

# 原子力発電の現状と今後の展望

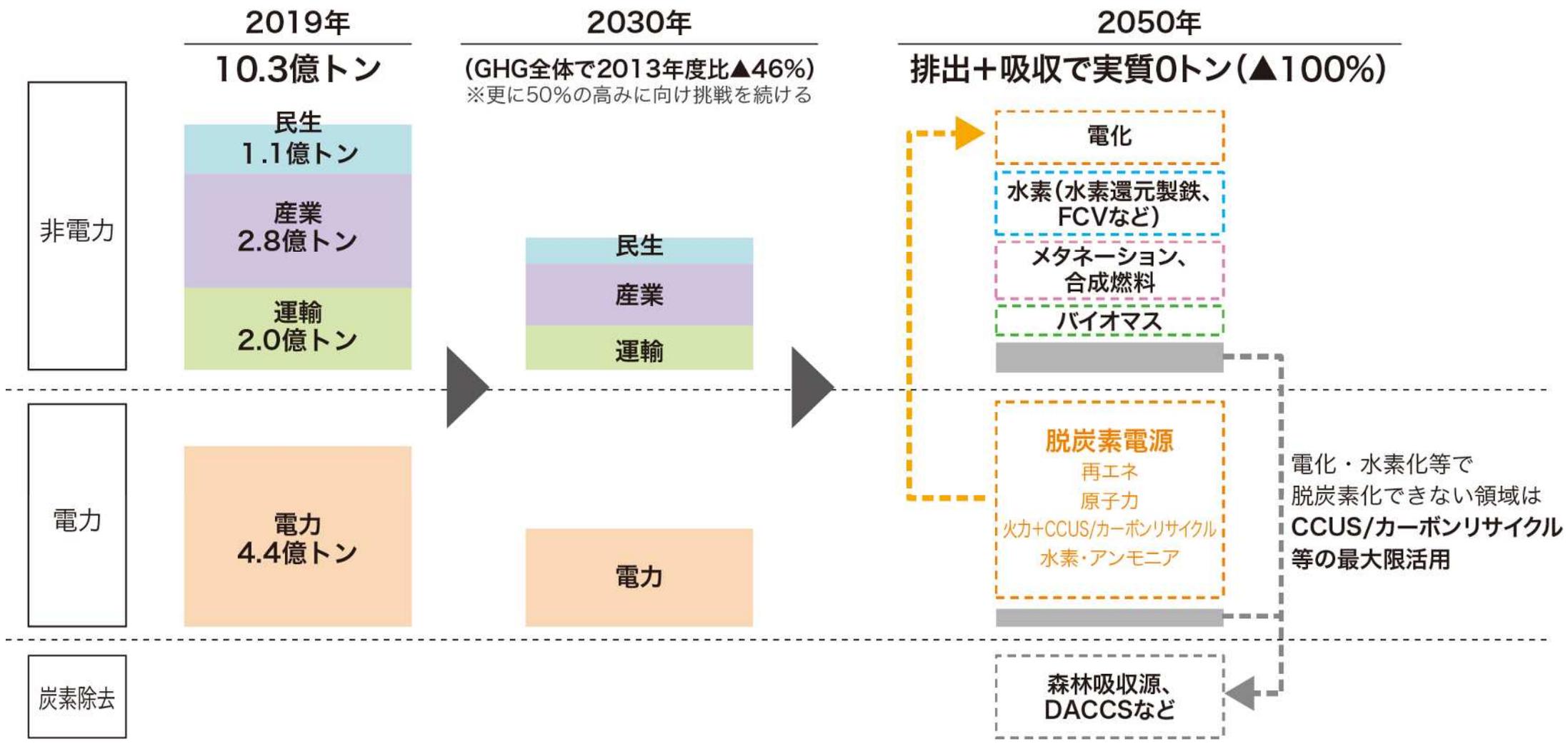
2023年 10月17日

関西電力株式会社

- 1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～**
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
3. 安全性向上の取組み
4. 運転期間の制度見直しの動向
5. 廃止措置に向けた取組み
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
7. 新增設・リプレースの取組み

# 2050年カーボンニュートラル実現に向けた取り組み

○ 世界的に温室効果ガスの削減に取り組んでおり、日本としても2030年までに2013年度比46%削減、2050年カーボンニュートラル（排出+吸収で実質0トン）を目指している。



【出典】資源エネルギー庁発行パンフレット「日本のエネルギー 2021年度版」

GHG(Green House Gas): 温室効果ガス      FCV: 燃料電池自動車      メタネーション: CO2と水素からメタンを合成する技術  
CCUS(Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage): 二酸化炭素の回収・有効利用・貯留      カーボンリサイクル: CO2を資源として素材や燃料に再利用する取組  
DACCS (Direct Air Capture with Carbon Storage): 大気中にすでに存在するCO2 を直接回収して貯留する技術

- 日本はエネルギー資源のほとんどを輸入に頼っており、エネルギー供給を考える上で環境のみを考慮するわけにはいかない。
- 我々の生活に不可欠なエネルギーや電気を安定して確保するためには、エネルギーの自給率を高めると同時に、経済性や環境保全も考慮したバランスのよい発電方式を組み合わせること（「エネルギーミックス」）が必要。
- これに伴い、「安全性」を大前提とした「エネルギーの安定供給」、「経済効率性」、「環境適合性」からなる「S + 3 E」が大事となる。



## Energy Security (自給率)

東日本大震災前(約20%)を更に上回る  
30%程度を2030年度に見込む(2019年度12.1%)

## Economic Efficiency (電力コスト)

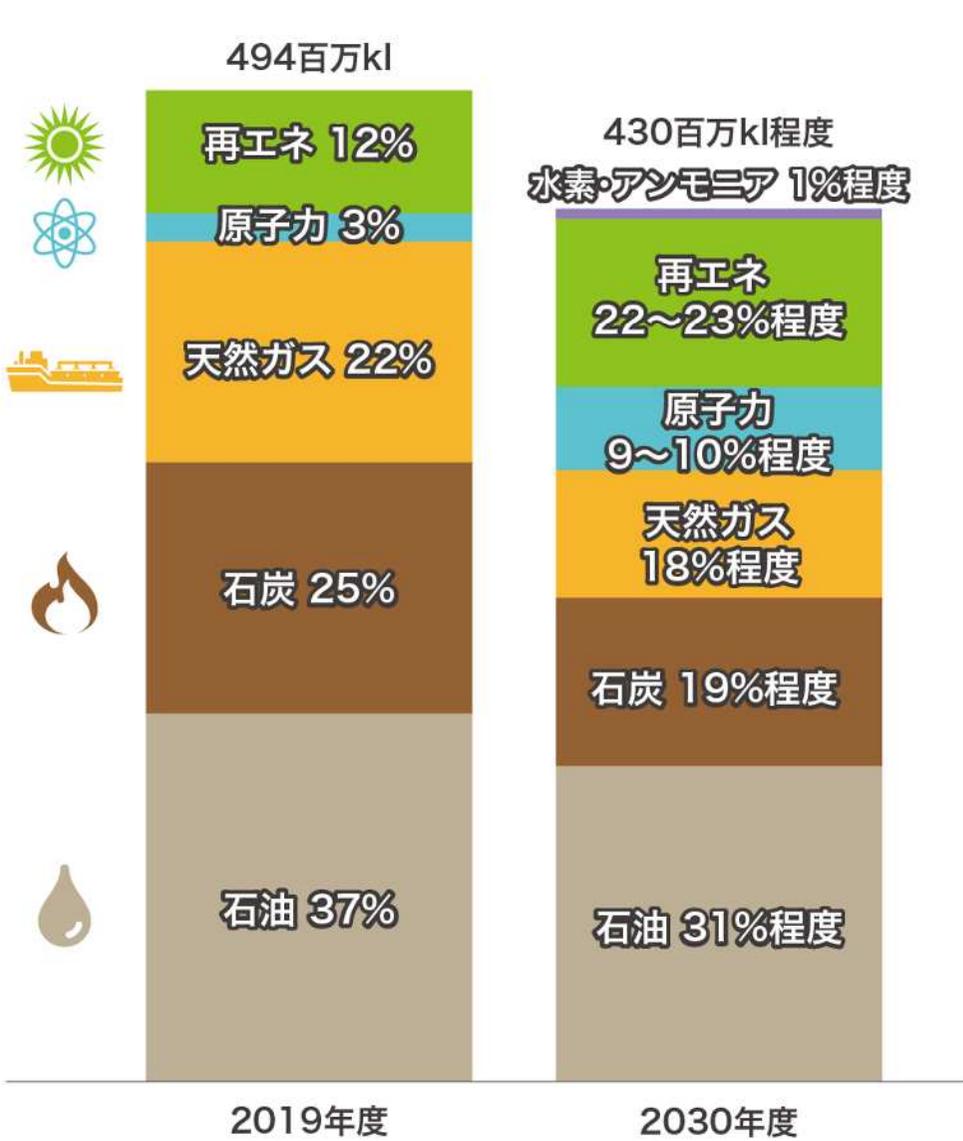
2013年度の9.7兆円を下回る  
2030年度8.6~8.8兆円を見込む

## Environment (温室効果ガス排出量)

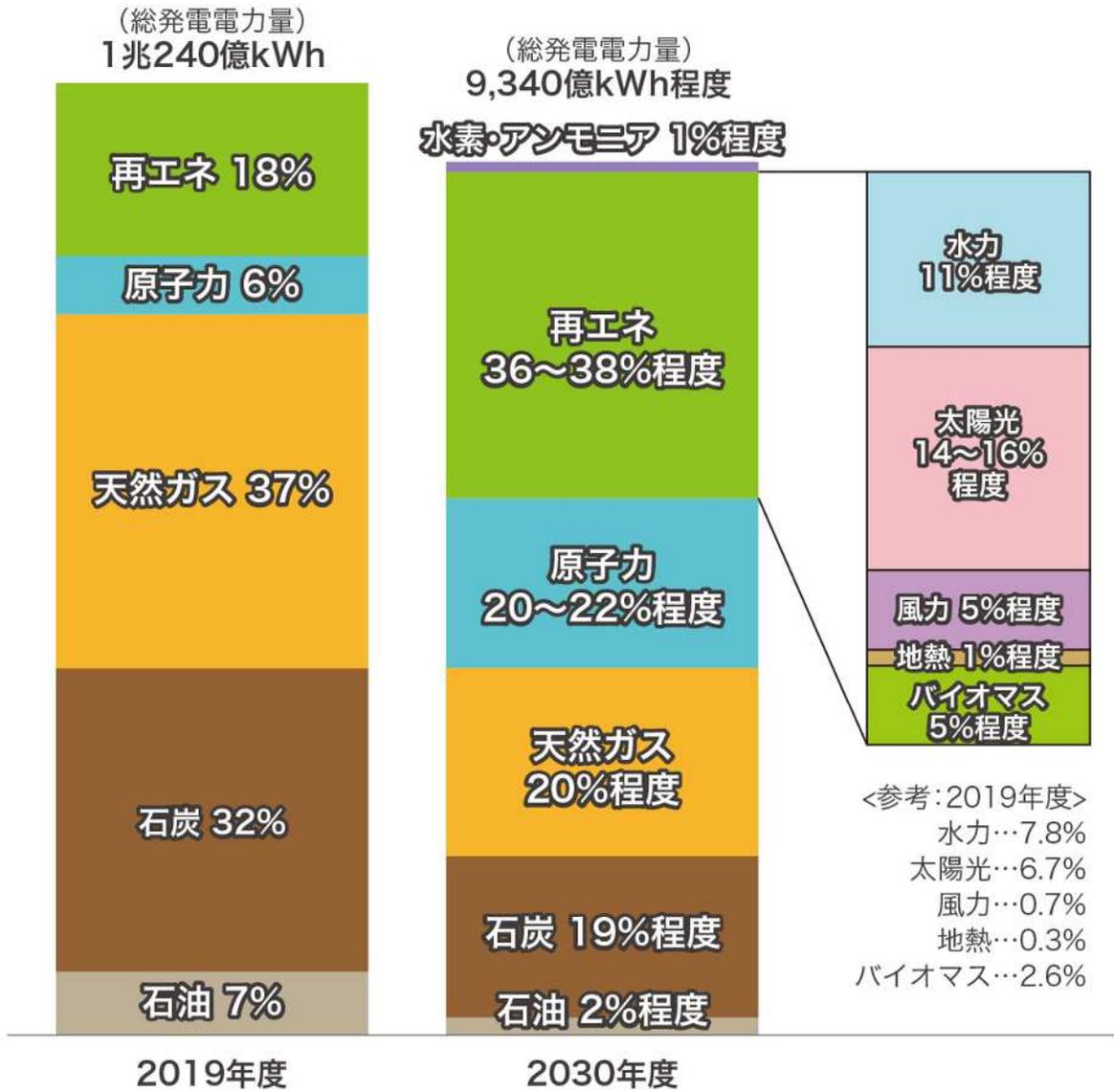
2050年カーボンニュートラルと統合的で野心的な削減  
目標である2030年度に2013年度比▲46%※を見込む

※非エネルギー起源CO<sub>2</sub>等を含む温室効果ガス全体での削減目標

## 一次エネルギー供給



## 電源構成



## ○再エネ比率：2.2→11.9%

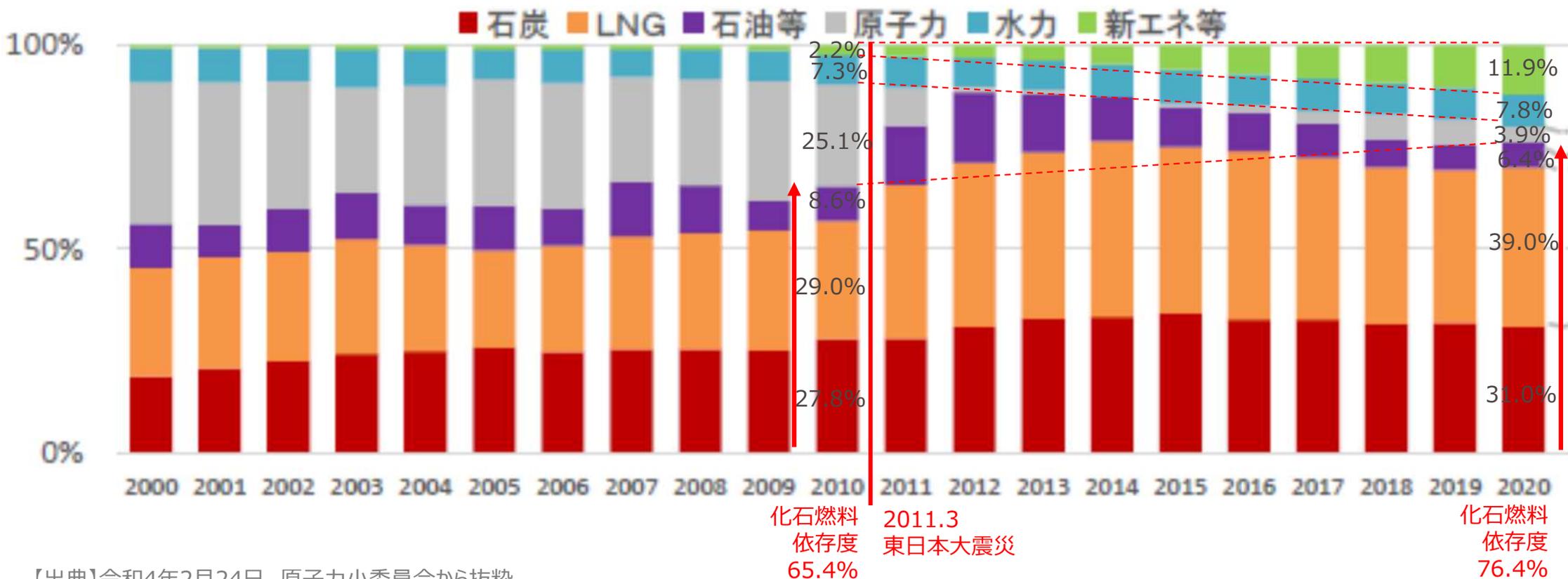
国の固定価格買取制度（FIT）の導入により、再生可能エネルギー（水力除く）の割合が増加

## ○原子力発電比率：25.1→3.9%

原子力の規制強化等の影響により、原子力発電の割合が大幅に減少

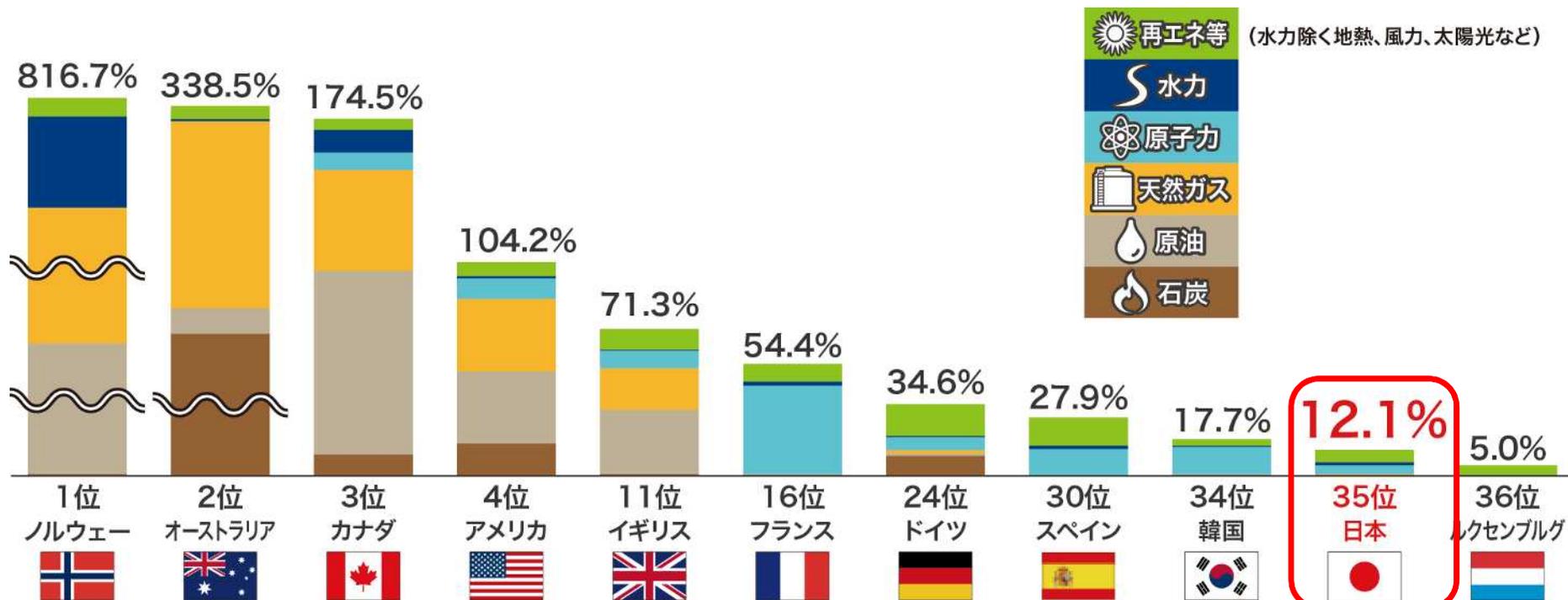
## ○化石燃料依存度：65.4→76.4%

原子力発電の減少を補うため、火力発電の割合が増加

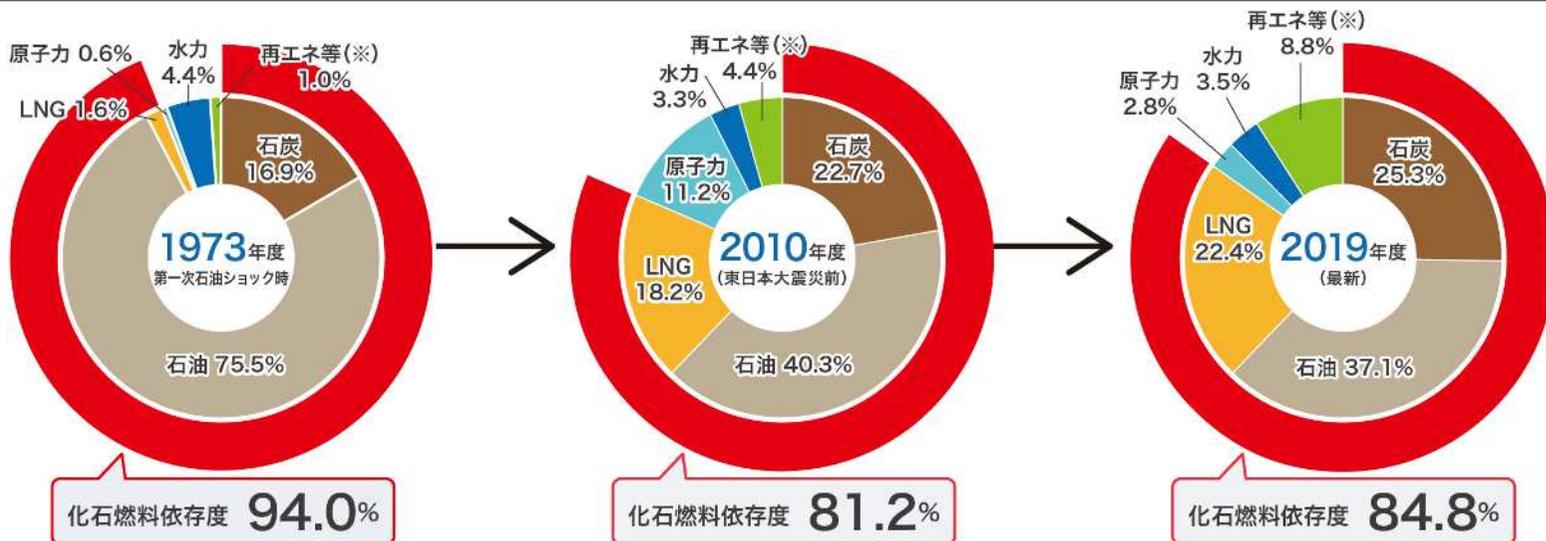


【出典】令和4年2月24日 原子力小委員会から抜粋

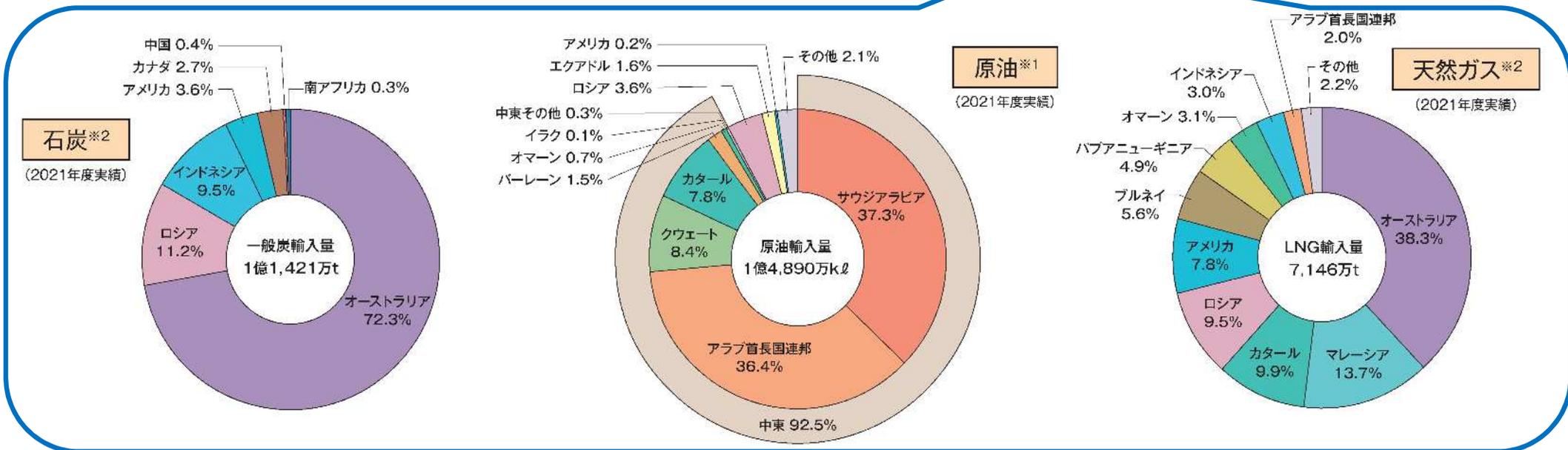
○ 日本のエネルギー自給率はわずか12.1%であり、オイルショック以降、化石燃料への依存度低減に努めてきたが、小資源国との比較でも顕著に低い状況。



○ 原油の中東依存度は未だ高く、ホルムズ海峡閉鎖などの緊急時にはエネルギー供給上の日本の課題や脆弱な供給構造が顕在化することになる。



【出展】資源エネルギー庁発行パンフレット「日本のエネルギー 2021年版」より

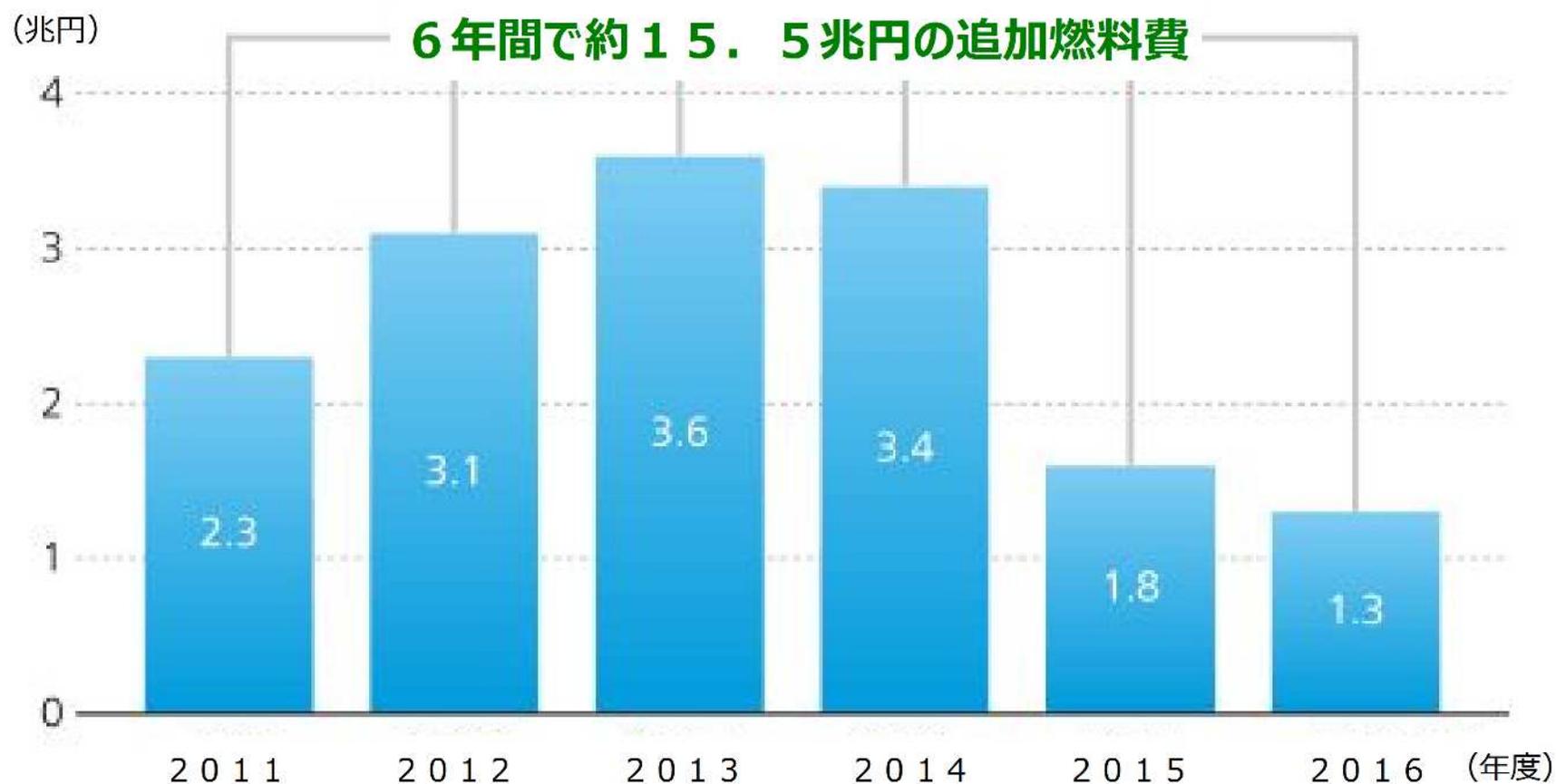


【出展】※1石油連盟統計資料、※2財務省貿易統計より

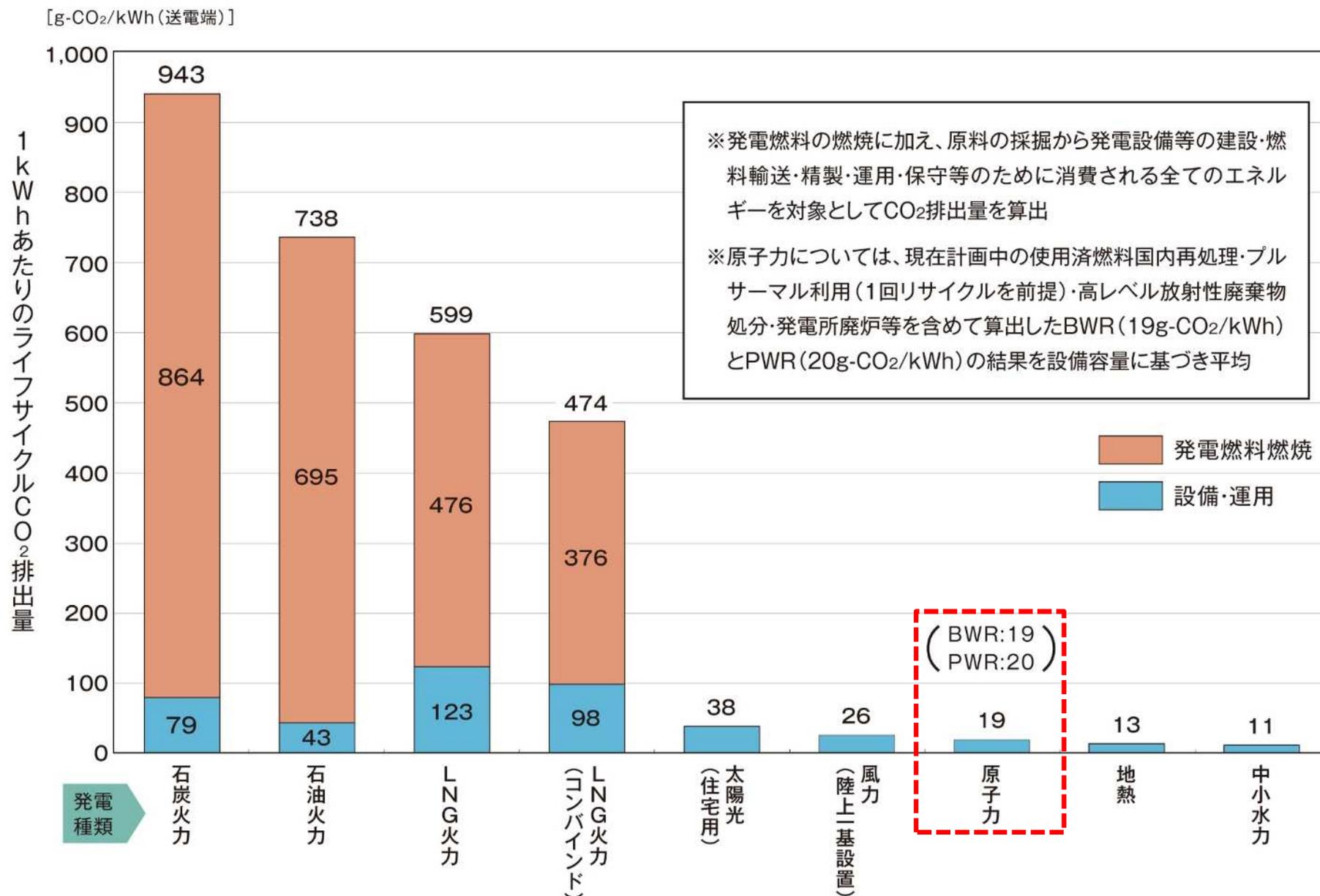
- 2011年に発生した東日本大震災以降、国内の電気料金は顕著に上昇した。
- 主な要因は以下の2つ。
  - 燃料価格による変動  
(コロナ回復見通しによる経済回復、昨今ではウクライナ情勢に伴うLNG価格の上昇。)
  - 再生可能エネルギー (太陽光、風力等) 導入の賦課金の上昇



- 東京電力福島第一原子力発電所の事故後にすべての原子力発電所が停止し、代わって火力発電が大幅に増加した。
- このため、海外から追加の燃料を購入する必要があり、6年間（2011年度から2016年度）で約15.5兆円が海外に流出した。
- なお、2016年度の1.3兆円は、一家族（4人家族）あたり約4万円が輸出国に支払われたことに相当する。



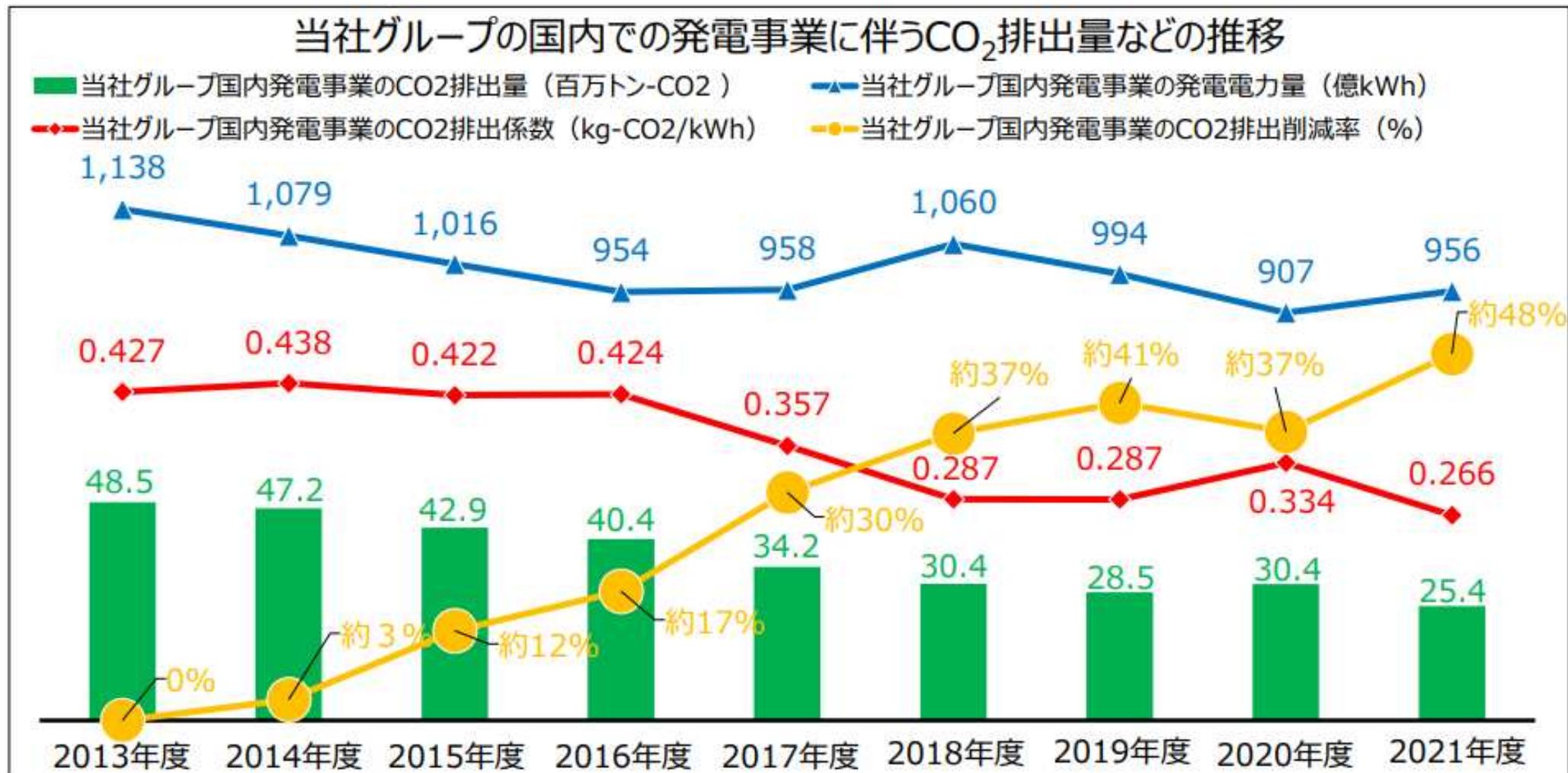
○ 原子力は、発電時にCO<sub>2</sub>を排出しない脱炭素電源と呼ばれている。



【出典】原子力・エネルギー図面集 (一財) 電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量総合評価」より作成

# 【参考】関西電力のCO<sub>2</sub>排出係数の推移

- 当社の2017~2019年度のCO<sub>2</sub>排出係数が大きく改善。
- これは、高浜3,4号機および大飯3,4号機の再稼動が大きく寄与している。



原子力発電所の稼働率

年度	稼働率 (%)
2013年度	10.9%
2014年度	0.0%
2015年度	1.0%
2016年度	0.0%
2017年度	18.0%
2018年度	54.6%
2019年度	48.0%
2020年度	28.0%
2021年度	61.0%

高浜3,4号機、大飯3,4号機の再稼動

参考：2021年度の大手電力のCO<sub>2</sub>排出係数実績（※調整後排出係数）  
 関西電力 0.311kg-CO<sub>2</sub>/kWh、東京電力 0.457kg-CO<sub>2</sub>/kWh、中部電力 0.388kg-CO<sub>2</sub>/kWh、九州電力 0.392kg-CO<sub>2</sub>/kWh

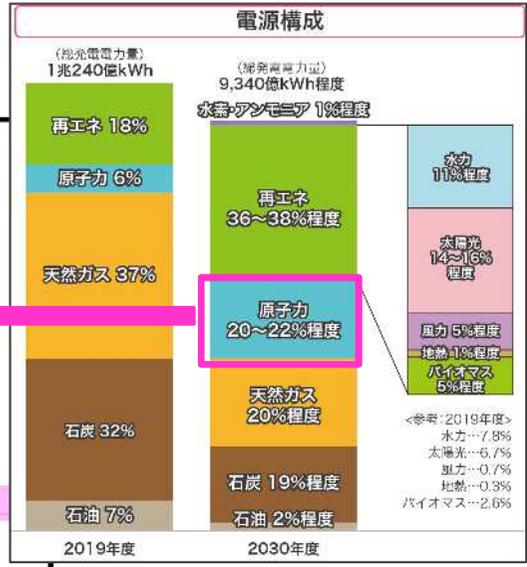
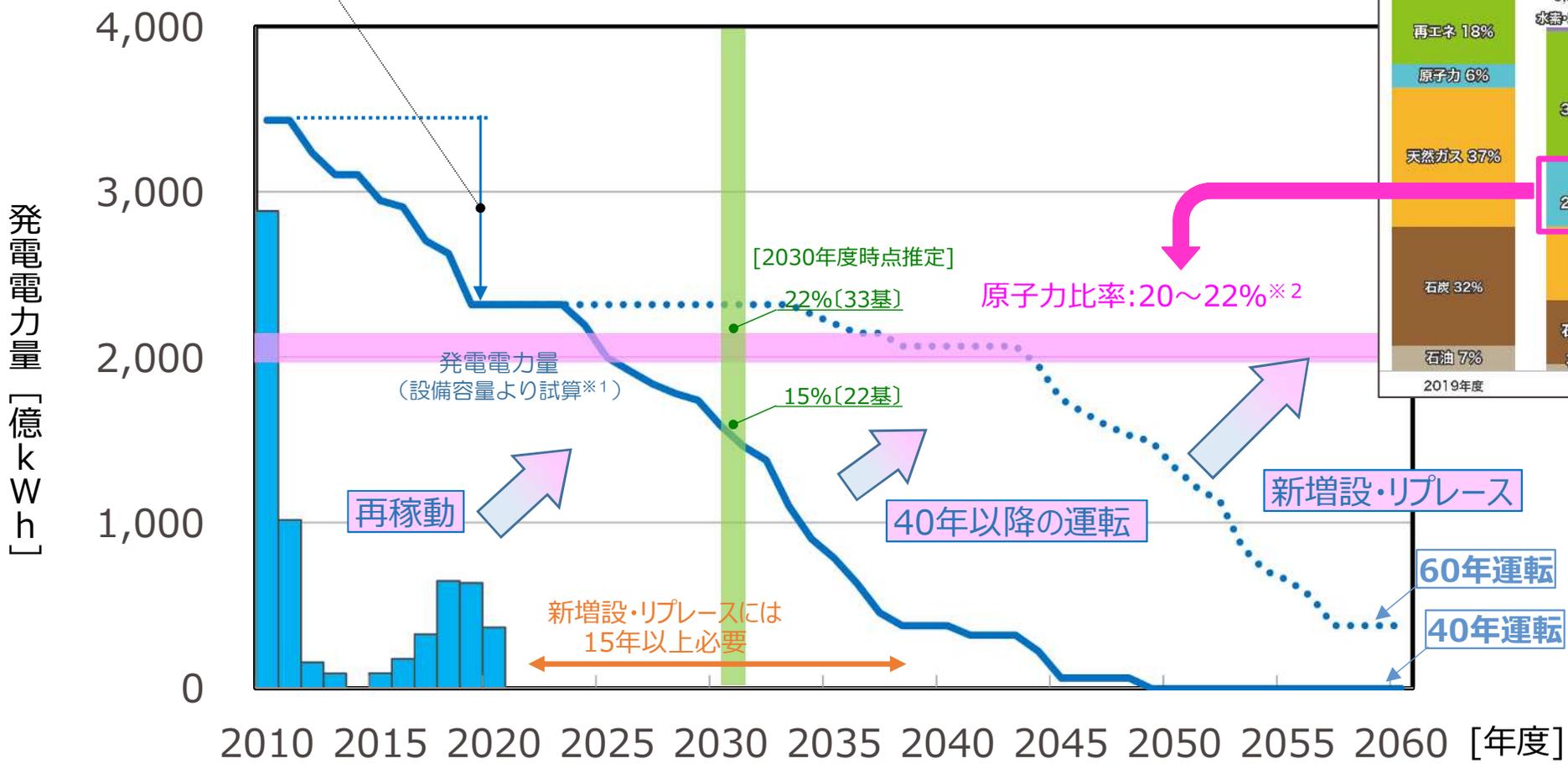
# 原子力発電比率の推移

- 2030年度原子力比率20～22%達成のためには、再稼動および運転期間の延長（40年以降の運転）が必要となる。
- 原子力の人材・技術の確保等の観点から、将来に渡り一定規模の原子力の確保が重要である。（自ずと新增設・リプレースも必要）

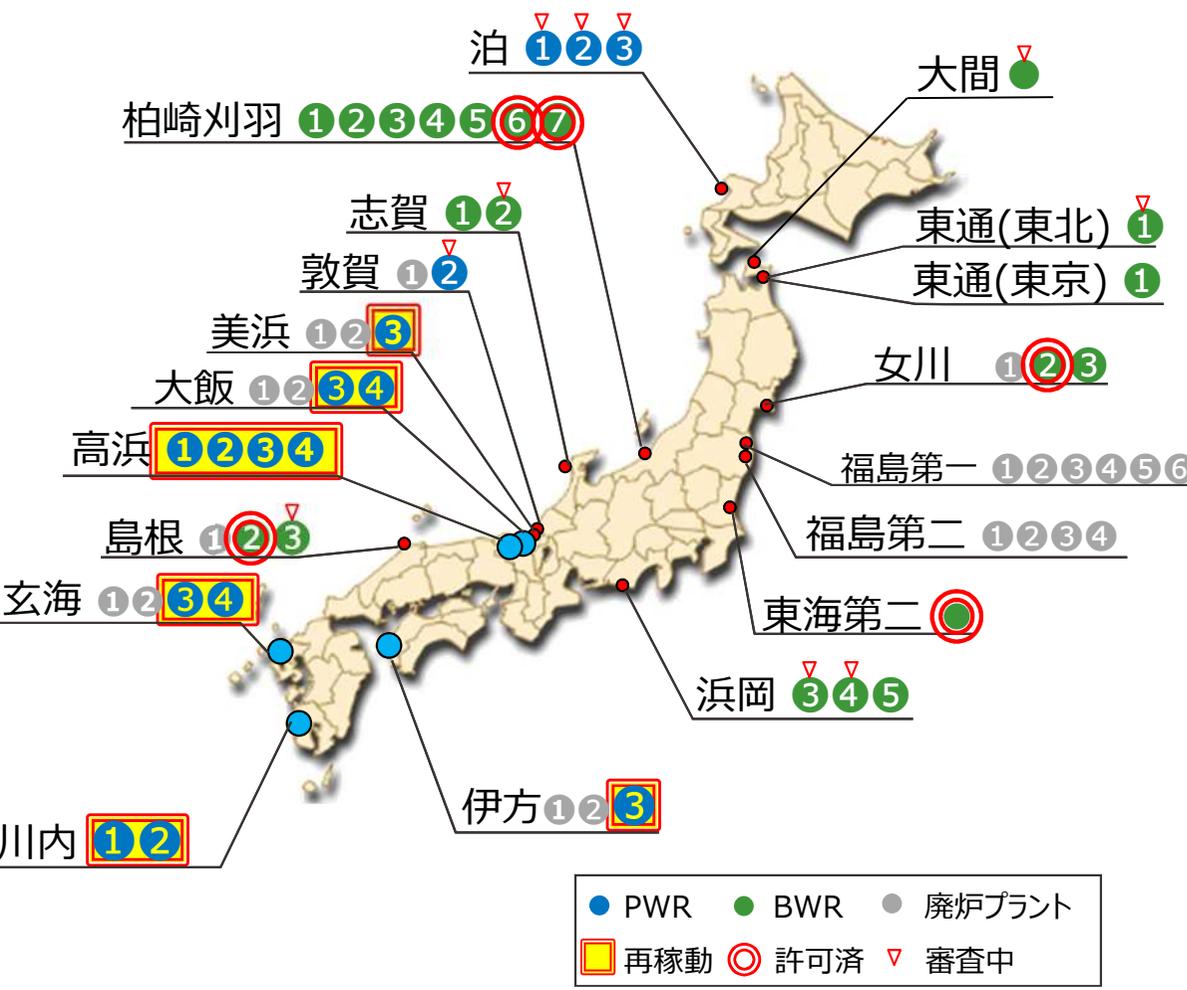
**福島第一原子力発電所事故後の廃炉：計21基**  
 (2022年3月末時点)  
 [参考] 福島第一原子力発電所事故前の廃炉：計3基 (東海、浜岡1,2号機)

※1 設備利用率(想定)：80%  
 ※2 第6次エネルギー基本計画(2021年10月)で示された2030年度における原子力比率  
 (2030年度の総発電電力量は約9,340億kWh)

国のエネルギー基本計画で示されている  
 2030年度のエネルギーミックス



○ 2013年7月の新規制基準施行から9年が経った現在においても、新規制基準に合格したプラントは16基であり、そのうち再稼動を果たしたプラントは12基にとどまっている。



### <再稼動に向けた審査の状況>

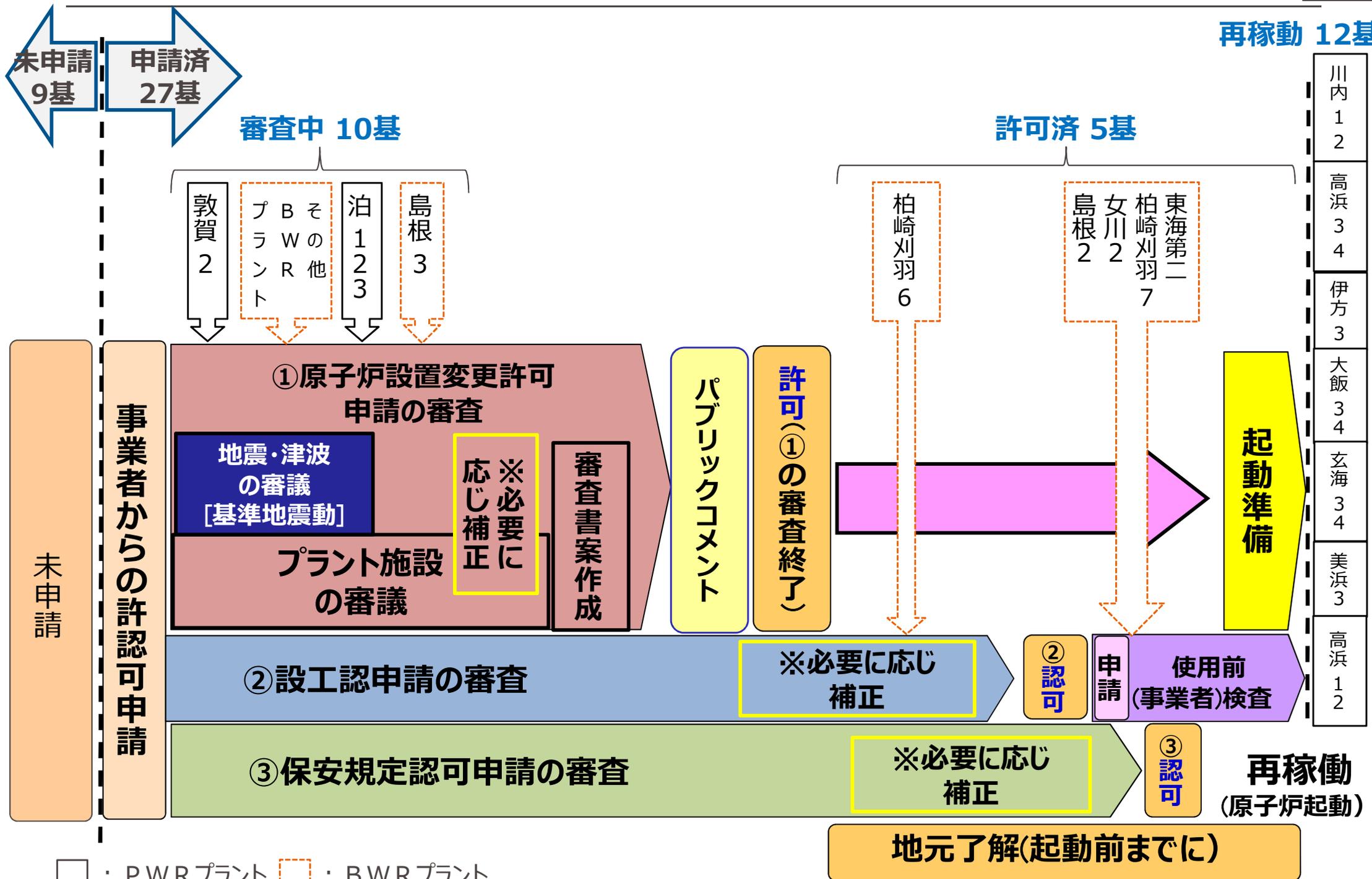
状況	PWR	BWR	合計
再稼動	12基	0基	12基
許可済	0基	5基	5基
審査中	4基	6基	10基
申請済 (a)	16基	11基	27基
未申請 (b)	0基	9基	9基
(a) + (b)	16基	20基	36基

### <震災後の廃炉プラント数>

	PWR	BWR	合計
廃炉	8基	13基	21基

# 国内プラントの審査および再稼働の状況

再稼働 12基



1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
- 2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史**
3. 安全性向上の取組み
4. 運転期間の制度見直しの動向
5. 廃止措置に向けた取組み
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
7. 新增設・リプレースの取組み

## 高浜発電所

## 大飯発電所

## 美浜発電所

号機	定格出力	運転開始
1号機	82.6万kW	1974年11月
2号機	82.6万kW	1975年11月
3号機	87.0万kW	1985年1月
4号機	87.0万kW	1985年6月

号機	定格出力	運転開始
1号機	2018年3月運転終了 (117.5万kW)	
2号機	2018年3月運転終了 (117.5万kW)	
3号機	118.0万kW	1991年12月
4号機	118.0万kW	1993年2月

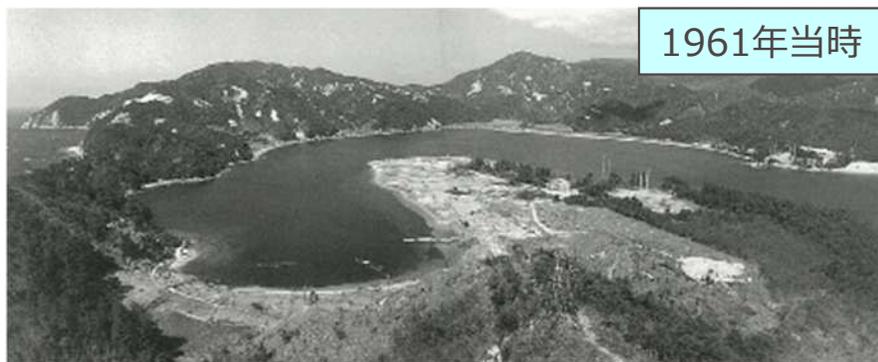
号機	定格出力	運転開始
1号機	2015年4月運転終了 (34.0万kW)	
2号機	2015年4月運転終了 (50.0万kW)	
3号機	82.6万kW	1976年12月



<その他の関西電力の原子力技術者の職場>

大阪本店、東京支社、国内外関係機関（電気事業連合会、WANO東京センター、原子力安全技術協会、国際原子力機関(IAEA)等）

- 1962年 6月 美浜町議会 発電所誘致を決議
- 1967年 5月 丹生大橋完成 1号機建設工事着工
- 11月 P R館完成
- 1968年 10月 2号機建設工事着工
- **1970年 8月 1号機万博会場へ1万kWの初送電**
- 11月 1号機営業運転開始
- 1972年 7月 2号機営業運転開始、3号機建設工事着工



1961年当時

1970年8月8日  
出力1万kWの「原子の灯」を  
大阪万博会場に試送電

本日、関西電力の美浜  
発電所から 原子力の  
電気が万国博会場に試  
送電されてきました。



1号機の建設工事



- 美浜1号機が1970年に運転を開始。
- 以降、高浜発電所、大飯発電所においても運転を開始。

福井の地で、当社原子力発電所は、50年の歴史があります。

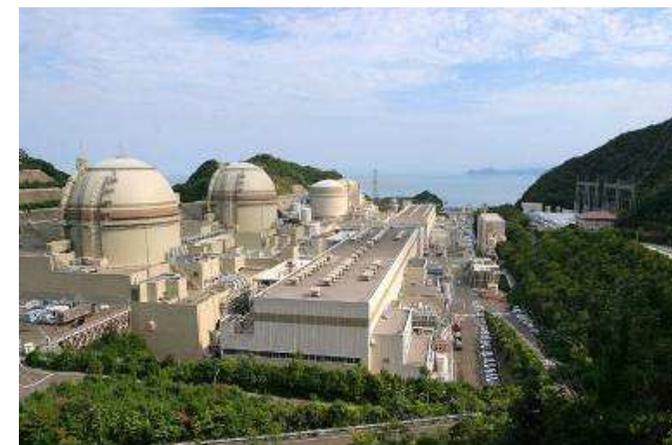
美浜発電所



高浜発電所

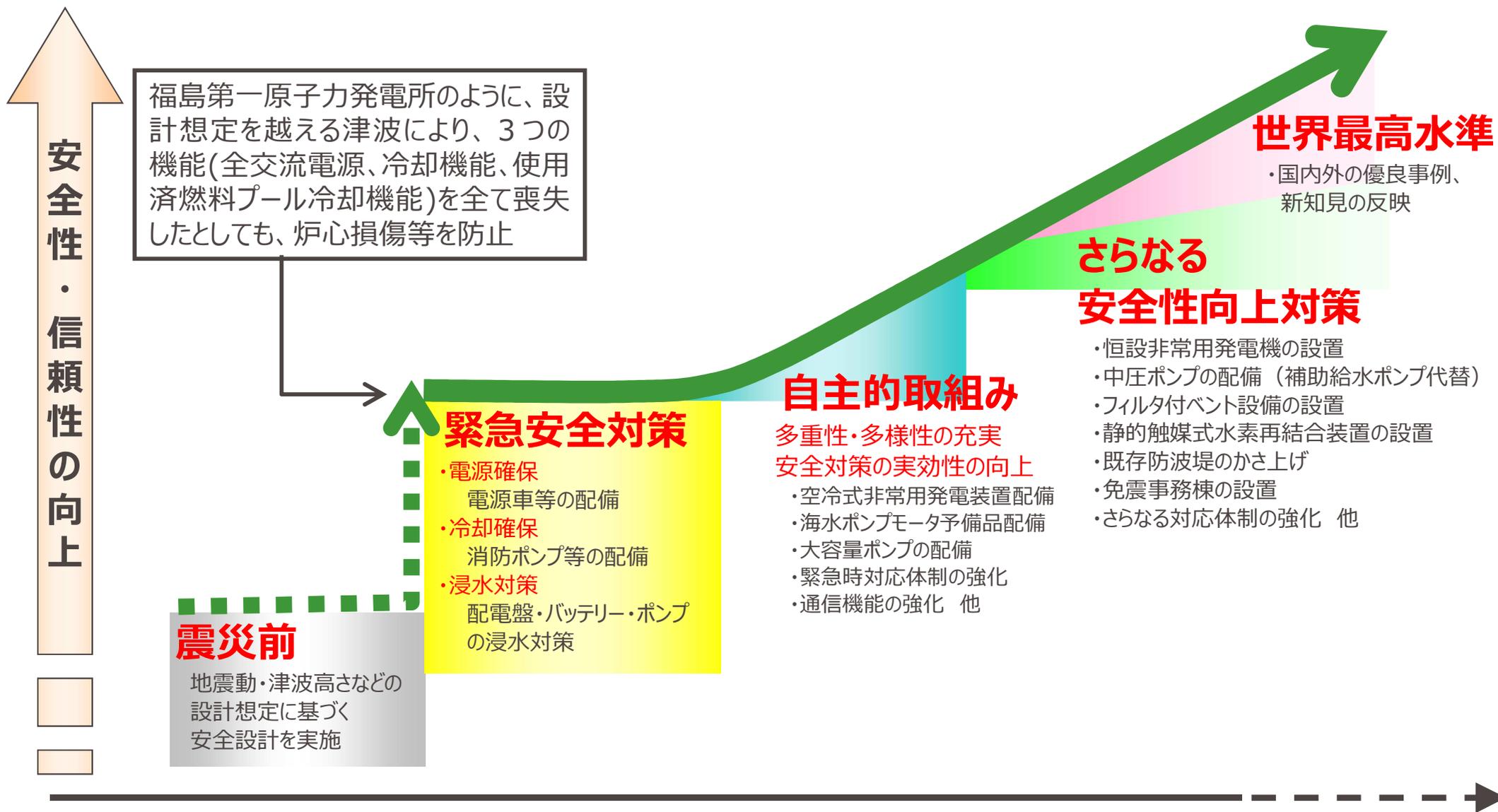


大飯発電所

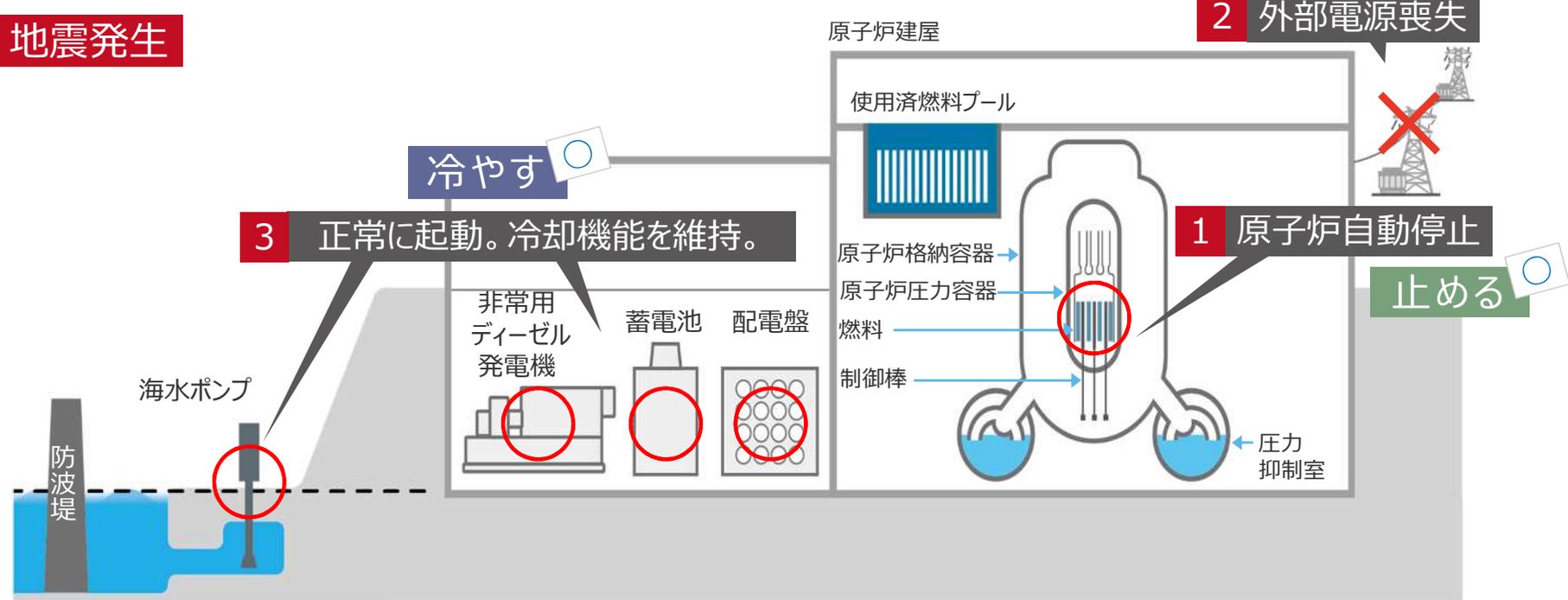


1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
- 3. 安全性向上の取組み**
4. 運転期間の制度見直しの動向
5. 廃止措置に向けた取組み
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
7. 新增設・リプレースの取組み

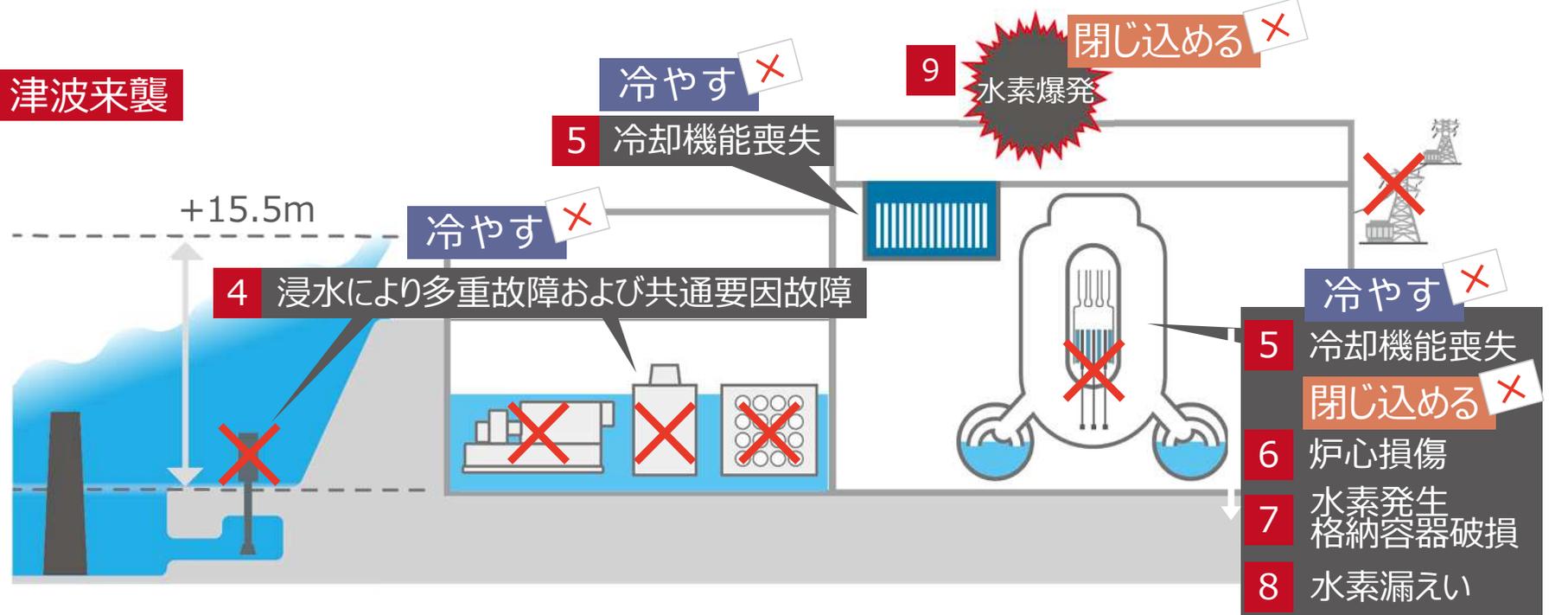
○ 当社は、安全性向上対策を自主的かつ継続的に進め、世界最高水準の安全性を目指す。



## 地震発生



## 津波来襲



## 従来の規制基準

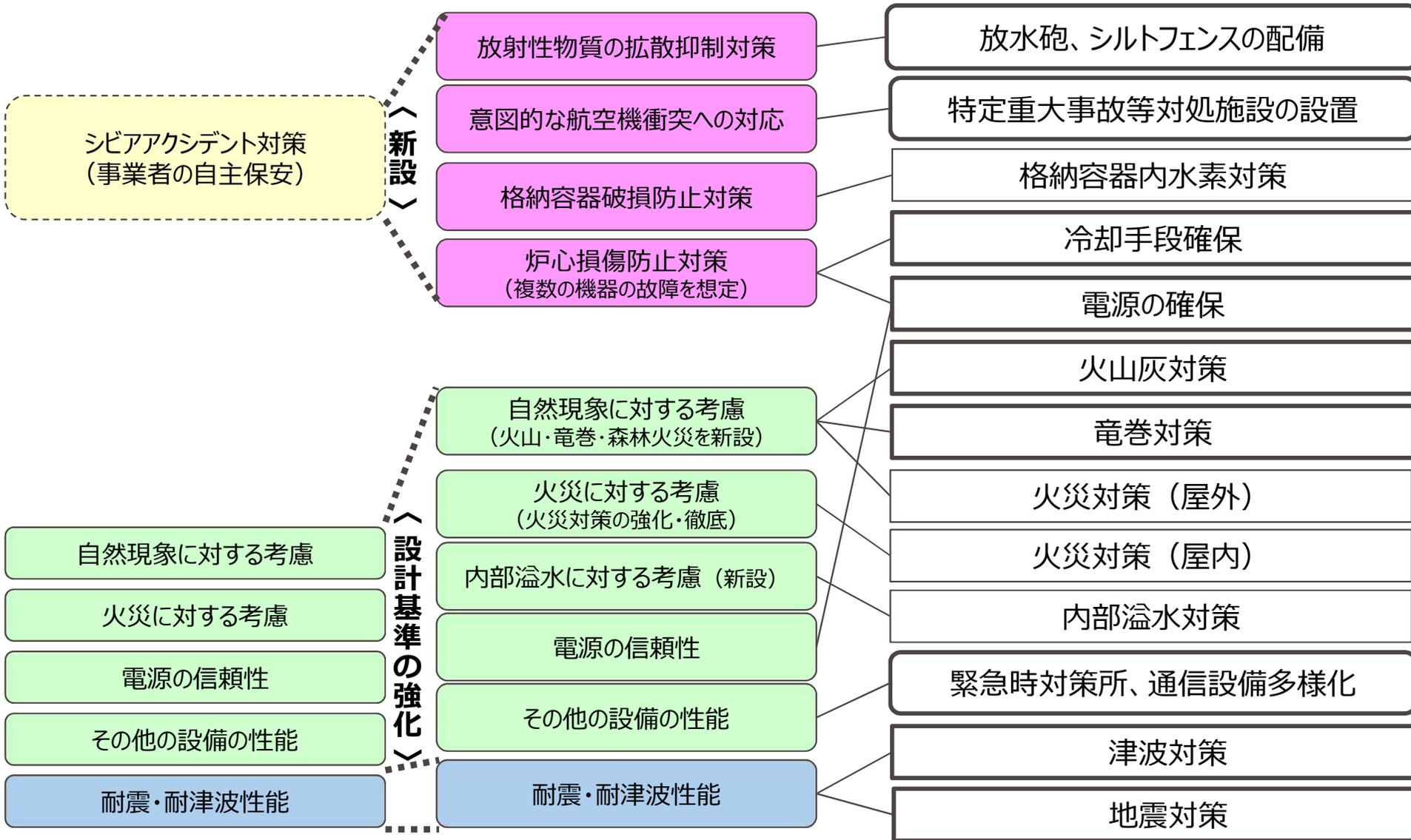
炉心損傷は想定せず  
(単一故障のみを想定等)

## 新規制基準 (H25.7施行)

重大事故 (シビアアクシデント) を防止するための設計基準を強化するとともに、  
万が一、シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設

<主な要求事項>

<主な対応例>



## 自然現象から発電所を守る備え（事故発生防止）の例

### 地震

○発電所周辺の断層の連動性等について、詳細な調査を実施。



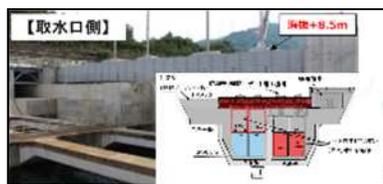
保守的に連動性等を評価し、地震想定を引上げ。  
（基準地震動  $S_s$  : 700ガル）  
約830箇所に耐震補強等実施。



配管補強の例

### 津波

○最大規模の津波を想定し、  
取水路防潮ゲート（T.P.+8.5m）、  
放水口側防潮堤（T.P.+8.0m）  
を設置。



取水路防潮ゲート

○入力津波高さ：T.P.+6.7m



放水口側防潮堤

## 重大事故等対策（事故進展防止）の例

### 電源設備

○外部電源の強化や、所内電源を多重化・多様化



外部電源  
（既設5回線）

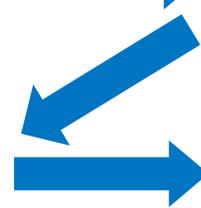
使用できない  
場合に備え



非常用ディーゼル  
発電機  
（既設）  
（4台/2ユニット）



空冷式非常用発電装置  
（4台/2ユニット）



電源車  
（5台/2ユニット）

### 冷却機能の強化

○海水取水手段の多様化



海水ポンプモーター予備品

故障に備え

海水ポンプ  
（既設）

使用できない  
場合に備え



大容量ポンプ  
（3台/2ユニット）

○蒸気発生器の冷却手段の多様化

・電動補助給水ポンプ  
・タービン動補助給水ポンプ  
（既設）

○炉心の直接冷却手段の多様化

・非常用炉心冷却設備  
（既設）



中圧ポンプ（2台/2ユニット）  
（当社の自主的な安全対策）



使用できない  
場合に備え



送水車  
（5台/2ユニット）



可搬式代替低圧注水ポンプ  
（5台/2ユニット）

- 日頃から、重大事故発生時を想定し、電源供給、給水活動等の手順に係る各種訓練を繰り返し行い、緊急時対応能力の向上を図っている。

大容量ポンプ設置訓練



原子炉に冷却水を注入するためのポンプの設置訓練



重機によるがれき撤去訓練



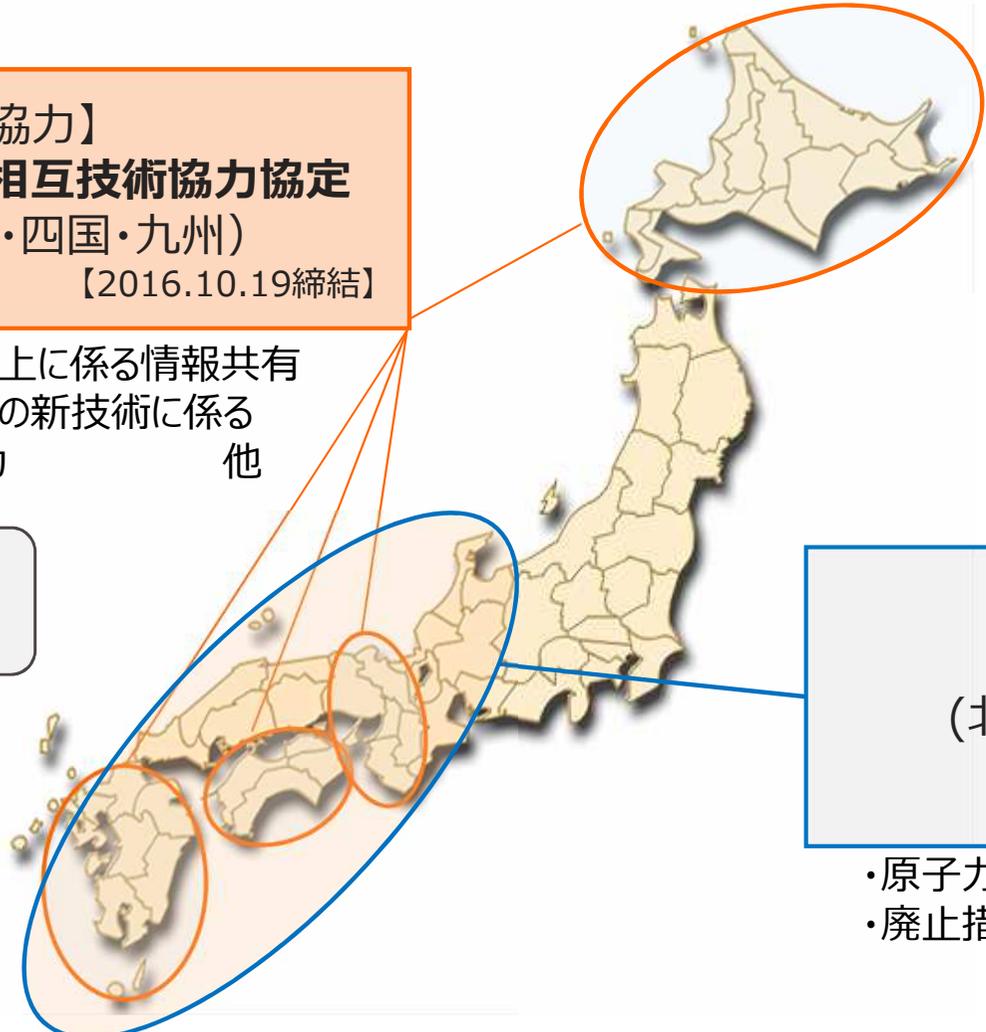
放射線防護服やマスクを着用した悪条件下を想定した訓練



すべての電源を失った事態を想定したシミュレーター対応訓練



安全性向上を目指した技術協力や原子力災害時の協力のために連携



**【技術協力】**  
**PWR電力会社の相互技術協力協定**  
(北海道・関西・四国・九州)  
【2016.10.19締結】

- ・自主的安全性向上に係る情報共有
- ・次世代軽水炉等の新技術に係る調査・検討の協力 他

加圧水型原子力発電所の  
安全性向上を目指す技術協力  
(PWRアライアンス)

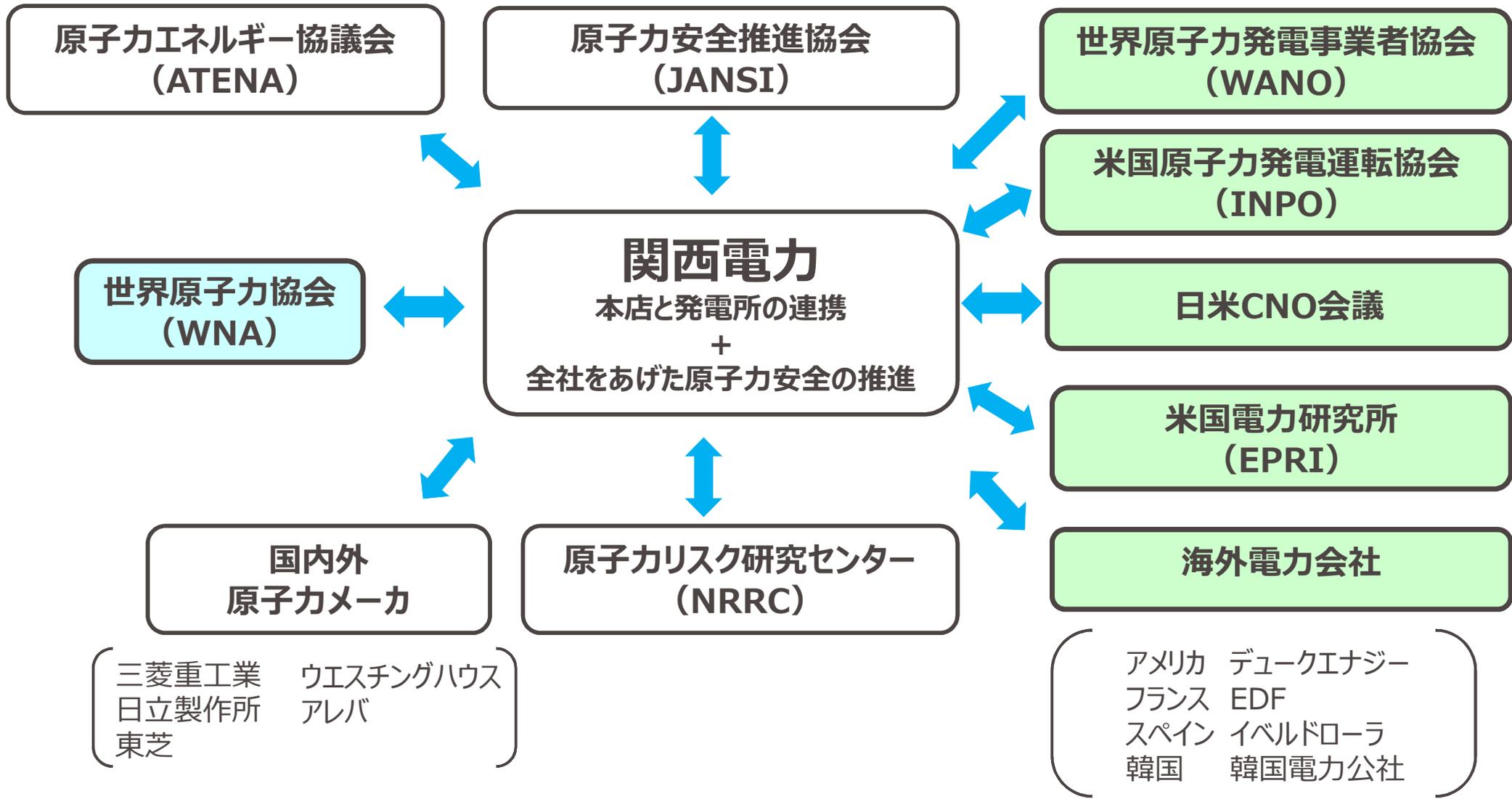
・原子力事業における保有する資産や知見を相互に有効活用するとともに、地理的近接性を活かして相互に協力。  
・原子力事業の安全性・信頼性の更なる向上を図り、もって原子力事業の円滑な実施及び発展に寄与。

**【原子力災害時等】**  
**西日本5社相互協力協定**  
(北陸・関西・中国・四国・九州)  
【2016.4.22 締結】  
(北陸参加：2016.8.5～)

- ・原子力災害時における協力
- ・廃止措置実施における協力 他

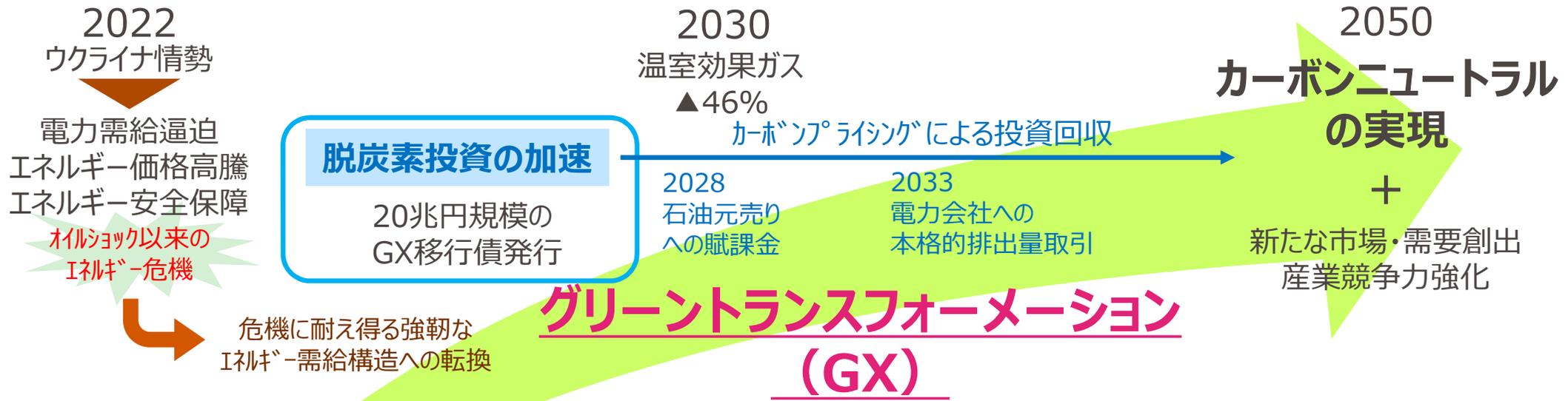
**【原子力災害時】**  
**原子力事業者間協力協定**  
(電力9社・日本原電・電源開発・日本原燃)  
【2000.6.16締結】

世界に学ぶ安全性向上活動を強化



1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
3. 安全性向上の取組み
- 4. 運転期間の制度見直しの動向**
5. 廃止措置に向けた取組み
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
7. 新增設・リプレースの取組み

○ 昨年末、政府はGX実現に向けた基本方針の中で、政策を大きく転換し「原子力を将来にわたって持続的に活用する」旨を明記し、次世代革新炉開発、既設炉の運転期間延長等の方針を打ち出した。



## 【原子力の活用】

- 再稼働への関係者の総力の結集
- 安全確保を大前提とした運転期間の延長など既設原発の最大限活用  
NRAの厳格な安全審査を前提に、運転期間40+20年の制限を維持した上で、一定の停止期間に限り追加的な延長を認可。
- **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**  
将来にわたって持続的に原子力を活用するため、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。
- **再処理・廃炉・最終処分プロセスの加速化**

省エネ・燃料原料転換 再エネの主力電源化・・・太陽光設置拡大、FIP導入拡大、洋上風力「日本版セントラル方式」の確立、地域間送電網の整備（過去10年比8倍）  
水素・アンモニア導入促進 CN実現に向けた電力・ガス市場整備・・・長期炭素電源オークション 資源外交等強化 蓄電池産業 資源循環  
運輸部門GX 脱炭素デジタル投資 住宅建築物 インフラ CCS 食料・農林水産業

## 【参考】利用政策の観点からの運転期間の在り方

- 運転期間の延長は、原子力規制委員会による安全性確認がなされることが大前提。
- その上で、運転期間に関する新たな仕組みを整備。その際、以下を考慮。
  - ① 立地地域等における不安の声や現行制度との連続性などにも配慮し、引き続き上限を設ける。
  - ② 運転期間の延長を認める要件、延長に際して考慮する事由を明確化する。
  - ③ 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。

### <措置のイメージ>



#### 1. 延長を認める要件

- ・ 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
- ・ 自主的な安全向上等に向けた事業者の態勢整備の状況

#### 2. 延長する期間

- ・ 20年を基礎として、事業者が予見し難い事由<sup>※</sup>による停止期間を考慮
- ※東日本大震災発生後の法制度の変更、行政指導、裁判所による仮処分命令等

- A : 電力の安定供給の選択肢確保への貢献
- B : 電源の脱炭素化によるGX推進への貢献
- C : 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体制の構築

- A : 東日本大震災発生後の法制度（安全規制等）の変更に伴って生じた運転停止期間（事情変更後の審査・準備期間を含む）
- B : 東日本大震災発生後の行政命令・勧告・行政指導等に伴って生じた運転停止期間（事業者の不適切な行為によるものを除く）
- C : 東日本大震災発生後の裁判所による仮処分命令等その他事業者が予見しがたい事由に伴って生じた運転停止期間（上級審等で是正されたものに限る）

# 【参考】各国における原子力発電に対する動き

- 先進国の中では、2050年CNの実現やウクライナ侵攻等を踏まえ、過度な化石燃料依存からの脱却に向けて原発の新規建設方針とそれに向けた政策支援策を具体化する動きあり。
- 一方で、EUタクソミーの動向等、今後の金融環境等の不確実性も踏まえ、供給手段の選択肢を確保する観点から既設炉の運転期間の延長も進めている。

## 【新規建設に向けた方針等】

## 【既設炉の運転延長に向けた方針等】

 <b>アメリカ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ エネルギー省「革新的原子炉実証プログラム」等 <u>2炉の建設支援、8炉型の研究開発支援</u> (2020) 老朽石炭火力を <u>SMR等で置換可能</u>と分析 (2022)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転期限なし (40年+20年単位延長) 現時点で <u>80年までの運転延長認可は6基</u> さらに9基について審査中</li> </ul>
 <b>イギリス</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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 <u>1基/1年に建設ペース加速へ、支援を抜本拡充</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転期限なし (10年ごとに安全審査) 2035年に <u>40年となるサイズウェル原発で20年延長を検討中</u></li> </ul>
 <b>フランス</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ マクロン大統領「新規原子炉計画」(2022/2) <u>2050年へ大型革新軽水炉14基を建設・検討</u> 建設・運営主体の電力会社EDFを完全国有化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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 <u>運転延長も対象にグリーンファイナンス検討中</u></li> </ul>
 <b>オランダ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 新連立政権「政策協定」公表 (2021/12) <u>新たに2基を建設する方針</u>を表明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転期限は法律で規定 (期間のルールなし) <u>60年運転認可済の原発の再延長方針</u>を表明</li> </ul>
 <b>韓国</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 尹大統領「エネルギー政策の方向性」(2022/7) <u>2030年原発割合30%以上、国内2基建設等</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 運転期限なし (10年ごとに安全審査) 既設炉の <u>継続運転手続きの迅速化</u>を表明</li> </ul>

原発電止  
方針の国

ベルギー 

- 2050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 

- 2022年末までに閉鎖予定だった3基について、電力供給確保の目的で 2023年4月15日までの運転延長を決定 (2022/10)

1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
3. 安全性向上の取組み
4. 運転期間の制度見直しの動向
- 5. 廃止措置に向けた取組み**
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
7. 新增設・リプレースの取組み

- 運転終了した原子力発電所は、使用済燃料等を取り出すとともに施設を解体撤去し、これに伴い発生する廃棄物の処理・処分を行う。

## 【廃止措置の実績】

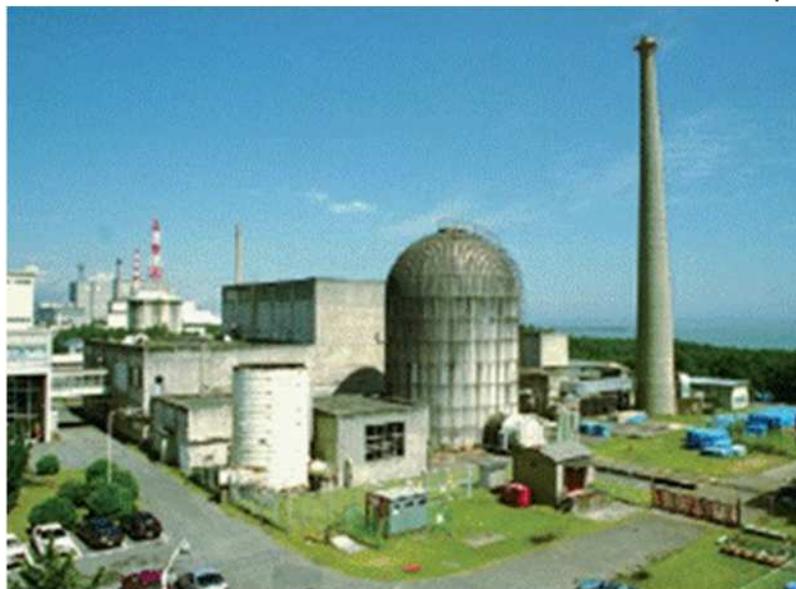
- 日本では既に、日本原子力研究開発機構（JAEA）の動力試験炉（JPDR（茨城県東海村））で廃止措置を実施済み。
- 世界規模では、アメリカで13基、ドイツで3基の実績あり。（平成29年4月現在）

出典：原子力カデコミッション研究会HP

## 【廃止措置のイメージ：JPDRの例】

廃止措置前

S 6 1 年



廃止措置後

H 8 年



廃止措置

- 2015/3/17: 廃止措置の決定
- 2015/4/27: 運転終了
- 2016/2/12: 廃止措置計画認可申請提出
- 2017/4/19: 廃止措置計画の認可

## ◆美浜1号機（加圧水型軽水炉）

電気出力 34万kW

1970年11月 営業運転開始

2010年11月 運転停止後、長期停止

## ◆美浜2号機（加圧水型軽水炉）

電気出力 50万kW

1972年7月 営業運転開始

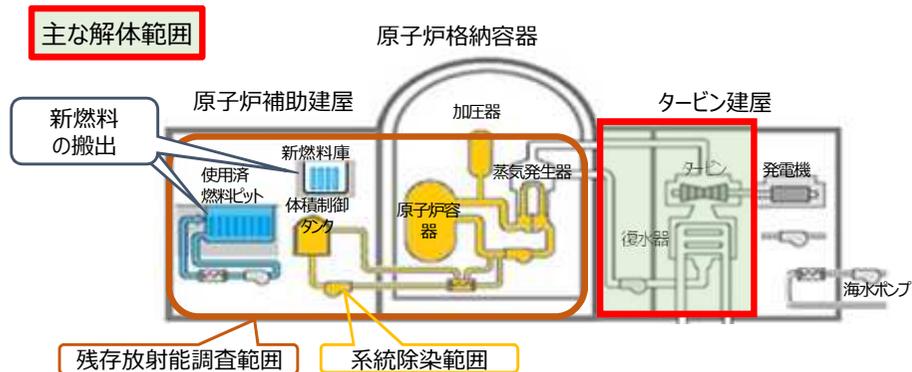
2011年12月 運転停止後、長期停止

廃止措置は、追加の建設工事とコスト、稼動可能期間、廃止措置の会計処理に関する新規制などの経済的理由により決定。



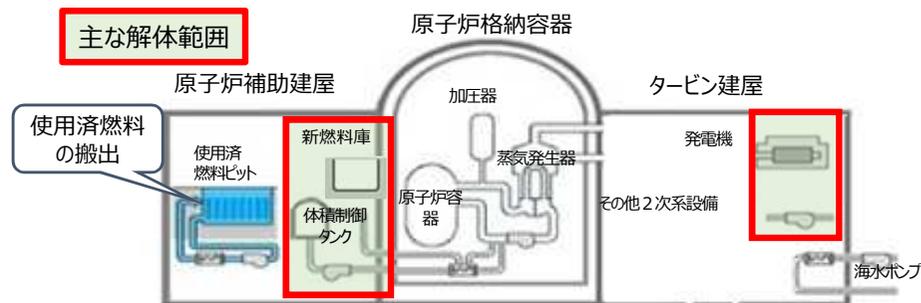
## 【第1段階】

タービン建屋内主要機器解体、系統除染、新燃料の搬出



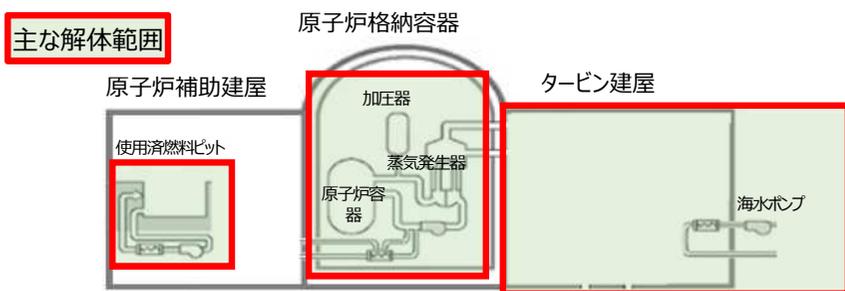
## 【第2段階】

タービン建屋内機器解体、原子炉補助建屋内機器解体、使用済燃料の搬出



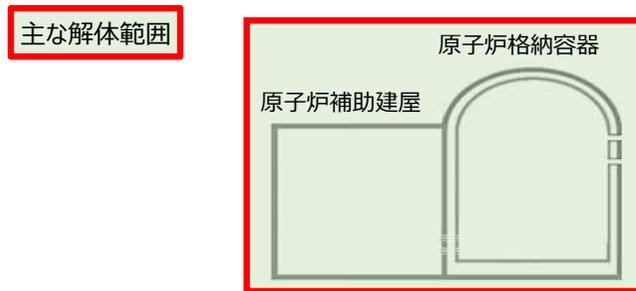
## 【第3段階】

原子炉格納容器内機器解体、原子炉補助建屋内機器解体、タービン建屋解体



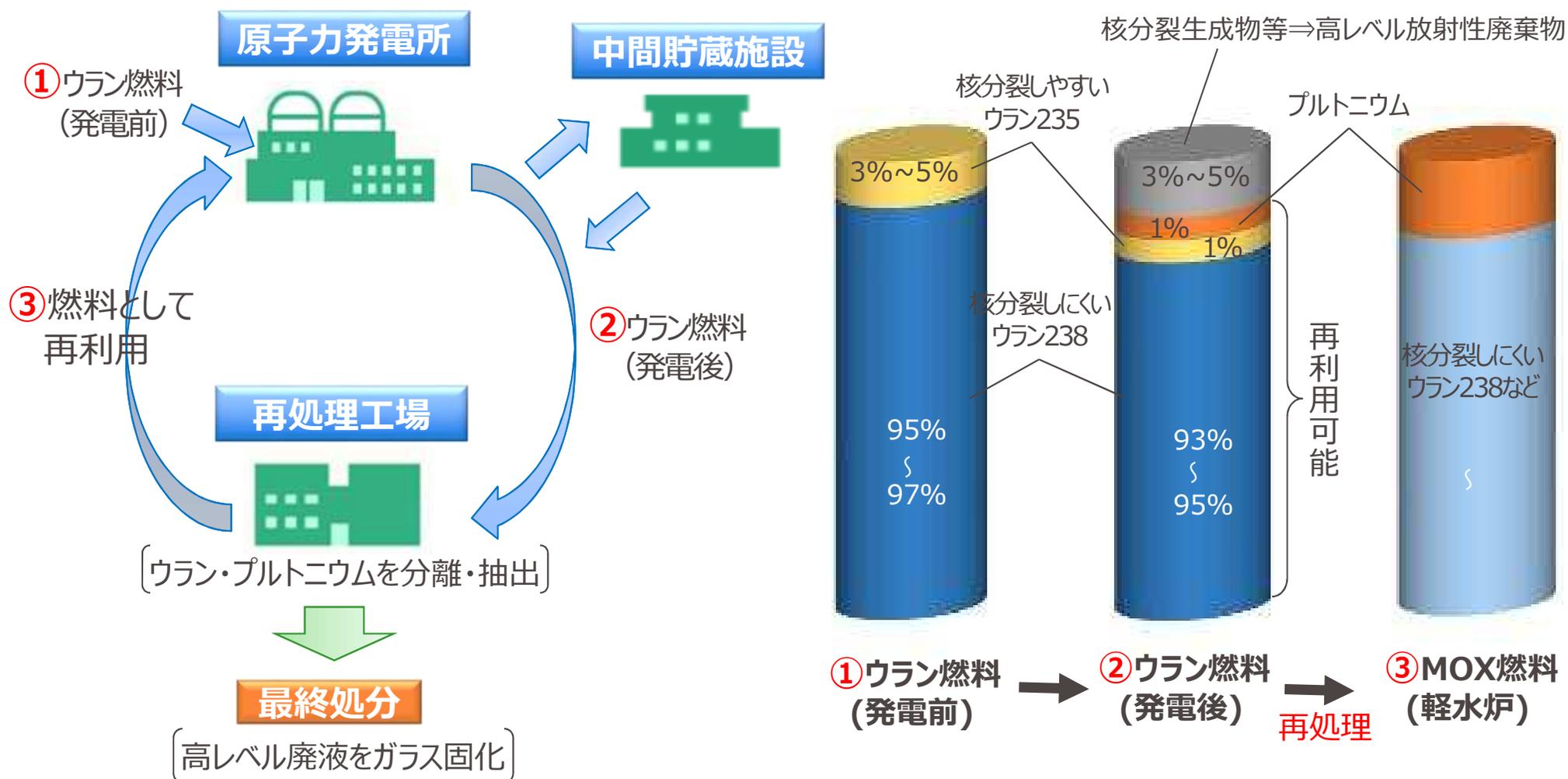
## 【第4段階】

原子炉補助建屋、原子炉格納容器建屋等解体



1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
3. 安全性向上の取組み
4. 運転期間の制度見直しの動向
5. 廃止措置に向けた取組み
- 6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み**
7. 新增設・リプレースの取組み

- 原子力発電の燃料であるウラン燃料は、発電によって全体の3～5%のみが使用され、95～97%は再利用できるウランかプルトニウムとして残る。使用済燃料を再処理して、ウランとプルトニウムを取り出し、再び原子力発電所で使用することが可能。（原子燃料サイクル）
- 我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、原子燃料サイクルを推進している。



## メリット1

再処理することで、ウラン・プルトニウムを資源として再利用できる。

## メリット2

直接処分に比べ処分施設の面積が約1/2~1/3になる。

## メリット3

天然ウラン並の有害度<sup>※</sup>になるまでの期間が約12分の1に低減する。

【直接処分】約10万年 【再処理】約8千年

※人が体内に放射性物質を直接取り込んだと仮定した潜在的な有害度  
参照元：放射性廃棄物小委員会（平成25年度第1回）参考資料

直接処分に比べ高レベル放射性廃棄物の体積が約4分の1になる。



参照元：放射性廃棄物小委員会（平成25年度第1回）参考資料

- 原子燃料サイクル政策の中止は、エネルギーの安定供給、最終処分場問題に加えて日米間の外交問題にも影響するなど、原子燃料サイクルだけを中止し原子力発電を行うことはできない。

## ① 電力安定供給の支障

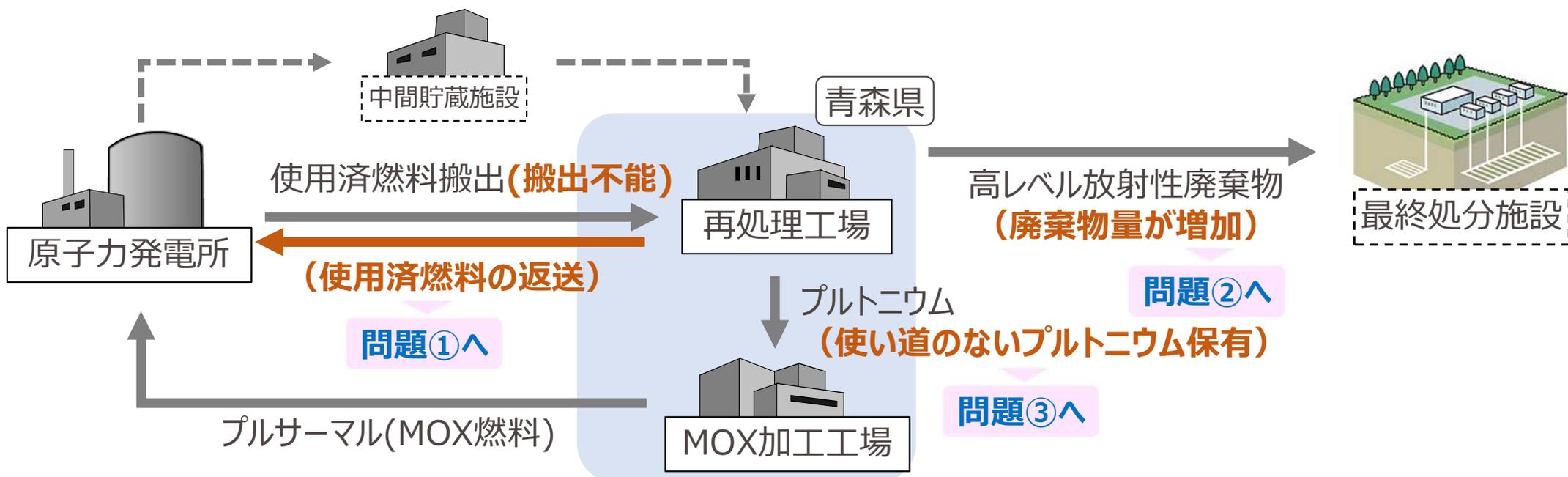
使用済燃料の処理ができず、**再処理工場への搬出不能**や**使用済燃料の返送**により、発電所の使用済燃料の**保管プールが逼迫し、発電停止**

## ② 最終処分場選定問題

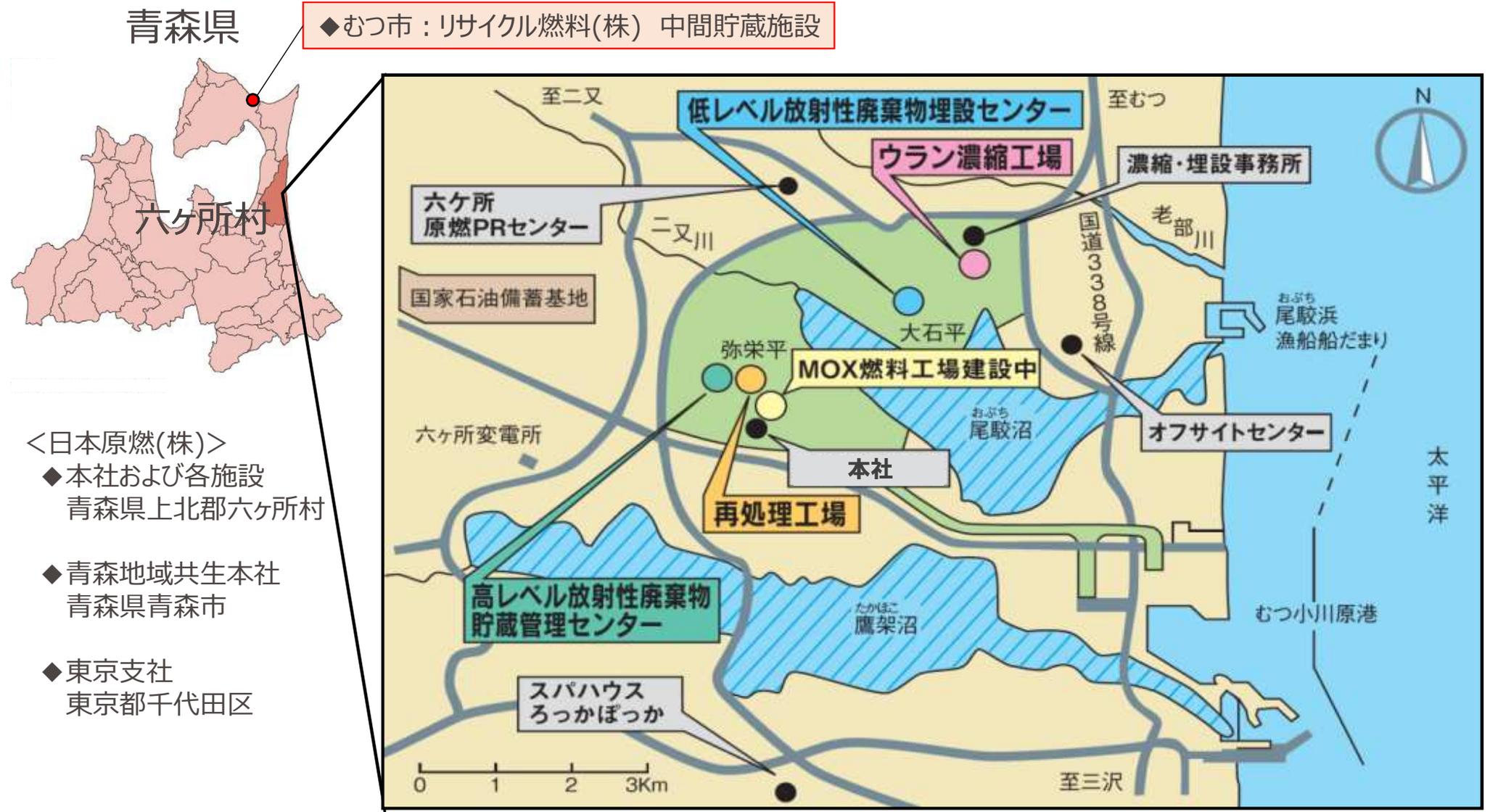
使用済燃料をリサイクルしない（直接処分する）場合、**廃棄物量が増える**ことなどにより、**最終処分場の選定がより困難に**

## ③ 余剰プルトニウム問題

MOX燃料への加工ができなくなることで**使い道のないプルトニウムを保有**することで、**核不拡散の観点から日米の外交に影響**



- 1984年7月 電事連は、青森県・六ヶ所村に対し再処理工場、濃縮工場、廃棄物埋設の立地に協力を要請し1985年4月に協定締結。
- サイクル事業にかかる施設は、青森県に集中しており青森県と共に歩んできた。



- 日本原燃(株)は、青森県六ヶ所村に再処理工場を建設中。
- 2024年度上期の竣工を目指し、新規制基準の適合性審査に対応しているところ。

## 再処理工場建設の状況

再処理工場着工（1993年）



ガラス固化試験の終了（2013年7月）



← 新規制基準の施行  
（2013年12月）

新規制基準適合性に係る申請（2014年1月）

- ・2014年1月、新規制基準適合性に係る申請を実施。



安全審査の合格（2020年7月）

- ・原子力規制委員会が再処理工場の安全対策の基本方針について、新規制基準に適合すると判断。



設工認申請書の提出（2020年12月、2022年12月）

- ・再処理工場の新規制基準に係る設計及び工事の計画について、2回に分けて原子力規制委員会へ申請。
- ・第1回目の設工認は2022年12月21日に認可、第2回目の設工認を12月26日に申請し現在審査中。

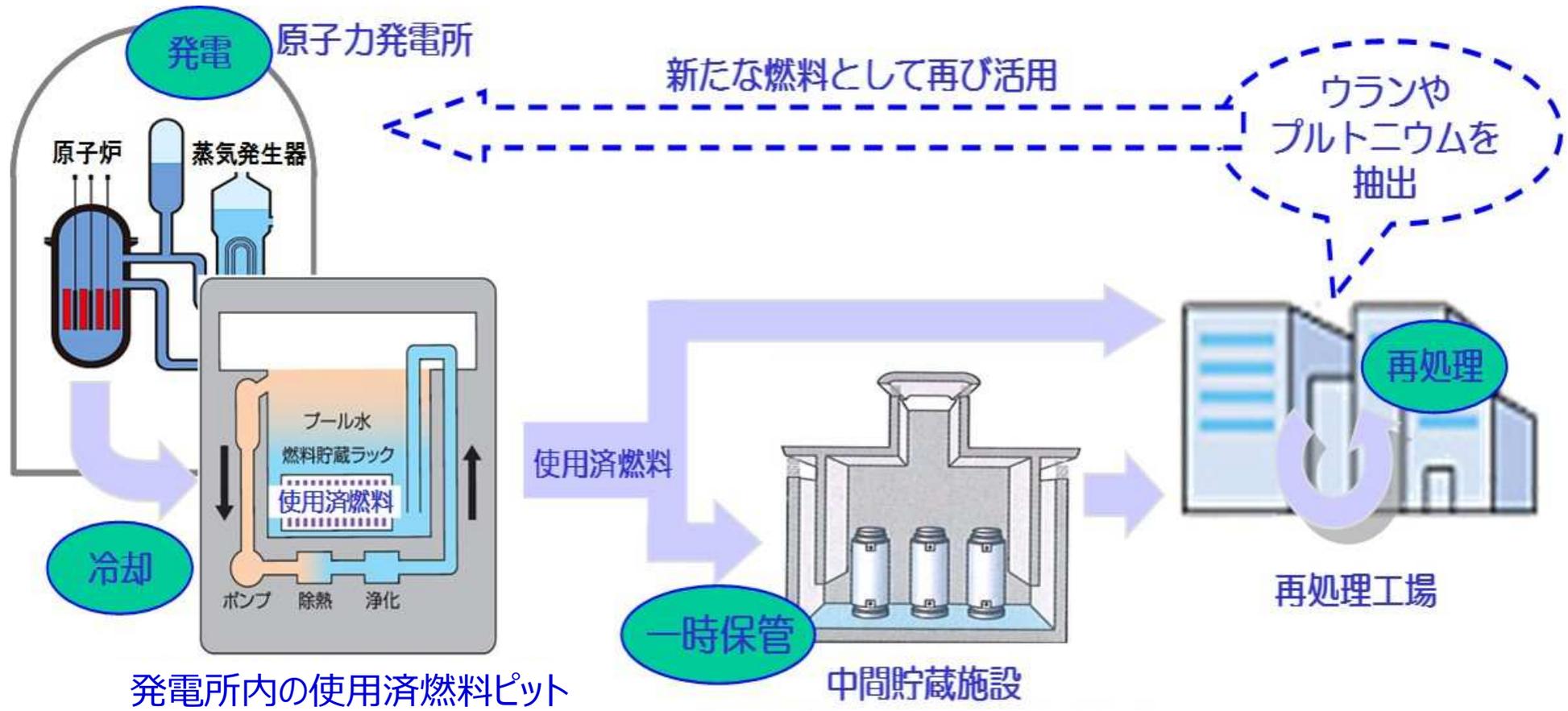
## ■ 日本原燃 六ヶ所再処理工場



所在地	再処理能力	総事業費
青森県 六ヶ所村	800tU/年	14.4兆円※

※返還高・低レベル放射性廃棄物管理や処分場への廃棄物輸送等を含む再処理等総事業費

- 使用済燃料は、発電所内の使用済燃料ピットで一定期間冷却後、再処理工場へ搬出する。
- 使用済燃料ピットが満杯になれば、発電所が運転できなくなるため、使用済燃料を計画的に搬出する必要がある。
- 中間貯蔵施設を設置することで、使用済燃料を管理する選択肢を広げ、エネルギー安全保障の柔軟性を高めることが可能となる。



- 当社は、福井県外における中間貯蔵について、理解活動、可能性調査等を計画的に進め、2023年末までに計画地点を確定し、2030年頃に操業を開始する方針。

## 中間貯蔵施設

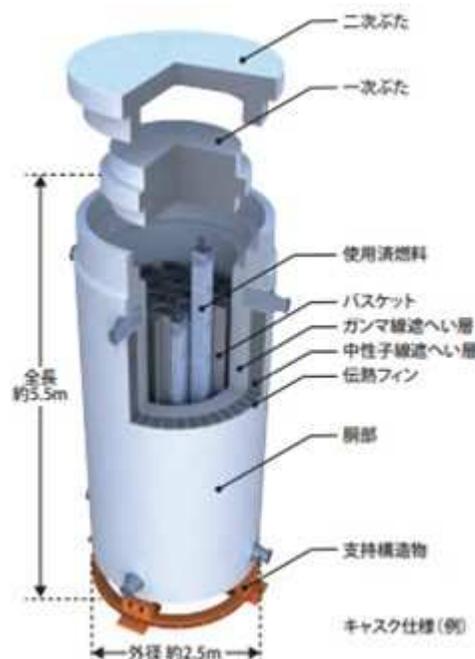
- 中間貯蔵施設は、使用済燃料を金属キャスクと呼ばれる専用容器に入れて、安全に貯蔵・管理するための施設



イメージ図

## キャスクの安全性

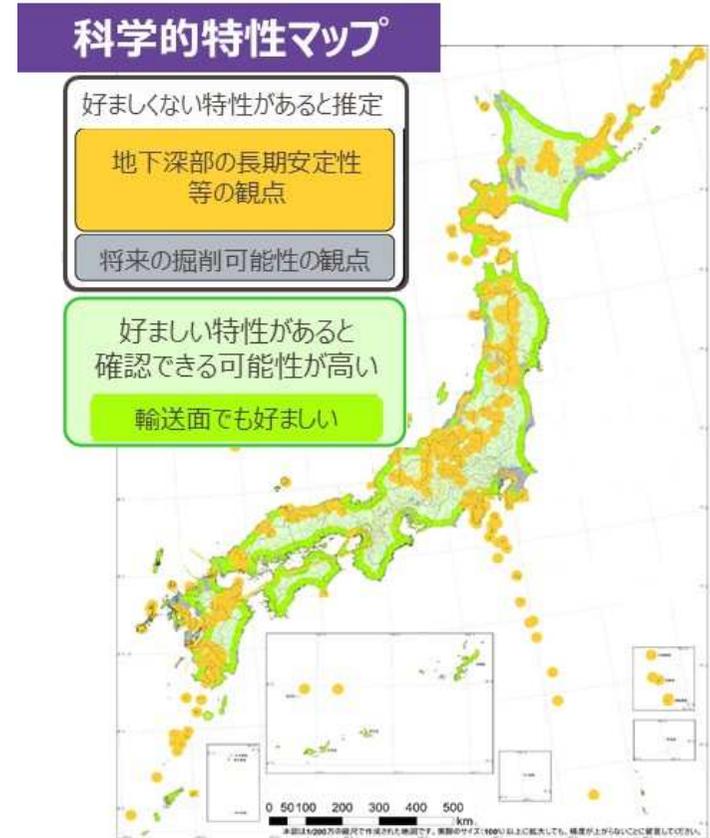
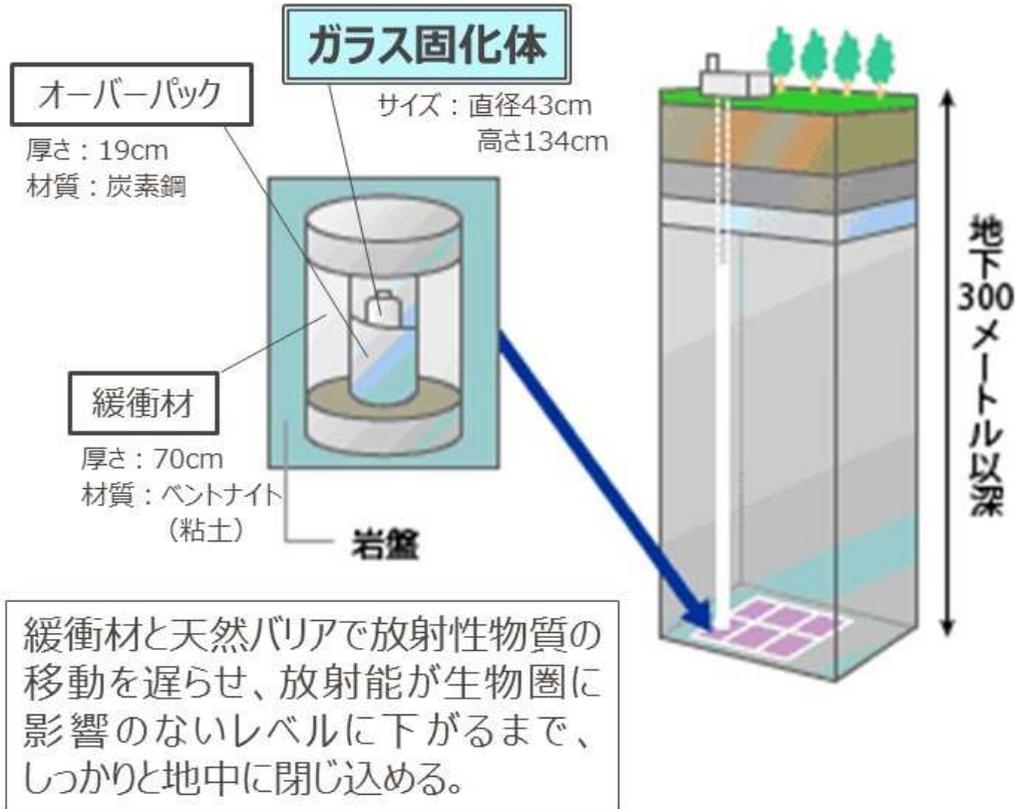
- キャスクは使用済燃料を安全に貯蔵するため、4つの安全機能を備えている



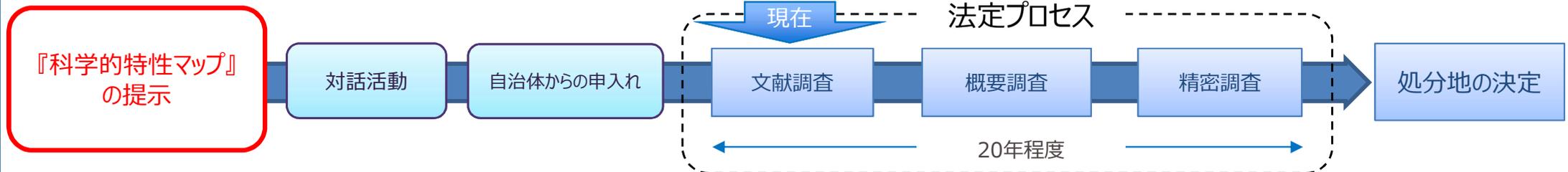
### [4つの安全機能]

- ◆ 閉じ込め機能  
二重の蓋で放射性物質を密閉
- ◆ 遮へい機能  
放射線を遮へい
- ◆ 臨界防止機能  
燃料が臨界に達することを防止
- ◆ 除熱機能  
燃料から発生する崩壊熱を除去

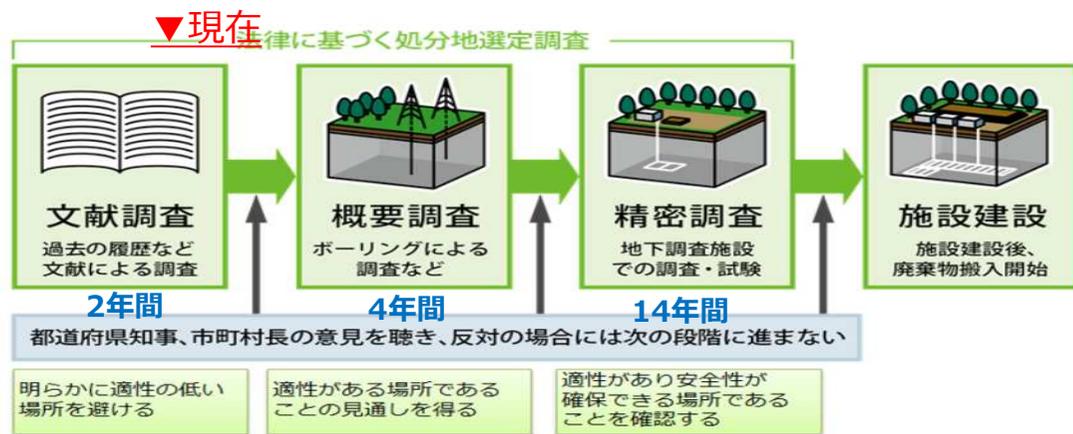
- 放射性廃棄物の最終処分の方法として、地層処分が現時点で最も有望であるというのが国際的共通認識。フィンランドやスウェーデンでは、地層処分場の建設に向けた取組みを実施中。
- 日本においては、「地層処分」を軸に認可法人「原子力発電環境整備機構（NUMO）」によって最終処分に係る理解活動が進められている。



## 処分地選定プロセス



- 2020年11月から、北海道寿都町および神恵内村において、NUMOは高レベル放射性廃棄物の最終処分場の選定に係る文献調査を進めている。
- 文献調査はおよそ2年とされており、原子力小委(5/10)では「専門家による丁寧な評価が重要」との説明。
- また、放射性廃棄物WG(9/6)にて、原子力小委傘下の地層処分技術WGで専門家の意見を聞いた上で検討が進められることとされた。
- これを受けて、地層処分技術WG(11/29)が開催され、文献調査段階における評価の考え方について検討が開始。



グリーン：好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い  
オレンジ：好ましくない特性があると推定される(地下深部の長期安定性等の観点)  
シルバー：好ましくない特性があると推定される(将来の掘削可能性の観点)

		2022年度			
スケジュール		文献調査(寿都町、神恵内村)			
	▼4/7 放射性廃棄物WG		▼9/6放射性廃棄物WG	▼11/29	▼1/24
	▼5/10 原子力小委			地層処分技術WG	
		文献調査段階の評価の考え方を専門家にて審議			

# 【参考】世界の最終処分場選定に係る状況

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は、原子力を利用する全ての国の共通の課題。
- 2022年1月27日、スウェーデンで世界で2例目となる最終処分場の建設計画が承認。
- 2023年1月16日、フランスでは北東部ビュール村の最終処分場建設計画を国に申請。



スペイン



ベルギー



韓国



日本



ドイツ



英国



スイス



カナダ



ロシア



中国



フィンランド  
※建設開始済



スウェーデン  
※安全審査中



フランス  
※申請中

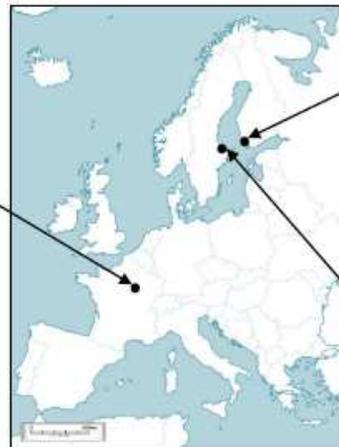


米国  
※審査中断中

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90km<sup>2</sup>) の人口は600人程度、農業が主要産業



フィンランド (エウラヨキ)



- ◆ 人口: 約9400人
- ◆ オルキオ原子力発電所が立地
- ◆ 原子力発電がエウラヨキ市の主要産業

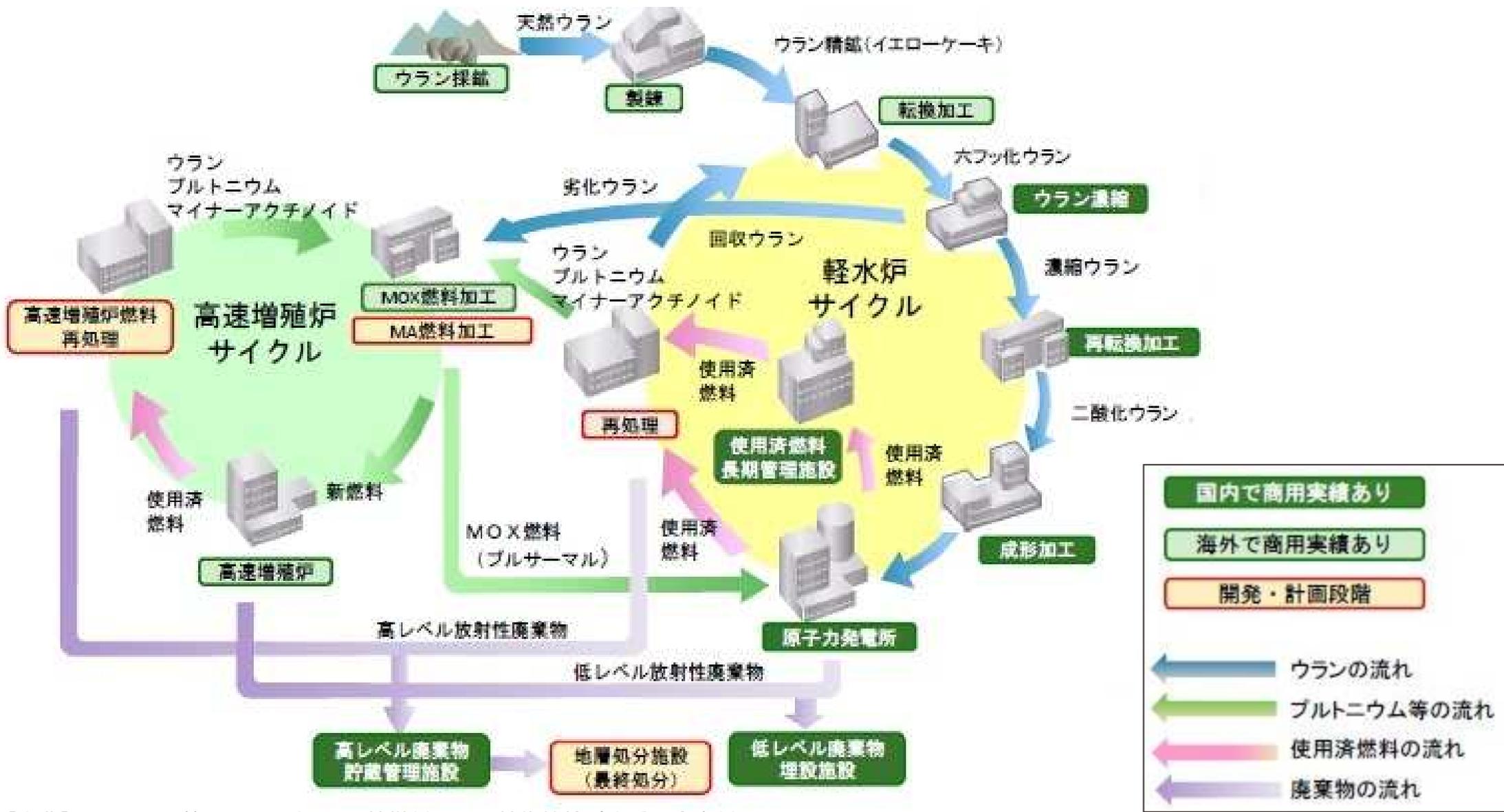
スウェーデン (エストハマル)

(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、避源地や観光地としても有名

○ 現状の軽水炉のみの核燃料サイクルでは、再処理可能な回数が限られるため、将来的には高速増殖炉を導入した核燃料サイクルを目指す必要がある。



【出典】2012.3.1 第9回 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会資料

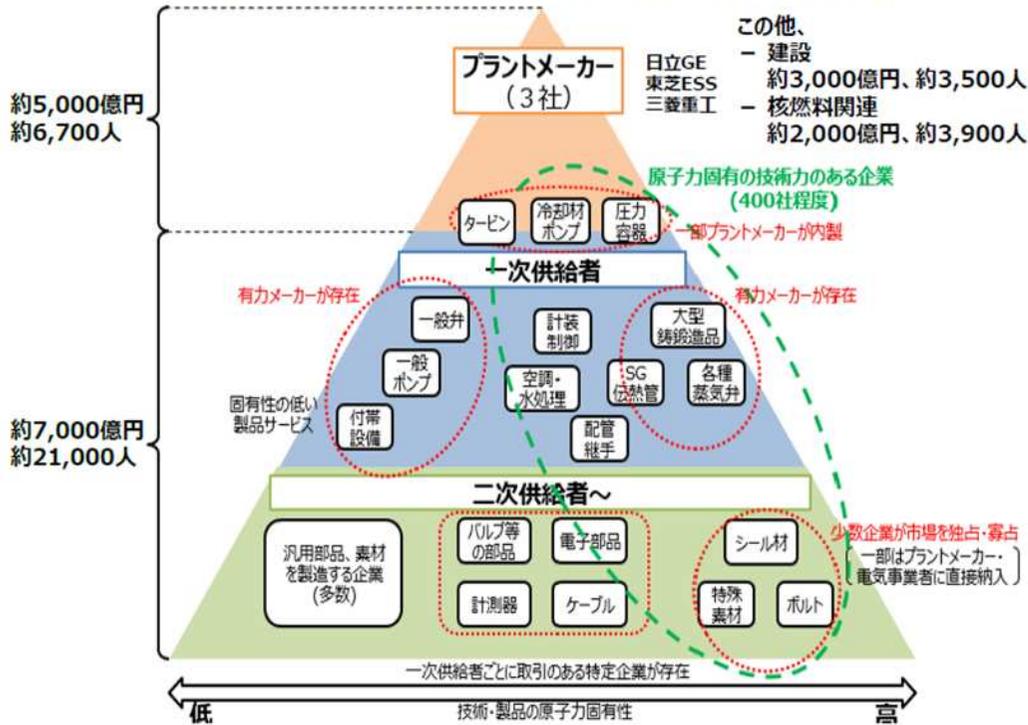
1. 導入 ～日本における原子力発電の必要性～
2. 関西電力の原子力発電所の現状および歴史
3. 安全性向上の取組み
4. 運転期間の制度見直しの動向
5. 廃止措置に向けた取組み
6. 原子燃料サイクルの推進に向けた取組み
- 7. 新增設・リプレースの取組み**

○ 原子力の安全の確保、技術、人材基盤の維持の観点からも、将来にわたって原子力発電を一定規模確保することが必要であり、新增設・リプレースが必要となる。

## 国内サプライチェーンの状況

## 国内の建設候補地

原子力のプラント・機器製造等のサプライチェーン



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	-	-

### 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>

- ・ シルコプロダクツ (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
- ・ 日本鑄鍛鋼 (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

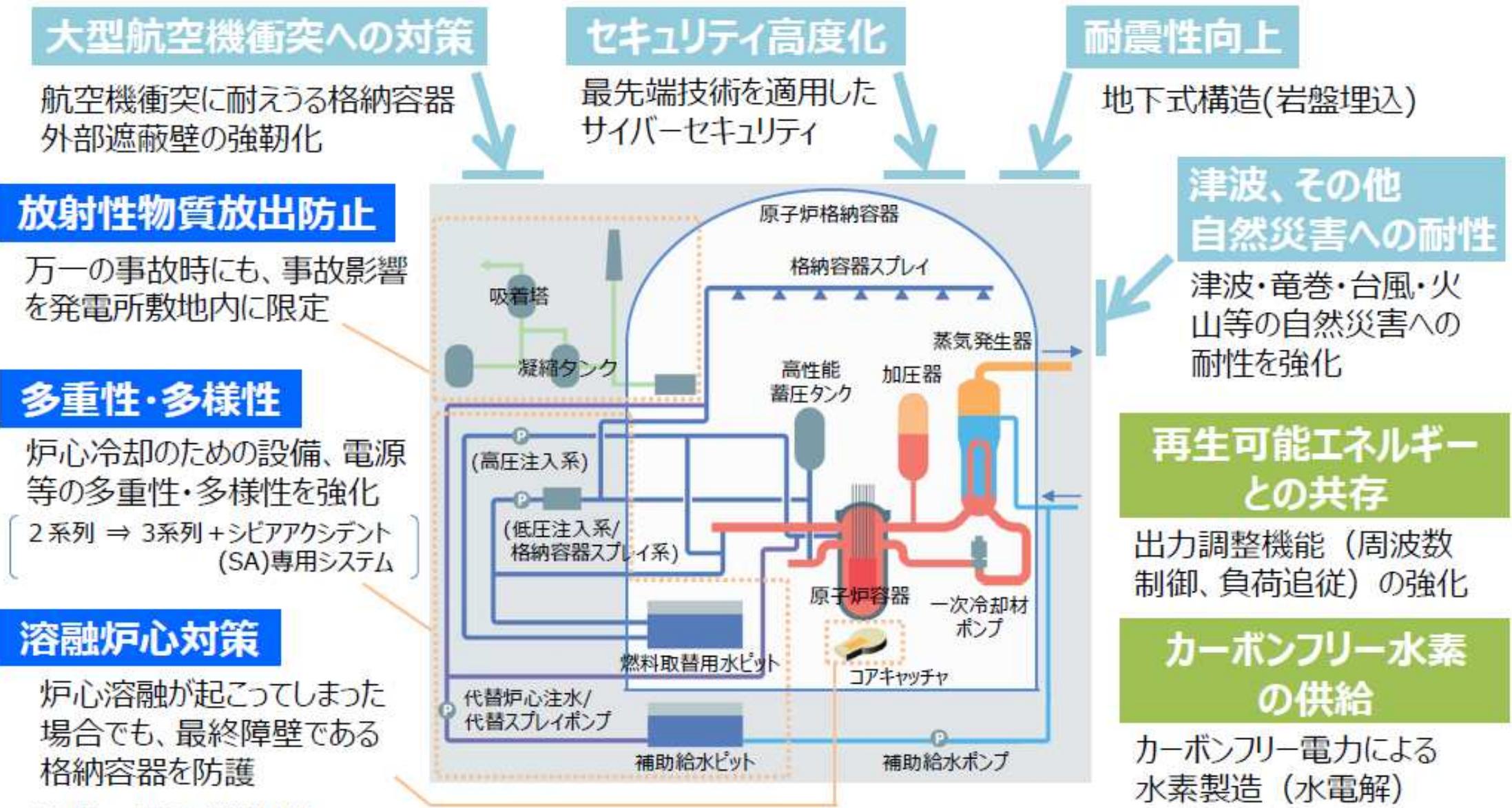
美浜サイトについては東日本大震災後の2011年3月12日以降、自主調査を見合わせている状況。

【出展】2022年2月24日第24回原子力小委員会資料より抜粋

- 様々な炉型がある中、現時点においては、確立された技術をベースに安全性と経済性を更に高めた **次世代軽水炉**が技術面、経済性、規制面等の観点から**相対的に予見性が高い**と考えており、**新增設・リプレースの現実的な選択肢**として設計の検討を進めている。
- **SMR等**については、**将来の可能性を有する炉型**としてメーカー各社への研究開発状況の聞き取りや海外での規制状況等の最新知見を収集し技術的な検討を進めている。

	次世代軽水炉	SMR(小型軽水炉)	高温ガス炉
減速材	軽水	軽水	黒鉛
冷却材	軽水	軽水	ヘリウムガス
二一ズ	大容量ベースロード電源	小規模グリッド向け安定電源	大量・安定な水素製造
特長	確立された技術で現プラントモデルの安全性と経済性の向上	受動システムや設計簡素化による安全性向上	高い固有の安全性
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>他の炉型と比較すると<b>現状予見性のある炉型</b></li> <li>初期投資が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>コスト削減の可能性はあるが不透明</b>（5割程度高くなるとの見方もあり）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心の出力密度が低いため、<b>軽水炉に比べて経済性で劣る見込み</b></li> </ul>
実用化の課題 (要実証)	—	耐震性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型化</li> <li>再処理方法の検討</li> </ul>
取組み	プラントメーカー等と協力しながら設計の検討を進める。	安全設計上の特徴や課題、プロジェクト状況について最新情報の把握に努め、技術的な検討を進める。	

○ 地震・津波等の自然災害への対応、大規模航空機衝突・テロ対策、シビアアクシデント対策等の世界最高水準の安全対策に加え、自然エネルギーとの共存等の社会ニーズを踏まえてプラント機能を向上。



(出典) 三菱重工業資料より

【出展】2022年4月20日第1回革新炉WG資料より抜粋

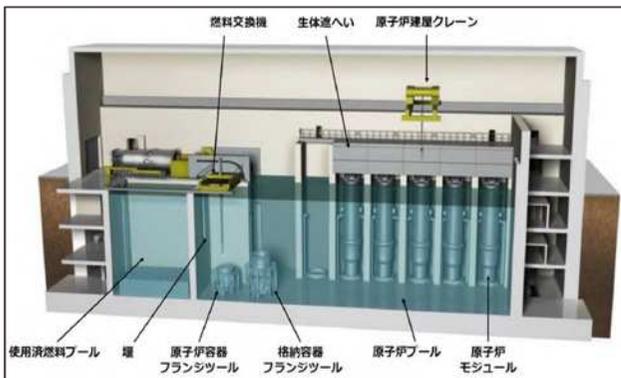
概要等

- ◆ SMRは、安全システムのシンプル化・高信頼化、小さな初期投資コスト、モジュール単位の出力調整による負荷追従等の特徴を有する。
- ◆ 現在、国が海外の実証プロジェクトと連携した取組みや、日本企業独自の取組による開発を支援中。

### <VOYGR>

~日揮・IHI~

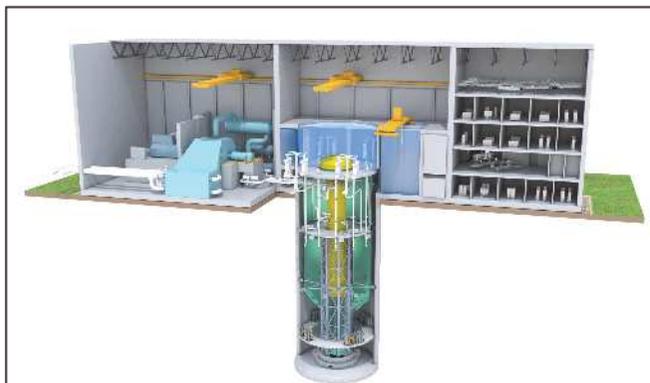
- PWRタイプのSMR
- 出力:7.7万kW/モジュール  
最大12個設置可(最大92万kW)
- モジュール・メンテナンス機器等の課題について日米協力を通じて実証を目指す



### <BWRX-300>

~日立GE~

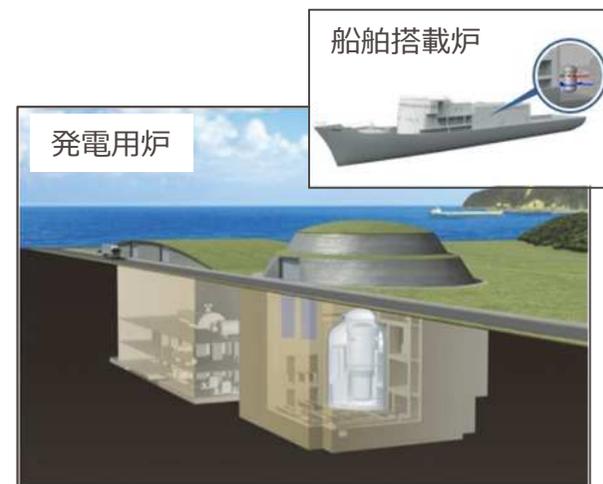
- BWRタイプのSMR
- 出力:30万kW
- 設計上の工夫(原子炉圧力容器と一体化した隔離弁を採用)により、配管破断による冷却材喪失事故リスクを低減



### <軽水小型炉>

~MHI~

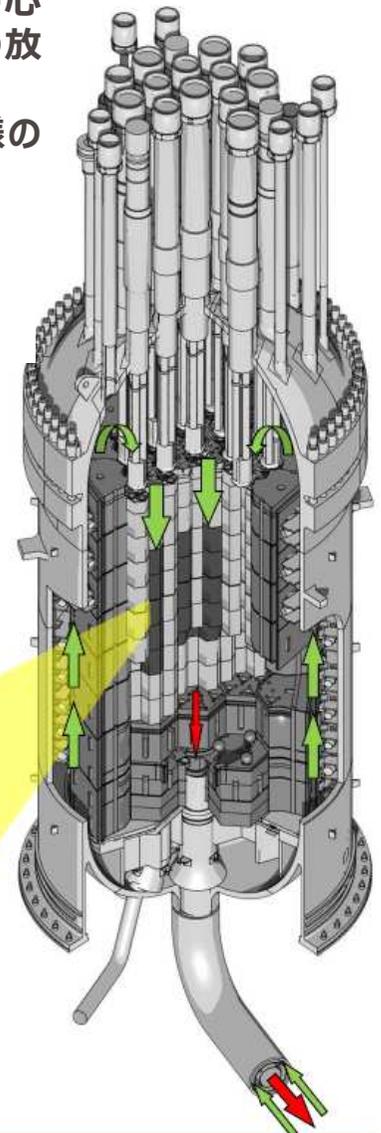
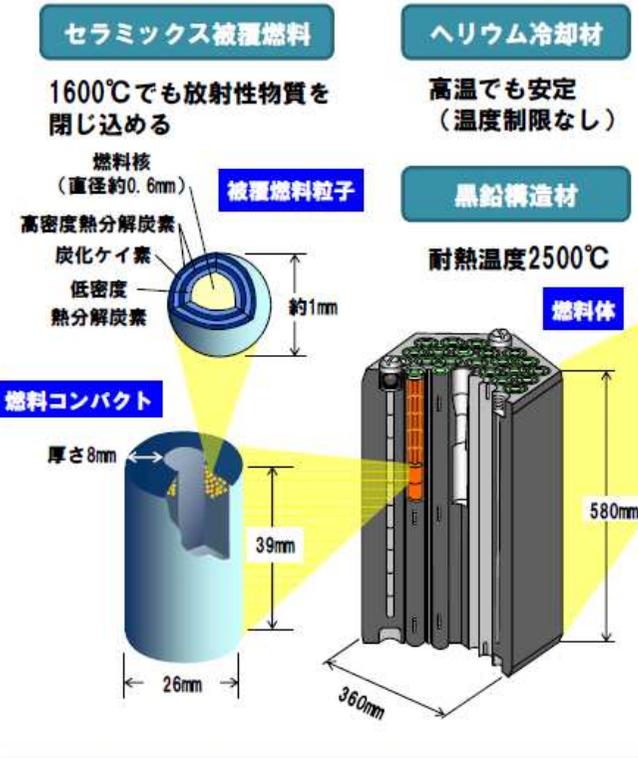
- PWRタイプのSMR
- 出力 : 30万kW (発電用炉)  
: 3万kW (船舶搭載炉)
- 設計上の工夫(原子炉容器に蒸気発生器を内蔵)により、動的機器を用いずに炉心冷却が可能な受動的安全性等が特徴



## 優れた安全性

- ◆ 福島第一原子力発電所事故により、炉心溶融、水素爆発、大量の放射性物質の放出等のリスクが強く認識
- ◆ 高温ガス炉では、原理的にはこれと同様の事故を行う可能性がない

- 燃料被覆に耐熱性に優れたセラミックスを使用
- 黒鉛構造材により事故時の温度変化が緩慢
- 冷却材に不活性なヘリウムを使用



## 多様な熱利用が可能

950°Cの高温熱を供給可能で、発電、水素製造、地域暖房、海水淡水化等の幅広い熱利用が可能

