

今後の原子力政策について

令和4年2月24日

資源エネルギー庁

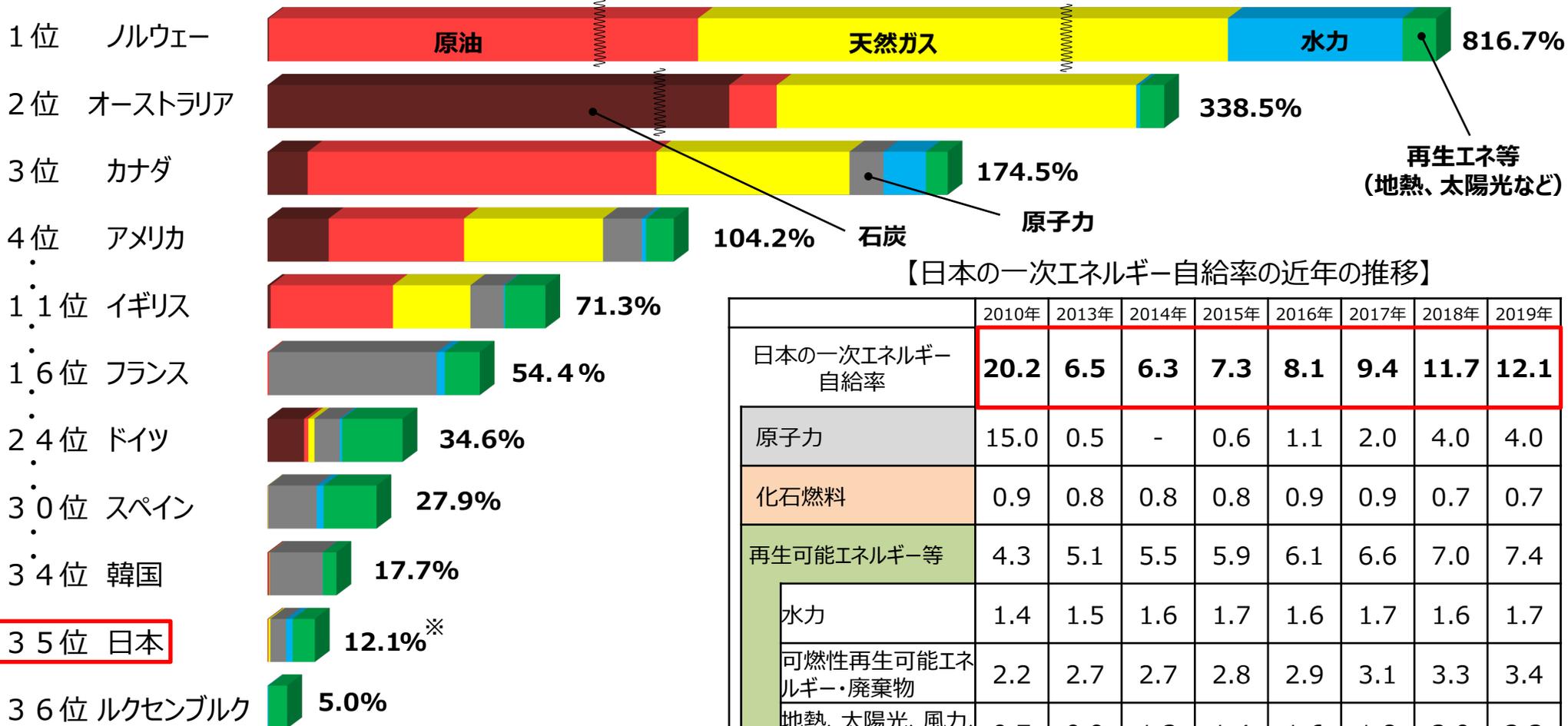
- 1. 国際的なエネルギー全体の動向**
2. 国際的な原子力の動向
3. 国内のエネルギー・電力全体の動向
4. 国内の原子力の動向
5. 第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）
6. 今後の議論に向けて

1 - 1 : 主要国の一次エネルギー自給率

● 日本は、震災前（2010年:20.2%）に比べて大幅に低下。OECD 36か国中、2番目に低い水準に。

※ IEAは原子力を国産エネルギーとして一次エネルギー自給率に含めており、我が国でもエネルギー基本計画で「準国産エネルギー」と位置付けている。

OECD諸国の一次エネルギー自給率比較（2019年）



【日本の一次エネルギー自給率の近年の推移】

	2010年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
日本の一次エネルギー自給率	20.2	6.5	6.3	7.3	8.1	9.4	11.7	12.1
原子力	15.0	0.5	-	0.6	1.1	2.0	4.0	4.0
化石燃料	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7
再生可能エネルギー等	4.3	5.1	5.5	5.9	6.1	6.6	7.0	7.4
水力	1.4	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7
可燃性再生可能エネルギー・廃棄物	2.2	2.7	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4
地熱、太陽光、風力、その他	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3

【出典】 IEA「World Energy Balances (2020 edition)」の2019年推計値

※日本のみ「総合エネルギー統計」の2019年確報値

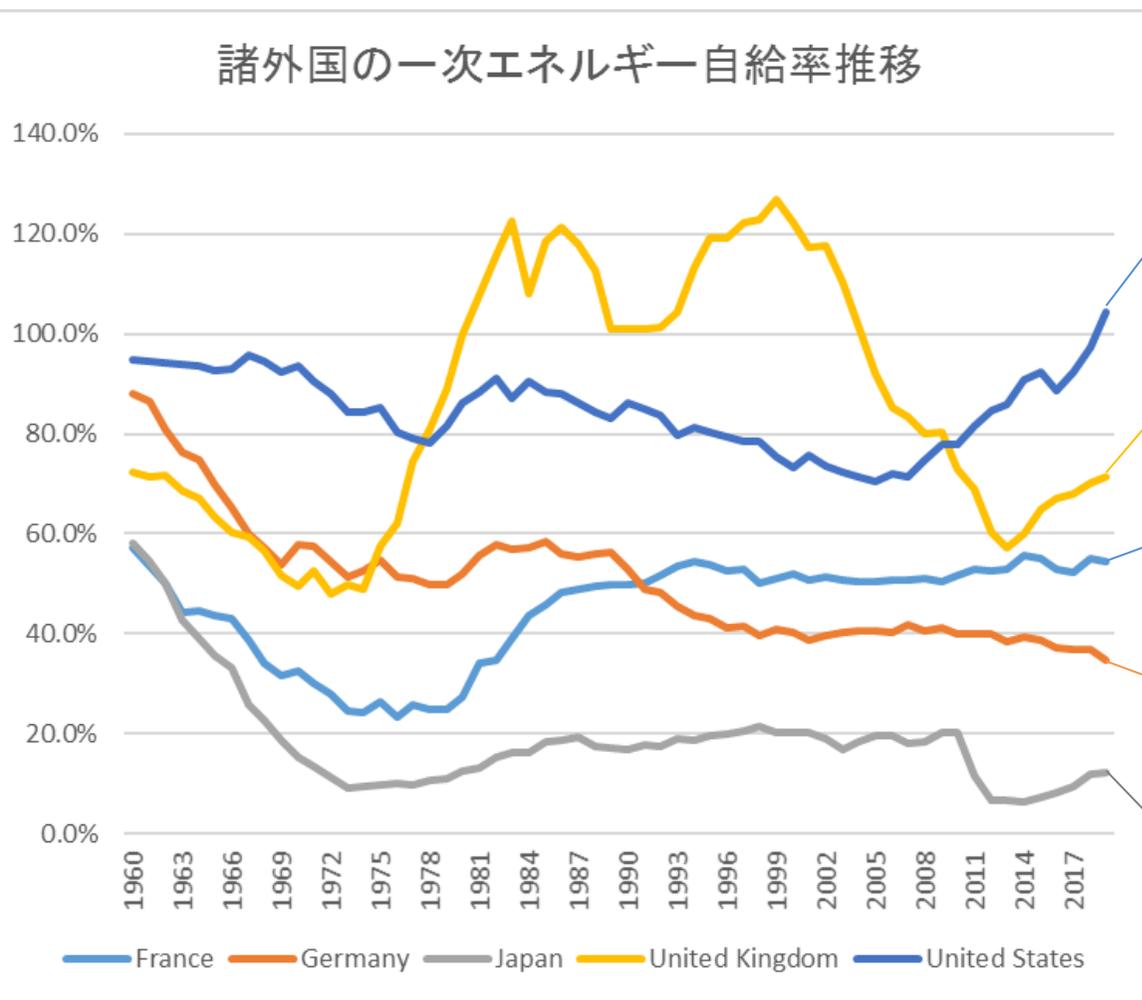
※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

【参考】主要先進国の一次エネルギー自給率の推移

- 我が国のエネルギー自給率は、東日本大震災後6%まで低下。足下では、再エネの導入拡大と原子力の再稼働により増加傾向であるものの、海外に比して依然低水準で推移。

各国の特徴

諸外国の一次エネルギー自給率推移



【アメリカ】

- ✓ シェールガス、シェールオイル生産でほぼ全てのガス・石油需要を自給

【イギリス】

- ✓ 北海油田の石油や風力発電・原子力の拡大により高い自給率

【フランス】

- ✓ 電源構成に占める原子力発電の割合は高いものの、その他の資源は輸入に依存

【ドイツ】

- ✓ 高い再エネ普及、石炭の国内生産、原子力発電の利用から一定の自給率

【日本】

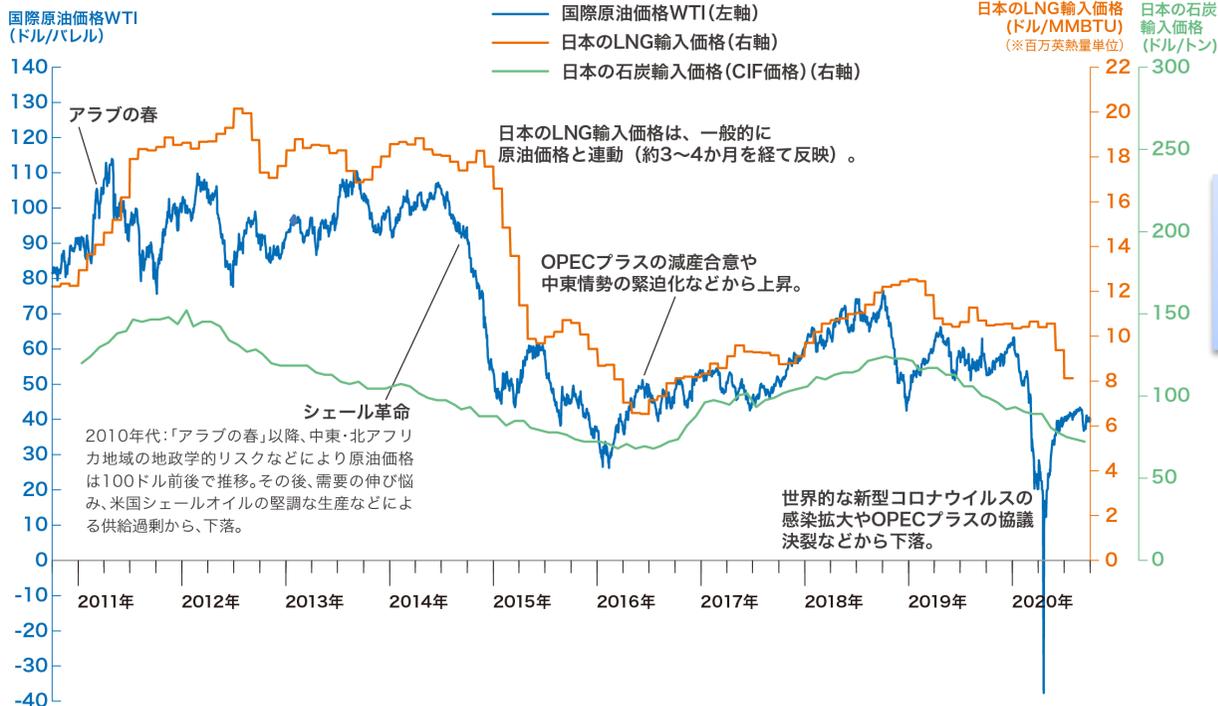
- ✓ 化石資源をほぼ全て海外に依存、再エネの利用は拡大も原子力発電の利用が進まず、極めて低い自給率

出所) IEAデータベースより資源エネルギー庁作成

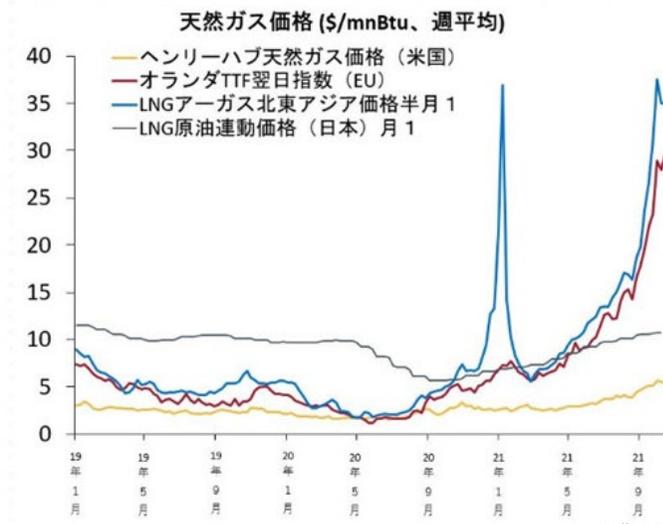
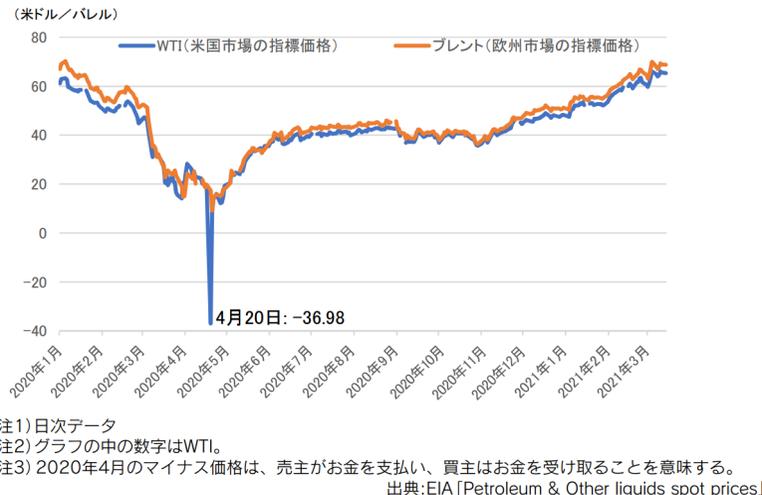
【参考】主要エネルギー資源価格の変動

- シェール革命での低落后、安定していた資源価格は、2020年に新型コロナウイルスの影響等で下落。
- しかし、足下では、コロナからの経済活動の復帰や地政学リスクの発生により価格は高騰しつつあり。

新型コロナウイルスによる経済活動の停滞・需要減退により、資源価格は低下へ



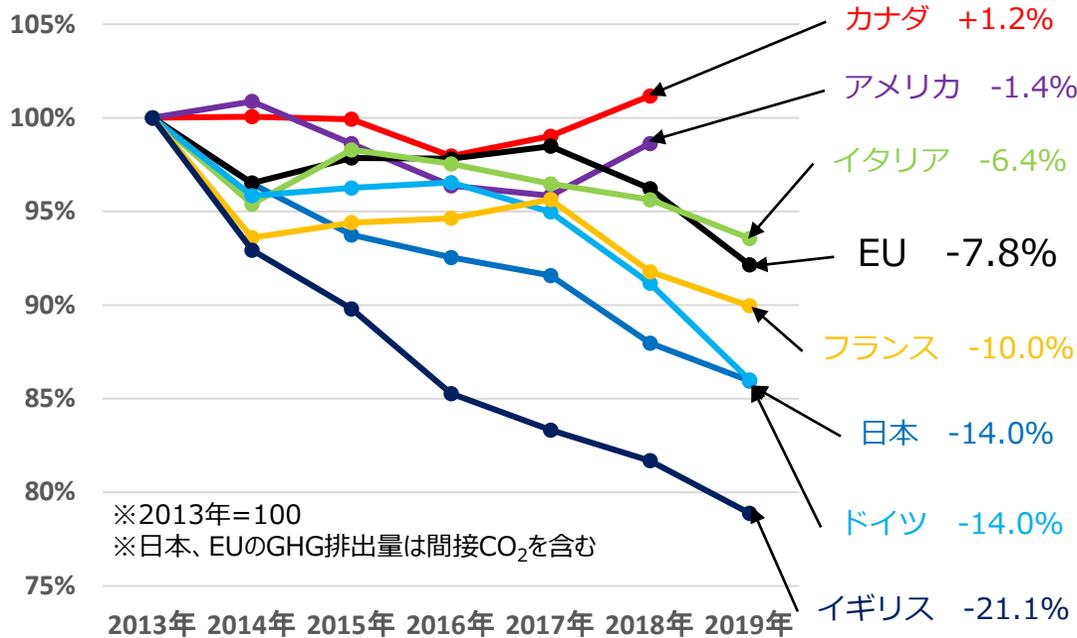
足下では、価格は反発・上昇へ



1 - 2 : 主要国の温室効果ガス排出量の推移

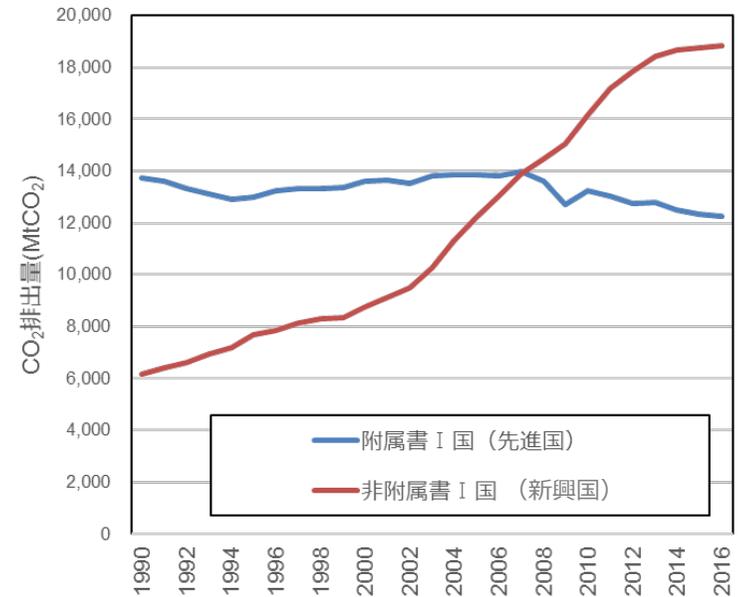
- 主要先進国の排出量は抑制傾向にある一方で、新興国の経済成長による排出量が大きく増加中。

主要先進国の温室効果ガス排出量の推移



	2013年 【億トン】	2014年 【億トン】	2015年 【億トン】	2016年 【億トン】	2017年 【億トン】	2018年 【億トン】	2019年 【億トン】	削減率[%] (2013→2019)
日本	14.1	13.6	13.2	13.0	12.9	12.4	12.1	▲ 14.0
カナダ	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.3	-	▲ 1.2
アメリカ	67.7	68.3	66.8	65.2	64.9	66.8	-	▲ 1.4
EU	39.2	37.8	38.3	38.3	38.6	37.7	36.1	▲ 7.8
イタリア	4.5	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	▲ 6.4
ドイツ	9.4	9.0	9.1	9.1	8.9	8.6	8.1	▲ 14.0
フランス	4.8	4.5	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	▲ 10.0
イギリス	5.7	5.3	5.1	4.9	4.7	4.7	4.5	▲ 21.1

世界全体の温室効果ガス排出量の推移



2000年から2010年までに
 附属書 I 国 ▲ 6億トン
 非附属書 I 国 +99億トン
 +93億トン

【出典】 IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2019

※非附属書 I 国 = 気候変動枠組条約 (FCCC) で規定される
 附属書 II 締約国 (OECD) + 移行期経済国 (旧ソ連、東欧諸国)

※アメリカとカナダの削減率は2013→2018

※ Greenhouse Gas Inventory Data (UNFCCC)、EEA「Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2019 and inventory report 2021」、環境省2019年度(令和元年度)の温室効果ガス排出量(確報値)より作成

1 - 3 : カーボンニュートラル (CN) を巡る動向

- 近年、期限付きカーボンニュートラル目標を表明する国地域が急増し、そのGDP総計は世界全体の約90%を占める（前回COP終了時には約26%）。
- こうした中、金融市場の動きも相まって、あらゆる産業が、脱炭素社会に向けた大競争時代に突入。環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結することに。

カーボンニュートラルの波

<期限付きCNを表明する国地域の急増>

COP25
終了時
(2019)

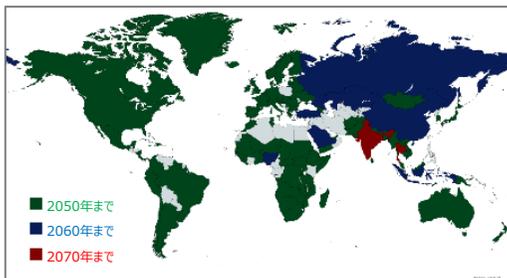
- 期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約26%を占める

COP26
終了時
(2021)

- 期限付きCNを表明する国地域は154、世界GDPの約90%を占める

(出所) World Bank, World Development Indicators, GDP (constant 2015 US\$)

(参考) COP26終了時点のCN表明国地域



金融機関の動き

<世界的なESG投資額の急増>

- 全世界のESG投資の合計額は、2020年に35.3兆ドルまで増加



(出所) GSIA「Global Sustainable Investment Review」

<企業情報開示・評価の変化>

- 企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」に対し、世界で2,616の金融機関等が賛同
- また、「TCFD」は、情報開示だけでなく、インターナル・カーボンプライシングの設定も推奨

産業界の対応

<サプライチェーン全体の脱炭素化>

- 国内外で、サプライチェーンの脱炭素化とそれに伴う経営全体の変容 (GX) が加速

海外

Microsoft	2030年まで
Apple	2030年まで

国内

リコー	2050年まで
キリン	2050年まで

カーボンニュートラル表明

<GX時代における新産業の萌芽>

- 商品価格・機能に加えてカーボンフットプリントが購買判断の基準になるような、消費行動の変容を促す新産業が発展
- また、脱炭素関連技術の開発・社会実装について、大企業のみならず、スタートアップが主導するケースも増加

環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代 (GX時代) に突入

【参考】諸外国における脱炭素化へ向けた目標

- 欧州は2050年に関する野心的なCO2排出削減目標を宣言（EU及び英国はカーボンニュートラルを目指す/義務化）。米国も、民主党バイデン大統領候補は2035年の100%グリーン電源、2050年のカーボンニュートラルを目指すなど脱炭素化に積極的な姿勢。中国もカーボンニュートラルを目指すと表明。

EU

- ✓ 2020年3月に長期戦略を提出。「2050年までに気候中立（Climate Neutrality）達成」を目指す。
- ✓ CO2削減目標を2030年に1990年比少なくとも55%とすることを表明。本目標に関連した法案を2021年6月までに提案。
- ✓ コロナからの復興計画を盛り込んだ総額1.8兆ユーロ規模の次期中期予算枠組（MFF）及びリカバリーファンドに合意。予算総額の30%（復興基金の37%）を気候変動に充当。

英国

- ✓ 気候変動法（2019年6月改正）の中で、2050年カーボンニュートラルを規定。
- ✓ 長期戦略については、2021年提出に向けて準備中。

中国

- ✓ 2020年9月の国連総会一般討論のビデオ演説で、習近平は2060年カーボンニュートラルを目指すと表明。
- ✓ EVやFCV等の脱炭素技術の産業育成に注力、2020年の新工ネ車の補助金予算は4,500億程度。

米国

- ✓ 2019年11月トランプ大統領はパリ協定脱退を決定。（本年11月に効力が発生）
- ✓ 一方、民主党は気候変動の課題を最重要政策の一つに位置づけ。バイデン候補は、2035年の電力脱炭素の達成、2050年以前のネット排出ゼロや、グリーンエネルギー等のインフラ投資に、4年間で2兆ドル投資する計画を発表。

【参考】国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）の全体概要

概要

- 日程：2021年10月31日（日）～11月13日（土） ※当初の予定より1日延期
- 場所：英国・グラスゴー（議長：アロック・シャルマCOP議長）
- 参加者：約130ヶ国以上の首脳、COP史上最大の約4万人。

結果

- **COP全体決定**：最新の科学的知見に依拠しつつ、パリ協定の1.5℃努力目標達成に向け、今世紀半ばのカーボン・ニュートラル及びその経過点である2030年に向けて野心的な気候変動対策を締約国に求める内容となっている。決定文書には、全ての国に対して、**排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の逡減及び非効率な化石燃料補助金からのフェーズ・アウトを含む努力を加速**すること、先進国に対して、2025年までに**途上国の適応支援のための資金を2019年比で最低2倍**にすることを求める内容が盛り込まれた。
- **市場メカニズム**：パリ協定第6条に基づく市場メカニズムの実施指針が合意され、**当該合意により、パリルールブックが完成**した。実施指針のうち、二重計上の防止については、我が国が打開策の一つとして提案していた内容がルールに盛り込まれ、今回の合意に大きく貢献した。
- **透明性枠組み**：各国の温室効果ガス排出量の報告及びNDC達成に向けた取組の報告様式を全締約国共通の表形式に統一することが合意された。
- **共通の時間枠**：温室効果ガス削減目標を2025年に2035年目標、2030年に2040年目標を通報（以降、5年毎に同様）することを奨励。
- **気候資金**：2025年以降の新たな途上国支援の数値目標の議論を開始。新たな協議体を立ち上げ、2024年まで議論することとなった。

（交渉外イベント）議長スケジュールに沿った分野ごとの有志国連合の例

- **世界の石炭からクリーンパワーへの移行声明**：大規模経済国は2030年代、世界的には2040年代に（またはそれ以降可能な限り早く）排出削減対策が講じられていない石炭火力発電からの移行を達成など。46か国賛同（米、中、日、豪は不参加）。
- **クリーンエネルギーへの移行に対する国際社会の支持に関する声明**：2022年末までに、1.5℃の温暖化制限とパリ協定の目標に合致する、限定的かつ明確に定義された状況を除き、化石燃料への新たな公的 direct 支援を終了など。合計31国・組織賛同（中、韓、日、豪は不参加）。
- **100%ゼロ・エミッションの自動車およびバンへの移行を加速するための宣言**：世界全体で2040年までに、成熟市場で2035年までに、新車販売の100%をZEV（電気自動車及び燃料電池自動車）。23か国、途上国10か国が賛同（米、中、独、韓、日、豪は不参加）。

【参考】COP26 結果概要（エネルギー関連）

- パリ協定の目標（**1.5度努力/2.0度必達**）を改めて確認。各国は、パリ協定の目標と整合的になるよう、2022年末までに、必要に応じて**2030年NDCの見直しと強化**を行う。
- 岸田総理が首脳級会合「**世界リーダーズサミット**」に参加。岸田総理から、2030年までの期間を「**勝負の10年**」と位置づけ、全ての締約国に野心的な気候変動対策を呼びかけ。
- COP全体決定において、
 - ① 全ての国に対して、**排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の段階的逡減と非効率な化石燃料補助金の段階的削減を含む取組を加速すること**を、
 - ② 先進国に対して、2025年までに**途上国の適応支援のための資金を2019年比で最低2倍にすること**を求める内容が盛り込まれた。



世界リーダーズ・サミットで演説を行う岸田総理
官邸HPから引用。



COP26決定文書採択の瞬間
UNFCCC事務局HPから引用。

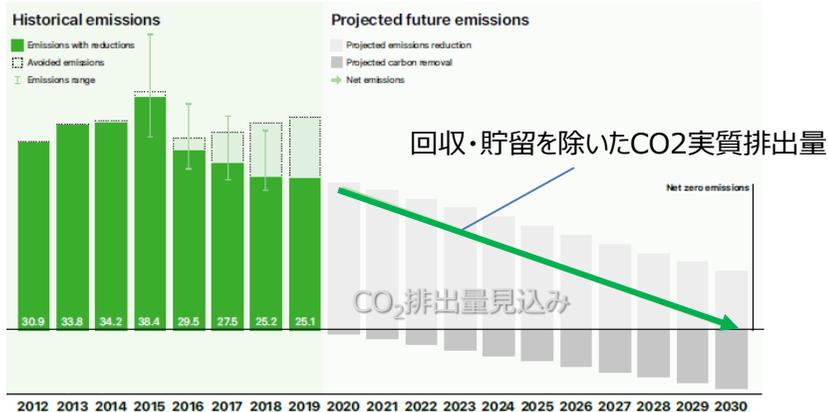
【参考】海外企業の動き（サプライチェーンの脱炭素化）

- 製造業においても、サプライチェーン全体でのカーボンニュートラルを目指して取り組むグローバル大企業が現れ始めている。
- デジタルを活用し、サプライチェーン上のCO2排出量を可視化するサービスも活発に。

米・Apple：2030年までにサプライチェーン脱炭素化

- 2020年7月、2030年までにサプライチェーンも含めたカーボンニュートラルを目指すと発表し、サプライヤーがApple製品の製造時に使用する電力についても2030年までに再生可能エネルギー100%を目指す、との目標を掲げた。
- この要求に応じると宣言したサプライヤーは2020年7月時点で計71社。このうち国内企業は、半導体関連製品を供給するイビデン（株）や、液晶画面のシートを製造する恵和（株）など、計8社。

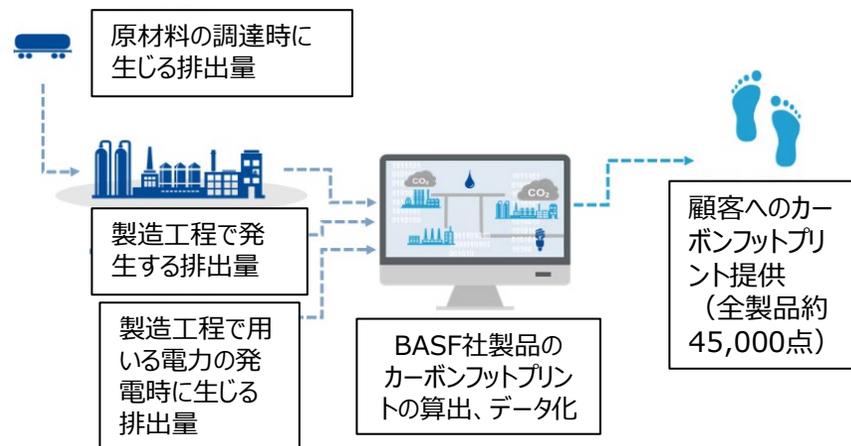
【Apple製品の製造から廃棄・リサイクルに至るライフサイクル全体でのCO2排出量】



(出所) Apple「Environmental Progress Report 2019」を基に経済産業省作成

独・BASF：全製品のカーボンフットプリントを提供

- 2020年7月、製品の原材料調達から出荷までの温室効果ガス排出量（カーボンフットプリント）を算出し、顧客への提供を開始すると発表。
- 2021年末までには、全製品について、カーボンフットプリントのデータを提供できるようにする予定。
- BASF社の製品を用いて最終製品を製造するメーカーにとっては、これらのデータを用いることで、自社製品のカーボンフットプリントを算出することが容易となる。



(出所) BASF「Product Carbon Footprint」を基に経済産業省作成

1 - 4 : 諸外国のエネルギー政策

- 諸外国においても、3E（エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境適合性）をエネルギー政策の方向性として提示。

エネルギー政策の方向性		主な戦略・スタンス		
		経済効率性	安定供給	環境適合
米国	<p>安全、安価、安定、クリーンなエネルギー供給 国産資源の開発・活用を重視</p> <p>(It is further in the national interest to ensure that the Nation's electricity is affordable, reliable, safe, secure, and clean, and that it can be produced from coal, natural gas, nuclear material, flowing water, and other domestic sources, including renewable sources.) (Executive Order 13783: Promoting Energy Independence and Economic Growth, 2017)</p>	<p>自国産エネルギーの開発による 低価格の実現と 産業競争力強化</p>	<p>自国産エネルギーの開発による 安定供給の確保</p>	<p>きれいな空気と きれいな水を確保 クリーンな成長</p>
中国	<p>クリーンで低炭素、安全で効率的なエネルギーシステムの構築 市場原理の活用によるエネルギーコストの低減、 自給率の維持によるエネルギー安全保障確保</p> <p>(第13次5か年計画, 2016)</p>	<p>市場原理の活用による エネルギーコストの低減</p>	<p>エネルギー自給率 80%以上維持によるエネルギー安全保障の確保</p>	<p>大気汚染物質排出低減と エネルギーの低炭素化を進める</p>
英国	<p>エネルギーの低炭素化を通じた経済成長 低炭素化を通じ、安価なエネルギー供給とエネルギー安全保障を実現</p> <p>(The move to cleaner economic growth is one of the greatest industrial opportunities of our time. It will mean cleaner air, lower energy bills, greater economic security and a natural environment protected and enhanced for the future.) (The Clean Growth Strategy, BEIS, 2017)</p>	<p>エネルギーコスト最小化を通じた 産業競争力の強化</p>	<p>多様で信頼できるエネルギーミックスを通じた安定供給の確保</p>	<p>排出削減と成長を両立させる クリーン成長を進める</p>
ドイツ	<p>安定・環境適合的・経済効率的なエネルギー転換を進める</p> <p>(The energy transition is Germany's avenue into a secure, environmentally-friendly, and economically successful future.) (Making a success of the energy transition: On the road to a secure, clean and affordable energy supply, 2015)</p>	<p>産業競争力維持のため、 安価なエネルギー供給を目指す</p>	<p>調整力確保や電力輸出入による安定供給の確保</p>	<p>再エネ導入拡大とエネルギー利用効率化による 気候変動対策</p>
EU	<p>安定・持続可能・安価なエネルギー供給を目指す</p> <p>(The goal of a resilient Energy Union with an ambitious climate policy at its core is to give EU consumers - households and businesses - secure, sustainable, competitive and affordable energy.) (The energy union strategy, 2015)</p>	<p>市場取引による競争を通じた 安価なエネルギー供給の実現</p>	<p>エネルギー源多様化と自給率向上を通じた安定供給の確保</p>	<p>排出権取引・再エネ導入拡大による脱炭素化</p>

1. 国際的なエネルギー全体の動向
- 2. 国際的な原子力の動向**
3. 国内のエネルギー・電力全体の動向
4. 国内の原子力の動向
5. 第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）
6. 今後の議論に向けて

2-1 : 世界の原子力の設備容量・ウラン価格予測

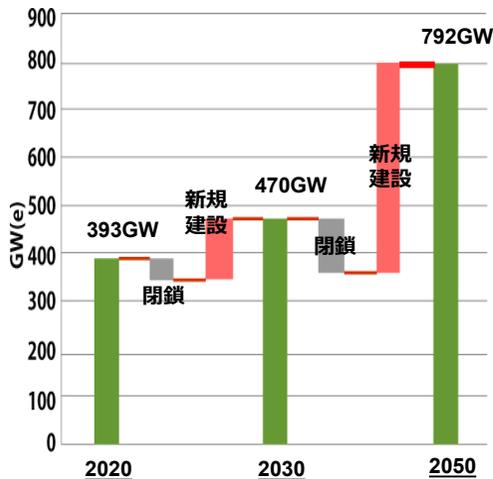
- IAEA（国際原子力機関）の分析によると、各国が温暖化対策を拡充した場合の高予測では、全世界で**今後2050年までに約400GWの新規建設**があり、設備容量は約800GWに倍増する見通し。
- **燃料ウラン価格の見通しは不透明**。足下では、化石燃料価格の高騰や原子力回帰の潮流を受け、**上昇傾向**。IAEAは、高予測においては、需要が供給を超えて高まっていくと予測。

世界の原子力設備容量予測

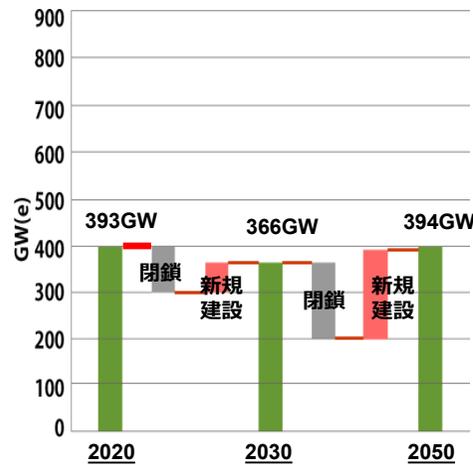
IAEA（国際原子力機関）

単位：GW=100万kW

【高予測：各国で温暖化対策を拡充】



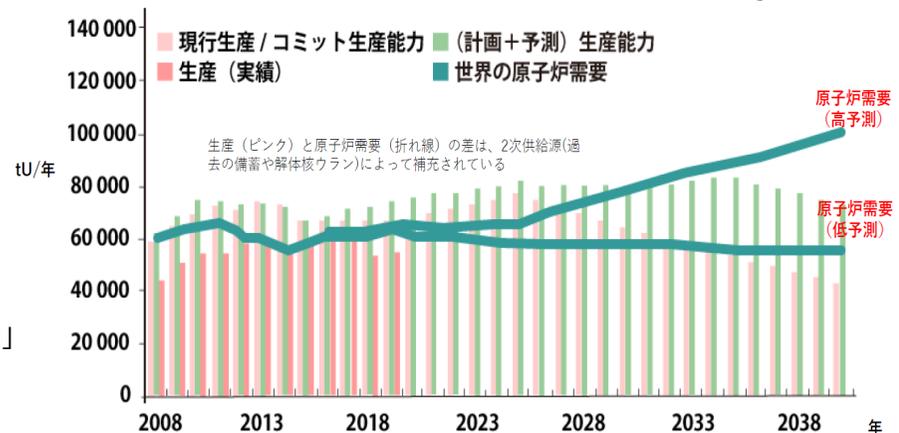
【低予測：各国の政策が現状維持】



燃料ウランの価格・需給見通し



【出典】 Trading Economics



【出典】 IAEA・OECD/NEA 「Uranium2020 Resources, Production and Demand」 13

【出典】 IAEA「Energy,Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050」

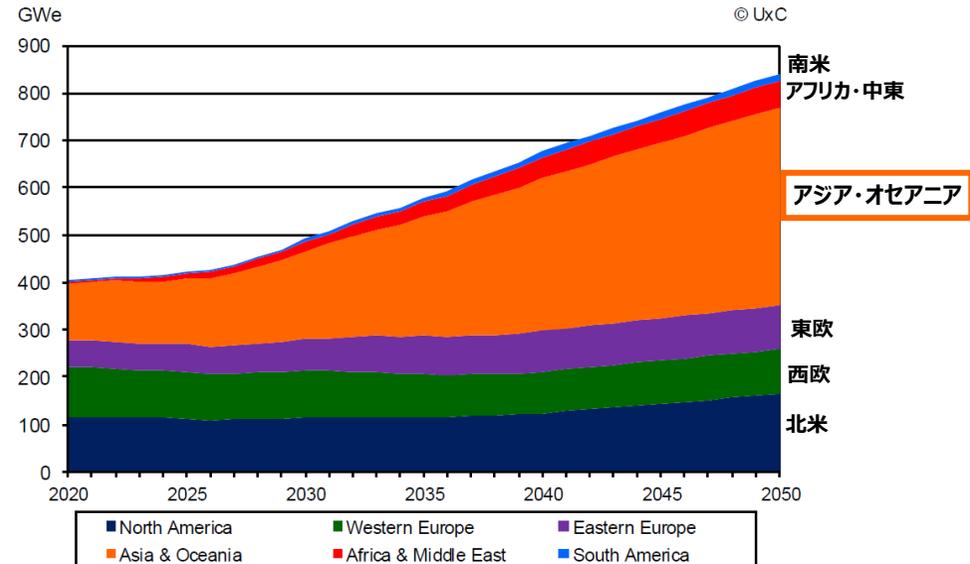
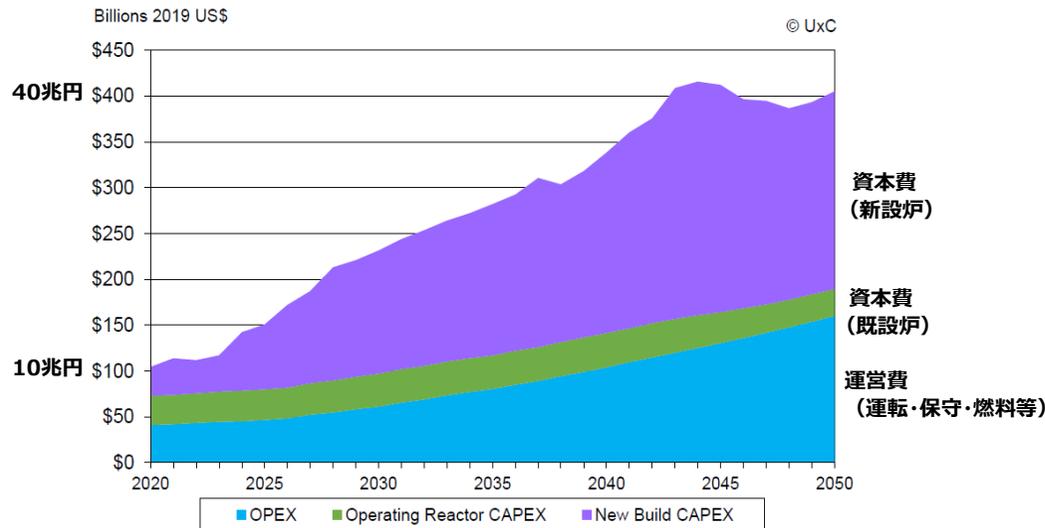
2-2: 世界の原子力市場予測

- NEI（米国原子力エネルギー協会）の分析によると、原子力の市場規模は、**2050年には最大で年間約40兆円程度まで拡大**。そのうち、**アジアの旺盛な需要拡大**に応える伸び（石炭からのリプレイス等）が太宗を占める。
- **革新炉のシェアは、2050年で市場の1/4規模との予測**。（当面は大型軽水炉が需要増を満たす構図。）

世界の原子力市場予測
(※IAEA「高予測」に相当)

NEI (米国原子力エネルギー協会)

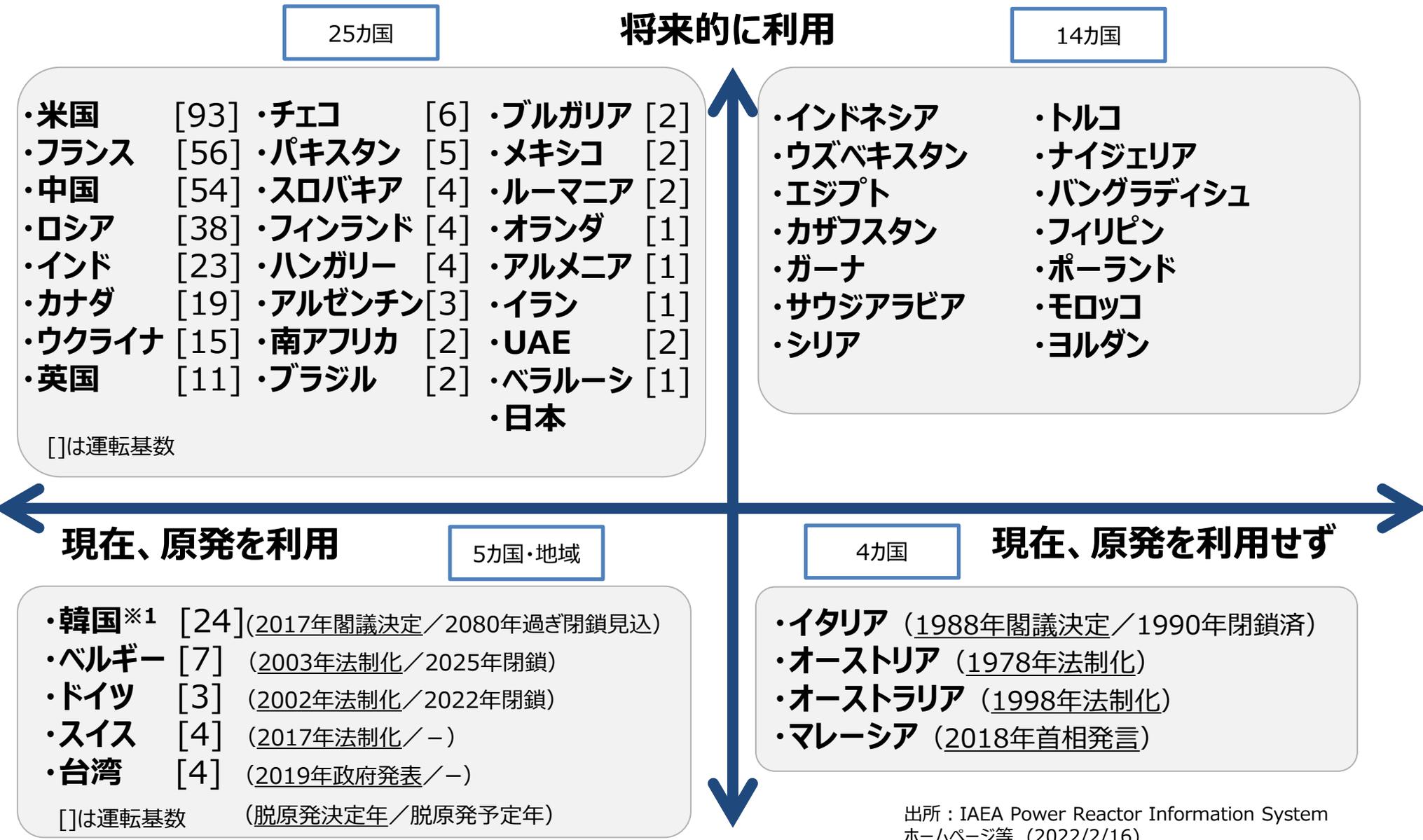
(うち地域別の設備容量予測)



NEI (米国原子力エネルギー協会) による非従来型炉の市場規模予測

「SMR、マイクロ炉、革新炉（高温ガス炉、熔融塩炉等）が、より市場に浸透していけば、これら非従来型の炉は、**2050年の市場において、最大で25%を占める可能性がある**」

【参考】世界の原発利用国の状況



※1 韓国では4基の建設が続行

出所：IAEA Power Reactor Information System
ホームページ等 (2022/2/16)
(注) 主な国・地域を記載

将来的に非利用

2 - 3 : COP26における関係機関・関係国の原子力関係発言

- 原子力関係イベントにおいて、関係機関の長や英国・仏国の担当閣僚から原子力の役割について力強い発言。

IEA（国際エネルギー機関）ファティ・ビロル事務局長



- 昨今のエネルギー市場におけるボラティリティによって、原子力の価値が再認識されている。
- 原子力は既に確立された、信頼できる、ローコストなゼロエミッション電源。
- 原子力の今後のタスクは①長期運転、②新設、③原子力カイノベーション。
- 長期運転については、仏国、米国、日本において特に重要。然るべき安全対策と規制当局による援助が得られれば、運転延長した原子力発電は最も安価なクリーンエネルギー源のひとつ。

IAEA（国際原子力機関）グロッシ事務局長



- 化石燃料削減に貢献する観点で、原子力は重要な低炭素電源。
- SMR等の新技術も市場に参入しようとしており、ネットゼロに向けて重要な役割を担い続ける。
- 長期運転やSMRには新たな対応策が必要。監視・規制制度を有さない国との協働も進めたい。

英国 ハンズ閣外大臣



- 英国では運転中の13基のうち12基が今後10年程度で閉鎖予定。
- そのため、新しい原子力の戦略が必要。RABモデルという新たな資金調達モデルや革新炉支援のための1.2億ポンド(約180億円)の追加支援を決定。
- 原子力は再生可能エネルギーを補完する重要な役割。さらに、低炭素な水素生産にも資する熱供給源。

仏国 ル・ドリアン外務大臣



- 原子力は、低炭素で、信頼性が高く、柔軟性があり、持続的なエネルギー源。
- 仏国は、原子力をEUタクソミーに含めるよう提唱しつづけている。
- マクロン大統領は2030年までに原子力（SMR等）に対し10億ユーロを投資することを発表。
- 仏国は、低炭素エネルギーである原子力へのアクセスを希望するすべての国を支援する。

【参考】COP26における米国の原子力関係の発信・動向

- 米国エネルギー省（DOE）グランホルム長官は、COPの場で原子力の役割について言及。
- 米国政府は、ルーマニア政府と協力し、ルーマニアに米NuScale社製SMRを建設する計画を公表し、これを歓迎する旨を発表。

米国 グランホルムDOE長官



※写真はDOEホームページより引用。

- バイデン政権は、2035年までに電力供給の100%クリーンエネルギー化を標榜。原子力はアメリカの電源構成の20%を占め、グリーン電力の半分以上を占め、目標の達成に向け、原子力は非常に重要な要素。
- 大統領は、グリーンエネルギー促進のため、税制優遇などを含む超党派投資インフラ法案を議会に提出。その中で、既存原発の維持支援として60億ドルを拠出するほか、革新炉への開発支援も含まれる。

※超党派インフラ法案は、2021年11月15日大統領署名により成立。

ルーマニアとのSMR協力



ケリー特使とヨハニス大統領の
会談の様子

※Energy Industry Review記事
より引用。

- 11月2日、ホワイトハウスは、米国政府とルーマニア政府が協力して、ルーマニアにNuScale社製のSMRを建設する計画を公表。本件は、COP26に参加しているケリー気候問題担当大統領特使とヨハニス大統領の会談を受けたもの。
- 11月4日、グランホルムDOE長官とポベスク・ルーマニアエネルギー大臣は、米国とルーマニアのこの新たなSMRパートナーシップを歓迎し、SMRが石炭火力の代替として、脱炭素に向けた重要な役割を果たすことを強調。
- ルーマニア大統領は、2028年までのSMR導入を目指して米国との協力を強化する意向。

(注) 11月4日、NuScale社とルーマニア国営原子力発電事業者SNNは、今後の展開に向けた契約を締結。

【参考】EUタクソミーにおける原子力と天然ガスの位置づけ

- EUタクソミーは、EUのサステナビリティ方針に資する経済活動を明示した、いわば「グリーン・リスト」。
※企業が基準に合致する旨を開示することで、「グリーン債券」の発行等を通じて資金調達しやすくなる効果がある。
- 欧州委員会は加盟国等からの意見聴取を経て、2022年2月2日付で原子力および天然ガスの取扱いに関するドラフトを承認。
- 今後、加盟国や議会等との議論を経て、4～6カ月以内に理事会・議会で可決される見込み。

補完的委任規則（complementary Delegated Act）における原子力と天然ガスの記載

以下の条件に適合する原子力・天然ガスについてはEUのサステナビリティ方針（気候変動緩和・適合）に資する。

原子力

- 2045年までに建設許可を受けた新規原発。
- 2040年までに延長認可を受けた既設原発。
- 放射性廃棄物の管理について、資金面や処分場の計画についての条件あり。

<具体的には以下のような条件を記載>

- ・放射性廃棄物の管理等の資金を確保すること
- ・低レベル/中レベルの放射性廃棄物の運用可能な処分施設を有すること
- ・2050年までに高レベル放射性廃棄物処分施設が運用開始できるよう
詳細な文書化された計画を有していること
- ・2025年からは事故耐性燃料(※)を実装すること 等

※燃料被膜管に新素材を活用する等、シビアアクシデントに至る事象が発生した場合でも事故リスクを低下させる技術

天然ガス

CO2の排出量によってはグリーンと認定。

※具体的には、

- ・100 g CO2/kWh未満のもの、又は、
- ・2030年までに建設許可を得たものであれば、
①270gCO2/kWh未満であるもの、又は、②20年以上の年間平均排出量が550kgCO2/kWh未満のものが対象。
さらに、既存の高排出な火力発電所の建て替えに限定する等、複数の条件あり。

⇒日本の一番発電効率が良いガス火力でも327gCO2/kWh程度のため、発電所のプラントから排出されるCO2を回収し地下に貯蔵するCCSを行う、または、水素を約50%程混焼する、もしくは稼働率を20%未満とする必要があり、極めて厳しい基準。

2-3 : 米英の原子力産業の現状

- 米は、スリーマイル原子力発電所の事故以降新設が途絶え、**主要資機材の製造能力を喪失するなど技術・人材は弱体化**。その後、**35年ぶりに新規着工した発電所は、大幅な遅延・コスト増に直面**。
- 英は、90年代以降、天然ガス火力の依存度を高める一方、原子力発電所の新設を停止。国内の**原子力産業のサプライチェーンを喪失**。

米国

- 建設中：2基（AP1000） ※**35年ぶり**
- 当初は建設計画4基 ⇒ **2基計画中止**
- 運転開始予定 **2016年** ⇒ **2022年以降**
 - 建設作業に係るノウハウ・人材を喪失していたこと等により**運転開始は5年以上遅延・コスト増に直面**。
 - 米国エネルギー省は、米国企業には大型軽水炉の**主要資機材（原子炉容器、蒸気発生器等）を製造する能力はないと評価**。

英国

- 建設中：2基（EPR）
 - 運転開始予定 **2026年以降**
 - 国内のサプライチェーンを喪失（**仏のサプライチェーンから調達**）。
 - 計画中の別案件では**中国炉型の導入を予定**。**資金調達も中国からの出資が太宗を占める**。
- ※別プロジェクトで、日立（ホライズン社）がABWR建設を計画するも、**2020年に撤退**を表明。

2-4：仏韓の原子力産業の現状

- 仏は、原子炉メーカー**フラマトム社の経営体制を一新させ、技術・人材の立て直し**に取り組み。直近では、2022年2月にマクロン大統領が「原子力の復活」を宣言。
- 韓は、国内脱原発方針を表明する一方、**国内4基の新設を継続**しつつ、海外プロジェクトにも積極的に取り組み、**国内の産業基盤を温存**。

仏国

- 建設中：1基（EPR）
- 運転開始予定 **2023年以降**
 - 英国やフィンランド等、海外で新規建設を展開し、国内産業基盤のつなぎとめ、国内建設も継続。
- マクロン大統領が**国内での新設を表明**（2022年2月）
 - 「**6基のEPR2の新設に着手し、更に8基の新設に向けた検討を開始する**」

韓国

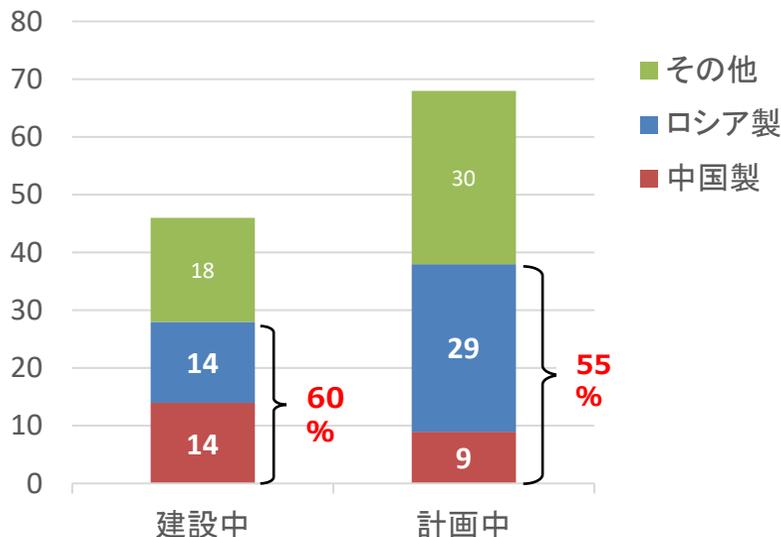
- 建設中：4基（APR1400）※米国から技術導入
- 運転開始予定 **2022年から24年まで順次**
 - **文政権は脱原発方針なるも、進行中の新規建設は続行**
- **原発輸出に積極的**
 - **UAEでバラカ原発PJを受注し、2021年にうち1基が営業運転を開始**
 - エジプトで、**ロシア主体PJのタービン系統に参画**

【参考】中露による世界市場の席卷

- 現行の炉型（軽水炉）による新設プロジェクトは、**中国・ロシアに集中**（いずれもPWR）。
- 中国は英国・南米等、ロシアは東欧や中東等に対し、**戦略的に輸出を働きかけ**。
- また、革新炉分野でも標準獲得に向けた**研究開発・実証化**を急いでいる。

＜大型軽水炉＞

- 現在、世界で建設中・計画中のPWRのうち、建設中については約**60%**、計画中のもので約**55%**が中露の炉型。



※「その他」には、米国AP1000やフランスEPR、韓国APR1400等が含まれる
(出所) 世界の原子力発電開発の動向2021 (2021年1月1日時点)
を基に資源エネルギー庁作成

＜高速炉＞

中国

- 実証炉(CFR-600)を建設中。

ロシア

- 原型炉(BN-600)、実証炉(BN-800)運転中。



BN-800
※ロシア原子力研究所より引用

＜高温ガス炉＞

中国

- 2000年、研究炉が運転開始。
2021年9月、実証炉(HTR-PM)が初臨界。

＜SMR＞

中国

- 2021年、国産PWR型SMRである「玲龍1号(ACP-100)」の実証炉を着工。



ACP-100
※CNNC HPより引用

ロシア

- 2020年、世界で初めて浮体式洋上SMRを商業運転開始

1. 国際的なエネルギー全体の動向
2. 国際的な原子力の動向
- 3. 国内のエネルギー・電力全体の動向**
4. 国内の原子力の動向
5. 第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）
6. 今後の議論に向けて

エネルギー政策の大原則 S+3E

<S+3Eの大原則>

安全性(Safety)



安定供給 (Energy Security)

自給率：30%程度
(旧ミックスでは概ね25%程度)

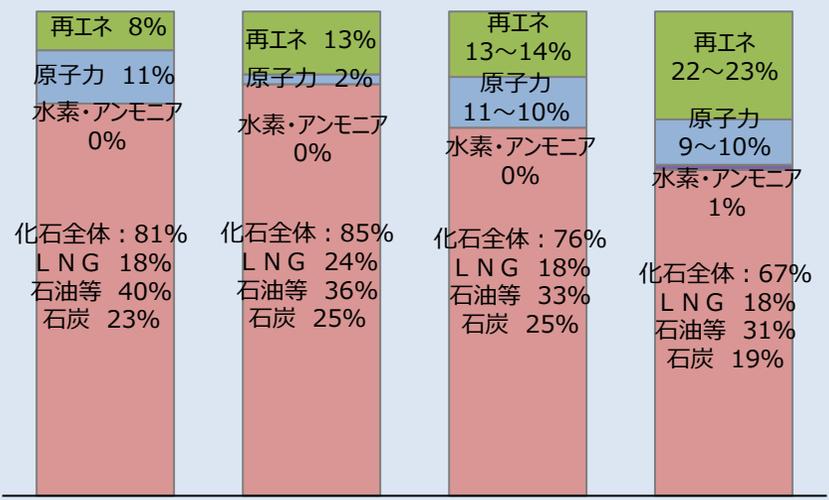
経済効率性 (Economic Efficiency)

電力コスト：8.6～8.8兆円程度
(旧ミックスでは9.2～9.5兆円程度)

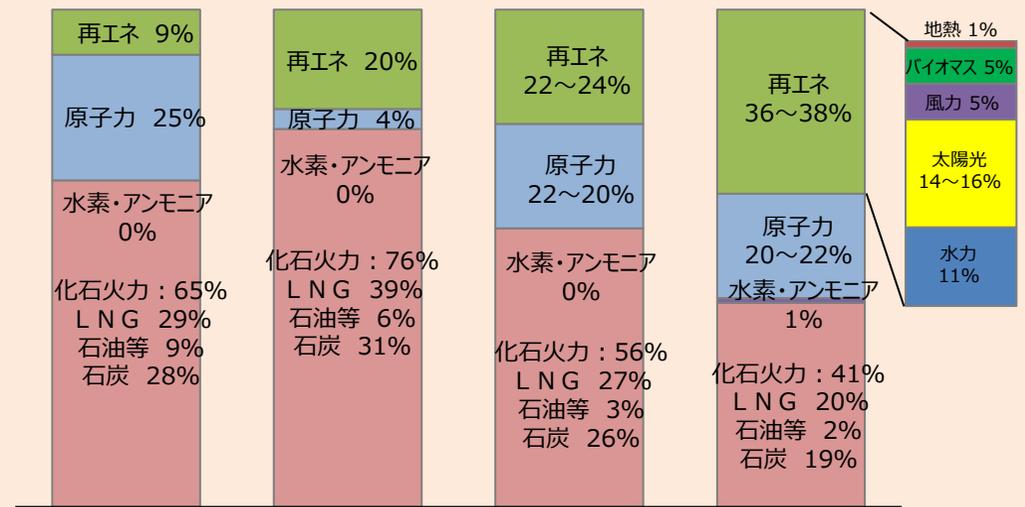
環境適合 (Environment)

エネルギー起源CO2 45%削減
(旧ミックスでは25%削減)

一次エネルギー供給



電源構成

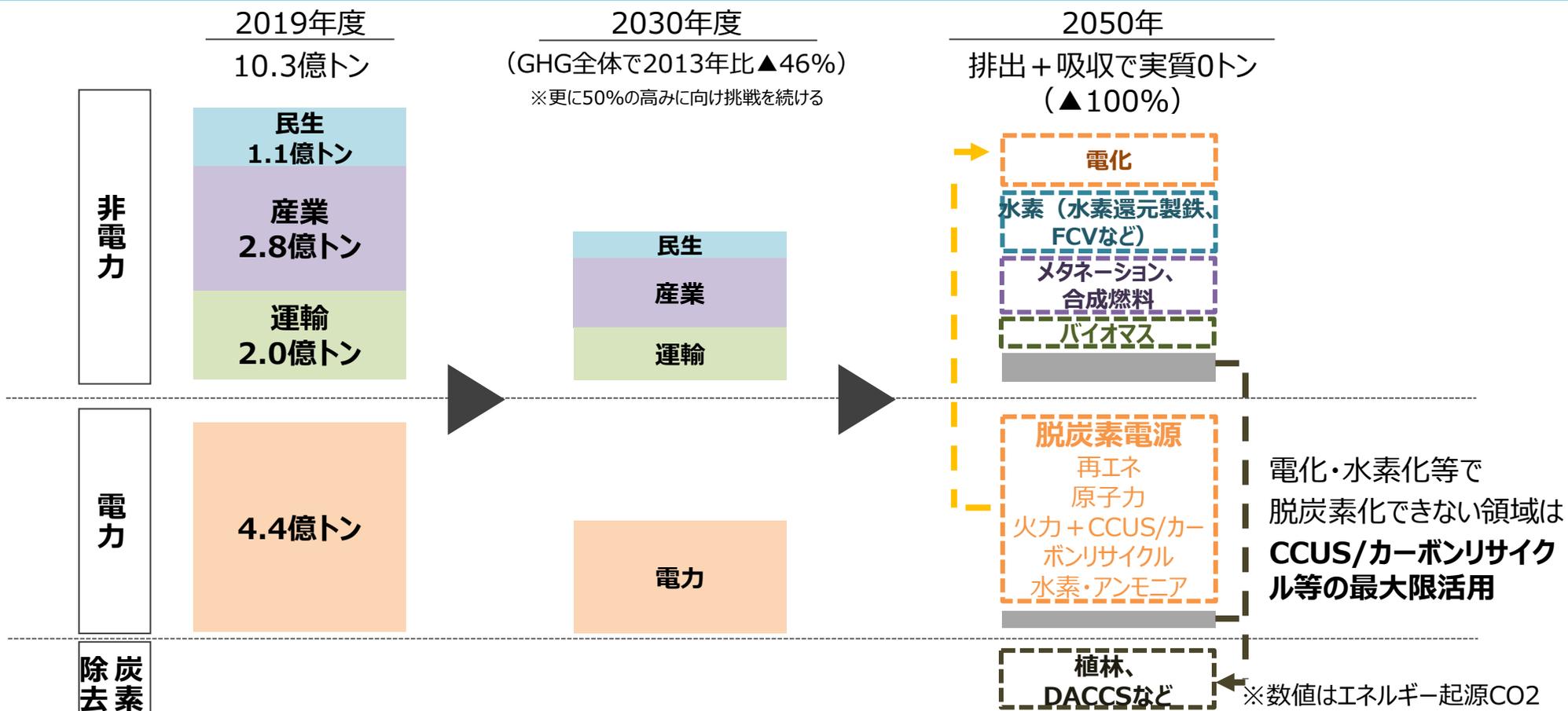


※速報値

※速報値

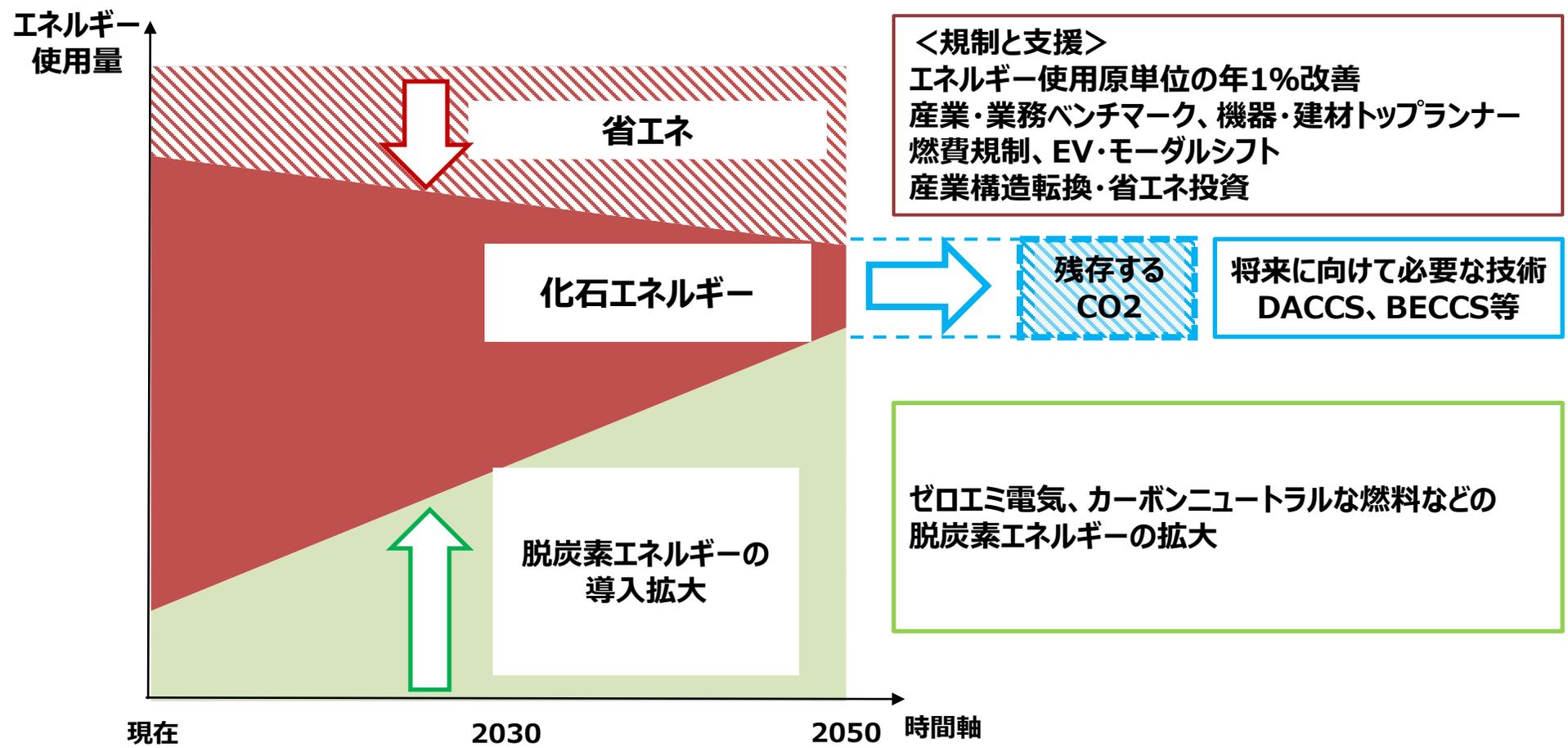
3-1: 2030年/2050年のCNに向けたエネルギー構造の变革

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では脱炭素電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。



【参考】2050年カーボンニュートラルに向けた取組のイメージ

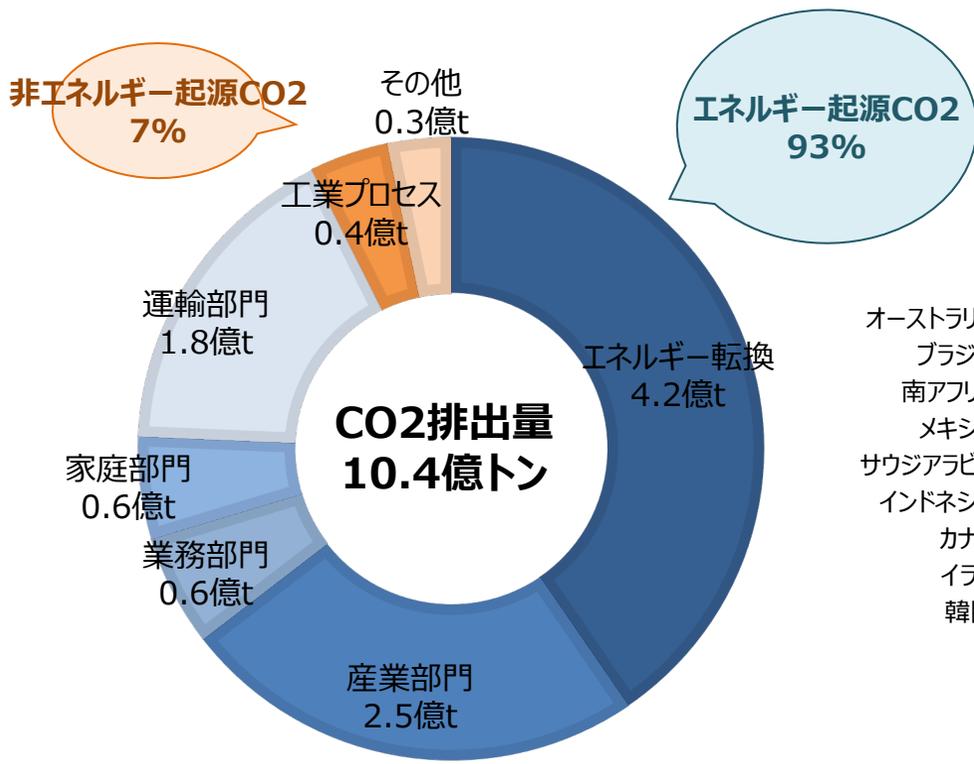
- 供給側では、**徹底した省エネ**に加えて、再エネ電気や水素等の**脱炭素エネルギーの導入を拡大**していくことが必要。
- 需要側においても、**省エネ**を進めつつ、供給側の脱炭素化を踏まえた**電化・水素化等のエネルギー転換**を促進していくことが必要。



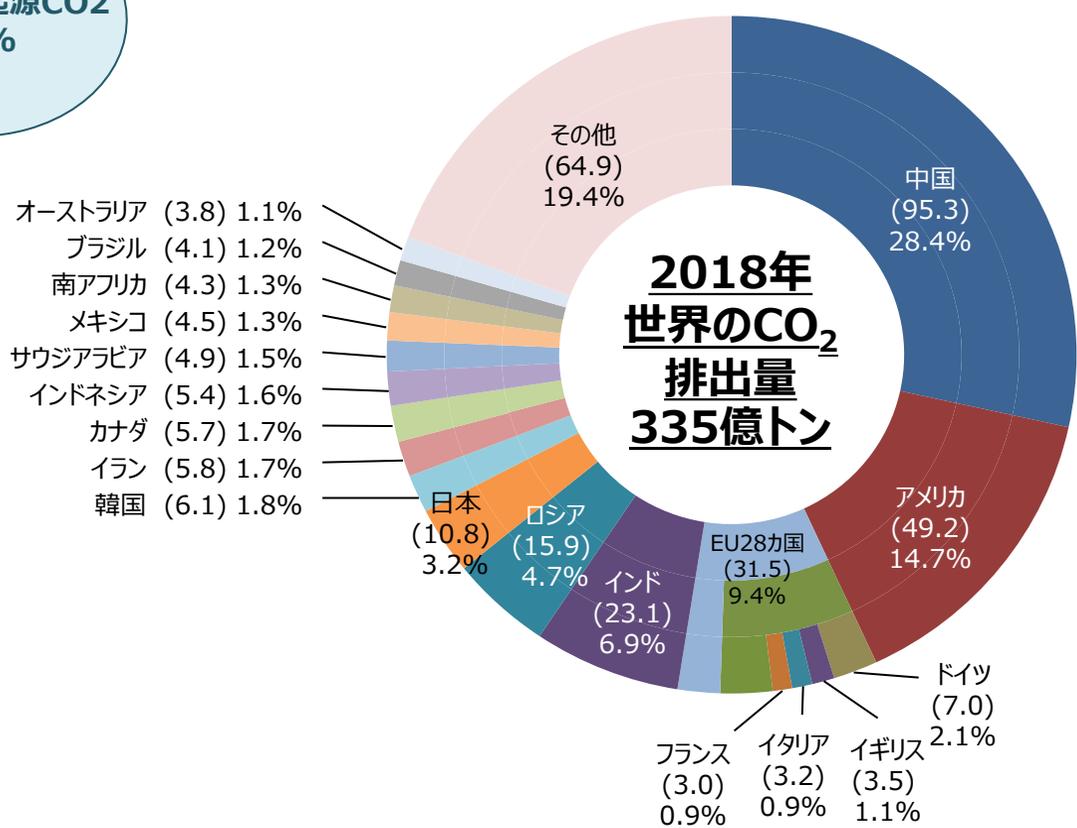
【参考】日本における二酸化炭素排出量

● 日本のCO2排出量は、世界で5番目。CO2排出の内訳の大半はエネルギー起源が占める。

日本のCO2排出量 (2020)



世界のエネルギー起源CO2排出量 (2018)



(出所) GIO「日本の温室効果ガス排出量データ」より作成

(出所) IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion Highlights 2020 26

【参考】2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		(2019年度 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl
最終エネルギー消費 (省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl
電源構成 発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%*
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	20~22%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	20%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	19%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)			
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す

【参考】2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント②

● 野心的な見通しが実現した場合の3E

➤ エネルギーの安定供給(Energy Security)

エネルギー自給率(*1) ⇒ 30%程度 (旧ミックス：おおむね25%程度)

➤ 環境への適合(Environment)

温室効果ガス削減目標のうちエネルギー起源CO2の削減割合 ⇒ 45%程度 (旧ミックス：25%)

➤ 経済効率性(Economic Efficiency)

①コストが低下した再エネの導入拡大や②IEAの見通し通りに化石燃料の価格低下(*2)が実現した場合の電力コスト

⇒ 電力コスト全体 8.6~8.8兆円程度 (旧ミックス：9.2~9.5兆円) (*3)

kWh当たり 9.9~10.2円/kWh程度 (旧ミックス：9.4~9.7円/kWh) (*4)

*1 資源自給率に加え、サプライチェーンの中でコア技術を自国で確保し、その革新を世界の中でリードする「技術自給率」(国内のエネルギー消費に対して、自国技術で賄えているエネルギー供給の程度)を向上させることも重要である。

*2 世界銀行やEIA(米国エネルギー情報局)は、直近の見通しにおいて、化石燃料の価格が上昇すると見込んでいる。

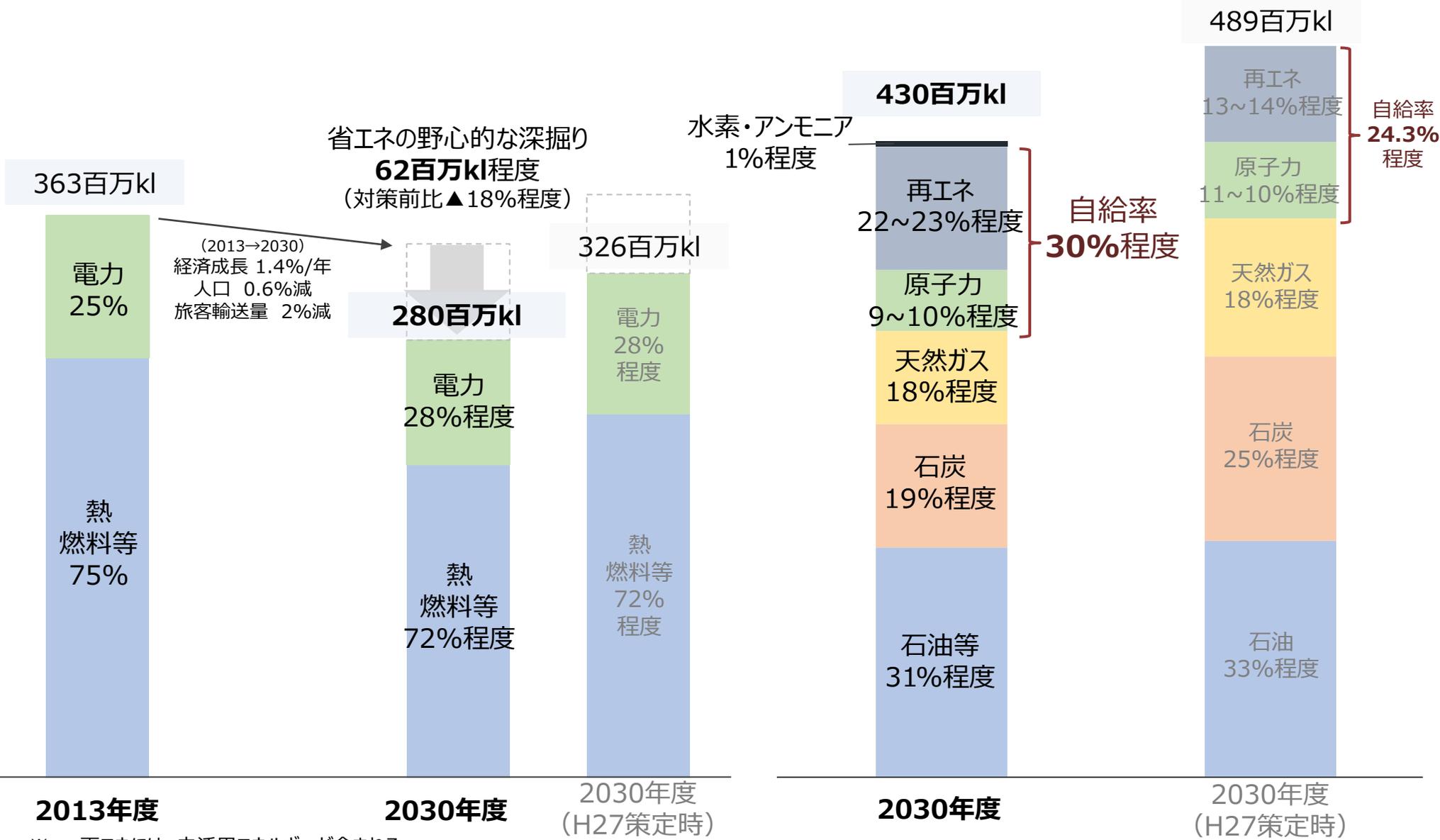
*3 発電コスト検証WGを踏まえ(IEA「World Energy Outlook 2020」の公表済政策シナリオ(STEPS)の値を採用)、FIT買取費用、燃料費、系統安定化費用についてそれぞれ約5.8~6.0兆円、約2.5兆円、約0.3兆円と試算(系統安定化費用には変動再エネの導入に伴う火力発電の熱効率低下による損失額及び起動停止コストのみ算入。実際の系統の条件によって増加する可能性がある。)

*4 「電力コスト」÷「発電電力量から送電によるロス等を除いた電力需要量」により機械的に算出。電気料金とは異なる。実際の電気料金は、託送料金なども含まれ、また、電源の稼働状況、燃料価格、電力需要によって大きく左右されるため正確な予測は困難。

【参考】2030年のエネルギー需要・一次エネルギー供給

エネルギー需要

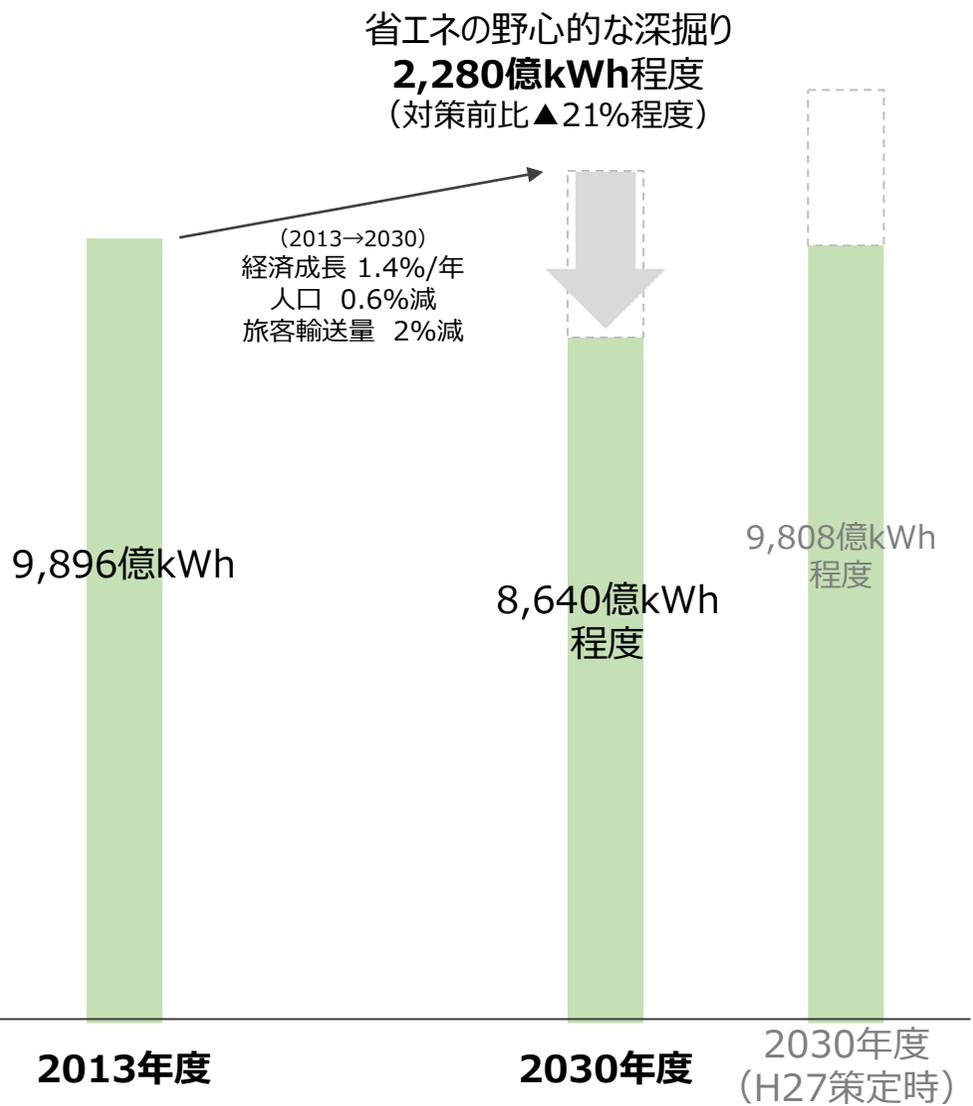
一次エネルギー供給



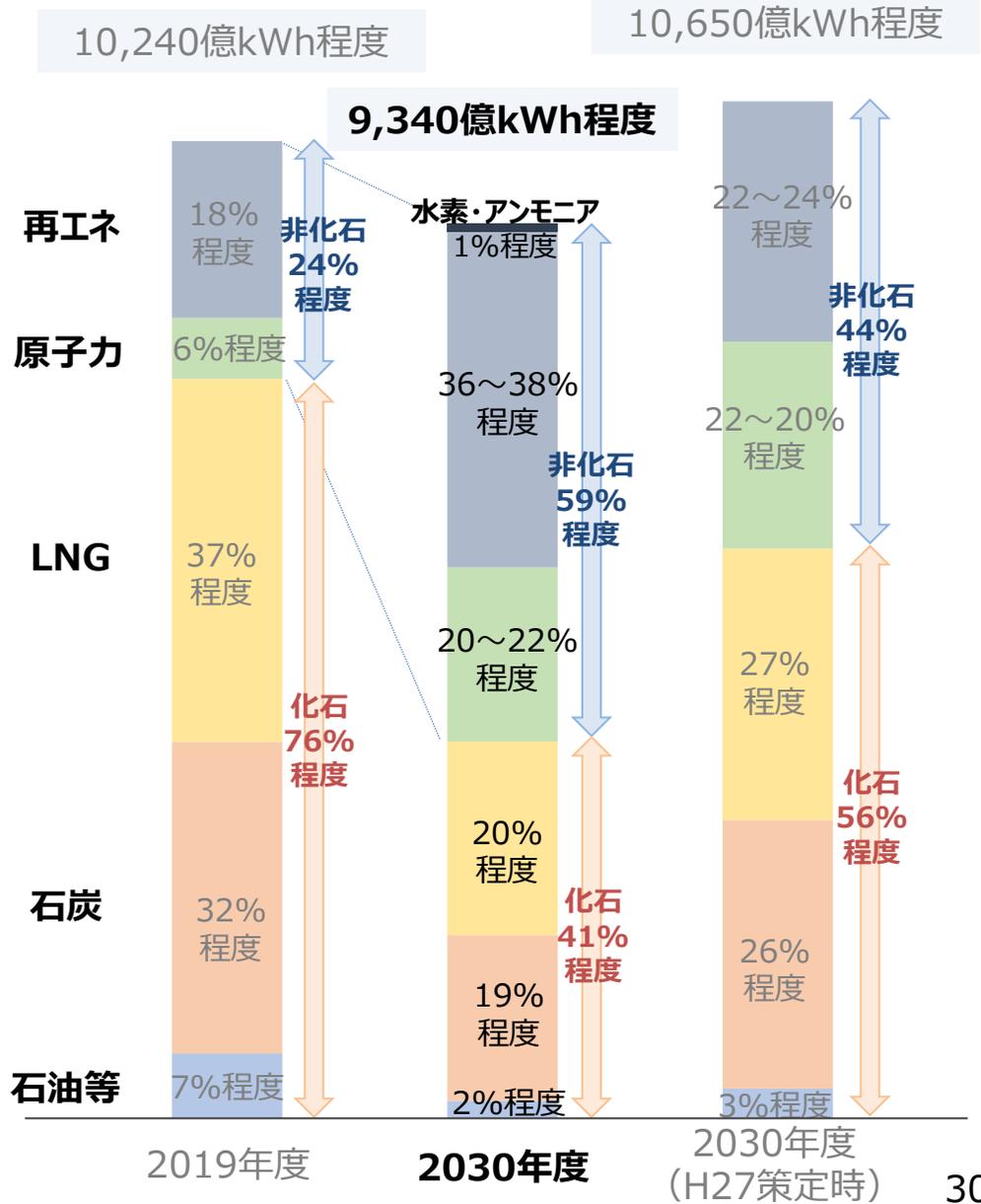
※ 再エネには、未活用エネルギーが含まれる
 ※ 自給率は総合エネルギー統計ベースでは31%程度、IEAベースでは30%程度となる
 ※ H27以降、総合エネルギー統計は改訂されており、2030年度推計の出発点としての2013年度実績値が異なるため、単純比較は出来ない点に留意

【参考】2030年の電力需要・電源構成

電力需要



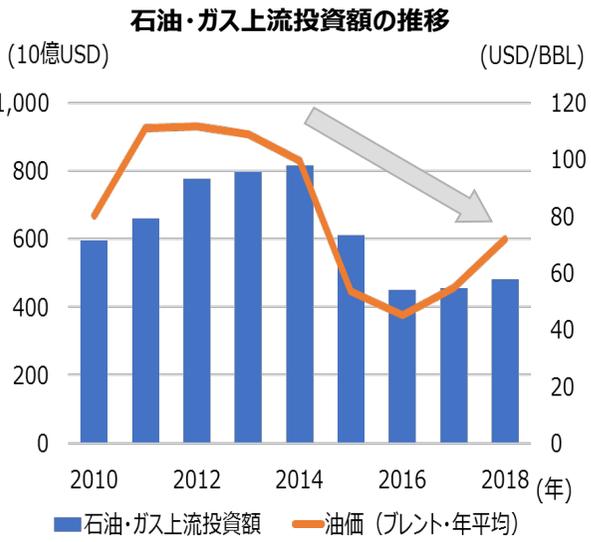
電源構成



3-2: 変化する国際資源情勢 ~エネルギーセキュリティ~

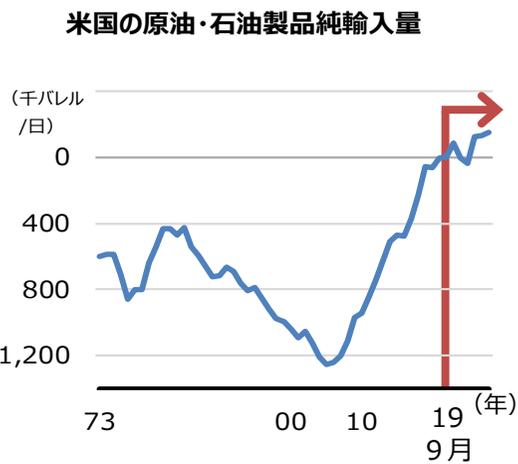
- 地球温暖化への関心が高まる一方で、新興国の経済拡大が見込まれる中、エネルギー需給の長期的な将来像は不確実に。
- 2014年の油価下落以降、エネルギー市場の不安定さが増大。2019年9月には米国が月次統計上初めて原油・石油製品の純輸出国となる等、地経学的バランスが変化。原油の中東依存度が高い日本のエネルギーセキュリティにも影響。
- 気候変動対策の活発化、再エネ大量導入等を背景にエネルギーセキュリティの重点は変遷しつつあり、大きく変化する国際資源情勢等をにらんだエネルギーセキュリティ戦略の強化が必要。

2014年の油価下落以降、投資は縮小・低迷
 ~エネルギー市場の安定、将来への投資が必要



【出典】IEA「World Energy Investment 2019」より
 経済産業省作成

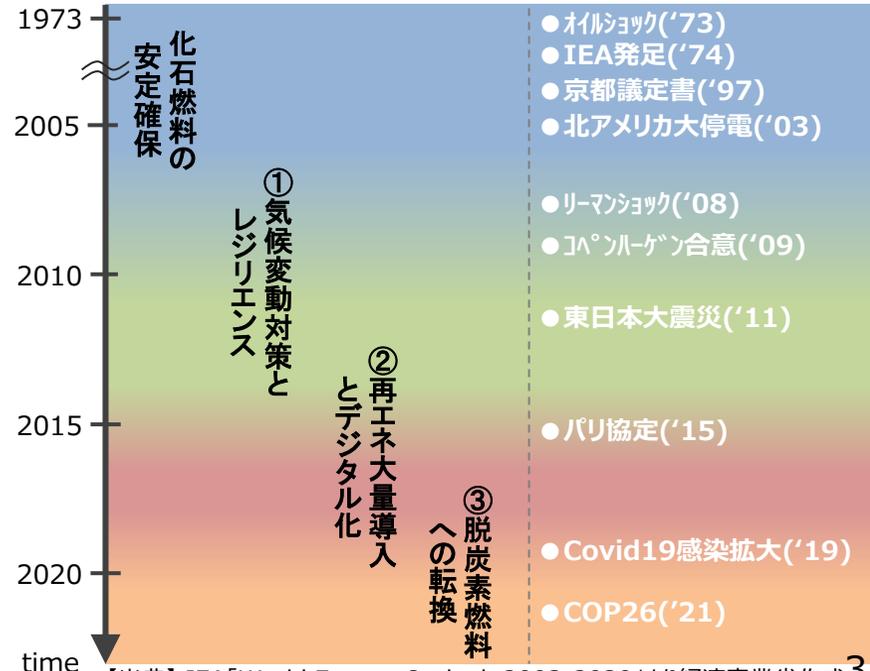
米国は原油・石油製品の純輸出国に
 ~地経学バランス変化、日本も備えが必要



出所：EIA「Monthly Energy Review」
 ※2020年までは年次データ。2020年1~9月は月次データ。それ以降は週次データを合計して算出。

エネルギーセキュリティの重点の変遷 (IEA)

エネルギーセキュリティの考え方 世界の出来事



【出典】IEA「World Energy Outlook 2003-2020」より経済産業省作成

【参考】中東情勢の不安定化

- **中東情勢の緊迫化や米国の中東への関与の低下**など資源を巡る世界各地の情勢変化やエネルギー需給構造の変化も踏まえつつ、引き続き**石油・天然ガスの安定供給を確保**することが重要。
- 石油は**中東依存度が高い一方、備蓄を保有**。LNGは**中東依存度が低い一方、備蓄は困難**。

中東地域で発生した主な事案（2019年5月以降）



- <イラン・イラク周辺>
- 2020年1月3日、米軍の空爆により、ソレイマニ・イラン革命ガード・コッズ部隊司令官らが死亡。
 - 同1月8日、イラン革命ガードがイラク駐留米軍基地に対し、弾道ミサイルを発射。
 - 同1月以降、現在まで、イラク駐留米軍基地や在イラク米大使館付近へのロケット攻撃事案が継続的に発生。
 - 同6~7月頃、イランの軍事・核関連施設等で爆発事案が連続発生。
 - 2021年2月15日、イラク北部エルビルの軍事基地へのロケット攻撃で、米国民（民間軍事会社所属）1名が死亡。
 - 同4月11日、イラン中部ナタンスの核施設で電力系統の事故が発生。イラン原子力庁はテロ攻撃であると発表。

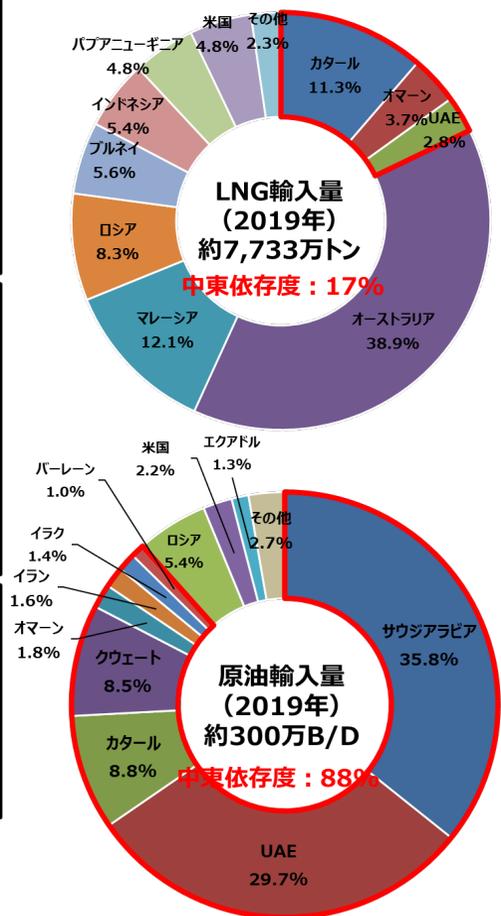
- <ホルムズ海峡周辺>
- 2019年5月12日、フジャイラ沿岸のUAE領海に停泊中の商業船4隻への攻撃が発生。
 - 同6月13日、ホルムズ海峡付近で日本関係船舶含む2隻が被弾。
 - 同11月8日、イランがペルシャ湾付近で国籍不明の無人機を撃墜。
 - 2020年8月17日、UAE沿岸警備隊がペルシャ湾内でイラン漁船に射撃を行い、イラン人2名が死亡、1隻を拿捕。
 - 2021年1月4日、イラン革命ガード海軍がホルムズ海峡付近で、韓国船籍のタンカーを拿捕。
 - 同2月26日、オマーン湾でイスラエルの事業者が船主のバハマ船籍の自動車運搬船への攻撃が発生。

- <サウジアラビア東部>
- 2019年9月14日、サウジアラビア東部の石油施設（アブケイク、クライス）への攻撃が発生。石油生産が一部停止。
 - 2021年3月7日、サウジ東部の港の石油タンク、及びダンマームのアラムコ施設に対する無人機及びミサイル攻撃が発生。ミサイルは全て迎撃。
 - 同3月19日、リヤドの石油精製施設へのドローン攻撃が発生。
 - 同3月26日、サウジ東部の港のアラムコ施設への攻撃が発生。

- <サウジアラビア西部>
- 2020年11月23日、ジッダ北部の石油施設への攻撃が発生。
 - 同12月14日、ジッダ港に停泊中のシンガポール船籍のタンカーへの攻撃が発生。
 - 2021年3月4日、ホーシー派がジッダ石油施設への攻撃を主張。
 - 同3月25日、ジーザーンの石油流通施設への攻撃が発生。

- <紅海、イエメン沖>
- 2019年10月11日、ジッダ沖でイランのタンカーが爆発。
 - 2020年11月12日、サウジ・ジーザーンの海上石油プラットフォームへの攻撃が発生。
 - 同12月5日、イエメン沖で船舶に対する攻撃が発生。
 - 同12月27日、紅海南部で貨物船に対する機雷攻撃が発生。
 - 2021年4月6日、紅海でイランの貨物船に対する機雷攻撃が発生。

日本の石油・天然ガスの輸入量



現状認識と経済安全保障の推進に向けた目標・アプローチ

- 感染症の世界的流行、大規模サイバー攻撃や国際テロ等により、国際情勢が一段と複雑化。従前の想定を超えるリスクが顕在化し、国民生活・経済に影響。
- また、A I や量子などの革新的な技術の研究開発を各国が進めるなど、安全保障の裾野が経済・技術分野に急速に拡大。
- こうした中、各国とも産業基盤強化の支援、機微技術の流出防止や輸出管理強化等の経済安全保障の関連施策を推進・強化。

我が国としての大きな方向性

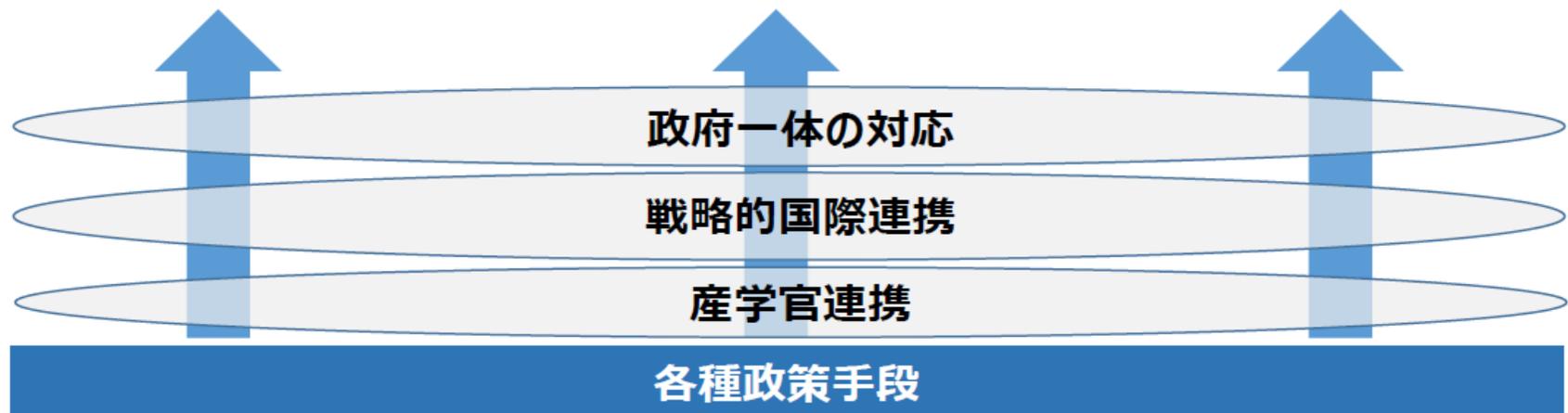
〈目標〉

① 自律性の向上
(基幹インフラやサプライチェーン等の脆弱性解消)

② 優位性ひいては不可欠性の確保
(研究開発強化等による技術・産業競争力の向上や技術流出の防止)

③ 基本的価値やルールに基づく国際秩序の維持・強化

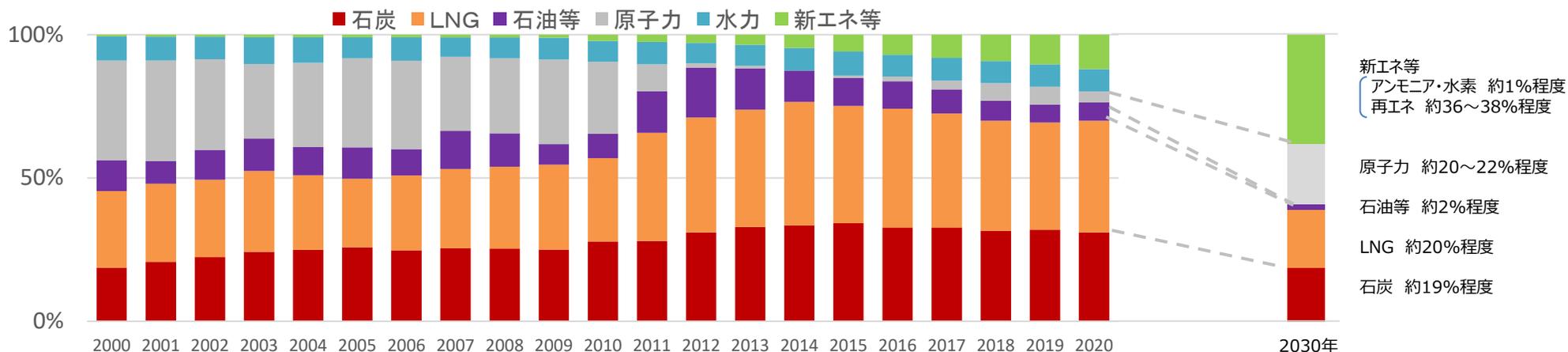
〈アプローチ〉



3-3 : 国内の電力需給の状況

- **発電事業**は、**1995年以降**先行して自由化が進み、製造業をはじめ多くの事業者が参入・拡大。
- 他方、震災直後は**原子力が減少し、火力への依存度が急上昇**したものの、その後、**変動再エネの導入拡大による稼働率低下**に伴い、**火力の休廃止が加速**（2021年に約500万kWの休廃止）。
 ➔ 予備率は減少し、近年、**需給ひっ迫の懸念が顕在化**。

<発電比率の推移>



<2021年度の需給見通し（冬季）>

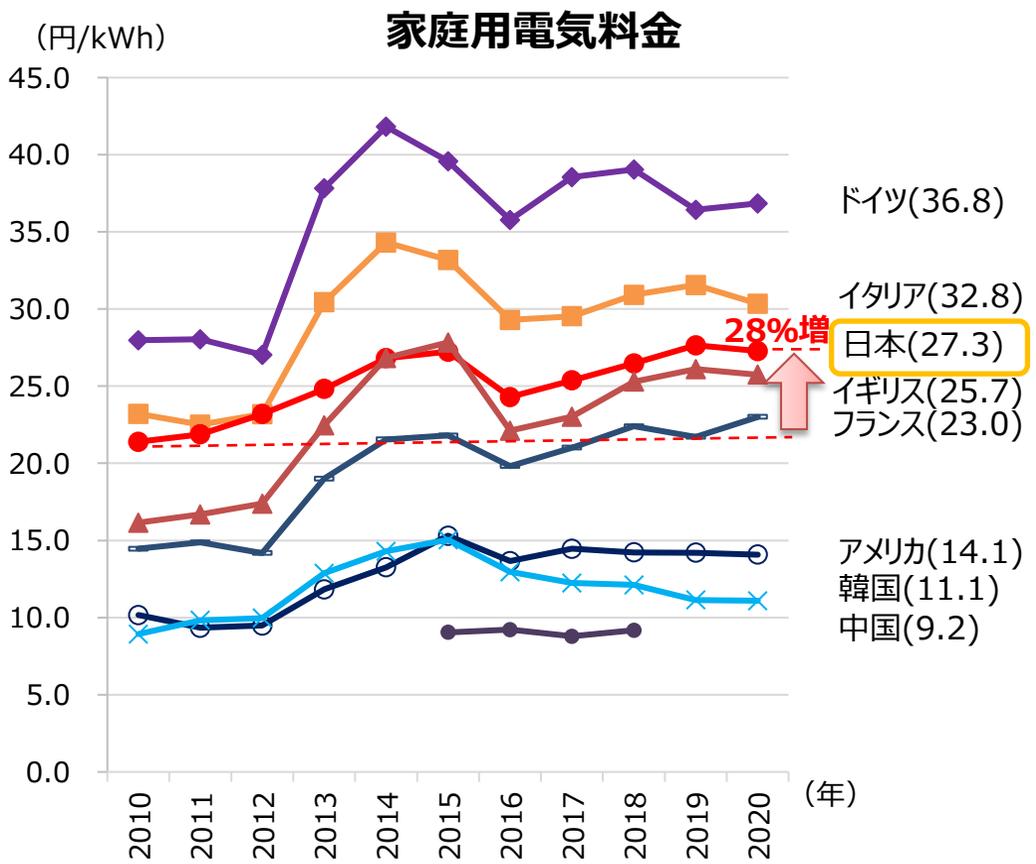
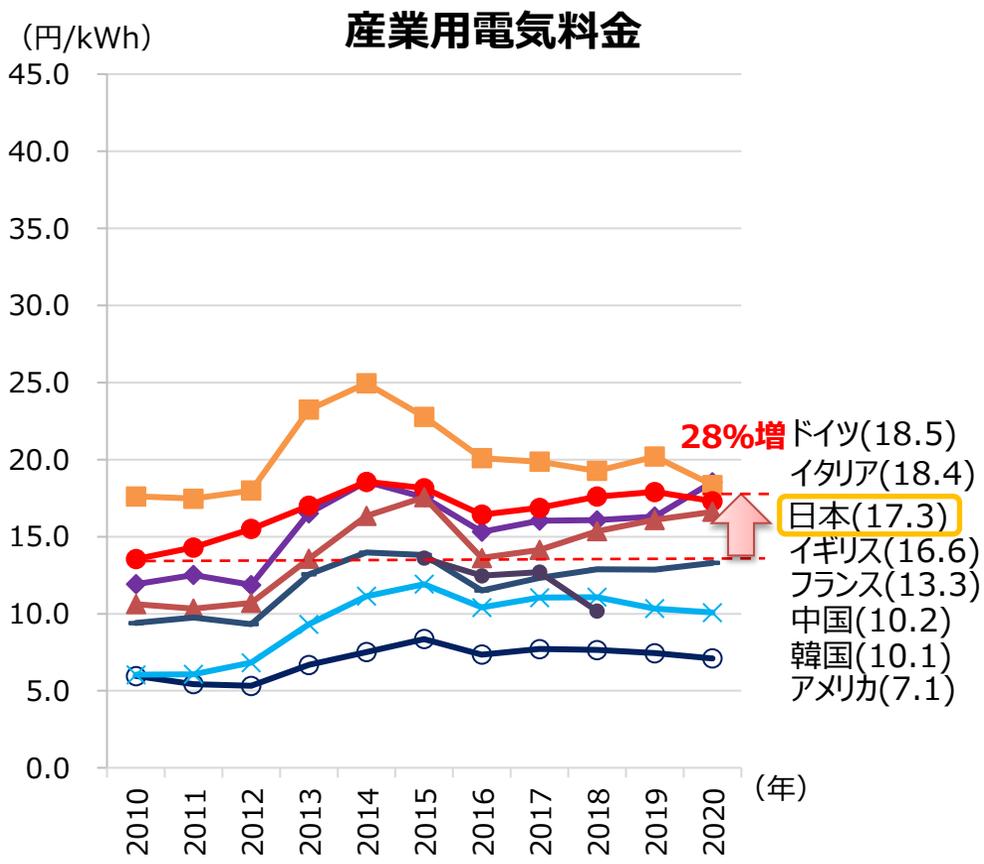
※最大需要発生時の安定供給に最低限必要な予備率は3.0%

供給予備率(%)	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
(21年)12月	11.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
(22年)1月	8.7	8.7	3.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
(22年)2月	7.0	4.4	3.1	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9

(出典) 需給検証報告書

3 - 4 : 国内の電力価格の状況

- 東日本大震災以降、**燃料費の増大**と原子力発電所の停止、**再エネ賦課金導入**（2021年度は、**3.36円/kWh**）等により、電気料金は大幅に上昇。
- 震災前（2010年）と比べて、2020年の平均単価は、家庭向け、産業向けともに約28%上昇（**年間的一般家庭負担は約2.8万円増加**（注1））。日本の電気料金水準は**諸外国よりも割高**であり、鉄鋼・半導体等の産業界にとっても、電力コストの抑制は極めて重要。



(出所) IEA Energy Prices and Taxes 等を基に資源エネルギー庁作成

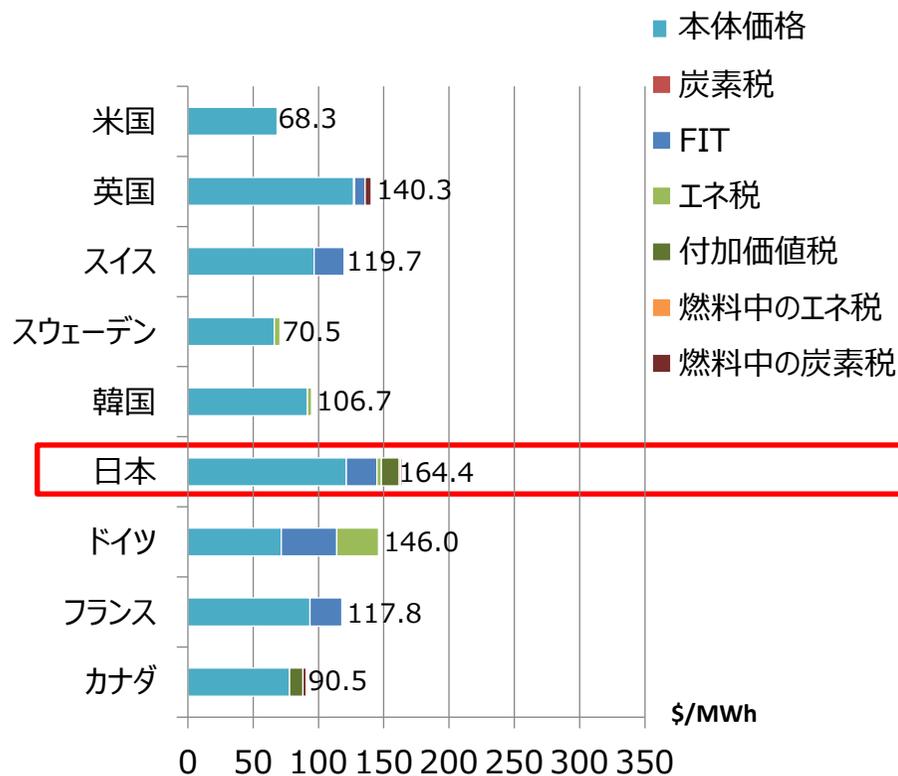
注1: 月間電力使用量400kWhを想定 35

【参考】電力コストの国際比較

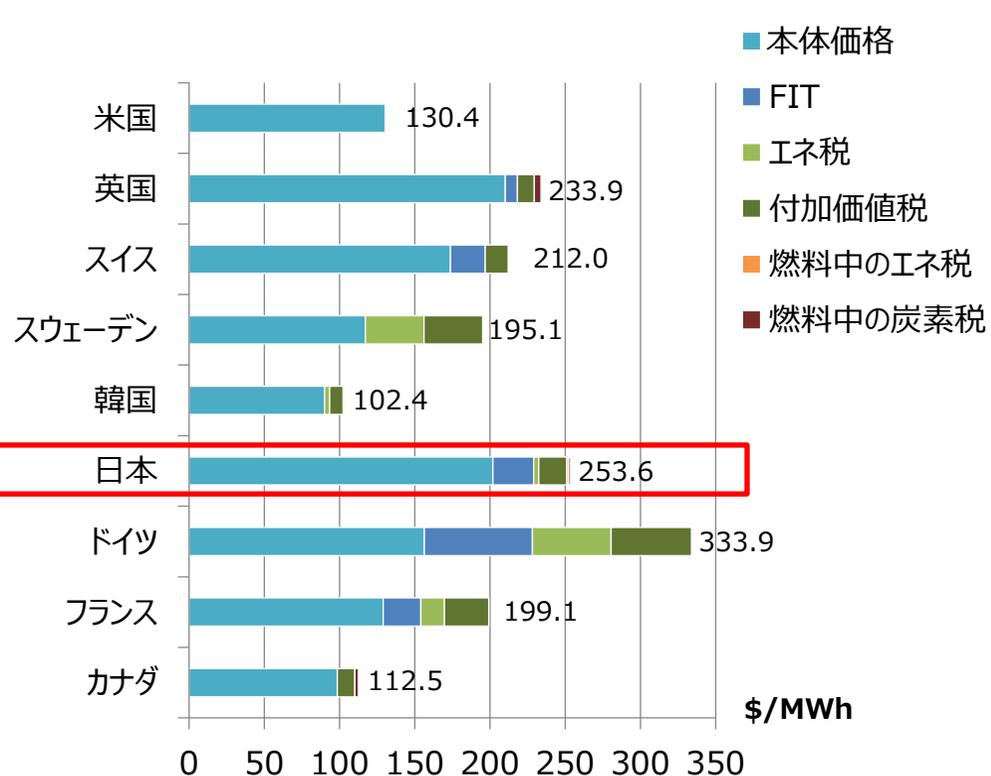
- 日本は、産業界や消費者等の行動を左右する全体のエネルギー価格（本体価格＋炭素税＋エネルギー税等＋FIT賦課金等）が国際的に見ても高い水準。

＜日本のエネルギー価格（電気料金）の水準（2019年）＞

【産業用電力（エネルギー当たり）】



【家庭用電力（エネルギー当たり）】



出典：日本エネルギー経済研究所調べ。FIT等はスウェーデン、韓国、豪州のRPS、英国のRO・CfDは含まない。燃料中の炭素税はスイスのCO2税は含まない。

【参考】電力会社の経営状況の悪化

- 大手電力会社は2016年の全面自由化以降、競争の進展に伴い収益性が低下。
- 特に2021年度は、燃料費高騰の影響（燃料費調整制度に伴う収支の期ずれ含む）などによって、一部の会社で震災直後以来の赤字となる業績予想が示されている。

＜大手10社の場合＞

(億円)

2015年度（自由化前）	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	11,889	280	1,526	3,259	2,556	280	2,416	392	219	909	52

競争激化に伴い収支は悪化

(億円)

2020年度	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	7,587	411	675	1,898	1,922	123	1,538	300	51	556	113

燃料費の高騰により、2021年度の業績予想は更に悪化

(億円)

2021年度 業績予想 ※第3四半期末時点	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	▲113	110	▲500	▲160	▲500	0	1,000	▲550	▲70	500	57

※燃料費調整制度に伴う収支の期ずれが生じていることによる影響も含まれている 37

1. 国際的なエネルギー全体の動向
2. 国際的な原子力の動向
3. 国内のエネルギー・電力全体の動向
- 4. 国内の原子力の動向**
5. 第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）
6. 今後の議論に向けて

4-1: 原子力発電所の再稼働の現状

**再稼働
10基**

稼働中 7基、停止中 3基 (起動日)

●ブルサーマル4基

**設置変更許可+理解表明
3基**

(許可日)

**設置変更許可
4基**

(許可日)

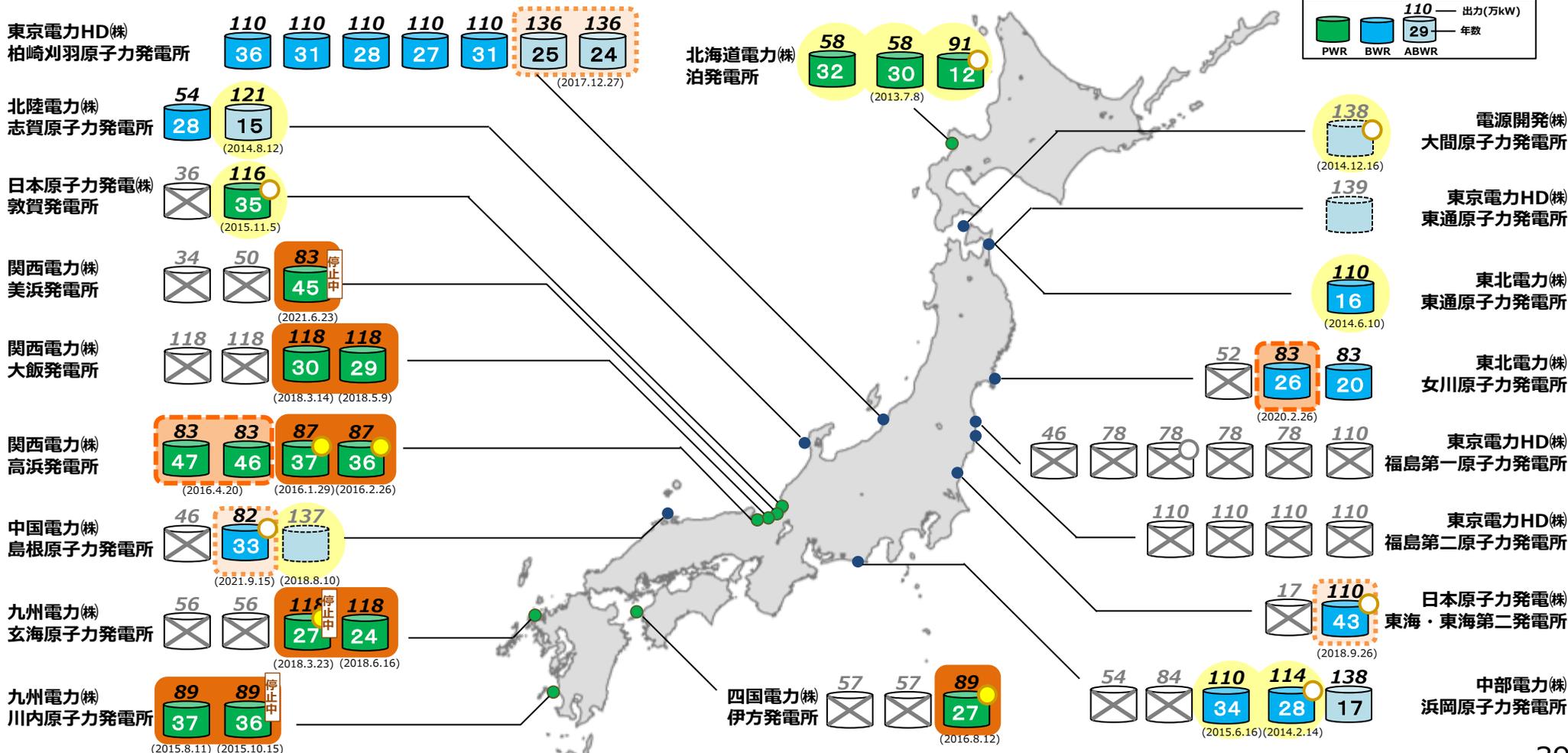
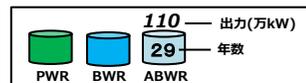
**新規規制基準
審査中
10基**

(申請日)

ブルサーマル検討中6~8基
(女川3号機、志賀1号機、大飯1~2基、東電3~4基)

**未申請
9基**

**廃炉
24基**



【参考】主な個別地点の状況（許可審査済）

設置変更許可済＋地元理解表明：3基

設置変更許可済：4基

東北電力 女川原子力発電所2号機（BWR）

安全対策：原子炉設置変更許可済（2020年2月）
工事完了予定は2022年度中

防災対策：緊急時対応を取りまとめ（2020年6月）

地元理解：宮城県、女川町、石巻市が、再稼働に対する理解表明（2020年11月）

東京電力 柏崎刈羽原子力発電所6・7号機（ABWR）

安全対策：7号機の安全審査は終了したものの、核物質防護設備の機能の一部喪失事案等について、規制庁による検査等に対応中

防災対策：緊急時対応を地域協議会で検討中、住民参加の実働訓練を実施（2021年11月）に加え、個別訓練を複数回実施

関西電力 高浜発電所1・2号機（PWR）

※いずれも40年超運転

安全対策：1・2号機ともに安全対策工事は完了
 特重施設の工事中

防災対策：緊急時対応を取りまとめ（2015年12月）
 ・改定（2020年7月）

地元理解：高浜町が、再稼働に対する理解表明（2021年2月）
福井県が、再稼働に対する理解表明（2021年4月）

日本原電 東海第二発電所（BWR） ※40年超運転

安全対策：設置変更許可、工事計画認可済（2018年10月）
工事完了予定は2022年12月

防災対策：緊急時対応は地域原子力防災協議会で検討中

中国電力 島根原子力発電所2号機（BWR）

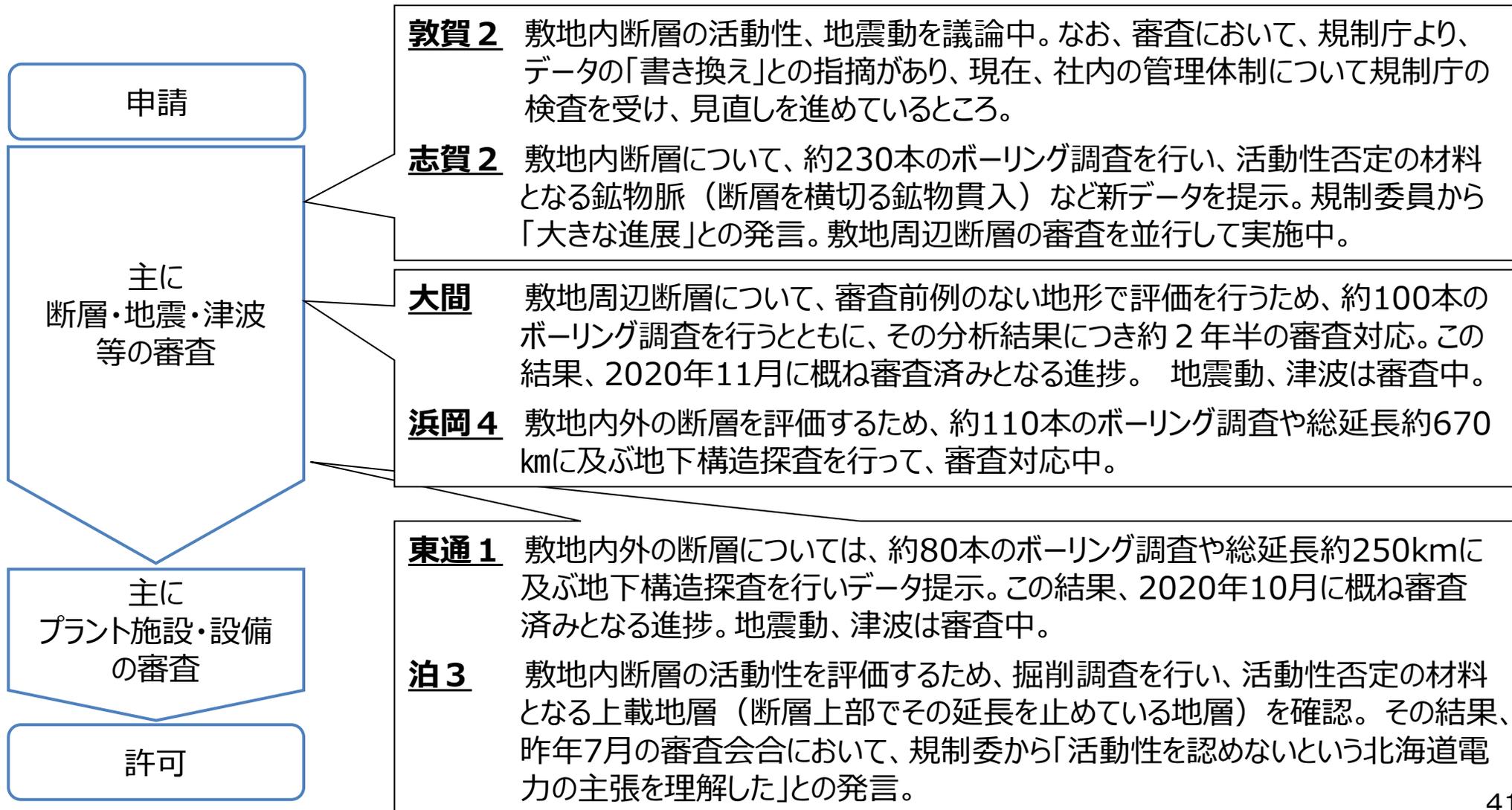
安全対策：設置変更許可（2021年9月）
 工事計画認可の審査が開始。

防災対策：緊急時対応を取りまとめ（2021年7月）

【参考】主な個別地点の状況（許可審査中）

- 申請中10基のうち、優先して審査が行われている6基は断層等地質・地震動・津波等の審査に対応中。一昨年来、多くのサイトで進展あり。

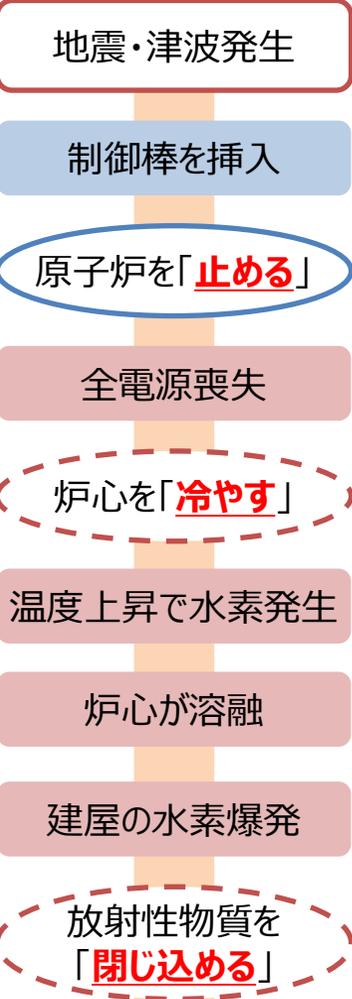
※泊1・2、浜岡3、島根3については、それぞれ泊3、浜岡4、島根2の審査が優先して行われているため、ここでは記載していない。



【参考】東京電力福島第一原子力発電所事故を教訓にした大幅な安全対策の実施

- 事故の教訓を踏まえ、極めて厳しい自然災害を想定し、大規模な防潮堤など、十分な対策を実施。
- 電源の喪失や水素爆発など、極めて過酷な事態が生じることも想定し、多重の備えを実施。

(事故での教訓)



地震・津波等の想定が甘かった

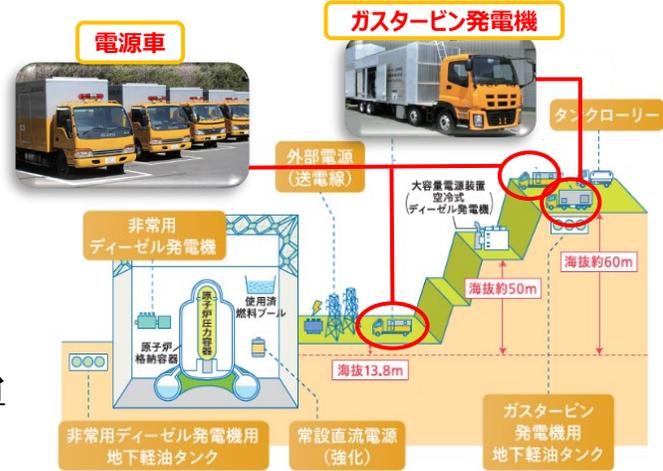
津波・地震による全ての電源喪失

水素爆発の発生や放射性物質の拡散

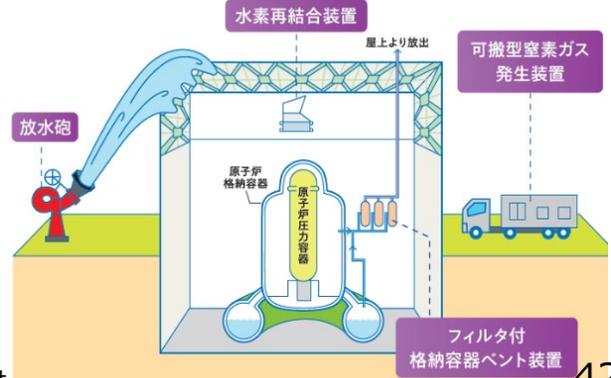
※燃料を覆うジルコニウム合金が高熱になると炉内の水蒸気（水）を分解して水素が発生

(女川原子力発電所における安全対策の実施例)

- 地震の想定を引き上げ
580ガル→1000ガル
※東日本大震災時は567.5ガル
(ガルは地震の揺れの強さを示す単位)
- 津波の想定を引き上げ
13.6m→23.1m
海拔29mの防潮堤設置
※東日本大震災での津波は13m
- 非常用電源を強化
電源車 0台→11台
ガスタービン発電機車 0台→2台
蓄電池 8時間分→24時間分

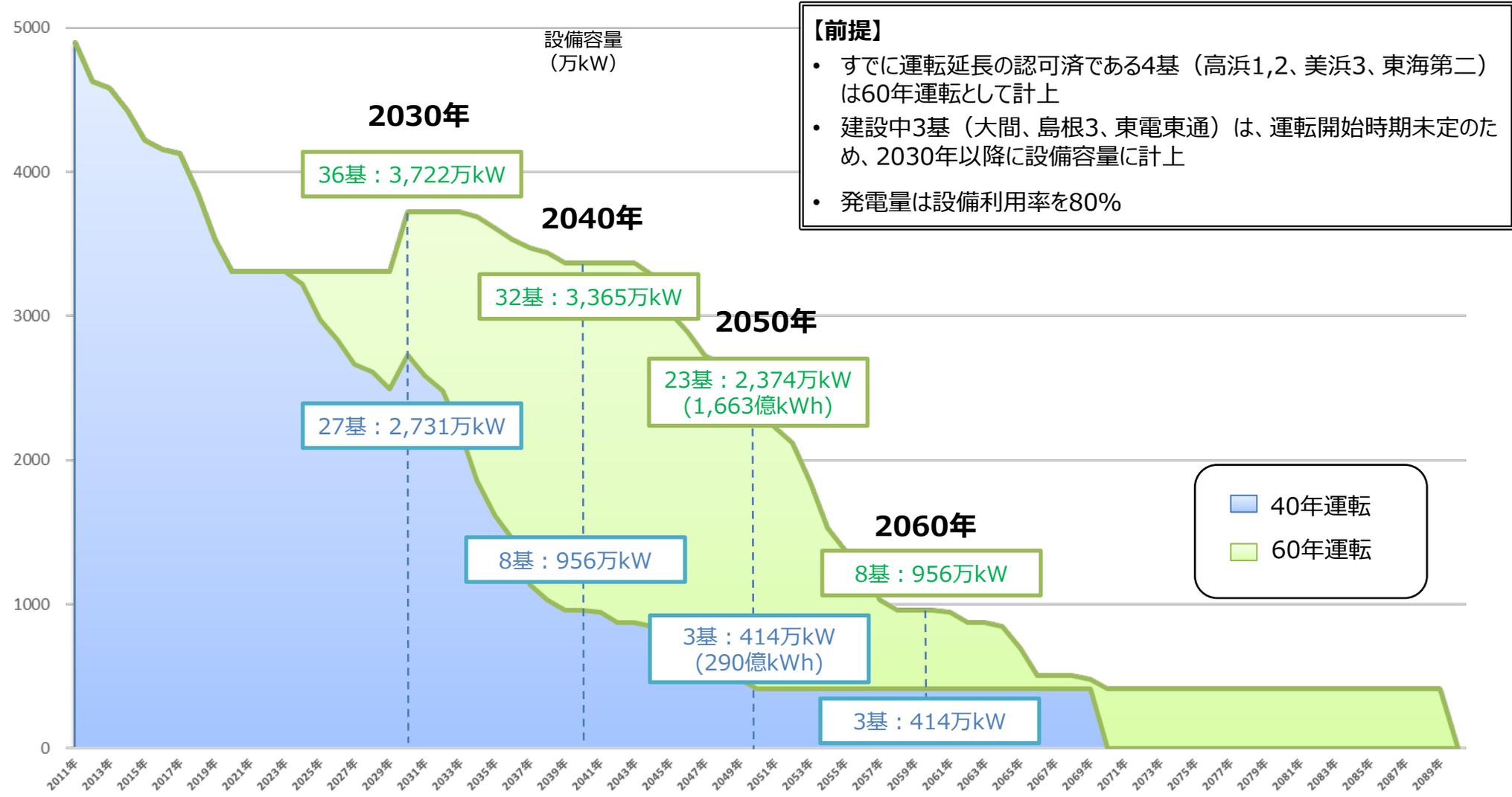


- 発生した水素を除去する装置を導入
- 放射性物質の大気中への放出を抑制する装置 (フィルターベント) を導入



【参考】国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

● 廃炉決定済のものを除く、**全36基の原子力発電所（建設中を含む）が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。**



※年途中で期限を迎えるプラントは按分してkWを算出。按分しない場合、40年シナリオの2030年kWは2,787万kW、60年シナリオの2050年kWは2,430万kW

4 - 2 : 革新原子力の研究開発に向けて

- **原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。**可能な限り依存度を低減しつつ、国内での着実な安全最優先の再稼働の進展とともに、海外（米・英・加等）で進む次世代革新炉開発に、**高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速していく。**（2021年6月「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」）

	現状と課題	今後の取組
高速炉	<p>資源循環性の向上が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力の持続的な利用には、放射性廃棄物の減容化・有害度低減、中長期的には資源の有効利用に向けた技術開発を進めることが重要。 <p>世界各国で高速炉の開発が進展</p> <ul style="list-style-type: none"> ロシアは実証炉を運転開始済みで、中国も実証炉建設中。 北米でも政府支援を得て、ベンチャー企業等による高速炉開発が加速。 	<p>国際連携を活用し開発を着実に推進</p> <ul style="list-style-type: none"> 「戦略ロードマップ」に基づき、例えば今世紀半ば頃の適切なタイミングに、現実的なスケールの高速炉の運転開始を期待。それに向けて、2023年度末頃までは多様な技術間競争を促進。<u>日仏、日米協力で効率的な開発を推進。</u> <p>原子力研究開発機構が保有するデータ・施設を最大限活用</p> <ul style="list-style-type: none"> 建設・運転・保守経験で培われたデータ、施設を最大限活用。「常陽」の再稼働に向けた準備を速やかに進める。
小型炉 (SMR)	<p>各種要素技術の開発が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外での実証プロジェクトと連携した基本設計・開発。 日本企業独自で多様なニーズを見据えた小型炉を自主開発。 <p>革新的技術の安全性や経済性を検証</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全性は、米・英・加で許認可取得に向けたプロセスが進行中。 経済性は、量産化で追求。 	<p>国際連携プロジェクトへの参画</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020年代末の運転開始を目指す海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組に対し、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置きつつ支援を行う。海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画。 日本企業がプロジェクトの主要プレーヤーとして参画し、脱炭素技術であるSMRの安全性の実証に貢献。<u>主要サプライヤーの地位を獲得。</u>2020年代末の海外でのSMR初号機開発後、海外連携によりグローバル展開と量産体制を確立。
高温ガス炉	<p>開発・運転ノウハウの蓄積と実用化スケールへの拡張が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 高温工学試験研究炉 (HTTR) で950℃ (世界最高水準)・50日間の高温連続運転を達成 (JAEA)。安全性を実証。 日本企業が水素製造・発電コジェネプラント、蓄熱可能な発電用高温ガス炉などを開発中。 高温ガス炉と水素製造施設との接続技術の確立が必要。 	<p>HTTRを活用した試験・実証等</p> <ul style="list-style-type: none"> HTTRを活用し、安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援。 安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画。<u>海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、海外共同プロジェクトを組成していく。</u> <u>日本の規格基準普及</u>に向けた他国関連機関との協力を推進。
核融合	<p>国内施設を通じた研究開発や核融合実験炉 (ITER) 建設に向けた製造・試験、各種要素技術の開発が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> プラズマ制御技術の高度化に向けた試験実施。 ITER本体の組立・据付開始、コイル等主要機器を日本から納入。 安全で安定稼働できる核融合原型炉の設計。 	<p>ITER計画等の着実な推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ITER計画等の国際共同技術開発や将来的な原型炉建設計画に向けた取組を通じて主要機器の実証と、出力の長時間維持技術を確立。日本の核融合原型炉の建設計画に反映。2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等が連携を加速。 核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。

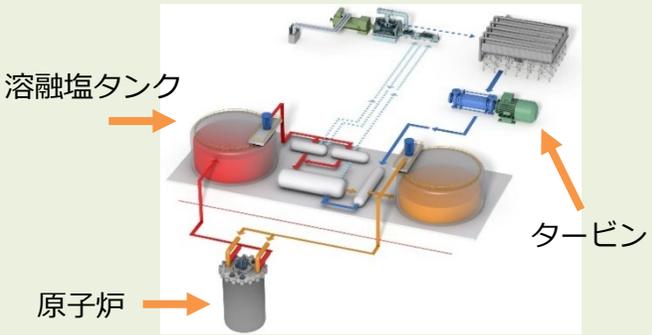
【参考】高速炉：ビル・ゲイツ氏のテラパワー社と協力覚書締結

- テラパワー社は**2028年「Natrium炉」運開**目指し、米エネルギー省補助金（最大2,000億円）獲得。
- 日本に対しては、「**常陽」「もんじゅ」の経験**等に期待。**JAEA保有の試験設備**にも関心。
- **本年1月26日にテラパワー・日本原子力開発機構（JAEA）・三菱重工**の3者間で**覚書を締結**。
- 本覚書に基づき、**2022年春頃の本契約**に向け、議論を継続していく。

<特徴>

- ・ 小型ナトリウム冷却高速炉(34.5万kW)
- ・ 米西部ワイオミング州に立地予定。
（**石炭火力の代替**を想定）
- ・ ナトリウムは熱を伝えやすく、全電源喪失時にも**自然循環で除熱**可能。
- ・ 蓄熱システムを組み合わせ、**負荷追従**が可能（再エネとの親和性あり）。

システム概念図



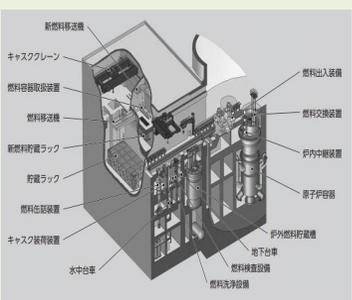
<協力の可能性のある分野>

- ・ 「常陽」「もんじゅ」等で、日本が保有する**高速炉のノウハウや試験設備**(※)
- (※)JAEA保有の大型ナトリウム試験設備 (AtheNa) 等
アテナ
- ・ 日本企業が持つ**機器設計・製造技術**



「AtheNa」

世界でも希な大型設備。
ナトリウムの挙動を評価可能。



「燃料取扱設備」

コンパクトで経済的な燃料取扱設備等、日本企業の製造技術に期待。

<ビルゲイツ氏の発言>

- ・ 原子力は、**気候変動対策において理想的なエネルギー**。
- ・ **事故のリスクは、イノベーションによって解決可能**。
- ・ テラパワーは**第4世代原子炉を開発し、安全性は非常に高い。世間の認識を変える**には劇的に違うものを出す必要。
- ・ 「**Natrium**」は**エネルギー産業の「ゲームチェンジャー」**になる。

※原子力エネルギー会議での講演及びワイオミング州メディアへのビデオメッセージ（2021年6月）より引用



【参考】SMR：NuScale社 (NuScale Power Module) プロジェクトへの参画を目指す

- 2007年にSMR開発を目的に設立された米国企業。米国エネルギー省（DOE）の支援で開発を進め、**2029年に初号機**をアイダホ国立研究所内で運転開始予定。

<特徴>

- ・ PWRタイプ。1モジュールの出力は5～7.7万kWで、最大12モジュールを設置可能（最大60～92万kW）。
- ・ 蒸気発生器と圧力容器の一体化により、小型かつシンプルな設計で安全性を向上。自然循環により、冷却ポンプ、外部電源なしで炉心を冷却可能。
- ・ モジュール工法で、工期短縮、初期投資抑制の可能性。



アイダホ国立研究所内にて建設中

<国内企業の関わり>

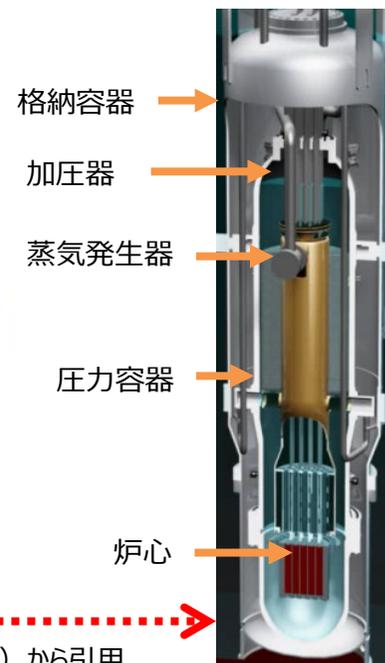
- ・ 2021年、日揮・IHIが出資を発表。
日揮：4,000万ドル
IHI：非公表
- ・ 経産省予算にて、日揮・IHIが、モジュール・メンテナンス機器等の課題についての実証を目指す。

<米国政府の予算措置>

- ・ 2013年以降、NuScaleに対し、**530億円の開発支援**。
- ・ 2020年、今後10年間で運営主体に対し、**13.55億ドルの追加支援**を行うことを発表。



NuScale SMR 概念図



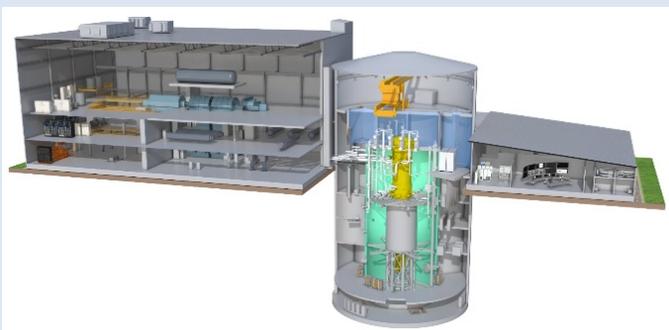
※イラストはNuScale社HP (<http://www.nuscalepower.com>) から引用

【参考】SMR：GE Hitachi社（BWRX-300）と日立GE社が共同開発

- 米GE Hitachi社と日立GE社が共同開発する電気出力30万kW級のBWR型小型モジュール炉。
- 2021年12月2日、カナダの電力会社OPG社が最速2028年運転開始を目指すプロジェクトに、米GE Hitachi社のBWRX-300を選定。
- 今後、日本国内でも、日立GE社の設備を活用した要素技術の実証を実施予定。

<特徴>

- ・ BWRタイプ。電気出力30万kW。
- ・ 自然循環の利用によりポンプを排除、受動的冷却システムにより電源・注水設備・運転員操作なしで7日間冷却可能。
- ・ 圧力容器に隔離弁を直付けすることで、冷却材喪失事故の発生確率を削減。



BWRX-300概略図

<カナダプロジェクトの概要>

- ・ オンタリオ州（人口最大州・首都オタワが位置）にて、州営オンタリオ電力がSMR建設に向け、炉型選定を実施。
- ・ 昨年12月に、米GE Hitachi社のBWR型軽水炉のSMRである「BWRX-300」が正式に採択。
- ・ 今後、2028年までの初号機建設を目指すためにサプライチェーン構築等が進められる見通し。



BWRX-300完成イメージ図

<国内企業の関わり>

- ・ 経産省予算にて、日立GEの実温・実圧で試験できる設備を活用し、要素技術の実証に向けて研究開発を実施中。

ハッスル
日立多目的蒸気源試験装置(HUSTLE)
実温・実圧にて安全性や性能を確認できる試験設備



【参考】高温ガス炉：英国、ポーランドとの国際協力を強化

● 英国は2030年代初頭の実証炉建設を目指し、日米加との国際連携を追求。

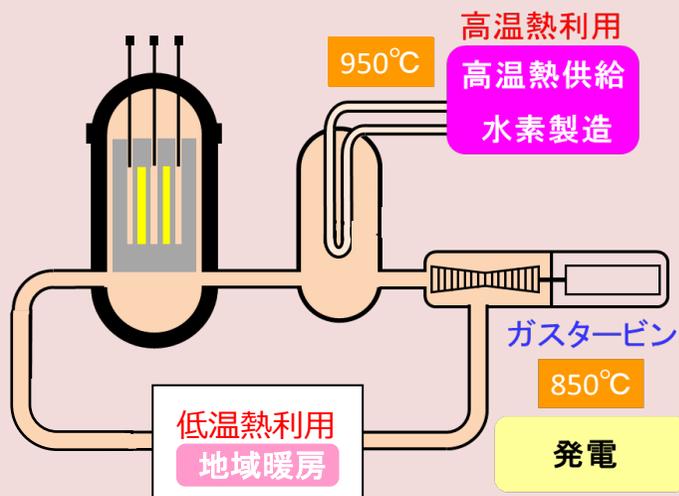
※2020年、日本原子力開発機構(JAEA)と英国国立原子力研究所 (NNL)、原子力規制局(ONR)との間で、研究開発協力や情報交換のための覚書を締結。

● ポーランドでは、実験炉の建設を目指し、2021年から約18億円の予算措置。ポーランド国家原子力研究センター(NCBI)からJAEAに協力依頼。

<特徴>

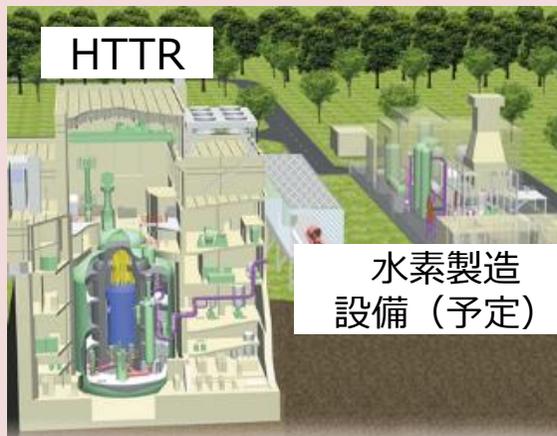
- ・ **高温**で**安定**なヘリウム冷却材
- ・ 高温耐性で**炉心溶融なし**
- ・ 950℃の熱の利用が可能(**水素製造**等)

システム概念図



<協力の可能性のある分野>

- ・ 試験研究炉「HTTR」の技術
- ※世界最高温度950℃の出口温度達成
- ・ 950℃の高温を利用した**大規模・安定のカーボンフリー水素製造技術**



<英国の動向>

革新実証炉プログラムの対象として、**高温ガス炉を選定**したことを公表できることを**嬉しく思う**。 ※Nuclear2021 (2021年12月) での発言



ハンス ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS) エネルギー担当大臣

高温ガス炉が**高温熱、水素**等を供給することで、**脱炭素化に役立つ**可能性は非常に大きい。 ※WNN HPより引用



ハワース 国立原子力研究所(NNL)CEO

4-3：原子力産業サプライチェーンの存続危機

- 国内では、進行・計画中の新設プロジェクトが震災で中断中。
 - 海外では、いくつかの輸出案件が計画されていたが、いずれも中止・終了。
- ⇒ 安全対策投資も土木投資等に偏る中、中核のサプライチェーンは売上途絶。

震災前に国内で計画が進んでいたプロジェクト

事業者名	発電所名	設置許可	着工
中国電力	島根 ③	H17.4 許可	H17.12 (中断中)
電源開発	大間 ①	H20.4 許可	H20.5 (中断中)
東京電力	東通 ①	H22.12 許可	H23.1 (中断中)
	東通 ②	-	-
東北電力	東通 ②	-	-
	浪江・小高①	-	計画断念
日本原電	敦賀 ③	H16.3 申請	-
	敦賀 ④		
中国電力	上関 ①	H21.12 申請	-
	上関 ②	-	-
九州電力	川内 ③	H23.1 申請	-
中部電力	浜岡 ⑥	-	-
関西電力	美浜 ④	-	-

計画されていた原発輸出プロジェクト案件の例

英国	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 日立は、英国内で建設計画を有するホライズン社を買収。2020年代の運転開始を目指していた。(2012年) ➤ しかし、新型コロナウイルス感染拡大等により投資環境の厳しさが増したことからプロジェクト撤退を発表。(2020年9月)
トルコ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 日・トルコ政府間協定で、建設が計画されているサイトにおける日本の優先交渉権に合意。(2013年) ➤ 政府間協定を終了。(2021年6月)
ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 建設予定の2サイトにおいて、日・露をパートナーに選定。 ➤ しかし、国内財政事情悪化により計画中止を国会で決議。 ➤ 他方で、計画再開時には日・露を優先的パートナーとすることを表明。(2016年)

【参考】原子力産業サプライチェーン

- 原子力産業は多くのサプライヤや建設事業者等に支えられており、プラント・機器の製造・メンテナンスだけでも年間1兆円規模の巨大サプライチェーンを構築。素材及び製造技術に原子力固有の特殊性を持つ企業も数多く存在。
- また、耐放射性・遮蔽性・気密性や高い耐震性等に加え、保守・メンテナンスやトラブル対策を確実に実施するための高いトレーサビリティといった高度な品質管理が求められる。

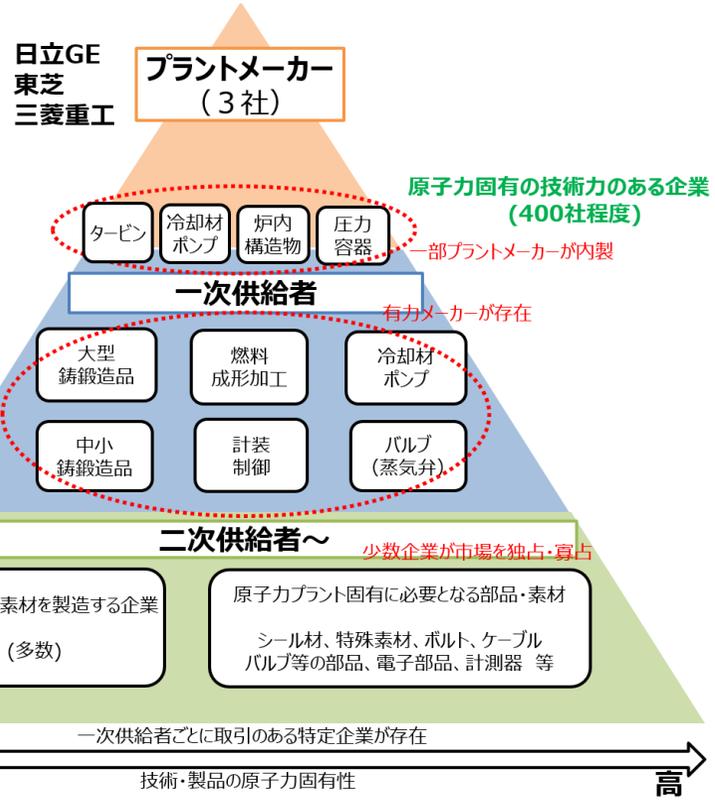
原子力のプラント・機器製造等のサプライチェーン

売上・雇用規模

(プラントメーカー)
約5,500億円
約6,600人

(機器サプライヤ)
約7,500億円
約20,400人

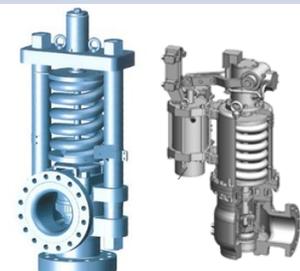
(燃料)
約2,000億円
約4,000人



	製品例 (主要サプライヤ)
原子炉容器	原子炉容器 (三菱重工業、IHI) 大型部材 (日本製鋼所M&E)
タービン	蒸気タービン (三菱重工業、東芝ESS) 大型部材 (日本製鋼所M&E)
ポンプ	一次系 (三菱重工業、日立GE、荏原製作所) 二次系・安全系 (荏原製作所、関水社)
バルブ	大型バルブ (BWR : 岡野バルブ、PWR : TVE) 中小型バルブ (平田バルブ)
炉内構造物	制御棒駆動装置 (三菱重工業、日立GE) 部素材 (日立金属、大同特殊鋼、助川電気工業)



原子炉圧力容器部材 (日本製鋼所M&E)



主蒸気安全弁 (TVE、岡野バルブ)



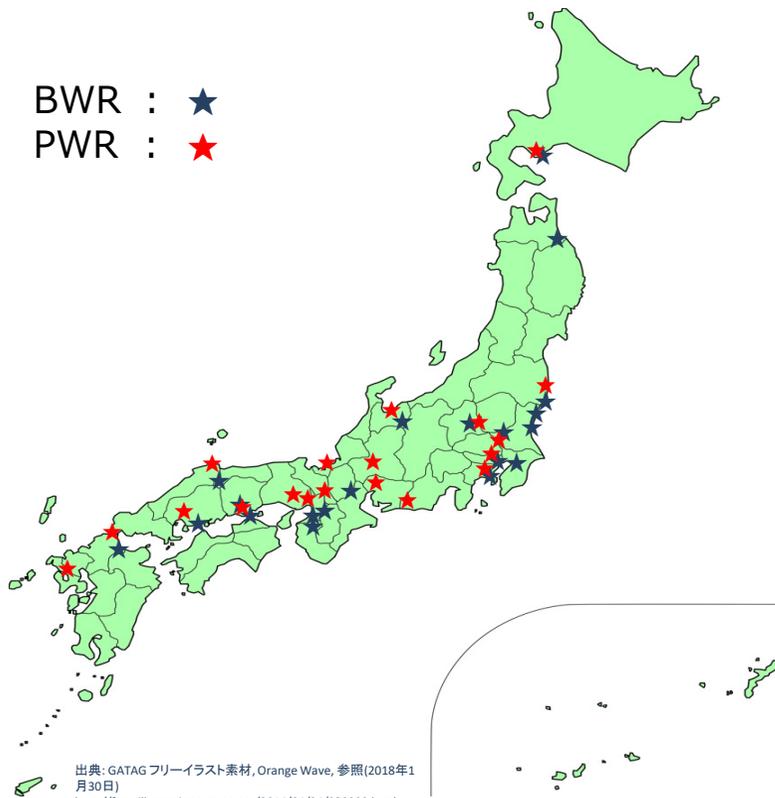
起動給水ポンプ (荏原製作所)

(出所) 原子力産業協会 原子力発電に係る産業動向調査2020報告書を基に資源エネルギー庁作成

【参考】原子力産業の技術自給率

- 原子力の技術は、当初は海外からの機器輸入割合も高かったが、**1970年以降に営業運転を開始した原発の多くで国産化率90%を超えており、国内企業に技術が集積されている分野**である。
- 新型コロナウイルスの拡大によって、様々な産業分野でサプライチェーンの国内回帰の声もある中で、**原子力産業は、安定的に電力を供給するためのサプライチェーン（約1,000万個の部品点数）を国内に持つ強み**がある。

BWRおよびPWRの主なサプライヤマップ



原子力発電所の国産化率の推移

発電所	東海 (黒鉛炉)	美浜1号 (PWR)	高浜2号 (PWR)	美浜3号 (PWR)	柏崎刈羽5 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1975	1976	1990	1997
国産化率 (%)	35%	58%	90%	93%	99%	89%

廃炉決定済

(出典) 原子力発電の効率化と産業政策 国産化と改良標準 (RIETI)、電力会社HP

【参考】原子力産業における環境の変化

- サプライヤーは、現在は安全対策工事で事業を維持しているが、将来の事業見通しが立たない状況。
- 要素技術を持つ中核サプライヤー等の撤退が相次いでおり、サプライチェーンの劣化が懸念される。
- 国内で建設や製造の現場の空白期間が続くことによる技術・人材の維持は喫緊の課題。

原子力事業からの撤退

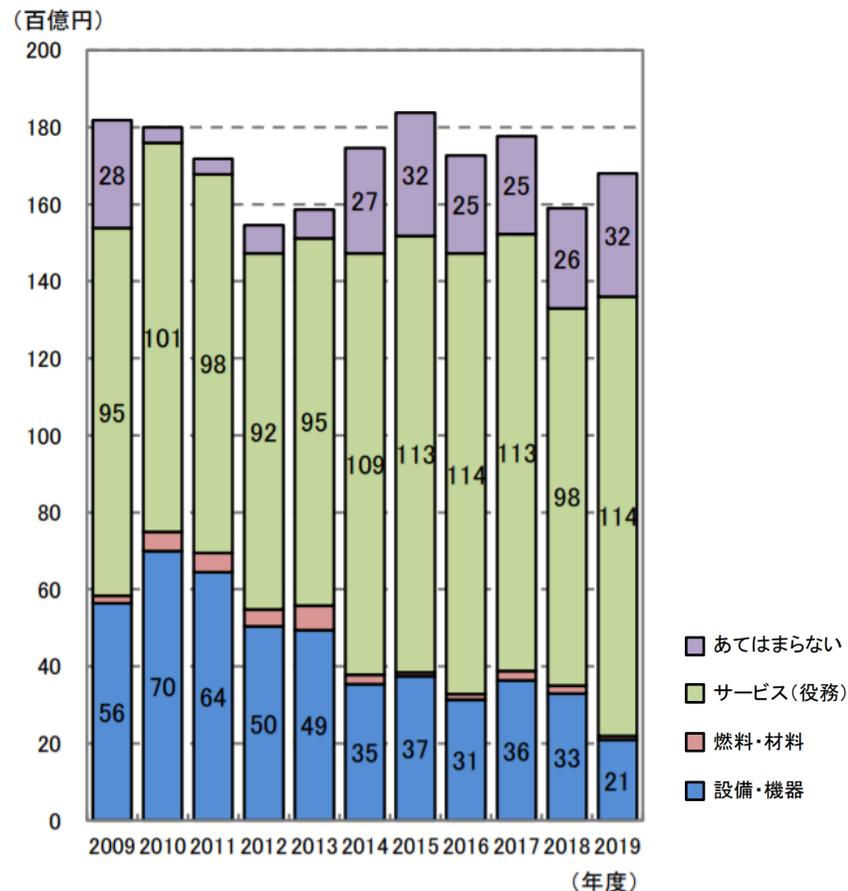
<大手企業>

- 川崎重工（廃止措置、発電所の保守管理等）
- 住友金属、古河電工（燃料製造加工）
- 明電舎（DCモータ）

<要素技術を持つ中核サプライヤ>

- ジルコプロダクツ（燃料部材）
2017年廃業
⇒ BWR用燃料被覆管部材は国内で調達できない状況に
- 日本鋳鍛鋼（圧力容器、タービン等）
2020年廃業
⇒ 原子炉圧力容器部材の供給企業は国内残り1社に

原子力産業界の売り上げの推移



1. 国際的なエネルギー全体の動向
2. 国際的な原子力の動向
3. 国内のエネルギー・電力全体の動向
4. 国内の原子力の動向
5. **第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）**
6. 今後の議論に向けて

第6次エネルギー基本計画における記載抜粋①

● 東京電力福島第一原子力発電所事故後10年の歩み

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の経験、反省と教訓を肝に銘じて、エネルギー政策の再出発を図っていくことが今回のエネルギー基本計画の見直しの原点となっている。
- 福島第一原発の廃炉は、福島復興の大前提だが、事業者任せにするのではなく、国が前面に立ち、2041～2051年までの廃止措置完了を目標に、国内外の叡智を結集し、不退転の決意を持って取り組む。
- 将来的に帰還困難区域の全てを避難指示解除し、特定復興再生拠点区域の避難指示解除に向けた環境整備を進める。特定復興再生拠点区域外についても、2020年代をかけて、帰還意向のある住民が帰還できるよう、帰還に関する意向を個別に丁寧に把握した上で、帰還に必要な箇所を除染し、避難指示解除の取組を進めていく。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国としては、2050年カーボンニュートラルや2030年度の新たな削減目標の実現を目指すに際して、原子力については安全を最優先し、再生可能エネルギーの拡大を図る中で、可能な限り原発依存度を低減する。

● 2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応

- 2050年カーボンニュートラルを実現するために、再生可能エネルギーについては、主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組み、水素・CCUSについては、社会実装を進めるとともに、原子力については、国民からの信頼確保に努め、安全性の確保を大前提に、必要な規模を持続的に活用していく。
- こうした取組など、安価で安定したエネルギー供給によって国際競争力の維持や国民負担の抑制を図りつつ2050年カーボンニュートラルを実現できるよう、あらゆる選択肢を追求する。

第6次エネルギー基本計画における記載抜粋②

● 着実な再稼働の推進

- 安全性を全てに優先させ、国民の懸念の解消に全力を挙げる前提の下、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。国も前面に立ち、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、取り組む。
- 東日本大震災後に原子力発電所の停止期間が長期化していることを踏まえ、メーカー等も含めた事業者間の連携組織が中心となり、保全活動の充実や設計の経年化対策、製造中止品の管理等に取り組むとともに、安全性を確保しつつ長期運転を進めていく上での諸課題について、官民それぞれの役割に応じ、検討する。

● 国民、自治体との信頼関係の構築

- 原子力に関する丁寧な広聴・広報を進める必要がある。このため、国が前面に立ち、原子力立地地域のみならず、これまで電力供給の恩恵を受けてきた消費地も含め、幅広い層を対象として理解確保に向けた取組を強化していく。
- 立地地域の将来への不安の払拭に向けて、国は、立地地域との丁寧な対話を通じた認識の共有・信頼関係の深化に取り組むとともに、産業の複線化や新産業・雇用の創出も含めて、各地域の要望に応じて立地地域の「将来像」を共に描く枠組み等を設け、それぞれの実態に即した支援を進める。

第6次エネルギー基本計画における記載抜粋③

● 革新的な安全性の向上等に向けた研究開発

- **革新的技術の研究開発**を進めていくに当たっては、米・英・仏・加等の**海外の実証プロジェクトと連携**した日本企業の取組への積極的支援により、**多様な社会的要請に応える選択肢を拡大**していく。
- 海外動向も踏まえ、海外の開発プロジェクトに高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画するとともに、国内においても、水素製造を含めた多様な産業利用が見込まれ、固有の安全性を有する高温ガス炉を始め、安全性等に優れた炉の追求など、**将来に向けた原子力利用の安全性・信頼性・効率性を抜本的に高める新技術等の開発や人材育成**を進める。
- 2030年までに、**民間の創意工夫や知恵**を活かしながら、国際連携を活用した**高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉技術の国際連携による実証、高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立**等を進めるとともに、ITER計画等の国際連携を通じ、**核融合研究開発を着実に推進**する。

● 原子力の安全を支える人材・技術／産業基盤の維持・強化

- 原子力利用先進国として、安全や核不拡散及び核セキュリティ分野、地球温暖化対策の観点からの貢献が期待されており、また、周辺国の原子力安全を向上すること自体が我が国の安全を確保することとなるため、**多様な社会的要請を踏まえた技術開発等を通じて高いレベルの原子力人材・技術・産業基盤の維持・強化**を図るとともに、**再稼働や廃炉等を通じた現場力の維持・強化**が必要である。
- 人材育成や研究開発等に必要な試験研究炉の整備を含め、**産学官の垣根を越えた人材・技術・産業基盤の強化**を進める。その際、関係省庁が連携して、大学等と地域社会との連携、人材育成等について、**先進的な取組や研究成果の横展開・議論**を行い、**知見・技術の社会実装**等も推進する。

第6次エネルギー基本計画における記載抜粋④

● 原子力の平和利用に向けた国際協力の推進

- 国際的な原子力利用は今後も拡大する見込みであり、日本の原子力技術に対する期待の声が各国から寄せられている。これに応え、日本の技術が世界の脱炭素化に貢献することが可能である。
- このため、国際原子力機関（IAEA）や経済協力開発機構原子力機関（OECD／NEA）等の多国間協力の枠組み、米・英・仏等との二国間協力の枠組みを通じて、原子力新規導入国等に対して、引き続き、人材育成・基盤整備・原子力技術を含む支援を実施していく。

● 核燃料サイクルの着実な推進と最終処分を含むバックエンド課題への取組

- 原子力の利用を安定的に進めていくためにも、再稼働や使用済燃料対策、核燃料サイクル、最終処分、廃炉等の原子力事業を取り巻く様々な課題に対して、総合的かつ責任ある取組を進めていくことが必要である。
- 原子力事業者は、高いレベルの原子力技術・人材を維持し、今後増加する廃炉を円滑に進めつつ、東京電力福島第一原子力発電所事故の発生を契機とした規制強化に対し迅速かつ最善の安全対策を講じ、地球温暖化対策やベースロード電源による安定的な供給に貢献することが求められている。
- 電力システム改革によって競争が進展した環境下においても、原子力事業者がこうした課題に対応できるよう、海外の事例も参考にしつつ、事業環境の在り方について引き続き検討を進める。また、電力システム改革等の進展の状況を踏まえながら、引き続き、バックエンドも含めた安定的な事業環境の確立に向けて、必要な対応に取り組む。

1. 国際的なエネルギー全体の動向
2. 国際的な原子力の動向
3. 国内のエネルギー・電力全体の動向
4. 国内の原子力の動向
5. 第6次エネルギー基本計画（原子力関係の記載）
6. 今後の議論に向けて

今後、具体的に議論していくべき論点（例）

1. 着実な再稼働の推進

- 東京電力福島第一原子力発電所事故等の反省を踏まえた安全性向上への取組等
（組織文化・マネジメントシステムの改善、核物質防護等の課題への対応 等）
- 着実な再稼働や安全性の向上を通じた安定的な稼働の実現に向けて求められる取組
（産業大での横連携による取組の拡充 等）

2. 革新的な安全性の向上等に向けた取組

- 開発・実装に先立って考慮すべき、社会的ニーズの変化（再エネ・水素導入、デジタル化、経済安保 等）
- 社会変革への貢献に向けた開発・実用化の進め方
（新たな評価軸の設定、開発・実装見通しの幅広い者との共有 等）
- 今後の開発・実用化や、原子力のポテンシャルの最大限の活用に向けて求められる取組
（事業環境整備の方向性、産学官の有機的連携の仕組みづくり 等）
- 国際的な連携の深化に向けて、国・研究機関・産業界に求められる取組

3. 国民、自治体との信頼関係の構築

- 立地地域の課題解決に求められる取組（将来像づくり、産業の複線化、最新知見の共有 等）
- 国・事業者と自治体関係者の共働・コミュニケーションの深化に向けて求められる取組
- 立地地域のみならず幅広い層を対象とした理解確保の促進に向けて求められる取組

今後、具体的に議論していくべき論点（例）

4. 原子力の安全を支える人材・技術／産業基盤の維持・強化

- 人材・技術基盤の危機に関する状況認識のさらなる深掘り
- サプライチェーンの維持・強化に向けて、国・産業界等に求められる取組
（海外プロジェクトへの参画サポート、技術・人材承継への支援 等）
- 産学官全体の人材基盤の強化に向けて求められる取組

5. 原子力の平和利用に向けた国際協力の推進

- 世界規模での温暖化対策推進の観点から、新規導入国等への協力に向けた国際連携のあり方
（他の先進導入国と連携したマルチ枠組の活用、産業界との連携 等）

6. 核燃料サイクルの着実な推進と最終処分を含むバックエンド課題への取組

- 六ヶ所再処理工場の竣工、使用済燃料対策の着実な実施等に向けて、国・産業界に求められる取組（廃棄物の減容化等に向けた研究開発、国が前面に立った理解確保の取組 等）
- 最終処分の実現に向けて、できるだけ多くの地域で文献調査を実施いただくために求められる取組
（北海道2町村での文献調査の着実な実施、国が前面に立った全国での対話活動の推進 等）
- 通常炉の廃止措置の本格化を踏まえ、その着実な実施に向けて国・産業界に求められる取組
（体制面・技術面の課題に関する事業者間の連携体制、クリアランスの再利用先拡大・社会定着 等）