

経済産業省 御中



令和4年度産業経済研究委託事業(我が国磁石産業の持続的発展に向けた調査事業)
～最終報告書～

2023年3月31日(金)

目次

大項目	小項目	ページ数
1. サマリー	1-1. 本調査の背景	3
	1-2. 本調査のサマリー	4
2. 業界調査：法規制	2-1. 方針/規制/支援のサマリー	6
	2-2. 日本の関連法規制	26
	2-3. 中国の関連法規制	38
	2-4. アメリカの関連法規制	54
	2-5. カナダの関連法規制	63
	2-6. 欧州（欧州全体／イギリス／ドイツ／フランス）の関連法規制	77
	2-7. 豪州の関連法規制	98
3. 業界調査：サプライチェーン	3-1. 各国サプライチェーンのサマリー	109
	3-2. 各国における稼働中/開発中の鉱山情報	121
	3-3. 日本の主要プレーヤー	128
	3-4. 中国の主要プレーヤー	156
	3-5. アメリカの主要プレーヤー	180
	3-6. カナダの主要プレーヤー	216
	3-7. 欧州（イギリス／ドイツ／フランス／その他）の主要プレーヤー	242
	3-8. 豪州の主要プレーヤー	297
	3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス	328
4. 業界調査：その他関連トピックス	4-1. バージン材の精製技術：サマリー／個票	349
	4-2. リサイクル技術：サマリー／個票	359
	4-3. レアアースフリー磁石：サマリー／個票	409
	4-4. リサイクル市場の動向	427
	4-5. 自動車OEMの動向	436
	4-6. モーターの種別	439
5. 研究会結果のご報告	5-1. 研究会の実施要項	444
	5-2. 研究会で得られた課題サマリー	447

本プロジェクトの目的は、日本国が、永久磁石に関する原料の安定確保と、永久磁石製造の優位性確保を目指すための基礎情報の獲得と設定した

背景

永久磁石は、自動車をはじめとするパソコン・携帯電話等電子・通信機器、デジタルカメラ・冷蔵庫・エアコン等の家電から、戦闘機・ドローン・ミサイル誘導システム等の武器等まで、幅広い製品の高性能の駆動に関与する代表的な基幹部品である。

今後、経済社会の電動化が見込まれる中、こうした永久磁石の重要性はより一層高まることが見込まれている。

一方で、永久磁石の世界シェアについては、永久磁石全体の80%が中国であり、日本及び同志国を含め、世界全体が永久磁石を中国に大きく依存している状況である。

日本のシェアは約15%となっており、電動車用など高機能製品では健闘しているものの、これら分野における中国の急成長している

製造技術による差別化が徐々に困難となりつつある中で、永久磁石の製造コストの大半を原料（レアアース）が占める状況を背景に、コスト競争が激化している。

中国企業は、自国内でレアアースを調達できるため、日本企業よりも安価に永久磁石を製造することができること、また、中国企業は大規模な設備投資を進めていることなどを背景に、大量生産によるコスト削減を実施している。

目的

本調査では、磁石業界における基礎情報を確認、分析するとともに、各国の政策等も調査し、日本の磁石業界の課題を把握し、今後の持続的発展に向けた将来像や政策方針等について調査・分析を行うことを目的と設定した。

基本方針

上記目的に対応するため、以下のタスク設計を行った。

1. 各国の基本データ調査

- 法規制の動向
- 各国のサプライチェーンにおける、主要企業の整理
- 主要企業における技術動向

2. 研究会の実施

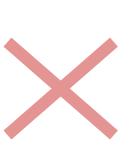
3. 報告書の作成

留意事項

本調査における基礎調査は二次情報によるもののみとなり、情報の精緻化や真偽の確認を行うためには、一次情報の獲得等の深掘り調査が追って必要となる

基礎調査結果から、原料採掘/素材製造/磁石製造/モーター製造に関する各国の優劣を整理。川上領域を、中国に抑えられている状況であると思料

各国のサプライチェーンに関する優劣仮説から鑑みた、今後の大方針仮説

プロセス	中国 	日本 	アメリカ 	欧州 	豪州 	今後の大方針仮説
原料採掘						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現時点で、合算を持っても総合的に劣位 ✓ 開発中の鉱山を軸とした、グローバル連携による、バージン材供給のリスクヘッジ策が重要
素材製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本×アメリカ×欧州の連携を持っても、特に重希土については課題あり ✓ リサイクル技術開発含め、グローバル連携が必要
磁石製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本×アメリカ×欧州の連携を持っても、生産量観点で若干の劣位 ✓ レアアースフリー技術開発の促進を含め、需要増に向けた生産体制強化が必要
モーター製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現時点では、日本×アメリカ×欧州の連携にて、イニシアチブを握れている領域 ✓ しかし、ゲームチェンジ（マジョリティ製品のコモディティ化等）にて劣位になる恐れあり ✓ 継続した技術開発／製造コスト精査／付加価値への理解／リサイクル促進等の複数施策

- ✓ グローバルにおける一番の強者／川上全体にて最も優位
- ✓ 川下製造を抑えられたら、一連のSC全体にて脅威に

研究会にてご意見伺った結果、『SC横断の取り組み』、『バージン・リサイクル原料の確保』、『技術開発』、『性能・リサイクル易化とコストのトレードオフ』の4点が特に重要なイシューであると思料

研究会の振り返り：サプライチェーン関係者様の課題感のまとめ

主要イシュー	主要イシュー毎における今後考察すべき主な問い合わせ
『SC横断の取り組み』	サプライチェーン横断／国横断にて、相互強化の関係が築けるか？
『バージン・リサイクル原料の確保』	バージン原料確保チャネルは複数あるか？
	リサイクル原料確保チャネルは複数あるか？
	リサイクル原料が海外に流出しない手立て（コスト競争力／政府レベルでの規制等）は？
『技術開発』	レアアースフリー磁石の開発・実現はどれほどか？期待されるゴールは？
	リサイクル技術の開発・実現はどれほどか？期待されるゴールは？
『性能低下・リサイクル易化 vs コストのトレードオフ』	レアアースフリーに伴う性能低下等に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？
	リサイクル易化(分解性向上等)に伴う性能低下等に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？
	レアアースフリー／リサイクル易化に伴うコスト増に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

中国は自國に有利となる『規制』、欧米は自國産業の強化に向けた『支援』について、日本と比較して推進していた

各國の方針、規制、支援策のサマリー

国	方針	規制	支援策
日本	<ul style="list-style-type: none">自國で採掘できないため、2009年より外國資源確保、リサイクル、代替材料開発、備蓄の方針を掲げている ➤ 代表例：レアメタル確保戦略	<ul style="list-style-type: none">国内資源の採掘や探査を制限する動きを近年取り始めている ➤ 代表例：外國為替及び外國貿易法改正レアースに特定した輸出管理等は行っていない ➤ 米中に比べて、全体的に法規制は少ない	<ul style="list-style-type: none">国内のレアース事業(企業)への投資を実施予定 ➤ 代表例：JOGMEC法改正中米欧は具体的支援開始、日本はこれから他国との連携に向けた会合へ参加 ➤ 代表例：クリティカルマテリアル・ミネラル会合
中国	<ul style="list-style-type: none">1990年代からレアースを国が保護し管理する方針 ➤ 代表例：輸出割り当て制導入レアースを政治に利用してきた ➤ 他国に比べて法規制などが早い	<ul style="list-style-type: none">国内資源の採掘や輸出、技術輸出等を、厳格に管理する方針をとる ➤ 代表例：外商投資參入特別管理措施近年の規制では、アメリカを意識している ➤ 特に採掘に関しては業界の再編を進めている	<ul style="list-style-type: none">国の機関でレアースに関する技術開発や基礎技術向上などに取り組む ➤ 代表例：国家レアース機能材料イノベーションセンターの創設
アメリカ ・ カナダ	<ul style="list-style-type: none">中国に依存している状況を脅威と捉え、サプライチェーンの構築と強化に力を入れる ➤ 代表例：安全で信頼できる重要鉱物の供給に向けた連邦政府戦略代表例：重要製品に関するサプライチェーン強化に向けた報告書(バイデン政権100日レポート)	<ul style="list-style-type: none">国防や安全保障の観点から、技術や輸出の管理を実施 ➤ 代表例：国防権限法レアースに特定した輸出管理等は行っていない	<ul style="list-style-type: none">アメリカ⇒カナダ⇒豪州など第三国への資金援助や情報共有などの、関係強化を実施 ➤ 代表例：米豪重要鉱物(Critical Mineral)協力協定締結国内での鉱山開発や技術開発を実施
欧州	<ul style="list-style-type: none">レアースの安定確保のため、サプライチェーン強化、原材料への依存軽減、環境に配慮した採掘・加工強化、第三国との関係性強化を掲げている ➤ 代表例：重要な原材料(Critical Raw Material)に関する行動計画を発表	<ul style="list-style-type: none">レアースに関する規制は欧州全体では行っておらず、各国の政策にゆだねられている	<ul style="list-style-type: none">産学官の連携を促進し、レアースに関するEUの戦略的な自立性を包括的に高めていくための施策を実施 ➤ 代表例：欧州原材料連合(European Raw Materials Alliance)発足
豪州	<ul style="list-style-type: none">鉱物産業を発展させ、クリーンエネルギー大国になることを目指す ➤ 代表例：重要鉱物産業に関するディスカッションペーパー	<ul style="list-style-type: none">レアースに特定した輸出管理等は行っていない	<ul style="list-style-type: none">アメリカと共同でサプライチェーン確立や資源採掘調査などに取り組む ➤ 代表例：米豪重要鉱物(Critical Mineral)協力協定締結代表例：日豪重要鉱物に関するパートナーシップ締結

日本の法関連相関図(1/2)



日本を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
経済産業省	日本全体	方針	新・国家エネルギー戦略(2006年) レアメタル確保戦略(2009年) レアアース総合対策(2010年) 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(2019年) 新国際資源戦略(2020年)	金属鉱物資源の開発・投資活動強化、リサイクル促進 レアメタルの安定供給に向けた確保策 レアメタル確保戦略に対応する予算計上 エネルギー・資源の安定供給の実現に向けた計画 国際資源獲得に向けた対応の方向性
	日・米・EU・豪・加	支援	クリティカルミネラル会合(2022年)	各国の政策及び支援等の取組みを紹介、意見交換
	外国人投資家	規制	外国為替及び外国貿易法(2021年)	レアアース事業などを事前届出が必要なコア業種に指定
日本政府	日本全体	支援	国内精錬所整備(2021年)	レアアースのサプライチェーン強化のため支援予定
内閣府	日本全体	方針	経済安全保障推進法(2022年)	レアアースのサプライチェーン強化のため支援予定

日本の法関連相関図(2/2)



日本を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
経済産業省 資源エネルギー庁	日本全体	方針	第6次エネルギー基本計画(2021年)	レアメタルの安定供給確保に向けた方針
	日・中	支援	日中レアアース交流会議 (1988年-2009年)	日中両国のレアアースに関する情報・意見交換
	採掘企業	規制	鉱業法(2022年)	改正により鉱業権の対象となる鉱物にレアアース追加
経済産業省 外務省	国内企業	方針	資源確保指針(2008年)	重要資源獲得案件の支援に関する政府全体方針
経済産業省 産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル 小委員会	日本全体	方針	リサイクルを重点的に行うべき 鉱種を指定(2012年)	リサイクル優先鉱種14種からさらに5種を指定
産業技術研究所	日本全体	支援	戦略的都市鉱山研究拠点「SURE」 設立(2013年)	国内産業に必要不可欠な金属に関する研究実施
独立行政法人 エネルギー・金属鉱物 資源機構(JOGMEC)	JOGMEC	支援	JOGMEC法(2022年)	改正により金属鉱物の選鉱・製錬等事業などを開始

中国の法関連相関図(1/4)



中国を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
中国政府	国内企業	規制	輸出割り当て制導入(1998年)	企業の採掘と輸出の管理を実施
			輸出関税の引き上げ(2006年)	レアアース産業の重要性から輸出関税を引き上げ
			希土類の輸出枠、希土類関税の撤廃(2015年)	WTOによるWTO協定違反とする判断をきっかけに撤廃
			レアアース業界規範条件・レアアース業界規範条件公告の管理方法(2016年)	レアアースプロジェクトの設立及び配置、生産規模、資源利用等分野に対し厳密に規定
中国全体	中国全体	規制	国家安全法(2015年)	国内安定強化のための、国家安全に関する方針
			資源税法(2020年)	希土類選鉱鉱石について税率を明記
製品製造企業		規制	「レアアース製品の包装・標識・運送と貯蔵・保管」に関する強制的国家基準の作成(2016年)	レアアース製品の監督・管理実施のため、包装と標識の規範化を実施
			重要製品トレーサビリティ管理プラットフォーム建設に関するガイドライン(施行)(2018年)	希土類製品を含む、重要製品のトレーサビリティシステムの構築推進
差別的制限措置の制定、決定または実施に直接または間接的に関与している個人および組織		規制	反外国制裁法(2021年)	外国の差別的行為について、中国が相応の対抗措置を取る権利を有することを規定

中国の法関連相関図(2/4)



中国を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
国務院	中国全体	方針	タングステン・錫・アンチモン・イオン型希土鉱物の国家保護性鉱種指定に係る通知(1991年)	イオン吸着型希土鉱物を国家保護性鉱種に指定
			鉱物資源政策白書(2003年)	鉱物資源の探査・開発、輸出構造に関する政策
			希土業界の持続的かつ健全な発展に関する若干の意見(2011年)	希土類産業の適切な管理に関する方針
			「中国のレアアース現状と政策」白書を発表(2012年)	中国のレアアース事情と今後の方針を発表
			中国製造2025(2015年)	国内の製造業の発展を促すためのロードマップ
			重要製品のトレーサビリティシステム構築の促進に関する国務院の意見(2016年)	重要製品を扱う企業のトレーサビリティ構築を目指す
			輸出管理法(2020年)	安全保障の観点からリストで輸出を制限
商務部	国内企業・外国企業	規制	輸出管理法(2020年)	安全保障の観点からリストで輸出を制限
	国家安全に対する脅威となる外国の企業、組織、個人	規制	信頼できないエンティティリスト(2020年)	中国との輸出入活動や投資などを制限

中国の法関連相関図(3/4)



中国を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
工業情報化部	国内企業	支援	中国稀土産業協会の設立(2012年)	希土類業界の発展に向けてレアアース関連企業が参加
	中国全体	方針	新素材産業発展指針(2016年)	中国製造2025に関連した新素材に関する
	中国全体	方針	希土類産業発展計画2016-2020(2016年)	希土類産業の発展のため政策や基準を規定
	国内レアアース採掘・加工業者	規制	レアアース管理条例(意見募稿)(2021年)	レアアース業界の管理規範や制度を提示
商務部 国家暗号管理局 海関総署	輸出入業者	規制	商用暗号輸入許可リスト、商用暗号輸出管理リストおよび関連管理措置に関する公告(2020年)	輸出管理法上の管理品目に当たると予想されるリスト
国瑞科創レアアース機能材料有限公司	中国全体	支援	国家レアアース機能材料イノベーションセンターの創設(2020年)	重要基礎技術の研究開発、パイロット試験、検証などを一体化した新しいイノベーションプラットフォーム
包頭市人民政府	レアアース関連企業	規制	包頭レアアース製品取引市場管理办法(暫定案)(2020年)	レアアース取引市場管理に関する規範文書

中国の法関連相関図(4/4)



中国を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
商務部 科學技術部	国内に技術を持つ企業	規制	輸出禁止・輸出制限技術リスト (2020年)	希土類関連技術を輸出禁止技術に指定
国家発展改革委員会	外国資本	方針	外資の稀土産業への投資に関する暫定規定(2002年)	中国国内に外国資本が稀土鉱山企業を設立することを禁止
	中国全体	方針	循環経済の発展に関する第14次5ヵ年規画の目標・政策(2021年)	資源循環型の産業体系構築のための目標・政策
国家発展改革委員会・商務部	外国の投資者(企業、組織、個人など)	規制	中国における外商投資参入特別管理措施(ネガティブリスト) (2021年版)(2022年)	外国資本の国内市場への参入を制限
工業情報化部・資源部	中国全体	方針	全国鉱物資源計画 (2016-2020年)(2016年)	鉱物資源法に基づく、鉱物資源の開発計画を記載
商務部 税関総署	国内レアアース事業者	規制	輸出許可管理貨物目録(2023年) 発表(2022年)	希土類を含む許可証管理対象となる輸出項目を選定

アメリカの法関連相関図(1/2)



アメリカを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
エネルギー省	アメリカ全体	方針	Critical Materials Strategy (クリティカル物質戦略)(2010年)	重要鉱種指定、エネルギー省の戦略提示
		支援	エネルギー省鉱物持続可能性部門の設立(2021年)	重要鉱物サプライチェーン確保のため技術開発など実施
米国政府	アメリカ全体	方針	安全で信頼できる重要鉱物の供給に向けた連邦政府戦略(2019年)	重要鉱物サプライチェーン強化のための連邦政府戦略
	豪・ボツワナ・加・ペルー・米	支援	Energy Resource Governance Initiative(ERGI)の設立(2019年)	多国間でのリアースサプライチェーン構築
米国議会	アメリカ全体	規制	国防権限法2019(2018年)	米国の国防予算の大枠を定める
国防省	アメリカ全体	方針	米国の製造業及び防衛産業の基盤並びにサプライチェーンの強靭性評価及び強化(2018年)	米国産業のサプライチェーンの脆弱さ、中国依存の高さを指摘し、今後の方針を提示
商務省 産業安全保障局	アメリカ全体	方針	NdFeB磁石の輸入に関する調査実施(2022年)	NdFeB磁石の輸入が国家安全保障に与える影響について、調査を実施の上、報告書作成

アメリカの法関連相関図(2/2)



アメリカを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
Ames National Laboratory (エイムズ国立研究所)	アメリカ全体	支援	Critical Materials Instituteの設立 (2013年)	クリティカル物質のサプライチェーン全体に アプローチするシンクタンク的な機能を担う
大統領府 (トランプ大統領)	アメリカ全体	方針	安全で信頼できる重要鉱物(Critical Minerals)の供給に向けた連邦政府戦略に関する大統領令13817 (2017年)	重要鉱物リストの公開と、 指定の内容を含む報告書の提出を要求
米国政権 (バイデン大統領)	アメリカ全体	方針	重要製品に関するサプライチェーン強化に向けた報告書(バイデン政権100日レポート)(2021年)	レアアース等の持続可能な供給の確保や リサイクル促進に関する方針
内務省地質調査所(USGS)	アメリカ全体	方針	重要鉱物リストの発表(2018年)	重要鉱物35種を指定
	アメリカ全体	方針	重要鉱物リストの更新(2022年)	少なくとも3年ごとに更新。レアアースは個別元素に分割
	米・豪	支援	米豪重要鉱物(Critical Mineral)協力協定締結(2019年)	重要鉱物に関する評価、共同研究、 データ分析機能の開発

カナダの法関連相関図(1/3)



カナダを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
カナダ連邦政府	カナダ全体	方針	Canadian Minerals and Metals Plan(CMMP)を発表(2019年3月) クリティカルミネラルリスト指定(2021年3月) Critical Battery Minerals Centre of Excellenceの設立に予算措置を発表(2021年4月) 2022年度予算案発表(2022年) 重要鉱物戦略を発表(2022年12月)	カナダ鉱業の促進を目的とした指針 クリティカルミネラルを定義し、31鉱種指定 連邦・州政府間のクリティカルミネラルに関する政策調整や米・加間の共同行動計画の実施機関 鉱物資源分野で重要鉱物開発支援に予算拠出 重要鉱物の戦略的焦点である6分野での政策を提示
		支援	国内中小企業への助成(2021年2月)	採掘による環境への影響軽減に寄与する技術を有する企業へ助成

カナダの法関連相関図(2/3)



カナダを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
カナダ連邦政府	加・欧州	支援	カナダ・欧州連合包括的経済貿易協定(CETA)を発効(2017年)	物品貿易のみならず、サービス貿易、投資、労働、環境等の分野を網羅する広範な協定
			原材料に関する戦略パートナーシップ構築に合意(2021年6月)	供給源の多角化や競争力向上を目的とした戦略的パートナーシップの確立
	加・日	支援	日: 経済産業省と加: 天然資源省の間で協力覚書を締結(2019年6月)	関係深化を目的としたエネルギー分野における協力覚書
	加・米	支援	クリティカルミネラルの協力に関する共同行動計画を策定(2020年1月)	情報共有や他国との連携等の分野における行動計画
	外国国有企業、外国政府の指揮下にある民間企業	規制	カナダ投資法「重要鉱物分野における外国国有企業及び外国政府の指揮下にある民間企業による投資ガイドライン」更新(2022年11月)	改正により、重要鉱物分野に対する外国国有企業からの投資規制を強化
	投資を行う外国人	規制	カナダ投資法(ICA)改正案を提案(2022年12月)	特定産業における外国投資に関して規制を強化
	加・米・豪・仏・独・日・英	方針	持続可能な重要鉱物アライアンス(Sustainable Critical Minerals Alliance)発足(2022年12月)	重要鉱物のサプライチェーン強化を図るアライアンス

カナダの法関連相関図(3/3)



カナダを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
QC州政府	QC州全体	方針	“Québec Plan for the Development of Critical and Strategic Minerals 2020-2025”を発表(2020年10月)	クリティカル物質のサプライチェーン全体にアプローチするシンクタンク的な機能を担う
AB州政府	AB州全体	方針	鉱物戦略及びアクションプランを発表(2021年)	鉱物資源分野における競争力を高めるための行動計画
BC州政府	BC州全体	方針	“Mining Innovation Roadmap”を公表(2021年3月)	環境に優しく生産的な鉱業の確立を目指すための計画
ON州政府	ON州全体	方針	クリティカルミネラル戦略(2022年)	クリティカルミネラル産業に関する今後5年間の戦略

欧州の法関連相関図(1/2)



欧州を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
欧州委員会	欧州全体	方針	重要な原材料(Critical Raw Materials: CRM)一覧を発表(2011年～)	金属鉱物資源の開発・投資活動強化、リサイクル促進
			重要な原材料に関する行動計画を発表(2020年)	重要な原材料の安定的な供給のための行動計画
		支援	欧州重要原材料法の制定について発表(2022年9月)	重要な原材料の安定的な確保に向けた内容の予定
	欧州全体	支援	欧州レアアース能力ネットワーク(ERECON)プロジェクトの実施(2014年)	レアアースの安定的供給確保のための調査実施、報告書作成、政策提言
			欧州原材料連合(European Raw Materials Alliance)発足(2020年)	レアアースの開発加速、循環性の向上を目的とする
		規制	Horizon2023/2024のプログラム公表、2023事業の公募開始(2022年12月)	「EUのOpen Strategic Autonomyと気候中立・サーキュラーエコノミーへのトランジションのための原材料」プログラムとして、計11分野のグラン트を措置

欧州の法関連相関図(2/2)



欧州を取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
欧州原材料連合 (ERMA)	→ 欧州全体	方針	欧州産業のレアアースへのアクセス確保のためのアクションプランを公表(2021年)	欧州のレアアース需要の現状と予測、供給確保のために取るべき措置、4つの提言と12のアクション
欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟(ORGALIM)	→ 欧州全体	方針	EUの重要な原材料確保に関する取り組みに対する政策提言書を発表(2022年11月)	法案作成にあたり、優先事項を提言すると同時に、一部の方針につき警戒感や懐疑的姿勢を提示
国際希土類工業協会 (REIA)	→ 欧州全体	支援	EUのレアアースイノベーションプロジェクト2件に参加(2022年8月)	レアアースサプライチェーンの構築やサーキュラーエコノミーの実現を目指すプロジェクトに参加
	→ 独BEC GmbH・蘭Circularise・丁Grundfos・英Minviro	支援	欧州4社と連携し、CSyARESを構築(2022年9月)	ブロックチェーンベースのレアアースの持続可能性を評価する循環システムを構築

イギリスの法関連相関図



イギリスを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
イギリス政府	イギリス全体	方針	「Global Britain in a Competitive Age」を公表(2021年3月)	金属鉱物資源の開発・投資活動強化、リサイクル促進
ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)	イギリス全体	方針	重要鉱物戦略を発表(2022年7月)	重要鉱物の安定確保のための目標と取り組み
		方針	重要鉱物の選定(2022年7月)	重要鉱物18種、Watch Listに該当する5種を指定
地質調査所(BGS)	イギリス全体	支援	重要鉱物インテリジェンスセンター(Critical Minerals Intelligence Centre)を設立(2022年7月)	クリティカルミネラルの供給動向を収集・分析を実施

ドイツの法関連相関図

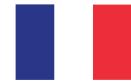


ドイツを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
ドイツ政府	ドイツ 全体	方針	ドイツ原材料戦略“The German Government’s raw materials strategy”の発表 (2010年)(2020年1月改訂)	鉱物資源の責任ある持続可能な調達を確保する企業の取り組みを支援するための行動枠組み

フランスの法関連相関図



フランスを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
大統領 (Emmanuel Macron)	フランス 全体	方針	投資計画"France2030"を発表 (2021年10月)	エコロジー転換の支援を目的とした2030年までの投資計画
フランス政府 Philippe Varin	フランス政府 Barbara Pompili エコロジー転換大臣、 Agnès Pannier-Runacher 経済財務再興大臣付産業担当大臣	方針	Varin報告を提出(2022年1月)	重要金属の供給確保に関する報告書

オーストラリアの法関連相関図(1/2)



オーストラリアを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
オーストラリア連邦政府	オーストラリア全体	方針	国家資源白書(National Resources Statement)(2019年2月) クリティカルメタルの長期戦略(2019年3月) Critical Minerals Strategy 2022(2022年5月)	クリティカルメタルの国家戦略構築を提言 クリティカルミネラル、採掘、生産、製造に関する長期的戦略 重要鉱物産業発展のための行動計画
	オーストラリア全体	支援	Future Battery Industries Cooperative Research Centre (FBI CRC)の立ち上げ(2019年4月)	WA州主導の産学官共同研究プログラム
	製造産業	方針	製造産業の戦略を発表(2020年10月)	「資源テクノロジー及びクリティカルミネラルの加工」が優先課題の1つ
	豪(鉱山業)・韓(製造業)	支援	クリティカルミネラル分野における協力に関する覚書締結(2021年12月)	重要鉱物に関するサプライチェーン構築に向けた協力
	豪・印	支援	クリティカルミネラルの投資パートナーシップ締結(2022年3月)	インド国内でのレアアース需要に応えるための連携強化

オーストラリアの法関連相関図(2/2)



オーストラリアを取り巻く法規制環境：サマリ

カテゴリ凡例： 方針 支援 規制

主体者	対象エリア	カテゴリ	名称／施行年	概要
豪州地質調査所 (Geoscience Australia)	米・豪	支援	米豪重要鉱物(Critical Mineral)協力協定締結(2019年11月)	クリティカル物質のサプライチェーン全体にアプローチするシンクタンク的な機能を担う
産業科学エネルギー資源省	オーストラリア全体	支援	Critical Minerals Facilitation Officeを設置(2020年1月)	2019年クリティカルミネラル長期戦略の推進機関
豪州鉱物資源評議会(MCA)	豪州鉱物資源評議会・韓国鉱害鉱業公団(KOMIR)	支援	クリティカルミネラルの探鉱や採掘などに関する相互協力を強化する覚書締結(2022年2月)	クリティカルミネラルなどの鉱物の探鉱や採掘に関する投資やパートナーシップなどを拡大
NSW州政府	NSW州全体	方針	「Critical Minerals and High-Tech Metals Strategy」を策定(2021年12月)	クリティカルミネラルのサプライチェーン拡大促進戦略
VIC州政府	VIC州全体	支援	2022/23年度予算案にて7.4mA\$をクリティカルミネラル産業開発に割り当てる(2022年5月)	クリティカルミネラル鉱物の探鉱などに利用

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(1/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	日中レアアース交流会議 (1988年-2009年) ^{※1}	・経済産業省 資源エネルギー庁	・日本 ・中国	・レアアース	・ 目的：日中間のレアアース分野における交流と協力を強化する	<ul style="list-style-type: none"> 1988年5月、資源エネルギー庁長官と中国国家計画委員会副主任の合意に基づき設立 主なテーマは日中両国のレアアース・主要非鉄金属の生産・販売・貿易動向、関連政策に関する情報・意見交換 2010年の尖閣諸島島沖で起きた中国漁船衝突事件をきっかけに日中関係が悪化したことがきっかけに終了したと予測される
方針	新・国家エネルギー戦略 (2006年) ^{※2}	・経済産業省	・日本	・エネルギー資源 ・金属鉱物資源	<ul style="list-style-type: none"> 背景： <ul style="list-style-type: none"> ➢ エネルギー資源や鉱物資源を海外に依存していること ➢ 石油価格の高騰など資源価格の上昇により、資源の安定供給の重要性が改めて強く認識されたこと 	<ul style="list-style-type: none"> 金属鉱物資源の炭鉱開発及び関連投資活動の強化 金属鉱物資源に関するリサイクル促進

出典

※1 <https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20051222/703/>

※2 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sokai/pdf/006_06_01.pdf

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(2/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	資源確保指針(2008年) ※1	・経済産業省 ・外務省	・国内企業	・石油、石炭及び天然ガス並びにウラン、レアメタルその他の鉱物資源	・ 背景：資源価格の高騰や資源ナショナリズムの高まりによる、資源産出国による自國資源の国家管理の強化	<ul style="list-style-type: none"> レアメタルを含む重要な資源獲得案件を支援していくための政府全体の方針 以下の基本方針を提示 <ul style="list-style-type: none"> 二国間及び多国間外交による資源獲得支援 資源産出国の情勢に応じた柔軟な対応 <ul style="list-style-type: none"> 潜在的資源産出国との間 <ul style="list-style-type: none"> 探鉱や開発調査 資源産出国との間の資源開発に係る協力事業 資源開発プロジェクト等への出融資・債務保証・貿易保険等 具体的資源開発プロジェクトが進行している資源産出国との間 <ul style="list-style-type: none"> 過去に締結した契約の着実な履行の確保等を通じ、既に着手されているプロジェクトの円滑な進行を実現 自律的・安定的な経済発展を目指す資源産出国との間 <ul style="list-style-type: none"> 資源エネルギー・環境分野を始め、幅広い分野での技術協力や資金協力を含めた経済協力に加え、教育協力や文化交流等まで含めた多層的な協力関係の構築を実現 関係機関による支援策や政府開発援助の活用 <ul style="list-style-type: none"> 国際協力銀行、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、独立行政法人日本貿易振興機構、独立行政法人日本貿易保険等の関係機関の施策の推進 政府開発援助の活用

出典

※1 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/energy/shishin.html>

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(3/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	レアメタル 確保 戦略 (2009年) ※1	・経済 産業省	・日本	・レアメタル	・目的：レアメタルの 安定供給確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ レアメタル確保策を「4つの柱」として整理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 外国資源確保 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 資源国との戦略的互恵関係の構築 ✓ 鉱山周辺インフラ整備等へのODAツールの活用 ✓ 技術移転、環境保全協力等我が国の強みを発揮した協力 ✓ 重要なレアメタル資源の権益確保 ✓ 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、国際協力銀行、独立行政法人日本貿易保険、独立行政法人国際協力機構の連携によるリスクマネー供給 ✓ 我が国周辺海域の海底熱水鉱床等への計画的な取組 ➢ リサイクル <ul style="list-style-type: none"> ✓ 重要なレアメタルのリサイクルシステム整備 ✓ 携帯電話、デジカメ等小型家電のリサイクルシステムの構築と強化 ✓ アジア全体での資源循環システムの構築 ➢ 代替材料開発 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 重要なレアメタルの代替材料開発等の取組 ✓ ナノテク等我が国最先端技術の結集による取組強化 ✓ 産業連携体制、研究開発拠点の整備 ➢ 備蓄 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 需給の動向等に応じた機動的な取組 ✓ コバルト、タンクステン、バナジウム、モリブデンの備蓄積増 ✓ インジウム、ガリウムの備蓄対象への追加

出典

※1 https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2010pdf/20101201043.pdf

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(4/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	レアアース 総合 対策 (2010年) ※1	・経済 産業省	・日本	・レアアース	・ 背景：尖閣諸島沖 で起きた中国漁船衝 突事件を機に中国が レアアースの対日輸出 規制を実施したこと	<ul style="list-style-type: none">2010年度補正予算で実施上記レアメタル確保戦略に対応する①代替材料・使用量低減技術開発、 ②リサイクルの推進、③鉱山開発・権益確保、④備蓄に加え、新たな施策として 「レアアース等の利用産業の高度化」を掲示 ➢ 次世代自動車のモーター用磁石を製造する高度な技術を有する事業者等の海外流 出を防ぐため、レアアース等使用量削減のための設備導入に対して補助を実施総額1000億円が計上 (開発・生産段階の鉱山権益等を取得するために460億円、レアアース等利用産業の高 度化のために390億円、代替材料・技術開発のために 120 億円など)

出典

※1

https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2010pdf/20101201043.pdf

https://www.jraia.or.jp/member/test/oshirase/mite-nedo201012_1.pdf

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(5/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	リサイクルを 重点的に 行うべき鉱 種を指定 (2012年) ※1	・経済産業省 産業構造審 議会 環境部会 廃棄物・リサ イクル小委 員会	・日本	・Nd ・Dy ・Co ・Ta ・W	・ 目的：リサイクル による資源確保 を進めていくこと	<ul style="list-style-type: none"> 産業構造審議会環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会内のワーキンググループが選定 2008年-2010年度に選定されたリサイクル優先鉱種14種から重点的に行うべき鉱種5種を選定 対応策 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 使用済製品の回収量の確保 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 現行回収スキームの強化(パソコン、家電など) ✓ 新たな回収スキームの構築 ✓ 違法回収や不適正な輸出の取締強化等の海外流出の防止 ✓ 消費者等への情報提供 ➢ リサイクルの効率性の向上 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 技術開発の推進 ✓ レアメタルの含有情報の共有(次世代自動車、大型家電) ✓ 易解体設計の推進 ➢ 事業者によるレアメタルリサイクルへの先行的取組の推進 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 資源循環実証事業 ✓ 国内でレアメタルのリサイクルに取り組む事業者の表彰等 ➢ 対策の進捗状況等のフォローアップ等
	海洋 エネルギー・ 鉱物資源 開発計画 (2019年) ※2	・経済 産業省	・日本	・メタンハイドレート ・石油・天然ガス ・海底熱水鉱床 ・コバルトリッチクラスト ・マンガン団塊 ・レアアース泥	・ 2019年改訂 ・ 目的：エネル ギー・資源の安 定供給の実現	<ul style="list-style-type: none"> 2008年から5年ごとに見直しがされる「海洋基本計画」の目標を達成するための計画 レアアース泥は海底に粘土状の堆積物として分布、日本近海では南鳥島周辺海域に存在 戦略的イノベーション創造システム(SIP)第2期「革新的深海資源調査技術」において、各府省連携の推進体制を構築(内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省、防衛省(防衛装備庁))

出典

※1 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/haikibutsu_recycle/pdf/023_03_00.pdf

※2 <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/kaiyokaihatukeikaku.html>

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(6/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	新国際資源戦略(2020年) ※1	・経済産業省	・日本	・レアメタル	<ul style="list-style-type: none">背景：<ul style="list-style-type: none">資源・燃料政策を取り巻く環境の大きな変化エネルギー政策の原則「3E+S」のもとで、新しい国際資源戦略を早期に策定する必要性	<ul style="list-style-type: none">先端産業におけるレアメタルの重要性、寡占化の進展や需給ギャップの懸念を提示以下の対応の方向性を提示<ul style="list-style-type: none">鉱種ごとの戦略的な資源確保策の策定供給源多角化の促進備蓄制度の見直し等によるセキュリティ強化<ul style="list-style-type: none">備蓄目標の見直し等国の関与や放出要件等の運用の見直しサプライチェーン強化に向けた国際協力の推進産業基盤等の強化<ul style="list-style-type: none">鉱石の不純物増加等への対応リサイクルの促進産学官連携による人材育成等の促進

安全性(Safety)を前提に、
・ 自給率(Energy Security)
・ 経済効率性(Economic Efficiency)
・ 環境適合(Environment)
を同時達成する、という原則

出典

※1

<https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200330009/20200330009-1.pdf>

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/kokusaisigensenryaku_03.html

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/005/>

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(7/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	第6次 エネルギー 基本 計画 (2021年) ※1	・経済 産業省 資源 エネルギー 庁	・日本	・レアメタル	・目的：レアメタルの安定 供給確保	<ul style="list-style-type: none"> 2050年を見据えた2030年に向けた政策対応の1つとして鉱物資源確保の推進を提示 レアメタルの確保の重要性、技術を含めたサプライチェーン上脆弱性の克服に取り組むことの必要性を指摘 以下の方針を提示 <ul style="list-style-type: none"> 鉱物資源確保 <ul style="list-style-type: none"> ✓ JOGMECを通じた継続的な資源探査や開発に係る正確な情報の収集・発信等 ✓ 供給途絶が懸念される鉱種についてはリスクマネー支援の強化 国内非鉄精錬所 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 鉱石等の調達リスクや需要の急激な変動リスク等を低減するための支援の強化 ✓ リサイクル資源の最大限の活用、製錬等のプロセス改善・技術開発による回収率向上、企業間連携・設備導入等による生産性向上等のための投資の促進 レアメタルの使用量低減技術やその機能を代替する新材料開発に向けた取組の更なる支援 柔軟かつ不断な備蓄制度の改善 首脳・閣僚レベルを始めとする包括的資源外交の重層的展開

出典

※1

https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf

https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_02.pdf

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(8/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	外国為替 及び 外国貿易法 (2021年) ^{※1}	・経済産業省	・外国人 投資家	・レアアース事 業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2021年改正 ・ 背景：レアアース等の重要鉱物資源の安定供給確保は経済安全保障上の重要課題であること ・ 目的： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 重要鉱物資源の調査能力等の適切な維持・確保等を図る ➢ 重要鉱物資源の調査を行う船舶の円滑な活動を可能とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下記2点のレアアース事業に関して、外国人投資家が株式を取得する前に事前届出が必要となるコア業種に追加 <ul style="list-style-type: none"> ➢ レアアース等の重要鉱物資源 34 鉱種に係る ✓ 金属鉱業(資源調査船の運行や、測量等を含む) ✓ 金属鉱業の目的で使用する機器等の製造業、修理業、ソフトウエア業 ✓ 鉱物の成分分析業 ➢ 特定離島港湾施設等の整備等を行う建設業等
	鉱業法 (2022年) ^{※2}	・経済産業省 資源エネルギー 庁	・採掘企業	・レアアース	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022年改正 ・ 目的：国内資源の保護と管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉱業権の対象となる鉱物にレアアースを追加 ・ 国内資源が許可なく試掘や採掘されることを防止

出典

※1

https://www.mof.go.jp/policy/international_policy/gaitame_kawase/press_release/20211005.html

<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211005005/20211005005.html>

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA053MS0V01C21A0000000/>

※2

<https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220301002/20220301002.html>

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(9/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	経済安全保障推進法 (2022年5月 公布) ^{※1}	・内閣府	・日本	・経済安全保障に 関わる 経済活動	<ul style="list-style-type: none">背景：国際情勢や社会経済構造の複雑化・変化に伴い、経済活動に関して国家及び国民の安全保障を確保することの重大性が増していること目的：安全保障の確保に関する経済施策の総合的かつ効果的な推進する	<ul style="list-style-type: none">経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保推進に関する基本方針を策定また、安全保障の確保に関する経済施策として、所要の制度を創設公布から6月以内～2年以内に段階的に施行法制上の手当が必要な喫緊の課題に対応するため、以下の4つの制度を創設 (1)重要物資の安定的な供給の確保 (2)基幹インフラ役務の安定的な提供の確保 (3)先端的な重要技術の開発支援 (4)特許出願の非公開2022年8月1日、総則部分と上記の4つの制度のうち、(1)と(3)が施行また、法律に基づく事務を担当する組織として、内閣府に経済安全保障推進室が設置2022年12月、永久磁石を含む11の特定重要物質が指定 ➢ 「安定供給確保を図るための取組方針」が策定、公表 ➢ 特定重要物質等の安定供給確保のための取組に関する計画を作成し、認定を受けた事業者は、取組実施に当たって融資等の金融支援や助成等の支援を受けられる

出典

※1

https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_hosho/index.html

https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_hosho/supply_chain.html#bshitei

https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_hosho/doc/metijishaku.pdf

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(10/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	戦略的都市 鉱山研究拠 点「SURE」 設立 (2013年) ^{※1}	・産業技術 総合研究 所	・日本	・都市鉱山	・ 目的：金属資源の安定供給を 目指した資源循環社会の実現と その産業化	・ 産業総合研究所の研究機関として設立 ・ 国内産業に必要不可欠な金属を「戦略メタル」と位置づけ、将 来的に資源循環技術を確立すべき金属の予測や、資源循環の 促進に向けた技術開発と資源配慮設計など研究を実施 ・ 研究例：溶解塩と合金隔膜を用いた希土類分離・回収プロセ スの開発
	国内精錬所 整備 (2021年) ^{※2}	・日本政府	・精錬能力を 持つ企業	・国内精錬 事業	・ 目的：レアアースのサプライチェーン 強化	・ 原料だけでなく、精錬所も中国に集中する状況は、日本の経済 安全保障を脅かすと判断 ・ 政府が精錬工場の規模拡大や参入社の増加など、国内精錬 所の整備に取り組む ・ 企業へ支援策や予算規模は未定

出典

※1

<https://unit.aist.go.jp/env-mri/sure/kenkyu.html>

<https://www.dowa-eco.jp/sonomichi/criticalmetal/01.html>

※2

<https://www.sankei.com/politics/news/210513/plt2105130015-n1.html>

日本の法規制：個票



日本における規制、方針、支援策(11/11)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	JOGMEC法 (2022年) ^{※1}	・独立行政 法人エネルギー・金属 鉱物資源 機構 (JOGMEC)	・JOGMEC	・国内のレア アース選鉱・ 精錬等 事業	<ul style="list-style-type: none"> 2022年改正 日本へのエネルギー・ 鉱物資源の安定供給 	<ul style="list-style-type: none"> 機能強化の一環として、国内におけるレアメタル等の金属鉱物の選鉱・製錬等事業への出資・債務保証事業を新たに開始
	クリティカル マテリアル・ ミネラル会合 (2022年) ^{※2}	・経済 産業省	・日本 ・米国 ・EU ・豪州 ・カナダ	・クリティカル マテリアル	<ul style="list-style-type: none"> 2011年より開始 2022年6月に第13回会合を開催 2021年第11回会合から、「日米 欧三極クリティカルマテリアル会 合」から「クリティカル・ミネラル」 会合に名称を変更 背景： 2010年のクリティカルマテリアル (特にレアアース)の価格高騰 目的： 日米欧豪加の5カ国・地域の 協力の一環として、クリティカル マテリアルに関する政策や 研究開発等に係る情報交換等 を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 各国の政策当局者が、クリティカルマテリアルに関する5つの セッションにおいて、各国の政策及び支援等の取組みを 紹介し、意見交換を実施 クリティカルマテリアルのサプライチェーン強靭化の重要性を 改めて認識し、今後も日米欧豪加が連携した取組を 推進していくことを確認

出典

※1

https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00022.html

<https://www.netdenjd.com/articles/-/271366>

※2

<https://www.meti.go.jp/press/2022/06/20220623003/20220623003.html>

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

中国の法規制：個票

中国における規制、方針、支援策(1/15)



希土類源を供給する鉱床タイプの1つ

- 火成鉱床
 - カーボナイト鉱床
 - アルカリ岩関連鉱床
 - 熱水性鉄鉱床 など
- 風化鉱床
 - ラテライト鉱床
 - イオン吸着型鉱床
 - 漂砂鉱床 など

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	タングステン・錫・アンチモン・イオン型希土鉱物の国家保護性鉱種指定に係る通知(1991年) ^{※1} REE	・中国国務院	・中国	・イオン吸着型希土鉱物	・ 目的：無許可採掘、窃盗、略奪、生産施設の破壊などの被害を回避する	<ul style="list-style-type: none"> • 中国国務院が通知 • イオン吸着型希土鉱物を、計画的管理を実施すべき国家保護性採掘の特定鉱種に指定 • 国家の管理下に位置づけられる
規制	輸出割り当て制導入(1998年) ^{※2} REE	・中国政府	・国内企業	・レアアース	・ 背景： <ul style="list-style-type: none"> ➢ レアアースの過度の採掘 ➢ 輸出による輸出価格の低下 	<ul style="list-style-type: none"> • 企業の生産能力を評価し、輸出数量枠を規定 • 採掘と輸出の管理を実施
規制	外資の稀土産業への投資に関する暫定規定(2002年) ^{※3} REE	・中国・国家発展改革委員会	・外国資本	・稀土産業	・ 背景：世界的にレアアース需要が増加し、稀土が乱掘され、稀土産業が疲弊したこと	<ul style="list-style-type: none"> • 中国国内で外国資本が稀土鉱山企業を設立することを禁止 • 外国企業の単独資本による稀土分離・精錬プロジェクトを禁止 • 一方、外国資本が稀土の高度加工・新材料・応用製品に投資することは奨励し、国内稀土産業の立て直し、稀土の付加価値を高める施策を実施

出典

※1 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/old_uploads/reports/report/2014-04/china_14.pdf

※2 https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/6d50807a44f904c1/20210070_05.pdf

※3 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/old_uploads/reports/resources-report/2014-09/vol44_No3_04.pdf

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(2/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	鉱物資源政策白書(2003年) ^{※1} REE	・中国国務院	・中国	・鉱物資源	<ul style="list-style-type: none">背景：中国経済の成長に対して、鉱物資源の供給が追い付いていないこと目的：法に基づく鉱山管理、鉱山経営を実施すること	<ul style="list-style-type: none">以下の内容について記載<ul style="list-style-type: none">鉱物資源および探査・開発の現状鉱物資源の保護と合理的の利用のための目標と原則国内の鉱物資源供給能力を高めるための施策鉱物資源探査・開発の対外開放と協力を拡大するための措置鉱物資源開発と環境保全の協調発展を実現するための施策鉱物資源の管理を強化するための措置中国が強みを持つ資源(希土類を含む)の輸出構造の調整に言及

【歴史背景・規制の変化】

- 1985年 中国においてレアアース生産開始
- 1985年 レアアースに増增值税還付開始
 - 国内よりも輸出優先
- 1992年 鄧小平の南巡講話
 - 「中東に石油有り、中国にレアアース有り」と評する
 - レアアースが中国の国家戦略に明確に位置付けられる
- 2003年 増增值税の還付率削減
- 2004年 増增值税の還付撤廃
- 2005年 輸入鉱石・輸出製品に関税、量規制が課せられる

出典

※1 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/old_uploads/reports/resources-report/2004-03/2004-03-01.pdf

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(3/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	輸出関税の引き上げ(2006年～) ※1 REE	・中国政府	・国内企業	・レアアース ・レアアース関連製品	・ 背景： レアアースの産業上の重要性に着目し始めたこと	・ 輸出関税の引き上げを開始 ・ 10%から徐々に15-25%へ引き上げ
方針	希土業界の持続的かつ健全な発展に関する若干の意見(2011年) ※2 REE	・中国国務院	・中国	・希土類産業	・ 目的： ➢ 資源と環境の保護、持続可能な発展の実現をこれまで以上に重視する ➢ レアアースの開採・生産・流通・輸出入に対する管理を強化する ➢ レアアース産業の管理強化に関する法律・法令の制定及び整備を進める	・ 中国国務院が発表 ・ 希土類を再生不可能な重要戦略資源と位置付ける ・ 希土類産業の適切な管理を求め、以下の方針を示した(一部抜粋) ➢ 違法な探査・採掘及び無許可探査・採掘を厳しい取り締まり ➢ 希土類の計画備蓄の強化 ➢ レアアース国家計画鉱区の南部イオン吸着型鉱山及び北部軽希土類資源の探査開発の統一的な計画 ➢ 一部鉱区の国家計画鉱区への指定 ➢ 資源開発統合の促進、鉱業権の集約、採掘企業数の大幅な削減

出典

※1

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/6d50807a44f904c1/20210070_05.pdf

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20110815/29060/

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20110811/1153/>

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(4/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	「中国のレアアース現状と政策」白書を発表(2012年) ※1 REE	・中国国務院	・中国	・レアアース	・ 目的： 中国のレアアース事情(政策や状況)をまとめ、国際社会の中国のレアアースについての理解を増進する	・ 中国のレアアースの状況や政策について記載 ・ 今後の方針として、以下を示す ➢ 資源の有効保護と合理的な利用 ➢ レアアースの利用と環境の協調的発展 ➢ 技術革新と産業レベルの向上 ➢ 公平な貿易と国際協力の促進
支援	中国稀土産業協会の設立(2012年) ※2 REE	・中国工業情報化部	・国内企業	・レアアース	・ 目的： ➢ 業界秩序の継続的整頓 ➢ 環境対策・環境保護の強化 ➢ 大企業グループ育成の加速 ➢ 指令性生産計画の徹底的な実行 ➢ 法律面での管理強化 ➢ 産業の構造調整促進	・ 中国有色金属工業協会、中国アルミ公司、中国五鉱集団及び中国有色集団など希土類関連企業155社が参加 ・ 工業情報化部に所属 ・ 業界の持続的且つ健全な発展に積極的役割を担当 ・ 役割は国内及び海外市場間の“架け橋”
規制	希土類の輸出枠、希土類関税の撤廃(2015年) ※3 REE	・中国政府	・国内企業	・レアアース	・ 背景： ➢ 中国の輸出政策に対し、日米欧がWTOに提訴したこと	・ 2014年、日米欧の提訴に関し、WTOは中国のレアアースに関する輸出規制措置(輸出税の賦課、輸出数量の制限)をWTO協定違反と判断 ・ その後、中国は輸出税と輸出枠を撤廃

出典

※1 <https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20120906/1235/>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20120409/30349/

※3 https://www.nikkei.com/article/DGXLASGM23H4O_T20C15A4FF1000/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(5/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	中国製造2025 (2015年) ^{※1} REE	・中国 国務院	・中国	・製造業	・ 目的：中国における製造業の発展	<ul style="list-style-type: none"> 国内の製造業(特に10の重点産業)の発展を促すためのロードマップ 5つの基本方針 <ul style="list-style-type: none"> イノベーション駆動、品質優先、グリーン発展、構造最適化、人材本位 4つの基本原則 <ul style="list-style-type: none"> 市場主導・政府誘導、現実立脚・長期視野、全体推進・重点突破、自主発展・協力開放 10の重点産業 <ul style="list-style-type: none"> 次世代情報技術、航空・宇宙設備、先進軌道交通設備、電力設備、新素材、CNC工作機械・ロボット、海洋工程設備・ハイテク船舶、省エネ・新エネ自動車、農業設備、バイオ医薬・高性能医療機器 9つの戦略ミッション <ul style="list-style-type: none"> 情報化と工業化の高度融合、品質・ブランド力の強化、重点分野での飛躍的進歩、サービス製造と生産型サービスの振興、製造業のイノベーション力向上、工業基盤強化、グリーン製造の推進、製造業の構造調整推進、製造業の国際化レベル向上
規制	国家安全法 (2015年) ^{※2}	・中国政府	・中国	・国家安全 全に関わ るもの	・ 目的： 習近平政権が重視する国内の 安定強化	<ul style="list-style-type: none"> 政権や領土、経済、インターネットなど幅広い分野で国家安全に関する方針を規定 領土を潜っては国境や海空防衛のために必要なあらゆる措置をとると規定 海底資源開発などを中国主導で進める意向が反映

出典

※1

<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/jrireview/pdf/11597.pdf>

<https://www.meti.go.jp/metilib/report/H29FY/000403.pdf>

※2

https://www.nikkei.com/article/DGXLASGM01H76_R00C15A7FF2000/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(6/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	新素材産業発展指針(2016年) ^{※1}	・中国工業情報化部	・中国	・新素材	・目的：新素材産業の発展	<ul style="list-style-type: none"> 中国製造2025に関連するガイドラインとして策定 重要な戦略材料の一つとして希土類機能材料が明記 <p>※中国語資料を翻訳の上作成</p>
規制	レアアース業界規範条件・レアアース業界規範条件公告の管理方法(2016年) ^{※2}	・中国政府	・国内企業	・レアアース産業	・目的：レアアース資源および生態環境を効果的に保護する	<ul style="list-style-type: none"> 2012年に公表した規範条件と管理方法を廃止し、新しい条件と方法を制定 新しい規範条件では、レアアースプロジェクトの設立及び配置、生産規模、資源利用等分野に対し厳密に規定 資源利用面ではレアアース産業の生産効率向上のため、以下の規定が規定 <ul style="list-style-type: none"> 一般鉱石の選鉱回収率は72%以上から75%以上に引き上げ 低品位、選鉱製錬しにくいレアアース鉱石の選鉱回収率は60%以上から65%以上に引き上げ その他レアアース鉱石の製錬プロジェクトのレアアース総回収率基準も多少引き上げ(詳細不明)
方針	重要製品のトレーサビリティシステム構築の促進に関する国務院の意見(2016年) ^{※3}	・中国国務院	・中国	・重要製品	・目的：生産・流通プロセス全体における品質安全管理およびリスク管理強化のためのトレーサビリティ構築	<ul style="list-style-type: none"> 重要製品を扱う企業は、トレーサビリティシステム構築を促進する 希土類製品は重要製品に含まれる

出典

※1

https://spap.jst.go.jp/investigation/downloads/r_2018_02.pdf

<http://www.cnsmq.com/uploadfile/2017/0911/20170911042445745.pdf>

※2

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20160701/39550/

※3

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20210412/154955/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(7/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	全国鉱物資源計画(2016-2020年)(2016年)^{※1} REE	• 中国工業情報化部 • 中国資源部	• 中国	• 鉱物資源	• 目的：国の経済・国防安全を保障し、戦略的新興産業の成長需要に応じること	<ul style="list-style-type: none"> 鉱物資源法に基づき、鉱物資源の開発計画などについて記載 国家レベルエネルギー資源基地を103か所設立 国家計画鉱区267か所と国民経済に重要な価値を持つ鉱区を確定 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 希土類について、24の鉱区を国家計画鉱区に指定 以下の24種を戦略的鉱物資源として戦略的目録に初めて取り入れる <ul style="list-style-type: none"> ➤ エネルギー鉱物：石油、天然ガス、シェールガス、石炭、炭層ガス、ウラン ➤ 金属鉱物：鉄、クロム、銅、アルミニウム、金、ニッケル、タンクステン、錫、モリブデン、アンチモン、コバルト、リチウム、ニアアース、ジルコニアウム ➤ 非金属鉱物：リン、カリ塩、グラファイト、萤石 対象鉱物は、マクロコントロール及び監督管理の重要対象となる また、資源配置、財政投入、重要なプロジェクト、鉱業業界の土地使用等の分野でのリーダシップ力及び差別化管理を強化し、資源の安全供給能力及び開発利用レベルを引き上げる 2020年までにグラファイト・ニアアース等資源基地での生産能力を国内生産の80%以上に設定

出典

※1

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20161201/7487/

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20161201/7484/

<https://www.meti.go.jp/metilib/report/2019FY/000562.pdf>

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(8/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	希土類産業発展 計画2016-2020 (2016年) ^{※1}	・中国工業 情報化部	・中国	・希土類	・目的：合理的開発、秩序のある生産、 高効率利用、科学技術の更新、協調発 展などの新たな産業構成を築くこと	<ul style="list-style-type: none">希土類は再生不可能な重要戦略資源であり、 新興産業や防衛技術産業を発展させる上で 不可欠なものと言及2020年までレアース採掘量を14万t/年に抑制し、 生産管理を強化違法生産を厳しく取締り、市場参入制度を厳格化、 レアース大手6社(当時)以外には新たな採掘権を 許可せず戦略的レアース資源を保護し、過剰な生産能力を 引き続き削減した上で、ハイレベル機能性材料や 部品を重点的に開発させ、ミドルレンジ・ハイエンドの 応用に力を入れ、産業の転換・高度化を加速し、 業界の品質と効果を向上させる方針2020年までにレアースの実用機能の戦略価値を 十分に発揮できるような計画主要なレアース機能性材料の年間平均生産成長率 を15%以上とし、ハイレベルな機能性材料の割合を 大きく引き上げていくと明記また、希土類材料の研究開発および希土類の 高付加価値利用の推進を目指し、 各材料に関するプロジェクトについて記載

出典

※1

https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/magnet/magnet_hoshin.pdf

<https://www.meti.go.jp/metilib/report/2019FY/000562.pdf>

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(9/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	「レアアース製品の包装・標識・運送と貯蔵・保管」に関する強制的国家基準の作成 (2016年)※1	・中国政府	・製品製造企業	・レアアース製品	・ 目的：レアアース製品の監督・管理を実施	<ul style="list-style-type: none"> レアアース製品の包装と標識の規範化を図り、追跡コード等ショートデータ伝送のために基盤を構築 レアアース製品のパッキング上に印刷した情報識別コードは監督管理のために与える社会的信頼性のある記号
方針	重要製品トレーサビリティ管理プラットフォーム建設に関するガイドライン (施行)(2018年)※2	・中国政府	・製品製造企業	・レアアース製品	・ 目的：レアアース製品のトレーサビリティシステム構築	<ul style="list-style-type: none"> 食肉・野菜などの重要製品トレーサビリティ(生産段階から最終消費段階あるいは廃棄段階までの流通経路の追跡可能性)システム構築の試行経験を踏まえ、重要製品のトレーサビリティ・システム構築を本格的に推進するもの 重要製品に希土類製品を含有 レアアースの「調達先追跡可能、供給先追跡可能、責任追及可能」を実現することを期待

出典

※1

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20210412/154955/

※2

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20210412/154955/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(10/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	国家レアアース機能材料イノベーションセンターの創設(2020年) ^{※1} REE	・国瑞科創 レアアース 機能材料 有限公司	・中国	・レアアース	・目的：レアアースの製造に関する研究開発促進、技術向上	<ul style="list-style-type: none"> 中国工業情報化部が承認 業界で唯一の国の製造業イノベーションセンター 国瑞科創レアアース機能材料有限公司は、江西省と内モンゴル両地域共同連携により設立 主にレアアース磁石材料、発光材料、触媒、合金等機能材料産業及び希土類二次回収利用等分野において、以下を中心とした研究課題を設定 <ul style="list-style-type: none"> ハイレベルレアアース機能材料における設計、加工、製造一体化技術 レアアース新材料の重要な技術 最先端レアアース新材料開発と実用技術 重要基礎技術の研究開発、パイロット試験、検証及び成果移転を一体化した新しいイノベーションプラットフォームを築き、レアアース機能材料分野における重要基礎技術の一層向上を促進
規制	中国輸出管理法(2020年) ^{※2}	・中国 商務部	・国内 企業 ・外国 企業	・両用品目 (民間用と軍事用) ・軍需品 ・核 ・その他、国家の安全及び利益の維持・保護、拡散防止等の国際義務の履行に関する貨物、技術及びサービス等	・目的： 国の安全や利益の保護	<ul style="list-style-type: none"> 安全保障の観点から輸出を制限 輸出規制、みなし輸出規制に関する規定も含有 具体的品目は商用暗号輸入許可リスト、商用暗号輸出管理リストで一部公表 <ul style="list-style-type: none"> レアアースも規制対象となる可能性あり

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200501/124649/

※2

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/e92a59e82865d470/20210034_03.pdf

<https://webronza.asahi.com/judiciary/articles/2721012500001.html>

https://www.cistec.or.jp/service/china_law/20220107.pdf

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(11/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	資源税法 (2020年) ^{※1}	・中国政府	・中国	・課税対象となる資源	<ul style="list-style-type: none">目的：<ul style="list-style-type: none">➤ 税目の共通化➤ 税決定権限の調整➤ 元免税政策の規範化	<ul style="list-style-type: none">1984年から徵収し始め、改革改善を継続2020年、社会経済成長や改革に適合しない項目について見直しを実施課税対象となるすべての資源品目を法律の中に明記資源を開発する主体は採掘・生産・使用等をする際に資源税を納付 (販売額または販売量×適正税率)希土類の選鉱鉱石についても税率を明記<ul style="list-style-type: none">➤ 軽希土：7-12%➤ 中・重希土：20%
	商用暗号輸入許可リスト、商用暗号輸出管理リストおよび関連管理措置に関する公告 (2020年) ^{※2}	・中国商務部 ・国家暗号管理局 ・海關總署	・輸出入業者	・セキュリティチップ、量子暗号設備などの設備および部品 ・暗号開発やテストに関する設備 ・関連のソフトウェアや技術 (一部抜粋)	<ul style="list-style-type: none">背景：輸出管理法の関連法規の立法が進行中目的：輸出管理法の輸出品目を明確にすること	<ul style="list-style-type: none">輸出管理法などに基づき発表輸出管理法上の管理品目に該当すると予想両リストに記載された商用暗号の輸出入に従事する際は商務部に申請が必要

出典

※1

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20190903/115305/

※2

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/90c3ead6fc3165dc.html>

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(12/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	包頭レアース製品取引市場管理办法 (暫定案) (2020年) ^{※1}	・包頭市人民政府	・レアース関連企業	・レアース資源 ・レアース製品	<ul style="list-style-type: none">背景：以下の理由から、製品の取引方法が古いままで価格設定スキームの不完備等が生じ、中国国内のレアース製品価格は十分に価値を反映できないという課題が存在<ul style="list-style-type: none">レアース元素の特殊性能や技術開発水準の制約アンバランスなレアース鉱物配分幅広く製品が活用されるものの少ない使用量小さい産業規模目的：レアース資源を保護し、市場化の方法で資源を合理的に配置させ、レアース業界の持続可能な成長を実現する	<ul style="list-style-type: none">包頭市人民政府が発表レアース取引市場の原則、市場本体、取引活動、紛争の解決、市場への監督管理等について明確に定める国内初めてのレアース取引市場管理に関する規範的文書レアース取引市場の規範化を図り、国際価格決定権および発言力向上を目指してバランスの取れたレアース資源の利用を実現することで、資源優位から経済優位への変換を図る

REE

包頭市：

- 中国、内モンゴル自治区西部の工業都市
- 世界最大規模の希土類鉱床であり
中国北方稀土集団が所有する
白雲鄂博(バイヤンオボ)鉱床がある

包頭レアース製品取引所：

- 中国国内唯一各種レアース製品を取引品目とする現物取引プラットフォーム
- 内モンゴル自治区や包頭市がレアース産業の持続的且つ健全な成長を促進するための重要な機関

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200402/124074/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(13/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	輸出禁止・ 輸出制限技術 リスト (2020年)^{※1} REE	• 中国商務部 • 中国科学技術部	• 中国国内に 技術を持つ企業	• 希土類の抽出や 合成、加工、利用 などに関する技術	<ul style="list-style-type: none"> 背景： ➤ 2008年から技術革新が進 み、技術輸出が増加 ➤ 米国のECRAなどで技術を 輸出規制対象に加える 世界的動きの存在 	<ul style="list-style-type: none"> 2008年版を12年ぶりに調整 改正ではAIやIT分野の最新 技術等が規制対象に追加 輸出制限技術と輸出禁止技術 で構成 規制対象となる技術の輸出行 為について、「中国国内から国外 に向けて、貿易、投資または經 済技術協力の方法により、技術 を移転する行為」と規定 希土類関連技術は輸出禁止技 術の対象

【輸出禁止技術】

非鉄金属冶金及び圧延加工業

1. 非鉄金属冶金技術
 1. イオン吸着型希土堆浸抽出技術及び配合
2. 希土類の抽出、加工、利用技術
 1. 希土類の連続分離抽出及び希土類抽出の
技術及びパラメーター
 2. 希土類抽出剤の合成技術
 3. 単一希土類(純度 99%以上)抽出技術
 4. 金属材料の希土類添加技術
 5. 希土類合金材料及びその製品の製造技術
 6. イオン型希土類鉱物から希土類を抽出する
技術及びパラメーター

【輸出制限技術】

金属製造技術(抜粋)

1. 熱処理技術
2. 希土類、炭素、窒素の組み合わせまたは希土類と
炭素の組み合わせを浸み込ませる時の配合と技術
3. 交通運輸設備製造業(抜粋)
4. 航空材料製造技術
 1. 希土類を含むアルミニウムリチウム合金の製造技術
5. 電気機械及び器材製造業(抜粋)
6. 電線、ケーブル製造技術
 1. 誘電用希土類アルミニウム導線の調製と製造方法

規制対象は「属地主義」

- 技術所有者の国籍や登録地の限
定はしていない
- 例えば、日本人が中国国内で
米国企業と特許権実施許諾契約
を締結し、中国国内から国外
(米国)に技術を移転させる場合も
理論上は規制対象

出典

※1

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/5bfcc1481fb2442/20210047_03.pdf

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/5bfcc1481fb2442/20210047_02.pdf

<http://www.sindatokyo.com/files/2008limitlist.pdf>

https://cistec.or.jp/service/china_law/20210215.pdf

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(14/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	信頼できないエンティティリスト(2020年) ^{※1}	・中国商務部	・国家安全に対する脅威となる外国の企業、組織、個人	・中国との企業活動	<ul style="list-style-type: none"> 背景：米国が輸出入規制や投資、政府調達などで中国企業に対し規制や制裁措置を強めていること 	<ul style="list-style-type: none"> リストへの掲載対象となった企業は中国との輸出入活動、国内における投資、入国、就労などに制限または禁止の措置あり
方針	循環経済の発展に関する第14次5ヵ年規画の目標・政策(2021年) ^{※2}	・中国国家発展改革委員会	・中国	・中国産業	<ul style="list-style-type: none"> 目的：鉱業分野でのカーボンピークアウトに向けた取り組みを具体的に推進する 	<ul style="list-style-type: none"> 全体目標：2025年までに、クリーンな生産を推進し、各種資源の総合利用率を高め、資源循環型の産業体系を構築すること 非鉄金属は重点対象産業に指定され、クリーン生産改造計画に基づき、技術革新などを加速 循環経済発展モデルの普及を目指す
規制	レアアース管理条例(意見募稿)(2021年) ^{※3} REE	・中国工業情報化部	・国内レアアース採掘・加工業者	・中国国内の希土類資源	<ul style="list-style-type: none"> 背景：ベトナムやタイなどで中国人経営者や技術者がレアアースの中間処理を行う事例があり、処理拠点が国外に流出していること 目的：レアアース業界の管理規範化を図り、高品質な産業成長を推し進める 	<ul style="list-style-type: none"> 全29条のパブリックコメントでレアアース管理における役割分担、レアアースの採掘・製錬分離投資事業の承認制度、レアアース採掘・製錬分離総量指標管理制度などを明示 業界全体に対する管理を強め、監督管理の徹底化を図り、法的責任も明示 いかなる機関または個人が違法採掘、違法製錬分離したレアアース製品を買収、販売してはならないと規定 レアアース製品の輸出入企業は対外貿易、輸出管理などの法律法規を遵守すべきと規定

出典

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2019/06/4e63841cb02715bd.html>

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/580a6448fa87f0bb/20210056_02.pdf

※2 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/89bde6227de38353.html>

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210216/153216/

中国の法規制：個票



中国における規制、方針、支援策(15/15)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	反外国制裁法 (2021年) ^{※1}	・中国政府	・差別的制限措置の制定、決定または実施に直接または間接的に関与している個人および組織	・ビザ ・財産 ・など	・背景：2019年以降、ウイグル人権問題や香港民主化問題などを理由に、米国、カナダ、英国などの国・地域から制裁が発動されていたこと	<ul style="list-style-type: none"> 「外国が国際法および国際関係の基本的な規範に違反し、さまざまな口実もしくはその国の法律に基づき、中国に対して抑止・抑圧をし、中国公民および組織に差別的な制限措置を講じ、中国の内政に干渉する場合」について、中国は相応の対抗措置を取る権利を有すると規定 具体的には以下の措置などを規定 <ul style="list-style-type: none"> ビザの発給拒否、入国拒否、ビザの取り消しもしくは国外通報 国内の動産、不動産およびその他各種の財産の差し押さえ、押収、凍結
	中国における外商投資参入特別管理措施 (ネガティブリスト) (2021年版) (2022年) ^{※2} REE	・中国国家発展改革委員会 ・中国商務部	・外国の投資者 (企業、組織、個人など)	・レアースの探査、採掘、選鉱への投資	・目的：外国資本の国内市場への参入の制限	<ul style="list-style-type: none"> 毎年内容を更新 2017年以降年々外国資本に対する制限は緩和傾向にあるが、レアースに関する規制には変化なし
	輸出許可管理貨物目録 (2023年)発表 (2022年) ^{※3} REE	・商務部 ・税関総署	・国内レアース事業者	・レアース関連の輸出科目	・目的：レアース関連品目の輸出管理	<ul style="list-style-type: none"> 許可証管理対象となる輸出項目を選定 「中華人民共和国对外貿易法」「中華人民共和国貨物輸出入管理条例」「オゾン層破壊物質管理条例」「貨物輸出許可証管理弁法」等の法律/規則などに基づき、毎年公布 レアース関連の輸出貨物は前年度同様、輸出許可管理対象

出典

※1 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/06/c8bd174fe077c4e6.html>

https://www.jetro.go.jp/ext_images/Reports/01/2600bae53b7255f4/20210037_02.pdf

※2 https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/cn/law/pdf/invest_078.pdf

https://spc.jst.go.jp/experiences/chinese_law/22001.html

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230112/174836/

<http://images.mofcom.gov.cn/wms/202212/20221230211147281.pdf>

<http://wms.mofcom.gov.cn/article/zcfb/g/202212/20221203376706.shtml>

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(1/8)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	Critical Materials Strategy(クリティカル物質戦略) (2010年) ^{※1} REE	・エネルギー省	・米国	・クリティカル物質	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> クリティカル物質の供給における脆弱性の低減 戦略資源の必要性への対応 	<ul style="list-style-type: none"> 米国エネルギー省が公表 レアアース供給途絶の潜在的危険性、研究開発の重要性を指摘 2011年に改訂。その際に以下の重要鉱種を指定 <ul style="list-style-type: none"> Critical : Dy, Nd, Tb, Eu, Y (クリーンエネルギー経済にとっての重要性と供給リスクを勘案) Near-Critical : Ce, La, Te, In 今後のエネルギー省の戦略として以下を示す <ul style="list-style-type: none"> クリティカル物質に関する戦略的な研究開発の促進 クリティカル物質に関する情報収集能力の強化 日本欧州を含む国際的なパートナーとの関係強化
支援	Critical Materials Instituteの設立 (2013年) ^{※2} REE	・Ames National Laboratory (エイムズ国立研究所)	・米国	・クリティカル物質	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 米国製造業の革新 米国エネルギー安全保障の強化 	<ul style="list-style-type: none"> Ames National Laboratory(米国エネルギー省国立研究所)が主導し、国立技術研究所や大学、企業が連携するエネルギー革新のハブ 研究開発補助金額は5年で1億2000万ドル レアアースなどクリティカル物質のサプライチェーン全体にアプローチするシンクタンク的な機能を担うことを期待 最初の5年間は、“Critical”および“Near-Critical”な鉱種が焦点 2019年7月以降は希土類材料、電池材料(Li, Co, Mn, グラファイト)、In, Gaなどが焦点 以下の4つの重点分野で研究を実施 <ul style="list-style-type: none"> 供給の多様化 代替品の開発 リユース・リサイクルの推進 横断的研究

出典

※1

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20110127/1116/>
<https://www.energy.gov/node/206101>

※2

<https://www.ameslab.gov/cmi>
<https://mric.jogmec.go.jp/public/kouenkai/2014-11/5.pdf>

補足：Critical Materials(クリティカル物質)

- 根拠法令：戦略的重要物資備蓄法(1939)
- 所管：国防長官
- 種類：250以上
- 定義：

国家の緊急事態に米国の軍事、産業、民生上において供給の必要性があるものの、米国内に賦存していないか、或いはそのような必要性を満たすためには米国内での供給では不十分であるような物資

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(2/8)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	安全で信頼できる重要鉱物(Critical Minerals)の供給に向けた連邦政府戦略に関する大統領令13817(2017年) ^{※1} REE	・大統領府(トランプ大統領)	・米国	・重要鉱物	・目的：レアアースを含む重要鉱物のサプライチェーンにおける戦略的な脆弱性への対処	<ul style="list-style-type: none">重要鉱物リストの公開と、以下の内容を含む報告書の提出を要求<ul style="list-style-type: none">国家による重要鉱物への依存を減らすための戦略リサイクルと再処理の技術及びこれらの代替技術の開発に向けた進捗状況の評価同盟国やパートナーとの投資及び取引のオプション地形、地質、及び地球物理学のマッピングデータとメタデータの改善、電子アクセスを可能にした民間部門の鉱物探査へのサポート重要鉱物資源へのアクセスを強化し、重要鉱物の発見、生産、国内精製を増加させること
	安全で信頼できる重要鉱物の供給に向けた連邦政府戦略(2019年) ^{※1} REE	・米国政府	・米国	・重要鉱物	・目的：レアアースを含む重要鉱物のサプライチェーンにおける戦略的な脆弱性への対処	<ul style="list-style-type: none">大統領令13817に基づき発表2018年に公表された重要鉱物リストにレアアースが含有連邦政府戦略において、以下の6つの注意喚起を提示<ul style="list-style-type: none">重要鉱物サプライチェーン全体で変革のための研究、開発及び展開の推進米国の重要鉱物サプライチェーンと防衛産業基盤の強化重要鉱物に関する国際貿易と協力関係の強化国内の重要鉱物資源の理解の改善連邦領土における国内重要鉱物資源へのアクセスを改善し、連邦による許可手続期間の短縮米国の重要鉱物に関する労働力の育成

補足：Critical Minerals(重要鉱物)

- 根拠法令：大統領令13817
- 所管：内務長官、米国地質調査所
- 種類：35
- 定義：
脆弱なサプライチェーンを有する、米国経済あるいは安全保障上必要不可欠な非燃料鉱物または鉱物材料
- 補足：Critical Materials(250以上)から特に着目すべき鉱物にフォーカスする

出典

※1, 2

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20200817/127097/>
<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20190912/115476/>
https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2020/12/trend2020_us.pdf
<https://www.tkfd.or.jp/research/detail.php?id=242>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(3/8)

法律による義務付け/トピックス						
方針	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	
	重要鉱物リストの発表(2018年) ※1	・内務省地質調査所(USGS) REE	・米国	・重要鉱物	・背景：前年の大統領令13817で公開することを指示された	・内務省地質調査所(USGS)が公表 ・重要鉱物として35種を指定 ・レアアースも含有
鉱種	用途					
アルミニウム(ボーキサイト)(※)	経済全般					
アンチモン(※)	蓄電池及び難燃剤					
砒素	木材保護剤、農薬及び半導体					
重晶石(パライト)(※)	セメント産業及び石油開発産業					
ベリリウム(※)	航空宇宙産業及び国防産業における合金硬化剤					
ビスマス(※)	医療及び原子力研究					
セシウム(※)	研究開発					
鉱種	用途					
クロム(※)	ステンレス鋼及び他の合金					
コバルト(※)	蓄電池及び超合金					
蛍石	アルミニウム、ガソリン及びウラン燃料の製造					
ガリウム(※)	集積回路及びLED等の光素子					
ゲルマニウム(※)	光ファイバー及び暗視用途					
グラファイト(天然)	潤滑剤、蓄電池及び燃料電池					
ハフニウム(※)	核燃料制御棒、合金及び高温セラミックス					
ヘリウム	MRI、浮揚及び研究用途					
インジウム(※)	液晶スクリーン					
鉱種	用途					
リチウム(※)	蓄電池					
マグネシウム	鉄鋼業および窯業における炉内耐火材					
マンガン(※)	鉄鋼業					
ニオブ(※)	合金鉄					
白金族(※)	触媒					
炭酸カリウム	肥料					
レアアース(※)	蓄電池及び電子機器					
レニウム(※)	無鉛ガソリン及び超合金					
ルビジウム(※)	電磁工学における研究開発					
スカンジウム(※)	合金及び燃料電池					

(※)は日本のレアメタル31鉱種に含まれるもの

出典

※1

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20190912/115476/>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(4/8)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	国防権限法 2019(2018年) ※1	・米国議会	・外国企業	・以下の業種(一部抜粋) ・通信 ・半導体 ・航空機製造 ・アルミ製品 ・軍装備品	・目的： ➢ 米国の軍事力強化 ➢ 米国の技術流出防止	<ul style="list-style-type: none"> 米国の国防予算の大枠を決めるため、毎年議会が通す法律 ECRA(輸出管理改革法)およびFIRRMA(外国投資リスク審査現代化法)が挿入されて施行 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 外国企業の対米投資を審査する対米外国投資委員会(CFIUS)の機能強化 ➢ 外国企業による米国企業への少額出資や合弁会社設立に加え、軍事施設や空港、港湾に近い不動産の取得も審査対象 新基本技術の禁輸国(中国等の武器禁輸国を含む)への輸出、再輸出、その禁輸国内移転は、原則として、商務省の許可を要する旨の規定を含有 貿易管理によるサプライチェーン再構築も可能
方針	米国の製造業及び防衛産業の基盤並びにサプライチェーンの強靭性評価及び強化(2018年) ※2 REE	・国防省	・米国	・製造業 ・防衛産業	・背景：サプライチェーンにおいて、他国への依存や重要機能の海外移転が続いていること	<ul style="list-style-type: none"> 米国産業のサプライチェーンの脆弱さを指摘 レアースでは輸入における中国への依存の高さを指摘 今後の方針として、以下の提言を提示(一部抜粋) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 国家安全保障の取り組みを支援する産業政策の策定 ➢ 自律的な産業基盤の更新 ➢ 依存している供給源の分散化

出典

※1

https://www.cistec.or.jp/service/uschina/5-ndaa2019_gaiyou.pdf

<https://www.nikkei.com/article/DGXKZO61581450W0A710C2EA2000/>

※2

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20190912/115476/>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(5/8)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	Energy Resource Governance Initiative (ERGI)の設立(2019年) ^{※1} REE	・米国政府	・豪州 ・ボツワナ ・カナダ ・ペルー ・米国	・エネルギー鉱物	・目的：レアアースを含むエネルギー鉱物のサプライチェーン構築の促進	<ul style="list-style-type: none">オーストラリア、ボツワナ、カナダ、ペルー、アメリカにより設立された、多国間でのサプライチェーン構想に関するイニシアチブ各国はベストプラクティスの共有も実施3つの戦略目標を揭示<ul style="list-style-type: none">責任あるエネルギー鉱物の管理への資源国の関与促進サプライチェーンの多様化の促進クリーンエネルギー技術需要への対応

出典

※1

<https://ergi.tools/case-studies>

<https://2017-2021.state.gov/energy-resource-governance-initiative/index.html>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(6/8)

法律による義務付け/トピックス						
	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	
支援	米豪重要鉱物(Critical Mineral)協力協定締結(2019年) ^{※1} REE	・豪州地質調査所(Geoscience Australia) ・内務省地質調査所(USGS)	・米国 ・豪州	・重要鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 米国は重要鉱物の供給源の確保 豪州は国際的な供給者としての地位の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 豪州地質調査所(Geoscience Australia)と米国地質調査所(USGS)が締結 重要鉱物資源に関し、ポテンシャルマップの作成や定量的な評価、鉱化分布の地質的制約に関する共同研究、需給シナリオを理解するためのデータ分析機能の開発などを行う なお、米豪政府はエネルギー鉱物資源に関するMOUを締結 <ul style="list-style-type: none"> エネルギー鉱物資源のサプライチェーン確立支援や技術開発に向けた金融支援に関する検討を実施する模様
方針	重要製品に関するサプライチェーン強化に向けた報告書(バイデン政権100日レポート)(2021年) ^{※2} REE	・米国政権(バイデン政権)	・米国	・レアースを含む重要製品	<ul style="list-style-type: none"> 背景：大統領令で100日以内に、サプライチェーンの脆弱性を評価し、強化に向けた政策案を低減するように指示されたこと 	<ul style="list-style-type: none"> 米国におけるレアース等の持続可能な供給の確保やリサイクル促進に言及 主な方針 <ul style="list-style-type: none"> ① 戦略的重要な物資のための新たなサステナビリティ基準の創設 ② リサイクルなどを含めた持続可能な国内の生産及び処理能力の拡大 ③ 国防生産法の第3編に基づく助成金の活用 ④ 戦略的重要な物資の生産量拡大を目的としたステークホルダーの招集 ⑤ 持続可能な生産及び熟練した労働力を支援するための省庁間R&Dの促進 ⑥ 備蓄制度の強化 ⑦ 同盟国及びパートナーとの協力及び世界的サプライチェーンの透明化

出典

※1

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20191126/117112/

<https://www.mining-technology.com/analysis/australia-and-the-us-a-rare-rare-earth-partnership/>

※2

<https://mrjc.jogmec.go.jp/reports/mr/20220125/165301/>

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/06/9d72b2ee702630ae.html>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(7/8)

法律による義務付け/トピックス						
名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	支援	方針
エネルギー省鉱物持続可能性部門の設立(2021年) ※1	・エネルギー省	・米国	・重要鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 目的：米国のエネルギー・製造システムを変革し、よりクリーンで、回復力があり、安全なものにする 	<ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物サプライチェーン確保が目的 既存のエネルギー省の研究開発と応用工学をベースに設立 化石エネルギー局のクリーンコール・探査管理室にレポートし、サプライチェーン全体での技術開発と展開を焦点 	
NdFeB磁石の輸入に関する調査実施(2022年) ※2	・商務省産業安全保障局	・米国	・NdFeB磁石	<ul style="list-style-type: none"> 背景：バイデン政権による重要製品のサプライチェーン見直し政策の一環 		<ul style="list-style-type: none"> 米国商務省産業安全保障局は、NdFeB磁石の輸入が国家安全保障に与える影響について、1962年通商拡大法232条に基づく調査を実施 2021年に調査開始し、2022年9月調査報告書と対応方針を公表 調査報告には以下の3点などを指摘し、現在のNdFeB磁石の輸入量および輸入状況は国家安全保障を損なう恐れがあると指摘 <ul style="list-style-type: none"> 米国のみならず同盟国もNdFeB磁石の供給を中国からの輸入に依存していること 米国内でのNdFeB磁石の生産能力が不足していること 中国への依存状態は中国に政治的影響力を与えること 改善を提案する提言としては、輸入に対する追加関税は含まず、以下の2点などを挙げる <ul style="list-style-type: none"> 同盟国と連携しての供給源の多様化や共同研究の促進 国内生産に対する税額控除など資金面での民間支援 報告書を受けた、政権の対応方針においても、以下の6点に注力すると公表 <ul style="list-style-type: none"> 国内生産・供給の支援 国内需要の支援 重要鉱物に関する多国間での関与 人材開発 サプライチェーンの脆弱性を軽減するための研究 バリューチェーンの監視の継続

出典

※1 <https://crds.jst.go.jp/dw/20210122/2021012225835/>

※2 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/09/b8f95a3cbdabf7e4.html>
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/09/eb1447fe5d9d6369.html>

アメリカの法規制：個票



アメリカにおける規制、方針、支援策(8/8)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要鉱物リストの更新(2022年) ※1 REE	・内務省地質調査所 (USGS)	・米国	・重要鉱物	・背景：2020エネルギー法において少なくと3年ごとに重要鉱物のリストを更新することが求められている	・米国地質研究所が2021年11月8日、重要鉱物の見直しに関するパブリックコメントを募集 ・2022年2月に最終版が確定 ・一部鉱種の入り替えがあり、現行のレアアースおよび白金族については個別元素をそれぞれ特定

2018年版の重要鉱物から除かれた鉱物	新たに追加された鉱物
<ul style="list-style-type: none"> ・ヘリウム ・白金族 ・炭酸カリウム ・レアアース ・レニウム ・ストロンチウム 	<ul style="list-style-type: none"> ・セリウム ・ジスプロシウム ・エルビニウム ・ユウロピウム ・ガドリニウム ・ホルミウム ・イリジウム ・ランタン ・ルテニウム ・ネオジム ・ニッケル ・パラジウム ・プラチナ ・ブラセオジム ・ロジウム ・ルテチウム ・サマリウム ・テルビウム ・ツリウム ・イッテルビウム ・イットリウム ・亜鉛

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220225/166259/

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(1/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	Canada-European Union Comprehensive Economic and Trade Agreement (CETA) (カナダ・欧州連合 包括的経済貿易協定)を発効 (2017年) ^{※1}	・カナダ連邦政府	・カナダ ・EU	・鉱物資源を含む原材料	・ 背景： 2007年6月のEU・カナダサミットに実施を合意し、2008年10月に結果が発表された共同スタディの結果、貿易投資協定が両社に利益をもたらすと結論付けられたこと	<ul style="list-style-type: none">物品貿易のみならずサービス貿易、投資、労働、環境等の分野を網羅する広範な協定EUにとってG7諸国との初めての協定カナダにとって1994年発効のNAFTA以来の大型FTA第25.4条に、鉱物資源含む原材料分野における情報交換や市場アクセス、責任ある調達等に関する協力及び政府間対話の実施が規定2020年11月の政府間対話では、低炭素化社会実現に向けた戦略的政策のアップデートをはじめ、バリューチェーンの統合、R&I分野での協力、ESG規格の調整等に関する認識を共有2022年12月、第3回会合を経た共同声明においても、原材料(Raw materials)に関して、原材料及びバリューチェーン統合における協力を引き続き深化させるための支援について再確認した

出典

※1

https://www.maff.go.jp/primaff/kanko/project/attach/pdf/200331_R01cr01_05.pdf

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

カナダの法規制：個票

カナダにおける規制、方針、支援策(2/13)

カナダの鉱業の促進が主目的で、
レアアースに特化したものではない



	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	Canadian Minerals and Metals Plan(CMMP)を発表 (2019年3月) ※1	・カナダ連邦政府	・カナダ	・鉱物・金属産業	<ul style="list-style-type: none">目的： 人的、社会的、経済的、環境的に持続可能な鉱業を実現する	<ul style="list-style-type: none">以下、6つの戦略的指針を定める<ul style="list-style-type: none">経済開発と競争力先住民族の参加促進環境科学・技術・イノベーションコミュニティグローバルリーダーシップ2020年3月に最初のアクションプランが公表され、COVID-19の影響により遅延しながらも計画が進行2021年に内容をアップデートし、2つ目のアクションプランを公表
支援	日本経済産業省とカナダ天然資源省の間で協力覚書を締結 (2019年6月) ※2	・天然資源省	・カナダ ・日本	・クリティカルミネラル	<ul style="list-style-type: none">目的： エネルギー政策、並びにエネルギー資源の持続可能な開発、投資及び取引、サービス並びにそれらの応用に協力するための枠組みの確立	<ul style="list-style-type: none">日本国経済産業省とカナダ天然資源省の間のエネルギー分野における協力覚書を締結二国間関係の深化を目的に政策対話及び分野別の定期会合を実施クリティカルミネラル分野においては、サプライチェーン確保に向けた取り組みやR&Dに関する情報交換、投資促進、ISO分野での協力等を実施

出典

※1

https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/CMMP/CMMP_The_Plan-EN.pdf

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20200617/125584/>

※2

https://www.meti.go.jp/press/2019/06/20190618008/20190618008_05.pdf

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(3/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	加・米政府、クリティカルミネラルの協力に関する共同行動計画を策定(2020年1月)※1	・カナダ連邦政府	・カナダ ・アメリカ	・クリティカルミネラル	<ul style="list-style-type: none"> 目的： 重要産業における、加・米間のサプライチェーンを確立する 	<ul style="list-style-type: none"> 共同行動計画"Joint Action Plan on Critical Minerals Collaboration"を策定 鉱物資源に関する情報共有や他国との連携等の分野における協力を促すもの
方針	ケベック州(QC州)が"Québec Plan for the Development of Critical and Strategic Minerals 2020-2025"を発表(2020年10月)※2	・QC州政府	・QC州	・クリティカルミネラル、戦略ミネラル	<ul style="list-style-type: none"> 目的： 循環型社会実現に向け、同州の競争力とノウハウを高め、持続可能な資源開発とバリューチェーンを構築すること 	<ul style="list-style-type: none"> 11の目標と22の行動計画 "クリティカルミネラル"、"戦略ミネラル"として以下の22鉱種を指定 <ul style="list-style-type: none"> クリティカルミネラル：今日の経済活動及び重要産業に必要不可欠が、代替が効かず供給リスクが高い鉱種 <ul style="list-style-type: none"> アンチモン、ビスマス、カドミウム、セシウム、銅、ガリウム、インジウム、テルル、錫、亜鉛 戦略ミネラル：低炭素化経済への移行及び関連政策の遂行に必要不可欠な鉱種 <ul style="list-style-type: none"> コバルト、ニアース、白金族、グラファイト、リチウム、ニッケル、マグネシウム、ニオブ、スカンジウム、タンタル、チタン、バナジウム

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200117/122366/

※2

https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/ressources-naturelles/Documents/PL_resume_critical_strategic_minerals.pdf

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(4/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	国内中小企業への助成 (2021年2月) ※1	・カナダ連邦政府	・国内中小企業	・環境への影響軽減に寄与する技術	・ 目的：バリューチェーン全体のイノベーション促進	<ul style="list-style-type: none"> 国内でGHG排出量の削減、従来の採掘手法による環境への影響低減等に対する革新的ソリューションを開発している中小企業20社に対し、Sustainable Development Technology Canada (SDTC) を通じて55.1mC\$を助成 企業例：Titanium社(AB州) <ul style="list-style-type: none"> オイルサンド尾鉱からピチューメン、レアメタル(ジルコン、レアアース等)の回収技術“Creating Value from Waste”を開発中
方針	アルバータ州(AB州)が鉱物戦略及びアクションプランを発表 (2021年)※2	・AB州政府	・AB州	・鉱物	・ 目的：石油・ガス産業を主要産業とする同州経済の強化・多様化、雇用創出、投資の呼び込み	<ul style="list-style-type: none"> 鉱物戦略および行動計画「Renewing Alberta's Mineral Future – A strategy to re-energize Alberta's mineral sector」を発表 未開発の鉱物資源ポテンシャルを解放することで、低炭素化経済への移行に対応 同州は、州内で産出される鉱物資源として、コバルト、ダイヤモンド、鉄鉱石、リチウム、マグネシウム、ニッケル、カリウム、レアアース、チタン、ウラン、バナジウム、ジルコニア、亜鉛を列挙 以下の6つの行動計画のもと、最大10年のスパンで鉱物資源分野における競争力を高める <ul style="list-style-type: none"> 州の地球科学知識の向上 財政、規制環境の整備向上 責任ある開発の促進 先住民族の参画機会促進 国民意識および熟練した労働力の開発 イノベーションおよび産業開発の促進 従来複数の省庁・機関が担ってきた許認可手続きを一元化するため、探鉱から閉山にかかるすべての権限を同州エネルギー省傘下のエネルギー規制機関(AER)に付与する方針 新規鉱山開発のみならず、尾鉱や副産物などからの鉱物生産もAERによる規制の対象となる予定

出典

※1 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211109/160079/

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(5/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	ブリティッシュコロンビア州(BC州)が“Mining Innovation Roadmap”を公表(2021年3月) ※1	・BC州政府	・BC州	・鉱物	・ 目的：、同州の高度な技術力を活かしてより環境に優しく生産的な鉱業の確立を目指す	<ul style="list-style-type: none">・ 州政府と鉱業協会が共同で公表・ 以下4つを目標に掲げ、18のアクションプランを制定<ul style="list-style-type: none">➢ 業界間のイノベーションと協力の促進➢ イノベーションを支援するための規制改善➢ BC州のESG上の優位性を最大限に活用(例：世界最高峰の教育・研究機関があること、アジア市場の玄関口であること、など)➢ 将来の鉱山操業に向けた労働力の育成・ 調整機関である調整機関であるMining Innovation Hubを主体に1～5年のスパンで課題解決を図る

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

<https://www.mining.bc.ca/innovation>

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(6/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	クリティカル ミネラルリスト 指定 (2021年3月) ^{※1}	・カナダ 連邦政府	・カナダ	・クリティカル ミネラル	・ 目的：クリティカルミネラルの世界的サプライヤーとして、強固なバリューチェーンを構築する	<ul style="list-style-type: none"> 以下のとおり、「クリティカルミネラル（重要鉱物）」と定義し、31鉱種を指定 <ul style="list-style-type: none"> ①経済安全保障上必要不可欠かつ ②低炭素化経済への移行に必須で、 ③同国が同盟国に対する持続可能な供給源となる鉱物資源 本リストの公表は、クリティカルミネラルの世界的サプライヤーとして、強固なバリューチェーンを構築するための連邦・州政府主導のアプローチ リスト公表のポイントは以下3点に集約される <ul style="list-style-type: none"> “クリーン”な鉱物資源の世界的サプライヤーとしての地位を確立し、強固なバリューチェーンの構築を目指すための足掛かり 潜在的な投資を呼び込むためのシグナル 企業戦略の策定支援(COVID-19で明らかになったサプライチェーン上の弱点強化、低炭素化・デジタル経済への移行に向けた優先度付け)

重要鉱物(Critical Raw Material)										
アルミニウム	アンチモン	ビスマス	セシウム	クロム	コバルト	銅	螢石	ガリウム	ゲルマニウム	グラファイト
ヘリウム	インジウム	リチウム	マグネシウム	マンガン	モリブデン	ニッケル	ニオブ	白金族	炭酸カリウム	レアアース
スカンジウム	タンタル	テルル	錫	チタン	タンクステン	ウラン	バナジウム	亜鉛		

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210317/154454/

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(7/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	Critical Battery Minerals Centre of Excellenceの設立に予算措置を発表 (2021年4月) ^{※1}	・カナダ 連邦政府	・カナダ	・クリティカル ミネラル	・ クリティカルミネラルの グローバルバリューチェーンに おける地位の確保	<ul style="list-style-type: none"> 連邦・州政府間のクリティカルミネラルに関する政策調整や 米・加間の共同行動計画の実施機関 設立に3年間で9.6mC\$の予算措置を発表
支援	カナダとEU、 原材料に関する 戦略パートナー シップ構築に 合意 (2021年6月) ^{※2}	・カナダ 連邦政府	・EU	・原材料	・ 目的： 気候変動対策を行わない生産者からの 供給に依存しない 供給源の多角化や 競争力向上	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動対策やデジタル経済への移行、将来の雇用創出のために クリティカルミネラル(重要鉱物)や金属のバリューチェーンを確保することは共通の優先事項であることを合意 原材料に関する戦略的パートナーシップ (Canada-EU Strategic Partnership on Raw Materials)の確立を合意 パートナーシップでは、以下の点に重点を置く <ol style="list-style-type: none"> 貿易と投資の安全性、持続可能性の強化 原材料バリューチェーンの統合 科学、技術、イノベーション分野での協力 ESG基準の確立

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210623/156574/

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(8/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	オンタリオ州(ON州)クリティカルミネラル戦略(2022年) ^{※1}	・ON州政府	・ON州	・クリティカルミネラル	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 柱：クリティカルミネラルの探査・研究支援、地球科学情報の向上、規制枠組みの見直しや先住民族との経済開発機会の構築など ON州北部での鉱山事業と南部での電気自動車およびバッテリー製造業を連携させ、クリティカルミネラルの供給において世界を牽引すること 	<ul style="list-style-type: none"> 同州初となる今後5年間のクリティカルミネラル戦略 クリティカルミネラルは以下の観点などから選定され、3年ごとに見直しを実施 <ul style="list-style-type: none"> 探査・開発ポテンシャル 経済上の戦略的重要性 低炭素経済への移行を支える技術の最終用途での応用 世界需要 今般策定された鉱種リストは以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> アンチモン、重晶石、ベリリウム、ビスマス、セシウム、クロム鉄鉱、コバルト、銅、萤石、ガリウム、ゲルマニウム、グラファイト、インジウム、リチウム、マグネシウム、マンガン、モリブデン、ニッケル、ニオブ、リン酸塩、白金族、ニアース、スカンジウム、セレン、タンタル、テルル、錫、チタン、タングステン、ウラン、バナジウム、亜鉛、ジルコニウム ON州政府は本戦略の一環として、ジュニア企業による初期探鉱費用に対するファイナンス支援を目的としたJunior Exploration Programに今後3年間で24mC\$を拠出する計画 現在同州では、クリティカルミネラルを対象とした約130の初期探鉱事業と、16の後期探鉱案件が進められている

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210317/154454/

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(9/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	2022年度 予算案発表 (2022年) ^{※1}	・カナダ 連邦政府	・カナダ	・クリティカル ミネラル	・ 目的：クリティカルミネラルの開発支援	<ul style="list-style-type: none">鉱物資源分野で、今後8年間で最大総額3.8bC\$が重要鉱物開発支援に振り向けられる具体的な施策として、以下が挙げられる<ul style="list-style-type: none">特定の重要鉱物および条件（※）を対象にした新たな探鉱費税額控除制度（控除率：30%）の導入や、供給網の開発に資するインフラ投資に2023年度からの7年間で1.5bC\$を拠出重要鉱物の製造、加工、リサイクルを優先分野として、技術革新やクリーン成長に向けた民間投資を呼び込むための基金に、既存枠の500mC\$と合わせて計1.5bC\$を充てる計画今般刷新されるCentre of Excellence on Critical Mineralsには、天然資源省を通じて10.6mC\$が配賦され、重要鉱物プロジェクトの許認可手続き支援・調整窓口として機能する対象鉱種： ニッケル、リチウム、コバルト、グラファイト、銅、レアアース、 バナジウム、テルル、ガリウム、スカンジウム、チタン、マグネシウム、亜鉛、 白金族、ウラン対象は本予算公表日～2027年3月31日までに計上された探鉱費、またはフロースルー制度の下で放棄され、投資家によって費用計上された分にあたる

出典

※1

<https://www.canada.ca/en/department-finance/news/2022/04/government-of-canada-releases-budget-2022.html>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220412/167172/

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(10/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
規制	カナダ投資法「重要鉱物分野における外国国有企业及び外国政府の指揮下にある民間企業による投資ガイドライン」更新(2022年11月) ^{※1}	・カナダ連邦政府	・外国国有企业 ・外国政府の指揮下にある民間企業	・重要鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 背景： <ul style="list-style-type: none"> 2022年初頭、中国国営企業のZijin Mining Group社(紫金鉱業集団股份有限公司)による加Neo Lithium社の買収を、綿密な国家安全保障の審査なしに許可したことで加政府は批判を受けていた 2022年6月のインタビューの中で、Wilkinson天然資源相は、加国的重要鉱物分野における中国からの投資を取り締まる準備を進めていることを明らかにしていた 	<ul style="list-style-type: none"> 改正により重要鉱物分野に対する外国国有企业からの投資規制を強化 カナダの重要な鉱物分野における外国国有企业及び外国政府の指揮下にある民間企業による重要な取引は、同国事業に純利益(net benefit)をもたらすと見込まれる場合にのみ、例外的に承認 取引額の規模、直接投資もしくは間接投資などに関わらず、探査、生産、処理や精製などバリューチェーンの全段階において、外国国有企业及び外国政府の指揮下にある民間企業からの投資は国家安全保障の審査対象 カナダ連邦政府は投資家や企業に対し、計画中の投資計画が、同国に対して敵対的、もしくは友好的ではない政権や国家、もしくはその影響下にある国有企业や団体と関係していないかを見直すことを推奨
規制	カナダ投資法(ICA)改正案を提案(2022年12月) ^{※2}	・カナダ連邦政府	・投資を行う外国人	・重要な技術、鉱物資源、個人情報を取り扱う産業	<ul style="list-style-type: none"> 背景 <ul style="list-style-type: none"> 産業省は11月、国家安全保障審査を受けて中国企業3社にカナダの重要な鉱物からの投資引き揚げを命じてた 	<ul style="list-style-type: none"> 海外投資に関するルールを定める 2009年以降で最大の法改正 重要な技術、鉱物資源、個人情報を取り扱う産業が対象 改正案には以下の点が含まれる予定 <ul style="list-style-type: none"> カナダの一部の産業に投資する外国人に対し、最終決定前の政府への通知を義務付ける 買収者による企業秘密、知的財産、重要な個人情報の入手を防ぐため、政府が暫定的な条件を課すことを認める

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221101/170514/

※2

<https://jp.reuters.com/article/canada-investments-idJPKBN2SS086>

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(11/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	持続可能な重要鉱物アライアンス(Sustainable Critical Minerals Alliance)発足(2022年12月) ^{※1}	・カナダ連邦政府	・カナダ(主導) ・アメリカ ・オーストラリア ・フランス ・ドイツ ・日本 ・イギリス	・リチウム、コバルト、ニッケルなどの重要鉱物	・背景： 西側諸国が重要鉱物の、強肩国家への依存脱却、サプライチェーンの強化を図っている ・目的： 重要鉱物の生産・調達の際に、より環境に優しく、持続可能で、社会的責任のある基準を示す	<ul style="list-style-type: none">カナダのモントリオールで開催されている国連生物多様性条約第15回締約国会議(COP15)で発表取材メディアの中国を対象としているかとの質問に対し、ジョナサン・ウィルキンソン、カナダ天然資源相は、「全ての国に、環境的に持続可能で、労働者の権利を尊重し、先住民族の権利を尊重する形で、行うべきだということを呼びかけている」と答えた在カナダオーストラリア副高等弁務官のKatherine Ruiz-Avilaは、「2050年までにネットゼロを実現するためには、採掘量を減らすのではなく、増やす必要があると理解している」と述べたオーストラリアが参加したのは、「地域社会の生活、先住民の人々、そして自然環境の質に貢献する形で、重要鉱物が採掘、加工、リサイクルされる」ことを保証するためだと付け加えた

出典

※1

<https://news.yahoo.co.jp/articles/57ecb7402ae024a10f3873a4ba8b3d34486c62f4>

<https://www.mountainviewtoday.ca/beyond-local/canada-other-g7-nations-launch-sustainable-mining-alliance-at-cop15-nature-meeting-6236248>

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(12/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要鉱物戦略を発表 (2022年12月9日) (1/2)※1	・連邦政府	・カナダ	・重要鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物の開発促進 経済成長 サプライチェーンの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年度予算を基に発表 重要鉱物と指定されている31鉱種のうち、経済成長の可能性とz サプライチェーン構築の観点から、以下6種に優先的焦点を当てる <ul style="list-style-type: none"> リチウム グラファイト ニッケル コバルト 銅 レアアース 許認可プロセスの迅速化を掲げる <ul style="list-style-type: none"> 連邦・州の規制機関の双方が審査を行う場合に起こりうる重複を避けるため、許認可と環境審査プロセスの調和、調整、合理化を図る 鉱業開発における先住民族の早期エンゲージメントを促す 戦略的な焦点は以下6分野に当て、それぞれで政策を掲げる <ol style="list-style-type: none"> 研究・イノベーション・探査の推進 <ul style="list-style-type: none"> 公的機関による地球科学と探査事業に79.2mC\$を拠出 ニッケル、リチウム、コバルト、グラファイト、銅、希土類元素、バナジウム、ウラン等の探査事業において30%の税額控除(Critical Mineral Exploration Tax Credit)を適用 研究所での上流の重要鉱物の研究開発に47.7mC\$を拠出 バリューチェーンの上流・中流部門の重要鉱物開発を支援するための研究開発及び技術活用に144.4mC\$を拠出

出典

※1

https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20221214/174485/

<https://www.canada.ca/content/dam/nrcan-rncan/site/critical-minerals/Critical-minerals-strategyDec09.pdf>

カナダの法規制：個票



カナダにおける規制、方針、支援策(13/13)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要鉱物戦略を発表 (2022年12月9日) (2/2) ^{※1}	・連邦政府	・カナダ	・重要鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物の開発促進 経済成長 サプライチェーンの構築 	<ol style="list-style-type: none"> 責任あるプロジェクト開発の加速 <ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物の製造や加工、リサイクルを支援するため、戦略イノベーション基金(SIF)に1.5bC\$を拠出 プロジェクトの審査と許認可において北部の規制プロセスを支援するために40mC\$を拠出 ジュニア企業による円滑な許認可申請を支援するためCritical Minerals Centre of Excellenceに21.5mC\$を拠出 持続可能なインフラの建設 <ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物のインフラ開発のため1.5bC\$を拠出 GHG排出の電力に依存している遠隔地の鉱業で、グリーンエネルギーインフラへの戦略的投資を実施 先住民族との和解の前進 <ul style="list-style-type: none"> 先住民族を鉱物資源のある土地の権利者であり所有権者であると認める 「先住民族の権利に関する国際連合宣言(UNDRIP)」に準拠する 先住民族との経済的和解のために割り当てられた103.4mC\$のうち、少なくとも25mC\$を先住民の参加と早期エンゲージメントのために Indigenous Natural Resource Partnerships Programを通じて拠出する 多様な労働力と地域社会の育成 <ul style="list-style-type: none"> 鉱業部門における女性や若者、先住民のトレーニングを実施 国際的なリーダーシップと安全保障の強化 <ul style="list-style-type: none"> 連邦政府の戦略目標、及び2022年11月に発表されたインド太平洋地域戦略との整合性を確保 ESG推進など国際パートナーシップに、70mC\$を拠出 この戦略に対し、カナダ鉱業協会(MAC)は、支持を表明し、明確かつ焦点が絞られた行動指向の内容との見解を示した

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221214/174485/

<https://www.canada.ca/content/dam/nrcan-rncan/site/critical-minerals/Critical-minerals-strategyDec09.pdf>

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(1/9)

法律による義務付け/トピックス						
名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景		
方針 重要な原材料 (Critical Raw Materials: CRM)一覧を発 表 (2011年～) ^{※1}	・欧州委員会	・EU	・重要な原材料	・背景：2011年より3年ごとに改訂 ・目的：重要な原材料の安定供給確保	<ul style="list-style-type: none"> 経済上の重要性と供給リスクを基準に選定 (将来の動向は考慮しない) <ul style="list-style-type: none"> 経済上の重要性：産業界における原材料の最終利用への配分に基づく要因 供給リスク：以下の点を考慮した要因 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 主要な原材料のEUへの特定国からの供給の集中度合い ✓ 世界的に見た供給国における原材料の産出の集中度合い ✓ 環境面やリサイクルの寄与 ✓ 代替品の有無 ✓ EUの輸入依存や第三国への貿易制限などを含む供給国のガバナンス EUは選定されたCRMを政策立案に際しての指標として取り扱い、以下の取組を実施 <ul style="list-style-type: none"> EU域内での産業政策への活用 CRMを欧州で生産する企業への優遇措置 EU内での新たな鉱業活動の促進 輸出入、法規制、研究開発の分野でCRMの課題を随時モニター 2011年選定の14鉱種にレアアースは含有 2014年には20鉱種が選定、レアアースは重希土類と軽希土類に分割 	

2020年度版重要な原材料(Critical Raw Material)

アンチモン	パライト	ベリリウム	ビスマス	ホウ酸塩	コバルト	原料炭	萤石	ガリウム	ゲルマニウム
ハフニウム	重希土類	軽希土類	インジウム	マグネシウム	天然黒鉛	天然ゴム	ニオブ	白金族	リン鉱石
リン	スカンジウム	金属シリコン	タンタル	タンクステン	バナジウム	ボーキサイトム(※)	リチウム(※)	チタニウム(※)	ストロンチウム(※)

- ・(※)は2020年度追加されたもの
- ・2020年度ヘリウムは除外

出典

※1

https://www.jetro.go.jp/view_interface.php?blockId=30829537

<https://mrjc.jogmec.go.jp/reports/current/20150205/1385/>

https://mrjc.jogmec.go.jp/public/current/10_40.html

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(2/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	欧州レアアース能力ネットワーク(European Rare Earth Competency Network (ERECON) プロジェクトの実施(2014年) ^{※1}	・欧州委員会	・EU	・レアアース	<ul style="list-style-type: none"> 目的：欧州におけるレアアースの安定的な供給確保 <ul style="list-style-type: none"> レアアース調達方法の改善 レアアース使用量の削減及び欧州域内での生産強化等の方法 	<ul style="list-style-type: none"> 以下の2つの事業と連携 <ul style="list-style-type: none"> 原材料戦略(Raw Material Strategy) 原材料に係る欧州イノベーション・パートナーシップ(European Innovation Partnership on raw materials) EU、EU加盟国、産業界への勧告が実施可能 産業界、研究機関及び政策立案者による産学官のレアアースの専門家から構成 3つのワーキンググループのもと、以下の3つのテーマについて調査を実施 <ul style="list-style-type: none"> 欧州でのレアアース生産(鉱山、分離プラント等)の可能性の模索 欧州でのレアアース使用量削減、代替開発、リサイクル 欧州産業におけるレアアースの現状及び将来の需要予測と欧州域内及び域外からの供給予測 報告書では、以下の内容を指摘 <ul style="list-style-type: none"> レアアース市場の中国による独占(特に重希土類) 磁石製造業の中国への移動 中国以外の重希土類の新たな供給源の開発の重要性 レアアースのリサイクル促進のための課題解決の緊急性(製品設計の見直しなど) スウェーデンやグリーンランドにおけるレアアース採掘の可能性 レアアース採掘に際して他国との連携の必要性 最終報告では以下6点の政策を提言 <ul style="list-style-type: none"> 研究、科学技術教育、国際協力を通じた、欧州のレアアースに関する技術と知識基盤の維持・強化 重要物質を一元的に管理した情報に基づく意思決定基盤の構築 重希土処理技術革新のための資金提供を通じた技術支援 研究への共同出資を通じた欧州の重希土探査の競争条件の標準化 エコデザインによる廃棄物管理のレアアースフレンドリー化、優先的な廃棄物収集のためのインセンティブ制度構築、レアアース関連政策と廃棄物規制の合理化 欧州のエンドユーザー・や利害関係者間の協力強化による、供給の安全性向上およびレアアース投資のリスク軽減

出典

※1

https://www.reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2015/03/ERECON_Report_v05.pdf

<https://mric.jogmec.go.jp/reports/current/20150205/1385/>

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(3/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要な原材料(Critical Raw Material)に関する行動計画を発表(2020年) ^{※1}	・欧州委員会	・EU	・重要な原材料	・目的：重要な原材料のより安定的かつ持続可能な供給	<ul style="list-style-type: none">重要な原材料は、LEDや水素技術など幅広い産業において必要不可欠調達は欧州委が推進する欧州グリーン・ディールにおいて戦略上の重要性を有する行動計画には以下4点を含む<ul style="list-style-type: none">➤ EUの各産業に必要な回復力のあるバリューチェーンの構築<ul style="list-style-type: none">✓ 欧州原材料アライアンス(European Raw Materials Alliance)の立ち上げ➤ 資源、持続可能な製品、技術革新の循環的な利用による主要な原材料への依存の軽減<ul style="list-style-type: none">✓ 欧州地域開発基金やEUの研究開発支援枠組み「ホライゾン・ヨーロッパ」を利用した廃棄処理、先進素材、代替原料の開発プログラムの立ち上げ(2021年)など➤ EU域内での持続可能かつ十分に社会に配慮したかたちでの原材料の採掘や加工の強化<ul style="list-style-type: none">✓ EU域内の産炭地域などを中心に2025年までに運用開始可能な採掘・加工計画などの選定✓ 産炭地域の2022年以降のより環境に配慮した社会への移行政策のための採掘・加工技術の開発➤ ルールに基づく貿易の強化や、国際貿易への悪影響を排除し、持続可能かつ十分に社会に配慮したかたちでの第三国からの原材料の調達の多様化<ul style="list-style-type: none">✓ 第三国とのパートナーシップの強化

出典

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/09/f1e298ad972779dc.html>

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(4/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	欧州原材料連合(European Raw Materials Alliance)発足(2020年) ^{※1}	・欧州委員会	・EU	・原材料	<ul style="list-style-type: none">背景：<ul style="list-style-type: none">➤ 様々な原材料の需要予想の高まり➤ 重要な原材料の供給における特定の第三国への過度の依存による地政学的な安全保障上のリスク目的：<ul style="list-style-type: none">重要な原材料の安定的確保	<ul style="list-style-type: none">当面の目標は、レアアース供給における中国依存の軽減産業界とともに採掘計画を進め、民間からの投資を呼び込むことで、EU域内でのレアアース開発の加速を狙う加えて、レアアースの再利用やリサイクルなど、EU域内での循環性を向上させることで、レアアースに関するEUの戦略的な自立性を包括的に高めていくことを目指す

出典

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/10/5d3ed838a29ee0a5.html>

<https://erma.eu/>

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(5/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	欧州産業のレアアースへのアクセス確保のためのアクションプランを公表(2021年) ※1	• ERMA	• EU	• 重要な原材料	• 目的： 重要な原材料の安定的確保	<ul style="list-style-type: none"> 欧州産業のレアアースへのアクセス確保のためのアクションプラン「レアアースマグネット及びモーター：欧州行動要求 (Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action)」を公表 欧州のレアアース需要の現状と予測、供給確保のために取るべき措置について説明 以下の4つの主要な提言と12のアクションを含有 <ul style="list-style-type: none"> EUの生産コストは高く、政策立案者は平等な競争条件を整える必要有り 欧州のOEMは、欧州の生産者からのレアアース原材料の高い割合での購入を検討する必要有り EUは、レアアースを含む使用済み製品や廃棄物を欧州に留め、再処理やリサイクルを促進する必要有り マッチファンディングによって、欧州レアアースバリューチェーンへの大規模な民間投資を誘発する類を見ない機会があり、このためEUとその加盟国は、国家補助を含むあらゆる政策をとるべき
支援	REIA、EUのレアアースイノベーションプロジェクト2件に参加(2022年8月) ※2	• 国際希土類工業協会(REIA)	• EU	• REEsilience レアアースプロジェクト • ONTO-DESIDE プロジェクト	• 目的：国際的なレアアースサプライチェーン強化支援	<ul style="list-style-type: none"> 国際希土類工業協会(REIA)はEUのイノベーションプロジェクト2件に参加 REEsilienceレアアースプロジェクトは欧州において強靭で持続可能なレアアース・マグネット・サプライチェーンを構築することを目的とする ONTO-DESIDEプロジェクトは欧州のサーキュラーエコノミー実現に向け、企業データシェアリングのための分散型デジタルプラットフォームの構築を目指す

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220912/169744/

<https://erma.eu/european-call-for-action/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220912/169744/

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(6/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	REIA、欧州4社と連携し、CSyARESを構築(2022年2月) ※1	・国際希土類工業協会(REIA)	・独BEC GmbH社 ・オランダCircularise社 ・デンマークGrundfos社 ・英Minviro社	・レアアースを含む重要な原材料	・目的： 重要な原材料やレアアースについて、企業のサプライチェーンの透明性と持続可能性の向上	<ul style="list-style-type: none"> 以下、4社が提携 <ul style="list-style-type: none"> 独BEC GmbH社(電池開発事業) オランダCircularise社 (サーキュラーエコノミーへの移行を支援するスタートアップ) デンマークGrundfos社(水ソリューション事業) 英Minviro社(技術コンサルティング) ブロックチェーンベースのレアアースの持続可能性を評価する循環システム(CSyARES)を構築するための、EIT(European Institute of Innovation and Technology)RawMaterials助成による3か年イノベーションプロジェクトを実施中 ブロックチェーン技術を用いて、レアアースを含む重要な原材料の調達過程における情報追跡を可能にし、サーキュラーエコノミーへの移行に貢献するシステムの構築を目指す
方針	欧州重要原材料法(European Critical Raw Materials Act)の制定について発表(2022年9月) ※2	・欧州委員会	・EU	・重要な原材料	<ul style="list-style-type: none"> 背景： <ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーへの移行に伴って重要な原材料の需要が急増するとの予想 リチウムやレアアースなどの生産加工の大部分の中国への依存 目的：特定の域外国(EU以外の国)への重要な原材料の供給依存の軽減 	<ul style="list-style-type: none"> 今後1年間のEUの活動方針を表明する一般教書演説の中で言及 法案に含まれる予定の内容 <ul style="list-style-type: none"> 重要な原材料の採掘、精製、生産加工、リサイクルなどサプライチェーンにおける戦略上重要なプロジェクトの選定 域外からの安定的な供給にリスクのある原材料の戦略的な備蓄を進めるための提案 2023年に法案を提案予定

出典

※1

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20220217/166117/

<https://www.circularise.com/press-releases/circularise-partners-with-4-organisations-to-develop-a-blockchain-based-circular-system-for-assessing-rare-earth-sustainability>

※2

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/09/e93338ba107df3da.html>

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20221004/170101/

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(7/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟(ORGALIM)、EUの重要な原材料確保に関する取り組みに対する政策提言書を発表(2022年11月)(1/2) ^{※1}	・欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟(ORGALIM)	・EU	・重要な原材料	・背景：欧州委員会委員長が9月の一般教書演説で、重要な原材料の安定的な確保に向けた法案について言及したこと	<ul style="list-style-type: none">EUのデジタル化、グリーン化推進へ向けたハイテクソリューションの提供には、特に重要な原材料について、将来にわたって安定した供給体制を確保することが必要と言及法案策定にあたり、「優先事項」として以下を提言<ul style="list-style-type: none">国際関係の多様化<ul style="list-style-type: none">自由貿易協定(FTA)の締結などを通じた供給元の多元化志を同じくする(like-minded)国・地域との関係深化中国と過度に依存しない、安定した通商関係の維持重要な原材料一覧<ul style="list-style-type: none">2023年に改定されるEUの「重要な原材料一覧」に、アルミニウム、銅、ニッケル、高純度マンガンなどを新たに追加長期的な需要増大も見越した、グリーン化・デジタル化の加速に必要不可欠となる優先度が高い原材料群のカテゴリーの新たな設立<ul style="list-style-type: none">ホウ酸塩、コバルト、リチウムといった原材料を分類し、原材料確保に係る将来的な政策課題の明確化を促進リサイクル原材料の供給の増加<ul style="list-style-type: none">再利用が可能な原材料の回収、分別とリサイクルができる仕組みの発展研究開発の奨励エコデザイン規則案で提案された「デジタル製品パスポート」などの活用法の検討原材料確保の促進<ul style="list-style-type: none">重要な原材料の採掘、加工、精製、リサイクルに関する事業の許認可プロセスを合理化、迅速化生息地指令(Habitat Directive)など関連環境規制の見直し

出典

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/11/a5c5601837744282.html>

<https://orgalim.eu/position-papers/trade-orgalim-recommendations-future-european-critical-raw-materials-act>

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(8/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟(ORGALIM)、EUの重要な原材料確保に関する取り組みに対する政策提言書を発表(2022年11月) (2/2)※1	・欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟(ORGALIM)	・EU	・重要な原材料	・背景：欧州委員会委員長が9月の一般教書演説で、重要な原材料の安定的な確保に向けた法案について言及したこと	・一方、以下の点につき、警戒感や懐疑的な姿勢を示した ➢ 民間投資を減退させるようなEUや加盟国による過度のサプライチェーンへの介入が単一市場の歪曲効果を生じさせること ➢ いくつかの原材料について、現実的ではない域内生産目標を設定すること ➢ 産業界に重要な原材料の戦略的な備蓄や再分配を義務付けることなど、企業にとって実行が困難で、重要な原材料バリューチェーンへの民間投資を阻害するような規定を設けること ➢ 企業持続可能性デューディリジェンス指令案や強制労働製品の域内流通を禁止する規則案は、中小企業を中心に大きな負担となり、重要な原材料のバリューチェーンへの投資が冷え込む可能性や企業の調達に悪影響が出る恐れがあること

- 1954年設立
- メンバー：29のNational Associations、20のEUROPEAN SECTOR ASSOCIATIONS、8の企業、20のパートナー
➢ 企業一部抜粋：Amazon, SIEMENS, Fastems(機械加工業), Phoenix Contact(電子部品製造業)
- 組織の目的：
➢ 政策立案者や利害関係者と協力し、業界の成長とグローバルなリーダーシップを強化すること
➢ 欧州の経済と社会への貢献の最大化
➢ 企業と市民の間の新しい信頼関係を促進する
- 参照リンク
➢ ORGALIM HP <https://orgalim.eu/>
➢ メンバーリスト <https://orgalim.eu/members-and-partners>

出典

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/11/a5c5601837744282.html>

<https://orgalim.eu/position-papers/trade-orgalim-recommendations-future-european-critical-raw-materials-act>

欧州の法規制：個票



欧州における規制、方針、支援策(9/9)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	EU、 Horizon2023/ 2024の プログラム公表、 2023事業の 公募開始 (2022年12月) ※1	・ 欧州 委員会	・ EU	・ EUのOpen Strategic Autonomy と気候中立・ サーキュラーエ コノミへのト ランジションの ための原材 料	・ 目的： ➤ 重要原材料の国際的 サプライチェーンの多様 化 ➤ 一次原料・二次原料の 域内生産キャパシティ拡 大	<ul style="list-style-type: none"> 金属関係では、「EUのOpen Strategic Autonomyと気候中立・サーキュラーエコノミーへのトランジションのための原材料」プログラムとして、計11分野209m€（2023年：6分野118m€、2024年5分野91.2m€）のグラントを措置 2023年(グラント、2022年12月公募開始) <ol style="list-style-type: none"> サステナブル・脱炭素な採掘のための革新的技術開発 25m€(5m€×5件) 重要原材料の処理・精錬に係る技術開発22m€(7.3m€×3件) 使用済製品からの重要原材料のリサイクル技術開発 28m€(7m€×4件) 原材料のための地球観測プラットフォーム・製品・サービスの開発20m€(6.7m€×3件) 重要原材料に係る専門家ネットワーク3m€(1件) 6. レアアースマグネットのリサイクル性・資源効率性 20m€(6.7m€×3件) 2024年(グラント、2023年9月公募予定) <ol style="list-style-type: none"> 大深度地下の重要原材料探査20m€(5m€×4件) 重要原材料の処理・精錬に係る技術開発22m€(7.3m€×3件) 9. レアアース及びマグネットのイノベーション・ハブ32m€(16m€×2件) 原材料サプライチェーンにおけるデューディリジェンス要件の検討 2.2m€(1件) 重要原材料の採掘・処理に係る技術15m€(7.5m€×2件)

出典

※1

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20221215/174503/

https://sciencebusiness.net/sites/default/files/inline-files/wp-8-climate-energy-and-mobility_horizon-2023-2024_en.pdf

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

イギリスの法規制：個票



イギリスにおける規制、方針、支援策(1/3)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	英国政府、 政策ペーパー 「Global Britain in a Competitive Age」を公表 (2021年3月) ※1	・政府	・イギリス	・国内政策	・目的：今後10年 間の世界における 英国の役割のた めの政府のビジ ョンと2025年まで に取るべき行動につ いて定めること	<ul style="list-style-type: none">政策ペーパーの名称： 「Global Britain in a Competitive Age: the Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy(競争が激しい時代の世界に おける英国：安全保障、防衛、開発及び外交政策の統合レビュー)」今後10年間のトレンドの1つとしてEconomic statecraft(経済的外交策)の使用 を挙げるその中で、以下の点を指摘<ul style="list-style-type: none">より多くの国家がEconomic statecraftを競争ツールとして採用する可能性保護貿易主義と経済ナショナリズムの強化だけでなく、 ライバルの経済的利益と安全保障上の利益を標的として弱体化させるために、 経済的ツールを意図的に使用する可能性レアースを含む重要鉱物などの希少な天然資源をめぐる競争が激化し、 この供給管理が他の問題への影響力としても利用される可能性また、戦略的フレームワークのうち、開かれた強靭なグローバル経済のための 優先行動の1つとして、医療機器やレアースなどの重要な商品の 貿易パートナーシップと国際協力を通じた英国への供給の多様化を掲げるG7議長国として、以下のような、ターゲットを絞った貿易の促進や 貿易障壁の低下などのマーケット主導の戦略の活用を実施するとした<ul style="list-style-type: none">OECDを通じたグローバルサプライチェーンの脆弱性評価のための 多国間アプローチの開発クリーンな成長を目指したより大きな循環型経済を支援するための 国際基準の推進危機の際に重要な商品の貿易を継続するための協定の確立国内では重要鉱物の国内での探鉱と加工、実行可能な循環型経済を 確立するためのこれらの回収、リサイクル、再利用の機会を引き続き模索する

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210329/154626/

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/975077/Global_Britain_in_a_Competitive_Age-_the_Integrated_Review_of_Security_Defence_Development_and_Foreign_Policy.pdf

イギリスの法規制：個票



イギリスにおける規制、方針、支援策(2/3)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要鉱物戦略を発表(2022年7月) ※1	・ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)	・イギリス	・重要鉱物	・目的：重要鉱物の安定確保	<ul style="list-style-type: none"> 同国初の重要鉱物戦略をビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)が発表 以下の3つの目標を掲げる <ul style="list-style-type: none"> 自国内ケイパビリティの成長加速(exploration, extraction, refining, materials manufacturing, recovery and recyclingが含まれる) 国際的パートナーとの協力 より即応性・透明性があり責任ある形での国際市場の機能強化 戦略の中で、以下の取り組みを挙げる <ul style="list-style-type: none"> 国内にある重要鉱物の特定 鉱山開発等に係る許認可手続きの合理化 開発促進に向けたファンディング 精錬や中流工程への注力 リサイクル・リカバリ促進のための規制枠組みの検討 責任ある金属サプライチェーン構築
支援	重要鉱物インテリジェンスセンター(Critical Minerals Intelligence Centre)を設立(2022年7月) ※2	・地質調査所(BGS)	・イギリス	・重要鉱物	・目的：重要鉱物の情報収集、分析	<ul style="list-style-type: none"> クリティカルミネラルの供給動向を収集・分析する 英国地質調査所(BGS)が運営主体 今後はBEISの同意を得たメソドロジーに基づき、エビデンスベースでクリティカリティの評価、毎年見直しを実施予定

出典

※1

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20220809/169114/

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1097298/resilience_for_the_future_the_uk_s_critical_minerals_strategy.pdf

※2

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20211101/159892/

<https://www.gov.uk/government/news/uk-s-first-critical-minerals-intelligence-centre-to-help-build-a-more-resilient-economy>

イギリスの法規制：個票



イギリスにおける規制、方針、支援策(3/3)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	重要鉱物を選定(2022年7月) ^{※1}	・地質調査所(BGS)	・イギリス	・重要鉱物	・ 目的：重要鉱物の安定確保	・ 英国地質調査所(British Geological Survey : BGS)が18鉱種を選定 ➤ その他5鉱種を注視が必要なもの(Watch list)として位置付ける

重要鉱物(Critical Minerals)								
アンチモン	ビスマス	コバルト	ガリウム	グラファイト	インジウム	リチウム	マグネシウム	ニオブ
レアアース	ケイ素	タンタル	テルル	錫	タンゲステン	バナジウム	パラジウム	白金

Watch List				
イリジウム	マンガン	ニッケル	リン酸系化合物	ルテニウム

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220809/169114/

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1097298/resilience_for_the_future_the_uk_s_critical_minerals_strategy.pdf

参考：イギリスのレアアース供給確保への取り組み



メディア情報

豪州、カナダ、マラウイ及びタンザニアの代表者と会談^{※1}

- 2021年5月2日 The Telegraph
- 英国国際貿易省(DIT)及び英国外務省(FCO)の当局者が会談を実施
- リチウムなどの重要鉱物に加え、レアアースを供給するように説得
- 地政学的緊張が将来の供給を脅かしうるという懸念から実施
- 「Project Defend」というコードネームがつく、中国依存を終わらせるための英国政府の取り組むの1つ
- Brexitをきっかけに、政府は貿易協定の柔軟性を高めており、重要金属に関する合意が豪州との今後の自由貿易協定の一部となる可能性有り
- 英国は、重要金属を獲得する国際競争で遅れを取っているという懸念を持つ

レアアース等の全国備蓄の実施の模索^{※2}

- 2021年5月5日 The Telegraph
- ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)の当局者は、リチウムやコバルトなどの重要な材料へのアクセスを保護するためのオプションについて議論を実施中
- 国際エネルギー機関(IEA)は西側諸国政府に対し、レアアース供給を強化しなければ、気候変動との戦いで打撃を受けると警告
- 仮に将来中国との関係が悪化し、供給が停止した場合でも備蓄があれば、西側諸国は代替供給源を見つけるための時間を得ることにつながるとした
- 政府の情報筋によると、以下の政策を実施する可能性がある
 - レアアース不足を回避するための国家備蓄を構築
 - リチウム鉱山のポテンシャルがあるCornwell社のような国内資源を創出する試みの支援
 - 外交ネットワークを活用し、民間企業と協力して海外からの供給の確保

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210511/155456/

<https://www.telegraph.co.uk/environment/2021/05/02/chinese-stranglehold-rare-earths-forces-uk-secret-talks-allies/>

※2

<https://www.telegraph.co.uk/business/2021/05/05/stockpile-metals-needed-electric-cars-governments-urged/>

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

ドイツの法規制：個票



ドイツにおける規制、方針、支援策

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	ドイツ原材料戦略“The German Government's raw materials strategy”的発表(2010年)(2020年1月改訂) ^{※1}	・政府	・ドイツ	・原材料	<ul style="list-style-type: none">背景：中国がレアメタル輸出を大幅に制限したこと目的：妥当な価格で資源を確保すること	<ul style="list-style-type: none">2010年に初めて発表鉱物資源の責任ある持続可能な調達を確保する企業の取り組みを支援するための行動枠組み同戦略は企業が主に必要な原材料の供給を確保する責任があるという前提に基づき、政府の責務は政治的支援を提供することにある2020年1月、資源戦略を改訂<ul style="list-style-type: none">➤ 以下を目的に改訂<ul style="list-style-type: none">✓ 長期的な産業用原材料の供給確保✓ 産業用原材料を環境的に持続可能な基盤において、産業における価値創造の強化➤ EV化や再生可能エネルギー拡大を背景に、資源の有限性の課題も出てきていることから、国内資源採掘・省資源加工技術・リサイクル技術の強化を明記2023年1月、原材料戦略の見直しを発表<ul style="list-style-type: none">➤ ドイツ政府は、単一供給国への依存度を減らし、供給不足を回避するために、見直すことを明らかにした

出典

※1

<https://www.nedo.go.jp/content/100945378.pdf>

<https://foes.de/pdf/rohstoffstrategie%20bundesregierung%20englisch.pdf>

<https://europe.nna.jp/news/show/2461097>

参考：ドイツの原材料政策に関する取り組み



トピックス(1/2)

ドイツ第3回官民の原材料政策対話をにて、レアアース等の安定供給について議論^{※1}

- 2010年9月26日、ドイツ・ベルリンにて開催
- Bruederle経済技術大臣、Lamy・WTO事務局長、Keitelドイツ産業連盟会長を始めとした関係者によって議論
- 欧州委員会Gucht議員(通商問題担当)の主席顧問Hoffmeister氏
 - 中国のレアアース輸出規制問題に關し、对中国に対する法的な措置について、「我々は非常に注意深く状況を監察しているところである。我々にとって明らかな事実関係を把握することが必要である。」と意見を述べた
 - さらに、OECDは原材料分野における複数国間の秩序を構築し、拡大するための効果的なフォーラムであるとして、原材料の貿易を確保するためのルール作りをOECDに委ねる意向を表明
- Lamy・WTO事務局長
 - 中国のWTO提訴問題には触れず、ドーハラウンドが妥結していたならば、原材料の輸送、持続的採取や関税に関するルールができていただろうと述べ、膠着状態にあるWTOドーハラウンドの妥結が原材料不足への不確実性を取り除く道であると教示

- Keitelドイツ産業連盟会長

- 「原材料問題は地政学上の争点となった。ドイツとしては、独自の国際的な原材料政策を取りまとめる必要がある。」と述べた

- Bruederleドイツ経済技術大臣

- 「ドイツは、エネルギー資源やレアアースの供給不足により深刻な影響を受けている。(エネルギー資源やレアアースへの場合のように)投機が蔓延すると経済は基盤を失ってしまう。こうしたことは、製造業にとって有害である。(これらのコモディティの)価格決定の枠組みについては、引き続きアジェンダとして取り上げていかなければならない。」と強調

- なお、企業経営者からは、「WTO提訴には時間がかかりすぎる。」、「ドイツ政府はすぐにでも中国、中央アジア、アフリカ等からの資源確保を図るべきであり、ロシアや中央アジアの資源にも着目するべきである。」等、政府への早急な対応を求める意見が出た

※原材料政策対話のこれまでの開催や内容については詳細不明

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20101101/27559/

参考：ドイツの原材料政策に関する取り組み



トピックス(2/2)

ドイツ産業連盟が「原材料会議」を開催、政府に提言を実施^{※1}

- 2018年7月3日、ドイツ・ベルリンにて開催
- ドイツ政府に対し、鉱物資源確保に関する戦略の見直しを要求
- ディーター・ケンプ会長
 - レアメタルなど新技術に必要な鉱物資源への需要が高まっている状況にあっては、鉱物資源戦略を速やかに見直す必要性があると指摘
 - 経済危機の発生後、鉱物資源の価格が下落したことで原材料確保の必要性も低下したが、工業国のドイツにとって今、鉱物資源の入手は主要課題の1つだ、と主張
 - ドイツの産業界は資源確保においても高い社会的・環境的基準や人権に配慮し、持続可能で責任のある資源確保を目指す、と強調
 - 一方で、外国への依存度を低減させるため、資源の循環型経済の構築を優先するとともに、試験プロジェクトを通じて海底資源や宇宙での資源採掘などの支援を政府に対して要求

- 政府に対して5項目からなる計画案を提言
 - ✓ 政府内の資源政策管轄の明確化
 - ✓ 国内での資源確保の強化
 - ✓ 国際的な取り組み・協力関係の強化
 - ✓ 循環型経済の強化
 - ✓ イノベーションの促進

※1

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2018/07/ebfef1d76d69ab84.html>

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

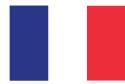
2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

フランスの法規制：個票



フランスにおける規制、方針、支援策

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	投資計画 "France2030 "を発表 (2021年10月) ※1	・大統領 (Emmanuel Macron)	・フランス	・原材料	・ 目的：エネルギー、自動車、航空、宇宙などの卓越した分野のエコロジー転換の支援	<ul style="list-style-type: none"> 以下の10の優先目標に関する、2030年までの300億€の投資計画 <ol style="list-style-type: none"> フランスでより良い廃棄物管理を備えた小型で革新的な原子炉を開発 グリーン水素のリーダーに 産業脱炭素化 2030年までに200万台の電気自動車(EV)とハイブリッド車(HEV)を生産 低炭素航空機の初号機を生産 健康的で持続可能で追跡可能な食品に投資 癌や慢性疾患に対する20の医薬品を生み出し、未来の医療機器を製造 フランスを再び文化的および創造的なコンテンツ制作のトップに 新しい宇宙の冒険に完全に参加 海底分野に投資(レアアースへのアクセスについても言及) また、投資計画の成功条件として、金属、レアアース等の原材料へのアクセス確保の必要性に言及 2022年1月、Bpifrance(仏公的投資銀行)を通じて、France 2030の枠組の中で支援する関連プロジェクトの募集を開始
方針	Varin報告を提出 (2022年1月) ※2	・フランス政府 ・Philippe Varin	・フランス政府 (Barbara Pompiliエコロジー転換大臣、Agnès Pannier-Runacher経済財務再興大臣付産業担当大臣)	・ 重要金属	・ 目的：重要金属の供給確保	<ul style="list-style-type: none"> 重要金属(バッテリー金属、レアアース)の供給確保に関する報告書 France Industrieの前代表であり自動車大手の仏PSA社(現Stellantis社)の会長などを務めたPhilippe Varin氏が、政府の依頼を受け、作成 報告書は以下の内容を勧告・指摘 (本体は産業上の機密データが含まれるため非公開) <ul style="list-style-type: none"> 精鍊、加工等中間的な工程をフランス国内で受け入れ可能にすること 鉱山開発へ資金供給する投資ファンドの設置 社会・環境責任を全うした鉱山開発の推進に向け、EUの協力を得て国際的な標準を確立する努力の必要性 北仏Dunkerqueにバッテリーの拠点、南西地方のLacq市(Pyrénées-Atlantiques県)にレアアースマグネットの拠点の整備

出典

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211020/159640/

<https://www.gouvernement.fr/actualite/france-2030-un-plan-d-investissement-pour-la-france-de-demain>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220119/165264/

フランスの産業界の
専門組織

2. 法規制

2-1. 方針/規制/支援のサマリー

2-2. 日本の法規制

2-3. 中国の法規制

2-4. アメリカの法規制

2-5. カナダの法規制

2-6. 欧州の法規制

2-6-1. 欧州全体

2-6-2. イギリス

2-6-3. ドイツ

2-6-4. フランス

2-7. 豪州の法規制

オーストラリアの法規制：前提



オーストラリアの鉱業政策の前提知識

- ・ オーストラリアは6州と2つの特別地域で構成される連邦
- ・ 州はそれぞれ議院内閣制で、各州政府の長は「首相」
- ・ 連邦、州はともに政権交代に伴う政策変更の可能性あり
- ・ 州ごとに異なる制度(ロイヤリティ、鉱業権、環境規制など)をもつ(下記参照)

連邦政府	州政府
<ul style="list-style-type: none">・ 通商、課税、防衛、外交(※)・ 関税、消費税・ 外国投資審査・ 海洋の鉱業権の付与(沿岸から3海里(5.5km)以遠)・ 労働法(Fair Work Act)・ 連邦環境法に基づく環境規制・ 地質調査 <p>(※ 通商、課税、防衛、外交等は州政府との共管的な権限)</p>	<ul style="list-style-type: none">・ 土地管理・ 陸上における鉱業権の付与(沿岸から3海里以内含む)・ 陸上ロイヤルティの徴収・ 鉱山保安、労働安全衛生・ 州環境法に基づく環境規制・ 各州内の地質調査

出典：

https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/12/mrseminar2019_06_01.pdf

オーストラリアの法規制：個票



オーストラリアにおける規制、方針、支援策(1/5)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	国家資源白書 (National Resources Statement) (2019年2月) ^{※1}	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア	・クリティカルミネラル	・ 目的：鉱物探査、採掘、投資の強化	<ul style="list-style-type: none"> 20年ぶりに発表 最重要課題のひとつとしてクリティカルミネラル産業育成を取り上げる クリティカルメタルの下流産業育成を含めた国家的戦略の構築を提言
方針	クリティカルミネラルの長期戦略 (Australia's Critical Minerals Strategy) (2019年3月) ^{※2}	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア	・クリティカルミネラル	・ 目的：クリティカルミネラルのサプライチェーンの発展	<ul style="list-style-type: none"> クリティカルミネラル、採掘、生産、製造に関する長期的戦略 以下3つの行動計画を挙げる <ul style="list-style-type: none"> ①豪州のクリティカルミネラルセクター及びその下流工程への投資促進 ②低コスト化と競争力向上のためのイノベーションを促すインセンティブの提供 ③クリティカルミネラルプロジェクトとインフラ開発の連携
支援	FBI CRC(Future Battery Industries Cooperative Research Centre)の立ち上げ (2019年4月) ^{※3}	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア	・オーストラリア産の鉱物資源	・ 目的：オーストラリア産のリチウム、バナジウム、ニッケル、コバルト、グラファイトなどの鉱物資源を利用したバッテリー製造及び処理技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 総額135mA\$規模の産学官共同研究プログラム 西オーストラリア州(WA州)が主導して立ち上げ 2021年8月には、鉱業の電動化における方策やガイドラインの研究を行うプロジェクト「Assessment」を開始 <ul style="list-style-type: none"> 南オーストラリア州(SA州) Adelaide大学やNickel West社、IGO社、WA州鉱物資源研究所(MRIWA)と共同 予算額：2.76mA\$ 実施予定期間：3年半 鉱山の電気自動車や電動重機の導入など、鉱業が電動化に移行するまでの生産コストやエネルギーコストの改善、衛生保安の向上、温室効果ガス排出削減を目標とする

出典：

※1

https://mrjc.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/12/mrseminar2019_06_01.pdf

※2

https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2019-03/apo-nid227646_1.pdf

※3

<https://fbicrc.com.au/about/what-is-a-crc/>

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20181012/89550/

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20210820/158208/

オーストラリアの法規制：個票



オーストラリアにおける規制、方針、支援策(2/5)

法律による義務付け/トピックス						
名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景		
支援 米豪重要鉱物 (Critical Mineral) 協力協定締結 (2019年11月) ^{※1}	・豪州地質 調査所 (Geoscience Australia)	・アメリカ ・オーストラリア	・クリティカルミネラル	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 米国は重要鉱物の供給源の確保 豪州は国際的な供給者としての地位の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 豪州地質調査所(Geoscience Australia)と米国地質調査所(USGS)が締結 重要鉱物資源に関し、ポテンシャルマップの作成や定量的な評価、鉱化分布の地質的制約に関する共同研究、需給シナリオを理解するためのデータ分析機能の開発などを行う なお、米豪政府はエネルギー鉱物資源に関してもMOUを締結 <ul style="list-style-type: none"> エネルギー鉱物資源のサプライチェーン確立支援や技術開発に向けた金融支援に関して検討を実施する模様 	
支援 Critical Minerals Facilitation Officeを設置 (2020年1月) ^{※2}	・産業科学 エネルギー 資源省	・オーストラリア	・クリティカルミネラル	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> 重要鉱物に関する国の政策と戦略的提言を提供する オーストラリアの重要鉱物に関するプロジェクトを、投資家、規制当局、政府の融資期間、オーストラリアの戦略的パートナーに結び付ける 	<ul style="list-style-type: none"> 「2019年クリティカルミネラルの長期的戦略」を推進する機関 産業科学エネルギー資源省内に設置 以下の取り組みを行う <ul style="list-style-type: none"> オーストラリア連邦科学産業研究機構、オーストラリア原子力科学技術機構、geoscienceとのパートナーシップによる研究開発支援 オーストラリア貿易省と協力した投資を促進、機会の特定 オーストラリアの政策と規制が投資を支援し、下流の機会開放につながることの確認 規制当局の承認、資金調達、投資に関する情報へのアクセスの改善 戦略的に重要なクリティカルミネラルプロジェクトの促進 世界的なサプライチェーンを構築するための他国との提携 	
方針 製造産業の戦略 (Modern Manufacturing Strategy)を発表 (2020年10月) ^{※3}	・オーストラリア 連邦政府	・製造産業	・鉱物	<ul style="list-style-type: none"> 目的： <ul style="list-style-type: none"> COVID-19流行後ににおける製造産業の回復支援 世界的なサプライチェーンの強靭化 	<ul style="list-style-type: none"> 連邦政府が発表 鉱業分野におけるサプライチェーンの重要性を鑑み、6つの優先課題の1つに、「資源テクノロジー及びクリティカルミネラルの加工」を挙げる 支援策の一環として設けられた助成枠「Manufacturing Integration Stream」は、1プロジェクトにつき総費用の50%を1~20mA\$の範囲で助成する支援策 <ul style="list-style-type: none"> 2020/21~2023/24年度の4年間に総額140mA\$の助成金を交付 	

出典：

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20191126/117112/

※2

<https://www.industry.gov.au/mining-oil-and-gas/minerals/critical-minerals/critical-minerals-office>

※3

<https://www.industry.gov.au/publications/make-it-happen-australian-governments-modern-manufacturing-strategy>

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/10/93bdeaece68a60ab.html>

オーストラリアの法規制：個票



オーストラリアにおける規制、方針、支援策(3/5)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	豪州・韓国、クリティカルミネラル分野における協力に関する覚書締結(2021年12月) ^{※1}	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア(鉱山業) ・韓国(製造業)	・クリティカルミネラル	・ 目的： 重要鉱物に関して一貫したサプライチェーンを構築する	<ul style="list-style-type: none"> 文在寅元大統領が国交樹立60周年を記念してオーストラリアを訪問した際に締結 韓国製造業と豪州鉱山業との連携を深める オーストラリアのクリティカルミネラルプロジェクトへの韓国の投資を促進し、オーストラリアの輸出が増えることが期待される
方針	ニューサウスウェールズ州(NSW州)政府、「Critical Minerals and High-Tech Metals Strategy」を策定(2021年12月) ^{※2}	・NSW州政府	・NSW州	・クリティカルミネラル	・ 背景： NSW州にはクリティカルミネラルに定義される鉱物のうち、銅、 レアアース 、コバルト、スカンジウムなどの8鉱種が豊富に存在 ・ 目的： クリティカルミネラルのサプライチェーン拡大の促進	<ul style="list-style-type: none"> クリティカルミネラルのサプライチェーン拡大を探鉱・採掘・下流事業などに対する投資を通して促進する戦略 以下の4項目を実施することを表明 <ul style="list-style-type: none"> NSW州のCentral Westに豪州で初の例とされる、クリティカルミネラルの採掘と下流事業のハブの確立 クリティカルミネラルの探鉱の促進 クリティカルミネラル産業のサプライチェーンの開発を通じた活性化 クリティカルミネラルの採掘、下流事業、再生に対する投資の誘致

出典：

※1

<https://minerals.org.au/resources/australia-republic-of-korea-m-o-u-further-strengthens-minerals-cooperation/>

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20211217/164702/

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20220303/166435/

※2

https://mrice.jogmec.go.jp/news_flash/20211202/164260/

オーストラリアの法規制：個票



オーストラリアにおける規制、方針、支援策(3/5)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
支援	クリティカルミネラルの探鉱や採掘などに関する相互協力を強化する覚書(MOU)締結(2022年2月) ※1	・豪州鉱物資源評議会 (Mineral Council of Australia : MCA)	・豪州鉱物資源評議会 ・韓国鉱害鉱業公団(KOMIR)	・クリティカルミネラル	・目的：鉱物探鉱や採掘における関係強化	・韓国鉱害鉱業公団(KOMIR)は韓国政府が運営 ・覚書に基づき、クリティカルミネラルなどの鉱物の探鉱や採掘に関する投資やパートナーシップなどを拡大
	豪州・インド、クリティカルミネラルの投資パートナーシップ締結(2022年3月) ※2	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア ・インド	・クリティカルミネラル	・背景: ➤ インドでは今後10年間に、輸送機関の電動化や送電網における蓄電容量の拡大を行う必要性が生じており、リチウムイオン電池の製造が増加していることが見込まれているが、材料のCoやNi、Liを全て輸入に頼る ➤ インドではEV車の需要や風力発電の容量が増加しており、使用されるホウ素磁石の材料となるNdやPrの需要が増加している	・クリティカルミネラルの投資パートナーシップ「Australia-India Critical Minerals Investment Partnership」を締結 ・連邦政府は5.8mA\$を拠出 ・左記の背景から、リチウム電池の材料となる鉱物、および、 軽レアアース がパートナーシップにおいて優先視される鉱物となる ・なお、本パートナーシップの締結に当たり、2021年8月に、豪連邦政府の豪貿易投資促進庁(Austrade)は、豪州とインドとの間におけるクリティカルミネラルに関するパートナーシップの可能性についての報告書「Unlocking Australia-India Critical Minerals Partnership Potential」を発表済み

出典：

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220303/166435/

※2

<https://www.austrade.gov.au/news/publications/unlocking-australia-india-critical-minerals-partnership-potential>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210816/158140/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166779/

オーストラリアの法規制：個票



オーストラリアにおける規制、方針、支援策(5/5)

	名称	管轄主体	対象者	対象物	目的/背景	法律による義務付け/トピックス
方針	Critical Minerals Strategy 2022(2022年5月) ^{※1}	・オーストラリア連邦政府	・オーストラリア	・クリティカルミネラル	・ 目的：2030年までに重要鉱物大国へ成長	<ul style="list-style-type: none"> 2019年に発表されたCritical Minerals Strategyに基づく 世界的に増大する需要を活用し、オーストラリアとインド太平洋地域の国家安全保障と経済繁栄に貢献する、重要鉱物部門を発展させるための長期計画 2030年までに重要鉱物大国になることをビジョンとして掲げる 以下の3つの行動計画を提示 <ul style="list-style-type: none"> ➢ リスク回避プロジェクト <ul style="list-style-type: none"> ✓ 政府による、民間投資の誘致に向けたリスク軽減支援（政府投資や融資） ➢ 鉱業の環境整備 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 産業を発展させる研究開発 ✓ 競争優位を保つための基準と認定 ✓ 投資を呼び込むためのインフラの共有 ➢ 国際的パートナーシップの強化 <ul style="list-style-type: none"> ✓ アメリカ、日本、韓国、イギリス、インドおよびEU加盟国等の主要国との関係を基礎とする <p>※本稿のリスクは中国との地政学的リスクではなく、技術開発の停滞リスクに対する打ち手である</p>
支援	ビクトリア州(VIC州)、2022/23年度予算案にて7.4mA\$をクリティカルミネラル産業開発に割り当て(2022年5月) ^{※2}	・VIC州政府	・VIC州	・クリティカルミネラル産業	・ 背景:鉱物資源戦略「Mineral Resources Strategy 2018–2023」においてクリティカルミネラルの鉱床の探鉱を奨励	<ul style="list-style-type: none"> 2022/23年度予算案において、今後3年間で総額7.4mA\$をVIC州クリティカルミネラル産業の開発に割り当てるのことを発表 同州の鉱物資源戦略「Mineral Resources Strategy 2018–2023」において、同州にはルチル、イルメナイトなどのチタン鉱物、ジルコンサンドなどに含まれるレアース、及び金やベースメタルなど、EV車で使用されるリチウムイオン電池(LIB)や再生可能エネルギー設備の材料となるクリティカルミネラルの鉱床が存在するとしており、これら鉱物の探鉱を奨励中 さらに同予算案の2mA\$を鉱物資源に関する規則の改正に割り当てる

出典：

※1 <https://webarchive.nla.gov.au/awa/20220603113601/><https://www.industry.gov.au/data-and-publications/2022-critical-minerals-strategy>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220511/167566/

オーストラリアのクリティカルミネラルと他国との比較（1/2）



Critical mineral	On US list ^[6]	On EU list ^[7]	On Japan list ^[8]	On India list ^[9]	Australian geological potential ^[10]	Australian economic demonstrated resources ^[11] (2020)	Australian production (2020)	Global production (2020) ^[12]
High purity alumina	Yes ^[13]	Yes ^[14]	No	No	Moderate	No data	No data	No data
Antimony	Yes	Yes	Yes	Yes	Moderate	125.2 kt	3.9 kt	155 kt
Beryllium	Yes	Yes	Yes	Yes	Moderate	No data	No data	240
Bismuth	Yes	Yes	Yes	Yes	Moderate	No data	No data	17 kt
Chromium	Yes	No	Yes	Yes	Moderate	0	0	40,000 kt
Cobalt	Yes	Yes	Yes	Yes	High	1,495 kt	5.6 kt	135 kt
Gallium	Yes	Yes	Yes	Yes	High	No data	No data	300 t
Germanium	Yes	Yes	Yes	Yes	High	No data	No data	130 t
Graphite	Yes	Yes	Yes ^[15]	Yes	Moderate	7,970 kt	0	1,100 kt
Hafnium	Yes	Yes	Yes	No	High	14.5 kt	No data	No data
Helium	No	No	No	No	Moderate	No data	4 hm ³	140 hm ³
Indium	Yes	Yes	Yes	Yes	Moderate	No data	No data	900 t
Lithium	Yes	Yes	Yes	Yes	High	6,174 kt	40 kt	82 kt
Magnesium	Yes	Yes	Yes	No	High	Magnesite: 286,000 kt	Magnesite: 799 kt	Magnesite: 26,000 kt
Manganese	Yes	No	Yes	No	High	Manganese ore: 276,000 kt	Manganese ore: 4,800 kt	17,200 kt
Niobium	Yes	Yes	Yes	Yes	High	216 kt	No data	78 kt
Platinum-group elements	Yes	Yes	Yes	Yes	Moderate	107 t	0.522 t	380 t
Rare-earth elements	Yes	Yes	Yes	Yes	High	4,200 kt	20 kt	240 kt

出典：

Australian Government Department of Industry, Science and Resources

<https://webarchive.nla.gov.au/awa/20220603113601/https://www.industry.gov.au/data-and-publications/2022-critical-minerals-strategy>

オーストラリアのクリティカルミネラルと他国との比較（2/2）



Critical mineral	On US list ^[6]	On EU list ^[7]	On Japan list ^[8]	On India list ^[9]	Australian geological potential ^[10]	Australian economic demonstrated resources ^[11] (2020)	Australian production (2020)	Global production (2020) ^[12]
Rhenium	No	No	Yes	Yes	Moderate	No data	No data	53 t
Scandium	Yes	Yes	No	No	High	30.34 kt	No data	No data
Silicon	No	Yes ^[16]	Yes	Yes	High	No data	No data	8 kt
Tantalum	Yes	Yes	Yes	Yes	High	99.4 kt	0.1 kt	1.8 kt
Titanium	Yes	Yes	Yes	No	High	Ilmenite: 274,000 kt Rutile: 35,300 kt	Ilmenite: 1,100 kt Rutile: 200 kt	Ilmenite: 12,000 kt Rutile: 1000 kt
Tungsten	Yes	Yes	Yes	No	High	577 kt	Less than 1 kt	84 kt
Vanadium	Yes	Yes	Yes	Yes	High	7,408 kt	0	86 kt
Zirconium	Yes	No	Yes	Yes	High	Zircon: 79,300 kt	Zircon: 400 kt	Zircon: 2,000 kt

- 26種の重要鉱物が指定
- 今回、リチウムイオン電池や半導体に使用される、高純度アルミナとシリコンが追加

出典：

Australian Government Department of Industry, Science and Resources

<https://webarchive.nla.gov.au/awa/20220603113601/><https://www.industry.gov.au/data-and-publications/2022-critical-minerals-strategy>

オーストラリアのレアアース開発状況(2019年11月段階)



参考：JOGMEC資料より抜粋



豪州のレアアースについて



- 前回のレアアースショック時から開発を待つプロジェクトが多数存在。本格生産に至っているのは、Lynas社が操業するMt Weld鉱山のみ(中国では、ほぼ唯一の大規模レアアース鉱山)。
- 各プロジェクトとも、中国勢がエクティファイナンスやオフテイクで存在感を示していたが、最近ドイツ勢が巻き返しを図っている印象(例:独Schaeffler社のYangibanaオフテイクMOU、独Thyssenkrupp社のYangibanaオフテイク契約、Browns Rangeオフテイク契約)。
- 小規模なマーケット、技術革新による需要の変化、分離技術の課題、廃棄物の問題などが、新たな投資への足かせとなっている状況か。豪州政府は、レアアース事業者への資金援助を計画。

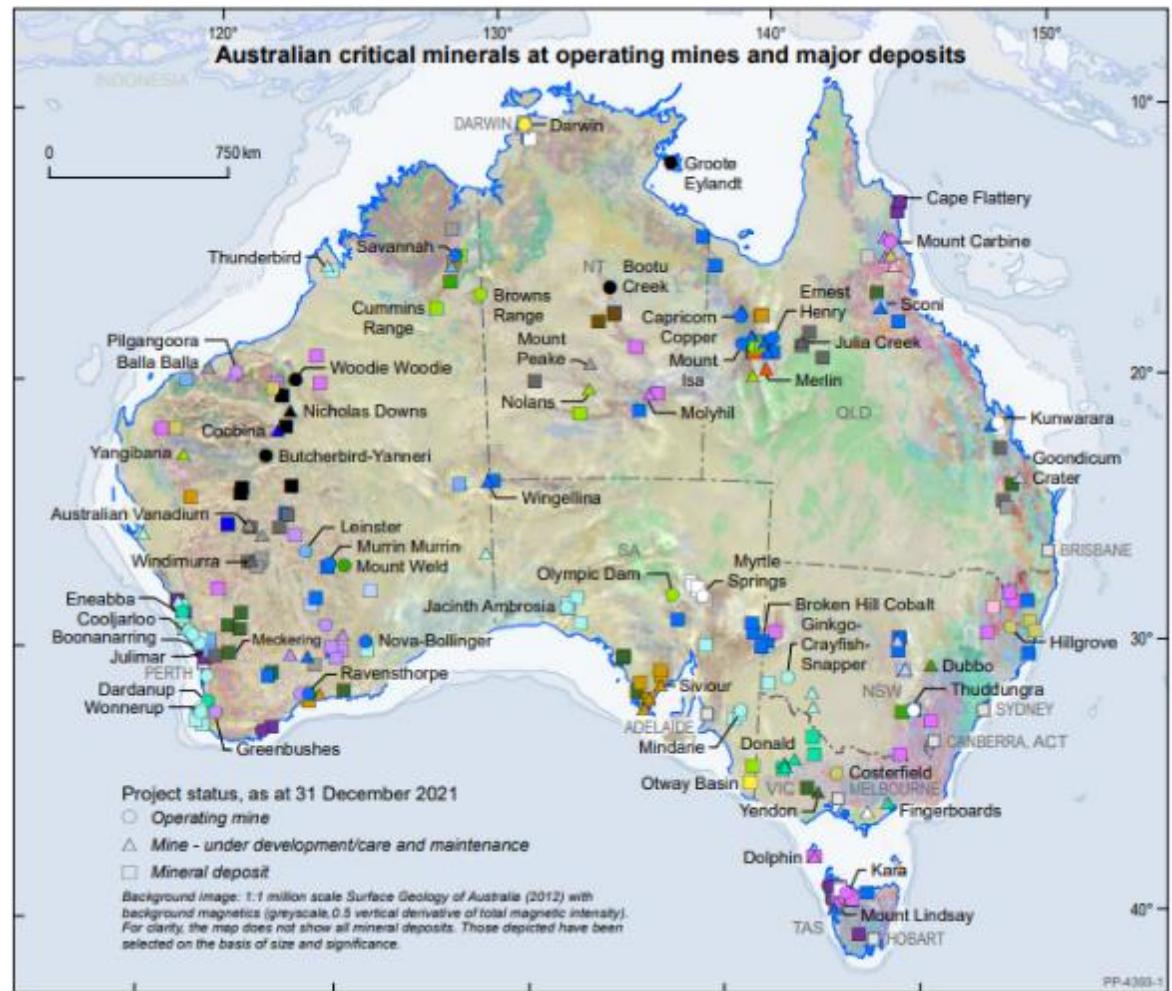
出典：

https://mrc.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/12/mrseminar2019_06_01.pdf

オーストラリアの重要鉱物開発状況(2022年3月段階)



参考：Australia CRITICAL MINERALS STRATEGYより抜粋



出典：

Australian Government Department of Industry, Science and Resources

<https://webarchive.nla.gov.au/awa/20220603113601/> <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/2022-critical-minerals-strategy>

鉱山開発は進んでいるが、実稼働は多くない。
この理由は以下 2 点であると考えられる

- そもそも鉱石中の含有量が少なく、経済性がない
- 相場が上がった時にすぐに稼働できるように準備している

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

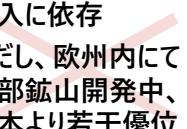
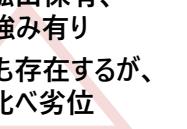
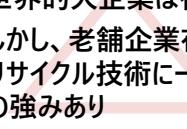
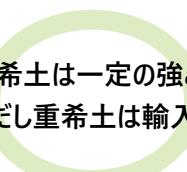
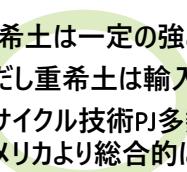
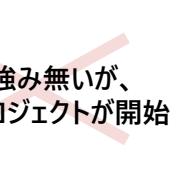
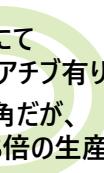
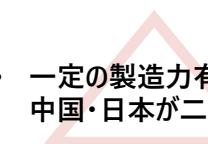
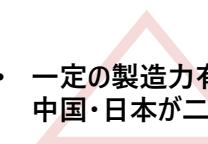
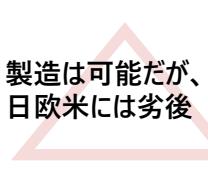
3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

基礎調査結果から、原料採掘/素材製造/磁石製造/モーター製造に関する各国の優劣を整理。川上領域を、中国に抑えられている状況であると思料

各国のサプライチェーンに関する優劣仮説：全体

プロセス	中国	日本	アメリカ	欧州	豪州
原料採掘	<ul style="list-style-type: none"> グローバルにて最もイニシアチブ有り 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入に依存 	<ul style="list-style-type: none"> 自国に鉱山有り、一定の強み有り ただし重希土は輸入依存 総合的に中国一強の状況 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入に依存 ただし、欧州内にて一部鉱山開発中、日本より若干優位 	<ul style="list-style-type: none"> 自国に鉱山保有、一定の強み有り 重希土も存在するが、中国に比べ劣位 総合的に中国一強の状況 
素材製造	<ul style="list-style-type: none"> グローバルにて最もイニシアチブ有り 	<ul style="list-style-type: none"> 世界的大企業は存在無 しかし、老舗企業存在、リサイクル技術に一定の強みあり 	<ul style="list-style-type: none"> 軽希土は一定の強み有り ただし重希土は輸入依存 	<ul style="list-style-type: none"> 軽希土は一定の強み有り ただし重希土は輸入依存 リサイクル技術P多数、アメリカより総合的に優位 	<ul style="list-style-type: none"> 現状は強み無いが、各種プロジェクトが開始 
磁石製造	<ul style="list-style-type: none"> グローバルにて最もイニシアチブ有り 二強の一角だが、日本の約5倍の生産量 	<ul style="list-style-type: none"> 中国に次いで、二番手のイニシアチブ有り レアアースフリー・レアアース使用量少ない磁石の開発に強み有り 	<ul style="list-style-type: none"> 一定の製造力有るが、中国・日本が二強 	<ul style="list-style-type: none"> 一定の製造力有るが、中国・日本が二強 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入に依存 
モーター製造	<ul style="list-style-type: none"> 製造は可能だが、日欧米には劣後 	<ul style="list-style-type: none"> モーター全体として、最もイニシアチブ有り レアアースフリー・レアアース使用量少ないモーター開発に強み有り 	<ul style="list-style-type: none"> 日本に次いで、欧州と共にイニシアチブ有 	<ul style="list-style-type: none"> 日本に次いで、米と共にイニシアチブ有 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入に依存 

基礎調査結果から、原料採掘/素材製造/磁石製造/モーター製造に関する各国の優劣を整理。川上領域を、中国に抑えられている状況であると思料

各国のサプライチェーンに関する優劣仮説から鑑みた、今後の大方針仮説

プロセス	中国 	日本 	アメリカ 	欧州 	豪州 	今後の大方針仮説
原料採掘						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現時点で、合算を持っても総合的に劣位 ✓ 開発中の鉱山を軸とした、グローバル連携による、バージン材供給のリスクヘッジ策が重要
素材製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本×アメリカ×欧州の連携を持っても、特に重希土については課題あり ✓ リサイクル技術開発含め、グローバル連携が必要
磁石製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本×アメリカ×欧州の連携を持っても、生産量観点で若干の劣位 ✓ レアアースフリー技術開発の促進を含め、需要増に向けた生産体制強化が必要
モーター製造						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現時点では、日本×アメリカ×欧州の連携にて、イニシアチブを握れている領域 ✓ しかし、ゲームチェンジ（マジョリティ製品のコモディティ化等）にて劣位になる恐れあり ✓ 継続した技術開発／製造コスト精査／付加価値への理解／リサイクル促進等の複数施策

- ✓ グローバルにおける一番の強者／川上全体にて最も優位
- ✓ 川下製造を抑えられたら、一連のSC全体にて脅威に

日本は資源を輸入に頼る一方で、素材製造については一定のケイパビリティを保有し、かつ磁石製造・モーター製造については世界的にも優位な位置に存在



日本のサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none">自國に資源はなく、海外からの輸入に頼っている	<ul style="list-style-type: none">輸入相手国： 中国59%、ベトナム16%、フランス11%、タイ6%、インド4%、その他4%近年、中国から輸入するレアアースの割合の低減化に取り組む東京大学加藤教授を中心に2014年ごろから南鳥島周辺海域のレアアース泥の開発に関する検討を継続
素材製造	<ul style="list-style-type: none">日本イットリウム稀産金属第一希元素化学工業太陽鉱工信越化学工業三徳	<ul style="list-style-type: none">日本イットリウムは、溶媒抽出による分離精製技術を有し、リサイクルにも応用可能信越化学工業は、溶媒抽出法による分離精製技術を持つほか、リサイクルに積極的に取り組む三徳は、磁石研磨粉のリサイクルに取り組む
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none">プロテリアル（旧日立金属）TDK信越化学工業大同特殊鋼デンソー <p>【モーター】</p> <ul style="list-style-type: none">日本電産マブチモーターミネベアミツミミツバ安川電機	<ul style="list-style-type: none">プロテリアルは、ネオジム焼却磁石関連で生産プロセス全体をカバーする特許を多く保有し、他の希土類磁石メーカーがライセンス契約を締結TDKは、Dyフリーのネオジム磁石の量産化技術を確立し、幅広い製品開発を促進大同特殊鋼は、Dy完全フリー磁石の開発を進め、HondaのHV車に搭載日本電産<ul style="list-style-type: none">2013年以降レアアースを使わない「SRモーター」の量産を開始2021年12月、JL MAG(中国)と希土類永久磁石材料の供給契約を締結ミツバは、モーター内のDyを削減する技術開発に取り組む安川電機は、ネオジム磁石の代わりにフェライト磁石を利用したEV駆動用モーターの開発を促進

中国は一連のサプライチェーンで、総合的に最も優位な位置に存在。しかし、川下領域におけるモーター製造については優位性は低い。リサイクル技術については未知数である



中国のサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none"> China Northern Rare Earth Group High-Tech China Rare Earth Group Co Ltd Xiamen Tungsten Co Ltd Guangdong Rare Earth Industry Group 	<ul style="list-style-type: none"> 世界の約60%の希土類鉱石を採掘 レアアースの「実地調査、採掘、選鉱」について外資の参入を禁止 採掘は国によって大手4社に集約
素材製造	<ul style="list-style-type: none"> China Northern Rare Earth Group High-Tech China Rare Earth Group Co Ltd Xiamen Tungsten Co Ltd Guangdong Rare Earth Industry Group 	<ul style="list-style-type: none"> China Northern Rare Earth Group High-Techの生産量は、中国国内第1位 China Rare Earth Group Co Ltd <ul style="list-style-type: none"> 2021年にレアアース企業3社のに合併により誕生 中国南部の鉱山開発の促進を目的とする Xiamen Tungsten Co Ltdは福建省にレアアース鉱山を有する Guangdong Rare Earth Industry Groupは広東省にレアアース鉱山を有する
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none"> Beijing Zhongke Sanhuan High-tech Ningbo Yunsheng Yantai Zhenghai Magnetic Material Innuovo Technology Yantai Shougang Magnetic Materials INC JL Mag Rare-Earth Advanced Technology & Materials Hengdian Group Dmecg Magnetics Co Ltd <p>【モーター】</p> <ul style="list-style-type: none"> Wolong Electric Group Co Ltd Shenzhen Inovance Technology Co Ltd Jinlong Machinery & Electronic Co Ltd 	<ul style="list-style-type: none"> Beijing Zhongke Sanhuan High-tech <ul style="list-style-type: none"> 生産量・売上ともに中国最大 2015年、プロテリアルとHV車モータ用磁石の製販を展開する合弁会社設立 Ningbo Yunshengは、欧米市場を中心にネオジム磁石の販売事業を展開して Yantai Zhenghai Magnetic Materialはレアアースフリー磁石の研究を促進 JL Mag Rare-Earth <ul style="list-style-type: none"> 高機能ネオジム磁石の販売で大きなシェア 粒界拡散技術では世界一の規模

アメリカは一連のサプライチェーンで、総合的に優位な位置に存在し、大きく劣位となる要素が無い。しかし、重希土については輸入依存である



アメリカのサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none">一部輸入MP Materials	<ul style="list-style-type: none">国内での採掘もおこなっているが、不足分を輸入に頼る輸入相手国<ul style="list-style-type: none">中国78%、エストニア6%、マレーシア5%、日本4%などMP Materialsは米国で唯一レアアース採掘・加工施設(Mountain Pass鉱山)を運営
素材製造	<ul style="list-style-type: none">MP MaterialsUSA Rare EarthEnergy FuelsGeneral AtomicsPhoenix TailingsLynas USAUcore Rare Metals IncRare Element Resources LtdBlue Line CorporationNioCorp Developments (カナダ)American Rare Earths (オーストラリア)	<ul style="list-style-type: none">MP Materialsは米国内で唯一レアアース鉱山を運営しており、2020年・2022年には軽希土・重希土の国内処理施設の建設に向け国防総省より支援金を獲得しているUSA Rare EarthはRound Topプロジェクトを実行しつつ、NdFeB磁石の製造も視野に入れた事業を展開Energy Fuelsは2020年希土類事業への参入を発表し、現在、軽希土・重希土の分離回路設置の計画を進めているLynas AmericaはLynas Rare Earth(オーストラリア)の子会社で、現在軽希土・重希土の分離施設の建設を進めているUcore Rare EarthはRapidsX™という希土類元素の分離技術を有する
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none">Arnold Magnetic TechnologiesElectron Energy CorporationThomas & SkinnerTridus Magnetics and AssembliesHoosier MagneticsBunting Magnetics <p>【モーター】</p> <ul style="list-style-type: none">Rockwell Automation IncAMETEK IncRegal RexnordAltra Industrial Motion Corp	<ul style="list-style-type: none">Arnold Magnetic Technologies<ul style="list-style-type: none">現在市販されている中で最も電力密度が高いSmCo磁石やNdFeB磁石を販売2021年にRAMCO ELECTRIC MOTORSを買収し、製品のラインナップを増やしているElectron Energy Corporation<ul style="list-style-type: none">様々な種類のSmCo磁石やNdFeB磁石を販売している2021年にMotorsolverと共同でEEC Motorsolverを設立し、単一サプライヤーからのモーターなどの調達を可能にしているBunting Magneticsは2022年に炭素を含まないNdFeB磁石の提供を開始した

カナダは原料採掘について、特に軽希土について一定の強みが存在

カナダのサプライチェーンの主要プレーヤー



プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none">一部輸入Vital Metals LtdDefense Metals CorpSearch Minerals Inc	<ul style="list-style-type: none">現在開発が進行中のプロジェクトが多数存在Vital Metals Ltd<ul style="list-style-type: none">➤ NT準州におけるNechalachoレアアースプロジェクトを進行中、2021年6月採掘開始Defense Metals Corp<ul style="list-style-type: none">➤ BC州Wicheadaレアアースプロジェクトを進行中Search Minerals Inc<ul style="list-style-type: none">➤ NL州ラブラドールにて複数のレアアースプロジェクトを進行中
素材製造	<ul style="list-style-type: none">Saskatchewan ResearchUcore Rare Metals Inc.Geomega Resources Inc	<ul style="list-style-type: none">Saskatchewan Research<ul style="list-style-type: none">➤ カナダ初のレアアース処理施設の建設設計画を進行中、現在処理能力を強化中Geomega Resources Inc<ul style="list-style-type: none">➤ 同社のリサイクル技術である、ISR技術を開発➤ レアアース磁石リサイクル実証プラントの建設設計画を進行中
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none">Neo Performance Materials	<ul style="list-style-type: none">Neo Performance Materials<ul style="list-style-type: none">➤ 子会社のNeo MagnequenchがNdFeB磁石を販売



欧州は資源を輸入に頼るもの、素材製造とモーター製造には一定の優位性がある

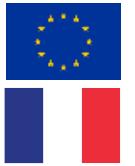
イギリスのサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none"> 自國に資源はなく、海外からの輸入に頼る Rainbow Rare Earths Ltd 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州は、レアアースの供給の9割以上を中国に依存 Rainbow Rare Earths Ltdは南アフリカ、ブルンジでレアアースプロジェクトを進行中(未生産)
素材製造	<ul style="list-style-type: none"> Less Common Metals Pensana Plc Mkango Rare Earths UK HyProMag Ltd European Metal Recycling 	<ul style="list-style-type: none"> Less Common Metals <ul style="list-style-type: none"> 欧州でのレアアースのリサイクルサプライチェーンを開発するプロジェクトに参加 スクラップから製造されたNdFeB粉末や、使用済み風力タービンから抽出された焼却NdFeBブロックの再鋳造を行う役割を担う Pensana Plc <ul style="list-style-type: none"> Saltend Chemicals Parkにレアアース精錬所の建設設計画を進行中 アンゴラにてLongonjo NdPrプロジェクトを進行中(採掘) Mkango Rare Earths UK <ul style="list-style-type: none"> レアアース磁石のリサイクル事業を展開 レアアース磁石のリサイクルプロジェクト「SCREAM」、レアアースサプライチェーン構築プロジェクト「REEsilience」に参加 HyProMag Ltd <ul style="list-style-type: none"> HPMSと呼ばれる電気製品からNdFeB磁石を抽出する特許技術を保有 レアアース磁石のリサイクルプロジェクトやサプライチェーン構築プロジェクトに参加 European Metal Recycling <ul style="list-style-type: none"> オーディオ製品からのレアアース抽出プロジェクト「REAP」に成功 レアアース磁石のリサイクルプロジェクト「SCREAM」に参加
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none"> SG Technologies ECLIPSE MAGNETICS 	<ul style="list-style-type: none"> ECLIPSE MAGNETICS <ul style="list-style-type: none"> NdFeB磁石、SmCo磁石を製造 SG Technologies <ul style="list-style-type: none"> 市販されている中で最も高い残留時着圧縮率を持つNdFeB磁石を販売

欧州は資源を輸入に頼るものの、素材製造とモーター製造には一定の優位性がある

ドイツのサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none"> 自國に資源はなく、海外からの輸入に頼る 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州は、レアアースの供給の9割以上を中国に依存
素材製造	<ul style="list-style-type: none"> Dorfner Anzaplan GmbH 	<ul style="list-style-type: none"> Dorfner Anzaplan GmbHは希土類を含む金属に関する研究推進のほか、金属プロジェクトのコンサルティング事業を実施
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none"> HyProMag GmbH Vacuumschmelze GmbH & Co. KG <p>【モータ】</p> <ul style="list-style-type: none"> Siemens AG 	<ul style="list-style-type: none"> HyProMag GmbH <ul style="list-style-type: none"> 英HyProMag社が子会社として設立 ドイツ初のレアアース磁石リサイクルHPMSプラントを開発するプロジェクトを推進 Vacuumschmelze <ul style="list-style-type: none"> 2021年GMと共同で、EV車用モータに使用される永久磁石の製造工場をアメリカに建設することを発表 2022年4月、SmCoを基にエネルギー密度の高い新しい永久磁石の開発に成功 Siemens AG <ul style="list-style-type: none"> 低圧モータ、高圧モータ、動作制御用モータなどのモータを製造



欧州は資源を輸入に頼るものの、素材製造とモーター製造には一定の優位性がある

フランスのサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none">自國に資源はなく、海外からの輸入に頼る	<ul style="list-style-type: none">欧州は、レアアースの供給の9割以上を中国に依存
素材製造	<ul style="list-style-type: none">Carester	<ul style="list-style-type: none">Caresterは、使用済み磁石から希土類を抽出し、リサイクルを実施する施設の建設を計画中
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none">MagREEsouce	<ul style="list-style-type: none">MagREEsouceは、リサイクルされた希土類の粉末から、希土類磁石を再製造するリサイクルプロセスの商業化を目指す

欧州は資源を輸入に頼るものの、素材製造とモーター製造には一定の優位性がある



その他欧州のサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none">自国に資源はなく、海外からの輸入に頼る	<ul style="list-style-type: none">約9割のレアアースを中国から輸入近年、輸入において、中国への依存度の低減化を図る
素材製造	<ul style="list-style-type: none">Solvay (ベルギー)	<ul style="list-style-type: none">Solvay<ul style="list-style-type: none">2022年9月、フランスの工場におけるレアアース事業の拡大を発表今後数年で欧州におけるレアアースハブを構築する目標を掲げる
製品製造 (磁石/ モーター)	<p>【磁石】</p> <ul style="list-style-type: none">MAGNETI Ljubljana(スロベニア) <p>【モーター】</p> <ul style="list-style-type: none">ABB(スイス)Maxon Motors AG(スイス)	<ul style="list-style-type: none">MAGNETI Ljubljanaは自社で永久磁石を生産するだけでなく、EUにおけるレアアースや永久磁石に関する様々なプロジェクトに参画ABB<ul style="list-style-type: none">世界有数のモータ大手企業レアアースフリーのモータの開発を実施

オーストラリアは原料採掘にて一定の強みが存在するが、重希土については中国に大きく劣位である。製品製造については、政府としての支援が見られるが、現状強み無し



オーストラリアのサプライチェーンの主要プレーヤー

プロセス	主要企業・輸入国	トピックス
原料採掘	<ul style="list-style-type: none"> Lynas Rare Earths Ltd Iluka Resources Ltd Arafura Rare Earth Ltd Northern Minerals Ltd Hasting Technology Metals Ltd Australian Rare Earths Ltd Australian Strategic Materials Ltd Red Mountain Mining RareX Ltd Dreadnought Resources VHM Ltd ASTRON Kalbar Operations Hexagon Resources Vital Metals 	<ul style="list-style-type: none"> Lynas Rare Earths Ltd <ul style="list-style-type: none"> WA州Weld山にレアアース鉱床・濃縮プラントをにて生産中 Arafura Rare Earth Ltd <ul style="list-style-type: none"> NT準州Nolansレアアースプロジェクトを進行中(未生産) Northern Minerals Ltd <ul style="list-style-type: none"> WA州Browns Range重希土類プロジェクト、Jahn Goltプロジェクト、NT準州Boulder Ridgeプロジェクトの計3つのプロジェクトを進行中(未生産) Hasting Technology Metals Ltd <ul style="list-style-type: none"> WA州のGascoyne地域にて、Yangibanaレアアースプロジェクトを進行中、現在選鉱施設を建設中
素材製造	<ul style="list-style-type: none"> Lynas Rare Earths Ltd Iluka Resources Ltd 	<ul style="list-style-type: none"> Lynas Rare Earths Ltd <ul style="list-style-type: none"> 豪Kalgoorlieにレアアース処理施設の建設中 マレーシアにレアアース精製所を保有 アメリカにて、軽希土類・重希土類分離加工施設の建設を計画中 Iluka Resources Ltd <ul style="list-style-type: none"> WA州Eneabba鉱山において精錬事業を進行中
製品製造 (磁石/ モーター)	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどを海外からの輸入に依存していると思料 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入販売を実施する企業は存在

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

中国は軽・重希土類共に、稼働中の鉱山存在。豪州・アメリカ・カナダは軽希土については稼働中の鉱山あるが、重希土では劣後。後者の国々の開発中鉱山との提携が鍵と思料

希土類資源主要保有国における鉱山の稼働状況・開発状況

凡例： 軽希土：Nd, Pr, Y 等
 ○： 主要な採掘対象
 重希土：Dy, Tb 等
 △： 一部情報はあるが、詳細不明
 ?： 情報無し（『採掘不可』が未確定）

中国※

地区名	軽	重
北区	○	△
西区	○	○
南区	○	○

オーストラリア

名称	軽	重
Mt Weld鉱山	○	△
Browns Range-PJ	△	○

アメリカ

名称	軽	重
Mountain Pass	○	△

カナダ

名称	軽	重
Nechalacho Rare Earth -PJ	○	△

稼働中

各地域、開発中の鉱区はあると思料されるが、詳細不明

開発中

オーストラリア

名称	軽	重
Eneabba鉱山	○	○
Nolans -PJ	○	△
Yangibana Rare Earth -PJ	○	△
Brockman -PJ	△	○
Koppamurra -PJ	○	○
Dubbo -PJ	○	○
Mt Mansbridge -PJ	△	○
Goschen -PJ	○	△
Cummins山脈 -PJ	?	?
Donald Rare Earth & Mineral Sands -PJ	?	?

アメリカ

名称	軽	重
Round Top鉱山	○	△
Bokan-Dotson Ridge Rare Earth Element -PJ	○	○
Elk Creek -PJ	○	○
La Paz -PJ	?	?
Halleck Creek -PJ	?	?
Searchlight -PJ	?	?

カナダ

名称	軽	重
Wicheeda -PJ	○	○
Foxtrot Resource	○	○
Deep Fox Resource	○	○

【備考】

今後特に開発中鉱山に対し、
以下観点の深掘りが必要

- ・ 採掘コスト
- ・ マインライフ
- ・ 希土類元素毎の品位
- ・ 環境リスク
- ・ 地政学的リスク

※ 中国は鉱山/PJレベルにすると膨大な数となるため、詳細は次頁以降にて参考として列挙

(参考) 中国では各地区毎に、多数の鉱山が存在

中国の地区毎における鉱区名/鉱山名(1/2)

凡例： 軽希土：Nd, Pr, Y 等 ○： 主要な採掘対象
 重希土：Dy, Tb 等 △： 一部情報はあるが、詳細不明
 ?： 情報無し（『採掘不可』が未確定）

区分	省区	地区名	鉱区名/鉱山名	軽	重
北区	内蒙古自治区	包頭市白雲鄂博(バヤンオボ)区	主鉱・東鉱	○	△
			西鉱	○	△
			東介勒格勒鉱	○	△
			都拉哈拉Nb-希土鉱	○	△
西区	四川省	涼山州冕寧県	微山湖稀土鉱	○	△
			冕寧牦牛坪鉱山	○	○
			岔河稀土鉱区	○	○
			南河木洛稀土鉱区	○	○
			南河陽山稀土鉱区	○	○
			里庄稀土鉱区	○	○
		涪山州德昌県	德昌大陸槽稀土鉱山	○	○

出典

https://mrjc.jogmec.go.jp/public/current/10_61.html

https://mrjc.jogmec.go.jp/wp-content/old_uploads/reports/resources-report/2011-04/MRv40n6-04.pdf

(参考) 中国では各地区毎に、多数の鉱山が存在

中国の地区毎における鉱区名/鉱山名(2/2)

凡例： 軽希土：Nd, Pr, Y 等 ○： 主要な採掘対象
 重希土：Dy, Tb 等 △： 一部情報はあるが、詳細不明
 ?： 情報無し（『採掘不可』が未確定）

区分	省区	地区名	鉱区名/鉱山名	軽	重
南区	広東省	韶関市新豊県	韶関市新豊県付近	△	○
		河源市	河源市付近	△	○
		梅州市	梅州市付近	△	○
	江西省	贛州市龍南県	龍南鉱	○	○
		贛州市尋烏県	尋烏鉱	○	○
	福建省	龍岩市長汀県	長汀楊梅坑鉱山	○	○
		龍岩市連城県	連城文坊	○	○
		三明市建寧県	黃坊鉱山	○	○
		竜岩市上杭県	上杭加庄鉱山	○	○
		三明市寧化県	寧化張家塘	○	○
		龍岩市永定県	永定双井辺鉱山	○	○
	湖南省	永州市江華瑤族自治県	江華姑婆嶺稀土鉱	○	○
	広西壮族自治区	崇左市江州区	崇左市鉱山公司六湯稀土鉱廠	○	○
		鐘山県花山郷	花山稀土鉱	○	○
		賀州市黃田鎮	黃田鎮稀土鉱	○	○

出典

https://mrice.jogmec.go.jp/public/current/10_61.html

https://mrice.jogmec.go.jp/wp-content/old_uploads/reports/resources-report/2011-04/MRv40n6-04.pdf

前述の主要保有国その他に、欧州・アフリカ・中南米にて開発中の鉱山が存在。豪州・アメリカ・カナダに加え、これら鉱山との提携も鍵と思料

希土類資源その他保有国における鉱山の稼働状況・開発状況

凡例： 軽希土：Nd, Pr, Y 等 ○ : 主要な採掘対象
 重希土：Dy, Tb 等 △ : 一部情報はあるが、詳細不明
 ? : 情報無し（『採掘不可』が未確定）

開発関連経緯

- 100ppm超のウランを含む鉱床であり、2021/12に政府から採掘許可申請を却下される
 - これに対し、開発を進める豪Energy Transition Minerals社が2022/7異議申立、2023-2025の探査ライセンスの更新に関し、承認されたことを公表
 - 2022年12月20日、開発ライセンス申請書の修正版を提出

その他

- ・ グリーンランドは、2021年11月にウランを含有する鉱床の採掘を禁止する法案を可決
 - ・ 豪Energy Transition Minerals社の株式の約10%を中国の盛和資源が所有

(参考) 以下の鉱山は、鉱山開発情報が未更新/操業開始予定期をすでに過ぎている/詳細情報が不足している、等の理由から有望度合の判断が困難と判断

稼働状況について不明瞭な点の多い鉱山・プロジェクト

○： 主要な採掘対象
 凡例： 軽希土：Nd, Pr, Y等 △： 一部情報はあるが、詳細不明
 重希土：Dy, Tb等 ?： 情報無し（『採掘不可』が未確定）

国	名称	軽	重	詳細
オーストラリア 	Jahn Golt -PJ	?	?	2020年の地上調査完了後、調査動向の更新無し
	Boulder Ridge -PJ	?	?	2013年以降、調査動向の更新無し
	Mangaroon -PJ	?	?	2022年10月にレアアース鉱化カルボナタイトを確認し、現在調査中
	Fingerboard -PJ	?	?	2021年12月以降、プロジェクトの進捗に関する情報更新無し
アメリカ 	Bear Lodge -PJ	?	?	2015年10月以降、プロジェクトの進捗に関する情報更新無し
カナダ 	Fox Meadow Prospect	?	?	鉱物化地帯であることからレアアース採掘の可能性があることが確認され、2022年よりドリルプログラム開始、現在調査中
	Silver Fox Prospect	?	?	レアアースが含まれていることは確認済み。2022年ドリルプログラム開始、現在調査中
	Red Wine REE地区	?	?	2021年より探査プログラムを開始、現在調査中
	Montviel レアアース/ ニオビウム -PJ	○	△	2015年より採掘技術の発展を停滞中、情報更新無し
チリ 	Penco Module レアアース -PJ	?	?	環境評価局(SEA)と動植物保護に関する議論の末、環境影響評価申請を取り下げ、再提出準備中
ブルンジ 	Gakara レアアース鉱山(ブルンジ)	○	△	軽希土にて試験採掘が一度は始まっていたが、2021年6月より、政府要請にて試験採掘停止中

【参考】企業個表ページに情報がない鉱山の出典

出典

国	鉱山名	出典
スウェーデン	Per Geijer	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230221/175457/ https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCB133G50T10C23A1000000/ https://www.bbc.com/news/world-europe-64253708
	Norra Karr -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210810/157964/ https://leadingedgematerials.com/wp-content/uploads/2021/08/NorraKarr_PEA_43-101.pdf
グリーンランド	Sarfartoq Carbonatite Complex -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220830/169588/
	Kvanefjeld -PJ	https://etransmin.com/kvanefjeld-project/ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230127/175062/ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220818/169292/ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211115/160249/
ロシア	Tomtorニオブ・レアアース鉱床Buranny鉱区	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210428/155240/
ウガンダ	Makuutu -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211213/164500/ https://ionicre.com.au/makuutu-uganda/
南アフリカ	Steenkampskraal -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220607/168075/ https://www.iru-miru.com/article_detail.php?id=7929
马拉维	Songwe Hillレアアース鉱床	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210611/156312/
アンゴラ	Longonjo -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210908/158614/
タンザニア	Ngualla -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210831/158403/
ナミビア	Lofdal HRE -PJ	https://www.namibi批判metals.com/projects/lofdal-heavy-rare-earths-project
ブラジル	Serra Verde -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230117/174883/
メキシコ	Jemi -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220816/169232/
	Rondônia州のBom Futuro錫鉱山	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220406/167064/
チリ	Aclará -PJ	https://www.aclará-re.com/ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210915/158798/
	Penco Moduleレアアース -PJ	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220329/166941/ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210915/158798/

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

日本企業について、以下15社の情報を後述する



素材製造(計6社)

No.	企業名	設立年
1	日本イットリウム	1966
2	稀産金属	1959
3	第一稀元素化学工業	1956
4	太陽鉱工	1949
5	信越化学工業	1926
6	三徳	1949

製品製造(磁石5社 + モータ5社)(計10社)

No.	企業名	設立年
1	プロテリアル (旧日立金属)	1956
2	TDK	1935
3	信越化学工業	1926
4	大同特殊鋼	1950
5	デンソー	1949
6	日本電産	1973
7	マブチモーター	1954
8	ミネベアミツミ	1951
9	ミツバ	1946
10	安川電機	1915

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

日本イットリウム：個票



日本イットリウムの概要

基礎情報

企業名	日本イットリウム／日本
会社URL	https://www.mitsui-kinzoku.co.jp/group/nyc/
設立	1966年
事業内容	希土類製品の製造販売およびそれに関連する業務
資本金	約4億円
出資比率	三井金属鉱業(株)70%、(株)トーキン30%

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 物性
 - 粒度分布D50% : 3~4μm
 - 比表面積(BET法) : 2~4m²/g
 - 灼熱減量(L.O.I) : < 0.5%

トピックス

- 希土類精製・リサイクル技術
 - 溶媒抽出による分離精製技術を有する
 - この技術を用いて希土類有製品からのリサイクルも可能
- 化学分析技術
 - 溶媒抽出工程におけるレアアースの分離性能を確認するため、レアアース元素不純物の測定を行う
- 2013年
福岡県のレアアース回収・再資源化共同プロジェクトに参加※2

※1 <https://www.mitsui-kinzoku.co.jp/group/nyc/products/products01.html>

※2 <https://www.recycle-ken.or.jp/activite/rareearth.html>

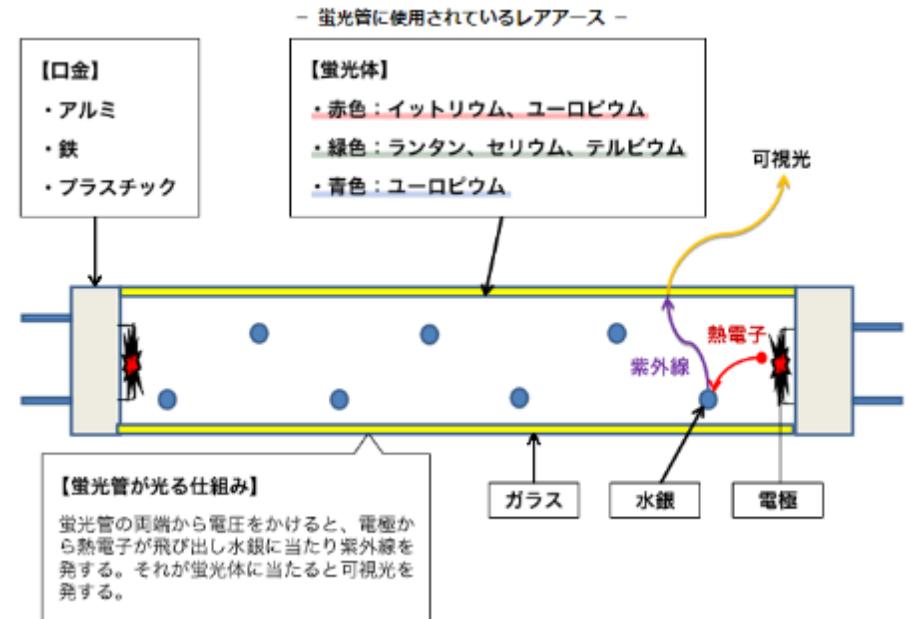
日本イットリウム：個票



日本イットリウムのトピックス

福岡県 レアアース回収・再資源化共同プロジェクトに参加^{※1}

- 2013年に実施
- 使用済蛍光管に含まれるレアアースを取りだし、再び蛍光管に利用する共同プロジェクト
- 参加者
 - 福岡県
 - 福岡県リサイクル総合研究センター
 - 三井金属鉱業
 - **日本イットリウム**
 - ジエイ・リライツ
 - 九州大学大学院工学研究院地球資源システム部門
平島剛教授
- 同社の役割は、**廃蛍光粉からレアアースを効率的に分離、抽出、精製する技術の確立及び前処理設備の建設**
- 同社では、2012年12月に増設した前処理設備により、年間約100トンの廃蛍光粉の処理(約60トンのレアアースの製造)が可能。最大量での処理ができれば、蛍光体レアアースの国内需要の約12%相当を生産することが可能となる



※1 <https://www.recycle-ken.or.jp/activite/rareearth.html>

稀産金属：個票



稀産金属の概要

基礎情報

企業名	稀産金属／日本
会社URL	http://www.kisankinzoku.co.jp/page1
設立	1959年
事業内容	<ul style="list-style-type: none">稀有金属化合物の開発、製造、販売薄膜材料の開発、製造、販売特注による無機薬品の製造有価金属、廃触媒の回収
売上	5,000～10,000(百万円)(2022/03期)
資本金	30～50(百万円)(2022/03期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 取り扱い元素として存在、詳細不明

トピックス※2

- 以下のような、**環境対応製品の開発**にも力を入れる
 - SnO₂、ZnO、In₂O₃系など半導体センサー向け感応材料
 - 外装用光触媒コーティング材
 - 窓ガラス用遮熱コーティング材
 - ペロブスカイト層(各種有機金属ハライド)を構成する高純度金属ハライド

※1 <http://www.kisankinzoku.co.jp/product>

※2 <https://www.kisankinzoku.co.jp/development#ttl-navi02>

第一稀元素化学工業：個票



第一稀元素化学工業の概要

基礎情報

企業名	第一稀元素化学工業／日本
会社URL	https://dkkk.co.jp/
設立	1956年
事業内容	化学工業製品の製造・加工・売買
売上	29,366(百万円) (2022/03期)
営業利益率	12.8%(2022/03期)
EBITDA	6,397(百万円) (2022/03期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 希土類化合物の取り扱いあり
 - $Ce(C_2H_3O_2)_3 \cdot nH_2O$, $CeCl_3$, $Ce(OH)_4 \cdot nH_2O$, CeO_2 , $La(NO_3)_3$
- 希土類磁石向け元素の取り扱いはない

トピックス

- **Zr化合物が中心製品**で、世界シェアの約40%を占める

※1 <https://www.dkkk.co.jp/products/pro06.html>

※2 <https://www.dkkk.co.jp/summary/>

太陽鉱工：個票



太陽鉱工の概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	太陽鉱工／日本	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	http://www.taiyokoko.co.jp/index.html	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1949年	• 混合希土化合物							
事業内容	<ul style="list-style-type: none">モリブデン・バナジウムの抽出・精製フェロアロイ製造販売モリブデン・バナジウム化成品製造販売希土類元素化合物・ジルコニウム化合物製造販売セラミック原料製造販売不動産賃貸業 .スポーツ施設提供業	トピックス※2							
売上	¥ 12,875(百万円)(2021/03期)	<ul style="list-style-type: none">• Mo、Vのリサイクル事業<ul style="list-style-type: none">➤ 日本で初めて実施➤ 石油精製所で使用済みになった触媒をアルミナ精鉱、Mo、Vに分離し回収							
資本金	2億円								

※1 <http://taiyokoko.co.jp/product/prod03.html>

※2 <http://taiyokoko.co.jp/recycle/recycle.html>

信越化学工業：個票



信越化学工業の概要

基礎情報

企業名	信越化学工業／日本
会社URL	https://www.shinetsu.co.jp/jp/
設立	1926年
事業内容	生活環境基盤材料、電子材料、機能材料の製造、販売 加工・商事・技術サービス
売上	2,074,428(百万円)(2022/03期)
営業利益率	32.6%(2022/03期)
EBITDA	845,110(百万円)(2022/03期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- レアアース酸化物
 - 純度
 - ✓ 99.9%(3N)から99.9999%(6N)まで様々なグレード
 - 粒径
 - ✓ 数10nmから数10μmまで
 - トピックス※2
- **溶媒抽出法**による分離・精製技術
- ネオジム磁石製造工程で生じる工程内生成物や、
使用済みレアアース製品などの収集、回収などの**リサイクル**も進める

※1 <https://www.rare-earth.jp/product.html>

※2 <https://www.rare-earth.jp/environment.html>

信越化学工業：個票

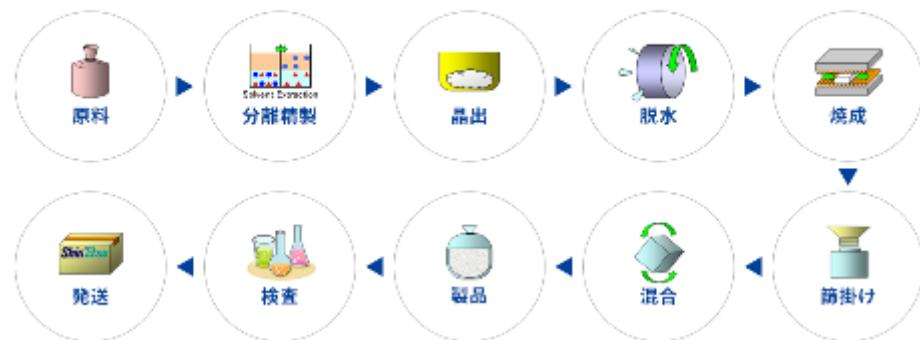


信越化学工業のトピックス

レアアース製造工程※1

- 1987年より大型プラントを稼働(当時の日経先端事業所賞受賞)
- 溶媒抽出法を用いてレアアースの分離精製を行う
 - 希土類溶液と有機溶媒を混合接触させることで、希土類元素ごとに異なる水相と有機相への分配差を利用して分離を行う

信越レア・アース酸化物の製造工程



レアアースリサイクル工程※2

- 製品の回収に積極的に取り組んでいる



※1 <https://www.rare-earth.jp/technology.html>

※2 <https://www.rare-earth.jp/environment.html>

三徳：個票



三徳の概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	三徳／日本	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.santoku-corp.co.jp/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1949年	<ul style="list-style-type: none">・ レア・アース金属微粉末・ レア・アース鉄複合ワイヤー・ 磁気冷凍用材料(LaFeSi・Er系)・ 磁歪用材料(TbDyFe・SmFe系)・ 光磁気用材料(TbFeCo)・ モータ等に使用されるNd磁石合金、Sm磁石合金							
事業内容	金属材料、機能部材の製造	<p>トピックス※2</p> <ul style="list-style-type: none">・ 2017年11月 プロテリアルが三徳を完全子会社化・ 高い技術力を有する・ 世界で初めてレアアースの溶融塩電解ならびにレアアース急冷合金の量産化に成功・ 特に合金組織制御技術に力を入れる・ リサイクル事業部の磁石研磨粉のリサイクル							
売上	28,181(百万円) (2021年度)	<p>➤ ネオジム磁石の研磨粉等をユーザーもしくは市場より回収し、希土類合金にして、再び原料としてリサイクルする</p>							
営業利益率	2.8%(2021年度)								

※1 <https://www.santoku-corp.co.jp/material/006.html>

※2

<https://www.santoku-corp.co.jp/business/recycle.html>

https://www.santoku-corp.co.jp/business/rare_earth02.html

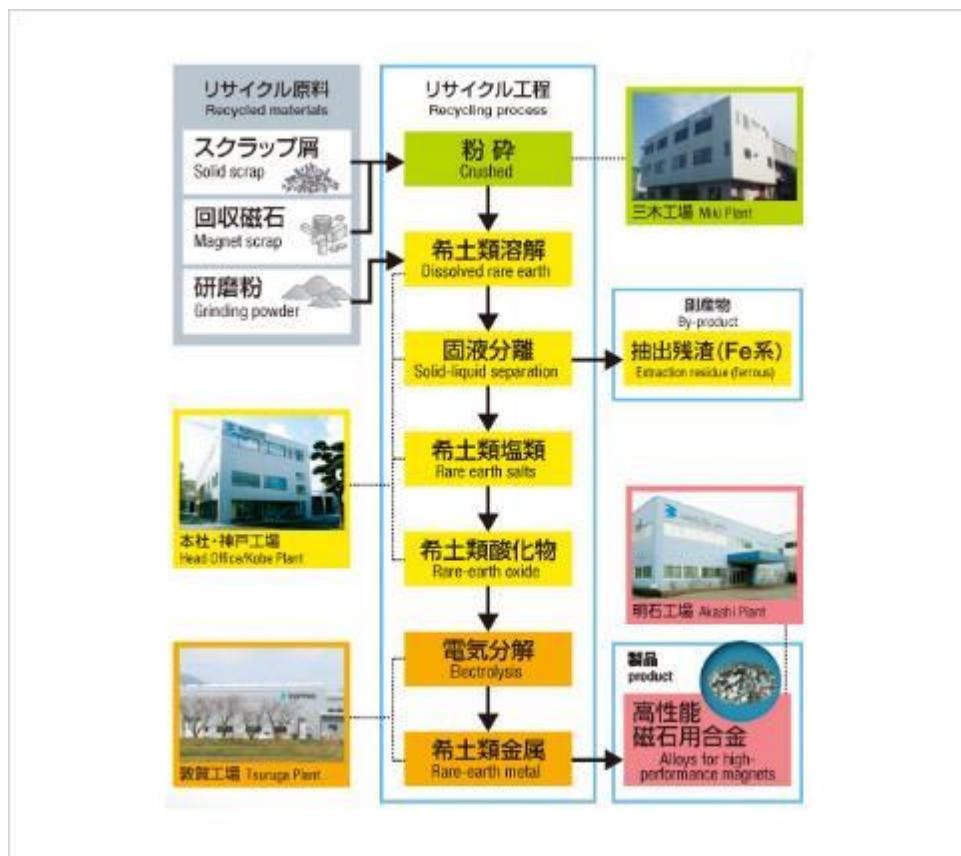
三徳：個票



三徳のトピックス

希土類リサイクル※1

- ネオジム磁石の研磨粉等をユーザーもしくは市場より回収し、希土類合金にして、再び原料としてリサイクルする



※1 <https://www.santoku-corp.co.jp/business/recycle.html>

※2 <https://www.hitachi-metals.co.jp/press/news/2017/n1128.html>

同社の高い技術力※2

- 世界で初めてレア・アースの溶融塩電解^{※1}やレア・アース急冷合金^{※2}の量産化に成功するなど合金組織制御技術中心に高い技術力を保有し、レア・アースの原料から高純度化合物、各種合金までを一貫生産する
- ネオジム磁石合金については、その製法であるストリップキャスティング^{※3}に関連する特許を保有する

※1 溶融塩電解

- レアアースを含む酸化物から電気分解によってレアアースを分離する方法

※2 レア・アース急冷合金

- 急冷することで組織を微細化したレアアース合金

※3 ストリップキャスティング

- 溶解した材料を回転するロール状で急冷し凝固させる方法
- Nd磁石合金の一方向凝固薄片を量産化する技術

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

プロテリアル：個票



プロテリアルの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	プロテリアル／日本	<ul style="list-style-type: none">NEOMAX(希土類磁石($Nd_2Fe_{14}B$焼結、ボンド))NdFeB異方性焼却リング磁石モータ用高性能磁石ロ～ハイエンドまでの多用途希土類磁石
会社URL	https://www.hitachi-metals.co.jp/	
設立	1956年	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">自動車、航空機、家電、医療器具、モータなど
事業内容	金属材料、機能部材の製造と販売	
売上	942,701(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	2.8%(2022/03期)	トピックス※2 <ul style="list-style-type: none">ネオジム焼結磁石関連で世界累計600件以上の特許を保有<ul style="list-style-type: none">成分特許と工程技術特許の両方を含み、NdFeB磁石の生産プロセス全体をカバー多くの希土類磁石メーカーがライセンス契約を行う8社の中国企業を含む計12社のNdFeB磁石メーカーに対し、特許ライセンスを許諾する2015年7月 NdFeB系焼結磁石ラッジリサイクルを開始現在、HDDモータ、エアコン、その他コンプレッサの磁石のリサイクル事業を実施
EBITDA	73,226(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.hitachi-metals.co.jp/products/item/mag/>

※2 <https://www.hitachi-metals.co.jp/press/news/2015/n1118.html>

プロテリアル：個票



プロテリアルのトピックス

NEOMAX (NdFeB)^{※1}

- 耐食性脳や接着耐久性、絶縁性のニーズを満たす
表面処理技術の活用
- RoHS・ELV指令にも準拠する

		アルミニコートイン グ	ニッケルメッキ	エポキシコートイ ング	M-1
標準膜厚 (μm)		5~20	5~25	10 ~ 30	-
耐食 性	耐湿 潤性	○	◎		
	耐塩 水性			◎	
接着耐久性		◎			○
絶縁性				◎	
寸法精度		○			◎
用途		Sensors Actuators Various motors	VCM Sensors Optical pickup	HEV EPS Various motors	Compressor motors HEV Mild-corrosion Environmental uses

最近の動向

- 2022年10月、モータの効率向上を目指し、モータ用の新しい磁気スロットウェッジの開発を発表
- 独自の粉末冶金技術の改良によって達成

※1 <https://www.hitachi-metals.co.jp/products/item/mag/>

※2 <https://www.hitachi-metals.co.jp/press/news/2015/n0723.html>

モータ用新高性能マグネット材料^{※1}

モータ用新高性能マグネット材料			
製品名	材料の特長	モータにおける利点	
Nd-Fe-B焼結型 磁石	湿式高性能材	最高磁気特性	高出力に対応
Nd-Fe-B焼結型 磁石	ラジアル異方性	スキューリング正弦波 ができる	コギング改良と高 性能化

NdFeB焼結磁石スラッジリサイクル^{※2}

- 2014年、同社は、酸やアルカリの使用を極力減らし、環境への負荷を抑えた環境親和型の方法で、希土類元素を高い回収率で回収するだけでなく、**鉄分を銑鉄(有価物)として再利用することができる炭素熱還元法**を世界で初めて開発
- 2015年、NdFeB焼結磁石の生産過程で発生する加工くず(スラッジ)から、希土類元素と鉄を回収できる**炭素熱還元法**を用いた国内でのサプライチェーンを構築し、**リサイクルを量産規模で開始**
- 従来の湿式法では、多量に、酸、アルカリを使用する上に廃水が生じるなど、環境への負荷の懸念があった
- 量産規模でも**湿式法よりも回収率が高く、鉄分も銑鉄として利用できる品質**
- 今後は市中の廃磁石も含めリサイクルの拡大を目指す

TDK：個票



TDKの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	TDK／日本	<ul style="list-style-type: none">NEOREC($Nd_2Fe_{14}B$磁石)ロ～ハイエンドまでの多用途希土類磁石
会社URL	https://www.tdk.com/ja//index.html	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">自動車、風力発電、エレベータ、家電など
設立	1935年	
事業内容	受動部品、センサ応用製品、磁気応用製品、エナジー応用製品、その他	
売上	1,902,124(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	8.8%(2022/03期)	トピックス※2 <ul style="list-style-type: none">重希土類(Dy, Tb)を使用しないネオジム磁石、及びランタン・コバルトを使用しないフェライト磁石の開発に成功プロテリアルとのネオジム磁石ライセンス契約
EBITDA	343,806(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://product.tdk.com/ja/products/magnet/technote.html>

※2 <https://product.tdk.com/ja/products/magnet/renaissance/index.html>



TDKのトピックス

NEOREC(NdFeB磁石)^{※1}

- 世界最高レベルの残留磁束密度と保磁力、(BH)_{max}を達成
- 豊富なラインナップによりマグネット応用機器の飛躍的な小型・薄型化、ハイパワー化が可能
- 現在、最大エネルギー出力406 KJ/m³(51MGOe)に達する
- 表面処理については、洗浄性、耐湿性、耐塩性、耐擦傷性、耐熱性、電気絶縁性、接着性、寸法精度、コスト優位性など、優れた環境性能と機能性を実現

最近の動向

- 2018年2月
 - 昭和電工のネオジム磁石合金研究開発事業部門がTDKに移管
 - 両社は、革新的で高性能かつ高品質なネオジム磁石の開発を加速させ、市場の需要拡大に対応したより効果的な生産体制を構築することで合意

レアアースフリー開発^{※2}

- Dyフリー・ネオジム磁石、La-Coフリー・フェライト磁石の量産化
 - HAL工法と名付けられた独自技術(Dyを均一に拡散)により、Dyを大幅削減しながら保磁力を向上させる技術を確立
 - さらに、Dyを全く使用しない磁石の開発も進め、量産化技術の確立がされている
 - 今後はHDDなど家電機器のみならず、EVやHEVにも使用可能な保磁力を高めた製品の開発を進める

※1 <https://product.tdk.com/ja/products/magnet/magnet/neodymium/index.html>

※2 <https://www.tdk.com/ja/tech-mag/hatena/078>

信越化学工業：個票



信越化学工業の概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	信越化学工業	<ul style="list-style-type: none">信越Nd磁石Nシリーズ($Nd_2Fe_{14}B$)信越Sm磁石Rシリーズ(SmCo)ロ～ハイエンドまでの多用途希土類磁石
会社URL	https://www.shinetsu.co.jp/jp/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">自動車、産業用モータ、家電用モータ、磁気回路など
設立	1926年	
事業内容	生活環境基盤材料、電子材料、機能材料の製造、販売 加工・商事・技術サービス	トピックス※2 <ul style="list-style-type: none">プロテリアルとのネオジム磁石ライセンス契約締結
売上	2,074,428(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	32.6%(2022/03期)	
EBITDA	845,110(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.shinetsu-rare-earth-magnet.jp/products/index.html>

※2 <https://www.hitachi-metals.co.jp/pdf/pi20131202c.pdf>

信越化学工業：個票



信越化学工業のトピックス

信越Nd磁石Nシリーズ(Nd₂Fe₁₄B)^{※1}

- Ndは卓越した磁気特性と希土類元素の中では比較的資源が豊富であることから高性能と低コストを実現
- 弱点とされる耐食性は用途に応じた表面処理により払拭されている
 - 同社の表面処理には、**電気ニッケルメッキ法**が用いられる
 - ✓ 現在世界で標準的な表面処理の方法
 - ✓ 同社は初期から開発を進め、世界で最も早くその実用化に成功
 - ✓ 耐食性、衝撃性、発塵性、寸法精度、コストなどの点で優れる
 - その他、無電解ニッケルメッキ、吹付塗装、電着塗装などの表面処理も用途に応じて行う

信越Sm磁石Rシリーズ(SmCo)^{※1}

- Nd磁石と比べて温度特性が良好であることから、高温で逆磁界にさらされるような厳しい環境でも優れた磁気特性を発揮
- 同社は**他社に先駆けてSmCo磁石の量産化に成功し、さらに合金組成や製造工程を改良し続けた結果、Nd磁石に匹敵する高エネルギー積を有する「R33Hグレード」**の開発に成功
- 宇宙などの過酷な環境下に適した新材料として近年注目を集める

※1 <https://www.shinetsu-rare-earth-magnet.jp/products/index.html>

大同特殊鋼：個票



大同特殊鋼の概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	大同特殊鋼／日本	<ul style="list-style-type: none">製品名：Neoquench-DR(熱間加工ラジアル異方性リング磁石) ➤ 用途：電動パワーステアリング[EPS]用モータ
会社URL	https://www.daido.co.jp/	
設立	1950年	
事業内容	特殊鋼鋼材、機能材料・磁性材料、自動車部品・産業機械部品、エンジニアリング、流通・サービス	<h3>トピックス</h3> <ul style="list-style-type: none">希土類磁性材料は、100%出資子会社のダイドー電子が開発及び製造を行う電磁材料研究を積極的に進めている (熱間加工希土類異方性リング磁石、熱間加工希土類異方性板磁石、次世代高性能磁石材料)2014年3月 物質・材料研究機構とDyフリー高性能磁石を開発2016年7月 Hondaの小型ハイブリット車用駆動モータにTb, Dy完全フリー磁石を搭載2018年12月 Hondaの中型ハイブリット車用駆動モータにTb, Dy完全フリー磁石を搭載
売上	529,667(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	7.0%(2022/03期)	
EBITDA	63,779(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.daido.co.jp/technology/activity/ele/index.html>

大同特殊鋼：個票



大同特殊鋼のトピックス

Neoquench-DR(Nd磁石)^{※1}

- 超急冷によってナノ結晶化した薄片をホットプレスでバルク化し、熱間押出し成形したネオジム系磁石
- 同社独自の製造プロセスにより、省重希土類元素かつ高耐熱性を有する磁石の生産が可能となった
- この磁石により、モータの小型化、スムーズな始動、スムーズな回転を実現

Dyフリー高性能磁石開発^{※2}

- 従来の20分の1程度の微細な結晶からなる磁石に、ネオジムと銅の合金を体積が膨らまないようにして浸透
- 開発した磁石はセ氏200度以上の高温では、Dyを含む磁石より優れた性能を保持

Hondaの小型ハイブリット車用駆動モータにTb, Dy完全フリー磁石を搭載^{※3}

- 2016年秋発売の新型「FREED」のハイブリッド車用駆動モータに重希土類(Tb, Dy)完全フリー熱間加工ネオジム磁石を世界で初めて実用化
- 同社はNd磁石を一般的な焼結工法とは異なる熱間加工法により量産しており、ナノレベルの結晶粒を高度に配向させることができた技術で、一般的な焼結磁石の10分の1程度の微細な結晶粒組織を得ることで、より耐熱性が高い磁石を製造可能にする
- Hondaはこの磁石に対応した新しい形状を設計し、ローター形状を見直し、磁石にかかる磁束の流れを最適化することで、重希土類完全フリー磁石の採用を可能にした

Hondaの中型ハイブリット車用駆動モータにTb, Dy完全フリー磁石を搭載^{※4}

- 2018年秋発売の新型「INSIGHT」の2モータハイブリッドシステム「SPORT HYBRID(スポーツハイブリッド) i-MMD」に重希土類完全フリー熱間加工ネオジム磁石が採用
- 2016年では小型モータだったが、2018年には中型モータにも採用
- 課題となる耐熱性は、熱間加工法により磁石の耐熱性を高めると共に、磁石形状の適正化を始めとするモータ磁気回路の新規開発、また、モータ内で磁石を積極的に冷却する軸芯冷却構造の採用などにより達成
- Hondaにより開発された軸芯冷却構造は、ローターの回転中心であるシャフト内に冷媒であるATFを供給し、遠心力をを利用してローターを直接冷却する方式で、ステーター上部からATFを滴下する従来方式と合わせて採用することで、冷却性能が向上

※1 <https://www.daido.co.jp/technology/activity/ele/index.html>

※2 https://www.nikkei.com/article/DGXNASDZ260CK_W4A320C1TJ1000/

※3 <https://www.honda.co.jp/news/2016/4160712.html>

※4 https://www.daido.co.jp/about/release/2018/1226_neodymium.html

デンソー：個票



デンソーの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	デンソー	<ul style="list-style-type: none">HV車、EV車の駆動・電源システムガソリン・ディーゼルエンジンマネジメントシステム自動車・バス用エアコンシステム車載用冷凍機車載用/非車載用センシングシステム
会社URL	https://www.denso.com/jp/ja/	など
設立	1949年	トピックス※2
事業内容	自動車部品、半導体、量子コンピュータリングなどの製造、販売	<ul style="list-style-type: none">レアアースフリーのモータ用磁石開発中<ul style="list-style-type: none">2021年11月 メディア向けに発表1991年に設立された先端技術研究所の取組み鉄とニッケルを原料同社の開発技術により、原子レベルで配列を規則化する超格子構造によって耐熱性や耐環境性が優れる5～10年以内の製品化を目指す磁石としての性能の検証を進めるとともに、製造プロセスの確立に取り組む
売上	5,515,512(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	6.2%(2022/03期)	
EBITDA	687,705(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.denso.com/jp/ja/about-us/corporate-info/profile/>

※2 https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2111/22/news049_2.html

<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/24/24-doc-13-paper-08.pdf>

<https://www.chunichi.co.jp/article/394595>

日本電産：個票



日本電産の概要

基礎情報

企業名	日本電産／日本
会社URL	https://www.nidec.com/jp/
設立	1973年
事業内容	精密小型モータ、車載及び家電・商業・産業用モータ、機器装置、電子・光学部品、その他の開発・製造・販売
売上	1,918,174(百万円)(2022/03期)
営業利益率	8.9%(2022/03期)
EBITDA	258,766(百万円)(2022/03期)

対象商品※1

- ・ ブラシレスDCモータ
- ・ 誘導モータ
- ・ ポンプ用モータ
- ・ サーボモータ
- ・ ステッピングモータ
- ・ 中高電圧モータ
- ・ モータ関連商品 など

トピックス※2

- ・ 2013年 **レアアースを使わない次世代モータ「SRモータ」**を量産開始
- ・ 2021年12月 同社自動車事業部は**JL MAG(中国)と希土類永久磁石材料の供給契約を締結**
- ・ 2022年9月 EV用トラクションモータシステム「E-Axle」の第2世代量産開始
- ・ 2022年11月 「E-Axle」の新工場をメキシコに建設する方針を発表
- ・ 2023年4月1日 ニデック株式会社に社名を変更予定

※1 <https://www.nidec.com/jp/product/>

※2

<https://www.yicaiglobal.com/news/china-jl-mag-sinks-on-rare-earth-magnet-supply-deal-with-nidec-go-ahead-for-hk-listing>

https://www.nidec.com/-/media/www-nidec-com/product/news/2022/1024-06/221024-06.pdf?rev=f5fb9ad821a242a2a9cd6def5d2e7ec5&sc_lang=ja-JP

日本電産：個票



日本電産のトピックス

SRモータ※1

- 回転子にマグネットや巻き線を使わないモータ
- 永久磁石を使用しない**
- 高温磁石がないため、高温使用、高速回転、耐環境性、起動トルク、低出力可変範囲などのアドバンテージがある
- 同社は独自の駆動制御技術で、弱点である騒音・振動を低減する

「E-Axle」の新工場のメキシコ建設計画

- 2024年3月期に着工予定
- 投資額は1000億円規模になる見通し
- 同社は現在、中国と欧州で生産をしているが、北米にも拠点を構えることで、さらなる供給体制の強化を図る

EV用トラクションモータシステム「E-Axle」の第2世代量産開始※2

- 2019年に第1世代の量産を世界で初めて開始
- 2022年9月時点で13車種に搭載、52万台以上を生産
- 第2世代の特徴
 - さらなる磁気回路の小型化、インバータの小型化をおこない、重量19%減、トルク・出力密度を20%向上
 - 新開発の2Wayオイル循環方式による冷却能力の向上により、**Dy、Tb等の重希土類を大幅に削減した磁石を採用**
順次重希土類フリー磁石への切り替えを進める
 - 部品配置の最適化や新設計のギア採用等により、元々静音性に優れていた前モデル、前々モデルからモータノイズを6～8dB低減
- 同社は2030年までにEV用駆動モータ市場で世界シェア40～45%獲得を目指しており、このモータはその牽引役として期待される

※1 <https://www.nidec.com/jp/product/search/category/B101/M102/S100/NCJ-Z2019/>

※2 https://www.nidec.com/-/media/www-nidec-com/product/news/2022/1024-06/221024-06.pdf?rev=f5fb9ad821a242a2a9cd6def5d2e7ec5&sc_lang=ja-JP

マブチモーター：個票



マブチモーターの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	マブチモーター／日本	<ul style="list-style-type: none">・ ブラシレスモータ・ 高トルク小型軽量モータ
会社URL	https://www.mabuchi-motor.co.jp/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">・ 自動車電装分野、移動体分野(ABV、ロボット等)、精密・事務分野、家電・工具分野、医療分野
設立	1954年	
事業内容	小型直流モータをはじめとした、小型モータの製造、販売	
売上	1,918,174(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	8.9%(2022/03期)	トピックス <ul style="list-style-type: none">・ 小型直流モーターに特化したメーカーとして発展・ 2012年から、モーターにおけるニアアース使用量の低減およびモーターの小型・軽量化に取り組む
EBITDA	258,766(百万円)(2022/03期)	

※1

<https://www.mabuchi-motor.co.jp/>

<https://www.mabuchi-motor.co.jp/product/knowledge/classification/customized.html>

※2

<https://www.mabuchi-motor.co.jp/csr/pdf/env2012.pdf>

ミネベアミツミ：個票



ミネベアミツミの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	ミネベアミツミ／日本	<ul style="list-style-type: none">・ ブラシ付モータ・ ブラシレスモータ・ ステッピングモータ・ ACファンモータ・ DCファンモータ・ 車載ファンモータ など
会社URL	https://www.minebeamitsumi.com/	トピックス※2
設立	1951年	<ul style="list-style-type: none">・ 2017年にミネベアとミツミ電機が経営統合・ ミニチュア・小径ボールベアリング、航空機用ベアリング、HDD向け軸受部品、スマホ向けリチウムイオン電池用保護IC等で世界トップシェア・ MEMS技術や無線通信技術に強みがある・ アジアを中心に欧米にも海外拠点をもつ・ 電気・電子廃棄物の資源リサイクルに取り組む
事業内容	機械加工品、電子機器の製造、販売	
売上	1,124,140(百万円)(2022/03期)	
営業利益率	8.2%(2022/03期)	
EBITDA	137,367(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.minebeamitsumi.com/product/>

※2 <https://www.minebeamitsumi.com/csr/environmental/resource/2021/>

ミツバ：個票



ミツバの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	ミツバ／日本	<ul style="list-style-type: none">・ ブラシ付モータ・ ブラシレスモータ
会社URL	https://www.mitsuba.co.jp/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">・ 自動車、バイク、小型モビリティ
設立	1946年	
事業内容	自動車用を中心とした電装品の製造、販売	
売上	286,482(百万円)(2022/03期)	トピックス※2 <ul style="list-style-type: none">・ ワイパーモータ、パワーウィンドウモータを始めとするボディ系システムが約8割、二輪用も展開・ ホンダグループ向けが約半分、その他日産グループ向けもある・ 2012年からモータ用の高性能磁石で使用するレアアースの削減に取り組む<ul style="list-style-type: none">➤ Dyを削減するためモータ内部の発熱を抑える構造に切り替える・ 2013年からレアアースを含む永久磁石を使わず、電磁石で動く「SRモータ」も本格的に導入
営業利益率	2.5%(2022/03期)	
EBITDA	23,691(百万円)(2022/03期)	

※1 <https://www.mitsuba.co.jp/jp/products/index.html>

※2 https://www.nikkei.com/article/DGXNASFB21043_R20C12A2L60000/

安川電機：個票



安川電機の概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	安川電機／日本	<ul style="list-style-type: none">ACサーボモータ<ul style="list-style-type: none">用途：データセンター、スマートフォン/パソコン、ディスプレイ、自動車/自動運転など
会社URL	https://www.yaskawa.co.jp/	<ul style="list-style-type: none">インバータ<ul style="list-style-type: none">用途：エレベーター、エスカレーター、空調ファンなど
設立	1915年	<ul style="list-style-type: none">産業用ロボット<ul style="list-style-type: none">用途：物流、自動車・自動車部品、電気・電子機器など
事業内容	モーションコントロール、ロボット、システムエンジニアリングの3つの事業で電子機器の製造、販売	トピックス※2
売上	479,082(百万円)(2022/02期)	<ul style="list-style-type: none">2013年 脱ネオジム磁石を実現したEV駆動用モータを開発<ul style="list-style-type: none">ネオジム磁石を使用せず、フェライト磁石を用いたIPM構造として、磁石・コアの形状や配置を最適化ステータの占積率を約30%向上するとともに製造の自動化が容易な構成とした同社独自の巻線切替モータを適用することにより、高効率特性を併せ持つモータドライブを実現
営業利益率	11.0%(2022/02期)	
EBITDA	70,416(百万円)(2022/02期)	

※1 <https://www.e-mechatronics.com/>

※2 <https://www.yaskawa.co.jp/newsrelease/product/6079>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

中国企業について、以下15社の情報を後述する



素材製造(計4社)

No.	企業名	設立年
1	China Northern Rare Earth Group High-Tech	1997
2	China Rare Earth Group Co Ltd	2021
3	Xiamen Tungsten Co Ltd	1997
4	Guangdong Rare Earth Industry Group	2014

製品製造(磁石8社 + モータ4社)(計11社)

No.	企業名	設立年
1	Beijing Zhongke Sanhuan High-tech	1999
2	Ningbo Yunsheng	1994
3	Yantai Zhenghai Magnetic Material	2009
4	Innuovo Technology	1997
5	Yantai Shougang Magnetic Materials INC	2000
6	JL Mag Rare-Earth	2008
7	Advanced Technology & Materials	1998
8	Hengdian Group Dmegr Magnetics Co Ltd	1980
9	Wolong Electric Group Co Ltd	1984
10	Shenzhen Inovance Technology Co Ltd	2003
11	Jinlong Machinery & Electronic Co Ltd	1986

3. サプライチェーン

- 3-1. 各国サプライチェーンのサマリー
- 3-2. 鉱山の稼働・開発状況
- 3-3. 日本の主要プレーヤー
- 3-4. 中国の主要プレーヤー（素材製造/製品製造）
- 3-5. アメリカの主要プレーヤー
- 3-6. カナダの主要プレーヤー
- 3-7. 欧州の主要プレーヤー
 - 3-7-1. イギリス
 - 3-7-2. ドイツ
 - 3-7-3. フランス
 - 3-7-4. その他
- 3-8. 豪州の主要プレーヤー
- 3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

China Northern Rare Earth Group High-Tech : 個票



China Northern Rare Earth Group High-Techの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	China Northern Rare Earth Group High-Tech (中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司)／中国	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.reht.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1997年	<ul style="list-style-type: none">2019年6月段階							
事業内容	レアアース鉱物の採掘、分離、精製、販売	<ul style="list-style-type: none">➤ 製鍊分離生産能力は80,000トン/年➤ 希土類金属生産能力は10,000トン/年➤ 希土類原料の生産能力は世界第1位➤ 磁性材料合金は 30,000 トン/年、世界第1位➤ 研磨材料の生産能力は 14,000 トン/年➤ 水素吸蔵合金は 3,000 トン/年➤ 発光材料は 1,000 トン/年							
売上	30,408(百万中国元) (2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">2022年第1回採掘割当量							
営業利益率	23.1%(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">➤ 軽希土 60,210トン							
EBITDA	7,558(百万中国元) (2021/12期)	<h3>トピックス</h3> <ul style="list-style-type: none">内モンゴル自治区に本拠を置き、複数のレアアース鉱山を開発							

※1 https://www.reht.com/h-nd-104.html#_jcp=1&_np=107_0
<https://www.reht.com/h-nd-1634.html?fromMid=3&groupId=2>
<https://www.reht.com/h-nd-1581.html?fromMid=3&groupId=33>

China Northern Rare Earth Group High-Tech：個票



China Northern Rare Earth Group High-Tech のトピックス

世界最大規模のレアアース磁性材料合金工場建設^{※1}

- 2021年12月現地報道
- 奉下の磁性材料企業以下4社を統合し、内蒙古北方稀土磁性材料有限責任公司(以下、北方稀土磁材公司)を設立
 - 内蒙古包鋼希土磁性材料有限責任公司
 - 寧波包鋼展昊新材料有限公司
 - 北京三吉利新材料公司
 - 安徽包鋼希土永磁合金製造有限責任公司
- 北方稀土磁材公司の設立は、北方稀土の業界統合と発展のための戦略的配置
- 設立の目的
 - 磁性材料事業のさらなる精鋭化
 - レアアース製品の現地転化率の向上に伴う、競争力、市場シェアの向上強化
- 北方稀土磁材公司は生産能力の最適化に努め、高性能ネオジム鉄ボロン合金の生産能力に関し、以下の目標を掲げる
 - 2022年末まで：約80,000t
 - 第14次5か年計画（2021～2025年）終了まで：約150,000t

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230106/174764/

China Rare Earth Group：個票



China Rare Earth Groupの概要

基礎情報

企業名	China Rare Earth Group(中国稀土集団有限公司) ／中国
会社URL	N/A
設立	2021年合併により誕生
事業内容	中国南部の中・重希土類の採掘、分離、精錬
売上	N/A
営業利益率	N/A

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 対象元素詳細不明
- 2022年第1回採掘割当量
 - 軽希土 29,100トン
 - 中・重希土 7,806トン

トピックス※2

- China Minmetals Rare Earth(中国五鉱集団有限公司)、Aluminium Corporation of China(中国アルミ業集団有限公司)、Ganzhou Rare Earth Group(贛州レアアース集団有限公司)の合併により誕生
- 資源配分の改善、環境に優しい開発、中国南部の鉱山開発の促進を目的とする
- 生産量は中国第2位
- 2022年11月30日 湘南省人民政府と戦略的協力協定に調印

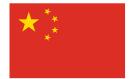
※1 <https://www.globaltimes.cn/page/202112/1243263.shtml>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221207/171962/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220112/165042/

China Rare Earth Group：個票



China Rare Earth Groupのトピックス

企業の統合により2021年12月発足^{※1}

- ・ 中国アルミ業集団有限公司、中国五鉱集団有限公司、贛州レアアース集団有限公司が統合
- ・ 中国鋼研科学技術集団有限公司、有研科学技術集団有限公司等2社の希土類科学技術開発企業も参入
- ・ 株式権益構成
 - 国務院国有資産監督管理委員会31.21%
 - 中国アルミ集団有限公司 20.33%
 - 中国五鉱股份有限公司 20.33%
 - 贛州希土集団有限公司 20.33%
 - 中国鋼研科学技術集団有限公司 3.9%
 - 有研科学技術集団有限公司 3.9%

湘南省人民政府と戦略的協力協定に調印^{※2}

- ・ 2022年11月30日調印
- ・ 協定に基づき、以下の内容を実施予定
 - 同社を主体に、分離やリサイクル含む、湖南省内のレアアース産業の統合の加速
 - イオン型レアアース鉱山権の配置の推進
 - 湖南省のイオン型レアアースとモナザイトの総合利用を特色とするレアアース資源供給体系の構築
 - 採集・選別・冶金・応用が一体となった湖南レアアース新材料産業団地及びその付帯プロジェクトの建設の実施

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220112/165042/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230106/174764/

Xiamen Tungsten Co Ltd : 個票



Xiamen Tungsten Co Ltdの概要

基礎情報

企業名	Xiamen Tungsten Co Ltd (廈門タングステン業股份有限公司)／中国
会社URL	http://www.cxtc.com/
設立	1997年
事業内容	レアアースの精錬、加工、開発
売上	31,852(百万中国元) (2021/12期)
営業利益率	7.6%(2021/12期)
EBITDA	3,341(百万中国元) (2021/12期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 2022年第3四半期 販売量
- 磁性材料4,227トン
- 2022年第1回採掘割当量
➢ 中・重希土 2,064トン

トピックス

- 福建省にレアアース鉱山を有する

※1 http://www.cxtc.com/Group_info.aspx?Id=5637362609

Guangdong Rare Earth Industry Group：個票



Guangdong Rare Earth Industry Groupの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力							
企業名	Guangdong Rare Earth Industry Group (広東省稀土産業集団有限公司)／中国								
会社URL	http://gdre.cn								
設立	2014年								
事業内容	レアアースの採掘、分離、精錬、加工								
売上	185(百万中国元) (2018/12期)								
営業利益率	9.2%(2018/12期)								

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 対象元素詳細不明
- 2022年第1回採掘割当量
➤ 中・重希土 1,620トン

トピックス

- 広東省にレアアース鉱山を有する

※1 <http://gdre.cn/epNewsMoreAction!queryNewsSegments.action?num=3&productClassId=2>

3. サプライチェーン

- 3-1. 各国サプライチェーンのサマリー
- 3-2. 鉱山の稼働・開発状況
- 3-3. 日本の主要プレーヤー
- 3-4. 中国の主要プレーヤー（素材製造/製品製造）
- 3-5. アメリカの主要プレーヤー
- 3-6. カナダの主要プレーヤー
- 3-7. 欧州の主要プレーヤー
 - 3-7-1. イギリス
 - 3-7-2. ドイツ
 - 3-7-3. フランス
 - 3-7-4. その他
- 3-8. 豪州の主要プレーヤー
- 3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Beijing Zhongke San Huan High-tech：個票



Beijing Zhongke San Huan High-techの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Beijing Zhongke San Huan High-tech (北京中科三环高技术)／中国	<ul style="list-style-type: none">• $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$焼結、及びボンド磁石の研究開発、生産、販売• ハイエンド希土類磁石材料生産拡大に注力• 用途：コンピュータ、家電、風力発電、通信、医療機器、自動車分野など
会社URL	http://www.san-huan.com.cn/	
設立	1999年	
事業内容	磁性材料およびその応用デバイスの研究、開発、製造、販売	<p>トピックス※2</p> <ul style="list-style-type: none">• 生産量・売上ともに中国内最大• 原料採掘(川上)から製品化(川下)まで幅広く投資・展開• プロテリアルとのネオジム磁石ライセンス契約• 2016年 プロテリアルと提携し、ハイブリット車モータ用磁石の製販を展開するHitachi Metal San Huan Magnetic Products(Nantong)を設立
売上	7,146(百万中国元)(2021/12期)	
営業利益率	9.2%(2021/12期)	
EBITDA	820(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <http://www.san-huan.com.cn/Product>

※2 <https://www.proterial.com/e/ir/ir-news/20160902en.pdf>

Beijing Zhongke San Huan High-tech：個票



Beijing Zhongke Sanhuan High-techのトピックス

ハイエンド希土類磁石材料生産拡大^{※1}

- 2020年に浙江省寧波市と天津市の生産拠点へ投資し、NdFeB焼結磁石の増産を目指す
- 2021年1月にChina Southern Rare Earth Groupと共同でZhongke San Huan (Ganzhou) New Materialを設立
➤China Southern Rare Earth Groupの企業改変後の動向は不明

※1

<https://news.metal.com/newscontent/101194956/zhongke-sanhuan-takes-a-stake-in-southern-rare-earth-to-set-up-a-joint-venture-company-to-produce-high-performance-rare-earth-permanent-magnet-products>

Ningbo Yunsheng : 個票



Ningbo Yunshengの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Ningbo Yunsheng (宁波韵升)／中国	<ul style="list-style-type: none">• NdFeB焼結磁石• NdFeBボンド磁石
会社URL	http://www.yunsheng.com/	
設立	1994年	
事業内容	ネオジム磁石製品およびサーボモータの研究開発、生産、販売	<h3>トピックス</h3> <ul style="list-style-type: none">• 欧米市場で販売事業を展開 ➤ 2020年Nd磁石製品の販売量：4,484トン• プロテリアルとのネオジム磁石ライセンス契約• EV車用ネオジム磁石の取り組みを拡大中
売上	3,754(百万中国元)(2021/12期)	
営業利益率	12.5%(2021/12期)	
EBITDA	709(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <http://www.yunsheng.com/>

Yantai Zhenghai Magnetic Material : 個票



Yantai Zhenghai Magnetic Materialの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Yantai Zhenghai Magnetic Material (烟台正海磁性材料) ／中国	<ul style="list-style-type: none">ハイエンドな希土類永久磁石材料を展開EV車のモータードライブシステム研究・製造・販売
会社URL	http://www.zhmag.com/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">自動車、家電製品、風力発電などの応用分野
設立	2009年	
事業内容	希土類永久磁石材料と新エネルギー車のモータードライブシステムの研究開発・製造・販売事業	
売上	3,370(百万中国元)(2021/12期)	
営業利益率	9.2%(2021/12期)	
EBITDA	368(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <http://www.zhmag.com/>

Yantai Zhenghai Magnetic Material : 個票



Yantai Zhenghai Magnetic Materialのトピックス

3つのコア技術^{※1}

- 2000年代 ZHOFP(無酸素プロセス)
 - 嫌気性プロセス理論を開拓し、高酸素の時代から低酸素まで業界をリードし、その後の技術発展の礎を築く
- 2010年代 TOPS技術(Tech. of Optimizing Particle Size)(微粒子化技術)
 - 粒子のサイズを小さくし、磁石の内部欠陥を減らすことで保磁力を高め、重希土類の削減、ゼロを目指す
- 2010年代 THERD技術(Tech. of Heavy Rare Earth Diffusion)(重希土類拡散技術)
 - 重希土類を結晶間相に拡散させることにより、少量の重希土を使用して高い保磁力と高い動作温度を実現する

5つの特徴^{※1}

- 低重希土類
 - TOPS技術及びTHERD技術により、重希土類を削減
- 低重量損失
 - 一般的な磁石と比較して、磁石の重量損失を抑えられる
- 高い一貫性
 - 磁石のバッチ内の均一性とバッチ内の連続性は品質を高めている
- 高い作業温度
 - 一般的な磁石と比較して高い温度での安定性を実現
- メッキへの高い信頼
 - 優れた密着性、親和性、耐食性によりコーティングへの高い信頼を実現

※1 <http://www.zhmag.com/>

Innuovo Technology：個票



Innuovo Technologyの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Innuovo Technology(英洛华)／中国	<ul style="list-style-type: none">NdFeB焼結磁石NdFeBボンド磁石NdFeB射出性磁石
会社URL	http://www.magnet-innuovo.com/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">ローからハイエンドまで幅広く製品提供
設立	1997年	
事業内容	NdFeB磁石の研究開発、生産、販売	
売上	3,760(百万中国元)(2021/12期)	トピックス※2
営業利益率	3.2%(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">研究開発事業に焦点を置き、大学および外部研究機関との連携
EBITDA	261(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <http://www.magnet-innuovo.com/product/>

※2 <http://www.magnet-innuovo.com/competition/ji-shu-yan-fa.htm>

Innuovo Technology：個票



Innuovo Technologyのトピックス

研究開発事業における大学・外部機関との連携^{※1}

- 研究環境の充実
 - 材料・加工・電気メッキの全研究の開発ラインを持つ
 - 専用の研究開発設備に50億以上を投資
 - 走査型電子顕微鏡、高温・低温湿度室などの高度な検出装置あり
- 大学との連携
 - 寧波物質技術研究院と「高性能NdFeB永久磁石材料工学センター」を設立
 - 鉄鋼研究院と「レアアース永久磁石材料工学技術センター」を設立
 - 「省企業研究所」という名称の「金華市アカデミシャンワークステーション」を設立
- 国や地方自治体とのプロジェクト
 - 2017年度の浙江省「高性能低成本高豊度希土類永久磁石材料研究開発」プロジェクトなどに参加
 - 「高強度合金製造技術(NdFeB粒界構造と低成本高性能磁石製造キー技術)」が国家発明賞第2位(一度削除)を受賞
 - N38EH NdFeB磁石、N45SH高保磁力NdFeB希土類永久磁石など6製品が国家基幹新製品に認定

※1 <http://www.magnet-innuovo.com/competition/ji-shu-yan-fa.htm>

Yantai Dongxing Magnetic Materials INC：個票



Yantai Dongxing Magnetic Materials INCの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Yantai Dongxing Magnetic Materials INC／中国 (旧: Yantai Shougang Magnetic Materials INC)	<ul style="list-style-type: none">NdFeB焼結磁石
会社URL	http://ja.ysm.com.cn/	<ul style="list-style-type: none">■ 用途永久磁石風力発電機、エアコン圧縮電機、自動車EPSモーター、携帯電話部品など <p>➤ 特に風力発電用の永久電機用磁石を主要目標に据える</p>
設立	2000年	
事業内容	ネオジム磁石の開発、製造、販売	
売上	N/A	
営業利益率	N/A	
EBITDA	N/A	

※1 <http://ja.ysm.com.cn/>

※2 <https://www.ysm-magnet.com/>

JL Mag Rare-Earth : 個票



JL Mag Rare-Earthの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	JL Mag Rare-Earth (江西金力永磁科技)／中国	<ul style="list-style-type: none">高機能NdFeB焼結、及びボンド磁石の研究開発、生産、販売
会社URL	https://www.jlmag.com.cn/	<ul style="list-style-type: none">■ 用途EV、自動車部品、風力発電機、省エネ可変周波数空調など
設立	2008年	
事業内容	高機能NdFeB焼結、及びボンド磁石の研究開発、生産、販売	<ul style="list-style-type: none">トピックス※2
売上	4,080(百万中国元)(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">高機能NdFeB磁石の2020年年間生産量は世界一(シェア14.5%)Grain Boundary Diffusion Technology(粒界拡散技術)は世界一の規模(シェア21.3%)2022年9月 メキシコにおける廃棄物NdFeB磁石総合利用事業の開始を発表<ul style="list-style-type: none">メキシコに新会社を設立リサイクル処理設備及び磁性材料製造設備等を建設予定廃棄物NdFeB磁石を5,000t/年を活用し、高級磁性材料製品3,000t/年の生産能力を開発する見通しリサイクル産業システムを構築し、再生可能資源の加工・利用を推進する工期は3年の予定
営業利益率	14.0%(2021/12期)	
EBITDA	659(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <https://www.jlmag.com.cn/>

※2 <https://www.jlmag.eu/what-we-do/>

<https://www1.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2022/0913/2022091300157.pdf>

<https://www.yicaglobal.com/news/china-jl-mag-to-build-usd100-million-rare-earth-magnet-recycling-facility-in-mexico>

Advanced Technology & Materials : 個票



Advanced Technology & Materialsの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Advanced Technology & Materials (安泰科技)／中国	<ul style="list-style-type: none">NdFeB焼結、及びボンド磁石の研究開発、生産、販売
会社URL	http://www.atmcn.com/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">ローからハイエンドまで幅広く製品提供
設立	1998年	
事業内容	幅広い金属製品の研究開発、生産、加工	
売上	6,272(百万中国元)(2021/12期)	
営業利益率	4.9%(2021/12期)	
EBITDA	603(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <https://www.antai-emarketing.com/category/rare-earth-permanent-magnets/>

Hengdian Group Dmegt Magnetics Co Ltd : 個票



Hengdian Group Dmegt Magnetics Co Ltdの概要

基礎情報

企業名	Hengdian Group Dmegt Magnetics Co Ltd／中国
会社URL	http://www.chinadmegc.com/
設立	1980年
事業内容	磁石製造
売上	12,607(百万中国元)(2021/12期)
営業利益率	8.1%(2021/12期)
EBITDA	1,623(百万中国元)(2021/12期)

対象商品※1

- ゴムNdFeB磁石
- 射出性NdFeB磁石(ボンド)

トピックス

- フェライト磁石製造が中心

※1 <http://www.chinadmegc.com/en/industry.php?3>

Wolong Electric Group Co Ltd : 個票



Wolong Electric Group Co Ltdの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Wolong Electric Group Co Ltd／中国	<ul style="list-style-type: none">・ 低圧モータ・ 高圧モータ・ ドライブ制御装置・ 家電製品用モータ・ 産業オートメーション装置・ EVモータ・ 発電機・ その他約3,000種類の製品ラインナップ
会社URL	http://www.wolong.com.cn	■ 用途：原子力発電、石油抽出・精製、環境工学、鉱業、造船、自動車などの業界で使用される
設立	1984年	
事業内容	モータと装置の製造、販売	
売上	13,999(百万中国元)(2021/12期)	トピックス
営業利益率	7.4%(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">・ 同社は中国の他、ベトナム、イギリス、ドイツ、メキシコなど、世界に39の製造工場と4つの技術研究開発センターを持つ
EBITDA	2,689(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <http://www.wolong.com.cn>

Shenzhen Inovance Technology Co Ltd : 個票



Shenzhen Inovance Technology Co Ltdの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Shenzhen Inovance Technology Co Ltd (深圳市汇川技术) ／中国	<ul style="list-style-type: none">サーボモータ駆動用モータ産業用ロボット電力駆動・動力牽引システムエレベータ用機器Eアクスル など
会社URL	http://www.inovance.cn	
設立	2003年	
事業内容	幅広い電子機器の製造、販売	<p>トピックス※2</p> <ul style="list-style-type: none">2022年 「Forbes 2022 Global 2000 Enterprises」にリスト化2022年3月 スウェーデンの総合機械メーカーSKFと戦略的協力協定を締結<ul style="list-style-type: none">両者は、サプライチェーン・サービス・システム、研究開発・デジタル化、インテリジェント・ステータス・モニタリング、新エネルギー車等の分野で全面的かつ綿密な協力をを行うまた、グリーン電力・ゼロカーボン、石油リサイクル・再利用、ベアリング・インテリジェント再製造等の脱炭素・ネット・ゼロの課題についても、集中的な協力・交流を行う
売上	17,943(百万中国元)(2021/12期)	
営業利益率	15.2%(2021/12期)	
EBITDA	4,036(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <https://www.inovance.com/hc/product?typeld=21>

※2 https://en.inovance-automotive.com/content/details10_422.html
<https://www.skf.com/jp/products/rolling-bearings>

Jinlong Machinery & Electronic Co Ltd : 個票



Jinlong Machinery & Electronic Co Ltdの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Jinlong Machinery & Electronic Co Ltd／中国	<ul style="list-style-type: none">・ ブラスモータ・ BLDCモーター・ ギアモータ・ LRAモーター・ ERMモーター など
会社URL	http://www.kotl.com.cn	
設立	1986年	
事業内容	携帯電話、高性能デバイス、ウェアラブル電子機器、ゲーム機、医療機器などに利用されるマイクロモータ、周辺機器の設計、製造、販売	トピックス※2
売上	1,888(百万中国元)(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">・ スマートフォン用マイクロモータの大手メーカー
営業利益率	-3.3%(2021/12期)	
EBITDA	-15(百万中国元)(2021/12期)	

※1 <https://www.kotl.com.cn/ProductInfoCategory?categoryId=712778&PageInfold=0>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

アメリカ企業について、以下21社の情報を後述する



素材製造(計11社)

No.	企業名	設立年
1	MP Materials	1952
2	USA Rare Earth	2019
3	Energy Fuels	1987
4	General Atomics	1955
5	Phoenix Tailings	2019
6	Lynas USA	2019
7	Ucore Rare Metals Inc	2006
8	Rare Element Resources Ltd	1999
9	Blue Line Corporation	2001
10	NioCorp Developments (カナダ)	1987
11	American Rare Earths (オーストラリア)	-

製品製造(磁石6社 + モータ4社)(計10社)

No.	企業名	設立年
1	Arnold Magnetic Technologies	1895
2	Electron Energy Corporation	1970
3	Thomas & Skinner	1901
4	Tridus Magnetics and Assemblies	1982
5	Hoosier Magnetics	1975
6	Bunting Magnetics	1959
7	Rockwell Automation Inc	1996
8	AMETEK Inc	1930
9	Regal Rexnord	1983
10	Altra Industrial Motion Corp	2004

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

MP Materials : 個票



MP Materialsの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1								
企業名	MP Materials／アメリカ	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu							
会社URL	https://www.mpmaterials.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu							
設立	1952年															
事業内容	レアアース鉱石の採掘と分離															
売上	332(百万米ドル)(2021/12期)															
営業利益率	50.4%(2021/12期)															
EBITDA	193(百万米ドル)															

※1 <https://mpmaterials.com/what-we-do/#our-facility>

※2

<https://mpmaterials.com/articles/mp-materials-awarded-department-of-defense-heavy-rare-earth-processing-contract/>

<https://mpmaterials.com/articles/mp-materials-begins-construction-on-texas-rare-earth-magnetics-factory-to-restore-full-us-supply-chain/>

<https://mpmaterials.com/articles/press-release-11182020/>

- NdFeB磁石の生産能力は約1,000t/年

トピックス※2

- 2017年 アメリカで唯一の希土類採掘、処理施設である **Mountain Pass**を操業開始
- 2020年11月 米国防総省より、軽希土の国内処理能力確立のため、960万ドルを獲得
- 2022年2月 米国防総省より、重希土の商業規模処理施設の建設支援に3500万ドルを獲得
- 2022年4月 GM(ゼネラルモータズ)とEV向けにレアアース合金と磁石の供給契約を締結
- 2022年春 テキサスにレアアース金属、合金、磁石製造施設を着工

MP Materials : 個票



MP Materialsのトピックス

Mountain Passの歴史と同社の設立経緯^{※1}

- 1952年 Mountain Passの生産開始
- 1960年～1990年頃 世界の主要なレアアース供給源として稼働
- 2015年 Mountain Passを所有していたMolycorpが破産申請
- 2017年 MP MaterialsがMountain Passを買収
 - 買収後、早急に操業を再開
- 2020年 38,500mt以上のレアアース精鉱を生産
(世界の消費量の15%以上に相当)

重希土の商業規模処理施設の建設計画^{※1}

- 2022年 米国防総省より建設支援に3500万ドルを獲得
- 施設における使用済み磁石やスクラップからリサイクルが可能
- 施設では、同社で抽出・選鉱された鉱物に加え、他からの資源や使用済み磁石等も受け入れる予定

軽希土類元素の国内処理能力の確立のための支援^{※2}

- 2020年11月 米国防総省より960万ドルを獲得
- 支援により、軽希土の処理能力が確立される見通し

※1

<https://mpmaterials.com/about/#history>

<https://www.reuters.com/article/us-mp-materials-ipo-idUSKCN24G1WT>

※2

<https://mpmaterials.com/articles/mp-materials-awarded-department-of-defense-heavy-rare-earth-processing-contract/>

※3

<https://mpmaterials.com/articles/press-release-11182020/>

MP Materials : 個票



MP Materialsのトピックス

GMとEV向けのレアアース合金と磁石の供給契約締結^{※1}

- 2022年4月締結
- 米国における、希土類磁石のサプライチェーン構築を支援する政策の一環として進められる
- 同社は、2023年後半から米国で調達および加工される希土類材料、合金、EV用磁石を段階的に提供する

住友商事とレアアースの日本向け独占販売店代理店契約締結^{※3}

- 2023年2月締結
- 日本におけるレアアース供給の多様化と強化に向けた合意になると発表

レアアース金属、合金、磁石製造施設を着工^{※2}

- 2022年4月プレスリリース
- テキサス州に建設
- アメリカのレアアースサプライチェーンの回復の始まりとなる、と同社は発表
- 2023年後期に生産開始予定

※1

<https://mpmaterials.com/articles/mp-materials-begins-construction-on-Texas-rare-earth-magnetics-factory-to-restore-full-us-supply-chain/>

※2

<https://communityimpact.com/dallas-fort-worth/keller-roanoke-northeast-fort-worth/development/2022/06/24/mp-materials-set-to-open-alliance-magnetics-facility/>

※3

<https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/topics/2023/group/20230222>

<https://mpmaterials.com/articles/mp-materials-and-sumitomo-corporation-strengthen-rare-earth-supply-in-japan/>

USA Rare Earth : 個票



USA Rare Earthの概要

基礎情報

企業名	USA Rare Earth／アメリカ
会社URL	https://www.usare.com/
設立	2019年
事業内容	希土類の採掘、分離

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- Fe, B

トピックス※2

- 中国から独立した鉱山から磁石への統合戦略の確立を目指す
- 2020年4月 Hitachi Metals America, Ltd. が以前所有していた NdFeB 磁石製造装置を購入
- 2020年7月 Geomega Resources社と磁石廃材提供に関する取引意向書締結
- 2020年11月 加Search Minerals社と技術協力契約を締結
- 2021年5月 米国テキサス州Round Top レアアース鉱山の権益 80%を取得

※1 <https://www.usare.com/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210525/155904/

<https://www.greencarcongress.com/2020/04/20200415-rareearth.html>

<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/07/2012663/0/en/USA-Rare-Earth-Acquires-U-S-Rare-Earth-Permanent-Magnet-Manufacturing-Capability.html>

<https://geomega.ca/2020-07-16-nr/>

USA Rare Earth : 個票



USA Rare Earthのトピックス

同社とRound Topの歴史※1

- 1970年 Round Topが地域の萤石探査プログラムの一環として発見
その後、探鉱は高品位ベリリウム鉱床に焦点を当て、大規模探査や試験採掘、実現可能性調査等が行われたが、頓挫
- 2011年11月
TMRC(Texas Mineral Resources社)がRound Top REEプロジェクトのPEAを開始
- 2013年11月 TMRCがPEA終了
(大規模な探査掘削と地質学的・冶金学的研究に基づく)
- 2018年11月
TMRCとUSA Rare EarthはRound Topプロジェクトの開発・資金提供契約を締結
同社はRound Topの鉱山権益の70%を取得
- 2019年12月
TMRCと同社はコロラド州Wheat Ridgeにレアアースとクリティカルミネラルのパイロット加工施設の立ち上げを発表
 - 2020年第一四半期稼働開始
 - 連続イオン交換/連続イオンクロマトグラフィー(CIX/CIC)処理技術を利用し、多金属鉱物からの、レアアース、Li、その他の金属や工業用鉱物の生産を実証

※1

<https://www.nsenergybusiness.com/projects/round-top-rare-earth-critical-minerals/#:~:text=The%20Round%20Top%20Mountain%20near%20Sierra%20Blanca%2C%20in,lithium%2C%20uranium%2C%20thorium%2C%20beryllium%2C%20gallium%2C%20hafnium%20and%20zirconium>
<https://www.reuters.com/article/us-arafura-deals-idUSKBN1YQ0O5>

USA Rare Earth : 個票



USA Rare Earthのトピックス

Hitachi Metals America, Ltd. が以前所有していたNdFeB磁石製造装置を購入^{※1}

- 2020年4月発表
- Hitachi Metals America, Ltd. が以前、ノースカロライナ州で所有および運営していたNdFeB磁石製造装置を購入
- 同社が購入した装置は、アメリカにおけるレアアース磁石生産を再確立するために十分であり、少なくとも2,000t/年の希土類磁石の生産が可能
 - アメリカのレアアース磁石市場の約17%にあたる
 - 年間1億4,000万ドル(2019年価格)の売上が見込まれる
- 工場の場所は、テキサス州のRound Top Projectへのアクセスが優先されて、決定がされる
- 採掘された鉱物からレアアース酸化物、さらに磁石へ変換するために、レアアース金属および合金メーカーと協力する見込み
- 2022年、約1億ドルの費用をかけ、オクラホマ州スタイルウォーターに金属と磁石の製造施設の建設を開始

Geomegaと磁石廃材提供に関する取引意向書締結^{※2}

- 2020年7月締結
- USA Rare EarthがNdFeB磁石を生産する際に発生する生産廃棄物(切りくずとスクラップ)を、最低5年間同社がリサイクルを実施可能になるように提供
- リサイクルされた酸化物は、USA Rare Earthの磁石工場の原料の一部となる

加Search Minerals社と技術協力契約を締結^{※1}

- 2020年11月締結
- Search Minerals社
 - 特許のDirect Extraction Process技術を保有
 - カナダ南東ラブラドルにあるCritical Rare Earth Element Districtの100%を所有

※1 <https://www.greencarcongress.com/2020/04/20200415-rareearth.html>

<https://www.usare.com/about>

※2 <https://geomega.ca/2020-07-16-nr/>

※3 <https://www.usare.com/post/search-minerals-and-usa-rare-earth-enter-into-technical-collaboration-framework-agreement>

Energy Fuels : 個票



Energy Fuelsの概要

基礎情報

企業名	Energy Fuels／アメリカ
会社URL	https://www.energyfuels.com/
設立	1987年
事業内容	ウラン鉱石の採掘、処理 希土類元素の分離
売上	3(百万米ドル)
営業利益率	-1,112.6%(2021年度)
EBITDA	5(百万米ドル)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- V
- RE Carbonate(混合希土類元素炭酸塩)(32-34%がNdPr)

➢ 総生産量約205t(2022年1月～9月)

✓ 総希土類酸化物95tを含む

トピックス※2

- 2020年4月 希土類事業への参入を発表
- 2020年10月 北米で採掘されたモナザイト砂からREE濃縮物の製造成功を発表
- 2022年5月 ブラジルに58平方マイルのニアアース用地を取得(バイア・プロジェクト)
- 今後、軽希土、重希土の分離回路の設置を計画中

※1 <https://www.energyfuels.com/2022-11-04-Energy-Fuels-Announces-Q3-2022-Results,-Including-Continued-Robust-Balance-Sheet-and-Market-Leading-U-S-Uranium-Rare-Earth-Positions>

※2

<https://www.energyfuels.com/2020-04-13-Energy-Fuels-to-Enter-Rare-Earth-Elements-Sector-Conference-Call-Webcast-Scheduled-for-April-15-2020>

<https://www.energyfuels.com/2020-11-03-Energy-Fuels-Produces-First-Rare-Earth-Element-Concentrate-on-a-Pilot-Scale-at-its-White-Mesa-Mill-Video-Link-Included>

Energy Fuels : 個票



Energy Fuelsのトピックス

モナザイト砂からREE濃縮物の製造技術^{※1}

- White Mesa Millにおいて、北米で採掘された1トンの天然モナザイト砂のサンプルからREE濃縮物を製造
- これまでウラン鉱石からV、Ta、Nbを抽出してきたインフラおよび技術を応用
- 同社が保有するWhite Mesa Millが製造を可能にしている

軽希土類元素の国内処理能力の確立のための寄付^{※2}

- 2020年11月 米国防総省より960万ドルを獲得
- 軽希土の処理能力が確立される

ブラジルにレアアース用地を取得(バイア・プロジェクト)^{※3}

- 2022年5月 レアアース用地58平方マイルを獲得
- 用地は重鉱物砂(「HPS」)鉱床である
- 同社は、REEの抽出のための原料を増やすため、世界中のモナザイト砂の供給源と積極的に協議を進めている

軽希土、重希土の分離回路設置計画^{※4}

- 最初は既存の工場施設内に、軽希土分離回路を設置し、年間2,500～5,000tの希土類炭酸塩(500～1,000tのNdPr)の生産能力を持つことを見込む
- 今後数年以内には、年間10,000～15,000t程度の軽希土及び重希土の希土類炭酸塩の生産能力を持つ設備の設置を進める予定

※1 <https://www.energyfuels.com/2020-11-03-Energy-Fuels-Produces-First-Rare-Earth-Element-Concentrate-on-a-Pilot-Scale-at-its-White-Mesa-Mill-Video-Link-Included>
https://mrjc.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2022/01/mr202201_01.pdf

※2 <https://www.energyfuels.com/2020-11-03-Energy-Fuels-Produces-First-Rare-Earth-Element-Concentrate-on-a-Pilot-Scale-at-its-White-Mesa-Mill-Video-Link-Included>

※3 <https://www.energyfuels.com/2022-11-04-Energy-Fuels-Announces-Q3-2022-Results,-Including-Continued-Robust-Balance-Sheet-and-Market-Leading-U-S-Uranium-Rare-Earth-Positions>

※4 <https://www.energyfuels.com/2022-11-04-Energy-Fuels-Announces-Q3-2022-Results,-Including-Continued-Robust-Balance-Sheet-and-Market-Leading-U-S-Uranium-Rare-Earth-Positions>

General Atomics : 個票



General Atomicsの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力							
企業名								Sc Y La Ce Pr Nd Sm Eu							
会社URL								Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu							
設立								<ul style="list-style-type: none">現在計画中							
事業内容								トピックス※1							
売上								<ul style="list-style-type: none">2021年12月 40か月のプロジェクトで、米国ワイオミング州にREEの分離精製施設を建設することを発表							

※1 <https://www.ga.com/general-atomics-announces-doe-rare-earth-element-demonstration-plant-project-contract-finalized>

Phoenix Tailings : 個票



Phoenix Tailingsの概要

基礎情報

企業名	Phoenix Tailings／アメリカ
会社URL	https://phoenixtailings.com/
設立	2019年
事業内容	クリーンな鉱業および金属類の生産
売上	N/A

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- DyFe

トピックス※2

- 2021年6月 環境に配慮した、希土類酸化物の分離および希土類金属の精製技術を開発
 - 現在、希土類の材料は高いエネルギーの必要量、有害廃棄物の発生、およびそれに伴うコストが原因で、米国国内での分離および金属化プロセスの商業的実効性を阻害している
 - 同社は、有害な化学物質を使用せずに希土類酸化物を分離し、通常より35～45%少ないエネルギーで金属に精製する技術を開発

※1 <https://phoenixtailings.com/products/>

※2 <https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/novel-technique-domestic-rare-earth-oxide-separation-and-rare-earth-metal>

Lynas USA：個票



Lynas USAの概要

基礎情報

企業名	Lynas USA／アメリカ
会社URL	https://lynasrareearths.com/ (本社)
設立	2019年
会社概要	Lynas Rare Earths社(オーストラリア)の完全子会社
事業内容	米国テキサス州における軽希土・重希土の分離
売上	N/A

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- レアアース生産量は年間約5,000tを見込む
➤ このうち、NdPrは年間1,250tの生産能力を見込む

トピックス※2

- 2021年1月22日 軽希土分離施設の建設を米国防総省と合意
- 2022年6月14日 米国初の重希土分離施設の建設に関し、米国防総省と契約締結

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210126/152743/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220616/168252/

Lynas USA：個票



Lynas USAのトピックス

軽希土分離施設の建設計画^{※1}

- Lynas社、米国防総省がそれぞれ30mUS\$を拠出する予定で調整中
- 米国テキサス州に建設予定
- レアアース生産量は約5,000t/年、うちNd・Pr生産量は約1,250t/年を見込む。
- 原料は豪WA州Kalgoorlie市で同社が建設を予定する処理施設から供給される見通し

米国初の重希土分離施設の建設計画^{※2}

- 施設建設により、米国は、国内で生産された重希土類の調達が可能になる
- 施設の建設費用は米国防総省が全額拠出
- 2025年の操業開始を目指す
- テキサス州の軽希土分離施設と併設される予定
- 原料となる混合レアアース炭酸塩は、同社が豪WA州Mt. Weldで保有する鉱山から供給される

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210126/152743/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220616/168252/

Ucore Rare Metals Inc : 個票



Ucore Rare Metals Incの概要

基礎情報

企業名	Ucore Rare Metals Inc.／カナダ
会社URL	https://ucore.com/
設立	2006年
事業内容	レアメタル、クリティカルメタル資源の抽出、選鉱、分離
売上	0(百万加ドル) (2021年/12月期)
資本合計	49(百万加ドル) (2021年/12月期)
EBITDA	-5(百万加ドル) (2021年/12月期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- その他多くの軽希土、重希土の希土類酸化物の分離・精製を実施

トピックス※2

- RapidSX™という重希土・軽希土両方の原料に由来する希土類元素の分離技術を有する
- 米国アラスカ州南東部のBokan-Dotson Ridge Rare Earth Element Projectに100%出資
- 2022年10月15日米国ルイジアナ州にレアアース処理施設であるルイジアナSMCの建設を決定

※1 <https://ucore.com/UcoreRareMetalsOct2022.pdf>

※2

<https://ucore.com/rapidsx/>

<https://ucore.com/bokan-mountain/>

<https://ucore.com/the-us-state-of-louisiana-offers-c15m-incentive-package-for-ucores-first-rapidsx-rare-earth-processing-facility-the-louisiana-smc/>

Ucore Rare Metals Inc. : 個票



Ucore Rare Metals Inc.のトピックス

RapidSX™ REE分離技術※1

- 臨界原料とその他の金属原料を分離するための加速溶媒抽出(SX)ベースの分離技術
- 現在パイロットスケールのSX回路を使用してのデモンストレーションに成功
- REE業界の標準的な商業用分離技術であるSXの化学的特性と、独自のカラムベースのプラットフォームを組み合わせ、必要な処理ステップ数を大幅に削減することで、処理完了までの時間とプラントの設置面積を大幅に削減する
- 商用化パートナー企業であるKingston Process Metallurgyなどとともに、2022年第4四半期に商用実証を開始予定

Bokan-Dotson Ridge Rare Earth Element Project※2

- 米国アラスカ州のBokan Mountainで開発されている希土類元素鉱床
- Sc, Yに加えて、14の重希土元素が含まれている
- 分離技術の進化のために追加の研究も進められている

レアアース処理施設 ルイジアナSMC建設計画※3

- 米国ルイジアナ州は1500万カナダドル+インセンティブパッケージの提供を決定
- 同社初のRapidSX™のレアアース処理施設となる予定
- 2024年第2四半期までに年間2,000tの個別の希土類酸化物の生産を開始し、2026年以降は年間5,000t以上の生産を開始することを目標にする
- この取り組みは2021年から進められており、現在はカナダのオンタリオ州キングストンにあるKPMの施設内にデモプラントを建設して、実証が進められている

※1 <https://ucore.com/rapidsx/>

※2

<https://ucore.com/bokan-mountain/>

<https://www.nsenergybusiness.com/projects/bokan-dotson-ridge-rare-earth-element-ree-project/>

※3 <https://ucore.com/the-us-state-of-louisiana-offers-c15m-incentive-package-for-ucores-first-rapidsx-rare-earth-processing-facility-the-louisiana-smc/>

Rare Element Resources Ltd. : 個票



Rare Element Resources Ltdの概要

基礎情報

企業名	Rare Element Resources Ltd.／アメリカ
会社URL	http://www.rareelementresources.com/
設立	1999年
事業内容	レアアース鉱物の採掘、分離
資本	21(百万米ドル)(2022/06)
営業利益率	N/A
EBITDA	-5(百万米ドル)(2021/12期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

トピックス※2

- ・ ワイオミング州において、Bear Lodge Projectを進行中
 - 2016年に開発開始目標を定めていたが、2015年10月以降情報の更新がなく、現在の状況については不明
- ・ ワイオミング州における希土類元素の加工および分離実証プラントプロジェクトを進行中

※1 <https://www.rareelementresources.com/rare-earth-elements/rare-earths-at-bear-lodge#.Y3GCd8fP2Uk>

※2 <http://www.rareelementresources.com/>

Rare Element Resources Ltd : 個票



Rare Element Resources Ltdのトピックス

希土類元素の加工および分離実証プラントプロジェクト※1

- ・ ジェネラルアトミックス社が主導するプロジェクト
- ・ 年内設計完了予定で現在60%が完了
- ・ 認可取得に向けた活動も並行して進んでいる
- ・ アメリカのエネルギー省はプロジェクト予算の半分に当たる4400万米ドルを資金提供する
- ・ この実証プラントでは、同社独自の工程数の少ないクローズドサイクルプロセスである加工分離技術を活用することで、現行技術と比較して環境面でのメリットとコストの低減が期待できる
- ・ このプラントでは、高強度永久磁石の製造に使用される商用グレードのネオジム/プラセオジム (Nd/Pr) レアアース高純度酸化物の製造が期待されている
- ・ 実証プラントでは、同社のBear Lodge Projectから既に備蓄されているサンプル材料を処理する

- ・ 今後の予定
 - 2022年末に実証プラントの設計が完了
 - 2023年第二四半期に許可活動が完了
 - その後12か月以内にプラント完成予定
 - その後8~12か月間、レアアースを処理し備蓄サンプルから分離予定
- ・ 総工期は2021年10月から約40か月

※1 <https://www.rareelementresources.com/investor-information/news-releases/2022/09/26/rare-element-resources-progresses-rare-earth-processing-and-separation-demonstration-project-in-wyoming#.Y3GCPcfP2UI>

Blue Line Corporation : 個票



Blue Line Corporationの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Blue Line Corporation／アメリカ	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.bluelinecorp.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	2001年	トピックス※2							
事業内容	無機化合物の製造 (希土類、ジルコニウム化合物、ゾルーゲル技術)	<ul style="list-style-type: none">特殊化学品事業に加え、研究開発なども実施2019年7月 Lynas USAと合弁会社設立<ul style="list-style-type: none">Lynas社がテキサス州に建設を進める希土類分離処理施設の共同設計を実施アメリカ国内におけるレアアース分離能力の開発・拡大を目指す							
売上	N/A								

※1 <https://www.bluelinecorp.com/products/periodic-table>

※2 <https://en.institut-seltene-erden.de/lynas-and-blue-line-corp-sign-intent-for-rare-earth-separation-capacity-in-the-us/>

本社は他国にあるが、アメリカでレアアース事業を行う企業と関連トピックス



企業別まとめ

企業名	トピックス	URL
NioCorp Developments (カナダ)	<ul style="list-style-type: none">NE州(ネブラスカ州)にあるカーボナタイト鉱床 Elk Creek Project の権益を100%保有鉱床からニオブ、スカンジウム、チタンの生産を計画2021年3月2日のプレスリリースにて、レアアースの生産を検討していることを発表2021年12月14日のプレスリリースにて、コアサンプルの分析結果を発表し、軽希土および重希土を確認希土類鉱物資源の経済分析を進行中さらに、2023年1月4日のプレスリリースにて、カナダのQC(ケベック)州にある、同社の実証規模処理プラントにて、希土類の高い回収率を達成したことを発表<ul style="list-style-type: none">塩酸浸出によってエルククリーク鉱石から86-95%の希土類溶解率を達成溶媒抽出回収工程では、99%の抽出率を達成	<ul style="list-style-type: none">https://www.niocorp.com/elk-creek-project/https://www.niocorp.com/niocorp-to-review-potential-of-adding-rare-earths-to-its-currently-planned-critical-minerals-product-offering/https://www.niocorp.com/niocorp-announces-drill-core-assays/https://www.niocorp.com/niocorp-rare-earth-demonstration-plant-showing-positive-rare-earth-recovery-results/
American Rare Earths (オーストラリア)	<ul style="list-style-type: none">アメリカにおける持続可能なサプライチェーン構築のため、研究開発と協力しながら、探査機会の評価を実施同社は以下のレアアースプロジェクトを進行中 いずれも北米最大級のレアアース鉱床となる可能性があると発表<ul style="list-style-type: none">Halleck Creekプロジェクト(ワイオミング州)<ul style="list-style-type: none">2023年2月 採取したサンプルの分析結果を発表150メートルの深さでレアアースを確認La Pazプロジェクト(アリゾナ州)Searchlightプロジェクト(モハーヴェ砂漠地域東部)	<ul style="list-style-type: none">https://americanrareearths.com.au/https://americanrareearths.com.au/wp-content/uploads/2023/02/20230203-Halleck-Creek-Preliminary-Assay-Results-Final.pdf

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Arnold Magnetic Technologies：個票



Arnold Magnetic Technologiesの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Arnold Magnetic Technologies／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">RECOMA (SmCo)<ul style="list-style-type: none">用途：高効率ローター、EV自動車、センサーシステムなど
会社URL	https://www.arnoldmagnetics.com/	<ul style="list-style-type: none">NdFeB磁石<ul style="list-style-type: none">用途: 高性能モータ、磁気共鳴画像法、センサーなど
設立	1895年	
事業内容	精密箔製品、複合材料、電磁石、高性能永久磁石の生産、販売	<h3>トピックス</h3> <ul style="list-style-type: none">2021年3月 RAMCO ELECTRIC MOTORSの買収を発表

※1 <https://www.arnoldmagnetics.com/>

Arnold Magnetic Technologies : 個票



Arnold Magnetic Technologiesのトピックス

RECOMA (SmCo)^{※1}

- RECOMA35Eは現在市販されている中で最も電力密度が高い SmCo磁石
- 高速(10万RPM+)、高温(150°C以上)、腐食性の高い環境(航空宇宙、モータースポーツ、自動車産業など)など、厳しい環境に特化
- U.S.Defense Federal Acquisition Regulation Supplement (DFARS 225.7018特定の磁石とタングステンの取得制限「ジョン・S・マケイン国防権限法–NDAA 2019」)に準拠

最近の動向^{※3}

- 2021年3月 RAMCO ELECTRIC MOTORS買収
 - 顧客が次世代技術を開発できるようにする新しい材料とエンジニアリングされたソリューションを提供するというアーノルドの戦略的優先事項をさらに前進させるもの
 - 買収により、電動モータを加え、製品ラインナップを増やす

NdFeB磁石^{※2}

- U.S.Defense Federal Acquisition Regulation Supplement (DFARS 225.7018特定の磁石とタングステンの取得制限「ジョン・S・マケイン国防権限法–NDAA 2019」)に完全に準拠したNdFeB磁石を提供可能
- 用途に合わせて、表面処理もカスタマイズが可能
 - 同社ではパリレン処理を施すことも可能

※1 <https://www.arnoldmagnetics.com/products/recoma-samarium-cobalt-magnets/>

※2 <https://www.arnoldmagnetics.com/products/neodymium-iron-boron-magnets/>

※3 <https://ramcoelectricmotors.com/acquisition-ramco-electric-motors.html>

Electron Energy Corporation : 個票



Electron Energy Corporationの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Electron Energy Corporation／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">34 GRADE SmCo磁石<ul style="list-style-type: none">用途：高速モータ、石油・ガス機器、航空機・航空宇宙組立品など
会社URL	https://www.electronenergy.com/	<ul style="list-style-type: none">ULTRA-HIGH TEMPERATURE SmCo磁石(UHTSmCo磁石)<ul style="list-style-type: none">用途：ローター、EV車、イオン推進エンジン、センサーなど
設立	1970年	<ul style="list-style-type: none">TEMPERATURE COMPENSATED SmCo磁石(SmCo磁石 TC)<ul style="list-style-type: none">用途：ジャイロスコープ、加速度計、慢性誘導システムなど
事業内容	希土類磁石の開発、製造、販売	<ul style="list-style-type: none">NdFeB磁石<ul style="list-style-type: none">用途: 高性能モータ、磁気共鳴画像装置など

トピックス※2

- 北米唯一のSmCo生産者
- 2021年9月 EEC Motorsolverを設立

※1 <https://www.electronenergy.com/34-grade-samarium-cobalt-magnets/>

※2 <https://blog.electronenergy.com/eec-partners-with-motorsolver>

Electron Energy Corporation : 個票



Electron Energy Corporationのトピックス

34 GRADE SmCo磁石(SmCo)^{※1}

- エネルギー出力、高温安定性、消磁抵抗などに優れる
- サイズが小さく、軽量化が可能

ULTRA-HIGH TEMPERATURE SmCo磁石(SmCo)^{※1}

- 550°Cまでの温度での使用を可能にした磁石
- 高温でもその性能と安定性を提供する
- NASAが打ち上げたディープスペース1号におけるイオン推進エンジンの重要な構成要素として使用された

TEMPERATURE COMPENSATED SmCo磁石(SmCo)^{※1}

- 2009年、180MGoeの最大エネルギー積(BHmax)を持つ新しいゼロ可逆温度係数(RTC)磁石として開発された
- 進行波管(TWT)、ジャイロスコープ、加速度計などの用途に必要な残留誘導(Br)の非常に低いRTCに対処するために作成
- 温度範囲にわたって一定の磁場強度を提供することで知られている

NdFeB磁石(NdFeB)^{※1}

- 様々な市場及び用途に向け、複数の選択肢を用意している
- U.S.Defense Federal Acquisition Regulation Supplement (DFARS 225.7018特定の磁石とタンクステンの取得制限「ジョン・S・マケイン国防権限法–NDAA 2019」)に完全に準拠したNdFeB磁石も提供可能

最近の動向^{※2}

- 2020年12月
 - Ames National Laboratoryと協力してSmCo磁石を開発
 - 優れた温度安定性と高い磁気出力密度により、SmCo磁石は軍事、宇宙、航空宇宙、海洋産業を含む様々な用途に好まれる
- 2021年9月
 - EECは電気機械製造会社のMotorsolverと共同でEEC Motorsolverを設立
 - 顧客はカスタム設計された電気モータ、ローター、ステーターを単一のサプライヤーから調達することが可能になる

※1 <https://www.electronenergy.com/34-grade-samarium-cobalt-magnets/>

※2 <https://www.ameslab.gov/news/making-it-tougher-samarium-cobalt-magnet-improvements-planned-in-ames-lab-partnership>
<https://blog.electronenergy.com/eec-partners-with-motorsolver>

Thomas & Skinner : 個票



Thomas & Skinnerの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Thomas & Skinner／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">SmCo磁石NdFeB磁石
会社URL	https://thomas-skinner.com/	
設立	1901年	
事業内容	磁性材料、タングステン重合金などの高性能金属の製造、販売	トピックス※2

※1 <https://thomas-skinner.com/high-performance-magnets/almico-magnets/#samariumcobalt>

※2 <https://magneticsmag.com/dod-invests-in-thomas-skinner-neo-magnet-research/>

Tridus Magnetics and Assemblies : 個票



Tridus Magnetics and Assembliesの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Tridus Magnetics and Assemblies／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">NdFeB磁石SmCo磁石
会社URL	https://www.tridus.com/	■ 用途
設立	1982年	<ul style="list-style-type: none">自動車(電動パワーステアリング用モータ、EV車駆動用モータ、センサーなど)、リニアサーボモータ、家電など
事業内容	希土類永久磁石の開発、製造、販売	トピックス※2

※1 <https://www.tridus.com/>

※2 <https://www.tridus.com/about/>

Hoosier Magnetics : 個票



Hoosier Magneticsの概要

基礎情報

企業名	Hoosier Magnetics／アメリカ
会社URL	http://hoosiermagnetics.com/
設立	1975年
事業内容	フェライト粉の販売など

対象商品※1

- NdFeB磁石
➤ 詳細は不明

トピックス

- 中国を除き、世界で最も大きなフェライト粉の供給を行う会社と称する

※1 <http://hoosiermagnetics.com/>

Bunting Magnetics : 個票



Bunting Magneticsの概要

基礎情報

企業名	Bunting Magnetics／アメリカ
会社URL	https://buntingmagnetics.com/
設立	1959年
事業内容	磁石材料、磁石、電装機器の製造、販売

対象商品※1

- NdFeB磁石
- SmCo磁石

トピックス※2

- 自社で製造した付加価値のある磁石を用いて、さらに付加価値のある装置を製造し、販売していると思料
- 本社はカンザス州ニュートンにあり、国内外に拠点を持つ
- 2022年9月 炭素を含まないNdFeB磁石の提供を開始
➤ カーボンニュートラルな焼結NdFeB磁石を提供する最初の磁石プロバイダーとなる

※1 <https://buntingmagnetics.com/>

※2 <https://e-magnetsuk.com/>

Rockwell Automation Inc : 個票



Rockwell Automation Incの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Rockwell Automation Inc／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">・ 低圧ACモータ・ 中圧ACモーター・ DCモーター・ 産業用モータ など
会社URL	https://www.rockwellautomation.com/	
設立	1996年	
事業内容	ハードウェア、ソフトウェア製品の製造、販売	トピックス※2
売上	7,760(百万米ドル)(2022/09期)	<ul style="list-style-type: none">・ 2021年度現在、インテリジェントデバイス、ソフトウェア・制御、ライフサイクルサービスの三つのセグメントで事業を展開・ 同社のモータコントローラは低電圧から中電圧まで多くの用途のニーズに対応し、NEMAまたはIEC規格に準拠する・ 2018年 ウェストバージニア大学と共同で酸性鉱山廃水からレアアースを回収するプロジェクトを推進
営業利益率	17.2%(2022/09期)	
EBITDA	1,431(百万米ドル)(2022/09期)	

※1 <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/motor-control.html>

※2 <https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/case-studies/wvu-pollutant-product.html>

Rockwell Automation Inc : 個票



Rockwell Automation Incのトピックス

酸性鉱山廃水からレアアース回収プロジェクト※1

- ウェストバージニア大学(WVU)のPaul Ziemkiewicz博士を中心に、酸性鉱山廃水から重金属を除去するプロセスが開発されていた
- その過程で酸性鉱山廃水からレアアースが抽出されることを発見した
- WVUは規模拡大のため、米国エネルギー省より500万ドルの資金を確保
- 同社はセンサーと制御技術を提供し、レアアース抽出のためのパイロットプラントを建設することに合意した

※1 <https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/case-studies/wvu-pollutant-product.html>

AMETEK Inc : 個票



AMETEK Incの概要

基礎情報

企業名	AMETEK Inc／アメリカ
会社URL	https://www.ametek.com/
設立	1930年
事業内容	電子機器、電気機械を製造、販売する総合産業複合企業
売上	5,547(百万米ドル)(2021/12期)
営業利益率	23.6%(2021/12期)
EBITDA	1,596(百万米ドル)(2021/12期)

対象商品※1

- AMETEK MAE
 - ブラシレスAC/DCモーター
 - ステッパー
 - 永久磁石DCモーター など
- AMETEK PDS
 - ブラシ付DCモーター
 - ブラシレスDCモーター

トピックス※2

- 同社は買収による成長、研究開発による新製品開発、業務効率化の推進、グローバルな市場拡大を重視
- 子会社のAMETEK MAE、AMETEK PDSがそれぞれモータの販売を実施

※1, 2

<https://www.ametekmae.com/product/motor-solutions/permanent-magnet-dc>
<https://www.ametekpds.com/products/electric-motors-dc-ac-motors>

Regal Rexnord : 個票



Regal Rexnordの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Regal Rexnord／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">ACモーター(NEMA®、IEC)DCモーター低中電圧モータ可変速度制御装置HVACモーター など
会社URL	https://www.regalrexnord.com/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">HVAC、冷凍機、ポンプ、ファン、コンプレッサー、産業機械など
設立	1983年	トピックス※2
事業内容	産業用機械部品、送電装置、電気モータ、電子制御装置、空調装置などの開発、製造、販売	<ul style="list-style-type: none">2021年度には同社は前年比31%増で大きく収益を伸ばしたこれは主に北米と中国の産業用モータ市場およびHVAC市場における売上増ならびにアジア太平洋におけるモータ関連産業の需要回復を受け、有機的な売上成長が前年比約17%増となったことによる
売上	3,810(百万米ドル)(2021/12期)	
営業利益率	9.7%(2021/12期)	
EBITDA	508(百万米ドル)(2021/12期)	

※1, 2 <https://www.regalrexnord.com/products/regal-rexnord-electric-motors>

Altra Industrial Motion Corp : 個票



Altra Industrial Motion Corpの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Altra Industrial Motion Corp／アメリカ	<ul style="list-style-type: none">ギアモータDCモーターACモーター など
会社URL	https://www.altramotion.com/	
設立	2004年	
事業内容	様々な動力伝達装置や動力制御装置の製造、販売	トピックス※2
売上	1,900(百万米ドル)(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">同社の子会社のBauer Gear Motor, Portescap, KOLLMORGENがモータを製造
営業利益率	12.8%(2021/12期)	
EBITDA	225(百万米ドル)(2021/12期)	

※1, 2 <https://www.altramotion.com/>

参考：国立エネルギー技術研究所



石炭副産物・残渣及び石炭灰からのレアアース回収

- エネルギー省傘下の国立エネルギー技術研究所(略称「NETL」)は、2014年から、レアアース・プログラムを実施
- 目的は、石炭及び石炭関連資源から高純度レアアース及び重要鉱物を生産するために国内の小規模パイロットスケール施設の技術的及び経済的な可能性を検証すること

石炭及び石炭副産物からのレアアース報告書(2017年1月)^{※1}

- フライアッシュ、石炭くず、鉱廃水といった石炭及び石炭副産物からの経済的なレアアース回収可能性の評価及び分析を実施
- 米国的主要な産炭地域であるア巴拉チア堆積盆の北中部(ペンシルベニア州、ウェストバージニア州及びケンタッキー州)及び西部諸州(コロラド州、ニューメキシコ州、ユタ州、ワイオミング州など)の2地域には合計で数百万トンが埋蔵している可能性あり
- レアアース生産の経済性改善のために、継続的な分離技術開発の研究が必要

石炭研究開発事業への8,730万米ドル拠出に係る発表(2019年4月10日)^{※1}

- 先進石炭技術の研究開発事業に、総額8,730万米ドルを拠出
- 石炭資源からのレアアース及び重要鉱物回収処理のスケールアップ及び最適化・効率改善：
従来及び新規の両方式による抽出、分離及び回収プロセス等、国内石炭資源からのレアアース及び重要鉱物の回収に関する技術開発を推進する協力合意に基づく。エネルギー省の拠出上限は2,000万米ドル

Texas Mineral Resources社発表(2019年4月12日)^{※1}

- 同社主体のコンソーシアムが、ペンシルベニア州の炭鉱廃滓から、Sc、Dy、Nd、La、Ce等のレアアースを99%の高純度で生産する能力の実証に成功
- 本件はフェーズ1であり、エネルギー省から100万米ドルの資金拠出を受けたもの
- 当該コンソーシアムは今回の成功を受け、フェーズ2としてパイロットプラントによる生産拡大を実証すべく、エネルギー省に2,000万米ドルの資金拠出を申請

※1 <https://www.rareelementresources.com/investor-information/news-releases/2022/09/26/rare-element-resources-progresses-rare-earth-processing-and-separation-demonstration-project-in-wyoming#.Y3GCPcfP2UI>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

カナダ企業について、以下7社の情報を後述する



素材製造(計6社)

No.	企業名	設立年
1	Vital Metals Ltd	2004
2	Saskatchewan Research Council	1947
3	Ucore Rare Metals Inc	2006
4	Defense Metals Corp	2016
5	Search Minerals Inc	2006
6	Geomega Resources Inc	2008

製品製造(磁石1社)(計1社)

No.	企業名	設立年
1	Neo Performance Materials	2017

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

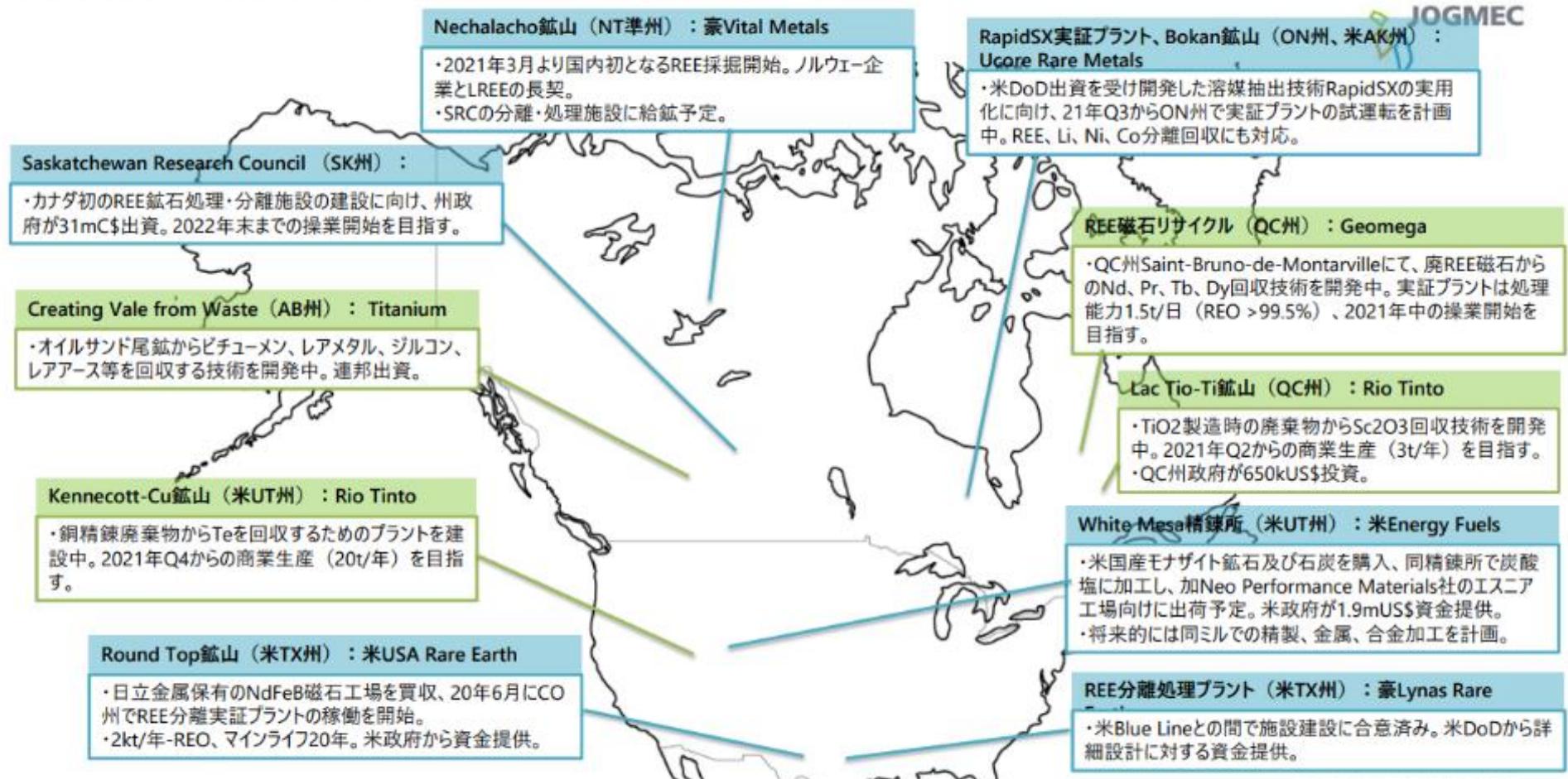
3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

北米における主なレアアース、リサイクルプロジェクト(2021年時点)



JOGMEC資料より

北米における主なレアアース、リサイクルプロジェクト



出典：報道、各社公表資料を基に作成 ※地図上の位置は参考

※1 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/05/critical_mineral_strategy_ca.pdf

Vital Metals Ltd : 個票

Vital Metals Ltdの概要



基礎情報

企業名	Vital Metals Ltd／オーストラリア
会社URL	https://vitalmetals.com.au/
設立	2004年
事業内容	レアアースの採掘
売上	N/A
営業利益	-5(百万豪ドル)(2022年/6月期)
資産合計	69(百万豪ドル)(2022年/6月期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 混合レアアース炭酸塩の生産
➤ レアアース元素の詳細は不明

トピックス※2

- 会社そのものはオーストラリアに所在
- カナダとタンザニアでレアアースプロジェクトを行い、収益の大半はカナダで得る
- ノースウェスト(NT)準州におけるNechalachoレアアースプロジェクトを進行中
- 2020年1月子会社の豪Cheetah Resources社とDet'on Cho Nahanni Construction 社が鉱業操業に関するMOU締結

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220927/170017/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221110/170762/

Vital Metals Ltd : 個票

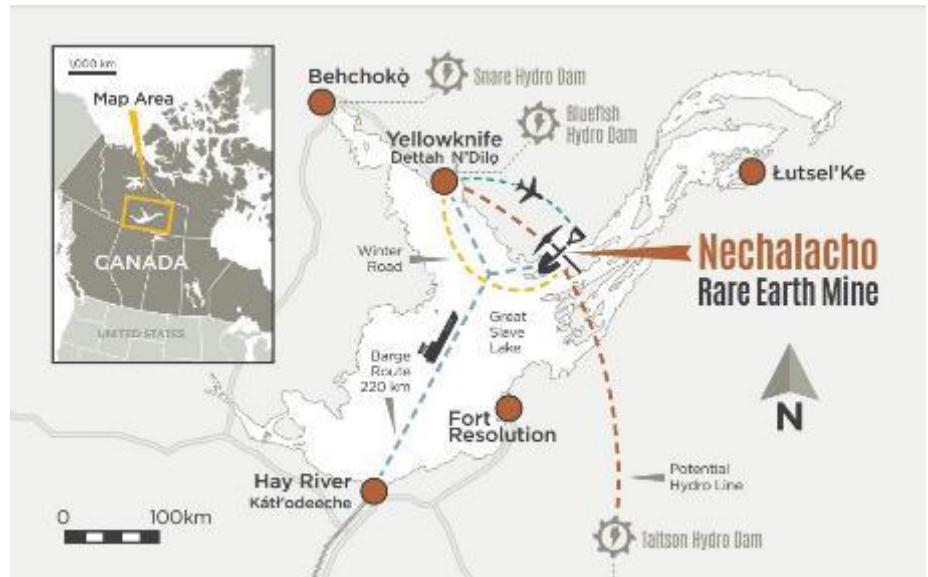


Vital Metals Ltdのトピックス

ノースウェスト(NT)準州におけるNechalachoレアアースプロジェクト^{※1}

- 2021年6月採掘開始
- サスカチュワン(SK)州Saskatoonの選鉱工場に送る前に現地で破碎・選別を実施し、炭酸レアアース製品を製造
- 北米で唯一自社鉱山(Nechalachoレアアース鉱山)からの鉱石を使用して混合レアアース炭酸塩を生産
- 混合レアアース炭酸塩の製造に向け、設備投資とバストネサイト精鉱の処理を開始するため、カナダ連邦の平原州経済開発担当相(Prairies Economic Development Canada)から、5mC\$の無利子融資を受ける
- 地元に雇用と長期的な経済成長を生むことも期待されている
- 採掘は2段階に分けられる
 - 最初は小規模な露天掘りであるNorth Tゾーン鉱床で実施
 - ✓ 2021年3～9月に実施済み
 - 2024年に更に大規模なTardiff鉱床で採掘実施予定
- 2025年までに5,000t以上(REO換算)のレアアース鉱石の採掘を目指す
- 同社は、中国国外で最大の、クリーン混合レアアース原料の供給者を目指す

- Nechalacho は1.46%REOで94.7Mtの世界クラスの資源を保有
- North Tゾーンには、9.01%LREO(2.2%NdPr)で101,000トンの高品位資源があり、世界で最も高品位なレアアース鉱床の一つ



※1 <https://www.canada.ca/en/prairies-economic-development/news/2022/09/minister-vandal-announces-investment-in-processing-of-rare-earth-elements-in-saskatchewan.html>
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211021/159666/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210708/157009/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210331/154708/
<https://vitalmetals.com.au/portfolio/nechalacho-project/>

Vital Metals Ltd : 個票

Vital Metals Ltdのトピックス

ノルウェーのレアアース分離・精製会社REEtec社とレアアースオフティク契約締結^{※1}

- 2021年2月締結
- 2023年10月までにNdPrを187.5tを段階的に供給
- 5年間で少なくとも750t/年、計3,750tのNdPrを供給予定
- 2022年4月、REEtec社は独自動車部品メーカーのSchaeffler社とレアアース酸化物の購入に関する長期契約および商業分離施設の建設支援に関して合意済み
- 両社は、オフティク量を10年間にわたり年間最大5千tに増加させるオプションを有する



加Ucore Rare Metals社とレアアース炭酸塩の原料供給に関するMOUを締結^{※2}

- 2021年10月締結
- Vital Metals社はUcore Rare Metals社に対し、2024年上半期からレアアース酸化物を少なくとも500t/年供給
- Ucore Rare Metalsのアラスカのレアアース分離実証施設「SMC」の拡張に伴い、2026年には2500t/年まで增量する予定
- 同社は、北米の重要鉱物のサプライチェーンにおいてレアアースの主要サプライヤーとしての地位を確立するうえで、今回のMOU締結は重要なステップであると位置づける
- さらに、ノルウェーREEtec社とのオフティク契約と合わせ、欧州及び北米のレアアース市場において、同社は重要なサプライヤーとして位置づけられる

子会社の豪Cheetah Resources社とDet'on Cho Nahanni Construction 社が鉱業操業に関するMOU締結^{※3}

- 子会社の豪Cheetah Resources社とYellowknives Dene First Nationが所有するDet'on Cho Nahanni Construction 社が Nechalachoプロジェクトにおける鉱業操業に関するMOU締結
- ファースト・ネーションが、自らが所有する土地で鉱業従事者としてプロジェクト運営の参加に合意したことは、カナダ初の事例だと考えられている
- Vital Metals社は、同プロジェクトから雇用、訓練活動などから生まれる「社会的・経済的利益」を得られるようにすることを目指すと述べた

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220509/167459/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210331/154708/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210218/153306/

<https://vitalmetals.com.au/portfolio/nechalacho-project/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211021/159666/

<https://ucore.com/ucore-and-vital-metals-execute-feedstock-supply-mou-for-the-alaska-smc/>

※3

<https://www.nnsl.com/yellowknifer/deton-cho-nahanni-construction-corp-contracted-as-rare-earths-miner/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200129/122775/

Saskatchewan Research Council : 個票



Saskatchewan Research Councilの概要

基礎情報

企業名	Saskatchewan Research Council／カナダ
会社URL	https://www.src.sk.ca/
設立	1947年
事業内容	研究、開発、実証、技術商用化

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- その他詳細不明

トピックス※2

- カナダで2番目に大きい技術研究機関
- カナダ初のレアアース処理施設建設
- 2022年6月
Saskatchewan Research Council (SRC) と韓国鉱山再生鉱物資源公社 (KOMIR)、重要鉱物分野の協力に関するMOUに署名

※1 <https://www.src.sk.ca/campaigns/rare-earth-processing-facility>

※2

<https://www.src.sk.ca/who-we-are/about-us>

<https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2022/june/15/src-signs-memorandum-of-understanding-with-komir-on-critical-minerals>

Saskatchewan Research Council : 個票



Saskatchewan Research Councilのトピックス

カナダ初のレアアース処理施設建設^{※1}

- ・ サスカチュワン州(SK州)Saskatoonに所在
- ・ SK州が31mC\$を投資
- ・ モナザイト鉱石を処理し、混合レアアース炭酸塩を生産するための設備を購入するため、カナダ連邦の平原州経済開発担当相(Prairies Economic Development Canada)から、2.5mC\$の無利子融資を受ける
- ・ 軍事兵器や電気自動車、スマートフォンに用いられる主要な材料の国内での供給促進を目指す
- ・ 以下の3つのユニットから構成予定
 - 処理ユニット：鉱石からレアアース混合炭酸塩を製造
 - 分離ユニット：混合レアアース炭酸塩から、市場で取引される純度の高いレアアースを分離
 - 金属ユニット：レアアースメタルを製造
- ・ Saskatchewan Research Council(SRC)が本施設を所有、操業
- ・ Vital Metalsの施設と隣接

- ・ 同施設ではNT準州のNechalachoレアアース鉱山で粉碎・選別された鉱石が使用
 - 2022年4月に出荷
- ・ 同施設の生産事業は2フェーズに分かれて行われる計画
 - 第1フェーズ
 - ✓ 5,125t/年のレアアース精鉱を処理し、1,000t/年のセリウム還元混合レアアース炭酸塩を生産する計画
 - 第2フェーズ(2024年予定)
 - ✓ 能力を倍増

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200902/127515/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220927/170017/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220509/167459/

<https://www.canada.ca/en/prairies-economic-development/news/2022/09/minister-vandal-announces-investment-in-processing-of-rare-earth-elements-in-saskatchewan.html>

Saskatchewan Research Council : 個票



Saskatchewan Research Councilのトピックス

Saskatchewan Research Council (SRC) と韓国鉱山再生鉱物資源公社 (KOMIR) 、重要鉱物分野の協力に関するMOUに署名^{※1}

- 2022年6月に署名
- レアアース処理施設がサスカチュワント州におけるレアアースのハブとなり始めたことを表す一例となるMOU
- 以下の内容を含む、様々な主要な要素を通じた、協力的かつ戦略的なアプローチの枠組みを構築する
 - 重要鉱物の持続可能な開発を促進するための情報、知識及び経験の情報交換
 - 貿易と投資の促進による重要鉱物、特にREEと炭酸カリウムのサプライチェーン確保支援
 - 鉱物探査、鉱物加工及び鉱山修復の分野における共同研究や開発プロジェクトの発展を通じた、技術力強化支援
- 韓国鉱山再生鉱物資源公社 (KOMIR) は鉱山被害を管理し、鉱物資源の開発の促進により、鉱区の経済開発を促進し、鉱物資源の安定供給を図ることを目的とする
- KOMIRのCEOは、「重要鉱物の主要産出国であるサスカチュワント州やカナダとの協力関係を強化する中で、海外投資の成功を目指す民間企業を促進し、支援していきたい」「MOUに基づき、民間事業体を支援するサービスを拡大していく」と述べた

なぜ契約ではなく、
MOUかは不明

※1

<https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2022/june/15/src-signs-memorandum-of-understanding-with-komir-on-critical-minerals>
<https://www.komir.or.kr/eng/>

Ucore Rare Metals Inc : 個票



Ucore Rare Metals Incの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名								Sc Y La Ce Pr Nd Sm Eu							
会社URL								Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立								・ その他多くの軽希土、重希土の希土類酸化物の分離・精製を実施							
事業内容								トピックス※2							
売上								・ RapidSX™という重希土・軽希土両方の原料に由来する希土類元素の分離技術を有する							
資本合計								・ 2021年10月 豪Vital Metalsとニアアース炭酸塩の原料供給に関するMOU締結							
EBITDA								・ 2022年第4四半期 ニアアース分離実証施設「Strategic Metals Complex(SMC)」、 試運転を開始予定							

※1 <https://ucore.com/UcoreRareMetalsOct2022.pdf>

※2

<https://ucore.com/rapidsx/>

<https://ucore.com/bokan-mountain/>

<https://ucore.com/the-us-state-of-louisiana-offers-c15m-incentive-package-for-ucores-first-rapidsx-rare-earth-processing-facility-the-louisiana-smc/>

Ucore Rare Metals Inc. : 個票



Ucore Rare Metals Inc.のトピックス

RapidSX™ REE分離技術^{※1}

- ・ 子会社のInnovation Metals(IMC)社が開発
- ・ 臨界原料とその他の金属原料を分離するための加速溶媒抽出(SX)ベースの分離技術
- ・ 重希土類と軽希土類の両方の分離・精製処理が可能
- ・ リチウムイオン電池用のリチウム、ニッケル、コバルトの精錬にも対応
- ・ 現在パイロットスケールのSX回路を使用してのデモンストレーションに成功
- ・ REE業界の標準的な商業用分離技術であるSXの化学的特性と、独自のカラムベースのプラットフォームを組み合わせ、必要な処理ステップ数を大幅に削減することで、処理完了までの時間とプラントの設置面積を大幅に削減する
- ・ RapidSX開発計画から得られたデータは、同社が米AK州南東部で進めている重希土類処理施設のAlaska Strategic Metals Complexの開発にも活用予定

レアアース分離実証施設「Strategic Metals Complex(SMC)」^{※2}

- ・ RapidSXの商業化実証施設をアメリカのルイジアナに建設予定
- ・ 2022年9月、商用化研究パートナー企業である加Kingston Process Metallurgy(KPM)が所有するオンタリオ州(ON州)Kingstonの施設で実証実験が進められている
- ・ 2022年第4四半期に商用実証を開始予定
 - 重希土類や軽希土類などの様々な原料から、数十t/年の混合レアアース精鉱を処理予定
 - 限定的に、Pr、Nd、Tb、Dyの酸化物も生産できるように設計
- ・ 最終的には、KPM社の商業化実証施設を(約465m²)SMCとして使用予定
 - レアアース酸化物生産量(予定)
 - ✓ 2024年第2四半期までに2,000t
 - ✓ 2026年までに5,000t

※1

<https://ucore.com/rapidsx/>
https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20210209/153020/

※2

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20220921/169946/
<https://ucore.com/thesmcbusinessmodel/>
<https://ucore.com/UcoreRareMetalsNov2022.pdf>

Defense Metals Corp：個票



Defense Metals Corpの概要

基礎情報

企業名	Defense Metals Corp／カナダ
会社URL	https://www.defensemets.com/
設立	2016年
事業内容	国家安全とグリーンエネルギー技術に利用される鉱物探査
売上	0(百万加ドル)(2022年/3月期)
営業利益	-4(百万加ドル)(2022年/3月期)
資産合計	25(百万加ドル)(2022年/3月期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

トピックス※2

- ・ブリティッシュコロンビア(BC)州 Wicheadaレアアースプロジェクト

※1 <https://www.defensemets.com/project>

Defense Metals Corp : 個票



Defense Metals Corpのトピックス

ブリティッシュコロンビア(BC)州 Wicheadaレアアースプロジェクト※1

- BC州 Prince Georgeから北東80kmに位置する軽希土プロジェクト
- 2021年11月末に予備的経済評価(PEA)を発表
 - 露天掘りでメインライフは16年
 - 平均生産量は25,423t/年(REO換算)
 - 操業計画
 - ✓ 操業開始初年から4年目までは浮選精鉱(平均品位 : TREO 43%)を外販
 - 収益の一部を湿式処理プラント建設資金に充てる
 - ✓ 5年目以降は混合レアアースを、建設予定のプロジェクトの湿式処理プラントに供給する予定
- 2021年実施の掘削プログラムの結果は以下のとおり

Category	Tonnes	TREO	TREO	CeO ₂	La ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	
	(Million)	(%)	(kt)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Indicated	5.0	2.95	148	1.44	1.04	0.11	0.30	296	126	60	33	11	3	
Inferred	29.5	1.83	539	0.89	0.61	0.08	0.21	240	112	50	32	10	4	

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211130/161264/
<https://www.defensemets.com/project>

Search Minerals Inc : 個票



Search Minerals Incの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Search Minerals Inc／カナダ							Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://searchminerals.ca/							Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	2006年							・ その他							
事業内容	カナダのラブラドル地方の鉱物探査、採掘							トピックス※2							
売上	0(百万加ドル)(2022年/11月期)							• ニューファンドランド(NL)州ラブラドル南東部、重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)におけるレアアースプロジェクト(未生産) ➤ Foxtrot Resource ➤ Deep Fox Resource ➤ Fox Meadow Prospect ➤ Silver Fox Prospect • ラブラドル中西部のRed Wine REE地区							

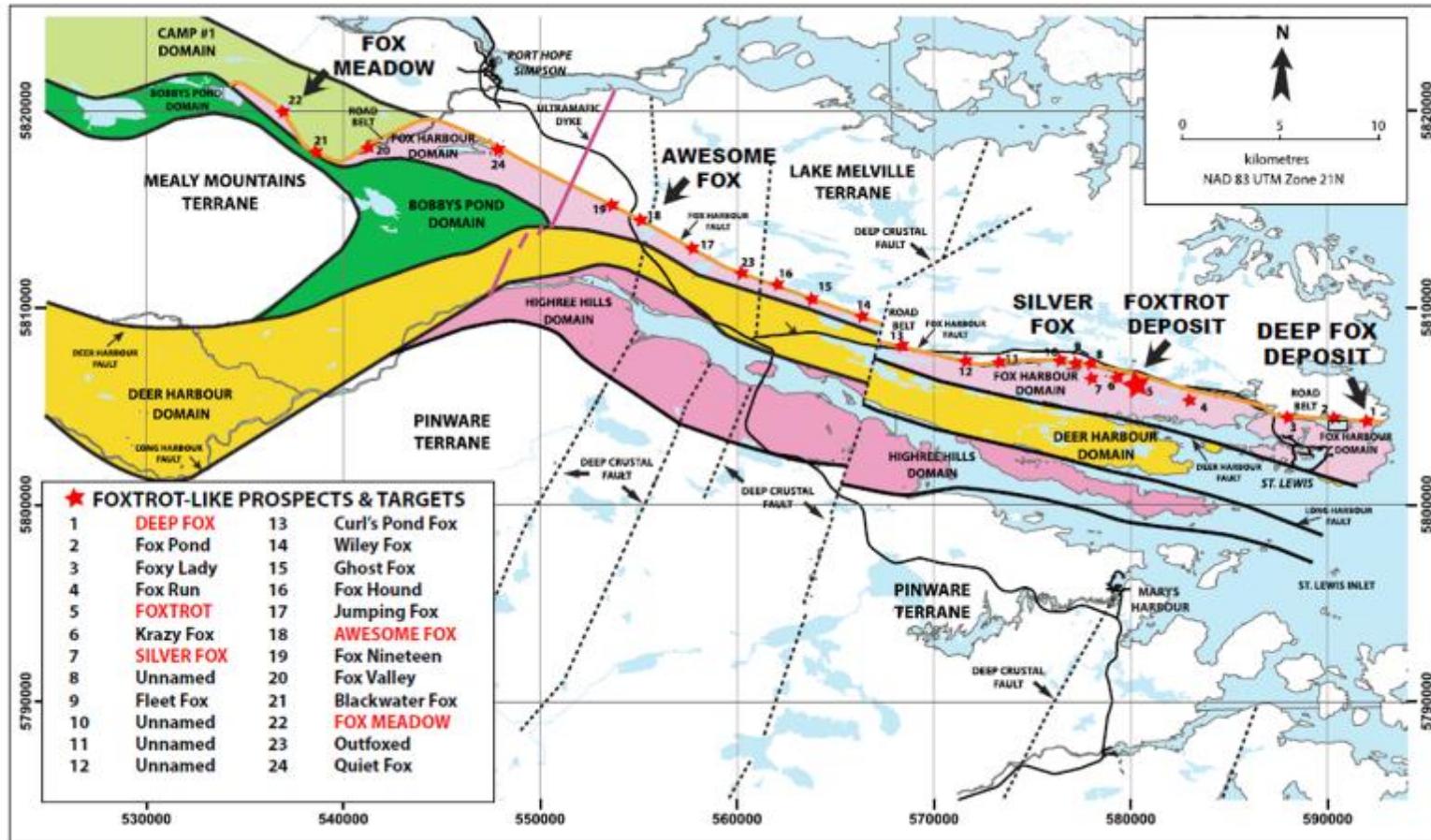
※1 <https://searchminerals.ca/rare-earth-elements/overview/>

Search Minerals Inc. : 個票



重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)

- カナダ、ラブラドル地方の長さ63kmの地区を保有



※1 <https://searchminerals.ca/projects/overview/>

Search Minerals Inc : 個票



Search Minerals Incのトピックス

Foxtrot Resource^{※1}

- 重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)の1番目の鉱物化帯
- これまでの流れ
 - 2010年：発見
 - 2015年：詳細な地質学的分析
 - 2015年：加工施設を対象としたスコーピング調査
 - 2016年：暫定経済評価
 - 2022年
 - リソース計算の更新
 - 景気判断速報

- 2022年4月時点のリソース

Classification	Tonnage (000t)	Pr ppm	Nd ppm	Dy ppm	Tb ppm
Open Pit					
Indicated	4,577	366	1,372	175	30
Inferred	413	322	1,202	173	29
Underground					
Indicated	5,462	365	1,366	177	30
Inferred	2,593	379	1,413	177	31
Total indicated	10,040	366	1,368	176	30
Total inferred	3,006	371	1,384	177	30

※1 <https://searchminerals.ca/projects/foxtrot-resource/>

Search Minerals Inc : 個票



Search Minerals Incのトピックス

Deep Fox Resource ^{※1}

- 重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)の2番目の鉱物化帯
- 2025年生産目標
- これまでの流れ
 - 2018年10月、2019年2月：フェーズIおよびフェーズIIの掘削
 - 2020年3月：リソース見積もり
 - フェーズIII 深さ250 mの掘削調査
 - フェーズIII 掘削に基づくリソース見積もり更新
 - 2022年
 - ✓ 予備的経済評価報告書
 - ✓ フェーズIV 実現可能性評価を支援するための14,000m(坑道の長さ)での掘削
 - ✓ 実現可能性に関する地質工学的評価
 - ✓ 鉱山および濃縮器の高度な設計エンジニアリング

- 2022年4月時点のリソース

Classification	Tonnage (000s t)	Pr ppm	Nd ppm	Dy ppm	Tb ppm
Open Pit					
Indicated	3,906	399	1,482	201	34
Inferred	1,028	332	1,243	181	30
Underground					
Indicated	1,148	378	1,426	203	34
Inferred	2,269	382	1,443	206	35
Total indicated	5,054	394	1,469	202	34
Total inferred	3,297	366	1,381	198	33

※1 <https://searchminerals.ca/projects/deep-fox-resource/>

Search Minerals Inc : 個票



Search Minerals Incのトピックス

Fox Meadow Prospect^{※1}

- 重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)の3番目の鉱物化帯
- Fox Meadow、Deepwater Fox、およびFoxtrotの間のチャンネルサンプルアッセイを比較すると、レアアースの値はFoxtrotで見つかった値と類似していることを発見
- 鉱物化地帯であることが確認され、レアアース採掘の可能性が裏付けられた
- これまでの流れ
 - 2019年： UAV磁力計調査で地点を特定
 - 2020年： 12チャンネルアッセイを完了
 - 2021年：
 - ✓ 5つのチャンネルが報告
 - ✓ 「掘削準備」を達成するための鉱化帯の決定
 - 2022年： 初期6,000 mドリルプログラム開始

Silver Fox Prospect^{※2}

- 重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)の4番目の鉱物化帯
- 樹木、湿原、耕うん地に覆われた地形のため、機械式の掘削装置を使用する必要有
- Zr、Hfの量が他の地域に比べて多い
- これまでの流れ
 - 2020年： ジルコン、レアアース、磁鉄鉱を分離するためのサンプリングプログラムを実施
 - 2021年： 200 mの探査
 - 2022年： ドリルプログラム開始

※1 <https://searchminerals.ca/projects/fox-meadow-prospect/>

※2 <https://searchminerals.ca/projects/silver-fox-prospect/>

Search Minerals Inc : 個票



Search Minerals Incのトピックス

Red Wine REE地区^{※1}

- ・ ラブラドール中西部に位置
- ・ これまでの流れ
 - 2010年と2011年：掘削作業に加えて、9つの希土類元素の試掘、マッピング、チャネルサンプリングなどの広範な探査プログラム完了
 - 2021年：新たにライセンスを取得し、探査プログラムを実行
 - 2022年以降：トレーニング、チャネリング、マッピング、サンプリングを含むさらなる探査作業が実行予定

米USA Rare Earthとオフティクに関する覚書(MOU)締結^{※2}

- ・ 2021年10月、米USA Rare Earthと同プロジェクトから将来的に生産されるNdPrについて、オフティクに関する覚書を締結
 - 500t/年供給
- ・ 確定契約に入る前のデュー・デリジエンスを実行中
- ・ 両プロジェクトから生産されるレアアースの分離、マーケティング、オフティク等に関する事業協力を拡大するという計画の一環
 - 2020年11月、両社は複数の関心分野における技術協力に関する協力枠組み合意を発表済み
- ・ 北米における、持続可能なレアアースのサプライチェーンの確立を目指す

※1 <https://searchminerals.ca/projects/red-wine-ree-district/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211026/159752/

<https://searchminerals.ca/news-media/news/search-minerals-and-usa-rare-earth-enter-non-binding-memorandum-of-understanding-for-an-offtake-agreement/>

Geomega Resources Inc : 個票



Geomega Resources Incの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Geomega Resources Inc／カナダ	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://geomega.ca/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	2008年	・ その他							
事業内容	カナダの鉱業資産の取得、探査、評価	トピックス※2							
売上	0(百万加ドル)(2022年5月期)	<ul style="list-style-type: none">同社のリサイクル技術である、ISR技術を開発レアアース磁石リサイクル実証プラントの建設計画Montviel レアアース/ ニオビウム プロジェクトを実施2021年2月 Everwin Magnetics Co., Ltd.と生産廃棄物のリサイクルに関するLetter of Intent (LOI) を締結<ul style="list-style-type: none">Everwin Magnetics Co., Ltd. はForte Mobility Co., Ltd.の子会社Everwinは、加工から表面処理まで行うカナダ初のNdFeB磁石生産施設を開発中、年間約300tの希土類磁石生産からの開始を目指す							
営業利益率	-1,109.3 %(2022年5月期)								
EBITDA	-1(百万加ドル)(2022年5月期)								

※1, 2
<https://geomega.ca/ree-recycling/>

Geomega Resources Inc : 個票



Geomega Resources Incのトピックス

ISR(Innord's Separation of REE)技術^{※1}

- ・ 工業製品の廃棄物中から回収した使用済み磁石や、磁石製造の際に生じる残留物からREE（Nd・Pr・Tb・Dy）を回収する技術
- ・ 有機溶媒を使用しない独自の技術
 - デロイト仮説：昨今、リサイクル工場設置に伴い、環境保護団体による訴訟が多発。有機溶媒不使用はその点で有利と思料
- ・ 欧州やアメリカの磁石メーカー、合金メーカー、リサイクル業者から供給された材料をカナダで加工

Geomega's ISR Technology



- Proprietary and unique
- Advantages: low CAPEX & environmentally safe
- Organic solvent free process vs. legacy solvent extraction methods (SX)

FEED Study Economics	
Demo plant feed throughput	1.5 tpd (8hr day)
Average grade of feed stock	30% TREO (Nd, Pr, Dy, Tb)
Capital costs	\$2.6 MM
Direct operating costs	\$3 / kg of TREO
Sales	\$10 MM
Profit margin	20%
Capital payback	<2 years
Expansion potential	Up to 4.5 tpd (24 hr day)

- Recycles waste from permanent magnet manufacturers and extracts four HHREE
- Over 5 years of R&D

※1 <https://geomega.ca/ree-recycling/>

※2

https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20200117/122363/

<https://geomega.ca/wp-content/uploads/2022/03/2022%2003%2028%20ENG%20Demo%20Plant%20Update.pdf?fbclid=IwAR1Z--HPM7uiedN6NVUxTeXUdzY9MB7H0GPIlsL9BT2x-RAcxxjfT2mx60>

※3 <https://geomega.ca/2020-07-16-nr/>

レアアース磁石リサイクル実証プラントの建設計画^{※2}

- ・ ケベック(QC)州モントリオール近郊のSaint-Bruno-de-Montarvilleの工業サイト
 - アクセスが良好な戦略的立地
 - ✓ 車で40分以内に2つの空港
 - ✓ モントリオール港まで20分
- ・ 処理能力1.5t/日(REO > 99.5%)を目指す
- ・ 2022年3月時点で
 - 工場のプロセス設計、レイアウト等は完了
 - 建設許可の取得など建設に関する活動や、断続的なテストワークなどを継続的に実行中

USA Rare Earthと磁石廃材提供に関する取引意向書締結^{※3}

- ・ 2020年7月締結
- ・ USA Rare EarthがNdFeB磁石を生産する際に発生する生産廃棄物(切りくずとスクラップ)を、最低5年間同社がリサイクルを実施可能になるよう提供
- ・ リサイクルされた酸化物は、USA Rare Earthの磁石工場の原料の一部となる

Geomega Resources Inc : 個票



Geomega Resources Incのトピックス

Montviel レアアース/ ニオビウム プロジェクト^{※1}

- ・ ケベック(QB)州のMontviel炭化物鉱床を100%保有
- ・ 合計約9,910ヘクタール
- ・ 地元の電力および道路インフラが使用可能
- ・ ケベック州政府、地元コミュニティ、CREE First Nationからの支援あり
- ・ 2015年からさらなる採掘技術の発展を停滞中
- ・ 資源量は以下のとおり

NSR Value (CAD\$/tonne)	Category	Million Tonnes	TREOGrade (%)	Pr2O3		Nd2O3		Eu2O3		Nb2O5	
				Grade (ppm)	Contained (M kg)						
335	Indicated	82.4	1.51	766	63.2	2,452	202	52	4.3	1,715	141.3
312	Inferred	184.2	1.43	746	137.4	2,433	448.3	47	8.7	1,315	242.3

※1 <https://geomega.ca/montviel-ree-nb/>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Neo Performance Materials : 個票



Neo Performance Materialsの概要

基礎情報

企業名	Neo Performance Materials／カナダ
会社URL	https://www.neomaterials.com/
設立	2017年
事業内容	希土類及び希土類系機能性材料の開発、加工、製造
売上	539(百万米ドル)(2021年12月期)
営業利益率	10.7%(2021年12月期)
EBITDA	58(百万米ドル)(2021年12月期)

対象商品※1

- 子会社のNeo Magnequenchが以下の磁石を販売
➤ NdFeB磁石(ボンド)

トピックス※2

- 2021年3月
Energy Fuels社と、欧州と北米にまたがるニアアース生産イニシアティブを発表

※1 <https://www.neomaterials.com/magnequench/>

※2 <https://www.neomaterials.com/neo-performance-materials-energy-fuels-rare-earth-production/>

Neo Performance Materials : 個票



Neo Performance Materialsのトピックス

Energy Fuels社と、欧州と北米にまたがるレアアース生産イニシアティブを発表^{※1}

- 2021年3月発表
- アメリカと欧州のレアアースサプライチェーンを強化する目的
- イニシアティブに基づき、レアアース製品を米国南東部で採掘された重ミネラルサンドの副産物である天然モナズ砂から生産
- Energy Fuels社は米ユタ(UT)州でモナズ砂をレアアース炭酸塩に加工し、エストニアのNeo Performance Materials社の高付加価値のレアアース分離施設「Silmet」において原料として使用
- この契約の最終合意の完了を条件として、Energy Fuels社は、2021年3月又は4月からレアアース炭酸塩の一部をNeo Performance Materials社のエストニアのSillamäeにあるSilmetへ輸送

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210315/154370/
<https://www.neomaterials.com/neo-performance-materials-energy-fuels-rare-earth-production/>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー（素材製造/製品製造）

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

イギリス企業について、以下8社の情報を後述する



素材製造(リサイクル含む)(計6社)

No.	企業名	設立年
1	Less Common Metals (合金、リサイクル)	1992
2	Pensana Plc (精製、アフリカで採掘)	2019
3	Mkgango Rare Earths UK (リサイクル)	2021
4	HyProMag Ltd (リサイクル)	2018
5	Rainbow Rare Earth (採掘)	2011
6	European Metal Recycling (リサイクル)	1994

製品製造(磁石2社)(計2社)

No.	企業名	設立年
1	ECLIPSE MAGNETICS	1987
2	SG Technologies	1997

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス（素材製造/製品製造）

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Rainbow Rare Earths Ltd : 個票



Rainbow Rare Earths Ltdの概要

基礎情報

企業名	Rainbow Rare Earths Ltd／イギリス
会社URL	https://www.rainbowrareearths.com/
設立	2011年
事業内容	レアアースノ探査と開発
売上	0(2022/06期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

トピックス※2

- ・ レアアースプロジェクトを2つ所有
 - Phalaborwa (南アフリカ)
 - Gakara (ブルンジ)
- ・ 2022年8月 欧州原材料アライアンス(ERMA)に加盟

※1

<https://www.rainbowrareearths.com/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220825/169492/

Rainbow Rare Earths Ltd : 個票



Rainbow Rare Earths Ltdのトピックス

Phalaborwaレアアースプロジェクト(南アフリカ)^{※1}

- ・リン酸石膏に含まれる推定鉱物資源 : 30.7 Mt(0.43%TREO)
- ・レアアース酸化物は全体の29.1%を占めると推定
- ・硬岩の採掘や粉碎が不要で、リン酸石膏は水圧で回収され処理施設に送られるため、コストが削減可能
- ・また、選鉱についてもコストが低くなる予定
- ・今後、開発に必要な許可を関係当局から取得し、さらなるテストを実施し、最終的には大規模なパイロットプラントの運用を実施予定

Gakaraレアアースプロジェクト(ブルンジ)^{※2}

- ・総面積約135km²
- ・2015年3月に採掘ライセンスを取得(25年有効、延長可能)
- ・2017年に試験採掘を開始
- ・放射能レベルが低く、52-56%TREOの高濃度のレアアースの採掘が可能
- ・Gakaraレアアースプロジェクトの90%の株を取得済み
- ・2021年6月、ブルンジ政府の要請により、Gakaraは保護(Care and Maintenance)対象地域になり、試験採掘は停止
- ・同社は試験採掘の再開に向け、利害関係者との関与を継続中

※1

<https://www.rainbowrareearths.com/project/phalaborwa/>

※2

<https://www.rainbowrareearths.com/project/gakara/>

https://www.rainbowrareearths.com/wp-content/uploads/2022/10/RRE-2022-Annual-Report_Final.pdf

Less Common Metals : 個票



Less Common Metalsの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1									
企業名	LCM (Less Common Metals)／イギリス							Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu		
会社URL	https://www.lesscommonmetals.com/							Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
設立	1992年							<ul style="list-style-type: none">Co, Fe, B									
事業内容	希土類系合金や高純度金属の精製、販売							<p>トピックス※2</p> <ul style="list-style-type: none">REE4EUへの参加									
売上	12(百万英ポンド)(2021/12期)							<ul style="list-style-type: none">➢ REE 4 EU高温電解 (HTE) 技術を検証するために、VACによって供給される永久磁石由来の希土類酸化物 (REO) を変換するための1 KA電解セルでの試験を実施									
営業利益率	N/A							<ul style="list-style-type: none">➢ Horizon2020が出資するプロジェクト"SUSMAGPRO"への参加➢ EUのレアアース永久磁石リサイクルサプライチェーンを開発する1200万ユーロのプロジェクト➢ 2019年に始動									
								<ul style="list-style-type: none">➢ 2020年11月Innovate UKから資金提供を受ける➢ 英国におけるレアアース永久磁石生産の完全に統合されたサプライチェーンを確立するための要件を特定するフィジビリティスタディを実施するため➢ 同社は原材料供給源、精鉱の生産、現場での加工前の個々のレアアースへの分離、磁石生産設備へ供給用の合金についての評価を実施する									

※1 <https://www.lesscommonmetals.com/>

※2

<https://www.lesscommonmetals.com/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20201126/151560/

Less Common Metals : 個票



Less Common Metalsのトピックス

LCMの精製技術^{※1}

- 水素化によりネオジム鉄ホウ素粉末を製造する施設をもつ
- さらに技術チームは以下の取り組みにも注力している
 - ✓ さらなる金属製造能力の開発
 - ✓ 排気ガス規制の強化
 - ✓ モニタリングの改善
 - ✓ 自動化
 - ✓ DyFeの生産
 - ✓ 2020年に設置した新排水処理システム始祖の開発
 - ✓ 貯蔵合金
 - ✓ EUが出資する様々な共同プロジェクトへの参加
 - ✓ 使用済み磁石のリサイクル
 - ✓ NdFeBの重希土類含有量の低下
 - ✓ 磁石の添加製造
 - ✓ スカンジウムアルミニウム合金

SUSMAGPROにおけるLCMの役割^{※2}

- Hydrogen-based Processing of Magnet Scrap (HPMS) から 製造されたリサイクルNdFeB粉末と、使用済み風力タービンから抽出された大きな焼結NdFeBブロックを再鋳造すること
- Ellesmere Portのオンサイト分析研究所で化学組成と不純物分析を提供すること。これは、プロジェクト内のすべての材料に対して ICP-OES (誘導結合プラズマ発光分析) と燃焼および不活性ガス核融合技術によって行われる
- さらに、未被覆磁石の再鋳造と、来年の成果物のためにリサイクル焼結磁石から特定の内容構造の鋳造合金の製造を計画
- クリーン技術への要求から希土類永久磁石 (主にNdFeB) の需要が増加しているため、プロジェクトパートナーがリサイクルのサプライチェーンを視覚化し、構築するのに役立つ
- プロジェクトパートナー(一部抜粋)
 - BME: EU最大の磁石オンライン販売業者
 - SRI(Stena recycling Internationals): リサイクル企業。スクラップを含む磁石の収集を行う
 - MIMplusTechnologies : スクラップ電子機器からの材料の分離などを支援する
 - MAGNETI Ljubljana: 磁石のサプライヤー。同社の施設に試験プラントを建設し、Hydrogen-based Processing of Magnet Scrap (HPMS) を行い、大量の再生焼結磁石を生産する

※1, 2 <https://www.lesscommonmetals.com/>

Pensana Plc : 個票



Pensana Plcの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1															
企業名	Pensana Plc／イギリス							Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://pensana.co.uk/							Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	2019年							<ul style="list-style-type: none">Saltland レアアース精製プロジェクト(UK)<ul style="list-style-type: none">目標生産量：約12,500t/年のレアアース酸化物上記のうち4,500t-5,000tはNdPr								トピックス※2							
事業内容	レアアースの探査・開発							<ul style="list-style-type: none">本社はイギリスのロンドン進行中の主要プロジェクト<ul style="list-style-type: none">Saltland レアアース精錬プロジェクト(UK)Longonjo NdPrプロジェクト(アンゴラ)2022年1月ノルウェーの石油会社Equinor社と水素を活用したマグネットリサイクル技術開発に向けた協力協定締結2022年7月 グリーンボンド発行に向けた認証を取得															
収益	28(米ドル)(2022/6期)																						

※1

<https://www.saltendchemicalspark.com/companies-on-site/#futureprojects>

※2

<https://pensana.co.uk/>

<https://www.saltendchemicalspark.com/companies-on-site/#futureprojects>

<https://pensana.co.uk/wp-content/uploads/2022/10/Pensana-Plc-2022-Annual-Report.pdf>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220802/169002/

Pensana Plc : 個票



Pensana Plcのトピックス

Saltland レアアース精錬プロジェクト(UK)^{※1}

- 中国に依存しない、低酸素なレアアース製品のサプライチェーンを確立するためのハブとなることを目指す
- プロジェクトは150万ポンド規模
- 施設は、主要な化学薬品および再生可能エネルギー事業が集まる Saltend Chemicals Parkに建設
- 2022年5月 地元自治体であるEast Riding of Yorkshire Council の計画承認をうける
- 施設は重希土類の分離や金属の変換など、将来的な下流の機会拡張に対応できる十分な広さがあり
- 操業開始は2023年末見込
- 2024年には世界の磁性金属の5%を生産する計画

Longonjo NdPrプロジェクト(アンゴラ)^{※2}

- 2020年5月に採掘権取得
- 水力発電を利用した鉱山
- 採掘された混合レアアース硫酸塩はイギリスに送られる

※1

<https://www.saltendchemicalspark.com/companies-on-site/#futureprojects>
<https://pensana.co.uk/wp-content/uploads/2022/10/Pensana-Plc-2022-Annual-Report.pdf>
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/08/b9b32d0472247751.html>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221011/170184/

※3

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220214/165964/
<https://pensana.co.uk/wp-content/uploads/2022/01/RNS-Pensana-Equinor-Co-operation-Agreement.pdf>

※4 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220802/169002/

水素を活用したマグネット・リサイクル技術開発に向けた協力協定^{※3}

- 2022年1月、ノルウェーの石油会社Equinor社と締結
- マグネット・リサイクル技術の開発のための技術的・商業的な情報を共有するワーキンググループを設立
- 同社が風力発電ナセル(発電機や増速機で構成された部分)の使用済レアアースについて水素を還元剤として処理する技術を模索していたところ、Equinor社のH2H Saltendプロジェクトで生産される水素の活用に向け協働を決定

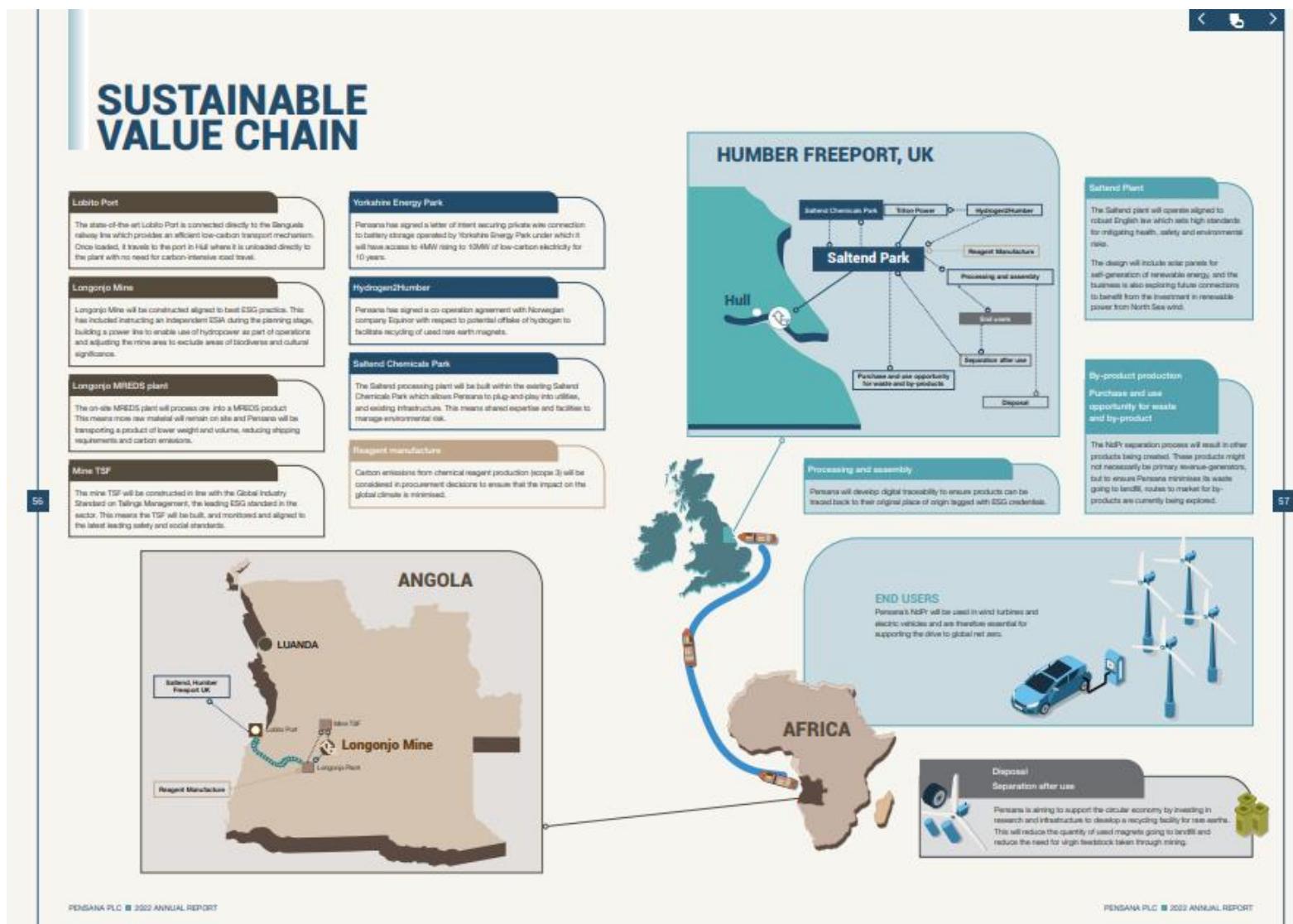
グリーンボンド発行に向けた認証を取得^{※4}

- ノルウェーCICERO Shades of Green(CICERO)の認証を取得
➤ グリーンボンドのフレームワークに関する評価を行う国際的な独立機関
- CICEROは同社について、英レアアース精錬所(Saltend Chemicals Park)とアンゴラで操業中の鉱山開発を通じたサステナブルなマグネット金属サプライチェーンを構築する計画に基づき、(グリーンボンドフレームワークの)原則に沿った企業と評価
- 同社の事業についてLight Green※と位置付け
- 同社が発行するグリーンボンドに対する機関投資家の関心を拡大する上で、今回の評価は重要と判断される

※CICERO Shades of Greenでは、Dark Green、Medium Green、Light Green、Yellow、Redの5段階で格付け

※Greenについてはトランジションに資する取組との評価

参考) Pensana Plcの描くバリューチェーン



Mkango Rare Earths UK : 個票



Mkango Rare Earths UKの概要

基礎情報		対象商品
企業名	Mkango Rare Earths UK／イギリス	<ul style="list-style-type: none">詳細情報不明
会社URL	https://mkango.ca/ (カナダの親会社のサイト)	
事業内容	希土類磁石リサイクル事業	

トピックス※1

- Mkango Resources(カナダ)の100%子会社
- 2022年3月 プレスリリース
レアアースマグネットのリサイクルプロジェクト「Secure Critical Rare Earth Magnets(SCREAM)」を推進
- レアアースサプライチェーン構築プロジェクト「REEsilience」に参加

※1

<https://mkango.ca/>
<https://reesilience.eu/about-us/>

Mkango Rare Earths UK : 個票



トピックス

Short Loop RecyclingとLong Loop Recyclingの違い^{※1}

- Short Loop Recycling
 - HyProMag Limitedが進めるリサイクル法
 - バーミンガム大学内のMagnetic Materials Group(MMG)で開発された水素ベースの技術(HPMS)を使用したNdFeB磁石リサイクル
- Long Loop Recycling
 - Mkango Rare Earths UKが進めるリサイクル法
 - 化学処理技術を使用したNdFeB磁石リサイクル(おそらく不純物処理を実施)
 - リサイクルHPMS NdFeB粉末とMagnet swarf(研削磁石と仕上げ磁石から生成される粉)の両方を含む、Long Loopリサイクルは、Short Loopリサイクルに適さないスクラップなど、処理できる材料の範囲を広げる

Tyseley Energy Parkでの工場建設^{※2}

- 2021年5月に発表
- 英国初、焼結希土類磁石の再製造ライン
- UK Research and Innovation (UKRI) はDriving the Electric Revolution Challengeの一部として、バーミンガム大学に対し、新工場建設費用430万ポンドを授与
- Short Loop RecyclingとLong Loop Recyclingの両方のラインの工場を建設予定

※1

<https://maginito.com/>

※2

<https://www.tyseleyenergy.co.uk/recycling-plant-for-high-performance-rare-earth-magnets/>

Mkango Rare Earths UK : 個票



Mkango Rare Earths UKのトピックス

レアアースマグネットのリサイクルプロジェクト「Secure Critical Rare Earth Magnets(SCREAM)」を推進^{※1}

- 2022/03/01-2025/02/28予定
- 以下6者と共同プロジェクト
 - Bowers & Wilkins社
 - European Metal Recycling社
 - GKN Automotive Innovation Centre
 - HyProMag社
 - Jaguar Land Rover社
 - Birmingham大学
- 約3.4万ポンド規模のプロジェクト
 - うち、約2.4万ポンドはUK Research and Innovation(UKRI)のIndustry Challenge Fund(産業戦略チャレンジファンド)である「Driving Electric Revolution(電気革命推進)」から資金提供
- 以下の2つの目標を掲げる
 - レアアースマグネットのリサイクル供給源を英国内に確立し、英国産業界へ安定的に供給する
 - コストの10%削減と環境負荷の大幅な軽減
- リサイクルマグネットでは、一時採掘から合金、マグネット生産までの行程と比較してエネルギーが88%少なくなると推定している

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166773/

※2 <https://reesilience.eu/about-us/>

レアアースサプライチェーン構築プロジェクト「REEsilience」に参加^{※2}

- 16のプロジェクトパートナーと2つの関連パートナー(以下、一部抜粋)
 - Pforzheim(フ福ルツハイム)大学(コーディネーター)(ドイツ)
 - Steinbeis Europa Zentrum(コンサルティング)(ドイツ)
 - Jožef Stefan Institute(研究機関)(スロベニア)
 - Leiden大学(オランダ)
 - Valeo(電機製品メーカー)(フランス)
 - RISE(研究機関)(スウェーデン)
 - HyProMag(レアアースリサイクル)(イギリス)
- 目的は欧州におけるレアアース磁性材料および製品のより強靭で持続可能なサプライチェーンを構築すること
- プロジェクトにおける同社の役割は、同社の特許技術をより発展させ、使用済みNdFeB磁石の分離とリサイクルを長いループ検討すること
- 2026年6月まで継続予定

Mkango関連トピックス



関与しているプロジェクト

Grant Funded Projects – HyProMag, University of Birmingham and Mkango Rare Earths UK

SusmagPro Project – sustainable recovery, reprocessing and reuse of rare earth magnets in a European circular economy	€14m project with 19 partners across the supply chain
RaRE Project - establishing an end-to-end supply chain to incorporate recycled rare earth magnets into EVs	£2.6m project with Bentley Motors, Unipart, AEMR, ILS
REAP Project - recycling rare earth magnets from speakers used in automotive and electronics applications	£0.3m project with European Metal Recycling (EMR) – completed Sept 2021
SCREAM Project – scrap processing pilot plants, HPMS, remelting, strip casting, chem processing, magnet production	£3.4m project with Mkango Rare Earths UK, B&W, EMR, GKN, Jaguar Land Rover
REEsilience Project – creating a more robust supply chain integrating primary & secondary sources, magnet pilot plants	€14m project with 22 partners across the supply chain

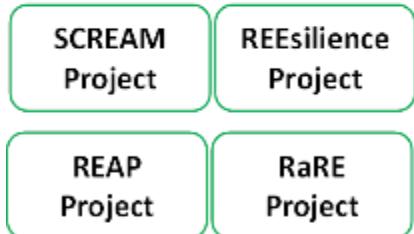
※1
<https://maginito.com/>

Mkango関連会社の関係性



Short Loop recycling

Hypromag Ltd / UoB
- developing demonstration scale plant at Tyseley Energy Park based on pilot plant at University Birmingham (UoB)



Long Loop recycling

Mkango Rare Earths UK
- developing pilot plant for recycling via chemical route at Tyseley Energy Plant



2022年5月29日 MkangoとCotec Holdings Corp.はタームシートを締結※1

- CotecはMkangoとその子会社であるMaginitoに投資
➢ (Mkangoに200万ポンド、Maginitoに150万ポンド(株式の10%))
- 組織改革に伴い、Mkango Rare Earths UK LtdはMaginitoの完全子会社へ編成

2022年10月28日 上記取引に関し、最新情報発表

- 遅延発生中
- CotecはMkangoに前払い手形222,500ポンド提供
- Mkangoは独占期間を2022年12月23日まで延長することに合意※1

○Cotec Holdings Corp. ※2

- ESGに焦点をあてたカナダ企業
- 鉱物や金属の抽出、精製、加工の方法を変える可能性のある、初期段階の革新的技術に投資を実施

出典
図 <https://maginito.com/>
※1

<https://cotec.ca/news/mkango-and-cotec-to-collaborate-in-downstream-rare-earth-technologies-with-proposed-investments-totalling-35-million-c56million>

<https://cotec.ca/news/mkango-and-cotec-provide-transaction-update-20221028>

※2 <https://cotec.ca/our-business/assets-technologies/overview/>

HyProMag Ltd：個票



HyProMag Ltdの概要

基礎情報		対象商品
企業名	HyProMag Ltd／イギリス	
会社URL	https://hypromag.com/	
設立	2018年	
事業内容	希土類磁石リサイクル事業	

• 現在の株主

- Maginito Ltd 41.56%
- Allan Walton 14.61%
- David Kennedy 14.61%
- Ivor Rex Harris 14.61%
- John Donald Speight 14.61%

49%まで引き上げる
オプション付き

4者は同社の
Director

※1

https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166773/

<https://hypromag.com/>

https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20211011/159407/

<https://hypromag.com/mkango-announces-launch-of-innovative-project-to-use-recycled-rare-earth-magnets-in-electric-vehicles/>

<https://reesilience.eu/about-us/>

HyProMag Ltd：個票



HyProMag Ltdのトピックス(1/3)

HPMS(Hydrogen Processing of Magnet Scrap)と呼ばれる特許技術^{※1}

- ・ ハードディスクドライブなどの電気製品からNdFeB磁石を抽出するために使用される水素ベースのプロセス
- ・ 抽出されたNdFeB粉末は合金の形で、異なる形に再加工が可能

同社の戦略^{※2}

- ・ バーミンガムのTyseleyにNdFeB磁石のリサイクル施設を設立し、NdFeB磁石と合金粉末を提供すること
- ・ 以下の製品が想定されている
 - 水素消耗(HD)消磁粉末
 - HD粉末から再溶融した合金インゴット
 - 異方性合金粉末(HDDR)
 - 焼結NdFeB磁石

「オーディオ製品からのレアアース抽出（Rare-Earth Extraction from Audio Products, REAP）」プロジェクトに成功^{※3}

- ・ パートナー
 - Birmingham大学
 - 英European Metal Recycling社
- ・ 自動車や薄型テレビのスピーカーからレアアースマグネットを水素処理技術(HPMS)によりリサイクル
- ・ HPMSによりリサイクルされたマグネットは新品と同等の磁気特性を有することを確認
- ・ 本プロジェクトは、UK Research & InnovationのIndustrial Strategy Challenge Fundの助成金を受けて実施

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166773/

※2 <https://hypromag.com/>

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211011/159407/



HyProMag Ltdのトピックス(2/3)

リサイクルプロジェクト「Rare-Earth Recycling for E-Machines(RaRE)」を推進^{※1}

- パートナー
 - Birmingham大学
 - Advanced Electric Machines Research Limited(モータ事業)
 - Bentley Motors Limited(自動車OEM)
 - Intelligent Lifecycle Solutions Limited(電子機器廃棄物処理事業)
 - Unipart Powertrain Applications Limited(自動車部品製造)
- 3年間の研究プロジェクト
- Birmingham大学が完成させたマグネットを廃棄された電化製品から抽出する方法を基に、ニアアースマグネットリサイクルの新手法を考案することを目的
- さらに、抽出されたマグネット材料を特注の補助モータ用のリサイクル可能な新しいマグネットにする
- 最終的には、リサイクルされた希土類磁石をEV車に組み込むためのEnd to Endのサプライチェーンの確立を目指す
- HPMS技術が基礎となる

※1

<https://hypromag.com/mkango-announces-launch-of-innovative-project-to-use-recycled-rare-earth-magnets-in-electric-vehicles/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210316/154406/

<https://www.birmingham.ac.uk/news/2021/new-project-announced-to-deliver-recycling-supply-chain-for-luxury-cars>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166773/

ニアアースマグネットのリサイクルプロジェクト「Secure Critical Rare Earth Magnets(SCREAM)」を推進^{※2}

- 2022/03/01-2025/02/28予定
- 以下6者と共同プロジェクト
 - Bowers & Wilkins社
 - European Metal Recycling社
 - GKN Automotive Innovation Centre
 - Mkango Rare Earths UK
 - Jaguar Land Rover社
 - Birmingham大学
- REAPプロジェクトを基にしている
- 約340万ポンド規模のプロジェクト
 - うち、約240万ポンドはUK Research and Innovation(UKRI)のIndustry Challenge Fund(産業戦略チャレンジファンド)である「Driving Electric Revolution(電気革命推進)」から資金提供
- 以下の2つの目標を掲げる
 - ニアアースマグネットのリサイクル供給源を英国内に確立し、英國産業界へ安定的に供給する
 - コストの10%削減と環境負荷の大幅な軽減
- リサイクルマグネットでは、一時採掘から合金、マグネット生産までの行程と比較してエネルギーが88%少なくなると推定している

HyProMag Ltd：個票



HyProMag Ltdのトピックス(3/3)

レアアースサプライチェーン構築プロジェクト「REEsilience」に参加^{※1}

- 16のプロジェクトパートナーと2つの関連パートナー(以下、一部抜粋)
 - Pforzheim(フュルツハイム)大学(コーディネーター)(ドイツ)
 - Steinbeis Europa Zentrum(コンサルティング)(ドイツ)
 - Jožef Stefan Institute(研究機関)(スロベニア)
 - Leiden大学(オランダ)
 - Valeo(電機製品メーカー)(フランス)
 - RISE(研究機関)(スウェーデン)
- 目的は欧州におけるレアアース磁性材料および製品のより強靭で持続可能なサプライチェーンを構築すること
- プロジェクトにおける同社の役割は、同社の特許技術をより発展させ、使用済みNdFeB磁石の分離とリサイクルを短いループで検討すること
- 2026年6月まで継続予定

※1 <https://reesilience.eu/about-us/>

European Metal Recycling : 個票



European Metal Recyclingの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	European Metal Recycling／イギリス	<ul style="list-style-type: none">年間1000万トンの廃棄物を回収し、リサイクルする (飲料缶から石油プラットフォームまで幅広いものを扱う)
会社URL	https://uk.emrgroup.com/	
設立	1994年	
事業内容	金属リサイクル事業	<h3>トピックス※2</h3> <ul style="list-style-type: none">2021年9月「オーディオ製品からのレアアース抽出 (Rare-Earth Extraction from Audio Products, REAP)」プロジェクトに成功レアアースマグネットのリサイクルプロジェクト「Secure Critical Rare Earth Magnets(SCREAM)」に参加

※1 <https://uk.emrgroup.com/about-us>

※2

<https://hypromag.com/mkango-announces-launch-of-innovative-project-to-use-recycled-rare-earth-magnets-in-electric-vehicles/>
<https://research.birmingham.ac.uk/en/projects/scream-secure-critical-rare-earth-magnets-for-the-uk>

European Metal Recycling : 個票



European Metal Recyclingのトピックス

オーディオ製品からのレアアース抽出「Rare-Earth Extraction from Audio Products, (REAP)」プロジェクトに成功^{※1}

- パートナー
 - Birmingham大学
 - HyProMag社
- 自動車や薄型テレビのスピーカーからレアアスマグネットを水素処理技術(HPMS)によりリサイクル
- HPMSによりリサイクルされたマグネットは新品と同等の磁気特性を有することを確認
- 本プロジェクトは、UK Research & InnovationのIndustrial Strategy Challenge Fundの助成金を受けて実施

レアアスマグネットのリサイクルプロジェクト「Secure Critical Rare Earth Magnets(SCREAM)」を推進^{※2}

- 2022/03/01-2025/02/28予定
- 以下6者と共同プロジェクト
 - Bowers & Wilkins社
 - HyProMag社
 - GKN Automotive Innovation Centre
 - Mkango Rare Earths UK
 - Jaguar Land Rover社
 - Birmingham大学
- REAPプロジェクトを基にしている
- 同社は、最先端のロボット分離技術を含む自社プロセスを利用してテレビのスピーカーや洗濯機、使用済み車両から高品質のリサイクル NdFeB磁石を供給
- 同プロジェクトは、同社が将来的に商業的な循環型サプライチェーンを構築することを見据え、リサイクルNdFeB磁石の市場の可能性を理解するのに役立つ
- 同プロジェクトは以下の2つの目標を掲げる
 - レアアスマグネットのリサイクル供給源を英国内に確立し、英國産業界へ安定的に供給する
 - コストの10%削減と環境負荷の大幅な軽減

※1

<https://hypromag.com/mkango-announces-launch-of-innovative-project-to-use-recycled-rare-earth-magnets-in-electric-vehicles/>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220318/166773/

<https://research.birmingham.ac.uk/en/projects/scream-secure-critical-rare-earth-magnets-for-the-uk>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス（素材製造/製品製造）

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

SG Technologies：個票



SG Technologiesの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	SG Technologies／イギリス	<ul style="list-style-type: none">Ultra-Dense bonded magnets(NdFeB磁石)<ul style="list-style-type: none">市販されている中で最も高い残留時着圧縮率を持つ磁石高価な焼結NdFeB磁石に代わる圧縮接合NdFeB磁石開発量は年間2,500万個を超える同社は射出成型永久磁石の応用開発の最前線におり、その技術を生かして開発を行っている
会社URL	https://www.sgtec.com/	
設立	1997年	
事業内容	高性能磁性部品、組立品の製造	<p>トピックス</p> <ul style="list-style-type: none">同社は射出成型永久磁石の応用開発の最前線におり、その技術を生かして開発を実施

※1 <https://www.sgtec.com/products/ultra-dense-compression-bonded-magnets/>

ECLIPSE MAGNETICS：個票



ECLIPSE MAGNETICSの概要

基礎情報

企業名	ECLIPSE MAGNETICS／イギリス
会社URL	https://www.eclipse-magnetics.com/
設立	1987年
事業内容	磁石、磁性部品の製造と販売
売上	1,760万(米ドル)(2021/9月期)

対象商品※1

- NdFeB磁石
 - ブロック、ディスク、ディープポット、シャロー・ポットなど
- SmCo磁石
 - ディープポット、シャロー・ポットなど

トピックス

※1

https://www.eclipse-magnetics.com/products/magnetic-tools-and-standard-magnets/?filter_magnet_material=3675&title=#products

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

ドイツ企業について、以下4社の情報を後述する



素材製造(計1社)

No.	企業名	設立年
1	Dorfner Anzoplan GmbH	1985

製品製造(磁石2社 + モータ1社)(計3社)

No.	企業名	設立年
1	HyProMag GmbH	2021
2	Vacuumschmelze GmbH & Co. KG	1923
3	Siemens AG	1897

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ（素材製造/製品製造）

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Dorfner Anzaplan GmbH：個票



Dorfner Anzaplan GmbHの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Dorfner Anzaplan GmbH／ドイツ	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.anzaplan.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1985年	<ul style="list-style-type: none">希土類酸化物(詳細な元素は不明)売上規模等の観点から、コンサルティング業務が主であると思料							
事業内容	工業、特殊鉱物、金属プロジェクトのコンサルティング事業およびエンジニアリング事業	トピックス※2							
売上	0.58382(米ドル)(2020/12期)	<ul style="list-style-type: none">REE含有鉱物処理に関し、以下の研究および開発を実施<ul style="list-style-type: none">フローシートの開発プロセス設計適切な機器選択パイロットスケールでの処理実施							

※1

<https://www.anzaplan.com/>

※2

https://www.anzaplan.com/minerals/rare-earth-minerals/?selectedService=process_development



Dorfner Anzaplan GmbHのトピックス

同社が行う物理処理^{※1}

- ROMの粉碎・研削・分類
- センサーベースのソート (SBS)
- 高密度媒体分離 (DMS)
- 損耗擦過と脱脂
- 静電分離
- 磁気分離
- 浮選

主な湿式冶金処理ステップ^{※2}

- ロースト
- リーチング
- 凈化(例：イオン交換)
- 溶媒抽出 (SX)
- 放射性核種の分離(U, Th)
- 降水
- 結晶化

【参考：HPの表現】

- Crushing, grinding and classification of ROM
- Sensor based sorting (SBS)
- Dense media separation (DMS)
- Attrition scrubbing and desliming
- Electrostatic separation
- Magnetic separation
- Flotation

【参考：HPの表現】

- Roasting
- Leaching
- Purification (e.g. ion exchange)
- Solvent extraction (SX)
- Separation of radionuclides (U, Th)
- Precipitation
- Crystallization

※1, 2

https://www.anzaplan.com/minerals/rare-earth-minerals/?selectedService=pilot_plant

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ（素材製造/製品製造）

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

HyProMag GmbH : 個票



HyProMag GmbHの概要

基礎情報

企業名	HyProMag GmbH／ドイツ
会社URL	https://hypromag.de/home.html
設立	2021年
事業内容	希土類磁石リサイクル事業、磁石生産

- 株主
 - HyProMag Ltd 80%
 - Carlo Burkhardt 20%
 - ✓ Professor at Pforzheim University in Germany
 - ✓ Co-ordinator of the €14m EU funded SusMagPro project

対象商品

トピックス※1

- 2021年11月、英HyProMag社が子会社として設立

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211202/164245/

<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/15/2333784/0/en/Mkango-Announces-HyProMag-Expansion-Into-Germany.html>



HyProMag GmbHのトピックス

英HyProMag社が子会社として同社を設立^{※1}

- 2021年11月15日発表
- 目的：
英HyProMag社が保有するレアアース磁石・リサイクル技術である Hydrogen Processing of Magnet Scrap(HPMS)技術(水素処理技術)をドイツおよび欧州で商業化すること
- 欧州のレアアースマグネット・サプライチェーンの多様化・強靭化に資する大きな機会となることが想定される

"Innovation Centre for Science & Economy Northern Black Forest IZWW" プロジェクトについて、助成金獲得^{※2}

- 2022年11月プレスリリースにて発表
- ドイツ初のレアアース磁石リサイクルHPMSプラントを開発するプロジェクト
 - バーデン・ヴュルテンベルク州に最低生産能力100t/年の NdFeB磁石の生産施設の開発を予定 (リサイクルされた希土類焼結磁石、合金、粉末を使用)
- 2024年に商業生産できることを目指す
- 総額370万€の助成金を取得
 - 欧州地域開発基金(European Regional Development Fund)から250万€
 - バーデン・ヴュルテンベルク州経済労働・観光省から120万€

※1

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211202/164245/
<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/15/2333784/0/en/Mkango-Announces-HyProMag-Expansion-Into-Germany.html>

※2

https://www.iru-miru.com/article_detail.php?id=56419
<https://www.miningweekly.com/article/hypromag-receives-grants-to-advance-magnet-production-in-germany-2022-11-23>

Vacuumschmelze GmbH & Co. KG : 個票



Vacuumschmelze GmbH & Co. KGの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Vacuumschmelze GmbH & Co. KG／ドイツ	<ul style="list-style-type: none">VACOMAX(SmCo磁石)VACODYM(NdFeB磁石)
会社URL	https://www.vacuumschmelze.com/	■ 用途 <ul style="list-style-type: none">自動運転、EV、航空機、風力発電機、医療器具など
設立	1923年	
事業内容	磁性材料、磁石、その他関連商品の開発、生産、販売	
売上	382(百万ユーロ)(2020/12期)	
税引前 利益率	13.4%(2020/12期)	トピックス※2 <ul style="list-style-type: none">プロテリアルとのネオジム磁石ライセンス契約2021年12月 General Motors(GM)と共同でEV車の電気モータに使用される永久磁石の製造工場をアメリカに建設することを発表2022年4月 SmCoをベースにした新しい永久磁石合金の開発に成功2022年6月 マレーシアの学生の技術教育の発展のため、University Malaysia Pahangと協力協定を締結
資産合計	392(百万ユーロ)(2020/12期)	

※1

<https://vacuumschmelze.com/>

<https://vacuumschmelze.com/Company/About-Us?About%20Us#About%20Us>

※2

<https://investors.gm.com/news-releases/news-release-details/general-motors-and-vacuumschmelze-vac-announce-plans-build-new>



Vacuumschmelze GmbH & Co. KGのトピックス

VACOMAX(SmCo)^{※1}

- ・ 強い飽和分極、並外れた温度安定性、耐食性とともに非常に高い保磁力を持つ
- ・ 高温用途に適し、合金によっては最大350°Cまで利用可能
- ・ DFARS 225.7018, 10 USC.2533 cにも準拠
- ・ 通常はコーティング不要
- ・ 高いキュリー温度による温度上昇に伴う磁気特性の低下を抑える

VACODYM(NdFeB)^{※2}

- ・ 合金は異方性材料
- ・ 市販されている最高エネルギー密度のNdFeB磁石
- ・ DFARS 225.7018, 10 USC.2533 cにも準拠
- ・ 新しい設計により、応用可能な分野を広げている
- ・ 合金は保磁力によるが、200°C以上でも使用可能

SmCoをベースにした新しい永久磁石合金の開発^{※3}

- ・ 試験で282 kJ/m3のエネルギー密度を達成
- ・ この値で世界新記録を樹立
- ・ 新規合金VACOMAX 278 HRの予備バッチを、シリーズ生産の環境で生産することに成功
- ・ 合金を製造移行段階に移すに当たり、品質と出力を改善するための追加の措置を実施中
- ・ プロジェクトパートナーのMACCONはローターを電気モータに変え、産業パートナーのDaimler AGとLange Aviationが現在試験を実施中。モータにはVACの磁石が配置されている

GMと共同でEV車用永久磁石製造工場建設計画^{※4}

- ・ 2024年に生産を開始する予定
- ・ 持続可能なEV製造のバリューチェーン構築に向けた一步になる
- ・ 完成した磁石はGMのバッテリープラットフォーム「Ultium」を搭載したEV用モータを製造する施設に納入される

※1 <https://www.vacuumschmelze.com/products/Permanent-Magnets/SmCo-Magnets---VACOMAX>

※2 <https://www.vacuumschmelze.com/products/Permanent-Magnets/NdFeB-Magnets---VACODYM>

※3 Rare Earth Permanent Magnetic Materials Market

※4 <https://investors.gm.com/news-releases/news-release-details/general-motors-and-vacuumschmelze-vac-announce-plans-build-new>

Siemens AG : 個票



Siemens AGの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Siemens AG／ドイツ	
会社URL	https://www.siemens.com/global/en.html	
設立	1897年	
事業内容	<ul style="list-style-type: none">産業自動機器、鉄道機器、配電機器、医療機器用の部品や製品の開発、製造、販売別途上場している事業部門は医療用画像機器、発電機器、風力タービンを製造、販売	
売上	62,265(百万ユーロ)(2021/09期)	トピックス※2
営業利益率	10.3%(2021/09期)	<ul style="list-style-type: none">2015年、同社は、今後10年に渡り、希土類材料を供給するサプライヤーとしてMolycorp(カナダ)を選定したことを発表<ul style="list-style-type: none">Molycorpは信越化学工業に希土類材料を提供し、信越化学工業は、Siemens AGが高効率直接駆動型風力タービン発電機に組み込むための永久磁石を生産する同社の風力発電機に使用される磁石には、Dyなどの重希土元素の含有量が減らされる予定Molycorpと信越化学工業とSiemens Wind Power社は、共同で重希土フリーを目指し、磁性材料の改良を重ねる
EBITDA	9,732(百万ユーロ)(2021/09期)	※なお、Molycorpは2015年に破産。その後の詳細不明。

※1 <https://www.siemens.com/global/en/products/drives/electric-motors/low-voltage-motors/general-purpose-motors.html>

※2 <https://magneticsmag.com/molycorp-chosen-to-supply-rare-earths-for-siemens-wind-turbine-generators/>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

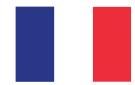
フランス企業について、以下2社の情報を後述する

素材製造(計1社)

No.	企業名	設立年
1	Carester(リサイクル)	2019

製品製造(磁石1社)(計1社)

No.	企業名	設立年
1	MagREEsouce	



3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス（素材製造/製品製造）

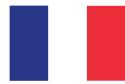
3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Carester : 個票

Caresterの概要



基礎情報

企業名	Carester／フランス
会社URL	https://www.carester.fr/en
設立	2019年
事業内容	エンジニアリングサービスの提供、コンサルティング事業
売上	487万米ドル(2022/3月)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- ・ レアアースリサイクルを実施
- ・ 処理目標
 - 使用済み磁石 : 1,000t
 - 希土類酸化物 : 300t

トピックス※2

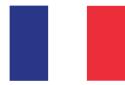
- ・ フランス政府が1500万€投資
- ・ 2022年に2000万€を調達
- ・ 現在、リサイクルプロセスを最適化し、生産能力の拡大を計画中
- ・ 永久磁石から希土類を抽出し、リサイクルする施設の建設を計画中(5600万€規模と見込む)

※1,2

<https://erma.eu/french-government-recognises-strategic-importance-of-rare-earths-with-major-investment-in-permanent-magnet-recycling/>

Carester : 個票

Caresterのトピックス



同社のリサイクルプロセス^{※1}

- 液体の排出物を発生させないリサイクル施設を計画中
- 新しいリサイクルプロセスでは、Co2排出量を最低30%削減、水の消費量を80%削減
- また、現在廃棄物になっているホウ素もリサイクルプロセスに組み込む予定

※1

<https://erma.eu/french-government-recognises-strategic-importance-of-rare-earths-with-major-investment-in-permanent-magnet-recycling/>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス（素材製造/製品製造）

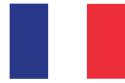
3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

MagREsource：個票

MagREsourceの概要



基礎情報

企業名	MagREsource／フランス
会社URL	https://www.magreesource.org/
設立	2020年
事業内容	希土類磁石製造
売上	3,548米ドル(2021/3月)(推定)

対象商品※1

- 高残留NdFeB粉末によるNdFeB磁石

トピックス※2

- 希土類磁石のリサイクルプロセスを商業化
- リサイクルされた粉末から新しい磁石を再製造
- 最初の産業用パイロット施設をグルノーブルに建設
 - 2023年後半に運用開始
 - 50t/年製造予定

※1

<https://www.magreesource.org/products/>

※2

<https://www.greencarcongress.com/2023/02/20230207-magreesource.html>

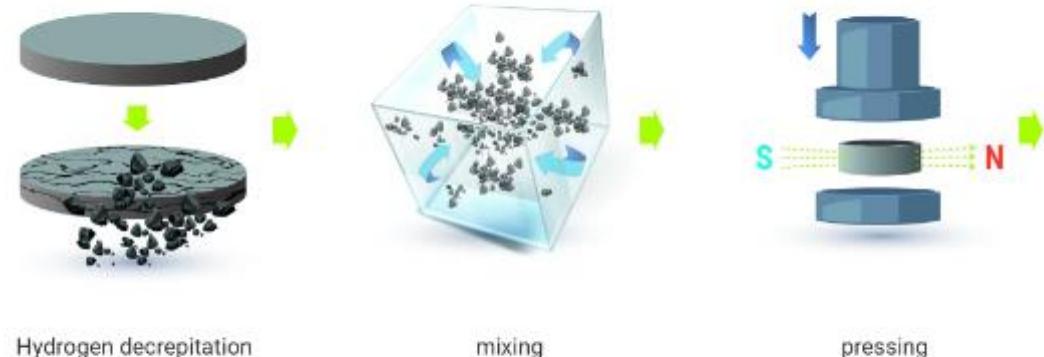
MagREsource : 個票

MagREsourceのトピックス

バルク磁石製造のための焼結プロセス^{※1}

- 左図参照
- 特許取得済みの水素技術を応用

Sintering process for the fabrication of bulk magnets



※1

<https://www.magreesource.org/products/>

<https://www.greencarcongress.com/2023/02/20230207-magreesource.html>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

その他の欧州企業について、以下4社の情報を後述する

素材製造(計1社)

No.	企業名	設立年
1	Solvay	1863

製品製造(磁石1社 + モータ2社)(計3社)



No.	企業名	設立年
1	MAGNETI Ljubljana	1951
2	ABB	1999
3	Maxon Motors AG	1961

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他（素材製造/製品製造）

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Solvay : 個票



Solvayの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Solvay／ベルギー	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.solvay.com/en/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1863年	<ul style="list-style-type: none">・ レアアース誘導体・ レアアース有機金属・ レアアース酸化物・ 磁石のリサイクル							
事業内容	基礎化学品やビニール、プラスチックなどの化学品の製造、販売、特殊化学セグメントにてレアアース事業を行う	トピックス※2							
売上	N/A	<ul style="list-style-type: none">・ 64か国で事業展開・ 様々な金属を効率的に抽出するCYANEX®を開発・ 2007年 電球、電池、磁石などの使用済み製品からレアアースを回収するプロセスを開発・ 2011年4月 フランスのRhodia(レアアースリサイクル事業を実施)を買収・ 2022年9月 フランスのラ・ロシェル工場のレアアース事業の拡大を発表・ 2022年10月 日本の阿南市にある"Solvay Special Chem Japan"の完全所有を発表							
営業利益率	N/A								

※1 <https://www.solvay.com/en/chemical-categories>

※2

<https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-develop-major-hub-rare-earth-magnets-europe>

<https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-secures-100-ownership-rare-earths-joint-venture-japan>



Solvayのトピックス (1/2)

様々な金属を効果的に抽出するCYANEX®を開発^{※1}

- ・ 金属の抽出材
- ・ 99.2%の抽出が可能
- ・ 希土類元素の抽出と精製に特化してCYANEX® 572 を提供
- ・ 世界中に技術は展開されている
- ・ なお、技術の特異性や効果は未詳

Rhodiaが磁石からのレアアースリサイクルプロジェクトを開始^{※2}

- ・ 2011年10月開始
- ・ 風車、電気自動車、ハードディスクなどに使用される高性能磁石に含まれるレアアースをリサイクルする
- ・ 電球やニッケル水素二次電池からレアアースをリサイクルする事業に続くもの
- ・ 回収された高精度の精鉱はフランスのラ・ロシェル工場に供給され、レアアース原料に精製、配合される

※1

<https://www.solvay.com/en/brands/cyanex>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586615301301>

※2

<https://waste-management-world.com/artikel/rare-earths-to-be-recycled-from-magnets-in-france/>

Solvay : 個票



Solvayのトピックス（2/2）

フランスのラ・ロシェル工場のレアアース事業拡大^{※1}

- 2022年9月発表
- ラ・ロシェル工場は、現在自動車の排ガスコントロールと半導体市場にサービスを提供している
- 今回の投資で、EV車のモータ、風力発電のモータに必要不可欠な材料となる、永久磁石用に分離した希土類酸化物の生産を行う施設を加える
- 同社は、今後、希土類磁石を欧州で自主的に供給する形を発展させ、磁石のリサイクルに積極的な役割を果たすことで、レアアース不足への対応を図る
- 同社は、今後数年間で、欧州における強力なレアアースハブを構築するとという野心を抱いている

"Solvay Special Chem Japan"の完全所有を発表^{※2}

- 2022年10月、三徳から少数株式を取得し、完全所有を発表
- 同社は自動車の排ガスコントロールや半導体加工、固体酸化物燃料電池などの新技術に使用されるレアアースの関連品の生産能力を高めてきた
- この取引は、レアアース関連品における世界的なリーダーシップを高めることにつながるとCEOは語る

※1

<https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-develop-major-hub-rare-earth-magnets-europe>
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221003/170087/

※2

<https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-secures-100-ownership-rare-earths-joint-venture-japan>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他（素材製造/製品製造）

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

MAGNETI Ljubljana : 個票

MAGNETI Ljubljanaの概要



基礎情報

企業名	MAGNETI Ljubljana／スロベニア
会社URL	https://www.magneti.si/en/
設立	1951年
事業内容	磁性材料、磁石の製造、販売
売上	20.88(百万米ドル)(2021/12期)
営業利益率	N/A
EBITDA	N/A

対象商品※1

- Sm₂Co₁₇磁石
 - NdFeB磁石
 - SmCo₅磁石
- 用途：高性能モータ、磁気共鳴画像法、センサー、拡声器など

トピックス※2

- 現在、レアアース、磁石に関する様々なプロジェクトへの参加
 - Project Reco2Mag
 - 高性能永久磁石電気機械のレアアース削減プロジェクト
 - 新世代射出成型ボンド磁石開発プロジェクト
 - SUSMAGPRO Project
 - DyScovry Project

※1 <https://www.magneti.si/en/products/>

※2 <https://www.magneti.si/en/projects/>

MAGNETI Ljubljana : 個票

MAGNETI Ljubljanaのトピックス (1/2)

SmCo₅磁石^{※1}

- NdFeB磁石と比べて、高い温度での動作性と温度安定性を持つ
- 磁気特性と磁石の大きさが重要な用途に適する
- 特に、高温安定性と保磁力で、低磁場を必要とするときに適する

Sm₂Co₁₇磁石^{※2}

- 350°Cまでの温度で、高いエネルギー積と長時間の安定性を必要とする用途に適する
- SmとCoに加えて、Fe、Cu、Zrを含み、硬磁性を示す

NdFeB磁石^{※3}

- 残留磁化と保磁力が最も高い磁石
- 焼結技術によって製造される
- 比較的耐食性が低いため、通常用途に応じて表面腐食保護が必要となる



Project Reco2Mag^{※4}

- 電気自動車に使われるより効率的な磁石の開発を進める
- また、南ヨーロッパにおける永久磁石のためのニアアースの利用可能な量に関する調査も行う
- パートナー : RGNF, Geological Survey of Slovenia, Faculty of Mining and Geology from Belgrade, Magneti, Valeo Group, Swedish Institute for Environmental Research

高性能永久磁石電気機械のニアアース削減プロジェクト^{※4}

- 主な目的は、現在電気自動車のエンジンに使用されているNdFeB磁石の代替品を探すこと
- Ceを含む合金のような磁石の組成の代替品の実装は、Ndの原料を最大6~10%まで削減することが可能
- プロジェクトは、既存の同等のNdベースのモータを置き換える2つの異なる電気機械を設計、製造、テストする
- 2020年1月1日に開始し、2022年12月31日まで続く
- 欧州イノベーション技術研究所 (EIT) から資金提供を受けており、EITはEUのHorizon 2020研究・イノベーションプログラムから支援を受けている

※1 <https://www.magneti.si/en/remag-smco5/>

※2 <https://www.magneti.si/en/remag-sm2co17/>

※3 <https://www.magneti.si/en/remag-ndfeb/>

※4 <https://www.magneti.si/en/projects/>

MAGNETI Ljubljana : 個票

MAGNETI Ljubljanaのトピックス (2/2)

新世代射出成形ボンド磁石開発プロジェクト^{※1}

- ・ 主な目的は、新世代射出成形ボンド磁石の技術を実際の産業環境で実現すること
- ・ 新世代のボンド磁石は、磁気的、機械的、レオロジー的特性が向上し、リサイクル性が向上していることが特徴
- ・ ボンド磁石市場における同社の競争力向上につながる
- ・ 同時に、射出成形工具や装置の磨耗が少なく、投入原料やエネルギー源を効率的に使用できるため、環境負荷の低減に貢献する
- ・ 公的入札「Incentives for research and development projects 2」内の欧州地域開発基金からスロベニア共和国、経済開発技術省、欧州連合が共同出資している

SUSMAGPROプロジェクト^{※2}

- ・ EUが出資し、欧州におけるレアアースのリサイクルサプライチェーンを確立することを目標とする
- ・ 同社は年間約20tのNdFeB磁石のパイロットリサイクルラインを建設する
- ・ 欧州9か国19のパートナーと1つのアソシエイトパートナーによって構成される

※1 <https://srip-circular-economy.eu/project/dyscovery/>

※2 <https://www.susmagpro.eu/>

※3 <https://srip-circular-economy.eu/project/dyscovery/>



DyScoveryプロジェクト^{※3}

- ・ 2022年から2024年で磁石リサイクル工程の解体から部分溶解までのスケールアップを実施予定
- ・ 原料は使用済み磁石の他、磁石製造工場で行われるリサイクル工程で発生するスワーフ、スクラブ、スラッジも対象となる
- ・ MONOLITHOS (ギリシャ)、MEAB (ドイツ)、KTH (スウェーデン) およびTU-Freiberg (ドイツ) は、90%以上の回収率で磁石品質 (純度95%以上) のリサイクル金属に到達するために、革新的な湿式冶金溶液および溶融塩電解を含むすべてのステップを実証する
- ・ MONOLITHOS Catalyst and Recycling Ltd.(アテネ、ギリシャ)は、製品ポートフォリオを拡充し、新たに耐用年数に達した製品のリサイクル能力、630トン/年の中間製品および精製製品のパイロットリサイクルプラントを建設する
- ・ これにより、DyScoveryはEUのリサイクル能力を最低23%強化し、磁石仕様の金属 (年間300トン) を生産することが可能となる
- ・ リサイクル材料から作られたNdFeB磁石とSmCo磁石は同社で製造され、CRF (イタリア) は電気移動度への応用の可能性を探るため、磁石の性能をテストする

ABB : 個票



ABBの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	ABB／スイス	<ul style="list-style-type: none">同期リラクタンスマータ(SynRM)<ul style="list-style-type: none">IFCが定めるエネルギー効率クラスIE5(ultra-premium efficiency)に準拠経済的にも、環境的にも持続可能なモータ製造のため、レアアースを含む永久磁石を使用しない、マグネットフリーのモータを実現
会社URL	https://global.abb/group/en	<ul style="list-style-type: none">ACブラシレスサーボBSMモータ(NEMA 中圧モータ)<ul style="list-style-type: none">永久磁石を使わずに、永久磁石使用モータと同じパフォーマンスを発揮し、コスト効率化を実現
設立	1999年	<ul style="list-style-type: none">高圧誘導モータ低圧モータトラクションモータ など
事業内容	モータ、電気機器、オートメーション製品を多数製造、販売	トピックス
売上	28,945(百万米ドル)(2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">世界有数のモータ大手2021年、低圧モータと大型ACモータ、発電機で世界2位のシェアを保有
営業利益率	11.6%(2021/12期)	
EBITDA	6,777(百万米ドル)(2021/12期)	

※1

<https://www.energyefficiencymovement.com/en/5-things-to-know-about-ie5-synrm-motors/>

<https://new.abb.com/motors-generators/nema-low-voltage-ac-motors/ac-servo-motors/ac-brushless-servo-bsm-motors>

Maxon Motors AG : 個票



Maxon Motors AGの概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Maxon Motors AG／スイス	
会社URL	https://www.maxongroup.com/maxon/view/content/index	
設立	1961年	
事業内容	モータや電気装置の製造、販売	<ul style="list-style-type: none">・ ブラシ付DCモーター<ul style="list-style-type: none">➢ 同社が特許を獲得した鉄を含まないローターが中心になる➢ 低慣性、コンパクト、高い加速力が特徴・ ブラシレスDCモーター<ul style="list-style-type: none">➢ 優れたトルク性能、出力の高さ、速度域の広さが得法・ ACモーター など

トピックス

- ・ APAC、欧州、北アメリカの3地域で事業を展開している

※1 <https://www.maxongroup.com/maxon/view/content/product-overview>

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

オーストラリア企業について、以下15社の情報を後述する



素材製造(計14社)

No.	企業名	設立年
1	Lynas Rare Earths Ltd	1983
2	Iluka Resources Ltd	1954
3	Arafura Rare Earth Ltd	1997
4	Northern Minerals Ltd	2006
5	Hasting Technology Metals Ltd	2006
6	Australian Rare Earths Ltd	2019
7	Australian Strategic Materials Ltd	2014
8	Red Mountain Mining	2006
9	RareX Ltd	2003
10	Dreadnought Resources	2006
11	VHM Ltd	2014
12	ASTRON	1983
13	Kalbar Operations	2019
14	Hexagon Resources	2001
15	Vital Metals	2004

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

3-7-4. その他（素材製造/製品製造）

3-8. 豪州の主要プレーヤー（素材製造）

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

Lynas Rare Earths Ltd : 個票



Lynas Rare Earths Ltdの概要

基礎情報

企業名	Lynas Rare Earths Ltd／オーストラリア
会社URL	https://lynasrareearths.com/
設立	1983年
事業内容	レアアースの採掘、分離、精製
売上	893(百万豪ドル)(2022/06期)
営業利益率	56.2%(2022/06期)
資本合計	2,062(百万豪ドル)(2022/06期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

- 詳細不明

トピックス※2

- オーストラリア、マレーシア、アメリカの3か国に拠点を持つ
 - オーストラリア：WA州Weld山にレアアース鉱床・濃縮プラントを保有、Kalgoorlieにレアアース処理施設の建設中
 - マレーシア：レアアース精製所
 - アメリカ：軽希土類・重希土類分離加工施設の建設を計画中
- 2011年 双日が同社のレアアース製品の日本市場における独占販売契約を締結

※1, 2

<https://lynasrareearths.com/>

<https://www.sojitz.com/jp/news/2011/03/20110330.php>

Lynas Rare Earths Ltd : 個票



Lynas Rare Earths Ltdのトピックス

マレーシアの分離精製鉱業の操業ライセンス延長※1

- ・ 同社はMt Weld鉱山からのレアアース精鉱をマレーシアの工場に輸送し分離精製実施
- ・ 操業ライセンス延長に関し、以下の条件などのもと、2020年2月より3年間の延長を認められた
 - 放射性元素除去施設の将来的な国外設置
- ・ なお、マレーシアにおいては、反Lynas社活動家による抗議活動が続いている、政府によるプロセス見直しを求めるなどの訴訟はこれまで5回行われ、いずれも棄却されている

WA州Kalgoorlie 近郊のレアアース精鉱を処理する分離精製処理施設の建設計画※2

- ・ 25年間の操業期間において、Mt Weld鉱山から供給される最大162千t/年のレアアース精鉱から、最大68千t/年の混合炭酸レアアースを生産予定
- ・ 業界初のレアアース炭酸塩生成プロセスの商業化
- ・ 2020年10月に発表された製造業戦略に含まれた、「Manufacturing Integration Stream」に基づく助成金14.84mA\$を2021年7月に獲得、導入費用の約50%に充当
- ・ 同州Fremantle港から輸出予定
- ・ 生産された材料はマレーシアのGebengで操業するレアアース精錬施設またはアメリカの精錬施設にてさらに加工
- ・ マレーシアの工場の費用含め、約5億A\$規模
- ・ 2年で約2億400万Aドルの生産見込み
- ・ WA州Bill Johnston鉱山石油大臣は、同プロジェクトについて「EV車に使用されるリチウムイオン電池やその材料となるクリティカルミネラルの産業を成長させるという、我が政府の構想を支えるものである」と述べた
- ・ これまでの流れ
 - 2021年10月：WA州環境保護委員会の許可取得
 - 2022年2月：西オーストラリア州(WA州)環境大臣の認可取得
 - 2022年4月：建設段階へ移行

※1 https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2022/03/trend2021_au_data.pdf
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210831/158419/

※2 <https://lynasrareearths.com/wp-content/uploads/2022/07/Lynas-Kalgoorlie-Processing-Facility-FAQs-July-2022.pdf>
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220428/167442/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220207/165850/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211026/159772/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210727/157465/

Lynas Rare Earths Ltd : 個票

Lynas Rare Earths Ltdのトピックス

Mt Weld鉱山及び濃縮プラントの拡張計画(2022年8月)^{※1}

- 同社は、市場におけるNdFeB磁石の需要の増加を踏まえ、2019年に発表された「The Lynas 2025」内の、2025年までにNdPr生産量を50%増加させ、10,500t/年を生産する目標の達成をさらに発展させる
- 約5億 A \$のプロジェクト
- 拡張により、2024年までにNdPrの生産能力を12,000t/年とすることを目標とする
- 既存の技術を用い、処理装置の拡大、効率化、持続可能性の強化実施する
 - ディーゼル発電→ガス→再生可能ハイブリッド発電への段階的移行
 - 季節的な降雨スケジュールを把握した地表水管理
- 並行して、1020メートルの深さの探査孔の採掘探査と特性評価プログラムを今後2年間進める
 - パートナー：JOGMEC、CSIRO、マードック大学、カーティン大学と西オーストラリア鉱物研究所からの世界有数の地質学者を含む外部の専門家
- 連邦のクリティカルミネラル戦略およびWA州のバッテリーとクリティカルミネラル戦略に従う

※1

<https://wcsecure.weblink.com.au/pdf/LYC/02549359.pdf>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220809/169121/

※2

https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00093.html



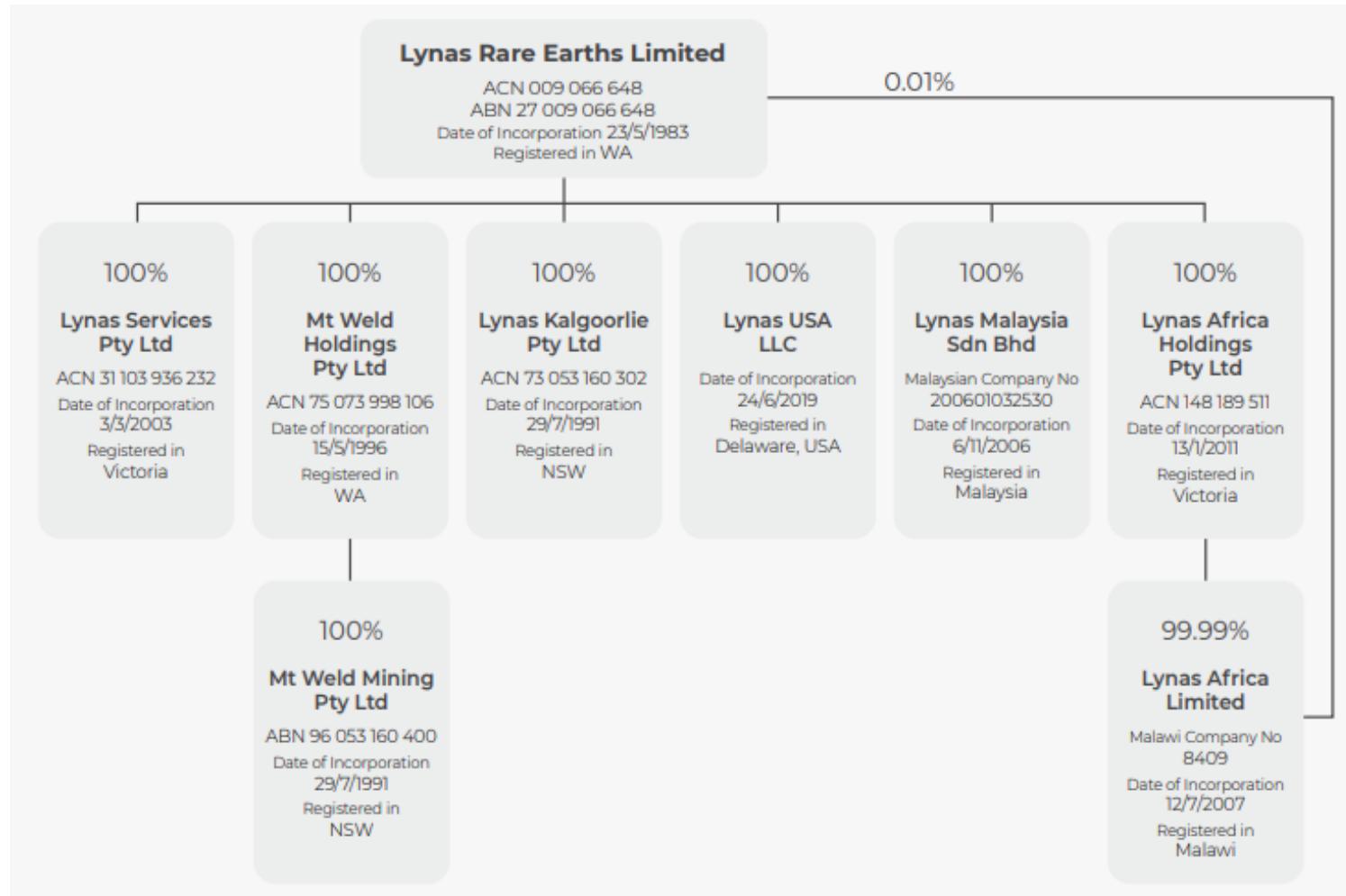
双日、JOGMECが追加出資を決定、重希土類の日本向け供給契約締結^{※2}

- 2023年3月発表
- 双日とJOGMECは、2011年に共同設立した日豪レアアース株式会社(JARE)をとおして、総額2億豪ドルの追加出資を決定
 - JOGMECは出資が日本へのレアアース資源の安定供給に寄与すると判断
- 資金は、Lynasの中期成長計画実行に充てられる予定
 - 軽希土類増産や重希土類の分離開始などの計画が含まれる
- 出資に伴い、**Mt Weld鉱山由来の重希土類の最大65%を日本向けに供給する契約**を締結
 - 日本企業が参画する鉱山からの、重希土類一貫生産プロジェクトにおける初の日本向け供給契約

Lynas Rare Earths Ltd : 個票



Lynas Rare Earths Ltdの会社構造



※1 Annual Report 2022
<https://wcsecure.weblink.com.au/pdf/LYC/02581455.pdf>

Iluka Resources Ltd : 個票



Iluka Resources Ltdの概要

基礎情報		対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Iluka Resources Ltd／オーストラリア	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
会社URL	https://www.iluka.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
設立	1954年								
事業内容	鉱物砂の採掘、分離、精製								
売上	1,559(百万豪ドル)(2021/12期)								
営業利益率	36.2%(2021/12期)								
資産合計	2,636(百万豪ドル)(2021/12期)								

※1

<https://iluka.com/products-markets/rare-earth-products>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220408/167134/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220302/166399/

Iluka Resources Ltd : 個票



Iluka Resources Ltdのトピックス(1/2)

WA州Eneabba鉱山におけるレアアース事業^{※1}

- 2020年よりレアアース事業開始
- これまでのレアアース事業流れ
 - Phase1(2020年～2021年)：
同社の生産したミネラルサンドの副産物として同鉱山の空ピットに貯蔵していた、レアアースを含むモナザイト及びゼノタイムを材料にモナザイト-ジルコン混合精鉱(モナザイト含有率約20%)を合計106,000t販売
 - Phase2(2021年～2022年)：
選鉱施設の建設を開始、
同施設でのジルコン-イルメナイト精鉱とモナザイト精鉱(モナザイト含有率90%)の生産を開始
 - Phase3(2022年～)：
精錬事業案の最終投資決定を下す

WA州Eneabba鉱山におけるレアアース精錬事業案件^{※2}

- 2020年より開始したレアアース事業のPhase3として実施
- 精錬事業案では、同社が同鉱山で生産したミネラルサンドの副産物として貯蔵していたレアアースを含むモナザイト及びゼノタイムや、同社がVIC州で実施するWimmeraミネラルサンドで副産物として生産されるレアアース、さらには第三者企業の生産するレアアース精鉱などを給鉱源に年間17.5千t/年の混合レアアース酸化物(TREO)またはレアアース炭酸塩を精錬予定
- 2021年5月10日 豪連邦Keith Pitt資源・水・北部豪州大臣と豪連邦Dan Tehan貿易観光投資大臣は書簡で以下のように述べ、事業を支援する意向を表明
 - 同社が同鉱山で検討するレアアースの上流事業と下流事業の統合的な事業が、同政府のクリティカルミネラル政策で掲げられる「下流事業の開発と世界サプライチェーンの多様化」という目標に整合するものである
 - 同社が本精錬事業を行う場合は他社のレアアース精鉱も精錬する計画であるとしていることから、同政府はこれらの給鉱企業に協力することを検討する

※1

https://mrict.jogmec.go.jp/news_flash/20220408/167134/

https://mrict.jogmec.go.jp/news_flash/20220302/166399/

※2

https://mrict.jogmec.go.jp/news_flash/20220117/165142/

https://mrict.jogmec.go.jp/news_flash/20210514/155653/

Iluka Resources Ltd : 個票



Iluka Resources Ltdのトピックス(2/2)

豪連邦Export Finance Australia、WA州Eneabba鉱山のレアアース精錬事業案に1.25bA\$を融資^{※1}

- 2022年4月発表
- 豪連邦政府の輸出信用機関Export Finance Australia (EFA)が融資
 - 「クリティカルミネラル」のプロジェクトを支援するために、2021年から10年間で総額2bA\$とされる融資枠を設置
- プロジェクトは最終投資決定済み

豪Northern Minerals社のWA州Browns Range重希土類プロジェクトにおいて戦略的パートナーシップを締結^{※2}

- 2022年10月締結
- Northern Minerals社のWA州Browns Range重希土類プロジェクトから同社のWA州Eneabbaレアアース精錬事業にレアアース精鉱を給鉱
- Northern Minerals社は最大30,500tのレアアース精鉱(TREO含有量)を給鉱
- Iluka社は総額73万A\$の資金を同プロジェクトに拠出
 - 第一段階として、Northern Minerals社はIluka社に対し、最大5mA\$に相当する自社株と総額15mA\$の転換社債を発行

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220408/167134/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221110/170762/

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230228/175561/

NSW州Balranaldミネラルサンドプロジェクト^{※3}

- 2022年12月 DFS(最終事業化調査)終了
- 2023年2月 最終投資決定を判断
- マインライフ：9.5年
- 生産予測
 - ルチル60千t/年
 - ジルコン50千t/年
 - 合成ルチル50～70千t/年
 - **レアアース精鉱4千t/年**
 - 硫酸塩イルメナイト150千t/年
- 2025年上半期に初生産を予定
- WA州Eneabba鉱山で建設設計画中のレアアース精錬事業に給鉱を実施予定

Arafura Rare Earth Ltd(旧Arafura Resources) : 個票



Arafura Rare Earth Ltdの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1															
企業名	Arafura Rare Earth Ltd／オーストラリア							Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
会社URL	https://www.arultd.com/							対象元素/素材(地金)生産能力※1								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
設立	1997年							対象元素/素材(地金)生産能力※1								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
事業内容	NdPr酸化物および混合中・重希土類酸化物製品の鉱物探査、開発、採掘、Nolans Projectエンジニアリング研究							対象元素/素材(地金)生産能力※1								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
営業利益	-36(百万豪ドル)(2022/06期)							対象元素/素材(地金)生産能力※1								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
資本合計	143(百万豪ドル)(2022/06期)							対象元素/素材(地金)生産能力※1								対象元素/素材(地金)生産能力※1							

- 混合中・重希土類酸化物も生産(元素の詳細不明)

トピックス※2

- 2022年10月 社名をArafura Resourcesから現社名へ変更
- ノーザンテリトリー州(NT準州)Nolansレアアースプロジェクトを進行中

※1

<https://www.arultd.com/products/our-products.html>

※2

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221128/170986/

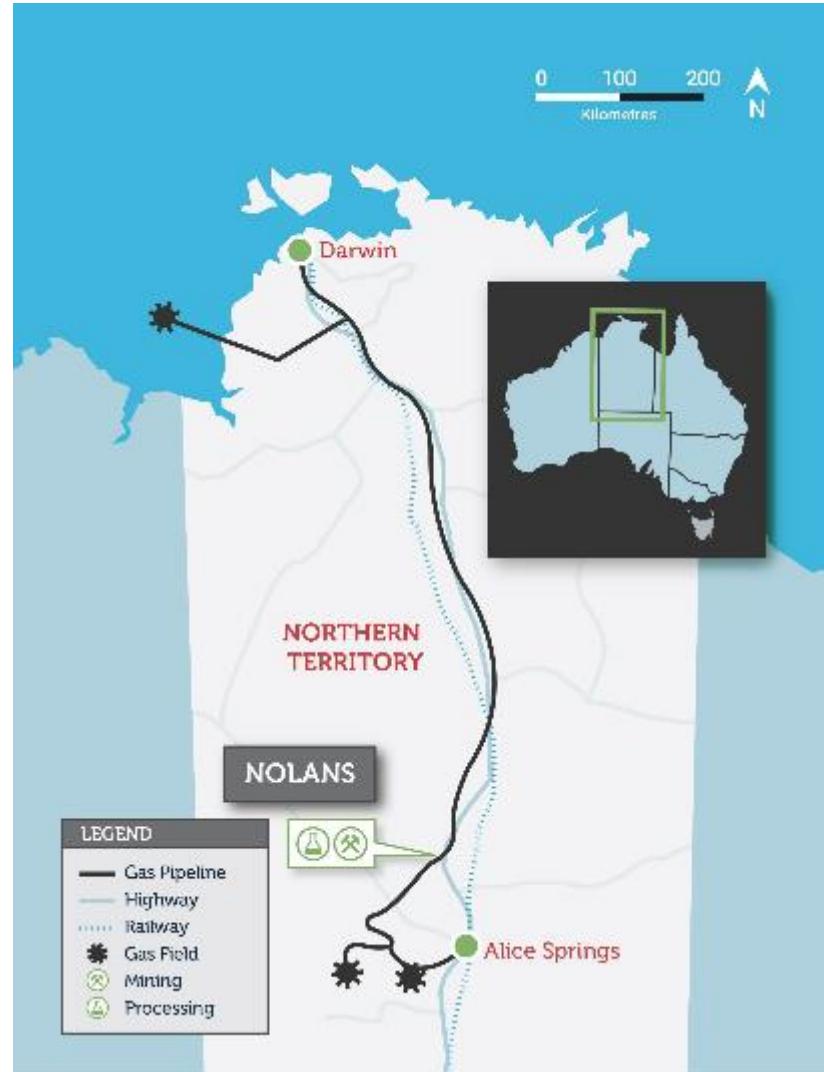
Arafura Rare Earth Ltd : 個票



Arafura Rare Earth Ltdのトピックス (1/4)

NT準州Nolansレアアースプロジェクト(1/2)^{※1}

- オーストラリア北部準州のAlice Springsから北に135kmに位置する Nolans siteに鉱山、プロセスプラント(選鉱、抽出、分離プラント)および関連インフラを建設予定
- 開発後、高性能NdFeB永久磁石向けの重要鉱物(NdPr)の主要供給源となることが期待
- 鉱床：Nolans Bore希土類・リン酸・ウラン・トリウム(REE-P-U-Th)鉱床
 - 世界最大かつ最も集中的に探鉱されている鉱床の1つ
 - 5600万トンの鉱物資源
(平均品位：総レアアース酸化物(TREO)2.6%、リン酸塩(P2O5)11%)
 - 地下215m
- Nolansは、レアアースの採掘、選鉱、抽出、分離のための完全な環境認可を確保したオーストラリアで唯一のNdPrに焦点を当てたプロジェクト
 - 付随する放射性尾鉱とプロセス廃棄物のオンサイト管理と処分、およびサイトの段階的復旧も含む



※1

<https://www.arultd.com/projects/nolans.html>

Arafura Rare Earth Ltd : 個票



Arafura Rare Earth Ltdのトピックス (2/4)

NT準州Nolansレアアースプロジェクト(2/2)^{※1}

- 2020年7月 採掘ピットや処理施設などの区画の採掘権取得
- 2021年2月 分水路建設や井戸の設置が行われる区画の採掘権取得
- 2024年生産開始予定
- 同プロジェクトは、フル操業時のNdPr酸化物生産能力が4,400t/年となり、38年間のマイナーライフにおけるNdPrの供給量が世界需要の5%近くを占めるようになると予測
- 豪連邦政府の輸出信用機関Export Finance Australia(EFA)が、Arafura社に総額200mA\$の融資を15年間の返済期間のもとに条件付きで行う予定
- 2021年5月10日、豪連邦Keith Pitt資源・水・北部豪州大臣と豪連邦Dan Tehan貿易観光投資大臣が書簡を通して、以下のように述べ、支援を表明
 - 同プロジェクトは、政府の優先事項とされる「地域の雇用創出」や、「豪州から世界に向けたクリティカルミネラル供給の確立」に貢献するもの
 - 豪州で実施されるクリティカルミネラルプロジェクトは、EFAからの融資に加え、豪連邦政府の豪州北部インフラ基金(NAIF)からも融資を受けることが可能

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210519/155744/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210215/153144/

<https://www.arultd.com/projects/nolans.html>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20181019/89658/
<https://www.nsenergybusiness.com/news/arafura-resources-signs-offtake-mou-with-jingci-for-nolans-project/>

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20190927/115907/

NT準州Nolansレアアースプロジェクトのオフテイク契約に関し、非拘束MOUを中国JingCi社と締結^{※2}

- 2018年5月、中国磁石製造企業JingCi Material Science(京磁材料科技)社にNbPr酸化物を供給することに向けた非拘束MOUを締結
- JingCi社は、プロテリアルが特許を保有する技術を用いて年間約6,500tのNdFeB系磁石を製造
- 同MOUに基づいてNolansプロジェクトから算出される3,600t/yのNbPr酸化物のうち、最大900t/yをJingCi社に供給することが検討
- 最終的なオフテイク契約締結に関する情報は不明

NT準州Nolansレアアースプロジェクトのオフテイク契約に関し、MOUを中国Baotou Tianhe社と締結^{※3}

- 2019年9月、中国磁石製造企業Baotou Tianhe Magnetics Technology(包頭天和磁材科技)社にNbPr酸化物を供給することに向けた非拘束MOUを締結
- Arafura社は今後、本MOUに基づき最大900t/年のNdPr酸化物をBaotou社に供給予定
- Baotou社は、内モンゴル自治区Baotouの施設でNdFeB系磁石を10千t/年の生産能力で製造し、海外では日本、韓国、欧州、米国に販売事務所を置く
- 最終的なオフテイク契約締結に関する情報は不明

Arafura Rare Earth Ltd : 個票



Arafura Rare Earth Ltdのトピックス (3/4)

NT準州Nolansレアアースプロジェクトで生産される精鉱をUSA Rare Earth社の試験プラントに供給^{※1}

- 2019年12月、NT準州Nolansレアアースプロジェクトで生産する中・重レアアース精鉱を試験プラントに供給することで、米USA Rare Earth社と合意
- Arafura社の中・重レアアース精鉱を米CO州Wheat Ridgeの試験プラントで、USA Rare Earth社が保有する技術を用いて処理予定

NT準州Nolansレアアースプロジェクトにおいて米GE Renewable Energy社とネオジム・プラセオジムの長期供給に関するMOUを締結^{※2}

- 2022年7月、米General Electric社の傘下で再生可能エネルギー事業を行うGE Renewable Energy社とMOUを締結
- 両社は同MOUに基づき、GE Renewable Energy社が同社の製造する洋上風力タービンで使用する永久磁石の材料となるNdPrを、Arafura社からオフティク契約で購入することに関する交渉を以下の条件のもと実施
 - Arafura社が同プロジェクトにおいて開発費用を調達すること
 - 建設、開発、操業の立ち上げを完了すること
- また、両社は同MOUにおいて、GE Renewable Energy社がArafura社に戦略的な株式投資を行う可能性についての検討や交渉も実施予定
- GE Renewable Energy社は、洋上風力発電では1MWあたりの発電に600kg以上のネオジム磁石が消費され、レアアースの安定供給は自社の磁石バリューチェーンにおけるリスクを軽減するとする

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20191226/122102/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220719/168801/

<https://www.ge.com/news/press-releases/ge-renewable-energy-and-arafura-resources-mou-on-neodymium-praseodymium-rare-earths>

Arafura Rare Earth Ltd : 個票



Arafura Rare Earth Ltdのトピックス（4/4）

ノーザンテリトリー州(NT準州)Nolansレアアースプロジェクトにおいて採掘認可を取得※1

- 2022年11月15日、採掘マネジメント計画(Mining Management Plan : MMP)の認可を取得することに基づき付与
- 採掘認可取得により、環境マネジメント計画(EMP)の認可も正式に取得したと見なされ、建設や操業の開始が可能
- 同プロジェクトは、2023年初頭に最終投資決定(FID)が下される見通し

NT準州Nolansレアアースプロジェクトにおいて、韓国の大手自動車メーカー2社とオフティク契約を締結※2

- 2022年11月、韓国のHyundai Motors(現代自動車)社とKia Motors(起亜自動車)社と締結
- 7年間のオフティク契約
- Hyundai社には以下の量のNdPr酸化物またはNdPr金属を供給
 - 1～3年目に600t/年
 - 4～7年目に1,500t/年
- Kia社には任意発注に基づきNdPr酸化物またはNdPr金属を供給
- 両社への供給開始時期は、同プロジェクトの資金調達や建設の完了時期などの条件に基づき、2025年を予定

※1 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221128/170986/
https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2022/03/trend2021_au.pdf
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220719/168801/
https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210625/156682/
※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221128/170982/

Northern Minerals Ltd : 個票



Northern Minerals Ltdの概要

基礎情報

企業名	Northern Minerals Ltd／オーストラリア
会社URL	https://northernminerals.com.au/
設立	2006年
事業内容	鉱物探査(重希土類)
売上	4(百万豪ドル)(2022/06期)
営業利益	-29(百万豪ドル)(2022/06期)
営業利益率	-744.8% (2022/06期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

トピックス※2

- 以下3つのプロジェクトを進行中
 - 西オーストラリア州(WA州)Browns Range重希土類プロジェクト
 - 西オーストラリア州(WA州)Jahn Goltプロジェクト
 - NT準州Boulder Ridgeプロジェクト

※1, 2 <https://northernminerals.com.au/projects/>

Northern Minerals Ltd : 個票



Northern Minerals Ltdのトピックス (1/4)

西オーストラリア州(WA州)Browns Range重希土類プロジェクト※1

- 中国以外で最初の大規模Dy生産地
- 2016年、プロジェクトの新しい事業計画を策定し、3つの開発段階に分割
 - 試験的に混合レアアース炭酸塩の生産
 - 最終事業化調査(bankable feasibility study)段階まで開発の実施
 - 本格的な操業の開始
- 2018年下半期、同社はパイロット調査の段階として、試験プラントにおいて重希土類炭酸塩の生産を開始
- 推定されているTREO量は右図の通り
 - 2018年に発見されたDazzler鉱床は2番目に大きく、TREOの含有量では最高のグレードの鉱床

Browns Range Mineral Resource Estimate as at 30 June 2020

Deposit	Classification	MT	TREO %	Dy ₂ O ₃ kg/t	Y ₂ O ₃ kg/t	Tb ₂ O ₃ kg/t	HREO %	TREO kg
Wolverine	Indicated	2.88	0.81	0.71	1.89	0.11	89	24,195,000
	Inferred	1.47	0.89	0.76	5.15	0.11	88	17,588,000
	Total ¹	4.35	0.86	0.75	4.99	0.11	89	41,783,000
Gambit West	Indicated	0.12	1.8	1.62	10.98	0.22	91	2,107,000
	Inferred	0.13	0.51	0.4	2.67	0.05	81	674,000
	Total ¹	0.25	1.11	0.97	6.56	0.13	91	2,781,000
Pilot Plant Stockpiles	Indicated	0.18	0.95	0.83	5.53	0.12	89	1,661,000
	Inferred	0.03	0.26	0.2	1.35	0.03	79	80,000
	Total ¹	0.21	0.84	0.73	4.84	0.1	88	1,730,000
Gambit	Indicated							
	Inferred	0.21	0.89	0.83	5.62	0.11	96	1,878,000
	Total ¹	0.71	0.88	0.83	5.62	0.11	96	1,878,000
Area 5	Indicated	1.38	0.29	0.18	1.27	0.03	69	3,953,000
	Inferred	0.14	0.27	0.17	1.17	0.03	70	394,000
	Total ¹	1.52	0.28	0.18	1.26	0.03	69	3,347,000
Cyclops	Indicated							
	Inferred	0.33	0.27	0.18	1.24	0.03	70	891,000
	Total ¹	0.33	0.27	0.18	1.24	0.03	70	891,000
Banshee	Indicated							
	Inferred	1.66	0.21	0.16	1.17	0.03	87	3,484,000
	Total ¹	1.86	0.21	0.16	1.17	0.02	87	3,184,000
Dazzler	Indicated							
	Inferred	0.71	2.34	2.17	14.93	0.28	94	5,000,000
	Total ¹	0.21	2.33	2.17	13.93	0.25	95	5,000,000
Total ¹	Indicated	4.56	0.7	0.6	3.98	0.19	87	41,916,000
	Inferred	4.68	0.64	0.54	3.67	0.08	88	29,998,000
	Total ¹	9.24	0.67	0.57	3.81	0.08	87	51,917,000

¹ – Rounding may cause some computational discrepancies

Northern Minerals Ltd : 個票



Northern Minerals Ltdのトピックス (2/4)

西オーストラリア州(WA州)Jahn Galtプロジェクト^{※2}

- ・ 同社が100%所有するプロジェクト
- ・ TREOだけでなく、銅の掘削調査も進行中
- ・ これまでのプロジェクトの流れ
 - 1971年、空中放射測定調査にて重希土類の鉱化作用を発見
 - さらに、地上の追跡調査から、ゼノダイム鉱化作用を発見
 - 1973年、掘削調査が実施され、TREOが特定
 - 2011年から、同社がマッピング、土壌のサンプリングなどの調査を実施
 - 2020年に銅の鉱化地域の地上重力調査が完了
- ・ 近年の調査動向については詳細不明

NT準州Boulder Ridgeプロジェクト^{※3}

- ・ Brown Range プロジェクトから南東約100kmに位置
- ・ これまでのプロジェクトの流れ
 - 1970, 1980年代の大規模探査活動の中でTREOが特定
 - 2013年から同社が研究を実施、ゼノダイム鉱化作用を確認
 - 2013年以降、物理学的調査、マッピング、土壌のサンプリング調査などを実施
- ・ 近年の調査動向については詳細不明

※1 <https://northernminerals.com.au/john-galt/>

※2 <https://northernminerals.com.au/boulder-ridge/>

Northern Minerals Ltd : 個票



Northern Minerals Ltdのトピックス (3/4)

WA州Browns Range重希土類プロジェクトにおける中国 Lianyungang Zeyu New Materials Sales(JFMAG)社とのオフティク 契約を解除^{※1}

- 2019年8月発表
- 2017年にJFMAG社と重希土炭酸塩混合物のオフティク契約を締結
- 試験プラントから生産される重希土炭酸塩混合物の価値の15%相当分の1,000万A\$がNorthern Minerals社に前払いされ、残る85%相当分は通常通り販売時に支払いが実施されるという内容
- しかし、JFMAG社に契約違反があったとして契約解除

WA州Browns Range重希土類プロジェクトにおいて、独 Thyssenkrupp社とオフティク契約を締結^{※2}

- 2019年8月発表
- 同プロジェクトの試験プラントから生産されるすべての重希土炭酸塩混合物に関する契約

希土酸化物分離技術検討のためのscoping studyを開始^{※3}

- 2019年8月発表
- Browns Range鉱山から生産される混合希土類中間生成物から希土酸化物を元素ごとに分離する処理技術を検討中
- 米K-Technologies社と共同で同プロジェクトから産出される中間生成物に適した分離技術の検討を実施中
- 仮に技術導入がされると、現在は中国での分離が必要な混合重希土類炭酸塩ではなく、磁石製造企業に直接販売される、より高価値のDyやTbなどの分離希土類酸化物の生産が可能となる
- 米K-Technologies社は鉱物・化学産業向けに独自のプロセス技術、知見、開発能力を提供する応用化学技術企業
- なお、その後の技術動向については詳細不明

※1 https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20190815/114873/

※2

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20190815/114873/

<https://jp.reuters.com/article/us-northern-minerals-rareearths-thyssenkrupp/australias-northern-minerals-signs-rare-earths-supply-deal-with-germanys-thyssenkrupp-idUSKCN1V201L>

※3

<https://investorinsight.com.au/northern-minerals-commences-rare-earth-separation-scoping-study/>

https://mrjc.jogmec.go.jp/news_flash/20190820/114978/

Northern Minerals Ltd : 個票



Northern Minerals Ltdのトピックス（4/4）

豪連邦政府、同社の中国国営企業に対する総額20mA\$の株式発行を禁止^{※1}

- 2019年8月、同社は、**中国国営製鉄会社Baogang Group社の完全子会社である豪Baogang Group Investment社に**総額2,000万A\$の株式を発行する取引に合意していた
- しかし、Baogang Group Investment社が**豪連邦財務大臣から同取引を禁ずる決定を受けた**ことを発表
 - 決定の**理由は不明**
 - 豪州外国投資審査委員会(FIRB)の審査の結果と想定
- 2020年4月、上記の決定を受け、Northern Minerals社は、株式を**別の複数投資家に発行すると**発表

西オーストラリア州(WA州)Browns Range重希土類プロジェクトにおいてIluka Resources社のWA州Eneabbaニアアース精錬事業に、ニアアース精鉱を給鉱^{※1}

- 2022年10月戦略的パートナーシップを締結
- 同社はTREO含有量で最大30.5千tのニアアース精鉱を同精錬事業に給鉱
- Iluka社は同社に総額73mA\$の資金を同プロジェクトに拠出
 - 拠出される資金を同プロジェクトにおけるDFSの完了と選鉱施設の建設などに充てる

※1

<https://smallcaps.com.au/federal-government-critical-metals-blocks-chinese-investment-northern-minerals/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20190820/114978/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200424/124487/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221110/170762/

Hasting Technology Metals Ltd : 個票



Hasting Technology Metals Ltdの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1							
企業名	Hasting Technology Metals Ltd／オーストラリア	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu						
会社URL	https://hastingstechmetals.com/	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
設立	2006年	• Brockmanプロジェクトでは重希土類酸化物も採掘可能													
事業内容	希土類金属や天然資源の探査	トピックス※2													
営業利益	-10(百万豪ドル)(2022/06期)	• 西オーストラリア(WA)州のGascoyne地域にて、Yangibanaレアアースプロジェクトが進行中													
資本合計	298(百万豪ドル)(2022/06期)	• WA州の東Kimberley地域にて、Brockmanプロジェクトが進行中 ➤ 重希土類酸化物 、ジルコニウム、ニオブ、タンタル、ハフニウム、ガリウムなどが含まれる													

※1 <https://hastingstechmetals.com/projects/yangibana/yangibana-geology/>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221202/171279/

<https://hastingstechmetals.com/projects/brockman/>

Hasting Technology Metals Ltd : 個票



Hasting Technology Metals Ltdのトピックス（1/2）

西オーストラリア(WA)州のGascoyne地域における、Yangibanaレアアースプロジェクト^{※1}

- ・ 同社が517mA\$を投資
- ・ 2022年半ばから24か月かけて選鉱施設建設予定
- ・ 総レアアース酸化物(TREO)に対するNdPrの含有率が最大で52%とされる鉱床が存在
- ・ マインライフは15年間
- ・ JORC規定に準拠する鉱石資源量が2,740万t(品位：TREO 0.97%)と試算
- ・ 操業開始後の試算されている生産量
 - 混合炭酸レアアース(MREC) : 15,000t/年
 - 混合レアアース酸化物(TREO) : 8,850t/年

- ・ これまでの建設に向けた流れ
 - 2019年8月 : WA州政府の環境許可取得
 - 2020年4月 : 以下の条件のもと、政府から環境許可取得
 - ✓ 地下水モデルのインフラ建設期間中の確認
 - ✓ 地下水に依存している生態系のモニタリングシステムの開発
 - 2021年9月 : 同州の戦略的な工業エリアAshburton North Strategic Industrial Area(ANSIA)の一区画を、湿式製錬所の敷地として最長30年間、リースする手続きを進める認可を同政府から取得
 - ✓ WA州Mark McGowan首相は、同プロジェクトがWA州政府のリチウムイオン電池(LIB)産業支援戦略である「Future Battery Industry Strategy」に整合するものであるとして同プロジェクトを推薦すると表明
 - 2022年1月 : インフラ開発などの継続に必要な認可取得
 - ✓ WA州水環境規制省が与えた植物相植生環境マネジメント計画に対する認可
 - ✓ WA州鉱山産業規制保安省が与えた環境マネジメントの詳細などを含む採掘案の修正に対する認可
 - 2022年2月、豪連邦政府の豪州北部インフラ基金(NAIF)から140mA\$の融資を取得
 - ✓ 同基金がレアアースプロジェクトを行う融資として初めての例
 - 2023年1月、NAIFからの融資枠が220mA \$ へ増額

※1

https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20220207/165852/
https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20210924/158937/
https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20220120/165293/
https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20200421/124427/
https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20190823/115073/
https://mrlic.jogmec.go.jp/news_flash/20230123/174995/

Hasting Technology Metals Ltd : 個票



Hasting Technology Metals Ltdのトピックス（2/2）

中国Sky Rock Rare Earth社と混合レアアース炭酸塩(MREC)供給に関するオフティク契約を締結※1

- 2018年11月締結
- 同社は5年間で2,500t/年のMRECを供給

仏Solvay社と混合レアアース炭酸塩(MREC)供給に関する非拘束のMOUを締結※3

- 2022年10月締結
- 拘束力のある商業用オフティク契約を目指したもの
- このMOUに基づき、同社はYangibanaレアアースプロジェクトから Solvay社のフランスLa Rochelleプラントに2,500t/年のMRECを供給

独Schaeffler Technologies社と混合レアアース炭酸塩(MREC)供給に関するオフティク契約を締結※2

- 2020年6月締結
- 2019年6月に交わしたMOUに基づき、ドイツの自動車部品メーカー大手Schaeffler Technologies社と契約締結
- 同社は当初10年の契約期間中に「十分な量」のMRECを Schaeffler社に供給

※1

https://hastingstechmetals.com/wpfd_file/hastings-signs-off-take-contract-with-sky-rock-rare-earth-new-materials-co/

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20181204/109882/

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200608/125450/

<https://jp.reuters.com/article/hastings-tech-deals-schaeffler/australias-hastings-technology-metals-inks-supply-deal-with-schaeffler-shares-surge-idUSL4N2DG0PO>

※3 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221018/170249/

Australian Rare Earths Ltd : 個票



Australian Rare Earths Ltdの概要

基礎情報

企業名	Australian Rare Earths Ltd／オーストラリア
会社URL	https://ar3.com.au/
設立	2019年
事業内容	レアアースの探査、開発
売上	0(百万豪ドル)(2022/06期)
営業利益	-5(百万豪ドル)(2022/06期)
営業利益率	-8,059.6%(2022/06期)

対象元素/素材(地金)生産能力※1

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

トピックス※2

- 西オーストラリア州(SA州)Koppamurraレアアースプロジェクトを進行中

※1 <https://ar3.com.au/rare-earth-elements/>

※2

<https://ar3.com.au/koppamurra-project-2/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221110/170762/

Australian Rare Earths Ltd : 個票



Australian Rare Earths Ltdのトピックス

西オーストラリア州(SA州)Koppamurraレアアースプロジェクト^{※3}

- 2025-2026に最初の生産を目指とする
- 同プロジェクトの試算は以下のとおりである
 - JORC規定に準拠する鉱物資源量が3,990万t
 - TREOが725ppm
 - TREO比含有率がPrで4.4%、Ndで17.2%、Tbで0.5%、Gyで2.6%と試算
- 現在、試験掘削や調査が継続中

Koppamurraレアアースプロジェクトで混合炭酸レアアース(MREC)のオフテイク契約を加Neo Performance社と締結^{※2}

- 2022年10月締結
- 同プロジェクトで初生産されるMRECの50%をNeo Performance社(磁石材料などを製造)に供給
- さらに、豪州やニュージーランドにおけるレアアースプロジェクトの機会の調査や立ち上げなどに関する相互協力をNeo Performance社と実施予定

※1 <https://ar3.com.au/koppamurra-project-2/>

※2 https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221109/170667/

Australian Strategic Materials Ltd : 個票



Australian Strategic Materials Ltdの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1													
企業名	Australian Strategic Materials Ltd／オーストラリア							Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu						
会社URL	https://asm-au.com/							Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
設立	2014年							<ul style="list-style-type: none">Korean Metals Plant(KMP)にて予測されている精錬能力<ul style="list-style-type: none">2022年の操業開始時期 : 5,200t/年2024年末頃 : 16,000t/年								トピックス※2					
事業内容	金属や酸化物の採掘、生産							<ul style="list-style-type: none">ニューサウスウェールズ(NSW)州中西部にてDubbo Projectを進行中2021年12月、韓国鉱物公社(KOMIR)と、クリティカルミネラルの供給に関する相互協力の共同声明に調印<ul style="list-style-type: none">韓国における戦略的備蓄なども視野に含めたレアアース製品の輸入や、KMPでレアアース磁石の材料となる金属を製造することなどに関する相互協力を実施予定2022年5月、韓国ソウルから南に115キロ離れたOchang外国投資地区に、金属精錬工場「Korean Metals Plant(KMP)」を開設<ul style="list-style-type: none">まずはNdFeB合金およびチタン金属合金に焦点を当てる								トピックス※2					
売上	2(百万豪ドル)(2022/06期)							<ul style="list-style-type: none">ニューサウスウェールズ(NSW)州中西部にてDubbo Projectを進行中2021年12月、韓国鉱物公社(KOMIR)と、クリティカルミネラルの供給に関する相互協力の共同声明に調印<ul style="list-style-type: none">韓国における戦略的備蓄なども視野に含めたレアアース製品の輸入や、KMPでレアアース磁石の材料となる金属を製造することなどに関する相互協力を実施予定2022年5月、韓国ソウルから南に115キロ離れたOchang外国投資地区に、金属精錬工場「Korean Metals Plant(KMP)」を開設<ul style="list-style-type: none">まずはNdFeB合金およびチタン金属合金に焦点を当てる								トピックス※2					
営業利益	-27(百万豪ドル)(2022/06期)							<ul style="list-style-type: none">ニューサウスウェールズ(NSW)州中西部にてDubbo Projectを進行中2021年12月、韓国鉱物公社(KOMIR)と、クリティカルミネラルの供給に関する相互協力の共同声明に調印<ul style="list-style-type: none">韓国における戦略的備蓄なども視野に含めたレアアース製品の輸入や、KMPでレアアース磁石の材料となる金属を製造することなどに関する相互協力を実施予定2022年5月、韓国ソウルから南に115キロ離れたOchang外国投資地区に、金属精錬工場「Korean Metals Plant(KMP)」を開設<ul style="list-style-type: none">まずはNdFeB合金およびチタン金属合金に焦点を当てる								トピックス※2					
営業利益率	-1,450.1%(2022/06期)							<ul style="list-style-type: none">ニューサウスウェールズ(NSW)州中西部にてDubbo Projectを進行中2021年12月、韓国鉱物公社(KOMIR)と、クリティカルミネラルの供給に関する相互協力の共同声明に調印<ul style="list-style-type: none">韓国における戦略的備蓄なども視野に含めたレアアース製品の輸入や、KMPでレアアース磁石の材料となる金属を製造することなどに関する相互協力を実施予定2022年5月、韓国ソウルから南に115キロ離れたOchang外国投資地区に、金属精錬工場「Korean Metals Plant(KMP)」を開設<ul style="list-style-type: none">まずはNdFeB合金およびチタン金属合金に焦点を当てる								トピックス※2					

※1 <https://asm-au.com/products/rare-earths/>

※2

<https://asm-au.com/dubbo-project/dubbo-project-overview/>

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211222/164803/

<https://asm-au.com/korean-metals-plant/>

<https://asmd.irmau.com/site/pdf/c58bb814-476d-4e12-8d4f-52a51261d6d8/High-purity-critical-metals-plant-officially-opens-in-Korea.pdf>

Australian Strategic Materials Ltd : 個票



Australian Strategic Materials Ltdのトピックス (1/2)

ニューサウスウェールズ(NSW)州におけるDubbo Project^{※1}

- ・ 同社は1.4bA\$を投資
- ・ マインライフが20年間
- ・ 採掘、選鉱対象の鉱物
 - Ndを含む、軽希土および重希土元素
 - ジルコン、ニオブ、ハフニウムなど(豪連邦政府がクリティカルミネラルと定義)
- ・ 同社が韓国や各国で操業するプラントで、EV車や航空機などのハイテク製品に利用されるレアメタルを製造予定
- ・ NSW州政府の重要鉱物・ハイテク金属活性化基金(CMAF)の助成金を獲得
 - 2022年11月、Stream1の下で50万A\$
 - ✓ 重希土類溶媒抽出回路の研究費
 - 2022年12月、Stream2の下で1000万A\$
 - ✓ プロジェクトの開発と運営のためのアクセス確保のため、地方道路と橋の改修費



※1

<https://asm-au.com/dubbo-project/dubbo-project-overview/>

<https://asm-au.com/dubbo-project-gets-10-million-funding-boost-from-nsw-government/>

<https://asm-au.com/dubbo-project-awarded-500000-research-development-grant/>

Australian Strategic Materials Ltd : 個票



Australian Strategic Materials Ltdのトピックス（2/2）

Hyundai Engineering Co., Ltd.(HEC)とDubboプロジェクトにおける業務提供に関する契約締結^{※1}

- 2022年6月、HECは同社に、エンジニアリング、調達、建設定義業務(EPCD)を提供する契約を締結
- EPCDには以下の業務を含む
 - Association for the Advancement of Cost Engineeringの標準化された見積もり(AACE Class 2資本コスト見積もり)
 - 運用コストの見積もり
 - 詳細なプロジェクトスケジュール
 - 主要なプロジェクト計画
 - 初期段階のエンジニアリングドキュメント
- HECは両社の承認を示すNotice to Proceed(NTP)を受け取った後作業を開始、作業には約14か月を見込む

グローバルなレアアース・サプライチェーン構築に向けた協力のため、韓国の忠清北道(政府)およびベトナム・レアアース・カンパニー (VTRE)と非拘束的な業務提携契約締結^{※2}

- 2022年12月、VTREとKSM Metals Co., Ltd.(ASMの子会社)(KSMM)は、VTREからKSMMへのレアアース酸化物の長期供給について、合意するために合理的な努力をすることに同意
- VTREは、供給に関する商業的条件が合意できれば、2023年から5年間で合計約5000万米ドルのレアアース酸化物をKSMMに供給する能力確保のため、合理的な努力を払う
- 忠清北道政府は、ベトナムから韓国へのレアアース酸化物の供給を促進するため、VTREとKSMMに行政支援を提供
- VTREからKSMMへの希土類酸化物の長期供給は、ダボ計画の操業開始前に、ASMの韓国金属工場に必要な原料を確保することが目的

※1 <https://asmd.irmau.com/site/PDF/9b8a1d68-7d8e-4f0e-8985-df0b00cd6365/HyundaiEngineeringawardedcontractfordesignwork>

※2 <https://asm-au.com/asm-signs-agreement-with-koreas-chungcheongbuk-province-and-vietnamese-rare-earth-company/>

その他のレアアース関連トピックス



企業別まとめ

企業名	トピックス	URL
Red Mountain Mining	<ul style="list-style-type: none">WA州Kimberley地域にて、Mt Mansbridge重希土類プロジェクトを進行中2021年12月重希土類を含むゼノタイムの鉱化を発見現在掘削による調査を継続中<ul style="list-style-type: none">2022年10月の発表によると、掘削調査にて、YやDy、Tbを確認	<ul style="list-style-type: none">https://www.redmountainmining.com.au/https://static1.squarespace.com/static/5afa1a1de749403f88b98f76/t/5fc9771ecc00d445e1039d28/1607038758840/RedMountain+QA+PRES+04122020_A.pdfhttps://www.asx.com.au/asxpdf/20221025/pdf/45gpv5q647rb6r.pdfhttps://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211213/164502/
RareX Ltd	<ul style="list-style-type: none">WA州東Kimberley地域にて、Cummins山脈レアアース開発プロジェクトを進行中<ul style="list-style-type: none">2020年に初の掘削プログラムを実施モナザイトが主な資源堆積物が複数個所で露頭しているため、安価な露天掘り採掘ができる可能性を有する2022年9月にスコーピングスタディを2021年2月、同社は、中国Shenghe Resources社(盛和資源)と、レアアースのトレーディング会社Rare Earths Trading Company(RET Co)社の共同設立に関する非拘束MOUを締結<ul style="list-style-type: none">Shenghe社51%、RareX社49%の所有比率中国以外の地域からレアアース精鉱を調達してShenghe社が世界の各地域で操業するレアアース選鉱施設に給鉱する事業を実施予定また、以下の内容に関しても合意<ul style="list-style-type: none">✓ Shenghe社のCummins山脈プロジェクトへの投資実施✓ 同プロジェクトで生産されるレアアース精鉱に対する、RET Co社の独占的なマーケティング権の保有✓ 中国以外の地域におけるレアアース選鉱施設への共同投資	<ul style="list-style-type: none">https://www.rarex.com.au/about-rarex-limitedhttps://www.rarex.com.au/projects-cummins-rangehttps://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210210/153060/https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220928/170042/

その他のレアアース関連トピックス



企業別まとめ

企業名	トピックス	URL
Dreadnought Resources	<ul style="list-style-type: none">西オーストラリア(WA)州Gascoyne地域にて、Mangaroonプロジェクトを進行中<ul style="list-style-type: none">レアアース探鉱のための掘削を実施中2022年10月、レアアース鉱化カーボナタイトを確認したことを発表2022年9月、隣接する5鉱区をさらに取得し、エリアを拡大	<ul style="list-style-type: none">https://www.dreadnoughtresources.com.au/mangaroon-project/https://www.dreadnoughtresources.com.au/2022/10/17/ree-mineralised-carbonatite-intrusions-have-been-confirmed-at-c3-and-c4/https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221007/170151/
VHM Ltd	<ul style="list-style-type: none">2014年設立豪Mineral Resources社のChris Ellison社長が大口株主ヴィクトリア(VIC)州Goschenミネラルサンドプロジェクトを進行中<ul style="list-style-type: none">NdやPrなどのレアアース鉱物、ジルコン、ルチル、チタンに富む2022年3月に最終事業化調査(DFS)を完了、現在は基本設計(FEED)段階現在の試算<ul style="list-style-type: none">可採埋蔵量：413,107t(TREO)マインライフ：20年(超える可能性有り)レアアース鉱石処理能力：5百万t/年2022年10月、中国レアアース企業Shenghe Resources社(盛和資源控股股份有限公司)と3年間のオフティク契約締結<ul style="list-style-type: none">同プロジェクトで生産するレアアースの約60%を提供	<ul style="list-style-type: none">https://www.vhmltd.com.au/projects/the-goschen-project/https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200917/127831/https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20221202/171279/
ASTRON	<ul style="list-style-type: none">1983年設立Donald Rare Earth & Mineral Sands Projectを進行中<ul style="list-style-type: none">ヴィクトリア州マインライフ：少なくとも40年規制当局や地域社会と鉱業計画について協議を実施中2023年第四四半期に最終投資決定を行う予定	<ul style="list-style-type: none">https://www.astronlimited.com.au/about-astron/

その他のレアアース関連トピックス



企業別まとめ

企業名	トピックス	URL
Kalbar Operations	<ul style="list-style-type: none">VIC州Fingerboardミネラルサンドでプロジェクトを進行<ul style="list-style-type: none">15~20年のマイライフで鉱石170百万tを採掘し、8百万tの重鉱物精鉱を生産する見込みジルコン、イルメナイト、ルチル、レアアースの採掘において世界最大規模となるポテンシャルを秘めており、200人の直接雇用を創出すると予測従来型の乾式採掘を経て、湿式選鉱プラントで生産される精鉱を鉄道で港湾まで輸送する計画2020年6月、ロンドンを拠点とする鉱業投資企業Appian Capital Advisory社が144mA\$を投資2021年12月からHPにおいて、プロジェクトの進捗に関する情報の更新なし	<ul style="list-style-type: none">https://www.kalbaroperations.com.au/news/latest-newshttps://www.kalbaroperations.com.au/about-the-projecthttps://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20200703/126031/
Hexagon Resources	<ul style="list-style-type: none">2019年10月、完全子会社の米Energy Materials of America社を通じて米Innovation Metals(IMC)社と合弁企業American Innovation Metals(AIM)社を設立米国でのレアアース処理事業に進出同社は、IMC社が開発した低リスク溶媒抽出法を用いたレアアース元素分離技術「RapidSX」における商業化実証プラントの建設に2mUS\$を出資同社はオーストラリア国内では、レアアース以外の金属探査を行う	<ul style="list-style-type: none">https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20191018/116277/https://global-recycling.info/archives/4530https://hxgenergymaterials.com.au/corporate/about-hexagon/
Vital Metals	<ul style="list-style-type: none">カナダのノースウェスト(NT)準州においてNechalachoレアアースプロジェクトを進行中(詳細はカナダのページ参照)	<ul style="list-style-type: none">https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20211021/159666/https://vitalmetals.com.au/portfolio/nechalacho-project/

3. サプライチェーン

3-1. 各国サプライチェーンのサマリー

3-2. 鉱山の稼働・開発状況

3-3. 日本の主要プレーヤー

3-4. 中国の主要プレーヤー

3-5. アメリカの主要プレーヤー

3-6. カナダの主要プレーヤー

3-7. 欧州の主要プレーヤー

3-7-1. イギリス

3-7-2. ドイツ

3-7-3. フランス

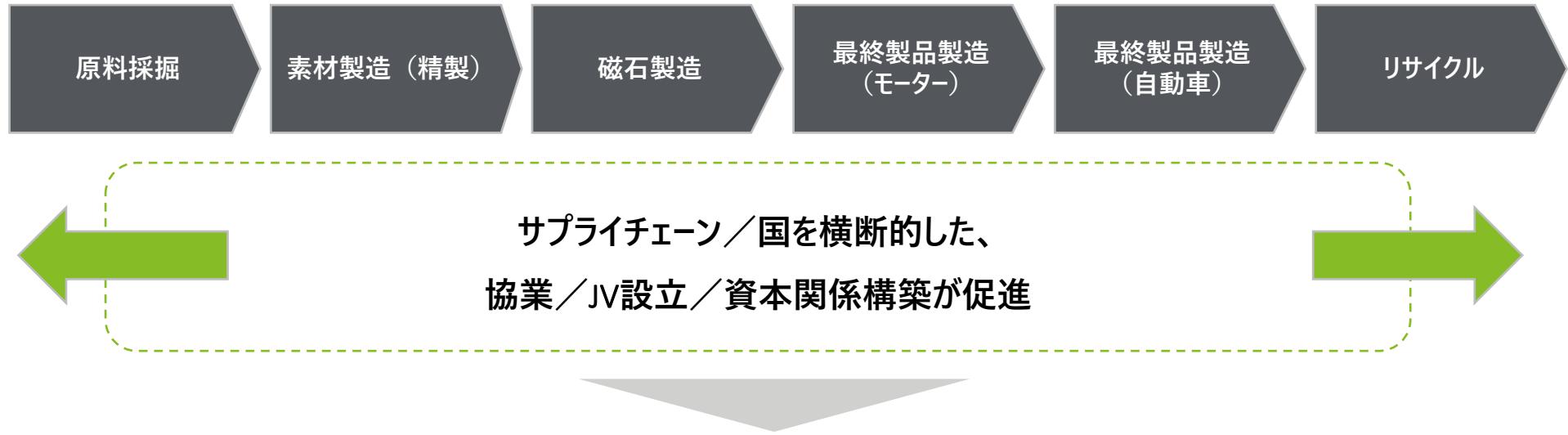
3-7-4. その他

3-8. 豪州の主要プレーヤー

3-9. 国家間・サプライチェーン間における連携状況トピックス

前述までの各国の主要企業は、サプライチェーンと国を跨いだ協業/JV設立/資本関係構築を促進（＝グローバル連携の促進）しており、ビジネス促進とリスク低減を進めている

グローバル連携：昨今のトレンド



公知情報から得られたグローバルにおける連携事例を、
『協業／JV（ジョイントベンチャー）／資本関係』に分類の上、列挙した

【協業】大同特殊鋼性の磁石はHondaのハイブリッド車に採用

大同特殊鋼

協業 JV 資本関係
凡例：



No.	概要
①	大同特殊鋼の重希土類完全フリー熱間加工ネオジム磁石を、Hondaのハイブリッド車用駆動モータ(小型と中型)に採用

【協業 + JV】日本電産は中国のJL MAG(中国)と希土類永久磁石材料の供給契約締結。及び仮：PSAと自動車向けモータに関する合弁会社、Nidec PSA emotorsを設立



協業
JV
資本関係
凡例：

日本電産



No.	概要
①	2021年12月、日本電産自動車事業部はJL MAG(中国)と希土類永久磁石材料の供給契約締結
②	2018年5月、フランス自動車メーカーグループPSAと自動車向けトラクションモータに関する合弁会社、Nidec PSA emotorsを設立

【JV】Beijing Zhongke Sanhuan High-tech社は、国内の川上企業とのJV設立。及び、プロテリアルと高性能焼結NdFeB製品の開発・生産・販売に従事するJV設立



協業
JV
資本関係
凡例：

Beijing Zhongke Sanhuan High-tech(北京中科三环高技术)



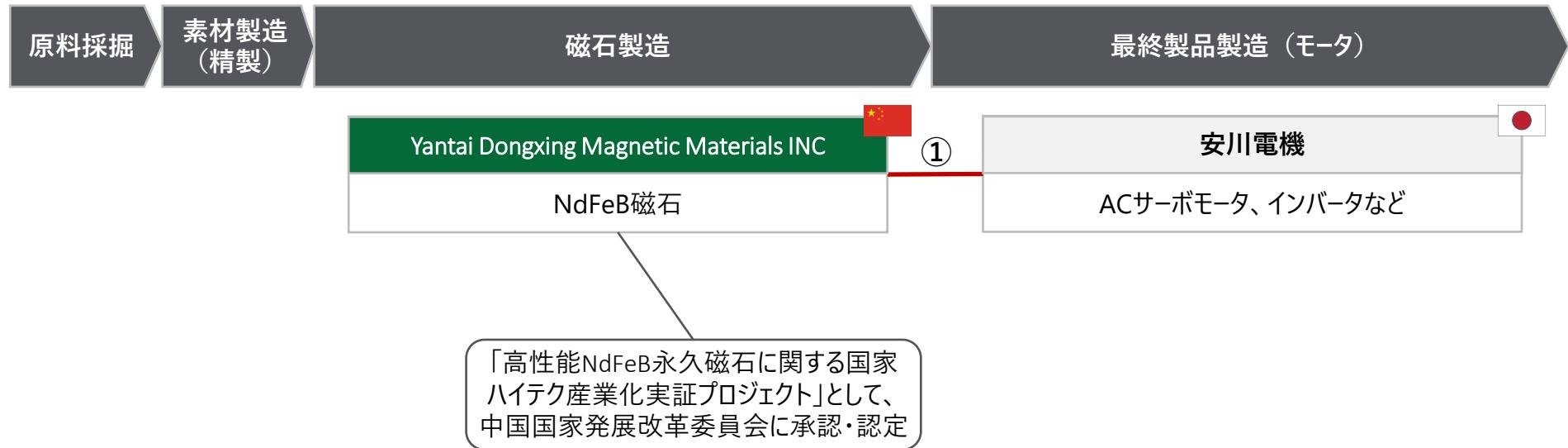
No.	概要
①	2016年、ハイブリッド車モータ用の製販を展開するHitachi Metal Sanhuan Magnetic Products(Nantong)を設立
②	2021年1月、高性能焼結NdFeB製品の開発・生産・販売に従事するZhongke San Huan (Ganzhou) New Materialを設立

【資本関係】Yantai Dongxing Magnetic Materials INC社は安川電機の出資を受け、日中の合弁会社に

Yantai Dongxing Magnetic Materials INC



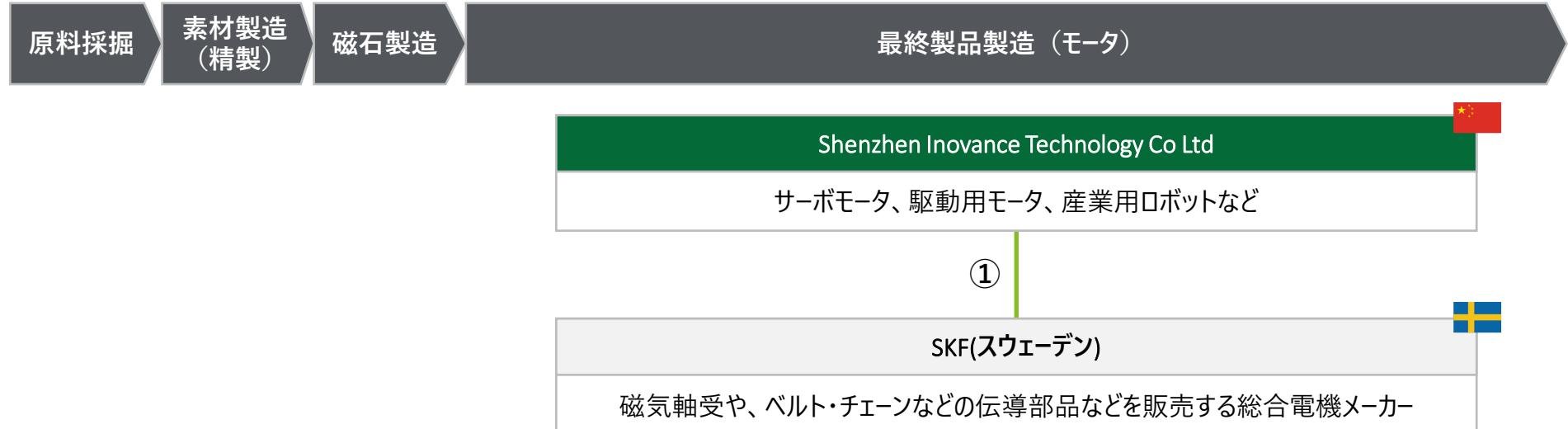
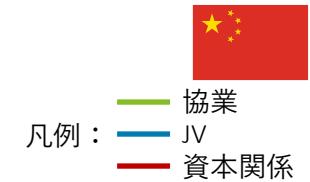
協業
JV
資本関係
凡例：



No.	概要
①	2008年、安川電機が出資し、日中の合弁会社となる

【協業】中国のモーター製造業：Shenzhen Inovance Technology Co Ltdは、 スウェーデンの同業他社との協業

Shenzhen Inovance Technology Co Ltd



No.	概要
①	2022年、同社はSKFとサプライチェーン・サービス・システム、新エネルギー車等の分野での戦略的協力協定を締結

【協業】アメリカの資源大手MP Materialsは、GMとEV車向けレアアース合金と磁石の供給契約を締結

MP Materials



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係



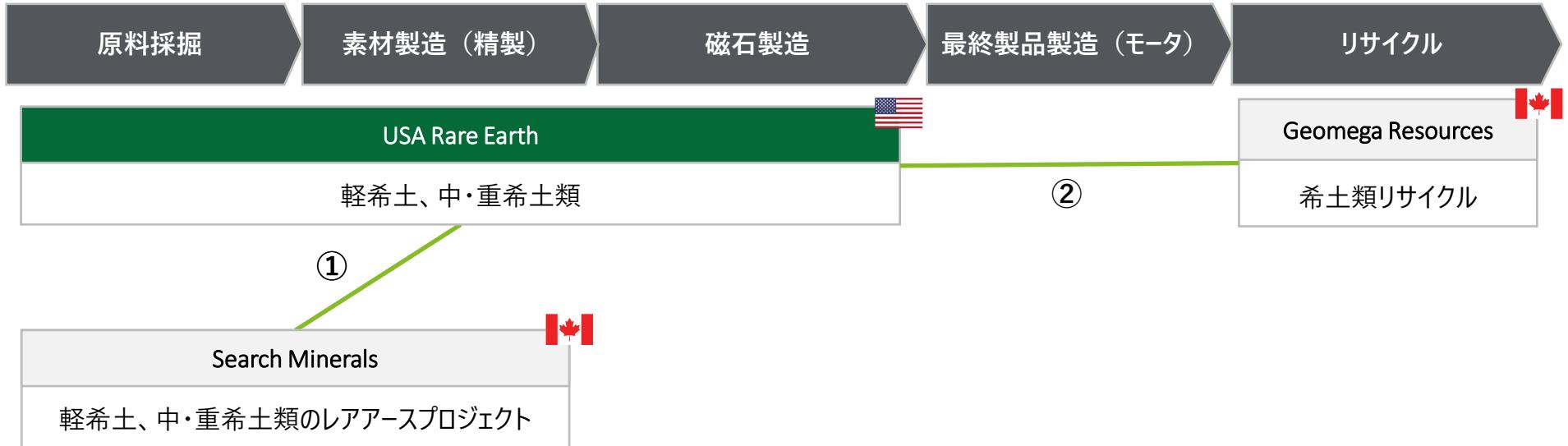
No.	概要
①	2022年4月、GM(ゼネラルモータズ)とEV車向けレアアース合金と磁石の供給契約を締結

【協業】アメリカの希土類資源大手USA Rare Earthは、同業他社 + リサイクル事業者との協業を発表

USA Rare Earth



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係



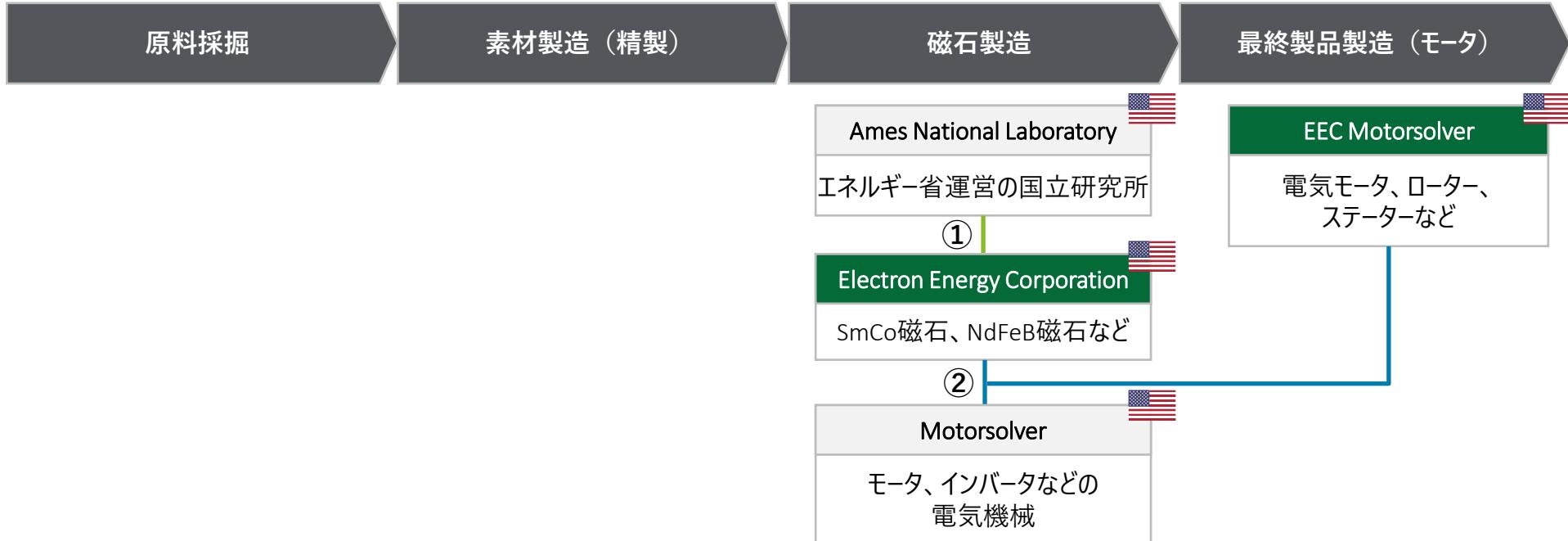
No.	概要
①	2020年11月、特許技術を持つSearch Minerals社と技術協力契約を締結
②	2020年7月、希土類リサイクル事業を行うGeomega Resources社に磁石工場の廃材を提供する取引意向書を締結

【協業 + JV】アメリカの磁石製造Electron Energy Corporationは、研究所との協業に加え、モーター製造：EEC Motorsolver社をJVにて設立



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Electron Energy Corporation



No.	概要
①	2020年12月、Ames National Laboratoryと協力してSmCo磁石を開発
②	2021年9月、EECは電気機械製造会社のMotorsolverと共同でEEC Motorsolverを設立

【協業】イギリスの希土類資源大手Pensana Plcは、エネルギー事業者と、リサイクル技術開発にて協業



協業
凡例： JV
資本関係

Pensana Plc



No.	概要
①	2022年1月、水素を活用したマグネット・リサイクル技術開発に向けた協力協定締結

【協業】ドイツの磁石製造大手Vacuumschmelze GmbH & Co. KGは、GMとEV車の電気モータに使用される永久磁石の製造について協業を発表



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Vacuumschmelze GmbH & Co. KG



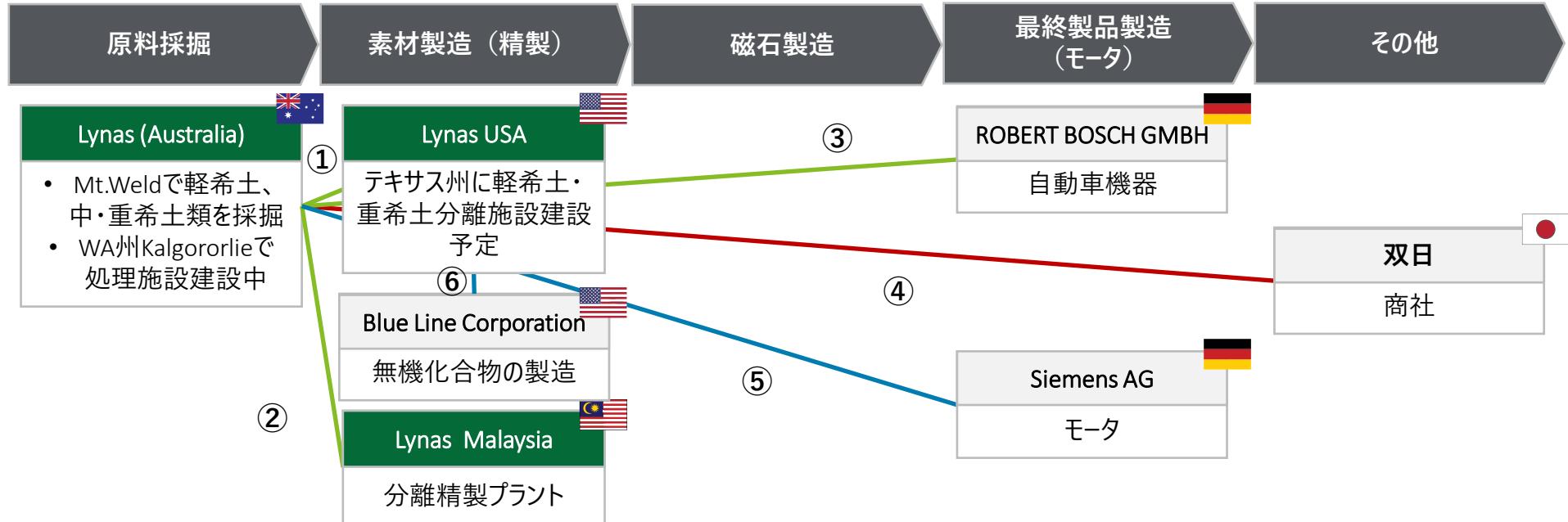
No.	概要
①	2021年12月、General Motorsと共同でEV車の電気モータに使用される永久磁石の製造工場をアメリカに建設することを発表

【協業 + JV + 資本関係】オーストラリアの希土類資源大手Lynasは、 グローバルにおける多数の連携を強化



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Lynas



No.	概要
①	同社はアメリカに分離処理施設建設の計画を進行中
②	Mt. Weldからのレアアース精鉱を輸入し、分離精製実施
③	2018年1月、自動車産業に必要な希土類を供給するための戦略協定を締結
④	2011年より双日が融資を実行、レアアース製品の独占販売契約を締結。2022年9月に追加出資を実施
⑤	2011年11月、合弁会社を設立し、NdFeB磁石工場を建設するための事前合意書を調印（その後の動向不明）
⑥	2019年5月、LynasUSAと合弁会社を設立し、テキサス州の希土類分離処理施設を共同設計

【協業】原料採掘と素材製造を行うIluka Resources Ltd社は、原料採掘における同業他社Northern Minerals社と戦略的パートナーシップを締結



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Iluka Resources Ltd



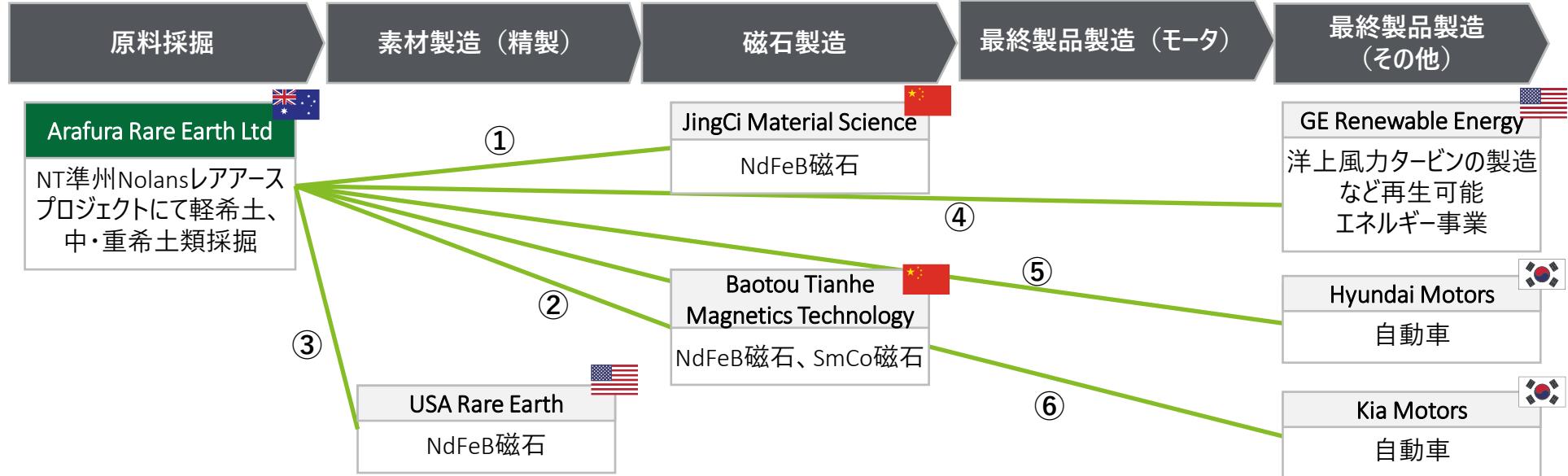
No.	概要
①	2022年10月、Northern Minerals社のWA州Browns Range重希土類プロジェクトから同社のWA州Eneabbaレアアース精錬事業にレアアース精鉱を給鉱する戦略的パートナーシップを締結

【協業】オーストラリアの希土類資源大手Arafura Rare Earth Ltdは、グローバルにおける多数の連携を強化



Arafura Rare Earth Ltd

凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係



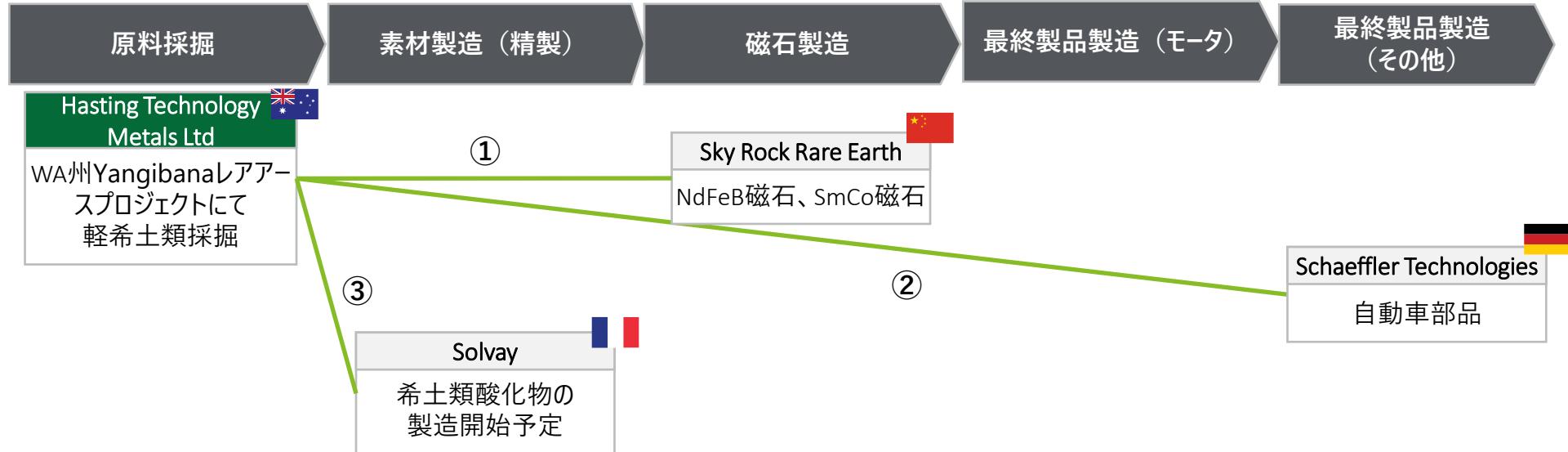
No.	概要
①	2018年5月、NdPrB酸化物を供給するオフティク契約締結に向けたMOUを締結
②	2019年9月、NdPrB酸化物を供給するオフティク契約締結に向けたMOUを締結
③	2019年12月、中・重希土類精鉱を試験プラントに供給することで合意
④	2022年7月、NdPrを供給するオフティク契約締結に向けたMOUを締結
⑤	2022年11月、NdPr酸化物またはNdPr金属を供給するオフティク契約を締結
⑥	2022年11月、NdPr酸化物またはNdPr金属を供給するオフティク契約を締結

【協業】オーストラリアの希土類資源大手Hasting Technology Metals Ltdは、グローバルにおける多数の連携を強化



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Hasting Technology Metals Ltd



No.	概要
①	2018年11月、Sky Rock Rare Earth社と混合レアアース炭酸塩(MREC)供給に関するオフティク契約を締結
②	2020年6月、Schaeffler Technologies社と混合レアアース炭酸塩(MREC)供給に関するオフティク契約を締結
③	2022年10月、Solvay社に混合レアアース炭酸塩(MREC)供給するオフティク契約締結に向けたMOU締結

【協業】Australian Rare Earths Ltd社は川下の素材製造を担うNeo Performance社とオフテイク契約を締結



凡例：
— 協業
— JV
— 資本関係

Australian Rare Earths Ltd



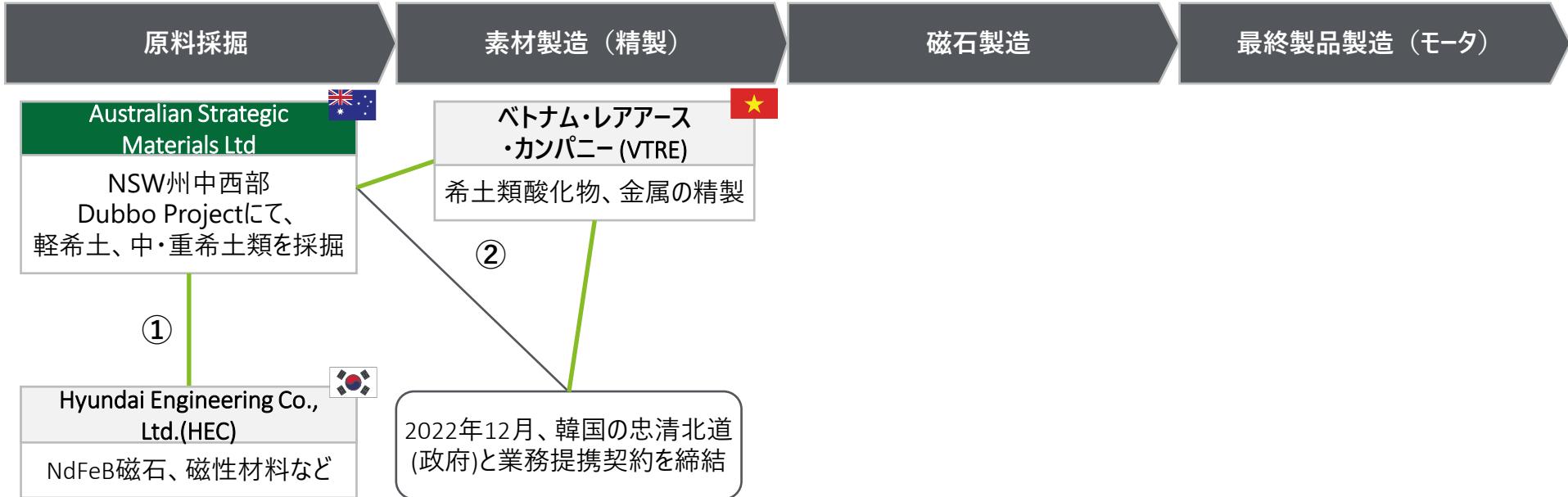
No.	概要
①	2022年10月、混合炭酸レアアース(MREC)のオフテイク契約を締結

【協業】オーストラリアの希土類資源大手Australian Strategic Materials Ltdは、グローバルにおける多数の連携を強化



凡例：
■ 協業
■ JV
■ 資本関係

Australian Strategic Materials Ltd



No.	概要
①	2022年6月、Dubboプロジェクトにおける業務提携(EPC)に関する契約締結
②	2022年12月、グローバルなレアアースサプライチェーン構築のため、同社とVTRE社と韓国の忠清北道(政府)にて業務提携契約締結

【協業】カナダの資源採掘を行う豪Vital Metals Ltdは、川下との協業を複数実施



協業
JV
資本関係
凡例：

Vital Metals Ltd



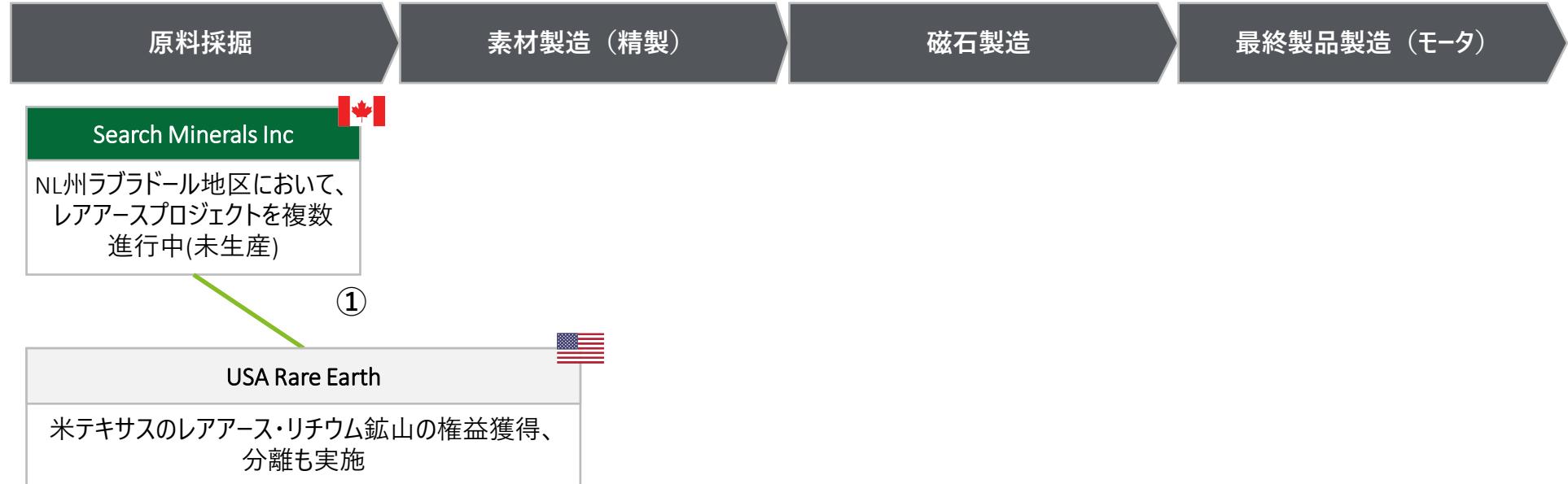
No.	概要
①	2021年2月、レアアース(NdPr)のオフテイク契約を締結
②	2021年10月、Vital Metals社からのレアアース炭酸塩の原料供給に関するMOUを締結
③	2022年4月、REEtec社はSchaeffler社とレアアース酸化物の購入に関する長期契約および商業分離施設の建設支援に関して合意

【協業】Search Minerals Inc社はアメリカのUSA Rare Earth社と、同社のプロジェクトから将来的に生産されるNdPrのオフテイクに関する覚書を締結



協業
JV
資本関係
凡例：

Australian Rare Earths Ltd



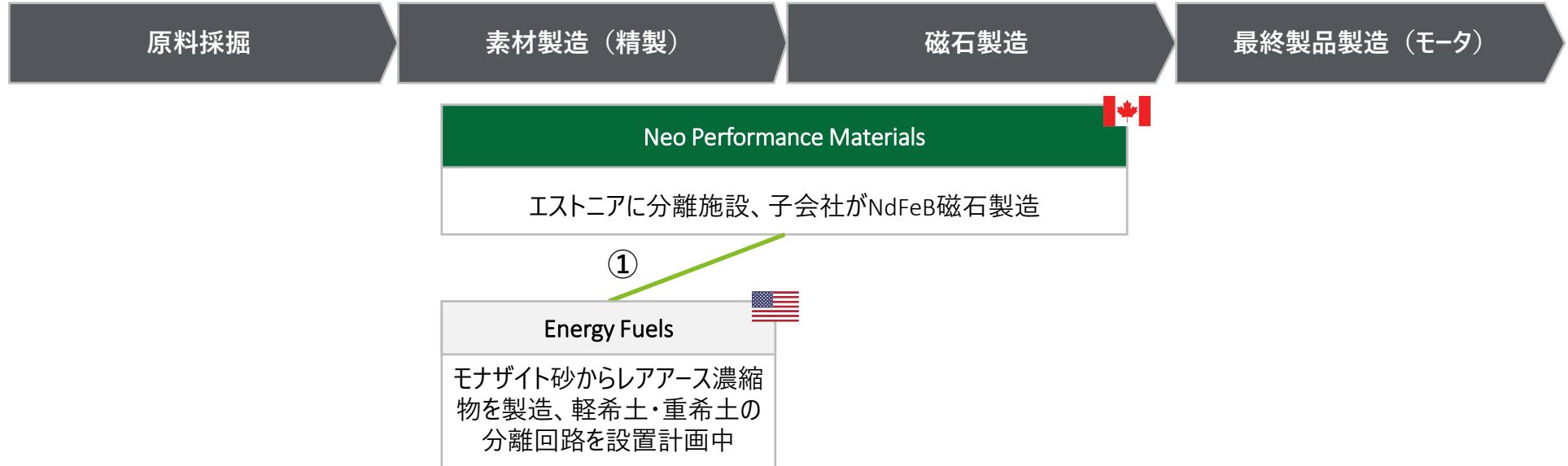
No.	概要
①	2021年10月、同社のプロジェクトから将来的に生産されるNdPrのオフテイクに関する覚書を締結

【協業】Neo Performance Materials社はアメリカのUSA Rare Earth社と、北米と欧州のレアアースサプライチェーンを強化するためのレアアース生産イニシアティブを発表



協業
JV
資本関係
凡例：

Neo Performance Materials



No.	概要
①	2021年3月、北米と欧州のレアアースサプライチェーンを強化するためのレアアース生産イニシアティブを発表

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

バージン材の精製技術は、①抽出効率向上の観点では成熟しているが、②コスト削減や③環境負荷の低減の観点では、今後の発展が見込まれる

まとめ

【現状】

調査の結果、日本におけるバージン材の精製技術は、以下の①の点では成熟しているが、②③の点では発展が見込まれる

- ① 抽出効率向上
- ② コスト削減(プロセスの加速化、効率化)
- ③ 環境負荷の低減

- 理由
 - 主要な精製技術のひとつである、溶媒抽出法に関し、信越は1961年に研究を開始し、1987年には大型プラントが稼働
 - 抽出率の向上に関しては、主要なイシューとなっていない

【今後の発展が見込まれる技術】

今後、左記②③の点で技術発展が見込まれる

調査の結果、下記に代表される技術研究、実証化が進行中

- ① コスト削減(プロセスの加速化、効率化)
 - 重レアアース品位の低い資源からの重レアアース回収技術開発(経済産業省製造産業局 金属課、NEDO)
 - 装置規模の削減を目的とする精錬技術開発(経済産業省製造産業局 金属課、NEDO)
 - 所要時間やプラント設置面積を削減する、加速溶媒抽出ベースの分離技術“RapidSX”(Ucore Rare Metals Inc.)
 - 抽出沈殿が早く、従来より大きなレアアース抽出沈殿物が回収可能なジクロロフェノキシ酸系抽出剤をベースにした抽出沈殿法(中国科学院海西研究員廈門稀土材料研究所)
- ③ 環境への配慮
 - 有機溶剤を使用せず、工業用水が発生しないジクロロフェノキシ酸系抽出剤をベースにした抽出沈殿法(中国科学院海西研究員廈門稀土材料研究所)
 - LanMを使用し、有機溶媒を使用しない技術(ペンシルバニア州立大学、ローレンス・リバモア国立研究所)
 - コストと危険性を軽減する、環境微生物を利用する精製技術(ローレンス・リバモア国立研究所、バテル記念研究所、サンディエゴ州立大学)
- その他
 - 鉱山スラグの山から下層土で発見されたバクテリアを活用してレアアースを抽出する技術(フランス地質調査所)

上記に関連する事例を後述する

信越は、1961年から希土類元素の分離技術である溶媒抽出法の研究を開始し、1987年に大型プラントを稼働した



信越：溶媒抽出法

主体	信越
時期	1961年から研究開始 1971年パイロットプラントを立ち上げ 1987年大型プラント稼働
内容	溶媒抽出法： 希土類溶液と有機溶媒を混合接触させ、希土類元素ごとにわずかに異なる水相と有機相への分配差を利用して分離を実施

出典

<https://www.rare-earth.jp/technology.html>

経済産業省製造産業局 金属課、NEDO 材料・ナノテクノロジー部は、未利用レアアース分離精製技術開発のための事前評価書を公表した



経済産業省製造産業局 金属課、NEDO 材料・ナノテクノロジー部：未利用レアアース分離精製技術開発

主体	経済産業省製造産業局 金属課 (国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 材料・ナノテクノロジー部
時期	2023年度～2027年度
内容	<p><u>サプライチェーン強靭化に資する未利用レアアース分離精製技術開発（資源自律経済システム開発促進事業の一テーマ）の事前評価書</u></p> <p>(1) 重レアアース品位の低い未利用資源からの重レアアース回収技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">• 効率的重レアアース選択的濃縮を可能とする吸着材の開発 <p>(2) 重レアアース製錬技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">• 高精密相互分離技術に基づく精錬プロセス確立のため、新規化合物による湿式分離法の高度化、電解/還元法の効率化及び社会実装のための実用化研究を実施• 抽出分離装置の開発も実施し、装置規模の大幅削減を目的とする <p>※事前評価書につき、主体者不明</p>

出典

https://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/e00/03/r04/J124.pdf

中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所は、工業排水が発生せず安全性が高く、低成本で、高効率な、ジクロロフェノキシ酸系抽出剤に基づく分離技術を開発した



中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所：ジクロロフェノキシ酸系抽出剤に基づく分離技術(1/2)

主体	中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所
時期	2019年6月21日(科技日報記者)執筆
内容	<p>新しい抽出沈殿材の開発</p> <p>【概要1/2】</p> <ul style="list-style-type: none">レアアースと固体抽出複合物を形成し、何度も抽出してリサイクルが可能であり、レアアースの分離・濃縮の効率が大幅に向上従来の技術を利用した際に環境汚染をもたらす「三廃(廃水、廃ガス、固体廃棄物)」を効果的に減らすことが可能 <p>【従来の技術】</p> <ul style="list-style-type: none">従来のイオン型稀土鉱冶金技術<ul style="list-style-type: none">資源の平均利用率が25%未満イオン吸着型稀土鉱を1トン分離するために塩酸を8~10トン、水酸化ナトリウムを6~8トン、または液体アンモニアを1~1.2トンを使用(試算)環境汚染に懸念あり中国のレアアース業界での代表的な分離技術<ul style="list-style-type: none">①溶媒抽出法<ul style="list-style-type: none">揮発性有機溶剤を大量に使用するため、安全性や環境破壊などに問題あり②化学沈殿法<ul style="list-style-type: none">炭酸水素アンモニウムやシウ酸工業沈殿剤はリサイクルが難しく、発生する廃水は環境汚染を生じさせる懸念あり上記の課題に対応するため、孫氏率いるチームは新たなジクロロフェノキシ酸系抽出剤を調合<ul style="list-style-type: none">低濃度のレアアースを定量抽出し、レアアースと固体抽出複合物を形成して、何度も抽出し、リサイクルを実現同抽出剤をベースに、溶剤抽出法と化学沈殿法のメリットを組み合わせて、全く新しい抽出となる沈殿法を開発工業テストの結果、以下の点が明確化<ul style="list-style-type: none">抽出の過程において、有機溶剤が不要抽出沈殿剤はストリッピング、リサイクルが可能、また、工業廃水が発生せず、低成本本技術は安全性が高く、抽出沈殿が早く、これまでの数十倍以上の大きさレアアース沈殿濃縮物が取得可能レアアースの分離、精製の効率が大幅に向上工業化への見通しあり

出典

https://spc.jst.go.jp/hottopics/1907/r1907_xie.html

中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所は、工業排水が発生せず安全性が高く、低成本で、高効率な、ジクロロフェノキシ酸系抽出剤に基づく分離技術を開発した



中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所：ジクロロフェノキシ酸系抽出剤に基づく分離技術(2/2)

主体	中国科学院海西研究員廈門(アモイ)稀土材料研究所
時期	2019年6月21日(科技日報記者)執筆
内容	<p>【概要2/2】</p> <ul style="list-style-type: none">同研究所は国家重大科学工程上海光源と連携して、多種のイオン型稀土鉱のレアース抽出沈殿剤の「遺伝子辞典」を形成<ul style="list-style-type: none">シンクロトロン放射技術を採用し、設計、調合した新型抽出剤とレアースの作用メカニズム、構造活性相関、種の分布をめぐる研究を展開分子レベルで、抽出剤の各種要素のレアースの分離プロセスに対する影響を研究上記をベースに、孫氏率いるチームは関連企業と連携し、さまざまな種類のイオン型稀土鉱の分離技法を研究<ul style="list-style-type: none">工業化へ応用の見込みがある抽出剤と分離材料は、分離技法の必要に応じて、コストと性能の関係を調整し、さらなるスクリーニングと構造の最適化を実施多様な鉱物資源、抽出体系、分離装置のプロセスに対する影響を系統的に評価し、技法パラメーターを最適化し、最も優れた技法の路線を確定同チームは既に新型抽出剤と分離材料、稀土鉱貴液濃縮技術、重希土類元素分離技法、イオン性液体鹼化技術、放射性汚染物質総合処理技術などの、新型のクリーンで高効率のレアース分離技術体系を構築この成果は、「AIChE Journal」、「ACS Sustainable Chemistry & Engineering」、「Green Chemistry」などの国際誌に掲載、化学工学研究所(IChemE)グローバル賞、中国化工学会侯德榜化工科学技術賞、中国稀土学会傑出エンジニア賞などを受賞<ul style="list-style-type: none">同研究所は既にレアースの高効率でクリーンな分離チーム、レアース回収技術研究開発チームなど産業化研究開発チームを8チーム結成し研究開発した技術の業界における拡散、中国のイオン型レアース分離工業の発展を促進

出典

https://spc.jst.go.jp/hottopics/1907/r1907_xie.html

ペンシルバニア州立大、ローレンス・リバモア国立研究所は、希土類が低品位の資源からの効率的な抽出を可能にする、細菌のたんぱく質を利用する分離抽出技術を開発した



ペンシルバニア州立大、ローレンス・リバモア国立研究所：細菌(LanM)のたんぱく質を利用するレアアース分離抽出技術

主体	ペンシルバニア州立大、ローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)
時期	2021年10月8日発表
内容	<p><u>環境に配慮した、細菌から分離されたタンパク質を使用する新しいレアアース抽出分離法</u></p> <ul style="list-style-type: none">このプロセスでは、ランモジュリン(LanM)とよばれる細菌のタンパク質を利用<ul style="list-style-type: none">希土類元素との結合に(他の金属よりも約10億倍)優れるプロセス詳細<ul style="list-style-type: none">LanMはカラム(工業プロセスで一般的に使用される垂直管)内の小さなビーズに固定され、そこに液体原料物質を投入その後、タンパク質は試料中の希土類元素と結合し、希土類のみをカラムに保持して残りの液体を排出その後、酸性度を変えたり、キレート材を添加したりするなど条件を変えることで、金属がタンパク質と結合しなくなり、排出して回収可能また、条件を注意深く順番に変えることで、個々の希土類元素を分離することに成功試料中の希土類元素の量が少ない場合でも、重希土類元素を高純度で抽出・分離に成功研究結果<ul style="list-style-type: none">一次希土類鉱床や石炭副産物のNdから純度99%以上のYを分離初期の金属組成にもよるが、Dyから純度99%以上の純度でNdを1~2サイクルで分離他の分離方法と変わらず高純度で、しかも環境負荷の高い有機溶媒を利用せず、少ないステップで分離に成功研究者たちは、高品質の資源から軽量の希土類元素を大量生産する一般的なプロセスの代替となるのではなく、低品位の資源を効率的に利用し、希少性の高い重希土類の抽出分離を可能にするプロセスになると考察今後は、LanMの誘導体を特定の元素に対し、より高い選択性で設計できれば、17種類すべての希土類元素を複雑な混合物からでも比較的少ない手順で回収し、分離できるとし、方法の最適化を図り、産業用にプロセスを応用できるようにすることを計画プロセスについて説明した論文はACS Central Science誌10月8日号オンライン版に掲載また、同研究は、米国DOE Critical Materials InstituteとDOE Office of Scienceの支援を受けた

出典

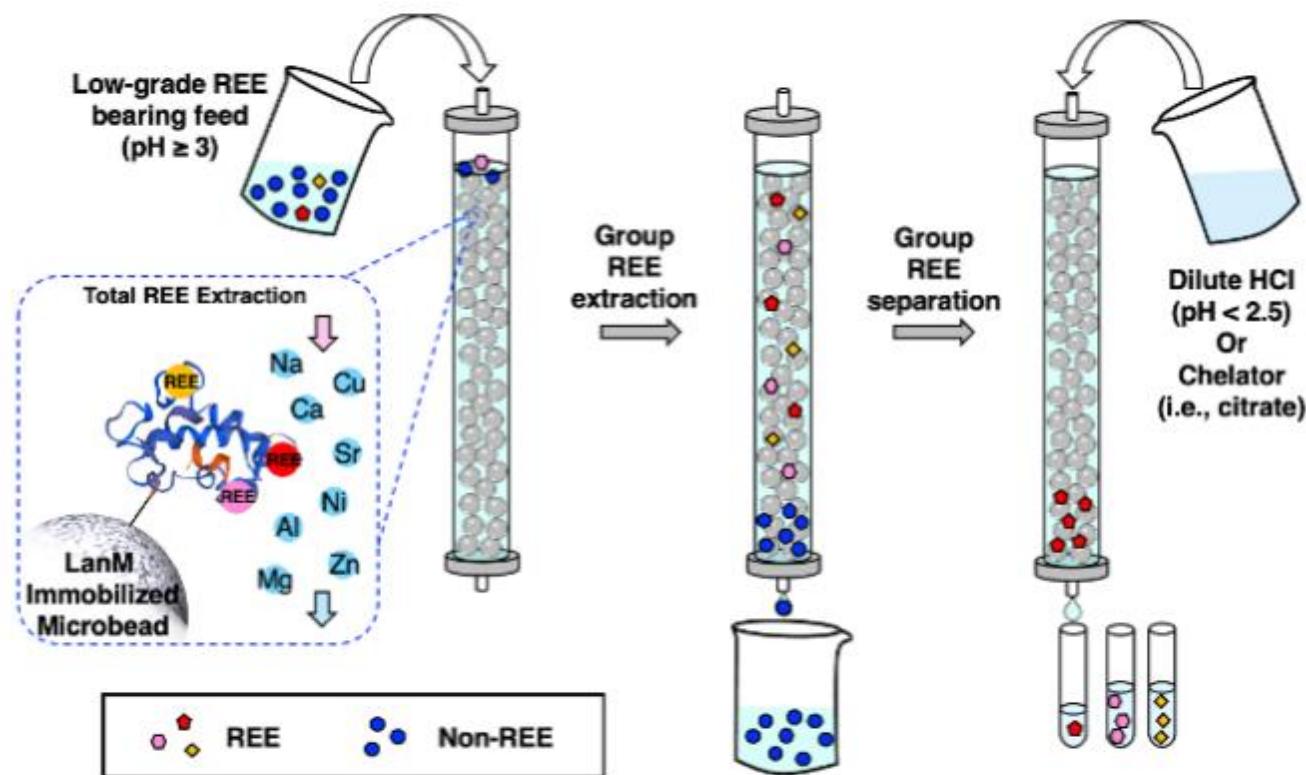
<https://www.psu.edu/news/research/story/new-environmentally-friendly-method-extract-and-separate-rare-earth-elements/>

ペンシルバニア州立大、ローレンス・リバモア国立研究所は、希土類が低品位の資源からの効率的な抽出を可能にする、細菌のたんぱく質を利用する分離抽出技術を開発した



ペンシルバニア州立大、ローレンス・リバモア国立研究所：細菌(LanM)のたんぱく質を利用するレアアース分離抽出技術の概要図

LanMを用いた分離抽出プロセスの流れ



※1

<https://www.psu.edu/news/research/story/new-environmentally-friendly-method-extract-and-separate-rare-earth-elements/>

国防高等研究計画局は、バイオマイニングを含む微生物工学的手法に基づく、高純度のレアアース分離精製の実施に向けたプログラムを発表した



国防高等研究計画局：微生物工学的手法に基づくレアアース分離精製の実施に向けたプログラム

主体	国防高等研究計画局(DAEP)
時期	2022年10月6日発表
内容	<p>国産レアアース精製技術開発チームを発表 プロジェクト名：「バイオエンジニアリングリソースとしての環境微生物（Environmental Microbes as a BioEngineering Resource : EMBER）」プログラム</p> <ul style="list-style-type: none">課題<ul style="list-style-type: none">米国はレアアース資源は国内に存在しつつ、元素の分離精製を他国の企業に依存しており、サプライチェーンが脆弱特に、旧来の溶剤を用いた生成プロセスのコストと危険性が障害目的：バイオマイニングを含めた微生物工学的手法を用いて、微生物や生体分子の特異性や選択性を改善し、レアアースの分離・精製を行うこと<ul style="list-style-type: none">研究チームは合成生物学の手法を用いて、過酷な条件下でレアアースと特異的に結合する微生物や生体分子を設計し、これらの技術を統合して個別のREEを精製するためのバイオマイニング・ワークフローを構築4年間のプログラムは、3つのフェーズに分けられ、各チームは、複雑さが増す原料物質から、より多種類のレアアースを、より高い純度で得ることを目指し、最終的には国内のレアアース源からパイロット規模の精製を行うことを目指す研究チームは下記の3者により構成<ul style="list-style-type: none">ローレンス・リバモア国立研究所バトル記念研究所サンディエゴ州立大学

出典

<https://crds.jst.go.jp/dw/20221206/2022120633867/>

フランス地質調査所の研究者は、鉱山スラグの山の下層土から発見されたバクテリアを活用して、レアアースを抽出する技術を検討中である



フランス地質調査所：バクテリアを活用したレアアース抽出技術

主体	フランス地質調査所(BRGM)の研究者
時期	2021年7月20日付のメディア情報
内容	<p><u>バクテリアを活用したレアアース抽出方法を検討</u></p> <ul style="list-style-type: none">フランス地質調査所(BRGM)の研究者が、鉱山スラグの山から下層土で発見されたバクテリアを活用してレアアースを抽出する方法を検討中<ul style="list-style-type: none">抽出プロセスの詳細<ul style="list-style-type: none">従来の採掘で残った廃滓を粉碎し、液体に溶解金属に応じて異なるバクテリアを酸素のほか餌となるカリウムや窒素などの栄養素と共に注入溶液を直ちに30～50°Cに加熱し、バイオリアクターで攪拌することによって、加圧することなく抽出プロセスを開始今後、フィンランドとニューカレドニアのスラグの山からレアアース、コバルト、銅、ニッケルを抽出する大規模生産実験開始のため、準備中このプロセスは、金属を含む鉱石があればどこでも利用できる一方、電気分解による液体からの金属抽出には特殊な装置が必要となるため、産業界のパートナーの参入を求めている

出典

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210813/158094/

<https://www.france24.com/en/live-news/20210720-bacteria-enlisted-in-french-push-for-rare-earths-autonomy>

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

希土類リサイクルプロセスは、前処理 + 後処理に大別される。

前処理では分解プロセスが特に重要と思料

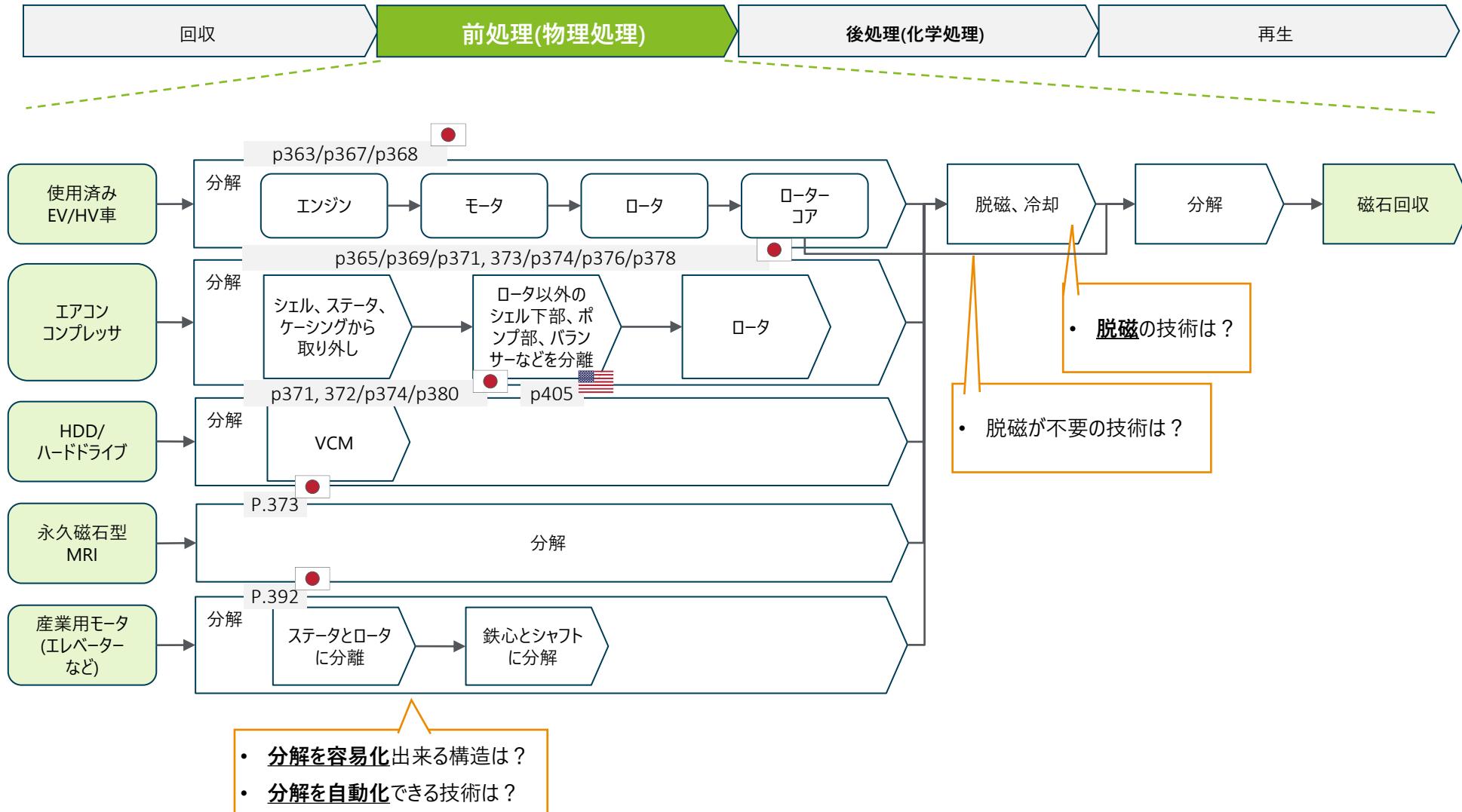
トピックスサマリ (1/3)

凡例 :

モノ

プロセス

論点



希土類リサイクルプロセスは、前処理 + 後処理に大別される。後処理では様々なプロセスが開発されている

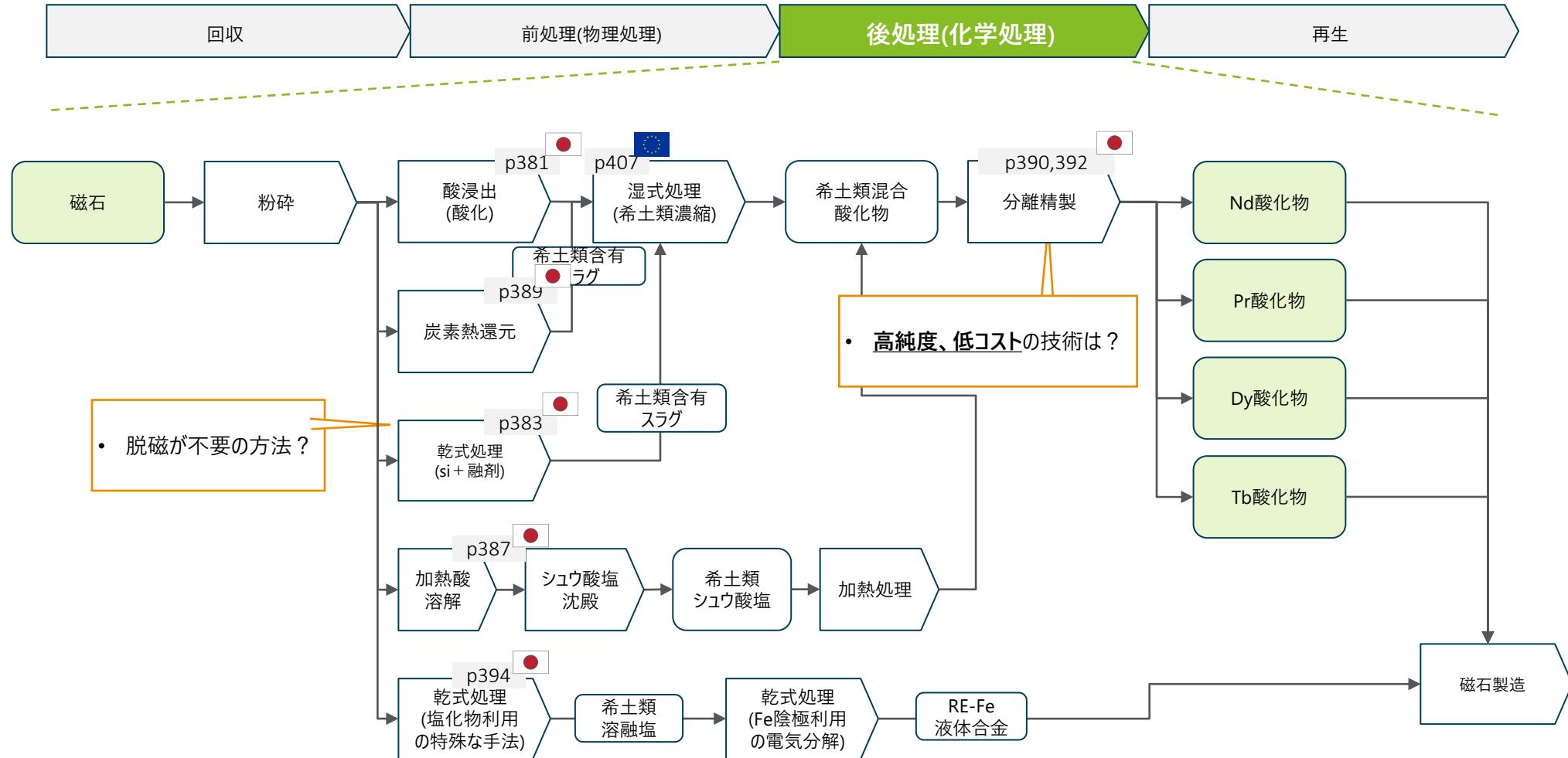
凡例 :

モノ

プロセス

論点

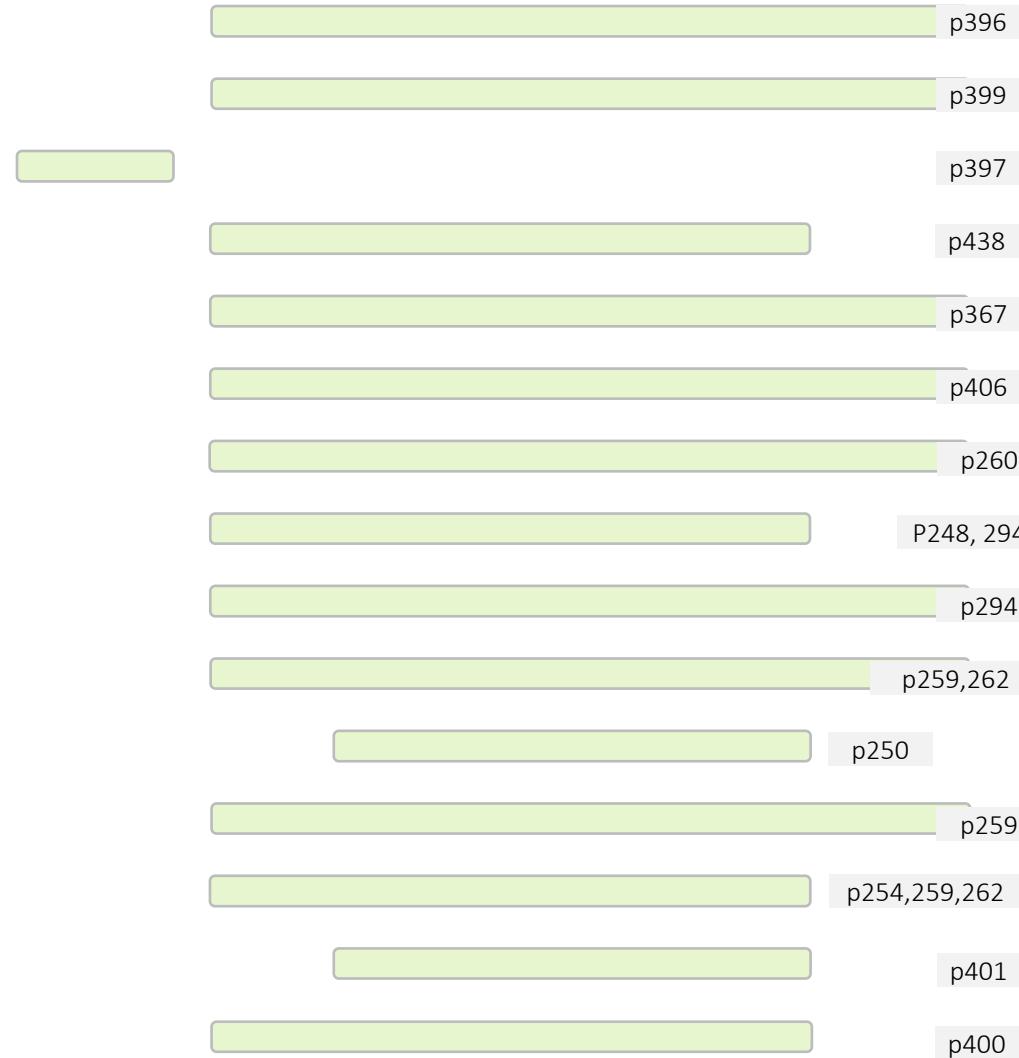
トピックスサマリ (2/3)



詳細プロセスは確認されなかったが、各国で以下のような、希土類リサイクルに関する企業活動やSC強化や技術開発プロジェクトが確認された

トピックスサマリ (3/3)

JIANGSU HUAHONG TECHNOLOGY CO., LTD : 中国でリサイクル実施	
Shenghe Resources Holdings Co., Ltd. : 中国でリサイクル実施	
NdFeBリサイクルに関する国家標準を実施	
日産と早稲田大 : 電動車用のモータ磁石からレアアース化合物を高純度で効率よく回収するリサイクル技術を共同開発	
トヨタなど : 使用済みバッテリーを再利用する世界初の技術を開発	
REE4EU : 廃棄物から希土類合金の生産プロセスを開発、実証	
REEsilienceプロジェクト : リサイクルを含むレアアースSC構築を目指す(HyProMag, Mkango UK)	
SUSMAGPROプロジェクト : 欧州における永久磁石リサイクルSC開発(LCM, MAGNETI Ljubljana)	
DyScoveryプロジェクト : 欧州の磁石リサイクル能力の向上を目指す(MAGNETI Ljubljana)	
REAPプロジェクト : オーディオ製品からのレアアース抽出(Hypromag)	
Pensana : 使用済みナセルについて、水素を還元剤とするリサイクル処理技術開発	
RaREプロジェクト : 電化製品スクラップから希土類抽出、再生後に希土類磁石としてEV車への組込を目指す(Hypromag)	
SCREAMプロジェクト : レアアースマグネットのリサイクル供給源の確立およびコスト削減・環境負荷軽減を図る(Mkango Rare Earths UK)	
REEcycle : 独自の溶剤を利用した廃棄物を残さない希土類リサイクル実施	
Idaho National Laboratoryなど : Eスクラップから希土類等の回収	



三菱マテリアル、マーク・コーポレーション、ホンダトレーディングは、使用済み自動車からレアアースと非鉄金属を回収する技術を開発し、リサイクル事業の経済性を成り立たせる



三菱マテリアル、マーク・コーポレーション、ホンダトレーディング：ネオジム磁石および非鉄金属回収技術

主体	三菱マテリアル、マーク・コーポレーション、ホンダトレーディング
時期	2021年10月8日発表
内容	<p>使用済み自動車からのネオジム磁石および非鉄金属回収技術開発</p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">使用済みHV自動車の駆動用モータから、ケース部のアルミニウムやモータのロータ部に使用されているNdFeB磁石やモータのスケータ部に使用されている銅を回収レアアースだけでなく、ベースメタルも同時に高品質で回収することで、リサイクル事業を経済的に成り立たせる、リサイクルシステムの構築を目的とした技術開発 <p>【結果】</p> <ul style="list-style-type: none">使用済みHV自動車からネオジム磁石、銅、アルミニウムを効率的かつ高品位に回収できることを確認現在では、開発した実証設備を活用し様々な形状のHV自動車の駆動用モータや他のネオジム磁石使用部品にも対応できるよう< b>技術開発を継続しながら実用化を進行

出典

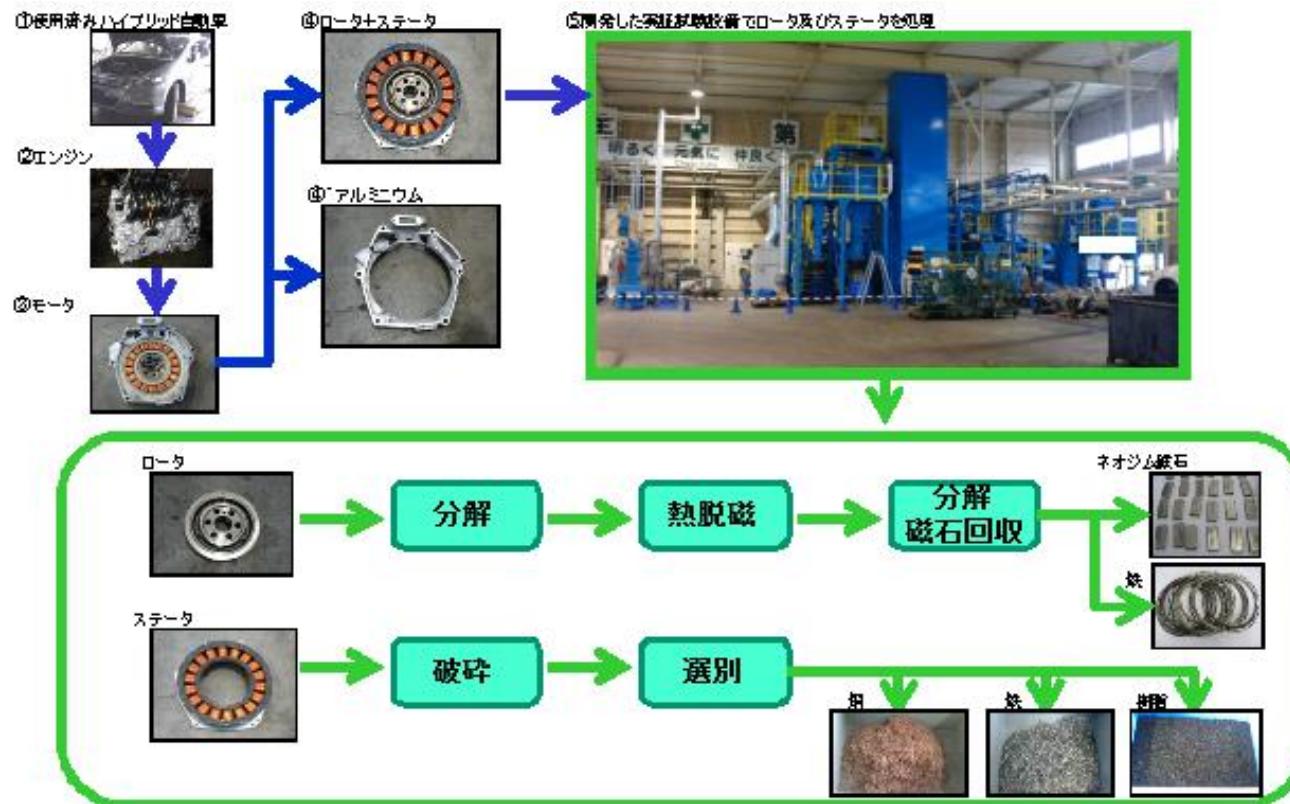
https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mmc_mie-arc_hondatrading
<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2012/12-0910.html>

三菱マテリアル、マーク・コーポレーション、ホンダトレーディングは、使用済み自動車からニアアースと非鉄金属を回収する技術を開発し、リサイクル事業の経済性を成り立たせる



三菱マテリアル、マーク・コーポレーション、ホンダトレーディング：ネオジム磁石および非鉄金属回収技術の概要図

使用済みハイブリッド自動車駆動用モータのリサイクルフロー



出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mmc_mie-arc_hondatrading
<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2012/12-0910.html>

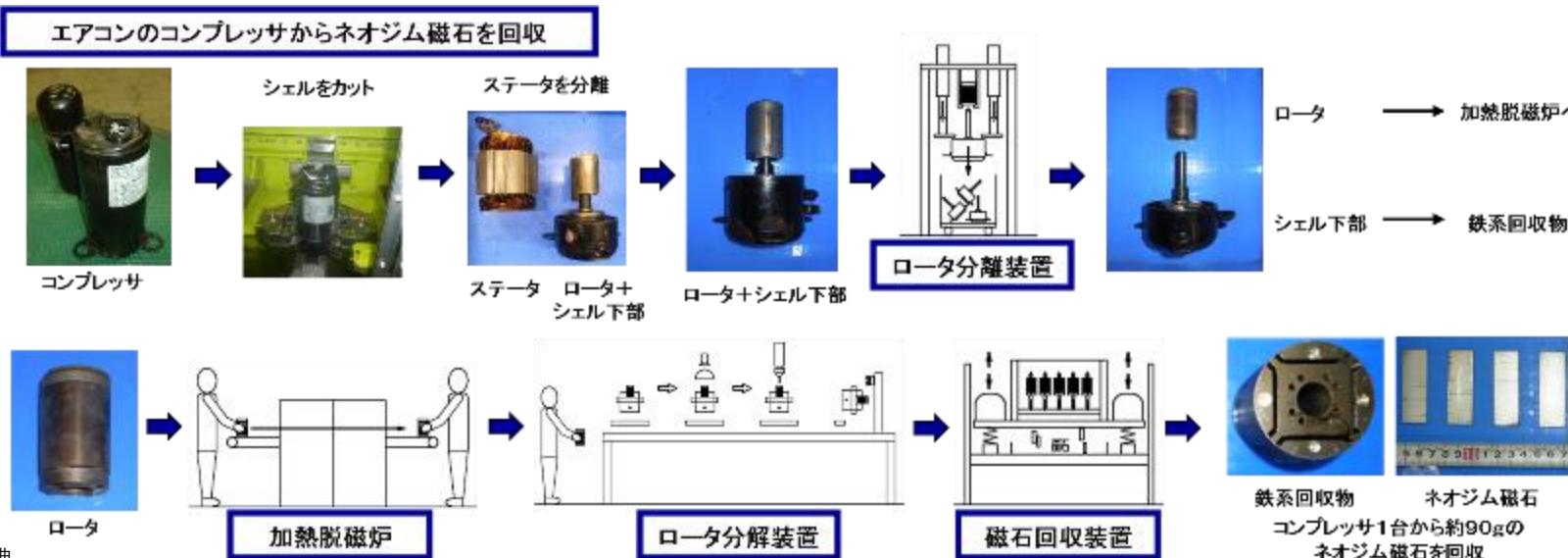
三菱マテリアル、パナソニックエコテクノロジー関東は、使用済みエアコンの分解プロセスに、ネオジム磁石を取り出すプロセスを追加し、装置を開発・実証した



三菱マテリアル、パナソニックエコテクノロジー関東：使用済みエアコンからのネオジム磁石回収技術

主体	三菱マテリアル、パナソニックエコテクノロジー関東
時期	-
内容	<p><u>使用済みエアコンからのネオジム磁石回収技術を開発・実証</u></p> <ul style="list-style-type: none">家電リサイクル工場においてエアコンのコンプレッサーからネオジム磁石を効率的に回収するためのリサイクル技術を開発し、実証既存の家電リサイクル工場のエアコンの手分解プロセスに、エアコンのコンプレッサーからネオジム磁石を取り出すプロセスを追加本件にて技術開発した装置は、①ロータ分離装置、②加熱脱磁装置、③ロータ分解装置、④ネオジム磁石回収装置であり、自動化・省力化・効率化を図った設計本設備を用いてエアコンからネオジム磁石の回収を実施し、実用規模の設備であることを確認回収したネオジム磁石を原料として、ネオジム磁石製造のシステム実証試験を実施

リサイクルプロセス



出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mmc-petec_kanto

三菱マテリアル、パナソニックエコテクノロジー関東は、使用済みエアコンの分解プロセスに、ネオジム磁石を取り出すプロセスを追加し、装置を開発・実証した



三菱マテリアル、パナソニックエコテクノロジー関東：使用済みエアコンからのネオジム磁石回収技術の概要図

同社が開発したネオジム磁石リサイクル実証設備

ロータ分離方法

→ 油圧引抜方法

ロータ+シェル下部を
油圧を用いて引き抜くことで
ロータとシェル下部を分離

脱磁方法

→ 热脱磁方法

キュリー温度以上に加熱
热脱磁条件：400°C以上(大気雰囲気)
脱臭炉による排ガスの無害化

ロータ分解方法

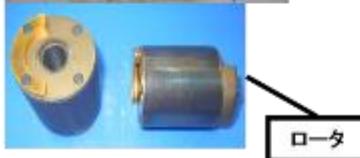
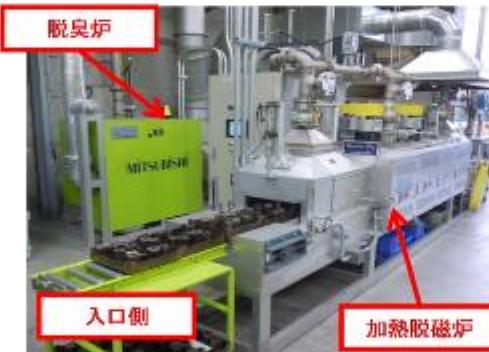
→ ピン切削方法

画像処理でピン位置検出
ピンの先端をドリルで切削
抑え板の取外し

磁石回収方法

→ 振動回収方法

振动による磁石方法
珪素鋼板と磁石を
分離して回収



ロータ分離装置

加熱脱磁炉



ネオジム磁石

ロータ分解装置・磁石回収装置

出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mmc-petec_kanto

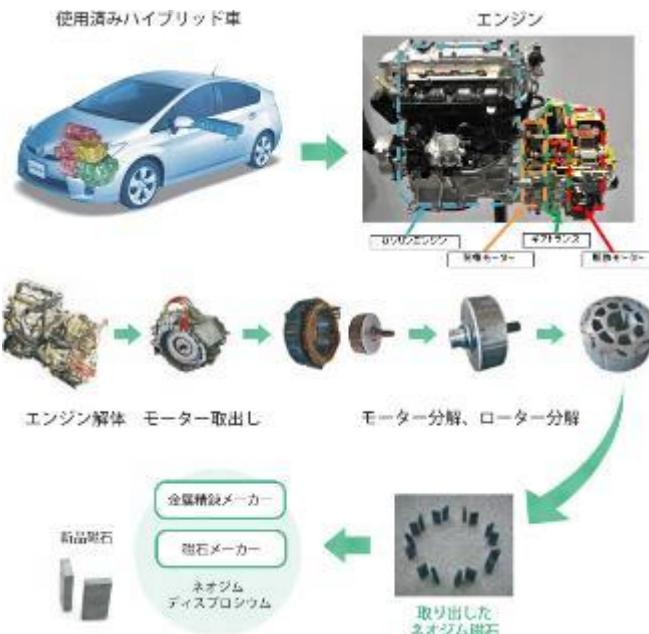
トヨタ自動車、豊田メタル、豊通リサイクルは、使用済みハイブリッド車のモータからネオジム磁石を回収する技術および実証プラントを開発した



トヨタ自動車、豊田メタル、豊通リサイクル：使用済みハイブリッド自動車からネオジム磁石を回収する技術

主体	トヨタ自動車、豊田メタル、豊通リサイクル
時期	-
内容	<p>使用済みハイブリッド自動車からネオジム磁石を回収する技術開発</p> <p>【各社の役割】</p> <p>豊通リサイクル： 使用済みハイブリッド自動車の回収・車体を解体し駆動用モータと発電用モータを効率的に回収する技術開発・回収した各モータを分解してNdPr磁石またはDyを含むネオジム磁石を安全に回収する技術を開発</p> <p>豊田メタル：実証プラントを作りネオジム磁石を回収</p> <p>回収された磁石は、磁石メーカー送られて精錬の後また磁石製造に利用</p>

ネオジム磁石を取り出すフロー図



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/toyota-toyotametal-toyotsurecycle>
<https://www.toyotametal.com/business/copper-recycling/>

アサヒプリテックは、ネオジム磁石回収の事業化に向け、使用済みHEVモータの解体に時間がかかるという課題に対応するため、解体専用装置を開発した



アサヒプリテック：使用済みHEVモータの解体およびネオジム磁石を回収する技術

主体	アサヒプリテック
時期	-
内容	<p>使用済みHEVモータ解体装置の開発、ネオジム磁石を回収</p> <ul style="list-style-type: none">HEVモータからNdFeB磁石回収の事業化にあたり、解体に時間がかかることが課題であったが、解体専用装置を開発し課題に対応開発した装置は以下の4つ ①モータからローターを取り出す装置 ②ローターからローターコアを取り出す装置 ③加熱により消磁する装置 ④ローターコアからネオジム磁石を取り出す装置回収した磁石は磁石原料メーカーに原料として再利用技術開発は完了し、事業化に関しては採算性の見直し中

ネオジム磁石を取り出すフロー図



使用済み HEV モーター



①モーターからローターを取り出す



②ローターからローターコアを取り出す



③加熱により消磁する



④ローターコアからネオジム磁石を取り出す



ネオジム磁石

出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/asahipretec>
https://www.asahipretec.com/business/precious_metal/

田口金属は、使用済み家電製品等のモータからネオジム磁石を回収するための、リサイクル専用装置を開発した



田口金属：使用済み家電製品等のモータからネオジム磁石を回収する技術

主体	田口金属
時期	平成23年(2011年)10月から装置を稼働
内容	<p>使用済み家電製品等のモータからのネオジム磁石回収するリサイクル装置を開発</p> <ul style="list-style-type: none">・ 従来は、エアコンやモータからNdFeB磁石を回収することなく鉄スクラップとして溶解し、鉄鋼製品へと再生・ ネオジム磁石の回収事業を行うことを目的に経済産業省から「平成22年度希少金属利用産業等高度化推進費補助金」(2010年度)の交付を受けてリサイクル装置の開発を実施・ 装置はLPGバーナ加熱方式による脱磁・冷却を行う脱磁装置、ロータをシャフトから外すロータ抜きプレス機及び専用作業台、専用コンテナ台車一式で構成・ 回収したネオジム磁石は、国内の磁石メーカー、磁石合金メーカーにて再生処理され、磁石合金の原料とされる

ネオジム磁石回収装置全体像



出典

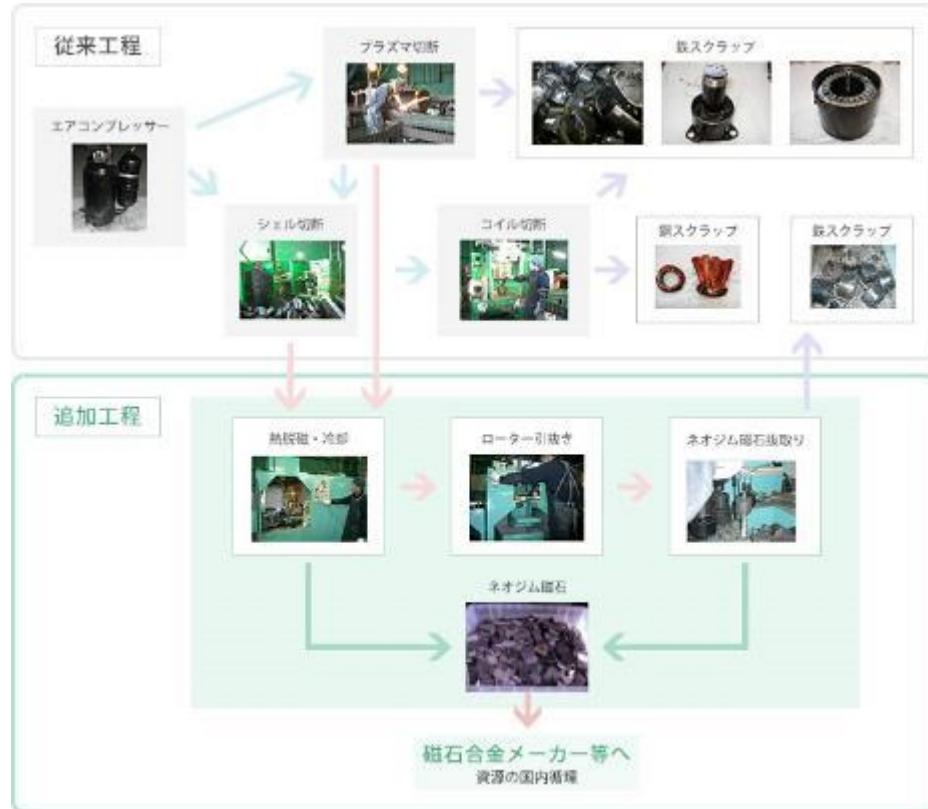
<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/taguchimetalscorp>
https://www.japanmetal.com/scrap/scrap_b62.html
<https://taguchi-metals.com/>

田口金属は、使用済み家電製品等のモータからネオジム磁石を回収するための、リサイクル専用装置を開発した



田口金属：使用済み家電製品等のモータからネオジム磁石を回収する技術の概要図

廃家電エアコンのコンプレッサからのネオジム磁石回収フロー



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/taguchimetalscorp>
https://www.japanmetal.com/scrap/scrap_b62.html
<https://taguchi-metals.com/>

日立製作所は、従来分解に手間やコストがかかるHDDとエアコンコンプレッサから、レアアース磁石を分離回収するための装置を開発した



日立製作所：HDDとエアコンコンプレッサからレアアース磁石を分離回収する技術

主体	日立製作所
時期	平成23年(2011年)10月から装置を稼働
内容	<p><u>ハードディスク(HDD)とエアコンコンプレッサのレアアース磁石分離回収技術・装置の開発と実証</u></p> <ul style="list-style-type: none">従来HDD中のレアアース磁石は手分解後に分離回収する必要があり、コスト高が課題また、エアコンコンプレッサ中のレアアース磁石は分解に手間がかかり、磁場が強力であることから完全な分離回収が困難であることが課題課題に対応するため以下の装置を開発 <p>【HDD】</p> <ul style="list-style-type: none">①自動的に分離するHDD分解装置と、②分解残渣から貴金属を濃縮する装置を開発し、③VCMについては加熱脱磁した後、ネオジム磁石のみを選択的に分離する装置を開発 <p>【エアコンコンプレッサ】</p> <ul style="list-style-type: none">①ケースを自動切断する装置、②内部のローターを自動的に分離する装置、③共振減衰脱磁法で常温脱磁する装置、④ローター内部のネオジム磁石を落下衝撃で分離する装置を開発 <ul style="list-style-type: none">回収した磁石は磁石メーカーで原料として利用

出典

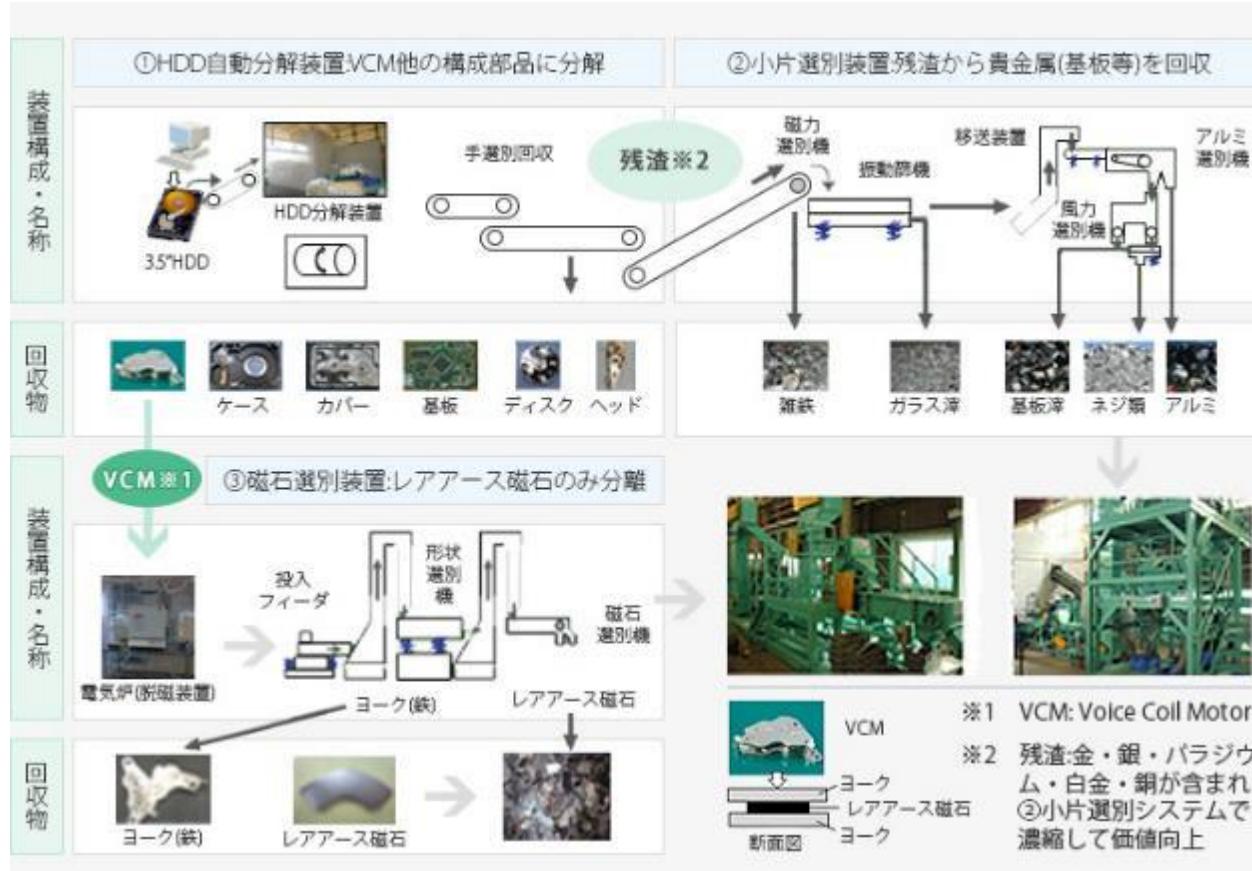
<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/hitachi>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/12/1214a.pdf>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2010/12/1206.html>

日立製作所は、従来分解に手間やコストがかかるHDDとエアコンコンプレッサから、レアアース磁石を分離回収するための装置を開発した



日立製作所：HDDとエアコンコンプレッサからレアアース磁石を分離回収する技術の概要図(1/2)

HDDからのネオジム磁石分離回収システム



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/hitachi>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/12/1214a.pdf>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2010/12/1206.html>

日立製作所は、従来分解に手間やコストがかかるHDDとエアコンコンプレッサから、レアアース磁石を分離回収するための装置を開発した



日立製作所：HDDとエアコンコンプレッサからレアアース磁石を分離回収する技術の概要図(2/2)

エアコンコンプレッサからのネオジム磁石分離回収システム



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/hitachi>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/12/1214a.pdf>
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2010/12/1206.html>

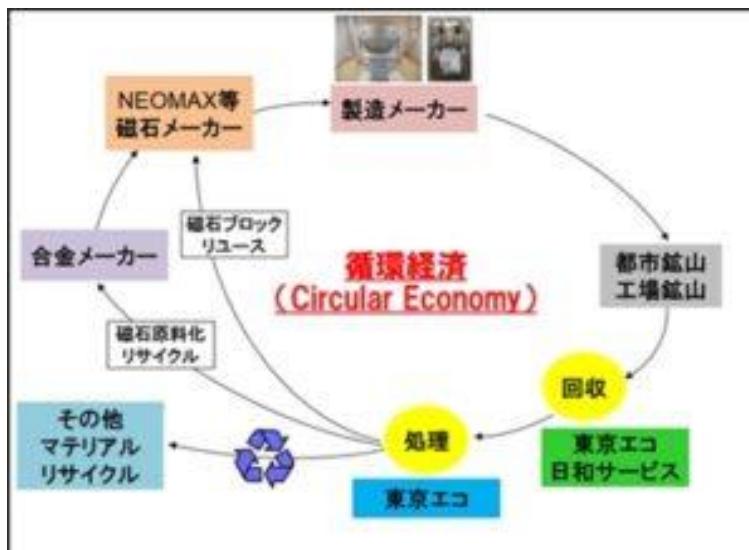
東京エコリサイクル、日和サービス、NEOMAXエンジニアリングは、磁石の特性に合わせてリサイクルやリユースを使い分け、循環システムの推進を実施した



東京エコリサイクル、日和サービス、NEOMAXエンジニアリング：レアアース磁石におけるサーキュラーエコノミーを推進する技術

主体	東京エコリサイクル、日和サービス、NEOMAXエンジニアリング
時期	2019年10月に受賞
内容	<p><u>HDD、エアコンコンプレッサ、MRIから、レアアース磁石におけるサーキュラーエコノミーの推進</u></p> <ul style="list-style-type: none">従来、搭載製品構造の複雑さや含有量の少なさから、回収や再利用が困難HDD、エアコンコンプレッサに使用されているレアアース磁石を、安全かつ効率的に回収・脱磁し、磁石製造工程の原料としてリサイクル(磁石回収率約100%)また、医療機器(MRI)に使用されているレアアース磁石ブロックを原料に戻すだけでなく、独自の熱処理工程を経て脱磁し、磁石ブロックを一つ一つ丁寧に取りだすことで、再利用するスキームを確立3社の協業により、磁石の特性に合わせ、リサイクルやリユースの使い分け、循環システムの推進を実施この取り組みは、令和元年度資源循環技術・システム表彰において、経済産業大臣賞を受賞

3社の役割



出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/tokyoeco_nichiwa_neomax

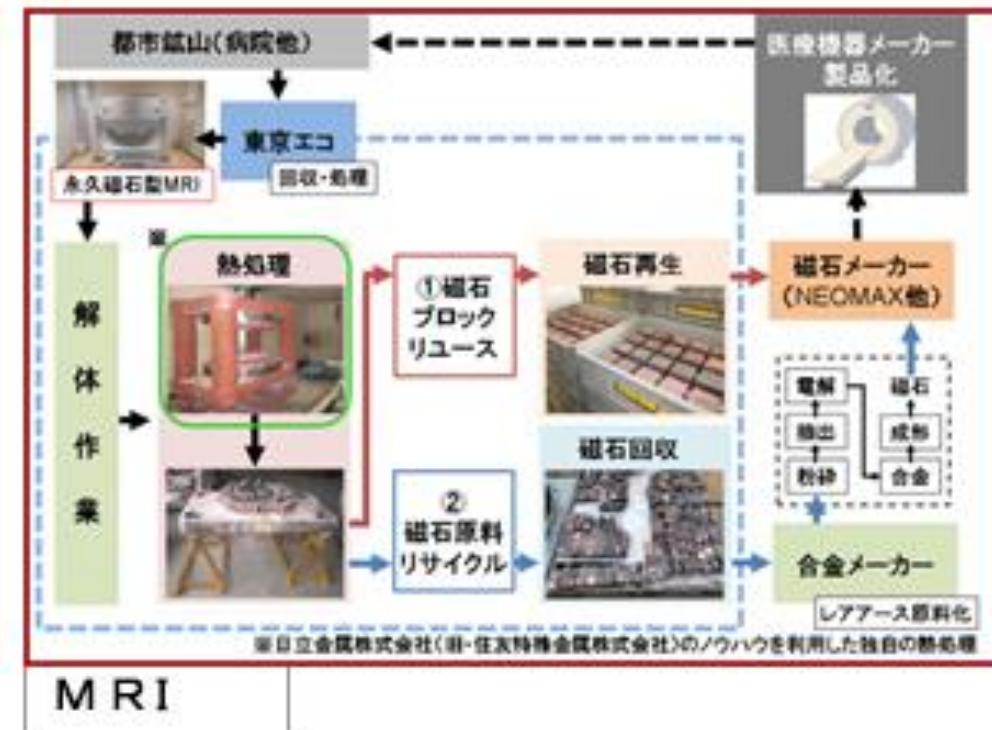
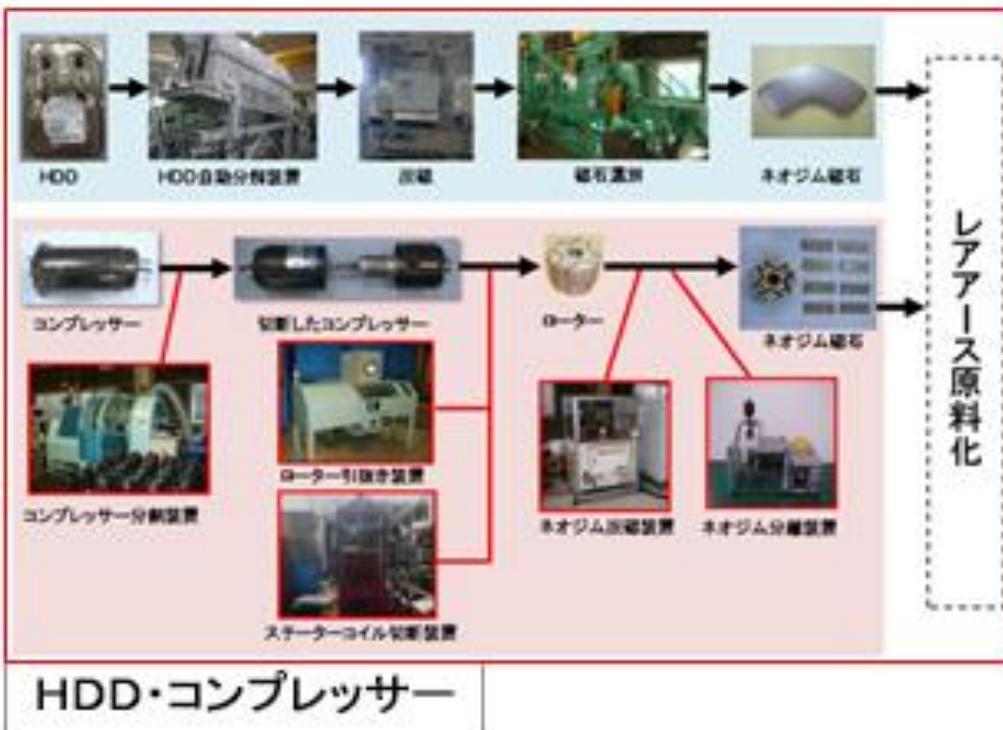
https://www.tokyo-eco.co.jp/news/20191119_001.html

東京エコリサイクル、日和サービス、NEOMAXエンジニアリングは、磁石の特性に合わせてリサイクルやリユースを使い分け、循環システムの推進を実施した



東京エコリサイクル、日和サービス、NEOMAXエンジニアリング：レアアース磁石におけるサーキュラーエコノミーを推進する技術の概要図

レアアース磁石のリサイクルおよびリユースの工程



出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/tokyoeco_nichiwa_neomax
https://www.tokyo-eco.co.jp/news/20191119_001.html

パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社は、エアコンコンプレッサのモータから、共振減衰法を用いて脱磁をし、ネオジム磁石を回収するシステムを構築した



パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社：エアコンコンプレッサのモータからネオジム磁石を回収する技術

主体	パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社
時期	-
内容	<p><u>エアコンコンプレッサのモータからネオジム磁石を回収</u></p> <ul style="list-style-type: none">• 磁石の回収システムを構築• 磁石材料メーカー、磁石メーカーと共同でレアメタル資源の循環を行う <p>【工程】</p> <ol style="list-style-type: none">1. フロン回収後、エアコンの室外機のカバーを外し、コンプレッサーを手解体で取出す2. コンプレッサをシェル（外郭）カット装置に取付け、ロータ部、ステータ部、蓋部の3分割にし、ロータ部を取り出す3. ロータ部をロータ引抜装置に取付け、油圧でロータを把持し引抜く4. 引き抜いたロータは磁力が残っているため、コイルに高電圧を印加し、交番磁界を発生させ、共振減衰法を用いて磁力を脱磁5. ロータを切断機に取付け、積層珪素鋼板を挟み込んでいる連結ピンを切断するために、珪素鋼板最上部に回転刃を当てピンを切断6. 磁石が剥き出しになった面を下方にし、自動機で持ち上げた後、自然落下をさせ、慣性力で脱磁した磁石を取出す

出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/petec01>

パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社は、エアコンコンプレッサのモータから、共振減衰法を用いて脱磁をし、ネオジム磁石を回収するシステムを構築した



パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社：エアコンコンプレッサのモータからネオジム磁石を回収する技術の概要図

リアアース磁石の回収フロー



ネオジム磁石回収システム全体図



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/petec01>

三菱電機、ハイパー サイクルシステムズ、グリーンサイクルシステムズは、使用済みエアコンからレアアースを回収するため、共振減衰型脱磁法を使った自動解体装置を開発した



三菱電機、ハイパー サイクルシステムズ、グリーンサイクルシステムズ：使用済みエアコンからレアアースを回収する技術

主体	三菱電機、ハイパー サイクルシステムズ、グリーンサイクルシステムズ
時期	2012年4月
内容	<p><u>使用済みルームエアコンからレアアースを回収する技術・装置開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">三菱電機がレアアース磁石の再生技術を持つ磁石メーカーと共同でリサイクル体制を構築三菱電機では、「共振減衰型脱磁法」を使った自動解体装置(※)を独自の技術で開発し、レアアース磁石を自動的に取り外して回収することを実現 (※)装置の開発には経済産業省「レアアース等利用産業等設備導入事業」の支援を受ける

出典

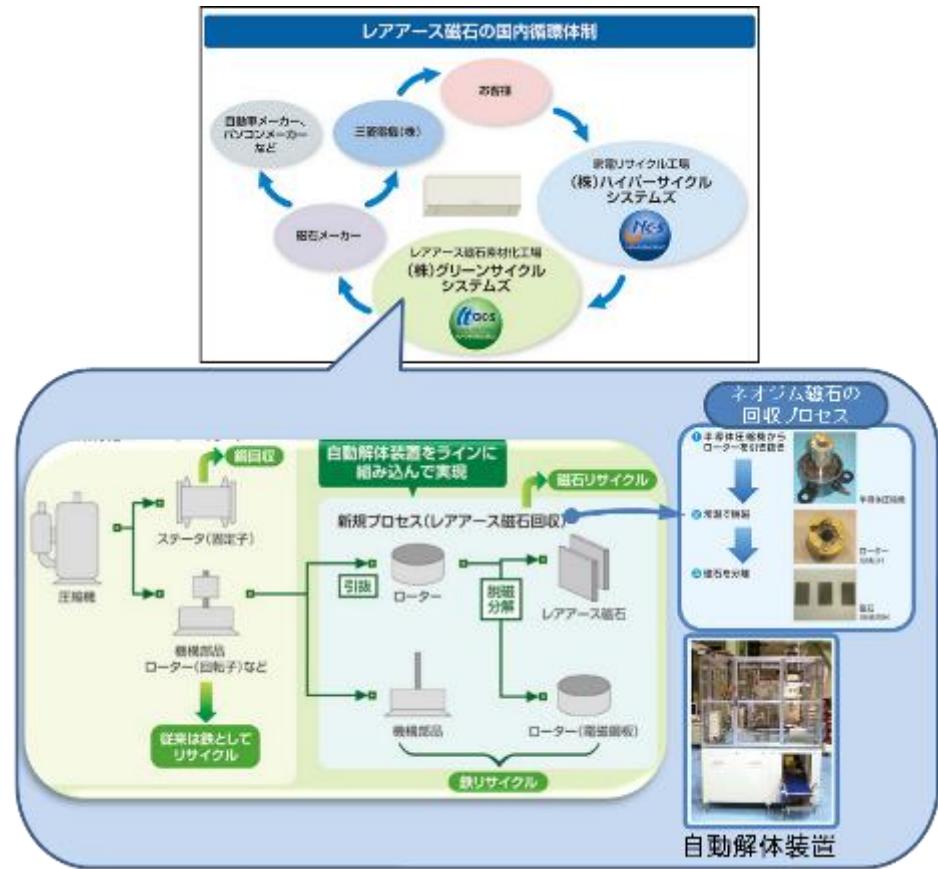
<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mitsubishielectric-h-rc-gc-s>
https://www.j-ndk.co.jp/product/index_datsuji.html
<https://kaden.watch.impress.co.jp/docs/news/522180.html>

三菱電機、ハイパー・サイクルシステムズ、グリーンサイクルシステムズは、使用済みエアコンからレアアースを回収するため、共振減衰型脱磁法を使った自動解体装置を開発した



三菱電機、ハイパー・サイクルシステムズ、グリーンサイクルシステムズ：使用済みエアコンからレアアースを回収する技術の概要図

レアアース回収の体制図



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/mitsubishielectric-h-rc-gc-s>
https://www.j-ndk.co.jp/product/index_datsuji.html
<https://kaden.watch.impress.co.jp/docs/news/522180.html>

若宮商事は、既存のアルミニ二次精錬プロセスに、ネオジム磁石を回収するプロセスを組み込み、追加のコストをかけず、効率的に、ネオジム磁石を回収する仕組みを構築した



若宮商事：アルミニ二次精錬プロセス活用によるパソコンのハードディスクドライブ(HDD)からネオジム磁石を回収する技術

主体	若宮商事
時期	-
内容	<p><u>アルミニ二次精錬プロセス活用によるパソコンのハードディスクドライブ(HDD)からのネオジム磁石回収</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ アルミニ二次精錬プロセスにおいて、HDDを溶解して、アルミを溶解分解し、回転溶解炉内に残った残渣からネオジム磁石を回収・ ネオジム磁石が脱磁とメッキ剥離もされた状態で回収でき、また既存設備を利用しているので追加コストもほとんど掛からない回収の仕組みを構築・ 従来のHDDのリサイクル方法に比べ、以下の2点で優れている<ul style="list-style-type: none">➢ ①各部品の融点温度の違いを利用した溶解による分離、②100%確実なメモリー抹消、③磁石の脱磁、④磁石のメッキ剥離が同時に達成できる四位一体プロセスであること➢ 既存設備及び既存ノウハウの活用により、追加の設備投資を必要としなかったこと

HDDからネオジム磁石を回収するプロセス



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/wakamiyacorp>

https://www.cjc.or.jp/modules/incontent/vosPages/CJC/cjc_syokai/pdf/senshinjirei/h25/16_sys_14.pdf

<http://wakamiyacorp.co.jp/page/douga.html>

本田技研工業、日本重化学工業は、ハイブリッド自動車の使用済みバッテリーからレアアースを、量産工程で回収する抽出プロセスを確立した



本田技研工業、日本重化学工業：ハイブリッド自動車の使用済みバッテリーからレアアースを回収する技術

主体	本田技研工業、日本重化学工業
時期	<ul style="list-style-type: none">2012年4月プロセス確立2013年3月メーカーへ初供給
内容	<p><u>ハイブリッド自動車の使用済み駆動バッテリーからレアアースをリサイクル</u></p> <ul style="list-style-type: none">2012年4月、自動車の使用済み部品からレアアースを量産工程で抽出プロセスを世界で初めて確立HV車から使用済みニッケル水素バッテリーを回収し、レアアースをリサイクル事業を開始2013年3月、リサイクルした再生レアアースを電池メーカーへ初供給することを達成

出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/honda-jmc>

本田技研工業、日本重化学工業は、ハイブリッド自動車の使用済みバッテリーからレアアースを、量産工程で回収する抽出プロセスを確立した



本田技研工業、日本重化学工業：ハイブリッド自動車の使用済みバッテリーからレアアースを回収する技術の概要図

レアアースの回収イメージ図



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/honda-jmc>

三菱マテリアルは、乾式処理と湿式処理を組み合わせた独自の工程により、消磁工程を必要とせず、高効率に、使用済みモータからレアアース磁石を回収精製する技術を開発した



三菱マテリアル：独自の工程で、使用済みモータから高効率にレアアース磁石を回収精製する技術

主体	三菱マテリアル
時期	2016年3月プレスリリース
内容	<p><u>高効率なレアアース磁石回収精製技術を確立</u></p> <ul style="list-style-type: none">今後パイロット試験を実施、将来的な事業化を目指す乾式処理と湿式処理を組み合わせた工程を持つ廃家電から回収されるモータ内のローター（回転子）から高効率にレアアースを回収精製可能この精製技術の利点は以下3点である<ol style="list-style-type: none">従前のプロセスではローターから磁石を取り出すために消磁作業が必要だったが、本技術ではローターのままで処理が可能フラックスとしてケイ酸ソーダを用いることで、大気中でも鉄合金が酸化することなく、レアアースと鉄をほぼ完全に分離可能レアアース含有スラグは水に溶けやすいため、湿式工程でレアアースの全量を濃縮して回収することが可能

出典

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2016/16-0318.html>

三菱マテリアルは、乾式処理と湿式処理を組み合わせた独自の工程により、消磁工程を必要とせず、高効率に、使用済みモータからレアアース磁石を回収精製する技術を開発した



三菱マテリアル：独自の工程で、使用済みモータから高効率にレアアース磁石を回収精製する技術の概要図

処理フロー図



出典

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2016/16-0318.html>

トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリングは、使用済みニッケル水素二次電池を回収し、再利用するリサイクルシステムを構築した



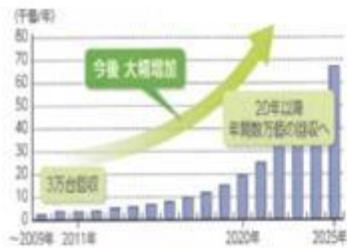
トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリング：使用済みニッケル水素二次電池を再利用する技術

主体	トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリング
時期	<ul style="list-style-type: none">蓄電池システムは、2013年度販売開始レアアースからリサイクルされたバッテリーは、2010年より新バッテリー原料として活用
内容	<p><u>使用済みハイブリッド車に使用されているニッケル水素二次電池を回収し、コバルトなどを抽出するリサイクルシステムの構築</u></p> <ul style="list-style-type: none">世界初のリサイクル技術を開発使用済みバッテリーを再利用する世界初の技術も開発トヨタは1997年プリウス販売以降、使用済みバッテリーのリサイクルの回収・全量リサイクルを実施修理交換用のバッテリー、または太陽光発電用の定置式蓄電池へ再利用使用済みバッテリーは以下の形でリユースまたはリサイクルされる<ul style="list-style-type: none">修理交換用のプリウスバッテリーとしてリユースピークカット用の蓄電池システムにリユースレアメタル・レアアースへリサイクル

‘97年以降、
国内3万台を回収・全量リサイクル

トヨタ独自の回収ネットワークを構築

解体業者発生分HVバッテリー回収量予測



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/toyota-smm-toyochemi>

トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリングは、使用済みニッケル水素二次電池を回収し、再利用するリサイクルシステムを構築した



トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリング：使用済みニッケル水素二次電池を再利用する技術の概要図

修理交換用のプリウスバッテリーとしてリユース

- ・オリジナル充放電を開発
 - ・寿命に達したセルを入れ替え、交換バッテリーとして再利用



ピークカット用の蓄電池システムにリユース

- オリジナルの測定器を使用し、検査基準に達した電池を蓄電池システムに組み込み、同社のエネルギー・マネジメントシステムとつなぎ、販売店で使用する電力のピークカットを実施
 - 非常に、蓄電システムから指定した機器やコンセントに給電可能



レアメタル・レアアースヘリサイクル

- リユースされないもの、リユース後の使用済み電池をオリジナルのリサイクル工法で金属還元し、再度新しいバッテリー製造用に資源として循環



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/toyota-smm-toyochemi>

大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社は、使用済み磁石や磁石スクラップからレアアースをシュウ酸塩または酸化物として効率的に回収する技術を開発した



大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社：磁石スクラップからレアアースをシュウ酸塩または酸化物として回収する技術

主体	大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社
時期	<ul style="list-style-type: none">蓄電池システムは、2013年度販売開始レアアースからリサイクルされたバッテリーは、2010年より新バッテリー原料として活用
内容	<p>ネオジム磁石スクラップからのネオジム、ジスプロシウム回収新技術の実用化事業</p> <ul style="list-style-type: none">使用済み製品に含まれる廃NdFeB磁石、NdFeB磁石スクラップから湿式化学処理法により、Nd、Dyをシュウ酸塩または酸化物として回収するシステムおよび技術を開発実証、実用化本プロセスは、簡易でコンパクトな設備にて消磁・破碎されたネオジム磁石を<ol style="list-style-type: none">加熱酸溶解した後に、Nd・Dyをシュウ酸塩として回収し、磁石成分である鉄等をフェライトとして沈殿、回収して、さらに残液中のホウ素を吸着除去する <p>効率的なネオジム磁石スクラップからのレアアース回収技術</p> <ul style="list-style-type: none">本技術は以下の特長を持つ<ol style="list-style-type: none">Nd・Dyの回収率が高い(99%以上)鉄分等を有効利用しやすいフェライトとして全量回収可能排水中のホウ素濃度が排水基準(10ppm)以下ネオジム磁石のコーティング材(ニッケル等)の事前除去が不要装置をコンパクトにできるため、各プロセスをユニット化でき、対象スクラップの集積地に必要時に出向いて処理するモバイル(移動式)プラント化が可能さらにフランチャイズ形式の事業運営も可能

出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/ohwakigroup-cmctd-2-2>
<http://www.cmctd.co.jp/H26CMC.pdf>

大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社は、使用済み磁石や磁石スクラップからレアアースをシュウ酸塩または酸化物として効率的に回収する技術を開発した

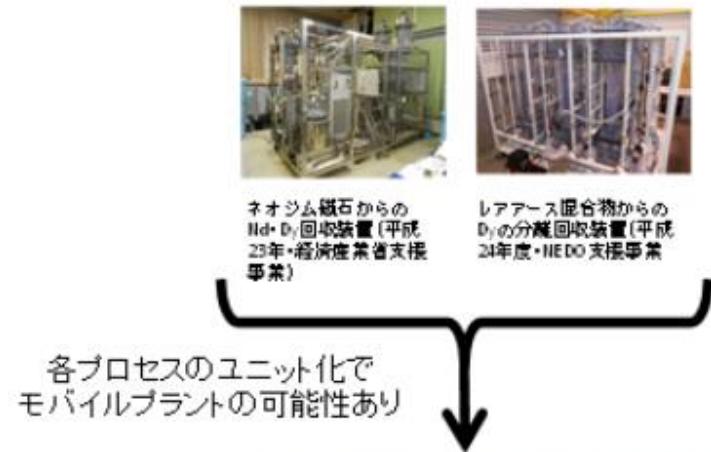


大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社：磁石スクラップからレアアースをシュウ酸塩または酸化物として回収する技術の概要図

Nd, Dy等の回収工程



モバイルプラントの開発



回収実証試験装置



出典

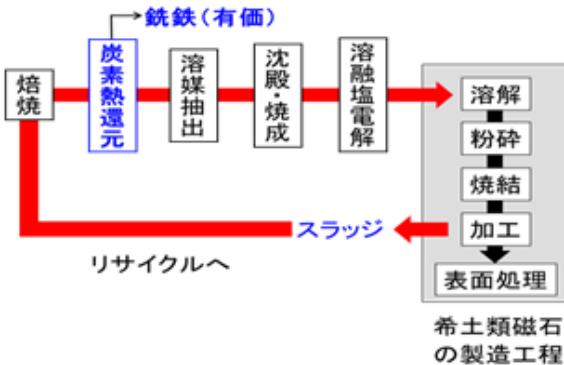
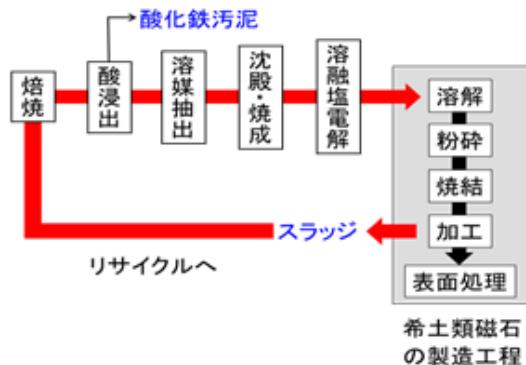
<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/ohwakigroup-cmctd-2-2>
<http://www.cmctd.co.jp/H26CMC.pdf>

プロテリアル、日本重化学工業は、炭素還元法を用い、磁石工程内スラッジから希土類元素をスラグとして回収する技術を開発し、リサイクル事業を開始した



プロテリアル、日本重化学工業：炭素還元法による、磁石スラッジからの希土類リサイクル技術

主体	プロテリアル、日本重化学工業
時期	2015年7月量産規模のリサイクルを開始
内容	<p>炭素熱還元法による磁石工程内スラッジからの希土類リサイクルプロセス</p> <ul style="list-style-type: none">従来は、スラッジから希土類元素を回収するために、スラッジを焼成し、鉄を酸に溶けにくい状態にした後、酸に溶けやすい希土類元素のみを抽出する湿式法が用いられていたが、多量に酸、アルカリを使用する上にホウ素を含有する廃水が生じるなどの課題が存在希土類元素の回収後の残渣(残りかす)には、鉄分が多く含まれる(スラッジ固形分の約70%)にもかかわらず、利用されずに産業廃棄物として埋め立て処理される焼成スラッジを鉄鉱石に見立てて炭素とともに加熱することにより、希土類元素をスラグとして、鉄を銑鉄として回収することで、酸やアルカリの使用を極力減らし、鉄分を銑鉄（有価物）として再利用できる炭素熱還元法を開発し、リサイクル事業を開始



出典

https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/hitachi-metals_jmc
<https://newspicks.com/news/1074735/body/>

シーエムシー技術開発、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所は、高純度かつ低成本でレアアースを分離精製する、エマルジョンフロー法に基づく装置を開発した



シーエムシー技術開発、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所：エマルジョンフロー法に基づく分離精製技術

主体	シーエムシー技術開発、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所
時期	-
内容	<p><u>ネオジム磁石スクラップから回収したレアアースの分離精製実用化</u></p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">ネオジム磁石スクラップから回収したレアアース混合物から、Nd、Pr、Tb、Dy、Sm等をそれぞれ高純度、低成本で分離精製するエマルジョンフロー法に基づく技術の実用化に目処をつけ、その成果を基にレアアース分離精製用の試作装置を開発<ul style="list-style-type: none">レアアース混合物を含む水溶液は、装置の上部から水相用ポンプによって供給成分を抽出する有機溶媒は、油相用ポンプによって装置内を循環下部のヘッドから生成する油滴(有機溶媒の微細液滴)と、上部のヘッドから送り出される水溶液の流れが対抗接触することで、攪拌、振とう、振動などの機械的な外力を用いることなく、送液のみで2液相を混合してエマルジョン(乳濁状態)にする本装置では、重力沈降を待つことなく、遠心力等の機械的な外力も用いることもなく、水溶液とレアアース抽出後の有機溶液の相分離を迅速かつ効率的に実施従来法のミキサーセトラー法と比べ、回収品の品質は同等でありながら1/5～1/3の装置費用で、溶媒使用量を1/5～1/10以下に抑え、約10倍の処理能力を実現 <p>※本技術は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成24年度研究開発費補助金(ベンチャー企業への実用化助成事業)「レアアース混合物からのDyの低成本分離回収装置の実用化」(シーエムシー技術開発(株)、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所の3者で実施)及び平成25年度課題設定型産業技術開発費助成金(イノベーション実用化ベンチャー支援事業)「エマルジョンフロー法によるレアアースの低成本分離技術の開発」(シーエムシー技術開発(株)、日本原子力研究開発機構の2者で実施)の公的支援を受け開発</p>

出典

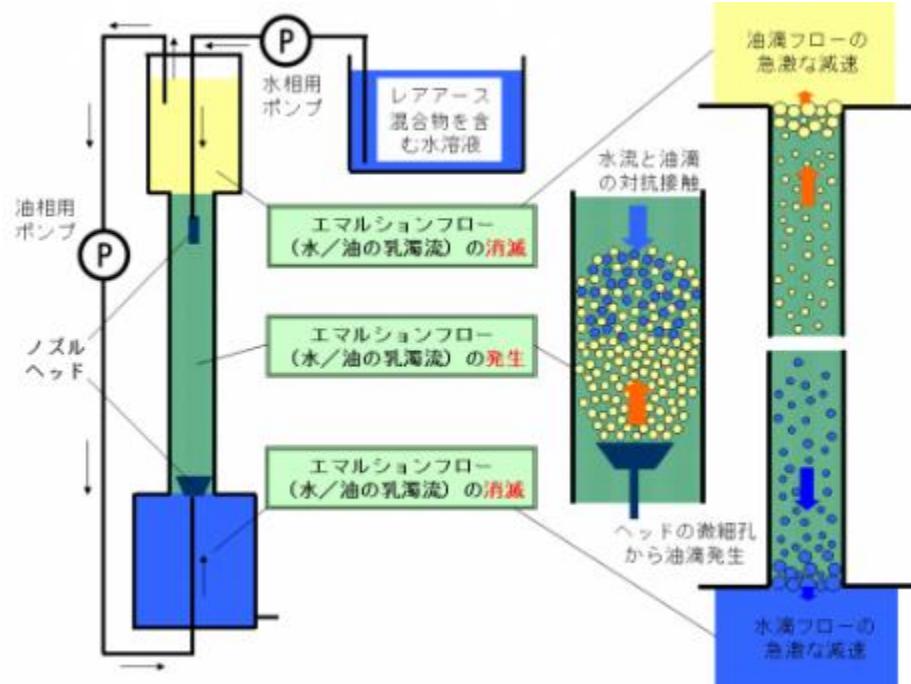
<http://www.cmctd.co.jp/H27CMC.pdf>
<http://www.cmctd.co.jp/commodity/EF/EF.htm>
<https://shingi.jst.go.jp/pdf/2014/jaea02.pdf>

シーエムシー技術開発、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所は、高純度かつ低成本でレアアースを分離精製する、エマルジョンフロー法に基づく装置を開発した



シーエムシー技術開発、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所：エマルジョンフロー法に基づく分離精製技術の概要図

エマルジョンフロー装置(向流型)の概要



試作装置(Nd, Dy分離精製装置)



試作装置(Nd, Pr, Tb, Dy, Sm等分離精製装置)



出典

<http://www.cmctd.co.jp/H27CMC.pdf>
<http://www.cmctd.co.jp/commodity/EF/EF.htm>
<https://shingi.jst.go.jp/pdf/2014/jaea02.pdf>

エマルジョンフロー・テクノロジーズ(EFT)、JOGMECは、エマルジョンフロー法を発展させ、高純度化、分離困難な元素間の相互分離を可能にした多段エマルジョンフローを開発した



エマルジョンフロー・テクノロジーズ(EFT)、JOGMEC：エマルジョンフロー法を発展させた多段エマルジョンフロー技術

主体	エマルジョンフロー・テクノロジーズ(EFT)、JOGMEC
時期	2021年9月プレスリリース
内容	<p>新規溶媒抽出技術「エマルジョンフロー」によるレアアース（希土類元素）の高効率、高純度精製の実証に係る共同研究契約</p> <ul style="list-style-type: none">EFTは、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(原子力機構)が開発した溶媒抽出技術「エマルジョンフロー」を活用した事業を展開するベンチャー企業<ul style="list-style-type: none">2021年4月5日に設立され、同年6月3日に原子力機構発ベンチャー企業として認定エマルジョンフローは、従来の溶媒抽出技術と比較して、低成本で高効率に高純度な元素分離を可能にする革新的な技術であり、レアメタルを取り巻く社会課題の解決に寄与できると期待特に、EFTのレアメタルリサイクル事業では、エマルジョンフローを活用することで廃リチウムイオン電池や廃ネオジム磁石といった「都市鉱山」に含まれるレアメタルを低成本で高純度に回収する技術を確立し、回収したレアメタルをハイテク産業に直接再利用する「水平リサイクル」の実現を目指す <p>【エマルジョンフロー技術説明】</p> <ul style="list-style-type: none">溶媒抽出とは、物質の分離・精製手法の一つであり、互いに交じり合わない液相間における物質の分配を利用して目的成分のみを選択的に抽出するための技術例えば、抽出剤を含む油相と金属イオンを含む水相を混ぜ合せることで、油相と水相の界面において、抽出剤が金属イオンと結合。その後、重力による油相と水相の分離を待てば、油相側に金属イオンを抽出することが可能従来の溶媒抽出技術では、液相どうしを「混ぜる」、「置く」、「分離する」の3工程を必要とするが、エマルジョンフローは「送液」のみで、これら3つの工程をすべて同時に進行ことが可能な革新的技術 <p>【技術による結果】</p> <ul style="list-style-type: none">エマルジョンフローは従来技術の10倍以上の生産能力を可能とし、ゆえに従来比1/10以下のダウンサイズに加え、ランニングコストの80%削減を実現<ul style="list-style-type: none">密閉構造のために無臭で快適な作業環境を実現するとともに、IoT管理による自動化も容易なために、人件費の削減にもつながるさらに、エマルジョンフローの有する高い油水分離能力は、水相の廃水処理における環境負荷の低減を実現最近では、このエマルジョンフローを進化させ、従来比100倍の生産能力と99.99%以上の高純度化、また、レアアース元素同士のように分離が難しい元素間の相互分離を可能にする「多段エマルジョンフロー」の開発にも成功上記「多段エマルジョンフロー」は、低成本で高効率にレアメタルの高純度精製が可能な唯一の方法であり、EFTの事業のコア技術

出典

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000003.000082075.html>

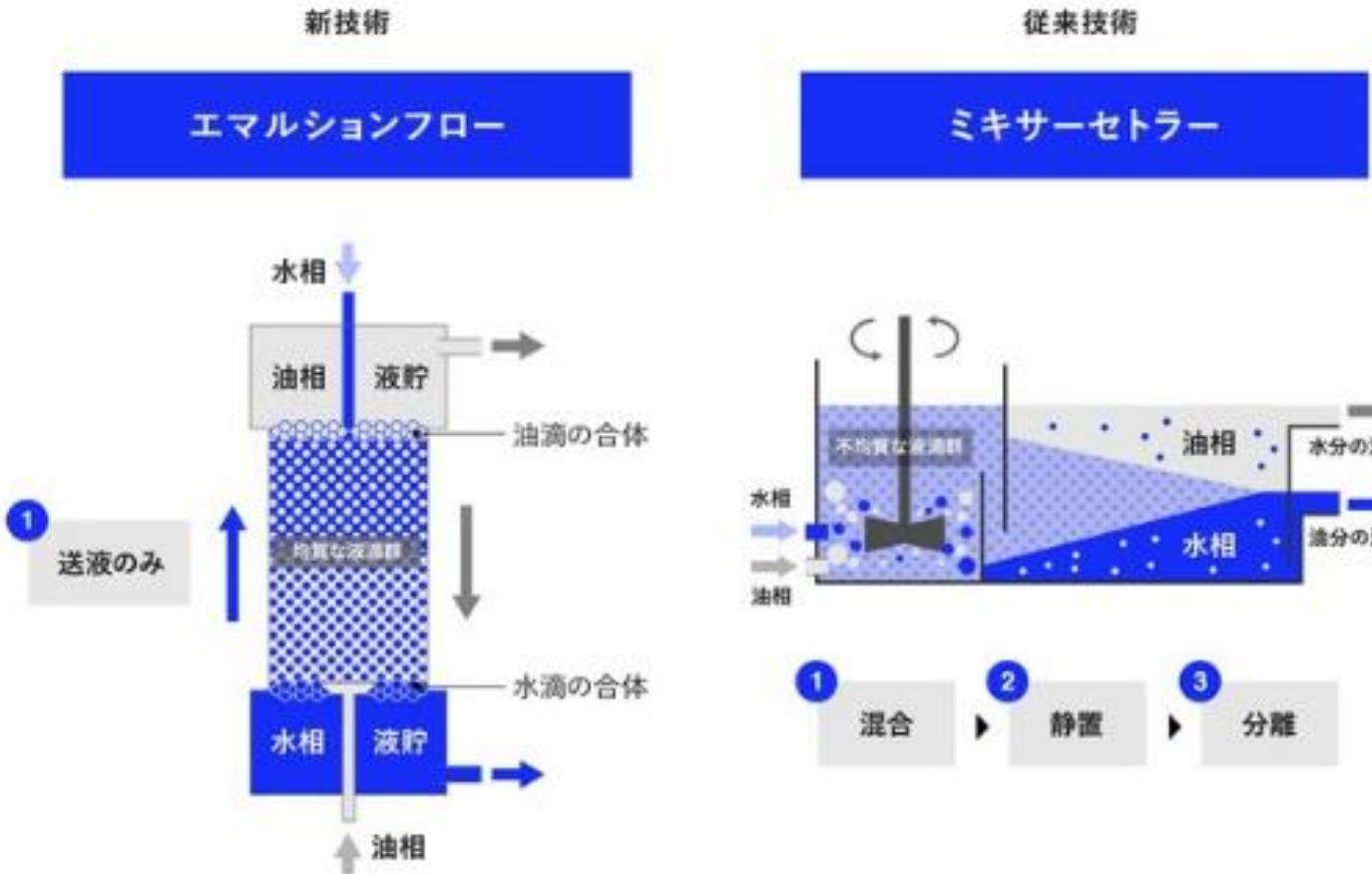
<https://emulsion-flow.tech/>

エマルジョンフロー・テクノロジーズ(EFT)、JOGMECは、エマルジョンフロー法を発展させ、高純度化、分離困難な元素間の相互分離を可能にした多段エマルジョンフローを開発した



エマルジョンフロー・テクノロジーズ(EFT)、JOGMEC：エマルジョンフロー法を発展させた多段エマルジョンフロー技術

エマルジョンフロー法の概要



出典

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000003.000082075.html>

<https://emulsion-flow.tech/>

東芝は、使用済み産業用モータのネオジム磁石からレアアースを選択的に回収し、バージン材を原料とする磁石と同品質・同性能のリサイクル磁石を製造する技術を開発した



東芝：使用済み産業用モータからレアアースを選択的に回収し、リサイクル磁石を製造する技術

主体	東芝
時期	2015年から開始
内容	<p>使用済み産業用モータからの高性能レアアース磁石リサイクル技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">以下の理由から、使用済産業用モータは、従来はそのほとんどが鉄スクラップとして処理されていた<ul style="list-style-type: none">産業用モータは堅ろうで構造が複雑なため分解が難しく、レアアース磁石を取り出すことが困難回収したレアアース磁石から効率的にレアアースを回収する方法がない産業用モータの設計・製造技術で培った知見を活かした分解プロセスと、原子力技術で培った乾式再処理技術を組み合わせることで、以下の一連の操作によりエレベーター用モータのネオジム磁石からNdとDyを選択回収するとともに、バージン材料を原料とした磁石と同等の品質と性能を有するリサイクル磁石を製造する技術を確立処理手順<ul style="list-style-type: none">エレベーター用モータをステータとロータに分解ロータを鉄心とシャフトに分解鉄心を加熱しRE磁石を脱磁するとともに接着剤を除去塩化物系抽出剤を添加した塩化カルシウム溶融塩中にNd磁石を浸漬し、RE(Nd, Dy)を選択的に溶融塩中に抽出RE抽出溶液を電解し(陰極：鉄、陽極：カーボン)、陰極に析出したRE-Fe合金を回収回収したRE-Fe合金を用いてネオジム磁石を試作。バージン材使用磁石と同等の品質と性能を確認

出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/toshiba>

https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2015/05/70_05pdf/a07.pdf

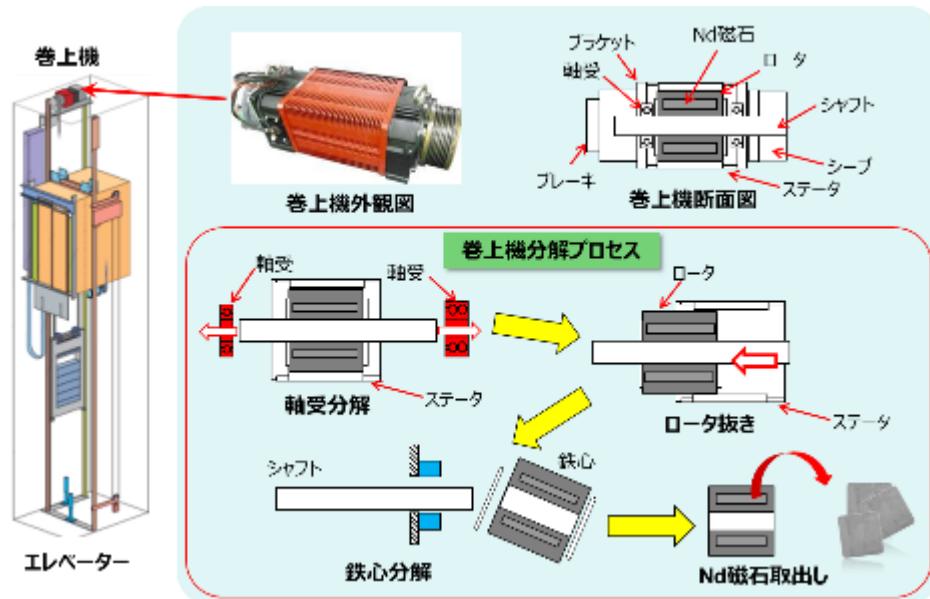
<https://www.nikkei.com/article/DGXLZO77318300Q4A920C1TJ2000/>

東芝は、使用済み産業用モータのネオジム磁石からレアアースを選択的に回収し、バージン材を原料とする磁石と同品質・同性能のリサイクル磁石を製造する技術を開発した

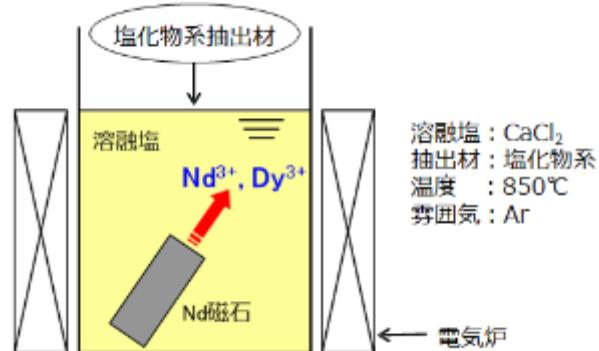


東芝：使用済み産業用モータからレアアースを選択的に回収し、リサイクル磁石を製造する技術の概要図

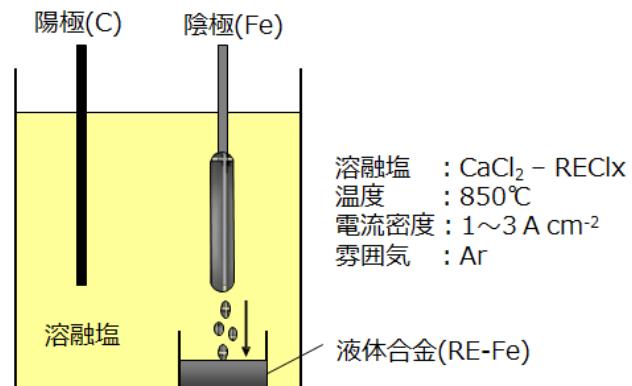
エレベーター用モーターの分解 & 磁石取出プロセス



レアアースの抽出



レアアースの電解回収



出典

<https://www.cjc.or.jp/raremetal/advanced-business-model/toshiba>

https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2015/05/70_05pdf/a07.pdf

<https://www.nikkei.com/article/DGXLZO77318300Q4A920C1TJ2000/>

JIANGSU HUAHONG TECHNOLOGY CO., LTDは中国におけるレアアースリサイクルのリーディング企業であり、レアアース資源の総合利用に注力する



JIANGSU HUAHONG TECHNOLOGY CO., LTDの概要

基礎情報								対象元素/素材(地金)生産能力※1								
企業名								Sc Y La Ce Pr Nd Sm Eu								
会社URL								Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu								
設立								• Ji'an Xintai Technology Co., Ltd(集安新泰科技有限公司)(子会社) ➢ 希土類酸化物 : 4,000トン/年 ➢ 希土類永久磁石材料 : 2,800トン/年 ➢ 中国でリサイクルされた精製希土類製品の17.5%に当たる(2022年1月) トピックス								
事業内容								• 希土類リサイクルのリーディング企業 • レアアース資源の総合利用に注力し、グリーンで高品質なレアアース資源の総合利用開発をリードする • 現在、Beijing Huahong Renewable Resources Utilization Co., Ltd(北京華鴻再生資源利用有限公司)、Ji'an Xintai Technology Co., Ltd(集安新泰科技有限公司)、Donghai County Huahong Renewable Resources Co., Ltd(東海県華鴻再生資源有限公司)、Qian'an Juli Renewable Resources Recycling Co., Ltd(錢安十里再生資源循環有限公司)など8社の完全子会社と持ち株会社を保有 • 以下の取組に注力する ➢ 技術革新と研究開発設計 ➢ デジタル運用管理、先進的なコスト管理 ➢ 製造プロセスの自動化								
売上								6,777(百万中国元) (2021/12期)								
営業利益率								9.9%								
EBITDA								674(百万中国元) (2021/12期)								

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESERCH REPORT

2021年に、中国ではNdFeB磁石の生産・加工過程で生じたリサイクル原料に関する国家標準が定められ、取引時の情報やサンプリング法等について細かく規定した



中国のニアアースリサイクル関連の動き(1/2)

ネオジム磁石のリサイクル原料の生産と加工の国家標準

- ・ 中国国家規格GB / T23588-2020「NdFeBリサイクル原料の生産と加工」
- ・ 2021年10月1日に実施
- ・ 起草企業は、包頭希土研究院、安徽大地熊新材料株式有限会社、非鉄金属技術経済研究院、江蘇金石希土類株式有限会社、湖南希土金属材料研究院など
- ・ NdFeBリサイクル原料の生産と加工の分類原則、化学成分要件、試験方法、検査規則と包装、輸送、保管、品質証明書などを規定。
- ・ **NdFeB磁石の生産と加工過程に生じたリサイクル原料の回収、加工と貿易に適用される**
- ・ 発生源ごとに詳細分類の上、各リサイクル原料の外観と化学成分を言及し、分類依拠をリスト化し、**リサイクル原料取引時に情報として提供**
 - リサイクル原料の分類については、乾燥粉末、磁性泥、ブロックシート材の3つのカテゴリー
 - 外観特性は、発生源ごとに細分化
 - 取引過程では、希土類酸化物の総量と各希土類元素の組成が特に重要な価格指標となるため、希土類元素の総量、割合、非希土類元素の含有量と組成を記載
- ・ リサイクル原料の**サンプリング方法、利用器具、採取率**に関するも詳細的に規定
 - 再生材は均一性が少なく、代表的なサンプルを得ることが重要
(イメージ：1ロット数十トンのリサイクル原料でも、分析用に使用できるサンプル量は数十グラム)
 - そのため、サンプルを採取する際の選定要件やサンプル準備方法も指定

出典

https://www.iru-miru.com/article_detail.php?id=45405

<https://news.metal.com/newscontent/101589018/interpretation-of-the-national-standard-of-recycled-materials-for-ndfeb-production-and-processing>

2022年、全国政治協商會議常務委員中国工程院院士李衛氏は中国のレアアースリサイクルの問題点を提示し、技術や産業体系、回収システムの構築などの必要性を指摘した



中国のレアアースリサイクル関連の動き(2/2)

戦略的な資源確保のため、レアアースリサイクル資源の活用を模索

- 2022年3月7日の報道機関のインタビュー
- 全国政治協商會議常務委員 中国工程院院士 李衛氏が回答
- 同氏はレアアースについて以下のように指摘
 - レアアースは再生不可能な戦略的資源であり、中国の経済発展と国家安全に関わる
 - 中国のレアアース資源の循環および再利用の推進は、資源保護やレアアースサプライチェーンの安全保障、および「双炭(ダブルカーボン)」目標の実現にとって重要な意義を有する
- また、同氏は国内におけるレアアースのリサイクルについて、以下の問題を指摘
 - **技術が完成しておらず**利用効果が低い
 - **リサイクルシステムが充分に機能していない**
 - **リサイクルの運用がルール化されていない**
- 上記を踏まえ、以下の解決策を提示
 1. リサイクル可能な技術と産業体系の構築
 1. 企業がグリーン且つ効率的な回収技術を採用するよう支援強化
 2. 次世代レアアース廃棄物のリサイクル技術及び設備の研究開発
 2. 制度、基準、回収システムの構築
 1. 希土類を含む使用済み部品または設備の回収メカニズムの早期確立
 3. 中国のレアアースリサイクルの計画及びロードマップの早急な公表

出典

https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220314/166689/

Shenghe Resources Holdings Co., Ltd. は中国においてレアアースリサイクルを行う主要企業のひとつであり、世界のレアアースリサイクル市場での台頭を目指す



Shenghe Resources Holdings Co., Ltd.の概要

基礎情報		対象商品※1
企業名	Shenghe Resources Holdings Co., Ltd. (盛和资源控股股份有限公司)／中国	<ul style="list-style-type: none">希土類濃縮物希土類酸化剤希土類化合物希土類金属希土類金属材料希土類触媒用途：新エネルギー、新素材、省エネルギー・環境保護、航空宇宙、軍事産業、電子情報などの分野で幅広く利用
会社URL	http://www.scshre.com (アクセス不可)	トピックス
設立	1998年	
事業内容	レアアースおよび関連製品の製造・供給	
売上	10,616(百万中国元) (2021/12期)	<ul style="list-style-type: none">世界のレアアースリサイクル市場での台頭を目指し、様々な生産拠点への戦略的投資、拡大、協業を実施アジア、アメリカ、ヨーロッパ、オーストラリア、アフリカへの展開を重視カリフォルニア・Mountain Pass(希土類鉱山)、グリーンランド・クヴァネフィールド多金属鉱床、ベトナムRE冶金・分離プラントなど様々なプロジェクトを進行盛和資源のメンバー企業は、楽山盛和、甘州成功、海南文盛、盛和(シンガポール)有限公司など楽山盛和は、高度な分離技術、環境保護、資源リサイクル、安全性保証のインフラが整った希土類産業のリーディング企業として成長
営業利益率	12.2%	
EBITDA	1,490(百万中国元) (2021/12期)	

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESERCH REPORT

REEcycleは、ヒューストン大学で技術研究が開始された、独自の溶剤を用い、廃棄物を発生させない希土類リサイクル技術を確立した



REEcycle：独自の溶剤を使用し、廃棄物が発生しない希土類リサイクル技術

主体	REEcycle
時期	2013会社設立
内容	<p>特許を保有するリサイクルプロセスで希土類リサイクルを実施</p> <ul style="list-style-type: none">99.8%の回収効率独自の溶剤を使用 <p>【処理プロセス】</p> <ul style="list-style-type: none">ニッケルメッキの層を研磨磁石を細かく粉碎粉碎した磁石を溶剤にいれ、溶媒(レアアースを溶解し、結晶化)<ul style="list-style-type: none">✓ 低圧、低温(100°C以下)で実施し、廃棄物を残さない混合物をろ過(重力分離)<ul style="list-style-type: none">✓ 残りの水は再利用酸化物を販売 <ul style="list-style-type: none">リサイクル対象となる主な酸化物<ul style="list-style-type: none">➤ Nd、Dy、Pr、Tb <p>【会社詳細】</p> <ul style="list-style-type: none">調達額<ul style="list-style-type: none">➤ 898,538ドル(2016年、グラント)：National Science Foundation➤ 150,000ドル(2016年、グラント)：Texas A&M New Ventures Competition、National Science Foundationなお、実際の操業は未詳 <p>【これまでの流れ】</p> <ul style="list-style-type: none">2012年 ヒューストン大で技術研究を開始2013年 特許技術を発見、同社設立2014-2016年 一流大学などが主催する事業計画コンテストなどで賞を受賞
出典	https://www.reecycleinc.com/how-it-works

Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.は、eスクラップから希土類元素を回収するE-RECOVを開発した



Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術

主体	Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.
時期	2019年7月～2020年3月
内容	<p><u>E-RECOV (Electrochemical Recovery) (電子廃棄物からの金属回収)</u></p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">エネルギー省CMIから出資電子廃棄物から希土類および貴金属を抽出する特許技術を開発貴金属を抽出する前にベースメタルとレアアースを回収し、不純物を低減することにより、より多くの金属を回収し、化学試薬の使用量を削減また、酸浸出ではなく、陽極で初期酸化剤を継続的に作り出すため、酸と化学物質を消費しない同規模の湿式精錬プロセスよりも、化学試薬を最大75%削減しながら、有害物質を排出することなくリサイクル可能 <p>・ 特徴：eスクラップから希土類元素を回収するところに新規性がある</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 従来は、eスクラップからは金銀銅PGMの回収が主である➤ なぜならば、経済合理性があるのは、これら金属の単価が高く、濃度も高いため➤ 希土類元素は濃度が薄く、単価も比較的安いため、eスクラップからの回収は困難(鉄スクラップに移行している)➤ ただし、本技術はプロセスの初期段階で、比較的希土類元素濃度が高い、スクラップを磁力選別することで、経済合理性を担保しつつ、希土類元素を回収可能としている

出典

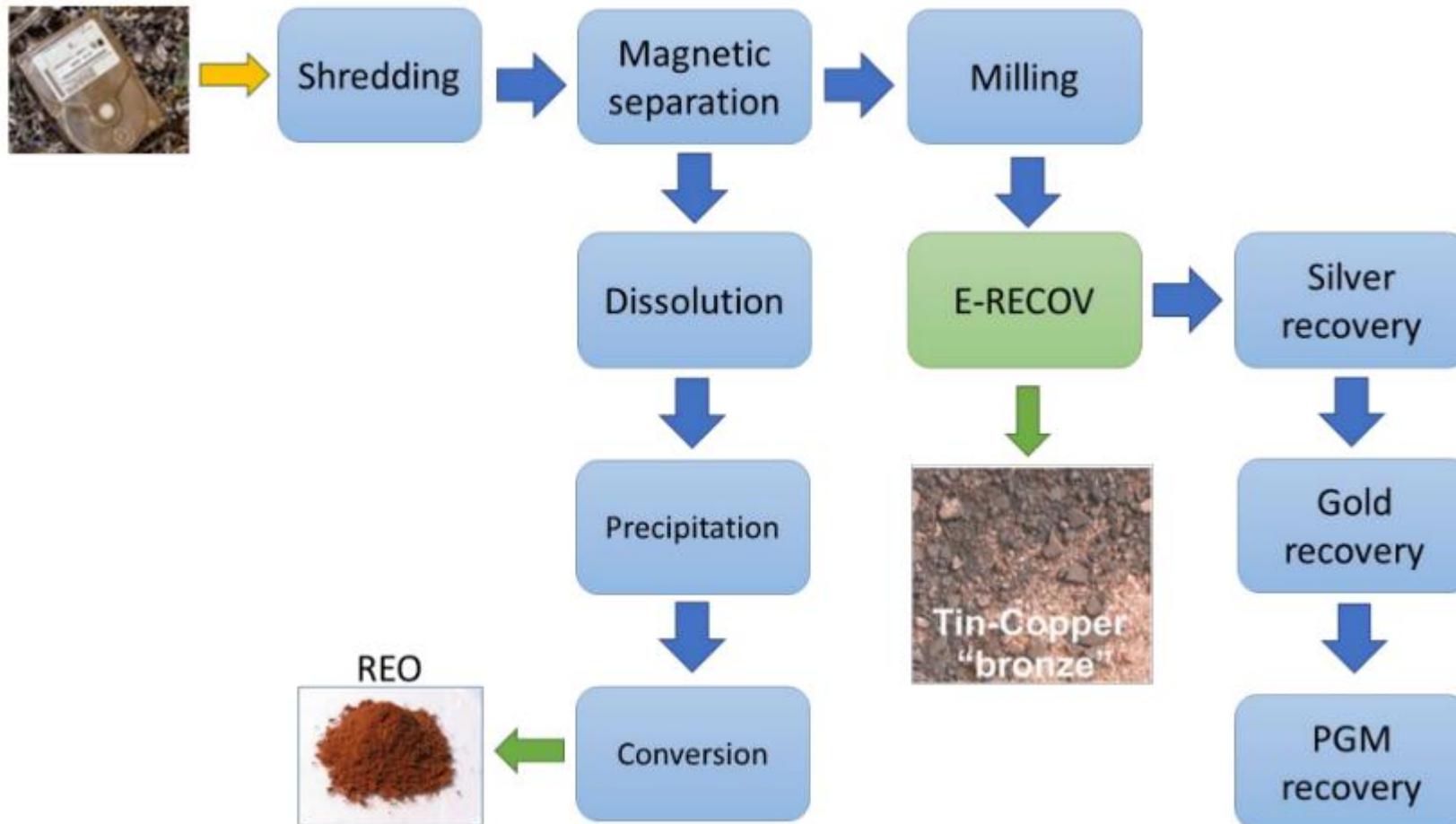
<https://www.eastidahonews.com/2022/04/what-to-do-with-your-old-phone-inls-e-recov-might-have-the-answer/>
<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/h2-mach-21-lister.pdf>
<https://www.aichi-nagoya-startups.jp/companies2022/detail/Quantum%20Environmental%20Technology%20Inc.html>
<https://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/1646995>

Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.は、eスクラップから希土類元素を回収するE-RECOVを開発した



Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術の概要図

eスクラップのリサイクルプロセス



出典

<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/h2-mach-21-lister.pdf>

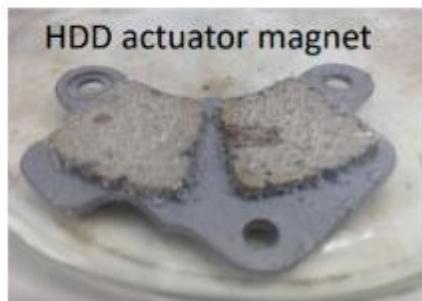
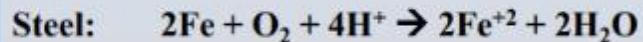
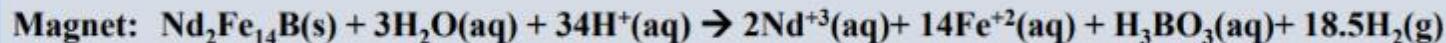
Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.は、eスクラップから希土類元素を回収するE-RECOVを開発した



Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術の概要図

リアアースのリサイクル工程

Corrosion reactions in mixed material



Acid dissolution



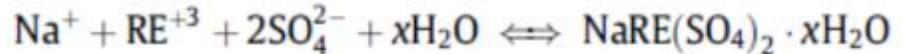
After dissolution



Precipitation by Na_2SO_4 addition



Filtered and dried double salt
(further converted to hydroxide, then oxide)



出典

<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/h2-mach-21-lister.pdf>

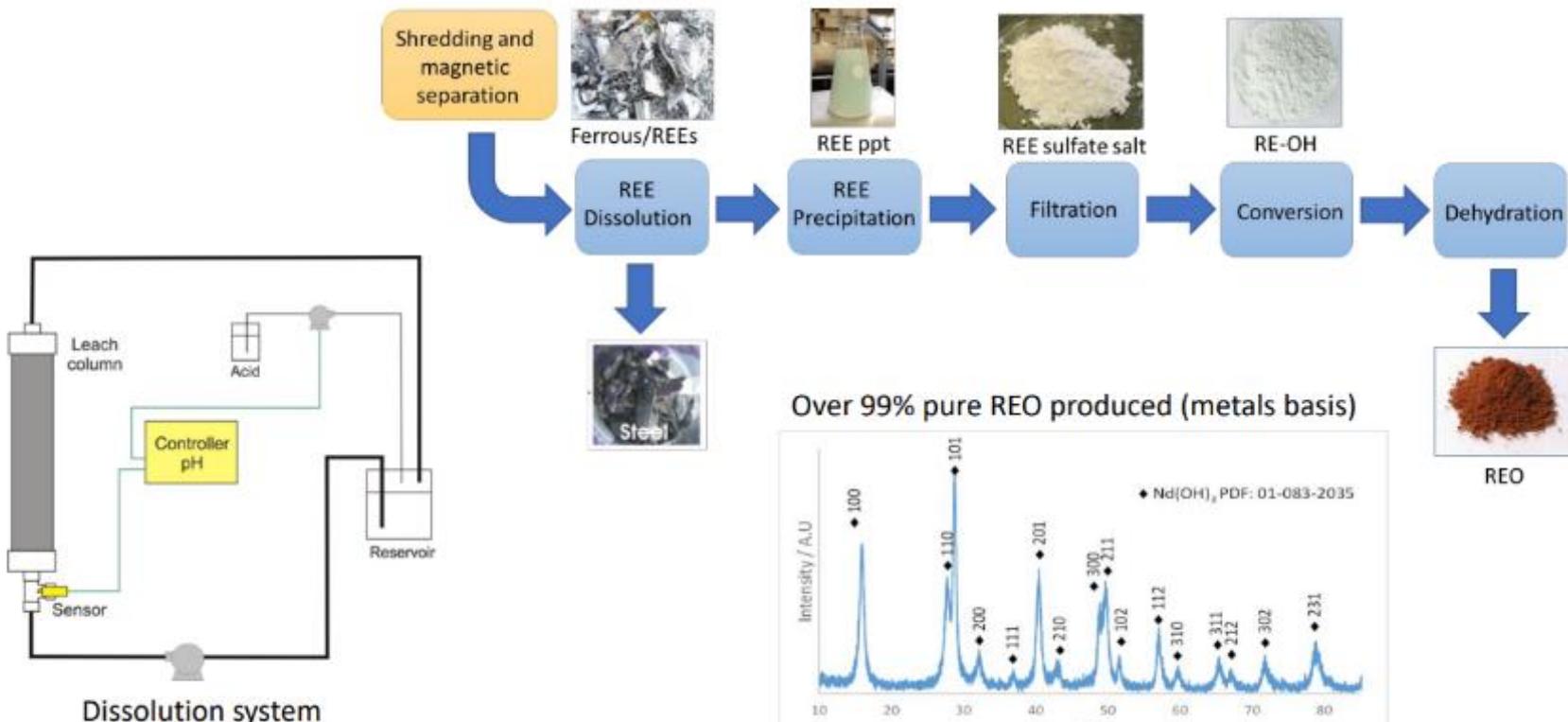
Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.は、eスクラップから希土類元素を回収するE-RECOVを開発した



Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術の概要図

リアースのリサイクル工程

REE Processing flow mixed steel/magnet scrap



出典

<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/h2-mach-21-lister.pdf>

Momentum Technologies, Incは、使用済みハードドライブから磁石を回収する際のデータ記憶媒体の自動処理技術およびレアアースの高純度溶媒抽出技術をライセンス化した



Momentum Technologies, Inc : 使用済みハードドライブのデータ記憶媒体処理技術およびレアアース溶媒抽出技術

主体	Momentum Technologies, Inc
時期	2016年、2019年にライセンス化
内容	<p><u>電子廃棄物からのレアアースメタル回収</u></p> <ul style="list-style-type: none">同社ではリチウムイオン電池の廃棄物からクリティカルメタル(Li、Ni、Co、copper、Nd、Dyなど)の回収を実施 <p>【2016年、Oak Ridge National Laboratory(ORNL)が開発した、ハードドライブから磁石を回収する際の自動処理技術をライセンス化】</p> <ul style="list-style-type: none">自動処理技術<ul style="list-style-type: none">バーコードスキャナと座標測定機を備えたマッピングステーションを使用し、ハードドライブの各メーカーのデータベースを読み込み、ロボットが正しい分解のためにそれらを配置配置プロセスにおいて、安全性担保のためデータ記憶媒体を自動的に破壊しながら、磁石、磁石のパーマロイ製ブラケット、回路基板、アルミニウム、鋼を回収するように設計 <p>【2019年、ORNLが開発した膜溶媒抽出プロセス (MSX:Membrane Solvent Extraction process) をライセンス化】</p> <ul style="list-style-type: none">MSX技術<ul style="list-style-type: none">電子廃棄物から、99.5%以上の純度で希土類酸化物を回収回収された酸化物は、新しいデバイス用の電池組成に再配合可能なお、同社はリチウムイオン電池からCoなどの金属を回収するプロセスも、2020年にORNLからライセンスを取得済み

出典

<https://www.ornl.gov/news/ornl-licenses-rare-earth-magnet-recycling-process-momentum-technologies>
<https://www.ornl.gov/news/process-recover-metals-batteries-licensed-momentum-technologies>
<https://www.energy.gov/eere/amo/momentum-technologies>

REE4EUは、Sintef ASが主導するEUのコンソーシアムで、ヨーロッパのレアアースを含む廃棄物からの希土類合金の生産をパイロットスケールで開発、検証、実証を実施した



EUのレアアースリサイクルプロジェクト(1/2) : REE4EU

主体	Sintef AS(ノルウェーの研究組織)(親組織がノルウェー工科大学)が主導
時期	2015年10月から2019年9月
内容	<p><u>REE4EU</u></p> <ul style="list-style-type: none">Sintef ASやLCM、VACなど14社が参画するコンソーシアムEUのHorizon2020の支援を受ける <p>【プロジェクト内容】</p> <ul style="list-style-type: none">プロジェクトでは、ヨーロッパのレアアースを含む廃棄物(永久磁石の製造工程内廃棄物とニッケル水素電池廃棄物)から、希土類合金(REA)を生産するルートをパイロットスケールで開発、検証、実証対象の総合ソリューションは、REA生産の直接高温電解のために開発、実験室で実証された技術に基づくイオン液体抽出、湿式冶金前処理技術の組み合わせによって従来の技術よりもコストが削減され、環境にも配慮されていることを検証 <p>【結果】</p> <ul style="list-style-type: none">ヨーロッパで初めてクローズドループ(範囲: 欧州内)の永久磁石リサイクルプロセスをパイロットスケールで実証パイロットでは、レアアース元素を含む数トンの工程内廃棄物や使用済み製品の処理に成功し、製造された混合レアアース酸化物原料から直接、約100キロのレアアース合金を回収。合金は永久磁石製品の製造に再利用

出典

https://www.aspire2050.eu/sites/default/files/users/user85/8.%20REE4EU_OK_0.pdf
<https://www.idener.es/wp-content/uploads/2018/11/REE4EU-Brochure-third-year-web.pdf>
<https://cordis.europa.eu/project/id/680507>
<https://www.avere.org/rare-earth-recycling-for-europe-ree4eu/>

SOLCRIMETは、Katholieke Universiteit Leuvenが主導するEUのプロジェクトで、ソルボメタラジー技術に基づき、使用済み廃棄物の溶解、分離精製技術の開発等を実施した



EUのレアアースリサイクルプロジェクト(2/2) : SOLCRIMET

主体	Katholieke Universiteit Leuven(ルーヴェン・カトリック大学)(ベルギー)がプロジェクトのコーディネーター
時期	2016年9月から2021年8月
内容	<p><u>SOLCRIMET (Solvometallurgy for critical metals)プロジェクト</u></p> <p>【Solvometallurgy (ソルボメタラジー)(技術)】</p> <ul style="list-style-type: none">Solvometallurgy (ソルボメタラジー)は乾式冶金と湿式冶金を補完する技術<ul style="list-style-type: none">多様な使用済み製品からクリティカルメタルを選択的に回収する、環境に優しい水や酸を含まない溶媒をベースとする分離した水相が存在しない点で湿式冶金と異なるが、水が非水性溶媒に置き換えられるという違い以外は、湿式冶金のプロセスと類似本技術には4点の利点が存在<ol style="list-style-type: none">水の消費量が少なく、水不足の地域でも利用可能浸出と溶媒抽出を同プロセスで実施、結果、プロセス全体の簡素化に寄与溶媒浸出は酸性溶液による浸出よりも選択的(=回収率が高い)であり、結果、酸性溶液の利用量を減らし、精製プロセスのステップ減少ソルボメタラジーはシリカゲルを形成しないため、希土類含有のケイ酸塩鉱物(ユーディアライトなど)の処理にも活用可能ソルボメタラジーは、ほぼ廃棄物ゼロの冶金プロセスの開発につながり、さらに高温を要するプロセスよりもはるかに少ないエネルギー消費で実施可能 <p>【SOLCRIMET(プロジェクト)】</p> <ul style="list-style-type: none">SOLCRIMETはソルボメタラジーを活用したプロジェクトプロジェクトの目的<ul style="list-style-type: none">有機溶媒に金属や合金を溶解させるプロセスの開発有機溶媒への溶解度の差に基づいて金属の塩化物を分離する新規手法の開発2つの相互非混和性有機溶媒を使用し、クリティカルメタルを精製する新規プロセスの開発有機溶媒を使用して電解槽内でクリティカルメタルを精製する新規技術の開発なお、このプロジェクトはEUのHorizon2020のもと、欧州研究評議会(ERC)から資金提供(約250万€)を受けた <p>※プロジェクト期間は終了しているが、明確なアウトプットは言及されておらず、現在も開発中と思料</p>

出典

<https://solcrimet.eu/solcrimet-project/>

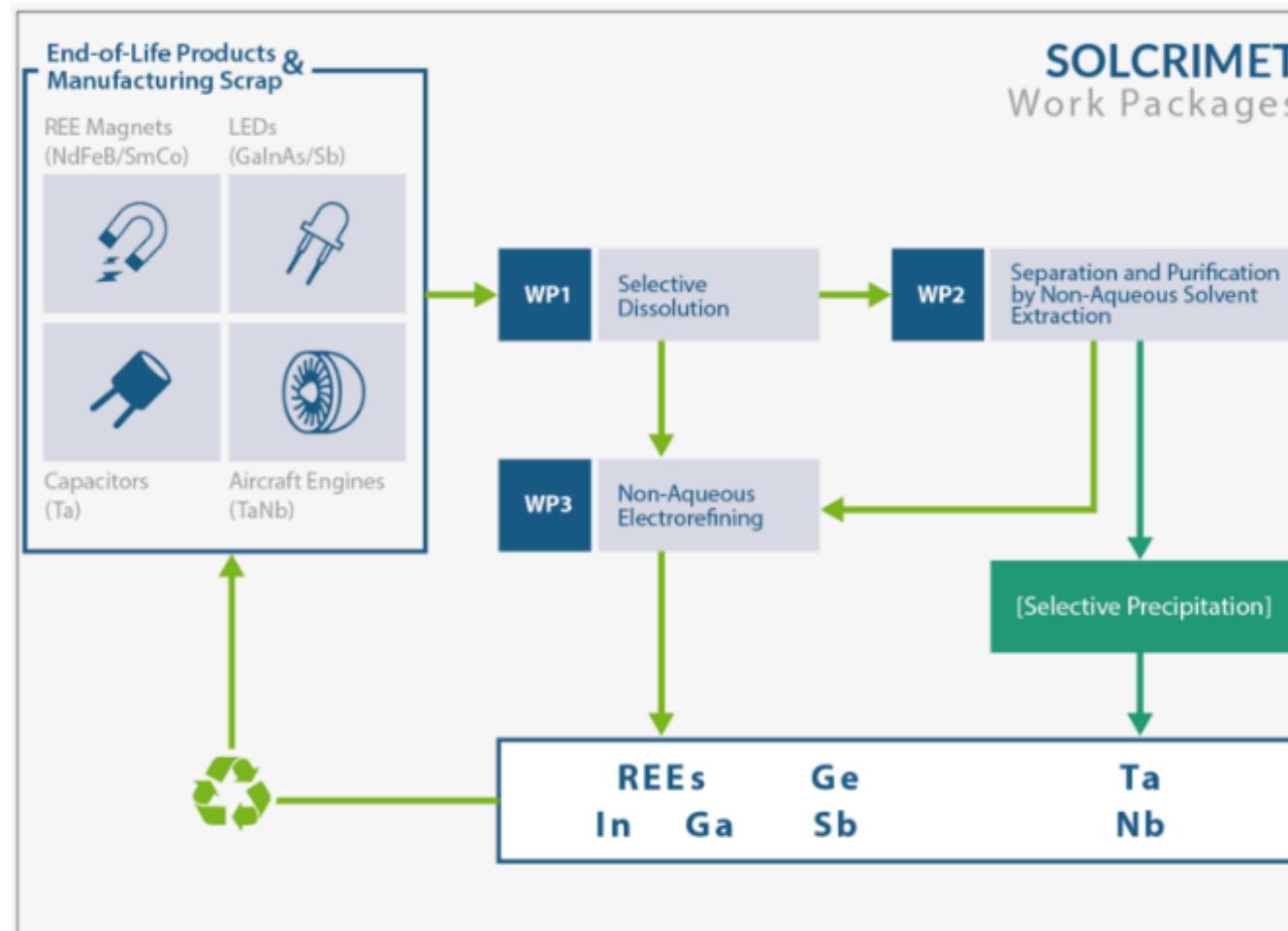
<https://cordis.europa.eu/project/id/694078>

<https://cordis.europa.eu/project/id/694078/reporting>

SOLCRIMETは、Katholieke Universiteit Leuvenが主導するEUのプロジェクトで、ソルボメタラジー技術に基づき、使用済み廃棄物の溶解、分離精製技術の開発等を実施した



EUのレアアースリサイクルプロジェクト(2/2) : SOLCRIMETの概要図



出典

<https://solcrimet.eu/solcrimet-project/>

<https://cordis.europa.eu/project/id/694078>

<https://cordis.europa.eu/project/id/694078/reporting>

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

レアアースフリー磁石については日本が一定のイニシアチブを保持。しかし、2020年付近において、欧米が研究を急加速している

レアアースフリー磁石の開発動向：まとめ（1/2）

化合物名	開発主体者	概要
FeNi	デンソー、東北大、筑波大 (東北大学金属材料研究所の嶋田雄介助教、水口将輝准教授、高梨弘毅教授、デンソーを中心とする産学連携グループ)	 <u>2017年</u> 鉄とニッケルが原子レベルで規則配列した FeNi超格子磁石材料の高純度合成に世界で初めて成功
FeN	東北大、京都大、倉敷芸術科学大、千葉工業大、 戸田工業、帝人、トヨタ自動車、(独)物質・材料研究機構、 (独)産業技術総合研究所、(財)電気磁気材料研究所	 <u>2011年</u> NEDO 希少金属代替材料開発プロジェクト 「鉄－窒素系化合物を活用した新規永久磁石材料の開発」 強磁性窒素鉄粉末の単相分離生成に成功
	Agence nationale de la recherche (フランス国立研究機構)	 <u>2019年12月～2022年12月</u> FENMAG プロジェクト SmCo磁石やNdFeB磁石に代わるFeN磁石の製造が目的
MnBi	牧野 昇、鈴木 正樹	 <u>1958年</u> 永久磁石としてのMnBi化合物の研究
	三井 好古、小山 佳一、中森 裕子、折茂 慎一、 渡辺 和雄	 <u>2009年</u> 強磁場下における強磁性体MnBiの相転移に関する研究
	The institution of Engineering and technology (イギリス工学技術学会)	 <u>2020年</u> MnBi合金とMnBi/Feハイブリッド磁石の作製と磁気特性
	The Critical Materials Institute、 エイムズ国立研究所	 <u>2022年</u> 微細構造工学による希土類を含まないMnBi磁石の改良

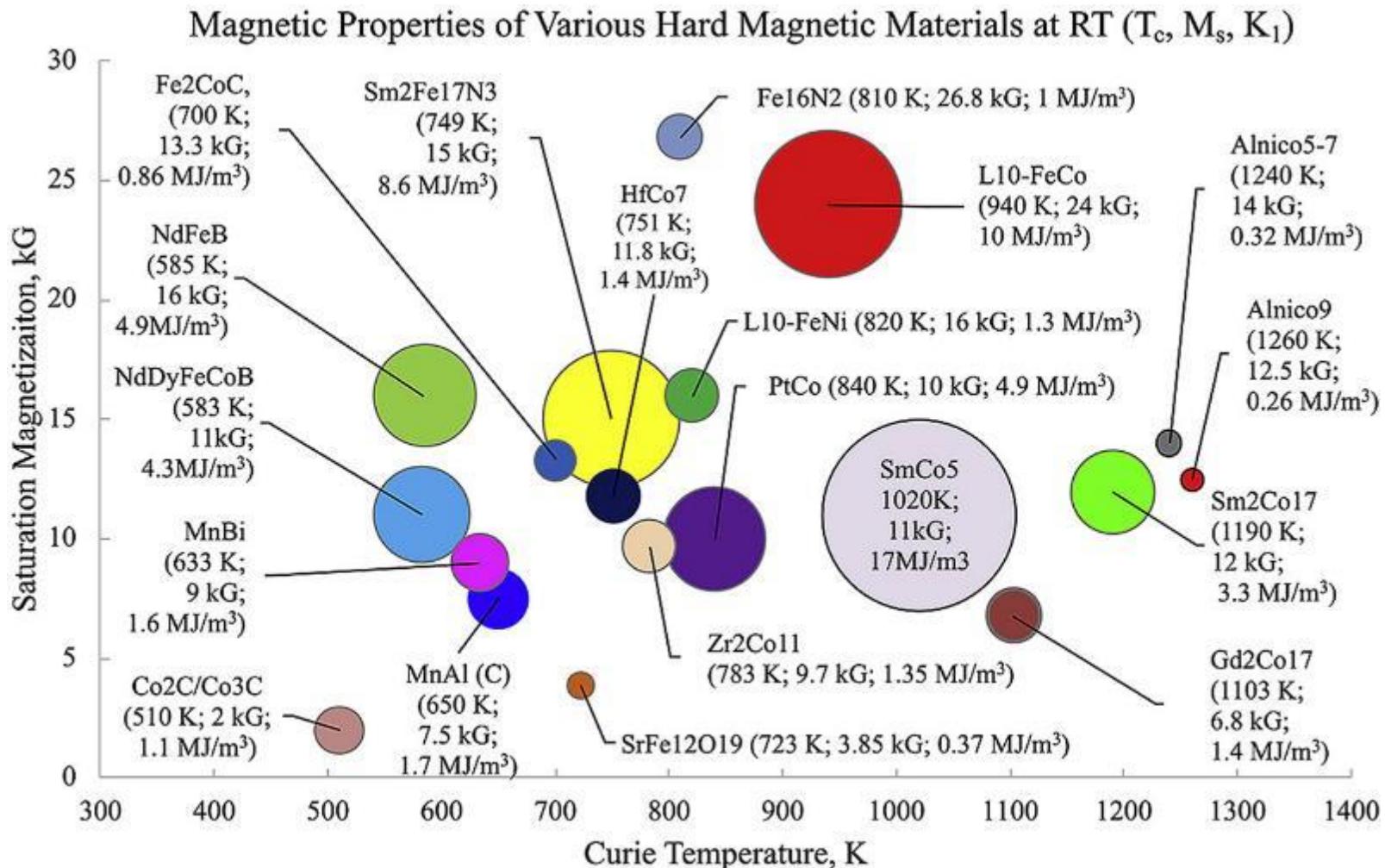
レアアースフリー磁石については日本が一定のイニシアチブを保持。しかし、2020年付近において、欧米が研究を急加速している

レアアースフリー磁石の開発動向：まとめ（2/2）

化合物名	開発主体者	概要
SmFeN	産業技術総合研究所磁性粉末冶金研究センター、TDK	 2019年 重希土類フリーの高耐熱Sm ₂ Fe ₁₇ N ₃ 系磁石粉末の合成法を開発
SmFe	東北大学大学院工学研究科、東芝	 2022年 少ないレアアース量でNdPrボンド磁石と同等磁力を持つ SmFe系等方性ボンド磁石の開発
Terataenite	ケンブリッジ大、オーストラリアの同僚	 2022年 希土類磁石に代わる可能性のある、 テトラテーナイト(Tetrataenite)の製造技術を開発
その他 (プロジェクト)	ヨージエフ・ステファン研究所(INSTITUT JOZEF STEFAN) (スロヴェニア)が主導	 2012年12月1日～2015年11月30日 ROMEO(Replacement and Original Magnet Engineering Options) プロジェクト： 軽希土を含む磁石の保磁力改善およびレアアースフリー磁石の開発
	IMDEA NANOCIENCIA(スペイン)が主導 スペイン、オーストリア、イタリア、スロベニア、ドイツ、フランス、 ギリシャ、英国の8カ国からの20の機関で構成	 2021年5月1日～2025年4月30日(現在継続中) PASSENGER(Pilot Action for Securing a Sustainable European Next Generation of Efficient RE-free magnets)プロジェクト： 永久磁石の持続可能な代替モデルの開発

【参考】様々な硬磁性材料の磁気特性

磁石一覧(参考)



出典

https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1359645418305858-fx1_lrg.jpg

【FeNi】デンソー、東北大、筑波大の产学研連携グループは、FeNi超格子磁石材料の高純度合成に世界で初めて成功し、今後モータ用永久磁石への適用を目指す



デンソー、東北大、筑波大：FeNi超格子磁石材料の高純度合成

主体	デンソー、東北大、筑波大 (東北大学金属材料研究所の嶋田雄介助教、水口将輝准教授、高梨弘毅教授、デンソーを中心とする产学研連携グループ)
時期	2017年10月
内容	<p>鉄とニッケルが原子レベルで規則配列したFeNi超格子磁石材料の高純度合成に世界で初めて成功</p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">• NEDOプロジェクトにおいて高効率モータ用磁性材料技術研究組合(以下、MagHEM)が研究開発<ul style="list-style-type: none">➢ MagHEMの組合員であるデンソー先端技術研究所が主体➢ 東北大学金属材料研究所と構造解析を、筑波大学数理物質系と合成方法の開発を行なう产学研連携グループで開発• 鉄とニッケルが原子レベルで規則配列したL10型の規則合金であるFeNi超格子は、1960年代に鉄隕石中から発見され、レアアースフリーでありながら高い磁石性能を持つことが予測• 今回、新たに開発した合成方法は、ガスとの反応を用いたシンプルなプロセスで工業的な生産に適していることに加えて、磁石材料に求められる単一相で粉末形状のFeNi超格子を得ることが可能• 今後は、FeNi超格子磁石材料のモータ用永久磁石への適用を目指して、高い性能を引き出す材料形状や成形法を検討していく• 研究成果の詳細は、2017年10月16日に英国の科学雑誌Scientific Reportsに掲載

出典

<https://car.motor-fan.jp/tech/10001400>

<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/24/24-doc-13-paper-08.pdf>

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100860.html

https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2111/22/news049_2.html

【FeNi】デンソー、東北大、筑波大の产学研連携グループは、FeNi超格子磁石材料の高純度合成に世界で初めて成功し、今後モータ用永久磁石への適用を目指す



デンソー、東北大、筑波大：FeNi超格子磁石材料の高純度合成

内容	<p>【成果】</p> <p>【1】FeNi超格子磁石の合成方法</p> <ul style="list-style-type: none">これまでの課題<ul style="list-style-type: none">一般的に規則合金は、ランダム合金を熱処理し、原子を拡散させることで得られるが、FeNi超格子の場合、規則化するための熱処理温度が320°C以下と低く、規則化には10億年以上要するこれまでに拡散促進のため、中性子照射、高圧ひずみ加工、アモルファス金属のナノ結晶化などが提案されてきたが、規則度が低い、もしくは、含有率が低いといった課題が残った上記の課題を達成するために、規則化した安定中間物を経由した規則合金形成プロセスである NITE (Nitrogen Insertion and Topotactic Extraction)法を新たに考案<ul style="list-style-type: none">NITE法では、原料であるFeNiランダム合金の粉末を窒化することで、規則化したFeNi窒化物を合成し、その後、規則構造を壊すことなく窒素原子を引き抜くトポタクティック脱窒素により、短時間で高い規則度のFeNi超格子を得る具体的には、窒化はアンモニアガスとの反応、トポタクティック脱窒素は水素ガスとの反応によって実施非常にシンプルなプロセスであることから、工業的な生産に適す <p>【2】合成したFeNi超格子の構造</p> <ul style="list-style-type: none">NITE法で得られた粉末試料の線構造解析結果、トポタクティック脱窒素後の試料のSTEM-EDX像から、FeとNiが原子レベルで規則的に配列していることが明らかになり、FeNi超格子の合成に成功したことが確認また、中間物であるFeNi窒化物が単一相で得られていることからも、FeNi超格子も単一相で得られているものと考えられる。 <p>【今後の予定】</p> <ul style="list-style-type: none">FeNi超格子磁石のモータ用永久磁石への適用を目指して保磁力をさらに高めるための結晶方向の整列、粒子形状制御や成形法を検討<ul style="list-style-type: none">開発したNITE法は、ガスとの反応を用いたシンプルなプロセスであるため工業的な生産に適するFeNi超格子を単一相で、磁石化に適した粉末形状で得ることを目指す2021年11月記事段階で、研究の継続を確認
----	--

出典

<https://car.motor-fan.jp/tech/10001400>

<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/24/24-doc-13-paper-08.pdf>

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100860.html

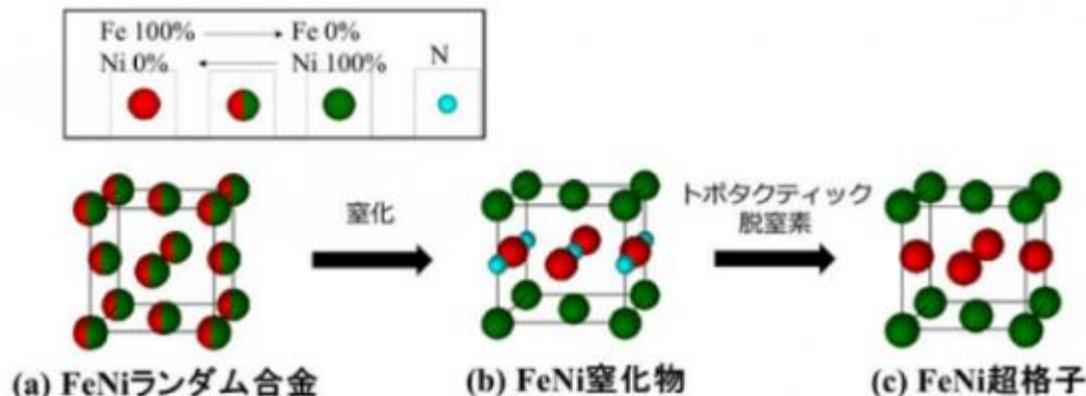
https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2111/22/news049_2.html

【FeNi】デンソー、東北大、筑波大の产学研連携グループは、FeNi超格子磁石材料の高純度合成に世界で初めて成功し、今後モータ用永久磁石への適用を目指す

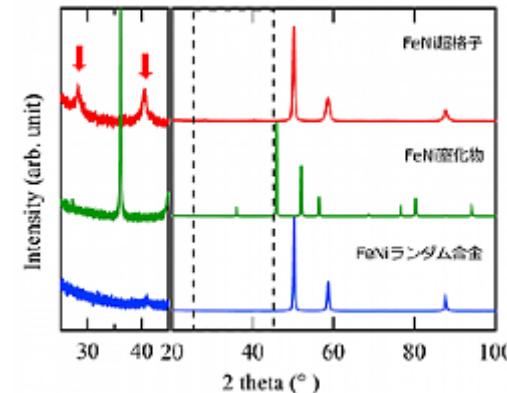


デンソー、東北大、筑波大：FeNi超格子磁石材料の高純度合成の概要図

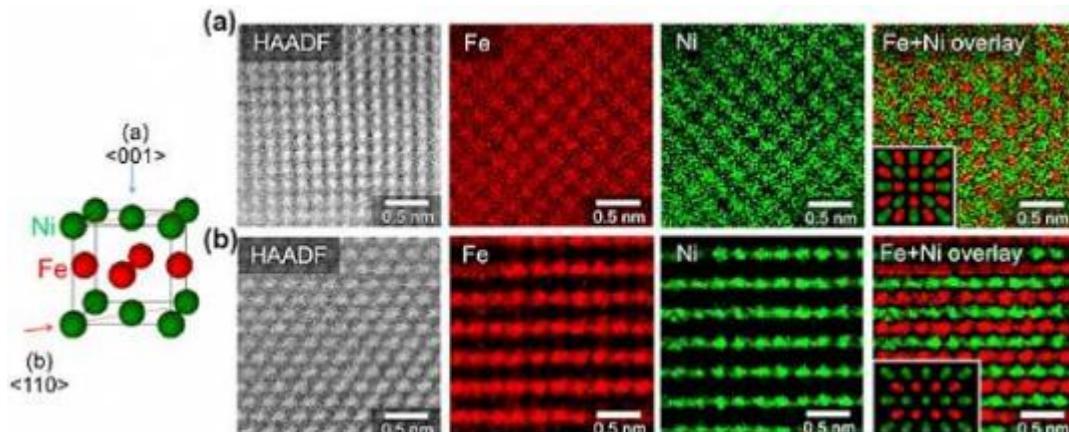
NITE法によるFeNi超格子の合成スキーム



X線構造解析結果(図中矢印は超格子に特有なピーク)



(a)左図の結晶上面から原子像を観察した結果、(b)左図の結晶側面から原子像を観察した結果



出典

<https://car.motor-fan.jp/tech/10001400>

<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/24/24-doc-13-paper-08.pdf>

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100860.html

https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2111/22/news049_2.html

【FeN】東北大、戸田工業など全10機関が参画したNEDO希少金属代替材料開発プロジェクトは、強磁性窒素鉄粉末の単相分離生成に成功し、実用化が期待されている



東北大、戸田工業などの全10機関：強磁性窒素鉄粉末の単相分離生成

主体	参画機関(全10機関)： 東北大、京都大、倉敷芸術科学大、千葉工業大、戸田工業、帝人、トヨタ自動車、(独)物質・材料研究機構、(独)産業技術総合研究所、(財)電気磁気材料研究所
時期	2011年
内容	<p><u>NEDO希少金属代替材料開発プロジェクト「鉄－窒素系化合物を活用した新規永久磁石材料の開発」</u> <u>強磁性窒素鉄粉末の単相分離生成に成功</u></p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">鉄化合物の世界トップメーカーである戸田工業(株)が強磁性窒化鉄に最適な原材料を合成し、それを用いて高含有率強磁性窒化鉄が得られる前駆体の合成技術を東北大が開発したことによって実現した産学連携の成功例研究開発ターゲット：窒素侵入型化合物(準安定相)有機・無機化学合成からナノ粒子固体化するプロセスへ単純化することにより、以下の技術メリットがある<ul style="list-style-type: none">粒径制御可能粒径ばらつきの最小化表面修飾による凝集抑制大量合成への展開可能 <p>【結果】</p> <ul style="list-style-type: none">合成した強磁性窒化鉄は α'' (アルファ・ダブルプライム)型の結晶構造グラムオーダーでの高い作製再現性を確認飽和磁化は50Kの極低温において230emu/g、室温においても221emu/gを示し、従来より高い含有率を認識ある一定の外部磁場で磁化が反転する様子を詳細に解析した結果、磁石としての特性を左右する結晶磁気異方性定数はこれまでの強磁性窒化鉄薄膜形態の実験で決められていた約1×10^7 erg/cm³相当になることも確認今回得られた合成手法では、生産性や収率も非常に高く、大気中に取り出しても非常に安定であるため、量産プロセスへの移行も極めて障壁が低く、実用化へ大きな期待を寄せられている

出典

<https://www.nedo.go.jp/content/100117077.pdf>

【FeN】フランス国立研究機構Agence nationale de la rechercheは、SmCo磁石やNdFe磁石に代わる磁石の製造を目的としたFENMAGプロジェクトを実施した

Agence nationale de la recherche : FENMAGプロジェクト

主体	Agence nationale de la recherche(ANR)(フランス国立研究機構)
時期	科学プロジェクトの開始と期間：2019年12月～2022年12月
内容	<p><u>プロジェクト名：FENMAG プロジェクト</u></p> <p>【目的】</p> <ul style="list-style-type: none">・ プロジェクトの目的<ul style="list-style-type: none">➢ SmCo磁石やNdFeB磁石に代わる磁石の製造➢ 室化鉄Fe16N2 (組成、化学的順序制御、原子的順序制御)のナノ粒子モデルの新しい、再現性のある化学合成経路の開発➢ ナノ粒子を成形して、室化鉄をベースにした小さな磁石Fe16N2 (質量1g) の形成➢ 磁石の製造のためのフェーズの検証(潜在的に希土類磁石とフェライトの間の中間ゾーン)➢ ナノ粒子の生産をスケールアップするための基礎を築き、小さな磁石の生産の簡素化 <p>【α- Fe16N2の利点】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 大質量Feより優れた自発磁化・ 重金属、貴金属、希土類を含まない物質の最も強い異方性・ 拡散した場合の拡散汚染のリスクがない・ それを構成する要素に関して最も低いコスト・ 理論上の蓄積エネルギーポテンシャルは135 MGOeであり、レアアースをドープした最良の材料 (60 MGOe) よりも優れていること <p>【パートナー】</p> <ul style="list-style-type: none">・ ナノ材料科学で補完的な専門知識を持つ3つのToulouse研究所 (完全に校正された金属および磁性ナノ粒子の化学合成のためのLCC、化学および構造秩序とSPS (スパークプラズマ焼結) 焼結プロセスの研究のためのCEMES、ナノ粒子の磁気特性の研究のためのLPCNO)と提携<ul style="list-style-type: none">➢ Cemes Centre d'elaboration de materiaux et d'etudes structurals (CEMES)(材料・構造研究センター)➢ LCC LABORATOIRE DE CHIMIE DE COORDINATION(LCC)(フランスの化学研究所)➢ LPCNO LABORATOIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE DES NANO-OBJETS (LPCNO)(フランスの物理化学研究所)・ ANRから299,970ユーロの支援を受ける

出典

<https://anr.fr/Project-ANR-19-ASTR-0021>

【MnBi】日本は古くから、永久磁石材料としてのMnBiに関する研究を実施していた



MnBiに関する技術・研究論文

主体	牧野 昇、鈴木 正樹
時期	1958年
内容	<p><u>永久磁石としてのMnBi化合物の研究</u>^{※1}</p> <ul style="list-style-type: none">・ 技術論文・ 化合物作成の際の方法や注意点等、作成後の結果をまとめる

主体	三井 好古、小山 佳一、中森 裕子、折茂 慎一、渡辺 和雄
時期	2009年
内容	<p><u>強磁場下における強磁性体MnBiの相転移</u>^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none">・ 研究論文・ 磁場が MnBi の 1 次相転移と分解を伴う構造変化に十分影響を与えることを示唆していると記述・ 温度 628 K 付近で、低温相(MnBi)と高温相(Mn_{1.08}Bi)の 2 相共存状態を確認・ 強磁場中示差熱分析は東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センターで行われた

※1

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jinstmet1952/24/1/24_1_24/_pdf

※2

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jinstmet/73/1/73_1_40/_pdf/-char/ja

【MnBi】イギリス工学技術学会The institution of Engineering and technologyはMnBi合金とMnBi/Feハイブリッド磁石を作成し、飽和磁化が増加することを確認した



The institution of Engineering and technology : MnBi合金の作成

主体	The institution of Engineering and technology(イギリス工学技術学会) ※学術団体
時期	2020年12月31日
内容	<p><u>MnBi合金とMnBi/Feハイブリッド磁石の作製と磁気特性</u></p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">• MnとBiの原子比率の異なるアーク溶解を用いて<u>MnBi合金を作製</u>• MnBi含有量を調整し、<u>MnBi/Feハイブリッド磁石</u>も作製<ul style="list-style-type: none">➢ 573 Kで30時間加熱➢ MnBi合金とMnBi/Feハイブリッド磁石の微細組織変化、強磁性低温相MnBiの含有量、磁気的性質を研究• MnBi磁性粉末の調製において、最も一般的な方法であるボールミルを起用 <p>【結果】</p> <ul style="list-style-type: none">• 組成と熱処理がMnBi合金の飽和磁化に明らかな影響を与え、飽和磁化は熱処理後に急速に増加<ul style="list-style-type: none">➢ 飽和磁化はMn含有量の増加と共に初期に増加し、その後減少、LTP MnBiの質量百分率の変化と一致➢ 50at%MnのMnBi合金は300Kで30KOe印加磁場で62.0emu/gの最大磁化を示す➢ MnBi/Feハイブリッド磁石の飽和磁化はFe含有量の増加と共に明らかに増加➢ 一方、複合磁石の保磁力はMnBiの含有量の増加と共に劇的に増加• 一方、MnBiの飽和磁化はボールミリングによるMnBi磁性粉末の作製中に減少するを確認、保磁力の損失なしにMnBi磁性粉末の飽和磁化を増加できる方法を見つけることが今後重要<ul style="list-style-type: none">➢ なお、軟磁性材料は高い飽和磁化を持つため、MnBi合金に軟質または半硬質磁性材料を添加することは、MnBi磁性材料の磁気特性を改善するための有効な手段となる可能性がある

出典

<https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1049/mna2.12032>

【MnBi】The Critical Materials Institute、エイムズ国立研究所は、微細構造工学による希土類を含まないMnBi磁石の改良を行い、今後は大量生産に取り組んでいる



The Critical Materials Institute、エイムズ国立研究所：微細構造工学による希土類を含まないMnBi磁石の改良

主体	The Critical Materials Institute (CMI)(米国エネルギー省の研究所)、エイムズ国立研究所(米国エネルギー省国立研究所)
時期	2022年11月9日
内容	<p><u>微細構造工学による希土類を含まないMnBi磁石の改良</u></p> <ul style="list-style-type: none">• 希土類を含まない永久磁石材料の特性を改善し、製造プロセスのアップスケールを実証• 微細構造工学に基づき、MnBi磁石を構造する新しい方法を開発• 論文は、Journal of Magnetism and Magnetic Materialsに掲載• 課題<ul style="list-style-type: none">➢ MnBiは磁石製造において高熱を必要とするが、磁石のエネルギー密度を減少させること• 作成工程の工夫<ul style="list-style-type: none">➢ 磁石の形成には高温法(high temperature method)ではなく、温熱法(warm heating method)用いる➢ 磁石形成のプロセスの最後には、粒子同士が接触しないように非磁性成分を加える➢ 結晶粒界相によって、個々の粒子や結晶粒を流れる磁気が相互に影響を与えないようにする• MnBiの磁性特性<ul style="list-style-type: none">➢ 他の磁性材料と異なり、高温になると、保磁力を増加させ、磁化を減少させた• チームの現在<ul style="list-style-type: none">➢ PowderMet Inc.と協力し、特許出願中の技術を使って、新しい電気モータに使用するMnBi磁石の大量生産を追求中

出典

<https://www.greencarcongress.com/2022/11/20221109-ames.html>

【SmFe】東北大学大学院工学研究科、東芝は少ないレアアース量でネオジムボンド磁石と同等磁力を持つサマリウム鉄系等方性ボンド磁石の開発に取り組み、研究を継続している



東北大学大学院工学研究科、東芝：少ないレアアースでネオジムボンド磁石と同等の磁力を持つSmFe系等方性ボンド磁石の開発

主体	東北大学大学院工学研究科、東芝
時期	2022年3月1日発表
内容	<p><u>少ないレアアース量でネオジムボンド磁石と同等の磁力を持つサマリウム鉄系等方性ボンド磁石の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">ネオジムを採掘する際の副産物として余剰資源となっているサマリウムに着目し、サマリウム鉄系等方性ボンド磁石を開発従来の半分のレアアース使用量で、等方性ネオジムボンド磁石と同等の残留磁束密度を達成余剰資源のSmにより、モータのサプライチェーンの強靭化に貢献温度特性が良好でネオジムボンド磁石よりも高い耐熱性を実現 <p>磁石の製造工程</p> <ul style="list-style-type: none">サマリウムと鉄に適正な量のコバルト、ニオブ、ホウ素を加えた合金を溶解した後、急冷凝固急冷凝固した合金に適切な熱処理を施すことにより、高鉄濃度な化合物結晶の境目にニオブとホウ素を濃縮 <p>結果</p> <ul style="list-style-type: none">従来のネオジム合金の中にネオジムが13原子%含まれるのに対し、今回のサマリウム鉄系合金にはサマリウムが約半分の6原子%のみ磁石の最大エネルギー積は、室温20°Cで98kJ/m³で、ネオジムボンド磁石と同等の値残留磁束密度も室温20°Cで0.82Tで、ネオジムボンド磁石と同等の値1°Cあたりの残留磁束密度の低下率は0.06%とネオジム磁石の約半分で、高い耐熱性を保持 <p>今後の展望</p> <ul style="list-style-type: none">磁石メーカーと連携し、量産化を見据えた低成本で安定した生産を実現する製造技術の開発を進行残留磁束密度や保磁力など磁石性能のさらなる向上を目指した研究開発を継続本磁石を各種モータ製品に適用していくためのモータ設計の最適化の検討 <p>なお、本研究結果は、NEDOの「部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業」による成果</p>

出典

<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/22/2203-01.html>

【SmFe】東北大学大学院工学研究科、東芝は少ないレアアース量でネオジムボンド磁石と同等磁力を持つサマリウム鉄系等方性ボンド磁石の開発に取り組み、研究を継続している



東北大学大学院工学研究科、東芝：少ないレアアースでネオジムボンド磁石と同等の磁力を持つSmFe系等方性ボンド磁石の開発

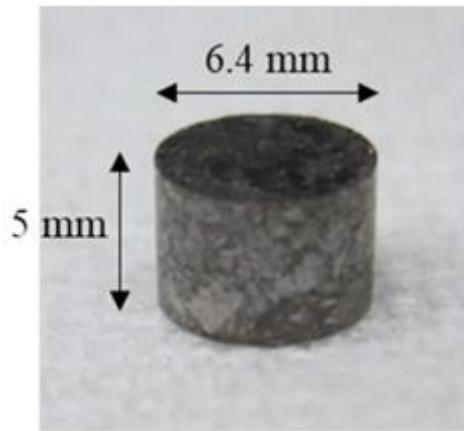


図1：開発したサマリウム鉄系等方性ボンド磁石

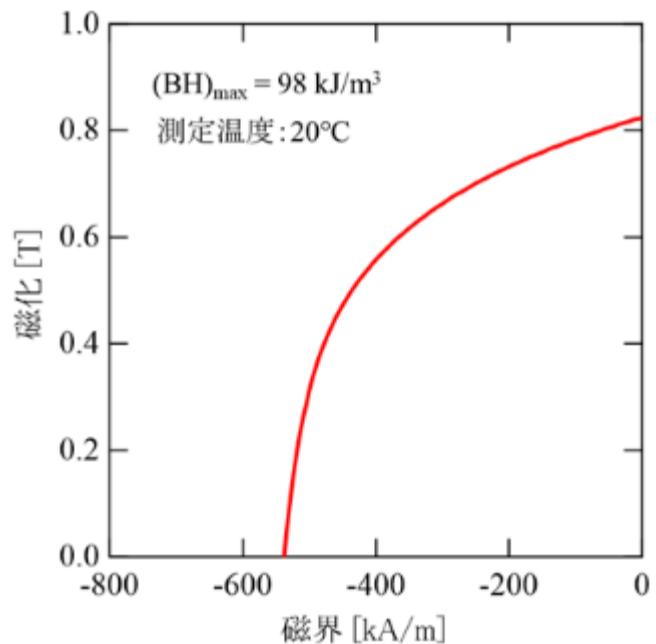


図2：開発したサマリウム鉄系等方性ボンド磁石の減磁曲線

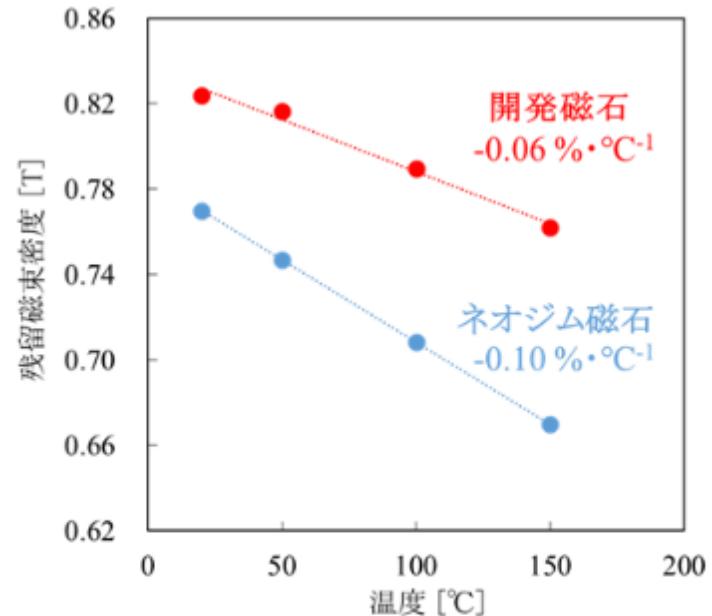


図3：等方性ボンド磁石における残留磁束密度の温度依存性比較

出典

<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/22/2203-01.html>

【SmFeN】産業技術総合研究所 磁性粉末冶金研究センター、TDKなどは、重希土類フリーの高耐熱希土類磁石粉末の合成法を開発し、保磁力を向上に成功した



産業技術総合研究所 磁性粉末冶金研究センター、TDKなど：重希土類フリーの高耐熱希土類磁石粉末の合成法を開発

主体	国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)磁性粉末冶金研究センター 岡田 周祐 主任研究員、高木 健太 研究チーム長らはTDK
時期	2019年10月21日
内容	<p>重希土類フリーの高耐熱希土類磁石粉末の合成法を開発</p> <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">室温での保磁力が30kOeを超えるサマリウム-鉄-窒素(Sm₂Fe₁₇N₃)系磁石粉末を作製できる技術還元拡散反応系の均一性向上に取り組み、回転式熱処理技術を開発し、保磁力を向上<ul style="list-style-type: none">これまでの還元拡散法では、磁気特性の低い凝集粒子が多数形成されたため、保磁力を制限していたしかし、粉末を攪拌しながら反応熱処理を同時に実行する回転式熱処理技術の開発したことにより、粗大な凝集粒子の形成を回避また、粒径微細化技術を適用して、室温で約32 kOe、自動車駆動用モータ用途の目安となる200 °Cでは約11 kOeという、重希土類フリーの希土類-鉄系磁石ではこれまでにない高い保磁力を実現Sm₂Fe₁₇N₃磁石は耐熱性に優れているため、今後、ハイブリッド自動車用駆動モータなどの高温環境下での利用が期待される産総研は、NdFeB磁石がすでに性能の上限に近づきつつあるため、代替となる磁石の開発に取り組む <p>今後の予定</p> <ul style="list-style-type: none">研究時作製した30kOe以上の保磁力を示す磁石粉末は、粒子同士が部分的に強く結合している粒子の存在し、磁場中で配向成形処理した粒子の配向性が低いため、今後、粒子の分散性を向上させて残留磁化を改善するまた、現状の自動車駆動モータ用磁石は焼結磁石とする必要があるため、今回開発した磁石粉末の焼結技術の開発を実施する

出典

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20191021/pr20191021.html

【Tetrataenite】ケンブリッジ大、オーストラリアの研究者らは、希土類に代わる可能性のある、テトラテナイトをリンを加えることで人工的かつ大規模に製造する技術を開発した



ケンブリッジ大、オーストラリアの研究者ら：希土類に代わる可能性のあるテトラテナイトの製造技術を開発

主体	ケンブリッジ大、オーストラリアの研究者
時期	2022年10月25日
内容	<p><u>希土類に代わる可能性のある、テトラテナイト(Tetrataenite)の製造技術を開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">テトラテナイトは、特定の秩序原子構造を持つ鉄-ニッケル合金であり、レアアースの代替品の中で最も有望なもの1つ<ul style="list-style-type: none">テトラテナイトは、隕石がゆっくりと冷却されるときに数百万年かけて形成され、長い時間をかけ鉄とニッケルの原子が結晶構造内の特定の積層列に秩序化し、最終的に希土類磁石に近い磁気特性を持つ物質になる1960年代にテトラテナイトを人工的に形成する技術を開発したが、大量生産には適していなかった <p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none">研究チームはリンを加えることで、特別な処理や高価な技術がなくても人工的かつ大規模にテトラテナイトを製造する技術を開発今後、研究チームはテトラテナイトが高性能磁石に適しているかどうかを判断するための研究を、磁石メーカーと共同で取り組む予定同研究はAdvanced Science誌に報告また、ケンブリッジ大学の商用化部門であるCambridge Enterpriseとオーストラリア科学アカデミーがこの技術に関する特許を申請なお、この研究は、EUのHorizon2020のもとの欧州研究評議会(ERC)とオーストラリア科学基金から一部支援を受けた

出典

<https://www.cam.ac.uk/research/news/new-approach-to-cosmic-magnet-manufacturing-could-reduce-reliance-on-rare-earths-in-low-carbon>

【その他】ROMEOプロジェクトは、軽希土類元素を使用する磁石の特性を改善する研究開発、およびレアアースフリー磁石の開発を実施した



ヨーロッパ・ステファン研究所：ROMEOプロジェクト

主体	ヨーロッパ・ステファン研究所(INSTITUT JOZEF STEFAN)(スロヴェニア)が主導
時期	2012年12月1日～2015年11月30日
内容	<p><u>ROMEO(Replacement and Original Magnet Engineering Options)プロジェクト</u></p> <ul style="list-style-type: none">目的<ol style="list-style-type: none">軽希土類元素を使う磁石の特性(特に保磁力)を改善する、微細構造工学の研究開発レアアースを全く含まない磁石の開発諮問委員会を通し、日米が支援チームは、環境効率の高い生産に焦点を当てた製造戦略を評価し以下のトピックを検討<ul style="list-style-type: none">焼結と金属形成、ポリマー結合磁石の製造、ネット形状加工とリサイクル研究結果<ul style="list-style-type: none">上記1. 2. それぞれにおいて、以下のような成果が得られた<ol style="list-style-type: none">については、一定の成果が見られた<ul style="list-style-type: none">従来の技術では約10-11 wt%のDyを使用するが、研究の結果、Dyが0.6 wt%の技術を開発重希土類の減少により、コストを40%削減(2015年の物価に基づく)さらに、磁石の保磁力は以前の結果と比較して大幅に増加については、(具体的な成果について言及がなかったため)目立った成果が得られなかったと思料プロジェクト総額は約548万ユーロ(EUの支援額は約398万)

出典

<https://cordis.europa.eu/project/id/309729>

<https://crds.jst.go.jp/dw/20150403/201504035188/>

【その他】PASSENGERプロジェクトは、磁石生産のバリューチェーン全体をカバーし、持続可能な永久磁石の代替モデルの開発に取り組んでいる



IMDEA NANOCIENCIAなど20機関：PASSENGERプロジェクト

主体	IMDEA NANOCIENCIA(スペイン)が主導 スペイン、オーストリア、イタリア、スロベニア、ドイツ、フランス、ギリシャ、英国の8カ国からの20の機関で構成
時期	2021年5月1日～2025年4月30日(現在継続中)
内容	<p>PASSENGER(Pilot Action for Securing a Sustainable European Next Generation of Efficient RE-free magnets)プロジェクト</p> <ul style="list-style-type: none">同プロジェクトは基礎研究からハイテク最終製品の生産まで、磁石生産のバリューチェーン全体をカバー永久磁石製造、合金製造、粉末製造、電気モータ、エコデザイン、製品/プロセスの標準化に携わる欧州の主要産業、学術界のリーダー、協会が参加EIT RawMaterialsはパートナーとしてプロジェクトに参加し、磁石生産のバリューチェーンとサーキュラーエコノミーに関する専門知識を提供目的：永久磁石の原料がレアアースに依存しているという問題を解決するための、持続可能な永久磁石の代替モデルの開発 <p>3つの主要なパイロットアクション</p> <ul style="list-style-type: none">➤ MnAlC磁石による置換(以下、手順)<ol style="list-style-type: none">1. MnAlC粉末の製造：鋳造合金の製造とガスマトマイズ技術2. ボンディング技術のためのMnAlC系化合物の作製3. Mn-Al-Cボンド磁石の作製4. Mn-Al-C完全高密度磁石の作製5. Mn-Al-C焼結磁石の作製➤ 従来のレアアース磁石に代わる、Srフェライト磁石による代替(以下、手順)<ol style="list-style-type: none">1. 改良型フェライト粉末の作製2. ボンディング技術のためのフェライト系化合物の作製3. 改良型フェライトボンド磁石の作製4. 完全高密度改良型フェライト磁石の作成5. 改良型フェライト焼結磁石の作製➤ 新開発レアアースフリー磁石(PASSENGER磁石)の統合と検証<ol style="list-style-type: none">1. ギアボックスおよびアクチュエータにおけるPASSENGER磁石の実装2. e-スクーター、e-バイク、e-バイクのPASSENGER磁石による完全代替3. eカーにおけるPASSENGER磁石による代替： センシング、ギアシフト、ドライブバイワイヤおよびブレーキバイワイヤ、アクティブサスペンションコントロール、ヘッドライトのレンジ調整およびバッテリー管理4. ポンプモータの回転子のPASSENGER磁石による置換 <ul style="list-style-type: none">プロジェクト総額：約1,130万ユーロ(約890万ユーロ)

出典

<https://cordis.europa.eu/project/id/101003914>

<https://passenger-project.eu/pilot-plants/>

<https://eitrawmaterials.eu/eit-rawmaterials-joins-passenger-project-aiming-to-produce-rare-earth-free-permanent-magnets/>

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

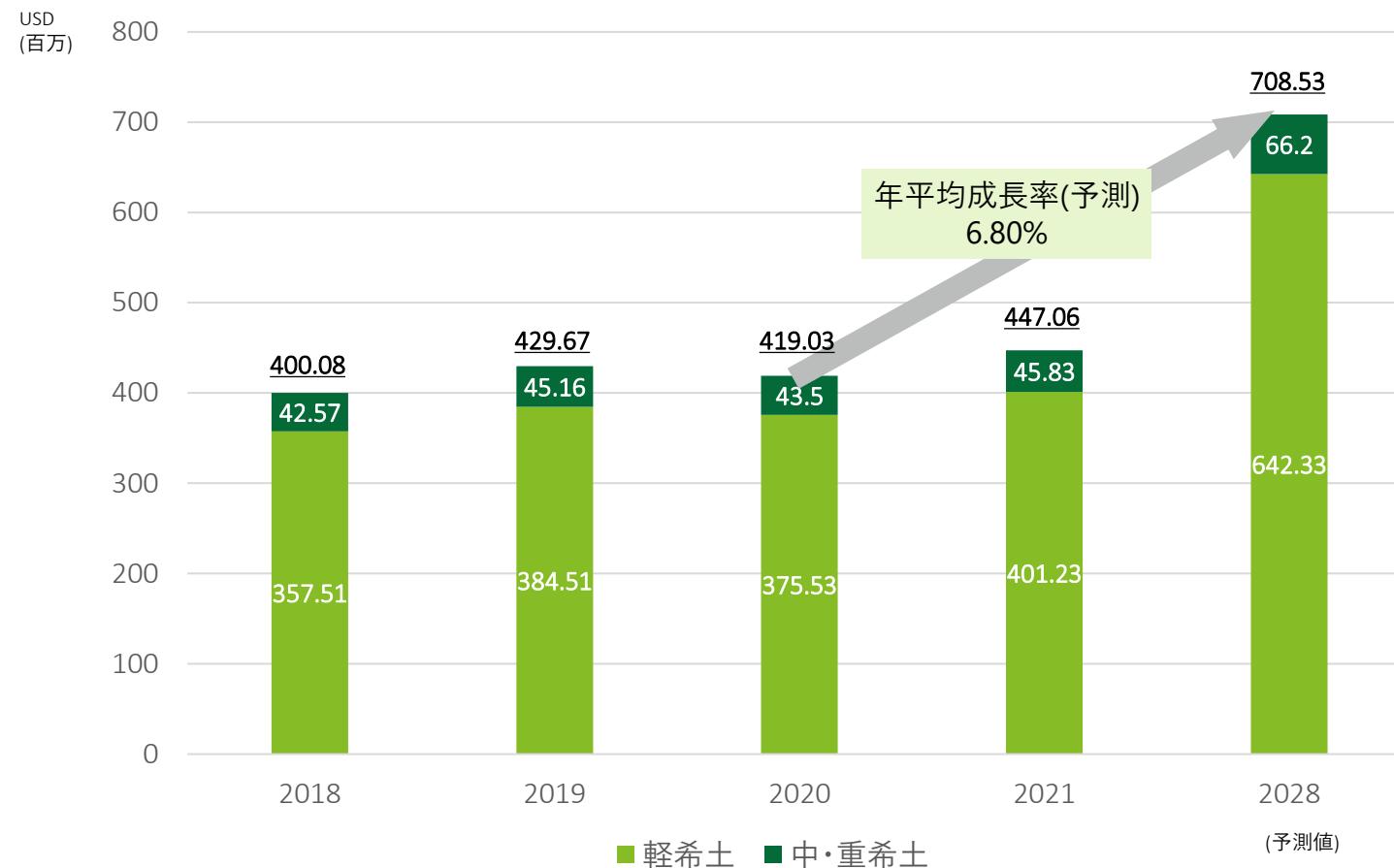
4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

世界のレアアースリサイクル市場は2020→2028にて、年平均成長率6.80%の伸びが見込まれている

世界のレアアースリサイクル市場



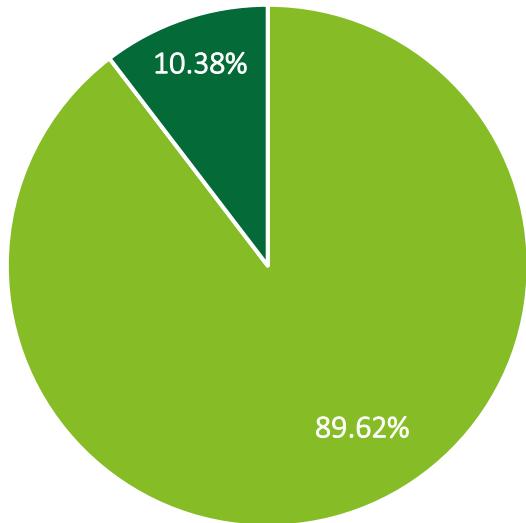
- 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土 : Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

世界のレアアースリサイクル市場の約89%を軽希土が占め、
将来においても内訳に大きな変化がないと予想されている

世界のレアアース種類ごとのレアアースリサイクル市場

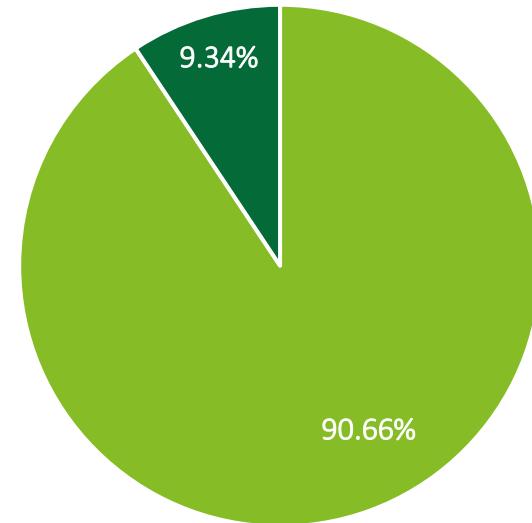
リサイクル市場の種類別内訳(2020)



■ 軽希土 ■ 中・重希土

- 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土 : Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

リサイクル市場の種類別内訳(2028)



■ 軽希土 ■ 中・重希土

中国のリサイクル市場はアメリカや欧州に比較すると小さいが、 今後、高い成長が予測されている



中国のレアアース種類ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
軽希土類	30.82	33.95	33.95	37.14	69.44	9.35
中・重希土類	3.72	4.05	3.99	4.31	7.27	7.77
合計	34.54	38.00	37.95	41.44	76.71	9.20

中国の製品ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
永久磁石	9.13	10.15	10.25	11.31	22.50	10.32
触媒	5.64	6.14	6.07	6.57	11.29	8.05
ガラス	2.27	2.48	2.46	2.67	4.73	8.51
セラミック	1.82	2.00	1.99	2.16	3.90	8.79
蛍光	2.18	2.41	2.41	2.63	4.93	9.37
合金製造	6.64	7.35	7.38	8.11	15.60	9.81
その他	6.86	7.47	7.39	7.99	13.75	8.07
合計	34.54	38.00	37.95	41.44	76.71	9.20

- 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土 : Eu, Gg, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

日本のレアアースリサイクル市場は他国に比較すると小さく、成長率の予測も低い



日本のレアアース種類ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
軽希土類	9.60	10.32	10.07	10.74	16.70	6.51
中・重希土類	1.12	1.18	1.14	1.20	1.68	4.92
合計	10.72	11.51	11.21	11.93	18.37	6.36

日本の製品ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
永久磁石	2.85	3.09	3.04	3.28	5.42	7.45
触媒	1.73	1.83	1.77	1.86	2.66	5.23
ガラス	0.68	0.72	0.70	0.74	1.09	5.66
セラミック	0.57	0.61	0.59	0.63	0.94	5.96
蛍光	0.66	0.70	0.69	0.73	1.14	6.53
合金製造	2.01	2.17	2.13	2.28	3.65	6.96
その他	2.23	2.37	2.29	2.41	3.46	5.31
合計	10.72	11.51	11.21	11.93	18.37	6.37

- 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土 : Eu, Gg, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

アメリカのレアアースリサイクル市場は大きく、今後も成長が予測されている



アメリカのレアアース種類ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
軽希土類	99.01	106.49	104.00	111.12	177.91	6.96
中・重希土類	12.09	12.83	12.36	13.02	18.85	5.43
合計	111.09	119.31	116.36	124.14	196.76	6.80

アメリカの製品ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
永久磁石	29.28	31.80	31.35	33.80	57.57	7.90
触媒	18.00	19.14	16.48	19.52	28.73	5.68
ガラス	7.04	7.52	7.28	7.72	11.69	6.10
セラミック	6.05	6.48	6.29	6.69	10.33	6.40
蛍光	6.71	7.22	7.05	7.54	12.08	6.98
合金製造	21.41	23.12	22.68	24.33	40.08	7.39
その他	22.60	24.04	23.23	24.54	36.28	5.74
合計	111.09	119.31	116.36	124.14	196.76	6.80

- 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土 : Eu, Gg, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

アメリカでは新たなリサイクル技術の開発が国や企業によって進んでいる



アメリカのリサイクル関連技術動向

- ハードディスクや携帯電話に含まれる磁石から希土類物質の97%を回収する技術(アメリカ)
 - 2018年、Momentum Technologiesとテネシー州にあるオークリッジ国立研究所 (ORNL) の材料科学技術部門が開発
 - エネルギー省のORNLで開発された技術は、中空糸膜、有機溶媒、中性抽出剤を組み合わせて希土類元素を回収
 - 現在、米国では使用済みハードディスクの35%がデータセキュリティ上の懸念からシュレッダーで裁断
 - これらのドライブをリサイクルすることで、年間約1,000メートルトンの磁石材料を回収できる可能性あり
- 細断したハードディスクドライブから希少元素を溶解・回収し、磁石を酸を使わずにリサイクルする技術(アメリカ)
 - アイオワ州にあるエネルギー省のエイムズ研究所が開発
 - 研究所ではレアアースを代替するプロジェクトや、より環境に優しい新しい回収方法を見つけるプロジェクトに取り組む

欧州全体のレアアース地域別リサイクル市場は他の地域に比べると成長率が低い



欧州のレアアース種類ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
軽希土類	158.08	163.35	158.28	167.76	253.51	6.08
中・重希土類	18.10	19.05	18.20	19.02	25.92	4.52
合計	171.17	182.39	176.47	186.78	279.43	5.92

欧州の製品ごとのリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
永久磁石	45.83	49.36	48.28	51.64	82.94	7.00
触媒	28.02	29.56	28.32	29.67	41.25	4.82
ガラス	10.72	11.35	10.92	11.48	16.40	5.23
セラミック	9.21	9.78	9.43	9.94	14.50	5.54
蛍光	10.46	11.16	10.82	11.47	17.36	6.10
合金製造	32.19	34.50	33.58	35.75	55.65	6.53
その他	34.75	36.67	35.14	36.83	51.33	4.86
合計	171.17	182.39	176.47	186.78	279.43	5.92

- 軽希土：La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
- 中・重希土：Eu, Gg, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

欧州において、ドイツの市場シェアが最も大きい



欧州国別のリサイクル市場

種類	リサイクル市場規模(M USD)					CAGR(%) (2021-2028)
	2018	2019	2020	2021	2028(予測値)	
ドイツ	30.31	32.79	32.21	34.61	57.12	7.42
ロシア	27.22	28.95	27.95	29.53	43.60	5.72
イギリス	28.29	29.95	28.79	30.28	43.25	5.23
イタリア	17.97	19.17	18.56	19.67	29.60	6.02
フランス	22.98	24.59	23.89	25.39	39.07	6.35
北欧諸国(5か国)※2	10.69	11.34	10.94	11.53	16.80	5.53
その他のヨーロッパ	33.72	35.60	34.13	35.78	49.99	4.89
合計	171.17	183.39	176.47	186.78	279.43	5.92

- ドイツの市場シェアが最も大きく、2021年で18.52%を占める

・ 軽希土 : La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm

・ 中・重希土 : Eu, Gg, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y

※1 GLOBAL RARE EARTH RECYCLING MARKET RESEARCH REPORT

※2 デンマーク、スウェーデン、ノルウェー、フィンランド、アイスランド

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

自動車OEM各社は、省レアアースやレアアースフリーのモータ用磁石やモータの開発、モータ磁石からのリサイクル技術開発、レアアース採掘企業との連携等を行っている

自動車OEMにおけるトピックスまとめ(1/2)

地域	企業名	トピックス
日本	トヨタ	<ul style="list-style-type: none">2018年2月 モータ用新型磁石「省ネオジム耐熱磁石」を開発^{※1}<ul style="list-style-type: none">➢ Tb、Dyを使わず、Ndの一部をLaやCeに置き換え、Ndの量も削減➢ Ndを最大50%削減しても、磁力・耐熱性の悪化を抑制できる新技術を採用➢ 今後は搭載する自動車での適用評価を進めると同時に、低コストで安定した生産をするための研究を進める
	日産	<ul style="list-style-type: none">2021年9月 電動車用のモータ磁石からレアアース化合物を高純度で効率よく回収するリサイクル技術を共同開発^{※2}<ul style="list-style-type: none">➢ 2017年より早稲田大学と共同で、同校の大型炉設備を使用し、研究を開始➢ 2019年度には高温で融体を取り扱う「乾式精錬法」により、モータを解体することなく高純度のレアアース化合物を効率よく回収する技術を確立➢ 実験ではモータに使用されたレアアースの98%を回収することが確認されている➢ 今後の実用化を目指した実験を続けると同時に、使用済み電動車に搭載されたモータを回収し、リサイクルするスキームの構築を進める2022年に発売された「アリア」に巻線界磁型同期モータ(EESM)を採用^{※3}<ul style="list-style-type: none">➢ ローターに永久磁石の代わりに界磁用コイルを使用したモータ
	Honda	<ul style="list-style-type: none">重希土類完全フリー磁石をハイブリッド車用モータに採用^{※4}<ul style="list-style-type: none">➢ 大同特殊鋼が磁石生産において熱間加工法の技術をさらに進化させ、同社が駆動モータ開発の経験を活かし、磁石形状を見直すなど、共同で開発を進めた➢ その結果、重希土類を全く使用せずに、ハイブリッド車用駆動モータに適用可能な高耐熱性、高磁力を実現したネオジム磁石を初めて実用化➢ Hondaはこの磁石に合わせた新しいモータを設計した➢ 2016年、小型ハイブリッド車「FREEED」に採用➢ 2018年、中型ハイブリッド車「インサイト」に採用➢ 今後は随時、生産拡大を図っていく方針

※1 <https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/21137873.html>

※2 <https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/210903-01-j>

※3 <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/06971/>

※4

<https://www.honda.co.jp/news/2016/4160712.html>

https://www.daido.co.jp/about/release/2018/1226_neodymium.html

自動車OEM各社は、省レアアースやレアアースフリーのモータ用磁石やモータの開発、モータ磁石からのリサイクル技術開発、レアアース採掘企業との連携等を行っている

自動車OEMにおけるトピックスまとめ(2/2)

地域	企業名	トピックス
アメリカ	GM	<ul style="list-style-type: none">2021年9月、アメリカにおけるレアアース磁石の一貫したサプライチェーンの発展のためMP Materialsと長期契約を締結^{※1}<ul style="list-style-type: none">MP Materialsは電動機用の希土類材料、合金、および完成磁石を供給し、2023年から段階的に生産を開始する予定2021年12月、Vacuumschmelzeと共同でEV車の電気モータに使用される永久磁石の製造工場をアメリカに建設することを発表^{※2}<ul style="list-style-type: none">2024年に生産を開始する予定持続可能なEV製造のバリューチェーン構築に向けた一步になる完成した磁石はGMのバッテリープラットフォーム「Ultium」を搭載したEV用モータを製造する施設に納入される
欧州(ドイツ)	Audi	<ul style="list-style-type: none">2018年内に量産する電気自動車の駆動モータに永久磁石を使わない新開発の誘導モータを採用^{※3}
欧州(フランス)	Renault SA	<ul style="list-style-type: none">Renault SA、Valeo、Valeo Siemens eAutomotiveの3社は、フランスで、次世代自動車用電気モータの開発、製造を行うための提携を発表<ul style="list-style-type: none">ルノーは永久磁石を使用しない巻線界磁型同期モータ(EESM)の開発・製造を行うValeoとValeo Siemens eAutomotiveは同線の組み立てに関する同社の専門知識に基づいた固定子の開発と生産を行う^{※4}3社は2027年から、世界で初めて永久磁石を使用しない、出力200kWの電気モータの量産を行う2025年までに発売される新規電気自動車に巻線界磁型同期モータ(EESM)を採用^{※5}<ul style="list-style-type: none">ローターに永久磁石の代わりに界磁用コイルを使用したモータ

※1 <https://investors.mppmaterials.com/investor-news/news-details/2021/General-Motors-and-MP-Materials-Enter-Long-Term-Supply-Agreement-to-Scale-Rare-Earth-Magnet-Sourcing-and-Production-in-the-U.S/default.aspx>

※2 <https://investors.gm.com/news-releases/news-release-details/general-motors-and-vacuumschmelze-vac-announce-plans-build-new>

※3 <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/00451/>

※4 <https://www.valeo.com/en/renault-group-valeo-and-valeo-siemens-eautomotive-join-forces-to-develop-and-manufacture-a-new-generation-automotive-electric-motor-in-france/>

※5 <https://motor-fan.jp/genroq/article/11422/>

4. 業界調査：その他関連トピックス

4-1. バージン材の精製

4-2. リサイクル

(前処理(物理処理)、後処理(化学処理))

4-3. レアアースフリー

4-4. リサイクル市場の動向

4-5. 自動車OEMの動向

4-6. モーターの種別

PMモータとは、ACモータのうちの同期モータで、ロータ部分に永久磁石を使用するものであり、高効率と小型という特徴をもつ

モーター種別まとめ(1/2)

PMモータとは

- モータに交流通電するAC(Alternative Current)モータのうちの同期モータで、さらにロータ(回転子)部分に永久磁石(Permanent Magnet)を使用するもの
- 回転子はかご型誘導電動機と同じ構造で、磁石を内蔵し、同期電動機の性能を発揮する
- 商用電源で指導可能で、かつ周波数に同期して運転できるため、エンコーダなどのフィードバック制御無しで高精度な速度制御が容易にできる

特徴

- 高効率
 - 回転子に永久磁石を使用することによって2次銅損がなくなるため、効率があがる
 - 誘導モータのように回転子に2次電流が流れない構造のため、回転子にロスが発生せず、省エネ
- 小型
 - 小型化が可能

2つのタイプ^{※1}

- SPM(Surface Permanent Magnet)(磁石表面貼付)と、IPM(Interior Permanent Magnet)(磁石内部埋込)の2つがある

■特徴の比較

回転子構造(断面図)	PMモータ		
	SPMモータ	IPMモータ	
誘導モータ	回転子の表面に磁石を貼り付ける	回転子の中間に磁石を埋め込む	
原理	回転子に電流が流れ、回転磁界速度よりスリップ速度だけ遅れて回転。	磁石トルクだけが発生し、回転子は回転磁界と同一速度で回転。	
体積	同期モータより2~3倍以上大	超小	小
効率・力率	○	○	○
回速	○	○(サーボの場合は○)	○
最大トルク	○	○(サーボの場合は○)	○
トルク成分	誘導	磁石	磁石とリラクタンス
当社例: シリーズ名 と容量範囲	汎用モータ (200W~5000kW) V1000piccモータ ECOiPMモータ (0.4kW~15kW)	Σ-7シリーズ サーボモータ (3.3W~15kW) V1000piccモータ (0.1kW~0.75kW) ECOiPMモータ (0.4kW~15kW)	SS5モータ (0.4kW~300kW) SS7モータ (0.75kW~630kW)

○: 極い ●: 非常に高い

※1 https://www.e-mechatronics.com/mailmgzn/backnumber/202109_2/mame.html

PMモータとは、ACモータのうちの同期モータで、ロータ部分に永久磁石を使用するものであり、高効率と小型という特徴をもつ

モーター種別まとめ(2/2)

PMモータとは

- PM(Permanent Magnet)モータは、**永久磁石を使用したモータ**
- 永久磁石(PM)の研究開発とともに、発展
 - 1930年代にアルニコ磁石(アルミニウムAl、ニッケル Ni、コバルトCoなどを原料とする鋳造磁石)が開発されると、これを応用したハイブリッド型ステッピングモータが作られた
 - 同じ1930年代にフェライト磁石が開発されると、DCモータやブラシレスDCモータが作られた
 - 1960年代になると希土類系磁石が開発され、ACサーボモータが作られた
- このように、強い永久磁石が開発されるたびに、その特性を生かすPMモータが開発されてきた
- PMモータという言葉は、その時代で最も一般的な種類のPMモータを示す。
- 近年ではPMモータというと、**インバータで正弦波電流駆動される永久磁石同期モータ(PMSM、Permanent Magnetic Synchronous Motor)**を指す

※1 <https://technote.ipros.jp/entry/basic-motor6/>

日本の電気機器メーカー各社は、省資源や軽量化、効率性の高さなど様々な仕様のモータを開発・製造・販売している

安川電機

エコPMモータ フラットタイプ

- モータ長を大幅に短縮したウルトラフラットにより、機械の小型化に貢献
- 世界最高IE5レベルを実現した効率の高さ
- 全容量ファンレスで騒音値を低減

カーボンニュートラルに貢献する
次世代ウルトラ技術

IE減トルクモータ SS7シリーズ(センサレス)

- モータ損失電力の削減によるCO2排出量の低減(省エネ)
- IE4に迫る高効率
- 小型化、省資源に貢献、軽量化も実現

日立産機システム

IE4シリーズ

- 誘導モータをPMモータ+インバータに置き換えることで消費電力が低減し、CO2排出量、電力料金を削減可能
- モータ単体でIE4相当を超える効率の高さ

IE3シリーズ

- 小型・軽量で省スペースを追求
 - 小型：容量比50%
 - 軽量：質量比40%
- モータ単体でIE3相当を超える効率の高さ

アモルファスマータ

- アモルファスマタルを採用することで、さらに鉄損と電流損を低減し、高効率を実現。高透磁率特性を利用しトルクを増量。IE5相当を実現。
- 世界最高IE5レベルを実現した効率の高さ
- アモルファスマタルをモータの鉄芯に使用し、2つのロータを持つ構造を採用。磁力を有効活用することで希土類磁石を採用せず、省スペースを実現

※1 <https://www.e-mechatronics.com/product/motor/ez/index.html>

※2 <https://www.hitachi-ies.co.jp/products/motor/ecoheart/ie3.html>

PMモータはEV車やHV車などの自動車、電車などの鉄道車両、エアコンや冷蔵庫などのインバータ駆動の家電製品等、幅広く使用されている

まとめ

現状の主たる用途

- EV車、ハイブリッドカー
 - エレベーター
 - 電車などの鉄道車両
 - 油圧ポンプ※1
 - 自動車試験機
 - インバータ駆動の家電製品(エアコン、冷蔵庫、洗濯機など)
- など

※鉄道分野での利用

- 東芝が主制御装置とセットで推進していることから、同社と取引のある鉄道会社で導入が進んでいる※2
- 2006年から実用化
- 導入会社例
 - 東京メトロ
 - 日本貨物鉄道
 - SMRT
 - 釜山交通公社

※1 https://www.e-mechatronics.com/mailmgzn/backnumber/202109_2/mame.html

※2 <https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/railway/rolling-stock/pmsm.html>

5. 研究会結果のご報告

5-1. 研究会の実施要項

5-2. 研究会で得られた課題サマリー

研究会では、『自動車駆動モーター』のサプライチェーンに関するご知見者様にご参加頂き、各社様がお持ちの課題感の共有を最重要目的と設定し、これを実施した

研究会の実施概要

1) 実施日時

- ・ 2023年2月9日(木)、14:00～17:00
- ・ Teams-オンラインMTG形式

2) 本研究会の目的

- ・ 昨今**希土類元素**は、地政学的観点を始めとした様々な原料調達リスクがあるにも関わらず、EV向けネオジム磁石を始めとした、**需要の大幅増**が見込まれている
- ・ よって日本国として、**サプライチェーンリスク低減**に対する**打ち手を講ずる必要**がある
- ・ サプライチェーン全体の問題であるため、**原料製造／製品製造／リサイクルといった、各種知見・課題の横断的な共有**と、**全体最適化**を見据えた**打ち手**が重要となる
- ・ ここで、製品軸における全業種で議論することは現実的に困難であるため、本研究会では、**最大需要となる自動車駆動モーター**にフォーカスした
- ・ 来年度以降、**引き続き本研究会を通じた意見交換**を実施の上、サプライチェーンリスクの低減に留まらず、日本に強みが具備されるような仕組み作りについて、その打ち手を考察する

3) 本研究会の具体的な進め方

- ・ 学術知見者様、サプライチェーン関係者様に、それぞれ事前に以下A), B)をご準備頂いた
 - A) 課題感やご懸念を持たれている、貴社の領域
 - B) 当該領域における課題・ご懸念の概要
- ・ ご準備頂いた上記内容を、5分程度でご発言頂き、**研究会メンバー内での課題共有を最重要目的**と設定した

4) 研究会ご参加者様※

- I. 学術知見者様
- II. 自動車駆動モーターのサプライチェーン関係者様
 - 磁石メーカー
 - 自動車メーカー
 - モーターメーカー
 - リサイクル事業者
- III. 運営
 - 経済産業省、
デロイトトーマツ コンサルティング合同会社

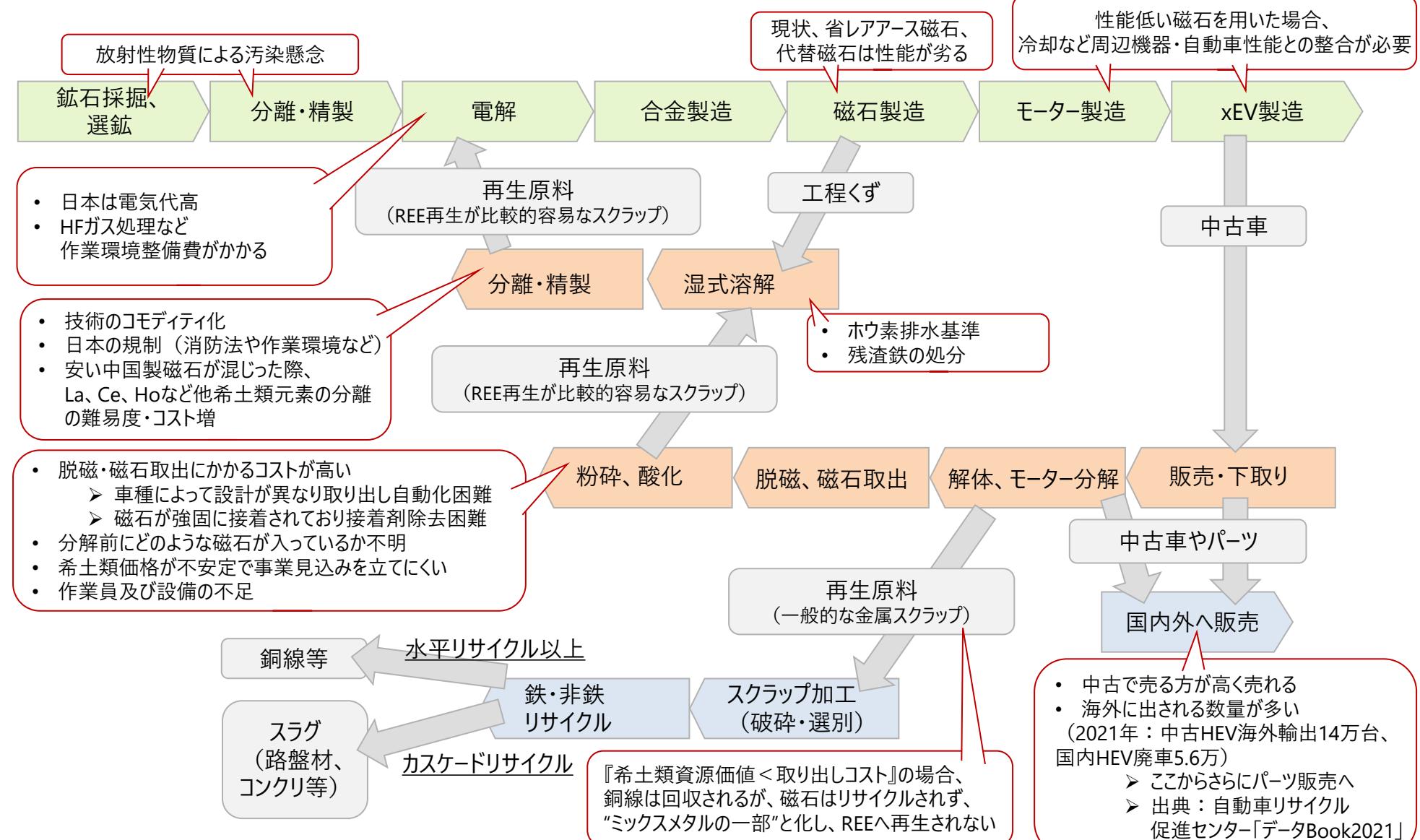
参考)【研究会：討議用叩き台資料】REEサプライチェーンの課題仮説

- ✓ レアアースフリー等、他元素代替の磁石は、需要に対し十分となる機能を有していない
- ✓ リサイクルプロセスが未成熟であり、経済合理性を満たしていない
- ※ 下記図は最終製品 = REE磁石モーターにフォーカスし言及

凡例：プロセス

モノ

課題仮説



5. 研究会結果のご報告

5-1. 研究会の実施要項

5-2. 研究会で得られた課題サマリー

頂戴したご発言より課題抽出。結果、『SC横断の取り組み』、『バージン・リサイクル原料の確保』、『技術開発』、『性能・リサイクル易化とコストのトレードオフ』の4点が特に重要なイシューであると思料

研究会の振り返り：サプライチェーン関係者様の課題感のまとめ

主要イシュー	主要イシュー毎における今後考察すべき主な問い合わせ
『SC横断の取り組み』	サプライチェーン横断／国横断にて、相互強化の関係が築けるか？
『バージン・リサイクル原料の確保』	バージン原料確保チャネルは複数あるか？
	リサイクル原料確保チャネルは複数あるか？
	リサイクル原料が海外に流出しない手立て（コスト競争力／政府レベルでの規制等）は？
『技術開発』	レアアースフリー磁石の開発・実現はどれほどか？期待されるゴールは？
	リサイクル技術の開発・実現はどれほどか？期待されるゴールは？
『性能低下・リサイクル易化 vs コストのトレードオフ』	レアアースフリーに伴う性能低下等に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？
	リサイクル易化(分解性向上等)に伴う性能低下等に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？
	レアアースフリー／リサイクル易化に伴うコスト増に関し、製品製造・ユーザーは理解を示すか？

二次利用未承諾リスト

報告書の題名	令和4年度産業経済研究委託事業（我が国磁石産業の持続的発展に向けた調査事業）～最終報告書～
委託事業名	令和4年度産業経済研究委託事業（我が国磁石産業の持続的発展に向けた調査事業）
受注事業者名	デロイトトーマツコンサルティング合同会社

頁	タイトル
107	参考：JOGMEC資料より抜粋
108	参考：Australia CRITICAL MINERALS STRATEGYより抜粋
132	福岡県 レアース回収・再資源化共同プロジェクトに参加
137	信越化学工業のトピックス
139	希土類リサイクル
219	JOGMEC資料より
221	ノースウェスト(NT)準州におけるNechalacho レアースプロジェクト
229	ブリティッシュコロンビア(BC)州Wicheada レアースプロジェクト
231	重要希土類元素地区(Critical Rare Earth Element: CREE)
237	ISR(Innord's Separation of REE)技術
251	参考) Pensana Plcの描くバリューチーン
284	MagREEsouceのトピックス
308	NT準州Nolans レアースプロジェクト(1/2)
323	ニューサウスウェールズ(NSW)州におけるDubbo Project
356	LanMを用いた分離抽出プロセスの流れ
364	使用済みハイブリッド自動車駆動用モータのリサイクルフロー
365	リサイクルプロセス
366	同社が開発したネオジム磁石リサイクル実証設備
367	ネオジム磁石を取り出すフロー図
368	ネオジム磁石を取り出すフロー図
369	ネオジム磁石回収装置全体像
370	廃家電エアコンのコンプレッサからのネオジム磁石回収フロー
372	HDDからのネオジム磁石分離回収システム
373	エアコンコンプレッサからのネオジム磁石分離回収システム
374	3社の役割
375	レアース磁石のリサイクルおよびリユースの工程
377	パナソニック、エコテクノロジーセンター株式会社：エアコンコンプレッサのモータからネオジム磁石を回収する技術の概要図
379	レアース回収の体制図
380	HDDからネオジム磁石を回収するプロセス

頁	タイトル
382	レアースの回収イメージ図
384	処理フロー図
385	トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリング：使用済みニッケル水素二次電池を再利用する技術
386	トヨタ自動車、住友金属鉱山、豊田ケミカルエンジニアリング：使用済みニッケル水素二次電池を再利用する技術の概要図
388	大脇商店、シーエムシー技術開発株式会社：磁石スクラップからレアースをシウ酸塩または酸化物として回収する技術の概要図
389	プロテリアル、日本重化学工業：炭素還元法による、磁石スラッジからの希土類リサイクル技術
391	シーエムシー技術開発、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所：エマルジョンフロー法に基づく分離精製技術の概要図
393	エマルジョンフロー法の概要
395	東芝：使用済み産業用モータからレアースを選択的に回収し、リサイクル磁石を製造する技術の概要図
402	Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術の概要図
403	Idaho National Laboratory、Colt Refining & Recycling, Inc.、Quantum Ventura, Inc.：電子廃棄物からの希土類回収技術の概要図
404	レアースのリサイクル工程
408	EUのレアースリサイクルプロジェクト(2/2)：SOLCRIMETの概要図
412	磁石一覧(参考)
415	デンソー、東北大、筑波大：FeNi超格子磁石材料の高純度合成の概要図
422	東北大大学院工学研究科、東芝：少ないレアースでネオジムボンド磁石と同等の磁力を持つSmFe系等方性ボンド磁石の開発
440	2つのタイプ