

資料2

# 島根原子力発電所3号機 新規制基準に係る適合性申請について

平成30年 6月 8日  
中国電力株式会社



1. 島根原子力発電所の概要	2
2. 島根3号機の必要性	6
3. 増設の経緯	20
4. 設備の概要	24
5. 申請の概要	36

# 1. 島根原子力発電所の概要

# 島根原子力発電所の立地位置



# 島根原子力発電所の構内配置図



	1号機	2号機	3号機
営業運転開始	昭和49年3月	平成元年2月	未定
電気出力	46万 kW	82万kW	137.3万kW
原子炉型式	沸騰水型 (BWR)	沸騰水型 (BWR)	改良型沸騰水型 (ABWR)
新規制基準への 対応状況等	廃止措置中 (平成29年7月28日～)	適合性審査を申請 (平成25年12月25日)	適合性審査申請 準備中

## 2. 島根3号機の必要性

## 島根3号機の必要性(要旨)

### 〈国のエネルギー政策および原子力の位置付け〉

- 平成26年に策定したエネルギー基本計画において原子力を「重要なベースロード電源」と位置付け、2030年度のエネルギーミックスの中での比率は20%程度としている。
- 東日本大震災以降停止している既設原子力については「基準に適合したものは稼働を進める」としており、既に許可を受けた島根3号機は既設として位置付け。

### 〈当社の課題および島根3号機の必要性〉

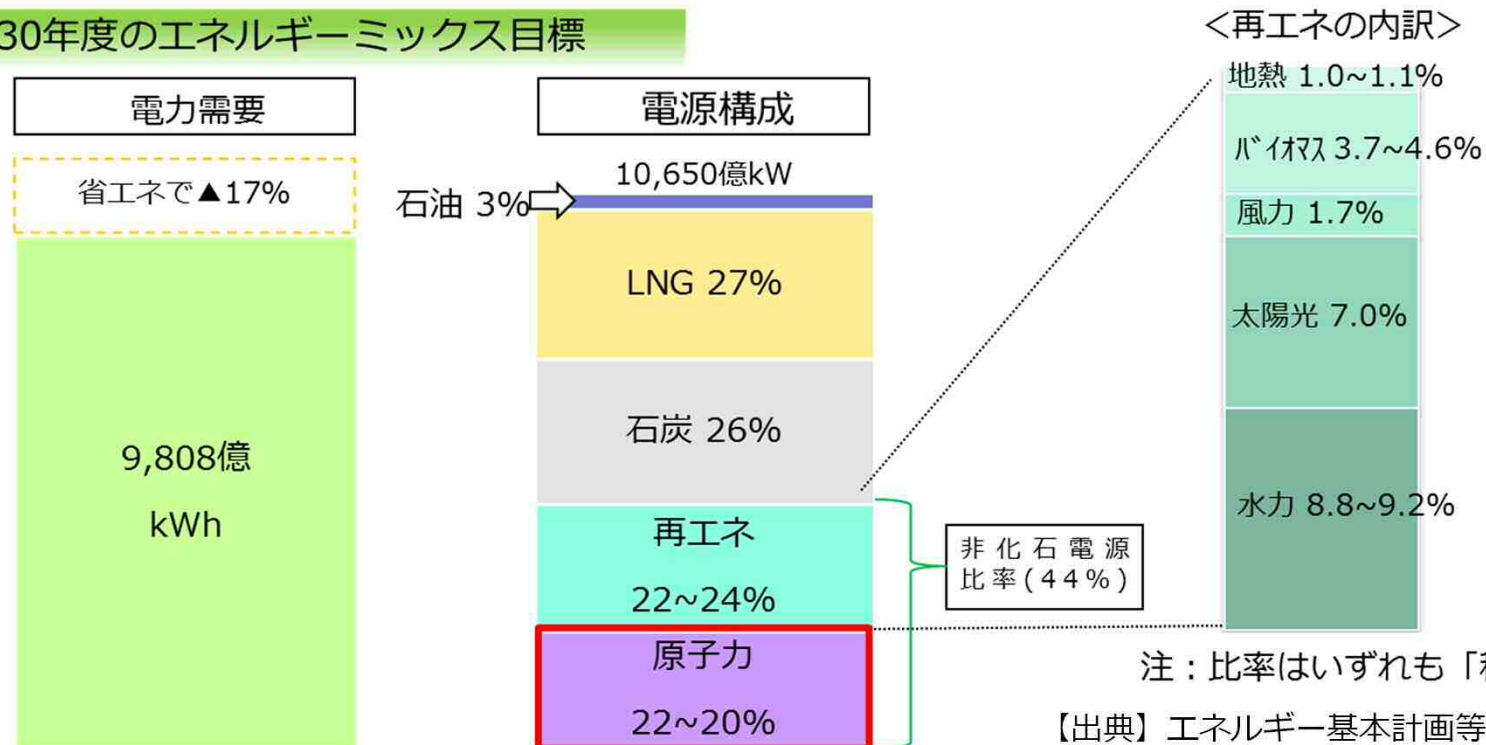
- 国の政策を踏まえ、安全性を大前提に「安定供給」「経済性」「環境への適合」(S + 3E)を同時達成できるよう、原子力・火力・再生可能エネルギーそれぞれの特性を活かし、バランスのとれた電源構成の構築に取り組んでいく考え。
- 現状は、原子力の停止により供給力の大部分を火力に依存しており、火力の高経年化、CO2削減、電気料金の安定化(燃料価格変動影響の低減)といった課題への対応を早期に行っていく必要がある。
- このため、三隅2号機建設による経年火力への代替を進めるとともに、再エネ導入拡大に努めているが、課題解決に向けては安全性を大前提とした原子力(島根2, 3号機)の早期稼働が必要不可欠。



## 国のエネルギー政策(原子力の位置付け等)

- 国は「安全性を前提に、安定供給を第一に経済効率性の向上と同時に環境への適合を図るためには、各エネルギー源の特性を踏まえて活用することが重要」とした上で、2030年度時点のエネルギーミックス等を策定。
- 原子力を「重要なベースロード電源」と位置付け、比率を20～22%程度、また、再エネを合わせた非化石電源比率を44%に設定。
- 既設原子力について「基準に適合したものは稼働を進める」とした上で、既に許可を受けている島根3号機は既設として取り扱い。

2030年度のエネルギーミックス目標

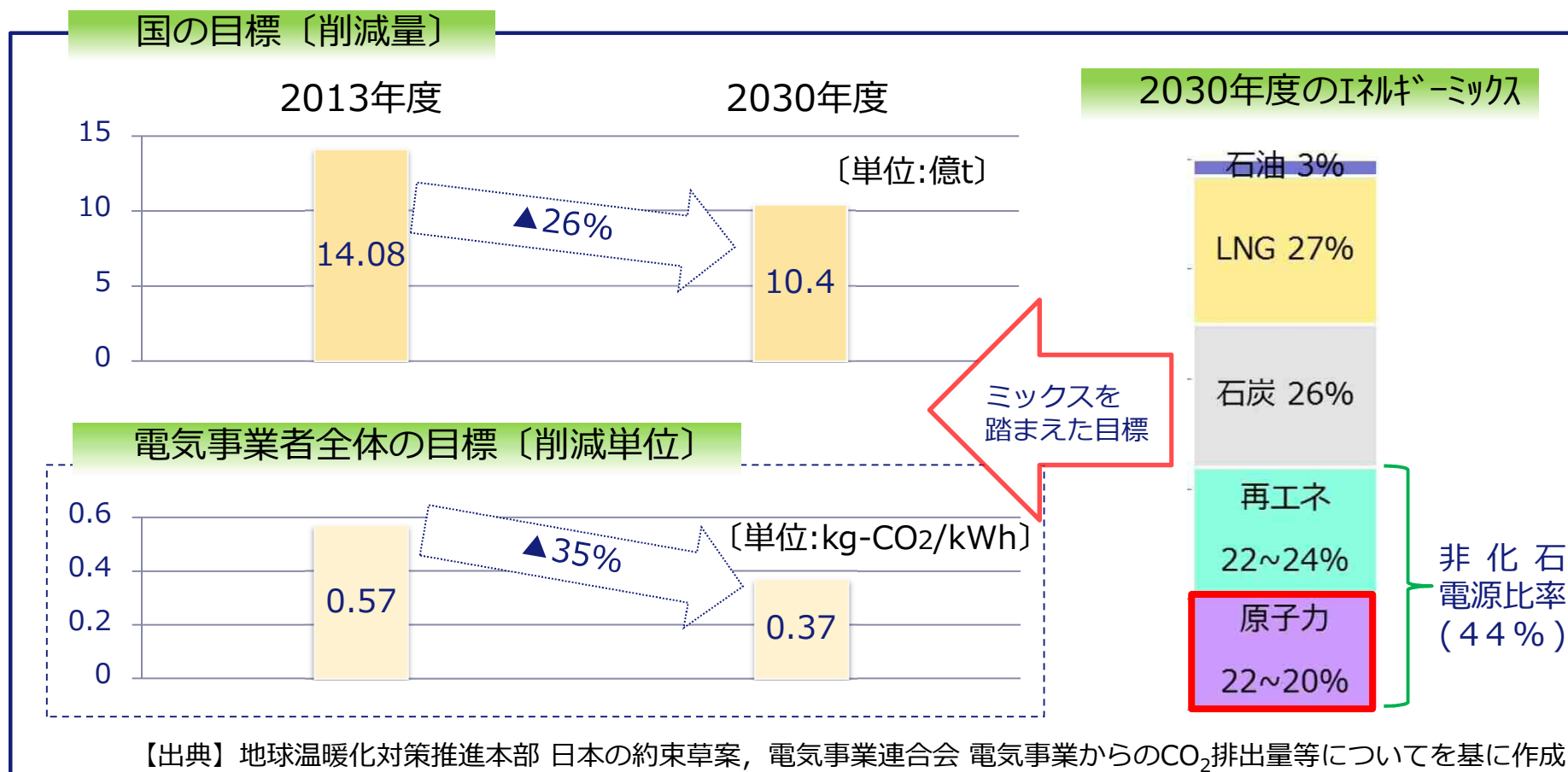


## 〔参考〕国のエネルギー政策（各エネルギー源の特性）

原子力		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 優れた安定供給性と効率性</li> <li>■ 低炭素の準国産エネルギーで、運転時に温室効果ガスを排出しない</li> <li>■ <u>安全性確保を大前提にエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源</u></li> </ul>
再生可能エネルギー		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 温室効果ガスを排出せず、安全保障にも寄与できる重要な低炭素の国産エネルギー</li> <li>■ 現時点では安定供給・コスト面に課題</li> </ul>
火力	石炭	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 温室効果ガスの排出量が多いが、安定供給性・経済性に優れた重要なベースロード電源</li> </ul>
	LNG	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 化石燃料の中で温室効果ガスの排出が最も少なく、ミドル電源の中心</li> </ul>
	石油	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ピークおよび調整電源として一定の機能</li> <li>■ 他の電源喪失時の代替を果たし、今後とも活用していく重要なエネルギー</li> <li>■ 調達に係る地政学的リスクは最も大きい</li> </ul>

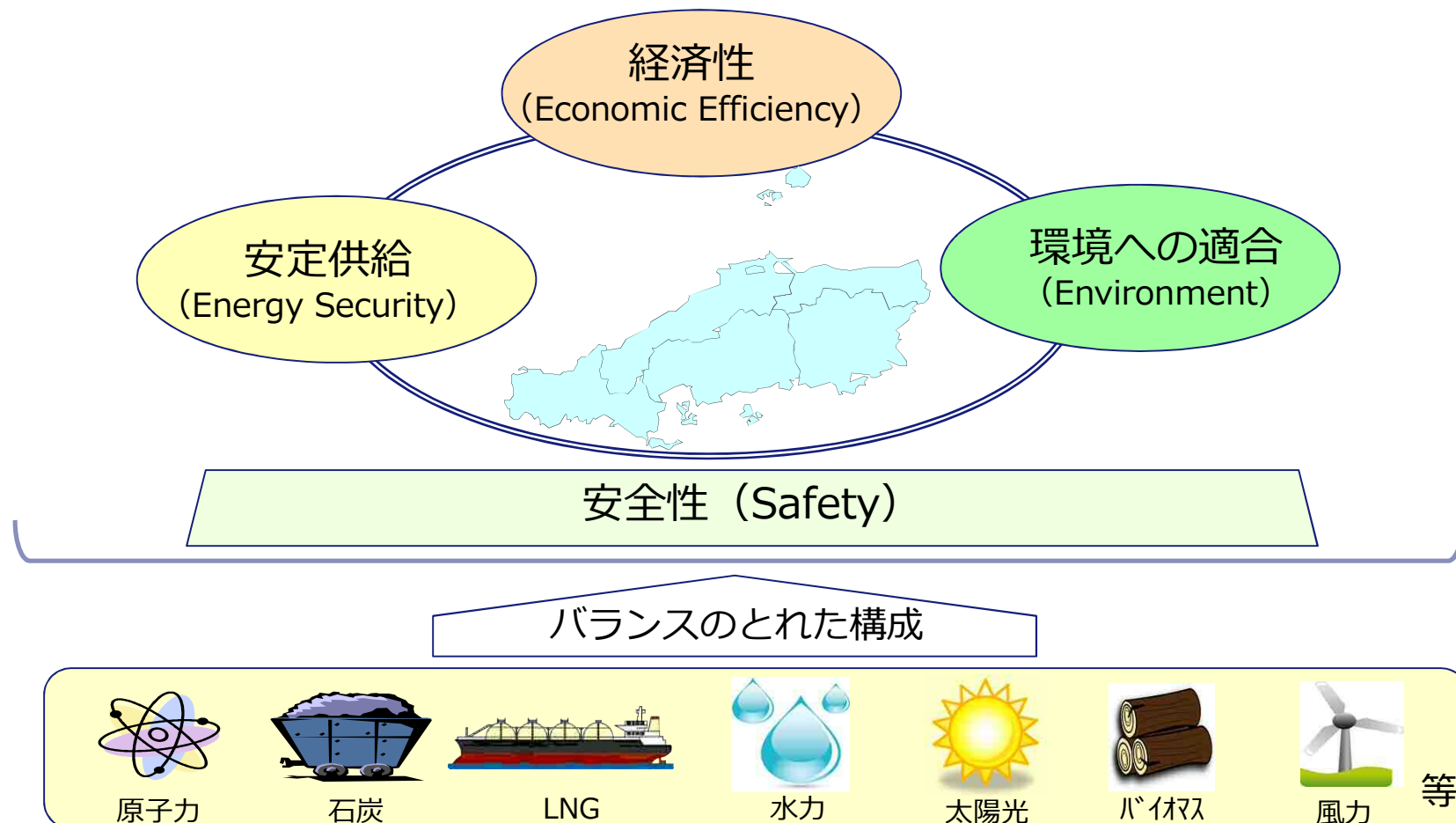
## 国のエネルギー政策(CO2削減目標)

- 2030年度のエネルギーミックスも踏まえた当該年度におけるCO<sub>2</sub>削減目標(2013年度比▲26.0%)を国連へ提出し、国際枠組みとなるパリ協定を批准。
- 一方、当社を含む電気事業者は、国のエネルギーミックス目標の実現によって達成される事業者全体としての削減目標(2013年度比▲35%)を設定。



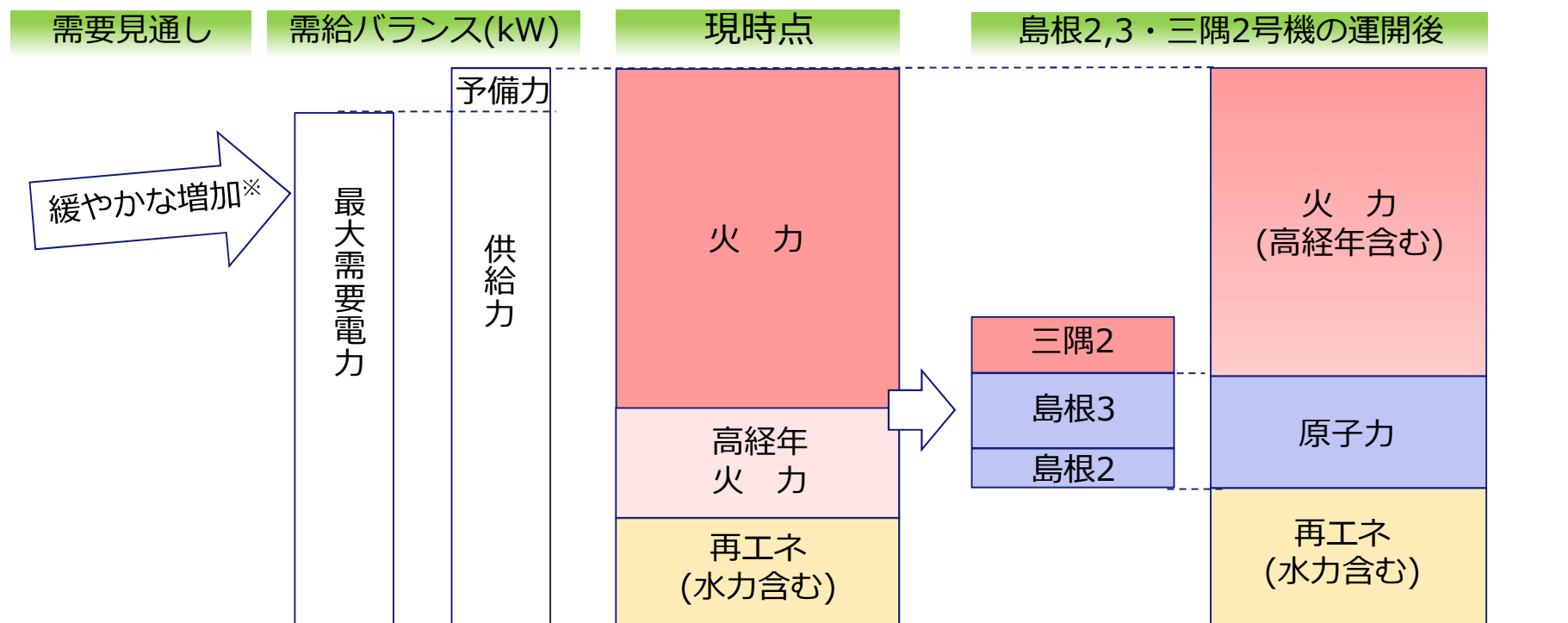
# 当社の電源構成に対する基本的考え方

- 将来にわたって低廉・安定的な電力をお届けするため、安全性を大前提に「安定供給」「経済性」「環境への適合」を同時に達成(S+3E)できるよう、原子力・石炭・LNG・再エネ等のそれぞれの特性を活かしバランスのとれた電源構成の構築に取り組んでいく。



## 安定供給(高経年火力の代替供給力の確保)

- 中国地域の電力需要は、緩やかな増加傾向で推移する見通し。
- 震災後、原子力が停止している中、高経年化した火力の高稼働により供給力を確保している状況(当社の火力設備は、平成30年代半ばには、約半数が運転開始後40年を超過)。
- 高経年火力はエネルギー効率が低く、トラブルも増加しており、中国地域の需要に対応していくため早期に島根2, 3号機を稼働するとともに、代替として三隅2号機の開発が必要。



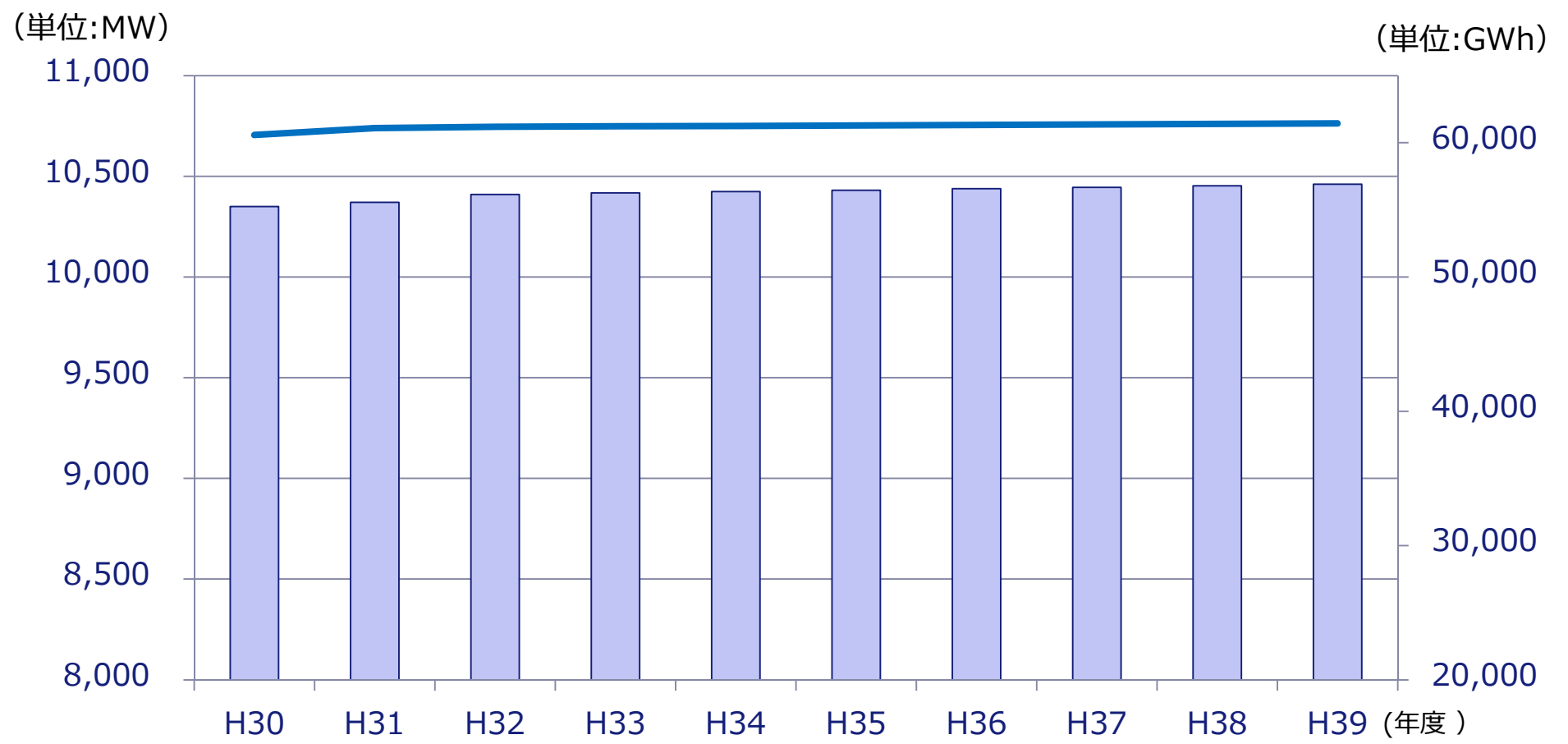
※次ページに詳細

↑ 原子力は稼働時期未定のため、現時点では含まない

# [参考]中国地域の電力需要見通し

■ : 最大需要電力(送電端)

— : 需要電力量合計(送電端)

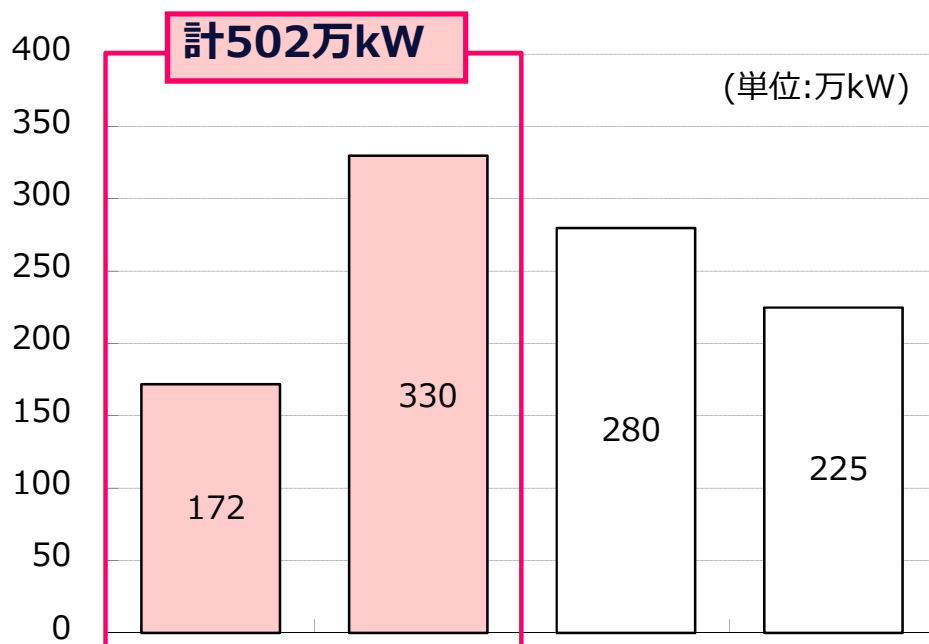


【出典】電力広域的運営推進機関「全国及び供給区域ごとの需要想定(2018年度)」を基に作成

## [参考]火力設備の経年状況(平成35年度末の設備容量ベース)

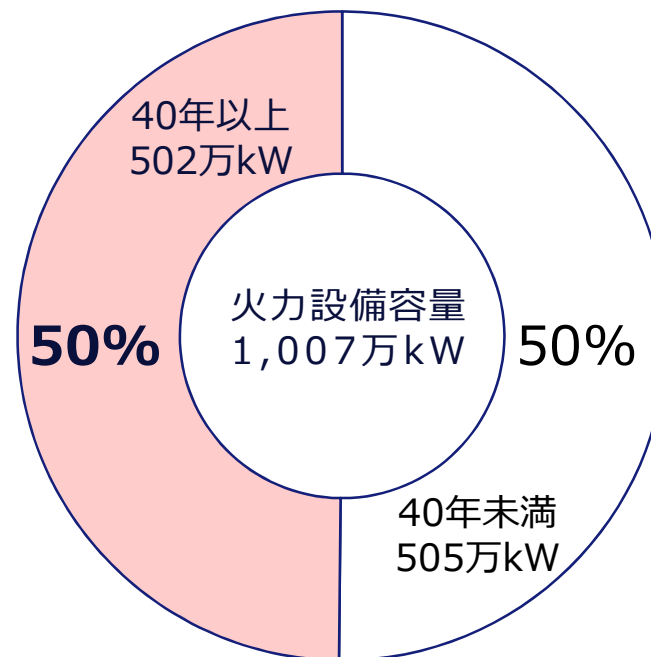
- 平成35年度末時点で運転開始から40年を超過する火力設備は、総量1,007万kWのうち、502万kW(50%)のうち、502万kW(50%)。

経年別の出力 (万kW)



経年数	50年以上	40~49年	30~39年	30年未満
運転開始	~S48年	S49~58年	S59~H5年	H6年~

高経年火力の割合 (%)



注：いずれも主な他社受電分を含み、未着工分（三隅2号等）は含まない

## [参考]高経年火力について

- 高経年火力は最新鋭の設備と比較してエネルギー効率が低く、CO<sub>2</sub>排出量と燃料消費量が多い。また、トラブルの増加も懸念。

### 火力設備の発電効率等

	方式	効率 (発電端, HHV)	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /kWh)
旧式	石油 (亜臨界圧)	38.3%	0.66
	石炭 (亜臨界圧)	38.7%	0.84
	LNG (従来型)	38.9%	0.46
最新鋭	石炭 (超々臨界圧)	42.4%	0.77
	LNG (1500℃級GTCC)	53.0%	0.33

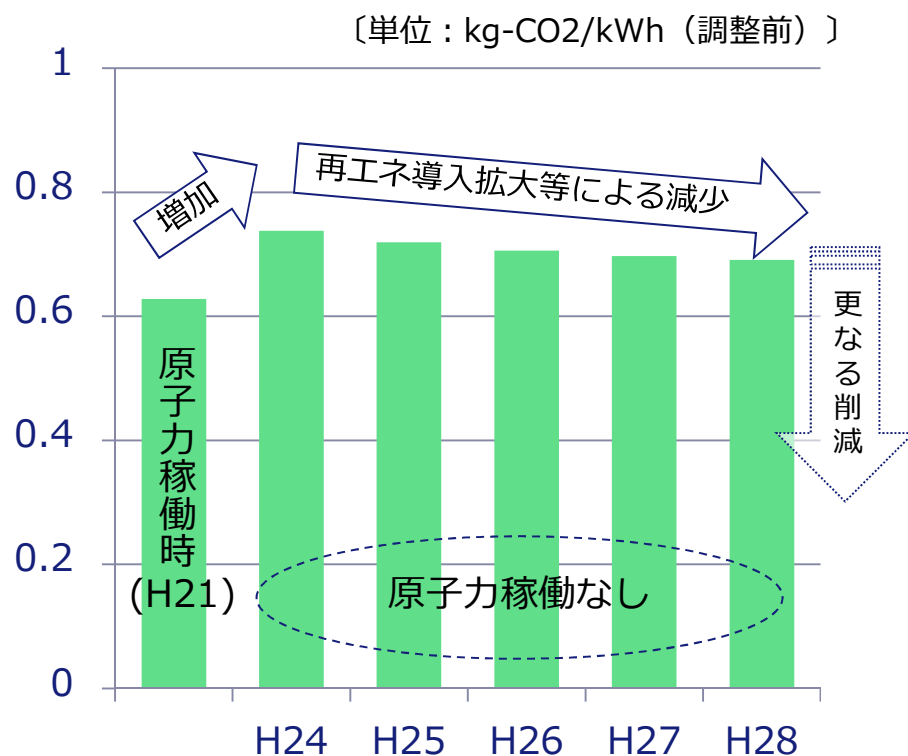




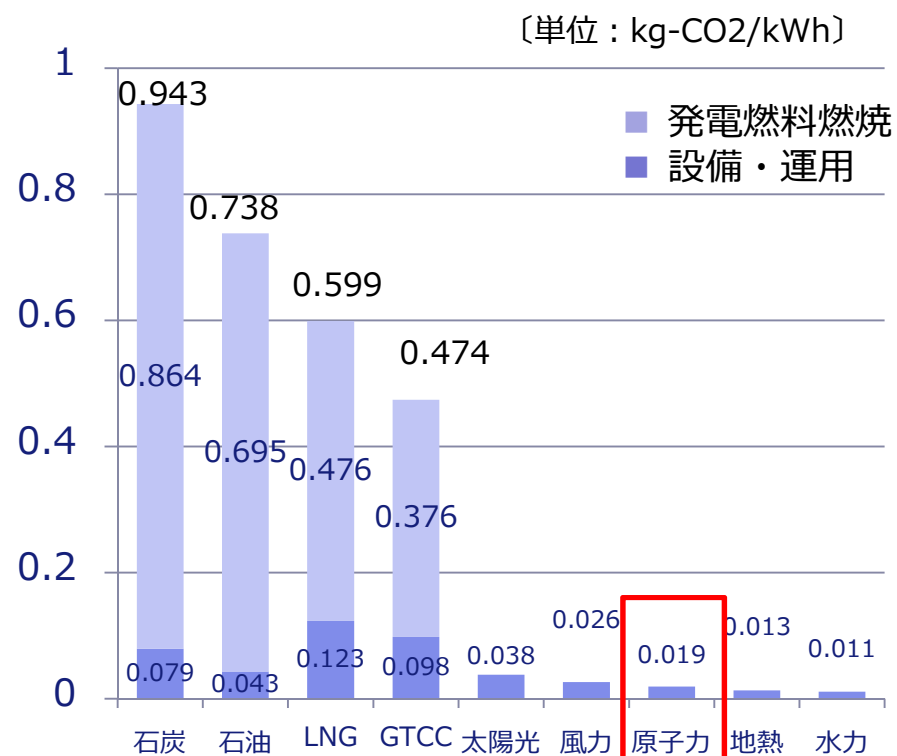
## 環境への適合(CO<sub>2</sub>の排出削減)

- 当社のCO<sub>2</sub>排出原単位は高い水準にあるため、更なる再エネ導入拡大と原子力稼働による非化石電源比率の向上とともに、火力の高効率化等に取り組むことで、排出削減を進めていく必要。
- その中でも発電時にCO<sub>2</sub>を出さず、供給安定性に優れる原子力の活用が重要。

### 当社の排出原単位の推移



### 電源別の排出原単位



【出典】電力中央研究所報告書  
日本の発電技術のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量評価(2016年7月)を基に作成

## 経済性(電気料金の安定化)

- 化石燃料価格は、資源国の政治情勢や資源獲得競争、金融市場の影響等により大きく変動することから、原子力の活用等により、火力への過度の依存を回避することで、電気料金の安定化に努めていく必要。
- 震災以降、原子力の稼働が停止中、火力の稼働増による電力各社の燃料費増加額の合計は、2016年は約1.3兆円で、国民一人あたり約1万円※の負担増。

※: 燃料費増加額を人口で単純に割り戻した概数

### 燃料価格の推移 (全日本CIF)



出典：貿易統計を基に作成

### 燃料費の推移 (旧一般電気事業者9社計)



出典：電力受給検証報告書（平成29年4月）を基に作成

# [参考]2014年モデルプラント試算結果概要, 並びに感度分析 の概要

長期エネルギー需給見通し小委員会の発電コスト検証ワーキンググループ(平成27年5月26日)資料抜粋

電源	原子力	石炭火力	LNG火力	風力(陸上)	地熱	一般水力	小水力 80万円/kw	小水力 100万円/kw	バイオマス (専焼)	バイオマス (混焼)	石油火力	太陽光 (幼)	太陽光 (住宅)	ガス コジェネ	石油 コジェネ
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	20% 20年	83% 40年	45% 40年	60% 40年	60% 40年	87% 40年	70% 40年	30・10% 40年	14% 20年	12% 20年	70% 30年	40% 30年
発電コスト 円/kWh	10.1~ (8.8~)	12.3 (12.2)	13.7 (13.7)	21.6 (15.6)	16.9※ (10.9)	11.0 (10.8)	23.3 (20.4)	27.1 (23.6)	29.7 (28.1)	12.6 (12.2)	30.6 ~43.4 (30.6 ~43.3)	24.2 (21.0)	29.4 (27.3)	13.8 ~15.0 (13.8 ~15.0)	24.0 ~27.9 (24.0 ~27.8)
2011コスト 等検証委	8.9~ (7.8~)	9.5 (9.5)	10.7 (10.7)	9.9~ 17.3	9.2~ 11.6	10.6 (10.5)	19.1 ~22.0	19.1 ~22.0	17.4 ~32.2	9.5 ~9.8	22.1 ~36.1 (22.1 ~36.1)	30.1~ 45.8	33.4~ 38.3	10.6 (10.6)	17.1 (17.1)

追加的安全対策費2倍	+0.6
廃止措置費用2倍	+0.1
事故廃炉・賠償費用等1兆円増	+0.04
再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍	+0.6

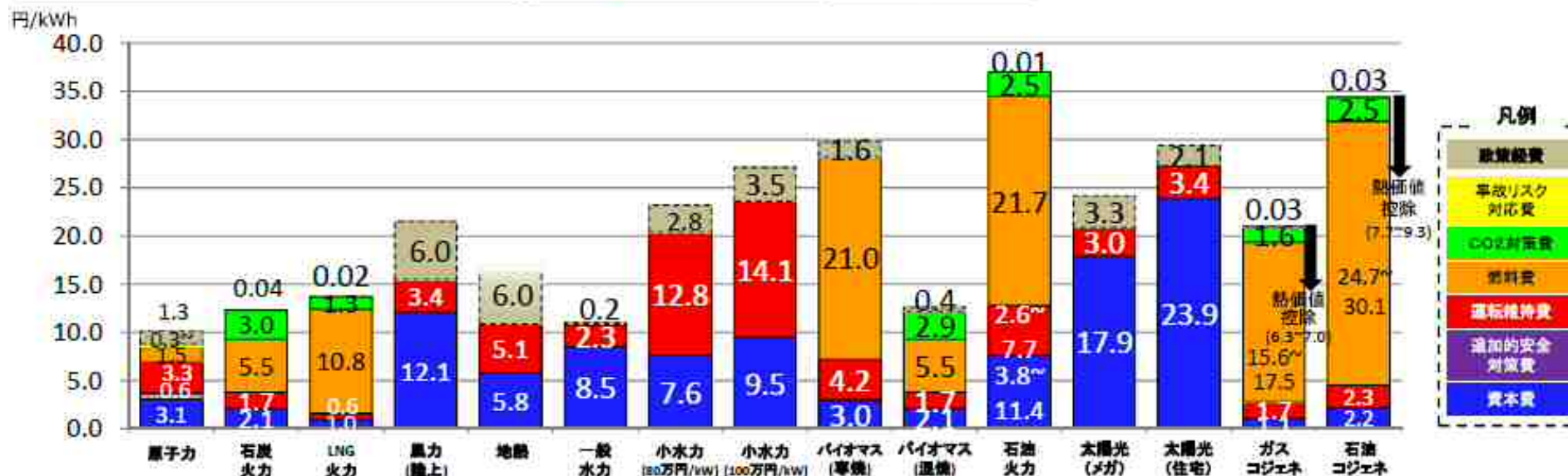
※1 燃料価格は足元では昨年と比較して下落, それを踏まえ, 感度分析を下記に示す。

燃料価格10%の 変化に伴う影響 (円/kWh)	石炭 約±0.4	LNG 約±0.9	石油 約±1.5
--------------------------------	-------------	--------------	-------------

※2 2011年の設備利用率は, 石炭:80%、LNG:80%、石油:50%、10%

※3 ()内の数値は政策経費を除いた発電コスト

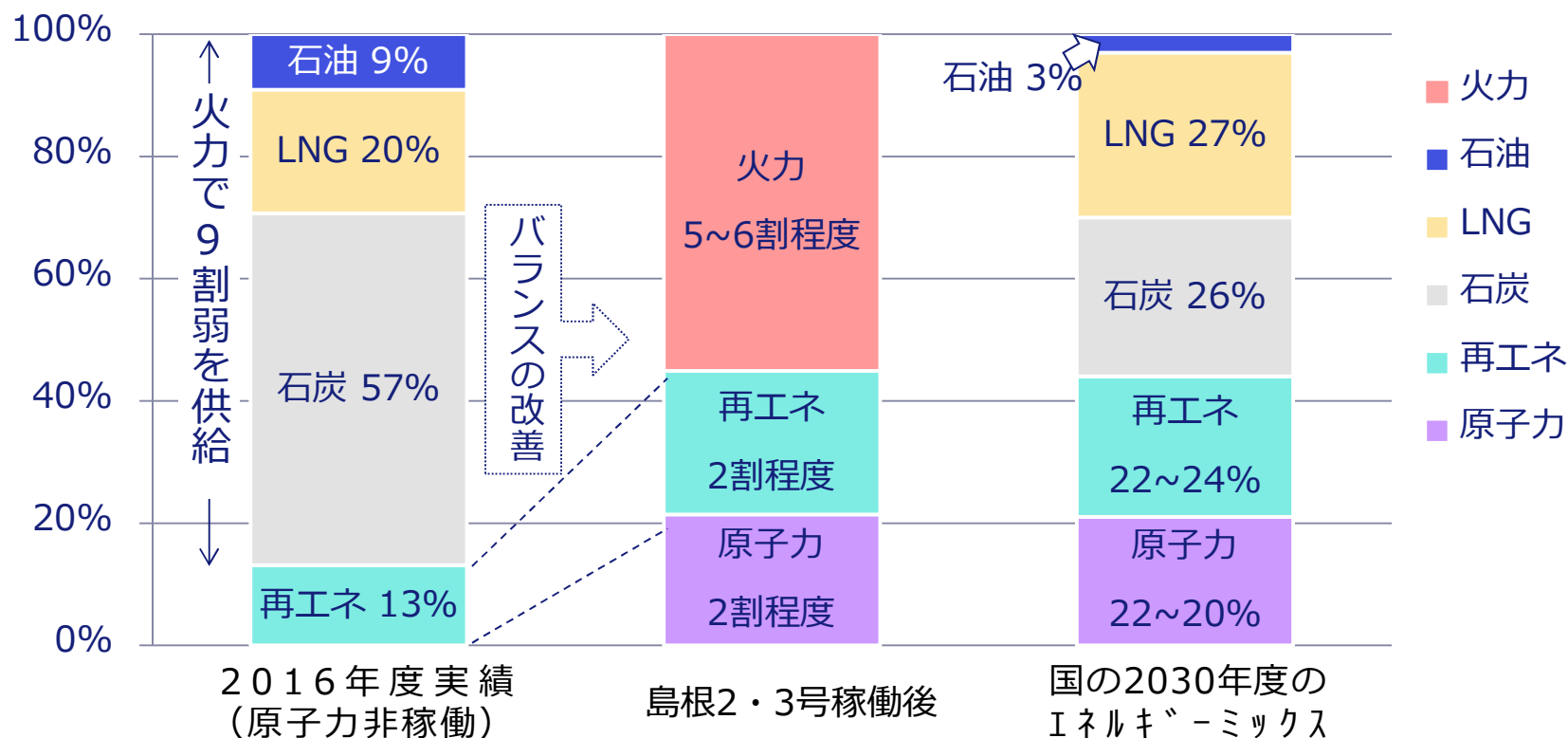
※4 地熱については, その予算関連政策経費は今後の研究拡大のための  
予算が大部分であり, 他の電源との比較が難しいが, ここでは, 現  
在計画中のものを加えた合計143万kwで算出した発電量で関連予算  
を機率的に除した値を記載。



## S+3Eの同時達成(電源構成バランスの改善)

- 国の政策も踏まえ、当社の課題である「高経年火力の代替供給力確保」「電気料金の安定化」「CO<sub>2</sub>の削減」それぞれに対応していくためには、引き続き再エネ導入拡大に努めるとともに、島根2, 3号機の稼働により、電源構成のバランスを改善していく必要。

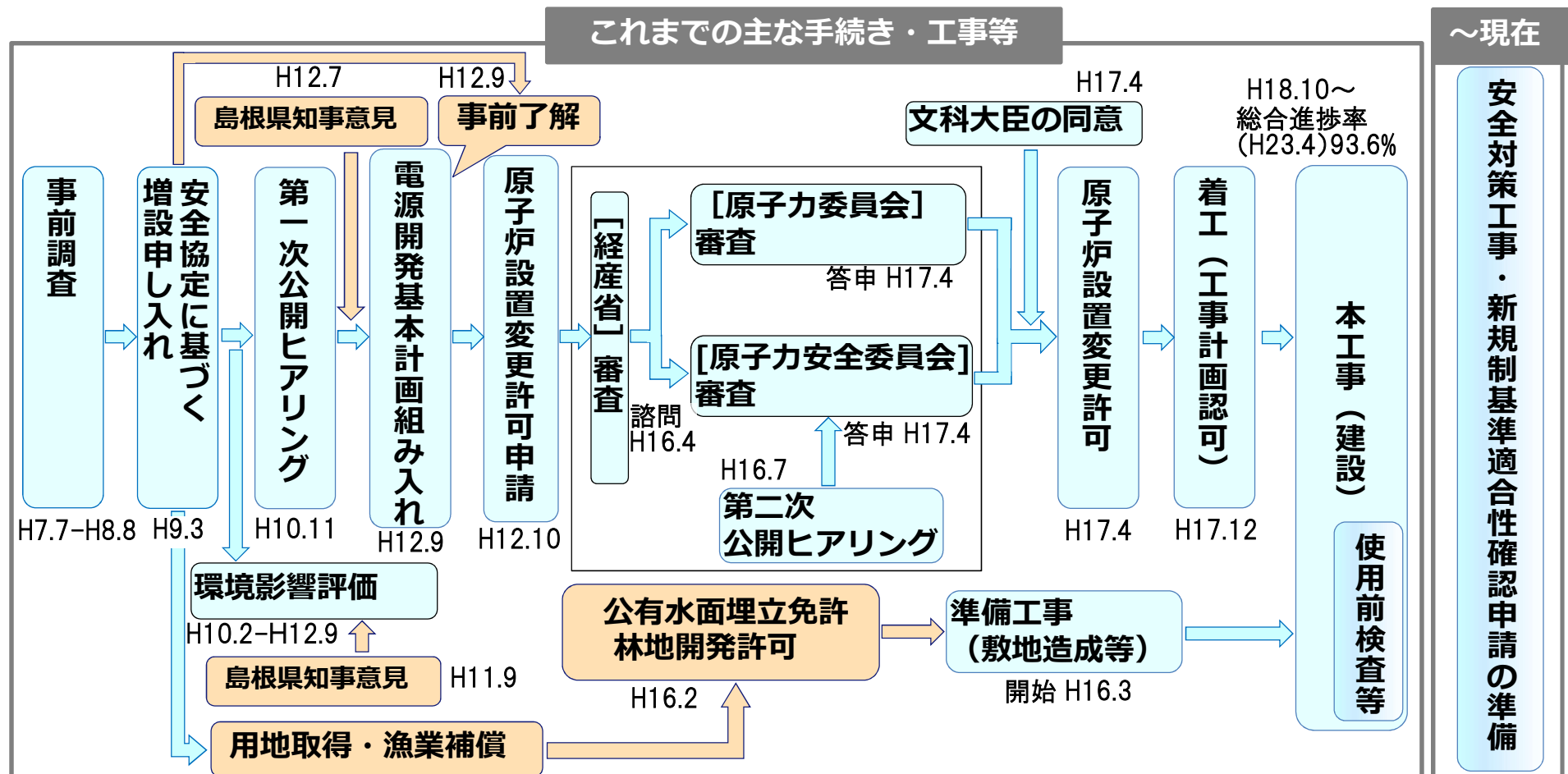
発電電力量 (kWh) 構成比の実績と見通し



### 3. 増設の経緯

# 主要経緯(1/2)

- 平成9年3月に関係自治体等へ増設を申し入れた後、準備工事や4年半に及ぶ安全審査等を経て着工し、当初設計に基づく設備は完成。また、平成24年には燃料装荷までに必要な使用前検査も終了。
- 現在、規制基準等に基づく安全対策工事を実施中。



## 主要経緯(2/2)

年月	経緯
平成7年7月～	事前調査を実施
平成9年3月	島根県、鹿島町、関係権利者に増設を申し入れ
平成10年11月	第一次公開ヒアリング
平成12年9月	電源開発基本計画への組み入れ
平成12年9月	島根県、鹿島町から安全協定に基づく事前了解を受領
平成12年10月	原子炉設置変更許可申請書を提出
平成15年3月	関係漁協と漁業補償契約を締結
平成16年3月	準備工事を開始
平成16年7月	第二次公開ヒアリング
平成17年4月	原子炉設置変更許可
平成17年12月	着工(工事計画認可)
平成18年10月	本工事を開始
平成23年5月	営業運転開始時期を「平成24年3月」から「未定」に変更 [平成23年4月末時点の総工事進捗率:93.6%]

# 工事工程表

(参考)平成23年4月末時点の総工事進捗率:93.6%

※設備は完成しているが、新規基準を踏まえた安全対策工事を実施していることから、今後の建設計画が確定しないため、進捗率については未確定。

■ 施工済    □ 休止期間

	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22 ~29年度	平成30年度
主要工程		▼ H16/3 準備工事開始	▼ H17/4 設置変更許可	▼ H17/12 着工 (第1回工事計画認可)	▼ H18/10 本館基礎掘削開始		H22/3 6.9KV受電▼		
敷地造成工事		■							
護岸工事		■	■	■	■	■	■		
防波堤工事		■	■	■	■				
放水路・放水口工事		■	■	■	■				
本工事					■				

## 工事計画認可申請状況

- 第1回:原子炉格納施設等(平成17年12月22日認可)
- 第2回:廃棄設備等(平成18年10月5日認可)
- 第3回:原子炉冷却系統設備、計測制御設備等  
(平成19年5月22日認可)

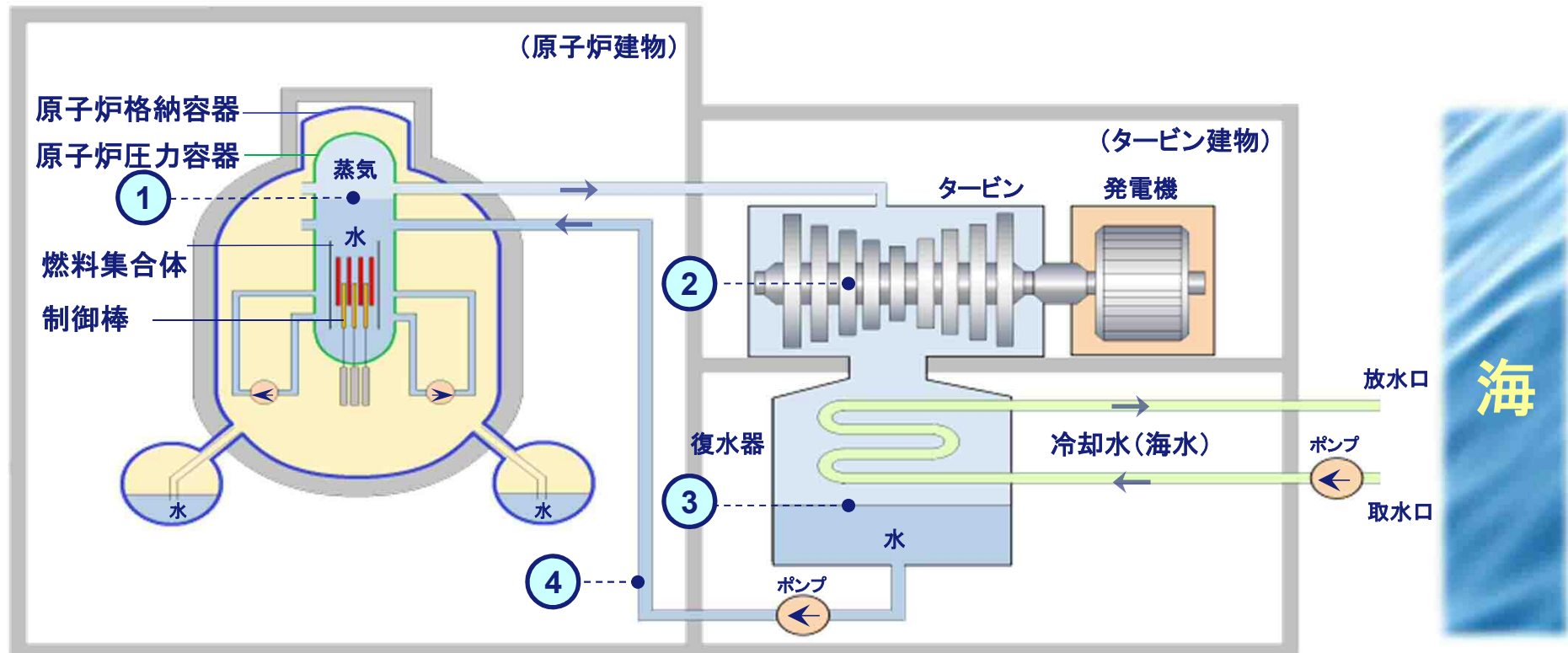
- 第4回:原子炉本体、電気設備等(平成20年4月23日認可)
- 第5回:燃料設備、蒸気タービン、補助ボイラー等  
(平成20年12月26日認可)



## 4. 設備の概要

# 原子力発電(軽水炉)の種類 【沸騰水型(BWR)】

原子力発電所は、原子炉で作った蒸気の中でタービン(発電機につながる羽根車)を回して発電します。



①燃料から得られる熱を利用して蒸気を作る

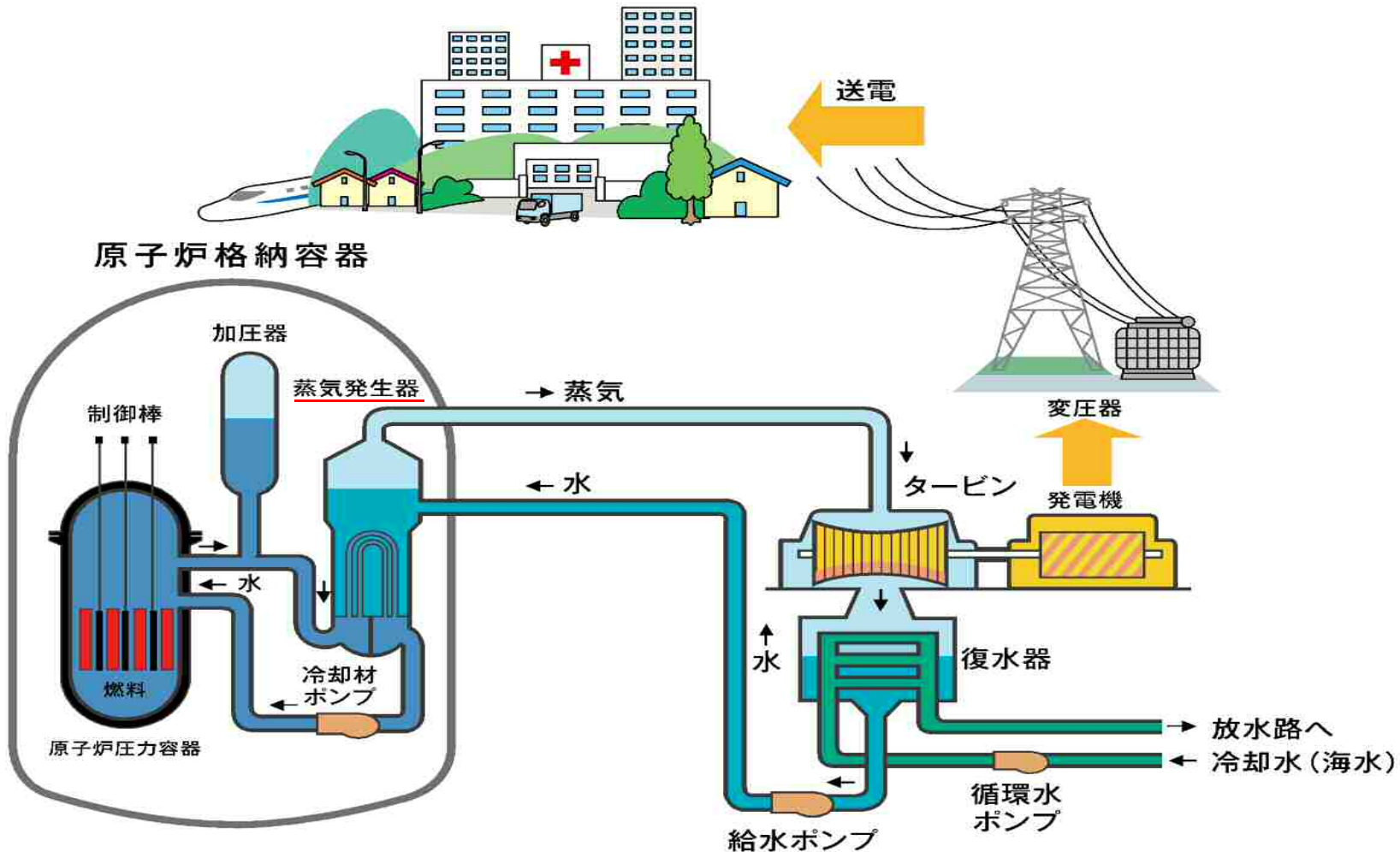
②蒸気の中でタービン・発電機を回して発電する

④原子炉の中に水を戻す

③使い終わった蒸気を冷却して水に戻す

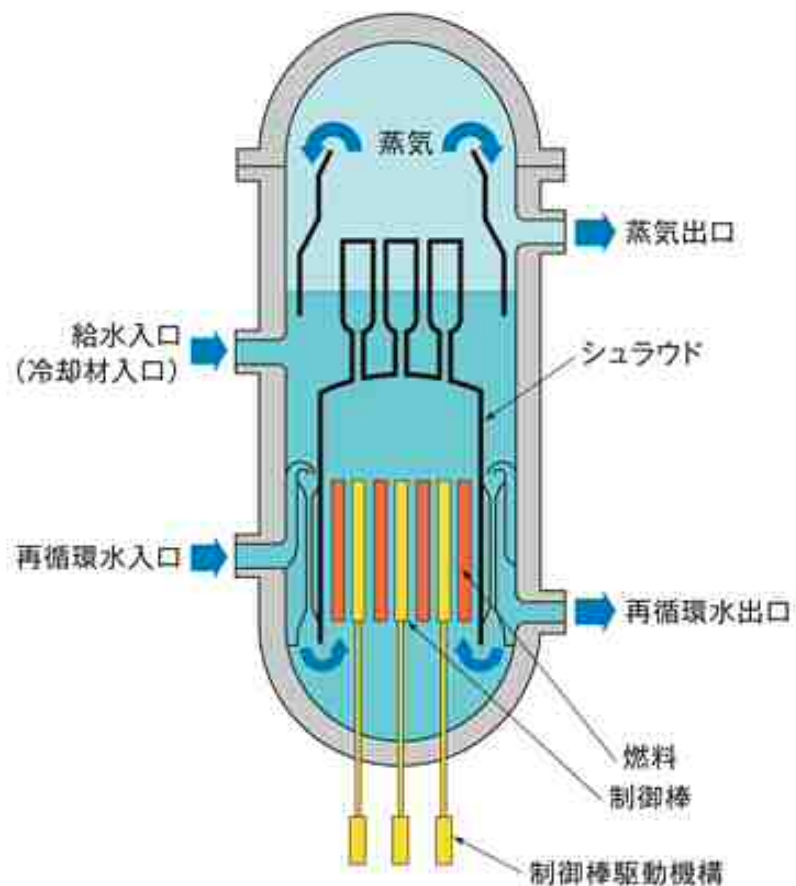
# 原子力発電(軽水炉)の種類 【加圧水型(PWR)】

原子炉の中を加圧し、原子炉の中で水を沸騰させない炉型を加圧水型といいます。この型式では、原子炉で作った高温高压の水を蒸気発生器に送り、そこで別系統の水を蒸気に変えてタービンに送ります。

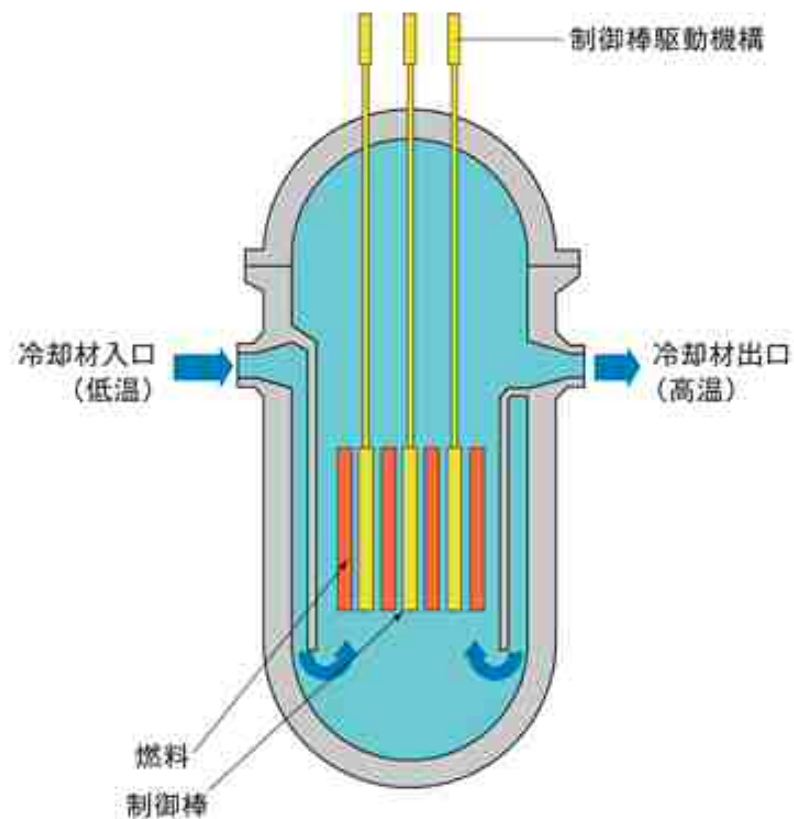


# [参考]原子炉压力容器比較

## 沸騰水型原子炉 (BWR)

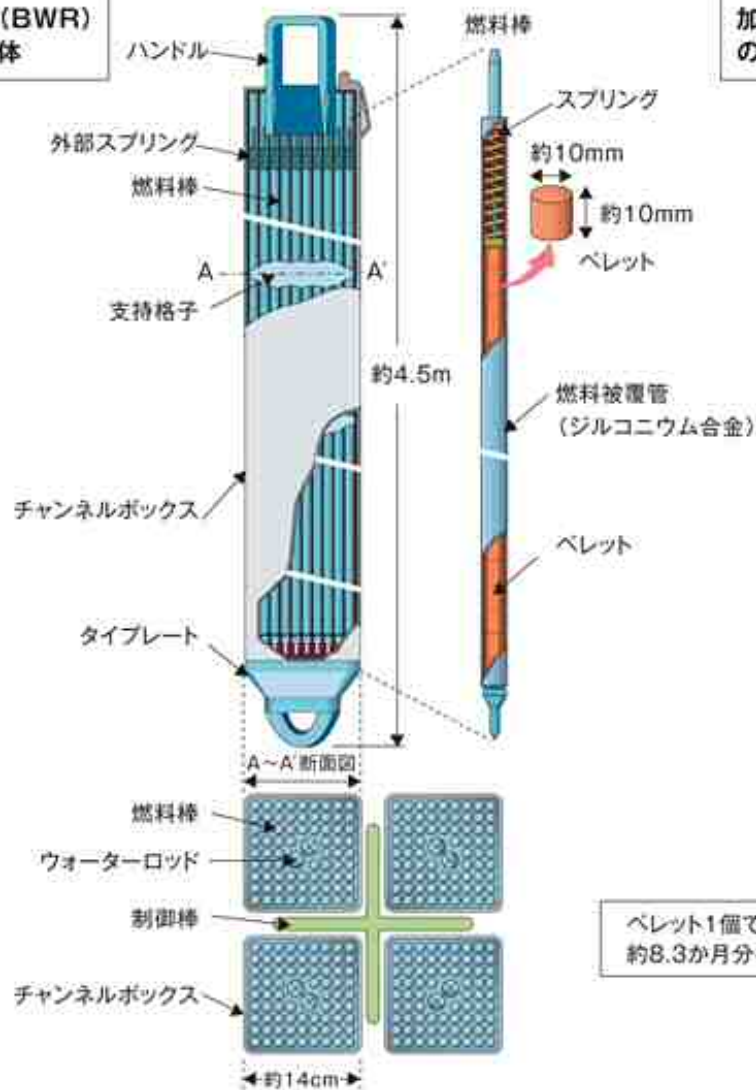


## 加圧水型原子炉 (PWR)

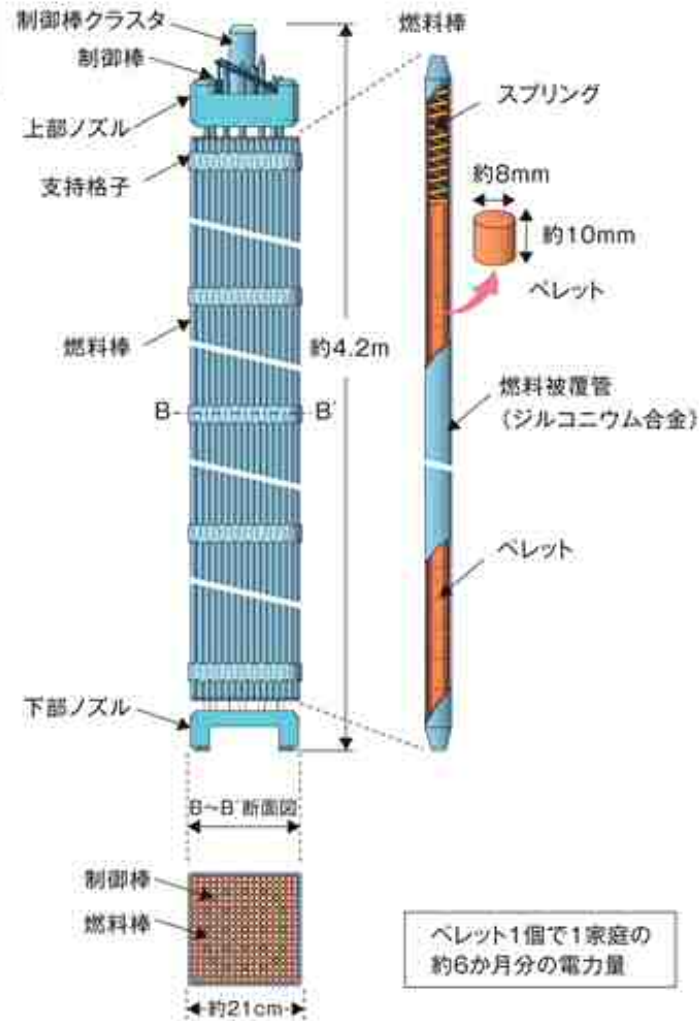


# [参考]燃料集合体の比較

沸騰水型炉 (BWR) の燃料集合体



加圧水型炉 (PWR) の燃料集合体

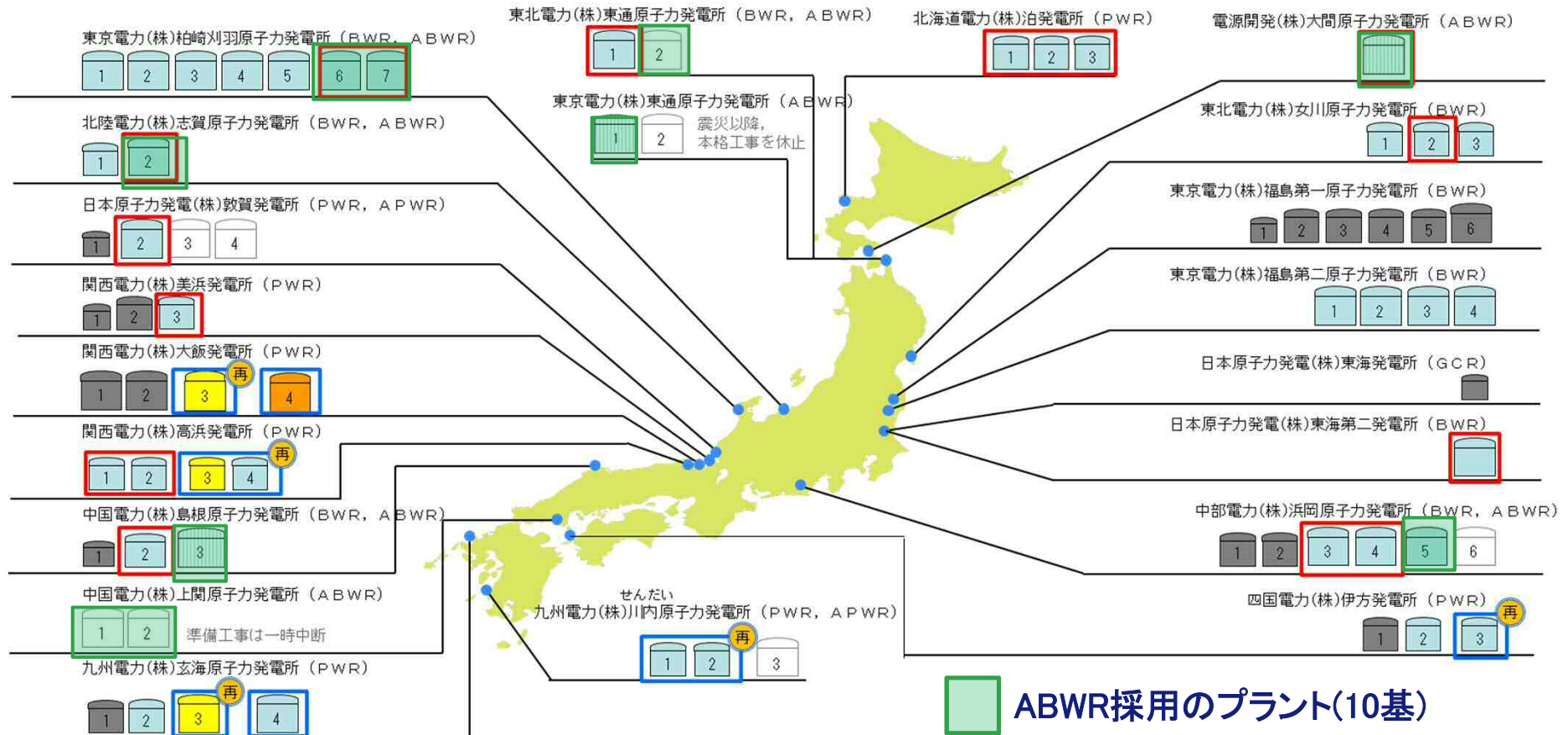


ペレット1個で1家庭の約8.3か月分の電力量

ペレット1個で1家庭の約6か月分の電力量

# 改良型沸騰水型軽水炉 (ABWR) の運転・建設状況

(平成30年5月18日現在)



<国内原子力発電所40基合計出力 3913.2万kW>

営業運転中【合計：3基、323.0万kW】

定期検査中【合計：37基、3590.2万kW】

定期検査中 (原子炉起動済)

定期検査中

新規基準適合性審査中のプラント

新規基準適合性審査終了(※)のプラント

審査合格後、営業運転を再開済のプラント

※. 原子炉設置変更許可、工事計画認可、保安規定認可の全てが揃った段階

建設中 (3基)

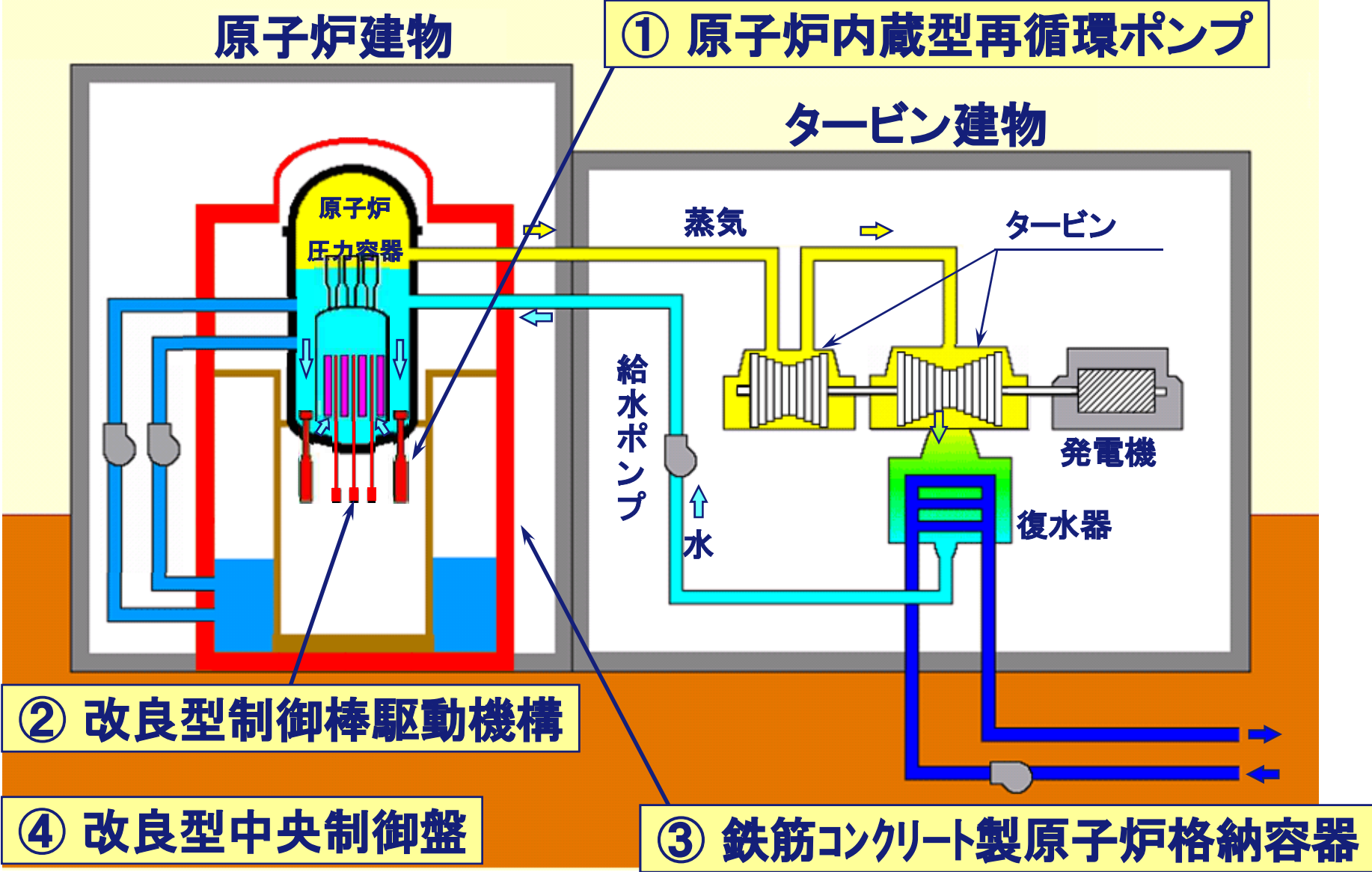
着工準備中 (8基)

廃止 (17基)

出力規模

50万kW未満 100万kW未満 100万kW以上

# ABWRの特徴(1/5)



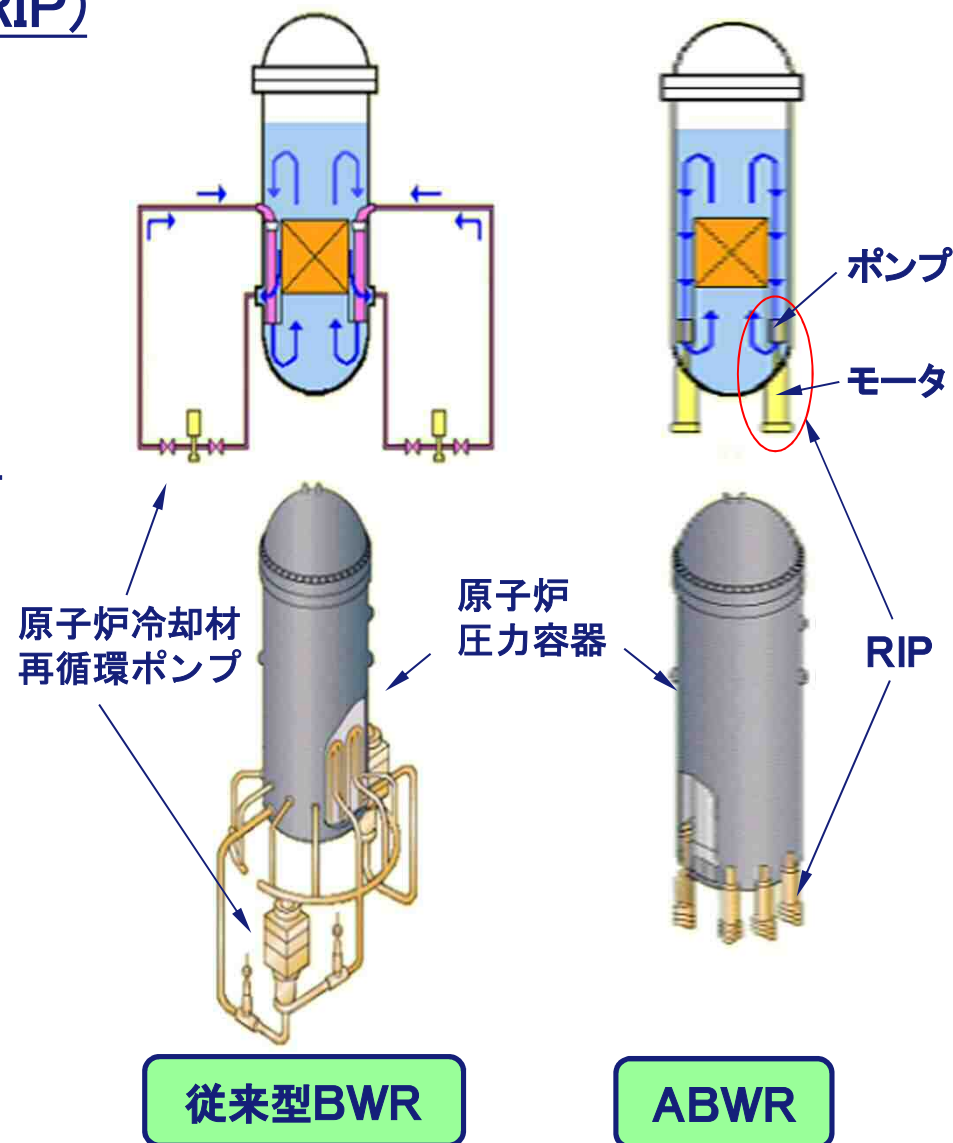
# ABWRの特徴(2/5)

## ①原子炉内蔵型再循環ポンプ(RIP)

炉心下部の大口徑配管削除

- 再循環配管の供用期間中検査が不要となり、作業者が受ける放射線量が低減
- 配管破断の可能性がなくなり、万一の事故でも炉心が露出しないため安全性向上

	従来型BWR	ABWR
ポンプ台数	ジェットポンプ20台 再循環ポンプ2台	RIP10台
再循環配管	あり	なし
その他	—	軸シール部のない 水中モータ採用



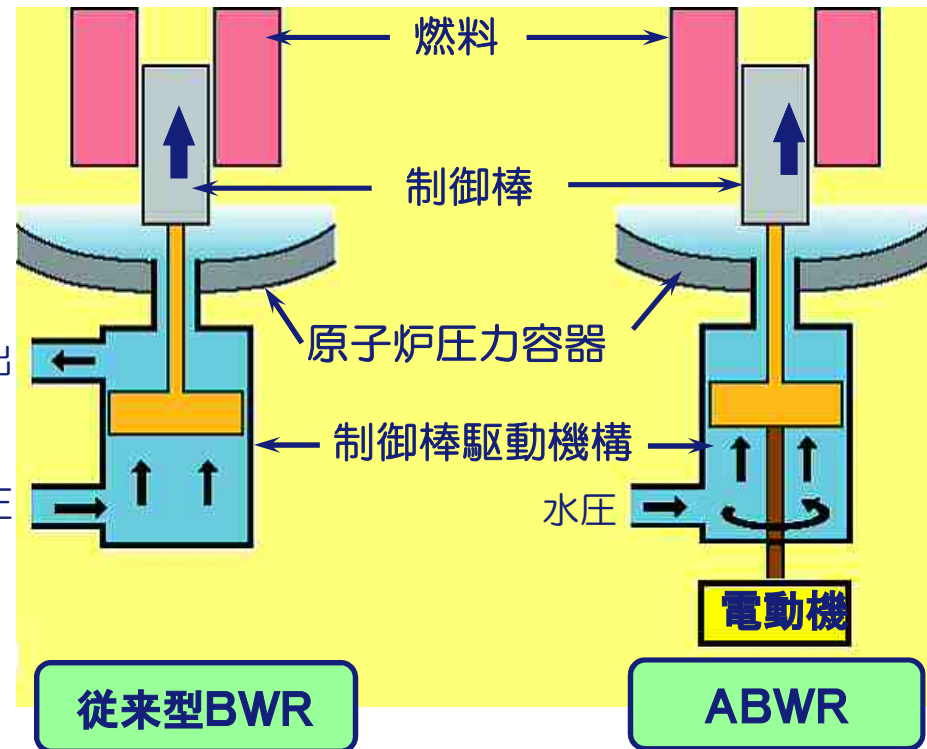


# ABWRの特徴(3/5)

## ②改良型制御棒駆動機構(FMCRD)

### 駆動源を多様化(水圧および電動)

- 安全性向上
- 電動駆動により制御棒の微調整が可能となったため、制御棒操作時の燃料への負荷が軽減し、運転性が向上
- 制御棒を複数本同時操作(ギャングモード)が可能となり、起動時間が短縮



	従来型BWR	ABWR
駆動方式	通常:水圧駆動 スクラム:水圧駆動	通常:電動駆動 スクラム:水圧駆動
最小ステップ幅	152mm	36.6mm
同時操作本数	1本	26本(最大)

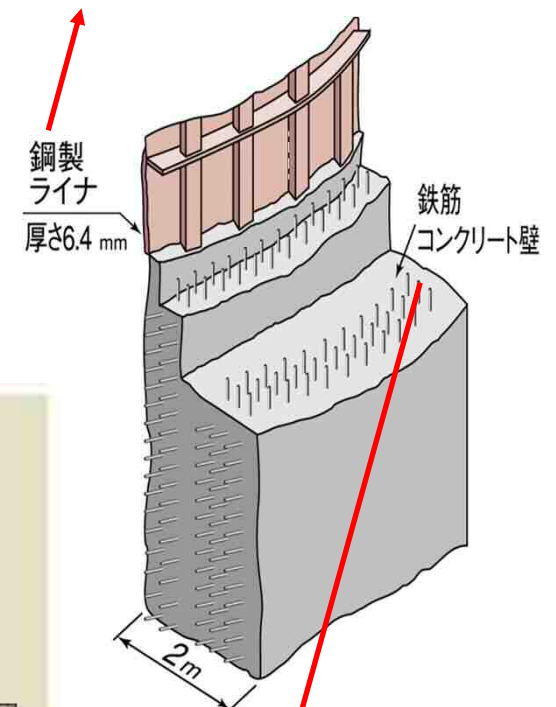
# ABWRの特徴(4/5)

## ③鉄筋コンクリート製原子炉格納容器(RCCV)

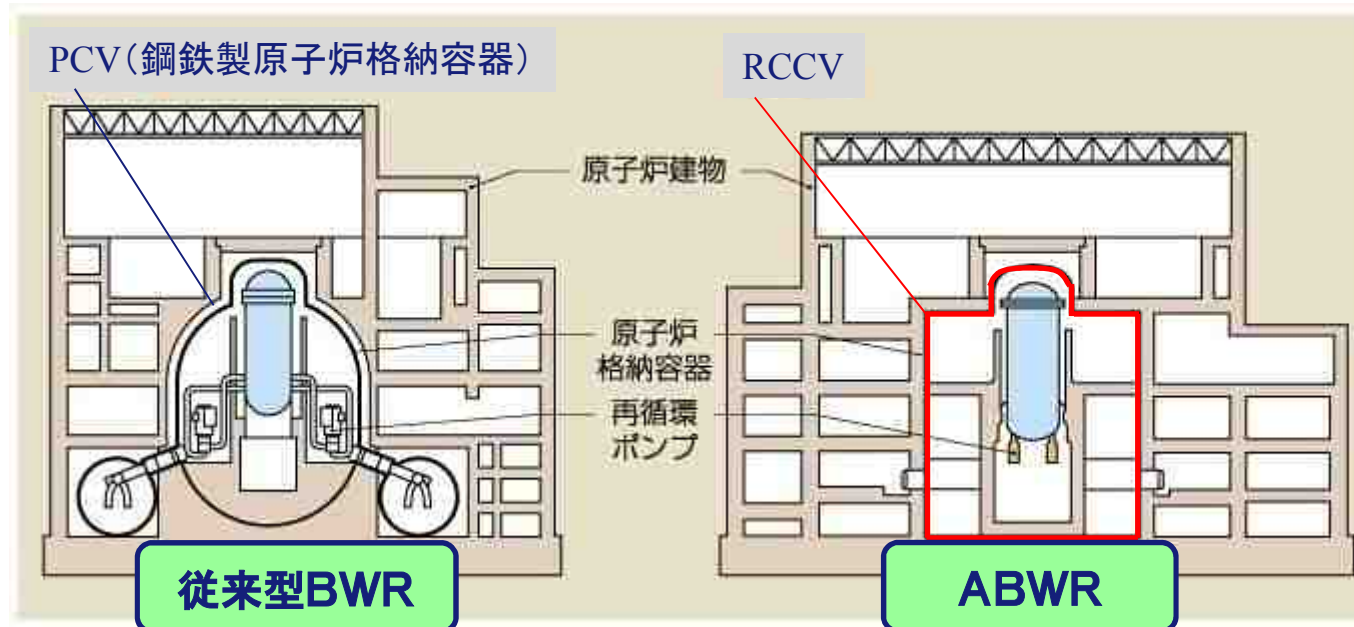
原子炉格納容器が原子炉建物と一体の構造で、原子炉建物をコンパクト化

- RCCVは鉄筋コンクリート構造で事故時の圧力に対抗し、内張りの鋼板ライナーで漏洩を防止する構造
- 格納容器の寸法がコンパクトになり、原子炉建物の重心も下がったことから耐震設計上、有利

放射性物質の漏洩防止



事故時の圧力に対抗



# ABWRの特徴(5/5)

## ④改良型中央制御盤

従来型BWR



ABWR

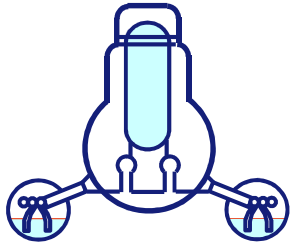
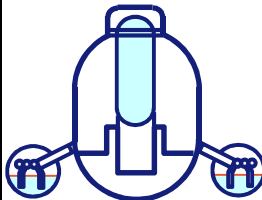
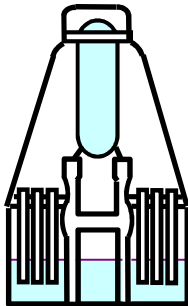
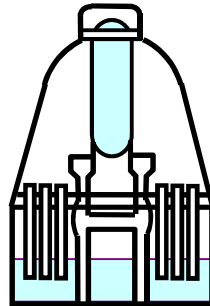
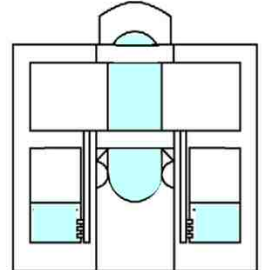


- 操作盤の集中化、大型表示盤の採用により、運転操作性が向上
- 大型表示盤の採用で、各オペレータはより早く必要な情報を確認できる。

	従来型BWR	ABWR
構成	主盤+副盤	主盤+大型表示盤
運転員の操作	ハードスイッチ	ハードスイッチ+フラットディスプレイによるタッチ操作
その他	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型表示盤により運転員全員がプラント情報を容易に共有</li> <li>・色、配置等を整理したヒューマンエラー防止に配慮した設計</li> </ul>

# 沸騰水型軽水炉(BWR)の変遷

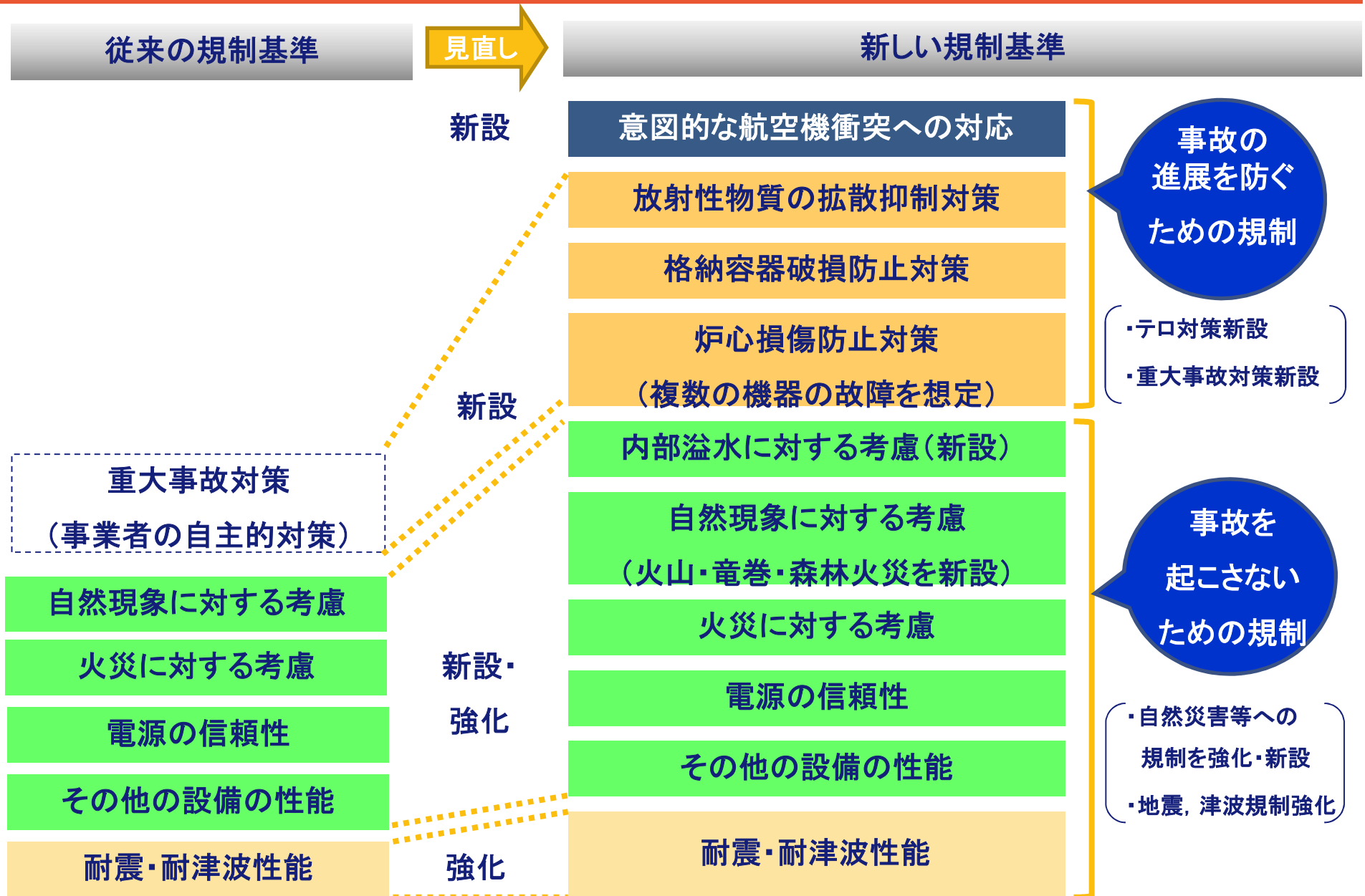
国、メーカ、電力会社が共同で開発

タイプ	BWR-2	BWR-3	BWR-4	BWR-5		BWR-5	ABWR
	旧型 BWR	旧型 BWR	BWR	BWR		(改良標準化)	(改良標準化)
特質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直接単一サイクル</li> <li>・強制循環圧力抑制形格納容器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジェットポンプの採用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉心出力密度、燃焼度の向上</li> <li>・設計の標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Mark - I 改良型格納容器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再循環系、ECCS系の改良</li> <li>・Mark - II 格納容器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Mark - II 改良型格納容器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターナルポンプの採用</li> <li>・コンクリート製格納容器の採用</li> </ul>
発電所例	敦賀	福島第一 1号 島根1号※	福島第一 2~5号	浜岡 3号 島根 2号	東海第二	福島第二 2~4号	柏崎・刈羽 6・7号 志賀2号 島根3号
電気出力	35万kW~ 54万kW	46万kW~ 81万kW	52万kW~ 116万kW	同 左	66万kW~ 116万kW	同 左	130万kW級
格納容器形状	Mark - I 圧力抑制形 (トラス形 / フラスコ型)			Mark - I 改良型 (まほうびん型)	Mark - II	Mark - II 改良型 (釣鐘型)	コンクリート製格納容器 (RCCV)
							

※: ECCSはBWR-4

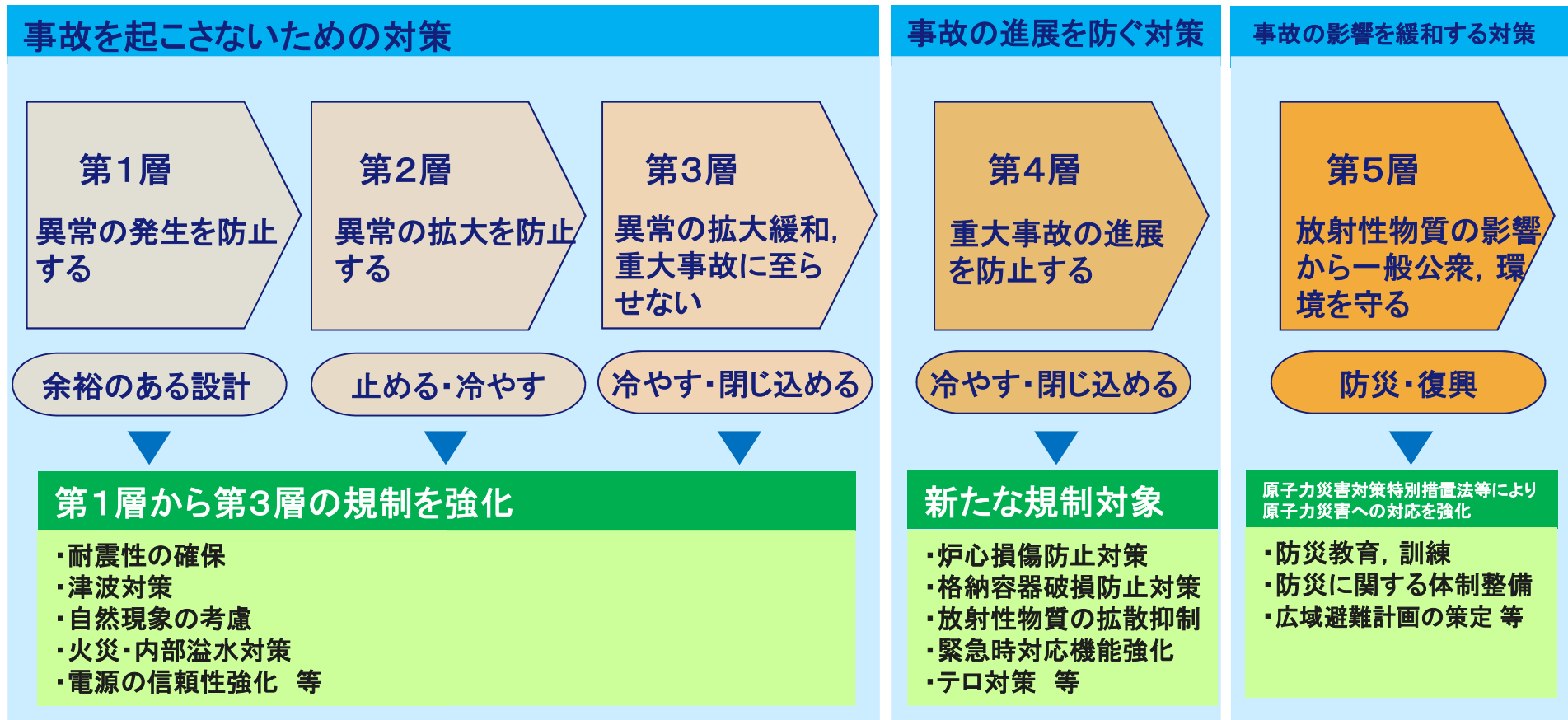
## 5. 申請の概要

# 新規制基準の概要 (1/2)



# 新規制基準の概要 (2/2)

- 新規制基準が施行(平成25年7月)される以前の国の規制は、事故を起こさないための対策(第1層から第3層)を対象としており、事故の進展を防ぐ対策(第4層)は事業者の自主保安とされていました。
- 新規制基準では、事故を起こさないための対策を強化するとともに、事故の進展を防ぐ対策についても規制の対象とされています。また、事故の影響を緩和する対策については原子力災害対策特別措置法等により原子力災害への対応が強化されています。



# 島根3号機の適合性申請について

- 当社は、新規制基準への適合性審査を受けるため、島根3号機について原子力規制委員会へ原子炉設置変更許可申請を行う。
- 申請内容は、設計基準対応に関する項目と重大事故等対応に関する項目に分類される。

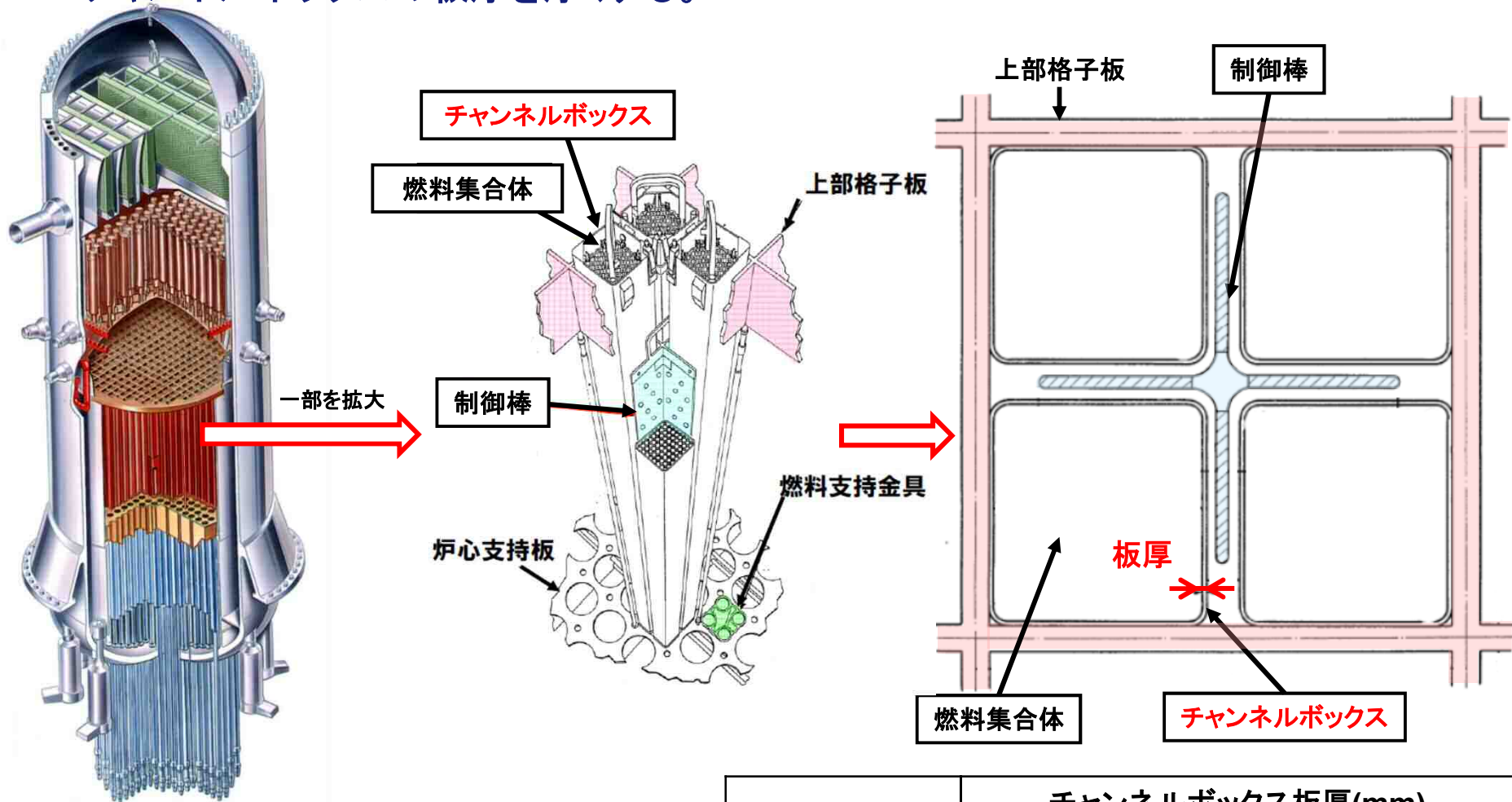
申請の区分	申請内容	
	設計基準対応	重大事故等対応
原子炉設置 変更許可 〔原子炉施設の 基本設計〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 基準地震動, 基準津波の策定※</li> <li>■ 火山・竜巻等の自然現象※への対応</li> <li>■ 火災・内部溢水への対応</li> <li>■ 新規制基準の要求事項に対する逐条評価 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 対応設備の基本設計</li> <li>■ 対応設備の有効性評価</li> <li>■ 新規制基準の要求事項に対する逐条評価 等</li> </ul>

※発電所共通の項目である基準地震動, 基準津波等は, 島根2号機の審査を経て確定するものであり, 島根2号機の既申請内容と同じとして申請する。



# チャンネルボックス厚肉化

- 地震によるチャンネルボックスの揺れを低減し、制御棒の挿入性を向上させるため、チャンネルボックスの板厚を厚くする。

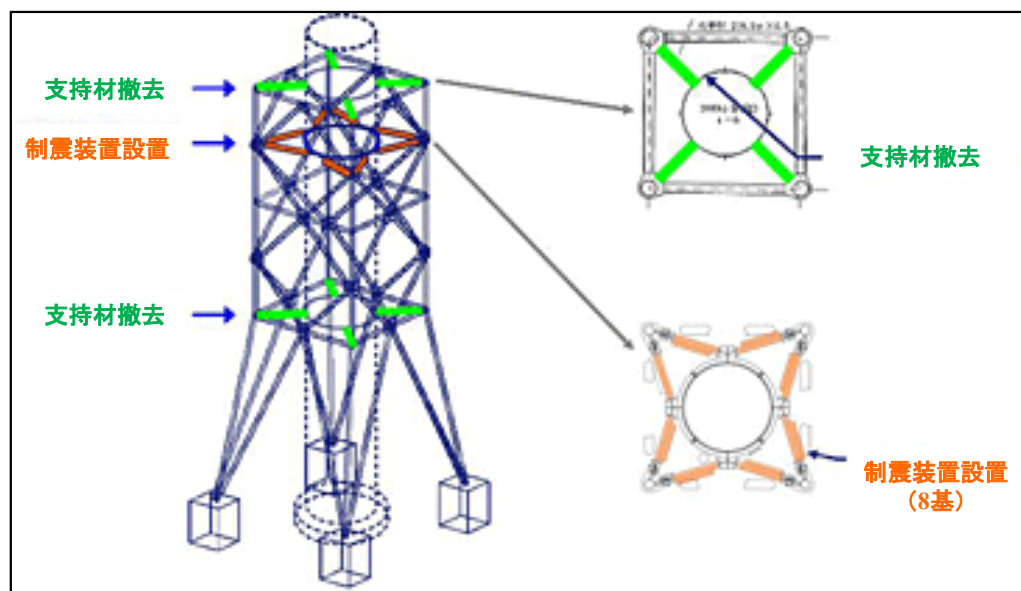


	チャンネルボックス板厚(mm)
変更前	2.54
変更後	3.05

# 排気筒の耐震裕度向上(自主対策)

- 排気筒の地震に対する裕度を向上させるため、制震装置を設置するなどの耐震裕度向上工事を実施した。

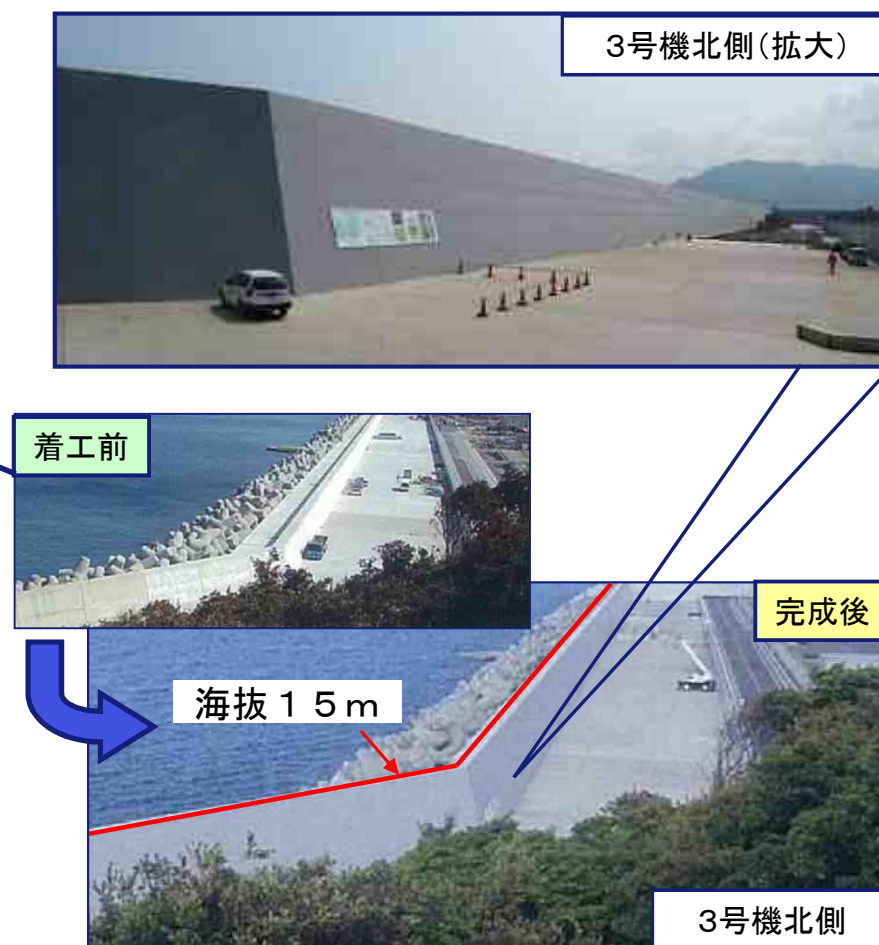
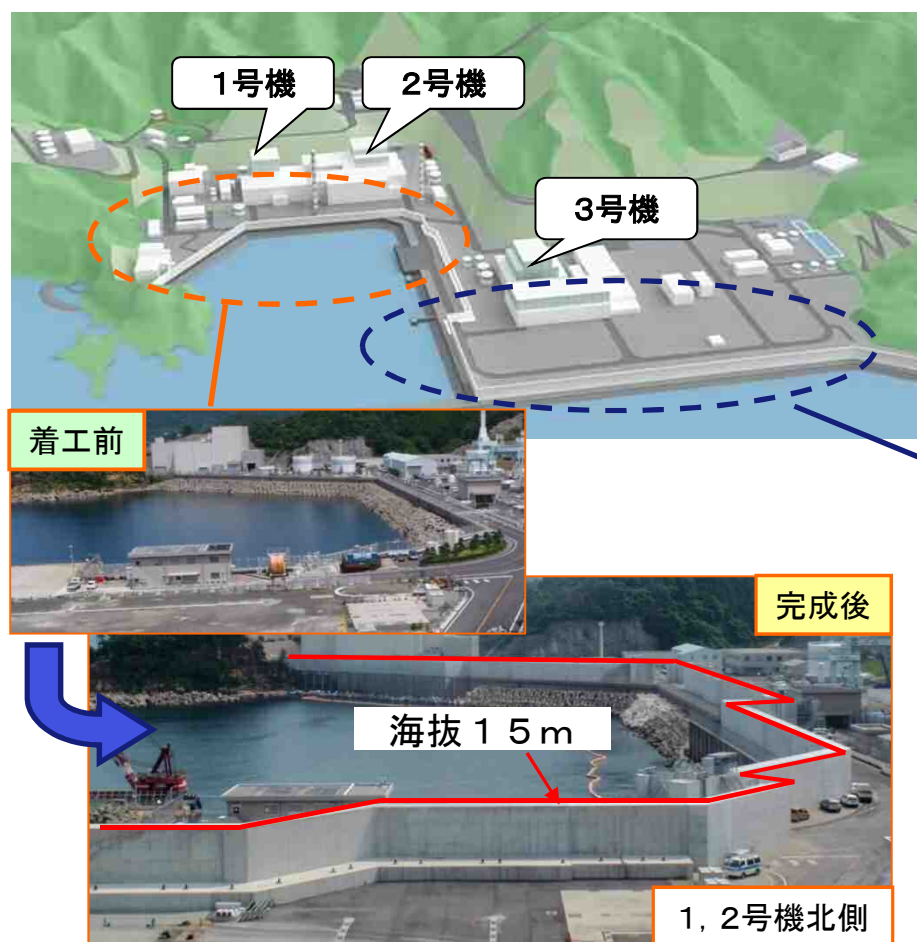
<平成26年3月完了>



# 防波壁の設置

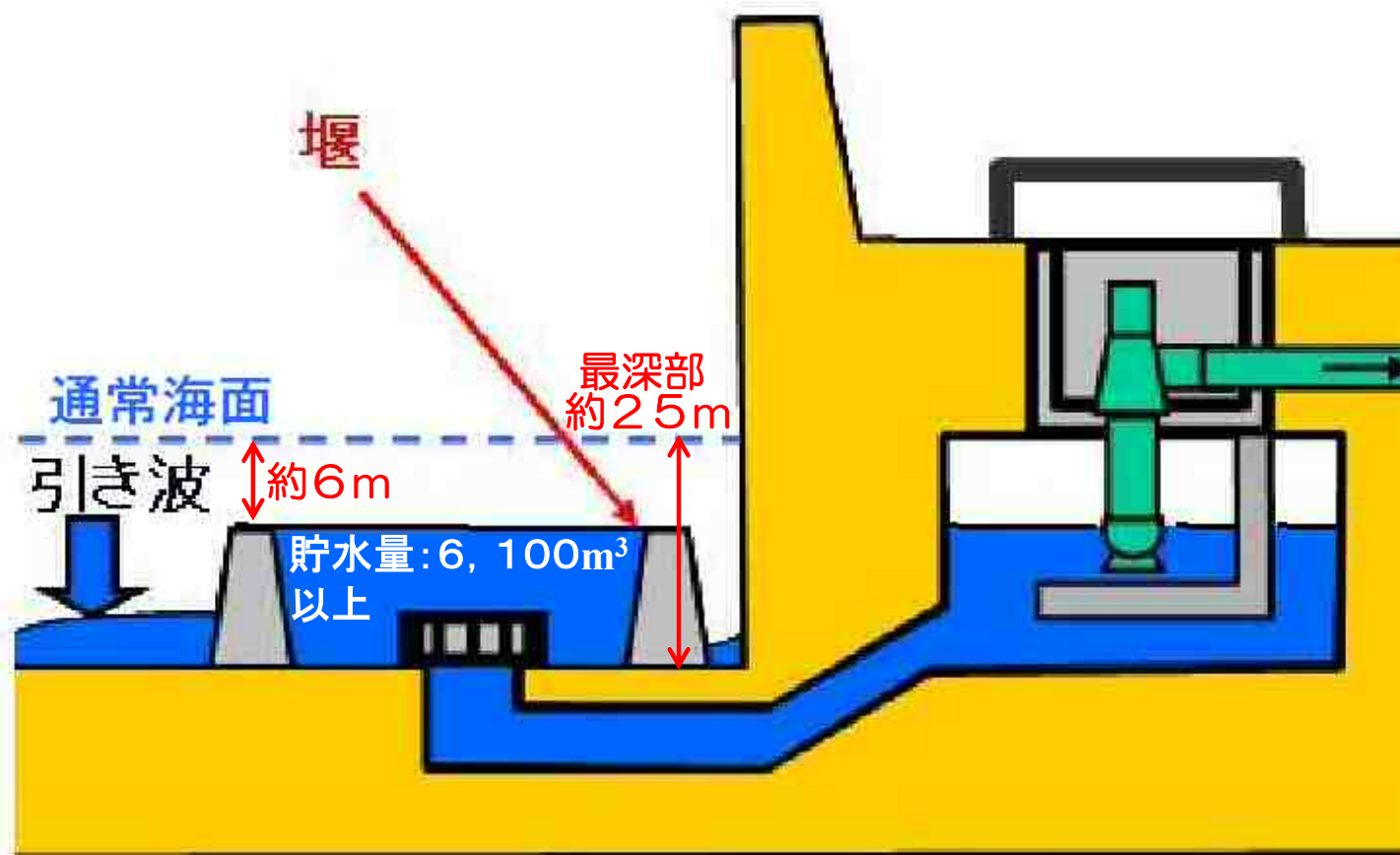
- 敷地内へ津波の浸水を防ぐため、海拔15mの防波壁を設置した。

<平成25年9月完了>



## 引波への対応(自主対策)

- 津波の引き波による水位低下が起こった場合においても、原子炉の熱を除去するための海水が取水できるよう、取水口周りに海水を溜めるための堰を設置した。  
＜平成27年6月完了＞



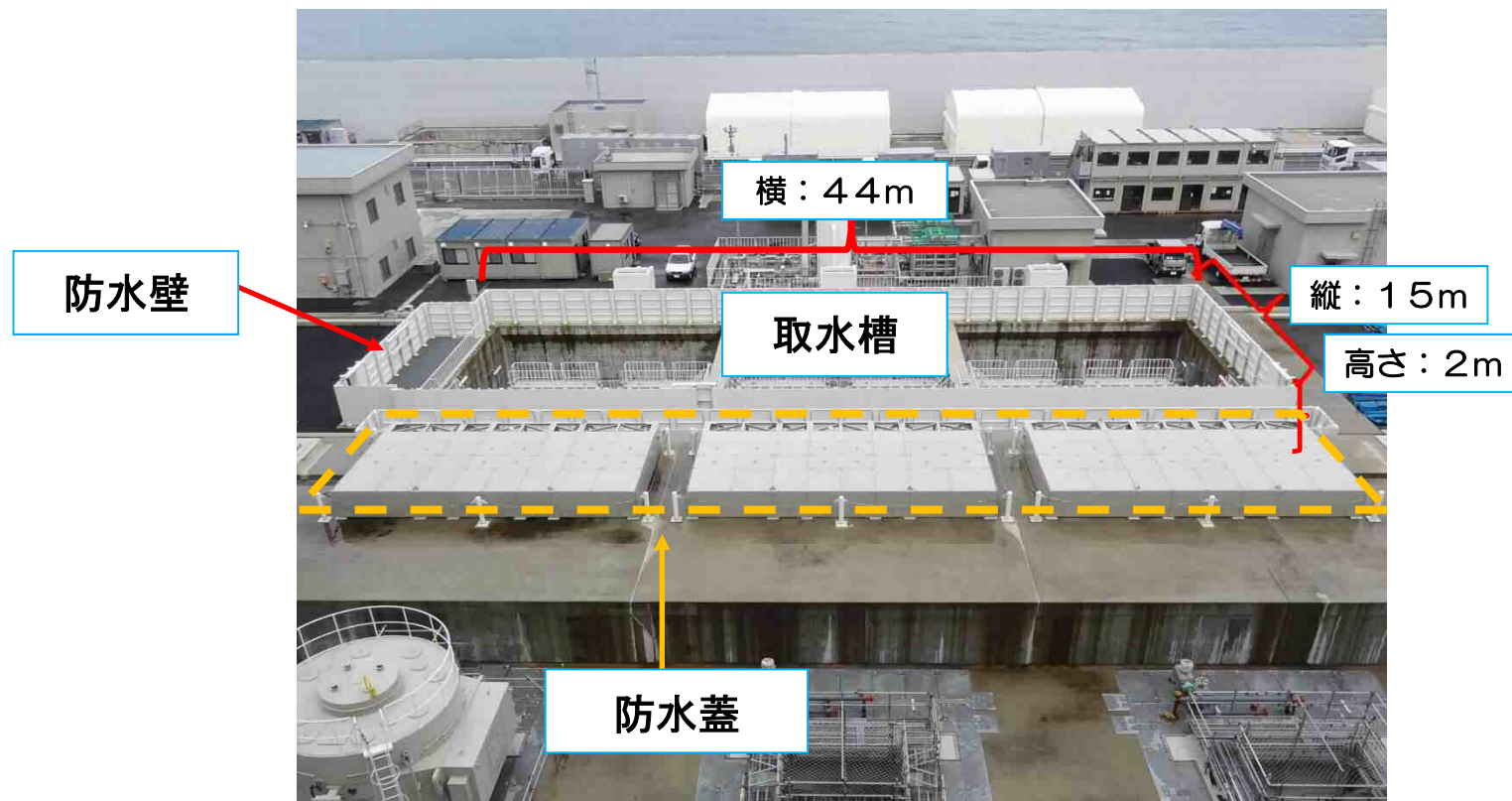
# 取水槽・海水ポンプエリアの浸水防止（自主対策）

## 【防水壁】

- 取水槽の開口部レベルを超える津波が来襲した場合においても、敷地へ津波を流入させないため、防水壁を設置した。 <平成26年7月完了>

## 【防水蓋】

- 防波壁を超える津波が来襲した場合に、海水ポンプエリア上部から津波の流入を防止するため、防水蓋を設置した。 <平成26年7月完了>



# 火山・竜巻対策

## 火山対策

- 非常用ディーゼル発電機や換気系統のフィルタが火山灰で目詰まりした場合に交換等ができるよう、フィルタの二重化等を行う。  
 <平成31年度上期完了予定>

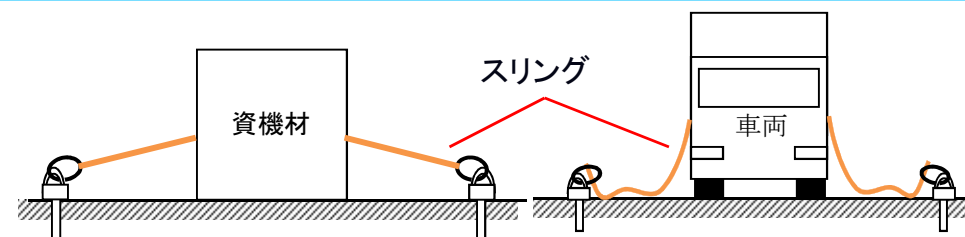
フィルタ等の増設



火山灰対策例

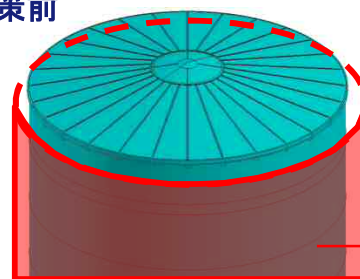
## 竜巻対策

- 竜巻による飛来物の発生を防止するため、発電所構内の資機材・車両に対し固縛を実施する。  
 <平成31年度上期完了予定>
- 竜巻による飛来物から防護するため、復水貯蔵タンク屋根に竜巻防護鋼板を設置する。  
 <平成31年度上期完了予定>

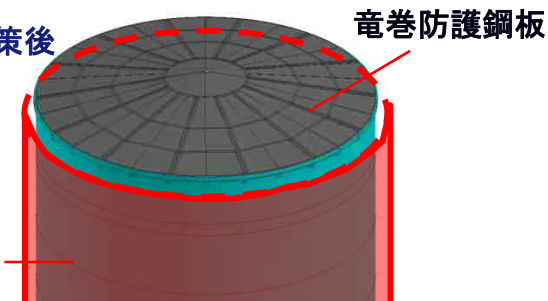


資機材・車両固縛対策例

対策前



対策後



復水貯蔵タンク竜巻飛来物防護対策

# 火災・溢水対策(水密扉)

- 建物内の配管から水が溢れるなどの溢水が発生した場合においても、原子炉施設の安全性が損なわれないよう、プラントの安全上重要な機器がある部屋の入口扉を、防水性の高い扉(水密扉)を設置する。

<平成31年度上期完了予定>

## 建物内扉

対策前



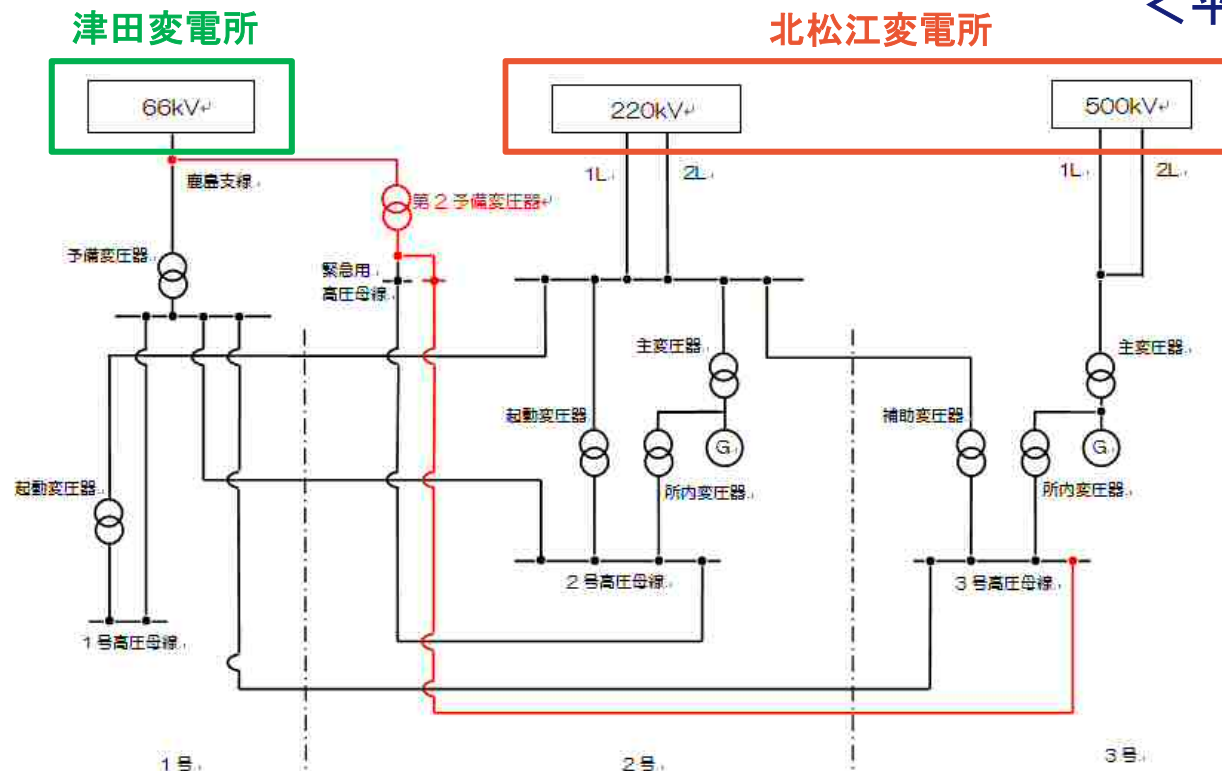
対策後



# 外部電源の強化

- 現状の北松江変電所(500kV, 220kV)からの受電ができなくなった場合においても、外部電源を確保できるよう、北松江変電所と独立した津田変電所(66kV)からの受電設備を設置する。
- 平成26年10月、高台に設置した、耐震性を有する「緊急用変圧器」を「第2予備変圧器」として、津田変電所(66kV)からの受電を可能とする。
- 第2予備変圧器は、1号および2号にも電源を供給することが可能である。

＜平成31年度上期完了予定＞



66kV受電設備

第2予備変圧器



# 高圧原子炉代替注水系の設置

- 原子炉を冷却する既設の高圧注水機能が使用できなくなった場合に備えて、代替の高圧原子炉注水系を設置する。

＜平成31年度上期完了予定＞

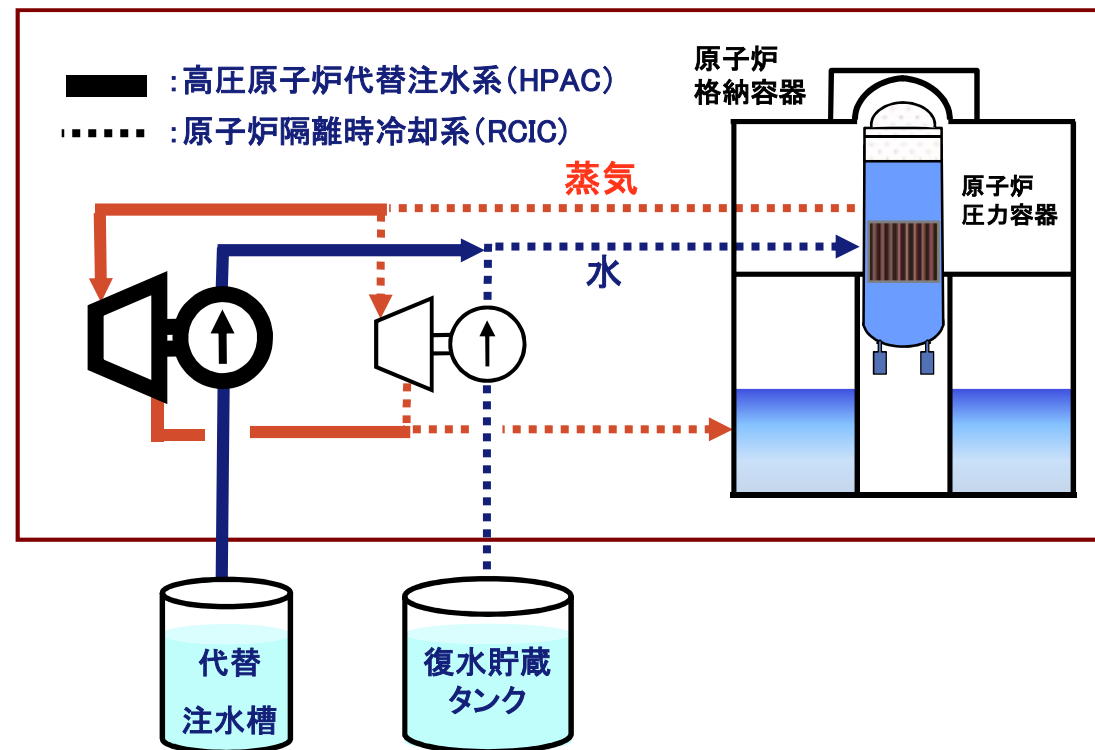
## 高圧原子炉代替注水系の設置



高圧原子炉代替注水ポンプ

台数	1台
容量	約182m <sup>3</sup> /h
揚程	約900m

原子炉建物



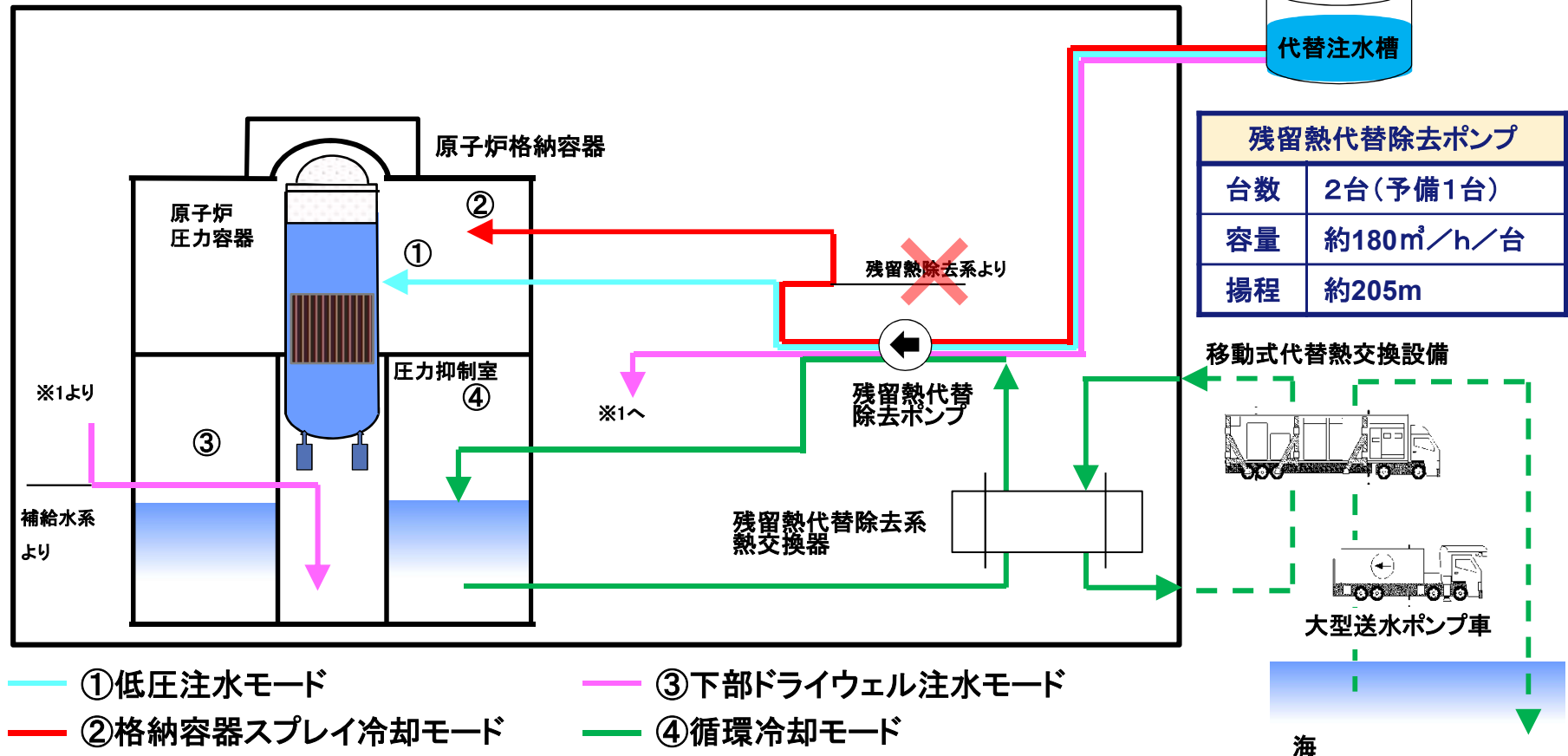
# 残留熱代替除去系の設置

- 既設の原子炉への注水機能等が使用できなくなった場合に備えて、代替の残留熱除去系(常設)を設置する。

<平成31年度上期完了予定>

## 残留熱代替除去系の設置

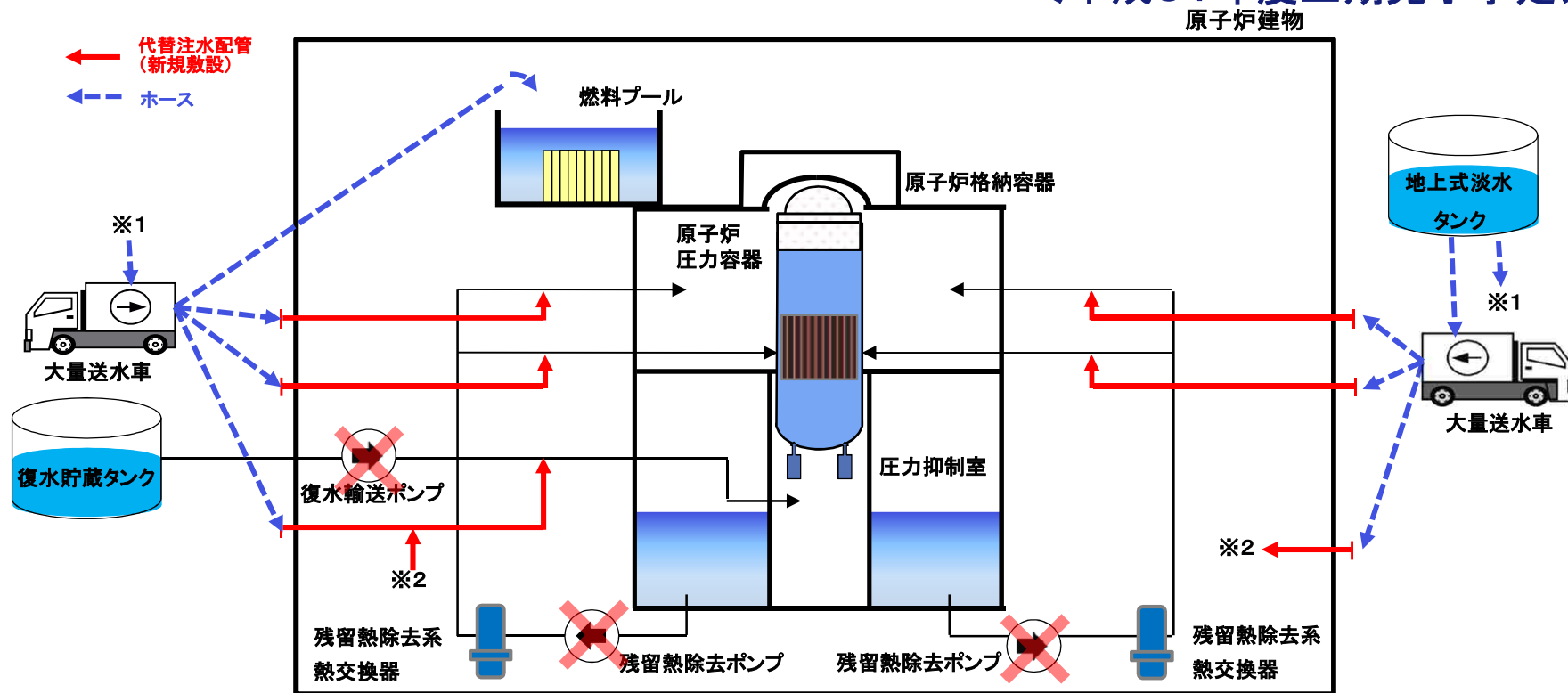
原子炉建物



# 可搬型代替注水設備の配備

- 既設の原子炉への注水機能が使用できなくなった場合に備えて、外部から注水できる配管の多重設置および大量送水車等の可搬型代替注水設備を配備する。

＜平成31年度上期完了予定＞



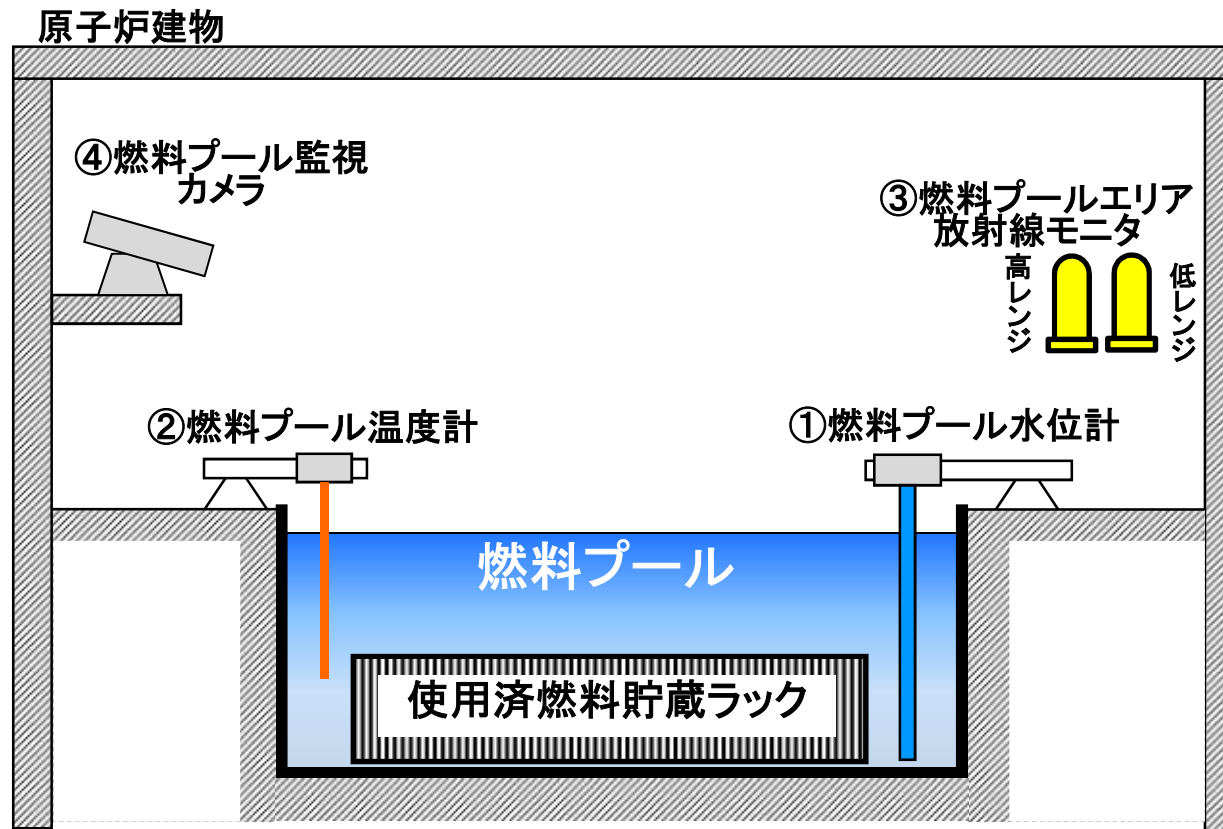
大量送水車	
台数	2台(予備1台)
容量	約168m <sup>3</sup> /h/台
吐出圧力	約0.85MPa

# 燃料プールの状態監視設備の設置

- 既設の燃料プールの状態を監視する設備が失われた場合に備えて、重大事故時等における環境条件を考慮しても使用可能な代替の監視設備を設置する。

＜平成31年度上期完了予定＞

- ① 燃料プール水位計
- ② 燃料プール温度計
- ③ 燃料プールエリア放射線モニタ
- ④ 燃料プール監視カメラ



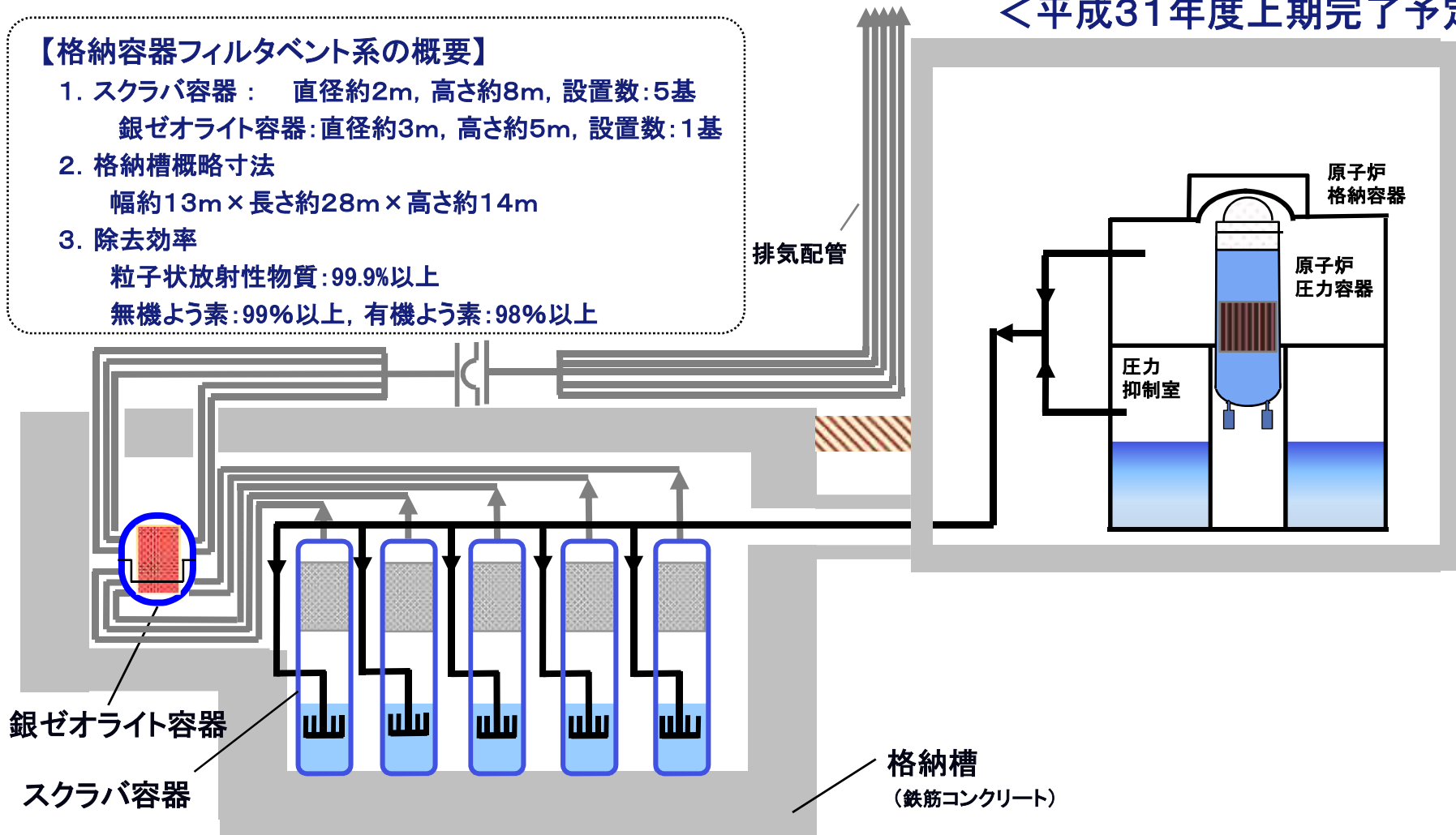
# 格納容器フィルタベント系の設置

- 原子炉格納容器内の圧力が異常に上昇し、格納容器内の蒸気を大気に放出(ベント)する必要がある場合に備えて、フィルタを介して放出することで放射性物質の放出を大幅に低減することができるよう、格納容器フィルタベント系を設置する。

＜平成31年度上期完了予定＞

## 【格納容器フィルタベント系の概要】

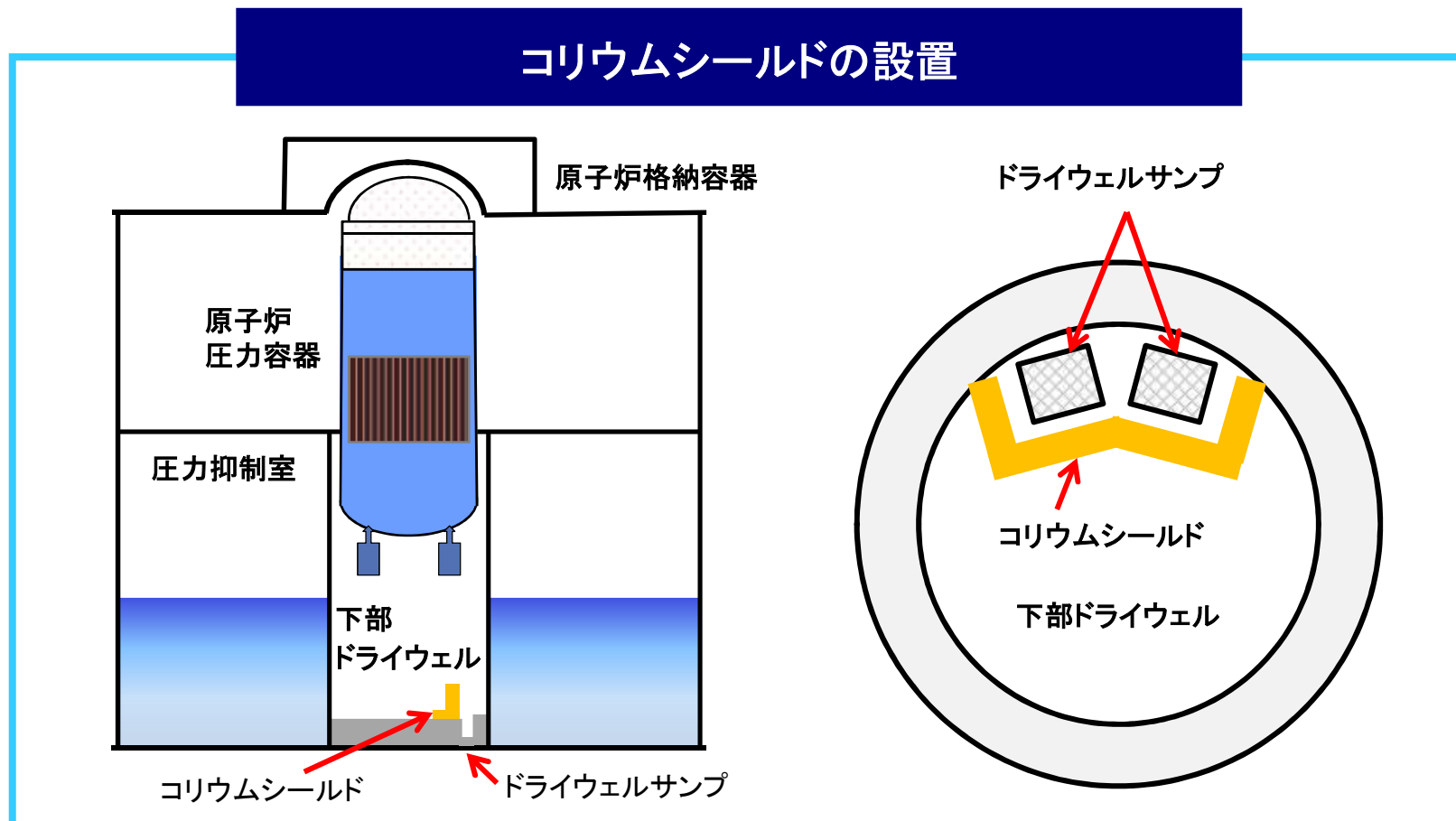
1. スクラバ容器： 直径約2m, 高さ約8m, 設置数:5基  
銀ゼオライト容器:直径約3m, 高さ約5m, 設置数:1基
2. 格納槽概略寸法  
幅約13m×長さ約28m×高さ約14m
3. 除去効率  
粒子状放射性物質:99.9%以上  
無機よう素:99%以上, 有機よう素:98%以上



# コリウムシールドの設置

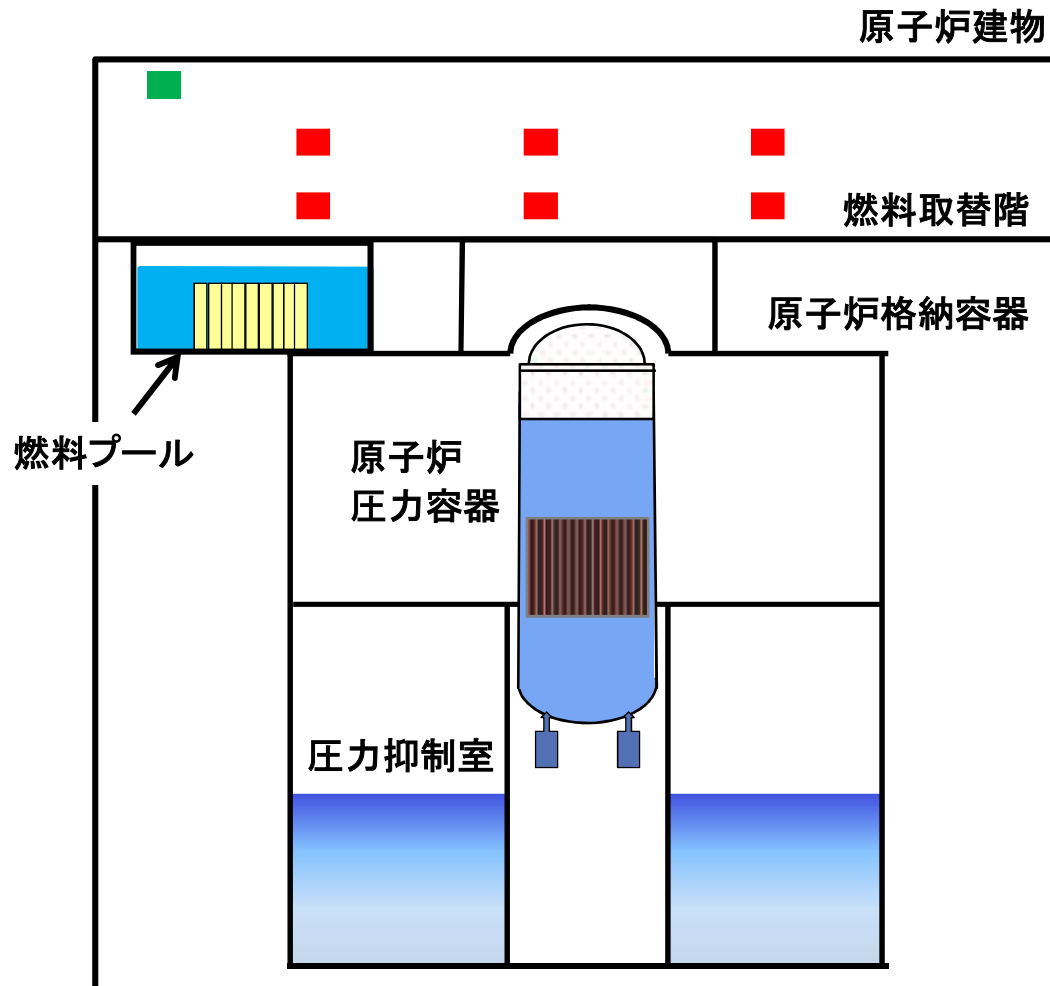
- 溶融炉心が下部ドライウェルへ落下した場合に備え、ドライウェル Samp 底面のコンクリートの侵食を防ぐために、溶融炉心と原子炉格納容器鋼製ライナの接触を防止する耐熱材(コリウムシールド)を設置する。

<平成31年度上期完了予定>



# 静的触媒式水素処理装置の設置

- 原子炉建物内に水素が漏えいした場合において、水素を早期に感知するため、水素濃度計を設置する。  
 <平成31年度上期完了予定>
- 水素濃度を低減し、水素爆発を防止するため、電源を必要としない触媒による水素処理装置を設置する。  
 <平成31年度上期完了予定>



■ : 原子炉建物内水素濃度計



■ : 静的触媒式水素処理装置



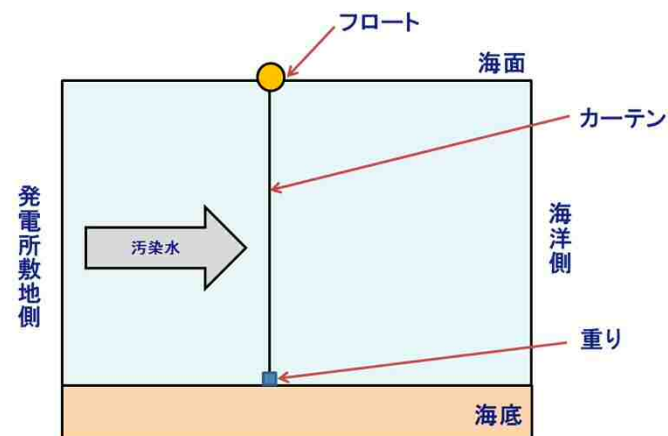
# 発電所外への放射性物質の拡散抑制対策

- 炉心の著しい損傷および原子炉格納容器の破損または燃料プール内の燃料体が著しい損傷に至った場合において、大気への放射性物質の拡散を抑制するため、大型送水ポンプ車および放水砲等を配備した。（原子炉建物周辺における航空機衝突による航空機燃料火災にも対応可能。） ＜平成26年5月完了＞
- 原子炉建物へ放水した後の放射性物質を含む水が海洋へ拡散するのを抑制するため、放射性物質吸着材及びシルトフェンスを配備する。 ＜平成31年度上期完了予定＞

放水砲	
台数	1台(予備1台)
大型送水ポンプ車	
台数	1台(予備1台)
容量	約1,800m <sup>3</sup> /h/台
吐出圧力	約1.4MPa



大気への放射性物質の拡散抑制(実放水試験時)



シルトフェンス(設置イメージ)



# 水供給機能の確保

- 重大事故等の収束に必要な十分な量の水を有する水源(代替注水槽, 地上式淡水タンク, 宇中貯水槽)を確保する。

＜平成31年度上期完了予定＞

- 各水源からの移送ホース, 大量送水車及び大型送水ポンプ車を配備した。

＜平成26年3月完了＞

代替注水槽



約2,500m<sup>3</sup>

地上式淡水タンク



2基, 約560m<sup>3</sup>/基

宇中貯水槽



約16,000m<sup>3</sup>

# 代替交流電源の確保

- 既設の電源が失われた場合に備えて、原子炉や燃料プールを冷やすために必要な電源を確保する。

## 高圧発電機車の配備



- ▲ 高圧発電機車を配備  
(500kVA: 6台, 予備1台以上)  
<平成26年3月完了>

## ガスタービン発電機の設置



建物工事状況(平成30年5月14日撮影)

- ▲ 電源の強化のため、3号ガスタービン発電機を設置  
(6,000kVA: 1基, 予備1基※)  
<平成31年度上期完了予定>

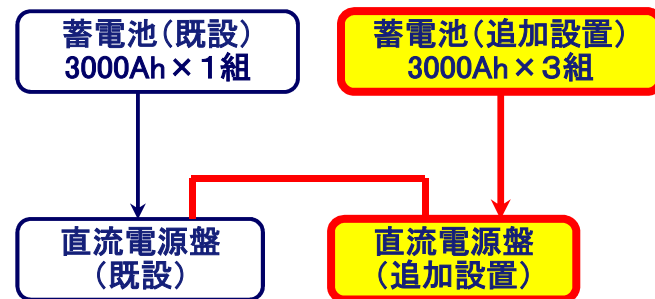
※予備のガスタービン発電機は、2号との共用予備であり、2号ガスタービン発電機1基と同時期に設置

# 代替直流電源の確保

- 既設の直流電源が失われた場合に備えて，原子炉の状態監視等に必要な直流電源を確保するため，蓄電池の増強や可搬型直流電源設備による代替直流電源の強化を実施する。

## 蓄電池の強化

全交流電源喪失時における直流電源供給の強化策として，蓄電池を追加設置する。  
 <平成31年度上期完了予定>

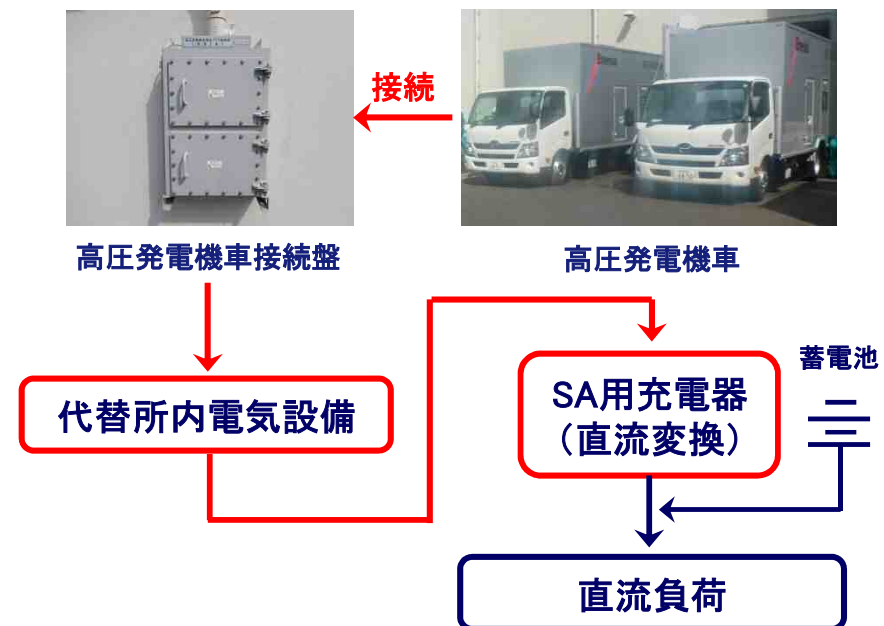


蓄電池 (追加設置)

## 可搬型直流電源設備の配備

高圧発電機車(交流電源)から代替所内電気設備を介して，直流負荷に給電できるよう，可搬型直流電源設備を配備する。

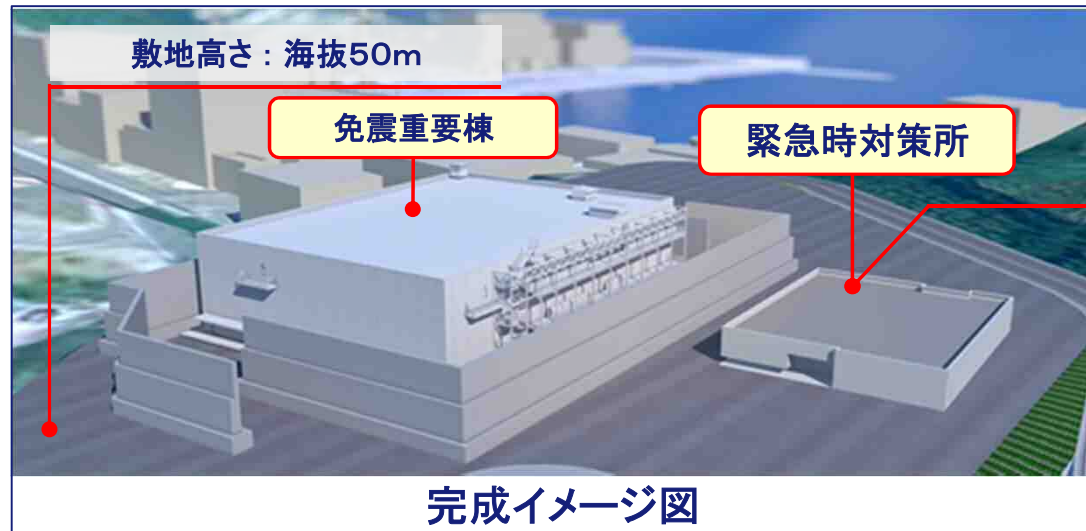
<平成31年度上期完了予定>



(注)可搬型直流電源設備として，高圧発電機車と組み合わせて使用する直流給電車を自主対策設備として配備する。

# 緊急時対策所の設置

- 重大事故等が発生した場合にも対応できるように、緊急時対策所の機能を有する耐震構造の建物を発電所構内の高台に設置する。(2号機と共用) <平成30年度内完了予定>
- 免震重要棟は支援棟として使用し、復旧作業等に従事する要員約300名を収容する。



緊急時対策本部(イメージ)

## 緊急時対策所の概要

- 建物規模  
地上1階, 約600m<sup>2</sup>
- 収容要員数  
最大150名程度
- 主要設備
  - ・プラント監視設備, 通信連絡設備
  - ・専用電源設備および燃料タンク
  - ・放射性物質の流入を低減する放射線管理設備 等
- 設置場所  
海拔50mの高台(免震重要棟近傍)



工事状況(平成30年4月23日撮影)

# 重大事故対策の有効性評価

- 炉心損傷などに至る事故シーケンスに基づき評価し、これらの重大事故等対策が炉心損傷防止対策や格納容器破損防止対策として有効であることを確認した。
- 炉心損傷防止のための格納容器フィルタベント操作に伴い、放出される希ガスやヨウ素による被ばく量を評価した結果、敷地境界での実効線量は約0.27mSvであり、審査ガイドに示す概ね5mSv以下であることを確認した。
- 炉心損傷が発生した場合においても、残留熱代替除去系を使用することにより格納容器過圧・過温破損防止のための格納容器フィルタベント操作は必要とならない。

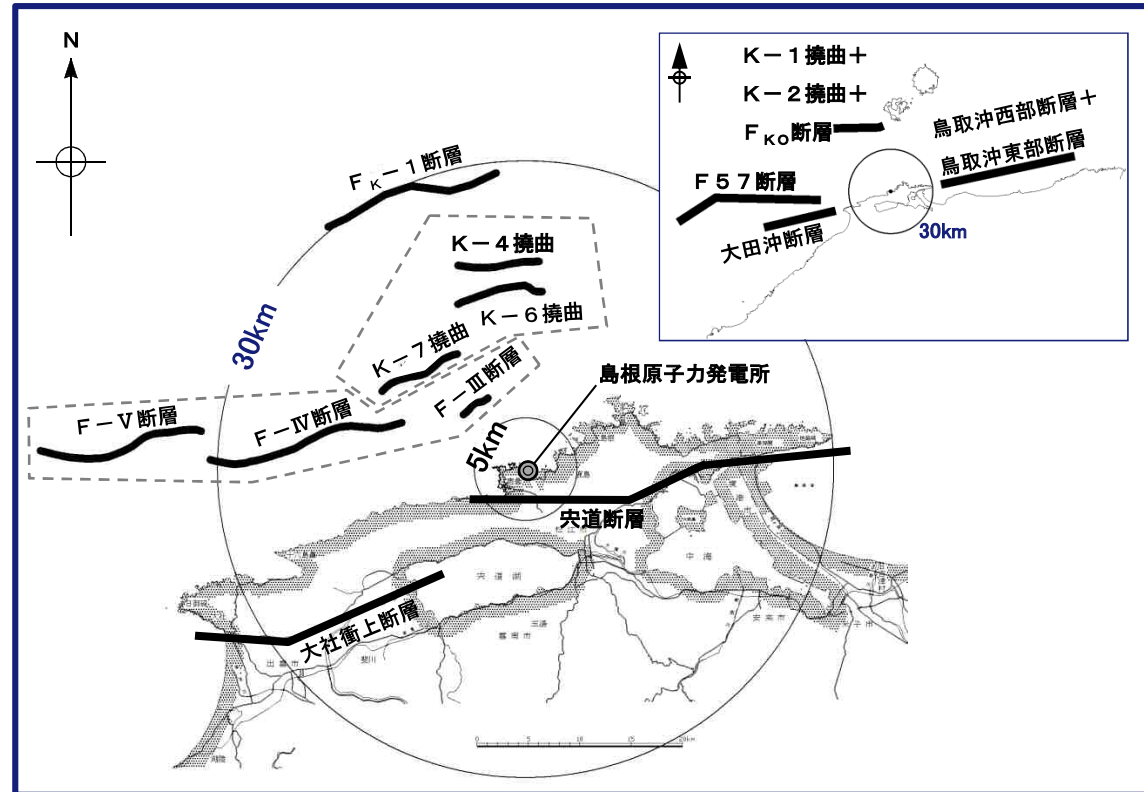
残留熱代替除去系が使用できない場合、格納容器フィルタベント操作を行うが、セシウム137の総放出量は約0.0008TBqであり、審査ガイドに示す100TBqを下回る。（原子炉建物からの漏えい等によるセシウム137の総放出量については、審査中の2号機での結果を踏まえ別途評価する。）

# 〔参考〕基準地震動の策定に考慮する主な断層

■新規制基準では、後期更新世(約12～13万年前)以降の活動が否定できない断層を、「将来活動する可能性のある断層等(活断層)」として地震動評価上、考慮することとしている。

■2号機新規制基準への適合性申請(平成25年12月)では、宍道断層の評価長さを約22kmと評価していたが、審査会合における原子力規制委員会のコメントを踏まえ、活断層評価に関する追加調査結果等を実施し、発電所の安全性により万全を期す観点から、断層の評価長さを約39kmに見直した(平成29年9月)。

また、F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-V断層は、これらが連動するものとしてその評価長さを約51.5kmと評価していたが、追加調査結果を踏まえ、断層の評価長さを約48kmに見直した(平成27年7月)。



▲基準地震動の策定に考慮する主な断層分布図

## 【敷地内活断層について】

敷地内には、活断層や破碎帯は確認されていない。敷地内にはシームと呼ばれる粘土質の薄い弱層があるが、後期更新世(約12～13万年前)以降に活動したものではない。

# [参考] 宍道断層の評価(1/2)

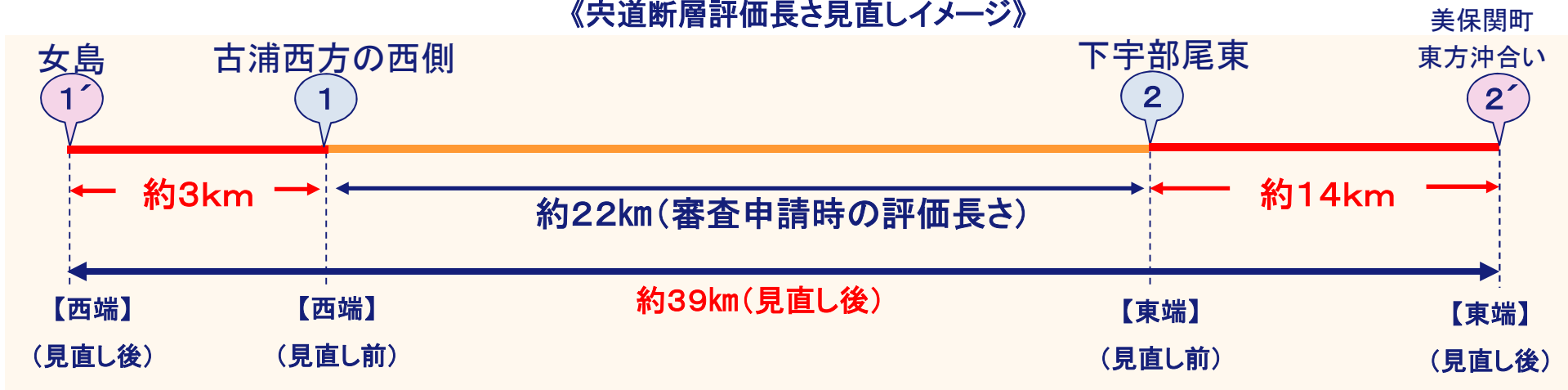
## 宍道断層の評価長さの見直しについて

- 発電所の安全性により万全を期す観点から、活断層評価に関する追加調査結果等を踏まえ、断層の評価長さを約39kmに見直した。



評価地点	見直しの理由
西端 ① → ①'	活断層評価に用いるデータの精度・信頼性が高い ①' を西端とした。
東端 ② → ②'	②' の東方において「活断層の可能性のある構造」があるとする知見に基づき、追加調査を実施。その結果、上載地層法等により後期更新世以降の断層活動を完全に否定する調査結果が得られなかったことから、精度・信頼性の高いデータが得られている ②' を東端とした。

### 《宍道断層評価長さ見直しイメージ》



# 〔参考〕宍道断層の評価(2/2)

## 宍道断層東端見直しの経緯

- 平成28年7月、地震調査研究推進本部※1が「中国地域の活断層の長期評価」を公表。その中で、宍道断層東方延長部の海陸境界付近は「活断層の可能性のあるものの、活動性については詳細なデータが不足し、判断できていない」として、「**活断層の可能性のある構造**」を記載した。

※1 地震調査研究を一元的に実施する国の機関

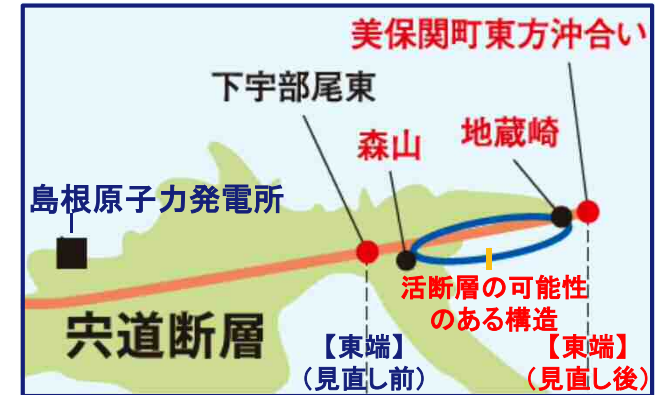
- その後、審査会合で、当該範囲における断層の活動性についてデータを整理・拡充して評価するよう国からコメントを受けた。

- 当社は、「森山」から「地蔵崎」において追加調査を徹底して実施したが、陸域において一部を除き、上載地層法※2による評価ができず、断層の最新活動時期が確定できないこと、また海陸境界において十分な調査が実施できないことから、**後期更新世※3以降の断層活動が完全には否定できないと判断した。**

※2 断層を覆う地層(上載地層)の年代を特定することで、その断層の活動時期を判断する方法。今回の調査では、上載地層がないため、評価できない範囲があった。

※3 新規制規準では、後期更新世(約12~13万年前)以降の活動性が否定できない断層を活断層として考慮することとしている。

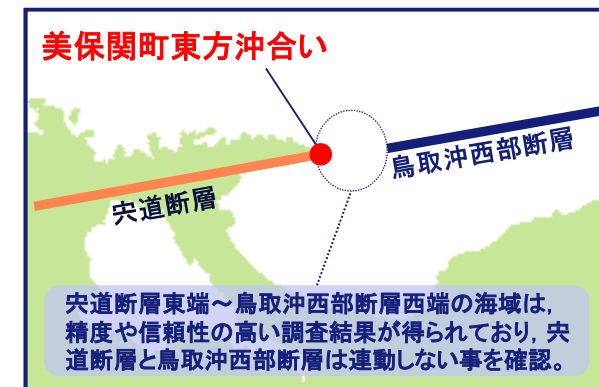
- このため、宍道断層の東端を、音波探査によって精度や信頼性のより高い調査結果等が得られている「**美保関町東方沖合い**」に見直した。



～上載地層法の考え方～



図の例では、上載地層にずれがないことから、断層は、後期更新世以降に活動していないと評価できる。





# 〔参考〕基準地震動の策定(1/2)

## 基準地震動に関する審査概要

- 平成26年6月 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」に示されている16地震の各観測記録の分析結果に基づき、**2000年鳥取県西部地震**の賀祥ダム(監査廊)の観測記録と、**2004年北海道留萌支庁南部地震**の基盤地震動に保守性を考慮した地震動を島根サイトの「**震源を特定せず策定する地震動**」とすることが審査において了承された。
- 平成27年3月 追加で実施した大深度ボーリング調査等の地下構造調査の結果を踏まえ、地震動評価に用いる**地下構造モデル**を見直し、その検討内容が審査において了承された。
- 平成29年12月 **宍道断層長さの見直し等**を踏まえ、宍道断層による地震およびF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震の**地震動評価を見直し**ました。また、地震動評価に必要なとなる地震発生層厚さについても、既往文献等を再検討したうえで厚さ13kmから18kmに見直し、これらの検討内容が審査において了承された。
- 平成30年2月 基準地震動について、これまでのSs-1(水平600gal)～Ss-4を見直し、新たに応答スペクトル手法による基準地震動として「**Ss-D(水平820gal)**」、断層モデル手法による基準地震動として「**Ss-F1**」、「**Ss-F2**」、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動として「**Ss-N1**」、「**Ss-N2**」を策定し、これらの基準地震動が審査において了承された。(次ページ参照)

## [参考]基準地震動の策定(2/2)

- 宍道断層長さの見直し等を踏まえて、基準地震動を以下のとおり見直しました。

申請時の基準地震動	見直し後の基準地震動	見直し概要
基準地震動S <sub>s</sub> -1 (水平600gal)	基準地震動S <sub>s</sub> -D (水平820gal)	検討用地震の応答スペクトルによる地震動評価結果を踏まえて地震動レベルを引き上げ
基準地震動S <sub>s</sub> -2 (宍道断層)	基準地震動S <sub>s</sub> -F1 (宍道断層)	検討用地震の断層モデルによる地震動評価結果から選定
基準地震動S <sub>s</sub> -3 (海域断層)	基準地震動S <sub>s</sub> -F2 (宍道断層)	検討用地震の断層モデルによる地震動評価結果から選定
基準地震動S <sub>s</sub> -4 (留萌地震)	基準地震動S <sub>s</sub> -N1 (留萌地震)	2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮してレベルを引き上げ
	基準地震動S <sub>s</sub> -N2 (鳥取県西部地震)	2000年鳥取県西部地震の観測記録から新規に設定

(参考:各基準地震動S<sub>s</sub>の最大加速度値一覧)

	S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2
水平方向	820gal	549gal(NS) 560gal(EW)	522gal(NS) 777gal(EW)	620gal	528gal(NS) 531gal(EW)
鉛直方向	547gal	337gal	426gal	320gal	485gal

参考資料

## 高レベル放射性廃棄物の最終処分について

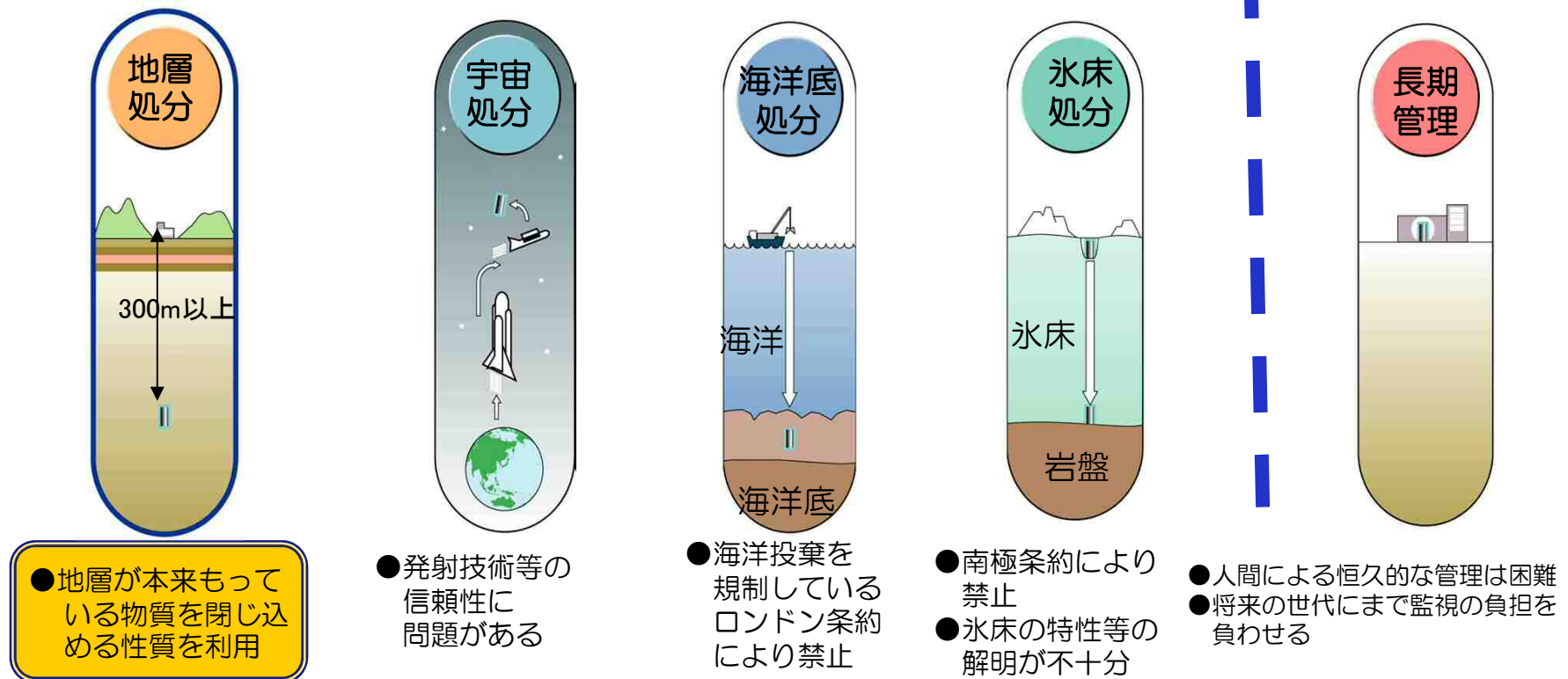
# 放射性廃棄物の種類

廃棄物の種類		廃棄物の種類	発生場所	処分の方法(例)	
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	放射能レベルの極めて低い廃棄物(L3)	コンクリート, 金属等	浅地中トレンチ処分	
		放射能レベルの比較的低い廃棄物(L2)	廃液, フィルター, 廃器材, 消耗品等を固形化	原子力発電所	浅地中ピット処分
		放射能レベルの比較的高い廃棄物(L1)	制御棒, 炉内構造物		中深度処分
	ウラン廃棄物	消耗品, スラッジ, 廃器材	ウラン濃縮・燃料加工工場	中深度処分, ピット処分, トレンチ処分, 場合によっては地層処分	
	超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU廃棄物) <sup>※1</sup>	制御棒の部品, 廃液, フィルター	再処理施設, MOX燃料加工工場	地層処分, 中深度処分, ピット処分	
高レベル放射性廃棄物		ガラス固化体	再処理施設	地層処分	
クリアランスレベル以下の廃棄物 <sup>※2</sup>		原子力発電所解体廃棄物の大部分	上に示した全ての発生場所	再利用/一般の物品としての処分	

指定廃棄物 → 東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故により発生した放射性物質  
廃棄物(焼却灰、下水汚泥等)

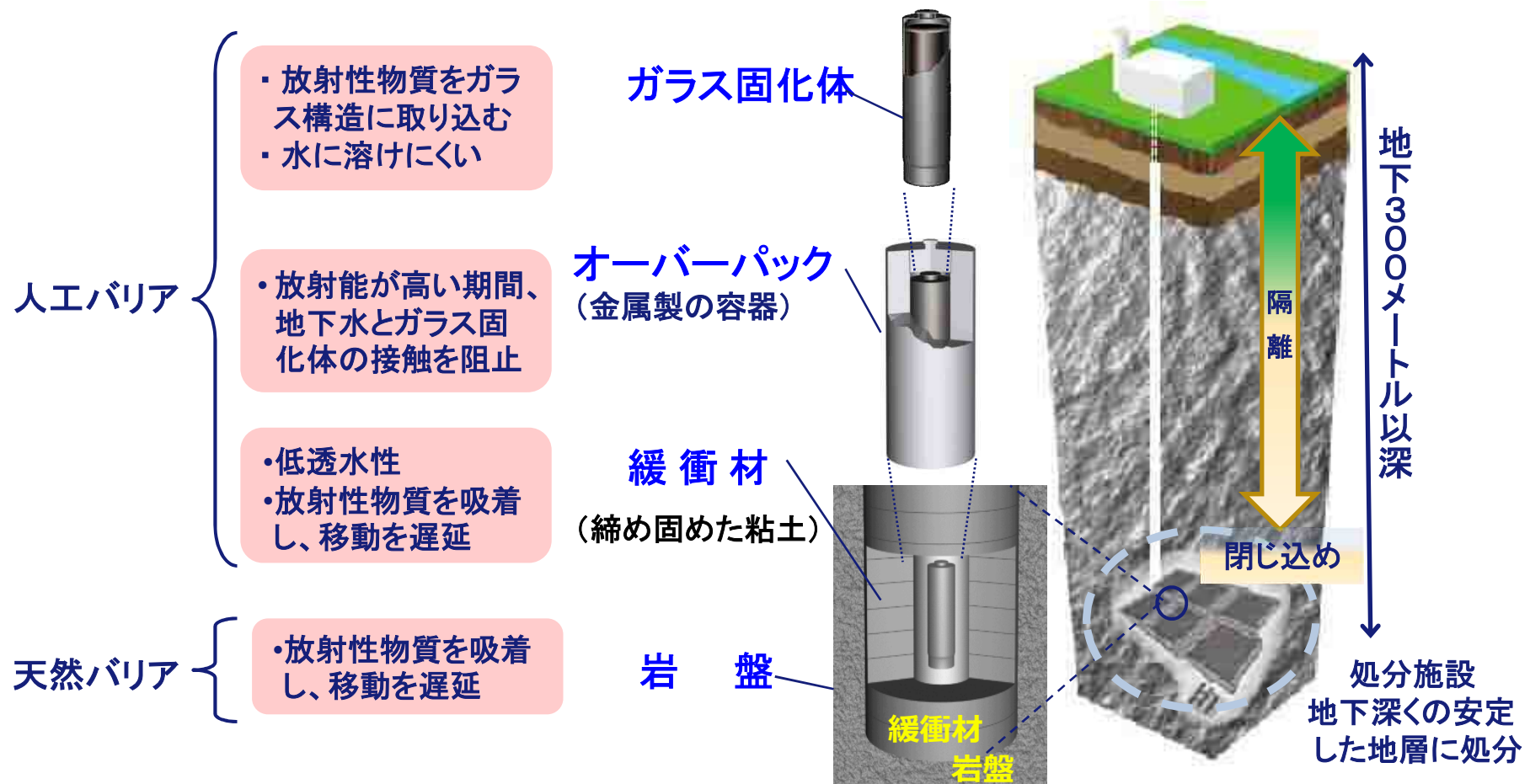
# 人間の管理が不要な処分方法

- 放射性廃棄物を数万年以上にわたり人間の管理に委ねることは、様々な天然現象の影響を受けるリスクが大きく、また、技術的にも経済的にも将来世代に負担をかけることとなります。
- 国際機関や世界各国で様々な方法が検討された結果、地質が本来もっている“物質を閉じ込める”性質を利用した『地層処分が最適な方法である』ことが国際的な共通認識となっており、各国で地層処分の取り組みが進められています。



# 放射性物質を閉じ込める多重のバリア

- ・放射能が人間に影響を及ぼさないレベルに下がるまで放射性物質を長期間隔離し、閉じ込めるために、多重のバリアを施します。
- ・多重バリアは、ガラス固化体、オーバーパック（金属製容器）、緩衝材（締め固めた粘土）からなる人工バリアと、厚い岩盤による天然バリアから構成されます。



# 事業主体……原子力発電環境整備機構 (NUMO)

## 原子力発電環境整備機構

(Nuclear Waste Management Organization of Japan)

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に基づき、電気事業者等によって  
平成12年10月に設立された経済産業大臣による認可法人

### ～ NUMOの経営理念 ～

#### 【使命】

放射性廃棄物の地層処分を実現する

#### 【基本方針】

私たちは、すべてにおいて安全を最優先します

私たちは、地域との共生を目指します

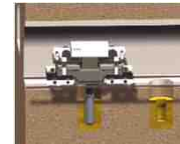
私たちは、社会から信頼される組織を目指します

### ～ 業務内容 ～

- 概要調査地区等の選定



- 地層処分の実施



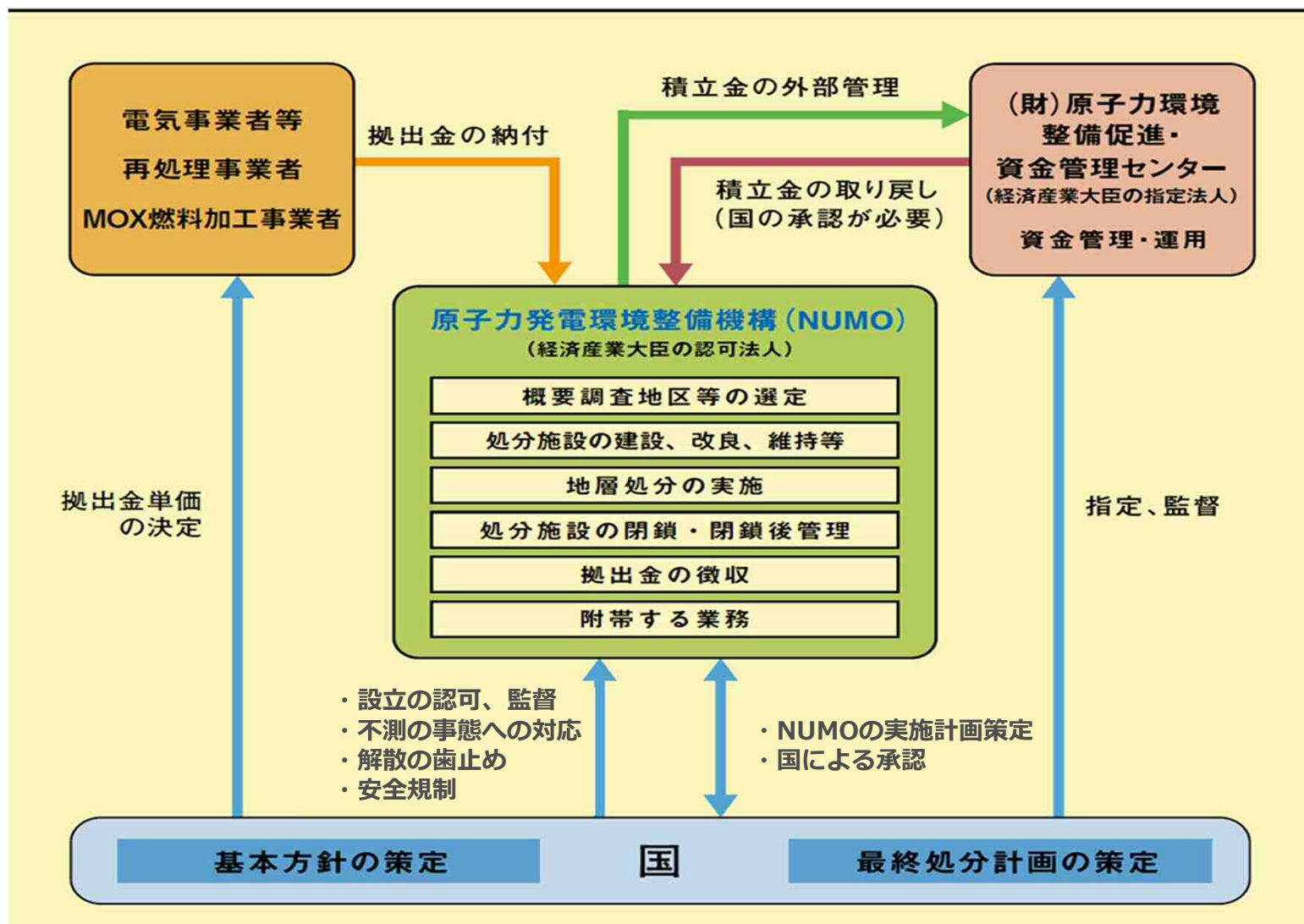
- 処分施設の建設・改良・維持等



- 処分施設の閉鎖・閉鎖後管理



# 原子力発電環境整備機構 (NUMO) の事業内容





# 処分地選定のプロセス(法定調査の前段階)

新たな基本方針では、自治体からの応募を単に待つのではなく、**科学的特性マップを提示するなど、国が前面に立って取組を進める新たなプロセスを追加。**

(注) 科学的特性マップ：地域の科学的な特性を示したもの

## 文献調査の開始に向けての新たなプロセス

国による科学的特性マップ  
の提示(マッピング)

重点的な理解活動  
(説明会の開催等)

- 自治体からの応募(従来どおり)
- 複数地域に対し、国から申し入れ

追加

※各調査段階において、地元自治体の意見を聴き、これを十分に尊重する。

(反対の場合には次の段階へ進まない)

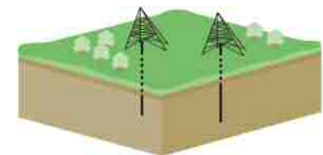
## 最終処分法で定められたこれまでの選定プロセス

①文献調査



②概要調査

(ボーリングの実施等)

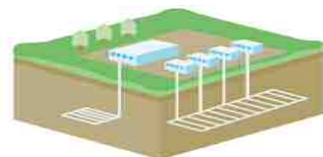


③精密調査

(地下施設の建設・試験)



施設建設  
廃棄物搬入開始

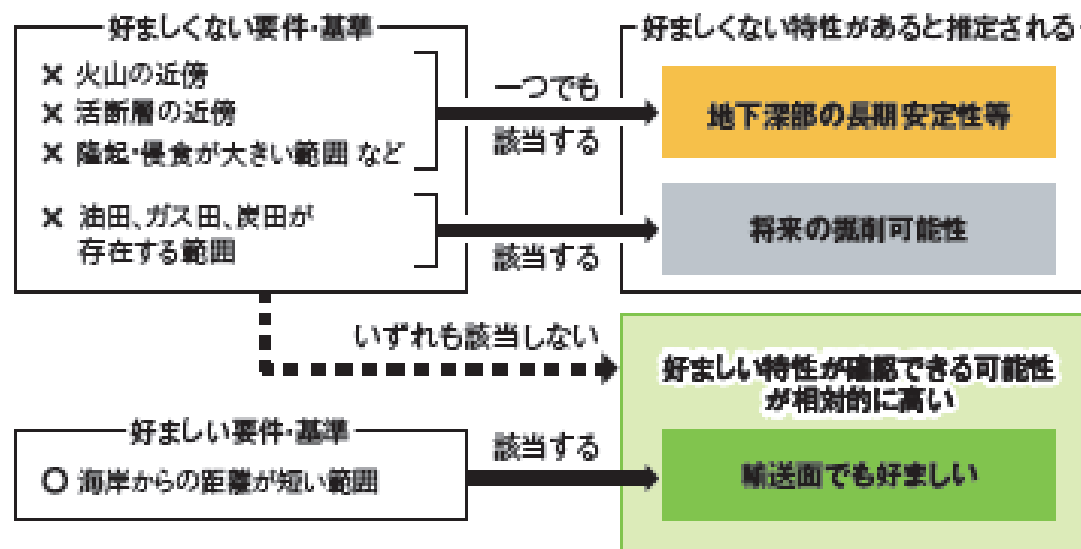


20年  
程度

# 国の検討結果

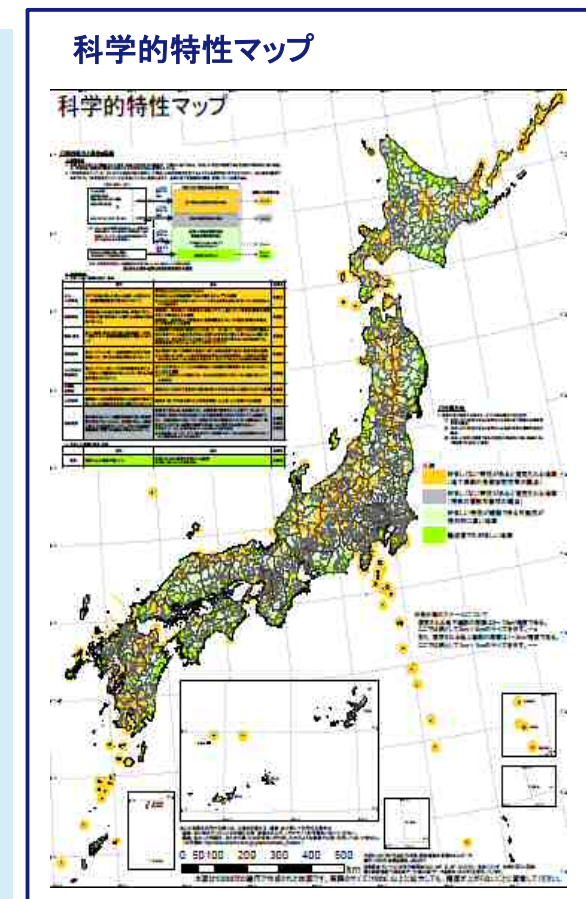
- 最終処分関係閣僚会議において、地球科学的観点と社会科学的観点の2つの要素を考慮し、科学的有望地の具体的な要件・基準等について検討することを決定（平成26年9月）
- 総合資源エネルギー調査会の2つのWG（放射性廃棄物WG, 地層処分技術WG）の結果を受けて、経産省が平成29年7月に「科学的特性マップ」を公表

## 科学的特性マップの要件・基準と地域特性の区分

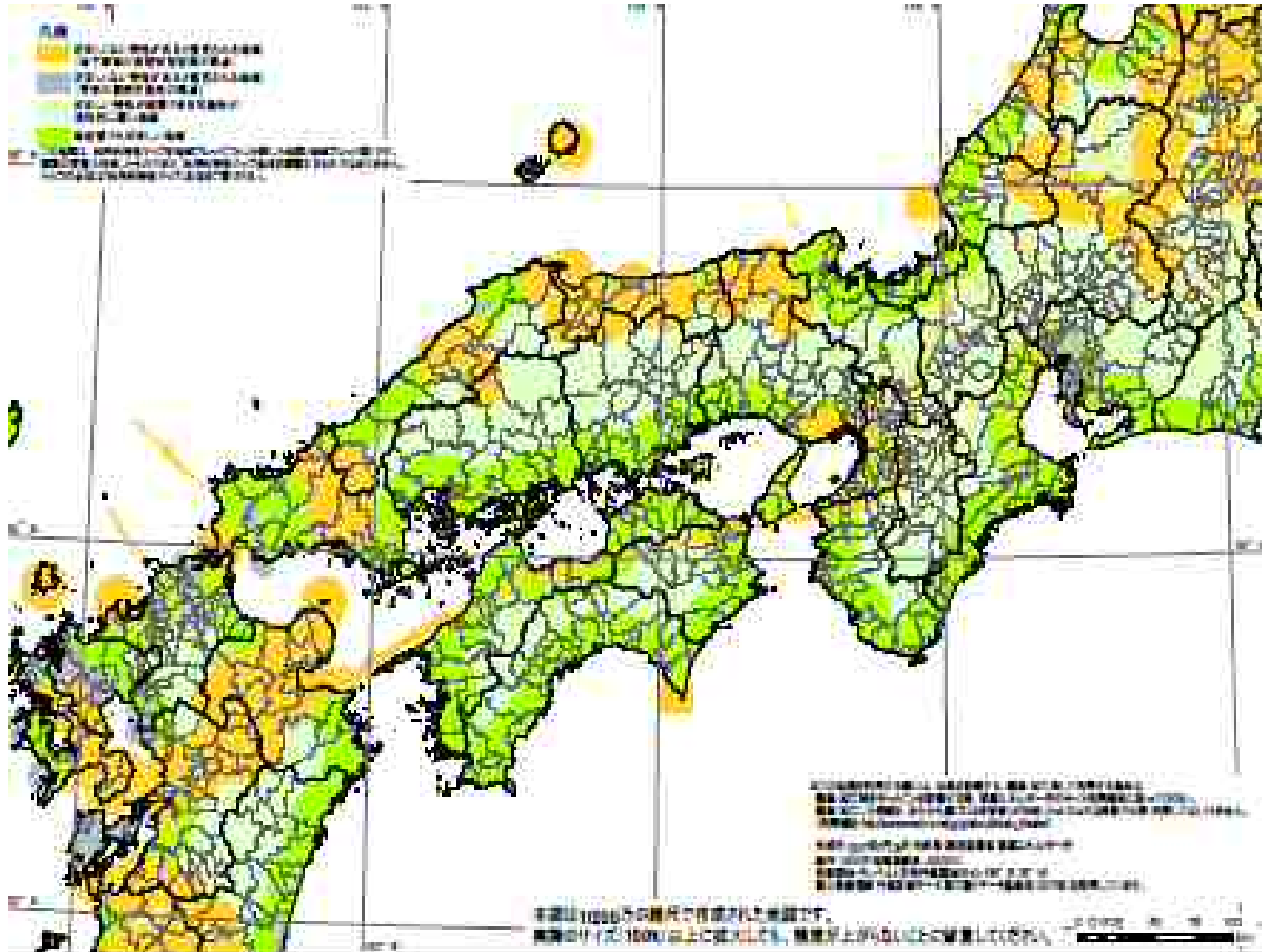


科学的特性マップは、それぞれの地域が処分場所として相応しい科学的特性を有するかどうかを確定的に示すものではありません。処分場所を選定するまでには、科学的特性マップには含まれていない要素も含めて、法律に基づき段階的に調査・評価していく必要があります。

「好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い」地域は、将来的に段階的な調査の対象になる可能性があると整理されています。



# 科学的特性マップ(中四国地域抜粋版)



# 最終処分事業の現状(取り組みの整理)

## 廃棄物の状況

- ◆ 過去半世紀に及ぶ原子力発電の利用により、国内に多くの使用済燃料が保管されています。これが「高レベル放射性廃棄物」です。(日本では再処理され、ガラス固化体になります。)

## 事業の現状

- 人間の管理を必要としない処分のために地層処分に取り組んでいます。
- 平成12年、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、この法律に基づき、電気事業者により、事業主体として「原子力発電環境整備機構(NUMO)」が設立されました。以来、処分地選定の取り組みを進めているものの、未だに候補地が決まっていません。

## NUMOの取り組み

- NUMOは高レベル放射性廃棄物等の最終処分についての理解活動を展開しています。

## 電力各社の取り組み

電力各社は発生責任者として、最終処分に係る理解活動を進めるために、国やNUMOと連携した全国・地域での広報・広聴活動等に取り組んでいます。

# — メモ —

---