

出前講座資料①

「自分事」として考えませんか
我国のエネルギー・環境・原子力政策について

2025年5月〇日

於： 〇〇大学

一般社団法人 日本原子力産業協会

杉山一弥

(一社) 日本原子力産業協会

1956年 日本原子力産業会議設立

2006年 日本原子力産業協会に改組改革

(JAIF: Japan Atomic Industrial Forum , INC.)

- 目的：原子力の平和利用（発電、放射線利用）の推進
- 会員数：402社（2025年3月17日現在）
電力会社、メーカー、ゼネコン、商社、
研究機関、エンジニアリング会社、大学、
原子力立地自治体等
- 主事業：地域・国民理解の促進、国際協力、人材育成
- 事務局：約50名、東京



本日のテーマ



1. エネルギー問題について

2. 日本のエネルギー政策(S+3E)

- 2-1 エネルギーの安定供給(Energy Security)
- 2-2 地球温暖化問題(Environment)
- 2-3 経済性(Economic Efficiency)
- 2-4 原子力発電の概要と安全対策(Safety)
- 2-5 各エネルギーの特徴

3. 昨今のエネルギー情勢とエネルギーミックス

「エネルギー安全保障」、「2050年カーボンニュートラル達成」
GX * 実現に向けたエネルギー政策

4. 論点(「自分ごと」として一緒に考えましょう)

【トピックス】 ①HLW (高レベル放射性廃棄物) 処分動向

* GX(グリーントランスメーション): 産業革命以来の化石燃料中心の産業構造・社会構造を
クリーンエネルギー中心へ転換すること。産業・エネルギー政策の大転換

4. 論点：「自分事」として一緒に考えませんか

課題：ウクライナ危機や中東問題等など世界が不穏な状況にある中で、資源小国日本は①エネルギーの安定的確保(安全保障)と②地球温暖化問題(カーボンニュートラル:脱炭素)への対応が喫緊の課題

論点：福島復興が第一ですが、日本全体の未来を考えたときに、どのようなエネルギー確保のあり方が望ましいと考えますか？

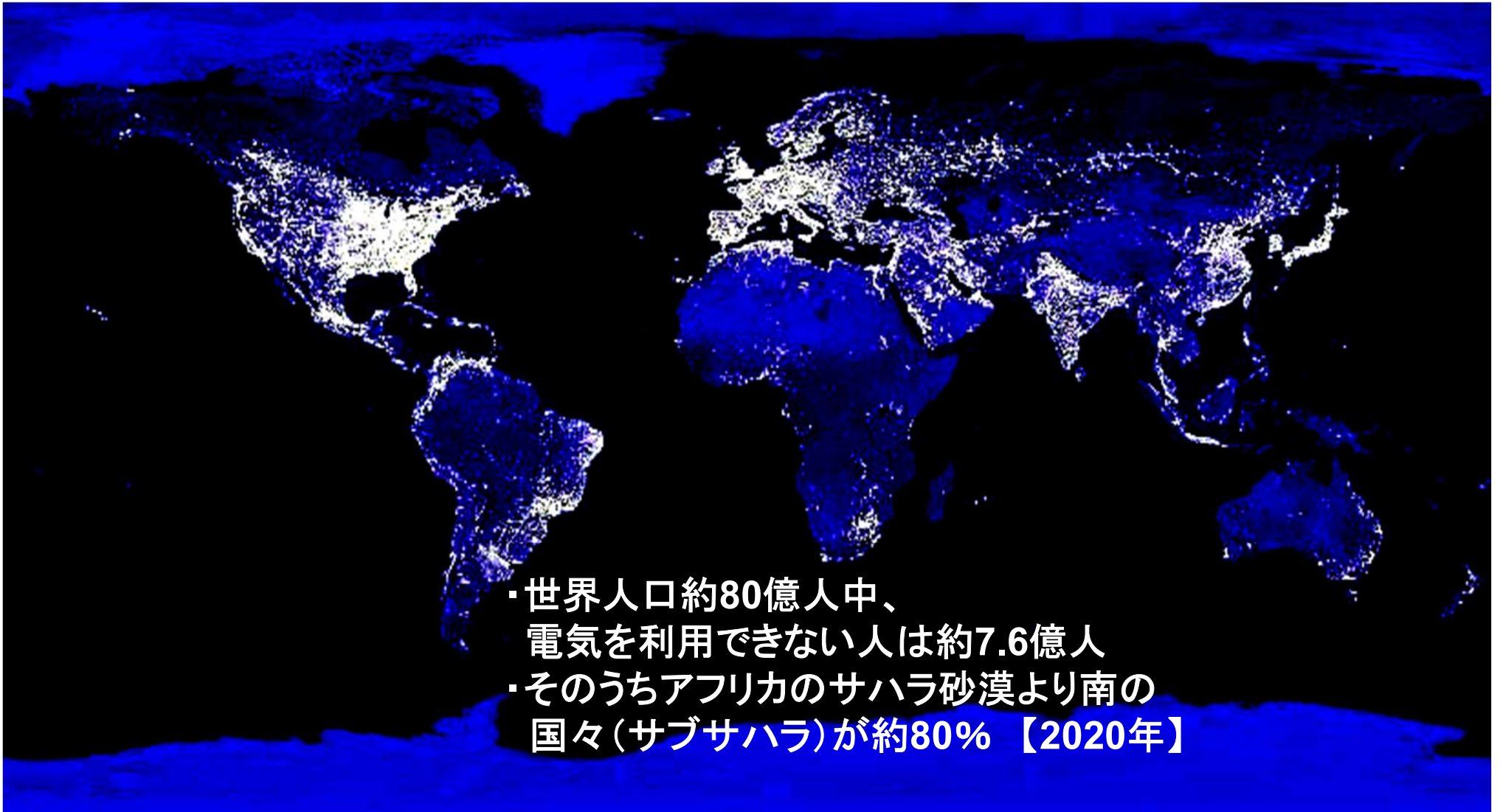
再エネは？ 原子力発電は？ 火力発電は？

①「自分はこう考える」 ②「なぜなら……」

1. エネルギー問題について

- ・エネルギーの安定確保は食糧確保同様、
国の安全保障にとって不可欠
- ・ウクライナ危機、中東問題等により世界経済
やエネルギー等の安定確保に危機
保護(自国)主義の台頭、政策変更リスク
- ・対岸の火事ではない
- ・地球温暖化問題も喫緊の課題
- ・島国で資源小国日本が生き残るためには

電気を使えている国、使えていない国



「地球の夜」 *Earth at Night*

Credit: Data courtesy Marc Imhoff of NASA GSFC and Christopher Elvidge of NOAA NGDC.
Image by Craig Mayhew and Robert Simmon, NASA GSFC.



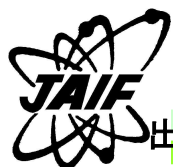


SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



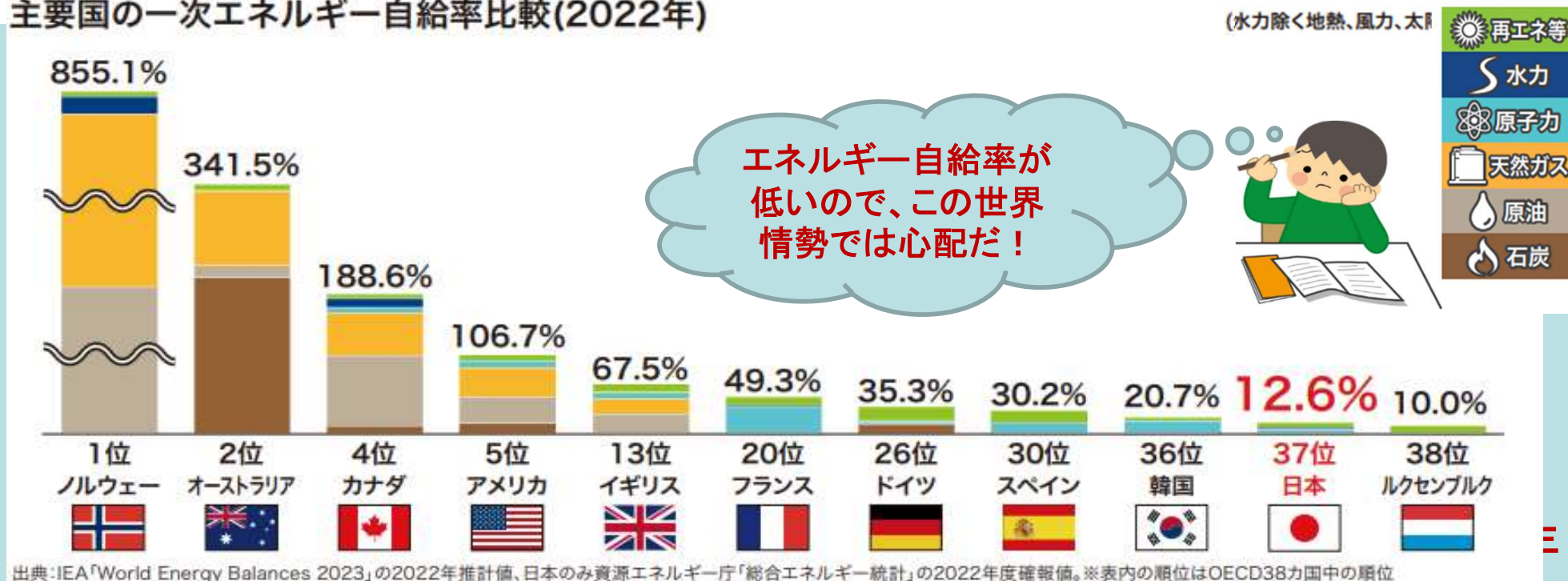
- ・エネルギー問題は様々な分野に関係！
- ・SDGs+ESG(Environment、social、governance)が重要！



世界もだけど、日本の一次エネルギー自給率は大丈夫？

(一次エネルギー:石油、天然ガス、石炭、原子力、太陽光、風力など、自然から直接採取されるエネルギー)

主要国の一次エネルギー自給率比較(2022年)



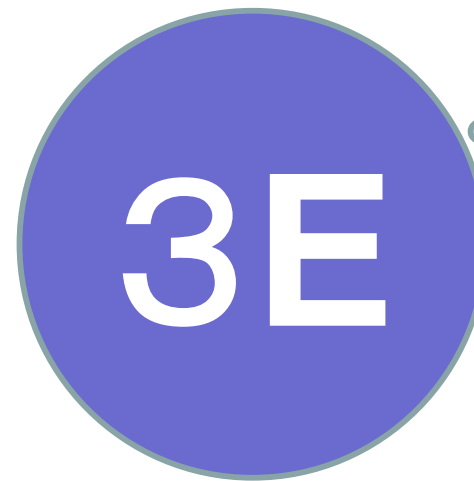
エネルギー自給率: 国民生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で算出・確保できる比率

我が国のエネルギー自給率推移



2. 日本のエネルギー政策は？

「S+3E で電力の供給方法を考えてみよう！」



本日覚えて
ほしい一つ
目のポイント

Safety:安全性

Energy Security:エネルギーの安定供給
Economic Efficiency:経済効率性の向上
Environment:環境への適合



ウクライナ危機で
重要性が再認識

2-1 Energy Security (エネルギーの安定供給)

- ①いろいろな方法で発電する
- ②地政学的リスクを考慮する

発電方法による特徴を見てみよう！

火力発電



水力発電



原子力発電



地熱発電



それぞれ得意
不得意がある

風力発電



太陽光発電



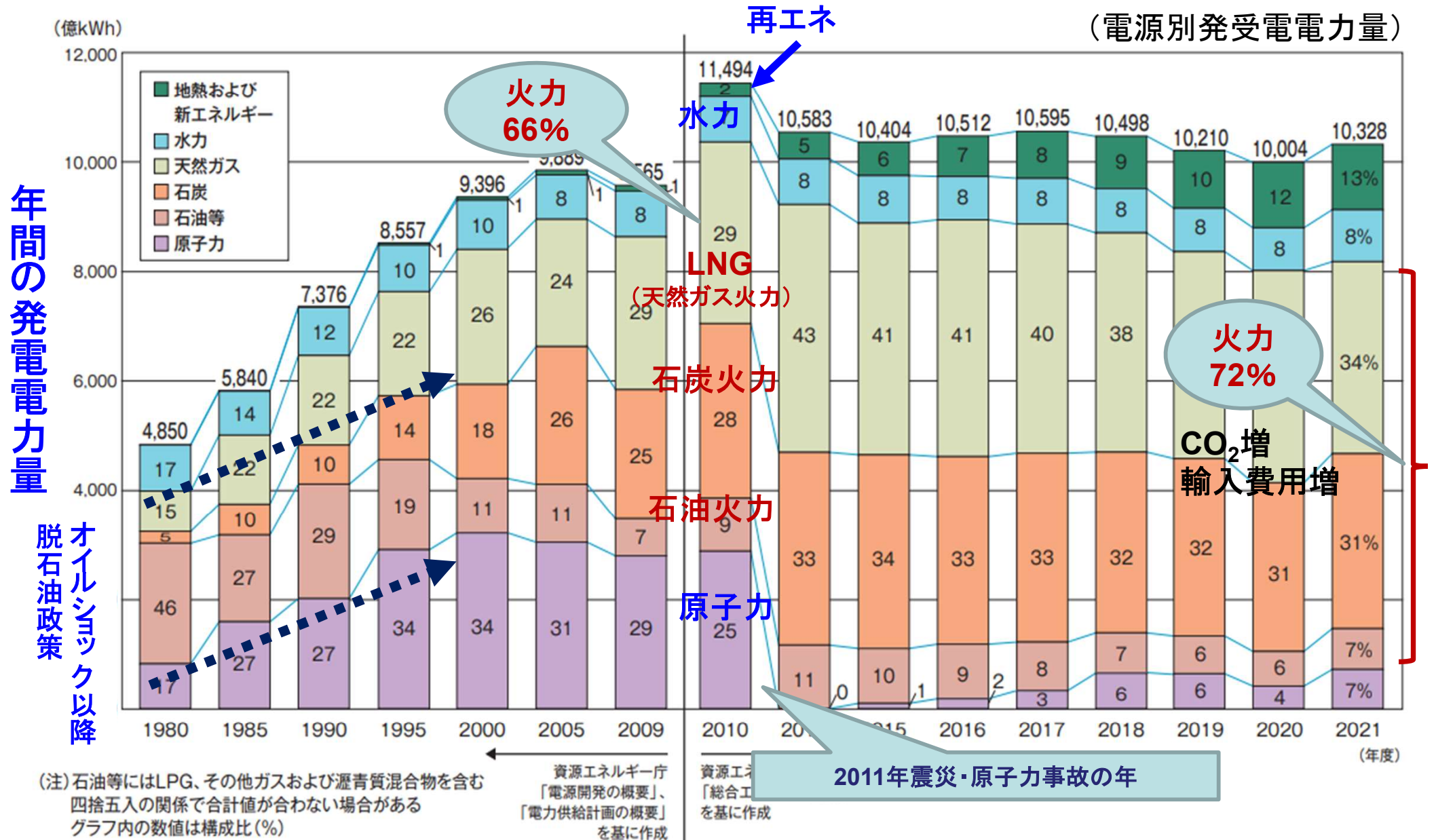
水素発電



バイオマス発電



①いろいろな方法で発電しているんだね！



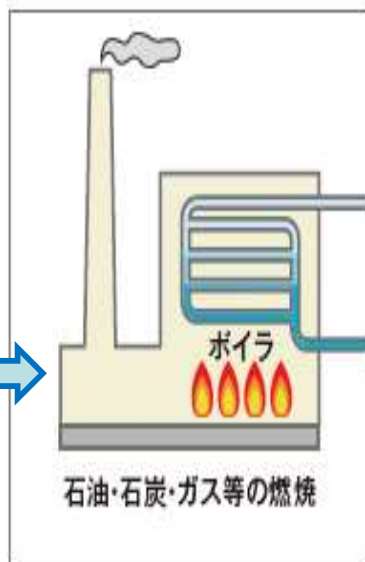
オイルショックや震災・原子力事故から得た教訓は「エネルギー源の多様化の重要性」

火力発電と原子力発電の違いは？廃棄物は？

火力発電

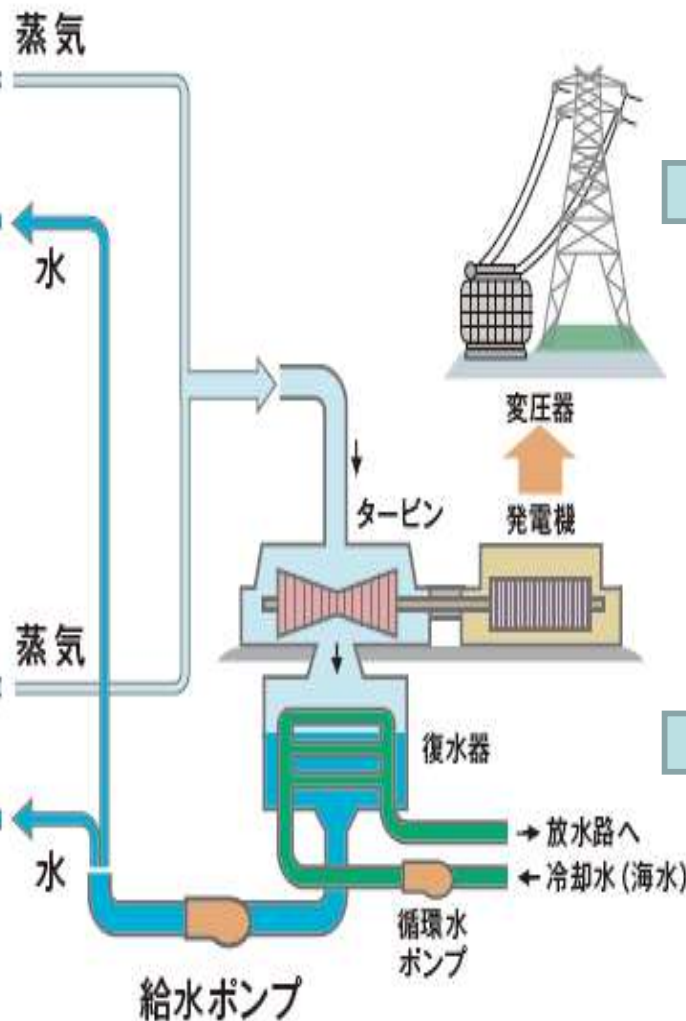
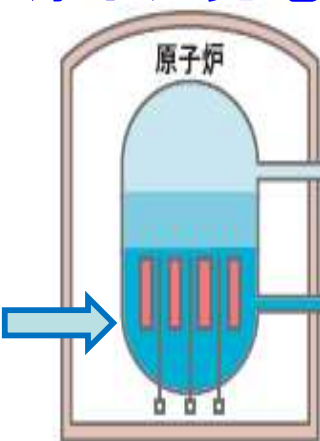
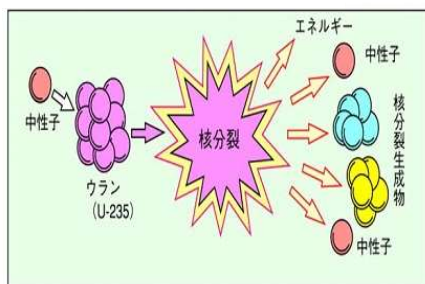
燃焼反応

石油・石炭・ガス
を燃やして熱を
取り出す



原子力発電

核分裂反応



- ・出力を調整しやすい電源だけどCO₂を出す
- ・貿易収支に影響

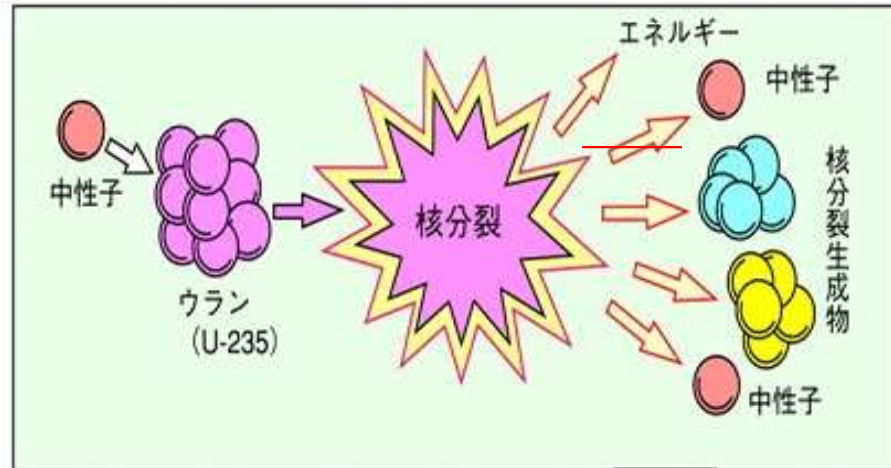
- ・自給率に貢献CO₂も出さないが安全性最優先
- ・高レベル放射性廃棄物処分が必要

同じ質量当たり
200万倍のエネルギー

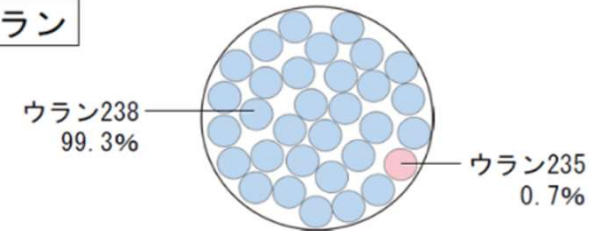


原子力発電のしくみ

核分裂の原理

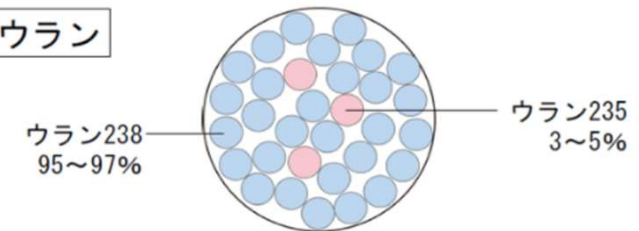


天然ウラン



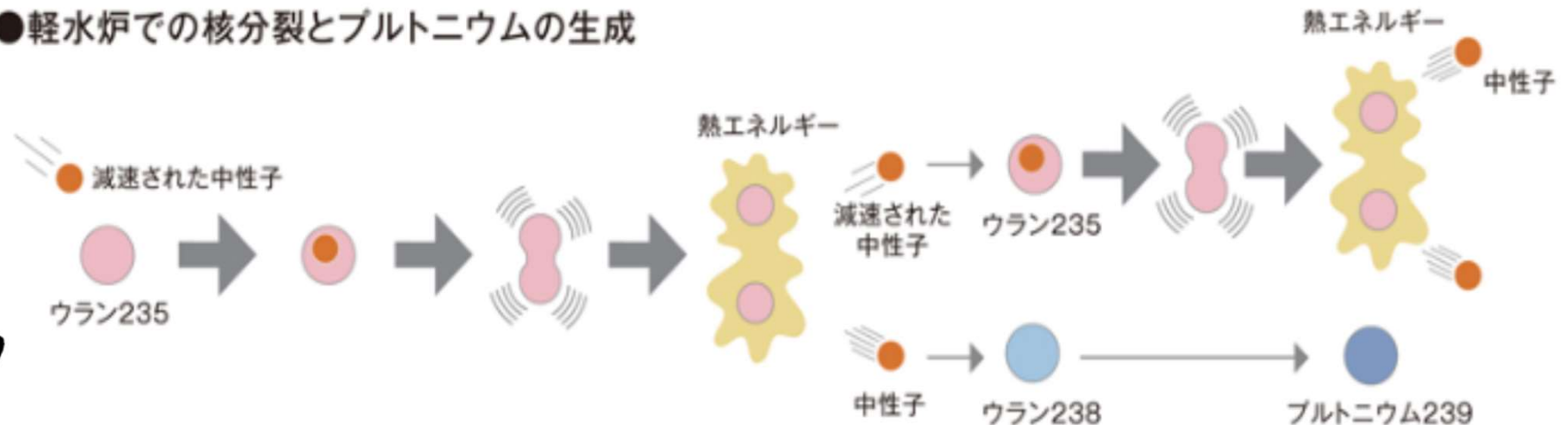
濃縮

低濃縮ウラン



出典：原子力委員会「原子力・安全・環境」第10巻（2011）

●軽水炉での核分裂とプルトニウムの生成



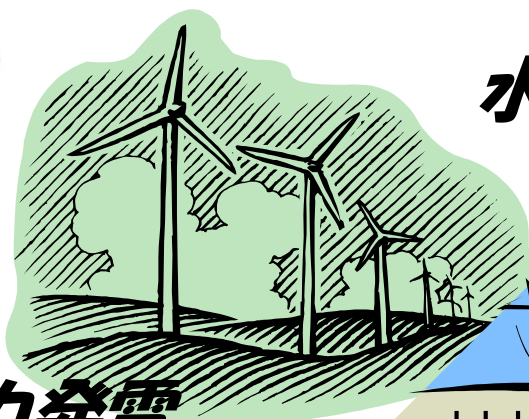
再生可能(自然)エネルギー発電の種類は？

風力・太陽光・水力・地熱・などがあるよ

太陽光発電



風力発電



水力発電



地熱発電



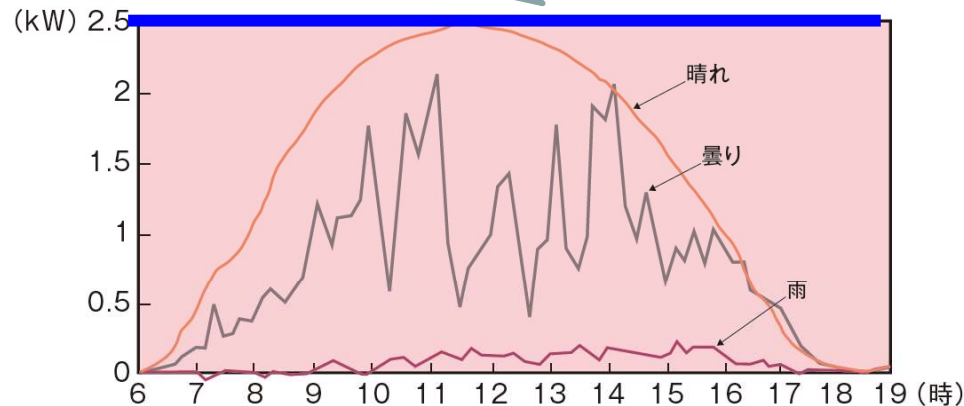
メリット、
デメリット
は？

太陽光や風力発電の発電量は変動するんだね

太陽光発電の出力変動(春季)

電気出力

100%出力

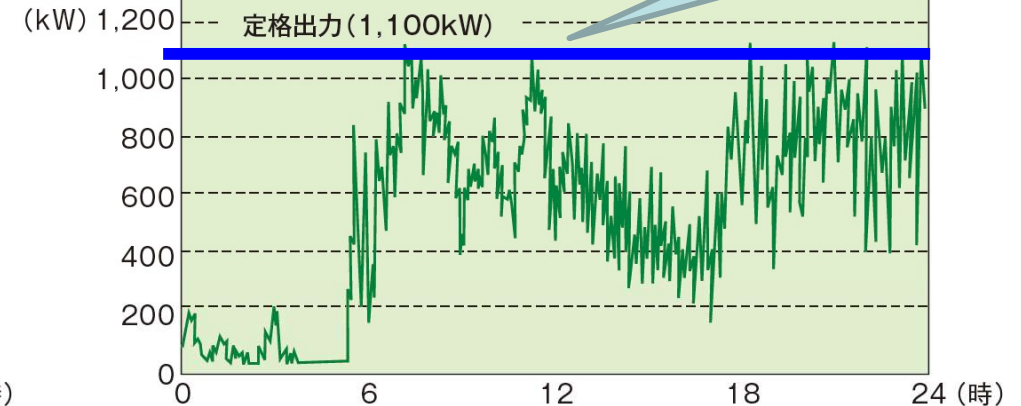


容量3.2kW、北緯34.4°、東経132.4°、方位角0°(真南)、傾斜角30°の場合

風力発電の出力変動(冬季)

電気出力

100%出力



- ・夜は発電しない
- ・天気で発電量が変わる

風の強さで
発電量が変わる

電気が変動した分を別の方法で補わないと停電しちゃうね！

同時同量

3-1-3



出典:原子力・エネルギー図面集 2016 3-1-3

出典:電気事業連合会資料、北海道電力(株)ほりかつぶ発電所より作成

それぞれの発電に必要な面積、燃料、備蓄日数

- 原子力は、燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく（燃料交換後1年以上、発電の継続が可能）、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる。

火力・原子力発電所(100万kW)と
同量の発電量を得るための面積

原子力発電所(100万kW)の年間発電量を
代替する場合に必要な燃料

国内在庫日数

原子力	約0.6km ²	原子力 (濃縮ウラン)	21トン	原子力 (ウラン)	約2.9年分
火力	約0.5km ²	天然ガス	950,000トン	天然ガス	約20日分
太陽光	約58km ² ※山手線の内側の 面積が約63km²	石油	1,550,000トン	石油	約200日分
風力	約214km ²	石炭	2,350,000トン	石炭	約29日分

原子力や火力と同じ量の電気を
得るのに太陽光は約100
倍、風力は約360倍の面積
が必要なんだね！

※ウラン在庫については電力中央研究所「原子燃料の潜在的備蓄効果」より
※電力調査統計等より作成
(洋上在庫含まず、電力会社の発電用在庫で計算)

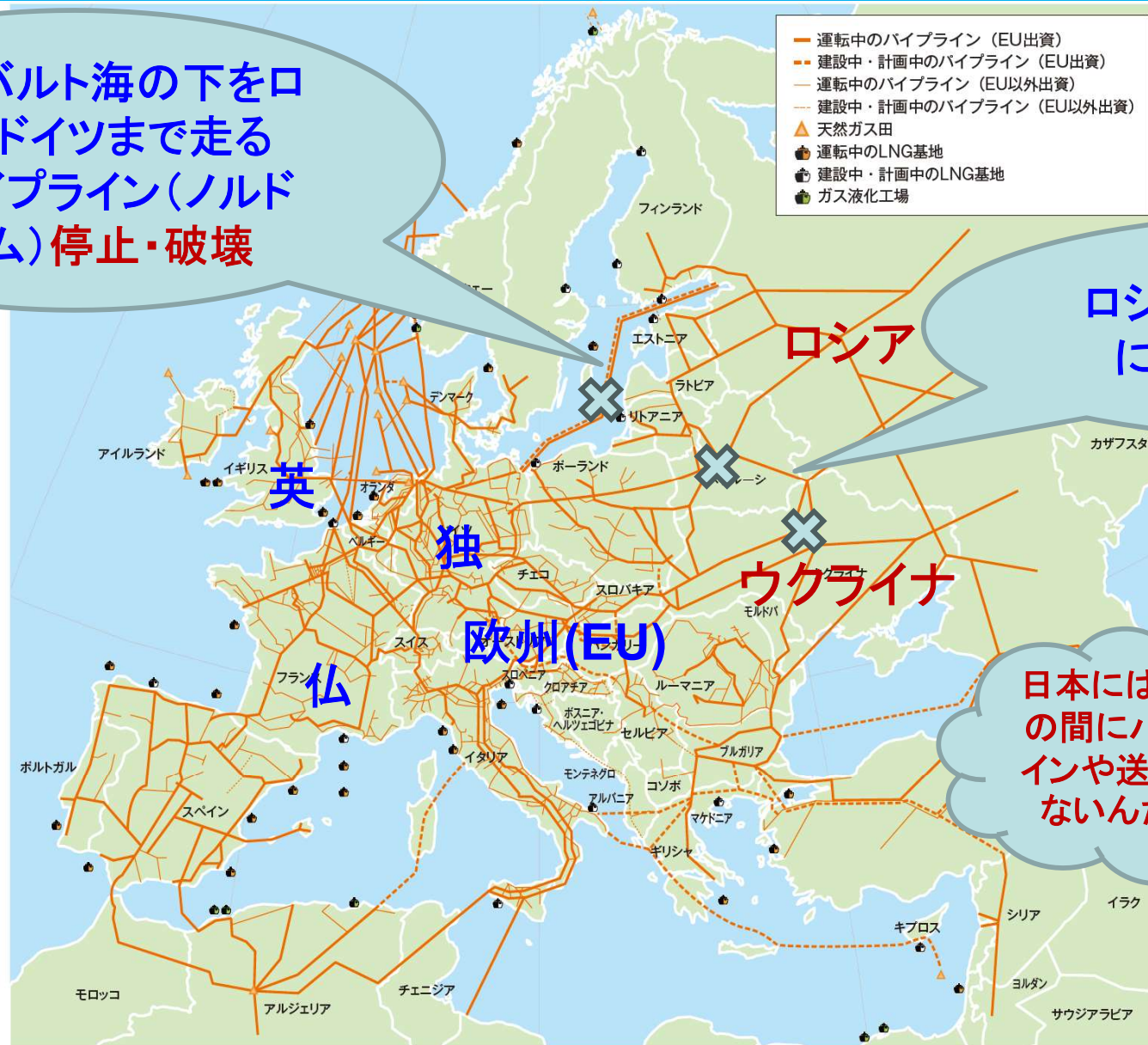
②地政学的リスクとは何かな？

- どこかで戦争などがおこると
資源エネルギーや食料等が安全に
輸出入できなくなるリスク

ウクライナ危機は対岸の火事ではない！
今、世界が日本が直面している経済の混乱
やエネルギー危機！ 不穏な世界情勢！

ヨーロッパにおける天然ガスのパイプライン網

欧州のバルト海の下をロシアからドイツまで走る海底パイプライン(ノルドストリーム)停止・破壊



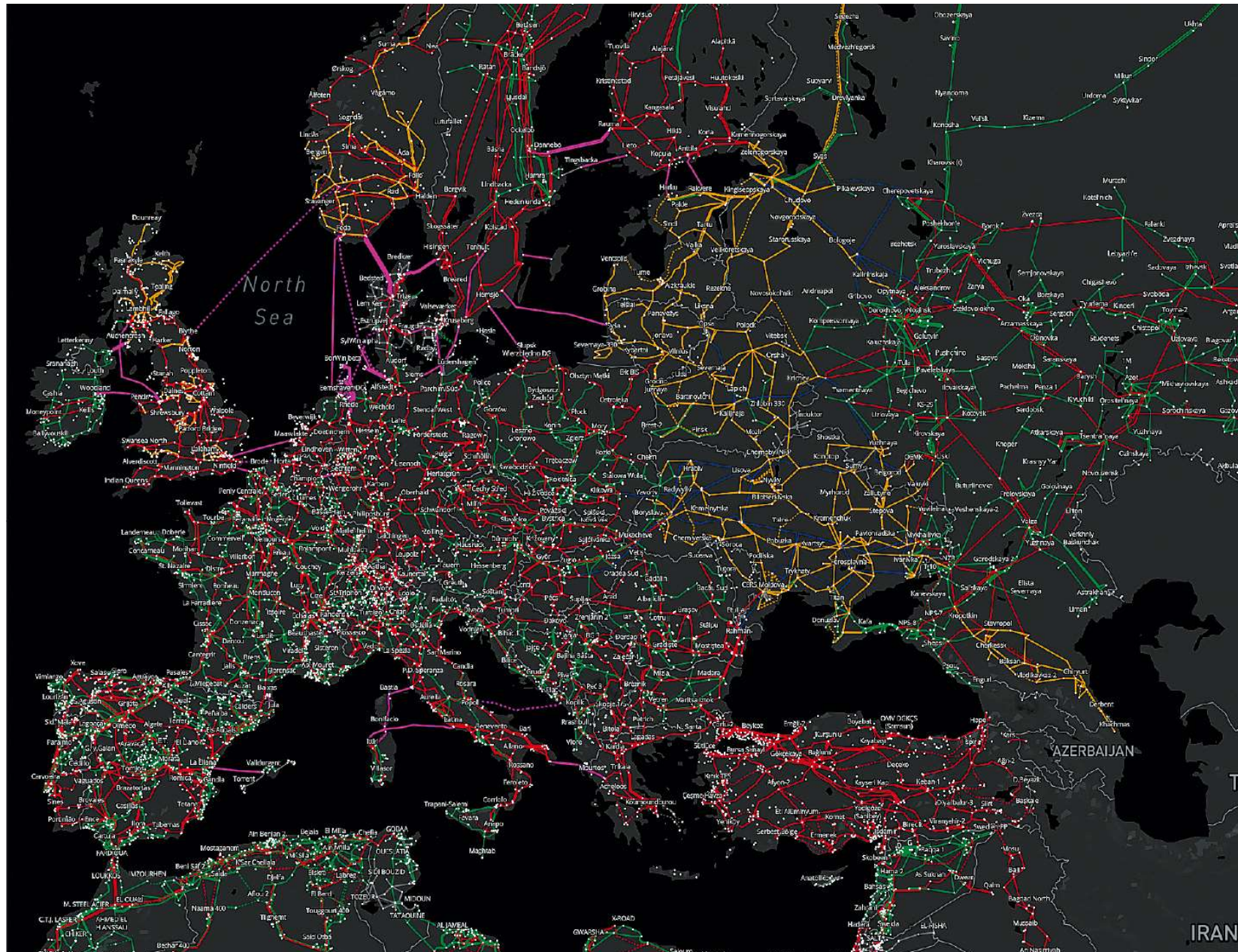
ロシアのウクライナ侵略によりガス供給停止

日本には隣国との間にパイプラインや送電線がないんだよな



欧州の電力網

欧州のグリッドマップ(ENTSOより)



欧州の電力ネットワーク
例えば、ドイツでは隣国の
ポーランド、チェコ、オース
トリア、スイス、フランス、オ
ランダ、デンマーク、ス
ウェーデンなど周辺約10カ
国と国際連系線で接続さ
れており、再エネなどで一
部で余剰電力が生じた場
合には、他国に輸出したり、
また、不足した場合は他国
から輸入をしたりしていま
す。このように欧州では、
他国との電力ネットワーク
が発達しているため、全体
で需要と供給のバランスを
とることができるところが、
日本と大きく異なります。

- 750kV
- 500kV
- 380-400kV
- 300-330kV
- 220kV
- 132-150kV
- 220kV
- DC

我国の石油等を運ぶ海路やその他の地政学的リスク



まとめ

2. 日本のエネルギー政策⇒S+3E

2-1: エネルギーの安定供給 (Energy Security)

① 発電方法を多様化

各発電方法には一長一短

② 地政学的リスクを考慮

ウクライナ侵攻、世界の状況は危機的
エネルギー安全保障の重要性、高まる

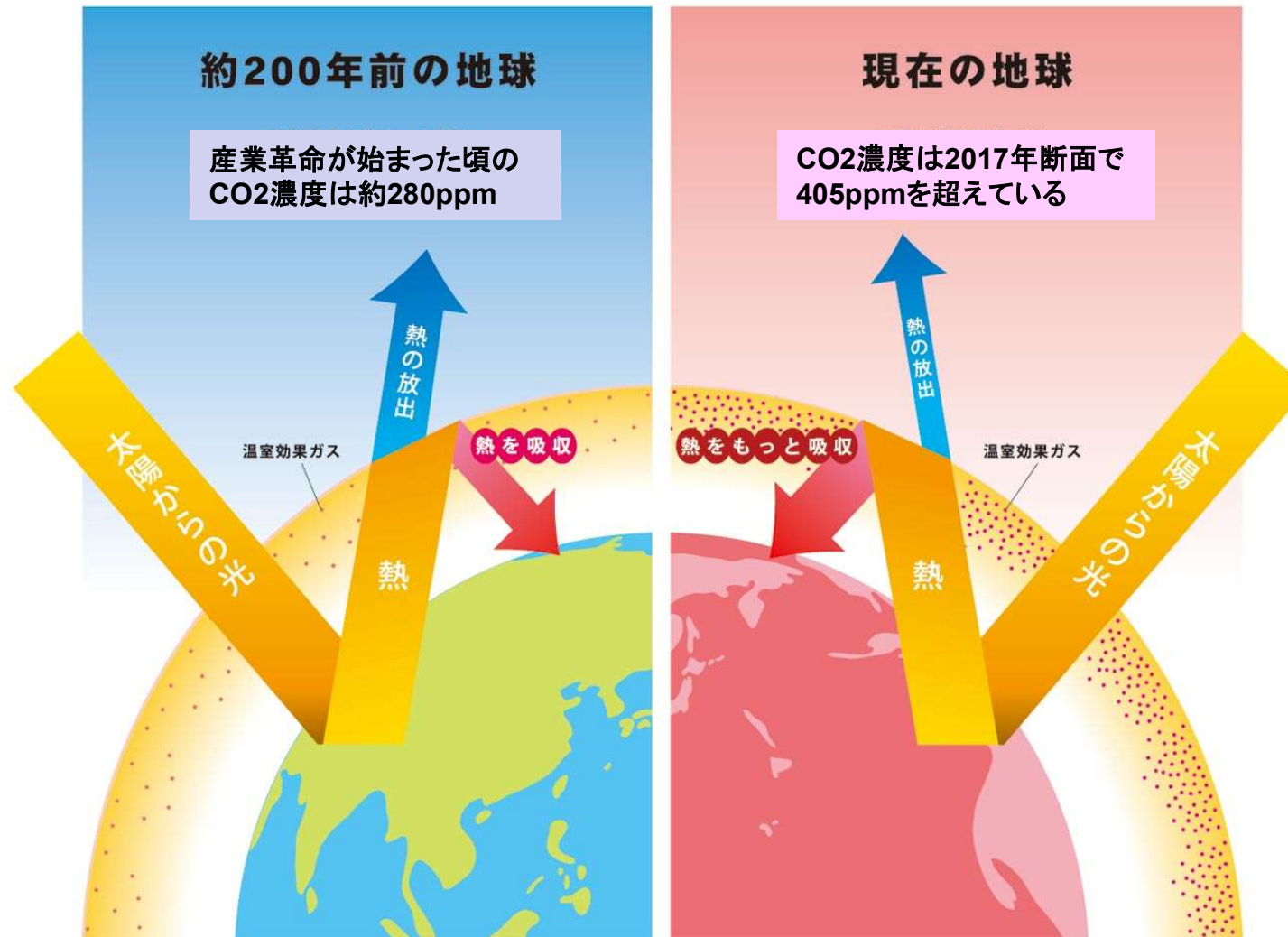
世界が直面している喫緊の大きな課題だよね

2-2 環境への適合 (Environment)

地球温暖化問題、カーボンニュートラル



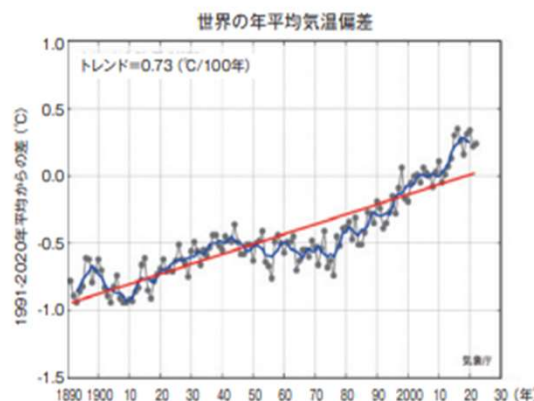
地球温暖化メカニズム



出典: JCCCA Web 全国地球温暖化防止活動推進センターWebサイトに加筆

世界の気温や海面水位も産業革命以降、上昇傾向！

世界の年平均気温の偏差(1891~2022年)

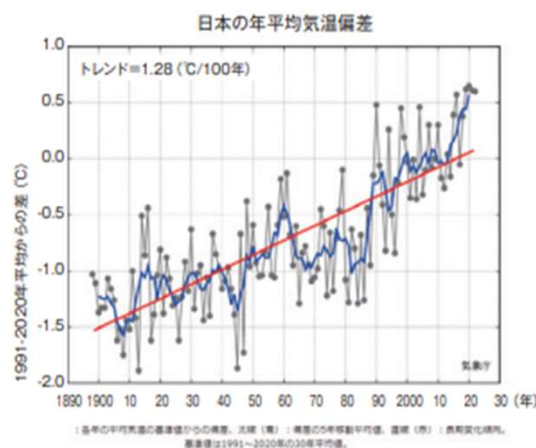


●産業革命以降、地球の温度
約1.1℃上昇

●海面水位も上昇！

・世界平均で1901~2010年の間に19cm上昇

日本の年平均気温の偏差(1898~2022年)

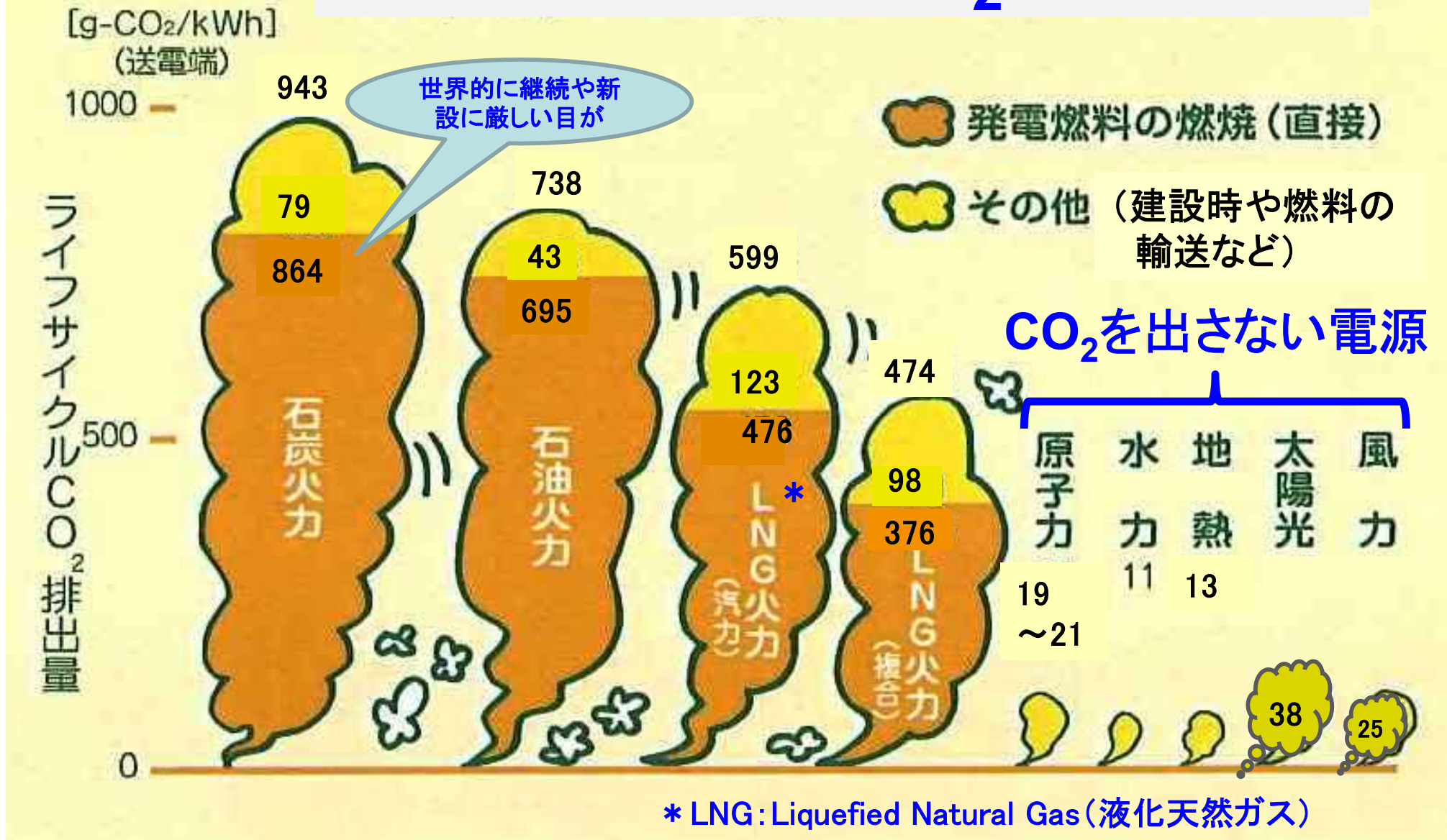


●豪雨頻発、台風の巨大化、水害

●森林火災、干ばつの長期化

●食料への影響など

各種電源のCO₂排出量



国連気候変動枠組条約

COP21(パリ協定)(2015) ⇒ COP26 (2021)

UAE(アラブ首長国連合)のドバイにて開催

【COP28(2023年11月30日から12月12日)】

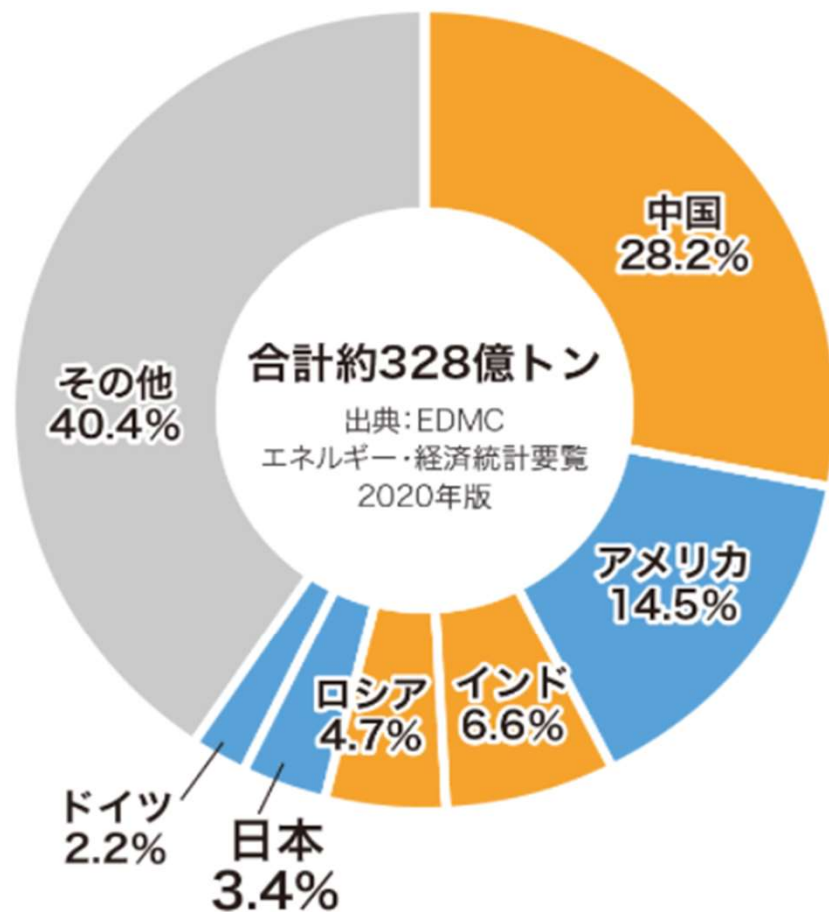
- 2050年脱炭素に向けて化石燃料からの脱却を加速
- 2030年までに再エネ容量を3倍、エネ効率を2倍に
- 脱炭素を加速するため再エネ、原子力、CCUS(炭素回収・利用・貯留)などの削減・除去技術の加速化
- (有志22国*¹)原子力発電の設備容量を2050年までに3倍にすることを宣言

* 1: 2024年1月段階で25カ国



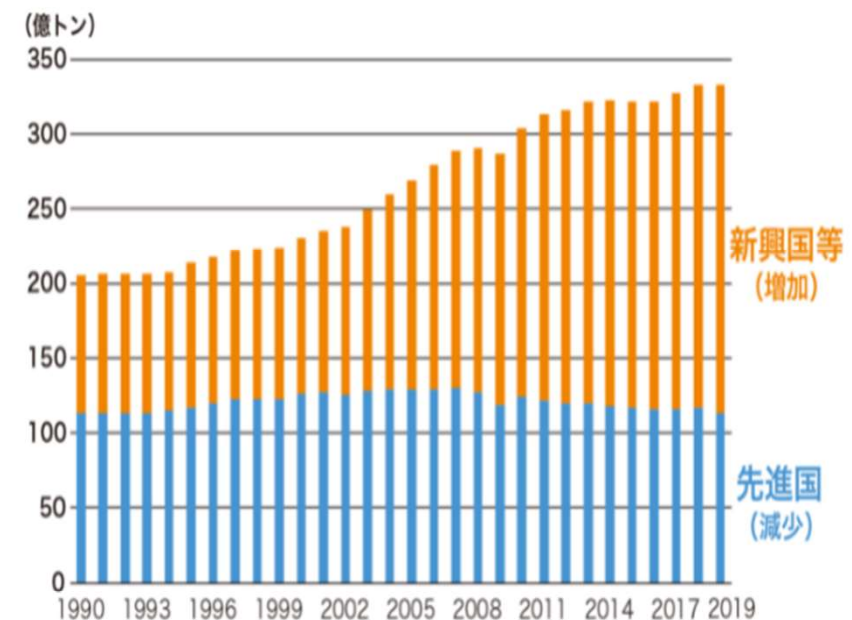
世界のCO₂排出量とその推移

【2020年の排出量】



日本のエネルギー 2020年度版参照 (資源エネルギー庁)

【世界のCO₂排出量の推移】



カーボンニュートラル達成

●中国、ロシアは2060年

●インドは2070年

2-3 Economic Efficiency (経済効率性の向上)

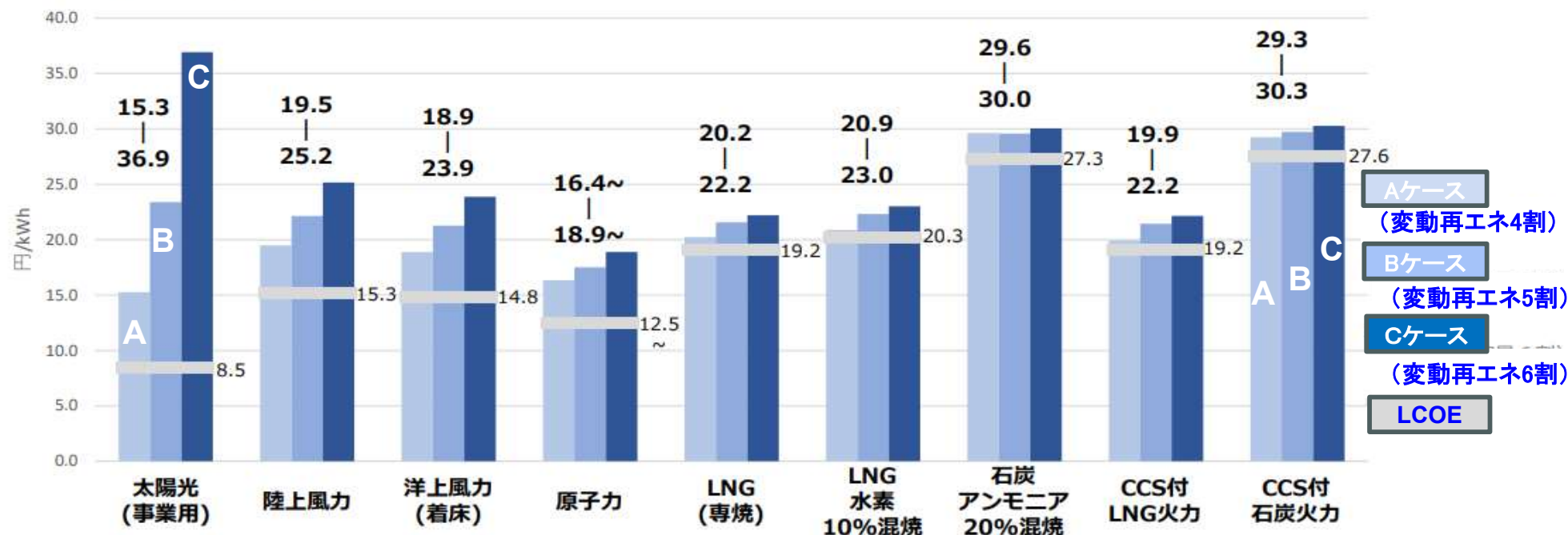
(モデルプラント)2040年の統合コストの一部を考慮した発電コスト

(2024年12月17日総合エネ調基本政策分科会資料に一部加筆)

【統合コストの一部を考慮した発電コスト】2040年の試算の結果概要（暫定）

委員試算を踏まえた検証結果。
政策支援を前提に達成すべき
性能や価格目標とも一致しない。

- 太陽光や風力といった安定した供給が難しい電源の比率が増えていくと、電力システム全体を安定させるために電力システム全体で生じるコストも増加する。
電源別の発電コストを比較する際、従来から計算してきた①に加え、一定の仮定を置いて、②も算定した。
①新たな発電設備を建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算したもの（＝「LCOE」）
②ある電源を追加した場合、電力システム全体に追加で生じるコスト（例：他電源や蓄電池で調整するコスト）を考慮したコスト
（■統合コストの一部を考慮した発電コスト）
- 統合コストの一部を考慮した発電コストは、既存の発電設備が稼働する中で、ある特定の電源を追加した際に電力システムに追加で生じるコストを計算している。具体的には、LNG火力など他の電源による調整、揚水や系統用蓄電池による蓄電・放電ロス、再エネの出力制御等に関するコストを加味する。
- 将来のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、ある特定の電源を追加した際に電力システムで代替されると想定される電源の設定（今回は、費用が一番高い石炭火力とした）などの試算の前提を変えれば、結果は変わる。今回は、3ケースについて算定。更なる技術革新などが起こる可能性も留意する必要あり。



※2040年の電源システムについて、一定程度、地域間連系線が増強され、系統用蓄電池が実装されているケースを想定しており、これらによる統合コストの引き下げ効果は、上記結果に加味されている。加えて、デマンドレスポンスを一定程度考慮した場合、統合コストの一部を考慮した発電コストが上記より低い水準になる。

※地域間連系線の増強費用や蓄電池の整備費用は、「ある特定の電源を追加した際」に電力システム全体に追加で生じるコストではないため、計算には含まれない。

※水素、アンモニアは熱量ベース。

【LCOE(Levelized Cost of Electricity)均等化発電原価：発電量当たりのコスト】

電気料金値上げ、広がる地域格差

東電など7社が値上げ

電力会社	23年6月の規制料金*		原子力再稼働基数	エネMIX
	電気料金	値上げ幅		
東電	7690	13% UP	0	△
東北電	7833	26% UP	0	△
関電	5236	据え置き	7	○
九電	5251	据え置き	4	○

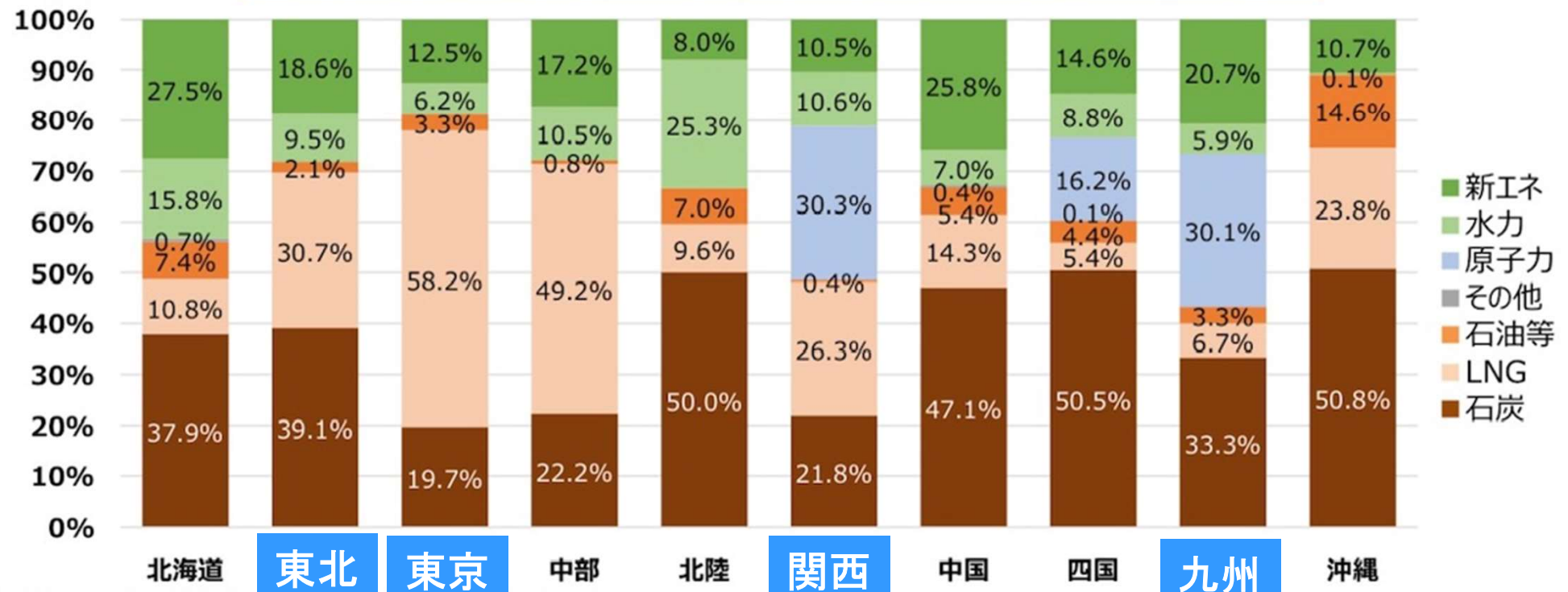
* 一般家庭用(標準家庭)の規制料金: 月の使用量は九州250kWh以外は260kWh
 激変緩和措置の値引きや再生可能エネルギー発電促進賦課金などを含む

エリア別の電源構成

関西、九州エリアは火力、原子力、再エネのバランス(エネルギーミックス)が取れている
北陸は水力が多い 沖縄はほとんど火力

発電電力量比率
(%)

供給計画とりまとめにおけるエリア別発電電力量(送電端)の比率(2023年度)



(出典) 2024年度供給計画の取りまとめから資源エネルギー庁作成

(注) 「新エネ」は、風力・太陽光・その他新エネの合計。その他新エネは、地熱・バイオマス・蓄電池・廃棄物の合計。

水力は揚水を含む。なお、揚水については、汲み上げの動力の一部は火力で発電された電力を使用している点に留意。

一定の仮定の下で計算した値であり、実際の発電電力量とは異なる点に留意。また、四捨五入の関係で、個別電源の比率を足上げた値と差異が生じている点に留意。

まとめ

2-2 地球温暖化問題(Environnement)

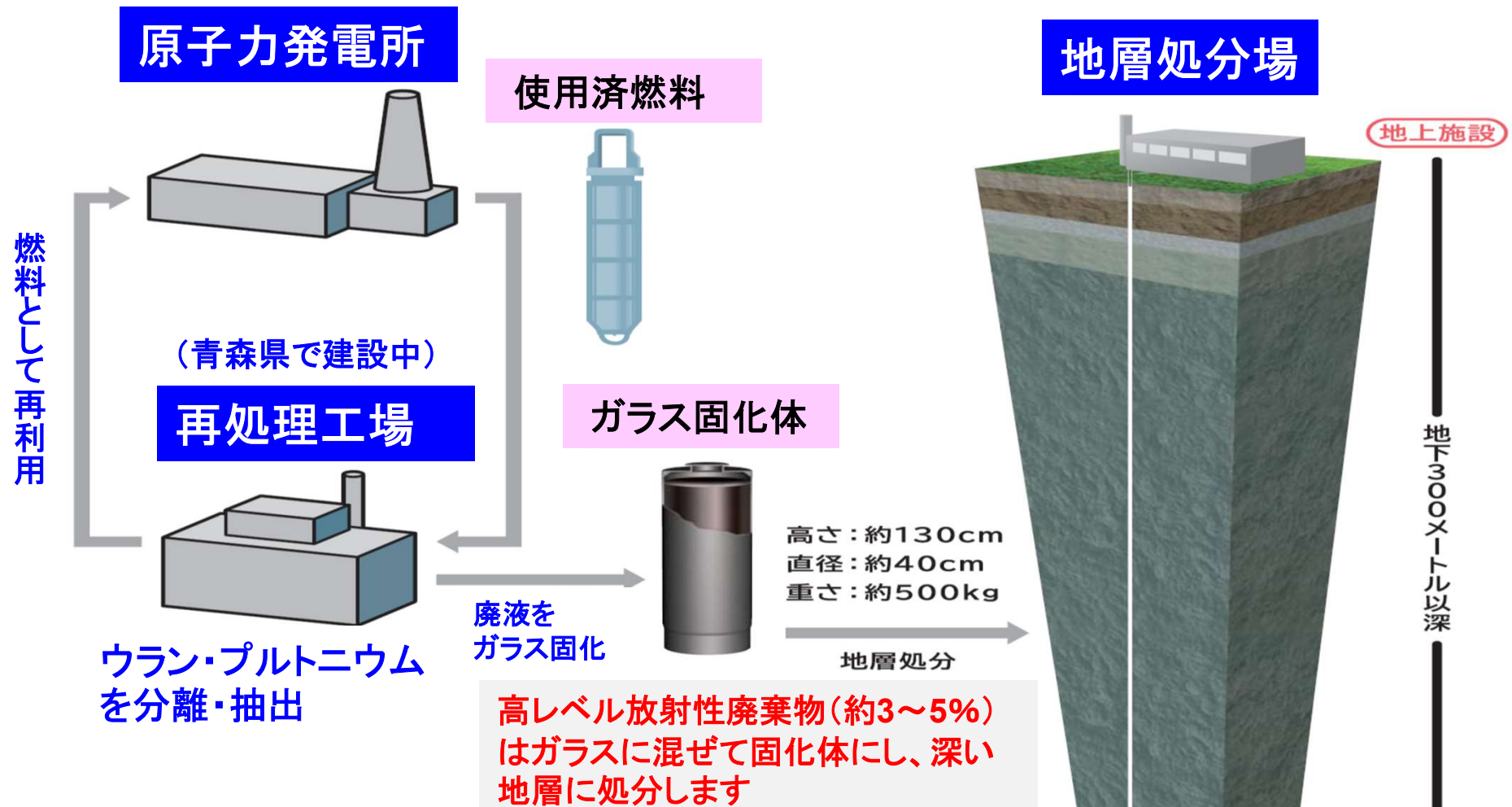
- ・国連気候変動枠組条約(COP21:パリ協定)
カーボンニュートラル達成の取り組みの重要性

2-3 経済効率性の向上(Economic Efficiency)

- ・発電コストは、国内外での競争力の源泉
- ・イノベーションや効率化等により、個々の電源のコストダウンはもとより、S+3Eの観点から電源構成の最適化を図ることが重要

2-4 原子力発電の概要と 安全対策 (Safety)

日本の原子力政策と地層処分



- ・原子力発電所で発電後に出てくる使用済燃料は、日本原燃が青森で建設中の再処理工場でウランとプルトニウムを化学的に分離・抽出して再利用
- ・約3から5%発生する廃棄物を高レベル放射性廃棄物というが、これをガラスに混ぜて固化体にし、地下300mより深いところに処分することとしている。

知ってほしい地層処分(NUMO)に追記

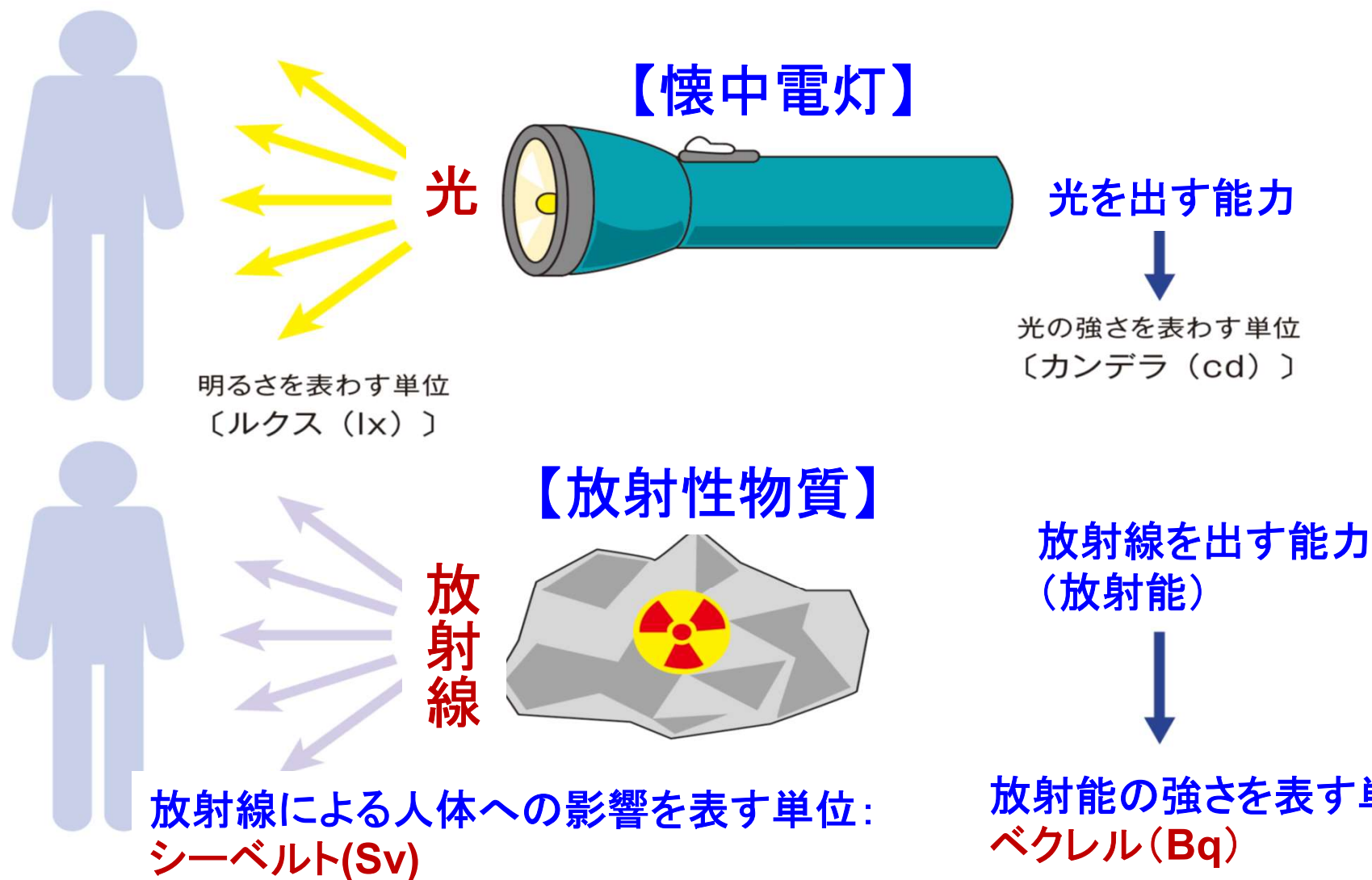
2-4-1 放射線ってなに？

放射線は目に見えない、匂いも、色もない
だから

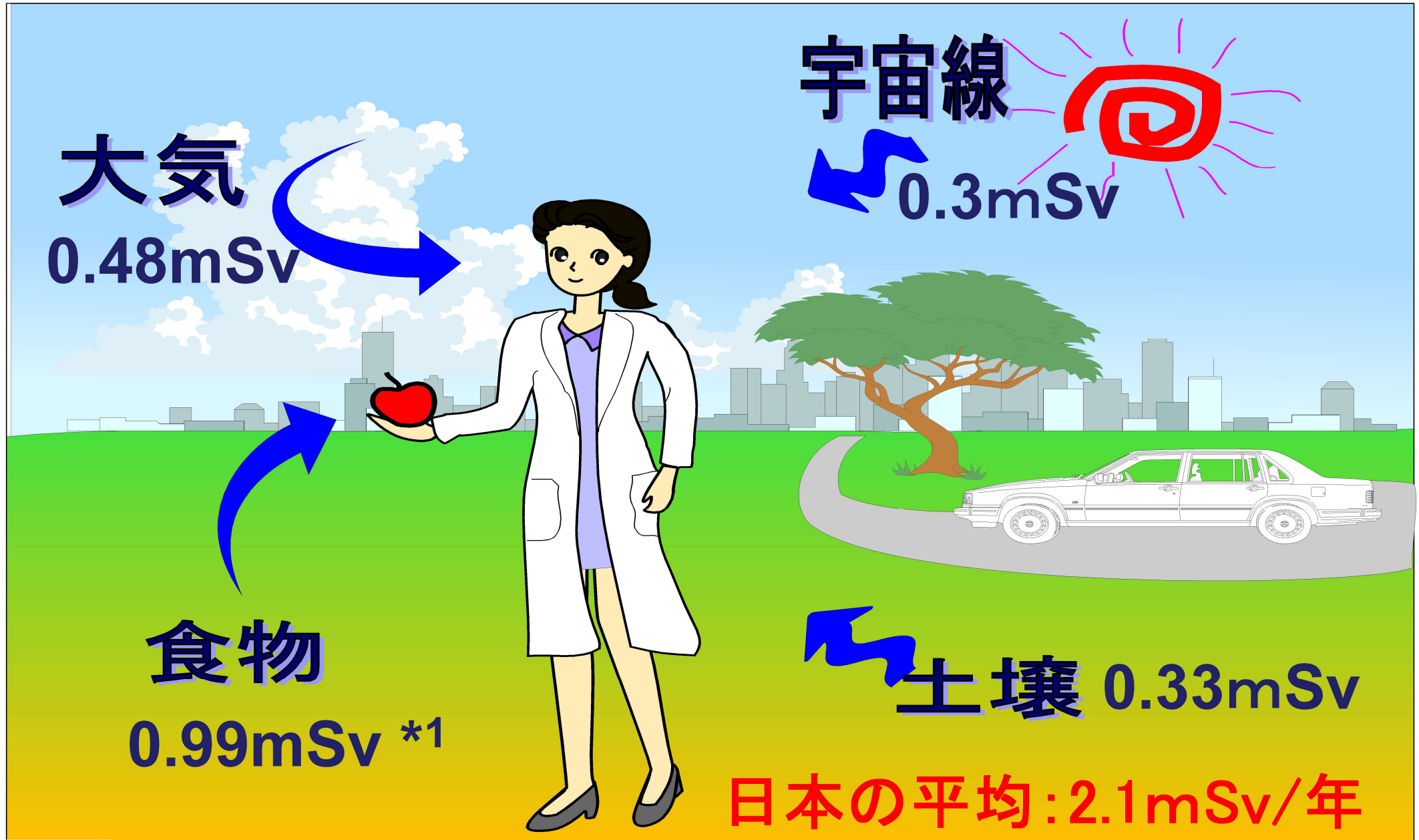
正しく知って正しく怖がろう

放射線と放射能の違いを見てみよう！

放射性物質を懐中電灯に例えると



太古の昔から自然には放射線があるの？



*1「mSv」は 人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位

「受けた放射線の量」の物差しを持とう

私たちは
いろいろな
放射線を受
けています

●自然の放射線(日本平均) 2.1mSv/年



全身被ばく 100

これより低い線量では臨床症状が確認されていません。

インド/ケララ、チェンナイ※1の放射線(年間) 約5~30

住民の方の健康への影響は確認されていません。

1人あたりの自然放射線(年間) 2.1
(日本平均)

東京~ニューヨーク
航空機旅行(往復)

0.11-0.16

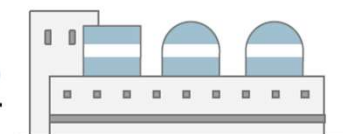


0.01

0.022 再処理工場(青森県六ヶ所村)の線量評価値(年間)

0.001未満 原子力発電所からの放出実績(年間)

0.001



放射線を受けた量
(ミリシーベルト)

100

50 発電所などで働く
作業者に対する制限(年間)※4

10

2.4~12.9 CT検査(1回)

3.0 胃の엑스線検診(1回)

1.0 一般公衆に対する制限
(医療は除く)(年間)

0.06 胸の엑스線集団検診(1回)

0.05 原子力発電所周辺の線量目標値(年間)

●医療被ばく(日本人の平均) 3.9mSv/年

※1 南インド、タミル・ナドゥ州の都市

※2 空気中に存在する天然の放射性物質

※3 自然界の放射線レベルと比較して十分小さく、安全上放射性物質として扱う必要のない放射線の量

※4 発電所などで働く作業者に対する制限は5年間に付き100ミリシーベルトかつ1年間に付き50ミリシーベルトを超えない

mSv は 人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位(1Sv=1000mSv)

放射線や生活習慣によってがんになる相対リスク

●放射線、正しく知って正しく怖がろう！

放射線の線量 (ミリシーベルト)	がんの 相対リスク※	生活習慣因子
1,000 ~ 2,000	1.8 1.6 1.6	喫煙者 大量飲酒（毎日3合以上）
500 ~ 1,000	1.4 1.4	大量飲酒（毎日2合以上）
200 ~ 500	1.22 1.29 1.19 1.15 ~ 1.19 1.11 ~ 1.15	肥満（BMI $\geq$ 30） やせ（BMI<19） 運動不足 高塩分食品
100 ~ 200	1.08 1.06 1.02 ~ 1.03	野菜不足 受動喫煙（非喫煙女性）
100 未満	検出困難	

出典：国立がん研究センターウェブサイト

※放射線の発がんリスクは広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ（固形がんのみ）であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではありません。

※相対リスクとは、被ばくしていない人を1としたとき、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(平成27年度版)」第3章 放射線による健康影響

2-4-2原子力発電の概要と福島第一事故後の安全対策

九州電力川内原子力発電所



原子力発電所の「新規制基準」

【新・規制基準】

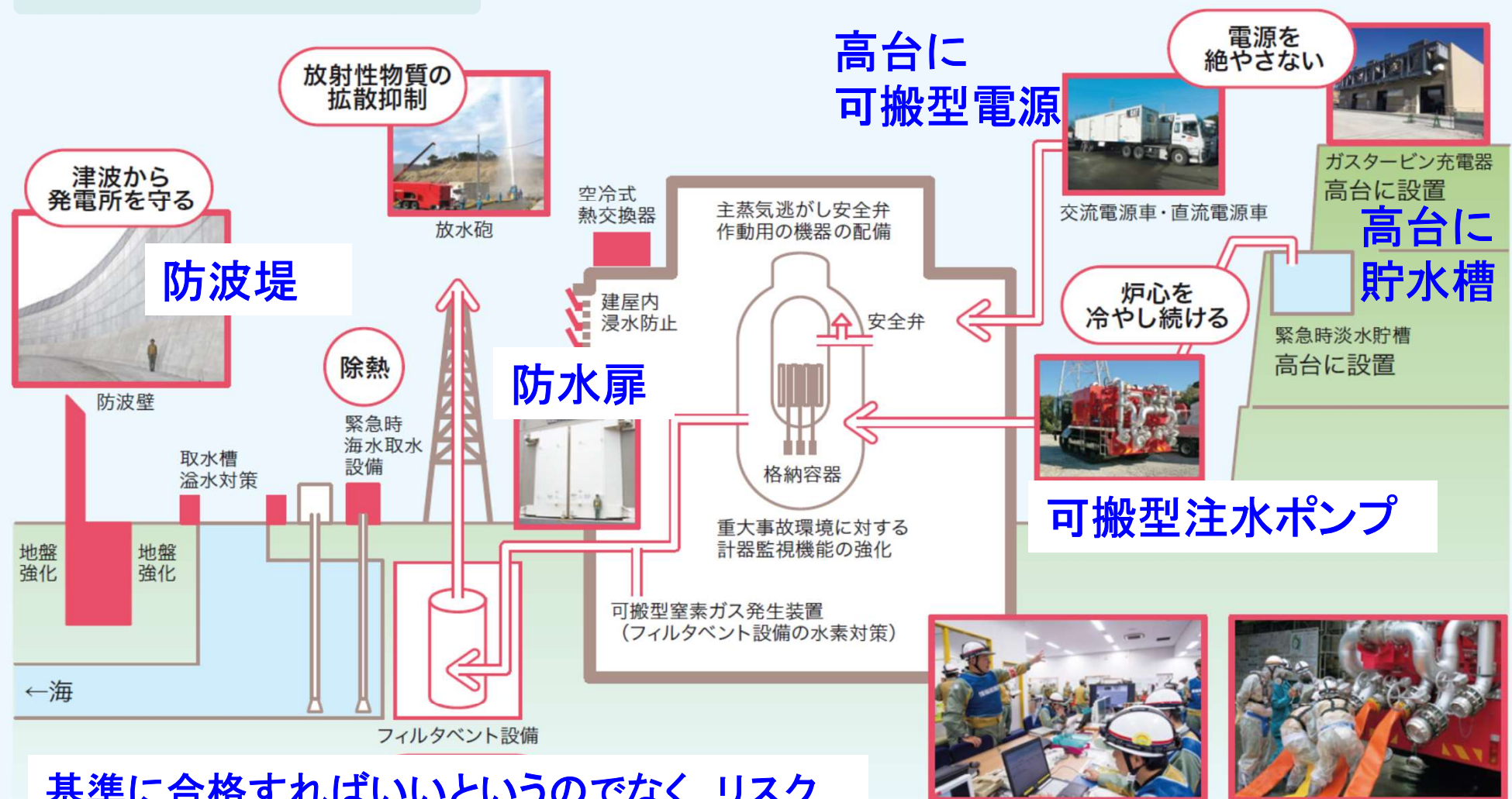
【従来の規制基準】

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	新設 (テロ対策)
放射性物質の拡散抑制対策	
格納容器破損防止対策	新設 (シビアアクシデント対策)
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)	強化又は新設
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	強化
耐震・耐津波性能	

新規制基準を踏まえた設備面での対策実施例



基準に合格すればいいというのではなく、リスクゼロの世界はないことを認識し、自主的な取組により更なる安全性の高みを目指しているよ！

日本のエネルギー 2017 <http://www.enecho.meti.go.jp/>

出典:「日本のエネルギー2017」 資源エネルギー庁資料に加筆

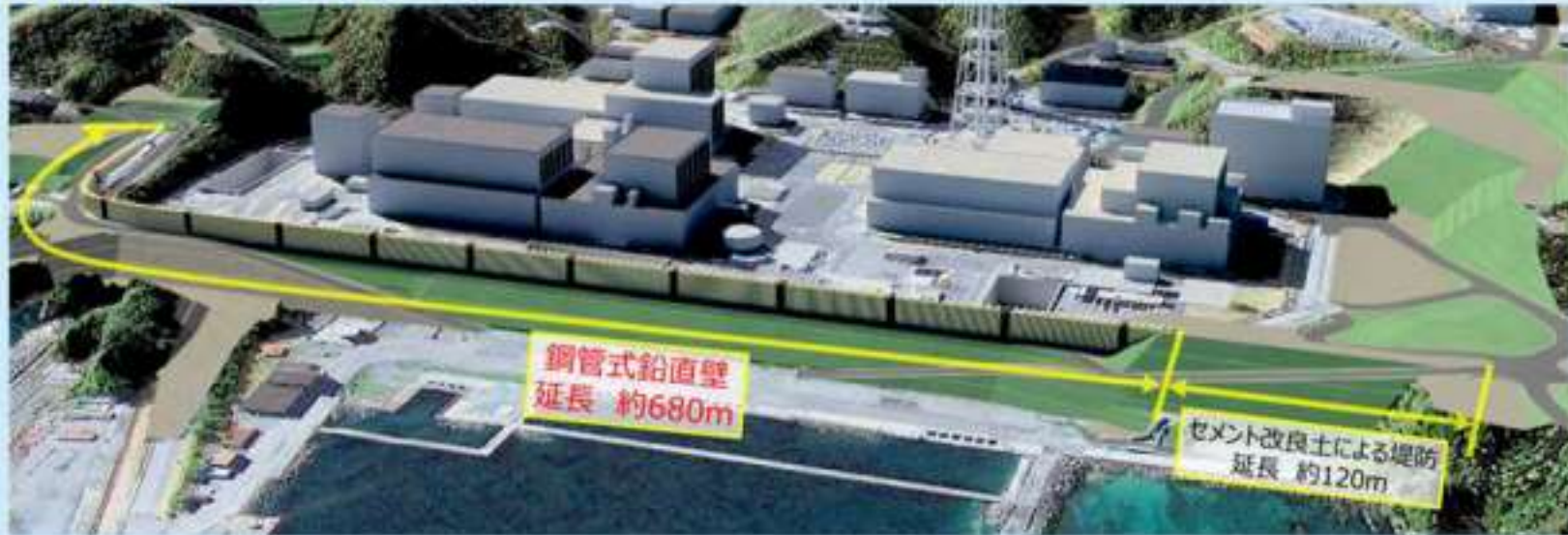


新規制基準により設置された防潮堤例

津波から守る対策

東北電力女川原子力発電所(宮城県)

■ 防潮堤かさ上げ工事



防水扉の設置

建屋内への浸水を防止



写真提供: 中部電力



写真提供: 中部電力

震災後の原子力発電に関する国内外の利用動向

震災後の原子力発電所の再稼働の状況 (2024年12月8日時点)

再稼働

14基

稼働中 10基、停止中 3基 (送電再開日)

設置変更許可

3基

(許可日)

新規制基準
審査中

9基

(申請日)

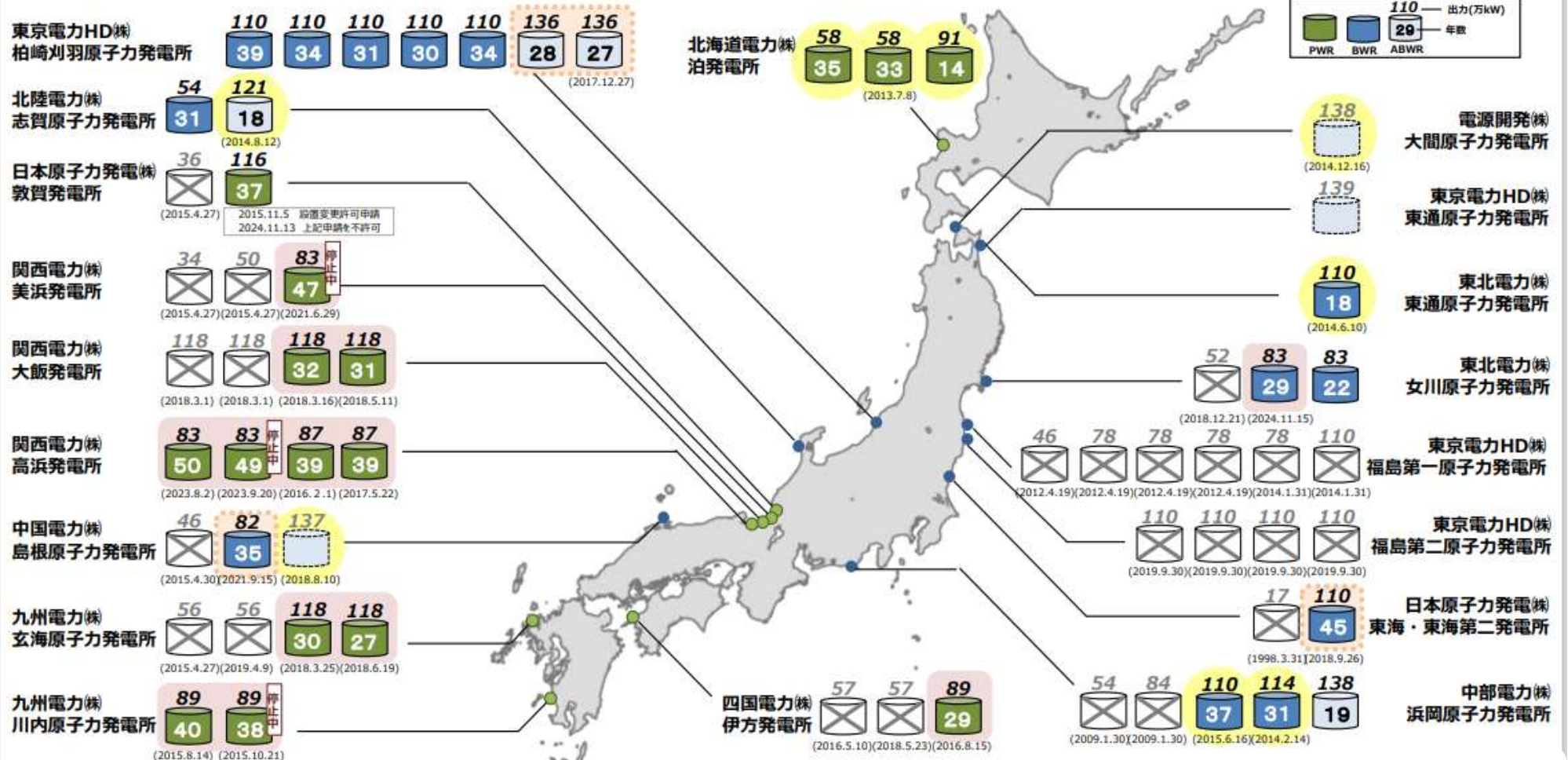
未申請

10基

廃炉

24基

(電気事業法に基づく廃止日)



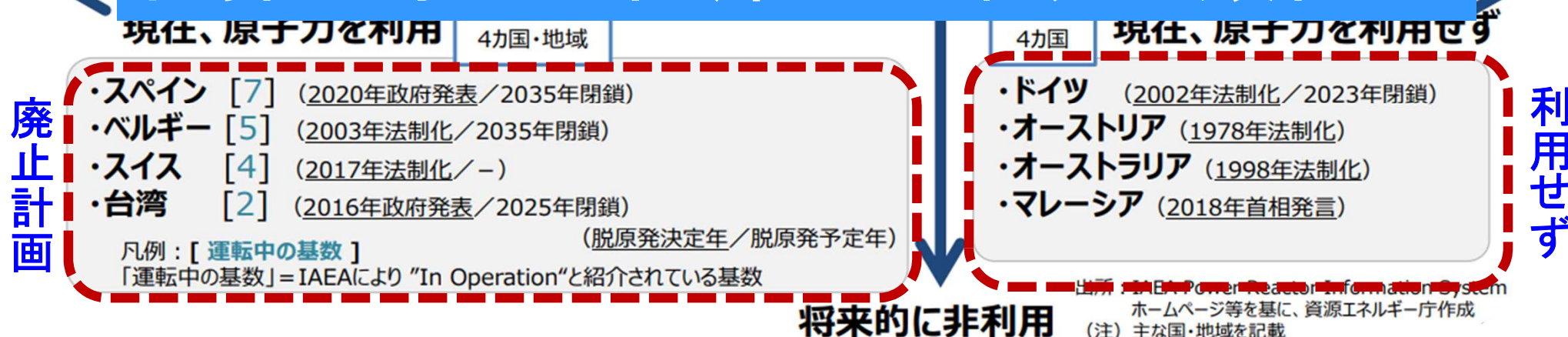
世界における原子力利用の動向を見てみよう！

2024年6月時点

【参考】世界の原子力利用国の状況



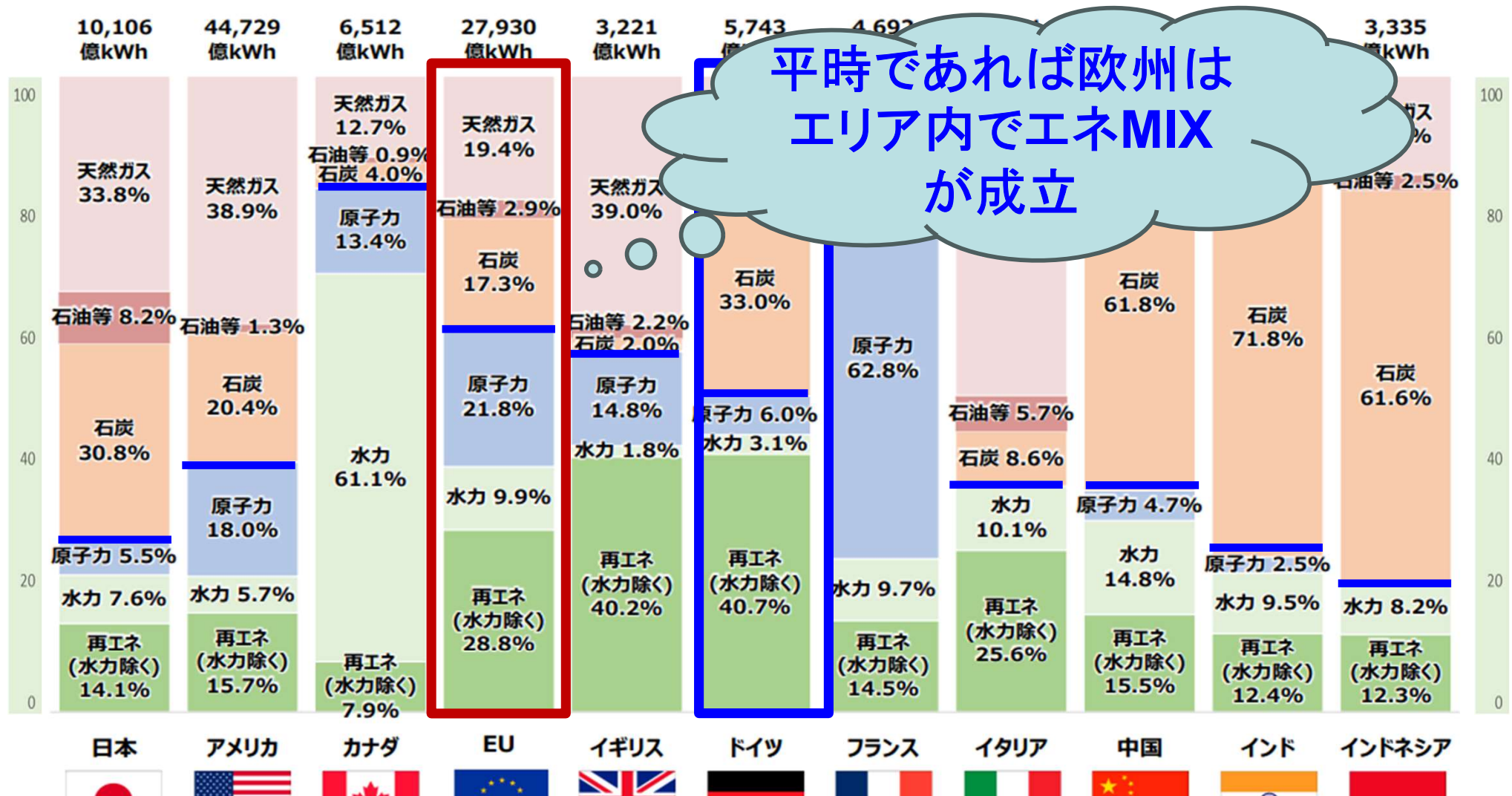
世界の原子力回帰への潮流は顕在化



各国の電源構成比較

●エネルギー政策は、国家の主権、それぞれのエネルギー事情や隣国との関係等で様々

以下は脱炭素電源の割合



エネルギー事情や国情に合ったバランスのいいエネルギー構成を組むこと重要

出典：IEA World Energy Balances（各国2022年の発電量）、総合エネルギー統計（2022年度確報）をもとに資源エネルギー庁作成

まとめ

2-4 原子力発電の概要と安全対策(Safety)

- ・原子力発電の概要、福島第一事故後の安全対策
新規制基準に適合したプラントは、順次、再稼働
- ・国内外の原子力利用動向
25か国が原子力の継続利用、14か国が将来的に利用計画
- ・世界のエネルギー事情
エネルギー政策は、**国家の安全保障**
各国のエネルギー事情や隣国との関係、自然災害に対するレジリエンス等の観点から様々

2-5 各エネルギーの特徴(まとめ)

エネルギーの特徴を考える3つの視点

① 「S+3E」の視点

② 経済安全保障^{*1}、技術自給率

- 技術自給率^{*2}の向上

- 経済安全保障上、重要な物資の確保

③ 自然災害等への強靱さ・対応力 (レジリエンス)

^{*1}: 自民党の提言では、「我が国の独立と生存及び繁栄を経済面から確保すること」と定義

^{*2}: 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



①「S+3E」の視点で見た各エネルギーの特徴

電 源	経済性 (E)	地球温暖化 (E)	安定供給性 (E)		国民理解 (S)
			地政学 リスク	出力変動 (*1)	
石炭火力	○	△	◎	◎	○
ガス火力	○?	○	○?	◎	○
石油火力	△	△	△	◎	○
原子力*2	○	◎	◎	◎	△
再エネルギー (太陽光、風力について)	△	◎	◎	△	◎

一長一短あるね



*1 天候などによる出力の変動

◎:優れている、○:良い、△:可、✖:不可

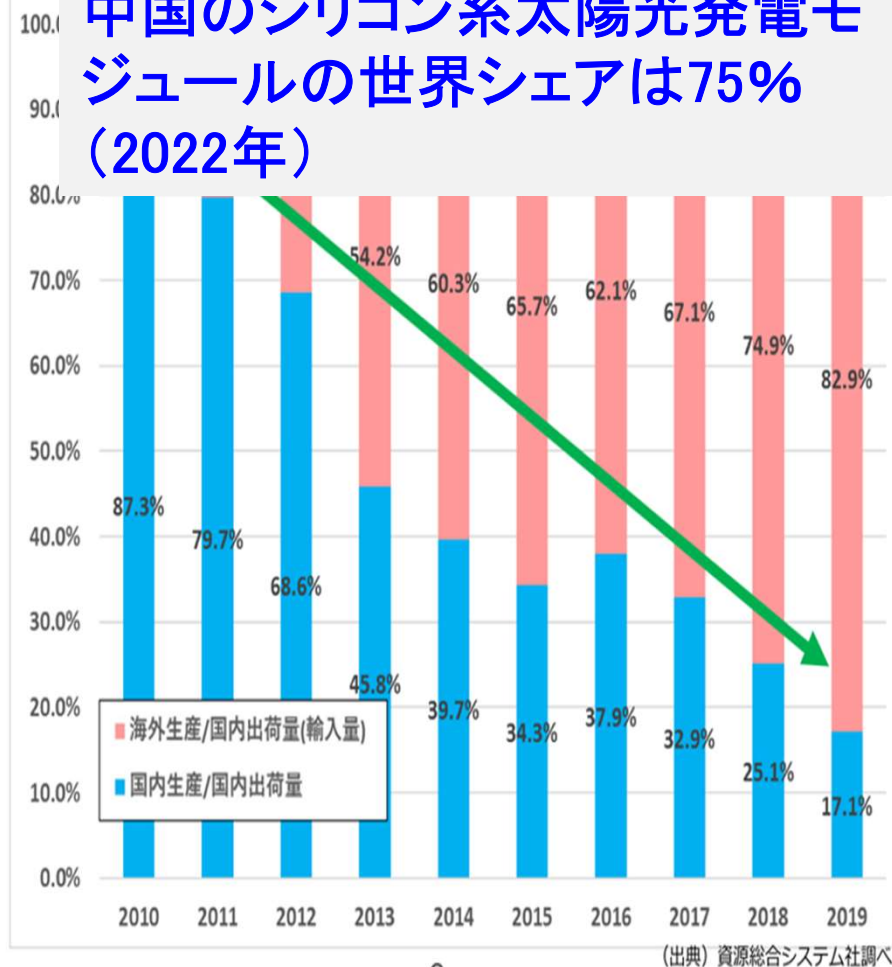
*2 高レベル放射性廃棄物の処分場確保の問題も大きな課題ですが、原子力を廃止しても廃棄物の処分は残るのでこの表から別掲としています



②技術自給率*向上と経済安全保障上の重要物資の確保

日本の太陽光パネルの海外シェア

中国のシリコン系太陽光発電モジュールの世界シェアは75%
(2022年)



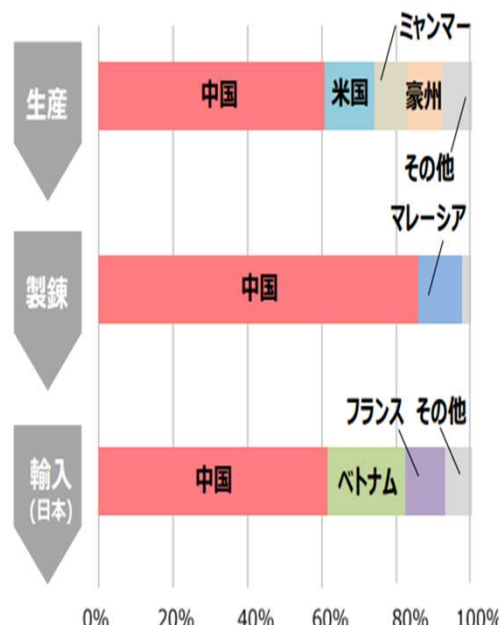
* 国内のエネルギー消費に対して自国技術で賄えているエネルギー供給の程度

第38回総合エネルギー調査会基本政策分科会資料引用

重要鉱物の海外依存度

西側諸国、重要鉱物の安定確保に右往左往(サプライチェーンの見直し)

レアアースの中国依存度

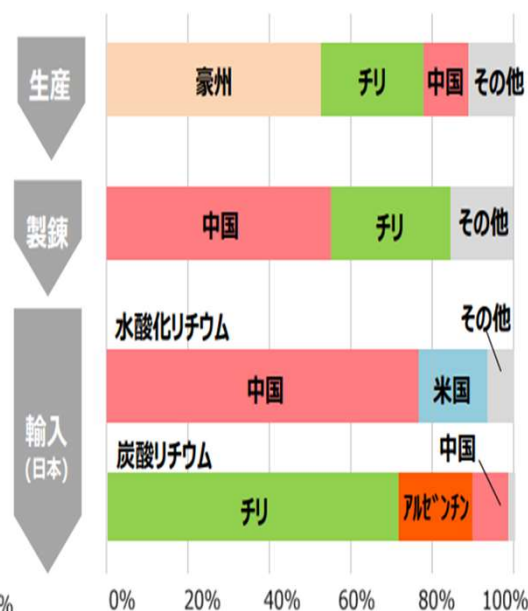


レアアース: 希土類でY, Ce, Gd, Ndなど

※ 特に、重希土類の輸入については、中国への依存度が100%。

(出典) IEA, ITC, JOGMECのデータベース等を基に経済産業省作成

リチウムの中国依存度

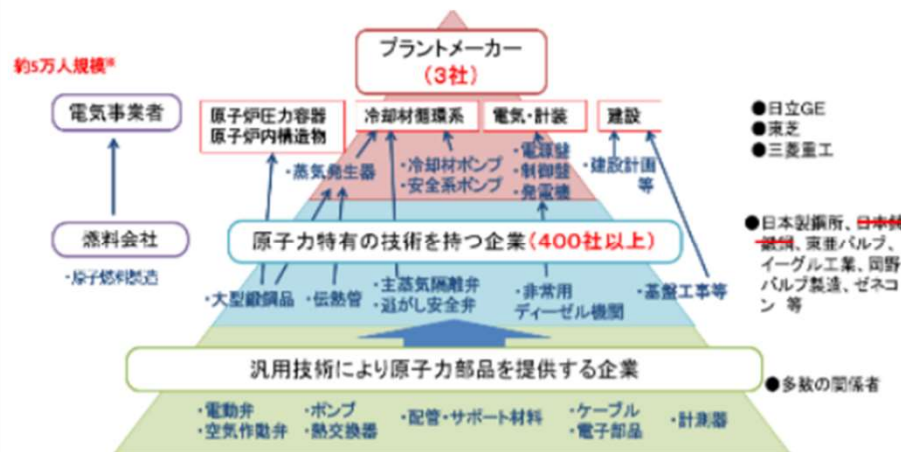


総合エネルギー調査会基本政策分科会(23年6月)資料から引用

原子力発電の自律性(国産化率)とサプライチェーン

- 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。

原子力発電のサプライチェーン



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)	美浜3号 (PWR)	島根1号 (BWR)	玄海2号 (PWR)	浜岡2号 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1976	1974	1981	1978	1997
国産化率 (%)	35%	58%	93%	94%	99%	94%	89%

(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)

長期のプラント停止で、人材育成、技術の維持・継承、サプライチェーンは大丈夫？

⇒経済産業省で「原子力サプライチェーンプラットフォーム」設立(23年3月)

③自然災害へのレジリエンス(対応力、強靱さ)も喫緊の課題

台風・豪雨による電力・燃料供給インフラの損壊



兵庫県淡路市風力発電設備倒壊
(2018年8月台風)



千葉県市原市水上設置型太陽光発電所損壊
(2019年9月台風)



千葉県君津市送電線鉄塔倒壊
(2019年9月台風)



冠水した製油所敷地
(2019年10月台風)



水没したタンクローリー
(令和2年7月豪雨)

津波による被害

東日本大震災時の津波の影響で水素爆発をした福島第一原子力発電所
(2011年3月)



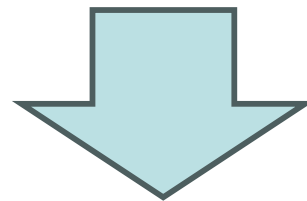
画像：東京電力ホールディングス写真集 <https://photo.tepco.co.jp>

3. エネルギーミックスの重要性

「ウクライナ危機等、有事も想定したエネルギーの安定確保策」、「2050年カーボンニュートラル達成」にはエネルギーミックスが重要！

エネルギーミックスとは

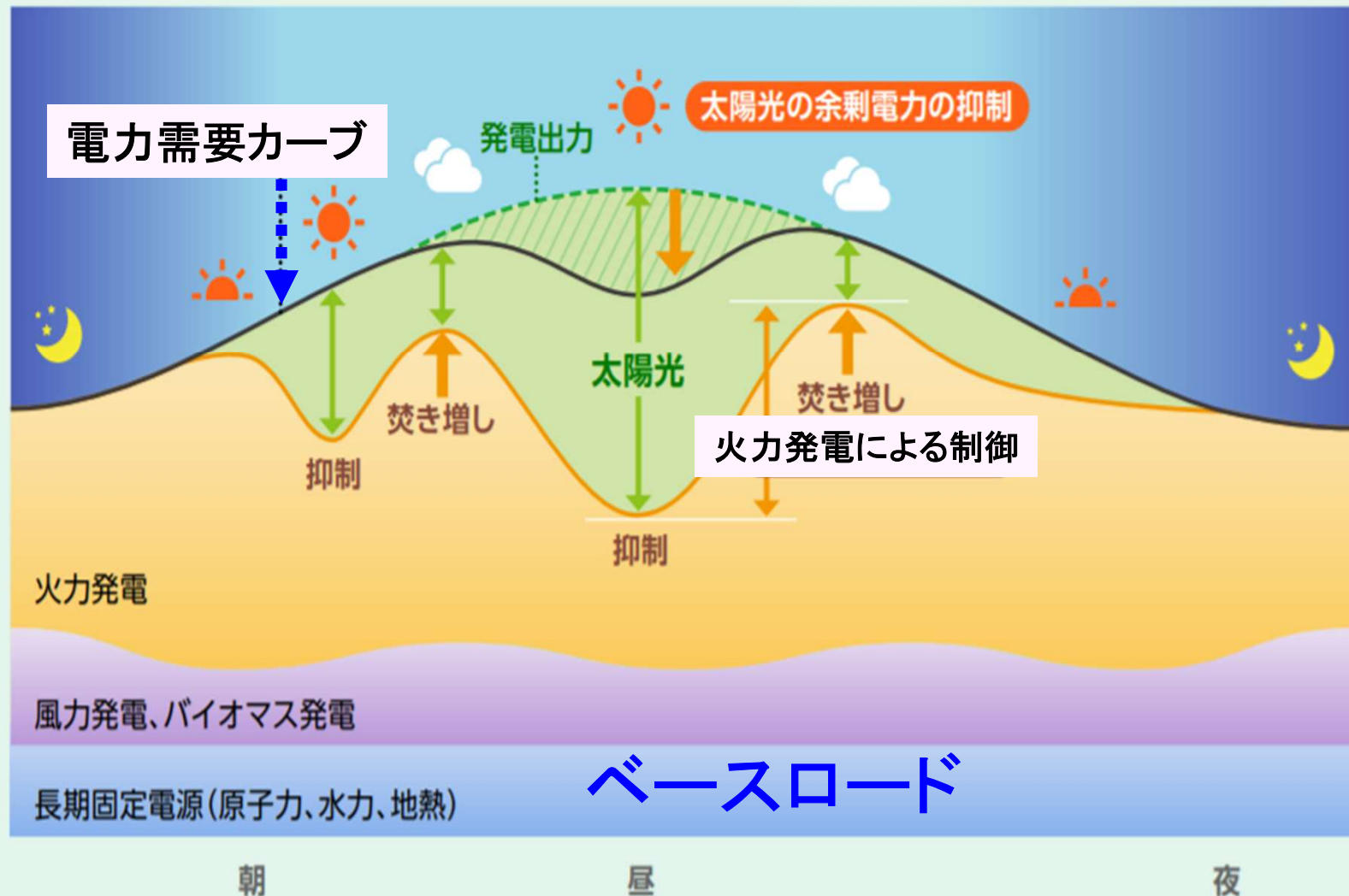
本日覚えてほしい2つ目のポイント



OR(再エネか原子力)ではなくてAND(両方)

電力需要とエネルギーの特徴を考慮した 発電方法の組合せ

■ 最小需要日(5月の晴天日など)の需給イメージ



我国エネ政策の3つの大方針 (2025年2月閣議決定)

●第7次エネルギー基本計画(GX2040ビジョンと一体的に遂行)

- ・2040年に向け、DXやGXの進展による電力需要増加の見込みや昨今の世界の不穏な諸情勢を勘案
- ・エネルギー安全保障と脱炭素を両立するため再エネ、原子力(再稼働、新增設)などの脱炭素電源を最大限活用

●地球温暖化対策計画

- ・2050年カーボンニュートラル達成するために温室効果ガスを2013年比で2035年度、2040年度にそれぞれ60%、73%削減

●GX2040ビジョン

- ・産業構造: 脱炭素型に転換し経済成長
- ・産業立地: 電力を大量に消費する産業拠点を脱炭素電源(再エネや原子力等)の近接地に集積

2040年に向けた電源構成の見通し

(第7次エネルギー基本計画(25年2月))

【2023年度電力供給実績(速報値)】

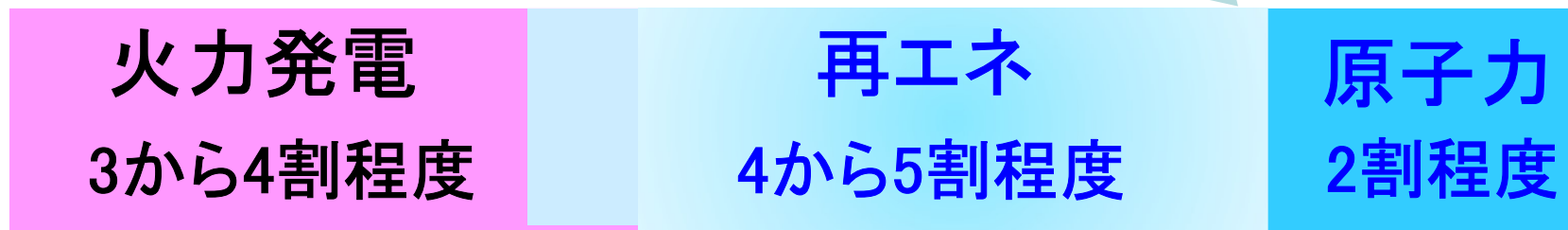
発電電力量: 9,854億kWh



太陽光: 9.8%⇒22~29%程度
風力 : 1.1%⇒ 4~8%程度
水力 : 7.6%⇒ 8~10%程度
地熱 : 0.3%⇒ 1から2%程度
バイオマス: 4.1⇒ 5~6%程度

【2040年度電源構成見通し*1】

発電電力量: 11,000~12,000億kWh程度を想定



【脱炭素電源】



*1: 第7次エネルギー基本計画で提示(様々な不確実性を念頭に一定の幅)

第68回総合エネルギー調査会基本政策分科会資料より作成

脱炭素に関する国内外に対する公約

①2050年にカーボンニュートラル*¹達成

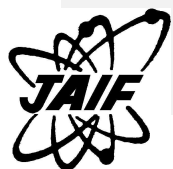
*¹:ネットゼロ

【菅前総理の所信表明(2020年10月)】

省エネ徹底、再エネ最大限導入、安全最優先で原子力政策を進め
「脱炭素社会」実現

②2030年温室効果ガスを2013年比46%減 ⇒35年60%減*² ⇒40年73%減*²

*² これまで2013年比46%減としていたが、2024年12月総合エネ調基本政策分
科会やGX2040ビジョン(案)で提示
なお、2022年度実績では、2013年比で22.9%減



「2050年カーボンニュートラル」を目指すとは

●カーボンニュートラルとは

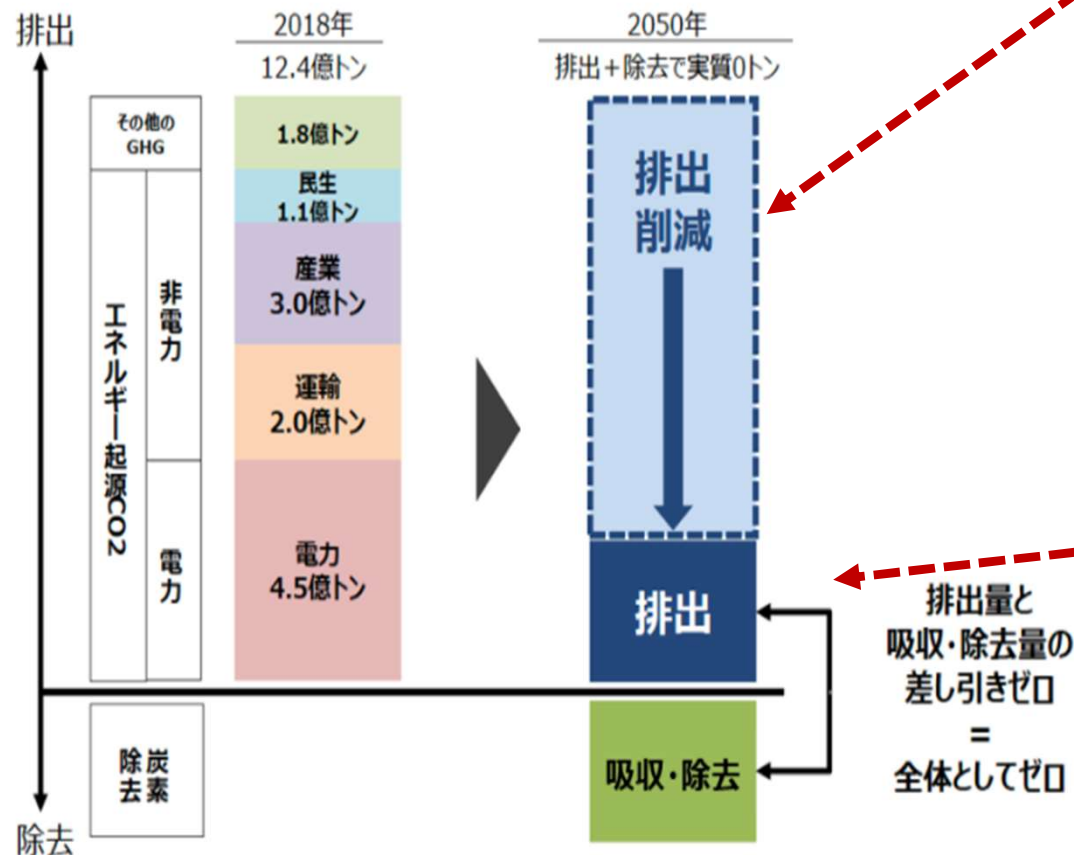
排出量から吸収量と除去量を差引いた合計をゼロに

排出削減

- 化石燃料の利用低減
- 脱炭素電源へのシフト
(再エネ、原子力、水素等)
- 産業、民生部門の脱炭素化、電化
- 運輸
(EV、FCVの導入、合成燃料の活用)
- 省エネ(エネルギー効率の改善)

排出削減できない分は吸収・除去

- 植林の推進
- CO₂の回収・貯蔵技術(CCS)の活用
- カーボンリサイクル(CCUS)の推進
など



2023年2月、ウクライナ危機や電力需給逼迫等を受けた
「GX*実現に向けた基本方針」決定

エネルギー分野のロシア依存度低減、
夏・冬の電力需給ひっ迫回避



エネルギー安全保障（自給率向上等）に万全
を期し、その上で、脱炭素化の取組みを加速



再エネ拡大、既設原子炉の再稼働推進、
次世代革新原子炉への建替えを具体化

* GX(グリーントランسمーション): 産業革命以来の化石燃料中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー
中心へ転換すること。産業・エネルギー政策の大転換

我国の2050年の電力需要量予想の例

1－1．2050年の電力需要量予想の例（電力需要の増大）

- 研究機関、シンクタンク等の分析によると、国内電力需要量は2030年以降、現在よりも増加。
- 最終エネルギー消費部門（産業＋業務他＋家庭＋運輸）の需要量は減少する一方で、電化率の上昇や水素生産用の需要増により、2050年は1.3兆～1.6兆kWhとなる試算。

<2050年シナリオ分析の結果 比較（標準的なシナリオを抽出）>

RITE
（参考値のケース）

国立環境研究所

自然エネルギー財団

デロイトトーマツ
コンサルティング

日本エネルギー
経済研究所
（標準ケース）

- ・電力広域的運営推進機関は最大ケースで
現在の約1兆kWh⇒ 1.25兆kWh
1.3兆～1.6兆kWhとする試算例もある
- ・「Chat GPT」で一つの問いを検策するのに必要な電力
はGoogle検索の約10倍（IEA）との試算

電力需要

電力最終消費は25%増
（2015年比）

DACCS用の電力需要が総発電電力量の
3%程度ある

電力最終消費は横ばい

水素製造用の需要が6000億kWh程
度

[内訳]一般電力需要：679TWh、
熱需要：230TWh、運輸需要：
100TWh、
水素製造：431TWh、送電蓄電ロス
等：30TWh

電力最終消費は約11%増
（2020年比）

例えば、水素製造用の電力需要が
総発電電力量の約9%程度ある

電力最終消費は2019年比で微減
DACCS用の電力需要が2000億kWh

【出典】令和3年7月13日総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（第45回会合）より一部編集

米主要テック企業は原子力発電を積極的に活用

データセンター等の電力需要増⇒大量で安定供給可能な脱炭素電源として原子力を活用

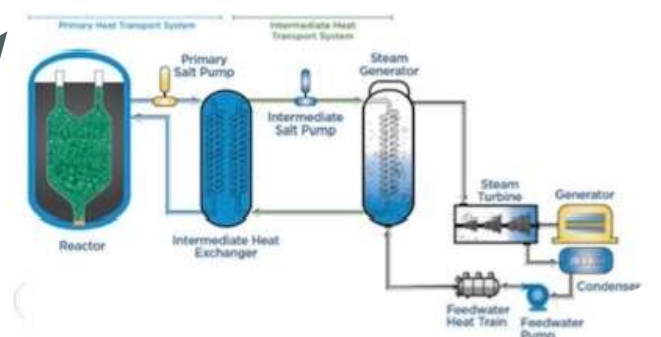
アマゾン・ドット・コム	SMR開発のXエナジーに出資。ペンシルベニア州のサスケハナ原発に直結するデータセンターを買収
マイクロソフト	5年間停止していたスリーマイル島原発1号機を再稼働させ、その全発電電力量を20年間買取り
グーグル	小型モジュール炉(SMR)開発の新興企業カイロス・パワーから原子力由来の電力を購入する契約を締結(35年までに50万kW)
オラクル	SMR3基を電源に使うデータセンターを計画
エヌビディア	ジェンスン・ファン最高経営責任者が「AI競争に勝つには原発なしでは不可能だ」と発言



(出所) Amazon社HPや原子力産業新聞など



(出所) 米エネルギー省ウェブサイト



カイロス・パワー社が開発する「KP-FHR」(溶融塩炉)の概念図

諸情勢を勘案したエネルギー政策実現のカギは？

目標達成は容易ではないが、エネルギー安全保障やカーボンニュートラル達成の実現のカギを考えてみよう

原子力

再稼働推進
新炉の開

既に社会実装されているものは最大限活用
先進技術開発、イノベーション、コスト削減
日本発の技術が産業化で出遅れず、先行！

火力

、CCUS

再エネ

洋上風力（浮体式、EEZ）
ペロブスカイト太陽電池

水素

水素
アンモニア利用！

火力＋CCS(CO2回収・貯留)やCCUS(カーボンリサイクル)、蓄電池等など

4. 論点：「自分事」として一緒に考えませんか

課題：ウクライナ危機や中東問題等など世界が不穏な状況にある中で、資源小国日本は①エネルギーの安定的確保(安全保障)と②地球温暖化問題(カーボンニュートラル:脱炭素)への対応が喫緊の課題

論点：福島復興が第一ですが、日本全体の未来を考えたときに、どのようなエネルギー確保のあり方が望ましいと考えますか？

再エネは？ 原子力発電は？ 火力発電は？

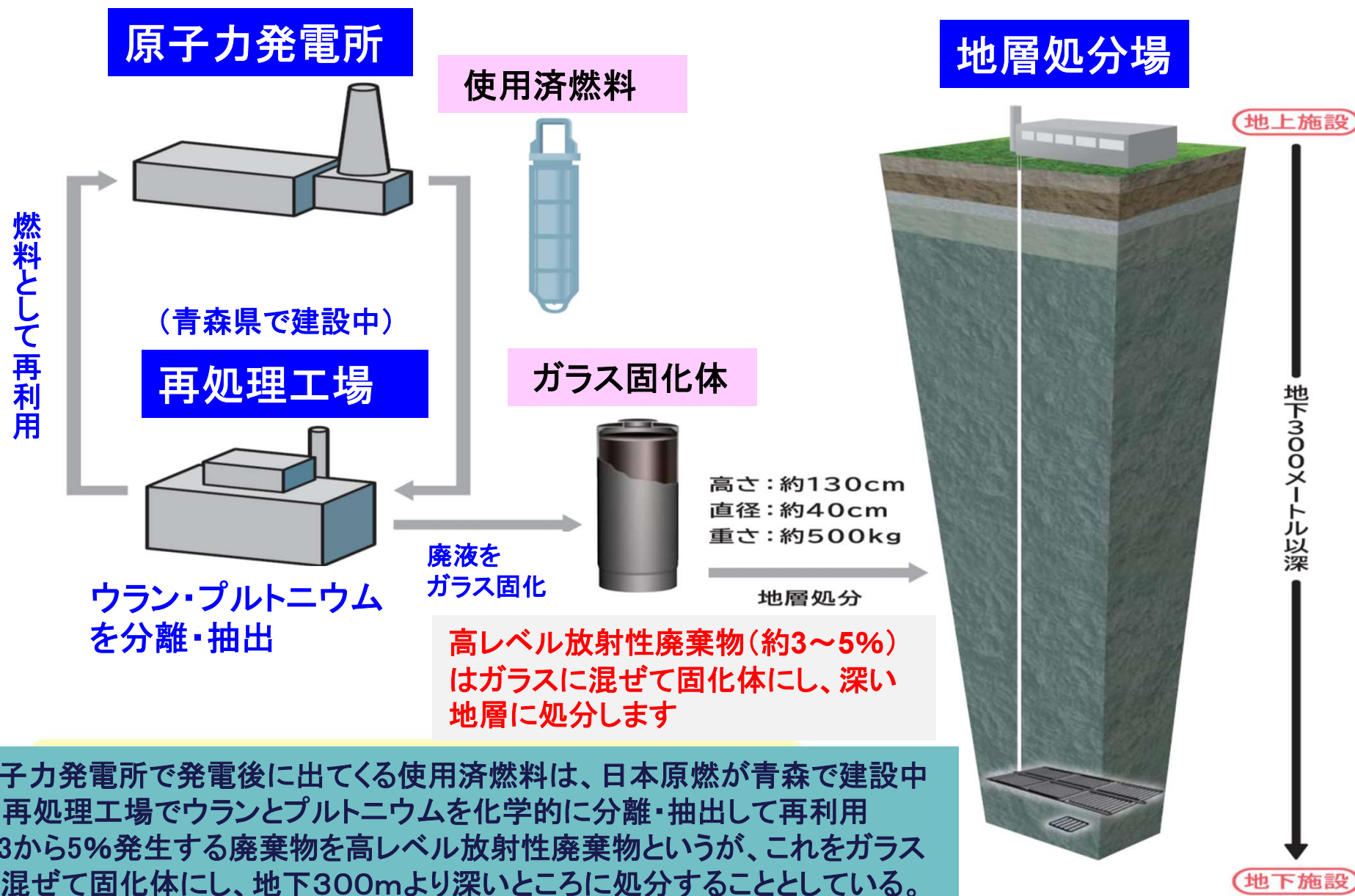
①「自分はこう考える」 ②「なぜなら……」

トピックス①

高レベル放射性廃棄物(HLW)の 最終処分(地層処分)の概要

- ・原子力発電への賛否は別として、HLWは、既に存在
- ・処分方法は、商用発電の利用が開始される前から検討されてきたが、いまだ処分場は確保されていない
- ・後世にツケにつけを残さないことが利益を享受してきた
現世代の責任
- ・そのために合意形成を如何に進め、処分場を確保するか

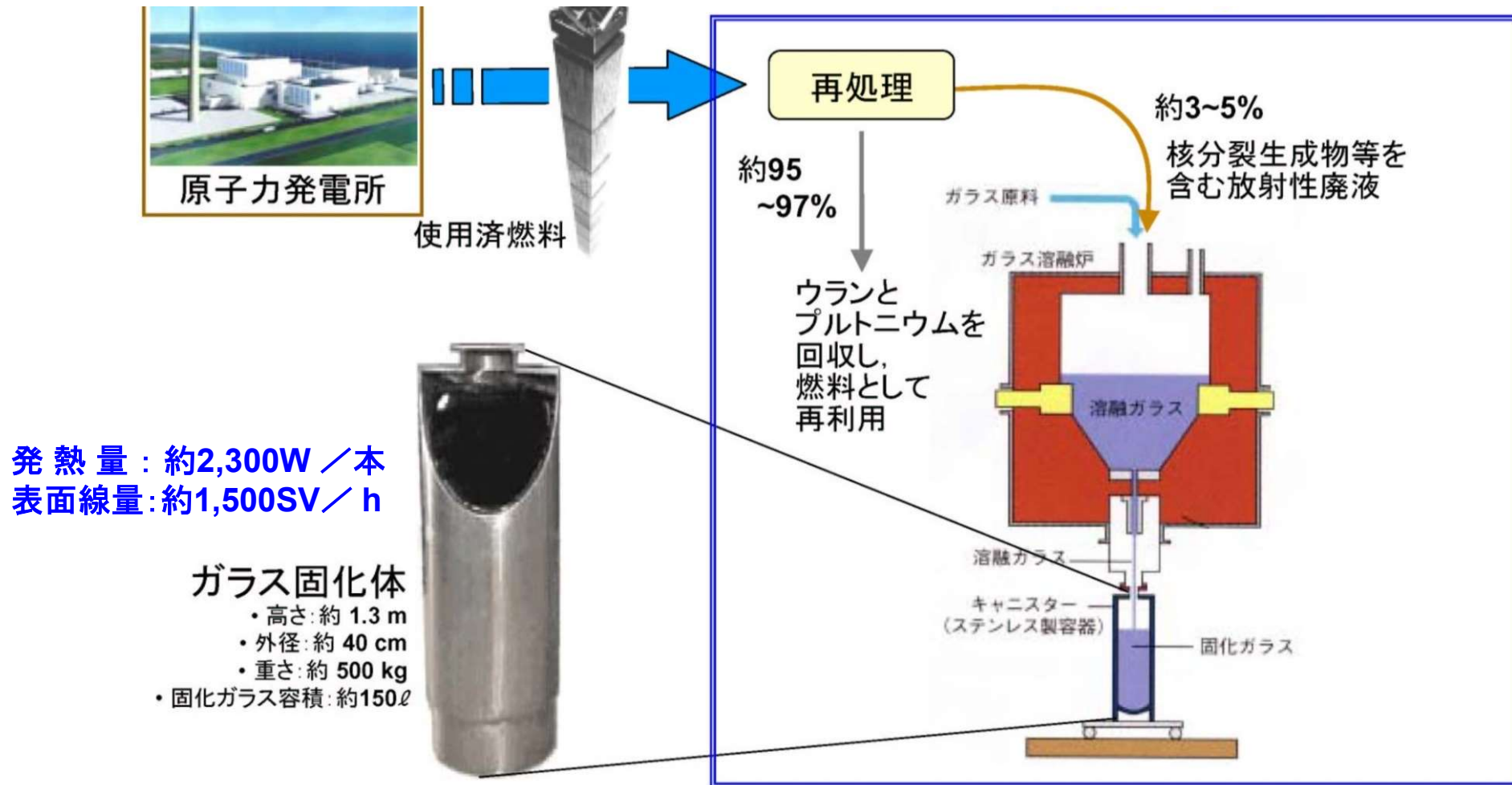
日本の原子力政策と原子燃料サイクル



- ・原子力発電所で発電後に出てくる使用済燃料は、日本原燃が青森で建設中の再処理工場でウランとプルトニウムを化学的に分離・抽出して再利用
- ・約3から5%発生する廃棄物を高レベル放射性廃棄物というが、これをガラスに混ぜて固化体にし、地下300mより深いところに処分することとしている。

知ってほしい地層処分(NUMO)に追記

ガラス固化体ができるまでの工程

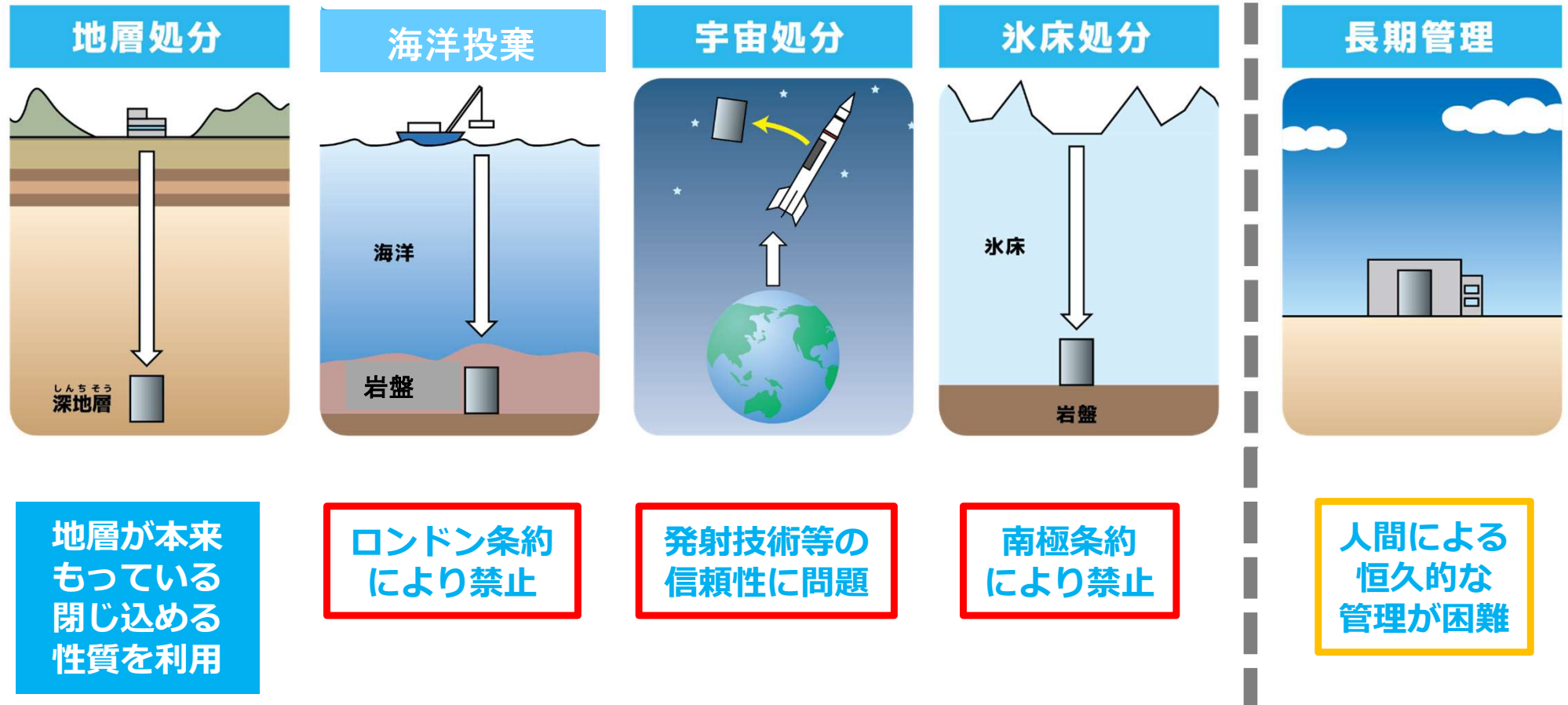


出典: 原子力発電環境整備機構 (NUMO)

100万kW級の原子力発電所を1年間運転して発生する使用済燃料から、約30本のガラス固化体が発生

どうして地層処分が選ばれたの？

世界各国でさまざまな処分方法が検討されてきましたが、「**地層処分**」が**最適な方法**であることが、**国際的に共通な認識**となっています。



地層には、どのような特徴があるのかな

- 原子力発電に伴って発生する「高レベル放射性廃棄物」を、地下深くの安定した岩盤に閉じ込め、人間の生活環境や地上の自然環境から隔離して処分する方法を「地層処分」と言います。

地下深部の特徴

①酸素が少ないため、錆びるなどの化学反応が発生しにくく、ものが変化しにくいので、埋設物がそのままの状態であり続ける

②地下水の流れが遅いので、ものの動きが非常に遅い

③人間の生活環境や地上の自然環境の影響を受けにくい

閉じ込め
機能

隔離機能



地層処分における多重バリアシステムとは？

- ^{こかたい}ガラス固化体を、鉄の入れ物とねん土でおおいます。
- これを地下300mよりも深くの、安定した岩ばんの中^うに埋めて、私たちの生活環境から遠ざけます。

ガラス固化体をしっかりとおおう

ものを閉じ込める力
をもつ地下にうめる

人工バリア

天然バリア

ガラス固化体

オーバーパック

緩衝材

ガラスで固める

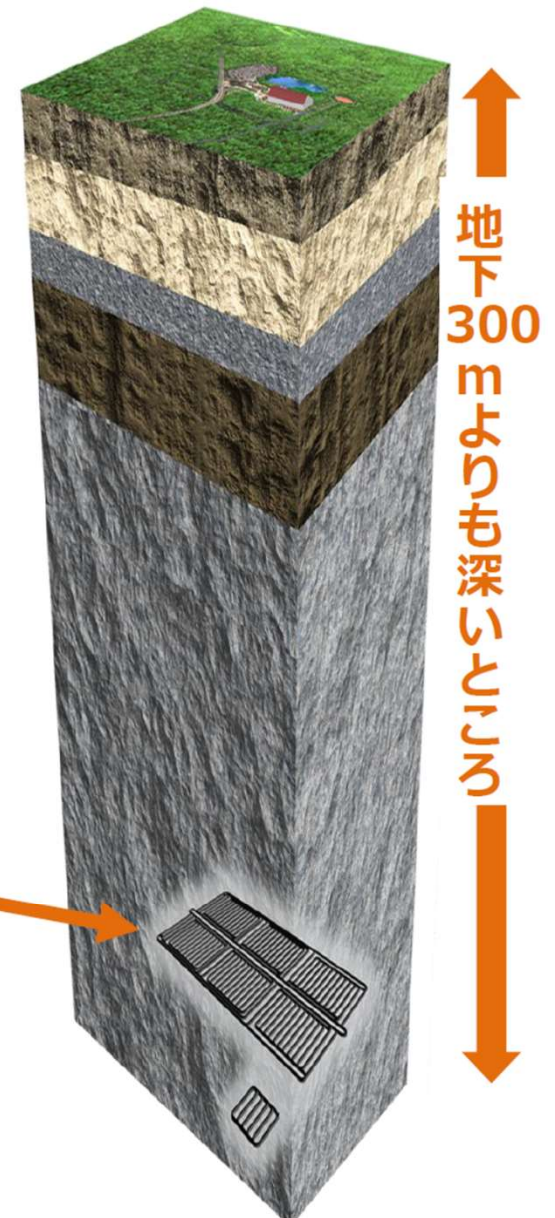
金属製容器

厚さ：約20 cm

ねん土でおお

厚さ：約70 cm

地下深くの
岩ばんにうめる



公表された科学的特性マップ

2017年7月にMETI公表

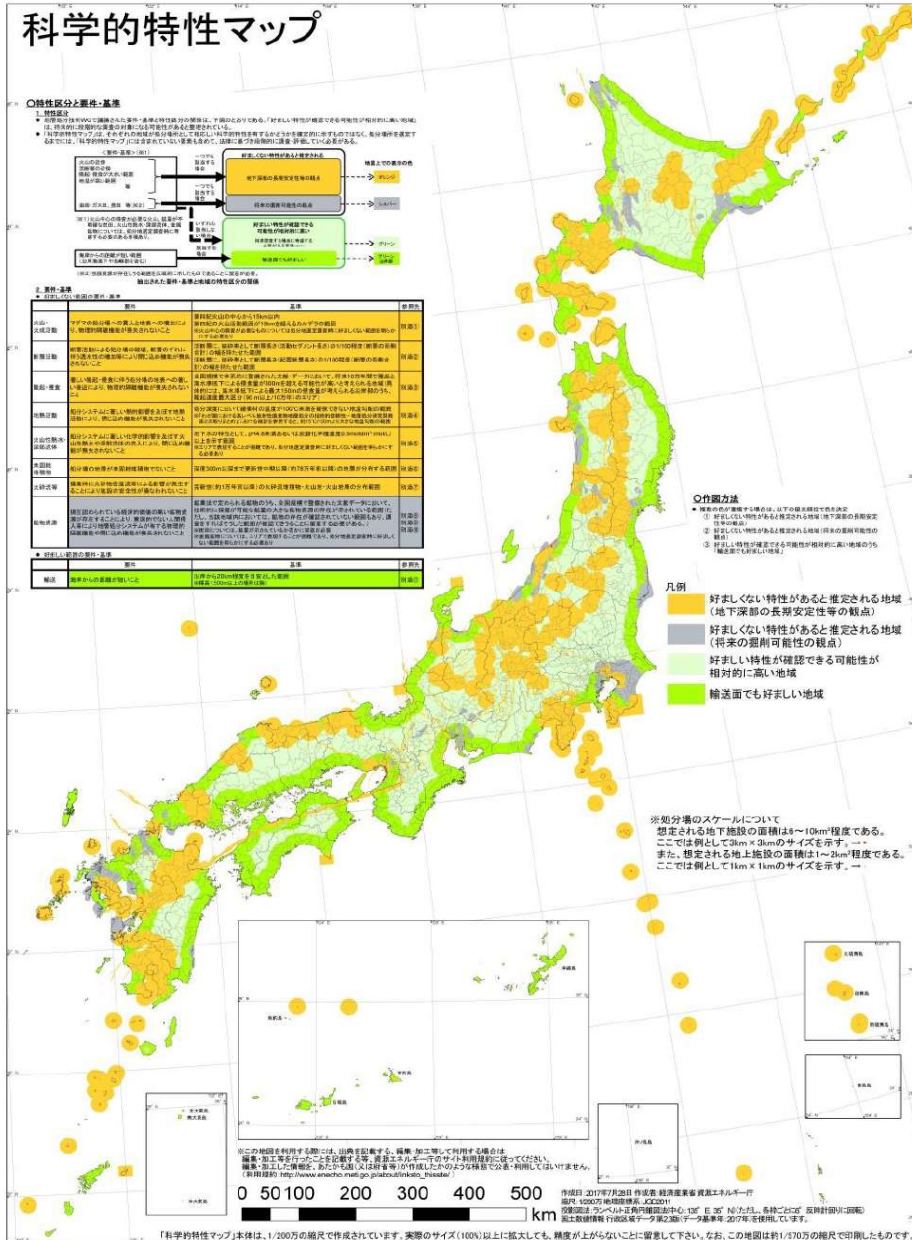
○日本全国の地域特性を4区分(色)で示す

○日本全国に占める面積割合

オレンジ	: 約30%
シルバー	: 約 5%
グリーン	: 約35%
グリーン沿岸部（濃いグリーン）	: 約30%

○地域特性区分に一部でも含まれる自治体数

オレンジ	: 約 1, 000
シルバー	: 約 300
グリーン	: 約 900
グリーン沿岸部 (濃いグリーン)	: 約 900



科学的特性マップ」本体は、1/200万の縮尺で作成(約90cm×約120cm)

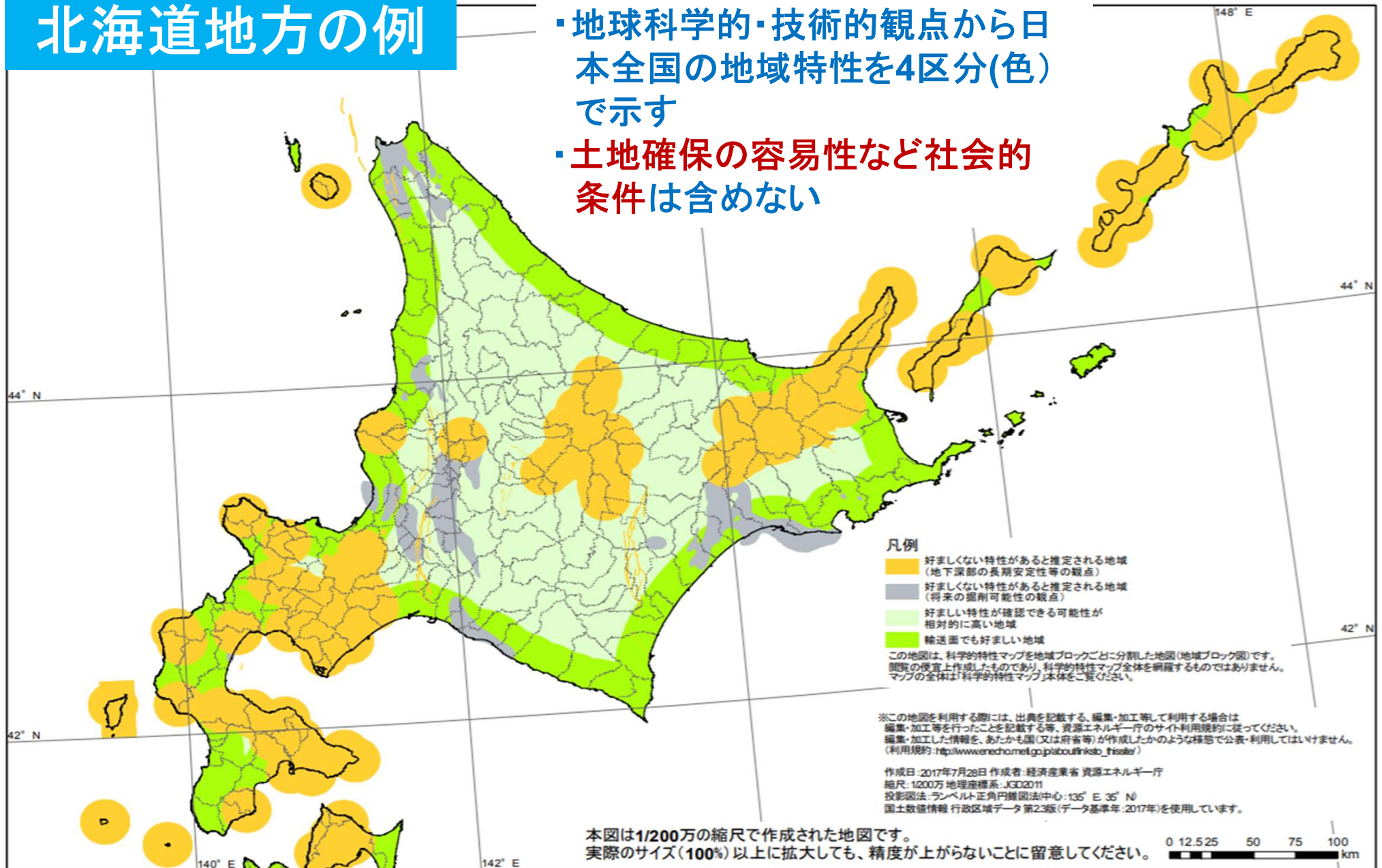
NUMO 科学的特性マップに関する意見交換会説明参考資料(2017年10月)



2017年7月に公表された全国の科学的特性マップ

北海道地方の例

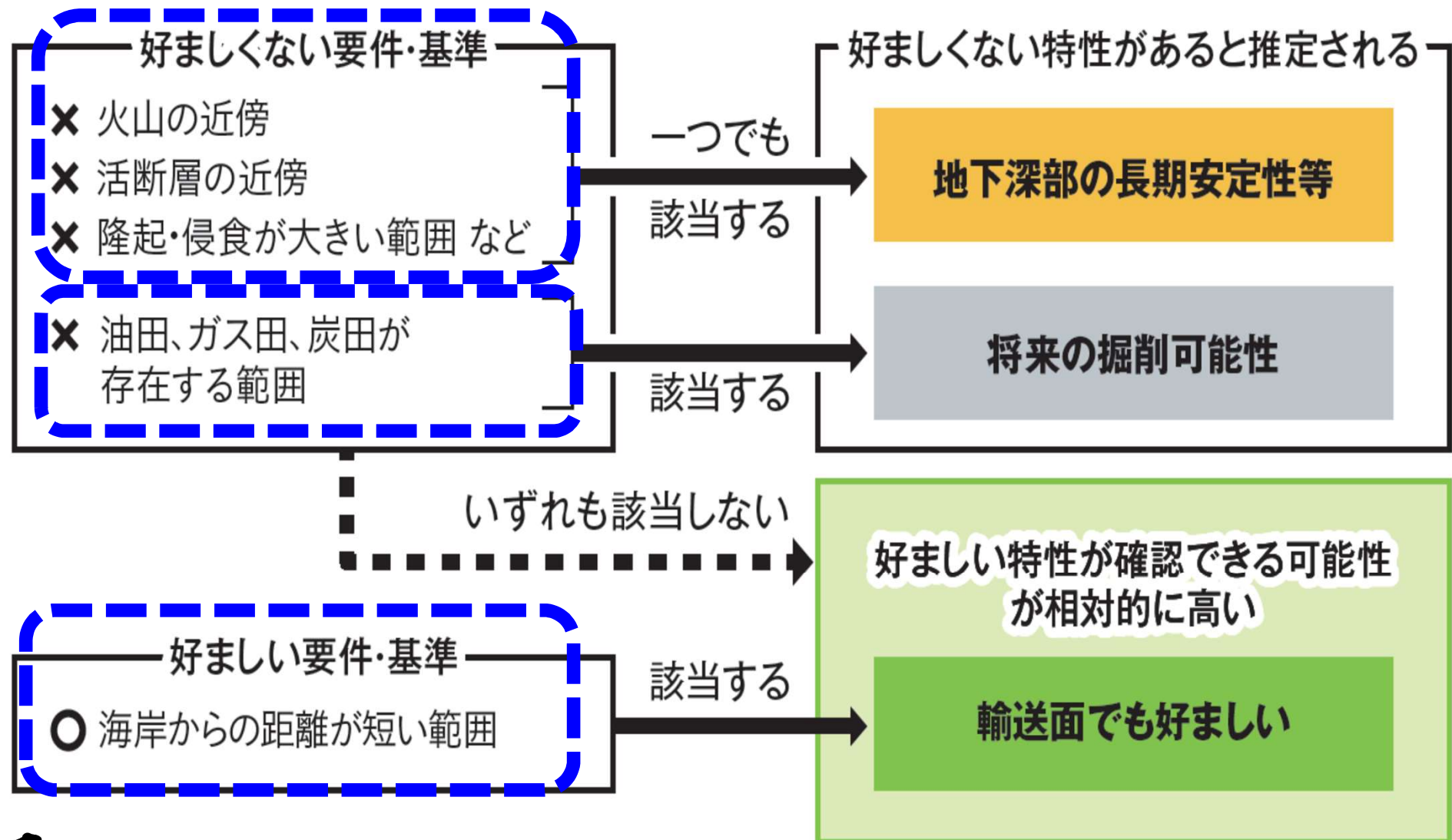
- ・地球科学的・技術的観点から日本全国の地域特性を4区分(色)で示す
- ・土地確保の容易性など社会的条件は含めない



「科学的特性マップ」の概要は？

地球科学的・技術的観点から日本全国の地域特性を4区分(色)で示す

※土地確保の容易性など社会的条件は含めない



処分地選定プロセスと文献調査の位置付けは？

- 最終処分法では、概要調査（ボーリング調査）、精密調査（地下施設における調査）を経て、最終処分地を選定する方針。
- 概要調査を実施するかどうかの検討材料を集めるために、あらかじめ文献調査（資料による調査）

寿都町、
神恵内村
玄海町



電源立地交付金
(金額は地点毎)

文献調査段階
期間最大
20億円
(単年度最大10億円)

概要調査段階
期間最大
70億円
(単年度最大20億円)

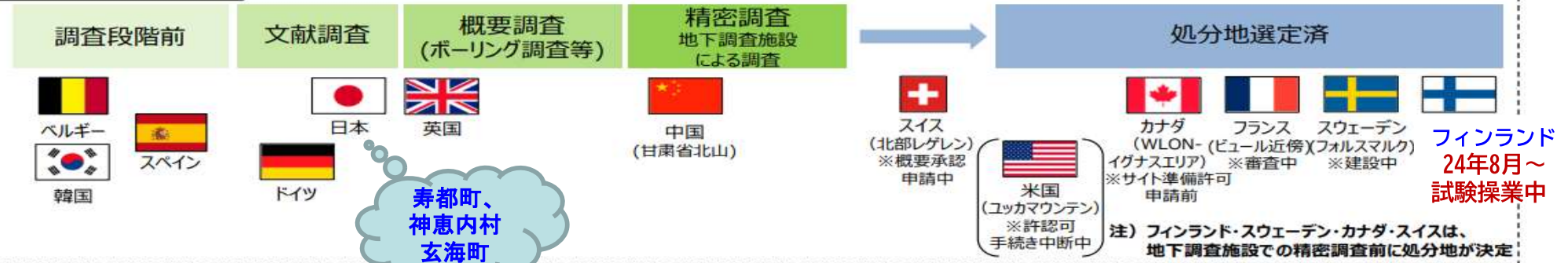
精密調査段階以降は
今後制度化を検討

最終処分に関する諸外国の取り組み状況

●24年8月より世界で初めてフィンランドで試験操業が開始

世界で唯一建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分を決めてから30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解を重ねてきた

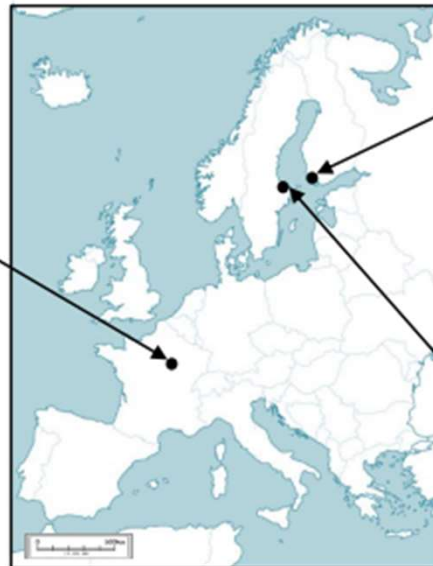
諸外国の状況



フランス (ビュール地下研究所近傍)



- ◆ ムーズ県とオート＝マルヌ県の県境に立地予定
- ◆ 処分場建設予定地の主な6自治体 (約90km²) の人口は600 人程度、農業が主要産業



フィンランド (エウロキ)



- ◆ 人口：約9400人
- ◆ オルキルト原子力発電所が立地
- ◆ 原子力発電がエウロキ市の主要産業

スウェーデン (エストハンマル)

(注) 写真はSKB社作成イメージ図

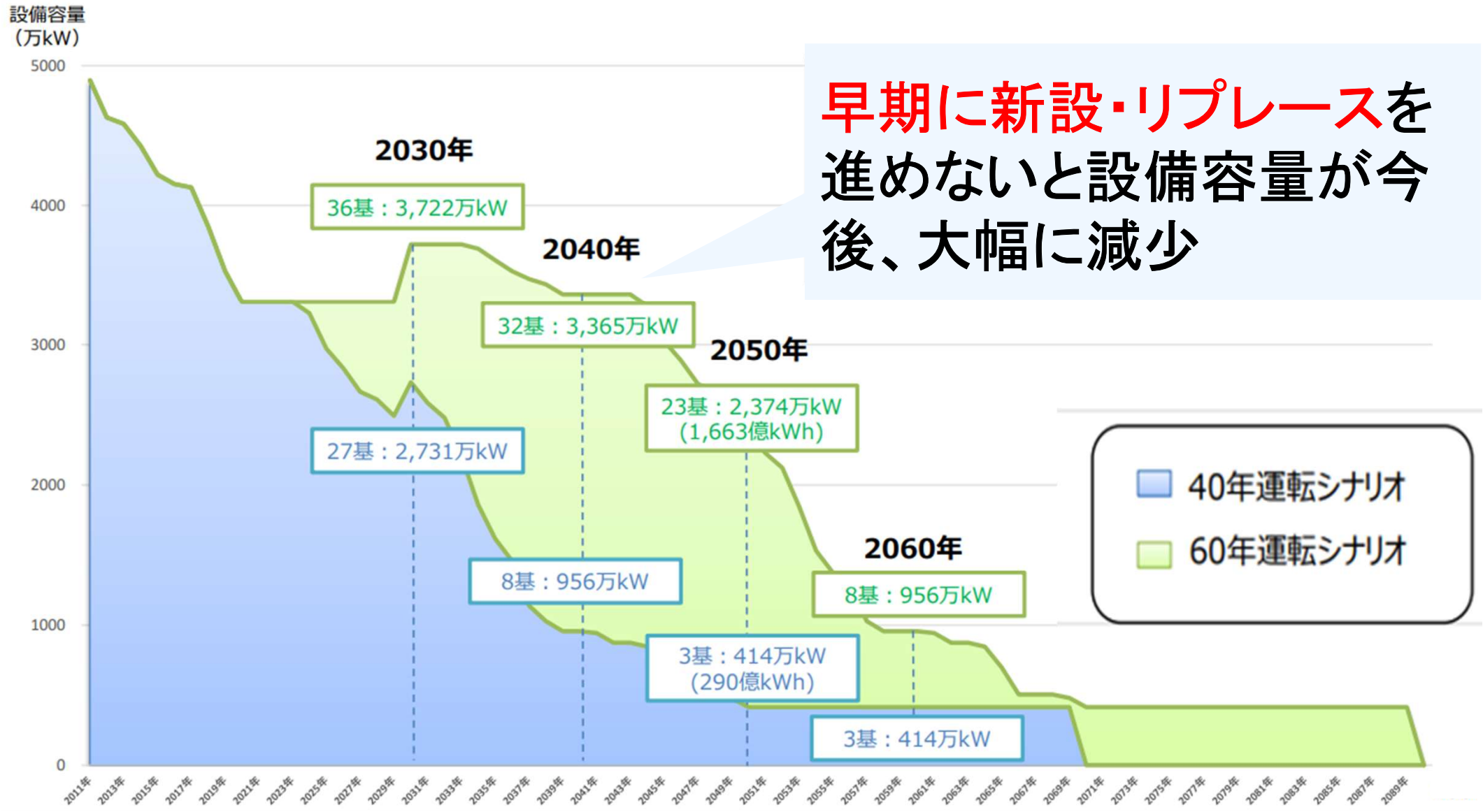


- ◆ 人口：約22000人
- ◆ フォルスマルク原子力発電所が立地
- ◆ 沖合には群島が数多く広がっており、避暑地や観光地としても有名

補足資料

将来の原子力発電設備容量の見通し

- 廃炉が決定されたものを除き、**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。**



今後を考え次世代革新炉の開発・建設の具体化(GX実行会議)

(参考) 革新炉の種類 (各事業者による開発コンセプト)

原子力

革新軽水炉

※現行炉と同じ出力規模



◆ 三菱重工業

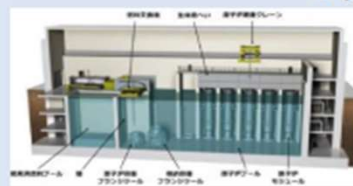
- 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- 受動安全や外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による所外影響の低減

<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)

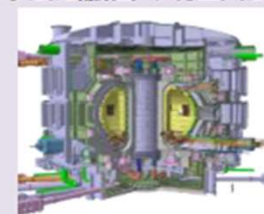
- 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- 高温耐性で炉心溶融なし
- 950℃の熱の利用が可能（水素製造等）

<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



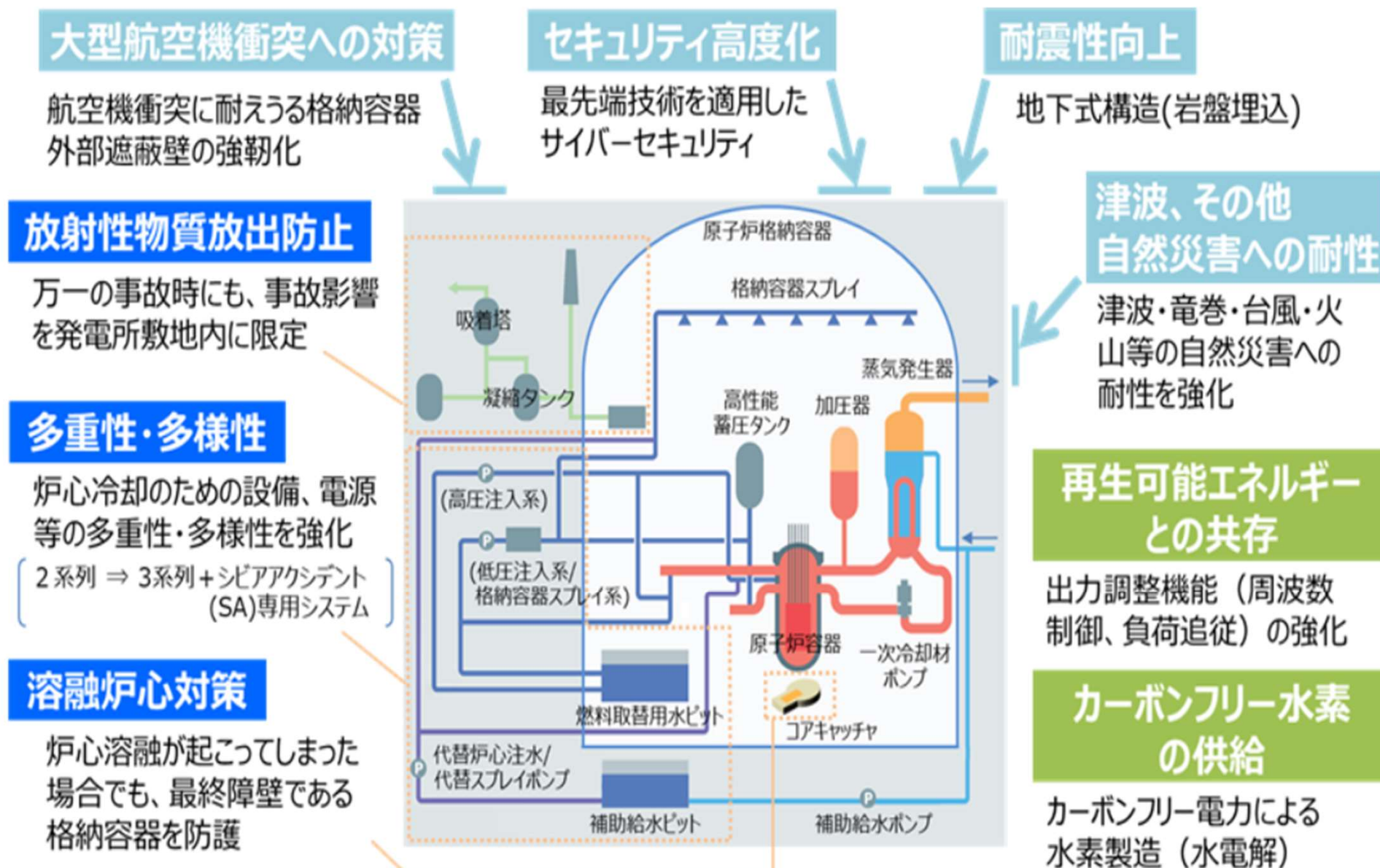
◆ 実験炉：ITER

- 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

革新軽水炉のイメージ

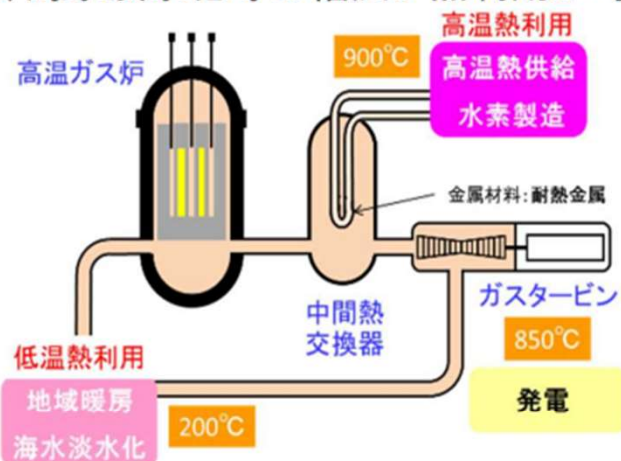


三菱革新炉の取組みより(三菱重工提出)

高温ガス炉の特徴について

多様な熱利用

- 950℃の高温熱を供給可能で、水素製造、発電、海水淡水化等の幅広い熱利用が可能。



優れた安全性

- 軽水炉のリスク(炉心溶融、水素爆発、大量の放射性物質放出)が福島第一原子力発電所(1F)事故によって強く認識された。
- 原理的には高温ガス炉は1F事故と同様の事故を起こす可能性がない。

セラミックス被覆燃料

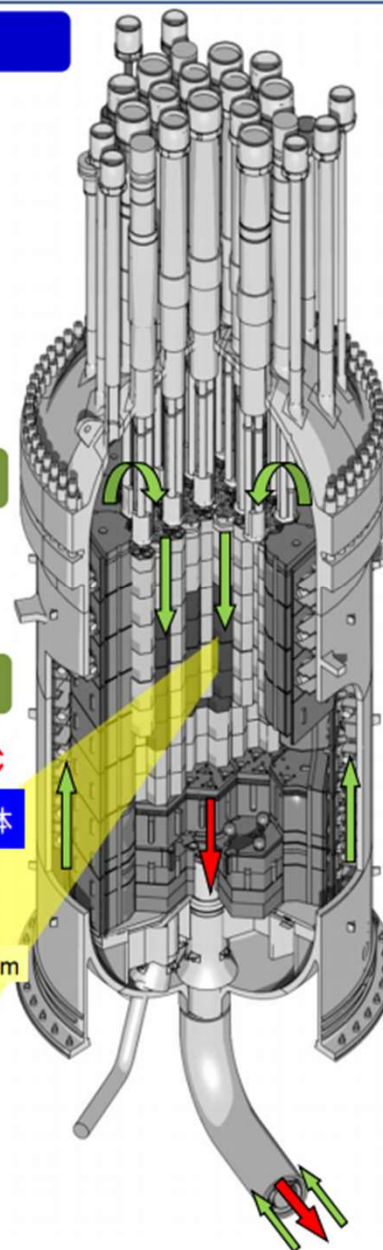
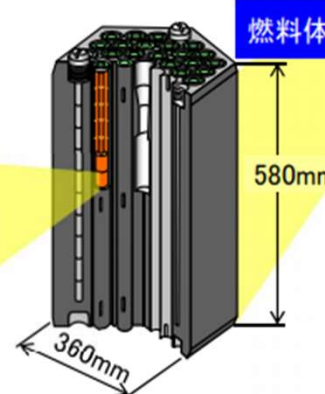
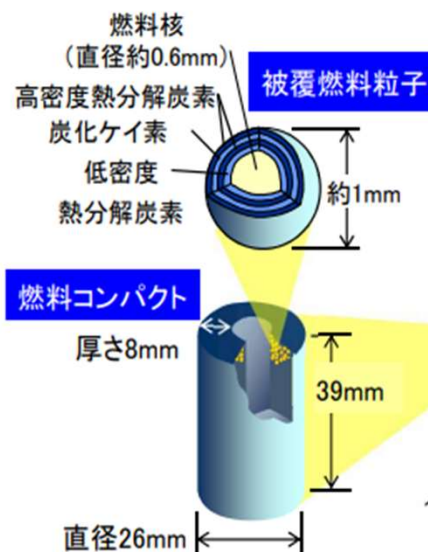
1600℃でも放射性物質を閉じ込める

ヘリウム冷却材

高温でも安定
(温度制限なし)

黒鉛構造材

耐熱温度2500℃



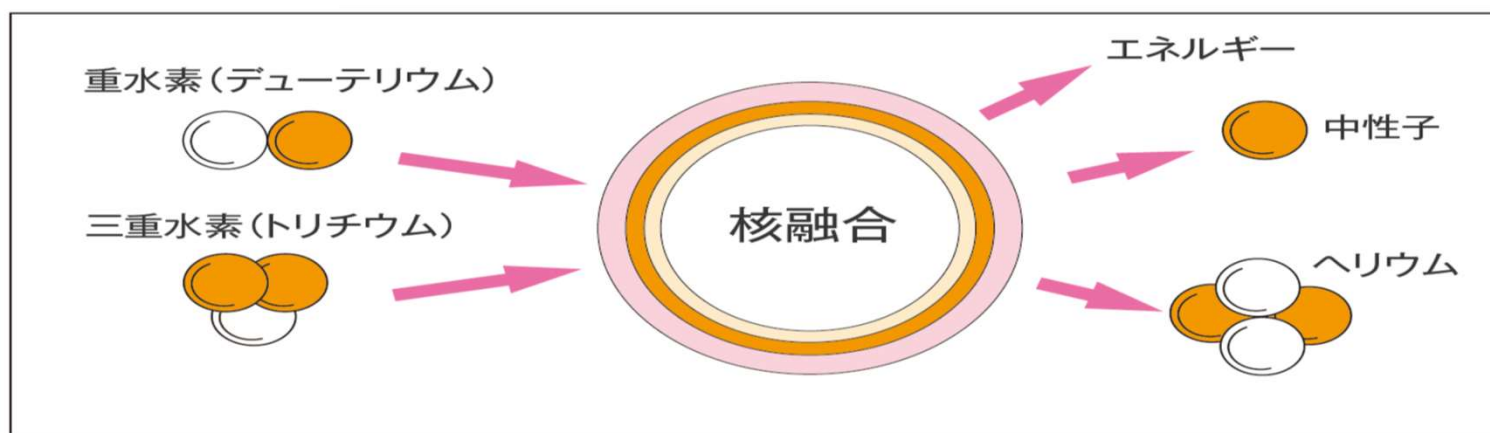
軽水炉との違い

項目	高温ガス炉	軽水炉
電気出力 (熱出力)	～30万kW(中小型) ～600MW	100万kW以上 (大型が主流) 3000MW以上
原子炉出口温度	850℃～950℃	約300℃
原子炉冷却材	ヘリウムガス	軽水
減速材	黒鉛	軽水
燃料型式	セラミック製 被覆燃料粒子	金属製被覆管 (ジルカロイ)
用途	熱利用(水素製造、 高温蒸気、海水淡水 化、地域暖房)、発電	発電

核融合発電とは

核融合発電は2つの軽い原子核(重水素と三重水素)同士をプラズマ状態にし、ぶつけて融合させることでエネルギーを生み出す

核融合の原理

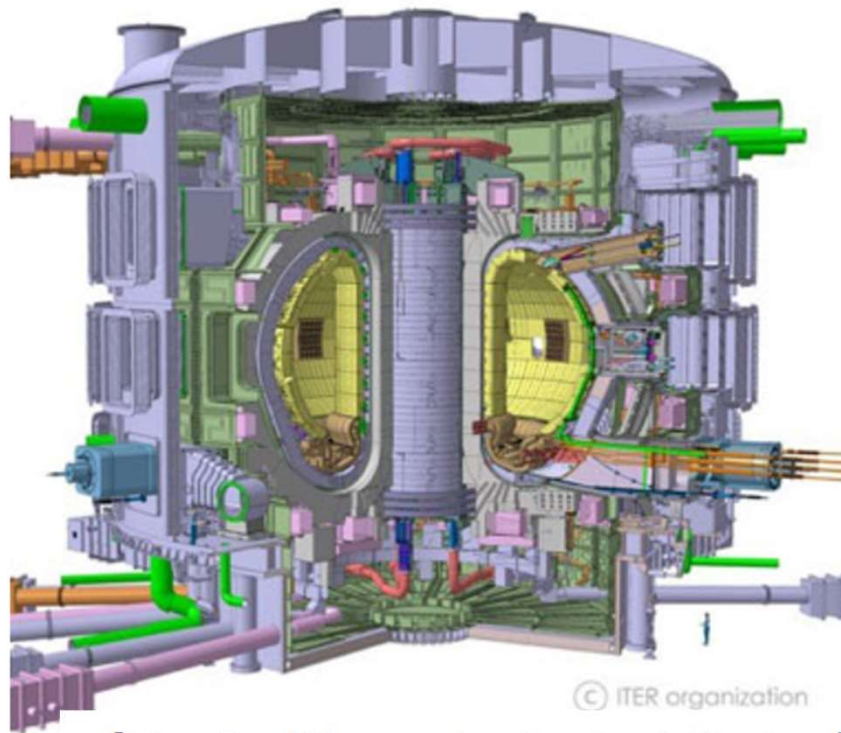


核分裂の原理(通常の原子力発電)

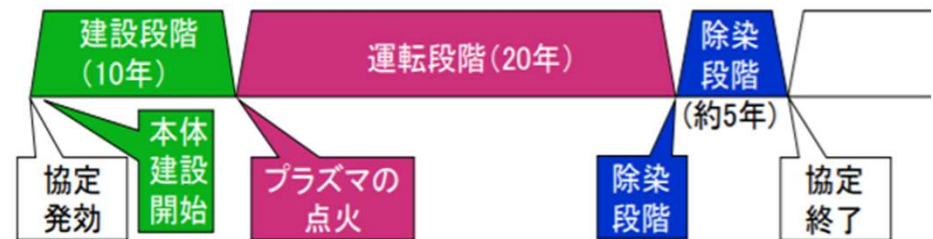


ITER計画 (新エネルギー開発の超大型国際プロジェクト)

- ・人類初の核融合実験炉を実現しようとする超大型プロジェクト
- ・2025年の運転開始(最初のプラズマ)を目指し、**日本・米国・中国・欧州・ロシア・韓国・インドの7極**により実施



© ITER organization

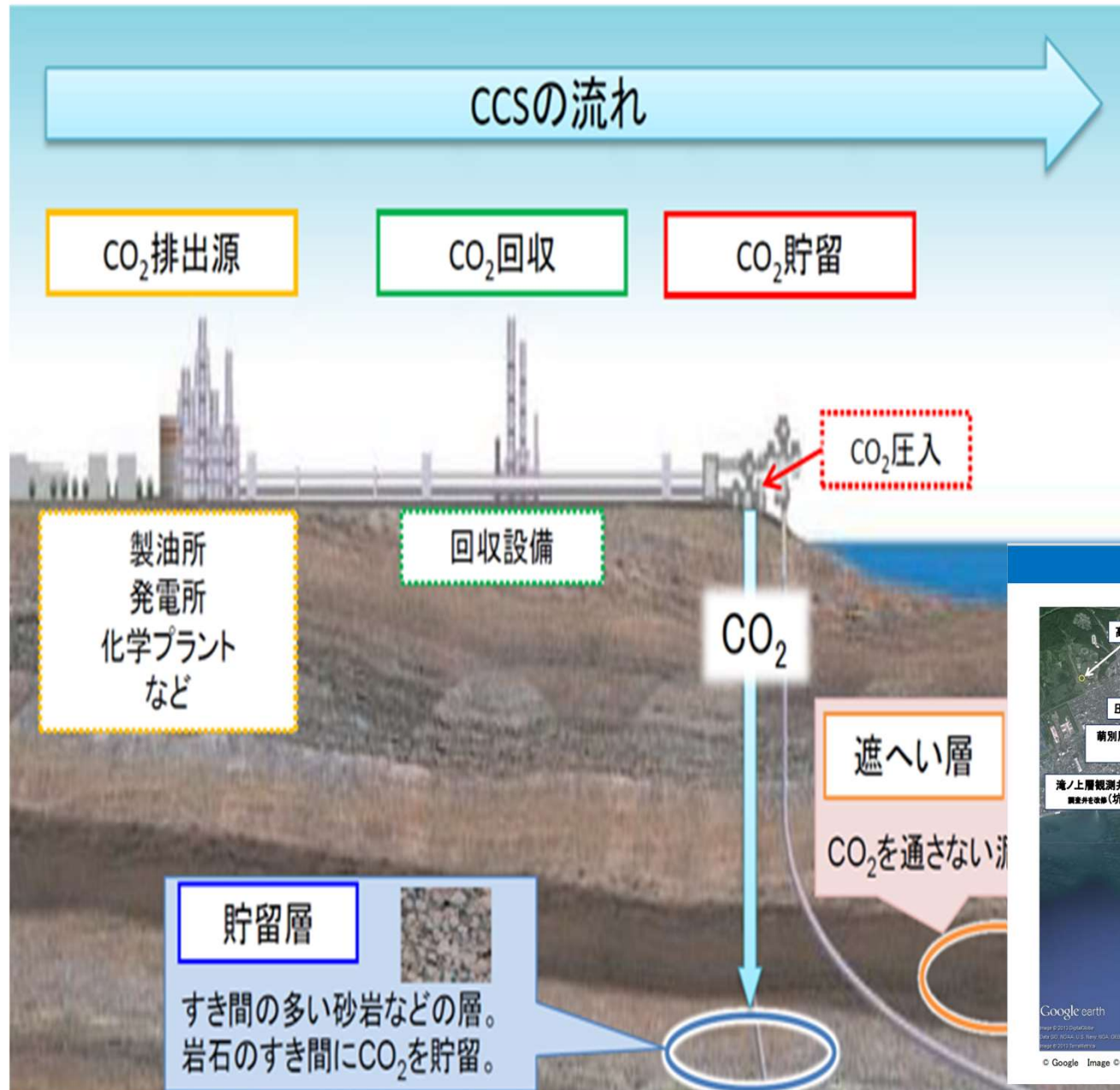


ITER 計画スケジュール

- ・2025年運転開始は**34年ごろに遅れか**
- ・2035年に実際の燃料トリチウムで運転開始予定
- ・実用化は2050年以降？

* 「International Thermonuclear Experimental Reactor (国際熱核融合実験炉)」が「ITER」の語源ですが、現在は「ITER」(イーターと読みます)が正式名称です。

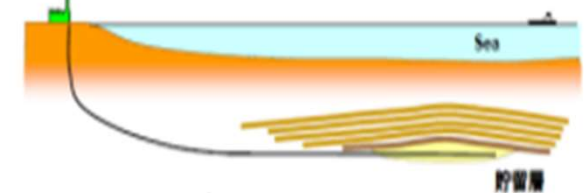
二酸化炭素の回収・貯留 (CCS)



圧入方式

① 陸上からの圧入

※ 二酸化炭素削減技術実証試験事業



② 海上抗口からの圧入

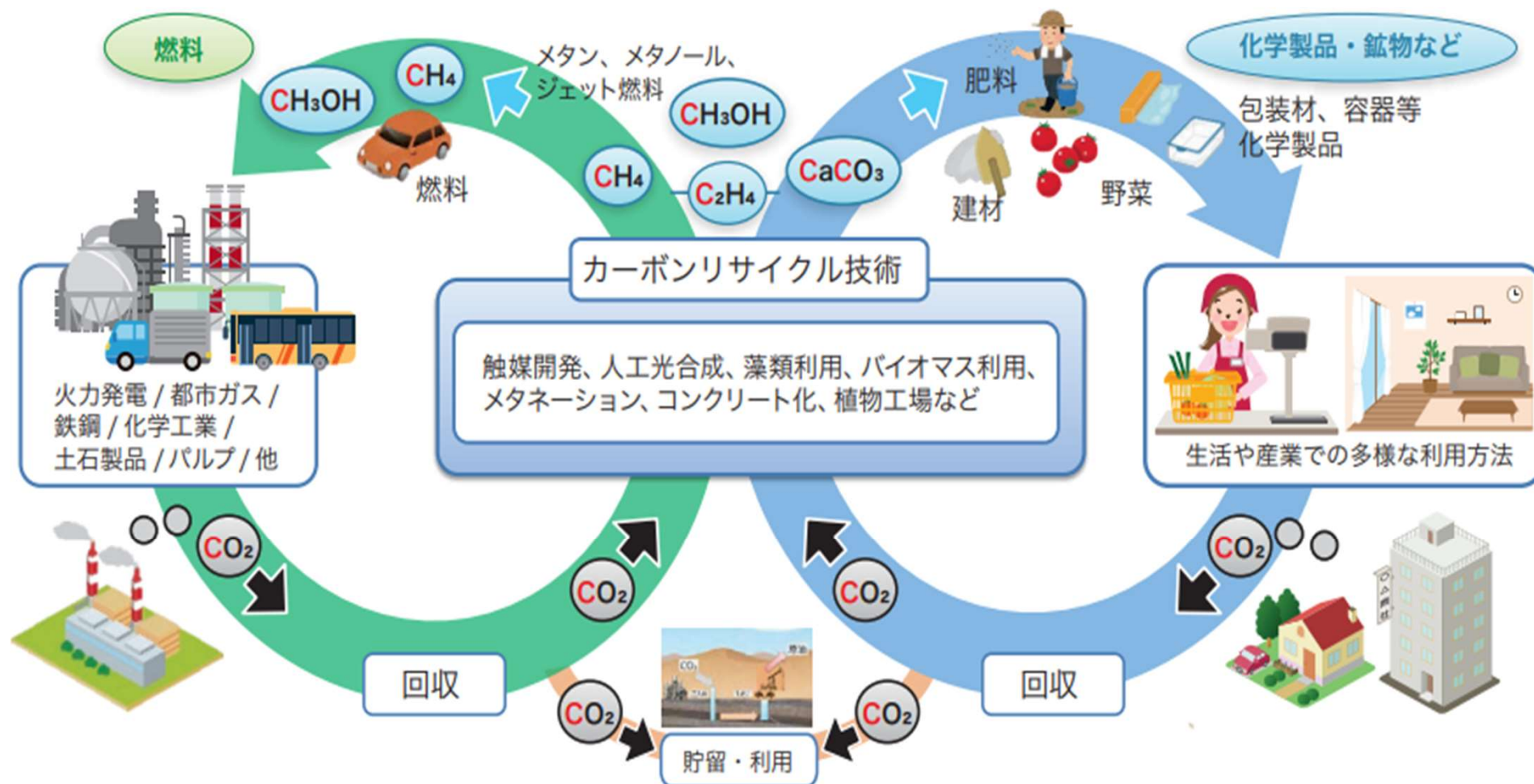
苫小牧実証試験 設備の位置関係



二酸化炭素の再利用(カーボンリサイクル:CCUS)

カーボンリサイクル、CCUS(CO₂の再利用)

CO₂を分離・回収し、コンクリートやプラスチック原料など資源として利用し、大気中へのCO₂排出を抑制していく技術です。



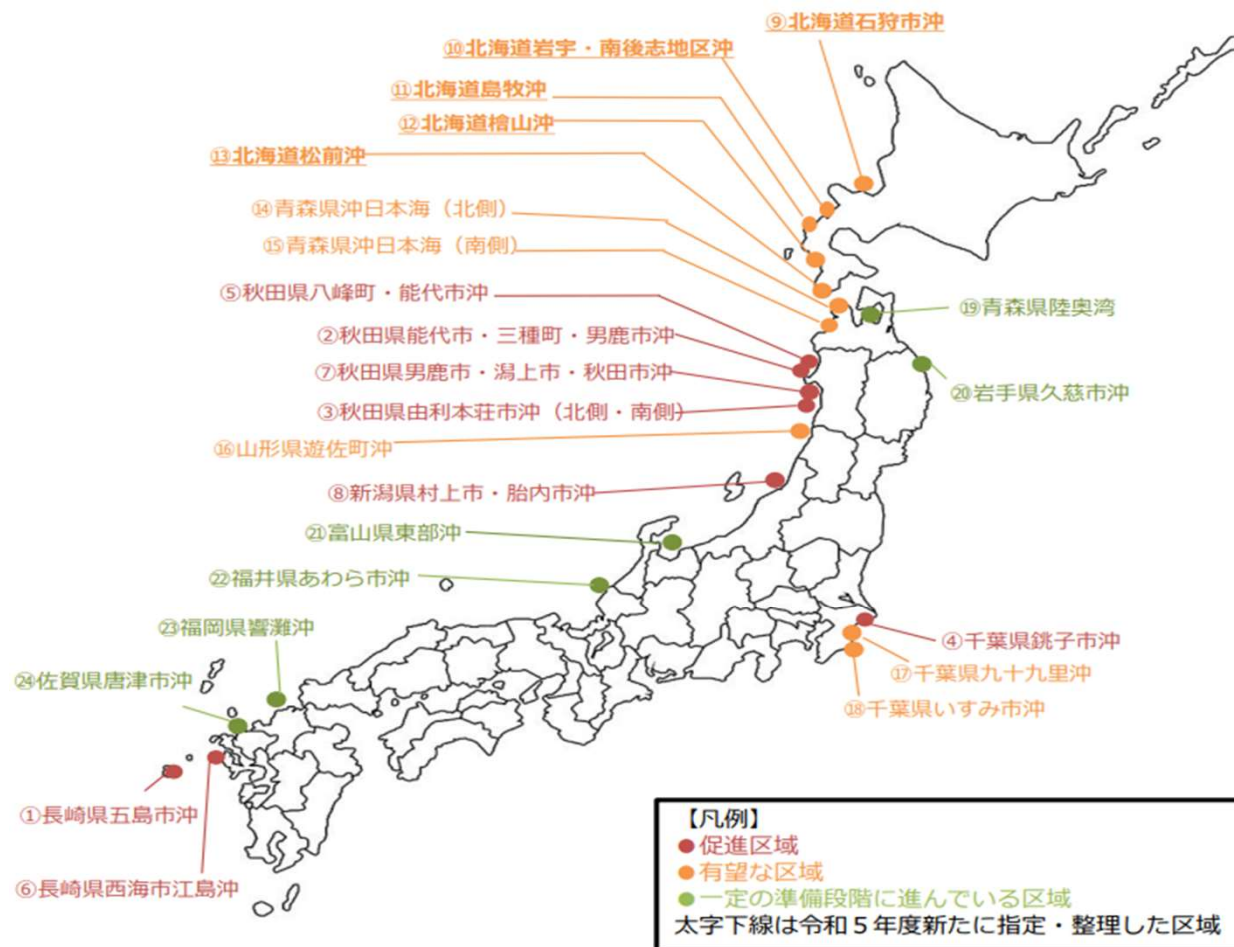
洋上風力発電



図 3.2-10 洋上風力発電施設の適用水深

洋上風力の促進区域、有望な区域

現在の促進区域・有望な区域・準備区域の状況



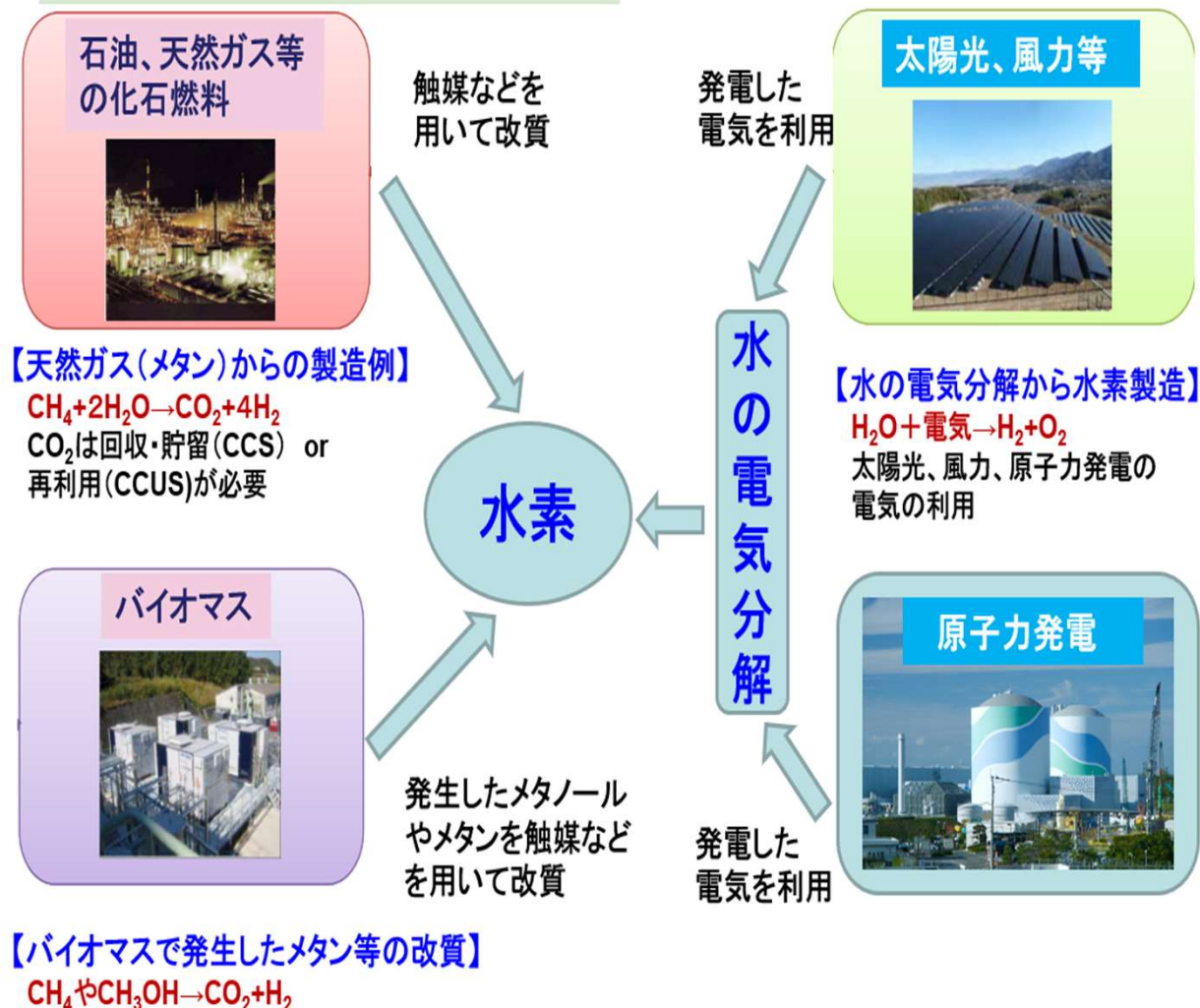
促進区域、有望な区域等の指定・整理状況
(2023年7月1日時点)

区域名	
促進区域	事業者選定済
	①長崎県五島市沖（浮体）
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖
	③秋田県由利本荘市沖
	④千葉県銚子市沖
	事業者選定評価中
	⑤秋田県八峰町能代市沖
	⑥長崎県西海市江島沖
有望区域	⑦秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖
	⑧新潟県村上市・胎内市沖
	⑨北海道石狩市沖
	⑩北海道岩手・南後志地区沖
	⑪北海道島牧沖
	⑫北海道檜山沖
	⑬北海道松前沖
	⑭青森県沖日本海（北側）
	⑮青森県沖日本海（南側）
	⑯山形県遊佐町沖
準備区域	⑰千葉県九十九里沖
	⑱千葉県いすみ市沖
	⑲青森県陸奥湾
	⑳岩手県久慈市沖（浮体）
	㉑富山県東部沖（着床・浮体）
	㉒福井県あわら沖
	㉓福岡県響灘沖
	㉔佐賀県唐津市沖



水素の製造方法と利用例

様々な製造方法(量とコストが課題)



利用



ご清聴有難うございました

2024年5月山中湖平野から撮影



日本原子力産業協会 杉山一弥

お問い合わせ・ご連絡先

一般社団法人 日本原子力産業協会 地域交流部

担当：江尻 寿延（えじり としのぶ）

電子メール：t-ejiri@jaif.or.jp

ホームページ：<http://www.jaif.or.jp/>

住所：〒102-0084東京都千代田区二番町11-19

興和二番町ビル5階

電話：03-6256-9327（直通）

FAX：03-6256-9310

原子力・放射線利用産業に特化した 企業紹介イベント 原子力産業セミナー2027



27年卒
学生主対象

【東京】新宿NSビル

2025年9月20日（土）

【大阪】グランフロント大阪

2025年9月27日（土）

【福岡】エルガーラホール

2025年10月18日（土）

お問い合わせ先：(一社)日本原子力産業協会 人材育成部

E-mail : jinzai@jaif.or.jp



発電量を確保せよ！ エネルギーミックスを極めるボードゲーム

販売中



QRコード（上）あるいはURL（下）を展開いただくと
お申込み画面に移動します！

<https://www.jaif.or.jp/inf/publication/electronation>

このゲームの特徴

- 国の産業や国民の生活に必要な電源開発のプロセスを理解できる
- 各電源のメリット・デメリットを知ることができる
- 遊びながらエネルギーミックスのポイントが学べる
- プレイして楽しい！

プレイ人数：2人～5人

プレイ時間：60分～90分

対象年齢：12歳以上

本体価格：4,950円（税込・送料別）

一般社団法人
日本原子力産業協会
地域交流部



YouTube



電気事業連合会 地層処分movie『地上の話 地下の話』
<https://www.youtube.com/watch?v=waay6GGWgvA>