

鉱物資源 マテリアルフロー 2018

平成31年3月
(令和2年1月一部改訂)

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

はじめに

社会基盤が高度化し生活環境がより快適になるにつれ、国際社会における資源獲得競争が高まっている。

このような社会情勢のもと、今後鉱物資源の安定供給に向けた取り組みを進めるにあたっては、国内外の需給の状況や動向等を的確に把握し、マテリアルフローを整理することで、サプライチェーンを把握することが不可欠である。

上記背景のもと、「鉱物資源マテリアルフロー2018」と題して、ベースメタル及びレアメタル等の34 鉱種を対象に、2017 年のデータベースとして、需給構造に関する情報収集や調査に基づき、マテリアルフローの実態について取りまとめを行った。

本報告書が参考になれば幸いである。

平成 31 年 3 月

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
金属資源開発本部 金属企画部

※お詫びと訂正(令和 2 年 1 月)

平成 31 年 3 月発行の本報告書中、一部誤りがございましたので、訂正いたしました。

ご迷惑をおかけしましたことお詫び申し上げます。

おことわり:本報告書の内容は、必ずしも独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)としての見解を示すものではありません。正確な情報をお届けするよう最大限の努力を行っておりますが、本報告書の内容に誤りのある可能性もございます。特に、統計資料は遡って修正されることがあるため、引用の際は必ず出典元の最新情報をご確認ください。本報告書に基づきとられた行動の帰結につき、JOGMEC及び執筆者は何らの責任を負いかねます。

鉱物資源マテリアルフロー 2018 目次

1. 銅 (Cu)	1
2. 鉛 (Pb)	18
3. 亜鉛 (Zn)	34
4. 錫 (Sn)	50
5. 白金族 (PGM: 白金、パラジウム、ロジウム)	65
6. 金 (Au)	88
7. 銀 (Ag)	102
8. レアアース (REE)	115
9. リチウム (Li)	129
10. ニッケル (Ni)	144
11. コバルト (Co)	165
12. クロム (Cr)	179
13. タングステン (W)	193
14. インジウム (In)	208
15. バナジウム (V)	219
16. マンガン (Mn)	231
17. ガリウム (Ga)	245
18. ゲルマニウム (Ge)	253
19. ジルコニウム (Zr)	263
20. ニオブ (Nb)	274
21. タンタル (Ta)	284
22. モリブデン (Mo)	301
23. レニウム (Re)	316
24. アンチモン (Sb)	325
25. 鉄 (Fe)	340
26. アルミニウム (Al)	365
27. チタン (Ti)	387
28. ストロンチウム (Sr)	411
29. グラファイト (天然黒鉛) (C (Gr))	420
30. フッ素 (F)	431
31. マグネシウム (Mg)	447
32. ケイ素 (Si)	462
33. リン (P)	485
34. カリウム (K)	502

マテリアルフロー2018 について

1. 対象鉱種

次の 34 鉱種を対象としてマテリアルフローを作成した。

銅、鉛、亜鉛、錫、PGM(プラチナ、パラジウム、ロジウム)、金、銀、レアアース、リチウム、ニッケル、コバルト、クロム、タングステン、インジウム、バナジウム、マンガン、ガリウム、ゲルマニウム、ジルコニウム、ニオブ、タンタル、モリブデン、レニウム、アンチモン、鉄、アルミニウム、チタン、ストロンチウム、グラファイト(天然黒鉛)、フッ素、マグネシウム、ケイ素、リン、カリウム

2. マテリアルフローの構成

対象 34 鉱種のマテリアルフローは、それぞれ次の内容で構成されている。

○図解(各鉱種冒頭の 2 頁)

○本文の構成

【概要】

(1)特性・用途

(2)需給動向

①世界の需給動向

各種統計から、2008～2017 年の 10 年間の世界の需給動向を整理した。需要の統計がない鉱種については鉱石・地金の生産など供給のみを記述した。

②国内の需給動向

各種統計及び輸出入動向から、2008～2017 年の 10 年間の国内市場動向を整理した。統計から国内市場に関する情報が得られない鉱種の場合、可能な限り合理的と思われる推計を行った。

(3)価格動向

銅、鉛、亜鉛、錫、アルミニウム、ニッケル、コバルト、モリブデン、金、銀、PGM 等に関して、2008～2017 年の 10 年間のロンドン取引価格を記述した(ただしコバルトは 2010 年 2 月から、モリブデンは 2010 年 5 月から取引開始)。

(4)輸出入動向

①輸出入動向

原料及び主要な素材、製品について、2008～2017 年の 10 年間の我が国の輸出入を、財務省貿易統計から整理した。輸出入量は純分換算値で示し、純分率を示した。

②輸出入相手国

原料及び主要な素材、製品について、2008～2017 年の 10 年間の我が国の輸出入相手国を、財務省貿易統計から整理した。輸出入量は純分換算値で示し、純分率を示した。

③輸出入価格

貿易統計から鉱種毎に 2008～2017 年の 10 年間の輸出入価格の動向を整理した。輸出入価格は、貿易統計の円ベース貿易額を、財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、①に示す輸出入量で除することにより算出した。価格の単位は原則として\$/t(千\$/t)、\$/kg としたが、白金族は\$/oz(1 トロイオンス=31.1035g)、タングステン鉱石・APT・酸化物は\$/MTU(1MTU=WO₃ 純分 10kg)で示した。価格動向について主要な変化点、特徴等を記述した。

年間平均為替レート(円)

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
104.23	93.52	88.09	79.97	79.62	97.16	105.42	121.02	108.95	112.33

(5)リサイクル

リサイクル率を鉱種毎に以下のように定義し、分母・分子の内訳を明示した。

銅

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	$\text{＝(電気銅国内生産)＋(電気銅の輸入)－(電気銅の輸出)}$

鉄

リサイクル率	$\text{＝(鉄スクラップ国内市中供給量)／(製鋼用鉄源消費量)}$
製鋼用鉄源消費量	$\text{＝(製鋼用鉄消費量)＋(製鋼用鉄スクラップ消費量)}$

アルミニウム

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	$\text{＝(国内生産)＋(新地金・二次・二次合金地金・くずの輸入)－(新地金・二次・二次合金地金・くずの輸出)}$

「鉛、亜鉛、錫、PGM(プラチナ、パラジウム、ロジウム)、金、レアアース、リチウム、ニッケル、コバルト、クロム、タングステン、バナジウム、マンガン、ゲルマニウム、ジルコニウム、ニオブ、タンタル、モリブデン、アンチモン、チタン、ストロンチウム、グラファイト(天然黒鉛)、フッ素、マグネシウム、ケイ素、リン、カリウム」

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費量)}$
見掛消費	$\text{＝(国内発生量)＋(原料・素材／素材／素材・製品の輸入量)－(原料・素材／素材／素材・製品の輸出量)}$

ガリウム、インジウム

リサイクル率	＝(リサイクル量)／(見掛消費量)
見掛消費	$\text{＝(国内発生量)＋(素材の輸入量)－(素材の輸出量)}$

レニウム

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品のリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	＝国内市場(推計最大値)

注 1)スクラップは使用済み製品スクラップのみ。工程スクラップを含まない。

注 2)国内生産には使用済み製品のリサイクルを含む。

注 3)ガリウム、インジウムのように工程スクラップのリサイクルが供給の主要な部分を占める鉱種は、工程スクラップを分子に含み、その旨を明示してリサイクル率を示した。

注 4)「輸出入数量」における原料・素材・製品の内訳は本文中に示すとおり。

(6)マテリアルフロー図(いずれも 2017 年ベース)

鉱種毎に、国内市場のマテリアルフロー図を示した。マテリアルフローの数値の詳細は、本文

の図表から引用した。

3. 用語について

原典の用語を尊重する観点から、輸出入動向及び価格動向（貿易統計）と、これら以外（経済産業省統計など）に区分して統一した。但し、両者に共通の用語を追記し、相互に関連付けができるようにした。銅の場合、貿易統計の用語は「精製銅又は銅合金の塊」であるが、本報告では「電気銅」と記載して経済産業省統計の「電気銅」と関連づけた。

「スクラップ」と「くず」の使い分けは、貿易統計では「くず」、貿易統計以外では「スクラップ」とした。両者の意味はまったく同じである。

4. 図表について

表における数値について、四捨五入により、各数値と合計値、前年比、構成比が合致しない場合がある。

輸出入価格の推移を示す図表での価格の算出にあたっては、貿易統計の各品目の年間合計での輸出金額、輸入金額をそれぞれ輸出量、輸入量で割って求めている。しかし、計量単位（トンまたはキログラム）未満の輸出入の場合は、重量は加算されずに、金額のみ加算されるため、少量で高額な輸出入があった場合には高い価格を示すことがある。

銅 Cu

【用途】 電線、伸銅品として様々な分野で利用

銅は高い導電性、熱伝導性を持ち、安価で加工性が良いことから主に電線もしくは伸銅品として様々な産業分野で多用されている。高い導電性は、電線、自動車のワイヤーハーネス、半導体の IC リードフレーム、電気機器のコネクター、配電盤などに利用されている。また、熱伝導性が高いことから、エアコンの熱交換器、電気温水器、蒸留釜、ガス湯沸かし器などに用いられている。

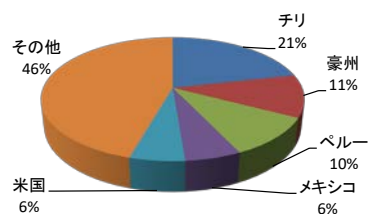
【特性】

- ・導電性、熱伝導性が高い
- ・展性延性が高く加工性に優れる
- ・比較的耐腐食性がある
- ・銅は錆びると緑青色の緑青(塩基性炭酸銅、塩基性塩化銅など)に変化する

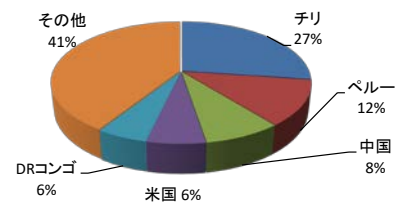
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018

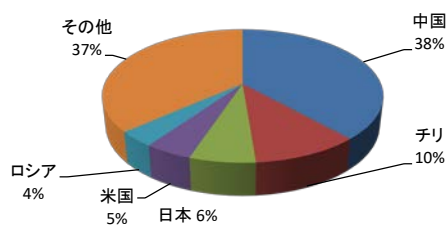
国別銅埋蔵量 (合計 790,000 千t)



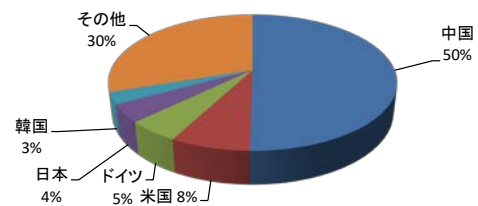
国別銅鉱石生産量 (合計 20,252 千t)



国別銅地金生産量 (合計 23,222 千 t)

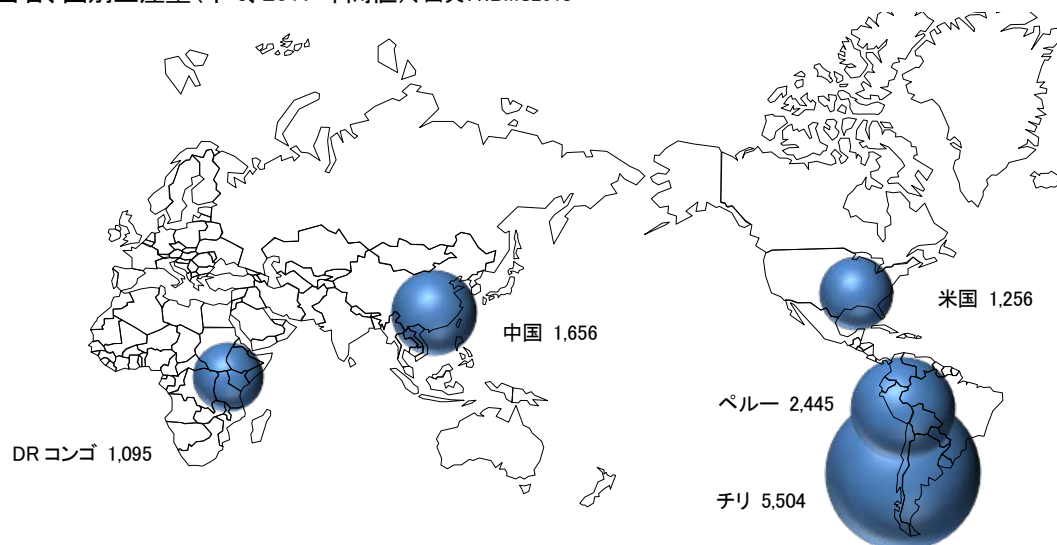


国別銅地金消費量 (合計 23,464 千 t)

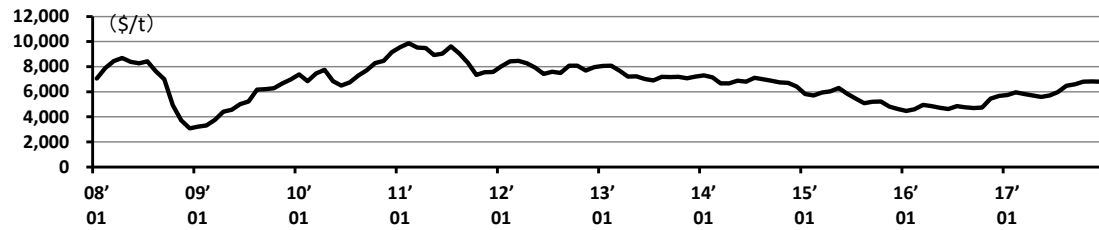


【世界の主要銅鉱石生産国】チリ、ペルーが2大生産国

国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



【LME 価格の推移】銅(Cu)



【貿易概況】（数値は純分ベース）出典：WBMS2018、財務省貿易統計、Global Trade Atlas

■世界

銅鉱石主要輸出国

(2017 年合計

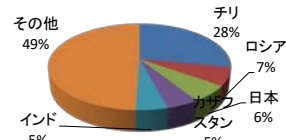
32,446 マテリアル千 t)



銅地金主要輸出国

(2017 年合計

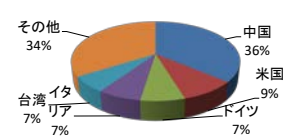
8,371 千 t)



銅地金主要輸入国

(2017 年合計

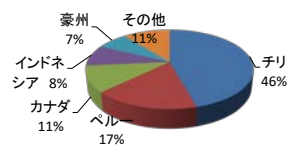
8,972 千 t)



■日本

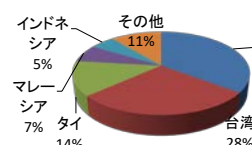
銅鉱石主要輸入相手国

(2017 年合計 1,165 千 t)



銅地金主要輸出相手国(2017 : 銅地金主要輸入相手国

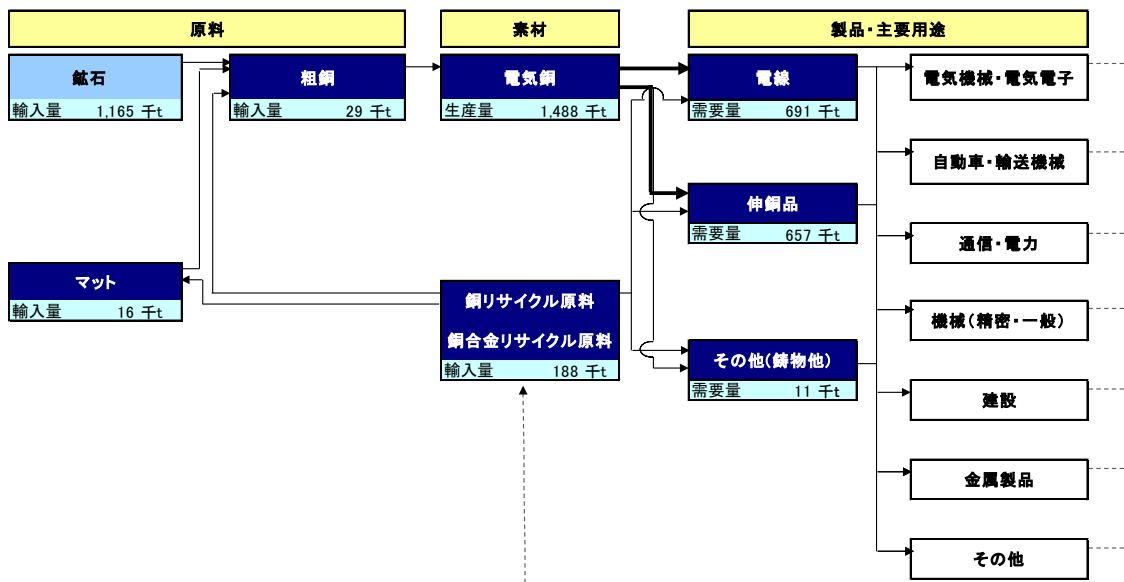
計 518 千 t)



銅地金主要輸入相手国(2017 年合計 24.5 千 t)



【鉱石から製品まで】 出典：財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・2017 年の世界の銅鉱石生産量はほぼ前年並みで、ペルーが Las Bambas 鉱山、Cerro Verde 鉱山、Tromacho 鉱山の寄与により、生産量を増加し、ザンビアも生産量を増加したが、中国と米国の鉱石生産量は減少した。
- ・中国は毎年電気銅の生産量を増やしている。世界の電気銅需要の 50%を中国が消費しているため、国内消費量が国内生産量を上回っており、不足分は輸入している。
- ・2017 年の電気銅の内需は、自動車用の電線やコネクタ、半導体向け伸銅品の需要が好調であった。
- ・日本は銅精鉱を主にチリ、ペルー、カナダから輸入している。
- ・2017 年末から中国が銅くず(銅リサイクル原料)の輸入規制をしたことにより、これまで中国に輸出していた銅リサイクル原料の処理が課題となっている。

1.特性・用途

銅の特徴として、銀の次に高い電気伝導性、熱伝導性を持つこと、展延性が高く加工が容易であること、耐食性が良いこと、美しい光沢を持っており、多様な金属との合金となることによって優れた特性を示すこと等が挙げられる。

銅は単体金属として産出することはまれであり、主に黄銅鉱(CuFeS_2)、輝銅鉱(Cu_2S)、孔雀石($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})$)、赤銅鉱(Cu_2O)といった硫化鉱物若しくは酸化鉱物として産出する。

硫化鉱から銅鉱石が産出された場合、選鉱により得られた銅精鉱は、自熔炉、転炉で酸素を用いて粗銅が生産され(乾式製錬)、その後硫酸銅溶液の中で粗銅を陽極として電気分解することで電気銅が生産される。酸化鉱についてはSX-EW(Solvent Extraction and Electrowinning)法という湿式製錬によって銅が製造される。SX-EW法は酸性の銅を含む浸出液を溶媒抽出により濃縮し、強酸の水溶液に逆抽出した後、電気分解により陰極に銅を析出させる方法である。

銅の主要用途は、電線と伸銅品である。

銅はその高い導電性から電線の小型化が容易であるため、銅の電線は様々な産業分野で利用されている。例として、電力分野での架空送電線や地中送電線、通信分野での各種ケーブル、電気機械・電気電子分野での電気配線、自動車・輸送分野での自動車用ワイヤーハーネスや鉄道用のトロリ線や車両用電線、船舶用電線等また建設分野の引き込み用電線や屋内の電気配線等がある。近年、自動車の電動化(電気自動車(以下、EV)、ハイブリッド)と共に、加えて自動車内の電化製品設備の増加によっても、電線の需要が増加している。

また、高い導電性を生かして、半導体のICリードフレーム、電気機器のコネクタ、発電機、変圧器、配電盤などに伸銅品が多く使用されている。最近では、EV等で使用されるリチウムイオン電池(以下、LIB)の負極の集電体にも使用されている。伸銅品とは、銅、銅に亜鉛を加えた黄銅、錫を加えリンを添加したリン青銅、ニッケル及び亜鉛を加えた洋白などの銅合金を、溶解、鑄造、圧延、引抜き、鍛造などの熱間または冷間の塑性加工によって板、条、管、棒、線状に加工した製品の総称である。

加えて、優れた熱伝導性を持つことから、ルームエアコン、除湿器、空気清浄器、電気冷蔵庫、電子レンジ、電気温水器などに使用される熱交換器、蒸留釜、ガス湯沸器などにも伸銅品が用いられている。

さらに、展延性に富む特徴から、電球の口金や、半導体のリードフレーム、銅鍋等の調理器具や洋食器などの日用品や家庭用品にも使われている。

その他にも、銅は耐食性が高く、美しい光沢をもつことから、古くから屋根や樋などの建築材料から様々な器物として使用されてきたほか、近代建築においてもビルディング外装や玄関や内部の壁、手すり、階段の滑り止め金具などにも使用されている。また、近年は銅の殺菌作用が認知され、新しく医療や衛生分野への需要も広がりがつつある。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の銅需給における銅精鉱生産及び電気銅生産と消費を表2-1、図2-1、図2-2に示す。2017年の世界の銅精鉱の生産量は前年比99%の20,252千tであった。世界の銅精鉱の主要生産国は、チリ、ペルー、中国、米国などである。

2017年のペルーの鉱石生産量の増加の理由は、Las Bambas 鉱山が計画生産量を超える生産を実施したこと及び Cerro Verde 鉱山の生産拡張後のフル生産に加えて、2014年に生産を開始した Toromocho 鉱山が、2017年から安定生産を継続していることが挙げられる。

2017年における世界の電気銅生産量は前年比101%の23,222千tであった。地域別生産量では、アジアの生産量が最も多く世界全体の57%を占めている。世界最大の電気銅生産国である中国は、2017年は前年比105%の8,889千tとさらに生産量を増やした。

2017年における世界の電気銅消費量は前年並みの23,464千tであった。電気銅消費量のうち、アジアが世界全体の71%を占めており、なかでも中国が世界の50%に当たる11,790千tの電気銅を消費した。

表 2-1 世界の銅需給

												単位: 純分千t		
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
銅精鉱生産量	チリ	5,328	5,394	5,419	5,263	5,434	5,776	5,761	5,772	5,553	5,504	99%	27%	
	ペルー	1,268	1,275	1,247	1,235	1,299	1,376	1,378	1,701	2,354	2,445	104%	12%	
	中国	1,076	1,062	1,180	1,295	1,552	1,681	1,741	1,667	1,851	1,656	90%	8%	
	米国	1,310	1,181	1,110	1,110	1,170	1,240	1,383	1,410	1,431	1,256	88%	6%	
	DRコンゴ	239	299	378	480	608	817	996	1,039	1,024	1,095	107%	5%	
	ザンビア	568	601	732	740	700	752	756	725	738	942	128%	5%	
	豪州	878	856	870	960	961	921	966	996	948	879	93%	4%	
	メキシコ	247	241	270	444	500	480	527	608	766	756	99%	4%	
	カザフスタン	420	398	404	433	491	538	501	566	596	745	125%	4%	
	ロシア	785	742	703	713	720	725	740	740	740	740	100%	4%	
	インドネシア	650	997	871	543	398	494	366	580	696	666	96%	3%	
	カナダ	608	485	522	569	580	653	673	715	708	606	86%	3%	
	ポーランド	429	439	425	427	427	429	421	426	425	420	99%	2%	
	ブラジル	218	212	214	214	223	271	298	348	329	370	113%	2%	
	モンゴル	129	132	128	124	124	189	251	327	353	320	91%	2%	
	イラン	248	263	257	259	245	223	212	243	278	292	105%	1%	
	ラオス	89	122	132	139	150	155	160	166	168	153	91%	1%	
トルコ	82	72	80	92	104	121	123	108	100	107	107%	1%		
その他	1,072	1,095	1,176	1,175	1,241	1,275	1,341	1,286	1,347	1,301	97%	6%		
合計		15,646	15,866	16,118	16,214	16,927	18,115	18,593	19,424	20,403	20,252	99%	100%	
電気銅生産	欧州		3,579	3,442	3,616	3,715	3,728	3,588	3,725	3,721	3,665	3,743	102%	16%
	アジア	中国	3,795	4,051	4,540	5,163	5,879	6,667	7,649	7,964	8,436	8,889	105%	38%
		日本	1,540	1,440	1,549	1,328	1,516	1,468	1,554	1,483	1,553	1,488	96%	6%
		インド	669	721	647	662	689	619	764	792	768	845	110%	4%
		その他	1,832	1,796	1,798	1,895	1,786	1,825	1,807	1,904	1,832	1,929	105%	8%
	小計	7,835	8,009	8,534	9,048	9,870	10,579	11,774	12,156	12,578	13,152	105%	57%	
	アフリカ		721	952	1,103	953	1,072	1,251	1,309	1,350	1,176	1,182	101%	5%
	北南米		5,784	5,701	5,541	5,401	5,065	5,077	5,150	5,328	5,195	4,759	92%	20%
	オセアニア		503	446	424	477	477	457	511	475	475	386	81%	2%
	合計		18,422	18,550	19,218	19,594	20,212	20,953	22,469	23,030	23,089	23,222	101%	100%
	電気銅消費	欧州		4,625	3,568	3,970	3,979	3,763	3,737	3,878	3,710	3,781	3,689	98%
アジア		中国	5,149	7,086	7,385	7,881	8,896	9,830	11,303	11,353	11,642	11,790	101%	50%
		日本	1,184	875	1,060	1,003	985	996	1,072	997	973	998	103%	4%
		韓国	815	933	856	784	721	722	759	705	759	656	86%	3%
		インド	515	552	514	402	456	423	434	491	499	486	97%	2%
		その他	2,249	2,178	2,386	2,342	2,264	2,259	2,269	2,460	2,529	2,634	104%	11%
小計		9,912	11,624	12,202	12,413	13,322	14,231	15,837	16,020	16,398	16,564	101%	71%	
アフリカ		326	210	194	236	244	193	137	177	140	119	85%	1%	
北南米		3,098	2,584	2,832	2,817	2,860	2,909	2,871	2,960	3,076	3,042	99%	13%	
オセアニア		154	130	141	120	129	62	26	27	23	49	213%	0%	
合計		18,115	18,116	19,338	19,566	20,317	21,133	22,750	22,893	23,418	23,464	100%	100%	

出典: World Bureau of Metal Statistics 2018「World Bureau of Metal Statistics Copper」 World Mine Production, World Refined Production, World Refined Consumption

※その他はWBMSの生産量合計と各国の合計値の差分。

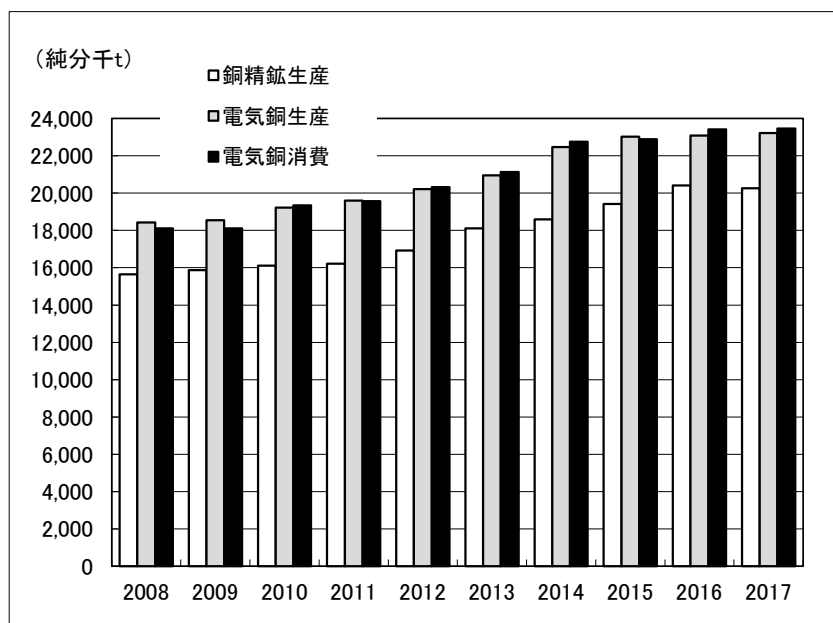


図 2-1 世界の銅需給

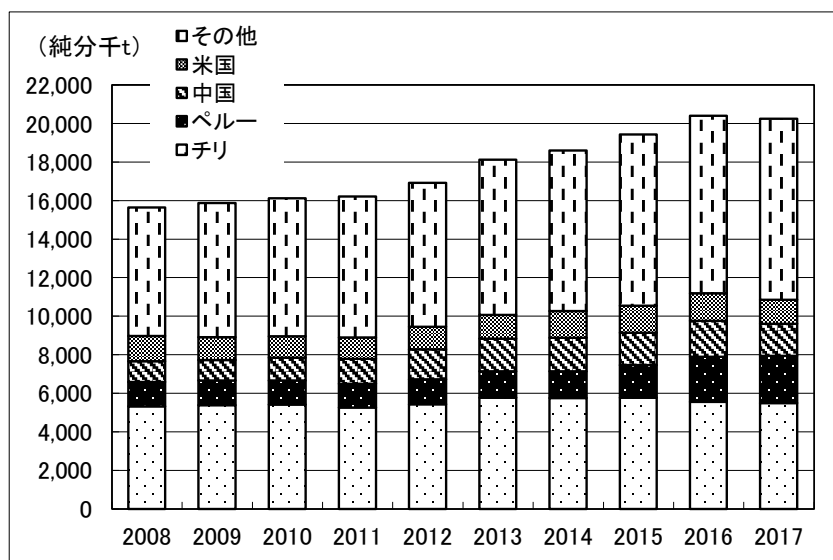


図 2-2 世界の銅精鉱生産量

2-2.国内の需給動向

2-2-1 需給動向

国内の電気銅の需給を表 2-2、図 2-3 に示す。2017 年の国内で供給された電気銅は 1,623 千 t で、このうち 91%にあたる 1,488 千 t は国内製錬所で生産されたものであり、輸入は 25 千 t と全体の 1.5% 程度と少ない。国内生産の電気銅の主要原料はチリ、ペルー、カナダ、インドネシア等から輸入した鉱石であり、2017 年にこの鉱石から生産された地金（海外鉱出地金）は前年比 93% の 1,166 千 t であった。鉱石のほかには、銅や銅合金のスクラップや製錬工程の残渣・副産物などが原料として使用される。スクラップ出地金は前年比 121% の 209 千 t、その他出地金は同 94% の 113 千 t であった。スクラップは電気銅原料のみならず、電線や伸銅品の原料として直接使用されている。電線や伸銅品で使用される銅原料は電気銅や製造工程で発生した工程内スクラップ、市中回収スクラップであるが、電線と伸銅品とではこれらの原料比率が異なる。なお、伸銅品では市中で回収した銅くず（以下、銅リサイクル原料）に加え、銅合金く

ず(以下、銅合金リサイクル原料)も原料として利用されている。

2017 年の電気銅の需要は 1,499 千tで、このうち内需は電線が前年比 106%の 630 千t、伸銅品は同 105%の 340 千t、その他が同 56%の 11 千tの合計 981 千tとなっており、輸出は同 84%の 518 千tであった。

2017 年の電気銅の内需は、自動車用の電線やコネクタ、半導体向け伸銅品の需要が好調であった。

表 2-2 電気銅の国内需給

単位: 純分千t												
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	在庫 ¹⁾	102	124	104	110	125	145	87	131	115	111	97%
	国内鉱出地金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	海外鉱出地金	1,328	1,238	1,334	1,095	1,271	1,210	1,297	1,243	1,259	1,166	93%
	スクラップ出地金	111	98	123	115	158	171	156	149	173	209	121%
	その他出地金	101	104	92	118	88	86	102	91	121	113	94%
	小計	1,540	1,440	1,549	1,328	1,516	1,467	1,555	1,483	1,553	1,488	96%
	輸入 ²⁾	89	41	45	126	36	41	69	38	31	25	78%
合計		1,731	1,605	1,698	1,564	1,677	1,653	1,710	1,653	1,699	1,623	96%
需要	電線	750	585	676	670	583	559	596	575	592	630	106%
	伸銅品	442	309	416	376	353	334	356	320	325	340	105%
	その他	28	14	14	12	13	18	22	21	20	11	56%
	小計	1,220	908	1,105	1,059	949	912	974	915	937	981	105%
	輸出 ²⁾	385	589	491	402	546	572	506	541	616	518	84%
	合計	1,605	1,497	1,596	1,461	1,495	1,484	1,481	1,455	1,553	1,499	97%
供給－需要		126	108	102	103	183	170	229	198	146	124	85%

出典: 1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

3) 日本鉱業協会「鉱山」

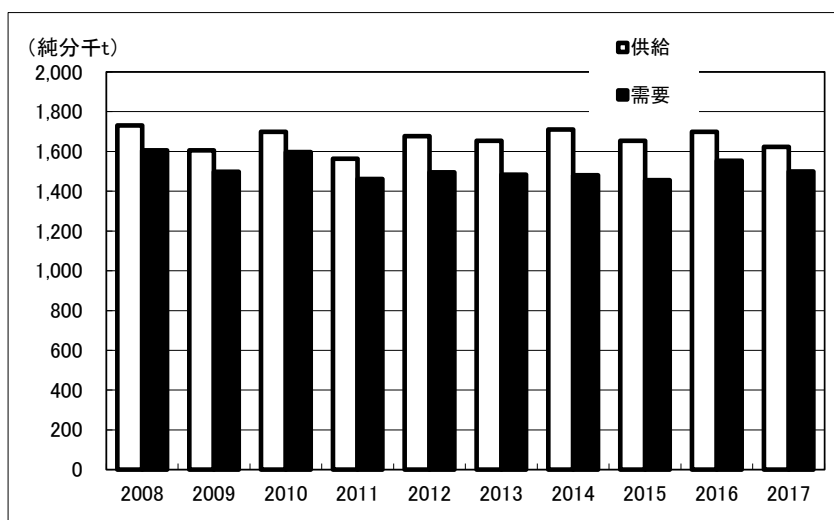


図 2-3 電気銅の国内需給

2-2-2. 電線・伸銅品

電線及び伸銅の分野別需要動向を表 2-3、図 2-4、図 2-5 に示す。

2017 年の電線内需合計では、前年比 101%の 671 千tとなった。輸出が前年比 121%の 21 千tとなったことで、内需及び輸出货量の合計値は同 101%の 691 千tであった。

電線内需の内訳を見ると、建設電販向けが全体の 48%を占め、前年並みの 324 千t、電気機械向けが前年比 101%の 150 千tで、自動車向けが前年比 109%の 80 千t、電力向けが前年比 91%の 51 千t及び通信向けが前年比 98%の 11 千tであった。

2017 年の電線需要は、前年に対してわずかに増加した。

「自動車」分野は、2017 年は堅調で、電線の需要が増加した。電動化(EV、ハイブリッド車)で電線需要が伸びる。また、ドライブレコーダーのような車内の電化製品設備の導入が増えることで、電線需要の増加に寄与する。

自動車の電装化により、自動車内部の配線が増えるため、ワイヤーハーネスは増加するので、自動車の軽量化のためにはアルミ線の利用は有効である。しかし、2017 年の時点で国内の自動車内部の配線は主に銅線である。

銅の電線は、導電率が高く、電線の小型化に有利であり、また接続安定性に優れている。一方、アルミの電線は、銅に比べて、軽くて、低コストである。電線にどちらの材料を使うかは、電線のユーザーが、銅とアルミの特性に対して、何を採用のポイントにするかにより、判断される。

2017 年の伸銅品内需は前年比 104%の 541 千 t となった。輸出が前年比 106%の 116 千 t となったことで、内需及び輸出量の合計値は同 104%の 657 千 t であった。2017 年における伸銅品内需は建設を除いて前年より増加した。その内訳は、電気電子向けが前年比 106%の 186 千 t、機械(精密・一般)向けのうち、冷凍機向けは同 105%の 52 千 t と微増で、建設向けは同 94%で 2012 年以降、減少が続いている。電気電子向けの増加の原因はコネクターやワイヤーハーネス等の自動車向けの伸銅品がメインで、その他にリードフレーム等の半導体向けが伸びて、携帯電話用のコネクター需要も増えた。

2017 年の伸銅品の輸送機械向けは銅と黄銅を含めて自動車向けが増加した。伸銅品の需要のうち、機械向けには、銅管が含まれる。冷蔵庫の放熱部にも銅管が使用される。2017 年は冷凍機関係とエアコンの生産量が増加し、銅管の需要が増加した。

表 2-3 国内電線・伸銅品の分野別需要動向

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
電線 需要 1)	通信	20	18	16	16	15	14	12	12	11	11	98%
	電力	75	74	70	64	57	58	55	59	56	51	91%
	電気機械	192	136	172	166	162	158	161	152	149	150	101%
	自動車	92	63	73	66	77	73	73	70	74	80	109%
	建設電販	344	282	274	295	305	329	344	339	324	324	100%
	その他	57	49	50	53	61	52	53	49	51	54	106%
	小計	781	623	656	660	677	683	699	682	665	671	101%
	電線輸出	35	26	25	21	17	17	29	25	17	21	121%
	合計	816	649	681	681	694	700	728	707	682	691	101%
伸銅品 需要 2)	金属製品	90	64	79	76	73	75	79	73	74	78	104%
	電気電子	222	147	201	190	182	181	190	175	176	186	106%
	輸送機械	58	42	54	51	55	55	55	53	57	61	106%
	機械(精密・一般)	152	111	121	84	80	79	82	79	82	86	105%
	うち冷凍機	65	48	53	55	52	50	53	49	50	52	105%
	建設	12	9	9	10	8	7	7	6	5	5	94%
	その他(製造業・その他)	87	62	86	134	119	114	124	123	126	127	100%
	小計	622	433	550	546	517	512	536	508	521	541	104%
	伸銅輸出	136	94	138	114	99	107	114	107	109	116	106%
	合計	758	528	689	659	616	619	651	615	630	657	104%
需要	内需(電線+伸銅)	1,402	1,056	1,206	1,205	1,194	1,194	1,235	1,190	1,185	1,212	102%
	輸出(電線+伸銅)	171	120	164	135	115	125	144	132	126	136	108%
	合計	1,573	1,176	1,370	1,340	1,309	1,319	1,379	1,322	1,311	1,348	103%

出典: 1) 日本電線工業会「出荷実績」

2) 日本伸銅協会「伸銅品出荷推移」

※純分換算率: 電線100%、伸銅品80%

※協会統計であるため、経済産業省及び財務省貿易統計と一致しない。

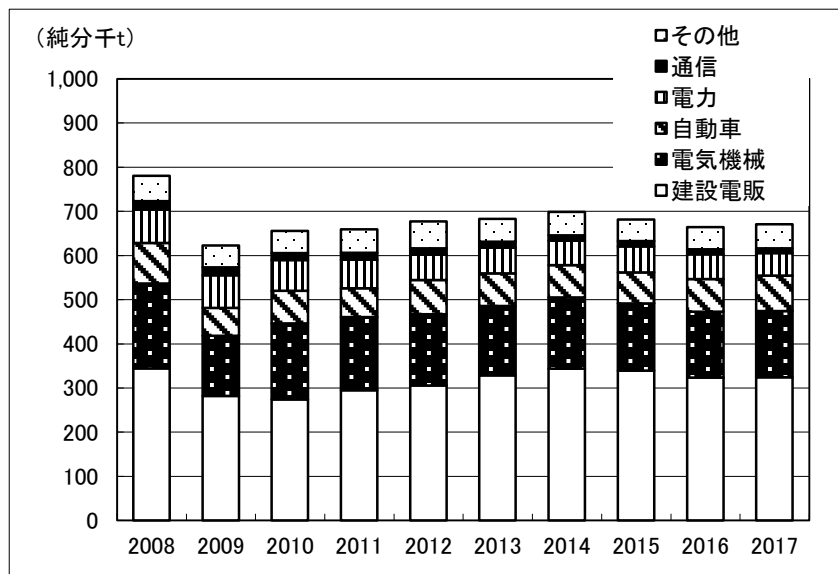


図 2-4 電線の分野別出荷数量(内需)

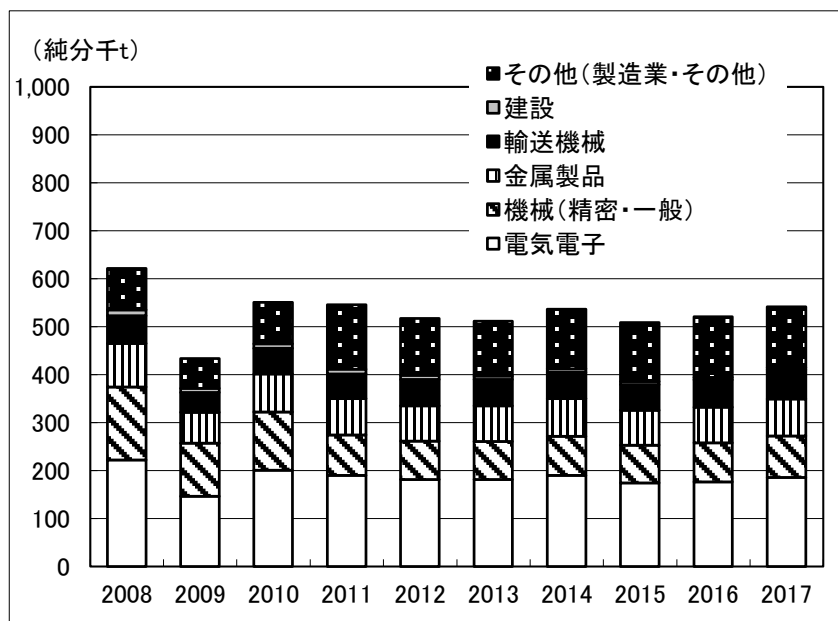


図 2-5 伸銅の分野別出荷数量(内需)

3.価格動向

図3に銅のLME価格推移を示す。2017年のLME価格は、1月の平均値が5,737\$/tでスタートした後、2月から3月にかけて、為替やインドネシアのGrasberg鉱山の輸出許可失効による輸出停止や、チリのEscondida鉱山の労使交渉決裂などの供給不安により、5,900\$/tレベルに上昇した。その後、ドル高騰により、4月から7月は5,500から5,700\$/tの範囲で推移したが、8月から将来的な鉱石の需給ひっ迫の懸念からLME価格は上昇を続け、12月の平均価格は6,801\$/tとなった。価格上昇の背景としては、中国の経済が好調であったことや世界経済の成長が好調だったことによる。

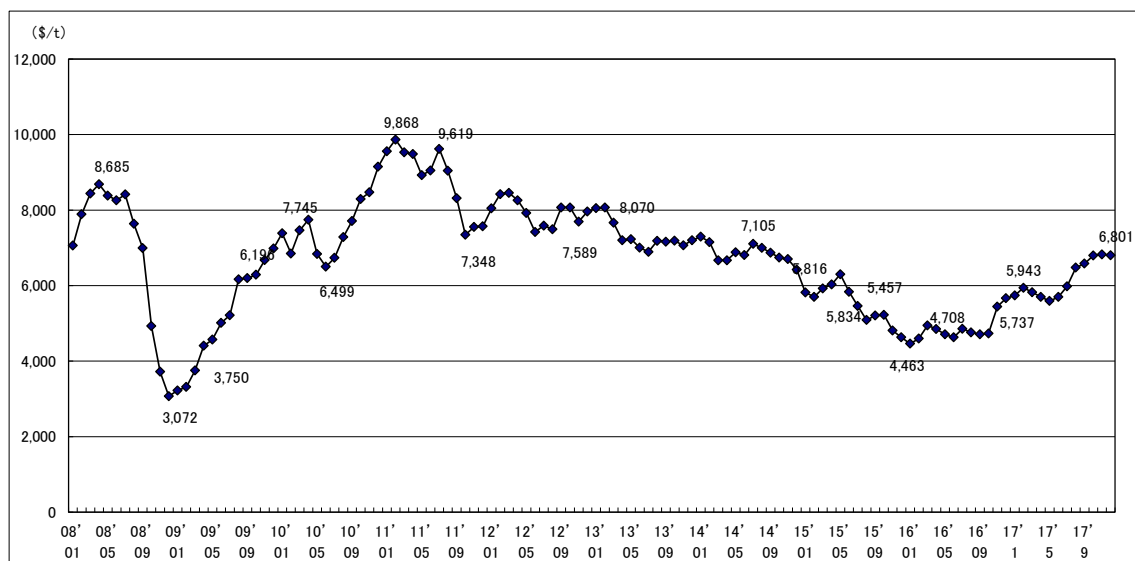


図3 銅のLME 価格(月平均)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

銅原料、地金及び製品の輸出入数量を表4-1、図4-1、図4-2に示す。2017年の銅の輸入量（原料、素材、製品の合計）は前年比94%の1,523千tであった。その76%を銅鉱石（銅精鉱）が占めており、輸入量は同91%の1,165千tであった。2017年の鉱石輸入量の減少は、国内製錬工場の大規模リニューアル工事の影響である。

銅鉱石（銅精鉱）の他には、原料としてマットや粗銅もわずかながら輸入されている。また、電気銅、銅リサイクル原料、銅合金リサイクル原料として合計212千tの素材が輸入されている。一方、2017年の銅原料、素材及び製品の輸出量は合計で前年比98%の1,089千tであり、電気銅、銅リサイクル原料、銅線・板・管・電線の順で輸出量が多かった。

日本は、以前、電線の輸出量が輸入量より多かったが、1996年から輸入（金額）が輸出を上回った。2017年の貿易統計数値（銅線、アルミ線を含むすべての電線）は金額ベースで、輸出が2,020億円、輸入が約3倍の6,638億円で、そのうち4,372億円が輸送用電線の輸入、即ち、自動車用ワイヤーハーネスの輸入であった。

表4-1に記載されている銅線と電線について、銅線はビレットで固めて冷やし、再加熱後、押出により、引き伸ばして製品にする、伸銅品の一種である。製品には金網やトランジスタのピン等がある。一方、電線は銅を連続鋳造しながら、熱間で引き伸ばして製造される。

表 4-1 銅の輸出入数量

単位: 純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料 1)	鉱石（銅精鉱）	輸入※	1,317	1,244	1,306	1,150	1,266	1,306	1,300	1,214	1,285	1,165	91%
		輸出	0.1	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-
	マット	輸入	0.9	1.0	1.0	1.2	1.0	1.1	4.8	3.8	5.1	15.6	307%
		輸出	5.4	10.1	12.5	8.2	5.2	3.6	3.7	3.3	3.7	4.2	115%
	粗銅	輸入	31.2	19.0	15.6	4.3	4.0	4.7	5.3	3.2	8.0	28.6	358%
		輸出	12.4	1.9	0.5	2.2	0.2	1.9	1.0	0.1	0.1	0.1	52%
	小計	輸入	1,349	1,264	1,323	1,156	1,271	1,312	1,310	1,221	1,298	1,210	93%
		輸出	17.9	12.0	13.0	10.4	5.4	5.5	4.7	3.5	3.8	4.3	113%
		輸入－輸出	1,393	1,340	1,498	1,219	1,275	1,306	1,306	1,217	1,294	1,205	93%
素材	電気銅	輸入	89	41	45	126	36	41	69	38	31	25	78%
		輸出	385	589	491	402	546	572	506	541	616	518	84%
	銅くず ²⁾	輸入	72	55	89	79	81	69	91	92	133	119	89%
		輸出	395	360	286	288	328	313	294	261	259	314	121%
	銅合金くず ²⁾	輸入	54	34	57	46	43	41	48	54	67	69	103%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	小計	輸入	215	130	191	251	160	152	208	184	231	212	92%
		輸出	781	949	777	690	874	885	800	802	875	832	95%
		輸入－輸出	-566	-819	-586	-439	-708	-734	-592	-617	-643	-620	96%
	製品	銅線・板・管・電線	輸入	43	29	44	53	52	56	65	59	56	66
輸出			167	122	172	137	122	126	152	138	113	125	110%
銅Zn合金 （塊・線・板・管）		輸入	13	10	15	14	13	15	17	11	10	12	123%
		輸出	46	31	45	39	35	39	39	35	36	37	101%
銅Sn合金 （塊・線・板・管）		輸入	6.7	1.7	2.5	3.3	1.8	2.3	4.0	3.5	3.5	4.9	140%
		輸出	25	20	22	19	20	23	23	19	20	20	99%
銅Ni合金 （塊・線・板・管）		輸入	1.9	0.4	0.8	1.7	3.8	4.0	4.2	0.5	0.3	1.0	278%
		輸出	9.7	7.1	9.5	8.0	9.1	8.8	9.8	11.0	10.9	11.9	110%
その他銅合金 （塊・線・板・管）		輸入	4.8	3.1	3.7	5.0	6.0	3.9	2.5	4.9	4.8	4.2	86%
		輸出	35	29	29	26	23	21	25	31	32	41	127%
銅製品		輸入	17.1	12.2	14.6	15.8	11.3	11.4	12.5	10.7	12.5	14.0	112%
		輸出	10.0	12.9	19.9	17.2	16.7	16.3	17.3	17.6	18.1	18.7	103%
小計		輸入	87	56	80	94	89	93	105	90	87	102	117%
		輸出	292	222	298	246	226	235	266	252	230	252	110%
		輸入－輸出	-206	-166	-218	-153	-137	-141	-161	-161	-143	-151	105%
合計	輸入	1,651	1,450	1,594	1,501	1,520	1,557	1,624	1,495	1,616	1,523	94%	
	輸出	1,091	1,183	1,088	947	1,105	1,125	1,071	1,057	1,109	1,089	98%	
	輸入－輸出	559	267	506	554	415	431	553	439	507	434	86%	

出典: 財務省貿易統計、※のみ経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

純分換算率: 粗銅99%、マット78%、電気銅100%、銅くず100%、銅合金くず70% (2011年以前は80%)、銅亜鉛合金70%、銅すず合金92%、銅Ni合金90%、その他銅合金90%、銅製品100%

1) 原料は鉱石、マット、粗銅、素材は電気銅、銅くず、銅合金くず、製品は銅線・板・管・電線、銅Zn合金(塊・線・板・管)、銅Sn合金(塊・線・板・管)、銅Ni合金(塊・線・板・管)、その他銅合金(塊・線・板・管)、銅製品に分類されている。

2) 銅くずは銅リサイクル原料、銅合金くずは銅合金リサイクル原料と呼称される。

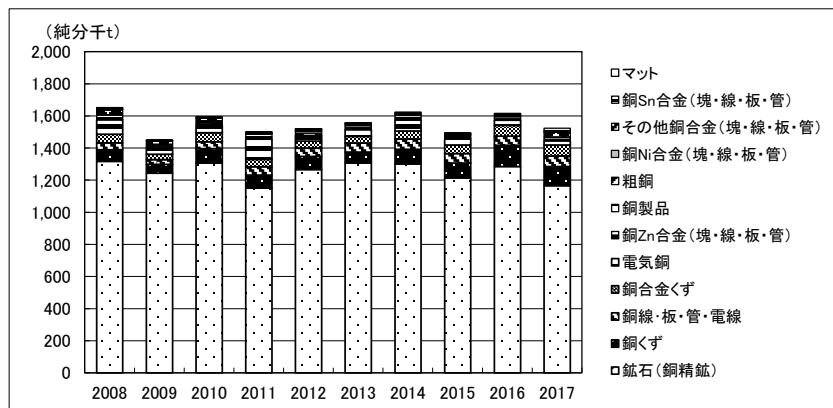


図 4-1 銅の輸入数量

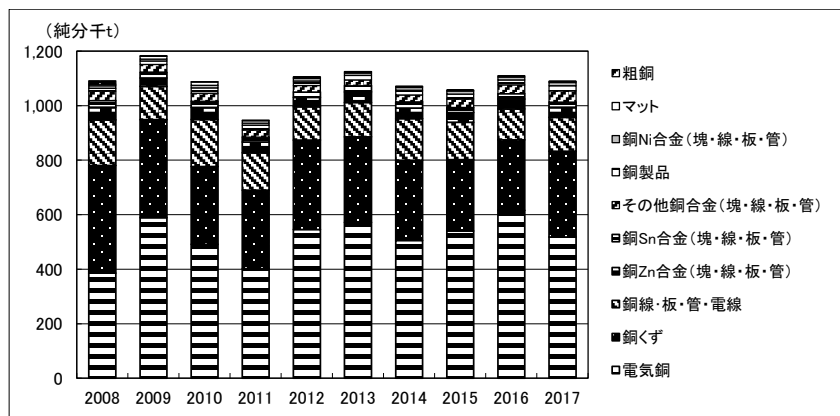


図 4-2 銅の輸出数量

4-2.輸出入相手国

4-2-1. 鉱石(銅精鉱)

鉱石(銅精鉱)の輸入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。銅鉱石(銅精鉱)の主要輸入相手国は、世界最大の鉱石生産国であるチリを筆頭に、ペルー、カナダ、インドネシア等である。特にチリからの輸入が全体の 46%を占めており、2017 年の輸入量は前年並みの 532 千 t であった。鉱石輸入量が増加した国は、ペルー、パプアニューギニア(PNG)、米国等である。ペルーは前年比 116%の 200 千 t と増加した。一方でカナダ、インドネシア、豪州からの輸入量は前年を下回った。2017 年のペルーからの輸入量増加は、Las Bambas 鉱山の立ち上がりと Cerro Verde 鉱山のフル生産の効果があり、日本への輸入が増加した。

インドネシアは、2014 年 1 月 12 日からの鉱石輸出禁止により、同国からの銅鉱石輸出は一時途絶えたが、エネルギー鉱物資源大臣規則 2014 年 1 号によって、以降も一定の条件を満たせば、6 か月ごとの精鉱輸出ライセンス更新により、鉱物輸出が認められてきた(2017 年 1 月 12 日まで)。そのような中、期限間際の 2017 年 1 月 11 日付でエネルギー鉱物資源大臣令 2017 年第 5 号が發布され、いくつかの条件がさらに付された上で、2022 年 1 月までの輸出継続が認められることが可能となっている。

表 4-2 銅鉱石(銅精鉱)の輸入相手国

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸 入	チリ	610	482	573	598	655	679	703	586	538	532	99%	46%
	ペルー	183	185	167	147	173	190	128	129	173	200	116%	17%
	カナダ	135	90	103	106	113	109	122	139	165	124	76%	11%
	インドネシア	178	250	259	86	87	81	60	129	174	101	58%	9%
	豪州	74	98	75	86	102	109	123	109	94	82	87%	7%
	PNG	57	65	80	60	83	40	50	22	46	49	105%	4%
	米国	28	33	11	23	25	43	38	44	23	31	133%	3%
	フィリピン	17	16	15	15	9	23	39	33	34	24	70%	2%
	アルゼンチン	16	18	18	20	19	29	13	13	19	5	29%	0%
	タンザニア	0.8	0.7	0.7	2.1	1.2	2.1	1.7	1.4	2.1	0.8	37%	0%
	その他	19.0	7.0	6.0	5.7	-	-	21.5	8.7	16.8	16.8	100%	1%
合計	1,317	1,244	1,306	1,150	1,266	1,306	1,300	1,214	1,285	1,165	91%	100%	

出典: 経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

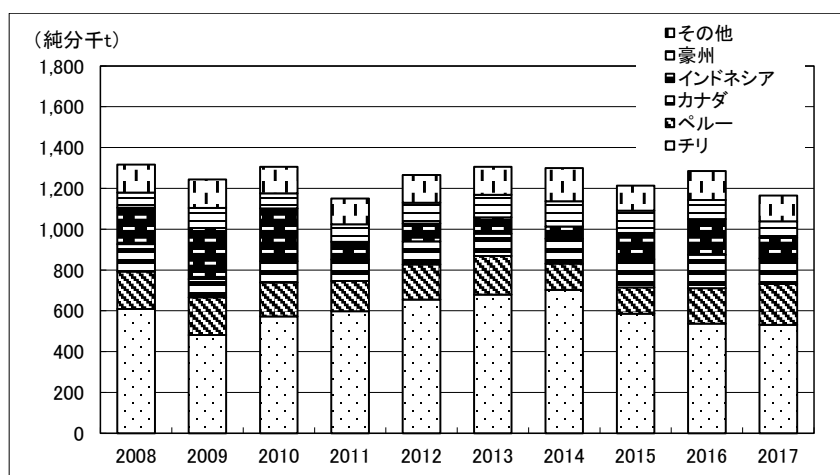


図 4-3 銅鉱石(銅精鉱)の輸入相手国

4-2-2.電気銅

電気銅の輸出入相手国を表 4-3、図 4-4、図 4-5 に示す。電気銅は輸出が輸入を大きく上回る。輸出は前年比 84%の 518 千tで、中国向けが多く(輸出量の 35%)、台湾、タイ、マレーシア、インドネシアなど東南アジア諸国向けが中心となっている。電気銅の輸出のうち中国向け、東南アジア向けともに精製銅塊の輸出(HS コード: 740311000)がほとんどである。2017 年の中国向け輸出量は輸出可能な電気銅がなく前年比 66%の 183 千tであった。

中国は銅の需要が約 12 百万tに対して、国内生産が約 9 百万tであり、3 百万t弱の地金が不足しており、電気銅も輸入している。

表 4-3 電気銅の輸出入相手国

		単位: 純分千t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸入	チリ	49	29	34	81	28	20	26	24	24	15	61%	59%
	インドネシア	1	1	0	4	-	0	5	-	2	4	-	16%
	中国	-	0	0	3	0	3	3	7	3	3	77%	11%
	豪州	15	1	0	11	1	5	35	7	-	2	-	6%
	その他	24	11	11	27	7	12	1	1	2	2	87%	8%
	合計	89	41	45	126	36	41	69	38	31	25	78%	100%
輸出	中国	212	351	248	197	237	208	221	253	279	183	66%	35%
	台湾	90	120	105	97	128	141	123	112	143	146	101%	28%
	タイ	24	30	37	24	47	56	47	60	76	70	92%	13%
	マレーシア	8	15	24	32	43	77	27	37	36	35	99%	7%
	インドネシア	24	36	44	32	49	52	48	37	37	27	73%	5%
	ベトナム	3	8	10	5	9	15	13	13	17	19	115%	4%
	韓国	20	21	16	15	21	13	16	9	5	9	179%	2%
	その他	4	8	6	3	10	11	11	20	23	30	128%	6%
	合計	385	589	491	402	546	572	506	541	616	518	84%	100%

出典: 財務省貿易統計
純分換算率: 100%

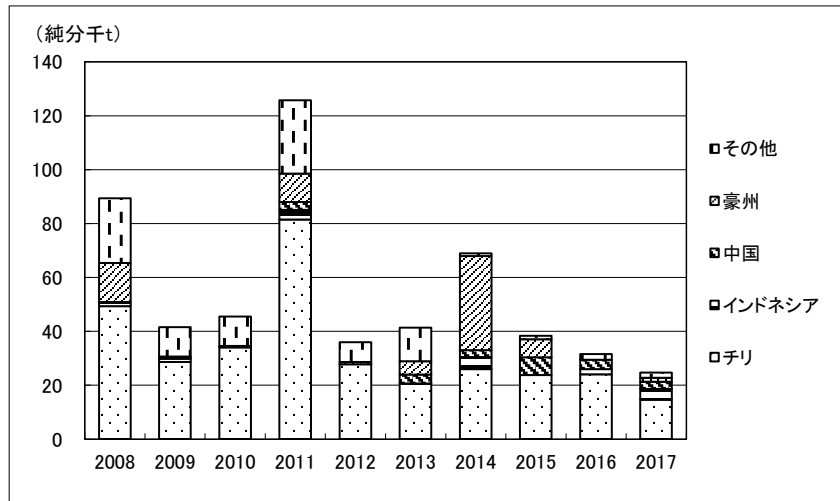


図 4-4 電気銅の輸入相手国

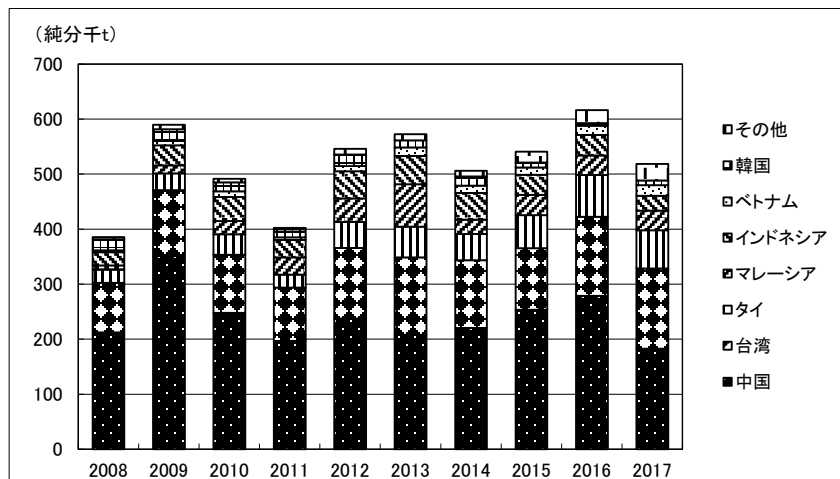


図 4-5 電気銅の輸出相手国

4-2-3. 銅くず(銅リサイクル原料)

銅リサイクル原料の輸出入相手国を表 4-4、図 4-6、図 4-7 に示す。銅リサイクル原料の輸入先は、銅鉱石とは異なり幅広い国から輸入される傾向にある。2017 年の銅リサイクル原料の主要輸入国は、タイ、サウジアラビア、米国、マレーシア、インドネシア等である。一方、銅リサイクル原料の輸出においては全輸出量の 94% が中国向けとなっている。2017 年の銅リサイクル原料の輸出合計は、314 千t で、中国への輸出が 294 千t と増加し、輸出のほとんどを占めている。

しかし、中国に輸出された銅リサイクル原料は日本での処理がコスト的に難しいリサイクル原料(電線スクラップ等)であるが、中国への銅リサイクル原料の輸出は環境保全のために規制が厳しくなっている。中国は、2017 年末より低品位の銅リサイクル原料(HS:7404000010)の外国から中国への輸入に制限をかけ、2018 年末には輸入を禁止した。そのため、これ以降日本から中国への銅リサイクル原料の輸出は不可能となる。

表 4-4 銅リサイクル原料の輸出入相手国

		単位: 純分千t										17/16比	構成比
輸入	タイ	9.2	7.3	10.1	8.5	7.5	7.5	16.8	23.3	25.5	26.8	105%	23%
	サウジアラビア	3.4	3.1	10.5	13.1	10.4	9.8	13.6	13.3	23.9	17.2	72%	15%
	米国	18.1	11.4	14.5	10.4	9.5	5.1	5.3	6.1	8.3	13.5	163%	11%
	マレーシア	10.5	7.7	9.7	10.2	9.3	7.8	10.6	5.9	6.3	7.7	122%	6%
	シンガポール	7.9	4.6	8.3	8.2	9.7	8.6	8.6	3.6	5.9	6.5	110%	5%
	インドネシア	0.6	0.2	2.7	2.4	3.7	3.8	4.7	3.6	6.0	5.4	90%	5%
	レバノン	0.0	0.2	1.1	2.8	2.6	4.9	4.5	2.0	5.2	2.3	45%	2%
	その他	22.1	20.4	31.9	23.5	28.4	21.5	27.1	34.3	51.8	39.2	76%	33%
	合計	71.8	54.9	88.8	79.0	81.1	69.1	91.1	92.1	132.8	118.6	89%	100%
輸出	中国	359.7	322.1	262.8	261.3	306.8	292.4	277.3	248.0	247.4	293.8	119%	94%
	韓国	9.2	10.7	5.0	7.7	8.4	7.9	3.1	2.3	3.0	7.5	251%	2%
	香港	22.1	22.1	15.5	14.0	10.0	6.7	9.3	6.4	4.8	6.6	137%	2%
	台湾	0.8	1.9	0.6	1.5	0.7	2.9	1.5	2.8	2.2	2.6	116%	1%
	マレーシア	0.4	0.7	0.0	0.5	0.0	0.4	1.0	0.9	0.8	1.3	156%	0%
	カナダ	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.5	-	-	-	-	-
	その他	3.2	2.1	1.8	2.8	2.0	2.7	1.3	0.6	0.5	2.5	495%	1%
	合計	395.5	359.5	285.6	287.8	327.9	313.0	294.0	261.1	258.7	314.2	121%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 100%

2017年輸入のその他には、フィリピン(7.2千t)、UAE(6.0千t)を含む

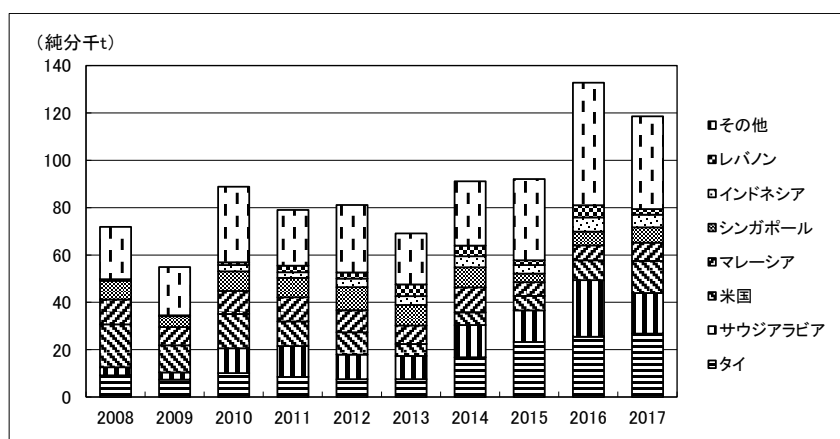


図 4-6 銅リサイクル原料の輸入相手国

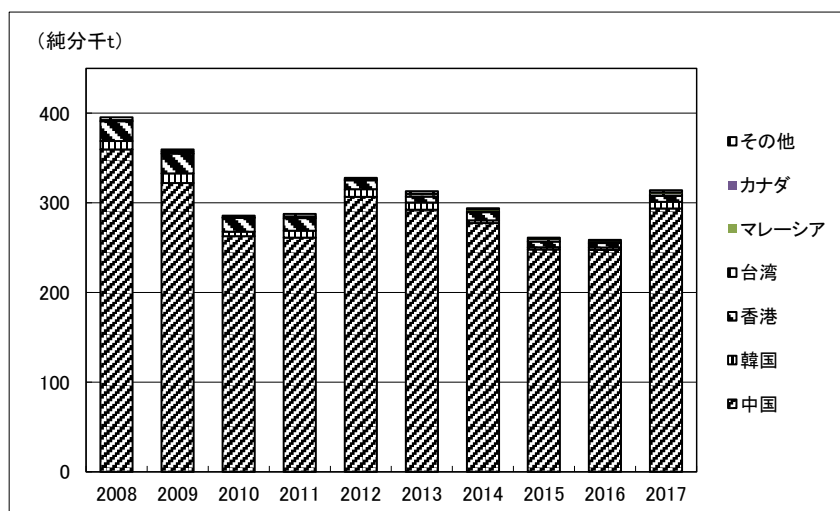


図 4-7 銅リサイクル原料の輸出相手国

4-3.輸出入価格

銅の平均輸出入価格を表 4-5、図 4-8、図 4-9 に示す。2017 年は、LME 価格の上昇に対応し、銅線の輸入価格と粗銅の輸出価格以外の原料・素材・製品の平均輸出入価格は前年を大きく上回った。

表 4-5 銅の平均輸出入価格

													単位:\$/t
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	2,018	1,719	2,243	2,613	2,242	2,071	1,950	1,623	1,478	1,759	119%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	粗銅	輸入	9,208	6,504	10,288	13,186	11,914	11,732	8,198	6,917	5,343	6,345	119%
		輸出	8,193	4,500	6,395	13,423	10,848	21,774	18,322	8,294	9,693	9,117	94%
素材	電気銅	輸入	7,814	4,924	7,260	9,369	8,072	7,408	7,007	4,983	5,102	5,881	115%
		輸出	7,069	4,659	7,271	8,785	7,967	7,371	6,938	5,712	4,816	6,029	125%
	くず	輸入	7,296	5,125	7,109	8,608	7,482	6,814	6,512	5,406	4,479	5,448	122%
		輸出	2,405	2,033	2,748	3,199	3,092	3,159	2,868	2,397	2,094	2,546	122%
製品	銅線	輸入	9,499	7,099	10,480	12,662	11,931	11,571	10,453	12,007	11,919	11,337	95%
		輸出	9,000	6,953	11,039	17,431	16,240	13,064	9,670	8,944	10,552	12,028	114%
	銅板	輸入	9,404	7,150	9,212	10,897	9,567	8,729	8,556	7,570	6,866	7,799	114%
		輸出	10,905	9,319	10,925	13,718	12,618	11,127	10,629	9,066	7,839	8,967	114%
	銅管	輸入	7,888	6,745	8,109	10,359	9,599	8,937	8,339	7,459	6,698	7,559	113%
		輸出	8,572	7,703	8,570	10,511	9,771	8,760	8,412	8,412	6,739	7,155	106%

出典:財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

※くずはリサイクル原料と呼称される。

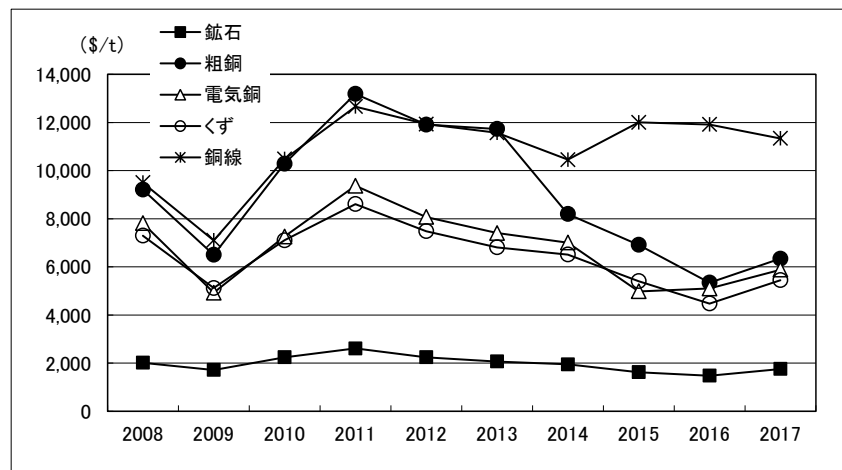


図 4-8 銅の平均輸入価格

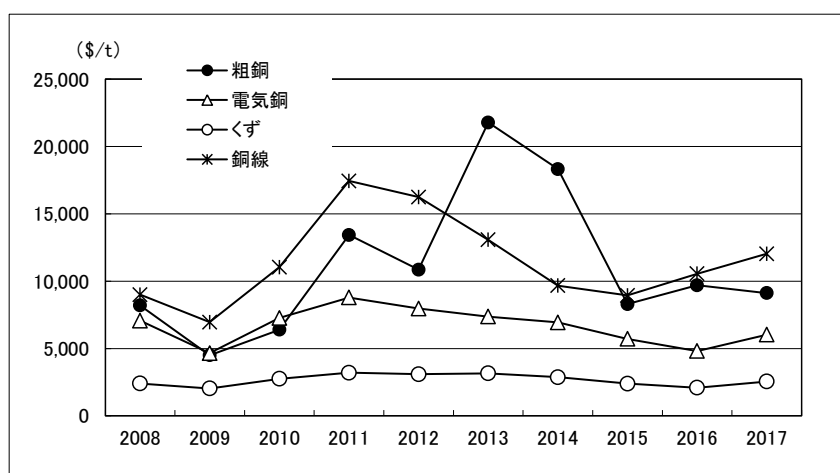


図 4-9 銅の平均輸出価格

5.リサイクル

電気銅のリサイクル率を表 5 に示す。以下の定義による 2017 年の電気銅のリサイクル率は 32%と大きく伸びた。またこの定義では分子に加算されないが、電線及び伸銅品を製造する際の工程内スクラップ材はほぼ 100%再利用されている。

また電気銅のリサイクル原料は、電線及び伸銅品の素材として再利用されているので、実質的なリサイクル率はさらに高い。

2017 年にスクラップ出から製造された電気銅が増えた。製錬所では、原料としてのスクラップの量につき、意図的には増減はさせていないが、2016 年は銅の相場が上がったので、市場に出るスクラップ量が増えたと推測される。

中国の環境規制が厳しくなり、2019 年から中国へ銅リサイクル原料が輸出できなくなると、日本国内で銅リサイクル原料の処理又は中国以外の国への輸出を検討する必要がある。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{電気銅国内生産}) + (\text{電気銅の輸入}) - (\text{電気銅の輸出})$

※ 国内生産には使用済み製品等からのリサイクル量を含む。

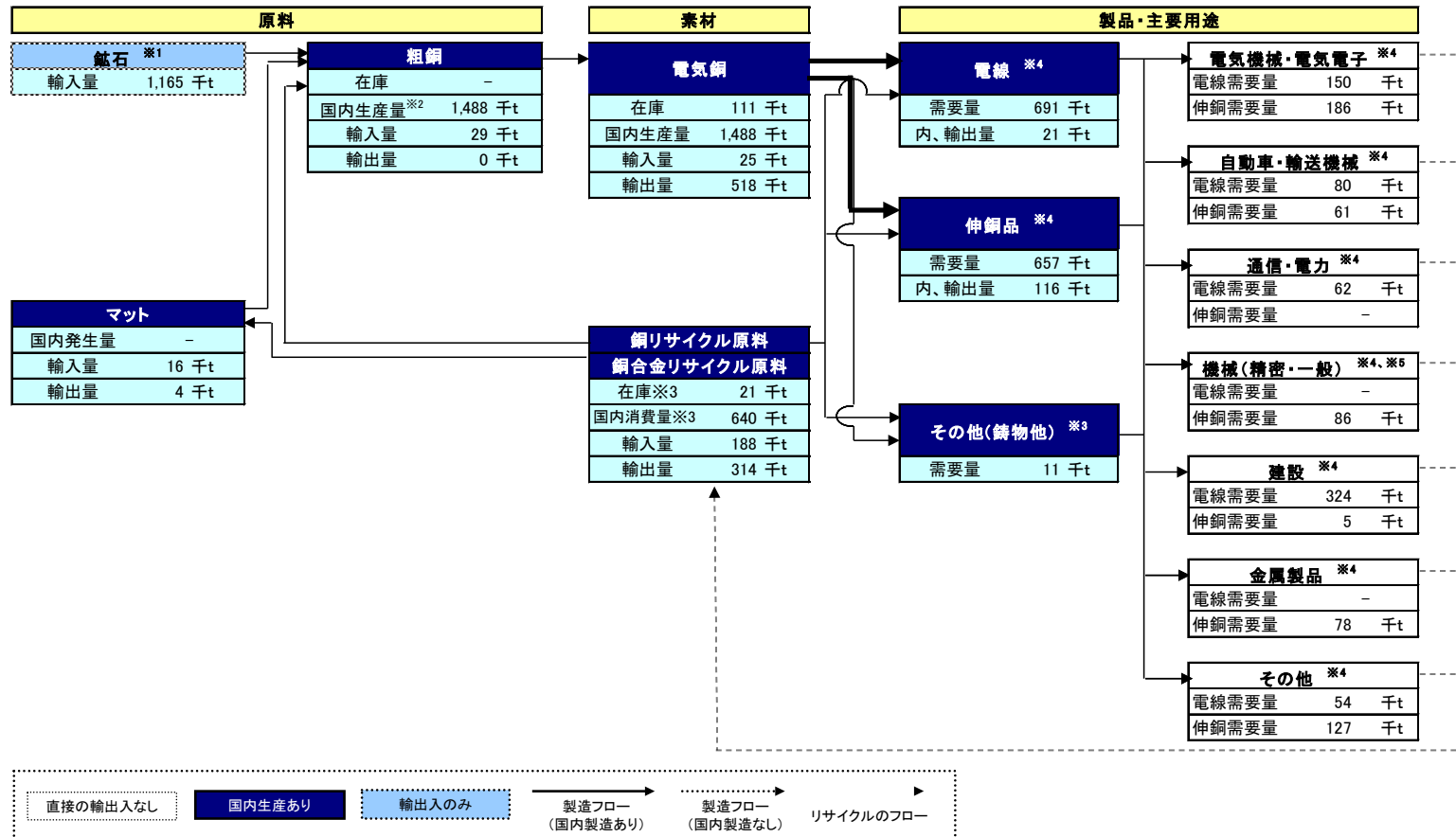
表 5 銅のリサイクル率

区分		単位: 純分千t 位: 純分千t										
見掛消費	電気銅国内生産	国内鉱出	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		海外鉱出	1,328	1,238	1,334	1,095	1,271	1,210	1,297	1,243	1,259	1,166
		スクラップ出	111	98	123	115	158	171	156	149	173	209
		その他出	101	104	92	118	88	86	102	91	121	113
		小計	1,540	1,440	1,549	1,328	1,516	1,467	1,555	1,483	1,553	1,488
	輸入(電気銅)-輸出(電気銅)		-296	-548	-446	-276	-510	-531	-437	-502	-584	-494
合計①			1,244	892	1,103	1,052	1,006	936	1,118	981	969	994
リサイクル量	スクラップ出電気銅生産		111	98	123	115	158	171	156	149	173	209
	その他出電気銅生産		101	104	92	118	88	86	102	91	121	113
	合計②		212	202	215	233	245	257	258	240	294	322
リサイクル率		②/①	17%	23%	19%	22%	24%	27%	23%	24%	30%	32%

出典: 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、財務省貿易統計

6.マテリアルフロー

銅のマテリアルフロー(2017 年)



出典: ※1 経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」、※2 World Bureau of Metal Statistics、※3 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」
 ※4 日本電線工業会「出荷実績」、日本伸銅協会「伸銅品出荷推移」、※5 日本電線工業会の用途分類で、「機械」は「電気機械・電気電子」に含まれる。
 ※純分換算率: 粗銅99%、マット78%、電気銅100%、銅くず100%、銅合金くず70%
 注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

鉛(Pb)

【用途】 鉛蓄電池向けが主な用途

製錬が容易で金属として古くから利用されてきた。鉛の需要は蓄電池用としての使用が最も多い。鉛は世界的にリサイクルが進んでおり、回収された鉛のほとんどは再利用される。蓄電池用以外には工業用、医療用の放射線遮蔽材、防音材、はんだ、無機薬品、ガラス向けに需要があるが、はんだは環境保護の観点から、使用量が減少する傾向にある。

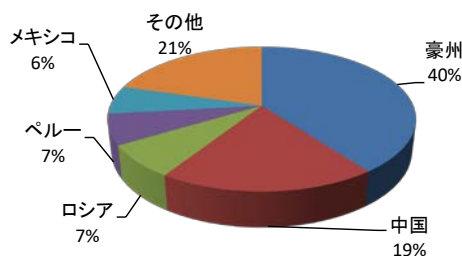
【特性】

- ・陽子を 82 個持ち原子核の安定性が高い
- ・重くてやわらかい
- ・展延性が良い

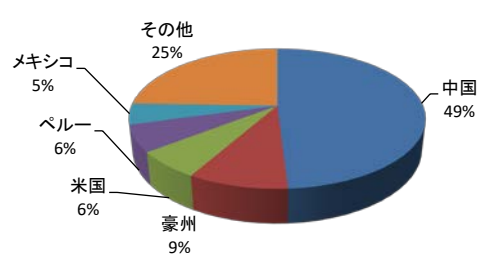
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典: USGS2018、ILSZG2018

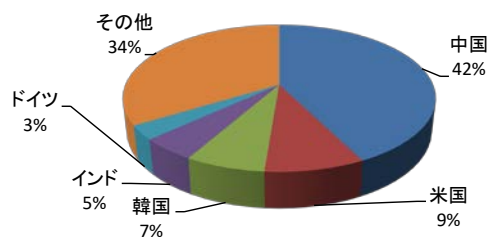
国別埋蔵量 (合計 88,000 千t)



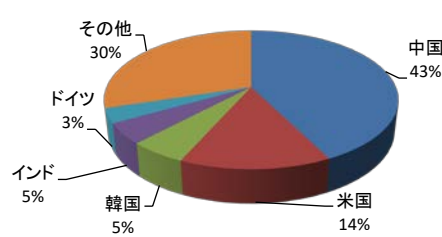
国別鉱石生産量 (合計 4,703 千t)



国別鉛地金生産量 (合計 11,451 千 t)

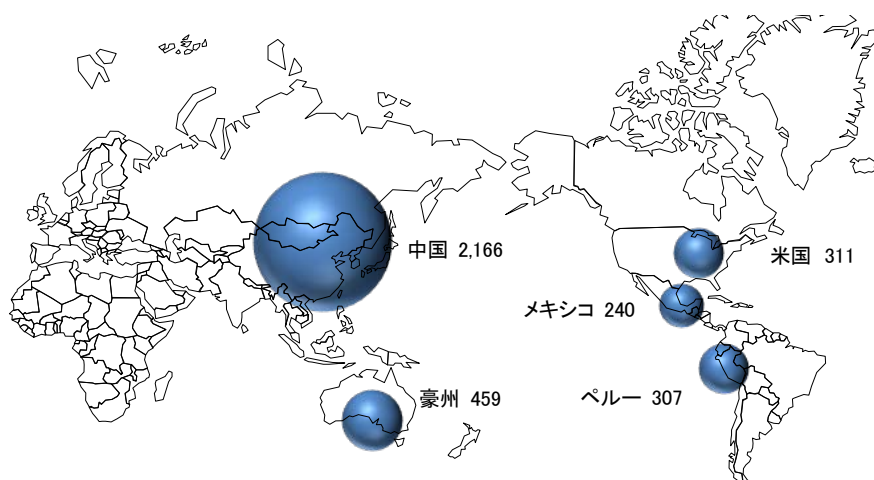


国別鉛地金消費量 (合計 11,594 千 t)

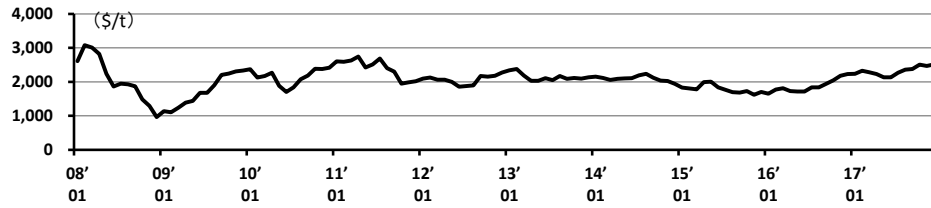


【世界の主要鉱石生産国】 中国が最大の生産国

国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)、出典: ILZSG2018



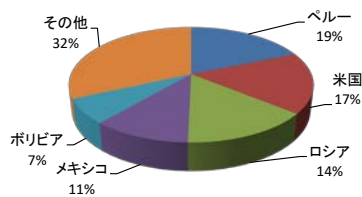
【LME 価格の推移】 鉛(Pb)



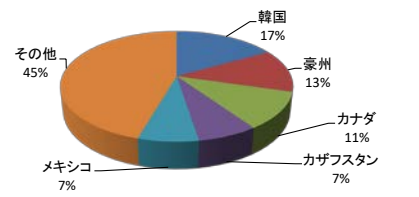
【貿易概況】 (数値は純分ベース) 出典: ILZSG2018、財務省貿易統計

■世界

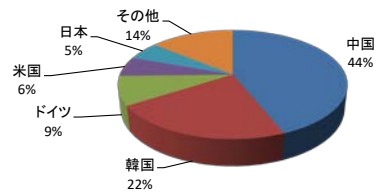
鉛鉱石主要輸出国(2017 年合計 1,567 千 t)



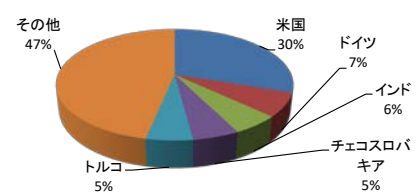
鉛地金主要輸出国(2017 年合計 1,728 千 t)



鉛鉱石主要輸入国(2017 年合計 1,569 千 t)

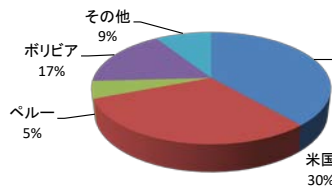


鉛地金主要輸入国(2017 年合計 2,178 千 t)

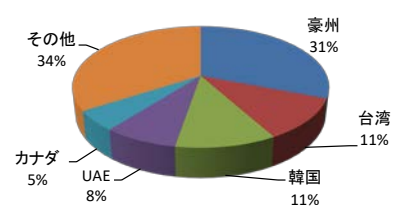


■日本

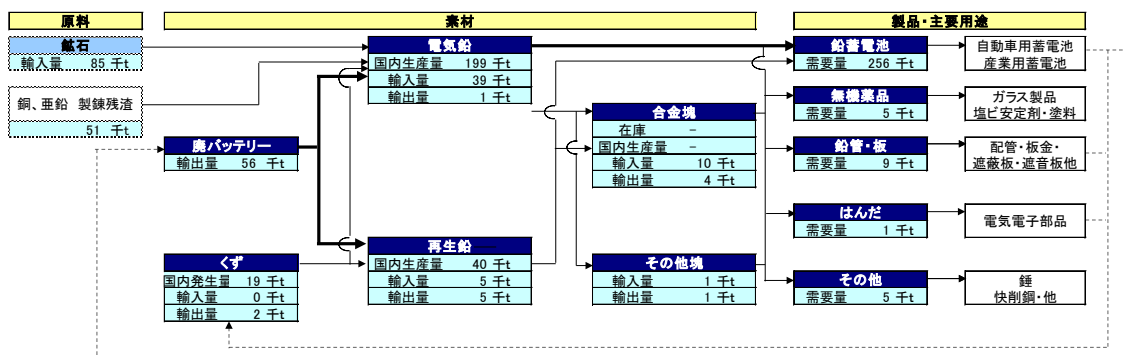
鉛鉱石主要輸入相手国(2017 年合計 71.6 千 t)



鉛地金主要輸入相手国(2017 年合計 39.4 千 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・2017 年の世界の鉛鉱石の生産量はほぼ前年並みである。世界の自動車生産の増加に伴い、精製鉛の生産量と消費量は増加した。中国は世界の半分近い鉛地金を生産し、かつ消費している。
- ・2017 年の鉛の国内需要は、自動車生産台数の増加とアイドリングストップシステム(ISS)向け鉛バッテリーの更新需要により、好調であった。
- ・2017 年の鉛鉱石の輸入量は減少した。主な輸入相手国は豪州、米国、ボリビアである。一方、鉛地金の輸入は内需の増加に伴い、大きく増加した。
- ・2000 年代半ばより日本から韓国へ廃バッテリーが大量に輸出されていたが、2017 年 6 月施行のバーゼル法関連の省令改正により、2018 年 8 月以降、韓国向け廃バッテリー(鉛蓄電池)の輸出量に減少がみられる。

1. 特性・用途

鉛は極めて原子量の大きな金属で、青味を帯びた灰色の金属であり、重くやわらかい。展延性に富み、極めて薄い板に加工できる。鉛は比較的錆びやすく、すぐに黒ずむが、酸化とともに表面に酸化皮膜が形成されるため、腐食が内部に進みにくい特性がある。また、融点が低いため、製錬が容易でやわらかく加工しやすい金属として古くから幅広い用途で用いられている。

鉛鉱物は 200 種類以上存在しているが、現在採掘されている鉱石鉱物のほとんどが方鉛鉱(PbS)である。鉛と亜鉛は自然界ではよく伴って産出するため、鉛・亜鉛鉱山としてまとめて見られる。従って鉛の鉱石生産は鉛・亜鉛鉱山から主として産出するが、他に銅鉱山や銀鉱山から副産物としても少量産出する。

方鉛鉱は焙焼工程により酸化鉛とされた後、還元工程により粗鉛となる。その後乾式法(反射炉の中で酸化させ不純物を除去する)又は湿式法(電解精製)により、地金(精製鉛)が製造される。

地金の原料は、銅や鉛の製錬残渣や、廃バッテリーも相当の量を占める。

現在の鉛の需要は自動車や定置型の鉛蓄電池向けに最も多く使用される。自動車の生産台数の増加と共に鉛蓄電池の生産も拡大し、鉛の需要のほとんどは鉛蓄電池向けである。鉛蓄電池は、正極(陽極)に二酸化鉛(PbO₂)、負極(陰極)に鉛(Pb)、電解液として希硫酸を使用している。正極と負極の間には両極の接触を防止するためのセパレータ(隔離板)が入っている。極板の格子には、鉛・カルシウム合金(Pb-Ca)や鉛・アンチモン合金(Pb-Sb)が使用される。廃バッテリーからは、鉛が回収され、リサイクルされている。

鉛の無機薬品は、ガラス製品に添加し利用される。ガラスの成分である二酸化ケイ素(SiO₂)に酸化鉛(PbO)を加えた鉛ガラスは屈折率が大きく、軟質で加工性が良好な点から、光学ガラスや装飾用のクリスタルガラスに使用されている。この他、鉛の無機薬品は塩ビ安定剤や塗料に利用されている。

その他、鉛は高い密度を持ち、エックス線やガンマ線をよく吸収することから、工業用、医療用の放射線遮蔽材料として、原子力発電所や病院等の医療分野、非破壊検査関係等で使用されている。

なお、従来から鉛は錫との合金である Pb-Sn 共晶はんだ(Pb37%、融点 184℃)として電気・電子部品産業に使用されてきた。2006 年頃から EU における電気電子機器における特定有害物質の使用制限指令(RoHS: Restriction of Hazardous Substances)などの環境規制に対応するため、はんだの鉛フリー化が進み、同分野での鉛需要は大きく減少した。

その他の鉛の用途として、鉛シートはコンサートホールや住宅の防音・遮音材としても利用されている。また鉛管は古くから水道管に使用されていたが、近年は給水管には使用されず、一部の排水管に使用されるのみである。鉛の大きな密度を利用し、錘や鋼に微量の鉛が添加された快削鋼としても利用されている。

2. 需給動向

2-1. 世界の需給動向

世界の鉛鉱石生産及び精製鉛の需給を表 2-1、図 2-1、図 2-2 に示す。世界の鉛製錬原料の約 60%

は廃バッテリーを中心としたリサイクル原料であり、残りが鉱石由来となっている。国際鉛亜鉛研究会（ILZSG）のデータによれば、2017 年の鉛地金の生産に占める再生鉛の割合を国別にみると、米国で 100%、欧州で 65%、韓国で 48%、中国で 43%、日本が 64%となっている。中国は鉛資源国であり、割合としては国内産鉱石による地金生産が多いが、数量ベースでは世界の再生鉛の約 1/4 は中国で生産されている。

2017 年の世界の鉛鉱石生産量は前年比 101%の 4,703 千 t と前年並みであった。世界最大の鉛鉱石生産国である中国の生産量は、前年比 97%の 2,166 千 t であり、生産量全体の 43%を占める。その他では、豪州が前年比 104%の 459 千 t、米国が前年比 90%の 311 千 t、ペルーが前年比 98%の 307 千 t、メキシコが前年比 99%の 240 千 t となっている。

2017 年の世界における精製鉛生産量は、前年比 103%の 11,451 千 t となった。地域別では、アジアが 63%、北南米が 17%、欧州が 17%、オセアニアが 2%、アフリカが 1%という構成比になっている。世界最大の生産国である中国の生産量は、前年比 106%の 4,870 千 t と増加した。2016 年に Korea Zinc が生産能力を 300 千 t/年から 430 千 t/年に増強した韓国の鉛地金生産量は前年比 96%の 800 千 t であった。

2017 年の世界の精製鉛消費量は自動車生産台数の増加に伴い、前年比 104%の 11,594 千 t となった。地域別の構成比は、アジアが 63%、北南米が 19%、欧州が 17%、アフリカが 1%となっている。自動車や E バイク（電動スクーター）の需要が旺盛な中国が最大の精製鉛消費国であり、世界の消費量の 43%を占めている。

表 2-1 世界の鉛需給

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
鉱石生産 1)	中国	1,403	1,604	1,851	2,358	2,513	2,697	2,301	2,217	2,237	2,166	97%	43%
	豪州	612	529	661	531	573	711	728	654	441	459	104%	9%
	米国	410	406	372	342	346	340	379	370	347	311	90%	6%
	ペルー	345	302	262	230	249	267	278	316	314	307	98%	6%
	メキシコ	141	144	192	224	237	253	250	261	241	240	99%	5%
	ロシア	60	72	97	119	151	165	196	180	195	202	104%	4%
	インド	84	62	70	84	100	105	106	136	139	175	126%	4%
	カザフスタン	39	40	38	35	39	41	38	41	71	112	158%	2%
	ボリビア	82	85	73	111	94	82	76	75	90	112	125%	2%
	スウェーデン	64	69	68	62	64	60	71	85	81	77	95%	2%
	トルコ	32	22	39	40	56	78	65	74	65	68	105%	1%
	タジキスタン	-	2	4	10	15	19	32	38	47	50	106%	1%
	南ア	46	49	43	54	52	42	29	35	39	48	122%	1%
	イラン	30	32	31	40	45	42	44	41	47	48	102%	1%
	モロッコ	29	29	33	26	23	32	28	34	37	41	110%	1%
	ポーランド	72	61	44	48	47	39	38	37	35	35	100%	1%
	北朝鮮	33	22	26	18	25	30	36	32	38	35	92%	1%
	マケドニア	35	47	41	29	29	35	44	38	31	33	106%	1%
	カナダ	99	67	65	67	61	22	4	4	13	20	158%	0%
	アイルランド	50	50	38	51	47	43	41	31	20	17	85%	0%
	その他	141	115	114	152	154	145	162	151	151	147	97%	3%
	合計	3,807	3,810	4,161	4,631	4,920	5,247	4,946	4,850	4,679	4,703	101%	94%
精製鉛生産 1)	欧州	1,812	1,633	1,731	1,771	1,820	1,839	1,868	1,952	1,904	1,951	102%	17%
	アジア	中国	3,452	3,773	4,158	4,604	4,591	4,935	4,704	4,700	4,603	106%	43%
		韓国	319	297	321	422	460	473	641	831	800	96%	7%
		インド	294	337	367	419	460	463	477	501	519	109%	5%
		日本	279	248	267	253	258	242	232	240	237	99%	2%
		その他	434	498	508	569	535	538	598	645	715	111%	6%
		小計	4,778	5,153	5,621	6,267	6,304	6,661	6,650	6,672	6,838	105%	63%
	アフリカ	118	98	116	120	100	99	126	113	121	123	102%	1%
	北南米	2,161	2,057	2,153	2,204	2,219	2,320	2,153	1,999	2,072	1,978	95%	17%
	オセアニア	270	259	229	246	203	232	226	223	224	211	94%	2%
	合計	9,139	9,200	9,850	10,608	10,646	11,152	11,023	10,959	11,158	11,451	103%	100%
精製鉛消費 1)	欧州	1,813	1,501	1,642	1,632	1,660	1,712	1,734	1,733	1,866	1,922	103%	17%
	アジア	中国	3,456	3,925	4,171	4,588	4,574	4,912	4,709	4,708	4,577	108%	43%
		韓国	373	420	433	445	428	487	565	575	605	103%	5%
		インド	360	328	385	420	521	497	521	543	578	96%	5%
		日本	261	189	224	236	273	255	256	266	265	108%	2%
		その他	644	739	751	832	824	803	771	803	860	103%	8%
		小計	5,094	5,600	5,964	6,521	6,620	6,954	6,822	6,895	6,885	106%	63%
	アフリカ	104	95	81	100	101	97	121	127	120	119	99%	1%
	北南米	2,099	1,996	2,095	2,166	2,189	2,368	2,302	2,170	2,238	2,251	101%	19%
	オセアニア	26	21	30	26	18	19	17	17	17	16	94%	0%
	合計	9,136	9,213	9,812	10,445	10,588	11,149	10,995	10,941	11,126	11,594	104%	100%

出典: 1) International Lead and Zinc Study Group (ILZSG) 2018

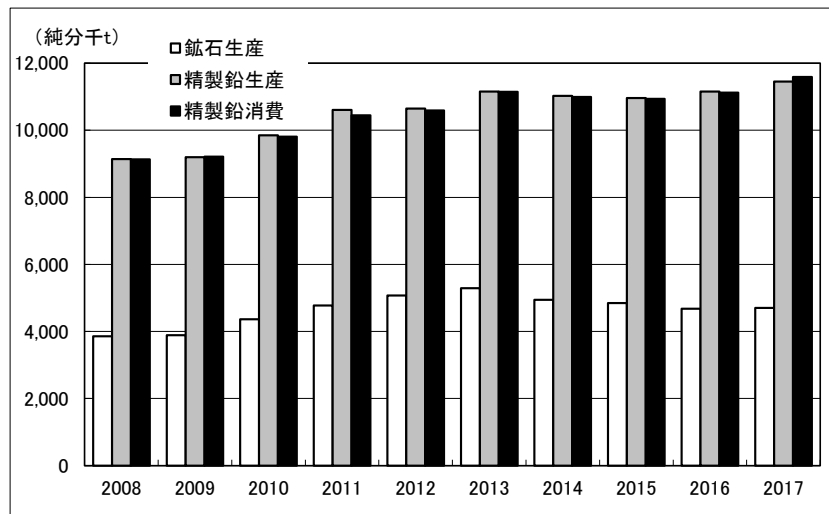


図 2-1 世界の鉛需給

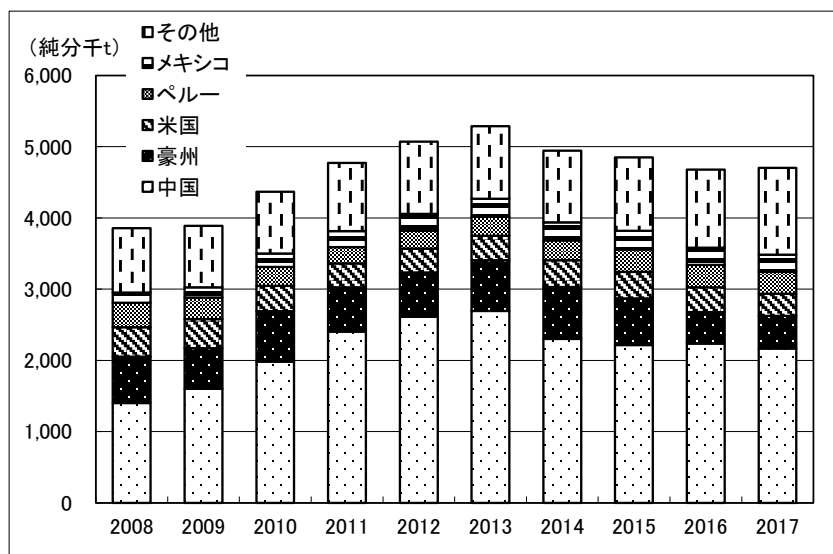


図 2-2 世界の鉛鋅石生産量

2-2.国内の需給動向

鉛の国内需給を表 2-2、図 2-3、図 2-4 に示す。2017 年の鉛供給量は前年比 104%の 319 千 t であった。

電気鉛は電解精製で製造した鉛の純度が 99.99%以上のものを示す。主な用途は鉛蓄電池、無機薬品、ケーブルの被覆、はんだ、鉛管板など多岐に渡る。2017 年の国内電気鉛の生産量は前年並みの 199 千 t であった。電気鉛の主要原料は鋅石と廃バッテリーであり、鋅石は豪州、米国、ボリビア等から輸入されている。

再生鉛は鉛含有量が 97%以上のもので、鉛または鉛合金の故・くずや廃バッテリー中の鉛を再生した地金を示す。一般的には特号故鉛、1 号故鉛、3 号故鉛、硬鉛地金と呼ばれるものがこれに該当する。また再生乾式鉛には鉛含有量が 99.99%のものもあり、主な用途は鉛蓄電池である。2017 年の国内再生鉛生産量は前年比 98%の 40 千 t であった。

2017 年の鉛需要量は前年比 103%の 286 千 t であった。このうち、内需は前年比 106%の 279 千 t と増加する一方、輸出は前年比 48%の 8 千 t と大きく減少した。内需では蓄電池向けが需要量の 92%を占めており、蓄電池には電気鉛及び再生鉛の双方が使われている。2017 年の蓄電池の需要量は前年比 107%の 256 千 t で、内訳は電気鉛が 205 千 t、再生鉛が 51 千 t となっている。

蓄電池は自動車や二輪車などのモビリティ用、通信機器やフォークリフト、バックアップ電源などの産業用に使用されている。需要分野別にみるとモビリティ用 70~80%、産業用 20~30%の比率となるが、産業用の需要量は通信事業者の投資計画に大きく左右される傾向にある。

自動車用蓄電池のうち、アイドリングストップシステム(以下 ISS)の普及により従来よりも大きな蓄電量を必要とするISS用バッテリーの需要が増えている。ISSは駐停車や信号待ち等の間にエンジンを自動的に停止するもので、燃料の節約や排出ガス削減につながる。ISS 車の場合、蓄電池がエンジン停止中に各種デバイスへの電力供給を担う。従来のスターター用蓄電池と比べて充放電量の大幅な増加に伴う高い耐久性に加え、燃費向上のためブレーキ制御時の回生エネルギーを電池に充電することから短時間での充電受入性能の向上が必要となる。そのため、ISS 用バッテリーには通常より多くの鉛が使用されており、バッテリー重量も増える傾向にある。今後も ISS 用鉛バッテリーが増えると期待されていることから、鉛地金の需要は増える傾向にある。

鉛は放射線を遮蔽する特性があり、レントゲン関連をはじめとする医療用、電子線照射装置や半導体製造装置、放射線検査装置などの産業用にも多く使用されている。また、コンサートホールや住宅用の防

音・遮音材、建築用の免震材料としても使用されている。鉛管は古くから水道管に使用されていたが、近年は、給水管には使用されず、一部の排水管に使用されるのみである。

鉛は、他の金属との合金としても使われている。主な鉛合金として、鉛純度が 95%以上でアンチモン、錫などが添加されているものと、鉛純度が 98%以上でカルシウム、錫などが添加されているものがある。アンチモンを 3%程度添加した鉛合金は鉛合金の中では強度が最も高く、硬鉛とも呼ばれている。硬鉛は機械的性質、耐食性などに優れる性質を有し、板・管などに用いられ、化学工業用装置、継手などに使用されたりしている。鉛の需要量として最も多い自動車用蓄電池にも鉛合金は使用されている。カルシウムを添加した鉛合金は主として鉛蓄電池に使用されている。

表 2-2 鉛の国内需給

単位：純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比		
供給	電気鉛	在庫 ¹⁾	14	22	17	17	15	20	31	35	31	25	82%	
		生産 ³⁾	国内鉱出	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	－
			海外鉱出	107	97	102	100	91	92	87	86	85	87	103%
			スクラップ出	80	56	70	71	77	70	71	64	65	61	94%
			その他出	38	39	44	44	41	46	45	45	49	51	103%
			小計	225	192	216	215	209	208	203	194	199	199	100%
		小計	239	214	233	232	224	228	233	229	230	225	98%	
	再生鉛 ¹⁾	在庫	14.2	5.1	4.6	4.7	5.1	2.6	3.9	5.1	3.2	3.3	104%	
		生産	53	55	51	37	50	44	37	39	41	40	98%	
		小計	67	60	56	42	55	46	41	44	44	43	98%	
	輸入(素材) ²⁾		27	14	16	30	42	31	31	40	34	51	150%	
	合計		333	289	305	304	321	305	306	313	308	319	104%	
需要	内需 ¹⁾	蓄電池	235	177	214	218	225	234	249	252	240	256	107%	
		無機薬品	7.1	5.0	5.2	4.3	4.5	4.0	4.9	5.0	4.9	4.8	98%	
		再生	12.4	16.4	15.4	11.2	9.0	8.0	2.5	0.6	2.2	3.0	138%	
		管・板 ⁴⁾	10.0	9.0	10.0	12.0	12.0	11.3	11.9	9.7	9.3	8.9	96%	
		はんだ	4.4	1.7	1.9	1.8	1.6	1.3	1.4	1.6	1.1	1.1	103%	
		その他	7.2	7.5	10.3	10.1	9.7	9.0	10.2	10.2	5.9	5.0	85%	
		小計	276	216	256	258	262	268	280	279	263	279	106%	
	輸出(素材) ²⁾		46	84	66	55	37	23	14	13	16	8	48%	
	合計		321	300	322	313	299	291	294	293	279	286	103%	
	供給－需要		12	－11	－18	－9	22	14	12	20	29	33	112%	

出典：1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

3) 日本鉱業協会「鉱山」

4) 2012年までは日本鉱業協会、2013年以降は「非鉄金属等需給動態統計」

純分換算率：電気鉛100%、再生鉛100%、Sb合金地金・その他地金96%

※素材は電気鉛、Sb合金塊(Sb合金地金)、その他塊(その他地金)、くずによる。

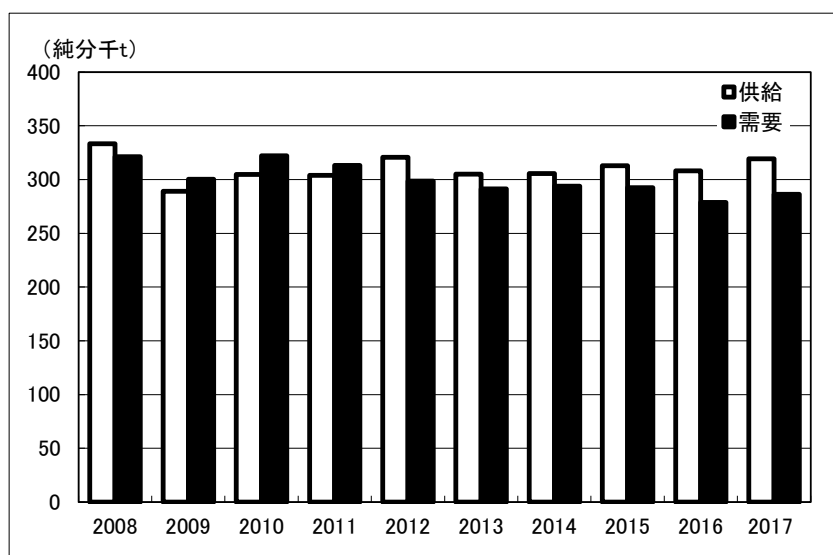


図 2-3 鉛の国内需給

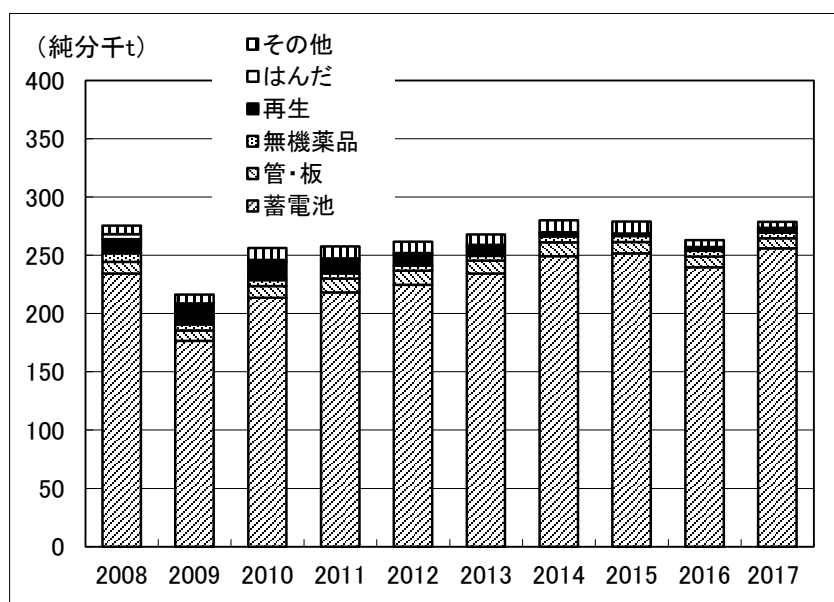


図 2-4 鉛の内需

3.価格動向

図 3 に LME の鉛の月平均価格推移を示す。2017 年の鉛価格は、2015 年の亜鉛鉱山(豪州・Century 鉱山、アイルランド・Lisheen 鉱山等)の閉山により亜鉛鉱山副産物である鉛についても供給減が意識され、上昇傾向を辿った。

鉛 LME 価格は、2,007\$/t でスタートし、中国における需要拡大期待から堅調な値動きが続き、2 月には 2,442.0\$/t の高値を付けた。その後は中国 GDP 成長率目標引き下げ等から需要の弱さが意識され、2,300\$/t のレンジで横ばい推移した。5 月から 6 月の半ばにかけては、LME 在庫増しによる需給逼迫感の緩和や米国政治に対する不安感から投資家の動きが慎重になったことにより亜鉛価格が軟調な値動きに転じたことに引きずられ、鉛も 2,000\$/t 台まで下落したところ、6 月下旬は供給不足懸念の高まりを支援材料に上昇した。7～8 月は 2,200～2,300\$/t のレンジで緩やかに上昇し、9～10 月の期間では 6 年ぶり高値となる 2,500\$/t 台まで上伸した。11 月～12 月も 2,400～2,500\$/t のレンジで推移し、2,495.0US\$/t で

2017 年の取引を終えた。価格上昇の背景として、米国トランプ大統領による公共投資拡大への期待に影響を受けたとの見方もある。

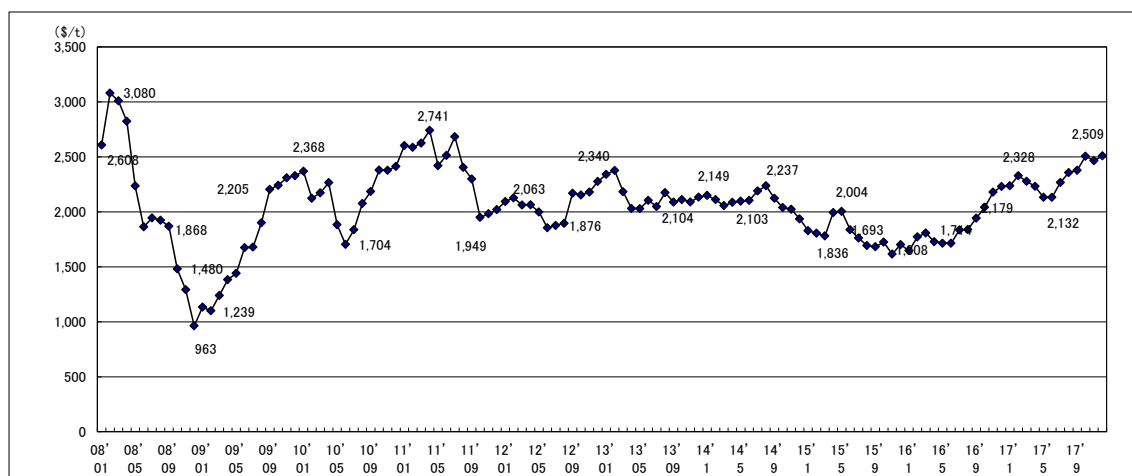


図 3 鉛の LME 価格(月平均)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

鉛の輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に示す。2017 年の鉛鉱石の輸入量は前年比 96%の 85.2 千 t であった。

2017 年の鉛素材全体の輸入量は前年比 150%の 51.2 千 t と大幅に増加し、輸出量は同 48%の 7.6 千 t と大きく減少した。このうち、鉛地金の輸入量は同 138%の 39.4 千 t、合金塊の輸入量は同 231%の 10.4 千 t と共に大きく増加した。輸出では、鉛地金が同 9%の 0.6 千 t、合金塊が同 69%の 4.5 千 t と共に大きく減少した。粉・管・板・箔等鉛製品の輸入量は同 71%の 2.1 千 t、輸出量は同 121%の 0.4 千 t であった。

2017 年は鉛の内需が強く、国内メーカーの供給量では不足し、鉛地金等の輸入が必要になった。

表 4-1 鉛の輸出入数量

単位：純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入 ※1)	110.0	98.7	94.2	96.4	91.5	90.4	87.8	85.4	89.1	85.2	96%
		輸出	0.5	0.0	0.0	0.1	-	-	-	-	-	-	-
		輸入-輸出	109.5	98.7	94.2	96.3	91.5	90.4	87.8	85.4	89.1	85.2	96%
素材	鉛地金	輸入	25.2	9.7	11.1	21.9	28.8	23.9	26.8	33.6	28.6	39.4	138%
		輸出	26.2	55.5	40.5	33.4	20.7	8.6	5.7	5.4	6.7	0.6	9%
	合金塊	輸入	1.0	4.3	3.9	7.5	12.6	6.9	3.4	4.9	4.5	10.4	231%
		輸出	11.8	20.8	18.4	14.0	5.0	5.7	5.1	4.9	6.5	4.5	69%
	その他塊	輸入	0.7	0.2	0.5	0.8	0.6	0.2	0.6	1.2	1.1	1.3	128%
		輸出	2.8	3.6	4.0	4.7	7.2	7.2	0.6	0.9	1.2	0.9	70%
	くず	輸入	-	-	-	-	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-
		輸出	4.9	4.1	3.0	3.4	4.1	1.8	2.2	2.3	1.3	1.7	127%
	小計	輸入	26.9	14.2	15.6	30.2	42.1	30.9	30.8	39.7	34.1	51.2	150%
		輸出	45.8	84.1	65.8	55.5	36.9	23.3	13.6	13.5	15.7	7.6	48%
		輸入-輸出	-18.9	-69.8	-50.2	-25.3	5.2	7.6	17.2	26.3	18.5	43.6	236%
製品	粉・管・板・箔・その他	輸入	3.4	2.2	6.9	8.9	7.5	5.2	4.4	3.4	2.9	2.1	71%
		輸出	0.5	0.3	0.5	1.2	1.0	0.8	0.3	0.3	0.3	0.4	121%
		輸入-輸出	2.9	1.9	6.3	7.7	6.6	4.4	4.1	3.1	2.6	1.7	65%
合計		輸入	140.3	115.1	116.7	135.5	141.1	126.5	123.0	128.5	126.1	138.5	110%
		輸出	46.8	84.4	66.4	56.8	37.9	24.2	13.9	13.8	16.0	7.9	50%
		輸入-輸出	93.5	30.7	50.3	78.7	77.2	102.4	109.1	114.7	110.2	130.5	118%

出典：財務省貿易統計、※1)のみ経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

純分換算率：鉛地金100%、合金塊(Sb合金地金)・その他塊(その他地金)96%、くず100%、粉・管・板・箔・その他100%

※原料は鉱石、素材は電気鉛、合金塊、その他塊、くず、製品は粉・管・板・箔・その他による。

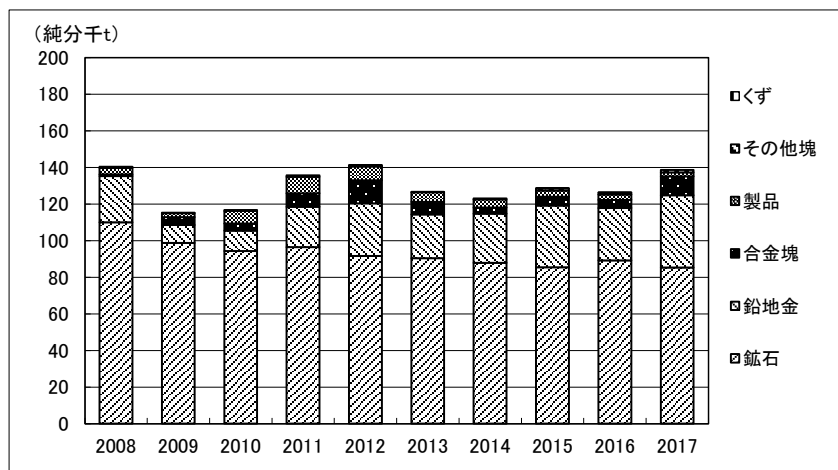


図 4-1 鉛の輸入数量

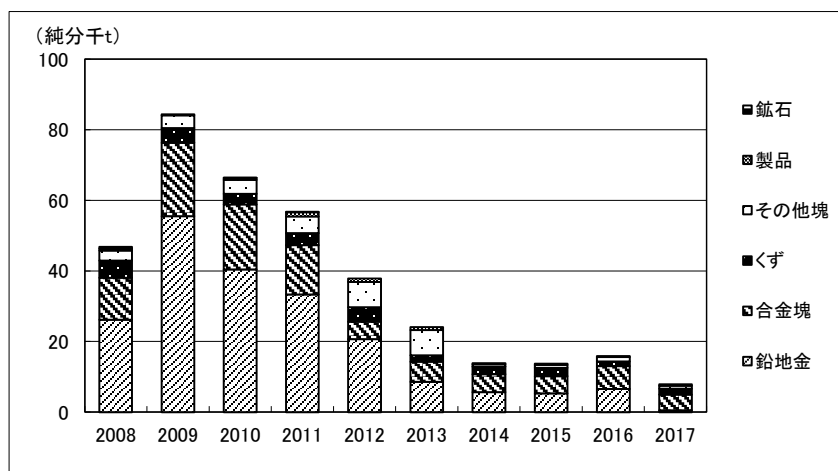


図 4-2 鉛の輸出数量

4-2.輸出入相手国

4-2-1.鉛鉱石

鉛鉱石の輸入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。2017 年の鉛鉱石の主要輸入相手国は、豪州(35.6 千 t)、米国(17.2 千 t)、ボリビア(11.7 千 t)、ペルー(8.7 千 t)であり、4 か国で輸入総量の 86%を占める。主要輸入国の動向においては、2017 年の豪州からの輸入量が前年比 78%と大きく減少、2015 年、2016 年と輸入量が減少したボリビアは 2017 年に前年比 147%と増加した。

表 4-2 鉛鉱石の輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	豪州	50.8	47.1	47.9	55.6	52.5	50.1	41.1	45.1	45.9	35.6	78%	42%
	米国	36.3	28.8	26.1	18.2	19.7	18.0	22.2	17.7	17.1	17.2	100%	20%
	ボリビア	15.0	18.6	11.5	14.5	11.5	14.7	12.5	11.8	8.0	11.7	147%	14%
	ペルー	3.5	3.7	8.1	7.5	5.0	3.6	8.5	7.7	10.2	8.7	85%	10%
	その他	4.3	0.5	0.5	0.6	2.7	3.9	3.5	3.0	7.9	12.0	152%	14%
	合計	110.0	98.7	94.2	96.4	91.5	90.4	87.8	85.4	89.1	85.2	96%	100%

出典: 経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

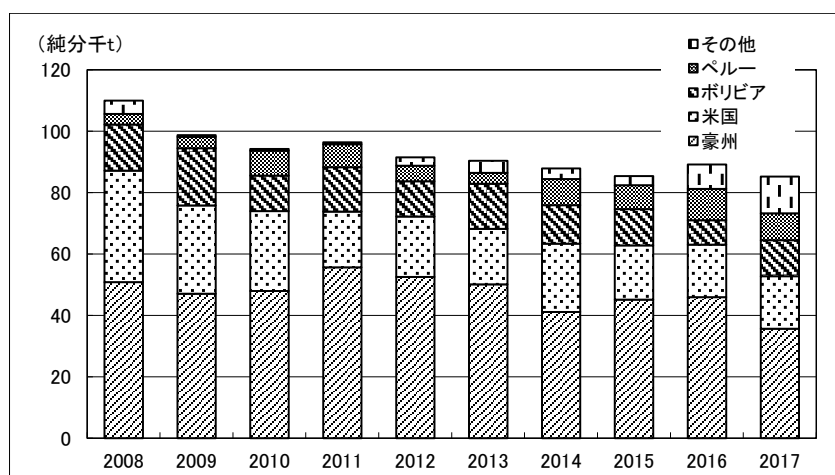


図 4-3 鉛鉱石の輸入相手国

4-2-2.鉛地金

鉛地金の輸出入相手国を表 4-3、図 4-4、図 4-5 に示す。2017 年の鉛地金輸入量は前年比 138%の 39.4 千 t と大きく増加した。主要輸入相手国の輸入量は、豪州が前年比 151%の 17.7 千 t、韓国が同 212%の 8.7 千 t、台湾が同 94%の 5.1 千 t となっている。

2017 年の鉛地金の輸出量は、前年比 9%の 0.6 千 t と大幅に減少した。主要な輸出向け先は台湾、中国などであり、蓄電池向けが主体である。

表 4-3 鉛地金の輸出入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	豪州	1.0	0.2	0.1	3.7	5.7	5.1	7.8	15.1	11.8	17.7	151%	45%
	韓国	-	-	-	1.8	3.0	4.6	7.8	4.2	4.1	8.7	212%	22%
	台湾	0.5	0.5	0.5	0.7	1.1	1.4	2.4	5.2	5.4	5.1	94%	13%
	UAE	-	-	-	-	-	0.2	2.4	3.1	2.8	2.6	94%	7%
	カナダ	3.4	4.7	6.7	8.0	11.0	5.0	1.7	0.5	0.5	0.9	182%	2%
	英国	-	0.9	3.8	3.3	6.6	4.5	2.8	0.6	-	-	-	-
	ペルー	12.5	-	-	-	-	0.8	1.7	0.2	-	-	-	-
	その他	7.6	3.4	0.1	4.4	1.4	2.2	1.7	4.7	4.1	4.4	109%	11%
	合計	25.2	9.7	11.1	21.9	28.8	23.9	28.5	33.6	28.6	39.4	138%	100%
輸出	台湾	2.9	9.9	10.0	7.2	2.1	1.4	1.5	2.8	3.8	0.4	11%	69%
	中国	3.4	18.8	1.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	101%	23%
	タイ	1.7	3.8	3.8	3.4	2.9	1.5	2.9	1.7	1.3	0.0	2%	5%
	インドネシア	7.0	15.3	18.3	15.3	12.1	4.8	0.3	0.4	0.0	0.0	66%	3%
	バングラデシュ	0.1	-	-	-	-	-	0.1	0.2	-	-	-	-
	スリランカ	-	-	-	-	-	0.1	0.6	-	-	-	-	-
	その他	11.0	7.8	7.2	7.3	3.4	0.7	0.1	0.1	1.4	0.0	0%	0%
	合計	26.2	55.5	40.5	33.4	20.7	8.6	5.7	5.4	6.7	0.6	9%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 100%

2017年輸入: その他にインドネシア(2.9千t)、カザフスタン(1.0千t)、カナダ(0.9千t)を含む

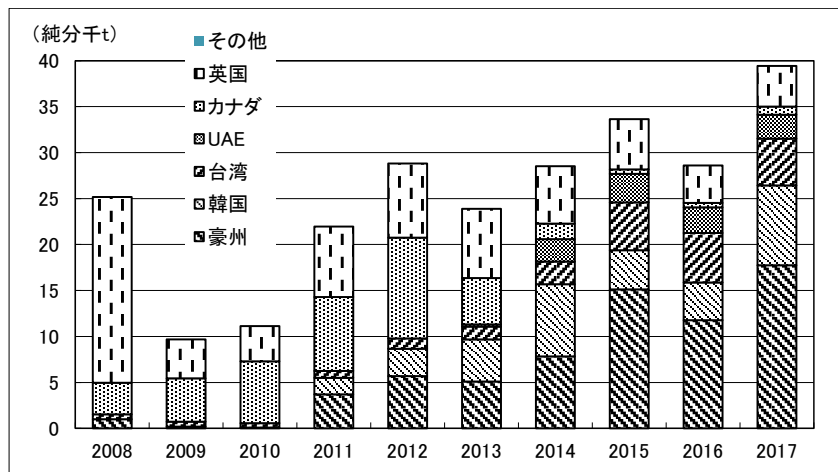


図 4-4 鉛地金の輸入相手国

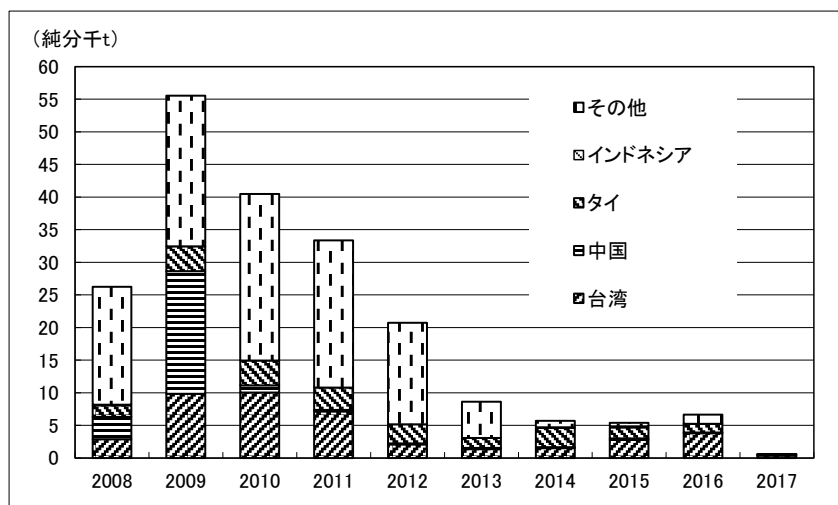


図 4-5 鉛地金の輸出相手国

4-3.輸出入価格

鉛の輸出入価格を表4-4、図4-6、図4-7に示す。2017年の鉱石輸入価格は前年比104%の2,000\$/tであった。鉛地金の輸入価格は前年比128%の2,419\$/t、合金塊の輸入価格は前年比121%の2,342\$/tとなっている。輸出価格は鉛地金が前年比127%の2,468\$/t、合金塊が前年比129%の2,170\$/tとなった。

表4-4 鉛の平均輸出入価格

													単位: \$/t
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	1,900	2,016	2,334	3,602	3,330	2,963	2,321	1,763	1,927	2,000	104%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
素材	鉛地金	輸入	2,514	1,768	2,478	2,691	2,171	2,333	2,301	2,023	1,893	2,419	128%
		輸出	2,152	1,627	2,186	2,471	2,124	2,338	2,279	1,944	1,950	2,468	127%
	合金塊	輸入	2,573	1,772	2,051	2,377	2,018	2,030	2,176	1,857	1,937	2,342	121%
		輸出	1,660	1,373	1,732	2,026	1,718	1,965	1,990	1,718	1,687	2,170	129%
	その他塊	輸入	3,064	3,304	2,644	2,684	2,760	3,656	2,731	2,224	2,692	2,746	102%
		輸出	2,256	1,952	2,581	3,026	2,564	2,762	3,008	2,412	2,462	2,936	119%
	くず	輸入	-	-	-	-	2,772	-	-	1,952	216	-	-
		輸出	809	818	1,084	1,421	1,133	1,476	1,696	1,509	1,473	1,812	123%
製品	粉・管・板・箔・その他	輸入	3,865	3,520	2,836	3,587	2,998	3,347	3,721	3,377	3,487	3,778	108%
		輸出	16,628	18,878	16,706	9,660	10,426	8,061	14,123	14,707	17,580	16,168	92%

出典:財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

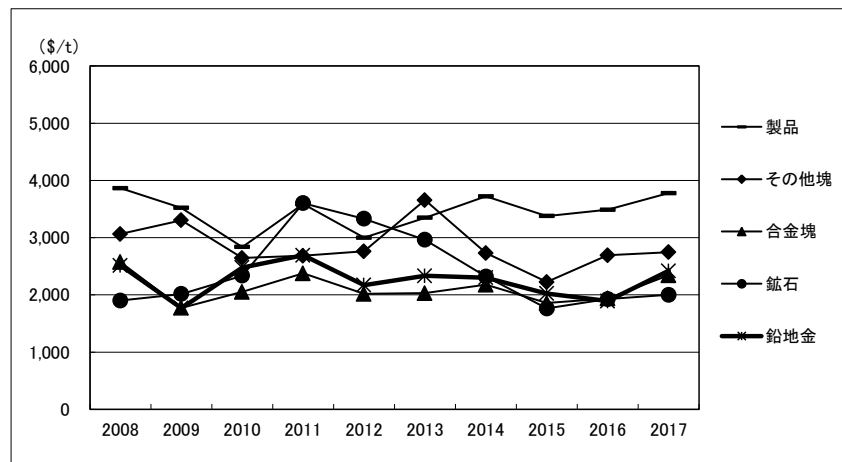


図4-6 鉛の平均輸入価格

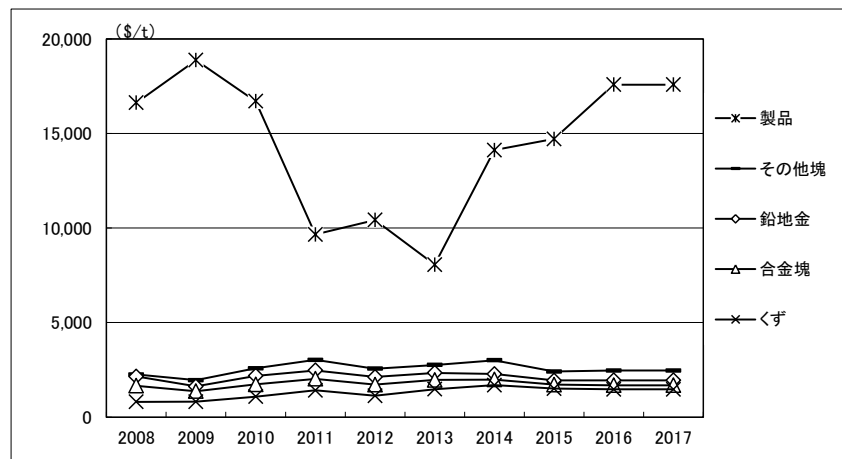


図4-7 鉛の平均輸出価格

5.リサイクル

鉛のリサイクル率を以下のように定義し、表 5-1 に示す。2017 年の鉛リサイクル率は 54%であった。2017 年は鉛地金、合金塊の輸入量が増加したため分母が大きくなり、リサイクル率は前年より低下した。鉛は廃バッテリーのリサイクルシステムが存在しているため、リサイクル率は他の非鉄金属に比べて高い。

ただし、表 5-2 及び図 5 で示すように、国内で回収された廃バッテリーの韓国への輸出が大幅に増えており、2017 年は 55.8 千 t であった。国内製錬メーカーが廃バッテリーを十分に調達できない状況が継続しており、対処すべき課題となっていた。

2016 年、韓国で、廃バッテリーから精製鉛を製造する過程で発生する鉱さい(スラグ)が不法投棄される事件が発生した。日本から輸出された廃バッテリーが韓国国内で環境問題を引き起こした事態を重く見た日本政府は、2017 年 6 月に「特定有害廃棄物の輸出承認について」の省令の一部を改正し、OECD 加盟国であっても、廃バッテリーの輸出に事前の輸出承認(環境保全対策を含む)を求めることとした。これにより、韓国への廃バッテリーの輸出量(純分 t)は 2018 年 7 月までの約 4 千 t/月から減少し、2018 年 10 月には、約 1 千 t/月まで減少している。

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	$\text{＝(国内発生量)＋(素材の輸入量)－(素材の輸出量)}$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

※ 素材とは、電気鉛、合金塊、その他塊、くずの合計値。

表 5-1 鉛のリサイクル率

単位：純分千t

			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	電気鉛 生産 ³⁾ (※一次製 錬)	国内鉱出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		海外鉱出	100.1	91.0	92.2	87.3	85.7	84.7	87.4
		スクラップ出	71.0	76.7	69.6	70.7	64.2	65.1	61.2
		その他出	44.0	41.2	46.3	44.7	44.6	49.3	50.8
		小計	215.1	209.0	208.1	202.7	194.4	199.1	199.4
	再生鉛 ¹⁾ (※二次精錬)		37.5	49.5	43.7	37.4	38.5	40.8	40.0
	輸入(素材)－輸出(素材) ²⁾		-25.3	5.2	7.6	17.2	26.3	18.5	43.6
	合計①		227.3	263.7	259.5	257.3	259.1	258.4	283.0
リサイクル量	スクラップ出		71.0	76.7	69.6	70.7	64.2	65.1	61.2
	その他出		44.0	41.2	46.3	44.7	44.6	49.3	50.8
	再生鉛		37.5	49.5	43.7	37.4	38.5	40.8	40.0
	合計②		152.5	167.5	159.6	152.8	147.2	155.2	152.0
リサイクル率②／①			67%	64%	62%	59%	57%	60%	54%

出典：1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

3) 日本鉱業協会

表 5-2 廃バッテリーの輸出相手国

(単位：純分t)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
韓国	17,930	25,849	22,662	23,006	40,499	46,147	51,746	40,016	51,401	55,836	109%	99%
その他	523	666	295	111	317	371	211	379	1,127	654	58%	1%
合計	18,453	26,515	22,957	23,116	40,816	46,518	51,957	40,395	52,528	56,490	108%	100%

出典：貿易統計(HSコード「854810000」：一次電池又は蓄電池のくず並びに使用済みの一次電池及び蓄電池)

※廃バッテリーの鉛純分率を53%に設定

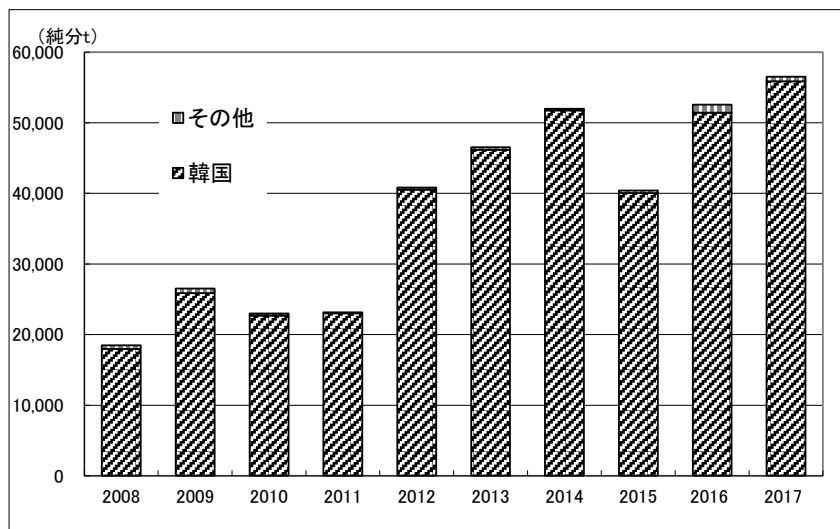
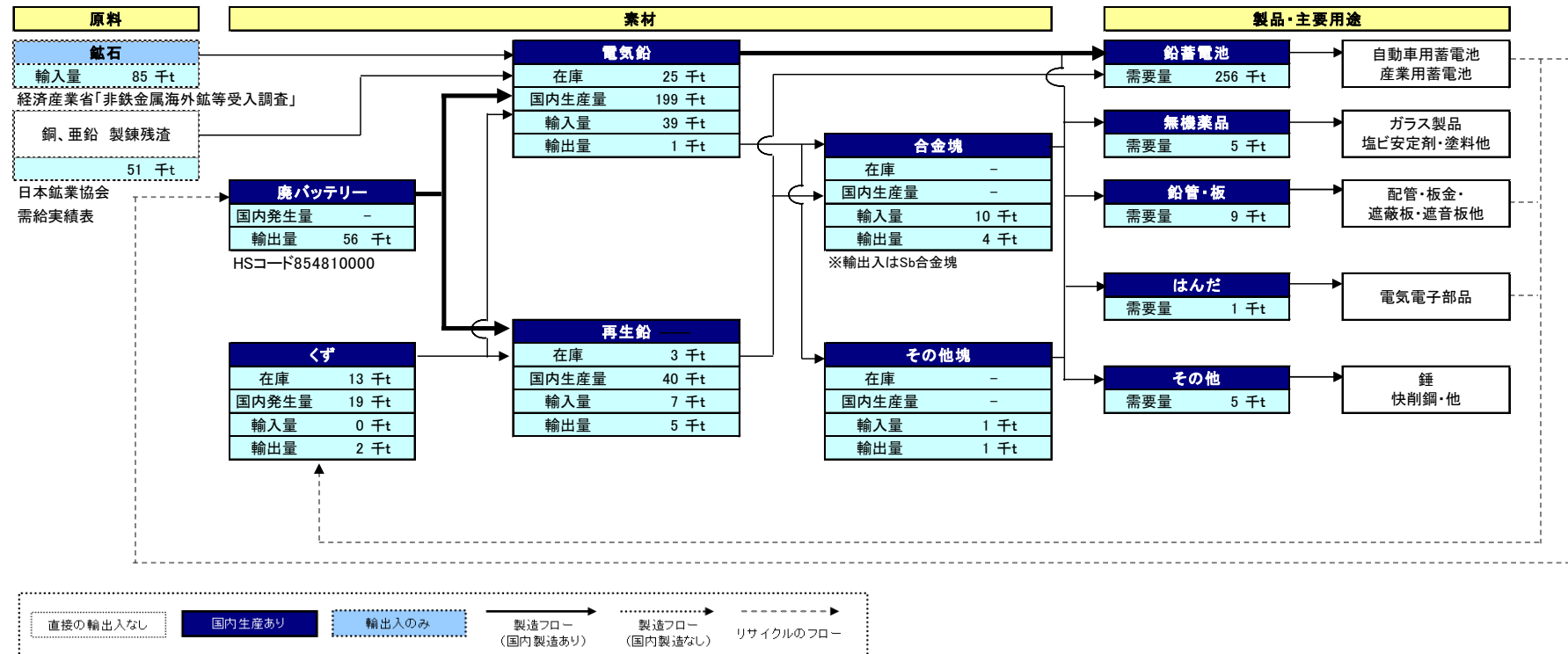


図 5 廃バッテリーの輸出相手国

6.マテリアルフロー

鉛のマテリアルフロー(2017 年)



※純分換算率: 鉛地金100%、くず100%、再生鉛100%、合金塊・その他塊96%、廃バッテリー53%

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

亜鉛(Zn)

【用途】 めっきや電池材料などに使われる身近な存在

金属亜鉛は鉄に対する犠牲防食作用が強いので、鉄鋼の防食(亜鉛めっき)には欠くことのできない金属である。また、鉄やアルミニウム、銅より融点が低いことから、ダイカスト用合金として使われている。乾電池の材料用に、マンガン乾電池では容器を兼ねた亜鉛缶として、アルカリ乾電池では亜鉛粉末として使われている。

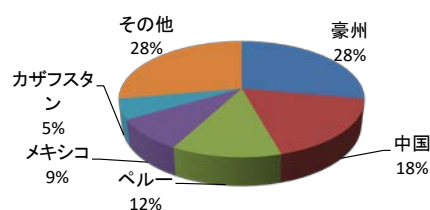
【特性】

- ・イオン化傾向が大きい
- ・常温で腐食しにくい
- ・融点が 419.5℃と低い
- ・青白の光沢があり、脆い

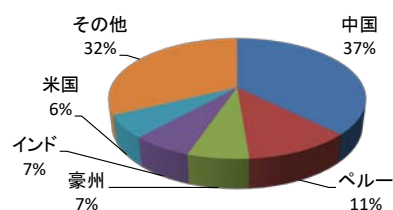
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、ILZSG2018

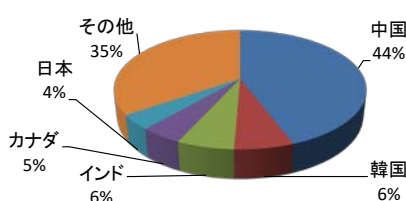
国別埋蔵量 (合計 230,000 千t)



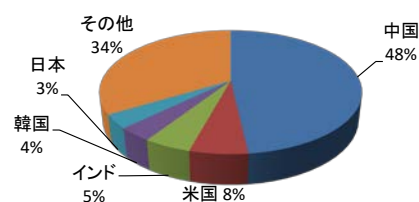
国別鉱石生産量(合計 12,978 千t)



国別亜鉛塊生産量(合計 13,224 千t)

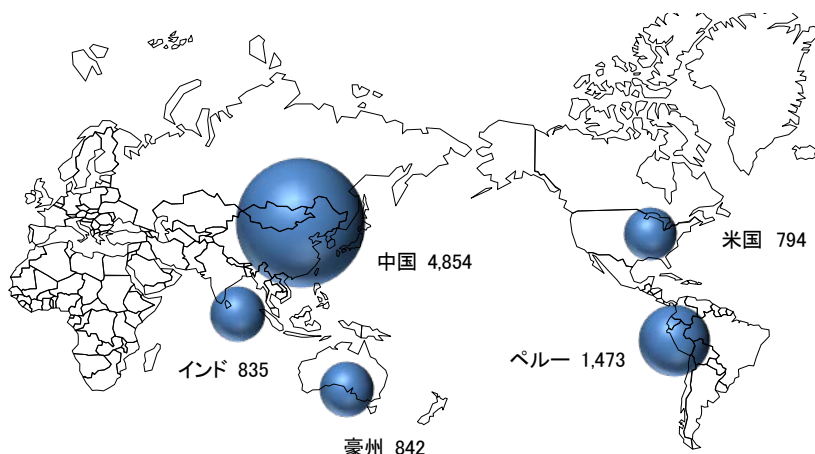


国別亜鉛塊消費量(合計 13,684 千t)

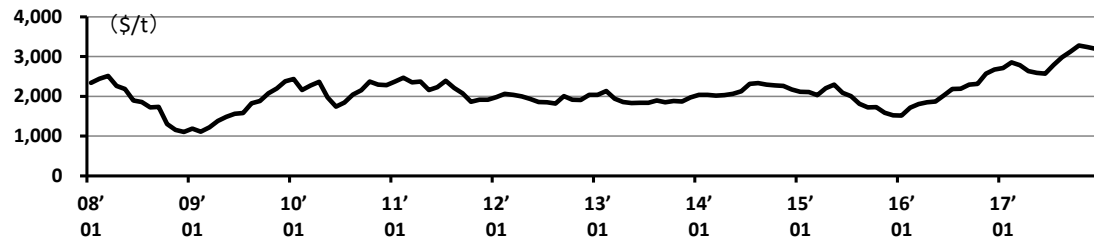


【世界の主要鉱石生産国】 中国、ペルーが2大生産国

国名、国別生産量(純分千t、2017 年間値)、出典:ILZSG2018



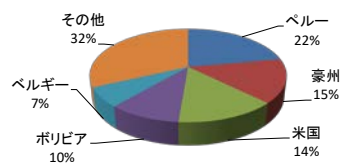
【LME 価格の推移】亜鉛(Zn)



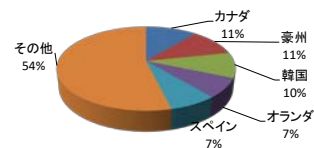
【貿易概況】(数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典: ILZSG2018、財務省貿易統計

■世界(数値はマテリアル千 t)

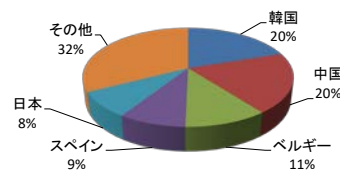
亜鉛鉱石主要輸出国(2017 年合計 4,913 千 t)



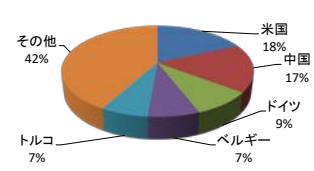
亜鉛塊主要輸出国(2017 年合計 4,092 千 t)



亜鉛鉱石主要輸入国(2017 年合計 5,229 千 t)

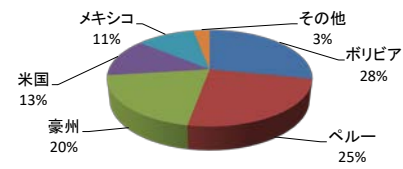


亜鉛塊主要輸入国(2017 年合計 3,984 千 t)

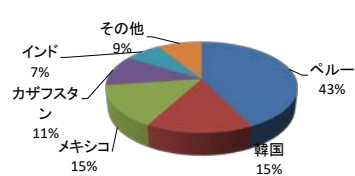


■日本(数値は純分千 t)

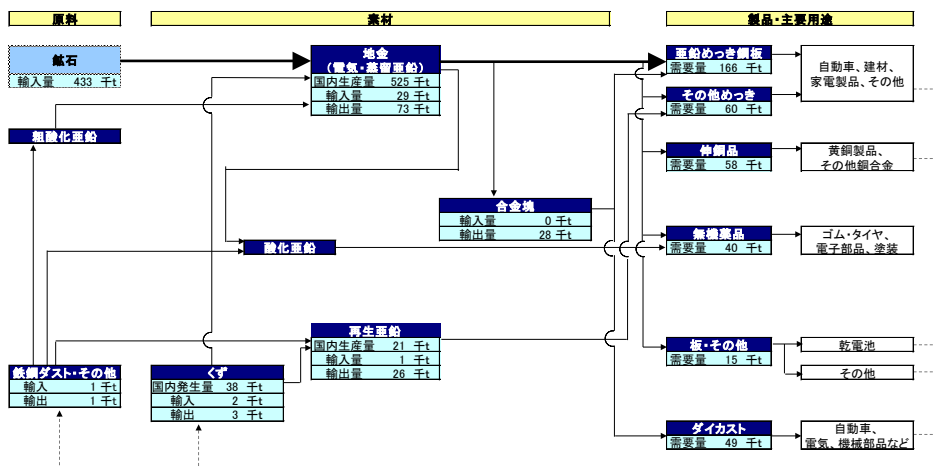
亜鉛鉱石輸入相手国(2017 年合計 433 千 t)



亜鉛地金輸入相手国(2017 年合計 28.5 千 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・2015 年に豪州の Century 鉱山、次いでアイルランドの Lisheen 鉱山の大型鉱山閉山を理由に、2016 年以降鉛不足が顕著になったが、2017 年は亜鉛価格の上昇を背景にペルーの Antamina 鉱山、インドの Rampura Agucha 鉱山、メキシコの Penasquito 鉱山等で増産した。
- ・2017 年の亜鉛地金の国内生産量は、製錬所の定期修繕の影響で、若干減少した。国内需要は、亜鉛めっき鋼板向け需要は減少したが、堅調な自動車生産と建材需要により、ダイカスト向け需要が増加した。
- ・2017 年の日本の亜鉛鉱石輸入量は、433 純分千 t で、主な輸入相手国はボリビア、ペルー、豪州である。

1.特性・用途

亜鉛は青白色の金属で、空気中、室温では表面に酸化被膜ができ内部が保護される。高温では酸素、ハロゲン、硫黄と反応する。酸水溶液には徐々に溶けて塩を生成する。アルカリ水溶液にも溶解する両性金属である。

亜鉛の鉱物として、閃亜鉛鉱 (ZnS)、ウルツ鉱石 (ZnS)、菱亜鉛鉱 (ZnCO_3) 等がある。

亜鉛鉱石から選鉱により不純物が取り除かれた亜鉛精鉱から乾式法もしくは湿式法により亜鉛が製造される。乾式法では、亜鉛精鉱を焙焼して酸化亜鉛を作り、コークスで還元して蒸留亜鉛を製造する。湿式法では硫酸溶液に酸化亜鉛を溶解し、電解採取により、亜鉛が製造される。また、各種廃棄物や鉄鋼ダストも酸化亜鉛にリサイクルされ原料となる。

亜鉛の最大の用途は鉄鋼の防食用である。金属亜鉛は鉄に対する犠牲防食作用が強いので、鉄鋼の防食(亜鉛めっき)には欠くことのできない金属である。鉄板に亜鉛めっきしたものは「トタン」と呼ばれる。亜鉛めっきの種類には溶融亜鉛めっきと電気亜鉛めっきがある。溶融亜鉛めっきは高温で溶かした亜鉛に鋼材を浸し、鋼材の表面に被膜をつくる処理法で、電気亜鉛めっきは、めっき槽に鉄をつけ、電気を介して亜鉛をメッキする方法である。亜鉛めっき鋼板は大型建築・戸建建築の屋根や外壁、スチールハウスや鉄骨プレハブの骨材として、土木関係ではガードレール、標識、防音壁等に、自動車用途ではドア、フエンダー、タンク等に、洗濯機や冷蔵庫等の電気製品、パソコン等の OA 機器に利用されている。その他、物置や車庫に、また店舗、車庫、倉庫、工場等のシャッターにも使われている。

防食用のめっきのほか、船舶、橋梁、ドックなどの水に常に接する鉄の構造物への耐食用部材(めっきでなく亜鉛ブロックで覆う)として利用されている。

防食用の塗料にも亜鉛が用いられる。亜鉛粉末とごくわずかなバインダーからなるジンクリッチ塗料は鉄面に塗装することで、亜鉛粉末の電気防食作用により、鋼構造物の耐久性が向上する。

また、鉄、アルミニウム、銅より融点が低く加工しやすいメリットから、広くダイカスト用合金や鋳造品としても使われる。合金では、真鍮(銅との合金、黄銅の別名)、ダイカスト用亜鉛合金として利用され、自動車、家電製品、通信機器などの精密部品や工業製品から玩具、ドアノブなどの日用品へ広く用いられている。

また、亜鉛は乾電池用の材料としても用いられ、マンガン乾電池の場合、亜鉛粒として使用される。

酸化亜鉛、塩化亜鉛はゴム製品(タイヤの加硫促進剤)、フェライト用原料、塗装、医薬品等無機薬品として幅広く活用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の亜鉛鉱石生産量と亜鉛地金需給を表 2-1、図 2-1、図 2-2 に示す。2017 年の世界の亜鉛鉱石の生産量は前年比 101%の 12,978 千 t であった。2013 年をピークにして、毎年減少が続いていたが、2017 年は微増となった。国別の生産量では中国が前年比 93%の 4,854 千 t と減少したが、ペルーは前年比 110%と増加、インドは前年比 129%と大きく増加した。

2015 年に豪州の Century 鉱山、アイルランドの Lisheen 鉱山の大型鉱山が閉山されたことから、2016

年以降は鉱石不足が顕著になったが、2017 年は既存鉱山における増産と新規鉱山からの出荷により、前年と比較して鉱石の供給不足の幅は縮小した。

ペルーの Antamina 鉱山では、2017 年に新しい鉱体を採掘し、鉱石品位が上がったことで、生産量が増加した。インドの鉱石生産量は、世界最大の亜鉛鉱山である Rampura Agucha 鉱山が露天掘りから坑内掘りに変更したことで 2016 年は一時的に生産量が減少したが、2017 年は生産量が回復した。さらに、メキシコの Penasquito 鉱山、豪州の Endeavor 鉱山、Rasp 鉱山でも増産した。

Century 鉱山の尾鉱から、亜鉛を回収するプロジェクトである New Century 鉱山は 2018 年から出荷を開始した。2019 年には本格稼働する予定である。

2017 年の世界の亜鉛地金生産量は前年比 98% の 13,224 千 t、亜鉛地金消費量は前年並みの 13,684 千 t となった。亜鉛地金の生産及び消費量は主要需要先である鉄鋼業の粗鋼生産量とリンクする傾向が強い。

中国は最大の地金生産国であるとともに消費国でもあり、世界の地金の 48% を消費している。世界需給には中国の消費が大きな影響を与える。

亜鉛地金は、その製造工程によって電気亜鉛、蒸留亜鉛、精留亜鉛など 3 種類に分かれる。亜鉛の製造方法には湿式法（電気分解法）と乾式法（蒸留法）があり、前者の方法で作られたものを電気亜鉛（品位 4N）と呼び、後者の方法で作られたものを蒸留亜鉛（品位 98.5%）と呼ぶ。精留亜鉛（品位 4N）は、蒸留亜鉛を、精留塔で融点の異なる不純物を除去して高純度化したものである。

湿式法（電気分解法）は電気分解によって金属亜鉛を得る方法である。まず、精鉱を焙焼し酸化亜鉛焼鉱を造り、硫酸に溶解させ硫酸亜鉛溶液を造る。その後、この溶液を電気分解して電極に付着したものを回収し電気亜鉛（亜鉛純分 99.99%）を得る。湿式法は乾式法よりも短い工程でより高純度の亜鉛地金を製造できるため、世界的に最も多く取り入れられている製造方法である。一方、乾式法は亜鉛の低い沸点（907℃）を利用し、亜鉛だけを蒸発させる方法である。まず、精鉱を焙焼し酸化亜鉛焼結鉱を造り、この酸化亜鉛焼結鉱とコークスを混合加熱することで、酸化亜鉛中の亜鉛分を蒸発させる。蒸発した亜鉛を鉛に吸収させた後に、亜鉛を分離する。乾式で製造された蒸留亜鉛には鉛が不純物として混在する為に、精留塔で純度を高めても、電気亜鉛の品位には及ばないために販路が限定される。

一般的に世界に供給される 90% の亜鉛地金がこの湿式法によるもので、10% が乾式法によるものであるといわれている。2015 年に乾式製錬所である住友金属鉱山の播磨事業所が亜鉛製錬を停止した後、日本の亜鉛製錬所は 5 か所となり、このうち 4 か所が湿式法、1 か所が乾式法で亜鉛地金を生産している。

世界では圧倒的に電気亜鉛の製造量が多く、乾式法で製造しているのはインド、日本、中国、ポーランドである。

表 2-1 世界の亜鉛需給

単位: 純分千t												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
鉱石生産 1)	中国	3,343	3,324	3,700	4,050	4,340	4,607	5,053	5,140	5,195	4,854	93%
	ペルー	1,603	1,509	1,470	1,256	1,281	1,351	1,319	1,422	1,337	1,473	110%
	豪州	1,466	1,267	1,458	1,472	1,533	1,524	1,566	1,578	859	842	98%
	インド	616	695	740	796	758	793	706	821	646	835	129%
	米国	779	736	751	769	739	777	831	825	798	794	99%
	メキシコ	454	490	570	632	660	643	660	695	661	674	102%
	ボリビア	384	431	411	452	408	407	449	447	487	504	103%
	カザフスタン	446	442	459	429	425	417	378	369	366	375	103%
	カナダ	716	699	649	623	641	419	353	292	322	344	107%
	ロシア	188	193	199	194	189	177	222	252	262	279	106%
	スウェーデン	398	386	343	344	338	327	283	236	148	256	173%
	その他	1,494	1,449	1,603	1,565	1,589	1,606	1,652	1,605	1,741	1,748	100%
	合計	11,885	11,620	12,354	12,582	12,901	13,048	13,471	13,681	12,822	12,978	101%
地金生産 1)	アジア	4,042	4,286	5,209	5,212	4,881	5,280	5,807	6,116	6,196	5,850	94%
	中国	738	722	750	828	877	886	821	835	899	847	94%
	韓国	589	640	746	780	729	788	724	838	628	818	130%
	インド	616	541	574	545	571	587	583	567	534	525	98%
	日本	705	610	642	663	679	637	645	633	621	591	95%
	日・中・韓・印以外	6,690	6,799	7,921	8,028	7,737	8,178	8,580	8,989	8,878	8,631	97%
	小計	2,476	2,050	2,382	2,425	2,385	2,354	2,445	2,477	2,395	2,405	100%
	欧州	1,850	1,649	1,822	1,860	1,838	1,759	1,779	1,717	1,642	1,642	96%
	北南米	499	519	499	515	501	498	488	489	470	462	98%
	オセアニア	260	265	273	246	167	136	126	79	86	84	98%
	アフリカ	11,775	11,282	12,897	13,074	12,628	13,004	13,398	13,812	13,547	13,224	98%
	合計	11,775	11,282	12,897	13,074	12,628	13,004	13,398	13,812	13,547	13,224	98%
	合計	11,775	11,282	12,897	13,074	12,628	13,004	13,398	13,812	13,547	13,224	100%
地金消費 1)	アジア	4,145	4,659	5,403	5,458	5,343	5,927	6,401	6,446	6,647	6,596	99%
	中国	481	543	579	513	600	655	663	632	689	679	99%
	インド	514	493	538	545	561	570	505	486	507	497	98%
	韓国	564	433	516	501	479	498	504	479	470	486	103%
	日本	990	900	1,036	1,045	1,039	1,109	1,167	1,168	1,116	1,174	105%
	日・中・韓・印以外	6,694	7,028	8,072	8,062	8,022	8,759	9,240	9,211	9,429	9,432	100%
	小計	2,626	1,939	2,489	2,510	2,377	2,372	2,342	2,418	2,383	2,344	98%
	欧州	1,871	1,618	1,711	1,735	1,650	1,693	1,748	1,687	1,560	1,596	102%
	北南米	193	175	200	211	194	183	179	137	150	150	109%
	オセアニア	181	160	178	177	169	154	164	188	165	162	98%
	アフリカ	11,565	10,920	12,650	12,695	12,412	13,160	13,674	13,642	13,674	13,684	100%
	合計	11,565	10,920	12,650	12,695	12,412	13,160	13,674	13,642	13,674	13,684	100%
	合計	11,565	10,920	12,650	12,695	12,412	13,160	13,674	13,642	13,674	13,684	100%

出典: 1) International Lead and Zinc Study Group (ILZSG) 2018

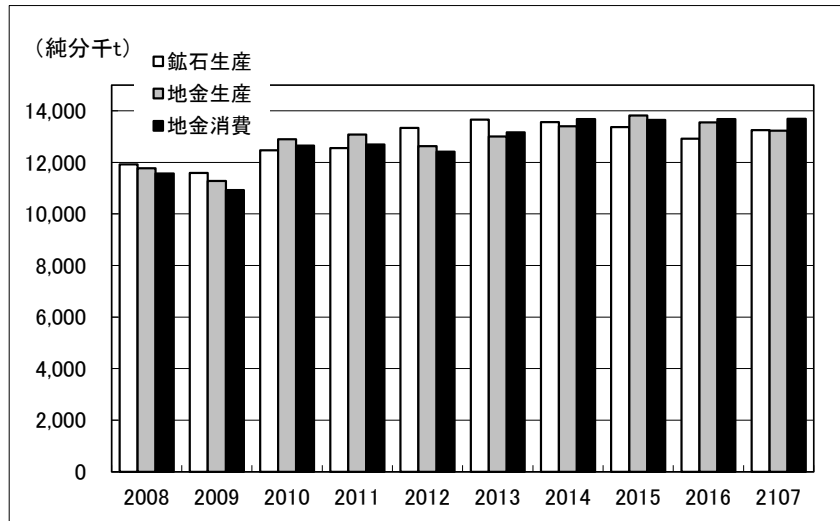


図 2-1 世界の亜鉛需給

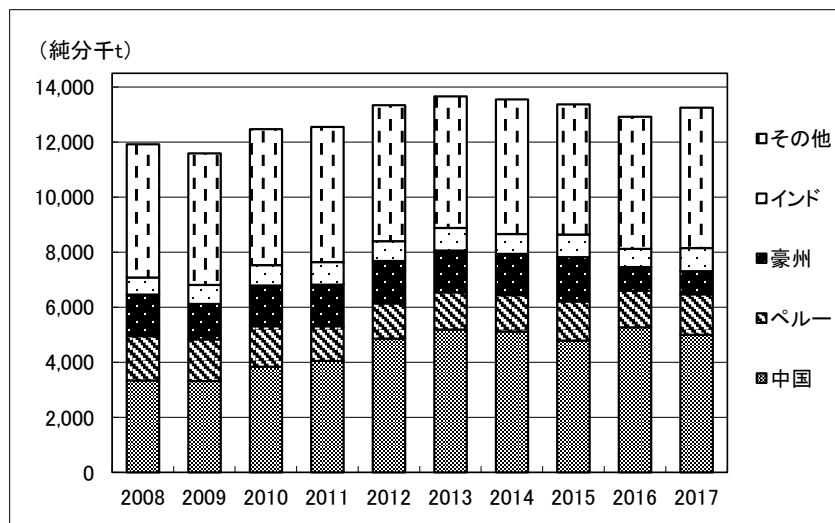


図 2-2 世界の亜鉛鋅石生産量

2-2.国内の需給動向

亜鉛の国内需給を表 2-2、図 2-3 に示す。また、亜鉛の内需を図 2-4 に示す。

2017 年の亜鉛供給量は前年比 101%の 682 千 t で、需要は前年並みの 542 千 t であった。国内供給は地金(電気亜鉛・蒸留亜鉛)と再生亜鉛の在庫及び生産量、素材(地金、合金地金、くず)及び製品(板・棒など)の輸入量の合計で捉えている。

2017 年の亜鉛の内需は前年並みの 389 千 t であった。亜鉛めっき鋼板、板は対前年で減少となり、伸銅品は前年並み、その他めっき、無機薬品、ダイカストは対前年で増加した。

近年は、特に高層ビルなどの間でビル屋上などの屋外へ露出する部分だけに亜鉛めっき鋼板の使用を限る建築物が増えており、亜鉛めっき鋼板の需要が低下している。2017 年のダイカスト用亜鉛需要の増加については、自動車や建材向けの需要が好調だったことによるものと推定される。

亜鉛めっきの種類は熔融亜鉛めっき、電気亜鉛めっきに大別される。熔融亜鉛めっきは高温で溶かした亜鉛に鋼材を浸し、鋼材の表面に皮膜をつくる処理法で、めっきの中では最も一般的に用いられる方法である。主に自動車、建材等に使用されている。電気亜鉛めっきは、めっき槽に鉄をつけ、電気を介して亜鉛をめっきする方法である。家電など特に屋内で使用される製品に多く使用されている。電気亜鉛めっきは、熔融亜鉛めっきよりも亜鉛の付着量を薄く、正確にコントロールできるメリットがあるが、鉄板を加熱しないので、焼鈍ラインとは別に電気めっきラインとして設置する必要があり、熔融亜鉛めっきに比べ、工程コストがかかるデメリットがある。

防食用の塗料にも亜鉛は用いられる。ジンクリッチ塗料は塗膜の大部分が亜鉛粉末からなり、ごくわずかなバインダー(溶剤)で結合して鉄面に付着させるように構成された塗料で、亜鉛粉末の電気防食作用を基本とする塗料である。近年では、鋼構造材などにおいてより高い耐久性を得る目的から、あるいは都市部での美観、環境調和、標識や安全表示などへのニーズに応えるために塗工する例も増えている。

亜鉛は銅との合金である真鍮・青銅等の伸銅品用にも活用されている。真鍮は六四黄銅とも呼ばれるように銅成分が 60%、亜鉛成分が 40%の合金である。これらの合金は電子機器の板材やプラント用管材、各種部品に用いられている。

そのほか、融点が低く加工しやすいメリットからダイカストや鋳造品にも用いられている。ダイカストの場合、アルミニウムやマグネシウムなどとの合金で強度と流動性を特徴とする。自動車、家電製品、通信機器などの精密部品や工業用品から玩具、ドアノブなどの日用品へ広く用いられている。自動車のキーシリンダーは亜鉛製であるが、コントローラー式の電子キーが増えていることからキーシリンダー向けの需要が減っている。鋳造品としては、自動車の部品の金型などに使用されている。また、酸化亜鉛、塩化亜鉛などとしてゴム製品(タイヤの加硫促進剤)、フェライト用原料、バリスタ、塗装(塗膜強化剤)、陶磁器

(上薬)、乾電池、農薬、医薬品等無機薬品用途としても幅広く活用されている。

今後亜鉛の需要が伸びる用途として、溶融亜鉛めっき鉄筋がある。溶融亜鉛めっきを施した鉄筋の使用により、コンクリート構造物の寿命が大きく伸びる。米国の新ニューヨーク橋やブルックリン橋、首里城の基礎部分、沖縄海洋公園のマナティ館の外観や基礎工事にも溶融亜鉛鉄筋が使用されている。米国で先行して導入されたが米国での導入率は現時点で1%に届いておらず日本の導入率は0.1%以下である。

また亜鉛の新用途として、亜鉛の熱溶射がある。一般の溶融亜鉛めっきの場合、溶融亜鉛の槽の大きさの関係で大きな鋼材にはめっきができない。しかし、亜鉛を熱溶射する技術があり、これを用いることで大きな鋼材にもめっきをすることができ、世界的に利用が増えている。対象としては、洋上風力発電設備や船舶などがあり、北欧で利用が始まっている。インドでは鉄道のレールが錆びやすいため、高頻度でレール交換が必要であったが、亜鉛を熱溶射したレールを採用することで耐食性が向上し、レール交換の周期が長くなった。

表 2-2 亜鉛の国内需給

単位: 純分千t															
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
供給	生産・在庫	地金 (電気・蒸留 亜鉛)	在庫 ¹⁾	82.0	95.0	66.0	66.0	92.0	72.9	68.9	87.1	87.1	92.0	106%	
			国内鉱出	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	
			海外鉱出	502.9	435.9	470.1	444.4	460.0	470.6	458.5	457.8	438.6	437.7	100%	
			スクラップ出	1.9	1.7	3.3	1.4	7.0	4.3	10.6	2.4	4.2	6.0	142%	
			その他出	103.9	103.0	100.7	98.8	104.0	112.4	114.0	106.4	90.9	81.3	89%	
			小計	615.5	540.6	574.0	544.7	571.0	587.3	583.0	566.6	533.7	524.9	98%	
		小計	697.5	635.6	640.0	610.7	663.0	660.2	652.0	653.8	620.8	616.9	99%		
		再生 亜鉛 ¹⁾	在庫	6.3	5.9	6.1	6.1	10.1	9.3	8.5	6.3	6.3	8.5	135%	
		生産	31.9	29.5	33.6	31.9	31.7	31.7	26.4	29.0	22.2	20.9	94%		
		小計	38.1	35.4	39.7	38.1	41.8	41.0	34.8	35.3	28.5	29.4	103%		
	生産・在庫 合計	735.7	671.0	679.7	648.7	704.8	701.1	686.8	689.1	649.3	646.3	100%			
	輸入 ²⁾	素材+製品	53.1	33.7	37.4	89.9	30.0	28.0	32.5	35.6	28.7	35.3	123%		
		再生亜鉛	0.9	0.0	0.8	6.6	0.6	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	71%		
		小計	54.0	33.8	38.2	96.6	30.6	28.5	33.1	36.1	29.4	35.9	122%		
合計				789.7	704.8	717.9	745.3	735.4	729.6	719.9	725.2	678.7	682.1	101%	
需要	内需 ¹⁾	亜鉛めっき鋼板	215.2	157.4	198.3	180.2	183.4	200.3	199.7	188.0	173.5	166.1	96%		
		その他めっき	93.0	61.1	63.8	55.9	56.5	59.9	65.9	63.2	55.7	59.7	107%		
		伸銅品	66.6	44.5	62.0	61.4	56.2	56.1	58.4	53.6	59.2	58.4	99%		
		無機薬品	40.0	36.1	45.2	42.2	34.5	37.3	39.7	40.3	38.5	40.2	104%		
		ダイカスト	50.3	32.6	37.2	25.6	38.6	43.9	40.1	41.4	44.6	49.4	111%		
		板	6.7	2.5	2.0	1.9	1.8	1.5	1.7	2.1	2.2	2.0	94%		
		その他	17.5	15.2	18.4	15.1	14.3	14.6	14.7	13.7	14.0	12.7	91%		
		小計	489.3	349.3	426.9	382.2	385.2	413.6	420.3	402.3	387.7	388.5	100%		
	輸出 ²⁾	素材+製品	110.0	180.1	120.9	115.0	158.7	143.3	113.1	158.5	126.4	123.8	98%		
		再生亜鉛	19.5	18.9	15.7	14.0	18.6	23.1	23.1	24.1	26.3	29.9	114%		
		小計	129.4	199.0	136.6	129.1	177.3	166.5	136.2	182.7	152.7	153.7	101%		
	合計				618.8	548.3	563.5	511.2	562.5	580.1	556.5	585.0	540.3	542.1	100%
	供給－需要				170.9	156.5	154.4	234.1	172.9	149.5	163.5	140.2	138.4	140.0	101%

出典: 1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

3) 日本鉱業協会「鉱山」

純分換算率: 地金100%、合金地金95%、再生亜鉛100%、くず100%、板・棒・製品100%

※素材は塊、合金塊、くず、製品は板・線・棒による。

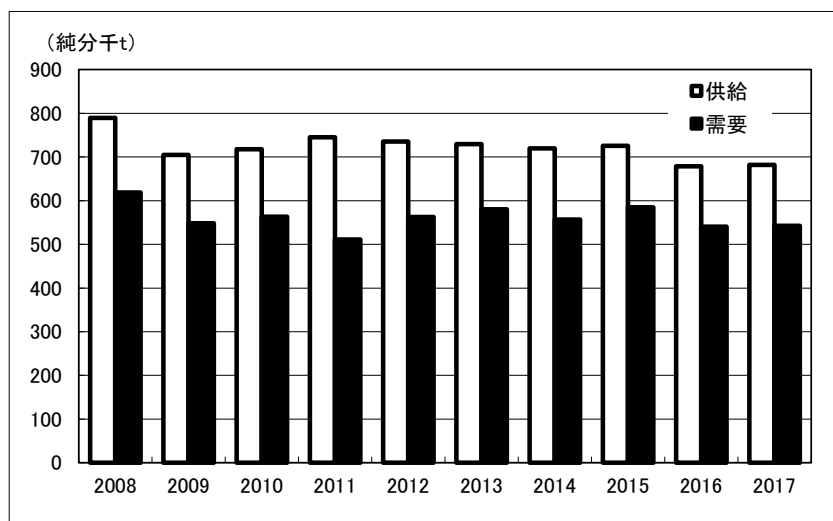


図 2-3 亜鉛の国内需給

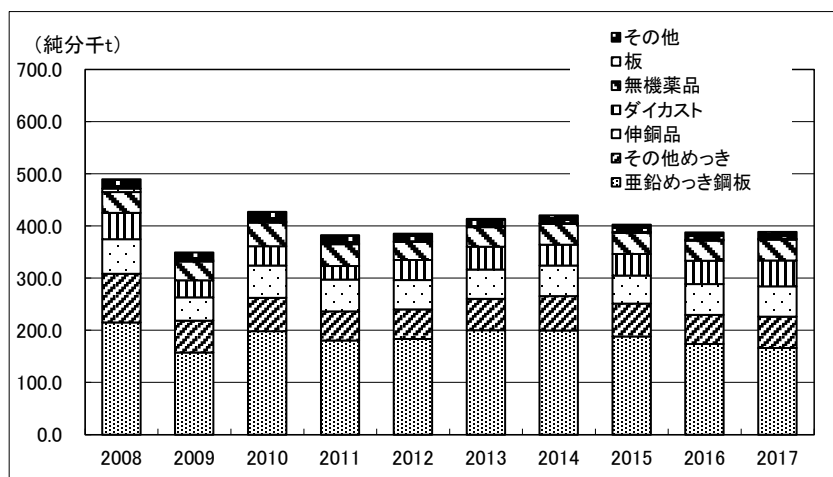


図 2-4 亜鉛の内需

3.価格動向

図 3 に LME 亜鉛月平均価格を示す。2017 年の亜鉛価格は、2015 年の亜鉛大型鉱山(豪州・Century 鉱山、アイルランド・Lisheen 鉱山)の閉山や資源安による一部鉱山の操業停止を受け、鉱石供給不足による需給逼迫感により概ね上昇傾向を辿った。

亜鉛 LME 価格は、世界的な資源安により 2016 年 1 月に 2009 年 5 月以来となる 1,453.5US\$/t の安値をつけたが、以降はこれを底値に右肩上がりに上昇してきた。2017 年は 2,552.5US\$/t でスタートし、2 月半ばに 2,971.0US\$/t まで上昇したところ、LME 在庫の積み増し、中国の GDP 成長率目標引き下げ及び米国政治の先行き不透明感等を背景に慎重な値動きに転じ、5 月半ばには 2,500US\$/t を割る水準まで値を下げた。しかし、6 月下旬以降はドル安進行や中国需要の底堅さから供給不足感が強まり力強さを取り戻し、一気に 2,700US\$/t 台へ上昇。8 月には世界情勢悪化による投資家のリスク回避ムードから買いの動きが控えられたものの、緊張状態が落ち着くとその後は中国環境規制強化の動きから同国鉱山や製錬所の一部が操業停止し需給が逼迫するとの見方が広まったことにより大きく値を上げ 3,000US\$/t を突破した。その後も、LME 在庫減少や中国需要の底堅さが意識され供給逼迫感が拡大し、10 月には中国における環境規制の動きが強まったことも支援材料となった。この間米朝関係悪化によるリスク回避やドル高傾向等に上値を抑えられる場面もあったが、価格は 3,200～3,300US\$/t 台で高止まりした。11 月か

ら 12 月にかけては、中国政府の金融取り締め強化から投資家の活動が鈍り始めたことや同国経済の先行き懸念、ドル高進行が嫌気され軟調な値動きとなり、一時 3,100US\$/t を下回ったものの、12 月半ばに発表された Glencore の生産再開計画の規模が市場予想を下回ったことで供給不足懸念が高まり、価格は急回復して 3,309.0US\$/t で越年した。

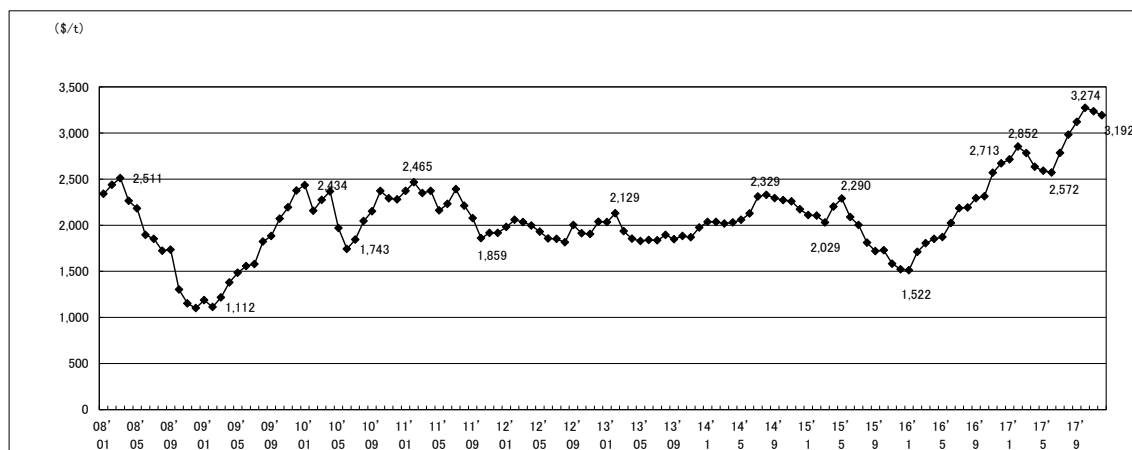


図 3 亜鉛の LME 価格(月平均)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

亜鉛の輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2、に示す。

2017 年の亜鉛の輸入は前年比 98%の 470 千 t、輸出は前年比 99%の 126 千 t であった。

輸入全体のうち 92%を占める鉱石の輸入量が 433 千 t で前年比 97%となった。輸入全体の残りのうち大半の 6%を占める塊(亜鉛地金)の輸入量は 28.5 千 t となり、2015 年と同じレベルである。長期的視点では、2008 年までは国内の地金需給バランスがタイトであったため輸入量も 50t 程度であったが、2009 年以降、国内需要が縮小する傾向にあり、地金の輸入量も 25~30t レベルで減少傾向にある。

一方、輸出では塊が全体の 58%を占めている。2017 年の塊輸出力は 73 千 t で前年比 90%となった。

表 4-1 亜鉛の輸出入数量

単位：純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉛石	輸入 ⁽¹⁾	620.0	471.0	504.8	422.5	463.7	472.0	536.8	466.8	448.9	433.2	97%
		輸出	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-	-	0.6	-
	鉄鋼ダスト・その他	輸入	1.4	1.4	1.4	1.8	1.1	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	121%
		輸出	1.6	1.5	1.5	1.1	1.6	0.9	0.8	0.9	1.2	1.4	113%
	小計	輸入	621.4	472.4	506.2	424.3	464.7	473.0	537.7	468.0	449.8	434.4	97%
		輸出	1.6	1.5	1.5	1.1	1.6	0.9	0.8	0.9	1.2	2.0	166%
		輸入－輸出	619.8	470.9	504.8	423.2	463.1	472.1	536.9	467.1	448.6	432.4	96%
素材	塊	輸入	45.3	27.5	31.9	77.9	24.0	21.8	25.6	28.5	22.5	28.5	127%
		輸出	84.5	156.0	97.7	95.3	135.6	115.4	82.2	120.8	81.1	73.3	90%
	合金塊	輸入	0.8	0.5	0.7	6.3	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.5	71%
		輸出	19.4	18.0	14.9	13.3	17.7	22.0	18.8	22.9	25.0	28.4	114%
	くず	輸入	1.1	0.6	0.7	1.0	1.2	1.5	1.2	1.6	1.5	2.1	143%
		輸出	3.9	3.1	4.5	4.4	3.7	3.9	3.9	3.5	3.3	3.3	101%
	小計	輸入	47.2	28.7	33.3	85.2	25.7	23.8	27.5	30.6	24.7	31.2	126%
		輸出	107.9	177.0	117.1	113.0	156.9	141.3	104.9	147.2	109.4	105.0	96%
		輸入－輸出	-60.6	-148.4	-83.8	-27.8	-131.2	-117.5	-77.3	-116.6	-84.7	-73.9	87%
製品	板・線・棒・その他の亜鉛製品	輸入	5.9	5.1	4.1	4.7	4.3	4.2	4.9	5.0	4.0	4.2	104%
		輸出	2.1	3.0	3.7	2.0	1.7	2.0	8.2	11.3	17.0	18.8	111%
		輸入－輸出	3.8	2.0	0.4	2.7	2.5	2.1	-3.3	-6.3	-13.0	-14.6	113%
合計		輸入	674.6	506.1	543.6	514.2	494.7	501.0	570.2	503.6	478.5	469.7	98%
		輸出	111.6	181.5	122.4	116.1	160.2	144.3	113.9	159.4	127.6	125.8	99%
		輸入－輸出	563.0	324.6	421.3	398.1	334.5	356.7	456.3	344.2	351.0	343.9	98%

出典：財務省貿易統計、※1)のみ経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

純分換算率：輸出鉛石50.6%、鉄鋼ダスト・その他30%、塊(地金)100%、合金塊(合金地金)95%、くず100%、板・線・棒・その他製品100%

※原料は、鉛石、鉄鋼ダスト・その他、素材は塊、合金塊、くず、製品は板・線・棒その他の亜鉛製品による。

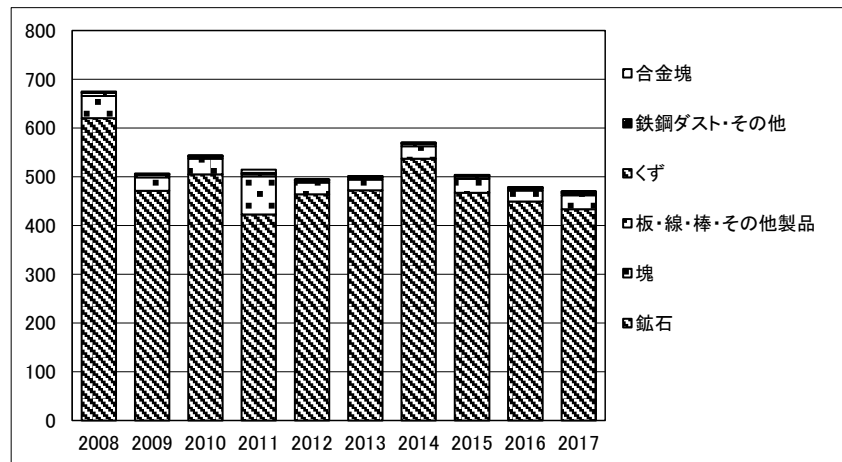


図 4-1 亜鉛の輸入数量

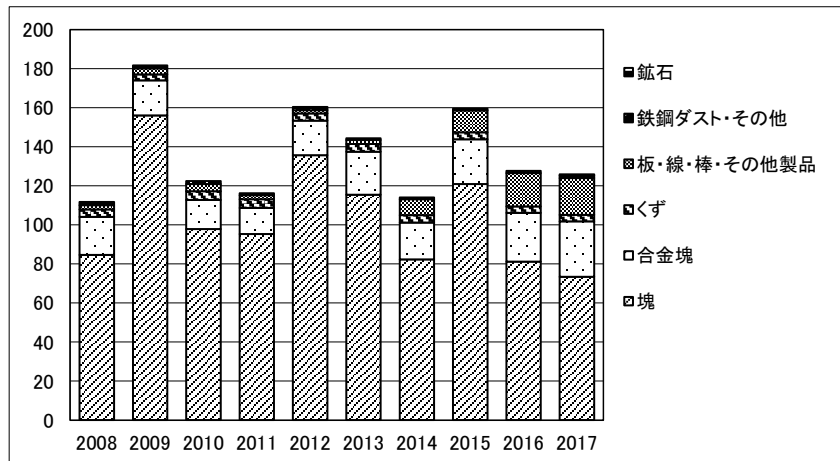


図 4-2 亜鉛の輸出数量

4-2 輸出入相手国

4-2-1. 鉛石

亜鉛鉛石の輸入相手国を表 4-2 及び図 4-3 に示す。主要輸入相手国は、ボリビア、ペルー、豪州であり、3か国で全体輸入量の 73%を占めている。2017 年は、豪州と米国からの輸入量が減少し、一方ボリビア、ペルーからの輸入量が増加した。

製錬各社は、権益を有する鉛山からの鉛石調達に拘らず、多くの選択肢の中から、調達先を選択している。

表 4-2 亜鉛鉛石の輸入相手国

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ボリビア	90	104	117	70	109	111	112	105	117	104%	28%
	ペルー	188	116	157	114	112	87	111	104	107	105%	25%
	豪州	165	151	115	144	121	120	113	123	103	84%	20%
	米国	83	66	69	63	75	93	129	79	61	92%	13%
	メキシコ	32	23	29	25	33	32	44	35	55	86%	11%
	カナダ	18	6	11	3	3	13	16	2	0	-	-
	その他	42	5	7	5	11	15	12	19	10	130%	3%
	合計	620	471	505	423	464	472	537	467	433	97%	100%

出典: 経済産業省「非鉄金属海外鉱等受入調査」

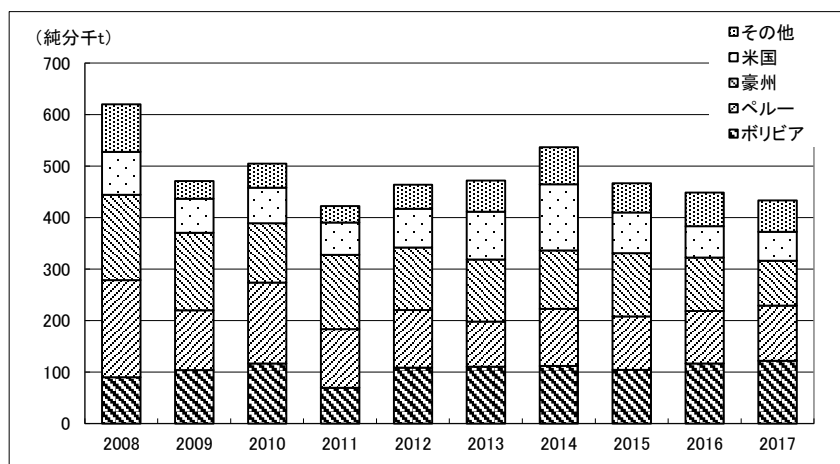


図 4-3 亜鉛鉛石の輸入相手国

4-2-2.塊

亜鉛塊(亜鉛地金)の輸出入相手国を表 4-3、図 4-4 及び図 4-5 に示す。2017 年の亜鉛塊の主要輸入相手国は、ペルーであり、全体の輸入量の 43%を占める。2011 年の震災直後は海外からの亜鉛塊輸入量が急増したが、その後は低位安定が続いている。

亜鉛塊の輸出は、2016 年までは台湾向けの数量が最も多かったが、2017 年はインドネシアとベトナムへの輸出量が台湾を上回った。輸出には長期契約とスポットがあるが、台湾は日本からも近く歴史的な繋がりが多く、台湾向けは長期契約に基づく出荷が主体となっており、一般めっき用に使用されている。

表 4-3 亜鉛塊の輸出入相手国

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	ペルー	12.6	9.7	18.0	24.6	14.9	12.0	17.6	17.8	11.0	12.2	111%	43%
	韓国	-	0.0	0.0	16.0	0.0	0.1	-	4.0	2.0	4.4	217%	15%
	メキシコ	0.0	0.0	-	1.5	3.3	5.0	1.1	-	2.1	4.2	198%	15%
	カザフスタン	0.3	1.1	0.4	0.5	0.9	0.8	0.4	0.4	2.2	3.1	141%	11%
	インド	0.0	-	-	5.4	0.2	2.1	3.9	4.1	3.2	2.1	66%	7%
	マレーシア	0.0	0.6	1.2	1.3	2.4	1.6	1.6	1.6	1.7	1.2	74%	4%
	台湾	0.1	-	-	0.2	-	0.1	0.7	0.2	0.2	-	-	-
	その他	32.3	16.1	12.2	44.3	2.3	0.1	0.2	4.3	2.1	1.3	63%	5%
	合計	45.3	27.5	31.9	77.9	24.0	21.8	25.6	28.5	22.5	28.5	127%	100%
輸出	インドネシア	19.7	14.0	16.9	19.0	23.7	21.0	12.8	16.0	11.7	16.7	143%	23%
	ベトナム	4.8	7.3	8.4	8.0	8.8	8.8	9.3	7.3	12.3	12.2	99%	17%
	台湾	13.7	31.1	26.6	24.7	29.2	32.9	24.8	21.8	13.0	11.0	84%	15%
	中国	8.9	74.0	21.7	16.1	29.4	15.3	5.3	27.0	10.7	10.6	98%	14%
	バングラデシュ	2.9	2.9	1.2	4.1	10.1	8.2	3.6	15.8	9.3	7.4	80%	10%
	タイ	4.0	3.5	3.8	6.1	5.5	11.7	10.8	16.4	10.9	6.6	60%	9%
	マレーシア	4.1	8.8	2.4	2.7	9.4	2.3	1.7	4.2	2.2	2.7	123%	4%
	フィリピン	5.0	4.6	6.8	5.4	7.8	8.3	7.5	7.3	4.2	2.0	47%	3%
	シンガポール	10.9	4.2	0.0	0.5	2.6	1.9	2.7	1.6	0.2	0.7	463%	1%
	ケニア	2.2	2.2	2.5	2.6	2.5	2.7	2.1	1.3	0.7	0.1	20%	0%
	その他	8.2	3.4	7.5	6.1	6.5	2.4	1.5	2.2	5.9	3.4	57%	5%
	合計	84.5	156.0	97.7	95.3	135.6	115.4	82.2	120.8	81.1	73.3	67%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 塊(地金)100%

2017年輸入: その他に豪州(1.0千t)を含む

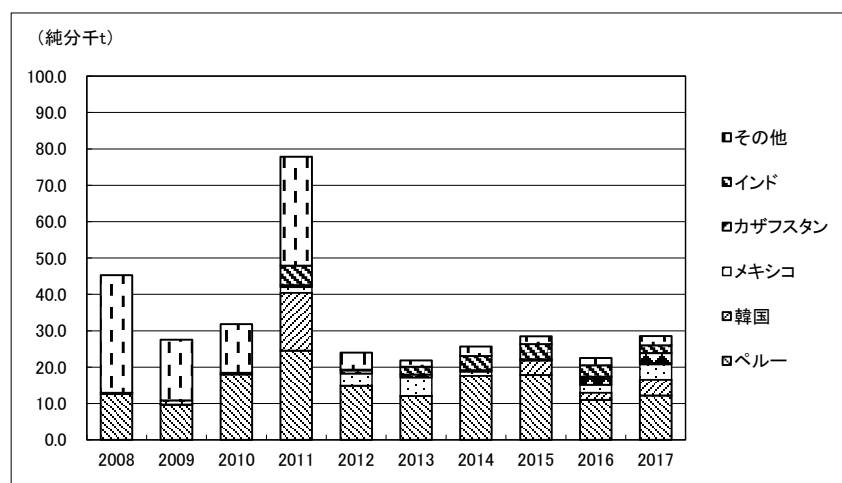


図 4-4 亜鉛塊の輸入相手国

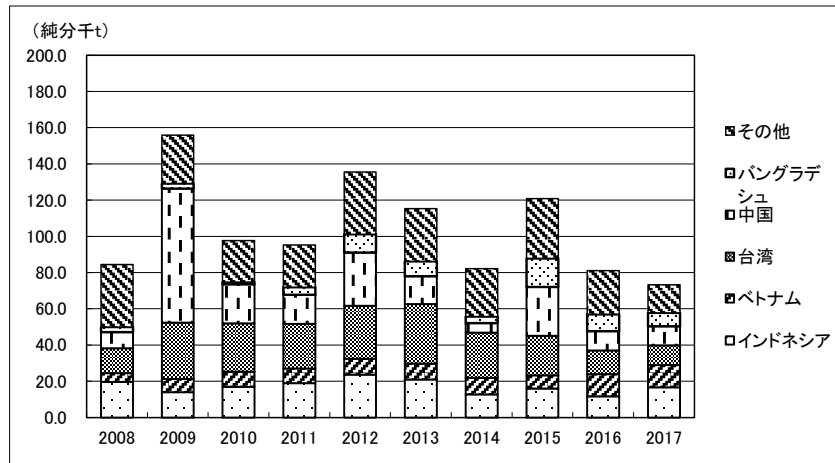


図 4-5 亜鉛塊の輸出相手国

4-3.輸出入価格

亜鉛の平均輸出入価格を表 4-4、図 4-6 及び図 4-7 に示す。2017 年の亜鉛鉱石の輸入価格は前年比 147%の 1,081\$/t であった。亜鉛塊、亜鉛合金塊、くずの輸出入価格はいずれも大きく増加した。2017 年の亜鉛塊の輸入価格、輸出価格はそれぞれ前年比 146%の 3,001\$/t、と同 142%の 2,898\$/t であった。

表 4-4 亜鉛の平均輸出入価格

単位:\$/t

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石												
	輸入	1,106	544	529	708	796	725	706	772	634	735	1,081	147%
	輸出	475	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-
鉄鋼ダスト・その他	輸入	4,159	2,604	2,086	2,676	2,842	2,598	2,587	3,035	2,761	2,826	3,589	127%
	輸出	4,440	3,511	3,069	3,862	3,898	3,659	3,434	3,572	3,421	3,250	3,314	102%
素材	塊												
	輸入	3,666	2,130	1,704	2,176	2,467	2,042	1,991	2,274	2,076	2,053	3,001	146%
	輸出	3,352	2,115	1,509	2,198	2,180	1,980	1,960	2,252	2,076	2,046	2,898	142%
	合金塊												
	輸入	3,503	1,936	1,533	1,847	2,475	1,712	1,625	2,162	1,858	1,856	2,544	137%
	輸出	3,489	2,302	1,788	2,372	2,489	2,138	2,089	2,422	2,237	2,266	3,067	135%
くず	輸入	2,432	1,486	935	1,562	1,667	1,501	1,278	1,391	1,173	1,182	2,122	180%
	輸出	2,160	1,560	1,305	1,805	1,937	1,838	1,631	1,699	1,574	1,523	2,025	133%
製品	板・線・棒												
	輸入	6,396	6,250	5,596	7,538	8,876	8,814	7,870	7,906	7,408	8,694	10,003	115%
	輸出	7,290	8,281	5,363	6,273	9,336	10,643	6,812	2,986	2,522	2,358	3,202	136%

出典:財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

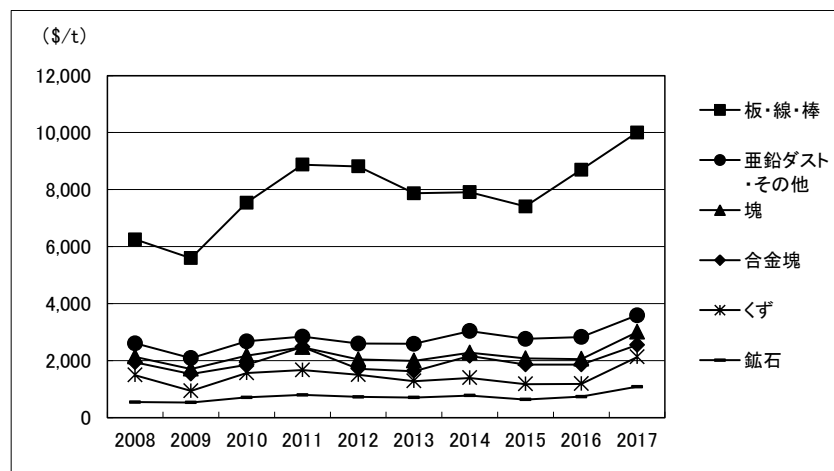


図 4-6 亜鉛の平均輸入価格

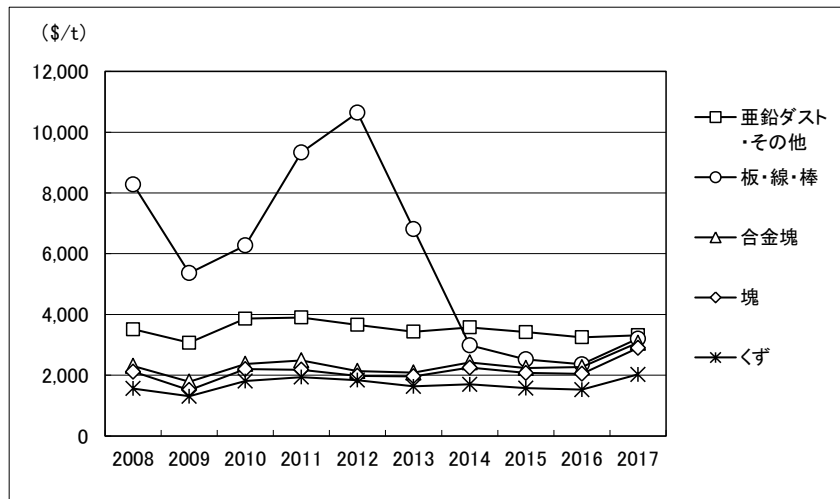


図 4-7 亜鉛の平均輸出価格

5.リサイクル

亜鉛のリサイクル率を表 5 に示す。2017 年の亜鉛のリサイクル率は 2016 年の 25%から低下し 23%となった。

亜鉛のリサイクルは、主に自動車、建材、家電製品や亜鉛めっき、伸銅品の加工工程から発生するスクラップが製錬所や再生工場に供給され、電気・蒸留亜鉛のスクラップ出地金やその他出地金、または再生亜鉛などとしてリサイクルされている。スクラップ出の地金は亜鉛含有量が 98%以上のもので、電気分解または蒸留法によって製造された地金を示す。

一方、その他出の地金はめっき工程、製鋼用電気炉ダストからのリサイクル分である。めっき工程で発生するドロス・滓類や、製鋼用電気炉ダスト中に含まれる亜鉛は、製錬所で回収されてリサイクルされている。

1 年間に電炉で生産される粗鋼生産量は 25,000 千tであり、発生する製鋼ダスト量をその 1.5%と仮定すると 375 千tとなる。製鋼ダスト中の亜鉛分を 20%と仮定すると、最終的に製鋼ダストから得られる亜鉛量は 75 千t/年と推定される。

亜鉛を含む伸銅品は銅の回収(直接溶融といわれる再溶解のみで製品化する方法)の中でリサイクルされている。化成品からのリサイクルは行われていない。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費量})$
見掛消費量	$\text{見掛消費量} = (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入量}) - (\text{素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 素材とは塊、合金塊、くずの合計値。

※ 国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

表 5 亜鉛地金のリサイクル率

単位:純分千t

			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	地金 (電気・蒸留 亜鉛) ³⁾	国内鉱出	0	0	0	0	0	0	0
		海外鉱出	444	460	471	458	458	439	438
		スクラップ出	1	7	4	11	2	4	6
		その他出	99	104	112	114	106	91	81
		小計	545	571	587	583	567	534	525
	再生亜鉛 ¹⁾		32	32	32	26	29	22	21
	輸入(素材)-輸出(素材) ²⁾		-28	-131	-117	-77	-117	-85	-74
	合計①		549	471	502	532	479	471	472
リサイクル量	地金(電気・ 蒸留亜鉛)	スクラップ出地金生産	1	7	4	11	2	4	6
		その他出地金生産	99	104	112	114	106	91	81
	再生亜鉛生産		32	32	32	26	29	22	21
	合計②		132	143	148	151	138	117	108
リサイクル率②/①			24%	30%	30%	28%	29%	25%	23%

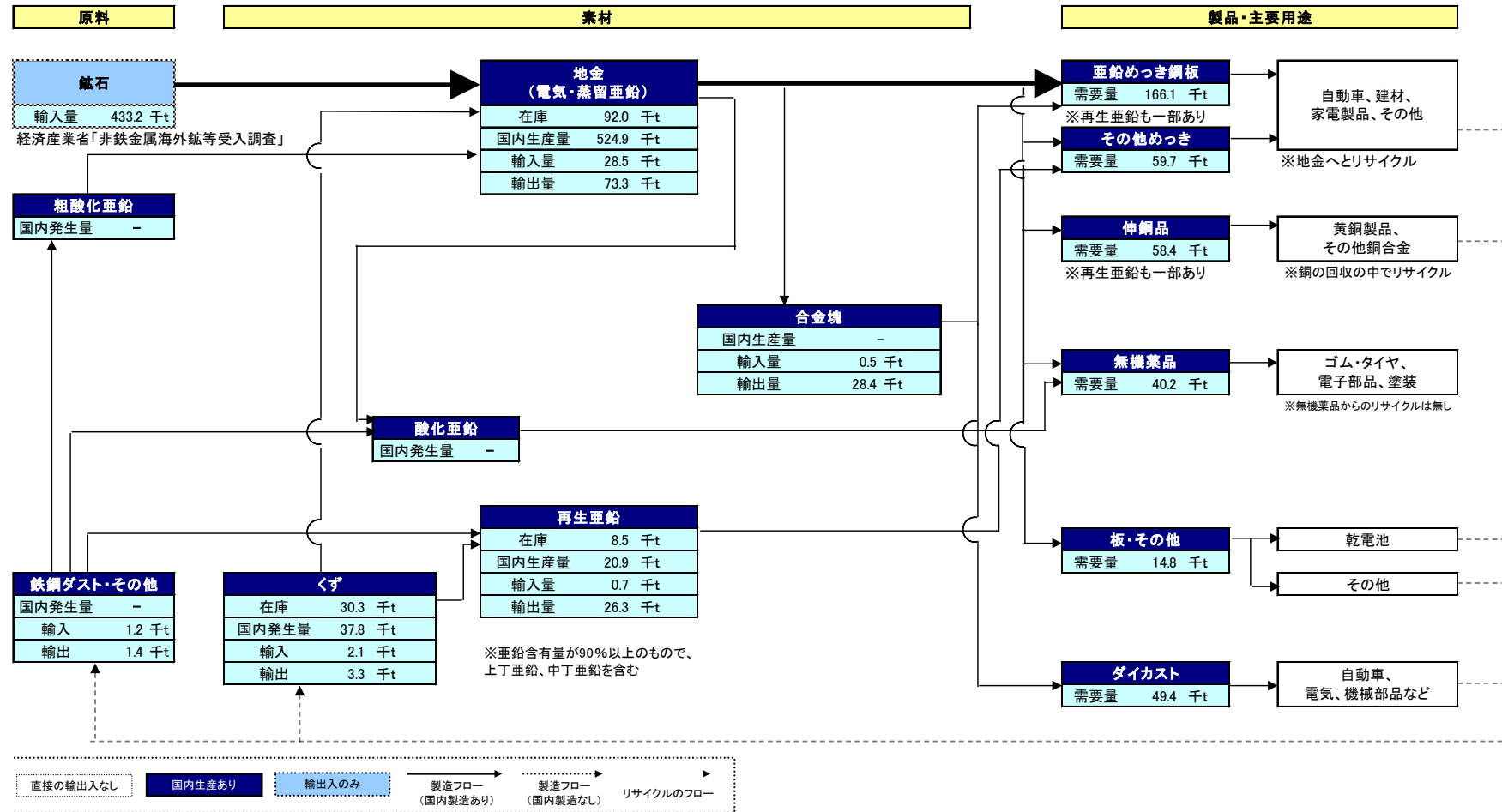
出典:1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

3) 日本鉱業協会「鉱山」

6.マテリアルフロー

亜鉛のマテリアルフロー(2017 年)



※純分率: 鉄鋼ダスト・その他30%、地金(塊)100%、くず100%、合金塊(合金地金)95%、再生亜鉛100%
注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

錫 Sn

【用途】 錫の用途は、はんだ、化成品、ブリキ、ITO 等

錫の用途は、はんだ、ブリキ(めっき缶、めっき鋼板)、電子部品・伸銅品(リードフレーム)、ITO(インジウム、錫の酸化物で液晶・プラズマパネルの透明電極)、化成品(有機錫、塩化ビニル安定剤として使用される)、鋳物・軸受合金、電線(めっき)などがある。このうち、はんだが 50%以上を占めていると推定される。

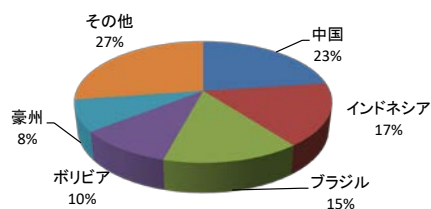
【特性】

- ・錫は青みがかった白色金属
- ・延性や展性に富む
- ・人体に無害

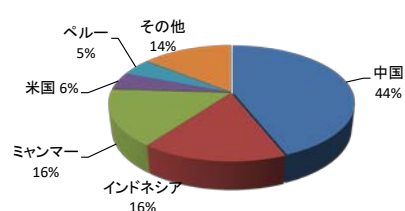
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018

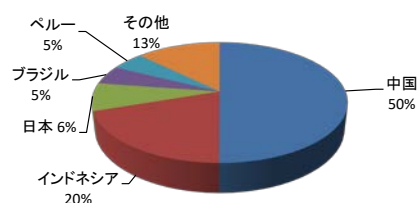
国別埋蔵量 (合計 4,800 千t)



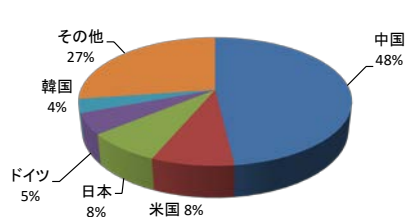
国別鉱石生産量(合計 371 千t)



国別錫地金生産量(合計 364 千 t)

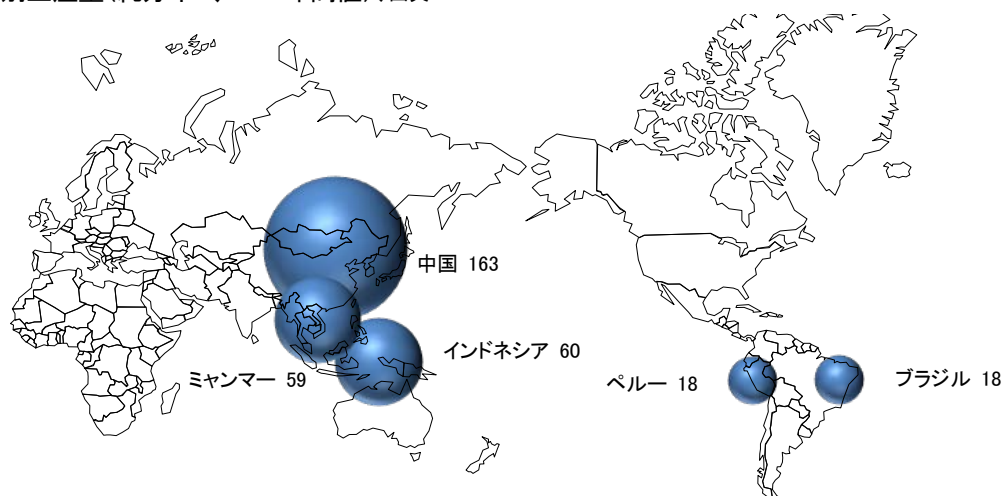


国別錫地金消費量(合計 381 千 t)

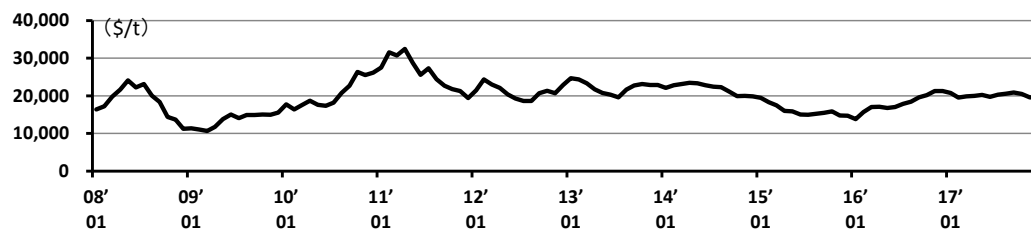


【世界の主要錫鉱石生産国】中国、インドネシア、ミャンマーが 3 大生産国

国名、国別生産量(純分千 t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



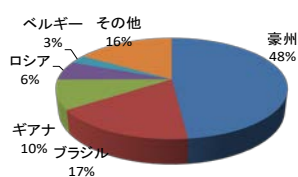
【LME 価格の推移】錫(Sn)



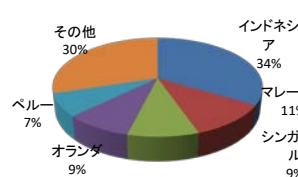
【貿易概況】（数値は純分ベース）出典：WBMS2018、Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

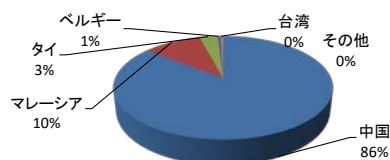
錫鉱石主要輸出国（2017 年合計 26.3 マテリアル千 t）



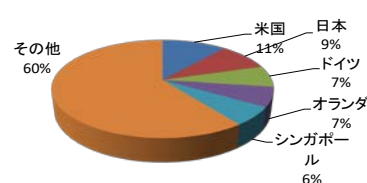
錫地金主要輸出国（2017 年合計 233 千 t）



錫鉱石主要輸入国（2017 年合計 345 マテリアル千 t）



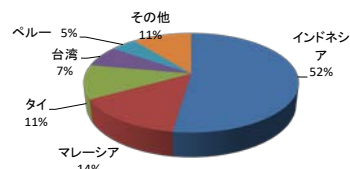
錫地金主要輸入国（2017 年合計 307 千 t）



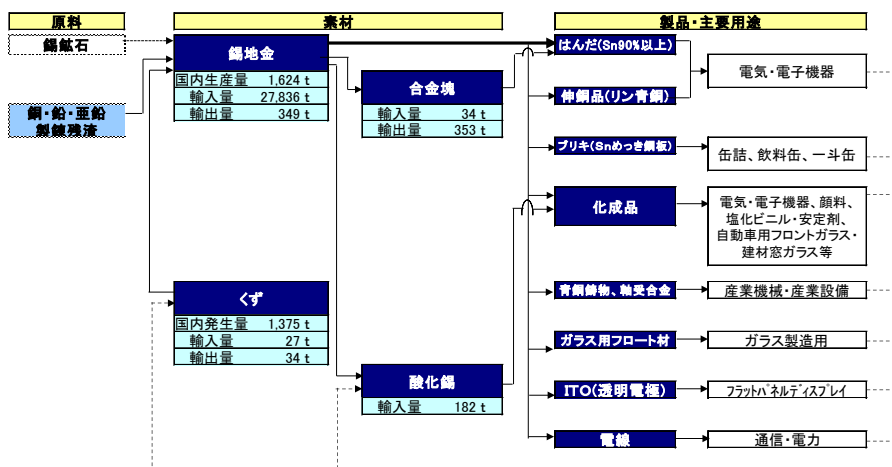
■日本

錫鉱石の日本への輸入はない

錫地金主要輸入相手国（2017 年合計 28 千 t）



【鉱石から製品まで】 出典：財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・2017 年の世界の錫地金生産量は前年より増加し、需要は前年並みであった。電子部品向けのはんだの需要が好調であった。
- ・2017 年の国内の錫の供給量と需要は前年に比べ増加した。ブリキ向けの需要が横ばいだったが、はんだ向けの需要が好調であった。また錫の内需が増加したことで、輸出量は減少した。
- ・日本は錫地金の需要の 90%を輸入に頼っており、2017 年は 28 千 t(純分)の錫塊(錫地金)を輸入した。主な輸入相手国はインドネシア、マレーシア、タイで、インドネシアからの輸入量が増加した。

1.特性・用途

錫は青みがかった白色金属で、光沢を持ち柔らかく展延性に富んでいる。

錫は両性物質であり、強酸、強アルカリの両方に作用するが、中性の溶液には比較的作用されにくい。空気中で安定であるが、高温で燃えて酸化錫(IV)となる。ハロゲンと激しく作用してハロゲン化合物となる。酸には水素を発生して溶けて錫(II)塩となるが濃硝酸では不溶性のメタスズ酸をつくる。水酸化アルカリ水溶液には溶けてめっきに使用される亜スズ酸塩をつくる。

錫は融点が低く比較的無害な金属材料として、錫単体として、あるいは合金として古くから利用されてきた。

錫の鉱石鉱物として最も重要なのは、錫石(SnO_2)である。その他の錫鉱石として、黄錫鉱($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$)、テール鉱(PbSnS_4)、円柱錫鉱($\text{Pb}_3\text{Sn}_4\text{Sb}_2\text{S}_{14}$)等がある。

錫鉱石は焙焼炉で処理された後、電気炉にてコークス・石灰石・珪砂を用いて還元することで、粗錫となる。その後、粗錫を陽極として電気分解することで電気錫が製造される。一部であるが、廃棄物中のはんだや、銅・鉛・亜鉛の製錬残渣も原料になる。

錫は低い融点(約232℃)を持つという特性から、Sn-Pb共晶はんだ(Sn:63%、融点:184℃)として電気・電子部品産業に使用されてきた。2006年頃からは環境規制の強化に伴うEUIによる電気電子機器における特定有害物質の使用制限指令(RoHS:Restriction of Hazardous Substances)等の規制に対応するための鉛フリー化が進んでおり、純錫はんだやSn-Ag-Cu系などの鉛フリーはんだが実用化され広く用いられている。

また、錫は鉄よりイオン化傾向が小さく溶出しにくいいため、鋼板に錫をめっきしたブリキとして食缶や飲料缶などの容器、瓶のスクリュウキャップ、王冠等に利用されている。その他、錫は電子部品用めっきや塩ビ安定剤等の化成品、ITO(Indium Tin Oxide:酸化インジウムに酸化錫を添加した化合物)として知られるディスプレイ用の透明電極にも使用されている。

さらに、銅に錫と少量のリンを加えた合金であるリン青銅は、機械的な強さを持ち、ばね性、耐久性が良いことから、IC用リードフレームや通信機・計器等に使用されるばねに用いられている他、歯車や軸受けにも使用される。

錫の鋳造品は食器や花器としても利用される。また、溶融した錫の上に溶融したガラスを浮かべて製板するフロートガラス製法にも錫は利用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の錫の用途別需要は、多い順から①はんだ、②化成品、③ブリキ、④バッテリー用途、⑤その他である。⑤の出荷量は少ない。②化成品は用途が様々であるが、塩ビの安定剤(樹脂添加剤)や電子部品のめっき用である。バッテリーに鉛・錫・カルシウム合金として使用される。

2017年に、日本は供給量の約90%を輸入しているが、国内での生産には、製錬メーカーでの生産量と錫の消費会社での自家発生・自家生産量が含まれる。

世界の錫鉱石生産量と錫地金の需給を表2-1、図2-1、図2-2に示す。錫鉱石生産量では中国とインドネシア、ミャンマーの3か国で世界全体の76%を占めている。2017年の錫鉱石の生産量は、第1位の中国

が前年比106%と増加、第2位のインドネシアは前年並み、ミャンマーは2011年以降増加し主生産国の一つとなっていたが2017年は前年比62%と大幅に減少した。全体では前年比105%の371千tとなった。

2017年の錫地金生産量は中国が前年並み、インドネシアが前年比138%と増加し、全体として前年比105%の増加となった。世界需要は、中国が前年比96%であったが、日本、インドなどが前年から増加し、世界全体としては、前年並みとなった。

中国は国内需要に対応して、自国の鉱石に加えて、ミャンマーから鉱石を輸入し、錫地金を生産している。

表 2-1 世界の錫需給

												単位: 純分千t		
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
鉱石生産	中国	121	128	130	127	116	149	174	147	153	163	106%	44%	
	インドネシア	96	84	84	78	90	84	70	68	60	60	100%	16%	
	ミャンマー	1	1	1	2	5	19	35	58	95	59	62%	16%	
	ブラジル	14	10	10	11	14	17	26	19	18	18	100%	5%	
	ボリビア	17	20	20	20	20	19	20	20	17	18	103%	5%	
	ペルー	39	37	34	29	26	24	23	20	19	18	95%	5%	
	豪州	1.8	13.3	18.6	15.4	6.2	6.5	6.9	7.2	6.6	7.4	112%	2%	
	DRコンゴ	10.8	8.5	7.4	3.0	10.4	3.4	4.1	4.4	6.5	7.1	110%	2%	
	ナイジェリア	1.8	2.4	1.3	1.8	2.4	2.6	2.5	2.4	3.4	6.6	193%	2%	
	ベトナム	5.4	5.4	5.4	5.4	3.2	5.1	4.8	4.5	4.6	4.6	100%	1%	
	マレーシア	3.4	2.4	2.7	3.3	3.7	3.7	3.8	4.1	4.1	3.9	95%	1%	
	ルワンダ	2.1	3.2	2.9	5.5	3.5	3.6	4.4	3.7	2.7	3.3	125%	1%	
その他	2.5	0.6	0.9	0.6	1.1	1.1	1.4	1.3	2.7	2.3	87%	1%		
合計		316	315	318	302	301	338	375	359	392	371	95%	100%	
錫地金生産	欧州	11	11	11	12	14	13	12	11	11	13	115%	4%	
	アジア	中国	140	140	149	155	148	160	187	167	183	182	100%	50%
		インドネシア	70	65	64	73	80	63	65	67	52	72	138%	20%
		インド	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.8	4.2	-	-	-	-	-
		日本	1.0	0.8	0.8	1.1	1.1	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	100%	0%
		上記4カ国以外	57	58	65	68	64	61	58	45	42	42	101%	12%
	小計	271	268	283	301	296	289	316	281	279	298	107%	82%	
	アフリカ	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	100%	0%	
	北南米	61	57	61	56	51	54	62	54	55	52	96%	14%	
	豪州	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	合計		344	336	355	370	361	356	390	347	345	364	105%	100%
錫地金消費	欧州	66	52	57	61	50	55	60	55	56	59	105%	16%	
	アジア	中国	145	149	154	176	176	169	194	176	191	183	96%	48%
		日本	32	23	36	27	28	28	27	27	26	29	111%	8%
		インドネシア	2.3	2.3	1.4	1.2	1.2	0.6	1.2	1.2	1.2	1.2	100%	0%
		インド	8.8	9.0	10.7	10.1	10.0	10.4	11.9	8.7	9.1	10.0	110%	3%
		上記4カ国以外	54	47	54	48	44	44	42	43	45	45	100%	12%
	小計	242	231	256	262	259	252	276	256	273	269	98%	71%	
	アフリカ	2.3	2.2	2.5	3.1	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.5	112%	1%	
	北南米	42	40	51	49	45	46	52	52	50	50	100%	13%	
	オセアニア	0.4	0.3	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.2	0.3	139%	0%	
合計		353	325	367	377	357	357	391	365	382	381	100%	100%	

出典: World Bureau of Metal Statistics(WBMS)「World Metal Statistics Yearbook 2018」

※その他はWBMSの生産量合計と各国合計値の差分

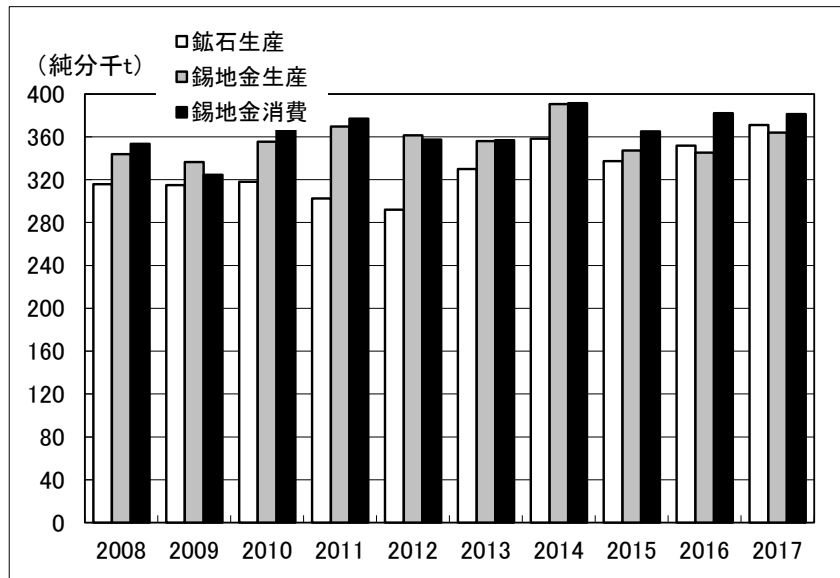


図 2-1 世界の錫需給

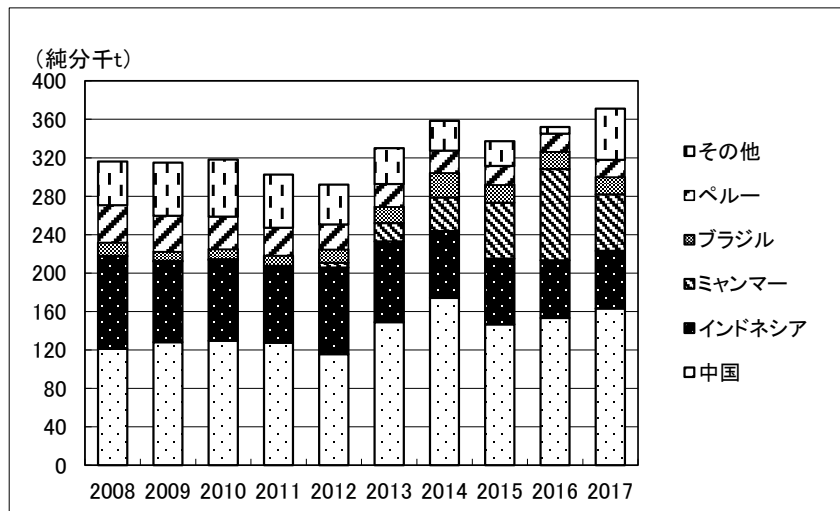


図 2-2 世界の錫鉱石生産量

2-2国内の需給動向

錫の国内需給を表 2-2 に示す。2017 年の国内錫供給量は、前年比 110%の 31,160t となった。輸入量は、供給量の 90%に相当する 28,092tであった。

錫の供給量は 2006 年の 41,658t をピークに大きく減少し、2011 年から 2017 年までは、28,000～31,000t の範囲で推移している。錫の主要需要分野であるはんだは、国内エレクトロニクス産業の不調や電子部品の小型化等の影響や、はんだメーカーの国外生産により、国内の錫供給量・需要量ともに伸び悩んでいたが、2017 年は錫の国内供給量及び需要は前年に比べ増加した。ブリキ向けの需要は横ばいだったが、はんだ向けの需要が好調であった。また錫の内需が増加したことで、輸出量は減少した。

表 2-2 錫の国内需給

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	単位: 億円 17/16比
供給	生産 ¹⁾	在庫	1,571	1,582	1,103	1,139	1,311	1,378	1,456	1,324	1,349	1,399	104%
		生産	956	757	841	947	1,133	1,786	1,744	1,688	1,620	1,624	100%
		国内発生	206	140	209	208	205	310	286	274	96	45	47%
		小計	2,732	2,479	2,153	2,294	2,649	3,474	3,486	3,285	3,064	3,069	100%
	輸入(素材) ²⁾		31,995	22,398	35,882	27,312	27,549	27,512	25,727	25,769	25,240	28,092	111%
	合計		34,727	24,877	38,035	29,606	30,199	30,986	29,213	29,054	28,304	31,160	110%
需要	内需 ¹⁾		6,897	4,983	6,480	6,613	5,886	6,122	6,146	5,573	5,227	5,756	110%
	輸出(素材) ²⁾		1,209	1,229	1,009	1,125	1,002	1,012	1,393	1,195	1,088	872	80%
	合計		8,106	6,212	7,489	7,738	6,888	7,134	7,539	6,768	6,315	6,629	105%
供給－需要			26,621	18,665	30,546	21,868	23,311	23,852	21,674	22,286	21,989	24,531	112%

出典: 1) 経済産業省資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」

2) 財務省貿易統計

純分換算率(2008年以前): 塊(電気錫)100%、酸化錫83%、合金塊65%

純分換算率(2009年以降): 塊(電気錫)100%、酸化錫83%、合金塊90%

※素材は塊(電気錫)、合金塊、くず、酸化錫による。

※生産の項目での「生産」とは、生産会社での錫の生産量を示し、「国内発生」とは錫を消費する会社での自家発生・自家生産量を示す。

国内の用途分野別需要量に関する統計がないため、需要の全体は把握できておらず、表 2-2 では需要量が供給量に比べて少なくなっているが、需要量は供給量とほぼ同じと推定される。用途別では、はんだ 50～60%、ブリキ 20%、その他 20～30%とみられている。

はんだは鉛系と非鉛系に分類されるが、EUにおける電気電子機器における特定有害物質の使用制限指令(RoHS: Restriction of Hazardous Substances)などの環境規制に対応するため、はんだの鉛フリー化が進み、自動車などの一部用途(エンジン等の接合部分は安全性が重視され、安定性のよい Sn-Pb 系が使用されている)を残して大部分が非鉛系に置き換わった。非鉛系では Sn-Ag-Cu 系(Sn96.5%)を主体に、Sn-Zn 系、Sn-Cu 系、Sn-Sb 系などが使用されている。

ブリキは食缶や飲料缶、一斗缶などに使用されている。食缶は需要自体が安定しているため大きな変動は見られない。飲料缶はブリキのほかティンフリースチール(TFS)も使用されているが、スチール缶の一部は輸送コストが安く利便性の高いアルミ缶に置き換わっている事例もみられる。

錫の用途としては上記の他に伸銅品、青銅铸件・軸受合金、電線、ガラス製造プロセス、ITO(透明電極)、化成品、ATO(熱線カット塗料)などがある。

3. 価格動向

錫地金の LME 価格を図 3 に示す。2017 年 1 月の LME 価格月平均は 20,750\$/t で始まり、2 月は 19,518\$/t に低下し、その後、緩やかに上昇し、9 月に 20,855\$/t となった。10 月から価格は減少し、12 月は 19,440\$/t となった。

2017 年の LME 価格は、1 年を通して安定していた。その理由としてはインドネシアが錫を安定生産できたことが主な要因である。

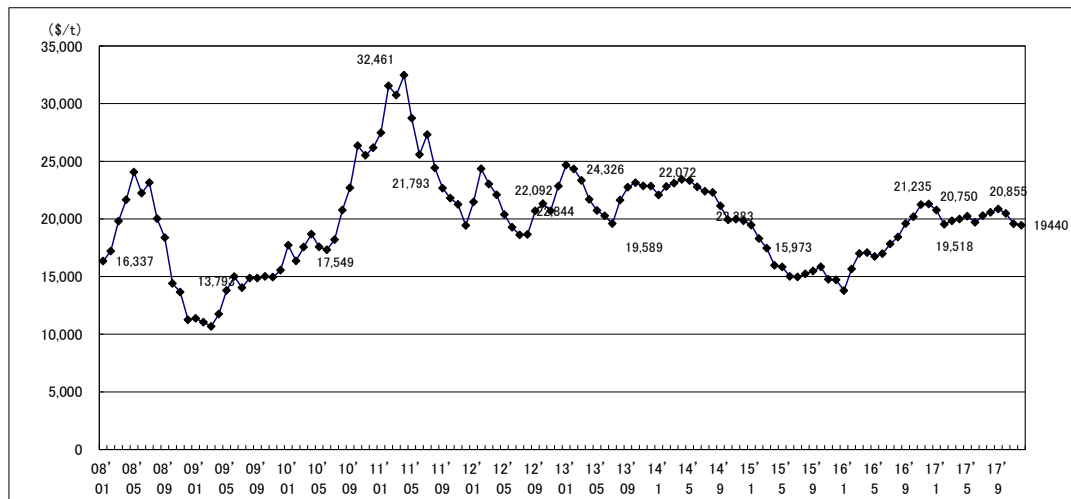


図 3 錫地金の LME 価格(月平均)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

錫の輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に示す。2017 年の錫の輸入総量(素材と製品の合計)は前年比 110%の 28,601t、輸出総量は前年比 78%の 2,879t となった。輸入では塊、合金塊、酸化錫、製品(棒、形材、線)が増加し、くずは前年比 23%と大きく減少した。輸出は酸化錫のみ前年比 162%と大きく増加したが、その他の素材、製品とも前年から減少した。

2017 年の錫塊(錫地金)の輸入量の増加の理由としては、国内で生産が好調で、電気自動車(以下、EV)向けのはんだ需要が増加したことが挙げられる。さらに、インドネシアから錫地金の供給が十分にあったことも一因である。

表 4-1 錫の輸出入数量

単位: 純分t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	塊	輸入	31,491	22,020	35,270	26,667	27,096	27,194	25,475	25,521	24,936	27,836	112%
		輸出	281	273	371	626	514	624	263	418	393	349	89%
	合金塊	輸入	249	139	209	296	100	28	70	21	30	46	156%
		輸出	782	717	486	458	449	364	355	553	658	489	74%
	くず	輸入	137	107	145	43	10	40	20	53	116	27	23%
		輸出	146	240	152	41	40	125	775	224	37	34	90%
	酸化錫	輸入	119	132	259	305	343	258	162	175	158	182	115%
		輸出※	2,125	1,969	2,145	2,068	2,024	1,880	1,887	1,761	2,086	3,384	162%
	小計	輸入	31,995	22,398	35,882	27,312	27,549	27,512	25,727	25,769	25,240	28,092	111%
		輸出	1,209	1,229	1,009	1,125	1,002	1,012	1,393	1,195	1,088	872	80%
		輸入－輸出	30,786	21,169	34,873	26,187	26,547	26,500	24,334	24,574	24,152	27,219	113%
製 品	棒・形材・線	輸入	989	544	863	703	520	621	402	331	297	315	106%
		輸出	1,261	799	1,122	1,191	1,209	1,121	1,048	881	932	885	95%
	その他製品	輸入	297	213	257	384	257	752	624	526	414	195	47%
		輸出	1,350	1,242	1,095	915	1,012	1,117	1,309	979	1,675	1,121	67%
	小計	輸入	1,286	757	1,120	1,087	778	1,373	1,027	857	710	510	72%
		輸出	2,611	2,041	2,217	2,106	2,221	2,238	2,357	1,860	2,607	2,007	77%
		輸入－輸出	-1,324	-1,284	-1,097	-1,019	-1,443	-864	-1,330	-1,003	-1,896	-1,497	79%
合計	輸入	33,281	23,155	37,002	28,399	28,327	28,885	26,734	26,627	25,950	28,601	110%	
	輸出	3,820	3,270	3,226	3,231	3,223	3,249	3,750	3,055	3,695	2,879	78%	
	輸入－輸出	29,461	19,885	33,776	25,168	25,104	25,535	22,984	23,571	22,255	25,722	116%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率(2008年以前): 鉱石79%、塊100%、合金塊65%、酸化錫83%、棒・形材・線100%、その他製品100%

純分換算率(2009年以降): 鉱石79%、塊100%、合金塊90%、酸化錫83%、棒・形材・線100%、その他製品100%

※酸化錫の輸出HSコード2825.90000はその他無機塩基、金属酸化物、金属水酸化物及び金属過酸化物の合計であるため正確な酸化錫のみの輸出量ではないことから素材の合計には反映させていない(輸入は酸化錫のみ)。

※素材は塊、合金塊、くず、酸化錫、製品は棒・形材・線、その他製品による。

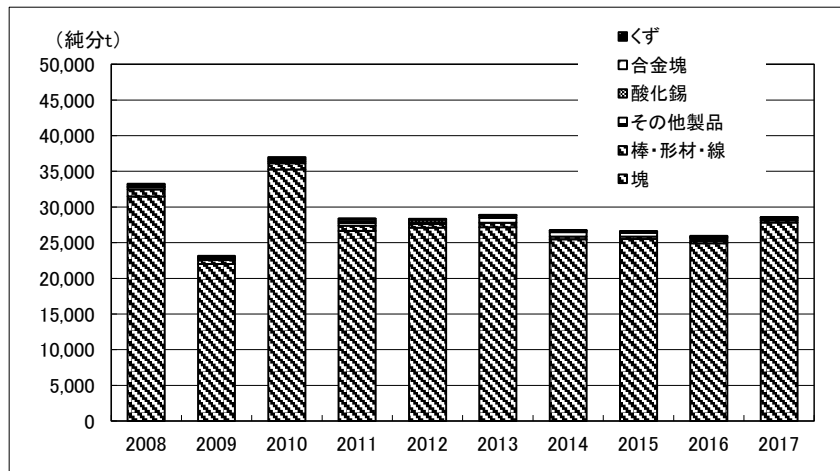


図 4-1 錫の輸入数量

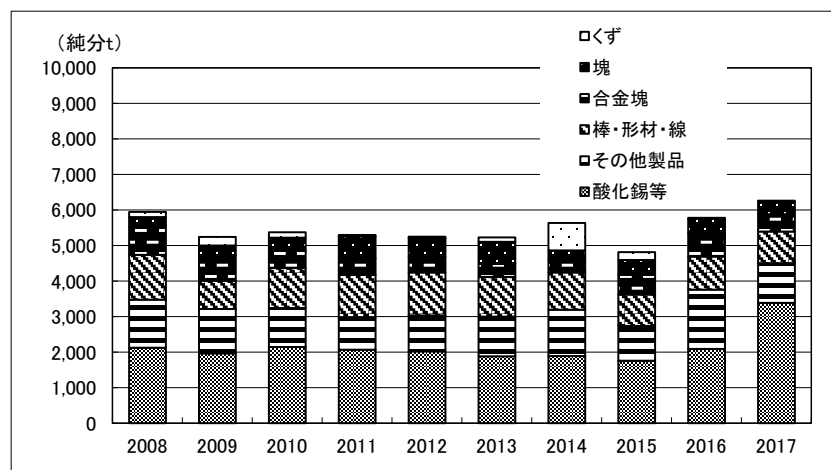


図 4-2 錫の輸出数量(酸化錫の推定値を含む)

4-2.輸出入相手国

4-2-1.塊

錫地金の輸入相手国を表 4-2、図 4-3、図 4-4 に示す。2017 年の錫地金の主な輸入相手国はインドネシア、マレーシア、タイである。インドネシアからの輸入量は前年比 109%の 14,557t、マレーシアからは同 108%の 4,041t となった。タイからの輸入量も同 123%の 3,077t と増加したが、2013 年の 8,876t には及ばない。タイは、インドネシア政府による規制に伴い、原料調達が困難になりつつあり、生産量が減少しているとみられる。

輸出量は全体で前年比 89%の 349t となっており、1 位のフィリピンへの輸出が前年比 73%の 83t と減少した。主な輸出相手国はフィリピン、中国、ベトナム等である。

表 4-2 塊の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	インドネシア	11,864	13,484	16,281	12,588	14,882	12,274	10,164	13,420	13,363	14,557	109%	52%
	マレーシア	6,047	2,286	5,109	2,658	2,195	2,432	3,643	3,670	3,732	4,041	108%	15%
	タイ	9,975	5,658	11,598	9,151	8,107	8,876	5,811	4,184	2,492	3,077	123%	11%
	台湾	10	20	0	20	0	144	775	1,517	1,825	1,911	105%	7%
	ペルー	-	-	-	-	-	440	2,542	1,091	1,522	1,281	84%	5%
	その他	3,594	572	2,282	2,251	1,912	3,029	2,542	1,640	2,003	2,970	148%	11%
	合計	31,491	22,020	35,270	26,667	27,096	27,194	25,475	25,521	24,936	27,836	112%	100%
輸出	フィリピン	116	28	62	94	111	114	31	195	113	83	73%	24%
	中国	6	94	35	35	60	32	50	50	82	64	78%	18%
	ベトナム	9	7	21	19	112	142	14	7	43	48	112%	14%
	インドネシア	26	6	11	111	10	20	13	20	27	42	156%	12%
	マレーシア	6	47	36	191	22	35	22	37	28	41	148%	12%
	タイ	90	79	119	82	109	106	80	65	46	31	67%	9%
	台湾	-	0	-	53	55	78	21	-	14	-	-	-
	その他	27	12	89	41	35	96	33	44	40	41	103%	12%
	合計	281	273	371	626	514	624	263	418	393	349	89%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:塊100%

2017年輸入:その他にボリビア(960t)、ベトナム(563t)を含む

2017年輸出:その他に韓国(21t)を含む

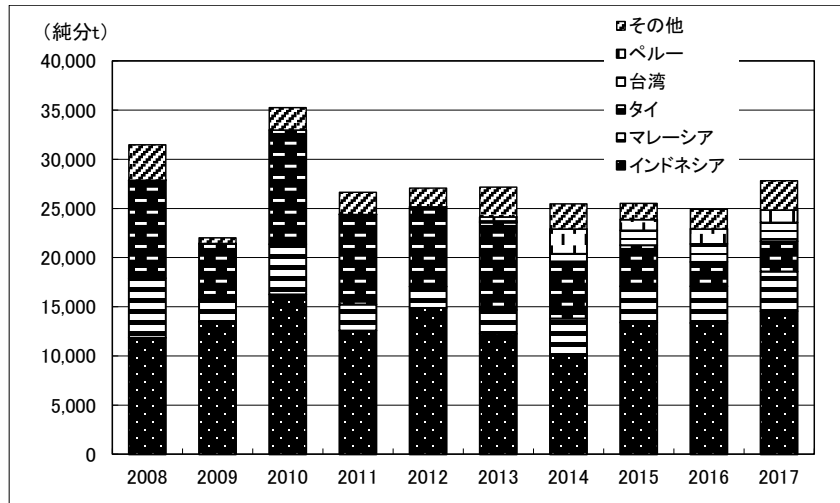


図 4-3 塊の輸入相手国

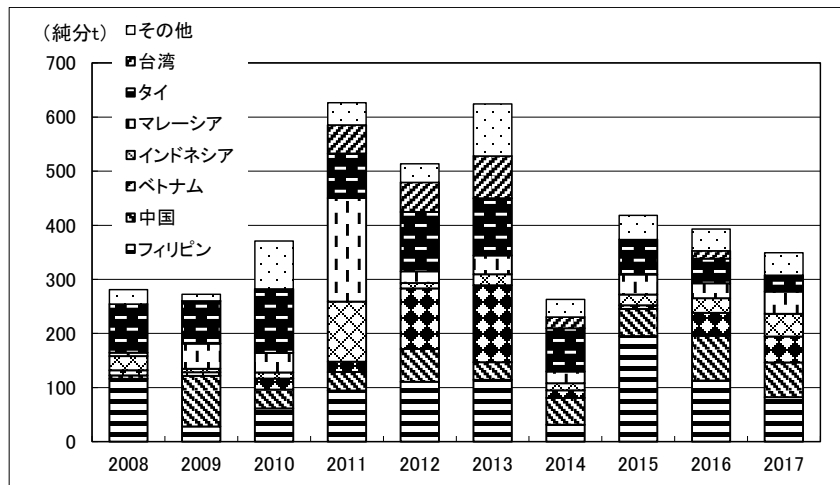


図 4-4 塊の輸出相手国

4-2-2.合金塊

合金塊の輸出入相手国を表 4-3、図 4-5、図 4-6 に示す。合金塊の 2017 年の輸入量は前年比 156% の 46t、輸出量は前年比 74% の 489tとなった。合金塊の主な用途ははんだであるが、合金塊の輸入量は、2011 年以前に比べ、低い水準となっている。

表 4-3 合金塊の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	韓国	1	13	3	49	37	0	26	6	24	41	174%	89%
	米国	48	44	57	76	17	14	39	8	6	4	76%	9%
	タイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2%
	マレーシア	42	64	69	46	38	10	5	4	1	-	-	-
	ロシア	0	-	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-
	その他	157	18	81	126	9	3	0	2	0	0	-	0%
	合計	249	139	209	296	100	28	70	21	30	46	156%	138%
輸出	台湾	111	140	90	39	36	26	90	119	265	160	60%	33%
	フィリピン	385	232	190	178	163	110	103	136	137	121	88%	25%
	ベルギー	-	-	10	11	14	36	3	-	20	68	334%	14%
	タイ	4	4	8	12	11	11	13	27	24	35	146%	7%
	マレーシア	15.0	4.2	1.4	1.4	6.9	19	17	50	66	33	51%	7%
	中国	71	146	87	114	135	110	48	44	19	26	133%	5%
	韓国	70	102	22	7	0	0	37	31	21	22	103%	4%
	米国	4	14	40	41	33	27	23	41	15	11	69%	2%
	グレーの以下	122	74	37	54	51	23	21	106	89	13	15%	3%
	合計	782	717	486	458	449	364	355	553	658	489	74%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率（2008年以前）：65%

純分換算率（2009年以降）：90%

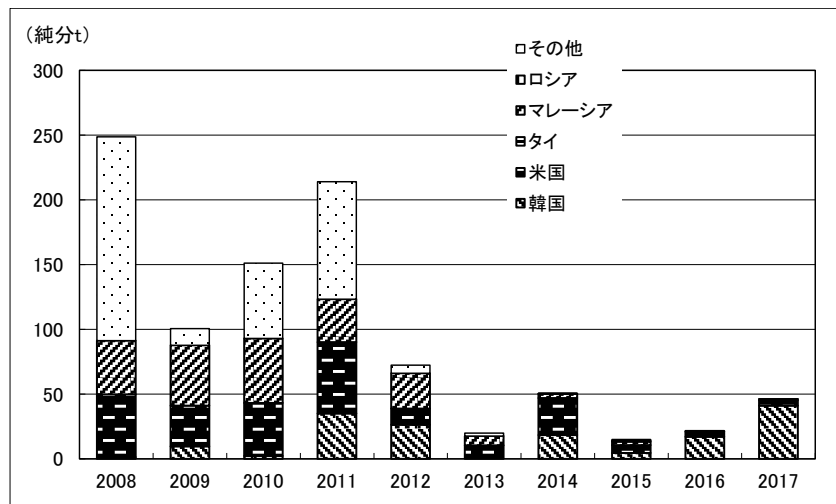


図 4-5 合金塊の輸入相手国

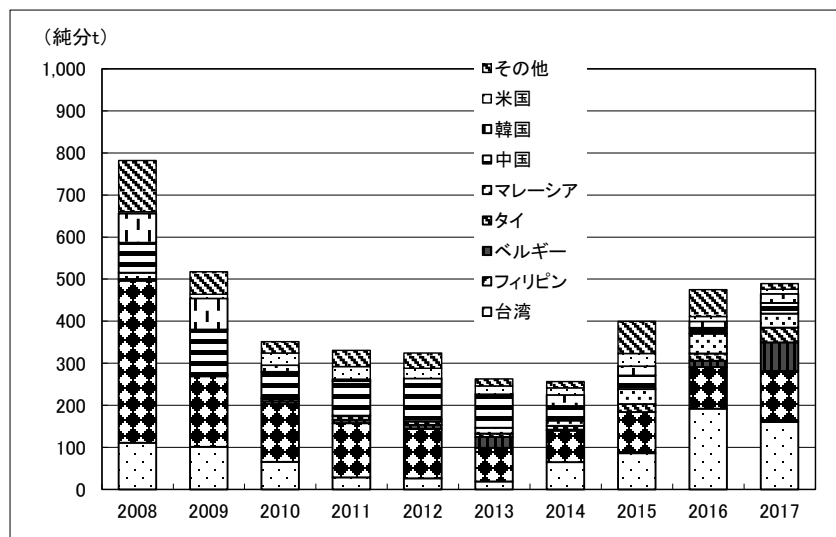


図 4-6 合金塊の輸出相手国

4-2-3.酸化錫

酸化錫の輸入相手国を表 4-4、図 4-7 に示す。2017 年の輸入量は前年比 115%の 182t と増加した。輸入量のうち 69%が中国からの輸入であり、その他にはイタリア、英国、米国から輸入している。

表 4-4 酸化錫の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	88.2	120.7	237.0	264.1	303.9	240.5	131.0	141.1	105.0	125.2	119%	69%
	イタリア	0.0	-	0.3	14.4	11.6	10.7	26.6	27.7	47.0	44.1	94%	24%
	英国	0.6	0.3	0.4	0.9	4.3	5.9	3.2	3.1	3.7	12.5	337%	7%
	米国	-	-	-	0.4	0.4	0.8	0.7	3.0	2.1	0.4	20%	0%
	その他	29.7	10.8	21.1	25.3	22.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-	0%
	合計	118.6	131.8	258.8	305.1	342.6	257.9	162.0	174.9	157.8	182.2	115%	100%
輸出※	台湾	587	281	235	290	214	222	165	203	228	954	419%	28%
	韓国	386	731	864	881	941	723	709	746	741	939	127%	28%
	中国	334	130	94	159	134	182	415	267	159	604	379%	18%
	米国	72	188	241	336	282	271	326	252	422	344	82%	10%
	香港	34	11	144	70	102	113	58	28	19	170	897%	5%
	タイ	236	118	77	53	62	48	60	39	51	37	71%	1%
	その他	476	510	491	278	288	321	153	227	465	336	72%	10%
	合計	2,125	1,969	2,145	2,068	2,024	1,880	1,887	1,761	2,086	3,384	162%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：酸化錫83%

※酸化錫の輸出HSコード2825.90000はその他無機塩基、金属酸化物、金属水酸化物及び金属過酸化物の合計であるため正確な酸化錫のみの輸出量ではないことから参考値として記載（輸入は酸化錫のみ）

2017年輸出：その他にインド(93t)、インドネシア(79t)を含む

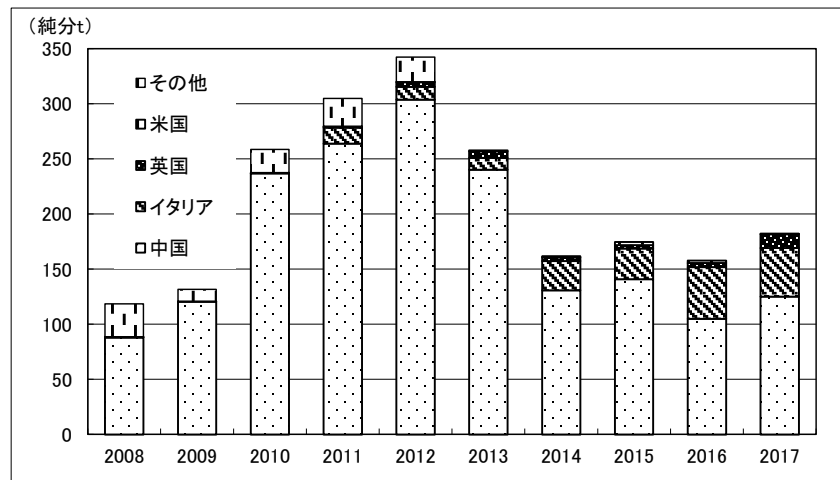


図 4-7 酸化錫の輸入相手国

4-3.輸出入価格

錫の平均輸出入価格を表 4-5、図 4-8、図 4-9 に示す。2017 年の平均輸入価格は合金塊のみが前年比 76%と下がったが、その他の素材、製品の平均輸入価格は上昇した。また、2017 年の平均輸出価格は、塊、合金塊、製品の価格が上昇した一方、くずと酸化錫の価格が低下した。

表 4-5 錫の平均輸出入価格

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塊	輸入	19,686	13,793	19,247	27,577	21,378	22,621	22,859	17,239	17,608	20,722	118%
		輸出	25,737	17,409	25,383	30,758	25,263	25,624	26,363	20,434	27,949	33,405	120%
	合金塊	輸入	28,485	38,506	30,291	30,023	28,790	39,121	43,438	42,845	28,412	21,592	76%
		輸出	20,493	10,462	20,164	30,548	29,555	27,547	24,634	14,825	17,785	19,113	107%
	くず	輸入	6,444	6,086	16,569	21,606	8,452	12,728	15,136	8,641	7,649	13,612	178%
		輸出	4,611	4,755	6,156	9,521	11,377	8,377	10,803	5,739	9,866	8,837	90%
製品	酸化錫	輸入	15,516	14,548	19,263	27,319	21,659	22,698	23,253	17,541	18,484	22,114	120%
		輸出	12,405	13,101	15,009	20,372	17,794	18,306	18,065	15,235	14,082	10,037	71%
	棒・形材・線	輸入	21,265	14,669	19,896	29,052	23,423	24,278	24,975	19,595	19,385	22,531	116%
		輸出	24,780	21,869	28,787	36,923	29,257	26,690	26,105	21,146	20,273	25,909	128%
	その他製品	輸入	19,075	20,194	17,953	21,071	29,184	12,346	13,018	13,144	15,162	28,851	190%
		輸出	32,174	28,392	36,744	44,816	38,163	36,047	36,747	31,804	18,299	32,264	176%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

※酸化錫の輸出HSコード2825.90000はその他無機塩基、金属酸化物、金属水酸化物及び金属過酸化物の合計であるため正確な酸化錫のみの輸出量ではないことから素材の合計には反映させていない（輸入は酸化錫のみ）。

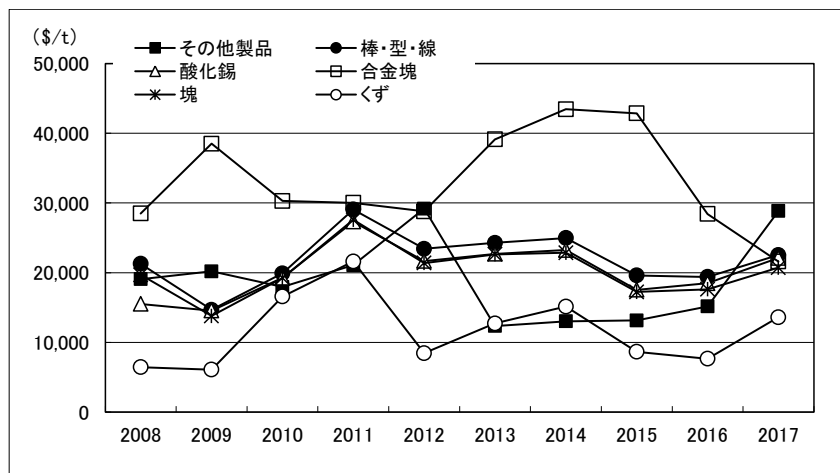


図 4-8 錫の平均輸入価格

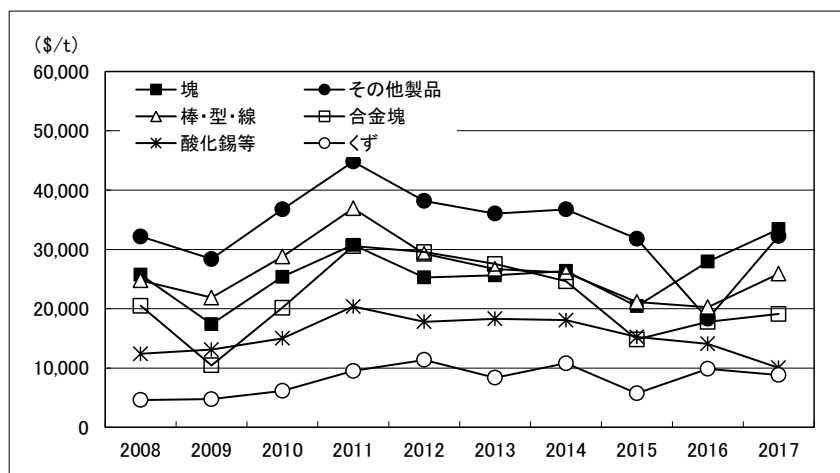


図 4-9 錫の平均輸出価格

5.リサイクル

錫のリサイクル率を表 5 に示す。2017 年の錫リサイクル量ははんだ等からの回収が 2,030t であり、リサイクル率は 7%と前年より 1 ポイント低下した。

リサイクル率	$\text{＝（使用済み製品からのリサイクル量）／（見掛消費量）}$
見掛消費	$\text{＝（国内発生量）＋（原料・素材の輸入量）－（原料・素材の輸出量）}$

※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※原料は鉱石、素材は塊、合金塊、くず、酸化錫の合計値。

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。

表 5 錫のリサイクル率

			単位：純分						
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	国内発生	製錬残渣等からの発生量 ¹⁾	208	205	310	286	274	96	45
		リサイクル(はんだ、錫合金、その他)※ ³⁾	2,383	1,669	2,153	2,335	2,128	2,089	2,030
	輸入(原料・素材)－輸出(原料・素材) ²⁾		26,231	26,644	26,500	24,413	24,722	24,326	27,342
	合計①		28,822	28,518	28,964	27,034	27,124	26,511	29,417
リサイクル量	リサイクル(はんだ、錫合金、その他)※ ³⁾		2,383	1,669	2,153	2,335	2,128	2,089	2,030
	合計②		2,383	1,669	2,153	2,335	2,128	2,089	2,030
リサイクル率 ②／①			8%	6%	7%	9%	8%	8%	7%

出典：1)経済産業省資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」

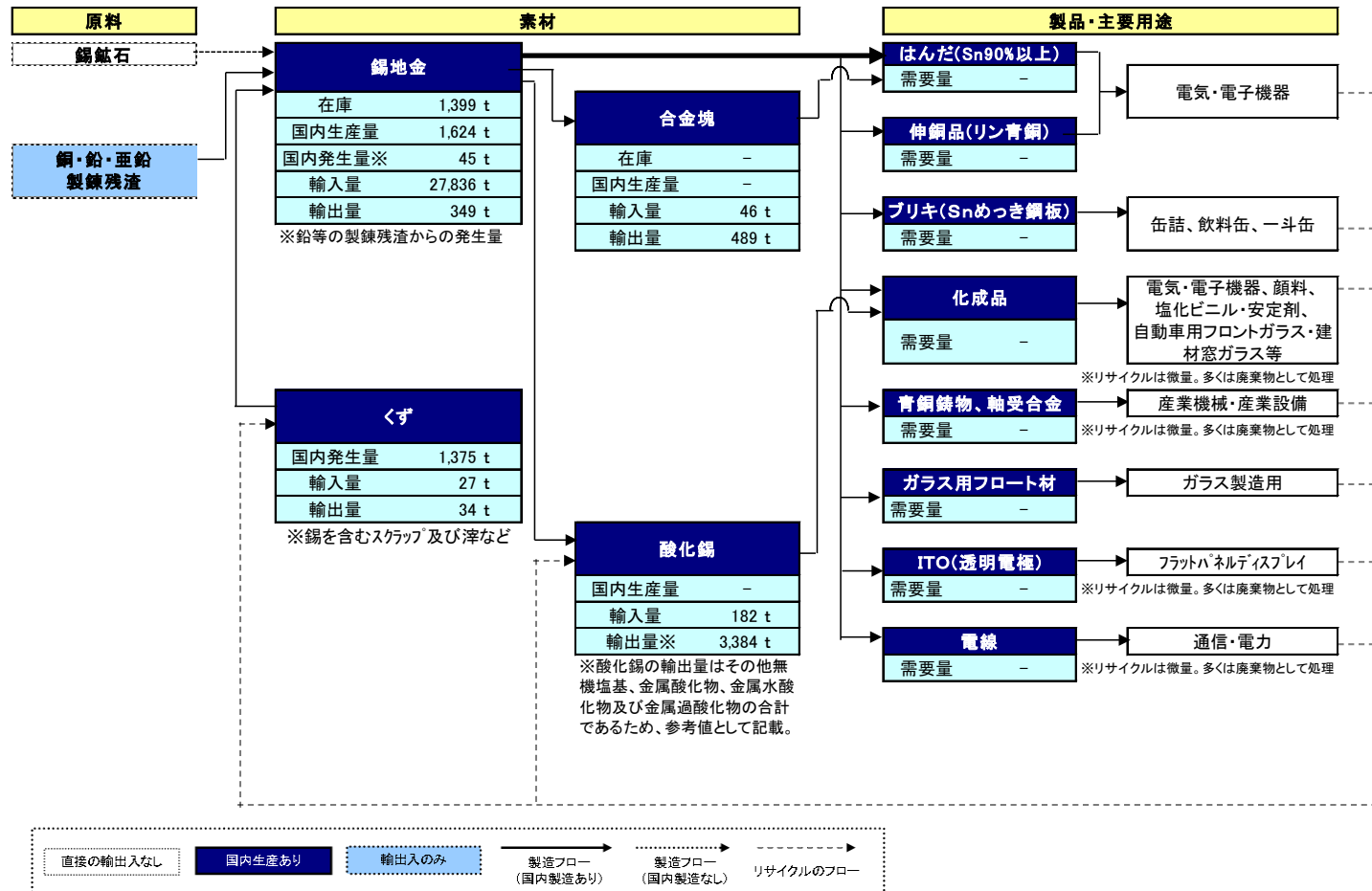
2)財務省貿易統計

3)触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書2016(平成28年)年度分」

※純粋な錫スクラップのみのリサイクル率であり、青銅鋳物や軸受合金等のリサイクルは含まれていない。

6.マテリアルフロー

錫のマテリアルフロー(2017 年)



※純分換算率:電気錫100%、くず100%、合金塊65%、酸化錫83%

※国内では錫鉱石の輸出入はないが、海外では錫鉱石から地金が製造されることが多い

注)「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」:四捨五入して表の最小単位未満である。

白金族 PGM

【用途】自動車排ガス触媒、燃料電池、宝飾品等に使用

白金族(以下 PGM)は、プラチナ、パラジウム、ロジウムのほかイリジウム、ルテニウム及びオスミウムの 6 元素が存在し、同一の鉱床から産出される。PGM の代表的元素であるプラチナは、全ての元素のうち、最も高い耐酸性、安定性、高い活性を有する元素の一つである。この特性を利用し、自動車排ガス浄化触媒や自動車エンジンのスパークプラグ、燃料電池の電極、接触改質用触媒等に使用される。また希少性や美しさから指輪・ネックレス等の宝飾品に使用され、また投資用需要等にも使用されている。

【プラチナの特性】

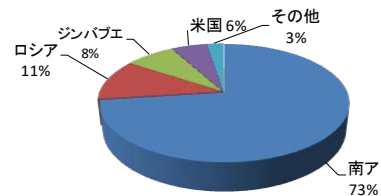
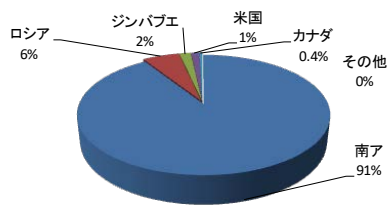
- ・化学的に不活性で坩堝や触媒に利用
- ・酸化されにくく、融点が 1772℃ と高い
- ・王水以外溶けにくい

【資源国と消費国】

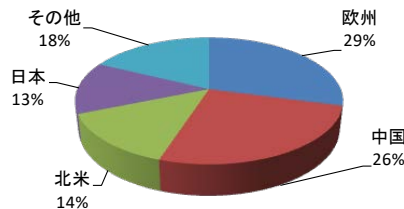
【国名、構成比(%)】(2017 年世界計) 出典: USGS2018、Johnson Matthey2018

国別 PGM 埋蔵量 (合計 69,000 マテリアルト)

国別プラチナ生産量(合計 190 純分t)

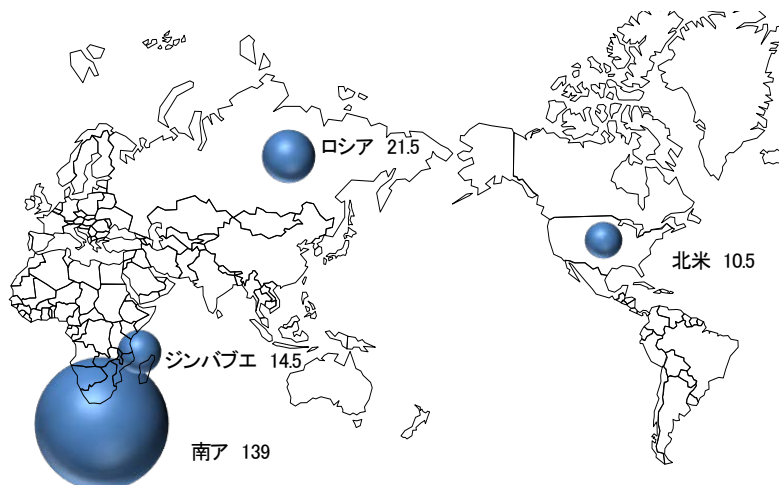


地域別プラチナ需要量(合計 247 純分 t)



【世界の主要プラチナ生産国】国名、国別生産量(純分 t、2017 年間値)、出典: Johnson Matthey2018

南ア、ロシアが 2 大生産国

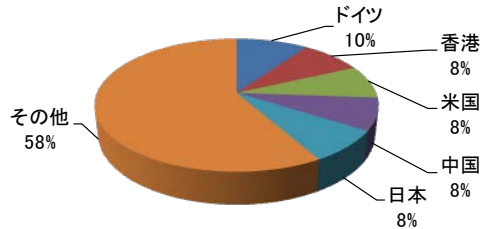


【貿易概況】プラチナについて日本は、約 8 割を南アフリカから輸入

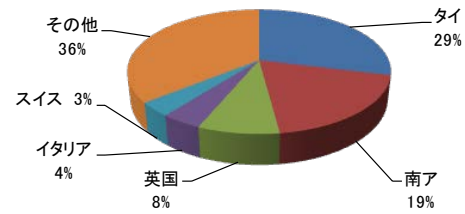
出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

プラチナ主要輸入国(2017 年合計 547.6 純分 t)

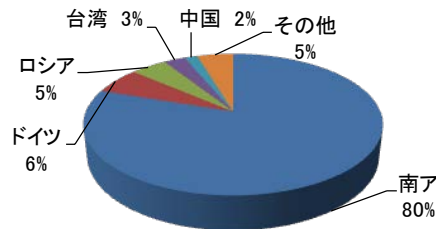


プラチナ主要輸出国(2017 年合計 631.純分 t)

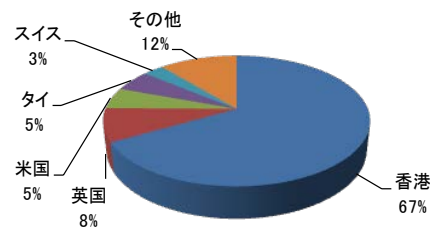


■日本

プラチナ主要輸入相手国(2017 年合計 47.3 純分 t)



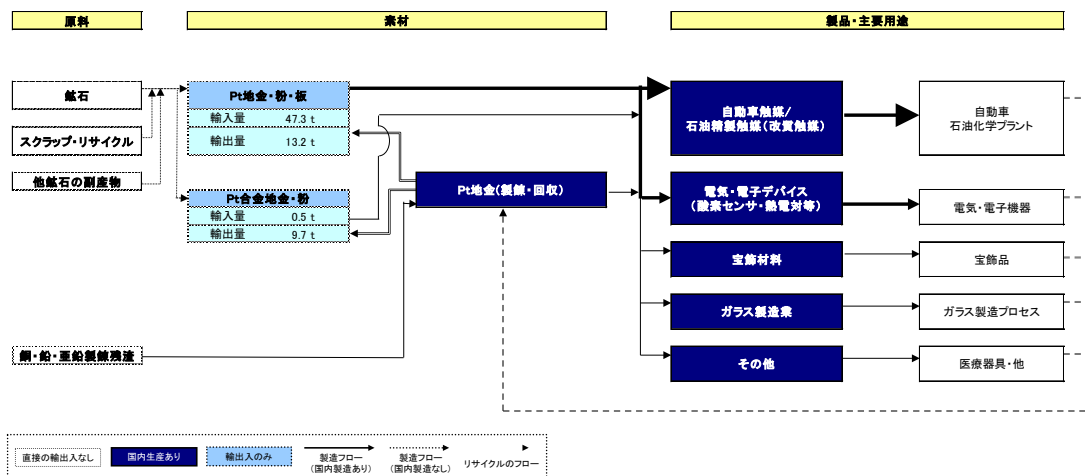
プラチナ主要輸出相手国(2017 年合計 13.2 純分 t)



【鉱石から製品まで】 主要な用途は自動車用排ガス等の触媒。使用済触媒等は、リサイクルされている。

出典: 財務省貿易統計、資源エネルギー庁貴金属統計

プラチナのマテリアルフロー(2017 年)



【概要】

- ・2017 年のプラチナ需要は、中国ではプラチナ宝飾品が 18 金等の宝飾品に市場シェアを奪われ、また投資需要の急減により鈍化した。世界全体の需要の 4 割を占める自動車触媒市場が堅調であったことと化学工業及びガラス工業分野でのプラチナ使用量が増加したことからわずかな減少に留まった。
- ・パラジウムとロジウム需要は、両者ともに自動車触媒市場で約 8 割を占めている。プラチナを主体とする三元触媒からパラジウム主体の触媒に移行してパラジウム使用量が最高水準に達し、2017 年末には、パラジウム価格がプラチナ価格を上回る結果となった。国内の自動車用触媒もディーゼル車離れとガソリン車シフトが進み、パラジウム需要が堅調に拡大した。
- ・ロジウムに関しては、世界のガソリン車生産台数が増えたこと、北米の自動車における触媒充填量が増えたこと、さらに化学分野やガラス工業の新規需要開拓によりロジウム使用量が回復したことなどから、ロジウム価格が 2017 年末には 5～6 年前の価格に回復した。

1.特性・用途

白金族(以下 PGM)としては、プラチナ、パラジウム、ロジウムのほかに、イリジウム、ルテニウム及びオスミウムの 6 元素があり、物理的性質や化学的性質が互いによく似ている。

いずれも貴金属で、水とは反応せず酸や塩基に侵されにくい。周期が異なる元素同士でも原子半径や電子分布が近いのはランタノイド収縮によるところが大きい。金属そのもの又は錯体に、触媒として有用なものが数多い。

プラチナの地殻存在概量を示すクラーク数は 5ppb 相当で 74 番目、マンタルの平均値でも 8～9ppb と存在量は極めて少ない。鉱山は、大きく分けて白金族中心でかつ比較的含有率の高い、南ア、ジンバブエ、米国そして銅やニッケルの副産物として採掘しているロシア、カナダに二分される。資源量が豊富な鉱山の多くは、南ア北東部のブッシュフェルト貫入岩体に存在する。それらの鉱山では、4E(プラチナ、パラジウム、ロジウム、金の合計)の品位が 3～7ppm の鉱石を採掘し、粉碎・磨鉱・浮遊選鉱で 4E 100～600ppm の精鉱を作り、電気炉で製錬しマットを製造した後、精錬処理(不純物であるベースメタルを取り除く)を経て、各白金族の元素別に分離・精製されている。また、二次原料として廃自動車触媒や使用済み基板からのリサイクル品の利用が行われている。

プラチナは、融点が高く、耐食性に優れ、化学的に安定していて酸化しにくい特性を保有し、亜硫酸ガスには高温でも侵されないが、塩素とは、高温で反応し塩化物を作る。王水以外溶けにくい。宝飾用や医療用としての用途の他に、自動車用排ガス触媒として必要不可欠な材料として広く利用されており、現在はディーゼル車用触媒に主に使用される。その他に石油精製用触媒や、電気・電子デバイス用として酸素センサーやプラグ、熱電対の電極、スパッタリングターゲット材や単結晶用坩堝としての需要もある。また耐熱強度も強く、ガラスに対する化学反応性が低いことから、ガラス瓶以外の製造プロセス中で坩堝や耐食部材として使用されている。

パラジウムは、耐酸性が白金族の中でもっとも弱い、体積の約 935 倍の水素を吸収する水素吸蔵能力に優れている。自動車用排ガス触媒として重要な材料であり、現在はガソリン車用触媒に主に使用される。その他に化学触媒、歯科用材料、電子回路用配線パターン、宝飾用など幅広く使用されている。

ロジウムは、地殻中の存在量がわずか 0.1ppb。非常に硬度の高い元素で、その安定性や耐酸性は他の PGM と比較しても著しく高く、変色しにくい特性を保有し、強度を増すために合金として利用されている。

また、自動車用排ガス触媒の他に、石油精製触媒、熱電対電極などに使用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

2013年 Johnson Matthey 社と Anglo American Platinum 社の関係が見直されたため、Johnson Matthey 社の調査報告書『PLATINUM』は、『PLATINUM 2013』を最後に非公開となった。2014年5月、Johnson Matthey 社は PGM の需給を取りまとめた「PGM Market Report May 2014」を公表、以後、毎年11月と5月に同 Report が公表されるようになった。(以下、PGM の世界需給統計は Johnson Matthey の「PGM Market Report May 2018(“JM 統計”)」による。)

プラチナの世界需給動向を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界のプラチナ供給量は前年比 101% の 251t (生産量は前年と同値の 190t、回収量は前年比 102% の 61t) であった。また、需要量は前年比 97% の 248t であった。

プラチナの主要供給国は、南ア、ロシアである。全体の供給量の 73% を占める南アは、JM 統計によると同国最大のプラチナ採掘事業のうち、Sibanye-Stillwater 社の Rustenburg platinum mine 鉱山と Impala Platinum 社の Rustenburg lease mining Area 鉱山の 2 か所では増産となり、Mogalakwena 露天鉱 (Anglo American Platinum 社) も前年に続いて記録的な業績を達成したが、南アの事業環境は厳しく、安全管理上の操業停止と社会の混乱が主因となり、採掘作業が断発的に中断する状況が続いていると報じられている。

南アからの供給は、2017 年には前年比 102% の 139t となり、前年と異なりロシア、ジンバブエが減少した分補完する状況となった。また、ロシアでは在庫販売量と砂鉱床の生産量が減少して出荷量が減少した。

需要に関しては、欧州、中国、北米、日本の順となっている。2017 年は欧州が前年比 95%、中国が前年比 98%、日本が前年比 75% と前年比減で、北米は前年と同値であった。2015 年に世界全体に占める構成比が最大であった中国は、宝飾品メーカーの原材料の比率においてリサイクルが大きな比率を占めるようになったこともあったが、2 年連続で欧州に次いでいる。

プラチナ需要で最も多い需要先はディーゼル車用排ガス触媒であり、全体需要量の 41% を占める。2017 年の自動車触媒のプラチナ需要量は前年比 98% の 102t であった。

JM 統計の記載によれば、2017 年の世界の小型ディーゼル (Light Duty Diesel: LDD) 車生産台数は、欧州では小幅の減少したものの、2% 増 (約 996 万台) であり 4 年連続の増加となったと報じられている。

自動車用排ガス触媒に次いで需要量が多い宝飾用は、全体需要量の 29% を占める。2017 年の宝飾用需要量は前年比 94% の 71t であった。

JM 統計によると中国におけるプラチナ宝飾品は、18 金等の宝飾品に市場を奪われたため、宝飾加工需要が減少し、前年同様、買い替え需要が多く、量り売りのため、価格が下がると買い替え需要が減少する傾向にあり、さらに中国政府の反腐敗運動により贅沢な接待や贈り物が禁止されたことによる影響で、プラチナ宝飾需要が減少したと報じられている。一方、2017 年の投資需要も前年比 58% の 11t と大幅に減少した。

化学分野のプラチナ需要は、前年比 105% の 16t で増加した。化学用途の大半は、中国が最大のプラチナ消費国となっており、2017 年には、石油精製セクターへの設備投資も旺盛に進め、「一帯一路」政策の下で奨励されている中国企業による海外市場投資もプラチナ需要に大きく貢献した。

JM 統計によると化学用途において、プラチナは化学製品の製造過程で触媒という形をとっていることが多く、大半のプラチナは、最初に充填する触媒を購入するプラント建設時に購入され、それ以降は「補充」用に少量を必要とするに過ぎない。したがって、プラチナ需要が 2017 年に特に化学セクターで旺盛だったのは、パラキシレン生産設備が世界のその他の地域で拡充され、プロピレン脱水素プラントが中国で新設されたためであると報じている。さらに 2018 年には、欧州のディーゼル車の平均充填量が減少するため、自動車触媒でのプラチナ使用量も引き続き相応に減少すると同時に、中国の宝飾加工需要も 5 年連続で減少すると予想されるが、これを補う以上に増加するのが産業用途で、需要は史上最高水準となった昨年の水準を上回るであろうと報じている。

ガラス製造においては、前年比 150% の 11t で 2011 年以来 6 年ぶりの高水準に達した。これは、主要西欧諸国の経済活動が加速し中国の経済成長も重なり、繊維強化プラスチックの需要が世界的に急成長し、これが刺激となり、中国を中心としてガラス繊維 (ファイバーガラス) の生産設備の新設が実施され、好調な需要を示した。

表 2-1 世界のプラチナ需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	南ア	140	144	144	151	128	131	110	142	137	139	102%	73%
	ロシア	25	24	26	26	25	23	22	21	22.3	21.5	96%	11%
	ジンバブエ	6	7	9	11	10	13	13	12	15.2	14.5	95%	8%
	北米	10	8	6	11	10	10	11	10	10.5	10.5	100%	6%
	その他	3.6	3.5	3.4	3.1	3.9	5.1	5	5	5.0	4.9	98%	3%
	小計	185	187	188	202	177	181	160	190	190	190	100%	100%
	触媒回収等	57	44	57	64	63	63	64	54	60	61	102%	—
	合計	242	231	245	265	240	244	224	244	250	251	101%	—
(地域別) 需要	欧州	81	57	67	69	61	54	60	65	76	72	95%	29%
	中国	44	67	63	62	71	81	78	74	65	64	98%	26%
	北米	36	27	44	29	36	30	30	30	34	34	100%	14%
	日本	54	33	36	41	35	28	26	49	44	33	75%	13%
	その他	34	28	36	51	42	70	55	39	38	45	118%	18%
	合計	249	211	246	252	246	266	251	257	256	248	97%	100%
(用途別) 需要	自動車用排ガス触媒	114	68	96	99	98	91	95	101	104	102	98%	41%
	宝飾	64	87	75	77	87	94	90	88	76	71	94%	29%
	化学	12	9	14	15	14	16	18	16	15	16	105%	6%
	電気	7	6	7	7	5	7	7	7	7	7	100%	3%
	投資	17	21	20	14	14	27	9	14	19	11	58%	4%
	ガラス	10	0	12	16	5	3	4	7	8	11	150%	5%
	医療	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	100%	3%
	石油	7	7	5	7	3	5	5	4	6	7	125%	3%
	その他	9	6	9	10	12	13	14	14	14	15	103%	6%
	合計	249	211	246	252	246	266	251	257	256	248	97%	100%

出典: Johnson Matthey 2018

※供給の触媒回収等は2005年以降電気・宝飾品など触媒以外からの回収を含む。

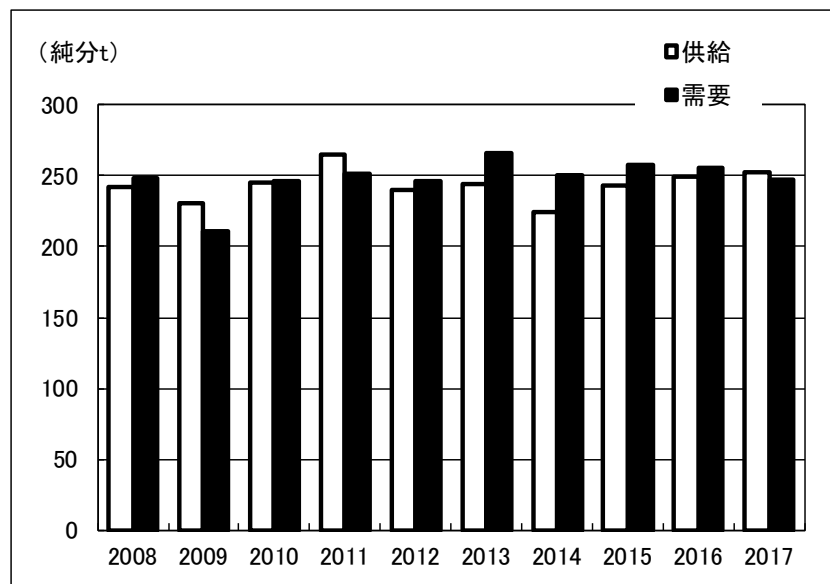


図 2-1 世界のプラチナ需給

パラジウムの世界需給動向を表 2-2、図 2-2 に示す。2017 年パラジウムの供給量は前年とほぼ同じ 289t（生産量は前年比 94%の 198t、回収量は前年比 117%の 90t）、需要量は前年比 107%の 314t であった。

パラジウムの供給国は南アとロシアの 2 か国が全供給量の 78%を占めている。2015 年、南アの生産は前年のストライキの影響から立ち直り、在庫放出もあり、2010 年の水準まで回復したが、2017 年は前年比 99%の 79t で、減少傾向となった。また、2015 年までパラジウム供給の減少傾向にあったロシアは、Norilsk・ニッケル鉱山での生産再開と在庫販売の促進を実施し供給回復が成就した。しかし Norilsk 採鉱地のニッケル精錬所を閉鎖してニッケルと PGM の加工処理作業の大半を Kolskaya(Kola)半島に移転した経緯もあり、2017 年は前年比 87%の 75t と大幅に減少したが、触媒回収等が前年比 117%の 90t で全体として 2016 年とほぼ同等の 289t であった。

パラジウムの世界需要を地域別に見てみると、中国、北米、欧州、日本の順になる。2017 年は昨年と同様の順位であった。この 4 地域の中で、中国が前年比 110%、北米が前年比 105%、日本が前年比 103%で堅調な需要を示し、欧州が前年比 99%であった。

用途別のパラジウム需要量ではガソリン車用排ガス触媒が最も多く、2017 年は全需要の 83%を占め、前年比 106%、史上最高の 261t となった。ガソリン車用排ガス触媒の需要は 2009 年以降、毎年高い伸び率で増加している。一方で、エンジン制御が高度化され、排出ガス自体がきれいになり、触媒負荷が軽減されたことにより、パラジウムの使用原単位も減少しており、大幅な消費増加は回避されている。また 2017 年は、パラジウム生産量が前年比で減少したが使用済み自動車触媒の回収量の急増により補われた。2015 年、2016 年よりも使用済み自動車触媒の回収量が増加した一因には、多くの自動車メーカーがプラチナを主体とする三元触媒からパラジウム主体の触媒に移行したためと見られている。それは、パラジウム触媒が価格・性能面で評価され、また熱劣化抑制技術や燃焼条件等が向上し、さらに燃料・潤滑油内の被毒成分量の低減や潤滑油消費量の低減などで燃料・潤滑油内に含まれる成分（S、P やハイドロカーボンなど）による被毒劣化が問題視されない状況になったからである。パラジウム触媒は、他の地域に先駆けて 1990 年代半ばから北米で広まった。

新興国を中心とした自動車触媒向けの需要の更なる増加が予想されるが、中長期的には欧州、米州、中国、インドの EV 化政策による EV 導入数の増加に伴う自動車触媒の需要減も併せて考慮しておく必要がある。

パラジウムの宝飾・投資需要は、2015 年から 3 年連続でマイナスとなったが ETF（上場投資信託）の解約ペースが大幅に減速したこと、2017 年は、マイナス 7t でマイナス量が減少した。宝飾品分野の需要において 2015 年、2016 年の 2 年間は、この 30 年間で最も低い状態にあり、中国の宝飾・投資向けパラジウム市場が縮小していく中、宝飾品としてパラジウムを使用しているのは大手製造 1 社だけとなっている。しかし欧州、北米等では結婚指輪をはじめとしてパラジウム宝飾品はまだ一定の需要がある。

JM 統計の記載によれば、化学セクターによるパラジウムの購入は、2017 年に例を見ないほど旺盛となり、堅調な需要を示した。特に中国の需要は、史上最高に達し、背景には化学原料の輸入依存を減らすことを目的とした「中国製造 2025」計画によって、石油化学製品の統合型生産施設の新設に対し、多額の投資が刺激されたことがあったと報じられている。

表 2-2 世界のパラジウム需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	南ア	76	74	82	80	73	77	66	83	80	79	99%	40%
	ロシア	114	113	116	108	90	82	81	76	86	75	87%	38%
	北米	28	23	18	28	25	26	28	27	28	28	100%	13%
	その他	10	11	13	13	13	15	15	14	16	16	100%	8%
	小計	227	221	229	229	202	199	190	201	210	198	94%	100%
	触媒回収等	50	44	58	74	72	79	85	75	77	90	117%	—
	合計	278	265	286	303	274	278	274	276	288	289	100%	—
(地域別)	中国	45	52	56	59	61	63	65	65	75	83	110%	26%
	北米	60	52	94	48	82	70	69	73	73	76	105%	24%
	欧州	56	60	56	59	62	57	55	55	53	53	99%	17%
	日本	51	39	46	41	45	41	41	41	40	41	103%	13%
	その他	47	41	51	60	59	64	102	54	52	61	116%	19%
	合計	258	244	303	266	308	295	332	287	293	314	107%	100%
(用途別)	自動車用排ガス触媒	139	126	174	191	208	220	234	238	247	261	106%	83%
	電気	43	43	44	43	37	33	32	30	30	26	88%	8%
	化学	11	10	12	14	16	14	11	14	13	16	128%	5%
	歯科	19	20	19	17	16	14	15	15	13	12	93%	4%
	宝飾・投資	44	44	53	-2	28	11	38	-14	-14	-7	46%	-2%
	その他	2	2	3	3	3	3	3	4	5	4	94%	1%
	合計	258	244	303	266	308	295	332	287	293	314	107%	100%

出典: Johnson Matthey

※供給の触媒回収等は2005年以降電気・宝飾品など触媒以外からの回収を含む。

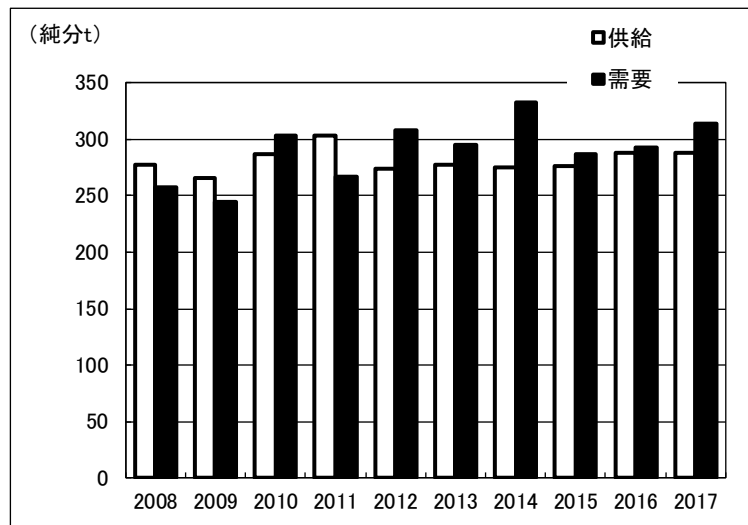


図 2-2 世界のパラジウム需給

ロジウムの世界需給動向を表 2-3、図 2-3 に示す。2017 年の世界のロジウム供給量は前年比 100%の 33t (生産量は前年比 97%の 23t、回収量は前年比 113%の 9.6t)、需要量は前年比 107%の 33t であった。

2017 年は、生産量の減少が使用済み自動車触媒からの回収量急増により相殺された。

ロジウムの供給国は、南アで全体の 82%を占めており、ロジウム供給量は、約 20t 前後で、2008 年以来比較的安定的に推移しており、プラチナの副産物ということから、量的にも少ない。

ロジウムの需要は、自動車用排ガス触媒向けが約 8 割を占め、市場全体に占める割合は少ないものの、JM 統計によると、ガソリン車の生産台数と米国の触媒充填量の両者が増加し、ロジウム需要を押し上げ、前

年比 107%の 27t であった。自動車触媒用のロジウム需要は小型ガソリン車の生産台数の増減をほぼ反映していたが、米国は例外で、連邦排ガス規制Tier3¹⁾の施行によって、ガソリン車の平均PGM 充填量が増加し、これがロジウム需要に反映されたと報じられている。

ガラス工業においては、プラチナに固溶体強化材としてロジウムを添加した合金(Pt-Rh 10%)を使用することにより、ガラス溶解用坩堝等の製品寿命が延びる利点があることからガラス製造業分野などの需要があり、前年の歴史的な価格低下から価格が上昇したにも関わらず新規需要により 2017 年の需要は前年より増加し、前年比 135%の 3.5t であった。

表 2-3 世界のロジウム需給

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	南ア	18	21	20	20	18	17	15	19	19	100%	82%
	ロシア	2.6	2.2	2.2	2.2	2.8	2.5	2.5	2.6	2.1	79%	9%
	ジンバブエ	0.4	0.5	0.6	0.9	0.9	1.1	1.1	1.3	1.3	100%	6%
	北米	0.6	0.5	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	100%	3%
	その他	0.7	0.7	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	100%	1%
	小計	22	24	23	24	22	22	19	23	24	97%	100%
	触媒回収	7.1	5.8	7.5	8.6	7.8	8.6	9.5	8.2	8.5	113%	—
	合計	29	30	30	32	30	30	29	32	33	100%	—
(用途別) 需要	自動車用排ガス触媒	24	19	23	22	24	24	24	24	27	107%	80%
	ガラス	1.1	0.6	2.1	2.4	1.1	1.4	1.5	1.7	3.5	135%	11%
	化学	2.1	1.7	2.1	2.2	2.5	2.6	2.8	2.2	2.3	106%	7%
	電気	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0%	0%
	その他	0.7	0.7	0.7	1.2	2.0	2.7	1.2	0.9	1.2	56%	2%
	合計	28	22	28	28	30	31	30	29	31	107%	100%

出典: Johnson Matthey

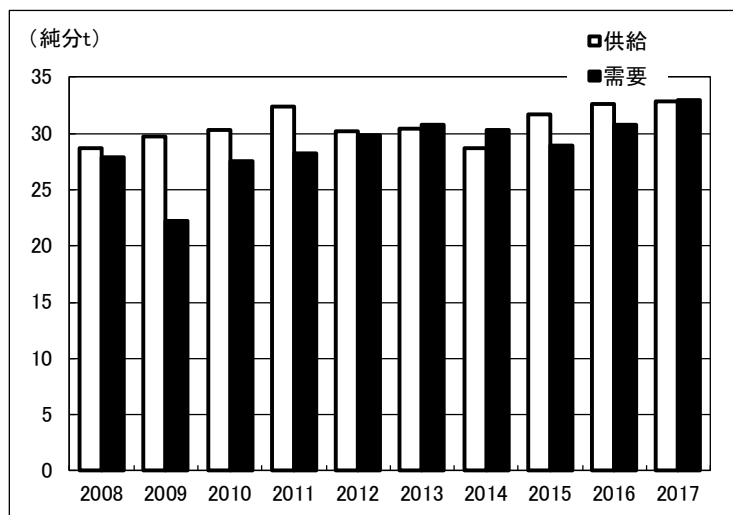


図 2-3 世界のロジウム需給

¹⁾バラク・オバマ政権により提案され、より無害なガソリンと効果的な技術によって、乗用車から排出される有害ガスを40～80%削減する目的で作成された排ガス規制。第3次排ガス規制(Tier 3)基準として知られるこの新提案は、公示期間を経て正式に採用されると、2017年までに発効することになる。現在の連邦規制は全米で最も厳しいとされるカリフォルニア州の規制。

(米国では40年間地球温暖化や自動車の排気ガス規制の必要性が叫ばれていたが、京都議定書への加入を頑なに拒んできたジョージ・W・ブッシュ政権の8年間に、進展は見られなかった)環境保護論者や公衆衛生擁護者らは、この長く待ち望まれた提案を歓迎している)

2-2国内の需給動向

プラチナの国内需給動向を表 2-4、図 2-4 に示す。貿易統計による 2017 年のプラチナ輸入量は、前年比 103%の 47.8t と増加した。これに国内回収分の 16.1t と国内製錬副産物としての 1.2t が加わり、合計 65.1t が国内全体の供給量となっている。需要量は内需が前年比 114%の 36.6t と増加し、輸出は同比 115%の 22.9t と増加した。需要全体(内需と輸出の合計)では、同比 114%の 59.5t と増加し 2014 年レベルまで回復した。

需要分野別では触媒(自動車用や石油精製用があるが、大半は自動車用)が前年比 107%の 13.6t、酸素センサー用を始めとする電気・電子材料用が同比 126%の 9.7t、宝飾用が同比 110%の 6.8t、ガラス用(ガラス溶解用坩堝やライナー)が同比 134%の 0.23t で増加した。国内乗用車の排出ガス触媒は、長期的トレンドとしてプラチナからパラジウムへの代替が進んでいる。

また、輸出に関してはこれまで毎年 20t 前後の水準で推移し、2013 年、2014 年と 28t まで増加したが、2016 年に 19.9t に減少し、2017 年は前年比 114%の 22.9t と増加した。これらの大半が宝飾品のスクラップによるものである。デザインが古くなった宝飾品が海外に輸出され、海外において製錬・加工の後、再び日本に輸入されることもある。

パラジウムの国内需給動向を表 2-5、図 2-5 に示す。2017 年のパラジウム輸入量は前年比 101%の 59.5t であった。これに国内回収分の 25.8t と国内製錬副産物としての 4.0t が加わり、合計 89.3t が国内全体の供給量である。また、需要量は合計で前年比 109%の 84.5t と増加した。内訳は内需が前年比 110%の 71.5t と増加し、輸出は前年比 109%の 13.0t と増加した。

国内のパラジウム需要は触媒(自動車用)の他に、歯科用材料、電気・電子材料、宝飾用などがある。

構成比が一番高い触媒(内需全体の 52%)は、2017 年は前年比 114%の 44.3t であった。自動車用触媒は、2015 年に起きたフォルクスワーゲンによる不正機器を使った排ガス規制逃れをきっかけに、ディーゼル車離れとガソリン車シフトが進み、需要が堅調に拡大した。

この他、電気・電子材料用は、前年と同量で 5.5t、歯科用は、前年比 97%で 10.8t、宝飾は、前年比 123%で 0.7t であった。

ロジウムの国内供給動向を表 2-6、図 2-6 に示す。ロジウムの 2017 年の輸入量は前年比 116%の 6.75t と増加した。回収分も前年比 114%の 1.00t と増加した。需要としては自動車排出ガス触媒がほとんどで、これにガラス関連が加わる。

表 2-4 プラチナの国内需給

単位: 純分t													
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	①国内製錬副産物	0.5	0.5	0.6	1.2	1.0	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	116%	2%
	②国内回収	15.6	13.0	15.6	21.4	18.1	15.3	17.1	15.4	16.1	16.1	100%	25%
	③輸入	78.1	64.5	58.5	64.2	52.1	51.4	34.7	50.4	46.4	47.8	103%	73%
	合計	94.2	78.0	74.7	86.8	71.2	67.3	52.4	66.6	63.5	65.1	103%	100%
需要	触媒	32.5	15.0	16.3	15.5	14.7	15.1	15.9	13.6	12.7	13.6	107%	23%
	電気	9.3	7.1	9.3	6.7	7.2	6.8	7.2	7.6	7.7	9.7	126%	16%
	ガラス	10.4	4.6	6.0	4.6	0.3	0.1	0.1	0.2	0.18	0.23	134%	0%
	宝飾	10.0	6.0	5.3	6.7	6.1	5.3	4.3	4.7	6.2	6.8	110%	11%
	その他	5.9	5.8	6.0	6.3	6.0	5.6	4.0	5.3	5.4	6.4	118%	11%
	内需小計	68.1	38.5	42.9	39.8	34.2	33.0	31.5	31.4	32.2	36.6	114%	62%
	輸出	20.0	21.1	23.5	22.7	22.8	28.0	28.0	20.8	19.9	22.9	115%	38%
	合計	88.1	59.7	66.4	62.5	57.0	61.0	59.5	52.2	52.0	59.5	114%	100%
供給－需要		6.2	18.4	8.3	24.4	14.2	6.4	-7.1	14.4	11.5	5.6	49%	-

出典: 財務省 貿易統計(輸出入)、輸出入共にPt地金・粉・板とPt合金地金・粉の合計値、

貴金属流通統計(①国内新産)、触媒資源化協会(②国内回収)、

化学工業統計(触媒需要)、貴金属流通統計(電気・ガラス・宝飾・その他の2005年以降需要)

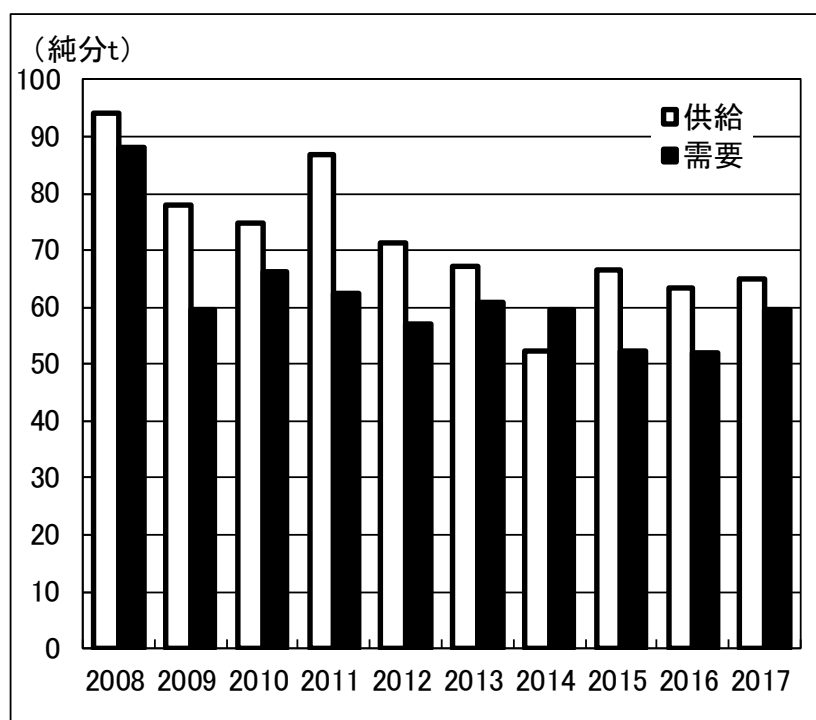


図 2-4 プラチナの国内需要

表 2-5 パラジウムの国内需給

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	①国内製錬副産物	2.3	2.5	1.9	3.2	3.5	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	106%	4%
	②国内回収	23.6	27.0	28.6	30.8	30.7	27.6	27.1	27.7	25.6	25.8	101%	29%
	③輸入	75.4	64.7	70.2	66.5	53.8	58.6	58.4	57.2	59.0	59.5	101%	67%
	合計	101.2	94.2	100.8	100.4	88.0	89.2	88.9	88.5	88.3	89.3	101%	100%
需要	触媒	54.4	31.4	39.4	37.6	54.5	39.5	39.1	39.1	38.7	44.3	114%	52%
	電気	9.3	6.4	7.3	6.8	7.7	5.6	4.9	4.4	5.5	5.5	100%	7%
	歯科	15.7	14.5	14.0	12.7	12.3	11.2	10.7	11.4	11.1	10.8	97%	13%
	宝飾	2.06	0.93	0.97	0.75	0.62	0.61	0.55	0.50	0.57	0.70	123%	1%
	その他	9.1	10.1	13.4	13.0	12.0	8.8	9.1	8.6	9.3	10.2	109%	12%
	内需小計	90.6	63.2	75.1	70.8	87.2	65.7	64.5	63.9	65.3	71.5	110%	85%
	輸出	17.5	24.4	18.1	15.5	15.4	17.1	15.4	15.7	11.9	13.0	109%	15%
合計		108.0	87.6	93.2	86.3	102.6	82.8	79.8	79.6	77.2	84.5	109%	100%
供給－需要		-6.8	6.6	7.6	14.1	-14.6	6.4	9.0	8.9	11.1	4.8	43%	-

出典: 財務省貿易統計(輸出入)、貴金属流通統計(①国内新産)、触媒資源化協会(②国内回収)
 化学工業統計(触媒需要)、貴金属流通統計(電気・歯科・宝飾・その他の2005年以降の需要)

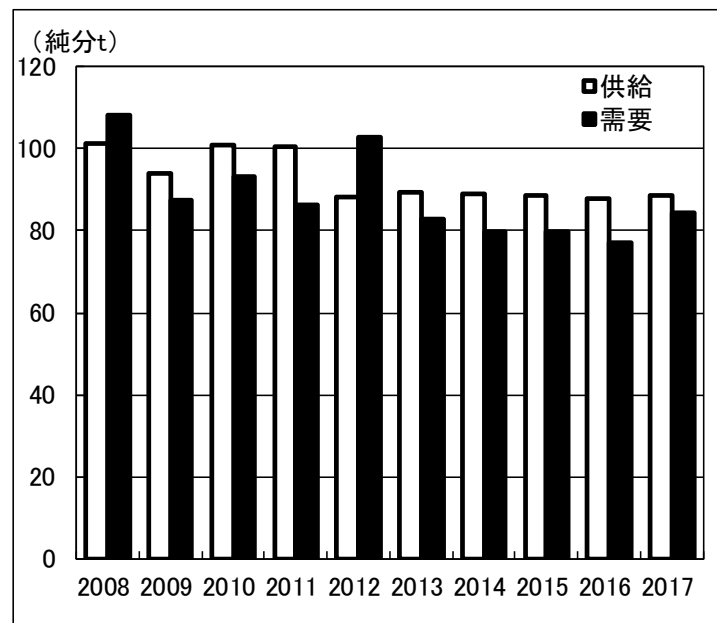


図 2-5 パラジウムの国内需給

表 2-6 ロジウムの国内供給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	①国内新産	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	②国内回収	0.81	0.77	0.85	1.00	0.60	0.84	1.10	0.66	0.87	1.00	114%
	輸出入	輸入	11.12	9.93	9.47	8.76	5.61	4.98	4.20	5.84	6.75	116%
		輸出	0.68	1.13	1.28	1.03	0.77	0.73	0.43	0.37	0.19	50%
	③輸入－輸出	10.44	8.80	8.19	7.73	4.84	4.25	3.77	3.89	5.47	6.56	120%
合計(①+②+③)		11.24	9.57	9.04	8.73	5.44	5.09	4.86	4.56	6.34	7.56	119%

出典: 財務省貿易統計(輸出入)、触媒資源化協会(②国内回収)

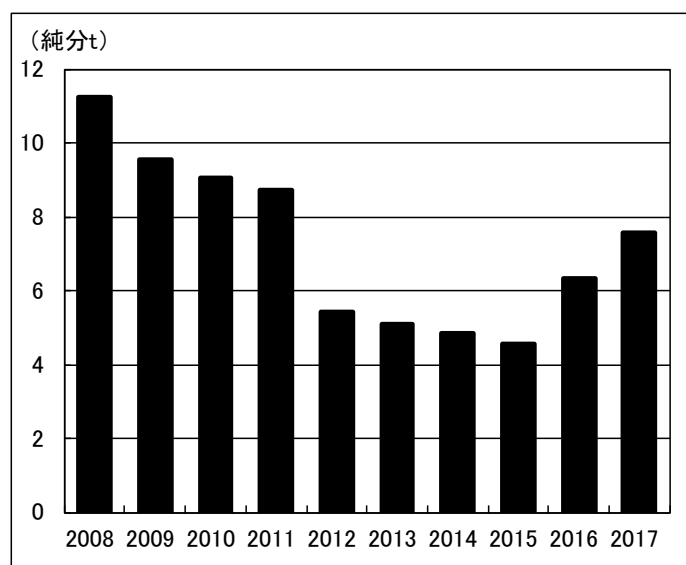


図 2-6 ロジウムの国内供給

3.価格動向

プラチナ、パラジウムの価格変動を図 3-1、ロジウムの価格変動を図 3-2 に示す。

プラチナは、2008 年 1 月末に発生した南アフリカの電力問題による生産量減少から PGM 全般の価格が急騰し、さらにサブプライム問題を背景に「コモディティ」への資金流入活発化、原油価格の高騰などが PGM 価格を一段と押し上げる要因となった。しかし 2008 年半ば以降は、世界経済の停滞による需要減少や、原油を中心とした商品価格全般の下落により、PGM 価格が大幅下落した。

リーマンショック以降 2009 年終盤から世界経済の回復基調と、各国の新規自動車購入促進策により自動車販売が順調に伸び、PGM 価格が上昇の傾向となった。また、中国、欧州での自動車販売の伸びと北米における大型ディーゼル車への排ガス規制の強化で更に需要が伸びた。

2014 年は、南アで始まった白金鉱山労働者によるスト史上最長の 5 か月に及ぶストライキが発生したが、価格への影響は限定的で、スト期間中 1,500\$/toz を超えることはなかった。

2015 年は、1 年を通じてプラチナ価格が下落を続け、年初の 1200\$/toz から金融危機以来の安値 810\$/toz まで下げた。年間での下落幅は 28%に及びプラチナ価格は、ほぼ一年を通じて金価格を下回った。2016 年入りのプラチナ価格は 1000\$/toz 付近まで持ち直し、2017 年は、900～1,000\$/toz レンジで低迷した。

パラジウムは、2014 年に南アにおける大規模ストライキと最大の供給国であるロシアのクリミア侵攻を受け価格高騰が発生し、2014 年 9 月に 900\$/toz 付近まで達したがその後は、スト開始前の価格に戻った。

また、フォルクスワーゲンの排ガス不正問題発覚後、ディーゼル車からガソリン車へシフトするという思惑から価格は上昇したもの、再び下落基調に戻った。2015 年にはプラチナ同様大きく価格が下落し、その後 2016 年後半から上昇傾向となった。2017 年も価格上昇傾向で、9 月には、自動車触媒の大幅な需要から 925\$/toz 付近でプラチナ価格に逼迫し、10 月には、プラチナ価格を上回った。

ロジウムは、2008 年に史上最高値 10,000\$/toz 付近だったが、その後大幅下落し、2016 年 8 月には歴史的な安値 625\$/toz となり、パラジウム価格を下回る状況が生じたが、その後 2017 年 3 月には価格を 1,000\$/toz 付近、12 月には 1,500\$/toz 付近まで回復した。

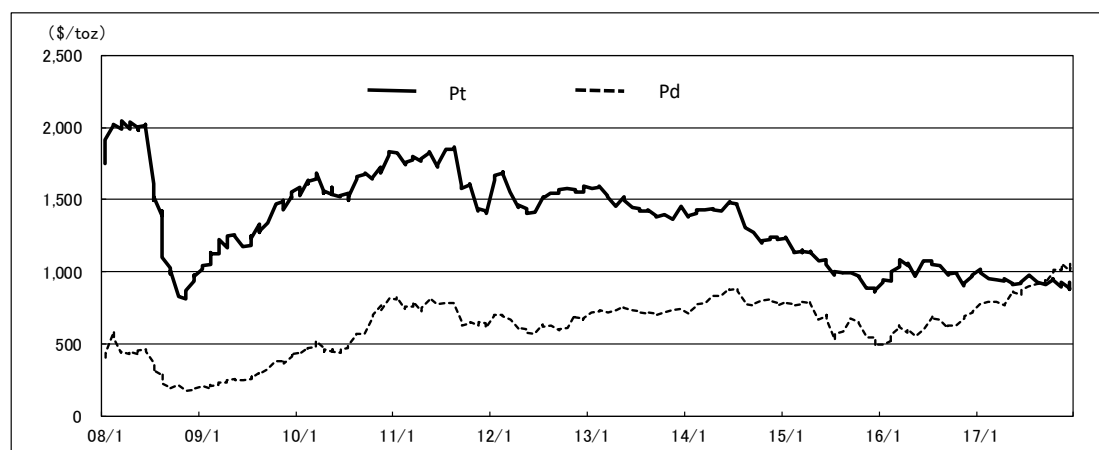
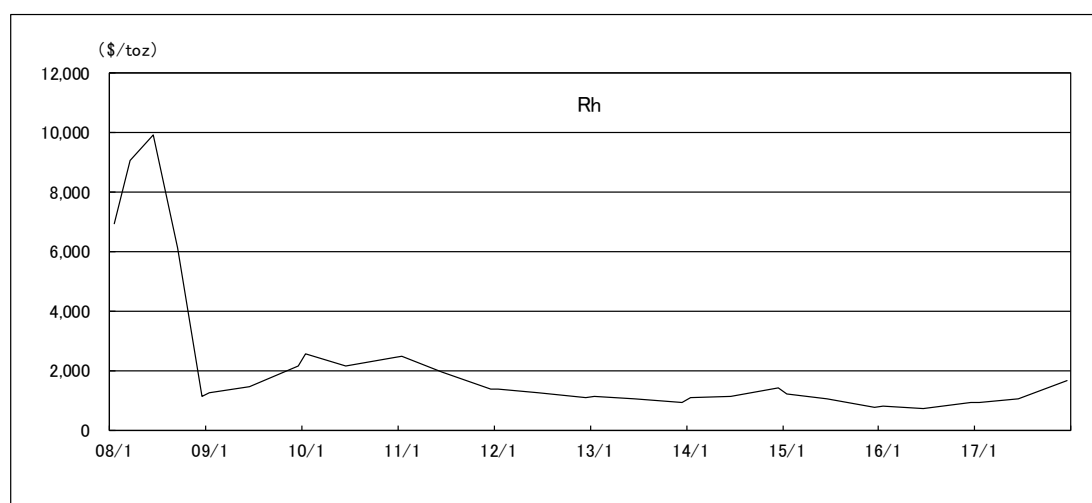


図 3-1 プラチナ及びパラジウム価格変動(ロンドン価格(LBMA 価格)Monthly Average)



出典: Johnson Matthey website (<http://www.platinum.matthey.com/prices/prices-tables>)

図 3-2 ロジウム価格変動(Monthly Average)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に示す。

2017 年の PGM の輸入数量は前年比 108%の 133.8t、輸出量は前年比 110%の 41.8t であった。2017 年の輸入においてはプラチナ地金が前年比 103%の 47.3t と増加、プラチナ合金も前年比 108%の 0.52t と増加した。パラジウムは前年比 101%、59.5t の微増、ロジウムは前年比 116%、6.8t と増加した。オスミウム・イリジウム・ルテニウムは、前年比 153%、19.7t と大幅に増加した。

輸出においては、プラチナ地金が前年比 111%と増加、プラチナ合金は前年比 108%、パラジウムは前年比 109%と増加した。ロジウムは前年比 50%に減少し、オスミウム・イリジウム・ルテニウムも前年比 98%と減少した。

表 4-1 PGM の輸出入数量

単位: 純分t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	Pt地金・粉・板	輸入	77.8	63.8	58.1	63.6	51.7	50.9	34.3	50.0	45.9	47.3	103%
		輸出	16.4	16.6	17.0	18.5	17.5	23.1	20.4	12.8	11.7	13.2	113%
	Pt合金地金・粉	輸入	0.39	0.69	0.45	0.60	0.49	0.55	0.43	0.36	0.48	0.52	108%
		輸出	3.5	4.5	6.6	4.2	5.3	4.8	7.6	8.0	8.2	9.7	118%
	Pd地金・粉・板	輸入	75.4	64.7	70.2	66.5	53.8	58.6	58.4	57.2	59.0	59.5	101%
		輸出	17.5	24.4	18.1	15.5	15.4	17.1	15.4	15.7	11.9	13.0	109%
	Rh粉	輸入	11.1	9.9	9.5	8.8	5.6	5.0	4.2	4.4	5.8	6.8	116%
		輸出	0.7	1.1	1.3	1.0	0.8	0.7	0.4	0.5	0.4	0.2	50%
	Os・Ir・Ru	輸入	13.7	14.8	26.1	17.6	11.6	14.5	14.6	17.7	12.9	19.7	153%
		輸出	3.6	5.3	6.4	3.8	3.1	2.4	4.2	3.8	5.8	5.7	98%
合計		輸入	178.4	153.9	164.4	157.0	123.2	129.5	111.9	129.7	124.1	133.8	108%
		輸出	41.7	51.9	49.3	43.1	42.0	48.3	48.0	40.7	38.0	41.8	110%
		輸入－輸出	136.7	102.0	115.0	113.9	81.2	81.3	64.0	89.0	86.1	92.0	107%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: Pt合金地金・粉60%、それ以外は100%

※素材はPt地金・粉・板、Pt合金地金・粉、Pd地金・粉・板、Rh粉、Os・Ir・Ruによる。

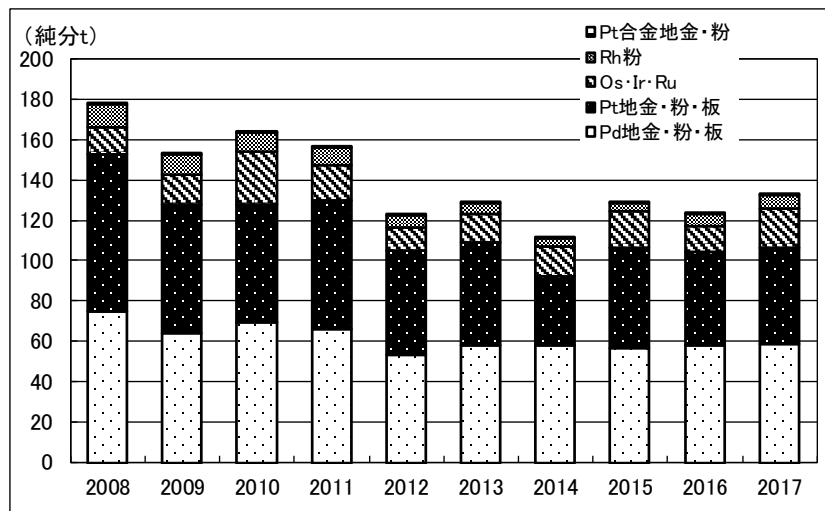


図 4-1 PGM の輸入数量

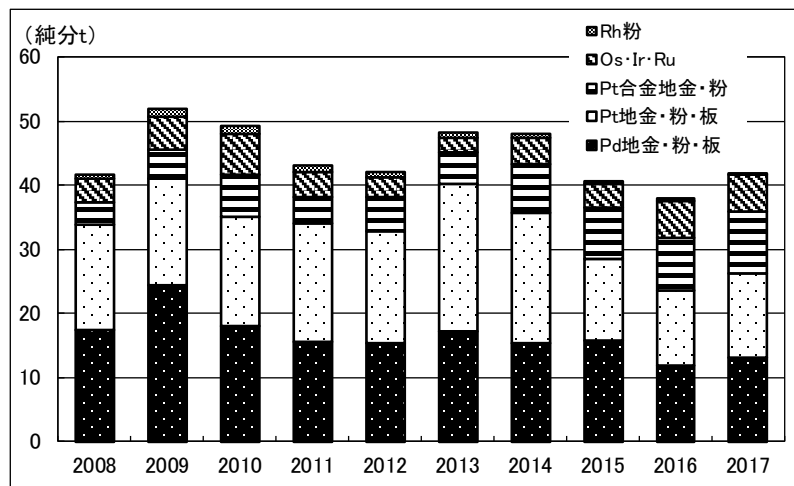


図 4-2 PGM の輸出数量

4-2 輸出入相手国

4-2-1. プラチナ

プラチナの輸出入相手国を表 4-2、輸入相手国を図 4-3 に示す。2017 年の輸入は前年比 103% の 47.3t であった。南アからの輸入が 37.9t で、全体に占める割合は 80.2% と圧倒的に高い状態が続いている。

南アは、2014 年に長期ストライキの影響により輸入が大幅に減少したが、南アの生産回復に伴い、翌 2015 年には 2013 年に近い水準に戻っている。

2017 年の輸出は前年比 113% の 13.2t と前年まで減少傾向だったが、増加した。主要な輸出相手地域は香港である。

表 4-2 プラチナの輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	南ア	53.8	46.3	46.8	53.3	40.9	41.0	27.2	40.0	38.7	37.9	98%	80.2%
	ドイツ	4.0	1.1	0.7	1.5	0.8	0.7	0.9	1.5	0.7	2.9	408%	6.2%
	ロシア	3.4	1.6	1.0	1.4	1.3	0.8	0.4	1.6	0.9	2.2	238%	4.6%
	台湾	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.5	0.6	0.4	0.9	1.3	136%	2.7%
	中国	0.1	0.1	0.5	1.4	0.6	1.0	0.8	1.0	0.3	0.8	267%	1.7%
	英国	3.0	1.7	0.6	1.5	0.9	1.5	0.9	1.1	0.5	0.7	126%	1.4%
	韓国	—	—	0.0	0.2	0.3	1.1	0.2	0.7	0.6	0.6	115%	1.4%
	その他	13.3	12.9	8.4	4.2	6.7	4.3	3.2	3.8	3.2	0.9	28%	1.9%
	合計	77.8	63.8	58.1	63.6	51.7	50.9	34.3	50.0	45.9	47.3	103%	100.0%
輸出	香港	4.8	6.2	5.5	6.9	6.3	11.2	9.5	8.2	8.4	8.9	106%	67.6%
	英国	0.0	0.1	0.4	0.1	0.6	0.0	0.3	0.5	0.6	1.1	182%	8.1%
	米国	0.3	0.6	0.4	0.6	0.2	0.2	0.6	0.5	0.0	0.7	—	5.3%
	タイ	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	0.7	76%	4.9%
	スイス	7.0	3.0	2.2	2.6	4.5	7.4	6.6	0.6	0.0	0.4	—	3.2%
	その他	4.2	6.4	8.0	8.0	5.4	3.7	2.8	2.3	1.9	1.5	78%	11.0%
	合計	16.4	16.6	17.0	18.5	17.5	23.1	20.4	12.8	11.7	13.2	113%	100.0%

出典：財務省 貿易統計

※Pt地金・粉・板のみで、Pt合金地金・粉はのぞく。

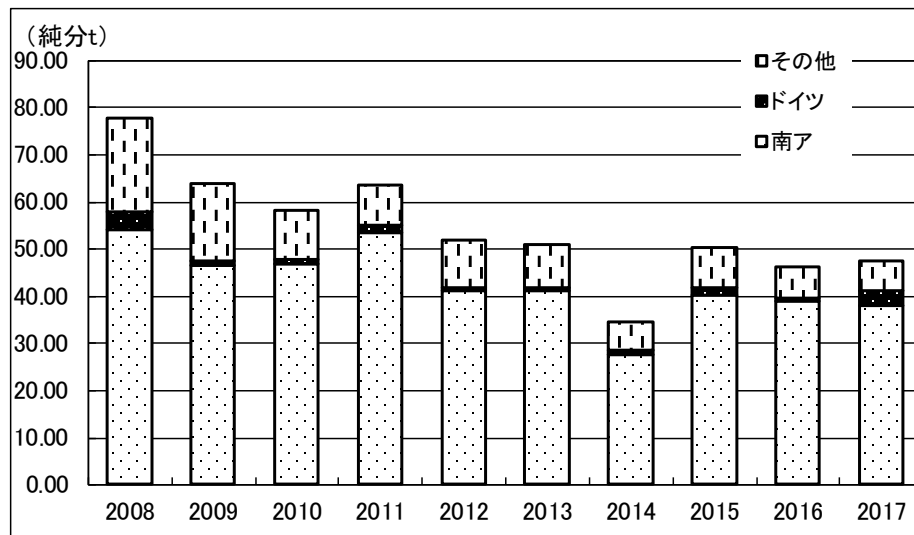


図 4-3 プラチナの輸入相手国

4-2-2パラジウム

パラジウムの輸出入相手国を表 4-3 に、輸入相手国を図 4-4 に示す。パラジウムの主要輸入相手国は南アとロシアであり、全体輸入量に占める両国の構成比は 86.6% と非常に高い。2017 年、南アからの輸入は前年比 90% の 27.5t に減少、ロシアは前年比 124% の 24.0t に増加した。ロシア、スイス等からの輸入量が増加する一方、英国、ノルウェー等からの輸入が減少し、合計値は前年比 101% の 59.5t で微増であった。

輸出に関しては、2017 年の合計は前年比 109% の 13.0t と増加している。輸出相手国は、台湾、韓国、オーストリア、米国、中国の順で、少量がその他多数の国々に輸出されている。

表 4-3 パラジウムの輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	南ア	35.8	37.8	34.7	35.8	24.5	27.8	26.5	32.2	30.6	27.5	90%	46.2%
	ロシア	27.1	16.5	20.3	23.2	21.4	23.8	21.3	17.1	19.4	24.0	124%	40.4%
	スイス	0.9	1.8	4.4	0.4	0.3	0.3	2.9	1.2	1.6	2.3	147%	3.9%
	英国	3.8	3.8	5.1	2.2	1.9	2.4	3.7	1.2	3.6	2.0	57%	3.4%
	ノルウェー	3.7	1.1	2.2	2.4	2.2	1.7	1.3	1.8	1.6	1.4	88%	2.4%
	ドイツ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.5	0.4	0.6	159%	1.0%
	その他	4.0	3.7	3.4	2.5	3.5	2.5	1.9	2.2	1.8	1.5	88%	2.6%
	合計	75.4	64.7	70.2	66.5	53.8	58.6	58.4	57.2	59.0	59.5	101%	100.0%
輸出	台湾	1.4	1.3	1.5	1.4	2.4	3.4	3.1	3.2	3.4	3.2	93%	24.6%
	韓国	3.1	3.1	2.0	2.4	2.0	2.1	1.8	1.3	2.2	2.1	95%	16.1%
	オーストリア	5.5	4.1	0.9	0.0	0.0	1.3	2.0	2.7	1.6	1.9	116%	14.4%
	米国	2.1	1.7	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	0.7	1.1	1.4	127%	10.5%
	中国	3.1	5.3	8.8	5.8	5.0	5.9	4.9	5.7	1.8	1.9	102%	14.4%
	その他	2.2	8.9	2.4	3.7	4.0	2.7	2.1	2.0	1.8	2.6	148%	20.1%
	合計	17.5	24.4	18.1	15.5	15.4	17.1	15.4	15.7	11.9	13.0	109%	100.0%

出典: 財務省 貿易統計

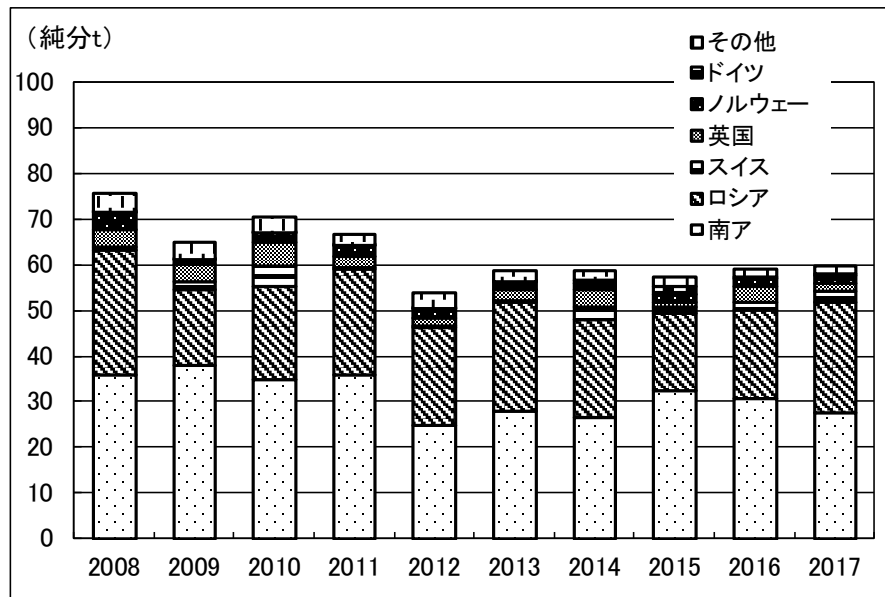


図 4-4 パラジウムの輸入相手国

4-2-3.ロジウム

ロジウムの輸出入相手国を表 4-4 に、輸入相手国を図 4-5 に示す。2017 年の輸入量は前年比 116% の 6.8 t と増加した。主要輸入先は南アで、輸入量は前年比 116% の 5.8t、合計輸入量に占める構成比は 86.5% であった。2008 年のリーマンショック以降 2011 年まで高い輸入水準が維持されたが、その後数年は半減している。これは主な用途である自動車排ガス触媒使用量の減少によるものと考えられる。2016 年は 2012 年レベルに戻り、2017 年は更に自動車排ガス触媒の需要が伸びている。

ロジウムの輸出について、2017 年は 0.2t とわずかな程度である。輸出先は香港向けが合計輸出量の 52.5% を占めている。それ以外は、英国、台湾、ドイツ等様々であるが、いずれの国向けも輸出量は少ない。

表 4-4 ロジウムの輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	南ア	7.820	7.689	6.999	6.101	3.445	3.300	2.891	3.043	5.045	5.842	116%	86.5%
	ドイツ	0.513	0.199	0.305	0.276	0.200	0.201	0.324	0.413	0.399	0.330	83%	4.9%
	英国	1.438	1.156	1.035	1.180	1.267	0.657	0.419	0.466	0.128	0.253	197%	3.7%
	米国	0.544	0.211	0.280	0.216	0.301	0.066	0.066	0.057	0.031	0.138	444%	2.0%
	ロシア	0.359	0.324	0.567	0.527	0.176	0.486	0.275	0.353	0.226	0.123	54%	1.8%
	ベルギー	0.131	0.197	0.145	0.215	0.065	0.046	0.035	0.030	—	0.039	—	0.6%
	その他	0.214	0.153	0.140	0.241	0.159	0.228	0.187	0.001	0.010	0.027	269%	0.4%
	合計	11.0	9.9	9.5	8.8	5.6	5.0	4.2	4.4	5.8	6.8	116%	100.0%
輸出	香港	0.016	0.014	0.025	0.019	0.084	0.128	0.001	0.054	0.317	0.099	31%	52.5%
	英国	0.016	0.020	0.005	0.133	0.149	0.014	—	0.026	0.003	0.036	1407%	18.9%
	台湾	0.000	0.024	0.019	0.041	0.016	0.022	0.027	0.004	0.006	0.015	239%	7.7%
	ドイツ	0.001	0.101	0.062	0.003	0.005	0.009	0.034	0.031	0.003	0.013	382%	6.8%
	米国	0.036	0.111	0.007	0.025	0.094	0.014	—	0.080	0.003	0.011	357%	6.1%
	マレーシア	—	—	—	—	—	—	0.003	0.035	—	0.008	11%	4.1%
	その他	0.611	0.863	1.162	0.807	0.420	0.543	0.367	0.239	0.042	0.007	17%	3.8%
	合計	0.7	1.1	1.3	1.0	0.8	0.7	0.4	0.5	0.4	0.2	50%	100.0%

出典: 財務省貿易統計

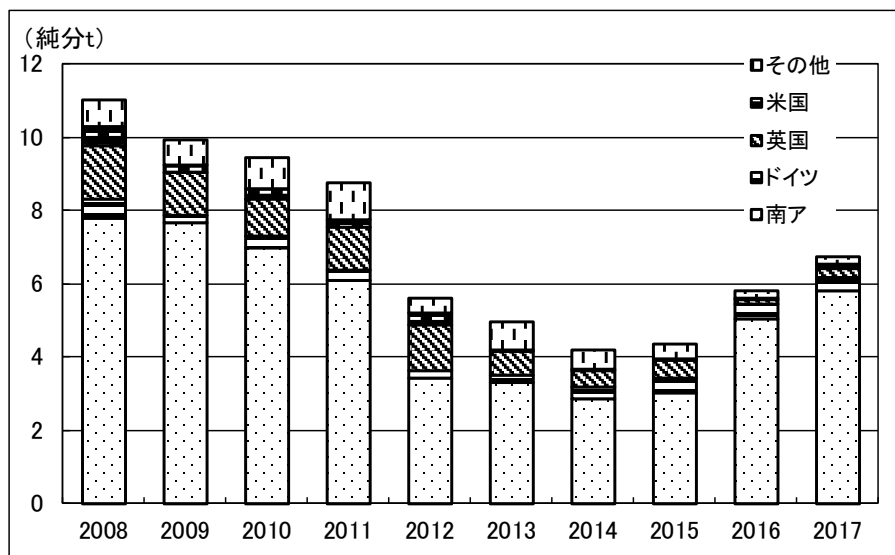


図 4-5 ロジウムの輸入相手国

4-3. 輸出入価格

PGM の平均輸出入価格を表 4-5、図 4-6、図 4-7 に示す。プラチナ、パラジウム、ロジウムの輸出入価格は、2008 年まで上昇を続け、2009 年には、金融危機(2008 年 9 月のリーマンブラザーズの経営破綻)の影響で大幅に低下した。その後、2010 年から 2013 年にかけて、欧州危機等の政治・経済の不安定により、上昇下降を繰り返しながら推移した。2014 年以降は、再度、下落傾向になり、2015 年には、原油価格をはじめとする資源価格全般が低迷した影響で PGM の輸入価格も更に低下した。

2017 年のプラチナ輸入価格は、引き続き前年の水準を下回り、年間平均価格で前年比 94% の 917\$/toz まで落ち込んだが、プラチナ合金は、前年比 103% の 990\$/toz で前年同様上昇した。

パラジウム価格は、2015 年前半には下落したが、後半中国で小型車減税策により国内自動車市場が回復の兆候があり、2017 年は、前年比 139% の 836\$/toz で上昇した。

プラチナ地金、プラチナ合金の輸出価格は、各々前年比 98%、95% で 2013 年以降の低下傾向であったが、

パラジウムの輸出価格は、前年比 143%で増加した。

ロジウムに関しては、過去に 1 グラム 3 万円の時代もあったが、2016 年において歴史的安価であった。

2017 年は、輸入価格が前年比 150%の 1,028\$/toz まで上昇した。ただし、ロジウムはプラチナやパラジウムと比較して市場規模が約 10 分の 1 と小さいことから価格が大きく振れる可能性がある。

他のオスmium・イリジウム・ルテニウムに関する輸入価格は、前年比 104%の 230\$/toz と上昇、また輸出価格も前年比 168%の 192\$/toz と上昇した。

表 4-5 PGM の平均輸出入価格

単位: \$/toz

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
Pt地金	輸入	1,529	1,166	1,597	1,726	1,395	1,477	1,372	1,036	980	917	94%
	輸出	1,648	1,075	1,326	1,399	1,215	1,455	1,364	1,054	946	926	98%
Pt合金地金	輸入	968	608	957	976	913	730	1,091	835	960	990	103%
	輸出	1,039	612	747	759	693	737	642	520	462	437	95%
Pd塊地金	輸入	371	262	502	738	581	716	798	684	603	836	139%
	輸出	224	174	289	513	422	440	464	392	320	457	143%
Rh粉	輸入	6,007	1,575	2,441	2,086	1,176	1,068	1,151	960	684	1,028	150%
	輸出	6,540	1,571	2,132	1,737	1,179	1,097	1,090	1,057	691	1,039	150%
Os・Ir・Ru	輸入	349	152	323	403	292	241	237	171	221	230	104%
	輸出	307	106	189	186	177	132	116	134	114	192	168%

出典:財務省 貿易統計

※“toz”はトロイオンス(=31.1035g)

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算した年間平均価格。

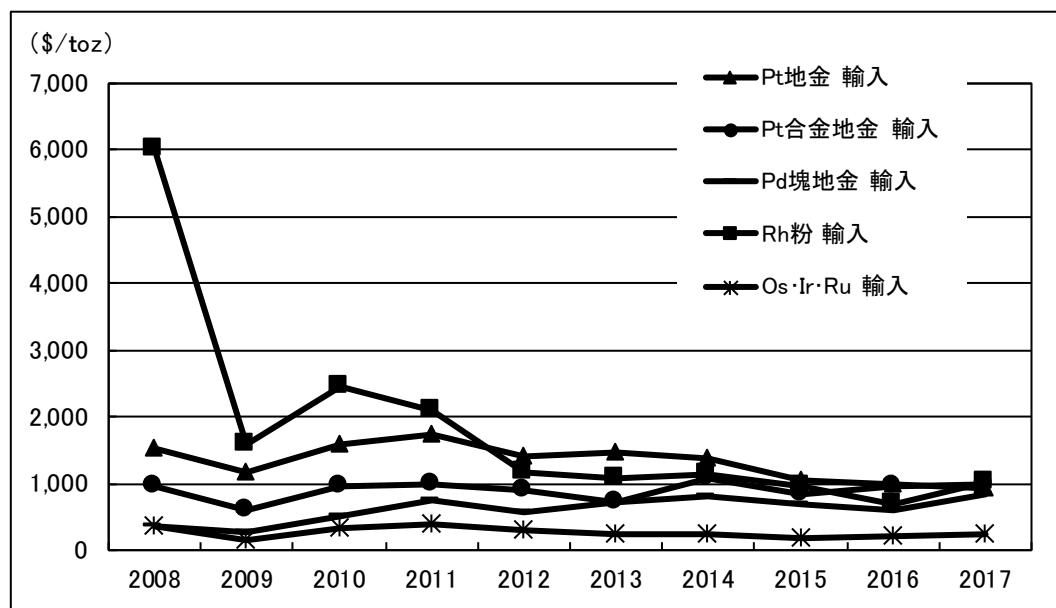


図 4-6 PGM の平均輸入価格

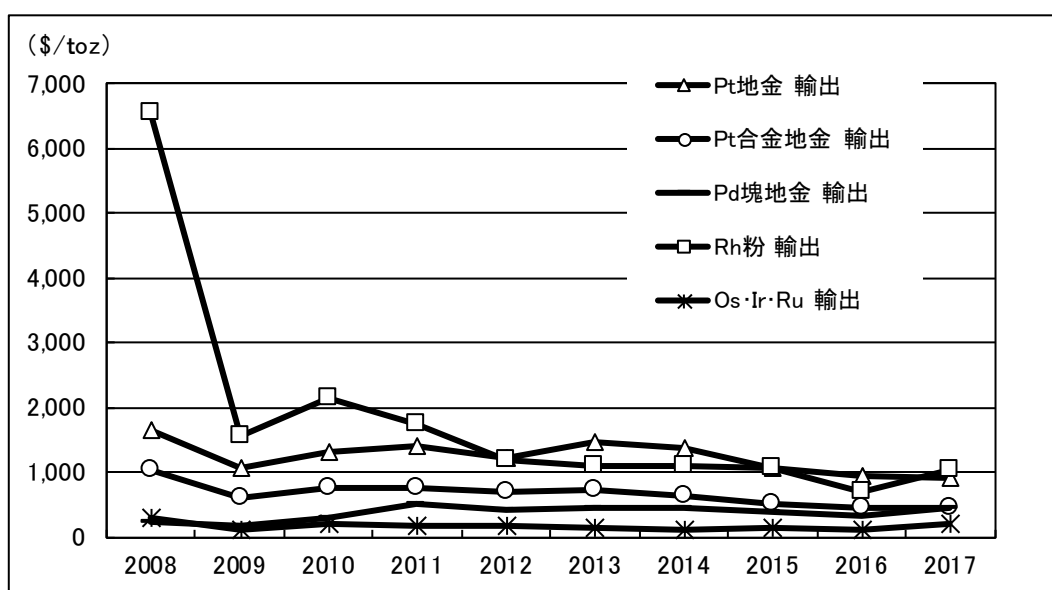


図 4-7 PGM の平均輸出価格

5. リサイクル

現在国内では、PGM は使用済み自動車排ガス触媒等から回収されてリサイクルされており、以下の定義による PGM、プラチナ、パラジウム、ロジウムのリサイクル率を表 5-1、表 5-2、表 5-3、表 5-4 に示す。

2017 年の白金族のリサイクル率は前年と同値の 34%であった。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内生産}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※ 素材とは Pt 地金・粉・板、Pt 合金地金・粉、Pd 地金・粉・板、Rh 粉の合計値 (Os・Ir・Ru は含まない)。

※ 国内生産には使用済み製品のリサイクル (マテリアルリサイクル) を含む。

表 5-1 PGM のリサイクル率

単位:特記以外純分t							
区分	内訳		2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	新産	3.7	3.9	4.4	4.8	5.2
		触媒等から回収	43.8	45.3	43.8	42.5	43.0
	素材	輸入－輸出	69.1	53.5	75.0	79.0	78.0
		合計①		116.6	102.8	123.2	126.3
リサイクル量触媒等から回収②			43.8	45.3	43.8	42.5	43.0
リサイクル率②／①			38%	44%	36%	34%	34%

※出典：財務省貿易統計(輸出入)、貴金属流通統計(国内新産)、触媒資源化協会(国内回収)

表 5-2 プラチナのリサイクル率

単位: 特記以外純分t

区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	新産	0.6	0.6	0.8	1.0
		触媒等から回収	15.3	17.1	15.4	16.1
	素材	輸入－輸出	23.5	6.7	29.6	26.5
	合計①		39.4	24.4	45.9	43.6
リサイクル量触媒等から回収②		15.3	17.1	15.4	16.1	16.1
リサイクル率②／①		39%	70%	34%	37%	38%

※出典: 財務省貿易統計(輸出入)、貴金属流通統計(国内新産)、触媒資源化協会(国内回収)

表 5-3 パラジウムのリサイクル率

単位: 特記以外純分t

区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	新産	3.0	3.3	3.5	3.8
		触媒等から回収	27.6	27.1	27.7	25.6
	素材	輸入－輸出	41.4	43.1	41.5	47.1
	合計①		72.1	73.5	72.8	76.4
リサイクル量触媒等から回収②		27.6	27.1	27.7	25.6	25.8
リサイクル率②／①		38%	37%	38%	33%	34%

※出典: 財務省貿易統計(輸出入)、貴金属流通統計(国内新産)、触媒資源化協会(国内回収)

表 5-4 ロジウムのリサイクル率

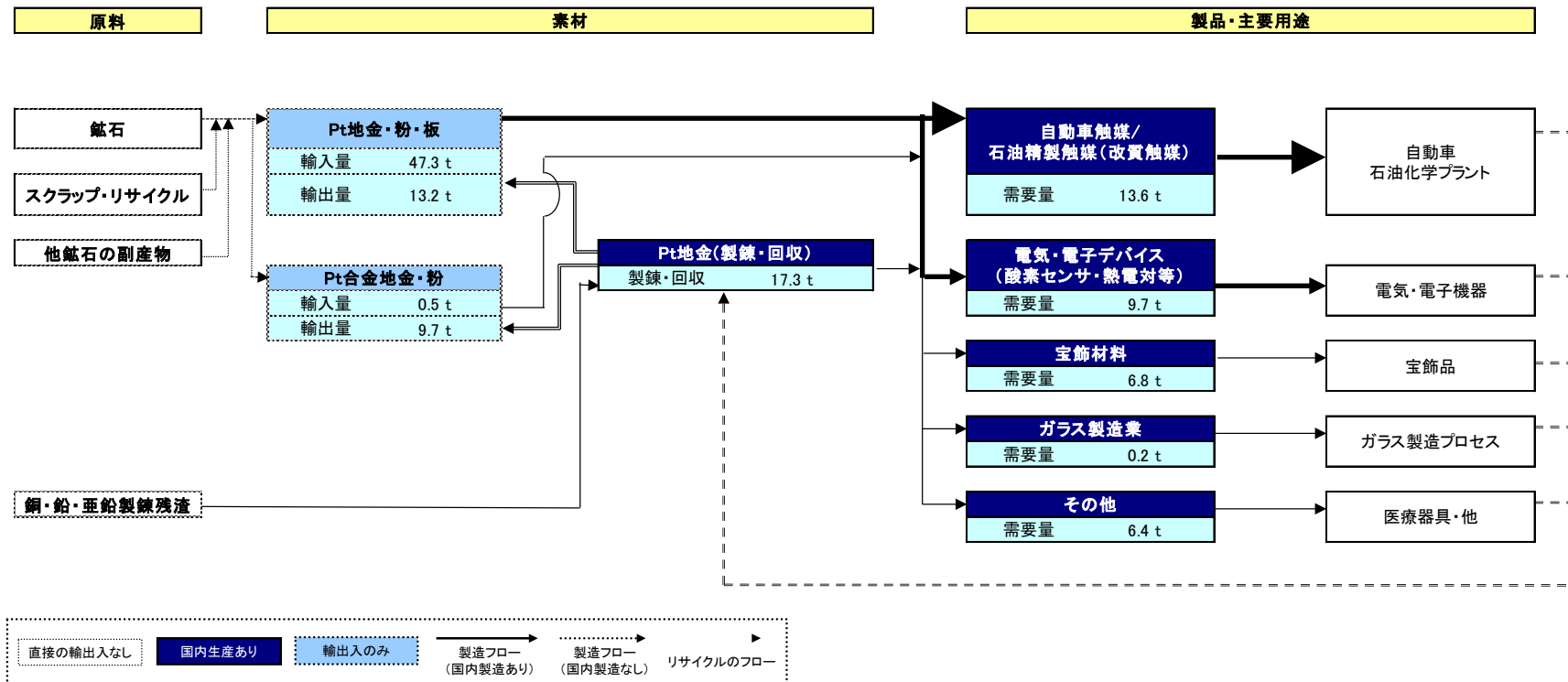
単位: 特記以外純分t

区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	新産	—	—	—	—
		触媒等から回収	0.8	1.1	0.7	0.9
	素材	輸入－輸出	4.3	3.8	3.9	5.5
	合計①		5.1	4.9	4.6	6.3
リサイクル量触媒等から回収②		0.8	1.1	0.7	0.9	1.0
リサイクル率②／①		16%	23%	15%	14%	13%

※出典: 財務省貿易統計(輸出入)、触媒資源化協会(国内回収)

6.マテリアルフロー

プラチナのマテリアルフロー(2017 年)

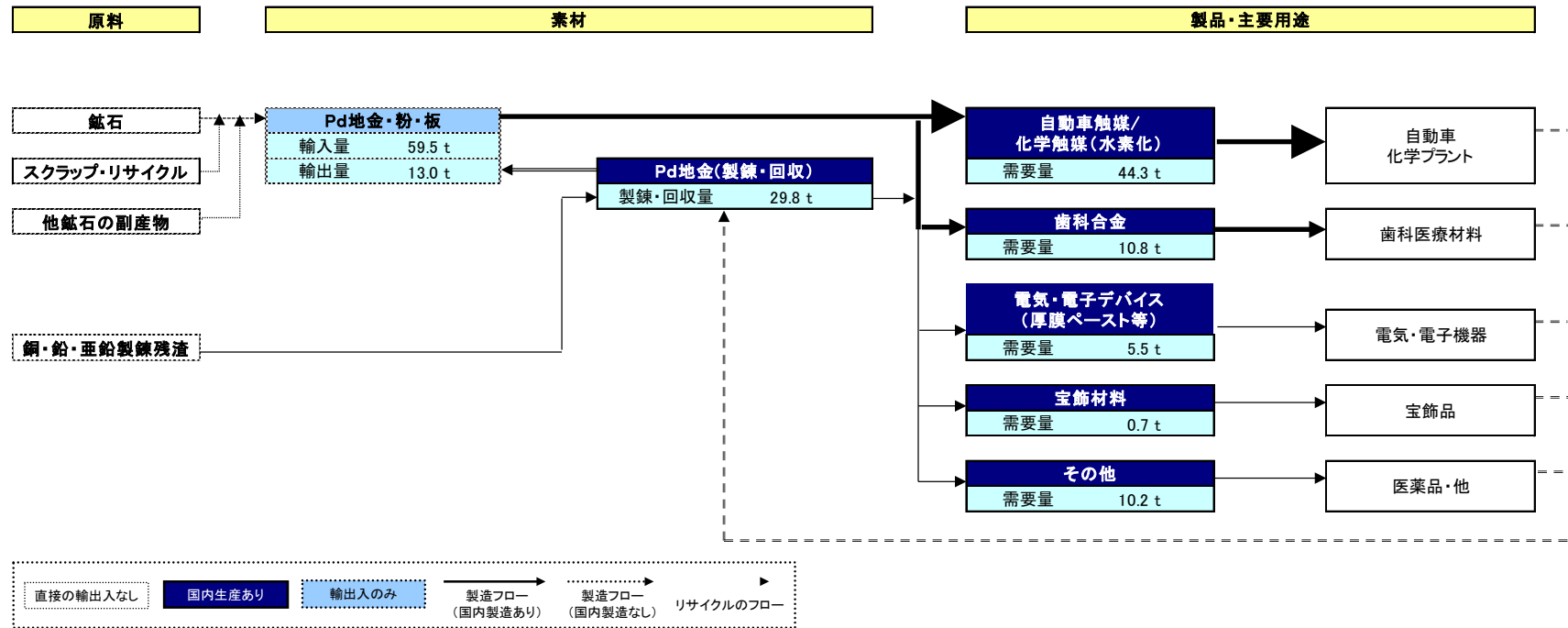


純分換算率: プラチナ合金60%、その他100%

※製品の需要量=国内で生産又は国内に輸入された地金の要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「o(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

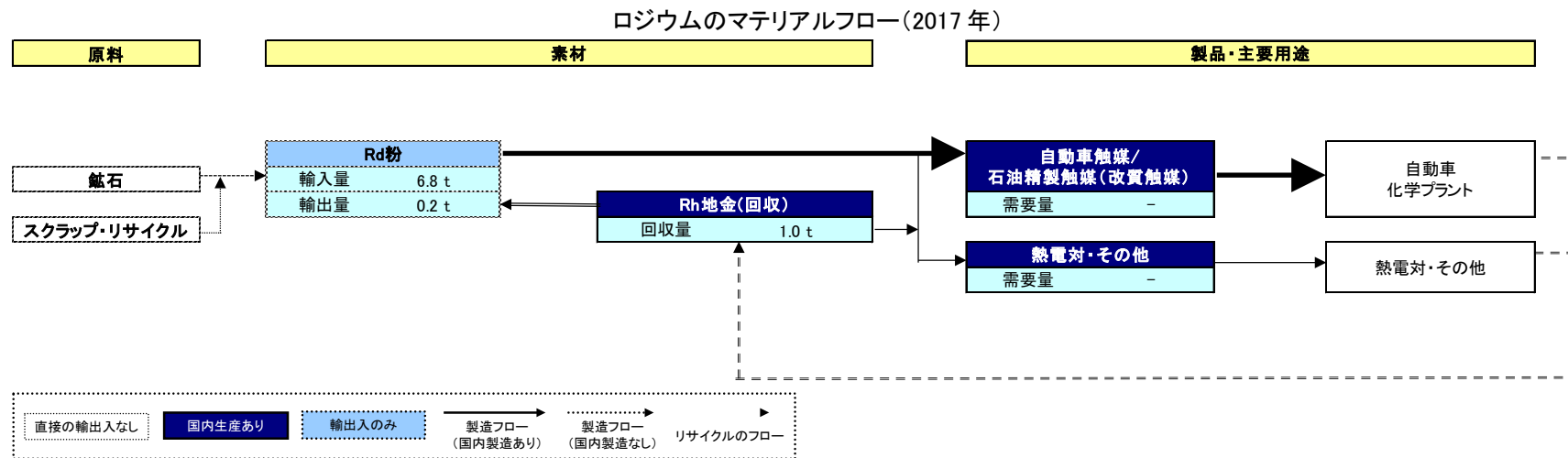
パラジウムのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: Pd地金・粉・板100%

※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された地金の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「O(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。



純分換算率：Rh地金・粉100%

※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された地金の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※「-」：生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0（ゼロ）」：四捨五入して表の最小単位未満である。

金 Au

【用途】最大需要は宝飾、次に小口投資、工業用加工品等

金は、人類が古くから利用してきた金属で展性と延性に富み錆びずに光沢を失うことなく加工できるため、古来、宝飾品、通貨、美術工芸品など高い価値を持つ。高い導電性、熱伝導性を持ち化学的に安定していて酸化されにくい、産業の高度化と共に電子・電気部品のめっき被膜として広く用いられている。国内用途は電気・電子・機械部品等の産業向けが主で次に宝飾品、歯科医療、メッキと続く。

【特性】

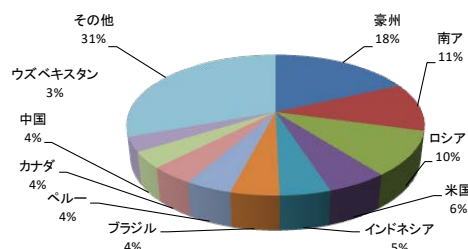
- ・黄金の輝きを保つ
- ・展延性及び電導性が高い
- ・大気中や水中では腐食しない
- ・王水に溶ける

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017年世界計)出典:USGS 2018、Thomson Reuters、「GFMS GOLD SURVEY2018」

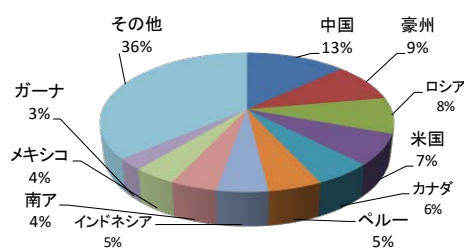
国別埋蔵量 埋蔵量は世界各国に分散

(合計:54,000 純分 t)

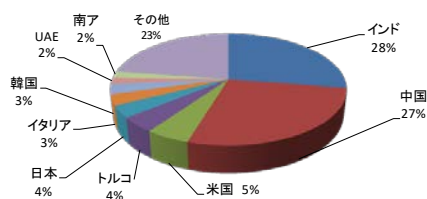


国別生産量

(合計:3,247 純分 t)

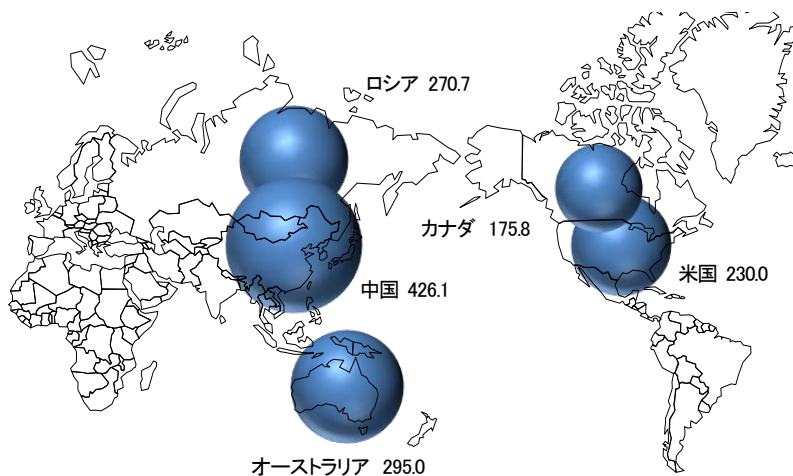


国別金加工量 (合計:2,841 純分 t)



【世界の主要生産国】 国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値)、出典 Thomson Reuters、「GFMS GOLD SURVEY 2018」

世界各国で産出されている

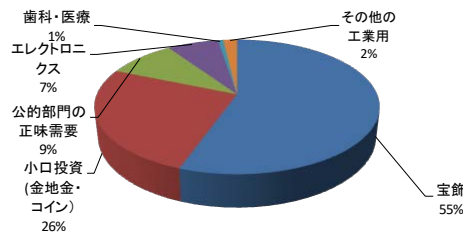


【世界の用途別需要・国別消費国】

出典: Thomson Reuters,「GFMS GOLD SURVEY 2018」

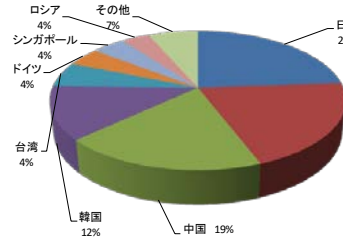
■用途別需要量

(2017年;3,988純分t)



■国別エレクトロニクス用途消費量

(2017年;277純分t)



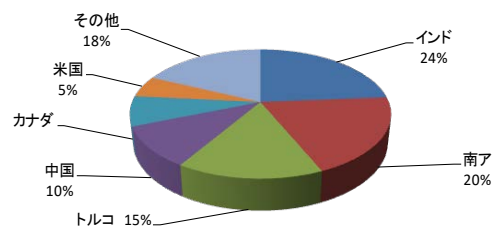
■国別宝飾品加工量

(2017年;2,214純分t)



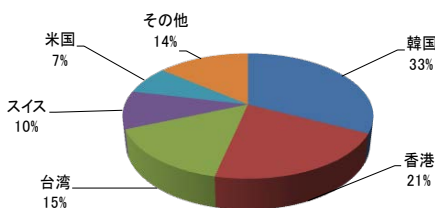
■国別コイン消費量

(2017年;248純分t)

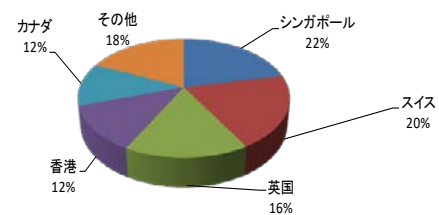


【貿易概況】 出典:財務省貿易統計

■日本 主要輸入相手国 (2017年;4.8純分t)

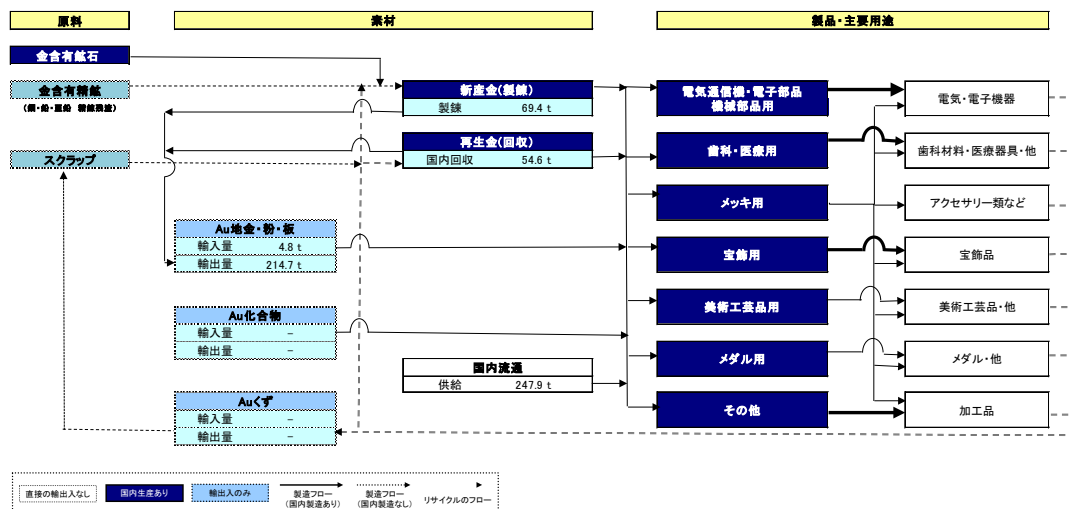


■日本 主要輸出相手国 (2017年;214.7純分t)



【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計、資源エネルギー庁貴金属統計

金のマテリアルフロー(2017年)



【概要】

- ・2017 年の鉱山生産量は、前年と同等であった。生産国第一位の中国が減産し、更にインドネシアが違法採掘に対する厳重な取り締まりにより減産したが、豪州、ロシアやカナダ等が増産した。
- ・世界需要は、宝飾品が前年比 113%と増加した。また、前年まで減少傾向であったエレクトロニクス部門が前年比 104%で増加に転じた。
- ・国内需要は、宝飾品等の分野が前年より減少した中で、AI 産業や車載半導体等の新規分野での需要が伸び電気通信機・機械部品部門が前年比 102%であった。
- ・2017 年金価格は地政学的リスク(シリア(IS問題)、北朝鮮情勢、米国情勢等)により金価格は上昇したが、2017 年末には、ドル高基調となり金は売られ、金価格が下落した。

1.特性・用途

金は、高い導電性、熱伝導性を持ち化学的に安定していて酸化されにくいいため、産業の高度化と共に電子・電気部品のめっき被膜として広く用いられている。空気中では高温でも安定だが、塩素、臭素と高温で反応し 400℃くらいで Au_2Cl_6 などのハロゲン化物を生成する。硫酸、塩酸、硝酸等の酸には溶けないが王水には溶け、シアン化ナトリウム(青酸ソーダ)水溶液に溶ける。

酸化をほとんど受けない金は、自然金(しぜんきん)や金と銀の合金(エレクトラム)として自然界に存在し、漂砂鉱床や脈状鉱床から得られる。火成岩中にも極微量に含まれるが、採算が取れるほど濃集して産出されるのはまれである。一方、金を低品位で含む含金珪酸鉱は、銅などの非鉄金属製錬の溶剤用の珪酸鉱石として出荷される場合があり、これは粗銅や粗鉛、粗亜鉛に吸収され、電解精製時に生じるアノードスライム中に濃縮して、副産物として金を得られる。また、電子部品など廃棄物や使用しなくなった宝飾製品等からの回収・精製も行われている。

金は、人類が古くから利用してきた金属で展性と延性に富み錆びずに黄色で光沢を失うことなく加工できるため、金箔、金糸等に用いられてきた他、古来、通貨、宝飾品、美術工芸品等、高い価値を持つ財産として取り扱われてきており、主に4種類の用途がある。

第一の用途は、通貨であるが、現在では流通目的の金貨を製造している国はない。現在発行されている記念金貨や、投資目的の地金型金貨においては、純金製のものが一般的になっている。

第二の用途には、宝飾品・美術工芸品がある。美しく輝き加工が容易な金は、世界中で紀元前から装飾品用途に使われてきた。純金はやわらかく、そのままでは装飾品として機能しづらいので、合金を用いている。国内の装飾品では K18 や K14 が一般的であるが、欧米では K9 や K8 も市場に多い。金を使った装飾品は特にインドや中国で需要が多い。また、日本製の金装飾品は品質が高く、アジアからの観光客に人気がある。

第三の用途は、電気・電子部品の中に使われる材料である。コンピュータや携帯電話に金が使われており、近年では、廃棄された工業用品から希少金属(レアメタル)を抽出している。

第四の用途は、上場投資信託(ETF)などで注目されるコモディティとしての金である。

現在の世界全体での主要用途は、宝飾品が最も多く、次に投資商品として金を取り扱う小口投資で第三に工業製品用として用いられている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の金生産量を表 2-1 に示す。2017 年の世界の金生産量は前年比 100%の 3,247t であった。生産量については、過去 3 年において伸びは鈍化し、ほぼ横ばい状態であった。

過去 10 年の金の国別生産量は中国が首位で、2017 年の生産量は世界合計の約 13%を占めている。しかし前年比 94%と減少しており、GFMS 報告によると、中国は環境問題¹への懸念等により、採掘・精錬業全体の

¹ 中国における環境問題への懸念とインドネシアでの違法採掘に対する厳重な取り締まりによって、世界の鉱山生産量は2017年にわずかに減少した。中国では、採掘・精錬業全体の金産量が12トン減となると同時に、製錬所の委託生産量も前年比で14トン減少したと推定される。(GFMS 2018 Gold Survey)

金産量が減少したと同時に、製錬所の委託生産量も減少したと推定されると報じられている。世界の金生産量における国別構成比では、過去には南アが金の最大生産国であったが、10 年前から中国が金生産国第一位となり、2017 年は中国が南アの約 3 倍の生産をしている。

中国に次ぐ主要生産国は、豪州、ロシア、米国となっている。GFMS 報告によるとロシアは、Olympiada 鉱山が本格稼働して増産し、カナダと米国はそれぞれ品位向上と新規プロジェクトによって増産となった。また、インドネシアでは、違法採掘に対する厳重な取り締まり²によって生産量が減少し、ペルー、ブラジル等南米各国も減産によって生産量が減少した。

金の世界需給動向を表 2-2、図 2-1 に示す。2017 年の世界の金供給量は前年比 96% の 4,415t と減少した。その内訳は、鉱山生産量(金生産量)が前年とほぼ同等の 3,247t、中古金スクラップは前年比 93% の 1,210t、生産者ヘッジ³による正味供給量は前年同値のマイナス 41t であった。また、現物需要は、米国情勢による内政・外交・通商すべての面において不透明感が存在する世界経済の中でも景気は好調で、前年比 110% の 3,988t と増加した。

需要全体の 55% を占める宝飾品需要が前年比 113% の 2,214t で増加し、前年の落ち込みから回復した。

宝飾品需要増加は、インドにおいて前年の高額紙幣廃止に伴う混乱が落ち着いたことによる反動増や 2017 年 7 月に導入された物品・サービス税(GST)施行前の駆け込み需要などが大きく影響している。

宝飾品に次ぐ用途である小口投資向け(全体の約 26%)は、前年比 99% の 1,028t で若干減少した。

公的部門の正味需要は、前年比 136% の 366t で増加し、前年の落ち込みから回復した。

工業用加工需要(全体の約 10%)は、前年比 104% の 380t で増加に転じた。前年までボンディングワイヤ素材が金から銅へと移行が進んでおり金需要が減少したが、近年車載半導体や AI 等の新たな分野で金の需要が高まっている。更に市場拡大と景気拡大に伴い半導体需要が伸び、エレクトロニクス部門(全体の約 7%、前年比 105% の 277t)が増加に転じた。

表 2-1 世界の金の生産量

単位: t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	292.0	324.0	350.9	371.0	411.1	432.2	478.2	454.1	453.5	426.1	94%	13%
豪州	215.2	223.5	260.8	258.6	251.7	268.1	274.0	279.2	290.5	295.0	102%	9%
ロシア	186.4	200.9	195.0	204.4	214.9	232.7	247.5	249.5	253.5	270.7	107%	8%
米国	233.6	221.4	229.7	233.5	232.4	229.6	208.7	218.2	236.0	230.0	97%	7%
カナダ	95.0	96.0	103.5	107.8	107.8	133.6	152.1	159.0	165.0	175.8	107%	5%
ペルー	195.5	201.4	184.8	189.6	184.4	187.7	173.0	175.9	164.5	162.3	99%	5%
インドネシア	135.9	204.5	184.1	165.1	131.0	152.7	158.4	176.3	168.2	154.3	92%	5%
南ア	233.8	219.5	199.9	190.8	163.5	168.9	159.2	151.0	150.0	139.9	93%	4%
メキシコ	50.8	62.4	79.4	88.6	102.8	119.8	118.1	135.8	120.5	130.5	108%	4%
ガーナ	80.4	90.3	92.4	91.0	95.7	107.4	107.4	95.1	95.0	101.7	107%	3%
ウズベキスタン	72.2	70.5	71.0	71.4	73.3	77.4	81.0	83.2	82.9	84.9	102%	3%
ブラジル	58.7	64.7	67.5	67.3	67.3	80.1	83.0	81.8	83.3	79.9	96%	2%
PNG	70.3	70.6	69.7	63.5	57.2	62.4	56.3	57.2	59.9	61.9	103%	2%
アルゼンチン	40.3	48.8	63.5	59.1	54.6	50.1	59.7	63.8	57.4	61.0	106%	2%
DR コンゴ	7.2	10.0	17.0	22.0	26.1	25.3	40.0	45.7	60.4	60.1	100%	2%
カザフスタン	22.0	22.5	29.9	36.7	40.0	42.6	46.1	48.2	49.8	55.1	111%	2%
マリ	47.0	49.1	43.9	43.5	50.3	48.2	47.4	49.0	49.8	52.2	105%	2%
その他	430.2	471.2	527.9	603.8	618.1	656.9	689.6	698.9	711.2	705.1	99%	22%
合計	2,467	2,651	2,771	2,868	2,882	3,076	3,180	3,222	3,251	3,247	100%	100%

出典: Thomson Reuters,「GMS GOLD SURVEY 2018」

² インドネシアでは、小規模金採掘地が国中に点在し、大規模鉱山企業の下で金採掘が行われている。金採掘地の周辺地域に対して金採掘に使用される水銀から発生した水銀蒸気が風雨によって運ばれ水路や河川が水銀により汚染されている。(2017 年 3 月 28 日産経ビジネス)

³ 生産者ヘッジとは、別名「鉱山ヘッジ」とも言う。鉱山会社では、金価格変動により将来被りうるリスクを回避又は最小化するために、先物市場を利用してヘッジ取引(保険つなぎ行為)を行っている。

表 2-2 世界の金の需要と供給

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	鉱山生産量	2,467	2,651	2,771	2,868	2,882	3,076	3,180	3,222	3,251	3,247	100%	74%
	中古金スクラップ	1,388	1,765	1,743	1,698	1,700	1,303	1,159	1,180	1,306	1,210	93%	27%
	生産者ヘッジによる正味供給量	-357	-234	-106	18	-40	-39	108	21	32	-41	-128%	-1%
	供給合計量	3,497	4,182	4,407	4,584	4,543	4,340	4,446	4,422	4,590	4,415	96%	100%
需要	宝飾品	2,355	1,866	2,083	2,099	2,066	2,726	2,559	2,464	1,953	2,214	113%	55%
	エレクトロニクス	334	295	346	342	310	306	297	267	264	277	105%	7%
	歯科・医療	56	53	48	43	39	36	34	32	30	29	97%	1%
	その他の工業用	89	79	86	85	84	85	80	76	71	73	103%	2%
	工業用加工量 小計	479	426	480	470	432	428	411	376	366	380	104%	10%
	公的部門の正味需要	-235	-34	77	457	544	409	466	443	269	366	136%	9%
	金地金	667	562	946	1,248	1,057	1,444	886	875	786	780	99%	20%
	コイン	272	304	317	369	350	426	276	284	257	248	96%	6%
	小口投資 小計	939	866	1,263	1,617	1,407	1,871	1,162	1,160	1,043	1,028	99%	26%
	現物需要	3,538	3,125	3,903	4,643	4,449	5,434	4,598	4,442	3,630	3,988	110%	100%
	現物の過不足	-40	1,057	504	-59	94	-1,094	-151	-20	960	427	44%	-
ETFの在庫構築		321	623	384	189	279	-879	-155	-117	539	177	33%	-
取引所の在庫構築		34	39	54	-6	-10	-98	1	-48	86	0	0%	-
ネットバランス		-396	395	67	-241	-176	-117	3	146	334	250	75%	-
金価格(LBMA午後、米ドル/oz)		871.96	972.35	1,224.52	1,571.69	1,668.98	1,411.23	1,266.40	1,160.06	1,250.80	1,257.15	101%	-

出典: Thomson Reuters,「GMS GOLD SURVEY 2018」

各項目を四捨五入しているため、合計と一致しない場合がある。正味生産者ヘッジは鉱山会社のゴールドローン、フォワード・ポジション、オプション・ポジションが現物市場に与える影響の推移を示している。

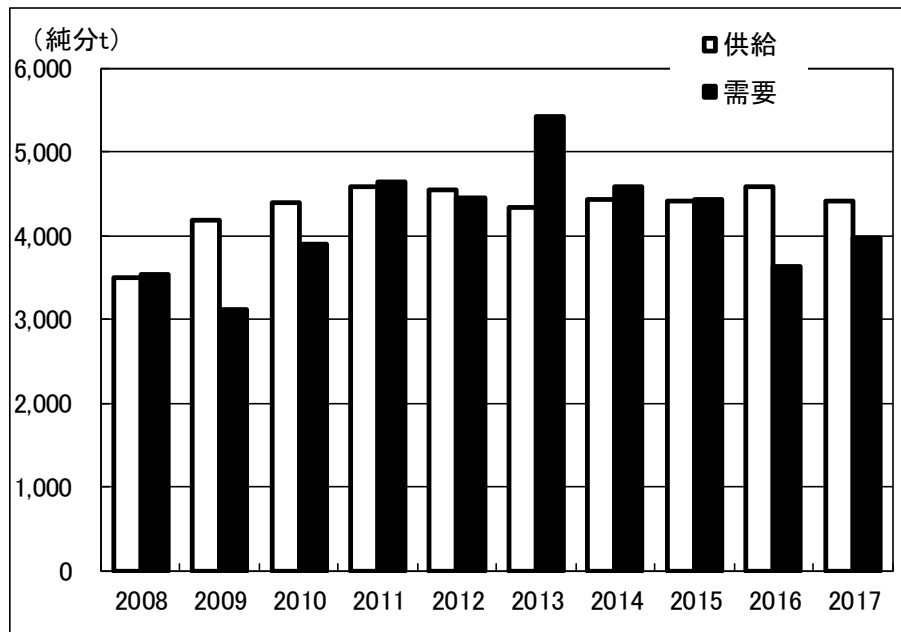


図 2-1 世界の金の需給

2-2 国内の需給動向

金の国内需給動向を表 2-3、図 2-2 に示す。

2017 年の金の輸入量は前年比 102%の 4.8t であった。これに新産金 69.4t(前年比 91%)と国内回収 54.6t(前年比 99%)及び国内流通量⁴ 247.9t(前年比 122%)が加わり、国内供給量は、376.7t(前年比 111%)に増加した。

2017 年の金の国内需要は、前年比 102%の 59.5t であった。需要分野別では電気通信機・機械部品用が前年比 102%の 28.4t で、前年からの景気回復基調が続伸し、市場拡大と景気拡大に伴い AI 産業や車載半導体

⁴国内流通受払: 国内取引業者間で流通した金量(受入—払出に関わる金量)。資源エネルギー庁が実施する a)特定貴金属取扱い取引 b)その他の取引 に該当する生産者、輸出入業者、貴金属商等へ調査で両者の受入合計から払出合計を差し引いた差分をいう。

出典: 経済産業省資源エネルギー庁 鉱物資源課

等の新規分野での需要が増加した。次いで宝飾用が前年比 99%の 8.6t でわずかに減少した。これは、2017 年の不透明な世界経済情勢等により若干のマイナスの影響を与えた。また、歯科・医療用が前年比 89%の 7.5t で前年まで続いた増加傾向から減少へ転じた。需要量の少ないメッキ用(前年比 95%、2.2t)、美術工芸用(前年比 88%、0.88t)、メダル用(前年比 86%、0.14t)は、数量的に大きな変動はなかったが、すべて減少へと転じた。

表 2-3 金の国内需給

単位: 純分t													
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	①国内新産金	81.0	87.1	93.2	86.7	66.3	53.1	57.8	74.8	76.1	69.4	91%	18%
	②国内回収(再生金)	28.7	35.3	27.7	36.2	41.6	38.1	43.8	51.4	55.0	54.6	99%	14%
	③国内流通	60.1	17.8	11.0	23.7	51.6	51.4	48.1	90.9	202.7	247.9	122%	66%
	④輸入	35.1	17.4	18.8	12.2	11.2	27.7	15.7	9.4	4.7	4.8	102%	1%
	合計	204.9	157.6	150.7	158.8	170.7	170.4	165.4	226.5	338.5	376.7	111%	100%
需要	電気通信機・機械部品用	84.9	55.0	60.9	46.6	38.4	28.5	27.5	26.8	27.8	28.4	102%	10%
	歯科・医療用	11.7	10.4	9.8	8.3	8.9	8.0	7.6	8.0	8.5	7.5	89%	3%
	メッキ用	13.8	4.8	5.6	2.7	3.7	2.3	1.6	2.4	2.4	2.2	95%	1%
	宝飾用	22.4	16.3	20.0	15.4	11.0	9.0	7.4	7.2	8.7	8.6	99%	3%
	美術工芸品用	1.21	1.02	1.05	0.95	0.85	0.84	0.98	1.06	1.00	0.88	88%	0%
	メダル用	0.48	0.69	0.38	0.25	0.18	0.03	0.45	0.07	0.16	0.14	86%	0%
	その他	31.5	21.2	22.8	35.4	28.8	17.9	13.1	8.6	9.9	11.7	119%	4%
	内需小計	166.0	109.3	120.5	109.7	91.8	66.6	58.6	54.1	58.4	59.5	102%	22%
	輸出	398.5	188.6	236.6	190.3	132.0	127.3	113.8	137.1	196.6	214.7	109%	78%
	合計	564.5	297.9	357.1	299.9	223.8	193.9	172.4	191.2	254.9	274.2	108%	100%
供給－需要		-359.7	-140.3	-206.4	-141.1	-53.1	-23.5	-7.0	35.3	83.6	102.5	123%	-

出典: 財務省 貿易統計(輸出入)、輸出入共にAu地金・粉・板

貴金属流通統計(①国内新産金、③国内流通)、触媒資源化協会(②国内回収)、

貴金属流通統計(電気・ガラス・宝飾・その他の需要)

※国内流通: 国内取引業者間で流通した金量(受入－払出に關わる金量)。

資源エネルギー庁が実施する a) 特定貴金属取扱い取引 b) その他の取引 に該当する生産者、輸出入業者、貴金属商等へ調査で両者の受入合計から払出合計を差し引いた差分をいう。

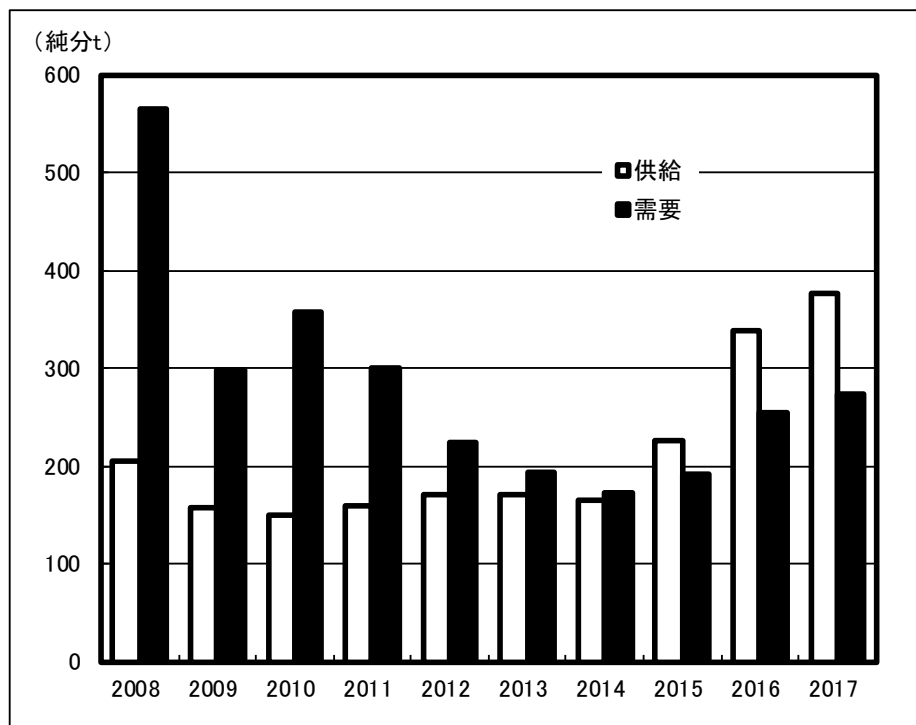


図 2-2 金の国内需給

① 国内新産金

かつて日本には佐渡鉱山(新潟県)などの金山が複数あったが、現在稼働中である金鉱山としては菱刈鉱山(鹿児島県)などがある。菱刈鉱山の金品位は鉱石 1t 中に約 30～40g の含有量で、年間約 7t の金が産出されている。

日本において新産金と呼ばれるものの多くは、銅・鉛・亜鉛鉱石を輸入して貴金属スクラップなどの二次原料と共に処理して銅・鉛・亜鉛等を精錬する過程で副産物として生産される。これら新産金は、後述する二次原料のみから生産される再生金とは区別される。

② 国内回収(再生金)

廃棄物からの金の回収・精製は古くから行われている。現在は、パソコンや携帯電話に使用されていたプリント基板、IC、セラミックパッケージ、リードフレームや使用済みターゲット、メッキの廃液並びに使用しなくなった宝飾製品等が回収・精製され、金地金に戻されている。製錬所へ戻らずに二次加工業者によって再生されるものを再生金として区別している。

3. 価格動向

金の価格変動を図 3 に示す。

金は、ドル安、インフレ、金融システム不安等の様々のリスクへのヘッジに有効であると認知され、過去にはサブプライム問題が深刻化する中では膨大な資金の受け皿の一つになっていた。

2011 年頃から徐々に高推移し、米国価格下げ問題や欧米債務問題を巡る混乱や世界経済の減速を受け、投資資金が金に殺到し、高値を更新したが、その後欧州ソブリン問題の深刻化が収まり急落、2014 年に金融危機後 6 年続いた米国の量的緩和策が終了し、2015 年には、ドル上昇、金下落の現象が起きた。

2016 年前半には、世界経済の不透明感が強まる中、日欧のマイナス金利導入や英国の EU 離脱を巡る懸念から投資家を金に向かわせ、金価格が上昇したが後半に反落した。

2017 年年初は約 1,150\$/toz 近辺からじり高で推移し、地政学的リスク(シリア(IS問題)や北朝鮮情勢や米国情勢等)により金価格は上昇し、金価格は、9 月ごろには約 1,350\$/toz 近辺まで推移した。しかし、政治混乱の中世界経済は、順調に拡大を続けたため、市場の関心は、金融引き締めを持続性や株式市場の上昇、また、仮想通貨バブルなどに向かい、ドル高基調となり金は売られた。

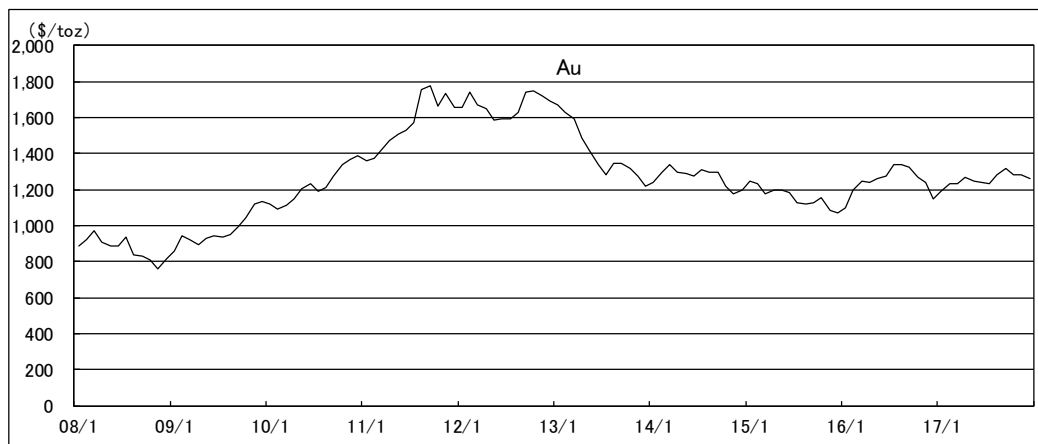


図 3 金価格変動(ロンドン価格(LBMA 価格) Monthly Average)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

金の輸出入数量を表 4-1a、図 4-1、図 4-2 に示す。2017 年の金の輸入数量は前年比 102%の 4.8t で増加に転じ、輸出量は前年比 109%の 214.7t であった。

一方輸出は、3 年連続の増加となり、2011 年の 190.3t を更に上回り、過去 7 年で最高となった。

表 4-1b に金を含有する素材・製品・原料の輸出入数量を示す。

外国貿易等に関する統計の種類には、①普通貿易統計(「アクセサリー」・「金化合物」・「くず」等)及び鉱石(貴金属鉱<精鉱を含む>:その他のもの<銀鉱以外>)等含まれる)、②特殊貿易統計及び③船舶・航空機統計の三種類が存在する。「マネタリーゴールド」及び「金貨」は、特殊貿易統計の金統計に含まれ、普通貿易統計には含まれない。金含有量が不明のため表 2-3 国内需給及びマテリアルフロー図から除外した。

鉱石及び「くず」については、金が多少含まれていると考えられているが、含有率が不明であることにより金純分としての算出が不可能であるため、同様に国内需給及びマテリアルフロー図から除外した。「くず」の中には、「E スクラップ⁵」としてのリサイクル原料が含まれている。

表 4-1a 金の輸出入数量

													単位: 純分t	
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
素材	Au地金・粉・板	輸入	35.1	17.4	18.8	12.2	11.2	27.7	15.7	9.4	4.7	4.8	102%	
		輸出	398.5	188.6	236.6	190.3	132.0	127.3	113.8	137.1	196.6	214.7	109%	
合計		輸入－輸出	-363.4	-171.2	-217.8	-178.1	-120.8	-99.6	-98.1	-127.7	-191.9	-209.9	109%	

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: Au地金・粉・板 100%

表 4-1b 金を含有する素材・製品・原料の輸出入数量

			単位: 物量t 金含有量不明 (参考値)										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
製品	マネタリーゴールド	輸入	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	金貨	輸入	4.4	2.3	1.4	6.3	2.5	3.2	2.5	4.1	2.7	2.5	93%
		輸出	0.7	0.3	0.7	1.8	1.2	1.1	0.6	0.6	0.5	1.9	380%
	アクセサリ類	輸出	23.2	18.1	29.6	42.7	18.7	13.7	24.9	31.1	42.2	28.3	67%
	金化合物	輸入	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	100%
輸出		14.7	10.8	28.7	13.3	44.6	53.4	43.0	26.8	20.4	27.6	135%	
素材	金のくず (金を張った 金属のくずを含むもの) HSコード 711291000	輸入	3,054	2,798	3,630	3,416	4,533	4,830	4,642	3,531	3,399	3,242	95%
		輸出	10	20	88	415	64	17	7	14	34	45	133%
	貴金属くず その他(含む Eスクラップ) HSコード 711299000	輸入	23,259	25,582	36,417	44,293	74,273	100,211	130,761	131,019	151,637	138,702	91%
		輸出	1,784	1,284	1,973	3,480	4,225	2,985	1,545	994	1,113	1,356	122%
	くず総輸出入量	輸入	26,313	28,380	40,048	47,708	78,806	105,040	135,402	134,550	155,036	141,944	92%
		輸出	1,794	1,304	2,061	3,895	4,289	3,002	1,552	1,007	1,147	1,401	122%
原料	鉱石(貴金属鉱<精鉱を含む>: 他のもの(銀鉱以外))	輸入	8,412	5,842	6,483	12,217	11,906	12,986	14,429	20,356	24,959	3,315	13%
		輸出	-	0.0	-	-	-	42.0	-	-	-	-	-

出典: 財務省 貿易統計 くず総輸出入量: HSコード711291000とHSコード711299000を加算した数値。

マネタリーゴールド・金貨: 特殊貿易統計/金統計(参考値)

⁵ E スクラップ: 家電やパソコン、携帯電話やスマホ、通信サーバー等各電子機器類の廃基板など多くの有価金属を高濃度に含有する金銀滓のこと。

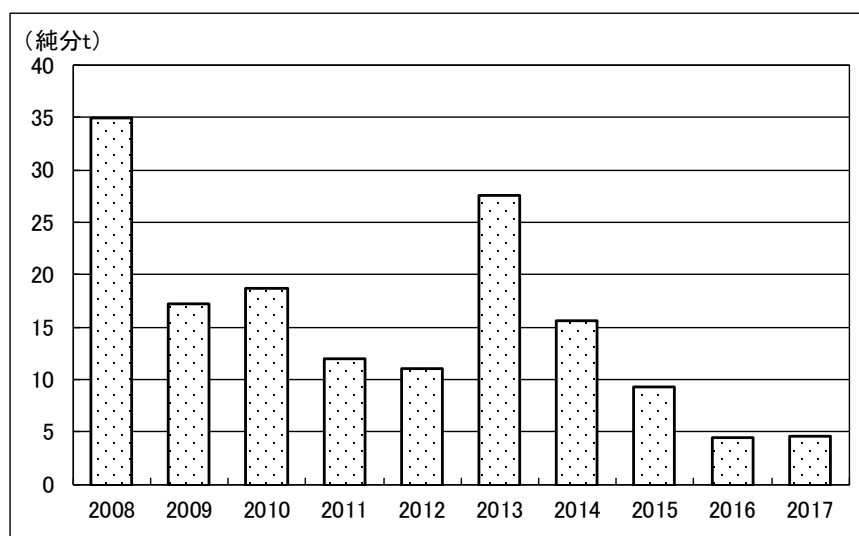


図 4-1 金の輸入数量(純分t)

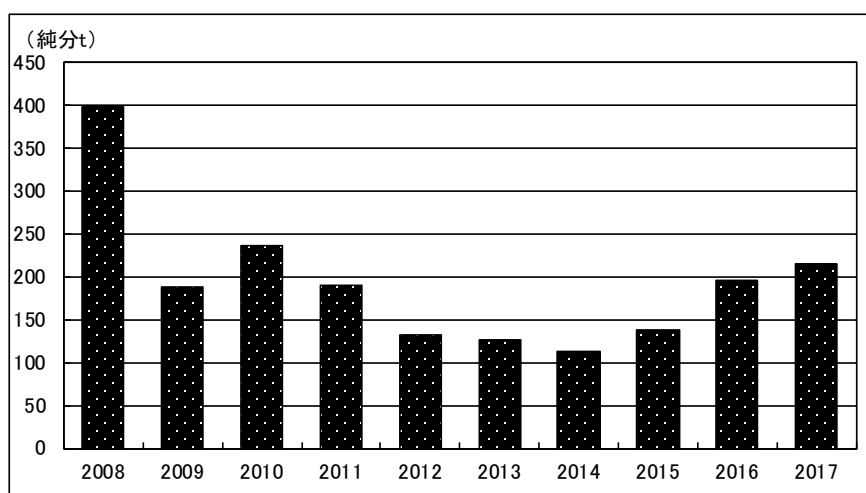


図 4-2 金の輸出数量(純分t)

4-2.輸出入相手国

金の輸出入相手国を表 4-2、輸入相手国を図 4-3、輸出相手国を図 4-4 に示す。

2017 年の輸入は前年比 102% の 4.8t であった。韓国、香港からの輸入がそれぞれ 1.55t、1.02t で、全体に占める割合は、32.2%、21.3% と 2 カ国で約 54% を占めている。次いで台湾、スイス、米国の順で続いている。

2017 年の輸出は前年比 109% の 214.7t と 3 年連続で増加した。主な輸出国は、シンガポール(前年比 114% の 46.7t)、スイス(前年比約 3 倍の 42.7t)で増加し、英国(前年比 54% の 34.4t)、香港(前年比 87% の 26.6t)で減少した。次いでカナダ、中国、台湾と続いている。特にカナダは、2015 年まで輸出がなかったが、2017 年は前年比約 7 倍の 25.2t、中国も前年比約 4 倍の 9.1t で大幅に増加した。

表 4-2 金の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	韓国	0.79	3.50	0.57	1.16	0.58	1.40	1.16	1.12	1.24	1.55	125%	32.2%
	香港	1.53	2.51	2.66	0.52	0.00	0.07	0.65	1.50	0.15	1.02	686%	21.3%
	台湾	1.61	1.97	2.38	1.83	1.62	1.46	1.10	0.83	0.80	0.73	91%	15.1%
	スイス	3.44	3.57	0.97	1.61	2.51	5.04	1.85	2.10	1.19	0.47	40%	9.9%
	米国	1.61	0.28	2.54	1.93	0.42	1.40	1.60	1.25	0.54	0.35	65%	7.3%
	中国	0.44	0.43	0.65	0.52	0.39	0.26	0.29	0.24	0.14	0.20	140%	4.2%
	シンガポール	1.99	0.05	0.01	0.03	0.08	0.09	0.09	0.86	0.02	0.12	501%	2.5%
	その他	23.69	5.12	9.01	4.58	5.56	17.95	8.99	1.50	0.63	0.37	59%	7.7%
	合計	35.1	17.4	18.8	12.2	11.2	27.7	15.7	9.4	4.7	4.8	102%	100.0%
輸出	シンガポール	29.7	19.3	20.3	23.8	17.4	17.8	19.2	31.7	40.9	46.7	114%	21.8%
	スイス	6.0	20.2	14.6	8.4	5.3	2.4	6.7	5.9	13.8	42.7	310%	19.9%
	英国	49.6	39.6	38.9	50.6	18.7	5.6	7.0	11.5	63.9	34.4	54%	16.0%
	香港	13.5	5.8	20.2	30.2	38.0	37.8	39.2	37.7	30.7	26.6	87%	12.4%
	カナダ	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	25.2	730%	11.7%
	中国	7.5	3.2	4.1	4.6	5.0	4.8	4.9	4.9	2.3	9.1	395%	4.2%
	台湾	89.1	15.0	22.3	22.5	7.2	6.8	5.5	10.4	10.2	8.4	82%	3.9%
	その他	203.0	85.5	116.2	50.2	40.4	52.1	31.4	35.0	31.3	21.7	69%	10.1%
	合計	398.5	188.6	236.6	190.3	132.0	127.3	113.8	137.1	196.6	214.7	109%	100.0%

出典: 財務省 貿易統計
※Au地金・粉・板

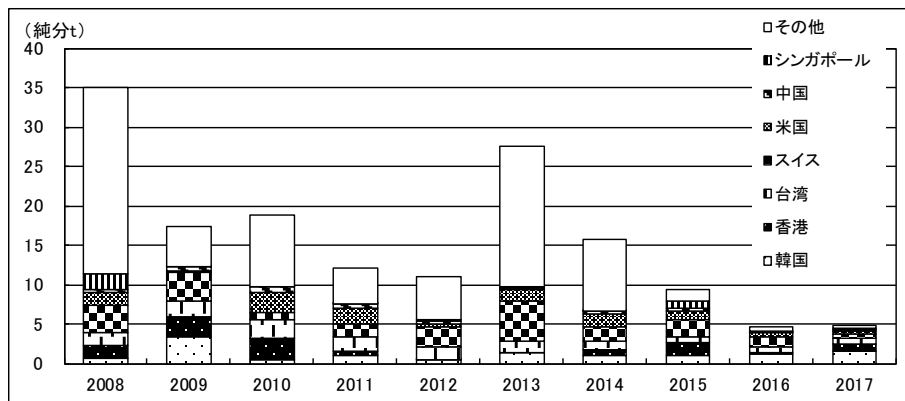


図 4-3 金の輸入相手国

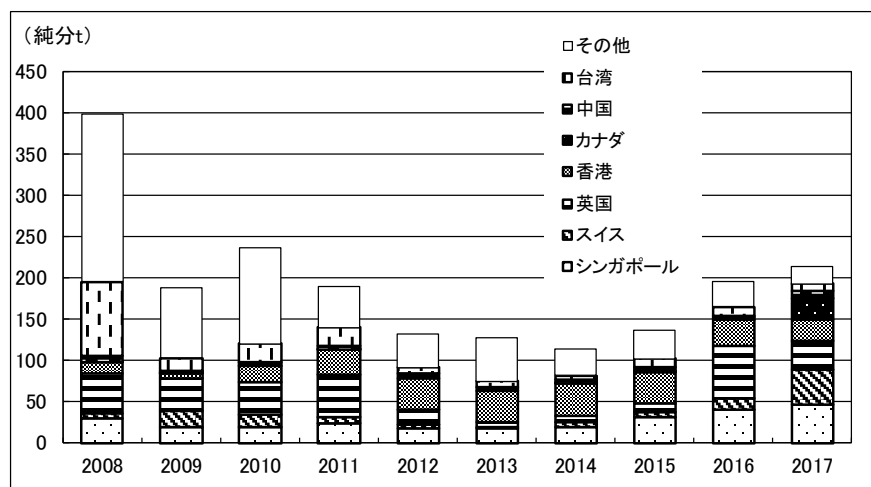


図 4-4 金の輸出相手国

4-3.輸出入価格

金の平均輸出入価格を表 4-3、図 4-5、図 4-6 に示す。金の地金・粉・板は輸出入価格とも 2012 年まで上昇基調となっていた。2013 年以降は、米国の量的金融緩和縮小や利上げ観測から下落基調に転換した。その後は中国経済の先行き不透明感から資源需要の落ち込みがみられ、国際商品が全般的に軟調な展開となる中、2015 年に輸入価格の更なる下落があったが、2016 年には英国の EU 離脱問題や米国大統領選挙の行方も不透明だったことから値を戻した。2017 年の輸入価格(貿易統計による)は前年比 95%の 1,107\$/toz で減少に転じたが、輸出価格は前年比 105%の 1,220\$/toz で昨年に引き続き上昇した。

表 4-3 金の平均輸出入価格

		単位:\$/toz										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
Au地金・粉・板	輸入	811	913	1,158	1,476	1,572	1,348	1,212	941	1,167	1,107	95%
	輸出	387	708	609	1,406	1,483	1,140	1,202	1,113	1,158	1,220	105%
マネタリーゴールド	輸入	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

出典:財務省 貿易統計

※“toz”はトロイオンス(=31.1035g)

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算した年間平均価格。

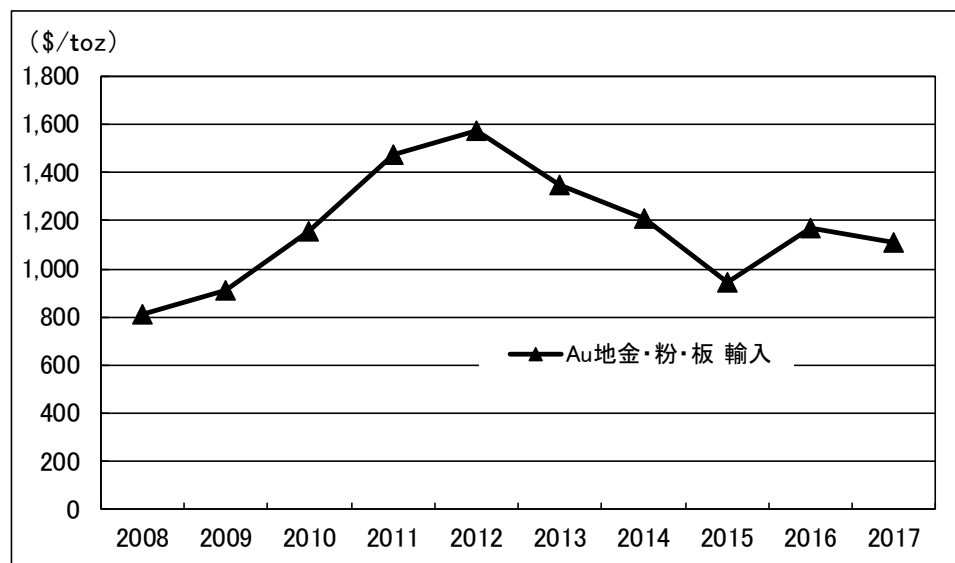


図 4-5 金の平均輸入価格

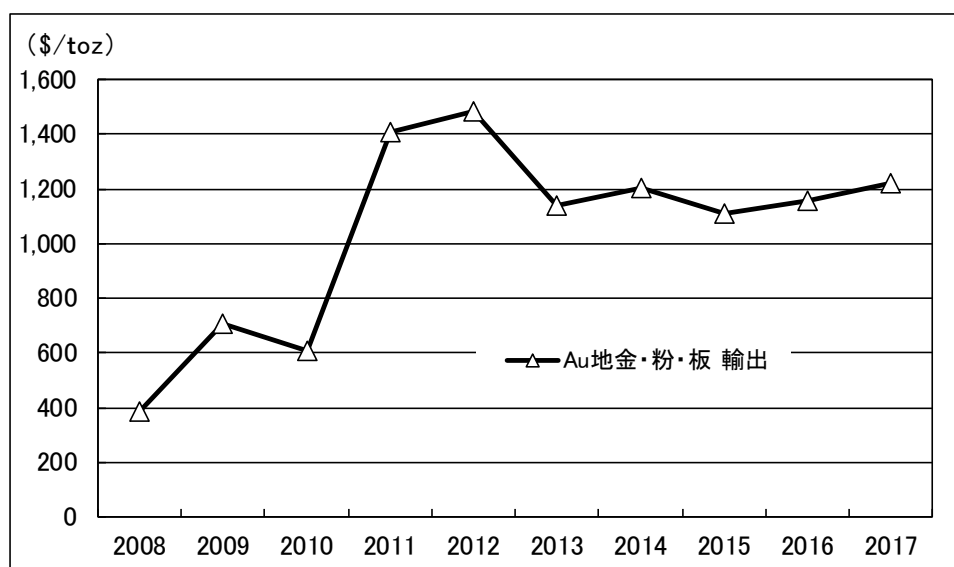


図 4-6 金の平均輸出価格

5. リサイクル

金のスクラップは、金又は金合金等の製造工程で発生するくず、金又は金合金を材料として部品又は製品の製造工程で発生する不良品、使用済みとなった金製品及び使用済みとなった製品に組み込まれたものに分類される。

使用済み品としては、パソコンや携帯電話に組み込まれた電子基板や電子部品等に含まれた金などがリサイクルされている。パソコンは、使用済みとなると製造業者又はリース会社に戻され、産業廃棄物処理業者の手を経て、回収・精製業者にて貴金属が回収されている。携帯電話は、通信事業者が自主的に使用済み製品の回収を行っている。宝飾品や美術工芸用の金製品は、所有者が現金化の必要が生じた時に地金商等に持ち込まれることがある。歯科用材料向けは、歯科金属スクラップ（撤去冠・研磨くず等）として大部分がリサイクルされている。これらの有価金属を含む使用済み製品は、「都市鉱山」として注目されている。

現在国内では、前述の通り、金は宝飾品や使用済み電気通信機器等のエレクトロニクス製品（E スクラップ）から回収され、一度市中に出た金はほぼすべて回収される。

下記の定義に従い、国内の見掛け消費量におけるリサイクル量の割合（リサイクル率）を計算したものを表 5 に示す。2017 年のリサイクル率は、34%で前年とほぼ同等であった。

リサイクル率	$\text{＝（使用済み製品のマテリアルリサイクル量）／（見掛け消費）}$
見掛け消費	$\text{＝（国内生産）＋（素材の輸入）－（素材の輸出）}$

※ 素材とは Au 地金・粉・板の値

※ 国内生産には国内流通及び使用済み製品のリサイクル（マテリアルリサイクル）を含む。

表5 金のリサイクル

単位: 特記以外純分t

区分	内訳		2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	新産金	53.1	57.8	74.8	76.1	69.4
		宝飾等からの回収	38.1	43.8	51.4	55.0	54.6
		国内流通	51.4	48.1	90.9	202.7	247.9
	素材	輸入－輸出	-99.6	-98.1	-127.7	-191.9	-209.9
	合計①		43.1	51.6	89.4	141.9	161.9
リサイクル量 宝飾等から回収②			38.1	43.8	51.4	55.0	54.6
リサイクル率②／①			89%	85%	58%	39%	34%

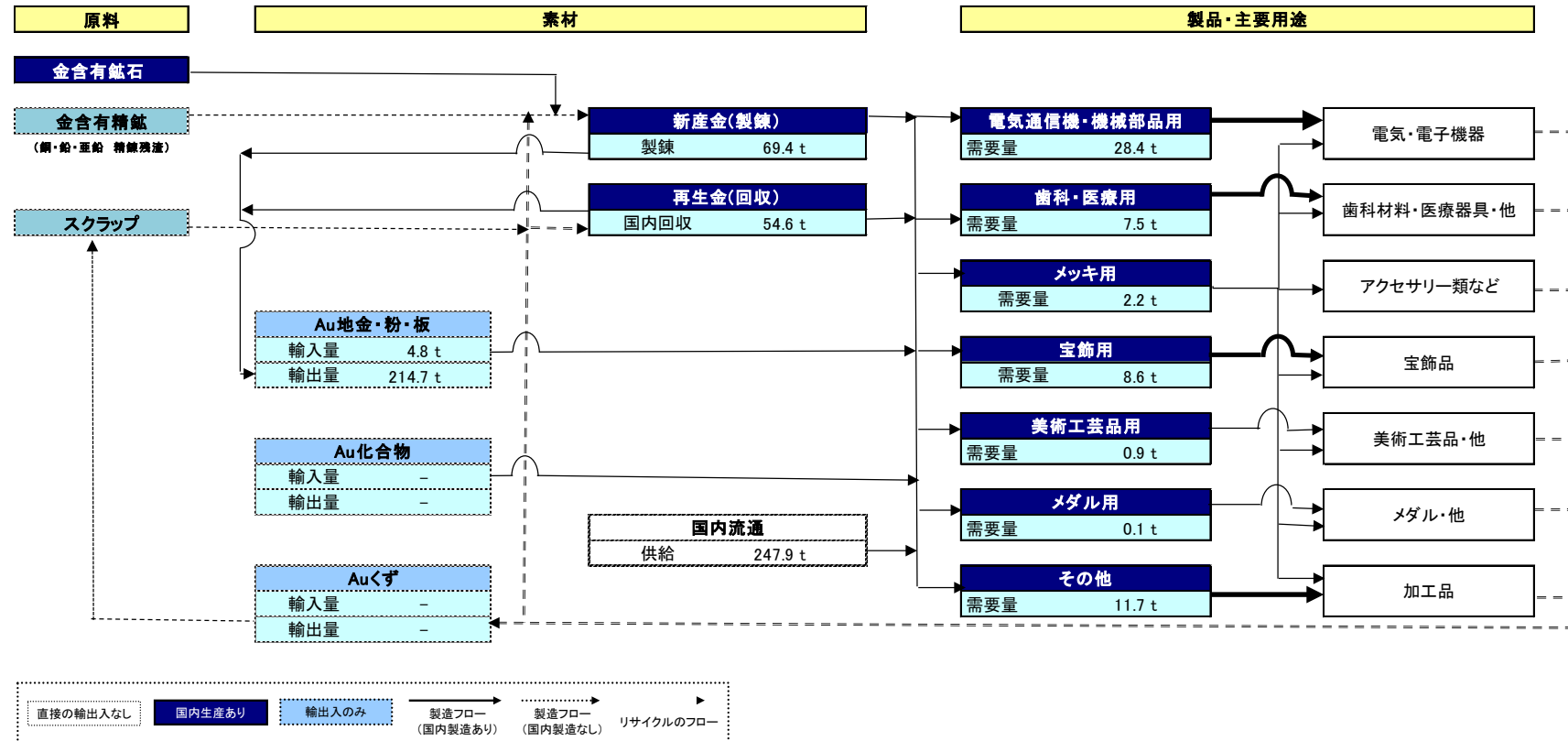
※出典: 貴金属流通統計(国内新産金、国内流通)、触媒資源化協会(国内回収)、貿易統計(輸出入量)

※国内流通: 国内取引業者間で流通した金量(受入－払出に關わる金量)。

資源エネルギー庁が実施する a) 特定貴金属取扱い取引 b) その他の取引 に該当する生産者、輸出入業者、貴金属商等へ調査で両者の受入合計から払出合計を差し引いた差分をいう。

6.マテリアルフロー

金のマテリアルフロー(2017年)



純分換算率: プラチナ合金60%、その他100%

※製品の需要量=国内で生産又は国内に輸入された地金の要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※マネタリーゴールド及び金貨については、金統計のためマテリアルフローには記載しない。

※国内流通: 国内取引業者間で流通した金量(受入—払出に関わる金量)。

資源エネルギー庁が実施する a)特定貴金属取扱い取引 b)その他の取引 に該当する生産者、輸出入業者、貴金属商等へ調査で両者の受入合計から払出合計を差し引いた差分をいう。

銀 Ag

【用途】産業用途では、太陽光発電や電気・電子産業等に幅広く利用

銀は、工芸品、食器等や貨幣の材料として古くから利用されてきた。導電性が高いことから、近年、電気接点 IC リードフレーム導電材として電気・電子産業及び太陽光発電用ソーラーパネル等に幅広く使用されている。合金として銀蝨、歯科用、メッキ、ハンダや真鍮等に使われ、化合物としては、臭化銀が写真感光材として使用され、酸化銀が医薬品及び分析用試薬等に用いられている。

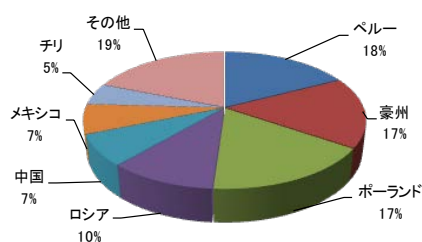
【特性】

- ・導電性、熱伝導性は全金属で最も高い
- ・展延性が高く、光の反射性も良好である
- ・殺菌性や消臭性がある

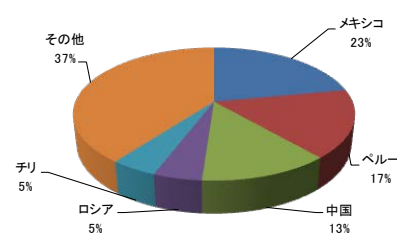
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017 年世界計) 出典: USGS 2018、Thomson Reuters「World Silver Survey 2018」

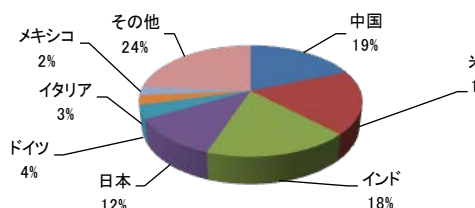
国別銀埋蔵量 (合計 530,000 純分t)



国別銀生産量 (合計 26,502 純分t)

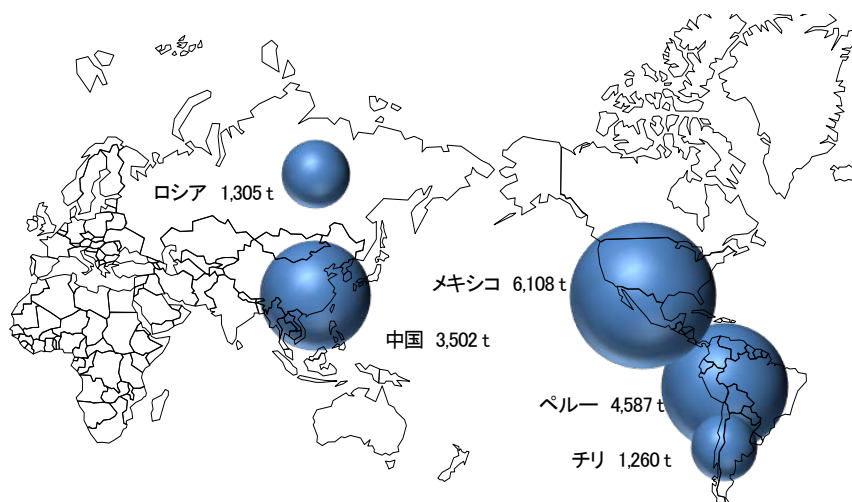


国別銀加工量 (合計 31,652 純分 t)



【世界の主要銀生産国】 国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値)、出典: Thomson Reuters「World Silver Survey 2018」

中南米で多く産出

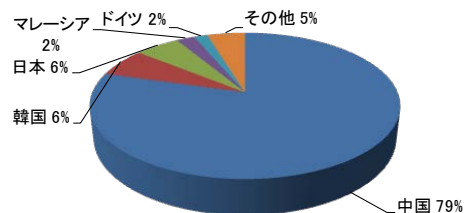


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

中国が世界の銀鉱石輸入の約8割を占める。

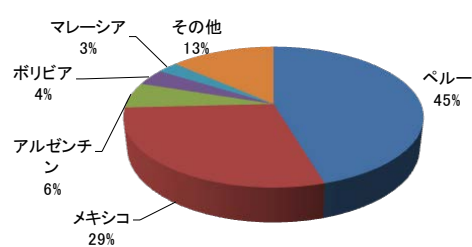
■世界 銀鉱石 主要輸入国

(2017 年合計 669,845 マテリアル t)



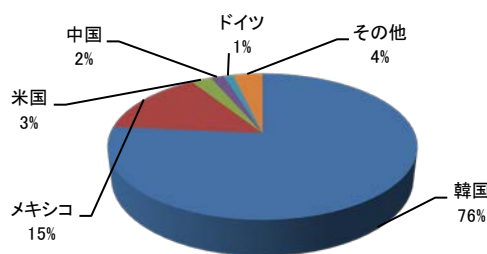
■世界 銀鉱石 主要輸出国

(2017 年合計 474,363 マテリアル t)



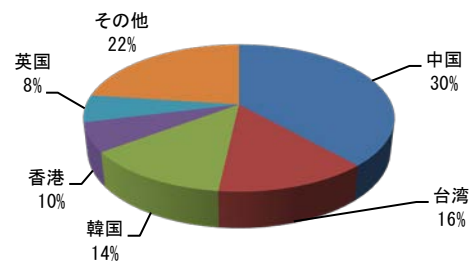
■日本 主要輸入相手国

(2017 年合計 2,163 純分 t)



■日本 主要輸出相手国

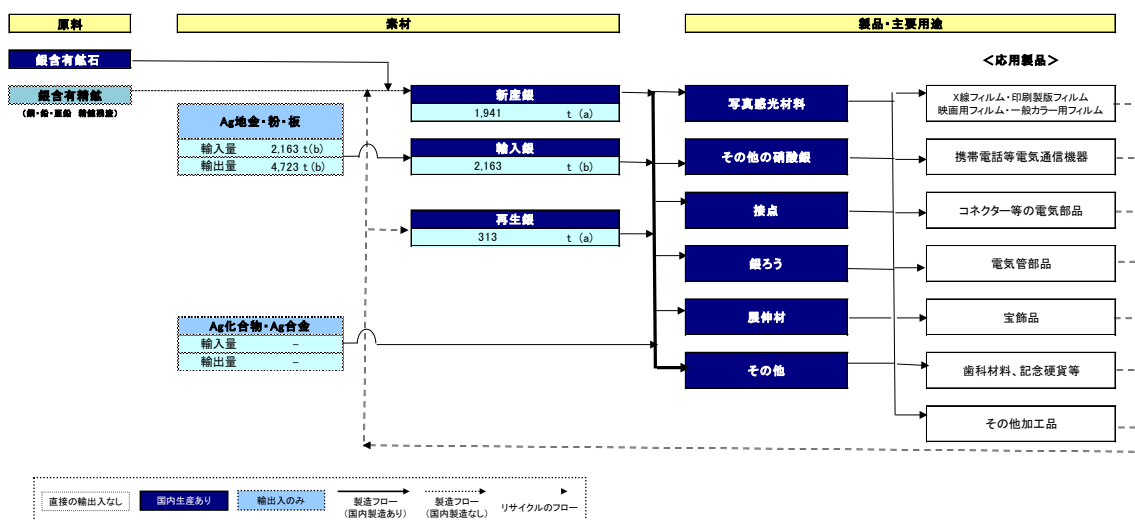
(2017 年合計 4,723 純分 t)



【鉱石から製品まで】 年間国内需要は、約 5,700 トン(内需; 1,022t 輸出; 4,723t) (純分 t)。

出典: 財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計

銀のマテリアルフロー(2017 年)



【概要】

- ・2017 年の世界需要は前年比 98%で過去 5 年間の最低水準まで落ち込んだ。その原因は、コイン及び銀地金等の小口投資の需要が前年比 73%で、2010 年以来の最低水準まで下落したことである。それ以外の分野では、工業用需要が好景気と太陽光発電や電子部品市場の高成長が追い風となり前年に続いて着実に増加した。また宝飾品は、インドと北米での需要が増加した。
- ・世界の国別鉱山生産量は、第 1 位のメキシコが前年比 105%であったが、銅・亜鉛・鉛鉱石等を多く産出する中南米、中国、ロシア、豪州、米国等上位 9 カ国中 8 カ国が前年比 96%と微減であったことから、銀の供給合計量は、前年比 98%であった。
- ・国内では、銀輸出が 9 年間連続で増加し 2017 年は史上最高であり、その大部分が太陽光発電用ソーラーパネル等の工業用素材として利用された。
- ・銀価格は、約 16\$/toz から約 18\$/toz の範囲で安定的に推移した。

1.特性・用途

銀は、金と同様に古くから「通貨」と「商品」の両面をもつ金属で、延性と展性は金や銅を除けば最も優れている。また、室温において既知の金属の中で最も電気抵抗率が低い。

銀は、銀鉱石¹より得ることは少なく、銀を副産物として含む銅や鉛・亜鉛などの鉱石を乾式製錬し、精鉱に含まれる銀が粗銅、粗鉛や粗亜鉛に吸収され、電解精製時に生じるアノードスライムに濃集され、これから回収されるものが大半を占める。また、この電解精製法によってそれまで捨てられていた品位の低い銀やほかの鉱石に紛れ込んでいた少量の銀も回収することが可能となっている。

現在、国内で銀鉱石からも生産されているが、国内の供給全体に占める割合はわずかである。

日本において新産銀と呼ばれるものの多くは、銅・鉛・亜鉛鉱石を貴金属スクラップなどの二次原料と共に処理し、銅・鉛・亜鉛等を精錬する過程で副産物として生産される。これら新産銀は、最終工程が電気分解で産出されることから電気銀とも呼ばれ、二次加工業者でスクラップのみを原料として製造される再生銀とは区別される。

銀は、工業用にも幅広く利用され、最も使用量の多い用途は、かつては写真の感光材²であったが、フィルムカメラからデジタルカメラへの移行によって、この用途での使用量は激減した。他方太陽光発電の急伸に伴い、ソーラーパネル用³の使用量が急増している。

銀は電線としても利用されているが、高価なため、電気抵抗率の比較的近い銅線、又は軽量のアルミニウム線を太径又は複導体・多導体にして使用している場合がほとんどで、銀線は特殊な場合にのみ利用されている。高周波を扱う同軸ケーブルや導波管にも用いられることがあるほか、継電器(リレー)の接点にも用いられ、これらは丈夫さと経済性、表皮効果を考慮し、銀メッキが施された銅が使用されている。また近年、酸化銀を用いる酸化銀電池(銀電池)も、長期間保存でき、電気容量が大きいうえに放電の末期まで電圧が降下せず安定しているため、腕時計や体温計といった安定性を求める精密機械に多く使用されるようになってきている。

また銀の反射率はすべての金属の中で最も高く、これを利用して鏡や反射フィルムなどに利用されている。

貴金属の中では比較的化学変化しやすく、空気中に硫黄化合物(自動車の排ガスや温泉地の硫化水素など)が含まれていると、表面に硫化物 Ag_2S が生成し黒ずんでくる。

銀イオンは、バクテリアなどに対して強い殺菌力を示すため、現在では広く抗菌剤として使用されている。例えば抗菌加工と表示されている製品の一部に、銀化合物を施しているものがある。

¹銀鉱石を構成する鉱石鉱物には、次のようなものがある。

自然銀 (Ag)・針銀鉱(輝銀鉱) (Ag_2S)・濃紅銀鉱(火閃銀鉱) (Ag_3SbS_3)・淡紅銀鉱 (Ag_3AsS_3)・角銀鉱 ($AgCl$)

²銀はまた、写真分野の写真フィルム・X 線撮影、印画紙の感光剤(臭化銀 O 、ヨウ化銀 O など)として、利用されている。

銀のハロゲン化合物が光を受けて銀原子を遊離すること(潜像)を利用し、適当な還元剤と反応させることによりその変化を増幅し(現像)、画像を記録することが可能である。さらに、単独では濃淡しか表現できないが、複数の色素とフィルタ等を組み合わせ、光の波長(RGB)に応じて、感光の度合いを変化させることにより、カラーでの記録(ポジフィルム)も可能としている。

³太陽電池にも銀は使用されており、近年のソーラーパネル設置による太陽光発電の伸びに伴って、銀使用量の大きな割合を占めるようになっていく。(2017 年 世界の銀現物需要の約 1 割を占める。)

塩素などのハロゲンとは直接結合しハロゲン化銀を生成する。また酸化作用のある硝酸及び熱濃硫酸に溶解し銀イオンを生成する。ただし王水には溶けにくい。また空気の下でシアン化ナトリウムの水溶液にもシアノ錯体を形成して溶解する。

また、銀は歯科医療に歯のう蝕(虫歯)や歯根の患部を削った空洞などの失った歯牙部分を補完する形で銀合金をかぶせたり、はめ込んだりする方法に利用されている。これらはロストワックス鑄造法により製作される。使用される銀は、銀に亜鉛やインジウムを添加したもの、また金やパラジウム等を添加した銀合金であり、そのうち銀の含有量は約 50 - 70%である。

2 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の銀の生産量を表 2-1 に示す。2017 年の世界の銀生産量は前年比 96%の 26,502t であった。これは、長年にわたる設備投資の減少の結果である。上位 8 カ国でみるとメキシコだけが前年比 105%の 6,108t で増加した。その他の国々の多くは、前年に比べると減少している。

過去 10 年の銀の世界生産量は、2008 年以降増加していたが、2016 年から減少している。2017 年は、上位 3 カ国で世界合計生産量の約 53%を占めている。世界の銀生産量における国別構成比では、10 年前はペルーが最大生産国であったが、2010 年以来メキシコが世界最大の生産国となっている。

世界の銀の需要と供給を表 2-2、図 2-1 に示す。2017 年の銀現物需要は、前年比 98%の 31,652t で減少した。

銀は、産業の高度化と共に電子・電気部品のめっき被膜として工業用途に多く用いられている。工業用需要(全体の 59%)としては、堅調な伸びで、好景氣に加え、太陽光発電や電子部品市場の高成長が追い風となり、前年比 104%の 18,632t と増加した。

GFMS によると 2017 年の太陽電池用の銀需要は、前年の水準から 19%増加し、特に中国の家庭用ソーラーパネルの堅調な需要が牽引役となっていたが、2018 年 5 月中国の太陽電池政策の変更により政府からの補助金支給が無くなり、ソーラー生産の伸び率は減少すると報じられている。

宝飾用需要(全体の 21%)は、前年比 102%の 6,503t であった。コイン及び銀地金は、前年比 73%の 4,699t で 27%の減少を記録し全体を押し下げた。これは、相場がほとんど動かず投資妙味が低下したことと株式や仮想通貨等に人気を奪われたことも一因とみられる。銀器は、前年比 112%の 1,817t であった。

表 2-1 世界の銀の生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
メキシコ	3,236	3,554	4,411	4,778	5,358	5,513	5,767	5,975	5,796	6,108	105%	23%
ペルー	3,739	3,971	3,691	3,473	3,547	3,754	3,821	4,291	4,625	4,587	99%	17%
中国	2,613	2,698	2,942	3,192	3,401	3,515	3,484	3,503	3,569	3,502	98%	13%
ロシア	1,132	1,312	1,145	1,221	1,412	1,381	1,448	1,588	1,450	1,305	90%	5%
チリ	1,405	1,301	1,287	1,291	1,195	1,218	1,597	1,547	1,492	1,260	84%	5%
ボリビア	1,114	1,326	1,259	1,214	1,206	1,281	1,345	1,306	1,353	1,243	92%	5%
ポーランド	1,212	1,220	1,171	1,270	1,284	1,170	1,264	1,291	1,199	1,227	102%	5%
豪州	1,926	1,631	1,880	1,725	1,727	1,840	1,675	1,525	1,354	1,100	81%	4%
米国	1,120	1,250	1,280	1,120	1,060	1,040	1,180	1,090	1,150	1,048	91%	4%
アルゼンチン	337	560	726	708	762	774	906	1,080	928	797	86%	3%
カザフスタン	629	614	548	547	545	611	590	538	554	591	107%	2%
インド	212	193	255	234	280	333	261	374	436	526	121%	2%
スウェーデン	263	270	285	283	306	337	396	494	511	484	95%	2%
カナダ	669	609	573	582	685	640	495	380	405	394	97%	1%
グアテマラ	100	129	195	273	205	281	858	856	838	361	43%	1%
インドネシア	248	240	209	190	165	255	227	310	347	358	103%	1%
モロッコ	251	270	326	257	260	285	274	298	316	340	108%	1%
その他	1,091	1,164	1,239	1,229	1,227	1,379	1,405	1,395	1,315	1,271	97%	5%
合計	21,297	22,312	23,422	23,587	24,625	25,607	26,993	27,841	27,638	26,502	96%	100%

出典: Thomson Reuters,「WORLD SILVER SURVEY 2018」

表 2-2 世界の銀の需要と供給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	鉱山生産量	21,297	22,312	23,422	23,587	24,625	25,607	26,993	27,841	27,638	26,502	96%	86%
	政府の純売却量	949	486	1,375	374	229	245	-	-	-	-	-	-
	中古銀スクラップ	6,242	6,239	7,066	8,123	7,894	5,941	5,145	4,387	4,347	4,296	99%	14%
	生産者ヘッジによる正味供給量	-269	-541	1,569	381	-1,464	-1,081	521	244	-589	44	-	-
	供給合計量	28,218	28,495	33,431	32,465	31,284	30,712	32,659	32,472	31,396	30,843	98%	100%
需要	宝飾品	5,524	5,502	5,909	5,956	5,828	6,862	7,041	7,050	6,376	6,503	102%	21%
	コインおよび銀地金	6,154	2,951	4,675	6,615	4,967	7,500	7,281	9,086	6,462	4,699	73%	15%
	銀器	1,818	1,654	1,613	1,476	1,363	1,844	1,903	1,967	1,628	1,817	112%	5%
	工業用	19,966	16,427	19,715	20,575	18,664	18,804	18,548	18,141	17,942	18,632	104%	59%
	…うち電気・電子	8,451	7,072	9,367	9,044	8,295	8,274	8,208	7,652	7,274	7,554	104%	24%
	…うちろう材・はんだ	1,924	1,674	1,905	1,965	1,900	1,981	2,073	1,912	1,721	1,790	104%	6%
	…うち写真	3,054	2,377	2,098	1,905	1,687	1,569	1,508	1,448	1,405	1,367	97%	4%
	…うち太陽電池*	-	-	-	2,359	1,809	1,739	1,611	1,840	2,468	2,926	119%	9%
	…うちエチレン・オキサイド	231	148	272	194	148	239	154	317	317	214	68%	1%
	…うちその他の工業用	6,307	5,156	6,073	5,108	4,824	5,002	4,995	4,971	4,757	4,782	101%	15%
現物需要	33,462	26,534	31,912	34,623	30,822	35,010	34,773	36,244	32,408	31,652	98%	100%	
現物過不足	-5,243	1,961	1,519	-2,158	462	-4,298	-2,114	-3,772	-1,012	-810	80%	-	
ETFの在庫構築	3,152	4,880	4,027	-747	1,720	77	44	-552	1,548	74	5%	-	
証券取引所の在庫構築	-222	-475	-231	378	1,934	273	-166	392	2,482	210	8%	-	
ネットバランス	-8,173	-2,445	-2,277	-1,789	-3,192	-4,649	-1,992	-3,611	-5,042	-1,094	22%	-	
銀価格(ロンドン 米ドル/オンス)	14.99	14.67	20.19	35.12	31.15	23.79	19.08	15.68	17.14	17.05	99%	-	

出典: © GFMS, Thomson Reuters / The Silver Institute

*2011年より前の統計において、太陽光発電需要は「その他の工業用需要」に含まれる。

*生産者ヘッジ: 生産者ヘッジとは、別名「鉱山ヘッジ」とも言う。鉱山会社では、価格変動により将来被りうるリスクを回避又は最小化するために先物市場を利用してヘッジ取引(保険つなぎ行為)を行っている。

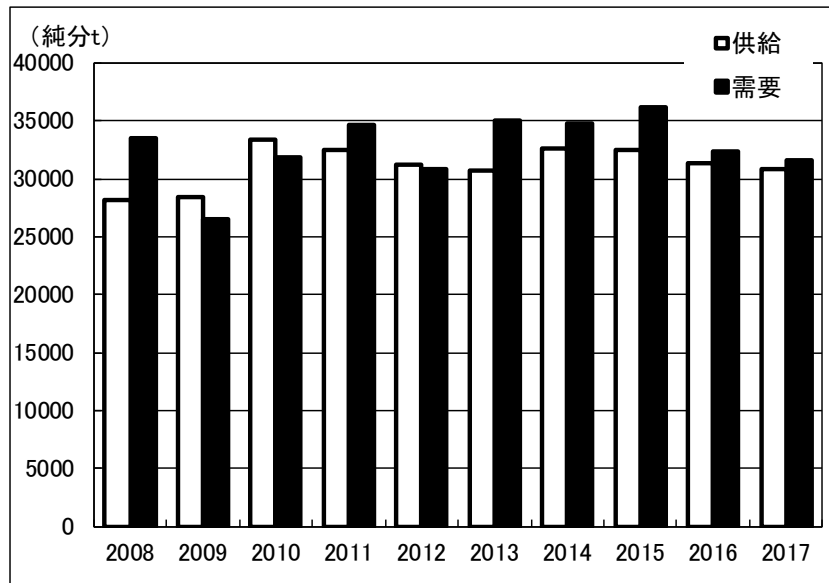


図 2-1 世界の銀の需給

2-2 国内の需給動向

銀の国内需給動向を表 2-3、図 2-2 に示す。2017 年の新産銀は前年比 94% の 1,941t であった。また、再生銀の生産が前年比 176% の 313t、輸入銀が前年比 112% の 2,117t であり、供給量全体では、前年比 105% の 4,371t となり過去 10 年間で最高であった。

2017 年の銀の国内需要は内需小計では、前年比 107% の 1,022t であるが 10 年前と比較すると半減している。しかし、輸出が年々好調で 2017 年は前年比 103% の 4,680t であり、その大部分が太陽光発電等工業用素材等に利用され、需要全体を押し上げている。需要全体からみると内需が 18%、輸出が 82% であり、内需

の約 53%を占める「その他」の大半がソーラーパネル用途である。また、2008 年には、約 47%を写真感光材料用が占めていたが、カメラ台数の大幅な減少により、2017 年には約 16%まで落ち込んだ。

表 2-3 銀の国内需給

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
供給	新産銀	2,043	1,866	1,898	1,724	1,765	1,731	1,792	1,883	2,075	1,941	94%	44.4%
	再生銀	253	327	314	325	348	268	228	221	178	313	176%	7.2%
	輸入	2,098	1,344	2,088	1,929	1,679	1,778	1,693	1,630	1,897	2,117	112%	48.4%
	合計	4,394	3,537	4,300	3,978	3,792	3,777	3,713	3,734	4,150	4,371	105%	100.0%
需要	写真感光材料	691	445	504	465	350	224	231	214	219	164	75%	2.9%
	その他硝酸銀	225	126	208	160	36	33	35	37	27	33	122%	0.6%
	接点	198	109	146	123	105	121	65	67	59	63	107%	1.1%
	展伸材	196	134	210	175	160	170	181	180	147	154	105%	2.7%
	銀ろう	97	77	111	76	62	61	58	60	56	64	114%	1.1%
	その他	462	501	700	740	376	431	475	433	449	544	121%	9.5%
	内需小計	1,869	1,392	1,879	1,739	1,089	1,040	1,045	991	957	1,022	107%	17.9%
	輸出	1,953	1,697	2,733	2,833	3,494	3,601	3,741	4,050	4,525	4,680	103%	82.1%
	合計	3,822	3,090	4,612	4,572	4,583	4,641	4,786	5,041	5,482	5,702	104%	100.0%
	供給－需要	572	447	-312	-594	-791	-864	-1,073	-1,307	-1,332	-1,331	100%	-

出典: 経済産業省 資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」

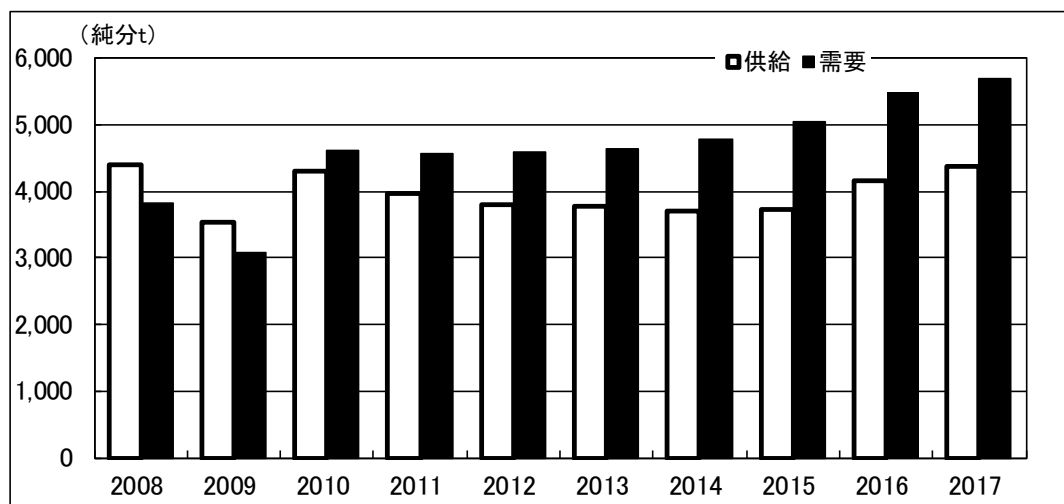


図 2-2 銀の国内需要

銀の国内需要における各分野の特性及び用途は以下の通りである。

① その他

「その他」の用途としては、大半はソーラーパネル用途で、銀粉からペーストを作成し太陽光パネルの配線に使用されている。他に歯科材料、記念硬貨などの用途がある。歯科治療材料用としては、通称「キンパラ」と呼ばれている「金銀パラジウム合金」があり、銀を主成分(45～50%)とし、金 12%、パラジウム 20%を含む合金で、長年にわたり歯科治療材料に使用されていたが、現在ではセラミック系材料の保険適用範囲が広がり、セラミック系材料が主流となっている。

② 写真感光材料

銀は感光性の高さから、写真感光材料としてフィルムや印画紙に使用される。フィルムと印画紙には白黒とカラーがある。白黒フィルムは、X線等の医療用・印画製版用・営業写真館用が主である。

銀は可溶性ハロゲン化物溶液と反応して、不溶性のハロゲン化物を生じ、用途としては、カラーフィルム等でフィルムベース(基底・支持体:ポリエステルやトリアセートセルロース)にゼラチンと塩化銀(ヨウ化銀、臭化銀などの銀塩)等を水と混和させ、赤感性層、緑感性層、青感性層等に利用されている。

③ 展伸材

銀の展性と延性が金と銅に次いで3番目に大きい点を利用し、銀器・装身具等に利用される。

④ 銀ろう

銀ろうは硬ろうを代表するろうで、アルミニウム合金・マグネシウム合金を除いたほとんどの鉄鋼・非鉄金属材料及び非金属のセラミックスなどのろう付けが可能であり、貴金属ろうとしては最も多くの産業分野に用いられている。銀ろうの主成分は銀・銅・亜鉛で、目的によってカドミウム・ニッケル・インジウム・錫などと合金化され、用途としては、主に電気管部品、ろう付面にメタライズ処理したセラミックスのろう付けに使用される。

⑤ 接点

銀は全金属の中で電位伝導性が最も高いので、接点の基本材料として一番多く使用されている。用途としては、電気抵抗が小さいので、大きい電流を通すコネクタなどの電気部品として利用されている。

最近ではスイッチ等のタッチパネルにも利用されている。

⑥ その他硝酸銀

無色の結晶性固体で、不純物、特に有機物を含む場合、太陽光の下で有機物に触れると還元され、黒色を呈する。高純度の場合は比較的光に対して安定である。また、塩化物と反応し白色の塩化銀を生じるため、塩化物イオンの検出に利用されることもある。

その他、殺菌剤・写真感光剤・分析試薬・魔法瓶用・医薬品の原料等の用途がある。

3.価格動向

銀の価格変動を図3に示す。

銀価格は、2008年～2010年前半にかけて10～22\$/tozの変動であったが、その後価格上昇傾向となり2010年後半から30\$/toz 近辺で取引された。2011年半ばには一時40\$/toz 付近まで上昇し、2011年後半に徐々に下降傾向となり、2014年から2015年にかけては約19～20\$/toz 近辺から約14\$/toz 付近まで減少、2016年前半には再び20\$/toz 近辺まで上昇傾向にあったが後半下落した。

2017年は、約16\$/toz から約18\$/toz の範囲で安定的に推移した。

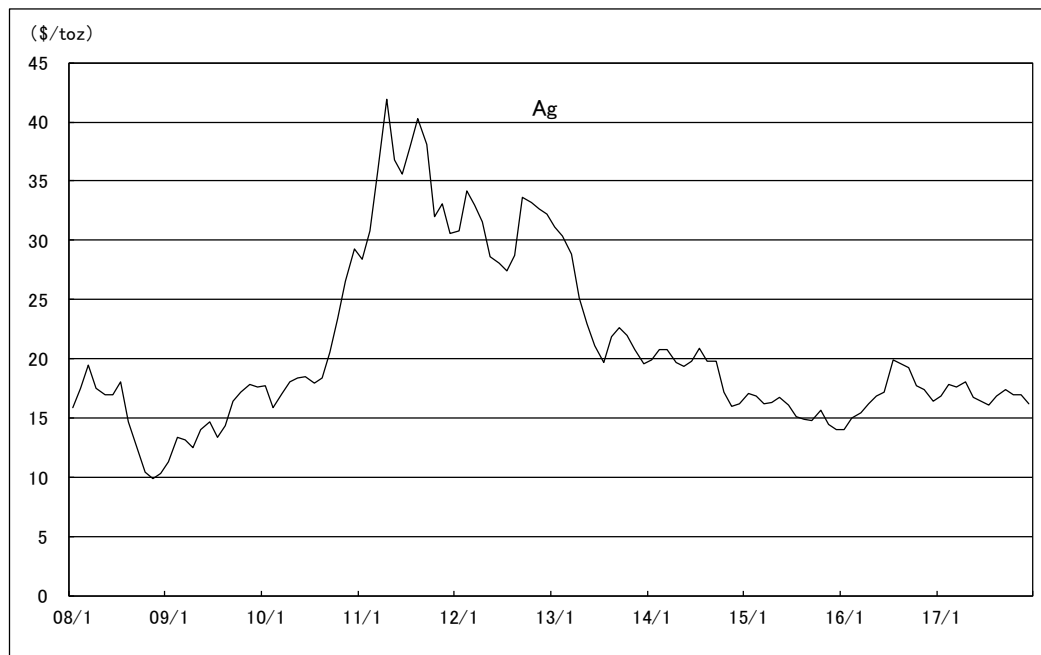


図3 銀価格変動(ロンドン価格(LBMA 価格)Monthly Average)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

銀の輸出入数量を表4-1、表4-2、図4-1、図4-2に示す。2017年の銀の輸入数量は前年比110%の2,163t、輸出量は前年比103%の4,723tで2008年以降最高であった。2017年の銀輸入量を見ると、前年までの表2-3で示すように国内需要が増加した分、輸入量も増加した。一方輸出は、10年連続の増加となり、輸入/輸出のバランスとして輸出超過が9年連続となった。

表4-1 銀の輸出入数量

			単位: 純分t										
素材	Ag地金・粉・板		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
		輸入	2,239	1,492	2,244	2,001	1,748	1,819	1,737	1,670	1,958	2,163	110%
合計		輸出	2,139	2,442	2,901	2,959	3,573	3,687	3,838	4,117	4,573	4,723	103%
		輸入－輸出	101	-950	-658	-959	-1,825	-1,869	-2,101	-2,447	-2,614	-2,560	98%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: Ag地金・粉・板 100%

表4-2 銀を含有する素材・製品・原料の輸出入数量

			単位: 物量t 銀含有量不明 (参考値)										
製品	硝酸銀		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
		輸入	0.2	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	0.1	0.0	80%
		輸出	5.5	2.5	5.5	5.4	4.7	4.5	3.6	6.3	3.9	1.1	28%
	細工品及びその部分品	輸入	10.4	7.6	8.3	7.3	12.2	8.7	5.9	5.4	2.9	2.7	93%
		輸出	1.0	1.5	3.7	5.0	5.5	3.3	4.4	4.0	4.7	5.9	126%
	アクセサリ類	輸入	146.5	119.4	101.5	94.7	85.8	86.1	91.9	99.4	117.3	142.2	121%
		輸出	5.1	2.1	1.8	2.6	2.2	2.5	2.2	2.5	2.6	3.3	127%
	その他の銀化合物	輸入	1.1	0.9	5.1	2.5	2.5	2.8	2.5	1.8	2.5	2.7	108%
		輸出	82.6	88.5	112.3	75.9	83.2	69.6	77.2	86.0	84.6	87.1	103%
素材	Ag地金・粉・板(合金を含む)	輸入	4,447	2,994	4,198	3,625	2,371	2,262	1,941	1,887	2,232	2,362	106%
		輸出	7,099	6,634	7,713	6,409	7,134	6,229	6,323	6,453	8,290	7,387	89%
原料	鉱石	輸入	1,203	-	-	2,497	6,192	12,690	20,349	26,271	38,794	37,023	95%
		輸出	-	-	17.0	20.0	22.0	21.0	13.0	-	-	-	-

出典: 財務省 貿易統計

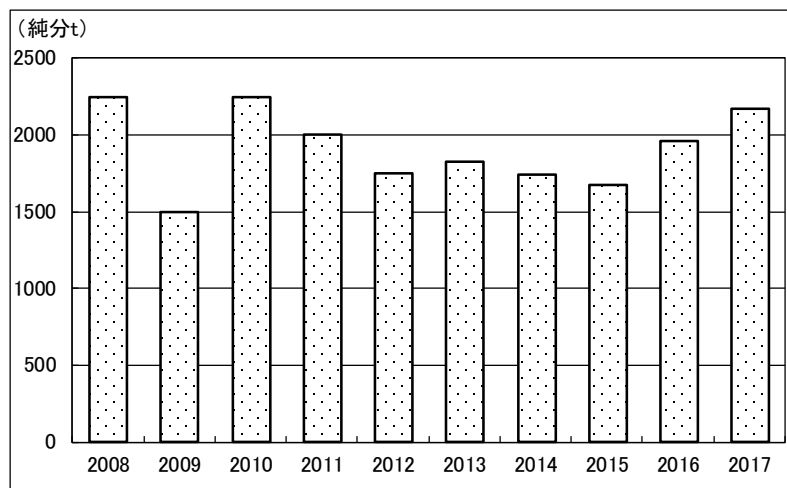


図4-1 銀の輸入数量(純分)

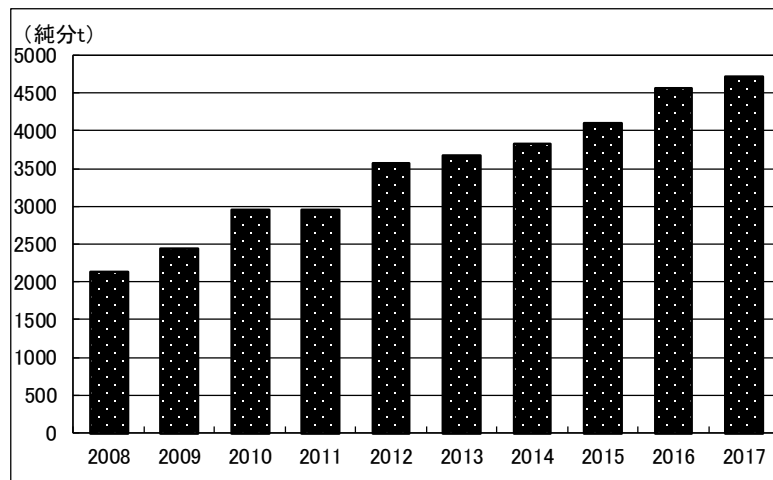


図 4-2 銀の輸出数量(純分t)

4-2 輸出入相手国

銀の輸出入相手国を表 4-3、輸入相手国を図 4-3、輸出相手国を図 4-4 に示す。

2017 年の輸入は前年比 110%の 2,163t であった。韓国、メキシコからの輸入がそれぞれ 1,653t、314t で、全体に占める割合は、2 カ国で約 90%を占めている。次いで米国、中国、ドイツの順である。

その中で米国は前年比 126%の 55t、中国は前年比 275%の 36t、ドイツは前年比 163%の 25t となっている。

2017 年の輸出は前年比 103%の 4,723t と増加した。主な輸出相手国は、中国で前年比 180%の 1,413t であり、全体の約 30%を占めている。次いで台湾が前年比 81%の 740t、韓国が前年比 66%の 639t 及び香港が前年比 106%の 482t で、英国、米国、シンガポールと続いている。

半導体等の電子部品等を中心に中国を筆頭に台湾、韓国、香港などアジア諸国に多く輸出されている傾向にある。

表 4-3 銀の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	韓国	717	807	1,237	1,284	1,209	1,511	1,459	1,446	1,788	1,653	92%	76.4%
	メキシコ	533	240	316	368	312	156	100	60	—	314	—	14.5%
	米国	153	128	185	119	97	71	53	49	44	55	126%	2.6%
	中国	268	6	83	51	58	11	38	14	13	36	275%	1.7%
	ドイツ	15	11	15	14	10	12	10	11	15	25	163%	1.1%
	香港	0	9	0	0	0	13	19	20	20	24	122%	1.1%
	マレーシア	25	74	153	115	22	22	21	30	16	21	134%	1.0%
	その他	528	218	255	50	40	23	37	40	62	35	56%	1.6%
	合計	2,239	1,492	2,244	2,001	1,748	1,819	1,737	1,670	1,958	2,163	110%	100.0%
輸出	中国	554	407	631	644	549	499	596	604	784	1,413	180%	29.9%
	台湾	249	232	314	317	484	323	468	755	919	740	81%	15.7%
	韓国	587	589	725	657	832	1,086	846	958	967	639	66%	13.5%
	香港	79	26	91	282	282	246	324	352	455	482	106%	10.2%
	英国	62	700	234	269	534	352	297	351	379	377	100%	8.0%
	米国	93	121	122	159	187	206	248	205	172	222	129%	4.7%
	シンガポール	125	102	148	90	72	67	104	298	304	205	67%	4.3%
	その他	390	265	636	541	633	908	955	594	593	646	109%	13.7%
	合計	2,139	2,442	2,901	2,959	3,573	3,687	3,838	4,117	4,573	4,723	103%	100.0%

出典: 財務省 貿易統計

※Ag地金・粉・板

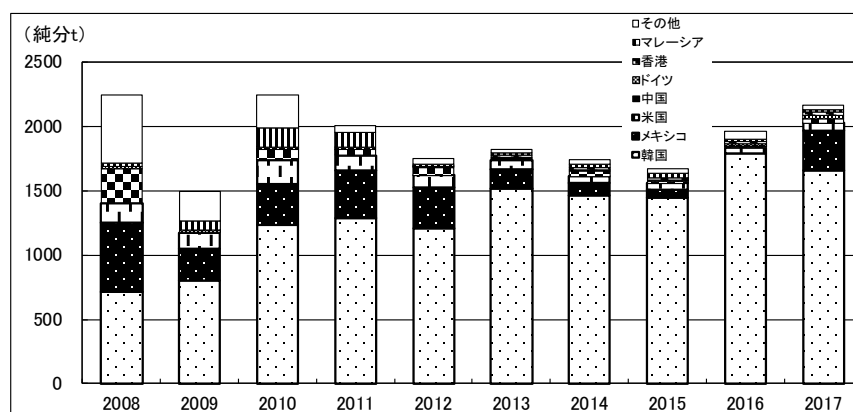


図 4-3 銀の輸入相手国

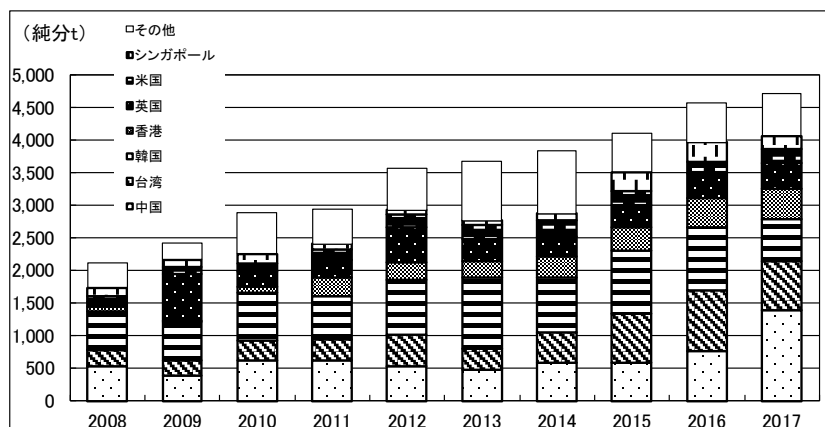


図 4-4 銀の輸出相手国

4-3.輸出入価格

銀の平均輸出入価格を表 4-4、図 4-5、図 4-6 に示す。銀の地金・粉・板は輸出入価格とも 2011 年まで上昇基調となっていた。2012 年以降は、相関性の高い金価格と同様、米国の量的金融緩和縮小や利上げ観測から緩やかな下落基調に転換した。その後は中国経済の先行き不透明感から資源需要の落ち込みがみられ、国際商品が全般的に軟調な展開となる中、2015 年に輸入価格の更なる下落があったが、世界政治経済情勢の不透明感を背景とする投資資金の流入があり、値を戻し回復基調に推移した。

2017 年は、輸入価格が前年比 102%の 16.6\$/toz、輸出価格が前年比 93%の 7.7\$/toz という状況であった。

表 4-4 銀の平均輸出入価格

		単位: \$/toz										
Ag地金・粉・板		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
	輸入	14.2	12.9	17.9	33.2	30.0	24.1	19.1	15.6	16.2	16.6	102%
	輸出	4.9	7.5	7.2	13.4	12.7	10.0	9.0	2.6	8.3	7.7	93%

出典: 財務省 貿易統計

※“toz”はトロイオンス(=31.1035g)

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算した年間平均価格。

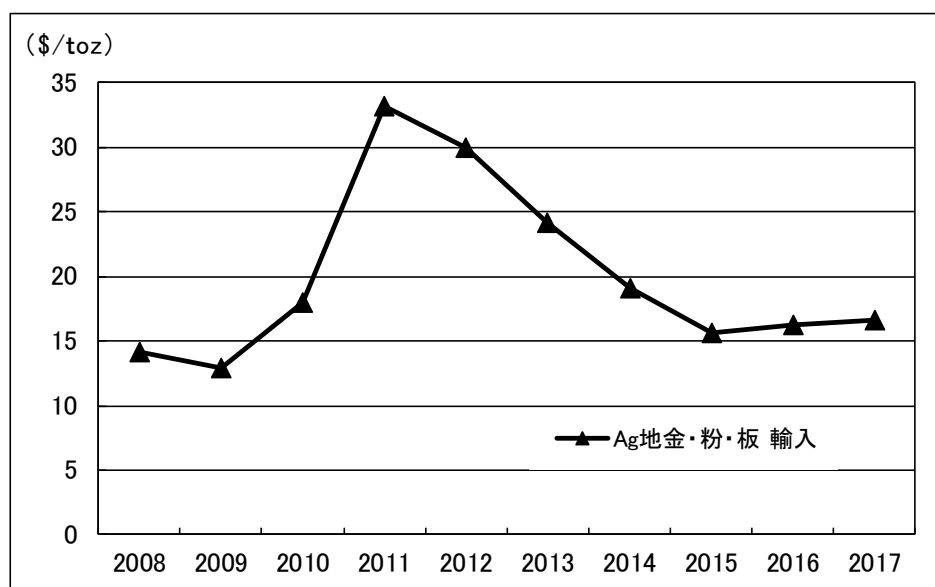


図 4-5 銀の平均輸入価格

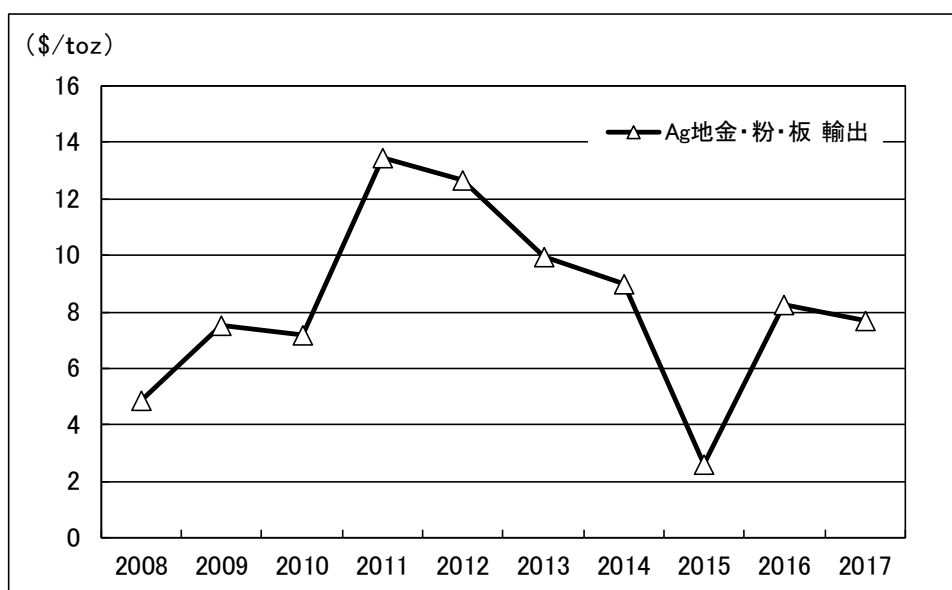


図 4-6 銀の平均輸出価格

5. リサイクル

銀のリサイクルは、貴金属・非鉄金属を含んだ各種の使用済み部品等が回収され、非鉄製錬会社、地金商等によって精錬される。歯科材料用については、大部分がリサイクルされていると見られる。

表 5 にリサイクル率を示す。2017 年のリサイクル率は、51%であった。

銀のリサイクル率は、下記リサイクル率の式に従い「非鉄金属等需給動態統計」に記載されている数値に基づき算出した。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※ 素材とは Ag 地金・粉・板の値

※ 国内生産には使用済み製品のリサイクル(マテリアルリサイクル)在庫量を含む。

表 5 銀のリサイクル

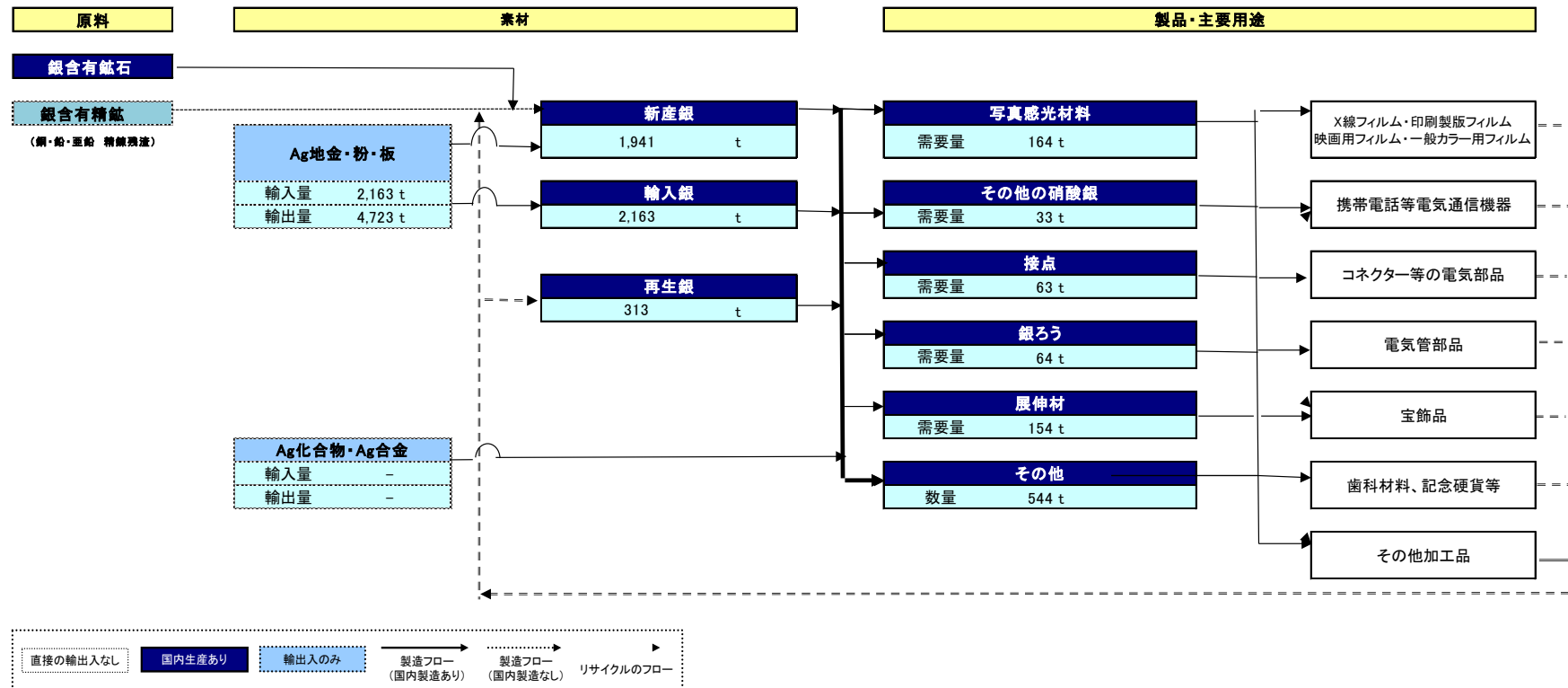
単位: 特記以外純分t

区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産					
	新産銀	1731	1792	1883	2075	1941
	発生(副産物)	268	228	221	178	313
	月初在庫	1038	964	909	733	834
	リサイクル量	550	717	603	667	550
	資源化実績②					
	素材	-1869	-2101	-2447	-2614	-2560
	輸入-輸出					
	合計①	1718	1600	1170	1039	1077
	リサイクル量 資源化実績②	550	717	603	667	550
	リサイクル率 ②/①	32%	45%	52%	64%	51%

出典: 経済産業省 資源エネルギー庁 「非鉄金属等需給動態統計」、触媒資源化協会2017年

6. マテリアルフロー

銀のマテリアルフロー(2017 年)



出典: (a)経済産業省 資源エネルギー庁「非鉄金属等需給動態統計」、(b)貿易統計(輸出入量)

※「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である

レアアース REE

【用途】 磁石用途をはじめ、最先端分野で幅広く活躍

レアアース(希土類)は周期表のランタノイド族に属する 15 元素(ランタン、セリウム、ネオジム、サマリウム、ユウロピウム、テルビウム、ジスプロシウム、その他 8 元素)と第 3 族のスカンジウム、イットリウムを含めた 17 元素の総称である。各元素は性質が似ており同じ鉱物中に存在するがその組成比は鉱物により異なる。用途は強力な永久磁石・モーター(電気自動車、自動車、ロボット)、ニッケル水素二次電池、コンデンサ、フィルター、センサーなどの電子・電気製品、触媒(石油精製・自動車排ガス用)など幅広く、その用途は年々拡大している。

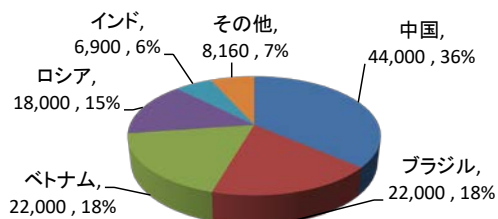
【特性】

- ・希薄な酸には溶けやすいが濃硫酸には溶けにくい
- ・蛍光特性を示す
- ・水素吸蔵性がある
- ・鉱石の産出地、経済性のある生産拠点が特定の地域に偏在している

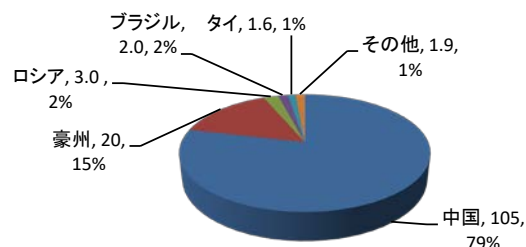
【資源国と消費国】

[国名、数量、構成比(%)] (数値: 希土類酸化物(以下 REO) 千t、2017 年世界計) 出典: USGS2018

国別埋蔵量 (合計 121,000 千t)

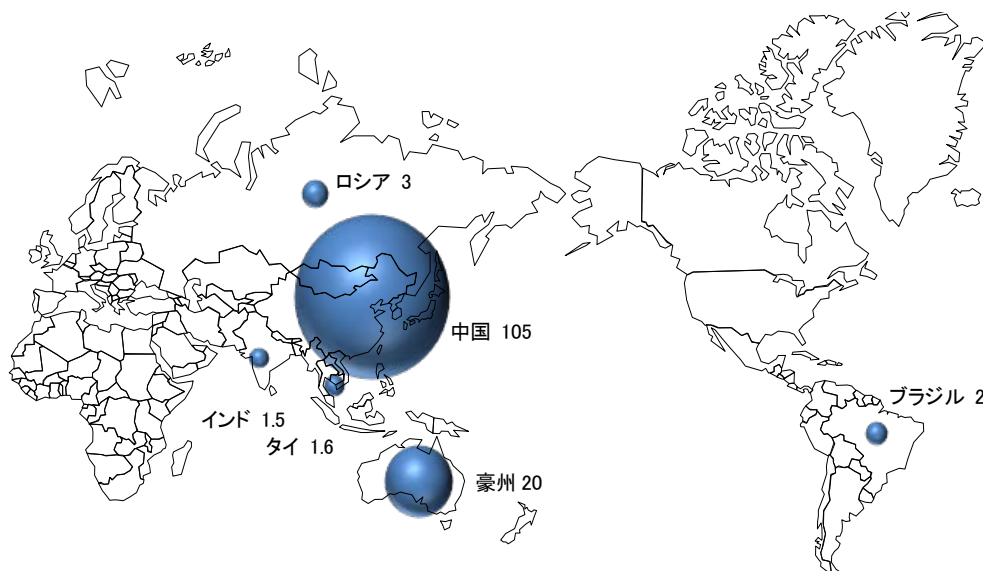


国別鉱石生産量(合計 130 千t)



【世界の主要レアアース鉱石生産国】[国名、国別生産量(REO 千 t、2017 年間値)] 出典: USGS2018

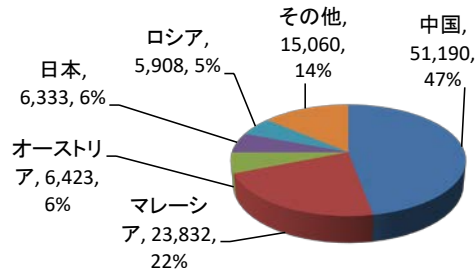
中国、豪州が 2 大生産国



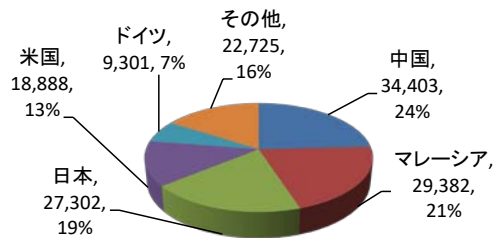
【貿易概況】(数量;2017 年年間値)

■世界 出典: Global Trade Atlas

希土金属、希土化合物主要輸出国
(合計 108,746 マテリアルt)

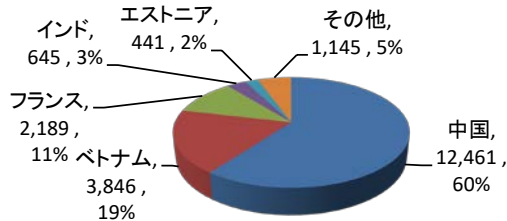


希土金属、希土化合物主要輸入国
(合計 142,001 マテリアル t)

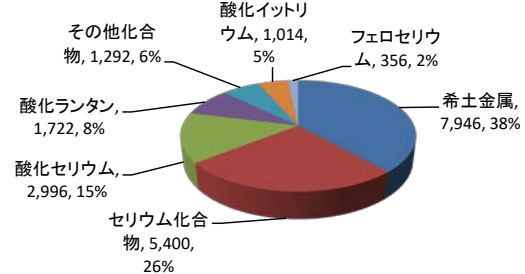


■日本 出典:財務省貿易統計

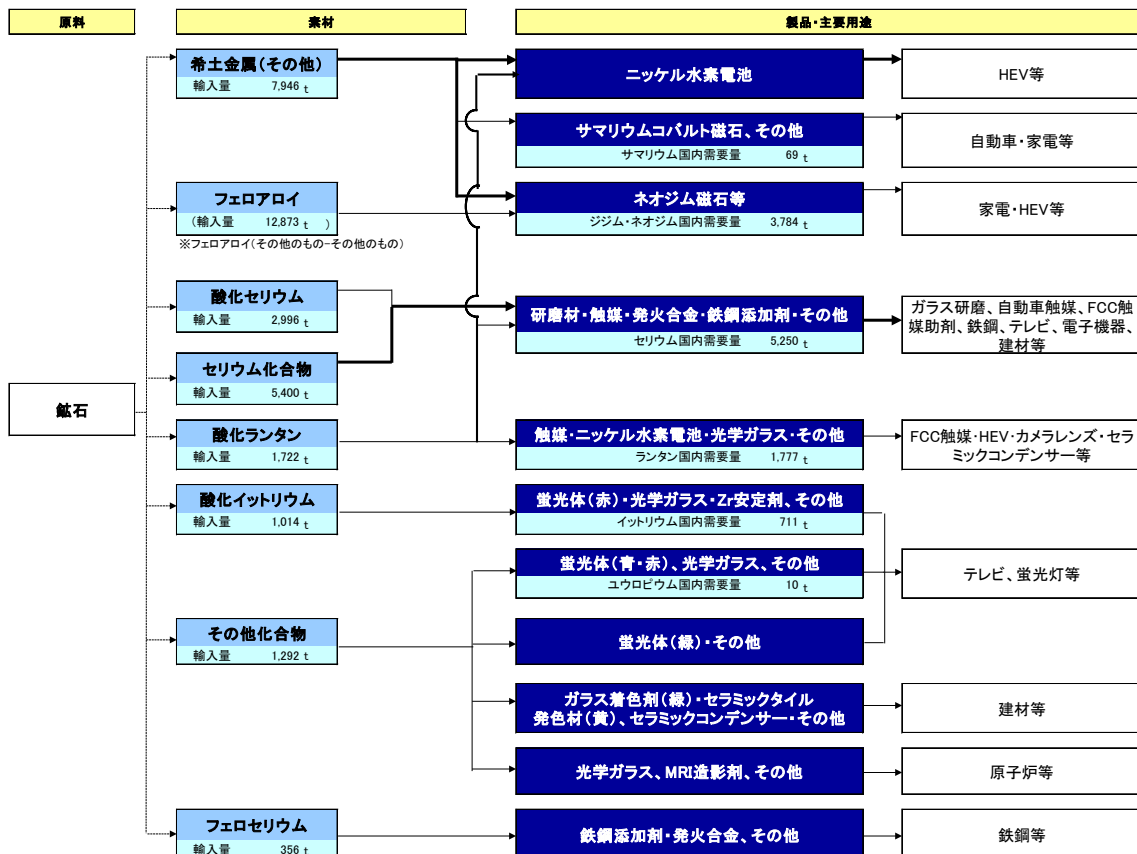
希土金属、希土化合物輸入相手国
(合計 20,726 純分 t)



希土金属、希土化合物 輸入内訳
(合計 20,726 純分 t)



【鉱石から製品まで】 出典:財務省 貿易統計



【概要】

- ・2017年の世界レアアース生産量は前年同様の130千t-REOと見積もられている。同年11月には中国資本による米国 Mountain Pass 鉱山が操業を再開した。
- ・世界需給については、日本、中国を中心に磁石需要が伸びた。主要磁石原料となるレアアース元素はバランスしているが、その他の元素については供給過剰が続いている。
- ・国内需要については、磁石、研磨剤、ガラス添加剤需要の伸びに支えられ、概ね堅調であった。2018年は触媒工場の海外移転等の影響で全体では低成長に留まる見込みである。
- ・価格については需要が旺盛なネオジムなどの価格は2016年秋以降上昇していたが、2017年10月以降、休止鉱山の再開で需給のタイト感が緩んでいる。一方、供給過剰の元素は引き続き低迷している。
- ・安定供給面については、輸入相手国の多様化が進み、需要が旺盛な磁石原料についてもリサイクルは技術的に可能となっている。

1.特性・用途

レアアースは元素周期律表の第3族に属するスカンジウムとイットリウムの2元素にランタノイドの15元素(ランタン、セリウム、プラセオジム、ネオジム、プロメチウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム)を加えた17元素の総称である。ランタンからプロメチウムを軽希土、サマリウムからジスプロシウムを中希土、ホルミウムからルテチウムを重希土と呼ぶ。(ランタンからユウロピウムを軽希土、ガドリニウムからルテチウムを重希土と呼ぶ場合もある。)

レアアースは複数の元素が同一の鉱石中に含有され、また、モナザイト、バストネサイト、イオン吸着鉱などの鉱石の種類によって17元素の構成比が異なる。モナザイト、バストネサイトは、軽希土が多く含まれ、イオン吸着鉱は比較的重希土に富む。鉱石からの生産方法は、精鉱を焙焼・酸処理し、レアアース混合体の塩類を製造後、数百段にわたる溶媒抽出によって、順に分離精製される。

レアアースは超伝導、強磁性、触媒、光学、蛍光など様々な特性を有しており、特に光学的には各レアアース元素はそれぞれ特徴を持ち、発色、紫外線吸収、ガラスの着色・強化、光からエネルギー変換、ガラスの高屈折率など多様な性質を発揮し、製品の機能を高めている。レアアースの用途は幅広く、永久磁石(希土類磁石)、ガラス研磨材・添加剤、触媒、蛍光体などに使用されている。これらを含めたレアアースの主な用途を表1に示す。

表1 主なレアアースの用途(世界)

元素		主要用途
Ce	セリウム	研磨剤、自動車用排ガス触媒、鉄鋼・Al添加剤、ガラス添加剤(UVカット他)、FCC触媒、蛍光体、ニッケル-水素電池
La	ランタン	FCC触媒、光学レンズ、ニッケル-水素電池、鉄鋼・鋳造添加剤、蛍光体、研磨剤、セラミックコンデンサー
Nd	ネオジム	ネオジム磁石、FCC触媒、ガラス添加剤、ニッケル-水素電池、セラミックコンデンサー
Y	イットリウム	ジルコニア安定剤、蛍光体(赤)、光学ガラス
Pr	プラセオジム	磁石、セラミックタイル発色材(黄)、ガラス着色剤(緑)、セラミックコンデンサー
Gd	ガドリニウム	磁石、光学ガラス、蛍光体(緑)、放射線遮蔽材(医療用、原子炉、他)
Dy	ジスプロシウム	ネオジム磁石
Sm	サマリウム	サマリウムコバルト磁石
Er	エルビウム	ガラス添加剤
Eu	ユウロピウム	蛍光体(青・赤)
Tb	テルビウム	蛍光体(緑)

※出典: Rare Earths: Global Industry, Markets & Outlook 2017(2017)/Rare Earths: Markets Outlook to 2020(2015)(Roskill)

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のレアアースの国別生産量推移を表 2-1、図 2-1 に示す。2006 年以降、毎年右肩上がり伸びてきた世界のレアアース生産量は 2011 年に前年比 83%の 111 千tと大幅に減少したが、2012 年以降、中国以外で豪州、ロシア、ブラジル等で増産傾向にあり、2015 年には 130 千tまで回復し、以後 130 千t前後で推移している。国別では中国が最大生産国で前年と同じ 105 千tで 1 位を継続しているが、占有率は 97%前後から徐々に低下し、2017 年は 79%まで低下している。豪州が前年比 133%の 20 千t、ロシアが同 107%の 3 千tと増加した一方、ブラジルが同 91%の 2 千tと減少、また、2016 年の市況低迷の影響で米国の生産が停止したこともあり、全体では 130 千tに留まっている。

表 2-1 では中国の生産量は 2014 年以降、同一量となっているが、中国では環境問題に絡む許可枠外採掘や生産の規制強化とともに、6 大レアアース集団への集約を進めてきており、実際の生産量は低下していると推定される。公表されている表 2-1 の USGS の統計値は生産許可枠ベースの生産量となっており、USGS 以外のデータでは、中国民間調査会社の 2015 年、2016 年のデータ¹が報じられており、合法実績値(A)と、(A)に許可枠外生産量を加えた総生産実績値(B)は、2015 年(A)94.5 千t、(B)136.8 千t、2016 年(A)89.3 千t、(B)128.5 千tとなっており、2016 年は(A)で 5.2 千tの減産、(B)では 8.3 千tの減産となっていた。2017 年の同データは不明であるが、許可枠外生産はなくなり、継続しているとみられる。2018 年 5 月に中国政府は、許可枠外生産を減らし総需要を満たす狙いか、集約の進んだ 6 大レアアース集団への 2018 年第 1 次生産割当を前年同期比 40%増枠、第 2 次生産割当では同 11%減枠とし、年間で前年比 14%増枠とした。現実的な数量規制への転換を進めているとみられるが、今後の動向が注目される。

2017 年のトピックスとしては豪州 Lynas 社の稼働率上昇や、インドの豊通レアアース株式会社の子会社 Toyotsu Rare Earth India(TREI)での稼働開始があった。また、休止していた米国 Mountain Pass 鉱山は 2017 年 6 月に中国の盛和資源により買収され、その後、盛和資源傘下の樂山盛和がプロジェクトチームを編成して生産設備の改善を実施し、2017 年 11 月から再稼働に入ったと報じられている。

なお、世界の需要に関する公開データはないが、2016 年後半から、日本、中国を中心に磁石需要が伸びており、添加量低減化の進んだジスプロシウムを除き、磁石関連原料の需給はバランスしているが、その他の元素については、供給過剰が続いているものとみられている。

表 2-1 世界のレアアースの生産量

単位：REO千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	120.0	129.0	130.0	105.0	100.0	95.0	105.0	105.0	105.0	105.0	100%	79%
豪州	-	-	-	-	2.2	2.0	8.0	12.0	15.0	20.0	133%	15%
ロシア	-	-	-	-	-	2.4	2.5	2.5	2.8	3.0	107%	2%
ブラジル	0.7	0.6	0.6	0.3	0.1	0.3	-	0.9	2.2	2.0	91%	2%
タイ	-	-	-	-	-	-	2.1	0.8	1.6	1.6	100%	1%
インド	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	NA	1.7	1.5	1.5	100%	1%
マレーシア	0.4	0.4	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.3	100%	0%
ベトナム	-	-	-	-	-	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	45%	0%
米国	-	-	-	-	-	5.5	5.4	5.9	-	-	-	-
その他	0.3	0.4	0.0	2.7	4.7	1.5	0.0	0.5	0.4	0.0	-	-
合計	124.0	133.0	133.0	111.0	110.0	110.0	123.0	130.0	129.0	130.0	101%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries」Rare Earths World Mine Production

※REO(Rare Earth Oxide)は酸化物換算量を示す。

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分、但し、マイナスの場合は0とした。

¹ 日刊工業新聞 2017 年 3 月 23 日、元データは中国 Shanghai Metals Market(上海有色网)

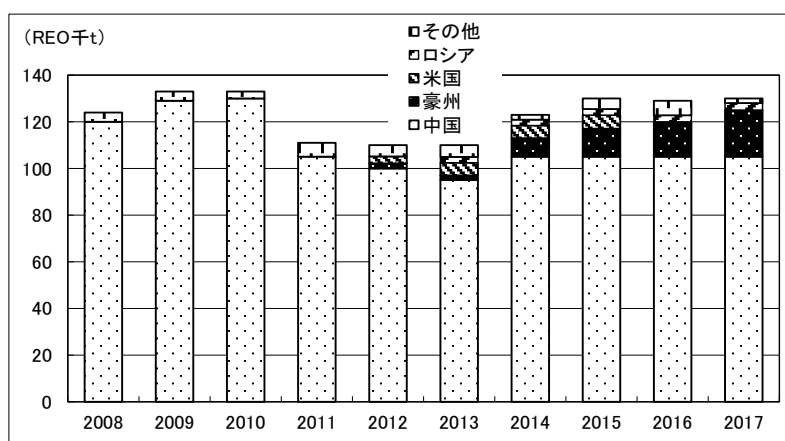


図 2-1 世界のレアアースの生産量

2-2.国内の需給動向

レアアースの国内需要動向を表 2-2、図 2-2 に示す。レアアースの国内需要は 2007 年～2008 年にピークに達したが、2009 年は前年比 64%に急減した。2010 年に一旦需要は回復したものの、その後の価格高騰により 2011 年～2013 年まで 3 年連続して減少した。しかし、2014 年以降は増加に転じ、2017 年も同 108%の 18,112tと増加を続けている。

2016 年～2017 年において、需要は全般的に増加している。セリウムに関しては 2010 年～2011 年にかけての価格高騰以降、半導体業界やガラス業界ではセリウム研磨剤の再利用やジルコニア系研磨剤への移行が進み、セリウムの需要は減少傾向であった。その後、液晶用ガラス基板向けの用途においてはテレビ画面の大型化によるパネルサイズの拡大があり、セリウムなどの価格下落に伴って研磨剤需要も増加した。また自動車触媒や FCC 触媒²向けも堅調であり、2017 年は前年比 111%の 6,450tと増加した。ジジウム(ジジミウム、ネオジウムとプラセオジウムの混合物)およびネオジウムの需要も自動車用磁石の伸びに支えられ、同 110%の 4,400tと引き続き伸長した。

複数のレアアースの混合物であるミッシュメタルは、ニッケル水素電池に用いられる水素吸蔵合金や、鉄鋼および球状黒鉛鋳鉄添加剤等に使用されていたが、水素吸蔵合金にはランタン・セリウムやランタンが使用されるようになったため需要は減少傾向である。2017 年のミッシュメタルの需要は前年比 96%の 3,350tに留まった。

ランタンの需要は同 106%となる 2,090tに増加したが、デジタルカメラの世界出荷台数が 7 年ぶりに増加に転じ、光学レンズ向け等の需要等が回復したことによるものと考えられる。

イットリウムは、ジルコニアセラミックスの安定材やイソブレン重合開始触媒等の用途が堅調で、蛍光体用途は減少しているものの、全体で同 110%の 900tと増加した。サマリウムは 80tと横ばい、ユウロピウムは蛍光体用途縮小で前年比 92%の 12tと減少、その他のレアアースは同 135%の 830tと増加した。

2018 年については、磁石、電池、セラミックスは成長を続け、研磨剤等も回復を継続するものの、触媒工場の海外移転等の影響で、全体では低成長に留まるとみられている。

² 流動接触分解(Fluid Catalytic Cracking)触媒: 重質油留分をガソリンなどの中間留分に分解する反応を促す触媒

表 2-2 レアアースの国内需要動向

単位: REOt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
需要	イットリウム	1,670	580	1,500	1,300	800	680	720	770	820	900	110%	5.0%
	ユロピウム	44	18	35	30	20	17	16	14	13	12	92%	0.1%
	ランタン	3,300	2,450	3,850	3,200	2,000	2,000	1,980	2,240	1,980	2,090	106%	11.5%
	セリウム	16,100	9,300	11,500	7,200	5,200	4,200	5,100	5,000	5,800	6,450	111%	35.6%
	ミッシュメタル※1	2,800	3,200	3,200	2,950	3,350	3,350	3,350	3,250	3,500	3,350	96%	18.5%
	サマリウム	100	70	80	80	80	80	80	80	80	80	100%	0.4%
	ジジム+ネオジム※2	7,000	4,200	5,500	5,500	2,500	2,300	2,400	3,500	4,000	4,400	110%	24.3%
	その他希土※3	1,050	700	1,000	820	520	570	609	558	613	830	135%	4.6%
需要合計	32,064	20,518	26,665	21,080	14,470	13,197	14,255	15,412	16,806	18,112	108%	100.0%	

出典: 新金属協会

※新金属協会会員以外の需要を考慮。

※1 ミッシュメタルのみ純分t(金属量t)で電池用需要を含む。

※2 ネオジム、ジジム(NdとPr混合物)を含んだ合計値。

※3 その他の希土類は、フッ化希土、酸化プラセオジム、酸化ガドリニウム、酸化ジスプロシウム、酸化テルビウム等の数量。

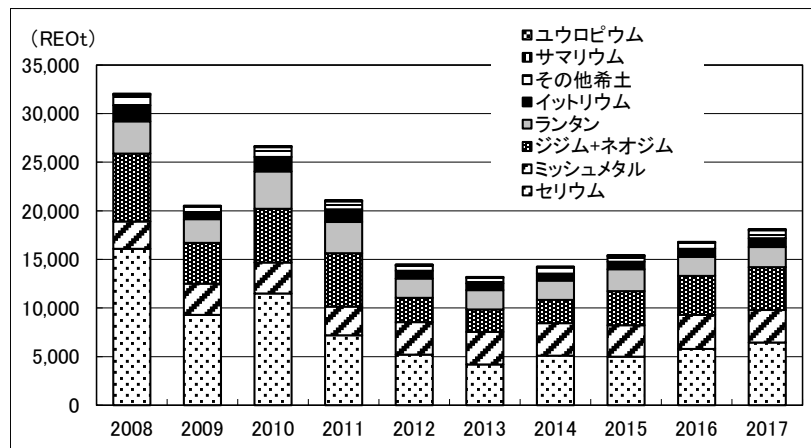


図 2-2 レアアースの国内需要動向

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

レアアースの輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。2017 年のレアアース全体の輸入量は 20,726 t と前年比 109% の増加であった。国内の需要家は 2010 年の相場高騰を受け調達を急いだものの、その後の需要の減少から 2012 年～2013 年は在庫を消化せざるを得ない状況となった。2014 年から在庫消化が一巡したことで、新規の調達が再開され、需要見合いの水準に戻り、全体では輸入量が増加傾向にあるものと推察される。

表 3-1 レアアースの輸出入数量

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	希土金属 (Sc、Y含む)	輸入	6,306	4,773	5,487	5,211	4,793	5,193	6,479	6,482	6,780	7,946	117%
		輸出	290	23	28	10	198	275	132	13	36	72	199%
	酸化セリウム	輸入	7,230	3,193	4,292	1,373	773	794	1,697	1,517	2,238	2,996	134%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	セリウム化合物	輸入	5,634	3,653	6,129	5,926	3,597	3,978	6,456	5,251	5,904	5,400	91%
		輸出	4,489	3,174	4,201	3,221	3,295	2,965	2,066	1,322	1,536	2,031	132%
	酸化イットリウム	輸入	1,321	455	1,314	1,396	380	441	656	752	834	1,014	121%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	酸化ランタン	輸入	3,074	865	3,061	2,085	791	1,228	1,611	1,925	1,672	1,722	103%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他化合物 (Ce、Y、La以外)	輸入	4,890	2,339	3,234	2,519	1,333	763	1,597	1,554	1,199	1,292	108%
		輸出	1,974	1,188	1,052	1,443	1,267	1,244	1,479	1,724	1,587	1,815	114%
フェロセリウム	輸入	499	514	518	770	709	757	553	479	356	356	100%	
	輸出	14	20	8	8	15	16	18	17	25	29	118%	
合 計	輸入	28,954	15,792	24,035	19,280	12,376	13,156	19,050	17,959	18,984	20,726	109%	
	輸出	6,767	4,406	5,289	4,682	4,776	4,500	3,696	3,076	3,184	3,947	124%	
	輸入－輸出	22,188	11,386	18,746	14,598	7,600	8,656	15,355	14,883	15,800	16,779	106%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: ~2014年 酸化セリウム81.4%、セリウム化合物71.1%、酸化イットリウム79%、酸化ランタン85%、その他化合物82.5%、フェロセリウム50%

2015年~ 酸化セリウム81.4%、セリウム化合物50%、酸化イットリウム79%、酸化ランタン85%、その他化合物82.5%、フェロセリウム50%

※素材は、酸化セリウム、セリウム化合物、酸化イットリウム、酸化ランタン、その他化合物、フェロセリウムによる。

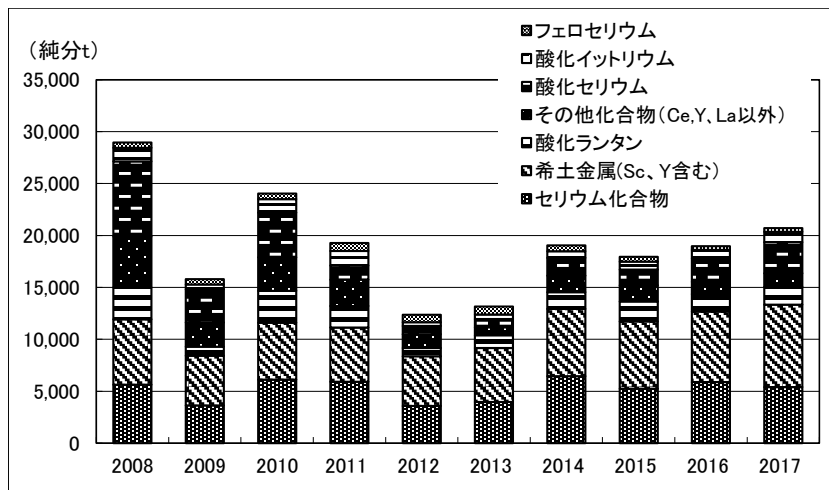


図 3-1 レアアースの輸入数量

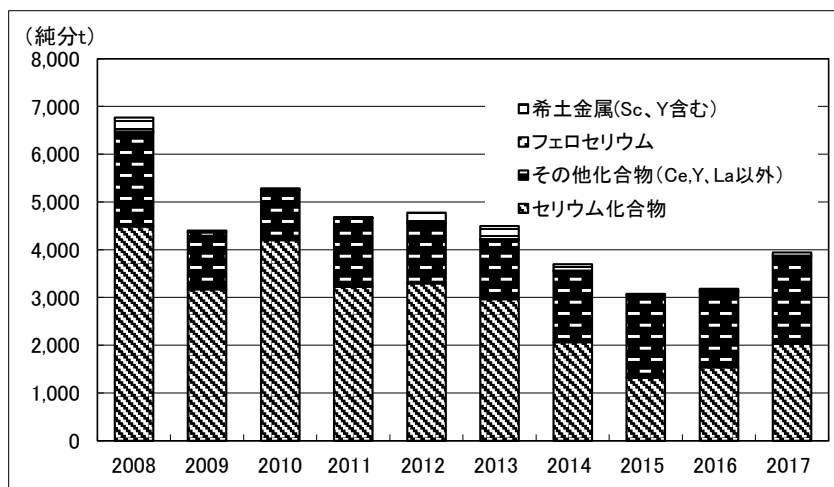


図 3-2 レアアースの輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.概観

レアアースの輸入相手国別輸入量を表 3-2、図 3-3 に示す。

2017 年は中国からの輸入が前年比 113%の 12,461t、ベトナムからの輸入が同 125%の 3,846tと増加したことに加え、インドからの輸入が同 344%の 645tと急増した。一方、フランスからの輸入は 2,189tと同 72%と大きく減少した。また、マレーシアからの輸入量は 2016 年に大きく落ち込んだが、2017 年は酸化セリウム輸入量の増加等により、同 114%の 422tと増加に転じた。輸入量が最も多い中国が全体に占める割合は 60%であり、2016 年の 57%より 3 ポイント増加した。

表 3-2 レアアースの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	26,200	13,405	19,721	13,244	7,181	8,107	11,508	10,399	11,030	12,461	113%	60%
	ベトナム	0	334	595	1,210	1,451	2,122	2,721	2,520	3,085	3,846	125%	19%
	フランス	1,263	988	1,974	1,884	1,784	1,828	2,401	3,167	3,052	2,189	72%	11%
	インド	-	-	13	6	-	0	-	-	188	645	344%	3%
	エストニア	519	403	144	310	760	270	643	289	530	441	83%	2%
	マレーシア	49	35	15	22	4	16	966	853	371	422	114%	2%
	タイ	-	-	1	14	4	2	109	371	397	406	102%	2%
	その他	923	627	1,572	2,589	1,192	810	703	499	331	316	96%	6%
	合計	28,954	15,792	24,035	19,280	12,376	13,156	19,050	18,098	18,983	20,726	109%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: ~2014年 酸化セリウム81.4%、セリウム化合物71.1%、酸化イットリウム79%、酸化ランタン85%、その他化合物82.5%、フェロセリウム50%

2015年~ 酸化セリウム81.4%、セリウム化合物50%、酸化イットリウム79%、酸化ランタン85%、その他化合物82.5%、フェロセリウム50%

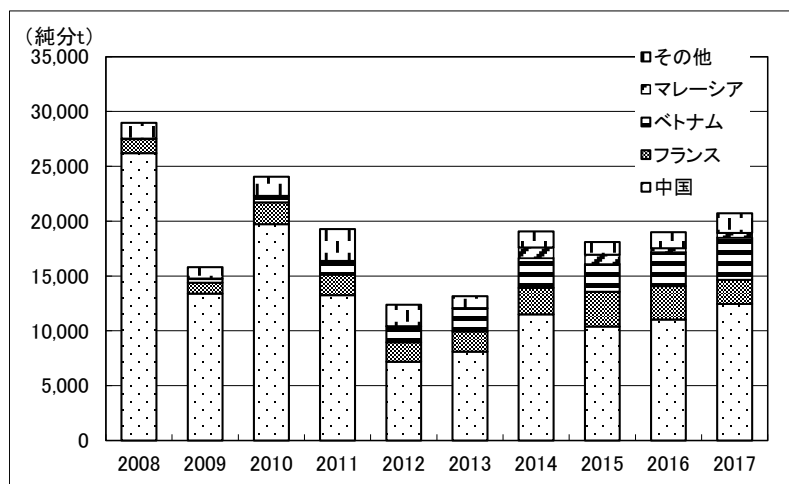


図 3-3 レアアースの輸入相手国

3-2-2.希土類金属

希土類金属の輸入・輸出相手国を表 3-3 に示す。希土類金属には、金属サマリウム、ミッシュメタル、ジジウム合金、金属ランタン、金属セリウム、金属プラセオジウムが含まれている。希土類金属の輸入国も 2009 年以降東南アジア各国からの輸入が増加し、中国からの輸入量が全体に占める比率は次第に低下している。

2017 年の希土類金属の輸入量は前年比 117%の 7,946t である。輸入量が最も多いベトナムは同 131%の 3,803t と過去最大の輸入量で、中国を抜いて 1 位となった。2 位の中国は同 107%の 3,735t であり、次いでタイが同 102%の 405t と微増であった。ベトナムからの輸入増は、日本企業によるリサイクル品によるものが多いとみられる。

表 3-3 希土類金属の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ベトナム	－	334	545	988	1,437	1,946	2,604	2,442	2,897	3,803	131%	48%
	中国	6,304	4,439	4,926	3,979	2,985	3,010	3,765	3,648	3,485	3,735	107%	47%
	タイ	－	－	－	3	1.0	－	97.1	371	397	405	102%	5%
	ラオス	－	－	－	85	328	164	7	10	－	－	－	－
	米国	1.2	0.0	14.8	154	41	13	6	0.0	0.0	0.0	－	－
	その他	1.0	0.1	1.3	1.2	0.7	60.2	0.1	9.9	1.5	2.9	194%	0%
	合計	6,306	4,773	5,487	5,211	4,793	5,193	6,479	6,482	6,780	7,946	117%	100%
輸出	ベトナム	－	－	－	－	－	－	－	1.5	23.1	61.2	265%	85%
	フィリピン	86.4	－	－	－	－	7.81	4.51	9.32	10.21	10.3	101%	14%
	韓国	0.2	0.0	－	0.1	37.3	0.2	0.4	0.2	2.5	0.0	0%	0%
	台湾	0.0	0.3	1.3	1.8	0.7	0.2	1.6	1.6	0.1	0.0	28%	0%
	中国	41.2	16.7	25.4	6.0	6.4	7.1	1.6	0.1	0.0	0.0	62%	0%
	米国	43.0	0.2	0.1	0.1	0.1	117.1	0.1	0.0	0.0	0.0	－	－
	タイ	0.5	－	0.3	1.3	0.9	－	120.0	－	－	0.0	－	－
	フランス	－	－	－	－	146.1	121.0	－	－	－	0.0	－	－
	シンガポール	109.9	－	－	0.0	－	0.2	－	0.1	－	0.0	－	－
	その他	9.3	6.0	1.2	0.2	6.6	21.4	3.8	0.0	0.0	0.0	1750%	0%
	合計	290.4	23.2	28.3	9.5	198.2	274.8	132.0	12.8	35.9	71.6	199%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 希土金属100%

3-2-3. 酸化セリウム及びセリウム化合物

酸化セリウムの輸入相手国を表 3-4 に、セリウム化合物の輸入・輸出相手国を表 3-5 に示す。

酸化セリウムは 2009 年～2013 年にかけて輸入量が激減し 700t 台になったが、2014 年から上昇に転じた。2015 年は 1,517t と若干減少したが、2017 年は前年比 134% の 2,996t と 2016 年に続き、大きく増加した。主な輸入相手国は中国であり、中国からの輸入量は同 131% の 2,490t で輸入量合計の 83% を占めている。また、マレーシアからの輸入量も同 149% の 368t と昨年に続いて大きく伸び、輸入量合計の 12% を占め、これらは研磨剤関連の需要増によるものと推定される。

セリウム化合物の輸入量については、同 91% の 5,400t と減少した。昨年 2 位の中国が同 125% の 2,752t と昨年に続き大きく伸びて、同 68% の 1,906t と急減したフランスを抜いて輸入量 1 位となった。上位 2 か国の順位は逆転したが、この 2 か国の輸入総量に占める割合は 86% と昨年の 84% と大きく変わっていない。また、3 位のエストニアからの輸入は同 90% の 441t と減少したが、4 位のインドは同約 4 倍の 300t となった。

また 2017 年のセリウム化合物の輸出については、合計で同 132% の 2,031t と大きく伸びており、中でもシンガポール向けの輸出は同約 2 倍の 538t と続伸し、1 位の台湾に迫っている。

表 3-4 酸化セリウムの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	6.632	2.862	3.782	866	729	734	1,531	1,292	1,903	2,490	131%	83%
	マレーシア	16.3	-	-	-	-	-	99	135	247	368	149%	12%
	フランス	237	57	92	91	18	30	30	75	71	72	100%	2%
	台湾	16	-	13	5	1	0.5	-	2	0.2	62	38100%	2%
	韓国	69	35	98	99	24	26	37	11	13	4	29%	0%
	米国	17.2	15.9	70.5	251.0	0.5	0.0	1	2	0.1	0.3	226%	0%
	その他	243	224	236	61	0.0	3.4	0.1	2.4	3.5	1.4	39%	0%
	合計	7.230	3.193	4.292	1.373	773	794	1,697	1,517	2,238	2,996	134%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 酸化セリウム81.4%

その他 2017年にインド(1.3t)、2016年にインド(2.1t)、オーストリア(0.8t)を含む

表 3-5 セリウム化合物の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	4,220	2,647	3,685	2,993	1,375	1,847	3,041	1,902	2,206	2,752	125%	51%
	フランス	919	896	1,868	1,635	1,558	1,715	2,267	2,796	2,798	1,906	68%	35%
	エストニア	188	31	78	47	454	159	541	264	490	441	90%	8%
	インド	-	-	13	6	-	0	-	-	77	300	391%	6%
	カザフスタン	307	77	298	457	43	116	192	97	110	1	1%	0%
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	320	163	94	-	-	-
	その他	0	1	186	789	167	142	95	29	130	0	0%	0%
	合計	5,634	3,653	6,129	5,926	3,597	3,978	6,456	5,251	5,904	5,400	91%	100%
輸出	台湾	920	550	721	675	980	936	690	427	409	633	155%	31%
	シンガポール	115	148	189	184	203	242	86	0	276	538	195%	26%
	韓国	1,539	1,377	1,761	1,238	1,393	978	417	217	213	287	135%	14%
	米国	463	346	319	544	336	484	476	236	149	190	127%	9%
	中国	387.9	304.6	388.3	113.8	129.9	83	90	88	96	153	160%	8%
	南ア	1.4	1.5	-	-	-	1.3	24	63	111	69	62%	3%
	タイ	700	156	452	164	17	26	25	22	24	32	135%	2%
	オランダ	0.3	0.1	-	0.3	-	1.5	22	6	35	24	70%	1%
	ドイツ	32	25	30	20	54	112	166	212	122	21	17%	1%
	その他	331	267	341	283	181	101	71	50	101	84	83%	4%
	合計	4,489	3,174	4,201	3,221	3,295	2,965	2,066	1,322	1,536	2,031	132%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: セリウム化合物 ~2014年71.1%、2015年~50%

輸入: 2016年のその他にベトナム(185t)を含む

輸出: 2017年、2016年のその他にポーランド(44t、76t)を含む

3-2-4.酸化ランタン・酸化イットリウム

酸化ランタンの輸入相手国を表 3-6 に示す。2017 年の酸化ランタンの輸入量は、中国からの輸入量が前年比 93%の 1,518tと減少しているが、インド、マレーシアからの輸入量が対同 6 倍、3 倍の 161t、43tと増加し、合計では同 103%の 1,722tと微増であった。

酸化イットリウムの輸入相手国を表 3-7 に示す。2017 年の酸化イットリウム輸入量合計は同 121%の 1,014tと増加した。中国からの輸入が全体の 92%とほとんどを占めており、輸入量は同 114%の 930tとジルコニア安定化剤の伸びに支えられ、2013 年以降、5 年連続で増加している。

表 3-6 酸化ランタンの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	3,008	865	3,023	1,722	492	1,177	1,419	1,410	1,631	1,518	93%	88%
	インド	-	-	1	-	-	-	-	27.2	26	161	630%	9%
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	89	401	14	43	313%	2%
	エストニア	14	-	-	234	289	51	102	85	-	-	-	-
	その他	52	0	37	129	9	0	1	2	2	0	0%	0%
	合計	3,074	865	3,061	2,085	791	1,228	1,611	1,925	1,672	1,722	103%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 酸化ランタン 85.0%

表 3-7 酸化イットリウムの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	1,270	413	1,237	1,335	357	434	640	736	816	930	114%	92%
	オーストリア	0.4	0.2	0.8	8.5	15.2	7.0	6.6	14.9	16.0	46	285%	5%
	米国	31.9	41.8	51.0	19.1	5.3	0.0	1.2	0.0	0.8	33	4198%	3%
	ドイツ	1.0	0.9	2.5	1.7	0.2	0.1	0.5	0.5	1.7	4.4	251%	0%
	韓国	0.0	0.0	0.0	-	0.8	-	8.1	-	-	-	-	-
	その他	18	0	23	32	1.6	0	0.7	0.5	0.1	0.3	297%	0%
	合計	1,321	455	1,314	1,396	380	441	656	752	834	1,014	121%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 酸化イットリウム 79%

3-2-5.その他の化合物

その他の化合物の輸出入相手国を表 3-8 に示す。主な輸入国は、中国、フランス、インド、イタリアである。2017 年の輸入量合計は前年比 108%の 1,292tと増加した。6 割近くを占める 1 位の中国が同 101%の 742tと前年並みであったのに対し、2 位フランスは同 116%の 211t、3 位のインドが同 222%の 183t、4 位イタリアが同 138%の 107tと軒並み増加した。また、マレーシアからの輸入は 2015 年前後の短期間で、2016 年以降 0 となっている。

輸出についても同 114%の 1,815tと増加した。輸出相手国は、ベトナム、タイ、フランス、韓国、米国等であるが、2017 年は特に 1 位のベトナム向けが同 137%の 1,053tと大きく増加した。

表 3-8 その他の化合物の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	4,589	1,976	2,832	1,989	963	529	743	955	734	742	101%	57%
	フランス	55	35	14	155	208	83	104	168	182	211	116%	16%
	インド	-	-	-	-	-	-	-	-	83	183	222%	14%
	イタリア	8	31	38	61	61	69	70	61	77	107	138%	8%
	ベトナム	-	-	-	-	-	41	53	52	57	43	76%	3%
	マレーシア	-	-	-	-	-	7.4	446	149	-	-	-	-
	その他	238	296	350	314	101	34	181	170	5	6	113%	0%
	合計	4,890	2,339	3,234	2,519	1,333	763	1,597	1,554	1,138	1,292	108%	100%
輸出	ベトナム	50	481	537	797	622	346	736	889	768	1,053	137%	58%
	タイ	195	123	105	56	58	49	142	365	417	420	101%	23%
	フランス	31	109	149	189	204	238	146	212	224	165	74%	9%
	韓国	644	151	20	15	256	282	304	109	70	45	64%	2%
	米国	92	57	49	56	20	15	20	26	23	41	175%	2%
	フィリピン	0.2	0.5	0.8	2.7	7.8	92	18	12	18	27	152%	1%
	台湾	17	7.1	12	17	36	6.7	16.0	8.6	8.8	19	213%	1%
	中国	775	204	97	4.7	21	125	48	32	24	19	78%	1%
	ドイツ	7.9	6.3	8.2	17	8.6	7.6	13	7.8	14	6	39%	0%
	その他	161	49	75	289	34	82	35	62	19	21	111%	1%
	合計	1,974	1,188	1,052	1,443	1,267	1,244	1,479	1,724	1,587	1,815	114%	100%

出典：財務省 貿易統計

純分換算率：その他化合物82.5%

※その他化合物：輸入はCe、Y、La以外の化合物、輸出はCe以外の化合物。

輸出：その他にマレーシア(2016年11t、2017年8t)を含む

3-3.輸出入価格

レアアースの平均輸出入価格を表 3-9 に、平均輸入価格を図 3-4、平均輸出価格を図 3-5 に示す。

レアアースの輸入価格は 2007～2010 年は上昇傾向にあり、2011 年には極端な高騰を示した。その後はいずれの元素も大幅な低下傾向を示し、「その他化合物(Ce、Y、La 以外)」を除き 2007～2010 年の水準に戻る傾向にある。2016 年から、鉱種により需給が締まってきたことにより、「その他化合物(Ce、Y、La 以外)」の輸入価格は上昇に転じている。また、希土金属、酸化セリウム、セリウム化合物、酸化ランタンの 2017 年の輸入価格も前年比 105～120%と上昇した。

また、2017 年のレアアースの輸出価格は品目ごとに個別の動きをしている。希土金属は 2015 年に同 500%以上の高騰を示したが、輸出数量が少なく、高額の商品の輸出のためと思われる、2016 年に続き、2017 年も同 75%と下降が継続している。セリウム化合物は同 93%であり、ゆるやかな下降傾向が続いており、その他化合物は同 99%と前年並みであった。

中国は、2014 年 8 月の世界貿易機関(WTO)での敗訴を受け、レアアースの輸出許可枠(EL 枠)を 2015 年 1 月 1 日より廃止し、輸出関税についても 5 月 1 日より撤廃した。ただし、輸出関税が撤廃された 5 月 1 日より、これまで賦課されていた資源税を見直し、これまでの生産量をベースとした重量税にかえて、精鉱の売上高に課される新たな資源税が適用されている。軽希土類の場合、産地により税率が異なっており、内モンゴル自治区が 11.5%、四川省が 9.5%、山東省が 7.5%となっている。中重希土類は産地に関わ

らず 27%となっている。新たな資源税の適用については、相場を維持させるための目的もあると推察されていたが、その効果は目に見えていない。日中の磁石需要や中国政府の環境査察などをきっかけに需要が旺盛なネオジム、プラセオジムなどの価格は 2016 年秋を底に、ランタン、セリウムも 2016 年末を底に反発し、2017 年に入っても上昇が続けたが、10 月以降は中国の環境査察も一巡し、休止していた鉱山や工程が再開され、需給のタイト感は緩み、調整局面を迎えている。一方、供給過剰で低迷しているイットリウム、サマリウムなどは引き続き低迷しており、価格動向に差が出ている。

表 3-9 レアアースの平均輸出入価格

		単位: \$/kg										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
希土金属	輸入	26	16	31	137	84	39	35	33	27	29	109%
	輸出	10	65	147	399	80	51	67	340	157	118	75%
酸化セリウム	輸入	6	5	19	72	23	15	7	7	6	7	116%
	輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セリウム化合物	輸入	4	3	15	51	22	8	4	3	3	3	105%
	輸出	16	16	19	40	37	28	27	25	23	22	93%
酸化イットリウム	輸入	27	23	35	130	113	41	20	11	7	7	89%
	輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
酸化ランタン	輸入	11	7	25	92	38	9	6	4	2	3	120%
	輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他化合物 (Ce, Y, La 以外)	輸入	37	33	52	266	184	180	91	74	92	110	120%
	輸出	20	24	30	54	59	39	55	50	54	54	99%

出典: 財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

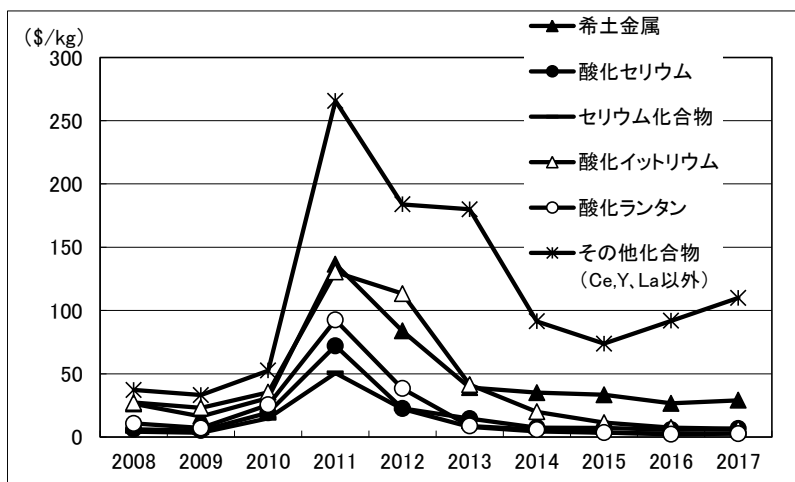


図 3-4 レアアースの平均輸入価格

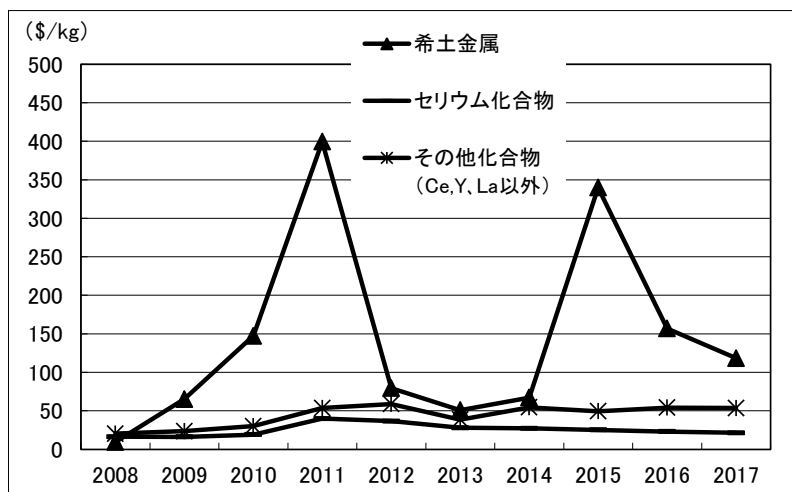


図 3-5 レアアースの平均輸出価格

4. リサイクル

レアアースに関してはリサイクルに関する統計が無く、以下の定義でリサイクルを推計すると 0%になる。

ニッケル水素電池に使用されているミッシュメタルは近年回収技術が確立され、2012 年から HEV 車用の使用済み電池からの回収を開始している。

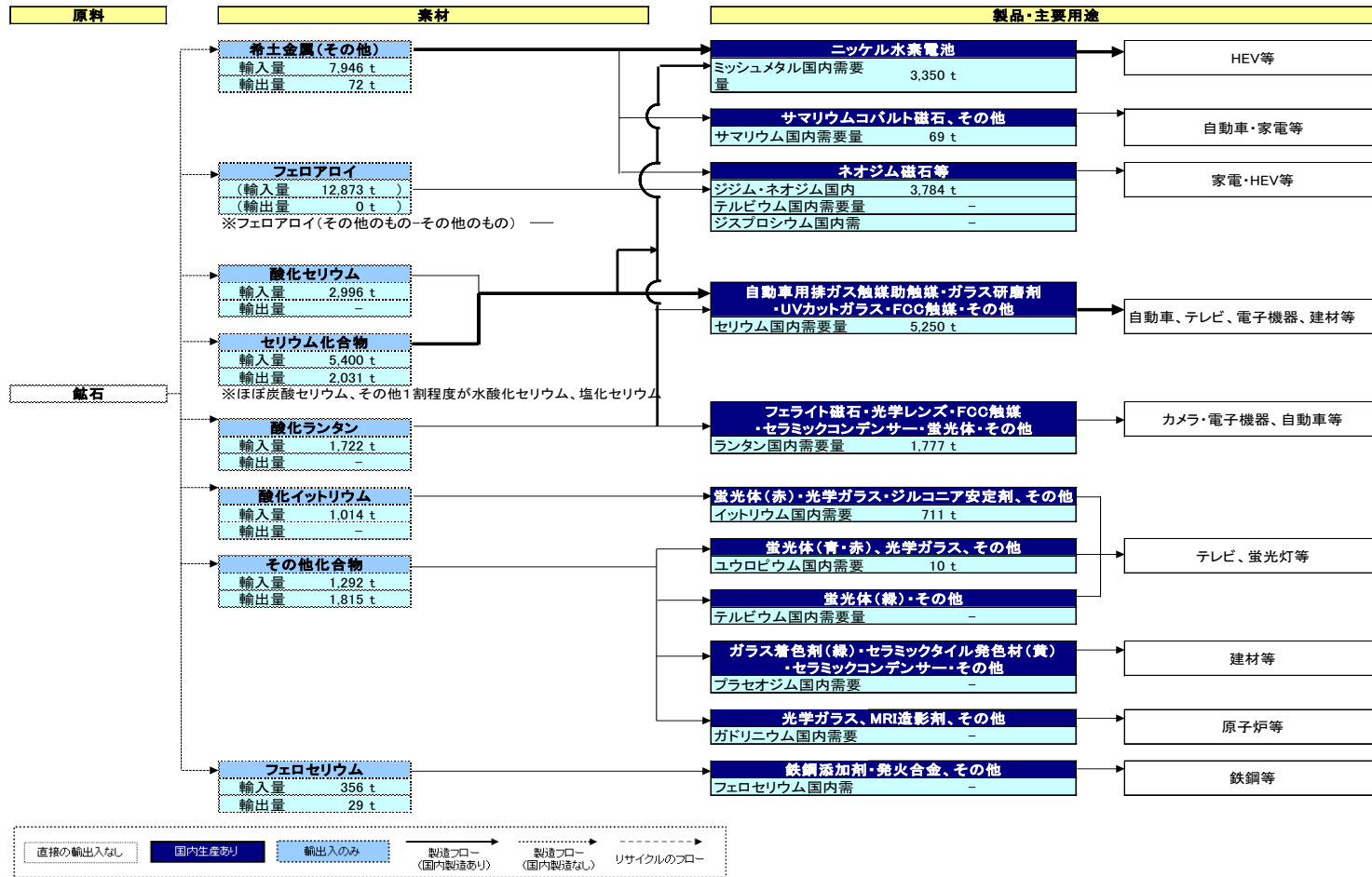
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※ 原料は希土類金属、酸化セリウム、セリウム化合物、酸化イットリウム、酸化ランタン、その他化合物、フェロセリウムの合計。

※ 国内生産には使用済み製品のリサイクル(マテリアルリサイクル)を含む。

5.マテリアルフロー

レアアースのマテリアルフロー(2017 年)



出典：財務省貿易統計、新金属協会希土類部会
 純分換算率：希土金属100%、フェロアロイ100%、酸化セリウム81.4%、セリウム化合物61.3%、酸化ランタン85%、酸化イットリウム79%、その他化合物82.5%、フェロセリウム50%
 ※一次製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された一次原料ないし二次原料の需要量であり、一次製品の輸出入量は考慮していない。
 ※製品・主要用途毎の需要量に分けられない場合は国内需要量の記載を省いている。
 ※その他化合物のうち、ネオジム、ジスプロシウムの用途にはセラミックコンデンサーがある。
 注)「-」：生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」：四捨五入して表の最小単位未満である。

リチウム Li

【用途】 軽くて大容量の電池として活躍

金属中最も軽く、イオン化傾向が大きいというエネルギー密度を活かし、リチウムイオン電池（以下 LIB）として急速に需要が伸びており、今では、自動車のバッテリーやノートパソコンなどのモバイル用電源として欠かせない存在になっている。大気中で容易に酸化されるため、主に軽量合金として利用されてきたが、リチウム金属及びその化合物の用途は、電池以外でも耐熱ガラスなどのガラス用添加剤、冷凍機の吸収剤などでも需要が増大し、また、アルミ・リチウム合金は航空機の構造材としても使用されている。

【特性】

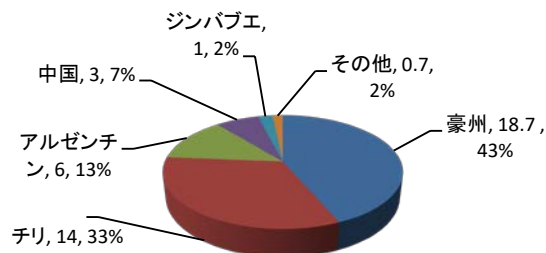
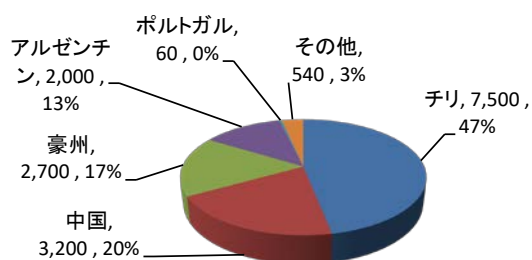
- ・金属中で最も軽い
- ・大気中で酸化されやすい
- ・ナトリウムに次いでやわらかいが、延性は乏しい
- ・ガラスや金属、コンクリートなどに添加すると、物性を著しく改善する

【資源国と消費国】

[国名、数量（純分千t）、構成比（%）]（数量：2017 年世界計） 出典：USGS2018

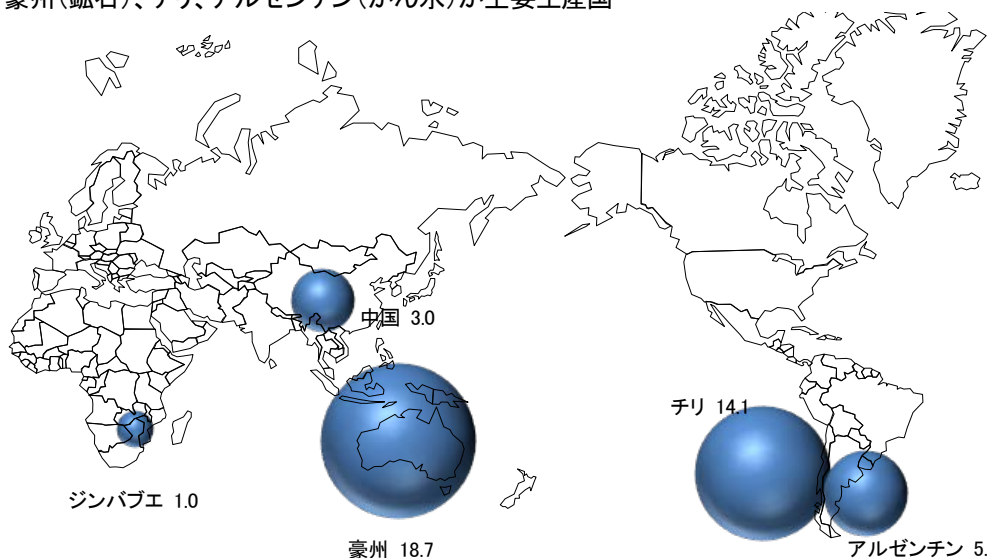
国別埋蔵量（合計 16,000 千t）

国別リチウム（鉱石、かん水）生産量（合計 43 千t）



【世界の主要リチウム（鉱石、かん水）生産国】 国名、国別生産量（千 t、2017 年間値） 出典：USGS2018

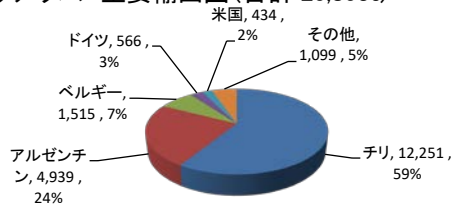
豪州（鉱石）、チリ、アルゼンチン（かん水）が主要生産国



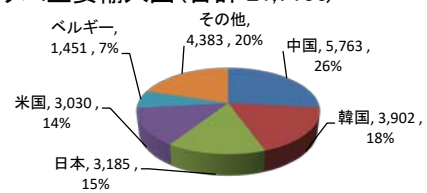
【貿易概況】（数量は2017年年間値）

■世界 出典：Global Trade Atlas（チリ2016年年間値 出典：Roskill）

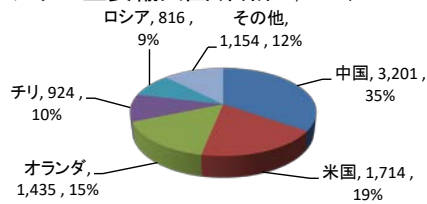
炭酸リチウム 主要輸出国（合計 20,803t）



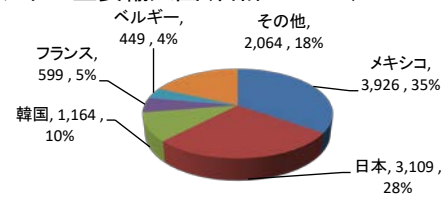
炭酸リチウム主要輸入国（合計 21,715t）



水酸化リチウム主要輸出国（合計 9,243t）

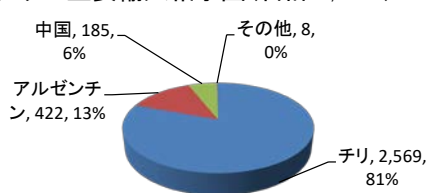


水酸化リチウム主要輸入国（合計 11,311t）

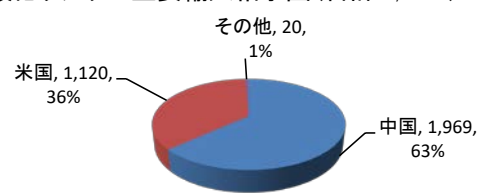


■日本 出典：財務省貿易統計

炭酸リチウム 主要輸入相手国（合計 3,185t）

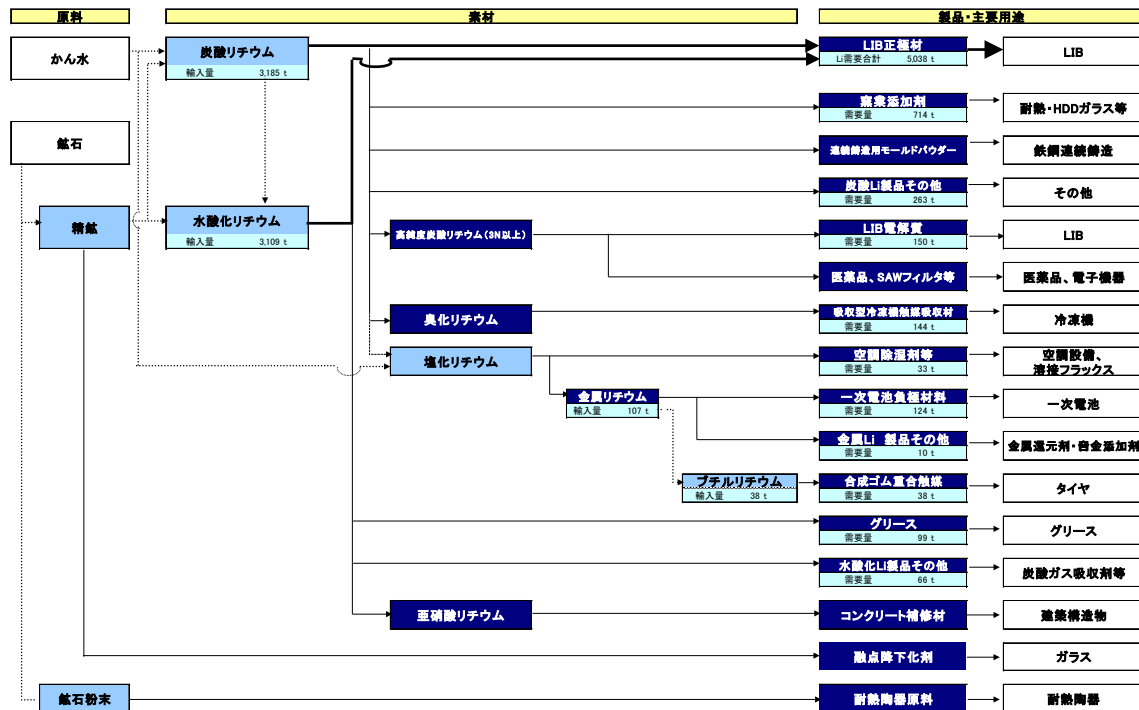


水酸化リチウム 主要輸入相手国（合計 3,109t）



【鉱石から製品まで】 出典：財務省 貿易統計、工業レアメタル

炭酸リチウム、水酸化リチウム等で輸入され、多様な化合物として消費



【概要】

- ・2017 年の世界リチウム生産量は最大用途のリチウムイオン電池（以下、LIB）の需要が約 1 割伸びて 43.0 千t（純分）となった。
- ・今後の需要については各国の自動車排ガス規制強化を受けての電気自動車（以下、EV）の普及次第である。
- ・日本についても LIB 向け需要が大きく伸び、2017 年は全体の 8 割弱を占め、特にハイニッケル系の正極材向けの水酸化リチウム需要が大きく増加した。今後もこの傾向が続くものと予想されている。
- ・価格については LIB の需要増に伴い、2016 年以降大きく上昇し、2017 年も炭酸リチウム、水酸化リチウムとも上昇を続け、今後も上昇が続くものと予想されている。

1.特性・用途

リチウムはすべての金属中で最も軽く、同じアルカリ金属であるナトリウムに次いで柔らかいが、延性に乏しい金属である。色は無色、白、淡緑、淡紅、灰色などでガラス光沢を持ち、融点は 181℃と低く、沸点は 1,347℃と比較的高い。水と激しく反応して水素を発生し、水素とは容易に反応して水素化リチウムとなる。マグネシウム、アルミニウム、鉛などの金属と容易に合金を作る。

塩湖のかん水とスポジューメン（リチア輝石）鉱石を原料として、炭酸リチウムや水酸化リチウムなどのリチウム製品が作られる。塩湖のかん水は、天日蒸発などで濃縮後、不純物を沈殿させ精製し、炭酸リチウムが作られる。スポジューメン鉱石は、精鉱を焙焼、酸処理後精製して炭酸リチウムが作られる。水酸化リチウムは、炭酸リチウムの水酸化処理（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 置換）により作られるが、スポジューメン鉱石からは、炭酸リチウムを経ず酸性溶液から直接精製することも可能である。

リチウムの電気的特性から高い電位と高容量が得られる LIB は実用化されている二次電池の中で最もエネルギー密度が高く、リチウムの最大用途となっている。原料として、炭酸リチウムは LIB のニッケル系以外（コバルト系、マンガン系、三元系等）の正極材と電解質に使われ、水酸化リチウムはニッケル系正極材に使われており、それぞれの主要用途となっている。

LIB 用途のほかに、炭酸リチウムはガラスストップコンロなどに使われる強化ガラスや耐熱ガラス、ハードディスクドライブ（以下 HDD）ガラスに添加される窯業添加剤や鉄鋼連続铸造用のフラックス、弾性表面波フィルター（以下 SAW）、医薬品（うつ病治療薬等）にも利用されている。

水酸化リチウムは、LIB 用途のほか潤滑グリースとして使われるステアリン酸リチウムの原料として利用され、このリチウムグリースは高度の耐水性があり、自動車用グリースの 3 分の 1 を占めている。

臭化リチウムは、冷媒（水）吸収能力が高く、ビル・工場などの大型空調用吸収式冷凍機の冷媒吸収材として利用され、この用途がほとんどである。

塩化リチウムは、吸湿性から空調除湿剤に、また、フラックス時の温度特性（共晶による融点降下）から溶接フラックスで使用されている。

金属リチウムは、一次電池の負極材の箔や、合金の還元剤として用いられる。リチウムを陰極にしたリチウム電池はニッケル-水素電池に比べ単位体積あたりに蓄積できるエネルギーも 2 倍近くになる性質がある。また、アルミ-リチウム合金は航空機の構造材としても使用されている。

炭素とリチウムが結合した有機リチウム化合物は有機合成の重要な反応剤であり、金属リチウムから製造されるブチルリチウムはポリブタジエンやスチレン-ブタジエンゴムの重合開始剤として使われる。

以上の利用のほかに、ガラスや金属、コンクリートなどに添加すると、物性を著しく改善する性質があり、亜硝酸リチウムはコンクリート補修材（コンクリート用化学混和剤：防錆剤、アルカリ骨材反応抑制剤、中性化抑制剤）として使われる。また、ガラス産業において融点降下剤としてリチウム鉱石が利用されているほか、リチウムを含む鉱物であるペタライト（葉長石）粉末が耐熱陶器（土鍋等）原料や研磨剤材料として使用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のリチウム生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年のリチウム生産量は LIB の需要の伸びを受け、前年比 113%の 43.0 千tであった。豪州は新規プロジェクトが相次ぎ稼働を開始し、同 134%と大きく伸び、中国も量は少ないながら、鉱石、かん水とも採掘が拡大し、同 130%と伸びたが、チリやアルゼンチンは前年をわずかに下回った。

主要生産国は豪州、チリ、アルゼンチンの 3 か国であり、2017 年はこれら上位 3 か国で世界生産の 89%を占めている。

将来的なハイブリッド車(以下 HEV)や EV での LIB 向け需要の増加を見込んで行われた主要生産国での設備増強に対して 2014 年、2015 年は実需が伸び悩んだが、2016 年、2017 年と連続して 10%以上の伸びを示している。

リチウム化合物は塩湖のかん水からの生産のほか、スポジューメン、ペタライト等の鉱石から生産される。チリ、アルゼンチン等のかん水からの生産は人工池で 1 年～2 年程度かけてリチウム濃度を高めた後、精製を行うため、人工池を増やしたとしても増産までに長期間を要する。また、降雨や降雪、日照不足が想定以上にあるとリチウム濃度の上昇に時間がかかるため原料不足を生じ、計画生産量が達成できないことが発生する。豪州のリチウム資源は鉱石であり、採掘計画や選鉱フローを変更することができれば、かん水からの生産と比べてスムーズに増産することが可能である。一方、採掘、破碎、選鉱の処理施設や、人件費、電気代、精製のための薬剤が必要となり、比較的高コストとなる。

チリでは、Atacama 塩湖において、かん水からリチウムが生産されている。主要企業はチリ SQM 社及び米 Albemarle 社であり、SQM 社は 525 百万ドルを投じ、2021 年までに現在の 3.8 倍の 33.9 千tへの増産を計画している。Albemarle 社は 2017 年に 8.3 千tの工場を新設し、さらに 2021 年完成予定で 6.8 千tの増産を計画している。なお、SQM 社には興和(日本)が出資している。また、SQM 社に 2.1%出資している天齊鋳業は、2018 年 5 月に 40 億ドルで SQM の発行済み株式 24%を取得すると発表した。

アルゼンチンでは、米 FMC Lithium 社が Hombre Muerto 塩湖において、かん水から炭酸リチウムおよび塩化リチウムを生産しており、3 億ドルを投じて、2020 年までに生産能力 7.5 千tへの倍増を計画している。なお、FMC 社はリチウム事業を分離して、Livent Corporation を設立、上場(2018 年 10 月～2019 年に株式の公開)を予定している。また、豊田通商と豪州の Orocobre 社が共同出資(豊通 25%、Orocobre 66.5%、アルゼンチン州政府管理会社 8.5%)している Olaroz 塩湖かん水からのリチウム生産プロジェクトは 2014 年末より炭酸リチウムの生産を開始しているが、現有能力 3.3 千tに加え、4.7 千tの増産を 2019 年下半期に稼働開始予定で検討している。

豪州では、Greenbushes 鉱山等で主にスポジューメンからリチウムを生産している。主要企業は Talison Lithium 社 (Greenbushes 鉱山)である。Talison Lithium は 2013 年に中国の成都天齊事業集団に買収された後、現在は天齊(51%)と米国 Albemarle(49%)の合弁会社が保有しており、年産 18 千tに能力を増強して、さらに 2021 年に 31 千tへの増産を計画している。この鉱石は中国に輸出され、Tianqi Lithium(天齊鋳業)で炭酸リチウムなどに加工されている。プロジェクト関係では Neo Metals 社(Mt. Malion 鉱山)が 2017 年 2 月に出荷を開始し、将来的には精鉱 11.2 千tまで増産を計画しており、このプロジェクトに中国の江西贛鋒鋳業は 2015 年 9 月 43.1%を出資し、精鉱の 25%引き取り契約を結んでいる(現在の出資比率は江西贛鋒鋳業 43.1%、Mineral Resources 43.1%、Neo Metals 13.8%)。Galaxy Resources 社 (Mt. Cattlin 鉱山)も 2017 年初めからスポジューメンの出荷を再開した。また、天齊鋳業は、Western Australia 州で水酸化リチウム年産 24 千tのプラントを 2018 年年末の完成予定で建設中であり、さらに増産を計画している。

中国では、輸入したスポジューメンから炭酸リチウム、塩化リチウム、水酸化リチウムを生産する他に、自国のかん水および鉱石からリチウム生産を行っている。西藏日喀則扎布耶鋳業高科技有限公司が、チベット自治区の扎布耶塩湖において、かん水からリチウムを生産している(天齊鋳業 権益 20%)。その他、青海省の西台吉乃爾塩湖等で生産を行っている企業もある。

カナダでリチウム生産会社 Nemaska Lithium が Whabouchi 鉱山を 2020 年に生産開始する計画が発表

された。

ペルーで埋蔵量 250 万tの新鉱山が発見され、2020 年生産開始目標で事業化が検討されている。

2017 年の世界需要は電池用途が大きく伸びて需要全体の 46%と半分近くを占め、需要量合計は前年比 133%の 41,500tと報じられている。次いで窯業が 27%を占め、 그리스 7%、ゴム・エラストマー5%、連続鑄造 4%、空調用 2%となっている。

今後の需要を大きく左右する案件として各国の自動車排ガス(CO₂)規制がある。中国政府は 2017 年 9 月に内燃機関乗用車(ICU)を年間 3 万台以上生産(または輸入)する企業に一定台数の新エネルギー車(以下 NEV)生産目標(クレジットポイント)を義務付けた規制¹を導入すると発表した。欧州もフランスや英国が 2040 年までにガソリン車やディーゼル車の販売を禁止する方針を発表しており、世界的に EV 等へのシフトが加速されており、今後、LIB 需要は大きく伸びるものと予想されている。ただ、米国ではカリフォルニア州が主導する ZEV(Zero Emission Vehicle:EV、燃料電池車)規制²が全米 10 州で実施されているが、トランプ大統領が自動車燃費基準の見直しの方針を打ち出し、先行きの動向は不透明である。

米 Tesla Motors は 2014 年 6 月から米国・ネバダ州に建設している「ギガファクトリー」と呼ばれる大規模な LIB プラントが 2017 年生産開始の計画を早め、2016 年 7 月より稼働開始した。さらに Tesla Motors 社は当初の 2020 年に EV 年産 50 万台を生産する計画を 2018 年完成と 2 年早める計画を発表している。これはニッケル系正極に使われる水酸化リチウム需要の急増につながり、現状の水酸化リチウムの供給能力では足りなくなるため、これを見据えた動きが進められているが、Tesla Motors 社の増産計画に対しては遅延を生じているとも報じられており、今後、注視していく必要がある。

表 2-1 世界のリチウム生産量

											単位: 純分t	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
豪州	6,280	6,280	9,260	12,500	12,800	12,700	13,300	14,100	14,000	18,700	134%	43%
チリ	10,600	5,620	10,510	12,900	13,200	11,200	11,500	10,500	14,300	14,100	99%	33%
アルゼンチン	3,170	2,220	2,950	2,950	2,700	2,500	3,200	3,600	5,800	5,500	95%	13%
中国	3,290	3,760	3,950	4,140	4,500	4,700	2,300	2,000	2,300	3,000	130%	7%
ジンバブエ	500	400	470	470	1,060	1,000	900	900	1,000	1,000	100%	2%
ポルトガル	700	-	800	820	560	570	300	200	400	400	100%	1%
ブラジル	160	160	160	320	150	400	160	200	200	200	100%	0%
カナダ	690	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	10	50	0	0	30	930	40	0	0	100	-	-
合計	25,400	18,800	28,100	34,100	35,000	34,000	31,700	31,500	38,000	43,000	113%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries LITHIUM」 World Mine Production

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分、但し、マイナスの場合は0とした。

※米国の鉱石生産量(W)は、企業情報保護のため2013年以外は非開示であり、合計値に含まれていないが、開示のあった2013年はその他に米国の生産量(870t)を含む。

¹ 義務付けられる NEV の生産目標(2019 年:10%、2020 年:12%のクレジットに相当する台数)、10%例:10 万台販売→1 万クレジットポイント(単位積載量当たり電費(Ekg、Wh/kmkg)により EV 約 2 千~5 千台分)

² 州内で一定台数以上販売する自動車メーカーに対し、ZEV を一定比率(2017 年:14%以上)販売することを義務付け

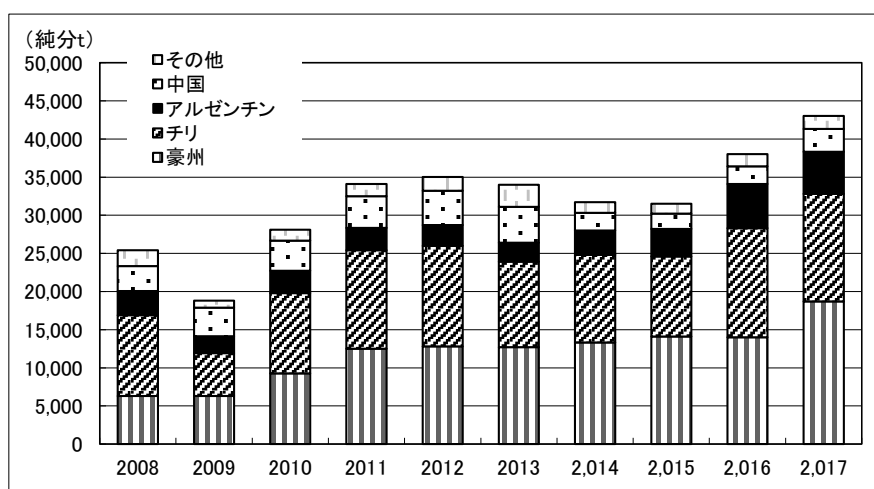


図 2-1 世界のリチウム生産量

2-2.国内の需給動向

国内におけるリチウムの主要用途は前述の用途とほぼ同様であるが、日本の特徴として、LIB 向け需要の占める割合が78%と高いことが挙げられる。炭酸リチウムは、携帯電話・PC等の小型の民生用に使われる三元系、りん酸鉄系等、ハイニッケル系以外の LIB の正極材料(コバルト系、マンガン系、三元系)と電解質材料となる。水酸化リチウムは主に EV、HEV 等の自動車向けに使われる容量の大きいニッケル系 LIB の正極材料に使われる。

品目別のリチウムの国内需要を表 2-2、図 2-2 に示す。また、純分換算したリチウムの国内需給を表 2-3、図 2-3 に示す。2017 年の炭酸リチウムの合計需要量は前年並みであったが、2013 年以降急増した水酸化リチウムは前年比 204%と大幅な増加を続けている。この他、金属リチウムも同 134%と大きく増加したのに対し、塩化リチウム、ブチルリチウム、臭化リチウムは横ばいであった。

LIB 向け需要については、2010 年～2011 年まで順調に伸びていたが 2012 年には炭酸リチウム、水酸化リチウムともに減少した。しかしその後は増加に転じ、2017 年については、炭酸リチウムは電解質向けが対前年 14 ポイント増加した。水酸化リチウムの LIB 正極向けも 2013 年以降、大幅に増加し、2017 年は 2 倍以上の伸びを示した。民生向けと比較して伸びの著しい自動車向け LIB 需要の増加により、水酸化リチウム需要は今後も増加するものと考えられる。住友金属鉱山はパナソニックと共同開発の LIB 正極材料(ニッケル酸リチウム)の増産(マテリアルtで年産 10 千tから 2018 年 1 月に 19 千t、同年 6 月に 25 千t)を行った。

なお、LIB 向け以外の用途では窯業添加、グリース向けは横ばいであった。

表 2-2 リチウムの国内需要(マテリアルト)

単位: マテリアルト

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
炭酸 リチウム	LIB正極	8,000	6,000	8,500	8,250	7,000	7,000	7,500	8,200	11,000	11,000	100%	65%
	LIB電解質	500	450	700	1,000	650	500	100	300	700	800	114%	5%
	窯業添加	2,250	1,700	2,250	2,250	1,250	1,000	1,500	3,500	3,800	3,800	100%	22%
	その他	1,500	1,100	2,550	2,500	1,800	1,500	1,900	1,500	1,500	1,400	93%	8%
	小計	12,250	9,250	14,000	14,000	10,700	10,000	11,000	13,500	17,000	17,000	100%	100%
水酸化 リチウム	LIB正極	1,200	1,000	1,500	2,100	1,980	3,500	5,250	7,900	8,200	18,000	220%	95%
	グリース	750	550	650	650	650	600	600	600	600	600	100%	3%
	その他	458	620	670	740	650	900	650	500	500	400	80%	2%
	小計	2,408	2,170	2,820	3,490	3,280	5,000	6,500	9,000	9,300	19,000	204%	100%
臭化リチウム		2,700	2,500	2,000	2,000	1,800	1,800	2,000	2,000	1,800	1,800	100%	
塩化リチウム		150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	100%	
金属 リチウム	電池負極	100	90	180	153	129	61	72	110	90	124	138%	93%
	その他	34	29	14	10	10	10	10	10	10	10	100%	7%
	小計	134	119	194	163	139	71	82	120	100	134	134%	100%
ブチルリチウム		-	300	325	325	325	324	325	350	350	350	100%	

出典: 工業レアメタル No.134 (2018) P50 表3リチウム製品の用途別国内需要、表4 炭酸リチウム需要と関連製品の国内生産

〃 P52 表5 水酸化リチウム需要と関連製品の国内生産)、P53 表6 その他リチウムの国内需要と関連製品の生産推移)

※LIBは「リチウムイオン電池」を示す。

※炭酸リチウムのその他区分には連铸用フラックスやSAWフィルターを含む。

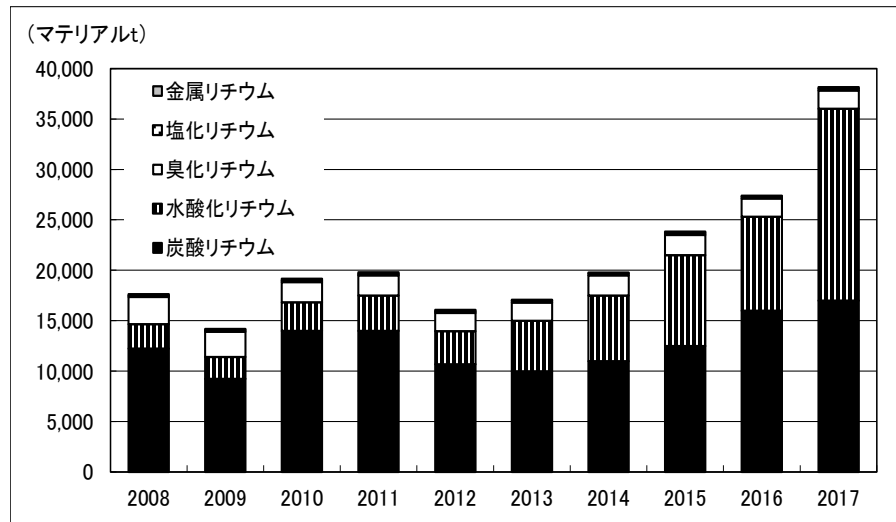


図 2-2 リチウムの国内需要(マテリアルト)

表 2-3 リチウムの国内需給(純分t)

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給(輸入－輸出) ¹⁾		3,180	2,146	3,479	3,943	3,205	2,002	3,416	3,748	4,537	6,359	140%
需要 ²⁾	炭酸リチウム	LIB正極	1,504	1,128	1,598	1,551	1,316	1,316	1,410	1,542	2,068	100%
		LIB電解質	94	85	132	188	122	94	19	56	132	114%
		窯業添加	423	320	423	423	235	188	282	658	714	100%
		その他	282	207	479	470	395	282	357	282	263	93%
		小計	2,303	1,739	2,632	2,632	2,068	1,880	2,068	2,538	3,196	100%
	水酸化リチウム	LIB正極	348	290	435	609	372	579	866	1,304	1,353	220%
		グリース	218	160	189	189	108	99	99	99	99	100%
		その他	133	180	194	214	108	149	107	83	83	80%
		小計	698	629	818	1,012	587	827	1,073	1,485	1,535	204%
	臭化リチウム		216	200	160	160	144	144	160	144	144	100%
	塩化リチウム		25	25	25	25	25	33	33	33	33	100%
	金属リチウム	電池負極	100	90	180	153	129	61	72	110	90	138%
		その他	34	29	14	10	10	10	10	10	10	100%
		小計	134	119	194	163	139	71	82	120	100	134%
	ブチルリチウム		-	33	35	35	35	35	38	38	38	100%
	合計		3,376	2,745	3,864	4,027	2,998	2,989	3,450	4,186	5,045	132%
供給－需要		-196	-599	-385	-84	207	-987	-34	-437	-508	-321	63%

出典: 1) 財務省貿易統計、数値は炭酸リチウム、水酸化リチウム、金属リチウムによる

2) 工業レアメタル No.133 (2017) P48 表3リチウム製品の用途別国内需要、表4 炭酸リチウム需要と関連製品の国内生産)

純分換算率(2011年以前): 炭酸Li18.8%、水酸化Li29%、臭化Li8%、塩化Li16.4%、ブチルリチウム10.9%

純分換算率(2012年): 炭酸Li18.8%、水酸化Li16.54%、臭化Li8%、塩化Li16.4%、ブチルリチウム10.8%

純分換算率(2013年以降): 炭酸Li18.8%、水酸化Li16.5%、臭化Li8%、塩化Li16.4%、ブチルリチウム10.8%

※表1-2を純分に換算。炭酸リチウムの「その他」には、連続鋳造用フラックス、他が含まれる。

※表1-2におけるリチウムLIB用数値は全て炭酸リチウム換算値のため、

水酸化リチウム(LIB正極)に対しても炭酸リチウム純分を適用。(2013年まで)

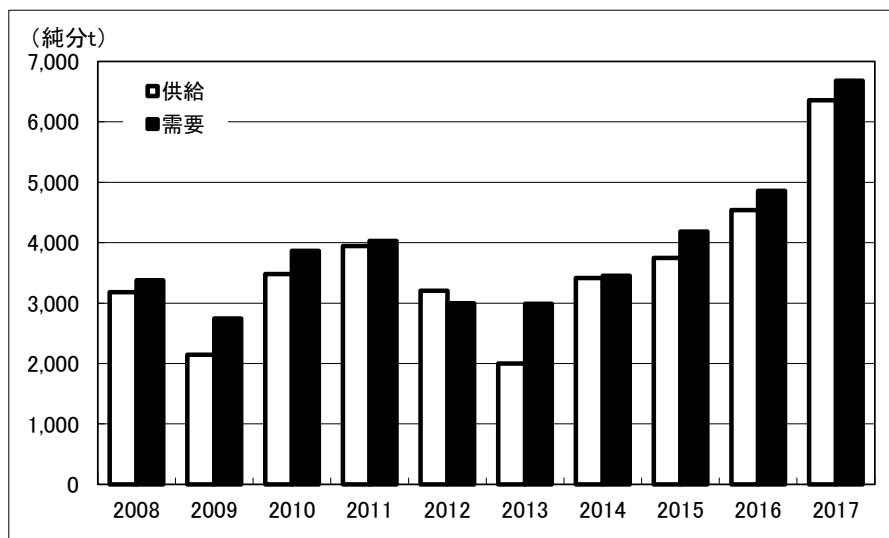


図 2-3 リチウムの国内需給(純分t)

2-2-1.炭酸リチウム

炭酸リチウムの主要用途は、三元系、りん酸鉄系等、ハイニッケル系以外の LIB 正極材、LIB 電解質、窯業添加(耐熱・HDD ガラス添加剤)、連続鋳造用フラックス、コンクリート補修材、医薬品等である。

国内で使用される炭酸リチウムは全量が輸入品である。輸入品の純度は主にリチウム純分が 99.0%程度の工業品グレードと、99.5%以上のバッテリーグレードの二種がある。通常、LIB 正極材にはバッテリーグレード品が使用され、耐熱・HDD ガラス添加剤、コンクリート補修材向けでは工業品グレードが利用されている。輸入した炭酸リチウムの一部は、国内で 3N 以上の高純度炭酸リチウムに精製され、LIB 電解質、医薬品、SAW フィルター向けに使用されている。

炭酸リチウムは LIB 生産量の減少とともに 2012 年、2013 年と需要量が減少していたが、2014 年から増加に転じた。2017 年の正極材向けは前年並みの 11,000t(マテリアル t)であったが、電解質向けは前年比 114%の 800tと増加した。窯業添加向けは前年並みであったが、海外向けのガラスストップコンロ等が堅調で高水準を維持した。連铸フラックス、SAW フィルター(LT(LiTaO₃), LN(LiNbO₃)単結晶原料)、医薬品、主に補修時に使われるコンクリート混和剤などのその他は前年比 93%の減少で 1,400tであった。その他区分の主な内訳をみると、連铸用フラックスは同 79%の 550tと引き続き減少し、SAW フィルター向けは前年並みの 80tであった。

2-2-2.水酸化リチウム

水酸化リチウムの主要用途はニッケル系の LIB 正極材、グリース等である。

水酸化リチウムは鉱石または炭酸リチウムから生産されるが、国内生産は行われておらず、国内で使用する水酸化リチウムは全量が輸入品である。

水酸化リチウムは LIB 正極材向けの需要が急増し、前年比 204%の 18,000t(マテリアル t)であった。グリース向けは前年横ばいの 600tであった。

2-2-3.金属リチウム

金属リチウムは、一次電池負極材の箔や、合金の還元剤として使用されるほか、合成ゴム重合触媒向けに使用されるブチルリチウムの原料となる。輸入品のほか、塩化リチウムから製造された国産品が使用されている。

金属リチウム需要の大半を一次電池負極材向けが占めており、メーカー生産拠点の海外移転に伴い需要の減少が続いていたが、2017 年は為替等による拠点の変更で、国内に一時回帰したと見られ、前年比 134%の 134t(マテリアル t)と増加した。

2-2-4.その他のリチウム化合物

臭化リチウムの主な用途は吸収式冷凍機向けの吸収材であり、水溶液の形で販売されている。2017 年の需要は前年並みの 1,800t(マテリアル t)であった。輸入品のほか、炭酸リチウムから製造された国産品が使用されている。

塩化リチウムは空調除湿材、金属溶接用フラックス、医薬品等で使用されるほか、金属リチウムの原料となる。塩化リチウムは主に炭酸リチウムから製造される。2017 年の需要は前年横ばいの 200t(マテリアル t)で、全量が輸入されている。

亜硝酸リチウムの主な用途はコンクリート補修材である。水酸化リチウムから製造された国産品が使用されている。近年は安価な材料への代替が進んでおり、亜硝酸リチウムの需要量は減少傾向にあるが、今後東京オリンピックに向けてコンクリート防錆剤等の需要が期待されている。

ブチルリチウムの主要用途は合成ゴム重合触媒向けであり、エコタイヤ向け等に使われるので、今後は東南アジアの日系工場での需要が期待される。ゴムの最終用途としてタイヤがある。金属リチウムから製造されるが、国内での生産はなく、全量が輸入されている。2017 年の需要は前年横ばいの 350t(マテリアル t)であった。

2-2-5.鉱石

上記のリチウム化合物の利用のほかに、鉱石の直接利用がある。ガラスメーカーでは融点降下剤として鉱石(精鉱)が使用されているほか、ベタライト粉末が耐熱陶器(土鍋等)原料や研磨剤材料として使用されている。いずれも国内需要量は不明である。なお、表 2-2、表 2-3 および、図 2-2、図 2-3 にはこれらの需要量は含まれていない。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

リチウムの輸出入数量を表3-1に、輸入数量を図3-1に示す。2017年のリチウムの輸入量(炭酸リチウム、水酸化リチウム、金属リチウムの合計量)は、前年比140%の6,401t、輸出量は同143%の43tであった。

2017年の炭酸リチウム輸入量は、同108%の3,185tと増加した。また、2017年の水酸化リチウム輸入量は、同204%の3,109tであり、過去10年間での最大の輸入量を2014年以降毎年更新し、炭酸リチウムとほぼ同量となった。炭酸リチウム及び水酸化リチウムはLIB用需要の影響を大きく受け、自動車向けの需要増加を見込んだ動きが2010年頃から始まったが、想定していた需要が見込めず2012年は在庫を抱えていたが、2013年後半から需要は回復し、拡大傾向で推移し、特に水酸化リチウムの伸びが顕著である。金属リチウム輸入量については前年比136%の107tと増加した。大手電池メーカー生産拠点の海外移転の影響で、2011年以降は減少し、2013年以降は60～100tで推移していたが、2017年は生産拠点が国内に一時回帰したと見られる。輸出量は2008年～2011年は30～70tの範囲で変動していたが、2012年以降は減少し、2017年は同39%の1.7tまで減少した。

なお、金属リチウムの輸出入量は、財務省貿易統計の「Na、Ca以外のアルカリ金属、アルカリ土類金属」の数値の80%を金属リチウム相当分として算出している。2011年までは全量を金属リチウムとしていたため、2012年以降は見かけ上、輸出入量純分値が20%減少している。

その他に、財務省貿易統計から数量を把握することはできないが、臭化リチウム、塩化リチウム、ブチルリチウム、亜硝酸リチウム、フッ化リチウム、水素化リチウム、スポジューメン鉱石(精鉱)、ペタライト粉末等の輸入があるとみられる。

表3-1 リチウムの輸出入数量

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
素材	炭酸 リチウム	輸入	2,480	1,508	2,637	2,837	2,398	1,544	2,276	2,249	2,962	3,185	108%
		輸出	2.3	8.7	0.9	0.8	7.9	0.4	0.9	57.0	22.9	27.4	120%
	水酸化 リチウム	輸入	698	629	818	1,012	722	436	1,100	1,478	1,526	3,109	204%
		輸出	63	72	99	17	1.9	24	14	12	1.5	14	893%
	金属 リチウム	輸入	134	119	194	163	111	57	65	96	79	107	136%
		輸出	68	30	71	51	15	12	11	5.5	5.4	1.7	31%
	合計	輸入	3,313	2,256	3,649	4,012	3,230	2,037	3,442	3,823	4,567	6,401	140%
		輸出	133	110	170	69	25	35	26	75	30	43	143%
		輸入－輸出	3,180	2,146	3,479	3,943	3,205	2,002	3,416	3,748	4,537	6,359	140%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 炭酸Li18.8%、水酸化Li29%

純分換算率(2012年): 炭酸Li18.8%、水酸化Li16.54%

純分換算率(2013年以降): 炭酸Li18.8%、水酸化Li16.5%

※素材は、炭酸リチウム、水酸化リチウム、金属リチウムによる。

※2011年以前は金属Li(Na、Ca以外のアルカリ金属、アルカリ土類金属)の数値を記載(参考値)。

2012年以降は、その数値の8割を金属Liとみなした換算値を記載。

※塩化Li、臭化Li、フッ化Li、水素化Li等の輸入もあるとみられるが数量は不明。

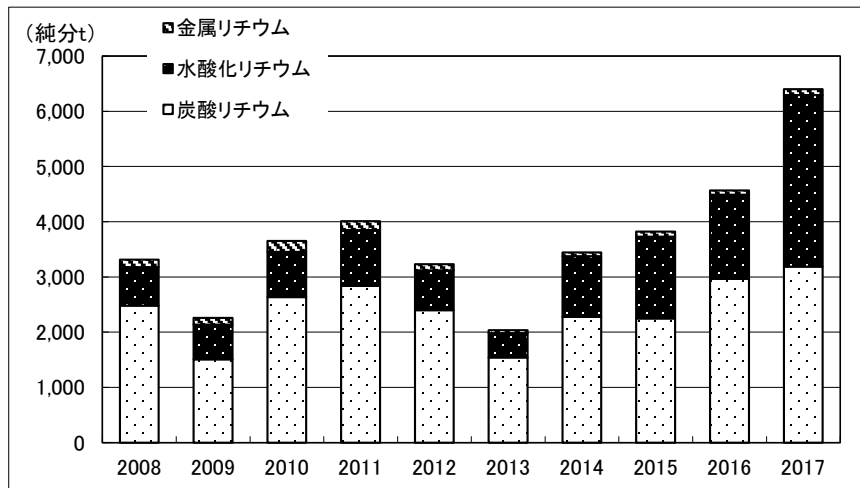


図 3-1 リチウムの輸入数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.炭酸リチウム

炭酸リチウムの輸出入相手国を表 3-2 に、また輸入相手国を図 3-2 に示す。炭酸リチウムの主たる輸入相手国は、81%を占めるチリと、13%のアルゼンチンであり、2017 年は同 2 か国で輸入総量の 94%を占めている。両国からは塩湖のかん水から生産された炭酸リチウムが輸入されている。

表 3-2 炭酸リチウムの輸出入相手国

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	チリ	2,053	1,303	2,069	2,066	1,805	1,344	1,944	1,748	2,452	2,569	105%	81%
	アルゼンチン	40	54	276	548	446	131	258	390	319	422	132%	13%
	中国	120	129	229	192	135	59	68	104	162	185	114%	6%
	ドイツ	4.9	4.4	4.9	11.2	5.7	7.9	5.2	4.3	3.9	4.9	126%	0%
	スロベニア	1.5	2.3	2.8	0.0	1.1	0.8	0.0	3.4	2.6	3.4	129%	0%
	その他	262	16	56	19	4	0	0	0	22	0	-	0%
	合計	2,480	1,508	2,637	2,837	2,394	1,543	2,276	2,249	2,962	3,185	108%	100%
輸出	中国	0.11	1.31	0.06	0.28	2.18	-	0.02	13.71	20.93	26.07	125%	95%
	韓国	2.05	0.00	0.22	0.14	1.61	0.04	0.03	33.29	1.41	0.49	34%	2%
	タイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.34	0.41	0.34	82%	1%
	台湾	0.04	0.00	0.19	0.38	0.00	0.36	0.38	0.38	0.19	0.13	70%	0%
	ベトナム	0.08	0.26	-	-	-	-	-	9.02	-	-	-	-
	その他	0.00	7.14	0.42	0.00	4.14	0.00	0.39	0.04	0.00	0.41	-	1%
	合計	2.28	8.71	0.89	0.80	7.92	0.44	0.93	57.00	22.93	27.43	120%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：炭酸リチウム18.8%

輸入：2016年のその他にマレーシア(14t)、米国(7t)を含む

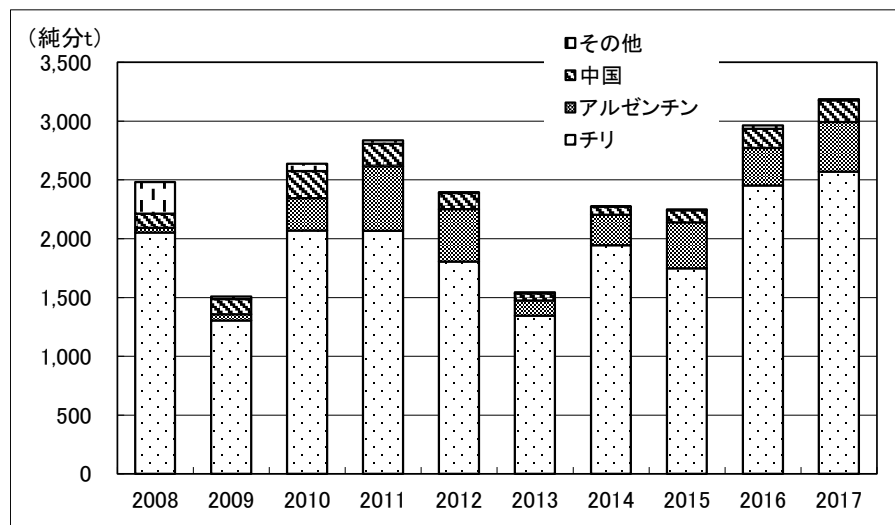


図 3-2 炭酸リチウムの輸入相手国

3-2-2.水酸化リチウム

水酸化リチウムの輸出入相手国を表 3-3 に、また輸入相手国を図 3-3 に示す。水酸化リチウムは水酸化リチウム 1 水塩 ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) の形態で輸入されている。主な輸入相手国は中国と米国であり、2017 年は中国が前年比 3.6 倍の 1,969t と急増して同 116%、1,120t の米国を抜き、1 位となった。また、両国で輸入総量の 99% を占めている。

2013 年以降、中国から本格的な輸入拡大に向けた動き(評価やプレ生産など)により、輸入量が暫増してきたが、Albemarle、FMC の中国工場が本格稼働し、急増したものと考えられる。

表 3-3 水酸化リチウムの輸出入相手国

		単位: 純分t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸入	中国	34	35	80	77	64	100	281	430	544	1,969	362%	63%
	米国	639	588	731	926	652	326	819	1,049	962	1,120	116%	36%
	ロシア	-	-	0	0	-	-	-	-	20	20	98%	1%
	チリ	25	6	0	8	7	10	0	0	0	0	-	0%
	その他	0.0	0.1	6.0	0.1	0.0	-	0	0	0	0	-	0%
合計		698	629	818	1,012	-	-	-	1,478	1,526	3,109	204%	100%
輸出	中国	45.82	35.96	5.87	13.13	1.65	21.38	11.20	10.44	0.91	10.85	1187%	80%
	タイ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	2.13	461%	16%
	米国	0.15	0	0.02	2.87	0	0.07	0.34	0.05	0.09	0.56	606%	4%
	韓国	15.57	35.21	92.89	0.53	0.08	0.96	0.10	0.04	0.05	0.01	14%	0%
	台湾	0.00	0.29	0.00	0.01	0.00	0.83	0.00	1.16	0.00	0.01	300%	0%
	その他	1.63	0.08	0.06	0.17	0.13	0.34	0.10	0.40	0.00	0.02	-	0%
合計		63.17	71.54	98.84	16.71	1.87	23.58	11.74	12.07	1.52	13.57	893%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 水酸化リチウム29%

純分換算率(2012年): 水酸化リチウム16.54%

純分換算率(2013年以降): 水酸化リチウム16.5%

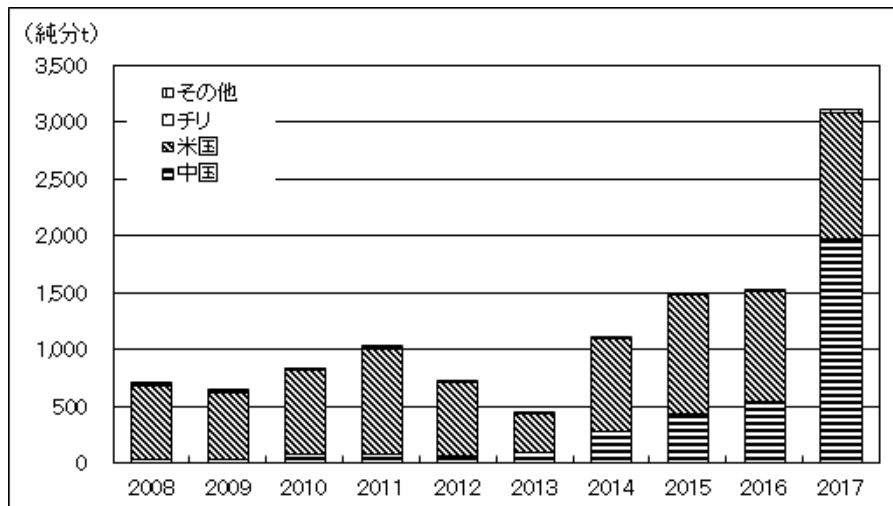


図 3-3 水酸化リチウムの輸入相手国

3-2-3.金属リチウム

金属リチウムの輸出入相手国を表 3-4 に、また輸入相手国を図 3-4 に示す。主な輸入相手国は水酸化リチウム同様、中国と米国で、両国で 97%を占めている。2017 年は 1 位の中国は前年比 92%の 59tと減少したが、2 位の米国が同 3.5 倍の 45tと大きく伸びた。輸出はインドネシアが 72%を占めているが、量も遞減し僅少であり、変動が大きい。

表 3-4 金属リチウムの輸出入相手国

		単位:純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	43	57	122	117	66	51	52	83	64	59	92%	55%
	米国	72	48	52	25	27	3	6	7	13	45	353%	42%
	ドイツ	4	1	4	4	2	3	4	4	3	4	137%	3%
	その他	15	13	17	17	15	-	3	1	0	0	-	0%
	合計	134	119	194	163	111	57	65	96	79	107	136%	100%
輸出	インドネシア	0.9	18.3	49.5	46.3	10.1	4.9	1.5	2.4	4.2	1.2	28%	72%
	ドイツ	2.5	3.9	3.1	3.3	2.3	3.0	3.6	2.9	1.1	0.3	29%	20%
	韓国	2.5	0.5	0.6	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	182%	6%
	米国	17.7	4.3	1.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.03	3200%	2%
	その他	43.0	2.3	15.5	0.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0%
合計		67.7	29.9	70.6	51.3	15.3	8.0	5.2	5.5	5.4	1.7	31%	100%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率: 金属リチウム100%

※2011年以前は金属Li(Na、Ca以外のアルカリ金属、アルカリ土類金属)の数値を記載(参考値)。

2012年以降は、その数値の8割を金属Liとみなした換算値を記載。

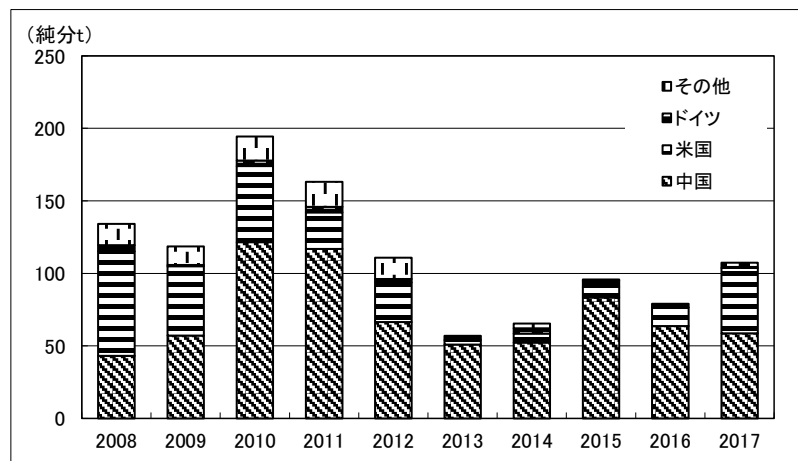


図 3-4 金属リチウムの輸入相手国

3-3.輸出入価格

リチウムの平均輸出入価格を表 3-5 に、炭酸リチウムおよび水酸化リチウムの輸出入価格を図 3-5 に示す。炭酸リチウムおよび水酸化リチウムの輸出は、輸入炭酸リチウムを加工・製造した高純度品であり、輸入価格と比較し輸出価格が高い。

輸入価格については 2015 年までは比較的小さな値動きだったが、LIB の需要増に伴い、2016 年以降全般に大きく上昇している。炭酸リチウムの輸入価格については、2016 年前年比 114%の 8.2\$/kg、2017 年同 140%の 11.5\$/kg と連続で上昇した。また、水酸化リチウムの輸入価格についても、2015 年 8.6\$/kg、2016 年 9.8\$/kg と上昇し、さらに 2017 年は同 118%の 11.6\$/kg と上昇を続けている。また、金属リチウムの輸入価格も 2017 年は同 117%の 117.5\$/kg と 2016 年から上昇を続けている。

輸出は仕様や輸出数量が一定でなく、価格の変動が大きい。炭酸リチウム(2011 年)、水酸化リチウム(2010 年)の輸出価格が前後年と比較し、高くなっているが、これは LIB 材料の需給バランスより比較的高単価で輸出できたためと推定される。その後は低下傾向にあったが、炭酸リチウムは 2016 年より、上昇に転じ、2017 年は同 135%の 14.9\$/kg と 2011 年の価格に近づいた。また、水酸化リチウムは 2016 年については輸出量が少なく、タイ向けに高価格帯品が輸出され、同 196%の 30.5\$/kg と急上昇したが、2017 年はタイ向けが通常価格品に戻り、中国向けが低価格帯品となり、同 39%の 12.0\$/kg と急低下した。金属リチウムは輸出量が前年の 1/3 に減少しているが、輸出価格は同 2 倍近い 393.9\$/kg(過去最高価格)と上昇を続けている。

表 3-5 リチウムの平均輸出入価格

													単位:\$/kg
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	炭酸 リチウム	輸入	6.6	6.5	5.5	5.3	5.5	5.4	5.2	5.5	8.2	11.5	140%
		輸出	9.5	7.4	10.5	15.7	9.5	8.7	11.2	5.7	11.0	14.9	135%
	水酸化 リチウム	輸入	7.7	7.8	7.7	7.6	8.3	7.8	8.0	8.6	9.8	11.6	118%
		輸出	37.7	34.7	47.2	23.4	27.0	25.9	24.2	15.5	30.5	12.0	39%
	金属 リチウム ¹⁾	輸入	68.9	65.4	67.0	65.2	78.6	78.4	74.4	71.4	100.7	117.5	117%
		輸出	27.0	106.1	98.4	118.8	142.1	177.7	129.1	181.4	205.2	393.9	192%

出典:財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

※1) 金属リチウムの価格は参考値。

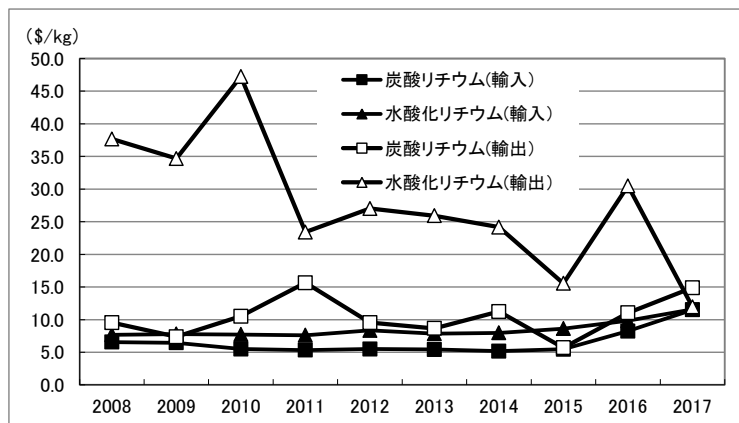


図 3-5 炭酸リチウムおよび水酸化リチウムの輸出入価格

4. リサイクル

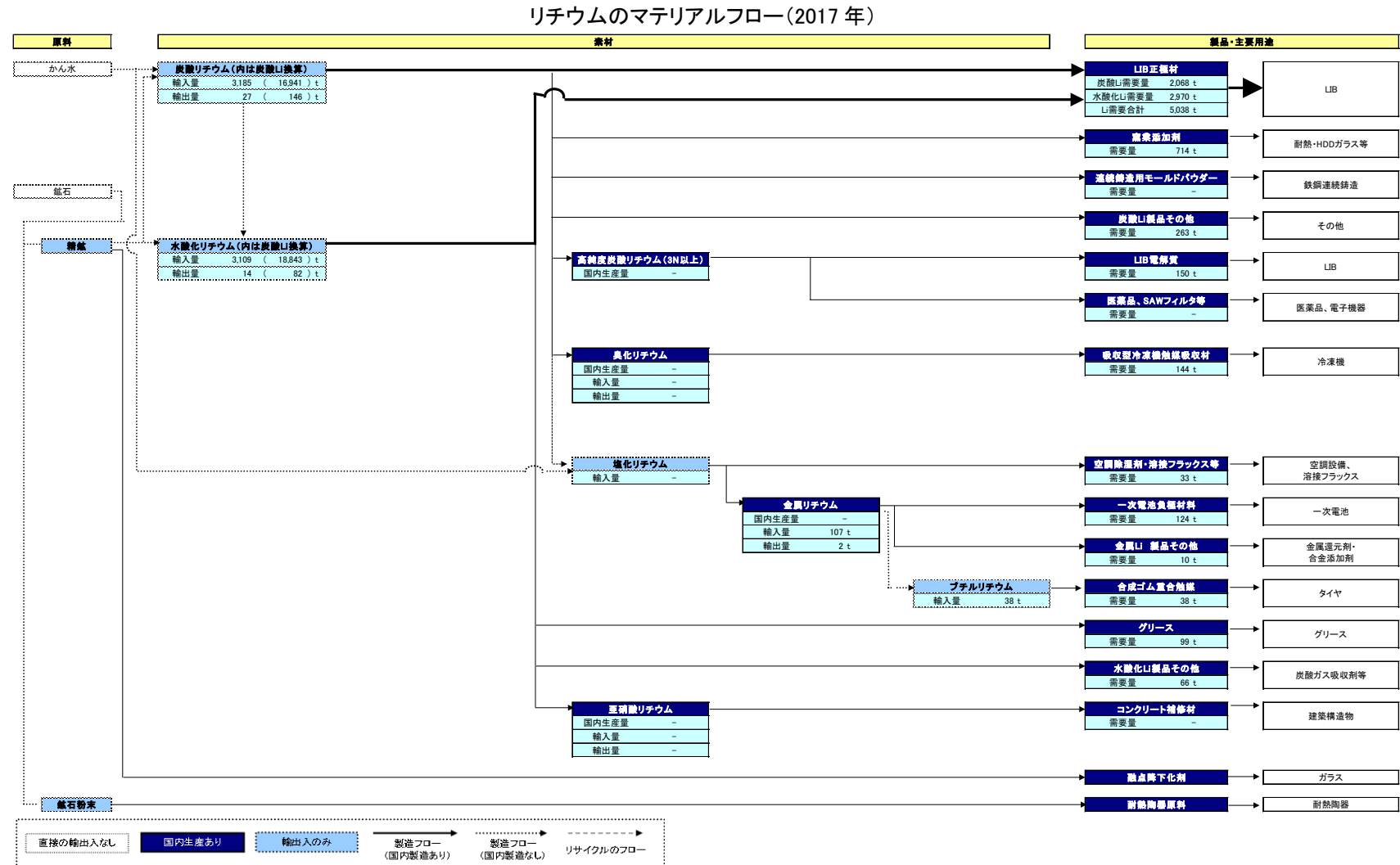
リチウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると0%になる。ただし、使用済み LIB からリチウム等を回収する技術開発が国内外で行われており、リチウム価格が上がれば事業化が可能と思われる。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※ 素材は炭酸リチウム、水酸化リチウム、金属リチウムの合計値

※ 国内発生量には、使用済み製品からのリサイクル量と製錬残渣等から回収された量を含む。

5.マテリアルフロー



ニッケル Ni

【用途】 クロムなどとの合金によるステンレス鋼や耐熱鋼等が最大の用途で、硬貨から電子産業まで幅広い活躍

Ni の用途の約 70%はステンレス鋼で、原料として主にフェロニッケル(以下 FeNi)が用いられる。Ni 地金は特殊鋼(LNG タンク、自動車、船舶、機械向け構造用合金鋼)、ガスタービン用Ni基耐熱合金、メッキ、磁性材料(アルニコ磁石)等で利用される。硫酸Ni等のNi化合物が磁性材料、電池材料(Ni水素電池、リチウムイオン電池の正極材)、触媒材料として使用されている。「洋白・洋銀」(銅・Ni・亜鉛合金)は食器、貨幣などに古くから使用されてきた。めっきは 19 世紀に実用化された。その後、合金の開発が進みステンレス産業の発展に伴い需要が増大している。

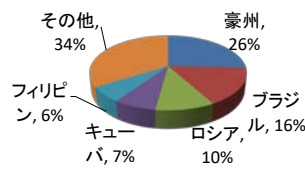
【特性】

- ・導電性、熱伝導性が高い
- ・展性延性が高く加工性に優れる
- ・耐食性と耐熱性に優れる

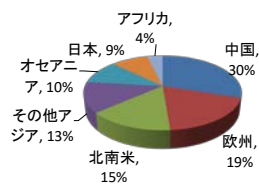
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018 :INSG2018

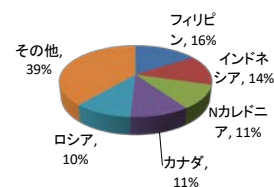
国別埋蔵量 (合計 74,000 千t)



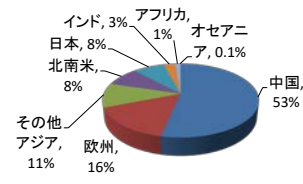
国地域別地金生産量(合計 2,078 千t)



国別鉱石生産量(合計 1,989 千t)

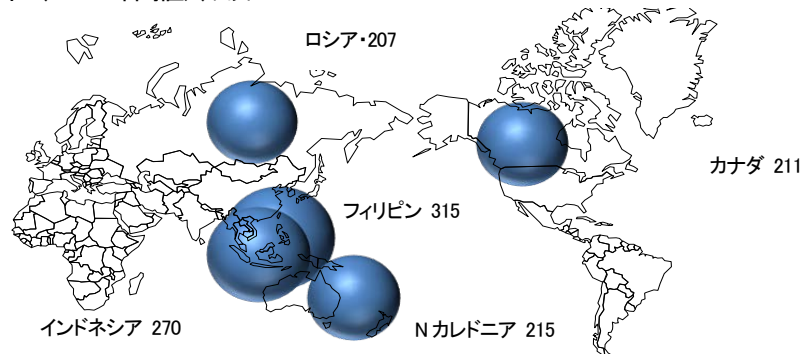


国地域別地金消費量(合計 2,192 千t)

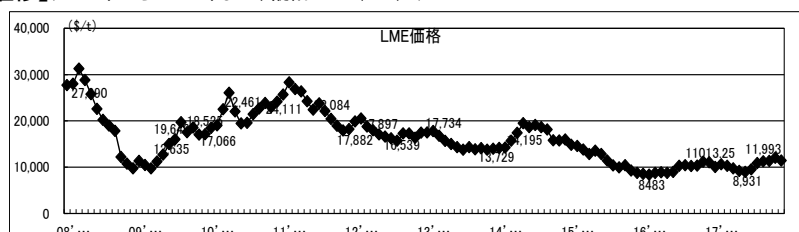


【世界の主要鉱石生産国】 アジアを中心に有力鉱山が分布 全世界で 1,989 千t

国名、国別生産量(千t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



【LME 価格の推移】(2008 年から 2017 年まで、縦軸 0~40,000\$/t)

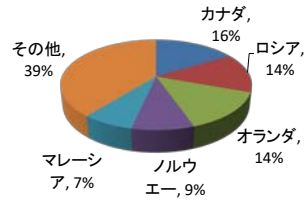


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

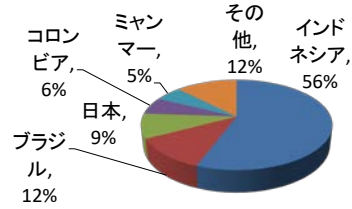
ニッケル地金主要輸出国

(2017 年合計 969.6 マテリアル千 t)



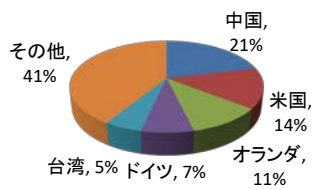
FeNi 主要輸出国

(2017 年合計 1,824 マテリアル千 t)



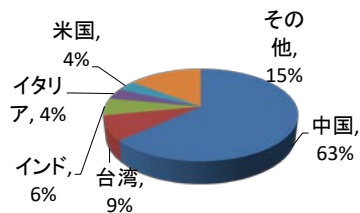
ニッケル地金主要輸入国

(2017 年合計 1,176 マテリアル千 t)



FeNi 主要輸入国

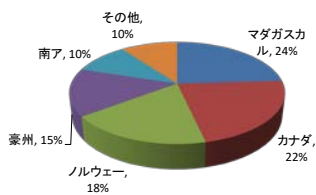
(2017 年合計 2,160 マテリアル千 t)



■日本

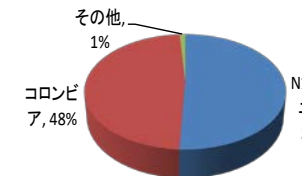
ニッケル地金主要輸入相手国

(2017 年合計 40.7 純分千 t)



FeNi 主要輸入相手国

(2017 年合計 9.4 純分千 t)

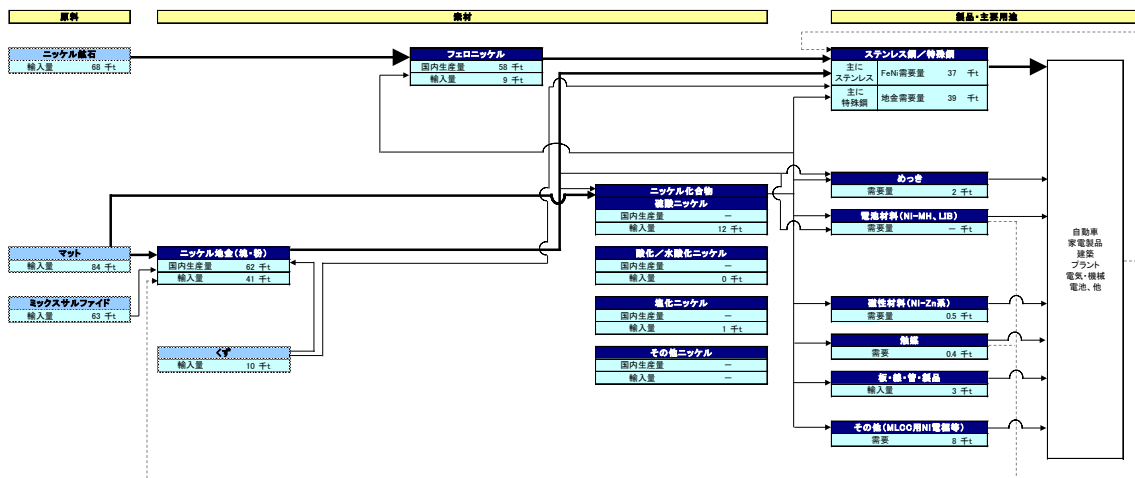


FeNi 主要輸出相手国

(2017 年合計 26.0 純分千 t)



【鉱石から製品まで】



【概要】

- ・2016、2017 年と世界の鉱石生産量<一次ニッケル生産量<一次ニッケル消費量の状態が続いた。2017 年のステンレス需要も伸びており、ニッケルの供給不足は今後も続くと思われる。
- ・インドネシアは 2014 年に鉱石の輸出を禁止し、国内製錬を奨励したが、2017 年に低品位鉱石に限り規制を条件付きで解除した(5 年間の時限措置)。これにより、中国の鉱石輸入量が増え、ニッケル銑鉄(Nickel Pig Iron、以下 NPI)が増産基調となっている。
- ・主たる用途であるニッケル系ステンレス鋼の日本における需要は横ばいで、業界は中国、インド、アフリカの需要増加に期待を掛けている。
- ・ニッケル価格は、2016 年初めに底を打ち、波を打ちながらも 2016~2017 年にかけて緩やかな上昇を続けている。2018 年 10 月現在、米中間の貿易摩擦の影響で、やや軟調に推移しているが、LME 在庫は減少基調にあり、価格が必ずしも実需を反映しているとは言えない。
- ・電気自動車(以下 EV)について、高容量の $\text{Li}(\text{Ni-Mn-Co})\text{O}_2$ (以下、NMC)や $\text{Li}(\text{Ni-Co-Al})\text{O}_2$ (以下、NCA)などのリチウムイオン電池(以下 LIB)の検討及び実用化が進んでいる。LIB 向けニッケルの需要拡大により、地金よりも溶解しやすいブリケットの入手が困難となりつつある。

1.特性・用途

ニッケル金属は銀白色で展性・延性が高く加工性に優れることから、「洋白・洋銀」(ニッケル、銅、亜鉛の合金で銀白色の光沢を持つ)として装身具、洋食器、貨幣等に広く利用されてきた。ニクロム(ニッケル、クロム、マンガン)線は発熱素子として電気ストーブ等身近な所で利用されている。また比較的耐食性があるので、メッキ材としてもよく使われており、1880 年代には既に実用化されていた。

ニッケル資源はカナダ・豪州・ロシアを主な産地とする硫化鉱と、インドネシア・フィリピンを主な産地とする酸化鉱(ラテライト鉱)に分類される。資源量は酸化鉱の方が多い。製精錬プロセスは多種多様であり、硫化鉱は溶錬により作られたマツを、酸浸出し電解採取するか、焙焼して得られる酸化物を炭素で還元して、ニッケル地金が得られる。酸化鉱は、比較的品位の高いものについては、電気炉により還元され FeNi の一種である NPI となり、ステンレス鋼等の原料となる。また、品位の低いもの(リモナイト鉱)については、HPAL(High Pressure Acid Leach、高圧硫酸浸出)と呼ばれる高温高圧の硫酸でニッケル・コバルトを抽出し、硫化水素を加え硫化ニッケル・コバルト(ミックスサルファイドと呼ばれる)を作り、塩素浸出・電解採取等の処理を経てニッケル地金が得られる。

第二次大戦後ステンレス工業の発展に伴い、ニッケルの主な用途としてステンレス鋼への添加材用途が拡大、需要が飛躍的に増大した。ステンレス鋼には主に FeNi が原料として用いられている。ステンレスの防錆効果はクロムやモリブデンが担うが、ニッケルはオーステナイトの組成を安定化させることで、粒界腐食防止などの機能を有するため、結果として防錆効果を高める。また、ニッケルの含有自体がステンレスに耐熱耐寒性の向上を付与する。

ニッケル地金は特殊鋼(LNG タンク用 9%ニッケル鋼、構造用合金鋼の一部)、ガスタービン用ニッケル基耐熱合金、メッキ、非鉄合金(電子機器、海水淡水化プラント等)等で利用されている。

硫酸ニッケル、水酸化ニッケル、酸化ニッケル等のニッケル化合物は磁性材料(主にアルニコ磁石材料、スピーカー、モニター等)、IC 材料、電池材料(ニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、リチウムイオン電池の正極材)、触媒材料として使用されている。IoT 時代を迎え脚光を浴びている 積層セラミックコンデンサ(MLCC)には内部電極にニッケルが使用されている。

なお、一次ニッケル(プライマリーニッケルとも呼ばれる。以下、一次ニッケル)とは製錬・精錬所の生産物で(製錬・精錬所以外の)消費者がそのまま使用できる形態の物を指す。一次ニッケル対象物は、ニッケル地金、FeNi、焼結酸化ニッケル(冶金用)、NPI、酸化ニッケル(化学用)、硫酸ニッケル、塩化ニッケル、炭酸ニッケル、酢酸ニッケル、水酸化ニッケル、その他のニッケル塩・化合物となる¹。

¹出典:International Nickel Study Group ウェブサイト等

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のニッケルの需給(鉱石生産、地金生産・消費)を表 2-1、図 2-1、図 2-2 に示す。

2017 年のニッケル鉱石の生産量は前年比 105%の 1,989 千 t と増加したものの 2016 年に続いて 2,000 千 t を下回った。フィリピンの生産量減少の影響が大きい。世界の一次ニッケル生産量は前年比 105%の 2,078 千 t と初めて 2,000 千 t を超え、一次消費量も前年比 108%の 2,192 千 t であった。

一次ニッケルの生産は、アジアでは中国が 2016 年は前年比 96%と 2013 年までの増加基調から一転して 3 年連続の減少が続いたが、2017 年は前年比 109%と増加に転じた。日本は 2015 年までの 3 年連続の増加から 2016 年同様前年比 98%と微減であった。また、アジアのその他の地域についてみると 2016/2015 比 179%の 184 千 t が更に 2017 年は前年比 149%の 275 千 t と増加し、アジア全体で全世界の半分以上を占めるに至った。そのうちインドネシアの生産量は前年比 176%、204.8 千 t と前年に引き続き大きく増えた。2017/2015 比は 535%で中国の 1/3 に達した。また、一次ニッケル消費はアフリカの微減を除き各国及び地域ともに 100%を超え、全体では 108%と堅調であった。ここでもアジアの存在は大きく、その構成比は 75%を占めるに至っている。2016 年までゼロだったインドネシアの一次ニッケル消費が 51.6 千 t との報告が注目される。

一方、2016 年は、ニッケル価格の低迷及びニッケル鉱石価格の高止まりなどによる採算悪化の影響で FeNi 生産者は減産傾向にあった。ところが、減産を発表していた中国が NPI の増産に転じ、加えて、新興インドネシアの NPI メーカーが増産したことによって全体の供給量は増加した。最も影響度が大きかった要因は、中国のステンレス生産の急増である。その結果、2016 年の世界ニッケル需給は、消費が 2,033 千 t に対し供給は 1,984 千 t となり、2010 年以来の 49 千 t の供給不足となった。2017 年は更に需給ギャップが拡大し、消費が 2,192 千 t に対し供給は 2,078 千 t となり、前年に引き続いて 114 千 t の供給不足となった。

ニッケル資源の生産量は 1990 年代には硫化鉱が圧倒的に多かったが、年々硫化鉱の生産量が減少する一方、酸化鉱の生産量は増加し、2011 年には酸化鉱が生産割合で硫化鉱を逆転した。

ニッケル鉱石生産ではフィリピンが全体の 16%を占めており、以下、インドネシアが 14%、N カレドニアが 11%、カナダが 11%、ロシアと豪州が 10%、9%と続いている。インドネシアは前年比 156%と増加している。

2013 年まで主な鉱石生産国であったインドネシアは、2014 年 1 月から新鉱業法に基づき未加工鉱石の輸出を禁止したことにより、2014 年以降、鉱石の生産量が激減した。2015 年に入るとインドネシア産鉱石の依存度が高い中国では NPI 生産量が落ち込み、NPI の不足分を補うため中国の FeNi 輸入量が急増した。しかし、2016 年に入るとインドネシアの鉱石生産量が増加している。これは、ステンレス製造世界最大手であり現在も推進中の国策プロジェクトに参画している青山集団とインドネシアの PT Bintang Delapan Group の合併によりスラウェシ州スラウェシ島に建設された NPI 製錬工場がフル稼働に向けて操業しているためである。年産能力は 15 万 t (ニッケル純分)とされている。また、インドネシアの鉱石増産の背景には、フィリピンの露天掘り規制による NPI 向け鉱石の供給不安もあるとされる。

フィリピンはミンダナオ島を中心にニッケル鉱山は古くから操業しており、最大手の Nickel Asia Corporation が経営している操業鉱山は 4 か所ある(ミンダナオ島に Taganito、ディナガット島に Cagdianao、ヒナトワン島に Hinatuan、パラワン島に Rio Tuba)。2014 年～2015 年に上昇傾向であった鉱石生産が 2016 年に急減したのは、同年に Duterte 大統領が着任し、同大統領に任命された Lopez 環境天然資源大臣がフィリピン全土の鉱山の監査実施を通告したことや、採掘される鉱石品位の低下、相場低調により、生産が抑制されたためである。2017 年 4 月には同大臣は新規露天掘り鉱山の開発の禁止を発表し、同年 5 月には大臣任命が取り消され Cimatu 大臣が着任した。Cimatu 大臣は中庸路線を取ると考えられている。

ニッケルの供給を考える上で、インドネシアとフィリピンの鉱業政策の動向は注視する必要がある。

表 2-1 世界のニッケル需給動向

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16	構成比	
鉱石生産 ¹⁾	フィリピン	84	140	184	319	318	316	411	465	311	315	101%	16%	
	インドネシア	193	191	216	227	622	811	146	129	173	270	156%	14%	
	Nカレドニア	103	93	130	131	132	150	178	186	209	215	103%	11%	
	カナダ	260	135	160	219	212	228	229	235	236	211	90%	11%	
	ロシア	268	262	274	270	269	264	264	261	221	207	93%	10%	
	豪州	199	166	168	215	282	291	266	225	203	179	88%	9%	
	中国	79	85	80	90	93	93	101	101	90	94	105%	5%	
	ブラジル	37	36	54	75	90	74	86	89	74	69	92%	3%	
	グアテマラ	0	0	0	0	2	10	47	57	45	54	121%	3%	
	キューバ	67	65	65	69	65	56	52	54	52	51	99%	3%	
	南ア	32	34	40	43	46	51	55	57	49	48	99%	2%	
	その他	158	134	145	149	173	196	230	265	239	274	115%	14%	
	合計	1,479	1,341	1,518	1,807	2,302	2,540	2,064	2,122	1,902	1,989	105%	100%	
1次Ni生産 ²⁾	アフリカ	42	36	36	37	41	59	75	89	84	79	93%	4%	
	北南米	305	234	223	268	306	286	294	303	303	309	102%	15%	
	アジア	中国	200	254	332	435	519	694	691	600	573	624	109%	30%
		日本	158	144	166	157	170	178	178	194	192	188	98%	9%
		その他	21	34	39	39	39	51	66	103	184	275	149%	13%
		小計	379	432	538	631	728	923	934	897	949	1,086	114%	52%
	欧州	510	444	503	516	510	498	484	477	435	389	89%	19%	
	オセアニア	142	168	141	150	174	190	201	210	212	216	102%	10%	
	合計	1,378	1,314	1,442	1,602	1,760	1,963	1,989	1,976	1,984	2,078	105%	100%	
1次Ni消費 ²⁾	アフリカ	27	32	24	24	25	23	21	24	28	28	99%	1%	
	北南米	161	122	153	165	166	175	181	172	179	184	102%	9%	
	アジア	中国	360	443	575	704	770	899	957	980	1,100	1,170	106%	53%
		日本	158	121	149	152	133	131	139	142	146	170	116%	8%
		インド	32	32	34	35	43	46	49	52	59	61	104%	3%
		その他	139	165	172	160	164	157	165	168	177	233	132%	11%
		小計	688	760	929	1,051	1,110	1,234	1,309	1,342	1,482	1,634	110%	75%
	欧州	408	318	356	365	364	351	360	342	340	343	101%	16%	
	オセアニア	2.90	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	100%	0%	
	合計	1,286	1,234	1,465	1,607	1,668	1,785	1,875	1,882	2,033	2,192	108%	100%	

出典: 1) World Bureau of Metal Statistics「World Bureau of Metal Statistics」NICKEL World Mine Production

2) International Nickel Study Group「World Nickel Statistics No.5 May 2016」; 2011~2012,

International Nickel Study Group「World Nickel Statistics No.6 June 2018」; 2013~2018,

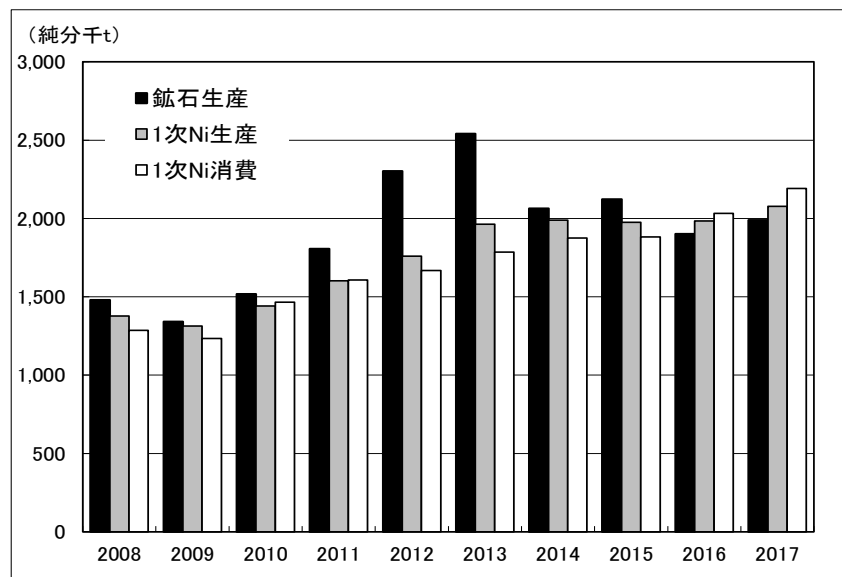


図 2-1 世界のニッケル需給動向

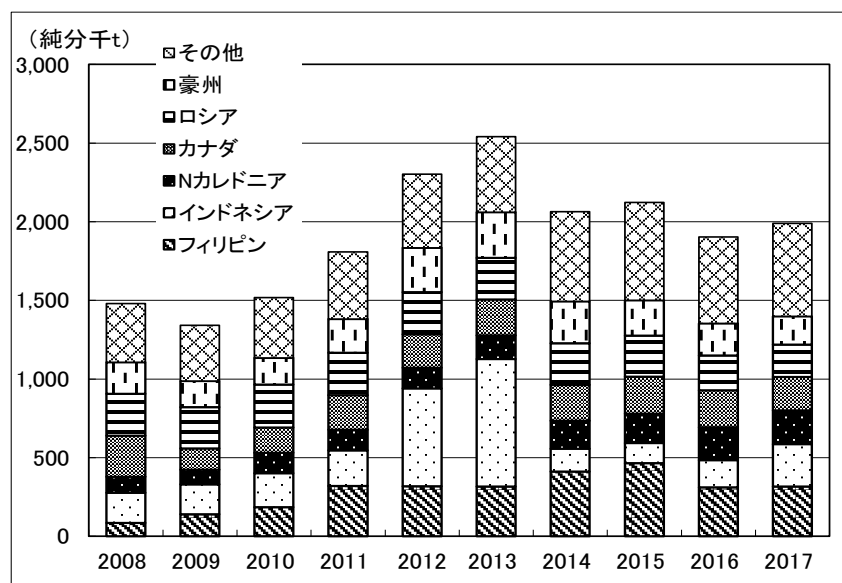


図 2-2 世界のニッケル鉱石生産量

2-2 国内の需給動向

2-2-1 地金

ニッケル地金の主要用途は特殊鋼向けである。ニッケル地金の国内需給を表 2-2、図 2-3 に示す。

2017 年のニッケル地金供給量は前年比 109%の 102.0 千 t で、前年減少した分が回復し 2014 年、2015 年を少し上回る水準であった。2017 年における輸入量(塊・粉)は前年比 113%の 40.2 千 t、国内生産量も前年比 106%の 61.8 千 t と共に増加した。

2017 年のニッケル地金需要量は内需が前年比 98%の 47.2 千 t と微減に留まったが、輸出が前年比 81%の 25.6 千 t と落ち込んだため、全体では前年比 91%の 72.8 千 t であった。ニッケル地金の内需項目別で見ると、内需全体の約 84%を占める特殊鋼が前年比 96%の 39.5 千 t と減少したが、他の項目が軒並み増加したため内需全体としては前述の通りの微減であった。

表 2-2 ニッケル地金の国内需給

		単位: 純分千t										17/16比 構成比	
供給	生産 ¹⁾	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	輸入 ²⁾	48.3	31.0	48.7	46.4	40.7	40.5	42.6	37.1	35.6	40.2	113%	39%
	合計	83.6	61.2	89.0	88.2	82.6	87.0	99.6	101.3	93.7	102.0	109%	100%
需要	内需 ¹⁾	特殊鋼	39.4	25.9	40.7	38.3	33.4	37.7	40.3	37.6	41.3	96%	54%
		めっき	2.3	1.7	2.3	1.9	2.0	1.7	1.9	1.9	2.1	111%	3%
		蓄電池	3.1	2.3	2.1	1.6	1.1	0.7	0.8	0.6	0.1	103%	0%
		磁性材料	2.4	1.8	1.9	1.9	1.8	0.6	0.5	0.5	0.4	109%	1%
		触媒	1.4	1.2	1.4	1.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.4	152%	1%
		その他	3.2	2.2	2.0	2.3	2.7	2.8	3.8	3.8	4.3	110%	6%
		小計	51.7	35.1	50.4	47.5	41.6	44.0	47.8	44.7	47.2	98%	65%
	輸出 ²⁾	1.7	1.8	11.4	12.5	13.9	13.0	18.3	31.7	31.5	25.6	81%	35%
合計		53.4	36.9	61.8	60.0	55.5	57.0	66.1	76.4	79.7	72.8	91%	100%
供給－需要		30.2	24.3	27.2	28.1	27.1	30.0	33.5	24.8	14.0	29.2	209%	—

出典: 1) 経済産業省非鉄金属等需給動態統計、2) 財務省貿易統計

※: 蓄電池(内需)の統計値は、実態と合わない可能性がある。

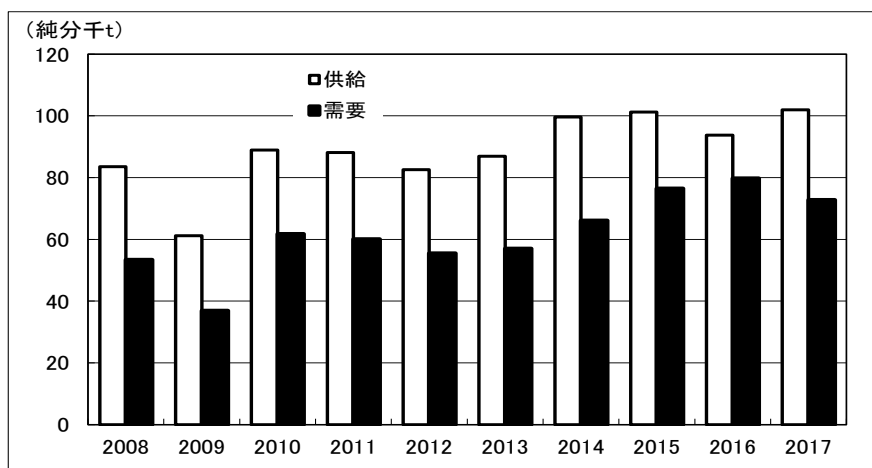


図 2-3 ニッケル地金の国内需給

2-2-2.FeNi

FeNi の主要需要先はステンレス鋼向けである。FeNi の国内需給を表 2-3、図 2-4 に示す。

2017 年の FeNi の供給量は前年比 92% の 67.2 千 t と前年に引き続き減少した。国内生産量は前年比 94% の 57.8 千 t、輸入量が前年比 81% の 9.4 千 t と共に減少した。需要量は前年比 101% の 63.1 千 t と微増であったが前年に引き続き 70 千 t を大きく下回った。ニッケル系ステンレス鋼の日本での需要は、横ばいで、業界は中国、インド、アフリカの需要増大に期待を掛けている。

FeNi の見かけ消費量(生産量+輸入量-輸出量)は、図 2-5 に示す通りニッケル系ステンレス鋼の生産動向とほぼ連動している。

1990 年代は、国内のステンレス鋼生産ではニッケル系ステンレス(代表鋼種は SUS304: ニッケル含有量が 8~10%)の生産量が 7 割程度を占めていた。2007 年のニッケル価格の高騰や、自動車向けでのクロム系ステンレスの需要増によりニッケル離れが加速し、その後はクロム系、省ニッケル系への転換が進んだ。現状はクロム系ステンレス鋼とニッケル系ステンレス鋼の生産量はほぼ同等程度になっている。

ニッケル系ステンレス鋼は化学プラントや造船、水周り向けに使用される一方、クロム系ステンレス鋼は展延性の加工が難しいため、汎用用途や耐食性でニッケル系ステンレス鋼ほどのレベルが求められない分野で採用が伸びている。

表 2-3 FeNi の国内需給

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16	構成比
供給	生産 ¹⁾	60.3	57.0	69.7	56.0	68.8	74.5	70.2	73.4	61.7	57.8	94%	86%
	輸入 ²⁾	12.3	8.2	13.9	15.1	10.7	10.4	11.2	8.2	11.5	9.4	81%	14%
	合計	72.6	65.2	83.6	71.1	79.5	84.9	81.4	81.6	73.2	67.2	92%	100%
需要	消費 ¹⁾	47.4	41.3	50.2	44.3	38.6	36.9	39.2	36.2	35.3	37.1	105%	59%
	輸出 ²⁾	18.8	33.3	33.0	22.2	38.1	35.8	33.7	37.5	26.9	26.0	97%	41%
	合計	66.2	74.6	83.2	66.5	76.6	72.7	72.9	73.6	62.2	63.1	101%	100%
供給－需要		6.4	−9.4	0.4	4.5	2.9	12.2	8.4	8.0	11.0	4.1	37%	－

出典: 1) 経済産業省非鉄金属等需給動態統計、2) 財務省貿易統計

※FeNiの純分換算率: 2011年以前20%、2012年国内生産18.5%、輸出18.0%、2013年以降輸出16.0%

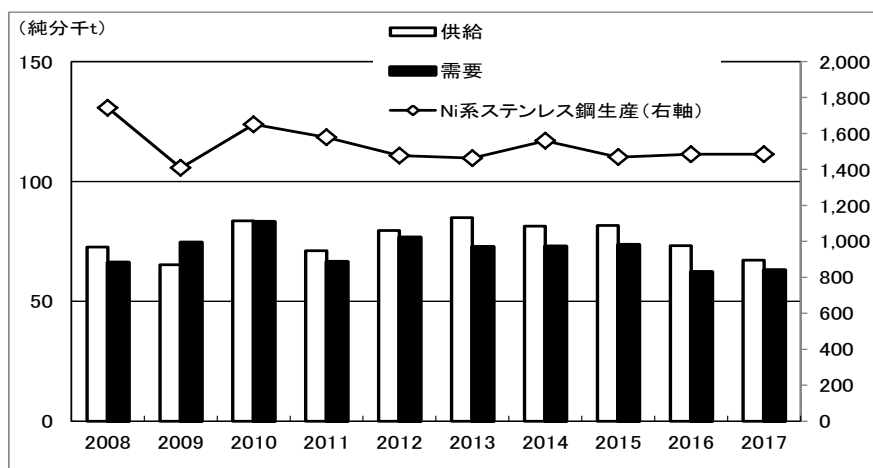


図 2-4 FeNi の国内需給

出典: ニッケル系ステンレス鋼生産量は日本鉱業協会

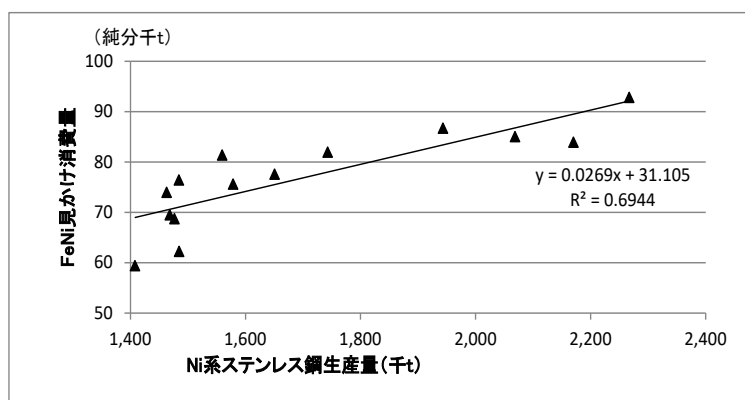


図 2-5 FeNi の国内見掛け消費とNi系ステンレス鋼生産量の相関

2-2-3.その他ニッケル

ニッケル地金、FeNi 以外に、国内では酸化ニッケル、炭酸ニッケル、硫酸ニッケル、ニッケル塩類等のニッケル化合物の生産が行われている。

国際ニッケル研究会(INSG)の統計注釈によれば、基本的に一次ニッケルの生産量はニッケル化成品を含み、かつ日本の数値はニッケル塩類を含むとされている。

酸化ニッケルはステンレス鋼のニッケル源(品位調整)やフェライト向け材料などとして使用されている。ステンレス生産の場合、転炉法では生産効率が高い(ニッケル純分が高い)酸化ニッケルが利用される。電炉法の場合は、鉄分とニッケル分が含まれるFeNiが好まれる。

ニッケル系ステンレス鋼生産の際には主に FeNi を使用するが、品位調整のためにニッケル地金や酸化ニッケル等を使用する。ニッケル地金を使用するのはニッケル品位を高めるとき(ニッケル分 10%以上)や、二次精錬の調整の際に用いられる。

塩化ニッケルはニッケルメッキで使用されている。

硫酸ニッケルは、ニッケル水素電池(以下 Ni-MH)、ニッケルカドミウム電池(以下 Ni-Cd)のほか、LIB 向け正極材料として三元系(NMC)及びニッケル系(NCA)などの原料に用いられる。

Ni-Cd 電池は、従来の用途は電動工具用電池がメインであったが、近年は LIB に置き換わっている。需要としては右肩下がりであり量的にも少ない。

Ni-MH 電池は、初期のものはサイズが大きく、肩から掛ける携帯電話に使用されていた。段々と小型化が進みデジカメにも使用されるようになったが、LIB への置き換えが進み需要は右肩下がりである。現在は、非

常避難口や携帯基地局などの停電に備えた用途が増えている。

LIB が始めた 90 年代には、正極材活物質はニッケルが含まれていないコバルト酸リチウム (LiCoO_2 、以下 LCO) が主流であった。LCO は携帯電話などのモバイル小型化に大きく寄与した。しかし、コバルト価格が上昇したことや LCO は安全性に配慮する必要があることなどから、高容量の車載用向けではニッケルを含有する NMC や NCA などへシフトが進んでいる。さらに NMC の高ニッケル化が進んでおり、 $\text{Ni/Mn/Co}=1/1/1$ から $6/2/2$ の三元系が実用化されており、 $8/1/1$ が実用化に向け技術開発中である。今後 LIB 正極材中のニッケル含有量が増加するものと予想される。

3. 価格動向

図 3 に LME ニッケル地金価格を示す。

2014 年半ばから下がり続けた価格が、2016 年初めに底を打ち、波を打ちながらも 2016、2017 年と緩やかな上昇を続けている。2016 年後半はフィリピン鉱山操業監査を受けて供給不安が高まり相場が上昇し 12 月には 11,013 \$/t まで値上がりしていた。2017 年の見通しとして、トランプ景気の影響もあり 10,000\$/t 前後で推移すると言われていたが、2017 年平均は 10,400\$/t と予想通りの展開であった。

ニッケル製品の価格は LME 価格に連動している。鉱石の価格についても LME 価格に連動するのが基本であるが、2014 年以降は LME 価格との価格連動が薄まっている。鉱石価格について、LME 価格と異なる価格形成の理由は、2014 年にインドネシアの新鉱業法が施行され、鉱石輸出が禁止となり、その影響で鉱石販売側の立場が強くなり、一部契約ではニッケル価格連動ではなく物量あたりでの固定価格に移行する流れが出てきたためである。

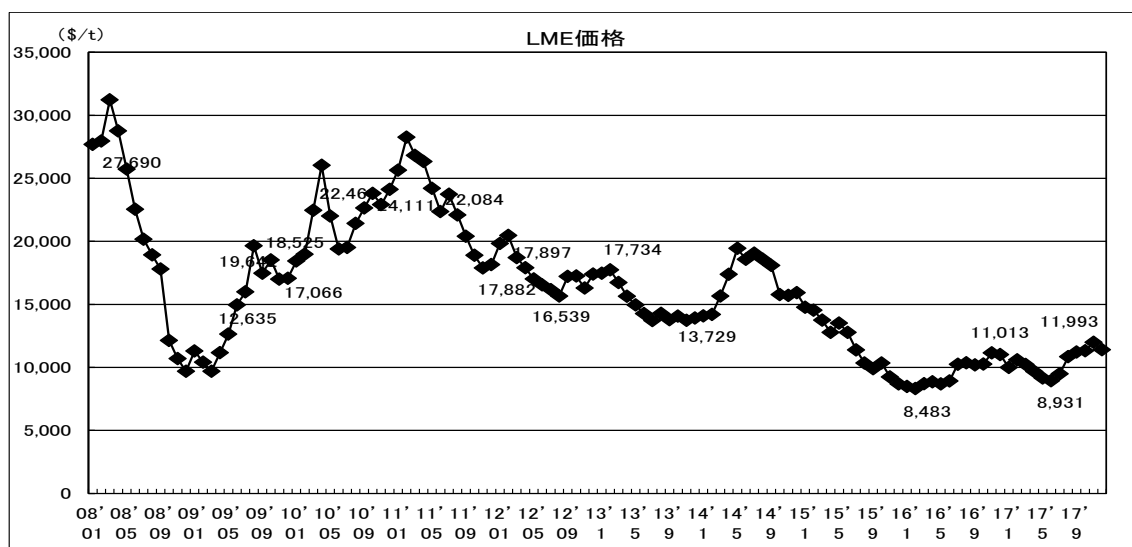


図 3 LME のニッケル地金価格 (MONTHLY AVERAGE)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

ニッケルの輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に示す。

2017 年のニッケル原料及び素材の輸入量は前年比 102%の 288.1 千 t であり、製品を加えた輸入全体は同 102%の 290.7 千 t であった。輸出量は、原料及び素材が前年比 89%の 61.0 千 t であり、製品を加えた輸出全体は同 92%の 69.1 千 t であった。原料輸入では、ミックスサルファイドは同 105%の 63.0 千 t でマットが同 101%の 83.7 千 t と増えたのに対し、鉱石が 96%の 67.8 千 t と減少した。

マットの輸入量はニッケル化合物等の生産量の増加に伴って 2013 年に増加したものの、2014 年以降は減少傾向であったが、2016 年、2017 年ともに増加し、むしろ 2013 年の生産量を上回っている。ミックスサルファイドは電気ニッケル原料としての調達増加傾向が 2017 年も維持されている。

ニッケル地金(塊・粉、合金塊・粉、くず)の輸入量は 3 年ぶりに増加に転じ、前年比 111%の 50.5 千 t であった。逆に輸出量は前年の 36.7 千 t から前年比 83%の 30.6 千 t と大きく減少した。塊・粉については前年比 81%であった。

FeNi の輸入量は多少の増減はあるものの 2012 年以降概ね 10 千 t 前後で推移している。FeNi の国内需要が増加した場合は、国内生産分に対応可能なため、今後も輸入量は増加しないと推測される。

硫酸 Ni の輸入量が前年の 9.06 千 t から前年比 136%の 12.31 千 t と増加した。LIB の需要と連動しているものと推測される。

表 4-1 ニッケルの輸出入数量

単位: 純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	71.2	61.2	77.4	63.2	80.7	96.6	87.0	82.6	70.4	67.8	96%
		輸出	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	マット	輸入	82.0	68.5	83.1	75.8	79.1	81.8	77.5	70.5	82.8	83.7	101%
		輸出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	-	0.1	0.3	442%
	ミックスサルファイド	輸入	12.3	19.5	21.9	25.7	28.2	32.6	58.7	68.5	60.0	63.0	105%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	原料小計	輸入	165.5	149.2	182.4	164.7	188.0	211.0	223.2	221.6	213.2	214.6	101%
		輸出	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	440%
		輸入－輸出	165.2	149.2	182.4	164.7	187.8	211.0	223.2	221.6	213.1	214.2	101%
素材	塊・粉	輸入	48.27	30.99	48.72	46.43	40.65	40.54	42.65	37.12	35.64	40.24	113%
		輸出	1.65	1.76	11.38	12.54	13.82	12.99	18.27	31.73	31.50	25.57	81%
	合金塊・粉	輸入	1.17	1.15	1.43	2.04	0.79	0.67	0.68	0.56	0.58	0.67	116%
		輸出	1.49	1.02	1.16	1.27	0.61	0.51	0.65	0.71	0.45	0.42	94%
	くず	輸入	5.40	3.92	5.64	5.76	5.34	7.26	10.24	8.39	9.21	9.61	104%
		輸出	1.48	1.10	2.16	2.07	2.99	3.52	5.34	5.53	4.79	4.64	97%
	地金(塊・粉、合金塊・粉、くず)	輸入	54.83	36.06	55.78	54.24	46.78	48.47	53.57	46.07	45.43	50.52	111%
		輸出	4.62	3.88	14.70	15.88	17.42	17.02	24.25	37.97	36.74	30.62	83%
	酸化Ni	輸入	1.52	0.89	0.82	0.78	0.50	0.96	1.82	2.30	1.36	0.30	22%
		輸出	0.10	0.42	0.15	0.14	0.28	0.39	0.57	0.12	0.08	0.14	177%
	FeNi	輸入	12.35	8.23	13.90	15.08	10.70	10.43	11.20	8.19	11.53	9.39	81%
		輸出	18.81	33.27	33.01	22.23	38.07	35.79	33.72	37.45	26.92	26.00	97%
	Ni酸化物、水酸化物	輸入	0.10	0.01	0.12	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.08	0.03	33%
		輸出	2.86	2.19	1.87	0.87	0.85	1.23	1.34	1.98	2.38	2.31	97%
	塩化Ni	輸入	1.72	0.95	1.13	0.87	0.61	0.82	0.94	0.97	1.16	1.02	88%
		輸出	0.17	0.15	0.21	0.22	0.25	0.25	0.26	0.25	0.28	0.34	121%
	硫酸Ni	輸入	1.27	0.91	2.06	2.56	2.80	1.41	2.95	6.17	9.06	12.31	136%
		輸出	1.26	1.23	1.13	1.04	1.10	1.43	2.27	2.23	1.74	1.28	74%
	素材小計	輸入	71.8	47.1	73.8	73.6	61.5	62.1	70.5	63.7	68.6	73.6	107%
		輸出	27.8	41.1	51.1	40.4	58.0	56.1	62.4	80.0	68.1	60.7	89%
		輸入－輸出	44.0	5.9	22.7	33.2	3.5	6.0	8.1	-16.3	0.5	12.9	2625%
	原料、素材小計	輸入	237.3	196.3	256.2	238.3	249.4	273.1	293.7	285.3	281.8	288.1	102%
		輸出	28.2	41.2	51.1	40.4	58.2	56.1	62.4	80.0	68.2	61.0	89%
		輸入－輸出	209.2	155.1	205.2	198.0	191.3	217.0	231.3	205.3	213.6	227.1	106%
製品	板・線・管	輸入	0.37	0.15	0.22	0.16	0.20	0.14	0.12	0.13	0.17	0.24	142%
		輸出	1.43	9.18	2.31	2.16	2.42	5.46	1.68	1.46	1.89	1.52	81%
	板・線・管(合金)	輸入	1.49	0.84	0.78	2.30	2.09	2.44	1.88	3.74	2.40	1.84	77%
		輸出	6.29	2.50	2.91	3.66	0.00	3.21	5.88	3.59	4.42	2.53	57%
	Ni製品	輸入	0.44	0.34	0.50	0.39	0.41	0.45	0.55	0.64	0.62	0.49	79%
		輸出	0.42	0.28	0.42	0.42	0.33	0.37	0.42	0.43	0.35	0.46	131%
	製品小計	輸入	2.3	1.3	1.5	2.9	2.7	3.0	2.6	4.5	3.2	2.6	81%
		輸出	8.1	12.0	5.6	6.2	2.8	9.0	8.0	5.5	6.7	4.5	68%
		輸入－輸出	-5.8	-10.6	-4.1	-3.4	-0.1	-6.0	-5.4	-1.0	-3.5	-1.9	56%
合計		輸入	239.6	197.6	257.7	241.2	252.1	276.1	296.3	289.8	285.0	290.7	102%
		輸出	36.3	53.1	56.7	46.6	60.9	65.1	70.4	85.5	74.9	65.5	88%
		輸入－輸出	203.3	144.5	201.0	194.6	191.2	211.0	225.9	204.3	210.1	225.2	107%

出典: 財務省貿易統計

※原料は鉱石、マット、ミックスサルファイド、素材は塊・粉、合金塊・粉、くず、酸化Ni、FeNi、Ni酸化物、水酸化物、塩化Ni、硫酸Niを示す。製品とは板・線・管、板・線・管(合金)、Ni製品による。

純分換算率: (2011年以前) 鉱石(インドネシア1.675%、フィリピン1.68%、Nカレドニア1.875%、その他1.68%)、

ミックスサルファイド59.8%、合金塊板50%、酸化Ni77%、水酸化物55%、塩化Ni45%、硫酸Ni22%、
FeNi(Nカレドニア28%、コロンビア40%、マケドニア35%、ドミニカ39%、インドネシア20%、日本20%)

純分換算率: (2012年) 鉱石(インドネシア1.675%、フィリピン1.68%、Nカレドニア1.875%、その他1.85%)、

ミックスサルファイド59.8%、合金塊板50%、酸化Ni78.58%、水酸化物55%、塩化Ni45.29%、硫酸Ni22%、
FeNi(Nカレドニア25%、コロンビア37%、マケドニア32%、ドミニカ37%、その他20%、日本18%)

純分換算率: (2013年以降) 鉱石(インドネシア2%、フィリピン1.8%、Nカレドニア2%、その他2%)、

ミックスサルファイド59.8%、合金塊板50%、酸化Ni78.58%、水酸化物55%、塩化Ni45.29%、硫酸Ni22%、
FeNi(Nカレドニア23%、コロンビア35%、マケドニア28%、ドミニカ35%、その他20%、日本16%)

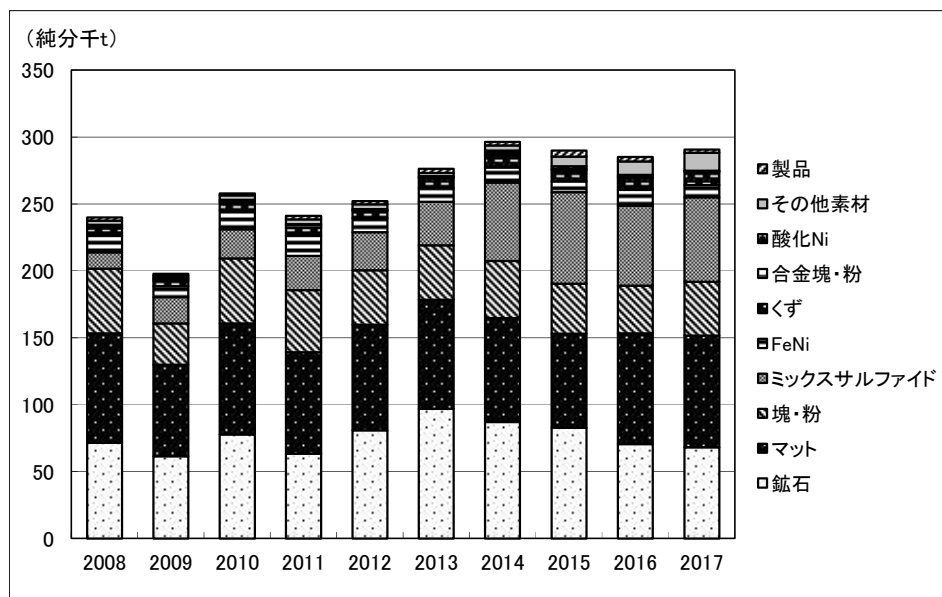


図 4-1 ニッケルの輸入数量

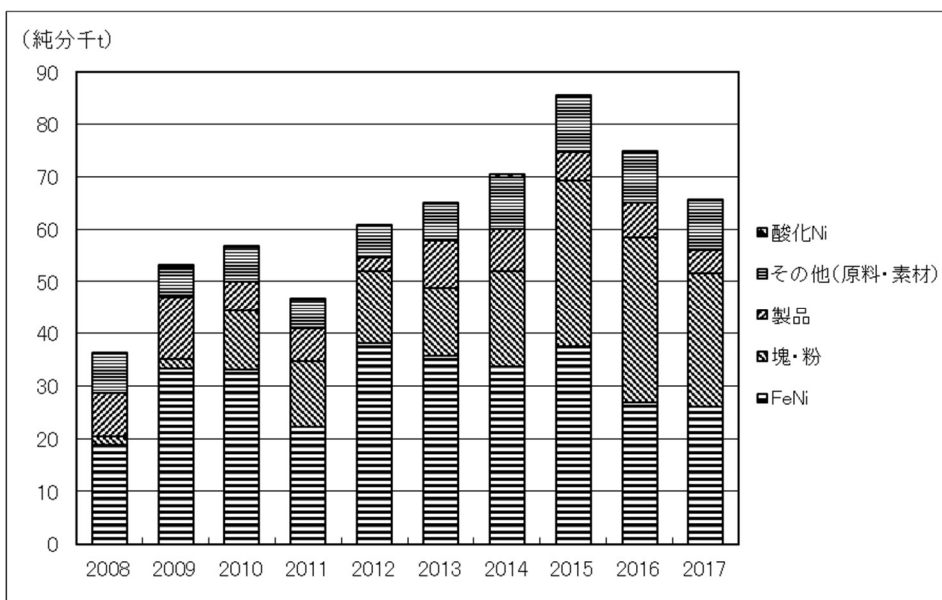


図 4-2 ニッケルの輸出数量

4-2.輸出入相手国

4-2-1. 鉱石

鉱石の輸入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。

ニッケル鉱石の輸入相手国はフィリピン、N カレドニアである。過去 10 年の傾向として輸入相手国の構成に大きな変化はなかったが、2014 年以降はインドネシアの鉱石禁輸措置に伴い、フィリピン及び N カレドニアからの調達が主体となった。

表 4-2 鉱石の輸入相手国

		単位: 純分千t											
輸 入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
	フィリピン	17.0	14.9	21.9	12.1	25.3	24.4	46.8	47.6	34.4	37.0	107%	55%
	Nカレドニア	16.1	10.5	15.5	18.4	21.0	22.0	33.3	35.0	36.0	30.8	86%	45%
	インドネシア	38.0	35.8	40.0	32.7	34.4	50.2	7.0	—	—	—	—	—
	その他	—	—	—	—	0.0	—	0.0	—	0.7	—	—	—
合計		54.1	46.4	55.5	51.1	55.4	72.2	87.0	82.6	71.1	67.8	95%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率: (2011年以前) 鉱石インドネシア1.675%、フィリピン1.68%、Nカレドニア1.875%、その他1.68%

(2012年) 鉱石インドネシア1.675%、フィリピン1.68%、Nカレドニア1.875%、その他1.85%

(2013年以降) 鉱石インドネシア2%、フィリピン1.8%、Nカレドニア2%、その他2%

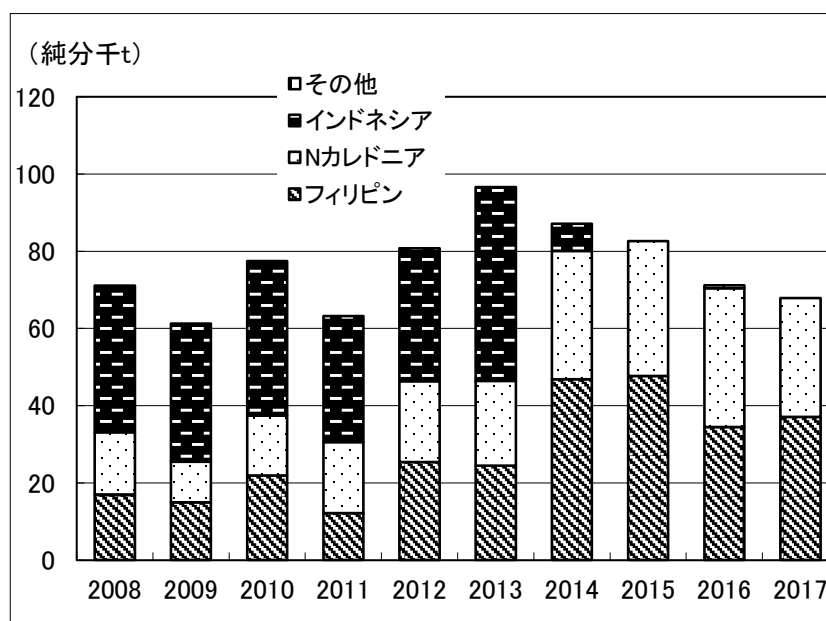


図 4-3 鉱石の輸入相手国

4-2-2 マット

マットの輸入相手国を表 4-3、図 4-4 に示す。

ニッケル地金生産においてマットは主要原料の一つである。主な輸入相手国はインドネシアであり、全輸入量の 86%を占めている。

表 4-3 マットの輸入相手国

		単位: 純分千t										17/16比	構成比
輸 入	インドネシア	72.3	64.2	69.7	66.1	66.7	71.9	70.2	68.4	73.5	72.0	98%	86%
	豪州	6.1	4.2	13.4	9.8	12.4	10.0	7.3	1.5	5.5	6.8	124%	8%
	フィンランド	—	—	—	—	—	—	—	0.5	3.8	4.6	122%	5%
	中国	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	その他	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4	—	—
	合計	82.0	68.5	83.1	75.8	79.1	81.8	77.5	70.5	82.8	83.7	101%	100%

出典: 財務省貿易統計 純分換算率: マット75%

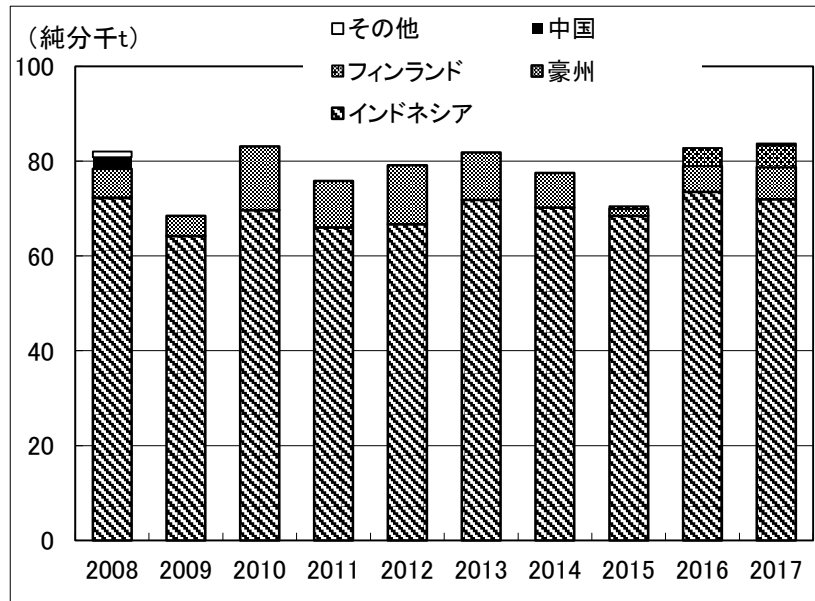


図 4-4 マットの輸入相手国

4-2-3. ミックスサルファイド

ミックスサルファイドの輸入相手国を表 4-4、図 4-5 に示す。

ミックスサルファイドの主要な輸入相手国はフィリピンであり、全輸入量の 95% を占める。2017 年のミックスサルファイドの合計輸入量は前年比 105% の 63.0 千 t であった。2016 年は 2008 年のリーマンショック以降初めて前年を下回ったが、2017 年は下げ止まった。

表 4-4 ミックスサルファイドの輸入相手国

		単位: 純分千t										17/16比	構成比
輸 入	フィリピン	12.3	19.5	21.9	25.7	28.2	31.7	54.9	64.7	57.2	60.1	105%	95%
	豪州	—	—	—	0.0	0.0	0.9	3.8	3.8	2.8	2.9	104%	5%
	その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	—	0%
	合計	12.3	19.5	21.9	25.7	28.2	32.6	58.7	68.5	60.0	63.0	105%	100%

出典: 財務省貿易統計 純分換算率: ミックスサルファイド59.8%

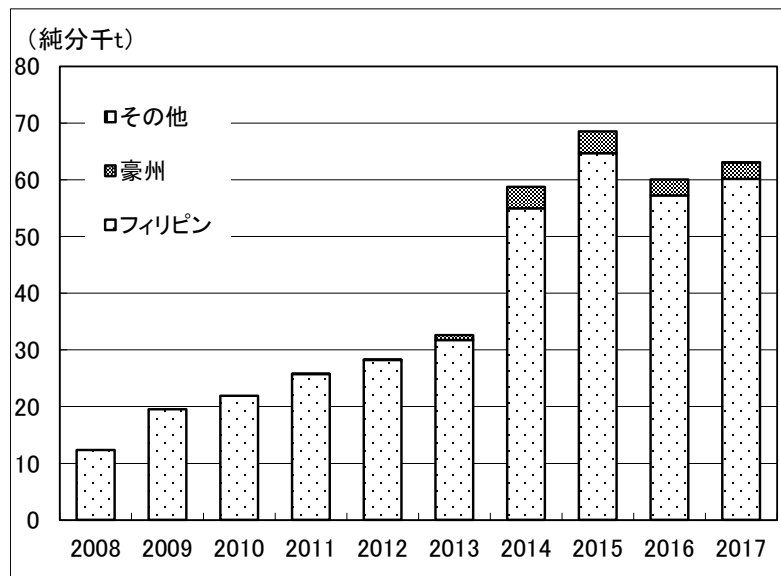


図 4-5 ミックスサルファイドの輸入相手国

4-2-4.FeNi

FeNi の輸出入相手国を表 4-5、図 4-6、図 4-7 に示す。

FeNi の主な輸入相手国は N カレドニア、コロンビアであり、合わせて輸入量の 99%を占めている。

コロンビアには世界第3位の FeNi メーカーである Cerro Matoso 社があり、同社からの輸入品と考えられる。

2017 年の FeNi 輸出货量は前年比 97%となった。FeNi の輸出相手国の構成比は台湾が 58%、中国が 22%、インドが 14%、韓国が 5%である。2016 年に大幅に減少したが 2017 年も回復していない。台湾を除き各国とも 2016 年を下回っており、低迷が続いている。2016 年以降韓国への輸出货量が減少したのは、韓国の POSCO 社が自社生産を始めたからとみられる。

表 4-5 FeNi の輸出入相手国

		単位: 純分千t										17/16比 構成比	
輸 入	Nカレドニア	8.00	6.01	11.50	11.90	8.62	6.81	6.41	5.12	5.33	4.77	90%	51%
	コロンビア	2.88	1.72	2.21	2.17	0.97	2.31	4.37	2.96	6.08	4.52	74%	48%
	ブラジル	—	—	—	0.15	0.56	0.69	0.07	0.08	0.11	0.08	71%	1%
	マケドニア	—	0.31	—	—	—	—	0.05	0.03	0.01	0.02	192%	0%
	ベルギー	—	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—
	インドネシア	0.17	—	0.15	0.23	—	—	0.29	—	—	—	—	—
	その他	1.30	0.19	0.03	0.63	0.55	0.62	0.00	0.00	—	—	—	—
	合計	12.3	8.2	13.9	15.1	10.7	10.4	11.2	8.2	11.53	9.4	81%	100%
輸 出	台湾	7.36	8.07	10.95	7.11	11.01	12.72	13.84	18.84	14.79	15.20	103%	58%
	中国	1.74	14.19	8.01	6.98	9.58	5.31	6.90	10.78	6.74	5.82	86%	22%
	インド	0.14	1.43	2.84	1.25	4.02	5.16	4.55	3.99	3.74	3.56	95%	14%
	韓国	9.52	9.50	11.20	6.88	13.47	12.58	8.42	3.83	1.66	1.42	86%	5%
	その他	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	—	—
	合計	18.8	33.3	33.0	22.2	38.1	35.8	33.7	37.5	26.92	26.0	97%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: (2011年以前) Nカレドニア28%、コロンビア40%、マケドニア35%、ドミニカ39%、

インドネシア・その他20%、日本18.0%(輸出に適用)

(2012年) Nカレドニア25%、コロンビア37%、マケドニア32%、ドミニカ37%、その他20%

(2013年以降) Nカレドニア23%、コロンビア35%、マケドニア28%、ドミニカ35%、その他20%、日本16.0%(輸出に適用)

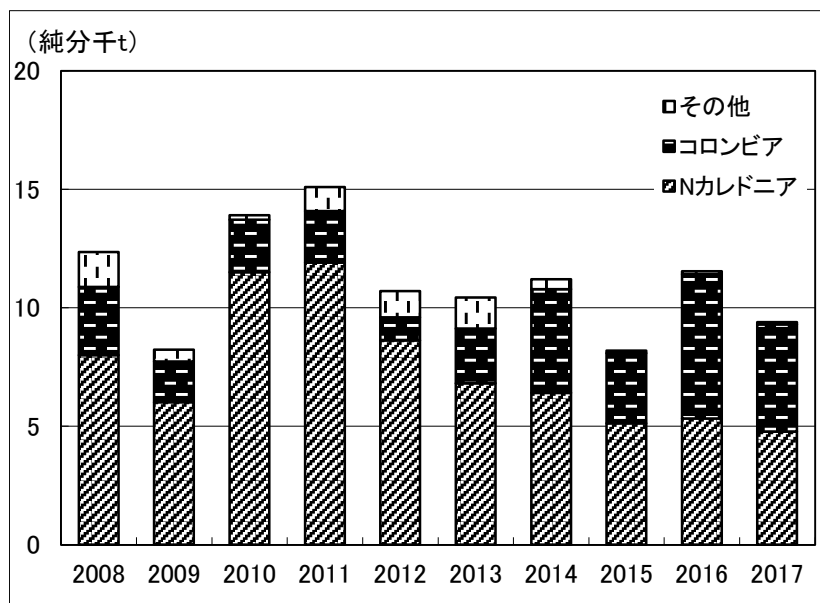


図 4-6 FeNi の輸入相手国

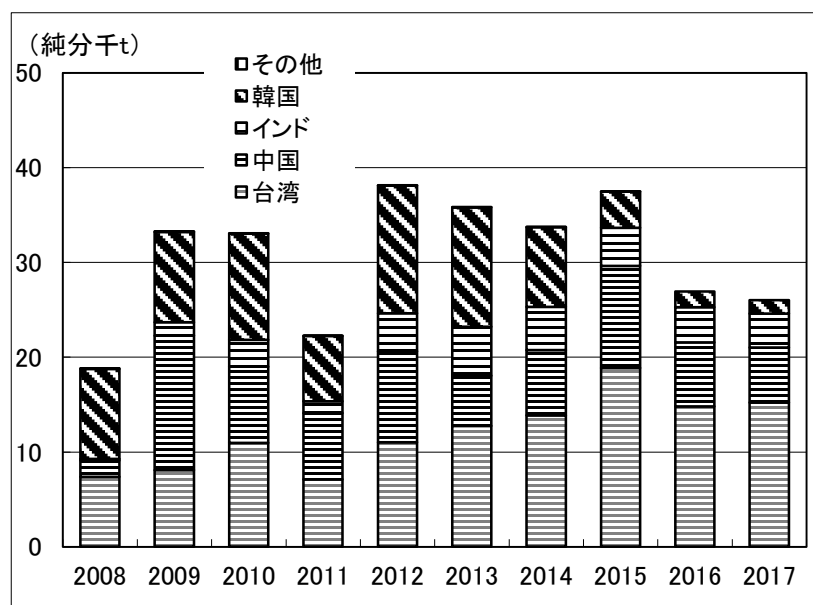


図 4-7 FeNi の輸出相手国

4-2-5.塊・粉(地金)

地金(塊・粉)の輸出入相手国を表 4-6、図 4-8 に示す。

主な輸入相手国はマダガスカル、カナダ、ノルウェー、豪州である。一方、主な輸出相手国は中国、米国、ドイツ、インドである。2017 年の輸出量は前年比 81%となった。中国向けが 64%と大幅に減少したのが主たる原因である。一方米国への輸出量が堅調であるのは、航空機関係のスーパーアロイ向けの需要が旺盛だからである。

マダガスカルが 2015 年からニッケル地金の輸入相手国第1位となっている。

4-6 地金(塊・粉)の輸出入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	マダガスカル	—	—	—	—	—	4.48	6.69	8.08	8.28	9.72	117%	24%
	カナダ	6.84	4.26	3.63	7.59	5.93	7.07	6.30	6.66	7.69	8.97	117%	22%
	豪州	5.72	5.32	8.57	6.74	6.52	6.26	7.86	4.58	4.69	7.37	157%	18%
	ノルウェー	7.38	4.21	7.36	6.03	6.15	5.55	5.69	4.63	5.43	6.08	112%	15%
	南ア	5.34	3.23	6.30	6.79	6.22	5.47	6.35	5.59	4.27	4.01	94%	10%
	英国	6.29	4.37	5.94	3.79	3.76	3.39	4.21	4.70	2.81	3.10	111%	8%
	ロシア	8.80	5.39	9.71	7.29	4.63	2.60	1.45	0.56	0.55	0.70	127%	2%
	インド	—	—	—	—	—	0.07	0.26	0.06	0.04	0.17	418%	0%
	ブラジル	4.38	2.43	3.82	4.25	3.83	3.98	2.46	1.84	1.35	0.08	6%	0%
	中国	0.01	0.01	0.84	1.36	1.76	0.53	0.67	0.19	0.01	0.00	59%	0%
	その他	3.52	1.77	2.55	2.60	1.85	1.15	0.72	0.22	0.53	0.04	7%	0%
	合計	48.27	30.99	48.72	46.43	40.65	40.54	42.65	37.12	35.64	40.24	113%	100%
輸出	中国	0.58	0.47	9.54	9.34	9.42	7.43	9.57	10.98	13.00	8.32	64%	33%
	米国	0.19	0.06	0.2	0.24	0.5	0.5	1.62	3.17	3.42	3.56	104%	14%
	インド	0.00	—	0.04	0.94	1.26	1.06	1.42	3.29	2.68	2.10	78%	8%
	韓国	0.26	0.40	0.61	0.78	1.10	1.46	1.15	1.33	1.22	1.93	158%	8%
	ドイツ	0.00	0.0	—	0.00	—	—	0.80	3.68	2.82	1.91	68%	7%
	英国	0.01	0.00	0.01	0.01	0.08	0.03	0.61	1.56	1.40	1.69	121%	7%
	台湾	0.11	0.35	0.65	0.63	0.75	0.46	0.77	1.04	1.01	0.82	82%	3%
	ベルギー	—	—	—	0.01	0.02	0.24	0.92	0.56	0.22	0.29	134%	1%
	その他	0.51	0.44	0.36	0.59	0.67	1.83	1.41	6.12	5.73	4.93	86%	19%
	合計	1.65	1.76	11.38	12.54	13.82	12.99	18.27	31.73	31.50	25.57	81%	100%

出典: 財務省貿易統計 純分換算率: 地金(塊・粉)100%

輸入のその他に、ファンランド: 0.49千tを含む。

輸出のその他に、トルコ: 1.41千t、イタリア: 1.09千tを含む。

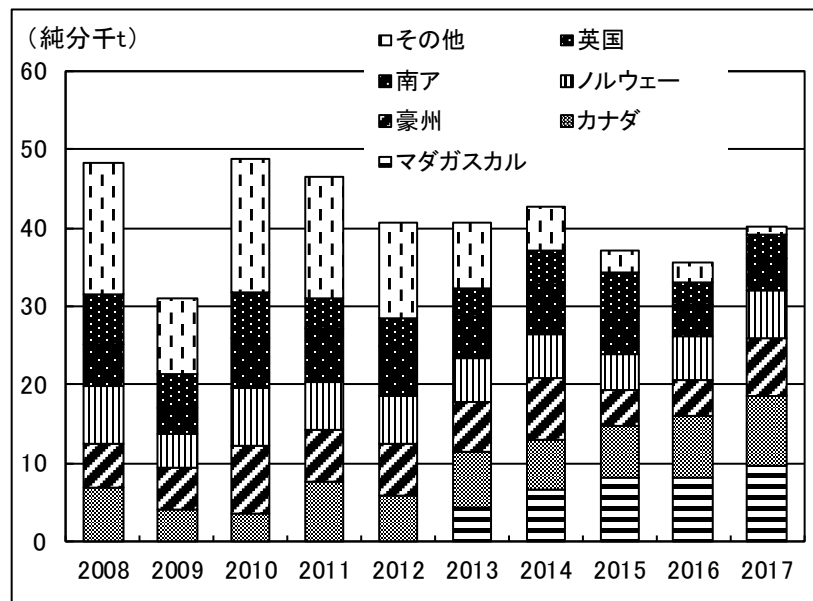


図 4-8 地金(塊・粉)の輸入相手国

4-3.輸出入価格

ニッケルの輸出入価格動向を表 4-7、図 4-9、図 4-10、図 4-11 に示す。

2017 年の輸出入価格は、軒並み低水準であった 2016 年に比べ反発、下げ止まっている。ただし酸化ニッケルの輸入価格は反発しているにもかかわらず、輸出価格が過去にないレベルまで下がっている。

表 4-7 ニッケルの平均輸出入価格

単位：鉱石\$/t、鉱石以外\$/kg

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	114.4	62.5	82.0	96.9	74.1	65.4	81.3	67.1	49.0	52.6	107%
		輸出	219.9	230.1	—	—	—	—	—	1,203	2,296	—	0%
	マット	輸入	14.9	8.7	13.2	14.9	11.0	9.6	10.5	7.8	5.9	6.5	112%
		輸出	0.2	—	—	—	559.2	—	689.5	—	—	0.2	—
	ミックスサルファイド	輸入	9.0	6.8	8.8	9.3	7.2	5.9	6.5	5.0	4.1	5.3	106%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
素材	塊	輸入	25.0	14.2	21.6	24.0	18.1	16.1	17.1	14.2	10.2	11.3	111%
		輸出	27.2	14.3	20.2	22.8	17.1	21.0	20.9	14.4	11.4	13.4	118%
	合金塊	輸入	45.4	27.2	28.5	37.0	35.9	31.9	29.4	28.2	22.4	24.2	108%
		輸出	26.2	20.0	20.4	25.3	20.8	21.0	19.7	16.1	14.9	15.9	107%
	くず	輸入	17.7	10.2	15.4	17.1	13.8	11.8	12.0	9.2	6.7	7.7	115%
		輸出	12.9	6.7	8.6	12.2	8.7	7.0	5.9	5.0	3.7	5.7	152%
	酸化Ni	輸入	16.2	12.0	16.9	18.1	14.6	12.6	15.0	9.1	6.9	9.2	132%
		輸出	3.1	10.9	13.1	4.0	9.7	6.4	4.6	12.6	9.3	1.6	17%
	FeNi	輸入	6.9	3.9	4.9	6.1	4.6	4.3	4.5	3.5	2.5	3.0	118%
		輸出	4.7	2.5	3.8	4.4	3.1	2.5	2.4	1.8	1.4	1.6	114%
	Ni酸化物、水酸化物	輸入	20.5	18.2	20.5	20.6	18.0	15.7	15.2	15.2	10.1	17.4	171%
		輸出	23.0	15.9	20.2	21.6	15.8	13.6	14.5	11.4	9.5	11.5	122%
	塩化Ni	輸入	7.4	4.5	6.1	7.2	6.4	6.4	7.0	6.2	5.1	4.9	96%
		輸出	7.6	5.0	6.8	7.4	5.9	5.3	5.3	4.3	3.6	3.8	107%
	硫酸Ni	輸入	5.9	3.5	5.0	5.7	4.5	4.0	4.0	3.4	2.6	2.8	107%
		輸出	5.4	3.6	5.0	5.7	4.6	3.7	3.8	3.0	2.4	2.7	112%
製品	Ni製品	輸入	106.2	75.1	68.0	77.3	86.2	121.2	138.7	140.4	148.9	199.4	134%
		輸出	102.2	100.5	102.0	106.2	153.5	104.7	101.2	82.1	101.9	103.6	102%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

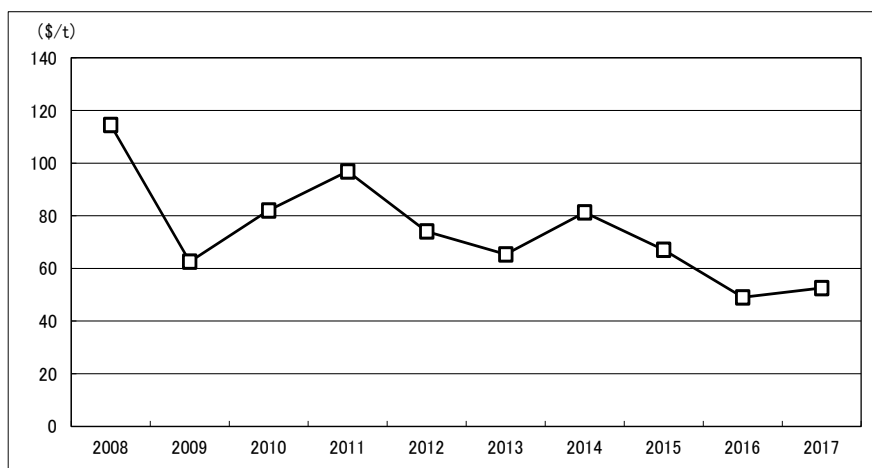


図 4-9 ニッケル鉱石の平均輸入価格

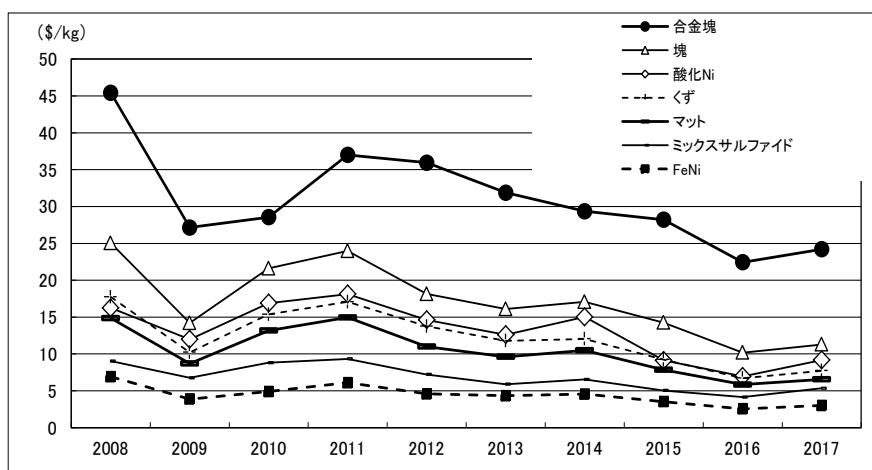


図 4-10 ニッケル(除鉱石)の平均輸入価格

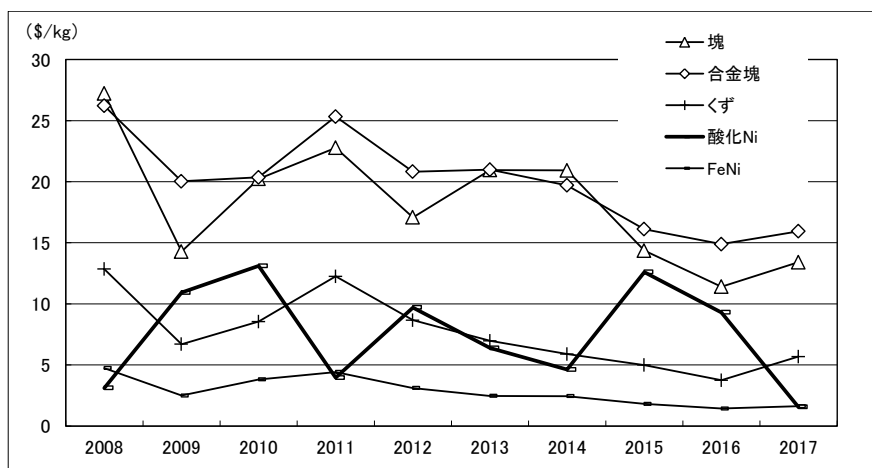


図 4-11 ニッケルの平均輸出価格

5.リサイクル

ニッケルのリサイクル量を示す統計はないが、ステンレス鋼は経時劣化を起こしにくいいため、使用済みステンレス鋼製品から再びステンレス鋼を生産しており、実際のリサイクル率は非常に高い。ステンレス鋼メーカーの中には、製造工程内で発生するダストやスケール類に含まれるニッケル合金成分の再資源化を目的に、回転炉床式還元炉等を導入してリサイクルを行っているところもある。

また、ニッケル水素電池(Ni-MH)においても以前はステンレス鋼向けに再利用されていたものが、現在ではバッテリーからバッテリーへのリサイクルが可能になっている。住友金属鉱山ではハイブリッド車(以下、HEV)から回収されたニッケル水素電池からニッケルを回収している。同じくJX金属でもHEV用LIB正極剤からニッケル、コバルト回収の実績がある。

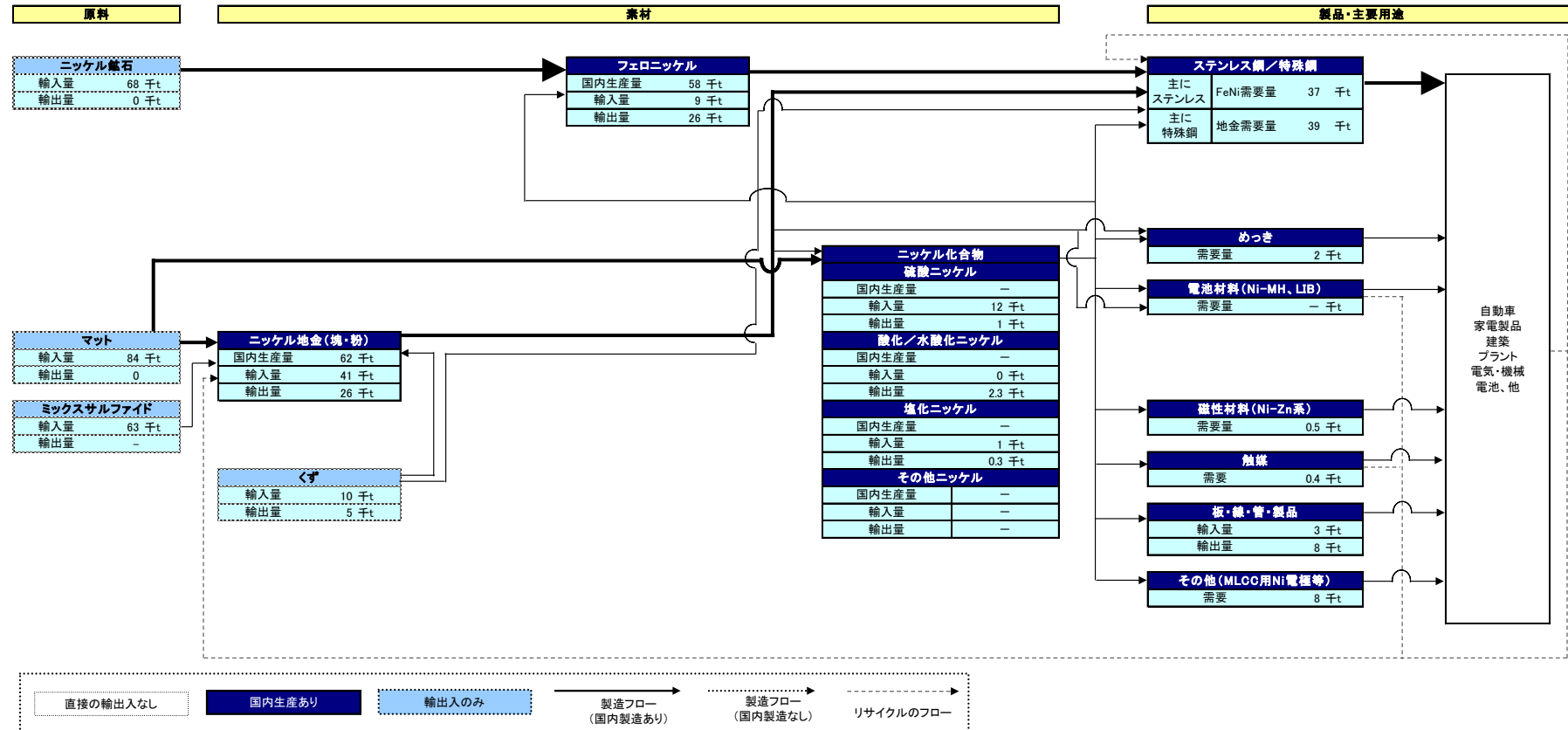
その他に量は少ないが、ラネーニッケル触媒(硬化油用ニッケル触媒)がニッケル金属としてリサイクルされている。

その他、ニッケル・コバルト等のニッケル合金系の製造工程中のくずから一部ニッケルが回収されている。ただし、ニッケル、コバルトを分離せずに合金として再利用しているケースもある。

ステンレスでは最終製品からのニッケルの分離回収は行われていないが、ステンレス原料としてステンレススクラップの大半が活用されている。ステンレスメーカーによれば、国内のニッケル系ステンレスは生産量に対して 2/3 程度の割合でスクラップが使用されている。そのため、FeNi メーカーにとって、最大のライバルはスクラップとなる。SUS304 系等の汎用鋼種は特に価格競争が激しく、ステンレスメーカーは安価な鉄、ニッケル源としてスクラップの使用比率を高めている。ただニッケル節約鋼種の 200 系は磁選ができないのでステンレスのリサイクル市場に悪影響がある。

6.マテリアルフロー

ニッケルのマテリアルフロー(2017 年)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。
 純分換算率：鉱石（インドネシア2%、フィリピン1.8%、Nカレドニア2%）、ミックスサルファイド59.8%、合金塊板50%、酸化Ni77.75%、水酸化物55%、塩化Ni45.29%、硫酸Ni22%、
 FeNi（Nカレドニア23%・コロンビア35%・マケドニア28%・ドミニカ35%・その他18%・日本16%）
 注）「-」：生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0（ゼロ）」：四捨五入して表の最小単位未満である。

コバルト Co

【用途】 自動車電動化に欠かせないLIB 正極材や特殊鋼(スーパーアロイ)に使用
コバルトは強磁性体、白色の金属で鉄より酸化されにくく、酸やアルカリにも強い。コバルトは国内では携帯電話、ノートパソコン、電気自動車(以下 EV)等を使用されるリチウムイオン電池(以下、LIB)正極材の用途が最も多い。そのほかの用途は、超硬合金のバインダー、高速度鋼や耐熱鋼等の特殊鋼添加剤、HDD 等の磁性材、家庭電化製品・音響機器等に使用されるアルニコ磁石(Al-Ni-Co)やサマリウム・コバルト磁石等の永久磁石、石油精製時の脱硫触媒等である。また耐熱性に優れることから欧米等においては約半数がジェットエンジン用の超合金向けとなっている。

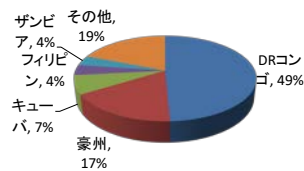
【特性】

- ・強磁性
- ・酸、アルカリに強い
- ・腐食に強い

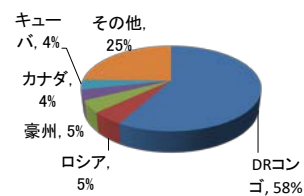
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典: 上段 USGS2018

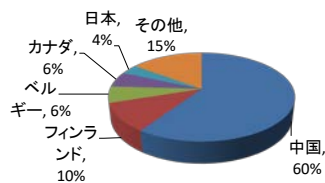
国別埋蔵量 (合計 7,100 千t)



国別鉱石生産量(合計 110 千t)

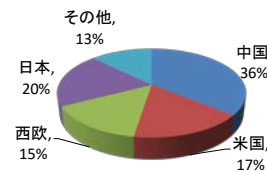


国別地金生産量(合計 117 千 t) (出典: WBMS2018)



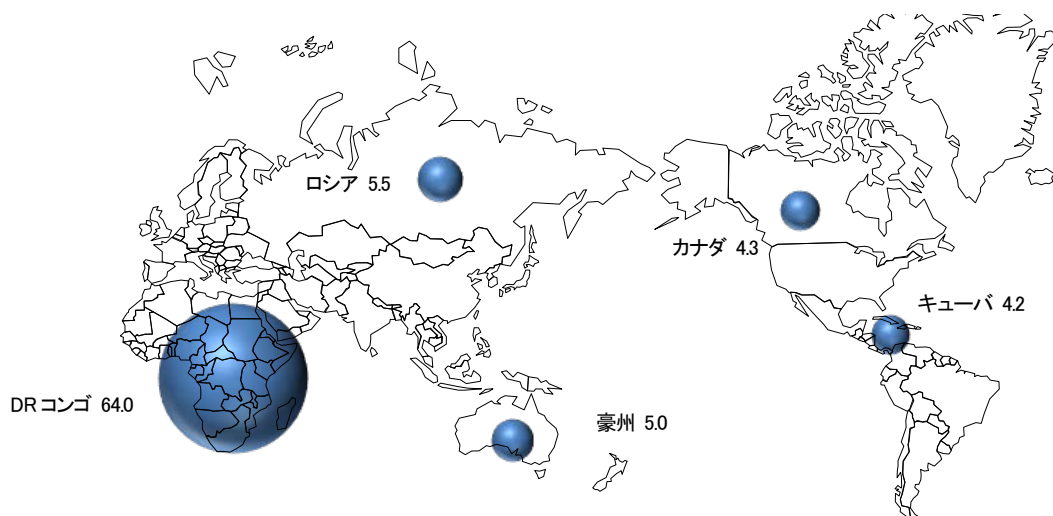
2012 年国別地金消費量(合計 80.9 千 t)

(出典: 工業レアメタル)

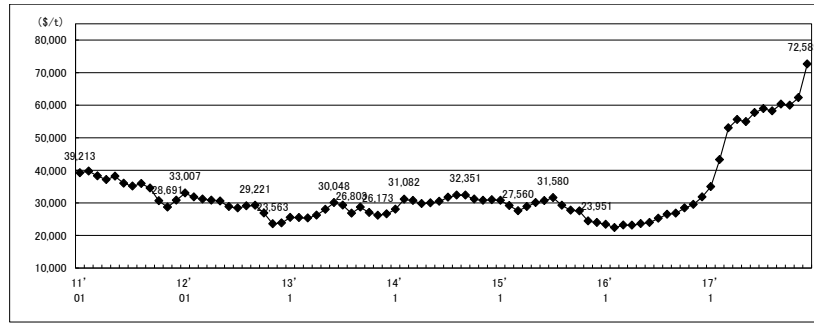


【世界の主要鉱石生産国】 偏在性が高い 全世界で 110 千 t

国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)、出典: USGS2018



【LME 価格の推移】(2011 年～2017 年、縦軸 10,000～80,000\$/t)

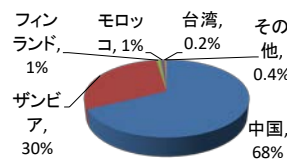


【貿易概況】 出典: 世界 Global Trade atlas、日本財務省貿易統計

世界

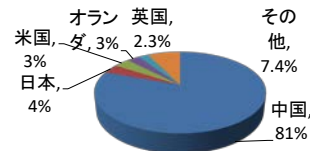
鉱石主要輸入国

(2017 年合計 148.9 マテリアル千 t)



マット・塊主要輸入国

(2017 年合計 287.2 マテリアル千 t)



日本

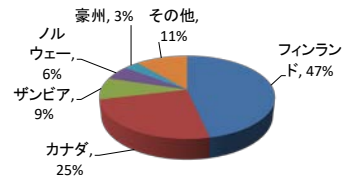
鉱石主要輸入相手国

(2017 年合計 0.0 千 t)

鉱石の輸入はない

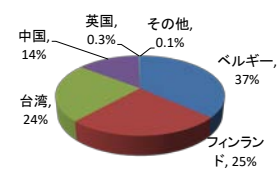
マット・塊主要輸入相手国

(2017 年合計 10.4 千純分 t)

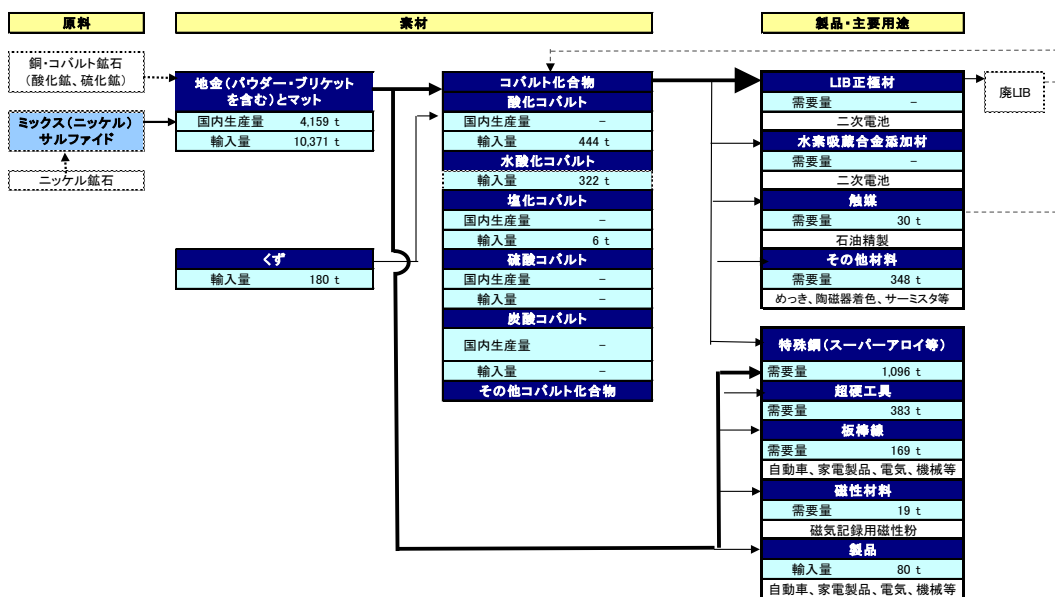


酸化物・水酸化物主要輸入相手国

(2017 年合計 766 純分 t)



【鉱石から製品まで】



【概要】

- ・世界の鉱石生産の約 6 割を占めるコンゴ民主共和国（以下、DR コンゴ）の政情、状況は決して安定しておらず、児童労働が行われるなど倫理的に問題がある鉱山もあるとされるため、日本企業はコバルトの調達先がコンプライアンス上問題ないことの確認に努めている。
- ・コバルトは銅やニッケルの副産物であること、かつカントリーリスクもあることから、常に将来の供給リスクの不安がある。一方短期的には需給がやや緩んでおり、その背景としては LIB 正極材のハイニッケル化が進んでいること及び EV 化のスピードが予想されていたほどではないことが挙げられる。
- ・LIB からのコバルト回収は技術的には進んでいるものの、品質、コスト面での課題が多いとされている。EV 化の進行に備え、積極的な取り組みが必要である。

1. 特性・用途

化合物としてガラスなどを独特の青色にする性質は古代エジプトから知られ、今でも陶磁器の着色剤として使われている。鮮やかな青色の空を表現する時、「コバルトブルー」という表現が用いられる。

コバルトは強磁性体、白色の金属で鉄より酸化されにくく、酸やアルカリにも強い。放射性同位体であるコバルト 60 は、ガンマ線源として、医療、食品等の分野で利用されている。

コバルトの製法には、銅・コバルトの酸化鉱、硫化鉱からの精錬、ニッケル製錬時の副産物からの精錬などがある。銅・コバルトの酸化鉱は、精鉱を硫酸液に浸し銅・コバルトを抽出し、銅を電解採取し不純物を除去した後、金属コバルトを電解採取する。硫化物からの製錬は、酸化焙焼した後、温湯でコバルトを抽出し、石灰を加え水酸化コバルトを沈殿させる。また、ラテライト鉱からのニッケル製錬で発生する Ni-Co 混合硫化精鉱（ミックスサルファイド）について、溶媒抽出法により Ni-Co 塩酸溶液を作った後、ニッケルとコバルトを分離、塩化ニッケルと塩化コバルトにし、電解採取により電気ニッケルと電気コバルトを製造する。

コバルトは国内では携帯電話、ノートパソコン、電気自動車等に使用される LIB 正極材の用途が最も多い。特に容量の大きい車載用 LIB 用途が需要を後押ししている。酸化コバルトや硫酸コバルト等のコバルト化合物が主に利用されている。

LIB 正極材に次ぐ大きな需要先は特殊鋼であり、LIB 正極材を除いたコバルト需要の半分を占める。特殊鋼（スーパーアロイ（超合金とも称する））向け等では主には電気コバルト（コバルト地金）が使用されているが、一部で酸化コバルトも使用される。

コバルトを多く含む特殊鋼（スーパーアロイ）の主な用途は、刃先に用いられる超硬合金（WC/Co）、発電や航空機のカスタマービン翼など高温での過酷な環境下に用いられる超耐熱合金（FeNiCo）、自動車などの無段変速機向け金属ベルト（CVT ベルトとも称する）やゴルフクラブのヘッドに用いられるマレージング鋼（マレージング鋼とも称する）などである。コバルトを使う特殊鋼の需要は、自動車分野の需要の影響が大きい。例えば、CVT ベルトは省エネ目的で使用され、無段階でギアチェンジをすることにより燃費が向上する。

その他には磁性材料、板棒線等に電気コバルトが使用されているほか、触媒やめっき、陶磁器着色、サーミスタ等に各種のコバルト化合物が使用されている。ちなみに、コバルトを含む磁性材料は、フェライト磁石、希土類磁石である。

2. 需給動向

2-1 世界の需給動向

世界のコバルト需給及び鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年の鉱石生産量は前年比 99%の 110,000t であった¹⁾。世界の鉱石生産の 58%を DR コンゴが占めており、その他にはロシア、豪州、カナダ等の国が生産している。コバルト鉱石は、銅鉱石やニッケル鉱石と共生する場合が多く、銅とニッケルの副産物として採取されることが多い。昨年まで継続して報告されていた中国の生産量、埋蔵量が共に報告されていない。中国は地金生産が中心で、鉱石は生産されていないので、本来統計に上がることで自体不思議と言わざるを得ないが、リサイクル分をカウントしていた可能性がある。

2017 年の地金生産量は前年比 125%の 116,937t であり、なかでも中国の伸び率が 155%と大きく、総生産量の 60%を中国で占めるに至っている。この増分はリチウムイオン二次電池の電極材料用途の寄与が大きいと推察される。その他、コバルト地金はフィンランド、ベルギー、カナダ、ザンビア、日本等で生産されている。日本のシェアはわずか 4%でしかない。2012 年に稼働を開始したマダガスカルの Ambatovy プロジェクトも今後生産量が拡大する見込みである。

国別地金消費量は 2013 年までしか公表されていない。2013 年の地金消費量合計は 81,925t であった。最大の消費国は中国であり世界消費の 38%で、日本は中国に次ぎ 20%程度を占めていた。最近の中国の大幅な伸びを考慮すれば、日本の世界消費に占める割合は現在では 10%台と思われる。2018 年 USGS によれば、中国が世界最大のコバルト消費国でその 80%は二次電池用途である。中国の生産量の大部分は、DR コンゴから輸入の鉱石と部分的に精製されたコバルトからのものと報告されている。

なお DR コンゴの政情、状況は決して安定しておらず、児童労働が行われるなど倫理的に問題がある鉱山もあるとされるため、日本企業はコバルトの調達先がコンプライアンス上問題ないことの確認に努めている。

表 2-1 世界のコバルト需給

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
鉱石 生産 1)	DRコンゴ	31,000	25,000	47,400	60,000	51,000	54,000	63,000	63,000	64,000	64,000	100%	58%
	ロシア	6,200	6,200	6,200	3,900	6,300	6,300	6,300	6,200	6,200	5,500	89%	5%
	豪州	6,100	6,300	3,850	6,300	5,880	6,400	5,980	6,000	5,500	5,000	91%	5%
	カナダ	8,600	5,000	4,600	7,100	6,630	6,920	6,570	6,900	4,250	4,300	101%	4%
	キューバ	3,200	3,500	3,600	0	4,900	4,200	3,700	4,300	4,200	4,200	100%	4%
	フィリピン	—	—	—	—	0	3,000	4,600	4,300	4,100	4,000	98%	4%
	ブラジル	1,200	1,000	1,600	4,000	3,900	3,000	2,600	2,600	—	3,800	—	3%
	ザンビア	6,900	2,500	5,700	3,500	4,200	5,200	5,500	4,600	3,000	2,900	97%	3%
	中国	6,000	6,200	6,500	6,800	7,000	7,200	7,200	7,700	7,700	—	—	0%
	その他	6,700	6,300	10,050	17,400	13,190	13,780	17,550	20,400	12,050	16,300	135%	15%
	合計	75,900	62,000	89,500	109,000	103,000	110,000	123,000	126,000	111,000	110,000	99%	100%
地金 生産 2)	中国	18,239	25,544	35,929	34,969	29,784	36,062	39,292	48,719	45,046	69,600	155%	60%
	フィンランド	8,950	8,850	9,299	10,441	10,547	10,010	11,452	8,582	11,187	12,221	109%	10%
	ベルギー	3,020	2,150	2,600	3,187	4,200	5,415	5,850	6,306	6,329	6,987	110%	6%
	カナダ	5,628	4,914	4,646	5,923	5,682	5,559	5,261	5,591	5,544	6,507	117%	6%
	日本	1,071	1,332	1,935	2,007	2,542	2,747	3,654	4,259	4,305	4,159	97%	4%
	ノルウェー	3,719	3,510	3,208	3,067	2,969	3,400	3,600	3,100	3,500	3,500	100%	3%
	マダガスカル	0	0	0	0	0	2,083	2,915	3,464	3,273	3,053	93%	3%
	豪州	3,618	4,050	4,117	4,722	4,769	4,981	5,419	5,150	3,200	3,000	94%	3%
	ザンビア	4,041	1,535	5,034	5,956	5,665	5,000	4,317	2,997	4,725	2,520	53%	2%
	ロシア	2,502	2,352	2,460	2,337	2,186	2,368	2,302	2,040	3,092	2,077	67%	2%
	モロッコ	1,711	1,600	1,545	1,788	1,314	1,353	1,391	1,722	1,568	1,428	91%	1%
	南アフリカ	244	236	833	840	1,100	1,294	1,332	1,300	1,101	1,062	96%	1%
	その他	3,875	6,004	7,664	7,010	6,431	5,632	4,969	4,883	1,019	823	81%	1%
	合計	56,618	62,077	79,270	82,247	77,189	85,904	91,754	98,113	93,889	116,937	125%	100%
地金 消費 3)	中国	14,400	16,000	20,000	25,400	29,000	31,000	—	—	—	—	—	—
	米国	10,700	7,338	10,000	13,500	13,500	11,500	—	—	—	—	—	—
	西欧	9,500	8,000	10,000	12,750	12,000	—	—	—	—	—	—	—
	日本	15,000	14,000	14,000	15,000	16,180	39,425	—	—	—	—	—	—
	その他	8,200	6,962	7,000	8,350	10,220	—	—	—	—	—	—	—
合計		57,800	52,300	61,000	75,000	80,900	81,925	—	—	—	—	—	—

出典: 1) United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries COBALT」 World Mine Production

: 2) World Bureau of Metal Statistics「World Refined production COBALT」(地金+コバルト塩類の純分を含む)

: 3) 工業レアメタル「世界需要」 ※同データは、2012年以前はCRU、2013年はRoskillによるデータとみられ、連続性はない。

¹ USGS の当該年、2017 年の数値は推定値であり、私的調査報告にはもっと多いというデータもある。

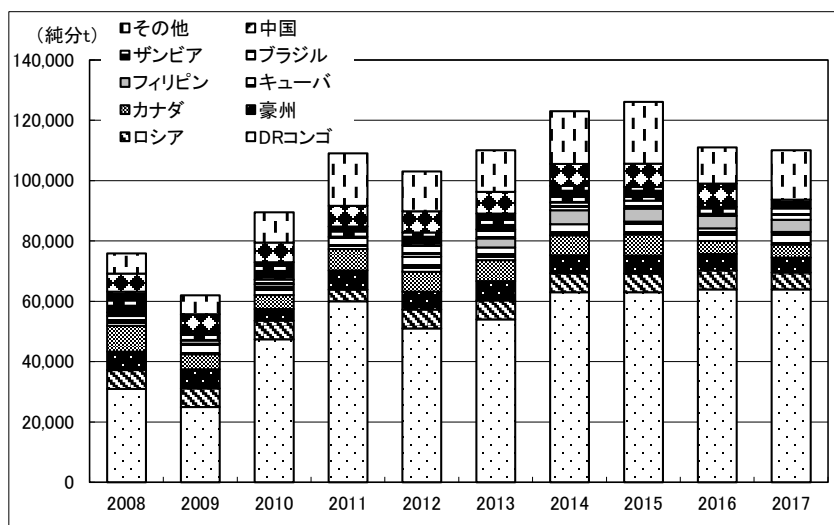


図 2-1 世界のコバルト・ニッケル生産量

2-2 国内の需給動向

コバルトの国内需給動向を表 2-2 に示す。

2017 年のコバルト供給は前年比 116%の 14,874t、需要は前年とほぼ同じ 5,534t であった。パウダーやブリケットの形状の地金のほか、地金から製造される酸化コバルト、硫酸コバルト、水酸化コバルト、塩化コバルト等各種の化合物が、幅広い用途で使用されている。

表 2-2 コバルトの国内需給

単位: 純分t												
供給		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
	国内製錬 ¹⁾	1,071	1,332	1,935	2,007	2,541	2,747	3,654	4,259	4,305	4,159	97%
	国内リサイクル ²⁾	393	336	73	63	46	54	87	242	313	344	110%
	輸入(塊・粉(地金)) ³⁾	14,210	10,260	12,015	11,746	10,127	9,940	9,854	9,200	8,237	10,371	126%
需要 ⁴⁾	合計	15,674	11,928	14,023	13,816	12,715	12,741	13,595	13,700	12,855	14,874	116%
	特殊鋼	936	493	771	732	781	869	982	936	961	1,096	114%
	超硬工具	384	201	379	295	248	272	419	396	392	383	98%
	管板棒線	300	225	242	275	258	193	-	11	161	169	104%
	磁性材料	194	141	175	192	185	116	83	79	32	19	60%
	触媒	270	202	263	256	201	209	162	126	20	30	147%
	その他	498	348	482	413	372	430	479	411	400	348	87%
	小計	2,583	1,611	2,313	2,162	2,046	2,088	2,124	1,958	1,967	2,045	104%
	LIB正極材※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	輸出(塊・粉(地金)) ³⁾	477	1,205	944	813	1,473	1,551	2,106	2,415	3,552	3,489	98%
合計	3,060	2,815	3,257	2,975	3,519	3,640	4,230	4,373	5,519	5,534	100%	

出典: 1) 経済産業省 鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計、

2015年以降の国内製錬はWorld Bureau of Metal Statistics「World Refined production COBALT」

2) 触媒資源化協会 触媒資源化実績報告書

3) 財務省 貿易統計

4) 非鉄金属等需給動態統計

※: LIB正極材向け統計データがないのでblankとしている。

コバルトの国内最大の需要先は LIB 正極材であり、酸化コバルトや硫酸コバルト等のコバルト化合物が主に利用されている。LIB 正極材に使用されるコバルト需要を示す統計が存在しないため、表 2-2 の国内需給には同需要の数値は含まれていない。

参考として表 2-3、図 2-2、図 2-3、図 2-4 に国内の LIB 生産量及び容量を示す。車載用の LIB が個数、容量共に増加している。

表 2-3 LIB の国内生産量及び容量

項目	種別	単位	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
生産量	LIB Total	(百万個)	889	786	914	983	1,242	1,281	103%
容量		(百万Ah)	2,105	2,082	2,782	3,114	4,048	4,471	110%
単位容量		Ah/個	2.37	2.65	3.04	3.17	3.26	3.49	107%
生産量	車載用LIB	(百万個)	79	198	395	448	621	780	103%
容量		(百万Ah)	598	926	1,716	1,913	2,486	3,220	110%
単位容量		Ah/個	7.57	4.67	4.35	4.27	4.00	4.13	107%
生産量	その他LIB	(百万個)	810	588	519	535	621	502	103%
容量		(百万Ah)	1,507	1,156	1,065	1,202	1,563	1,251	110%
単位容量		Ah/個	1.86	1.97	2.05	2.24	2.52	2.49	107%

出典：経済産業省 生産動態統計年報 機械統計編

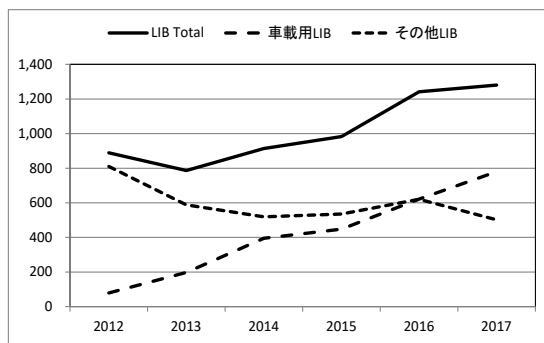


図 2-2 LIB の国内生産量(百万個)

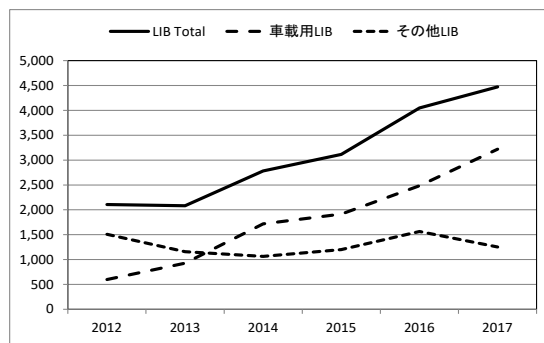


図 2-3 LIB の国内生産容量(百万 Ah)

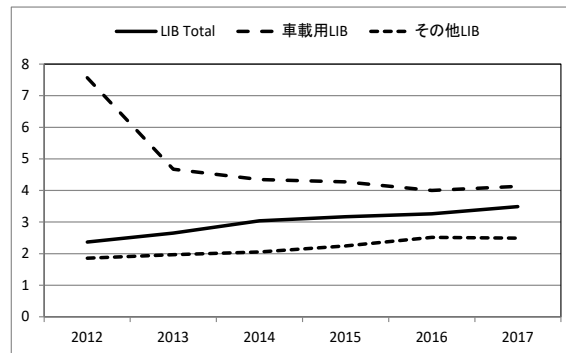


図 2-4 国内生産 LIB の 1 個当たり容量(Ah/個)

LIB 正極材にはコバルト酸リチウム (LiCoO_2 以下、LCO)、三元系 ($\text{Li}(\text{Ni}-\text{Mn}-\text{Co})\text{O}_2$ 以下、NMC)、ニッケル系 ($\text{Li}(\text{Ni}-\text{Co}-\text{Al})\text{O}_2$ 以下、NCA)、マンガン酸リチウム (LiMn_2O_4 以下、LMO)、リン酸鉄リチウム (LiFePO_4 以下、LFP) などの化合物が用いられ、コバルトが使用される正極材は LCO、NMC、NCA の 3 種である。

また、車載用は LIB の使用量が大きい為、比較的高価なコバルトを回避する傾向もある中で、様々な観点から開発が進められている。開発の方向はハイニッケル化、コバルトフリー化の流れであり、ハイニッケル化の実用化も進んでいる。

一方、車載用に比べて LIB の使用量が小さいスマートフォンなどにおいては、容量向上を目的とした高電圧化に対する小型化などのニーズが強い。LCO はある程度の高電圧化であれば材料との相性などを損なわずに電池特性を発揮できるため、LCO の需要増を支える要因になっている。

ただし、安全面を考えると LCO における高電圧化には限界があるとの見方がある。このため、NMC では、容量改善のため硫酸ニッケル比率を引き上げるハイニッケル化の検討が進められている。現在は、NMC が車載用やノートパソコンやスマートフォン、デジタルカメラなどの民生品に採用され、NCA が車載用、ノートパソコンなどに採用されている。

LIB 正極材に次ぐ大きな需要先は特殊鋼であり、LIB 正極材を除いたコバルト需要の半分を占める。特殊鋼（スーパーアロイ（超合金とも称する））向け等では主には電気コバルト（コバルト地金）が使用されているが、一部で酸化コバルトも使用される。

コバルトを多く含む特殊鋼の主な用途は、刃先に用いられる超硬合金（WC/Co）、発電や航空機のカスタマービン翼などに用いられる超耐熱合金（FeNiCo）、自動車などの無段変速機向け金属ベルト（CVT ベルトとも称する）やゴルフクラブのヘッドに用いられるマルエージング鋼（マレージング鋼とも称する）などである。コバルトを使う特殊鋼の需要は、自動車分野の需要の影響が大きい。例えば、CVT ベルトは省エネ目的で使用され、無段階でギアチェンジをすることにより燃費が向上する。2017 年の特殊鋼向け需要量は、自動車生産台数増（前年比 105%）と CVT ベルト比率増の影響を受け、前年比 114%、1,096t と大きく増え、初めて 1,000t を超えた。一方、超硬工具向け需要量は、前年比 98% と 3 年連続して緩やかな減少傾向を示している。

その他には磁性材料、板棒線等に電気コバルトが使用されているほか、触媒やめっき、陶磁器着色、サーミスタ等に各種のコバルト化合物が使用されている。ちなみに、コバルトを含む磁性材料は、フェライト磁石、希土類磁石である。

日本で電気コバルトを生産（国内製錬）しているのは住友金属鉱山社 1 社である。同社では、ニッケルマツト及びミックスサルファイドから電気コバルトを精製している。

硫酸コバルトの国内生産量・輸出入量の統計数値は 2015 年まで無いが、2016 年からその他の硫酸塩（硫酸コバルトを含む）についての統計データが入手可能となった。その他硫酸塩の輸入は財務省貿易統計で、2016 年 12.9 千 t、2017 年 15.6 千 t、2018 年上期で 8.7 千 t と増加傾向にある。（表 4-2 参照）硫酸コバルトの主要用途は LIB 正極材以外に、触媒、めっきがある。

酸化コバルトは、LIB 正極材メーカーで自社消費分を生産している以外には、国内生産はない。輸入された酸化コバルトは、上述した LIB 正極材、特殊鋼以外に、バリスター（半導体抵抗素子）、フェライトなどの電子材料の添加剤及びガラス、セラミックスの着色剤等として利用されている。

水酸化コバルトは国内に生産企業はなく、全量が輸入されており、金属石鹸や触媒原料等で主に使用されている。

塩化コバルトは、塗料、めっき、インキ乾燥剤用原料として利用される。酢酸コバルトは触媒向けに使用されている。

3.価格

図 3 に LME（London Metal Exchange: ロンドン金属取引所）のコバルト地金価格を示す。コバルトは 2010 年 2 月 22 日に LME に上場されている。上場時は 3 か月物のみの取引だったが、2010 年 5 月 19 日から現物取引が開始された。

2010 年時点での登録ブランドは、カナダの Vale Canada、ブラジルの Votorantim Metais、日本の住友金属鉱山、中国の Jinchuan、ウガンダの Kasese、中国の KILK（Jiangsu Cobalt Nickel Metal）、ロシアの Norilsk、ザンビアの Mopani、中国の Yantai Cash の 9 社である。2011 年には中国の Nantong Xinwei、Sichuan Ni&Co Guorun、インドの Nicomet、モロッコの CTT が、2012 年には中国の Guangzhou Yi Hao Umicore、2015 年にはザンビアの Chambishi が加わった。

LME での上場初日の取引量は 90t の成約があったが、その後はほぼ低調に推移している。コバルトの LME 在庫量はニッケルの LME 在庫量と比較すると僅かであるので、LME を用いたコバルトの流動性は極めて低いと推察される。更に LME は投機として利用される場合もある。そのため、価格指標としては殆ど機能しておらず、従来どおり LMB（London Metal Bulletin）価格が指標として用いられている。そのため、図 3（LME 価格）は参考として示す。

2017 年は 2016 年後半の上げ基調が継続、年末には 72,589\$/t と取引所開設以来の最高値を記録した。EV 用電池の需要増を見込んだものと推定される。USGS によれば、二次電池と航空機産業の旺盛な需要、スポット市場での入手難、投機筋の買いにより、2017 年の平均価格が 2016 年の倍になったとされる。

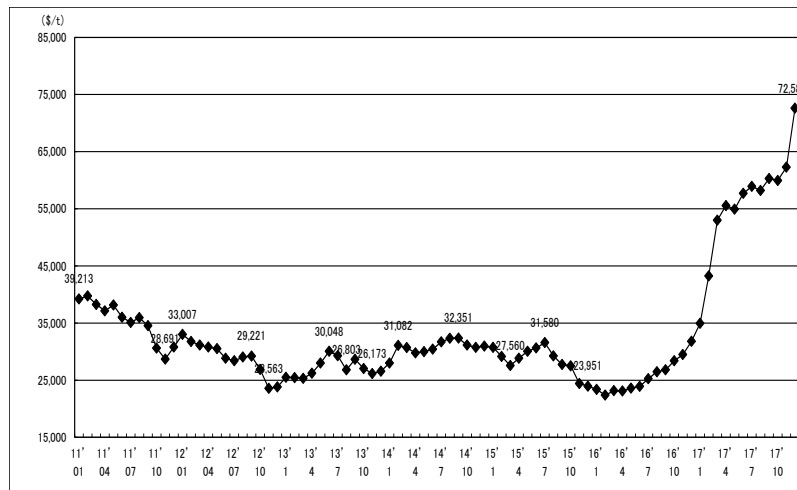


図 3 LME のコバルト地金価格 (MONTHLY AVERAGE)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

コバルトの原料、素材、製品の輸出入数量を表 4-1、表 4-2、図 4-1 に示す。2017 年の輸入量(その他の硫酸塩を除く)は前年比 126%の 11,402t、輸出量は前年比 104%の 5,741tであった。

その他の硫酸塩を除く全輸入量のうち 90%以上をマット・塊・粉が占めている。コバルト地金の原料としては主にミックスサルファイドが輸入されている。化合物としては酸化物が 444t、水酸化物が 322t、塩化物が 6t 輸入されているほか、硫酸コバルトも輸入されている。その他硫酸塩の輸入は財務省貿易統計で、2016 年 12.9 千 t、2017 年 15.6 千 t、2018 年上期で 8.7 千 t と増加傾向にあるが、このうちの程度がコバルト硫酸塩であるかは不明である。

なお、くずには LCO 等からのスクラップやスーパーアロイ、超硬スクラップなどが該当すると推測される。

表 4-1 コバルトの輸出入数量

			単位: 純分t										
原料	鉱石		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
		輸入	—	—	—	—	—	16	0	—	—	0	—
		輸出	0	11	—	—	—	—	—	—	—	5	—
		輸入－輸出	—	—	—	—	—	16	0	—	—	-5	—
素材	マット・塊・粉	輸入	14,210	10,260	12,015	11,746	10,127	9,940	9,854	9,200	8,237	10,371	126%
		輸出	477	1,205	944	813	1,473	1,551	2,106	2,415	3,552	3,489	98%
	くず	輸入	328	240	170	212	77	174	124	158	143	180	126%
		輸出	1,558	1,867	1,882	1,898	1,496	1,397	1,117	1,192	1,303	1,894	145%
	酸化物	輸入	668	392	565	293	667	519	445	282	270	444	165%
		輸出	874	475	336	323	307	243	301	317	406	193	47%
	水酸化物	輸入	247	159	199	227	256	276	228	286	304	322	106%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	塩化物	輸入	7	4	13	15	7	11	14	15	7	6	84%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	輸入	15,461	11,056	12,963	12,492	11,134	10,919	10,666	9,941	8,961	11,323	126%
		輸出	2,908	3,547	3,161	3,034	3,275	3,191	3,524	3,923	5,261	5,576	106%
		輸入－輸出	12,553	7,509	9,802	9,458	7,858	7,728	7,142	6,018	3,700	5,747	155%
製品	製品	輸入	150	106	132	156	123	95	103	91	92	80	87%
		輸出	939	747	959	255	312	307	344	310	232	160	69%
		輸入－輸出	-789	-641	-827	-100	-189	-212	-241	-219	-140	-80	57%
合計		輸入	15,611	11,162	13,095	12,648	11,257	11,030	10,769	10,032	9,053	11,402	126%
		輸出	3,848	4,305	4,120	3,289	3,587	3,498	3,868	4,233	5,494	5,741	104%
		輸入－輸出	11,763	6,857	8,975	9,359	7,669	7,532	6,901	5,799	3,559	5,662	159%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 鉱石 38%、マット・塊・粉およびくず 100%、酸化物 64%、水酸化物 63%、塩化物 24%

※原料は鉱石、素材はマット・塊・粉、くず、酸化物、水酸化物、塩化物、製品は製品による。

※貿易統計上は「マット・塊・粉・くず以外」を「製品」と定義している。

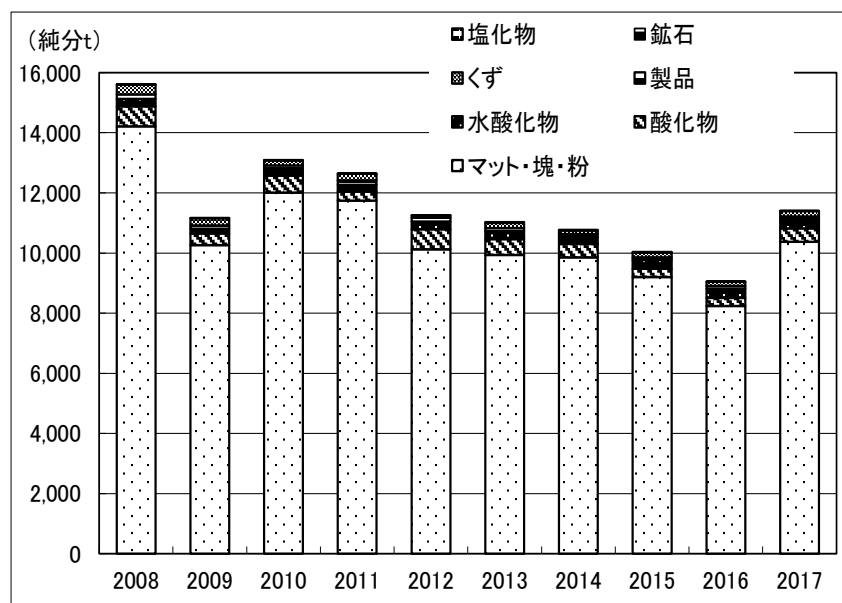


図 4-1 コバルトの輸入数量

表 4-2 その他硫酸塩(硫酸コバルトを含む)輸入数量

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	純分t 17/16比
—	—	—	—	—	—	—	—	12,895	15,624	121%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率: 20%

(注)HSコードは“硫酸塩、ミョウバン及びペルオキシ硫酸塩(過硫酸塩)”との記載であるが、その内どの程度が硫酸コバルトかどうか不明である。

4-2 輸出入相手国

4-2-1 マット・塊・粉

マット・塊・粉の輸出入相手国を表 4-3、また同輸入相手国を図 4-2 に示す。2017 年の輸入量は前年比 126%の 10,371t であった。

輸入相手国の構成比はフィンランドが全体の 47%を占め、次いでカナダが 25%、ザンビアが 9%、ノルウェーが 6%、豪州が 3%である。輸出は米国、中国、ベルギー向けが中心であり、3 か国で全体の 81%を占めている。

表 4-3 マット・塊・粉の輸出入相手国

		単位: 純分t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸入	フィンランド	4,938	3,763	4,333	4,979	4,890	4,103	4,750	4,164	3,899	4,828	124%	47%
	カナダ	2,722	2,069	1,610	2,009	1,864	1,472	1,735	2,209	2,292	2,558	112%	25%
	ノルウェー	1,602	810	1,085	1,024	438	602	403	330	318	882	277%	9%
	ザンビア	847	186	1,029	927	1,033	755	924	894	436	577	132%	6%
	モロッコ	55	79	58	270	223	210	278	232	225	346	154%	3%
	中国	235	71	182	149	87	135	171	155	175	285	163%	3%
	マダガスカル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	-	2%
	ベルギー	395	161	369	317	265	224	206	195	165	186	113%	2%
	豪州	2,568	2,186	2,384	1,422	844	1,629	804	341	297	148	50%	1%
	米国	471	476	349	265	228	271	267	281	133	104	78%	1%
	その他	378	458	617	384	257	540	316	399	213	243	114%	2%
合計		14,210	10,260	12,015	11,746	10,127	9,940	9,854	9,200	8,237	10,371	126%	100%
輸出	米国	148	296	200	201	594	922	1,103	978	1,711	1,432	84%	41%
	中国	132	537	500	315	606	349	337	509	1,033	758	73%	22%
	ベルギー	5	43	37	86	152	136	396	496	390	645	165%	18%
	モロッコ	-	-	-	-	-	-	-	-	116	351	302%	10%
	豪州	-	-	-	5	-	-	52	123	60	70	117%	2%
	韓国	65	76	74	63	71	72	74	67	68	70	102%	2%
	台湾	12	11	1	10	13	8	3	19	54	31	57%	1%
	英国	15	74	15	31	12	17	36	4	1	3	280%	0%
	その他	99	167	118	106	26	49	157	342	295	129	44%	4%
合計		477	1,205	944	813	1,473	1,551	2,106	2,415	3,552	3,489	98%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: マット・塊・粉 100%

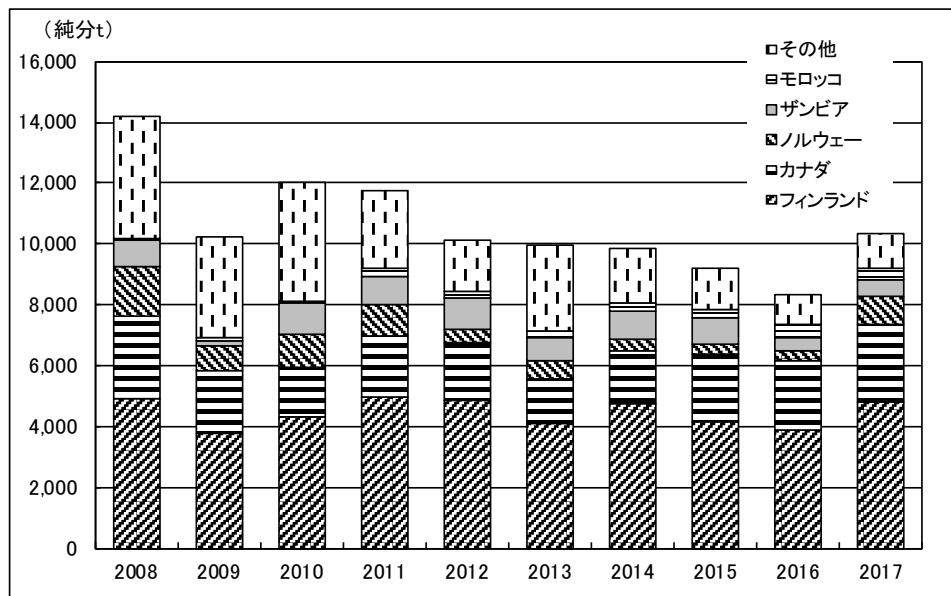


図 4-2 マット・塊・粉の輸出相手国

4-2-2 その他のコバルト硫酸塩

2016年より財務省の統計に採用されたその他のコバルト硫酸塩の輸入相手国を表4-4、また同輸入相手国を図4-3に示す。2017年の輸入量は前年比121%の15,624tであった。因みに2018年上半期だけで8,742tと引き続き増加傾向である。

輸入相手国の構成比は韓国が全体の53%を占め、次いで中国が37%を占めている。

表 4-4 硫酸コバルトを含む硫酸塩の輸入相手国

単位：純分t												17/16比	構成比
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
韓国	—	—	—	—	—	—	—	—	5,511	8,235		149%	53%
中国	—	—	—	—	—	—	—	—	5,517	5,792		105%	37%
フィンランド	—	—	—	—	—	—	—	—	979	839		86%	5%
台湾	—	—	—	—	—	—	—	—	546	456		84%	3%
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	342	301		88%	2%
合計	—	—	—	—	—	—	—	—	12,895	15,624		121%	100%

出典：財務省 貿易統計

純分換算率：硫酸コバルト 20%

(注)HSコードは“硫酸塩、ミョウバン及びペルオキソ硫酸塩(過硫酸塩)”との記載であるが、その内どの程度が硫酸コバルトかどうか不明である。

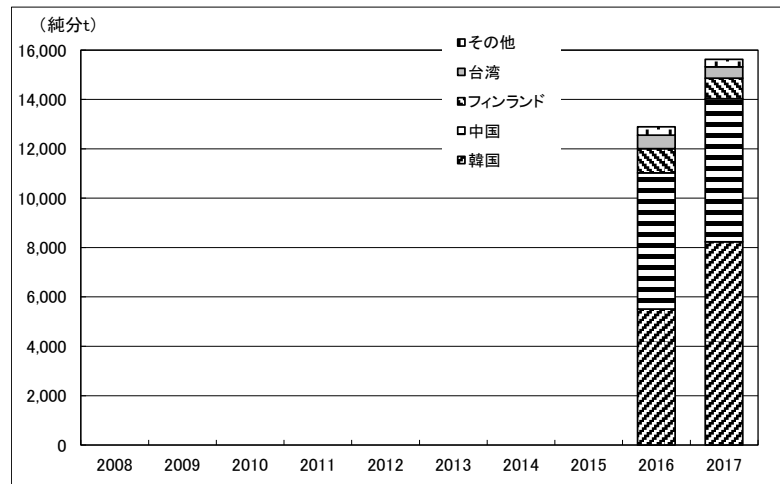


図 4-3 硫酸コバルトを含む硫酸塩の輸入相手国

4-3.輸出入価格

4-3-1 マット・塊・粉

コバルトの原料、素材、製品の輸出入価格動向を表 4-5、図 4-4、図 4-5 に示す。2017 年の平均輸入価格は製品が前年比 107%と増加、全ての素材の平均輸入価格も前年比 151～194%と軒並み大幅に前年を上回った。また、平均輸出価格も全ての品目で前年を大きく上回った。

表 4-5 コバルトの平均輸出入価格

単位：\$/kg													17/16比
原料	鉱石	輸入	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
		輸出	—	—	—	—	—	3,928	—	—	—	—	—
素材	マット・塊・粉	輸入	81	36	42	38	32	28	32	31	27	52	194%
		輸出	64	31	38	38	30	26	28	26	23	44	195%
	くず	輸入	35	18	19	19	13	5	9	9	8	13	175%
		輸出	18	7	11	9	7	6	7	6	5	12	238%
	酸化物	輸入	64	33	35	32	27	24	25	25	22	40	183%
		輸出	53	45	35	30	19	16	14	9	6	14	225%
	水酸化物	輸入	54	32	30	27	22	20	20	20	17	27	158%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	塩化物	輸入	20	9	10	9	9	8	8	8	7	11	151%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
製品	製品	輸入	155	103	104	106	141	122	119	105	128	137	107%
		輸出	137	77	71	157	94	90	93	55	48	66	139%

出典：財務省 貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

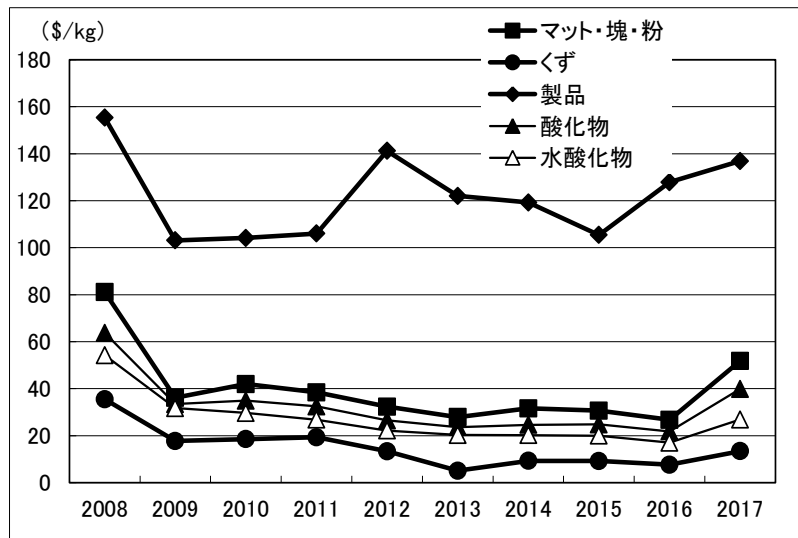


図 4-4 コバルトの平均輸入価格

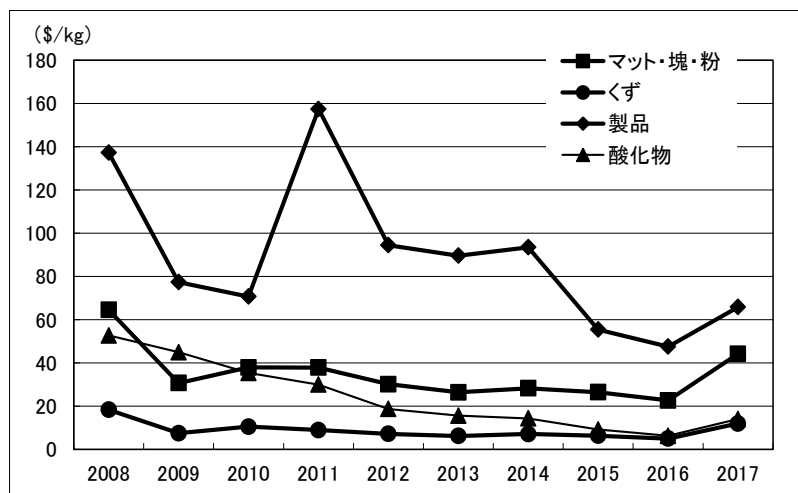


図 4-5 コバルトの平均輸出価格

4-3-2 その他硫酸塩(HSコード:283329900、硫酸コバルトを含む)

その他硫酸塩(コバルト硫酸塩を含む)の輸入価格動向を表 4-6 に示す。2017 年の平均輸入価格は前年比 152%と増加、2018 年上半期は 12.29\$/kg と 2017 年の倍の価格を付けている。LIB の需要と関連あるかどうか詳細は今後の課題である。

表 4-6 硫酸コバルトを含む硫酸塩の平均輸入価格

単位: \$/kg									
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	6.1
									152%

出典: 財務省 貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

(注) HSコードは“硫酸塩、ミョウバン及びペルオキソ硫酸塩(過硫酸塩)”との記載であるが、その内どの程度が硫酸コバルトかどうか不明である。

5.リサイクル

コバルトのリサイクル率を表 5 に示す。リサイクル率を以下のように定義し、触媒資源化協会会員統計から、コバルトのリサイクル率を推計した。

2017 年のリサイクル率は 3.4%となるが、上記統計の対象外でもリサイクルが行われていることから、実際のリサイクル率はもっと高いと思われる。コバルトは触媒、特殊鋼から回収されている。特殊鋼からの回収分は製造工程中のスクラップであり、特殊鋼の工程内で再利用されるかもしくは輸出されている。LIB のリサイクルについては検討されており、技術的及び採算性の点から改良の余地があると言われているものの^{2,3}、将来に備え積極的な取り組みが必要である^{4,5}。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内生産量}) + (\text{国内リサイクル量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 国内生産量は、ニッケルマット及びミックスサルファイドからの地金生産量。

表 5 コバルトのリサイクル率

		単位: 純分t							
区分	内訳	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
見掛消費量	国内生産	2,007	2,541	2,747	3,654	4,259	4,305	4,159	
	国内	63	46	53	87	242	313	344	
	リサイクル								
	触媒から回収	0	0	0.5	0	0	0	0	
	原料・素材 輸入－輸出	9,458	7,858	7,728	7,142	6,018	3,700	5,747	
	合計(1)	11,528	10,446	10,529	10,883	10,519	8,318	10,250	
リサイクル量	二次電池、特殊鋼から回収	63.0	46.4	53.3	86.9	241.5	313	344	
	触媒から回収	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0	0	
	合計(2)	63	46	54	87	242	313	344	
リサイクル率 ②/①		0.5%	0.4%	0.5%	0.8%	2.3%	3.8%	3.4%	

出典: 財務省 貿易統計、触媒資源化協会

² http://www.cjc.or.jp/comment/pdf/senshinjirei/h26/15_sys_13.pdf、3R 先進事例発表会－リチウムイオン電池からのレアメタルリサイクル、JX 日鉱日石金属株式会社

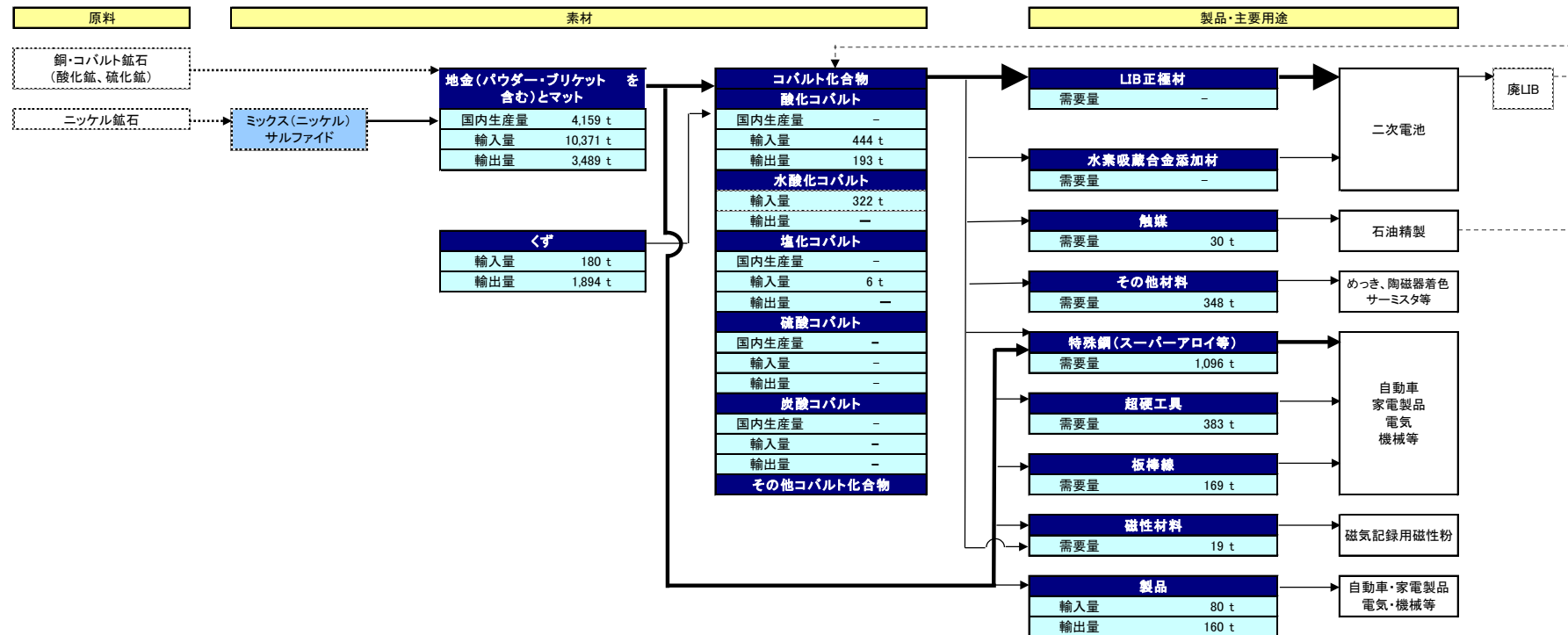
³ http://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/c00/C0000000H28/170227_Rare_metal_2nd/Rare_metal_2nd_02.pdf、コバルトを濃縮することは可能ではあるが、国内ではコバルト純度やコスト的な問題からコバルト濃集物から金属コバルトは回収されず、コバルト濃集物は海外へ流出することが多い状況である。

⁴ http://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/jidosha_wg/pdf/046_03_02.pdf、次世代車の適正処理・再資源化の取組状況、一般社団法人日本自動車工業会

⁵ http://www.cjc.or.jp/cjc_news/30syshyo/h30_sys_hapyou.pdf#page=10、レアメタルリサイクル賞「リチウムイオン電池の高度リサイクル」

6.マテリアルフロー

コバルトのマテリアルフロー(2017年)



※()の企業は自社消費生産

※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された原料・素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※純分換算率：鉱石38%、酸化物64%、水酸化物63%、塩化物24%

注)「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」:四捨五入して表の最小単位未満である。

クロム Cr

【用途】 鉄の脱酸・脱硫や特性向上、耐熱合金等利用される

ステンレス鋼やクロムめっき、さらに耐熱合金(スーパーアロイ)、耐火レンガなど、工業用に広く使われている金属である。全消費量の約 95% はステンレスなどの特殊鋼へ主にフェロクロムの形で添加される。金属クロムの主用途は耐熱合金(スーパーアロイ)でタービンブレード(発電、航空機エンジン)、化学プラントなどに使われるほか、ハードディスクや液晶パネル用などのスパッタリング・ターゲット材、アルミ合金・銅合金、溶接・溶射材料の添加剤としても使用されている。各種クロム化合物はクロムメッキ、顔料、皮革なめし剤、耐火物、触媒などの用途に使用されている。

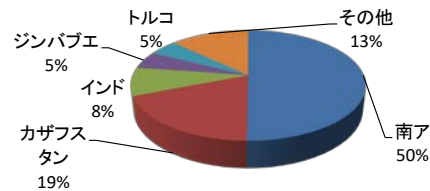
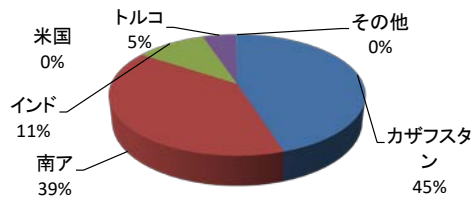
【特性】

- ・金属クロムはプラチナに似た光沢を持つ
- ・常温空気中や酸素・塩素に侵されない
- ・単独で産出せず化合物の形で産出

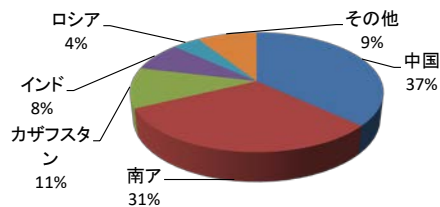
【資源国と生産国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計 出典:USGS2018、WBMS2018、USGS2015)

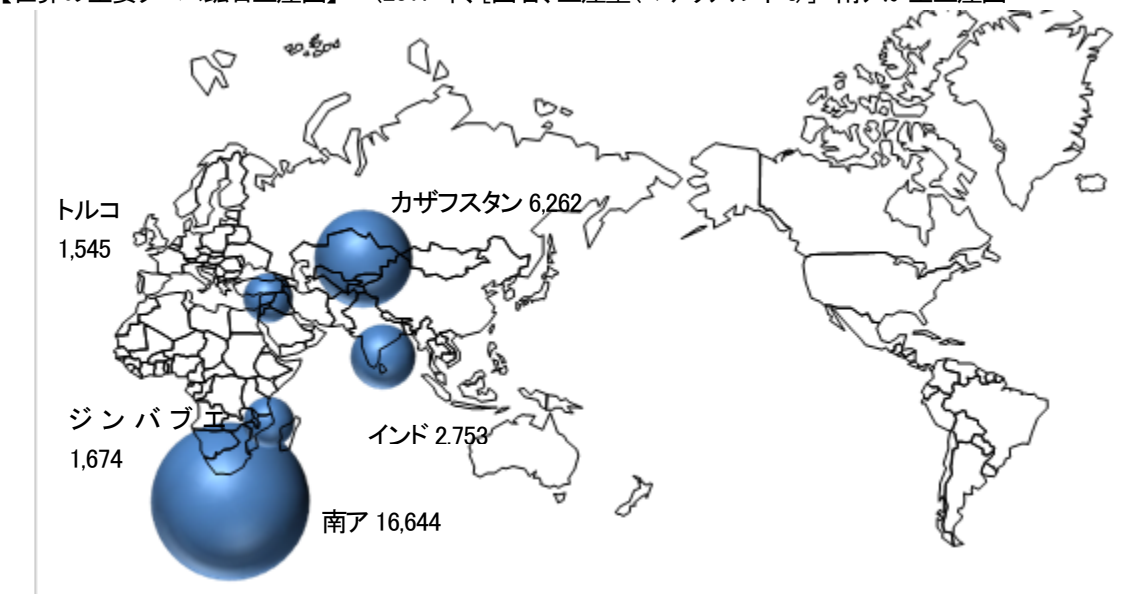
国別鉬石埋蔵量(2017 年 合計 510,000 マテリアル千 t) 国別鉬石生産量(2017 年 合計 33,185 マテリアル千 t)



国別高炭素フェロクロム生産量 (2015 年 合計 12,000 マテリアル千 t) USGS2016 以降の統計データなし



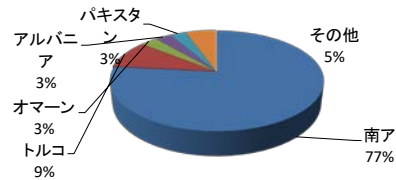
【世界の主要クロム鉬石生産国】 (2017 年、[国名、生産量(マテリアル千 t)] 南アが主生産国)



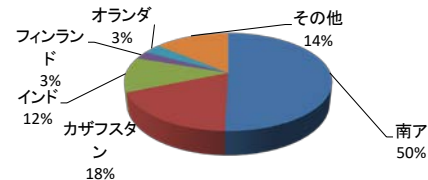
【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界(数値はマテリアル千 t)

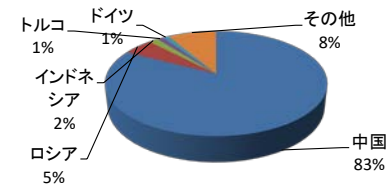
クロム鉱石主要輸出国(2017 年 合計 15,304 千 t)



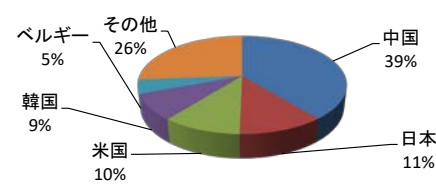
フェロクロム(高炭素+低炭素)主要輸出国(2017 年 合計 7,115 千 t)



クロム鉱石主要輸入国(2017 年 合計 16,764 千 t)



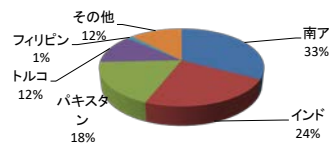
フェロクロム(高炭素+低炭素)主要輸入国(2017 年 合計 6,808 千 t)



■日本(数値は純分千 t)

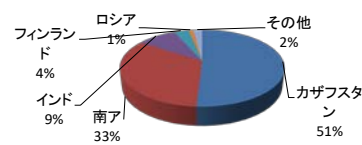
鉱石主要輸入相手国

(2017 年合計 15.0 千 t)



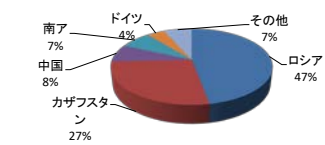
高炭素フェロクロム輸入相手国

(2017 年合計 431.2 千 t)

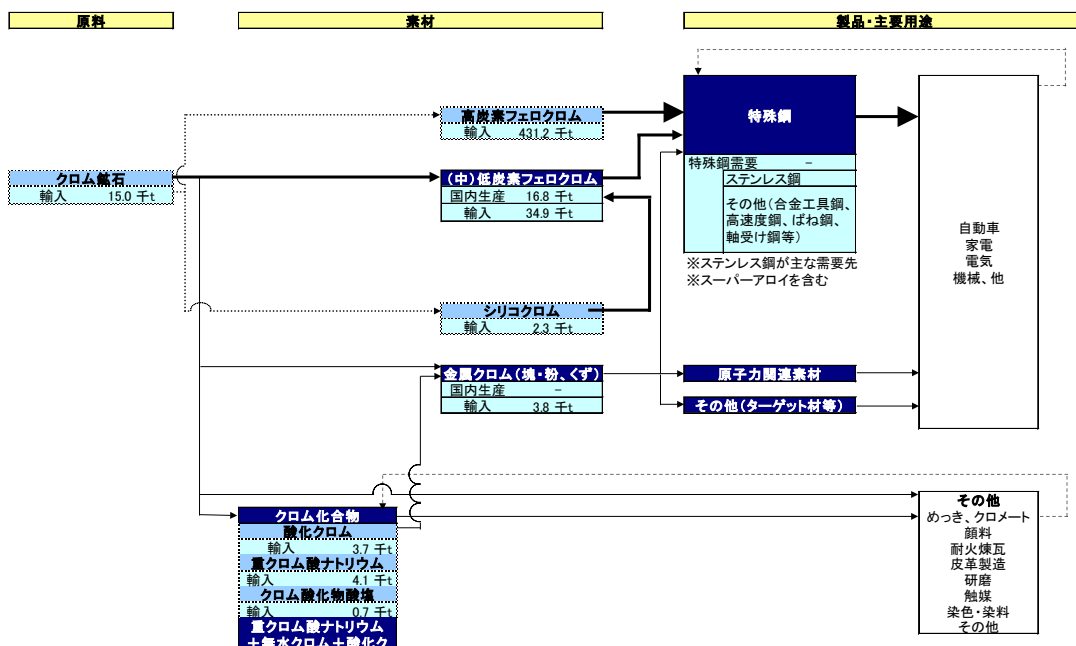


低炭素フェロクロム輸入相手国

(2017 年合計 34.9 千 t)



【鉱石生産から製品まで】



【概要】

- ・世界の粗鋼生産量の増加により、2017 年のクロム鉱石の生産量は前年比 110%と増加した。南アとカザフスタンが鉱石生産量を増やすとともに、ジンバブエも鉱石生産量を大幅に増やした。中国は南アからクロム鉱石を大量に輸入するとともに、前年の 7 倍強と生産量を増やしたジンバブエからも鉱石を輸入している。
- ・国内においては、ステンレスを含む特殊鋼の生産量の増加に対応して、クロム供給量は前年比 104%と増加した。クロム原料として主に高炭素フェロクロムがカザフスタンと南アから輸入されている。
- ・南アのクロム生産大手 Samancor 社への日本企業による出資により、年間 400 マテリアル千 t のフェロクロムの引き取り権を有している。

1. 特性・用途

クロムは銀白色の硬い金属で、空気中の酸素と反応して酸化被膜を形成するため錆びにくい。常温では非常に安定しているが、高温では硫黄、酸素、ホウ素などの多くの非金属と反応する。酸化形態により、さまざまな色調を持つ。

クロムは単独で産出することなく、必ず化合物の形で産出する。主なクロム鉱石として、クロム鉄鉱(FeCr_2O_4)、クロム苦土鉱(MgCr_2O_4)、紅鉛鉱(PbCrO_4)、クロムザクロ石($\text{Ca}_3\text{Cr}(\text{SiO}_4)_3$)等がある。

クロム製品として重要なものはフェロクロム(以下、FeCr)であり、クロムの全消費量の約95%を占める。FeCrは炭素含有量により、高炭素FeCrと低炭素FeCrがあり、財務省貿易統計では、炭素含有量4%超を高炭素FeCr、4%超以外の含有量のものを低炭素FeCrと定義している。高炭素FeCrは主にステンレスの製造に使用され、低炭素FeCrは、ステンレス鋼以外の特殊鋼の製造に使用されている。高炭素FeCrは、クロム鉱石を電気炉に投入し、コークス(還元剤)及び石灰石(フラックス)を添加して製造され、低炭素FeCrは、還元剤に炭素、珪素あるいはアルミニウムが使われる。金属クロムは酸化クロムをアルミニウム等で還元するテルミット法やクロム鉱石を(またはFeCr)を酸で溶解後、電気分解により高純度の金属クロムを得る電解法により製造される。

クロムは、ステンレス鋼、合金工具鋼、高速度鋼、ばね鋼、軸受鋼等の各種特殊鋼に必要な金属で、主にFeCrの形態で添加される。ステンレス鋼はクロムが酸素と結びつき「不動態被膜」と呼ばれる自己再生可能な薄い保護被膜を表層に形成することで錆びにくい材料となる。そのため、ステンレス鋼は様々な用途に利用されている。建築用途では、屋根材、内装、外装、構造材等、土木用途では、トンネル内装材、ダム、貯水槽、プール槽、太陽熱利用機器等、家電用途では洗濯機、冷蔵庫、電気食器洗浄機、炊飯器等、厨房用途では、流し台、鍋、食器、スプーン等、輸送機器では、鉄道車両、自動車、自転車、オートバイ、飛行機等、精密機器用途では、IT機器やカメラボディ等、産業機器用途では、化学プラント、食品加工機器、ビール貯蔵タンク、原子力発電、熱交換器、ろ過器等に利用されている。その他にも、物干し竿や門扉、郵便受け箱、はさみ、灰皿、花瓶等の家庭用品や、ゴルフ用品、スキー用品、釣り道具等のレジャー用品にも利用されている。

金属クロムの主要用途は耐熱合金への添加であり、航空機エンジンのローター、発電用タービンブレード、化学プラント、原子力関係素材等に使われている。他には、ハードディスク用や液晶パネル用などのスパッタリングターゲット材、アルミ合金・銅合金への添加剤、溶接・溶射材料の添加剤としても使用されている。

クロム化合物の中で、酸化クロムは顔料や、研磨剤、耐火煉瓦の原料等に利用されている。また重クロム酸ナトリウムは、皮革なめし剤の原料、染色、金属表面処理(めっき液の主剤や、クロメート処理液の主剤)、有機合成の触媒等にも利用されている。

2 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のクロム鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界の生産量はマテリアル t で前年比 110%の 33,185 千 t であり、南アはその内 50%を占めている。鉄鋼生産量の増加により、生産量が上位の国のうち、前年に対して、南アとカザフスタンは生産量をともに前年比 113%と増やし、ジンバブエも生産量を 739%と大きく増やした。一方、インドとトルコは生産量が減少した。中国は南アとジンバブエから大量の鉱石を輸入している。

南アでは、Bushveld 複合岩体に、多くのクロム鉄鉱層が存在し、その中の UG2 層はクロム鉱石を含む白金族鉱床で、白金族金属回収の副産物からクロム鉱石が採取される。UG2 クロム鉱石を含む白金族鉱山でのストライキが 2014 年 1～6 月に発生した影響で、2015 年の生産量は大きく増加した。2016 年は価格低下による生産調整により、前年比 94%の減少となったが、2017 年は市況の回復により、前年比 113%と増加した。

インドでは鉱業権の更新問題で 2015 年は生産量が鈍化し、2016 年は 2014 年のレベルまで回復したが、2017 年は前年比 82%と減少した。

表 2-1 世界のクロム鉱石の生産量

単位：マテリアル千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
南ア	10,300	6,866	10,820	10,762	11,310	13,645	14,029	15,653	14,708	16,644	113%	50%
カザフスタン	4,207	4,678	5,092	5,059	3,934	5,255	5,410	5,383	5,546	6,262	113%	19%
インド	4,110	3,711	3,978	3,783	3,297	2,753	3,368	2,612	3,351	2,753	82%	8%
ジンバブエ	443	194	517	599	410	355	406	211	226	1,674	739%	5%
トルコ	2,206	1,565	2,461	2,901	3,295	4,141	6,611	2,515	2,025	1,545	76%	5%
フィンランド	614	247	598	693	452	982	1,035	946	1,071	972	91%	3%
ブラジル	664	365	520	543	473	486	717	700	700	700	100%	2%
アルバニア	206	269	323	350	361	530	684	640	727	603	83%	2%
オマーン	784	637	865	634	400	687	711	491	447	564	126%	2%
ロシア	913	416	400	400	400	360	380	503	503	503	100%	2%
パキスタン	447	157	511	440	472	492	329	306	281	326	116%	1%
イラン	269	275	350	330	448	428	494	392	420	292	70%	1%
マダガスカル	113	133	135	67	112	118	113	170	113	210	185%	1%
その他	269	183	331	455	519	496	160	52	49	138	279%	0%
合計	25,545	19,694	26,900	27,016	25,882	30,726	34,447	30,574	30,167	33,185	110%	100%

出典：World Bureau of Metal Statistics「World Metal StatisticsYearbook 2018」 CHROMIUM World Mine Production

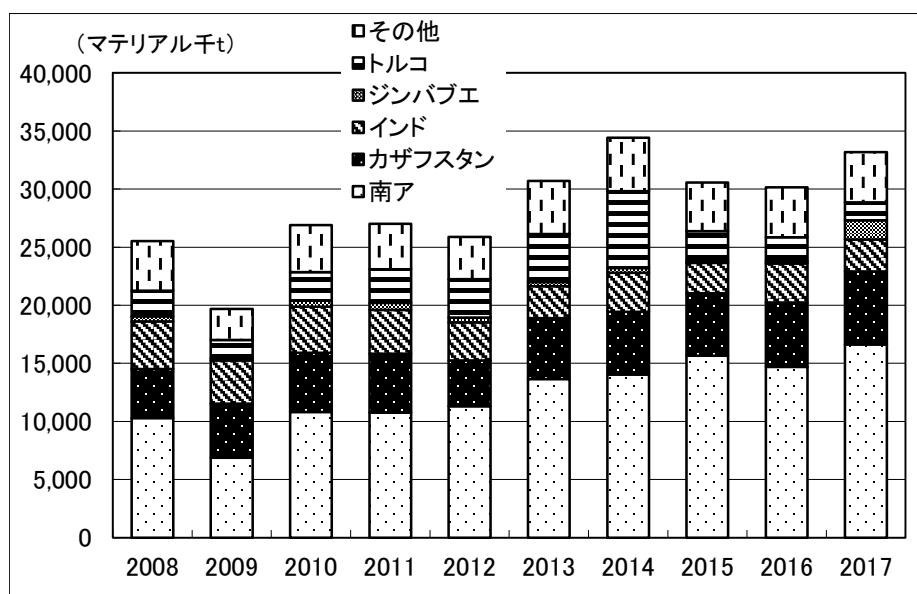


図 2-1 世界のクロム鉱石の生産量

2-2 国内の需給動向

2-2-1.フェロクロム (FeCr)

FeCr の主要用途はステンレス鋼であり、業界関係者によれば FeCr 需要量の 80%がステンレス鋼向けと見られる。その他の需要先はステンレス鋼以外の特殊鋼である。

クロムの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。また参考として、国内 FeCr の生産量を表 2-3 に示す。2017 年

の供給量は前年比 104%の 483 千 t であった。これは国内の特殊鋼生産量の増加に対応している。

2017 年の FeCr の輸出量は前年比 154%と増加した。

表 2-2 の「供給－需要」について、2014 年以降、消費量のデータはないが、それ以前は、過去数年に亘り供給が需要を上回っていた。その理由としては、クロム鉱石の在庫分を考慮しておらず、またクロム鉱石の製鋼における直接投入分が需要に計上されていないことが挙げられる。また輸入シリコクロム（以下、SiCr）は低炭素 FeCr 原料として使用されている。

高炭素 FeCr が需要のメインであるが、日本では 2003 年に高炭素 FeCr の製造から撤退したので、2004 年から国内生産はゼロとなり、輸入品のみとなっている。日本では低炭素 FeCr のみ、特殊用途用に生産されている。

自動車用途は電気自動車(EV)の比率が上がると、耐熱性能の必要な部品が不要になり、特殊鋼の消費量は減少する。一方、燃料電池車(FCV)のタンクや配管、燃料電池のセパレーター用に高圧の水素に耐えるステンレス鋼が開発されており、FCV の比率が上がるとステンレス鋼の消費量が増える可能性がある。

また今後の人口減により、インフラのメンテナンスコストを下げるために、メンテナンスフリーが望まれ、メンテナンスに手間がかからないインフラ設備の導入が増加すれば、ステンレスの需要が増加すると期待されている。例えば、住宅用、ビル用のステンレス需要が増えると期待されている。

表 2-2 クロムの国内需給

単位：純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	①鉱石輸入 ¹⁾	52	36	42	37	16	15	30	16	21	15	71%
	②FeCr 輸入 ¹⁾	高炭素	516	239	442	411	407	451	407	415	431	104%
		低炭素	49	14	27	37	32	31	40	33	27	129%
		SiCr	2.0	1.3	2.0	1.7	2.7	2.0	2.1	1.8	2.3	87%
	小計	567	254	471	480	445	440	493	442	445	468	105%
	③合計	620	290	513	518	461	455	523	458	466	483	104%
需要	④FeCr 消費 ²⁾	高炭素	388	275	378	344	384	392	—	—	—	—
		低炭素	33	21	29	33	31	34	—	—	—	—
		SiCr	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
		小計	421	296	408	377	415	426	—	—	—	—
	⑤FeCr 輸出 ¹⁾	高炭素	0.07	0.03	0.04	0.11	0.04	0.01	0.04	0.04	0.08	123%
		低炭素	2.0	1.0	2.4	2.4	1.7	0.9	2.0	2.0	1.7	155%
		SiCr	—	0.002	0.018	0.004	—	—	0.0	0.0	—	—
		小計	2.1	1.1	2.4	2.5	1.8	0.9	2.0	2.0	1.8	154%
	⑥合計	423	297	410	380	417	427	—	—	—	—	—
	⑦供給－需要(③－⑥)	196	—7	103	138	44	28	—	—	—	—	—

出典：1) 財務省貿易統計、2) 経済産業省鉄鋼・非鉄金属統計

純分換算率(2011年以前)：鉱石36%、高炭素FeCr51%、低炭素FeCr(2010年以前70%、2011年72.4%)

純分換算率(2012年以降)：鉱石(インド39%、トルコ34.2%、南ア24.6%、その他34.2%)、高炭素FeCr59.1%、低炭素FeCr70%

※1) 2011年以降の金属クロム国内生産は少量と推定される。

※2) 2012年はFeCrの純分換算率を見直したため、マテリアルtと純分tでの数量の推移がリンクしていない場合がある。

※2014年経済産業省鉄鋼・非鉄金属統計の調査票改正に伴い、フェロクロム消費はその他のフェロアロイに統合された。

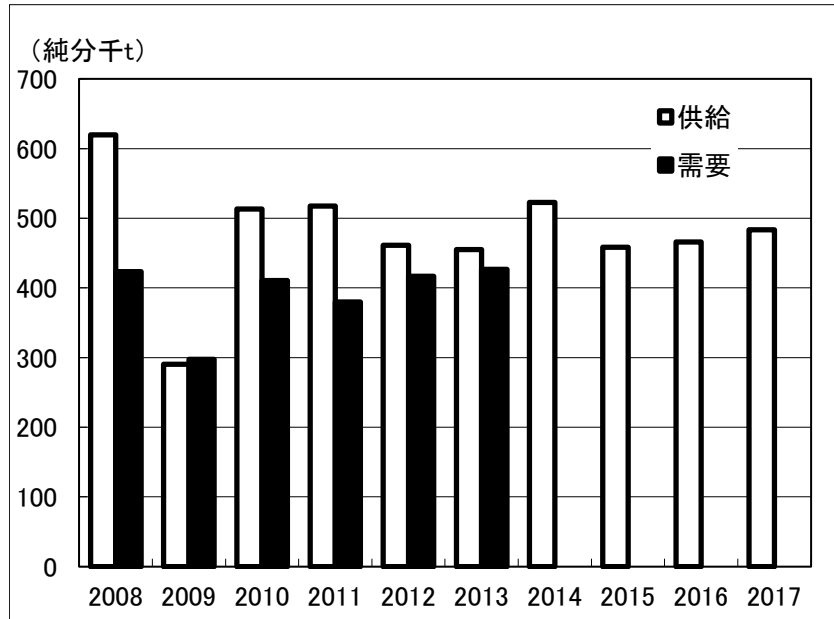


図 2-2 クロムの国内需給

表 2-3 FeCr の国内生産量

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
FeCr 国内生産	高炭素	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	低炭素	10	5	11	12	14	15	15	16	16	17	102%
	SiCr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	小計	10	5	11	12	14	15	15	16	16	17	102%

出典: 経済産業省 鉄鋼・非鉄金属統計

*1 2014年及び2015年: フェロアロイ協会推計値

純分換算率(2011年以前): 高炭素FeCr51%、低炭素FeCr2010年以前70%、2011年72.4%

純分換算率(2012年以降): 高炭素FeCr59.1%、低炭素FeCr70%

2-2-2 金属クロム

金属クロムの国内における主要用途は、ジェット機エンジンのローター、タービン等の耐熱性を要求される部材や超耐熱工具等である。その他、数量としては僅かだが、原子力発電関連でも利用されている。

2-2-3 クロム化合物

クロム塩類の主要用途は金属表面処理(メッキ液の主剤や、クロメート処理液の主剤)、その他に顔料、窯業(耐火煉瓦の原料等)、皮革(クロム皮なめし剤の原料)にも使用される。

3 輸出入動向

3-1 輸出入動向

クロムの輸出入数量を表 3-1、輸入数量を図 3-1 に示す。2017 年の輸入量は前年比 104%の 496 千 t、輸出量は前年比 128%の 4.7 千 t であった。クロムの輸入は特殊鋼生産のピークと同様に 2006 年頃にピークに達した後、リーマンショックで大きく落ち込み、その後、回復したものの 2006 年頃のピークを越えることはない。

輸入では、高炭素 FeCr の輸入量が最も多く、輸入量の 87%を占める。次に数量は少ないが、低炭素 FeCr や鉍石が続く。FeCr 及び鉍石は鉄鋼製品添加材及びその生産原料として使用される。

2017 年の鉍石輸入量は前年比 71%の 15.0 千 t であった。2012 年以降、輸入量が大きく減少したが、その後、15～30 千 t の間で変動している。

塊・粉(金属クロム)の2017年輸入量は前年比103%の3.81千t、輸出量は同141%の0.28千tであった。
高炭素FeCrの2017年の輸入量は前年比104%の431千tと増加した。低炭素FeCrの2017年輸入量は同129%の34.9千tであった。この低炭素FeCrは製鋼メーカーが輸入しているものである。2017年の低炭素FeCr輸出量は同155%の2.6千tであった。SiCrの輸入量は同87%の2.34千tであった。

表 3-1 クロムの輸出入数量

単位：純分千t															
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比		
原料	鉬石		輸入	52.4	36.1	42.1	37.3	15.7	14.8	30.2	16.3	21.0	15.0	71%	
			輸出	0.13	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	350%
			輸入－輸出	52.3	36.1	42.1	37.3	15.7	14.8	30.2	16.3	21.0	15.0	71%	
素材	金属クロム	塊・粉	輸入	4.53	1.80	3.82	3.51	3.13	3.42	3.98	3.49	3.71	3.81	103%	
		輸出	0.12	0.10	0.13	0.09	0.10	0.04	0.14	0.21	0.20	0.28	141%		
	くず	輸入	0.06	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.03	72%		
		輸出	0.21	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.06	0.03	0.03	97%		
	フェ クロ ム	高炭素 FeCr	輸入	515.9	238.7	441.8	441.6	411.1	406.7	450.9	406.6	415.3	431.2	104%	
		輸出	0.07	0.03	0.04	0.11	0.04	0.01	0.04	0.04	0.08	0.10	123%		
	低炭素 FeCr	輸入	49.3	14.1	27.3	37.1	31.5	31.4	39.8	33.4	27.1	34.9	129%		
		輸出	2.0	1.0	2.4	2.4	1.7	0.9	2.0	2.0	1.7	2.6	155%		
	SiCr	輸入	2.02	1.34	2.01	1.69	2.72	2.03	2.07	1.84	2.70	2.34	87%		
		輸出	0.00	0.00	0.02	0.00	－	－	－	0.00	0.00	－	－		
	クロ ム 化 合 物	酸化クロム	輸入	2.60	1.49	2.52	2.80	2.81	2.75	3.42	3.99	4.58	3.73	81%	
		輸出	2.72	1.35	2.20	2.03	1.50	1.12	1.49	1.46	1.46	1.38	95%		
	重クロム酸ナ トリウム	輸入	9.65	5.55	6.88	7.10	3.65	4.59	4.28	4.24	3.46	4.06	117%		
		輸出	0.04	0.02	0.03	0.07	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	95%		
	クロム酸化 物酸塩	輸入	0.96	0.47	0.80	0.74	0.71	0.81	0.85	0.82	0.75	0.70	94%		
		輸出	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.02	0.04	0.07	0.13	0.20	159%		
	小計		輸入	585.0	263.5	485.2	494.5	455.7	451.8	505.3	454.4	457.7	480.8	105%	
			輸出	5.2	2.6	4.9	4.7	3.5	2.1	3.7	3.9	3.6	4.6	129%	
			輸入－輸出	579.8	260.9	480.3	489.8	452.2	449.7	501.6	450.6	454.1	476.2	105%	
	小計		輸入	637.4	299.6	527.3	531.8	471.4	466.6	535.5	470.8	478.7	495.8	104%	
			輸出	5.4	2.6	4.9	4.7	3.5	2.1	3.7	3.9	3.6	4.6	129%	
			輸入－輸出	632.1	297.0	522.4	527.1	467.9	464.4	531.8	466.9	475.1	491.2	103%	
製品	クロム製品		輸入	0.10	0.09	0.40	0.65	0.20	0.15	0.22	0.27	0.23	0.28	123%	
			輸出	0.31	0.09	0.13	0.09	0.06	0.01	0.07	0.04	0.04	0.03	79%	
	クロム化合物 顔料		輸入	0.46	0.20	0.27	0.24	0.22	0.22	0.20	0.19	0.15	100%		
			輸出	0.18	0.18	0.19	0.17	0.09	0.01	0.04	0.05	0.05	0.06	118%	
	小計		輸入	0.56	0.29	0.67	0.88	0.42	0.37	0.43	0.46	0.38	0.43	114%	
			輸出	0.49	0.27	0.32	0.26	0.15	0.03	0.11	0.08	0.08	0.08	101%	
			輸入－輸出	0.07	0.02	0.35	0.62	0.27	0.35	0.31	0.38	0.29	0.34	118%	
合計		輸入	638.0	299.9	528.0	532.7	471.8	466.9	535.9	471.2	479.0	496.2	104%		
		輸出	5.8	2.9	5.2	5.0	3.7	2.2	3.8	4.0	3.7	4.7	128%		
		輸入－輸出	632.2	297.0	522.8	527.7	468.1	464.8	532.1	467.3	475.3	491.5	103%		

出典：財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前)

鉬石：36%

高炭素FeCr：南ア50%、カザフスタン70%、インド60%、その他60%

低炭素FeCr：南ア58%、カザフスタン67%、中国55%、その他70%、SiCr：35.5%

クロム製品：68%、酸化Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：34.8%、クロム酸化物：68.4%、クロム顔料：20%

純分換算率(2012年以降)

鉬石：インド39%、トルコ34.2%、南ア24.6%、その他34.2%

高炭素FeCr：南ア50%、カザフスタン70%、インド60%、その他60%

低炭素FeCr：南ア60%、カザフスタン70%、中国55%、その他70%、SiCr：35.5%

クロム製品：68%、酸化Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：39.7%、クロム酸化物：68.4%、クロム顔料：20%

※原料は鉬石、素材は塊・粉、くず、高炭素FeCr、低炭素FeCr、SiCr、酸化クロム、重クロム酸ナトリウム、クロム酸化物酸塩を示す。製品とはクロム製品、クロム化合物顔料による。

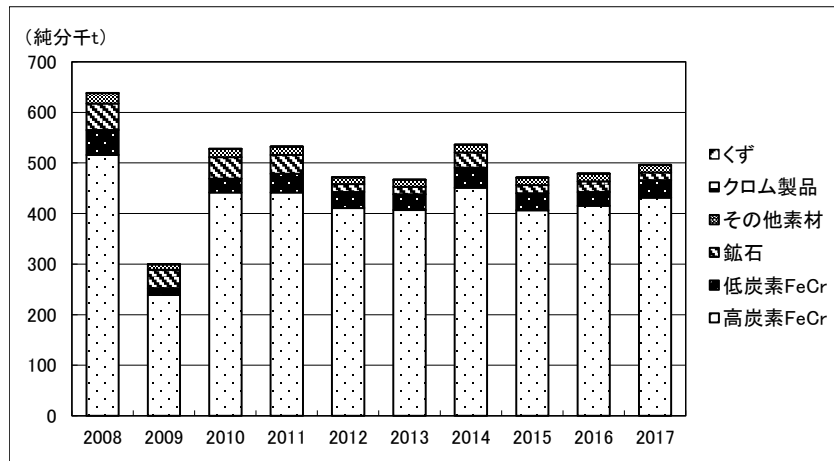


図 3-1 クロムの輸入数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. 鉍石

鉍石の輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。2015 年はインドの輸出規制(資源保護政策)により、同国からの鉍石輸入量がなかったが、2016 年は 9.5 千 t に回復した後、2017 年は 3.5 千 t と大幅に減少した。南アは前年比 91% の減少、パキスタンも前年比 82% と減少した。一方、トルコは前年に比べ 231% に増加した。

表 3-2 クロム鉍石の輸入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	南ア	17.5	9.3	5.6	12.8	6.4	5.2	12.0	5.1	5.4	4.9	91%	33%
	インド	28.8	24.0	28.4	14.3	5.8	4.1	10.9	—	9.5	3.5	37%	23%
	パキスタン	1.7	0.5	1.5	1.3	1.3	1.5	3.4	6.4	3.3	2.7	82%	18%
	トルコ	1.1	0.3	1.4	3.7	1.1	1.0	1.2	1.2	0.8	1.8	231%	12%
	フィリピン	3.6	0.0	3.9	1.9	—	1.9	1.9	2.7	1.1	0.2	18%	1%
	その他	-0.3	2.1	1.3	3.2	1.2	1.1	0.8	1.0	1.0	1.8	194%	12%
	合計	52.4	36.1	42.1	37.3	15.7	14.8	30.2	16.3	21.0	15.0	71%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 鉍石36%

純分換算率(2012年以降): 鉍石インド39%、トルコ34.2%、南ア24.6%、その他34.2%

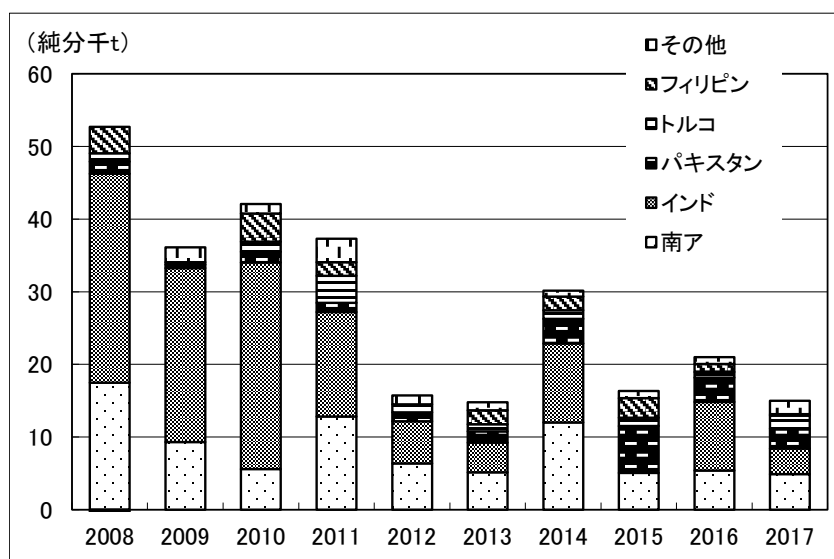


図 3-2 クロム鉱石の輸入相手国

3-2-2 高炭素フェロクロム(高炭素 FeCr)

高炭素 FeCr の輸入相手国を表 3-3、図 3-3 に示す。主な輸入相手国はカザフスタン、南アであり、2 か国で輸入量の 84%を占める。

カザフスタンの高炭素 FeCr は、品位が良く、シリコン含有量が低いことから転炉への添加用に使われる。

表 3-3 高炭素 FeCr の輸入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	カザフスタン	203.9	92.9	186.0	216.9	190.0	203.5	224.3	212.5	198.9	219.6	110%	51%
	南ア	228.1	120.2	176.3	169.9	165.9	140.8	176.2	145.1	168.3	143.6	85%	33%
	インド	58.4	16.9	60.4	38.0	37.2	37.8	31.2	24.4	27.8	39.3	142%	9%
	フィンランド	-	-	-	6.2	4.4	13.7	10.7	10.6	14.4	14.9	104%	3%
	ロシア	4.4	1.9	10.2	5.7	7.7	5.1	4.2	4.9	0.7	4.8	644%	1%
	スウェーデン	0.6	-	0.0	0.2	1.3	0.9	0.4	0.8	1.1	3.6	341%	1%
	トルコ	-	0.3	3.5	2.7	1.5	2.1	1.1	3.9	0.8	2.2	278%	1%
	ジンバブエ	19.7	6.5	4.3	1.4	1.9	2.5	0.8	1.7	0.3	0.4	146%	0%
	オマーン	-	-	-	-	-	0.1	1.5	0.8	0.7	0.2	27%	0%
	その他	0.8	0.1	1.2	0.6	1.3	0.3	0.6	1.8	2.4	2.6	109%	1%
	合計	515.9	238.7	441.8	441.6	411.1	406.7	450.9	406.6	415.3	431.2	104%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 南ア50%、カザフスタン70%、インド60%、その他60%

2017年輸入: その他にアルバニア(2.1千t)、イラン(0.3千t)、中国(0.2千t)を含む

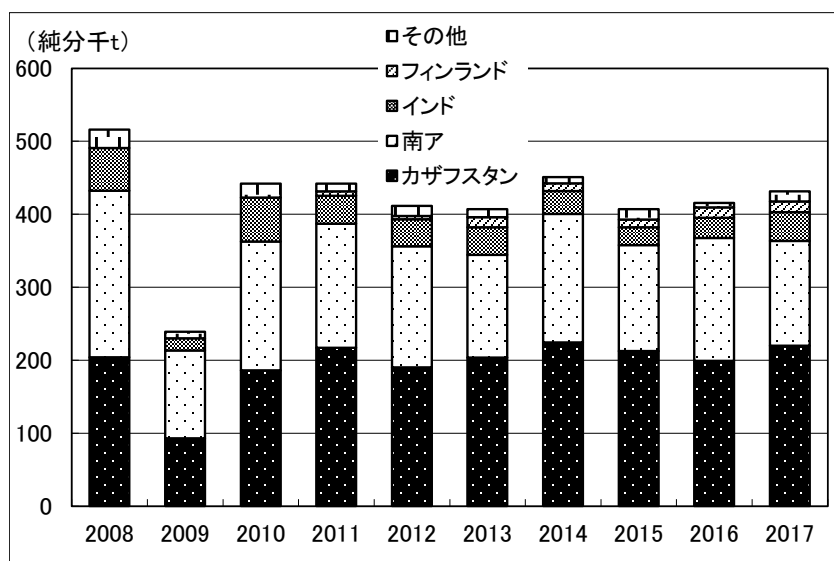


図 3-3 高炭素 FeCr の輸入相手国

3-2-3.低炭素フェクロム(低炭素 FeCr)

低炭素 FeCr の輸出入相手国を表 3-4、図 3-4 に示す。主な輸入相手国は、ロシア、カザフスタンであり、2 か国で 2017 年輸入量の 74%を占める。主な輸出相手国は米国で、2017 年輸出量の 84%を占める。

表 3-4 低炭素 FeCr の輸出入相手国

単位：純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ロシア	26.0	8.8	14.6	21.4	16.5	16.9	18.6	13.6	9.3	16.4	176%	47%
	カザフスタン	9.9	3.2	7.1	8.3	7.9	8.0	7.9	6.8	10.2	9.5	93%	27%
	中国	5.3	0.7	1.4	1.3	1.5	1.1	3.6	4.3	4.7	2.6	56%	7%
	南ア	7.6	1.2	3.9	5.5	4.9	4.7	8.9	6.7	1.4	2.6	190%	7%
	ドイツ	0.40	0.12	0.17	0.21	0.29	0.39	0.5	0.6	0.7	1.5	217%	4%
	その他	0.15	0.06	0.12	0.33	0.33	0.34	0.3	1.4	0.9	2.3	261%	7%
	合計	49.3	14.1	27.3	37.1	31.5	31.4	39.8	33.4	27.1	34.9	129%	100%
輸出	米国	1.72	0.78	1.50	1.74	1.33	0.91	1.71	1.72	1.43	2.22	155%	84%
	豪州	0.01	0.01	0.04	0.12	0.24	0.11	0.11	0.10	0.04	0.15	367%	6%
	スウェーデン	－	－	0.50	0.31	0.06	0.03	0.01	0.03	0.10	0.13	131%	5%
	タイ	0.15	0.10	0.18	0.16	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	91%	4%
	ベトナム	0.003	0.001	－	－	－	0.001	0.006	0.014	0.004	0.009	222%	0%
	韓国	0.091	0.073	0.024	0.004	0.008	0.012	0.004	0.004	－	0.005	－	0%
	フィリピン	0.002	0.002	0.006	0.004	0.006	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	120%	0%
	その他	0.023	0.050	0.113	0.029	0.000	0.011	0.002	0.006	0.000	0.000	0%	0%
	合計	2.0	1.0	2.4	2.4	1.7	1.2	2.0	2.0	1.7	2.6	155%	100%

出典：財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前)：南ア58%、カザフスタン67%、中国55%、その他70%

純分換算率(2012年以降)：南ア60%、カザフスタン70%、中国55%、その他70%

2017年輸入：その他にブラジル(1.3千t)、トルコ(0.8千t)を含む

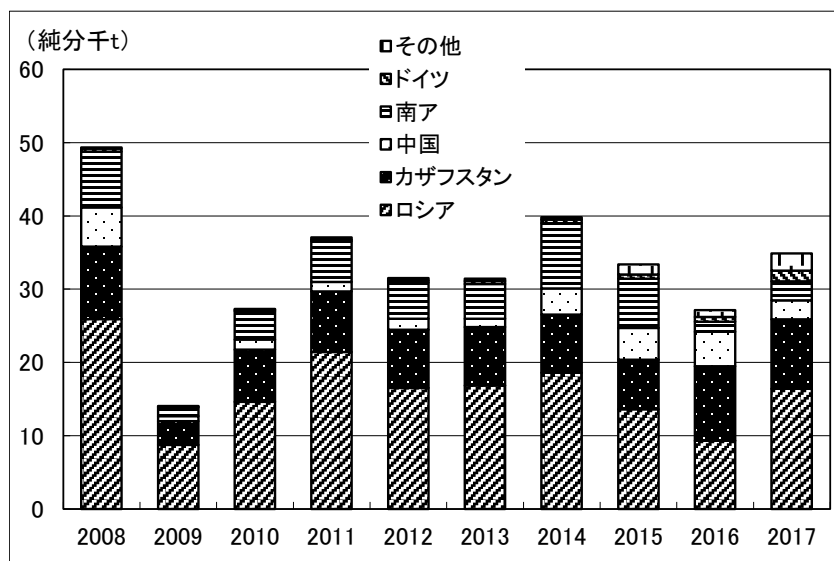


図 3-4 低炭素 FeCr の輸入相手国

3-3.輸出入価格

クロムの平均輸出入価格を表 3-5、図 3-5、図 3-6 に示す。製鋼原料である鉱石、高炭素 FeCr、低炭素 FeCr、SiCr は 2008 年まで価格上昇が続いていたが、2009 年以降は低下し横這い状態にあったが、2017 年においては、鉱石、高炭素 FeCr、低炭素 FeCr の平均輸入価格が上昇に転じている。

表 3-5 クロムの平均輸出入価格

													単位: \$/t
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	574	334	401	447	471	427	378	379	338	439	130%
		輸出	325	1,634	1,655	3,701	2,054	2,090	1,369	1,088	1,261	1,384	110%
素材	塊・粉	輸入	12,954	12,691	12,592	14,775	14,049	11,425	10,401	10,346	10,130	10,177	100%
		輸出	37,142	33,697	31,313	43,769	42,047	31,847	30,460	24,162	30,746	26,496	86%
	くず	輸入	9,723	6,628	11,975	8,618	7,814	5,947	12,762	8,429	11,379	11,639	102%
		輸出	5,147	717	1,498	4,984	8,586	13,702	12,911	10,806	14,916	11,639	78%
	高炭素 FeCr	輸入	1,813	1,602	1,443	1,484	1,362	1,287	1,273	1,151	969	1,459	151%
		輸出	4,109	3,409	3,932	2,235	3,721	3,801	3,503	3,729	3,223	3,188	99%
	低炭素 FeCr	輸入	5,295	3,733	2,827	3,207	2,986	2,762	2,751	2,735	2,564	2,902	113%
		輸出	6,864	5,380	5,017	5,162	5,029	4,435	4,156	4,195	4,104	3,946	96%
	SiCr	輸入	2,703	1,304	1,831	1,991	1,827	1,809	1,882	1,861	1,707	1,742	102%
		輸出	-	-	-	11,289	-	-	-	12,412	11,198	-	-
	酸化クロム	輸入	3,855	3,652	3,767	4,684	6,235	5,270	4,714	4,235	3,987	4,395	110%
		輸出	4,058	5,006	4,835	5,174	6,124	5,701	5,449	4,774	4,582	4,730	103%
	重クロム酸ナ トリウム	輸入	1,237	1,348	1,362	1,622	2,070	2,005	1,874	1,779	1,691	1,594	94%
		輸出	2,737	3,217	2,801	3,230	3,128	2,721	2,774	2,610	2,726	3,004	110%
	クロム酸化 物酸塩	輸入	3,619	4,402	4,144	5,152	3,689	3,290	3,227	3,046	3,194	3,290	103%
		輸出	5,865	7,609	5,156	8,339	7,966	12,725	9,981	5,608	5,332	4,748	89%
製品	クロム製品	輸入	33,646	12,929	18,132	24,637	24,751	23,928	20,384	19,393	19,082	17,181	90%
		輸出	74,636	131,038	146,316	142,625	131,308	157,313	96,956	155,811	141,582	155,318	110%
	クロム化合 物顔料	輸入	4,637	4,532	4,794	5,659	5,866	6,146	6,243	6,361	5,665	6,058	107%
		輸出	7,204	6,758	10,949	14,308	12,858	10,519	12,688	10,592	11,655	11,694	100%

出典:財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

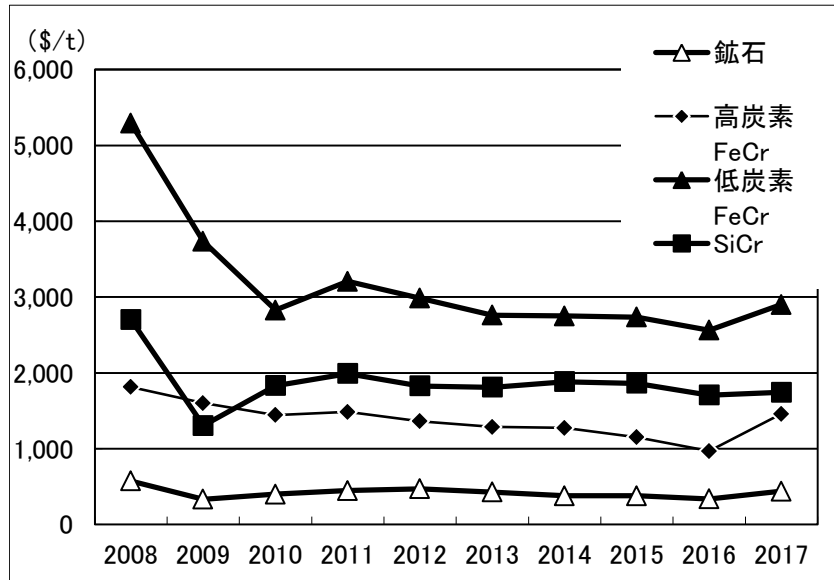


図 3-5 クロムの平均輸入価格(鉻石、高炭素 FeCr、低炭素 FeCr、SiCr)

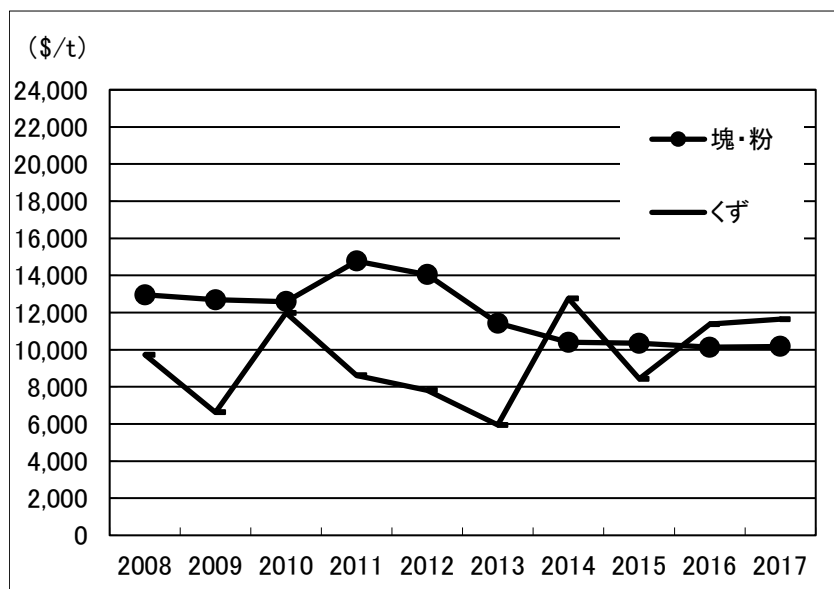


図 3-6 クロムの平均輸入価格(塊・粉、くず)

4.リサイクル

ステンレス鋼を含む特殊鋼はリサイクルされており、クロムとしてのリサイクル量を示す統計データはないが、実際のリサイクル率は非常に高いとみられる。ISSF (International Stainless Steel Forum) のホームページによると、ステンレスはスクラップとして、80～90%回収され、再利用されている。

日本では、ステンレスのスクラップは、300系(ニッケル系)か400系(クロム系)のため、リサイクルが可能である。一方、中国のステンレススクラップは、まだ市中に多く出てきていないが、200系(マンガン系)、300系が混ざっている。200系ステンレスは、冷戦時代、米国がロシアのニッケルを使わないステンレスとして開発したものである。200系ステンレスのスクラップは、300系の製造時の原料として利用することができないが、200系ステンレスは非磁性であるため300系ステンレスと区分けがつかず、ステンレスのリサイクル市場にとって課題となりつつある。

一方、クロムのリサイクル率は回収量が把握できておらず、以下の定義により推計すると僅少となる。またメッキの廃液からはクロム回収が行われており、回収されたクロムは再度クロム化合物となり、メッキ用途等に販売されている。

そのほか、触媒から鉄クロムが回収され、ステンレス向けで使用される場合もある。このような各方面の努力により、市中から大半が戻ってきているとされている。

この他、国内ステンレスメーカーによっては、FeCr 製造後に排出されるスラグなどを路盤材や肥料用原料に再利用し、国内向けで販売している。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

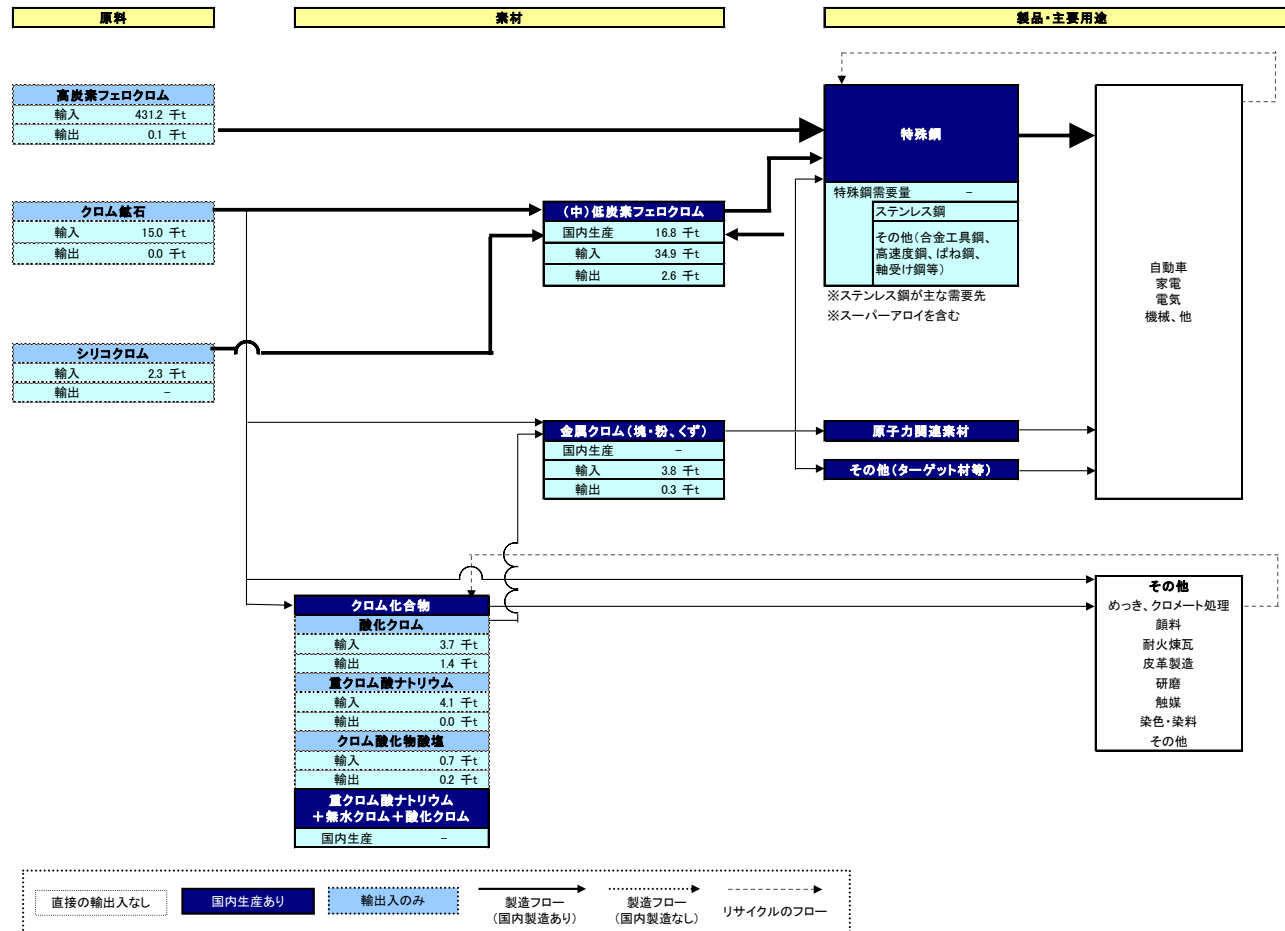
※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 原料は鉱石、素材は塊・粉、くず、高炭素 FeCr、低炭素 FeCr、SiCr、酸化クロム、重クロム酸ナトリウム、クロム酸化物酸塩の合計値。

※ 国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量及び精錬残渣等から回収された量を含む。

5.マテリアルフロー

クロムのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: 鉱石(インド39%、トルコ34.2%、南ア24.6%、その他34.2%)、高炭素FeCr(南ア50%、カザフスタン70%、インド60%、その他60%)、低炭素FeCr(南ア60%、カザフスタン70%、中国55%、その他70%)
SiCr35.5%、クロム製品68%、酸化Cr68%、重クロム酸ナトリウム39.7%、クロム酸化物68.4%、クロム顔料20%

※製品の需要量: 国内で生産、または国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※数量の表記は、生産数量及び需要量が不明の場合は「-」で示す。輸出入実績がない場合は「-」とし、その他の場合は数値で記載している。

タングステン W

【用途】 最も硬く、最も融点の高い金属。超硬工具の原料

融点が金属の中で最も高く、膨張しにくく、引張強度や弾性に富み、高温でも強度が失われないなどの特性がある。

用途としては超硬工具の原料などに使用されている。超硬工具は自動車の部品製造などに使用されている。

【特性】

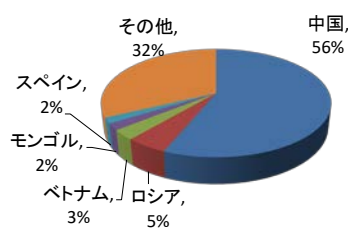
- ・融点が 3,400℃と高い
- ・強度や弾性に富む
- ・比重が 19.3 と大きい
- ・熱膨張係数がガラスに近い

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計)

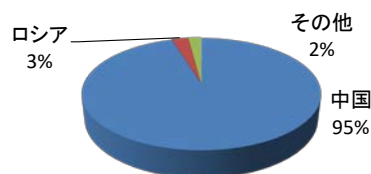
国別タングステン鉱石埋蔵量 (合計 3,200 千t)

出典:USGS2018



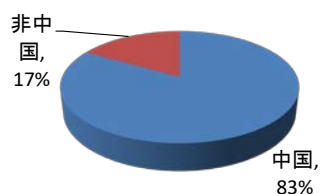
国別タングステン鉱石生産量 (合計 89.3 千t)

出典:WBMS2018



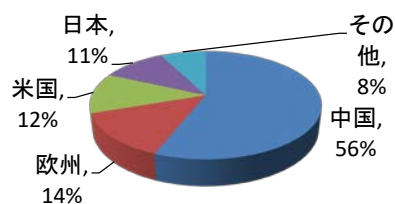
国別タングステン供給量 (合計 95.0 千t)

出典:USGS2018



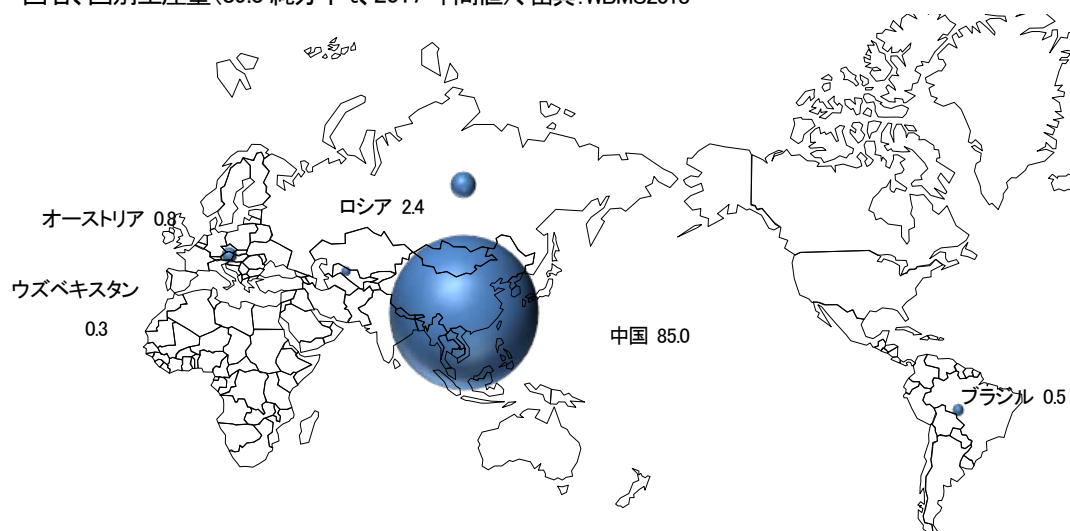
2012 年¹国別タングステン需要量 (合計 66.0 千t)

出典:工業レアメタル



【世界の主要鉱石生産国】 中国が大半を生産

国名、国別生産量 (89.3 純分千t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



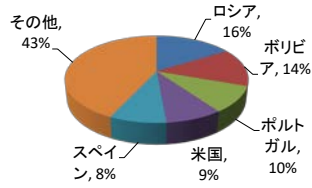
【貿易概況】 出典:世界:Global Trade Atlas、日本:財務省貿易統計

¹注:2013 年以降入手できていない。

■世界

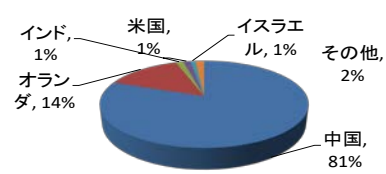
タングステン鉱石主要輸出国

(2017 年合計 12.1 マテリアル千 t)



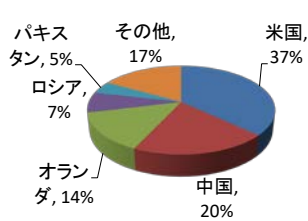
タングステン酸塩主要輸出国

(2017 年合計 8.9 マテリアル千 t)



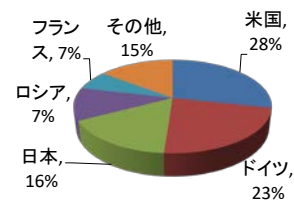
タングステン鉱石主要輸入国

(2017 年合計 19.7 マテリアル千 t)



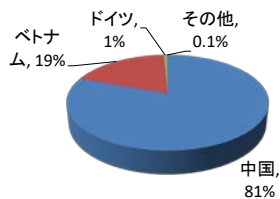
タングステン酸塩主要輸入国

(2017 年合計 10.9 マテリアル千 t)

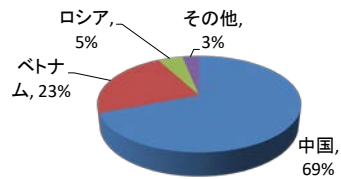


■日本

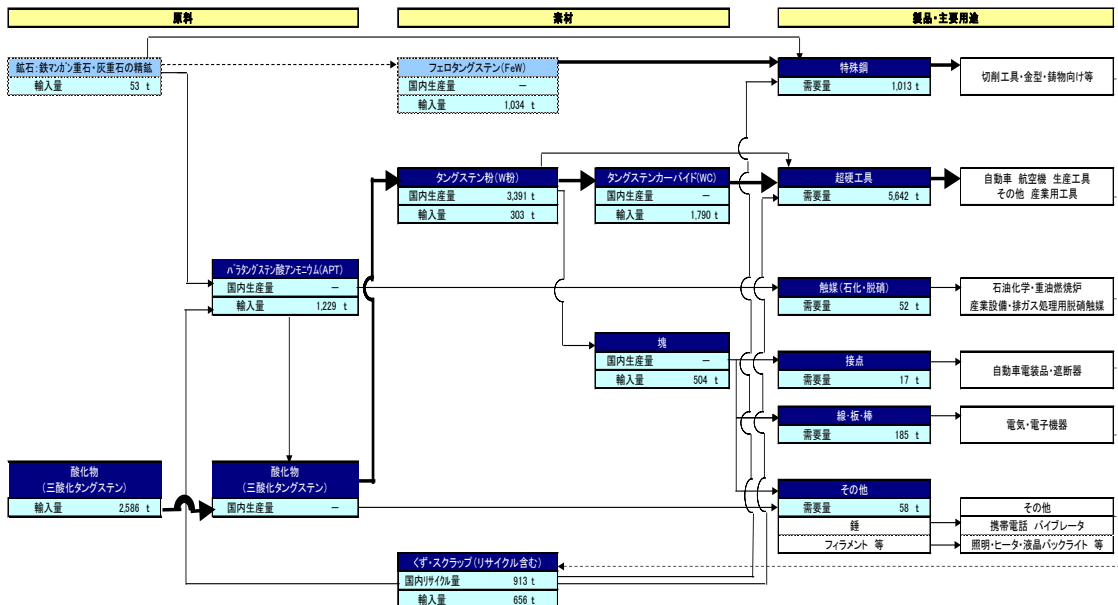
APT 主要輸入相手国(パラタングステン酸アンモニウム) (2017 年合計 1,229 純分 t)



FeW(フェロタングステン)主要輸入相手国 (2017 年合計 1,034 純分 t)



【鉱石生産から製品まで】中間原料すべて海外に依存



【概要】

- ・日本は原料、素材の輸入を中国に依存している。
- ・2017年の需要は内外共に好調であった。自動車向け超硬工具、特殊鋼がけん引している。
- ・EV(電気自動車)化によりタングステン需要が減少する見方もある。エンジンが積まれなくなれば、エンジン用部材や加工に使われる超硬工具は使われなくなるからである。
- ・原料、中間原料全てを海外に依存している我が国のリサイクル率向上が望まれる。

1. 特性・用途

タングステンとはスウェーデン語で「重い石」という意味があり、比重が19.3と高い。銀灰色の非常に硬いレアメタルの一つで、融点が高く、引張強さ、硬度に富み化学的にも抵抗が大きい。さらに、弾性が高く高温でも強度が大である。熱膨張係数が硬質ガラスに近い特質も併せ持つ。

主要なタングステン鉱石は鉄マンガ重石($(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$)や灰重石(CaWO_4)がある。これらの鉱石は、アルカリによる分解浸出後、有機相と接触させてタングステンを有機相に抽出し、アンモニア水と接触させてタングステンを逆抽出し、パラタングステン酸アンモニウム(APT)ができる。また、イオン交換樹脂法によっても分解浸出液からAPTを生成することができる。APTを加熱すれば三酸化タングステンが得られ、それを水素中で還元したものが金属タングステン(粉)である。日本はAPT、三酸化タングステン、フェロタングステン(以下、FeW)等を主に中国から輸入して、タングステン製品を製造している。

高温度での硬度や耐熱性保持、炭素と混ぜ合わせると更に硬度が増すなどの特性から、主として炭化物(タングステンカーバイド、以下WC:WCはダイヤモンドに次ぐ硬い物質で摩耗の激しい部分に使われる。)の形で超硬工具及び超硬合金に用いられており、タングステンの国内最大の需要分野である。超硬工具は自動車のエンジン、部品加工やトンネル掘削などの鉱山土木用の工具などに用いられ、溶解タングステンカーバイドとして表面硬化材に使われる。

次に需要の多い特殊鋼分野では、高速度鋼(ハイス鋼)、耐熱鋼、強靱工具鋼等においてFeWやタングステン酸カルシウム(人エシーライト)が使用されている。ハイス鋼も超硬工具と同様に主要用途は自動車分野である。

3番目に需要の多い金属タングステンは高融点、比較的高い電気抵抗という特性を利用し、線、棒、接点、電極棒に加工され、照明基部、電子機器、自動車、工作機械等で利用されている。白熱電球、電子管のフィラメント、ヒーターグリッド、アンカーなどのほか、電気化学用電極、高温炉ヒーター更には医療用途としてのX線管回転電極やCTコリメーターに利用される。

その他にも、ヘビーアロイ、超合金、ステライトでタングステンとニッケル、コバルト、鉄などの金属との合金であるタングステン合金が、鉛よりも優れた放射線遮蔽能力の高い放射線遮蔽材として利用されており、身近な所ではWCとコバルトからなる超合金はドリルだけでなく、ボールペンの先端の鋼球に使用されている。

またタングステン化合物が脱硝・高分子化学用等の触媒、顔料、ダイヤモンドの副産物等で用いられている。

2. 需給動向

2-1.世界の需給動向

(1) 製品(リサイクルを除く)の供給、需要、鉱石生産量

世界のタングステン需給と鉱石生産量を表2-1、図2-1、図2-2に示す。

2017年の鉱石生産量は前年比99%の89,251tであった。中国は前年比120%の85,000tと2013年の過去最高値に並んだ。中国は世界の鉱石生産量の95%を占め、突出が際立っている。

前年までWBMSに記載されていた英国、ルワンダ、ポルトガル、スペイン、その他の鉱石生産量が、本年は報告されていない。

2017年のタングステン供給量は中国が前年比で110%の79,000tと鉱石生産量同様に過去最高を記録した。一方非中国は同99%と微減、全体では同108%の95,000tであった。

2013年以降タングステン需要量に関する公開データはないが、世界需要は好調であると推測される。

表2-1 世界のタングステン需給

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
鉱石生産 1)	中国	52,300	65,000	74,800	77,900	78,200	85,000	70,000	71,000	85,000	120%	95%
	ロシア	2,726	3,090	1,801	2,464	3,485	2,412	1,998	1,526	3,132	240%	3%
	オーストリア	1,122	887	976	859	706	850	820	861	820	95%	1%
	ブラジル	408	192	166	244	381	494	510	374	160	450%	1%
	ウズベキスタン	300	300	300	300	300	300	300	300	300	100%	0%
	タイ	383	200	326	274	179	181	112	38	127	143%	0%
	キルギス	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100%	0%
	英国	0	0	0	0	0	0	150	600	4,817	—	—
	ルワンダ	1,308	874	843	1,006	1,750	2,215	1,279	1,784	1,716	—	—
	ボルトガル	994	832	887	909	769	692	0	417	498	—	—
	スペイン	194	284	303	326	342	463	497	1,127	490	—	—
	その他	6,928	5,666	3,813	5,752	6,528	8,600	7,929	9,125	13,176	—	—
	合計	65,455	76,551	83,472	89,128	90,990	99,092	82,266	84,868	89,843	99%	100%
供給 2)	中国	51,300	38,000	59,400	59,475	64,000	68,000	73,000	72,000	79,000	110%	83%
	非中国	13,200	11,150	7,930	11,895	11,693	13,352	15,800	16,420	16,100	99%	17%
	DLA等	1,600	750	868	630	1,780	2,100	280	0	0	—	0%
	合計	66,100	49,900	68,198	72,000	77,473	83,452	89,080	88,420	95,000	108%	100%
需要 3)	中国	28,000	30,000	36,000	42,000	37,000	—	—	—	—	—	—
	欧州	12,000	6,000	9,000	11,000	9,000	—	—	—	—	—	—
	米国	9,000	7,000	9,000	9,000	8,000	—	—	—	—	—	—
	日本	8,000	3,000	7,000	8,000	7,000	—	—	—	—	—	—
	その他	4,000	2,000	6,000	6,000	5,000	—	—	—	—	—	—
	合計	61,000	48,000	67,000	76,000	66,000	—	—	—	—	—	—

出典: 1) World Bureau of Metal Statistics「World Bureau of Metal Statistics」TUNGSTEN World Mine production

2) 2011年以前のデータは工業レアメタルの精鉱生産量、

2012年以降のデータはU.S. Geological Survey(USGS)「Mineral Commodity Summaries Tungsten」であり、米国の鉱石生産量は含まない。

2011年以前のDLA等の数値はDLA(米国、国防兵站局)からの放出や在庫分等の数値。

2012年以降はDLA等の数値はDLAからの放出分(Government stockpile shipments)のみ。

3) 2012年以前のデータは工業レアメタルの世界のタングステン需要量数値で、2013年以降は非公開。

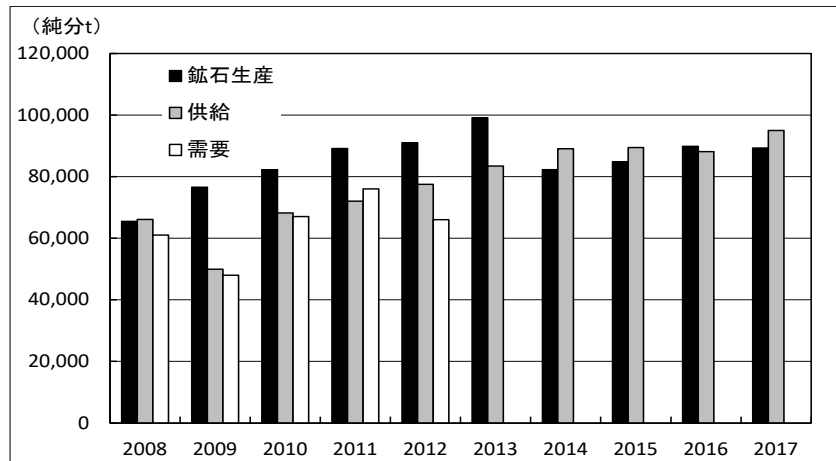


図 2-1 世界のタングステン需給

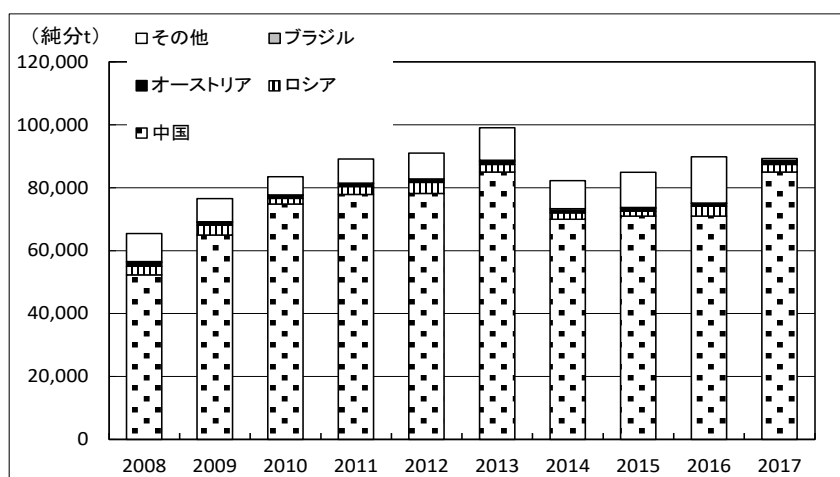


図 2-2 世界のタングステン鉱石生産量

2-2 国内の需給動向

タングステンの国内需給を表 2-2、図 2-3、図 2-4 に示す。

2017 年のタングステンの供給では、輸入量が前年比 121%の 8,655t、また回収からの供給量が前年比 89%の 913tであり、供給量全体で同 117%の 9,989t となった。需要量については、最大の用途である超硬工具が前年比 111%の 5,642t となり、内需全体では前年比 108%の 6,967t であった。2 年連続で減少を続けていた需要が、2017 年は増加に転じた。

表 2-2 タングステンの国内需給

													単位: 純分t	
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	在庫 ¹⁾			－	540	488	801	910	774	558	343	347	422	122%
	輸入 ²⁾			9,205	3,258	8,896	9,577	6,977	6,006	7,980	7,444	7,150	8,655	121%
	回収	触媒・金属スクラップ・その他超硬工具 ³⁾		194	33	72	121	240	237	271	264	208	137	66%
		超硬工具 ⁴⁾		400	400	498	500	750	770	775	775	815	776	95%
		小計		594	433	570	621	990	1,007	1,046	1,039	1,023	913	89%
合計				9,799	4,231	9,954	10,999	8,877	7,787	9,583	8,826	8,519	9,989	117%
需要	内需 ¹⁾	超硬工具		4,980	2,471	5,042	5,138	5,097	4,620	5,153	5,220	5,092	5,642	111%
		特殊鋼	上段 ⁵⁾	1,055	322	1,088	1,172	1,009	902	996	925	948	990	104%
			下段 ¹⁾	45	23	25	48	36	29	38	34	23	23	100%
		小計		1,101	344	1,113	1,221	1,045	930	1,035	959	971	1,013	104%
		線・板・棒		267	107	181	161	167	273	241	244	147	185	126%
		接点		154	31	47	108	33	30	30	28	32	17	53%
		触媒 ⁶⁾		366	296	73	111	116	97	109	99	101	52	52%
		その他		60	46	60	46	56	84	97	98	110	58	53%
		小計		6,928	3,296	6,514	6,787	6,514	6,034	6,665	6,648	6,452	6,967	108%
	輸出 ²⁾			2,970	1,265	1,510	1,401	989	1,342	1,218	1,048	1,154	1,375	119%
	合計			9,898	4,561	8,024	8,187	7,504	7,377	7,884	7,696	7,606	8,342	110%
	供給－需要			-99	-330	1,929	2,812	1,373	410	1,699	1,219	913	1,647	

出典: 1) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属統計」、2013年以降は経済産業省「非鉄金属等需給動態統計」。

2) 財務省貿易統計

3) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

4) 関連企業ヒアリングを基にした推計値。

5) 2008年以降の統計は経済産業省「鉄鋼・非鉄金属統計」、製鋼業者(メーカ)のフェロタングステン分受払の受け入れ量。

ただし、2014年以降については推計値: 特殊鋼生産量に対する製鋼業者での過去2年間のFeWの受入量割合(5.1%)から算出。

6) 経済産業省 化学工業統計年報 2012年以降は原材料統計。

純分換算率: (2011年以前) 鉱石(精鉱) 59%、APT70%、酸化物79%、FeW75%、粉・塊・くず・板・線・棒100%、WC94%

純分換算率: (2012年以降) 鉱石(精鉱) 51%、APT70%、酸化物79%、FeW77%、粉・塊・くず・板・線・棒100%、WC94%

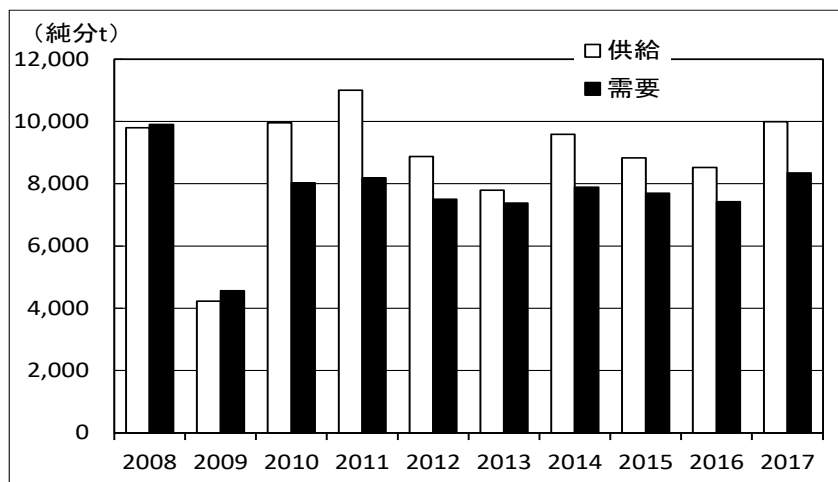


図 2-3 タングステンの国内需給

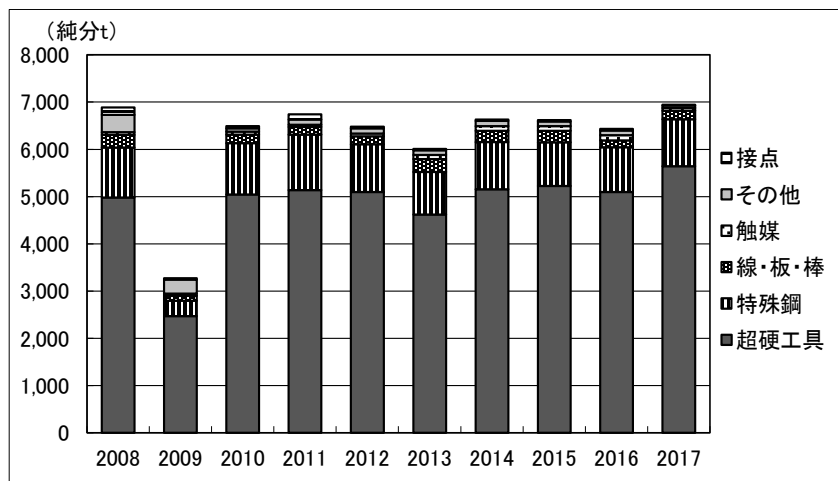


図 2-4 タングステンの内需

(1) 超硬工具

2017 年の超硬工具向け需要量は対前年 111%の 5,642t であった。同用途はタングステンの内需の約 81% を占める。

日本機械工具工業会(旧、超硬工具協会)の統計(http://www.jta-tool.jp/pdf/new_choko_syohi.pdf)によると、タングステンの超硬工具用原料(WC 粉 1,167t 及びタングステン粉 4,005t)の消費量は前年比 90%の 5,171t であった。

また、同工業会によると、超硬工具全体における 2017 年の統計結果は、焼結合金生産量では前年比 106%の 6,194t(マテリアル t)であった。更に、超硬工具の種類別の生産量をみると、切削工具が 4,912t(前年比 107%)、耐摩・耐蝕用工具 1,067t(同 107%)、鉋山土木工具 202t(同 90%)、その他工具 12t(同 86%)である。最も生産量が多い切削工具及び耐摩・耐蝕用工具は共に 7%増であった。切削工具は自動車産業においてはエンジンなどの製造に用いられるものである。

(2) 特殊鋼

2017 年の特殊鋼向け需要量は前年比 104%の 1,013t であった。同用途は国内のタングステン需要のおおよそ 15%を占める。

タングステンを使用した特殊鋼は主に高速度工具鋼(ハイス鋼)となり、工具(ハイス)として利用される。ハ

イスも超硬工具と同様に主要用途は自動車分野である。

(3) 線・板・棒、接点等

2017 年の線・板・棒向け需要量は前年比 126%、185t と、大きく減少した昨年を上回ったものの、需要の旺盛であった 2013～2015 年のレベルには及ばず、需要が回復したとは言い難い。

線や棒(トリウム入りタングステン電極棒等、以下トリタン棒)は主に照明用電極(放電灯やマグネトロン管の電極、溶接の電極棒)として使用されている。照明需要が LED にシフトしており、それに伴いタングステン線の需要も減少している。現状、需要として残っている用途は代替が無い分野である。新たな需要が創出されない限り、同用途での今後の需要増加は難しい。

2017 年の接点向け需要量は前年比 53%の 17t であった。接点とはタングステン銅合金、タングステン銀合金である。接点需要は設備投資に応じて増減する傾向にある。2011 年は東日本大震災の復興需要で建設が行われ、接点需要が一気に跳ね上がったが、2012 年以降は通常的需求量に戻っている。線・板・棒、接点製造では、国内生産の塊及び輸入の塊を用いている。

2017 年の触媒需要は前年比 52%の 52t であり、その他の需要は前年比 53%の 58t であった。

3. 輸出入動向

3-1. 輸出入動向

タングステンの輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年のタングステン輸入量は前年比 121%の 8,655t と増加した。原料では、鉬石(53t)が前年比 170%と増えたがここ数年の減少傾向は変わっていない。

APT(1,229t)は前年比 160%と、大幅に落ち込んだ昨年から回復した。酸化物(2,586t)は前年比 108%と増加した。

素材では、FeW(1,034t)が前年比 151%と大きく増え、その他粉同 120%(303t)、塊同 127%(504t)、くず同 117%(656t)、WC 同 108%(1,790t)と軒並み増加した。

一方、タングステン輸出では、WC が前年の 108t がゼロになったにもかかわらず、全体では 1,375t、前年比 119%と堅調であった。これはくずの輸出が前年の 722t から 1,092t、前年比 151%と大きく伸び輸出全体をけん引したためである。

くずに関しては、輸入よりも輸出量が多い。(スクラップに関しては 4 項で後述。)くずの輸出実態は不明な部分が多く、この中には使用済みの超硬工具も含まれると見られる。使用済み超硬工具は国内でリサイクルされる分と海外にスクラップとして輸出されるものがある。海外にスクラップとして輸出されると、海外のリサイクル企業において再生品を生産し、再度、超硬工具用の原料として輸入される場合と、そのまま海外に流出してしまう場合がある。

線・板・棒はこれまで完成品として日本から輸出されていたものが、海外での一貫生産化が進行しており、輸出货量も減少傾向にある。今後もこの傾向は継続する可能性がある。

表 3-1 タングステンの輸出入数量

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉍石	輸入	32	5.1	10	188	235	227	154	76.5	31.1	53.0	170%
		輸出	0	21	0	—	—	—	0	71	0	0	—
	APT	輸入	1,704	854	1,326	808	686	886	1,471	1,228	769	1,229	160%
		輸出	9.0	6.6	8.4	8.5	7.4	8.0	7.5	13	12	12	94%
	酸化物	輸入	3,174	895	3,442	3,648	2,534	1,338	2,508	2,024	2,384	2,586	108%
		輸出	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
	小計	輸入	4,911	1,754	4,778	4,644	3,455	2,452	4,133	3,329	3,184	3,868	121%
		輸出	9	28	8	9	7	8	7	85	12	12	94%
		輸入－輸出	4,902	1,726	4,770	4,635	3,448	2,444	4,126	3,244	3,172	3,856	122%
素材	FeW	輸入	1,081	249	976	1,252	671	922	721	885	685	1,034	151%
		輸出	0.8	0.4	1.2	1.5	3.9	5.4	6.5	3.7	1.3	1.5	112%
	粉	輸入	400	65	348	531	283	185	216	216	252	303	120%
		輸出	388	230	199	168	59	55	70	52	91	87	95%
	塊	輸入	171	125	209	251	190	242	284	361	398	504	127%
		輸出	11	10	12	67	38	1.9	22	2.5	3.1	6.1	200%
	くず	輸入	286	59	81	287	302	422	439	508	561	656	117%
		輸出	1,833	576	815	706	472	830	722	545	722	1,092	151%
	WC	輸入	1,809	668	2,031	2,158	1,650	1,343	1,737	1,709	1,662	1,790	108%
		輸出	288	165	141	165	127	182	115	129	108	—	—
	小計	輸入	3,746	1,166	3,645	4,479	3,095	3,114	3,397	3,679	3,558	4,288	121%
		輸出	2,520	982	1,168	1,108	700	1,074	935	732	926	1,186	128%
		輸入－輸出	1,226	184	2,477	3,370	2,395	2,040	2,462	2,947	2,632	3,101	118%
製品	線・板・棒	輸入	548	338	473	455	427	440	450	437	408	499	122%
		輸出	441	256	334	284	282	260	276	232	216	177	82%
		輸入－輸出	107	83	139	171	145	179	174	205	191	322	168%
合計		輸入	9,205	3,258	8,896	9,577	6,977	6,006	7,980	7,444	7,150	8,655	121%
		輸出	2,970	1,265	1,510	1,401	989	1,342	1,218	1,048	1,154	1,375	119%
		輸入－輸出	6,235	1,993	7,386	8,176	5,988	4,663	6,761	6,396	5,995	7,280	121%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: (2011年以前) 鉍石(精鉍) 51%、APT 70%、酸化物 79%、FeW 75%、粉・塊・くず・線・板・棒 100%、WC 94%

純分換算率: (2012年以降) 鉍石(精鉍) 51%、APT 70%、酸化物 79%、FeW 77%、粉・塊・くず・線・板・棒 100%、WC 94%

※酸化物の輸入は「その他酸化物」(コード282590900)の中国からの輸入を三酸化タングステンとみた推定値。

※WCの輸出入は「その他炭化物」(コード284990090)の70%をWCとみた推計値。

※原料は鉍石、APT、酸化物、素材はFeW、粉、塊、くず、WC、製品は線・板・棒による。

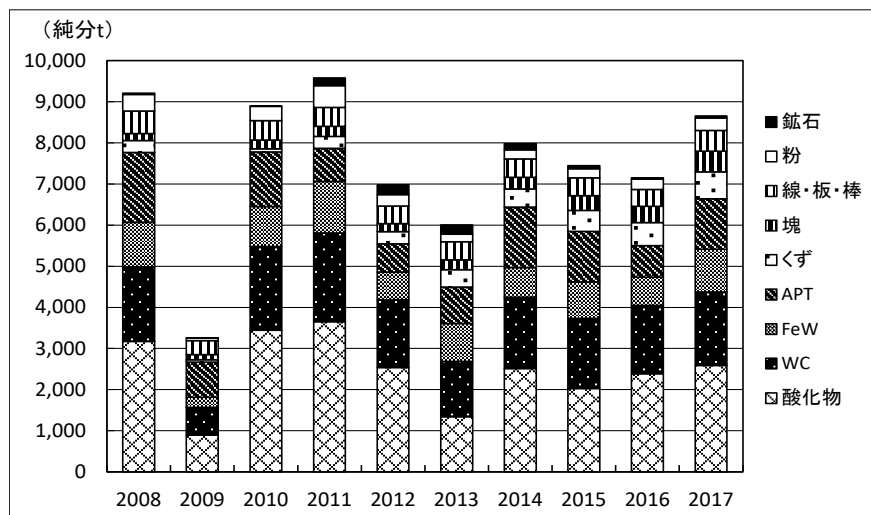


図 3-1 タングステンの輸入数量

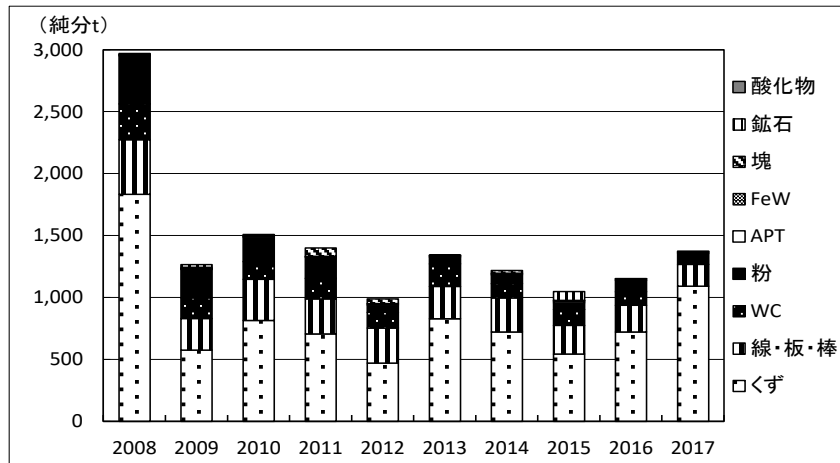


図 3-2 タングステンの輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. タングステン鉍石

タンングステン鉍石の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。

2017 年のタンングステン鉍石の輸入相手国はポルトガルが全体量の 99%を占めた。ほぼポルトガル一か国からの輸入が 3 年連続となり、一時あったロシアからの輸入は皆無に近い状態が続いている。

表 3-2 タングステン鉍石の輸入相手国

		単位：純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ポルトガル	—	—	10.2	91.8	137.7	117.3	122.4	76.5	30.6	52.5	172%	99%
	ロシア	—	5.1	—	10.2	—	110.2	31.6	0.0	0.5	0.0	—	0%
	その他	32.1	0.0	—	86.2	96.9	—	—	—	0.0	0.5	—	1%
	合計	32.1	5.1	10.2	188.2	234.6	227.5	154.0	76.5	31.1	53.0	170%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：(2011年以前)タンングステン鉍石59%、(2012年以降)タンングステン鉍石51%

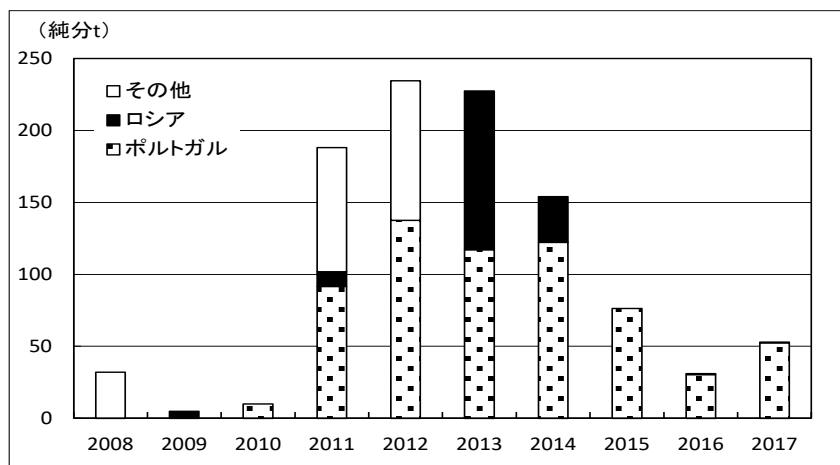


図 3-3 タングステン鉍石の輸入相手国

3-2-2 パラタングステン酸アンモニウム(APT)

APT の輸入相手国を表 3-3、図 3-4、図 3-5 に示す。

2017 年の APT の主な輸入相手国は、中国、ベトナムであり、中国が全体の 80.6%、ベトナムが 18.7%と両国で 99%以上を占めた。全体的には、前年比 160%の 1,229t と 2014、2015 年の 1,000t 超えの水準に戻った。

2007 年以前は中国からの輸入割合がほぼ 100%を占めていたが、2008 年以降はベトナムからも徐々に輸入されるようになり、2014 年は前年の 14t から 553t と約 40 倍に急増し、2015 年もほぼ前年並みの 537t(前年比 97%)の輸入量であった。これはベトナムからの APT 価格が安価であること、中国のタングステン素材(中間製品:APT や WC、FeW 等)に対する輸出関税の賦課、輸出制限枠の設置、及び日本が中国を特惠関税対象国の対象外にしたこと等が影響している。しかしながら、2016、2017 年は 2014、2015 年の 500t を超えることはなく、中国からの輸入が再び増加傾向にあり、中国比率が 2014、2015 年の 56%から 2016 年 76%、2017 年は 81%と大幅に増加している。

また、中国によるレアアース、タングステン及びモリブデンの輸出制限措置はWTO協定(GATT第11条第1項)に違反し、また GATT 第 20 条で認められている例外措置としては認められないとするパネル(紛争解決小委員会)報告書が 2014 年 3 月に公表され、続いてパネル報告書を支持する内容の紛争解決上級委員会の報告書が 2014 年 9 月に採択された。これを受けて、2015 年 1 月にタングステンの輸出枠(EL)が撤廃された。さらに、国務院関税税則委員会は 2015 年 5 月に、レアアース、タングステン、モリブデン等の輸出関税を撤廃した。中国のタングステン製品生産企業は輸出関税を回避するため、また、中国の人件費等の生産コストが高くなってきたことから、ベトナムに製造拠点を建設したが、今は輸出関税が撤廃され、想定していたコストメリットが縮小しており、中国比率が再び増大する要因となっている。

表 3-3 APT の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	1,668	850	1,275	737	670	871	828	686	583	991	144%	80.6%
	ベトナム	26	—	46	42	15	14	553	537	128	230	180%	18.7%
	ドイツ	10	4	5	3	1	2	87	3	34	7	21%	0.6%
	その他	0	0	0	26	0	0	4	1	25	2	6%	0.1%
	合計	1,704	854	1,326	808	686	886	1,471	1,228	769	1,229	160%	100%
輸出	韓国	6.4	3.9	5.4	7.8	6.6	6.9	6.7	12.2	8.8	9.8	112%	85%
	中国	0.1	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	2.1	0.7	33%	6%
	インドネシア	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.6	1.0	0.5	54%	5%
	その他	2.5	2.3	2.9	0.7	0.7	1.0	0.5	0.6	0.5	0.6	124%	5%
	合計	9.0	6.6	8.4	8.5	7.4	8.4	7.5	13.4	12.3	11.6	94%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: APT70%

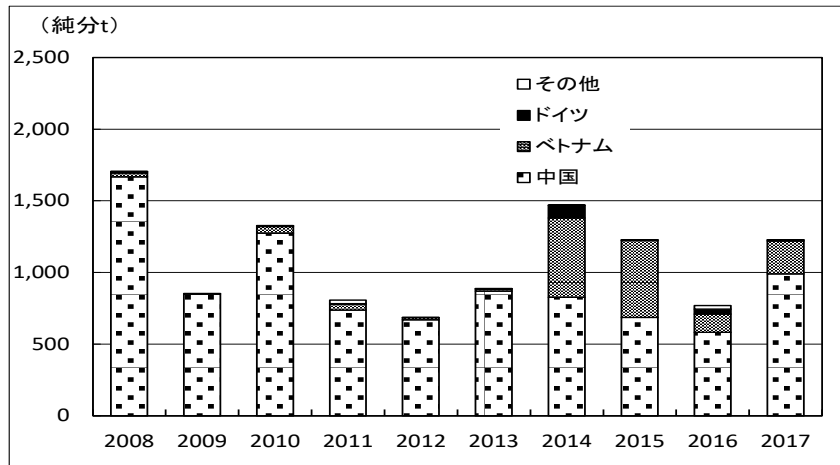


図 3-4 APT の輸入相手国

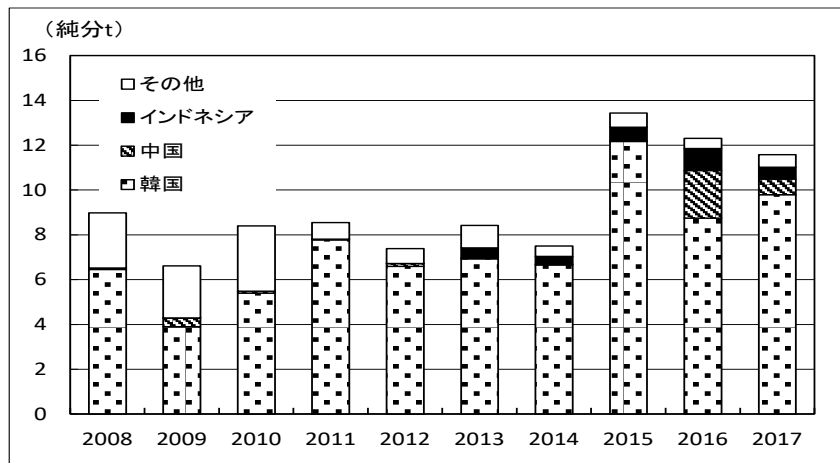


図 3-5 APT の輸出相手国

3-2-3. フェロタンングステン(FeW)

FeW の輸出入相手国を表 3-4、輸入相手国を図 3-6 に示す。

2017 年の FeW の主な輸入相手国は、中国、ベトナムであり、それぞれ全体の 69%、23%を占めている。APT 同様中国の占める位置が再び増大しつつある。

FeW も APT と同様に 2008 年以前は中国からの輸入量がほぼ 100%を占めていたが、2009 年にベトナムからの輸入が始まり、一時はベトナムからの輸入量が中国を上回った。その後、2014 年に中国からの輸入量がピーク時の半分程度まで回復したため輸入量第1位に戻った。新たな輸入国として 2016 年からロシアが加わり、2017 年は輸入量の 5%(49t)を占めた。

FeW 輸入量全体では、2017 年は対前年 151%の 1,034t であった。直近 10 年間の平均輸入量は 848t であるので、凸凹はあるが、均せば概ね 800t を超えるレベルで推移しているように見える。

APT の項でも述べたが、2009 年以降のベトナムからの輸入は、中国における輸出関税の賦課(FeW に対しては 2008 年以降、20%の輸出関税が賦課)・輸出枠(EL)の設置、及び日本が中国を特惠関税対象国の対象外にしたこと等が影響していると考えられる。また、2012 年は尖閣諸島問題により、FeW の中国からの供給が一時停止した。これに伴いベトナムからの輸入が 2010 年以降増加した。

中国の輸出関税撤廃により、2015 年以降は中国からの輸入量が今後増加していくとみられたが、2016 年はタンングステン相場の低迷により中国の輸出は大きく伸びなかったと推測する。2017 年は 2010 年に端を発した尖閣諸島問題²以前の量に戻った。

表 3-4 FeW の輸出入相手国

		単位: 純分t											
輸入	中国	1,081	228	804	770	146	105	428	488	414	714	173%	69%
	ベトナム	—	21	143	393	490	757	261	388	208	238	114%	23%
	ロシア	—	—	—	—	—	—	—	—	49	49	99%	5%
	その他	—	—	30	89	35	60	32	8	14	33	239%	3%
	合計	1,081	249	976	1,252	671	922	721	885	685	1,034	151%	100%
輸出	台湾	—	0.2	0.8	1.5	3.9	5.4	6.5	3.7	1.3	0.8	59%	53%
	その他	0.8	0.2	0.4	—	—	—	—	—	—	0.7	—	47%
	合計	0.8	0.4	1.2	1.5	3.9	5.4	6.5	3.7	1.3	1.5	112%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: (2011年以前) FeW75%、(2012年以降) FeW77%

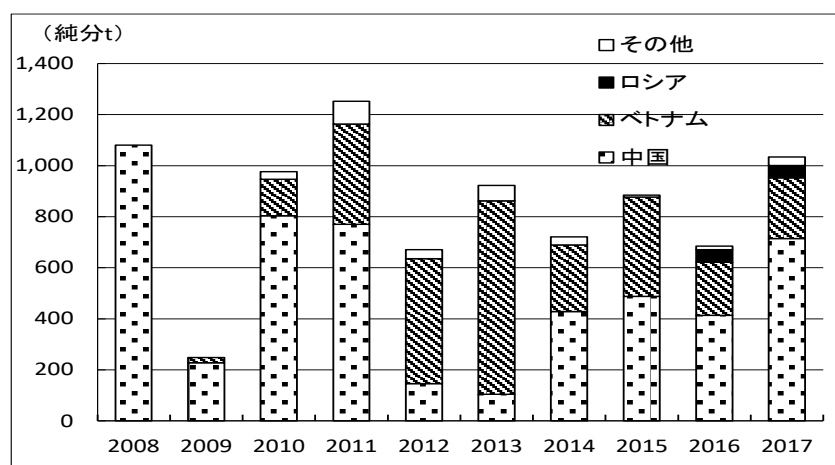


図 3-6 FeW の輸入相手国

² 2010 年尖閣諸島付近で発生した日本の巡視船と中国の漁船との衝突事件を受けて両国間の緊張が高まるなか、中国が日本へのタンングステン、モリブデンの輸出に関し輸出税、輸出割り当てを賦課した。

3-3. 輸出入価格

タングステンの輸出入価格を表 3-5、図 3-7、図 3-8 に示す。

輸入価格の変動をみると、原料では、鉬石が前年比 128%、APT が同 108%、酸化物 148%と前年より反発したが、2015 年以前の水準に比べなお低いレベルで推移している。素材でも、殆どが落ち込んだ前年から反発したが、原料同様 2015 年以前の水準には復していない。

輸出価格については、安値であった素材の内前年を上回ったのがくず、粉のみで他 3 種は低下傾向が続いた。一方製品(板・線・棒)は 119%の 246 \$/kg と値上りを示し、製品輸入価格の低下が続くなか対照的である。また単価は輸入品に比べ約 3 倍と高価である。鉬石は輸出量が少なく価格が不安定である。輸出価格も不明である。塊の輸出も量が少ないためか価格変動が大きい。

表 3-5 タングステンの平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉬石	輸入	\$/Mt	241	92	241	324	409	318	360	276	180	230	128%
		輸出		-	167	-	-	-	0	137	-	-	-	
	APT	輸入	\$/Mt	266	211	228	410	397	355	316	222	190	206	108%
		輸出		372	393	417	722	929	819	659	556	423	400	95%
	酸化物	輸入	\$/Mt	259	267	248	439	447	349	350	348	202	298	148%
		輸出		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
素材	FeW	輸入	\$/kg	28	21	25	41	40	34	38	25	20	24	121%
		輸出		38	31	38	54	53	44	43	41	34	28	84%
	粉	輸入	\$/kg	39	37	35	59	59	57	55	43	34	35	104%
		輸出		20	17	37	66	93	74	78	78	48	71	148%
	塊	輸入	\$/kg	35	26	33	56	57	58	50	37	32	36	114%
		輸出		76	64	60	42	38	205	58	246	184	160	87%
	くず	輸入	\$/kg	18	14	16	32	29	31	28	19	16	16	104%
		輸出		16	10	13	22	22	20	22	16	11	13	119%
	WC	輸入	\$/kg	40	33	36	54	58	49	50	39	31	32	101%
		輸出		37	27	65	55	69	51	55	42	38	37	97%
製品	板・線・棒	輸入	\$/kg	88	93	85	106	142	119	115	92	83	78	94%
		輸出		290	274	291	298	292	274	269	200	206	246	119%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

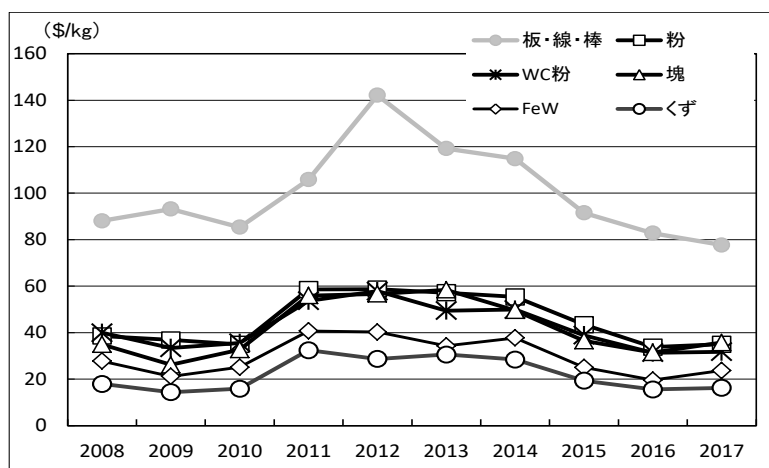


図 3-7 タングステン素材・製品の平均輸入価格

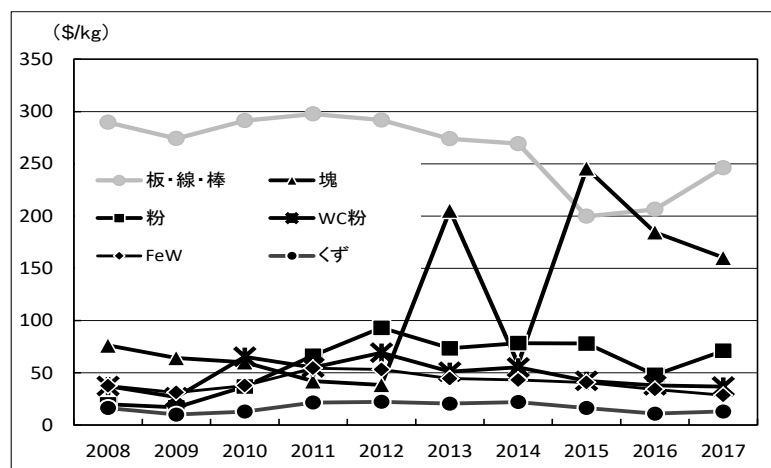


図 3-8 タングステン素材・製品の平均輸出価格

4. リサイクル

タングステンのリサイクル率を表 4 に示す。

2017 年における使用済超硬工具のリサイクル量は、前年比 95% の 776t であった。前年比より減少したが、2012 年以來 750t 以上で安定している。一方 2017 年のリサイクル率は 11.6% で 2013 年から減少傾向である。中間原料全てを海外に依存している我が国のリサイクル率向上が望まれている^{3,4}。日本のリサイクル率が伸びないのは、スクラップが高値で売れる海外に流出しているからである。一方、海外の超硬工具メーカーは積極的にリサイクル品を使用している企業もある。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※原料は鉬石、APT、酸化物で、素材は FeW、粉、塊、くず、WC の合計値である。

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

表 4 タングステンのリサイクル率

			単位: 純分t						
区分	内訳		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	国内発生	触媒・金属スクラップ・その他超硬工具 ¹⁾	121	240	237	271	264	208	137
		超硬工具 ²⁾	500	750	770	775	775	815	776
		輸入(原料・素材) - 輸出(原料・素材) ³⁾	8,006	5,843	4,484	6,587	6,191	5,804	6,958
		合計①	8,627	6,833	5,491	7,633	7,230	6,827	7,870
リサイクル量		触媒・金属スクラップ・その他超硬工具	121	240	237	271	264	208	137
		超硬工具リサイクル	500	750	770	775	775	815	776
		合計②	621	990	1,007	1,046	1,039	1,023	913
リサイクル率 ②/①			7.2%	14.5%	18.3%	13.7%	14.4%	15.0%	11.6%

出典: 1) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」 ※2012年以降は触媒からの回収はゼロである。

2) 関連企業ヒアリングを基にした推計値。

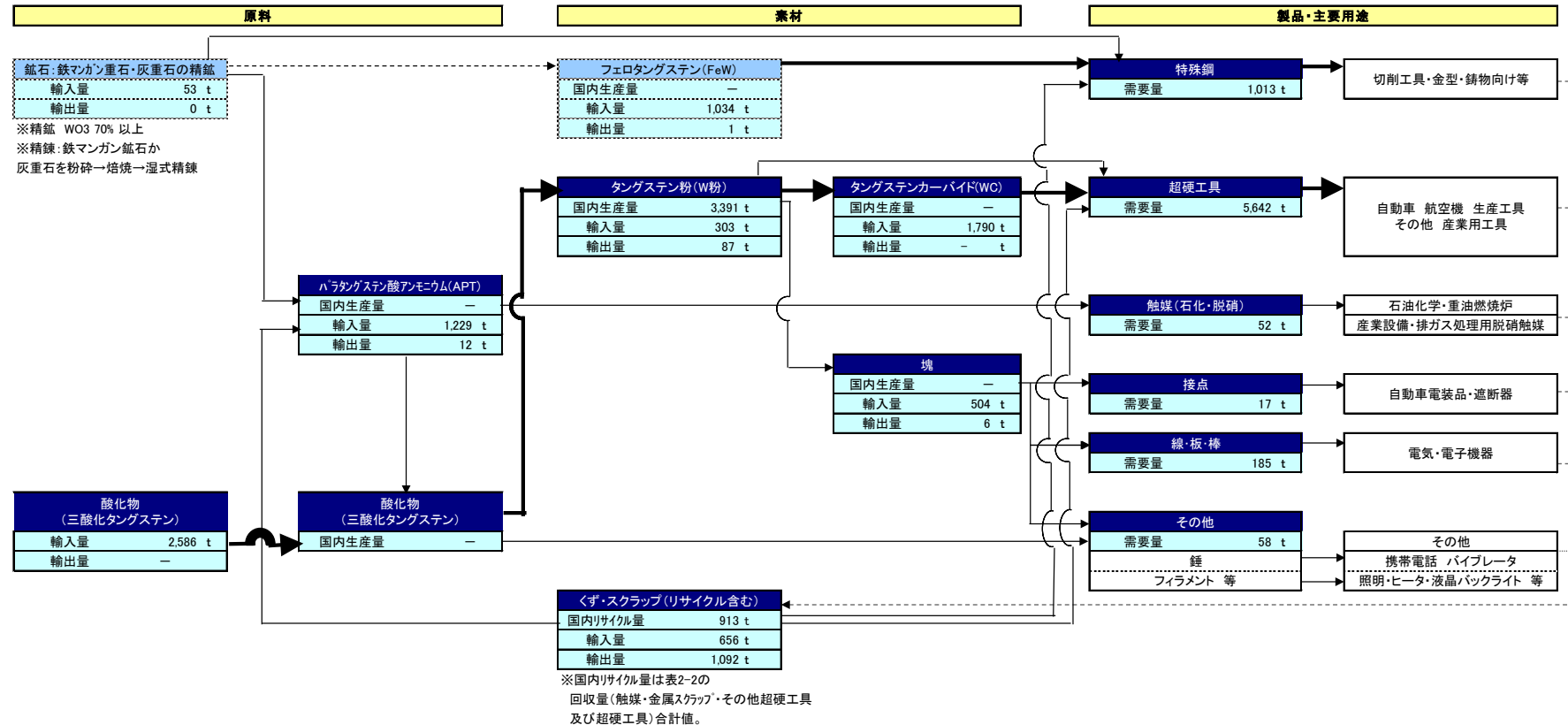
3) 財務省貿易統計

³ <http://www.cjc.or.jp/news/topics/entry000180.html>、レアメタルリサイクル賞「タングステン含有スクラップのリサイクル技術開発」

⁴ http://www.jtmia.com/v109/kantogen_v109.html、タングステン・モリブデン工業会、工業会報 109 号

5. マテリアルフロー

タングステンのマテリアルフロー(2017 年)



※純分換算率: 鉱石51%, APT(パラタングステン酸アンモニウム)70%, 酸化物79%, FeW(フェロタングステン)77%, 粉・塊・くず・線・板・棒100%, WC(タングステンカーバイド)94%
 ※リサイクルのフローは市中スクラップからの回収分のみを表示
 ※数量の表記は、生産数量及び需要量が不明の場合は「-」で示す。輸出入実績がない場合は「-」とし、その他の場合は数値で記載している。
 注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

インジウム In

【用途】液晶テレビ用の透明電極に不可欠な金属

銅合金にインジウムを少量加えると海水の化学的作用に非常に安定した合金になることが20世紀前半になって発見され、船舶向けなどに用途が飛躍的に伸びた。また最大の用途としてインジウムの酸化物が電気導電性、加工性及び透明性の高い特性を活かしたフラットパネルディスプレイ(FPD)の透明電極向けのITOターゲット材があり、現在では需要が最も多い分野とされている。他にも複数の材料から構成される化合物半導体(インジウム-リン系)にも使用され、高速信号処理や低電圧動作等が求められる製品にとっても重要な材料となっている。

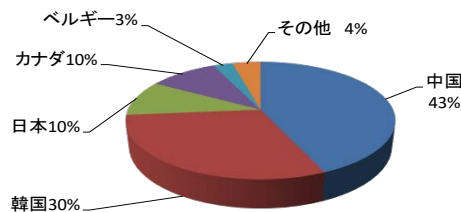
【特性】

- ・融点が低く、光沢のある銀白色の金属で柔らかい
- ・酸化物は酸化錫のドーピングで透明な高性能導電体となる
- ・単体金属は、空气中、室温では安定だが、酸に対し水素を発生し溶解する
- ・絶対温度 3.4K 以下の低温では超電導となる

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017年世界計) 出典:USGS 2018、工業レアメタル N0134(2018)

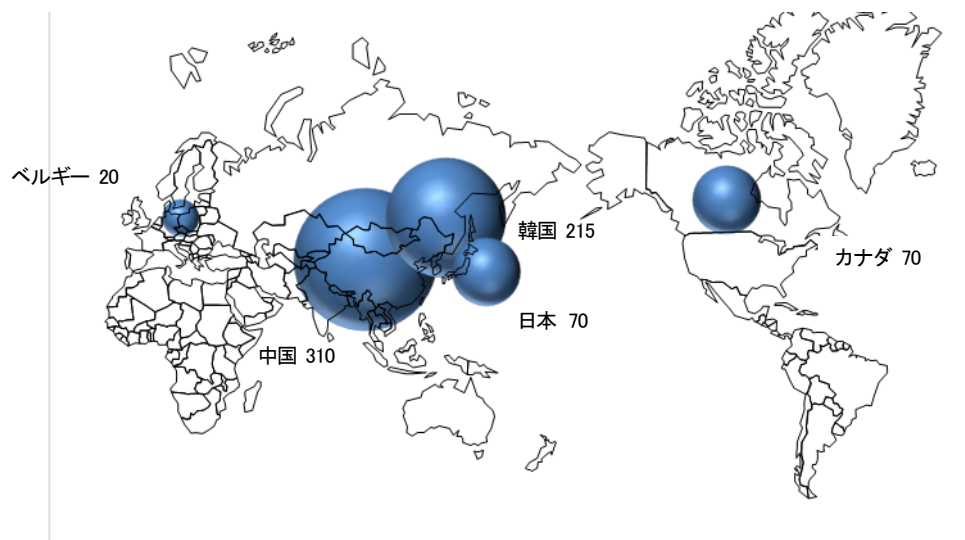
国別インジウム地金生産量(合計 720 純分 t)



インジウム地金世界消費量 <推定> (合計 1,460 純分 t) 日本は世界最大のインジウム消費国



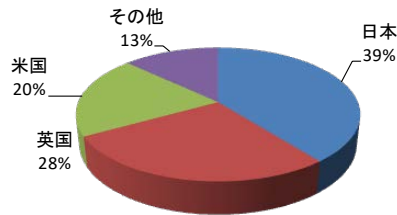
【世界の主要インジウム地金生産国】 国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値)、出典USGS2018



【貿易概況】 出典:財務省貿易統計 Roskill 2010

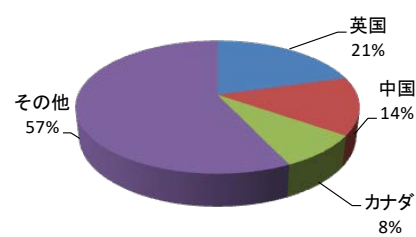
■世界 主要輸入国 (2009 年合計 626 純分 t)

Roskill 2010

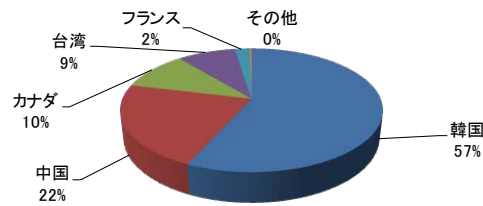


■世界 主要輸出国 (2009 年合計 544 純分 t)

Roskill 2010

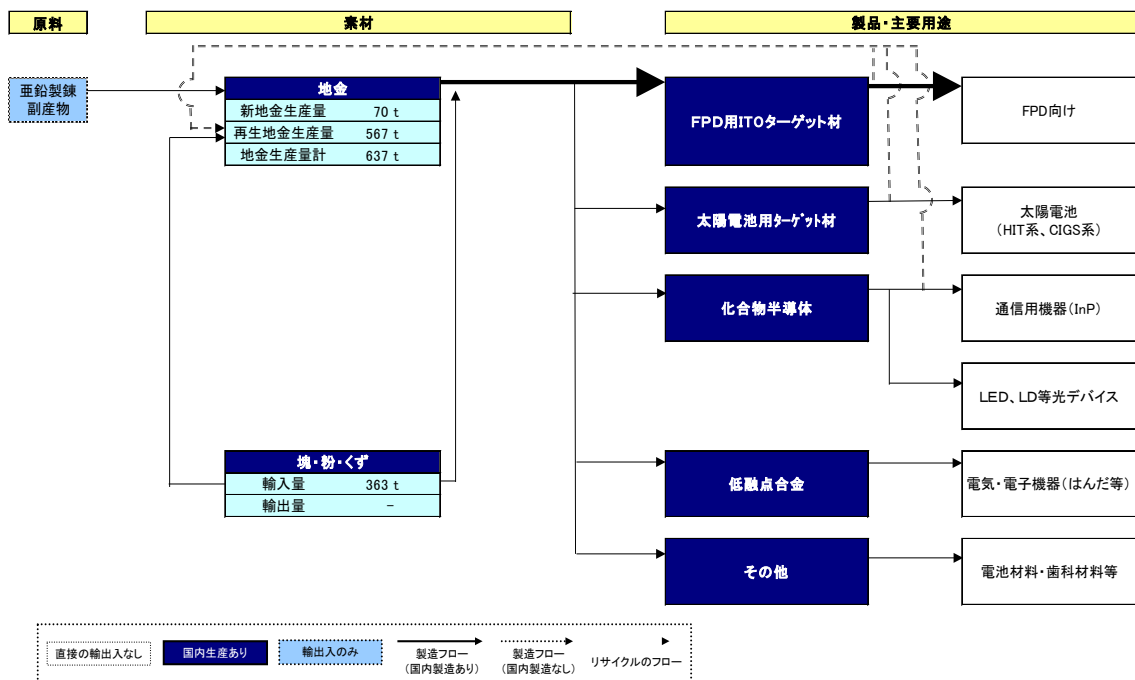


■日本 主要輸入相手国(In(塊・粉・スクラップ)) (2017 年合計 363 純分 t)



【鉱石から製品まで】 出典:USGS 2018、工業レアメタル No134(2018)、財務省貿易統計

In のマテリアルフロー(2017 年)



【概要】

- ・インジウムは、主に亜鉛製錬の副産物として回収され、2017 年の世界のインジウム新地金生産量は、前年比 105% の 720t であった。生産国第一位は、世界全体の 43% を占める中国で前年比 103% と増加した。その他韓国、日本、カナダと続き、主な生産者は、韓国の Korea Zinc、日本の DOWA ホールディングス、カナダの Tech Resources Limited である。
- ・インジウムの最大の需要は、TV やタブレットの薄型パネルに使用される透明電極の材料である ITO¹(酸化インジウム錫の酸化物)で、その他 CIGS 系太陽電池、化合物半導体、蛍光体、歯科用合金、低融点合金などがある。
- ・日本は、インジウムの最大消費国であり、2017 年 ITO ターゲットの需要が前年比 110% で 2 年連続増加したが、国内生産(新地金)は、例年 70t 程度で需要をカバーできないため、輸入に依存する傾向にある。

1. 特性・用途

インジウムは、柔らかく、銀白色の金属で、融点が低いことが特徴である。単体金属は空气中、室温では酸化膜の被膜に覆われて安定に存在し、加熱すると酸化インジウム (In_2O_3) となる。水やアルカリ水溶液に対しては安定であるが、酸に対しては水素を発生して溶解する。

インジウム単独の鉱床は存在せず、主に閃亜鉛鉱中に含有されており、亜鉛製錬の副産物から回収される。地殻におけるインジウム元素の存在度は約 0.1ppm であるが、亜鉛鉱中のインジウムが約 1% にも達することがある。亜鉛製錬の副産物等のインジウム原料を、硫酸でインジウムを浸出させ様々な化学処理を経て不純物を除き、電解精製で金属インジウムを得る。また、原料として主力用途である ITO ターゲットから回収され再生されるものもある。

インジウムの用途としては、液晶テレビや太陽電池の透明電極製造用 ITO ターゲット材(インジウム-錫酸化物)が最も多い。また、インジウムの化合物では、リン化インジウム (InP) などの化合物半導体が注目を集めている。InP 系のほかインジウム-錫系やインジウム-砒素系を含む化合物半導体(LED や光デバイス用途)には高純度インジウムが使用されている。航空機・自動車用ベアリングの表面被覆用、ターゲットリング向け撮像管用にも InP 化合物が使用され、CIGS 等の化合物半導体は、太陽電池用途にも使用される。またモノクロブラウン管として使用される蛍光体用のホウ化インジウムとマンガニン-インジウム化合物や、低融点合金向けにインジウム入りハンダヒューズとして使用されるインジウム-ビスマス-スズ系、インジウム-銀系化合物等の用途もある。

そのほか、シリコン、ゲルマニウムに添加(ドーブ)して p 型半導体を形成し、融点が低いことから、低融点合金であるはんだなどに利用され、熱伝導の良さから、箔状に延ばしたものがクライオポンプ 等に用いられている。また、ガラスに弾かれないという特性を持つため、高レベルの真空を求める装置等でパッキンとして利用されている。

2. 需給動向

2-1. 世界の需給動向

世界のインジウム新地金生産量を表2-1、図2-1に示す。2017年の生産量は前年比105%の720tであった。世界の新地金生産量に占める国別シェアを見ると、中国が全体の43%を占め、次いで韓国が30%、日本が10%、カナダが10%、ベルギーが3%、その他と続く。

インジウム新地金は2012年頃から中国で投機取引の対象となった。中国でインジウムを扱う取引所としては、泛亜有色金属交易所(Fanya Metal Exchange、以下、Fanya)、無錫市不銹鋼電子交易中心(China Stainless Steel Exchange Co, Ltd)、天府商品交易所(Tianfu Mercantile Exchange)があるが、最も規模が大きく、取引の中心となっていたのがFanyaである。最大生産国の中国で生産されたメタルは、中国内での価格が上がるのと同時に、実市場に出回るのではなく、ほぼFanya向けに流れ、その倉庫に在庫された。海外への供給が減少した

¹ ITO (Indium Tin Oxide) 酸化インジウムスズ;導電性があるのに透明であることから液晶やプラズマといったフラットパネルディスプレイの電極(透明導電膜)に使われている。(他のピクセルからの光を阻害せずにそれぞれのピクセルに電気信号を伝達できるため)。

ことで、タイト感が起きて相場価格は高騰した。中国におけるレアメタル投機熱の盛り上がりと共にインジウムの投機的取引も過熱し、2015年7月末時点で5,000tの在庫キャパに対して、3,609tに達し、政府により取引停止の措置がなされた。これにより中国の投機ブームは終わりを迎え、以降、輸出が本格的に再開された。高騰していた相場価格も反転・暴落し、その後は低迷が続いている。

再生地金は主に ITO ターゲット材料からインジウムを再生する。ITO ターゲット材は、インジウムの主要用途であり、酸化インジウム (In_2O_3) に酸化スズ (SnO_2) の混合物を円筒形や板状に焼結させたセラミックで、液晶パネルや有機 EL パネル、タッチパネルの透明導電膜の材料として使用される。一般的に ITO メーカー(ターゲットメーカー) からユーザーである成膜メーカーに供給され、成膜メーカーでガラスやフィルムにスパッタリングされるが、装置の制約などで実際に成膜されるのはターゲット材の 30% 程度であり、残り 70% はターゲットとして残る。ユーザーはこれを使用済み品として ITO メーカーに返却、ITO メーカーはインジウムメタルに精製して再びターゲットとして供給する。そのため、ITO ターゲット材用途での新地金使用量はさほど多くない。ITO メーカー内における回収以外に、専門メーカーにより回収・再生がなされる。インジウム価格暴落により、ITO メーカーは回収・再生コストの販売価格への転嫁が困難になり、その結果回収・再生専門メーカーの価格競争力は失われる。

以前は日本の世界ITO産業に占める割合は極めて高かったが、ITO産業における2017年の日本の世界に対するシェアは、約51%と推定されている。

表2-1 世界のインジウム新地金生産量

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	310	280	340	380	405	415	460	350	300	310	103%	43.1%
韓国	75	70	70	70	165	150	150	195	210	215	102%	29.8%
日本	65	67	70	70	71	72	72	70	70	70	100%	9.7%
カナダ	45	40	67	75	62	65	65	70	71	70	99%	9.7%
ベルギー	30	30	30	30	30	30	25	20	20	20	100%	2.8%
フランス	-	-	-	-	-	33	43	41	-	20	-	2.8%
ペルー	6	25	-	-	11	11	14	9	10	10	100%	1.4%
ロシア	12	4	NA	5	13	13	5	4	5	5	100%	0.7%
その他	30	30	32	32	25	10	10	-	-	-	-	-
	570	546	609	662	782	799	844	759	686	720	105%	100.0%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Indium」World Refinery Production 2018

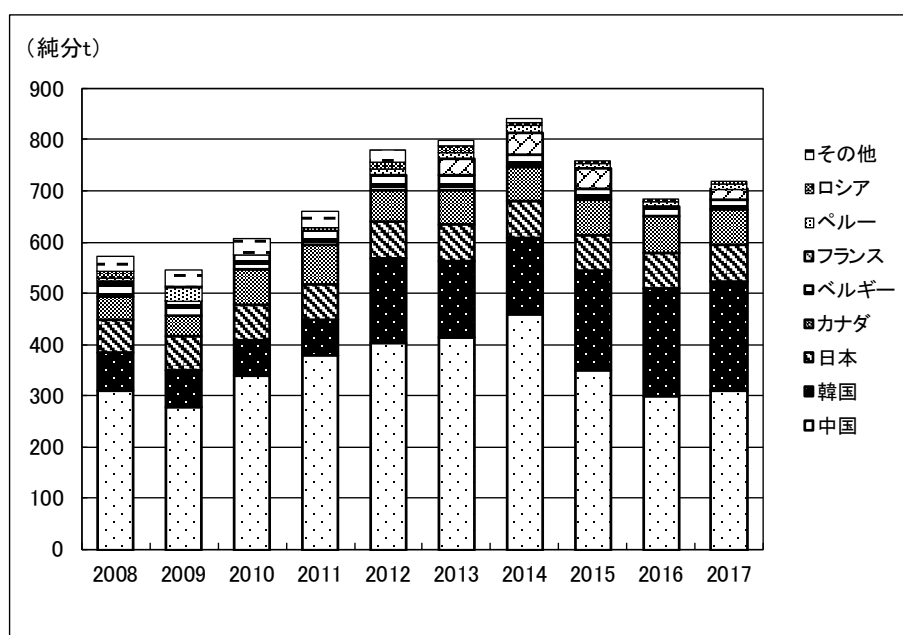


図 2-1 世界のインジウム新地金生産量

2-2国内の需給動向

インジウムの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。2017 年の国内インジウム供給量は、国内の新地金生産、輸入(新地金+スクラップ)、国内再生地金合計で前年比 123%の 1,000t と増加した。新地金及びスクラップの輸入量は前年比 188%で大幅に増加し、国内における再生地金生産量は前年比 103%の 567t であった。

主要用途であるITO ターゲット材は 2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響により、日本国内のターゲットメーカーが一時期生産をストップせざるを得ず、主力市場である中国、韓国、米国をはじめとする海外市場で一時期品不足となった。日本製ターゲットを調達できなくなったメーカーは韓国からターゲットを調達するようになり、特に韓国国内の大手 LCD パネルメーカーは、韓国政府が主導する「Buy Korea」もあり、韓国製ターゲットの採用を推進した。そのため、使用済ターゲットならびに海外工場で発生する工程内スクラップを回収する国内ユーザーも減少傾向となり、海外からの地金及びスクラップの輸入減少の要因となっている。

日本の需要は世界需要の約 52%程度と推定されており、2017 年の国内需要については ITO ターゲット向けが前年比 110%の 626t、内需全体も前年比 109%、762t と増加した。日本国内における ITO ターゲットの消費量は TV の生産台数減少などにより大きく縮小するとの見方もあったが、TV 画面サイズの大型化やスマートフォン、タブレット端末などタッチパネル搭載製品の拡大により、当初懸念されたほどには減っていない。ただ、ITO ターゲットは世界的に供給過剰な状況にあることに加え、LCD パネルの一大生産拠点である中国で部材の国産化が国策として進められ、ITO ターゲットも国産化に向けた研究開発が進んでいることや韓国パネルメーカーの有機 EL へのシフトの影響を受け、日本の国内需要は前年まで減少傾向となっていたが、2017 年はインジウムの主要消費国である日本の国内勢のシェアが高くなり回復傾向へと変化し、3 年ぶりに増加した。

表 2-2 インジウムの国内需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	国内生産(新地金) ¹⁾	65	67	70	70	71	72	72	70	70	70	100%
	輸入(輸入地金+スクラップ) ²⁾	342	215	417	494	171	161	166	226	193	363	188%
	スクラップ	488	537	603	587	558	523	528	518	508	523	103%
	再生(再生地金) ³⁾	29	27	34	38	40	40	41	41	41	44	108%
	小計	518	564	636	625	597	563	569	559	549	567	103%
	合計	925	846	1,123	1,189	839	796	807	857	811	1,000	123%
需要	ITOターゲット ⁴⁾	751	826	908	551	578	612	624	609	569	626	110%
	その他 ⁴⁾	110	102	118	115	127	128	134	136	132	136	103%
	小計	861	928	1,026	666	705	740	758	745	701	762	109%
	輸出 ²⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	合計	861	928	1,026	666	705	740	758	745	701	762	109%

出典: 1) United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Indium」World Refinery Productionの日本生産分

2) 財務省貿易統計、輸入・輸出量は塊・粉・くずの値。

※塊・粉・くずの輸出の多くがITOターゲットと見られるが、Ge、V、Ga等を含む値であるため0とした。

3) 工業レアメタルNo.125～134、(2017年は、No.134 P131「世界のインジウムの需要推定」から国内リサイクル量を推定)

4) 工業レアメタルNo.125～134、(No.123の2008年以降、需要データはITOターゲットとその他のみとなった。また、No.132から掲載様式が変更され「国内のインジウム需要推定」として2011年～2017年数値が掲載されるようになったため2011年まで遡及修正。)

※インジウムに係るHSコードが一つしかなく、地金の輸入と再生地金の原料となるスクラップの輸入がひとくりにされているため、一部二重計上されている可能性がある。

※需要中、「その他」の内訳は参考値(その他内訳の小計とITOターゲットの合計値が国内消費合計値と一致しない場合がある)。

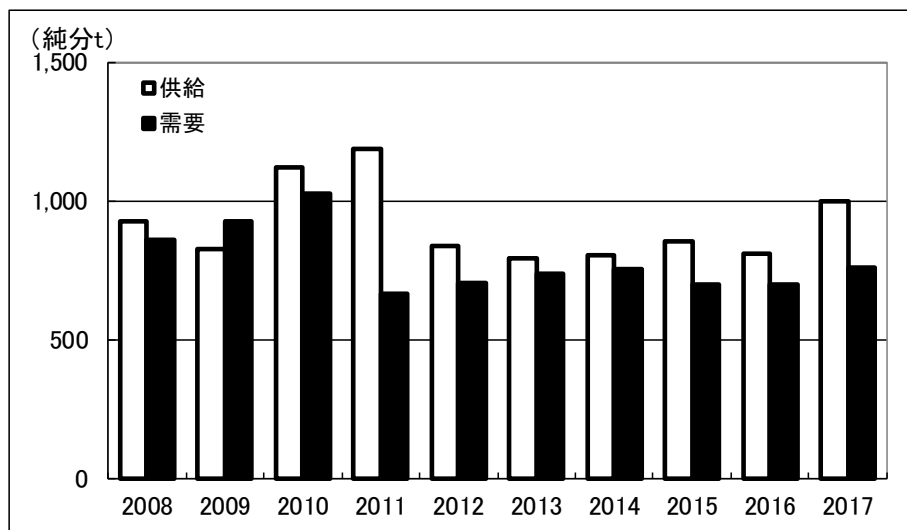


図 2-2 インジウムの国内需給

3.輸入動向

3-1.輸入動向

インジウムの輸入数量を表 3-1、図 3-1 に示す。

輸入されるインジウムは海外に出荷された ITO ターゲットの使用済返却分ならびに海外工場で発生する工程内スクラップの回収分を含んでいる。輸入量は、2011 年に発生した東日本大震災以降、海外市場における日本のターゲットメーカーのシェアが低下し、使用済ターゲットならびに海外工場で発生する工程内スクラップの回収量も縮小し、2012 年から 2016 年迄に多少の増減はあるものの低迷し、横ばい傾向であったが、2017 年の輸入量は前年比 188%の 363tと大幅に増加した。

表 3-1 インジウムの輸入数量

			単位: 純分t										
素材	塊・粉・くず	輸入	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
			342	215	417	494	171	161	166	226	193	363	188%

出典: 財務省貿易統計

※素材は塊・粉・くずによる。

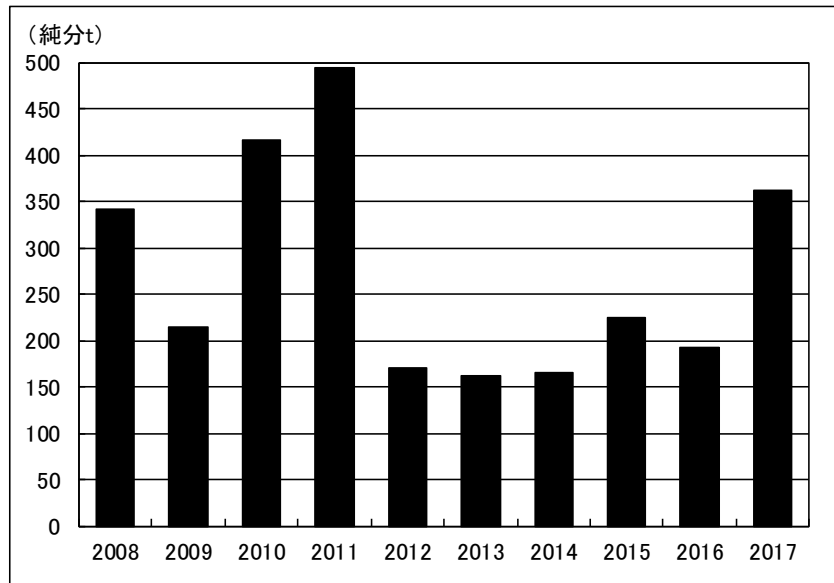


図 3-1 インジウムの輸入数量

3-2 輸入相手国

インジウム(塊・粉・くず)の輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。

相手国のうち、韓国、台湾、中国は ITO ターゲットメーカーの海外拠点の後処理工場から回収されたスクラップや、ユーザーから回収された使用済ターゲットが中心であり、カナダ、米国、英国からは新地金が入ってくる。カナダには資源大手で世界最大級の亜鉛メーカーである Teck Resources Limited が、副産物としてインジウムを生産している。

最大の輸入相手国である韓国からの輸入量は、2012 年に半減した後、2016 年まで 2011 年の震災の影響と韓国の ITO ターゲット国産化の中で、ターゲットメーカーの海外拠点の後処理工場やユーザーからの ITO ターゲット回収量が縮小したことが原因で低レベルで増減をしていた。2017 年は前年比 244%、206t で 2011 年の水準まで上昇した。また中国からの輸入は 2012 年から 2014 年まで激減していたが投機ブームの終了とともに 2015 年から回復し、2017 年は前年比 160%、80t と 3 年連続で増加している。同様にカナダは前年比 122% 37t、台湾は前年比 120% 31t で各々増加した。さらに量は少ないが 2016 年より輸入が行われるようになったフランスは前年比 7 倍の 8t であった。

表 3-2 インジウム 塊・粉・くずの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	韓国	226	132	133	205	93	77	76	101	84	206	244%	57%
	中国	57	39	159	124	8	3	1	40	50	80	160%	22%
	カナダ	39	6	34	54	28	32	31	39	30	37	122%	10%
	台湾	17	16	19	22	12	23	26	38	26	31	120%	9%
	フランス	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	711%	2%
	英国	0	8	45	63	4	11	19	1	0	0	0%	0%
	米国	1	6	8	8	13	5	1	2	1	0	38%	0%
	マレーシア	0	—	0	—	—	0	0	2	1	0	0%	0%
	その他	2	7	20	17	13	10	12	3	—	0	—	—
	合計	342	215	417	494	171	161	166	226	193	363	188%	100%

出典: 財務省貿易統計

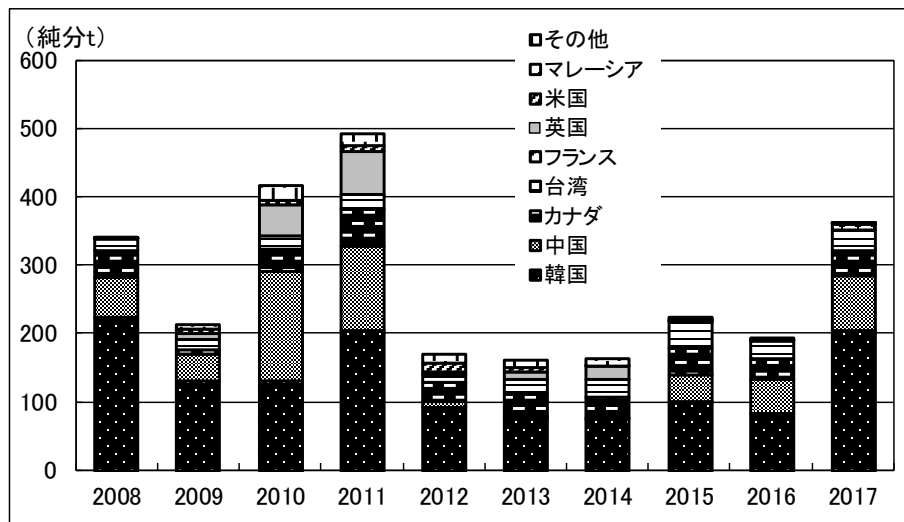


図 3-2 インジウム 塊・粉・くずの輸入相手国

3-3. 輸入価格

インジウムの塊・粉・くずの平均輸入価格を表 3-3、図 3-3 に示す。過去に投機取引の対象となり価格が高騰した経緯があったが、2017 年の輸入価格は前年比 84%、184\$/kg で市場相場の下降傾向と共に 3 年連続で下落した。

表 3-3 インジウムの平均輸入価格

単位: \$/kg

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材 塊・粉・くず 輸入	532	370	532	669	500	519	645	397	220	184	84%

出典: 財務省貿易統計

※輸入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示し

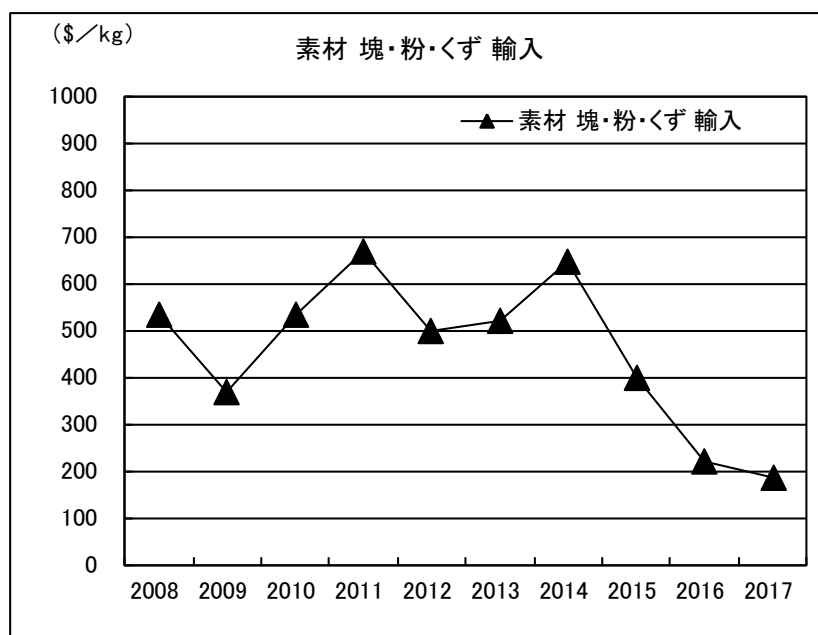


図 3-3 インジウムの平均輸入価格

4.リサイクル

TV やパソコンなど最終製品からのインジウムの回収・リサイクルは行われていない。現在はITO ターゲットメーカーがユーザーから回収する使用済ターゲットがリサイクルの中心である。2017 年のインジウムのリサイクル率は表 4 の通り 57%と横ばい傾向から減少傾向に転じた。それは、ITO の形状が板方(プレナー)から円筒型(ロータリー)に変わり、歩留まりが向上したため、回収されるロス分が減少したためで、顧客から戻ってくるリサイクル量が減少したためである。相場が一定の水準以下になるとリサイクルは成立しづらくなってくるが、近年の相場下落により、リサイクルの停止やリサイクル事業から撤退する企業が出ていると見られる。

ガラスやフィルムに ITO 膜を成膜する際、スパッタ装置には ITO が付着するが、最近になって ITO ターゲットメーカーの中にはこれを回収し再利用しようという動きもある。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{リサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入量}) - (\text{素材の輸出量})$

※素材は塊・粉・くずの合計値

※ガリウム、インジウムのように工程スクラップのリサイクルが供給の主要な部分を占める鉱種は、工程内からの回収量をリサイクル量とした。

※国内発生量には、リサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。インジウムの場合には、リサイクル量と亜鉛精錬副産物からの新地金生産量を含む。

表 4 インジウムのリサイクル率

単位: 純分t

区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	国内発生	新地金 ¹⁾	72	72	70	70
		再生地金 ²⁾	563	569	559	549
	素材(輸入－輸出) ³⁾		161	166	226	193
	合計①		796	807	855	811
リサイクル量(再生地金②)		563	569	559	549	567
リサイクル率(②/①)		71%	71%	65%	68%	57%

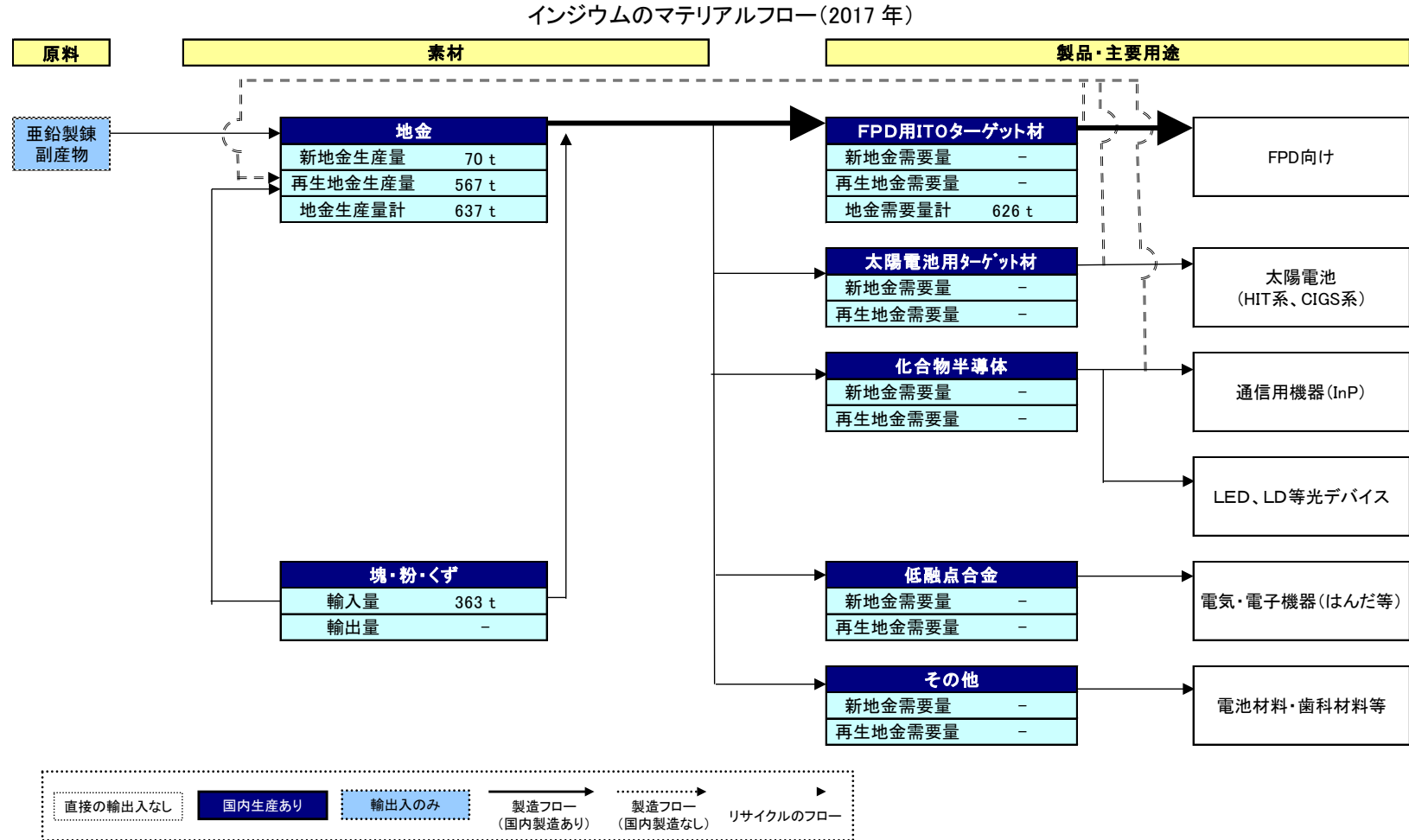
出典: 1) United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Indium」

World Refinery Productionの日本生産分

2) 工業レアメタルNo.128～134、(2017年は、No.134 P131「世界のインジウムの需要推定」①需要量から国内リサイクル量を推計)

3) 財務省貿易統計、輸出はGe,V,Ga,Hf,In,Nb,Reを含む参考値であるため、ここではゼロとした。

5.マテリアルフロー



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

バナジウム V

【用途】 鉄鋼、チタン、アルミニウムなどの特性向上に使用

バナジウムは鋼やチタン、アルミニウムなどの金属に添加することで、靱性、耐熱性、耐摩耗性を向上させることが可能となる。建築構造物、橋梁、工具など靱性、硬度などが求められる鋼材に含まれる。チタンとの合金は航空機やロケットなどに使用される。また工業触媒として石油の脱硝、アルコールの酸化、硫酸製造、プロピレン樹脂合成などに幅広く使用されている。

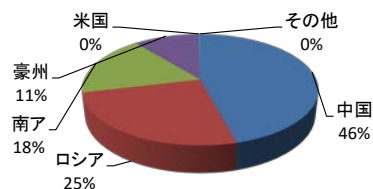
【特性】

- ・塩酸、アルカリ水溶液、希アルコールには溶けず、硝酸、濃硫酸、フッ酸には溶ける
- ・銀白色の光沢を持ち、硬度が高い
- ・融点が高く、耐熱性に優れる

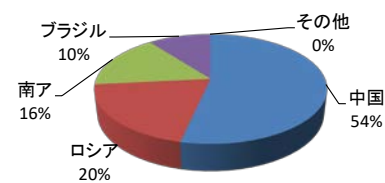
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース) 出典: USGS2018、WBMS2018、工業レアメタル 133 (2017)

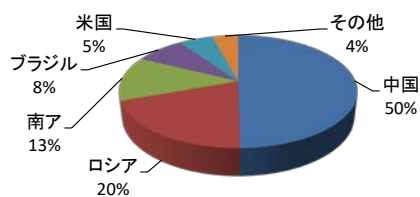
国別埋蔵量 (合計 20,000 千t、2017 年世界計)



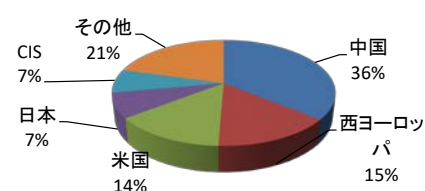
国別鉱石生産量 (合計 80 千t、2017 年世界計)



国別五酸化バナジウム生産量 (合計 114 マテリアル千 t、2016 年世界計)

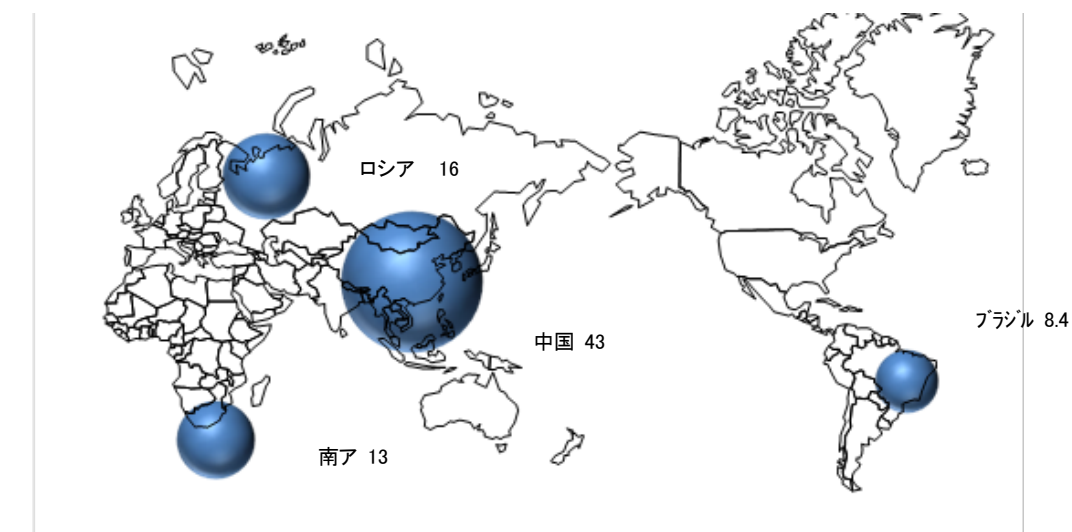


国別五酸化バナジウム消費量 (合計 107 マテリアル千 t、2016 年世界計)



【世界の主要鉱石生産国】 中国、ロシア、南アが 3 大生産国

国名、国別生産量 (純分千 t、2017 年間値)、出典: WBMS2018

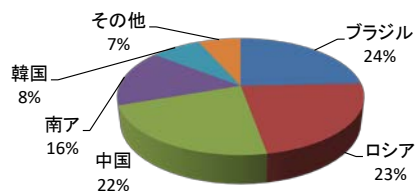


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

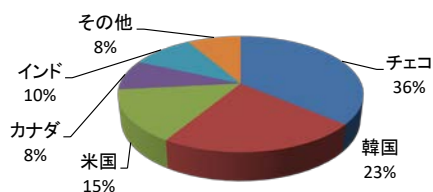
■世界(数値はマテリアル t)

バナジウム酸化物・水酸化物

主要輸出国(2017 年合計 37,925t)

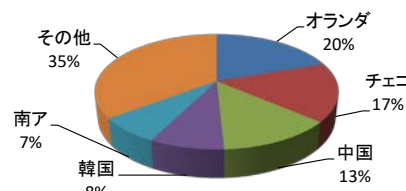


主要輸入国(2017 年合計 44,704t)

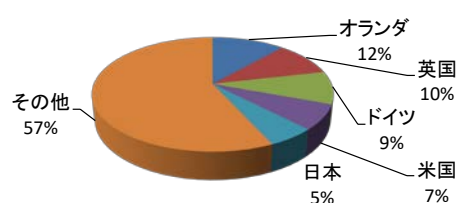


フェロバナジウム

主要輸出国(2017 年合計 39,723t)



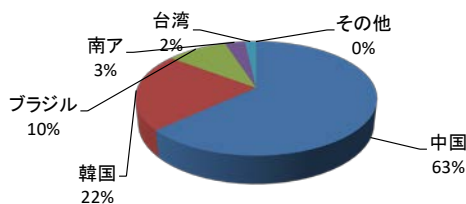
主要輸入国(2017 年 合計 57,259t)



■日本(数値は純分 t)

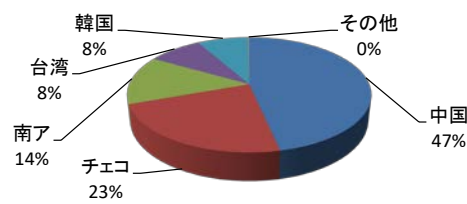
五酸化バナジウム

主要輸入相手国(2017 年合計 691t)

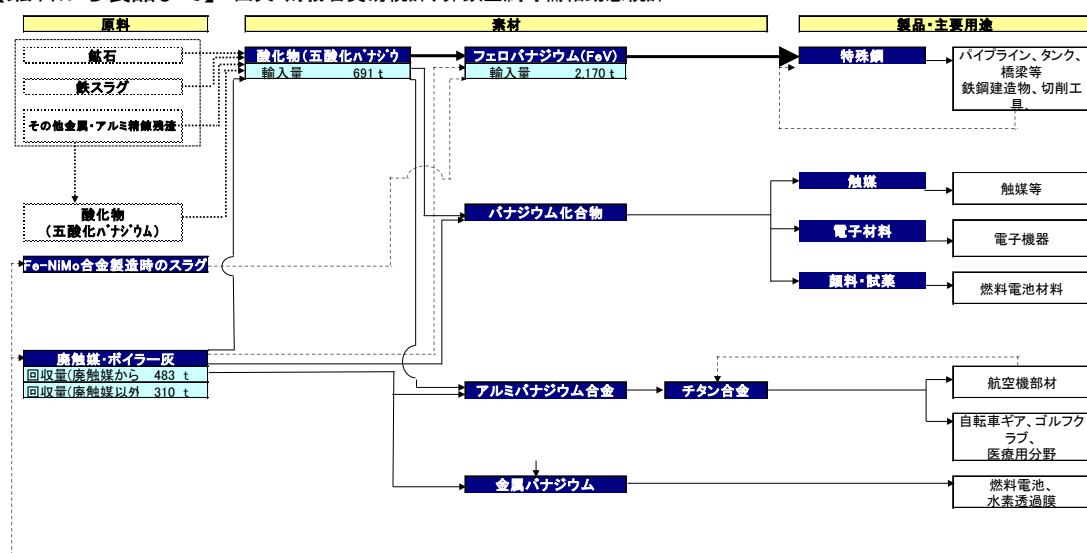


フェロバナジウム

主要輸入相手国(2017 年合計 2,170t)



【鉬石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・世界のバナジウム鉱石の生産量は、前年比 102%の微増となった。中国では環境査察の影響により、鉱石生産量が減少する一方、南アの Glencore 社の Rhovan 鉱山と Bushveld minerals 社の Vemetco 鉱山及びブラジルの Largo 社の Maracas 鉱山はフル生産を実施している。
- ・世界の需要については、フェロバナジウム（以下、FeV）からフェロニオブ（以下、FeNb）への切り替えによる需要減の可能性がある一方、中国で建設用鉄筋の強度規制が強化されることにより、鋼鉄中のバナジウム含有量が増加し、FeV の消費量が増える可能性がある。
- ・国内では、粗鋼生産量が前年並みにもかかわらず、フェロバナジウムの生産量は前年比 98%と微減であった。石油掘削用パイプの生産量が低迷しており、FeV の需要が伸びていない。
- ・中国でのバナジウムスラグの輸入規制及びバナジウム含有量の低い石炭からのバナジウムの回収禁止により、バナジウムの価格が上昇している。資源としてはバナジウム資源国が限られていることと新規の鉱山プロジェクトの予定がないことが供給面での懸念点である。

1.特性・用途

バナジウムは銀白色で、塩酸、アルカリ水溶液、希アルコールに溶けず、硝酸、濃硫酸、フッ酸に溶ける。常温の空気中では、表面に酸化物の被膜を作る。また塩素と反応し、塩化バナジウムになる。高温の空気中で酸化すると、褐色、灰色、黒色、暗褐色に変化する。

バナジウムを含有する鉱物としては、クルソナイト(FeV_2O_4)、カルノー石($\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、デグロワゾー石($\text{Pb}(\text{Zn,Cu})\text{VO}_4\text{OH}$)、パトロナイト(VS_4)、ロスコー雲母($\text{K}(\text{V,Al,Mg})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)、褐鉛鉱($\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$)があるが、主に、含バナジウムチタン磁鉄鉱を原料とする鉄鋼の副産物のスラグ（いわゆるバナジウムスラグ）からバナジウムが回収されている。また、原油（特に重質油）に硫黄とともにバナジウムが多く含まれることから、石油精製所の使用済脱硫触媒や火力発電所からの重油煤等から回収される。

鉱石を炭酸ナトリウムとともに焙焼し、水溶性のバナジン酸ナトリウムとした後で、硫酸処理して酸化バナジウムとする。純粋な単体は、さらに塩化物としてマグネシウム等で還元する。

バナジウムを鉄鋼材料に微量添加すれば、鋼の強度や耐熱性が高まる。バナジウムの消費量の約 90%が鉄鋼への添加材であり、高張力鋼（自動車用鋼板、橋梁、ビル鉄筋等）、構造用鋼（タービン、加湿器、蒸気パイプ等）、工具鋼（切削工具等）、その他鋼材用途に使用される。鋼への添加は主にフェロバナジウムが使用される。バナジウムはクロム、モリブデンなどの他の金属と組み合わせて使用される。例えば、クロムバナジウム鋼は、硬度や耐摩耗性に優れており、高温衝撃に対する強度が求められる高速度工具鋼として利用される。

バナジウム化合物として高純度五酸化バナジウム、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ソーダ、メタバナジン酸カリウム等が製造される。これらは、主に製油所で重油から LPG、ガソリン、軽油等への精製プロセスでの脱硫触媒として利用される。また、これらの化合物は触媒以外にも電子材料、顔料、試薬等に使用されている。

金属バナジウムはチタン、アルミニウム等への添加物として利用される。例えば、アルミニウム 6%、バナジウム 4%を含有するチタン合金は(Ti-6Al-4V)は、軽量で疲労強度、破壊靱性、加工性などの特性をバランスよく備えた合金であり、航空機ジェットエンジンのファンブレードやファンディスクなどに使用される。バナジウム合金は、航空機以外にも原子力産業、宇宙産業等の分野において重要である。また、民生用としては、デンタルインプラント、ゴルフクラブのヘッド等にも使用される。この他、金属バナジウムは、スパッタリングターゲット材や水素吸蔵用合金等にも使用される。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のバナジウム鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年のバナジウム鉱石生産量は前年比 102%の 80,400t であった。主要生産国は中国、ロシア、南アで、この 3 か国で世界生産量の 89%を占めている。

2010～2014 年にかけて鉱石生産量が増加している。一般的にバナジウムは鉄スラグから回収されているが、2009 年頃まで鉄鋼生産の副産物であるスラグ(いわゆる、バナジウムスラグ)からバナジウムを回収していなかった中国企業が、バナジウムの回収企業を設立した結果、中国の鉄鋼生産の伸びに伴って、バナジウム生産量が増加したことによる。

2010 年から増加を続けてきたバナジウム鉱石生産量が、2014 年をピークに減少に転じた要因は主として、中国の経済成長の減速に伴う鉄鋼需要の減退による鉄鋼の減産、南アの鉄鋼生産大手 Evraz Highveld 社が Business Rescue(日本の会社更生法に近い内容)を申請して操業を停止し、傘下の鉱山も生産停止したこと等による。新日本電工は南アの South Africa Japan Vanadium(SAJV)に出資し、フェロバナジウムの生産をしていたが、鉄鋼市況の安い時期に南アの Evraz Highveld 社の鉄鋼事業が立ち行かなくなり、Mapochs 鉱山が停止した。この鉱山からの含バナジウム鉄鉱の供給がなくなり、SAJV の生産も停止した。新日本電工は 2017 年 1 月に SAJV の保有株式を売却し、完全撤退した。

2017 年の中国の鉱石生産として記載されている 43,000t は、鉄鉱石の製錬時に発生するスラグから生産されたバナジウムである。中国では、環境査察の実施により、鉄鋼のスラグが入手しにくくなっている。中国はバナジウムスラグ、五酸化バナジウム(以下、 V_2O_5)を海外からも輸入している。バナジウムスラグの供給が少なくなったことで、バナジウムの供給が絞られた。

鉱石の需給がタイトになる中、Glencore 社の南アの Rhovan 鉱山と Bushveld minerals 社による Vametco 鉱山はフル生産をしている。

今後も、バナジウム鉱石の主要生産国に大きな変化はないと推測される中で、需給バランスに影響を与えるとみられているブラジルの Maracas 鉱山プロジェクト(含バナジウム磁鉄鉱)(権益保有企業:Largo Resources)が 2014 年 8 月に商業生産を開始した(フェーズ I 年産 9,600t、五酸化バナジウム(以下、 V_2O_5)ベース)。本鉱山では、Glencore 社が 6 年間の引取保証を行っている。ブラジルの 2014 年の生産は 1,000t 強で(ブラジルからの 2014 年の V_2O_5 の輸出量は 921 マテリアル t)あったが、2015 年から本格的に市場に製品が出るようになった。ブラジルの Maracas 鉱山はフル生産中で、2017 年のブラジルの V_2O_5 の輸出量は 9,220 マテリアル t で 2014 年に比べ 10 倍であった。2017 年の生産量は純分ベースで 8,400t であった。同社の V_2O_5 は、韓国、オランダ、カナダ、日本などに供給されている。

バナジウムを含む鉱石には、含バナジウムチタン磁鉄鉱(V_2O_5 含有量 0.5～1.5%)、磷鉱石(同含有 0.2～0.3%)等がある。含バナジウムチタン磁鉄鉱から鉄分を採取し終わったバナジウムスラグには、一般的に 6～24%(同含有量)のバナジウムが含まれており、世界のバナジウム供給量のうち 60～70%がこのスラグ由来である。

表 2-1 世界のバナジウム鉱石の生産量

単位: 純分 t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	20,000	20,000	22,000	23,000	39,000	41,000	45,000	42,000	45,000	43,000	96%	53%
ロシア	14,500	14,000	15,000	22,000	19,500	21,000	15,100	16,000	16,000	16,000	100%	20%
南ア	20,000	19,000	19,000	15,200	15,000	15,000	21,000	14,000	10,000	13,000	130%	16%
ブラジル	-	-	-	-	-	-	1,030	5,800	8,000	8,400	105%	10%
その他	1,000	1,000	1,600	2,200	500	2,000	570	0	0	0	-	0%
合計	55,500	54,000	57,600	62,400	74,000	79,000	82,700	77,800	79,000	80,400	102%	100%

出典: United States Geological Survey 2018「Mineral Commodity Summaries Vanadium」, World Mine Production

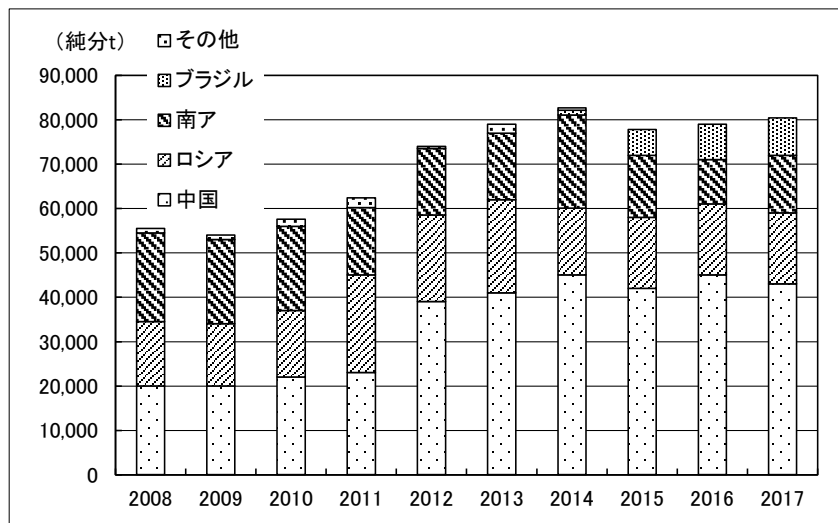


図 2-1 世界のバナジウム鉱石の生産量

鉱石からの生産以外に、使用済脱硫触媒や重油燃焼灰などからもバナジウムが回収されている。重油燃焼灰には 5～15%のバナジウムが、使用済脱硫触媒には 2～3%のバナジウムが含まれている。

回収の大手企業として、米国の Dow Chemical(イオン交換法)や、オーストリアの Treibacher Industrie AG があるが、米国のバナジウム合金・化成品等の生産企業 Evraz Stratcor 社、フランス Eramet 社の米国子会社 Gulf Chemical 社も燃焼灰や使用済触媒から回収を行っている。Evraz Stratcor 社は、重油燃焼灰に加えて、2013 年にバナジウムスラグ(ロシアの Evraz 社から供給)からの V_2O_5 回収設備を導入し、2014 年 1 月から稼働させた。

表 2-2 に世界のバナジウム消費量を示す。2017 年の公開データはないが、2016 年のバナジウム消費量については、前年比 92%の 60,218t であった。

世界のバナジウム需要については、FeV から FeNb への切り替えや、バナジウム価格の上昇によるレドックスフロー電池の研究開発の遅れによる需要減の可能性と、中国の鉄筋規格改定に伴う需要増の可能性がある。鉄筋規格は、2018 年 11 月 1 日から、中国で建設用鉄筋の強度規制が強化され、基準を満たすために鋼鉄中に使用されるバナジウム量が増加し、FeV の消費量が増える見込みである。

世界のバナジウム消費量のうち、中国の消費量が占める割合は 2016 年、36%である。

バナジウムの供給については、南アの Evraz Highveld 社の生産停止の影響も大きいですが、2015 年から Largo 社によるブラジルの Maracas 鉱山プロジェクトが本格生産を開始したこともあり、現状では需要が落ち込んでいるので逆に供給過剰となっている。

表 2-2 世界のバナジウム消費量

世界のバナジウム消費量(五酸化バナジウム換算)

マテリアル千lb

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
消費量	217,000	176,000	227,000	244,000	245,900	241,500	277,200	258,100	237,000	-
前年比	97%	81%	129%	107%	101%	98%	115%	93%	92%	-

出典:工業レアメタル(2017年の公開データなし)

世界のバナジウム消費量(五酸化バナジウム換算)

マテリアルト

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
消費量	98,430	79,832	102,965	110,677	111,538	109,543	125,736	117,072	107,501	-

出典:工業レアメタル(2017年の公開データなし)

※1lb= 453.592 g

世界のバナジウム消費量(純分t換算)

純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
消費量 ¹⁾	55,136	44,719	57,677	61,996	62,479	61,361	70,432	65,579	60,218	-
生産量 ²⁾	55,500	54,000	57,600	62,400	74,000	79,000	82,700	77,800	79,000	80,400

出典:1)工業レアメタル、2)USGS

2-2.国内の需給動向

バナジウムの国内需給を表 2-3、図 2-2 に示す。

2017 年の国内バナジウム供給量は前年比 91%の 3,861t であり、需要量は同 98%の 4,778t であった。供給において、触媒等からの回収量は同 126%と増加したが、輸入量が同 85%と大きく減少した。需要量は FeV 鉄鋼向けが同 98%の 4,388t と微減で、輸出(素材)は同 103%の微増であった。触媒向けは同 97%の 94t と減少した。

表 2-3 バナジウムの国内需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入(素材) ¹⁾	6,234	2,851	4,382	4,657	4,444	4,504	4,502	4,160	3,606	3,068	85%
	回収(触媒等) ²⁾	792	698	971	766	624	776	638	578	631	793	126%
	合計	7,026	3,548	5,353	5,422	5,068	5,280	5,139	4,739	4,237	3,861	91%
需要	製鋼向け消費FeV ³⁾	5,061	3,053	4,397	4,516	4,399	4,856	5,051	4,529	4,485	4,388	98%
	(FeV国内生産(参考) ⁴⁾)	2,434	1,792	2,933	2,786	2,602	2,577	2,863	2,825	2,871	2,812	98%
	触媒向け消費V ⁵⁾	116	97	117	159	138	146	115	144	97	94	97%
	輸出(素材) ¹⁾	148	234	220	153	192	398	413	179	286	296	103%
	合計	5,325	3,384	4,734	4,828	4,729	5,401	5,578	4,853	4,869	4,778	98%
供給－需要		1,702	164	619	595	−38	−121	−439	−114	−632	−917	

出典:1)財務省貿易統計

2)触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

3)、4)経済産業省鉄鋼・非鉄金属統計、2014年以降は日本フェロアロイ協会

5)経済産業省化学工業統計/原材料統計

純分換算率

1) 表2-1を参照

3) 2011年まで:製鋼業者の国内消費FeV量に純分換算率70%を乗じて算出。

2012年、2013年:国内消費FeVが国内生産FeVと輸入FeVで賄われていることから、輸入FeVの純分換算率70%とその年の国内生産FeVの純分換算率との加重平均としている。

2014年:2013年の純分換算率64%を用いている。

2015年:輸入FeV純分換算率と国内生産FeV純分換算率との加重平均(63%)

4) 純分換算率(～2011年):FeV(国内生産70%)

純分換算率(2012年):FeV(国内生産59%)

純分換算率(2013年):FeV(国内生産58%)

純分換算率(2014年～2017年):FeVについては、ヒアリング結果から推計したものでメーカーによりV純分が異なる。

※素材は、FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他による。

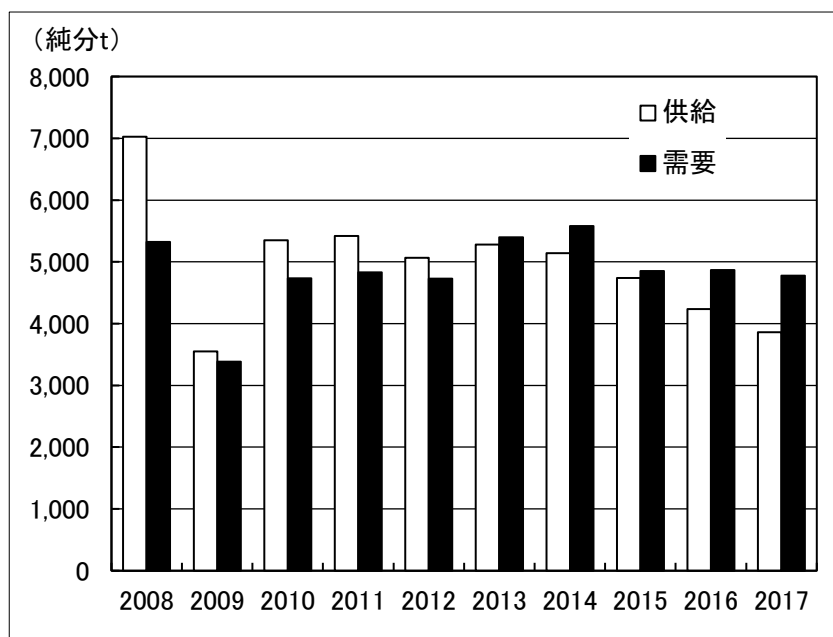


図 2-2 バナジウムの国内需給

FeV の国内需要量は粗鋼生産にある程度連動するが、2017 年については、日本の粗鋼生産量が、1 億 5 百万 t と前年並みとなり、国内の FeV 需要量も前年比 98% の 4,388t となった。石油掘削用のパイプの需要が増えると、FeV の需要は増加するが、現在、この石油掘削用のパイプの生産は低めに推移している。また、FeV は価格が高いため、FeV の代わりに他の添加元素への変更の可能性もある。

2017 年の触媒用バナジウム需要量は前述したように、前年比 97% の 94t と減少した。廃触媒その他から回収されたバナジウムの量 (793t) より少ないが、バナジウム需要のデータの調査対象に回収されたバナジウムが含まれていない可能性がある。

触媒用バナジウムには、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ソーダ、メタバナジン酸カリウム等が使用されている。バナジウムを使った触媒は、脱硝、硫酸・有機酸製造等に使用される。なお、表 1-2 には含まれないが、これら化合物は触媒以外にも電子材料、顔料・試薬向け等で使用されている。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

バナジウム素材の輸出入量を表 3-1、図 3-1 に示す。2017 年の輸入量は前年比 85% の 3,068t と減少したが、輸出量は前年比 103% の 296t と増加した。FeV の輸入量の減少は、国内需要の減少に対応したものと推測される。

表 3-1 バナジウム素材の輸出入数量

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	FeV	輸入	4,475	1,899	3,211	3,354	3,004	2,956	3,164	2,812	2,370	2,170	92%
		輸出	28	89	42	72	162	370	351	157	257	215	84%
	酸化物	輸入	1,495	888	1,094	1,126	1,280	1,340	1,199	1,211	1,115	691	62%
		輸出	120	145	177	81	30	28	62	22	30	81	275%
	塊・粉・くず	輸入	230	54	70	174	160	197	132	134	109	193	178%
		輸出※ ¹⁾	0	0	0	0	100	119	122	85	79	62	78%
	その他	輸入	35	10	6.5	2.2	0.1	10.4	6	3	12	13	107%
		輸出※ ¹⁾	－	－	－	－	47	41	36	35	36	94	261%
合計	輸入	6,234	2,851	4,382	4,657	4,444	4,504	4,502	4,160	3,606	3,068	85%	
	輸出	148	234	220	153	192	398	413	179	286	296	103%	
	輸入－輸出	6,086	2,617	4,162	4,504	4,252	4,106	4,089	3,981	3,320	2,772	84%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: (2012年以前) FeV70%、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

純分換算率: (2013年以降) FeV(輸入70%、輸出50%)、酸化物56%、塊・粉・くず100%、その他100%

※1) 塊・粉・くず及びその他の輸出货量は、Ge、V、Ga、Hf、In、Nb、Reなどの合計であるため参考値として記載しており、バナジウム輸出货量の合計には反映させていない。

※素材は、FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他による。

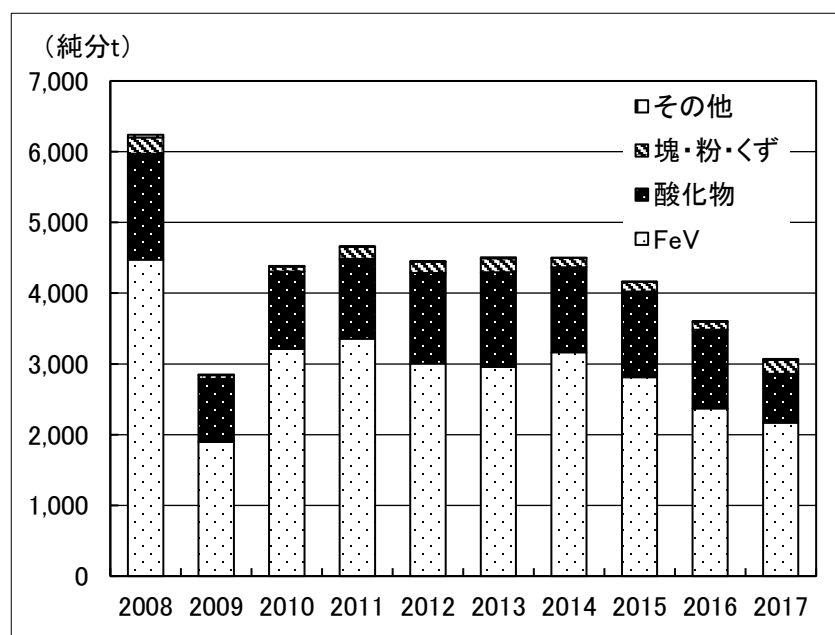


図 3-1 バナジウムの輸入数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. FeV

FeVの輸出入相手国を表3-2、図3-2に示す。2017年のFeVの主要輸入相手国は、中国、チェコ、南アである。この上位3か国で全体の84%を占め、中国からの輸入量は全体の47%を占める。南アからの輸入量が2016年の275tに引き続き、2017年も299tと低迷している。これはEvraz Highveld社の操業停止の影響で南アのFeV生産が減少したことによるものと考えられる。中国からの輸入量は前年比109%の1,011tであった。

チェコからの輸入量は前年比68%と大きく低下した。台湾からの輸入量が前年の4倍と増加したが、リサイクル品からFeVを製造する台湾メーカーからの輸入である。

韓国からの輸入量は、2016 年は前年比 367%の 400t と大幅に増加したが、2017 年には、前年比 44%と大きく低下し変動が大きい。

2017 年の FeV の主要輸出相手国はインド、ブラジルである。2017 年はインドへの輸出量が大きく増加した一方、ブラジルへの輸出量が大きく減少した。韓国から米国への FeV の輸出にアンチダンピングが適用されたため、2016 年に、日本から米国への FeV の輸出が増加したが、2017 年の米国への輸出量は大きく減少した。

表 3-2 FeV の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	726	108	652	830	662	846	981	891	925	1,011	109%	47%
	チェコ	566	171	112	134	77	371	392	546	728	497	68%	23%
	南ア	1,974	1,232	1,883	1,698	1,589	1,397	1,617	1,204	275	299	109%	14%
	台湾	21	-	18	-	-	18	10	62	41	185	447%	9%
	韓国	869	331	441	615	606	261	77	109	400	175	44%	8%
	ロシア	277	15	42	-	49	63	46	-	-	-	-	-
	その他	63	43	81	77	21	18	42	62	41	4	8%	0%
	合計	4,475	1,899	3,211	3,354	3,004	2,956	3,164	2,812	2,370	2,170	92%	100%
輸出	インド	0	20	12	8	80	80	90	60	40	160	400%	74%
	ブラジル	-	-	-	-	-	130	120	60	100	20	20%	9%
	米国	-	0	0	0	9	141	109	5	93	9	10%	4%
	イタリア	0	-	-	-	5	2	6	6	3	-	-	-
	その他	20	44	19	44	21	17	26	26	20	26	125%	12%
	合計	20	64	30	51	115	370	351	157	257	215	84%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 輸入FeV70%、輸出FeV50%

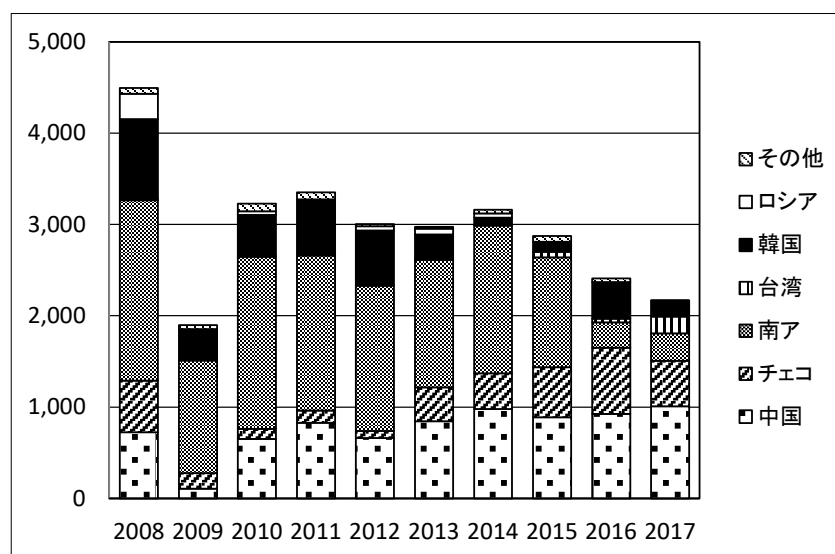


図 3-2 FeV の輸入相手国

3-2-2 酸化物(五酸化バナジウム)

酸化物(五酸化バナジウム)の輸入相手国を表 3-3、図 3-3 に示す。

2017 年の五酸化バナジウムの主要輸入相手国は中国、韓国、ブラジル、南アである。2009 年の尖閣諸島問題以後、リスク回避策として中国以外からの輸入量が増加傾向にあり、2016 年の中国からの輸入量は、前年比 74%と大幅に減少したが、2017 年は、中国からの輸入量は前年比 110%と増加した反面、韓国、ブラジル、南アからの輸入量は大幅に減少した。

表 3-3 酸化物(五酸化バナジウム)の輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	中国	1,407	803	805	733	889	664	504	535	395	437	110%	63%
	韓国	9	9	54	113	212	134	208	251	224	152	68%	22%
	ブラジル	-	-	-	-	-	-	-	146	336	67	20%	10%
	南ア	78	67	235	269	101	34	258	101	146	22	15%	3%
	台湾	-	-	-	-	-	228	90	1	-	12	-	2%
	タイ	-	-	-	-	22	269	112	165	14	-	-	-
	その他	0	9	0	11	56	12	25	11	0	0	-	0%
	合計	1,495	888	1,094	1,126	1,280	1,340	1,197	1,211	1,115	691	62%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 酸化物56%

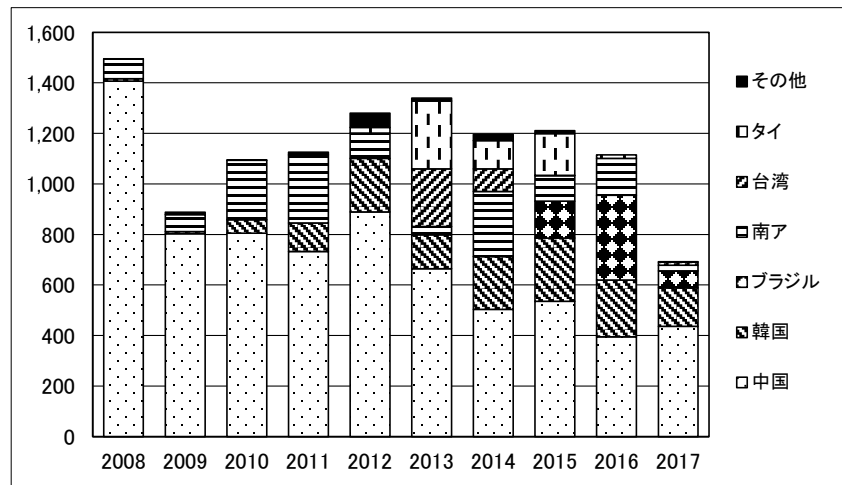


図 3-3 酸化物(五酸化バナジウム)の輸入相手国

3-3.輸出入価格

バナジウムの平均輸出入価格を表 3-4、図 3-4 に示す。

2017 年の FeV、酸化物の平均輸入価格は前年より、それぞれ 1.8 倍と 2 倍に増加した。2017 年の FeV の平均輸出価格は前年比 132%と増加し、一方、酸化物の平均輸出価格は前年比 79%と減少した。

2017 年のバナジウムの価格は、中国の環境査察強化による生産量減により上昇した。その後 2018 年 1 月から、バナジウムスラグの中国への輸入が禁止されたので、バナジウムの供給不足は続くと推測される。

表 3-4 バナジウム素材の平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	FeV	輸入	\$/t	43,603	23,073	20,684	20,414	17,045	19,872	18,582	14,703	12,499	22,605	181%
		輸出		68,183	25,543	33,333	28,248	18,767	14,537	13,627	13,416	10,750	14,197	132%
	酸化物	輸入	\$/kg	29	13	14	13	11	13	12	8	7	14	196%
		輸出		29	14	16	20	32	28	16	25	25	20	79%
	塊・粉・くず※	輸入	\$/kg	53	41	38	37	33	29	30	27	24	27	115%
		輸出		0	0	0	0	399	397	457	348	166	148	89%
	その他※	輸入	\$/kg	34	24	52	111	1,057	28	26	62	24	37	151%
		輸出		-	-	-	-	478	504	574	489	350	314	90%

出典: 財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

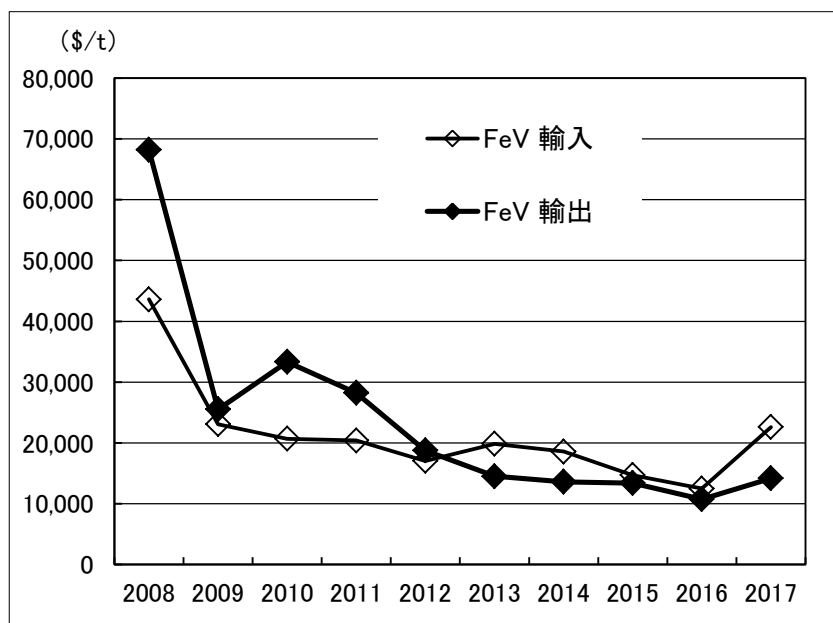


図 3-4 FeV の平均輸出入価格

4.リサイクル

バナジウムの最大の需要先は特殊鋼であるが、使用済特殊鋼に含まれるバナジウムは鉄スクラップとして回収され、主に製鉄用スクラップとして再利用されている。国内におけるバナジウムのリサイクルは、石油精製所の使用済脱硫触媒や火力発電所からの重油煤(EP 灰)等から回収されたものが主となっている。

触媒資源化協会の統計では、2017 年の触媒からの回収量は前年比 113%の 483t、触媒以外(重油灰、スラグ等)からの回収量は前年比 151%の 310tで、回収量合計 793t であった。

下記の定義により計算したバナジウムのリサイクル率を表 4 に示す。バナジウムの 2017 年のリサイクル率は前年から 6 ポイント増加し、22%であった。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費量})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 素材は FeV、酸化物、塊・粉・くず、その他の合計値

※ 国内発生量には使用済製品からのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。

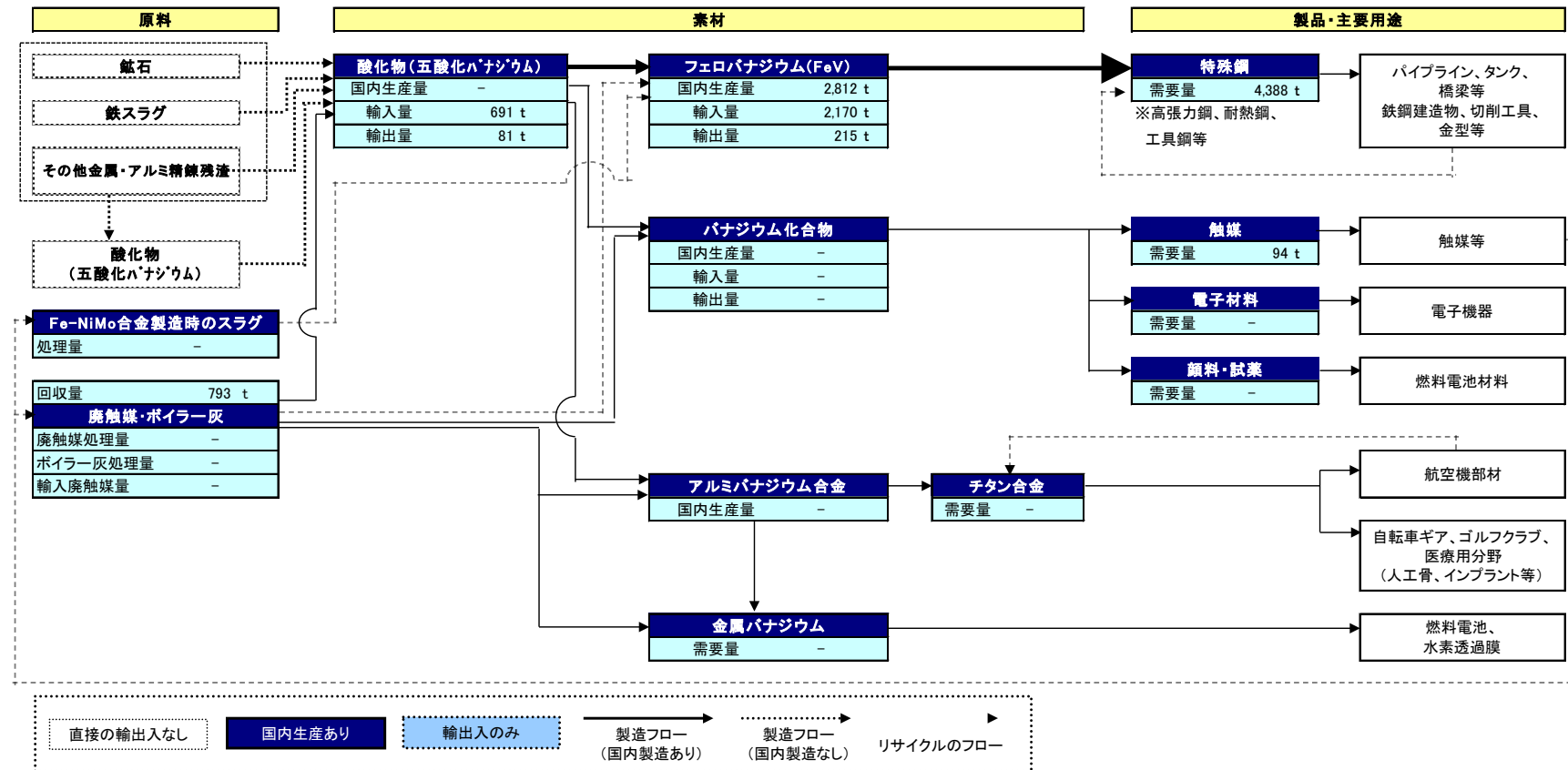
表 4 バナジウムのリサイクル率

		単位: 純分t					
見掛消費量	国内発生量	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	触媒・重油燃焼灰から回収 ¹⁾	624	776	638	578	631	793
	輸入(素材)－輸出(素材) ²⁾	4,252	4,106	4,089	3,981	3,320	2,772
	合計①	4,876	4,882	4,727	4,559	3,950	3,565
	リサイクル量(触媒・重油燃焼灰から回収 ²⁾)	624	776	638	578	631	793
	リサイクル率(②/①)	13%	16%	13%	13%	16%	22%

出典: 1) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」(2017年版)、2) 表2-1 バナジウムの輸出入数量

5.マテリアルフロー

バナジウムのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: 輸入FeV70%、輸出FeV50%、国内生産分のFeV58%、国内需要FeV64%、酸化物56%、その他100%

※数量の表記は、生産数量及び需要量が不明の場合は「-」で示す。輸出入実績がない場合は「-」とし、その他の場合は数値で記載している。

マンガン Mn

【用途】鉄の脱酸・脱硫や特性向上に添加

マンガン鋼の原料や、フェロマンガンとして鋼材の脱酸・脱硫などに使用され、需要の約 97%を占めている。身近なところでは、マンガン電池の正極やリチウムイオン電池（以下、LIB）の正極材、アルミ飲料缶等を使用されている。また、マンガン自体は磁性を持たないが、合金にすることで磁気を持つこともあり、マンガン、亜鉛、鉄を含む金属酸化物はフェライト磁石になる。さらに過マンガン酸カリウムは酸化剤として、酸化還元滴定用の分液試薬や有機合成、殺菌、漂白、火薬の原料、医薬品などの用途に広く用いられている。

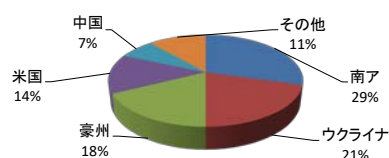
【特性】

- ・硬いが非常に脆い
- ・粉末状にすると酸素・水と反応する
- ・粗鋼生産に必須の金属

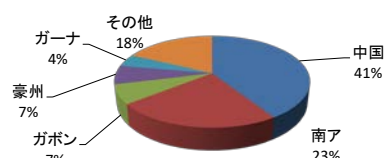
【資源国と消費国】

〔国名、構成比(%)〕(数値はすべてマテリアル千 t ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018、Roskill

国別埋蔵量(2017 年合計 680,000 千 t)

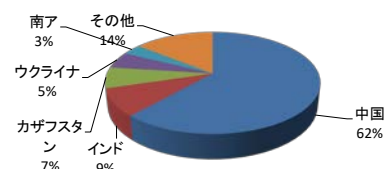


国別鉱石生産量(2017 年合計 61,163 千 t)



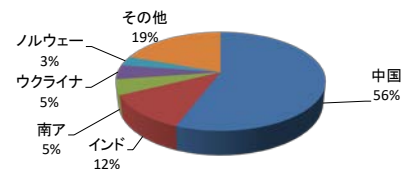
国別鉱石消費量

(2011 年合計 43,775 千 t)



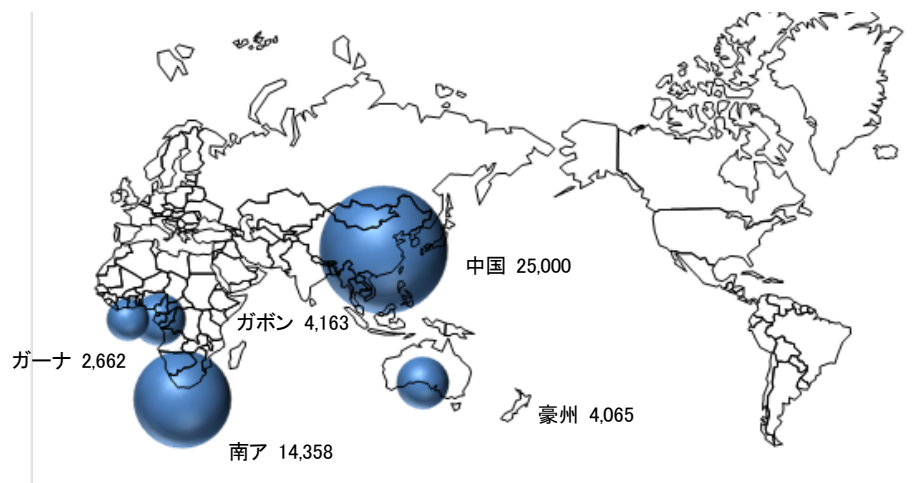
国別フェロマンガン、シリコマンガン生産量

(2014 年合計 17,430 千 t)



【世界の主要鉱石生産国】 中国と南アが 2 大生産国

国名、国別生産量(マテリアル千 t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



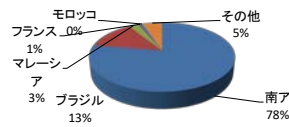
【貿易概況】 出典:World Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界(数値はマテリアル千 t)

マンガン鉱石

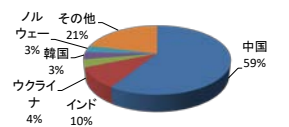
主要輸出国

(2017 年合計 20,089 千 t)



主要輸入国

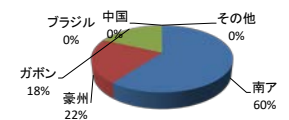
(2017 年合計 36,067 千 t)



■日本(数値は純分千 t)

鉱石主要輸入相手国

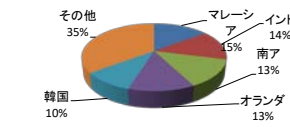
(2017 年合計 416.2 千 t)



フェロマンガン(高炭素+中低炭素)

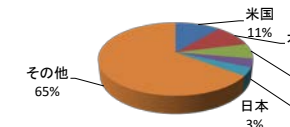
主要輸出国

(2017 年合計 1,892 千 t)



主要輸入国

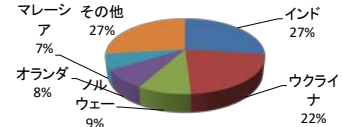
(2017 年合計 3,339 千 t)



シリコマンガ

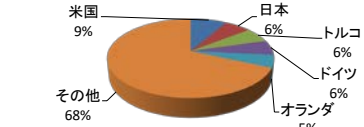
主要輸出国

(2017 年合計 2,979 千 t)



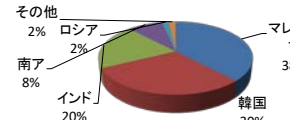
主要輸入国

(2017 年合計 4,366 千 t)



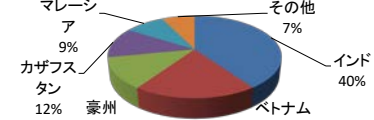
高炭素フェロマンガン主要輸入相手国

(2017 年合計 73.8 千 t)

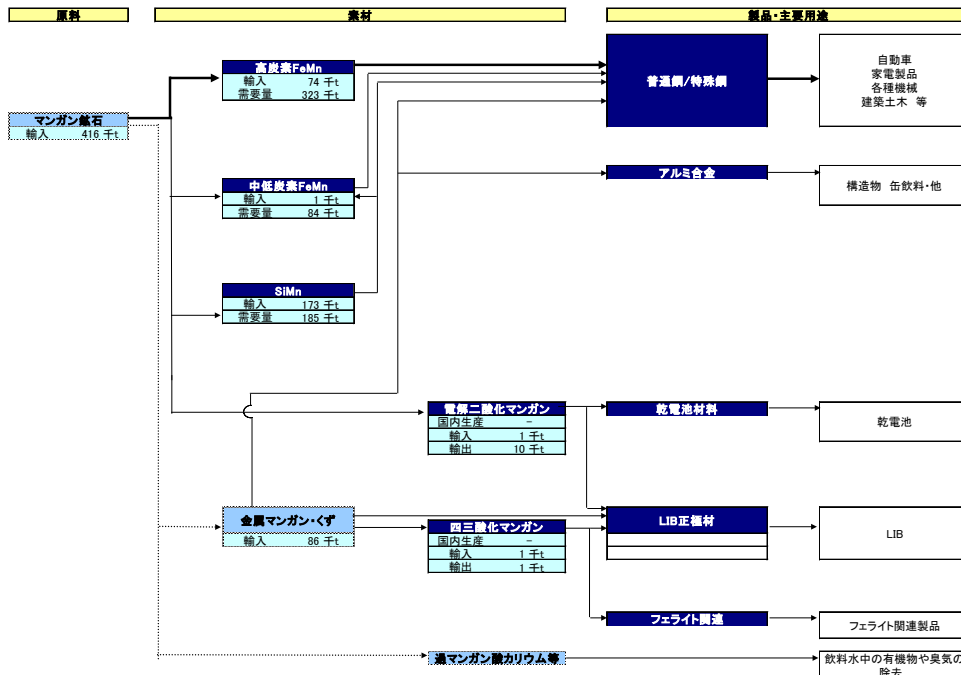


シリコマンガ主要輸入相手国

(2017 年合計 172.5 千 t)



【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・中国の地条鋼の生産禁止により、中国の粗鋼生産量が増加したことで、2017 年にマンガン市況が回復した。これにより、南ア、ガボン、ガーナ、インドのマンガン鉱石生産量は増加した。
- ・国内においては、2017 年の粗鋼生産量が前年並みであったことに対応し、マンガンの需要も前年並みであった。
- ・電解二酸化マンガンはアルカリ乾電池及び自動車用のリチウムイオン電池（以下、LIB）の正極材向けに使用されている。アルカリ乾電池向けの需要は前年に比べ微減であった。
- ・資源確保の面では、高品位鉱の劣化で供給力が低下する懸念があるが、南アの鉱石をマレーシアへ輸出し、安価な電力でフェロマンガンを製造する 3 つのプロジェクトが進められており、いずれのプロジェクトにも日本企業が資本参加している。

1.特性・用途

マンガンは銀白色の遷移金属で、空気中では酸化被膜がで内部を保護する。マンガン自体は磁性を有しないが、合金及び化合物は様々な磁気特性を示すものがある。

マンガンは単体としては産出せず、酸化マンガン鉱（軟マンガン鉱（ MnO_2 ）、硬マンガン鉱（ $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）等）、炭酸マンガン鉱（菱マンガン鉱（ MnCO_3 ））、珪酸マンガン（パラ輝石（ MnSiO_3 ）、テフロ石（ Mn_2SiO_4 ）等）として産出され、中でも酸化マンガン鉱の産出が最も多い。マンガンの鉱床には熱水鉱床、堆積性鉱床、風化残留鉱床、変成鉱床がある。深海底には鉄とマンガンの水酸化物の塊であるマンガン団塊等がある。

金属マンガンの生産方式には、湿式法（電解法）と乾式法（電離法、テルミット法）がある。工業的には電解法が大勢を占めている。電解法は鉱石を焙焼後、硫酸に溶解し、電気分解することで陰極板に金属マンガンを電析させる。電炉法は電気炉にて鉱石をコークス・珪石等により還元し、金属マンガンを生産する。テルミット法は酸化マンガンをアルミニウム粉末で還元し、金属マンガンを生産する方法である。

マンガンはそのほとんどが製鋼用に使用されている。脱酸・脱硫剤、強度及び特性向上を目的として鉄鋼添加剤としてフェロマンガン（以下、FeMn）及びシリコマンガン（以下、SiMn）が使用される。また、マンガン鉱石は FeMn の原料となる他、脱酸・脱硫剤、鉄鋼添加剤として転炉に投入される。マンガン需要は粗鋼生産の動向に大きく左右される。

金属マンガンは製鋼原料として使用される他、アルミニウムに合金元素として添加することで、アルミニウムの硬度及び強度が向上し、アルミ缶や屋根材、サイディング、パネル等の建築材、カラーアルミや電球口金に使われている。

マンガンを含む普通鋼、特殊鋼、アルミ合金等は社会生活の中で幅広く使用されている。

原料の二酸化マンガン鉱石を粉砕し、一酸化マンガンへの還元、硫酸への溶解、精製を経て得られる高純度硫酸マンガン液を電気分解し製造される電解二酸化マンガンはアルカリ乾電池や LIB の正極材の原料に使用される他、フェライト磁石用材料として磁気諸特性の改善のために添加されている。また四三酸化マンガンは LIB 正極材の原料に使用されている。さらに過マンガン酸カリウムは酸化剤として、酸化還元滴定用の分液試薬や有機合成、殺菌、漂白、火薬の原料、医薬品などの用途に広く用いられている。例えば飲料水中の有機物や臭気の除去やマンガンや鉄の除去にも利用される。

2需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のマンガン鉱石の生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の生産量は前年比 102%の 61,163 千 t であった。生産量上位 4 か国では、中国が前年並み、南アとガボンは、前年比が、それぞれ 105%、122%と増加した。その他の国ではガーナとインドの生産量が増加した。これらの生産量の増加は、2017 年のマンガン市況の回復によるものと推定される。

2015 年～2016 年のマンガン鉱石の市況は悪く、価格が低迷したが、中国の地条鋼への規制により、中

国の粗鋼生産量が増加したことで、FeMn の需要が増えて、2017 年に価格が上昇し、鉱石生産量も前年比で微増となった。

なお、世界の需給動向について需要に関する公開データは無い。

表 2-1 世界のマンガン鉱石生産量

単位：マテリアル千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	10,000	11,000	13,000	18,000	20,000	23,000	25,000	25,000	25,000	25,000	100%	41%
南ア	6,807	4,565	7,272	8,693	8,943	10,958	14,093	15,952	13,736	14,358	105%	23%
ガボン	3,250	1,992	3,201	3,433	3,363	3,703	3,481	3,868	3,413	4,163	122%	7%
豪州	4,838	4,451	6,464	6,963	7,179	7,425	7,624	6,281	6,229	4,065	65%	7%
ガーナ	1,167	1,013	1,194	1,828	1,491	1,998	1,353	1,193	1,996	2,662	133%	4%
インド	2,735	2,321	2,745	2,412	2,342	2,462	2,447	1,644	2,209	2,566	116%	4%
ブラジル	3,200	2,320	3,125	3,483	2,796	2,833	2,723	2,702	1,979	2,173	110%	4%
ウクライナ	1,975	1,127	1,589	1,391	1,234	1,525	1,526	1,539	1,315	1,712	130%	3%
カザフスタン	2,485	2,457	3,045	2,963	2,941	2,852	2,617	1,644	1,569	1,613	103%	3%
マレーシア	537	568	900	598	499	1,173	835	515	644	1,226	190%	2%
ジョージア	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	100%	1%
コートジボワール	177	161	87	44	100	245	362	263	326	286	88%	0%
その他	1,369	952	1,874	1,735	1,665	1,941	1,331	852	932	969	104%	2%
合計	38,910	33,297	44,866	51,911	52,924	60,485	63,762	61,824	59,719	61,163	102%	100%

出典：World Bureau of Metal Statistics「World Metal Statistics Yearbook 2018」

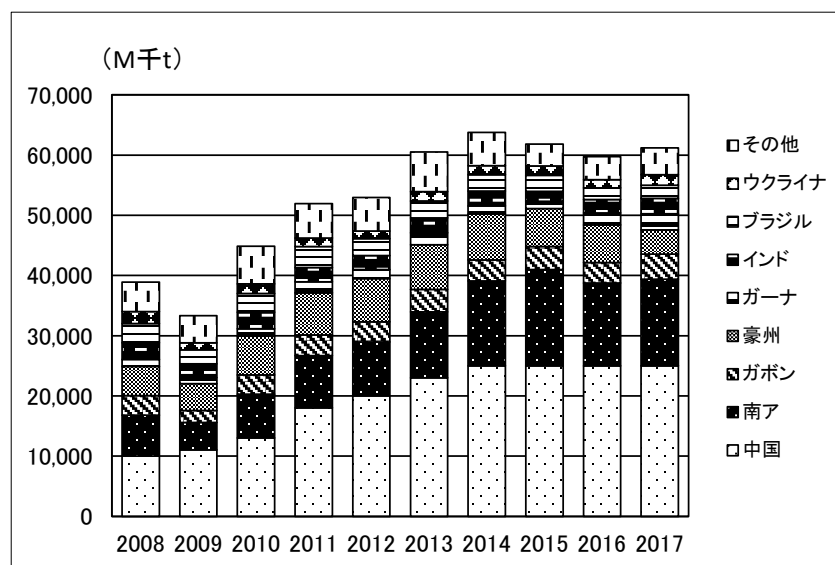


図 2-1 世界のマンガン鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

2-2-1.フェロマンガン(FeMn)

マンガンの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。2017 年の供給は前年比 106%の 663 千 t、需要は前年並みの 596 千tであった。なお、2017 年のマンガン系合金鉄の生産について、経済産業省動態統計において 2014 年より、個別の生産量が非公表になったため、フェロアロイ協会の統計値を使用した。

FeMn の主要需要先は製鋼用であり、その需要量は粗鋼生産量に影響される。日本鉄鋼連盟によると 2017 年の日本の粗鋼生産量は前年並みの 104.6 百万 t であったが、高炭素 FeMn の消費量は前年比 98%の 323 千 t と微減となり、中低炭素 FeMn の消費量は前年比 84%の 84 千 t と大きく減少した。

2016 年の金属マンガンの市況が悪く、価格が安かったため、中低炭素 FeMn から金属マンガンへ配合

の変更をする生産者があった。また、ハイテン鋼の製造に金属マンガンが使用された。

鉄鋼生産において、高炭素 FeMn とマンガン鉱石はどちらも主に一次製錬時に用いられるが、高炭素 FeMn を利用した方がスラグ等の排出が少なく、製造時間も短縮できるため生産効率が高い。一方で、鉱石の直接投入の場合、生産効率は低下するものの、安価に製造することができる。鉄鋼メーカーとしては、安価な鉱石の使用比率を高めたいが、粗鋼生産量が増加し稼働率が高い時はスクラップ利用率が高まり、熱余裕が無くなる。その場合、鉱石は利用しにくくなる。つまり粗鋼生産量が増加すると高炭素 FeMn の使用比率が高まり、粗鋼生産量が減少すると鉱石使用量が増加する傾向がある。鉱石はある程度大ロット(万tレベル)で輸入する必要があり、製鋼業者による鉱石の輸入量と実際の使用量は必ずしもリンクしない。

表 2-2 マンガンの国内需給

単位: 純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	①輸入 ¹⁾	マンガン鉱石	542	441	540	470	508	475	469	537	398	416	105%
	②輸入 ¹⁾	高炭素FeMn	98	41	87	79	92	89	90	63	58	74	128%
		中低炭素FeMn	39	13	8	12	20	9	12	6	1	1	85%
		SiMn	216	90	163	155	161	184	198	171	171	173	101%
		小計	353	145	259	246	273	282	300	239	229	247	108%
需要	③合計		895	586	799	716	781	758	769	777	627	663	106%
	④消費 ²⁾	高炭素FeMn	302	226	298	292	303	310	333	332	329	323	98%
		中低炭素FeMn	73	47	60	61	71	77	89	84	86	84	98%
		SiMn	203	145	157	154	165	186	202	191	179	185	103%
		小計	578	418	515	506	539	573	624	607	594	592	100%
	⑤輸出 ¹⁾	高炭素FeMn	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	113%
		中低炭素FeMn	0.9	0.7	1.5	0.7	0.9	0.8	2.0	1.7	3.8	3.5	92%
		SiMn	0.25	0.03	0.00	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	55%
		小計	1.9	1.2	2.3	1.6	1.8	1.6	2.7	2.1	4.6	4.3	95%
	⑥合計		580	419	517	508	541	574	627	609	598	596	100%
	⑦供給－需要(③－⑥)		293	156	281	207	240	183	142	168	29	67	233%
⑧中間製品 ³⁾	高炭素FeMn	233	204	239	240	237	250	255	259	272	245	90%	
	中低炭素FeMn	81	59	91	93	95	101	88	93	91	97	107%	
	SiMn	36	30	30	30	34	16	16	13	15	16	106%	
	⑨合計	350	293	360	363	366	367	359	366	377	357	95%	
⑩鉱石輸入との差異(①－⑨)			192	149	180	107	142	109	110	172	21	59	285%

出典: 1) 財務省貿易統計、2) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」製鋼業者分受払

3) 2013年までは経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」生産業者分受払、2014年以降は日本フェロアロイ協会統計値

純分換算率(2011年以前): 鉱石49%、高炭素FeMn72%、中低炭素FeMn75%、SiMn61%

純分換算率(2012年以降): 鉱石44.0%、高炭素FeMn75.5%、中低炭素FeMn77.5%、SiMn65%

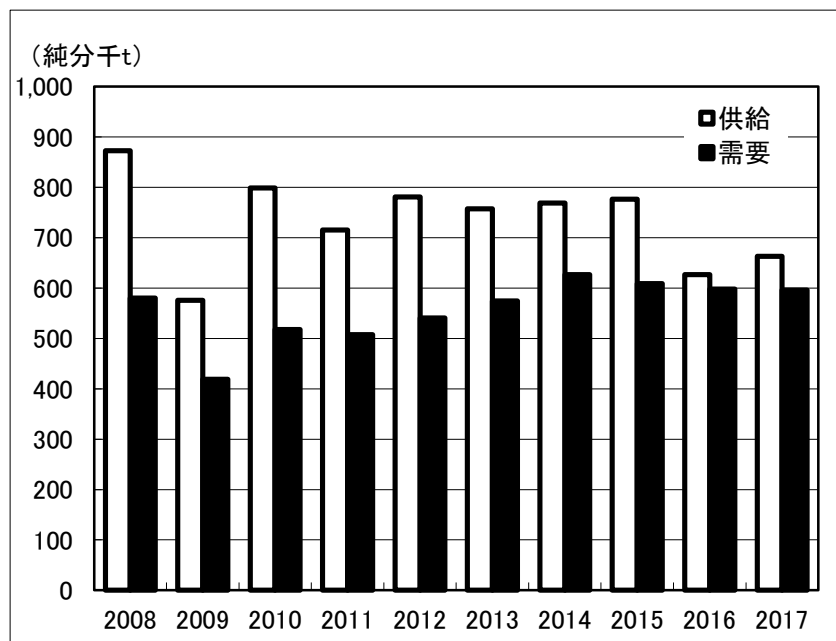


図 2-2 マンガンの国内需給

2-2-2.金属マンガ

金属マンガンの主要用途は製鋼用及びアルミ合金用である。金属マンガンは全量が輸入されている。アルミ合金向けの電解金属マンガン需要はアルミ合金スクラップへの代替が進み、減少傾向にある。

2-2-3.電解二酸化マンガ、四三酸化マンガ等

電解二酸化マンガ(以下、EMD)の主要用途は乾電池及び LIB 正極材である。四三酸化マンガンはフェライト(Mn-Zn 系)や NTC サーミスタ、LIB 正極材で使用されている。

2017 年の乾電池向けの需要は横ばいで推移しているが、電気自動車向けの LIB 向けのマンガンの需要は、正極材の今後の動向の影響を受ける。

2008 年に経済産業省は豪州(アンチダンピング(以下、AD)税率:29.3%)、スペイン(同:14.0%)、中国(紅星大龍(同:34.3%)、南アフリカ(同:14.5%))から輸入される EMD に対して AD 関税の賦課を決定した。元々の関税期間は 2013 年 8 月末までであったが、延長調査を経て 2019 年 3 月 4 日まで課税期間は延長されている。なお、豪州は生産企業が撤退したため、課税期間延長の対象から除外された。中国の EMD 生産上位メーカーは、広西桂柳化工有限責任公司、湘潭電化科技股份有限公司、貴州紅星發展股份有限公司、CITIC ダーメンである。また、南ア唯一の生産者である Delta は 2014 年 6 月に操業を停止した。四三酸化マンガメーカーは、金瑞新材料科技股份有限公司が挙げられる。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

マンガンの輸出入を表 3-1、図 3-1 に示す。2017 年のマンガン原料、素材の合計輸入量は前年比 106%の 752.5 千t、輸出量は前年比 95%の 15.9 千tであった。なお、2017 年の粗鋼生産量は前年並みであったが、鉱石の輸入量は前年比 105%、高炭素 FeMn は、前年比 128%と増加し、中低炭素 FeMn は前年比 85%と減少した。2016 年の金属マンガンの市況は悪く、価格が安かったため、中低炭素 FeMn から金属マンガンへ配合の変更をする生産者があった。また、ハイテン鋼の製造に金属マンガンが使用された。

以上のような状況下、金属マンガンの輸入量は前年比 109%と増加した。

表 3-1 マンガンの輸出入数量

単位：純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	542.0	441.2	540.4	469.6	507.8	475.5	469.1	537.4	397.8	416.2	105%
		輸出	6.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	-
		輸入－輸出	536.0	441.2	539.6	469.6	507.8	475.5	468.8	537.4	397.8	416.2	105%
素材	金属マンガ (くずを含む)	輸入	66.8	30.2	72.3	58.4	46.0	53.9	72.9	63.3	79.2	86.1	109%
		輸出	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	123%
	高炭素FeMn	輸入	97.9	41.4	87.4	79.4	92.0	89.2	89.7	62.8	57.7	73.8	128%
		輸出	0.75	0.55	0.81	0.83	0.82	0.67	0.59	0.4	0.7	0.7	113%
	中低炭素FeMn	輸入	39.4	13.5	8.2	12.2	19.8	8.7	12.2	5.6	0.7	0.6	85%
		輸出	0.9	0.7	1.5	0.7	0.9	0.8	2.0	1.7	3.8	3.5	92%
	SiMn	輸入	215.5	90.0	163.0	154.6	161.4	184.1	197.7	170.8	170.7	172.5	101%
		輸出	0.25	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	55%
	二酸化マンガ ン	輸入	5.3	1.1	4.3	6.8	4.8	2.9	4.2	1.7	1.3	0.9	68%
		輸出	12.9	9.8	11.5	9.3	9.1	9.1	8.9	8.9	9.6	10.0	104%
	四三酸化マンガ (二酸化マンガ ン以外) ¹⁾	輸入	2.4	1.2	1.8	1.9	1.6	1.0	1.4	1.2	1.4	1.2	91%
		輸出	0.5	0.2	0.3	2.1	1.1	2.5	1.6	1.2	1.3	0.5	41%
	過マンガ ン酸カリウ ム	輸入	0.53	0.28	0.31	0.31	0.33	0.27	0.38	0.41	0.34	0.41	121%
		輸出	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.005	229%
	過マンガ ン酸カリウ ム 以外 ²⁾	輸入	1.27	0.55	1.01	0.94	0.95	0.89	0.97	0.9	0.8	0.9	112%
		輸出	0.69	0.52	1.22	1.80	1.19	2.00	1.56	1.4	0.9	0.7	76%
	小計	輸入	429.2	178.2	338.2	314.6	326.9	341.1	379.4	306.8	312.1	336.3	108%
		輸出	16.2	11.8	15.5	15.0	13.4	15.6	15.0	13.7	16.6	15.9	95%
		輸入－輸出	413.0	166.4	322.7	299.6	313.4	325.5	364.4	293.2	295.5	320.5	108%
合計		輸入	971.2	619.5	878.6	784.2	834.7	816.6	848.5	844.2	709.9	752.5	106%
		輸出	22.2	11.8	16.3	15.0	13.4	15.6	15.3	13.7	16.6	15.9	95%
		輸入－輸出	949.0	607.6	862.2	769.2	821.2	801.0	833.2	830.6	693.2	736.7	106%

出典：財務省貿易統計

純分換算率(2011年以前)：鉱石49%、高炭素FeMn72%、中低炭素FeMn75%、SiMn61%、二酸化マンガ
ン63%、四三酸化マンガ
ン72%、

過マンガ
ン酸カリウ
ム34%

純分換算率(2012年以降)：鉱石44.0%、高炭素FeMn75.5%、中低炭素FeMn77.5%、SiMn65%、二酸化マンガ
ン63.2%、四三酸化マンガ
ン72%、

過マンガ
ン酸カリウ
ム34.8%。

※1) 四三酸化マンガ
ン(二酸化マンガ
ン以外)とは、二酸化マンガ
ン以外のマンガ
ン酸化物を示す。

近年輸出の大半は副生マンガ
ン酸化物と考えられる。

※2) 過マンガ
ン酸カリウ
ム以外とは、過マンガ
ン酸カリウ
ム以外の垂マンガ
ン酸・マンガ
ン酸・過マンガ
ン酸塩を示す。

過マンガ
ン酸カリウ
ム以外はマテリアルtの数値。

※原料は鉱石、素材は金属マンガ
ン(くずを含む)、高炭素FeMn、中低炭素FeMn、SiMn、二酸化マンガ
ン、四三酸化マンガ
ン(二酸化マンガ
ン以外)、
過マンガ
ン酸カリウ
ム、過マンガ
ン酸カリウ
ム以外による。

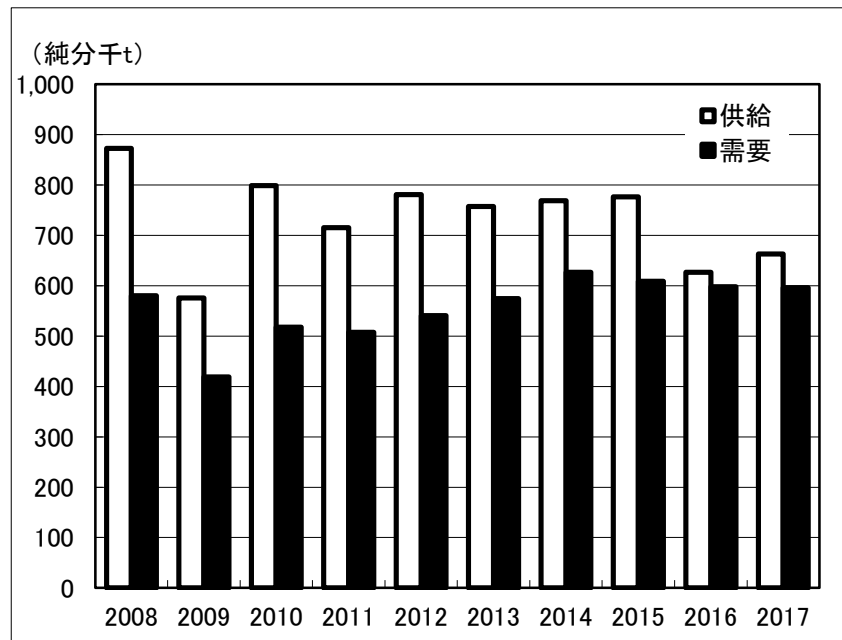


図 3-1 マンガンの輸入数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.鉱石

マンガン鉱石の輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。2017 年の輸入量は前年比 105%であり、輸入相手国のうち、1 位の南アは前年比 94%の 250.9 千 t と減少し、2 位の豪州は前年比 129%の 89.9 千 t、3 位のガボンとは前年比 126%の 75.1 千 t と増加した。2015 年のマンガン鉱石の輸入量が例年より増加したのは、豪州のマンガン鉱石品位が低下する懸念(品位が 47%から 45%ないし 46%に低下)があったため、日本のマンガン鉱石ユーザーが買いだめし輸入量が増加したからである。また、ガボンからのマンガン鉱石輸入量が 2017 年に増加したのは、豪州品の品位低下への対応として、ガボンからの輸入量を増やしたためと推定される。

一般的に高・中・低炭素 FeMn を製造する場合、鉱石を熱で融解しマンガンや鉄を取り出している。低品位のマンガン鉱石を使用すると生産効率が低下するため、高品位のマンガン鉱石が使用されている。一方で金属マンガンや EMD 等の製造では硫酸で鉱石中のマンガン成分を溶出し、その液から不純物を除去してから電解工程で金属マンガン等を析出させる。この手法を電解採取法というが、この手法においても、鉱石の品位が低いとスラッジの量が増加し、廃棄物処理コストが増加するため、鉱石は高品位である方が望ましい。

表 3-2 マンガン鉱石の輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	南ア	332.7	231.8	310.2	305.9	319.7	344.4	319.4	372.2	268.2	250.9	94%	60%
	豪州	195.3	160.6	141.4	135.2	148.8	106.2	101.6	126.6	69.9	89.9	129%	22%
	ガボン	-	33.0	65.7	27.4	38.4	24.2	47.4	38.2	59.4	75.1	126%	18%
	ブラジル	-	2.79	10.04	0.03	0.09	0.09	0.22	0.12	0.11	0.16	151%	0%
	中国	0.30	0.06	0.12	0.15	0.08	0.07	0.04	0.07	0.06	0.07	104%	0%
	インド	13.05	12.20	12.40	0.00	0.02	0.01	0.05	0.06	0.03	-	-	-
	その他	0.66	0.85	0.49	0.90	0.72	0.55	0.43	0.21	0.07	0.05	69%	0%
	合計	542.0	441.2	540.4	469.6	507.8	475.5	469.1	537.4	397.8	416.2	105%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 49%

純分換算率(2012年以降): 44%

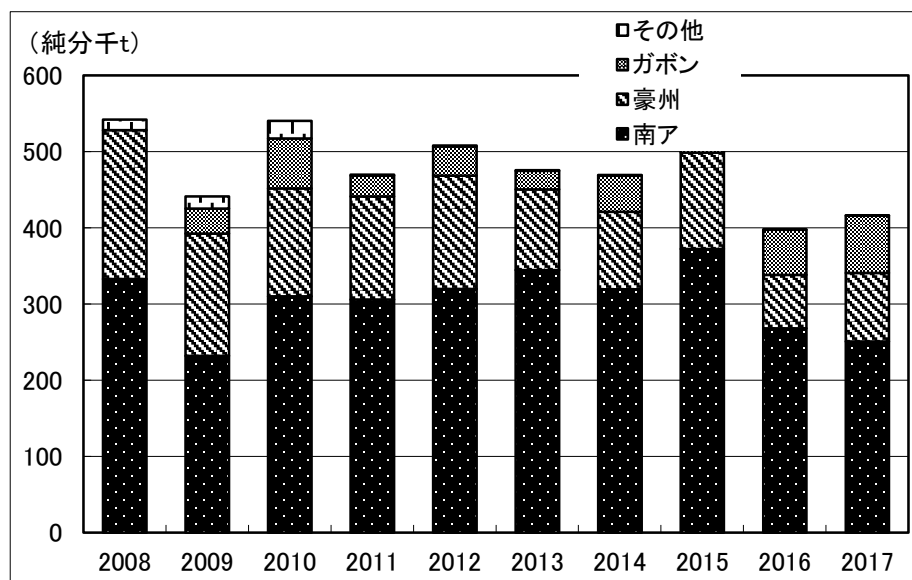


図 3-2 マンガン鉱石の輸入相手国

3-2-2.高炭素フェロマンガ(高炭素 FeMn)

高炭素 FeMn の輸入相手国を表 3-3、図 3-3 に示す。主な輸入相手国は、豪州、マレーシア、韓国、インドであり、これらの上位 4 か国で輸入量全体の 96%を占めている。これらの中で、豪州が高いシェアを占めており、2017 年の輸入量は全体の 38%の 27.9 千 t であった。2017 年にマレーシアからの輸入量が前年の 110 倍の 22 千 t と大きく増加した。

豪州から日本への高炭素 FeMn の輸入量が豪州との経済連携協定(EPA)の締結により、今後増加する可能性がある。日本への輸入に際し、2017 年において高炭素 FeMn には 6.3%の WTO 協定税率が課せられているが、2021 年までに豪州から日本への関税がゼロとなる見込みである。(税率は、2018 年は 2.4%で、毎年 0.8%ずつ低くなり、2021 年にゼロとなる。)

表 3-3 高炭素 FeMn の輸入相手国

		単位: 純分千t											
輸 入	豪州	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	22.0	110倍	30%
	韓国	16.5	7.1	22.5	21.0	44.4	37.9	34.9	26.3	17.4	14.8	85%	20%
	インド	0.8	1.0	4.1	0.8	4.7	12.0	17.0	13.1	5.5	6.4	116%	9%
	南ア	11.6	11.2	24.5	16.1	19.7	10.5	11.9	8.8	10.7	1.3	12%	2%
	ノルウェー	-	0.1	3.4	8.0	4.6	3.0	1.5	0.8	0.4	-	-	-
	その他	21.5	4.0	1.6	0.2	0.8	0.0	0.2	0.3	0.3	1.3	441%	2%
	合計	97.9	41.4	87.4	79.4	92.0	89.2	89.7	62.8	57.7	73.8	128%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 72%

純分換算率(2012年以降): 75.5%

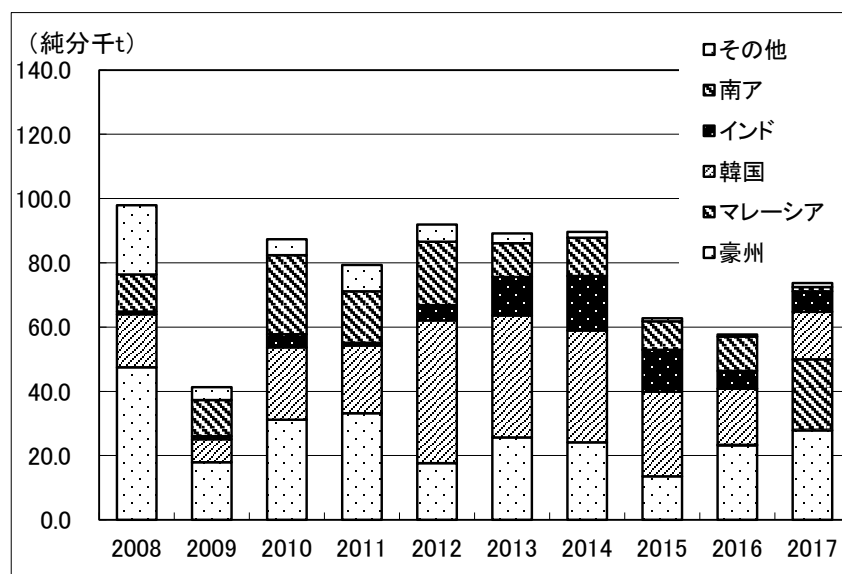


図 3-3 高炭素 FeMn の輸入相手国

3-2-3.中低炭素フェロマンガ(中低炭素 FeMn)

中低炭素 FeMn の輸入相手国を表 3-4、図 3-4 に示す。2017 年の中低炭素 FeMn の輸入量は前年比 85%と大きく減少した。輸入相手国としては、ベトナムが前年比 103%の 0.5 千 t と微増であったが、韓国が同 42%の 0.1 千 t と大きく減少した影響が大きい。

表 3-4 中低炭素 FeMn の輸入相手国

		単位: 純分千t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸 入	ベトナム	-	-	-	0.4	0.7	0.6	1.9	1.0	0.5	0.5	103%	86%
	韓国	21.7	11.8	5.3	9.4	16.0	7.3	8.7	4.5	0.2	0.1	42%	14%
	中国	12.01	0.79	2.44	1.27	0.28	0.00	0.0	-	0.0	0.0	60%	0%
	スペイン	0.2	-	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-
	南ア	1.9	-	-	0.1	0.3	0.2	1.2	0.02	-	-	-	-
	ノルウェー	1.6	0.1	-	0.3	1.8	0.2	0.1	-	-	-	-	-
	その他	1.95	0.81	0.28	0.51	0.56	0.33	0.00	0.00	-	-	-	-
	合計	39.4	13.5	8.2	12.2	19.8	8.7	12.2	5.6	0.7	0.6	85%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 75%

純分換算率(2012年以降): 77.5%

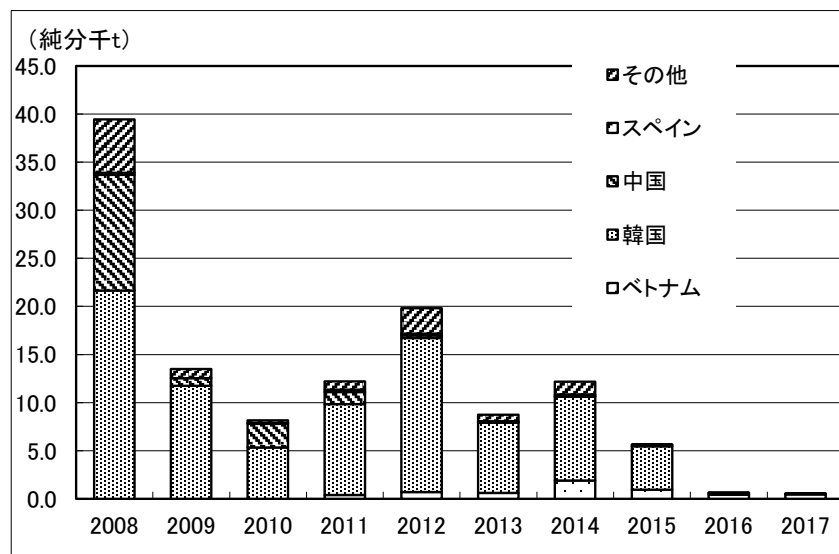


図 3-4 中低炭素 FeMn の輸入相手国

3-2-4. シリコマンガ (SiMn)

SiMn の輸入相手国を表 3-5、図 3-5 に示す。2008 年までは中国からの輸入が最も多く、輸入量全体の約 6~8 割を占めていた。中国での自国消費の増加や輸出関税引き上げにより、中国からの輸入が 2009 年以降激減している。中国に代わり、2010 年以降、インドからの輸入量が急増したが、2015 年以降減少傾向にあり、2017 年のインドからの輸入量は前年比 101% の 69.3 千 t で全輸入量に占めるインドの比率は 40% となった。次に輸入量が多いベトナムは、同 101% の 33.6 千 t で、2010 年以降増加を継続している。豪州は 2017 年に同 123% の 21.2 千 t と 2014 年から大幅増加を続けている。2017 年のマレーシアからの輸入量は、前年の 15 倍の 15.2 千 t 大きく増加した。

新日本電工では、2012 年 5 月に Pertamina Ferroalloy に出資 (Asia Minerals Limited 60%、新日本電工 20%、中央電気工業 5%、他 15%) し、進めていたマレーシア合金鉄生産プロジェクトが、2016 年 6 月より生産を開始した。Pertamina Ferroalloy では、年産で SiMn 120 千 t、中低炭素 FeMn 54 千 t、FeS60 千 t を製造する予定である。

表 3-5 SiMn の輸入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	インド	17.6	23.7	74.3	78.5	92.2	107.9	107.0	84.1	68.9	69.3	101%	40%
	ベトナム	-	-	8.7	13.1	13.8	19.6	27.9	32.0	33.2	33.6	101%	19%
	豪州	0.0	0.9	1.2	2.2	1.3	0.5	3.2	11.8	17.2	21.2	123%	12%
	カザフスタン	11.6	6.3	21.8	26.3	27.2	29.1	27.1	24.2	21.4	20.6	96%	12%
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	15.2	1520%	9%
	南ア	1.3	2.7	3.8	2.6	0.4	0.3	2.3	2.4	6.5	2.6	40%	1%
	ウクライナ	18.5	8.1	15.7	13.0	5.4	6.9	12.6	2.4	7.7	1.2	16%	1%
	韓国	2.3	10.7	10.2	7.0	10.4	8.3	4.7	3.5	4.5	1.1	24%	1%
	インドネシア	-	-	1.2	1.8	3.5	6.8	8.8	5.7	3.1	0.7	22%	0%
	ブラジル	-	-	-	-	-	2.3	1.0	-	2.4	0.7	28%	0%
	中国	162	33	18	4	1	0.2	0.0	-	-	0.3	-	0%
	フランス	-	-	-	-	-	1.0	1.3	0.5	-	-	-	-
	その他	2.6	4.5	8.0	6.3	6.2	1.4	1.9	4.1	4.8	6.1	126%	4%
	合計	215.5	90.0	163.0	154.6	161.4	184.1	197.7	170.8	170.7	172.5	101%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 61%

純分換算率(2012年以降): 65.0%

その他: ガボン(2.8千t)、ザンビア(1.4千t)、ノルウェー(0.9千t)を含む

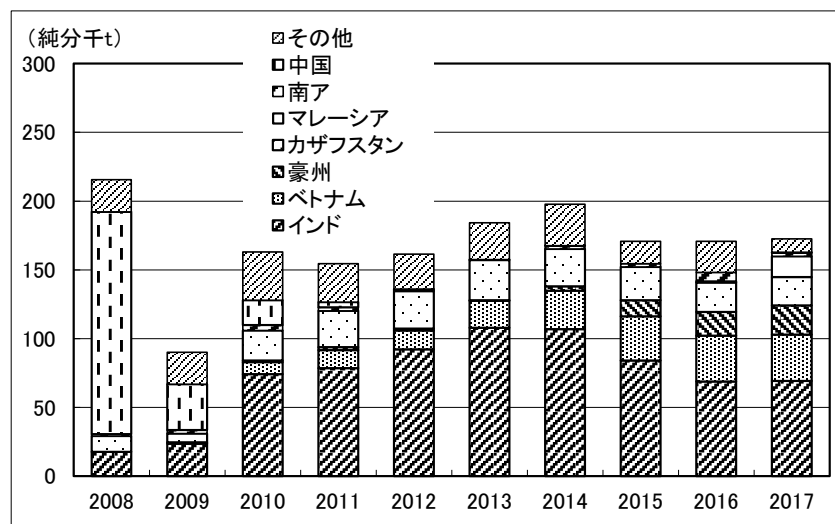


図 3-5 SiMn の輸入相手国

3-2-5.金属マンガン

財務省貿易統計によれば、金属マンガンの2017年の輸入量は、前年比109%の86.1千tと増加した（表3-1参照）。主要な輸入相手国は中国と南アである。2017年の中国からの輸入量は前年比111%の77.1千tであり、全体の90%を占める。南アからの輸入量は、前年比90%の8.6千tであり、全体の10%を占めている。

3-2-6. 電解二酸化マンガン(EMD)

財務省貿易統計によれば、EMDの主な輸入相手国は、コロンビア、中国である。輸出相手国はインドネシア、米国、タイ等である。EMDの2017年の輸入量は前年比68%の0.9千tとなった（表3-1参照）。輸入量が最も多いコロンビアは0.7千t、次いで中国が0.2千tとなっている。

3-3.輸出入価格

マンガンの平均輸出入価格を表3-6、図3-6、図3-7に示す。2017年は鉱石、金属マンガン、高炭素FeMn、中低炭素FeMn、SiMnの輸出入価格は金属マンガンの平均輸出価格を除き、いずれも大きく上昇した。FeMnの輸入価格は2007年から2008年にかけて高騰が見られたが、2009年は世界的な景気後退の影響を受け大幅に下落した。その後も、価格の下落が続いていたが、2017年に平均価格は上昇に転じた。2015年～2016年のマンガン鉱石の市況は悪く、価格が低迷し、生産者は生産調整を実施した。その後、中国の地条鋼への規制により、中国の粗鋼生産量が増加したことで、FeMnの需要が増えて、2017年に価格が上昇した。

表3-6 マンガンの平均輸出入価格

単位: \$/t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	438	380	344	299	237	244	220	162	146	321	221%
		輸出	371	-	264	-	-	-	-	-	-	-	-
素材	金属マンガン (くずを含む)	輸入	3,841	2,957	3,014	3,701	3,157	2,410	2,277	1,985	1,594	2,024	127%
		輸出	10,179	21,200	26,144	31,273	12,833	12,538	26,798	36,431	18,170	17,814	98%
	高炭素FeMn	輸入	2,405	1,520	1,391	1,282	1,155	1,020	993	843	653	1,243	190%
		輸出	2,602	2,428	2,324	2,340	2,067	1,671	1,560	1,309	1,120	1,325	118%
	中低炭素FeMn	輸入	3,209	2,729	2,194	2,057	1,759	1,576	1,524	1,343	1,119	1,520	136%
		輸出	3,316	2,809	2,473	3,014	2,673	2,357	1,885	1,710	1,053	1,753	166%
	SiMn	輸入	2,105	1,231	1,422	1,313	1,171	1,070	1,060	888	690	1,117	162%
		輸出	1,559	3,033	3,136	3,309	3,082	2,520	2,256	1,963	1,682	2,383	142%
	二酸化マンガン	輸入	1,796	1,979	1,803	1,986	2,206	2,106	2,088	2,052	2,000	2,231	112%
		輸出	1,758	2,251	2,125	2,318	2,306	2,208	2,140	2,143	1,769	2,040	115%
	四三酸化マンガン (二酸化マンガン以外) ¹⁾	輸入	2,702	1,870	2,060	2,815	2,726	2,031	1,900	1,900	1,645	1,928	117%
		輸出	6,655	9,395	9,928	3,526	4,674	985	1,361	1,697	1,221	1,647	135%
	過マンガン酸カリウム	輸入	2,548	2,431	2,312	2,676	2,623	2,485	2,410	2,437	2,152	2,442	113%
		輸出	13,104	12,774	11,392	21,549	21,947	16,556	14,810	11,455	18,928	13,254	70%
	過マンガン酸 カリウム以外 ²⁾	輸入	2,743	2,982	2,690	2,770	2,927	3,281	3,299	2,897	2,785	4,127	148%
		輸出	6,654	9,022	12,695	16,109	11,596	12,518	9,653	8,568	7,679	10,379	135%

出典：財務省 貿易統計

※1) 四三酸化マンガン(二酸化マンガン以外)とは、二酸化マンガン以外のMn酸化物を示す。近年輸出の大半は副生マンガン酸化物と考えられる。

※2) 過マンガン酸カリウム以外とは、過マンガン酸カリウム以外の亜マンガン酸・マンガン酸・過マンガン酸塩を示す。

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

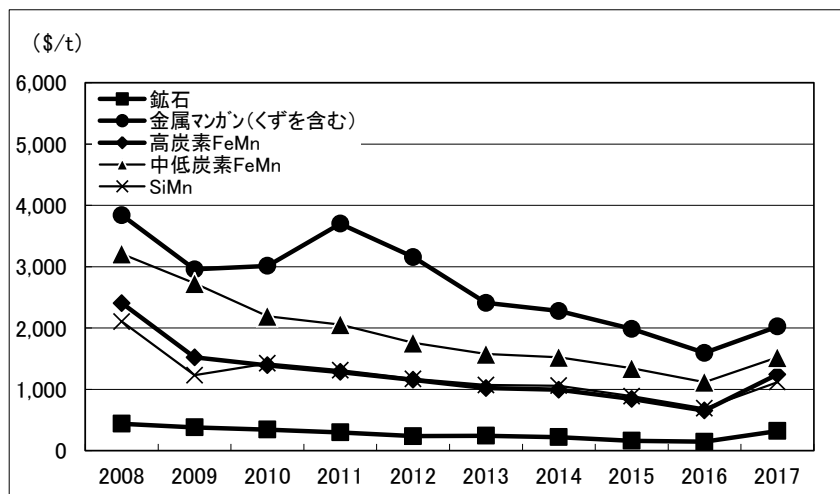


図 3-6 マンガンの平均輸入価格

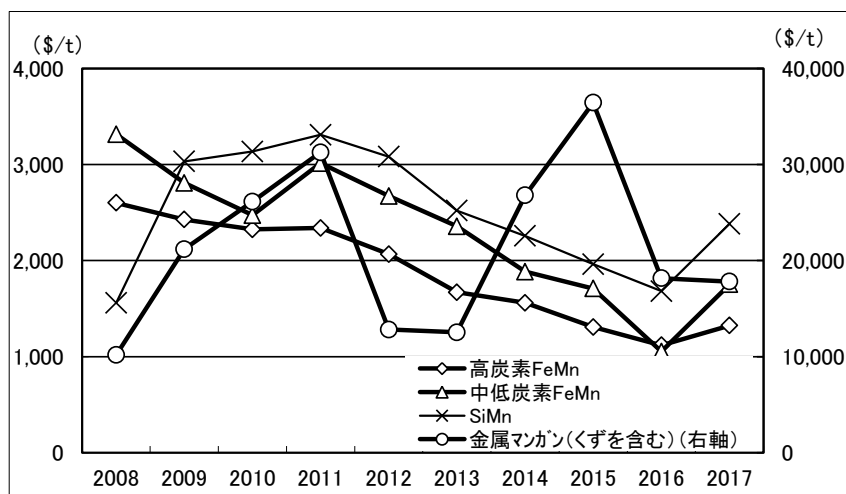


図 3-7 マンガンの平均輸出価格

4.リサイクル

普通鋼や特殊鋼については鉄スクラップとしてのリサイクルが行われている。ただし、マンガンのリサイクル率を以下の定義により推計すると 0%になる。

廃 LIB 中のマンガンの回収はマンガンの価格が安いことから、実施されていない。廃乾電池からのマンガンの回収も実施されていない。LIB で、自動車用に使用できないものは、定置型蓄電池として再利用される。

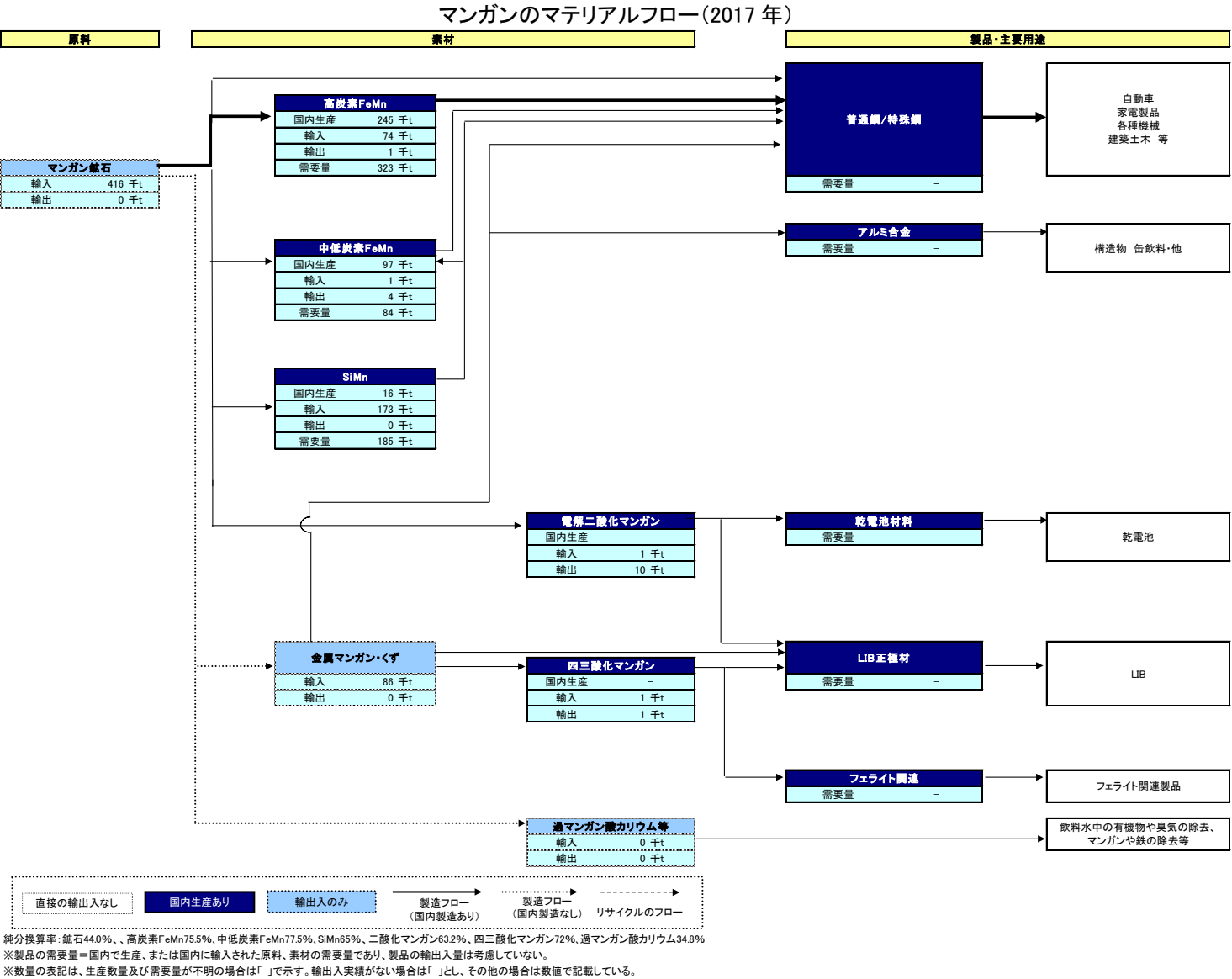
リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 原料は鉱石、素材は金属 Mn(くずを含む)、高炭素 FeMn、中低炭素 FeMn、SiMn、二酸化マンガ、四三酸化マンガ(二酸化マンガ以外)、過マンガ酸カリウム、過マンガ酸カリウム以外の合計値。

※ 国内発生量には使用済製品からのリサイクル量及び精錬残渣等から回収された量を含む。

5.マテリアルフロー



ガリウム Ga

【用途】携帯電話等現代社会に不可欠な素材

ガリウムは、主にアルミニウム製錬の副産物として生産され、日本では量的には少ないが亜鉛製錬の副産物としてガリウムを生産しており、高純度（純度 99.999%;5N）に精製され、ガリウム砒素に代表される化合物半導体材料として高周波デバイスや LED 等の光デバイスなどに用いられ、衛星放送や移動体通信用のキーデバイスとして、オプトエレクトロニクス分野の製品に需要が拡大している。

【特性】

- ・融点が 29.8℃と低く、手で触れると溶ける
- ・沸点は 2403℃と非常に高く液体として存在する温度範囲が極めて広い
- ・青みがかった金属光沢がある

【資源国と消費国】

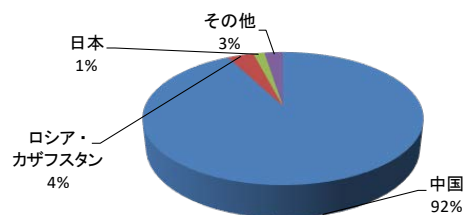
[国名、構成比%](2017 年世界計) 出典:USGS 2018、工業レアメタル No.134 (2018)

世界のガリウム地金生産量;合計 315 純分 t

主要生産国は、中国、ロシア・カザフスタン、日本、等である。

地域別ガリウム地金(4N レベル)

(合計 195 純分 t)

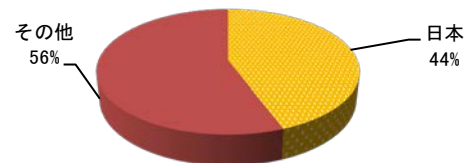


ガリウムの需要量 <推定>

(Ga 品種 6N~(化合物半導体)、~5N(太陽電池・他)における世界需要)

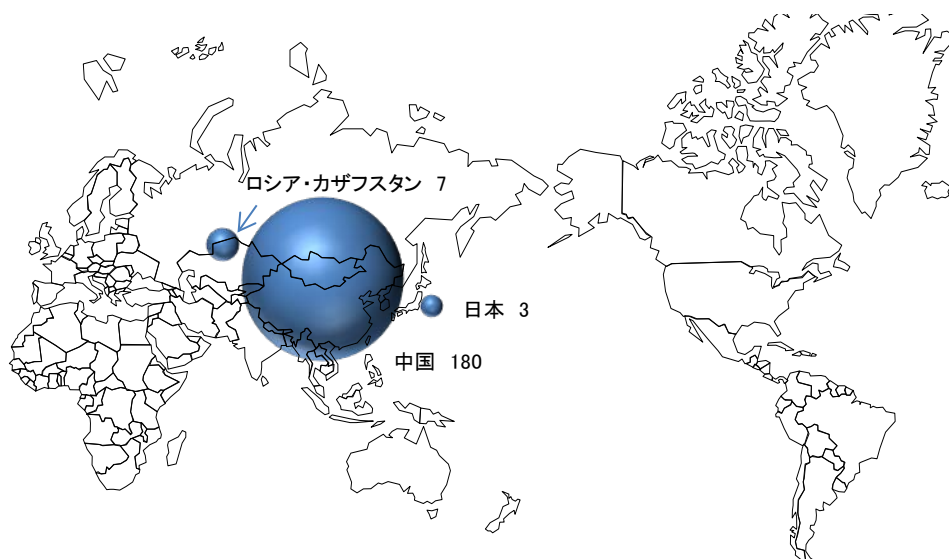
(世界の需要量合計; 339 純分 t)

日本が世界需要の 44%を占める



【世界の主要ガリウム地金(4N レベル)生産国】 国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値)

出典:工業レアメタル No.134 (2018)



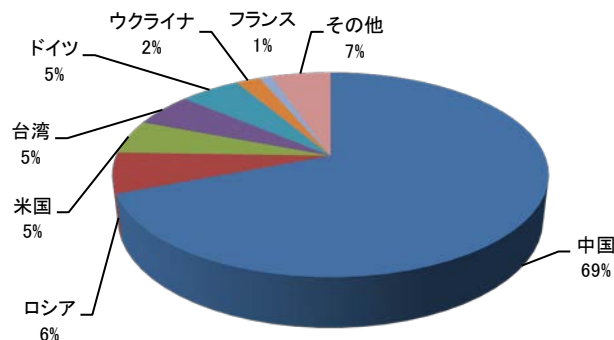
【貿易概況】 出典：工業レアメタル No.134 (2018)

■日本 ガリウム地金 主要輸入相手国 (Ga 品種 2～7N)

(2017 年合計 94 純分 t)

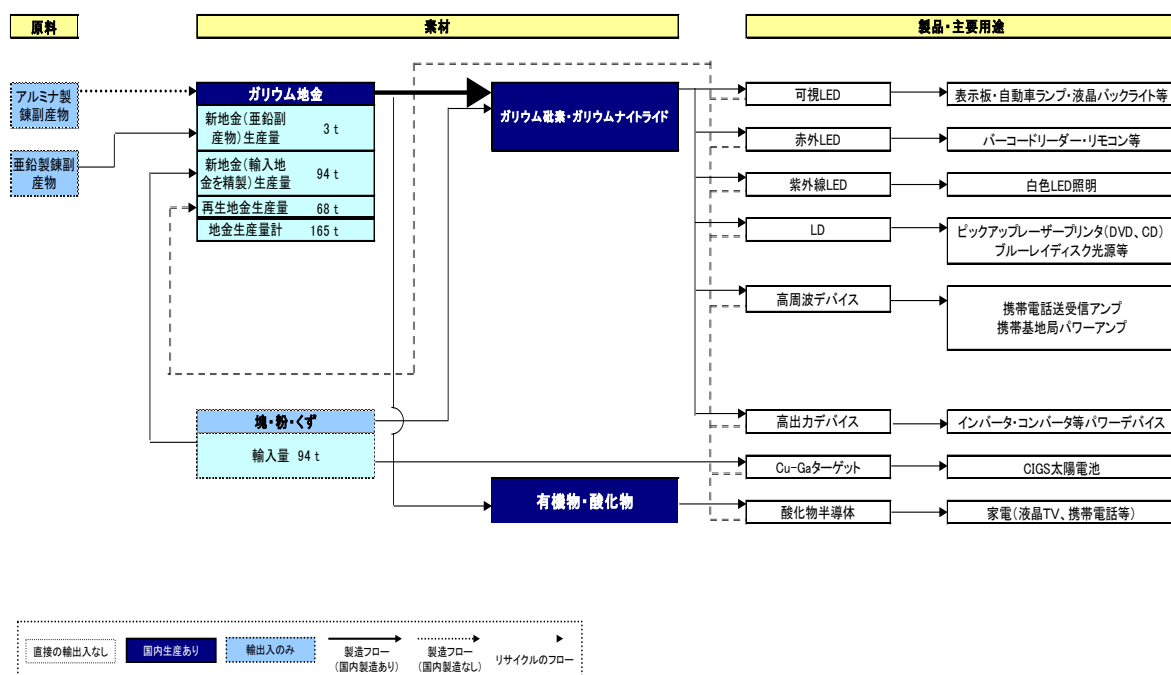
日本は世界最大のガリウム消費国であり、輸入地金その他、少量生産の新地金と再生地金を生産している。2017 年の供給量に対する輸入比率は約 57%である。

(国産;3t スクラップ・回収;68t 輸入 94t)



【鉱石から製品まで】 出典：財務省貿易統計、工業レアメタル No.134 (2018)

Ga のマテリアルフロー (2017 年)



【概要】

- ・2017年の世界のガリウム地金生産量は、前年比115%、315tであった。主要生産国第一位は、中国で、4Nレベルの世界ガリウム生産量の92%を占め、次いでロシア・日本と続いている。
- ・ガリウムの最大の需要は、高純度に精製されて化合物半導体のデバイス材料に用いられている。化合物半導体材料としては、GaP、GaAs、GaN等があり、GaP、GaAsは、発光ダイオードやオプトエレクトロニクス分野の製品等に利用され、GaNは、青色LEDやパワーデバイス等への応用開発が進んでいる。
- ・日本は、世界最大のガリウム消費国であり世界ガリウム需要の44%を占めており、日本国内市場の最大用途である、赤・赤外LED材料等のLED市場の回復や高周波デバイス・電子デバイス系の堅調なども重なり、前年比103%と需要が回復した。

1.特性・用途

ガリウムは自然界では単体としては存在せず、元素又はその化合物を抽出する一次原料としての高品位のガリウム鉱物もまた存在しない。ガリウムの含有量が比較的多い鉱石としてはナミビアのツメブで産するゲルマナイトが知られているが、それでも含有率はわずかに0.6%~0.7%程度である。

ガリウムはアルミニウムや亜鉛を製錬する際の副産物から主に得られる。アルミニウム製錬での副産物として得るのが主流で、ボーキサイトからバイヤー法でアルミナを生産する際に、ガリウムを含んだバイヤー液(アルミン酸ソーダ溶液)から酸化ガリウム(III)(Ga_2O_3)を沈殿させた後で、水銀陰極を用いて電解還元し、ガリウムを得る方法等がある。ガリウム含有溶液には他の金属も含まれるため、それらと分離して精製する必要がある。半導体として使用する場合には、不純物の多い金属のインゴットから純度の高いインゴットを精製するための不純物分離法としてのゾーンメルト法で更に純度を高め、チョクラルスキー法を使って、単結晶を得ることができる。通常、99.9999%(6N)の純度が達成され、商業的に広く利用されている。

ガリウムは融点が低くて沸点が高く、液体として存在する温度域が元素中最大であることが特徴である。また固体よりも液体の方の体積が約3.4%小さく、乾燥空气中で安定であるが、高温では燃焼し酸化ガリウムとなり、フッ素や塩素と常温で反応しフッ化ガリウム、塩化ガリウムとなる。また酸、アルカリ水溶液に水素を発生し溶けガリウムイオンとなる。主にガリウム砒素(GaAs)、ガリウムリン(GaP)等化合物半導体材料として発光素子、高速素子、ホール素子、太陽電池に使用される他、セラミックス材料分野として、半導体材料、超伝導材料、薄膜磁気センサー、磁気バブルメモリ材料、発光ダイオード(窒化ガリウムは青色発光ダイオードの素材)、受光素子材料等幅広い分野で使用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のガリウム生産量及び日本の生産量を表2-1に示す。世界生産量はUnited States Geological Survey(アメリカ地質調査所、以下、USGS)による。同表の日本生産量については業界推計である。

2017年の世界ガリウム地金の生産量は前年比115%の315tで、主要産出国は、中国、ロシア、日本などである。

2009年~2010年にLEDやCIGS(Copper Indium Gallium DiSelenide: 銅・インジウム・ガリウム・セレンの化合物を材料とする薄膜物質。主に太陽電池などに使用される)、IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide: インジウム・ガリウム・亜鉛酸化物の略称。この半導体を利用したLCDをIGZOと呼ぶ場合もある)などの成長が期待され、世界のガリウムメーカー各社が能力増強を行い、その結果、2011年~2012年にかけて各地でガリウムの新ラインが一斉に立ち上がった。しかし、CIGSやIGZOの需要は当初期待されたほどには伸びなかった。さらに、従来はGaAs基板が使用されてきた高周波デバイスでシリコン(Si)系材料へのシフトが進んだことにより、市場はガリウムの供給過剰となった。

ガリウムは2013年3月に中国の民間取引所である泛亜有色金属交易所(Fanya Metal Exchange、以下、Fanya)の取引対象金属となった。中国は自国で生産した金属ガリウムの相当量を備蓄している。

この分がFanyaの投機対象となったため、2015年7月末のFanya備蓄量は200tの在庫容量のほぼ限界でありかつ世界需要の1年分相当である198t程度に達したとされる。Fanyaが2016年春に破綻後に大量放出も懸念されたが、その多くはそのまま在庫として保管されていると見られている。

日本の新地金には亜鉛副産物からの生産品と、4N程度の低純度輸入メタルから6N高純度メタルに精製したものがカウントされている。再生地金は化合物半導体メーカーで発生する工程スクラップをリサイクルしたものである。ガリウムメーカーでは各社独自にデータを収集しているが、公表されている統計はない。

表 2-1 世界及び日本のガリウム地金生産量

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
世界 ¹⁾	新地金※1	95	78	106	216	273	-	-	-	-	-	-	-
	再生地金	135	118	161	310	354	-	-	-	-	-	-	-
	低純度地金※2	-	-	-	-	-	350	435	470	274	315	115%	-
	高純度地金 (低純度地金を精錬)※3	-	-	-	-	-	(200)	(170)	(160)	(180)	(180)	(100%)	-
	合計※4	230	196	267	526	627	350	435	470	274	315	115%	-
日本 ²⁾	新地金	亜鉛副産物	5	5	8	8	8	8	6	3	3	100%	2%
		輸入地金を精錬	73	62	92	97	72	70	82	87	94	108%	57%
	再生地金	93	83	85	72	75	85	81	75	70	68	97%	41%
	合計	170	150	182	177	141	165	159	163	160	165	103%	100%

出典: 1) United States Geological Survey「Mineral commodity Summaries」

※1: world primary production (estimated)

※2: 2013年はworld primary production(確定値)、

2014～2016年はworld low-grade primary gallium production(確定値)、

2017年はworld low-grade primary gallium production(estimated)

※3: 2013～2014年はrefined gallium production(estimated)、

2015年はrefined gallium production (from low-grade primary sources only, not recycled)(estimated)

2016～2017年はprimary refined high-purity gallium production

※4: 2008～2012年はrefined gallium production (include some scrap refining)(estimated)

2) 工業レアメタルNo.125～134 (No.134 P25 表「輸入通関統計」日本のガリウム供給推移)」

2-2.国内の需給動向

ガリウムの国内需給を表 2-2 に示す。ガリウムの国内需給動向は 2012 年までは業界推計値が公表されていたが、2013 年以降は公表されなくなったため、需要量についての公開データは無い。工業レアメタル(工業レアメタル No. 134 2018 P25 表「ガリウム用途別需要推定(世界, t/年)」)によれば 2017 年の世界総需要は 339tである。国内需要は 150t(世界総需要の約 44%)と推定され、日本における供給が 165tなので、若干の供給過剰であると推察される。(表 2-2 参照)

2017 年のガリウム供給量は前年比 103%の 165t、亜鉛副産物から生産した新地金が 3t (全体の 2%)、低純度輸入メタルから精製した高純度新地金が 94t (同 57%)、再生地金が 68t (同 41%)であった。

日本のガリウムメーカーで亜鉛副産物から生産した新地金を生産しているのは 1 社のみであり、低純度輸入メタルから精製した高純度新地金及び再生地金は 3 社が生産している。

ガリウムの主な用途は、GaAs 系、GaP 系の半導体材料であり、2012 年までは業界推計によるエピタキシャル用及び結晶用それぞれの半導体材料の需要量が公表されていたが、2013 年以降は同データの公表もなくなったため詳細数字は不明である。かつて GaAs 基板の日本シェアは 90%と高かったが、中国勢の参入やSi系デバイス復権の影響によるメーカー再編の動きなどで大きく下落した。

2017 年は、最大用途である、赤・赤外 LED 材料等の LED 市場の回復や高周波デバイス・電子デバイス系の堅調なども重なり、前年比 103%と需要が盛り返した。その他磁石への添加材、照明・TV バックライトなどに使用される白色 LED の原料となるトリメチルガリウム(TMG)、CIGS 方式の太陽電池向け及び液晶パネル向けの酸化物半導体(IGZO)向けなどの需要は、緩やかであるが年々増加傾向を続けている。また、日本企業は既存の GaAs、シリコン系に代わる半導体として、高性能な GaN 系に注目しており、商用化のための研究開発が進展している。

表 2-2 ガリウムの国内需給

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
供給 1)	新地金(亜鉛副産物)		5	5	5	8	8	8	8	6	3	3	100%	
	新地金(輸入地金を精錬)		73	62	92	97	58	72	70	82	87	94	108%	
	再生地金		93	83	85	72	75	85	81	75	70	68	97%	
	合計		171	151	182	177	141	165	159	163	160	165	103%	
需要 2)	国内需要	エピタキシャル用	GaAs系	49	52	44	31	23	—	—	—	—	—	
			GaP系	7	5	4	4	3	—	—	—	—	—	—
			小計	57	57	48	35	26	—	—	—	—	—	—
	結晶用	GaAs結晶	54	48	42	44	44	—	—	—	—	—	—	
		GaP結晶	6	4	5	5	3	—	—	—	—	—	—	
		小計	61	52	47	49	47	—	—	—	—	—	—	
	その他	5	8	20	34	17	—	—	—	—	—	—	—	
	小計	122	117	115	118	89	—	141	153	146	150	103%		
	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	合計	122	117	115	118	89	—	141	153	146	150	103%		
供給－需要			49	34	67	60	51	—	18	9	14	15	106%	

出典: 1) 工業レアメタルNo.125～134 (No.134 P25 表. 輸入通関統計、日本のガリウム供給推移)

2) 工業レアメタルNo.125～134 (No.134 P26 表. 日本の用途別ガリウム需要)

2013年以降、エピタキシャル用/結晶用に分けた国内需要データなし。

2014年以降は、工業レアメタル「日本のガリウム用途別需要推定」記載の合計値

注) その他は低融点合金、試験研究用

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

ガリウムには単独のHSコードがなく、輸入はガリウム、ハフニウム、ニオブ、レニウムの合計値、輸出はゲルマニウム、バナジウム、ガリウム、ハフニウム、インジウム、ニオブ、レニウムの合計値である。ただし、輸入のみ単独の業界統計があるため表 3-1、図 3-1 に示す。2017 年の輸入量は前年比 108%の 94.0t であった。主な輸入国は、中国が全体の 69%を占め、それ以外では、ロシア、米国、台湾、ドイツなどがある。この中で米国が前年比 50%で大幅に減少し、2016 年は輸入がなかったドイツが復活した。また前年 3 位の英国からの輸入数量が 0tとなった。

表 3-1 ガリウムの輸入数量

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
国別 輸 入 量	中国	(4N)	29.2	18.1	20.4	18.7	12.0	27.0	30.0	49.5	56.0	65.0	116%	69%
	ロシア	(4N)	1.8	2.9	6.9	4.3	3.4	0.5	0.1	0.0	4.0	6.0	150%	6%
	米国	(4N-6N)	4.3	10.2	13.0	15.9	20.0	23.0	24.0	15.0	10.0	5.0	50%	5%
	台湾	(2-6N)	21.4	12.6	14.9	12.8	8.8	8.5	7.8	7.0	4.0	5.0	125%	5%
	ドイツ	(4N-7N)	0.0	4.4	6.6	13.0	3.5	2.5	3.0	2.8	0.0	5.0	—	5%
	ウクライナ	(4N)	0.7	—	3.5	1.0	1.2	4.0	0.4	0.9	1.5	2.0	133%	2%
	フランス	(4N-7N)	1.7	1.4	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	1.0	0.9	1.0	111%	1%
	韓国	(3N-6N)	0.0	1.7	2.5	0.5	0.1	0.5	0.2	1.5	0.7	0.0	0%	0%
	英国	(4N-6N)	—	—	10.2	22.5	2.0	0.6	0.0	1.0	7.0	0.0	0%	0%
	カザフスタン	(4N)	12.0	10.2	12.0	3.0	3.4	3.0	1.8	0.0	0.0	0.0	—	0%
	ハンガリー	(4N)	1.6	0.0	0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	その他	(4N)	0.0	—	—	5.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	5.0	167%	5%
	合計①		72.7	61.6	91.5	97.2	57.8	71.9	69.5	81.7	87.1	94.0	108%	100%

出典: 工業レアメタルNo.125～134 (No.134 P25 表. 輸入通関統計)

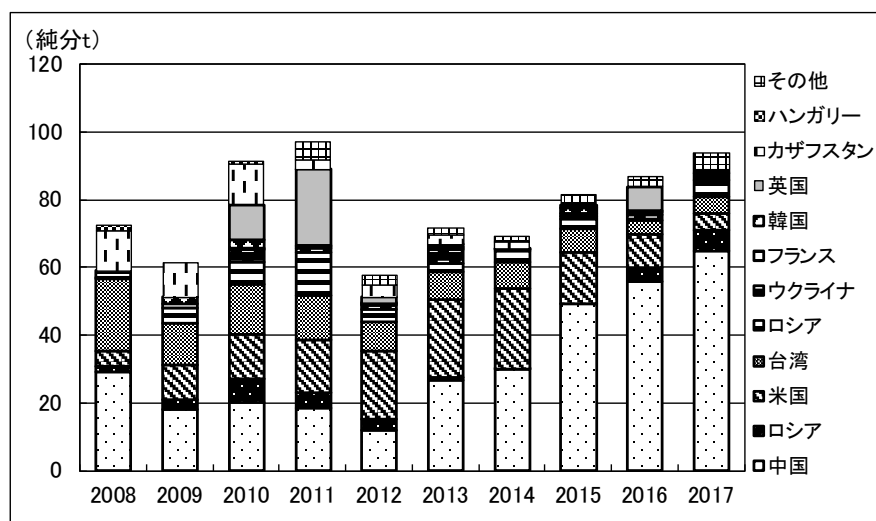


図 3-1 ガリウムの輸入数量

3-2.輸出入相手国

財務省貿易統計による 2017 年の塊・粉・くず(ガリウム、ハフニウム、ニオブ、レニウム)の輸入相手国及び塊・粉・くず(ゲルマニウム、バナジウム、ガリウム、ハフニウム、インジウム、ニオブ、レニウム)の輸出相手国を表 3-2 に示す。この値は、ハフニウム等他の金属との合計値であり、ガリウム単独の輸出入量及び輸出入相手国を判別することはできない。

表 3-2 塊・粉・くず(輸入:Ga、Hf、Nb、Re、輸出:Ge、V、Ga、Hf、In、Nb、Re)の輸出入相手国

単位:マテリアルト

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ブラジル	75	28	33	38	27	81	99	92	52	157	301%	50%
	中国	33	21	23	19	16	28	33	70	56	70	124%	22%
	ドイツ	9	12	36	41	24	6	21	20	29	33	115%	10%
	エストニア	35	21	13	35	26	28	12	16	26	22	83%	7%
	ロシア	6	3	7	8	3	3	5	10	4	8	190%	3%
	米国	22	20	40	26	26	26	31	18	9	7	77%	2%
	英国	5	4	12	22	9	3	1	2	11	6	57%	2%
	台湾	25	13	21	13	9	9	5	6	4	5	116%	2%
	ウクライナ	1	—	4	2	1	4	0.4	1	2	2	100%	1%
	その他	20	9	15	31	19	13	3.6	5	8	5	63%	2%
	合計	231	131	204	235	160	201	211	240	202	315	156%	100%
輸出	韓国	64	23	24	15	38	64	58	37	29	20	70%	32%
	台湾	25	15	20	19	14	18	24	20	21	19	90%	30%
	英国	2	6	11	5	7	7	12	10	1.3	9.2	701%	15%
	米国	19	12	18	15	28	16	19	8	13	7	56%	11%
	オランダ	3	—	—	—	3	—	—	—	0.4	4.8	1,194%	8%
	ドイツ	3	3	2	3	0	1	3	2	13	1	8%	2%
	中国	11	5	1	14	1	6	1	1	0.5	0.4	80%	1%
	ロシア	—	—	—	—	—	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	75%	0%
	その他	72	101	179	30	9	8	5	7	1	1.3	130%	2%
	合計	199	165	255	101	100	119	122	85	79	63	80%	100%

出典:財務省貿易統計

※輸入はGa,Hf,Nb,Reの合計値、輸出はGe,V,Ga,Hf,In,Nb,Reの合計値

4.リサイクル

ガリウム再生地金の原料は Ga 製品を製造する過程で発生する工程内スクラップ(規格外品)が主体であり、現状は使用済製品からのリサイクルは行われていない。ただし、ガリウムは、工程内スクラップからの回収が供給の多くの部分を占めているため、工程内スクラップからのリサイクルが重要である。これを考慮し、工程内スクラップからの回収をリサイクル量とした。2017 年のガリウムのリサイクル率は表 4 の通り 41%であり、下落傾向が続いている。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{リサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入量}) - (\text{素材の輸出量})$

注 1) ガリウム、インジウムのように工程スクラップのリサイクルが供給の主要な部分を占める鉱種は、工程内からの回収量をリサイクル量とした。

注 2) 国内発生量には、リサイクル量と亜鉛精錬副産物からの新地金生産量を含む。

表 4 ガリウムのリサイクル率

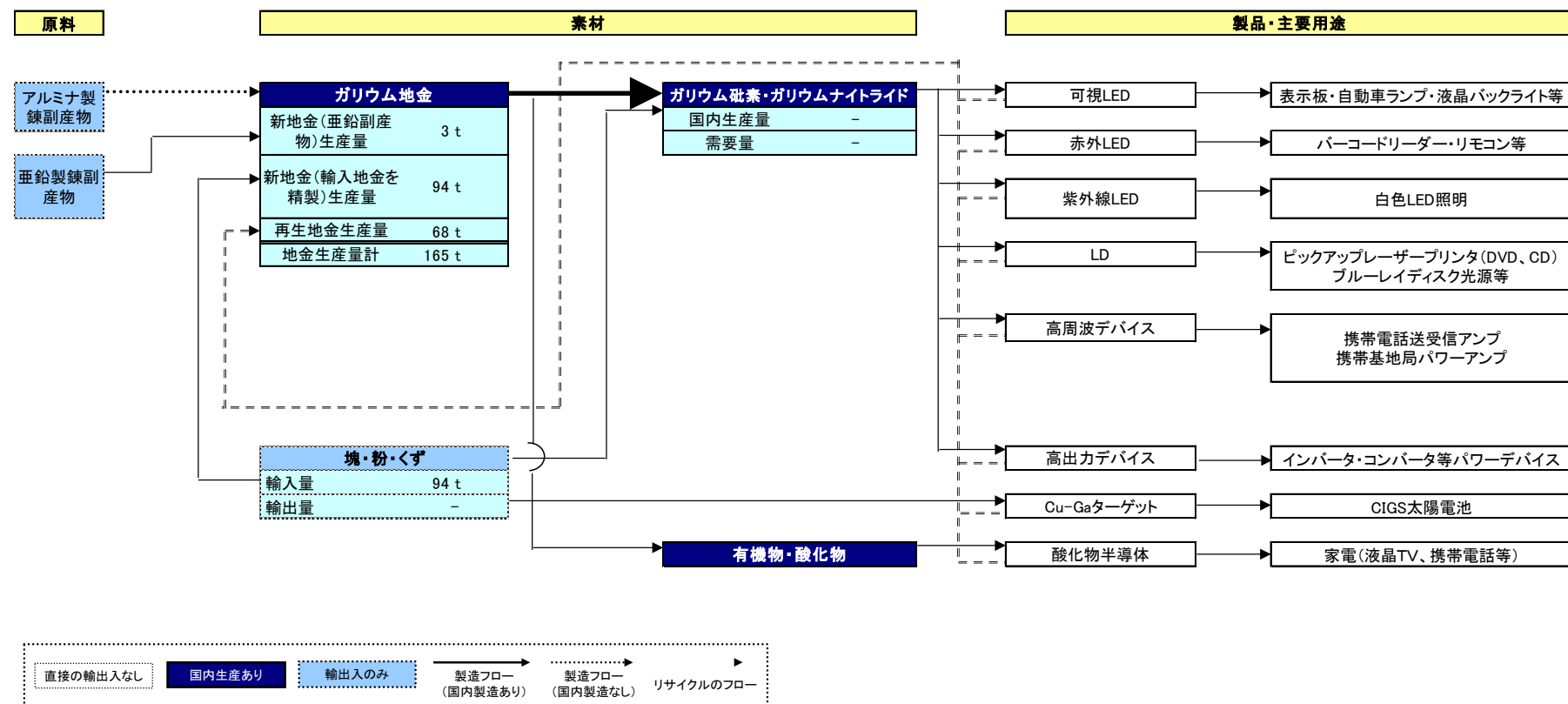
区分	内 訳			2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	国内生産 ¹⁾	新地金	亜鉛副産物	8	8	5	3	3
			輸入メタル精製	72	70	82	87	94
		再生地金		85	81	75	70	68
	合計①			165	159	162	160	165
リサイクル量(再生地金生産②) ¹⁾				85	81	75	70	68
リサイクル率(②／①)				52%	51%	46%	44%	41%

出典: 1) 工業レアメタルNo.134 2018、P25 「日本のガリウム供給推移」

注) ガリウムの輸入はGa,Hf,Nb,Reの合計値、輸出はGe,V,Ga,Hf,In,Nb,Reの合計値のため、表2-1の業界統計の輸入(合計①)を記載

5. マテリアルフロー

ガリウムのマテリアルフロー（2017 年）



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※塊・粉・くず輸入は工業レアメタルより引用

※「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

ゲルマニウム Ge

【用途】PET 樹脂重合触媒や光ファイバードープ材料が主要用途

ゲルマニウムは、金属と非金属の中間に位置し、半導体としての特性があり、20 世紀に入ってから商業生産されるようになった。需要が一気に拡大したのは、1948 年に米国のベル・テレフォン研究所がトランジスタを発明してからで、特に電子機器向け材料として注目された。半導体としては高温で特性に勝るケイ素に置き換わっていくが、PET ボトル製造時の触媒、光ファイバー用添加剤、ダイオード、赤外線感知機器、太陽電池用の単結晶などに幅広く利用されている。

【特性】

- ・半導体元素
- ・結晶構造がダイヤモンド構造で硬い
- ・空気中では安定であるが、加熱すると酸化する

【資源国と消費国】

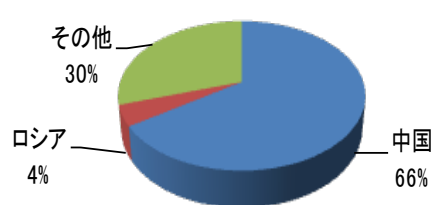
[国名、構成比(%)](2017 年世界計) 出典: USGS 2018、工業レアメタル No.134(2018)

国別精製ゲルマニウム生産量

(合計 134 純分t)

中国の金属ゲルマニウム輸出量

(合計 21.1 純分t)



【世界の主要ゲルマニウム生産国】 国名、国別生産量（純分 t、2017 年間値）、出典: USGS 2018

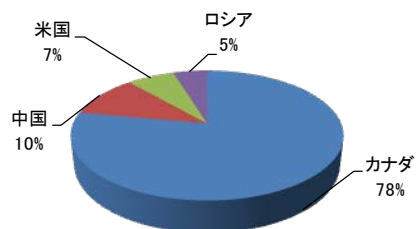
中国が世界の約 6 割を生産している



【貿易概況】 出典:財務省貿易統計

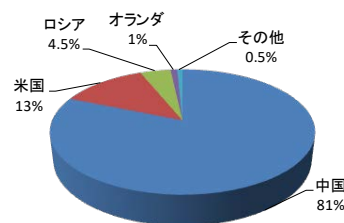
■日本 二酸化ゲルマニウム主要輸入相手国
(2017 年合計 10.3 純分 t)

日本は輸入二酸化ゲルマニウムの8割以上を
カナダ、中国から輸入している。



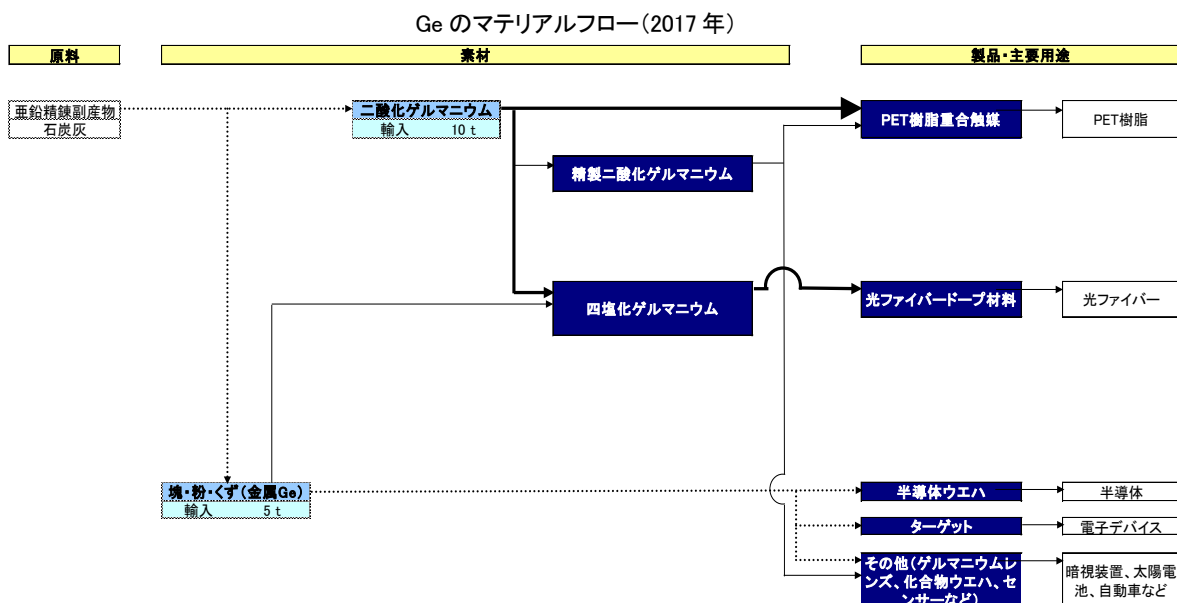
■日本 金属ゲルマニウム主要輸入相手国
(2017 年合計 5.16 純分 t)

日本は輸入金属ゲルマニウムの約8割を中国から輸
入している。



【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計

ゲルマニウムは、PET 樹脂重合触媒や光ファイバードープ材料が主要用途。



【概要】

- ・2017 年の世界の精製ゲルマニウム生産量は、前年比 106%であり、構成比の約 6 割以上を占める中国の影響が大きい。中国の生産量は、Fanya(中国希少金属取引所)の破たんにより 2014 年と比較すると減少し、また近年の環境規制強化や長期に渡る相場低迷等による影響が大きい。
- ・国内のゲルマニウムの主要用途は PET 用重合触媒と光ファイバードープ材で、前年比は各々 103%、107%であった。特に最近の日本の光ファイバー製品は、長距離でも光が減衰せず、品質が良く長距離用光ファイバー等に使用され、市場で優位に立ち需要が向上し 2017 年は最高値であった。

1. 特性・用途

ゲルマニウムは原子番号 32 の元素。炭素族に属し、ケイ素より狭いバンドギャップ(約 0.7 eV)を持つ半導体で、灰白色、結晶構造は金剛石構造(ダイヤモンド型構造)の硬い金属として知られており、ゲルマナイト、レニエライトといったゲルマニウム鉱石も存在するが、亜鉛製錬や石炭灰の副産物から、化学処理を経て、四塩化ゲルマニウム、酸化ゲルマニウム、金属ゲルマニウムが精製されている。

初期のトランジスタにはゲルマニウムが使われ、安定性に優れるケイ素(シリコン)が登場するまでは主流だった。電圧降下が小さいことからダイオードや、バンドギャップが比較的狭いことから光検出器に用いられる。また、ガンマ線の放射線検出器(半導体検出器)にも用いられる。素子を液体窒素等で冷却する必要があるという欠点もあるが、エネルギー分解能に優れることから利用されている

赤外線に対して透明で、赤外域で高い屈折率(約 $n = 4$)を示す材料として有用である。この性質を利用して石英を用いたレンズにゲルマニウムを添加すると屈折率が上がり、また赤外線を透過するようになるので、光学用途にも利用されている。

現在の主な用途には、次の 3 用途である。

① PET 樹脂の重合触媒(酸化ゲルマニウム)

国内におけるゲルマニウム関連の最大用途。

② 光ファイバーの屈折調整剤(四塩化ゲルマニウム)

光通信用石英ファイバー(光ファイバー)のコアの光屈折率を高めるために、四塩化ゲルマニウムがドープ剤として使用されている。

③ 電子材料(金属ゲルマニウム)

赤外線検知素子用、半導体用エピタキシャル材料、太陽電池(人工衛星)、医療等の用途があり、電子材料分野で需要が伸びているのが赤外線フィルター関係である。

2. 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の精製ゲルマニウムの生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の生産量は前年比 106%の 134t で前年と比較すると 8t 増加があったが、2014 年のピーク時よりは少ない。これは中国生産の影響が大きく、中国は前年比 110%の 88t で増加したが、2014 年の 120t から大幅に縮小している。これは、中国の生産量は投機目的で Fanya に買い取られる分が実需よりも多く、実需に対し過剰な生産を続けてきた中で、2015 年 Fanya の破たんにより引き取り先がなくなった分、その後の生産量が減少気味で推移したことの影響や近年の中国における環境規制の強化及び長期に渡る相場低迷により中小企業が生産停止をした等の影響によるとみられる。

中国では、品質保証及び供給の安定性に強みを持つ大手 2 社への資源集約が進んでおり、中国でゲルマニウム生産が一番多い地域は雲南省で全体の約 60%を占めるとされている。

上記統計値には含まれていないが、中国に次ぐ生産量があるのはカナダで、数量は世界生産量の 30%程度とされている。

表 2-1 世界の精製ゲルマニウムの生産量

単位：純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	100	80	80	80	105	110	120	115	80	88	110%	66%
ロシア	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	120%	4%
米国	5	5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40	100%	30%
合計	140	120	118	118	150	155	165	160	126	134	106%	100%

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Germanium」World Refinery Production

※数値は亜鉛精鉱、石炭灰、リサイクル材から回収されたゲルマニウムを含む金属・化合物ゲルマニウム量

※2013年以降の合計値に米国の生産量は含まれていない。

※2007年以前の中国、ロシアの生産量はその他に一括されており、詳細は不明。

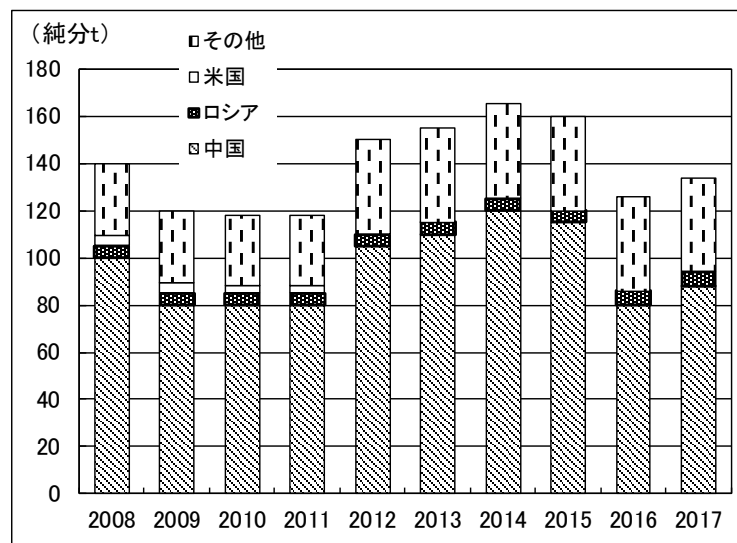


図 2-1 世界の精製ゲルマニウムの生産量

2-2.国内の需給動向

ゲルマニウムの国内生産量は統計が存在しないため不明であるが、国内のゲルマニウムの主要用途は PET 用重合触媒と光ファイバードープ材の 2 つである。

表 2-2 にボトル用 PET 樹脂及びゲルマニウム触媒需要量を、表 2-3 に光ファイバークーブルの生産量及びゲルマニウムドープ材需要量を示す。PET 用重合触媒には二酸化ゲルマニウムが、光ファイバードープ材には四塩化ゲルマニウムが使用されている。少量の四塩化ゲルマニウムを純シリカガラスに加えると屈折率が上がるので、光吸収とシグナルロスを防ぐことができる。

2017 年の PET 樹脂生産量は前年比 103%、701 千 t であった。ボトル用 PET 樹脂の需要は、2013 年以降 650 千 t を超える量で伸びている。表 2-2 のゲルマニウム触媒需要量は PET 樹脂生産量に対してゲルマニウム触媒を 0.00516% 添加した場合の推計値となっており、ゲルマニウム触媒需要量も 36t 前後で推移している。ただし、実際は PET 樹脂用の二酸化ゲルマニウム系触媒は、PET ボトルの薄肉化による使用量減少や、相場高騰で需要が減少傾向にある。日本では今までホット飲料用に安全とされるゲルマニウム系触媒を使用していたが、最近では非ゲルマニウム、非アンチモン系次世代触媒としてチタン系やアルミニウム系に替わりつつある。

もう一つのゲルマニウムの主要需要先である光ファイバードープ材向けには四塩化ゲルマニウムが使用される。2017 年の光ファイバー製品の国内生産量は前年比 107% の 48.1 百万 km であった。これを元にゲルマニウムドープ材の需要量を前年比 107% の 26.3t と推計した。光ファイバー製品とそのドープ材と

距離でも光が減衰せず、品質が良いので長距離用光ファイバー等にも使用され、市場の中では優位に立っているため需要の上昇傾向が続いており、2017 年は最高値を続伸した。

金属ゲルマニウムは 100%が輸入品であり、単結晶、多結晶で使用され、主要用途は赤外線検知素子、赤外線用レンズ、半導体エピタキシャル材料(ターゲット材料)、太陽電池(人工衛星)、医療等などに使用され、電子材料分野では、赤外線フィルター関係に利用されている。また、民生用の暗視カメラ関係にも利用されている。

表 2-2 ボトル用 PET 樹脂及びゲルマニウム触媒需要量(推計値)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
ボトル用PET樹脂需要量(千t) ¹⁾	602	593	601	583	610	654	653	677	679	701	103%
ゲルマニウム触媒需要(t) ²⁾	31	31	31	30	31	34	34	35	35	36	103%
ゲルマニウム触媒需要(純分t) ³⁾	22	21	21	21	22	23	23	24	24	25	103%

※出典:1)PETボトルリサイクル推進協議会「ボトル用PET樹脂需要実績推移」、2)推計値

3)触媒を二酸化ゲルマニウムと仮定し純分換算率69.4%で計算

表 2-3 光ファイバー製品生産量と Ge ドープ材需要量(推計値)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
光ファイバー製品生産(百万km) ¹⁾	34.4	34.4	34.3	34.5	44.3	38.0	40.3	44.7	47.1	47.6	102%
ゲルマニウムドープ材(t) ²⁾	18.8	18.9	18.9	19.0	24.4	20.9	22.2	24.6	25.9	26.2	102%
ゲルマニウムドープ材(純分t) ³⁾	6.4	6.4	6.4	6.4	8.3	7.1	7.5	8.4	8.8	8.9	102%

※出典:1)経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、2)推計

3)ドープ材を四塩化ゲルマニウムと仮定し純分換算率33.9%で計算

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

表 3-1、図 3-1 にゲルマニウムの輸入量を示す。ゲルマニウムの輸出コード「塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)」及び「製品その他」がバナジウム、ガリウム、ハフニウム、インジウム、ニオブ、レニウムとの合計であり、二酸化ゲルマニウムも二酸化ジルコニウムとの合計であることから、輸入量のみで図表を作成した。

2017 年のゲルマニウム輸入量は前年比 117%の 17.6tと増加し、二酸化ゲルマニウムの輸入量は前年比 113%の 10.3tであった。二酸化ゲルマニウムは 3N レベルのものが輸入されている。

表 3-1 ゲルマニウムの供給(輸入量)

		単位:純分t										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)	6.4	8.1	8.1	5.4	4.5	5.4	3.8	3.7	4.8	5.2	108%
	二酸化ゲルマニウム	21.6	16.0	11.7	17.1	19.8	12.9	10.2	8.5	9.2	10.3	112%
	小計	28.0	24.1	19.8	22.5	24.3	18.3	14.0	12.1	14.0	15.5	111%
製品	製品、その他	5.6	2.0	3.0	0.9	0.5	1.3	0.5	1.1	1.1	2.1	191%
	合計	33.6	26.0	22.8	23.4	24.8	19.5	14.4	13.2	15.1	17.6	117%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前):塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)100%、二酸化ゲルマニウム68%、製品100%

純分換算率(2012年以降):塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)100%、二酸化ゲルマニウム69.4%、製品100%

※素材は塊・粉・くず(金属Ge)、二酸化ゲルマニウム、製品は製品、その他による。

※ゲルマニウムは輸出コードが他の鉱種と混在しており判別不可であるため、輸入のみで図表作成。

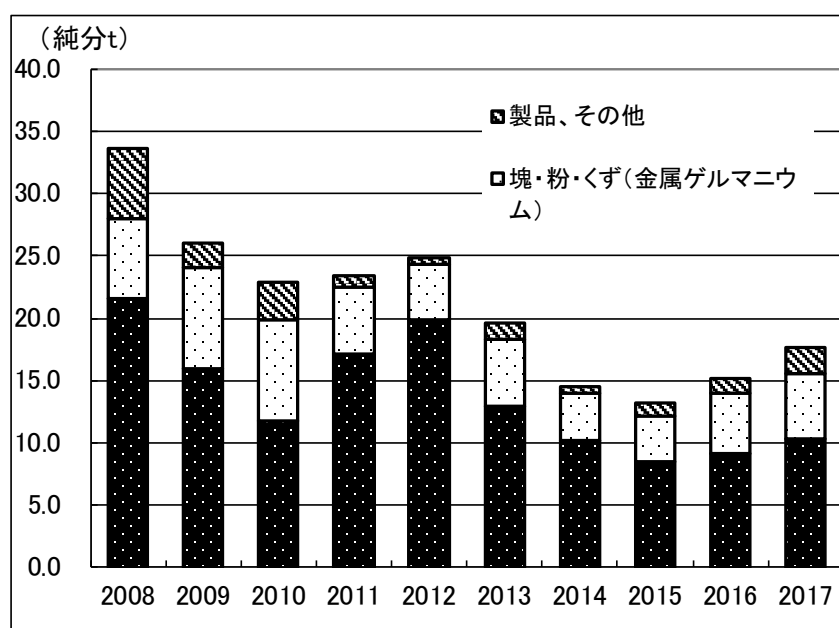


図 3-1 ゲルマニウムの供給(輸入量)

3-2.輸出入相手国

3-2-1.二酸化ゲルマニウム

二酸化ゲルマニウムの輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。2017 年はカナダ、中国の上位 2 か国からの輸入量が全体の 88%を占める。輸入量は、前年比 113%、10.3t で 2 年連続増加した。中国の輸入量は、前年比 53%と大幅に減少したが、カナダの輸入量が前年比 133%、8.1t と増えその分補填した。

2018 年、Teck 社カナダ工場(Elkview 鉱山)で事故が発生した。現在は復旧している。

表 3-2 二酸化ゲルマニウムの輸入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	カナダ	14.5	13.0	7.7	9.0	11.6	8.1	6.5	5.9	6.1	8.1	133%	78%
	中国	4.9	1.9	3.5	6.1	5.6	2.7	1.2	1.4	2.0	1.1	53%	10%
	米国	0.5	—	0.1	1.0	1.5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	99%	7%
	ロシア	1.6	1.1	0.3	0.8	0.8	1.1	0.6	0.3	0.4	0.5	137%	5%
	ラオス	—	—	—	0.1	0.3	—	1.1	0.2	—	—	—	—
	その他	0.0	0.0	0.0	—	—	0.1	—	—	0.0	—	—	—
	合計	21.6	16.0	11.7	17.1	19.8	12.9	10.2	8.5	9.2	10.3	113%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率(2011年以前): 二酸化ゲルマニウム68%

純分換算率(2012年以降): 二酸化ゲルマニウム69.4%

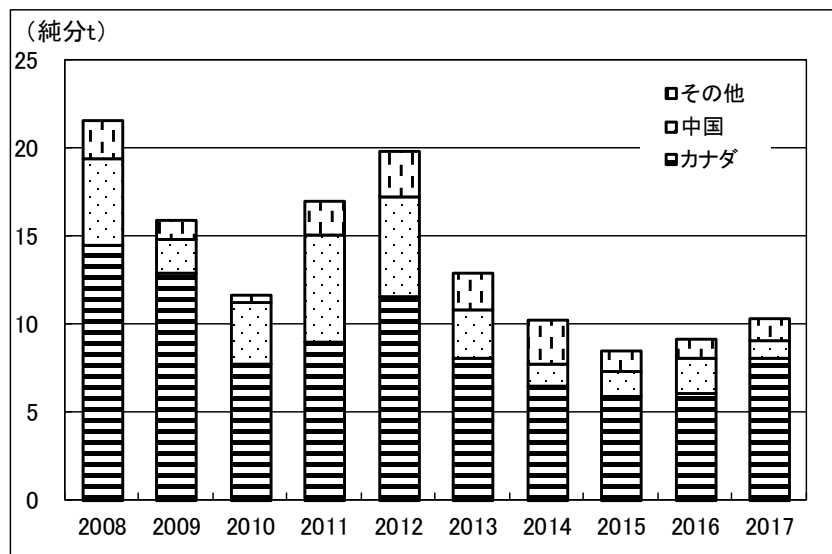


図 3-2 二酸化ゲルマニウムの輸入相手国

3-2-2.塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)

塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)の輸入相手国を表 3-3、図 3-3 に示す。主要な輸入相手国は中国であり、前年比 107%、4.2t で 3 年連続増加し、また全輸入量の 81%を占めている。中国からの輸入は、2008 年～2010 年にはもっとも高い割合(約 9 割)であったが、輸入国多角化推進により以前より減少した。

金属ゲルマニウムは主にレンズメーカーがゲルマニウムレンズの原料として輸入している。

表 3-3 塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)の輸入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	5.76	7.36	7.73	3.10	2.49	3.06	2.29	2.79	3.91	4.20	107%	81%
	米国	0.54	0.12	0.15	0.58	0.95	0.81	0.67	0.46	0.52	0.65	125%	13%
	ロシア	-	-	0.01	0.17	0.29	0.15	0.26	0.40	0.38	0.23	61%	5%
	オランダ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	1%
	タイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0%
	ベルギー	0.06	0.07	0.10	0.56	0.36	0.05	0.14	-	-	0.01	-	0%
	ドイツ	0.01	0.00	0.10	0.27	0.04	0.14	0.04	0.00	0.02	0.01	-	0%
	その他	0.04	0.55	0.03	0.70	0.40	1.18	0.43	0.01	0.00	0.01	-	0%
	合計	6.41	8.10	8.12	5.38	4.53	5.40	3.82	3.66	4.83	5.16	107%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 塊・粉・くず100%

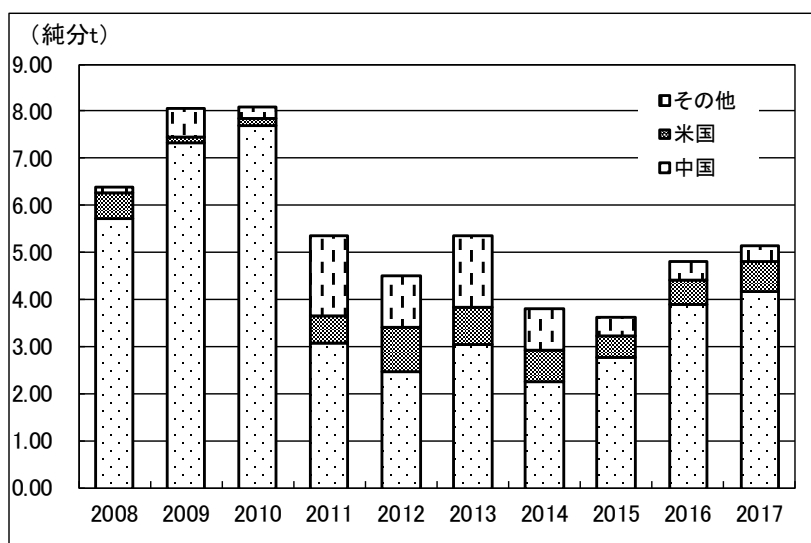


図 3-3 塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)の輸入相手国

3-3.輸出入価格

ゲルマニウムの輸入価格を表 3-4、図 3-4 に示す。2010 年～2011 年にかけて、二酸化ゲルマニウム、塊・くず・粉ともに輸入価格が大幅に上昇している。2012 年は一旦低下しているが、2013 年は再び上昇となっている。これは、中国による買い占めや国家備蓄が影響していたとみられる。

2014 年は塊・粉・くずは若干上昇したが、2015 年は低下傾向である。また、二酸化ゲルマニウムは若干低下したが、大きな価格変動はなかったが、2016 年には両者ともに大幅に下落した。2017 年は、塊・粉・くずが前年比 107%、1,007\$/kg で増加に転じ、二酸化ゲルマニウムは前年比 83%、567\$/kg で前年同様下落し 2013 年の半額以下となった。

表 3-4 ゲルマニウムの平均輸入価格

												単位: \$/kg
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塊・粉・くず(金属ゲルマニウム)	1,254	946	778	1,637	1,460	1,845	1,940	1,528	937	1,007	107%
	二酸化ゲルマニウム	985	743	583	1,201	1,149	1,313	1,255	1,172	681	567	83%

出典: 財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

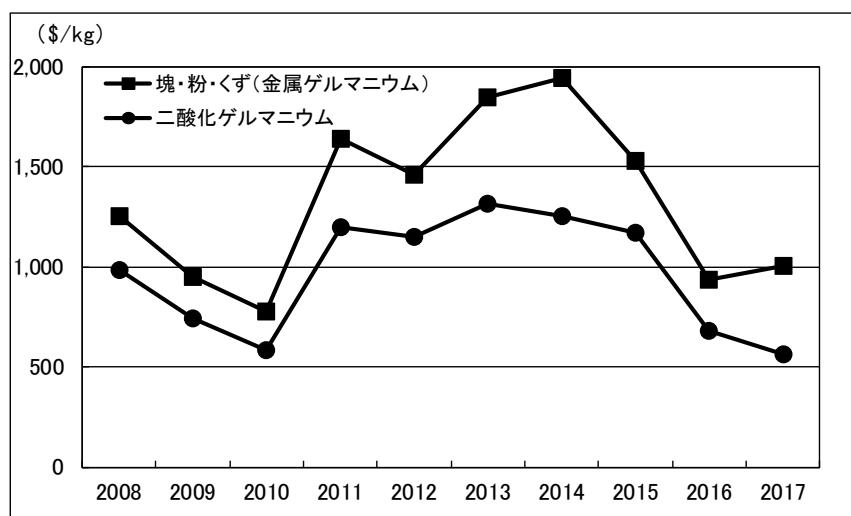


図 3-4 ゲルマニウムの平均輸入価格

4.リサイクル

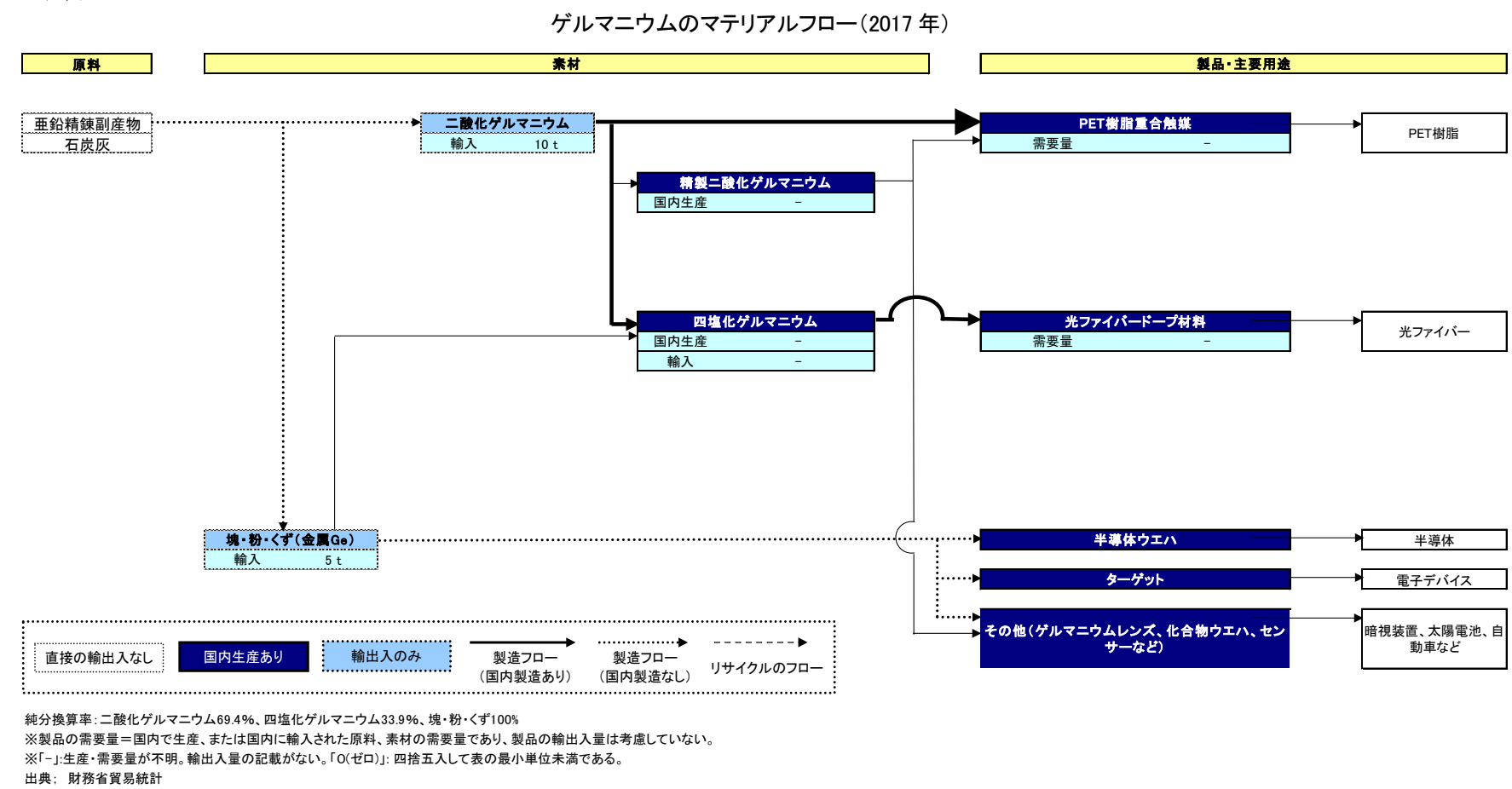
ゲルマニウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると、0%である。ただし、レンズ等の製造工程中に出るくずは再利用されている。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費量	$\text{見掛消費量} = (\text{国内発生量}) + (\text{素材・製品の輸入量}) - (\text{素材・製品の輸出量})$

※素材は塊・粉・くず(金属 Ge)、二酸化 Ge、製品は製品・その他の合計値。

※ゲルマニウムの輸出数量を把握できないため、輸入数量のみ使用。

5.マテリアルフロー



ジルコニウム Zr

【用途】 耐火物をはじめ、自動車排ガス触媒等に使用

ジルコニア(二酸化ジルコニウム)は、高温における耐食性や耐摩耗性等に優れる特性から耐火物のほか、セラミック、鑄造用砂、研磨研削材に用いられる。また、他元素との反応性や圧電特性等を活かして触媒やコンデンサ、センサーに使用される。熱中性子の吸収断面積が金属の中で最も小さいことから、金属ジルコニウムは発電用軽水冷却型原子炉のジルカロイ燃料被覆管、燃料チャネル及び部材の素剤としても利用されている。

【特性】

- ・酸やアルカリに対して安定で耐食性が高い
- ・高温でステンレス鋼、アルミより耐久性が高い
- ・金属の中で熱中性子の吸収断面積が最少
- ・高温で反応し、多様な化合物を生成

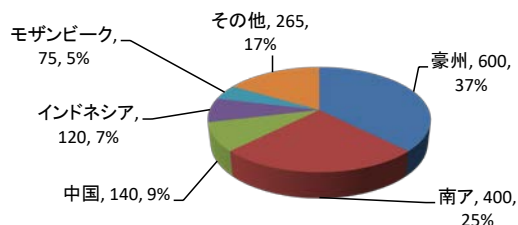
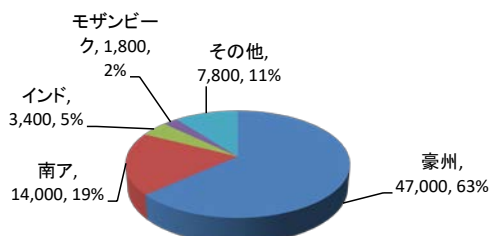
【資源国と消費国】

[国名、数量、構成比(%)] (数量はマテリアルベース:単位千t、2017 年世界計) 出典:USGS2018

国別埋蔵量 (合計 74,000 千t)

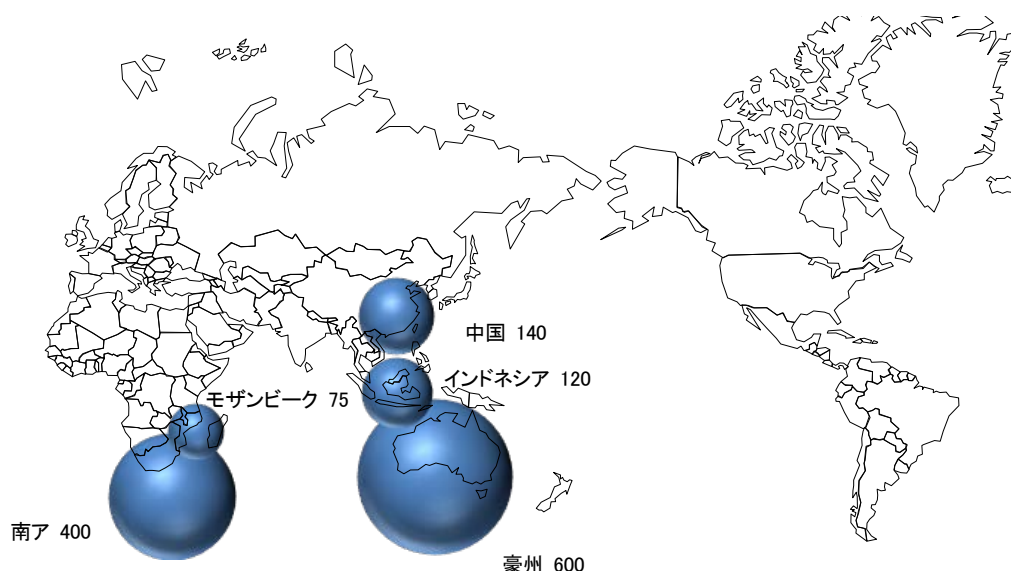
国別鉱石生産量(合計 1,600 千t)

埋蔵量順位は①豪州、②南ア、③インド



【世界の主要ジルコニウム鉱石生産国】国名、国別生産量(千 t、2017 年間値) 出典:USGS2018

豪州、南アが2大生産国

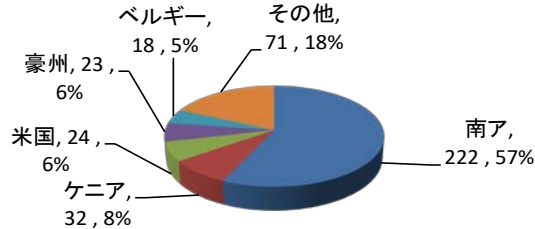


【貿易概況】(数量単位: 純分千t、2017 年世界計)

■世界 出典: Global Trade Atlas

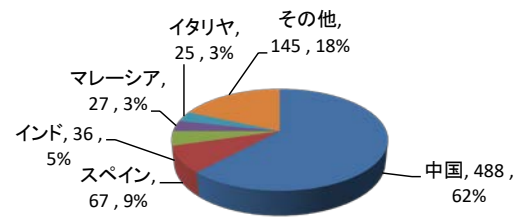
ジルコニウム鉱石

主要輸出国(合計 390 千マテリアル t)



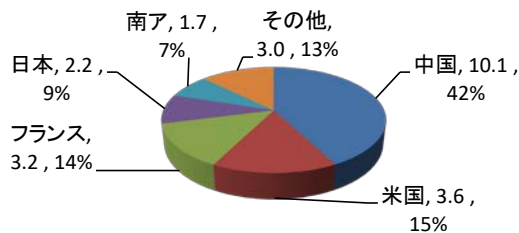
ジルコニウム鉱石

主要輸入国(合計 787 千マテリアル t)



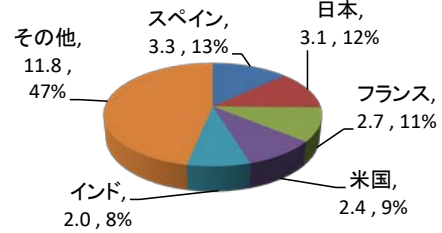
二酸化ジルコニウム(含酸化ゲルマニウム)

主要輸出国(合計 23.9 千マテリアル t)



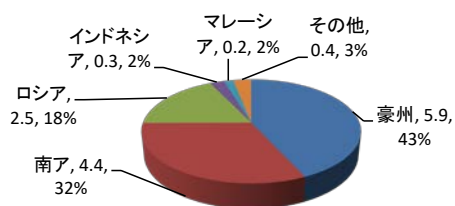
二酸化ジルコニウム(含酸化ゲルマニウム)

主要輸入国(合計 25.3 千マテリアル t)

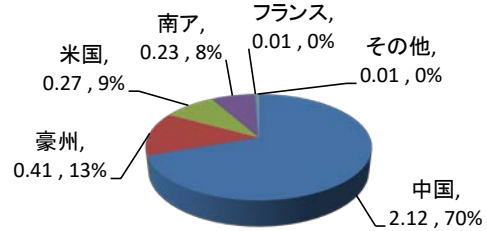


■日本 出典: 財務省貿易統計(純分ベース)

ジルコニウム鉱石輸入相手国(合計 13.7 千 t)

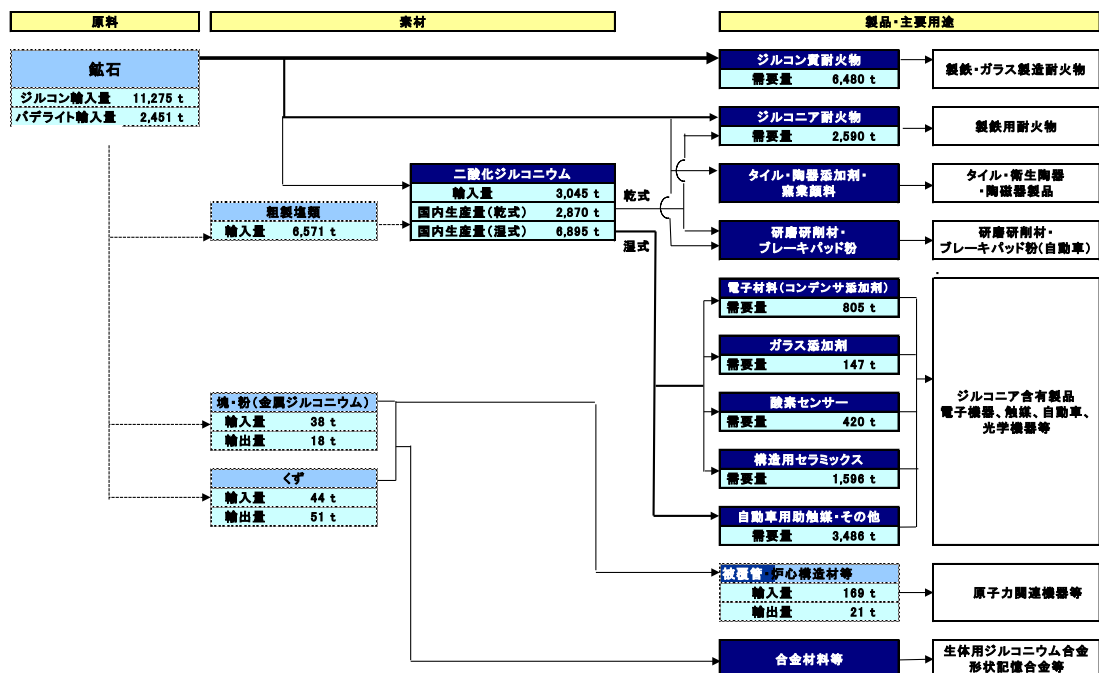


二酸化ジルコニウム輸入相手国(合計 3.0 千 t)



【鉱石から製品まで】耐火物のほか、触媒、酸素センサー、原子力に利用

出典: 財務省 貿易統計、工業レアメタル



【概要】

- ・2017年の世界ジルコニウム鉱石生産量は、約2割伸びて1,600千t(マテリアルベース)となった。主要産出国は豪州と南アで、この2か国で世界の生産量の63%の生産量を占めている。
- ・今後の世界需要については、最大用途の粗鋼生産とリンクする耐火物は堅調に推移しており、また、自動車部品分野も堅調に推移する見込みで、今後の需要拡大が期待される。
- ・日本については、耐火物需要は長期的には減少方向であるが、自動車部品分野や電子材料、ファインセラミックス分野については順調に推移するとみられている。
- ・ジルコニウム鉱石の輸入価格については2014年以降1,400\$/t前後で比較的安定に推移している。
- ・バデライト鉱石の生産がロシア一国に限られているが、乾式ジルコニアで代替可能であり、また、ジルコン鉱石は生産地域が多様化しており、安定供給面で大きな問題はない。

1.特性・用途

ジルコニウムは銀白色の金属で、常温で酸やアルカリに対して安定であるほか、空気中では酸化被膜を形成し、耐食性も高い。また、熱中性子の吸収断面積が金属の中で最も小さい。

ジルコニウム鉱石には、ジルコン鉱石(ZrSiO_4 :純分48%程度)と、産出量は少ないが、ロシアを主産出国とするバデライト鉱石(ZrO_2 :純分72.5%程度)がある。

ジルコン鉱石は、タイルや煉瓦などのジルコン質耐火物に使われるとともに、二酸化ジルコニウム(ジルコニア)の原料になる。二酸化ジルコニウムの精製には乾式と湿式がある。乾式は電融法により、湿式は水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムとともに加熱処理し、さらに塩酸で抽出ろ過することで得られる粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)を加水分解して得られる。

乾式は、ほとんど物理的粉碎であることから、不純物の除去は基本的にできない。一方、湿式は顧客に応じてカスタマイズができ、高付加価値製品が多い。

乾式によるジルコニアにマグネシウムやカルシウムを安定化剤として加えると、カルシア安定化ジルコニアやマグネシア安定化ジルコニアとなり、耐火物、鋳鋼の鋳型用材料、タイル、瓦用等が主要用途である。その他、カルシア安定化ジルコニアは製鉄所の連続鋳造ノズルに使用されている。その他の用途としては、研磨研削剤や窯業顔料、プレーキパッド粉などがある。また、バデライト鉱石からもカルシウムやマグネシウムを添加剤としたカルシア安定化ジルコニアやマグネシア安定化ジルコニアが生産されている。

湿式によるジルコニアは、自動車用排ガス助触媒やセラミックコンデンサー、圧電セラミックの添加剤、ファインセラミックス原料、酸素センサーとして使用される。また、光学ガラスにもこの高純度ジルコニアを添加剤として使用している。その他の用途としては、上質紙のコート材、吸着剤、塗料乾燥剤、溶射材料、耐火材、研削研磨材、窯業用顔料などがある。これらの用途の中で、ファインセラミックス原料は高純度で粒径や粒度分布が高度に制御された材料で、イットリアを部分安定化剤として添加したイットリア部分安定化ジルコニアは、構造用セラミックスとして、人工陶歯や光コネクタフェルール、粉碎メディア、刃物などの用途で使用されている。また、スカンジウム(Sc_2O_3)を安定化剤として添加したスカンジウム安定化ジルコニアは、固体酸化物燃料電池(SOFC)の電解質として使用されている。自動車用排ガス助触媒に用いられているセリア安定化ジルコニアは、高温環境下において助触媒としてのセリウムの活性が落ちないようにする役割を持っている。

その他に、金属ジルコニウム及び合金は市場が小さいものの、耐食性が高く金属の中で中性子を最も吸収しにくいなどの性質から、原子力燃料被覆管(ジルカロイ)、原子力燃料の再処理施設等、原子力関連機器を中心として化学・医療用機器、超電導材料などにも使用されている。また、すぐれた耐食性から化学工業分野では耐食性材料として利用される。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のジルコニウム鉱石生産量を表2-1、図2-1に示す。2017年の世界のジルコニウム鉱石生産量は、前年比121%の1,600千tであった。ジルコニウム鉱石の主要産出国は豪州と南アの2か国で、この2か

国で世界の生産量の63%の生産量を占めている。2017年の豪州の生産量は、同133%の600千tと増加した。また、南アの生産量も、同111%の400千tとともに増加した。その他の産出国としては、中国、インドネシア、モザンビーク、セネガルなどがあるが、生産量は横這いの中国を除き、インドネシア、モザンビーク、セネガルはいずれも増加した。米国の鉱石生産量は2015年に続き開示され、2017年は50千tであった。

中間製品であるオキシ塩化ジルコニウムは、中国が全生産量の9割以上を生産しており、日本はほぼ全量を中国から輸入している。

中国国内の湿式ジルコニア需要は、経済成長や富裕層の増加に伴い、堅調に増加するとの見方もあり、今後オキシ塩化ジルコニウムの輸出が減少する可能性がある。

世界需要に関する統計は公開されていないが、粗鋼生産量の影響を受ける耐火物は、世界の粗鋼生産が堅調に推移していることから、需要の増加が見込まれている。また、自動車部品分野(排ガス浄化触媒、酸素センサーなど)も堅調に推移する見込みであることから、ジルコニウムの世界需要は、今後の需要拡大が期待される。

表 2-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

単位: 千t gross weight

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
豪州	550	476	518	762	605	850	551	567	450	600	133%	38%
南ア	400	392	400	383	380	170	387	380	360	400	111%	25%
中国	140	130	140	150	140	150	150	140	140	140	100%	9%
インドネシア	42	63	50	130	120	110	110	110	110	120	109%	8%
モザンビーク	—	—	37	44	47	47	51	52	68	75	110%	5%
セネガル	—	—	—	—	—	—	—	45	53	60	113%	4%
米国	W	W	W	W	W	W	W	80	W	50	—	—
インド	30	31	38	39	40	41	40	40	40	40	100%	3%
その他	118	68	67	112	128	142	131	106	99	115	116%	7%
合計	1,280	1,160	1,250	1,620	1,460	1,510	1,420	1,520	1,320	1,600	121%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Zirconium」World mine production

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分とした

※米国の鉱石生産量は、2015年と2017年以外は企業情報保護のため非開示(W)であり、合計値に含まれていない。

※W: Withheld to avoid disclosing company proprietary data

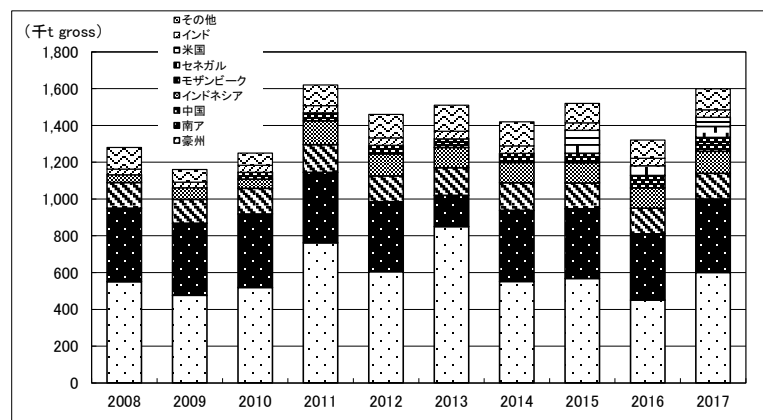


図 2-1 世界のジルコニウム鉱石生産量

2-2. 国内の需給動向

表 2-2、図 2-2 に国内のジルコニウムの需給動向を示す。

ジルコン鉱石の2017年の輸入量は前年比110%の11,275tと増加したが、バデライト鉱石は同78%の2,451tと減少し、合計では同103%の13,726tと微増であった。

原料鉱石(ジルコン、バデライト)の輸入量は、2009 年に大きく落ち込んだが、2010 年～2011 年は 30 千t前後の水準で推移した。2012 年は価格高騰の影響で第 3 次ジルコンショックとなって 2009 年に次ぐ大幅な落ち込みとなったが、2014 年～2015 年は 21 千t前後のレベルに回復した。2016 年は再び 13 千t 台まで落ち込んだが、2017 年はジルコン鉱石が回復の兆しを見せている。

中間原料に関しては、2017 年の二酸化ジルコニウム輸入量は前年比 114%の 3,045t、粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)は同 107%の 6,571tで、ともに増加した。

地金・製品の輸入に関しては、塊・粉は 38tと増加したが、くずは 44tと半減、製品は 169tと大幅増で増減が大きい。なお、製品には原子力関連で使用される部材の占める割合が比較的高いものとなっていると推定される。

ジルコニウム関係素材の 2017 年の合計供給量は 23,342tで、同 105%と若干の増加であった。

一方、需要では、ジルコニウムの中で最も需要が多いのが耐火物である。ジルコニウム耐火物はジルコン系とジルコニア系に分かれる。2017 年の耐火物需要量のうち、ジルコン系では、ジルコン質煉瓦の需要が好調で、同 117%の 5,952tと増加した。ジルコニア系では、国内粗鋼生産量は横ばいであったが、ジルコニア質耐火物は同 90%の 2,590tと減少し、乖離した結果であった。

歴史的には 1970 年末～1980 年にかけてジルコンの耐火物への利用が本格化し、需要増に伴い価格が暴騰した結果、87 年に第一次ジルコンショックが起きた。その後、ジルコンショックは 2 回繰り返され、2010 年～2011 年の第 3 次が最後で、都度、ジルコンから、アルミナ、マグネシア系等への代替が進みジルコンの需要が減少した。転炉法、連鑄法等、鉄鋼製造プロセス進展に伴い、耐火物が開発されてきたが、30 年来、鉄鋼製造プロセスに殆ど変化はない。鉄鋼プロセスに革新が起きていないため、新たな耐火物は必要とされず、廉価な素材への代替が進展している。ジルコニアは耐熱性を高める効果があり、アルミナ系やシリカ系耐火物にも添加される為、耐火物への原料としてのジルコニアの使用量は 2 年連続で増加している一方、ジルコニア系耐火物の生産量は減少している。ジルコン・ジルコニア系耐火物の生産量は長期的に減少傾向にあり、経産省資源・窯業・建材統計では定形耐火物全体に占める 2017 年の割合は約 1.8%と小さい。

この他、国内メーカーの堅調な生産に支えられ、パソコンやスマートフォン、タブレットのセラミックコンデンサーに使われる電子材料向けは前年比 144%の 805t、光学ガラス向けも同 150%の 147tと大きく増加した。酸素センサーは世界の自動車生産台数が同 102.4%と伸びたこともあり、同 107%の 420tと増加し、セラミック包丁、歯科材料などのファインセラミックス向けも海外顧客からの歯科材料の需要伸び等により、同 131%の 1,596t と好調であった。また、触媒等も同 106%の 3,486tと増加した。自動車用排ガス助触媒は世界の自動車生産台数の増加があるものの、エンジンのダウンサイジング化の影響で 1 台当たりの使用量は減少している。

2017 年の輸出量は原料が 2,169t、製品が 90tである。原料の多くがデンタル用や光通信用セラミックス原料として使用されるイットリア安定化ジルコニアや触媒等と推定される。製品は光通信用セラミック部品や産業機械用セラミック部品などが中心である。

表 2-2 ジルコニウムの国内需給

単位：純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	原料	鉬石(ジルコン)	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	11,275	110%
		鉬石(バデライト)	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	78%
	原中 料間	二酸化Zr	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	113%
		粗製塩類	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	6,571	107%
	原料/中間原料・素材計		45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	23,342	105%
	地金	塊・粉	184	52	119	109	41	43	51	64	29	38	132%
		くず	74	11	33	51	5	38	57	67	93	44	47%
製品		606	553	437	472	428	177	182	186	114	169	148%	
供給(輸入)計			46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	29,478	22,220	23,342	105%
需要	内需	①耐火物(ジルコン系)	9,360	6,624	9,600	7,488	5,568	5,472	5,472	5,088	5,952	6,480	109%
		②耐火物(ジルコニア系)	2,202	1,862	3,314	3,360	2,959	1,856	2,961	2,772	2,863	2,590	90%
		③研磨研削材	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		④電子材料	627	532	666	657	586	515	574	392	560	805	144%
		⑤窯業顔料	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		⑥光学ガラス	121	72	69	90	74	67	63	77	98	147	150%
		⑦酸素センサー	269	305	393	407	379	420	416	364	392	420	107%
		⑧ファインセラミックス	1,069	702	1,198	1,821	1,259	1,001	1,218	1,631	1,218	1,596	131%
		⑨触媒、その他	2,620	2,760	3,020	3,081	2,803	3,052	2,996	3,262	3,283	3,486	106%
		内需計	16,268	12,858	18,260	16,903	13,627	12,382	13,700	13,586	14,226	15,524	109%
	輸出	原料/中間原料・素材輸出	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	2,169	90%
		地金/製品輸出	106	91	100	125	62	60	76	78	68	90	133%
輸出計		3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	2,259	91%	
需要計			19,527	14,685	21,004	19,642	15,629	14,457	15,705	15,587	16,704	17,783	106%

出典：財務省貿易統計、工業レアメタル(No134、①：P118 耐火物生産量とジルコン消費、②～⑨：P63 ジルコニアの用途別需要推定量)

純分換算率(2011年以前)：ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類33%、
地金(塊・粉・くず)・製品100%純分換算率(2012年以降)：ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、
粗製塩類28.3%(中国からの輸入分を粗製塩類と推定)、地金(塊・粉・くず)・製品100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア70%、粗製塩類33%

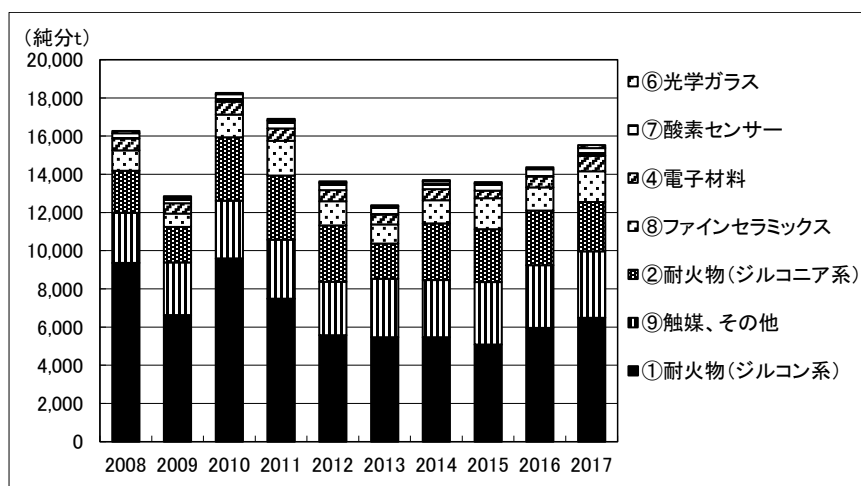


図 2-2 ジルコニウムの内需

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

ジルコニウムの輸出入動向を表 3-1 に、輸入動向を図 3-1 に示す。鉬石の輸入のうち、ロシア以外の国からの輸入鉬石をジルコン鉬石、ロシアからの輸入鉬石をバデライト鉬石と推定した。各素材・製品とも2012年以降、アルミナ、マグネシア系等への代替が進んだのに伴い、輸入量が大きく減少している。

2017年の合計輸入量は、前年比105%の23,593tであった。ジルコン鉬石は同110%の11,275tと増加したが、バデライト鉬石の輸入量はロシアの生産量がロシア政府の資源保護政策により減少しており、同

78%の2,451tと大きく減少した。また、2017年の原料/中間原料合計輸出力は、同90%の2,169tと減少した。

粗製塩類(オキシ塩化ジルコニウム)の輸入量はHSコード上で特定できないため、「塩化酸化物及び塩化水酸化物(銅のものを除く):コード282749000」のうち、中国からの輸入分を粗製塩類と推定した。製品輸入はジルカロイ製の原子力発電用部材やファインセラミックス部品類と推定される。原子炉の燃料被覆管などは、コスト面での優位性から100%輸入品が利用されている。バデライトは脱珪ジルコニアと競合する。価格差により輸入量は変化する。価格交渉のタイミングでロシアのバデライトが高いと、脱珪ジルコニアが購入される。

表 3-1 ジルコニウムの輸出入数量

単位: 純分t														
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	鉍石	輸入	29,462	10,080	29,249	28,632	16,577	15,733	19,254	17,437	10,230	11,275	110%	
		バデライト	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	78%	
		小計	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	13,726	103%	
中間原料	二酸化Zr	輸出	291	338	578	164	313	281	72	87	413	16	4%	
		輸入	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	113%	
	粗製塩類	輸出	2,862	1,398	2,066	2,450	1,627	1,733	1,858	1,836	1,997	2,152	108%	
		輸入	6,156	3,031	7,305	9,095	3,764	5,350	6,409	6,254	6,155	6,571	107%	
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
原料/中間原料小計			輸入	45,336	18,373	44,461	47,453	25,854	25,150	31,439	29,478	22,220	23,342	105%
			輸出	3,154	1,736	2,644	2,614	1,940	2,014	1,930	1,923	2,411	2,169	90%
			輸入－輸出	42,182	16,637	41,816	44,839	23,915	23,136	29,509	27,555	19,809	21,173	107%
地金	塊・粉	輸入	184	52	119	109	41	43	51	64	29	38	132%	
		輸出	37	18	35	28	20	17	10	18	26	18	70%	
	くず	輸入	74	11	33	51	5	38	57	67	93	44	47%	
		輸出	46	50	17	47	2	10	44	42	24	51	217%	
地金小計		輸入	258	63	152	160	46	81	109	131	123	82	67%	
		輸出	83	69	51	75	23	28	54	60	49	69	141%	
		輸入－輸出	175	－6	101	86	23	53	55	71	73	13	18%	
製品		輸入	606	553	437	472	428	177	182	186	114	169	148%	
		輸出	23	23	49	50	39	32	22	18	19	21	112%	
		輸入－輸出	583	531	389	421	389	145	160	168	96	148	155%	
合計		輸入	46,200	18,990	45,050	48,085	26,328	25,408	31,729	29,795	22,456	23,593	105%	
		輸出	3,260	1,827	2,744	2,739	2,001	2,074	2,006	2,001	2,478	2,259	91%	
		輸入－輸出	42,940	17,162	42,306	45,346	24,327	23,334	29,723	27,794	19,978	21,334	107%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率(2011年以前): ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類33%、

地金(塊・粉・くず)・製品100%

純分換算率(2012年以降): ジルコン48%、バデライト72.5%、ジルコニア(二酸化Zr)70%、粗製塩類:

地金(塊・粉・くず)・製品100%

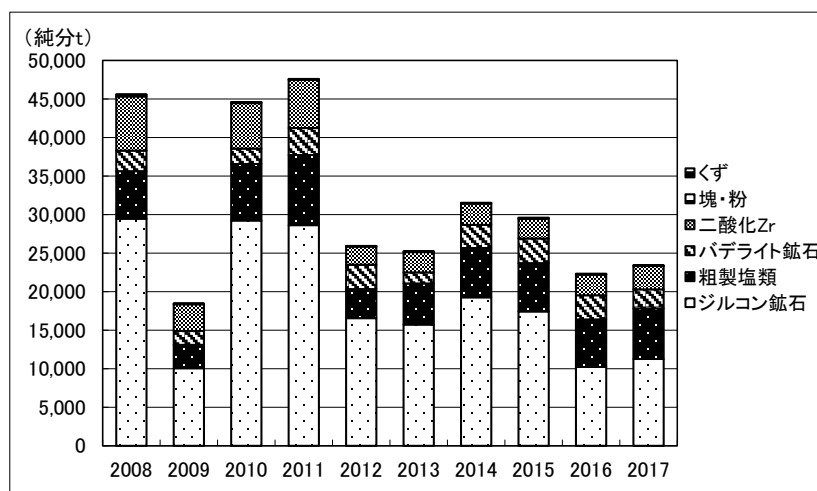


図 3-1 ジルコニウムの輸入数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.ジルコニウム鉱石

ジルコニウム鉱石の輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。主要輸入相手国は、豪州、南ア及びロシアである。2017 年の輸入量は、豪州が前年比 149%の 5,911tと増加、南アは前年並みの 4,372t、ロシアは前年比 78%の 2,451tであり、1 位と 2 位が逆転した。豪州からの輸入量は、2016 年は国内在庫の滞留で急減したとみられているが、2017 年は在庫調整が終わり、増加に転じたものと考えられる。

またインドネシアからの輸入について 2014 年は未加工鉱石の輸出禁止の影響で 0 となっていたが、規制が緩和されて回復し、2016 年は急増したが、2017 年は 340t と半減した。

表 3-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

単位: 純分t													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	豪州	17,980	6,974	19,198	18,616	12,485	9,758	12,654	13,362	3,972	5,911	149%	43%
	南ア	10,757	2,537	9,143	9,145	2,973	5,189	5,197	3,036	4,417	4,372	99%	32%
	ロシア	2,680	1,805	2,016	3,495	3,174	1,401	2,999	3,197	3,136	2,451	78%	18%
	インドネシア	68	154	268	222	98	19	0	81	675	340	50%	2%
	マレーシア	—	—	—	—	—	—	—	30	131	222	170%	2%
	米国	435	205	352	239	290	116	158	154	121	144	119%	1%
	セネガル	—	—	—	—	—	—	—	—	10	104	1080%	1%
	ウクライナ	—	—	—	—	30	141	305	149	161	101	63%	1%
	ベトナム	29	38	67	70	334	65	246	165	133	30	23%	0%
	その他	193	171	221	340	367	445	694	461	206	51	25%	0%
合計	32,142	11,884	31,264	32,127	19,751	17,134	22,253	20,635	13,366	13,726	103%	100%	

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: ジルコン48%、パデライト(ロシア)72.5%

2016年その他にマレーシア(131t)を含む

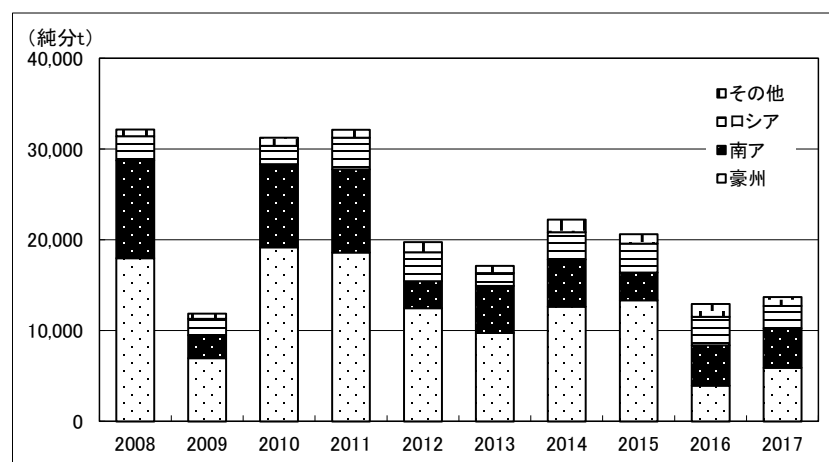


図 3-2 ジルコニウム鉱石の輸入相手国

3-2-2.二酸化ジルコニウム

二酸化ジルコニウムの輸出入相手国を表 3-3 に、輸入相手国を図 3-3 に示す。主な輸入相手国は、中国、豪州、米国であり、中でも中国からの輸入量が多い。2017 年は中国が前年比 121%と大きく増加、豪州は同 77%と急減したが、米国は同 153%と回復し、合計輸入量としては同 113%の 3,045tと増加した。輸出に関しては、米国、オランダ、中国、南ア、台湾、韓国など数多くの国が対象となっている。

表 3-3 二酸化ジルコニウムの輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	3,857	1,376	3,373	4,047	1,421	1,792	1,810	1,689	1,744	2,119	121%	70%
	豪州	2,147	1,666	1,701	1,579	414	296	374	561	532	408	77%	13%
	米国	968	413	786	547	469	550	455	285	176	269	153%	9%
	南ア	—	—	25	34	34	26	127	46	157	228	145%	7%
	フランス	1	1	4	21	—	0	9	7	88	14	16%	0%
	その他	66	3.1	2.9	4	2	2	2	2	2	7	400%	0%
	合計	7,038	3,458	5,891	6,231	2,339	2,666	2,777	2,589	2,698	3,045	113%	100%
輸出	米国	716	433	558	676	444	310	360	457	577	559	97%	26%
	オランダ	213	127	135	171	217	230	260	244	372	465	125%	22%
	中国	403	269	318	320	257	279	281	305	327	320	98%	15%
	南ア	170	92	146	217	125	166	238	94	87	138	159%	6%
	台湾	187	105	168	155	121	119	141	137	102	137	134%	6%
	韓国	356	104	241	174	107	147	127	137	128	124	96%	6%
	その他	741	259	489	716	317	413	376	384	404	534	132%	25%
	合計	2,862	1,398	2,066	2,450	1,628	1,733	1,858	1,836	1,997	2,152	108%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 二酸化ジルコニウム70%

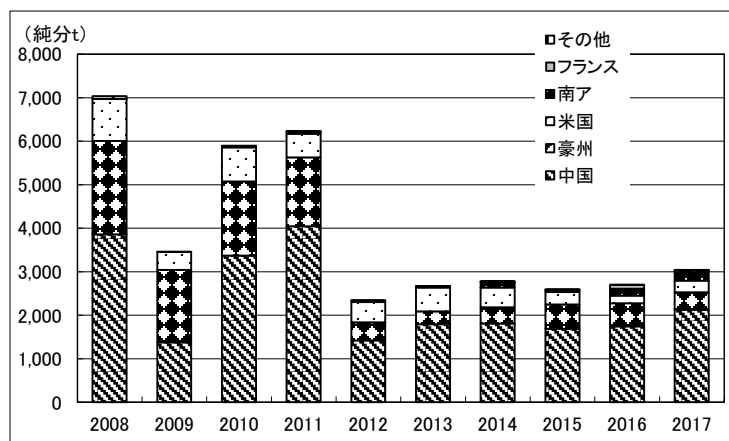


図 3-3 二酸化ジルコニウムの輸入相手国

3-3.輸出入価格

ジルコニウムの平均輸出入価格を表 3-4、輸入価格を図 3-4 に示す。ジルコニウム鉱石の輸入価格は2011年～2012年に上昇後、2013年から反落し、2016年に上昇の兆しをみせたが、2017年は前年比97%の1,383\$/tと微減で再び1,400\$/tを割った。

これは世界市場における需給バランスの変化によるもので、2011年から中国の需要が急激に高まったため極端な売り手市場となり2012年に価格が高騰した。窯業顔料用など買い手側が代替対応を進めたため供給過多となって価格が低下し、2014年以降、1,400\$/t前後で推移している。

また、二酸化ジルコニウムは前年同様の4.8千\$/tであった。塊・粉の輸入価格は前年比82%と低下したが、くずの輸入価格は同131%と上昇に転じており、変動している。また、製品の輸入価格は同95%の104.6千\$/tと若干低下したが、2012年以降、110千\$/t近辺で比較的安定している。

表 3-4 ジルコニウムの平均輸出入価格

		鉱石\$/t、鉱石以外千\$/t										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
鉱石	輸入	933	1,103	1,035	2,026	2,756	1,641	1,394	1,381	1,432	1,383	97%
	輸出	1,536	1,290	1,382	2,381	2,540	1,323	1,184	1,130	959	1,747	182%
粗製塩類	輸入	1.5	1.4	1.5	3.3	2.9	1.8	1.6	1.6	1.5	1.9	128%
	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二酸化Zr	輸入	3.5	4.1	4.2	6.0	8.3	7.0	5.7	5.0	4.8	4.8	99%
	輸出	20.7	25.7	24.9	42.0	42.1	31.9	27.1	22.8	26.3	26.9	102%
塊・粉	輸入	40.2	45.2	39.4	45.4	66.3	60.4	42.3	38.9	53.4	43.7	82%
	輸出	25.5	144.6	52.8	70.7	106.2	71.2	94.4	155.1	72.4	77.5	107%
くず	輸入	23.2	15.4	22.9	17.5	36.8	17.6	20.1	22.1	17.4	22.9	131%
	輸出	14.0	12.8	9.5	10.3	12.7	4.2	16.5	11.0	11.5	13.4	116%
製品	輸入	76.9	84.8	94.2	92.6	107.7	116.0	113.1	104.2	109.9	104.6	95%
	輸出	412.4	421.5	520.5	502.9	326.4	214.8	219.0	219.1	162.0	160.7	99%

出典：財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

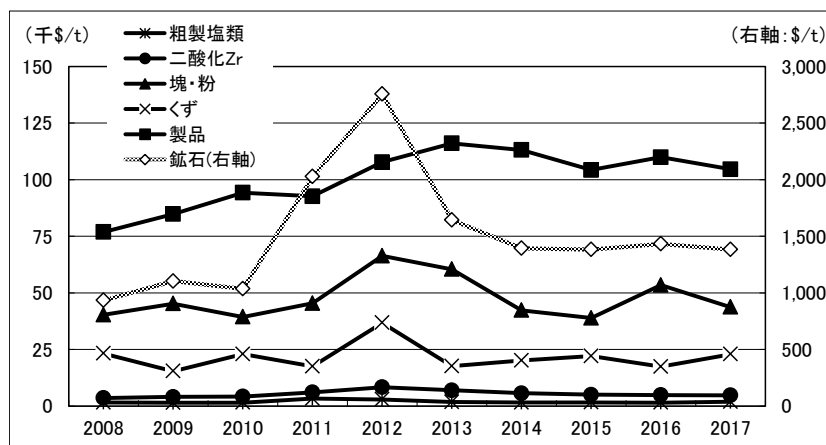


図 3-4 ジルコニウムの平均輸入価格

4. リサイクル

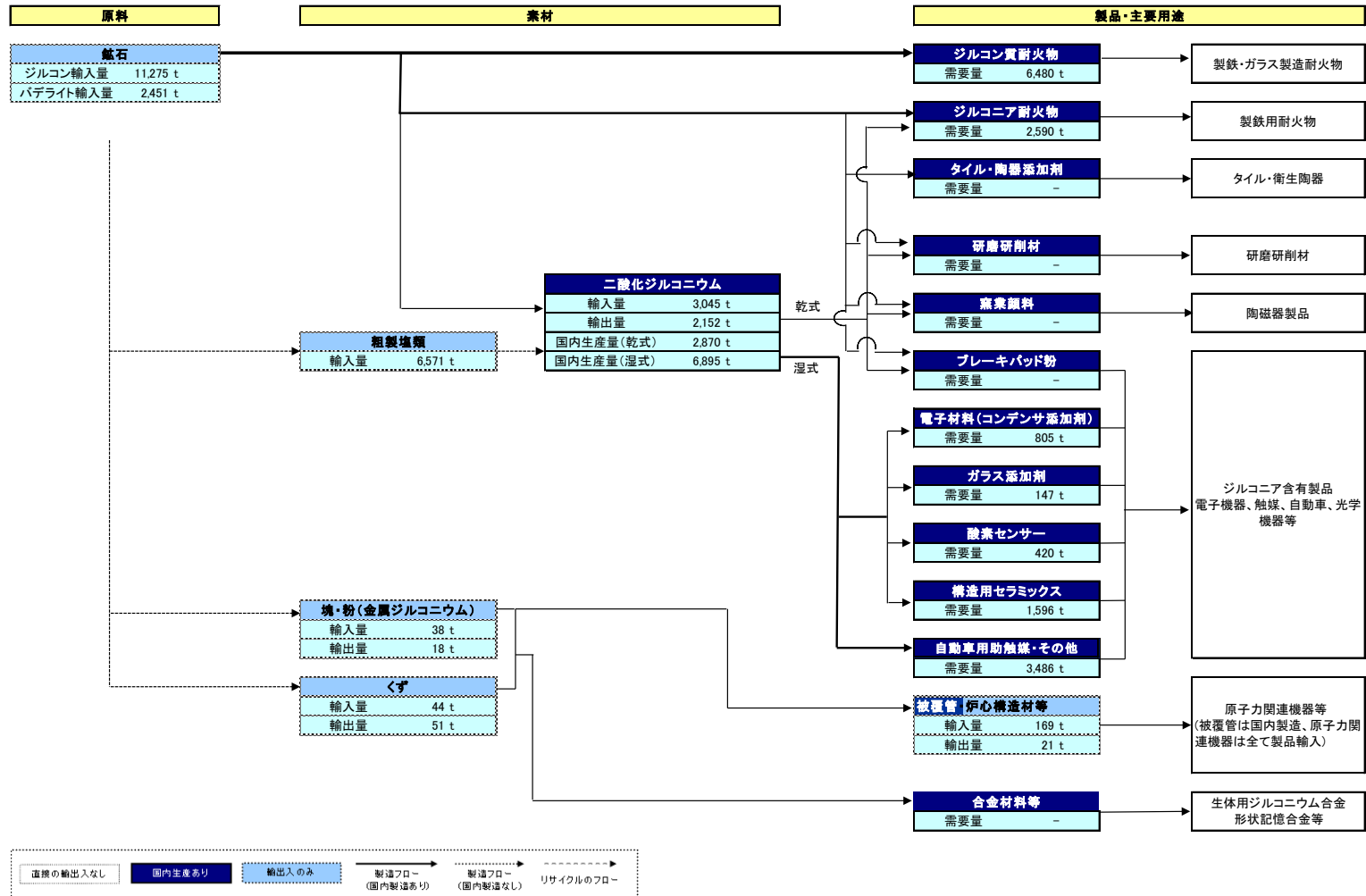
ジルコニウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると、0%である。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※ 原料は鉱石、素材は二酸化ジルコニウム、粗製塩類の合計値。塊・粉、くずの値は含まれない。

5.マテリアルフロー

ジルコニウムのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率:ジルコン48%、バデライト72.5%、二酸化ジルコニウム70%、粗製塩類28.3%、塊・粉・くず100%

※二酸化ジルコニウム国内生産量出典:工業レアメタル No.134 表4

注)「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」:四捨五入して表の最小単位未満である。

ニオブ Nb

【用途】 鉄鋼添加材として含まれ、自動車用薄鋼板などに利用

ニオブの主たる用途は鉄鋼添加材である。フェロニオブ（以下、FeNb）の形で高張力鋼、ステンレス鋼などの高級鋼材に添加され、自動車外板パネル、自動車排気系部品、建築土木構造物、石油ラインパイプ、圧力容器用鋼板等に用いられる。これら鉄鋼添加材向け FeNb が、世界のニオブ需要の 90% 程度を占めると推計されている。

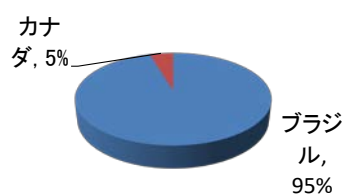
【特性】

- ・鋼材に少量添加すると鋼材強度が向上
- ・高純度のニオブは中性子の吸収が少ない
- ・高い磁性臨界温度を持つ

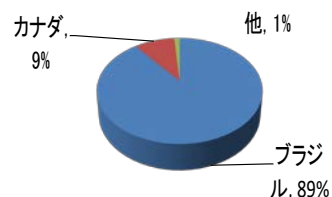
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース) 出典: USGS2018(上段)、Roskill¹(下段)

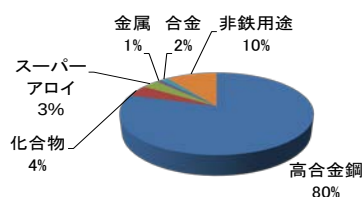
国別埋蔵量 (合計 4,300 千t)、2017 年間値



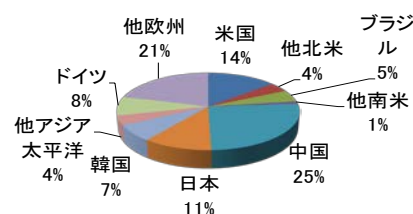
国別鉱石生産量 (合計 63.8 千t)、2017 年間値



用途別ニオブ消費量 (合計 58.9 千t) 2012 年間値



国別 FeNb 消費量 (合計 58.9 千t) 2012 年間値



【世界の主要鉱石生産国】 ブラジル Araxa 鉱山が生産をほぼ独占、全世界の約 90%

国名、国別生産量 (純分 63.8 千t、2017 年間値) 出典: USGS2018



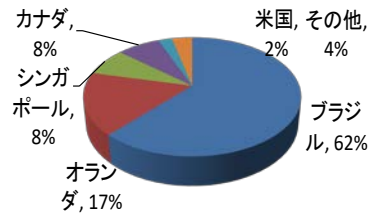
¹ 2013 年以降公開データなし。

【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

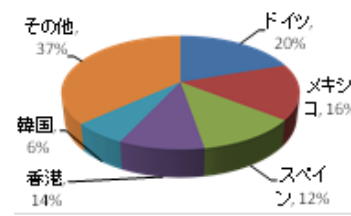
フェロニオブ主要輸出国

(2017 年合計 130.7 マテリアル千 t)



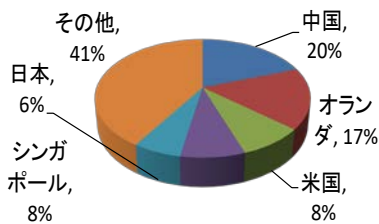
ニオブ・タンタル・バナジウム鉱石主要輸出国

(2017 年合計 13.6 マテリアル千 t)



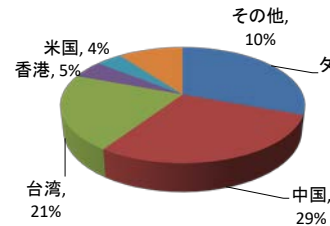
フェロニオブ主要輸入国

(2017 年合計 138.3 マテリアル千 t)



ニオブ・タンタル・バナジウム鉱石主要輸入国

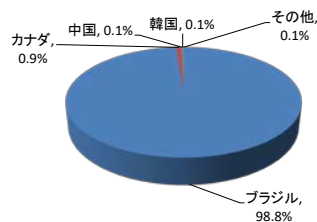
(2017 年合計 25.2 マテリアル千 t)



■日本

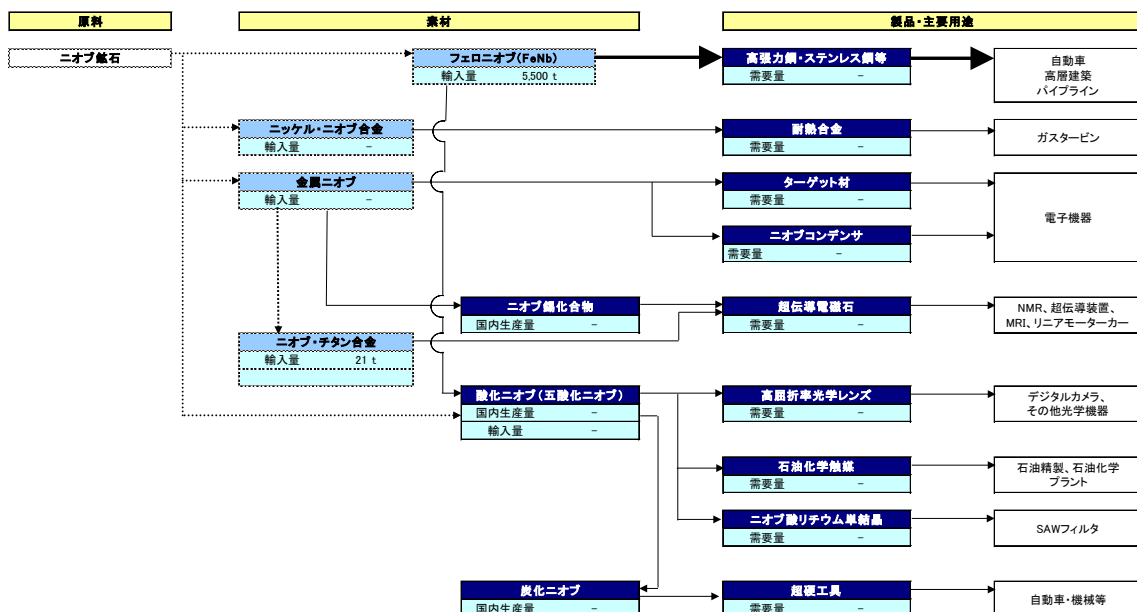
フェロニオブ主要輸入相手国

(2017 年合計 5.5 純分千 t、純分換算率: 65%)



現在、日本は約 5,500 純分トンのフェロニオブを輸入しており、ほぼ全量、ブラジルが相手国となっている。

【鉱石から製品まで(純分 t)】



【概要】

- ・大半をブラジル一か国からの輸入に依存しているが、日本企業グループで権益を保有しており、日本への資源の安定供給上のリスクは基本的には少ない。
- ・日本だけではなくニオブの需要は世界レベルで増えている。
- ・バナジウムの価格が高騰しており、フェロバナジウムの代替として、価格の安いフェロニオブが伸びたことと省タンタル化が需要増の要因である。
- ・他鉱種に比べ、価格は比較的安定している。
- ・工程内リサイクルを除き、日本ではニオブのリサイクルは行われていない。

1 特性・用途

ニオブはタンタルとともに産出され、タンタルと化学的性質が似ているので、ギリシャ神話に出てくるタンタロスの娘ニオベから名付けられた。発見当初は「コロンビウム」と呼ばれ、現在でも米国ではこう呼ばれることがある。

主たる用途であるフェロニオブはパイロクロア ($(\text{Na,Ca})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH,F})$) 鉱石を選鉱濃縮し、この精鉱と高品位ヘマタイト(酸化鉄)にアルミ粉と石灰など造滓剤を混合し、テルミット法で製造される。残りの精鉱は、湿式で不純物を除去し高純度五酸化ニオブとした後、テルミット還元、更には電子ビーム溶融により金属ニオブとなる。

ニオブは銀白色の光沢ある金属であるが、普通は表面の酸化膜のため青みを帯びている。酸に対しては白金族に次いで安定である。

ニオブは耐熱性、耐食性があり、他の金属に添加することで著しく性能を向上させる特性がある。

特に鉄に似た硬さと、展延性を持ち、鋼材に少量添加すると鋼材強度が向上し、高い耐熱性が得られるため、鉄鋼添加材として主として用いられている。FeNb の形で高張力鋼、ステンレス鋼などの高級鋼材に添加され、自動車外板パネル、自動車排気系部品、建築土木構造物、ラインパイプ、圧力容器用鋼板等に用いられる。これら鉄鋼添加材向け FeNb が、世界のニオブ需要の 90%程度を占めると推計される。

ニオブが添加された高張力鋼、ステンレス鋼は、北米・欧州・日本などの先進国では主として自動車の鋼材や排気系部品で用いられる。一方、最大の消費国である中国ではインフラ整備向けのラインパイプ、高層建築、橋梁等構造物の消費が多いなど、国毎に消費構造が異なる。

鉄鋼添加材以外の用途では、酸化ニオブが光学レンズの添加剤や石油化学触媒等で使用されている。また、炭化ニオブは超硬合金の原料となり、超硬工具として自動車部品加工等に利用される。その他、金属ニオブはニオブコンデンサやターゲット材に、ニッケル・ニオブ合金は耐熱合金としてガスタービンなどに使用されている。

その他ニオブの金属間化合物は、金属の中でも最も高い温度で超電導現象を起こすため、ニオブチタン合金、ニオブ錫化合物が超電導磁石の材料として、MRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴画像)、NMR (Nuclear Magnetic Resonance、核磁気共鳴)、リニアモーターカーに用いられている。

なおニオブはタンタルよりも埋蔵量が多く、価格も安いので、タンタル代替素材として省タンタル化に貢献している。

2 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のニオブ鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界のニオブ鉱石生産量は、前年並みの 63,800t であった。2017 年はブラジルの生産量が全体の 89.3%を占め、次にカナダが全体の 9.4%を生産している。その他にアフリカ諸国などで生産されている。

ニオブ鉱石及び FeNb の世界最大の生産企業は、ブラジルの Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineracao (以下、CBMM) である。CBMM はパイロクロア鉱石を産出するミナス・ジェライス州の Araxa 鉱山を保有しており、鉱石から FeNb までの一貫生産を行っている。

CBMM 以外では、パイロクロア鉱石を産出する鉱山を保有する China Molybdenum Company Ltd. (チャイナ・

モリブデン：以下 CMOC と称する。)のブラジルの Catalão 鉱山及びカナダの Magris Resources Inc (Niobec 鉱山)がある。CMOC の生産能力は 2016 年に 1 回目の拡張が完了し FeNb 換算で 7,500t/年から 10,000t/年になり、2017 年には 13,000～14,000t になったとされる。また、Magris Resources は予定されていた拡張計画を白紙に戻し、前年と同じ FeNb 換算で 7,500t/年であったが、2017 年には 8,000～9,000t になったとされる。その他(アフリカ、ロシア)を合わせた生産能力の概算合計は 116,700t(純分換算 75,855t)となった。

CBMM は 2020 年を目途に Araxa 鉱山の FeNb 生産能力を現状の 90,000t から 150,000t に拡大する計画である²。また、Anglo American は 2016 年 10 月に中国の CMOC への鉱山売却を完了した。現在進めている拡張計画は継続され将来的には 14,000t 規模に拡大することを目指している。2017 年の能力が 13,500t であり、ほぼ目標に近づいたと推定される。

米国においては、航空機向けのニッケル・ニオブ合金の需要は堅調である。FeNb については粗鋼生産の減少に伴い低下傾向が続いていたが、好調な鉄鋼用フェロバナジウムの代替としての伸びが大きく、バナジウムの価格が高騰したことも影響し、価格の安い FeNb の需要が増加した³⁴。欧州では自動車向けを中心に堅調である。中国では、前年に続いて中国経済の減速により 2016 年も減少したが、2017 年は前年比で約 125%と増加した⁵。

表 2-1 世界のニオブ鉱石生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
ブラジル	58,000	58,000	58,000	58,000	45,000	53,100	50,000	58,000	57,000	57,000	100%	89.3%
カナダ	4,380	4,330	4,420	4,630	4,710	5,260	5,480	5,750	6,100	6,000	98%	9.4%
その他	520	570	520	732	375	1,000	420	570	800	800	100%	1.3%
合計	62,900	62,900	62,940	63,400	50,100	59,400	55,900	64,320	63,900	63,800	100%	100.0%
FeNb換算	96,769	96,769	96,831	97,538	77,077	91,385	86,000	98,954	98,308	98,154	100%	

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Niobium (Columbium)」World Mine Production
純分換算率：FeNb65%

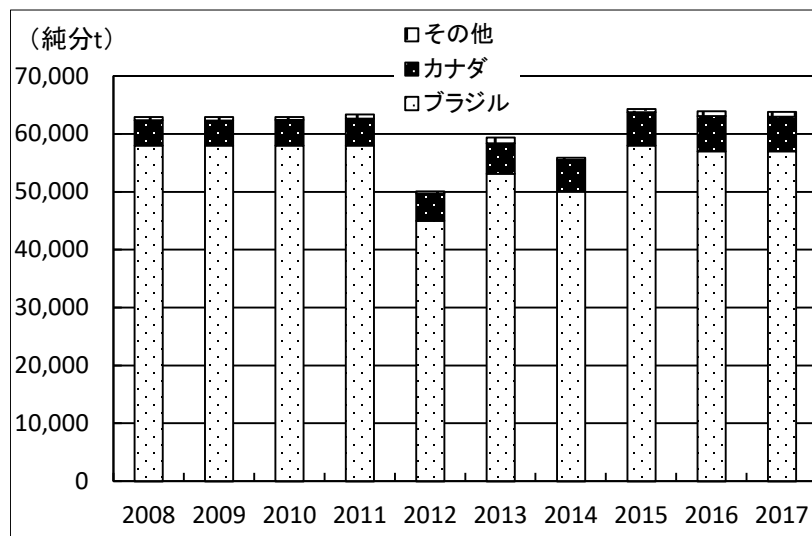


図 2-1 世界のニオブ鉱石生産量

² Brazil's CBMM to increase ferro-niobium capacity by 50% by end-2020、
<https://www.metalbulletin.com/Article/3852720/Brazils-CBMM-to-increase-ferro-niobium-capacity-by-50-by-end-2020.html?ArticleId=3852720>

³ USSG2017、2018 年の米国の消費金額と価格から推定すると、米国 FeNb 需要は 2017 年 14.3 千 t、2018 年 16.1 千 t と前年比 113%の伸びである。

⁴ USSG2018、In September 2017, ferrovanadium prices averaged \$21.10 per pound. Prices had not been this high since November 2008.

⁵ 工業レアメタル No.134 2018

世界の需給動向について、需要に関する公開データは無いが、2014 年以降の世界的な原油価格下落の影響を受けて、2016 年は欧州を除く地域で需要は減少したが、2017 年は回復したとみられる。

2-2 国内の需給動向

ニオブの国内需給を表 2-2 に示す。ニオブは国内の需給統計が存在しないことや、国内生産が行われていないことから、FeNb 及びニオブチタン合金の輸出入から国内需給を推計した。金属ニオブ、五酸化ニオブの輸入も行われている可能性があるが、単一のコードが存在しないため、需給の算出からは除外している。2017 年のニオブの供給量は、前年比 109% の 5,521t となった。

近年着目されている省タンタルについては、タンタルでなければ使用できない製品・部品を除くと、ニオブへの置き換えの動きがあり需要増を後押ししている。一方、ニオブへの置き換えが難しい領域は、コンデンサ、超硬工具の一部、レンズ（一眼レフほか）、タンタル合金（超耐熱）など固有な特性を求められる製品である。

供給面では、世界市場の 80% を独占している CBMM の鉱山に対し、日本企業（鉄鋼、商社等）は共同事業体で資本参画している（2011 年に同社の株の 10% を日系企業が購入）ため、日本の需要量は比較的安定的に調達出来る見通しである。我が国への資源の安定供給上のリスクは基本的には抑えられている。

FeNb、ニオブチタン合金、金属ニオブ等の国内需要について以下に示す。

表 2-2 ニオブの国内需給（推計）

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16		
供給	輸入	FeNb	7,119	3,359	5,339	5,305	5,635	5,883	5,831	4,950	5,047	5,500	109%	
		ニオブチタン合金	28	15	8	18	20	25	29	15	11	21	189%	
		合計	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%	
需要	内需	輸入－輸出	7,141	3,359	5,340	5,314	5,638	5,904	5,841	4,957	5,049	5,516	109%	
		輸出	FeNb	6	15	7	10	18	4	19	8	9	5	57%
		合計(内需＋輸出)	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：FeNb65%、ニオブ・チタン合金60%

※粉・くずはGe、V、Ga、Hf、In、Nb、Reの合計であるため除外。

※内需は輸入－輸出から求めた推計値。

2-2-1.フェロニオブ(FeNb)

FeNb は国内で消費する全量を輸入しており、2017 年の輸入量は前年比 109% の 5,500 純分 t と増加した。

2017 年の国内粗鋼生産量は前年並みの 104,661 千 t であった。

工業レアメタルによれば 2017 年における日本の鉄鋼用 FeNb 消費量は、前年比 103% の 8,200t（純分量で 5,330t）である。FeNb 需要は、日本の粗鋼生産量に対して完全にリンクしているわけではないが、一定の相関はある。日本の鉄鋼用 FeNb の需要は、自動車用の鋼板（約 45%）や排気系の耐熱ステンレス鋼（約 10%）、おおむね大規模建築を中心とした建築鋼材（約 30%）、石油・ガスのラインパイプ（約 20%）があげられる。

2015 年、2016 年とニオブ（主に FeNb）の需要が 8,000t/年（FeNb 換算）を下回って低迷している。これは、2014 年末から続く原油価格の低迷が影響し、ラインパイプを主にしたエネルギー関連の需要が軒並み低調に推移したからである。しかしながら 2017 年は僅かながらも反発し、8,000t/年台を回復し上昇の気配を見せている。

2-2-2 酸化ニオブ（五酸化ニオブ）

酸化ニオブ（五酸化ニオブ：Nb₂O₅）は可視光域で高屈折率が得られることから、光学ガラスの屈折率調整や、圧電セラミックスの圧電性能向上などの目的で添加材として使用されている。主な用途としては、光学レンズ、積層セラミックコンデンサ、触媒、SAW（表面弾性波）フィルター用ニオブ酸リチウム（LiNbO₃）などである。

ニオブ酸リチウムは、酸化リチウム（Li₂O）と五酸化ニオブを 1:1 の組成で組み合わせた複酸化物である。

SAW デバイスに使われる圧電基板材料としては、ニオブ酸リチウムのほかに水晶、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、四ホウ酸リチウム ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) が用いられている。

カメラ映像機器工業会 (CIPA) によれば、2017 年のデジタルカメラ総出荷台数は前年比で減少する見込みだが、高機能化を求めるユーザーにより、レンズ交換式カメラについては一定の需要を維持すると見通している。しかしながら 2017 年のデジタルカメラの生産量は前年比 105% の 2,509 万台、総出荷量は前年比 103% の 2,498 万台であった。減少するという協会の予想に反しいずれも僅かに増加し、昨年までの減少傾向に一応歯止めがかかった形である。酸化ニオブが使用されるレンズ交換式デジタルカメラは底堅い推移を続けているが、レンズ一体型デジタルカメラはスマートフォンの台頭により減少傾向が続いている。

2-2-3. 金属ニオブ

金属ニオブの主要用途先は、ターゲット材、ニオブコンデンサであるが、稀に FeNb の代わりに高張力鋼で使用される場合もある。金属ニオブは FeNb と比較しニオブ純分が高く、高付加価値な用途に利用されている。例として、MRI 装置中の超伝導磁石には、錫やチタンとの金属間化合物が使用されている。

2-2-4. ニッケル・ニオブ合金

ニッケル・ニオブ合金の主要用途は耐熱合金向けであり、発電用ガスタービン等で使用されている。ニッケル・ニオブ合金は、概ねマテリアル量で 100t/年程度の需要があり徐々に増加傾向にある。

2-2-5. ニオブチタン/ニオブ錫化合物

ニオブチタン合金は全量が輸入されており、国内生産企業はない。一方で、ニオブ錫化合物は輸入した金属ニオブを原料にして国内で生産される。

ニオブチタン合金とニオブ錫化合物は超伝導磁石として、MRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴画像) やリニアモーターカー、NMR (Nuclear Magnetic Resonance、核磁気共鳴) 装置や超伝導装置に使用される。

2-2-6. 炭化ニオブ

炭化ニオブの主要用途は超硬工具向けである。

日本機械工具工業会統計によれば、2017 年に生産された超硬工具の超硬合金は前年比 106% の 6,194t であった。超硬工具における炭化ニオブの消費量は複合炭化物に含まれるため明確ではないが、2017 年度の複合炭化物の消費量は前年比 124% の 68.8t と大幅に増加している。

なお、超硬工具では、コスト削減を目的とし、炭化タンタルの一部を炭化ニオブへ置き換える省タンタルの動きが進んでいる。

3. 輸出入動向

3-1. 輸出入動向

ニオブの輸出入数量を表 3-1、輸入数量を図 3-1 に示す。

2017 年の FeNb 及びニオブチタン合金の輸入量合計は前年比 109% の 5,521t、輸出量は前年比 57% の 5.14t であった。ニオブの塊・粉 (金属ニオブ)・くずの輸出入はニオブ、ゲルマニウム、ガリウム、ハフニウム、レニウムが一括された数字であるため、表 3-1 には参考値として示しており、合計からは除外している。ニオブのくずは、ターゲット材やニオブコンデンサの製造工程中でのくず等が輸出されているが、数量としては 1~2t/年と推計される。

表 3-1 ニオブの輸出入数量

			単位: 純分t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16
素材	FeNb	輸入	7,119	3,359	5,339	5,305	5,635	5,883	5,831	4,950	5,047	5,500	109%
		輸出	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	57%
	ニオブチタン合金	輸入	28	15	8	18	20	25	29	15	11	21	189%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	合計	輸入	7,147	3,373	5,347	5,324	5,656	5,908	5,860	4,965	5,058	5,521	109%
		輸出	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	57%
素材	塊・粉・くず*	輸入－輸出	7,141	3,359	5,340	5,314	5,638	5,904	5,841	4,957	5,049	5,516	109%
		輸入	231	131	204	235	183	226	235	274	228	332	146%
		輸出	199	165	255	101	146	161	158	119	115	156	135%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: FeNb65%, ニオブ・チタン合金60%

※素材は、ニオブチタン合金、FeNb、塊・粉・くずによる。

※粉・塊・くず*はGe、V、Ga、Hf、In、Nb、Reの合計であるため参考値として記載。合計からは除外した。

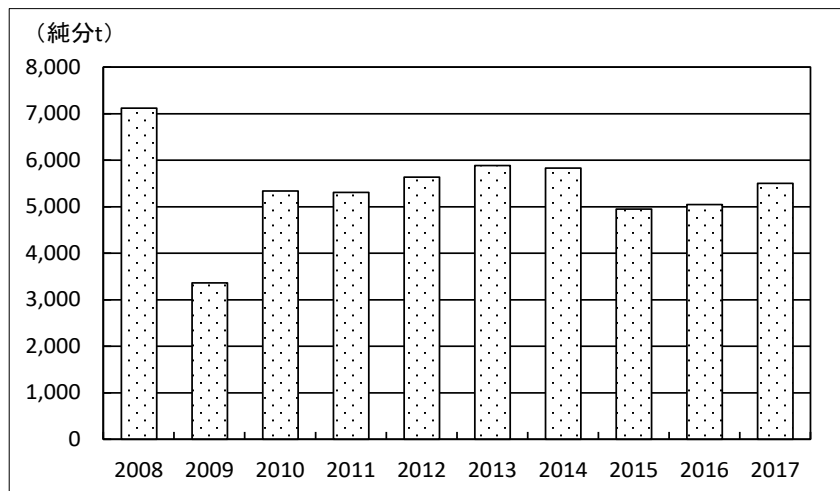


図 3-1 フェロニオブの輸入数量

3-2 輸出入相手国

FeNb の輸出入相手国を表 3-2、輸入相手国を図 3-2 に示す。

2017 年の FeNb の輸入相手国はブラジルが 1 か国で 99%を占めている。2017 年の FeNb の需要は世界でおよそ 88 千 t (FeNb 換算) 程度であるが、需要が増えたとしても、採掘可能な鉱山はあり増産は可能であると見られている。なお世界の FeNb 主要生産者の年産能力見込みの合計は、2017 年時点でおおよそ 116 千 t (FeNb 換算) である。

表 3-2 フェロニオブの輸出入相手国

単位: 純分t													
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ブラジル	6.834	3.296	5.058	5.073	5.408	5.717	5.726	4.867	4.978	5.432	109%	99%
	カナダ	256	46	181	210	214	149	91	65	55	51.4	94%	0.9%
	中国	18.85	9.49	96.85	12.68	11.05	12.35	8.45	9.77	7.80	3.90	50%	0.1%
	韓国	1.30	—	—	1.30	1.95	4.23	5.20	4.23	5.20	5.01	96%	0.1%
	その他	9.20	7.20	4.00	8.50	—	—	0.65	4.50	1.46	7.72	528%	0.1%
	合計	7.119	3.359	5.339	5.305	5.635	5.883	5.831	4.950	5.047	5.500	109%	100%
輸出	サウジアラビア	—	—	—	—	—	—	—	3.3	3.3	—	—	—
	タイ	3.67	1.56	5.10	4.10	2.76	2.94	4.36	2.96	3.15	2.11	67%	41%
	台湾	0.94	0.59	—	0.72	1.56	0.65	13.65	0.81	1.56	0.91	58%	18%
	韓国	0.98	10.40	2.28	0.33	0.70	0.49	0.81	0.65	0.98	2.11	217%	41%
	シンガポール	—	2.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	その他	0.33	—	—	4.55	13.06	—	—	—	0.13	—	—	—
	合計	5.92	14.75	7.38	9.69	18.08	4.08	18.82	7.67	8.94	5.14	67%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: FeNb65%

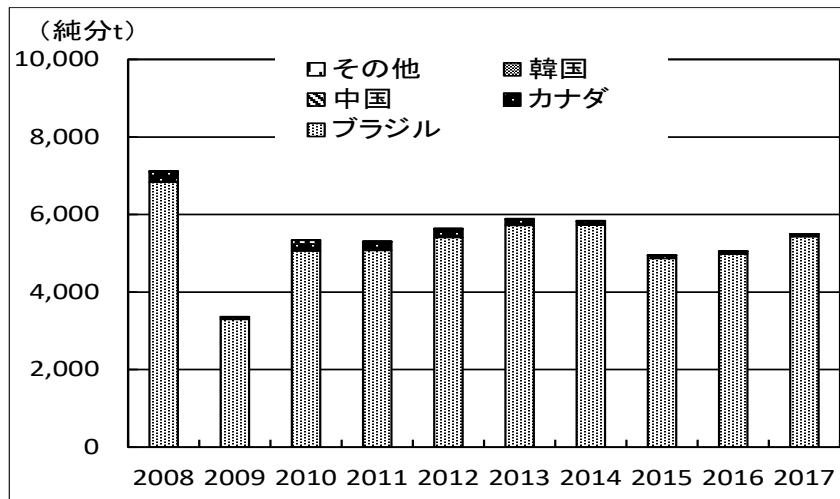


図 3-2 フェロニオブの輸入相手国

3-3.輸出入価格

ニオブの平均輸出入価格を表 3-3、図 3-3 に示す。

2017 年の FeNb の輸入価格は前年比 92% の 21.1\$/kg であった。FeNb は主要生産者が設定する建値を元に輸入されており、2008 年以降の約 10 年間は輸入価格に大きな変動はない。また、ニオブは LME で取引されていないこともあり、価格は CBMM の影響力が大きいとされている。

表 3-3 ニオブの平均輸出入価格

			単位: \$/kg										
素材	FeNb		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
		輸入	22.5	25.7	26.3	27.7	27.6	21.4	22.1	21.3	23.0	21.1	92%
素材	ニオブチタン合金	輸出	34.7	26.3	32.9	34.3	33.7	37.0	27.6	28.7	30.2	35.4	117%
		輸入	154	139	141	174	183	158	178	198	170	138	81%
素材	塊・粉・くず*	輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		輸入	218	223	245	309	240	184	179	150	121	88	73%
素材	*	輸出	319	125	106	273	424	391	483	389	236	248	105%

出典: 財務省貿易統計

※塊・粉・くずはGe, Ga, Hf, Nb, Reの合計であるため参考値として記載。

※輸出入価格は、貿易統計の貿易額を財務省による為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

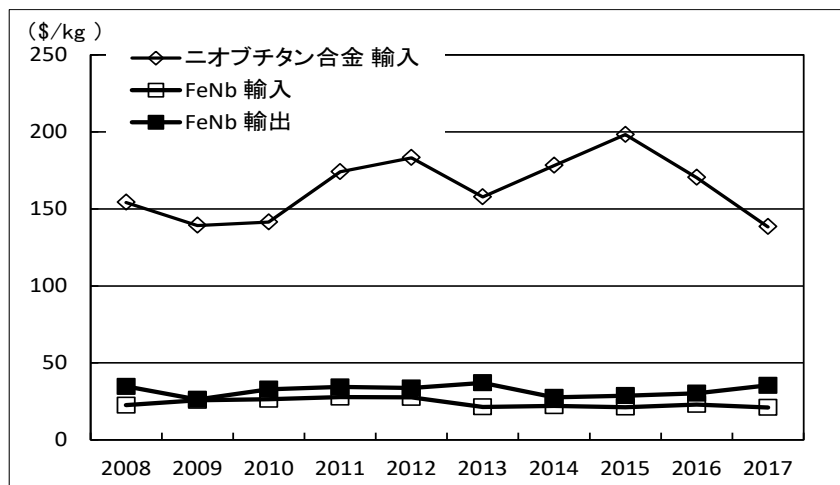


図 3-3 ニオブの平均輸出入価格

4.リサイクル

ニオブのリサイクル率は以下の定義により推計すると 0%である。ニオブの融点が非常に高く(2,477℃)、用途の分野が非常に限定的であるなどがリサイクルを行ないにくい理由であるとされている。又ニオブは供給能力が高く、価格も安くリサイクルは、コスト面でも合わない。一方、リサイクルの定義には該当しないが、各用途で発生したスクラップは再度生産に利用されている。例えば製鉄用で排出されたスクラップは再び高張力鋼生産で再利用されている。USGS によれば、工程内リサイクル率は 20%程度とされている⁶。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛けの消費})$
見掛けの消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

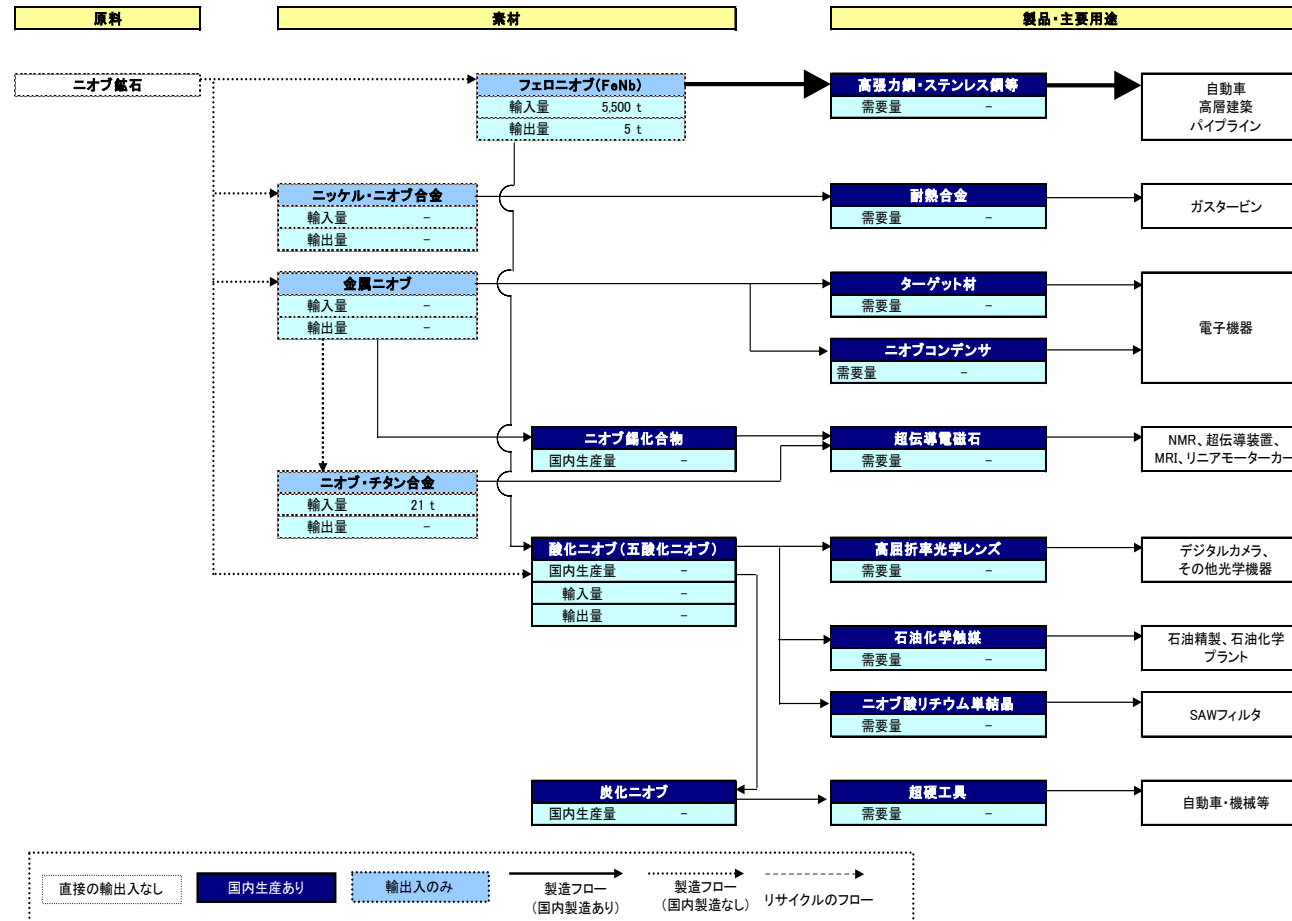
※ 素材とはニオブチタン合金、FeNb の値。

※ 国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。

⁶ Recycling: Niobium was recycled when niobium-bearing steels and superalloys were recycled; scrap recovery, specifically for niobium content, was negligible. The amount of niobium recycled is not available, but it may be as much as 20% of apparent consumption. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/mcs-2018-niobi.pdf>

5.マテリアルフロー(純分 t)

ニオブのマテリアルフロー(2017 年)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※純分換算率: FeNb65%, ニオブ・チタン合金60%, 五酸化ニオブ79.5%, 炭化ニオブ88.6%

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

タンタル Ta

【用途】 携帯電子機器のコンデンサーや SAW フィルター¹に不可欠
携帯電子機器のコンデンサーに不可欠な金属である。タンタルコ
ンデンサー以外には、耐熱・耐食材料、合金添加物、スパッタリング
ターゲット等¹に使用されている。また、タンタルの酸化物や炭化物な
どの化合物は、切削工具、光学レンズ、さらに近年は SAW フィルタ
ーも主要な用途となっている。

【特性】

- ・酸化物は安定した酸化被膜を形成し耐食性に優れる
- ・誘電率がアルミニウムの 2.7 倍と高い
- ・融点がタングステンの次に高い

【資源国と糖と別消費割合】 [国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計)

国別埋蔵量 (合計 112 純分千t、出典:USGS2018)

国別鉱石生産量 (合計 1,300 純分t、出典:USGS2018)



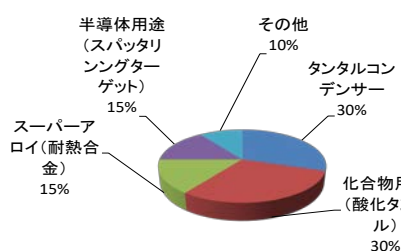
注:USGSには主要生産国であるアフリカ諸国、中国について Not available

と表記されているが、生産量見合いの埋蔵量があると思われる。

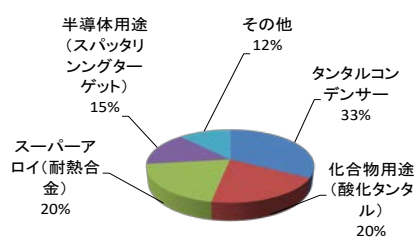
埋蔵量の多い豪州が 2015 年以來 NA Not available と表記されている。

用途別タンタル出荷割合 (出典:工業レアメタル)

2016 年～2,000 純分 t

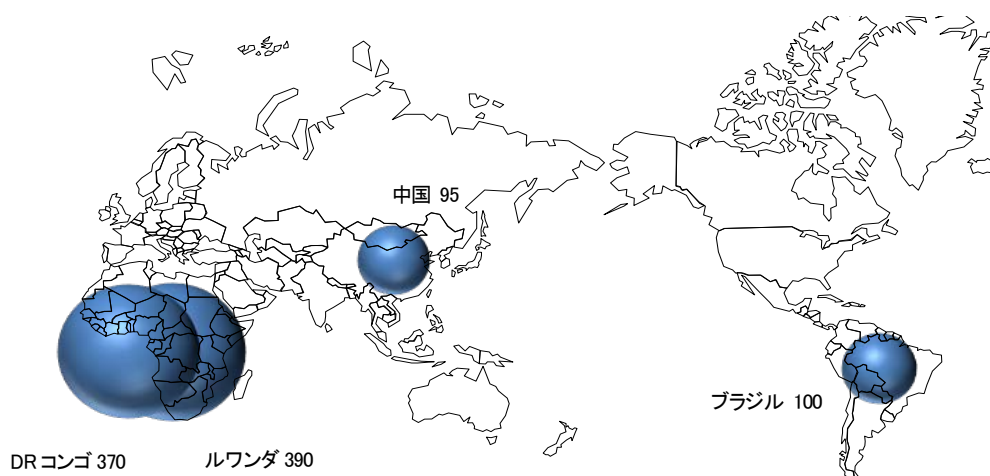


2017 年～2,000 純分 t



【世界の主要鉱石生産国】 アフリカに偏在 全世界で 1,300 純分t

国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値) 出典:USGS2018

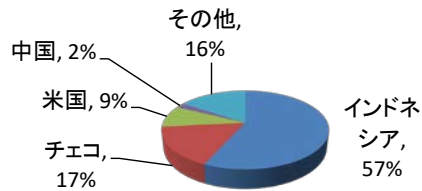


¹ P.3 脚注 4 参照。

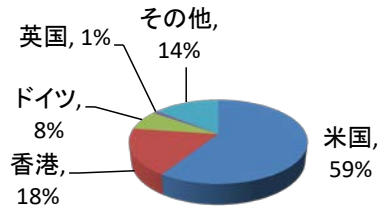
【貿易概況】 出典:財務省貿易統計

■日本(数値:純分 t)

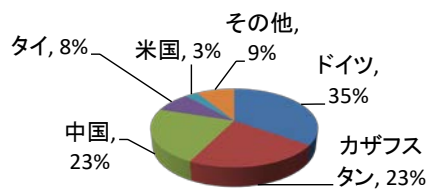
タンタル塊・粉主要輸出相手国
(2017 年合計 162t)



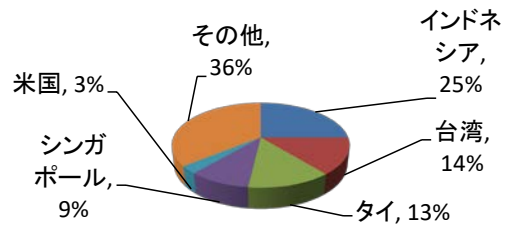
タンタルスクラップ主要輸出相手国
(2017 年合計 66t)



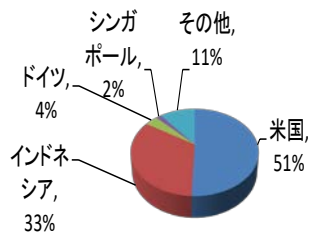
タンタル塊・粉主要輸入相手国
(2017 年合計 38t)



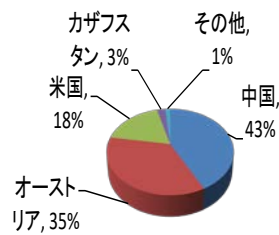
タンタルスクラップ主要輸入相手国
(2017 年合計 80t)



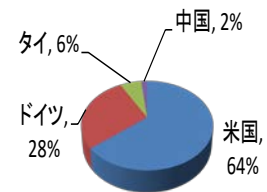
タンタル加工品・他主要輸出相手国
(2017 年合計 27t)



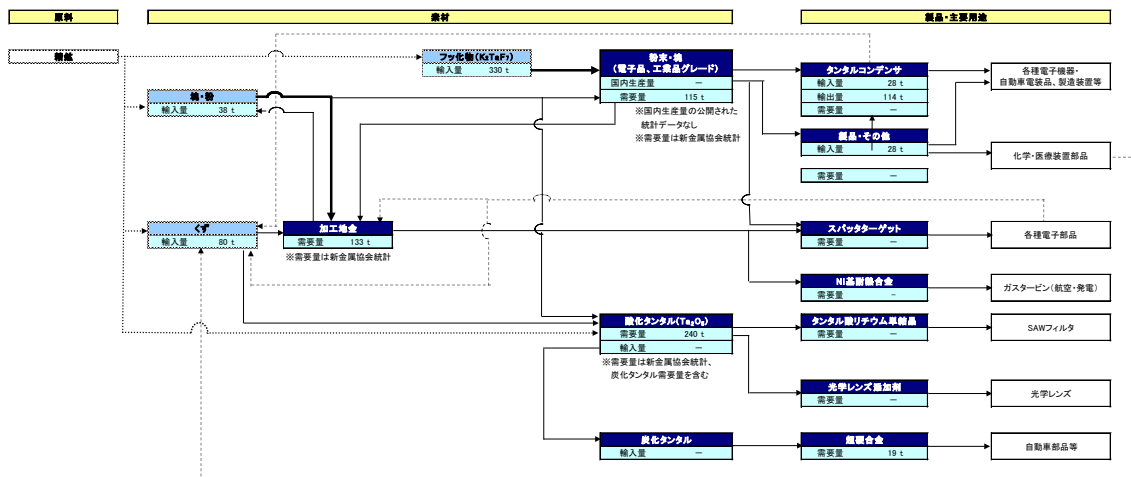
タンタル加工品・他主要輸入相手国
(2017 年合計 28t)



フッ化タンタル酸カリウム主要輸入相手国
(2017 年合計 330t)



【鉍石から製品まで】 純分 t



【概要】

- ・タンタル鉱石が地政学的に不安定なアフリカに偏在している。
- ・タンタルは紛争鉱物のひとつであり、日本企業は調達先がコンプライアンス上問題ないことの確認に努めている。
- ・タンタル需要は世界、日本共に好調であり、化合物と半導体がけん引している。一方タンタルコンデンサーは数が伸びているものの、小型化と省タンタル化で需要量としては横ばいないし減少している。
- ・鉱石の偏在や価格変動はあるものの、足元の資源供給のひっ迫感は比較的少ない。
- ・生産量、流通量が純分 1,000t 少しと極めて少なく、また投機対象になりやすいので、投機による価格の変動があり、価格のリスクは他の鉱石より大きい。
- ・2018 年 2 月、JX 金属が欧州の大手タンタル・ニオブメーカーの H.C.Starck Tantalum and Niobium GmbH 社の全株式を取得した。

1 特性・用途

タンタルは、タンタライトをはじめとした各種鉱石がありほとんどの鉱石にニオブがともに含有されている。化学的性質がニオブとよく似ている元素でニオブと分離するのが容易ではない。しかしながら近年はタンタル鉱石よりも錫製錬により併産される錫鉱滓、およびさらにそれから得られる人工精鉱の方が量的には大半を占めている²。

タンタルの主たる製法は、フッ酸溶解法により原料を疎解後、得られたフッ酸溶解液をメチル・イソブチル・ケトン溶媒抽出法によりニオブを分離、得られた K_2TaF_7 (フッ化タンタル酸カリウム) をナトリウムで還元してタンタル粉末を得る。

タンタルは、王水に不溶で、白金と同等の耐食性を持つとともに、融点が 2,980°C と実用金属中ではタングステンに次いで高く、耐熱性に優れている。

全ての金属中、最も安定した陽極酸化皮膜を作り、またその皮膜の誘電率は他の誘電材料に比べて極めて高く、例えばアルミニウムの 2.7 倍である。

タンタルは、タンタルコンデンサー用の金属タンタルの粉及び線としての需要が世界需要の約 1/3 を占めている³。タンタルコンデンサーはノート PC、タブレット PC 及びスマートフォン等の情報通信機器の小型化、高性能化に欠かせない存在で、そのインフラ向けをはじめ、液晶テレビ、デジタルカメラ、ビデオカメラなどデジタル家電や自動車部品等に使用される。

タンタルコンデンサー以外には、耐熱・耐食材料、合金添加物(スーパーアロイ、耐熱合金)、スパッタリングターゲット等に使用されている。また、タンタルの酸化物や炭化物などの化合物は、切削工具、光学レンズ、さらに近年は SAW フィルター⁴も主要な用途となっている。

なおタンタルは紛争鉱物で、埋蔵量が少なく価格も高いので、いわゆる省タンタル化がすすめられていて、化学的性質の似ているニオブとの代替が試みられている。

2 需給動向

2-1 世界の需給動向

表 2-1、図 2-1 に世界のタンタル鉱石の生産量を示す。

2017 年の世界タンタル鉱石生産量は前年比 107% の 1,300t であった。

主な生産国はルワンダ、DR コンゴ、ナイジェリアで、ルワンダが前年比 111% の 390t と増加、DR コンゴは前年と同じ 370t で 1、2 位が再逆転した。ナイジェリアは前年比 99% の 190t で、これらアフリカ 3 か国で世界生産量の 73% を占める。ブラジルは前年比 97% の 100t であった。その他、中国は前年比 101% の 95t であ

²<https://www.nirs.qst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/PDF/45.pdf>、タンタルの生産量はタンタル鉱から生産されるよりも、錫精練より併産される錫鉱滓から生産される量が多い。

³出典:工業レアメタル

⁴表面弾性波フィルター(SAW フィルター:surface acoustic wave filter)は、必要な周波数の電波を受信・送信する電子部品であり、スマートフォン 1 台に 10~12 個程度搭載されている。

た。

タンタルは、DR コンゴ及びその周辺国の生産が多く、武装勢力が鉱山由来の鉱物資源を資金源として使っている場合があり、紛争鉱物の対象となっている。そのため、どこの鉱山でかつ紛争鉱物でないことを証明する必要が生じるようになった。米国では、2010年にDRコンゴ及びその周辺国で生産される紛争鉱物(錫、タンタル、タングステン、金)の使用の有無を調査し、情報公開義務を課すドッド・フランク法第1502条が可決された。更に、2012年にはSEC(米国証券取引委員会)により開示内容に関する最終規則が承認され、SEC登録企業は自社の紛争鉱物の使用の有無について確認し、調査結果をSECに報告・開示することが義務付けられた。2013年から本格化した対応により、現在ではサプライチェーンの関係者に広く浸透してきた。他の紛争鉱物である錫、タングステン、金に先駆けて紛争地域からの紛争鉱物調達の排除に取り組んできた結果であり、EICC(Electric Industry Code of Conduct: 電子業界行動規範)及びGeSI(Global e-Sustainability Initiative)が開発したCFS(Conflict Free Smelter)プログラムの枠組みの中で、すでに多くのサプライヤーがCFSの認証取得を完了しているとされている。日本の貿易相手はCFS認証を受けている欧米の企業である。

表 2-1 世界のタンタル鉱石の生産量

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
ルワンダ	100	104	110	93	150	600	600	410	350	390	111%	30%
DRコンゴ	100	—	—	95	100	200	200	350	370	370	100%	28%
ナイジェリア	—	—	—	50	63	60	—	—	192	190	99%	15%
ブラジル	180	180	180	180	140	98	150	115	103	100	97%	8%
中国	—	—	—	—	—	—	60	60	94	95	101%	7%
エチオピア	—	—	—	76	95	8	—	—	63	60	95%	5%
豪州	557	81	—	—	—	—	50	NA	NA	NA	—	—
モザンビーク	0	113	120	260	39	115	—	—	—	—	—	—
ブルンジ	—	0	—	13	33	20	—	—	—	—	—	—
カナダ	40	25	—	—	50	5	—	—	—	—	—	—
その他	188	162	271	—	—	60	140	117	48	65	135%	5%
合計	1,170	665	681	767	670	1,170	1,200	1,100	1,220	1,300	107%	98%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Tantalum」

※合計値は概算値であり、各国合計と合わない場合あり

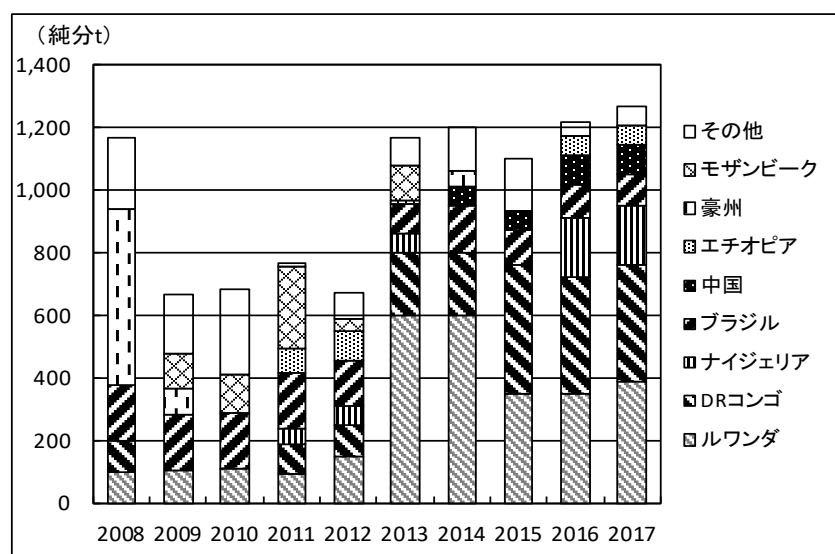


図 2-1 世界のタンタル鉱石の生産量

2-2 国内の需給動向

タンタルの国内需要動向を表 2-2 に示す。

2017 年のタンタル供給量は前年比 119%の 504t、国内需要量は前年比 91%の 488t であった。内需では、加工品が前年比 125%の 133t と堅調に推移した一方で、化合物は同 76%の 240t と減少した。粉末・塊は前年と同じ 115t であった。

2017 年の国内におけるタンタル需要として最も多いのは、五酸化タンタル及び炭化タンタルとして使用される化合物用途であり、前年より減少したとはいえ前々年を上回っている。ここ 3 年で化合物の需要が大きく増加した要因は、SAW フィルター用タンタル酸リチウムの需要拡大である。

2018 年 2 月、JX 金属が欧州の大手タンタル・ニオブメーカーの H.C.Starck Tantalum and Niobium GmbH 社（以下、スタルク）の全株式を取得、外資から日本の会社に変った。

表 2-2 タンタルの国内需給

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入 ¹⁾	629	345	695	460	413	287	378	491	423	504	119%
	うちフッ化物	361	206	485	275	218	166	212	267	249	330	132%
需要	国内											
	粉末・塊	214	188	244	245	159	134	115	119	115	115	100%
	化合物	106	86	106	104	97	85	93	206	317	240	76%
	加工品	124	81	110	138	154	120	110	110	106	133	125%
	小計	444	355	460	487	410	339	318	435	538	488	91%
	輸出 ¹⁾	383	292	515	368	441	382	546	365	464	369	79%
	合計(需要+輸出)	827	647	975	855	851	721	864	800	1,002	857	85%
	供給－需要	-198	-302	-280	-394	-438	-435	-487	-309	-580	-353	

出典：1) 財務省貿易統計

2) 新金属協会「タンタルの国内需要推移」

※輸入量数値は、塊・粉、くず、フッ化物、製品・その他の合計値（純分換算率：フッ化物46%）

※粉末の国内需要はタンタルコンデンサー向け（電子部品グレード）のみであり、工業品グレードは含まない

※化合物：炭化タンタル及び五酸化タンタルの需要

※加工品：主にスパッタリングターゲット品

※国内需要の値は輸出分を含む（一部重複）

(1) タンタルコンデンサー

タンタルコンデンサーの国内生産量を表 2-3 に示す。

表 2-3 タンタルコンデンサーの国内生産量

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
生産	百万個	3,806	2,326	2,505	2,010	2,844	2,076	1,801	1,642	1,610	1,811	113%
	億円	386	241	276	221	251	195	190	186	178	209	118%
	単価(円/個)	10.1	10.4	11.0	11.0	8.8	9.4	10.6	11.3	11.0	11.5	105%

出典：経済産業省生産動態統計 機械統計編

タンタルの国内需要のうち、タンタルの粉末・塊の用途はタンタルコンデンサー向けとスパッタリングターゲット向けである。

2017 年におけるタンタル粉末・塊の需要は前年並みであったが、タンタルコンデンサーの生産量は表 2-3 に示す通り、前年比 113%の 1,811 百万個であった。

2017 年のタンタル粉末・塊需要は 2012 年後半からの需要低迷の流れがそのまま継続し、回復しなかった。粉末の国内需要が減っているのは、国内のタンタルコンデンサーメーカーが生産の海外移転を進めてきたことも要因の一つである。タンタルコンデンサーメーカーの海外移転については、2016 年に入って収束し、タンタル粉末・塊需要も下げ止まっている。

なお、タンタル粉末には、電子部品グレードとは別に、酸化タンタル製造等で利用される輸入タンタル粉末

もある。これは工業品グレードと呼ばれるものである。電子部品グレードと工業品グレードの違いは、粒径・粒度分布、含有不純物等であり、電子部品グレードの方が基準は厳しい。

(2) スパッタリングターゲット

表 2-2 に示す「加工品」は 9 割がスパッタリングターゲット材向けの数値である。また「粉末・塊」もスパッタリングターゲット向けで使用されている。従ってスパッタリングターゲット向けのタンタル需要量は $133 \times 0.9 + 115 \times x (?) = 120 \sim 200 \text{t}$ 程度と推計される。

スパッタリングターゲットにおいては投入される原料のうち、実際に使用される(製品となる)原料は 30～40% であり、残りの 60～70% は工程内スクラップとして再度スパッタリングターゲット材として利用される。工程内スクラップは加工地金メーカーへと戻され、再度スパッタリングターゲット向けで使用される。

(3) 化合物、SAW フィルター、光学レンズ、超硬工具

表 2-2 に示す「化合物」は、酸化タンタル及び炭化タンタルの統計数値である。2017 年の化合物の需要量は前年比 76% と減少したが、2014 年以前が 100t 前後で推移していたのに比べ、この 3 年間の平均は 254t と大幅に増加している。

・化合物(酸化タンタル、炭化タンタル)

化合物の中で大きな需要は酸化タンタル(五酸化タンタル: Ta_2O_5) である。

酸化タンタルは圧電セラミックスの圧電性能向上などの目的での添加材や、酸化ニオブ(五酸化ニオブ: Nb_2O_5) や酸化チタン(TiO_2) などと並び可視光域で高屈折率が得られることから、光学ガラスの屈折率調整用に使用されている。主な用途としては、携帯電話等の電子部品に搭載される SAW(表面弾性波) フィルター、光学レンズ、積層セラミックコンデンサーである。

・SAW フィルター(酸化タンタル)

SAW フィルターの圧電基板には、非線形光学材料、圧電素子、焦電素子としての特性を持つタンタル酸リチウム結晶が用いられている⁵。かつての携帯電話では 1 台あたり SAW フィルターが約 2～3 個使用されていたが、スマートフォンの出現により 1 台に SAW フィルターが約 10～12 個搭載される様になった。現在は SAW フィルター 1 個当たりのタンタル量は減っているが、搭載される数は逆に増えている。

また、新興国を中心としたスマートフォン市場の拡大並びに高速通信化に伴う多バンド化が進んだことにより、スマートフォン 1 台あたりに搭載される SAW フィルター数は増えている。特に、中国製は、iPhone や Galaxy と比べて機能的に遜色が無いものとなってきたため、使用される SAW フィルターの数量は急速に増えている。

通信デバイス(例: 携帯端末)分野の需要は減少する理由が見当たらないため、現行の SAW フィルターに代るデバイスが現れない限り、SAW フィルターの需要は今後も伸び続けると考えられる。2017 年は調整が入ったが、SAW フィルターに用いられる酸化タンタルの需要も今後増大すると推測される。

・光学レンズ(酸化タンタル)

カメラ映像機器工業会(CIPA)によれば、2017 年のデジタルカメラ総出荷台数は前年比で減少する見込みだが、高機能化を求めるユーザーにより、レンズ交換式カメラについては一定の需要を維持すると見通していた。しかしながら 2017 年のデジタルカメラの生産量は前年比 105% の 2,509 万台、総出荷量は前年比 103% の 2,498 万台であった。減少するという協会の予想に反しいずれもわずかに増加し、昨年までの減少傾向に一応歯止めがかかった形である。カメラ付きスマートフォンの普及が拡大し、デジタルカメラの出荷量が減少したことにより、カメラ用酸化タンタル需要量は減少したと推定される。

⁵ <http://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=1739>、SAW フィルター製造用ウエハーは、シリコン単結晶ではなく、 LiNbO_3 (ニオブ酸リチウム: LN) もしくは LiTaO_3 (タンタル酸リチウム: LT) の酸化物単結晶を使用する。

上記の動きなどに伴い、光学レンズ向け酸化タンタル需要は低迷が続いており、需要量は最盛期(2010年)から比較すると1/3にまで減少している。そのため現在は光学レンズの省タンタル化やタンタルフリー化、他の用途探索等も検討されている。一方、一眼レフカメラでの需要は飽和しているものの、レンズの性能維持が不可欠な業界であるため、一定量は残ると考えられている。同様に業務用カメラ(例:テレビ局)やモニタ用途でも安定した需要があると言われている。

・超硬工具(炭化タンタル)

炭化タンタルは基本的に超硬工具向けで使用される。超硬工具協会の統計によれば、2017年に生産された超硬工具の超硬合金重量は前年比106%の6,194tであった。また超硬工具向けの炭化タンタル需要量は前年の19.1tに対して19.8tと若干増加した。2017年の超硬工具生産の内訳は、切削工具が4,912t、耐摩耗工具が1,067t、鉱山土木工具が202t、その他工具が12tであった。切削工具、耐摩耗工具は間接的に自動車向けで使用される製品が多く、大きくは自動車向け需要と言える。

超硬工具においても炭化タンタルから一部炭化ニオブへ代替する動きがある。ただし、用途によりタンタルとニオブの比率は様々である。

(4) その他需要(加工品)

その他の需要(加工品)には、ニッケル基耐熱合金添加用やタンタルコンデンサー製造ライン向けに使用するタンタル部品が含まれる。

3 輸出入動向

3-1.輸出入動向

タンタルの輸出入数量を表3-1、図3-1、図3-2に示す。

2017年のタンタル輸入量は前年比119%の504t、輸出量は前年比79%の369tであった。

タンタルコンデンサーやスパッタリングターゲット向け粉末生産に使用されるフッ化物(K_2TaF_7)の2017年における輸入量は、前年比132%の330tと増加していることから、国内でのタンタル精錬の需要は増加していると思われる。精錬後は塊・粉として海外に輸出されていると推察される。

塊・粉の輸入量の中ではインゴット比率が高いと推計される。塊はインゴットとして輸入され、国内で加工して輸出されている。

表3-1の製品・その他の輸入は、前年比119%の28tである。本年から貿易統計に加わったタンタルコンデンサーも28tである。製品は国内の生産量がごく少量であるため、大半が輸入されている。なお、輸入品の過半数はタンタルコンデンサー向けであり、その他に化学・医療装置部品などに利用されている。一方でタンタルコンデンサーの輸出が114tと全輸出量の31%を占めているのが目を引く。なお2017年から貿易統計に追加されたタンタルコンデンサーは貿易量増加を反映したものと推定される。

表 3-1 タンタルの輸出入数量

単位：純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塊・粉	輸入	91	43	86	92	65	30	44	37	53	38	71%
		輸出	175	133	249	144	133	83	130	103	120	162	135%
	くず	輸入	106	60	70	44	78	49	93	167	97	80	82%
		輸出	64	43	109	67	125	134	200	190	314	66	21%
	フッ化物	輸入	361	206	485	275	218	166	212	267	249	330	132%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	輸入	557	309	641	411	361	245	349	470	400	448	112%
		輸出	239	176	358	211	259	217	330	293	435	228	52%
		輸入－輸出	318	133	284	200	103	28	18	177	－35	220	－632%
製品	タンタルコンデンサー	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	—
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114	—
		輸入－輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	－86	—
	製品・その他	輸入	72	37	54	49	51	42	29	21	23	28	119%
		輸出	144	117	157	157	182	165	216	72	30	27	89%
		輸入－輸出	－72	－80	－103	－107	－131	－124	－187	－52	－7	1	－16%
合計	輸入	629	345	695	460	413	287	378	491	423	504	119%	
	輸出	383	292	515	368	441	382	546	365	464	369	79%	
	輸入－輸出	246	53	180	93	－28	－96	－169	126	－42	135	－325%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：塊、粉100%、くず100%、フッ化物46.1%、タンタルコンデンサー51%(仮)

※フッ化物輸出は単独のHSコードがなく、炭化物においてもないため除外した。

※素材は塊・粉、くず、フッ化物、製品は製品・その他による。

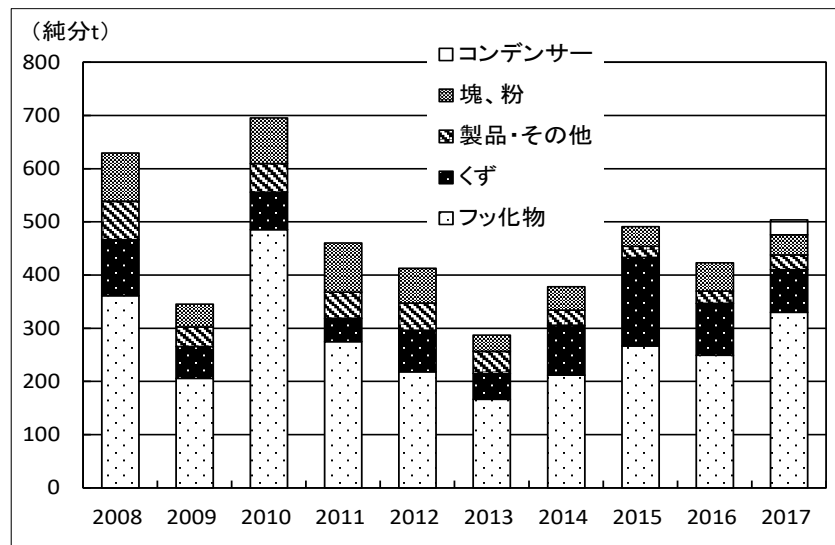


図 3-1 タンタルの輸入数量

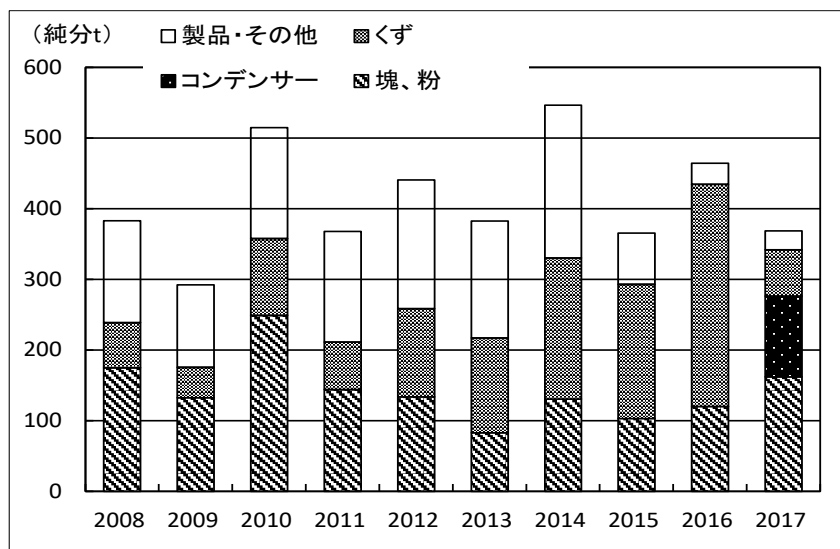


図 3-2 タンタルの輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. タンタルフッ化物

タンタルフッ化物の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。

主な輸入相手国は、米国、ドイツである。2017 年は米国、ドイツからの輸入量が全体の内 92%を占める一方、2015～2016 年に続いてタイから少量の輸入があった。又中国からも少量の輸入があった。米国からの輸入量は前年比 132%の 211t で、ドイツからは同 110%の 92t であった。

表 3-2 タンタルフッ化物の輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	16/15比	構成比
輸入	米国	227	132	316	147	103	95	132	143	160	211	132%	64%
	ドイツ	131	72	166	86	84	24	80	110	84	92	110%	28%
	タイ	3	2	4	42	31	47	—	14	6	21	372%	6%
	中国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	2%
	合計	361	206	485	275	218	166	212	267	249	330	132%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: フッ化物46.1%

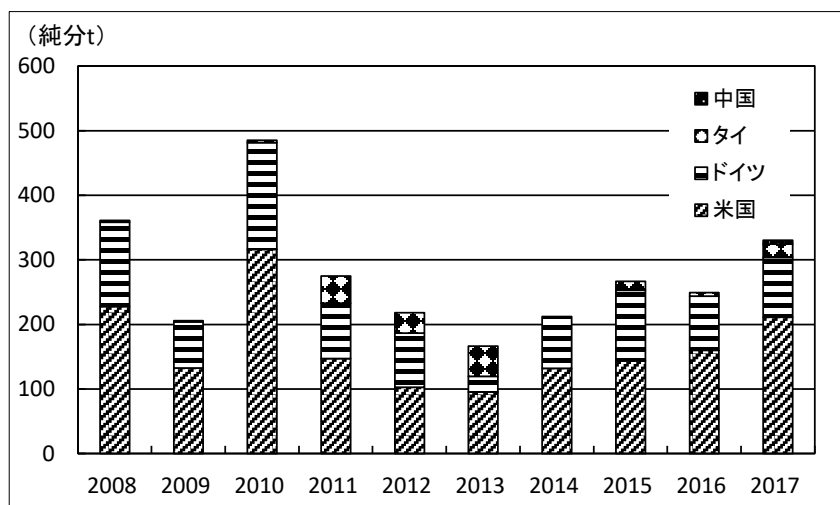


図 3-3 タンタルフッ化物の輸入相手国

3-2-2塊・粉

塊・粉の輸出入相手国を表 3-3、図 3-4、図 3-5 に示す。

主な輸入相手国はドイツ、カザフスタン、中国等であり、3 か国で 80%を占める。第 1 位のドイツは前年比 83%の 13.1t、第 2 位のカザフstanは同 62%の 8.5t、第 3 位の中国は同 67%の 8.5t と何れも前年を下回った。

2017 年の主な輸出相手国は、インドネシア、チェコである。インドネシアが前年比 134%の 92t と大きく増加した。また、チェコも同 132%の 27t 同様に増えた。その結果もあり、全体では前年比 135%と増加した。インドネシアについては、日系のコンデンサー製造企業の海外拠点向けであると推察される。

表 3-3 塊・粉の輸出入相手国

		単位：純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	ドイツ	10.1	5.2	7.2	11.5	17.2	6.7	14.7	6.8	15.8	13.1	83%	35%
	カザフスタン	12.5	12.3	8.8	21.1	13.1	1.0	4.8	16.2	13.8	8.5	62%	23%
	中国	15.2	11.7	29.5	28.6	20.5	15.4	14.3	6.1	12.8	8.5	67%	23%
	タイ	35.9	13.0	37.6	16.2	9.6	5.0	2.2	2.7	3.3	3.1	93%	8%
	エストニア	9.7	—	0.8	—	—	1.1	6.7	3.2	2.0	1.4	72%	4%
	米国	2.3	1.2	1.7	13.1	2.6	0.5	0.6	1.0	4.3	1.1	26%	3%
	その他	4.8	0.0	0.2	1.9	1.2	0.1	0.2	0.7	1.0	1.9	199%	5%
合 計		90.5	43.4	85.8	92.4	64.1	29.9	43.6	36.8	53.1	37.7	71%	100%
輸 出	インドネシア	11.1	18.4	24.8	36.0	36.6	19.2	44.2	66.0	68.5	92.0	134%	57%
	チェコ	10.0	15.4	81.2	21.8	37.4	15.5	19.2	6.2	20.3	26.8	132%	17%
	米国	61.4	38.3	47.2	23.6	10.2	4.2	4.1	2.7	10.8	14.5	134%	9%
	イスラエル	9.4	2.0	12.5	6.8	0.2	1.7	1.0	18.9	9.7	11.8	122%	7%
	タイ	14.4	7.2	10.0	6.3	12.1	8.6	8.2	6.1	6.0	10.0	167%	6%
	中国	37.0	36.4	51.5	40.6	24.0	27.0	52.2	2.5	0.9	3.2	361%	2%
	その他	31.5	14.9	21.9	9.0	12.9	6.7	1.5	0.5	4.1	3.7	90%	2%
合 計		174.7	132.6	249.0	144.1	133.5	82.8	130.4	102.9	120.3	162.0	135%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：塊・粉100%

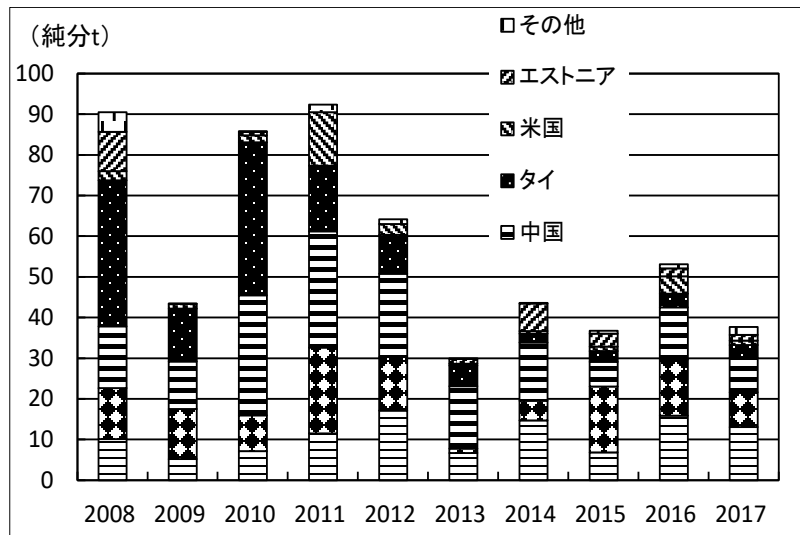


図 3-4 塊・粉の輸入相手国

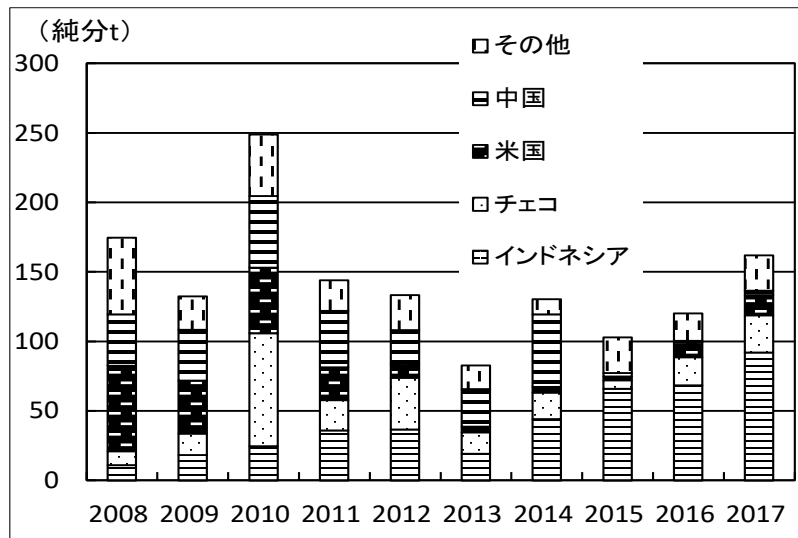


図 3-5 塊・粉の輸出相手国

3-2-3 くず

くずの輸出入相手国を表 3-4、図 3-6、図 3-7 に示す。

主な輸入相手国はインドネシア、台湾、タイ等である。2017 年これら 3 か国は何れも前年を下回った。インドネシアが前年比 49%に加え、前年 2 位米国は同 10%と大幅に減少した。その結果全体で前年比 82%の 80t と 2 年連続の減少となった。中国は前年よりは増えたものの、2014 年以前の数tレベルのままである。

くずの 2017 年の主な輸出相手国は米国、香港である。米国は前年比 223%の 39t と約 2 倍に増えた一方、前年首位のドイツは同 2%の 5t と激減した。

表 3-4 くずの輸出入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	インドネシア	0	0	0	0	—	—	1	62	41	20	49%	25%
	台湾	7	2	4	9	2	1	9	10	16	11	68%	14%
	タイ	30	37	45	8	27	4	7	7	11	10	98%	13%
	シンガポール	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	532%	9%
	中国	10	3	3	4	8	3	2	33	2	7	295%	8%
	米国	3	1	4	3	16	12	36	31	23	2	10%	3%
	韓国	8	4	5	3	8	7	6	3	1	1	41%	1%
	香港	2	—	—	7	1	9	28	13	—	0.2	—	—
	その他	46	12	9	11	15	13	4	9	3	21	737%	27%
合計		106	60	70	44	78	49	93	167	97	80	82%	100%
輸出	米国	14	16	9	6	16	8	21	32	17	39	223%	59%
	香港	11	3	32	20	26	27	38	1	2	12	533%	18%
	ドイツ	21	16	21	10	12	66	125	139	284	5	2%	8%
	英国	6	2	3	2	6	2	4	4	2	1	46%	1%
	インド	—	—	—	—	—	0	2	—	—	—	—	—
	アイルランド	—	—	—	—	—	0	2	—	—	—	—	—
	その他	12	6	44	30	66	65	6	14	10	9	98%	14%
	合計	64	43	109	67	125	134	200	190	314	66	21%	23%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: くず 100%

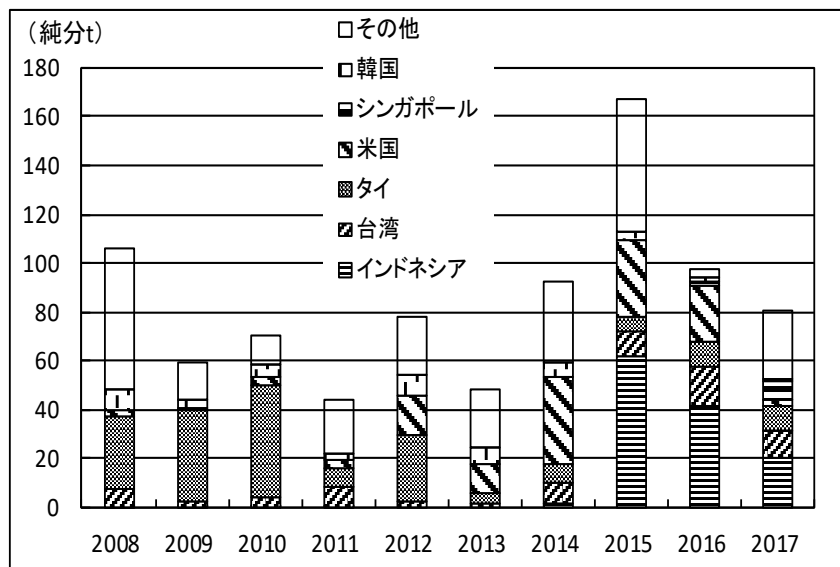


図 3-6 くずの輸入相手国

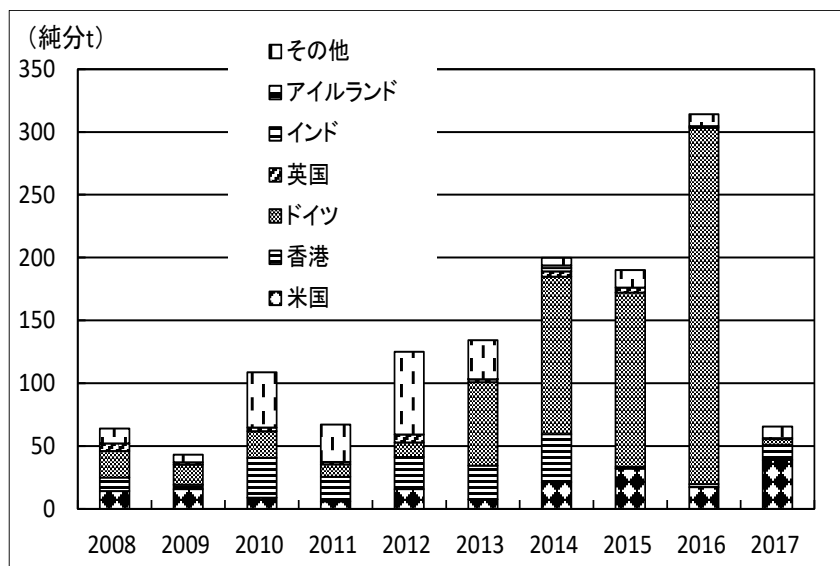


図 3-7 くずの輸出相手国

3-2-4. タンタル製品

タンタル製品とは、一般的には主に板・棒・線(ワイヤ)・箔などのタンタルメタルを意味する。

輸出入相手国を表 3-5、図 3-8、図 3-9 に示す。

主要な輸入相手国は、中国、オーストリア、米国である。2017 年は中国が同 110% の 11.8t に対しオーストリアが前年比 132% の 9.7t であった。米国も対前年比 121% の 5.1t と増加し、全体では前年比 119% の 27.7t であった。しかしながらこの 10 年間で見ると全体としては低下傾向である。

タンタル製品の主な輸出相手国は、米国、インドネシア等であり、上位 2 か国で 84% を占める。第 1 位の米国向けが前年比 77% の 13.5t と大きく減っている。輸出は 3 年連続で減少が続いている。

表 3-5 タンタル製品の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	25.0	13.0	23.8	20.5	25.5	11.7	7.3	7.9	10.7	11.8	110%	43%
	オーストリア	11.4	4.3	11.1	10.8	7.1	8.1	7.8	7.9	7.3	9.7	132%	35%
	米国	31.1	17.6	14.8	14.7	12.6	4.3	2.7	4.0	4.2	5.1	121%	18%
	カザフスタン	0.2	0.6	0.1	0.1	3.4	15.8	11.2	0.6	0.8	0.7	93%	3%
	フランス	0.0	0.2	0.0	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—
	その他	4.5	0.7	4.0	3.2	2.6	1.9	0.2	0.4	0.3	0.4	152%	1%
	合計	72.3	36.5	53.7	49.2	51.3	41.9	29.3	20.8	23.3	27.7	119%	100%
輸出	米国	92.4	62.7	89.6	87.4	94.0	75.1	101.1	32.3	17.5	13.5	77%	51%
	インドネシア	21.4	0.8	0.7	0.6	9.6	3.7	4.4	15.7	9.2	8.9	96%	33%
	ドイツ	0.9	0.5	1.7	3.1	7.4	8.8	8.1	0.3	0.1	1.0	1385%	4%
	シンガポール	5.4	3.1	4.1	3.9	7.4	5.9	5.0	2.4	1.1	0.4	41%	2%
	台湾	13.3	33.5	32.0	35.0	33.6	37.2	54.2	12.1	0.9	0.3	35%	1%
	中国	4.3	5.1	9.8	9.7	3.2	8.2	7.9	1.8	0.4	0.2	40%	1%
	韓国	5.0	6.5	14.2	12.3	25.0	23.5	32.2	6.0	0.1	0.1	110%	0%
	その他	1.5	4.4	4.9	4.4	1.9	3.1	3.2	1.7	0.7	2.2	320%	8%
	合計	144.1	116.6	157.0	156.5	182.2	165.4	216.2	72.3	29.9	26.6	89%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: タンタル製品100%

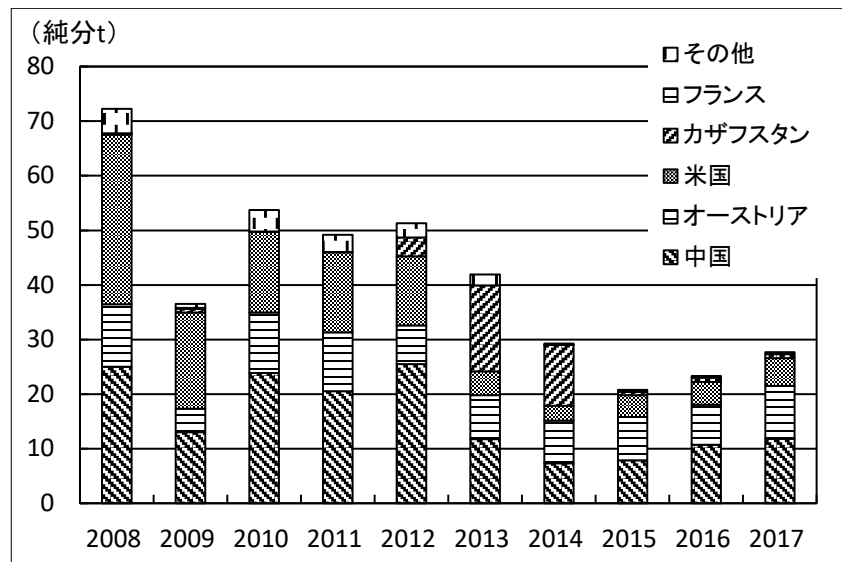


図 3-8 タンタル製品の輸入相手国

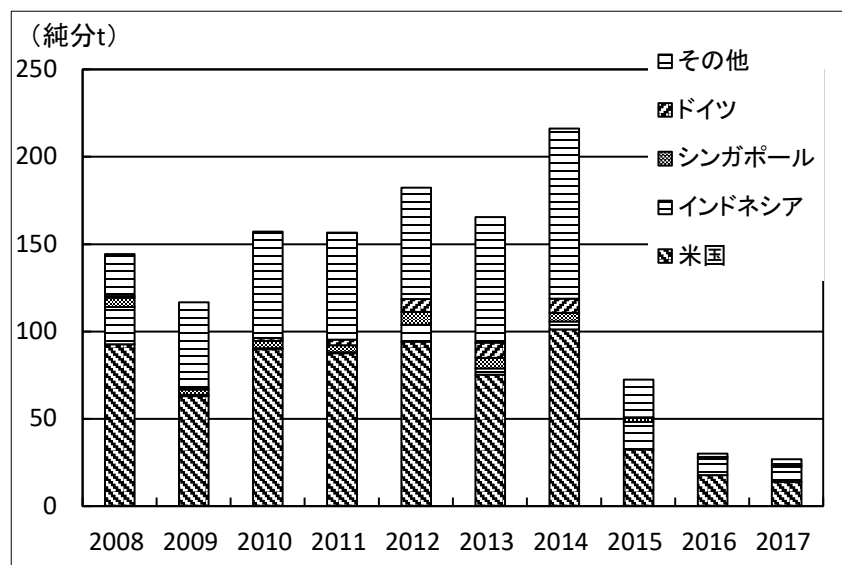


図 3-9 タンタル製品の輸出相手国

3-2-5. タンタルコンデンサー

本年より新たに設けられた HS コード”853221000”、タンタルコンデンサーの輸出入相手国を表 3-6 に示す。主たる輸入相手国はインドネシア、主たる輸出相手国は韓国、香港であった。

表 3-6 タンタル製品の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	インドネシア	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.5	—	59%
	中国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.9	—	14%
	エルサルバドル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4	—	12%
	チェコ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.9	—	7%
	タイ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—	3%
	その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	—	5%
	合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.0	—	100%
輸出	韓国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39.6	—	35%
	香港	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.8	—	26%
	台湾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.5	—	13%
	中国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.8	—	10%
	シンガポール	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.9	—	5%
	米国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.5	—	5%
	その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.3	—	6%
	合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114.2	—	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: タンタルコンデンサー51% (仮)

3-3. 輸出入価格

タンタルの素材、製品の平均輸出入価格を表 3-7、図 3-10、図 3-11 に示す。

輸入価格は素材、製品共に前年比 82～94% でいずれも値下がりした。一方輸出価格はくずが前年比約 4 倍の 151\$/kg と大きく高騰したのが目立つ。製品・その他の輸出価格が前年比 72% の 685\$/kg と高騰した昨年から値を下げた。本年から貿易統計に加わったタンタルコンデンサーは輸入価格が素材製品中最高値で、輸出価格も同等程度に高値であることが注目される。

表 3-7 タンタルの平均輸出入価格

単位:\$/kg

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塊、粉	輸入	254	305	336	436	551	556	512	495	440	402	91%
		輸出	464	559	542	750	890	720	591	534	514	492	96%
	くず	輸入	78	61	150	338	219	286	270	201	160	131	82%
		輸出	90	80	137	161	158	68	63	55	36	151	420%
	フッ化物	輸入	122	119	123	156	237	226	219	189	180	169	94%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
製品	コンデンサー	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	630	—
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	653	—
	製品・その他	輸入	351	387	452	631	663	598	614	604	580	516	89%
		輸出	466	401	449	538	583	522	471	613	957	685	72%

出典:財務省貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

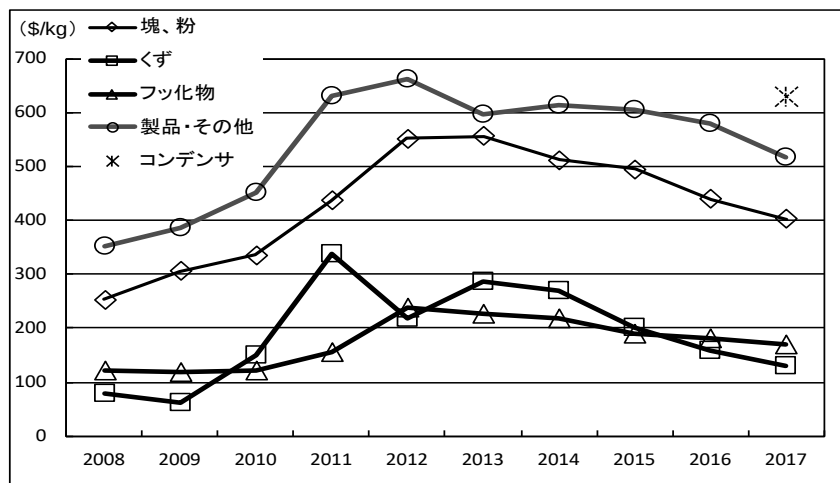


図 3-10 タンタルの平均輸入価格

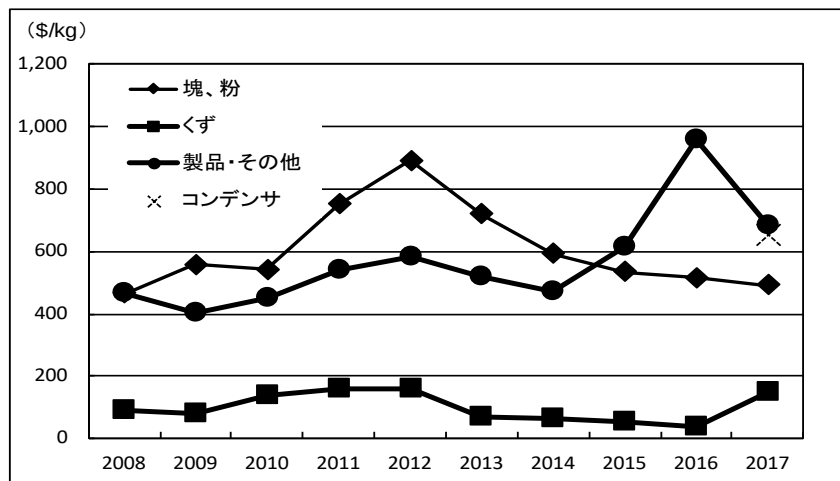


図 3-11 タンタルの平均輸出価格

4.リサイクル

タンタルについては、使用済み製品からのリサイクル量の統計値に触媒資源化協会数値を用い、以下の定義で推計すると、2017 年は 116t の回収量であり、リサイクル率は 34% である。

コンデンサー、スパッタリングターゲット、超硬工具のタンタルに関しては、工程内で発生したスクラップのほとんどが製品製造に再利用されている⁶。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛の消費量})$
見掛消費	$= (\text{国内生産量}) + (\text{素材の輸入量}) - (\text{素材の輸出量})$

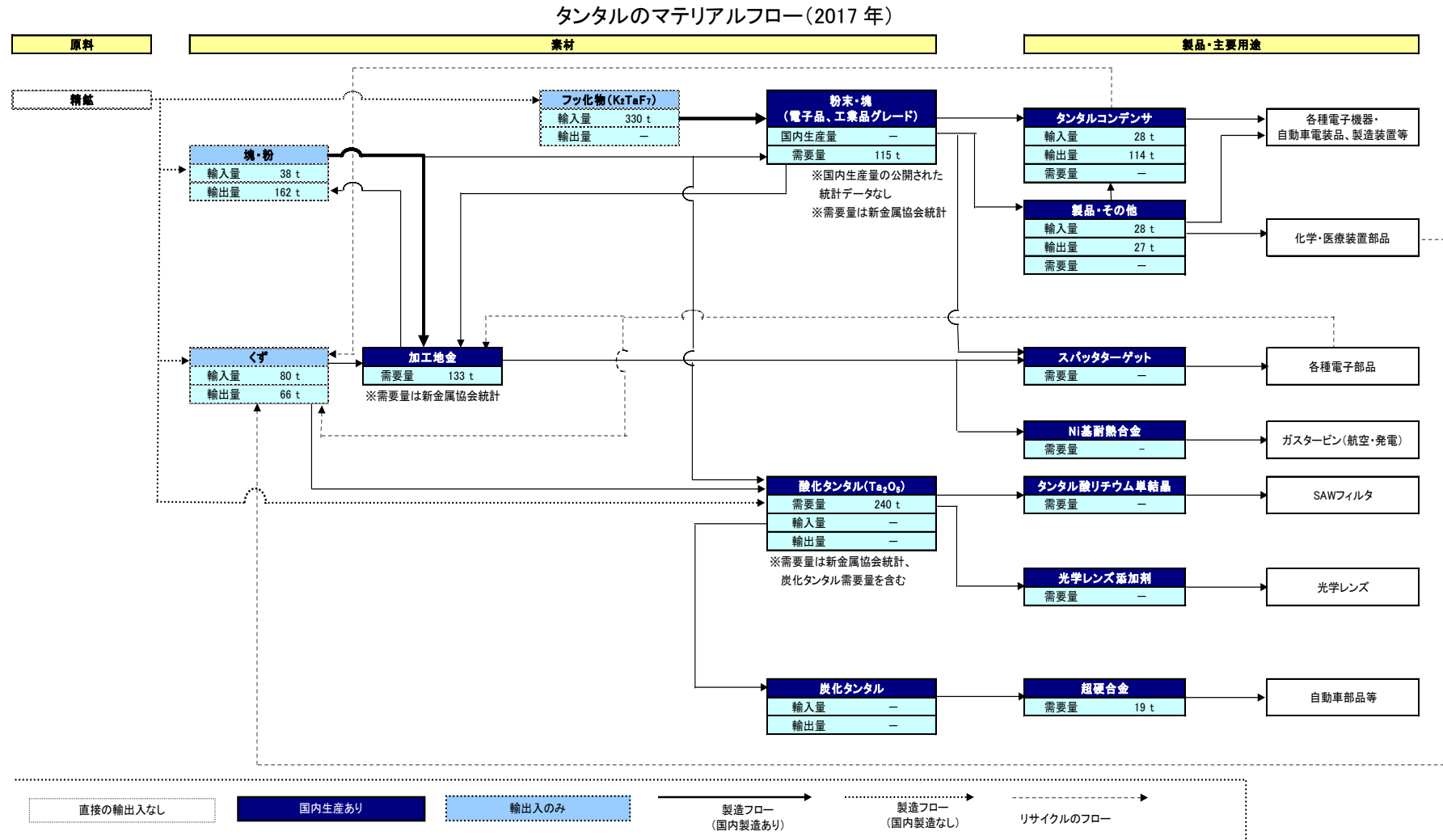
※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から素材に戻る量を示す。

※ 素材は塊・粉、くず、フツ化物の合計値。

※ 国内生産量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

⁶ 米国でも類似の状況である。Tantalum was recycled mostly from new scrap that was generated during the manufacture of tantalum containing electronic components and from tantalum-containing cemented carbide and superalloy scrap. (USGS2018)

5.マテリアルフロー(純分 t)



モリブデン Mo

【用途】 特殊鋼、ステンレス鋼の添加剤の他触媒にも利用

モリブデンは約 2,600℃の高い融点と機械的強度及び剛性に優れるなどの特性を持つ。そのため主に特殊鋼用に使われている。強度を増すための鋼への添加剤、ステンレスへの添加剤、照明器具等に用いられるほか、また近年は石油精製触媒、石油化学用触媒、金属ターゲットなどの分野が伸びつつある。

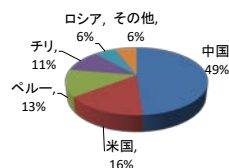
【特性】

- ・機械的強度が大きく、剛性が強い
- ・電気伝導、熱伝導が良い
- ・高温で展性、延性に富み、鑄造や圧延が容易

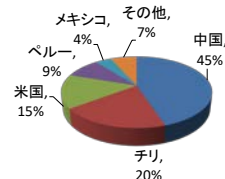
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計)

国別埋蔵量 (合計 170,000 千t)、出典:USGS2018

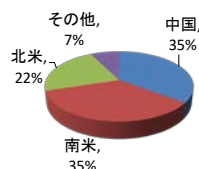


国別鉱石生産量(合計 290 千t)、出典:USGS2018



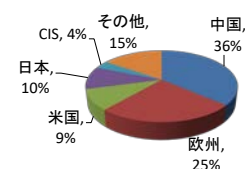
国別モリブデン生産量(合計 257.7 千 t)

出典:IMOA2018



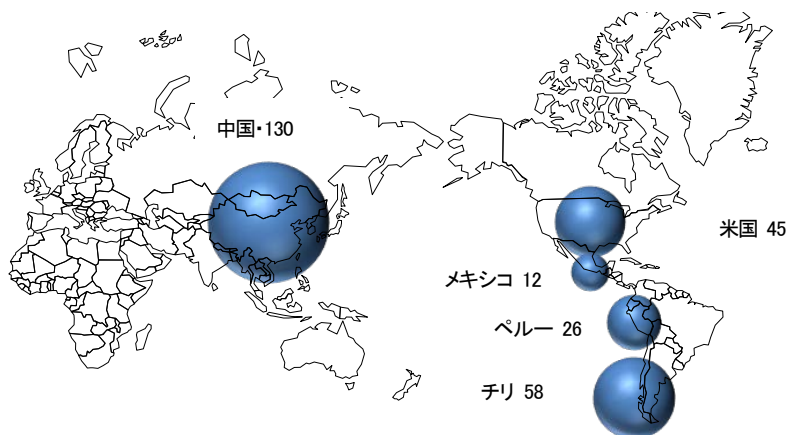
国別モリブデン消費量(合計 253.1 千 t)

出典:IMOA2018

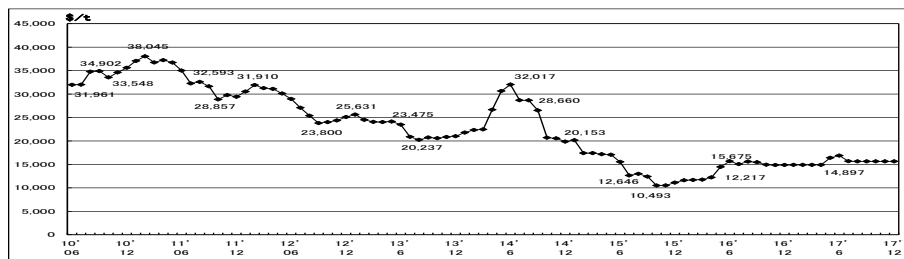


【世界の主要鉱石生産国】 中国、アメリカ、南米の産銅国で生産 全世界で 290 千 t

国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)、出典:USGS2018



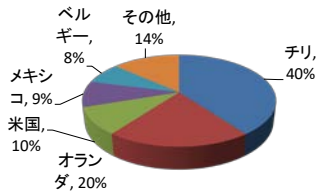
【LME 価格の推移】(2010 年から 2017 年まで、縦軸 0~45,000\$/t)



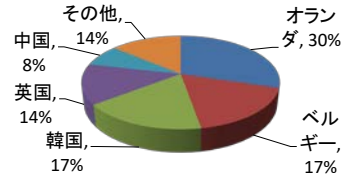
【貿易概況】 出典：世界 Global Trade Atlas、日本財務省貿易統計

■世界

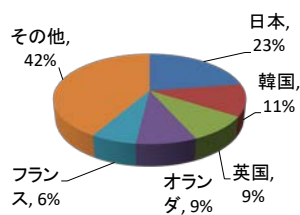
モリブデン精鉱(焙焼)主要輸出国
(2017 年合計 187.2 マテリアル千 t)



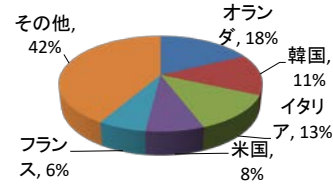
フェロモリブデン主要輸出国
(2017 年合計 94.5 マテリアル千 t)



モリブデン精鉱(焙焼)主要輸入国
(2017 年合計 171.3 マテリアル千 t)

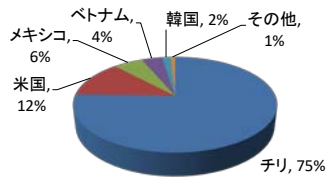


フェロモリブデン主要輸入国
(2017 年合計 109.4 マテリアル千 t)

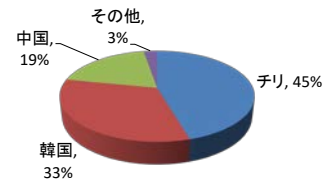


■日本

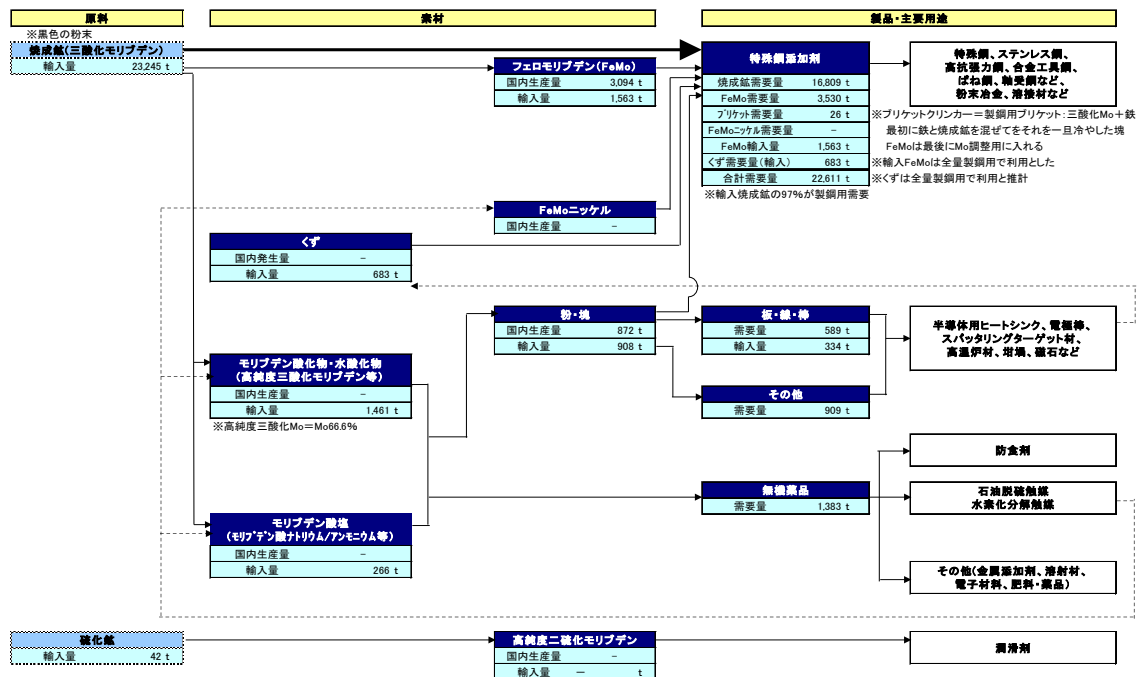
焼成鉱(三酸化モリブデン)主要輸入相手国
(2017 年合計 23.2 純分千 t)



フェロモリブデン主要輸入相手国
(2017 年合計 1,563 純分 t)



【鉱石から製品まで】



【概要】

- ・中国をはじめステンレスの生産が好調であるため、モリブデン全体の需要は世界も日本も堅調である。
- ・金属モリブデンの国内需要については減少傾向で、新たな用途開発が望まれる。
- ・調達先が世界に分布しているので、資源調達リスクは比較的少ない。さらには日本にとって最大の焼成鉬輸入先であるチリで 2019 年生産開始予定のプロジェクトが進行中である。

1.特性・用途

モリブデンは約 2,600℃ の高い融点と機械的強度及び剛性に優れるなどの特性を持つ。また、電気伝導、熱伝導が良く、高温で展性、延性に富み、鑄造、圧延が可能な金属である。他の金属との合金は、硬度が増すと同時に耐熱性、耐蝕性が優れているなどの特徴があり、世界的に特殊鋼、特殊合金への添加剤として使用されている。

モリブデンの代表的鉬物は輝水鉛鉬 (MoS_2) であり、銅鉬床の副産物として産することが多い。モリブデン精鉬は、浮遊選鉬により銅精鉬と分離され、焙焼し三酸化モリブデン (以下、 MoO_3) にする。三酸化モリブデンをテルミット還元することによりフェロモリブデン (以下、 FeMo) が製造される。また、三酸化モリブデンを昇華・精製することにより高純度な金属モリブデンが得られる。日本では、主に三酸化モリブデンを海外より輸入し、各種製品が作られる。

モリブデンは大半が鉄鋼用として FeMo や MoO_3 の形で添加され、合金鋼、ステンレス鋼、高張力鋼、合金工具鋼、高速度鋼などに使用され、航空機、自動車部品の製造、建設用途に多く用いられている。身近なところでモリブデン鋼は包丁や医療用メスにも使用されている。

また、タングステンよりも安価で、熱伝導が良い上に加工が容易であるため、線、棒、板などに加工した金属モリブデンが、照明機器 (マンドレル、反射鏡など) や様々な電子部品、自動車部品などに使われている。更に、その優れた耐熱性から高温炉材、耐熱耐食合金としても用いられているほか、高純度三酸化モリブデンとして、石油精製触媒や、石油化学用触媒などの触媒や金属ターゲット材の原料としての需要も増加しつつある。二硫化モリブデン (以下、 MoS_2) は黒鉛と同じような層状の構造を持ち、摩擦係数が低いことから、減摩材として工業用の潤滑油やエンジンオイルの添加剤に用いられる。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のモリブデン鉬石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年の鉬石生産量は、第 1 位の中国が前年比 100% の 130 千 t、第 2 位のチリが同 104% の 58 千 t、

第 3 位の米国が同 125% の 45 千 t、全体では同 104% の 290 千 t となった。モリブデンは銅の副産物であり、鉬石生産が少し増えているのは銅鉬山の最近の好調さを反映している。2015 年に生産量が落ち込んだことを除けばこの 10 年間概ね緩やかではあるが増加傾向である。

チリ、ペルー、メキシコなどではモリブデン精鉬の生産量は銅鉬山の操業状況に左右される。一方、米国、カナダ、中国などでは、モリブデンのみを対象として採掘する (プライマリー) 鉬山からモリブデン精鉬を生産しており、市況動向に応じてモリブデンの生産量をコントロールしていると見られる。

2017 年の場合、銅鉬石の生産量割合を見ると、チリ 27%、ペルー 12%、中国 8%、米国 6%、DR コンゴ 5% などとなっている。一方、同年のモリブデン鉬石の生産量割合については、チリ 20%、ペルー 9%、中国 45%、米国 15%、メキシコ 4% となっている。中国の生産割合に注目すれば、銅鉬石のシェア 8% に対して、モリブデン鉬石のシェアが 47% と際だって高い。中国の場合、2017 年はモリブデンのみを採掘する (プライマリー) 鉬山からの生産比率が高かったことを意味する。

表 2-1 世界のモリブデン鉱石生産量¹

単位：純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	81.0	93.5	93.6	106.0	104.0	101.0	103.0	83.0	130.0	130.0	100%	44.8%
チリ	33.7	34.9	37.2	40.9	35.1	38.7	48.8	52.6	55.6	58.0	104%	20.0%
米国	55.9	47.8	59.4	63.7	60.4	60.7	68.2	47.4	35.8	44.6	125%	15.4%
ペルー	16.7	12.3	17.0	19.1	16.8	18.1	17.0	20.2	25.8	26.0	101%	9.0%
メキシコ	7.8	7.8	10.9	10.9	11.0	12.1	14.4	2.5	11.9	12.0	101%	4.1%
アルメニア	4.3	4.2	4.2	4.5	4.9	6.7	7.1	7.2	6.3	6.3	100%	2.2%
イラン	3.8	3.7	3.7	3.7	6.3	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	100%	1.2%
ロシア	—	—	—	—	—	—	4.8	4.5	4.5	3.0	67%	1.0%
カナダ	7.7	8.8	8.3	8.4	9.0	7.6	9.7	2.3	2.7	3.0	111%	1.0%
その他	7.1	8.0	7.8	6.7	11.4	8.7	4.0	11.8	2.9	3.6	125%	1.2%
合計	218.0	221.0	242.0	263.9	259.0	258.0	281.0	235.0	279.0	290.0	104%	100%

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Molybdenum Mine Production」

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分、但し、マイナスの場合は0とした。

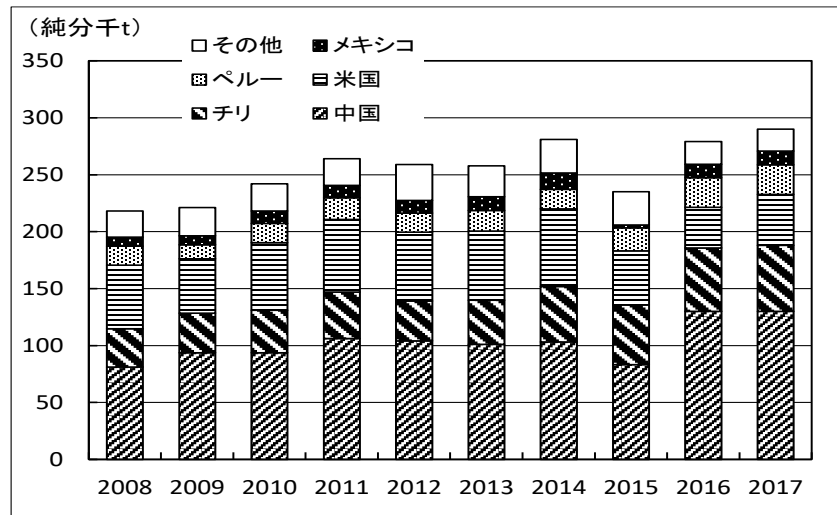


図 2-1 世界のモリブデン鉱石生産量

2-2 国内の需給動向

国内のモリブデンの需給動向を表 2-2、図 2-2、図 2-3 に示す。

2017 年の供給では輸入が前年比 105%の 28,502t と増加、一方回収も同 126%の 486t と 3 年連続の減少から増加に転じ、供給量全体では前年比 105%の 28,988t であった。

また需要では内需の合計が同 108%の 25,492t と増加、輸出も前年比 130%の 1,234t と増加、需要量全体では同 107%の 26,823t であった。内需の内訳は、製鋼向けが前年比 108%の 22,611t、金属モリブデン生産向けが同 133%の 589t と大幅に減少した前年から反発、モリブデン粉が同 106%の 872t、無機薬品生産向けは同 96%の 1,383t と 2 年連続で増加の後若干減少、その他が同 123%の 909t であった。

国内のモリブデン需要は構造材としての需要に影響を受ける事も多く、受注後の生産と納期まで一般的に約半年程度の時間差が生じる。このため、需給量や輸出入量の数値が年を跨いで反映されることも起きるため、需給動向の変化は数年の傾向を見ることが必要である。

表 2-2 で金属モリブデン生産向けが 2015 年に前年比 81%、更には 2016 年にも同 54%と減少している。2017 年は同 133%と回復したが需要が少ない状態は継続している。これは、電子材料分野において 2015 年

¹ JOGMEC 金属資源情報では、2017 年、チリ 62.7 純分千 t、前年比 113%、ペルー 28.1 純分千 t、同 106%。

に主用途のモリブデン坩堝(るつぼ)の種類が変更されたことによる。これまで、携帯電話用カバーガラスの製造工程ではモリブデン坩堝が使われてきたが、カバーガラスの強度向上のため種類が変わる過程で、モリブデンを使用しない坩堝に変更されたものと考えられる。

表 2-2 モリブデンの国内需給

単位: 純分t													
供給		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
	輸入(鉱石、素材、製品) ³⁾	30,064	17,230	26,967	29,721	28,043	25,779	31,433	28,209	27,137	28,502	105%	
	回収(触媒等) ⁴⁾	869	868	845	516	488	580	494	432	387	486	126%	
合計(輸入+回収)		30,933	18,098	27,812	30,237	28,531	26,360	31,927	28,640	27,523	28,988	105%	
需要	製鋼	直接投入鉱石量※2	16,126	8,559	14,580	16,489	15,023	13,127	16,755	15,849	15,602	16,809	108%
		輸入くず(製鋼用投入)	420	597	709	750	856	814	901	955	711	683	96%
		三酸化モリブデン※1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		FeMo生産向け ⁵⁾	3,292	2,480	3,363	3,548	3,457	3,679	4,088	2,870	3,349	3,530	105%
		(FeMo ¹⁾)	2,823	2,231	2,861	3,204	2,862	2,821	3,313	2,864	2,972	3,094	104%
		輸入FeMo(製鋼用投入)	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%
		ブリケット生産向け ⁵⁾	98	32	32	31	43	33	31	36	26	26	100%
		小計	21,999	12,242	20,112	22,301	20,699	18,735	23,307	20,512	20,947	22,611	108%
		金属モリブデン生産向け ⁵⁾	920	500	745	666	743	829	1,020	824	443	589	133%
		(モリブデン粉 ²⁾)	1,305	783	1,224	1,190	1,061	1,062	1,188	893	821	872	106%
		無機薬品生産向け ⁵⁾	1,510	1,209	1,373	1,511	1,236	1,257	1,177	1,340	1,444	1,383	96%
		その他 ⁵⁾	625	480	494	633	611	656	792	718	740	909	123%
		小計	25,054	14,431	22,725	25,111	23,290	21,477	26,296	23,394	23,574	25,492	108%
	輸出(製品、素材、鉱石) ³⁾	1,712	1,954	1,823	1,669	1,526	1,677	1,607	1,331	948	1,234	130%	
合計	26,766	16,386	24,549	26,780	24,816	23,155	27,902	24,726	25,180	26,823	107%		
供給-需要		4,167	1,712	3,263	3,458	3,715	3,205	4,025	3,915	2,343	2,165		

出典: 1) 経済産業省 非鉄金属等需給動態統計、2014年以降については日本フェロアロイ協会(フェロアロイ生産推移)

2) 工業レアメタル「モリブデン製品の生産実績」(タングステン・モリブデン工業会)

3) 輸出入: 財務省貿易統計

4) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

5) 経済産業省資源エネルギー庁 非鉄金属等需給動態統計(用途別消費量)

純分換算率: 表3-1参照

※1 製鋼用の三酸化モリブデンの直接投入における供給量及び需要量の統計は見当たらない。

※2 直接の統計はないが、用途が不明な鉱石が直接製鋼用に投入されたものとして次式より算出した。(輸入鉱石量-輸出鉱石量)-(FeMo生産向け+ブリケット生産向け+金属Mo生産向け+無機薬品生産向け+その他向け)

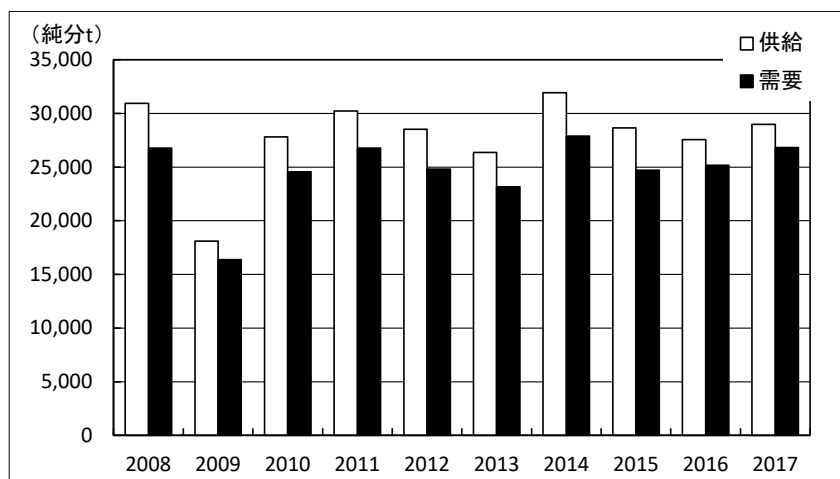


図 2-2 モリブデンの国内需給

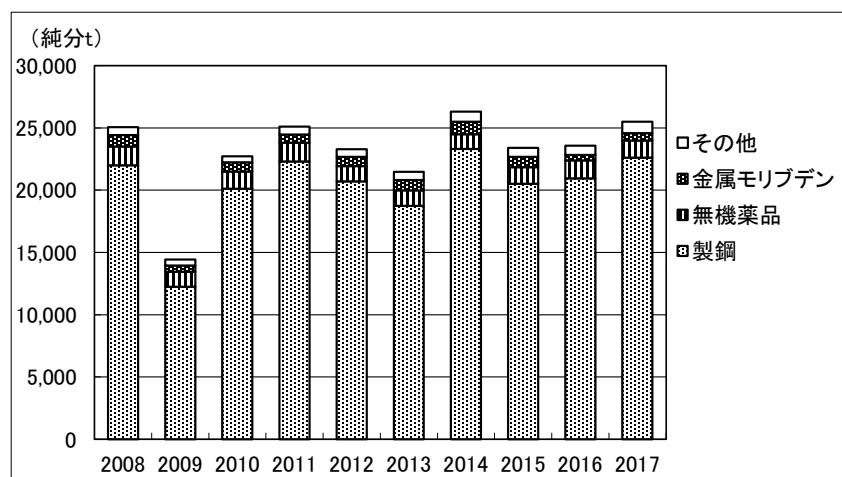


図 2-3 モリブデンの内需

(1) 製鋼用

世界と同様に、日本国内のモリブデン需要では製鋼用が多い。

製鋼用では主に輸入焼成鉬 (MoO_3) が利用されるが、その他に輸入のフェロモリブデン (以下、FeMo) や国内生産の FeMo、また、くずも使用される。

焼成鉬 (MoO_3) は、製鋼原料として一次製錬の段階でそのまま転炉・電炉に直接投入される。モリブデンの製鋼向けの需要を見るためには、焼成鉬の直接投入分が必要であるが、直接投入分に関する統計がない。そこで、鉬石の用途別消費統計を利用して、ここでは輸入された鉬石量より、輸出鉬石分を除き、その上で FeMo、ブリケット (三酸化モリブデンブリケット: 以下、ブリケット)、金属モリブデン、無機薬品、その他の生産に使われたモリブデン精鉬消費量を差し引いたものを直接投入量として算出した。

ブリケット (MoO_3) も FeMo も主に製鋼の二次製錬の段階で成分調整を行うために用いられている。これらの生産に使われたモリブデン鉬石の消費量も表 2-2 に示した。2017 年のブリケット生産向けの消費量は前年比 100% の 26t、FeMo 向けの消費量は前年比 105% の 3,530t であった。

以上をまとめると、製鋼用に消費されたモリブデン量は、輸入鉬石の直接投入分に加え、鉬石からの FeMo 生産分やブリケット生産分、及び輸入された製鋼用投入の輸入くずも消費される。2017 年の合計消費量は前年比 108% の 22,611t であった。

(2) 金属モリブデン

金属モリブデンとは、電極等に用いられる細線や線、棒、その他液晶用ターゲット・電気炉リフレクター板・敷板・陰極等で用いられる板や加工品である。

2016 年の金属モリブデン向けの鉬石消費量は前年比 54% の 443t と大幅に減少したが、2017 年は前年比 133% の 589t と反発した。

(3) 無機薬品

無機薬品とは、防食剤、石油脱硫触媒、水素化分解触媒、その他肥料・薬品向け等が含まれる。

防食剤には主にモリブデン酸ナトリウムが使用される。石油脱硫触媒にはピュアオキサイドが使用され、水素化分解触媒にはモリブデン酸アンモニウムが使用される。

2016 年の無機薬品向けのモリブデン鉬石の消費量 (モリブデン純分量) は前年比 108% の 1,444t と 2 年連続で増加が続いていたが、2017 年は前年比 96% の 1,383t と 2015 年の水準に戻った。2017 年に日本国内で生産された石油精製触媒の生産量は、前年比 91% の 46,992t (触媒の重量) であった。ガソリン・重油の製造で使用する石油精製の触媒は数年毎に交換されるが、2016 年に交換需要や中国向けの環境対策等で石油精製用触媒の需要が増えた反動で 2017 年は減少したと推測される。

3.価格動向²

モリブデンの LME 価格を図 3 に示す。

2014 年 6 月から 2015 年 10 月まで続いた下げ傾向が落ち着いた 2016 年の基調が 2017 年も大筋で継続している。年間平均価格は前年の 14.0 千\$/t に対し 15.6 千\$/t と 11% の値上がりであった。2017 年 5、6 月に 16.9 千\$/t と一旦 17.0 千\$/t に迫る場面もあったものの年後半は、15.6 千\$/t 台で安定、殆ど値動きは無かった。

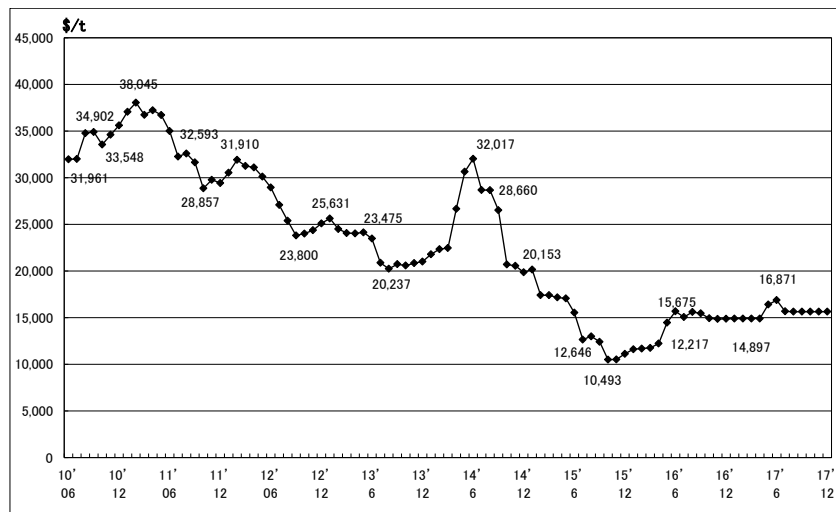


図 3 モリブデンの LME 価格 (MONTHLY AVERAGE)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

モリブデンの輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に示す。

2017 年のモリブデンの輸入量は前年比 105% の 28,502t で、輸出量は同 130% の 1,234t であった。

輸入についてみると、モリブデン酸塩が前年比 53% の 266t、くずが同 96% の 683t と大きく減少した昨年を更に下回った。一方 FeMo が同 124% の 1,563t、塊・粉は同 148% の 908t と反発した。

一方で、モリブデン酸化物・水酸化物の輸入量は前年比 72% の 1,461t と大きく減少し、2014 年以降 3 年連続して増加した以前の 2012 年並の水準に減少している。

また、輸出では、モリブデン酸塩が前年比 117% の 476t と 5 年連続で増加、塊・粉が前年比 515% の 291t と大幅に増加した。塊・粉については輸入も上述の通り増えている。

棒・板・線・その他については輸出入ともに前年の低調が更に継続している。

なお二硫化モリブデンは 2016 年より HS コードが廃止されている。

² P.3 脚注 1 参照。 ” Molybdenum is steadily rebounding from the lows it reached in 2015, when it was the year's worst-performing metal. In fact, in 2017 molybdenum prices rose an impressive 25 percent.”

表 4-1 モリブデンの輸出入数量

単位：純分t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	焼成鉬 (主に三酸化モリブデン)	輸入	22,528	13,285	20,564	22,886	21,091	19,563	23,873	21,630	21,568	23,245	108%
		輸出	14	39	19	8	6	17	17	13	0	41	—
	硫化鉬	輸入	58	14	43	45	29	34	26	27	37	42	115%
		輸出	—	0	—	—	0	—	19	6	0	0	—
	小計	輸入	22,585	13,298	20,607	22,886	21,120	19,597	23,899	21,657	21,604	23,287	108%
		輸出	14	39	19	8	6	17	36	19	0	41	—
輸入－輸出		22,571	13,259	20,588	22,878	21,114	19,580	23,864	21,638	21,604	23,246	108%	
素材	モリブデン酸化物 水酸化物	輸入	985	553	708	1,385	1,434	1,372	1,531	1,760	2,027	1,461	72%
		輸出	19	8	59	158	9	11	30	15	15	20	132%
	モリブデン酸塩	輸入	922	774	849	1,053	898	758	869	824	500	266	53%
		輸出	139	103	146	164	150	172	327	358	407	476	117%
	FeMo(フェロモリブデン)	輸入	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%
		輸出	10	321	93	21	17	22	13	19	7	10	146%
	塊・粉	輸入	1,116	411	1,179	865	959	821	1,430	802	613	908	148%
		輸出	87	141	68	125	41	30	17	20	56	291	515%
	くず	輸入	420	597	709	750	856	814	901	955	711	683	96%
		輸出	22	61	77	48	129	166	133	53	56	132	234%
	二硫化モリブデン	輸入	674	286	662	678	850	749	810	785	—	—	—
		輸出	382	229	157	145	157	346	234	248	—	—	—
	小計	輸入	6,180	3,196	5,535	6,214	6,317	5,597	7,072	5,927	5,110	4,881	96%
		輸出	659	864	599	661	503	747	754	712	542	928	171%
		輸入－輸出	5,521	2,332	4,936	5,553	5,812	4,850	6,318	5,215	4,568	3,953	87%
製品	棒・板・線・その他	輸入	1,296	736	825	621	606	585	461	625	422	334	79%
		輸出	1,038	1,052	1,205	1,000	1,014	913	817	600	406	265	65%
		輸入－輸出	257	－316	－380	－379	－409	－328	－355	25	16	69	428%
		合計		輸入	30,061	17,230	26,967	29,721	28,043	25,779	31,433	28,209	27,137
輸出	1,712			1,954	1,823	1,669	1,526	1,677	1,607	1,331	948	1,234	130%
輸入－輸出	28,349			15,275	25,144	28,052	26,517	24,102	29,826	26,878	26,188	27,268	104%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：焼成鉬60%、モリブデン酸塩59%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化モリブデン60%

純分換算率(硫化鉬)：(輸入分・輸出分ともに)2011年まで60%、2012年以降50%

純分換算率(FeMo)：(輸入)2011年まで62%、2012年以降70%、(輸出分)62%

純分換算率(酸化物・水酸化物)：(輸入分・輸出分ともに)2011年まで59%、2012年以降66.6%

※二硫化モリブデンのHSコードが2016年から無くなったので、値の欄は空欄とした。

純分換算率：(2011年以前)鉬石50%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物59%、FeMo70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化Mo60%

純分換算率：(2012年以後)鉬石60%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物66.6%、FeMo輸出62%・輸入70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化Mo60%

※原料は鉬石(三酸化モリブデン)、鉬石(硫化鉬)、素材はモリブデン酸化物・水酸化物、モリブデン酸塩、FeMo、粉・塊、くず、二硫化モリブデン、製品は棒・板・線による。

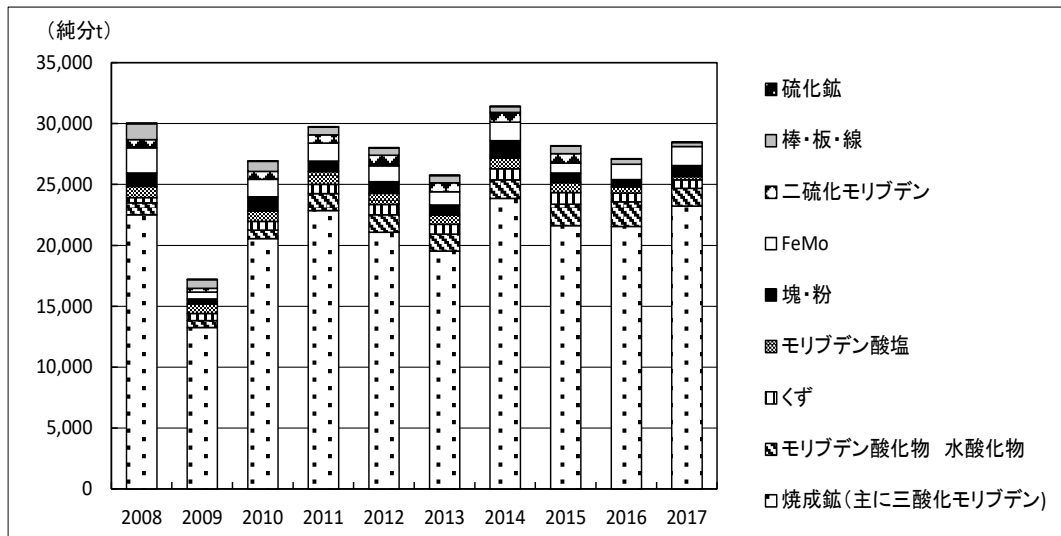


図 4-1 モリブデンの輸入数量

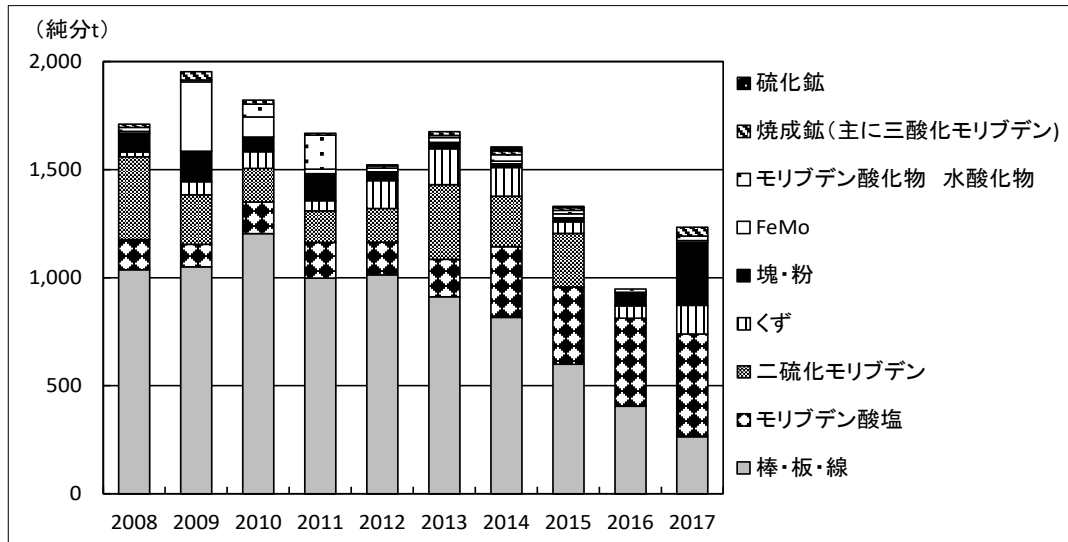


図 4-2 モリブデンの輸出数量

4-2 輸出入相手国

4-2-1 焼成鉬(三酸化モリブデン)

焼成鉬 (MoO_3) の輸出入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。

2017 年の焼成鉬の輸入量は前年比 108% の 23,245t であった。主要輸入相手国はチリ、米国であり、これら上位 2 か国で輸入量の 87% を、チリ 1 か国で 75% を占めている。上位 4 か国からの輸入が増加したのに対し、3 年連続で韓国からの輸入が減少している。

表 4-2 焼成鉬(三酸化モリブデン)の輸入相手国

		単位: 純分t										17/16 比 構成比	
輸 入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	チリ	11,203	7,633	11,587	13,004	12,313	11,306	13,941	14,222	16,457	17,382	106%	75%
	米国	3,721	2,338	3,002	4,193	3,335	3,479	2,534	2,005	1,909	2,862	150%	12%
	メキシコ	2,890	946	1,374	1,275	955	1,180	1,609	2,052	1,259	1,284	102%	6%
	ベトナム	97	11	95	360	380	540	1,088	871	684	900	132%	4%
	韓国	380	495	1,115	1,045	1,607	943	1,386	1,010	725	366	50%	2%
	ベルギー	828	420	1,103	972	480	180	384	684	230	204	89%	1%
	タイ	—	—	—	12	51	36	—	144	161	199	123%	1%
	オランダ	469	60	131	108	0	12	0	0	132	48	36%	0%
	中国	607	258	353	344	217	154	60	12	10	—	—	—
	カナダ	1,965	1,060	1,792	1,570	1,726	1,734	2,858	618	—	—	—	—
	その他	837	125	143	112	26	12	—	—	—	—	—	—
合計		22,528	13,285	20,564	22,886	21,091	19,563	23,873	21,630	21,568	23,245	108%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 焼成鉬(三酸化モリブデン)60%

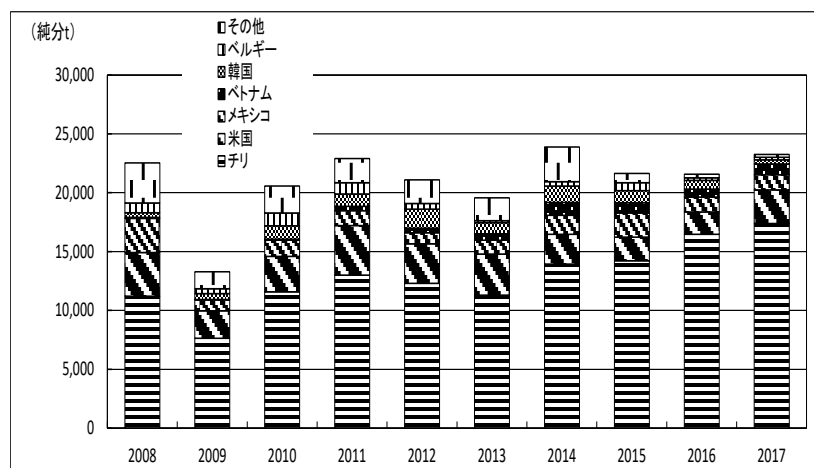


図 4-3 焼成鉬(三酸化モリブデン)の輸入相手国

4-2-2モリブデン酸化物・水酸化物

モリブデン酸化物・水酸化物の輸出入相手国を表 4-3、輸入相手国を図 4-4 に示す。

2017 年の酸化物・水酸化物の輸入量は前年比 72%の 1,461t であった。中国からの輸入量が前年比 74%の 1,077tと大幅に減少したことが大きい。その他には台湾が前年比 47%の 119tと半減したのが目立つ。主要輸入相手国は中国、チリ、台湾であり、この 3 か国で輸入量の 94%を占める。

表 4-3 モリブデン酸化物・水酸化物の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	2	12	-	191	269	375	561	776	1,457	1,077	74%	74%
	チリ	273	161	232	283	258	233	228	161	123	184	150%	13%
	台湾	-	12	14	248	260	240	279	257	254	119	47%	8%
	米国	280	213	379	580	563	467	422	360	47	45	95%	3%
	その他	430	156	83	83	84	57	41	205	147	36	25%	2%
	合計	985	553	708	1,385	1,434	1,372	1,531	1,760	2,027	1,461	72%	100%
輸出	韓国	10.4	5.2	10.6	6.0	7.1	8.2	9.3	8.7	9.7	11.2	116%	55%
	インドネシア	-	-	2.2	-	1.1	-	9.1	0.3	0.3	5.7	2125%	28%
	イタリア	-	-	-	-	-	-	6.7	-	1.3	0.7	50%	3%
	台湾	0.6	0.7	44.6	151.0	0.3	0.3	0.3	0.7	1.3	0.5	36%	2%
	ドイツ	-	-	1.2	-	-	-	-	1.3	0.0	0.3	-	1%
	中国	5.0	2.4	0.1	0.1	0.1	1.5	4.2	3.9	1.3	0.2	12%	1%
	その他	2.7	-	0.4	0.4	0.6	0.9	0.4	0.6	1.5	1.8	121%	9%
	合計	18.8	8.2	59.0	157.5	9.2	10.9	30.0	15.4	15.4	20.3	132%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：(2011年以前)モリブデン酸化物・水酸化物59%

(2012年以降)モリブデン酸化物・水酸化物66.6%

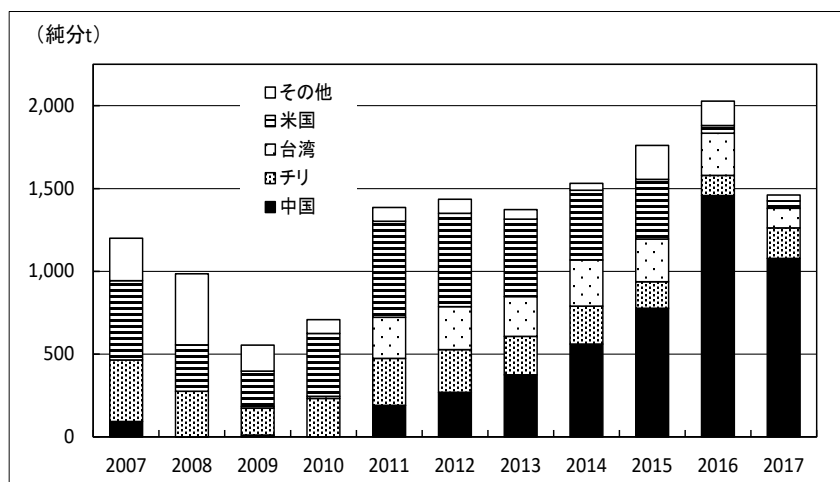


図 4-4 モリブデン酸化物・水酸化物の輸入相手国

4-2-3.モリブデン酸塩

モリブデン酸塩の輸出入相手国を表 4-4 に示す。

2017 年のモリブデン酸塩輸入量は前年比 53% の 266t であった。中国からの輸入量が前年比 44% の 196t と大幅に減少したことが大きいものの、主要輸入相手国は引き続き中国であり、輸入量の約 74% を占める。その他米国、チリ等から輸入されている。

一方、主要輸出相手国はドイツ、イタリア、韓国、タイである。2017 年のドイツへの輸出数量は、前年比 107% の 153t であった。ドイツ向けは触媒用途と見られる。

表 4-4 モリブデン酸塩の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	586	602	705	875	756	609	706	716	443	196	44%	74%
	米国	175	31	59	106	47	39	48	32	33	45	137%	17%
	チリ	160	141	85	72	89	109	115	18	12	24	200%	9%
	台湾	-	-	-	-	-	-	-	39	12	-	-	-
	ドイツ	0	-	0	-	2	-	-	0	-	-	-	-
	その他	1	-	-	-	3	-	0	19	0	1	-	0%
	合計	922	774	849	1,053	898	758	869	824	500	266	53%	100%
輸出	ドイツ	0	0	0	-	-	-	140	80	143	153	107%	32%
	イタリア	6	6	7	8	5	5	6	61	54	110	205%	23%
	韓国	100	56	91	104	82	76	98	112	115	106	92%	22%
	タイ	4	6	5	19	38	59	48	64	62	69	111%	15%
	台湾	5	8	13	9	8	19	13	14	17	20	113%	4%
	中国	9	10	10	7	6	6	4	4	4	6	183%	1%
	スペイン	5	8	6	5	5	3	8	7	5	5	100%	1%
	インドネシア	2	1	2	1	2	2	3	2	3	3	118%	1%
	その他	9	9	12	12	5	2	7	13	5	3	58%	1%
	合計	139	103	146	164	150	172	327	358	407	476	117%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: モリブデン酸塩 59%

4-2-4.フェロモリブデン (FeMo)

FeMo の輸出入相手国を表 4-5 に示す。

2017 年の FeMo 輸入量は前年比 124% の 1,563t であった。韓国からの輸入が前年比 174% の 511t と大幅に増えたのが大きい。主要輸入相手国はチリ、韓国、中国であり、それぞれ全輸入量の 45%、33%、19% を占める。2015 年にほぼ半減したチリからの輸入量も回復しつつある。

表 4-5 FeMo の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	チリ	1,494	496	1,140	1,235	1,100	884	1,232	546	678	711	105%	45%
	韓国	247	64	279	198	141	190	199	219	293	511	174%	33%
	中国	284	6	—	42	64	5	99	23	288	300	104%	19%
	台湾	—	6	—	1	15	5	1	—	—	—	—	—
	その他	38	3	10	6	0	—	—	14	—	42	—	3%
	合計	2,063	575	1,429	1,483	1,320	1,084	1,531	802	1,259	1,563	124%	100%
輸出	タイ	5.5	2.6	3.9	5.2	4.8	4.9	3.9	4.5	1.7	3.1	185%	32%
	台湾	—	212.7	77.5	13.0	9.0	15.8	3.1	2.5	1.9	2.5	133%	26%
	フィリピン	0.6	0.5	0.9	1.0	1.7	1.0	3.7	2.5	2.4	2.2	90%	23%
	インドネシア	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	—	0.6	8.4	0.0	—	—	—
	その他	3.2	105.5	10.5	1.5	1.6	0.4	1.6	0.7	0.6	1.9	293%	19%
	合計	9.6	321.4	92.7	20.8	17.3	22.0	13.0	18.5	6.6	9.6	146%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: FeMo70%

4-2-5.モリブデン粉・塊

モリブデン粉・塊の輸出入相手国を表 4-6 に示す。2017 年のモリブデン粉・塊の輸入量は前年比 148%の 908t であった。粉・塊の主要輸入相手国は中国とドイツで、全輸入量の 74%を中国、25%をドイツが占めている。中国からの輸入量が前年比 173%の 676t と増加したことで輸入量全体が大きく増えた。

一方輸出量が前年の約 5 倍の 290t と急増した。

表 4-6 粉・塊の輸出入相手国

単位: 純分t 位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	651.7	220.3	576.8	482.9	632.8	471.8	813.1	343.2	391.3	676.0	173%	74%
	ドイツ	284.6	78.1	524.7	307.0	278.2	325.7	557.4	439.6	204.3	227.9	112%	25%
	米国	177.6	90.2	76.5	54.4	46.6	22.2	15.8	17.1	14.1	4.2	30%	0.5%
	ウズベキスタン	—	—	0.6	—	—	—	28.9	—	—	—	—	—
	オーストリア	0.1	—	—	—	—	—	14.4	—	—	—	—	—
	その他	2.5	22.6	0.0	21.2	1.3	1.2	0.6	1.9	3.6	0.2	6%	0%
	合計	1,116.5	411.2	1,178.7	865.4	958.9	821.0	1,430.1	801.7	613.3	908.2	148%	100%
輸出	台湾	0.0	60.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	27.1	178.4	657%	61%
	韓国	5.7	8.2	12.8	18.5	16.9	13.2	1.1	1.0	10.1	73.8	729%	25%
	オランダ	0.5	0.5	2.5	3.5	3.3	2.5	2.0	5.0	3.0	24.0	800%	8%
	米国	69.7	51.9	30.5	55.3	12.1	6.6	5.3	5.2	3.6	4.5	127%	2%
	タイ	1.6	1.5	4.6	4.0	5.4	4.1	4.0	3.4	3.4	3.7	110%	1%
	中国	1.6	11.5	3.6	7.6	2.6	3.0	2.6	1.5	5.1	3.6	71%	1%
	ベトナム	—	—	—	—	—	0.2	0.2	1.7	1.8	1.4	75%	0%
	その他	5.6	64.1	11.4	32.6	0.7	0.4	0.4	1.8	2.4	1.3	56%	0%
	合計	86.7	140.8	67.9	124.6	41.0	30.1	16.9	19.6	56.5	290.7	515%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 粉・塊100%

4-3.輸出入価格

モリブデンの原料・素材・製品の平均輸出入価格を表 4-7、モリブデン鉱石の平均輸入価格を図 4-5 に示す。

2017 年のモリブデンの輸出入価格において、増減比が大きかった品目として、その他製品の輸出が前年比 375%、素材(くず)輸出が同 165%、製品(棒・形材・板)の輸入が同 162%、輸出 50%が挙げられる。原料では、焼成鉱(MoO₃)の輸入において 2011 年以降下落基調が続いていたが、2017 年の輸入価格は前年比 129%の 10,348\$/tと 1 万ドル台を回復した。

輸出価格は、数量が少なく年により輸出先も変化するため、価格変動が大きい。

表 4-7 モリブデンの平均輸出入価格

		単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	焼成鉬 (三酸化モリブデン)	輸入	42,653	16,613	20,053	21,223	17,472	12,889	15,274	10,038	8,003	10,348	129%
		輸出	50,835	14,840	26,371	39,144	34,136	21,373	15,610	10,610	—	15,129	—
	硫化鉬	輸入	23,105	24,922	22,806	24,283	25,705	22,742	27,271	25,508	24,697	24,157	98%
		輸出	—	—	—	—	—	—	295	350	—	—	—
素材	モリブデン酸化物	輸入	55	20	23	25	21	16	19	13	14	14	98%
		輸出	44	27	23	24	35	26	24	18	19	21	107%
	水酸化物	輸入	43	16	21	22	19	14	17	12	11	13	118%
		輸出	40	19	21	25	23	15	18	12	12	12	105%
	モリブデン酸塩	輸入	50	19	24	25	21	16	19	13	10	13	123%
		輸出	60	18	26	32	29	17	25	16	18	19	111%
	塊・粉	輸入	84	44	45	46	40	33	35	29	25	28	111%
		輸出	96	58	86	67	47	42	41	35	58	72	123%
	くず	輸入	36	17	22	25	22	17	20	16	14	16	111%
		輸出	42	26	35	27	18	16	17	8	13	22	165%
	二硫化モリブデン	輸入	16	17	12	12	10	12	12	14	—	—	—
		輸出	11	11	28	30	25	11	12	11	—	—	—
製品	棒・形材・板	輸入	127	118	114	124	110	74	90	53	50	81	162%
		輸出	145	207	135	154	121	111	92	83	167	83	50%
	線	輸入	122	86	82	80	86	70	80	68	64	58	90%
		輸出	395	119	84	89	75	77	253	230	312	354	113%
	その他製品	輸入	91	93	118	119	100	83	77	70	90	64	71%
		輸出	188	157	152	156	140	107	113	151	82	308	375%

出典：財務省貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

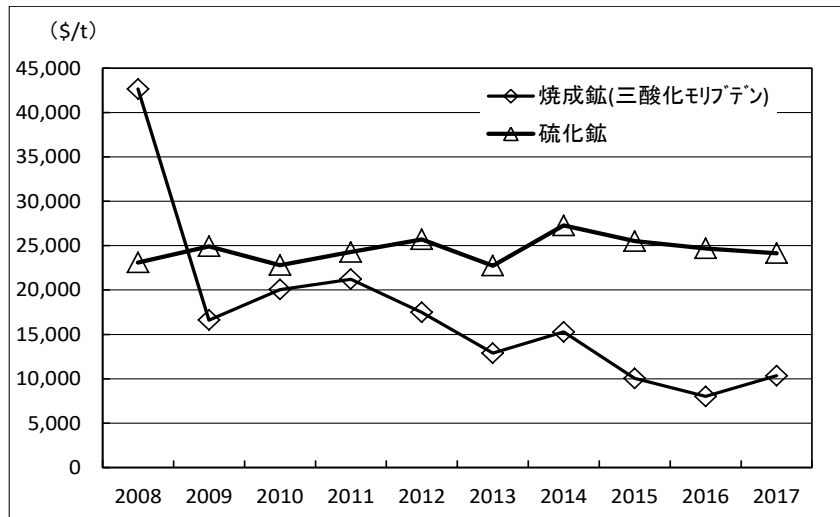


図 4-5 モリブデン鉬石の平均輸入価格

5.リサイクル

使用済触媒や製品からの回収品が鉬石以外の原料として各種素材に供給されている。

日本の場合、使用済み製品からのリサイクル量の統計値が触媒資源化協会数値のみであり、2017 年は 486t(触媒から 464t、金属スクラップから 23t)の回収量であった。以下の定義により推計すると 2017 年におけるリサイクル率は 1.8%である。国内では脱硫触媒からモリブデンの回収が行われている。

石油精製所では、石油の品質向上と大気汚染をもたらす硫黄を取り除くために脱硫触媒としてモリブデン系の触媒が使用されており、この使用済みの触媒からモリブデンの回収が行われている。国内では石油精製所の脱硫触媒が減少しているため、触媒等からのモリブデン回収も減少傾向にある。リサイクルの定義には該当しないが、製鉄用で発生したスクラップは再度生産に利用されている。即ちモリブデンのリサイクルは数字には出てこないものの、モリブデンは基本的にはステンレスとしてリサイクルされていると言える。

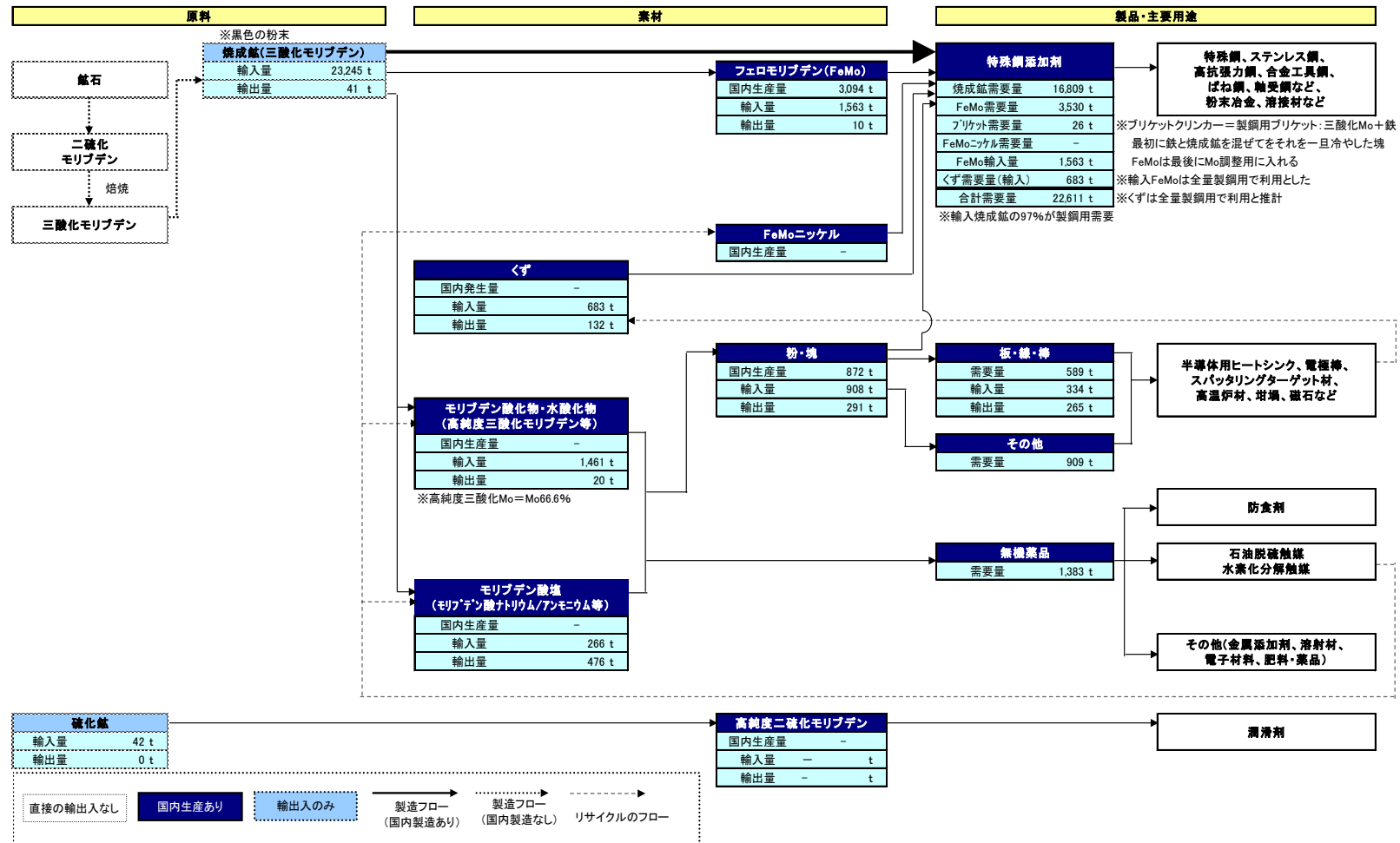
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入量}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※原料は焼成鉬(MoO_3)、硫化鉬、素材はモリブデン酸化物・水酸化物、モリブデン酸塩、 FeMo 、塊・粉、くず、 MoS_2 の合計値

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。モリブデンの場合には、触媒・金属スクラップからの回収を国内発生量とする。

6. マテリアルフロー

モリブデンのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: 鉱石60%、モリブデン酸塩59%、モリブデン酸化物・水酸化物66.6%、FeMo輸出62%・輸入70%、粉・塊100%、くず100%、棒・板・線100%、二硫化モリブデン60%

※リサイクルのフローは市中スクラップからの回収分のみを表示。

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

レニウム Re

【用途】 耐熱用スーパーアロイに使用される希少金属

レニウムは地殻中の存在量が非常に小さい金属ではあるが、重要な金属である。レニウムは、高温での耐クリープ性が強いという特性から、ジェットエンジンのタービンプレード用ニッケル基スーパーアロイ添加剤として利用される。また無鉛ガソリン製造時の改質反応触媒として、さらに電子部品用として、熱電対、ヒーター、フィラメント等利用されている。

【特性】

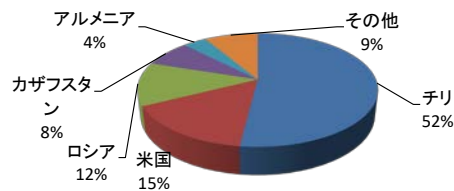
- ・性質がマンガン、タングステンに似ている
- ・融点が 3,100℃を超え金属中タングステンに次いで 2 番目に高い
- ・密度が金属中 4 番目に大きい

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計)

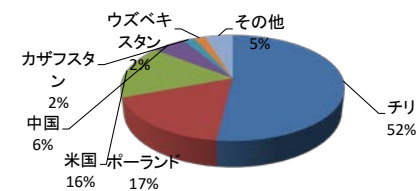
国別埋蔵量 (合計 2,500t)

出典: USGS2018

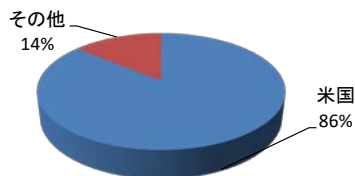


国別鉱石生産量 (2017 年合計 52t)

出典: USGS2018

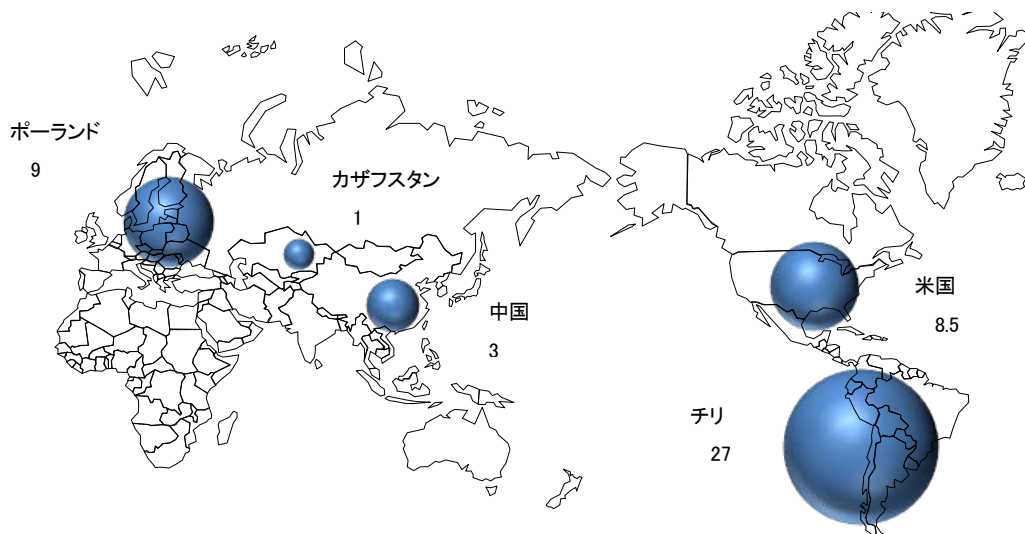


レニウムの世界需要 (2014 年合計 59.3t) 出典: Roskill2015



【世界の主要レニウム鉱石生産国】レニウムはモリブデン精鉱に含まれ、チリ、ポーランド、米国が 3 大生産国

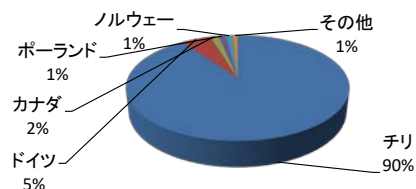
国名、国別生産量 (t、2017 年間値)、出典: USGS2018



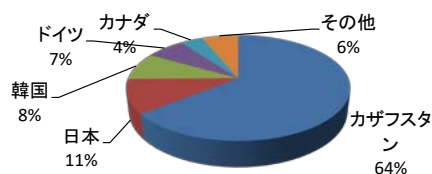
【貿易概況】 出典:Roskill2015

■世界

レニウム地金主要輸出国(米国の輸入相手国)
(2014 年合計 17.47 t)



過レニウム酸アンモニウム主要輸出国(米国の輸入相手国) (2014 年合計 4.51 t)



レニウム地金主要輸入国

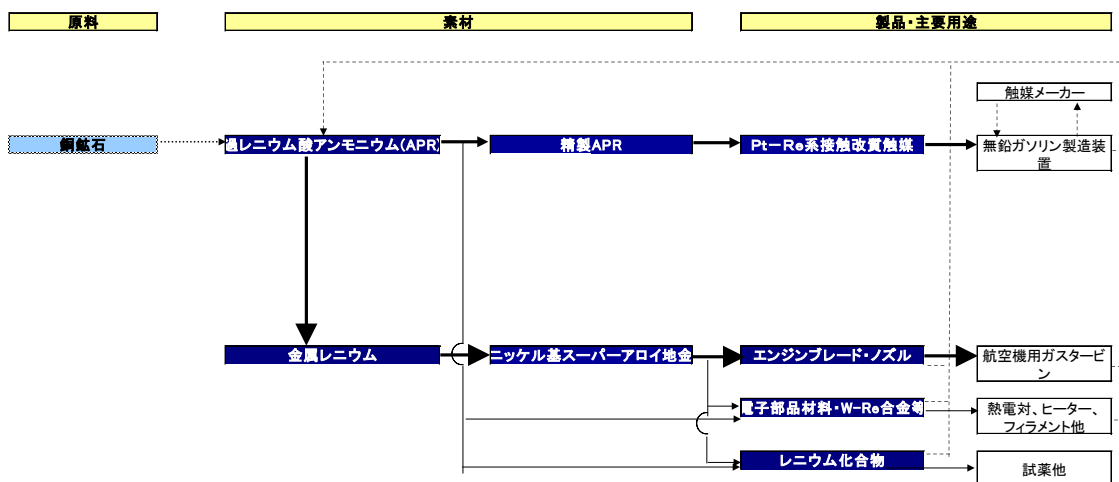
レニウム地金の輸入量についてはレニウムだけの統計はないが、米国が多くの部分を輸入していると推定される。

レニウムは単独での貿易統計はないが、最大消費国(世界の約 8 割)である米国の主要輸入相手国と、最大供給国(世界の約半分)であるチリの主要輸出相手国を見ることで、大まかな世界の貿易状況が見て取れる。

■日本

日本には、レニウム単独の貿易統計はない。

【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・レニウムは銅・モリブデンの副産物として生産され、2017 年の世界のレニウム生産量は 52t(純分)であった。
- ・2017 年の国内のレニウム需要量はエンジンのタービンプレード用、触媒用その他を合わせて、2.0～2.5t と推定される。
- ・レニウムの価格は 2008 年に急騰し、その後低下が続き、2017 年の価格は 2008 年の急騰以前の価格に近い。従来、レニウムを 3%含有するタービンプレードが使用されていたが、レニウム価格の上昇に対応して、レニウム 1.5%のタービンプレードが開発され、使用されている。
- ・今後、世界のエンジンの生産量は増加すると見られるが、レニウム需要はタービンプレード中のレニウム含有量の増減の影響を受ける。

1. 特性・用途

レニウムは銀白色を呈し、高温では揮発性の酸化レニウム(Re_2O_7)となる。融点は $3,180^\circ\text{C}$ で、金属元素の中では 2 番目に高く、密度も 21.02gcm^{-3} で、単体としては 4 番目に高い。レニウムの硬さはモース硬度が 7 と硬く、弾性率も高い。高強度、高耐食性で電気抵抗が大である。耐クリープ性に優れるとともに、優れた触媒活性等を有する。

レニウムは、硫化銅鉱、モリブデナイト(斑岩銅鉱床のモリブデン精鉱)などの鉱石に微量含まれており、世界的には主に銅、モリブデンの副産物として回収されている。レニウムの生産量は銅やモリブデンの生産量に影響を受ける。地殻存在量が 0.0005ppm と小さいのに対し、主原料であるモリブデナイトの場合、レニウムは $250\sim 700\text{ppm}$ 程度含有されているとみられる。

レニウムとして、金属レニウム及び過レニウム酸アンモニウム(以下、APR)が使用されている。レニウムは市場が非常に小さいとみられるが、重要度の高い金属である。金属レニウムの主な用途は、ジェットエンジンのタービンプレード・ノズル用ニッケル基スーパーアロイ添加剤であり、APR の主な用途は、ガソリン製造用のアルミナ担持触媒である。

モリブデン精鉱に随伴する硫化レニウムは、モリブデン精鉱の酸化焙焼時に酸化揮発し、 SO_2 ガス相に移行するが、ガス洗浄時に液相に溶解する。APR を得るには、この溶液をアンモニア性溶液で逆抽出して晶出させる方法と、硫化沈殿して濃縮、酸抽出し、アンモニア性溶液で中和し晶出させる方法がある。そして、金属レニウムは、APR を水素ガスで還元させることにより得られる。

ニッケルベースのスーパーアロイは、航空機のエンジン素材に多く使われるが、同合金にレニウムを添加することで、高温特性が改善され、ジェットエンジンの燃焼効率を上げることができる。このため、1998 年頃からガスタービンプレード・ノズルへのレニウム合金の利用が増加してきた。

ガソリン製造では、アルミナ担体に白金とレニウムを担持した触媒が無鉛ハイオクタン価ガソリン製造の接触改質触媒に使われているが、1980 年代半ばに触媒連続再生プロセスが開発されて以来、新規触媒需要は減少し、レニウムの触媒市場は漸減傾向にある。

レニウム合金(タングステン・レニウム)は、医療用 X 線ターゲット、テレビのカソードヒーターワイヤ線、自動車用特殊耐震電球フィラメントなどに用いられる。

金属レニウムは熱的特性を生かし熱交換器などの化学プラント部品に使われているほか、最近では、超硬工具用タングステンやモリブデン合金にレニウムを添加することで特性向上を図ることも検討されている。(参照:レアメタルハンドブック 2016)

2. 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の金属レニウムの需給推移を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界のレニウム生産量は、前年からわずかに増加の 52.0t となった。2015 年以降のレニウムの回収量及び需要量については公表データがない。

2017年のレニウム需要量は、公表された統計値が存在しないが、例年並みの50～60tと推定されている。

表 2-1 世界のレニウム需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
供給	生産量 ¹⁾	チリ	27.6	25.0	25.0	27.0	27.0	25.0	25.0	26.0	27.0	27.0	100%	52%
		ポーランド	－	2.4	4.7	6.0	6.0	7.5	7.6	8.9	9.0	9.0	100%	17%
		米国	7.9	5.6	6.1	8.6	7.9	7.1	8.5	7.9	8.4	8.5	101%	16%
		ウズベキスタン	－	－	－	3.0	5.4	5.5	0.9	1.0	1.0	1.0	100%	2%
		カザフスタン	7.7	3.0	2.0	3.0	3.0	2.5	0.3	1.0	1.0	1.0	100%	2%
		その他	13.3	10.2	9.4	3.1	3.3	1.3	2.4	4.6	5.2	5.5	107%	11%
		小計①	56.5	46.2	47.2	50.7	52.6	48.9	44.7	49.4	51.6	52.0	101%	100%
	回収量 ²⁾	ドイツ	3.4	3.0	3.2	3.4	3.4	3.3	3.0	－	－	－	－	－
		米国	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	－	－	－	－	－
		カナダ	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	1.2	1.8	－	－	－	－	－
		エストニア	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.8	0.5	－	－	－	－	－
		その他	1.8	1.7	1.9	2.3	2.5	2.5	2.0	－	－	－	－	－
		小計②	9.9	9.2	11.1	12.2	11.9	10.8	10.2	－	－	－	－	－
		合計①+②	66.4	55.4	58.3	62.9	64.5	59.7	54.9	－	－	－	－	－
需要 ²⁾	スーパーアロイ	45.1	42.5	41.1	42.0	43.1	44.0	46.3	－	－	－	－	－	
	改質触媒	6.0	5.5	5.7	6.0	6.0	5.9	6.1	－	－	－	－	－	
	その他触媒(GTL等)	6.0	3.0	3.8	3.0	2.5	2.5	2.4	－	－	－	－	－	
	その他	4.5	4.0	4.5	5.0	5.0	4.5	4.5	－	－	－	－	－	
	合計	61.5	55.0	55.0	56.0	56.5	56.9	59.3	－	－	－	－	－	

出典: 1) United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries」

※ウズベキスタンは2010年以前はその他に含まれる

※四捨五入により、各国の生産量合計値と合計値が合致しない場合がある。

2) 出典: Roskill「Rhenium: Global Industry Markets & Outlook 9th Edition 2015」

World: Estimated secondary production of rhenium 2004to 2014

2015年、2016、2017年の回収量、需要のデータはない。

2017年生産量その他に、中国(3.0)を含む

※GTL=Gas To Liquids(ガス・ツー・リキッド)

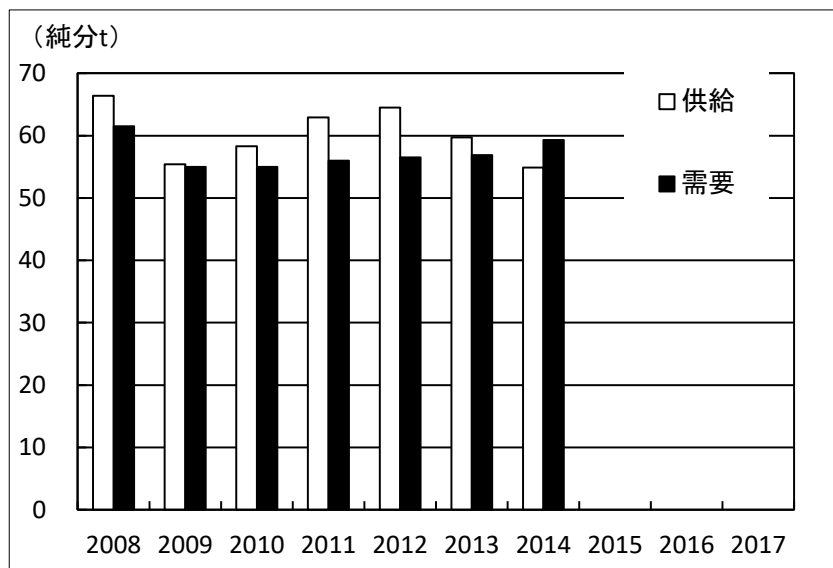


図 2-1 世界のレニウム需給

(1) 銅・モリブデンの副産物としての生産量

供給量のうち、銅・モリブデンの副産物としてのレニウム生産量は前年から微増の52.0tであった。国別生産量を図 2-2 に示す。主要生産国のうち、最大の生産地であるチリは、前年並みの27t、第2位のポーランドが前年と同じ9.0t、第3位の米国も前年並みの8.5tであった。なお、銅及びモリブデンの上位生産

国であるチリの生産が、世界全体の 52%を占めている。

チリには、世界最大のモリブデン鉱石精製会社である Molibdenosy Metales S.A.,(以下 Molymet 社)がある。Molymet 社はレニウムの世界生産量のうち高いシェアを占めており、レニウム市場において非常に重要な存在となっている。

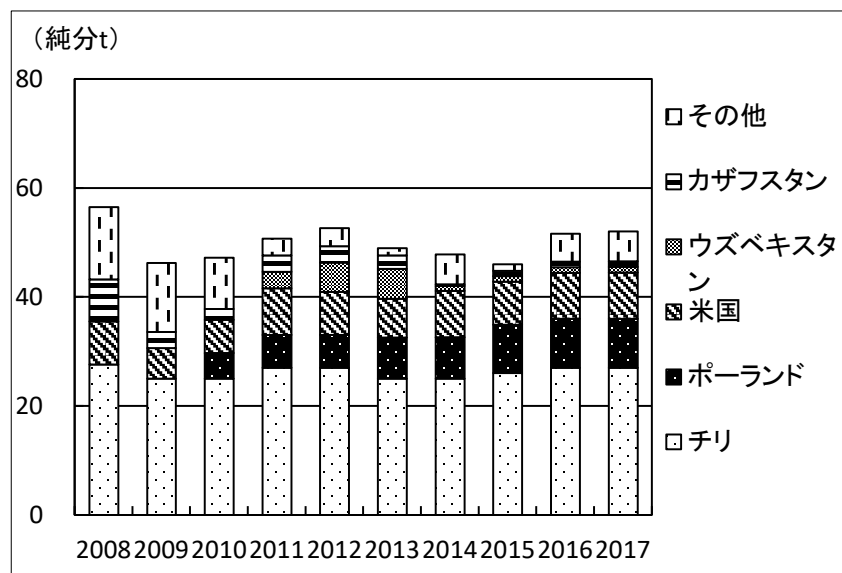


図 2-2 国別のレニウム生産量

(2) 触媒やスーパーアロイ等からの回収生産量

国別のレニウム回収量を図 2-3 に示す。供給量のうち、スーパーアロイ、使用済み触媒からのレニウム回収量は、2015 年以降の統計値が存在しない。

2007 年～2008 年はレニウム価格の高騰(需要増)の影響により、スーパーアロイ等からのレニウム回収が活発化していた。しかし、回収量が増加したことで供給過剰となり、価格の低下傾向が続いていることから、2013 年以降の回収量は減少した。

世界のレニウムの主要回収企業はドイツの W. C. Heraeus 社や H.C. Starck 社(2018 年、JX 金属が全株式を取得)、米国の Gemini industries 社、カナダ Maritime House Metals 社(Molycorp より買収) 等である。

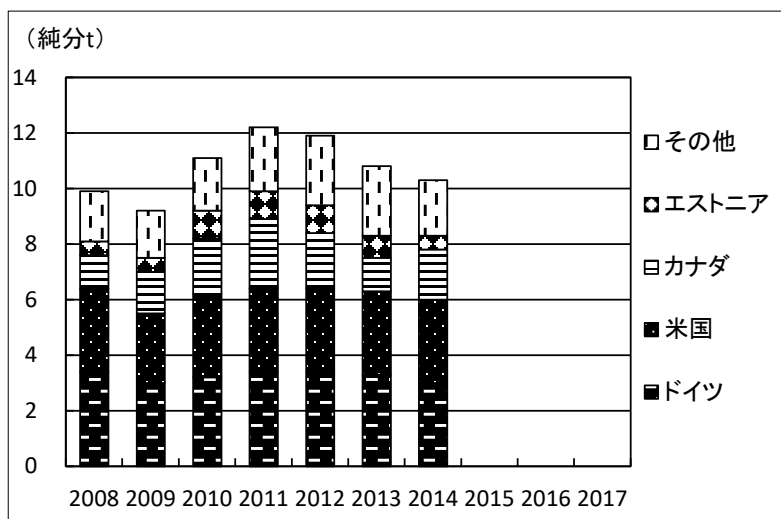


図 2-3 国別のレニウム回収量

レニウムは航空機のタービンプレードに使用されている。

2008 年以降のレニウム価格の高騰以降、レニウムの需要は後退した。その後、第 2 世代スーパーアロイ(レニウム含有量 3%)より、レニウム含有量を低減(約 1.5%)したスーパーアロイが開発され、利用されている。

2017 年の世界のレニウム需要は、統計値が存在しないが、50～60t と推計されている。旅客機需要が伸びると言われているが、Re 需要はさほど伸びていない。

2-1-1.米国の需給動向

世界のレニウム需要の多くを占める米国の需要を表 2-2 に示す。2017 年の米国のレニウム需要量は前年比 106%の 42.6t と増加した。2017 年の消費構成は、ガスタービン向けが 80%、触媒向け 15%、その他 5%と推定される。(2008 年から 2016 年はそれぞれ、70%、20%、10%と推定)

表 2-2 米国のレニウム需要

		単位:t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	16/15比	構成比
米国消費	ガスタービン	36.1	26.0	27.8	29.5	34.1	24.3	23.5	27.8	28.2	34.1	121%	80%
	触媒	10.3	7.4	7.9	8.4	9.7	6.9	6.7	7.9	8.1	6.4	79%	15%
	その他	5.2	3.7	4.0	4.2	4.9	3.5	3.4	4.0	4.0	2.1	53%	5%
	小計	51.5	37.1	39.7	42.1	48.7	34.7	33.5	39.7	40.3	42.6	106%	100%
世界供給量		66.4	55.4	58.3	62.9	64.5	59.7	54.9	-	-	-	-	-
米国消費率		78%	67%	68%	67%	76%	58%	61%	-	-	-	-	-

出典：米国消費：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Rhenium」Consumption, apparent

世界供給量：USGS及びRoskill「Rhenium: Global Industry Markets & Outlook 9th Edition 2015」

※その他：熱電対(W-Re)、電気接点、電子部品(ターゲット材)、ヒーター、フィラメント、質量分析器など(米国)。

※米国消費の内訳であるガスタービン、触媒、その他の数値はUSGSの報告に記載された米国消費の合計値と各用途の構成比から算出した。

2-2.国内の需給動向

日本のレニウム需給や、レニウムの主要需要先であるガスタービン用ニッケル基耐熱合金市場に関する統計・情報はない。

表 2-3 に世界の主要エンジンメーカーの航空用エンジン生産(売上)高シェアを示す。2017 年の航空用エンジン生産高は対前年微増である。

2015 年まで、国内のレニウム需要量を、米国のレニウム需要量に日本の航空機エンジン生産量(売上)の米国の航空機エンジン生産量(売上)に対する比率を掛けて推算していた。しかしながら、米国で生産されるエンジンの売上とレニウム需要の比率と、日本で生産されるエンジンの売上とレニウム需要の比率に相関はなく、従来の推定方法を使用することに無理があるため、この方法での推定は実施しない。参考までに表 2-4 に日本の航空機エンジン生産(2016 年及び 2017 年)のデータを示す。

レニウムの国内需要はタービンプレード、触媒・その他を合わせ、2.0～2.5t 程度と推計される。

表 2-3 世界の主要エンジンメーカーの航空機用エンジン生産(売上)高シェア

(US\$ mil.)

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
米国	GE	19,239	18,728	17,619	18,859	19,994	21,911	23,990	24,660	26,261	27,375	104%
	UTC (P&W)	12,965	12,577	12,935	13,430	13,964	14,501	14,508	14,082	14,894	16,160	109%
	Honeywell	5,800	5,000	4,726	5,659	6,184	6,764	10,221	9,235	9,171	9,156	100%
	小計	40,012	38,314	37,290	39,959	42,154	45,189	50,733	49,992	52,342	52,691	101%
英国	RR	15,052	14,114	15,179	12,519	14,022	14,454	14,665	13,700	12,527	13,907	111%
フランス	SNECMA	5,366	6,032	5,575	6,322	6,296	7,833	8,625	8,427	8,209	9,435	115%
	Turbomeca	1,508	1,323	1,245	1,238	1,447	1,577	1,680	1,530	1,247	1,234	99%
	小計	6,874	7,355	6,820	7,560	7,743	9,410	10,305	9,957	9,456	10,669	113%
ドイツ	MTU	3,988	3,626	3,584	4,079	4,342	4,698	4,743	4,918	5,236	5,367	103%
イタリア	Avio	1,979	1,960	2,321	2,408	2,657	1,710	0	0	0	0	-
スウェーデン	Volvo Aero	1,131	1,019	1,070	979	770	0	0	0	0	0	-
日本3社		3,643	3,481	3,614	4,242	4,475	4,398	4,425	4,573	5,491	5,671	103%
合計		70,670	67,889	67,868	69,736	74,150	78,116	82,857	81,124	83,035	88,305	106%

出典：日本航空宇宙工業会「航空宇宙産業データベース（平成29年7月）」世界主要エンジンメーカーの航空エンジン生産(売上)高シェア

Avi SpAは2014年にGEに統合（～2012年は€ mil、2013年は\$ mil.）

Volvo Aeroは2013年にGKNに統合（～2012年はKrona mil.）

日本3社の数値は日本全体のエンジン生産額（本体、部品、修理の合計）（暦年）

※日本3社（IHI、KHI、MHI）。

表 2-4 日本の航空機エンジン生産(2016 年及び 2017 年)

	2016					2017				
	億円		構成比 (計)	防衛省 比率	前年比 (計)	億円		構成比 (計)	防衛省 比率	前年比 (計)
	内防衛省					内防衛省				
ターボジェット発動機	193	193	3%	100%	247%	131	131	2%	100%	68%
ターボシャフト発動機	49	49	1%	100%	114%	23	23	0%	100%	48%
その他	2	2	0%	100%	－	7	5	0%	63%	291%
発動機部品	4,980	638	83%	13%	108%	5,380	482	85%	9%	108%
修理	744	275	12%	37%	95%	795	160	13%	20%	107%
合計	5,968	1,156	100%	19%	108%	6,337	801	100%	13%	106%

出典：経済産業省機械統計

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

APR や金属レニウムの輸出入は行われているが、レニウムは単独の HS コードがない。金属レニウムの場合、輸入はレニウム、ガリウム、ハフニウム、ニオブと、輸出はレニウム、インジウム、ガリウム、ハフニウム、ニオブと共に統計が行われている。

金属レニウムは、ガスタービン向けの需要が増加した際にスポット的に輸入が行われていると推定される。

APR の場合、オキシ金属酸塩及びペルオキシ金属酸塩のその他のもの（輸入：HS コード 2841.90090、輸出：HS コード 2841.90000）として、他の品目と統合されている。その数値の殆どがレニウム以外と推定されるため、数値の掲載は割愛する。

3-2.価格動向

輸出入数量と同様の理由により貿易統計から輸出入価格の動向を把握できないが、レニウムペレット（99.99%）と APR（触媒グレード）の価格動向を表 3、図 3 に示す。

2007 年～2008 年にかけて、レニウムは需給のタイト化が懸念され、価格が上昇傾向にあった。その後需要が緩んだことや、回収品からの生産量増加に伴い、レニウム価格は 2009 年以降 2017 年まで下がり続けている。2017 年のレニウム価格は 2007 年にレニウム価格が高騰する以前の価格に近い。

表3 レニウムの価格動向

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Reペレット(99.99%)	10,400	7,500	4,720	4,670	4,040	3,160	2,980	2,670	2,030	1,530
APR(触媒グレード)	10,300	7,580	4,630	4,360	3,990	3,400	3,080	2,820	2,510	1,550

出典：United States Geological Survey2018「Mineral Commodity Summaries Rhenium」

※Average price per kilogram of rhenium in pellets or catalytic-grade ammonium perrhenate, from Metal Bulletin.

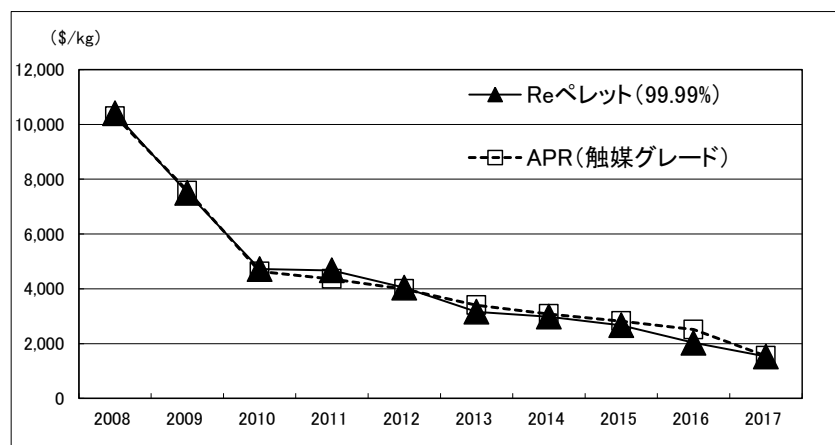


図3 レニウムの価格動向

4.リサイクル

レニウムのリサイクル率は以下の定義により推計すると表4の通りである。統計から把握可能なリサイクル数量は触媒からの回収のみであるが、2014年以降は計上されておらず、レニウムのリサイクル率(計算値)は0%となった。

一般的に、使用済み触媒から溶解・加水分解などにより回収されたレニウムは過レニウム酸アンモニウムとして再度触媒向けで利用される場合と、地金として他の用途で利用される場合の2つがある。

レニウムの主用途である航空機用高圧タービンは、民間機の場合、定期点検等で一定量の廃棄品が発生するが、その多くはエンジンメーカーが認定している再生メーカー(米国、英国など)が回収し、国内にはほとんど出回らなかった。

海外の白金-レニウム系接触改質触媒のリサイクルでは、主に白金を回収し、副産品として、レニウムが回収される。触媒からの回収企業として、ドイツのW.C.Heraeus社、米国のGemini Industry社がある。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品のリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = \text{国内市場(推計最大値)}$

※レニウムの場合、貿易統計から見掛消費が算出できないため、見掛消費に代えて表1-4の国内市場(推計最大値)を分母としている。

表4 レニウムのリサイクル率

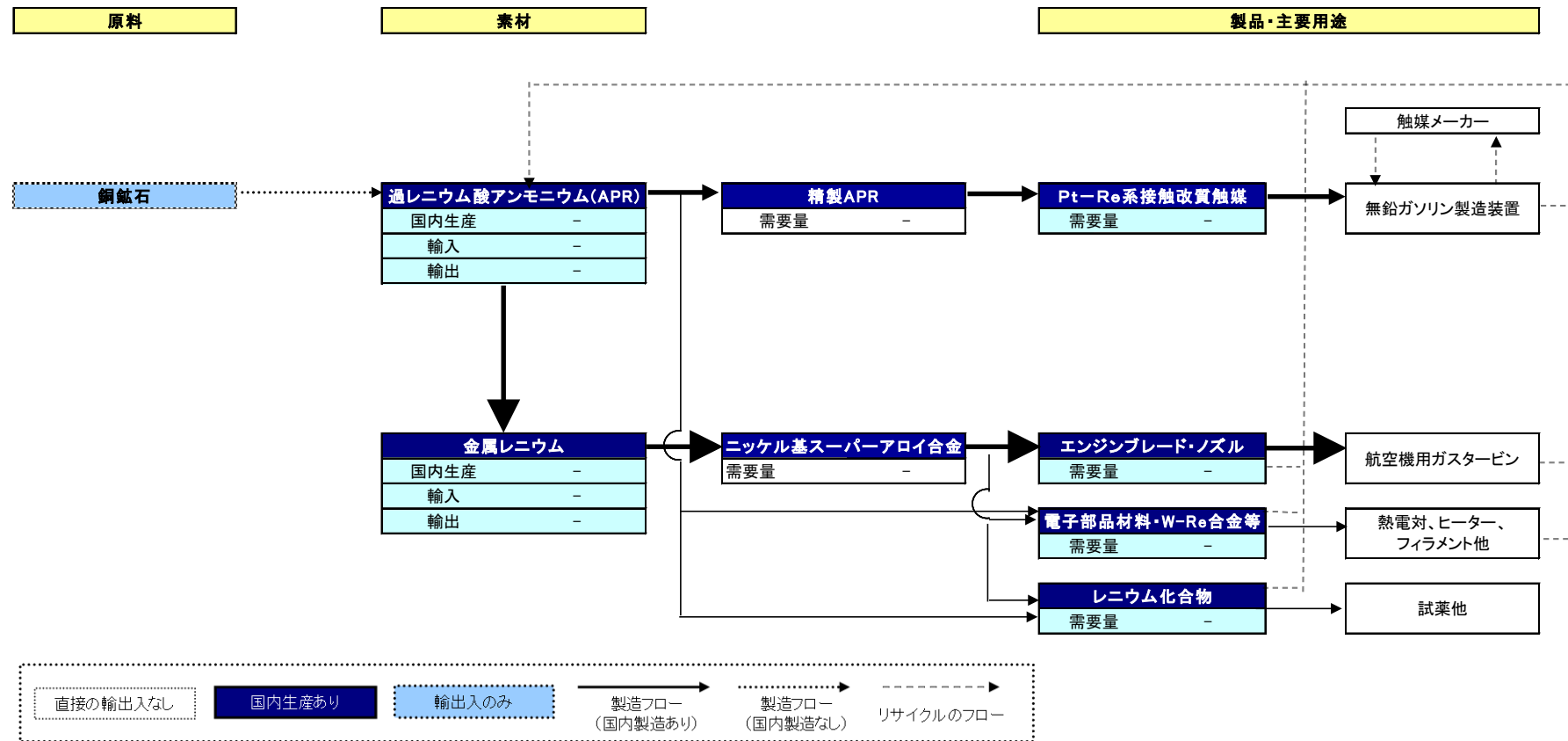
区分	内訳	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
国内生産	生産	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	②リサイクル ¹⁾	0.33	0.06	0.00	0.49	0.34	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	合計	0.33	0.06	0.00	0.49	0.34	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
見掛消費(①国内市場) ²⁾		4.03	3.11	3.73	3.87	4.00	3.41	3.57	-	-	-
リサイクル量(②リサイクル) ¹⁾		0.33	0.06	0.00	0.49	0.34	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
リサイクル率(②/①)		8.3%	2.0%	0.0%	12.6%	8.45%	6.77%	0%	-	-	-

出典：1) 触媒資源化協会「触媒資源化実績報告書」

2) 表1-4日本のレニウムの需要合計値

5.マテリアルフロー

レニウムのマテリアルフロー(2017 年)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

純分換算率: APR69.4%

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

アンチモン Sb

【用途】 樹脂難燃助剤¹や、鉛蓄電池、特殊鋼等に幅広く使用

酸化アンチモンとして樹脂難燃助剤やポリエステル製造触媒のほか、顔料、ブレーキ用摩擦材、電子部品、高級ガラスの清澄剤として利用されている。金属アンチモンは鉛電池用、特殊鋼、半導体材料などで使用されている。また、硫化アンチモンは摩擦調整剤や花火などにも使われる。

【特性】

- ・銀白色の金属光沢を有し、脆くて展性は乏しい
- ・他金属と合金にすると硬度を増し、耐摩耗性を向上させる
- ・ヒ素、ビスマスとともに半金属とされる

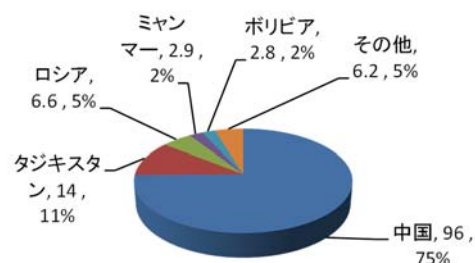
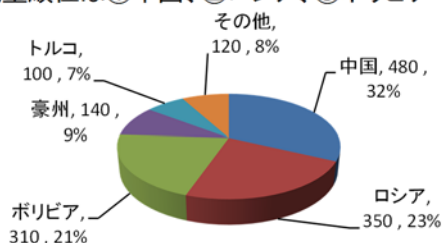
【資源国と消費国】

[国名、数量、構成比(%)] (数量純分ベース: 単位千t、2017 年世界計)

国別埋蔵量 (合計 1,500 千t) 出典: USGS2018

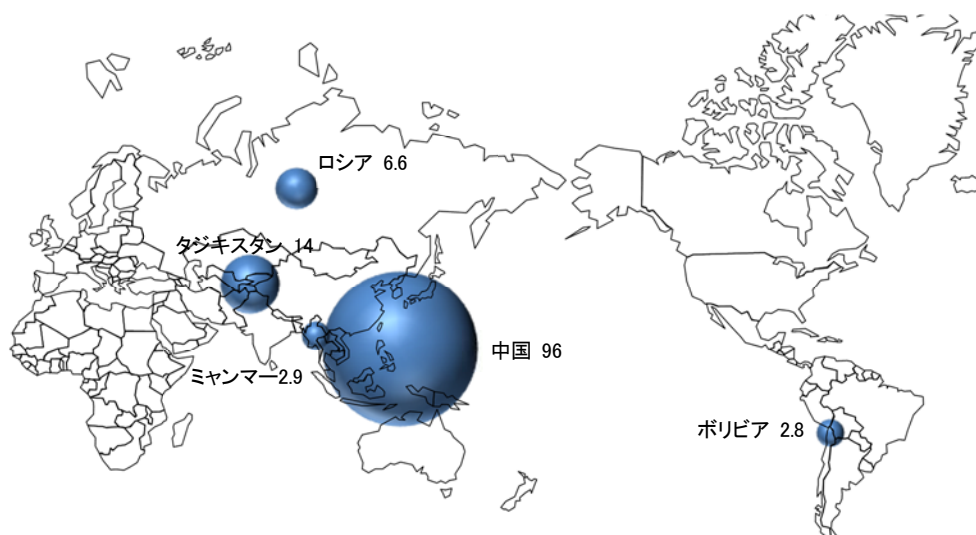
国別鉱石生産量 (合計 128.5 千t) 出典: WBMS2018

埋蔵量順位は①中国、②ロシア、③ボリビア



【世界の主要鉱石生産国】国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)、出典: WBMS2018

中国に生産が集中

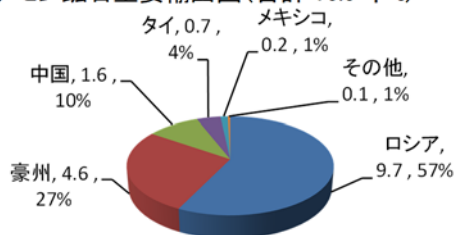


¹合成樹脂等に臭素系等のハロゲン化合物と共に練りこんで難燃助剤として使用される。(塩ビ樹脂等のハロゲン含有樹脂を除く)

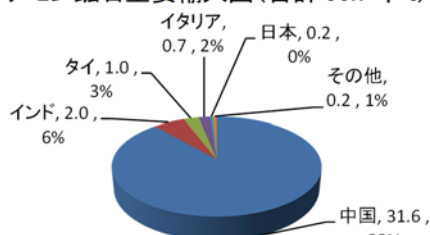
【貿易概況】(数量単位:純分千t、2017 年合計)

■世界 出典: Global Trade Atlas

アンチモン鉱石主要輸出国(合計 16.9 千 t)

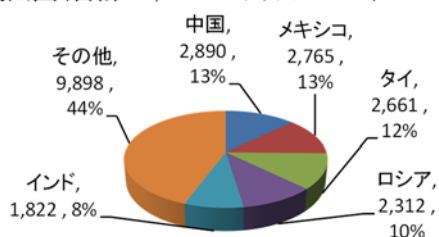


アンチモン鉱石主要輸入国(合計 35.7 千 t)



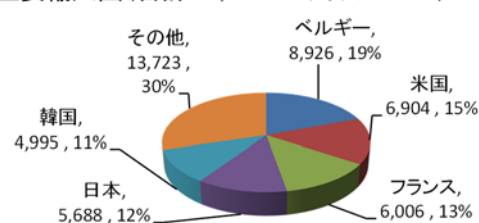
アンチモン製品(含 くず、スクラップ)

主要輸出国(合計 22,347t-マテリアルベース)



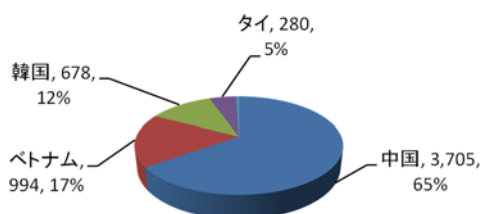
アンチモン製品(含 くず、スクラップ)

主要輸入国(合計 46,241t-マテリアルベース)

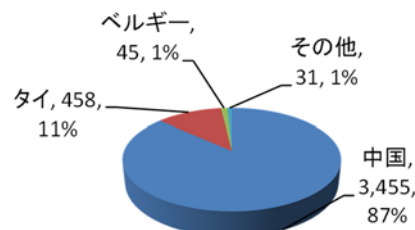


■日本 出典:財務省貿易統計

アンチモン地金(塊・粉)輸入相手国(合計 5,687t)

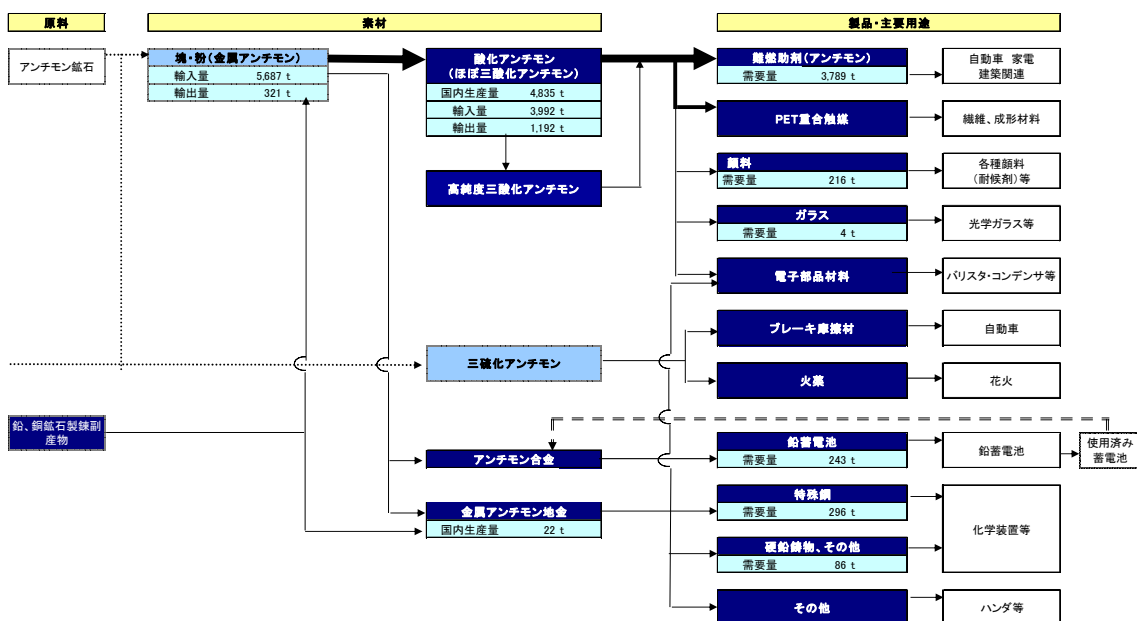


三酸化アンチモン輸入相手国(合計 3,988t)



【鉱石から製品まで】 難燃助剤が主要用途

出典:財務省 貿易統計



【概要】

- ・2017 年の世界アンチモン鉱石生産は国により増減差が大きく、中国、豪州等の減産とミャンマー等の増産があり、全体では対前年 17%減の 128 千t(純分)であった。
- ・世界のアンチモン需要は自動車用難燃樹脂向けやポリエステル重合触媒向けが増加したものの、家電用難燃樹脂向けや中国の鉛蓄電池向け等、一部は低迷しており、今後もこの傾向が続くとみられている。
- ・2017 年のアンチモン国内供給量は前年比 103%の約 9.7 千 t(純分)の微増で、難燃樹脂向けが三酸化アンチモン需要の約 8 割を占めており、自動車関連の難燃助剤需要は今後も一定レベルを維持するとみられている。
- ・アンチモン(塊・粉、酸化物)の輸入価格は 2016 年まで低下傾向であったが、2017 年は中国の環境対策等によるコスト増等もあり、上昇に転じた。
- ・中国の鉱石消費量は全世界の 9 割超(自国鉱石+輸入鉱石)の寡占状態にあるが、2018 年から中東のオマーンでアンチモン製品の生産が計画されており、今後の動向が注目される。

1. 特性・用途

金属アンチモンは銀灰色で金属光沢を示すが、非常に脆く、ハンマー等で叩けば割れる性質を持つ。鉄や銅のような展性はほとんどないが、鉛あるいは錫などの他金属と合金にすると硬度を増し、凝固の際の収縮の減少や、耐摩耗性が向上するなどの特性がある。また、常温ではほとんど酸化されず金属光沢を示すが、空気中で加熱すると融点以上で酸化され、粉末状の三酸化アンチモンを生成する。

アンチモンの主原料は輝安鉱²(Sb_2S_3)であり、鉛・銅製錬副産物からも回収されている。製錬法は乾式法と湿式法があり、工業的には乾式法が中心である。乾式法では、輝安鉱を酸化焙焼により三酸化アンチモンとし、それをコークス等で還元し金属アンチモンを得る。湿式法では、鉱石をアルカリ溶液で浸出させ、電解採取により金属アンチモンを得る。これらの製錬法により得られた粗アンチモンは、不純物を含んでおり、酸化工程・還元工程を繰り返すことにより、高純度のアンチモンを製造することができる。アンチモン製品には三酸化アンチモン、三硫化アンチモン等があり、金属アンチモンから生成される。

アンチモン製品のうち最も需要が多いのは三酸化アンチモンであり、主にハロゲンを含む塩ビ樹脂等を除く合成樹脂や合成ゴム等に、臭素化合物などのハロゲン化合物と共に練りこんで難燃性を高める助剤として使用されているほか、ポリエチレンテレフタレート(以下、PET)の重合触媒、自動車ブレーキパッド、顔料、高級ガラスの気泡を消す清澄剤などのガラス添加剤、抵抗素子やコンデンサ等の電子部品などの原材料としての用途がある。

金属アンチモンは鉛蓄電池に使用されているほか、鉛や錫などの金属の高硬度化や被切削性、耐摩耗性を向上させる特性から、快削鋼、軸受けに使用される減摩合金、硬鉛鋳物などに用いられる。

また、アンチモンは金属と非金属の中間の性質を示す半金属の1つで半導体に近い性質を持っており、シリコンにアンチモン添加したN型半導体や、インジウムとの化合物アンチモン化インジウムがⅢ－Ⅴ族半導体として使われる。また、ゲルマニウム・アンチモン・テルルの合金は安定なアモルファスを作り、高速に記録の書き換えができるため、DVDに用いられているほか、セシウムとの化合物セシウム化アンチモンが光電子増倍管の光電面に使用されている。

三硫化アンチモンは自動車ブレーキパッドの減摩耗剤や花火などの火薬原料として利用される。

2-1.世界の需給動向

アンチモン需要は自動車、家電、住宅の需要に左右されるが、2017 年の世界需要は成長を続ける自動車用難燃樹脂向けやポリエステル重合触媒向けは増加したものの、テレビ、モバイル機器用難燃樹脂向けや中国での鉛蓄電池向け等、一部は低迷しており、今後もこの傾向が続くと予想されている。一方、中国における「トイレ革命」が進展すると、洗浄トイレが増え、製品に使われる樹脂用の難燃剤向けのア

²アンチモナイト(antimonite)とも呼ばれる。

ンチモン需要が増えるのではないかとされている。

世界アンチモン鉱石生産量を表2-1、図2-1に示す。2017年のアンチモン鉱石生産量は全体では前年比83%の128,458tと減少し、国別生産量を見ると国により増減の変動に大きな差があった。産出国首位である中国は同89%の減少であり、前年4位の豪州も同42%の2,102tと激減し6位に後退した。ミャンマーは同 8倍の2,881t、ラオスは同 140%の339tと大幅に増え、ボリビアが同 107%、メキシコが同 108%と増加した。減少したのは、タジキスタン、キルギスタンが同 97%と微減、カザフスタンが同 70%、なお、ロシアは前年並みであった。

オマーンでStrategic & Precious Metals Processing Groupがアンチモン製品（メタル、三酸化アンチモン）の年産2万tの工場を新設し、2018年6月から試運転を開始したと報じられている。中国外のアンチモン製品の供給は拡大傾向にあり今後の動向が注目される。

中国では、自国の国土資源保護のために、2009 年より開始された採掘量総量規制は、2014 年に廃止されたが、アンチモン鉱山への外資の投資は依然として禁止されている。製錬への外資参入 50%未満の制限については 2017 年 6 月より解除されたが、外資投資の鉱山開発規制（探査、採掘の禁止）の緩和については不透明である。環境規制強化等により採掘コストが上昇しており、中国国産の鉱石に加え、国外から鉱石を輸入している。中国海関統計によると 2017 年の輸入量合計は前年比 129%の 69.6 千 t（マテリアルt）と増加した。ミャンマーからの輸入量が同 10.7 倍の 9.6 千tと急増したのに加え、ボリビア（同 132%、0.84 千t）、ロシア（同 111%、17.6 千t）等からの輸入量が増加し、一方、豪州（同 86%、10.5 千t）、タジキスタン（同 97%、24,931t）からの輸入量は減少している。

また、アンチモンの中国からの輸出については、過当競争を避ける目的で、輸出許可（EL）企業に EL 数量枠を発給していたが、2017 年より数量規制は撤廃された。貨物輸出入管理条例の輸出規制品目として残っているが、将来的には輸出規制はなくなる方向とみられている。

アンチモンは中国・雲南省の民間取引所である泛亜有色金属交易所（Fanya Metal Exchange、以下、Fanya）に上場されていた鉱種のひとつであり、2015 年前半までは Fanya の在庫量も需給バランスを見る上での重要なファクターであったが、Fanya の経営が破綻し、2015 年後半に雲南省地方政府の管理下に入った。18 千 t 超の取引所アンチモン在庫は凍結されており、価格が取得原価（推定 12 千\$/t）並みに達するまではこの状態が継続すると考えられる。

表 2-1 世界のアンチモン鉱石生産量

											単位: 純分t	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	100,230	112,000	129,831	123,900	135,600	152,100	123,193	120,700	108,000	96,000	89%	75%
タジキスタン	3,500	1,900	3,341	5,550	5,544	7,308	8,000	10,000	14,464	13,960	97%	11%
ロシア	3,000	3,000	6,039	6,348	6,400	6,520	6,520	7,420	6,600	6,600	100%	5%
ミャンマー	800	1,500	2,400	7,054	5,900	7,200	3,300	3,610	360	2,881	800%	2%
ボリビア	3,905	2,990	4,980	3,947	5,081	5,052	4,186	3,843	2,669	2,844	107%	2%
豪州	1,417	1,794	707	1,576	2,481	3,277	3,828	3,996	5,004	2,102	42%	2%
トルコ	1,300	1,320	1,320	2,340	7,119	4,512	3,070	1,917	2,000	1,999	100%	2%
キルギスタン	480	980	842	892	924	900	1,450	1,200	1,880	1,077	57%	1%
カザフスタン	890	597	785	800	864	-	481	916	574	400	70%	0%
ラオス	370	887	530	230	521	804	620	1,166	242	339	140%	0%
メキシコ	380	74	98	105	169	294	266	90	166	180	108%	0%
パキスタン	160	150	24	2	12	90	120	110	38	56	147%	0%
グアテマラ	-	-	-	-	62	159	-	-	25	20	80%	0%
南ア	3,674	2,090	2,257	2,391	3,044	2,332	815	400	-	-	-	-
タイ	422	555	705	442	672	488	706	-	-	-	-	-
ベトナム	276	266	243	286	480	1,238	1,373	219	218	-	-	-
その他	716	327	300	300	100	277	113	1	0	0	-	0%
合計	121,520	130,430	154,402	156,163	174,973	192,551	158,041	155,588	142,240	128,458	83%	100%

出典: World Bureau of Metal Statistics 「World Metal statistics Yearbook 2018 ANTIMONY World Mine Production」

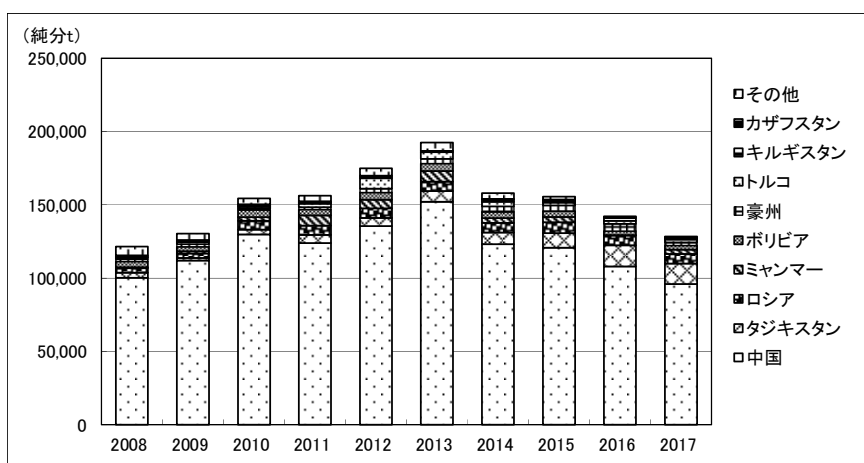


図 2-1 世界のアンチモン鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

アンチモンの国内需給を表2-2、図2-2に示す。2017年の国内アンチモン供給量は、塊・粉は前年並みの5,687tであったが、三酸化アンチモンは前年比108%と増加し、合計では同103%の9,676tであった。

アンチモン原料・素材輸出は同110%の1,513tで、内需と合わせた需要量は同106%の6,563tと堅調であった。

アンチモンは塊(金属インゴット)で輸入されるほか、三酸化アンチモンや三硫化アンチモンに精製して輸入される。2017年の三酸化アンチモン輸入量は同108%の3,988tであった。

三硫化アンチモンは2016年より財務省貿易統計の対象外となり、輸入数量が非公表となったが、全量が輸入で、日本国内では粒度調整などの加工のみを行っていると考えられる。

表 2-2 アンチモンの国内需給

			単位:純分t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入 ¹⁾	塊・粉	6,740	3,845	6,885	6,929	6,365	5,382	6,540	5,138	5,733	5,687	99%
		三酸化アンチモン	6,456	3,901	5,908	4,369	3,910	3,575	4,036	3,684	3,691	3,988	108%
		三硫化アンチモン	162	67	312	347	359	339	321	357	—	—	—
		小計	13,358	7,812	13,105	11,644	10,634	9,296	10,896	9,179	9,423	9,676	103%
		合計	13,358	7,812	13,105	11,644	10,634	9,296	10,896	9,179	9,423	9,676	103%
需要	三酸化アンチモン (国内メーカー出荷 実績) ²⁾	難燃助剤	4,428	3,757	4,848	3,700	3,565	3,328	3,537	3,312	3,480	3,789	109%
		塗料・顔料	182	239	270	197	182	198	184	191	186	216	116%
		ガラス	14	27	26	7	5	54	18	5	4	4	100%
		その他	787	1,144	1,517	1,060	883	917	1,203	1,049	938	826	88%
		小計	5,411	5,167	6,661	4,965	4,634	4,498	4,942	4,556	4,608	4,835	105%
	地金 ³⁾	地金生産量	325	239	304	439	143	139	94	15	12	22	189%
		前期繰越在庫	—	—	—	—	245	199	184	184	178	193	108%
		小計	325	239	304	439	388	338	278	199	190	215	113%
		三硫化アンチモン輸入量(摩擦材・他) ¹⁾	162	67	312	347	359	339	321	357	—	—	—
		小計	5,898	5,472	7,277	5,750	5,381	5,175	5,541	5,113	4,798	5,050	105%
		アンチモン原料・素材輸出合計 ¹⁾	2,380	1,819	2,226	2,965	1,783	1,901	1,799	1,598	1,381	1,513	110%
	合計	8,278	7,292	9,502	8,716	7,164	7,076	7,339	6,711	6,179	6,563	106%	
供給－需要			5,080	521	3,603	2,929	3,470	2,220	3,557	2,468	3,244	3,113	96%

出典: 1) 財務省貿易統計、2) 工業レアメタルNo.134 P59 表4 三酸化アンチモン用途別出荷実績

3) 経済産業省「非鉄金属等需給動態統計」※2012年から前期繰越在庫分を表に加えた。

純分換算率: (2011年以前) 三酸化アンチモン83.5%、三硫化アンチモン70%

純分換算率: (2012年以降) 三酸化アンチモン82.5%、三硫化アンチモン71.0%

※三酸化アンチモンの需要量には輸入された三酸化アンチモンを含めていない。

※三硫化アンチモンは2016年より貿易統計のHSコード(283090020)が削除された。

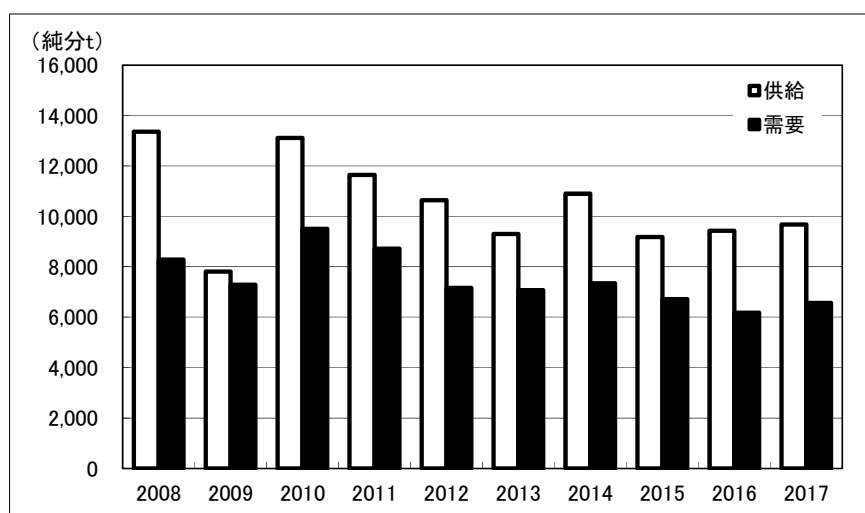


図 2-2 アンチモンの国内需給

2-2-1.三酸化アンチモン

三酸化アンチモンの用途別出荷実績を図 2-3 に示す。需要先としては自動車、家電、建築関連向けの難燃助剤が最も多く、2017 年には全体の 78.4%を占めた。

塗料・顔料は 4.5%、ガラス清澄剤が 0.1%、残り 17.1%がその他である。その他の需要については 2014 年以降大きな変動はなく、PET 重合触媒向けは 55%程度(全体に占める比率は約 9%強)、ブレーキ摩擦材向けは 25%程度(同約 4%強)、電子部品向けは 20%程度(同約 3%強)とみられる。

三酸化アンチモンの国内主要生産企業は、輸入した金属アンチモンから三酸化アンチモンを製造している。

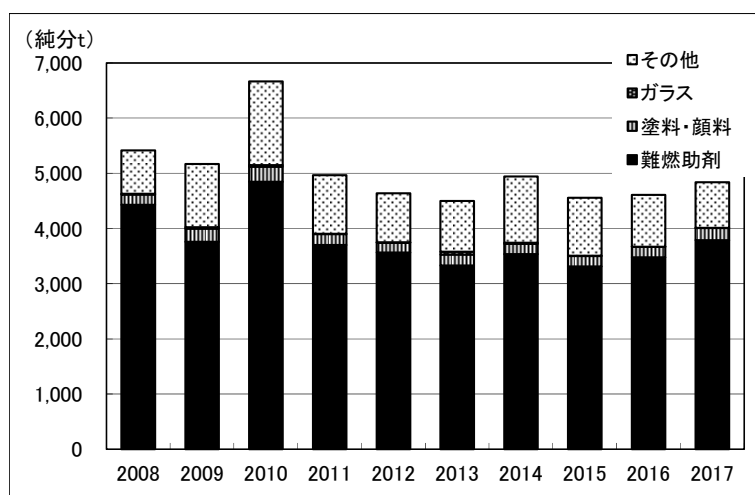


図 2-3 三酸化アンチモンの用途別出荷量

(1)難燃助剤

自動車や家電製品、事務機器、建材などでは軽量化のため、従来金属が使用されていた部材が樹脂へと置き換えられているが、樹脂の中でもポリプロピレン(PP)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリスチレン(PS)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ナイロン(PA)などは燃えやすく自消性がないため、難燃剤を添加する。難燃剤はハロゲン系(臭素系、塩素系)が一般的であるが、この難燃効果を向上させるための助剤として三酸化アンチモンが添加される。

例えば電子機器のコネクター、配線ケーブルや電子スイッチなど、内部で電気が発生したり熱がかかったりする用途では樹脂の発火リスクがあるため、樹脂に難燃剤を添加する。電子機器だけでなく、エンジン周りを中心とする自動車樹脂部品や樹脂建材などにも難燃剤は不可欠である。自動車の内装で多いのは、カーシート(繊維製品)向けの難燃剤である。樹脂ではそのものに難燃性があるものもあり、ポリカーボネート(PC)やポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリフェニレンスルフィド(PPS)などのエンジニアリング・プラスチック、スーパーエンジニアリング・プラスチックには難燃剤は不要である。ただ、エンジニアリング・プラスチック、スーパーエンジニアリング・プラスチックは高価であるため、一般消費財やポリウレタンの大きな用途では汎用樹脂に難燃剤を添加したものが主に使用される。また、塩化ビニル(PVC)は元々自消性があり難燃剤は不要であるが、可塑剤などを添加する軟質 PVC にはアンチモン系難燃剤が使用される。

難燃剤向け出荷量は 2014 年以降自動車向けが好調であり、2015 年は消費増税対応仮需分が減少したものの、2016 年以降増加に転じ、2017 年は前年比 109%の 3,789t と伸長しており、難燃剤向けの出荷割合も 78%と対前年 3 ポイント上昇している。

家電及び事務機器関連ではテレビや通信機器、OA 機器の需要縮小をはじめ、白物家電の国内生産減少の影響で、ここ数年減少しているとみられる。また、ABS 樹脂からポリカーボネート-ABS アロイ(PC/ABS)への代替が進められたが、この場合 PC は難燃性を持つが、リン系難燃剤は少量使われている。

自動車関連ではガソリン車も燃料関係、電気系統等の樹脂系部品に難燃剤が使用されている。また電気自動車になると電気配線や電気系統が増えるため、より厳しい難燃性が求められることから、自動車の国内生産は減少しても、1 台当たりの難燃剤使用量は増加し、難燃剤の使用量は一定レベルを維持すると予想されている。

(2)PET 重合触媒

PET 重合触媒向けのアンチモン需要量は正確な統計などは無い。PET 樹脂の主な用途としてはボトル、繊維、フィルム・シート、成形材料などがあるが、アンチモンは樹脂を重合する段階で使用するため、具体的な用途別需要構成比は不明である。このうちフィルムについては国内メーカーが高いシェアを確保しているが、ボトルや繊維、成形材料は海外メーカーのシェアが圧倒的に高く、PET 重合向け三酸化アンチモンは需要量の 90%が輸出される。

主要用途の一つであるボトル用では、日本国内で重合される分に関しては、アンチモン触媒の代替として、ほとんどゲルマニウム系触媒が使用されている。

ボトル用 PET 樹脂の触媒もアンチモンの使用が一般的である。そのため海外でボトルリングされた飲料が日本に輸入される場合、その容器が PET ボトルであれば、触媒にはアンチモンが使用されていることが多い。また最近触媒にアンチモンを使用した PET ボトル用のチップ(樹脂)が輸入されている。

(3)その他(ブレーキ摩擦材、塗料・顔料、電子部品、ガラス清澄剤)

ブレーキパッドは摩擦によるブレーキの制動力を左右する部品であり、摩擦材としてアンチモンが使用されている。しかし、最近ではカリフォルニアの環境規制(粉じん排出規制)によりアンチモンはグレーズン物質とされており、今後規制が行われると需要減少の可能性もある。

塗料・顔料は道路標識向け黄色顔料(チタンイエロー、クロムイエロー)への添加が中心であり、インフラ整備や震災復興関連等の道路整備推進とも関連し、2017 年の需要量は 216t と増加した。

電子部品は電子セラミックス、バリスタ、避雷針などに添加される。アンチモンを添加することで過電圧抵抗値を下げる効果がある。

ガラスは TV 用ブラウン管の清澄剤として使用されていたが、ブラウン管から LCD へとシフトしたため、現在では光学レンズ(カメラ、複写機など)向けに一部残っている程度である。2017 年の需要量は 4t とみられる。

2-2-2.金属アンチモン

金属アンチモンの需要量を表 2-3、図 2-4 に示す。

2017 年の国内需要は前年並みの 625t であった。主な用途は特殊鋼向け（電磁鋼板のドーピング用）、蓄電池用、硬鉛鋳物（ベアリング、ホワイトメタル、軸受け、大型モーター）などであり、用途別構成比は、特殊鋼向けが 47%、蓄電池向けが 39%、その他 14%となっている。

金属アンチモンの 2017 年の国内地金生産量

この他、輸入されたアンチモンメタルは三酸化アンチモンの原料に使われる以外に、アンチモン合金向けのほか、特殊鋼などに輸入金属アンチモンも使用されている。

表 2-3 金属アンチモンの用途別需要量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
特殊鋼	257	299	299	269	275	271	259	257	292	296	101%	47%
蓄電池	421	277	324	311	244	253	235	231	239	243	101%	39%
硬鉛鋳物	47	25	20	21	25	33	11	-	-	-	-	-
減摩合金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
その他	59	59	52	39	53	42	59	58	101	86	85%	14%
合計	784	660	696	641	597	599	565	545	632	625	99%	100%

出典：経済産業省「非鉄金属需給動態統計」

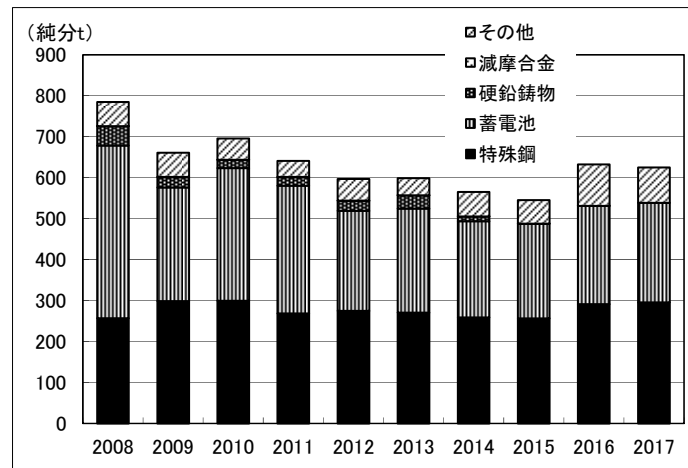


図 2-4 金属アンチモンの用途別需要量

2-2-3.三硫化アンチモン

三硫化アンチモンの 2015 年の輸入量は前年比 111% の 357t であった（表 2-5 参照）が、2016 年より貿易統計の HS コードが削除されたため、年間輸入量は非公表となった。主要用途は約 95% がブレーキパッド（摩擦材など）向けであり、自動車の動力がガソリンエンジンから電気へと変化する中でブレーキパッドのサイズが小さくなっており、需要は縮小傾向にある。また、花火向けの火薬での需要はごくわずかとみられている。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

アンチモンの輸出入量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年の輸入量は前年比 104% の 9,858t と微増であったが、輸出量は同 109% の 1,515t と増加した。輸入では塊・粉については、同 99% の微減であったが、三酸化アンチモンを含む酸化物の輸入については、同 108% の増加となった。輸出では塊・粉は同 620% と急増、酸化物は同 90% の減少だったが、製品は同 44% の減少で 2016 年以降大きく減少しており、輸出は変動が激しい。

輸入品のうち塊・粉の比率は 58%、酸化物の比率は 40% である。輸入酸化物の 99.9% が主に難燃助

剤向けの三酸化アンチモンである。難燃助剤は家電等に使用されるが、汎用家電生産拠点などの海外シフトが進行し、国内で生産される家電は高付加価値品のみとなっている。このため、最近では三酸化アンチモンの輸入量は減少傾向にあったが、2017年は増加に転じた。

輸出品では79%を酸化物が占めており、これは主にPET樹脂触媒向けの三酸化アンチモンの輸出である。塊・粉の輸出は21%程度を占める。

表 3-1 アンチモンの輸出入数量

			単位：純分t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	4	0	0	0	0	3	9	17	30	179	602%
		輸出	468	0	0	990	19	0	0	0	0	0	-
		輸入－輸出	-464	0	0	-990	-19	3	9	17	30	179	602%
素材	塊・粉	輸入	6,740	3,845	6,885	6,929	6,365	5,382	6,540	5,138	5,733	5,687	99%
		輸出	436	583	662	542	480	543	325	254	52	321	620%
	くず	輸入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		輸出	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	酸化物	輸入	6,850	3,942	5,921	4,395	4,003	3,755	4,162	3,785	3,701	3,992	108%
		輸出	1,470	1,237	1,563	1,433	1,284	1,358	1,474	1,344	1,330	1,192	90%
	うち三酸化アンチモン	輸入	6,456	3,901	5,908	4,369	3,910	3,575	4,036	3,684	3,691	3,988	108%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	三硫化アンチモン	輸入	162	67	312	347	359	339	321	357	-	-	-
		輸出	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
	小計	輸入	13,752	7,853	13,118	11,671	10,727	9,476	11,023	9,280	9,433	9,679	103%
		輸出	1,912	1,819	2,226	1,975	1,764	1,901	1,799	1,598	1,381	1,513	110%
		輸入－輸出	11,840	6,034	10,893	9,695	8,963	7,574	9,224	7,681	8,052	8,166	101%
小計	小計	輸入	13,756	7,853	13,118	11,671	10,727	9,479	11,032	9,297	9,463	9,858	104%
		輸出	2,380	1,819	2,226	2,965	1,783	1,901	1,799	1,598	1,381	1,513	110%
		輸入－輸出	11,376	6,034	10,893	8,705	8,944	7,578	9,233	7,699	8,082	8,345	103%
製品	製品	輸入	60	40	40	40	0	0	0	0	0	0	-
		輸出	7	6	4	2	41	63	1	21	6	3	44%
		輸入－輸出	53	34	37	38	-41	-63	-1	-21	-6	-2	37%
合計	合計	輸入	13,816	7,893	13,158	11,711	10,727	9,479	11,032	9,297	9,463	9,858	104%
		輸出	2,387	1,826	2,229	2,968	1,824	1,964	1,800	1,619	1,387	1,515	109%
		輸入－輸出	11,429	6,067	10,929	8,743	8,903	7,515	9,232	7,677	8,076	8,343	103%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：(2011年以前)三酸化アンチモン83.5%、三硫化アンチモン70%

純分換算率：(2012年以降)三酸化アンチモン82.5%、三酸化アンチモン以外の酸化物84.0%、三硫化アンチモン71.0%

※原料は鉱石、素材は塊・粉、くず、酸化物、三硫化アンチモン、製品は製品による。

※三硫化アンチモンは2016年より貿易統計のHSコード(283090020)が削除された。

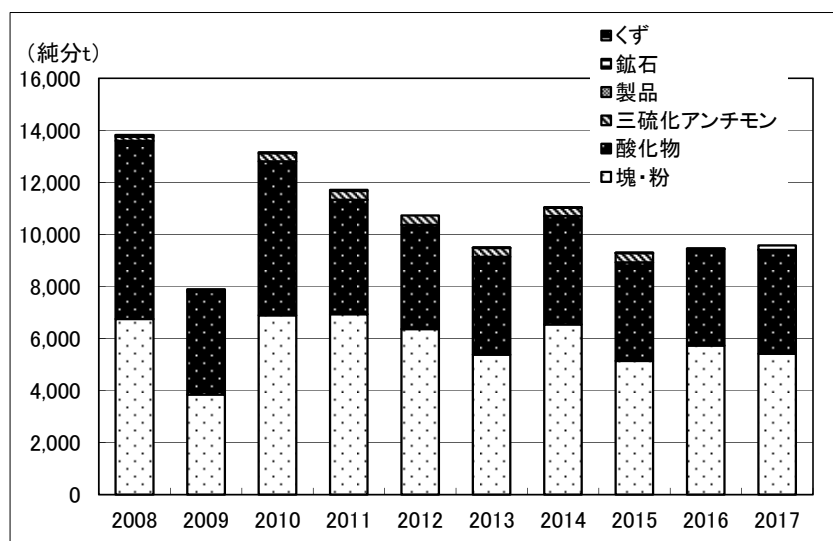


図 3-1 アンチモンの輸入数量

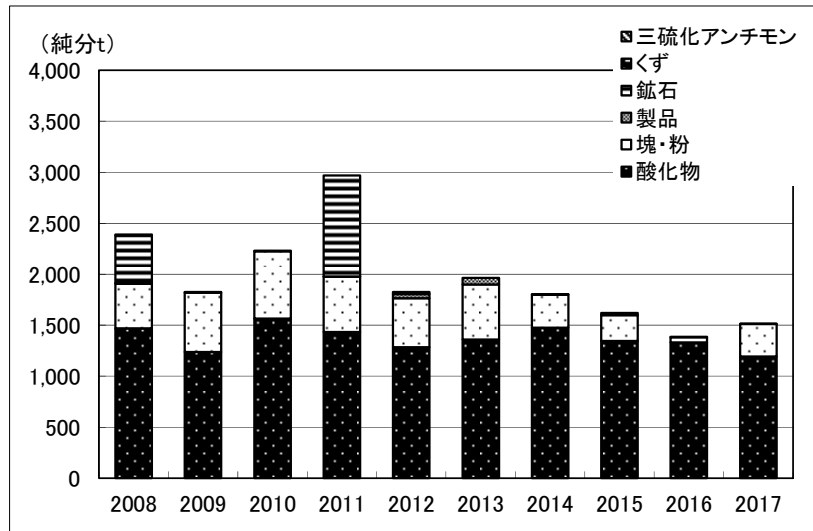


図 3-2 アンチモンの輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.アンチモン鉱石

アンチモン鉱石の輸出入相手国を表 3-2 に示す。日本では鉱石からのアンチモン生産は行っておらず、塊・粉(金属アンチモン)を原料として使用しているため、基本的に鉱石の輸出入は行われていない。ただ、アンチモン鉱石の売り込み等があると、評価試験のため国内に持ち込まれるケースがある。この他、マッチの側薬などの用途でも少量ではあるが使用されており、その分がスポット的に輸入されることもある。2017 年はインドから前年比 8 倍の 165t、同 1.4 倍のオーストリアからと併せ、同 8 倍の約 180tが輸入された。

表 3-2 アンチモン鉱石の輸出入相手国

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	インド	-	-	-	-	-	-	-	-	19.8	165	834%	92%
	オーストリア	-	-	-	-	-	3	9	13	10	14	136%	8%
	トルコ	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
	中国	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	-	-	-	-	-	-	0.45	0	-	-	-	-
	合計	4	-	-	-	-	3	9.45	17	30	179	602%	100%
輸出	中国	468	-	-	990	19.35	-	-	-	-	-	-	-
	豪州	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	合計	468	-	-	990	19.35	-	-	-	-	-	-	-

出典：財務省貿易統計

純分換算率：(2011年以前)100%、(2012年以降)45%

3-2-2.塊・粉(金属アンチモン)

塊・粉の輸出入相手国を表 3-3、輸入相手国を図 3-3 に示す。粉で輸入されるケースは殆どなく、基本的に塊(インゴット)として輸入される。2017 年の主な輸入相手国は中国、ベトナム、韓国であり、輸入量の 65%を中国、17%をベトナム、12%を韓国が占める。韓国では Korea Zinc がアンチモンメタルの製造を開始し、輸入量が前年比約 9 倍の 678tと急増した。次いで同 170%のタイが続き、インドも同 51%の 31tと少量だが、輸入を継続している。

以前は中国への依存度が高かったが、中国以外の輸入量も増加して依存度も逡減している。また、オマーンで 2018 年から金属アンチモン年産 2 万tのプラントが計画されており、今後の動向が注目される。

2017 年の輸出相手国は、米国向けが急増し、163tと全体の 51%を占めた。2008 年～2013 年の輸出货量

の約4割を占めた中国が2014年以降ゼロのままであり、インド向けが19%、台湾、ベルギー、インドネシア、タイ向けが各5～6%を占める。この他、シンガポール、マレーシアなどに輸出され、主に鉛蓄電池向けに使用されている。

表 3-3 塊・粉の輸出入相手国

		単位: 純分t										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸 入	中国	6,146	3,644	6,351	5,959	5,321	4,240	5,420	3,898	3,997	3,705	93%	65%
	ベトナム	554	182	533	791	836	770	725	784	1,392	994	71%	17%
	韓国	-	-	-	-	-	-	54	10	78	678	871%	12%
	タイ	-	-	-	64	20	120	60	240	165	280	170%	5%
	インド	-	-	-	62	167	191	160	30	60	31	51%	1%
	キルギス	-	-	-	-	20	60	100	114	-	-	-	-
	その他	40	19	1	52	0	1	20	61	41	0	-	0%
	合計	6,740	3,845	6,885	6,929	6,365	5,382	6,540	5,138	5,733	5,687	99%	100%
輸 出	米国	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	-	51%
	インド	0	0	0	0	0	40	31	109	20	61	301%	19%
	台湾	240	245	238	237	218	204	196	60	0	20	-	6%
	タイ	8	9	17	15	73	20	14	19	13	19	148%	6%
	インドネシア	4	8	74	40	11	11	15	12	17	15	88%	5%
	中国	178	315	328	244	1	214	-	-	0	0	-	0%
	その他	7	6	5	7	178	55	69	55	2	43	2139%	13%
	合計	436	583	662	542	480	543	325	254	52	321	620%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 塊・粉100%

2017年輸出その他にベルギー20t、ベトナム19tを含む

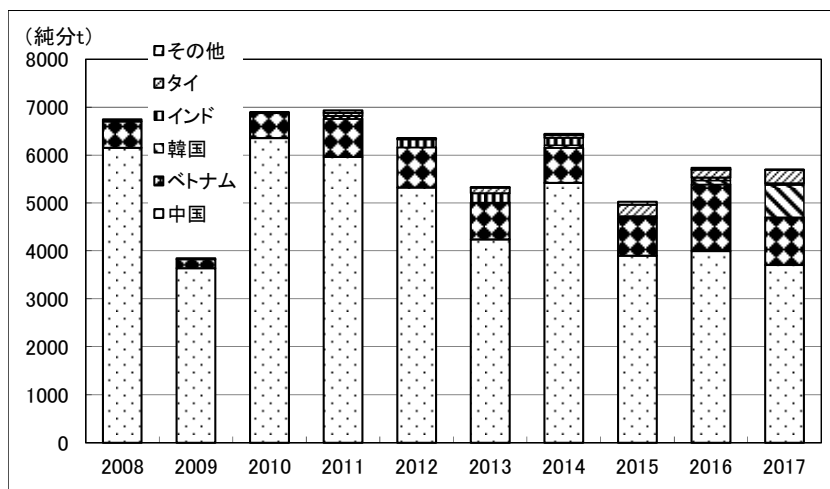


図 3-3 塊・粉の輸入相手国

3-2-3.三酸化アンチモン

三酸化アンチモンの輸入相手国を表 3-4、図 3-4 に示す。2017 年は全体の 87% を中国に依存している。2014 年から輸入を開始したタイは 2016 年より急増し、2017 年は前年比 93% と若干減少したが、全体の 11% を占めて 2 位であった。2012 年～2015 年に中国に次いで 2 位であったミャンマー品は品質面が劣る面があり、2017 年の輸入量は 0 であった。

中国品が多く輸入されており、中国品の価格は関税のないタイ品よりは若干高いが、それ以外の他国品と比べて大きな差はない。

表 3-4 三酸化アンチモンの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	中国	6,186	3,864	5,739	4,134	3,815	3,372	3,911	3,347	2,990	3,455	116%	87%
	タイ	3	—	—	—	—	—	8	116	491	458	93%	11%
	ベルギー	—	—	—	—	—	—	15	34	14	45	318%	1%
	ミャンマー	—	—	—	—	33	161	33	132	149	—	—	—
	その他	266	38	169	235	62	42	68	55	48	31	64%	1%
	合計	6,456	3,901	5,908	4,369	3,910	3,575	4,036	3,684	3,691	3,988	108%	100%

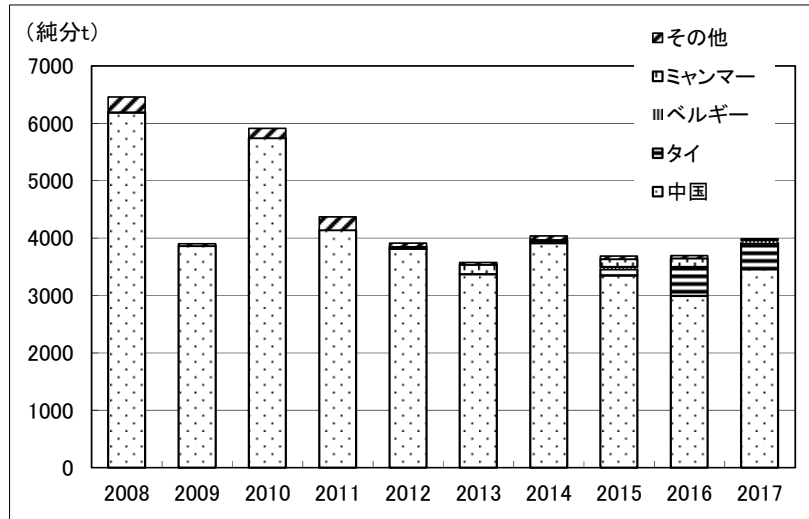


図 3-4 三酸化アンチモンの輸入相手国

3-2-4.三硫化アンチモン

三硫化アンチモンの輸入相手国を表 3-5、図 3-5 に示す。2015 年は全体の 67%がオーストリア、33%が中国からの輸入であったが、2016 年より貿易統計の HS コードが削除されたため、年間輸入量は非公表となった。

表 3-5 三硫化アンチモンの輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	オーストリア	0	0	202	233	273	252	222	239	—	—	—	—
	中国	162	67	110	114	87	87	99	116	—	—	—	—
	その他	0	0	0	0	0	0	0	2	—	—	—	—
	合計	162	67	312	347	359	339	321	357	—	—	—	—

出典: 財務省貿易統計

純分換算率(2011年以前)70%、(2012年)71.0%

※三硫化アンチモンは2016年より貿易統計のHSコード(283090020)が削除された。

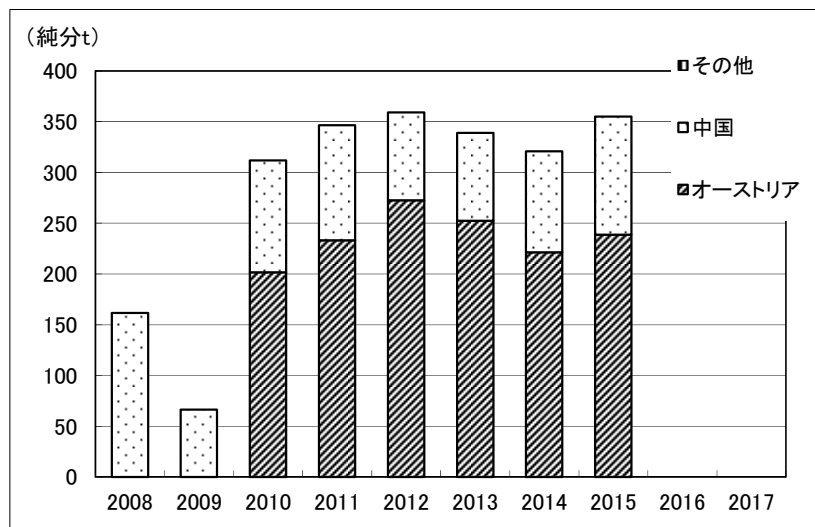


図 3-5 三硫化アンチモンの輸入相手国

3-3.輸出入価格

アンチモンの原料、素材、製品の平均輸出入価格を表 3-6、図 3-6、図 3-7 に示す。世界のアンチモン産出量の大部分を占める中国が価格決定権を握っている。また、価格低下を抑制する目的で中国による備蓄が行われている。平均輸入価格は 2010 年から 2011 年にかけて中国の経済発展と生産量規制により、アンチモン需給がタイトになり急激に跳ね上がった。2012 年以降は需給バランスも緩和され、また、中国が経済の減速感に対してアンチモンの生産を緩めなかったこと等も影響し、価格は 2016 年まで低下を続けていたが、2017 年は中国の環境対策によるコストアップの影響等で上昇に転じた。

酸化物の平均輸出価格も同様の傾向を示している。また、塊・粉の平均輸出価格については 2016 年に輸出量が対前年比 20%と激減し、相対的に高値の輸出先であるインドネシアへの輸出割合が多くなった為、急上昇した。2017 年は輸出量が回復し、相対的に安値輸出先の台湾、ベトナム等への輸出量も復活し、同 63%の 9.4 千\$/t と従来価格ベース近くまで戻った。

表 3-6 アンチモンの平均輸出入価格

			単位: 千\$/t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	14.3	0.0	0.0	0.0	—	10.9	10.1	7.4	4.9	3.1	63%
		輸出	1.7	—	—	—	3.0	—	—	—	—	—	—
素材	塊・粉	輸入	6.4	5.8	8.8	15.1	13.2	10.8	9.6	7.8	6.4	8.3	129%
		輸出	4.0	3.5	5.5	10.1	10.5	6.2	8.5	8.8	15.0	9.4	63%
	酸化物	輸入	5.5	4.9	7.6	12.7	11.0	9.5	8.4	7.1	5.4	7.4	137%
		輸出	8.4	7.5	10.0	15.8	16.1	12.8	12.5	10.6	10.1	10.4	103%
	三硫化アンチモン	輸入	5.2	4.9	7.2	11.7	11.2	9.5	8.9	7.4	—	—	—
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
製品	製品	輸入	7.6	5.9	9.8	14.8	5,499.5	6,772.2	4,654.4	1,073.2	755.2	190.7	25%
		輸出	124.6	195.3	632.4	786.4	42.4	28.7	669.7	29.4	54.2	80.9	149%

出典: 財務省貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

鉱石以外は\$/kg=千\$/tとの考え方で数値を記入している。

三硫化アンチモンは2016年より貿易統計のHSコード(283090020)が削除された。

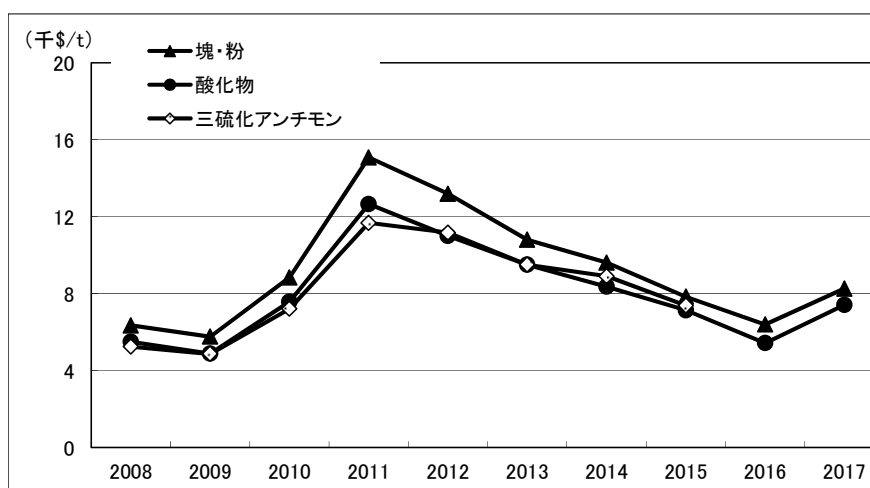


図 3-6 アンチモンの平均輸入価格

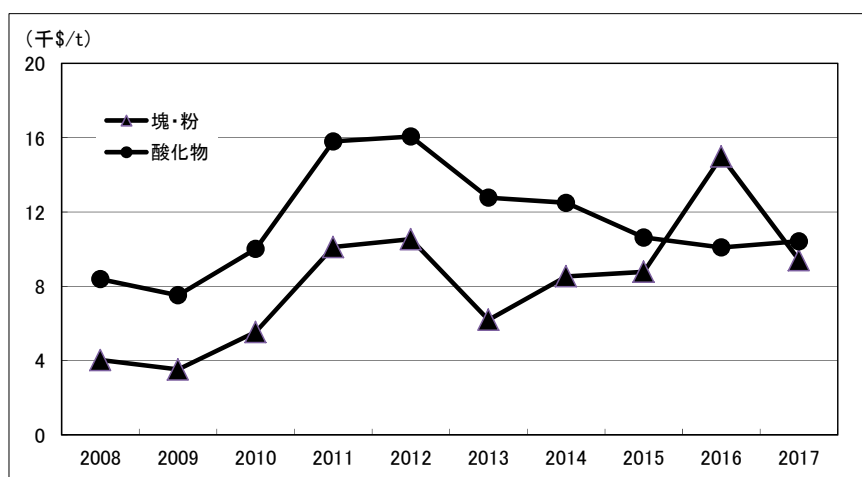


図 3-7 アンチモンの平均輸出価格

4.リサイクル

アンチモンのリサイクル率は以下の定義により推計すると 0%である。廃バッテリー（鉛蓄電池）のアンチモン合金は再度蓄電池用電極として再利用されているが、そのまま廃バッテリーとして韓国に輸出される分もあるため、全量が国内で循環しているわけではない。

アンチモンを主目的として製品からのアンチモン回収・リサイクルは行われていない。一部電子基板あるいは廃電線などからのシュレッダーダスト等からの非鉄金属の副産物としてアンチモンが回収されるが、これは不純物が多く難燃剤に色がついたり、EU による電子・電気機器における特定有害物質の使用制限指令 (RoHS :Restriction of Hazardous Substances) で規制されている物質が混ざっていたりするケースがあり、使いにくい。

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	$\text{＝(国内発生量)＋(原料・素材の輸入量)－(原料・素材の輸出量)}$

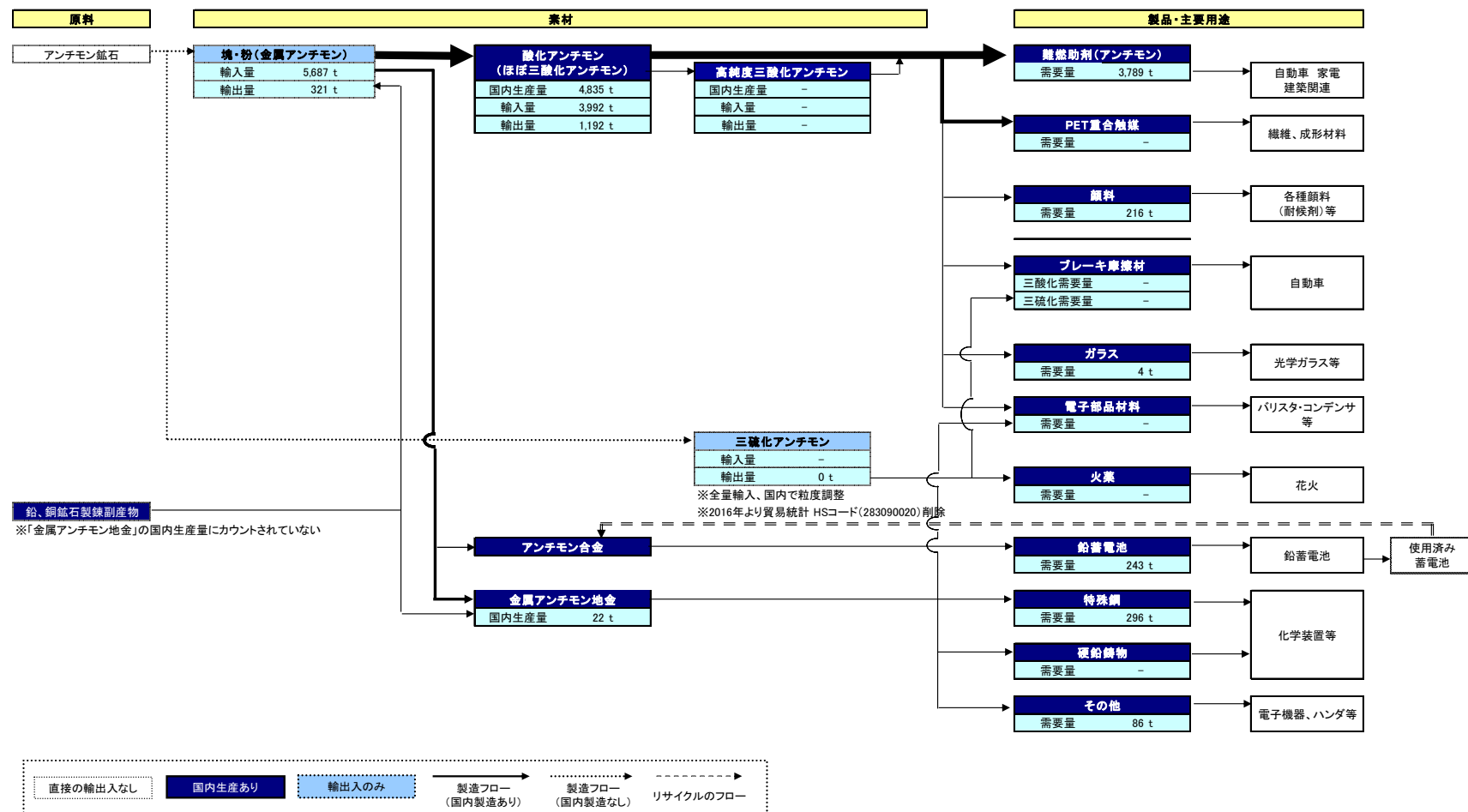
※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※原料は鉱石、素材は塊・粉、くず、酸化物、三硫化アンチモンの合計値

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

5. マテリアルフロー

アンチモンのマテリアルフロー(2017 年)



※最終製品での需要量は需要の大きい三酸化・三硫化・金属アンチモンのみのもので、酢酸・五酸化・三塩化・五塩化アンチモンは含まれていない。

※三硫化アンチモンを除き、製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※純分換算率: 三酸化アンチモン82.5%、三硫化アンチモン71.0%

※三硫化アンチモンは2016年より貿易統計のHSコード(283090020)が削除された。

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

鉄 Fe

【用途】最も多く生産され、広く利用されている金属

基礎資材の中心的存在で、建築・土木、自動車・船舶、産業機械、容器などあらゆる分野で使用されている。普通鋼は一般建材、事務機などの生活日用品、自動車部品、電気製品などに使われている。また特殊鋼は工具、構造材、バネ、軸受けなどに使用される。特殊鋼の一種であるステンレスは耐候性、耐食性に優れ、建材、産業機械、医療器具、キッチン用品などに利用されている。

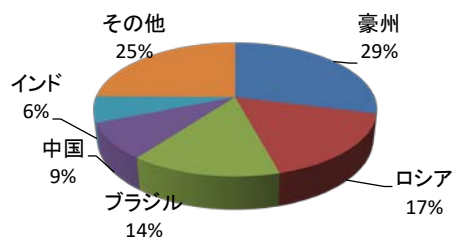
【特性】

- ・強度が高く、加工性に優れる
- ・大量に生産され、安価である
- ・大量にリサイクルされている

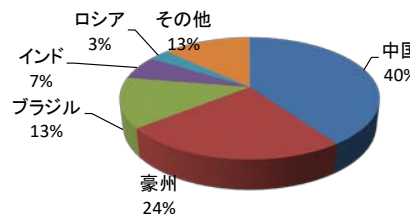
【資源国と消費国】

〔国名、構成比(%)〕(2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018

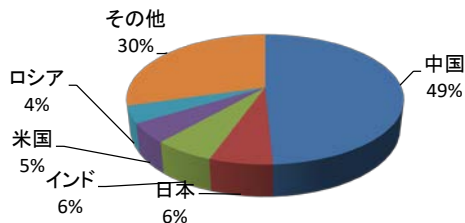
国別埋蔵量 (合計 83,000 純分百万t)



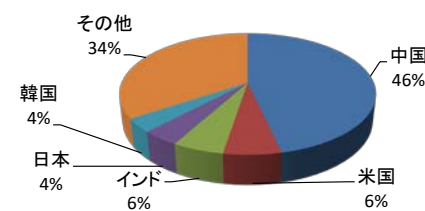
国別鉄鉱石生産量(合計 3,190 マテリアル百万t)



国別粗鋼生産量(合計 1,688 マテリアル百万 t)

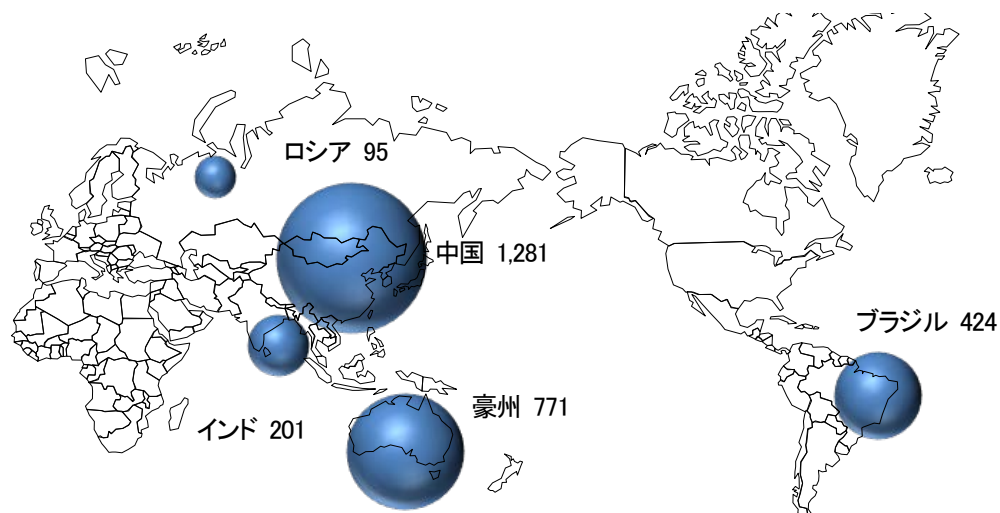


国別鋼材消費量(合計 1,587 マテリアル百万 t)



【世界の主要鉱石生産国】中国、豪州、ブラジルが3大生産国

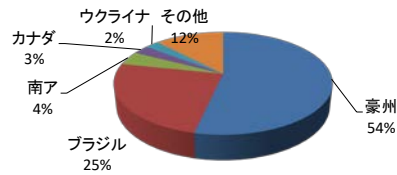
国名、国別生産量(マテリアル百万 t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



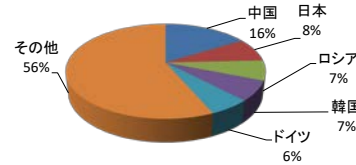
【貿易概況】（2017 年世界計）出典：WBMS2018、Steel Statistic Yearbook2017、財務省貿易統計

■世界

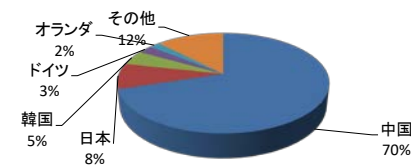
鉄鉱石主要輸出国（2017 年合計 1,547 マテリアル百万 t）



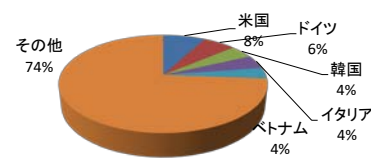
鋼材主要輸出国（2017 年合計 マテリアル 463 百万 t）



鉄鉱石主要輸入国（2017 年合計 1,533 マテリアル百万 t）

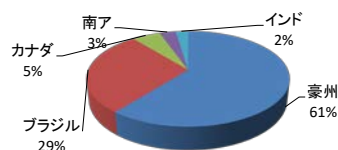


鋼材主要輸入国（2017 年合計 マテリアル 452 百万 t）

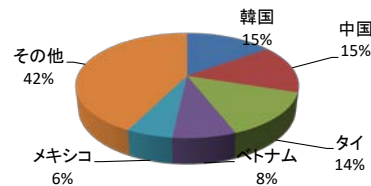


■日本

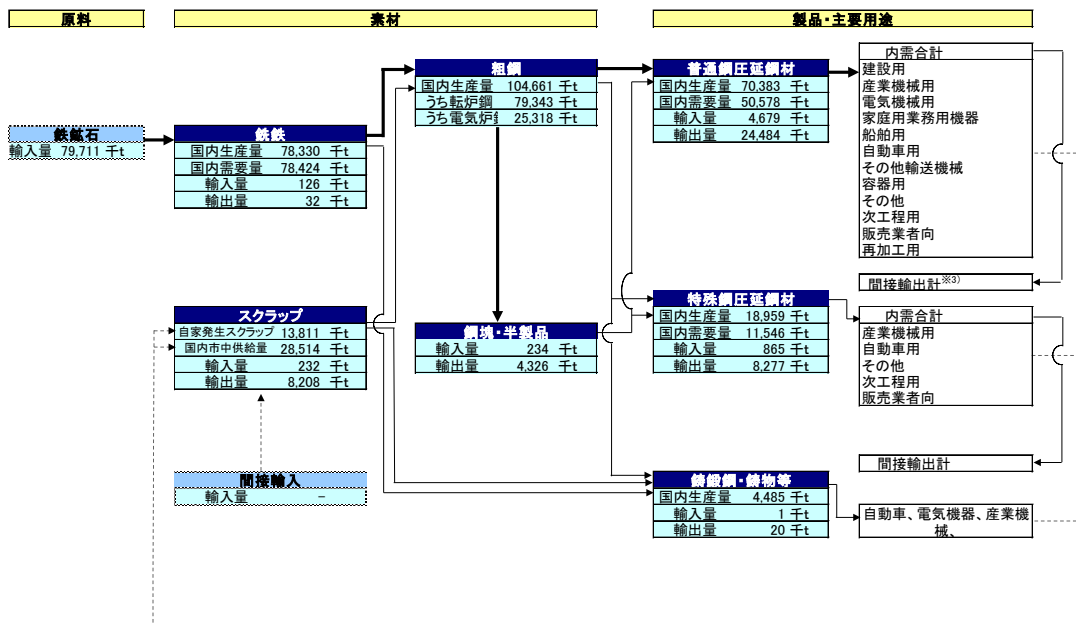
鉄鉱石主要輸入相手国（2017 年合計 79,711 マテリアル千 t）



普通鋼材主要輸出相手国（2017 年合計 24,484 マテリアル千 t）



【鉄鉱石から製品まで】 出典：財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・2017 年の世界鉄鉱石生産量は前年比 95%と減少した。中国の鉄鉱石生産量が環境規制強化の影響で減少したことが主な要因である。中国は海外から鉄鉱石を輸入した。
- ・2017 年の世界粗鋼生産量は前年比 104%と増加した。中国はこのうち、49%の粗鋼を生産した。世界粗鋼需要は、インド、ASEAN さらに長期的にはアフリカ、中近東のインフラ整備や耐久消費財向けに今後も増加すると見られる。
- ・日本は豪州、ブラジルから鉄鉱石を輸入し、2017 年に普通鋼鋼材を 2,450 万t(マテリアルベース)、特殊鋼鋼材を 830 万t輸出した。
- ・使用を終えた鉄鋼製品は大量にリサイクルされている。日本は 2017 年に 820 万tの鉄スクラップを輸出した。日本はこれまで雑品スクラップを多く中国向けに輸出してきたが、2019 年以降中国が雑品スクラップの輸入を禁止するため、中国以外への輸出や国内処理拡大が必要になる。

1.特性・用途

(1)鉄・粗鋼

鉄の原料は主に磁鉄鉱(Fe_3O_4)や、赤鉄鉱(Fe_2O_3)である。鉄は地殻中に5.0%含まれており、酸素46.6%、ケイ素27.7%、アルミニウム8.1%に次いで4番目に多く存在する元素である。

鋼材は、鉄鉱石を主原料として高炉と転炉を用いる転炉法(間接還元製鉄法)及び直接還元製鉄法(DRI: Direct Reduced Iron)と、鉄スクラップを主原料として電気炉で製鋼する電気炉法などにより製造される。

高炉による鋼材の製造工程については、大きく製鉄、製鋼、圧延(熱間、冷間)の3段階に分かれる。製鉄の段階では主原料の鉄鉱石とコークス、石灰石を高炉に投入して鉄鉄をつくる。

製鋼の段階では鉄鉄と鉄くずなどを転炉に入れて粗鋼を生産する。転炉で造られた粗鋼から主に圧延用、鍛鋼用、鋳鋼用などそれぞれの用途に応じて鋼塊が造られる。

DRI(Direct Reduced Iron)は鉄鉱石(塊鉄石・ペレット)を還元ガスや石炭などの還元材を使って低温で直接還元する製鉄法で製造したものである。DRIは還元時に鉱石から酸素が抜けるため多数の気孔が空いた形状をしており、その形状からスポンジ・アイアンとも呼ばれている。DRIは鉄源として製鋼原料に用いられる。DRIは日本では行われていない。

(2)鋼

鋼には色々な種類があり、製錬・圧延工程、炭素及びその他金属の含有量などによって強度や特性が異なる。

転炉や電気炉で造られた溶鋼は一旦固めるため連続铸造という工程を経てスラブ、ブルーム、ビレットなどと呼ばれる半製品になる。

電気炉にはアーク式と高周波誘導式があるが、主流はアーク式である。アーク式の電気炉には太い電極が垂直に差し込まれており、電流を流すと炉の中のスクラップとの間でアークが発生する。このとき発生した電弧熱で鉄スクラップが溶ける。さらに、より高温にするため酸素を吹き込み、反応熱を得る酸化精錬を行う。その後、還元精錬では酸化精錬でできた酸化性の電気炉スラグを炉の外へ出し、粉コークスと生石灰などを加えて、還元性の電気炉スラグを形成させる。スラグの常時還元性を保つため、さらに粉コークス、フェロシリコンなどを加えながら鋼を目的とする成分にしていく。日本では、1つの電気炉でできる鋼の量は50~120tであり、大型炉では400tを生産できるものもある。

半製品を圧延(熱間・冷間)することで、熱間圧延製品(鋼矢板、軌条、形鋼、棒鋼、線材、鋼板、鋼帯など)や冷間圧延製品(薄板、鋼板、広幅帯鋼、磨帯鋼、電気鋼帯など)を作る。圧延以外の加工法としては、古くから鑄造法、鍛造法などが用いられている。鑄造法は高温で液体状態にした原料を型に流し込み、冷やして目的の形状に固める加工方法である。鍛造法は、鋼塊、鋼片、圧延鋼材などをハンマー等で叩いて圧力を加える事で、金属内部の空隙をつぶし、結晶を微細化し、結晶の方向を整えて強度を高めると共に目的の形状に成形する加工法である。鍛造法には型の中に圧延鋼材を入れて圧縮成形する型鍛造法もあり、寸法の決まった小型品の量産に適している。鉄は強度があり、加工しやすく、安価に大量生産が可能であることから、建材

から産業機械、電気機械、船舶や自動車、容器など様々な分野で広く使われている。

鉄鉱石を高炉で還元して取り出した銑鉄は、炭素が 1.7～2.0%以上含まれており、硬くてもろい状態のままである。これを転炉や電気炉を用いて、酸素と珪石（珪物成分）などの不純物を取り除き、炭素の含有量を 2.0%以下へと脱炭製錬したものが鋼である。この鋼は様々な鋼材の原材料になる。鋼はその後、圧延、鑄造、鍛造、押出し、粉末冶金法などの工程を経て鋼材となる。

現在の主流は圧延法であり、鋼材は成分により、普通鋼と特殊鋼に分かれる。

1) 普通鋼

日本で市販される鋼材は日本工業規格(JIS)によって規定されており、普通鋼は一般加工用と構造用に大別されている。一般加工用の普通鋼は炭素の含有量が 0.15%以下の薄板の極軟鋼で、一般建材（耐震材の金具）、生活日用品（事務机、ロッカー、鋼製棚など）、自動車部品（ドアの外板、フレーム）、電気制御盤、家電製品の外枠、ドラム缶、カメラ、鋼製箱物製品（大型キャビネットなど）などに使用されている。構造用普通鋼は炭素の含有率が 0.15%～0.3%の軟鋼で、厚板が多く、鋼板、棒鋼、形鋼として機械部品（躯体、外板材）や橋、船舶、車両、その他構造物の主要・補強部材、圧力容器などに使用されている。

2) 特殊鋼

一方、特殊鋼は炭素の含有量の規定のほか、さらにクロム、ニッケル、モリブデンなどを加えて機械強度や靱性、耐食性、耐熱性、溶接性、加工性、耐磨耗性、耐衝撃性などをその用途によって普通鋼をより機能強化させた鋼材である。特殊鋼の種類には工具鋼、構造用鋼、特殊用途鋼などがある。代表的な工具鋼には炭素を多く含む炭素工具鋼や、タングステン、クロム、ニッケルなどを含む合金工具鋼、同じくタングステン、クロム、バナジウムなどをより多く含む高速度工具鋼などがある。

その他特殊用途鋼には、バネ鋼、軸受け鋼、ステンレス鋼、高マンガン鋼、高張力鋼など色々ある。代表的な特殊用途鋼であるステンレス鋼(SUS 材)の場合、クロム、ニッケル、モリブデンを加えて耐候性、耐食性を向上させ、建材、産業機械、医療用メスなどの器具や医療機器、ナイフや食器などのキッチン用品、原子力プラントなどで幅広く使用されている。

2 需給動向

2-1.世界の需給動向

(1)鉄鉱石生産量

世界の鉄鉱石の生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界の鉄鉱石の生産量は前年比 95%の 3,190 マテリアル百万t(本報告での表記単位はすべてマテリアル重量表記であり、表及び図に記載の単位: (千Mt) は(マテリアル千 t)を意味する)であった。鉄鉱石の主要生産国は、中国、豪州、ブラジル、インドなどで、このうち中国での生産量が全体の 40.2%、豪州での生産量が 24.2%となっている。中国の鉄鉱石生産量は環境規制等の影響で前年比 93%と減少した。豪州の鉄鉱石生産量は、2011 年以降、資源会社が進めてきた拡張計画が波に乗り始め、2016 年まで生産を伸ばしてきたが、2017 年は前年比 90%と減少した。

2017 年は、ブラジルは前年並み、インドは前年比 113%と生産量を増やした。

2017 年のインドの鉄石生産量は輸出規制が解除されたことにより増加した。

表 2-1 世界の鉄鉱石生産

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	824,016	880,176	1,065,608	1,314,975	1,328,519	1,436,388	1,498,942	1,376,994	1,381,300	1,280,893	93%	40.2%
豪州	340,306	390,499	432,974	477,177	518,356	609,730	739,681	801,971	857,727	770,827	90%	24.2%
ブラジル	350,707	290,783	372,120	398,130	400,822	386,270	385,440	389,148	424,200	424,200	100%	13.3%
インド	216,312	227,570	209,068	195,800	152,600	136,100	139,400	142,500	178,559	200,925	113%	6.3%
ロシア	99,904	92,050	95,484	103,553	104,012	99,741	102,028	100,985	101,358	94,892	94%	3.0%
南ア	48,983	55,313	58,709	58,026	66,974	71,878	80,741	73,221	66,456	74,834	113%	2.3%
ウクライナ	72,687	66,477	78,541	80,406	81,967	69,868	60,792	66,815	62,185	60,498	97%	1.9%
米国	52,960	26,471	49,490	53,640	52,260	50,470	56,340	42,860	39,830	47,660	120%	1.5%
イラン	31,226	31,994	35,519	48,134	45,717	48,693	51,544	48,427	45,890	45,732	100%	1.4%
カナダ	30,847	31,704	36,058	35,674	36,326	41,841	42,745	37,957	42,528	43,809	103%	1.4%
その他	129,256	119,859	153,180	172,656	188,610	220,032	206,779	179,417	147,089	145,840	99%	4.6%
合計	2,197,203	2,212,896	2,586,752	2,938,171	2,976,164	3,171,012	3,364,432	3,260,295	3,347,121	3,190,111	95%	100.0%

出典：World Bureau of Metal Statistics「World Metal Statistics Yearbook 2018 World Iron Ore Production」

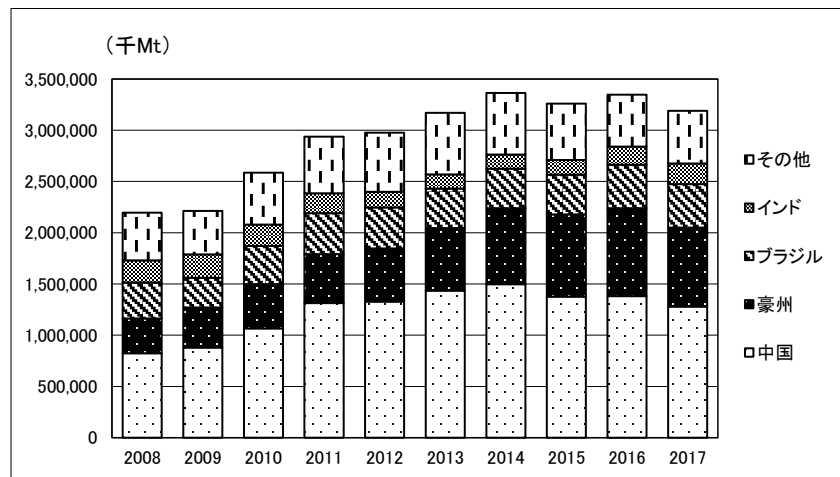


図 2-1 世界の鉄鉱石生産

(2) 鉄鉄生産量

世界の鉄鉄の生産量を表 2-2、図 2-2 に示す。2017 年の世界の鉄鉄生産量は前年比 101% の 1,180 百万 t となっている。鉄鉄の地域別生産量においても中国が 711 百万 t を生産し、世界の生産量の 60% を占めている。2015 年の鉄鉄生産量はリーマンショック後、初めて前年を下回ったが、2016 年、2017 年ともに、対前年比で少しずつながら増加傾向にある。

中国の 2017 年の鉄鉄生産量は、前年に対して微増となり、インドの鉄鉄生産量は前年比 105% と増加した。日本での 2017 年鉄鉄生産量は前年比 98% の微減となった。

2017 年に中国の鉄鉱石生産量が減少している一方、鉄鉄生産量が微増となった理由は、中国で環境規制が厳格化したことにより不純物が少ない高品位の鉄鉱石が必要となり、豪州やブラジルから鉄鉱石の輸入を増やしたためである。

表 2-2 世界の鉄鋼生産

単位: 千Mt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	483,226	568,634	595,601	645,429	670,102	748,084	713,748	691,413	698,190	710,760	102%	60.2%
日本	86,171	66,943	82,283	81,028	81,405	83,849	83,872	81,011	80,186	78,330	98%	6.6%
インド	37,313	38,233	39,560	43,624	47,987	51,359	55,166	58,394	63,714	66,808	105%	5.7%
ロシア	48,295	43,945	47,934	48,117	50,529	50,111	51,479	52,553	51,877	52,036	100%	4.4%
韓国	31,043	27,284	35,065	42,213	41,734	41,045	46,909	47,639	46,336	47,071	102%	4.0%
ブラジル	34,925	25,135	30,955	33,319	26,900	26,200	27,016	27,803	26,036	28,427	109%	2.4%
ドイツ	28,569	19,715	28,112	27,563	26,493	26,678	27,379	27,842	27,270	27,816	102%	2.4%
米国	33,729	19,018	26,843	30,227	32,062	30,308	29,374	25,435	22,293	22,395	100%	1.9%
ウクライナ	30,981	25,676	27,349	28,867	28,500	29,094	24,788	21,797	23,618	20,123	85%	1.7%
台湾	9,823	7,939	9,358	12,718	11,785	13,319	14,440	14,370	14,890	14,361	96%	1.2%
フランス	11,372	8,104	10,137	9,698	9,532	10,276	10,866	10,097	9,724	10,678	110%	0.9%
トルコ	6,704	7,004	7,679	8,173	8,613	9,180	9,364	10,184	10,304	10,589	103%	0.9%
オーストリア	5,795	4,353	5,621	5,815	5,751	6,152	6,029	5,805	5,642	6,335	112%	0.5%
カナダ	8,770	5,273	7,666	7,323	7,654	6,100	6,728	5,851	6,240	6,306	101%	0.5%
オランダ	5,998	4,601	5,799	5,943	5,917	5,681	5,868	6,050	6,092	6,145	101%	0.5%
英国	10,137	7,671	7,233	6,625	7,183	9,471	9,705	8,774	6,142	5,996	98%	0.5%
イタリア	10,377	5,692	8,555	9,838	9,424	6,933	6,371	5,051	6,044	5,052	84%	0.4%
その他	65,783	47,895	58,587	57,336	51,471	52,836	56,210	57,861	61,947	61,266	99%	5.2%
合計	949,011	933,115	1,034,337	1,103,856	1,123,042	1,206,677	1,185,311	1,157,930	1,166,545	1,180,494	101%	100.0%

出典: World Steel Association 「Steel Statistical Yearbook 2018」 Production of Pig iron

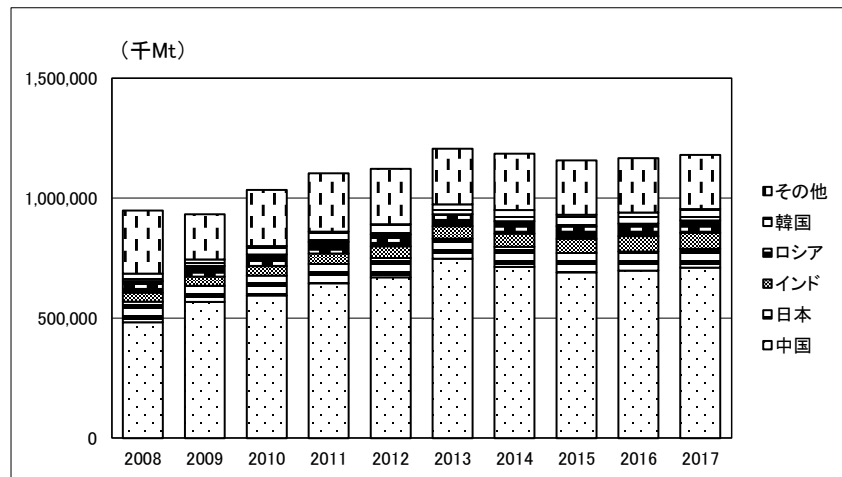


図 2-2 世界の鉄鋼生産

(3) DRI生産量

世界の DRI 生産量を表 2-3、図 2-3 に示す。2017 年の世界 DRI 生産量は前年比 113% の 86,664 千 t であった。主な生産国はインド、イラン、ロシア、メキシコであるが、2017 年はこれらすべての国で DRI 生産量が増加した。

DRI 法は、高炉法に対し、生産調整が可能な点と小規模設備での生産が可能な点において優位性がある。

表 2-3 世界の DRI 生産

単位: 千Mt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
インド	20,914	23,445	24,931	25,332	23,438	22,615	24,542	22,644	26,982	29,505	109%	33.3%
イラン	7,399	8,099	9,350	10,368	11,582	14,458	14,551	14,546	16,013	19,401	121%	21.9%
ロシア	4,500	4,600	4,700	5,200	5,125	5,329	5,350	5,436	5,820	7,200	124%	8.1%
メキシコ	6,012	4,147	5,368	5,854	5,586	6,100	5,979	5,499	5,306	6,011	113%	6.8%
サウジアラビア	4,970	5,030	5,510	5,810	5,660	6,070	6,460	5,800	5,119	4,812	94%	5.4%
エジプト	2,643	3,051	2,965	2,932	3,068	3,432	2,882	2,451	2,618	4,667	178%	5.3%
UAE	0	0	1,180	1,800	2,699	3,075	2,409	3,190	3,479	3,608	104%	4.1%
カタール	1,681	2,097	2,250	2,350	2,420	2,386	2,549	2,631	2,506	2,548	102%	2.9%
アルゼンチン	1,847	807	1,566	1,670	1,607	1,466	1,663	1,252	773	1,231	159%	1.4%
その他	17,701	14,401	14,199	15,409	15,694	14,685	14,882	12,533	9,715	9,681	100%	10.9%
合計	67,667	65,677	72,019	76,725	76,879	79,616	81,267	75,982	78,331	86,664	113%	100.0%

出典: World Steel Association 「Steel Statistical Yearbook 2018」 Production of Pig iron

※DRIとは、鉄鉱石(塊鉱石・ペレット)を還元ガスや石炭などの還元剤を使って低温で直接還元する製鉄法で製造した「直接還元製鉄(Direct Reduced Iron)」を示す。

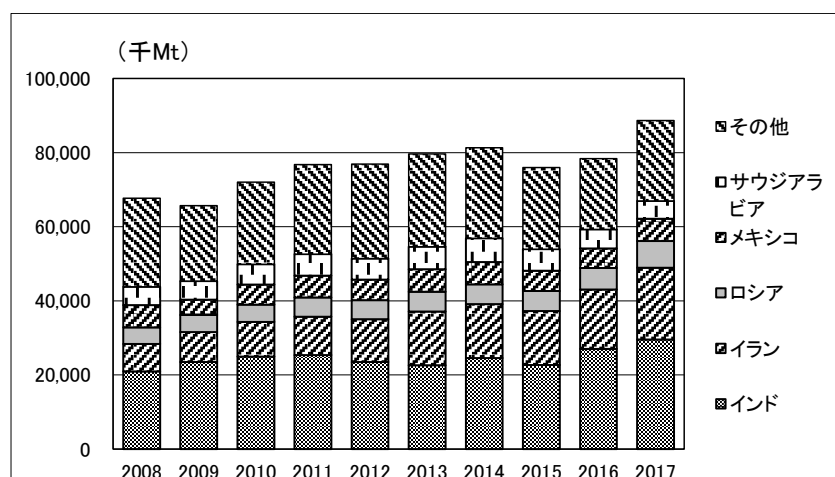


図 2-3 世界の DRI 生産

(4)粗鋼生産量

世界の粗鋼の生産量を表 2-4、図 2-4 に示す。2017 年の世界粗鋼生産量は前年比 104%の 1,690 百万 t で、このうちの 49.2%が中国により生産された。

世界鉄鋼協会 (WSA)によると、2017 年の世界鉄鋼需要量は、前年比 105%の 1,595 百万 t と推定されている。

中国における 2017 年の粗鋼生産量は同 103%と増加した。

中国では、低品質な「地条鋼」と呼ばれる違法に製造された鋼材の生産能力が 120 百万 t、推計生産量が 60 百万 t あったが、中国政府は生産能力の適正化を図るため地条鋼工場の取締りを行っている。その結果、地条鋼が減産し(統計対象外)、製鉄所での稼働率が上昇したことにより、2017 年の粗鋼生産量は 830 百万 t と過去最高を更新した。

中国国家统计局によると、2014 年の粗鋼生産能力は 1,129 百万 t、2015 年は 1,127 百万 t、2016 年は 1,073 百万 t、2017 年は 1,037 百万 t である。中国政府は今後も過剰な生産能力を削減し、2020 年に 1,000 百万 t とする計画である。2020 年の稼働率目標を 80%に定めていることから、2020 年の粗鋼生産量は、750～800 百万 t と推計される。

インドでは鉄鉱石を国内調達できるため、高付加価値化を目的として粗鋼生産能力を 2030～2031 年度に 300 百万 t に引き上げる計画である。2030～2031 年度までに、自動車用高級鋼、特殊鋼、合金鋼の国内需要を満たせるようにする。さらに国内需要の伸び以上に粗鋼生産量を増やして、2025～2026 年度までに鉄鋼純輸出国となることを目指している。

韓国における 2017 年の粗鋼生産量は前年比 104%と増加した。自国消費分以外は日本や東南アジアを中心に輸出されている。

表 2-4 世界の粗鋼生産

単位: 千Mt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	512,339	577,070	638,743	701,968	731,040	822,000	822,306	803,825	807,825	831,728	103%	49.2%
日本	118,739	87,534	109,599	107,601	107,232	110,595	110,666	105,134	104,775	104,661	100%	6.2%
インド	57,791	63,527	68,976	73,471	77,264	81,299	87,292	89,026	95,477	101,455	106%	6.0%
米国	91,895	59,384	80,495	86,398	88,695	86,878	88,174	78,845	78,475	81,612	104%	4.8%
ロシア	68,510	60,011	66,942	68,852	70,209	69,008	71,461	70,898	70,453	71,491	101%	4.2%
韓国	53,625	48,572	58,914	68,519	69,073	66,061	71,543	69,670	68,578	71,030	104%	4.2%
ドイツ	45,833	32,670	43,830	44,284	42,661	42,645	42,943	42,676	42,080	43,297	103%	2.6%
トルコ	26,806	25,304	29,143	34,107	35,885	34,654	34,035	31,517	33,163	37,524	113%	2.2%
ブラジル	33,716	26,506	32,948	35,220	34,524	34,163	33,897	33,256	31,275	34,365	110%	2.0%
イタリア	30,590	19,848	25,750	28,735	27,257	24,093	23,714	22,018	23,373	24,068	103%	1.4%
台湾	19,882	15,814	19,755	20,178	20,664	22,282	23,121	21,392	21,751	22,438	103%	1.3%
ウクライナ	37,279	29,855	33,432	35,332	32,975	32,771	27,170	22,968	24,218	21,334	88%	1.3%
イラン	9,964	10,908	11,995	13,197	14,463	15,422	16,331	16,146	17,895	21,236	119%	1.3%
メキシコ	17,209	14,132	16,870	18,110	18,073	18,242	18,930	18,218	18,824	19,924	106%	1.2%
フランス	17,879	12,840	15,414	15,780	15,609	15,685	16,143	14,984	14,413	15,505	108%	0.9%
その他	201,372	154,780	180,627	186,251	174,507	174,556	181,724	179,428	174,379	188,811	108%	11.2%
合計	1,343,429	1,238,755	1,433,433	1,538,003	1,560,131	1,650,354	1,669,450	1,620,001	1,626,954	1,690,479	104%	100.0%

出典: World Steel Association 「Steel Statistical Yearbook 2018」 Production of Pig iron

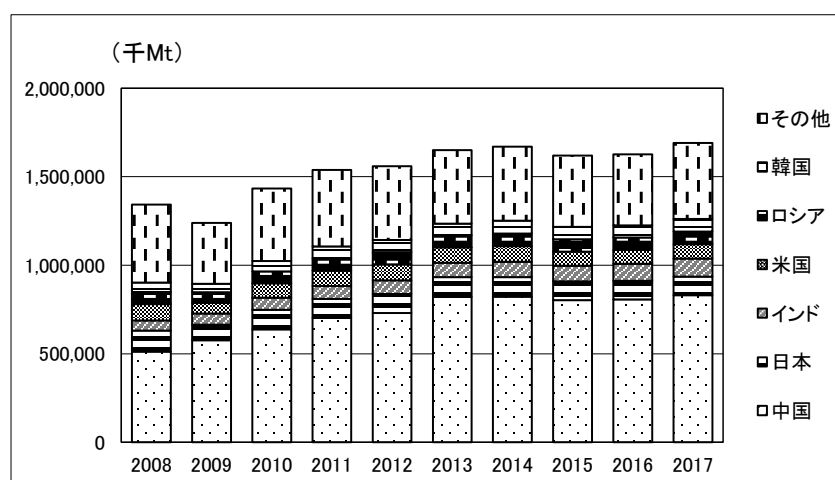


図 2-4 世界の粗鋼生産

2-2 国内の需給動向

(1) 鋼材

鋼材の国内需給を表 2-5、図 2-5、図 2-6 に示す。

2017 年の国内における鋼材は 99,372 千 t の供給に対し、需要は 88,814 千 t であった。普通鋼及び特殊鋼の生産量の合計は前年並みの 93,827 千 t であり、このうち普通鋼は前年比 98% の 70,383 千 t、特殊鋼は前年比 104% の 18,959 千 t であった。また、鋳鍛鋼・鋳物等(鋳鋼品、鍛鋼品、鋳鉄管、鋳鉄鋳物)の生産量は前年比 104% の 4,485 千 t であった。2017 年の普通鋼の減産は製鉄メーカーの設備トラブルの影響である。

2017 年の鋼材の内需は前年比 101% の 56,032 千 t であった。内訳は普通鋼の需要が全体の 78% の 43,895 千 t であり、特殊鋼の需要が全体の 22% の 12,137 千 t であった。使途判明分の用途別需要では、自動車、建設用、船舶用の順で需要量が多い。自動車向けの需要は 13,635 千 t と内需全体の 24% を占めている。建設需要は全体の 20% の 11,406 千 t、船舶需要は全体の 6% の 3,573 千 t であった。(但し、建設と船舶は特殊鋼需要を含まない)。

自動車用普通鋼は、2014 年は前年の消費税増税の駆け込み需要の反動で自動車販売が落ち込み、2015 年も自動車の国内販売の回復が遅れたことで需要が減少したが、2016 年以降は自動車向け需要を持ち直し、2017 年は前年比 105% の増加と好調である。

自動車用特殊鋼は底堅い需要を保っている。ハイテン鋼の活用により車体の軽量化が進展しているほか、海外での自動車生産増を背景に特殊鋼輸出が堅調に増えている。また、普通車のみならず軽自動車もハイテン鋼採用比率が高い。

自動車が電気自動車(以下、EV)になると、エンジン回りのギア部分や排気系への特殊鋼の使用量が減少するため、欧州や中国のEV化の動きは、特殊鋼の今後の需要に影響する可能性がある。

建設では、2014年は増税の反動で需要が低迷したところ、その後も需要は回復せず、2015年は前年比89%と減少し、2016年は前年比103%と微増となったが2017年は前年並みである。

船舶用は2010年以降減少傾向にあり、2014年は4,187千tと前年よりも増加したが、2015年は前年比96%の4,018千tに留まり、2016年は前年並みであったが、2017年は前年比89%と大きく減少した。

産業機械用では2013年の建設機械における排出ガス規制前の駆け込み需要やアベノミクス効果等による需要が好調であり、2014年は前年比104%と増加した。2015年は前年比90%と減少したが、2016年以降回復し、2017年は前年比110%と大きく増加した。

容器用の中には飲料缶や食缶、18L缶等が含まれる。食缶や18L缶は需要が安定しているものの、飲料缶向けの需要は減少傾向にある。缶コーヒーがPETボトルへの代替やコンビニのドリップコーヒーへの需要シフトの影響により苦戦を強いられているほか、一部の飲料メーカーの中に缶コーヒー用のパッケージをスチール缶からアルミ缶に切り替えている影響も生じている。

表 2-5 鋼材の国内需給

			単位：千Mt											
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
供給	生産	圧延 ¹⁾	普通鋼	82,703	62,024	75,610	72,816	73,238	75,478	75,553	72,739	71,595	70,383	98%
			特殊鋼	20,594	12,391	19,327	19,203	18,768	18,710	19,767	17,685	18,228	18,959	104%
			小計	103,297	74,415	94,937	92,019	92,006	94,189	95,320	90,424	89,822	89,342	99%
		鋳鍛鋼・ 鋳物等 ³⁾	鍛鋼品	738	494	613	623	619	612	662	638	592	618	104%
			鋳鋼品	309	207	218	230	213	193	184	171	164	184	113%
			鋳鉄管	434	404	316	300	330	345	360	398	310	249	80%
			鋳鉄鋳物	4,315	2,614	3,469	3,528	3,587	3,481	3,482	3,331	3,237	3,434	106%
			小計	5,796	3,720	4,617	4,681	4,749	4,632	4,689	4,538	4,302	4,485	104%
		小計	109,092	78,135	99,553	96,700	96,755	98,820	100,009	94,962	94,124	93,827	100%	
	圧延	普通鋼	3,706	2,495	3,664	4,484	4,460	4,159	4,908	4,339	4,273	4,679	110%	
		特殊鋼	205	181	293	400	541	633	1,074	975	1,091	865	79%	
		鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	2.0	3.0	2.2	2.1	0.7	1.2	171%	
		小計	3,910	2,676	3,956	4,884	5,003	4,795	5,985	5,317	5,364	5,545	103%	
	合計			113,002	80,811	103,509	101,583	101,758	103,616	105,994	100,278	99,488	99,372	100%
需要	内需 ¹⁾	建設用	普通鋼	12,800	9,460	10,139	10,332	11,128	12,339	11,940	11,095	11,378	11,406	100%
			特殊鋼	673	569	530	539	499	528	480	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	13,473	10,028	10,669	10,871	11,627	12,866	12,420	11,095	11,378	11,406	100%
		産業機械用	普通鋼	2,471	910	1,619	1,687	1,501	1,646	1,637	1,444	1,509	1,637	108%
			特殊鋼	1,725	691	1,463	1,609	1,293	1,353	1,484	1,373	1,450	1,631	113%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	4,195	1,601	3,082	3,296	2,794	2,999	3,120	2,817	2,959	3,268	110%
		電気機械用	普通鋼	1,954	1,292	1,644	1,524	1,472	1,460	1,569	1,502	1,633	1,633	100%
			特殊鋼	136	93	132	120	114	105	103	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	2,090	1,386	1,776	1,644	1,586	1,565	1,672	1,502	1,633	1,633	100%
		家庭用・ 業務機器用	普通鋼	525	381	451	460	453	450	439	424	410	429	105%
			特殊鋼	172	126	161	160	153	172	174	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	697	507	611	620	606	622	613	424	410	429	105%
		船舶用	普通鋼	5,641	5,586	5,476	5,144	4,018	3,666	4,187	4,018	4,019	3,573	89%
			特殊鋼	195	125	106	96	78	84	109	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	5,836	5,711	5,582	5,240	4,096	3,750	4,296	4,018	4,019	3,573	89%
		自動車用	普通鋼	11,370	7,359	9,601	8,867	9,037	9,098	8,888	8,574	8,638	9,107	105%
			特殊鋼	4,291	2,855	3,855	3,782	3,896	3,973	4,149	4,136	4,314	4,528	105%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	15,661	10,214	13,456	12,648	12,933	13,071	13,038	12,709	12,952	13,635	105%
		鉄道車両用	普通鋼	48	24	32	36	29	31	30	29	29	30	105%
			特殊鋼	25	19	20	17	15	16	21	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	73	43	52	53	44	47	50	29	29	30	105%
		その他 輸送用機器用	普通鋼	42	26	33	38	41	39	35	30	33	34	102%
			特殊鋼	20	12	16	14	15	16	18	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	61	38	49	51	57	55	53	30	33	34	102%
		容器用	普通鋼	1,327	1,127	1,252	1,178	1,090	1,077	1,035	955	969	922	95%
			特殊鋼	52	25	40	43	38	37	33	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	1,379	1,153	1,292	1,221	1,127	1,114	1,069	955	969	922	95%
		その他	普通鋼	137	97	140	128	116	111	152	128	118	119	100%
			特殊鋼	48	29	42	47	40	43	55	956	921	949	103%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	185	127	181	175	156	154	207	1,084	1,039	1,067	103%
		用途別 合計	普通鋼	36,314	26,263	30,387	29,394	28,885	29,916	29,912	28,197	28,736	28,890	101%
			特殊鋼	7,337	4,545	6,365	6,426	6,142	6,327	6,626	6,465	6,684	7,108	106%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	43,650	30,808	36,751	35,819	35,027	36,243	36,539	34,663	35,420	35,997	102%
	その他	次工程用	普通鋼	2,246	1,379	1,624	1,692	1,572	1,810	1,588	1,459	1,574	1,632	104%
			特殊鋼	4,923	2,996	4,316	4,261	3,969	3,970	4,155	3,894	3,774	3,692	98%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	7,169	4,375	5,940	5,953	5,541	5,781	5,743	5,352	5,348	5,324	100%
		再加工用	普通鋼	159	141	153	151	168	211	180	164	174	176	101%
			特殊鋼	9.0	4.4	9.0	9.3	8.5	7.8	8.9	-	-	-	-
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	168	146	162	160	177	219	189	164	174	176	101%
		販売業者	普通鋼	14,980	9,982	11,704	12,624	13,068	14,003	13,619	12,690	13,058	13,197	101%
			特殊鋼	1,269	766	1,469	1,446	1,424	1,349	1,428	1,371	1,315	1,337	102%
			鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			小計	16,248	10,747	13,174	14,070	14,492	15,351	15,047	14,061	14,374	14,535	101%
その他 合計		普通鋼	17,385	11,502	13,481	14,466	14,808	16,024	15,386	14,313	14,806	15,006	101%	
		特殊鋼	6,201	3,766	5,794	5,717	5,402	5,327	5,592	5,265	5,089	5,029	99%	
		鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		小計	23,586	15,268	19,276	20,183	20,210	21,351	20,978	19,578	19,896	20,035	101%	
内需合計		普通鋼	53,699	37,765	43,868	43,860	43,693	45,940	45,299	42,510	43,542	43,895	101%	
		特殊鋼	13,537	8,311	12,159	12,143	11,544	11,653	12,218	11,730	11,774	12,137	103%	
		鋳鍛鋼・鋳物等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		小計	67,236	46,076	56,027	56,003	55,237	57,593	57,517	54,240	55,316	56,032	101%	
輸出 ²⁾	圧延	普通鋼	26,428	22,341	29,308	27,372	27,678	28,464	26,742	27,868	27,150	24,484	90%	
		特殊鋼	5,909	4,824	7,782	7,710	7,852	7,659	8,840	8,166	8,430	8,277	98%	
	鋳鍛鋼・鋳物等	小計	68	84	40	23	29	52	88	158	79	20	25%	
		合計	32,405	27,249	37,130	35,105	35,559	36,175	35,670	36,193	35,659	32,782	92%	
供給-需要			99,641	73,325	93,157	91,108	90,796	93,769	93,187	90,433	90,975	88,814	98%	
			13,661	7,486	10,352	10,476	10,962	9,847	12,807	9,846	8,514	10,558	124%	

出典：1) 日本鉄鋼連盟統計 2) 財務省貿易統計 3) 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」

※2015年より、特殊鋼鋼材用途別内需は、「産業機械用」、「自動車用」、「次工程用」、「販売業者用」、「その他」の5つの分類に変更された。

「その他」は用途別中の「その他」にまとめて表記した。

※鋳鍛鋼・鋳物等は鍛鋼品、鋳鋼品、鋳鉄管、鉄鉄鋳物を含む。

※鋳鍛鋼・鋳物等の輸出入量は鋳鉄管の統計値のみ計上されている。

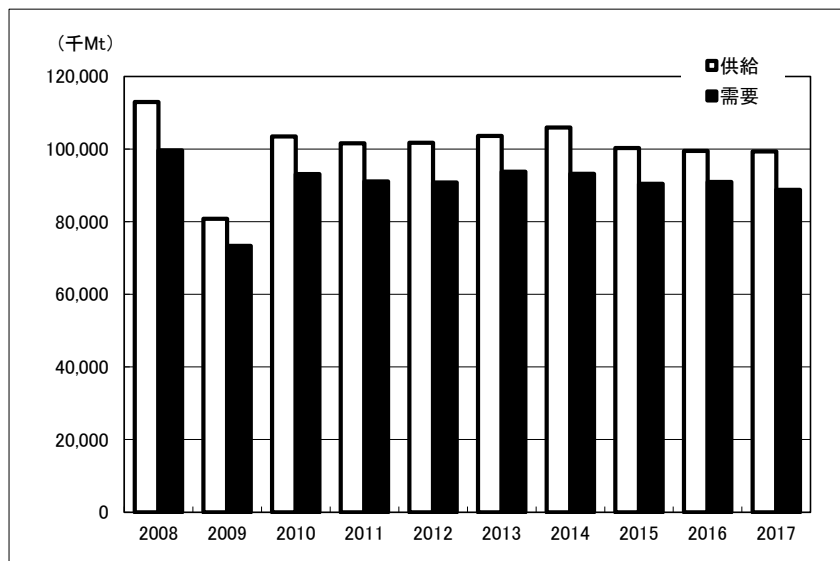


図 2-5 鋼材の国内需給

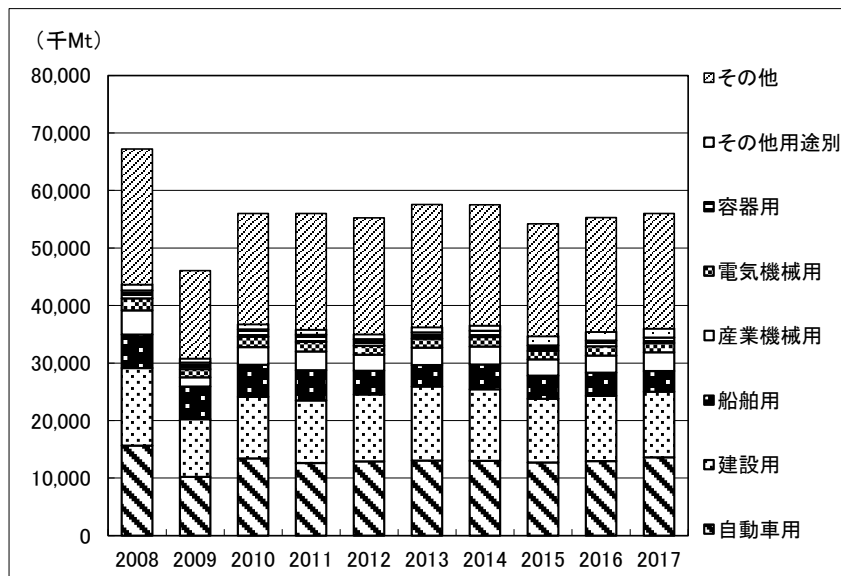


図 2-6 鋼材の用途別及びその他国内需要

※その他用途別は家庭用・業務機器用、鉄道車両用、その他輸送用機器用、その他を含む
 その他は次工程用、再加工用、販売業者を含む

(2)鉄スクラップ

日本鉄源協会のデータによれば、2017 年の鉄スクラップの国内供給量(輸入を含む)は、自家発生スクラップが前年比 102%の 13,688 千 Mt、加エスクラップと老廃スクラップを合わせた国内市中スクラップが同 110%の 28,514 千 Mt、合計の供給量は同 107%の 42,202 千 Mt であった。

一方、2017 年の鉄スクラップの国内需要は鉄鋼工場用が前年比 107%の 35,778 千 Mt、鋳物用が同 107%の 5,163 千 Mt、その他が同 105%の 834 千 Mt の合計が同 107%の 41,776 千 Mt であり、国内需要とは別に輸出量が同 94%の 8,208 千 Mt であった。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

日本では、高炉用の鉄鉱石、銑鉄、フェロアロイなどの素材、普通鋼鋼材、特殊鋼鋼材及び鋼塊・半製品などの製品を輸出入している。

鉄製品の輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。2017 年の鉄原料や素材、製品の輸入合計は前年比 98%の 87,599 千 t であった。輸出合計は前年比 93%の 45,645 千 t となった。

輸入においては鉄鉱石の割合が最も多く、全体輸入量の 91%を占めている。鉄鉱石の他には普通鋼鋼材が全体輸入量の 5%、素材のフェロアロイが 2%の割合で輸入されている。2017 年の鉄鉱石の輸入量は前年比 97%の 79,711 千 t、普通鋼の輸入量は前年比 110%の 4,679 千 t、フェロアロイは前年比 106%の 1,682 千 t であった。特殊鋼は輸入量が前年比 79%、輸出量が 98%と、ともに減少した。

特殊鋼の輸出は、自動車用及びシームレスパイプ用が主である。2017 年は前年比 98%の微減となった。

表 3-1 鉄の輸出入数量

単位：鉄鉱石は純分千t、その他千Mt														
原料	鉄鉱石	輸入	88,421	66,447	84,620	80,891	82,591	85,567	85,919	82,502	81,911	79,711	97%	
		輸出	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	48%	
	鉄スクラップ	輸入	699	194	491	580	225	234	357	149	176	232	132%	
		輸出	5,437	9,398	6,464	5,442	8,586	8,129	7,339	7,839	8,698	8,208	94%	
	小計	輸入	89,120	66,641	85,111	81,471	82,817	85,801	86,276	82,651	82,087	79,943	97%	
		輸出	5,437	9,398	6,464	5,443	8,586	8,129	7,339	7,839	8,698	8,208	94%	
素材	輸入－輸出		83,682	57,243	78,647	76,029	74,231	77,672	78,937	74,812	73,389	71,735	98%	
	銑鉄	輸入	988	299	594	581	215	213	307	144	136	126	92%	
		輸出	69	598	39	59	409	290	55	62	24	32	134%	
	フェロアロイ	輸入	2,221	1,029	1,848	1,785	1,704	1,685	1,855	1,599	1,592	1,682	106%	
		輸出	114	181	187	133	230	240	231	253	190	187	98%	
	小計	輸入	3,208	1,328	2,442	2,366	1,920	1,898	2,162	1,743	1,728	1,808	105%	
		輸出	183	779	226	192	639	530	286	315	213	219	102%	
	輸入－輸出		3,026	550	2,217	2,174	1,280	1,368	1,875	1,428	1,515	1,589	105%	
	製品	普通鋼鋼材	輸入	3,706	2,495	3,664	4,484	4,460	4,159	4,908	4,339	4,273	4,679	110%
			輸出	26,428	22,341	29,308	27,372	27,678	28,464	26,742	27,868	27,150	24,484	90%
特殊鋼鋼材		輸入	205	181	293	400	541	633	1,074	975	1,091	865	79%	
		輸出	5,909	4,824	7,782	7,710	7,852	7,659	8,840	8,166	8,430	8,277	98%	
鋼塊・半製品		輸入	140	49	98	224	287	165	259	156	202	234	116%	
		輸出	4,760	5,844	5,228	5,162	5,519	5,966	5,330	4,814	4,542	4,326	95%	
鋳鍛鋼・鋳物等※		輸入	0.45	0.30	0.46	0.35	2.28	2.62	2.22	2.06	0.73	1.24	171%	
		輸出	68	84	40	23	29	52	88	158	79	20	25%	
鉄粉		輸入	78	47	71	78	77	69	63	60	56	68	121%	
		輸出	53	34	58	63	60	69	73	68	74	76	103%	
合せ鋼材		輸入	0.10	0.07	0.18	0.29	0.15	1.46	1.03	0.14	0.16	0.14	87%	
		輸出	29.5	24.0	34.6	39.7	40.6	36.9	39.0	34.9	39.4	33.9	86%	
小計		輸入	4,129	2,772	4,125	5,186	5,367	5,031	6,308	5,533	5,623	5,847	104%	
		輸出	37,247	33,151	42,451	40,370	41,179	42,248	41,113	41,110	40,314	37,218	92%	
輸入－輸出		-33,119	-30,379	-38,326	-35,185	-35,812	-37,217	-34,805	-35,577	-34,692	-31,371	90%		
合計	輸入	96,457	70,741	91,679	89,023	90,103	92,730	94,745	89,927	89,438	87,599	98%		
	輸出	42,867	43,327	49,140	46,005	50,404	50,907	48,738	49,264	49,225	45,645	93%		
	輸入－輸出	53,589	27,414	42,538	43,018	39,699	41,823	46,007	40,663	40,212	41,953	104%		

出典：財務省貿易統計、鉄鋼統計要覧、日本鉄源協会

純分換算率：鉄鉱石63%、鉱石以外100%

※原料は鉱石、素材は銑鉄、フェロアロイ、製品は普通鋼鋼材、特殊鋼鋼材、鋼塊・半製品、鋳鍛鋼・鋳物等（鍛鋼品、鋳鋼品、

鋳鉄管、銑鉄鋳物を含む。2017年版より、製品にスクラップ、粉、合せ鋼材を追加した。

※鋳鍛鋼・鋳物等における輸出入量には鋳鉄管の統計値のみ計上されている。

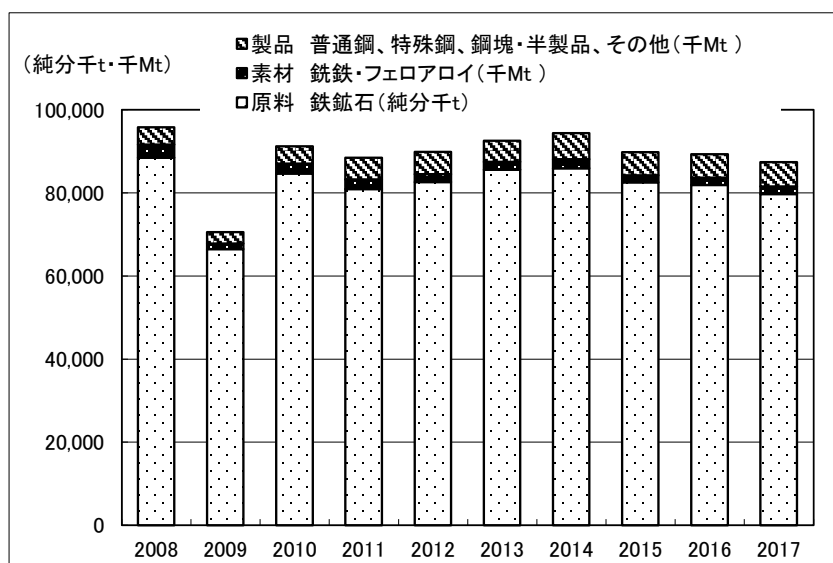


図 3-1 鉄の輸入数量

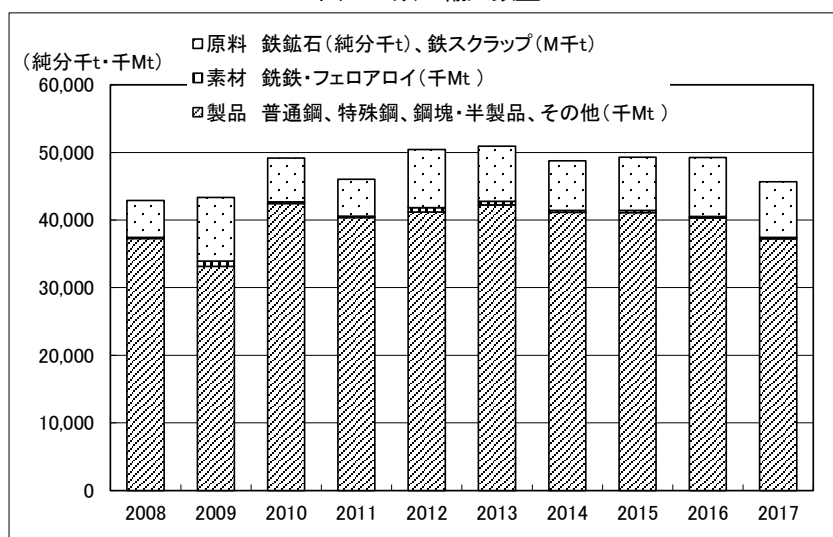


図 3-2 鉄の輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1 鉄鉱石

鉄鉱石は高炉メーカーが生産する転炉鋼の出発原料である。国内で転炉鋼を生産する企業は新日鐵住金株式会社、JFE スチール株式会社、株式会社神戸製鋼所、日新製鋼株式会社の4社で、2010年以降の鉄鉱石輸入量は、概ね80,000千t～85,000千tの水準を維持している。

鉄鉱石の輸入相手国を表3-2、図3-3に示す。日本は鉄鉱石を全量海外から輸入しており、2017年の鉄鉱石の主な輸入相手国は、豪州、ブラジル、カナダであった。特に、豪州とブラジルの2か国からの輸入量が全体の85%と圧倒的に多い。

表 3-2 鉄鉱石の輸入相手国

単位：純分千t												17/16比	構成比
輸入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	豪州	51,781	40,661	50,121	50,535	50,860	52,922	52,218	50,296	48,757	45,967	94%	57.7%
	ブラジル	25,347	18,085	25,083	23,044	23,719	22,966	23,274	22,945	22,634	21,539	95%	27.0%
	カナダ	840	491	607	726	813	1,333	2,632	2,466	3,453	4,093	119%	5.1%
	南ア	4,145	2,671	3,915	2,922	3,522	4,823	3,993	3,585	2,645	2,366	89%	3.0%
	インド	4,336	3,220	3,359	2,178	1,689	1,327	1,130	511	1,360	1,773	130%	2.2%
	チリ	974	505	920	855	925	465	483	826	1,344	1,040	77%	1.3%
	ウクライナ	0	45	95	189	144	418	660	561	834	612	73%	0.8%
	ペルー	513	466	304	180	114	99	290	284	338	427	126%	0.5%
	ロシア	0	0	0	166	643	961	965	626	258	213	83%	0.3%
	ニュージーランド	69	71	71	76	92	133	115	165	69	72	104%	0.1%
	スウェーデン	0	47	0	0	0	0	94	0	0	-	-	-
	その他	416	186	143	20	70	119	64	237	220	1,609	730%	2.0%
	合計	88,421	66,447	84,620	80,891	82,591	85,567	85,919	82,502	81,911	79,711	97%	100.0%

出典：財務省貿易統計、鉄鋼統計要覧

純分換算率：鉄鉱石63%

2017年輸入：その他に米国(1,264千t)を含む

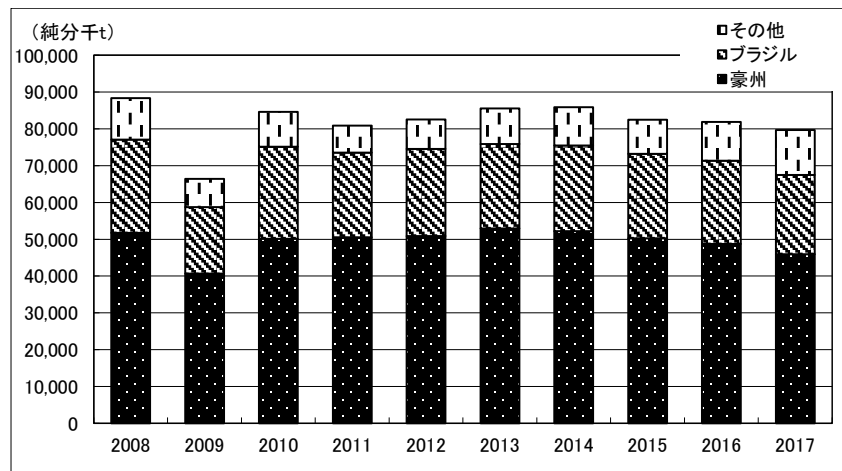


図 3-3 鉄鉱石の輸入相手国

3-2-2 銑鉄

銑鉄の輸出入相手国を表 3-3、図 3-4 に示す。国内の銑鉄の輸入量は 2007 年の 1,492 千 t をピークに急減しており、2013 年には 213 千 t まで減少した後、2014 年は 307 千 t と増加したが、2015 年以降は再び減少が続いている。2017 年の銑鉄の主な輸入相手国はロシア、南ア、ブラジルなどであった。

表 3-3 銑鉄の輸出入相手国

単位：千Mt												17/16比	構成比
輸入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	ロシア	294.1	89.6	212.9	156.4	64.8	90.3	106.3	54.7	51.3	63.1	123%	50.2%
	南ア	28.0	8.4	26.0	30.1	15.9	22.0	48.1	17.3	16.0	25.0	156%	19.8%
	ブラジル	203.4	70.7	77.9	59.0	13.6	17.7	8.4	15.7	12.2	10.1	82%	8.0%
	マレーシア	65.2	0.0	0.0	99.5	12.5	0.0	34.6	-	24.9	8.4	34%	6.7%
	韓国	145.7	9.1	8.9	70.3	82.6	68.2	87.7	29.7	19.8	5.5	28%	4.4%
	ベトナム	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	9.1	-	-	0.0	-	0.0%
	その他	251.2	121.6	268.4	166.0	26.0	14.8	12.4	27.0	11.7	13.8	118%	8.6%
	合計	987.6	299.4	594.3	581.4	215.4	212.9	306.6	144.4	136.0	125.8	92%	100.0%
輸出		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	韓国	31.3	102.4	19.7	45.5	94.6	58.6	31.2	28.1	6.2	8.3	133%	26.0%
	インドネシア	0.6	17.9	1.1	1.4	16.1	4.3	4.2	3.7	4.9	6.8	139%	21.4%
	タイ	6.5	3.7	6.7	4.6	5.0	4.9	5.7	9.6	5.2	5.4	104%	17.0%
	中国	24.9	402.5	2.8	2.4	215.4	141.4	3.7	3.7	2.7	3.8	140%	12.0%
	台湾	1.8	5.6	6.2	1.8	70.3	78.2	7.1	13.9	1.6	1.9	124%	6.1%
	その他	3.8	65.5	2.2	3.2	8.0	2.3	3.1	3.1	3.2	5.6	173%	17.6%
	合計	68.8	597.7	38.6	58.8	409.5	289.7	55.0	62.3	23.8	31.8	134%	100.0%

出典：財務省貿易統計、日本鉄源協会

2017年輸入：その他に中国(2.8千t)、台湾(1.7千t)を含む

2017年輸出：その他にベトナム(2.3千t)を含む

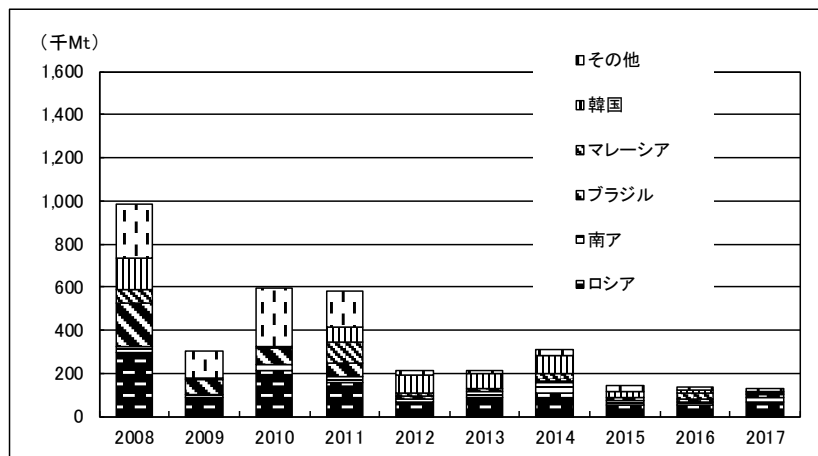


図 3-4 銑鉄の輸入相手国

2-2-3 鋼塊・半製品

鋼塊・半製品の輸出入相手国を表 3-4、図 3-5、図 3-6 に示す。2017 年の鋼塊・半製品の輸入量は前年比 116%の 234 千 t で、輸入相手国は韓国が大部分を占めている。

2017 年の鋼塊・半製品の輸出量は同 95%の 4,326 千 t であった。主要輸出国は、台湾、韓国であった。

表 3-4 鋼塊・半製品の輸出入相手国

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	韓国	115	15	81	178	253	151	236	134	179	208	117%	88.9%
	中国	4	5	5	11	9	7	18	16	16	20	123%	8.6%
	その他	21	29	12	34	25	8	5	6	7	6	80%	2.5%
	合計	140	49	98	224	287	165	259	156	202	234	116%	100.0%
輸出	台湾	2,221	2,254	2,060	2,236	2,175	2,209	2,010	1,558	1,256	1,685	134%	38.9%
	韓国	2,072	2,620	2,415	1,697	1,616	1,822	1,719	1,598	1,658	1,268	76%	29.3%
	タイ	17	144	72	216	185	372	358	317	770	483	63%	11.2%
	米国	101	218	143	518	611	584	436	397	334	384	115%	8.9%
	フィリピン	-	4	5	-	56	77	6	6	24	157	642%	3.6%
	中国	50	234	105	104	155	157	140	103	93	155	166%	3.6%
	インドネシア	38	55	63	67	185	278	256	178	122	100	82%	2.3%
	ベトナム	-	-	-	245	394	350	314	533	204	67	33%	1.6%
	インド	9	3	4	-	15	35	11	47	14	1	7%	0.0%
	マレーシア	-	36	-	-	52	40	74	62	44	-	-	-
	その他	252	276	361	79	75	42	8	14	22	27	121%	0.6%
	合計	4,760	5,844	5,228	5,162	5,519	5,966	5,330	4,814	4,542	4,326	95%	100%

出典：財務省貿易統計、鉄鋼統計要覧

2017年輸出：その他にブラジル(24.0千t)、オランダ(1.6千t)、英国(1.3千t)を含む

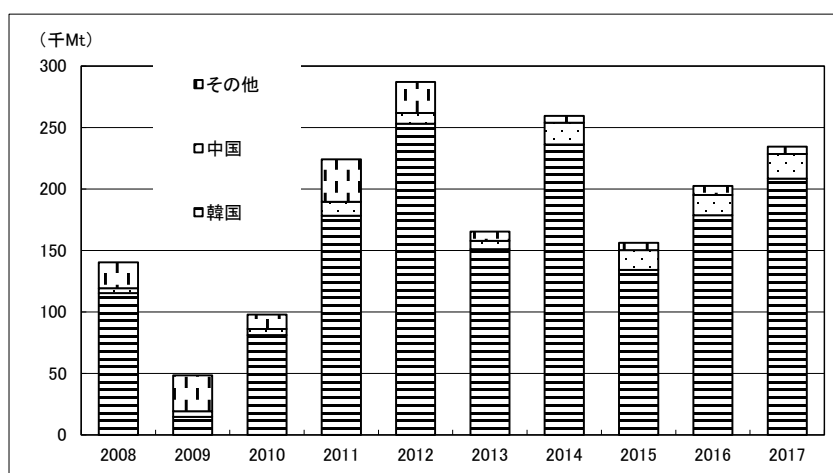


図 3-5 鋼塊・半製品の輸入相手国

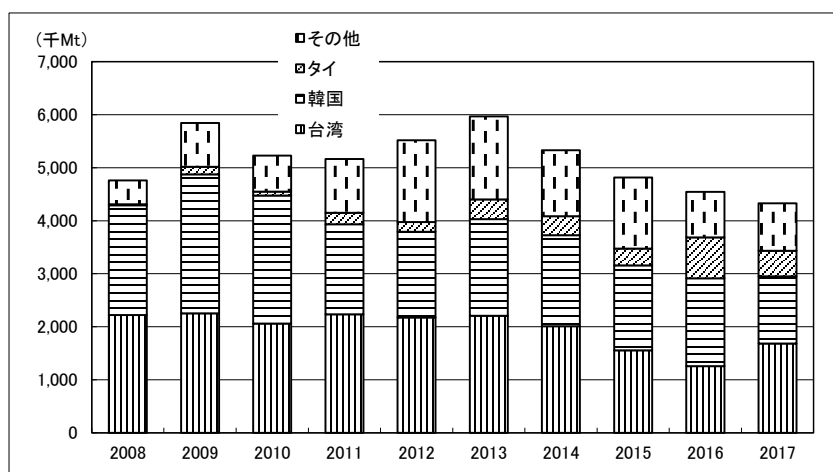


図 3-6 鋼塊・半製品の輸出相手国

3-2-4 普通鋼鋼材

普通鋼鋼材の輸出入相手国を表 3-5、図 3-7、図 3-8 に示す。普通鋼鋼材の輸入量は 2014 年以降、減少傾向にあったが、2017 年は前年比 110% の 4,679 千 t と増加した。主要輸入相手国は、韓国、台湾、中国であり、この 3 か国で 2011 年以降、98% 以上を占めている。

2017 年の普通鋼鋼材の輸出量は前年比 90% の 24,484 千 t であり、主要輸出国は、韓国、中国、タイなどであった。2017 年の普通鋼鋼材の輸出量の減少は国内に普通鋼鋼材を優先的に供給したためである。

普通鋼の輸出のうち、2017 年の韓国向けは前年比 88% と減少した。なお、タイは 2013 年が政情不安の状態にあったため、それ以降輸出量が減少傾向にあったが、2017 年は前年比 102% と微増となった。中国への輸出は前年並みで、ベトナムへの輸出は前年比 90% と減少した。

表 3-5 普通鋼鋼材の輸出入相手国

単位：千Mt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	韓国	2,174	1,563	2,273	2,952	3,093	2,868	3,235	2,896	2,990	3,295	110%	70.4%
	台湾	708	535	707	818	846	951	1,013	976	946	960	101%	20.5%
	中国	692	299	600	638	459	284	595	425	296	377	127%	8.1%
	その他	132	98	84	75	63	56	66	42	40	48	119%	1.0%
	合計	3,706	2,495	3,664	4,484	4,460	4,159	4,908	4,339	4,273	4,679	110%	100.0%
輸出	韓国	6,171	6,054	6,979	5,687	5,205	4,710	4,270	3,966	4,208	3,684	88%	15.0%
	中国	4,943	4,550	5,529	4,947	4,070	4,174	3,991	3,573	3,643	3,653	100%	14.9%
	タイ	3,565	2,160	3,568	3,310	3,850	3,675	3,588	3,377	3,369	3,445	102%	14.1%
	ベトナム	-	-	-	1,531	1,669	2,007	1,764	1,868	2,102	1,897	90%	7.7%
	メキシコ	750	590	793	834	779	921	1,175	1,380	1,329	1,381	104%	5.6%
	インドネシア	1,119	618	1,314	1,372	1,484	1,530	1,294	1,286	1,423	1,318	93%	5.4%
	マレーシア	1,221	765	1,029	1,039	919	1,050	1,000	1,087	1,095	936	85%	3.8%
	インド	578	566	855	1,004	1,226	1,123	1,088	1,948	979	926	95%	3.8%
	米国	879	512	618	718	908	997	1,185	1,146	995	783	79%	3.2%
	その他	7,202	6,526	8,623	6,930	7,568	8,277	7,388	8,237	8,005	6,460	81%	26.4%
合計	26,428	22,341	29,308	27,372	27,678	28,464	26,742	27,868	27,150	24,484	90%	100.0%	

出典：財務省貿易統計、鉄鋼統計要覧

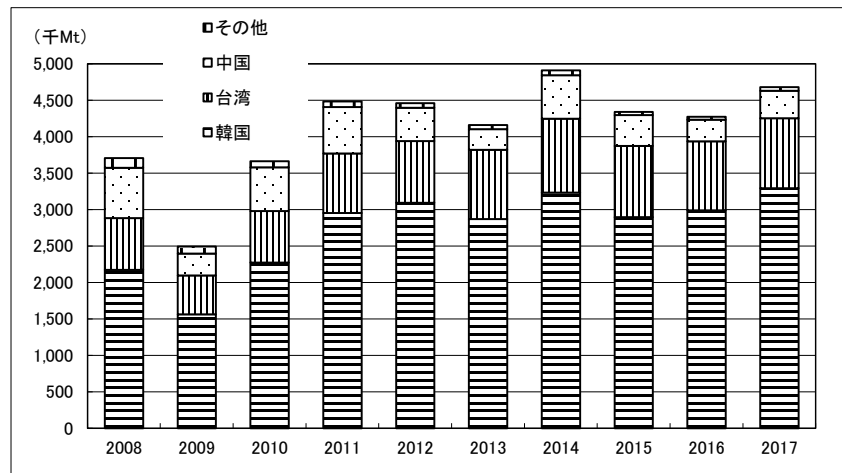


図 3-7 普通鋼鋼材の輸入相手国

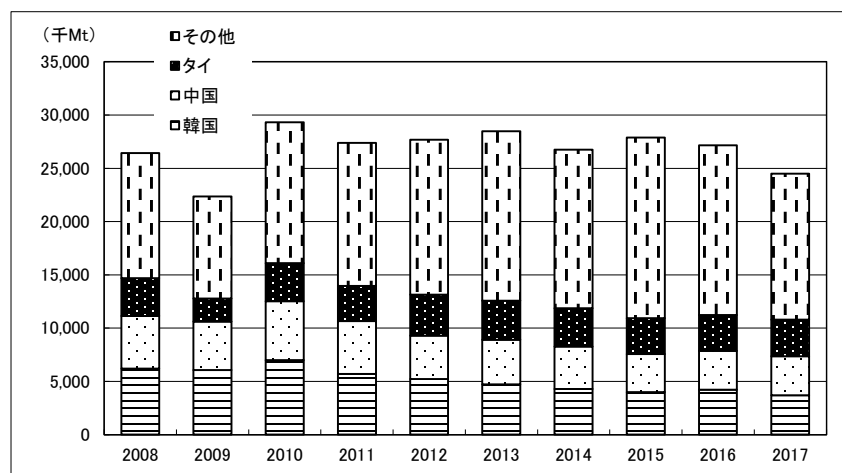


図 3-8 普通鋼鋼材の輸出相手国

3-2-5 特殊鋼鋼材

特殊鋼鋼材の輸出入相手国を表 3-6、図 3-9、図 3-10 に示す。2017 年の特殊鋼鋼材の輸入量は前年比

79%の 865 千 t であり、主要輸入国は、中国、韓国であった。

特殊鋼の輸入量では、2015 年まで中国からの輸入量が増加傾向であったが、ボロン鋼の輸出時に行っていた 9～13%の増値税(付加価値税)の還付制度が 2015 年 1 月から廃止されたことで伸びが止まった。2017 年の中国からの特殊鋼材の輸入量は前年比 66%と大きく減少した。中国では炭素鋼の輸出についてはさほど利幅がないと考えられているが、ボロン添加鋼は輸出時の関税が低く設定されていたため、これまで中国の鉄鋼メーカーは積極的に輸出に力を入れてきた。2011～2012 年頃から日本や東南アジアへの流入が増加した。

このボロン添加鋼の増値税還付制度の廃止後は、中国から日本に向けて特殊鋼鋼材としてボロン添加鋼に代わり、クロム微量添加鋼等が置き換わって輸出されている。

2017 年の特殊鋼鋼材の輸出量は前年比 98%の 8,277 千 t であり、主要輸出国は、中国、タイ、韓国であった。特殊鋼ではタイ向けにハイテン鋼の輸出が増えている。同国では 2011 年の洪水や政情不安等の発生により輸出量が減少したが、2012 年以降は自動車生産量の増加に伴いハイテン鋼の需要も増加傾向にある。

表 3-6 特殊鋼鋼材の輸出入相手国

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	30	22	82	137	290	349	797	721	795	525	66%	60.7%
	韓国	131	113	162	202	180	220	204	183	222	260	117%	30.1%
	台湾	11	13	19	24	25	28	37	39	44	45	103%	5.2%
	その他	33	34	29	37	47	37	37	31	30	35	117%	4.0%
	合計	205	181	293	400	541	633	1,074	975	1,091	865	79%	100.0%
輸出	中国	1,473	1,066	1,652	1,640	1,445	1,440	1,565	1,495	1,580	1,605	102%	19.4%
	タイ	942	611	1,078	979	1,235	1,356	1,486	1,422	1,527	1,526	100%	18.4%
	韓国	909	963	1,430	1,323	1,172	1,130	1,171	991	1,026	944	92%	11.4%
	インドネシア	333	201	362	324	434	395	403	356	477	639	134%	7.7%
	マレーシア	131	140	280	292	418	425	513	208	394	554	140%	6.7%
	米国	471	315	590	635	761	621	771	810	566	540	95%	6.5%
	インド	122	117	223	1,004	239	421	465	450	287	342	119%	4.1%
	台湾	302	198	361	369	297	379	371	329	351	339	97%	4.1%
	UAE	24	26	57	47	42	63	285	222	99	37	38%	0.5%
	その他	1,202	1,187	1,749	1,097	1,809	1,431	1,810	1,883	2,122	1,752	83%	21.2%
	合計	5,909	4,824	7,782	7,710	7,852	7,659	8,840	8,166	8,430	8,277	98%	100.0%

出典：財務省貿易統計、鉄鋼統計要覧

2017年輸出：その他にメキシコ(502千t)、ベトナム(303千t)を含む。

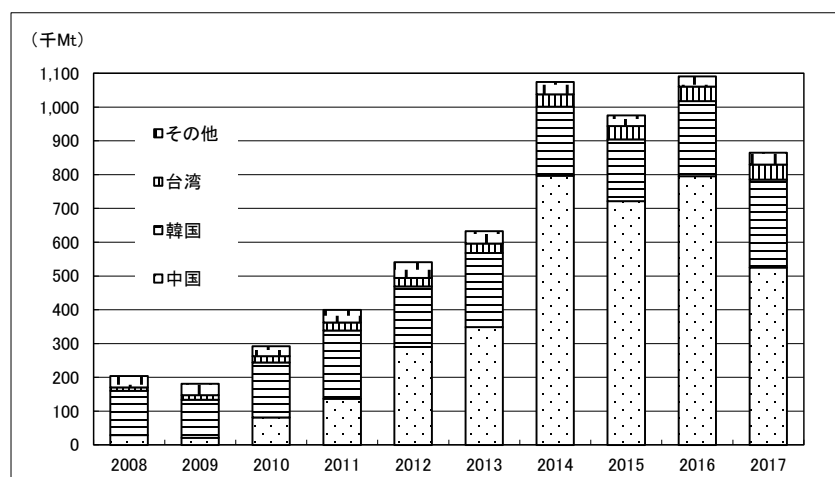


図 3-9 特殊鋼鋼材の輸入相手国

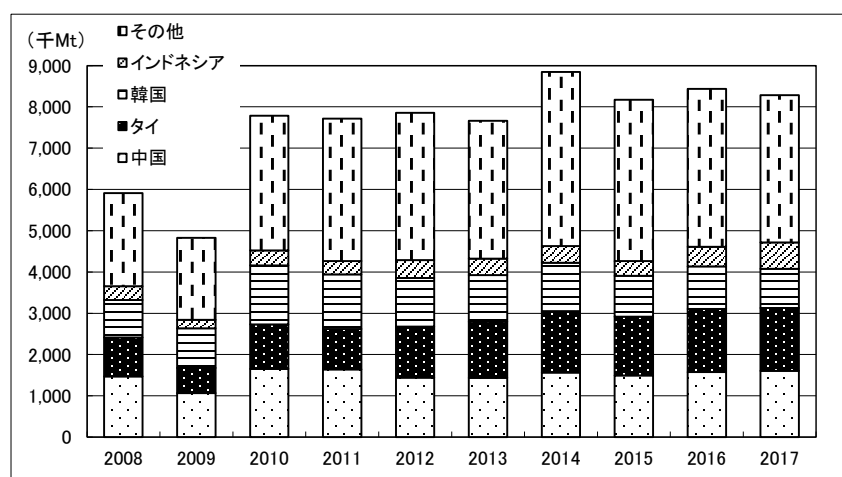


図 3-10 特殊鋼鋼材の輸出相手国

2-2-6. 鋳鍛鋼・鋳物等(鍛鋼品、鋳鋼品、鋳鉄管、鋳鉄鋳物)

鋳鍛鋼・鋳物等の輸出入相手国を表3-7、図3-11、図3-12に示す。2017年の鋳鍛鋼・鋳物等の輸入量は前年比171%の1.24千tとなった。輸入国は中国が94%を占める。

2017年の鋳鍛鋼・鋳物等の輸出量は前年比25%の20.0千tであった。主要輸出国は、クウェートとカタールである。

表 3-7 鋳鍛鋼・鋳物等(鍛鋼品、鋳鋼品、鋳鉄管、鋳鉄鋳物)の輸出入相手国

		単位:千Mt										17/16比	構成比
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸入	中国	0.35	0.25	0.38	0.28	2.16	2.52	2.18	2.01	0.69	1.16	168%	93.5%
	イタリア	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	-	0.07	-	5.6%
	韓国	0.02	0.01	0.05	0.04	0.07	0.08	0.02	0.03	0.03	0.01	32%	0.7%
	米国	0.07	0.01	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	928%	0.1%
	その他	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	18%	0.1%
	合計	0.45	0.30	0.46	0.35	2.28	2.62	2.22	2.06	0.73	1.24	171%	100.0%
輸出	クウェート	37.53	9.93	1.53	8.73	18.56	38.91	1.04	-	34.78	7.26	21%	36.2%
	カタール	1.08	38.19	13.05	0.58	0.52	1.16	75.23	154.08	32.91	2.05	6%	10.2%
	バングラデシュ	0.00	0.00	0.00	0.00	7.19	11.65	0.10	0.01	9.42	7.06	75%	35.2%
	ミャンマー	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.70	-	8.5%
	米国	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.36	0.58	1.24	1.30	105%	6.5%
	ヨルダン	0.02	0.33	-	-	-	-	-	3.00	0.08	-	-	-
	カンボジア	-	-	-	-	0.21	-	2.04	-	-	-	-	-
	その他	28.93	35.31	25.69	14.09	2.60	0.77	10.01	0.38	0.93	0.66	71%	3.3%
	合計	67.56	83.76	40.28	23.42	29.11	52.49	88.80	158.05	79.36	20.04	25%	100.0%

出典:財務省貿易統計

※上記の鋳鍛鋼・鋳物等(鍛鋼品、鋳鋼品、鋳鉄管、鋳鉄鋳物)には鋳鉄管の輸出入統計のみが計上されている。

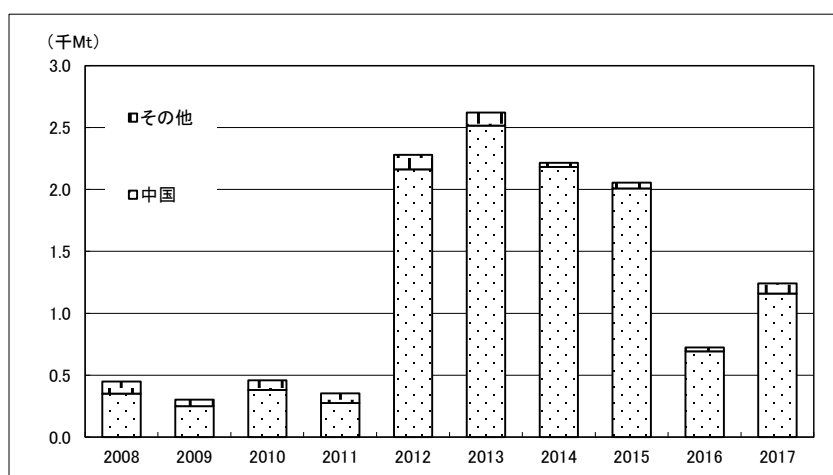


図 3-11 鑄鍛鋼・鑄物等(鍛鋼品、鑄鋼品、鑄鉄管、鋇鉄鑄物)の輸入相手国

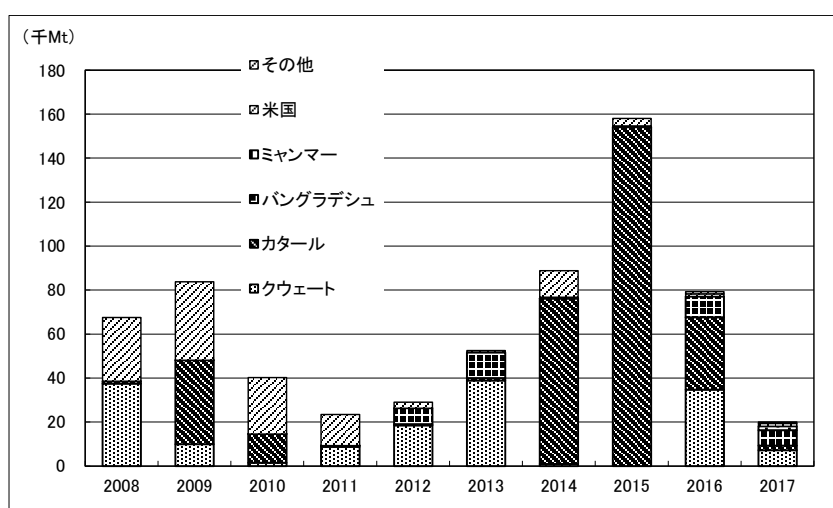


図 3-12 鑄鍛鋼・鑄物等(鍛鋼品、鑄鋼品、鑄鉄管、鋇鉄鑄物)の輸出相手国

3-2-7 鉄スクラップ

鉄スクラップの輸出入相手国を表 3-8、図 3-13、図 3-14 に示す。2017 年の鉄スクラップの輸入量は前年比 132% の 232 千 t となった。主要輸入国は、韓国、米国、香港、台湾である。

2017 年の鉄スクラップの輸出量は前年比 94% の 8,208 千 t であった。主要輸出国は、韓国、中国、ベトナム、台湾である。

2017 年 12 月に中国は「輸入固形廃棄物環境保護管理規定」という国内法を公布し、プラスチックや雑品スクラップなどの廃棄物の輸入を禁止した。これにより、鉄スクラップの中の雑品スクラップについて中国への輸出は減少傾向にあり、2018 年 12 月末の施行後は中国への輸出ができなくなる。

雑品スクラップには使用済家電((エアコン、TV、冷蔵庫、洗濯機)以外のもの、炊飯器、トースター、扇風機など)、工場の解体配電盤やモーターなどが含まれる。雑品スクラップの日本からの中国への輸出量は量的には年間 150～200 万 t あり、2000 年代初から輸出してきた。

表 3-8 鉄スクラップの輸出入相手国

単位:千Mt

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	韓国	97	58	132	117	63	80	99	98	81	98%	35.0%	
	米国	364	54	198	220	45	30	116	16	43	102%	18.4%	
	香港	7	2	5	13	5	26	70	1	3	823%	11.7%	
	台湾	48	33	50	66	50	43	21	14	26	99%	11.0%	
	その他	183	47	106	164	63	56	51	21	22	55	249%	23.9%
	合計	699	194	491	580	225	234	357	149	176	232	132%	100.0%
輸出	韓国	2,360	3,775	3,333	2,862	4,859	4,704	3,808	3,104	3,434	4,046	118%	49.3%
	中国	2,661	4,981	2,710	2,437	3,125	2,602	2,095	1,912	1,935	1,810	94%	22.1%
	ベトナム	140	195	63	38	283	414	753	1,579	1,978	1,519	77%	18.5%
	台湾	217	342	298	38	189	313	608	922	855	398	47%	4.9%
	バングラデシュ	1	1	0	-	-	-	-	47	208	202	97%	2.5%
	インドネシア	11	48	20	3	73	74	46	156	134	71	53%	0.9%
	タイ	11	8	2	33	21	2	5	21	66	51	77%	0.6%
	インド	8	7	4	0	2	5	8	60	65	32	49%	0.4%
	その他	29	40	34	32	34	14	17	38	24	79	335%	1.0%
合計	5,437	9,398	6,464	5,442	8,586	8,129	7,339	7,839	8,698	8,208	94%	100.0%	

出典: 財務省貿易統計

2017年輸出: その他に米国(61千Mt)を含む。

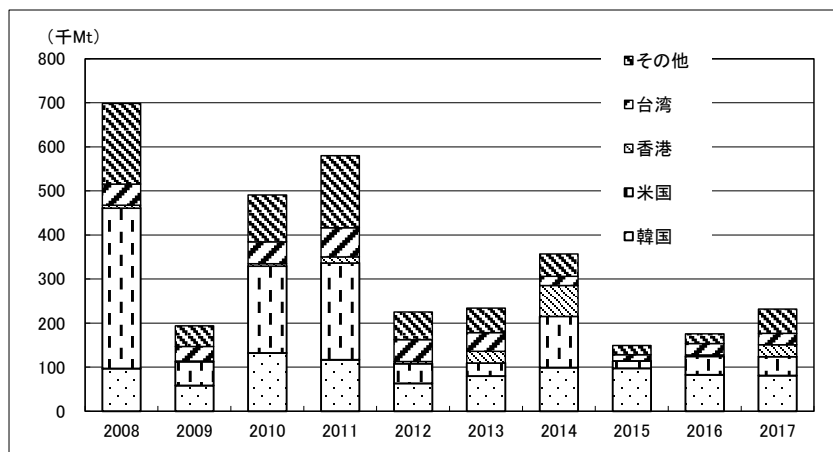


図 3-13 鉄スクラップの輸入相手国

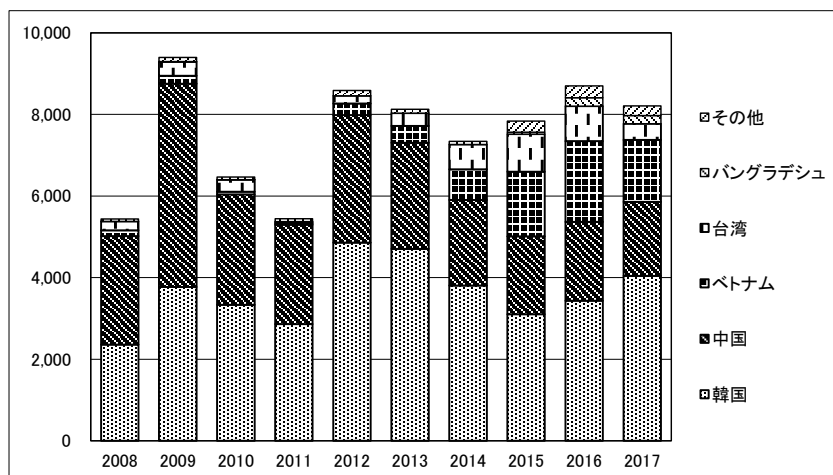


図 3-14 鉄スクラップの輸出相手国

3-3 輸出入価格

鉄の輸出入価格を表 3-9、図 3-15、図 3-16 に示す。2017 年の鉄鉱石平均輸入価格は、前年比 135%の 76\$/t と大幅に上昇した。また、銑鉄、フェロアロイ、普通鋼鋼材、特殊鋼鋼材の平均輸入価格は、それぞれ前

年比 118%の 705\$/t、同 130%の 1,590\$/t、同 120%の 622\$/t、同 139%の 1,236\$/tといずれも値上がりした。

輸出においては、輸出量の最も多い普通鋼の平均輸出価格は前年比 124%の 655\$/t であった。そのほか、特殊鋼は同 113%の 1,159\$/t、半製品は同 141%の 407\$/t などとなり、鉄鉄以外の主要輸出品目の平均輸出価格は、平均輸入価格同様増加した。

2017 年の価格上昇の理由として、米国、欧州、ASEAN の経済が堅調であったことが挙げられる。

表 3-9 鉄の平均輸出入価格

単位: \$/t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	148	131	182	264	232	127	117	71	57	76	135%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鉄スクラップ	輸入	1,123	1,369	1,241	1,117	1,373	1,152	1,037	1,235	892	894	100%
		輸出	617	351	509	618	501	466	443	307	266	300	113%
素材	銑 鉄	輸入	584	377	465	555	488	608	659	819	598	705	118%
		輸出	567	291	488	562	428	393	621	474	749	734	98%
	フェロアロイ	輸入	2,425	1,836	1,812	1,990	1,748	1,623	1,599	1,422	1,223	1,590	130%
		輸出	4,474	2,558	3,749	4,331	3,178	2,542	2,522	1,892	1,550	1,774	114%
製品	普通鋼鋼材	輸入	863	762	806	951	845	685	680	541	519	622	120%
		輸出	1,010	838	846	972	891	776	754	604	530	655	124%
	特殊鋼鋼材	輸入	3,780	2,934	2,645	2,740	1,970	1,597	1,157	969	887	1,236	139%
		輸出	2,026	1,704	1,514	1,804	1,722	1,534	1,421	1,449	1,025	1,159	113%
	半製品	輸入	785	897	694	820	665	1,283	867	701	584	650	111%
		輸出	662	403	528	640	552	480	476	336	288	407	141%

出典: 財務省貿易統計

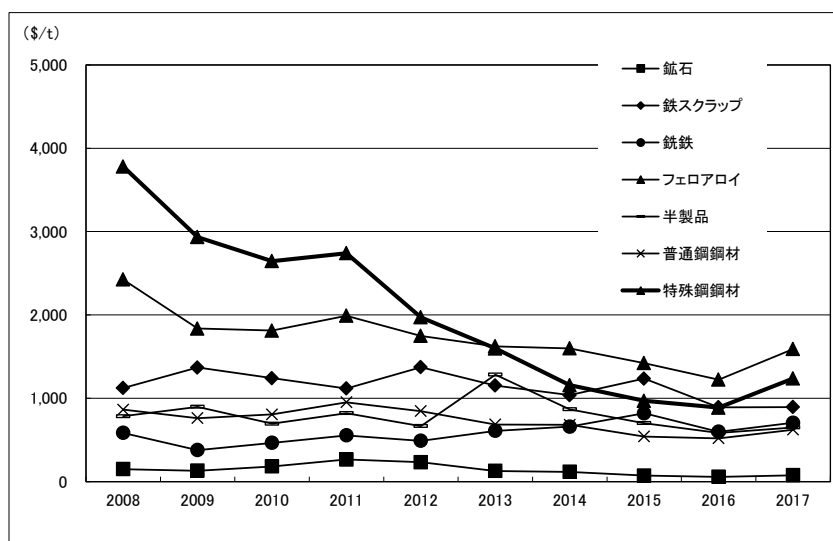


図 3-15 鉄の平均輸入価格

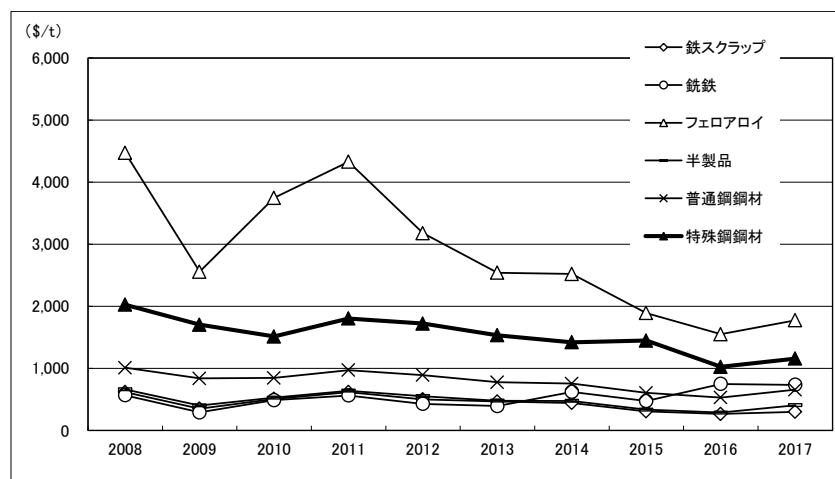


図 3-16 鉄の平均輸出価格

4.リサイクル

鉄鋼生産における鉄のリサイクル率(鉄のリサイクル原料使用率)を表 4-1 に示す。用途を終えた鉄鋼製品の多くが再利用される。表 4-1 に公表データから推定した鉄のリサイクル率を表す。但し、統計改正により 2014 年以降の鋳鉄の消費量データが無いため、2014 年以降のリサイクル率は算出不能となっている。

缶コーヒーなどに使用されるスチール缶の 2017 年(年度)のリサイクル率(表 4-2、図 4)は 93.4%となっている。スチール缶のリサイクル率は 2011 年に 90.4%と初めて 90%を超えて以降、経済産業省の産業構造審議会ガイドラインである「90%以上維持」という目標を達成している。(目標は 2014 年に「85%以上維持」から上方修正)

スチール缶は全国の市町村の資源化施設等へ運ばれたあと、磁選機で選別され、運びやすいようにプレス処理される。プレス処理されたスチール缶は有用な鉄スクラップとして業者を経由し、製鉄所で原料として使用される。電炉では鉄スクラップを主原料として、鉄筋棒鋼等建築材料が生産されており、スチール缶のあき缶も鉄スクラップの一部として使用されている。

2017 年度の容器の品目別リサイクル率(回収率等を含む)では、スチール缶が段ボール(リサイクル率 96.6%(2016 年度の数値))に次いで高い水準である。地域住民の協力による分別排出の徹底や、自治体及び事業系の分別収集システムの完備、資源化センターやスクラップ加工業者の選別・加工精度の向上等が高いリサイクル率の背景にある。

また、スチール缶のみならず、自動車や機械、建設などの分野においても鉄のリサイクルは行われている。鉄スクラップは普通鋼や特殊鋼のほか、鋳鍛鋼・鋳物などからもリサイクルされている。これら鉄スクラップには、鉄鋼メーカーの工場内で発生する自家発生スクラップ(2017 年 13,688 千 t)がある。市中スクラップ(同: 28,514 千 t)は、鋼材の加工時に発生する加工スクラップと電気製品等の最終的な解体もしくは廃棄時に発生する老廃スクラップに分けられる(凡そ 3:7)。なお、輸入された自動車や電気製品などの廃棄時に発生する市中スクラップも含まれる。

鉄スクラップは電炉鋼生産において原料の 97~99%程度を占める主原料であり、スクラップの主要消費者は電炉メーカーである。一方で高炉メーカーでも転炉向けに原料の一部としてスクラップを使用している。

米国は、鉄のスクラップを年間 15 百万 t 輸出している。日本は 1990 年代から鉄スクラップの輸出をスタートし、現在では世界で二番目の鉄スクラップの輸出国である。

中国は 2017 年 12 月に「輸入固形廃棄物環境保護管理規定」という国内法を交付した。これにより、2019 年から雑品スクラップの中国への輸出ができなくなった。従来から日本は雑品スクラップを中国に輸出してきたが、今後国内で発生する雑品スクラップを中国以外に輸出するか、雑品スクラップの国内処理が必要になってくる。

リサイクル率	$\text{＝(鉄スクラップ国内市中供給量)／(製鋼用鉄源消費量)}$
製鋼用鉄源消費量	$\text{＝(製鋼用鉄消費量)＋(製鋼用鉄スクラップ消費量)}$

※鉄スクラップの国内市中供給量の出典は日本鉄源協会による統計である。

表 4-1 鉄のリサイクル率(鉄のリサイクル原料使用率)

単位:千Mt												
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
製鋼用鉄消費量	鉄鉄	製鋼用鉄	81,802	63,420	78,575	76,864	77,899	80,112	-	-	-	-
		鋳物用鉄	11	4	7	3	2	1	-	-	-	-
	鉄スクラップ	製鋼用鉄くず	1,116	778	863	769	762	863	849	773	782	761
		製鋼用鉄くず(溶解用)	43,720	29,028	37,546	36,477	34,795	35,789	36,021	32,753	32,783	35,017
		鋳物用鉄	6,599	4,323	5,464	5,453	5,652	5,522	5,139	4,924	4,844	5,163
	合計①		133,247	97,553	122,455	119,566	119,110	122,288	-	-	-	-
リサイクル量 鉄スクラップ(鉄くず)国内市中供給量②			38,062	23,238	31,061	30,642	28,429	29,493	29,161	26,176	25,910	28,514
リサイクル率 ②÷①			29%	25%	27%	27%	25%	25%	-	-	-	-

出典: 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、日本鉄源協会「鉄鉄及び鉄スクラップ需給実績(暦年)」

※「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」の2014年統計改正により、製鋼用鉄消費量の鉄鉄については不詳。

表 4-2 スチール缶のリサイクル率

	単位:千t									
	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
消費重量	772	699	685	682	664	611	571	486	463	451
再資源化重量	683	623	612	617	603	567	525	451	435	422
リサイクル率	88.5%	89.1%	89.4%	90.4%	90.8%	92.9%	92.0%	92.9%	93.9%	93.4%

出典: スチール缶リサイクル協会

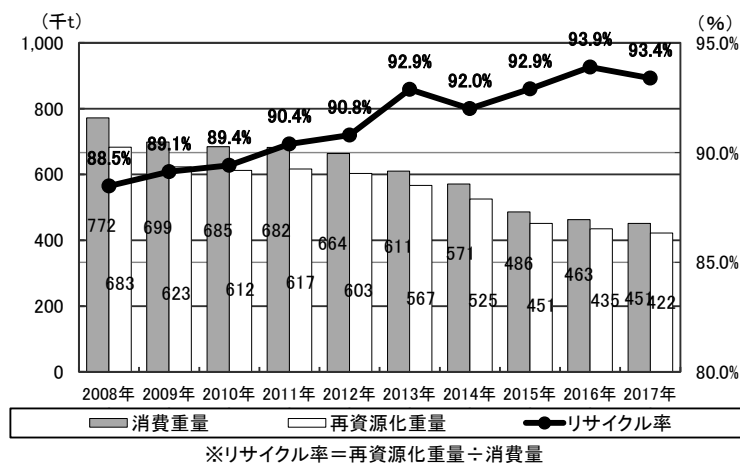
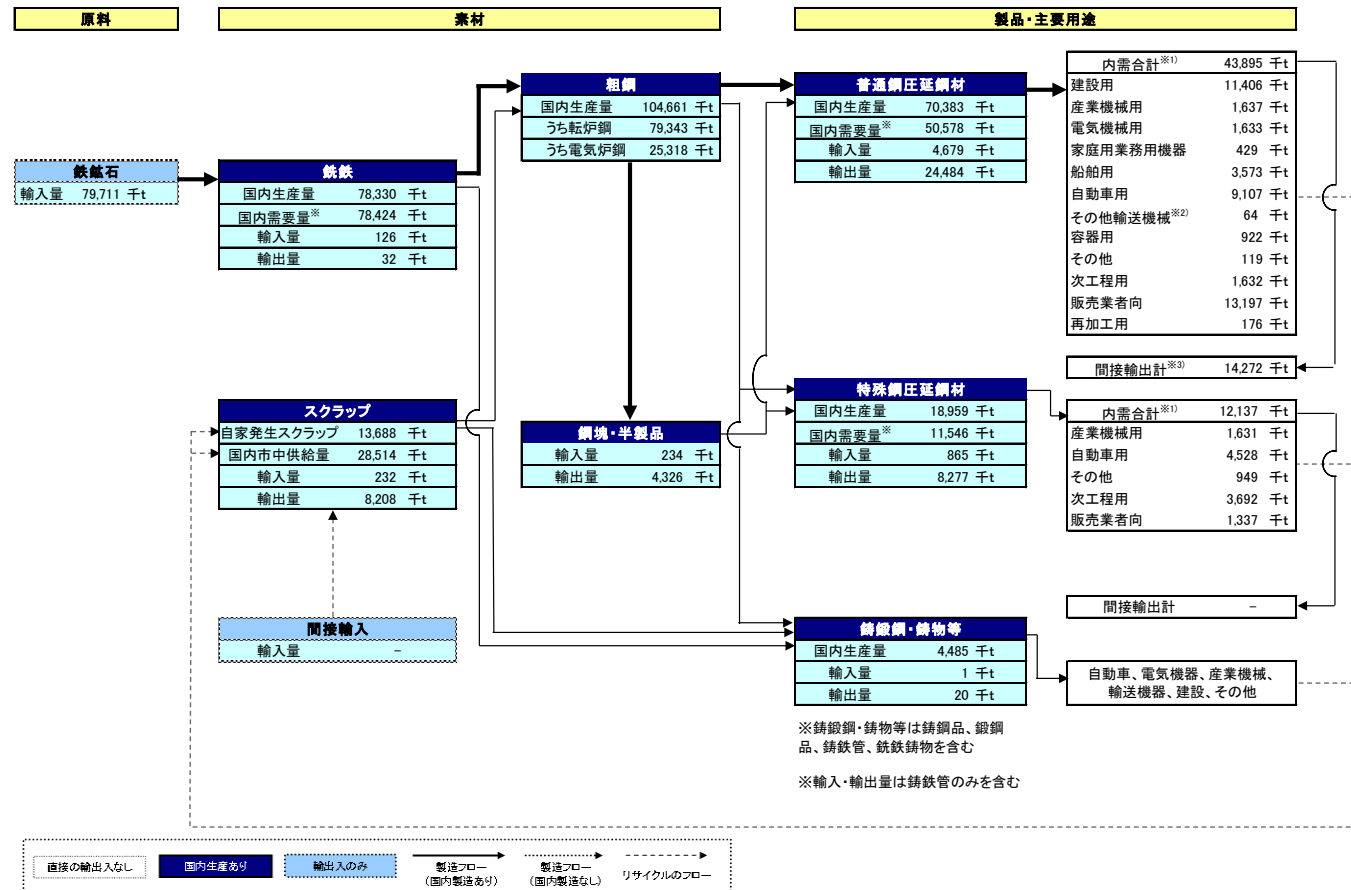


図 4 スチール缶のリサイクル率

5.マテリアルフロー

鉄のマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: 鉱石63%, 鉱石以外100%
 リサイクルには、製品からのものと製品を加工する段階で発生した工程くずが含まれる。
 ※国内需要量=国内生産量+輸入量-輸出量
 ※1) 国内生産分の出荷量を示し、輸入分の出荷は含まず。
 ※2) その他輸送機械は鉄道車両用を含む
 ※3) 出典: 日本鉄鋼連盟(年度数値)
 注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

アルミニウム(AI)

【用途】 輸送機器や建築物、容器包装などに広く利用
アルミニウムは、鉄に次ぐ汎用基礎素材として、多岐多様な分野で使用されている。輸送機器や建築物の構造材料や、エンジン部品や各種熱交換器やヒートシンクにも使用されている。また電気伝導性が高いことから、電線として利用されており、無害無臭であることから、飲料缶や食品や医薬品の包装、医療機器及び家庭用器物に用いられている。

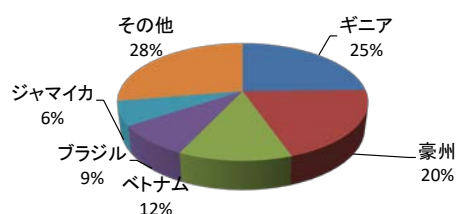
【特性】
・鉄や銅の約 3 分の 1 の軽さ
・塑性加工しやすくあらゆる形状になる
・電気・熱の伝導性が高い

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017 年世界計) 出典:USGS2018、WBMS2018

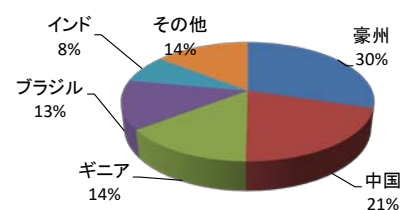
ボーキサイト埋蔵量

(合計 30,000 マテリアル百万t)



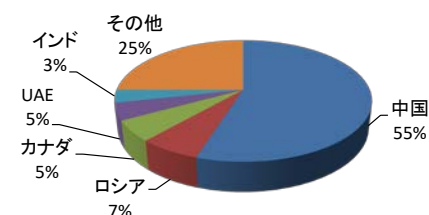
ボーキサイト生産量

(2017 年合計 296,223 マテリアル千t)



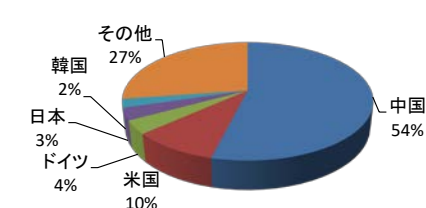
国別アルミニウム地金生産量

(2017 年合計 58,743 マテリアル千 t)



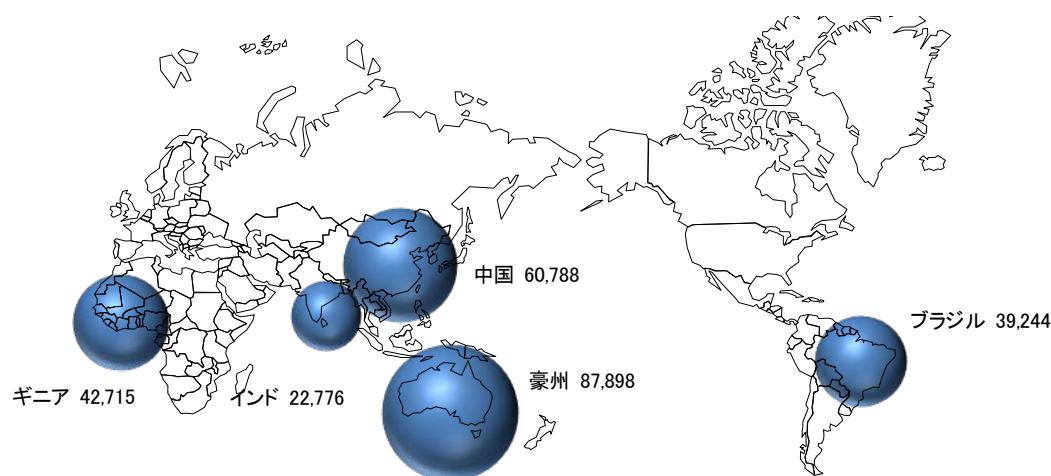
国別アルミニウム地金消費量

(2017 年合計 59,196 マテリアル千 t)

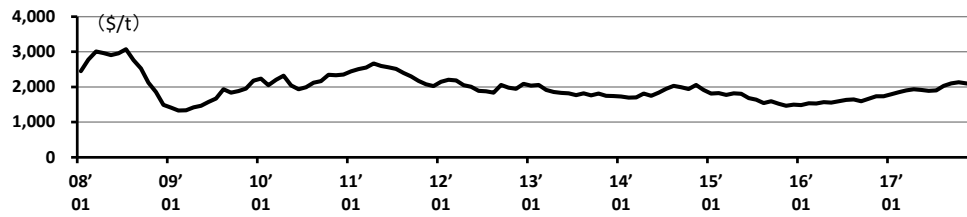


【世界の主要鋳石生産国】 豪州、中国が 2 大生産国

国名、国別生産量(マテリアル千 t、2017 年間値)、出典:WBMS2018



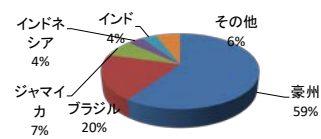
【LME 価格の推移】アルミニウム (Al)



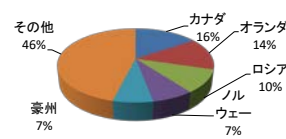
【貿易概況】(数値はマテリアルベース、2017 年世界計) 出典: WBMS2018、財務省貿易統計

■世界

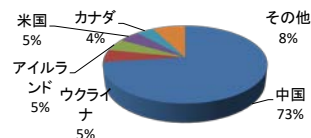
ボーキサイト主要輸出国
(2017 年合計 45,611 千 t)



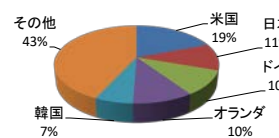
アルミニウム地金(含む合金)主要輸出国
(2017 年合計 18,693 千 t)



ボーキサイト主要輸入国(2017 年合計 94,102 千 t)

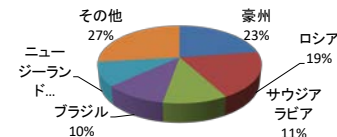


アルミニウム地金(含む合金)主要輸入国(2017 年合計 25,712 千 t)

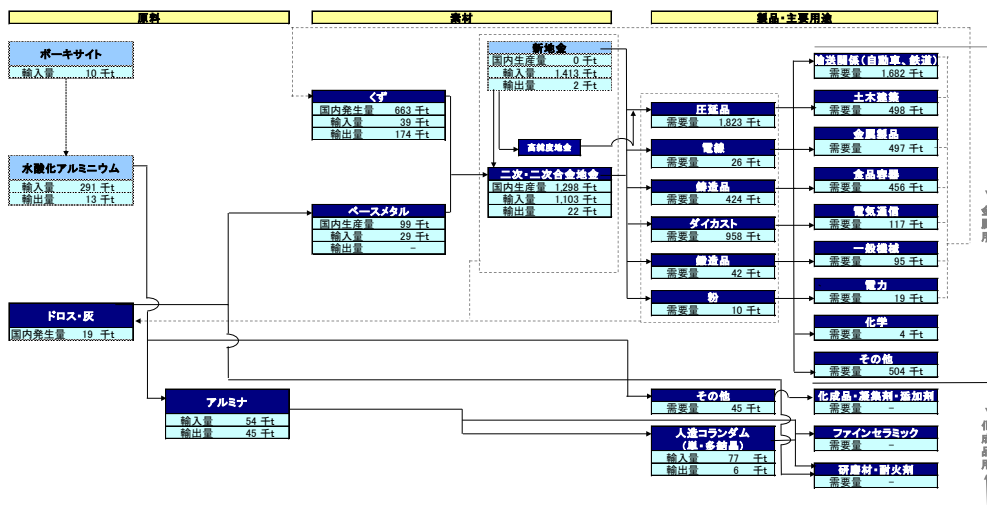


■日本

アルミニウム地金主要輸入相手国
(2017 年合計 1,572 純分千 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計、非鉄金属等需給動態統計



【概要】

- ・ボーキサイトの主な生産国は、豪州、中国、ギニア、ブラジルである。アルミナの世界最大の生産国は中国で世界のアルミナ生産量の 67%を生産している。中国は現在、主にギニア、豪州、ブラジルからボーキサイトを輸入している。かつては、インドネシア、マレーシアからも輸入していたが、インドネシア政府やマレーシア政府が輸出停止措置を取ったため、中国企業はギニアの鉱山に資本参加し、ボーキサイトを調達している。
- ・2017 年のアルミニウムの内需は、自動車向けと半導体製造装置向けの需要が伸び、前年比 105%と増加した。
- ・日本は国内でのアルミニウム地金の生産はなく、2017 年は豪州、ロシア等からアルミニウム地金を 159 万t(純分)、中国、ロシア等から合金地金を 126 万 t(純分)輸入している。
- ・国内で構築されたアルミニウムの回収システムにより、アルミニウムはリサイクルされている。2017 年の二次地金、二次合金地金の生産量は 135 万t(純分)であった。

1.特性・用途

アルミニウムは地殻に含まれる元素として、酸素、ケイ素に次いで 3 番目に多く含まれる。銀灰色で、軽く、展性、延性に富む。高い熱伝導度及び電気伝導度を有し、表面に酸化被膜を生成し、内部を保護することから耐食性に優れる。常温では水と反応せず、酸にはよく溶けるが、濃硝酸には侵されにくい。空气中で高温にすると、光を発して燃え、酸化物になる。窒素中で高温にすると反応して窒化物になる。

主要鉱石はボーキサイト($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)である。ボーキサイトは、水和状態の異なるギブサイト、ペーサイト、ダイアスポアなどの水酸化アルミニウム鉱物を含む。ボーキサイト鉱床は、アルミニウムに富む岩石の珪酸塩、アルカリ、アルカリ土類金属が風化作用により溶脱して形成されるため、熱帯雨林地方に分布する。

アルミニウムはボーキサイトを苛性ソーダ(水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液)に溶かし、ろ過・冷却して水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ を取り出す。この水酸化アルミニウムを焼成すると、アルミと酸素が強く結びついた融点の非常に高いアルミナ(Al_2O_3)ができる。アルミナの需要は金属用と無機化学品(以下、化成品)用に大別される。このアルミナを電気分解し、アルミニウムの新地金を製造する。鉱石からアルミニウム地金を作るには電力を大量に消費するためリサイクルが盛んに行われており、アルミ缶やアルミニウムくずが回収・溶解され、再生地金となっている。

アルミニウムは自動車、鉄道車両、航空機、船舶、コンテナなどの輸送機器や建築物などの構造材料として使用される他、冷暖房装置やエンジン部品、各種の熱交換機、ソーラーコレクターなどの高密度化した電子機器の放熱フィン、ヒートシンクとしても使われている。また、無害・無臭であることから、飲料缶や食品及び医薬品の包装、医療機器及び家庭用器物などにも用いられている。

アルミニウムの最大の特性は軽量であることである。アルミニウムの比重は 2.7 と鉄(7.8)や銅(8.9)に比べ 3 分の 1 だが、単位重量当たりの強度が強く、耐食性にも優れる。アルミニウムは融点が低く、加工性に優れた金属で、薄肉の鋳物や複雑な形状の鋳物生産に適しており、ピストン、エンジンプロック、ホイールなどの自動車部品や各種産業機器などにも幅広く使用される。また、電気伝導体としても極めて経済的な金属である為、高電圧の送電線や導体(板、管)などにも広く使用されている。また、熱伝導率は鉄の約 3 倍である。

アルミナは硬く、融点が $2,050^\circ\text{C}$ と高いうえに電気絶縁抵抗が大きく、化学的に安定していることから、研磨材や耐火物、絶縁碍子などに古くから使用されている。近年ではファインセラミックス用原料としても多く用いられている。ファインセラミックス用の高純度に精製されたアルミナは、電子工業用絶縁基板やパッケージ、スパークプラグから切削工具、糸道、ポンプ・バルブ部品等の様々な産業機械など、その需要分野は多岐に渡っている。また、アルミナの中間材料である水酸化アルミニウムは、人造大理石、特殊紙充填剤、凝集剤やゴム・プラスチックの添加剤等として使用されている。

アルミナを再度アーク炉で融かして冷やした多結晶の人造コランダムは、粉碎、精製、整粒して研磨材や耐火物原料として使用されている。一方、フラックス法や火炎熔融法、引き上げ法などで製造された単

結晶人造コランダムの人造ルビーはアナログ式のクォーツ時計の軸受け（サファイアは鉄分を含むので不向き）、人造サファイアは、白色 LED 基板やサファイヤガラスや精密機械の軸受けに使用されている。

2. 需給動向

2-1. 世界の需給動向

(1) ボーキサイトの生産量

世界のボーキサイト生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年のボーキサイト生産量は前年比 105% の 296,223 千 t であった。2017 年における世界のボーキサイト主要生産国は、豪州、中国、ギニア、ブラジル、インドなどであり、この 5 か国で全体の 86% を占める。インドネシアは 2014 年 1 月から新鉱業法に基づき未加工鉱石の輸出を禁止したことにより、2014 年以降、生産量は大きく減少している。世界のボーキサイトの生産量は 2010 年以降、2013 年まで増加し、2014 年に一旦減少したが、その後増加傾向となり、2017 年は 2013 年のレベルに近づいた。

中国はアルミナを大量に生産するため、世界中からボーキサイトを調達している。中国のボーキサイトの輸入相手国は、かつては、インドネシア、マレーシアからも輸入していたが、インドネシア政府やマレーシア政府が輸出停止措置を取ったため、中国企業はギニアの鉱山に資本参加し、ボーキサイトを調達している。2016 年、2017 年のギニアのボーキサイト生産量が大きく増加した理由はこのためである。

表 2-1 世界のボーキサイト生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
豪州	64,633	65,231	68,535	69,977	76,282	81,119	78,632	80,910	83,516	87,898	105%	30%
中国	25,177	29,213	36,837	37,174	44,052	50,339	59,212	60,788	60,788	60,788	100%	21%
ギニア	17,682	14,774	17,633	17,695	19,614	20,498	21,204	21,049	30,772	42,716	139%	14%
ブラジル	28,098	26,074	32,028	33,625	34,988	33,896	36,313	37,064	39,244	39,244	100%	13%
インド	19,737	14,246	12,662	13,000	15,320	20,421	20,688	26,383	24,219	22,776	94%	8%
インドネシア	16,792	14,720	27,410	40,644	31,443	57,024	2,556	472	700	1,294	185%	0%
その他	45,411	32,767	33,696	36,673	35,626	35,297	40,927	61,014	42,524	41,507	98%	14%
合計	217,530	197,026	228,802	248,788	257,325	298,595	259,533	287,679	281,762	296,223	105%	100%

出典：World Bureau of Metal Statistics 2018 「World Bureau of Metal Statistics Aluminium」 World Bauxite Production

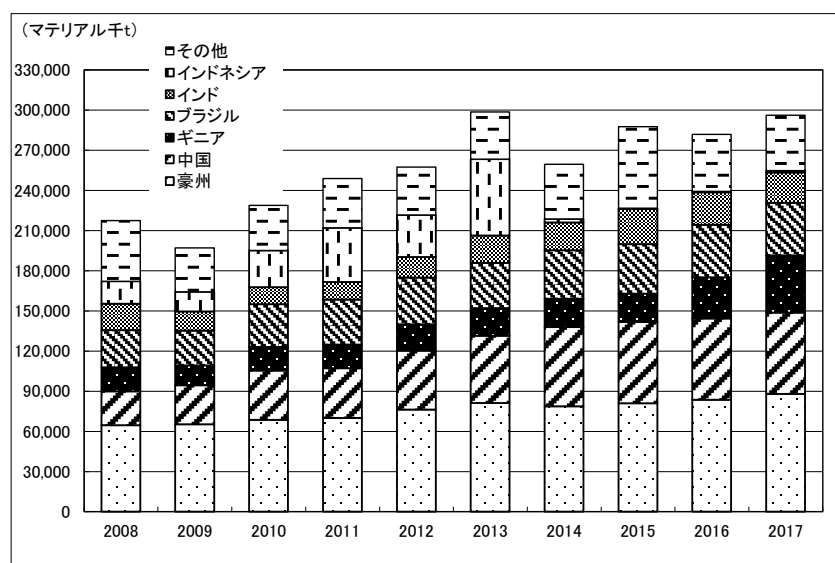


図 2-1 世界のボーキサイト生産量

(2)アルミナの生産量

世界のアルミナの生産量を表 2-2、図 2-2 に示す。World Bureau of Metal Statistics(以下、WBMS)によれば、2012 年までカウントされていなかった中国のアルミナ生産量が 2013 年よりカウントされ始めたことによって、2013 年の世界のアルミナ生産量は前年比 179%と急拡大した。2017 年は前年比 109%の 118,772 千 t であった。2017 年の生産量に占める用途別内訳をみると、金属用が全体の 94%を占める 111,552 千 t、化成品用が全体の 6%の 7,220 千 t であった。2017 年の地域別の生産量は、中国が前年比 115%の 67,312 千 t(金属用 63,925 千 t、化成品用 3,387 千 t)で世界の 57%を占め、中国以外のアジアが前年比 124%の 8,167 千 t(金属用 7,959 千 t、化成品用 208 千 t)と、中国・アジアの合計で世界のアルミナ生産の 64%を占める。他は、オセアニアが前年並みの 20,335 千 t(金属用 19,887 千 t、化成品用 448 千 t)で 17%を占め、北南米が前年比 93%の 14,372 千 t(金属用 12,998 千 t、化成品用 1,374 千 t)で 12%を占め、欧州が前年比 102%の 8,586 千 t(金属用 6,783 千 t、化成品用 1,803 千 t)で 7%を占めた。

表 2-2 世界のアルミナ生産量

単位：マテリアル千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
欧州	金属用	7,468	6,159	6,166	6,359	6,380	6,433	6,429	6,786	6,751	6,783	100%	6%
	化成品用	2,392	1,532	2,038	2,083	1,783	1,831	1,750	1,605	1,674	1,803	108%	25%
	小計	9,860	7,691	8,204	8,442	8,163	8,264	8,179	8,391	8,425	8,586	102%	7%
アフリカ	金属用	595	530	596	559	133	-	-	-	-	-	-	-
	化成品用	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	-	-
	小計	595	530	596	559	139	0	0	0	0	0	-	-
アジア (除く中国)	金属用	4,447	4,125	3,990	4,237	4,193	3,885	4,440	4,721	6,309	7,959	126%	7%
	化成品用	774	940	1,125	1,125	1,058	995	867	757	257	208	81%	3%
	小計	5,221	5,065	5,115	5,362	5,251	4,880	5,307	5,478	6,566	8,167	124%	7%
中国	金属用	0	0	-	-	-	41,336	44,174	54,557	55,937	63,925	114%	57%
	化成品用	0	0	0	0	0	1,425	1,468	2,211	2,445	3,387	139%	47%
	小計	0	0	0	0	0	42,761	45,642	56,768	58,382	67,312	115%	57%
北南米	金属用	19,804	15,848	16,957	18,470	17,868	17,582	17,168	16,699	14,043	12,998	93%	12%
	化成品用	1,062	853	1,098	1,176	1,144	1,360	1,545	1,481	1,385	1,374	99%	19%
	小計	20,866	16,701	18,055	19,646	19,012	18,942	18,713	18,180	15,428	14,372	93%	12%
オセアニア	金属用	19,104	19,656	19,170	18,593	20,436	20,721	19,741	19,455	19,938	19,887	100%	18%
	化成品用	312	303	477	522	561	519	529	461	481	448	93%	6%
	小計	19,416	19,959	19,647	19,115	20,997	21,240	20,270	19,916	20,419	20,335	100%	17%
世界	金属用	51,418	46,318	46,879	48,218	49,010	89,957	91,952	102,218	102,978	111,552	108%	100%
	化成品用	4,540	3,628	4,738	4,906	4,552	6,130	6,159	6,515	6,242	7,220	116%	100%
	合計	55,958	49,946	51,617	53,124	53,562	96,087	98,111	108,733	109,220	118,772	109%	100%

出典：World Bureau of Metal Statistics2018「World Bureau of Metal Statistics Aluminium」Alumina Production

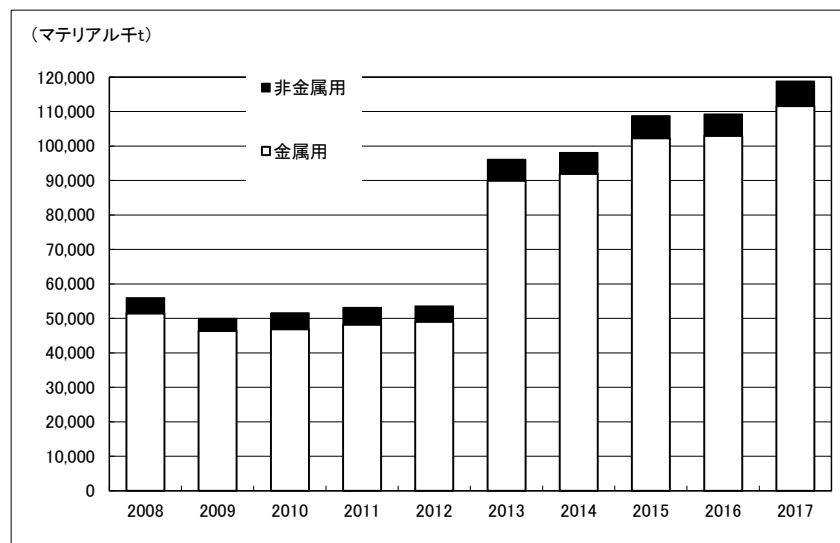


図 2-2 世界のアルミナ生産量

(3)アルミニウム地金の生産量・消費量

世界のアルミニウム地金(新地金)の生産量・消費量を表 2-3、図 2-3 に示す。2017 年のアルミニウム地金生産量は前年比 101%の 58,742 千 t であった。一方、世界のアルミニウム地金消費量は前年比 102%の 59,196 千 t であり、消費量が生産量を約 454 千 t 上回った。2017 年にアルミニウム地金生産量が最も多かったのが中国の 32,273 千 t で世界の 55%であった。また、アルミニウム地金消費量が最も多かったのも中国で、31,908 千 t で同じく世界の 54%であり、中国は生産、消費とも世界の 55%と大半を占める。

地域別生産量を見ると、中国を含むアジア全体の生産量は 41,429 千 t で世界の 71%であった。その他の地域別生産量は、欧州が 8,478 千 t で構成比 14%、北南米が 5,331 千 t で構成比 9%、アフリカが 1,681 千 t で構成比 3%、その他となっている。

地域別消費量は、日本、中国を含むアジアが 41,827 千 t で構成比 71%、欧州が 8,815 千 t で構成比 15%、北南米が 7,400 千 t で構成比 13%、アフリカが 819 千 t で構成比 1.4%、オセアニアが 336 千 t で構成比 0.6%であった。

アルミナからアルミニウム新地金を製造するプロセスでは、大量の電力が必要であり、電気料金の高い日本での新地金生産は高コストとなる。日本はもともと世界有数のアルミニウム製錬大国であったが、1970 年代に発生したオイルショックによるエネルギーコストの急上昇により国内製錬事業は急激に衰退した。1980 年代半ばにはほとんどのアルミニウムメーカーが電気製錬事業から撤退、日本軽金属のみが電子材料などに使用される純度 99.95%以上の高純度地金の電解製錬を続けていた。その日本軽金属も 2014 年 3 月末をもって新地金生産を終了し、これ以降、日本国内での新地金生産は無くなり、新地金はすべて海外から輸入されている。

中国はアルミニウム地金の過剰生産問題を抱えており、近年はアルミニウム製錬の生産能力を削減しようとする動きがあり、環境規制の強化とアルミニウム製錬所の操業抑制が行われている。中国の多くのアルミニウム製錬所は石炭火力の自家発電設備を所有しており、具体的には「26 プラス 2 市」(河北省の 26 市と北京市、天津市)で冬の暖房必要期間にアルミニウム製錬所の生産が減産の対象になる。また、中国では、小規模のアルミニウム製錬所の集約が継続して実施されている。小規模のアルミニウム製錬所は老朽化しているものが多く、エネルギー効率も悪い。工場を廃棄した場合にそのアルミニウム製錬能力が競売に掛けられ、大型や新式の製錬所が落札し取得できる。

中近東では、天然ガス発電による安価な電力が利用できることから産業政策として、アルミニウム製錬工場の導入が盛んである。UAE(アラブ首長国連邦)は天然ガス火力による電気でアルミニウムを低コストで製造し、品質も良いため引き合いが多く、生産能力を増やしている。

表 2-3 世界のアルミニウム新地金生産・消費量

単位：マテリアル千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
地金生産	欧州	9,825	8,322	8,625	8,875	8,356	7,848	7,497	8,006	8,120	8,478	104%	14%
	アジア	中国	13,178	12,891	16,244	20,072	23,534	26,534	28,317	31,518	32,273	101%	55%
		UAE	892	1,010	1,400	1,750	1,861	1,848	2,296	2,464	2,677	108%	5%
		インド	1,308	1,479	1,610	1,660	1,714	1,597	1,899	1,930	1,909	106%	3%
		バーレーン	872	848	851	881	890	913	931	961	971	101%	2%
		日本	7	5	5	5	4	3	1	0	-	-	-
		その他	1,164	1,416	1,762	2,162	2,320	2,606	3,077	3,276	3,520	99%	6%
		小計	17,419	17,648	21,871	26,530	30,324	33,500	36,520	40,149	41,429	102%	71%
	アフリカ	1,714	1,690	1,742	1,847	1,738	1,823	1,748	1,683	1,684	1,681	100%	3%
	北南米	8,448	7,266	6,998	7,158	6,905	6,824	6,111	5,795	5,392	5,331	99%	9%
地金消費	オセアニア	2,290	2,214	2,272	2,302	2,189	2,102	2,031	1,980	1,974	1,824	92%	3%
	合計	39,696	37,139	41,508	46,711	49,512	52,096	53,908	57,612	57,910	58,742	101%	100%
	欧州	8,816	6,320	8,242	8,454	7,947	7,539	8,038	8,121	8,606	8,815	102%	15%
	アジア	中国	12,413	14,300	15,854	19,639	22,585	26,443	28,003	31,068	31,615	101%	54%
		日本	2,250	1,523	2,025	1,946	1,982	1,772	2,034	1,779	1,742	112%	3%
		韓国	964	1,038	1,255	1,233	1,278	1,241	1,282	1,366	1,453	98%	2%
		インド	1,284	1,458	1,475	1,569	1,690	1,559	1,655	1,521	1,378	89%	2%
		その他	3,004	2,913	4,118	4,508	4,758	4,609	4,768	5,219	5,077	105%	9%
		小計	19,914	21,232	24,727	28,896	32,294	35,624	37,743	40,953	41,264	101%	71%
	アフリカ	746	778	822	853	900	832	821	852	843	819	97%	1%
	北南米	7,143	6,069	6,420	6,418	6,948	6,662	7,351	7,188	6,945	7,400	107%	13%
	オセアニア	385	359	319	355	312	363	379	278	364	336	92%	1%
	合計	37,004	34,757	40,529	44,976	48,401	51,020	54,331	57,393	58,022	59,196	102%	100%

出典：World Bureau of Metal Statistics 2018「World Bureau of Metal Statistics Aluminium」World Refined Production & Refined Consumption

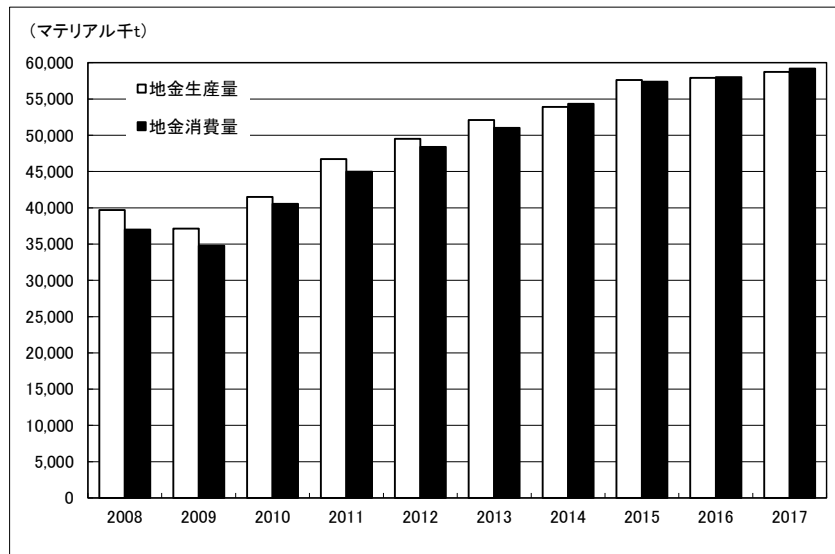


図 2-3 世界のアルミニウム地金生産・消費量

2-2.国内の需給動向

アルミニウムの国内需給を表 2-4、図 2-4 に示す。また、アルミニウムの用途別需要を図 2-5 に示す。日本では 1894 年(明治 27 年)に初めてアルミニウム製品が生産され、その後、1934 年(昭和 9 年)に国内初のアルミニウム製錬が行われた。戦後の復興とともに民間需要が伸び、高度経済成長期には製品需要が飛躍的に拡大した。現在では年間約 4,000 千 t 前後の需要を維持しており、これは金属材料では鉄に続いて 2 番目に多い量となっている。

2017 年の日本のアルミニウム供給量は前年比 110%の 4,500 千 t、需要は前年比 104%の 4,268 千 t であった。供給の内訳は、在庫が 90 千 t、生産が 1,364 千 t、輸入が 3,046 千 t である。

2017 年の地金生産量は二次地金、二次合金の生産量が 1,351 千 t と全量を占めている。日本国内の新地金生産は 2014 年 3 月末に終了しており、それ以降の新地金の供給は全量を輸入に頼っている。一

方で、アルミ缶や自動車部品、建材、その他、市中に出た様々なアルミニウム製品の分別回収は進んでおり、これを原料として生産される二次地金、二次合金は 2013 年以降、1,300 千 t 前後を確保している。

アルミニウムの二次地金、二次合金地金の用途は、ダイカスト、鋳物、圧延、その他に大別される。このうちダイカストと鋳物は約 90%が自動車向けであり、圧延は缶、建材など、その他は製鋼用脱酸剤としての使用が中心である。自動車ではエンジンブロックやインテークマニホールドなどのエンジン周りの部品に加え、ピストン、タイヤホイール、トランスミッションケースなどで、強度を保ちながら軽量化を実現する材料としてアルミ合金が採用されている。さらに、アルミ電線を利用した自動車用ワイヤーハーネスが、徐々に普及していくと予想される。自動車メーカー各社が生産拠点を国内から海外に移し、国内での自動車製造が縮小、それに合わせて自動車用アルミ合金需要は横ばいとなっている。さらに、自動車メーカーの工場の海外移転に合わせて、部品メーカー（溶湯での供給を含む）、合金メーカーの海外シフトの動きがある。しかし、その他の自動車部品については現時点では国内での製造が中心であり、材料であるアルミニウム合金も安定的な需要量が確保されている。2017 年の輸送（自動車）用のアルミニウムの販売量は増加し、また自動車用のアルミ合金需要に回復が見られる。

2017 年の日本国内のアルミニウム需要量のうち内需は前年比 104%の 4,019 千 t、輸出は前年比 99%の 248 千 t であった。需要量のうち内需は 94%、輸出は 6%の比率であり、輸出の比率は小さい。

内需に占める主要用途別構成比は輸送が 1,766 千 t で全体の約 44%、土木建築が 504 千 t で全体の 12.5%、金属製品が 515 千 t で全体の 12.8%、食品容器が 446 千 t で全体の 11%、電気通信が 121 千 t で全体の 3%、その他が 13%を占めている。輸送（自動車・鉄道）は主にエンジン用であり、土木建築は、主にアルミサッシ用である。また金属製品はアルミ箔、PS 板などの用途であり、電気通信は電線、筐体、放熱板用などで、電力は電力線用である。

2017 年の輸送関係の需要増加は、自動車の生産台数の増加によるものである。日本アルミニウム協会では、国内の自動車向けアルミニウム出荷量と国内の自動車生産台数から、自動車 1 台あたりのアルミニウム消費量を試算している。これによると、自動車 1 台あたりのアルミニウム消費量は 1980 年に約 60kg であったものが 2017 年に約 170kg になっており、自動車へのアルミニウム使用量は軽量化の流れで着実に増加している。

2017 年の一般機械向け需要が増えているのは、半導体製造装置向けのアルミニウム需要が 2016 年、2017 年と増加した。

表 2-4 アルミニウムの国内需給

単位: 純分千t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
供給	在庫	アルミナ	20	24	27	42	55	66	23	29	38	52	137%	
		二次地金・二次合金地金		41	38	38	36.0	34.9	37	39	35	35	37	105%
		粉	1.8	1.6	1.8	1.8	1.5	1.7	1.5	1.4	1.2	1.2	98%	
		小計	64	64	66	80	92	105	63	65	74	90	121%	
	生産	アルミナ	167	103	168	179	157	146	108	-	-	-	-	-
		地金	新地金	6.6	5.1	4.7	4.7	4.5	3.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-
			二次地金・二次合金地金	1,308	927	1,104	1,057	1,067	1,341	1,344	1,291	1,298	1,351	104%
		小計	1,315	932	1,109	1,062	1,071	1,344	1,344	1,291	1,298	1,351	104%	
		粉	14.4	10.1	13.1	12.9	10.79	11.4	11.8	11.6	11.6	12.5	108%	
		小計	1,496	1,045	1,290	1,254	1,239	1,502	1,464	1,303	1,310	1,364	104%	
	輸入	アルミナ	43	22	42	49	39	35	42	45	54	57	106%	
		人造コランダム	95.0	39.0	87.0	82.0	86.0	76.5	80.2	75.5	77.3	94.9	123%	
		地金	3,228	2,018	2,820	2,759	2,806	2,541	2,904	2,601	2,560	2,894	113%	
		小計	3,366	2,080	2,948	2,891	2,932	2,653	3,026	2,722	2,692	3,046	113%	
	合計		4,926	3,189	4,304	4,224	4,262	4,259	4,552	4,090	4,075	4,500	110%	
	需要	内需	食品容器	434	429	430	434	427	430	437	450	456	446	98%
			金属製品	499	383	463	489	449	463	480	480	497	515	104%
			一般機械	164	89	130	121	104	96	96	95	95	113	119%
			土木建築	560	467	496	539	559	555	551	497	498	504	101%
電力			22	32	23	14	14	16	16	21	19	20	103%	
電気通信			169	126	164	138	128	118	122	119	117	121	104%	
輸送			1,717	1,182	1,563	1,494	1,637	1,607	1,642	1,635	1,682	1,766	105%	
化学			4.5	3.8	4.2	4.5	4.4	4.2	4.6	5.3	4.3	4.3	100%	
その他			431	335	411	417	399	439	506	505	504	530	105%	
小計			4,001	3,047	3,683	3,650	3,722	3,728	3,855	3,806	3,871	4,019	104%	
輸出		アルミナ	75	51	68	57	52	51	64	53	45	42	94%	
		人造コランダム	6.0	3.0	4.0	6.0	4.0	5.6	6.6	6.2	5.8	6.5	111%	
		地金	105	179	125	130	163	177	174	172	201	200	99%	
		小計	186	233	198	193	219	234	245	232	252	248	99%	
合計		4,187	3,280	3,881	3,843	3,941	3,961	4,100	4,038	4,123	4,268	104%		
供給－需要		739	-91	423	381	321	298	452	51	-48	232	-483%		

出典: 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、日本アルミニウム協会、財務省貿易統計
純分換算率: アルミナ53%、人造コランダム53%、新地金100%、二次地金・二次合金地金100%

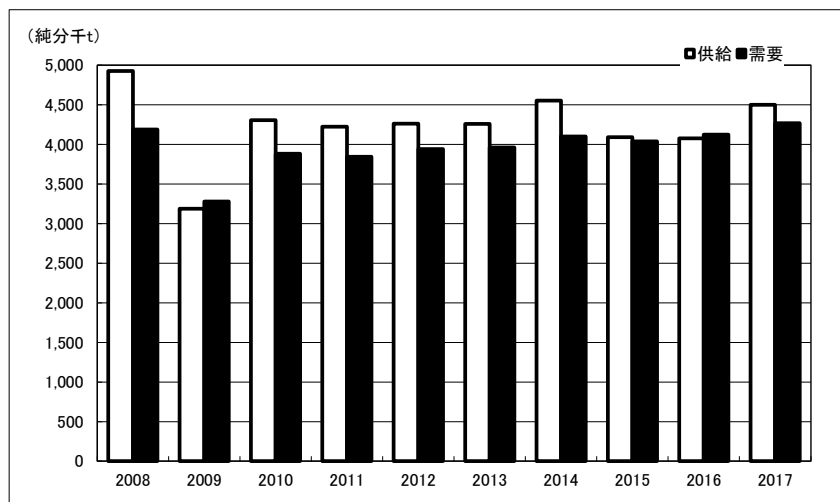


図 2-4 アルミニウムの国内需給

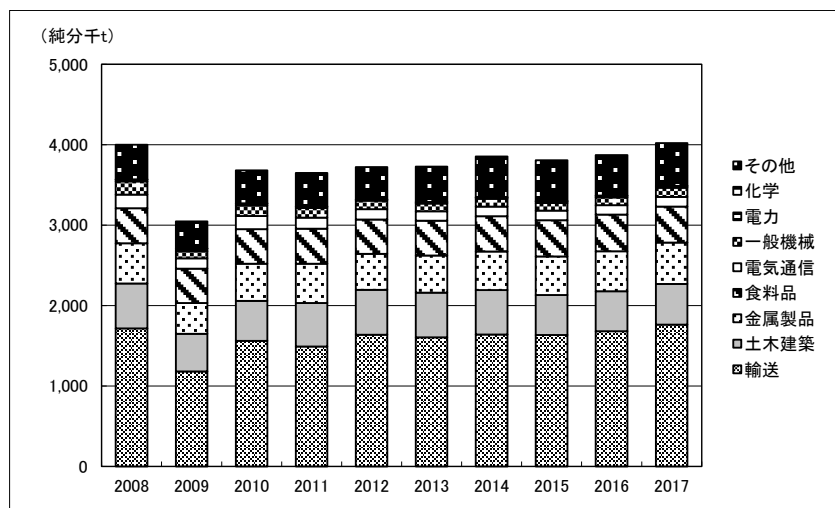


図 2-5 アルミニウムの用途別需要量

3.価格動向

アルミニウムは London Metal Exchange (ロンドン金属取引所、以下、LME) で先物取引が行われており、新地金の価格は LME 相場変動の影響を受ける。加えて、世界各地の需要地ごとの需給状況と取引所であるロンドンから各需要地までの距離に応じた運送費やブランド料などを反映させたプレミアムが設定され、日本向けには CIF ジャパンプレミアムと呼ばれる日本向け割増金 (CIF 価格なので製錬所から需要家までの輸送費と保険料に、現地の経済需給状況を反映した手数料が加えられる) が設定されている。一般的にプレミアムはアルミニウムの売り手と買い手が四半期ごとに改定し、CIF ジャパンプレミアムは売り手である海外製錬業者と買い手である大手商社及び大手圧延メーカーなどが交渉し決定する。通常、アルミニウムの輸入価格には LME 価格に CIF ジャパンプレミアムが上乘せされる。LME が 2015 年 2 月から新たな倉庫ルールを開始したことで、プレミアムが上がる要因が一つ無くなり、また、欧州でのギリシャ不安や世界最大のアルミニウム消費国・中国の景気後退等から、CIF ジャパンプレミアムの低下に繋がった。

2017 年の CIF ジャパンプレミアムは、1-3 月期 95\$/t、4-6 月期 128\$/t、7-9 月期 118~119\$/t、10-12 月期 95\$/t と推移した。

アルミニウム地金の LME 価格推移を図 3 に示す。アルミニウムの平均価格は 2017 年 1 月の 1,791\$/t から、7 月まで緩やかに増加した後、横這いとなったが、9 月~11 月に再度上昇、その後低下して、12 月の月平均価格は 2,071\$/t であった。2017 年にアルミニウム地金が上昇した理由は、世界の需要増や、アルミニウム地金生産量の半分以上を占める中国における冬季の減産が予測されたためと考えられる。

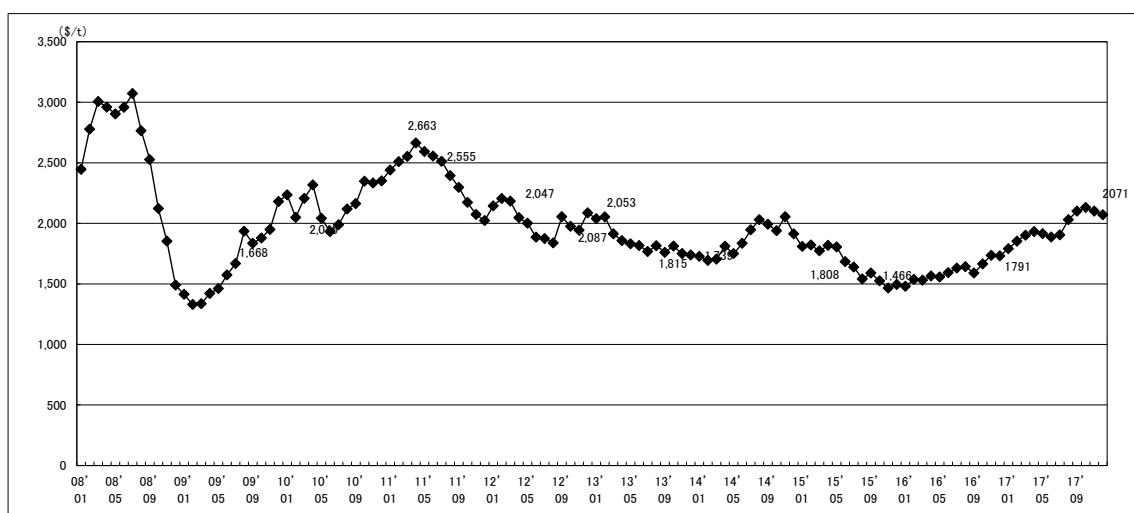


図3 LME のアルミニウム地金価格(月平均)

4.輸出入動向

4-1.輸出入動向

アルミニウムの輸出入数量を表 4-1、図 4-1、図 4-2 に記す。

2017 年の原料輸入量は前年比 105%の 454 千 t で、このうち鉱石の輸入量は前年比 108%の 11 千 t、一方、酸化物の輸入量は前年比 105%の 442 千 t であった。鉱石は地金用ではなく耐火物や研磨剤、セラミック部材などに使用するアルミナ製造用である。酸化物には水酸化アルミニウム、アルミナ、人造コランダムが合算されているが、いずれもアルミニウム製錬用ではなく化学品として使用されており、具体的には、水酸化アルミニウムはガラスや触媒の原料、樹脂充填剤、人造大理石など、アルミナは耐火物や研磨剤、セラミック部材などで採用されている。

2017 年の素材輸入量は前年比 113%の 2,894 千 t で内、アルミ地金が 1,572 千 t、アルミ合金地金が 1,263 千 t、アルミニウムくずが 53 千 t、アルミニウム硫酸塩その他が 0.9 千 t、粉が 4.5 千 t であった。

アルミ地金は通常、商社経由で輸入され、一部は加工メーカーが直接原料として輸入している。2017 年のアルミ地金輸入量は前年比 111%と大きく増加した。

2017 年の製品の輸入量は前年比 116%の 177 千 t、主要製品の内訳は、押出類(棒、型材、線、管)が 35 千 t、板が 91 千 t、箔が 51 千 t であった。

輸出を見ると、原料の 2017 年の輸出量は前年比 96%の 61 千 t であった。素材の 2017 年の輸出量は前年並みの 200 千 t で、くずの輸出が 172 千 t と全体の 86%を占め、残りはアルミ合金地金が 24 千 t、粉が 1.5 千 t、アルミ地金が 1.7 千 t、アルミニウム硫酸塩その他が 0.5 千 t となっている。

製品の 2017 年輸出量は前年比 98%の 307 千 t、主要製品別内訳は板が 209 千 t、箔が 57 千 t、押出類が 34 千 t、顔料・ペーストが 6.5 千 t であった。

表 4-1 アルミニウムの輸出入数量

単位: 純分千t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	622	353	347	297	221	161	70	11	10	11	108%
		輸出	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	酸化物	輸入	210	112	290	322	354	332	433	427	422	442	105%
		輸出	101	70	105	101	90	80	100	78	63	61	96%
	小計	輸入	832	465	637	620	575	493	503	439	433	454	105%
		輸出	102	70	105	101	90	80	100	78	63	61	96%
素材	アルミ地金	輸入-輸出	730	395	532	518	484	413	403	361	370	393	106%
		輸入	1,895	1,336	1,716	1,622	1,648	1,466	1,698	1,459	1,413	1,572	111%
		輸出	2.00	5.59	2.06	1.82	1.76	1.59	2.60	1.32	2.28	1.68	74%
	アルミ合金地金	輸入	1,169	622	1,020	1,071	1,104	1,014	1,125	1,070	1,103	1,263	115%
		輸出	17.0	23.8	14.5	11.6	10.9	12.8	16.8	16.7	22.2	24.4	110%
	くず	輸入	157.7	56.1	76.9	60.5	49.7	55.4	75.9	67.1	39.3	53.4	136%
		輸出	84	148	99	109	146	158	151	150	174	172	99%
	アルミニウム硫酸塩 その他	輸入	0.79	0.42	0.77	0.68	0.68	2.07	0.94	0.94	0.87	0.86	99%
		輸出	0.8	0.6	0.9	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	100%
	粉	輸入	5.2	4.0	5.6	5.2	4.5	3.7	3.8	3.8	4.2	4.5	107%
		輸出	0.9	1.6	9.1	6.7	3.8	4.4	3.2	3.4	2.4	1.5	63%
	スラグ・灰	輸入	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
		輸出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	小計	輸入	3,228	2,018	2,820	2,759	2,806	2,541	2,904	2,601	2,560	2,894	113%
		輸出	105	179	125	130	164	177	174	172	201	200	99%
輸入-輸出		3,123	1,839	2,694	2,629	2,643	2,364	2,730	2,429	2,359	2,694	114%	
製品	アルミ 顔料・ペースト	輸入	0.34	0.28	0.34	0.34	0.35	0.37	0.41	0.39	0.46	0.44	96%
		輸出	9.4	8.2	11.3	10.1	9.1	7.7	5.2	4.8	6.0	6.5	108%
	押出類 (棒・形材・線・管)	輸入	16	9	12	17	19	24	26	31	31	35	112%
		輸出	34	22	29	29	32	33	37	36	36	34	95%
	板	輸入	47	32	42	68	58	56	62	66	79	91	115%
		輸出	224	181	246	203	200	187	227	246	213	209	98%
	箔	輸入	17	19	23	31	31	34	36	39	42	51	119%
		輸出	63	45	63	59	49	54	55	53	57	57	100%
	小計	輸入	80	61	77	117	107	114	123	137	153	177	116%
		輸出	331	256	349	300	291	282	324	341	311	307	98%
		輸入-輸出	-251	-196	-272	-183	-183	-168	-201	-204	-158	-129	82%
	合計	輸入	4,139	2,544	3,534	3,496	3,488	3,148	3,530	3,176	3,146	3,525	112%
輸出		537	505	579	532	544	539	598	590	576	567	99%	
輸入-輸出		3,602	2,038	2,955	2,964	2,944	2,609	2,932	2,586	2,570	2,958	115%	

出典: 財務省貿易統計、日本アルミニウム協会

純分換算率: 鉱石30%、水酸化アルミニウム35%、アルミナ53%、人造コランダム53%、アルミ地金100%、アルミ合金地金100%、くず100%、

製品100%、アルミニウム硫酸塩その他(アルミニウム硫酸塩16%、アルミニウム塩化物34%、アルミニウムフッ化物32%)

※酸化物は水酸化アルミニウム、アルミナ、人造コランダムを含む。

※アルミニウム硫酸塩その他は、アルミニウム硫酸塩、アルミニウム塩化物、アルミニウムフッ化物を含む。

※原料は鉱石、酸化物、素材はアルミ地金、アルミ合金地金、くず、アルミニウム硫酸塩その他、粉、製品はアルミ顔料・ペースト、押出類(棒・形材・線・管)、板、箔による。

※アルミ地金はアルミ99.0%以上のもの。合金地金は99.0%以下のもので、「アルミ二次地金」、「アルミ二次合金地金」、「アルミ合金地金」(鋳物用新塊合金やピレット)等が含まれており、それぞれの正確な比率は不明。

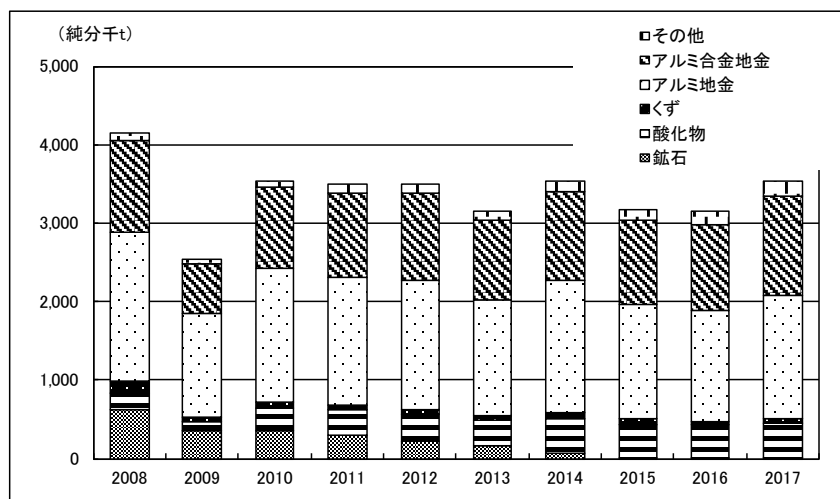


図 4-1 アルミニウムの輸入数量

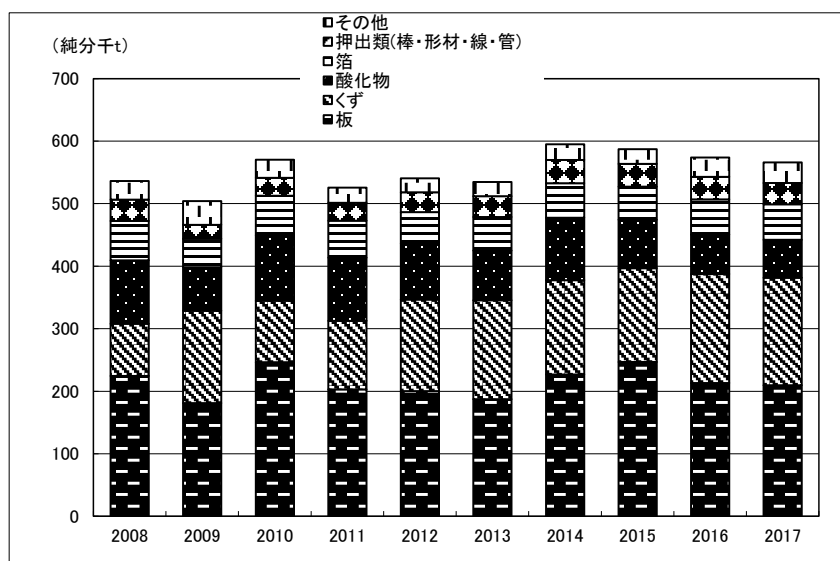


図 4-2 アルミニウムの輸出数量

4-2.輸出入相手国

4-2-1.ボーキサイト

日本でアルミニウム製錬が行われていないので、量は少ないが、ボーキサイトの輸入相手国を表 4-2、図 4-3 に示す。以前は年間 100 万 t を超える量のボーキサイトを輸入していたが、現在では大手のアルミメーカーはボーキサイトを輸入せず、水酸化アルミニウムを輸入している。2017 年の輸入のうち、96% は中国からで、中国以外はインドから、わずかな量が輸入されている。2014 年以降インドネシアからの輸入はない。国内におけるボーキサイトの用途は地金用ではなく耐火物や研磨剤、セラミック部材などに使用するアルミナ製造用である。我が国のボーキサイト輸入量は 2008 年をピークに減少傾向を続けている。

表 4-2 ボーキサイトの輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸 入	中国	8.7	7.9	14.9	12.8	13.1	14.6	11.2	11.2	9.7	10.8	111%	96%
	インド	102.8	34.3	37.6	40.3	70.4	89.1	58.5	0.2	0.3	0.3	100%	3%
	インドネシア	227.0	65.0	31.4	-	91.8	57.0	-	-	-	-	-	-
	豪州	258.8	204.8	235.2	229.5	39.0	-	-	-	-	-	-	-
	ガイアナ	4.9	3.2	4.3	3.3	5.8	-	-	-	-	-	-	-
	マレーシア	-	37.3	23.9	11.5	0.6	-	-	-	0.3	0.1	-	1%
	その他	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	12%	0%
合計		621.8	352.6	347.4	297.5	220.7	160.7	69.8	11.5	10.4	11.2	108%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 鉱石30%

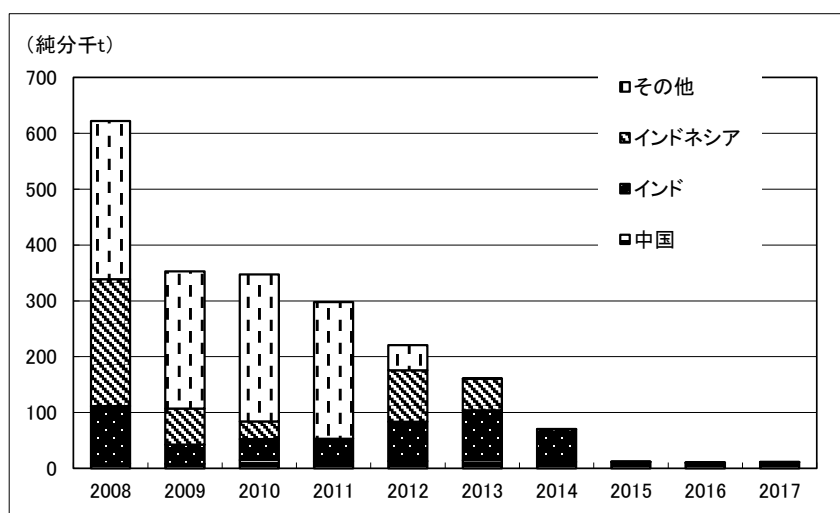


図 4-3 ポークサイトの輸入相手国

4-2-2.酸化物

酸化物には水酸化アルミニウム、アルミナ、人造コランダムが含まれている。酸化物の主な輸出入相手国を表 4-3、図 4-4、図 4-5 に示す。2017 年の酸化物の輸入量は前年比 105%の 442 千 t であった。主要輸入国は、ブラジル、豪州、中国などである。国別の輸入量は、ブラジルが 169 千 t、豪州が 113 千 t、中国が 92 千 t の順となっている。

一方、酸化物の主要輸出国は、韓国、中国、台湾の順で、このうち韓国への輸出量が前年比 79%の 18 千 t、中国への輸出量が前年比 110%の 14 千 t となった。この 2 か国への輸出量は全体の 53%となっている。

表 4-3 酸化物の輸出入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ブラジル	0.0	0.0	41.5	40.2	70.6	89.3	145.4	146.4	144.6	168.6	117%	38%
	豪州	84.3	48.4	123.8	156.0	159.8	132.3	173.7	150.6	132.7	112.6	85%	25%
	中国	79.8	34.0	81.0	74.2	82.6	75.5	79.4	74.9	77.3	91.9	119%	21%
	韓国	17.5	15.9	23.4	31.2	22.7	17.2	16.8	20.6	24.5	27.6	112%	6%
	フランス	2.2	2.0	2.8	6.1	5.9	5.4	6.2	9.4	10.3	8.5	83%	2%
	ドイツ	3.2	1.7	3.7	3.7	3.3	4.0	2.8	3.0	2.8	3.7	130%	1%
	オーストリア	6.3	3.1	4.6	4.7	2.8	2.6	3.6	2.7	2.7	3.5	129%	1%
	米国	4.2	2.8	2.8	3.0	2.7	2.3	2.3	2.4	2.0	2.4	119%	1%
	インド	2.4	1.1	0.7	0.8	1.6	1.6	1.2	3.2	1.3	1.5	114%	0%
	その他	9.9	3.4	5.6	2.2	1.8	1.8	1.5	14.1	24.2	22.2	92%	5%
合計		209.8	112.4	289.9	322.1	353.9	332.1	432.8	427.2	422.4	442.5	105%	100%
輸出	韓国	37.2	25.5	43.2	44.6	42.2	35.1	51.9	31.8	23.2	18.3	79%	30%
	中国	20.0	13.4	16.3	17.6	14.8	12.9	14.1	12.5	12.8	14.1	110%	23%
	台湾	19.5	15.1	21.9	17.6	15.8	13.9	15.0	13.1	9.4	9.8	104%	16%
	米国	3.1	2.4	4.5	3.7	3.4	2.8	3.8	3.5	2.6	3.4	130%	6%
	タイ	3.2	2.3	2.9	2.8	2.4	2.8	3.4	4.3	3.9	3.0	76%	5%
	インドネシア	3.9	2.3	2.6	4.1	3.9	5.5	3.5	2.3	3.0	3.9	131%	6%
	マレーシア	4.7	2.3	3.1	2.9	2.1	1.5	2.4	2.9	1.8	1.8	99%	3%
	その他	9.6	6.6	10.4	7.6	5.6	5.2	7.2	7.1	6.2	6.6	105%	11%
	合計	101.1	69.9	105.0	101.1	90.1	79.7	101.3	77.5	63.0	60.8	96%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 水酸化アルミニウム35%、アルミナ53%、人造コランダム53%

※酸化物は水酸化アルミニウム、アルミナ、人造コランダムによる。

2017年の輸入: その他にインドネシア(13.1千t)、ベトナム(4.5千t)を含む

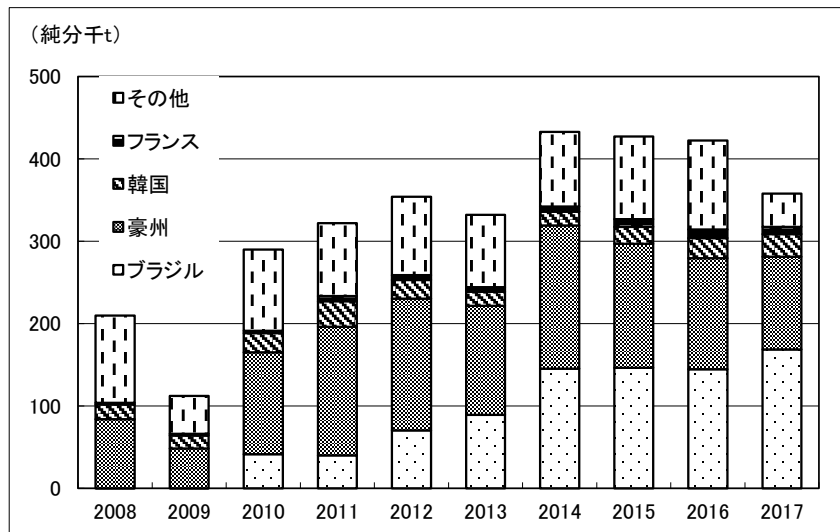


図 4-4 酸化物の輸入相手国

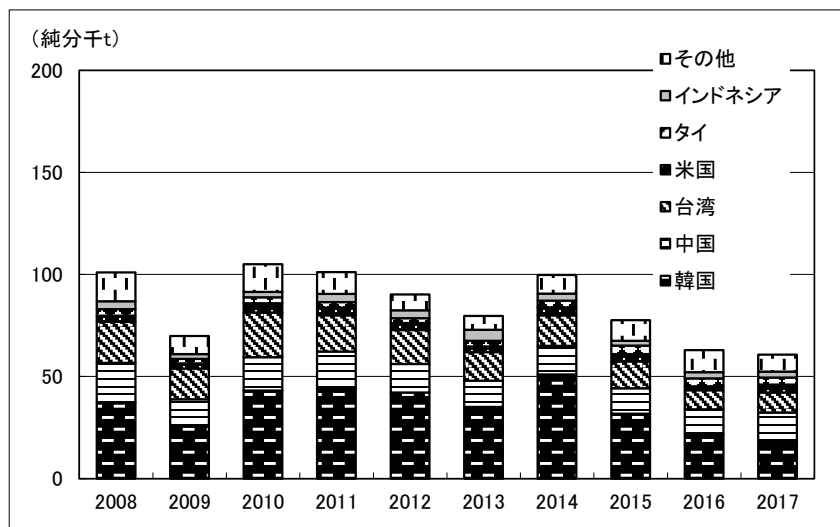


図 4-5 酸化物の輸出相手国

4-2-3.くず

アルミニウム二次合金地金の主原料であるくずは、発生くずと回収くずに分けられる。発生くずは圧延業や自動車産業において製品を製造する際に工程内で発生するくずであり、回収くずは建材、アルミ缶、自動車など製品になったものから回収されたものである。現在、日本では多くのアルミくずが発生しており、国内の二次合金地金メーカーは国内発生分と輸入くずを原料として使用している。くずの輸出入相手国を表 4-4、図 4-6、図 4-7 に示す。2017 年のくずの輸入量は、前年比 136% の 53 千 t であった。主要輸入国は、米国、マレーシア、台湾、イスラエルで、それぞれの輸入量は、米国が 19 千 t、マレーシアが 5.8 千 t、台湾が 5.3 千 t、イスラエルが 2.6 千 t であった。一方、2017 年のくず輸出量は前年並みの 172 千 t となった。主要輸出国は韓国、中国、香港となっている。国別の輸出量は、韓国が 83 千 t、中国が 79 千 t となっている。中国においても二次地金を製造する業者が増えている。韓国向けは韓国のアルミニウム圧延メーカーである Novelis Korea 社が 2012 年に世界最大規模の使用済飲料缶の再生工場を立ち上げ、自国内で発生するスクラップでは原料が足りず海外からアルミニウムスクラップを買い付けており、日本からの輸入も増やしていることによる。日本ではアルミ缶などの回収は自治体が行うが、スクラップ価格が高騰したため、日本国内でリサイクルに回すよりも韓国に販売する方が利益になるとの判断から、現状は、多くのアルミ缶リサイクル材が韓国に輸出されている。日本におけるアルミくずの発生、特に自動車くず

が減る傾向にある。中古自動車での輸出が増えているほか、国内での自動車使用期間が長くなっているためである。

2014年から財務省貿易統計で、リサイクルアルミ缶のHSコードを導入し、リサイクルアルミ缶の輸出量が把握できるようになった。2017年のアルミくずの輸出量は、172千tであり、そのうちの38%の64.6千tがリサイクルアルミ缶であった。

表 4-4 くずの輸出入相手国

単位：純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	米国	60	24	31	20	17	23	23	21	15	124%	36%
	マレーシア	2.2	2.8	4.7	5.7	4.5	3.5	6.4	5.4	3.6	159%	11%
	台湾	5.7	1.2	1.8	2.7	1.7	2.1	5.8	4.6	3.6	144%	10%
	イスラエル	8.4	1.9	3.2	2.4	1.7	3.4	3.8	3.0	2.7	97%	5%
	タイ	2.9	0.9	2.4	1.9	0.9	1.1	8.6	6.0	1.7	142%	5%
	英国	17.4	6.8	5.1	4.4	4.9	5.9	5.5	4.9	1.3	149%	4%
	香港	2.5	0.4	1.8	1.6	3.0	3.4	3.5	2.1	0.8	56%	1%
	その他	59	18	27	22	16	13	19	20	16	158%	29%
	合計	158	56	77	61	50	55	76	67	39	136%	100%
輸出	韓国	4	20	9	22	37	58	57	64	86	96%	48%
	中国	64	101	74	69	89	84	75	76	79	100%	46%
	香港	10.6	14.2	8.7	10.6	14.9	9.2	12.8	6.1	3.9	104%	2%
	タイ	1.2	4.1	4.6	4.5	3.1	2.4	1.5	0.4	2.0	526%	1%
	その他	4.1	8.2	2.2	3.5	2.9	4.5	4.3	3.6	4.8	83%	2%
	合計	84	148	99	109	146	151	150	174	172	99%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：くず100%

2017年の輸入：その他に豪州(4.5千t)、中国(4.2千t)を含む

2017年の輸出：その他に台湾(1.0千t)、ベトナム(1.2千t)、インド(0.8千t)、インド(0.6千t)を含む

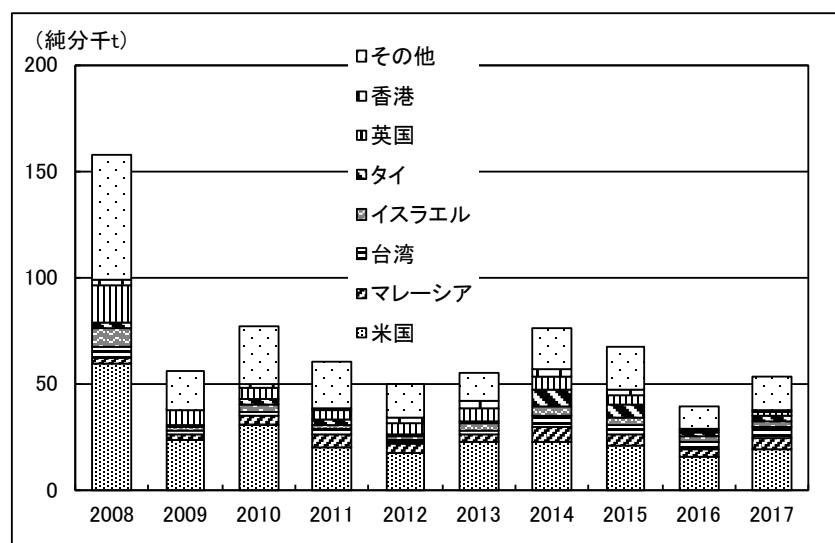


図 4-6 くずの輸入相手国

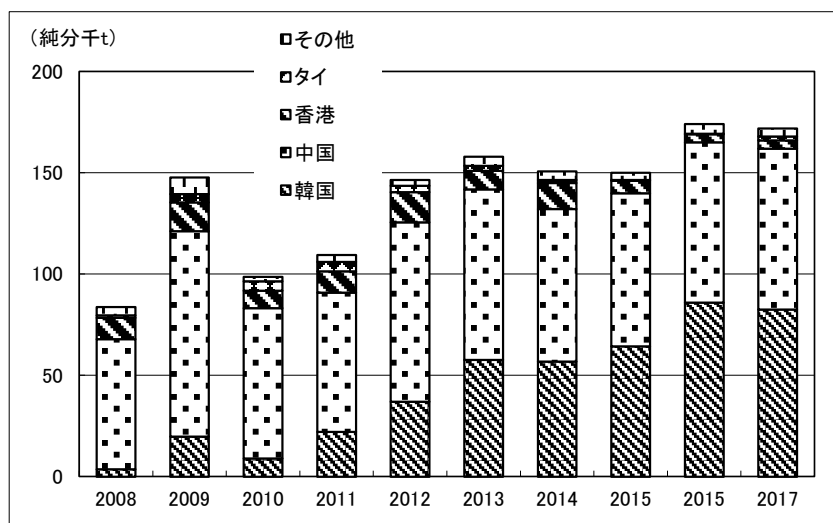


図 4-7 くずの輸出相手国

4-2-4.アルミ地金

アルミ地金の輸出入相手国を表 4-5 に示す。また、アルミ地金の輸入相手国を図 4-8 に示す。2017 年のアルミ地金の輸入量は前年比 111% の 1,572 千 t であった。主な輸入国は、豪州、ロシア、サウジアラビア、ブラジル、ニュージーランド、UAE で、それぞれの輸入量は、豪州が 357 千 t、ロシアが 304 千 t、サウジアラビアが 169 千 t、ブラジルが 165 千 t、ニュージーランドが 155 千 t、UAE が 122 千 t であった。

最近の目立った動きとしては、サウジアラビアや UAE などの中東やロシア、マレーシアからの輸入量の増加がある。UAE は 2010 年に前年比 840% と急激に輸入量を伸ばし、2014 年の 145 千 t をピークに、2015 年以降の輸入量は減少している。サウジアラビアは 2012 年まで輸入実績がなかったのが、2013 年 54 千 t、2014 年 100 千 t、2015 年 83 千 t、2016 年 114 千 t、2017 年 169 千 t と輸入量が増加している。サウジアラビアではアルミニウム大手の Alcoa (アルコア社) と、サウジアラビア国営の鉱業会社 Saudi Arabian Mining Company (略称: Ma'aden) とが合併によりアルミニウム製錬及び圧延工場を建設、2013 年より 700,000t/年の能力で製錬工場が稼働しており、日本向けにもアルミ地金が出荷されている。Alcoa (アルコア社) は世界戦略に則って、豪州の圧延工場を閉鎖して、エネルギーコストの安いサウジアラビアで生産し、グローバル展開をしている。中東各国では石油に代わる新たな産業創出を積極的に推進している。もともと産油国であり、電気代などのエネルギーコストの安さを武器にアルミ地金やアルミニウム圧延品の生産を増やし、日本にも販路を拡大した。UAE などは製造技術の向上を背景に、ただ地金を造るのではなく、顧客の要求する成分のビレットを製造して付加価値を上げて販売している。UAE の Emirates Global Aluminium 社が有する Dubai Aluminium と Emirates Aluminium は世界最大の単一製錬所で年産 130 万 t の生産能力である。

アルミ地金の 2017 年の輸出量は前年比 74% の 1.7 千 t で、主な輸出国はタイ、韓国となっている。

表 4-5 アルミ地金の輸出入相手国

		単位: 純分千t										17/16比 構成比	
輸 入	豪州	554	360	527	460	458	414	465	405	346	357	103%	23%
	ロシア	419	231	258	268	343	184	327	220	231	304	131%	19%
	サウジアラビア	0	0	0	0	0	54	100	83	114	169	148%	11%
	ブラジル	218	227	201	219	221	213	216	216	159	165	103%	10%
	ニュージーランド	139	103	160	168	137	138	135	129	141	155	110%	10%
	UAE	34	11	64	93	88	78	145	132	112	122	109%	8%
	南ア	210	141	207	171	131	130	159	139	100	78	78%	5%
	アルゼンチン	37	40	66	44	65	51	41	42	43	48	113%	3%
	カナダ	68	35	23	21	27	34	27	16	32	43	134%	3%
	マレーシア	0	0	0	0	0	10	40	27	49	38	77%	2%
	インドネシア	151	149	148	142	147	151	27	10	15	10	69%	1%
	その他	64	40	62	35	31	8	16	40	71	84	118%	5%
	合計	1,895	1,336	1,716	1,622	1,648	1,466	1,698	1,459	1,413	1,572	111%	100%
輸 出	タイ	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	1.0	0.6	59%	34%
	韓国	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	271%	25%
	中国	0.8	4.2	1.2	1.1	1.0	1.1	1.7	0.6	0.2	0.2	136%	15%
	台湾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	81%	9%
	インド	-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.1	0.5	0.1	26%	8%
	フランス	0.3	0.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	58%	7%
	マレーシア	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	-	-	-	-
	その他	0.5	1.0	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	62%	3%
	合計	2.0	5.6	2.1	1.8	1.8	1.6	2.6	1.3	2.3	1.7	74%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: アルミ地金100%

2017年の輸入: その他にインド(44.9千t)、オマーン(20.4千t)、バーレーン(11.1千t)を含む

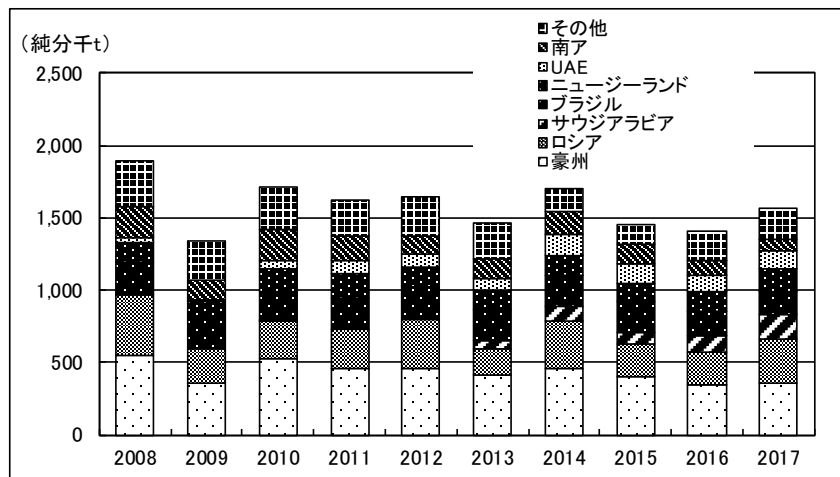


図 4-8 アルミ地金の輸入相手国

4-2-5. アルミ合金地金

アルミ合金地金の輸出入相手国を表 4-6 に、輸入相手国を図 4-9 に示す。2017 年のアルミ合金地金の輸入量は前年比 115% の 1,263 千 t で、主要輸入国は中国、ロシア、UAE で、それぞれの輸入量は、中国が 397 千 t、ロシアが 319 千 t、UAE が 191 千 t であった。

アルミ合金地金の 2017 年の輸出量は、前年比 110% の 24 千 t で、主要輸出国はタイ、韓国、中国、ベトナムとなっている。タイ向けの輸出が増えているのは、日本の自動車メーカーの海外進出に伴う部品メーカー向けに現地で製造できない特殊合金の輸出であり、漸増傾向にある。また、日本の合金メーカーは自動車メーカーの海外進出に伴い、中国だけではなく、タイ、マレーシア、ベトナム、インド等に工場進出している。

表 4-6 アルミ合金地金の輸出入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	310	161	379	446	367	319	370	348	347	397	114%	31%
	ロシア	281	173	209	204	245	253	279	275	294	319	108%	25%
	UAE	85	39	75	112	154	154	181	160	166	191	115%	15%
	カナダ	76	44	67	55	33	26	29	28	52	65	126%	5%
	ナイジェリア	10	6	14	19	23	36	41	33	45	61	135%	5%
	豪州	82	55	111	112	98	53	54	51	36	41	112%	3%
	カタール	-	-	1	13	28	46	46	40	33	34	105%	3%
	ニュージーランド	63	23	43	43	44	38	54	61	38	31	81%	2%
	台湾	51	20	26	17	18	13	15	9	15	23	156%	2%
	ウクライナ	13	11	15	9	10	10	15	21	15	16	104%	1%
	その他	200	90	79	42	85	66	42	44	62	86	139%	7%
合計	1,169	622	1,020	1,071	1,104	1,014	1,125	1,070	1,103	1,263	115%	100%	
輸出	タイ	1.6	1.5	1.7	2.3	2.0	3.0	4.5	5.4	6.2	9.3	150%	38%
	韓国	0.9	3.2	2.2	2.1	2.2	2.7	3.4	2.8	7.0	7.1	100%	29%
	中国	2.6	4.6	2.0	1.5	1.7	2.1	2.4	2.5	2.6	3.0	116%	12%
	ベトナム	2.0	1.5	2.0	2.1	2.3	2.0	2.8	2.4	2.5	2.0	79%	8%
	スペイン	-	-	-	0.0	-	0.0	0.5	1.2	1.2	0.7	61%	3%
	豪州	4.9	7.9	1.2	-	-	1.1	1.6	1.6	1.4	0.7	50%	3%
	インドネシア	1.7	1.5	2.2	1.7	1.8	1.2	0.7	0.1	0.2	0.3	185%	1%
	米国	0.9	0.8	1.4	0.9	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	95%	1%
	香港	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	66%	0%
	台湾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	89%	0%
	その他	2.1	2.6	1.7	0.9	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	164%	3%
合計	17.0	23.8	14.5	11.6	10.9	12.8	16.8	16.7	22.2	24.4	110%	100%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: アルミ合金地金100%

※上記数値には二次合金地金も含む。

2017年の輸入: その他に韓国(28.2千t)を含む

2017年の輸出: その他にメキシコ(0.2千t)、インド(0.2千t)を含む

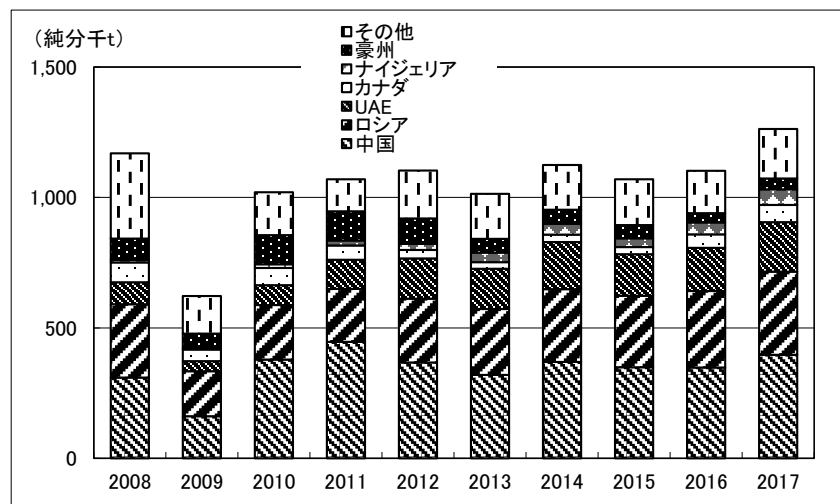


図 4-9 アルミ合金地金の輸入相手国

4-3. 輸出入価格

アルミニウムの主要原料の平均輸出入価格を表 4-7、図 4-10、図 4-11 に示す。2017 年の輸入価格は、アルミニウム粉、アルミ・顔料・ペーストを除き、前年を上回った。中でも、アルミ地金の輸入価格は前年比 120%と増加した。また、2017 年の輸出価格は水酸化アルミニウム、アルミニウム硫酸塩その他、製品(アルミ・顔料・ペースト)の 3 品目以外のすべての原料・素材において上昇した。

アルミ地金、アルミ合金地金、くずの輸出入価格が 2009 年に下落しているのはリーマン・ショックの影響を大きく受けたためである。それらの価格は 2011 年頃には回復し、2012 年以降、アルミ地金の輸出価格以外は増減しつつも漸減傾向にある。アルミ地金の輸出価格は 2016 年を除き上昇を続けている。

世界最大のアルミニウム消費国である中国では、2007 年以降から国内で多くのアルミナ工場を建設し

たため、同国のボーキサイトの購入量が急増した。その結果、日本のボーキサイトの輸入価格は2007年48.5\$/tであったものが、2012年に93.4\$/tと上昇したが、これは中国が鉱石を大量に買い付けたことで相場が上がったためと考えられる。2013年は弱含みで推移したが、2014年は再び121.2\$/tに上昇し、2015年には314.5\$/tまで高騰、その後2016年には前年比86%と低下したが、2017年もまだ2014年以前の2倍以上の高いレベルにある。

ただ、それ以外の輸入価格の2017年の状況を見ると、ボーキサイトを除くその他の原料では、酸化物の水酸化アルミニウムの輸入価格が前年比117%の0.25\$/kg、アルミナ及び人造コランダムが同103%の0.82\$/kgであった。くずの輸入価格は同110%の1.81\$/kgであった。また、地金は最も輸入量の多いアルミ地金とアルミ合金地金の輸入価格が、それぞれ同120%の2.03\$/kg、同113%の1.94\$/kgとなっている。

輸出価格については、酸化物の輸出価格は水酸化アルミニウムが前年比98%の0.91\$/kg、アルミナと人造コランダムの輸出価格が同117%の2.07\$/kg、くずは同115%の1.22\$/kg、アルミ地金の輸出価格は同118%の5.49\$/kg、アルミ合金地金は同104%の2.77\$/kgであった。

表 4-7 アルミニウムの平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	ボーキサイト		輸入	\$/t	64.0	70.5	81.5	79.8	93.4	91.5	121.2	314.5	269.3	277.3	103%
			輸出		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	酸化物	水酸化アルミニウム	輸入	\$/kg	0.33	0.37	0.26	0.30	0.27	0.26	0.23	0.23	0.21	0.25	117%
			輸出		0.61	0.65	0.56	0.54	0.58	0.66	0.58	0.66	0.93	0.91	98%
		アルミナ、人造コランダム	輸入		0.90	0.94	0.89	1.01	0.98	0.96	0.92	0.86	0.80	0.82	103%
			輸出		1.18	1.44	1.55	1.83	1.79	1.72	1.46	1.54	1.77	2.07	117%
素材	アルミ地金		輸入	\$/kg	2.77	1.72	2.25	2.54	2.17	2.08	2.15	2.07	1.70	2.03	120%
			輸出		3.93	1.70	3.43	3.68	3.63	4.12	4.61	5.17	4.66	5.49	118%
	アルミ合金地金		輸入	\$/kg	2.66	1.68	2.20	2.46	2.22	2.17	2.19	2.02	1.72	1.94	113%
			輸出		3.13	1.92	3.06	3.63	3.09	2.91	2.95	2.81	2.65	2.77	104%
	くず		輸入	\$/kg	2.19	1.36	1.89	2.18	2.02	1.84	1.89	1.74	1.65	1.81	110%
			輸出		1.36	1.01	1.39	1.58	1.44	1.35	1.32	1.16	1.06	1.22	115%
	アルミニウム硫酸塩 その他		輸入	\$/kg	1.87	1.35	1.35	1.77	1.43	0.58	1.70	1.43	2.11	4.13	196%
			輸出		1.06	1.39	1.27	1.51	1.41	1.26	1.20	1.35	1.44	1.40	97%
	アルミニウム粉		輸入	\$/kg	6.91	6.18	6.94	7.28	5.52	7.04	5.90	5.95	5.61	5.51	98%
			輸出		5.63	2.24	0.67	0.96	1.28	0.97	1.28	0.97	1.30	2.31	177%
製品	アルミ・顔料・ペースト		輸入	\$/kg	23.1	24.7	22.3	27.1	25.5	22.3	20.2	18.5	19.8	17.3	87%
			輸出		21.7	26.2	26.2	27.0	26.0	25.6	24.6	21.9	22.6	21.5	95%

出典：財務省貿易統計、日本アルミニウム協会

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

※酸化物は、水酸化アルミニウム、アルミナ、人造コランダムによる。

※アルミニウム硫酸塩その他は、アルミニウム硫酸塩、アルミニウム塩化物、アルミニウムフッ化物を含む。

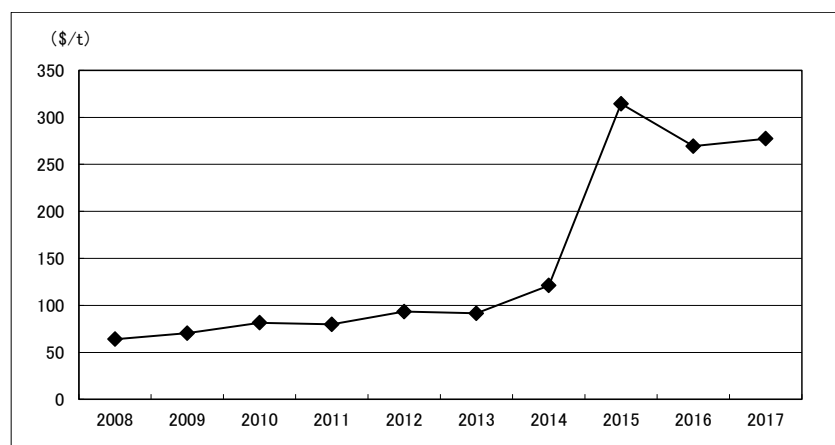


図 4-10 ボーキサイトの平均輸入価格

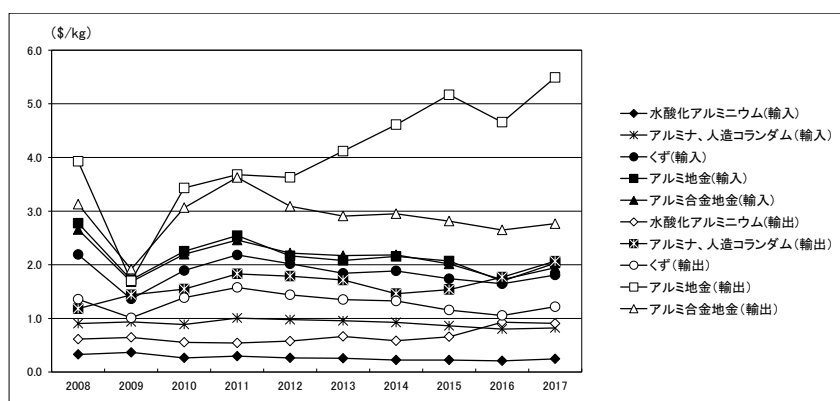


図 4-11 アルミニウム(ボーキサイトを除く原料・素材)の平均輸出入価格

5.リサイクル

アルミ地金は他の金属と比べると腐食しにくく、融点が低いため、再生率の高い金属である。二次合金地金は品質的にも新塊合金とほとんど変わらず、しかも、製造時に必要なエネルギーが新塊合金を造る時と比べわずか 3%で済むため、積極的にリサイクルが進められている。

アルミ二次合金地金の主原料には、アルミくず、ベースメタル、ドロスなどがある。発生くずは、圧延業や自動車産業において製品を製造する際に工程内で発生するくずであり、回収くずは、建材、アルミ缶、自動車など製品になったものから回収されたものである。近年の国内のスクラップ発生量の増加は、長年の努力でアルミニウムのスクラップを回収するアルミニウムリサイクルシステムを構築してきた結果である。

国内のアルミ地金のリサイクル率を表 5 に示す。2017 年のアルミ地金のリサイクル率は前年比 3 ポイント減の 33%であった。このリサイクル率の算出では、再生品を原料とする二次合金地金の生産量のみを反映させている。アルミ缶リサイクル協会によると、2017 年度におけるアルミ缶の回収量は 252 千 t で、アルミ缶使用量に対する回収率は 92.5%であったが、このアルミ缶のリサイクル回収量は二次地金にカウントされていることから、リサイクル率計算の分子に含まれている。

リサイクル率	$\text{＝(使用済み製品からのリサイクル量)／(見掛消費)}$
見掛消費	$\text{＝(国内生産)＋(素材の輸入)－(素材の輸出)}$

※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から素材に戻る量を示す。

※素材はアルミ地金、アルミ合金地金、アルミくず、アルミニウム硫酸塩その他、アルミニウム粉の合計値

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む、

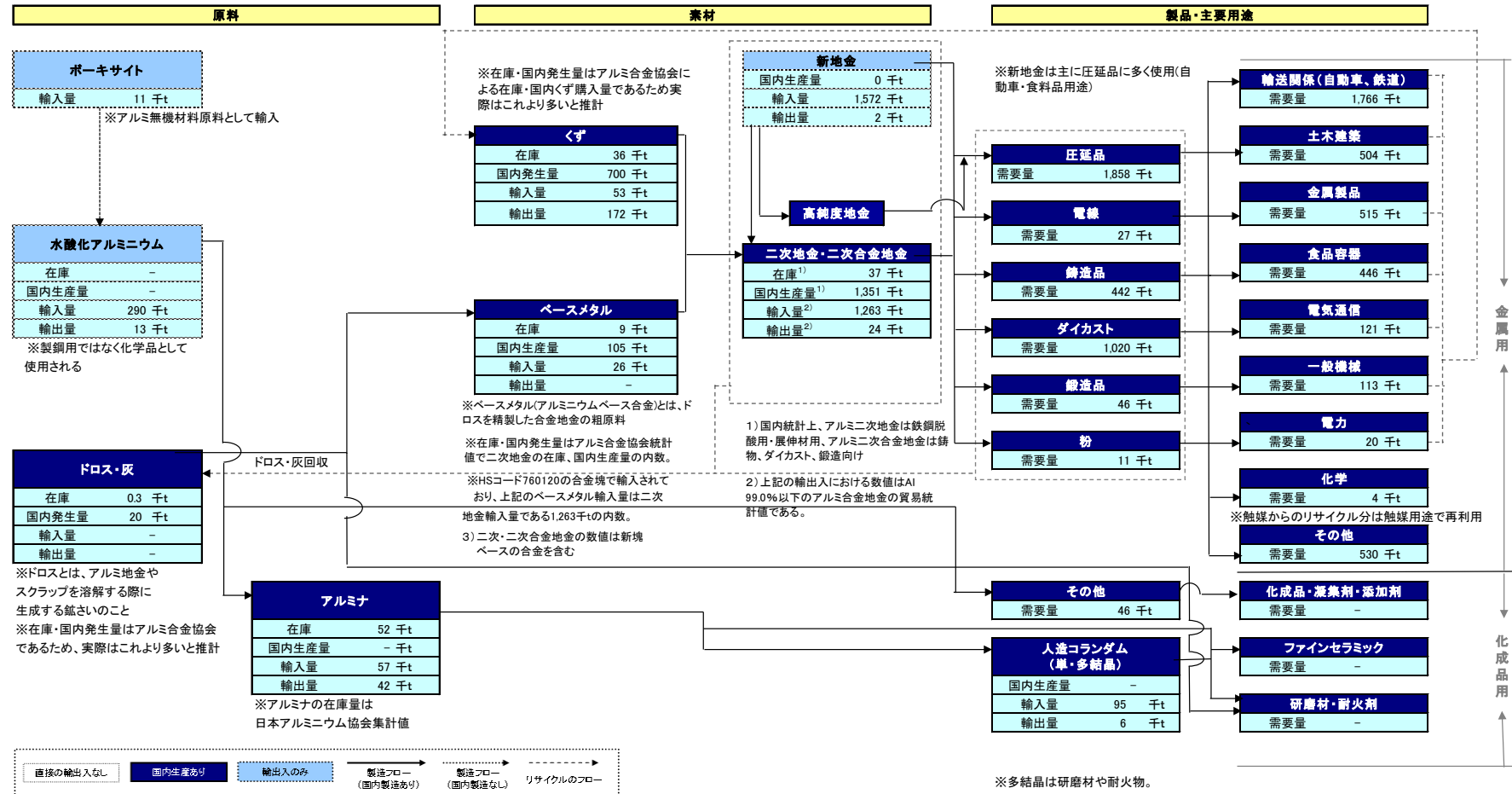
表 5 アルミニウムのリサイクル率

			単位: 純分千t								
見掛消費	生産	新地金	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
	回収	二次地金・二次合金地金	5	5	4	3	1	0	0	0	
	輸入(新地金・二次地金・二次合金地金・くず)	1,104	1,057	1,067	1,341	1,344	1,291	1,298	1,351		
	－輸出(新地金・二次地金・二次合金地金・くず)	2,698	2,630	2,642	2,363	2,729	2,428	2,357	2,691		
		合計①	3,807	3,692	3,713	3,708	4,073	3,719	3,655	4,042	
リサイクル量	回収②	1,104	1,057	1,067	1,341	1,344	1,291	1,298	1,351		
リサイクル率	②／①	29%	29%	29%	36%	33%	35%	36%	33%		

出典: 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、日本アルミニウム協会、財務省貿易統計

6.マテリアルフロー

アルミニウムのマテリアルフロー(2017)



※純分換算率: 鉱石30%、水酸化アルミニウム35%、アルミナ53%、人造コランダム53%、新地金100%、二次地金・二次合金地金100%、くず100%、ベースメタル90%、ドロス30%
注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

チタン Ti

【用途】酸化チタンは塗料や化粧品に、金属チタンは航空・宇宙産業に利用
チタンは、酸化チタンと金属チタンの2種類に大別される。

酸化チタンはチタン需要の90%以上を占め、白色顔料として工業製品や
化粧品、化学繊維、医薬品など、暮らしの幅広い分野で欠かすことのできな
い存在となっている。

金属チタンには構造用と耐食用の二つの用途がある。軽量で強度が大き
く、耐熱・耐食性に優れることから、航空・宇宙産業に多く用いられている。
日本では工業用純チタンとして化学工業プラントの耐食材料(電解用電極、
発電用復水管、海水淡水化装置など)として用いられる他、人工骨、インプ
ラントなどの医療材料にも利用されている。

【特性】

酸化チタン

- ・優れた白色度、隠ぺい力
- ・化学的に安定

金属チタン

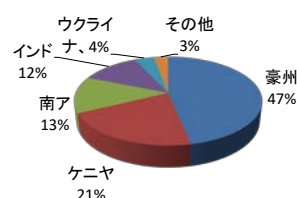
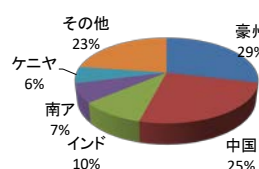
- ・軽くて強い
- ・海水中での耐食性は白金に匹敵
- ・存在量が比較的豊富

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)] (数値は純分ベース、2017年世界計) 出典:USGS2018、日本チタン協会

国別埋蔵量 ①イルメナイト鉱(合計 521 百万t)

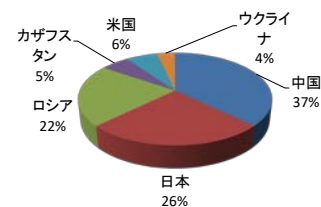
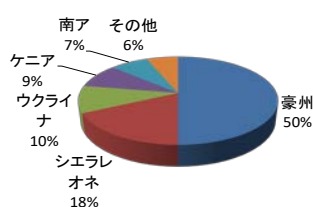
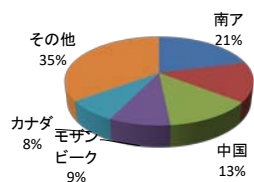
国別埋蔵量②ルチル鉱(合計 37 百万t)



国別イルメナイト鉱生産量
(合計 3,716 千t)

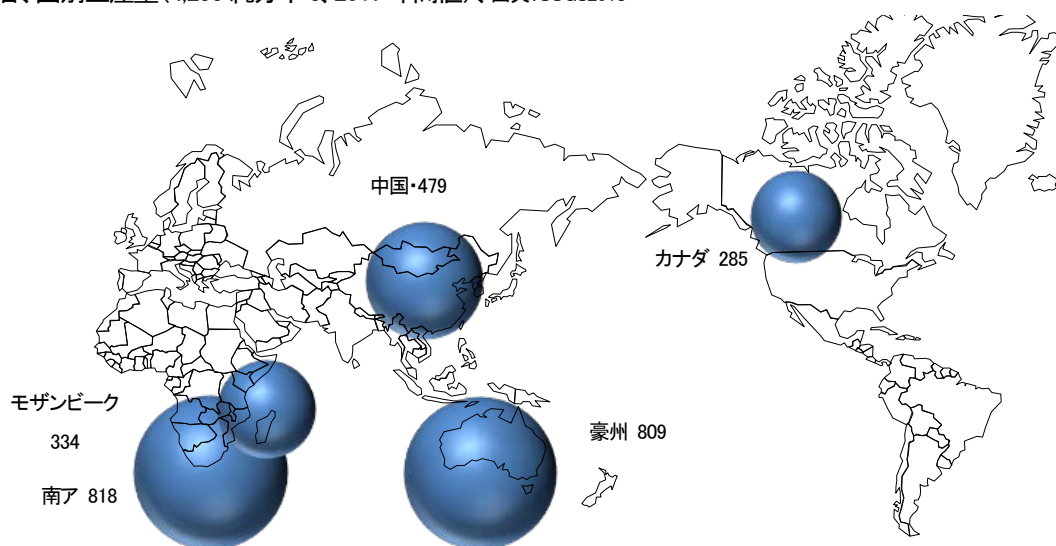
国別ルチル鉱生産量
(合計 539 千t)

国別スポンジチタン生産量
(合計 196 千t)



【世界の主要鉱石(イルメナイト鉱、ルチル鉱の合計)生産国】 鉱石は世界各地で生産

国名、国別生産量(4,255 純分千t、2017年間値)、出典:USGS2018



【概要】

- ・チタン鉱石は世界各地で産出し、原料不足の不安は比較的少ない。
- ・金属チタンの原料調達や価格は、需要の多い酸化チタンの動向に左右される。
- ・酸化チタンの世界需要は、過去 10 年で年率 2～3%増で、今後も同様の成長が期待される。
- ・2017 年の金属チタンは、航空機向け及び鉄鋼向けの需要が好調であった。
- ・国内では金属チタン、酸化チタンいずれも需要が伸びている。
- ・酸化チタンは新興国市場に、金属チタンは医療、3D プリンター用途の伸びが見込まれる。

1. 特性・用途

チタンは、酸化チタン(組成式: TiO_2 以下、 TiO_2)と金属チタンの2種類に大別される。また、世界の鉱石生産量のうち90%以上が TiO_2 向け、5%程度が金属チタン向けに利用されている。

チタンの主要原料は、ルチル鉱石(TiO_2)とイルメナイト鉱石(FeTiO_3)があり、資源的に後者の方が多い。 TiO_2 、金属チタンの原料はルチルが必要であり、イルメナイト鉱石から人工的に TiO_2 分を濃縮処理したアップグレードイルメナイト(Upgrade Ilmenite、以下、UGI、合成ルチルと称する場合もある。)、チタンスラグが用いられ、これらの品位(TiO_2 純分)は概ね80～95%である。

TiO_2 の工業的製造方法は、ルチルを塩素化して精製する塩素法と、硫酸に溶解して精製する硫酸法の二通りが実用化されている。

金属チタンは主に「クロール法」と呼ばれる製錬プロセスで生産される。クロール法では、ルチルを塩素ガスと反応させて四塩化チタンとし、それを溶融マグネシウムと反応させて金属チタンとして還元分離する。クロール法により得られた金属チタンは、空隙の多いスポンジ状金属チタンであることから、スポンジチタンと呼ばれる。スポンジチタンを真空中で溶解してインゴットを造る。

金属チタンは、各種工業製品の素材に利用されており、構造用と耐蝕材の二つの用途がある。金属チタンは空气中で表面が強固で安定な酸化物(不動態酸化皮膜)で覆われるため耐食性に富む。また、金属チタンの比重は鉄のおよそ60%であり、比強度は鉄やアルミニウムより大きく、軽くて強いという特性を持つ金属である。そのため、軽量で強度が大きく、耐熱、耐蝕性に優れることから、航空・宇宙分野(航空機機体部品、エンジン部品)に広く用いられている。日本では、工業用純チタンとして化学工業プラントの耐蝕材料として用いられている。また、電解用電極、火力発電用復水管や、海水淡水化装置、公害防止装置、海洋開発機器、ニオブとの合金として超電導材料にも使用されている。また生体との適合性が良く、拒否反応が起きにくく、骨との結合も強いので人口骨やインプラント等の医療材料、加えて金属アレルギーも起こりにくいので宝飾品等産業用途以外にも幅広く利用されている。

チタンの溶接棒は鉄のパイプにFlux(溶融剤)として TiO_2 (ルチル鉱やルコキシ等)粉を充填したもので、需要として大きい。

フェロチタンは鉄鋼精錬における脱酸剤、場合によっては、脱窒、脱硫剤として使用されている。また、鉄鋼材料においては、チタンの炭化物生成作用、結晶粒微細化作用を利用し、鉄鋼、ステンレス鋼の材質改善、新材料開発に寄与している。

チタン粉末の用途は電子材料(スパッタリングターゲット材)が多いが、3Dプリンター用途が伸びており、医療用(インプラント、人工骨)や航空宇宙分野での需要拡大が期待されている。

チタンはアルミニウム、バナジウムなどと合金にすると、引張強度を比重で割った比強度が実用金属中では最高になる。この特性を生かし、チタン合金は、軽量かつ高強度を必要とする航空宇宙関連を中心に使用されている。

TiO_2 は二酸化チタンやチタニアとも称され、通常、酸やアルカリに対して安定な銀白色の固体である。そのため、塗料、インキ、樹脂、紙などの白色顔料、食品や医薬品、化粧品の着色料などとして利用されている。また光触媒など、 TiO_2 の特異な性質を活かして、種々の機能化材料として利用されている。

2. 需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のチタン鉱石生産量を表 2-1、図 2-1、図 2-2 に示す。また、参考として表 2-2 に TiO₂換算での鉱石生産量を示す。

2017 年のチタン鉱石生産量は前年比 113%の 4,255 千 t であった。この内訳は、イルメナイトが 87%、ルチルが 13%となっている。

イルメナイトは埋蔵地域の偏りが少なく、主に南ア、豪州、中国、モザンビーク、カナダなどで産出する。

中国では鉄鉱石採掘時の副産物としてイルメナイト鉱石が産出されている。そのため鉄鉱石の価格及び需給に応じてイルメナイト鉱石の生産量が変動する。

2017 年のルチル鉱石生産量は、前年比 112%の 539 千 t であった。ルチル鉱石の主要生産国である豪州では、ジルコンサンドとともに採掘している Iluka Resources 社や Cristal Mining 社などが牽引している。

表 2-1 世界のチタン鉱石生産量(Ti 純分)

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
イルメナイト	南ア	629	629	571	665	659	713	360	767	611	779	127%	21%
	豪州	791	611	594	575	563	575	432	432	467	539	115%	15%
	中国	360	300	330	396	575	611	575	509	503	479	95%	13%
	モザンビーク	118	170	244	228	210	258	306	276	324	330	102%	9%
	カナダ	509	390	452	450	450	461	288	357	357	285	80%	8%
	ケニア	0	0	0	0	0	0	60	160	168	225	134%	6%
	ベトナム	198	247	291	330	306	432	336	216	144	180	125%	5%
	その他	871	830	996	1,013	1,133	983	983	994	722	899	124%	24%
	①小計	3,476	3,177	3,476	3,656	3,896	4,034	3,338	3,710	3,296	3,716	113%	100%
ルチル	豪州	185	159	216	264	246	254	114	228	228	270	118%	50%
	シエラレオネ	45	37	39	38	53	49	60	68	78	96	123%	18%
	ウクライナ	34	34	34	34	34	30	38	54	57	54	95%	10%
	ケニア	0	0	0	0	0	0	13	43	38	48	125%	9%
	南ア	73	76	87	73	72	35	32	40	40	39	97%	7%
	インド	12	12	14	14	14	14	10	11	11	12	105%	2%
	その他	5	11	11	14	19	18	15	13	27	21	78%	4%
		②小計	354	330	402	438	438	400	282	456	479	539	112%
①+②合計		3,830	3,506	3,878	4,094	4,333	4,433	3,620	4,165	3,776	4,255	113%	

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Titanium Mineral Concentrates」World Mine Production

※その他に含まれる米国のイルメナイト鉱石生産量にはルチルを含む。

※純分換算率: 59.9%

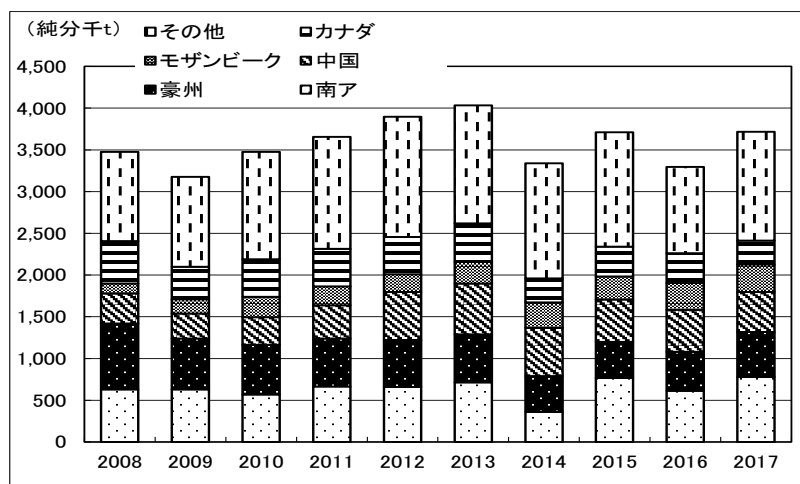


図 2-1 世界のイルメナイト鉱石生産量(Ti 純分)

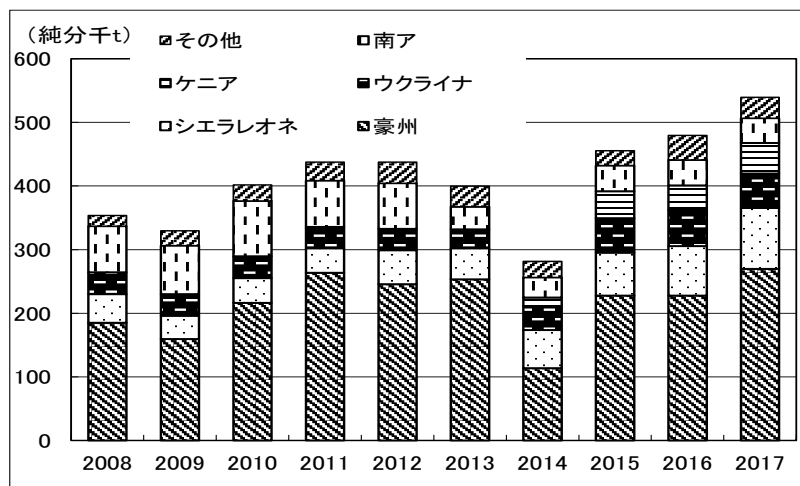


図 2-2 世界のルチル鉱石生産量 (Ti 純分)

表 2-2 世界のチタン鉱石生産量 (TiO₂ 換算)

単位: TiO₂ 千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
イルメナイト	南ア	1,050	1,050	952	1,110	1,100	1,190	600	1,280	1,020	1,300	127%	21%
	豪州	1,320	1,020	991	960	940	960	720	720	780	900	115%	15%
	中国	600	500	550	660	960	1,020	960	850	840	800	95%	13%
	モザンビーク	197	283	407	380	350	430	510	460	540	550	102%	9%
	カナダ	850	650	754	750	750	770	480	595	595	475	80%	8%
	ケニア	0	0	0	0	0	0	100	267	280	375	134%	6%
	ベトナム	330	412	485	550	510	720	560	360	240	300	125%	5%
	その他	1,453	1,385	1,661	1,690	1,890	1,640	1,640	1,658	1,205	1,500	124%	24%
	合計	5,800	5,300	5,800	6,100	6,500	6,730	5,570	6,190	5,500	6,200	113%	100%
ルチル	豪州	309	266	361	440	410	423	190	380	380	450	118%	50%
	シエラレオネ	75	61	65	64	89	81	100	113	130	160	123%	18%
	ウクライナ	57	57	57	56	56	50	63	90	95	90	95%	10%
	ケニア	0	0	0	0	0	0	22	71	64	80	125%	9%
	南ア	121	127	145	122	120	59	53	67	67	65	97%	7%
	インド	20	20	24	24	24	24	17	18	19	20	105%	2%
	その他	8	19	18	24	31	30	25	21	45	35	78%	4%
	合計	590	550	670	730	730	667	470	760	800	900	113%	100%
①+②合計		6,390	5,850	6,470	6,830	7,230	7,397	6,040	6,950	6,300	7,100	113%	

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Titanium Mineral Concentrates」World Mine Production

※その他に含まれる米国のイルメナイト鉱石生産量にはルチルを含む。

2-1-1.酸化チタン(TiO₂)

世界の TiO₂ 生産能力を表 2-3、図 2-3 及び表 2-4 に示す(表 2-3 は Ti 純分、表 2-4 は TiO₂ 換算)。USGS 統計によれば、2017 年の世界全体の生産能力は前年比 99% の 4,375 純分千t であった。しかしながら、図 2-3 に示した如く、この 9 年で生産能力は年率平均で 4.1% 伸びている。

世界市場シェア 1 位の DuPont 社は、農業・食品関連など収益性の高い事業に経営資源を集中するため、2015 年 7 月に TiO₂ やフッ素を手がける高機能化学品部門を切り離し、Chemours 社として分社化した。また、シェア 2 位の米国 Huntsman 社でも、2013 年に Rockwood 社のチタン事業を買収し子会社の Venator を設立した。その後、各社でチタン事業の構造変革が進められている。

TiO₂ の工業的製法には、現在塩素法と硫酸法があるが、先進国は主に塩素法を採用している。塩素法は気相反応で、産業廃棄物が少ない分だけ、生産コストが安くなる。また環境への負荷が少ない製法である。

TiO₂ の世界需要は、年ごとに見るとばらつきはあるが、過去 10 年のスパンで見ると年平均 2~3% の成長を遂げてきた。今後も新興国需要が伸びる見通しから、同様の成長が予想されている。

表 2-3 世界の酸化チタン生産能力(Ti 純分)

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	539	659	659	1,199	1,199	1,199	1,199	1,798	1,762	1,762	100%	40%
米国	947	887	887	881	881	881	881	653	803	815	101%	19%
ドイツ	264	264	264	264	264	264	264	273	273	273	100%	6%
英国	174	180	180	180	180	180	180	180	180	189	105%	4%
日本	190	185	185	185	185	185	186	186	188	188	100%	4%
メキシコ	75	78	78	78	78	78	78	78	180	180	100%	4%
豪州	144	144	168	168	168	168	168	156	156	156	100%	4%
ウクライナ	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	100%	2%
カナダ	54	54	54	54	54	62	60	63	61	61	100%	1%
ベルギー	44	44	44	44	44	44	44	51	52	52	100%	1%
イタリア	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	100%	1%
フランス	75	75	75	75	75	75	75	75	20	19	97%	0%
ロシア	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	100%	0%
カザフスタン	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	0%
フィンランド	78	78	78	78	78	78	78	78	78	0	0%	0%
スペイン	48	48	48	48	48	48	48	48	0	0	—	0%
その他	402	539	539	539	539	539	539	544	550	547	100%	13%
合計	3,165	3,368	3,392	3,926	3,926	3,932	3,932	4,315	4,435	4,375	99%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries TITANIUM AND TITANIUM DIOXIDE」
World Pigment Capacity

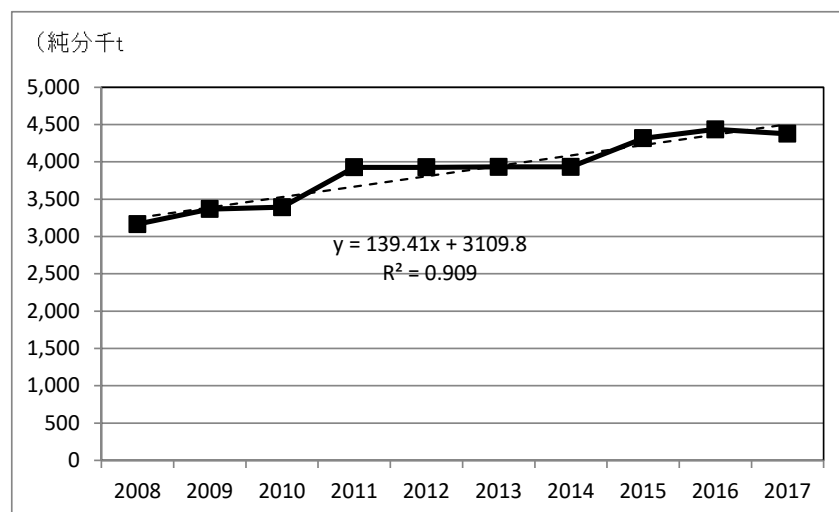


図 2-3 世界の酸化チタン生産能力(Ti 純分)推移

表 2-4 世界の酸化チタン生産能力 (TiO₂換算)単位: TiO₂千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	900	1,100	1,100	2,000	2,000	2,000	2,000	3,000	2,940	2,940	100%	40%
米国	1,580	1,480	1,480	1,470	1,470	1,470	1,470	1,090	1,340	1,360	101%	19%
ドイツ	440	440	440	440	440	440	440	456	456	456	100%	6%
英国	290	300	300	300	300	300	300	300	300	315	105%	4%
日本	317	309	309	309	309	309	310	310	314	314	100%	4%
メキシコ	125	130	130	130	130	130	130	130	300	300	100%	4%
豪州	241	241	281	281	281	281	280	260	260	260	100%	4%
ウクライナ	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	100%	2%
カナダ	90	90	90	90	90	104	100	105	102	102	100%	1%
ベルギー	74	74	74	74	74	74	74	85	87	87	100%	1%
イタリア	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	100%	1%
フランス	125	125	125	125	125	125	125	125	33	32	97%	0%
ロシア	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	100%	0%
カザフスタン	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	0%
フィンランド	130	130	130	130	130	130	130	130	130	0	0%	0%
スペイン	80	80	80	80	80	80	80	80	0	0	—	0%
その他	670	900	900	900	900	900	900	908	917	913	100%	13%
合計	5,280	5,620	5,660	6,550	6,550	6,560	6,560	7,200	7,400	7,300	99%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries TITANIUM AND TITANIUM DIOXIDE」
World Pigment Capacity

2-1-2 金属チタン(スポンジチタン及び展伸材)

表 2-5 に世界のスポンジチタン及び展伸材生産量を示す。

2017 年のスポンジチタン生産量は前年比 101% の 196 千 t と、2011 年～2013 年以来 3 年振りに 200 千 t に迫った 2016 年の勢いを維持した。航空機向けと鉄鋼向けの需要が好調であったことによる。

背景には、航空機産業のサプライチェーンにおける在庫整理の目途が立ち、旺盛な消費がチタン原料にも及んだと推察される。また、展伸材の生産量も前年比 109% の 150 千 t とスポンジチタン以上に堅調な伸びを示している。金属チタンは、半分以上が航空機向けに用いられている。従って、各々の部品の在庫の影響と航空機生産動向が需給数量に大きく影響する。

ちなみに、航空機向けで世界競争力のあるメーカーは、米国の TIMET 社、ATI 社とロシアの VSMPO-AVISMA 社の 3 社である。

表 2-5 世界のスポンジチタン及び展伸材の生産量

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
スポンジチタン 生産量 ²⁾	中国	50	41	58	65	81	81	68	62	67	73	109%	37%
	日本	39	25	36	59	63	42	31	42	55	50	92%	26%
	ロシア	36	23	26	39	46	46	42	40	39	43	109%	22%
	カザフスタン	23	17	14	20	23	12	9	9	8	11	138%	6%
	米国	17	9	10	17	17	14	19	18	20	12	62%	6%
	ウクライナ	10	7	10	10	10	9	7	7.7	5.0	7.1	142%	4%
	合計	174	121	153	208	240	205	176	179	194	196	101%	100%
展伸材 生産量 ²⁾	中国	28	25	38	49	52	44	50	49	49	55	113%	37%
	米国	40	—	—	46	40	36	37	38	38	37	97%	25%
	日本 ¹⁾	20	12	14	19	16	12	14	15	16	18	114%	12%
	CIS	26	—	—	36	39	30	14	14	25	29	116%	19%
	EU	5	—	—	—	—	13	10	10	10	10	100%	7%
	合計	117	128	153	150	147	135	125	126	138	150	109%	100%

出典: 1) 日本チタン協会

2) 工業レアメタルNo.119～130、日本チタン協会(2014年以降)

2-2国内の需給動向

TiO₂及び金属チタンの国内需給を表 2-6、図 2-4 に示す。また、表 2-7、図 2-5、図 2-6 に国内生産量及び国内出荷量を示す。2017 年のチタン供給量は前年比 106%の 242.4 千 t、需要量は前年比 110%の 231.6 千 t であった。

日本国内のチタン需要は、おおよそ 90%が TiO₂であり、5～6%が金属チタン、残りが溶接棒(P.3 参照)等である。

表 2-6 酸化チタン及び金属チタンの国内需給

単位: 純分千t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入 1)	鉱石	157.2	96.4	133.8	146.6	199.7	142.4	154.9	175.7	180.6	197.6	109%
		くず	0.7	0.1	0.5	1.5	0.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.0	70%
		塊および粉	8.5	2.2	3.0	5.2	4.2	1.0	1.3	3.0	1.5	0.8	55%
		フェロチタン	4.5	0.9	4.1	2.9	2.7	2.3	2.5	2.9	2.8	3.3	116%
		製品(金属チタン)	3.1	1.3	1.1	1.6	1.7	2.1	2.0	2.7	4.2	3.3	79%
		顔料	39.0	36.1	45.8	42.8	38.1	41.0	40.7	38.7	39.0	36.4	93%
		合計	208.5	136.1	184.2	197.7	244.3	187.9	203.0	224.7	229.5	242.4	106%
需要	内需	スポンジチタン ²⁾	35.7	17.9	26.0	34.5	31.2	18.2	19.1	24.9	24.1	26.4	109%
		酸化チタン ³⁾	171.6	102.0	121.9	124.5	108.4	112.3	109.6	105.5	111.5	119.9	107%
		小計	207.3	119.9	147.9	159.1	139.6	130.6	128.7	130.4	135.6	146.2	108%
	輸出 1)	鉱石	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
		くず	3.9	2.0	2.4	3.7	3.8	3.6	4.2	4.6	5.4	7.0	129%
		塊以外	0.13	0.03	0.03	0.19	0.14	0.13	0.23	0.20	0.14	0.18	133%
		塊および粉	11.2	9.3	15.0	25.1	30.7	19.1	16.1	20.6	19.2	24.3	127%
		フェロチタン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
		製品(金属チタン)	12.8	9.2	10.2	14.1	12.3	9.7	10.2	12.0	11.9	12.8	107%
		顔料	46.9	37.0	50.6	47.2	34.4	39.2	36.1	33.8	37.4	41.2	110%
		小計	74.9	57.6	78.2	90.4	81.4	71.6	66.9	71.3	74.0	85.4	115%
	合計	282.2	177.5	226.1	249.4	221.1	202.2	195.5	201.7	209.7	231.6	110%	
	供給－需要			-73.7	-41.4	-41.9	-51.7	23.2	-14.2	7.4	23.0	19.8	10.8

出典: 1) 財務省貿易統計、原料は鉱石、素材はくず、塊及び粉、塊以外、製品、顔料による

2) 工業レアメタルNo.119～132

3) 経済産業省「生産動態統計年報」

※純分換算率: イルメナイト鉱石30%、ルチル鉱石56%、チタン鉱石36%、顔料A型59.9%、顔料R型53.9%、フェロチタン76.0%

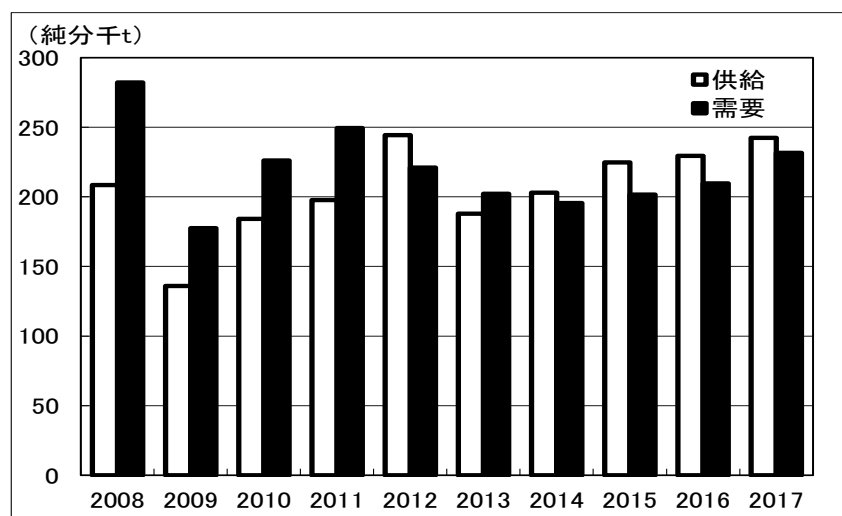


図 2-4 酸化チタン及び金属チタンの国内需給

表 2-7 酸化チタン及び金属チタンの生産量と国内出荷量

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
酸化チタン ¹⁾	①国内生産量	135.0	97.1	124.4	128.5	111.1	104.2	106.4	104.7	107.4	115.1	107%
	②国内出荷量	132.6	66.0	76.1	81.7	70.4	71.3	68.8	66.8	72.5	83.5	115%
	①-②(輸出・在庫)	2.4	31.1	48.3	46.8	40.7	32.9	37.6	37.9	34.9	31.6	91%
スポンジチタン ²⁾	③国内生産量	39.0	25.0	37.1	52.6	63.4	42.2	30.9	41.9	54.6	50.3	92%
	④国内出荷量	27.2	14.0	18.8	29.3	27.0	17.1	19.1	24.9	24.1	26.4	109%
	③-④(輸出・在庫)	11.8	11.0	18.3	23.3	36.4	25.0	11.8	17.0	30.5	24.0	79%
インゴット生産量 ²⁾		27.0	13.8	20.7	31.6	24.6	14.9	20.4	23.5	20.0	20.9	105%
チタン展伸材 ²⁾	⑤国内生産量	19.7	12.0	13.8	19.4	16.2	12.4	14.0	15.5	16.5	18.2	111%
	⑥国内出荷量	10.2	4.2	4.6	6.1	5.2	4.3	4.9	5.4	5.3	6.3	120%
	⑤-⑥(輸出・在庫)	9.6	7.8	9.2	13.2	11.0	8.0	9.1	10.1	11.2	11.9	106%

出典: 1) 経済産業省「生産動態統計年報」- 貿易統計「酸化チタン(顔料A及びR型)輸入量」 ※酸化チタン純分換算率59.9%

2) 工業レアメタルNo.119~132

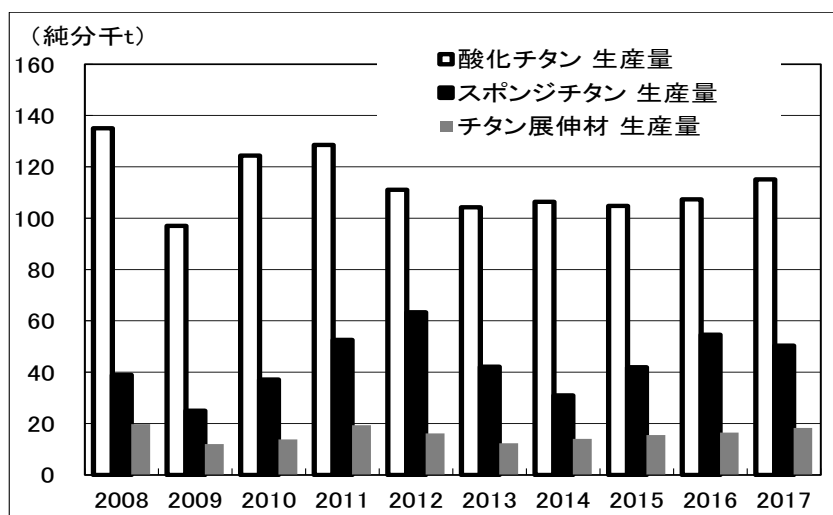


図 2-5 酸化チタン及び金属チタンの生産量

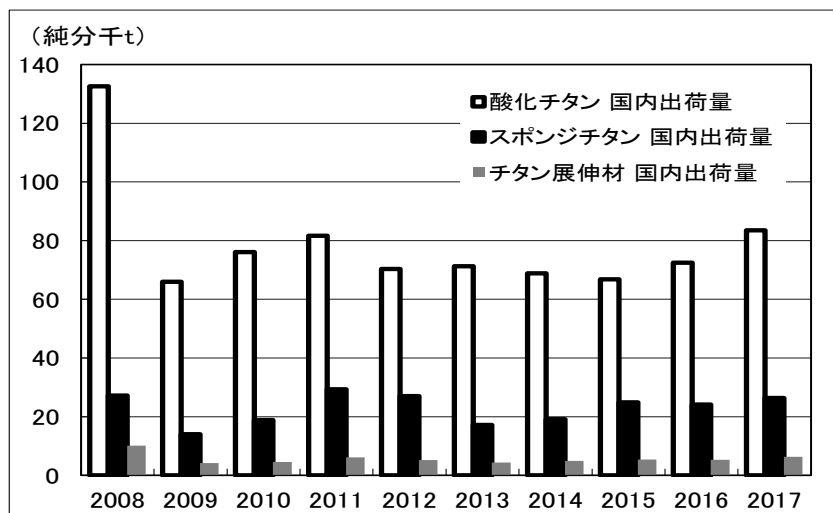


図 2-6 酸化チタン及び金属チタンの国内出荷量

2-2-1.酸化チタン(TiO₂)

2017年の国内生産量は前年比107%の115.1千t、国内出荷量は前年比115%の83.5千tと、国内も海外同様増加した。

需要分野別の比率は、塗料向けが4割強、インキ向けが2割程度、樹脂(合成繊維を含む)向けが2割程度であり、その他に製紙・ゴム等向けに加えて、高機能特殊品として機能性材料向けにも利用されている。なお、機能性材料の需要は全体の1割程度まで伸びていると推察される。

TiO₂の機能性材料とは、ナノテクノロジー技術などの進歩に伴って、超微粒子TiO₂の制御、紫外線(UV-A・B)遮蔽性、赤外線高反射、遮熱透明性などの特性を活かした機能性製品である。用途としては、化粧品(日焼け止めなど)、光触媒、電子材料など多岐に渡り、今後の市場拡大が最も期待されている。

TiO₂には、結晶構造が異なる3種類の化合物が存在し、その内、アナタース(顔料A型と称されている。)とルチル(顔料R型と称されている。)が産業界で利用されている。

結晶構造を比較すると、ルチルの方が結晶内のチタンと酸素の原子が密であるため硬く強い。また、化学的にも安定であるためアナタースを融点近くまで熱するとルチルに転移する。TiO₂は、種々の無機化合物などで表面処理を施すことにより、表面特性や表面活性を設計・制御することが出来る。また、TiO₂の特性は、TiO₂粉の粒径と粒径分布なども大きく影響する。

従って、顔料の結晶構造、粒径制御、表面処理などを最適化することによって、用途に適したTiO₂を商品化することが大切である。

ちなみに、顔料A型は、主に、ゴム、製紙、エナメル、その他ホーローの上薬などの用途で使用されている。一方、顔料R型は、主に、塗料や顔料、接着剤、インキなどの用途で使用されている。

2-2-2.スポンジチタン・チタンインゴット、チタン展伸材

2017年におけるスポンジチタンの国内出荷量¹は前年比109%の26.4千tと増加した。2014年以降4年連続で伸び続けていて、国内需要の好調さを反映している。また24.3千t(表3-1の塊及び粉)が輸出向けであり、前年比127%と増え、合わせて50.7千tとなる。2017年のスポンジチタンの輸出相手国は80%が米国であり(表3-5参照)、航空機部品メーカーで航空機のジェットエンジン部品、機体構造材、燃料タンク、ボルト等に加えられる。

スポンジチタンについては、米国の航空機生産は好調であるにも関わらず、航空機メーカーのサプライチェーンにおける在庫調整の長期化等により、2013年以降における日本からのスポンジチタンの輸出量は減少傾向であった。しかしながら航空機メーカーの在庫調整がひと段落したことなどもあり、2015年から反転に転じている(表3-5参照)。それに伴い国内生産量は2014年の谷底:30.9千tから2年連続して増加した。2017年は若干減少したものの50千tを維持している。

2017年のインゴットの国内生産量は前年比105%の20.9千tと5%の増加となった。

一方、2017年の展伸材の国内生産量は前年比111%の18.2千tであった。海外の海水淡水化プラント特需が一巡したこと等に起因する2012年～2014年前半の低迷期を脱し3年連続しての増加である。

2017年は、中東の海水淡水化プラント向けがほとんど無かったが、船舶向けのプレート熱交換器(以下、PHE)や電力が牽引役となり、不足分を補いプラス成長を維持した。海水淡水化プラント向けは受注プロジェクト単位なので需要の波がある。

2017年のチタン展伸材の国内の主要用途は、ソーダ電解の電極、航空機、PHE向けのチタン薄板、自動車、発電所の復水管等であり、自動車、復水管を除き各々10数%の比率を占める。輸出では電力、PHE向けが多く、2017年は各々30%以上を占めている。展伸材の輸出は海外での案件が受注できるかどうかによって用途別の構成比が変化する。

2-2-3.その他

その他、フェロチタンが自動車用鋼板等の高級薄板用等の鉄鋼添加材として利用されている。

¹ スポンジチタンの場合生産量はいわば計画値で、出荷量が実需を反映している(日本チタン協会)。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

チタン(鉍石、 TiO_2 及び金属チタン)の輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年の鉍石輸入量は、前年比 109%の 197.6 千 t であった。また、チタン(原料、素材)の輸入数量は前年比 106%の 239.1 千 t、輸出数量は前年比 117%の 71.1 千 t であった。いずれも 2013、14 年前後から増加基調で、国内生産、需要全体の好調さを反映している。

金属チタンの輸出入動向については、スポンジチタンがほとんどを占める塊及び粉と主に展伸材からなる製品(金属チタン)の 2 つの数量を指標として概ね把握することができる。両者とも毎年、輸出数量が輸入数量に対して大きく上回っている。

2017 年の塊及び粉の輸出数量は、前年比 127%の 24.3 千 t であり、輸入数量は前年比 55%の 0.8 千 t であった。また、製品(金属チタン)の輸出数量は前年比 107%の 12.8 千 t であり、輸入数量は前年比 79%の 3.3 千 t であった。輸出については、2015 年からの増加が続いている。また、輸入についても、2014 年から増加傾向が続いている。

2017 年の TiO_2 の輸出入数量は次の通りである。

顔料 A(アナターズ)型については、輸出数量が前年比 116%の 10.7 千 t であり、輸入数量は前年比 90%の 7.2 千 t で、2011 年以来減少が続いている(図 3-5 参照)。韓国、フランスからの輸入減少が原因である(表 3-3 参照)。一方、顔料 R(ルチル)型については、輸出数量が前年比 108%の 30.6 千 t で、3 年連続で増加した。輸入数量は前年比 94%の 29.1 千 t であった。また、この 5 年間の傾向では、輸出入の両方とも、顔料 R 型が顔料 A 型の 3~4 倍程度の数量を占めている。

ニオブとの合金として超伝(電)導材料に使用されているチタン・ニオブ合金は、製品、くず、塊・粉の 3 つの輸入部門で HS コードに採用されていて関心の高いことが推定される。現状では量が少ないが、将来の電力、リニアモーターカー、医療用途等での拡大を期待したい。

表 3-1 鉱石、酸化チタン及び金属チタンの輸出入数量

単位：純分千t（製品、チタン・ニオブ合金、スラグを除く）

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	鉱石	イルメナイト	輸入	86.8	45.9	55.7	41.4	42.2	48.0	39.1	48.0	50.2	55.0	110%
		イルメナイト以外	輸入	70.5	50.5	78.1	105.2	157.6	94.4	115.8	127.7	130.4	142.6	109%
		小計	輸入	157.2	96.4	133.8	146.6	199.7	142.4	154.9	175.7	180.6	197.6	109%
		チタン鉱	輸出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
			輸入－輸出	157.2	96.4	133.8	146.6	199.7	142.4	154.9	175.7	180.6	197.6	109%
素材	くず ¹⁾	輸入	0.7	0.1	0.5	1.5	0.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.0	72%	
		輸出	3.9	2.0	2.4	3.7	3.8	3.6	4.2	4.6	5.4	7.0	129%	
	塊および粉 ¹⁾²⁾	輸入	8.5	2.2	3.0	5.2	4.2	1.0	1.3	3.0	1.5	0.8	55%	
		輸出	11.2	9.3	15.0	25.1	30.7	19.1	16.1	20.6	19.2	24.3	127%	
	塊以外	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		輸出	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	133%	
	顔料(A型、アナタース)	輸入	8.4	8.2	11.6	10.7	10.5	9.1	9.0	7.8	8.0	7.2	90%	
		輸出	14.5	11.7	12.5	11.5	8.8	9.8	9.2	9.0	9.2	10.7	116%	
	顔料(R型、ルチル)	輸入	30.6	27.8	34.2	32.2	27.6	31.9	31.7	31.0	31.0	29.1	94%	
		輸出	32.4	25.4	38.1	35.7	25.6	29.5	26.9	24.8	28.2	30.6	108%	
	フェロチタン	輸入	4.5	0.9	4.1	2.9	2.7	2.3	2.5	2.9	2.8	3.3	116%	
		輸出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	
	小計	輸入	52.6	39.2	53.3	52.4	45.5	45.8	46.0	46.2	44.7	41.5	93%	
		輸出	62.2	48.3	68.0	76.3	69.1	62.0	56.6	59.2	62.1	71.1	117%	
		輸入－輸出	-14.0	-10.0	-18.7	-26.7	-26.3	-18.5	-13.1	-15.9	-26.3	81.9	179%	
合計		輸入	205.4	134.7	183.1	196.1	242.6	185.9	198.4	219.0	225.3	239.1	106%	
		輸出	62.2	48.3	68.0	76.2	69.1	62.0	56.6	59.2	62.1	71.1	117%	
		輸入－輸出	143.2	86.4	115.1	119.8	173.5	123.9	141.8	159.8	163.2	168.0	102%	
製品 ³⁾		輸入	3.1	1.3	1.1	1.6	1.7	2.1	2.0	2.7	4.2	3.3	79%	
		輸出	12.8	9.2	10.2	14.1	12.3	9.7	10.2	12.0	11.9	12.8	107%	
		輸入－輸出	-9.7	-7.9	-9.2	-12.5	-10.6	-7.6	-8.2	-9.3	-7.7	-9.4	123%	
チタン・ニオブ合金 ⁴⁾	製品	輸入	0.029	0.010	0.008	0.005	0.005	0.005	0.006	0.011	0.009	0.009	95%	
	くず		0.006	0.007	0.034	0.009	0.016	0.015	0.015	0.037	0.039	—	—	
	塊および粉		—	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50%	
	小計		0.035	0.017	0.042	0.015	0.020	0.019	0.021	0.049	0.049	0.009	18%	
粒状スラグ ⁵⁾		輸入	207.6	157.3	113.6	53.8	29.6	0.1	1.3	1.0	1.2	0.1	10%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：イルメナイト鉱石（輸入）30%、イルメナイト以外（輸入）56%、チタン鉱石（輸出）36%、金属チタン100%、フェロチタン76.0%

顔料A型（アナタース）59.9%、顔料R（ルチル）型53.9%

1) チタンの塊及び粉の輸入数値には「チタンニオブ合金（810820010）」、くずの輸入数値には「チタンニオブ合金（810830010）」が加わっている。（純分換算なし）

2) 塊及び粉は主にスポンジチタンとみられ、一部インゴットが含まれる。

3) 製品は純チタンだけではなく、チタン合金（Ti-6Al-4V等）が含まれるので、「純分」は不明。従って単位は純分tではなく、合計値には加えていない。

4) チタン・ニオブ合金の「純分」は不明。従って単位は純分tではなく、合計値には加えていない。

5) 輸入コード261800000「粒状スラグ（スラグサンド、鉄鋼製造の際に生ずるものに限る。）」を参考として加えた。

これにはチタン以外も含まれるため、純分換算を行っていない。また合計値には加えていない。

※原料は鉱石（イルメナイト、イルメナイト以外、チタン鉱）、素材はくず、塊及び粉、塊以外、顔料（A型、アナタース）、顔料（R型、ルチル）による。

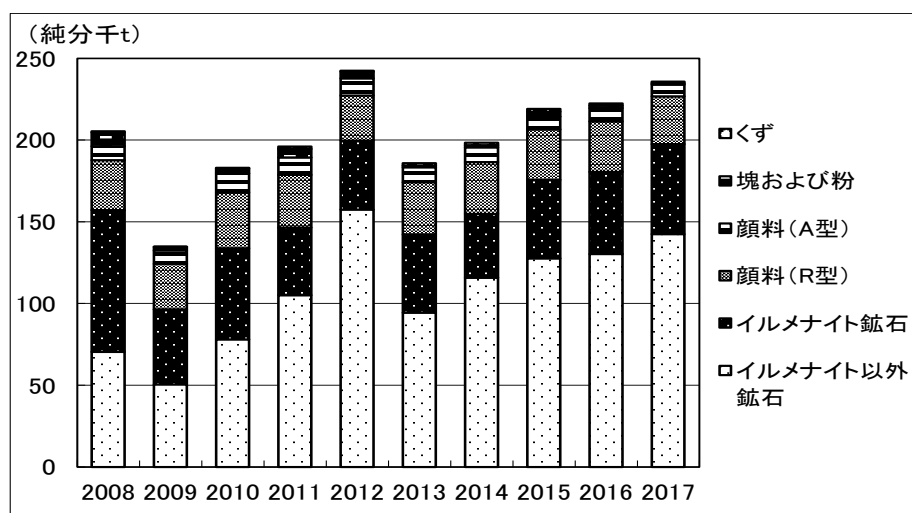


図 3-1 鉱石、酸化チタン及び金属チタンの輸入数量

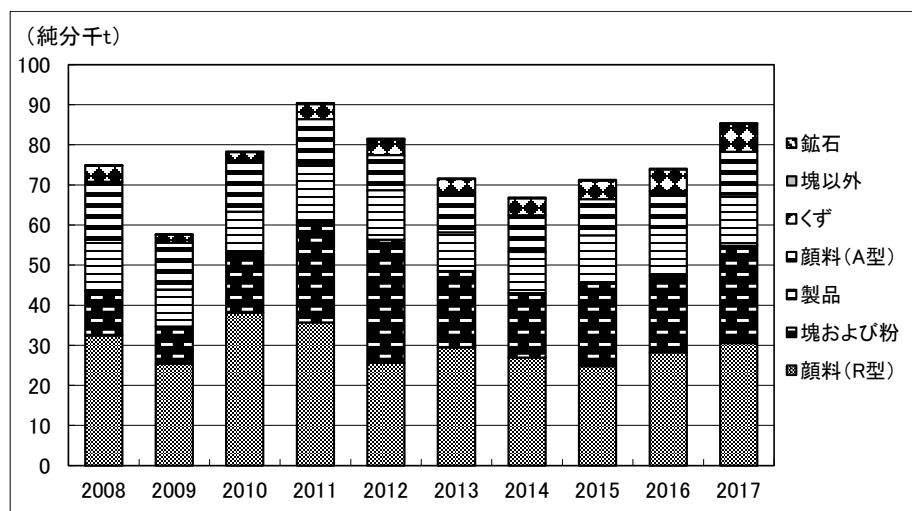


図 3-2 鉱石、酸化チタン及び金属チタンの輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. 鉱石

鉱石の輸入相手国を表 3-2、図 3-3、図 3-4 に示す。

イルメナイト鉱石の輸入分は TiO_2 メーカー(硫酸法)によるものである。輸入相手国では、2017 年もインドが最も多く全体に占める割合は 36%である。次いで、モザンビーク 30%、豪州が 25%と順位が入れかわった。生産国の国内事情で年ごとの変動はあるが、ここ数年はこの 3 か国で全体の 90%以上を占めている。一方ロシアからの輸入がなくなり多くはないが初めてセネガルからの輸入が報告されている。

イルメナイト以外の鉱石輸入分は、金属チタンメーカー及び TiO_2 メーカー(塩素法)のものであり、輸入相手国は南ア、カナダ、インド、豪州がある。鉱石の輸入相手国としては南アが多く、2017 年は全体の 42%を占める。豪州からは主に UGI が輸入されている。近年はケニアやベトナムからの輸入が増えている。やはり量は多くないが中国からの輸入が初めて報告されているのが注目される。

鉱石等に含まれる放射性物質の規制により、使用にあたっては廃棄物処理を考慮した上で鉱石を選択する必要がある。

表 3-2 イルメナイト及びイルメナイト以外などの鉱石の輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
イルメナイト	インド	7,625	10,231	20,009	22,835	26,557	26,152	21,109	19,714	30,713	19,934	65%	36%
	モザンビーク	2,997	12,047	5,836	—	3,856	6,894	7,644	15,272	7,496	16,483	220%	30%
	豪州	24,913	11,623	16,723	16,265	4,690	11,375	7,713	8,844	9,081	13,886	153%	25%
	セネガル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,896	—	7%
	韓国	—	—	—	1,123	1,303	1,501	749	728	749	779	104%	1%
	ウクライナ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63	—	0%
	ロシア	—	—	37	1,137	1,567	1,854	1,854	20	2,079	—	—	—
	ベトナム	43,639	11,963	13,075	—	4,223	0	0	3,344	0	—	—	—
	その他	7,580	0	0	0	0	184	0	85	63	3	5%	0%
合計	86,753	45,864	55,681	41,359	42,195	47,960	39,069	48,008	50,181	55,044	110%	100%	
イルメナイト以外	南ア	4,995	4,109	19,738	34,431	41,938	24,432	60,264	40,408	47,558	59,179	124%	42%
	カナダ	6,677	13,679	10,930	10,483	21,124	17,948	11,217	23,557	29,712	30,014	101%	21%
	インド	23,695	17,956	22,986	25,231	30,403	20,799	18,230	33,272	27,849	24,195	87%	17%
	豪州	33,558	11,041	20,575	28,502	21,357	12,170	11,384	14,429	8,430	17,707	210%	12%
	ケニア	—	—	—	—	0	0	2,764	8,089	7,809	3,258	42%	2%
	ベトナム	—	—	0	1,386	5,686	5,959	6,865	6,721	6,609	2,992	45%	2%
	ウクライナ	—	—	—	0	0	0	598	1,908	2,908	2,908	152%	2%
	中国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,816	—	1%
	シエラレオネ	1,357	3,564	3,522	3,783	18,047	6,739	2,279	560	392	507	129%	0%
	その他	178	181	389	1,381	18,997	6,367	2,841	59	112	24	21%	0%
	合計	70,459	50,529	78,140	105,196	157,551	94,414	115,844	127,695	130,378	142,599	109%	100%
チタン鉱	タイ	—	2.2	2.9	2.5	3.2	—	—	—	—	—	—	—
	台湾	16.6	—	—	—	1.8	—	0	—	—	—	—	—
	その他	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	合計	16.6	2.2	2.9	2.5	5.0	—	0	—	—	—	—	—

出典: 財務省貿易統計

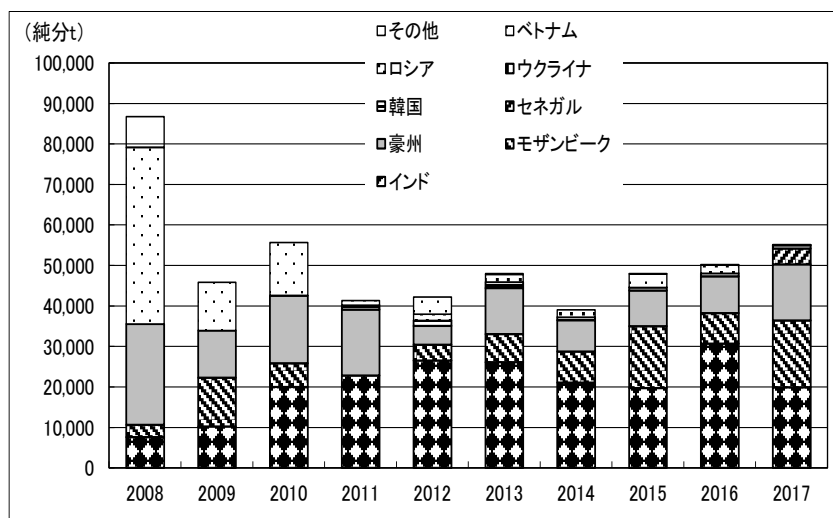


図 3-3 イルメナイトの輸入相手国

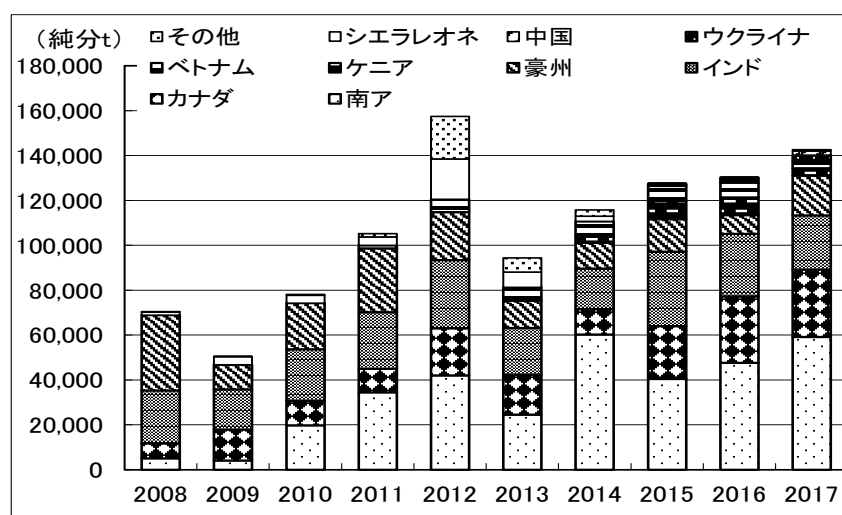


図 3-4 イルメナイト以外の輸入相手国

3-2-2 顔料 A 型(アナタース)、R 型(ルチル)

顔料 A 型の輸出入相手国を表 3-3、図 3-5、図 3-6 に示す。

主な輸入相手国は中国、韓国であり、2 か国で輸入量の 86%を占める。輸出相手国は中国、台湾、インドネシアであり、3 か国で輸出量の 64%を占める。

顔料 R 型の輸出入相手国を表 3-4、図 3-7、図 3-8 に示す。

主な輸入相手国は台湾、米国、豪州、中国であり、4 か国で輸入量の 82%を占める。輸出相手国は、中国、韓国、台湾、インドネシア、米国など幅広い。

表 3-3 顔料(A 型、アナタース)輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	2,862	2,989	5,365	4,457	4,639	4,213	5,052	4,512	5,083	4,940	97%	68%
	韓国	4,642	3,523	4,723	4,592	3,299	3,027	2,605	2,054	1,674	1,291	77%	18%
	フランス	494	553	177	382	1,053	1,130	809	758	539	439	81%	6%
	インド	135	599	412	308	446	271	164	261	449	415	92%	6%
	ウクライナ	12	377	500	578	800	300	240	—	—	—	—	—
	その他	229	172	387	354	257	167	144	164	288	134	47%	2%
	合計	8,373	8,213	11,563	10,671	10,493	9,107	9,014	7,750	8,034	7,220	90%	100%
輸出	中国	4,880	4,516	4,624	3,473	2,892	3,471	2,528	2,826	2,622	2,798	107%	26%
	台湾	3,793	2,609	1,796	1,524	1,162	1,527	1,524	1,666	2,051	2,500	122%	23%
	インドネシア	1,216	1,045	1,042	1,201	1,351	1,197	1,705	1,489	1,598	1,502	94%	14%
	韓国	919	1,170	1,793	2,132	659	600	645	627	607	908	150%	9%
	タイ	649	504	815	756	484	740	525	547	598	727	121%	7%
	インド	694	599	421	732	579	617	783	550	485	503	104%	5%
	オーストリア	17	0	39	164	182	209	245	247	348	457	131%	4%
	米国	632	577	860	655	667	727	537	465	320	416	130%	4%
	その他	1,668	665	1,067	873	825	675	675	605	575	854	148%	8%
	合計	14,466	11,684	12,458	11,511	8,801	9,764	9,168	9,024	9,204	10,666	116%	100%

出典：財務省貿易統計、※純分換算率：顔料A型59.9%

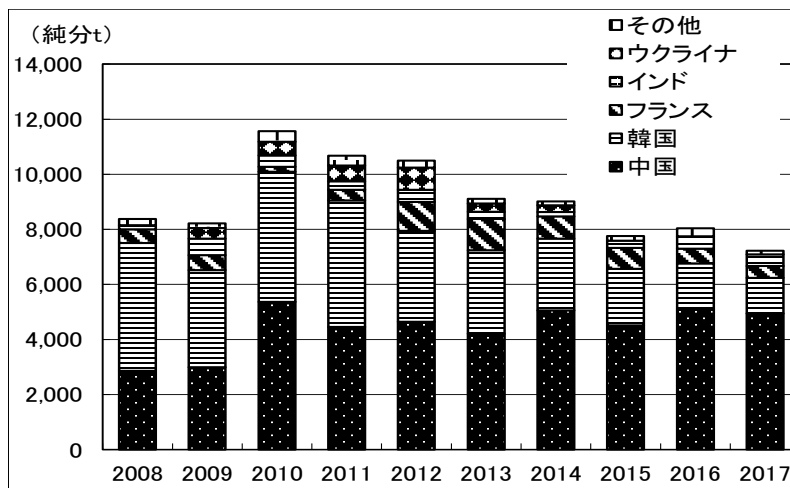


図 3-5 顔料(A型、アナターズ)輸入相手国

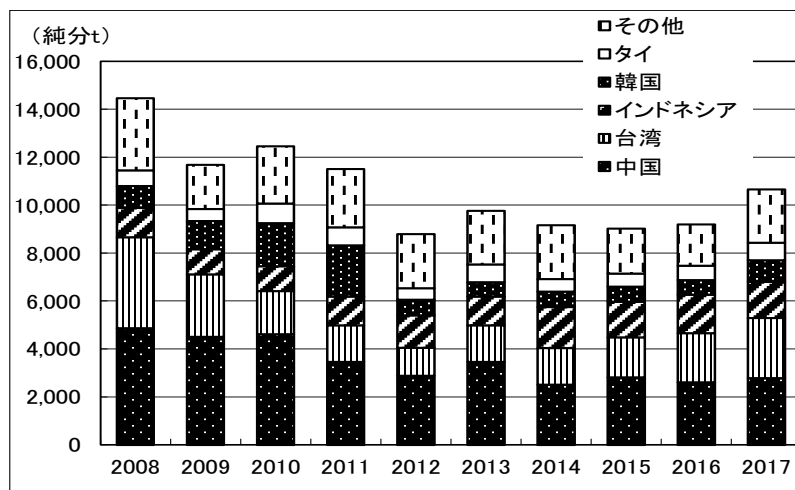


図 3-6 顔料(A型、アナターズ)輸出相手国

表 3-4 顔料(R型、ルチル)輸出入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	台湾	7,341	7,481	8,685	7,739	5,247	9,207	11,117	10,633	9,454	10,781	114%	37%
	米国	13,387	13,217	16,061	14,435	13,452	12,926	10,362	9,673	8,649	7,939	92%	27%
	豪州	3,376	2,830	3,298	2,479	2,241	2,827	3,135	3,067	3,313	3,007	91%	10%
	中国	3	424	1,446	1,939	2,050	1,715	2,134	3,065	3,786	2,229	59%	8%
	マレーシア	2,872	1,349	1,249	1,651	1,224	1,505	1,564	950	1,439	1,389	97%	5%
	英国	1,117	570	769	928	561	1,014	895	1,021	874	957	110%	3%
	その他	2,520	1,979	2,728	2,995	2,784	2,727	2,485	2,545	3,455	2,838	82%	10%
	合計	30,617	27,850	34,237	32,166	27,559	31,921	31,693	30,954	30,970	29,141	94%	100%
輸出	中国	12,959	10,036	12,420	9,478	5,926	5,785	6,026	4,406	5,148	6,279	122%	21%
	韓国	3,296	2,067	3,931	3,469	2,213	4,591	5,233	4,966	5,739	4,931	86%	16%
	台湾	2,893	1,757	4,698	5,477	4,034	5,786	4,845	4,207	5,642	4,562	81%	15%
	インドネシア	2,746	2,353	3,000	3,747	2,799	2,712	2,341	2,440	3,071	4,030	131%	13%
	米国	1,758	1,717	2,249	2,151	2,184	3,800	2,695	2,517	3,554	3,383	95%	11%
	タイ	1,636	1,308	2,402	2,663	2,404	1,882	2,196	2,112	1,842	2,172	118%	7%
	その他	7,132	6,124	9,426	8,748	6,069	4,900	3,592	4,125	3,239	11,492	355%	38%
	合計	32,420	25,361	38,127	35,732	25,628	29,455	26,928	24,772	28,237	30,570	108%	100%

出典: 財務省貿易統計、※純分換算率: 顔料R型53.9%

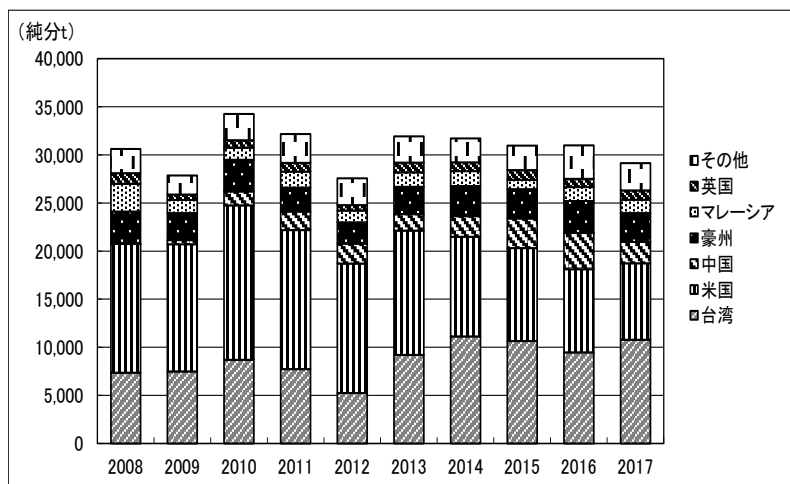


図 3-7 顔料(R型、ルチル)輸入相手国

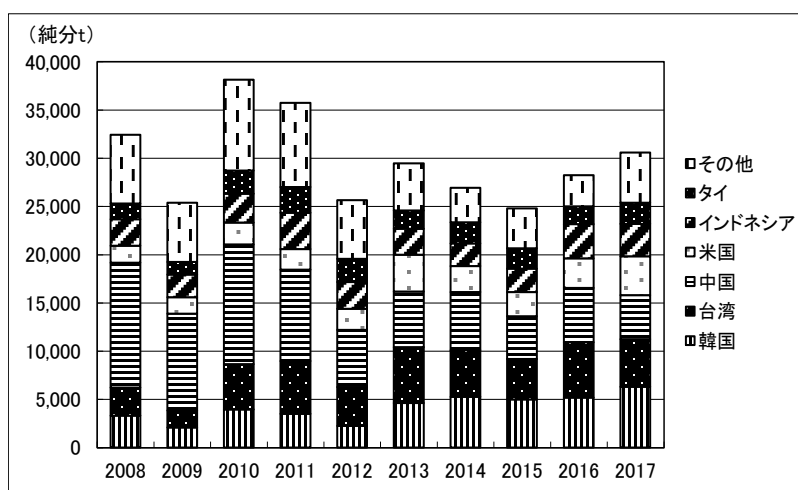


図 3-8 顔料(R型、ルチル)輸出相手国

3-2-3 チタンの塊及び粉(スポンジチタン)の輸出相手国

チタンの塊及び粉(スポンジチタン)の輸出相手国を表 3-5、図 3-9 に示す。2017 年の輸出量は前年比 127%の 24,260t と伸びた²。2013 年以降全体として概ね増加傾向である。なお 2017 年の輸入は前年比 55%、831t と少量であった(表 3-1 参照)。

² 背景については 2-2-2.スポンジチタン・チタンインゴット、チタン展伸材項参照。

表 3-5 チタンの塊及び粉(スポンジチタン)輸出相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸出	米国	7,687	5,903	9,544	15,939	18,917	13,747	12,768	15,105	16,685	19,379	116%	80%
	英国	1,947	2,467	3,819	4,031	6,507	2,374	2,084	4,109	981	3,127	319%	13%
	台湾	420	298	396	913	520	630	460	420	510	687	135%	3%
	オランダ	15	30	55	230	102	11	83	245	277	656	237%	3%
	韓国	205	248	732	2,603	3,076	1,240	260	197	241	189	78%	1%
	スペイン	—	150	225	375	450	405	90	90	225	67	30%	0%
	ドイツ	554	86	157	915	1,129	649	300	400	174	60	35%	0%
	中国	7	46	0	51	3	3	54	44	61	58	96%	0%
	その他	345	87	45	38	1	2	0	9	17	36	205%	0%
	合計	11,181	9,314	14,974	25,095	30,703	19,059	16,099	20,619	19,171	24,260	127%	100%

出典: 財務省貿易統計

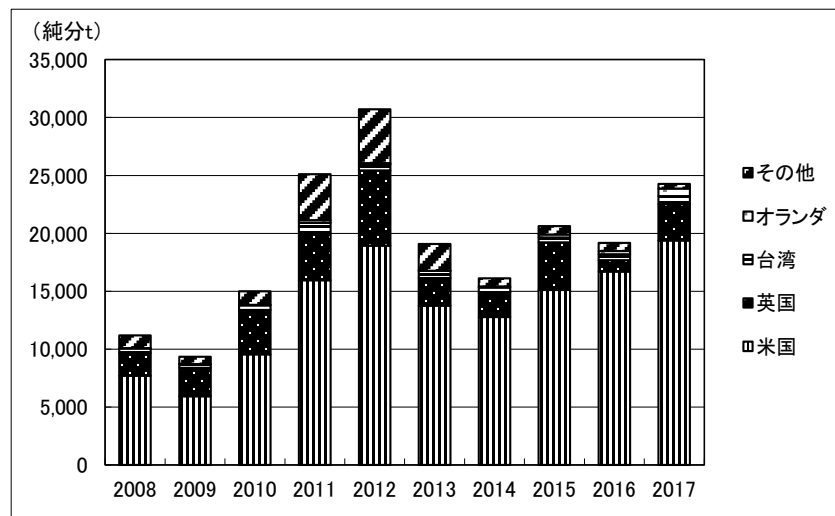


図 3-9 チタンの塊及び粉(スポンジチタン)輸出相手国

3-2-4.製品(金属チタン、チタン合金)

製品の輸出入相手国を表 3-6 及び図 3-10、11 に示す。製品には展伸材が含まれる。

主な輸入相手国は、米国であり、1か国で全体の 78%を占めている。2017 年の輸入数量合計は、前年比 79%の 3,304t であるが、2011 年以来の増加基調に変化はない。その他の国として、中国、ロシアが 8%、7%と続いている。米国や欧州等の国からは航空機等のライセンス品が輸入されているほか、中国からは安価な棒材やチタン粉等が輸入されている。

主な輸出相手国は、中国、欧州、韓国で、これらで全体の 73%を占めている。韓国は、前年比 51%の 1,572tと半減し、中国への輸出は前年比 124%の 3,351tと増加し、順位が入れ替わった。韓国への輸出は電力発電設備向けが主体となっている。中国は自国での展伸材生産量が増加しており、数年前までは日本からの輸入量が減少傾向にあったが、2014 年から、電力発電設備向けの需要により増加となった。スウェーデン、ドイツ等の欧州は熱交換器向けの薄板が輸出されている。

表 3-6 製品の輸出入相手国

単位:マテリアルト

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	米国	2,262	939	755	964	925	1,314	1,185	1,967	3,338	2,581	77%	78%
	中国	530	247	109	235	273	227	199	204	242	251	104%	8%
	ロシア	135	65	79	95	164	207	265	243	204	225	110%	7%
	韓国	52	14	23	120	125	165	149	117	97	85	87%	3%
	英国	25	32	32	20	16	21	121	49	61	71	116%	2%
	台湾	28	15	24	20	25	34	74	43	23	26	115%	1%
	ウクライナ	26	-	11	13	5	-	-	-	-	24	-	1%
	ドイツ	10	5	7	41	17	82	7	23	13	21	166%	1%
	メキシコ	5	-	-	-	-	-	4	2	1	9	637%	0%
	その他	18	9	22	127	176	20	29	88	226	11	5%	0%
	合計	3,092	1,327	1,061	1,635	1,727	2,069	2,032	2,736	4,204	3,304	79%	100%
輸出	中国	3,620	2,386	3,962	3,341	2,325	1,324	2,443	2,614	2,696	3,351	124%	26%
	フランス	1,063	501	142	250	680	445	653	780	1,044	1,828	175%	14%
	韓国	1,745	1,563	1,028	5,149	3,819	3,381	2,276	2,791	3,057	1,572	51%	12%
	ドイツ	1,133	867	918	929	1,341	674	1,002	1,086	1,075	1,257	117%	10%
	スウェーデン	1,475	705	920	1,172	1,357	1,185	1,087	1,491	1,109	1,243	112%	10%
	米国	436	236	244	507	358	563	524	905	674	739	110%	6%
	その他	3,293	2,988	3,014	2,754	2,462	2,079	2,255	2,367	2,245	2,768	123%	22%
		合計	12,765	9,246	10,228	14,103	12,343	9,651	10,241	12,034	11,899	12,757	107%

出典:財務省貿易統計

注:製品は純チタンだけではなく、チタン合金(Ti-6Al-4V等)が含まれるので、「純分」は不明。従って単位は純分tではない。

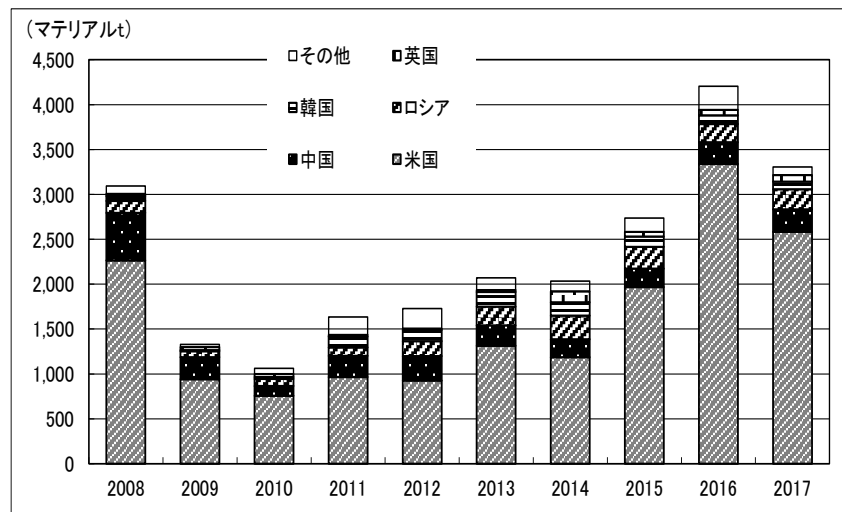


図 3-10 製品(金属チタン)の輸入相手国

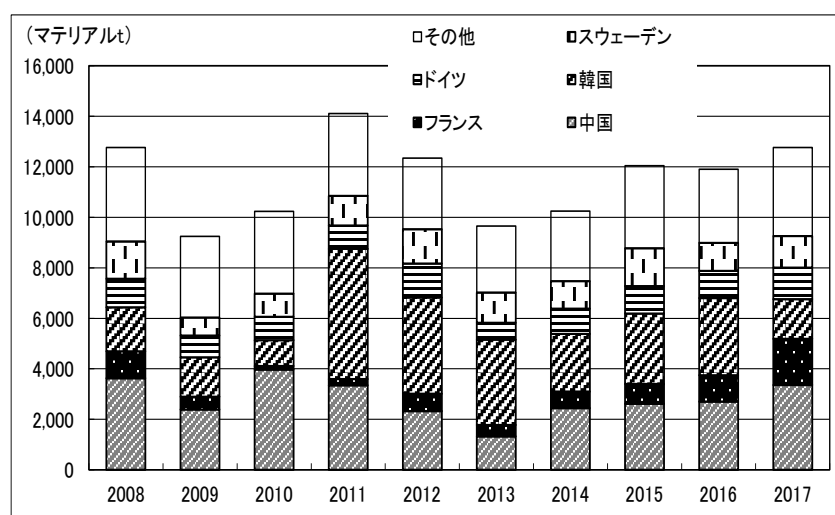


図 3-11 製品(金属チタン)の輸出相手国

3-3輸出価格

チタン(鉱石、 TiO_2 及び金属チタン)の平均輸出入価格を表3-7、図3-12、図3-13、図3-14、図3-15、図3-16に示す。

イルメナイトの輸入価格についてみると、2011～2012年にかけて中国による顔料用 TiO_2 の需要急増で鉱石価格が上昇した。その後2013年に入り価格が反転し、2016年まで下落が続いたが、2017年は前年比171%と上昇に転じ、224\$/tと上昇前の価格を上回った。

イルメナイト以外の輸入価格については、前年比98%の681\$/tと2013年以降は右肩下がりであるが、2011年の急騰前の価格と大差ないレベルとなっている。

2000年から2008年頃までの TiO_2 市場は供給が需要を上回っていた。 TiO_2 価格も2,000\$/t程度と大きな伸びもなく、 TiO_2 メーカーの新規投資意欲が低い状況にあった。 TiO_2 価格が上昇しない中、鉱石も同様の状況であった。そのため、小規模の鉱山会社の生産停止や吸収合併等が行われ鉱石生産者の寡占化が進んだ。

その一方で、 TiO_2 需要は増加傾向を示し、リーマン・ショック前には需要と供給が拮抗する状況であった。これを受け、 TiO_2 メーカーは将来の需要増加を見込み、各社設備増強を計画していたところ、2008年のリーマン・ショックにより TiO_2 の需要が一気に減少し、大手 TiO_2 メーカーは減産やプラント閉鎖を行った。その後、 TiO_2 需要はV字回復したが、世界的に TiO_2 の生産能力が低下しており、かつ鉱石生産量も不足していたため、 TiO_2 価格が2012年にトン当たり2千ドル台から3千ドル台半ばと一気に上昇した。これに伴い、鉱石サプライヤーも鉱石価格の値上げを行った。

そのような状況下、中国企業が新たな TiO_2 生産プラントを建設したため、イルメナイト鉱石需要が一気に増加し、2010年時点では170\$/tであったイルメナイト鉱石価格が一気に400\$/t近くまで上昇した。

鉱石価格の上昇の影響を特に受けるのは、生産においてより多くの鉱石を必要とする TiO_2 メーカーである。金属チタンメーカーはこうした影響を受けて天然ルチルやUGIに加え、比較的価格の安いチタン slag を活用することでコスト競争力の強化を図った。金属チタンメーカーが、需要の多い TiO_2 の動向に左右され、原料調達や価格の影響を受ける構図は現在も変わっていない。

2011年末頃には TiO_2 も一時期ほどのひっ迫感は無くなった。しかし、 TiO_2 メーカー側で生産量を下げることができず、生産分を市場に投入したため、2013年には TiO_2 価格が一気に下落し、2017年も同様の傾向にある。需給バランスが崩れた中で中国が安価な TiO_2 (他国の企業と比較し1,000\$/t程度安価なもの)を市場に投入したことも価格低下の一因となっている。

なかでも顔料R型は中国が世界中に輸出を拡大させている。向け先は欧米、アジアが中心である。 TiO_2 は TiO_2 換算において北米で1,000千t、欧州も1,000千tとマーケットが大きいと、価格で参入できる余地がある。特に欧州はHuntsman社が硫酸法で手がけているため、中国メーカーとしては参入しやすい環境にある。

ただし、中国品は粒子径コントロールが十分されているとはいえないため粒度がブロードになり、青色や赤色を効率よく反射できない傾向にある。そのことが日本ユーザーの要求品質を満たしきれていない一因となっており、日本への輸入量は限られている。

TiO₂輸入価格において、顔料A型とR型はt当たりで約100\$程度の値差(2008年～2017年の平均)がありAタイプの方が安い。一方輸出価格は逆にRタイプの方が1,000\$/t以上安い(2008年～2017年の平均)。

塊及び粉の輸出価格については前年比101%の9,052\$/tと前年並みで、2012年以来続いた値下がり傾向に歯止めがかかった。輸入価格は前年比139%の10,700\$/tと上昇し4年連続の値下がりから反発した。

くずの輸出価格については前年比111%の3,404\$/tと上昇したが、輸入価格同様2013年を下回っている。

表 3-7 鉱石、酸化チタン及び金属チタンの平均輸出入価格

													単位: \$/t	
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	鉱石	イルメナイト	輸入	193	178	172	266	366	289	215	164	131	224	171%
		イルメナイト以外	輸入	668	718	609	822	1,722	1,249	790	736	698	681	98%
		チタン鉱	輸出	1,793	2,139	2,270	3,053	2,400	—	—	—	—	—	—
素材	くず ²⁾	輸入	10,632	9,841	5,651	8,979	7,191	4,315	5,142	4,936	5,580	4,163	75%	
		輸出	5,653	2,883	6,197	7,931	5,756	3,858	4,347	4,468	3,066	3,404	111%	
	塊及び粉 ¹⁾²⁾	輸入	18,542	13,346	9,777	11,471	13,504	12,601	10,242	8,418	7,846	10,833	138%	
		輸出	14,206	11,663	10,306	10,665	12,218	11,719	11,296	10,174	8,927	9,052	101%	
	塊以外	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		輸出	48,091	127,701	113,561	28,918	28,782	22,675	20,376	21,839	30,568	27,500	90%	
	顔料(A型、アナターズ)	輸入	2,134	2,104	2,149	2,959	3,116	2,748	2,471	2,214	2,058	2,477	120%	
		輸出	3,289	3,314	3,912	4,617	5,338	4,650	4,391	3,795	3,953	4,076	103%	
	顔料(R型、ルチル)	輸入	2,020	2,272	2,399	3,157	3,419	2,496	2,345	2,147	2,282	2,284	100%	
		輸出	2,209	2,305	2,574	3,317	3,916	3,238	3,262	2,965	2,836	3,086	109%	
製品	製品(金属チタン) ³⁾	輸入	74,607	70,842	69,557	53,289	64,705	84,748	108,227	102,082	71,104	79,302	112%	
			129,968	210,663	385,443	445,355	473,643	450,068	440,343	232,729	292,010	266,780	91%	
		輸出	48,304	47,805	39,780	37,095	38,464	34,355	29,504	22,375	22,469	21,869	97%	

出典: 財務省貿易統計

1) 塊及び粉は主にスポンジチタンとみられ、一部インゴットが含まれる。

2) くずの輸入数値はHSCode8108.30.010+8108.30.090を、塊及び粉の輸入数値はHSCode:8108.20.010+8108.20.090を用いた。

3) 製品(金属チタン)輸入上段は、HSCode8108.90090「その他のもの」。

製品(金属チタン)輸入下段は、HSCode8108.90010「チタン・ニオブ合金のもの」。

製品(金属チタン)輸出は、HSCode8108.90000「チタン及びその製品(くずを含む。)-その他のもの」に相当する。

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

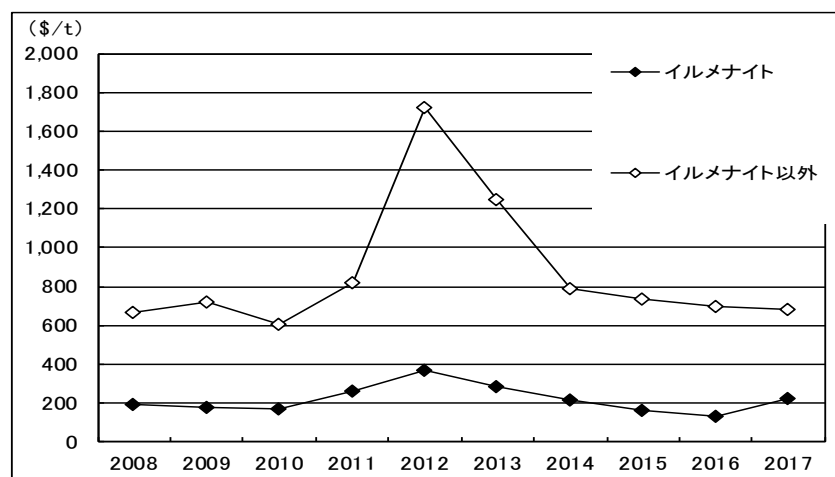


図 3-12 チタン(原料)の平均輸入価格

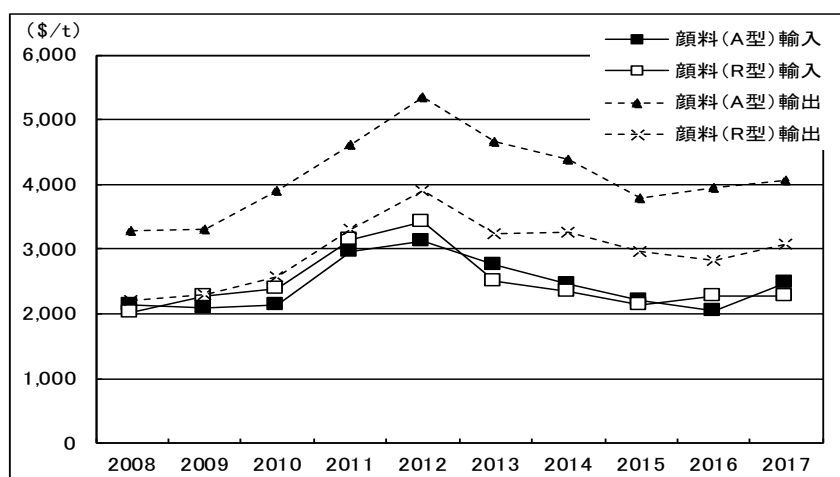


図 3-13 チタン(顔料)の平均輸出入価格

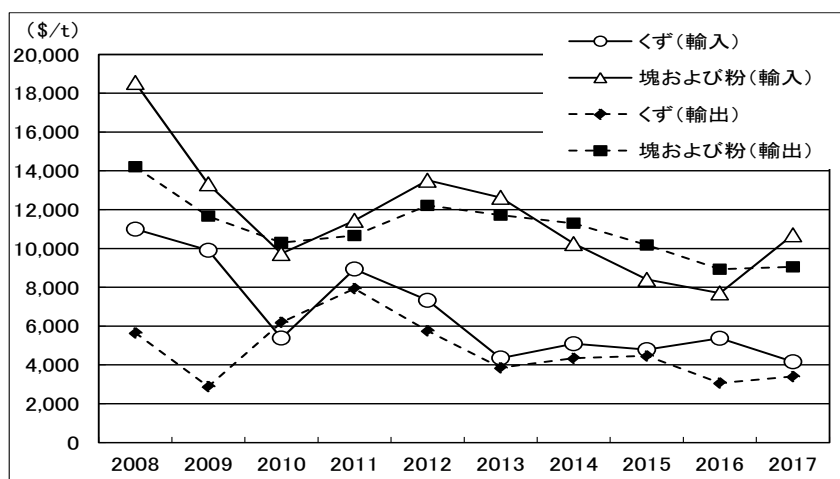


図 3-14 チタン(素材)の平均輸出入価格

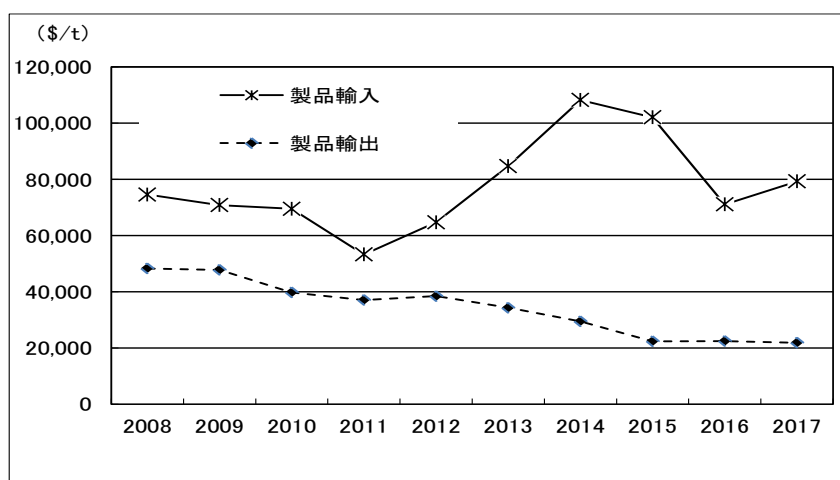


図 3-15 製品の平均輸出入価格

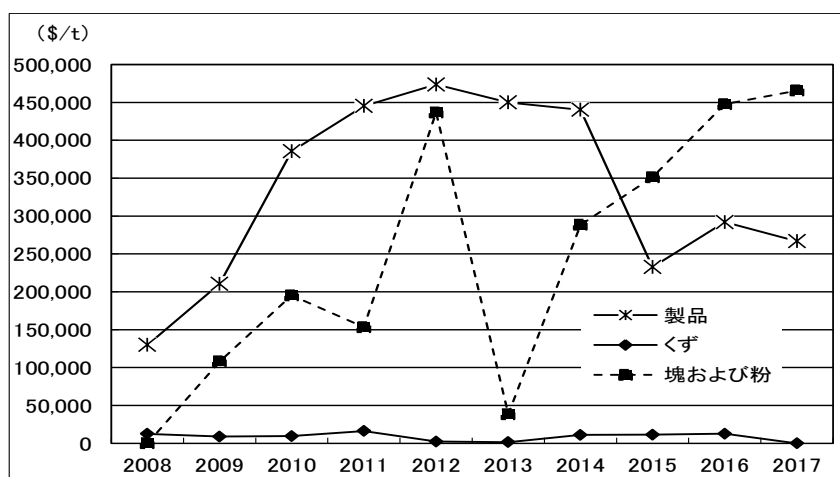


図 3-16 チタン・ニオブ合金の平均輸入価格

4.リサイクル

チタンのリサイクル率を表 4-1、表 4-2 に示す。

リサイクル率を以下のように定義し、触媒資源化協会統計からチタンのリサイクル率を推計した。ただし、会員企業の報告数値のため、日本全体の市場でのリサイクルの全てを反映した訳ではない。

また、TiO₂ の分野ではリサイクルは難しいため、実際にリサイクルの対象となるのは金属チタンである。

金属チタンの製造工程内で生じるスクラップがインゴットと鉄鋼添加向けでリサイクル利用されている。なお航空機用チタンのリサイクルは米国では実施されており、USGS から 2017 年の推定リサイクル率は 65%となっている³。

リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※ 原料は鉱石、素材はくず、塊及び粉、塊以外、顔料の合計値。

※ 国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

表 4-1 チタンのリサイクル率

		単位: 純分千t									
区分	内訳	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量 ¹⁾	国内発生量	39.0	25.0	37.1	52.6	63.4	42.2	30.9	41.9	54.6	50.3
	原料・素材 輸入ー輸出	147.7	87.3	119.2	122.8	176.1	126.3	144.3	162.7	163.2	168.0
	合計①	187	112	156	175	240	168	175	205	218	218
リサイクル量	チタン合金から回収 ²⁾	0.000	0.000	0.000	0.023	0.023	0.000	1.424	1.365	1.244	0.480
リサイクル率	②/①	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.81%	0.67%	0.57%	0.22%

出典: 1) 財務省貿易統計

2) 触媒資源化実績報告書2017年分(触媒資源化協会)

表 4-2 チタンのリサイクル率(除 TiO₂)

		単位: 純分千t									
区分	内訳	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量(除 TiO ₂) ¹⁾	国内発生量	39.0	25.0	37.1	52.6	63.4	42.2	30.9	41.9	54.6	50.3
	原料・素材 輸入ー輸出	111.6	41.5	76.3	84.7	135.1	85.5	105.6	123.7	126.8	129.0
	合計①	151	66	113	137	199	128	137	166	181	179
リサイクル量	チタン合金から回収 ²⁾	0.000	0.000	0.000	0.023	0.023	0.000	1.424	1.365	1.244	0.480
リサイクル率	②/①	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.00%	1.04%	0.82%	0.69%	0.27%

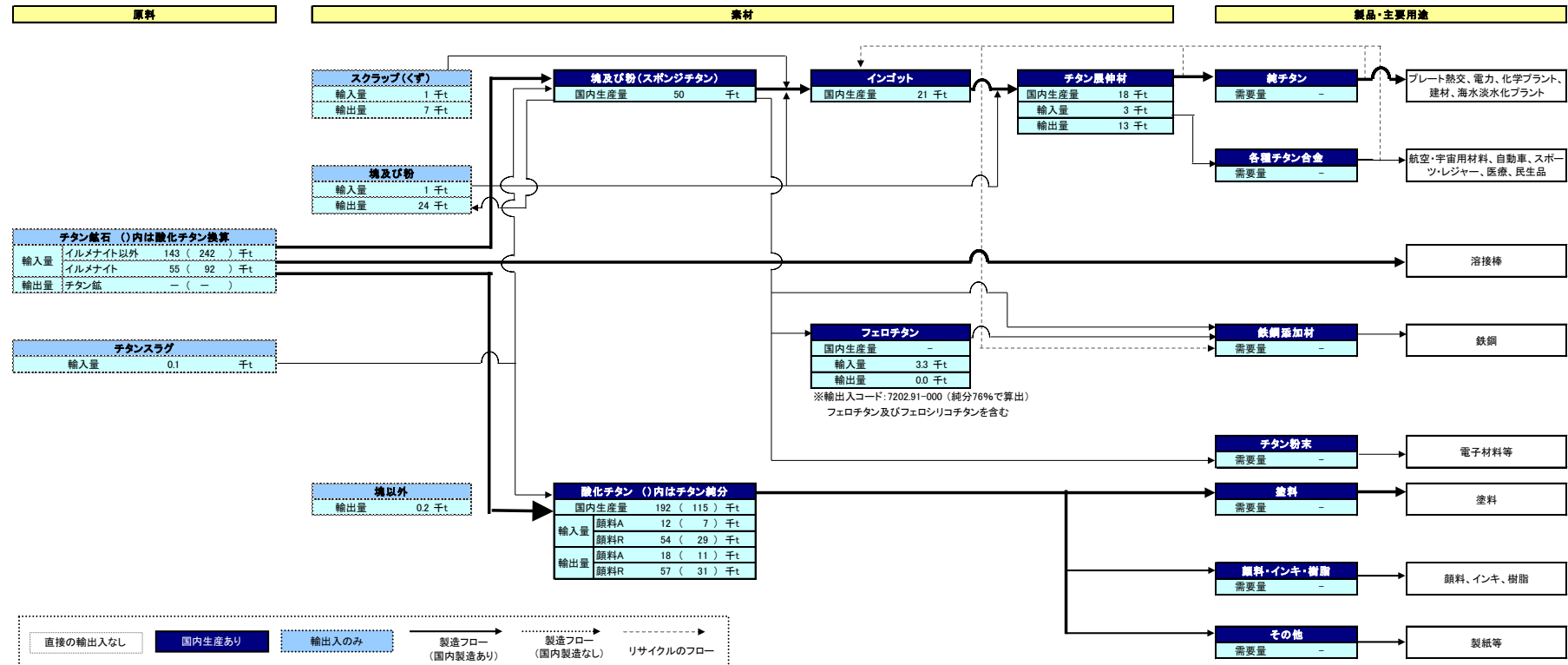
出典: 1) 財務省貿易統計

2) 触媒資源化実績報告書2017年分(触媒資源化協会)

³ 米国リサイクル率推定値(from USGS2018) 65%。69,600/(69,600+37,000)=0.65、Sponge Metal Consumption:37,000 tons was reported in 2017, and Recycling: About 69,600 tons of titanium scrap metal was consumed in 2017.

5.マテリアルフロー(純分 t)

チタンのマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: イルメナイト鉱石(輸入)30%、イルメナイト以外(輸入)56%、チタン鉱石(輸出)36%、金属チタン100%、顔料A型59.9%、顔料R型53.9%。
 ※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。
 ※チタンスラグを参考として加えた。これにはチタン以外も含まれるため、純分換算を行っていない。

ストロンチウム Sr

【用途】 主にガラス用添加剤として利用

かつてはブラウン管チューブガラスが主要用途であったが、現在は主にディスプレイや太陽光発電用ガラスの添加剤のほか、自動車小型モータ、小型スピーカーなどのフェライト磁石、セラミックコンデンサ、亜鉛製鍍脱鉛用、防錆剤、タイルなどに使用される。また、深赤色の炎色反応を示すことから花火の赤色光や、夜間信号用の照明弾にも用いられている。放射性ストロンチウムは、高いエネルギーのβ線を放つことから、工業用、医学・生物学研究用の線源として利用されている。

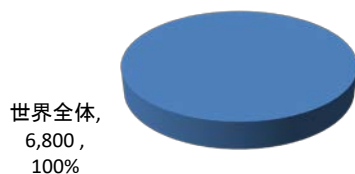
【特性】

- ・アルカリ土類金属の 1 つで、カルシウムとバリウムの中間的性質を示す
- ・水と激しく反応する
- ・骨に吸収されやすい

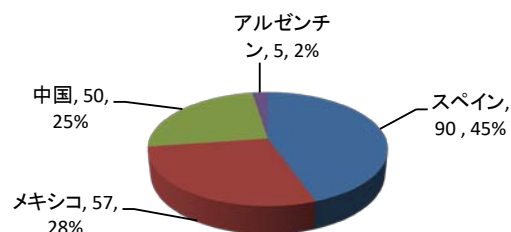
【資源国と消費国】

〔国名、数量(純分千t)、構成比(%)〕(数量;2017 年世界計) 出典:USGS2018

国別埋蔵量 (合計 6,800 千t)

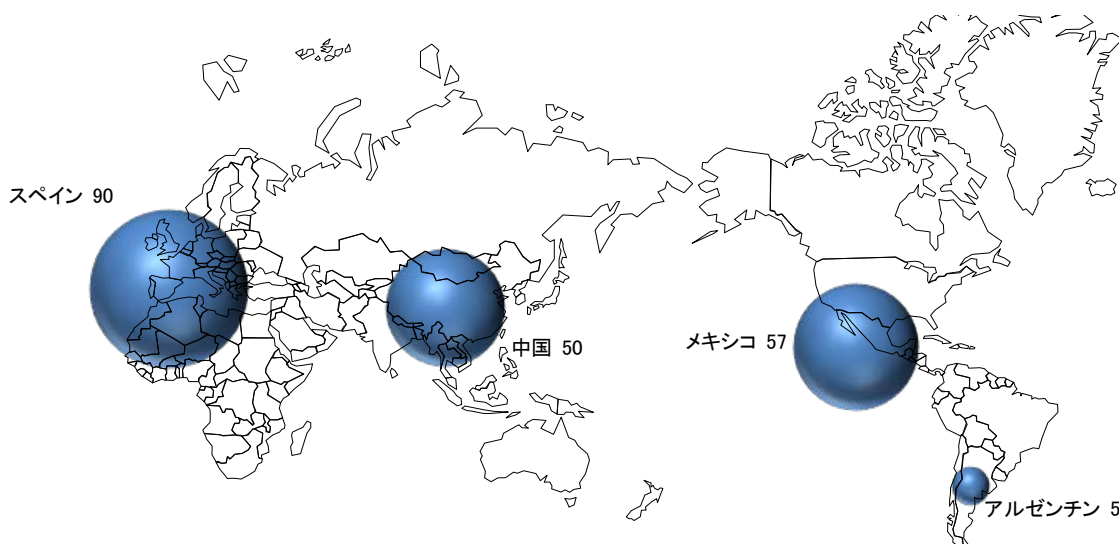


国別鉱石生産量(合計 202 千t)



【世界の主要ストロンチウム鉱石生産国】〔国名、国別生産量(千 t、2017 年間値)〕 出典:USGS2018

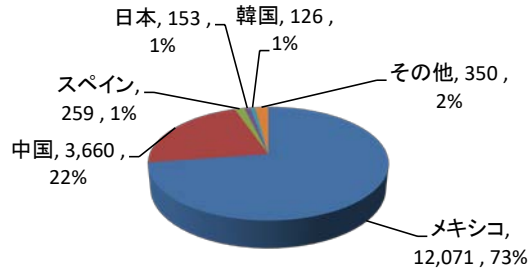
スペイン、メキシコ、中国が 3 大生産国



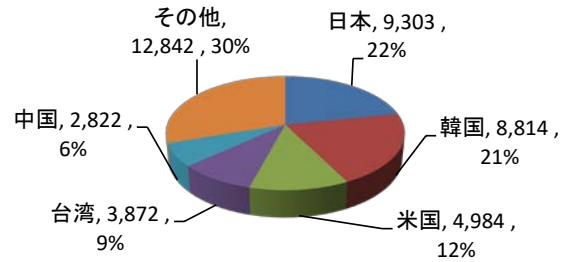
【貿易概況】(数量:2017 年年間値)

■世界 出典: Global Trade Atlas

炭酸ストロンチウム主要輸出国(合計 16,619t)

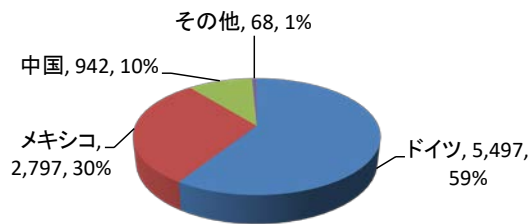


炭酸ストロンチウム主要輸入国(合計 42,638t)



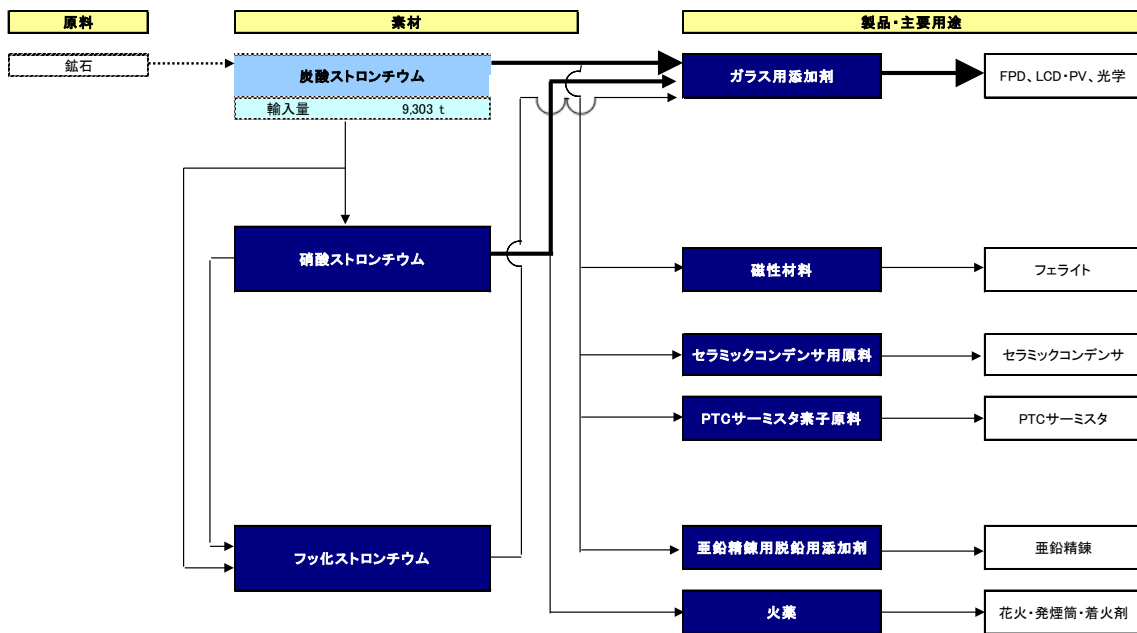
■日本 出典:財務省貿易統計

炭酸ストロンチウム主要輸入相手国(合計 9,303t)



【鉱石から製品まで】主用途はガラス添加剤だが、原料は海外に依存

出典:財務省 貿易統計



【概要】

- ・2017 年の世界ストロンチウム鉱石生産量は、前年並みの 202 千t(純分)であった。中国は 2015 年まで生産量 1 位であったが、環境規制が強化された影響等により、2016 年に 2015 年比 28%の 50 千t(純分)と激減した。2017 年もその状況が継続している。主要産出国はスペイン、メキシコ、中国の 3 か国で、この 3 か国で世界の生産量の 98%を占めている。
- ・世界及び国内において、ストロンチウムの主要用途はガラス向けとみられている。
- ・日本では炭酸ストロンチウムが需要の大半を占めているが、輸入量は減少傾向にある。また、硝酸ストロンチウムは国内 1 社のみで生産していたが、生産を停止し、輸入販売に変更した。
- ・炭酸ストロンチウムの輸入価格については 2015～2017 年は 730～760\$/t で推移していたが、2018 年に入り、中国の環境規制強化による対策等で上昇傾向にある。

1. 特性・用途

ストロンチウムはアルカリ土類金属の 1 つで、カルシウムとバリウムの中間的性質を示し、その単体は軽く、銀白色をした金属で柔らかく展性・延性に富んでいる。化学的反応性は高く、空気中では速やかに酸化されて灰白色の酸化被膜を作る。水と激しく反応し、水酸化ストロンチウムを生成し、同時に水素を発生する。また、ハロゲンとも反応し、水銀とはアマルガムを作る。また、炎の中で熱すると、特有の炎色反応(赤色)を起こす。

ストロンチウム化合物の原料として使用されるのはセレスタイト鉱石(SrSO_4)や元素名の由来となったストロンチアナイト鉱石(SrCO_3)であるが、ストロンチアナイトの埋蔵量は非常に少なく、主にセレスタイトが使用されている。

炭酸ストロンチウムは選鉱したセレスタイトから製造した可溶性ストロンチウム塩の水溶液に、炭酸塩を添加するなどの方法で製造される。

ストロンチウム化合物は酸素、窒素、二酸化炭素、一酸化炭素、水素等を吸着する特性があり、真空管等のゲッターの材料として管内に残留するガスの除去に用いられ、かつては真空管やブラウン管チューブガラスが主要用途であった。現在は主に FPD・LCD(ディスプレイ)用ガラス、PV(太陽光発電)用カバーガラス向けに高温での粘度低下、熔融性向上などの目的で添加剤として使用されている。また、主原料の酸化鉄にストロンチウムなどを微量加えて焼き固め、粉碎・焼結後に着磁してストロンチウムフェライト磁石の製造に使われる。その他、PTC サーミスタ素子、積層セラミックコンデンサ(以下 MLCC)素子、亜鉛製錬工程の脱鉛・脱カドミウム用添加剤、電着塗装防錆剤、高温超伝導体の材料のほか、赤色の炎色反応を利用して花火・発煙筒等でも使用されている。

2. 需給動向

2-1. 世界の需給動向

(1) 生産

世界のストロンチウム鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界のストロンチウム鉱石の生産量は前年並みの 202 千 t であった。(USGS の 2018 年 1 月の報告書で 2016 年生産量が前年報告書の 2016 年見込値より大きく変化し、中国 180 千 t → 50 千 t、メキシコ 77 千 t → 56.5 千 t、合計 350 千 t → 202 千 t に修正となった。) 1 位のスペインの生産量は前年と同量であったが、2 位であるメキシコの実生産量は前年比 101%の 77 千 t と微増であった。中国は環境規制が強化された影響等により、2016 年の生産量は 2015 年比 28%の 50 千 t と激減し、2017 年は 2016 年の生産量と同程度であった。スペインは、世界生産の半分近くを占め、3 位までの 3 か国で 98%を占めている。

表 2-1 世界のストロンチウム鉱石の生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
スペイン	188,000	138,000	140,000	140,000	80,000	165,000	90,000	90,000	90,000	90,000	100%	45%
メキシコ	96,900	37,600	31,400	31,500	40,900	40,000	70,000	79,000	56,500	57,000	101%	28%
中国	200,000	210,000	220,000	190,000	100,000	120,000	170,000	180,000	50,000	50,000	100%	25%
アルゼンチン	5,000	10,000	7,000	8,000	5,000	5,000	10,000	5,000	5,000	5,000	100%	2%
モロッコ	2,700	2,600	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	-	-	-	-	-
イラン	-	2,000	2,000	2,000	-	-	-	-	-	-	-	-
パキスタン	1,700	1,800	1,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トルコ	1,600	-	-	1,100	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	496,000	402,000	405,000	375,000	228,000	333,000	343,000	354,000	202,000	202,000	100%	100%

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Strontium」World Mine Production

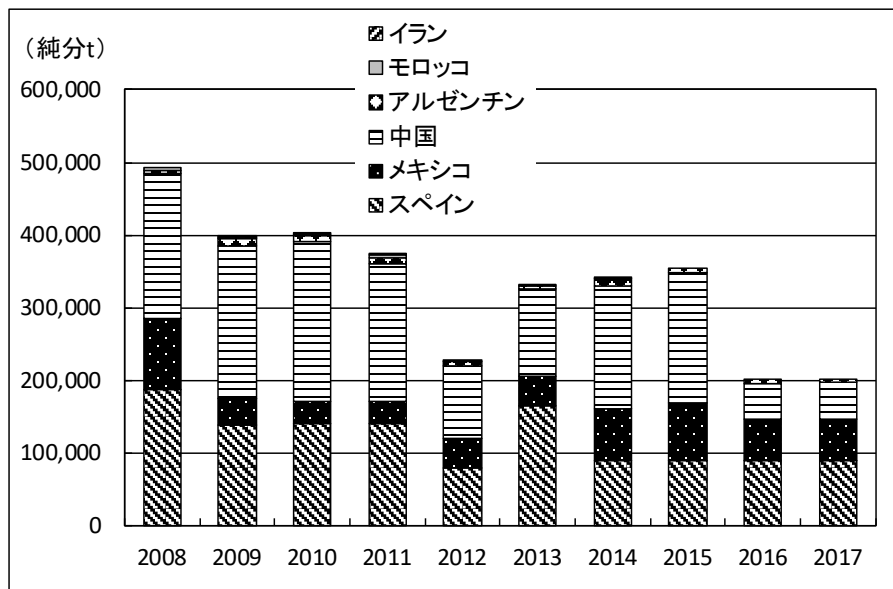


図 2-1 世界のストロンチウム鉱石の生産量

(2)需要

世界及び国内において、ストロンチウムの主要用途はガラス向けとみられている。

2017年の中国経済はインフラ投資の加速と輸出の拡大により、実質 GDP 成長率が前年比 106.9%と7年ぶりに加速し、インフラ投資に牽引され、中国の亜鉛地金生産量も過去最大の 2016 年並みであり、亜鉛製錬で使用される炭酸ストロンチウムの需要も前年並みと推定される。

ストロンチウムはガラスの溶融液の粘度制御のため添加され、液晶ガラスに多く使用されている。以前、ブラウン管のガラスに炭酸バリウムが使用されていたが、ストロンチウムに変わってきた。液晶 TV の国内生産は、地上デジタルへの切り替えの時がピークだった。

2-2国内の需給動向

日本では主に炭酸ストロンチウム及び硝酸ストロンチウム、フッ化ストロンチウムの需要があるが、炭酸ストロンチウムが需要の大半を占めている。国内では炭酸ストロンチウム及び硝酸ストロンチウムの生産は行われておらず、炭酸ストロンチウム、硝酸ストロンチウムは全量が輸入品である。硝酸ストロンチウムは 2017 年半ばまで国内で生産されていたが、生産を停止し、輸入転売に変更した。

2-2-1.炭酸ストロンチウム

ストロンチウムは国内需給動向を示す統計データがないため、輸入量－輸出量を内需に相当すると考

え、表 2-2 に輸出入数量から推算した炭酸ストロンチウムの国内需給を示す。2017 年の炭酸ストロンチウム内需推定量は前年比 87% の 9,150t と減少した。

炭酸ストロンチウムの主要用途は FPD・LCD 用ガラス原料、PV 用カバーガラス用添加剤であり、日本の需要量の大部分を占めていると推計される。その他磁性材料、MLCC、PTC サーミスタ素子、亜鉛製錬工程での脱鉛用添加剤、火薬等に用いられている。

炭酸ストロンチウムは元々ブラウン管 TV での採用から需要が増加した。ブラウン管の生産量が多かった 2003 年～2005 年頃までは炭酸ストロンチウムの輸入量は 20 千～30 千 t で推移していた。

2001 年頃から液晶 TV (LCD) 市場が拡大し、それに伴いブラウン管 TV 需要が減少傾向に転じた。ブラウン管 TV と比較し、液晶 TV はガラスの使用量が 1/5 程度であり、ガラスに使用される炭酸ストロンチウム量も半分以上である。そのため、TV 需要が液晶へと移り、炭酸ストロンチウム需要量も減少傾向となった。

2008 年のリーマン・ショック以後の 2010 年～2011 年での炭酸ストロンチウム需要増加は、液晶 TV 需要の増加や、太陽電池用パネルの市場拡大、プラズマディスプレイ需要等によるものであった。

2015 年以降は太陽電池市場の需要も減少に転じ、また、国内の亜鉛生産量も 2014 年以降、減少を続けており、これらの影響で炭酸ストロンチウム需要は 10 千 t を切ったと推定され、減少傾向にある。

日本は炭酸ストロンチウムの全量を輸入しており、国内での生産企業はない。

表 2-2 炭酸ストロンチウムの国内需給

単位: 純分 t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16 比
供給	輸入	15,767	12,495	18,411	18,747	11,340	11,498	11,536	10,732	10,612	9,303	88%
	内需											
	輸入－輸出	15,541	12,410	18,339	18,636	11,242	11,378	11,419	10,604	10,491	9,150	87%
	輸出	226	85	72	111	99	120	117	128	120	153	127%
合計		15,767	12,495	18,411	18,747	11,340	11,498	11,536	10,732	10,612	9,303	88%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 炭酸ストロンチウム 59.35%

2-2-2. 硝酸ストロンチウム等

硝酸ストロンチウムの主要用途は LCD・OLED 用ガラス原料である。光学ガラス向けでも利用されており、その他の用途には火薬等がある。以前はエアバック向けインフレーター用での需要があったが、現在はエアバッグが輸入されていることが多く、需要は減少している。

またフッ化ストロンチウムも光学ガラス向けに原料として使用される。フッ化ストロンチウムは、硝酸ストロンチウムまたは炭酸ストロンチウムから製造する場合と、フッ化ストロンチウム自体を輸入する場合がある。

3. 輸出入動向

3-1. 輸出入動向

ストロンチウムは主に炭酸ストロンチウムおよび硝酸ストロンチウムとして輸入されている。炭酸ストロンチウムの輸出入数量を表 3-1、図 3-1 に示す。炭酸ストロンチウムの輸入量は前年比 88% の 9,303t と約 1 割減少した。輸入品の炭酸ストロンチウムの純度は主に 98% 前後である。主要用途であるガラスやフェライト等では 97～98%、PTC サーミスタ用では 99% の炭酸ストロンチウムが利用されている。

硝酸ストロンチウムは単独での HS コードが無く、硝酸塩その他のもの (HS コード 283429300) に含まれていると推測される。財務省貿易統計による硝酸ストロンチウムを含む硝酸塩全体の 2017 年輸入量はマテリアル t で前年比 87% の 9,106t であった。

なお、HS コード 281640000 は、ストロンチウムまたはバリウムの酸化物、水酸化物及び過酸化物のコードであるが、ほぼバリウムの数量と推察される。

表 3-1 炭酸ストロンチウムの輸出入数量

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	輸入	15,767	12,495	18,411	18,747	11,340	11,498	11,536	10,732	10,612	9,303	88%
	輸出	226	85	72	111	99	120	117	128	120	153	127%
	輸入－輸出	15,541	12,410	18,339	18,636	11,242	11,378	11,419	10,604	10,491	9,150	87%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 炭酸ストロンチウム59.35%

※素材とは炭酸ストロンチウムによる。

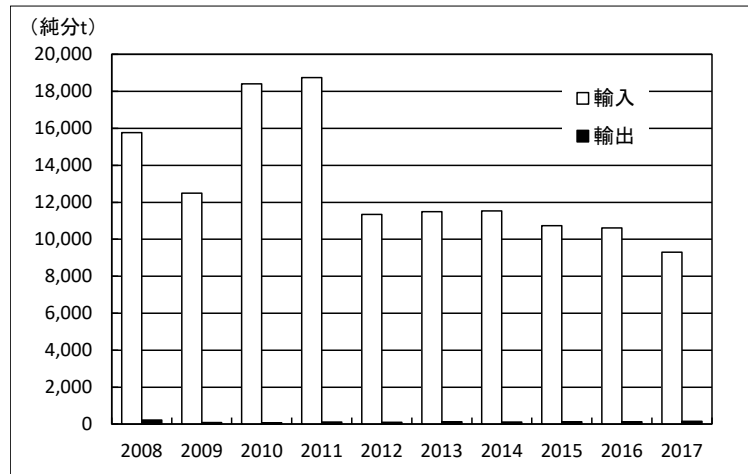


図 3-1 炭酸ストロンチウムの輸出入数量

3-2. 輸出入相手国

炭酸ストロンチウムの輸出入相手国を表 3-2、図 3-2、図 3-3 に示す。

主要輸入相手国はドイツ、メキシコであり、この 2 か国で 89%を占める。

2007 年頃までは中国が 50%以上を占めていたが、中国政府による環境規制強化の影響で、中国の炭酸ストロンチウム価格が上昇している。それに伴い、中国からの輸入量は 2012 年、2013 年に半減後、更に減少傾向にあり、構成比は 2015 年以降 10%前後に低下している。2017 年は 2016 年とほぼ同じ 942t であった。一方、ドイツからの輸入量は、2017 年は前年比 97%の 5,497tと微減で構成比は 59%を占め、2012 年以降、中国に代わり 1 位となり、全体の半量以上となっている。

表 3-2 炭酸ストロンチウムの輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ドイツ	4,407	2,619	5,171	5,648	5,226	5,599	5,348	5,754	5,665	5,497	97%	59.1%
	メキシコ	4,240	4,461	4,999	5,840	2,677	4,188	4,704	3,917	3,976	2,797	70%	30.1%
	中国	7,039	5,407	8,211	7,167	3,346	1,652	1,369	914	923	942	102%	10.1%
	その他	81	9	30	91	92	59	115	147	47	68	144%	0.7%
	合計	15,767	12,495	18,411	18,747	11,340	11,498	11,536	10,732	10,612	9,303	88%	100%
輸出	ポーランド	53	24	59	89	77	107	107	119	116	142	123%	93%
	台湾	170	5	11	14	3	12	7	7	3	8	275%	5%
	中国	0.0	19	0.1	0.9	0.5	1.3	0.7	1.8	1.6	1.2	76%	1%
	韓国	3.0	1.3	0.6	3.9	18	0.0	3.0	-	-	-	-	-
	その他	0	36	1	2	0	0	0	0	0	1.3	1130%	1%
	合計	226	85	72	111	99	120	117	128	120	153	127%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 炭酸ストロンチウム59.35%

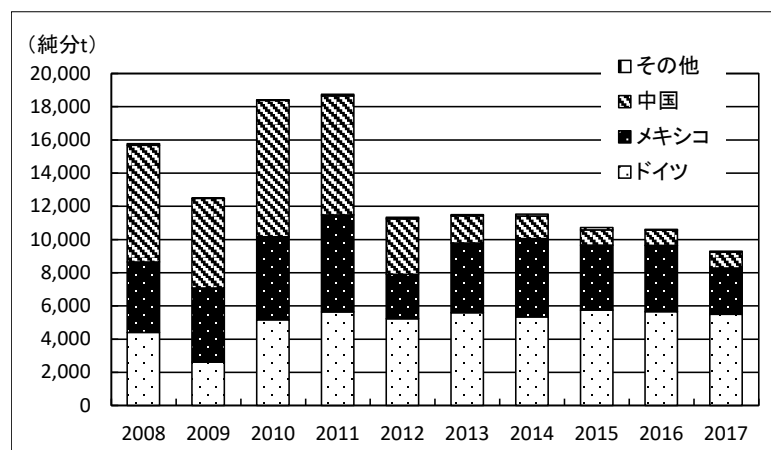


図 3-2 炭酸ストロンチウムの輸入相手国

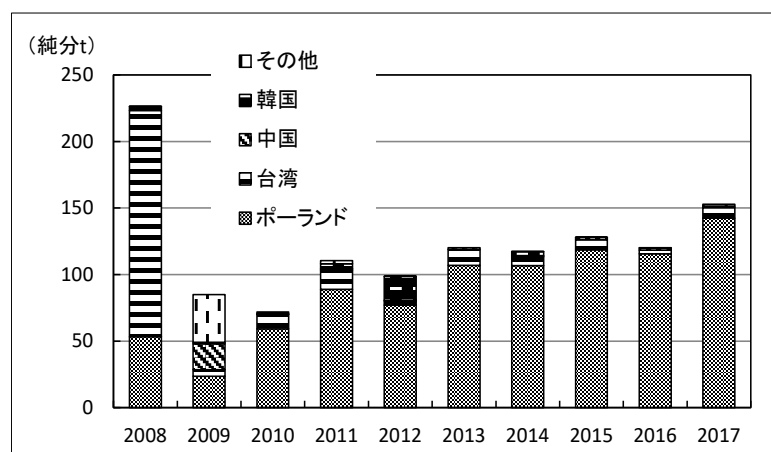


図 3-3 炭酸ストロンチウムの輸出相手国

3-3.輸出入価格

炭酸ストロンチウムの平均輸出入価格を表 3-3、図 3-4 に示す。2017 年の炭酸ストロンチウムのドル換算輸入価格は前年並みであったが、2018 年に入り、中国の環境規制強化による対策等で上昇傾向にある。円ベースでは kg 当たりで 2015 年 88 円、2016 年 83 円、2017 年 85 円となり、2016 年は 6 ポイント低下したが、2017 年は 2 ポイント上昇した結果となった。

また、輸出価格は前年比 85%と低下しているが、同様に為替（年平均でドルに対して同 97%の円安）の影響もあると考えられる。

表 3-3 炭酸ストロンチウムの平均輸出入価格

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	輸入	622	610	660	756	865	790	778	732	759	759	100%
	輸出	1,571	1,857	3,916	4,621	3,969	3,790	3,471	3,344	3,807	3,255	85%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

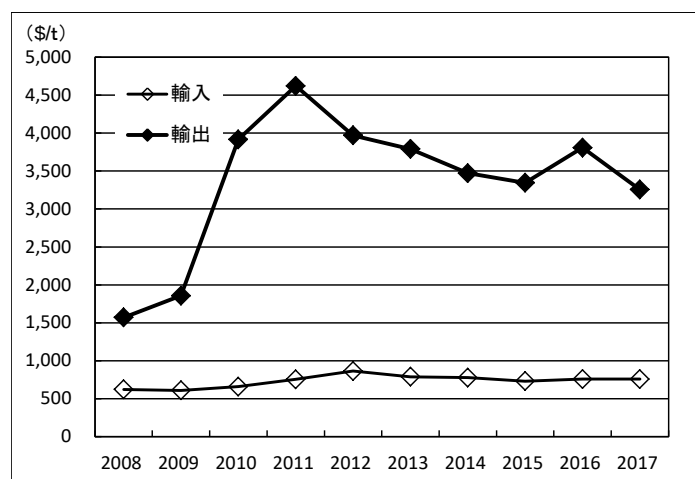


図 3-4 炭酸ストロンチウムの平均輸出入価格

4. リサイクル

ストロンチウムのリサイクル率は、以下の定義により推計すると0%である。

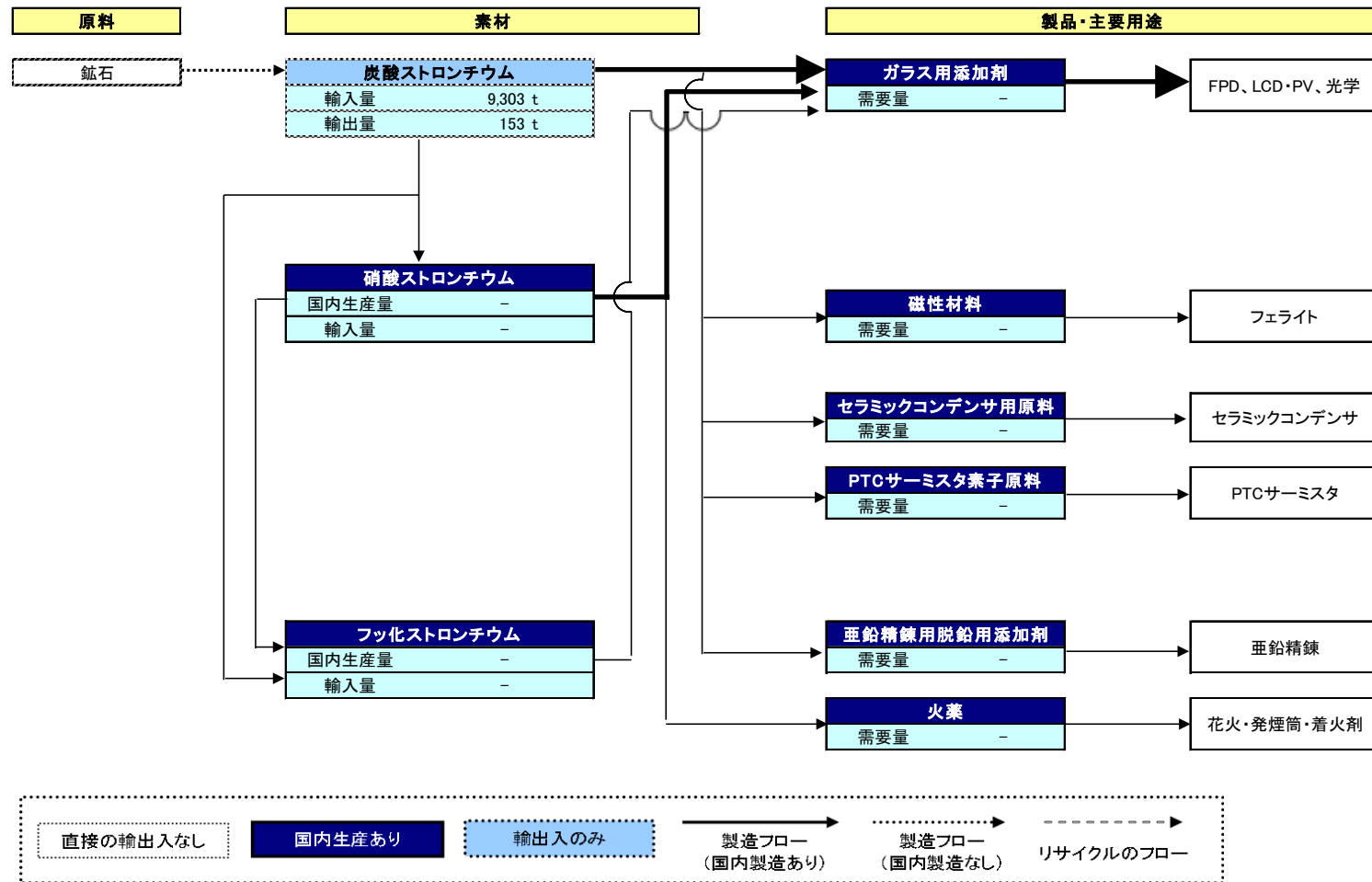
リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛け消費})$
見掛け消費	$= (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※素材は炭酸ストロンチウムの値。

※国内生産には使用済み製品のリサイクル(マテリアルリサイクル)を含む。

5.マテリアルフロー

ストロンチウムのマテリアルフロー(2017)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※純分換算率：炭酸ストロンチウム59.35%

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

グラファイト C(Gr)

【用途】 耐火物が主要用途、近年リチウムイオン電池用途が増加

ダイヤモンドと並ぶ炭素の同素体で石墨、黒鉛ともいう。天然黒鉛は耐熱性に優れ、耐火物をはじめとして金属用坩堝、鋳型、電気炉電極にも使用されるほか、加工が容易であることから、電池用電極、鉛筆の芯などに使用される。近年、リチウムイオン電池(LIB)負極材用途としての使用が増加している。タールピッチ、石油コークスなどから生産される人工黒鉛は、不純物、粒度、構造等の品質管理が行えることから、電炉電極、ブレーキ材、LIB 負極材用途などの使用量が増加傾向にあるが、車載用の LIB 負極材には特性上、天然黒鉛の使用が不可欠である。

【特性】

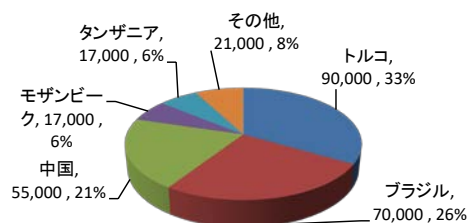
- ・融点は還元雰囲気下で 3,550℃と各元素中で最も高い
- ・広い温度範囲で化学的に安定で酸に浸食されにくい
- ・金属的な熱、電気の良導性と非金属的な耐熱性、潤滑性を併せ持つ

【資源国と消費国】

〔国名、数量、構成比(%)〕(数量:単位千マテリアルト、2017 年世界計) 出典:USGS2018

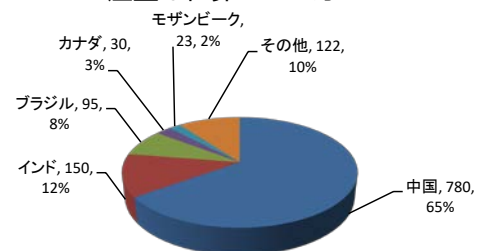
国別埋蔵量 (合計 270,000 千t)

埋蔵量順位は①トルコ、②ブラジル、③中国



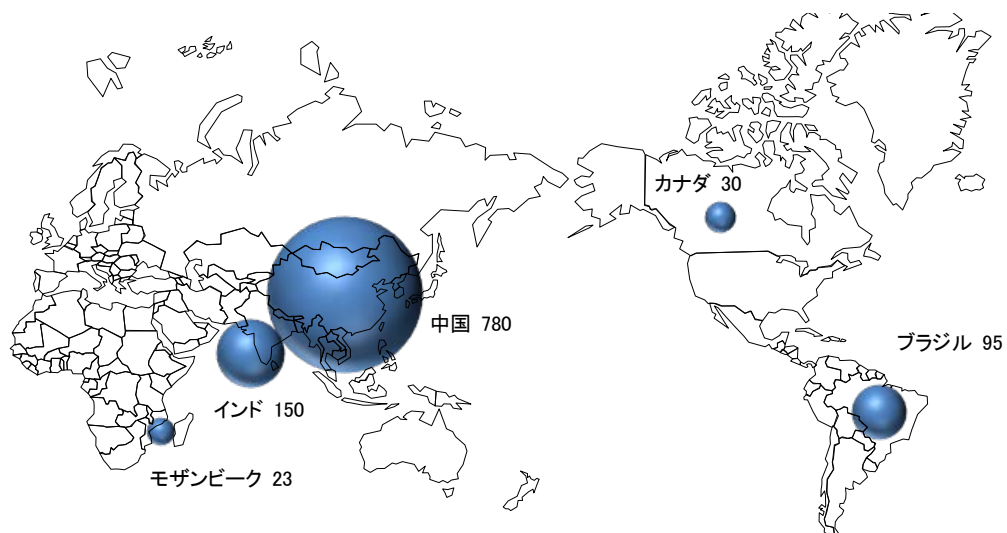
国別鉱石生産量(合計 1,200 千t)

生産量は世界で 120 万トン



【世界の主要天然黒鉛生産国】国名、国別生産量(千 t、2017 年間値) 出典:USGS2018

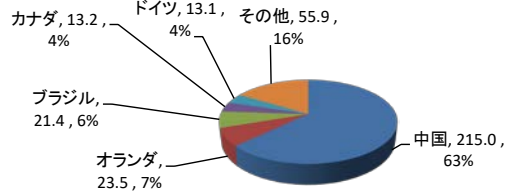
中国、インド、ブラジルが 3 大生産国



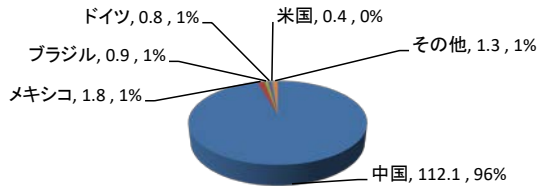
【貿易概況】(数量:単位純分千t、2017 年世界計)

■世界 出典: Global Trade Atlas

鱗片状黒鉛主要輸出国(合計 327.6t)

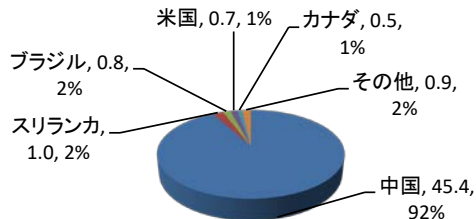


土状黒鉛主要輸出国(合計 117.3 千 t)

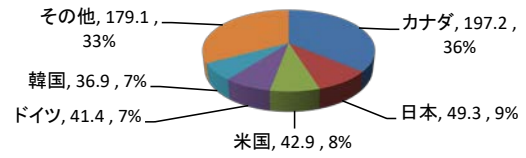


■日本 出典:財務省貿易統計

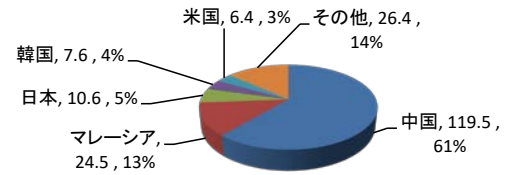
鱗片状黒鉛輸入相手国(合計 49.3 千 t)



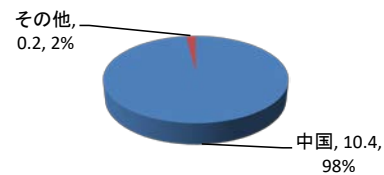
鱗片状黒鉛主要輸入国(合計 528.4t)



土状黒鉛主要輸入国(合計 186.6 千 t)

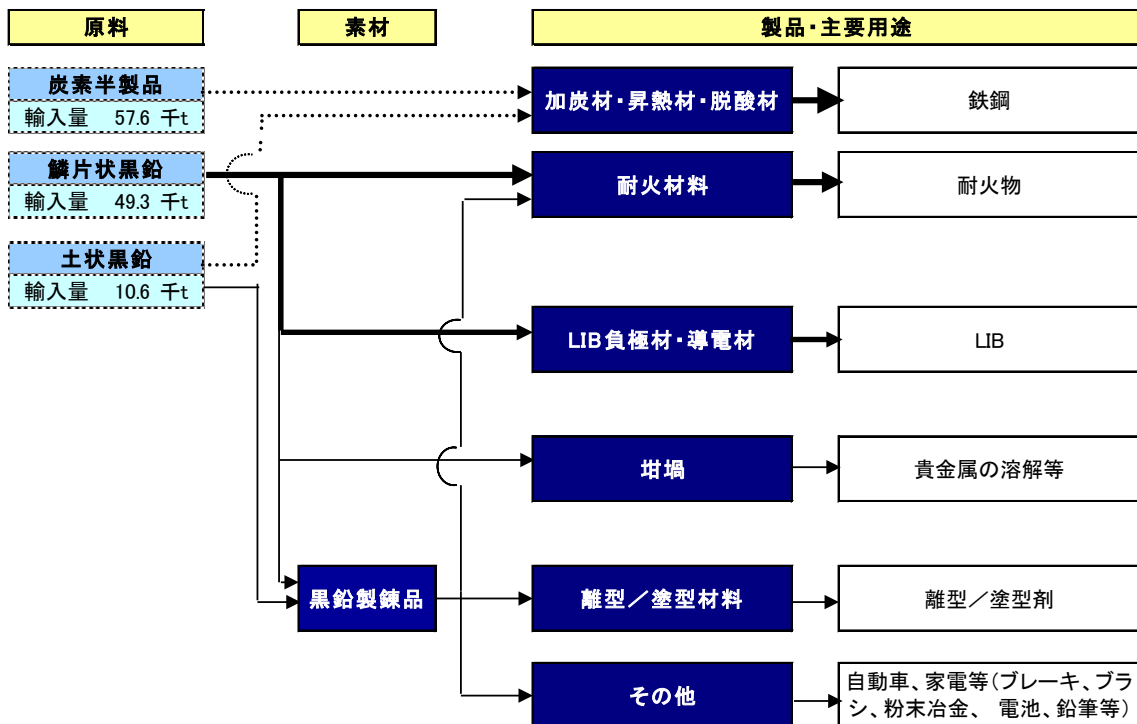


土状黒鉛輸入相手国(合計 10.6 千 t)



【鉱石から製品まで】用途は多様だが、原料は海外に依存

出典:財務省 貿易統計



【概要】

- ・2017年の世界の天然黒鉛鉱石生産量は、前年より4%増の1,200千t(マテリアルベース)となった。主要産出国は中国とインドの2か国で、この2か国で世界の生産量の78%の生産量を占めている。
- ・今後の世界需要については、粗鋼生産量に概ねリンクする耐火物用は緩やか増加するとみられており、また、リチウムイオン電池(以下、LIB)負極材用は増加が加速する見込みで、今後の需要拡大が期待されている。
- ・日本については耐火物用は長期的には横ばいから減少傾向であるが、LIB負極材用については今後増加するとみられている。

1.特性・用途

黒鉛(石墨とも言われるが、石墨は一般的に天然黒鉛を示す)の融点は還元雰囲気下で3,550℃と各元素中で最も高く、広い温度範囲で化学的に安定であり、大部分の酸、アルカリに浸食されない。黒鉛は金属的な性質(熱、電気の高導体)と非金属的な性質(耐熱性、潤滑性)を有している。

主に耐熱性を利用した用途には、耐火物、鋳型、塗型材料、金属溶解用坩堝などがあり、潤滑性の特性を利用したものには、潤滑剤、離型剤、シール材、ブレーキパッド、パンタグラフ、鉛筆の芯などがある。また、主に導電性の特性で利用される用途には、LIB電池負極材、カーボンブラシ、放電加工用電極、導電性ペースト、燃料電池セパレータ、回路用塗料などがあり、優れた熱伝導性から放熱材、均熱剤としても使用されている。

黒鉛は、主に人工黒鉛と天然黒鉛に分類される。天然黒鉛は炭素鉱物の一種であり、主に六方晶系、黒色又は灰黒色の金属光沢を持つ。天然黒鉛には、結晶性の高い鱗状黒鉛及び結晶性がやや低い土状黒鉛があり、鱗状黒鉛はさらに鱗片状黒鉛と塊状黒鉛に分類されている。

天然黒鉛は性質や産状、産地がそれぞれ異なり、特性等に応じて、各分野で利用されている。

鱗片状黒鉛の用途の大部分は製鉄用耐火物であり、マグネシアカーボンレンガ、アルミナカーボンレンガ、浸漬ノズル(連鑄ノズル)に使用される。耐火物の製鉄以外の用途としては焼却炉、非鉄金属などがあり、このほかに鱗片状黒鉛は加工製品である球状黒鉛を経由してLIB負極材に使われる。離型剤には鱗片状黒鉛、土状黒鉛双方が、塗型剤には土状黒鉛が利用される。

また、土状黒鉛は主に鉄鋼の組成調整用などの加炭材、脱酸材、昇熱材として用いられる。

工業的に生産されるグラファイトは一般に人工黒鉛と呼ばれ、タールピッチ、石油コークス等に粘結剤を混合し、電気炉等で高温加熱により黒鉛化、フレーク状とした後、丸棒等に成形される。

人工黒鉛は不純物、粒度、構造等の品質管理が容易な為、製鋼電炉電極、ブレーキ材、LIB負極材用途などの使用量が増加傾向にあるが、車載用LIB負極材には特性上、天然黒鉛の使用が不可欠である。当資料では主に天然黒鉛に関して取り上げる。

2需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の天然黒鉛鉱石の生産量を表2-1、図2-1に示す。2017年の天然黒鉛鉱石の生産量は、前年比104%の1,200千tであった。生産量上位国4位までは、大きな変化はないが、5位に23千tのモザンビークが初めてランクインした。1位の中国の生産量は前年同量の780千t、2位インドは前年比101%の150千tで、シェアは中国が65%、インドが13%であり、両国で約78%を占めている。その他の国についても大きな変化はないが、量は少ないながら、マダガスカルが同88%の7千tと減少している。

中国の生産量を大別すると、鱗片状黒鉛が500~550千tで、残りが土状黒鉛と推定される。中国では鱗片状黒鉛から球状黒鉛(LIBの負極材用途)にする工場が設立されている。

天然黒鉛は中国以外で各種開発が進んでおり、その動向が注目されている。2017年の動きではアフリカ東部のマダガスカル、モザンビーク、タンザニアで探査、開発が活発に行われている。2013年に生産を開始しているマダガスカルに続き、モザンビークのBalama鉱山で2017年11月より豪州Syrah Resources(以下Syrah)にて生産が開始された。また、同社は米国Louisiana州で球状黒鉛の生産を予定している。

なお、日本の商社が同鉱山と日本・韓国向けに独占販売契約を結んでいる。これらの新規プロジェクトが動き出す背景には、中国に対し価格的に対抗出来る目途が立ったとの見方があるが、現在は依然として中国がプライスリーダーである。しかし、モザンビーク品は品質、価格競争力とも優位とみられており、今後の動向が注目される。

中国では環境保護法に基づいた環境規制が強化され、供給不安が懸念されていたが、2018 年上半期現在、中国からの輸入量は微増傾向である。

表 2-1 世界の天然黒鉛鉱石の生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	810	800	600	800	800	750	780	780	780	780	100%	65%
インド	140	130	140	150	160	170	170	170	149	150	101%	13%
ブラジル	77	76	76	73	110	95	80	80	95	95	100%	8%
カナダ	27	25	25	25	25	20	30	30	30	30	100%	3%
モザンビーク	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	2%
ロシア	-	-	-	14	14	14	15	15	19	19	100%	2%
ウクライナ	8	6	6	6	6	6	5	5	15	15	100%	1%
パキスタン	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14	100%	1%
ノルウェー	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8	100%	1%
マダガスカル	-	-	-	-	-	4	5	5	8	7	88%	1%
北朝鮮	30	30	30	30	30	30	30	30	6	6	100%	1%
ジンバブエ	-	-	-	-	6	4	7	7	6	6	100%	1%
ベトナム	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	100%	0%
メキシコ	10	5	7	7	8	7	22	22	4	4	100%	0%
トルコ	-	-	-	10	5	5	29	32	4	4	100%	0%
スリランカ	3	11	8	4	4	4	4	4	4	4	100%	0%
その他	13	15	31	29	0	0	5	2	3	30	1000%	3%
合計	1,120	1,100	925	1,150	1,170	1,110	1,190	1,190	1,150	1,200	104%	100%

出典：United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries GRAPHITE(NATURAL)」World Mine Production

※その他はUSGSの生産量合計値(概算値)と各国生産量の合計値の差分計算(但しマイナス時は0)。

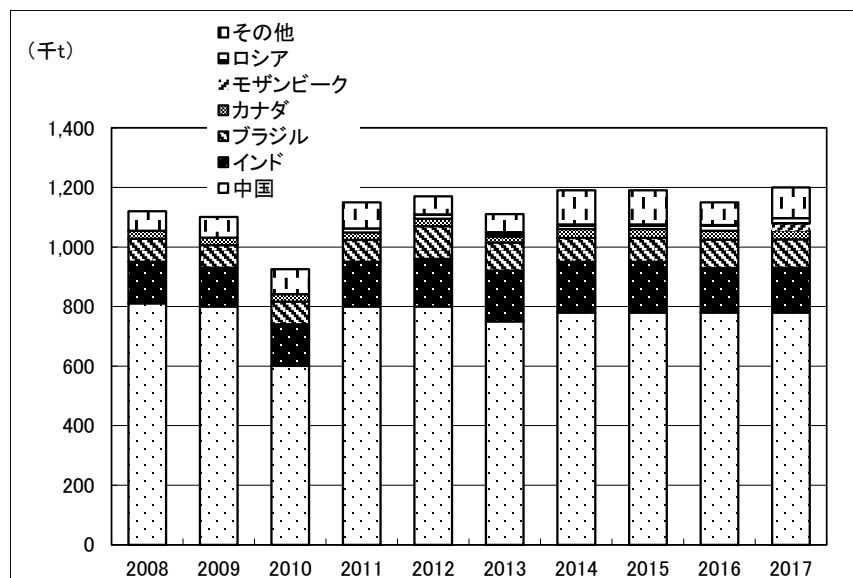


図 2-1 世界の天然黒鉛鉱石の生産量

天然黒鉛の分類と主な産地について、表 2-2 に示す。鱗片状、塊状、土状では、その産地が異なり、鱗片状黒鉛は、中国・インド・ブラジル等で産出し、塊状黒鉛は主にスリランカで産出する。土状黒鉛は、中

国や朝鮮半島等を主な産地としている。

表 2-2 天然黒鉛の分類と主な産地

			形状	主な産地
天然黒鉛	鱗状 (Crystalline Gr.)	鱗片状黒鉛 (Flake Gr.)	アスペクト比が大きい鱗状	中国、インド、ブラジル等
		塊状黒鉛 (Vein Gr.)	・ランプ(lump)：塊状 ・チップ(chip)：粒状 ・ダスト(chippy dust)：粉状	スリランカ
	土状黒鉛(Amorphous Gr.)		土状、または土塊状	中国、北朝鮮

出典：黒鉛生産企業各社HP等より

電気自動車(EV)用の LIB 負極材などに向けた黒鉛需要の増加が加速している。例えば米国 EV メーカーの Tesla Motors は 2020 年の予定で進めていた大規模 LIB 工場(完成後の黒鉛使用量見込み約 93 千 t)の完成を 2018 年に早め、2016 年 7 月にプラントの 6 分の 1 が完成し、2017 年 1 月に最初の LIB 生産を開始した。計画に対しては遅延しているものの、2018 年 6 月に月 5 千台の生産を達成したと報じられている。また、他の LIB メーカーも増設を計画しており、ここ数年で増産が一段と進むとみられている。

一方で、最大の需要は加炭材などの製鋼用とレンガなどの耐火物用であり、需要は粗鋼生産量に概ね連動しているが、耐火物の長寿命化によりリンク係数は低下してくるものと予想される。

2-2.国内の需給動向

黒鉛の主な用途は、加炭材・昇熱材・脱酸材、耐火物、LIB 負極材、坩堝、離型剤・塗型剤等である。

天然黒鉛の国内の需給を示す統計が無いため、天然黒鉛の輸出入量から供給と需要を推計したものを、表 2-3、図 2-2 に示す。2017 年の天然黒鉛供給量は前年比 116%の 60 千t、需要量(内需)は同 117%の 59 千tで、供給量、需要量ともに増加した。

天然黒鉛の輸入コード(HS コード)は「250410000 粉状又はフレーク状」、及び「250490000 その他」の 2 種である。「250410000」は鱗片状黒鉛を指し、球状化黒鉛が含まれている。「250490000」の多くは土状黒鉛が占める。この 2 種類のコード以外に、「3801(人造黒鉛等)」の項目中の「380190000(その他のもの)」の一部に天然黒鉛(鉄鋼用加炭材・昇熱材向けの土状黒鉛ブリケット)が含まれている。ただし、同コードには天然黒鉛以外の加炭材も含まれるため、表 2-3 の需給表には加えていない。

日本における天然黒鉛需要では、粗鋼生産で利用される加炭材・昇熱材・脱酸材が最も大きいと推定される。その次に、耐火物、LIB 負極材、坩堝材料、離型剤・塗形剤の需要量が多い。

土状黒鉛は主に加炭材・昇熱材・脱酸材として使用され、輸入品を鉄鋼メーカーが転炉で加炭材として使用している例が多い。安価なため土状黒鉛が使用されている。

鱗片状黒鉛の需要の大部分は製鉄用耐火物であり、マグネシアカーボンレンガ、アルミナカーボンレンガ、浸漬ノズル(連铸ノズル)に使用される。耐火物生産は主用途である鉄鋼生産にある程度リンクする。

耐火物の製鉄以外の用途としては焼却炉、非鉄金属などが挙げられる。

耐火物用の天然黒鉛はほぼ 100%が中国からの輸入品であり、主に黒龍江省と山東省で採掘された鱗片状黒鉛が利用されている。中国での採掘・浮遊選鉱による品位 90~98%程度の黒鉛が日本に輸入されている。これら輸入した天然黒鉛を耐火物メーカーがマグネシアクリンカー等と配合し耐火物としている。耐火物は当初酸化物が多かったが、40 年以上前から非酸化物が増えており、その代表が黒鉛、そして炭化ケイ素になる。

レアメタル・ニュース(No2795)によれば、耐火物の原料消費実績の推移において、2017 年の耐火物の鱗片状黒鉛消費量は前年比 125%の 15 千t(マテリアルt)、土状黒鉛の使用量は同 93%の 1.3 千t(マテリアルt)であった。耐火物用鱗片状黒鉛消費量は従来一定範囲内(13 千~15 千t)で動いており、2016 年は 12 千tに下がったが、2017 年は上限の 15 千tに回復している。

LIB 負極材は、主に鱗片状黒鉛のみから加工される中間製品である球状黒鉛から生産される。球状黒鉛とは、鱗片状黒鉛を球状化処理し、次にフッ酸処理を行ったものであり、粉末単体では鱗片状黒鉛より電気伝導率が高い。負極材メーカーでは球状黒鉛を中国から輸入し、日本国内で表面処理等を施し、単体ないし人造黒鉛と配合して負極材としている。世界的なEV化の流れで、国内でもLIB負極材の需要増が見込まれている。また、米国でモザンビークの鱗片状黒鉛を使用した球状黒鉛の生産が計画されており、順調に稼働すれば中国への依存度は低下するものと予想される。

坩堝材料では鱗片状黒鉛の利用が圧倒的に多い。離型剤は鱗片状黒鉛、土状黒鉛双方が利用される。塗型剤は主に土状黒鉛が利用される。離型剤、塗型剤は輸入品も多く利用されている。

その他の用途は、ブレーキ、粉末冶金、電気ブラシ、電池、鉛筆等である。

表 2-3 天然黒鉛の需給(輸出入)

			単位: 純分千t										
供給	原料 輸入	粉状又はフレーク状	45	17	42	45	32	31	42	39	40	49	124%
		その他	140	96	85	34	13	10	12	12	13	11	86%
		合計	186	114	128	79	45	41	54	52	53	60	116%
	内需	内需(輸入-輸出)	183	112	125	76	44	40	53	50	52	59	117%
需要	原料 輸出	粉状又はフレーク状	2.16	0.95	2.37	2.56	1.22	1.33	1.49	1.50	1.24	1.08	72%
		その他	0.086	0.373	0.578	0.068	0.001	0.010	0.002	0.021	0.006	0.016	77%
		小計	2.2	1.3	3.0	2.6	1.2	1.3	1.5	1.5	1.2	1.1	72%
	合計		186	114	128	79	45	41	54	52	53	60	116%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 黒鉛95%

※原料は天然黒鉛の粉状又はフレーク状、その他による。

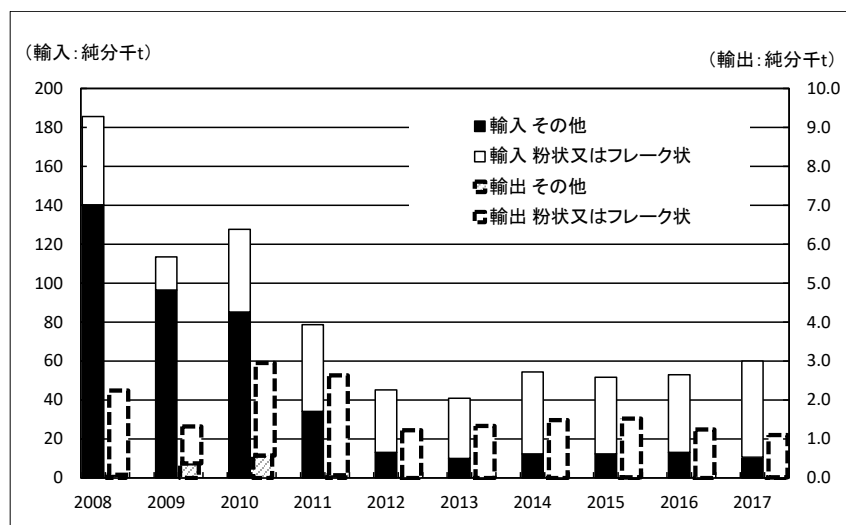


図 2-2 天然黒鉛の需給(輸出入)

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

天然黒鉛の輸出入数量は表 2-3、図 2-2 と同様のため、図表の掲載を割愛する。土状黒鉛(天然黒鉛「その他」)の輸入が2008年以降激減している。これは鉄鋼冶金・自動車工場の海外移転や日系メーカーのシェア低下により、国内の鋳物の塗型剤や離型剤での土状黒鉛需要量が減少したためであり、主要輸入国である中国からの輸入量が激減している。

3-2.輸出入相手国

3-2-1.鱗片状黒鉛

鱗片状黒鉛(粉状又はフレーク状)の輸出入相手国を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年において、中国からの輸入量は前年比 129%の 45.4 千tと増加した。それ以外の国では輸入量は少ないながら、カナダからの輸入量が増加し、スリランカ、ブラジル、マダガスカルからが、減少した。また、米国からの輸入量は前年とほぼ同量であったが、全体では同 124%の 49.3 千tであった。構成比は中国が前年より 4 ポイント増加し、90%を超える占有率となっている。

鱗片状黒鉛は中国黒龍江省及び山東省が主要な生産地である。2017 年 11 月にモザンビークの大型プラントで生産が開始され、2019 年より輸入が本格化するとみられている。

2017 年の輸出量合計は前年比 87%の 1.1tと減少し、低調であった。

表 3-1 鱗片状黒鉛(粉状又はフレーク状)の輸出入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	42.5	15.4	40.3	40.7	26.9	27.0	38.1	34.5	35.2	45.4	129%	92%
	スリランカ	1.4	0.8	0.8	1.4	1.5	1.3	1.2	1.6	1.2	1.0	90%	2%
	ブラジル	0.4	0.4	0.6	1.0	1.0	0.6	0.7	0.9	1.3	0.8	62%	2%
	米国	0.5	0.3	0.5	0.5	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	106%	1%
	カナダ	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.7	0.7	0.4	0.5	139%	1%
	マダガスカル	-	-	-	-	0.0	-	0.2	0.6	0.7	0.2	23%	0%
	ノルウェー	-	-	0.0	0.6	0.7	0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	114%	0%
	その他	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	143%	1%
	合計	45.4	17.1	42.4	44.7	32.0	30.6	42.0	39.4	39.9	49.3	124%	100%
輸出	韓国	1.49	0.34	1.52	1.56	0.34	0.49	0.51	0.33	0.28	0.33	118%	30%
	タイ	0.20	0.14	0.19	0.20	0.19	0.14	0.19	0.23	0.21	0.20	98%	19%
	中国	0.18	0.20	0.26	0.29	0.27	0.17	0.22	0.37	0.19	0.16	87%	15%
	米国	0.05	0.02	0.06	0.17	0.20	0.32	0.30	0.25	0.17	0.03	17%	3%
	その他	0.23	0.25	0.34	0.34	0.22	0.22	0.26	0.33	0.40	0.36	91%	33%
	合計	2.2	1.0	2.4	2.6	1.2	1.3	1.5	1.5	1.2	1.1	87%	100%

出典:財務省 貿易統計

純分換算率: 鱗片状黒鉛95%

2017年輸入その他にロシア(0.3t)を含む

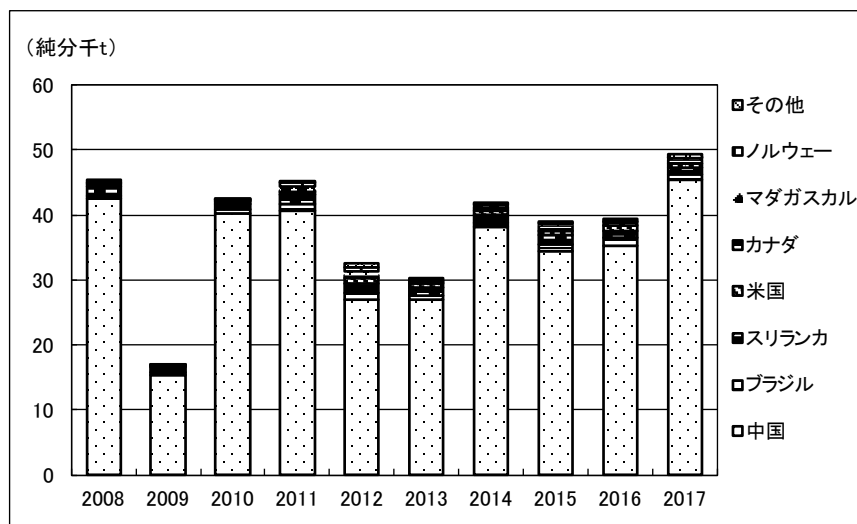


図 3-1 鱗片状黒鉛(粉状又はフレーク状)の輸入相手国

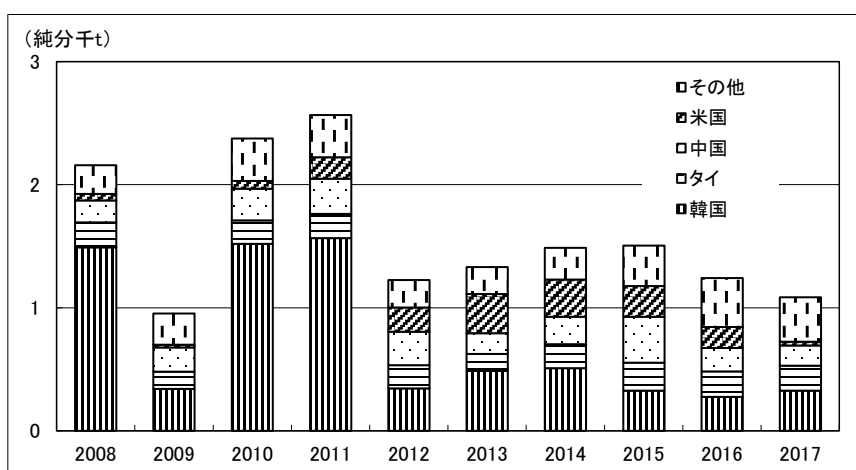


図 3-2 鱗片状黒鉛(粉状又はフレーク状)の輸出相手国

3-2-2.土状黒鉛

土状黒鉛(その他)の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。2017 年の土状黒鉛輸入量はほぼ全量の 98%が中国からで、前年比 80%の 10.4 千tであった。

土状黒鉛は、中国湖南省が世界最大の産地である。湖南省の中でも、郴州(チュンゾウ)市郊外の魯塘鉍山が土状黒鉛の中心産地である。2010 年の 9 月に地方政府が強制的に魯塘鉍山の各坑道を閉鎖し、この鉍山に対して中国建筑材料集团有限公司(中国の鉄鋼関連メーカー、以下 CNBM)の投資受け入れを行った。CNBM は 2011 年 3 月に土状黒鉛の採掘・販売等を行う南方石墨有限公司を設立し、現在では、同社が魯塘鉍山の土状黒鉛を独占販売している。CNBM による魯塘鉍山の買収期間中であつた 2010～2011 年には、同鉍山における採掘が滞り、中国から日本への輸入量が激減した。当時、日系企業は在庫の引き取りや、魯塘周辺の鉍山(桂陽、臨武など)から土状黒鉛を調達するなど対応を行った。上記の影響により、2011 年は土状黒鉛価格が大きく上昇したが、その後は輸入量も低下し、価格は下降に転じている。

表 3-2 土状黒鉛(その他)の輸入相手国

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	139.5	96.5	85.3	34.1	13.1	10.3	12.4	12.2	13.0	10.4	80%	98%
	スリランカ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	183%	2%
	インド	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.0	-	-	-
	ノルウェー	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	-
	その他	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
	合計	140.2	96.5	85.3	34.1	13.2	10.3	12.4	12.3	13.1	10.6	81%	100%

出典: 財務省 貿易統計

純分換算率: 土状黒鉛95%

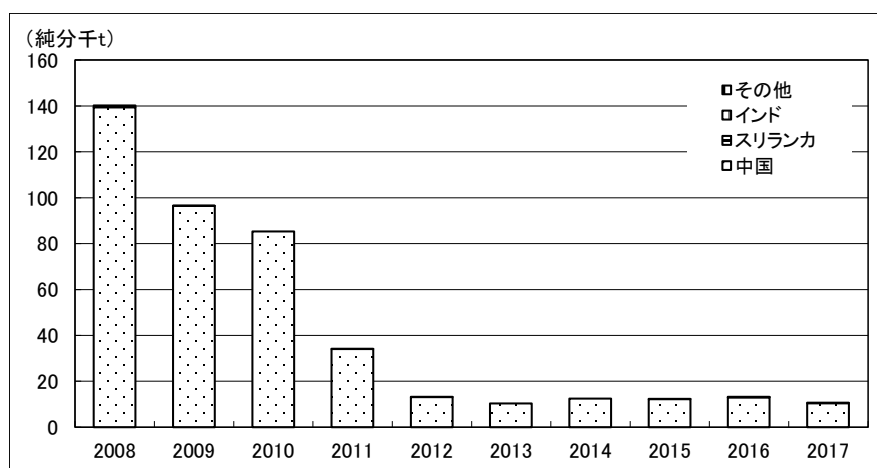


図 3-3 土状黒鉛(その他)の輸入相手国

3-3.輸出入価格

黒鉛の平均輸出入価格を表 3-3、図 3-4 に示す。鱗片状黒鉛(粉状又はフレーク状)の輸入価格については、LIB 負極材としての需要が増加した 2010 年から 2012 年までは上昇傾向にあったが、2013 年から下降傾向に転じ、2016 年まで前年比で 93%、95%、96%、98%と推移し、2017 年も同 92%の 1,632\$/tと 5 年連続で低下し、2009 年レベルまで低下している。2018 年は中国の環境対策によるコストアップもあり、下げ止まり、横這いから上昇気味となっている。

土状黒鉛(天然黒鉛、その他のもの)の輸入価格も、2011 年をピークとして、以後は下降傾向にあり、2015 年は下げ止まったが、2016 年は前年比 91%、2017 年は同 83%の 427\$/tと再度低下した。

表 3-3 黒鉛の平均輸出入価格

		単位: \$/t									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
原料	天然黒鉛(粉状又はフレーク状) 輸入	971	1,646	1,371	2,108	2,156	1,999	1,890	1,811	1,767	1,632
	天然黒鉛(粉状又はフレーク状) 輸出	13,203	12,218	12,530	14,566	15,452	12,862	12,164	11,398	11,478	11,572
	天然黒鉛(その他のもの) 輸入	292	320	416	958	726	597	560	564	514	427
	天然黒鉛(その他のもの) 輸出	7,927	14,341	12,640	13,822	152,537	10,392	25,351	13,119	19,198	22,747
		17/16比									
		92%									
		101%									
		83%									
		118%									

出典: 財務省 貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

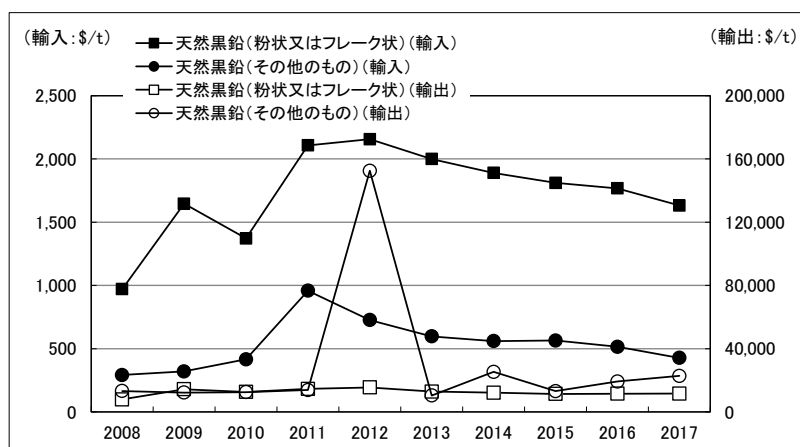


図 3-4 黒鉛の平均輸出入価格

4.リサイクル

天然黒鉛のリサイクル率は以下の定義により推計するとリサイクル率は 0%である。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内発生量}) + (\text{原料の輸入量}) - (\text{原料の輸出})$

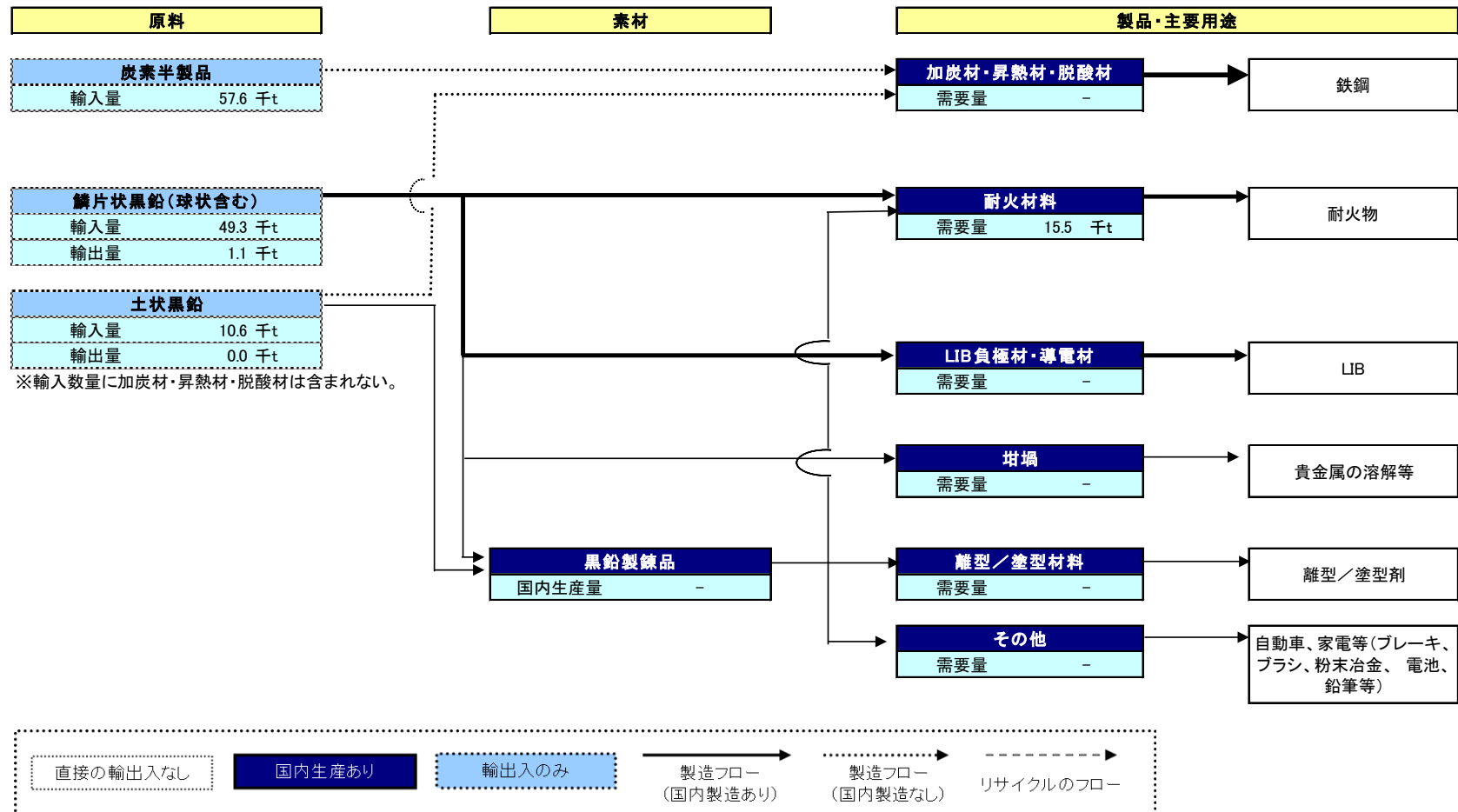
※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※原料は天然黒鉛の粉状またはフレーク状及びその他の合計値。

※国内発生量には使用済み製品のからのリサイクル量及び製錬残渣等から回収された量を含む。

5.マテリアルフロー

グラファイト(天然黒鉛)のマテリアルフロー(2017 年)



純分換算率: 加炭材・昇熱材・脱酸材(土状黒鉛)80%、それ以外の鱗片状黒鉛、土状黒鉛は95%

※製品の需要量=国内で生産、または国内に輸入された原料・素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

フッ素 F

【用途】製鋼鉍化剤及び冷媒・エアゾール等幅広い用途

蛍石(CaF_2)、氷晶石(Na_2AlF_6)、リン灰石($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$)などの鉍物から産出される。フッ素化合物の主な出発原料は、フッ化水素であり、主に蛍石から生産されている。フッ素樹脂は非燃焼性、耐薬品性に優れ、フライパンから輸送機器におけるオイルシール、軸受、機械精密など広い範囲に用いられている。その他ガラス・琺瑯のフラックス、触媒、CVD 洗浄ガス、プリント基板ハンダめっき原料などフッ素の用途は幅広い。

【特性】

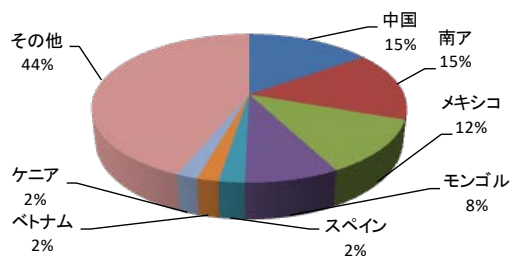
- ・フッ素原子はすべての元素の中で最も電気陰性度が高い
- ・単体は二原子分子(F_2)の淡黄緑色、特異臭のある気体で極めて激しい化学反応性を有し、全ての元素と直接反応する

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017 年世界計) 出典:USGS 2018

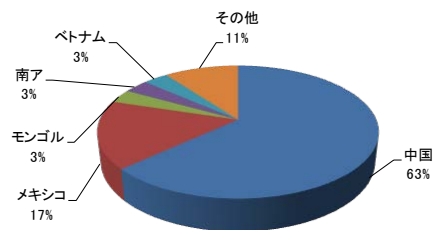
国別フッ素(蛍石)埋蔵量

(合計 270,000 マテリアル千t)



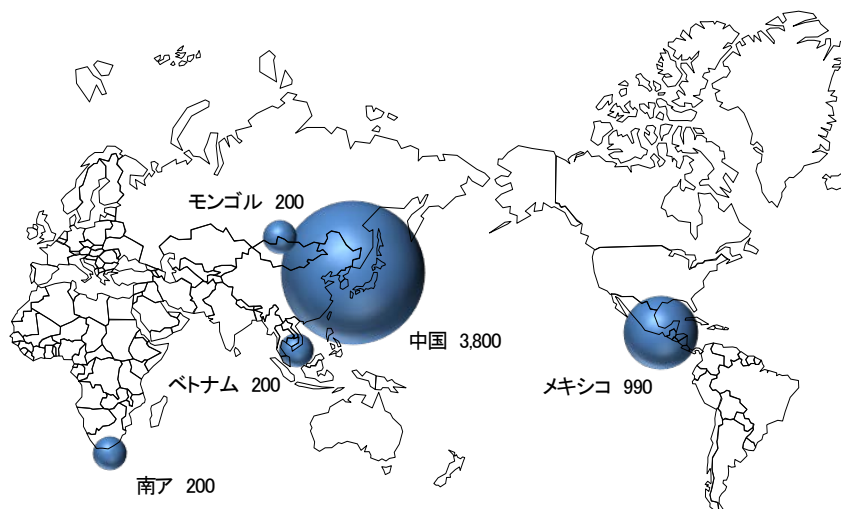
国別蛍石生産量

(合計 6,000 マテリアル千t)



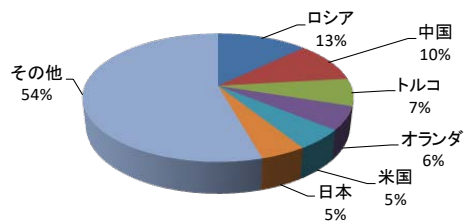
【世界の主要 蛍石生産国】国名、国別生産量(マテリアル千 t、2017 年間値)、出典:USGS2018

蛍石は、中国で世界の約 6 割生産されている

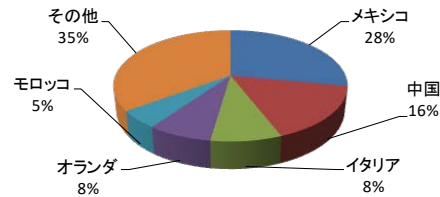


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

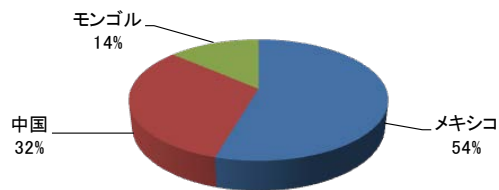
■世界 主要輸入国 (蛍石(冶金・セラミック G))
(2017 年合計 540 純千 t)



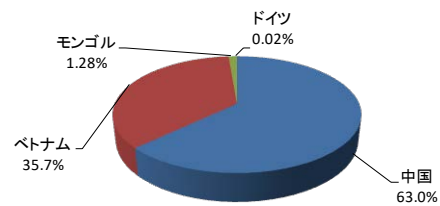
■世界 主要輸出国 (蛍石(冶金・セラミック G))
(2017 年合計 478 純千 t)



■日本 主要輸入相手国 (蛍石(冶金・セラミック G))
(2017 年合計 26 純千 t)

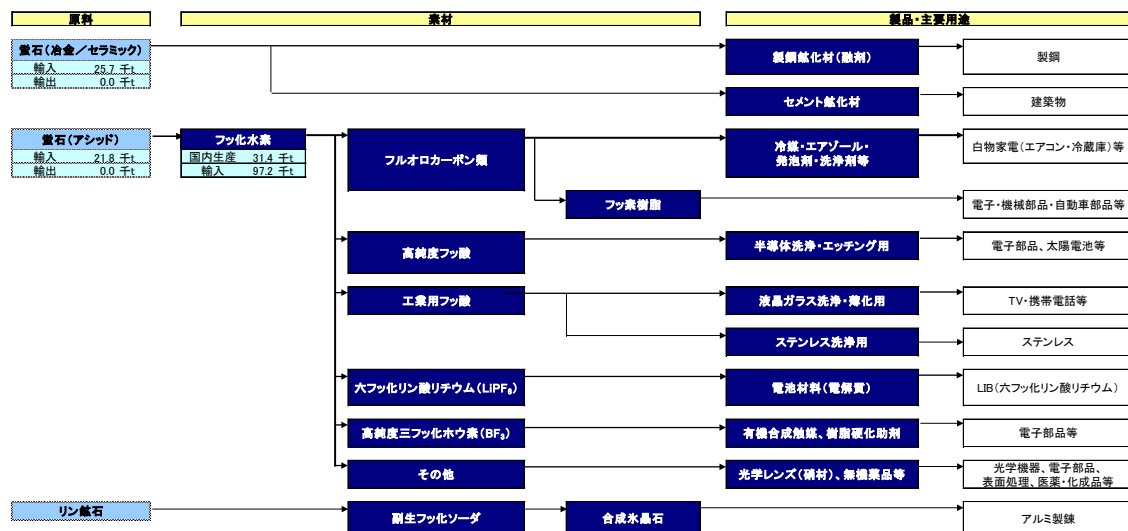


■日本 主要輸入相手国 (蛍石(アシッド G))
(2017 年合計 22 純千 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計

F のマテリアルフロー(2017 年)



概要

- ・2017年の世界の蛍石(CaF_2)生産量は、前年比101%、6,000マテリアル千tであり、国別構成比が中国(63%)、メキシコ(17%)で世界生産量の80%を占めている。中国は、行政当局が直接的な環境監査を始めたことから、採掘現場や製造工場が環境規制強化に対応するため、稼働を一時的に停止するなどしており、生産が停滞した。
- ・温室効果ガスであるハイドロフルオロカーボンを規制対象に追加するモントリオール議定書のキガリ改正案(2016年10月採択、2019年1月発効見込み)は、世界のフッ素系化学物質市場に影響を与える可能性がある。
- ・国内需要では、輸入及び国内生産したフッ化水素を原料としたフルオロカーボン類(フッ素樹脂向けを含む)、表面処理・洗浄/二次製品の出荷量が前年比105%で増加した。ただし、フッ素の国内需給では供給不足が5年間継続している。またフッ素樹脂は少量で高機能性を有しかつ軽量化に寄与するので、今後EVが拡大していけばフッ素樹脂の需要が高まる可能性がある。

1.特性・用途

フッ素は、ハロゲン元素の一つで、自然界には単体では存在せず、蛍石(CaF_2)、氷晶石(Na_2AlF_6)、リン灰石($\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3\text{F}$)等の鉱物として産出される。

フッ素化合物の主な出発原料はフッ化水素¹であり、主に蛍石から生産されている。

フッ化水素の最大の需要は、フルオロカーボン類(フッ素樹脂向け含む)である。フルオロカーボンは、炭化水素の水素を一部フッ素に置き換えた化合物で、その特長として、①安全性・低毒性、不燃性、難燃性、②経済性・省エネルギー(高断熱性、高エネルギー効率)、③省スペース(設備の小型化)等が上げられ下記の幅広い分野で利用されている。

- ①冷媒 カーエアコン、家庭用・業務用エアコン、冷蔵庫、冷凍機等
- ②発泡剤 断熱材、緩衝材等
- ③洗浄剤 精密部品、電子部品等
- ④噴射剤 医薬用エアゾール等
- ⑤その他 消火剤、半導体エッチング剤、中間原料等

フッ素を添加した合成樹脂やゴムは、酸・アルカリ性の薬品や摩耗などに対して耐久性が高まるため、半導体製造装置や自動車などの部品・部材に使われる。

フルオロカーボン類は冷媒等にも使用されるが、成層圏オゾン層の減少や温室効果という環境負荷を生じると考えられ、現在各分野で環境負荷のより小さいフルオロカーボンへの転換が進められている。

フッ素樹脂は非燃焼性、耐熱性、耐薬品性に優れ、フライパンから自動車産業におけるオイルシール、軸受け、機密機械等の広い範囲に用いられている。その他ガラス・珪瑯のフラックス、触媒、CVD洗浄ガス、プリント基板のハンダメッキ原料や最近ではリチウムイオン電池で使用される電解質を構成するリチウム塩として代表的な六フッ化リン酸リチウム等幅広く利用されている。

工業的に使用されるフッ素(フッ化物)は、フッ化カルシウム(CaF_2)を主成分とする蛍石から製造され、蛍石は CaF_2 含有量が97%以下の冶金・セラミックグレードの塊鉱と、97%を超えるアシッドグレードに分けられる。冶金・セラミックグレードは、製鉄分野で転炉や電炉の融剤として使用され、スラグの生成を促進する効果があり、製鋼鉱化剤やセメント鉱化剤として用いられる。

また、アシッドグレードは、粉碎・浮遊選鉱等により CaF_2 含有量を97%超にした粉末で、選鉱方法の違いから冶金・セラミックグレードの蛍石よりも品位(CaF_2 含有量)が低い鉱石からも生産できる。アシッドグレードの蛍石からは、まずフッ化水素(HF)を製造し、そこからさらにフルオロカーボン、各種フッ酸、フッ素樹脂の中間原料、その他フッ化物の製造原料などが製造される。これらの主な用途としては、半導体の洗浄・エッチング、液晶ガラスのスリミング、リチウムイオン電池の電解質、冷媒・エアゾール、有機合成触媒、各種フッ素樹脂などがある。

¹ 蛍石(CaF_2)と硫酸(H_2SO_4)から生成するフッ化水素(HF)を介して利用されることが多い。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界の蛍石生産量(CaF_2 純分)を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年の世界の生産量は CaF_2 純分で前年比 101%の 6,000 千 t であった。世界の生産量の 63%を中国が占め、17%をメキシコ、3%をモンゴル、南ア、ベトナムが占めている。中国とメキシコの上位 2 か国で世界生産の 80%を生産している。

中国産の蛍石はアシッドグレードで、メキシコ産はセラミックグレードが中心である。しかし、メキシコ産蛍石の多くは不純物の含有率が高く、一般的に日本国内での使用は難しいとされているが、中には不純物の含有率が低いものもある。なお、米国においても蛍石が産出されるが、同国では資源保護の観点から主に輸入蛍石を利用している。

蛍石には、主成分である CaF_2 のほか、 SiO_2 、 CaCO_3 、リン等の不純物を含む。不純物を多く含む蛍石をフッ化水素製造の原料として用いると、製造や下工程で反応して種々の不都合を招く。そのために現在、フッ化水素の製造原料の大部分が、上記の不純物含有の少ない中国産である。

蛍石の資源枯渇リスクについて、最大の産出国である中国の動向が注目されるが、豊富な蛍石を有する中国のフッ化水素メーカーによると、蛍石の産出は 2016 年頃までは順調であったが、状況が変化してきている。中国国内での産出地が最大産地であった浙江省から、江西省や福建省などへシフトしている。この背景として業界内では、①浙江省の蛍石資源が枯渇してきたことと、②沿海部地域の人件費の上昇や環境問題の影響等が考えられている。このうち、②の人件費や環境問題とは、具体的には、浙江省の経済発展が進み人件費が高騰して鉱石採掘のコストが高くなったこと、また市街化により環境規制が厳しくなったことである。

2017 年には、中国行政府当局が、「環境保護法」「大気汚染防止法」「水汚染防止法」等に基づき直接的な環境監査を始め、特に採掘場や製造工場が排水対策等の環境規制強化に対応ができない場合、鉱石生産の稼働を一時的に停止させるなどしており生産が停滞した。この環境規制で鉱石の生産量が減少し、鉱石供給側が製品を出し渋る、所謂売り手市場の現象が発生しやすい状況に推移した。

また、中国政府は、化学工業分野の第 12 次 5 か年計画(2011 年～2015 年)において、蛍石を原料として用いるフッ素化学工業の発展に重点を置き、安価な原料・素材生産から付加価値の高いフルオロカーボン類などの加工した製品へとシフトしていく方針を打ち出していたために、蛍石そのものの輸出量が減少している。また 2015 年から、「中国製造 2025」プランという製造業の高度化を目指す産業政策に基づいて数多くの重大プロジェクト等が開始されている。中国が原料輸出国から、国内で生産した製品を輸出する国へと向う動きは徐々に進行していくとみられる。

このように中国産蛍石の入手が困難になる状況が予想される中、最近南アでは蛍石採掘に採算性がとれるようになり、鉱山会社 SepFluor が活動を再開したが、鉱石採掘よりも下流品(付加価値の高い製品)を生産したいと考えている模様である。また副産物として産出する石膏が赤色に着色しているため、現在、日本では工業的利用ができていない。

フルオロカーボン類については今後、世界的には需要が増加していく見込みであり、またフッ化水素については、液晶ガラススリミング向けの需要や半導体向けの需要などがある。半導体向けは今後も需要が伸びていくと見られる。ハイドロフルオロカーボンを規制対象に追加したモントリオール議定書のキガリ改正案²は、世界のフッ素系化学物質市場に影響を与える可能性がある。

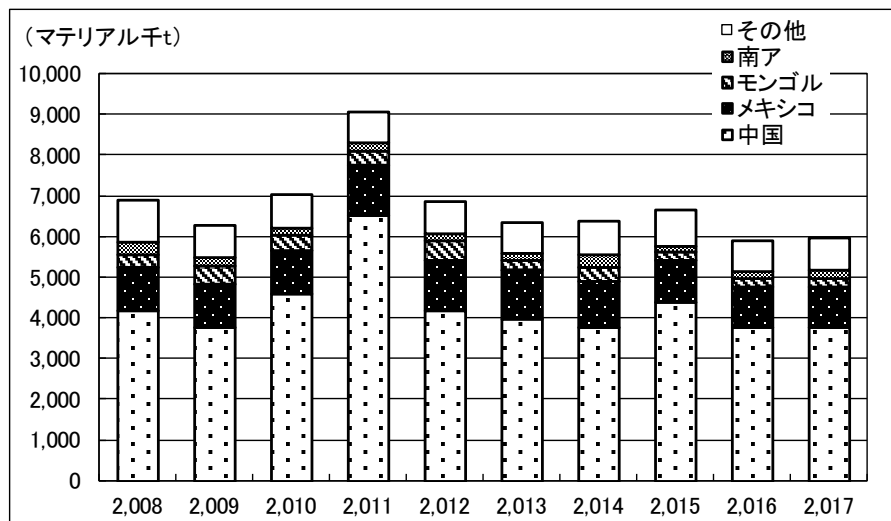
² モントリオール議定書(キガリ改正)：2016 年 10 月にルワンダ・キガリで開催されたモントリオール議定書第 28 回締約国会合(MOP28)において、オゾン層を破壊しないが温室効果の高い HFC(ハイドロフルオロカーボン)を規制対象に追加するという議定書の改正(キガリ改正)が採択された。改正議定書は、20 か国以上の締結を条件に、2019 年 1 月 1 日に発効するとしている。

表 2-1 世界の蛍石(CaF₂純分)生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	4,200	3,800	4,600	6,550	4,200	4,000	3,800	4,400	3,800	3,800	100%	63%
メキシコ	1,058	1,050	1,070	1,210	1,240	1,210	1,110	1,030	988	990	100%	17%
モンゴル	335	460	400	348	480	240	370	231	202	200	99%	3%
南ア	299	204	157	196	170	158	285	135	165	200	121%	3%
ベトナム	4	-	-	-	-	-	38	168	175	200	114%	3%
カザフスタン	66	65	65	65	65	108	110	110	110	110	100%	2%
スペイン	149	123	128	112	107	103	103	98	130	130	100%	2%
モロッコ	57	69	75	79	79	81	75	79	70	70	100%	1%
ドイツ	49	50	59	66	54	49	60	40	50	50	100%	1%
ケニア	98	16	45	117	91	72	70	63	43	43	100%	1%
タイ	26	86	23	12	21	24	35	50	42	40	95%	1%
イラン	62	71	76	58	80	85	90	80	40	40	100%	1%
英国	37	19	26	-	-	30	77	81	17	13	76%	0%
ナミビア	109	74	97	84	69	61	65	-	-	-	-	-
ロシア	269	127	67	120	129	59	3	-	-	-	-	-
その他	104	86	151	62	95	100	99	109	98	114	116%	2%
合計	6,920	6,300	7,040	9,080	6,880	6,380	6,390	6,670	5,930	6,000	101%	100%
F純分換算(48.7%)	3,368	3,066	3,426	4,419	3,348	3,105	3,110	3,246	2,886	2,920	101%	

出典: United States Geological Survey「Minerals Yearbook Fluorspar」

2015年から2017年は United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Fluorspar」Mine Production

図 2-1 世界の蛍石(CaF₂純分)生産量

2-2 国内の需給動向

日本は、フッ素原料として蛍石(アシッドグレード、冶金・セラミックグレード)とフッ化水素を輸入している。

蛍石(アシッドグレード)は、フッ化水素の製造に用いられる。日本国内でフルオロカーボン類やフッ酸を製造しているメーカーは 8 社ほどあるが、このうち蛍石を輸入してフッ化水素を製造しているのは 3 社のみで、その他の企業は海外からフッ化水素を輸入している。以前は、国内のフッ化水素メーカーでもキルンを保有し蛍石からフッ化水素を製造していたが、老朽化や生産効率の悪化により各社とも、中国からのフッ化水素の調達に切り替えた。なお、蛍石を輸入してフッ化水素を国内生産している企業でも、フッ化水素の不足分を輸入で補っている。

国内生産及び輸入したフッ化水素は、フルオロカーボン類、フッ素樹脂の中間原料、その他のフッ化物の製

造原料として、また各種表面処理・洗浄製品製造工程で使用される。

フッ素化学用途の国内需給を表 2-2 と図 2-2 に示す。2017 年の全体の供給量は、前年比 107%の 119.0 千 t で増加したが、蛍石(アシッドグレード)の輸入量は、前年比 88%の 21.8 千 t で減少した。

一方、蛍石(冶金・セラミックグレード)は、脱リン・脱硫黄を目的に、製鉄工程において転炉や電炉の融剤として使用されている。ただし、蛍石を利用すると製鋼スラグがフッ素を含有し、環境規制によりスラグを建築資材等として利用できなくなり、最終処分する製鋼スラグが多く発生することや、鉄鋼業において蛍石ではなく、代替融剤の利用や、製鋼工程での温度上昇による蛍石の使用削減等を進めてきていることなどがあり、前年には減少傾向であったが、2017 年の輸入量は前年比 155%の 25.7 千 t と大幅に増加した。(表 3-1 参照)

なお、特殊鋼やスティール鋼製造プロセスにおいて、不純物の除去や成分微調整目的の二次製錬では、冶金グレードの蛍石使用量削減は難しいのが現状である。

表 2-2 フッ素の国内需給(化学用途)

				単位: 純分千t										
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入 ¹⁾	原料	蛍石(アシッドグレード)	112.9	12.0	31.7	45.7	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	88%
		素材	フッ化水素	66.8	53.9	72.1	81.8	81.8	83.4	89.9	89.2	86.7	97.2	112%
	合計			179.6	65.8	103.7	127.5	118.1	107.5	118.4	119.5	111.5	119.0	107%
需要	フッ化水素用途別出荷 ²⁾	フルオロカーボン	66.2	59.4	63.3	59.0	55.0	63.9	66.8	68.5	66.9	66.9	100%	
		二次製品	23.2	21.3	24.8	28.8	30.5	32.6	31.8	30.8	30.7	35.7	116%	
		表面処理・洗浄	6.8	9.0	10.4	11.7	12.2	13.6	15.8	12.4	12.3	11.7	95%	
		その他	7.0	10.8	12.7	10.7	12.6	16.3	16.1	16.7	14.1	15.3	109%	
	合計			103.2	100.5	111.1	110.3	110.3	126.4	130.6	128.4	124.0	129.7	105%
供給－需要				76.4	-34.7	-7.4	17.2	7.8	-19.0	-12.2	-8.9	-12.5	-10.7	

出典: 1) 財務省貿易統計

2) 日本無機薬品協会統計「フッ化水素酸、需要部門別出荷実績」(2013年度まで)、ただし年度数値。

2014年度-2017年度は2018年6月14日付化学工業日報による同協会データ

純分換算率: 蛍石アシッドグレード47.4%

輸入フッ化水素95%、内需フッ化水素47.5%

※原料とは蛍石、素材とはフッ化水素による。

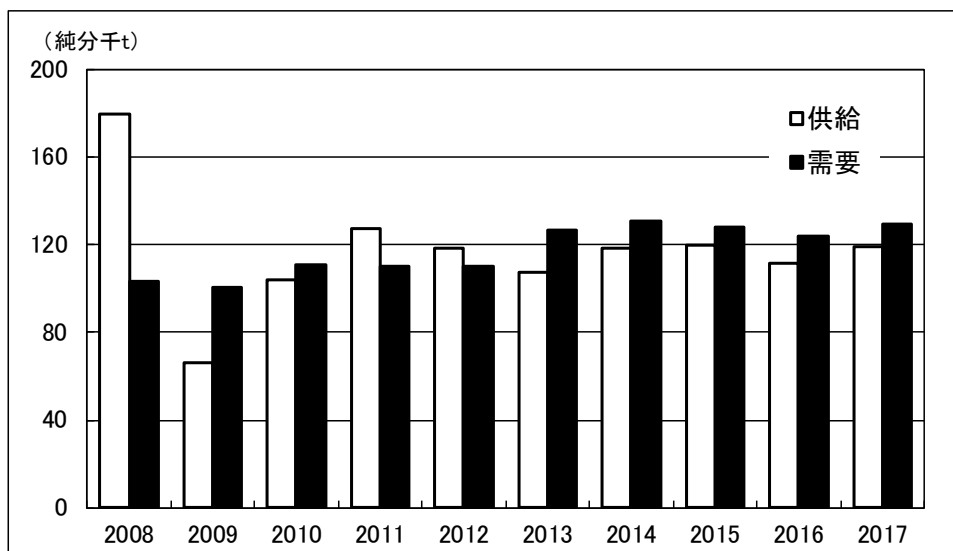


図 2-2 フッ素の国内需給(化学用途)

2-2-1.フルオロカーボン類/フッ素樹脂

輸入また国内生産したフッ化水素の最大の需要先は、フルオロカーボン類(フッ素樹脂向け含む)である。2017年のフルオロカーボンは、前年比100%、66.9千tでフッ化水素出荷先(内需)の52%を占めている。

日本国内では、HFC-32、HFC-125、HFC-410a(HFC-125とHFC-32の50%ずつの混合物)等のフルオロカーボン類が、冷媒、エアゾール、発泡剤、洗浄剤等で使用されている。なお、HFC-32はほぼ全量が中国メーカーからの輸入品である。フルオロカーボン類は今後、世界的には需要が増加していく見込みだが、国内需要についてはエアコンがほぼ普及したために、買い換え需要のみで横ばいと推定される。

フッ素樹脂はフッ化水素からフルオロカーボンを経て、重合や共重合等の化学的工程により製造されたプラスチックの一種である。HCFC-22や、HCFC142bやHCFC-152a等のフルオロカーボンが原料として利用されている。フッ素樹脂もフルオロカーボンと同様に今後、世界的には需要が増加していく見込みである。フッ素ゴムは他のゴム(シリコンゴムやアクリルゴム、ニトリルゴム、エチレンプロピレンゴム等)と比較し、耐熱性や、耐溶剤性、低透過性等で優れており、自動車用のシール材やリング等での採用が増えている。そのほか、車の環境対応化や、PCの高周波化に伴うフッ素樹脂利用の増加も期待されている。

フッ素樹脂やフッ素ゴムは自動車部品の需要が多く、自動車のエンジン周りでガソリンに対し耐腐食性を有し、パッキン材料等に利用されてきた。最近、自動車メーカー各社が電気自動車(以下、EV)の開発を実施しているが、EVはガソリンを使用しないため耐腐食性材料である必要はなく、価格の安いゴムや樹脂へと代替される可能性もある。業界内では、今後EVが拡大すればフッ素ゴムの需要が多く見込めないという見方もあるが、フッ素樹脂は高機能性でありかつ軽量化に寄与するため、フッ素樹脂の需要が増大する可能性もあると見られている。

2-2-2.表面処理・洗浄/二次製品

表面処理・洗浄/二次製品では高純度フッ酸及び工業用フッ酸(55%以上)が利用されている。

2017年の二次製品は、前年比116%、35.7千t、表面処理・洗浄は、前年比95%、11.7千tであった。

高純度フッ酸とはELグレード(12Nグレード)と言われる電子部品向けの製品である。50%フッ酸及びバフアードフッ酸(フッ化水素酸とフッ化アンモニウム溶液の混合水溶液)の2種が主に利用されている。主な用途は半導体及び太陽電池製造におけるシリコンウエハのウェットエッチングやウェット洗浄である。

半導体ではウェットエッチング工程で高純度フッ酸が利用されているが、この工程では工場が稼働していればその稼働率が増減しても、必要とされる高純度フッ酸の液量はそれほど大きく変化しない。そのため、高純度フッ酸の需要はそれほど影響を受けていない。しかし顧客が新規工場(設備)を建設しない以上は高純度フッ酸の需要も増加しない。半導体ウエハサイズの大口徑化に伴い、半導体関連企業は新規投資を行う必要がある。現状維持のままであれば、旧設備が使用できなくなるため工場の閉鎖が見こまれ、結果として高純度フッ酸の国内需要減少に繋がる。一方、増加要因としては、国内の設備増設以外に、半導体構造素子の複雑化に伴い薬液使用量が増えるということが挙げられる。

その他、LCD用ガラスのスリミング(薄化)及びステンレスの洗浄用に55%フッ酸が利用されている。これは、輸入した99.9%のフッ化水素を55%に希釈したものである。元々はステンレス等の酸洗浄で利用されていたが、ステンレスメーカーサイドではコストダウンのためフッ素メーカーから55%フッ酸を購入するのではなく、半導体メーカーが製造工程で使用した高純度フッ酸の使用済薬液を引き取って使用するという再利用が進展している。現在ではステンレス洗浄よりもLCD用ガラスのスリミング(薄化)での需要比率が高い。ガラススリミング用途には、より高濃度の工業用フッ酸を購入し、使用者側で希釈して使う例が増えている。数年前まで好調の兆しを見せていたスリミング需要はLCDの海外生産へのシフトとディスプレイの有機ELへのシフトのため減少傾向へと変化している。

2-2-3.その他

その他の用途としては、リチウムイオン電池(以下 LIB)で使用される電解質を構成するリチウム塩として代表的な六フッ化リン酸リチウムや、有機合成触媒、樹脂硬化助剤として利用される高純度三フッ化ホウ素、その他半導体製造装置のステップ用フッ化物レンズ等があり、2017 年は、前年比 109%、15.3 千 t であった。

蛍石以外のフッ素としては、肥料としての過リン酸石灰製造に際して、ケイフッ化ソーダが副産物として発生する。ケイフッ化ソーダは過リン酸石灰 1,000kg の生産に対し、4kg が副産する(一般財団法人農林統計協会「ポケット肥料要覧」)。年間の生産量がケイフッ化ソーダ量で数百 t(F 純分千 t では小数点以下)のため、今回の需給表からは除外した。これらの製品は国内販売だけでなく、海外にも輸出されている。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

フッ素の輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年の原料、素材の輸入量は前年比 112%の 189.9 千 t、輸出量は前年比 109%の 50.9 千 t であった。

蛍石(冶金・セラミックグレード)の輸入量は前年比 155%の 25.7 千 t と大幅に増加した。

一方、蛍石(アシッドグレード)の輸入量は前年比 88%の 21.8 千 t と前年同様減少した。蛍石の輸入量は、冶金・セラミックグレードが増加、アシッドグレードが減少する一方、フッ化水素の輸入量は前年比 112%の 97.2 千 t と増加し、フルオロカーボンの輸入量も同様に前年比 107%の 29.8 千 t と増加した。

中国政府は蛍石の輸出奨励策として輸出増値税 7%の還付を行っていたが、2004 年に廃止した。その後、輸出入関税を設置し、徐々にその税率を引き上げていった。これにより、日本の多くのフッ化水素生産企業が中国での現地生産(中国企業との合弁会社設立)に切り替えた。

製品としては、フッ化物や、フルオロカーボン類、フッ素樹脂等が輸入されている。

フッ化物はフッ化アンモニウム又はナトリウム及びフッ化アルミニウムとしての輸入が多い。フッ化物の用途は様々ある。一例を挙げると、フッ化アンモニウムはガラスのエッチング、金属表面処理、半導体用エッチング助剤等で、フッ化ナトリウムは鉄鋼、アルミニウム等のフラックス剤、防虫剤、殺菌剤及び木材防腐剤、水道水のフッ素添加剤等で利用されている。フッ化アルミニウムはレンズ、ガラスの配合剤等で使用される。

フルオロカーボン類ではクロロジフルオロメタン(HCFC-22)、ペンタフルオロエタン(HFC-125)、ジフルオロメタン(HFC-32)の輸入量が多い。クロロジフルオロメタン(HCFC-22)は樹脂原料として輸入されている。ペンタフルオロエタン(HFC-125)やジフルオロメタン(HFC-32)は冷媒、エアゾール等の用途での輸入である。輸出では、テトラフルオロエタン(HFC-134a)や、ペルフルオロエタン、ペンタフルオロエタン(HFC-125)等の数量が多い。テトラフルオロエタン(HFC-134a)は自動車や低温用の冷媒として使用されている。

表 3-1 フッ素の輸出入数量

単位：純分千t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	蛍石（冶金・セラミックグレード）	輸入	65.2	29.6	35.5	52.2	49.7	31.4	32.5	35.7	16.6	25.7	155%
		輸出	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	2%
	蛍石（アシッドグレード）	輸入	112.9	12.0	31.7	45.7	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	88%
		輸出	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.2	0.0	0.0	-
	小計	輸入	178.1	41.6	67.1	97.8	85.9	55.5	61.0	66.0	41.4	47.5	115%
		輸出	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.8	0.7	0.5	0.2	0.0	3%
輸入－輸出		177.4	41.0	66.5	97.0	85.3	54.7	60.3	65.5	41.2	47.5	115%	
素材	フッ化水素	輸入	66.8	53.9	72.1	81.8	81.8	83.4	89.9	89.2	86.7	97.2	112%
		輸出	8.7	6.5	9.2	12.6	12.7	13.1	12.7	10.8	10.8	14.4	133%
	フッ化物	輸入	4.9	3.5	5.6	5.3	5.0	5.2	5.8	5.8	6.6	7.0	106%
		輸出	13.4	8.2	11.2	11.3	9.2	7.4	6.8	7.0	6.8	6.9	102%
	フルオロカーボン類	輸入	14.1	13.9	20.6	23.6	18.6	20.5	23.5	23.8	27.8	29.8	107%
		輸出	20.7	13.9	13.0	14.9	12.4	9.5	8.1	12.1	13.0	12.9	99%
	フッ素樹脂	輸入	5.8	3.0	6.0	6.7	4.8	5.1	5.1	6.1	6.7	8.4	125%
		輸出	14.3	9.3	14.7	15.2	14.5	14.9	16.4	15.7	15.7	16.7	107%
	小計	輸入	91.6	74.3	104.3	117.4	110.1	114.2	124.3	124.9	127.8	142.4	111%
		輸出	57.0	37.9	48.0	53.9	48.8	44.9	44.0	45.7	46.4	50.9	110%
		輸入－輸出	34.6	36.4	56.2	63.5	61.3	69.2	80.3	79.2	81.5	91.5	112%
	合計	輸入	269.7	115.9	171.4	215.2	196.1	169.6	185.3	190.9	169.2	189.9	112%
輸出		57.8	38.5	48.6	54.7	49.5	45.7	44.7	46.1	46.6	50.9	109%	
輸入－輸出		211.9	77.4	122.8	160.5	146.6	123.9	140.6	144.8	122.7	139.0	113%	

出典：財務省貿易統計、日本フッ素樹脂工業会統計（フッ素樹脂の輸出のみ、年度数値）

純分換算率：蛍石・冶金・セラミックグレード41.6%、アシッドグレード47.4%

輸入フッ化水素95%、輸出フッ化水素47.5%、内需フッ化水素47.5%

フルオロカーボン類（クロロジフルオロメタン43.9%、ペンタフルオロエタン79.1%、テトラフルオロエタン74.5%

ペルフルオロメタン86.4%等）

フッ素樹脂76%、フッ化物（フッ化アルミニウム67.9%、フッ化アンモニウム51.3%等）

※原料は蛍石、素材はフッ化水素、フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂とした。

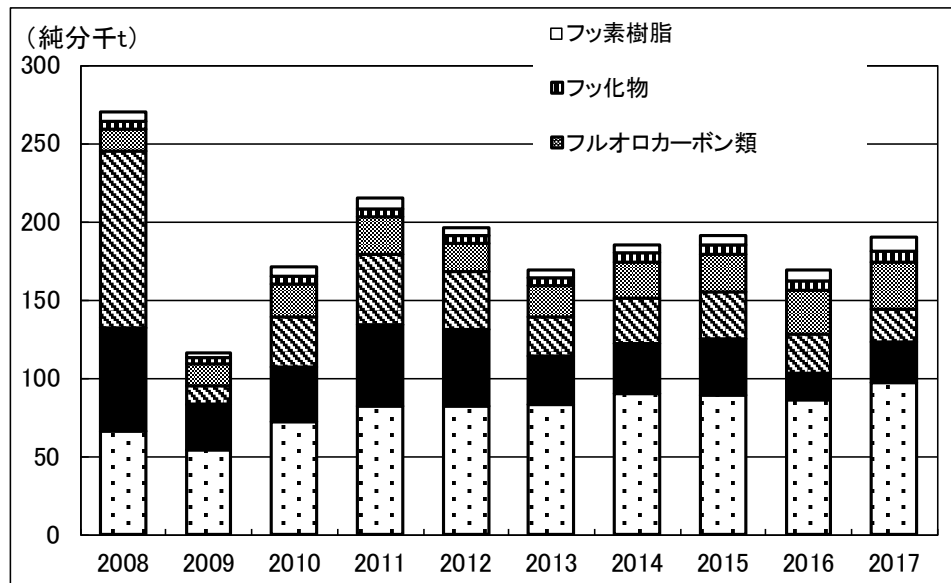


図 3-1 フッ素の輸入数量

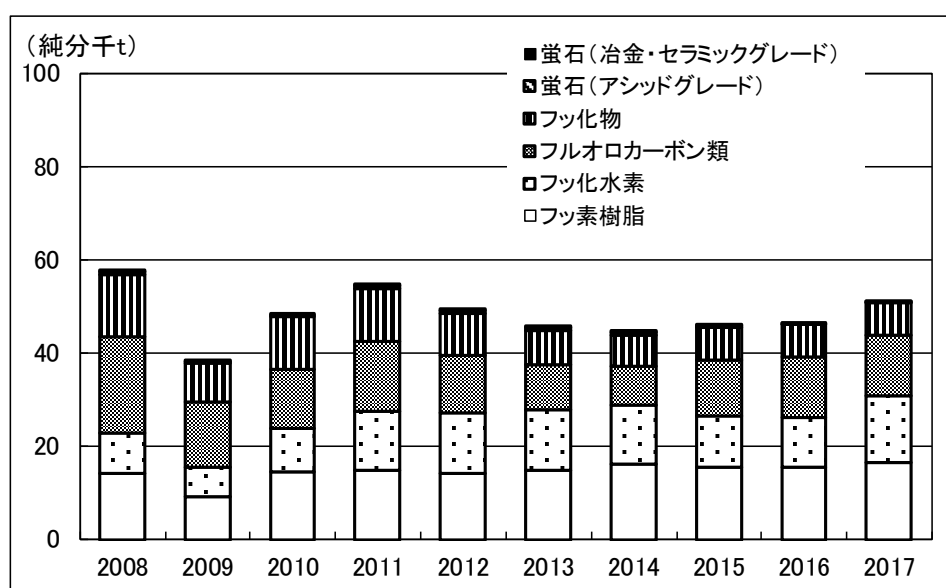


図 3-2 フッ素の輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)

蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。主な輸入相手国はメキシコ、中国、モンゴルであり、輸入量は前年比 155%の 25.7t と大幅に増加した。特にメキシコは、前年比 225%、14t で中でも大幅に増加した。また中国、モンゴルも各々前年比 111%、118%と増加した。

表 3-2 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)の輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	メキシコ	38.2	18.9	20.0	39.8	39.6	20.1	20.3	25.4	6.2	14.0	225%	55%
	中国	24.9	7.2	14.2	11.0	6.0	7.5	7.7	6.7	7.4	8.2	111%	32%
	モンゴル	0.1	1.9	0.5	1.4	3.9	3.7	4.5	3.6	3.0	3.5	118%	14%
	その他	2.90	1.63	0.72	0.00	0.18	0.04	—	—	—	—	—	—
	合計	65.2	29.6	35.5	52.2	49.7	31.4	32.5	35.7	16.6	25.7	155%	100%

出典: 財務省貿易統計

※純分換算率41.6%

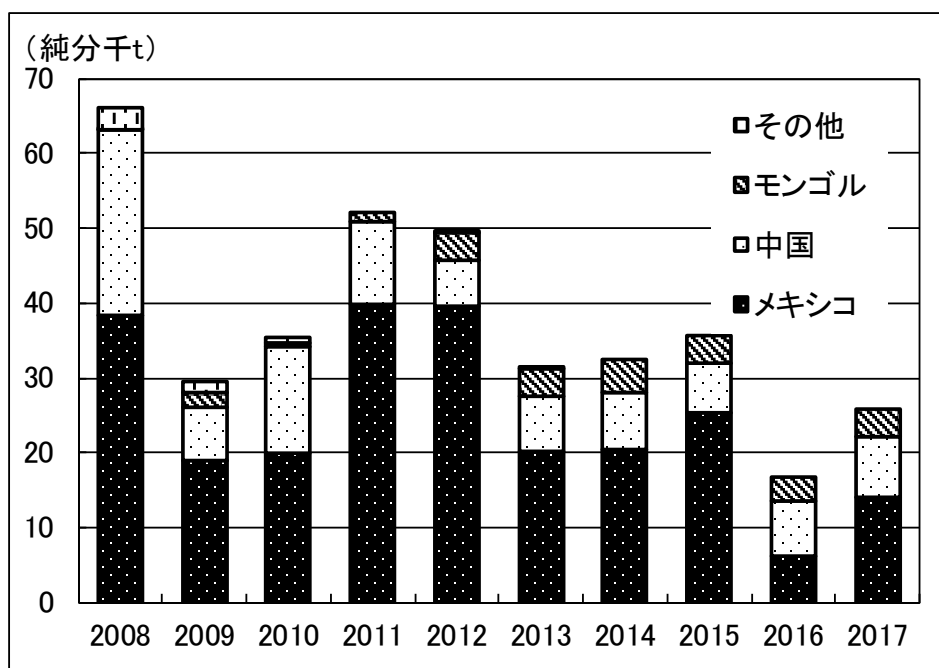


図 3-3 蛍石(冶金・セラミックグレード:CaF₂含有率 97%以下)の輸入相手国

3-2-2 蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)

蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)の輸入相手国を表 3-3、図 3-4 に示す。

輸入量は、前年比 88%の 21.8t と 3 年連続で減少した。主な輸入相手国は中国であり、2017 年は 63%を中国に依存しており、中国からの輸入量が前年比 62%の 13.7t と減少したためと考えられる。またベトナムからの輸入が前年の 3 倍と増加した。

一方 2012 年、2013 年と一部を南アから輸入していたが、南ア産は中国産とほぼ同等の品質を維持しているものの、価格競争力を武器とする中国に対し、無理に価格を下げてまで対抗する方針にはないものとみられ、日本向け輸出は 2014 年にはゼロとなった。

日本国内のフッ素メーカーでは中国に代わる原料ソース開拓を模索しているが、中国産の蛍石は品質が高く、安価であるため、同程度の品質と価格を維持したまま他国で調達するのは難しい状況である。2015 年 4 月にベトナムで蛍石の生産が開始され、はじめてベトナム産蛍石が輸入された。

表 3-3 蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)の輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	112.9	11.8	29.8	39.0	29.6	21.9	28.2	27.8	22.1	13.7	62%	63%
	ベトナム	—	—	—	—	—	—	—	2.4	2.6	7.8	300%	36%
	モンゴル	—	0.09	1.86	3.40	1.19	0.13	0.21	0.12	0.07	0.3	376%	1%
	ドイツ	—	0.00	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	50%	0%
	その他	0.01	0.05	0.00	3.24	5.47	2.10	—	—	—	—	—	—
合計		112.9	12.0	31.7	45.7	36.3	24.1	28.5	30.3	24.8	21.8	88%	100%

出典: 財務省貿易統計
※純分換算率 47.4%

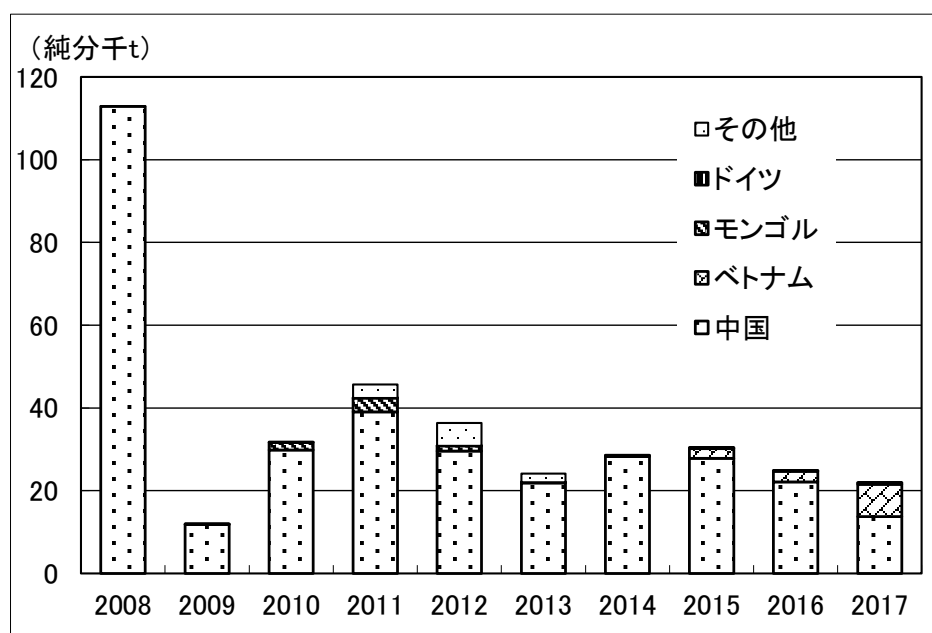


図 3-4 蛍石(アシッドグレード:CaF₂含有率 97%超)の輸入相手国

3-2-3.フッ化水素

フッ化水素の輸出入相手国を表 3-4、図 3-5 に示す。

フッ化水素の輸入も中国依存度が高く、全体の 99%を占める。中国からの輸入品はほとんどが無水フッ化水素(100%フッ酸)である。

国内のフッ化水素メーカーは中国以外のソース開拓に取り組んでいる。その一環として、2012 年～2015 年まではインドの化学企業と取引をおこなう企業があったが、2016 年、2017 年には貿易統計上インドからの輸入はゼロであった。

フッ化水素の輸出量は、前年比 134%で 14.36t、用途としてほとんどが半導体製造用の高純度品である。2017 年は、輸出量の 96%が韓国向けであり、半導体ウエハ製造プロセスで使用される高純度フッ酸やフッ化アンモニウムを半導体メーカーに供給している。

表 3-4 フッ化水素の輸出入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	65.35	50.43	69.71	79.05	80.37	82.00	87.77	86.93	85.33	96.45	113%	99.3%
	台湾	0.04	0.54	2.01	2.11	1.21	1.35	1.90	2.08	1.34	0.69	51%	0.7%
	オランダ	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.02	—	0.0%
	その他	1.37	2.88	0.36	0.69	0.25	0.05	0.22	0.21	0.00	0.00	0%	0.0%
	合計	66.76	53.85	72.08	81.85	81.82	83.40	89.88	89.21	86.67	97.16	112%	100.0%
輸出	韓国	6.67	5.22	7.48	11.16	11.94	12.50	12.02	10.16	10.39	13.80	133%	96.1%
	米国	0.48	0.22	0.43	0.48	0.57	0.55	0.59	0.47	0.23	0.40	175%	2.8%
	中国	0.67	0.45	0.58	0.54	0.11	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	119%	0.4%
	シンガポール	0.24	0.23	0.36	0.01	0.09	0.04	0.02	0.05	0.04	0.03	80%	0.2%
	インドネシア	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.03	88%	0.2%
	台湾	0.61	0.33	0.31	0.37	0.03	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	264%	0.2%
	ドイツ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	—	0.1%
	その他	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	—	0.0%
	合計	8.72	6.48	9.19	12.56	12.73	13.13	12.72	10.84	10.75	14.36	134%	100.0%

出典: 財務省貿易統計

※輸入フッ化水素95%、輸出フッ化水素47.5%

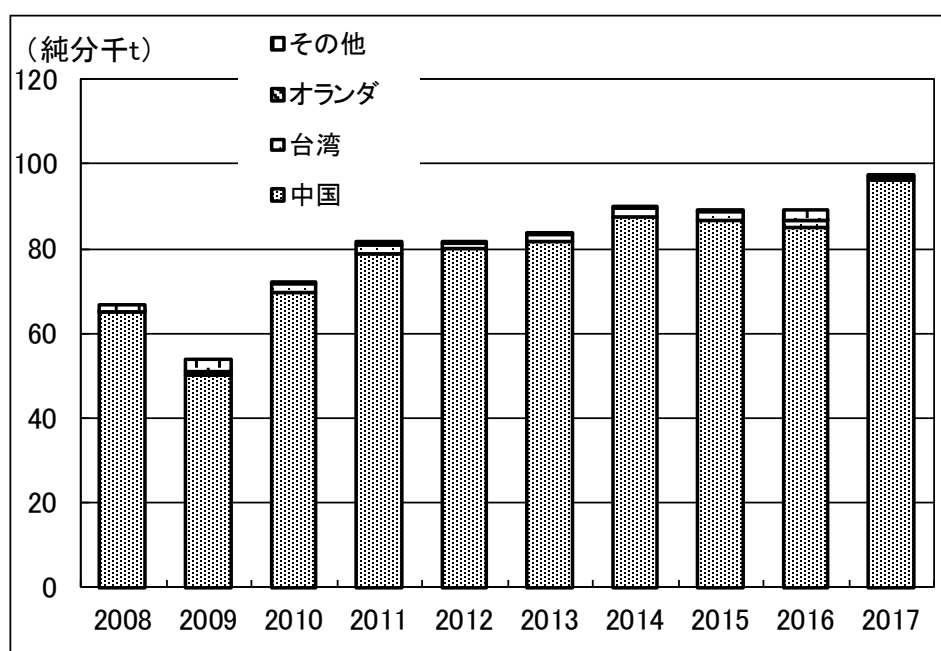


図 3-5 フッ化水素の輸入相手国

3-3.輸出入価格

フッ素の平均輸出入価格を表 3-5、図 3-6、図 3-7 に示す。

蛍石(冶金・セラミックグレード)及び蛍石(アシッドグレード)の輸入価格は2012年以来4年連続減少傾向であったが、2017年は共に前年比123%、122%と増加した。

フッ化水素の輸入価格は、2011年以降下がりが続いていたが、2017年は前年比131%と大幅に増加した。

先に述べたようにフッ化水素の輸入のうち、中国からの無水フッ酸が大部分を占めるために、この価格が上がれば全体の価格も上昇する。またフッ化水素の輸出価格は、2011年以降下落傾向にあり、前年増加したが2017年は前年比96%と下落した。

フッ化物の輸入価格は11,000～13,000\$/t台を増減しており、2017年は前年比113%と増加した。またフッ素樹脂の輸入価格は17,000～26,500\$/t台で2012年にピークであったがそれ以降下落傾向である。2017年は前年比98%と下落した。

表 3-5 フッ素の平均輸出入価格

			単位: \$/t										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	蛍石（冶金・セラミックグレード）	輸入	247	249	286	326	361	361	351	339	265	325	123%
		輸出	638	1,140	1,097	1,117	1,174	1,077	1,018	824	1,027	1,048	102%
	蛍石（アシッドグレード）	輸入	326	327	292	529	530	390	380	328	272	331	122%
		輸出	572	726	887	981	990	847	801	700	136,971	56,935	42%
素材	フッ化水素	輸入	1,721	1,097	1,470	2,153	1,720	1,597	1,410	1,350	1,233	1,618	131%
		輸出	1,944	1,967	1,962	2,217	2,134	1,700	1,607	1,457	1,599	1,542	96%
	フッ化物	輸入	12,261	9,884	14,012	11,989	14,546	11,171	12,007	12,635	11,004	12,457	113%
		輸出	5,346	6,104	6,085	5,824	6,007	5,201	5,198	5,201	7,181	8,005	111%
	フルオロカーボン類	輸入	5,162	3,917	4,355	6,989	4,749	3,741	3,733	3,773	3,285	3,773	115%
		輸出	7,265	7,874	11,898	13,912	13,938	14,200	16,757	14,345	16,776	18,218	109%
	フッ素樹脂	輸入	18,143	17,895	19,222	23,747	26,189	20,252	20,418	17,685	17,307	17,029	98%
		輸出	10,232	7,554	7,979	8,681	8,073	7,181	7,439	7,474	8,333	8,082	97%

出典: 財務省貿易統計

輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

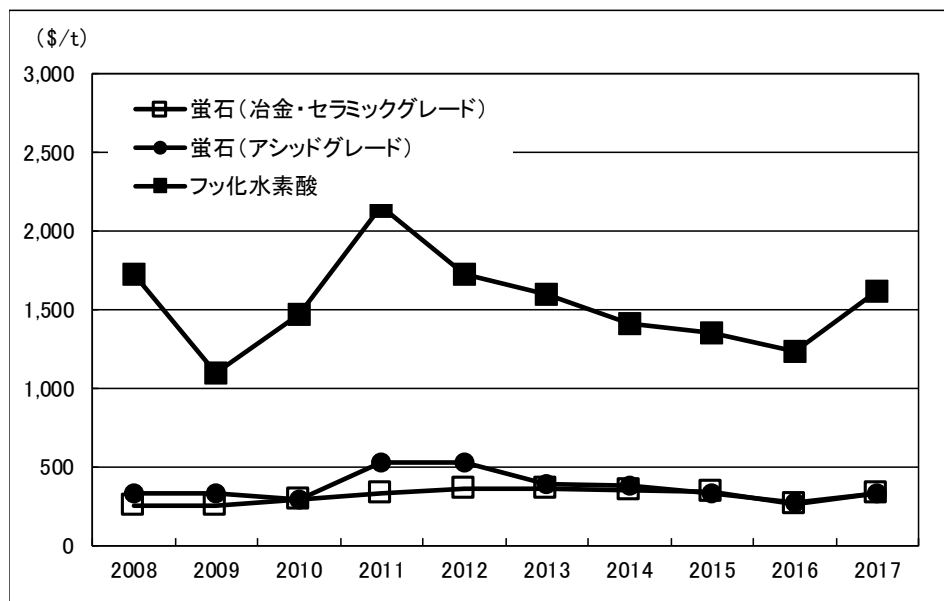


図 3-6 フッ素(蛍石、フッ化水素酸)の平均輸入価格

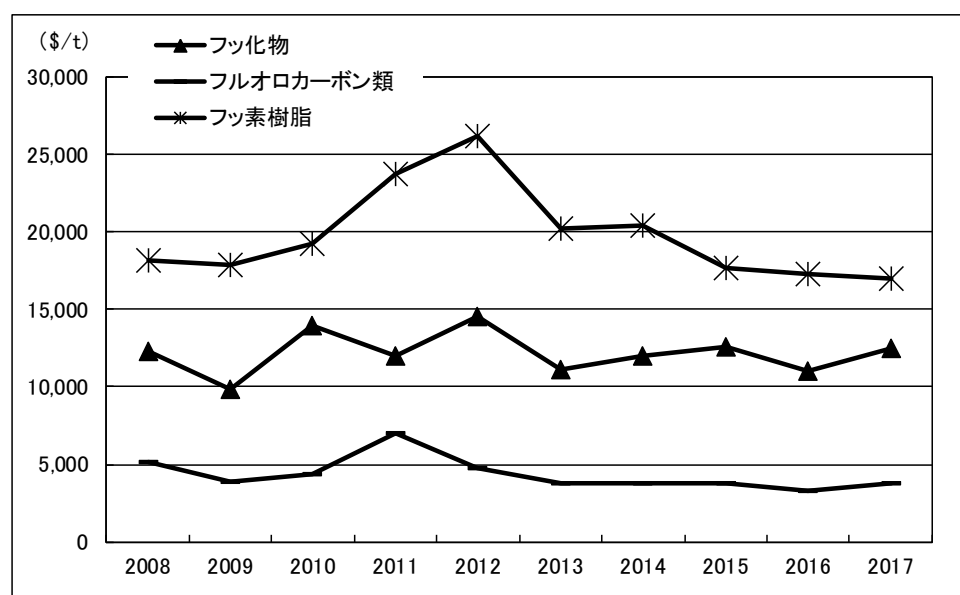


図 3-7 フッ素(フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂)の平均輸入価格

4.リサイクル

フッ素のリサイクル率は以下の定義により推計すると表4の通りである。

現時点では、使用済みの最終製品からのフッ素の回収、リサイクルの実績はないが、半導体メーカーからの使用済薬液の再利用や、使用済薬液から蛍石（鉱石のような状態ではなく、ウェットな状態のもの）を取り出す取り組みが行われている。半導体で利用された使用済薬液は不純物が少なく、55%フッ酸製造の際の原料として使用される他、回収したフッ素メーカーサイドで酸性フッ化アンモニウムに再加工されている。

この他、フッ素メーカーによる回収・再利用ではないが、先にも述べたようにLCDガラススリミングやステンレス洗浄用のフッ酸に半導体メーカーから排出される高純度フッ酸の使用済薬液が使用されるケースがある。ガラスの加工メーカー（表面処理業者）が半導体メーカーから直接使用済薬液を購入する形となるため、フッ素メーカーは介在しない場合もある。

新たな動きとしては、リン鉱石からの蛍石リサイクルに向けた研究開発がリンの大手メーカーによって進められている。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※使用済製品からのリサイクル量とは、製品から原料・素材に戻る量を示す。

※原料は蛍石、素材はフッ化水素、フッ化物、フルオロカーボン類、フッ素樹脂の合計値

表4 フッ素のリサイクル率

単位：純分千t

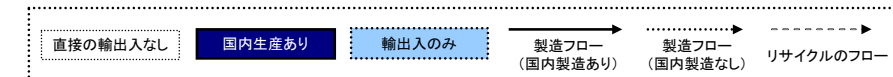
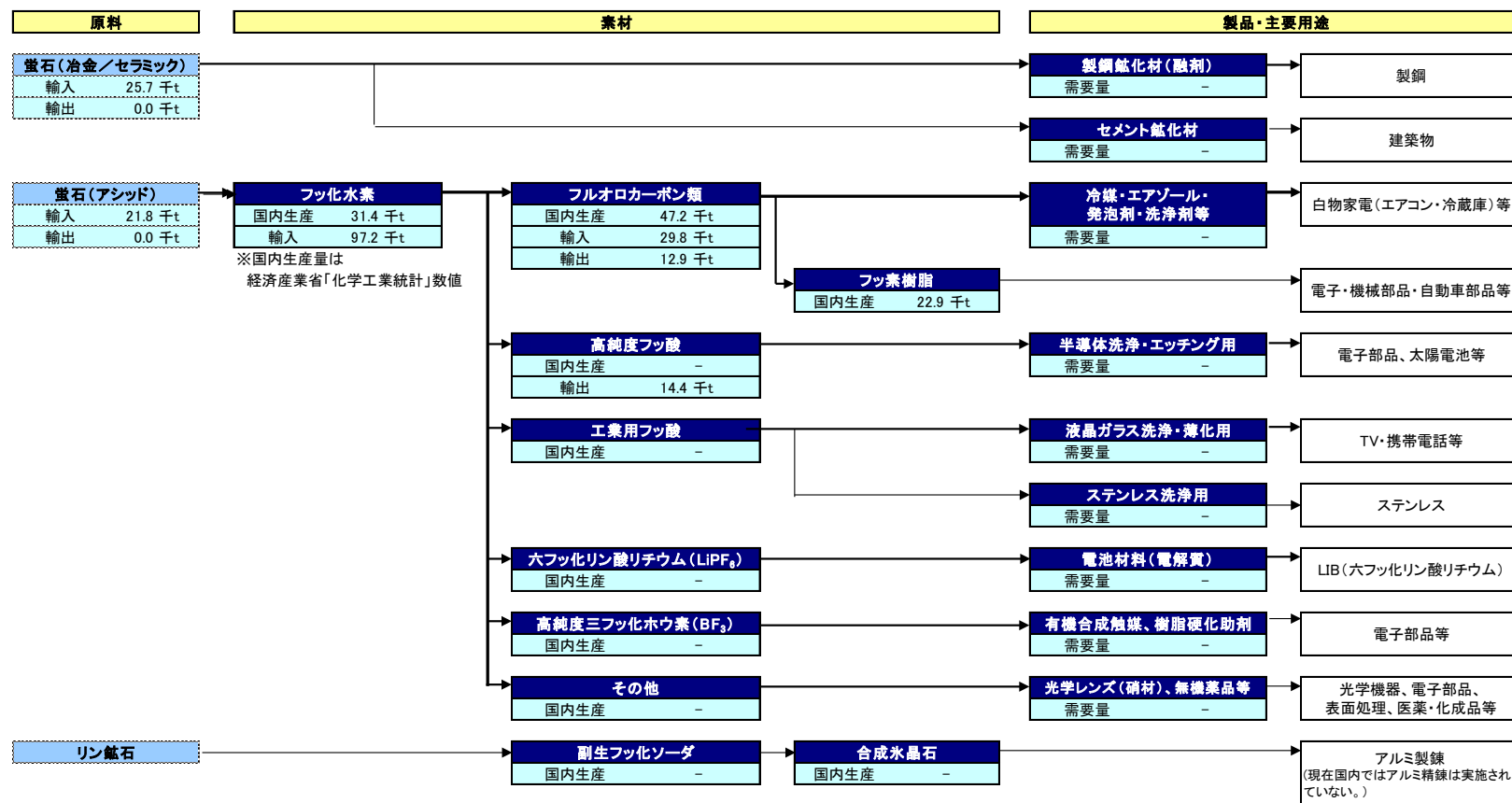
区分	内訳	2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費量	国内発生量 ¹⁾	0	0	0	0	0
	原料・素材 輸入－輸出 ²⁾	124	141	145	123	139
	合計①	124	141	145	123	139
リサイクル量 ②		0	0	0	0	0
リサイクル率 ②／①		0%	0%	0%	0%	0%

出典：1) 環境省「フロン回収・破壊法に基づく業務用冷凍空調機器からのフロン類回収量等の集計結果」

2) 財務省貿易統計

5. マテリアルフロー

フッ素のマテリアルフロー(2017 年)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された原料、素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※純分換算率：蛍石(冶金・セラミックグレード：41.6%、アシッドグレード47.4%)、フッ化水素酸95%、フルオロカーボン類(クロロジフルオロメタン43.9%等)、フッ素樹脂76%、フッ化物(フッ化アルミニウム67.9%等)

※「-」：生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」：四捨五入して表の最小単位未満である。

マグネシウム Mg

【用途】 実用では最も軽く、比強度、比剛性などが高い構造用金属

主に軽量の構造材料として使用されている。マグネシウム合金は、自動車(エンジン周辺部品、ステアリングホイール等)や航空機(エンジン部品、機体材料等)には欠かせない重要な材料となっており、宇宙船においても各種の構造材や部品として用いられている。

また、高速で回転する紡績機のボビンや糸巻などのほか、樹木伐採用のエンジンのこぎり、草刈り機、噴霧器、カメラや双眼鏡のボディなどの携帯用機器にも使用されている。

【特性】

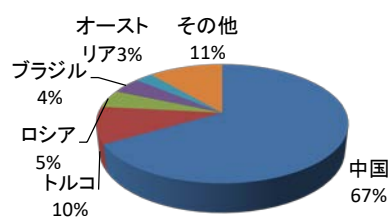
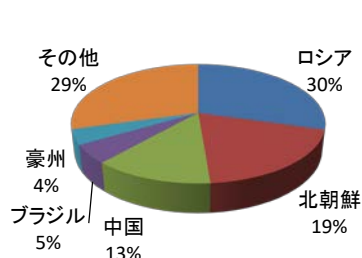
- ・比重がアルミの2/3と実用金属中で最も軽い
- ・重量当たりの強度や曲げ弾性率が高い
- ・電気・熱の伝導性が高い
- ・振動吸収性が高い

【資源国と消費国】

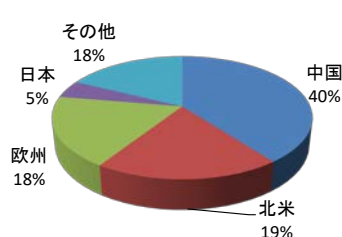
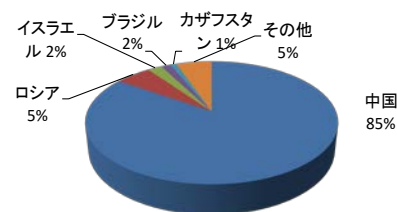
[国名、構成比(%)] (2017 年世界計) 出典:USGS2018、工業レアメタル

国別埋蔵量 マグネサイト鉱(合計 7,800MgO 百万 t)

国別生産量 マグネサイト鉱(合計 27,000MgO 千t、(米国は非公開))

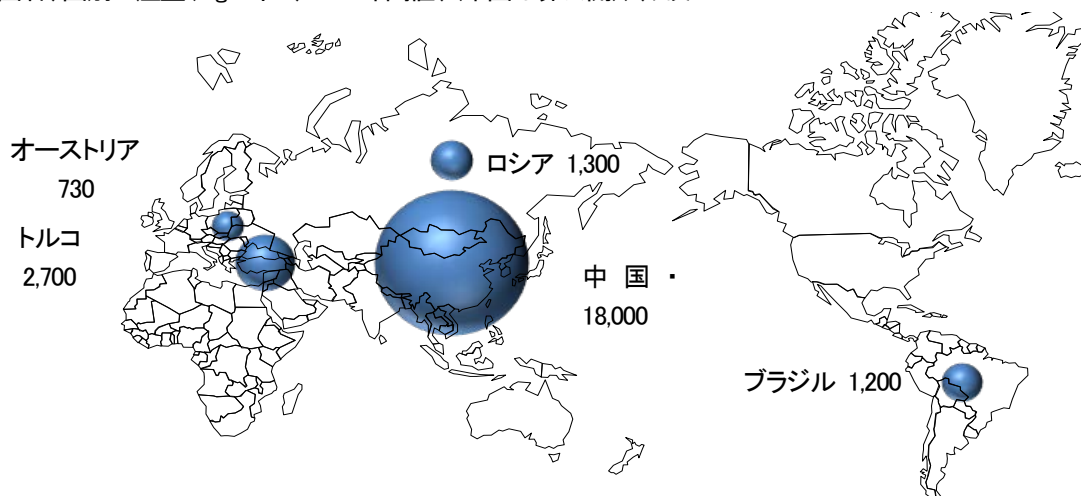


国別純マグネシウム生産量 (合計 1,100 純分千 t、 地域別マグネシウム需要量(合計 972 純分千 t) (米国は非公開))



【世界の主要マグネサイト鉱生産国】 中国の生産が他を圧倒

国名、国別生産量(MgO 千t、2017 年間値、(米国は非公開))、出典:USGS2018

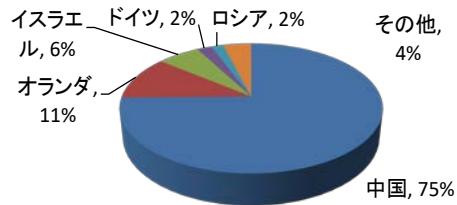


【貿易概況】 出典：Global Trade Atlas、財務省貿易統計

■世界

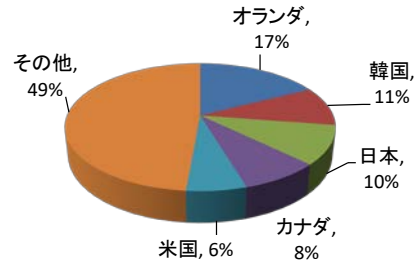
純マグネシウム主要輸出国

(2017 年合計 326.6 千 t)



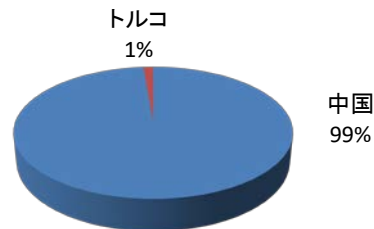
純マグネシウム主要輸入国

(2017 年合計 277.5 千 t)

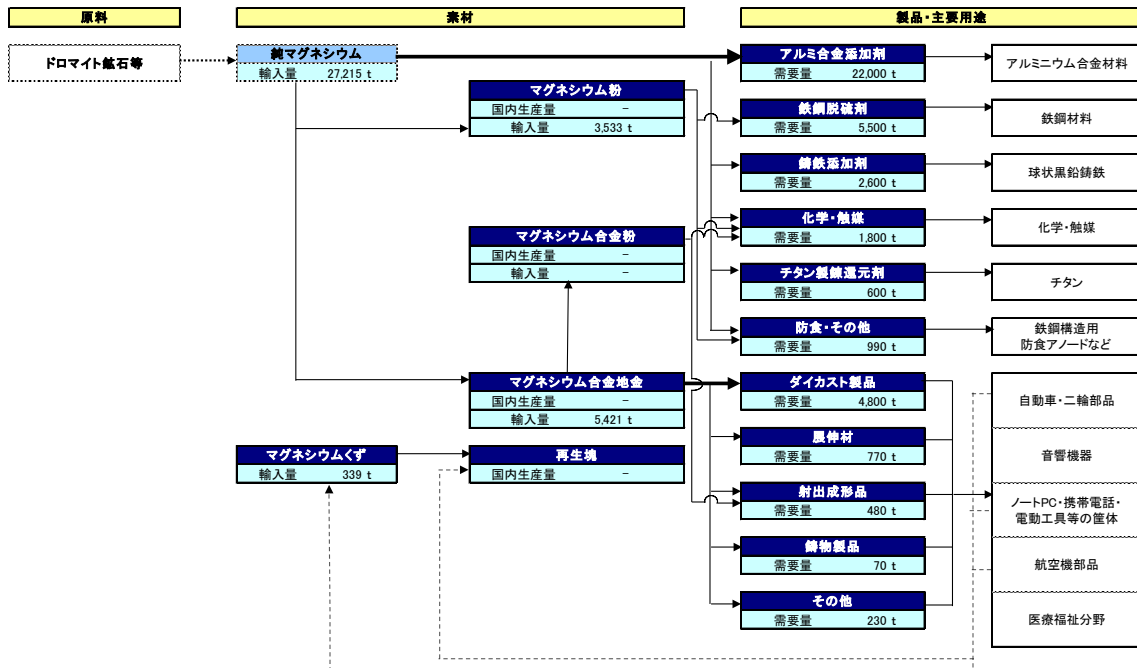


■日本

純マグネシウム主要輸入相手国 (2017 年合計 27.2 千 t)



【鉱石から製品まで】



【概要】

- ・マグネシウム地金需要の規模は世界で 100 万 t、日本で 4 万 t である。
- ・世界的見ると、供給はコスト優位性から中国に大きく依存している状況。
- ・中国では青海省で電解法によるマグネシウム生産計画が進められていて、この計画が実現した場合、現状の世界生産の約 40% に達する規模で、中国の寡占化がさらに進むことになる。
- ・中国以外では、日本は、トルコ、イスラエル、ロシアからの純マグネシウムを輸入しているが、今のところ中国依存に大きな変化は認められない。
- ・世界のマグネシウム需要は伸びており、今後も自動車用途がけん引する形での成長が期待されている。
- ・国内需要は横ばいであり、業界は用途開発に努めている。
- ・マグネシウムのリサイクル推進が業界において検討されている¹。

1. 特性・用途

マグネシウムは、単体としては天然には産出しないが、地殻中に 6 番目に多く存在する金属で、海水や塩湖には塩化マグネシウムの形で存在しており、その意味では資源は事実上豊富に存在する。工業材料として様々な優れた性質を持っており、用途も非常に大きな広がりを持っている。しかし、状態によって着火しやすい、あるいは熱水と強く反応して水素ガスを発生する等の性質を有するためその取り扱いには十分な注意を必要とする金属である。

白熱して燃える性質があるため、以前は写真のフラッシュとして使われていたが、現在でも花火に使われている。

マグネシウムの製造方法は、ピジョン法(マグネシウム鉱石熱還元法)と電解法(塩化マグネシウムの熔融塩電解法)の 2 種類に大別される。ピジョン法(熱還元法)とはマグネシウム鉱石を用い熱分解法で作る。すなわち、焼成ドロマイト(ドロマイト: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)とフェロシリコン(以下、FeSi)を高温真空中で加熱しシリコンの還元作用により生成したマグネシウムの蒸気を冷却部で凝結させる方法である。ピジョン法は少量多品種の生産に適している。他方、電解法(塩化マグネシウムの熔融塩電解法)には、IG 電解法、DOW 電解法、新電解法の 3 種類の方法がある。いずれの方法も、ドロマイト、マグネサイト焼鉱、海水から採取した塩化マグネシウム、酸化マグネシウムなどを原料とし、複数の工程を経て濃縮された塩化マグネシウムを作り、これを電解により純マグネシウムを得る方法である。電解法は大規模生産に優位性がある。

需要面では、主に純マグネシウムを使用する合金成分添加や還元剤の需要と、粉・粒としての鉄鋼脱硫剤、触媒分野等への利用、マグネシウム合金を使用する構造材分野での需要がある。

マグネシウム単体は銀白色の金属で、アルミニウムの 2/3 と実用の構造用金属では最も軽く、比強度、比剛性などが高いことから、主に軽量の構造材料として使用されている。合金構造材としての利用はダイカストなどの casting 材を主体に、特に航空機には欠かせない重要な材料となっており、設計上、ある程度の厚みが必要なクランクケース、過給機、油圧ポンプなどのエンジン部品、小型機やヘリコプターのプロペラ部品及び機体材料として使われているほか、宇宙船においても各種の構造材や部品として用いられている。

また、自動車部品、二輪車部品、情報機器(ノート PC、デジタルカメラ、携帯電話、ビデオカメラ等)等、さらには高速で回転する紡績機のボビンや糸巻などにも使用されるほか、樹木伐採用のエンジンのこぎり、草刈り機、噴霧器、カメラや双眼鏡のボディなどの携帯用機器にも使用されている。

添加剤、還元剤用途としては、アルミ合金への添加剤やチタンやジルコニウム製造時の還元剤がある。その他、触媒として、医薬品や農薬、ポリ塩化ビニル等の製造用に金属マグネシウム、水酸化マグネシウムや塩化マグネシウム等の化成品が使用されている。マグネシウムの還元性能を活かし、マグネシウムの粉・粒が鉄鋼脱硫剤として使用されている。

¹ http://www.meti.go.jp/policy/nonferrous_metal/strategy2016/summary.pdf、「経産省の 2030 年を見据えたマグネシウム産業戦略」で、今後の対策として添加剤や還元剤用のマグネシウムのコスト低減のためのリサイクル材の有効活用が取組が重要とされている。

2 需給動向

2-1 世界の需給動向

世界の純マグネシウム生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2015 年以降米国生産量が非公表で、合計値も米国生産量が含まれていない。従って 2014 年以前と 2015 年以降の比較には注意を要する。

米国を除く 2017 年の生産量は、前年比 110% の 1,100 千 t であった。純マグネシウムの主要生産国は中国で、2017 年は前年比 107% であった。

表 2-1 世界の純マグネシウム生産量

単位：純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	559	501	654	661	698	770	874	852	871	930	107%	85%
米国※	50	45	45	50	55	60	60	W	W	W	—	—
ロシア	37	37	40	37	29	32	28	60	58	60	103%	5%
イスラエル	35	29	30	30	27	28	30	19	23	24	104%	2%
カザフスタン	21	21	20	21	21	23	21	8	10	10	100%	1%
ブラジル	15	16	16	16	16	16	16	15	16	16	100%	1%
その他	5	4	4	6	12	9	10	18	22	60	—	5%
合計	722	653	809	821	858	938	1,039	972	1,000	1,100	110%	100%

出典：U.S. Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Magnesium」

※：米国は推計値から、W＝非公表に移行。移行後の合計値には米国生産量が含まれていない。

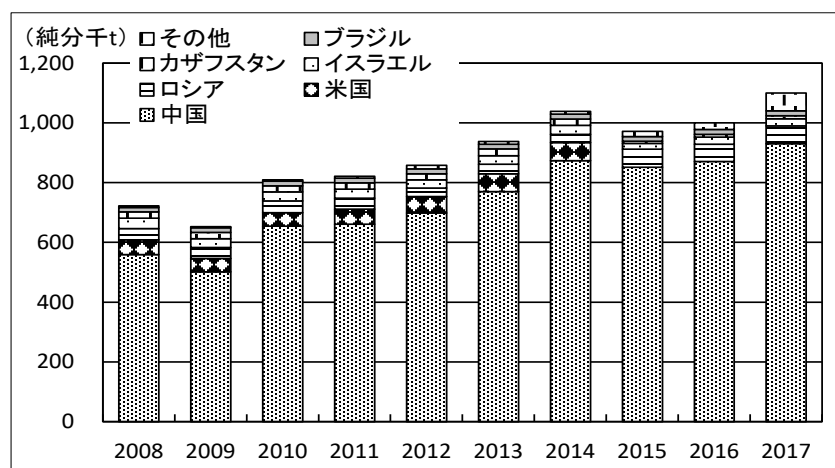


図 2-1 世界の純マグネシウム生産量(2015 年以降米国生産量(非公表)含まず)

2017 年時点で米国を除く世界生産の 85% を中国が占めており、以前は中国以外の国でも多く生産されていたが、圧倒的なコスト競争力を持つ中国企業に依存している。ユーザー側はマグネシウムの中国一國依存に危機感を持ちつつも、今のところ価格を重視する姿勢に変化はなく、中国依存は当面変わらない状況と見られる。

中国のマグネシウム生産の 4 割強を占める陝西省では、主にドロマイト鉱石からピジョン法によりマグネシウムを生産している企業が集中する。これらの企業はコークス炉ガスを熱源エネルギーとして流用し、低コストで地金を生産している。一方で、中国でも青海省では電解法によるマグネシウム生産計画が進められている。プラントは完成し、2016 年に生産開始の予定であったが、2018 年に試運転から量産に移行すると計画が変更されている。年産能力に変わりはなく、第一段階として 150 千 t、2020 年には、200 千 t、最終的な生産量は 450 千 t 以上となる予定である。この計画が実現した場合、現状の世界生産の約 40% に達する規模で、中国の寡占化がさらに進むことになる。

マグネシウム生産においては、これまでのような中国への依存から脱却するため、イラン、トルコ、豪州、イスラエル、ノルウェー、カナダ、米国等においてマグネシウム製錬プロジェクトが計画されているが、一か国を

除きいずれも立ち上がっていない模様である。コスト面がネックになっていると推定される。

C&M 社の推計によれば、2017 年における世界の地金需要は前年比 115%の 972 千 t と大幅に伸びた。また、世界の用途別需要量の各比率は、アルミ合金向けが全体に占める比率は 39%、ダイカスト向けが同 34%、鉄鋼脱硫向けが同 12%、金属製錬を含むその他向けが同 15%である。主要用途であるアルミ合金とダイカストにおける 2017 年の需要は、アルミ合金が前年比 120%の 375 千 t、自動車向けダイカストが同 123%の 290 千 t、その他のダイカストが同 118%の 40 千 t と軒並み増加した。

今後の需要の伸びが期待されているものに自動車向けダイカスト製品がある。パワートレイン系(動力源からギア、シャフトなどを介して末端部分に動力を伝える機構)部品や、電気自動車(以下 EV)化に際して車体の軽量化が重要な課題となっていることで、その他各種部品のマグネシウム化が進むことによりさらなる軽量化が実現できるため、燃費向上に大きく寄与することが期待されている。

日本は鉄鋼技術が優れているため、既存の鉄系材料の改良で軽量化を実現している面がある。一方、日本マグネシウム協会を中心として、ダイカストメーカー、展伸材メーカー、自動車メーカーが参加した自動車部品のマグネシウム化に関する検討会が開催されるなど²、自動車部品のマグネシウム化の今後の展開が期待される活動が活発的に行われている。

2-2 国内の需給動向

マグネシウムの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。また、合金添加剤等及び構造材料の用途別需要を図 2-3、図 2-4 に示す。

2017 年のマグネシウム国内供給量は前年比 107%の 38,837 t、需要量は同 99%の 40,067 t であった。

基本的に国内需要は横ばいであり、日本国内で見れば現在増大する要素はない。生産の海外シフトが進んだためである。日本の業界は新しい需要を開拓すべく輸送関係(自動車、鉄道、航空機)関連の研究開発を推進している。

添加剤等には主に純マグネシウムまたはマグネシウム粉が使用され、構造材料にはマグネシウム合金が使用される。ただし、マグネシウム射出成形品はマグネシウム合金粉が使用されている。

以下に、内需に占める比率の大きい用途から順(除:粉・その他(素材・製品))にその動向を示す。

² http://magnesium.or.jp/_wp/wp-content/uploads/2017/06/H29fy_jigyohokoku.pdf、自動車マグネシウム適用拡大委員会、自動車 Mg 展伸材適用検討委員会

表 2-2 マグネシウム地金の国内需給

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	輸入(素材・製品) ¹⁾	44,869	27,880	39,688	41,241	37,632	33,227	38,708	37,925	36,174	38,837	107%
	輸出(素材・製品) ¹⁾	923	530	1,805	2,375	787	733	761	1,157	600	227	38%
需要	合金添加剤等	アルミ合金添加	20,124	17,552	20,185	19,616	19,485	18,800	21,000	21,500	22,000	102%
		鉄鋼脱硫剤	7,859	4,075	5,814	6,124	4,140	3,950	5,500	5,500	5,500	100%
		鑄鉄添加剤	2,352	2,238	2,358	2,306	2,327	2,340	2,725	2,500	2,600	104%
		化学・触媒	—	—	—	—	1,860	1,800	2,200	2,100	1,800	86%
		チタン製錬還元剤	724	600	400	1,193	740	60	420	800	600	75%
		小計	31,059	24,465	28,757	29,239	28,552	26,950	31,445	31,800	32,400	100%
	構造材料	ダイカスト	7,684	5,493	6,878	5,742	6,379	5,800	5,800	5,300	4,800	91%
		展伸材	—	—	—	—	584	760	700	750	770	103%
		マグネ射成形	587	328	168	220	400	300	300	400	480	120%
		その他合金	905	342	1,165	1,104	800	1,030	200	230	230	115%
		鑄物	92	120	76	92	55	70	70	70	70	100%
		小計	9,268	6,283	8,287	7,158	8,218	7,960	7,070	7,150	6,350	94%
	粉・その他(防食・その他)	1,795	1,241	897	1,340	606	620	1,200	1,200	950	990	104%
	小計	42,122	31,989	37,941	37,737	37,376	35,530	39,715	40,150	40,070	39,840	99%
	輸出(素材・製品) ¹⁾	923	530	1,805	2,375	787	733	761	1,157	600	227	38%
	合計	43,045	32,519	39,746	40,112	38,163	36,263	40,476	41,307	40,670	40,067	99%
	供給-需要 [※]	1,824	-4,639	-58	1,129	-532	-3,036	-1,768	-3,383	-4,496	-1,230	

出典: 1) 財務省貿易統計

2) 日本マグネシウム協会「国内マグネシウム2017年需要実績/2018年需要予測」

純分換算率: マグネシウム合金90%、その他100%

※供給-需要は新地金のみを対象とするもので再生マグネシウム、工程内のリサイクル量は含まれていない。

※構造材のダイカストにおいては50~80%の工程内くずが発生し、これらのくずは製造工程内でリサイクルされている。

※素材は純マグネシウム、超高純度マグネシウム、マグネシウム合金、高合金マグネシウム、マグネシウム粉、くず、製品はマグネシウムその他製品による。

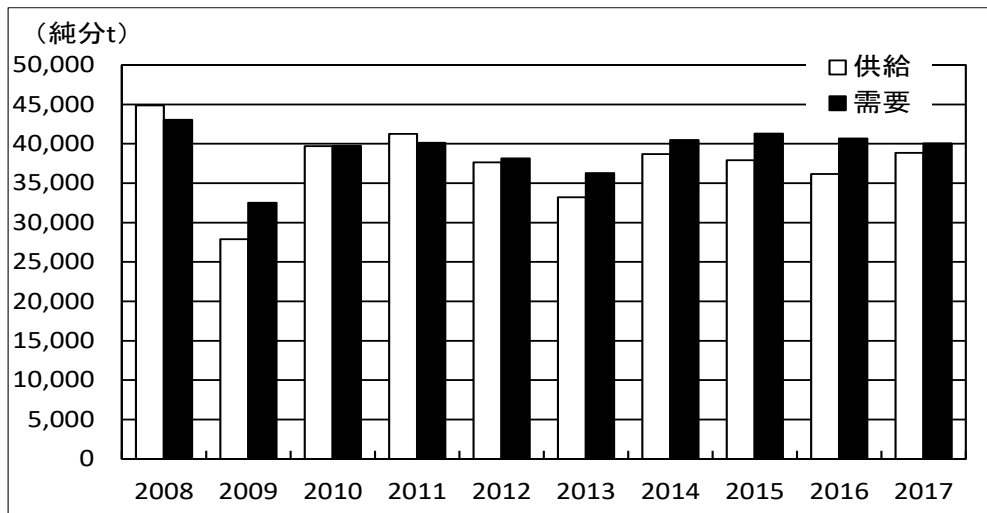


図 2-2 マグネシウム地金の国内需給

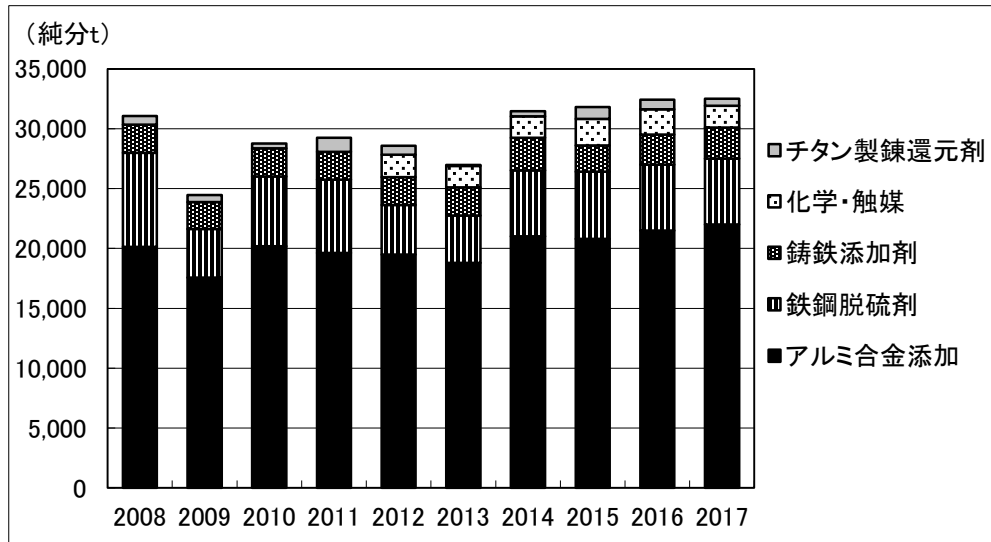


図 2-3 合金添加剤等の用途別需要

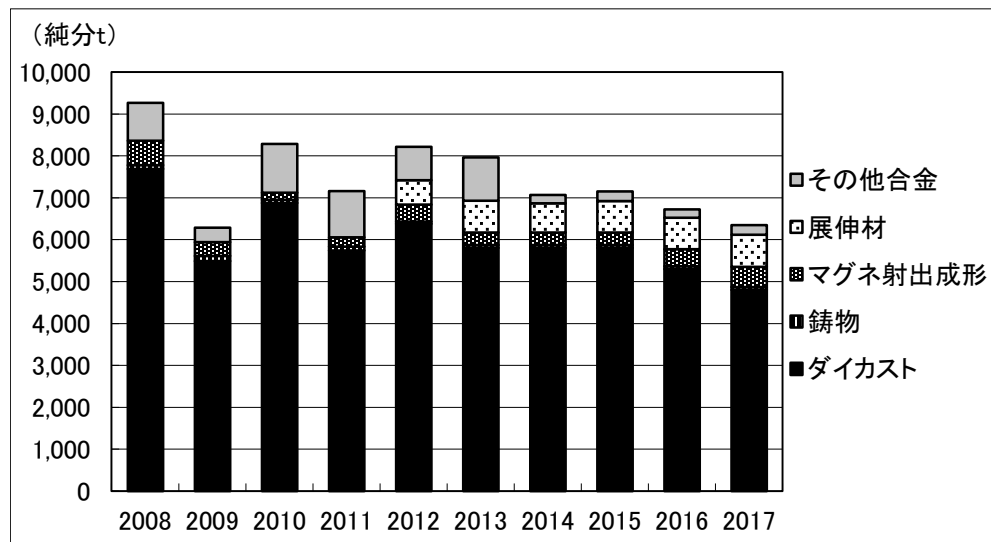


図 2-4 構造材料の用途別需要

(1) アルミ合金添加

マグネシウム内需の中で使用量が最も大きい用途は、アルミ合金添加向けで、2017 年は内需全体の 55% を占め、使用量はアルミ合金生産・需要の動きに連動する傾向がある。また、2017 年の需要量は前年比 102%の 22,000 t であり、4 年連続して 2 万t台を維持している。

国内のアルミ合金添加の主要用途は、アルミサッシ、アルミ缶等があり、その他には自動車向けの需要もある。なお、マグネシウムが多く添加されているアルミ合金は Al-マグネシウム系合金(5000 系)、Al-マグネシウム-Si 系合金(6000 系)、Al-Zn-マグネシウム系合金(7000 系)である。缶材には 5000 系が使用されているが、近年はコーヒ缶のアルミ化が進み、需要を底上げしている。

(2) 鉄鋼脱硫剤

内需の中で二番目に大きい用途は鉄鋼脱硫剤向けで、2017 年は内需全体の中で 14%を占めた。また、2017 年の需要量は前年比 100%の 5,500tであった。2014 年～2017 年の 4 年間は 5,500t～5,600t で推移している。

脱硫剤においては、マグネシウムの代わりに安価な生石灰、石灰石、ドロマイト等が使用されるケースもあるが、残滓量削減や高品質特性を得るため、高張力鋼(ハイテン)などの高級鋼の多くはマグネシウム含有の脱硫剤を使用している。

(3) ダイカスト

内需の中で三番目に大きい用途はダイカスト向けで、2017 年は内需全体の中で 12%を占めた。また、2017 年の需要量は前年比 91%の 4,800tと 2 年連続で減少した。自動車部品などの生産拠点の海外移転が進展していることが減少につながったと推察される。一方、マグネシウム部品による自動車の軽量化が進むと需要増が見込まれる。

(4) 鑄鉄添加剤、その他

内需の中で四番目に大きい用途は、主に球状黒鉛鑄鉄に用いられている鑄鉄添加剤で、2017 年は内需全体の中で 6%を占め、需要量は前年比 104%の 2,600t と増加した。2008 年からの 10 年間でみると、おおよそ 2,300t～2,500t で推移している。球状黒鉛鑄鉄は大口徑水道管、自動車の鑄鉄部品等に、毎年安定して使用されている。

その他には、化学・触媒向け、チタン製錬還元剤向け、展伸材向け、射出成形向け、その他合金向け、粉・その他(防食・その他)がある。

化学・触媒向けでは、グリニャール反応の名称で知られる化学反応で求核剤として広く用いられる。2017 年は前年比 86%の 1,800t と 300t 減であった。

チタン製錬還元剤はチタン製錬(クロール法)で用いられるものであり、2017 年は前年比 75%の 600t となった。

展伸材は押出や圧延、鍛造で製造される製品で、電子機器部品、音響機器部品、レース用のホイール等で用いられており、2015 年には福祉用具(車いす、杖など)で採用されるなど、2017 年も前年比 103%の 770t と堅調な需要を保っている。

射出成形は、自動車部品、ノートPC、一眼レフカメラやスマホ構造部品などで使用される。2017 年は前年比 120%の 480t となった。

鑄物向けは主には航空機(主にヘリコプター)向けであり、試作品や特注品向けの需要が多い。2017 年の需要量は 70t と 2013 年以降 5 年間横ばい状態である。

その他合金は前年比 115%の 230t と 30t 増であり、粉・その他(防食・その他)も前年比 104%の 990t と 40t 増であった。

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

マグネシウムの輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年のマグネシウム輸入量は 2 年連続の減少の後、前年比 107%の 38,837t であった。一方輸出量は、純マグネシウムは増加したが、他は軒並み減少し、輸出量全体では前年比 44%の 379t と 2 年連続で減少し、リーマンショックの時を下回り、この 10 年で最低の輸出量であった。

表 3-1 マグネシウム輸出入数量

単位:純分t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	純マグネシウム	輸入	25,462	18,352	25,367	27,252	23,800	22,002	26,439	25,006	24,481	27,184	111%
		輸出	74	40	13	27	1	1	0	5	11	107	962%
	超高純度 マグネシウム	輸入	674	11	-	0	1	1	6	43	11	32	298%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	マグネシウム 合金	輸入	8,853	4,746	7,725	7,054	7,444	5,544	5,467	6,078	5,135	5,154	100%
		輸出	735	474	1,749	2,300	576	295	510	1,037	435	108	25%
	高合金 マグネシウム	輸入	884	45	48	28	33	88	77	101	79	267	338%
		輸出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	マグネシウム粉	輸入	8,181	4,075	5,734	5,884	5,295	4,570	4,182	4,088	3,743	3,533	94%
		輸出	63	4	7	5	6	8	8	8	14	13	97%
	くず	輸入	394	310	412	578	517	232	300	335	370	339	91%
		輸出	21	1	24	4	185	390	156	75	358	112	31%
小計	輸入	44,448	27,538	39,287	40,796	37,091	32,436	36,471	35,650	33,819	36,509	108%	
	輸出	893	519	1,793	2,336	769	694	675	1,126	818	339	41%	
	輸入－輸出	43,556	27,019	37,494	38,460	36,322	31,742	35,796	34,524	33,001	36,169	110%	
製 品	マグネシウム その他製品	輸入	421	341	401	445	541	791	2,237	2,275	2,355	2,329	99%
		輸出	31	11	12	39	19	39	86	31	52	39	76%
		輸入－輸出	390	331	389	406	522	752	2,151	2,243	2,303	2,289	99%
合計	輸入	44,869	27,880	39,688	41,241	37,632	33,227	38,708	37,925	36,174	38,837	107%	
	輸出	923	530	1,805	2,375	787	733	761	1,157	870	379	44%	
	輸入－輸出	43,946	27,350	37,883	38,866	36,844	32,494	37,947	36,767	35,304	38,459	109%	

出典:財務省貿易統計

純分換算率:マグネシウム合金90%、その他100%

※素材は純マグネシウム、超高純度マグネシウム、マグネシウム合金、高合金マグネシウム、マグネシウム粉、くず、製品はマグネシウムその他製品による。

※2016,17年・輸出の純マグネシウムの値は、超高純度マグネシウムを含む。

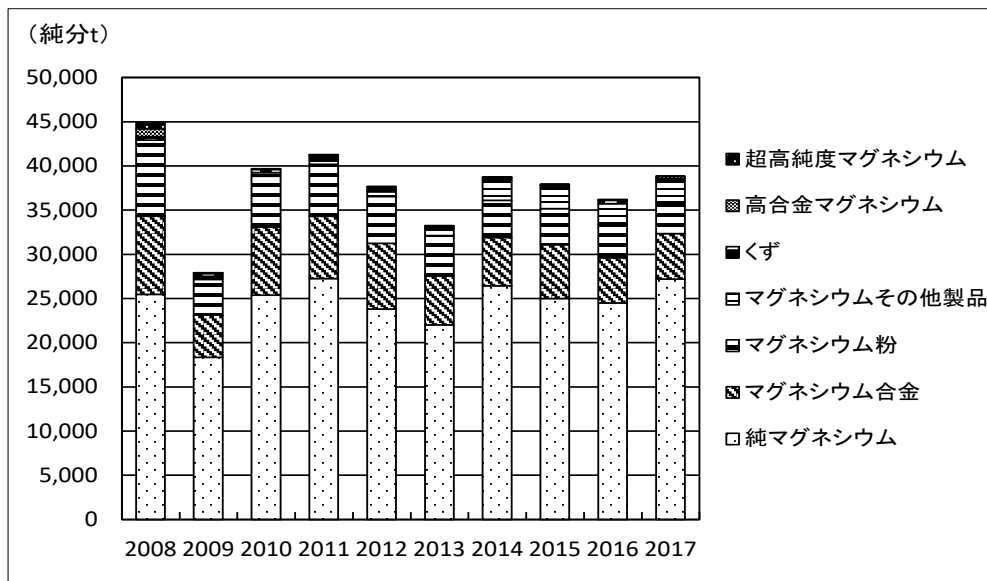


図 3-1 マグネシウム輸入数量

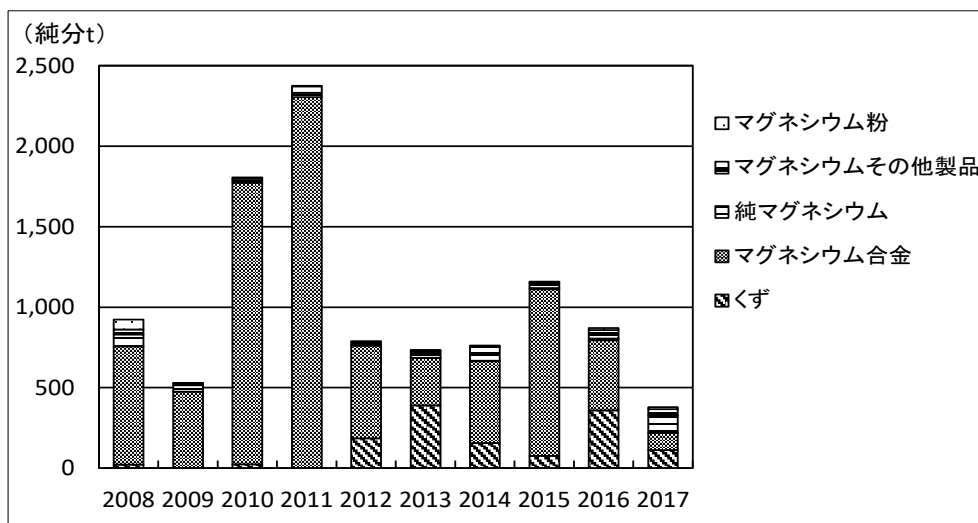


図 3-2 マグネシウム輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1 純マグネシウム

純マグネシウムの輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。

2017 年の純マグネシウム輸入相手国は、中国、トルコの 2 か国であり、輸入量のうちほぼ全量を中国が占めており、中国からの輸入量は前年比 110% の 26,824t と相変わらず寡占状態を保っている。中国の寡占化に対し、問題意識はあるものの、当面この依存状態に大きな変化はないと推定されている。

表 3-2 純マグネシウムの輸入相手国

		単位: 純分t										17/16比	構成比
輸 入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
	中国	24,286	17,977	25,124	26,686	22,907	21,501	26,220	24,967	24,302	26,824	110%	98.7%
	トルコ	—	—	—	—	—	—	—	—	108	360	333%	1.3%
	ロシア	1,023	355	223	242	141	241	141	—	69	0	0%	0.0%
	イスラエル	59	20	20	207	258	198	78	39	1	0	0%	0.0%
	その他	94	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
合計		25,462	18,352	25,367	27,252	23,800	22,002	26,439	25,006	24,481	27,184	109%	100.0%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 純マグネシウム 100%

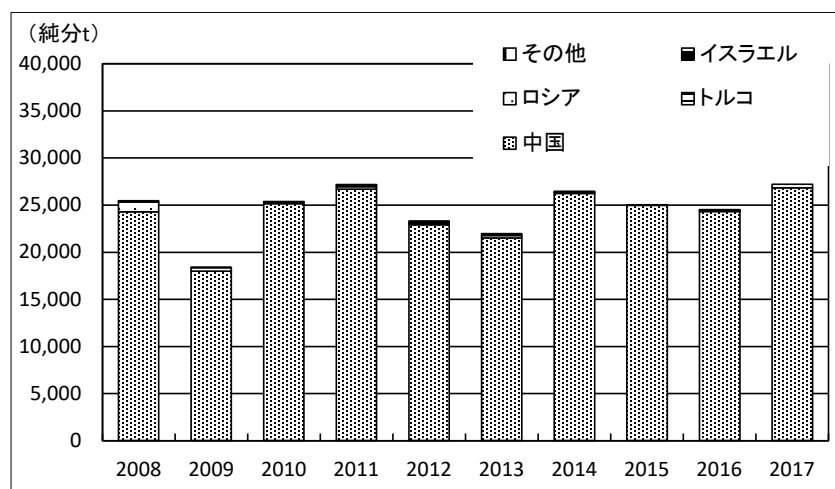


図 3-3 純マグネシウムの輸入相手国

3-2-2 マグネシウム合金

マグネシウム合金の輸出入相手国を表 3-3、図 3-4、図 3-5 に示す。

2017 年のマグネシウム合金地金の輸入相手国は、中国、タイ、韓国であり、中国からの輸入が全体の 96% を占めている。また、2017 年の中国からの輸入は前年比 101% の 4,952t であり、マグネシウム合金の全輸入量も前年比 100% の 5,154t と共に前年並であった。マグネシウム合金は主にダイカストで用いられているため、ダイカストの国内需要とほぼ連動していると推察される。ちなみに、ダイカストの 2017 年の内需は前年比 91% の 4,800t であった(表 2-2 参照)。

タイからの輸入はリサイクル材である。2017 年は、前年比 180% の 201t と 2015 年の水準近くまで回復した。

また、イスラエルからの輸入は、2012 年と 2013 年の 2 年間に各 437t、345t と大量に輸入されて以降は大きく減少し、2017 年の輸入量はゼロであった。ちなみに、輸入品は同国大手生産者の耐熱合金であり、自動車のオイルパンなどに使用される。

2017 年の輸出相手国は、台湾が激減、タイへの輸出は 0 になり、米国が 99% を占めるに至った。輸出量全体でも前年比 25% と激減した。

表 3-3 マグネシウム合金地金の輸出入相手国

		単位: 純分t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	8,814	4,746	7,721	7,033	6,921	5,044	5,247	5,787	4,904	4,952	101%	96%
	韓国	36	—	—	18	—	—	—	—	85	201	236%	4%
	トルコ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	0%
	イスラエル	—	—	4.0	1.8	437	345	51	53	35	—	—	—
	その他	0	—	—	1	86	156	169	237	112	—	—	—
	合計	8,850	4,746	7,725	7,054	7,444	5,545	5,467	6,077	5,135	5,154	100%	100%
輸出	米国	385	197	1,374	900	210	18	366	793	228	106	47%	99%
	台湾	317	201	177	294	348	233	143	184	176	1.5	1%	1%
	タイ	—	4.8	4.6	—	—	—	—	8.5	29	0.0	0%	0%
	ブラジル	—	—	17	904	—	21	—	—	2.7	0.0	0%	0%
	その他	33	72	176	202	19	21	1.3	52	0.0	0.0	—	0%
	合計	735	474	1,749	2,300	576	295	510	1,037	435	108	25%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: マグネシウム合金 90%

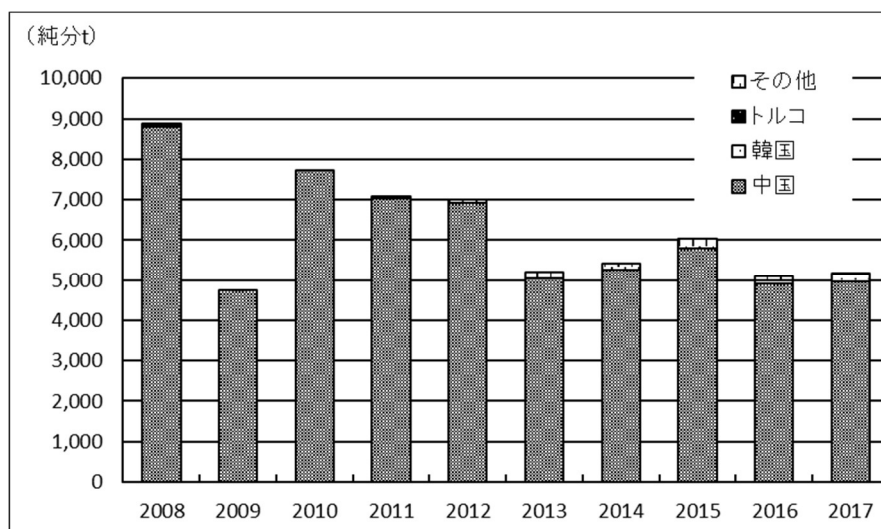


図 3-4 マグネシウム合金地金の輸入相手国

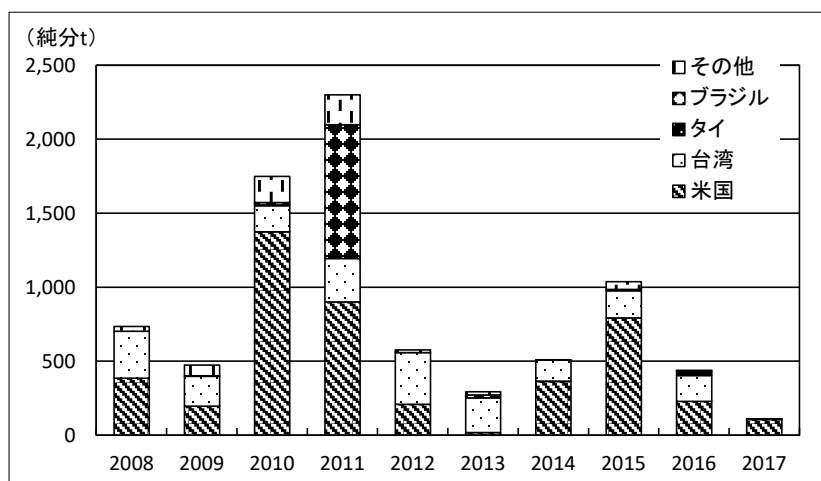


図 3-5 マグネシウム合金地金の輸出相手国

3-2-3.マグネシウムくず

マグネシウムくずの輸入相手国を表 3-4 及び図 3-6 に示す。

2017 年のマグネシウムくずの輸入相手国はタイ、台湾、中国であり、全体としては前年比 91%の 339t と減少したが、2015 年と大差なく、概ね堅調さを維持している。輸入されたくずは再生地金の原料として利用される。

表 3-4 マグネシウムくずの輸入相手国

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	タイ	—	—	157	189	17	—	40	71	185	194	105%	57%
	台湾	335	255	188	358	437	186	209	244	142	94	66%	28%
	中国	28	—	20	20	40	40	50	20	43	30	69%	9%
	その他	31	55	47	11	23	5	—	—	—	21	—	6%
	合計	394	310	412	578	517	232	300	335	370	339	91%	100%

出典：財務省貿易統計
純分換算率：くず100%

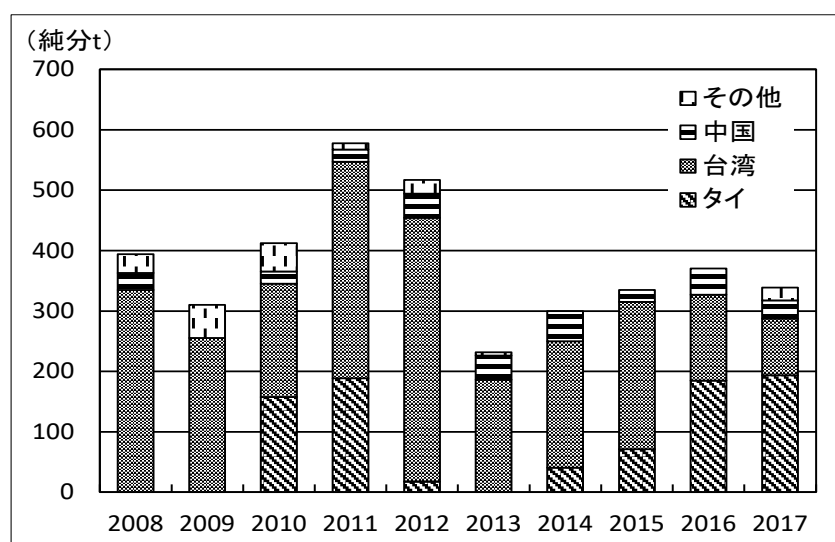


図 3-6 マグネシウムくずの輸入相手国

3-3.輸出入価格

マグネシウムの平均輸出入価格を表 3-5、図 3-7 及び図 3-8 に示す。

2017 年のマグネシウム価格は、中国の供給過剰により下落基調が続く中、日本の平均輸入価格は純マグネシウム、マグネシウム合金、その他製品が上昇、超高純度マグネシウム、くずが横ばい、粉、高合金マグネシウムが 2015 年から低下傾向である。

表 3-5 マグネシウムの平均輸出入価格

			単位: \$/kg											
原料	純マグネシウム	輸入	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
		輸出※1	2.5	4.5	2.8	2.9	3.2	3.2	2.8	2.6	2.2	2.1	2.2	106%
原料	超高純度マグネシウム	輸入	48.9	7.1	8.2	—	61.5	26.8	9.7	10.9	6.1	7.2	7.1	99%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
素材	マグネシウム合金	輸入	2.7	4.9	3.3	3.3	3.5	3.8	3.4	3.0	2.7	2.5	2.7	106%
		輸出※2	2.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.7	2.6	2.6	2.8	109%
	高合金マグネシウム	輸入	27.4	9.4	27.2	27.1	31.9	29.7	22.1	31.6	25.3	27.1	16.9	62%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	マグネシウム粉	輸入	2.6	4.4	3.2	3.0	3.2	3.3	3.1	3.2	3.0	2.8	2.7	97%
		輸出	3.5	4.2	12.3	16.3	19.1	20.0	14.1	11.1	24.3	11.1	11.3	102%
製品	マグネシウムくず	輸入	1.1	1.0	0.8	1.1	1.5	2.0	2.0	1.9	1.6	1.3	1.3	99%
		輸出	1.5	0.4	2.1	4.2	0.6	2.4	1.7	0.6	4.4	1.1	1.2	106%
	マグネシウムその他製品	輸入	7.9	8.1	8.2	8.0	8.0	6.5	4.4	3.3	3.2	3.3	4.1	125%
		輸出	32.8	46.3	52.8	57.5	24.9	50.9	51.6	30.2	67.7	54.4	38.8	71%

出典: 財務省貿易統計

※1 純マグネシウム及び超高純度マグネシウムの平均輸出入価格

2014年の輸出量が66Kgと極めて少量で、何らかの事情により価格が跳ね上がったものと推定される。

※2 マグネシウム合金及び高合金マグネシウムの平均輸出入価格

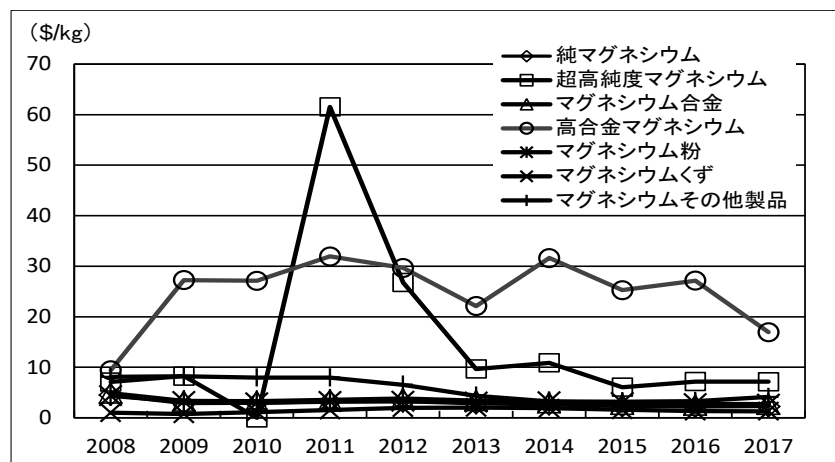
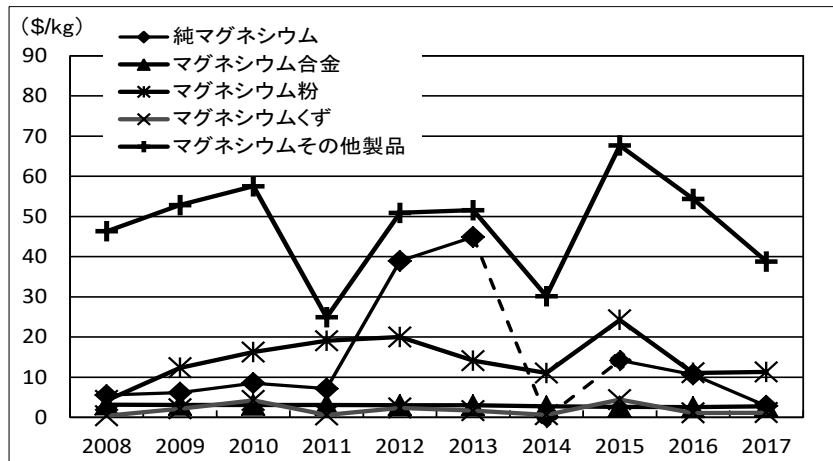


図 3-7 マグネシウムの平均輸入価格



注:2014 年の純マグネシウム輸出量僅か 66Kg と極少量で、異常に高価格なので、グラフには記載せず前後を破線で結んだ。

図 3-8 マグネシウムの平均輸出価格

4.リサイクル

マグネシウムは国内回収量(再生塊)に関する統計値が無いため、リサイクル率は 0%となっている。ただし、構造用のダイカスト、鋳物、射出成形から発生するスクラップにおいては、統計値は存在しないが再度溶解され利用されていると推察される。

添加剤や還元剤用のマグネシウムのコスト低減のためにも、リサイクル促進が期待されている。(P.3 脚注参照)

その他、添加剤需要で最も多いアルミ合金添加剤においては、マグネシウムではなくアルミニウム合金へとリサイクルされている。

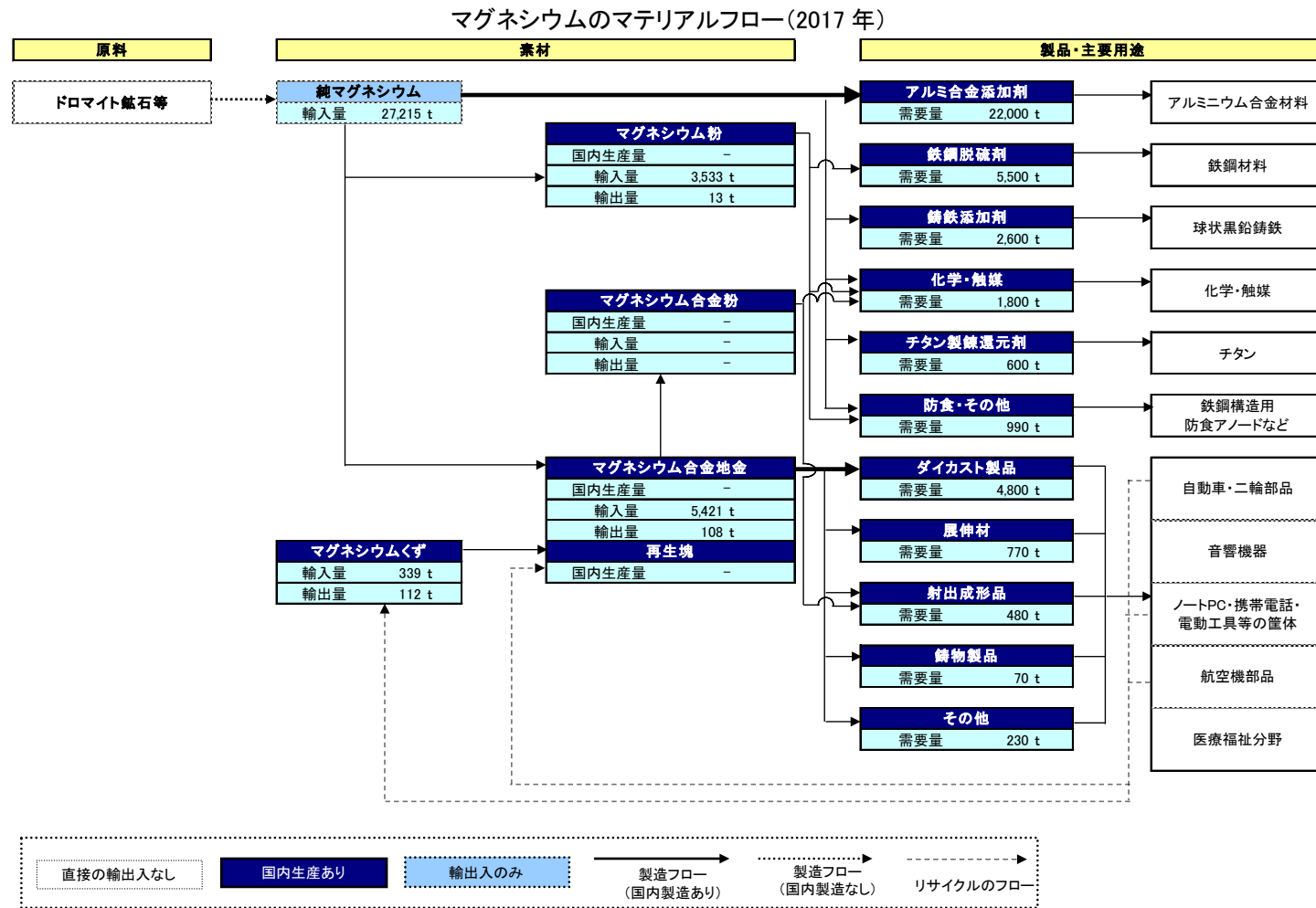
リサイクル率	$\text{リサイクル率} = (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$\text{見掛消費} = (\text{国内発生量}) + (\text{素材の輸入量}) - (\text{素材の輸出量})$

※ 使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から素材に戻る量を示す。

※ 国内発生量には使用済み製品のリサイクルを含まない。

※ 素材は純マグネシウム、超高純度マグネシウム、マグネシウム合金、高合金マグネシウム、粉、くずの合計値

5.マテリアルフロー(純分 t)



純分換算率: マグネシウム合金90%、その他100%

注)「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

ケイ素 Si

【用途】鋼材の添加剤や半導体、電子部品、太陽電池部材部品等の用途で幅広く使用

単体、化合物ともその用途は幅広く、ガラス、陶磁器の他、ファインセラミックス分野における高温構造材、耐火材料、耐熱性絶縁材料、切削工具等に使用されている。また高純度の単体結晶は半導体素子としてその重要性及び需要が増しており、液晶ディスプレイへの応用や太陽電池へのアモルファスシリコンや多結晶シリコン等の応用開発も進展している。

【特性】

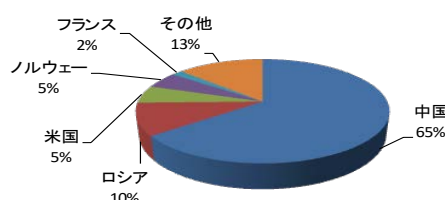
- ・常温で極めて安定
- ・通常の酸には侵されないがフッ酸と硝酸には容易に侵される
- ・融解状態では極めて反応性に富み多くの金属と合金又はケイ素化合物を形成する

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017 年世界計) 出典:USGS2018、工業レアメタル No134(2018)

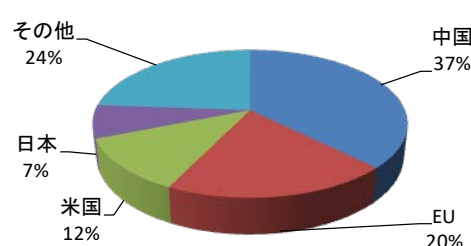
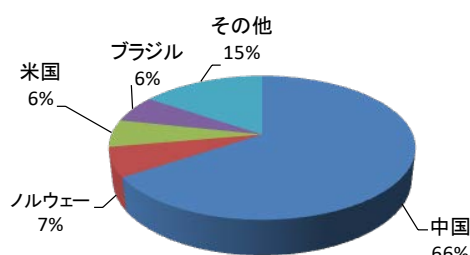
世界のシリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産量

(合計 7,434 純分 t)



国別金属シリコン供給量(合計 2,857 純分千 t)

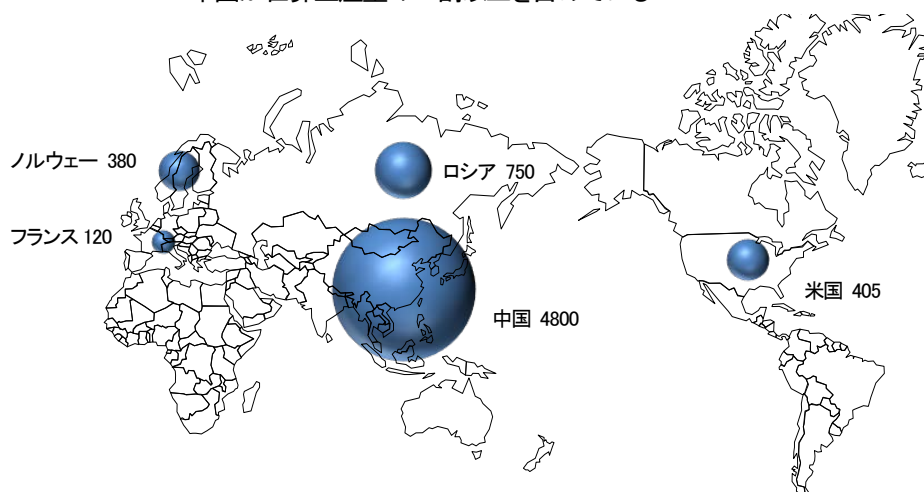
国別金属シリコン需要量(合計 2,832 純分千 t)



【世界の主要シリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産国】

国名、国別生産量(純分千 t、2017 年間値)、出典:USGS2018

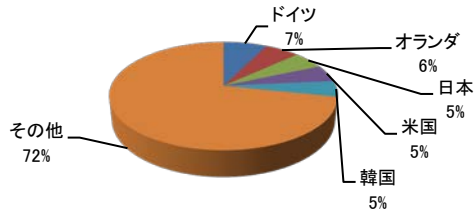
中国が世界生産量の 6 割以上を占めている



【貿易概況】 出典:Global Trade Atlas、財務省貿易統計

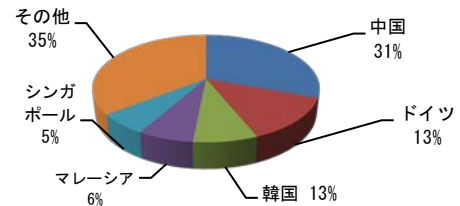
■世界 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸入国

(2017 年合計 2,373 マテリアル千 t; その他:10 カ国以上含む)



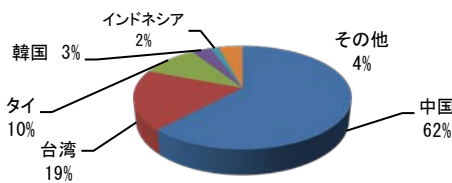
■世界 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸出国

(2017 年 合計 2,108 マテリアル千 t)



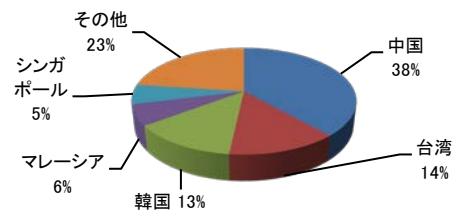
■日本 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸入相手国

(2017 年合計 46,126 純分 t)



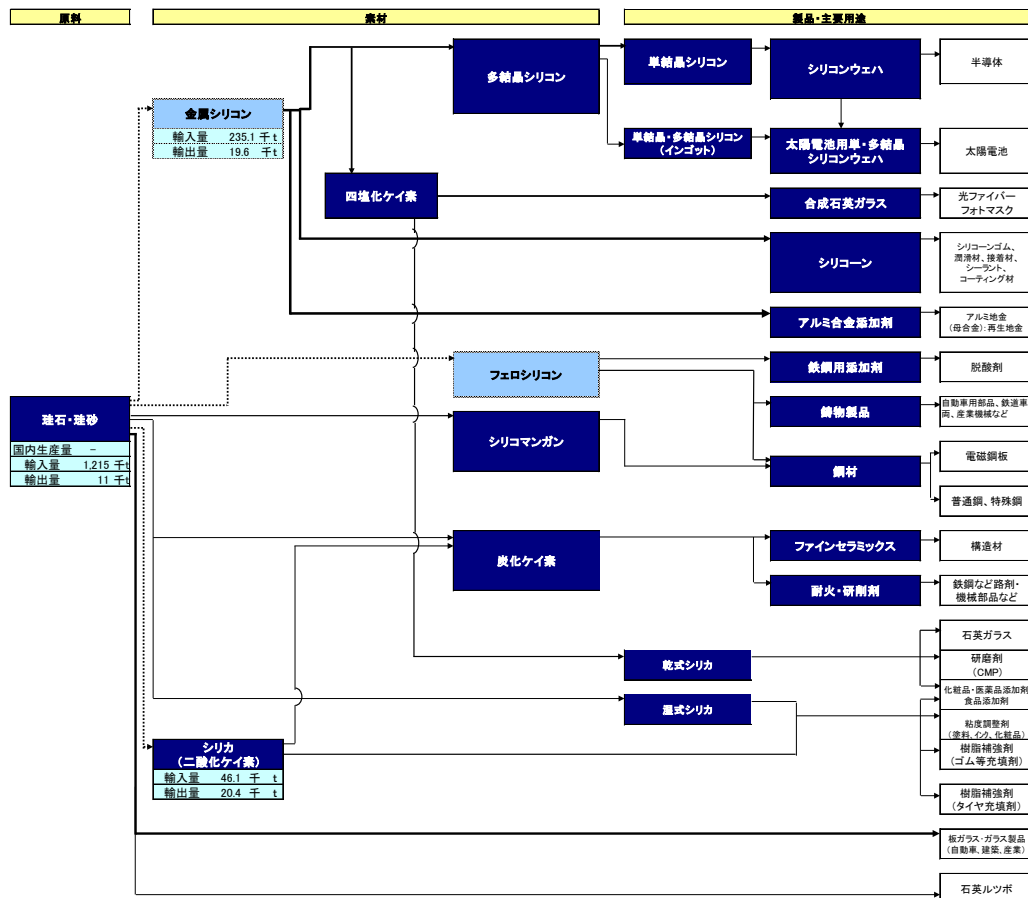
■日本 シリカ(二酸化ケイ素) 主要輸出相手国

(2017 年合計 20,445 純分 t)



【鉱石から製品まで】 出典:財務省貿易統計

2017 年マテリアルフロー



【概要】

- ・2017年の世界のシリコン生産量は前年比98%で、その65%を占める中国の生産量は前年比96%であった。中国では、供給過剰の調整や環境監査の強化による生産抑制等があった。
- ・国内供給量は前年比109%で、ほとんどが加工された素材(金属シリコン、シリカ(二酸化ケイ素)、フェロシリコン、シリコマンガなど)の形で海外から輸入されている。需要は、半導体市場の好調に伴うシリコンウエハ市場の成長により、多結晶シリコンが前年比110%、単結晶シリコンも前年比109%と順調に伸びた。また、日本の粗鋼生産は横ばいであるが、全量輸入されている合金鉄の製鋼用フェロシリコン及び製鋼用シリコマンガンの需要は、各々前年比104%、103%で増加した。

1.特性・用途

ケイ素(Siliconシリコン)は、酸素に次いで地殻中に2番目に多い元素で、資源量・埋蔵量は非常に多く、主成分は、二酸化ケイ素(シリカ、 SiO_2)で自然界では石英等の形で珪砂・珪石等の砂や鉱石として存在し、古くから研磨剤や耐火材、ガラスの原料として使用されている。

＜シリカ(二酸化ケイ素):フェロシリコン(FeSi)、シリコマンガ(SiMn)、炭化ケイ素＞

珪石の用途は、ケイ素を合金材料として使うため、鋼材の添加剤として鉄源に珪石や炭素材を加えて電気炉で処理する。例えば製鉄工程で電気炉において鉄1tあたり約4kgのケイ素が使用される等フェロシリコンやシリコマンガンの鉄鋼材料や建材、土木用材料などに利用されている。また、ケイ素合金として製鉄の脱酸素剤にも用いられる。ケイ素鋼板は、うず電流による損失が少なくなるため変圧器などに使われている。また鉛レス黄銅にもケイ素が添加されている。

珪砂は casting 用、建材用、研磨用(サンドブラスト)、流動床炉用流動媒体、耐火物原料、窯業、絶縁体、製鋼用などの用途がある。日本でも各地で珪石・珪砂が得られたが、輸入鉱石に押されて多くの鉱山が閉山した。

愛知県、山形県などで産出され、日本産は、ガラスの原料として使われているが、全体としては不純物のより少ない海外産に依存している状況となっている。

また、珪石・珪砂を原料とした湿式シリカと呼ばれるものがある。湿式シリカの用途は、表面シラノール基が多いことを特徴として、樹脂の透明性・耐水性・補強性を改良する目的で使用される。例えば、ホワイトカーボンと呼ばれるタイヤゴムの充填剤等がある。

炭化ケイ素は、炭素原料(C)とケイ素原料(Si)を混合したものを電気炉に詰め、直接通電して製造される黒色のセラミックスで、他のファインセラミックスと比べ高温域(1000℃以上)での機械強度の低下が小さく、耐磨耗性の高い材料で、耐食性に優れ、耐火材や研磨・研削材として利用されている。

＜金属シリコン:多結晶シリコン、単結晶シリコン＞

ケイ素の重要な用途として、原料が金属シリコンである半導体や太陽電池などの電子材料、また種々のシリコン(Silicone:ケイ素樹脂)がある。

金属シリコンは、珪石(SiO_2)¹を還元、精製して、ケイ素の純度を高めたものである。低純度金属シリコンは、アルミ合金の添加材として使われる。半導体や太陽電池グレード用には、金属シリコンを塩素化してトリクロロシリラン(SiHCl_3)を生成、精製したガスを水素還元して高純度金属シリコンを得る。

高純度金属シリコン(具体的には多結晶シリコン²)の製造工程からガス状物質の四塩化ケイ素(Silicon tetrachloride; STC)が副生される。これを蒸留精製した高純度四塩化ケイ素は、合成石英ガラスの原料となる。合成石英ガラスは、金属不純物が少なく、光透過性が高いことから、光ファイバーや半導体製造時のフォトマ

¹珪石:カルシウムやアルミニウムなどの不純物の少ないものが求められており、限られた地域でのみ採掘されている。

珪石からフェロシリコンやシリコマンガ、また金属シリコンを得るには電気炉において大量の電力を消費すること、発生する不純物の処理なども必要であることから、現在では、ボーキサイトからのアルミの製造と同様に、電力の安価なところで還元し、フェロシリコン、シリコマンガ、金属シリコンとして輸入している。シリコマンガは、国内でも生産されている。

²多結晶シリコンは、単結晶シリコンを製造する過程で発生したシリコンの残リやパソコン用のIC端材などを集め、熱で溶かしたものを鋳型に入れて固める「キャスト法」によって製造される。単結晶シリコンはシリコンの原子が規則正しく並んでいるため発電量を左右する変換効率が高いのに対し、多結晶シリコンはシリコンの原子がつぎはぎにつながっているため電気エネルギーが移動しにくく、変換効率が低いとされている。

スクなどに使われる。さらに、四塩化ケイ素ガスを酸水素炎中で高温加水分解させて製造(燃焼法)した微粉末が乾式シリカである。乾式シリカは、工業用材料として、ゴムの補強剤、塗料等の粘度調整剤、半導体ウエハの研磨剤(CMP、ケミカルメカニカルポリッシング)、医薬品添加剤、農薬・肥料等のフィラーなどの用途がある。乾式シリカは、燃焼法の他にアーク法でも製造されている。

シリコンは、金属シリコンを塩化メチルと加熱反応させ、その反応物を蒸留によって精製・製造する。得られた製造品は、シラン類(シロキサン:Si-O-Si結合(シロキサン結合))を保有するシランの重合体を、加水分解あるいは重合させ、また反応精製することで、様々な形態のシリコンが得られ、潤滑油、シーラント、コーティング材、食品、化粧品などの様々な用途がある。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のシリコン(シリコンアロイ(FeSiなど)と金属シリコン(純度4N以下))生産量を表2-1、図2-1に示す。なお、世界のシリコンの需要に関する公開データはない。

2017年の生産量は前年比98%の7,434千tであった。2014年までの生産量は堅調に増加を続けてきたが、2015年から3年連続で減少した。

世界のシリコン生産の65%を占める中国は、前年比96%の4,800千tであり、エネルギーコスト、環境コストの低さやスケールメリットを武器とした価格競争力を打ち出してきたが2014年以降供給生産が減少傾向にある。図2-1に示すように、世界の生産量は2015年から減少傾向に転じている。その最大の原因は、2014年～2015年頃までの供給過剰の後の調整及び2016年度第4四半期からの環境監査の強化(大気汚染防止)による生産抑制等が考えられる。環境規制で最も影響を受けるのが、還元剤として用いられるコークスである。コークスの生産工場が生産停止すると、黒鉛電極生産に影響を及ぼし、還元剤(コークス)と黒鉛電極の両方が不足することになり、生産が滞り、需給がひっ迫すると考えられる。

2位以下の国ではスペイン、ウクライナ以外の国々は、前年比100%以上で、マレーシアは、前年比134%で顕著な伸びを示した。

なお、シリコン原料である珪石の鉱山資源は現時点で十分な埋蔵量を有し、当面は資源枯渇の問題は発生しないものと考えられる。

表 2-1 世界のシリコン(シリコンアロイ(FeSi など)、低純度金属シリコン(4N 以下))生産量

												単位: 純分千t	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
中国	4,000	4,310	4,920	4,780	5,050	5,200	5,500	5,000	5,000	4,800	96%	65%	
ロシア	605	537	643	647	733	733	700	747	750	750	100%	10%	
米国	164	139	176	326	383	365	373	411	348	405	116%	5%	
ノルウェー	235	301	303	297	339	362	332	375	380	380	100%	5%	
フランス	112	66	127	164	174	130	130	121	120	120	100%	2%	
ブラジル	259	224	224	225	225	230	154	117	110	110	100%	1%	
マレーシア	-	-	-	-	-	-	-	68	82	110	134%	1%	
南ア	154	116	137	142	132	84	84	84	85	85	100%	1%	
アイスランド	73	81	74	78	75	75	75	75	79	79	100%	1%	
スペイン	-	-	-	-	-	-	81	81	81	75	93%	1%	
ブータン	-	-	-	61	61	54	72	78	69	69	100%	1%	
ウクライナ	99	98	127	98	78	96	92	59	66	61	92%	1%	
インド	40	59	66	68	70	86	86	60	59	59	100%	1%	
カナダ	72	53	52	50	55	60	52	54	51	51	100%	1%	
ベネズエラ	61	54	50	46	53	48	-	-	-	-	-	-	
カザフスタン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
マケドニア	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
その他	288	266	394	383	349	359	379	300	310	280	90%	4%	
合計	6,160	6,310	7,290	7,370	7,770	7,880	8,110	7,630	7,590	7,434	98%	100%	

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries SILICON」 World Production

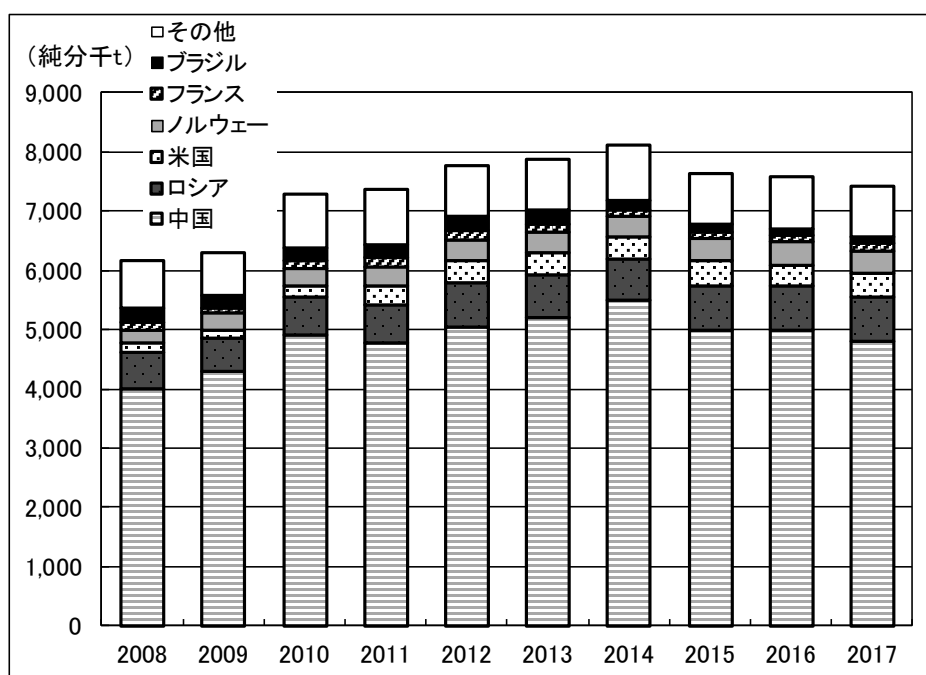


図 2-1 世界のシリコン生産量

2-2 国内の需給動向

ケイ素の国内需給を表 2-2 に示す。2017 年の国内供給量は前年比 109%の 738,810t であった。

国内で消費される工業用ケイ素は、ほとんどが加工された素材(金属シリコン、シリカ、フェロシリコン、シリコマンガンなど)の形で輸入されている。特に、半導体やシリコン、アルミ合金添加剤に用いられる金属シリコン(低純度、4N 以下)は、その全量が海外から輸入されたものである。

製鋼用も含めたケイ素の需要量は、前年比 106%の 372,848t であった。

需要のうち、高純度多結晶シリコンの生産量(生産のためにケイ素が消費されたと考える。)と製鋼用シリコマンガン消費量については、生産動態統計(鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計)に記載されているデータがある。また製鋼用シリコマンガン消費には、国内生産シリコマンガンと輸入シリコマンガンが含まれていると考えられる。なお、金属シリコン(低純度、4N 以下)及び炭化ケイ素の国内需要に関しては公式な統計が無いため、表 1-2 のデータには金属シリコン(低純度、4N 以下)や炭化ケイ素の需要量は反映されていない。また、製鋼用フェロシリコン(以下 FeSi)消費量は 2014 年より統計から除外されたため、2014 年以降の製鋼用 FeSi 消費量については、2013 年の特殊鋼生産量に対する FeSi 消費量割合を、特殊鋼生産量に乗じて算出している。

新金属協会によると、2017 年の多結晶シリコンの国内生産量は 10,748t(半導体向けで、太陽電池向けは除く)であり、前年比 110%となった。

また、旺盛な半導体需要に支えられ国内単結晶シリコン生産は増加した。過去に国内では、口径 200mm 以下について能力縮小の傾向にあったが、300mm を中心に各口径とも増加し、単結晶シリコンの国内生産量は前年比 109%の 9,199t であった。なお、半導体用のシリコンウエハ(製品)については、その製品形態や使われ方からウエハになった段階で重量ではなく数量(面積)で集計されており、ウエハの生産量に対して重量ベースでどのくらいのケイ素が使用されているかを算出することは極めて難しい。

金属シリコン(低純度)はアルミ合金添加剤としても使用されている。国内のアルミニウム合金用として使われる金属シリコン(低純度)は主に中国から輸入されるものが多い。

現在、国内で使用されるフェロシリコンの全量が海外から輸入されたものである。2017 年の製鋼用フェロシリコン消費量は前年比 104%の 264,158t で、製鋼用シリコマンガン消費量は同比 103%の 42,663t であった。

表 2-2 ケイ素の国内需給

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給											
輸入 ¹⁾	909,060	494,948	823,896	801,744	693,086	673,051	746,457	684,037	674,857	738,810	109%
合計	909,060	494,948	823,896	801,744	693,086	673,051	746,457	684,037	674,857	738,810	109%
需要											
金属シリコン※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
うち高純度多結晶シリコン	7,471	8,633	6,806	12,133	10,964	8,000	7,263	8,855	9,774	10,748	110%
うちシリコン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
うちアルミ添加剤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
製鋼用FeSi消費	290,033	220,913	290,828	279,513	251,451	258,175	266,636	247,192	253,272	264,158	104%
製鋼用シリコマンガ消費	49,900	35,534	38,609	37,799	38,116	42,885	46,616	44,150	41,229	42,663	103%
炭化ケイ素※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小計	347,404	265,080	336,244	329,445	300,532	309,059	320,515	300,197	304,276	317,569	104%
輸出 ¹⁾	47,724	42,184	55,454	52,963	43,659	52,782	46,011	46,065	48,854	56,692	116%
合計	395,129	307,264	391,698	382,408	344,191	361,841	366,525	346,263	353,130	374,261	106%
供給-需要	513,931	187,684	432,198	419,336	348,895	311,209	379,932	337,775	321,727	364,549	

出典: 1) 財務省貿易統計

その他の統計は、経済産業省生産動態統計年報鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計、日本フェロアロイ協会資料

なお、2014年以降の製鋼用FeSi消費量については、2013年の特殊鋼生産量に対するFeSi消費量割合を、2014年以降の特殊鋼生産量に乘じて算出している。

輸出入にはシリカ、金属シリコン(高純度金属シリコン(多結晶シリコン、単結晶シリコン)、低純度金属シリコン、合金鉄(FeSi、シリコマンガ)、炭化ケイ素が含まれる

純分換算率: 金属シリコン100%、FeSi75%、シリコマンガ15%、炭化ケイ素80%

※内需には、上記の表に示されたFeSiやシリコマンガなど鉄鋼向けの合金鉄需要以外にも、金属シリコンとしての半導体・太陽電池、樹脂、アルミ添加剤としての需要と、炭化ケイ素としての耐火・研削剤としての需要がある。しかし、金属シリコン及び炭化ケイ素における国内需要に関しては公式的な統計がないため、上記の内需にはその分が計上されていない。

3 輸出入動向

3-1. 輸出入動向

ケイ素の輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年のケイ素全体の輸入量は前年比 109%の 738,810t、同輸出量は前年比 116%の 56,691t であった。

輸入の内訳をみると、金属シリコンの中では単結晶シリコンが前年比 118%、6,573t で増加したが、多結晶シリコンは前年比 84%、22,062t と大幅に減少した。多結晶シリコンの輸入減の要因は、太陽光発電パネル補助金制度が終了し、国内での太陽光発電パネルの生産量が減少してきているためである。太陽光発電協会によると2012～2014年には太陽光発電(PV)パネル設置補助金もあり、日本メーカーが太陽電池産業を牽引してきたが、現在では日本の PV パネルは、生産量世界第一位の中国から低価格で大半を輸入している。

低純度金属シリコンの輸入量は前年比 114%、206,487t と増加し、金属シリコン全体では前年比 110%、235,122t と増加した。

高純度シリコンの輸出は前年比 137%、18,290t と増加したが、低純度金属シリコンの輸出量は前年比 65%、1,345t と前年同様大幅に減少した。低純度金属シリコンの輸出において過去 10 年間で 2013 年が 11,000t を超える最多輸出量であった理由は、国内大手メーカーの海外工場立ち上げに伴いマレーシア向け輸出が大幅に伸びたからであり、特別なケースであった。なお、高純度金属シリコンには多結晶シリコンと単結晶シリコンがあるが、輸出に関しては、財務省貿易統計上ではこれらは区別されていない。金属シリコン以外の状況を見ると、ファインセラミックス原料や、ガラス、食品添加剤、化粧品、医薬品などに幅広く用いられているシリカの 2017 年の輸入量は前年比 109%の 46,126t で、輸出量は前年比 111%の 20,445t で増加した。シリカには湿式シリカと乾式シリカがある。湿式シリカは珪酸ソーダの水溶液を中和してシリカを析出したもので、ゴム補強やインクの増粘などで使用される。乾式シリカは四塩化ケイ素を高温の窯の中で反応させたもので、シリコーンゴムの充填剤や半導体ウエハ研磨、医薬品添加剤などとして使用される。乾式シリカについては、多結晶シリコンの原料を造る工程で原料となる四塩化ケイ素が得られるために、多結晶シリコンの生産量に影響される。

合金鉄である FeSi の輸入量は、日本の鉄鋼産業の需要が堅調なため前年比 110%、355,146t と増加し、また輸出量は前年比 102%、7,944t と 2014 年以来 4 年連続で増加した。シリコマンガンの輸入量は前年比 101%の 39,817t、これに対応する製鋼用シリコマンガンの消費量(表 2-2)は前年比 103%の 42,663t であった。

炭化ケイ素の輸入量は、前年比 112%の 62,598t と増加し、輸出量も同様に前年比 119%、8,662t と増加した。炭化ケイ素は、主に耐火物である炭化ケイ素煉瓦として使用され、その需要の大部分は焼却炉や製鉄炉向けである。

表 3-1 ケイ素の輸出入数量

													単位：純分t	
素 材			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
	シリカ (二酸化ケイ素)	輸入	45,382	30,145	45,819	46,846	42,757	43,896	46,459	43,779	42,315	46,126	109%	
		輸出	22,407	17,988	19,995	18,672	16,672	14,349	16,635	17,935	18,367	20,445	111%	
	金属シリコン	高純度 (4N以上)	輸入	17,520	17,985	19,914	25,175	20,976	20,614	24,849	21,824	31,887	28,635	90%
			輸出	8,364	8,496	12,169	11,825	12,782	15,024	13,761	11,618	13,357	18,290	137%
		多結晶	輸入	11,553	12,123	15,048	19,666	17,996	16,192	20,500	17,854	26,320	22,062	84%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		単結晶	輸入	5,967	5,863	4,866	5,509	2,980	4,423	4,349	3,970	5,567	6,573	118%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		低純度 (4N以下)	輸入	240,683	146,980	214,993	228,711	182,805	169,925	189,639	188,471	181,299	206,487	114%
			輸出	1,177	874	646	527	753	11,490	1,224	2,477	2,080	1,345	65%
	小計	輸入	258,203	164,965	234,907	253,886	203,781	190,539	214,487	210,295	213,186	235,122	110%	
		輸出	9,540	9,370	12,815	12,351	13,535	26,514	14,985	14,095	15,438	19,634	127%	
	合金鉄	FeSi	輸入	459,225	239,578	417,252	379,657	361,400	349,232	382,821	337,695	323,858	355,146	110%
			輸出	6,881	5,186	8,488	7,269	6,611	6,276	6,588	6,761	7,788	7,944	102%
		シリコマンガ	輸入	52,994	22,135	40,088	38,011	37,249	42,492	45,622	39,424	39,399	39,817	101%
			輸出	61.7	6.5	8.1	12.0	7.5	9.9	12.5	8.3	11.7	6.5	55%
		炭化ケイ素	輸入	93,256	38,125	85,830	83,344	47,900	46,891	57,068	52,844	56,098	62,598	112%
輸出			8,834	9,634	14,147	14,659	6,833	5,633	7,791	7,266	7,250	8,662	119%	
合計		輸入	909,060	494,948	823,896	801,744	693,086	673,051	746,457	684,037	674,857	738,810	109%	
		輸出	47,724	42,184	55,454	52,963	43,659	52,782	46,011	46,065	48,854	56,691	116%	
		輸入－輸出	861,336	452,764	768,442	748,782	649,427	620,269	700,446	637,972	626,003	682,119	109%	

出典：財務省貿易統計

純分換算率：シリカ(二酸化ケイ素)47%、金属シリコン100%、FeSi75%、シリコマンガ15%、炭化ケイ素80%

※素材はシリカ(二酸化ケイ素)、金属シリコン(多結晶シリコン、単結晶シリコン、低純度4N以下シリコン)、FeSi、シリコマンガ、炭化ケイ素による。

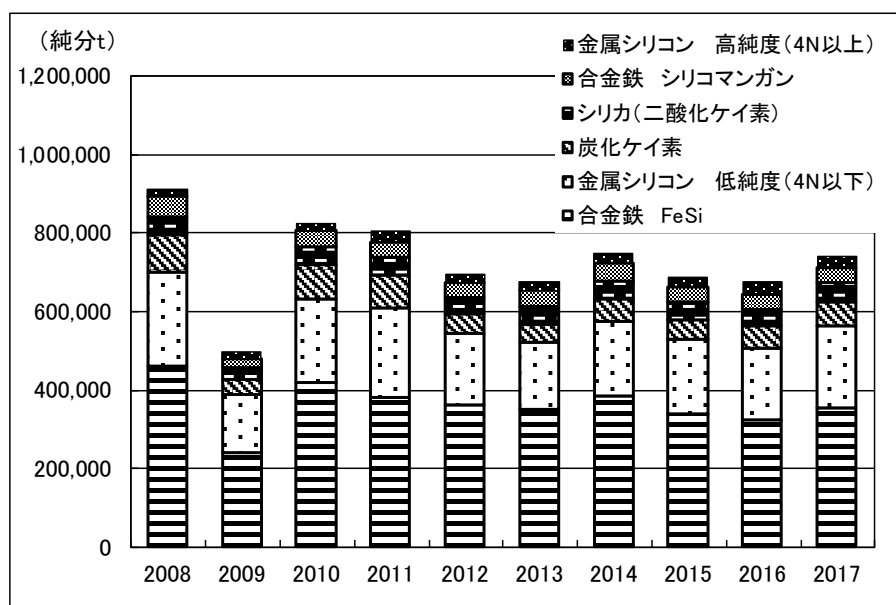


図 3-1 ケイ素の輸入数量

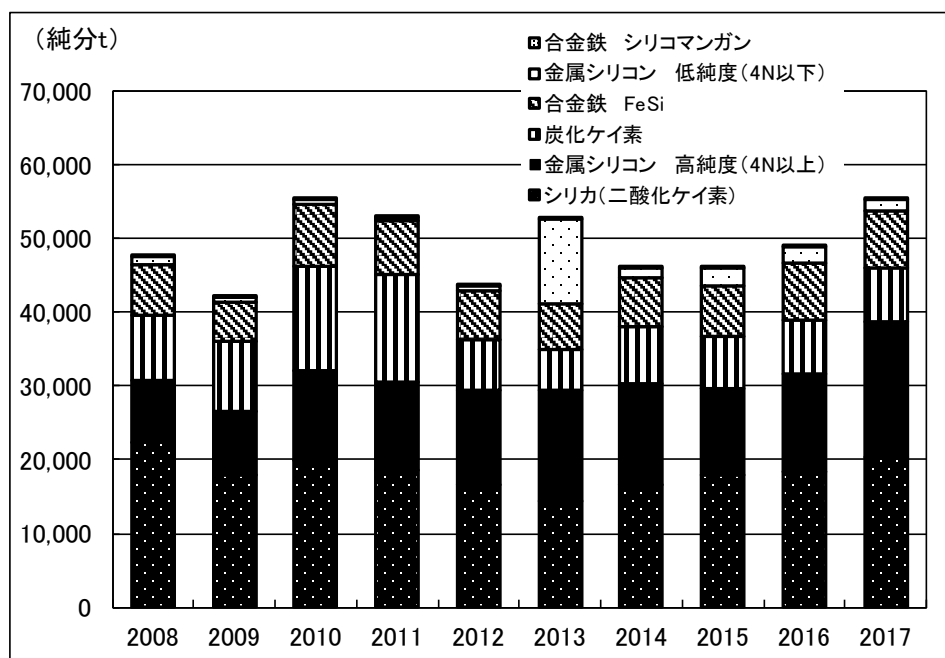


図 3-2 ケイ素の輸出数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1. シリカ(二酸化ケイ素)

シリカの輸出入相手国を表 3-2、図 3-3、図 3-4 に示す。

2017 年の主要輸入相手国は、中国、台湾、タイで、この上位 3 か国で全体の 91%を占める。

最大の輸入相手国である中国からの輸入量は全体の 62%である。2014 年以降、中国からの輸入は減少傾向が前年まで続いていたが、2017 年は増加に転じ前年比 104%で 28,607t であった。他の国別の輸入量の変化をみると、台湾が前年比 108%、8,674t であり、タイが前年比 140%、4,628t で大幅に増加した。輸入量全体では前年比 109%、46,126t と増加した。また、2008 年には輸入量が 7,000t 以上で中国に次ぐ上位 2 位(全体の約 17%)であった韓国は、為替レートの影響により、2012 年から減少し 2016 年は 717t で全体の 2%まで下降したが、2017 年は、前年比 221%の 1,585t と大幅に増加し、全体に占める比率も 3%と増加に転じた。

中国や台湾からの輸入量が多い理由は、もともと中国産及び台湾産のシリカ価格が安かったことに加え、太陽電池市場が拡大した 2010 年～2011 年に中国、台湾の多結晶シリコンメーカーが増強した設備が、2012 年～2013 年に相次いで立ち上がり、この分の稼働率を確保するため多結晶シリコンを増産した結果、副産物を原料とするシリカの生産量も拡大し、この分の需要を確保するため価格攻勢をかけたことが影響している。さらに、中国産の品質が従来に比べ上昇したことで他国産との品質差がなくなり、競争力が高まった。

2017 年の輸出相手国は、中国、台湾、韓国、マレーシア、シンガポール、タイ、米国と続き、上位 4 カ国の前年比及び輸出量は、それぞれ中国 111%、7,832t、台湾 98%、2,750t、韓国 101%、2,663t、マレーシア 143%、1,296t であった。日本から輸出する主なシリカ製品は、コロイダルシリカなど特殊な製品で付加価値が高く、相手国が自国内での調達に難しいものを中心となり、その大部分は、金属シリコンより製造した乾式シリカであると考えられる。日本で生産している乾式シリカは、高い特性を有しており、競争力がある。中国向けには湿式シリカを供給するというケースも増えているとみられる。

表 3-2 シリカ(二酸化ケイ素)の輸入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	20,988	12,669	21,273	23,915	24,224	27,644	29,012	27,911	27,603	28,607	104%	62%
	台湾	4,254	3,077	4,598	5,190	4,803	5,600	6,088	6,315	8,033	8,674	108%	19%
	タイ	5,444	4,070	4,741	4,873	4,857	4,502	4,672	5,277	3,314	4,628	140%	10%
	韓国	7,655	5,449	7,660	6,765	3,998	1,390	2,385	1,698	717	1,585	221%	3%
	インドネシア	444	447	501	436	425	534	404	435	572	664	116%	1%
	その他	6,597	4,433	7,045	5,667	4,449	4,226	3,898	2,143	2,076	1,968	95%	4%
	合計	45,382	30,145	45,819	46,846	42,757	43,896	46,459	43,779	42,315	46,126	109%	100%
輸出	中国	6,167	6,026	6,366	6,008	5,348	4,620	5,539	6,180	7,052	7,832	111%	38%
	台湾	2,151	1,913	2,378	2,973	2,422	2,201	3,101	3,504	2,806	2,750	98%	13%
	韓国	6,323	4,664	4,693	3,472	3,017	2,664	2,650	2,854	2,640	2,663	101%	13%
	マレーシア	1,953	1,638	2,073	1,476	1,272	864	706	773	907	1,296	143%	6%
	シンガポール	1,433	839	980	858	817	737	882	901	1,122	1,216	108%	6%
	タイ	1,571	570	630	691	783	636	710	888	997	1,153	116%	6%
	米国	817	798	1,101	1,038	1,111	1,101	1,145	1,053	938	965	103%	5%
	ベトナム	363	142	128	158	160	142	221	274	544	912	168%	4%
	その他	1,630	1,397	1,646	1,999	1,742	1,384	1,680	1,508	1,361	1,657	122%	8%
	合計	22,407	17,988	19,995	18,672	16,672	14,349	16,635	17,935	18,367	20,445	111%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: シリカ(二酸化ケイ素)47%

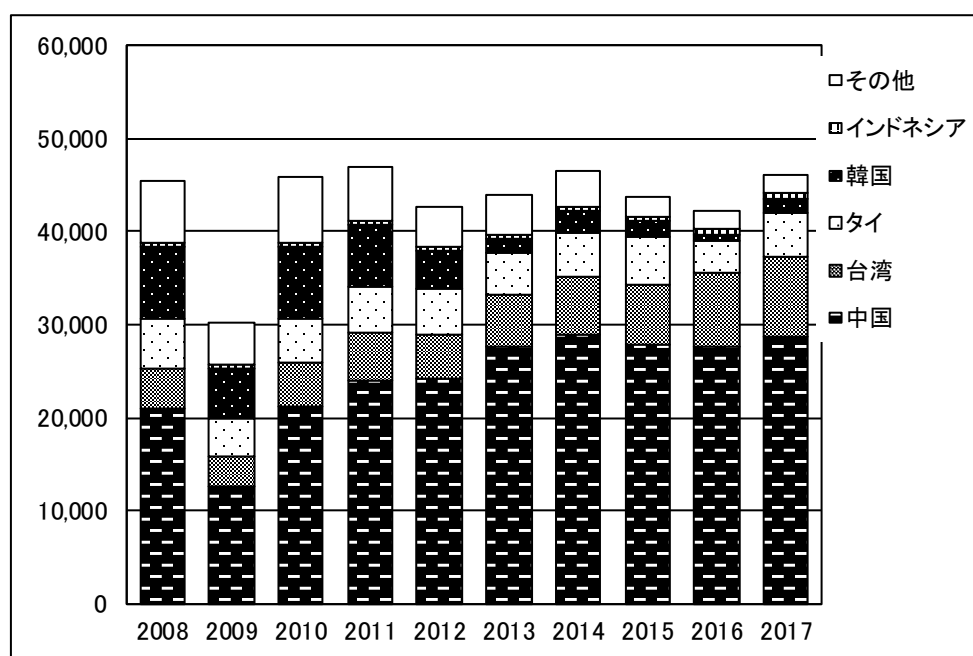


図 3-3 シリカ(二酸化ケイ素)の輸入相手国

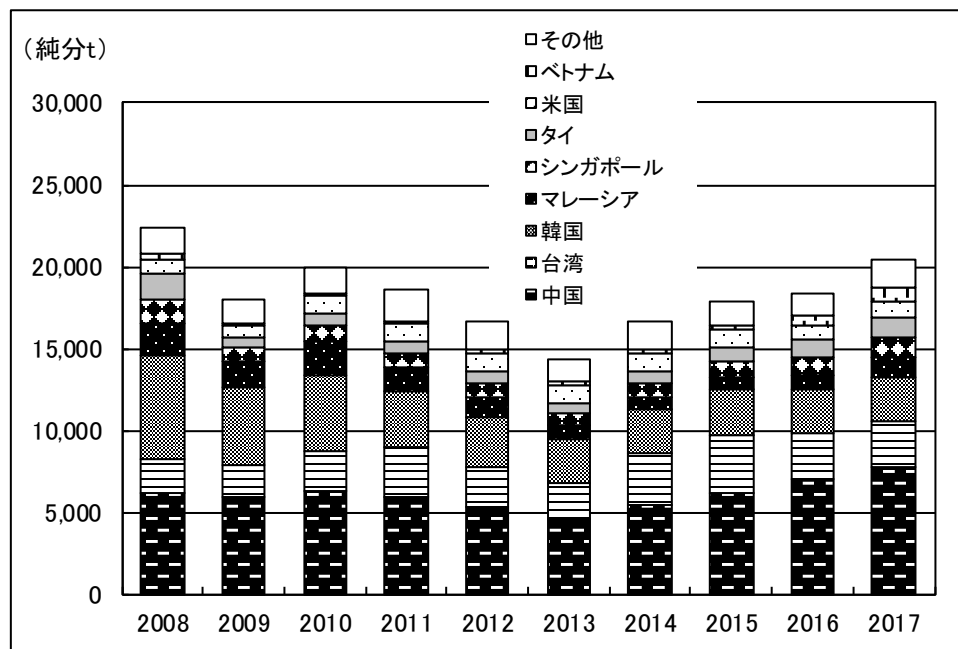


図 3-4 シリカ(二酸化ケイ素)の輸出相手国

3-2-2 多結晶シリコン

多結晶シリコンの輸入相手国を表 3-3、図 3-5 に示す。

2017 年における輸入相手国の構成比は米国が 73%、台湾が 17%、ドイツが 7%であり、この上位 3 か国で全体の 97%を占める。過去の国別構成比を見ると米国の割合は高い比率を占めていたが、年々台湾からの輸入が増えたため徐々に下がる傾向であった。しかし、2017 年には2012 年と同等レベルの 70%台に転じた。一方、台湾からの輸入量が 2013 年から急増しているが、もともと台湾の多結晶シリコンは太陽電池向けが中心で、日本国内の太陽電池市場拡大の恩恵を受けた影響が大きい。なお、中国からの輸入量のほぼ全量が太陽電池向けであるが、中国において FIT 補助金(太陽光発電設備導入を促すため固定価格買い取り制度)政策の見直しを実施しており、今後太陽電池メーカーが撤退する動きがある。

国別の輸入状況を見ると、米国が前年比 96%、16,095t で過去最高であった前年より減少し、台湾が前年比 91%、3,724t と減少し、ドイツが前年比 36%、1,607t と大幅に激減した。輸入量は、この上位 3 か国がすべて前年比を下回り、前年比 84%、22,062t と大幅に減少した。

シンガポールは輸入量 115t で量的には少ないが前年の 15 倍と大幅に増加した。また、2015 年における「その他」輸入量の内訳には、マレーシアの 312t が含まれる。

表 3-3 多結晶シリコンの輸入相手国

単位: 純分t												構成比	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比		
輸入	米国	6,869	6,961	9,360	12,131	12,515	10,891	13,345	10,971	16,680	16,095	96%	73%
	台湾	325	564	688	244	30	1,469	2,241	2,761	4,077	3,724	91%	17%
	ドイツ	2,518	2,933	2,716	3,076	3,361	3,121	3,591	3,385	4,521	1,607	36%	7%
	韓国	91	32	298	1,915	1,369	14	180	60	564	283	50%	1%
	中国	35	15	143	232	4	242	93	16	461	235	51%	1%
	シンガポール	36	84	0	2	2	0	0	0	8	115	1505%	1%
	その他	1,679	1,534	1,844	2,066	715	455	1,050	661	9	3	33%	0%
	合計	11,553	12,123	15,048	19,666	17,996	16,192	20,500	17,854	26,320	22,062	84%	100%

出典: 財務省貿易統計
純分換算率: 金属シリコン100%

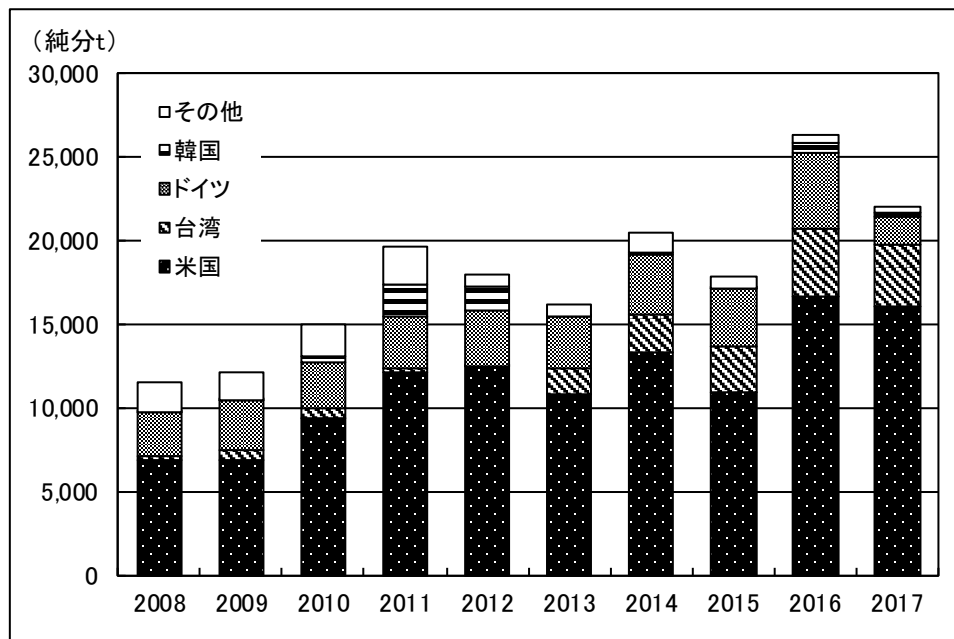


図 3-5 多結晶シリコンの輸入相手国

3-2-3. 単結晶シリコン

単結晶シリコンの輸入相手国を表 3-4、図 3-6 に示す。

輸入の主要相手国は米国、台湾、中国などであり、輸入相手国の構成比は米国 78%、台湾 8%、中国 5% となった。主要輸入相手国として 2015 年まで輸入相手国の国別構成比として米国の比率は、約 30% 程度で集中度は高くなく、構成比は各国に分散していた。しかし 2017 年は、米国の輸入量が大幅に増加し米国への依存度が高まった。

2017 年の国別輸入状況は、主要相手国である米国が前年比 141%、5,152t、台湾が前年比 94%、516t 中国が前年比 83%、327t となり、またノルウェーが前年比 120%、317t で大幅に増加し、韓国及びドイツが各々前年比 47%、19%と激減した。全体では前年比 118%、6,573t と増加した。

半導体の基板として用いられるシリコンウェハー需要は増加傾向にあり需給については逼迫感が強まっている。

表 3-4 単結晶シリコンの輸入相手国

		単位: 純分t											
輸 入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
	米国	3,887	3,878	2,437	2,546	899	1,668	1,727	1,268	3,647	5,152	141%	78%
	台湾	612	228	529	448	667	666	430	661	547	516	94%	8%
	中国	620	317	489	1,046	819	946	860	817	393	327	83%	5%
	ノルウェー	114	377	265	48	4	10	150	299	264	317	120%	5%
	韓国	448	664	766	1,146	286	182	227	261	276	129	47%	2%
	ドイツ	87	184	37	31	120	763	820	436	254	49	19%	1%
	その他	199	215	343	244	188	186	134	228	186	83	45%	1%
合計		5,967	5,863	4,866	5,509	2,982	4,423	4,349	3,970	5,567	6,573	118%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 金属シリコン100%

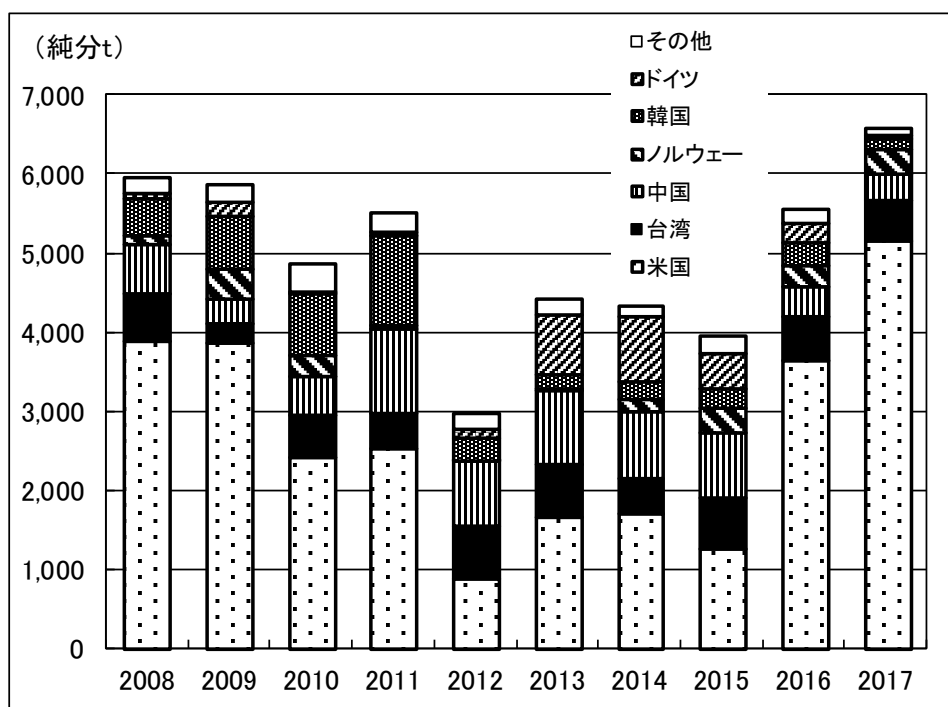


図 3-6 単結晶シリコンの輸入相手国

3-2-4.低純度金属シリコン

低純度金属シリコンの輸出入相手国を表 3-5、図 3-7、図 3-8 に示す。

輸入については例年同様、コスト競争力がある中国への依存度が非常に高く、2017 年は前年比 115%、190,081t で全体の 92%を占める。一方で、中国以外の輸入相手国は、年によって輸入量の増減が激しいことが特徴的で、その中でもノルウェーが 3 年連続の増加し前年比 117%、6,140t で高い伸びを示した。また過去の輸入量推移で一時減少傾向を示し、価格競争力に勝る中国にシェアを奪われたとみられていたブラジルは前年比 100%で前年同様であり、豪州は、前年比 88%、4,338t で減少した。また、量的には少ないが韓国が前年比 226%で伸びた。

輸出については、輸出相手国上位のポーランドが前年比 96%、989t で、台湾が前年比 17%、118t と大幅に激減した。続いて米国が前年比 286%と大幅に増加した。また前年 3 位のイタリアが前年比 28%と大幅に減少し 5 位となった。全体では前年比 65%、1,345t に減少した。

表 3-5 低純度金属シリコンの輸出入相手国

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	中国	216,149	122,659	196,444	196,470	147,857	151,294	180,535	177,830	164,934	190,081	115%	92%
	ノルウェー	10,280	9,378	7,825	10,354	9,392	5,061	4,175	5,201	5,263	6,140	117%	3%
	ブラジル	9,870	10,218	6,729	10,567	11,476	4,940	1,980	1,000	4,560	4,560	100%	2%
	豪州	211	1,757	340	1,719	1,794	612	211	2,614	4,931	4,338	88%	2%
	韓国	0	5	37	2	206	1	83	193	221	500	226%	0%
	ラオス	160	-	120	120	260	140	100	-	-	300	-	0%
	南アフリカ	2,800	2,162	1,720	4,440	4,504	3,360	1,400	700	660	300	45%	0%
	ドイツ	40	30	54	75	98	88	66	74	124	80	65%	0%
	フランス	320	341	600	760	800	881	964	354	140	60	43%	0%
	タイ	-	100	44	521	3,241	2,300	4	254	200	47	23%	0%
	台湾	90	0	0	1	61	100	60	74	40	43	107%	0%
	スペイン	-	-	-	-	-	-	-	-	0	20	-	0%
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	0	60	200	16	8%	0%
その他	763	330	1,080	3,682	3,116	1,148	61	117	26	3	11%	0%	
合計	240,683	146,980	214,993	228,711	182,804	169,926	189,639	188,471	181,299	206,487	114%	100%	
輸出	ポーランド	0	0	16	0	2	144	648	1,296	1,026	989	96%	74%
	台湾	145	173	133	15	90	91	128	361	715	118	17%	9%
	米国	46	10	34	60	174	148	45	41	24	69	286%	5%
	オランダ	80	1	81	22	41	7	104	44	58	55	95%	4%
	イタリア	-	-	1	-	158	281	98	209	168	47	28%	4%
	中国	585	366	117	184	197	417	11	12	22	24	111%	2%
	タイ	45	27	37	44	18	37	43	19	24	23	94%	2%
	ドイツ	30	-	20	25	-	10	35	14	10	10	96%	1%
	韓国	186	240	87	120	47	26	78	273	23	5	23%	0%
	インドネシア	-	-	1	2	-	1	2	8	5	2	4%	-
	アラブ首長国連邦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	その他	58	57	120	56	26	10,329	33	200	5	1	25%	0%
	合計	1,177	874	646	527	753	11,490	1,224	2,477	2,080	1,345	65%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 金属シリコン100%

2013年その他の輸出量が一時的に増加したのは、マレーシアへの輸出が無いため。(国内大手メーカーの海外工場立ち上げて日本より原料を輸出した。)

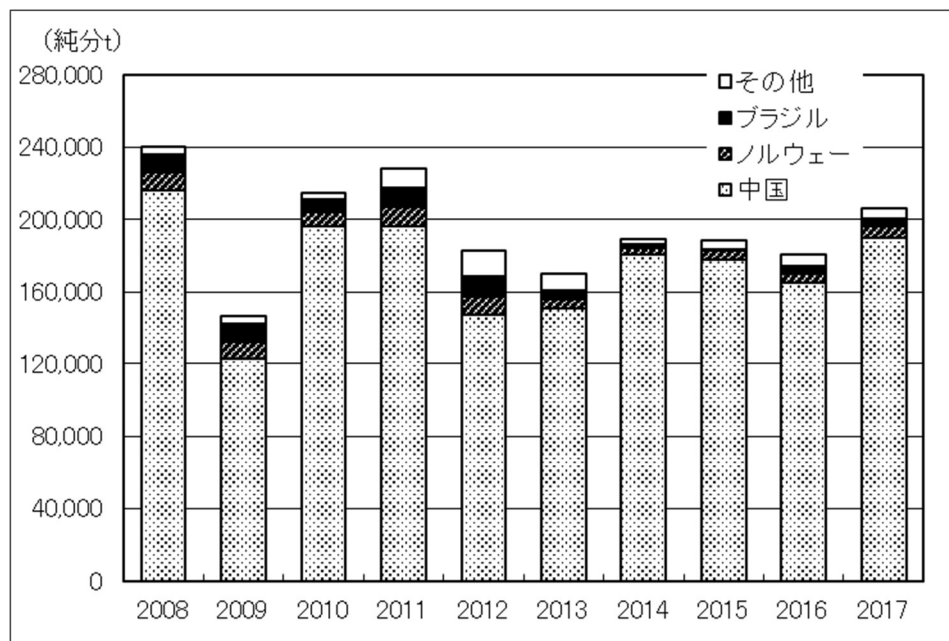


図 3-7 低純度金属シリコンの輸入相手国

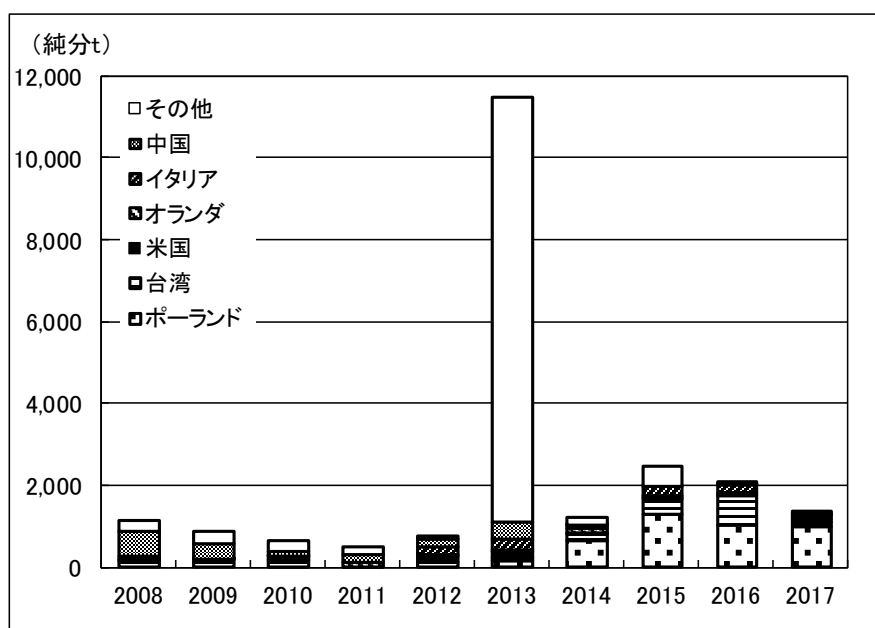


図 3-8 低純度金属シリコンの輸出相手国

3-2-5.炭化ケイ素

炭化ケイ素の輸出入相手国を表 3-6、図 3-9、図 3-10 に示す。

2017 年における輸入量相手国では、構成比では中国が全体の 92%を占め、次いでベトナムの 3%、ロシア、ノルウェー、スペイン、ドイツの 1%である。過去 10 年の構成比をみると、中国が 9 割以上を占めており輸入依存度が高い。

中国は日本と近く輸送期間も一週間程度であるが、欧州、南米などの相手国は距離が遠く、例えばブラジルから輸入する場合は輸送期間が 2 か月かかるといった地理的な問題がある。また、急な注文に対する対応力という点でも中国は優位性があり、現時点では中国からの輸入に頼らざるを得ない。中国の比率は 2014 年の約 96%から減少傾向にあるが 2017 年も 9 割以上を占め依存度が高い。

輸出における相手国の構成比はハンガリーが 37%、ポーランドが 19%、メキシコが 15%、米国が 6%である。10 年前の主要な輸出相手国は台湾、韓国、米国であったが、2012 年頃からこれらの国への輸出量が特に減少傾向になり、2013 年からハンガリーが最大の輸出相手国となった。2017 年は、前年比 94%、3,248t と減少し、続いてポーランドが前年比 146%、1,644t と大幅に増加した。また近年、メキシコが輸出相手国として登場しており、前年比 155%、1,313t と 2 年連続で増加した。

表 3-6 炭化ケイ素の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	89,798	37,187	83,710	79,557	45,295	45,153	54,692	49,242	50,846	57,787	114%	92%
	ベトナム	16	-	-	32	96	24	298	1,579	3,116	2,102	67%	3%
	ロシア	-	-	32	114	-	-	-	0	160	736	460%	1%
	ノルウェー	980	31	133	553	162	225	363	618	452	555	123%	1%
	スペイン	272	144	336	433	397	405	475	440	422	422	100%	1%
	ドイツ	557	251	336	456	243	269	352	336	401	350	87%	1%
	ブラジル	1,194	228	562	399	377	318	424	224	186	268	144%	0%
	米国	352	102	200	199	206	138	186	149	193	194	101%	0%
	インド	-	-	65	187	116	67	148	164	164	109	66%	0%
	イタリア	-	-	-	-	-	-	-	-	0	74	-	-
その他	87	182	456	1,414	1,008	293	131	91	158	2	1%	0%	
合計		93,256	38,125	85,830	83,344	47,900	46,891	57,068	52,844	56,098	62,598	112%	100%
輸出	ハンガリー	784	269	1,137	1,672	1,595	1,732	2,926	3,982	3,460	3,248	94%	37%
	ポーランド	383	1,310	1,416	1,549	1,063	1,220	1,694	944	1,123	1,644	146%	19%
	メキシコ	-	-	-	-	-	-	3	67	846	1,313	155%	15%
	米国	1,336	879	1,472	1,626	767	457	450	365	339	514	152%	6%
	韓国	1,623	2,671	3,021	4,013	1,913	966	1,401	809	429	469	109%	5%
	マレーシア	652	384	777	960	414	246	226	262	218	381	175%	4%
	中国	375	287	253	152	210	282	147	159	252	253	100%	3%
	台湾	1,634	901	1,126	724	229	240	416	181	108	136	126%	2%
	その他	2,048	2,933	4,946	3,963	641	490	527	496	474	705	149%	8%
	合計		8,834	9,634	14,147	14,659	6,833	5,633	7,791	7,266	7,250	8,662	119%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 炭化ケイ素80%

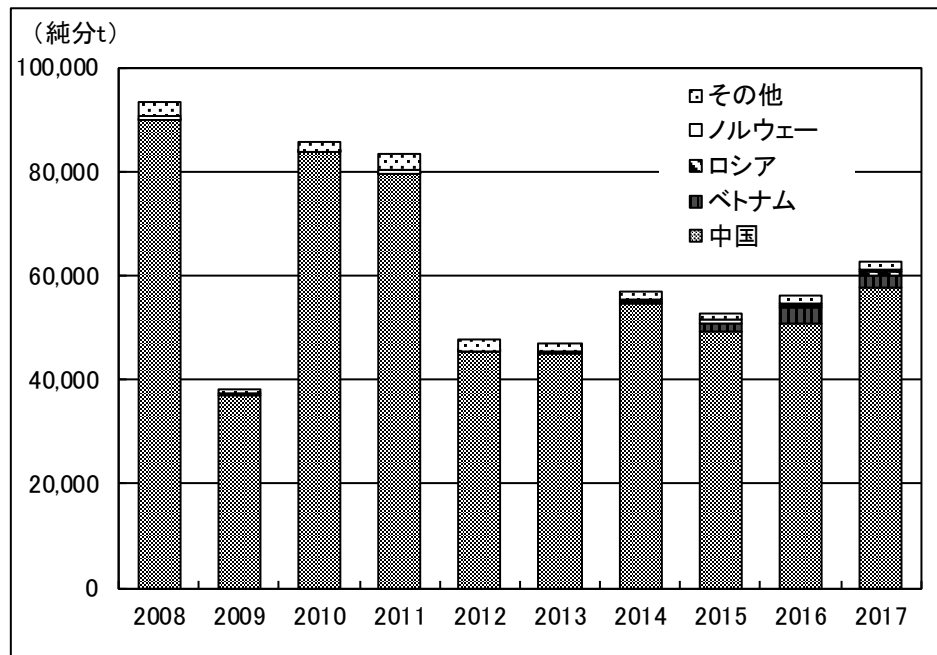


図 3-9 炭化ケイ素の輸入相手国

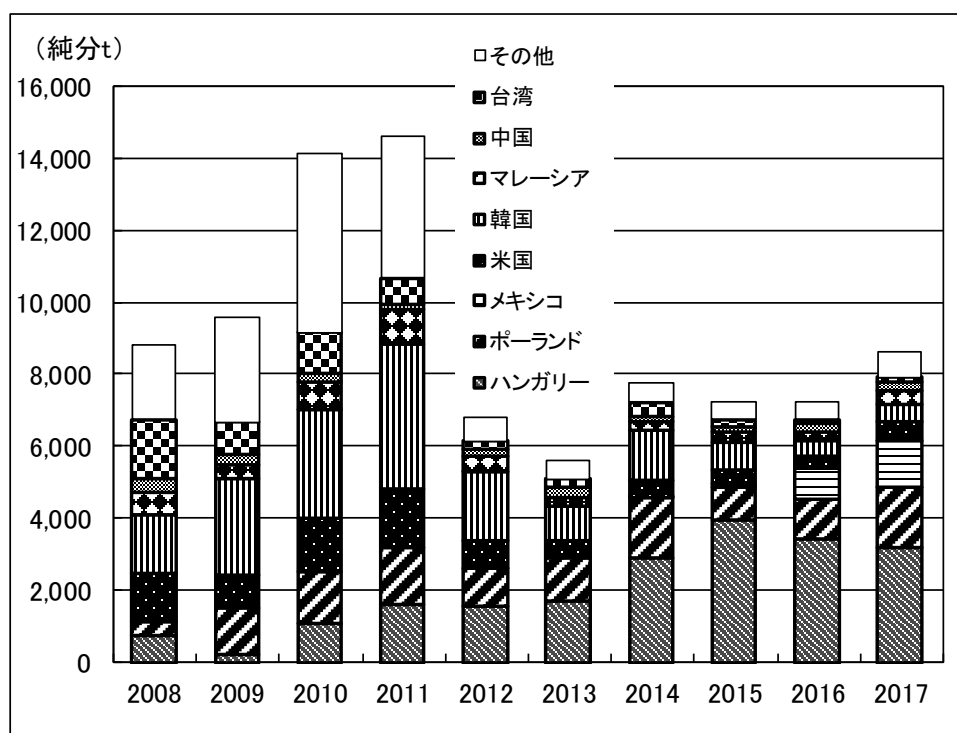


図 3-10 炭化ケイ素の輸出相手国

3-2-6 フェロシリコン(FeSi)

フェロシリコンの輸出入相手国を表 3-7、図 3-11、図 3-12 に示す。

2017 年の主要輸入相手国は中国、ロシア、マレーシア、ブラジルであり、その構成比は中国が 40%、ロシアが 28%、マレーシアが 13%、ブラジルが 10%である。2008 年は中国比率がおおよそ 8割を占めていたが、2009 年から中国の国別構成比の比率が下降傾向になった。輸入国としてはロシア以外のマレーシア、ブラジル、アイスランド、ノルウェー、台湾などからの輸入量が前年比各々、142%、116%、111%、107%、115%で増加した。マレーシアからの輸入量が近年急増している理由は、日本企業が出資したフェロアロイ製造プロジェクトが進展しているからである。

2017 年の主要な輸出相手国はタイ、インドネシア、韓国、台湾など、アジア地域が中心となっている。主要国の構成比はタイが 41%、インドネシアが 22%、韓国が 18%、台湾が 9%となっている。その中でも、輸出量はインドネシア向けが前年比 163%、1,714t、台湾が前年比 125%、747tと伸びた。他の国は、すべて前年より減少し、タイが前年比 95%、3,260t、韓国が前年比 70%、1,441t であった。

表 3-7 フェロシリコンの輸出入相手国

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	中国	366,547	138,089	288,237	233,029	212,478	200,144	223,373	189,519	129,014	141,702	110%	40%
	ロシア	36,482	41,664	65,916	65,007	68,818	83,142	80,992	76,479	104,228	99,341	95%	28%
	マレーシア	-	-	2	-	-	-	211	7,239	33,130	46,919	142%	13%
	ブラジル	44,078	46,895	41,997	47,062	46,884	37,778	45,330	34,595	30,992	36,038	116%	10%
	アイスランド	3,231	2,417	5,919	8,041	4,821	7,531	7,813	8,214	10,131	11,284	111%	3%
	ノルウェー	4,061	5,299	4,200	8,095	4,955	3,951	5,616	9,285	8,072	8,652	107%	2%
	台湾	-	-	-	447	3,094	1,615	1,968	3,052	4,215	4,863	115%	1%
	フランス	1,751	2,481	3,638	3,599	3,265	1,515	1,791	1,755	880	2,605	296%	1%
	タイ	-	-	-	-	-	548	-	166	752	1,487	198%	0%
	その他	3,076	2,732	7,344	14,377	17,084	13,008	15,726	7,390	2,444	2,254	92%	1%
合計	459,225	239,578	417,252	379,657	361,400	349,232	382,821	337,695	323,858	355,146	110%	100%	
輸出	タイ	1,483	1,815	3,270	3,540	3,604	3,512	3,625	3,321	3,444	3,260	95%	41%
	インドネシア	2,271	1,499	2,003	1,107	1,157	844	1,187	735	1,049	1,714	163%	22%
	韓国	1,649	903	1,508	1,187	619	731	534	1,554	2,069	1,441	70%	18%
	台湾	388	394	799	462	430	558	662	535	600	747	125%	9%
	シンガポール	439	375	420	450	390	450	390	360	360	330	92%	4%
	ベトナム	67	17	72	98	57	43	54	123	116	173	150%	2%
	ロシア	-	-	-	-	-	-	-	15	0	135	-	2%
	その他	585	184	415	426	354	138	136	118	150	143	95%	2%
	合計	6,881	5,186	8,488	7,269	6,611	6,276	6,588	6,761	7,788	7,944	102%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: フェロシリコン75%

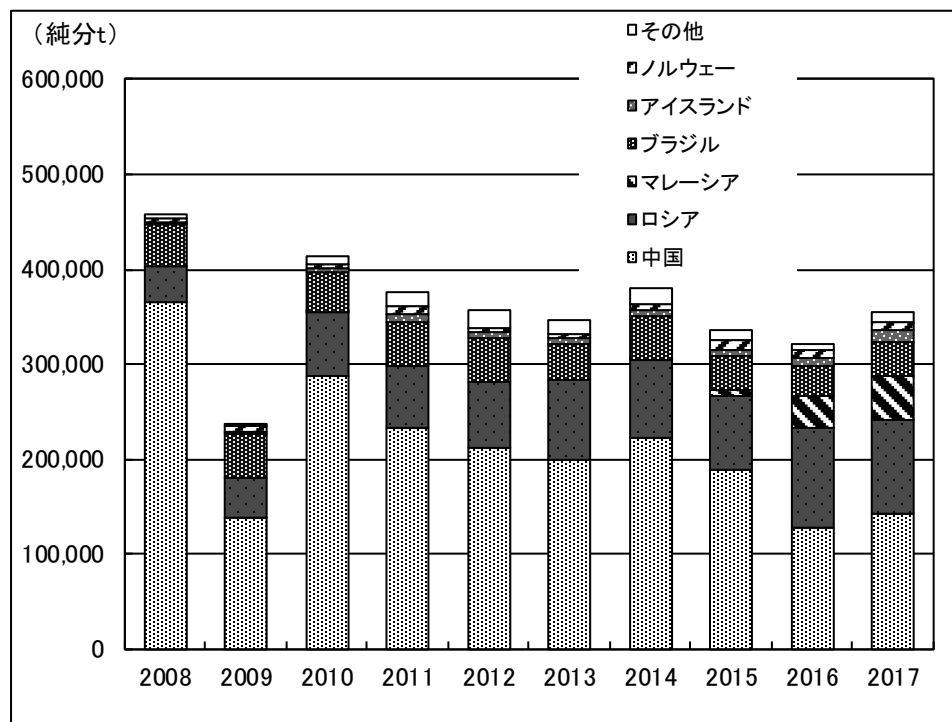


図 3-11 フェロシリコンの輸入相手国

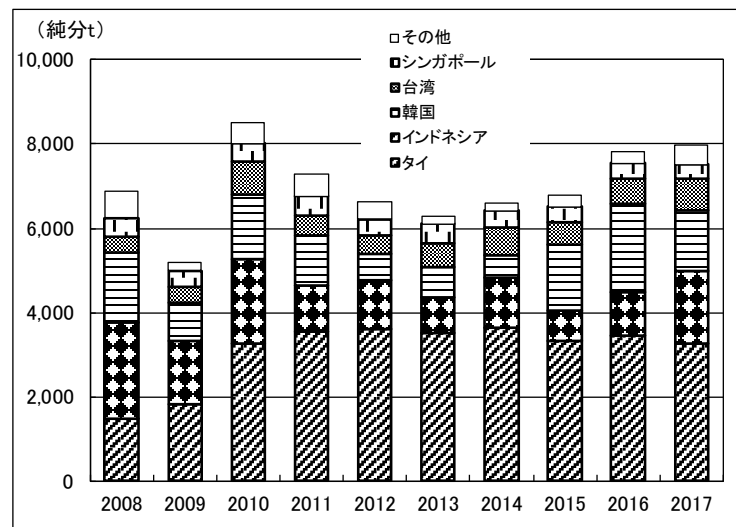


図 3-12 フェロシリコンの輸出相手国

3-2-7.シリコマンガン(SiMn)

シリコマンガンの輸出入相手国を表 3-8、図 3-13 に示す。

2008 年以前は中国からの輸入が最も多く、輸入量全体の約 6～8 割を占めていた。中国の内需増加、輸出関税の引上げなどにより、中国からの輸入が 2009 年以降激減し、2014 年以降についてはゼロである。

2010 年以降は中国に代わってインドやベトナム、カザフスタン、ウクライナからの輸入が増えた。

2017 年におけるシリコマンガンの輸入量は前年並みで、3 年連続 39,000t 台であった。輸入相手国の構成比はインドが 40%、ベトナムが 19%、豪州が 12%、カザフスタンが 12%である。また、国別の輸入量をみると、上位 4 か国の内豪州が前年比 123%、4,889t で増加し、後の 3 か国は、ほぼ前年と同等であった。輸入国第 5 位のマレーシアは、前年の 15 倍、3,501t で大幅に増加し、その理由はフェロシリコンと同様に、日本企業が出資するフェロアロイ製造プロジェクトが進展しているからである。

その他ガボンが前年比 102%、657t、ザンビアが前年比 205%、322t、ノルウェーが前年比 188%、197t と増えている。

表 3-8 シリコマンガンの輸出入相手国

		単位: 純分t										17/16比 構成比	
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
輸 入	インド	4,335	5,824	18,265	19,309	21,265	24,893	24,683	19,413	15,903	15,999	101%	40%
	ベトナム	575	2,620	2,509	1,722	2,394	4,520	6,441	7,394	7,667	7,742	101%	19%
	豪州	-	220	290	532	292	123	730	2,714	3,979	4,889	123%	12%
	カザフスタン	2,851	1,557	5,364	6,474	6,283	6,711	6,256	5,585	4,935	4,762	96%	12%
	マレーシア	-	-	-	-	-	-	-	-	225	3,501	1,553%	9%
	ガボン	-	-	-	-	-	-	-	569	645	657	102%	2%
	南アフリカ	331	674	944	629	83	66	541	564	1,494	596	40%	1%
	ザンビア	-	-	-	-	-	-	-	1,314	157	322	205%	1%
	ウクライナ	4,548	1,980	3,857	3,198	1,236	1,587	2,902	554	1,780	277	16%	1%
	韓国	-	-	2,145	3,225	3,194	1,919	1,078	812	1,039	245	24%	1%
	ノルウェー	-	-	-	-	-	-	-	60	105	197	188%	-
	中国	39,716	8,159	4,452	924	263	36	0	-	-	-	-	-
輸 出	その他	638	1,100	2,264	1,999	2,238	2,638	2,990	444	1,470	630	43%	2%
	合計	52,994	22,135	40,088	38,011	37,249	42,492	45,622	39,424	39,399	39,817	101%	100%
	台湾	8	6	8	11	7	9	12	6	8	5.7	76%	88%
	タイ	3	0	0	1	0	1	1	1	0.6	0.8	125%	12%
	インドネシア	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	ベトナム	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	その他	51	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	合計	62	6	8	12	8	10	13	8	12	6.5	55%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: シリコマンガン15%

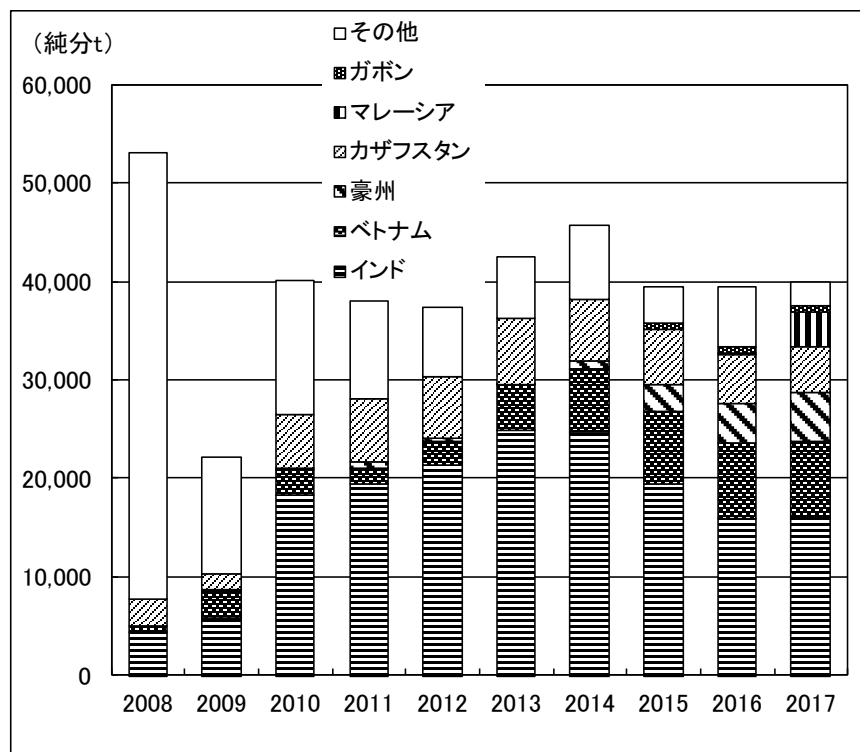


図 3-13 シリコマンガンの輸入相手国

3-3.輸出入価格

ケイ素の輸出入価格を表 3-9、図 3-14、図 3-15 に示す。

単結晶シリコンの主要用途は半導体ウエハや太陽電池で、価格決定においては、半導体ウエハ向けで、ユーザーであるデバイスメーカーの発言権が強いため、材料メーカーが価格を下げざるを得ず、輸出価格、輸入価格ともに下がってきているという状況がある。

2017 年は単結晶シリコンの輸入価格が前年比 87% で 2 年連続で下落し、多結晶シリコンも前年比 90% で 4 年連続で減少し、この傾向は中国の過剰な生産によるものである。

高純度 (4N 以上) の金属シリコンの輸出価格も前年比 86% で減少した。シリカも同様に輸入価格、輸出価格ともに各々前年比 93%、95% で減少した。低純度金属シリコンの輸入価格は前年比 109% と上昇したが、輸出価格は前年比 52% と大幅に下落した。炭化ケイ素は、輸入・輸出価格ともに前年比 102%、104% と上昇した。それ以外の合金鉄素材の輸出入価格は、ともに前年を上回り、特にシリコマンガンのについては、輸入価格で前年比 146%、輸出価格で前年比 132% と大幅に上昇した。

表 3-9 ケイ素の平均輸出入価格

単位: \$/kg

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	シリカ (二酸化ケイ素)	輸入	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.5	1.4	93%
		輸出	4.9	5.2	5.8	6.8	7.5	7.1	6.0	5.8	6.2	5.9	95%
	金属シリコン	高純度 (4N以上)	輸入	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			輸出	156.2	82.6	70.1	72.0	48.4	37.9	38.0	32.0	27.5	86%
		多結晶	輸入	80.2	73.4	63.2	59.5	48.2	49.4	47.2	42.9	38.2	90%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		単結晶	輸入	151.8	108.0	115.4	111.1	115.4	83.9	92.2	92.6	69.7	87%
			輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	低純度 (4N以下)	輸入	2.6	2.2	2.5	3.0	2.7	2.2	2.4	2.2	1.8	1.9	109%
		輸出	87.8	64.4	47.3	52.2	57.5	5.0	19.0	15.9	16.6	8.6	52%
	合金鉄	FeSi	輸入	1.6	1.4	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	109%
			輸出	2.2	2.2	2.3	3.1	3.0	2.5	2.4	2.2	2.1	102%
	シリコマンガ	ン	輸入	2.1	1.2	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	146%
			輸出	1.6	3.0	3.1	3.3	3.1	2.5	2.3	2.0	1.9	132%
	炭化ケイ素		輸入	2.1	2.1	2.3	2.6	2.0	1.7	1.7	1.6	1.4	102%
			輸出	4.9	5.1	5.5	6.1	6.5	5.1	4.2	4.3	4.4	104%

出典: 財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した

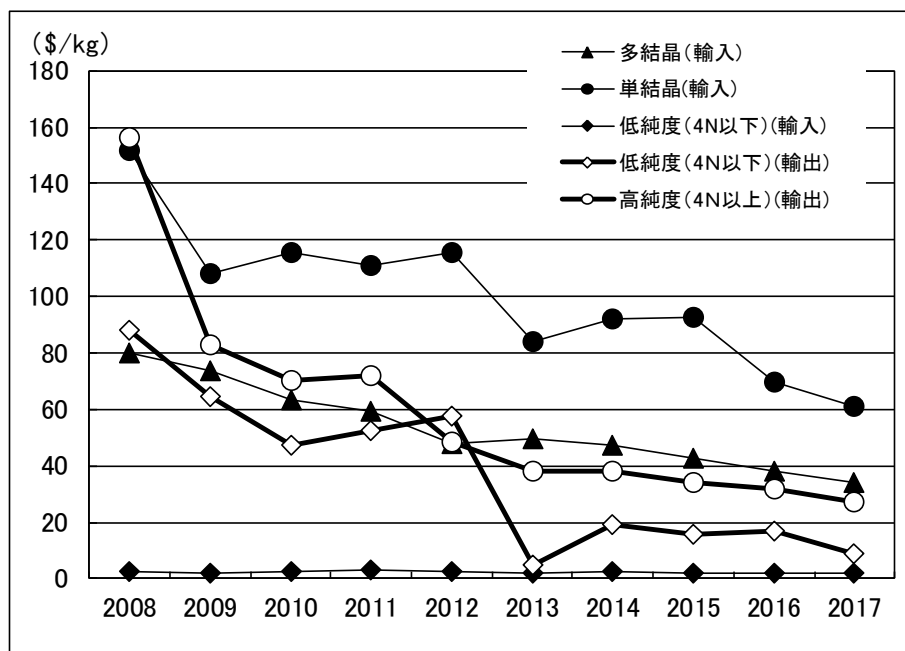


図 3-14 ケイ素(金属シリコン)の平均輸出入価格

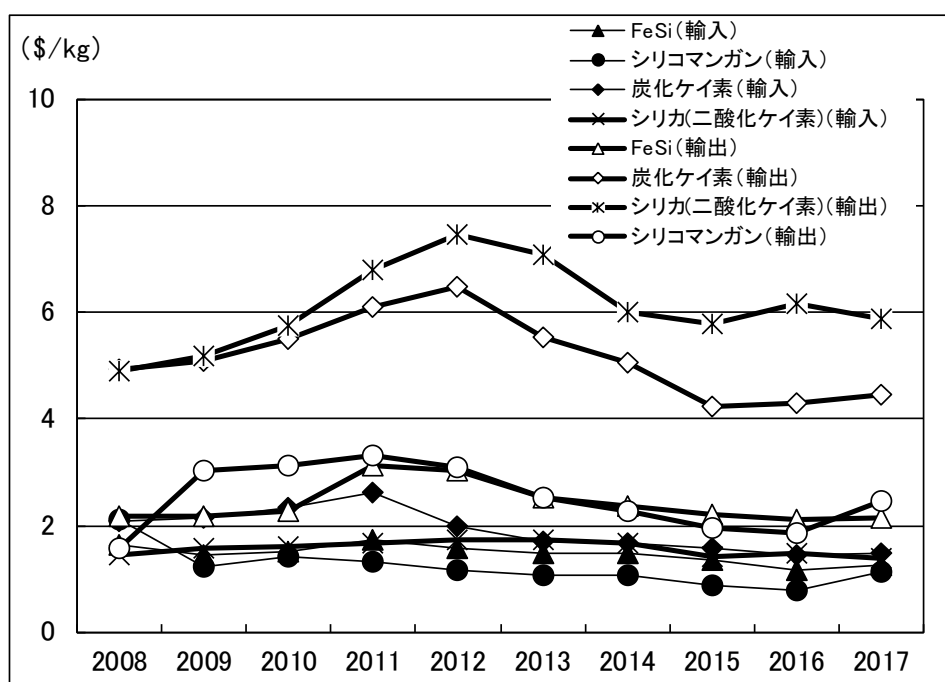


図 3-15 ケイ素(シリカ、合金鉄、炭化ケイ素)の平均輸出入価格

4.リサイクル

ケイ素のリサイクル率を以下のように定義し、表 4 に示す。

2017 年のケイ素のリサイクル率は 0%であった。国内のケイ素のリサイクル量は限定的であり、そのほとんどが統計データのない工程内リサイクルである。例えば、太陽電池シリコンウエハの場合、加工工程で発生したスクラップは基本的に全量シリコンウエハの製造工程で再利用されている。また、半導体メーカーの製造工程で発生するシリコンウエハのスクラップは、太陽光発電用の原料又はアルミ合金添加剤としてごく少量がリサイクルされている。また、一部セメント原料として利用されている部分がある。

一方、ケイ素は最終製品からケイ素成分を回収し再利用するシステムはまだ確立されていない。例えば、半導体や太陽電池、シリコン樹脂などにおいては、技術的な問題ではなく、コスト的に合わないため最終製品からのリサイクルは行われていない。アルミ地金、鉄鋼用に使われたケイ素は基本的に屑(鉄、アルミスクラップ)として回収されているが、この回収スクラップに含まれるケイ素成分は普通鋼材の製造では不純物としてみなされるため、リサイクルには至っていない。さらに、炭化ケイ素から作られる炉材・機械部品等の使用済製品からの回収も、その効率性の問題からリサイクルはほとんど行われていない。

例外的に回収・リサイクルが行われているのが、半導体ウエハを生産する際の位置決めに使用されるダミーウエハである。ダミーウエハの生産量・回収量は統計数字などがなく、詳細は不明である。半導体工場ではウエハサイズを変更するタイミングで全てのラインで位置決めをやり直すため、大量のダミーウエハが使用されるが、サイズ変更が無ければダミーウエハの使用は少量である。ダミーウエハの需要はウエハサイズの変化に合わせて波がある。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

※素材はシリカ(二酸化ケイ素)、金属シリコン(単結晶シリコン、多結晶シリコン、低純度 4N 以下シリコン)、フェロシリコン、シリコマンガ、炭化ケイ素の合計値

※国内生産には使用済製品のリサイクル(マテリアルリサイクル)を含む

表 4 ケイ素のリサイクル率

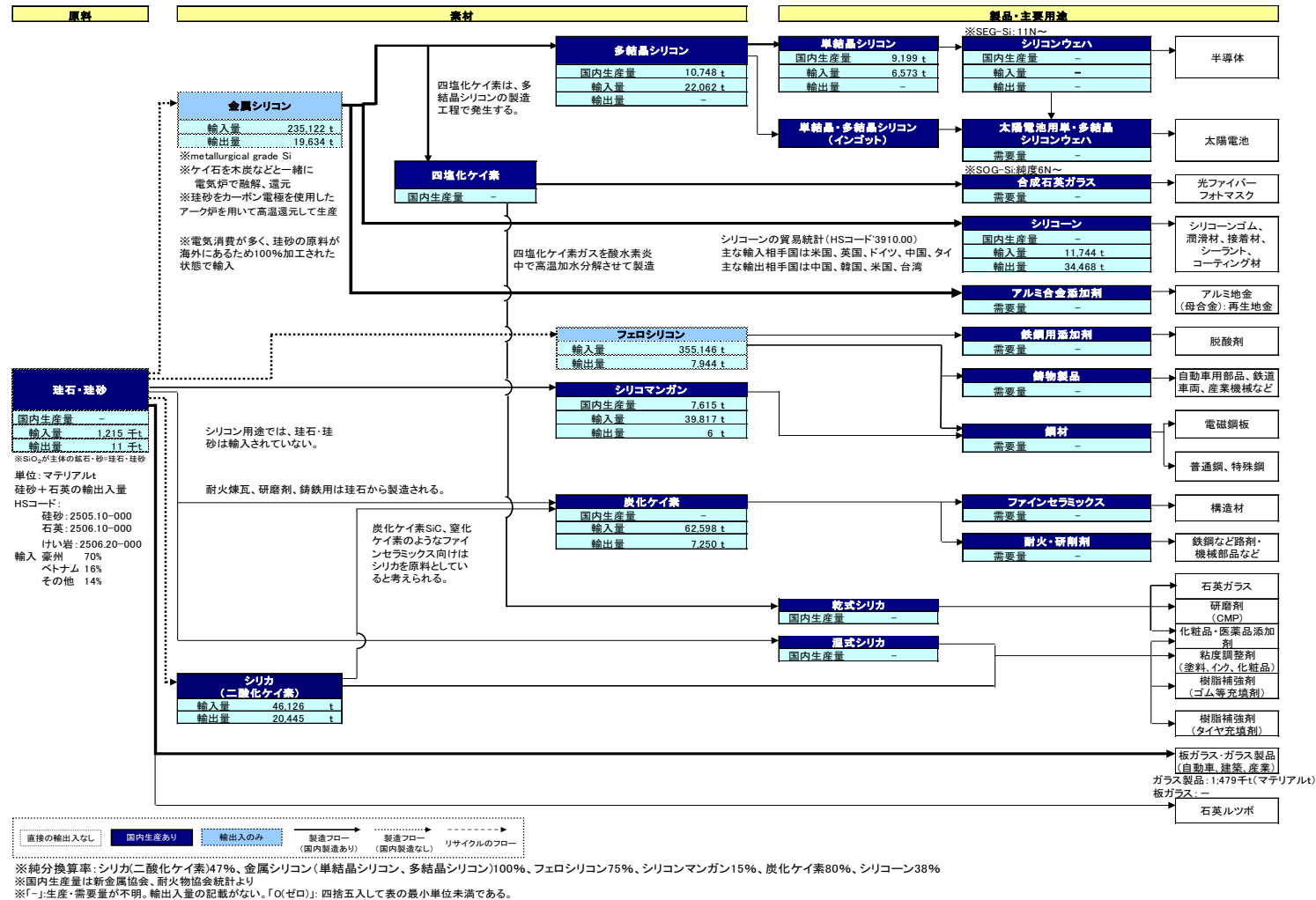
単位: 純分t

			2013	2014	2015	2016	2017
見掛消費	国内生産	生産	0	0	0	0	0
		回収	0	0	0	0	0
	輸入(素材)－輸出(素材)		620,269	700,446	637,972	626,003	682,119
	合計①		620,269	700,446	637,972	626,003	682,119
リサイクル量	回収②	0	0	0	0	0	
リサイクル率	②／①	0%	0%	0%	0%	0%	

出典: 財務省貿易統計

5.マテリアルフロー

ケイ素のマテリアルフロー(2017 年)



リン P

【用途】大半が肥料で、近年は化合物半導体にも利用

リンは、黄リン(白リン)、赤リン、紫リン(α 金属リン)、黒リン(β 金属リン)など数種類の同素体を有する。リンは生体必須元素の一つで人体には乾燥重量当たり1.4%含まれる。リン酸の用途としてはリン酸アンモニウム肥料などの化学肥料原料としての用途が大きい。赤リンは農薬や殺虫剤、脱酸剤等に使用される。近年では GaP、InP 等の化合物半導体として利用され、発光ダイオード、レーザダイオード等幅広く利用されている。また洗剤等に利用されたリン酸ナトリウムは、排水に高濃度のリンが含まれ微生物の異常発生の一因となるなどの環境への影響により国内ではほとんど使用されていない。

【特性】

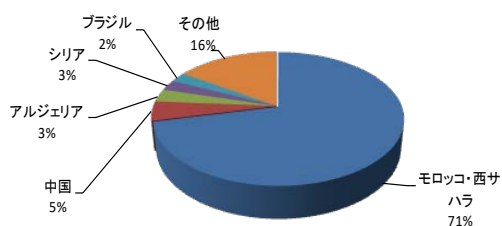
- ・熱力学的に最も安定な同素体は黒リンであり、反応性は同素体により異なる
- ・黄リンは最も酸化性が強く、湿った空气中で酸化され自然発火するため水中で保存され、毒性が強く、にんにく臭がある

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017 年世界計) USGS 2018

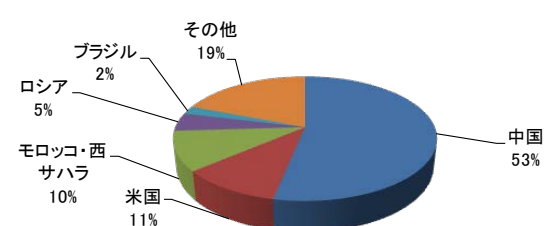
国別リン鉱石埋蔵量

(合計 70,000 マテリアル百万t)



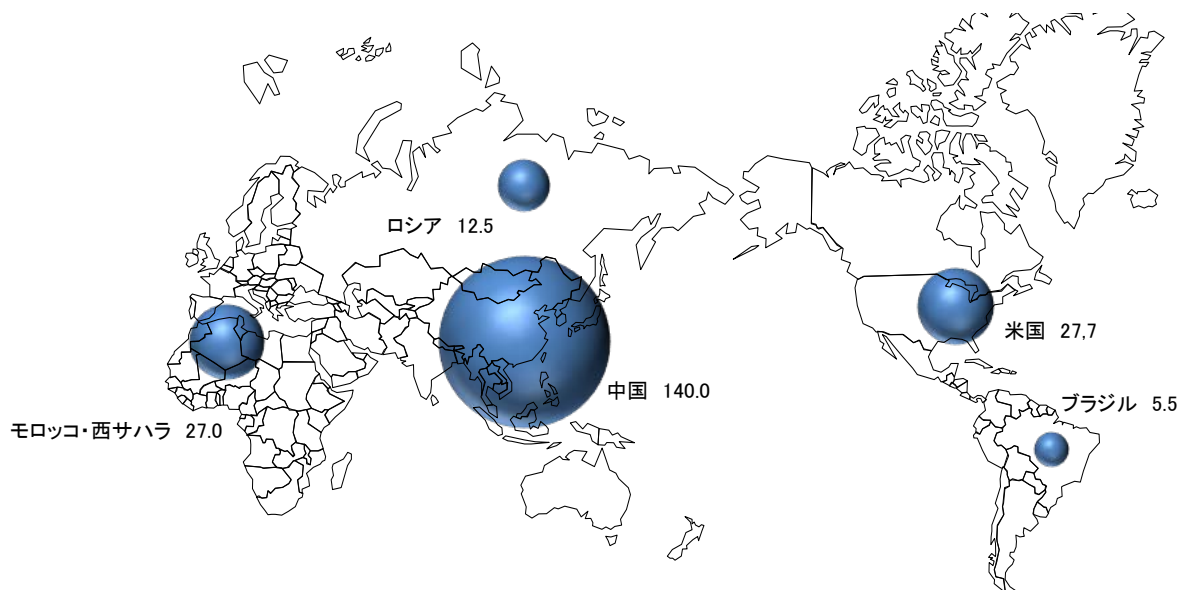
国別リン鉱石生産量

(合計 263 マテリアル百万t)



【世界の主要リン鉱石生産国】国名、国別生産量(マテリアル百万t、2017 年間値)、出典 USGS2018

中国、米国、モロッコ・西サハラが主要生産国

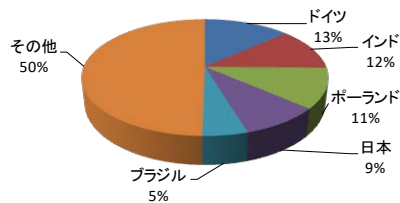


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、

財務省貿易統計

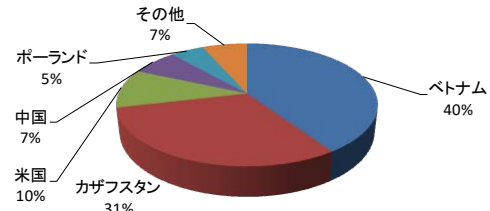
■世界 黄リン主要輸入国

(2016 年合計 237,194 純分 t)



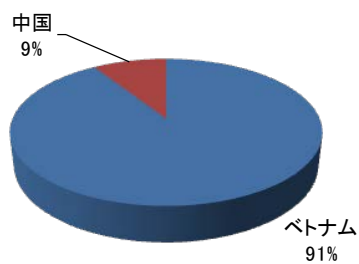
■世界 黄リン主要輸出国

(2016 年合計 164,432 純分 t)



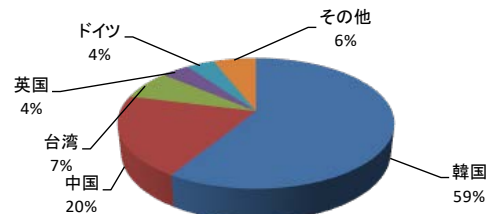
■日本 黄リン主要輸入相手国

(2017 年合計 21,249 純分 t)



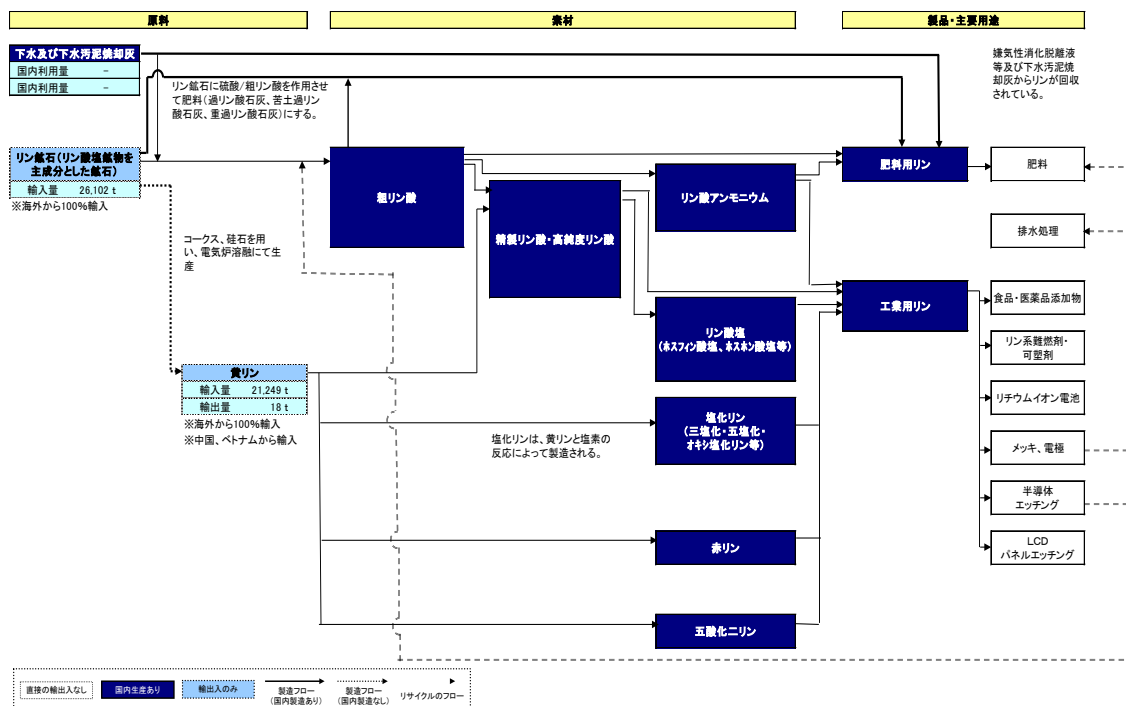
■日本 黄リン主要輸出相手国

(2017 年合計 17.8 純分 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計

P のマテリアルフロー (2017 年)



【概要】

- ・2017年の世界リン鉱石生産量は前年比103%であった。主要生産国は中国、米国、モロッコ・西サハラ等で、上位3か国で全体の74%を占めている。生産国第一位の中国は前年比104%であった。
- ・国内のリン供給量は前年比95%、需要量は前年比97%であった。内需には肥料用需要及び工業用需要があり、前者は、内需の約8割以上であるが、施肥の適正化、施肥技術の開発等により下降傾向にある。後者は、用途として半導体、コンデンサ、金属表面処理等があり、前年比102%で増加し、それに伴い輸入原料(リン鉱石、黄リン)の輸入量も前年比109%で増加した。その要因は、国内自動車生産が増加し、家電、電子機器の分野等が好調のため半導体エッチング向け等の需要が堅調に推移したためである。

1.特性・用途

リン鉱石資源として重要な鉱床は、成因により次の3種類に分類される。

- ①:化石質鉱床;古代の動植物や微生物が起源となった比較的大規模なリン鉱石鉱床で、アメリカ、モロッコ、ヨルダンなどに存在し、現在のリン鉱石の大半はこの鉱床から供給されている。
- ②:グアノ鉱床;鳥糞石、糞化石質リン鉱石ともいう。ペルーのチンチャ諸島、ナウル、アンガウル島、日本国内では沖大東島(ラサ島)などに存在する。
- ③:火成鉱床;地殻変動によって生じた金属鉱床などと同じ無機質のリン鉱石鉱床で、ロシアのコラ半島に大規模なものが存在する

リン鉱石の多くが化学肥料の原料として使用される。

リンを用いた肥料(化学肥料)には、リン酸質肥料と複合肥料があり、原料はほとんど全てをリン鉱石から出発する。リン酸質肥料には、電気熔融した溶成リン肥、硫酸処理した過リン酸石灰などリン鉱石を原料に製造したものと、リン鉱石以外の原料から製造されたリン成分のみを含む肥料がある。複合肥料とは、リン酸にアンモニアを加えたリン安など、リンの他に窒素やカリを加えた肥料である。

工業用に使用されるリンは、リン鉱石から湿式法で生産される湿式リン酸と、乾式法で生産される黄リンを原料としたリン化合物の2種類がある。

<湿式法>

採掘されたリン鉱石を粉砕、浮遊選鉱などにより品位を上げたリン鉱石を硫酸と反応させて粗リン酸(PA)を製造し、PAを精製して精製リン酸(PPA)を製造後、PPAにアンモニアやカルシウムを添加し二次塩¹を製造し、その後二次塩を用途に合わせて製造・販売(必要に応じてブレンドして販売)する方法。

<乾式法>

リン鉱石をケイ素、炭素とともに電気炉において1,400～1,500℃の高温で分解し黄リンを生産し、黄リンに水を加えてPPAを生産した後、PPAを高純度化又はアンモニアやカルシウムの添加で二次塩を製造し、最後に二次塩を各種用途に製造・販売(必要に応じてブレンドして販売)する方法。

日本では、リン鉱石から黄リンを取り出すには電気炉における高温分解による大量の電力が必要であるため、電気料金が安いベトナムや中国から全量を輸入している。

工業用リンの用途には、リン酸(精製リン酸・高純度リン酸)として半導体エッチング等に用いられるほか、各種リン酸塩等は、食品添加物等にも少量の添加物として使用されている。また、リン酸化合物が繊維製品の難燃加工にも利用され、最近では、リチウム電池で使用される電解質を構成するリチウム塩として六フッ化リン酸リチウム等にも利用されている。

またリン酸の関連化合物の用途は、農薬や殺虫剤としての利用も多く、化学兵器として研究されるほど強力な毒性を持った製品も開発されたが、その多くは使用が中止されている。現在はリン酸エステル系の殺虫剤が主力になっている。

¹二次塩: 過リン酸石灰(single superphosphate: SSP)、重過リン酸石灰(triple superphosphate: TSP)のこと。

同じくリン酸化合物であるリン酸ナトリウム水溶液は強塩基性を示すため、単独で金属の洗浄剤として使われるほか、次亜塩素酸と混合することで強力な洗剤となり、三リン酸ナトリウムは洗剤として広く利用されていたが、排水に高濃度のリンが含まれるために微生物の異常な繁殖の原因となり、赤潮等の公害を引き起こしたため、環境への配慮から日本国内での使用はほとんどなくなってきている。リン酸水素カルシウムは研磨剤として歯磨きなどに含まれ、フッ素を含む歯磨き粉には二リン酸カルシウム等、口腔衛生にかかわる用途にリン酸化合物が数多く配合されている。

そのほかにも、コーンフレークやベーキングパウダー、飼料にもリン酸化合物が含まれるほか、ハムやチーズなどの製造時にも使用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のリン鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年の世界リン鉱石生産量は前年比 103%の 26,300 千 t であった。主要生産国は中国、米国、モロッコ・西サハラ等であり、上位 3 か国で全体の 74%を占めている。主要国の生産量をみると、中国は前年比 104%の 14,000 千 t、米国は前年比 102%の 2,770 千 t と微増、モロッコ・西サハラは前年並みで 2,700 千 t であった。

米国では、リン鉱石の主産地であるフロリダに 2017 年 9 月にハリケーン・イルマが上陸し、停電や洪水の被害により、リン鉱山やリン酸肥料施設が一時的に閉鎖されたが、表 2-1 に示すように米国のリン鉱石生産量には影響がなかった。

サウジアラビアについては国営の鉱業会社 Saudi Arabian Mining Company.(略称:Ma'aden)が世界最大のリン安プラント(リン安の生産量 300 万 t/年)を立ち上げ、その原料となるリン鉱石の生産が同時に行われ、2017 年には、新たに米国の大手リン酸肥料メーカー(Mosaic 社)等が投資したリン酸プロジェクトが進み、リン鉱山とリン酸肥料工場が完成し、稼働し始め前年比 107%の 450 千 t と増加した。チュニジアについては政情が不安定な面があるものの増加傾向にある。これは新しい鉱山が開発されてきたことに加え、ストライキによる影響が収まって復活してきたことによると見られ、2017 年は、前年比 101%の 370 千 t と微増であった。カザフスタンは黄リン主要生産国の一つで前年比 107%の 160 千 t と増加した。また、ペルーでは Minera Miski Mayo 社のリン鉱床開発事業が進展しており、これには、Mosaic 社や三井物産が参画している。

もともとリン鉱石にはアルミニウムやマグネシウムに加え様々な元素が不純物として含まれており、産出される地域及び鉱山によって不純物の成分や含有量が異なる。リン鉱石から製造されるリン酸は用途によって不純物含有率の許容範囲が異なり、例えば工業用では不純物除去に対する要求が非常に厳しく、鉄、アルミニウム、マグネシウム成分を ppm 単位まで下げる必要があるが、肥料用はこれらが 2~3%含まれていても許容される。リンを肥料用、工業用に使用する場合、不純物が少なく、含まれていても簡単に除去できるなど、各用途に適した品質で加工のしやすい鉱石を調達できるか否かが問題となる。

世界の需給動向について、需要に関する公開データはないが、人口増を受けて肥料用リンの需要については年 2~3%は増大していると見られる。

主要用途が肥料であるリンは世界各国において、食糧政策に直接かかわる戦略物資と位置付けられており、リン鉱石の権益を保有している国がリンをどのような形で、どの程度の規模で販売するかは国家戦略に通じるものがある。例えば、どの国でも自国内の食糧調達を優先し、国内、あるいは権益を持つ海外鉱山で採れるリン資源は国内で使用する肥料としてまず確保している。米国のようにリン鉱石での輸出は行わず、全てリン化合物の形で輸出(リン酸までのプロセスを自国内で行う)するケースもある。また、中国は国内需要の優遇措置を実施し、徐々に輸出量を減らしている。

各国がリンを戦略物資と位置付けている以上、高品質で使いやすいリン鉱石は将来入手しにくくなる可能性もある。日本では農業人口、作付面積とも減少しているが、何らかの状況によりリンや肥料の輸入に制限がかけられた場合のリスクは非常に大きい。

こうした中、大手肥料メーカーや商社では海外の鉱山プロジェクトへの出資を検討したり、工業用に
加え、肥料用リンの取扱いを新たに検討したりする動きもある。

表 2-1 世界のリン鉱石生産量

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	5,070	6,020	6,800	8,100	9,530	10,800	10,000	12,000	13,500	14,000	104%	53%
米国	3,020	2,640	2,580	2,810	3,010	3,120	2,530	2,740	2,710	2,770	102%	11%
モロッコ・西サハラ	2,500	2,300	2,580	2,800	2,800	2,640	3,000	2,900	2,690	2,700	100%	10%
ロシア	1,040	1,000	1,100	1,120	1,120	1,000	1,100	1,160	1,240	1,250	101%	5%
ヨルダン	627	528	600	650	638	540	714	834	799	820	103%	3%
ブラジル	620	635	570	620	675	600	604	610	520	550	106%	2%
エジプト	300	500	600	350	624	650	550	550	500	500	100%	2%
サウジアラビア	-	-	-	100	300	300	300	400	420	450	107%	2%
イスラエル	309	270	314	310	351	350	336	354	395	400	101%	2%
ペルー	-	-	791	254	321	258	380	388	385	390	101%	1%
チュニジア	800	740	760	500	260	350	378	280	366	370	101%	1%
豪州	280	280	260	265	260	260	260	250	300	300	100%	1%
ベトナム	-	-	-	-	-	237	270	250	280	300	107%	1%
セネガル	70	65	95	98	138	80	90	124	220	220	100%	1%
メキシコ	-	-	151	151	170	176	170	168	170	200	118%	1%
インド	-	-	124	125	126	127	111	150	200	180	90%	1%
南ア	229	224	250	250	224	230	216	198	170	180	106%	1%
カザフスタン	-	-	-	-	-	160	160	184	150	160	107%	1%
アルジェリア	-	180	180	150	125	150	150	140	127	130	102%	0%
トーゴ	80	85	85	73	87	111	120	110	-	100	-	-
その他	1,656	633	561	1,074	940	361	361	310	358	330	92%	1%
世界	16,600	16,100	18,400	19,800	21,700	22,500	21,800	24,100	25,500	26,300	103%	100%

出典: United States Geological Survey (USGS)「Minerals Yearbook PHOSPHATE ROCK」, World Production by Country

2013年-2017年はUSGS「Mineral Commodity Summaries Phosphosphate Rock」 Mine Production

純分換算率: リン鉱石10%

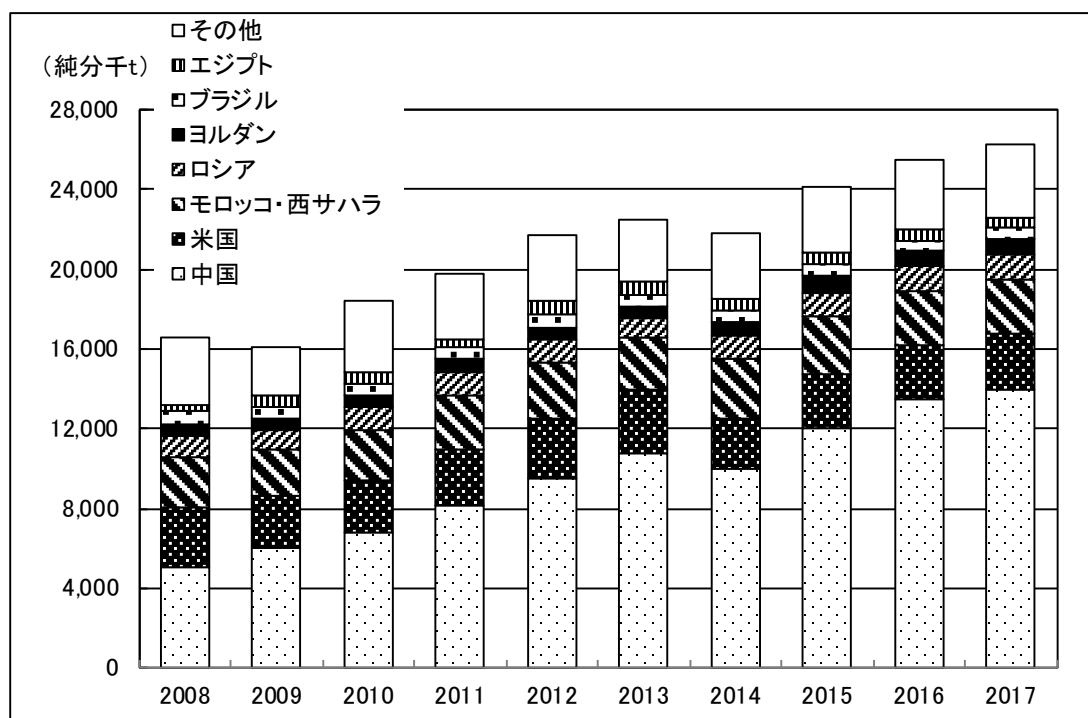


図 2-1 世界のリン鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

リンの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。また、リンの種類別内需(肥料用及び工業用)を図 2-3、図 2-4 に示す。

2017 年のリンの供給量は前年比 95%の 177.9 千 t、需要量は前年比 97%の 194.3 千 t(内需 182.2 千 t、輸出 12.1 千 t)で微減であった。

内需の約 88.3%が肥料用であり、肥料の需要は、施肥の適正化、施肥技術の開発等により、減少している。

2017 年の工業用リンの需要は前年比 102%の 21.3 千 tと推計される。需要の約 20%が添加剤など食品関連であるとされているが、国内の人口増加が見込めない中で食品添加剤用の需要は成熟状態となっている。その他の用途としては、半導体、コンデンサ、金属表面処理などである。

表 2-2 リンの国内需給

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16年比	
供給	在庫 ¹⁾	リン酸質肥料	8.9	11.6	10.4	12.1	13.0	9.7	9.3	8.6	8.2	7.4	90%
		複合肥料	40.7	47.6	43.4	43.1	47.0	41.5	45.7	41.2	41.2	33.9	82%
		工業用リン ³⁾	3.2	2.7	3.0	2.2	2.0	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	110%
		小計	52.8	62.0	56.8	57.4	62.0	52.7	56.5	51.2	51.0	43.0	84%
	輸入 ²⁾	224.7	152.2	158.1	181.8	162.6	159.7	149.2	138.2	137.0	134.9	98%	
合計		277.5	214.2	214.9	239.2	224.7	212.4	205.7	189.4	188.0	177.9	95%	
需要	肥料用 ¹⁾	リン酸質肥料	34.8	32.5	33.4	32.5	33.4	27.6	28.1	21.9	25.2	23.7	94%
		複合肥料	133.7	142.5	145.9	138.9	150.0	138.7	139.9	131.9	142.2	137.1	96%
		小計	168.4	174.9	179.3	171.4	183.5	166.3	167.9	153.8	167.4	160.8	96%
		工業用 ³⁾	リン酸	20.1	16.4	20.4	15.8	16.0	—	—	—	—	—
	オキシ塩化リン		2.2	2.6	2.6	2.0	1.4	—	—	—	—	—	—
	無水リン酸(五酸化リン)		0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	—	—	—	—	—	—
	リン酸ナトリウム		1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	—	—	—	—	—	—
	縮合リン酸ナトリウム類		1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	—	—	—	—	—	—
	三塩化リン		0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—
	リン酸アンモニウム		0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—
	リン酸カリウム		0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—
	トリポリリン酸ナトリウム		0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—
	赤リン		0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—
	リン酸カルシウム		0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	—	—	—	—	—	—
	ピロリン酸カリウム		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
	小計		28.0	24.4	28.6	22.7	22.0	22.9	23.1	21.8	20.9	21.3	102%
	小計	196.4	199.3	207.8	194.1	205.5	189.2	191.1	175.6	188.3	182.2	97%	
	輸出 ²⁾	13.57	6.65	7.93	6.99	6.79	6.83	7.94	8.91	11.39	12.10	106%	
	合計	210.0	206.0	215.8	201.1	212.2	196.0	199.0	184.5	199.7	194.3	97%	
	供給-需要		67.5	8.2	-0.8	38.1	12.4	16.4	6.7	4.9	-11.7	-16.4	

出典: 1) 日本肥料アンモニア協会(肥料年度7月～翌6月)、2) 財務省貿易統計(暦年数値)、3) 日本無機薬品協会(年度数値)

純分換算率: 肥料用リン リン酸質肥料13%、複合肥料7%、
工業用リン リン酸39%、オキシ塩化リン20%、無水リン酸(五酸化リン)44%、リン酸ナトリウム20%、縮合リン酸ナトリウム類
ピロリン酸ナトリウム26%、メタ・ヘキサメタリン酸ナトリウム30%、テトラリン酸ナトリウム26%、三塩化リン23%、リン酸アンモニウム25%、
リン酸カリウム19%、トリポリリン酸ナトリウム25%、赤リン100%、リン酸カルシウム23%、ピロリン酸カリウム19%

※内需のうち2013年以降の工業用の内訳は日本無機薬品協会の資料「無機薬品の実績と見通し」廃刊のためデータなし。

2014年、2015年、2016年工業用小計は化学工業日報(2015.06.22、2016.06.28及び2017.06.27付)記載の日本無機薬品協会データによる。

2017年工業用小計は化学工業日報(2018.06.26付)記載の日本無機薬品協会データによる。

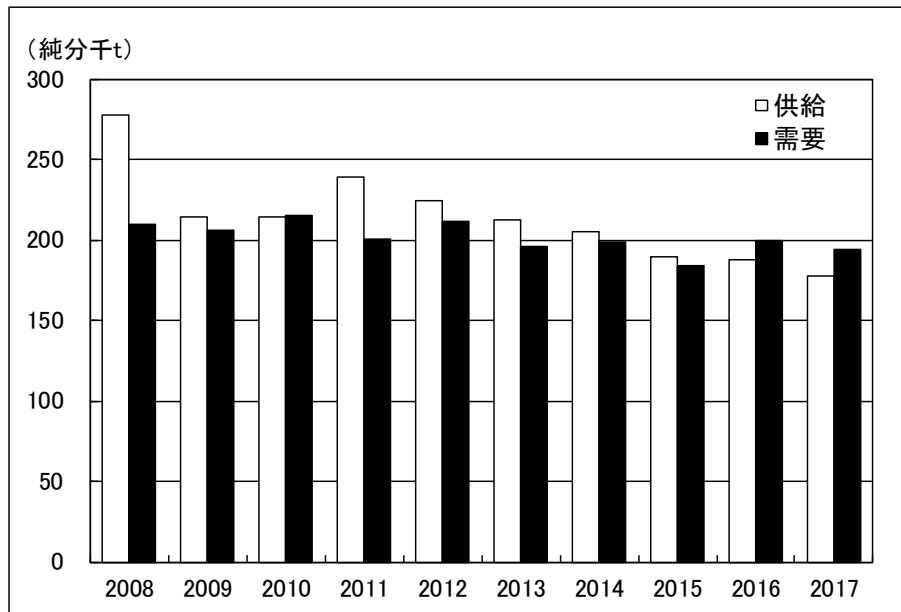


図 2-2 リンの国内需給

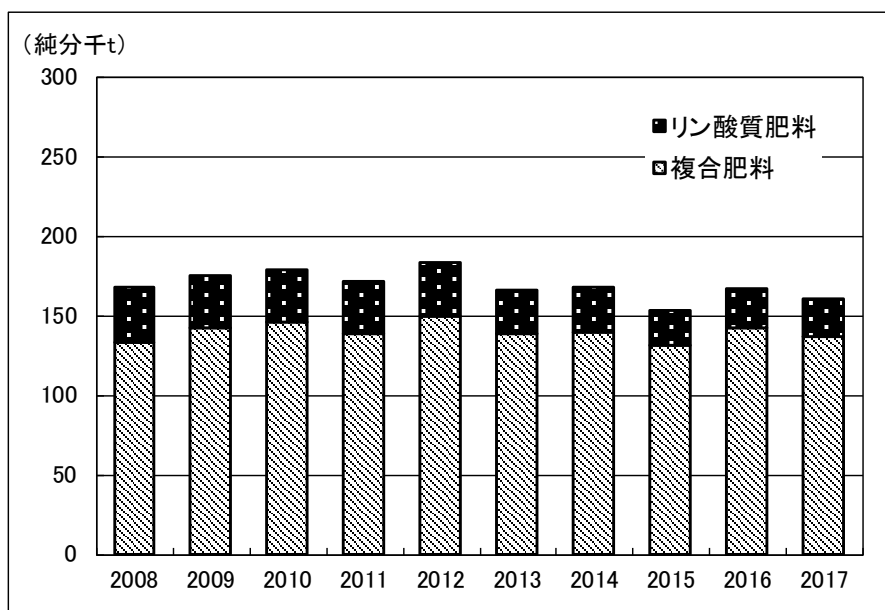


図 2-3 リンの内需(肥料用:種類別)

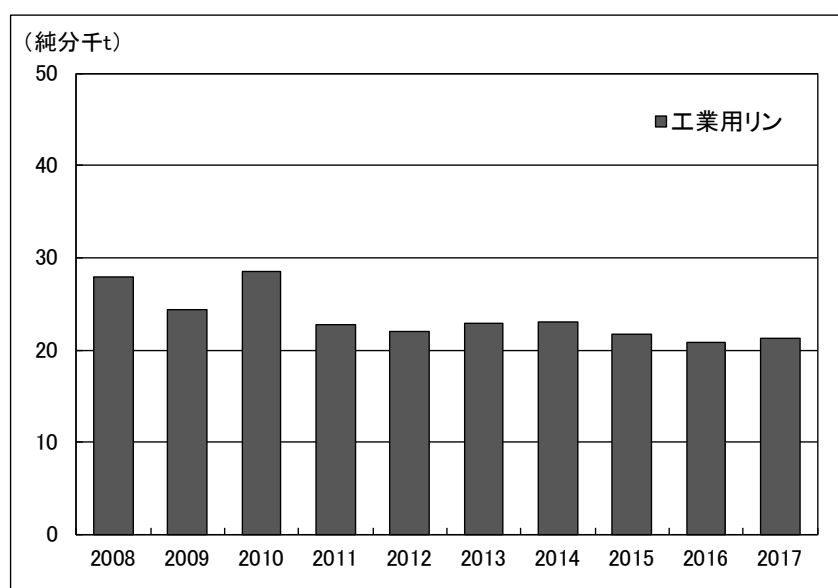


図 2-4 リンの内需(工業用)

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

日本ではリン鉱石が産出されないために、全量を輸入に依存している。リンの輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年の原料(リン鉱石、黄リン)の輸入量は前年比 109%の 47,351t で増加した。

リン鉱石の輸入量が 2011 年以降、減少傾向が続いているのは、主な用途である肥料の需要縮小と肥料メーカーが輸入リン安や輸入リン酸に切り替えているためであるが、日本の農業自体が農家の高齢化や減反政策などにより縮小傾向が続いていること、施肥量が減少していることも輸入量減少の要因である。

工業用原料となる黄リンの輸入量は 2011 年以降 3 年連続して減少していたが、2017 年は前年比 112%の 21,249t で 2014 年以降 4 年連続して増加となった。この主な要因は、2017 年当初は世界経済に若干の不安定さ見られたが後半持ち直し、国内自動車生産が 5.2%増(968 万台)、家電、電子機器の分野でも民生用の製品に堅調な動きがみられ、半導体エッチング向けにおいてスマホ・携帯端末用などの NAND 型フラッシュメモリー、自動車に搭載される LSI システム等の堅実な伸びにより、需要が概ね堅調に推移したためと推察される。

しかし、2017 年のリン酸などの中間原料及び素材の輸入量は、前年比 86%の 29,633t で減少した。このうちリン酸の輸入量が前年比 90%の 15,627t と減少し、リン酸塩の輸入量も前年比 81%の 14,007t と大幅に減少した。これらのリン酸類はほとんどが工業用である。

肥料関係の輸入では、リン酸質肥料の輸入量が前年比 68% 9,983t で大幅に減少した。その要因としては、前述にもあるが農業人口の減少及びリン肥料(リン酸質肥料)使用量が削減されていること等が上げられる。また複合肥料の輸入量は前年比 108%の 47,944t と増加した。

2017 年のリンの輸出は前年比 106%の 12,102t で 5 年連続、リン酸の輸出量は前年比 111%の 5,816t で 4 年連続増加し、リン酸塩の輸出量は前年比 95%となった。また、原料として輸出されている黄リンは前年比 121%、18t で難燃剤用に使用されている。輸出用リン酸には、半導体エッチング向けに要求される高純度品と金属表面処理用がある。

肥料関係の輸出ではリン酸質肥料の輸出量が 2017 年には前年同様、960.6t で、複合肥料は前年比 113%、2,453t であった。輸出肥料製品は、日本メーカーのみ生産可能な特殊な製品が含まれている。

表 3-1 リンの輸出入数量

単位: 純分t

			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	77,622	47,913	31,048	50,233	37,864	36,350	31,299	29,340	24,394	26,102	107%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄リン	輸入	31,282	13,774	24,272	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	112%
		輸出	67	36	26	9	12	13	18	15	15	18	121%
	小計	輸入	108,904	61,687	55,321	70,911	56,119	52,656	49,071	47,910	43,352	47,351	109%
		輸出	67	36	26	9	12	13	18	15	15	18	121%
輸入-輸出		108,837	61,651	55,294	70,901	56,108	52,643	49,053	47,895	43,338	47,333	109%	
素材	リン酸	輸入	25,412	21,892	26,531	24,572	19,501	17,437	19,987	14,232	17,357	15,627	90%
		輸出	7,833	3,304	4,030	3,669	3,244	2,876	3,708	4,695	5,236	5,816	111%
	リン酸塩	輸入	19,464	18,163	23,247	22,572	21,327	19,212	17,721	17,266	17,237	14,007	81%
		輸出	3,225	2,030	2,281	1,506	2,035	2,157	2,559	2,333	3,019	2,855	95%
	小計	輸入	44,876	40,055	49,778	47,143	40,828	36,649	37,708	31,498	34,594	29,633	86%
		輸出	11,058	5,333	6,311	5,174	5,279	5,032	6,267	7,029	8,255	8,671	105%
輸入-輸出		33,818	34,722	43,467	41,969	35,549	31,617	31,441	24,469	26,339	20,962	80%	
製品	リン酸質肥料	輸入	13,897	8,684	13,050	17,744	19,605	19,812	15,456	15,658	14,635	9,983	68%
		輸出	81.4	58.1	63.8	63.2	72.9	49.3	53.2	90.2	960.6	960.6	100%
	複合肥料	輸入	57,016	41,795	39,943	45,969	46,070	50,596	46,965	43,127	44,425	47,944	108%
		輸出	2,367	1,227	1,525	1,738	1,430	1,736	1,601	1,771	2,165	2,453	113%
	小計	輸入	70,913	50,479	52,993	63,713	65,675	70,408	62,421	58,785	59,059	57,927	98%
		輸出	2,449	1,285	1,589	1,801	1,503	1,785	1,654	1,862	3,125	3,414	109%
輸入-輸出		68,465	49,194	51,404	61,912	64,172	68,622	60,767	56,923	55,934	54,514	97%	
合計		輸入	224,694	152,221	158,091	181,767	162,622	159,713	149,200	138,192	137,006	134,911	98%
		輸出	13,574	6,654	7,927	6,985	6,794	6,830	7,939	8,906	11,395	12,102	106%
		輸入-輸出	211,120	145,567	150,164	174,782	155,829	152,883	141,261	129,287	125,611	122,809	98%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 鉱石10%、黄リン100%、リン酸(五酸化二リン44%、リン酸・ポリリン酸39%)、リン酸塩30%、リン酸肥料13%、複合肥料7%

※原料は鉱石、黄リン、素材はリン酸、リン酸塩、製品はリン酸質肥料、複合肥料による。

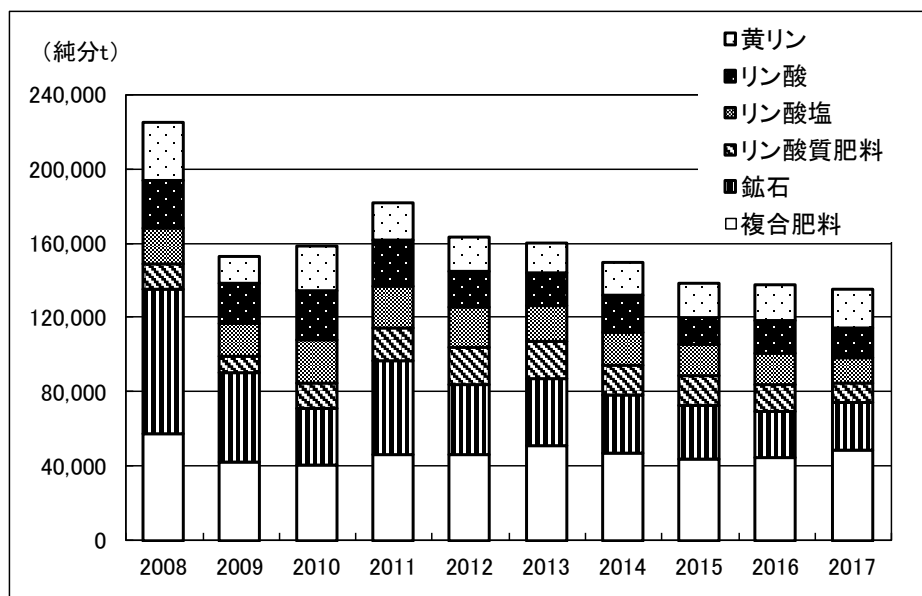


図 3-1 リンの輸入数量

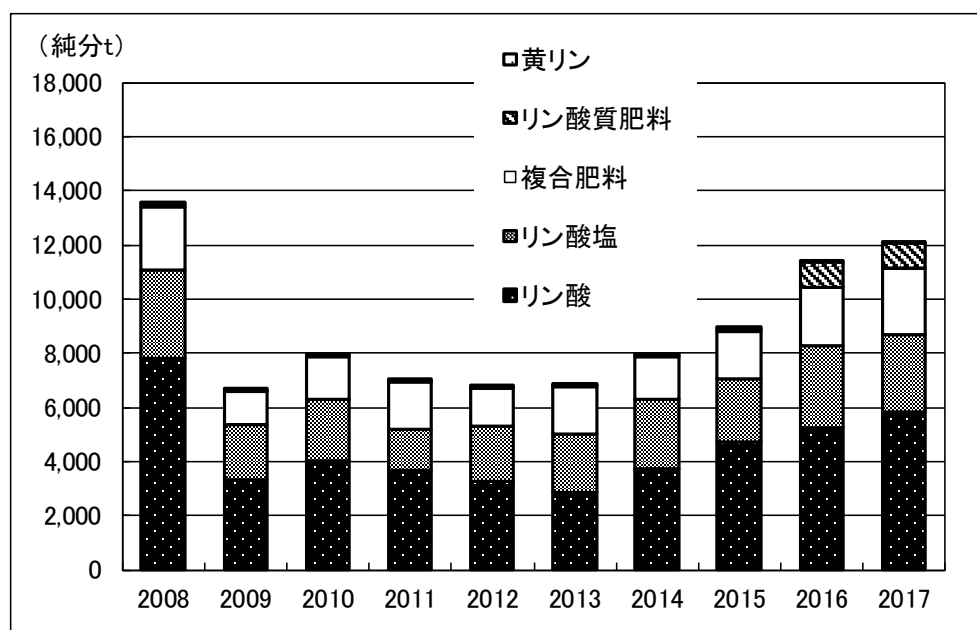


図 3-2 リンの輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.リン鉱石

リン鉱石の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。

主な輸入相手国は、中国、南ア、ヨルダン、モロッコである。この上位4か国で全体の79%を占める。

中国からの輸入量は2016年は大幅に減少したが、2017年は前年比144%、7,115tで増加した。

南アからの輸入量は前年比91%、6,301tで減少した。ヨルダンからの輸入量は前年比65%、3,855tと大幅に減少した。モロッコからの輸入量は前年比188%、3,629tと大幅に増加し、ナウルからの輸入も前年比137%の2,943tと増加した。これらの変動は、輸入船が入港するタイミングも影響している。ベトナムの鉱石は大部分がリン酸質肥料である熔リン肥料として使用されており、熔リン肥料メーカーによる輸入が多い。ベトナムで採れる鉱石は中国からの鉱脈の延長上にあり、品質がほぼ中国と同じである。

2011年から輸入が始まったナウルでは国土全体が鳥糞由来のリン(ゲアノ)で形成されており、唯一の産業がリンの輸出である。ナウルからの輸入量は、2017年まで増加傾向が続いている。

表 3-2 リン鉱石の輸入相手国

												単位: 純分t	
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	28,862	11,276	15,844	16,442	15,379	14,092	9,378	7,151	4,944	7,115	144%	27%
	南ア	7,851	5,009	5,420	13,666	7,805	6,106	5,894	7,028	6,951	6,301	91%	24%
	ヨルダン	18,637	13,051	1,900	9,297	6,000	9,320	7,880	5,300	5,958	3,855	65%	15%
	モロッコ	15,250	7,200	6,250	8,455	5,737	2,740	4,500	5,096	1,930	3,629	188%	14%
	ナウル	—	—	—	450	1,335	1,520	1,460	2,000	2,150	2,943	137%	11%
	ベトナム	3,306	2,681	912	814	1,070	2,250	1,741	2,103	1,740	1,393	80%	5%
	イスラエル	2,107	—	701	543	525	320	440	660	718	860	120%	3%
	その他	1,609	8,696	22	566	13	2	6	2	4	6	150%	0%
	合計	77,622	47,913	31,048	50,233	37,864	36,350	31,299	29,340	24,394	26,102	107%	100%

出典:財務省貿易統計

純分換算率:リン鉱石10%

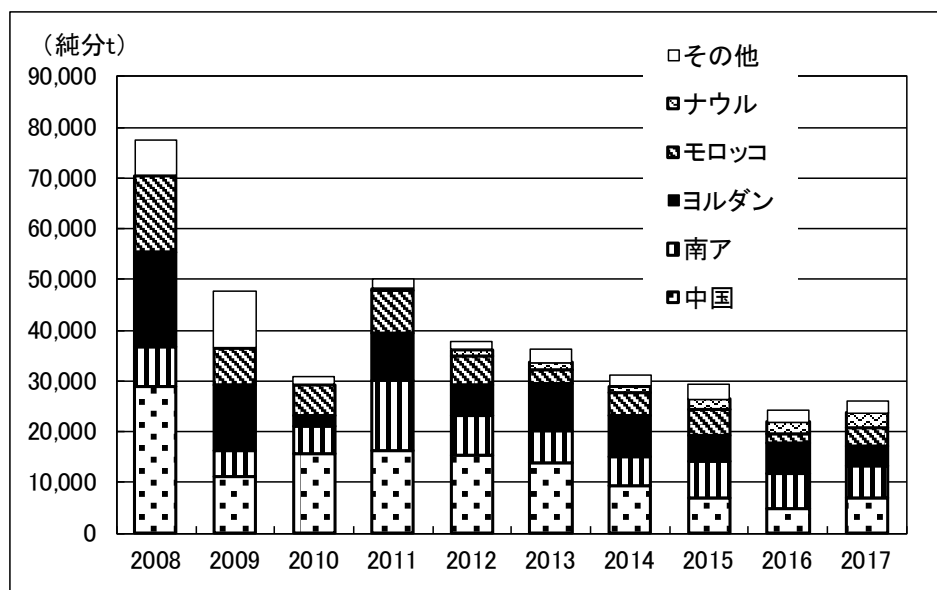


図 3-3 リン鉱石の輸入相手国

3-2-2.黄リン

黄リンの輸出入相手国を表 3-3、輸入相手国を図 3-4 に示す。

2017 年の輸入量は、前年比 112%の 21,249t と増加した。2017 年の輸入相手国はベトナム、中国の2か国である。2008 年までは中国からの輸入量が大部分を占めていたが、2011 年にほぼ半々となり、2012 年以降はベトナムからの輸入量の方が多くなっている。ベトナムからの輸入量は前年比 120%、19,316t で 2013 年を除きこの 10 年間増加している。中国からの輸入量は前年比 69%、1,933t で大幅に減少し、ベトナムからの輸入量のほぼ 10 分の 1 となっている。これはベトナムの生産能力が増えたからだと考えられる。このほか、オランダからの輸入が 2013 年に激減し、2014 年には輸入されなくなったが、これは現地の黄リンメーカーが倒産したためである。

表 3-3 黄リンの輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	ベトナム	2,500	5,023	9,139	9,866	12,614	12,281	13,759	15,842	16,162	19,316	120%	91%
	中国	24,255	8,351	13,948	9,928	5,426	4,007	4,013	2,727	2,797	1,933	69%	9%
	台湾	348	101	—	—	—	—	—	—	0	0	—	0%
	オランダ	4,139	284	1,145	883	215	18	—	—	—	—	—	—
	その他	40	15	40	1	—	0	0	0	—	—	—	—
	合計	31,282	13,774	24,272	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	112%	100%
輸出	韓国	58.9	31.6	22.0	5.2	4.3	6.3	11.3	8.2	7.1	10.4	148%	59%
	中国	1.2	0.6	1.3	1.7	2.4	2.4	3.2	2.6	4.2	3.6	86%	20%
	台湾	0.6	0.9	1.2	1.2	1.1	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	108%	7%
	英国	0.2	0.0	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.7	78%	4%
	ドイツ	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.6	0.8	0.5	0.7	132%	4%
	米国	3.1	0.2	0.4	0.2	1.7	0.3	0.2	1.2	0.3	0.5	178%	3%
	その他	3.1	2.0	0.6	0.5	1.4	1.6	0.5	0.5	0.6	0.5	91%	3%
	合計	67.4	35.6	26.2	9.4	11.7	12.7	17.9	15.1	14.8	17.8	121%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 黄リン100%

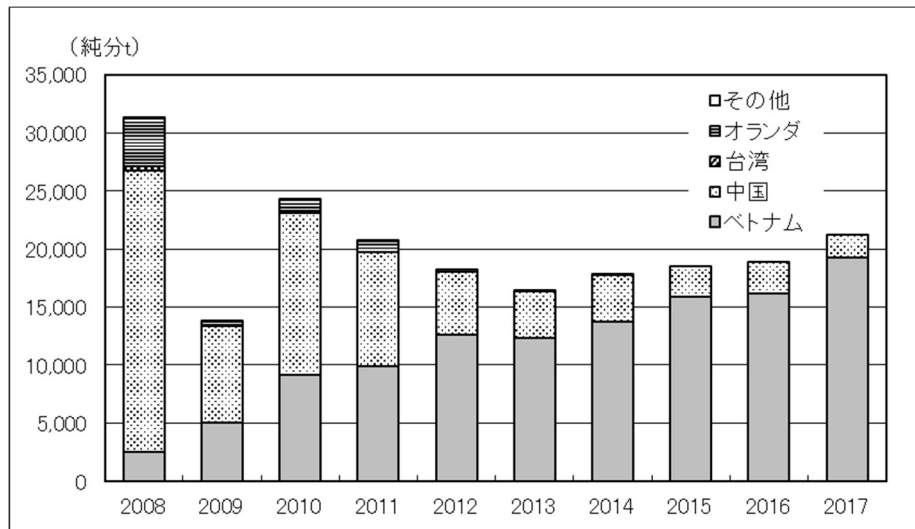


図 3-4 黄リンの輸入相手国

3-2-3.リン酸

リン酸の輸出入相手国を表 3-4、図 3-5、図 3-6 に示す。

輸出入量の中には、粗リン酸、精製リン酸、高純度リン酸が混在している。2017 年の主要輸入相手国は中国で、前年と同様に全体の 96%を占め、寡占状態である。業界内では中国に代わる原料ソース開拓が課題になってはいるものの、品質とコストを考えると難しい状況である。

リン鉱石から湿式で工業用リン酸を製造することは、不純物の混入が避けられないので大変難しい。

2017 年の輸出の主要相手国は、韓国が前年比 79%の 2,464tで大幅に減少したが全体の 41%を占めている。次いで、中国が 22%の 1,349t、米国が 16%の 942t となり、上位 3 か国では 79%となった。仕向け先でみると、韓国、米国、シンガポール向けは半導体向けの高純度リン酸であり、中国、インドネシア、タイ、マレーシア向けは金属表面処理用の精製リン酸と推定される。韓国向け輸出は 2014 年に 3 年振りに 2,000t を越え、韓国の半導体産業が好調であったため伸び続けていたが、2017 年は反転し下落した。

表 3-4 リン酸の輸出入相手国

単位：純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	16,385	16,575	16,826	19,004	14,103	13,930	15,173	13,579	16,547	15,320	93%	96%
	台湾	896	877	612	412	472	254	352	434	593	404	68%	3%
	ドイツ	1	1	0	404	174	78	111	77	133	118	88%	1%
	米国	19.2	18	37	35	79	127	78	106	53	54	101%	0%
	マレーシア	170.3	29.4	30.8	27.1	35	39	19	8	8	12	150%	0%
	ウルグアイ	—	—	12	4	1	19	27	25	19	11	58%	0%
	イタリア	—	—	1	2	3	4	1	2	3	4	133%	0%
	シンガポール	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	0%
	南ア	3,891	4,268	8,933	4,653	4,588	2,942	4,183	—	—	—	—	—
	その他	4,050	124	79	34	49	46	46	3	1	0	—	0%
	合計	25,412	21,892	26,531	24,575	19,504	17,439	19,990	14,234	17,357	15,924	92%	100%
輸出	韓国	4,554	2,261	2,286	2,127	1,476	1,214	2,052	2,505	3,125	2,464	79%	41%
	中国	578	268	300	99	88	79	79	297	640	1,349	211%	22%
	米国	1,449	257	730	702	812	687	632	763	672	942	140%	16%
	シンガポール	391	220	410	354	426	453	450	366	326	603	185%	10%
	台湾	625.9	49	63.7	43	47	43	71.5	47	90	195	217%	3%
	インドネシア	11	9	8	180	193	115	158	185	146	183	125%	3%
	タイ	180	152	126	70	104	121	94	110	107	167	157%	3%
	マレーシア	4	69	82	75	79	155	166	152	125	84	68%	1%
	その他	40	19	24	19	18	8	6	269	5	11	220%	0%
	合計	7,833	3,304	4,030	3,669	3,244	2,876	3,708	4,695	5,236	5,998	115%	100%

出典：財務省貿易統計

純分換算率：五酸化二リン44%、リン酸・ポリリン酸39%、オキシ塩化リン20%、三塩化リン23%、五塩化リン15%

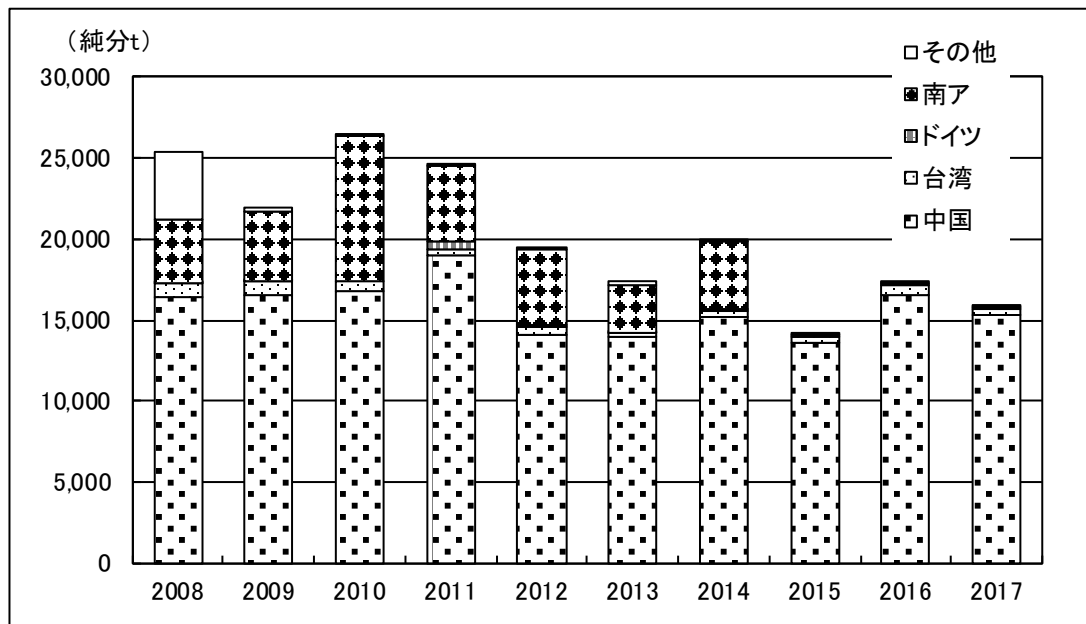


図 3-5 リン酸の輸入相手国

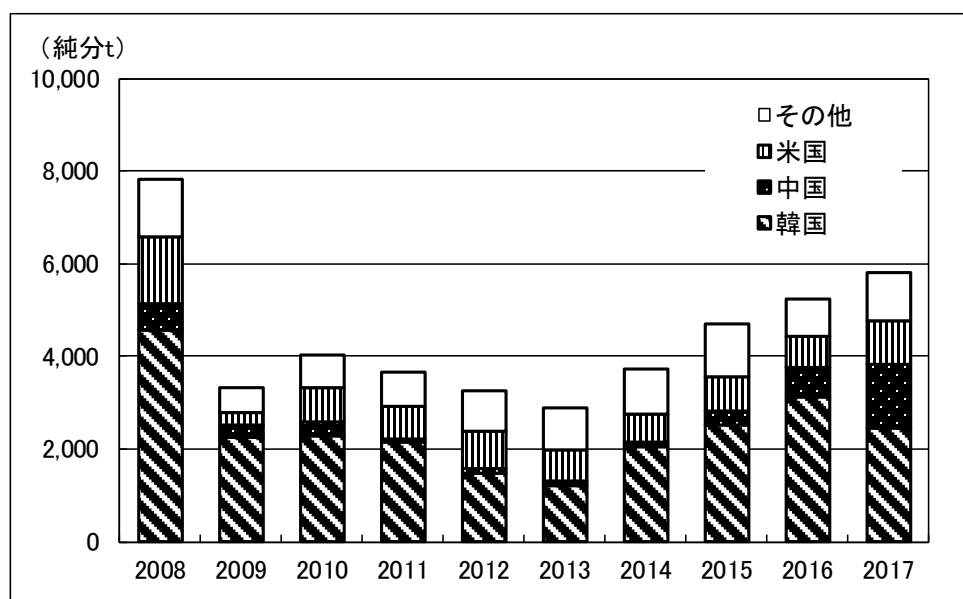


図 3-6 リン酸の輸出相手国

3-3.輸出入価格

リンの平均輸出入価格を表 3-5、図 3-7、図 3-8 に示す。

2017 年のリン鉱石の輸入価格は前年比 94%の 196.4\$/t、黄リンの輸入価格は前年比 98%の 2.8\$/kg、リン酸の輸入価格は前年比 98%の 0.8\$/kgであった。

リンの輸入価格を 10 年間通して見ると、原料、素材、製品とも 2008 年に生じたリンパニック²で全てのリンの価格が高騰して、2009 年には鉱石以外のリン価格は下落し、その後は増減を繰り返しながら、緩やかな価格下降傾向が見られる。

輸出価格はリンパニックで輸入価格が上がった翌年の 2009 年に大きく上昇しているが、これは価格が高騰した材料を使用して生産された各種リンが市場に出るのに 1 年程度のタイムラグが生じたためである。輸出の主力である工業用の精製リン酸(PPA)は半導体や金属表面処理に使用され、主なマーケットは欧州や中国である。自動車産業、半導体産業の状況が好調であれば PPA 使用量も増えて輸出価格も上がるが、不調になると輸出価格は下がる。

² リン鉱石の資源枯渇の可能性が指摘されたことと世界の人口増による食糧不足の危機が叫ばれたことで、鉱石から素材であるリン酸、製品である肥料まで価格上昇が生じた現象。

表 3-5 リンの平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉍石	輸入	\$/t	356.2	457.2	223.7	259.2	280.2	254.1	228.5	217.2	198.2	186.4	94%
		輸出		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	黄リン	輸入	\$/kg	6.6	3.4	3.1	3.4	3.6	3.6	3.4	3.2	2.9	2.8	98%
		輸出		33.8	48.0	93.2	216.7	245.1	218.3	152.7	167.1	173.5	198.2	114%
素材	リン酸	輸入	\$/kg	1.1	0.7	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	98%
		輸出		2.8	3.5	2.6	2.8	2.7	2.5	2.2	1.9	2.1	1.9	88%
	リン酸塩	輸入	\$/kg	1.3	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	92%
		輸出		3.2	4.0	4.7	8.0	6.2	5.5	4.8	5.1	4.8	5.2	107%
製品	リン酸質肥料	輸入	\$/t	671.2	409.1	380.0	462.1	448.7	460.9	420.9	387.3	370.2	387.8	105%
		輸出		1,057.1	1,461.3	1,756.4	1,901.4	1,658.0	1,296.6	1,267.0	783.7	155.8	151.1	97%
	複合肥料	輸入	\$/t	1,007.0	649.2	598.1	707.7	657.5	578.0	547.0	552.2	459.2	435.5	95%
		輸出		1,517.1	1,570.4	1,464.8	1,649.2	1,754.8	1,491.5	1,536.0	1,395.0	1,235.6	1,166.5	94%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

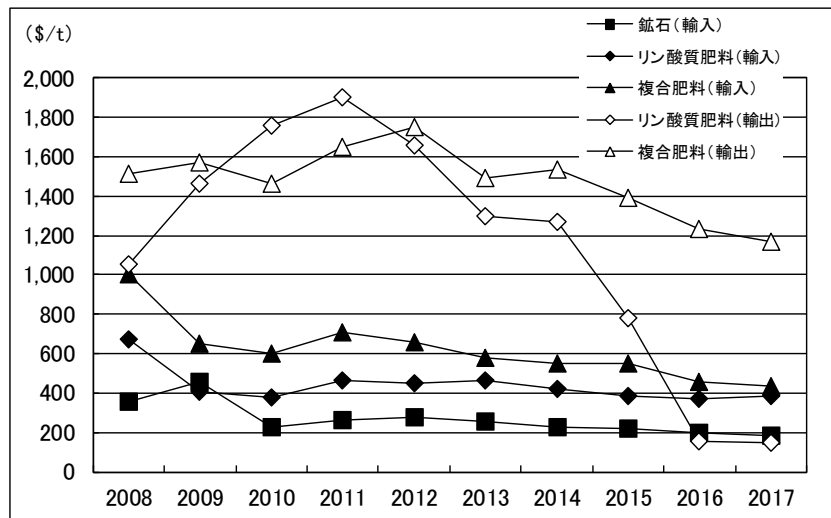


図 3-7 リン(鉍石、リン酸質肥料、複合肥料)の平均輸出入価格

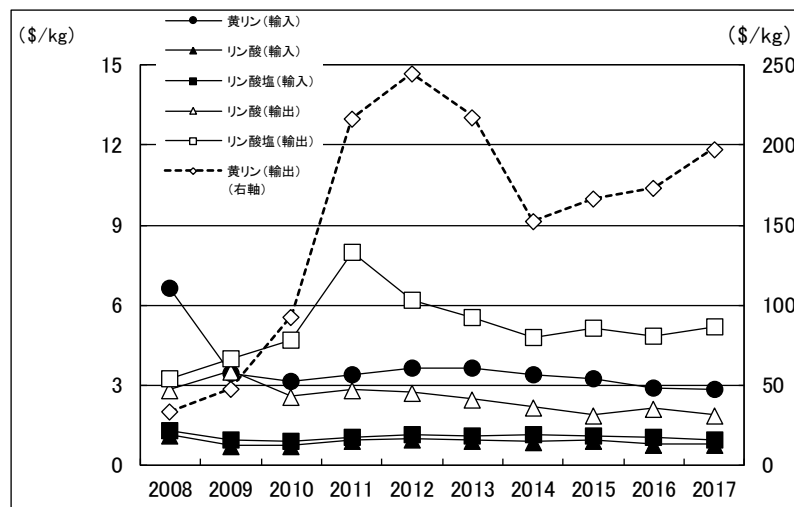


図 3-8 リン(黄リン、リン酸、リン酸塩)の平均輸出入価格

4.リサイクル

国内のリンのリサイクルへの取り組みは2008年のリン価格の急騰(リンパニック)をきっかけに始まった。現在、日本では、リン酸メーカーをはじめとする企業や国土交通省・地方自治体などにおいても、下水・下水污泥焼却灰、畜産廃棄物、工業用途から出てくる廃液等からのリンの回収が行われている。

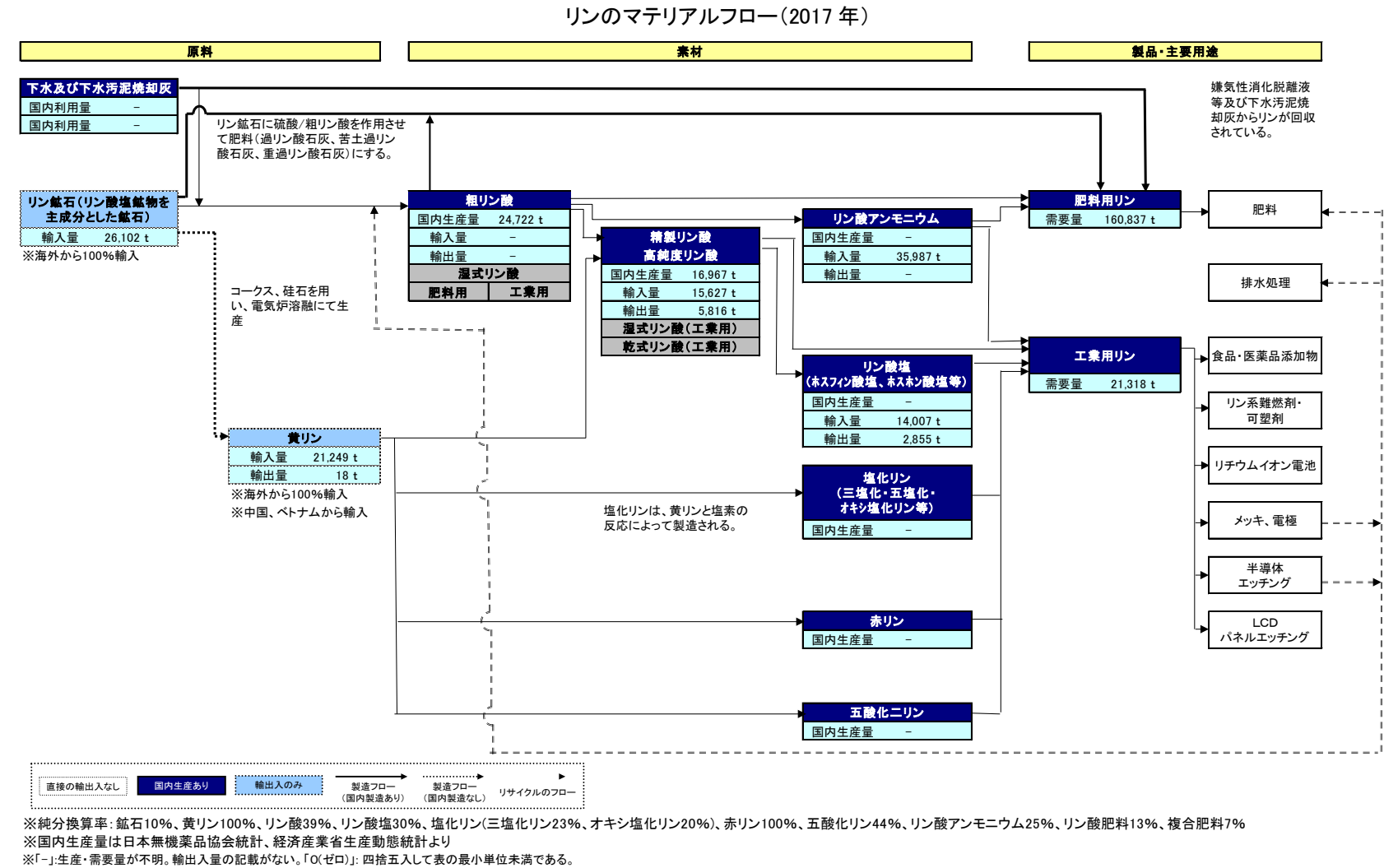
鉄鋼業では、鉄鋼特性に有害なリンを製鋼過程において製品から徹底的に除去するため、製鋼スラグ中にリンが濃縮される。製鋼スラグは年間約1,000万tも排出されるので、これを再利用できれば現在輸入しているリン鉱石分にほぼ匹敵するリン量を賄うことができるが、製鋼スラグはその大部分がコンクリート骨材や路盤材等の建設用材料に使用されており、スラグからのリンのリサイクルは行われていない。

上記のように、実際には下水や廃液等からのリサイクルが行われているが、回収量を示す統計データがないため、リンのリサイクル率は以下の定義により推計すると0%となる。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※原料は鉱石、黄リン、素材はリン酸、リン酸塩の合計値。

5. マテリアルフロー



カリウム K

【用途】肥料が主用途

カリウムは植物に多く含まれており、古くから植物の焼却灰を水で抽出し（炭酸カリウム）洗剤として使用し、またガラスの原料としていた。カリウム化合物は、重要な基礎化学薬品であり水酸化カリウム(KOH)、塩化カリウム等は各種化学製品（ガラス、炭酸ガス吸収剤、医薬品、火薬、酸化剤、染色、試薬など）多くの製造原料として使用されている。

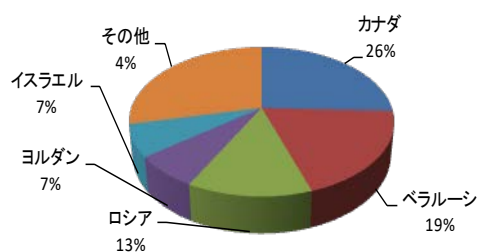
【特性】

- ・アルカリ金属(Li、Na 同様)
- ・色：銀白色 硬さ：ナイフで切れるほどやわらかい
- ・反応性が極めて高い。水に接触すると激しく反応し水素を発生し、反応熱が高いため水素に着火し爆発する

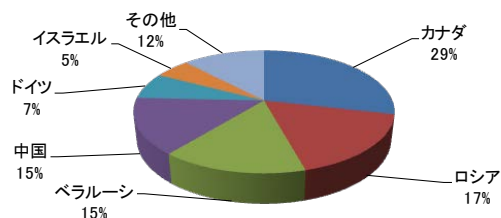
【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017 年世界計) 出典:USGS 2018

国別カリウム埋蔵量 (合計 3,237,576 純分千t)

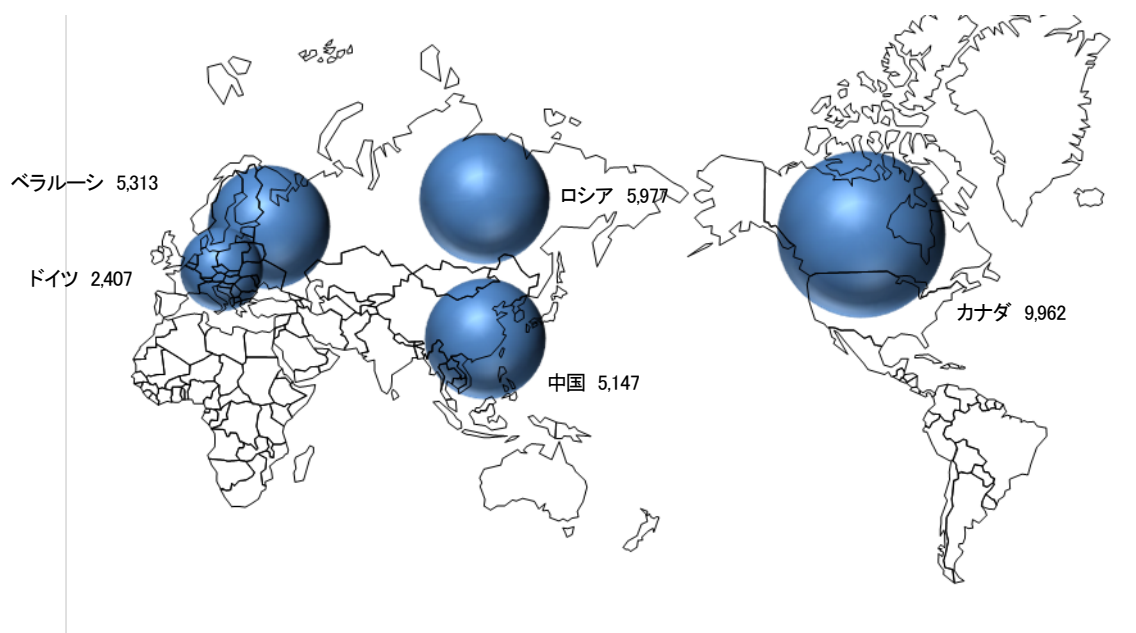


国別カリウム生産量(合計 34,866 純分千t)



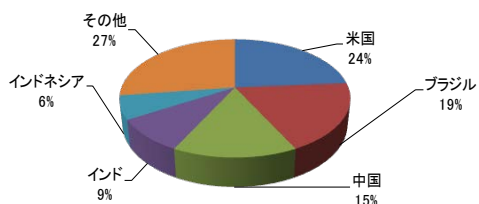
【世界の主要カリウム生産国】国名、国別生産量（純分 t、2017 年間値）、出典 USGS2018

カナダ・ロシア・ベラルーシ・中国で約 8 割が生産されている

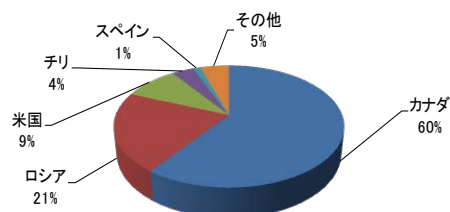


【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、財務省貿易統計

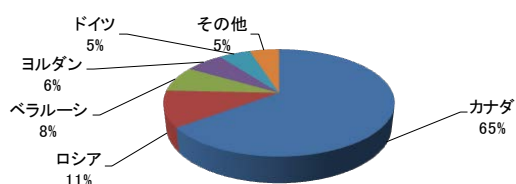
■世界塩化カリウム 主要輸入国(2017 年)
(合計 26,462 純分千t)



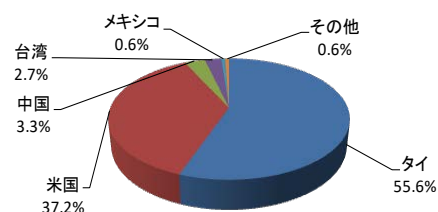
■世界塩化カリウム 主要輸出国(2017 年)
(合計 16,346 純分千t)



■日本塩化カリウム 主要輸入相手国
(2017 年合計 284 純分千 t)

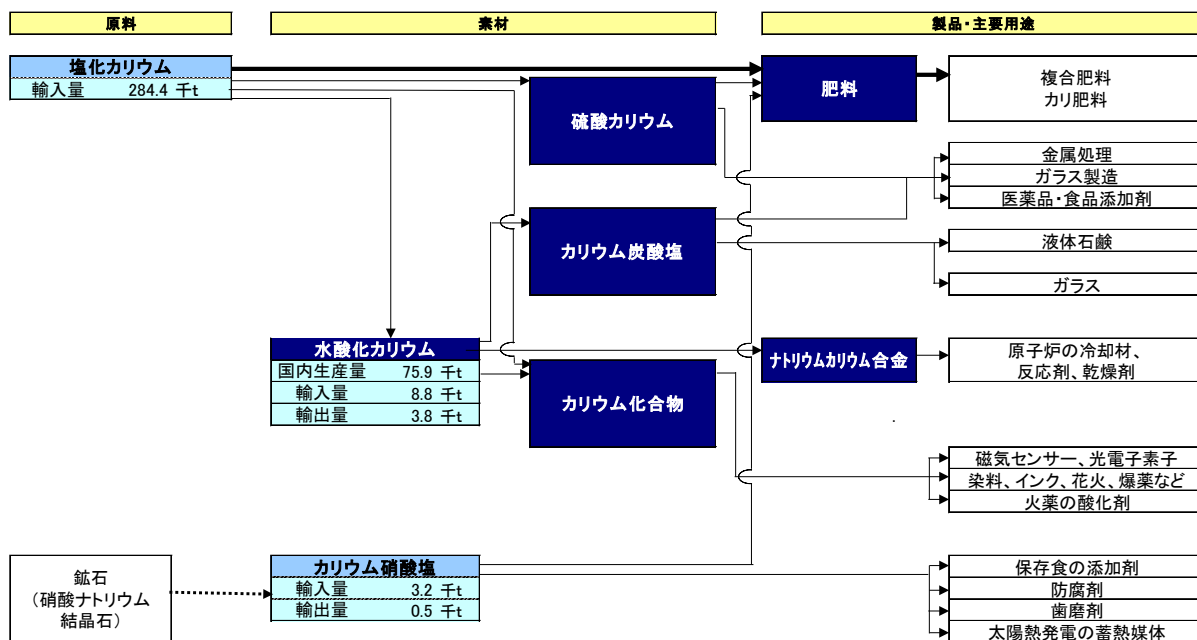


■日本塩化カリウム 主要輸出相手国
(2017 年合計 489 純分 t)



【鉍石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計

K のマテリアルフロー(2017 年)



【概要】

- ・世界のカリウム消費量のおよそ 90%以上が肥料用需要であり、肥料用には、塩化カリウムと硫酸カリウム、カリウム硝酸塩などを原料として用いている。2017 年のカリウムの生産量は、前年比 107%で増加し、主な生産国は、カナダ、ロシア、ベラルーシ、中国、ドイツが生産国上位 5 개국で世界のカリウム鉱石生産量の 83%を占めている。
- ・2017 年における国内のカリウム供給量は前年比 118%の 439.3 千t、需要量は前年比 103%の 251.2 千tで、供給過多となっている。国内需要は、肥料用、工業用共に、前年比 104%、110%と増加した。工業用用途は、主に金属処理、ガラスの製造や、医薬品原料等があり、近年ではカリウム硝酸塩を保存食の添加剤や防腐剤、歯磨剤、太陽熱発電の蓄熱媒体などに利用し需要先が拡大している。

1.特性・用途

カリウムは、アルカリ金属に属し、銀白色を呈しナイフで切れるほど柔らかく、反応性が極めて高く、地殻中では 2.6%を占める 7 番目に存在量の多い元素である。

カリウム鉱床は、地質時代に塩湖かん水、及び熱帯・亜熱帯地方の内湾や入江で水分が蒸発・濃縮後、他の塩類と共に沈殿・堆積したものであり、地域によりカリウム塩が様々な割合で混合したものがある。

原料としてのカリウム資源はカリ岩塩(Sylvite;KCl)、カーナル石(Carnallite;MgCl₂・KCl・6H₂O)等のカリウム含有量が高い鉱石が存在し、工業的にはこれらの鉱産物を精製して塩化カリウムの形で生産されている。

日本では大部分が塩化カリウムとして輸入され、肥料用や工業用として利用されている。

肥料用には、塩化カリウム(MOP)と硫酸カリウム(SOP)、カリウム硝酸塩などを原料として用いている。

肥料量に比べ使用量は多くないものの、カリウムは工業用素材としても重要な元素である。

水酸化カリウムは、原料の塩化カリウムを電気分解し製造され、無色無臭の液体品又は無臭で白色片状の固形品で、化学肥料の原料、液体石鹼や洗剤の原料、炭酸カリウム等のカリ塩類の原料、アルカリ電池の電解液、写真の現像液の用途に利用されている。

硫酸カリウムは、工業用では金属処理、ガラスの製造などに使われている。カリウムは人体においても不可欠な電解質で、硫酸カリウムの形態で医薬品の原料に使用されている。

その他、カリウム炭酸塩は液体石鹼やガラスなどの原料として、ナトリウムカリウム合金は、原子炉の冷却材の他、乾燥剤や反応剤などの原料として使用されている。また、カリウム蒸気、クロム酸カリウム、酢酸カリウムなどのカリウム化合物は、磁気センサ、光電子素子、染料、インク、花火、爆薬、火薬の酸化剤などに使用されている。

近年では、カリウム硝酸塩を保存食の添加剤や防腐剤、歯磨剤、太陽熱発電の蓄熱媒体などの部門で使用しており、需要先が拡大している。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のカリウム生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。2017 年のカリウムの生産量は、純分換算量で前年比 107%の 34,866 千tで増加した。カナダ、ロシア、ベラルーシ、中国、ドイツの生産上位 5 개국は前年同様変わらず、世界のカリウム鉱石の生産量の 83%を占めている。この状況は 2010 年以降変わらない。

カリウム鉱石の採掘は、地下を 900~1,500mほど掘削し、坑内掘り(ルームアンドピラー)やソリユーションマインニングで行われる。露天掘りに比べ難易度が高く、大がかりな設備投資も必要となる。他方、イスラエルやヨルダンなど死海沿岸地域また中国の青海省や新疆ウイグル自治区の塩湖では、塩田から採取される灌水からカリウムを生産している。

カリウム鉱山は少数企業により寡占化されており、既存鉱山への資本参入が困難なことに加え、新たな鉱山開発は投資額、投資期間、投資リスクから難しいため、既存のカリウム企業が現状の鉱区の拡張を行うことが多い。

カリウムの有力企業としては、ベラルーシのBelaruskali、ロシアのUralkaliとカナダのCanpotex Ltd(以下、Canpotex)があり、Canpotexは、カナダのPotash Corp of Saskatchewan(以下、PCS)、Agrium Inc.(以下、

Agrium)と米国のThe Mosaic Company(以下、Mosaic)の3社が合併で設立したカリウム輸出会社である。その他に、ドイツK+S Aktiengesellschaft(以下、K+S)、イスラエルのIsrael Chemical Limited(ICL)、ヨルダンのArab Potash Company(APC)などがある。このうち、ベラルーシのBelaruskaliとロシアのUralkaliの確執が2013年のカリウムの需給に大きく影響した。もともとBelarusian Potash Company(以下、BPC)はベラルーシの国営企業であるRUE PA Belaruskali(以下、Belaruskali)とUralkaliの合併(出資比率 50:50)により2005年に設立された。その後、Uralkaliは2011年に競合するロシアのカリウムメーカーであるSilvintを買収した。ロシアにはカリウム生産企業としてUralkaliとSilvintの2社があったが、これがUralkaliに統合されたことから、これ以降はロシア産のカリウムはBPCを輸出窓口とし(BPCはロシア産とベラルーシ産のカリウムを輸出)、BPCは世界カリウム市場の40%を占める最大手のポジションとなった。しかし、2013年に入るとUralkaliがBPCから脱退しカリウム事業を独自に展開し始めた。Uralkaliが脱退したことでBPCのカリウム取扱量が減少し、カナダのCanpotexがトップとなった。

新たな鉱山開発としては、ブラジルがSergipe州でカリウム鉱山開発(年産100万t規模)を2016年頃の生産開始予定で進めていたが、開発は遅れている。またカナダ中部のSaskatchewan州でドイツK+Sが進めているLegacyプロジェクト(年産200万t)は2017年5月にBethune鉱山が操業開始し、2017年末までに生産能力を年産200万tまで上げる見込みであることを公表している。その他、同州ではBHPが進めている大型開発計画(年産800万t)がある。

表 2-1 世界のカリウム生産量

単位: 純分千t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
カナダ	8,717	3,586	8,125	9,132	7,455	8,384	9,132	9,464	8,966	9,962	111%	29%
ロシア	5,587	3,096	5,213	5,396	4,541	5,064	6,126	5,803	5,379	5,977	111%	17%
ベラルーシ	4,126	2,067	4,358	4,566	3,952	3,520	5,222	5,371	5,130	5,313	104%	15%
中国	2,283	2,490	2,656	3,072	3,404	3,570	3,653	5,147	5,147	5,147	100%	15%
ドイツ	2,723	1,494	2,490	2,499	2,590	2,656	2,490	2,573	2,324	2,407	104%	7%
イスラエル	1,909	1,743	1,627	1,627	1,577	1,743	1,469	1,046	1,702	1,826	107%	5%
ヨルダン	1,013	567	996	1,146	905	897	1,046	1,171	996	1,079	108%	3%
チリ	464	574	664	814	872	872	996	996	996	996	100%	3%
スペイン	361	361	345	349	349	349	594	573	556	565	101%	2%
米国	913	581	772	830	747	797	706	614	415	398	96%	1%
英国	354	354	354	354	390	390	506	506	374	374	100%	1%
ブラジル	391	320	376	377	353	357	258	243	250	249	100%	1%
その他	214	32	0	57	12	42	12	280	389	573	147%	2%
世界	29,055	17,267	27,976	30,217	27,146	28,640	32,210	33,787	32,625	34,866	107%	100%

出典: United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries POTASH」 World Mine Production 2018

※純分換算率: 83%(通常カリウム量はK₂O換算で表記。同表ではカリウム(K)分だけを純分換算)

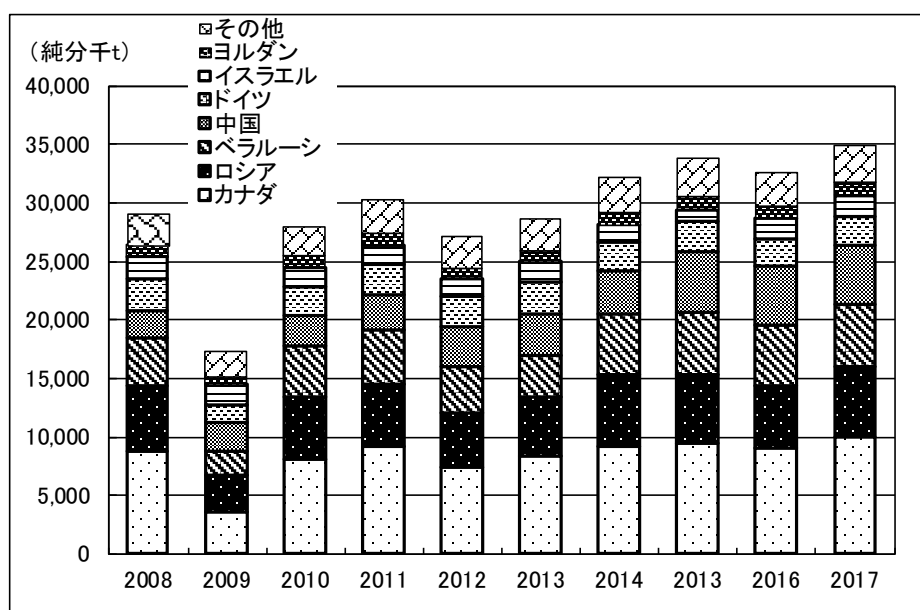


図 2-1 世界のカリウム生産量

2-2国内の需給動向

カリウムの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。日本には大部分が塩化カリウムとして輸入され、そこから肥料用や工業用として使用される。肥料以外の用途としては、試薬、食品添加物(粉ミルク、減塩食品、防腐剤、調味料など)として使用される。輸入量の一部は水酸化カリウムの形態で輸入される。水酸化カリウムは塩化カリウムの水溶液を電気分解することで得られる。強い塩基性を持ち、この塩基性を利用して苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)や界面活性剤と合わせて液体洗浄剤(主に業務用製品)として使用されている。

肥料用では単肥、複合肥料となり、工業用は用途に合わせて不純物を取り除き、さらに様々な化合物と複合化されカリウム化合物となる。日本は2017年に約550マテリアル千tの塩化カリウムを輸入しており、そのうち60%以上が肥料用、40%弱が工業用で使用される。

2017年における国内のカリウム供給量は前年比118%の439.3千t、需要量は前年比103%の251.2千tと推計される。

カリウムは、窒素、リン酸、石灰、ケイ酸、苦土、マンガン、ホウ素などと共に日本の肥料取締法施行令で定める肥料成分の一つである。肥料用カリウムには、塩化カリと硫酸カリ、カリウム硝酸塩などがあるが、これらの製品は単肥や、リンや他の肥料成分と合わせて複合肥料として使用されている。

肥料用カリウムの需要は、前年比104%の約244千tと増加に転じたが、農業人口が年々減少していることから数年後には減少する傾向になる可能性がある。

一方、工業用カリウム需要も前年比110%の約0.5千tと増加に転じた。工業用カリウムは、ナトリウムカリウム合金やカリウム蒸気、クロム酸カリウム、酢酸カリウムなどの化合物、あるいはカリウム硝酸塩などの形態で消費されている。

ナトリウムカリウム合金は金属光沢を持つ銀白色の液体で、カリウム含有量44%と78%の2種類がある。ナトリウムカリウム合金は、低融点合金として原子炉の冷却材などや、希ガスや溶媒に含まれる微量の二酸化炭素や水や酸素を高度に除去するための反応剤、乾燥剤として用いられている。また、カリウム化合物のうち、カリウム蒸気は数種類の磁気センサや光電子素子に使用されている。クロム酸カリウムは、黄色の染料やインク、爆薬や花火、皮なめし剤、ハエ取り紙、安全マッチなど様々な用途で用いられている。カリウム硝酸塩は保存食の添加剤、防腐剤、歯磨剤、太陽熱発電の蓄熱媒体などに使用されている。そのほか、硫酸カリウムは金属処理やガラス製造、医薬品・食品添加剤の用途として、カリウム炭酸塩は液体石鹼としての需要が多く、ガラスの製造(表面処理)にも用いられている。

表 2-2 カリウムの国内需給

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
供給	肥料用 ¹⁾	64.0	106.8	82.5	40.0	64.4	79.4	66.0	73.3	77.2	89.1	115%
	工業用カリウム ²⁾	3.5	3.7	3.3	3.2	3.9	3.1	4.1	3.4	3.1	3.5	115%
	工業用その他 ³⁾	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.06	0.04	71%
	小計	67.5	110.5	85.8	43.3	68.3	82.6	70.1	76.7	80.3	92.6	115%
	輸入(素材・製品) ⁴⁾	466.0	191.4	354.3	332.8	347.1	320.4	348.9	331.8	292.4	346.7	119%
	合計	533.5	301.9	440.1	376.1	415.5	403.0	419.0	408.4	372.8	439.3	118%
需要	肥料用 ¹⁾	182.3	228.8	256.3	241.4	244.6	229.2	239.1	253.5	235.2	243.8	104%
	工業用 ³⁾	0.577	0.570	0.496	0.469	0.478	0.470	0.470	0.476	0.456	0.501	110%
	小計	182.9	229.4	256.8	241.9	245.1	229.7	239.6	254.0	235.7	244.3	104%
	輸出(素材・製品) ⁴⁾	5.9	3.9	5.2	4.2	4.6	4.4	7.5	9.4	7.6	6.9	91%
	合計	188.8	233.3	262.0	246.1	249.6	234.1	247.1	263.3	243.3	251.2	103%
供給-需要		344.7	68.7	178.2	130.0	165.9	169.0	171.9	145.1	129.5	188.1	145%

出典: 1) 経済産業省 化学工業統計 平成29肥料年度 単肥及び複合肥料需給実績

2) 経済産業省化学工業統計(暦年)、3) 日本無機薬品協会(年度)、4) 財務省貿易統計(暦年)

純分換算率: 水酸化カリウム70%

※素材は塩化カリウム、水酸化カリウム、硫酸カリウム、カリウム硝酸塩、カリウム炭酸塩、その他カリウム化合物、製品はカリ肥料による。

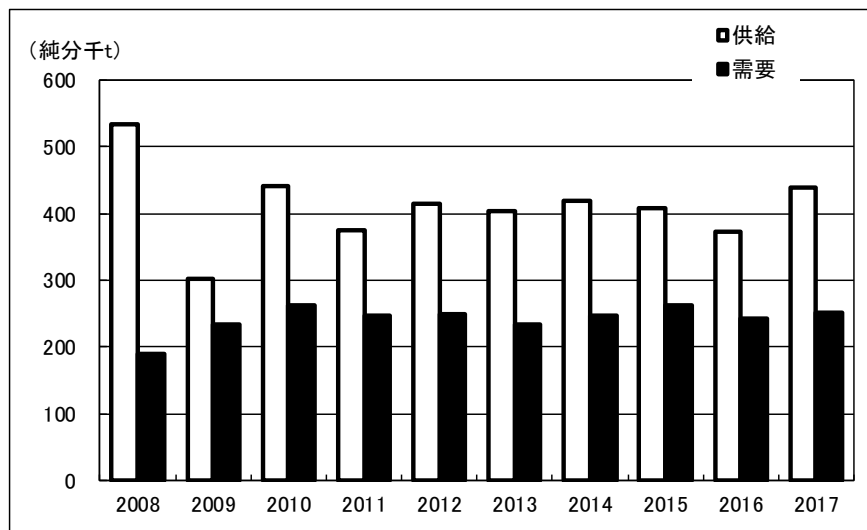


図 2-2 カリウムの国内需給

3 輸出入動向

3-1 輸出入動向

カリウムの輸出入量を表 3-1、図 3-1 に示す。2017 年におけるカリウム素材の輸入量合計は前年比 119% の 342.2 千tであった。カリウム素材の内訳は、カリウム純分換算で、塩化カリウム 284.4 千t、水酸化カリウム 8.8 千t、硫酸カリウム 40.5 千t、カリウム硝酸塩 3.18 千t、カリウム炭酸塩 3.6 千t、その他カリウム化合物 1.7 千tである。一般的にカリウムの統計数量は K_2O の含有量を基準としている。塩化カリウムの場合、 K_2O の含有量が 60% のもの、硫酸カリウムは 50% のものがスタンダード品となっている。

塩化カリウムの輸入量は前年まで 2 年連続で減少したが 2017 年は前年比 121% と増加に転じた。しかし前年までの減少傾向は、耕作面積の減少、施肥量の減少等により肥料需要の落ち込みが大きいと考えられるので、今後もこの傾向が続くと予想される。

水酸化カリウムの輸入量は前年比 69%と 2 年連続で大きく減少した。以前の水酸化カリウムの生産では塩化カリウム水溶液を電解していたが、この製法では大量の電力消費をするため、国内の電気代値上がりに伴ってコストが上昇し、この製法よりもエネルギーコストの低い海外から水酸化カリウムを輸入する方が安価であるということで輸入量が増える状態が 2015 年頃まで続いていた。しかし 2016 年 8 月 9 日に中国・韓国産の水酸化カリウムがアンチダンピング関税措置の対象となったことから、輸入量が大幅に減少したと考えられる。

硫酸カリウムは肥料用が中心であるが、一部工業用(金属処理、ガラス製造、食品添加剤など)にも使用される。肥料としては塩化カリウムを更に精製したもので、即効性が高く、たばこや茶葉など葉そのものの品質(色、つやなど)が重要な作物で多く使用される。葉物作物に使用されるため、濃度が高すぎても低すぎても肥料の効果が十分にでない。そのため、施肥量のコントロールが品質に直結する。

輸出については、日本はカリウムの輸入国であり、輸出はサンプルや特別なケースなどごく一部の事例にとどまる。

表 3-1 カリウムの輸出入数量

単位: 純分千t													
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素 材	塩化カリウム	輸入	371.4	138.2	287.6	259.0	275.3	249.2	277.9	256.9	234.2	284.4	121%
		輸出	0.098	0.048	0.048	0.050	0.039	0.047	0.120	0.228	0.343	0.489	143%
	水酸化カリウム	輸入	8.6	12.0	12.2	15.4	14.0	15.7	18.4	21.4	12.8	8.8	69%
		輸出	2.5	1.8	2.4	2.0	2.4	2.3	5.1	6.4	4.3	3.8	88%
	硫酸カリウム	輸入	71.5	29.1	42.0	42.6	44.2	42.5	40.2	41.7	33.6	40.5	121%
		輸出	0.022	0.037	0.054	0.027	0.031	0.017	0.037	0.031	0.046	0.050	108%
	カリウム硝酸塩	輸入	2.47	1.21	2.94	2.91	2.74	2.17	2.47	2.46	2.54	3.18	125%
		輸出	0.54	0.48	0.49	0.52	0.77	0.44	0.41	0.67	0.35	0.52	147%
	カリウム炭酸塩	輸入	1.1	1.8	2.4	5.4	3.2	2.9	2.8	3.2	3.4	3.6	106%
		輸出	0.5	0.6	0.9	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.8	0.5	60%
	その他 カリウム化合物	輸入	1.9	1.3	2.2	1.8	1.9	1.9	2.2	1.9	1.6	1.7	106%
		輸出	1.86	0.77	1.08	1.08	0.86	0.97	0.98	0.98	1.19	0.99	83%
	小計	輸入	456.9	183.7	349.4	327.1	341.3	314.3	343.9	327.6	288.1	342.2	119%
		輸出	5.5	3.7	5.0	4.0	4.4	3.9	7.1	8.9	7.0	6.3	90%
		輸入-輸出	451.4	180.0	344.4	323.1	336.9	310.4	336.8	318.7	281.1	335.9	120%
製 品	その他 カリ肥料	輸入	3.2	2.3	1.9	1.8	1.4	2.0	1.3	1.4	1.3	1.3	100%
		輸出	0.0014	0.0000	0.0000	0.0038	0.0002	0.0006	0.0000	0.0007	0.0008	0.0006	75%
	複合肥料	輸入	5.95	5.42	3.02	3.85	4.45	4.14	3.60	2.75	3.09	3.16	102%
		輸出	0.62	0.32	0.40	0.46	0.38	0.46	0.42	0.47	0.57	0.65	114%
	小計	輸入	9.1	7.7	4.9	5.7	5.8	6.1	4.9	4.2	4.4	4.4	101%
		輸出	0.6	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.7	114%
		輸入-輸出	8.5	7.4	4.5	5.2	5.4	5.7	4.5	3.7	3.8	3.8	99%
合 計	輸入	466.0	191.4	354.3	332.8	347.1	320.4	348.9	331.8	292.4	346.7	119%	
	輸出	6.12	4.02	5.40	4.46	4.78	4.40	7.51	9.36	7.56	6.92	92%	
	輸入-輸出	459.9	187.4	348.9	328.3	342.4	316.0	341.3	322.4	284.9	339.7	119%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 塩化カリウム52%、硫酸カリウム45%、カリ肥料5%、水酸化カリウム70%、カリウム硝酸塩39%、カリウム炭酸塩57%、その他カリウム化合物(過酸化カリウム71%、臭化カリウム33%、亜ホスホン酸カリ38%、過マンガン酸カリウム25%、ナトリウム又はカリウムのフルオロケイ酸塩28%、フルオロタンタル酸カリウム20%)

※素材は塩化カリウム、水酸化カリウム、硫酸カリウム、カリウム硝酸塩、カリウム炭酸塩、その他カリウム化合物(過酸化カリウム、臭化カリウム、亜ホスホン酸カリ、過マンガン酸カリウム、ナトリウム又はカリウムのフルオロケイ酸塩、フルオロタンタル酸カリウム)、製品はカリ肥料による。

※四捨五入により、各数値と合計値、前年比が合致しない場合がある。

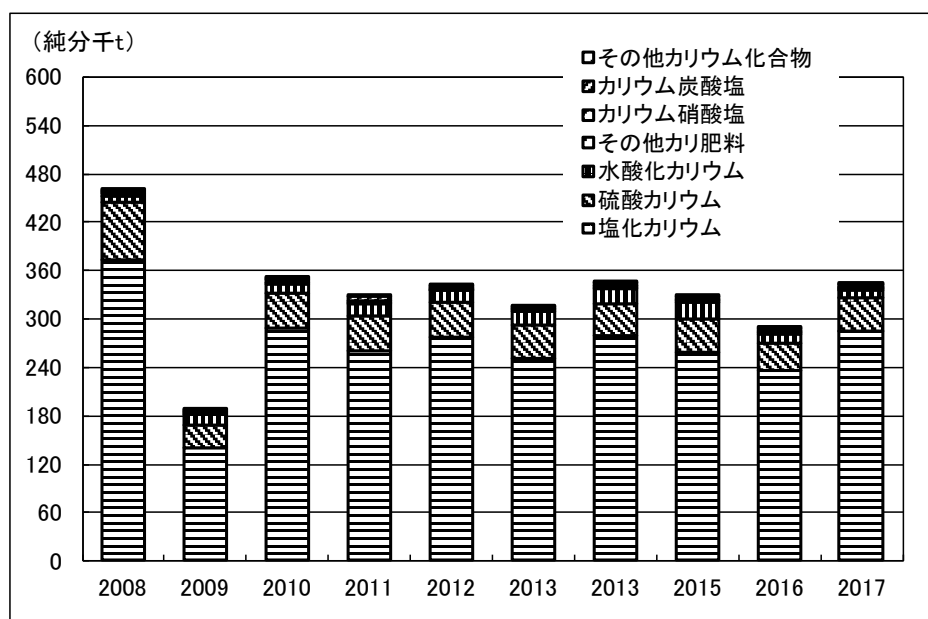


図 3-1 カリウムの輸入数量

3-2 輸出入相手国

3-2-1 塩化カリウム

塩化カリウムの輸入相手国を表 3-2、図 3-2 に示す。2017 年の主要相手国はカナダであり、輸入量の 65% を占める。ついでロシアが 11%、ベラルーシが 8%、ヨルダンが 6%、等となっている。輸入量が最も多いカナダについてはカリウム取扱量最大手である Canpotex からの供給がほとんどであり、カナダからの輸入量は前年比 109% の 184 千 t と前年まで減少傾向であったが増加に転じた。ほかにロシアが同 139% の 31 千 t、ベラルーシも同 127% の 22 千 t と大幅に増加傾向を示し、全体に占める割合は少ないが、ヨルダンが前年比 166% の 18 千 t、ドイツが前年比 188% の 15 千 t 等すべての輸入国が増加し、全体として前年比 121% と大幅に増加に転じた。その理由として中国産・韓国産の水酸化カリウムがアンチダンピングの関税対象となったことで水酸化カリウムの輸入量が減少し、水酸化カリウムの原料となる塩化カリウムの輸入量全体が増えたことが挙げられる。

表 3-2 塩化カリウムの輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	カナダ	292	114	220	196	214	172	202	180	170	184	109%	65%
	ロシア	44	9	32	32	26	7	18	22	22	31	139%	11%
	ベラルーシ	-	-	1	6	7	21	14	21	17	22	127%	8%
	ヨルダン	16	14	22	20	18	24	22	5	11	18	166%	6%
	ドイツ	0	0	0	0	2	13	18	14	8	15	188%	5%
	イスラエル	10	-	9	5	8	8	3	7	2	9	516%	3%
	ラオス	-	-	-	-	-	1	0	2	3	3	95%	1%
	その他	9	1	3	1	1	3	1	5	2	3	168%	1%
	合計	371	138	287	259	275	249	278	257	234	284	121%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 塩化カリウム 52%

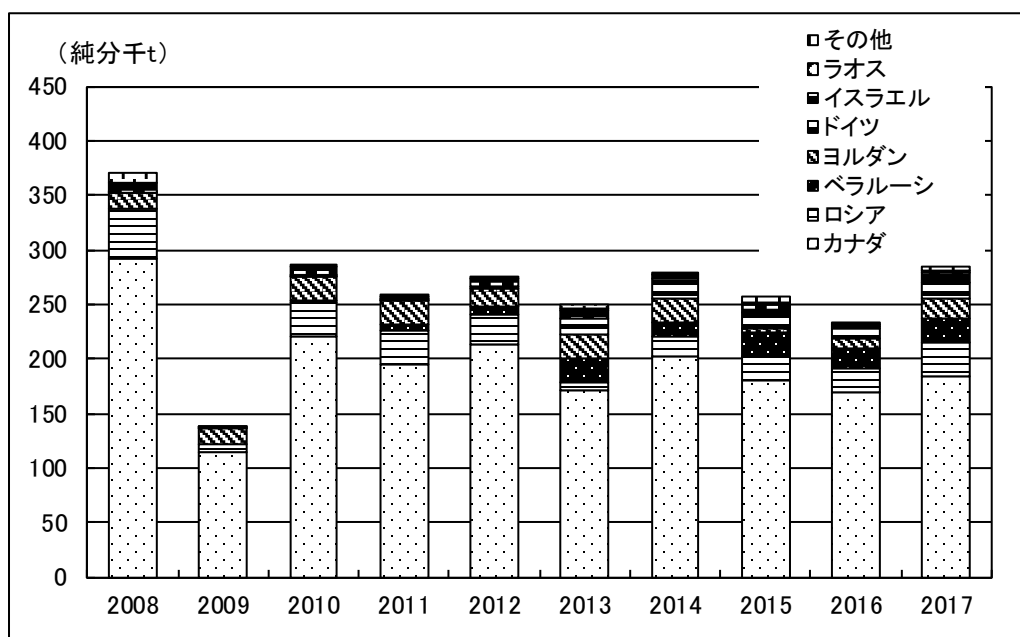


図 3-2 塩化カリウムの輸入相手国

3-2-2.水酸化カリウム

水酸化カリウムの輸入相手国を表 3-3、図 3-3 に示す。2017 年における水酸化カリウムの輸入量は前年比 69%の 8.8 千 t で、構成比の 72%が韓国(前年比 55%)からの輸入で占められる。韓国は業務用電気料金を低く抑えており(日本円で 5~6 円/kWh 程度)、水酸化カリウムの製造コストが安い。さらに、地理的にも近いことから米国や欧州からの輸入に比べ輸送コストも低く抑えられ、ここ数年韓国からの輸入が増えていた。輸入した塩化カリウムから水酸化カリウムを生産している国内メーカーの団体であるカリ電解工業会は、2015 年 4 月、経済産業省に韓国産及び中国産の水酸化カリウムに対してアンチダンピング関税を課すよう申請を行った。

なお、2016 年以降、経済産業省が 4 月 9 日~8 月 8 日の間、暫定的に韓国産水酸化カリウムに 49.5%、中国産には 73.7%のアンチダンピング関税を課して調査を行い、その結果、2021 年 8 月 8 日までの間、韓国産に 49.5%、中国産(香港及びマカオを除く)に 73.7%の関税を課することが確定した。

表 3-3 水酸化カリウムの輸入相手国

		単位: 純分千t											
輸 入		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
	韓国	6.5	4.9	8.1	12.5	11.9	14.4	17.1	20.8	11.6	6.4	55%	72%
	米国	0.2	2.2	1.6	2.1	1.4	0.7	0.0	0.0	0.7	2.1	291%	24%
	スウェーデン	0.7	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	79%	4%
	台湾	0.0	0.0	-	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	142%	1%
	その他	1.1	4.4	1.9	0.2	0.2	0.1	0.8	0.1	0.0	0.0	32%	0%
合 計		8.6	12.0	12.2	15.4	14.0	15.7	18.4	21.4	12.8	8.8	69%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 水酸化カリウム 70%

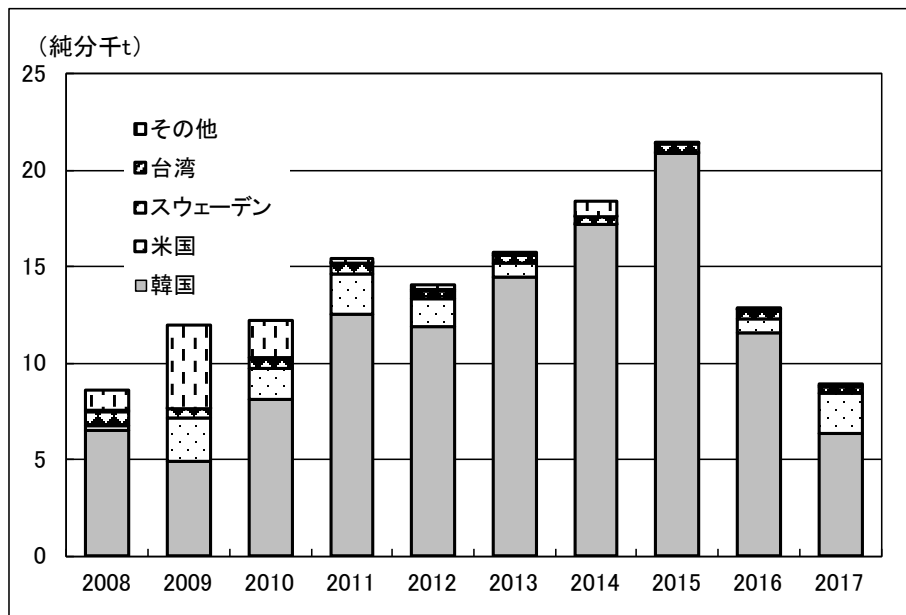


図 3-3 水酸化カリウムの輸入相手国

3-2-3. 硫酸カリウム

硫酸カリウムの輸入相手国を表 3-4、図 3-4 に示す。主要輸入相手国はドイツと台湾で、2017 年の輸入量に占める構成比は台湾が 58%、ドイツが 19%であり、次いで韓国が 11%、中国が 5%であった。台湾とドイツは、両国ともに塩化カリウムを精製するプロセスでの純度コントロールの技術力が高く、製品への信頼性が高シェアに繋がっている。台湾は日本に近いこともあり、輸入量が前年比 123%と 2 年連続で増加した。ドイツは前年大きく減少したが前年比 121%と回復した。

また輸入相手国すべての国が前年比増で、全体としても前年比 126%で増加に転じた。

表 3-4 硫酸カリウムの輸入相手国

		単位: 純分千t											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	台湾	10.0	7.2	8.1	10.4	12.3	16.8	19.0	16.8	19.1	23.5	123%	58%
	ドイツ	13.6	6.5	8.8	10.8	11.4	17.9	13.2	17.1	6.4	7.7	121%	19%
	韓国	10.4	5.5	11.2	11.5	6.1	3.8	3.1	2.9	3.5	4.7	133%	11%
	中国	6.8	0.6	0.8	0.5	0.2	0.7	1.1	2.3	0.9	2.2	-	5%
	フィリピン	0.2	0.0	0.2	0.3	0.2	1.3	1.8	0.8	0.8	1.5	193%	4%
	ベルギー	11.2	2.0	0.0	1.1	0.5	1.9	1.8	1.7	0.8	1.0	122%	3%
	その他	19.3	7.3	12.9	8.0	13.5	0.1	0.2	0.1	2.1	0.0	2%	0%
	合計	71.5	29.1	42.0	42.6	44.2	42.5	40.2	41.7	33.6	40.5	121%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 硫酸カリウム 45%

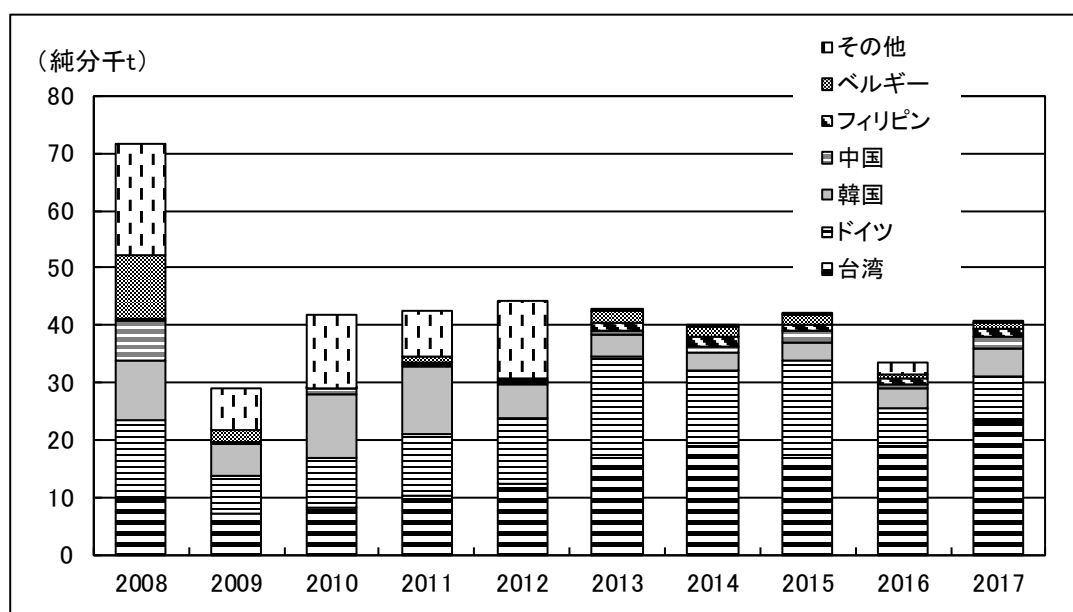


図 3-4 硫酸カリウムの輸入相手国

3-3.輸出入価格

カリウムの 2017 年の平均輸出入価格を表 3-5、図 3-5、図 3-6 に示す。日本国内に輸入されるカリウムのうち、塩化カリウム、硫酸カリウムの輸入価格は 2008 年から 2009 年にかけて急上昇し、2010 年に大幅に下落し、2015 年まで増減を繰り返しながら推移したが、2015 年以降再び下降傾向となっている。2017 年の塩化カリウム、硫酸カリウムの各々の輸入価格は、前年比 94%、95%であった。

また各種カリウム化合物や肥料の原料となる塩化カリウムについて、日本はその全量を輸入しており、採掘や精製にかかるエネルギーコスト、輸送コストが輸入価格に直接反映する。加えて、世界のカリウム販売（供給契約の締結や輸出）の窓口は Canpotex、BPC、Uralkali など限られたメーカーが握っており、価格に関しても、これらメーカーの決定が大きく影響する。主要消費国である中国、インド、ブラジルのように大量にカリウムを購入する国の価格交渉力に比べ日本は供給元に対する価格交渉力が弱く、供給元の提示価格で購入せざるを得ないという事情がある。

表 3-5 カリウムの平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
素材	塩化カリウム	輸入	\$/t	531	800	462	506	572	484	406	416	342	321	94%
		輸出		2,743	3,897	3,806	3,855	4,081	2,925	2,187	1,757	2,000	1,807	90%
	硫酸カリウム	輸入	\$/t	833	987	574	623	640	628	658	651	513	489	95%
		輸出		7,220	1,783	1,290	2,462	2,479	3,088	2,171	2,054	2,127	2,035	96%
	水酸化カリウム	輸入	\$/kg	0.8	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	104%
		輸出		1.9	2.4	2.5	2.8	2.8	2.5	1.3	1.0	1.4	1.6	114%
	カリウム 硝酸塩	輸入	\$/kg	1.4	1.4	1.1	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	98%
		輸出		2.7	3.2	3.6	2.8	3.2	3.0	2.7	1.8	2.3	2.0	84%
	カリウム炭酸塩	輸入	\$/kg	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	93%
		輸出		1.4	1.6	1.5	2.1	1.9	2.0	1.3	1.2	1.1	1.5	134%
その他 カリウム化合物	輸入	\$/kg	17.2	14.2	20.3	18.3	20.8	16.1	17.3	20.9	20.7	23.6	114%	
	輸出		13.4	24.1	22.2	18.6	16.8	9.2	7.2	6.3	9.4	12.6	134%	
製品	その他 カリ肥料	輸入	\$/t	356	550	350	410	471	514	499	479	469	360	77%
		輸出		902	-	-	1,072	7,460	1,121	0	793	1,462	1,233	84%
	複合肥料	輸入	\$/t	680	723	636	650	678	622	585	600	566	523	92%
		輸出		1,508	1,566	1,458	1,644	1,750	1,491	1,532	1,390	1,229	1,192	97%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

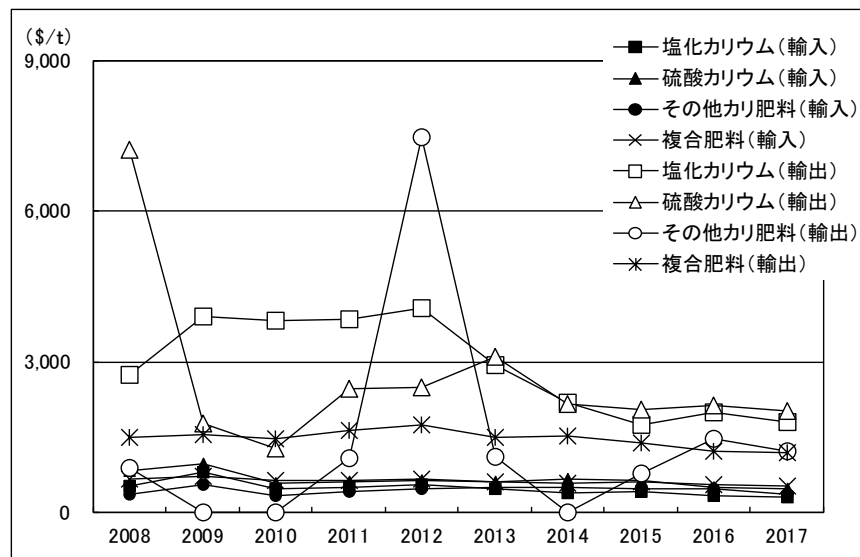


図 3-5 カリウム(塩化・硫酸・その他肥料及び複合肥料)の平均輸出入価格

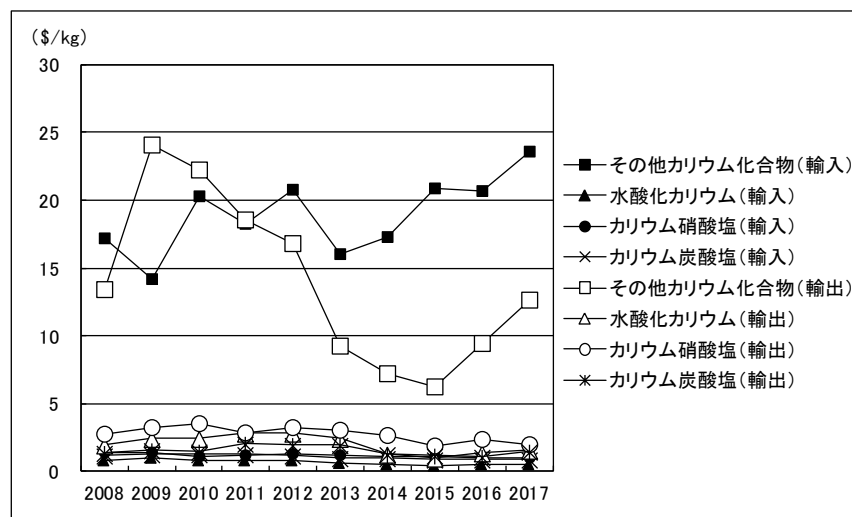


図 3-6 カリウム(その他化合物、水酸化、カリウム硝酸塩、カリウム炭酸塩)の平均輸出入価格

4.リサイクル

国内のカリウムの約 60%が肥料として消費されている。肥料として消費されるカリウムはリサイクルが難しいことなどから、国内におけるカリウムのリサイクル率は 0%である。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品からのリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{素材の輸入}) - (\text{素材の輸出})$

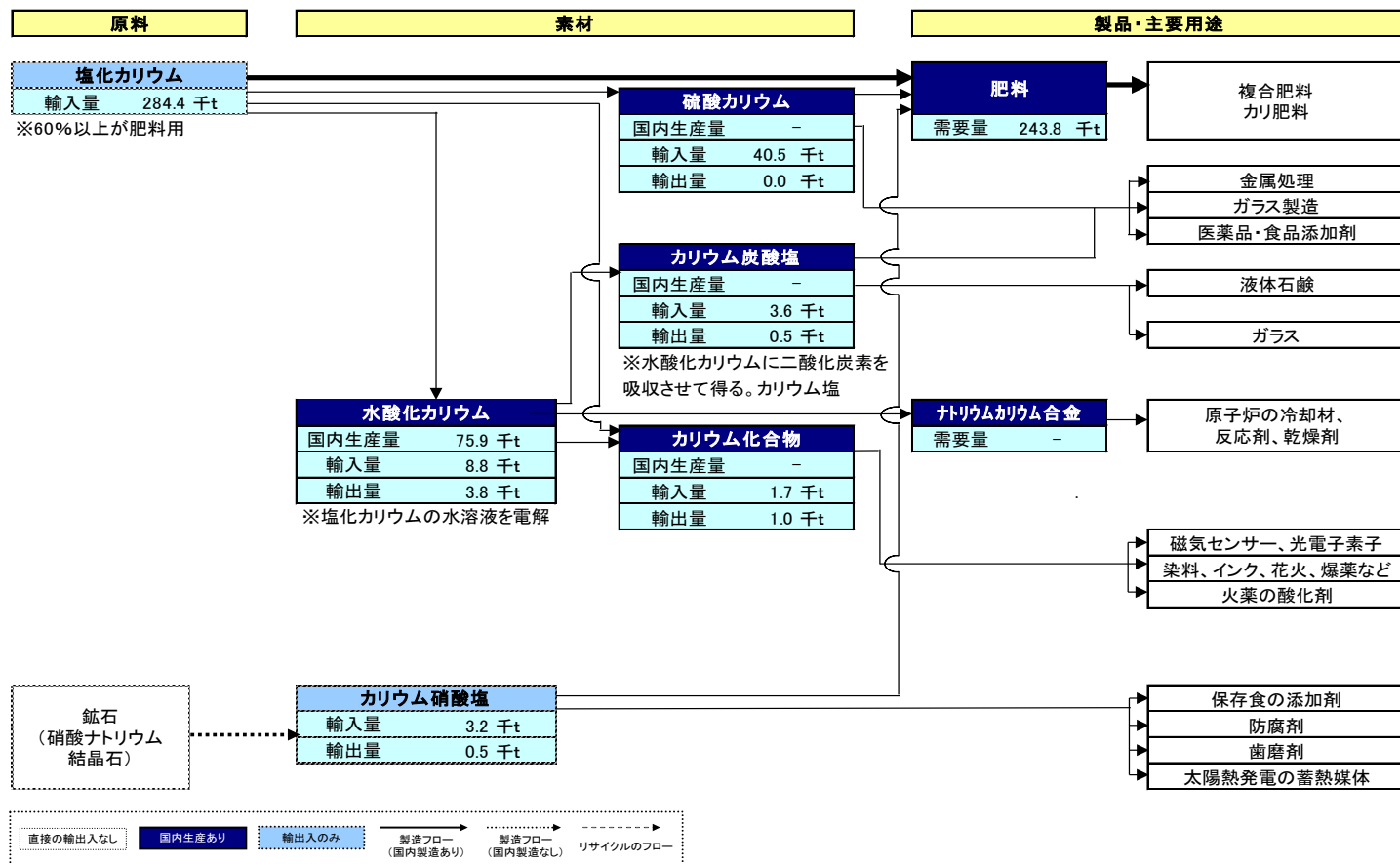
※使用済み製品からのリサイクル量とは、製品から素材に戻る量を示す。

※素材は塩化カリウム、水酸化カリウム、硫酸カリウム、カリウム硝酸塩、カリウム炭酸塩、その他カリウム化合物、製品はカリ肥料の合計値。

※国内発生量には使用済み製品からのリサイクル量を含む。

5.マテリアルフロー

カリウムのマテリアルフロー(2017 年)



出典:財務省貿易統計 及び 経済産業省 化学工業統計単肥及び複合肥料需給実績

純分換算率: 塩化カリウム52%、硫酸カリウム45%、カリ肥料5%、水酸化カリウム70%、カリウム硝酸塩39%、カリウム炭酸塩57%、その他カリウム化合物 (過酸化カリウム71%、臭化カリウム33%、亜ホスホン酸カリ38%、過マンガン酸カリウム25%、ナトリウム又はカリウムのフルオロケイ酸塩28%、フルオロタンタル酸カリウム20%)

※「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。