

GX実現に向けた今後の原子力政策について

令和6年1月27日

資源エネルギー庁

1. エネルギーを取り巻く状況

エネルギー政策の基本的視点（S+3E）

- **安全性(Safety)を前提に、①安定供給(Energy security)を第一とし、②経済効率(Economic efficiency)と③環境適合(Environment)の両立を図ることが要諦。**
- エネルギー源の特性を補完し合う**多層的な供給構造の実現**が重要。

＜エネルギー政策の基本的視点（S+3E）＞ 第6次エネルギー基本計画（一部加工）

エネルギー政策の要諦は、安全性（Safety）を前提とした上で、エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし、経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合（Environment）を図るため、最大限の取組を行うことである。

＜各エネルギー源が補完し合う多層的な供給構造の実現＞ 第6次エネルギー基本計画（抜粋）

各エネルギー源は、それぞれサプライチェーン上の強みと弱みを持っている。現時点で安定的かつ効率的なエネルギー需給構造を一手に支えられるような単独の完璧なエネルギー源は存在しないことに鑑みれば、一つのエネルギー源に頼ることはリスクが高く、危機時であっても安定供給が確保される需給構造を実現するためには、エネルギー源ごとの強みが最大限に発揮され、弱みが他のエネルギー源によって適切に補完されるような組み合わせを持つ、多層的な供給構造を実現することが必要である。

3 Eの現状

- 3 Eのいずれも非常に厳しい状態。

①エネルギー自給率の低下

2010年度:20.2% ⇒ 2021年度:**13.3%**
(先進国 (OECD加盟38カ国中 2 番目に低い))

②電気料金の上昇

- ・家庭用 (2人以上世帯)

2010年度:約10.3万円 ⇒ 2022年度:約**16.7万円**/kWh (**6.4万円 (62%) 上昇**)

- ・産業用 (中規模工場)

2010年度:約4,600万円 ⇒ 2022年度:約**8,700万円** (**4,100万円 (89%) 上昇**)

※電気料金はモデル的な試算で1年間の合計額

③発電に伴うCO2排出量は減少

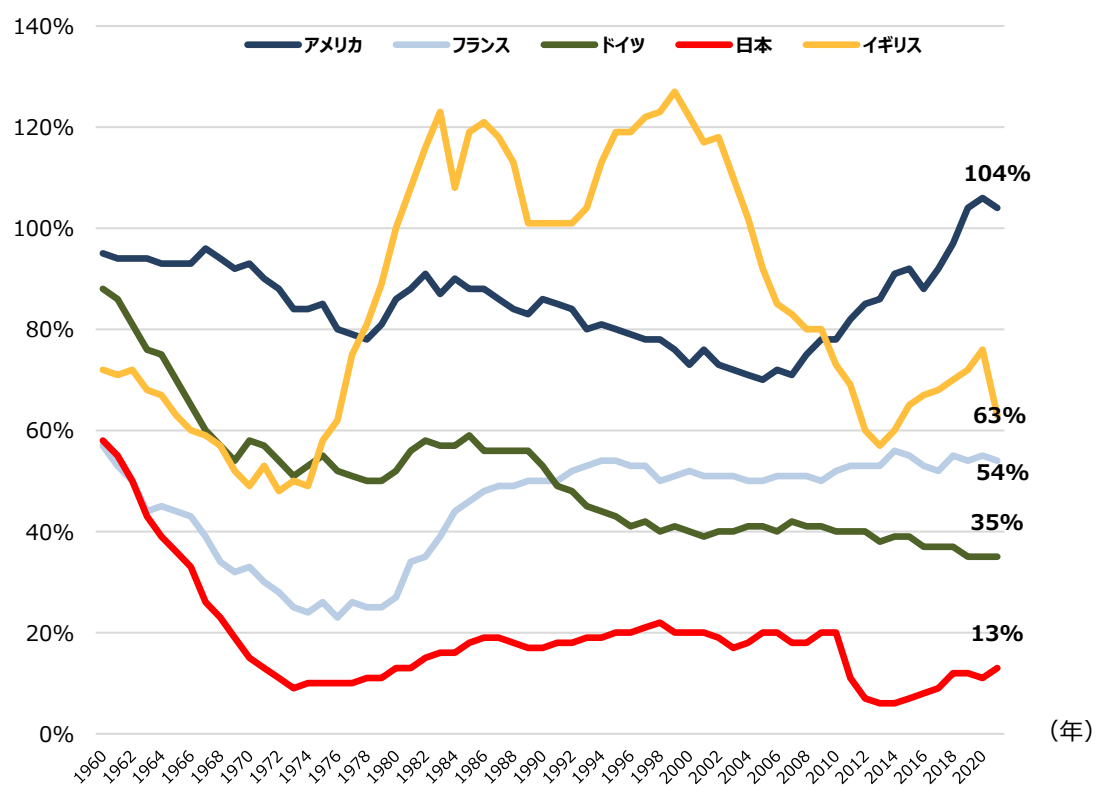
2010年度:4.55億トン ⇒ 2021年度:**4.36億トン** (**1,900万 t (4%) 減少**)

※CO2排出量は1年間の合計の数値

安定供給：エネルギー資源が乏しい ～海外の化石資源に依存、低いエネルギー自給率～

- エネルギー危機にも耐える強靱な需給構造に向けてはエネルギー自給率を高める必要
- 化石資源をほぼ全て海外に依存し、諸外国と比較して自給率が10%程度と極めて低い
- 国際的なエネルギー情勢が、暮らし・産業に大きな影響を与えてしまう構造

各国のエネルギー自給率の推移



各国の特徴

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、化石資源はほぼ輸入に依存

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
- ✓ 2022年末に最後の3基を停止予定（うち2基については、必要な場合には稼働できる状態を2023年4月中旬まで保つ）

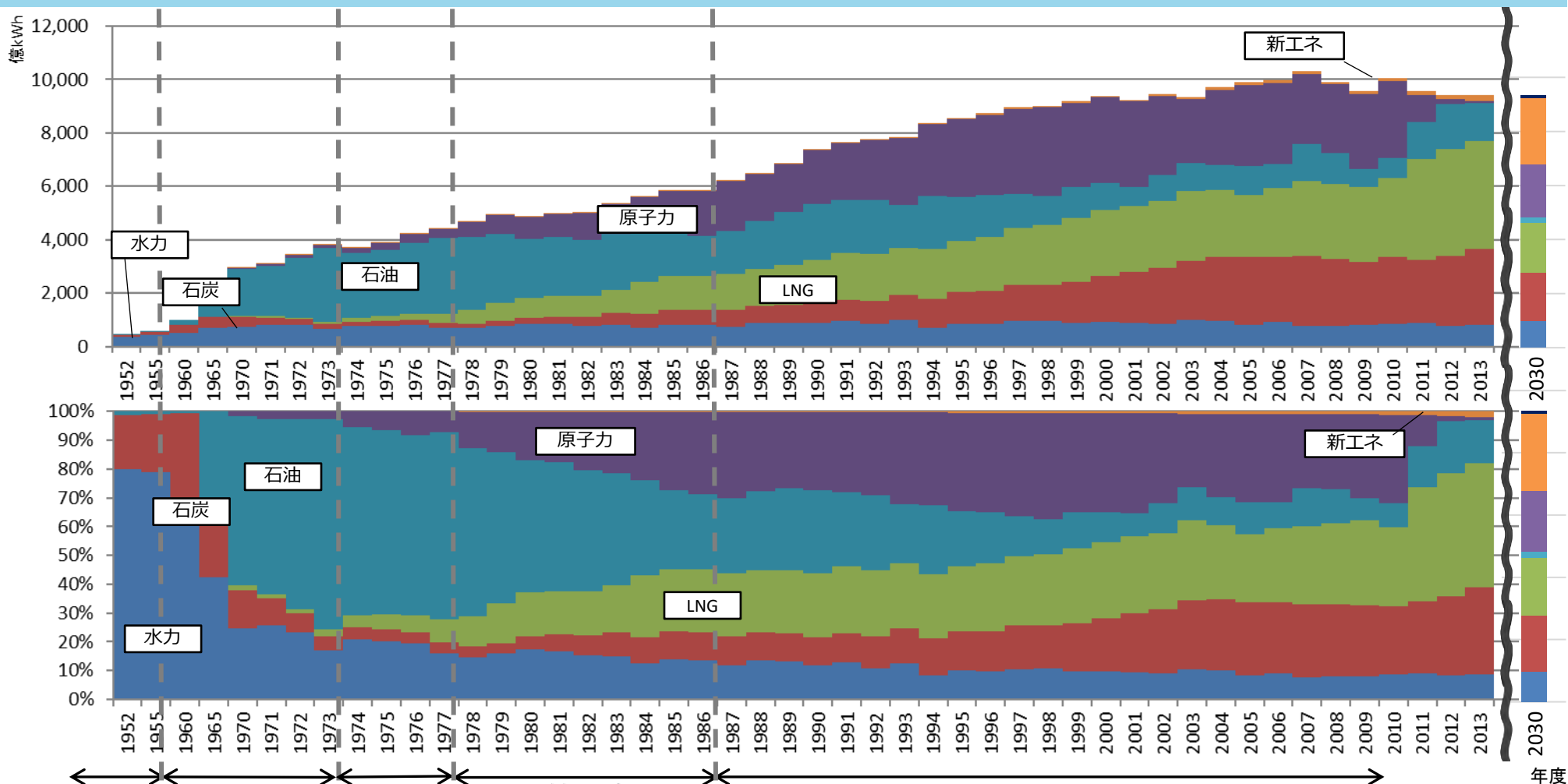
日本

- ✓ 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

出典：IEAデータベースより資源エネルギー庁作成

(参考) 日本の電源構成の推移①

● 電力需要の拡大、石油危機、温暖化等を背景に、原子力含めエネルギーの選択肢を拡大。



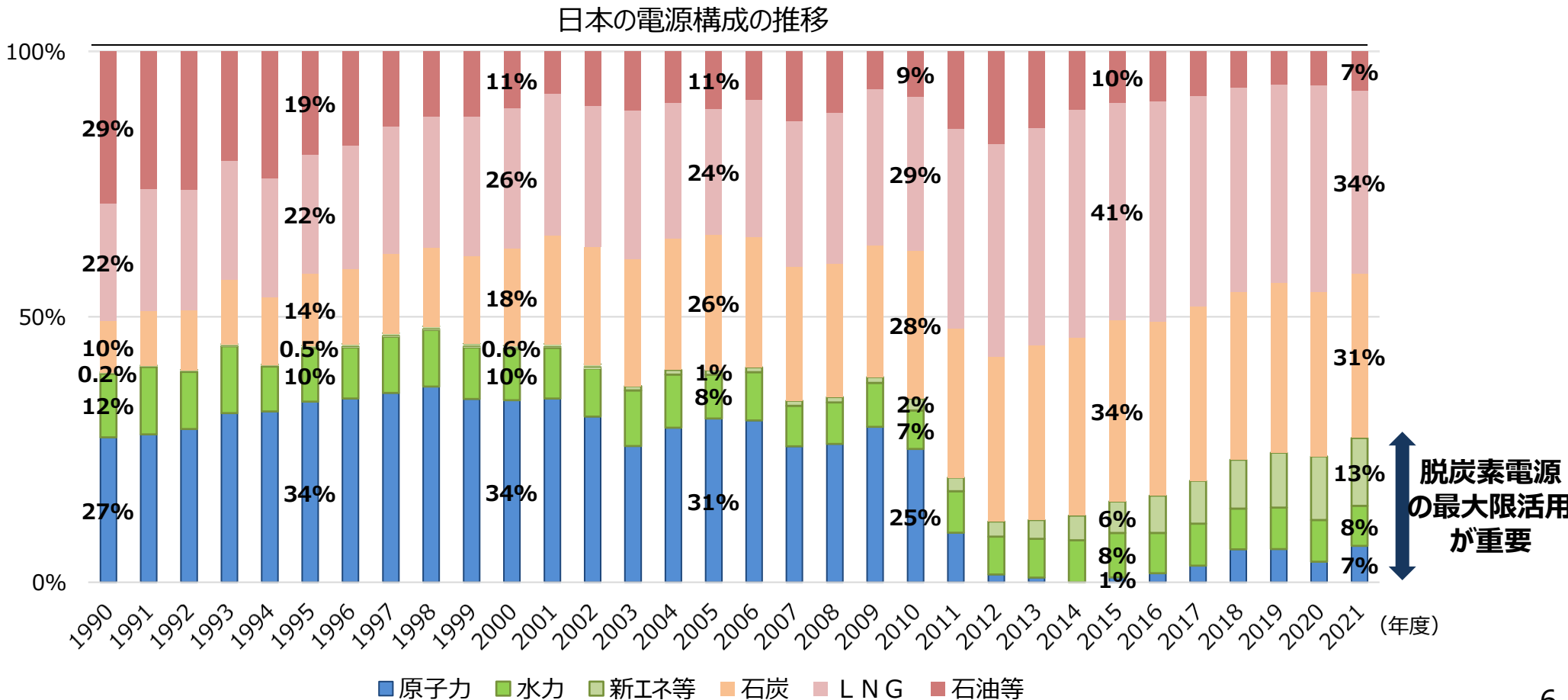
戦後復興期 | 高度成長期 | 第一次石油危機後 | 第二次石油危機後 | 長期デフレ | 地球温暖化問題の顕在化

水力から石炭	石炭から石油へ	脱石油。ガスと原子力の開発に。	石炭の再評価。温暖化の要請から原子力重視へ	これからの選択
世界最高の省エネ国家へ。				

(出典) 資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」を基に作成

(参考) 日本の電源構成の推移②

- 東日本大震災後、安定供給にも資する脱炭素電源比率（原子力、再エネ）は3割から1割に低下
- 2021年度には、約27%（再エネ20.3%、原子力6.9%）まで回復
- 他方、火力（石炭、LNG）の割合が拡大。現在、7割以上を支えているのは石炭、LNG。
- 2030年度には、脱炭素電源比率を約59%に（再エネ36~38%、原子力20~22%）
- 資源が乏しい国として、あらゆる電源の活用（偏らない）や安定供給に資する電源の活用が重要。

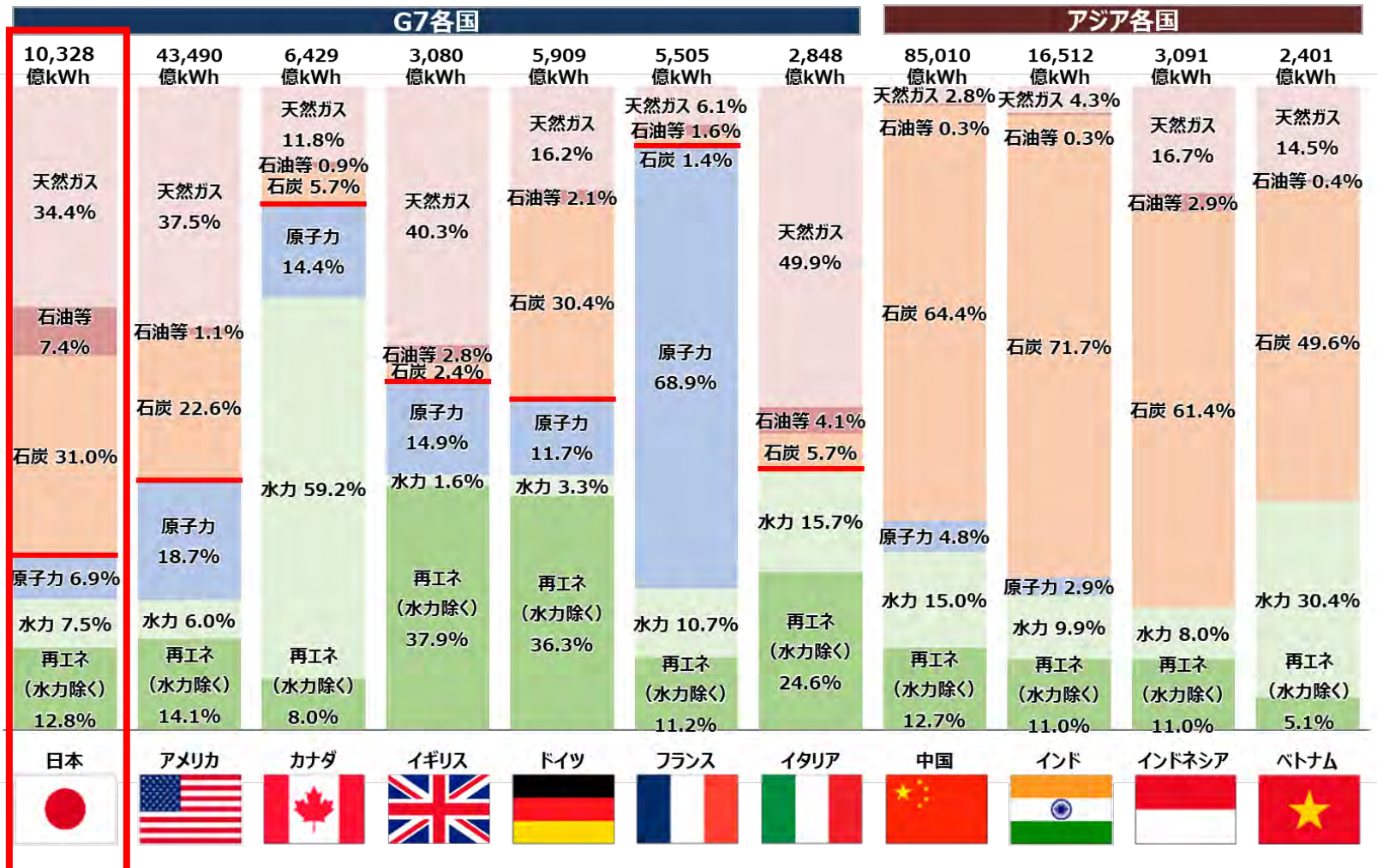


(出典) 総合エネルギー統計より資源エネルギー庁作成 (2009年度以前については、電源開発の概要、電力供給計画の概要より資源エネルギー庁作成)

化石燃料の輸入に大きく依存、自給率は石油危機時の水準を継続

- 日本の化石燃料依存度はG7最大（70%超）。
- 依存度の高さ故に①地政学リスクと②資源価格・為替リスクを経済に内容。
- エネルギー自給率は石油危機時の水準が継続したまま。

各国の電源構成（2021）



(出典) IEA World Energy Balances (各国2021年の発電量、ベトナムは2020年)、総合エネルギー統計 (2021年度確報値) 等より資源エネルギー庁作成

新興国によるエネルギー需要の加速度的増大 ～世界の「断層的変動」～

● ロシアによる天然ガス途絶リスク、新興国によるエネルギー需要の加速度的増大

1. エネルギー地政学の抜本的变化

(1) ロシアによるウクライナ侵略をめぐる**ガス途絶リスクの顕在化**

→ 7月末には、ドイツのロシアからのガス輸入量は、パイプラインキャパシティの20%に

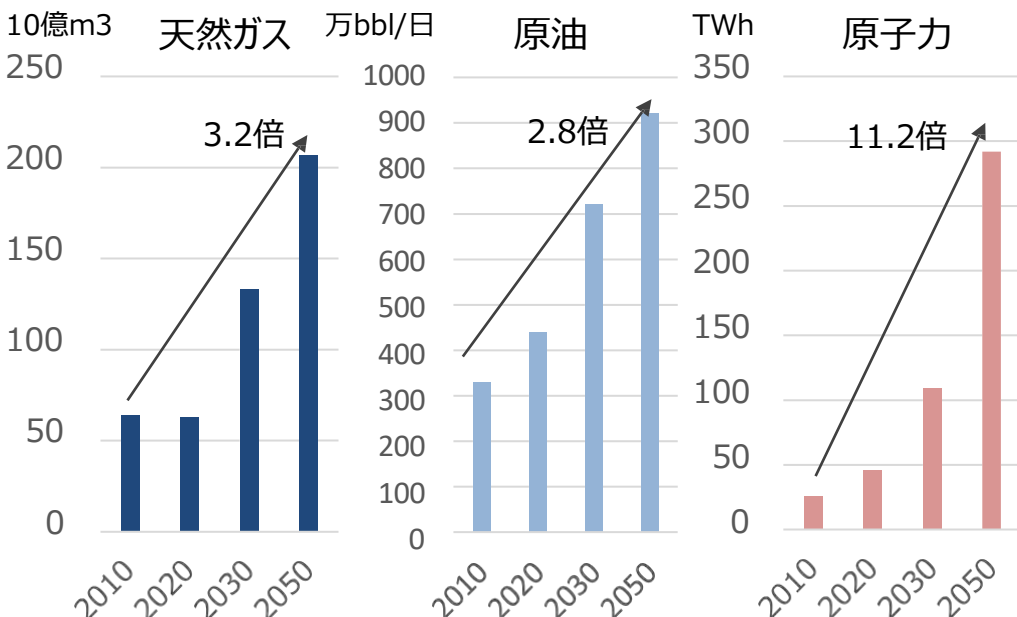
(2) **新興国によるエネルギー需要の加速度的増大**

→ インド、東南アジア、中国などいわゆる「グローバルサウス」がエネルギー需要の主役に

(3) エネルギー輸出国となった米国の中東政策

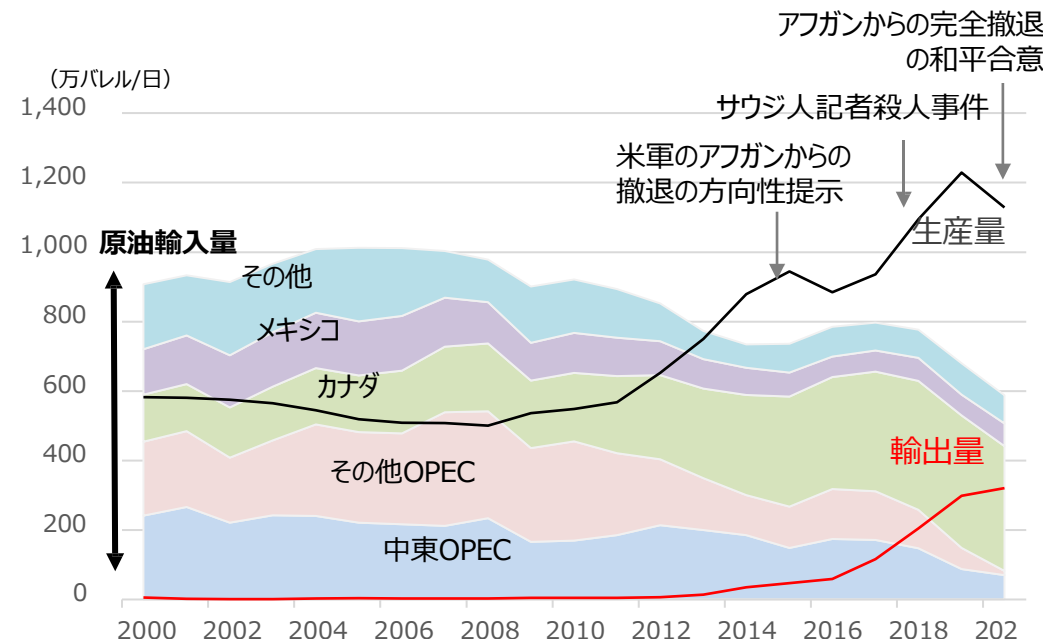
→ エネルギー輸出国となって以降、**中東関与が不安定化しているとの見方も**
日本のエネルギー**中東依存度は引き続き高い水準**

新興国におけるエネルギー需要の加速 例.インド



出典：IEAデータベースより作成

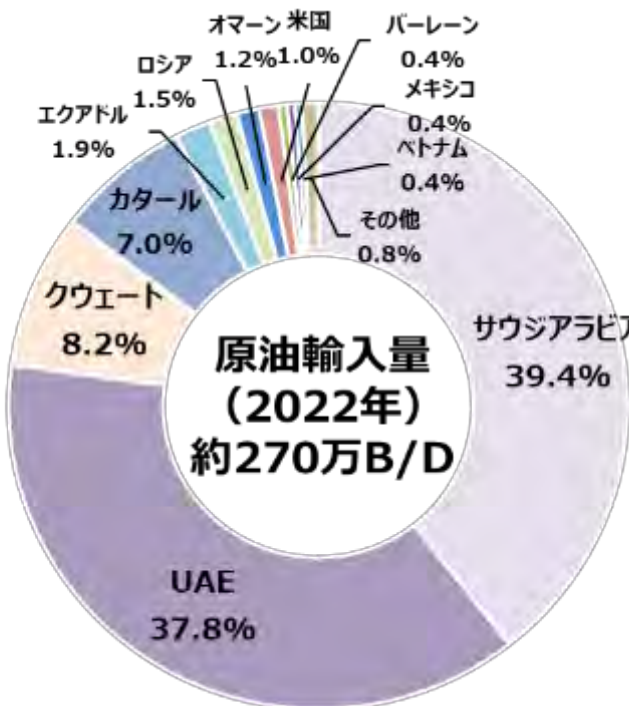
米国の原油輸出入量の推移



出典：EIAデータベースより作成

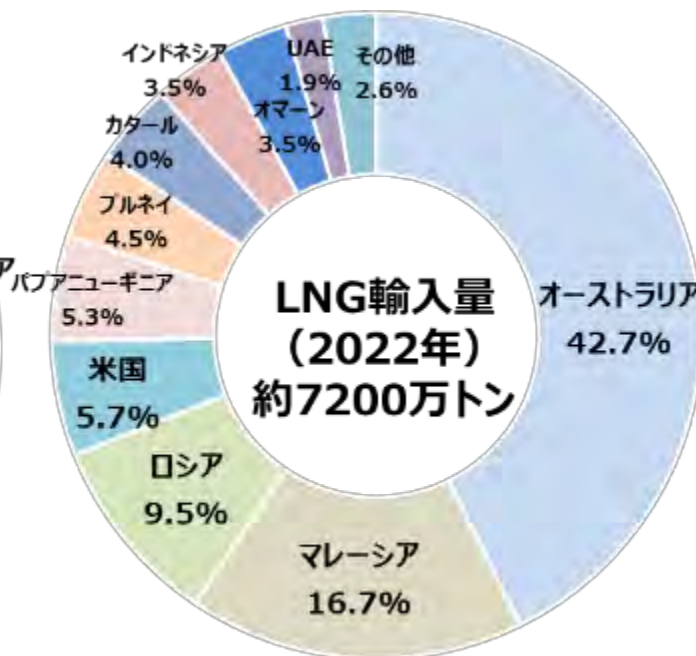
(参考) 日本の化石燃料の輸入先 (2022年速報値)

原油輸入先・量



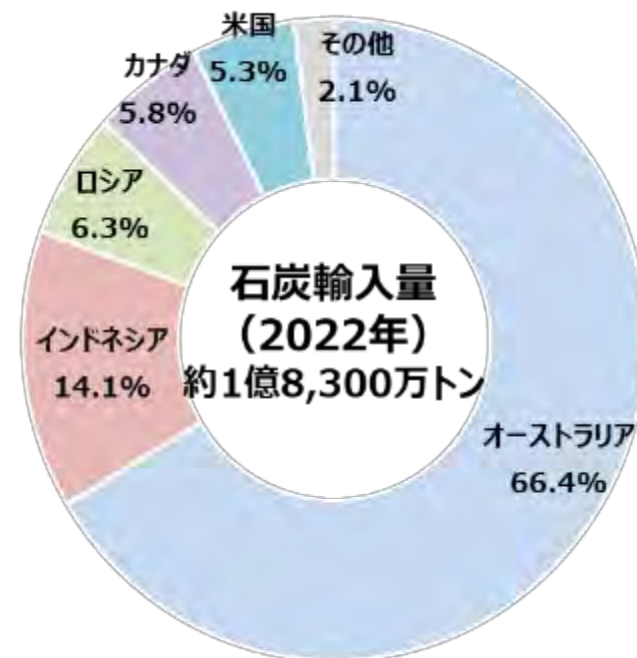
中東依存度 : 94.1%
 ロシア依存度 : 1.5%
海外依存度 : 99.7%

LNG輸入先・量



中東依存度 : 9.4%
 ロシア依存度 : 9.5%
海外依存度 : 97.8%

石炭輸入先・量



中東依存度 : 0%
 ロシア依存度 : 6.3%
海外依存度 : 99.7%

需給ひっ迫 ～構造的な電力需給ひっ迫～

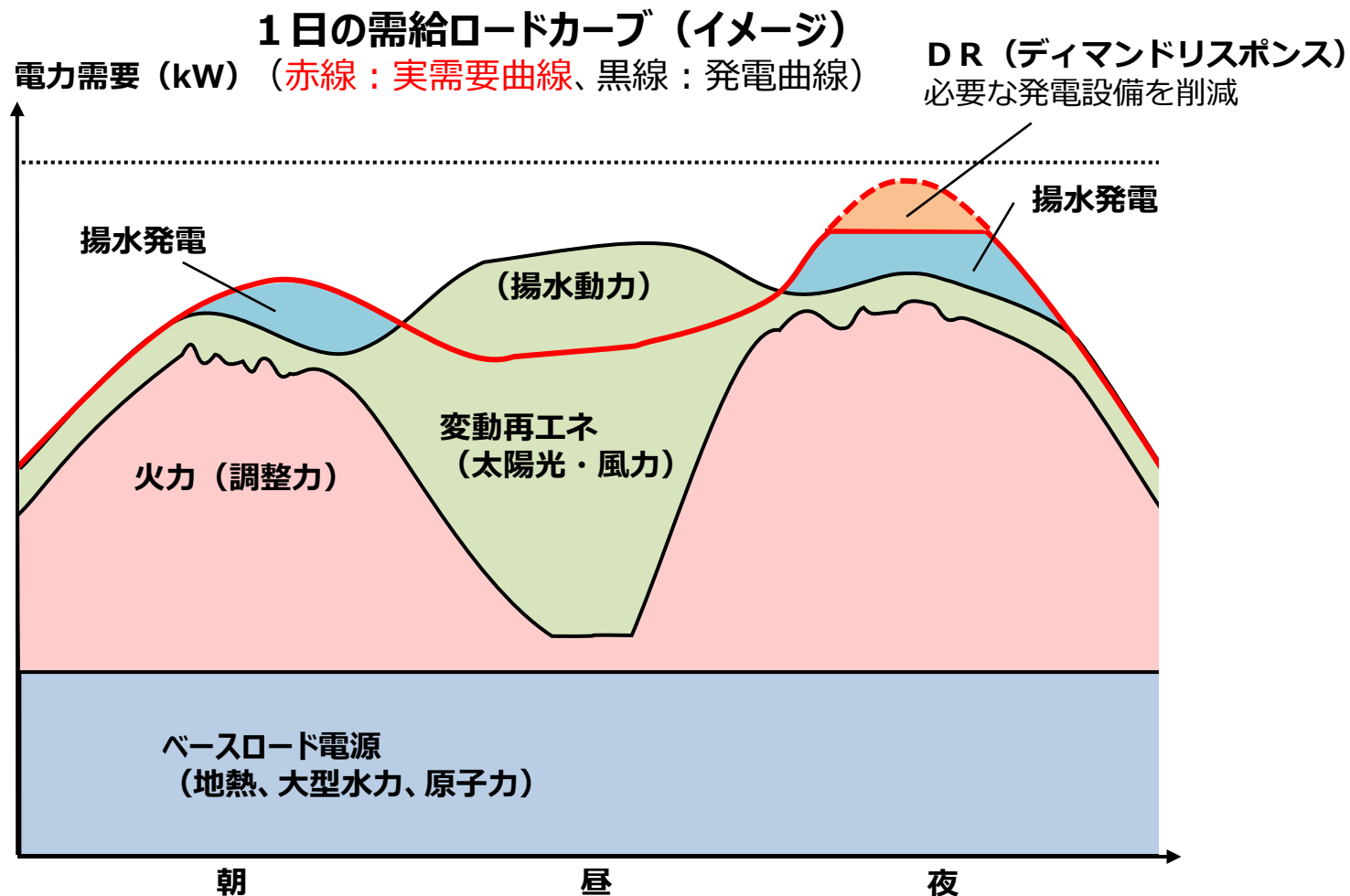
- 最近の電力需給ひっ迫の背景は、再エネ拡大（自然変動電源の拡大）により、稼働率が低下した火力の休廃止（調整電源の減少）、原子力発電所の再稼働の遅れ（少ないベースロード電源）に加え、災害による供給力低下や想定を上回る需要の増大

- 最近の電力需給ひっ迫の背景には、
 - ① 電力自由化の下で供給力不足を回避するための事業環境整備の遅れ（再エネ拡大により稼働率が低下した火力の休廃止が加速）
 - ② 原子力発電所の再稼働の遅れ
 に加え、
 - ③ 近年の世界的な脱炭素の加速に伴う影響（新設火力プロジェクトの中断）
 といった地球規模の要因、さらには、
 - ④ 地震などの自然災害の多発による供給力の低下
 - ⑤ 想定を上回る気象状況などによる需要増大
 という短期的な要因とが存在し、これらの組み合わせにより事態が悪化したと考えられる。
- こうした背景を受け止め、必要な対策を講じる必要。



(参考) 電源特性を踏まえた電源の最適な組み合わせ

- 電力は需要と供給を一致させる必要。
- 変動が大きい再エネを最大限導入しつつ、安定供給を確保するため、ベースロード電源としての原子力、調整力としての火力といった電源特性を踏まえた電源の最適な組み合わせを行っていく必要。
- 変動再エネは、出力が減少するタイミングで火力電源等で補う必要がある（蓄電池は現時点ではコストが高い）。



(参考) 東日本エリアの需給ひっ迫事例

- 原発再稼働の遅れと相まって、東日本エリアでは、需給ひっ迫が発生（2022年3月22日（福島沖地震の影響）、2022年6月27日）

東日本エリアにおける需給ひっ迫について

3月22日 東京電力管内における需給ひっ迫について

背景・要因

- (1) 地震等による**発電所の計画外停止**及び**地域間連系線の運用容量低下**
 - ①3/16の福島県沖地震の影響
 - JERA広野火力等計335万kWが計画外停止（東京分110万kW）
 - 東北から東京向けの送電線の運用容量が半減（500万kW→250万kW）
 - ②3/17以降の発電所トラブル
 - 電源開発磯子火力等計134万kWが計画外停止
- (2) 真冬並みの寒さによる**需要の大幅な増大**及び悪天候による太陽光の出力減
 - 想定最大需要4,840万kW ※東日本大震災以降の3月の最大需要は4,712万kW（発電端値）
 - 太陽光発電の出力は最大175万kW（設備容量の1割程度）
- (3) 冬の高需要期（1・2月）終了に伴う**発電所の計画的な補修点検**
 - 今冬最大需要（5,374万kW）の1月6日と比べ計511万kWの発電所が計画停止

対応

- ✓火力発電所の出力増加、自家発電の焼き増し、補修点検中の発電所の再稼働
- ✓**他エリアからの最大限の電力融通**（他エリア⇒東京電力 2,000万kWh程度）
- ✓小売電気事業者から大口需要家への節電要請
- ✓**需給ひっ迫警報（節電要請）の発令**（節電効果計約4,400万kWh）

出所：第46回電力・ガス基本政策小委員会(2022年3月25日) 資料3-1

6月27日からの東京電力管内を中心とする需給ひっ迫について

背景・要因

- (1) 6月にしては異例の暑さによる**需要の大幅な増大**
 - 6月26日時点の、翌27日の東電管内の想定最大需要5,276万kW
 - ※東日本大震災以降の6月の最大需要は4,727万kW
 - 6月27日には平年より22日早い梅雨明け（関東甲信地方では平年7月19日頃）
- (2) 夏の高需要期（7・8月）に向けた**発電所の計画的な補修点検**
 - 6月30日から7月中旬にかけて約715万kWの火力発電所が順次稼働予定

対応

- ✓火力発電所の出力増加、自家発電の焼き増し、補修点検中の発電所の再稼働
- ✓**他エリアからの電力融通**（東京東北間の運用容量拡大(55万kW)、東京中部間のマージン開放(60万kW)、水力両用機の切り替え(16万kW)）
- ✓小売電気事業者から大口需要家への節電要請
- ✓国による東京エリアへの**電力需給ひっ迫注意報の発令**（6月26日から継続）
- ✓一般送配電事業者による北海道、東北、東京エリアにおける**需給ひっ迫準備情報の発表**（6月27日及び28日）

出所：第51回電力・ガス基本政策小委員会(2022年6月30日) 資料3-1

- ⇒ **原発再稼働が進まない東京電力管区内において、需要増大、火力発電所の停止（計画停止・計画外停止）など相まって、需給ひっ迫が発生。**
- ⇒ **東北電力管区から東京電力管区への電力融通や、需給ひっ迫警報（節電要請）／需給ひっ迫注意報などが発令された。**

(参考) 2023年度冬季の電力需給見通し

- 今冬の電力需給の見通しについては、電源補修計画の変更や電源トラブル等の最新の供給力の変化※1を踏まえ、10年に一度の厳しい寒さを想定した電力需要に対する最小予備率は、**北海道、東北、東京エリアで1月は5.2%、2月は5.7%**となった。

※1 需給検証報告書の公表日（10月18日）以降に判明した、設備トラブル・復旧状況等含む。

- 他方、供給力には**トラブル停止のリスクが高い運転開始後40年以上の老朽火力が約1割**を占めていることに加え、**火力発電所が東京湾岸に集中**※2している等、一定のリスクがある状況は継続。

※2 火力発電所約3,000万kWが東京湾岸に集中。

10年に一度の厳しい寒さを想定した電力需要に対する予備率

(2023年10月26日時点)

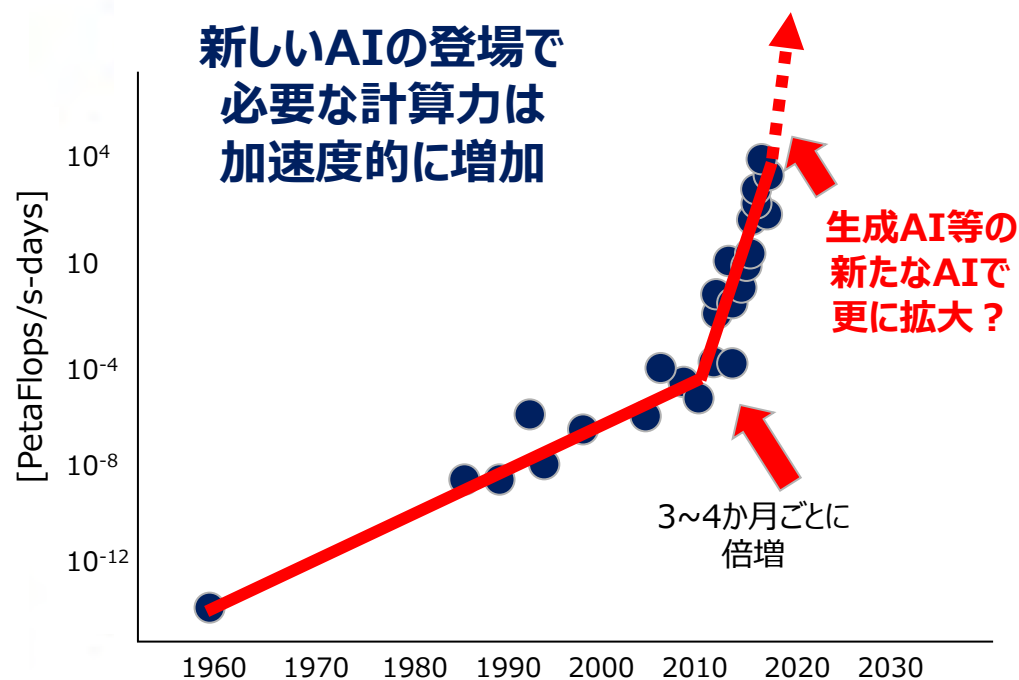
	12月	1月	2月	3月
北海道	14.7%	5.2%	5.7%	14.1%
東北				13.4%
東京	10.3%	6.7%	6.6%	12.0%
中部				18.9%
北陸				12.0%
関西				12.0%
中国				12.0%
四国				12.0%
九州	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%
沖縄	49.9%	41.3%	39.2%	57.5%

(注) 上記は電力事業者から提出された供給計画に基づく供給力と想定需要に基づく電力需給見通し（予備率）であり、実需給断面の予備率とは性質が異なることに留意が必要。

(参考) 電力需要の見通しに係る1つの考察

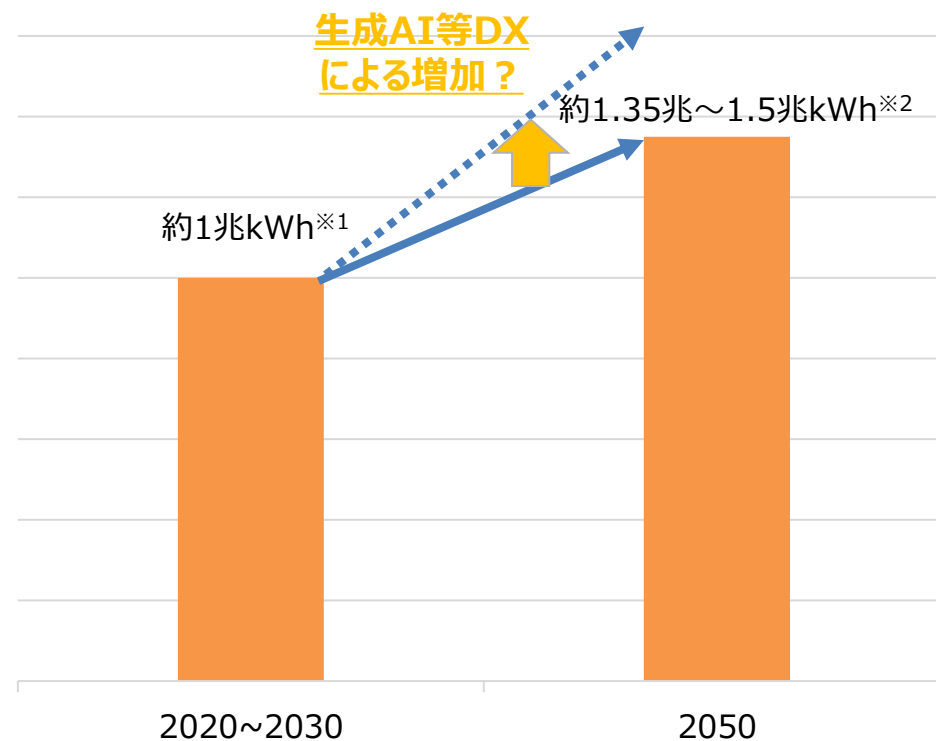
- (新興国だけでなく) 日本国内でも、生成AIの拡大やデータセンター増設により、今後、電力需要が拡大する可能性も。

新しいAIの登場に伴う必要計算量の推移



出所: Preferred Networks資料を基に経済産業省作成

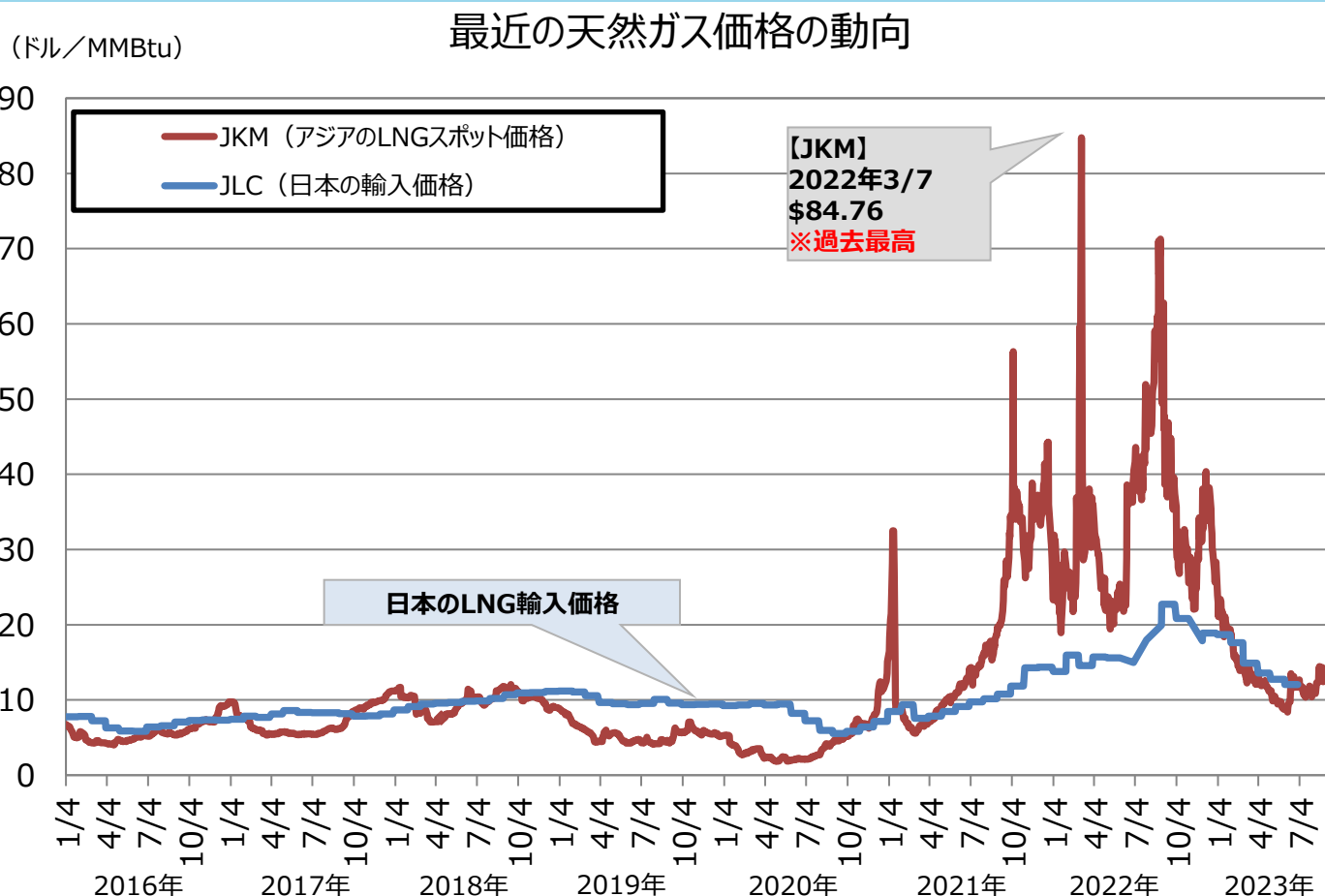
国内電力需要のイメージ



※1: 総合エネルギー統計、第6次エネルギー基本計画に基づく。

※2: 第43回基本政策分科会で示されたRITEによる発電電力推計を踏まえた参考値。

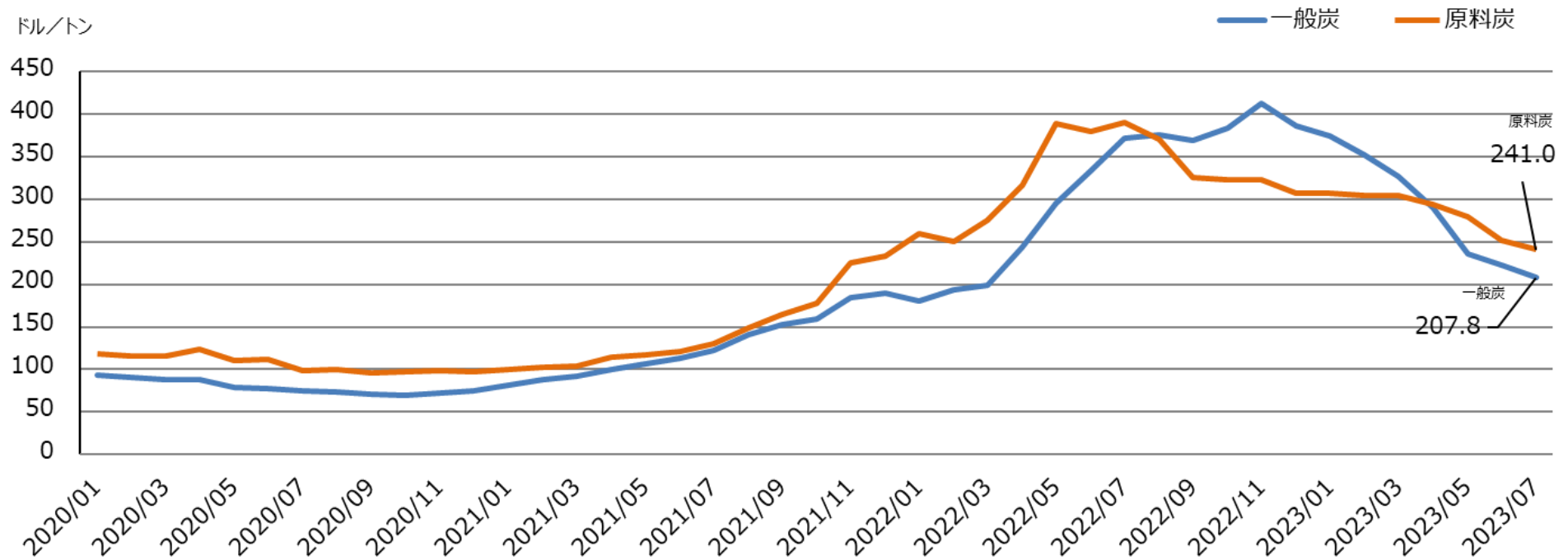
- ロシアのウクライナ侵攻前の2021年秋頃から、特に欧州において、再エネを補完する資源として、需要が伸び、価格が高騰。
- 2022年2月からのウクライナ危機により、ロシアから欧州へのパイプライン経由の天然ガスの供給が減少し、2022年は価格が急騰（欧州価格（TTF）は過去最高値）
- その後、下落基調を辿り、TTFは10ドル台を推移



経済効率：エネルギー価格の急激な変化 ～石炭～

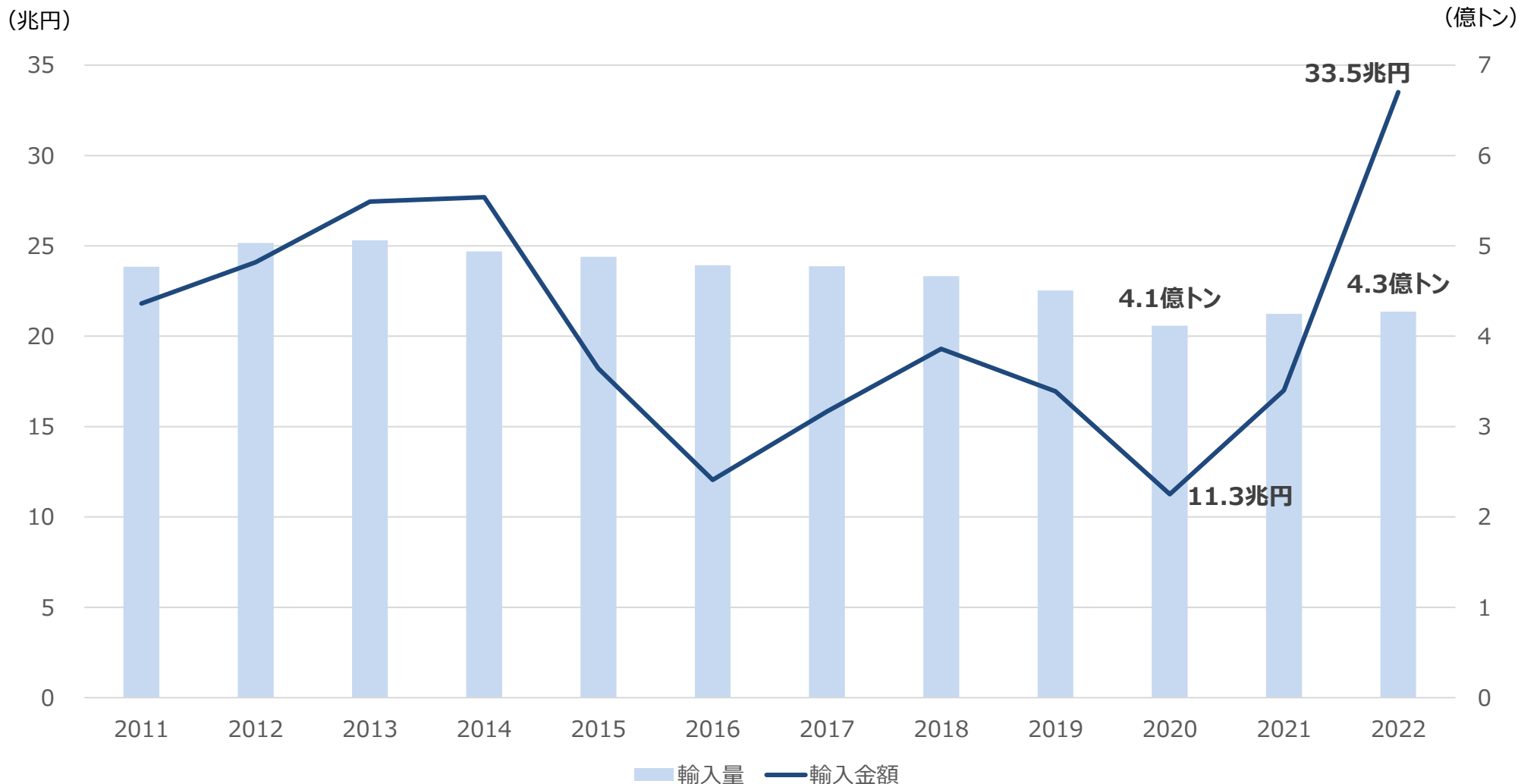
- **輸入側**では、**Covid-19からの経済回復による需要増**に加え、**ロシアに対する制裁として石炭輸入のフェーズアウトや禁止**などから、市場構造に変化が生じ、**輸出側**では、**供給力が不足し、2022年は、価格が高騰**。
- 足下のスポット価格については、天然ガス価格の値下がりも受け、下落。

最近の石炭価格の動向



日本の化石燃料輸入金額・輸入量の推移

- 2020年-2022年の化石燃料輸入額・輸入量を比較した場合、化石燃料輸入量の変化は小さい一方で、化石燃料輸入額は22.2兆円増額しており、国富の流出増加に繋がっている。



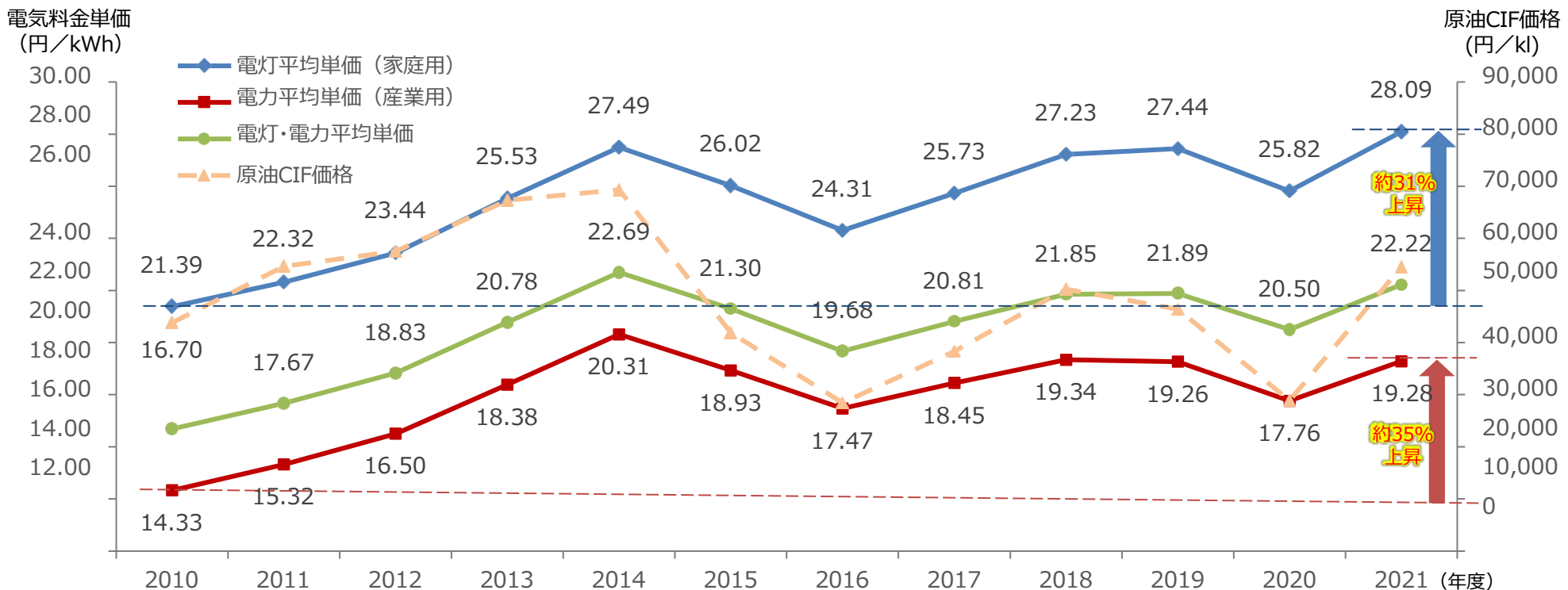
(注釈) 化石燃料は、石炭及びコークス及び練炭・石油及び石油製品・天然ガス及び製造ガスを指す。

(出典) 貿易統計を基に経済産業省作成。

経済効率：エネルギー価格の上昇 ～電気料金の上昇①（ウクライナ危機前）～

● 東日本大震災前と比べ、2021年度は、**家庭向けは約31%、産業向けは約35%上昇**

電気料金平均単価（2010年以降・年別）



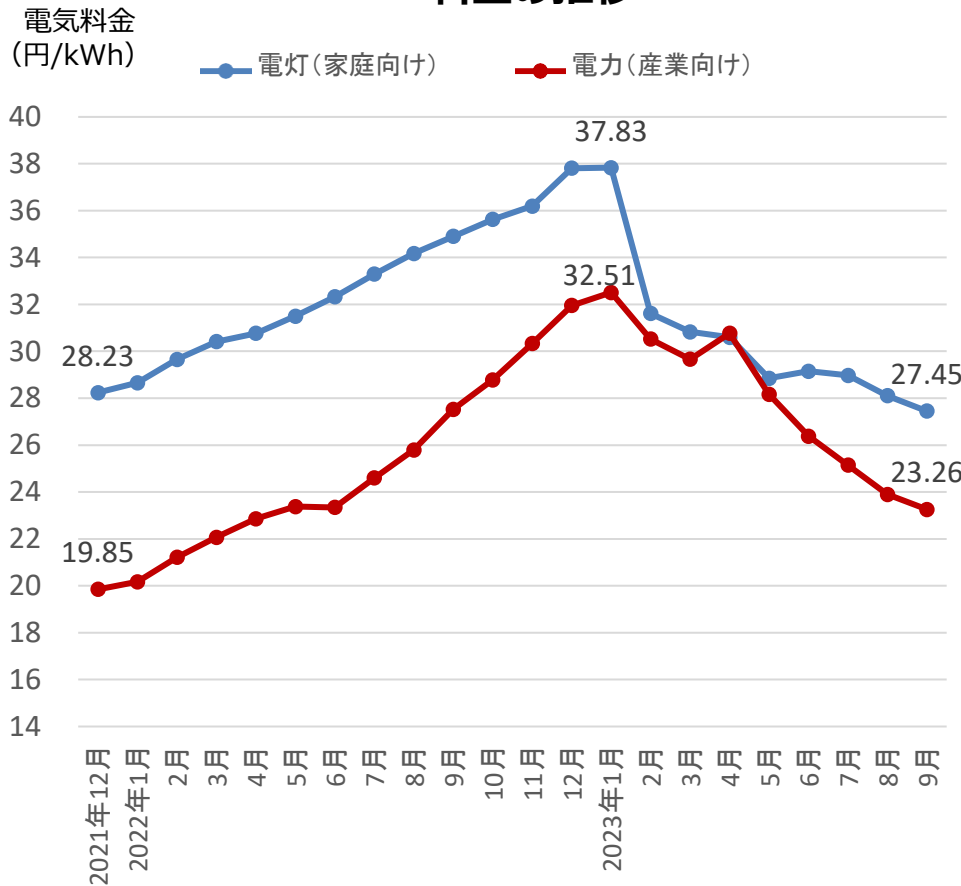
※消費税、再エネ賦課金を含む。

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
規制部門の料金改定	-	-	東京↗	北海道↗ 東北↗ 関西↗ 四国↗九州↗	中部↗	北海道↗ 関西↗	-	関西↘	関西↘	九州↘	-	-

出典：発受電月報、各電力会社決算資料、電力取引報等を基に作成

- この1年間で、家庭向け料金は約3割、産業向け料金は約6割上昇。
- 卸市場価格は高騰後、20円/kWh以上で推移していたが、1月から4月にかけては下降気味で、現状は高騰前水準の10円/kWh以下で推移。
⇒ 市場価格の高騰により、一部の新電力は小売電気事業から撤退。

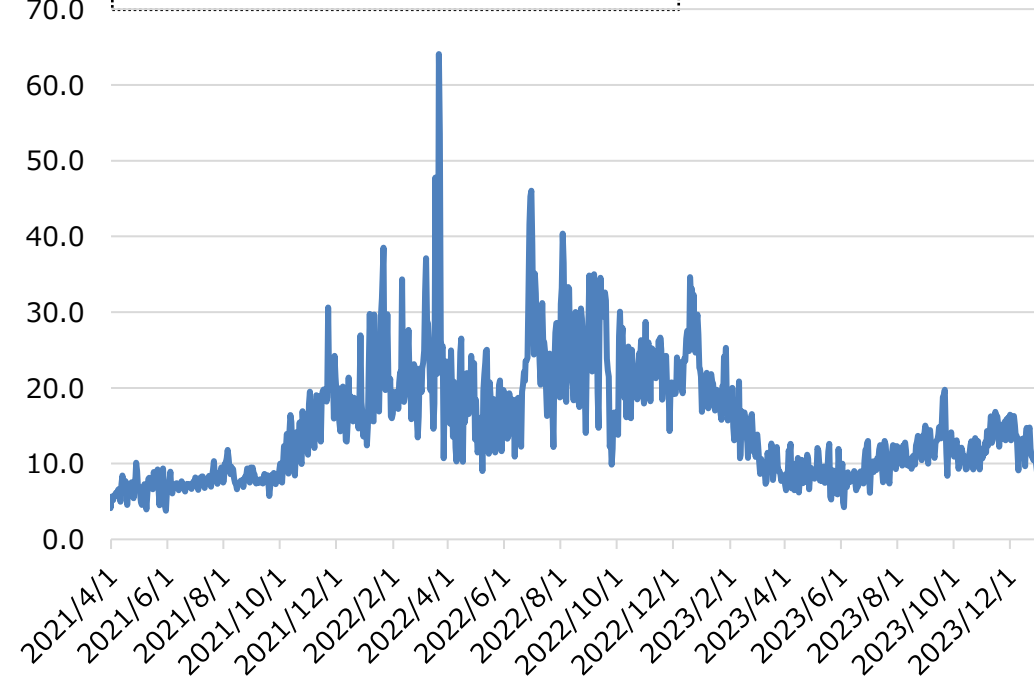
料金の推移



卸市場価格の推移※1

(/kWh)	1月	2月	3月	4月	5月	6月
平均	19.6円	15.1円	9.8円	8.6円	8.7円	8.5円
(/kWh)	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均	10.1円	11.5円	13.5円	11.3円	14.2円	12.4円

・高騰前は、8～9円/kWhで推移



※消費税、再エネ賦課金を含む。
 ※電灯（家庭向け）は低圧電灯、電力（産業向け）は特別高圧・高圧・低圧電力。
 （出所）電力取引報より作成

各地域の電気料金水準（2024年1月時点）

- 昨年来の燃料の輸入価格の高騰が、電気料金の値上げにつながっているのが現状。
- こうした中でも、原子力発電の比率が高い関西電力と九州電力は電気料金が低い。

(円/kWh)

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
家庭用 規制料金 ※1	36.57	29.42	29.56	27.87	28.14	25.16	29.02	29.57	24.96	31.79
産業用 (燃料費等調整単 価) ※2	30.50 (-10.60)	29.55 (-9.79)	21.41 (-3.74)	19.37 (-1.22)	25.88 (-7.12)	11.69 (+3.08)	27.85 (-8.87)	25.53 (-6.12)	11.81 (+1.58)	28.94 (-10.69)
エリア毎の 原子力発電 の比率 ※3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	21.6%	0.0%	16.8%	18.2%	0.0%

※1：各社規制料金のモデルケース(基本料金含む)の400kwh使用時の料金（1月使用分）を使用量で割って算出。

※2：各社の特別高圧、高圧の標準メニューの電力量料金部分の単純平均(燃料費等調整単価(1月使用分)の単純平均)。これに契約kWごとの基本料金等が加わる。再エネ賦課金は含まない。

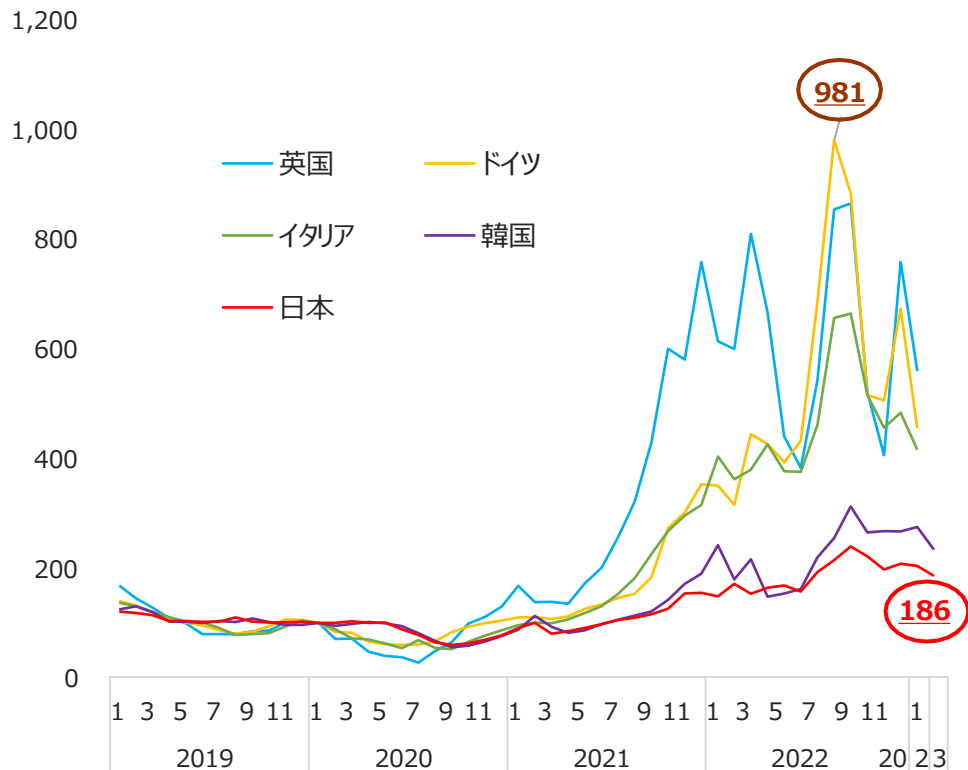
※3：電力広域的運営推進機関「2023年度供給計画の取りまとめ」エリア別発電電力量（送電端）の比率から引用。

(参考) 世界的なエネルギーの価格高騰と各国における影響

- ① ドイツでは、天然ガスの輸入物価が一時10倍近くまで急騰。日本においても約2倍に上昇 (2020年1月比)。
(日本はLNGの多くを長期契約・油価連動で調達しており、欧州と比べて上昇幅が小さい)
- ② 各国同様、日本も電気料金等が高騰。オイルショック以来のエネルギー危機が危惧される緊迫した事態に直面。
(LNGの輸入物価に加え、電気料金の燃料費調整制度等の影響で、日本は欧州と比べて上昇幅が小さい)

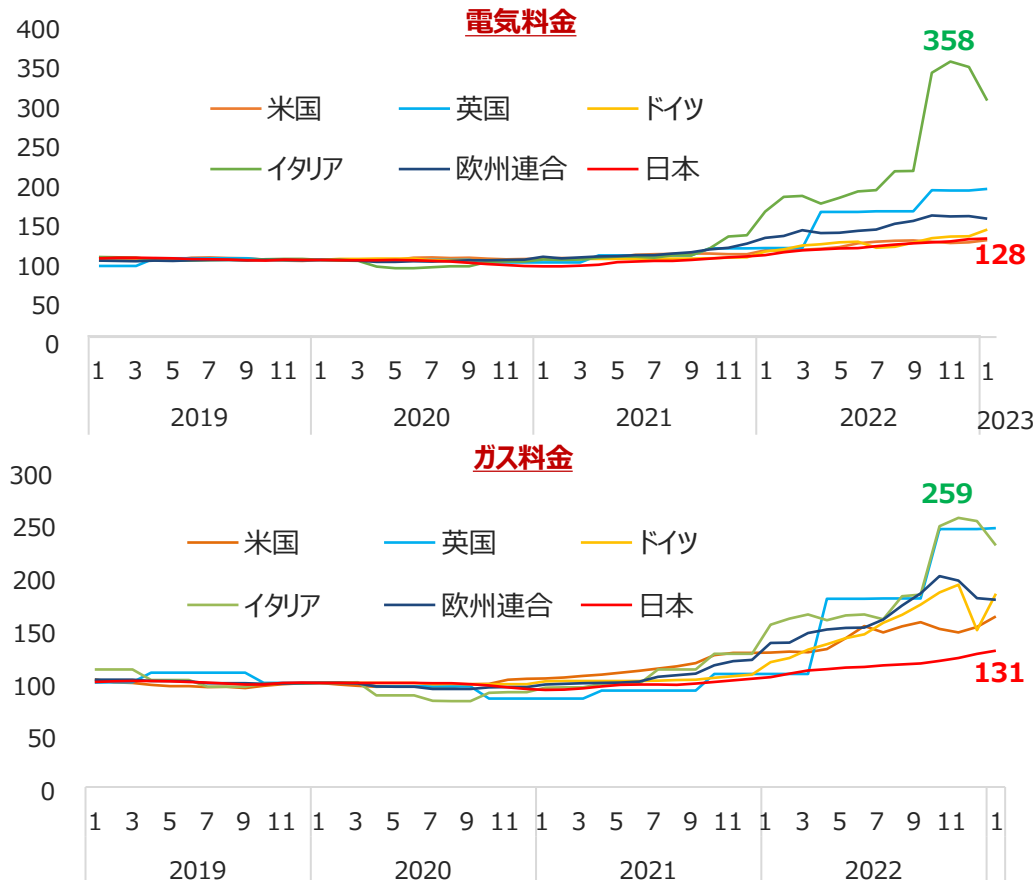
① 天然ガスの輸入物価指数

本ページのグラフは全て「2020年1月=100」



出典：Global Trade Atlas

② 電気・ガスの消費者物価指数



出典：各国政府統計

世界的なカーボンニュートラルの流れ ～世界のGDP総計の約9割で宣言～

- **カーボンニュートラル（CN）目標を表明する国・地域が急増（世界のGDP総計の約90%）**
- **排出削減と経済成長をともに実現するGXに向けた大規模な投資競争が激化。競争力に直結。**

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

（参考）COP26終了時点のCN表明国地域



- 2050年まで
- 2060年まで
- 2070年まで

出所：World Bank databaseを基に作成

諸外国によるGX投資支援（例）

国	支援期間	政府支援等
米国 2022.8.16 法律成立	10年間	約50兆円 (約3,690億\$)
ドイツ 2020.6.3 経済対策公表	2年間を中心	約7兆円 (約500億€)
フランス 2020.9.3 経済対策公表	2年間	約4兆円 (約300億€)
英国 2021.10.19 戦略公表	8年間	約4兆円 (約260億£)

出所：各国政府公表資料を基に作成。

※換算レートは1\$ = 135円、1€ = 136円等（基準外国為替相場・裁定外国為替相場（2022年10月分適用））

地球温暖化による災害リスク

- **IPCC（気候変動に関する政府間パネル）によれば**、既に産業革命以前より約1℃上昇。現在のトレンドが続けばこの先数十年で1.5℃上昇。長期的な正味CO2排出ゼロが必要
- 個々の気象災害と地球温暖化との関係を明らかにすることは容易ではないが、**国内外で極端な大雨や記録的な猛暑が発生。今後、大雨や猛暑等のリスクが増加すると予測**

IPCC 1.5℃特別報告書（2018）

- 人為起源による気温上昇は、産業革命以前と比較して約1℃に到達。現在のトレンドが続けば、2030年から2052年の間で1.5℃を超える。
- 1.5℃で安定化を図るためには、CO2排出量が急速に削減し、2030年までに対2010年比で約45%減少、2050年近辺までに正味ゼロに到達が必要。2℃で安定化を図る場合には、CO2排出量を2030年までに約20%削減し、2075年近辺に正味ゼロに達することが必要。
- 1.5℃で安定化を図るための緩和コストは、2℃シナリオよりも平均で3～4倍高い。

IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書（2019）

- 世界平均海面水位の上昇は低排出シナリオにおいて2100年に1986年～2005年と比べて0.43m、高排出シナリオにおいて2100年に0.84mが予測される。

気象庁気象研究所などによる発表

- 地球温暖化を考慮しなければ、2018年のような猛暑は起こりえなかった。
- 世界の気温上昇が2℃に抑えられたとしても、国内での猛暑日の発生回数は現在の1.8倍となる。
- 2018年の西日本豪雨についても、温暖化により、降水量が6～7%程度増加した可能性あり。（123地点で降雨量の記録が更新されたが、温暖化がなければ100地点未満にとどまっていた可能性）

<出典>

*1 第2回 異常豪雨の頻発化に備えたダム洪水調節機能に関する検討会、第2回 実行性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会、平成30年7月豪雨で発生した前線 中北委員資料

*2平成30年7月の記録的な猛暑に地球温暖化が与えた影響と 猛暑発生将来見通し

*3 special report on the impacts of global warming of 1.5℃

● 世界的に投資が脱化石資源へとシフト（化石資源からのダイベストメント）

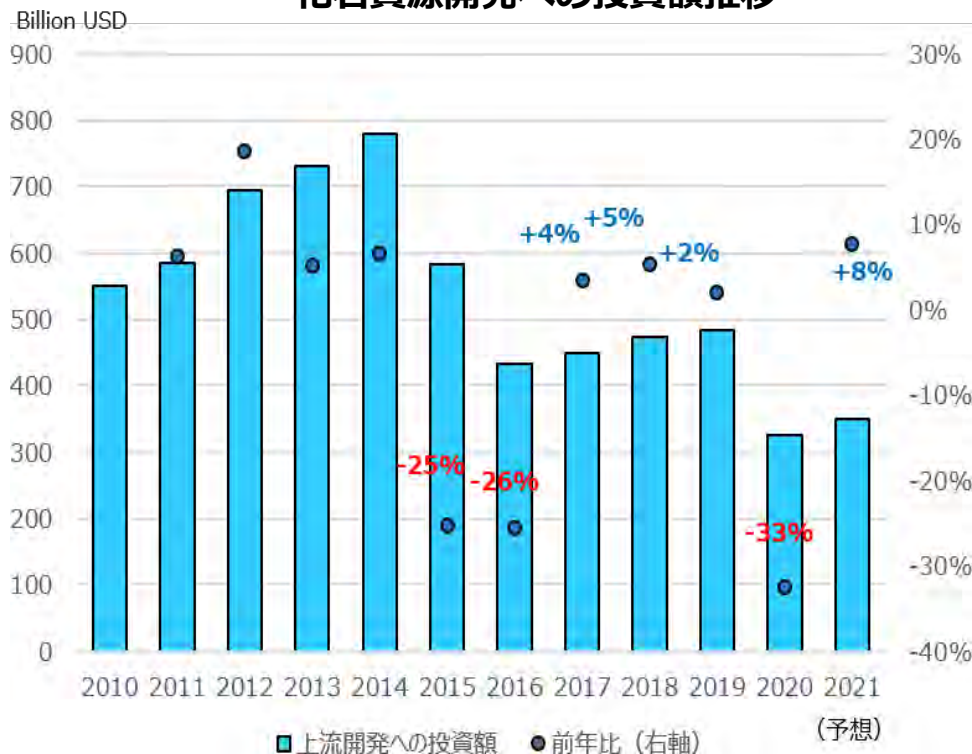
2. 脱炭素に向かうファイナンスと化石依存リスクの増大

(1) 化石資源からのダイベストメントの結果、化石資源は趨勢的に「ひっ迫、不安定化」
→化石依存度が高い経済ほど経済の不安定化要因が大きくなる構造に

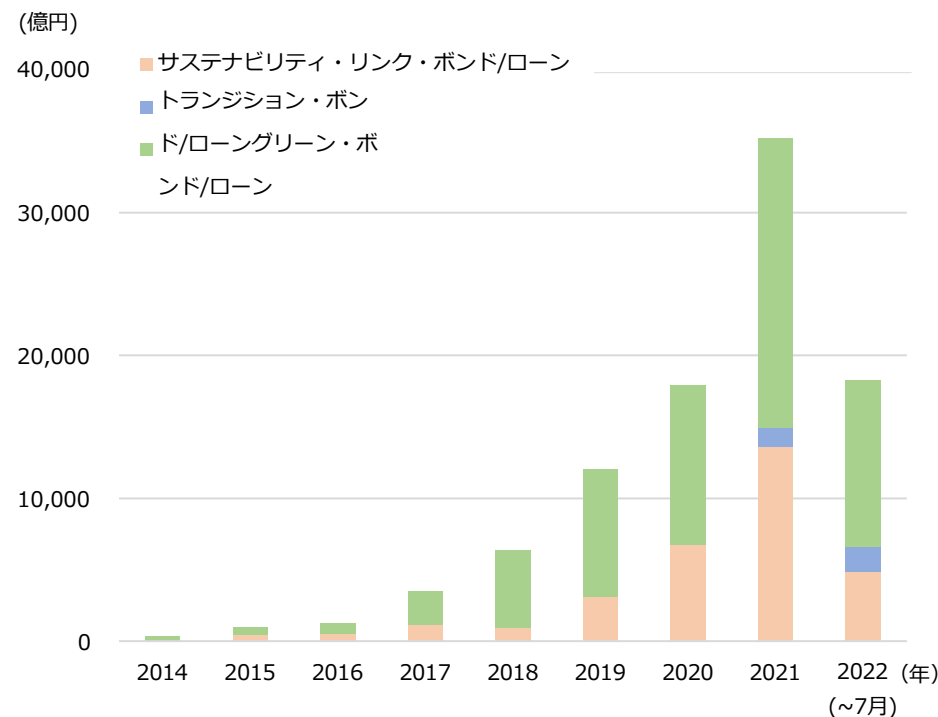
(2) ESG投資が拡大する中、トランジション投資も増加傾向だが、未だ限定的
→国内ESG投資が2020年で約310兆円*に達する中、トランジション投資は限定的

*国内ESG投資額については、Global Sustainable Investment Review 2020より抜粋

化石資源開発への投資額推移



国内脱炭素関連ファイナンス案件の拡大



カーボンニュートラルには世界の再エネを6倍に ～世界の「断層的変動」～

- 国際エネルギー機関(IEA)によると、**2050年カーボンニュートラル実現には世界の再エネを約6倍**

3. 2050年カーボンニュートラルに向けた再エネの伸長

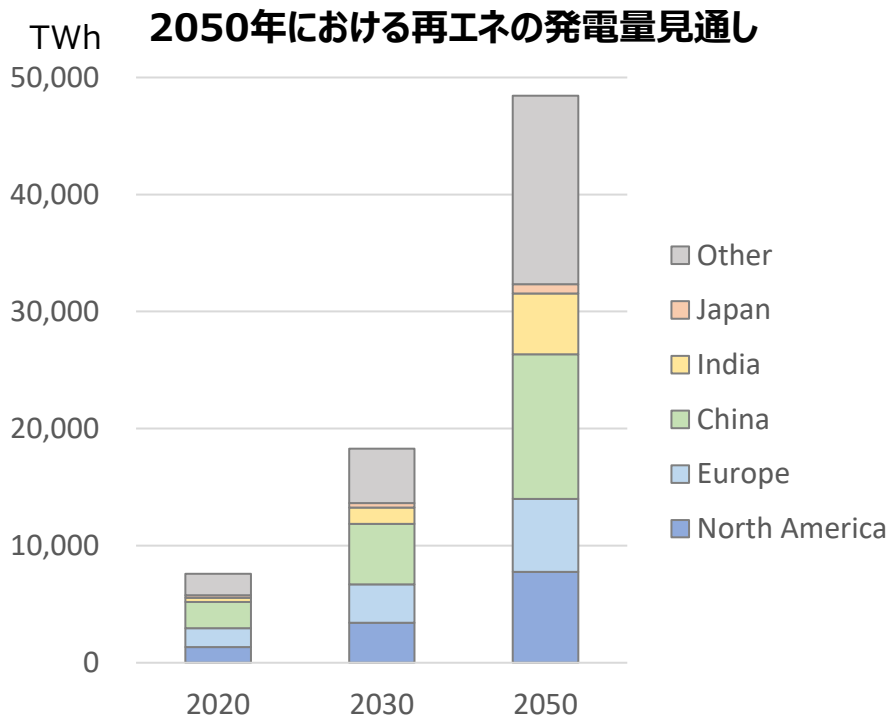
(1) 国際エネルギー機関 (IEA) 分析では、国際的に再エネを主力電源と位置づけるシナリオが主。

① **2050年のCN実現には、再エネの発電量を足元と比べて約6倍とすることが必要。**

② 再エネの発電コストは国際的に、既存電源と比べて競争力を持ち始めているものも多い。

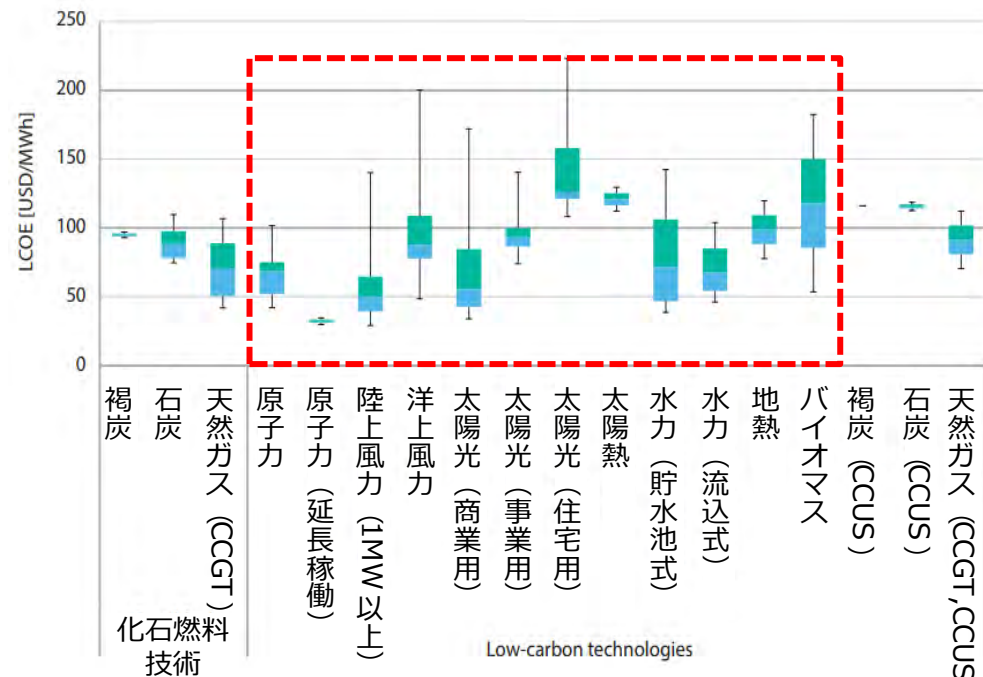
※ 他方、変動性再エネを導入する際は、**蓄電池導入・系統増強**などが別途必要

(2) 世界の**太陽光パネルの生産量の約7割は中国**であり、世界の**風力発電タービンメーカーシェア**においても**中国は約5割**を占めている。



出所：IEA「World Energy Outlook 2021」

電源ごとの発電コスト比較 (2020年)



出所：IEA「Projected Costs of Generating Electricity 2020 Edition」(2020)

カーボンニュートラルには世界の原子力を2倍に ～世界の「断層的変動」～

- 国際エネルギー機関(IEA)によると、**2050年カーボンニュートラル実現には世界の原子力を約2倍**

4. 2050年カーボンニュートラルに向けた原子力発電の見直し

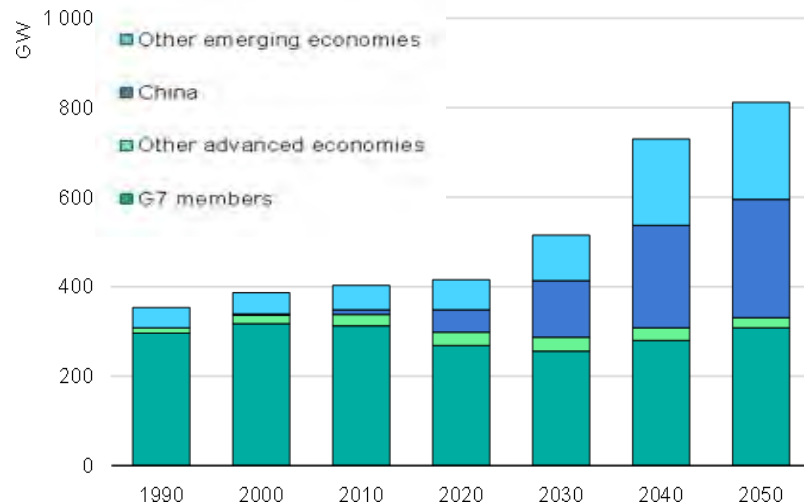
(1) 国際エネルギー機関 (IEA) 分析では、将来に向けた原子力の重要性が拡大。

- ① **2050年のCN実現には、原子力発電の設備容量の倍増が必要。**
- ② 原子力の**長期運転**により、他の低炭素技術と比べても**大幅なコスト削減**が見込まれる。

(2) 他方、**世界の原子力市場** (軽水炉) では、建設・計画中の**約6割をロシア・中国が占める**。
 両国は、革新炉の分野においても、英米仏に先駆けて開発・実証を推進中。

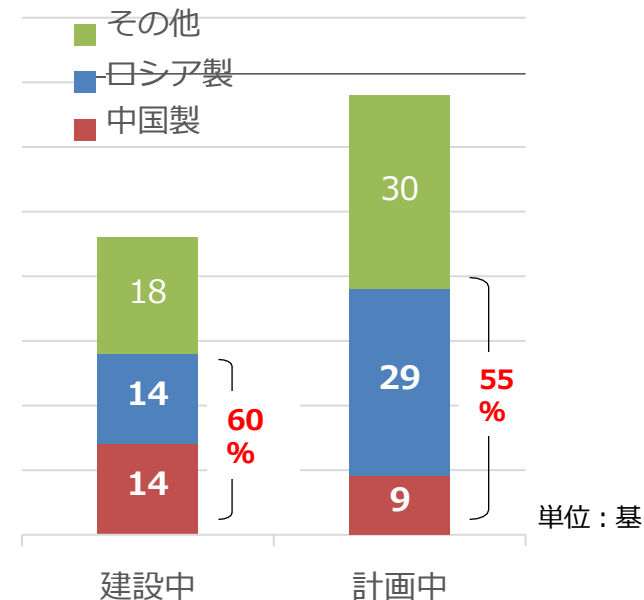
「ネット排出ゼロシナリオ」における
 原子力発電の設備容量見直し

(2022年: 413GW ⇒ 2050年: 812GW)



出所：IEA「Nuclear Power and Secure Energy Transitions: From Today's Challenges to Tomorrow's Clean Energy System」(2022)

世界市場での中露のシェア



出所：日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向2021」を基に経済産業省作成

世界の原発利用国の状況

将来的に利用

29カ国

- ・米国 [93/1]
- ・フランス [56/1]
- ・中国 [55/21]
- ・ロシア [37/3]
- ・韓国 [25/3]
- ・インド [19/8]
- ・カナダ [19/0]
- ・ウクライナ [15/2]
- ・英国 [9/2]
- ・スペイン [7/0]
- ・スウェーデン [6/0]
- ・チェコ [6/0]
- ・パキスタン [6/0]
- ・スロバキア [5/1]
- ・フィンランド [5/0]
- ・ハンガリー [4/0]
- ・アルゼンチン [3/1]
- ・南アフリカ [2/0]
- ・ブラジル [2/1]
- ・ブルガリア [2/0]
- ・メキシコ [2/0]
- ・ルーマニア [2/0]
- ・オランダ [1/0]
- ・アルメニア [1/0]
- ・イラン [1/1]
- ・UAE [3/1]
- ・ベラルーシ [1/1]
- ・スロベニア [1/0]
- ・日本

凡例：[運転中の基数 / 建設中の基数]

「運転中の基数」= IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

「建設中の基数」= IAEAにより "Under Construction"と紹介されている基数

15カ国

- ・インドネシア
- ・ウズベキスタン
- ・エジプト [3]
- ・カザフスタン
- ・ガーナ
- ・サウジアラビア
- ・シリア
- ・リトアニア
- ・トルコ [4]
- ・ナイジェリア
- ・バングラディシュ [2]
- ・フィリピン
- ・ポーランド
- ・モロッコ
- ・ヨルダン

凡例：[建設中の基数]

「建設中の基数」= IAEAにより

"Under Construction"と紹介されている基数

現在、原発を利用

3カ国・地域

- ・ベルギー [5] (2003年法制化 / 2036年閉鎖)
- ・スイス [4] (2017年法制化 / -)
- ・台湾 [4] (2019年政府発表 / -)

(脱原発決定年 / 脱原発予定年)

凡例：[運転中の基数]

「運転中の基数」= IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

5カ国

現在、原発を利用せず

- ・イタリア (1988年閣議決定 / 1990年閉鎖)
- ・ドイツ (2002年法制化 / 2023年閉鎖)
- ・オーストリア (1978年法制化)
- ・オーストラリア (1998年法制化)
- ・マレーシア (2018年首相発言)

出所：IAEA Power Reactor Information System
ホームページ等

(注) 主な国・地域を記載

将来的に非利用

COP28における「原子力3倍宣言」

- 2023年12月2日、COP28（ドバイ）において、日本を含む22カ国が「2050年までに、2020年比で世界全体の原子力発電容量を3倍にする」旨の共同宣言を発表した。
※12月3日にアルメニアも参加し、賛同国は23か国となった。
- 我が国は、第三国への革新炉の導入支援や同志国と連携したサプライチェーンの強靱化などの取組を通じて、世界全体での原子力発電容量の増加に貢献する観点から賛同。



<共同宣言に賛同した23カ国>

UAE、米国、フランス、日本、英国、カナダ、韓国、フィンランド、スウェーデン、ベルギー、ルーマニア、ポーランド、ブルガリア、チェコ、ウクライナ、スロベニア、スロバキア、ガーナ、カザフスタン、モロッコ、モルドバ、オランダ、アルメニア

(参考) 原子力3倍宣言 (抄訳)

今世紀半ば頃までに世界全体で温室効果ガス排出のネット・ゼロ／カーボン・ニュートラルを達成し、気温上昇を1.5℃に抑えることを射程に入れ、持続可能な開発目標（SDGs）7を達成するにあたっての、原子力の重要な役割を認識し、…

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の分析によれば、平均1.5℃シナリオでは、2020年から2050年にかけて、世界の原子力発電設備容量が約3倍に増加することを認識し、…

各参加国の異なる国内事情を認識しつつ、2050年までに2020年比で世界全体の原子力発電容量を3倍にするという野心的目標に向けた協働にコミットする。（以下略）

COP28のグローバル・ストックテイクにおける原子力への言及

- 2023年12月13日、COP28で初めて実施されたグローバル・ストックテイク（GST）※の決定文書がドバイにおいて採択された。
※パリ協定の目的及び長期的目標の達成に向けた全体進捗状況の評価。5年に一度実施される。
- 世界原子力協会（WNA）によれば、COPの合意文書において、原子力が気候変動に対する解決策の一つとして正式に明記されたのは今回が初めてとなる。

グローバル・ストックテイク決定文書（抜粋）

28. Further recognizes the need for deep, rapid and sustained reductions in greenhouse gas emissions in line with 1.5 °C pathways and calls on Parties to contribute to the following global efforts, in a nationally determined manner, taking into account the Paris Agreement and their different national circumstances, pathways and approaches:

.....

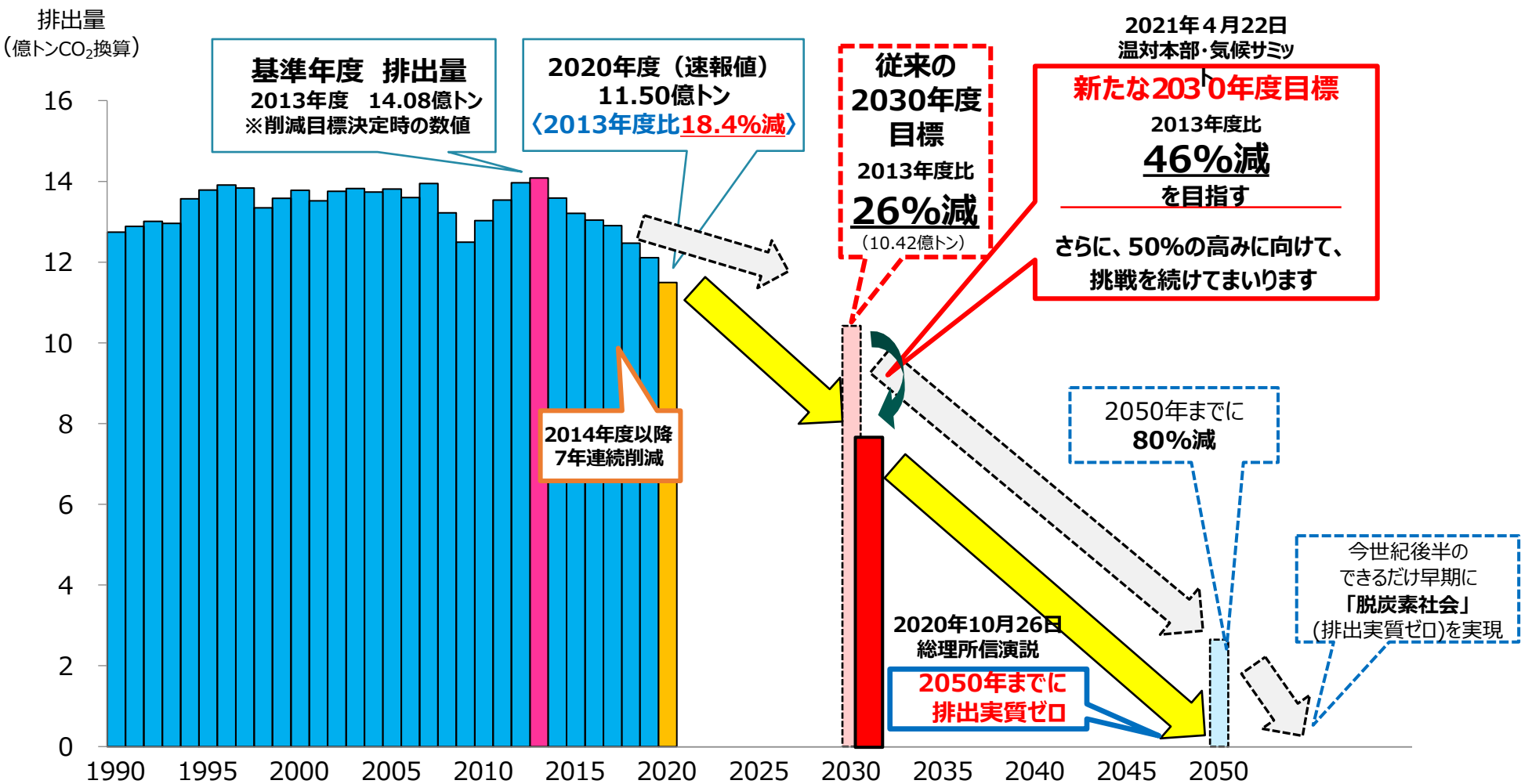
(e) Accelerating zero- and low-emission technologies, including, inter alia, renewables, **nuclear**, abatement and removal technologies such as carbon capture and utilization and storage, particularly in hard-to-abate sectors, and low-carbon hydrogen production;

.....



我が国の温室効果ガス削減の中期目標と長期目標の推移

- 2030年に温室効果ガスを46%削減、2050年にカーボンニュートラル（実質排出0%）を達成



(出典)「2020年度の温室効果ガス排出量(速報値)」
及び「地球温暖化対策計画」から作成

※従来の目標は、2030年目標は2015年、2050年目標は2016年に、
それぞれ政府の地球温暖化対策本部で決定。

中期目標

長期目標

(環境省資料をもとに作成)

2. GX実現に向けた今後のエネルギー政策

2030年エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）

- 2030年に、エネルギー起源CO2を45%削減（温室効果ガス46%削減）するため、再エネを現在の20%程度から36~38%、原子力を現在の5%程度から20~22%に

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)

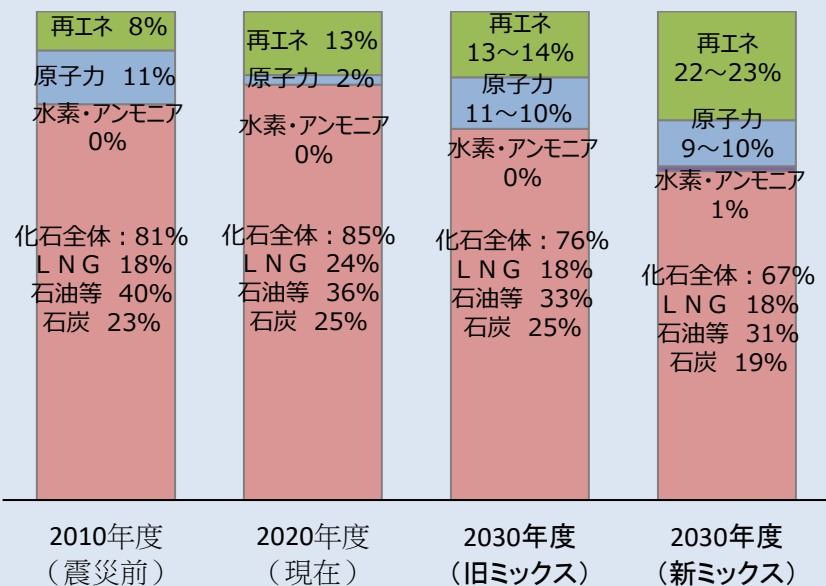
経済効率性 (Economic Efficiency)

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)

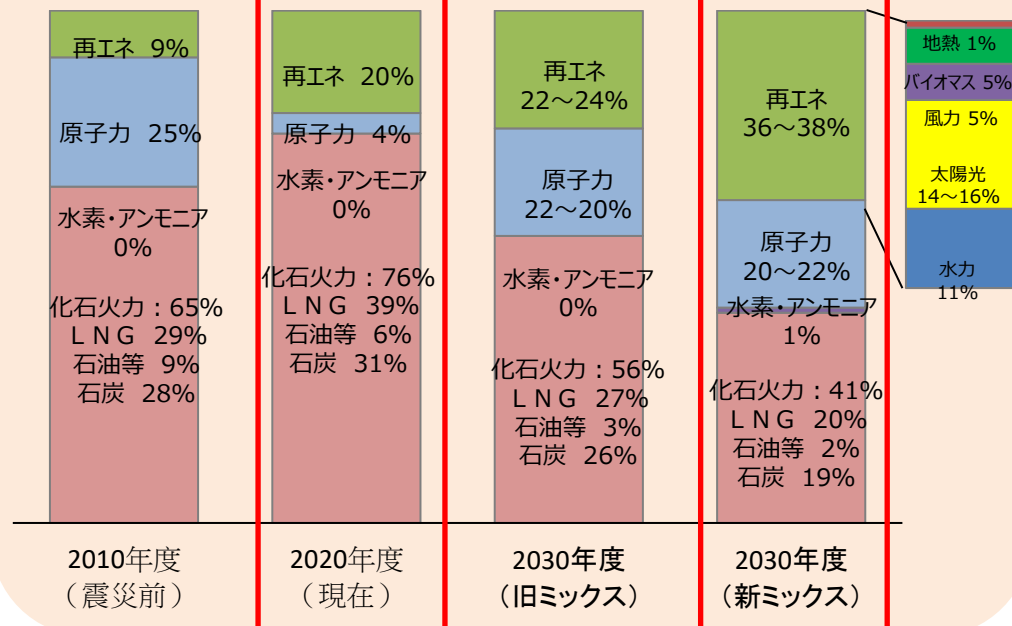
環境適合 (Environment)

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

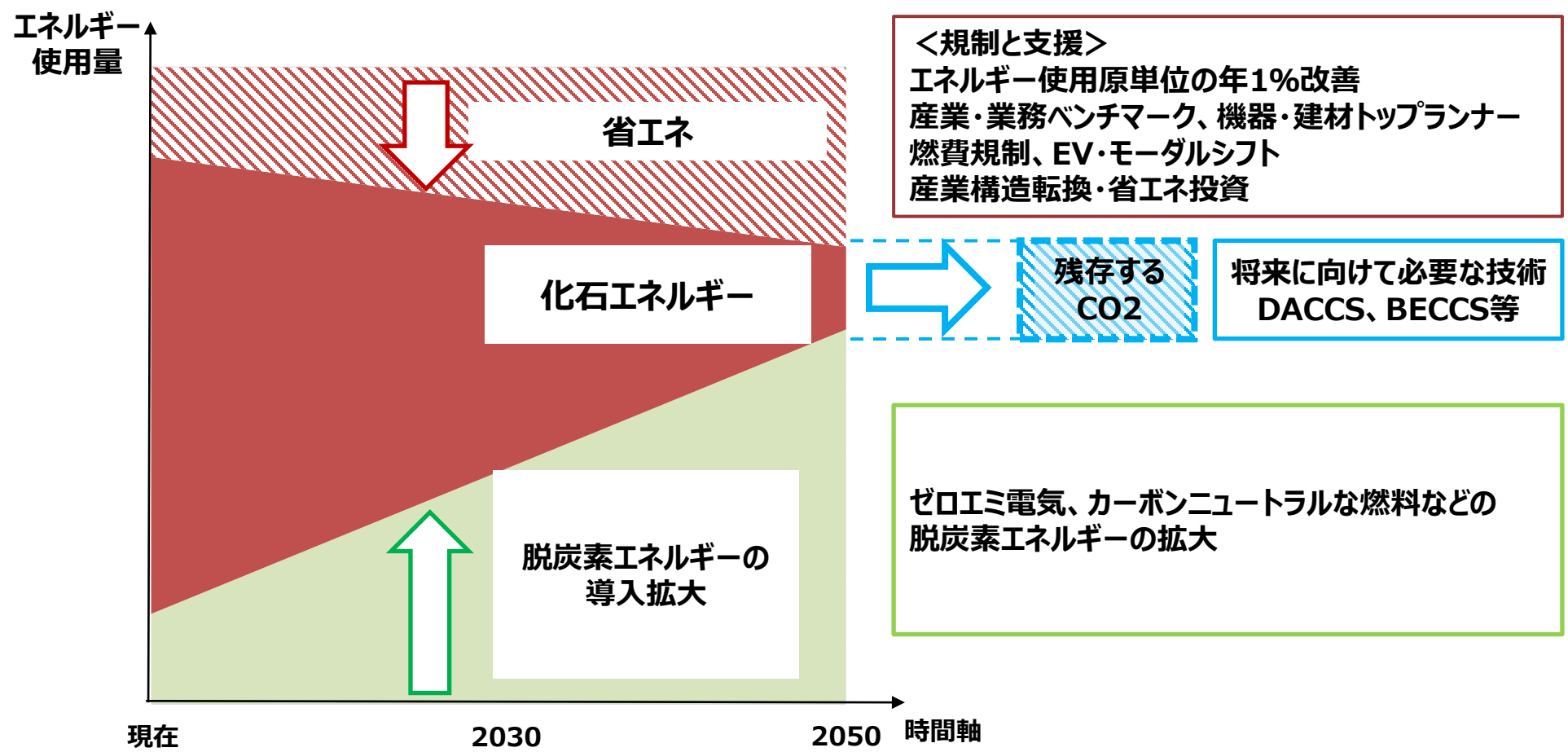


電源構成



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。**再エネの最大限導入に取り組み、原子力については必要な規模を持続的に活用。**
- 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



GX推進に向けたこれまでの政府の動き

2022年

7/27 第1回GX実行会議

⇒ 岸田総理「今後数年間危惧されている電力・ガスの安定供給に向け、再エネ・蓄電池・省エネの最大限導入のための制度的支援策や、原発の再稼働とその先の展開策など具体的な方策について、政治の決断が求められる項目を明確に示してもらいたい」

8/24 第2回GX実行会議

⇒ 再稼働、運転期間延長、次世代革新炉の開発・建設、バックエンドプロセスの加速化などの論点を提示。岸田総理「あらゆる方策について、年末に具体的な結論を出せるよう、与党や専門家の意見も踏まえ、検討を加速」

10/26 第3回GX実行会議

⇒ 岸田総理「専門家との集中的検討を踏まえ、次回GX会議において、「成長志向型カーボンプライシング」の具体的な制度案を提示してもらいたい」

11/29 第4回GX実行会議

⇒ 岸田総理「脱炭素目標に向けた政策対応について、専門家による検討を経て、政治の決断が必要となる踏み込んだ提案をしてほしい」、「次回会議で取りまとめるGX10年ロードマップでは、分野別の支援・制度一体型の投資促進策を明確に示し、民間企業の投資意欲を最大限高めることを重視」

12/22 第5回GX実行会議

⇒ 西村GX実行推進担当大臣より、「GX実現に向けた基本方針」(案)を提示し、取りまとめを行う
⇒ 総理より、同基本方針の具体化に向け、GX実現のための法案を次期通常国会に提出すべく、幅広く意見を聞くプロセスを進め、GX担当大臣の下、関係省庁が連携し、準備を進めるよう、指示あり。

2023年

2/10 GX実現に向けた基本方針 閣議決定

GX推進法案 閣議決定・国会提出 ⇒ 5/12 成立

2/28 GX脱炭素電源法案 閣議決定・国会提出 ⇒ 5/31 成立

関係省庁の 審議会における議論

基本政策分科会
クリーンエネルギー
戦略合同会合 等



「GX実現に向けた基本方針」の概要（令和5年2月10日 閣議決定）

- エネルギー安定供給の確保とGXの推進、成長指向型カーボンプライシングの実現

（１）エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- ・複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創設
- ・省エネ効果の高い断熱窓への改修等、住宅省エネ化への支援強化

②再エネの主力電源化

- ・次世代太陽電池(ペロブスカイト)や浮体式洋上風力の社会実装化

③原子力の活用

- ・安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化
- ・厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り運転期間のカウントから除外を認める

④その他の重要事項

- ・水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- ・カーボンリサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進

（２）「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

①GX経済移行債を活用した、今後10年間で20兆円規模の先行投資支援

②成長志向型カーボンプライシングによるGX投資インセンティブ

③新たな金融手法の活用

⇒ 今後10年間で150兆円を超えるGX投資を官民協調で実現・実行

④国際展開戦略

- ・クリーン市場の形成やイノベーション協力を主導
- ・「アジア・ゼロエミッション共同体」(AZEC)構想を実現

⑤公正な移行などの社会全体のGXの推進

- ・成長分野等への労働移動の円滑化支援
- ・地域・くらしの脱炭素化を実現

⑥中堅・中小企業のGXの推進

- ・サプライチェーン全体でのGXの取組を推進

規制・支援一体型促進策の政府支援イメージ

- 各分野が持つ事業リスクや事業環境に応じて、適切な規制・支援を一体的に措置することで、民間企業の投資を引き出し、150兆円超の官民投資を目指す。
- 世界規模のGX投資競争が展開される中、我が国は、諸外国における投資支援の動向やこれまでの支援の実績なども踏まえつつ、必要十分な規模・期間の政府支援を行う。20兆円規模の支援については、今後具体的な事業内容の進捗などを踏まえて必要な見直しを行う。

今後10年間の政府支援額 イメージ

約20兆円規模

今後10年間の官民投資額全体

150兆円超

非化石エネルギー
の推進

約6~8兆円

イメージ
水素・アンモニアの需要拡大支援
再エネなど新技術の研究開発
など

約60兆円~

再生可能エネルギーの大量導入
原子力（革新炉等の研究開発）
水素・アンモニア 等

需給一体での
産業構造転換・
抜本的な省エネ
の推進

約9~12兆円

イメージ
製造業の構造改革・収益性向上
を実現する省エネ・原/燃料転換
抜本的な省エネを実現する
全国規模の国内需要対策
新技術の研究開発
など



規制等と
一体的に
引き出す

約80兆円~

製造業の省エネ・燃料転換
（例、鉄鋼・化学・セメント・紙・自動車）
脱炭素目的のデジタル投資
蓄電池産業の確立
船舶・航空機産業の構造転換
次世代自動車
住宅・建築物 等

資源循環・
炭素固定技術
など

約2~4兆円

イメージ
新技術の研究開発・社会実装
など

約10兆円~

資源循環産業
バイオものづくり
CCS

GX脱炭素電源法（原子力関係）の概要

令和5年6月7日施行
（一部を除く）

原子力基本法

- <基本方針>
- 安全神話に陥り、事故を防止できなかったことを真摯に反省。
 - 原子力事故の発生を常に想定し、その防止に向けて最大限努力。

<国の責務>

- 原子力発電が、①電気の安定供給の確保、②脱炭素社会の実現、③エネルギー供給の自律性向上に資するよう、必要な措置を講じる。
- 安全性の確保を前提に、原子力事故の防止に万全の措置を講じ、国民からの信頼確保、立地地域の課題解決に向けた取組を推進する。

<基本的施策>

- 原子力発電の適切な活用に向けて、安全性の確保を前提に、必要な措置を講じる。
 - 技術の維持・開発、人材の育成・確保等
 - 原子力に関する研究開発推進やこれらの成果の円滑な実用化
 - 適切な安全対策投資等を確保するための安定的な事業環境整備
 - 再処理、使用済燃料対策、廃炉の円滑かつ着実な実施
 - 最終処分円滑かつ着実な実施

<事業者の責務>

- 安全性向上を図る態勢や防災態勢を充実強化する。
- 立地地域等が行う地域振興の取組等に協力する。

<運転期間に係る規制>

- 運転期間に係る規制は、電気の安定供給確保等のため、原子力の安定的な利用を図る観点から措置。

電気事業法

令和7年6月6日施行

- 運転期間は40年とし、①安定供給確保、②GXへの貢献、③自主的安全性向上や防災対策の不断の改善について、経済産業大臣の認可を受けた場合に限り、延長を認める
- 延長期間は20年を基礎として、原子力事業者が予見し難い事由（制度・運用の変更、仮処分命令等）による停止期間を考慮した期間に限定する

※原子力規制委員会による安全性確認が大前提

原子炉等規制法

令和7年6月6日施行

※経過措置：
令和5年10月1日施行

- 原子力事業者に対して、
 - ①運転開始から30年を超えて運転しようとする場合、10年以内毎に、設備の劣化に関する技術的評価を行うこと
 - ②その結果に基づき長期施設管理計画を作成し、原子力規制委員会の認可を受けること

を新たに法律で義務付け

再処理法

令和6年4月1日施行

- 今後の廃炉の本格化に対応するため、使用済燃料再処理機構（NuRO_(※)）に
 - ①全国の廃炉の総合的調整、
 - ②研究開発や設備調達等の共同実施、
 - ③廃炉に必要な資金管理等の業務を追加
- 原子力事業者に対して、NuROへの廃炉拠出金の拠出を義務付ける

(※) Nuclear Reprocessing Organization of Japanの略

3. GX実現に向けた今後の原子力政策

原子力発電所の現状

2024年1月12日時点

再稼働
12基

稼働中 9基、停止中 3基 (送電再開日)

設置変更許可
5基

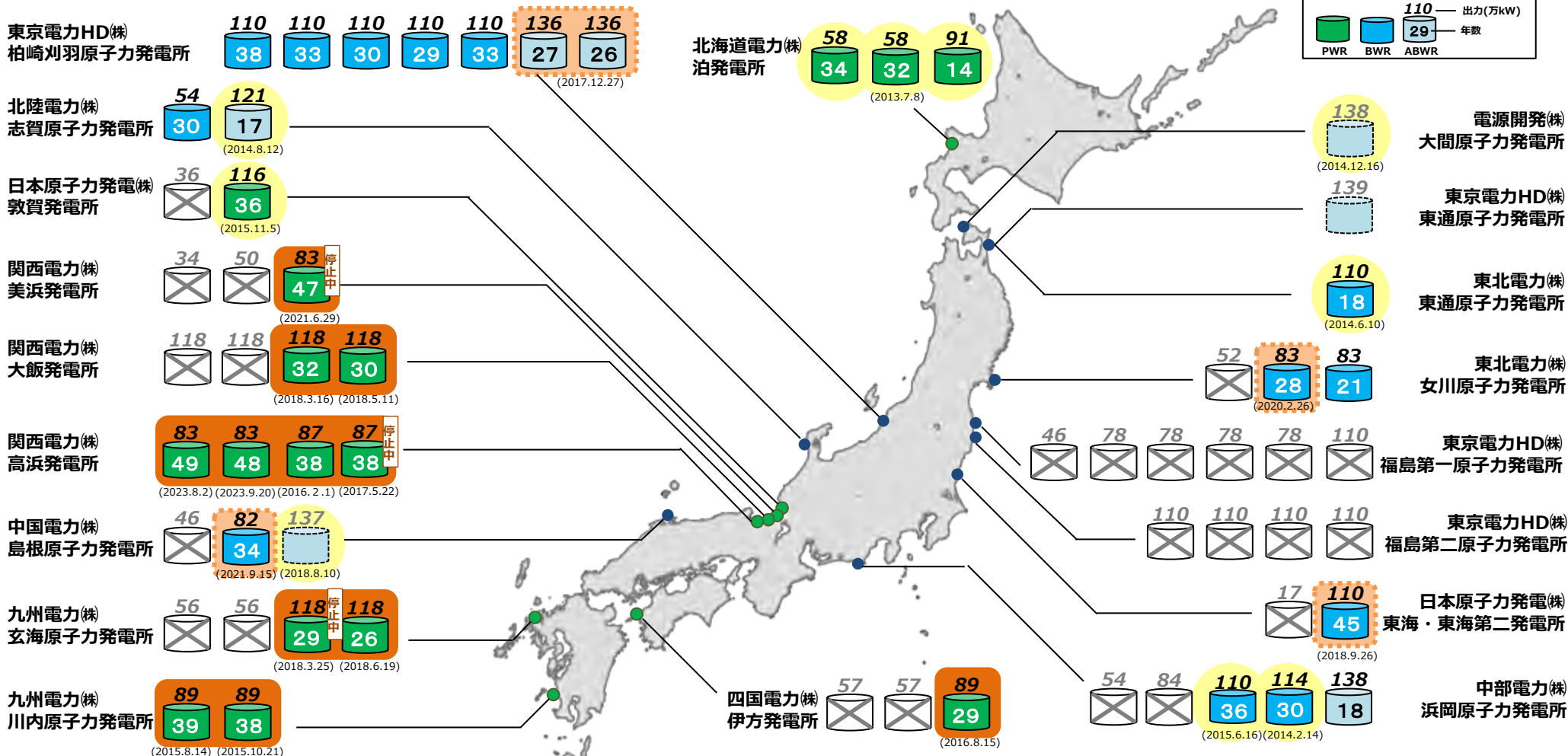
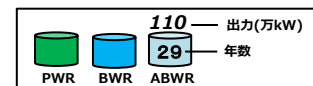
(許可日)

新規規制基準
審査中
10基

(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基



(参考) 原子力規制委員会の新規制基準について

- 高い独立性を有する原子力規制委員会が、世界で最も厳しい水準の新規制基準を策定
- 地震・津波など自然現象の想定と対策要求を大幅に引き上げるとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合の対策を新たに要求
- 新たな知見が得られた場合、規制基準に反映し既許可施設にも適用（バックフィット）

＜従来の規制基準＞

＜新規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準
 (いわゆる設計基準)
 (単一の機器の故障を想定しても炉心損傷
 に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮 (新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

新設 (テロ対策)
 新設 (シビアアクシデント対策)
 強化又は新設
 強化

(参考) 事業者による安全対策の例 (川内 1 / 2 号機)

- 事故の教訓を踏まえ、**極めて厳しい自然災害を想定**し、防護堤・防護壁設置など、**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・津波発生

制御棒を挿入

原子炉を「**止める**」

全電源喪失

炉心を「**冷やす**」

温度上昇で水素発生

炉心が溶融

建屋の水素爆発

放射性物質を「**閉じ込める**」

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

原子炉への
給水機能の
喪失

水素爆発の
発生や
放射性物質の
拡散

(川内原子力発電所における安全対策の実施例)

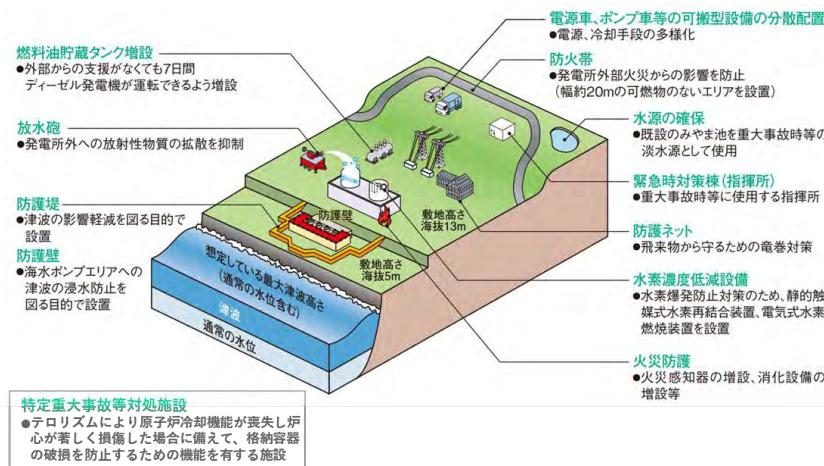
- 地震の想定を引き上げ
540ガル→620ガル
※鹿児島県北西部地震時は68ガルを観測
(ガルは地震の揺れの強さを示す単位)
- 津波の想定を引き上げ
3.7m程度→6.0m程度
海水ポンプエリアに**防護堤・防護壁**設置
※発電所敷地高さは13.0m
- 非常用電源を強化
大容量空冷式発電機 0台→2台
高圧発電機車 0台→4台
中容量発電機車 0台→2台

- 冷却機能の多様化
可搬型ディーゼル注入ポンプ 0台→2台
可搬型電動低圧注入ポンプ 0台→4台
移動式大容量ポンプ車 0台→4台
- **発生した水素を低減する装置**を設置
- **放射性物質の大気中への放出を抑制**
するため、**放水砲**を配置

※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

出典：九州電力より提供

新規制基準で新たに設置した設備等 (イメージ)



放水砲



大容量空冷式発電機

(参考) 産業界での取組

- 新規制基準に加えて、電力事業者、メーカー等の産業界でも連携して安全性向上に取組
- 事業者共通の技術的課題に効果的に取り組むATENA、ピアレビューを通じて現場活動の改善を図るJANSI、リスク評価・情報を活用した意思決定の手法開発を行うNRRC

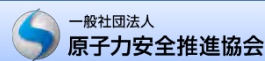
ATENA



事業者間で共通性のある、技術的な「欠け」を抽出。対策を立案し、産業界での実行をけん引。

- 電力、メーカーの技術力を結集する体制により、事業者間で共通性があり、技術的対応を要する課題について、**対策を立案**
- 対策決定は、各事業者のハイレベルが参加する場で行い、各事業者に実行のコミットを求める仕組み
- 産業界の代表として規制当局と対話

JANSI



発電所現場の「欠け」を抽出。ピアレビュー等を通じた事業者への提言により、現場の安全性向上を図る。

- 民間の独立した**第三者機関**として、**事業者の現場の活動をチェック**（ピアレビュー）
- 現場の行動に着目し、基準への適合のみならず、「より良い方法は何か」という視点で提言
- 国内外の**運転現場の情報**を収集分析し、**事業者へ提言**

NRRC



確率論的リスク評価（PRA）、及びリスク情報を活用した意思決定の手法を開発、その実証事業を通じ、導入を支援。

- PRAは、発電所の網羅的な弱点の洗い出しや、対策の優先順位付けに有効な手段となり得るもの
- 所長にNRC元委員を招聘、国内の専門家集団により、日本でリスクの大きい地震・津波も起因事象に取り入れたPRAモデルを開発、発電所で実証
- **PRAなどリスク情報を活用した意思決定の手法を整備し、各事業者での導入戦略策定をバックアップ**

(参考) 原子力発電所等の警備に関する関係省庁・関係機関の協力と対応等

i. 切れ目のない対応を可能とする関係機関・事業者間の連携体制の強化

- 昨今の情勢を踏まえ、各原子力発電所等の警備に関しては、武力攻撃事態を含む様々な危機に対処できるようにするため、警備当局、自衛隊、規制当局及び事業者の協力関係を一層緊密なものとしておくことが重要。
- このため、立地地域と中央それぞれの上記関係者による連絡会議を設置。引き続き、関係省庁間の連携体制の強化を目指す。

ii. 対処能力の強化

- 各都道府県警察と陸上自衛隊は、全国各地で共同実動訓練を継続して実施しており、2012年以降、各地の原子力発電所の敷地において実施するなど、連携強化を図っている。
- 海上保安庁と海上自衛隊は、原子力発電所のテロ対処を想定した訓練を含む不審船対処に係る共同訓練を実施している。海上保安庁と各都道府県警察も、合同訓練を定期的に行っている。
- 弾道ミサイルに対しては、イージス艦とPAC-3による多層防衛により対応している。航空自衛隊においても、平素よりミサイル等の迎撃態勢の充実・強化を図るためPAC-3部隊等の機動展開訓練を実施してきており、弾道ミサイル等を含む各種ミサイル対処に係る能力・維持向上を図っている。

iii. 国際社会との連携強化

- 有事における原子力施設の安全確保等に向けた、国際原子力機関（IAEA）を含む国際社会とのさらなる連携強化を推進していく。

陸上自衛隊と警察の共同実動訓練の様子



(令和元年11月 於 北海道電力泊発電所)

PAC-3機動展開訓練の様子



(令和4年11月 於 福井県おおい町長井浜海水浴場)

(写真) 警察庁「焦点」、防衛省航空自衛隊ニュースリリースより引用

立地地域をはじめとする電力大消費地も含めた国民各層とのコミュニケーション

- 原子力の必要性等について、立地地域をはじめ東京・大阪等の大消費地も含め、理解活動を展開。
- 説明会とともに、ホームページを通じた情報発信、紙面やSNS等の多様な手段で説明を実施。

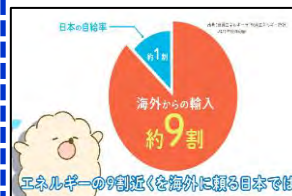
<全国各地での説明会・講演等>

- ・ エネルギーミックスや発電所の安全対策等の様々なテーマに応じた説明会等を、全都道府県で987回開催、延べ約5万人が参加（2016年1月～2023年9月の累計）。
- ・ 大学の講義に国の職員がオンラインで参加する等、多様な機会をとらえてエネルギー政策等を説明。
- ・ 2023年1月から12月にかけて、経済産業局各局にてブロック毎に「GX実現に向けた基本方針」に関する説明会を開催。これまで合計20回開催し、参加申込者は延べ約2200名。



<新聞、ウェブ、SNSを通じた広報>

- ・ これまで、雑誌系オンラインメディアでの記事配信、新聞広告、東京・大阪各線での交通広告配信等、複数のメディアを活用した情報発信を実施。



電車広告@東京（期間:2023/12/18-12/24）

<エネ庁HP上の情報サイト：「エネこれ」による情報発信>

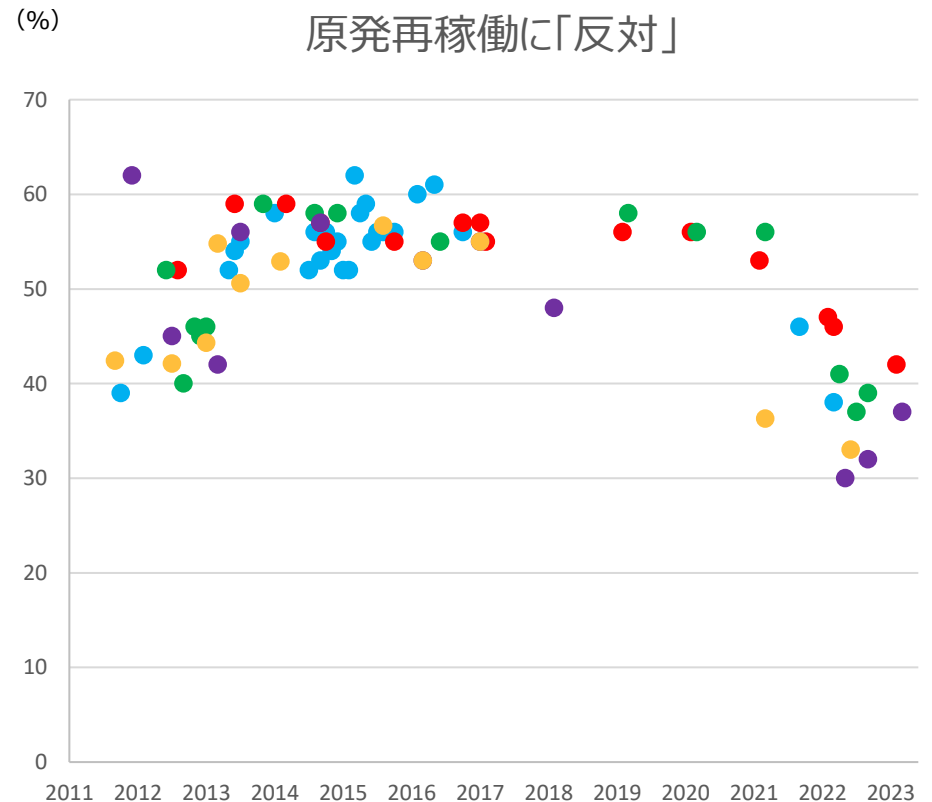
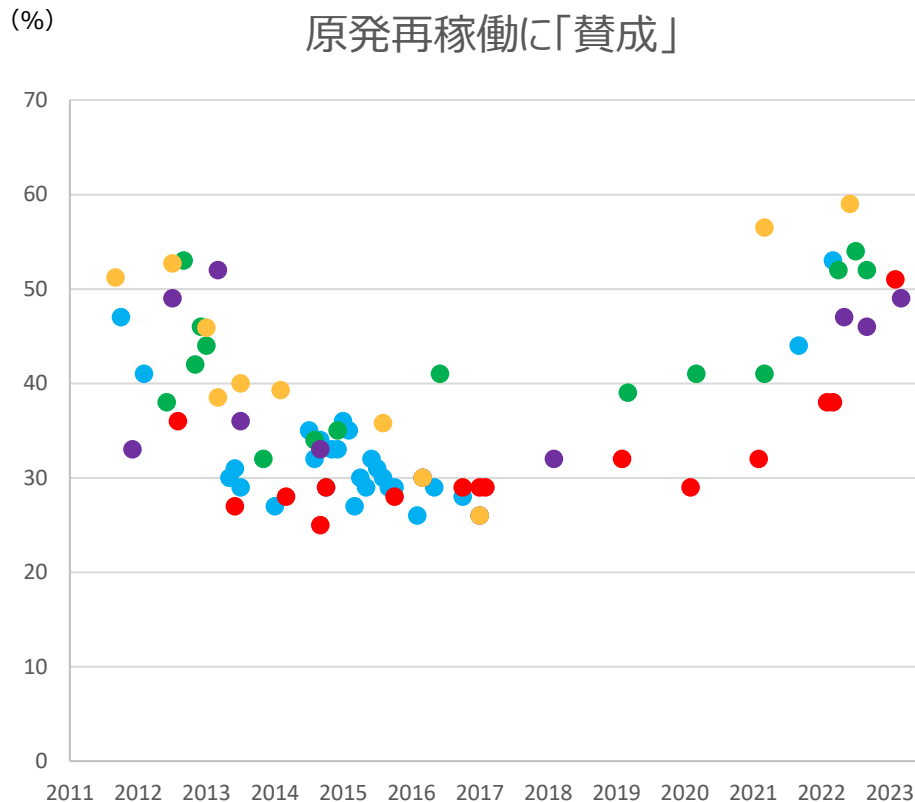
- ・ HP上で、エネルギー関連の様々なテーマについて、わかりやすい解説記事を定期的に配信。
- ・ 2017年6月の開始から、これまで約370本の記事を配信。うち原子力関連の記事は72本。（2023年12月時点）
- ・ 2022年11月には、エネルギーに関する知識のない方にも、エネルギー政策の基本的な考え方である「S+3E」をはじめ、エネルギーの基礎知識がわかりやすく学べる特設ページも開設し、「エネこれ」としてリニューアル。
- ・ 2022年度は、「S+3E」について紹介した動画も作成し、YouTube等で配信。YouTubeでは、これまでに計4,428万回以上の再生回数を記録。



エネ庁HP上に開設した特設ページ

(参考) 原子力発電の再稼働に関する世論調査の経年変化 (全国紙)

● 東京電力福島第一原発事故後、各社は**原発の再稼働について世論調査を実施**。
近年、**肯定意見が増加し、否定意見が減少**。



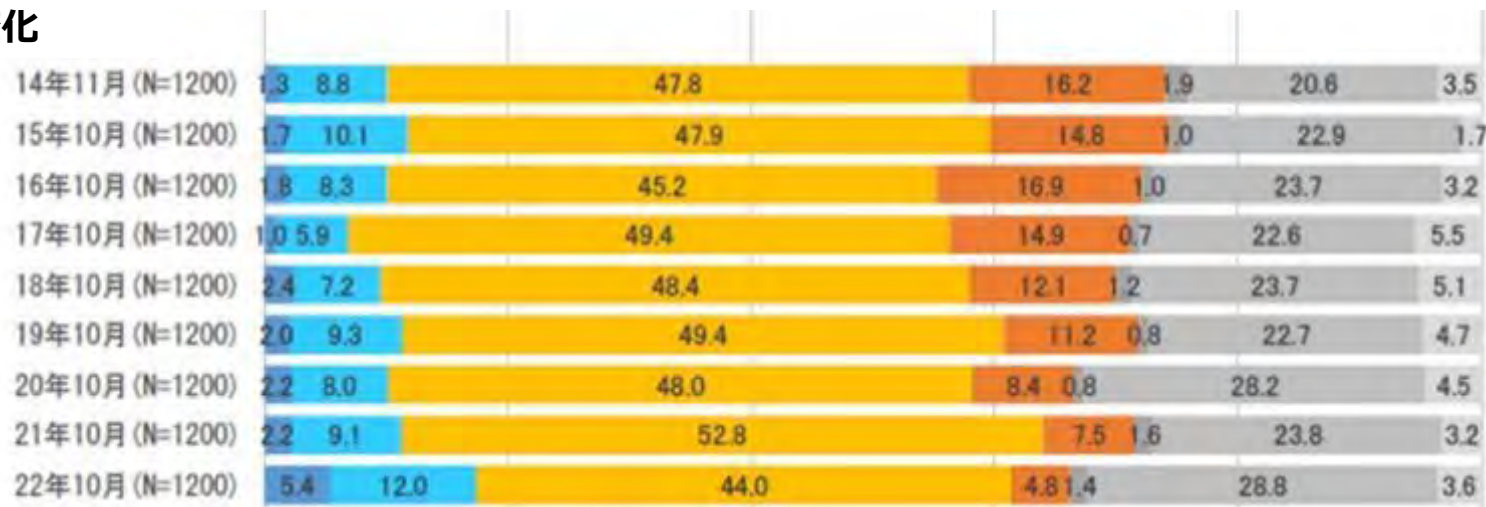
● 日経新聞 ● 朝日新聞 ● 読売新聞 ● 毎日新聞 ● 産経新聞

(参考) 原子力に関する世論調査の経年変化と年代別傾向 (日本原子力文化財団)

- 近年、「即時廃止」は減少。「増加」や「維持」は大きな変化はない。
- 若年層に「増加」や「維持」が多く、高齢層ほど「徐々に廃止」や「即時廃止」が多い。

【問】 今後日本は、原子力発電をどのように利用していけばよいと思いますか。

経年変化



- 原子力発電を増やしていくべきだ (増加)
- 東日本大震災以前の原子力発電の状況を維持していくべきだ (維持)
- 原子力発電をしばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ (徐々に廃止)
- 原子力発電は即時、廃止すべきだ (即時廃止)
- その他、わからない、あてはまるものはない

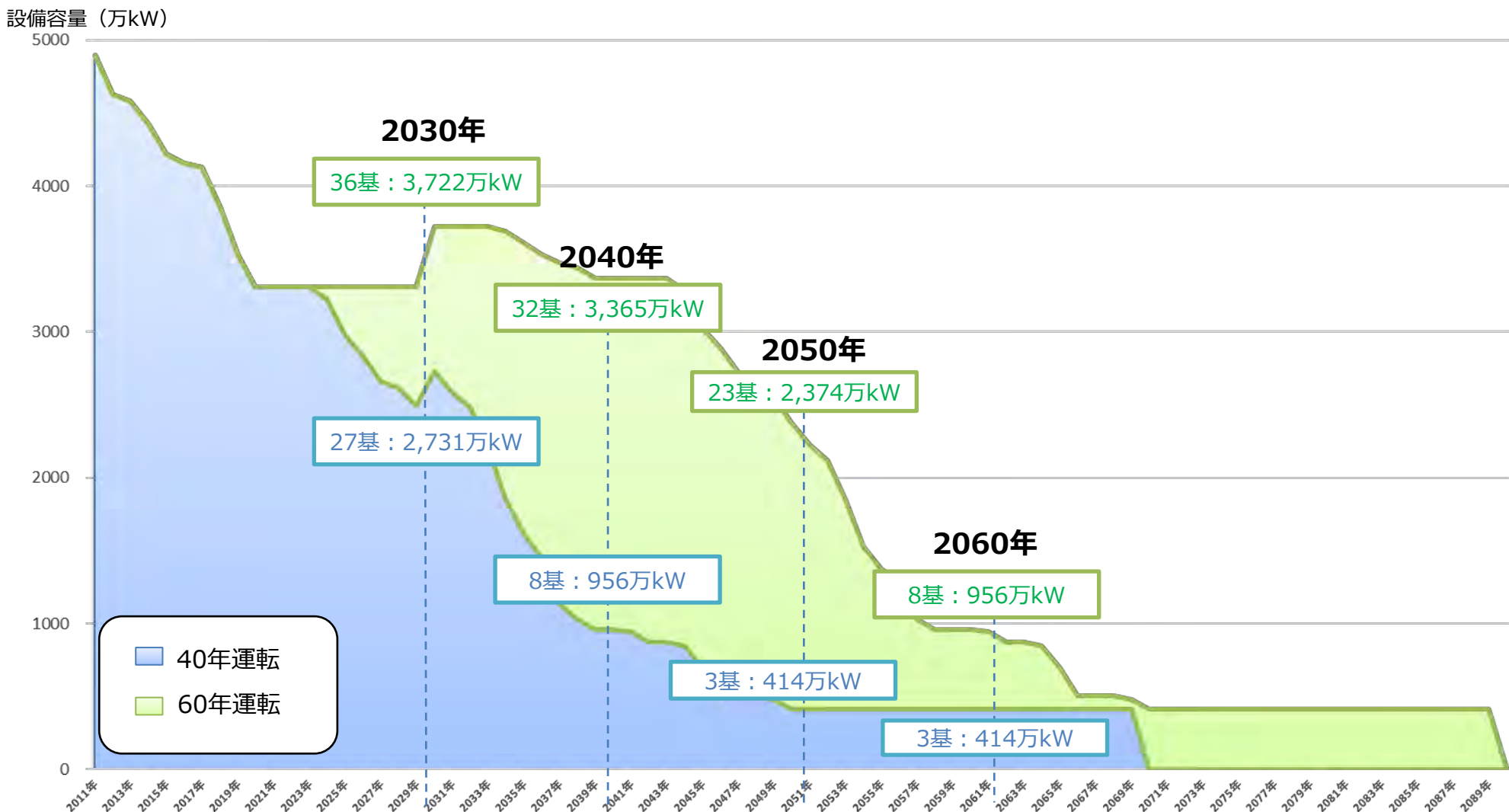
性別・年代別 (2022年度調査)



原子力文化財団の世論調査について
 ・対象者は全国の15~79歳男女個人
 ・1,200人・住宅地図データベースから世帯を抽出し個人を割当
 ・200地点を地域・市郡規模別の各層に比例配分
 ・オムニバス調査・訪問留置調査
 ・2006年度から継続的に調査。2022年の調査で16回目

原子力発電所の設備容量見通し


- 原子力発電所の設備容量は、運転期間を60年とする制度のままでは、2040年代に大きく減少。
次世代革新炉の開発・建設を進めたとしても商用運転開始までには相当の時間を要することを踏まえれば、運転期間のあり方の検討も必要。





(参考) 脱炭素・エネルギー危機を踏まえた主要各国での原子力活用の動き


- 世界各国は、将来の電力需要の増加に備え、①革新炉の新規建設、その本格化までの「つなぎ」として②今ある原子炉の運転延長、双方に踏み出すことを政治決断。「将来に向けた選択肢」を拡大。


【新規建設に向けた方針等】

 アメリカ
➤ エネルギー省「革新的原子炉実証プログラム」等
2炉の建設支援、8炉型の研究開発支援 (2020)
老朽石炭火力をSMR等で置換可能と分析 (2022)

 イギリス
➤ ジョンソン首相「エネルギー安保戦略」(2022/4)
2050年までに発電割合を25%に、24GWの導入
1基/1年に建設ペース加速へ、支援を抜本拡充

 フランス
➤ マクロン大統領「新規原子炉計画」(2022/2)
2050年へ大型革新軽水炉14基を建設・検討
建設・運営主体の電力会社EDFを完全国有化

 オランダ
➤ 新連立政権「政策協定」公表 (2021/12)
新たに2基を建設する方針を表明

 韓国
➤ 尹大統領「エネルギー政策の方向性」(2022/7)
2030年原発割合30%以上、国内2基建設等

【既設炉の運転延長に向けた方針等】

➤ 運転期限なし (40年+20年単位延長)
現時点で80年までの運転延長認可は6基
さらに9基について審査中

➤ 運転期限なし (10年ごとに安全審査)
2035年に40年となるサイズウェル原発で
20年延長を検討中

➤ 運転期限なし (10年ごとに安全審査)
56基中20基が40年超運転へ
運転延長も対象にグリーンファイナンス検討中

➤ 運転期限は法律で規定 (期間のルールなし)
60年運転認可済の原発の再延長方針を表明

➤ 運転期限なし (10年ごとに安全審査)
既設炉の継続運転手続きの迅速化を表明

原発廃止
方針の国



ベルギー

- 2025年に閉鎖予定だった2基について、
10年間運転延長する方針を決定 (2022/3)



ドイツ

- 原発廃止を2023年4月に実施。

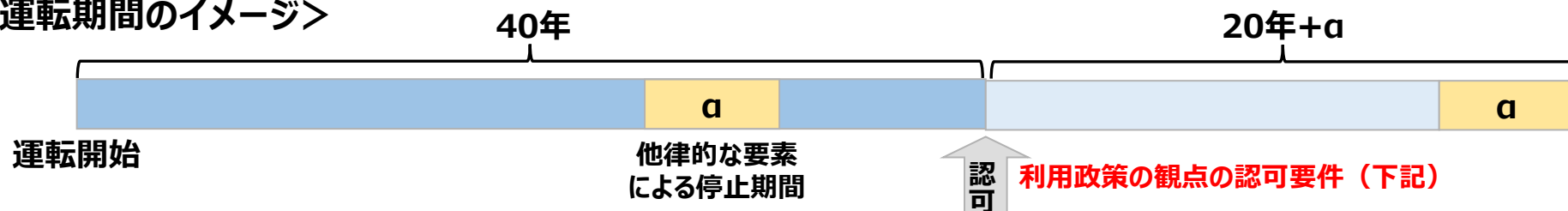
利用政策の観点からの運転期間の取扱い

- GX脱炭素電源法※が成立し、電気事業法において、利用政策の観点からの運転期間に関する規律を整備。
※公布（令和5年6月7日）から2年を超えない範囲内に施行
- 原子力規制委員会が適合性審査を行い、その認可を得なければ、運転できないことは大前提。

<利用政策の観点からの運転期間のあり方>

- 立地地域等における不安の声や、制度連続性などにも配慮し、現行制度と同様に、運転期間に最長「60年」という上限を設ける大きな枠組みは維持することとしつつ、事業者から見て他律的な要素によって停止していた期間に限り、「60年」の運転期間のカウントから除外することを認める。
- 様々な状況変化を踏まえた客観的な政策評価を行い、必要に応じて見直しを行う。

<運転期間のイメージ>



1. 延長を認める要件

- ・平和利用
- ・設置許可の取消しや運転停止命令等を受けていない
- ・電力の安定供給・供給手段の選択肢の確保、電源の脱炭素化によるGXへの貢献
- ・原子炉に係る発電事業に関する法令の遵守や安全マネジメントや防災対策の不断の改善に向けた組織運営態勢の構築

2. 「60年」のカウントから除外する停止期間

- ・法令の改正等に対応するため、停止した期間
- ・法律に基づく処分によって停止したが、その処分が後に取り消された場合の停止期間
- ・行政指導に従って停止した期間
- ・裁判所の仮処分命令を受けて停止したが、後にその命令が上級審等で是正された場合の停止期間
- ・その他、事業者が予見し難い事由として省令で定めるもの

『安全第一での運転期間の延長』

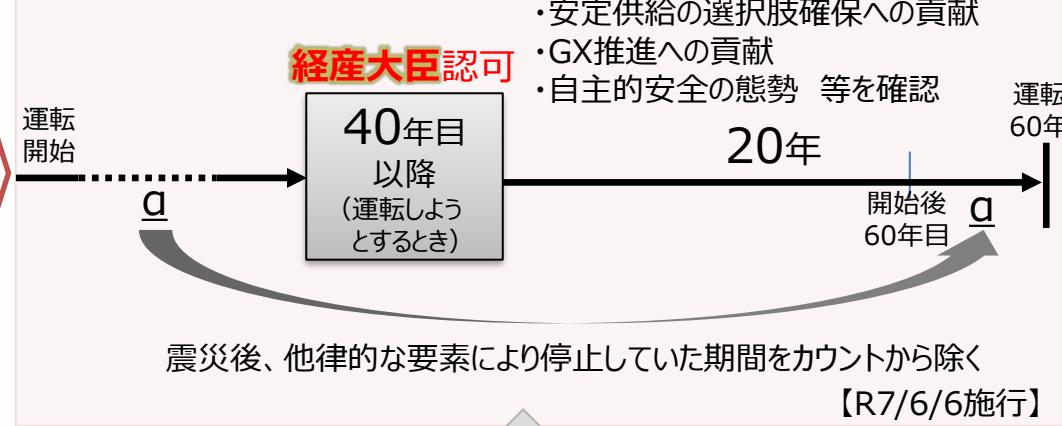
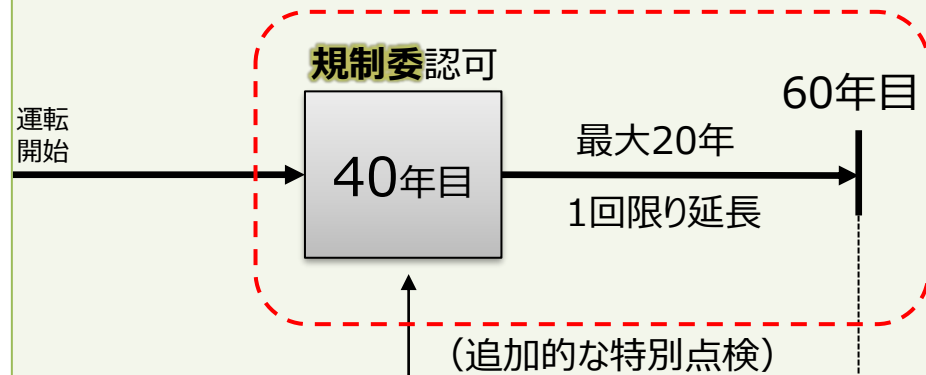
<現行>

<新制度>

炉規法：運転期間制限

電事法（利用）：運転期間制限

- ・安定供給の選択肢確保への貢献
- ・GX推進への貢献
- ・自主的安全の態勢 等を確認



(追加的な特別点検)

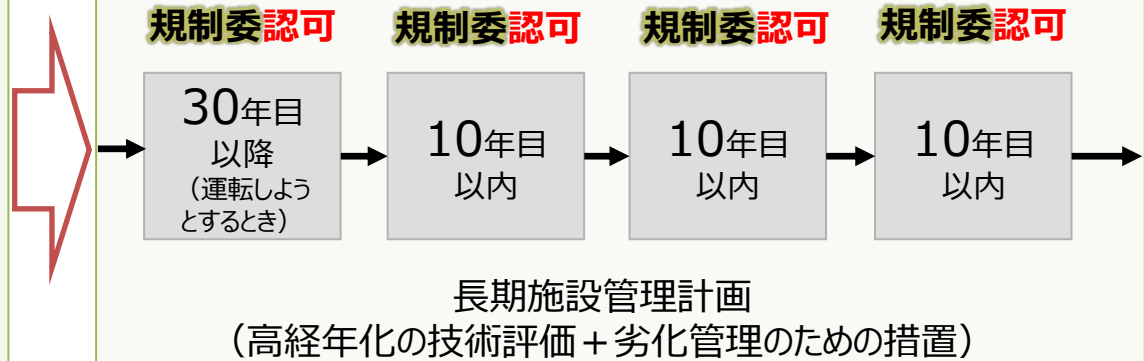
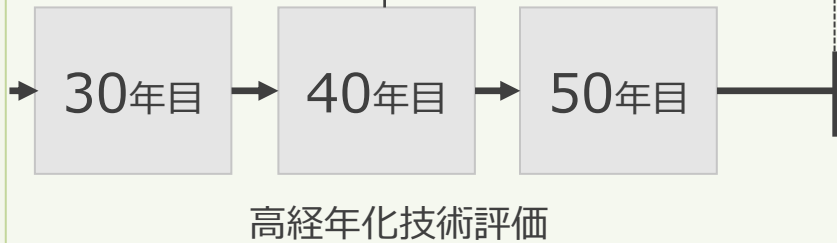
震災後、他律的な要素により停止していた期間をカウントから除く

【R7/6/6施行】

利用と規制の峻別

規則(省令相当) : 高経年化技術評価

炉規法（規制）：高経年化の安全規制



高経年化技術評価

長期施設管理計画
(高経年化の技術評価 + 劣化管理のための措置)

【R7/6/6施行 (経過措置 : R5/10/1 施行)】

『次世代革新炉の開発・建設』

- 安全性の確保を大前提に、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む。
- 地域の理解の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での建て替えを対象。六ヶ所再処理工場の竣工等のバックエンド問題の進展も踏まえつつ具体化を進めていく。その他の開発・建設は、各地域の再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえて検討。

① 事業環境整備の在り方

- 短期的な初期費用の大きさを踏まえ、実証炉へのプロジェクトベースの支援。
- 中長期的な収入予見性の低さ等に対する電力市場制度の在り方の検討・具体化を推進。



革新軽水炉SRZ-1200 (三菱重工業)

② 研究開発態勢の整備

- 過去の開発の反省や海外事例を踏まえた開発態勢の整備を推進。

③ 基盤的研究開発及び基盤インフラの整備

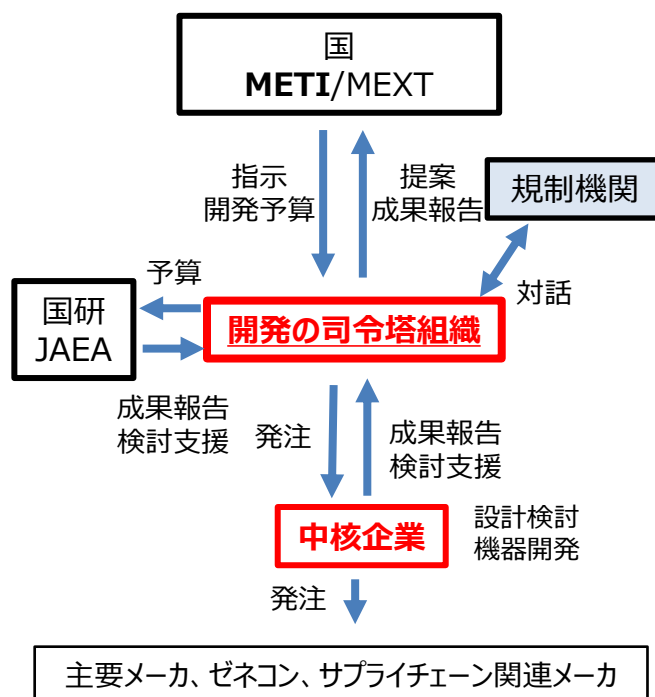
- 今後の開発に向けた研究炉や燃料製造施設等の基盤インフラの整備が推進。



高温工学試験研究炉(HTTR)



高速実験炉「常陽」



(参考) 革新炉の種類 (各事業者による開発コンセプト)

革新軽水炉

※現行炉と同じ出力規模



◆ 三菱重工業

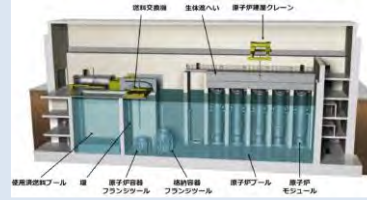
- 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- 受動安全や外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による所外影響の低減

<課題>

- ・初期投資の負担
- ・建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR (小型モジュール炉)

※軽水炉、小出力

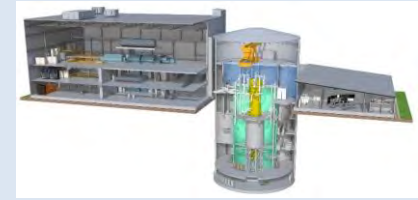


◆ VOYGR (NuScale社)

- 炉心が小さく自然循環冷却、事故も小規模に
- 工期短縮・初期投資の抑制

<課題>

- ・小規模なため効率低い（規模の経済性小）
- ・安全規制等の整備



◆ BWRX-300 (日立GE)

高速炉

※冷却材に軽水でなくナトリウムを使用



◆ 実験炉：常陽 (JAEA)

- 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- 廃棄物の減容・有害度低減
- 資源の有効利用

<課題>

- ・ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ・免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

※冷却材にヘリウムガス、減速材に黒鉛を使用



◆ 試験炉：HTTR (JAEA)

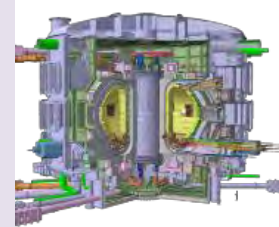
- 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- 高温耐性で炉心溶融なし
- 950°Cの熱の利用が可能（水素製造等）

<課題>

- ・エネルギー密度・経済性の向上
- ・安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

※水素をヘリウムに融合・メカニズム大きく異なる



◆ 実験炉：ITER

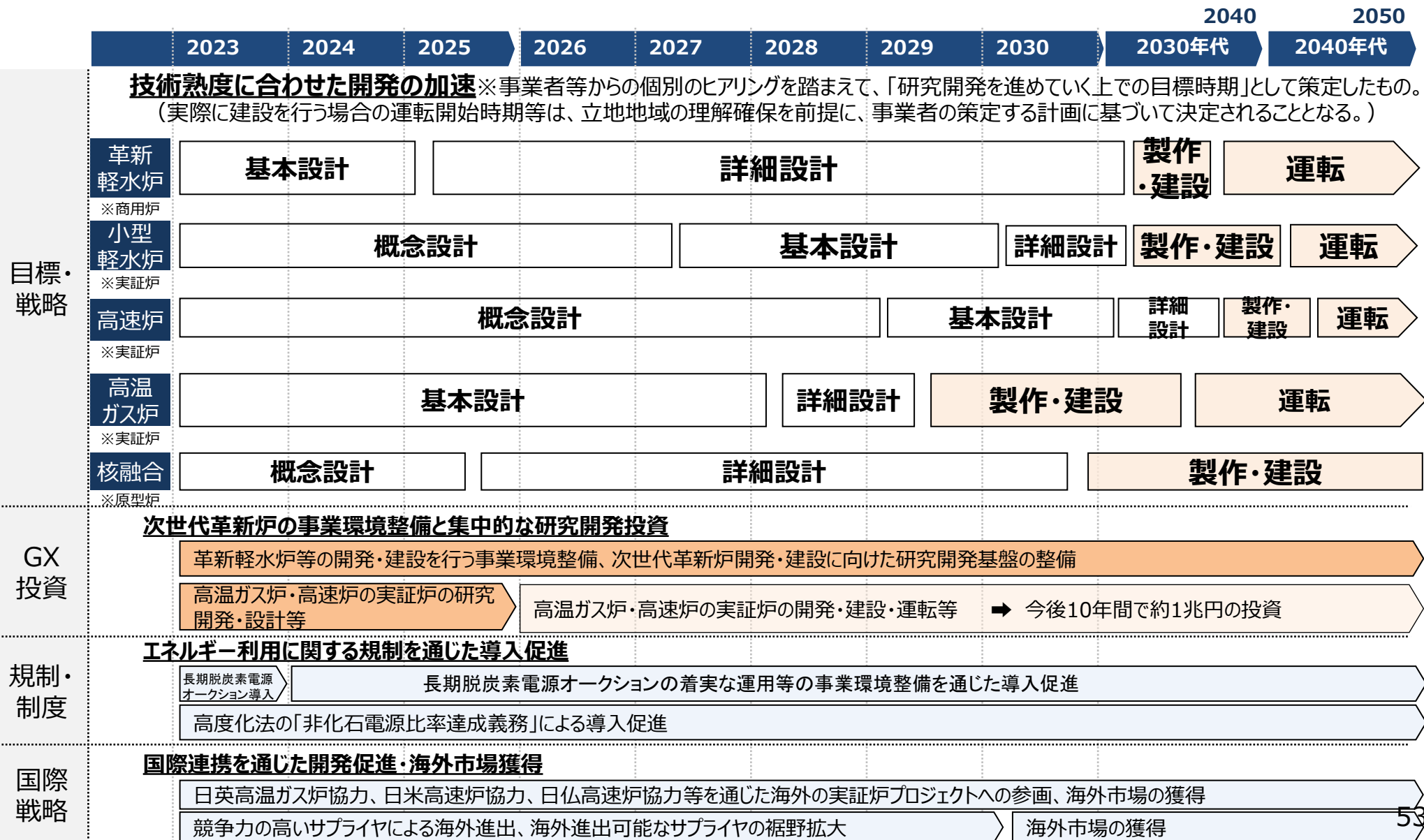
- 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- 廃棄物が非常に少ない

<課題>

- ・プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間）
- ・エネルギー密度・経済性の向上

(参考) 次世代革新炉の今後の道行き

- 安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む



(参考) 原子力の活用に向けた諸外国との連携

- 日本は、米・英・仏などの諸外国と、原子力エネルギーがもたらす価値に対する認識を共有するとともに、それぞれの国との間で原子力利用に向けた協力強化の方針を確認している。

● 日米首脳共同声明 (2022年5月) (原子力関連部分抜粋)

「両首脳は、二酸化炭素を排出しない電力及び産業用の熱の重要かつ信頼性の高い供給源としての**原子力の重要性を認識**した。このため、両首脳は、原子力協力を拡大し、輸出促進及びキャパシティ・ビルディングの手段を共同で用いることにより、**革新原子炉及び小型モジュール炉 (SMR) の開発及び世界展開を加速**させることにコミットした。

両首脳はまた、**既存及び新規の原子炉の双方**に対する、**ウラン燃料を含むより強靱な原子力サプライチェーンを構築**するために協力することで一致した。」



● 「日英広島アコード」 (2023年5月) (原子力関連部分抜粋)

「遅くとも2050年までに温室効果ガスのネット・ゼロ排出に向けてクリーン・エネルギー移行を加速させ、エネルギー安全保障とエネルギー 低廉性を高めることの重要性を認識する。**クリーンエネルギー (特に洋上風力及び原子力) の導入を加速するために協働**する。…小型モジュール炉や次世代炉を含む先進原子力技術、核燃料、廃炉措置と解体、廃棄物管理、研究開発、技術及び多様性、サプライチェーン、核融合、原子力安全及び広報の分野における**原子力エネルギーに関する協力に対する我々のコミットメントを確認**する。」



● 日仏原子力共同声明 (2023年4月) (共同プレスリリースより抜粋)

「**原子力は、地球規模のエネルギー安定供給の確保とカーボンニュートラル達成に大きく貢献するもの**です。この声明によって、両国は、**研究開発に焦点を当てた形での、相互の原子力協力の深化にコミット**することとなります。特に、日本とフランスは、以下のような研究開発への支援を含む交流を加速させることに合意しました。

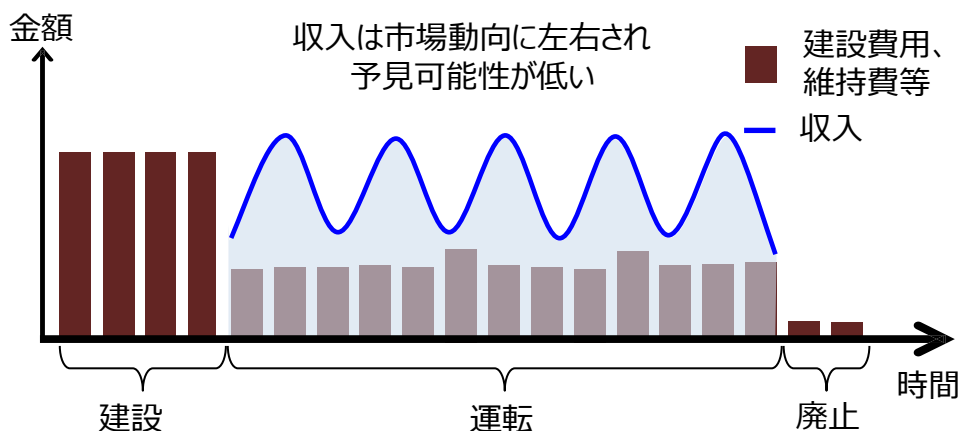
- 既存原子炉の安全な長期運転や、それらの安全性向上に向けた取組
- 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた産業協力の強化を含む、原子力発電所の着実かつ効率的な廃炉
- 原子力発電の導入検討国における能力向上に資する取組
- 廃棄物を最小限に抑え、天然ウランの必要性を低減する再処理政策の推進
- 次世代革新炉、特にナトリウム冷却高速炉 (SFR) に関する取組 」



(参考) 長期脱炭素電源オークションの概要

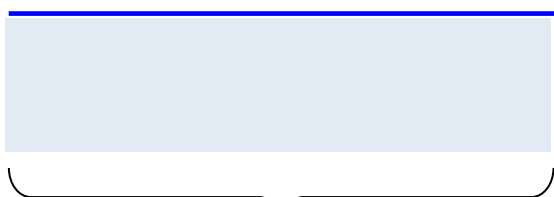
- 近年、既存電源の退出・新規投資の停滞により供給力が低下し、電力需給のひっ迫や卸市場価格の高騰が発生。
- このため、脱炭素電源への新規投資を促進するべく、**脱炭素電源への新規投資を対象とした入札制度（名称「長期脱炭素電源オークション」）を、2023年度から開始予定（初回の応札を2024年1月に実施）。**
- 具体的には、脱炭素電源を対象に電源種混合の入札を実施し、落札電源には、**固定費水準の容量収入を原則20年間得られる**こととすることで、巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する。

〈電源投資の課題〉



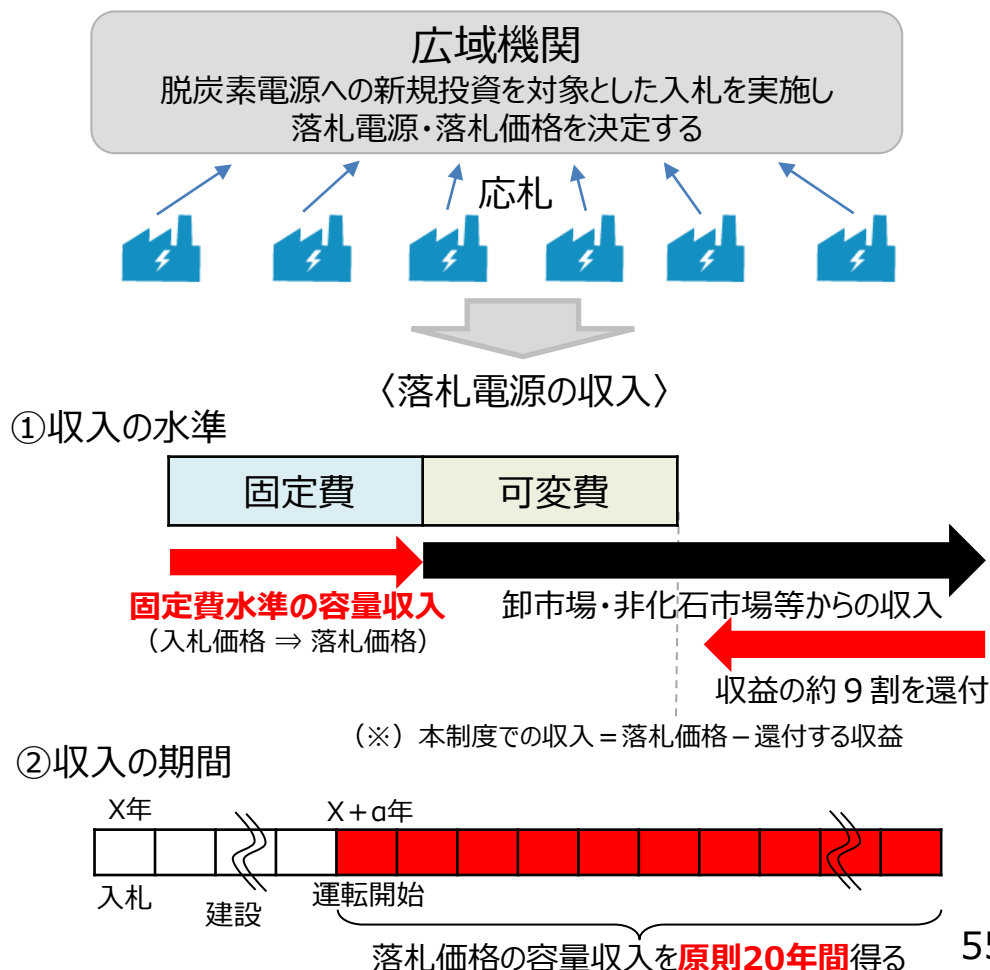
〈投資判断に必要な要素〉

①投資判断時に
収入の水準を
確定させたい



②投資判断時に
長期間の収入を
確定させたい

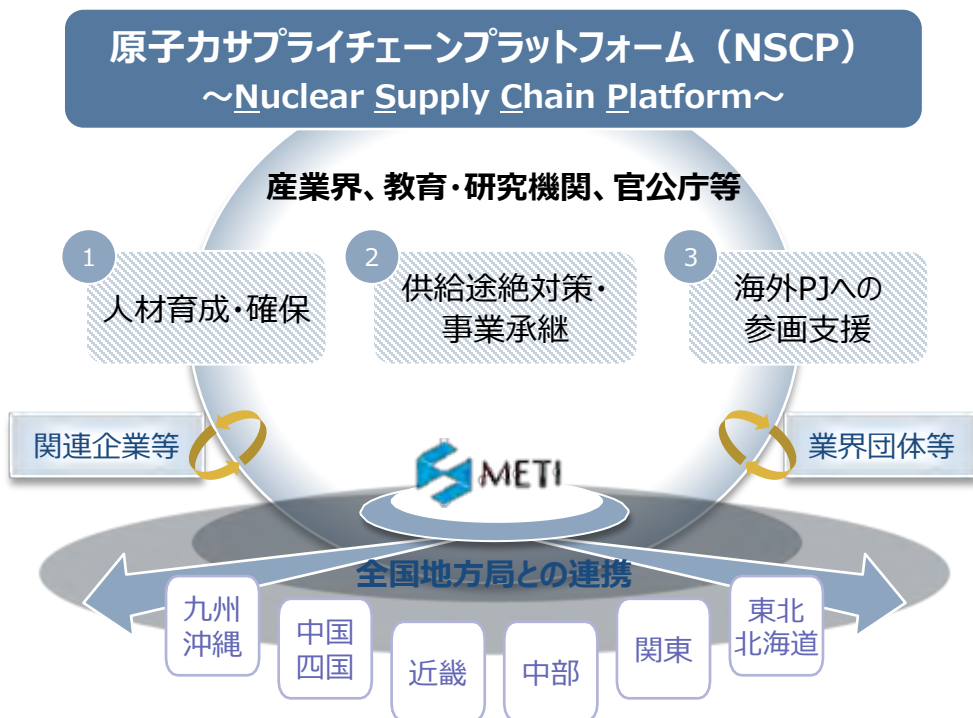
〈新制度のイメージ〉



(参考) サプライチェーンの維持・強化に向けた取組

- 人材育成・確保支援、部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援など、地方経済産業局等と連携し、サプライチェーン全般に対する支援態勢を構築。
- 次世代革新炉の開発・建設が進む場合にも、サプライヤが実際に製品調達・ものづくり等の機会を得るまでには相当程度の期間を要することも踏まえ、関連企業の技術・人材の維持に向け、海外市場機会の獲得を官民で支援していく。

サプライチェーン強化の枠組み



支援策の概要

① 戦略的な原子力人材の育成・確保

- 産学官の人材育成体制を拡充し、大学・高専と連携したものづくり現場のスキル習得を進め、原子力サプライヤの講座への参加を支援

② 部品・素材の供給途絶対策、事業承継

- 地方局との連携も通じ、政府が提供する補助金・税制・金融等の経営支援ツールの活用を促進

③ 海外PJへの参画支援

- 国内サプライヤの実績や技術的な強みを発信する機会・ツールを積極的に企画・開発し、日本企業による海外展開を支援

革新サプライヤチャレンジ

海外ベンダーへの発信・輸出金融・規格取得支援等を通じ、海外PJへの参画を後押し

炉型毎のチームを「革新サプライヤコンソーシアム」認定



(参考) 人材育成・供給途絶対策への支援例

プラント運転・建設やものづくりの現場がなく、職人の技能継承や人材育成の機会を喪失。事業維持が困難となり、承継先が見つからないまま事業撤退してしまう例も。
デジタル活用による現地保守技術の伝承や代替サプライヤへの承継支援のほか、3Dプリンタによる製造品の活用等が可能となるよう、業界大での供給途絶対策も推進。

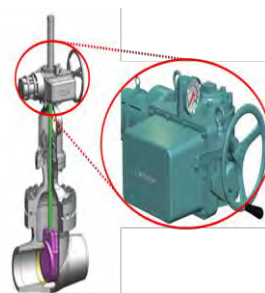
現地保守技術の伝承



～設備の保守点検作業のイメージ～

- BWRの原子力発電所は、未だ再稼働に至っておらず、**技術伝承の機会が著しく減少。**
- 日立GEは、現地工事未経験者への技術伝承を支援することを目的に、**保守技術の伝承ツール（ノウハウのデジタルコンテンツ化）を補完する実技訓練設備と教育プログラム開発。**

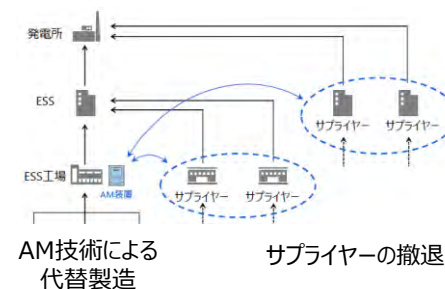
技術・サービスの承継



～アクチュエータ～

- 電動弁の駆動装置(アクチュエータ)内の直流モータの製造企業（甲府明電舎）が**2022年の撤退を表明。**
- 製造中止を踏まえ、日本ギアが**設計を引き継ぎ、代替サプライヤによる製造・性能検査**を推進。

3Dプリンタの活用に向けた取組¹



～3Dプリンティングによるサプライヤ補完のイメージ～

- 3Dプリンタによる原子力部品の製造を可能にすることで、**代替調達手段の確保が可能。**
- そのためには、実際に**3Dプリンタで製造した製品が実プラントに適用できるか**の検証が必要。
- 原子力産業に3Dプリンタを活用するために、**試作・データ取得を行い、規格化を推進。**

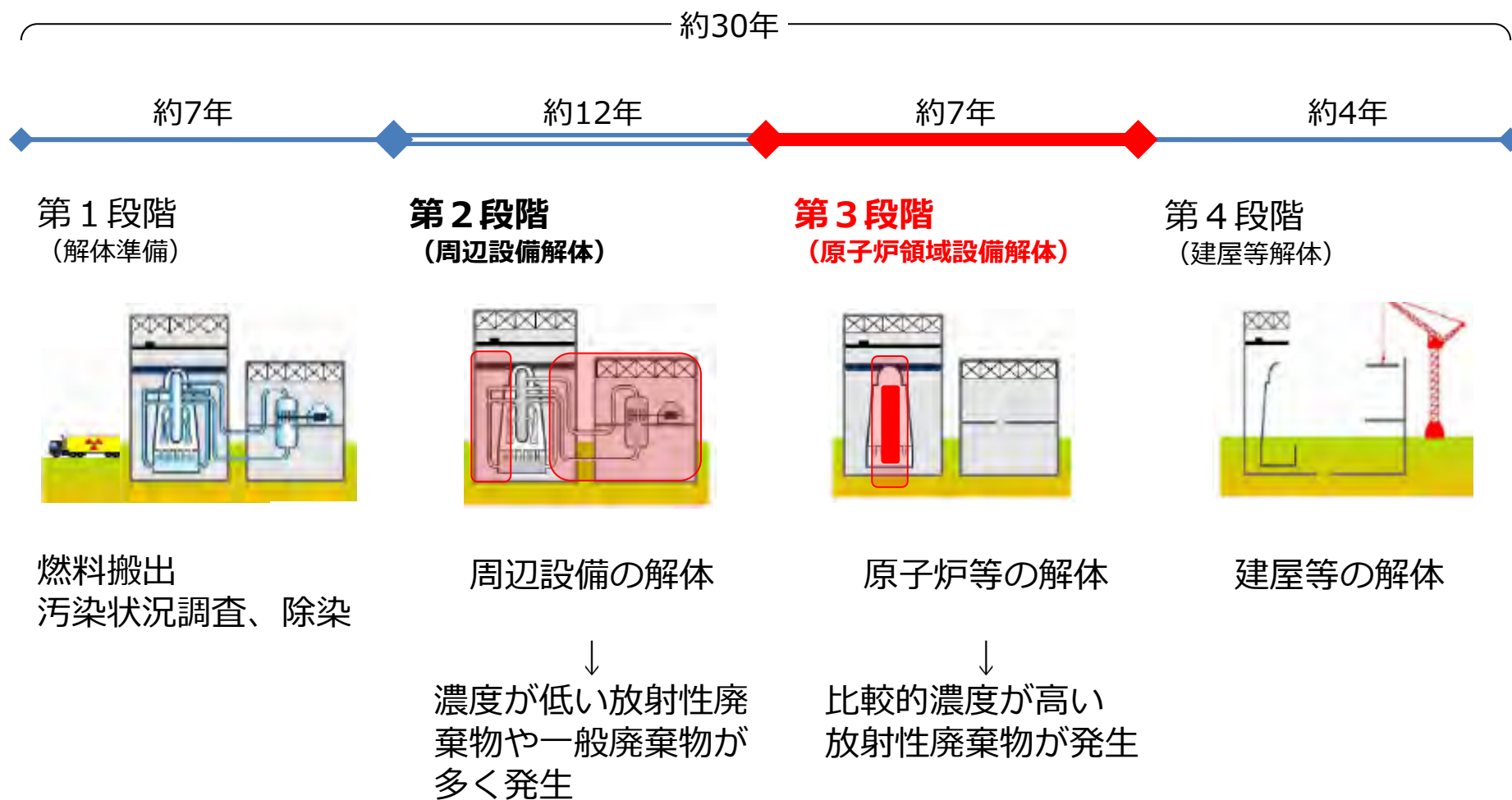
(出所) 各種資料より資源エネルギー庁作成

(注) 1. 米国では2019年に3Dプリンタ導入のためのロードマップを策定。NRCも2021年にガイドライン策定。

(参考) 原子力発電所の廃炉は、30年かかる長期事業

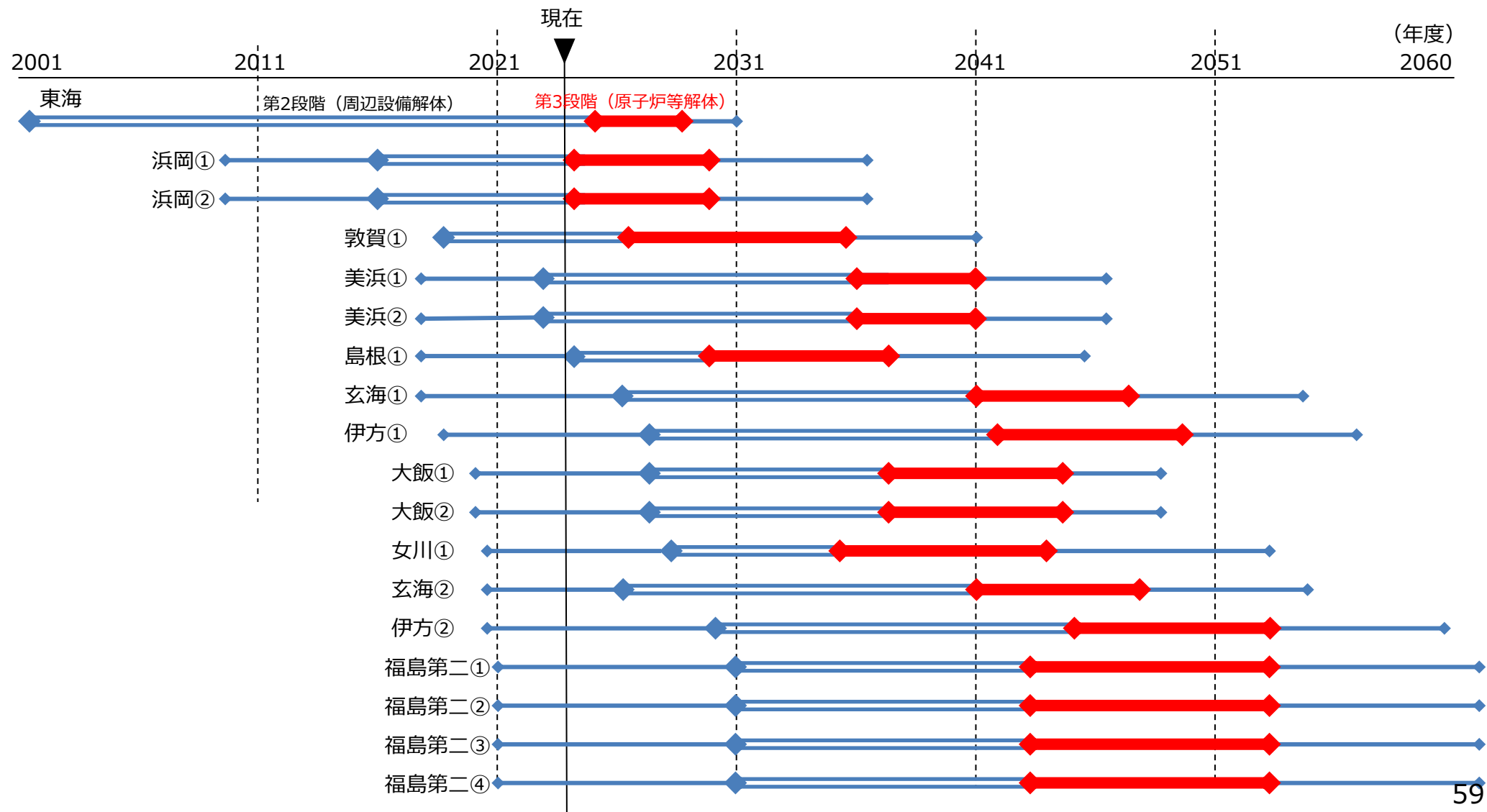
- 廃炉のプロセスは4ステップ。1基につき、約30年をかけて廃炉を完了させる。
- 設備を解体し、放射性廃棄物が本格的に発生する「第2段階」及び「第3段階」が作業のピークであり、重要なプロセスとなる。

廃止措置計画の認可

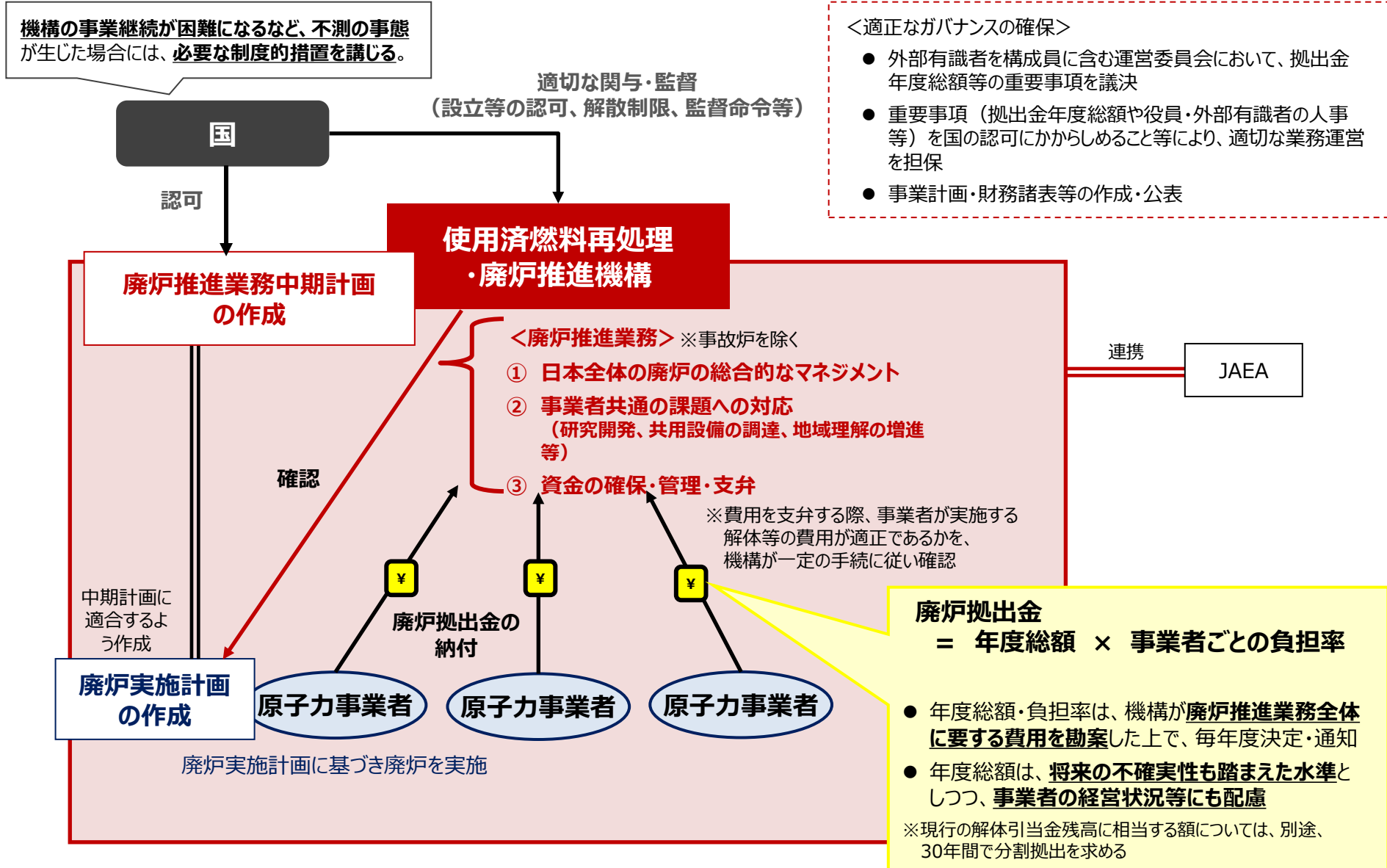


(参考) 原子力発電所の廃炉のスケジュール

廃炉決定済の18基のうち、周辺設備を解体する第2段階にあるのは6基。
原子炉等を解体する第3段階は、2020年代半ば以降に本格化する見通し。





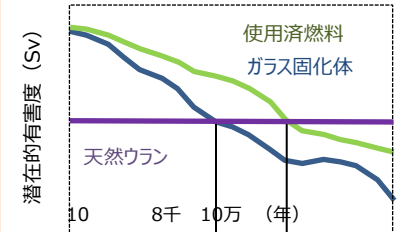

円滑かつ着実な廃炉の推進に向けた制度の創設（再処理法改定）



核燃料サイクル政策のメリット

- 全国には約2.0万トンの使用済燃料が存在
- 使用済燃料を再処理し、MOX燃料として活用することで、①高レベル放射性廃棄物を減容化し、②有害度を低減し、③資源の有効利用を図る、という核燃料サイクルを推進

核燃料サイクルのメリット

	軽水炉サイクル (当面の姿)	高速炉サイクル (将来的に目指す姿)
①減容化	 <p>■再処理：最大800トン/年 原発40基/年 相当のSFを再処理</p>	 <p>体積比約1/7に</p>
②有害度低減	 <p>毒性が自然界並に低減する期間 【Bq】100万年 → 数万～10万年 【Sv】10万年 → 8千年</p>	<p>【Bq】900年 【Sv】300年</p>
③資源有効利用	 <p>■MOX：最大130 t HM/年</p>	<p>新たに1～2割の燃料 800トンのSFから100トン程度のMOX燃料 (プルサーマル12基/年 相当)</p> <p>更なる有効利用</p>

(参考) 六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工に向けた取組

- 使用済燃料を再処理し、MOX燃料として再利用する核燃料サイクルを進める上で、六ヶ所再処理工場とMOX燃料工場は中核となる施設。2020年に両工場が事業変更許可を取得し、核燃料サイクル政策は大きく前進。
- 現在、電力・メーカー・ゼネコンのオールジャパン体制で原燃の審査対応を支援。今後、両工場の竣工・操業に向けて、こうした取組を一層強化していくことが重要。

六ヶ所再処理工場の経緯

1993年4月 着工
1999年12月 使用済燃料搬入開始
2006年3月 アクティブ試験開始 →ガラス溶融炉の試験停止
2013年5月 ガラス固化試験完了
2014年1月 新規制基準への適合申請
2020年7月 事業変更許可
2022年12月 第1回設工認認可・第2回設工認申請
→安全対策工事や使用前事業者検査を経て竣工

2024年度上期のできるだけ早期 竣工目標



使用済燃料の最大処理能力：800トン/年

MOX燃料工場の経緯

2010年10月 着工
2014年1月 新規制基準への適合申請
2020年10月 審査書案の了承
2020年11月 パブコメ終了
2020年12月 事業変更許可
初回設工認申請
→安全対策工事や使用前事業者検査を経て竣工

2024年度上期 竣工目標

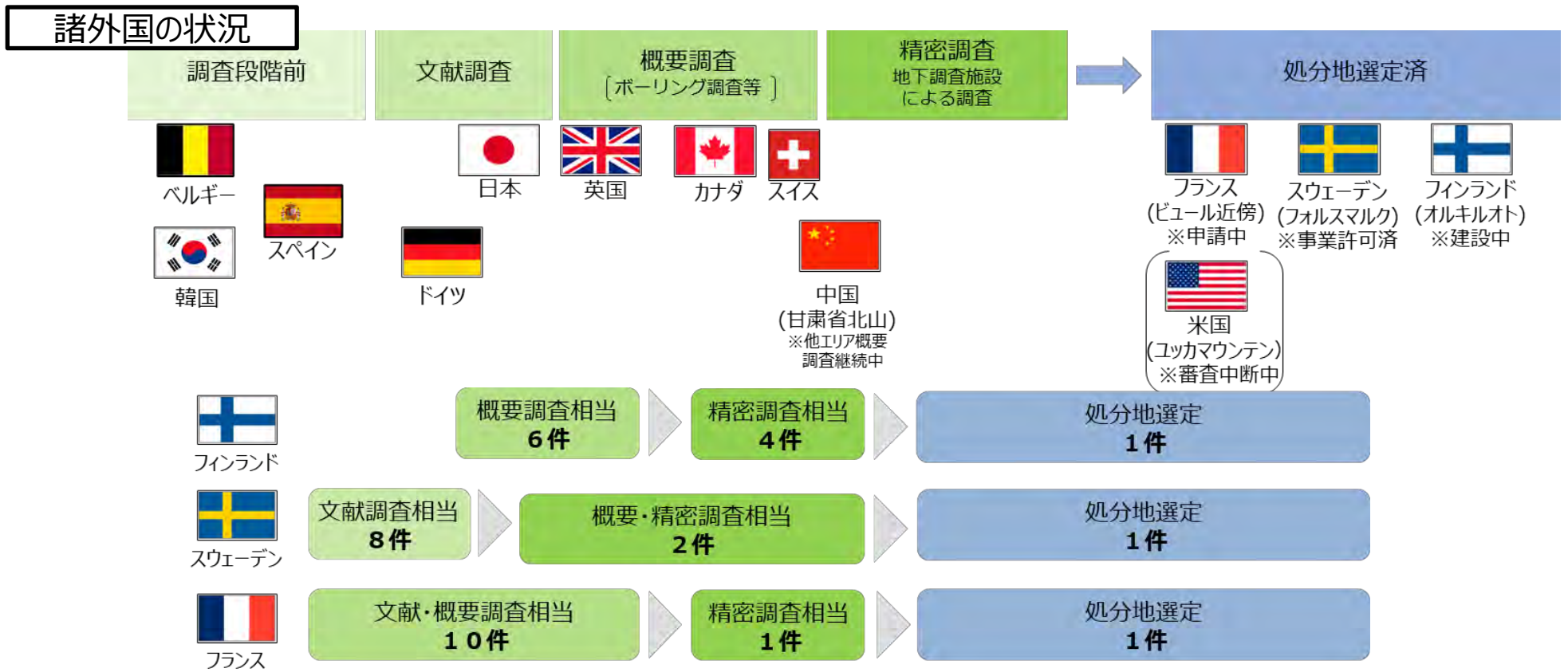


最大加工能力：130トン-HM（ヘビーメタル*）/年

* MOX中のPuとUの金属成分の重量を表す単位

最終処分の実現に向けた各国の取り組み

- 最終処分の実現は原子力を利用する全ての国の共通の課題。
- 世界で唯一処分場の建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分の実施を決めてから30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきた。
- 先行する諸外国の処分地選定プロセスでは、10件程度の関心地域が出て、そこから順次絞り込み。日本では、2つの町村で文献調査を実施中。



(参考) 最終処分に関する日本のこれまでの取組

●これまでの主な取組

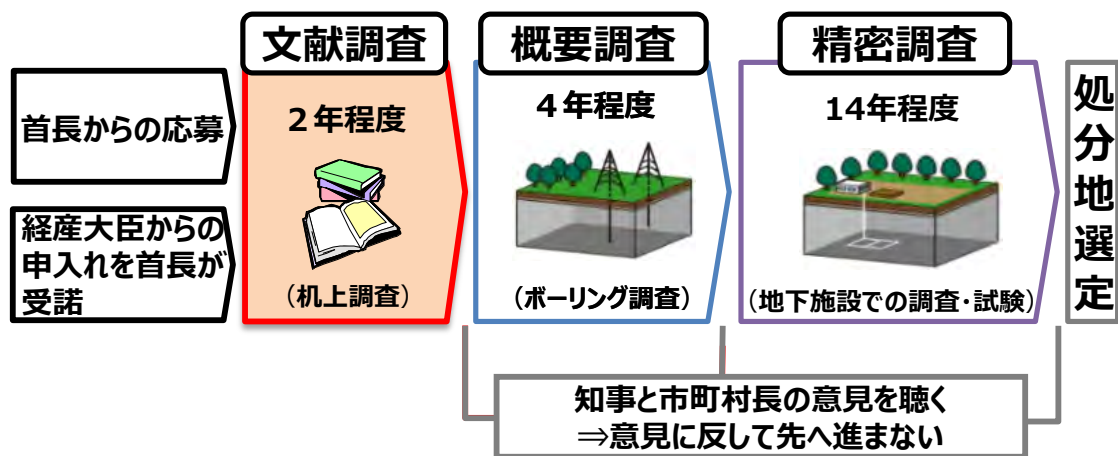
(全国対話活動)

- 「科学的特性マップ」公表以降（2017年7月～）、国とNUMOは、**全国約170カ所での説明会**を実施。
- 最終処分をより深く知りたいと考える**関心グループ**（経済団体、大学・教育関係者、NPO等）は、**全国で約160にまで拡大**。若年層による勉強会、SNSによる活動発信等も実施。

(文献調査)

- 2020年11月から、**北海道 寿都町・神恵内村**でNUMOが**文献調査**を実施中。2021年4月からは「対話の場」を立ち上げる（寿都町：17回、神恵内村：16回）など、**地域での対話活動**を実施。
- 2023年4月、**最終処分法に基づく「基本方針」**を改定し、文献調査の実施地域拡大に向けて取組強化。

最終処分法に基づく処分地選定プロセス



「科学的特性マップ」の概要

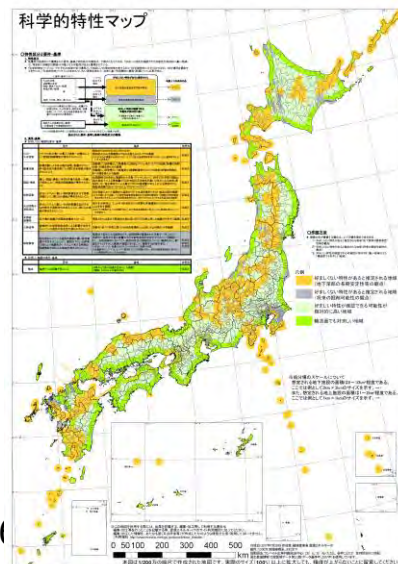
火山や断層といった考慮すべき科学的特性によって日本全国を4色で塗り分けたもの。

オレンジ：火山や活断層に近い（30%）

シルバー：地下に鉱物資源がある（5%）

グリーン：好ましい特性が確認できる可能性が高い（35%）

濃いグリーン：グリーンの中でも輸送面から好ましい（30%）



「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」改定のポイント (4.28閣議決定)

～国は、政府一丸となって、かつ、政府の責任で、最終処分に向けて取り組んでいく～

1. 国を挙げた体制構築

○関係府省庁連携の体制構築

- ・「最終処分関係閣僚会議」のメンバーを拡充。
- ・「関係府省庁連絡会議」(本府省局長級)及び「地方支分部局連絡会議」(地方支分部局長級)を新設。

○国・NUMO・電力の合同チームの新設/全国行脚

- ・国(経産省、地方支分部局)が主導し、地元電力・NUMO協働で全国行脚(100以上の自治体を訪問)。
- ・処分事業主体であるNUMOの地域体制を強化。

2. 国による有望地点の拡大に向けた活動強化

○国から首長への直接的な働きかけの強化

- ・国主導の全国行脚(再掲)、全国知事会等の場での働きかけ。

○国と関係自治体との協議の場の新設

- ・関心や問題意識を有する首長等との協議の場を新設(順次、参加自治体を拡大)。

3. 国の主体的・段階的な対応による自治体の負担軽減、判断の促進

○関心地域への国からの段階的な申入れ

- ・関心地域を対象に、文献調査の受け入れ判断の前段階から、地元関係者(経済団体、議会等)に対し、国から、様々なレベルで段階的に、理解活動の実施や調査の検討などを申し入れ。

4. 国による地域の将来の持続的発展に向けた対策の強化

○関係府省庁連携による取組の強化

- ・文献調査受け入れ自治体等を対象に、関係府省庁で連携し、最終処分と共生する地域の将来の持続的発展に向けた各種施策の企画・実施。

全国的な理解促進活動の状況① 国が主導する全国行脚（首長訪問）

- 国・NUMO・電力の合同チームを地域ブロックごとに新設。2023年 7月から、全国の地方公共団体等を個別に訪問する全国行脚を開始。
- 2023年11月末時点で、56市町村の首長を訪問。

＜全国行脚で寄せられたコメントの一例＞

最終処分事業について

- 一般廃棄物処理場と同じく、最終処分も地域住民への理解活動が重要。
- 最終処分に関する理解を深めるための勉強会や施設見学などを検討したい。
- 電源立地対策交付金や国の支援策を活用した産業振興やまちづくりの理解が深まった。

最終処分に慎重なコメント

- 過去の反対運動の経緯から、当地域で原子力関係施設の建設は難しい。
- 今後の活動に誤解を与えることは避けたい。
- 訪問を受けたことで反響を呼び、問合せ対応等が生じることを懸念。
- 事業は理解できるが、当地域では難しい、直ちにどうこうできない。
- 対馬市のこともあり、説明を受けるだけで騒ぎになる。

エネルギー関係全般

- カーボンニュートラルに資する優遇措置等による企業誘致や支援策が知りたい。
- 電気代が高騰する中、政府が掲げる2030年再エネ目標達成に向けどうすればいいか悩んでいる。
- 地元に産業機械や金属関係の企業があり、風力発電の普及による波及効果を期待。
- 木質バイオマス事業による農業活性化に関心。
- 政府が行う水産物の消費拡大キャンペーンについて相談窓口を教えて欲しい。

地域の将来について

- 老朽化した発電施設や廃止した発電所跡地等に、今後、自治体としてどう動けば良いか。
- 大規模工場閉鎖に伴う新規事業や企業誘致に関心がある。

全国的な理解促進活動の状況② 全国知事会等の場の活用

- 基本方針改定を受け、全国知事会等の場を活用し、理解と協力を得られるよう働きかけ。
- 47都道府県の東京事務所長や全国原子力発電所所在市町村協議会の担当課長に対して、基本方針改定など最終処分[※]の最新情報の提供や全国行脚への理解と協力[※]のお願いに関する説明を行った。また、全国の町や村などに毎週発行されている全国町村会の週報[※]にも掲載。

※全国の町村をはじめ、国会議員、関係省庁、報道関係等に、毎週発行。約5000部。

- 引き続き、様々な場を活用しながら、最終処分に関する政策等に関する情報提供や働きかけを行う。



<会議の様子>



<町村週報（全国町村会）>

写真提供：全国原子力発電所所在市町村協議会

出典：全国町村会ホームページ
<https://www.zck.or.jp/uploaded/attachment/4598.pdf>