

**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
(補足説明資料)**

平成30年11月7日

中国電力株式会社

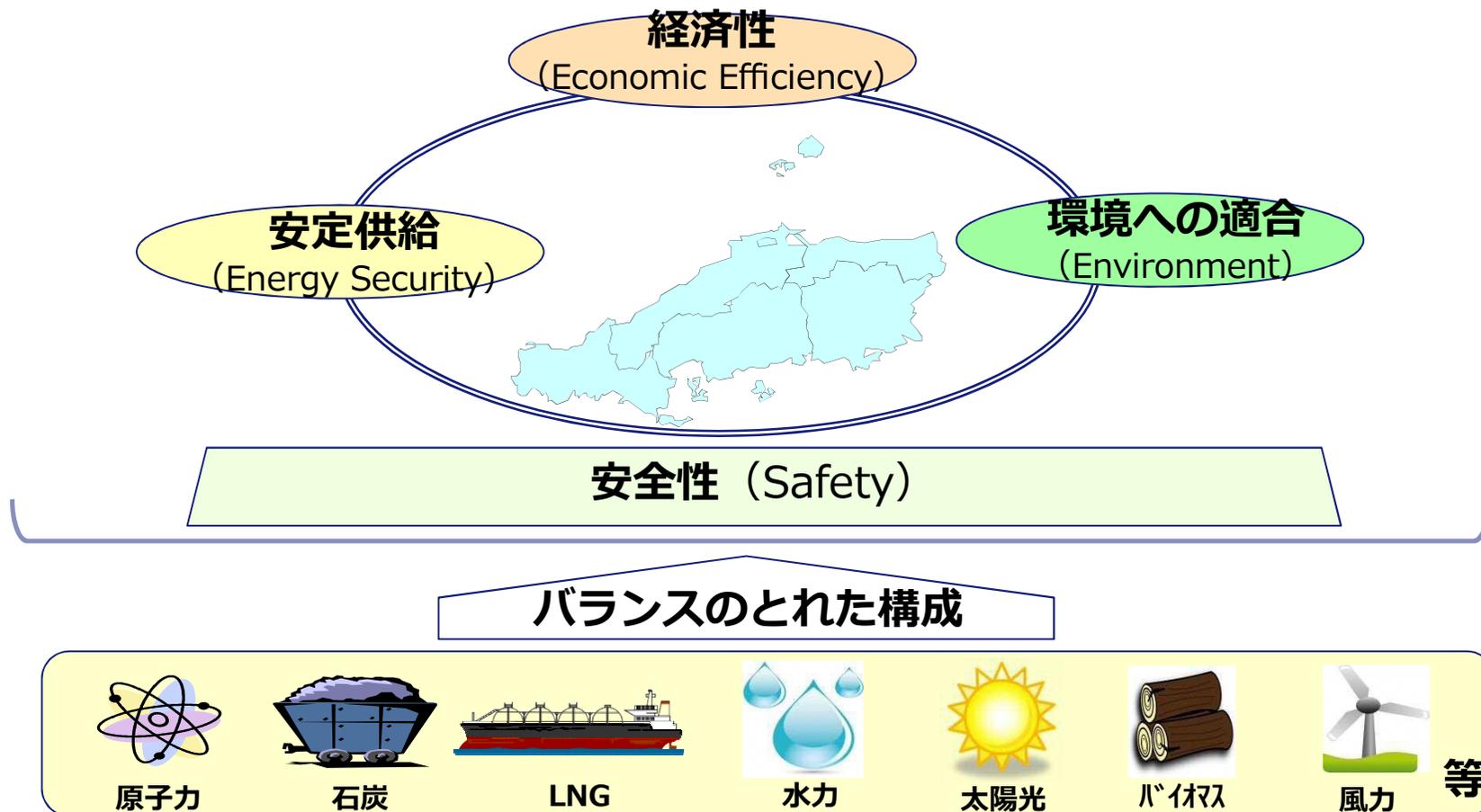
1. 島根原子力発電所3号機の必要性
2. ABWRの安全性向上
3. 技術力の維持・向上
4. 原子力防災への取り組み
5. 有効性評価について

1. 島根原子力発電所3号機の必要性

1-1. 島根原子力発電所3号機の必要性

(電源構成に対する基本的考え方)

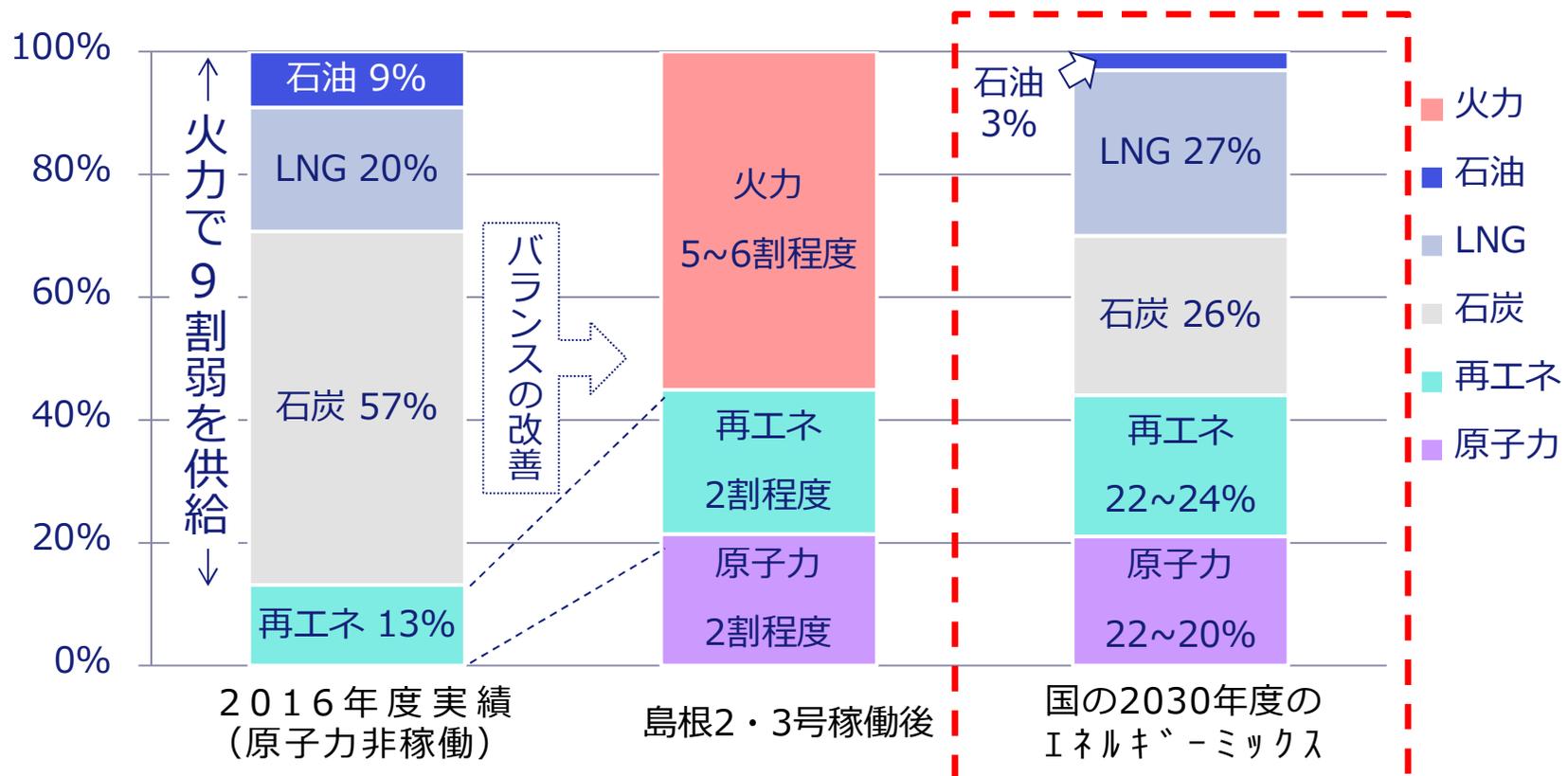
- 資源の少ない我が国において、将来にわたって低廉・安定的な電力をお届けするため、安全確保を大前提に「安定供給」「経済性」「環境への適合」を同時に達成できるよう、原子力・石炭・LNG・再エネ等のそれぞれの特性を活かしバランスのとれた電源構成の構築に取り組む必要があります。



1-2. 島根原子力発電所3号機の必要性(電源構成バランスの改善)

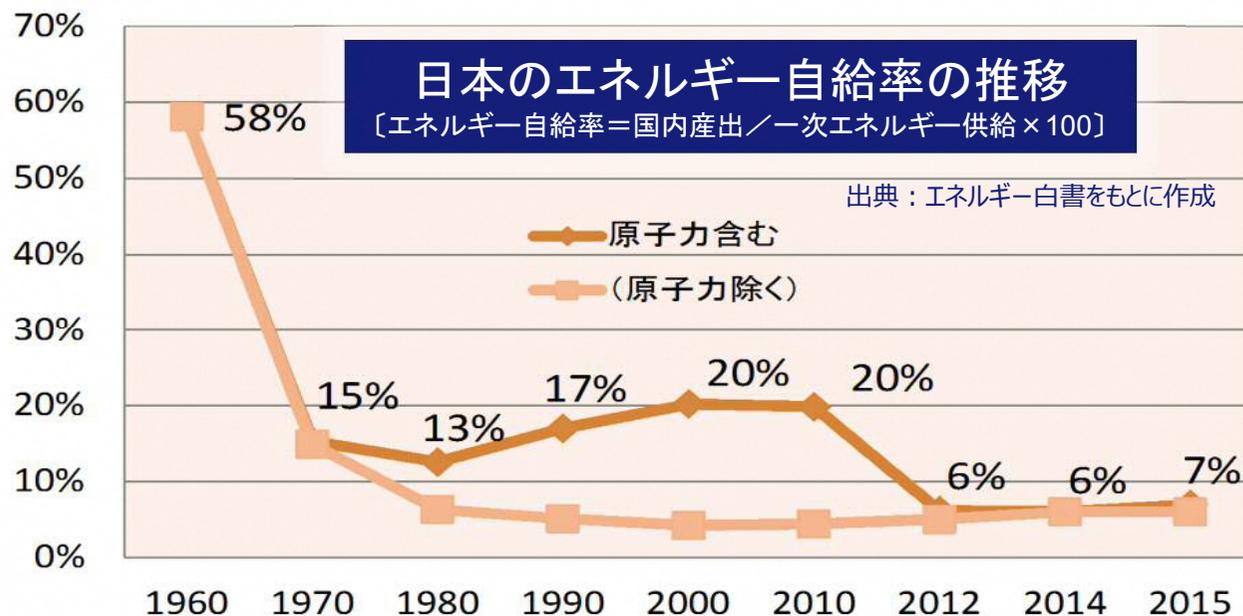
- 国の2030年度のエネルギーミックスは、安全性を前提としたうえで、安定供給、コスト低減、温暖化対策等を踏まえ、策定されています。
- 国全体としてミックスの実現をしていくためには、当社としてもできる限りこの比率に近づけていくことが必要と考えており、再エネおよび原子力比率については各々2割程度の電源構成にしていきたい。そのためには、島根機2号機および3号機の活用が必要不可欠です。

発電電力量 (kWh) 構成比の実績と見通し



1-3. 島根原子力発電所3号機の必要性(安定供給:エネルギー自給率)

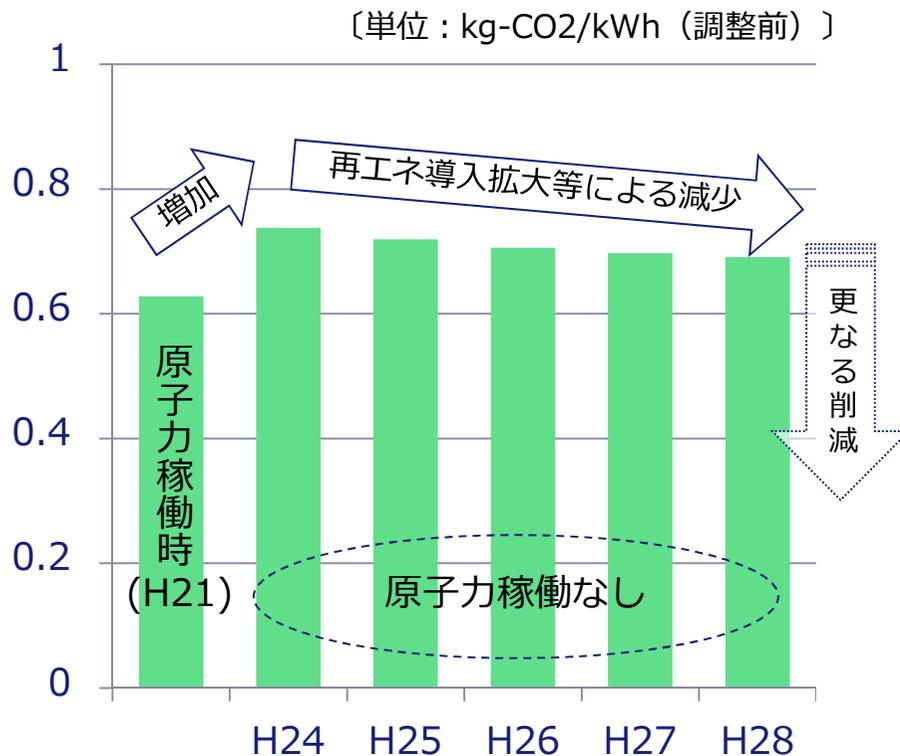
- 1960年度には主に石炭や水力など国内の天然資源により58%であったエネルギー自給率は高度経済成長期にエネルギー需要が大きくなる中で、供給側では石炭から石油への燃料転換が進み石油が大量に輸入されるようになり、それ以降大幅に低下しました。石炭・石油だけでなく、石油ショック後に普及拡大した天然ガスは、ほぼ全量が海外から輸入されています。
- 2014年度は原子力の発電量がゼロになったこともあり、過去最低の6%(原子力含む)に低下しました。2015年度は新エネルギー等の導入や原子力発電所の再稼働もあり、我が国のエネルギー自給率は7%(原子力含む)となりました。



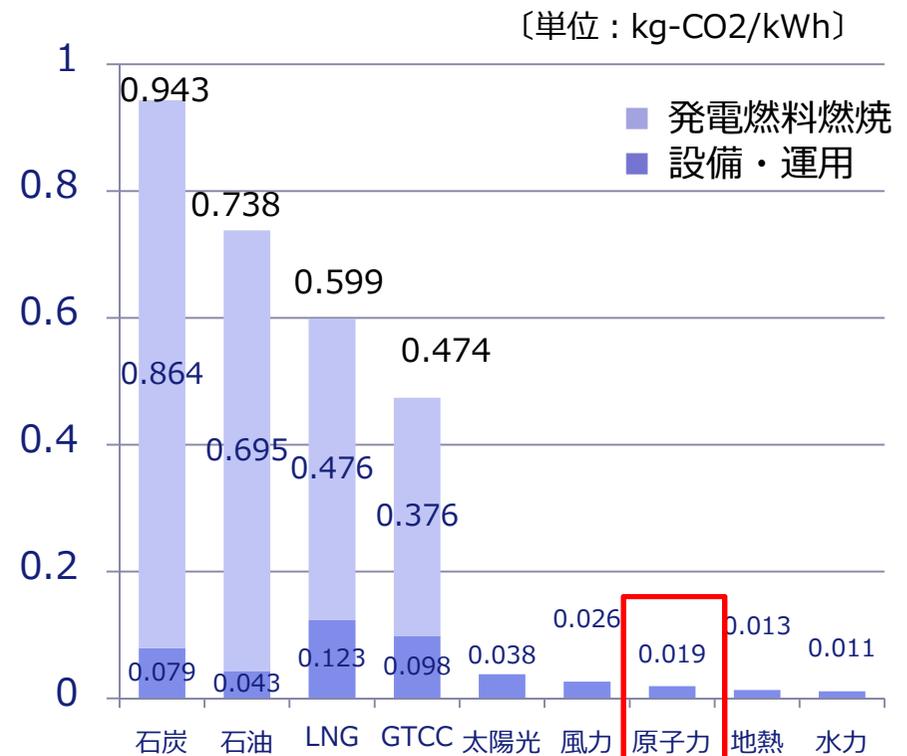
1-4. 島根原子力発電所3号機の必要性(環境への適合:CO2削減)

- 当社のCO2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を図るとともに、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があります。
- その中でも発電時にCO2を出さず、供給安定性に優れる原子力の活用が重要です。

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CO2排出量評価(2016年7月)を基に作成

1-5. 島根原子力発電所3号機の必要性(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があります。
- 震災以降、原子力の稼働が停止する中、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※の負担増となっています。

※: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

1-6. 島根原子力発電所3号機の必要性(原子力事業者としての決意)

なによりも安全を第一に、
信頼される原子力発電所を
めざしてまいります。

- 「安定供給」「経済性」「環境への適合」を同時に達成させるには、安全確保を大前提とした原子力の活用が重要であり、技術・人材基盤の維持の観点からも、将来にわたり一定規模を確保する必要があると考えます。
- 「事故は起きない」ではなく「事故は起こり得る」という前提に立つことは、福島第一原子力発電所の事故から学んだ教訓として、社員一人ひとりの胸に深く刻まれています。
- 私たちは、何よりも安全を最優先にする。その思いを一つにして、日々の保守や点検、あらゆる緊急時に備えた訓練に取り組んでいます。
- 安全性の向上について、私たちが考え、実践する取り組みに終わりはありません。新規制基準を満たすだけでなく、設備の力と人の力をより高めて、更なる安全性の向上に努めてまいります。

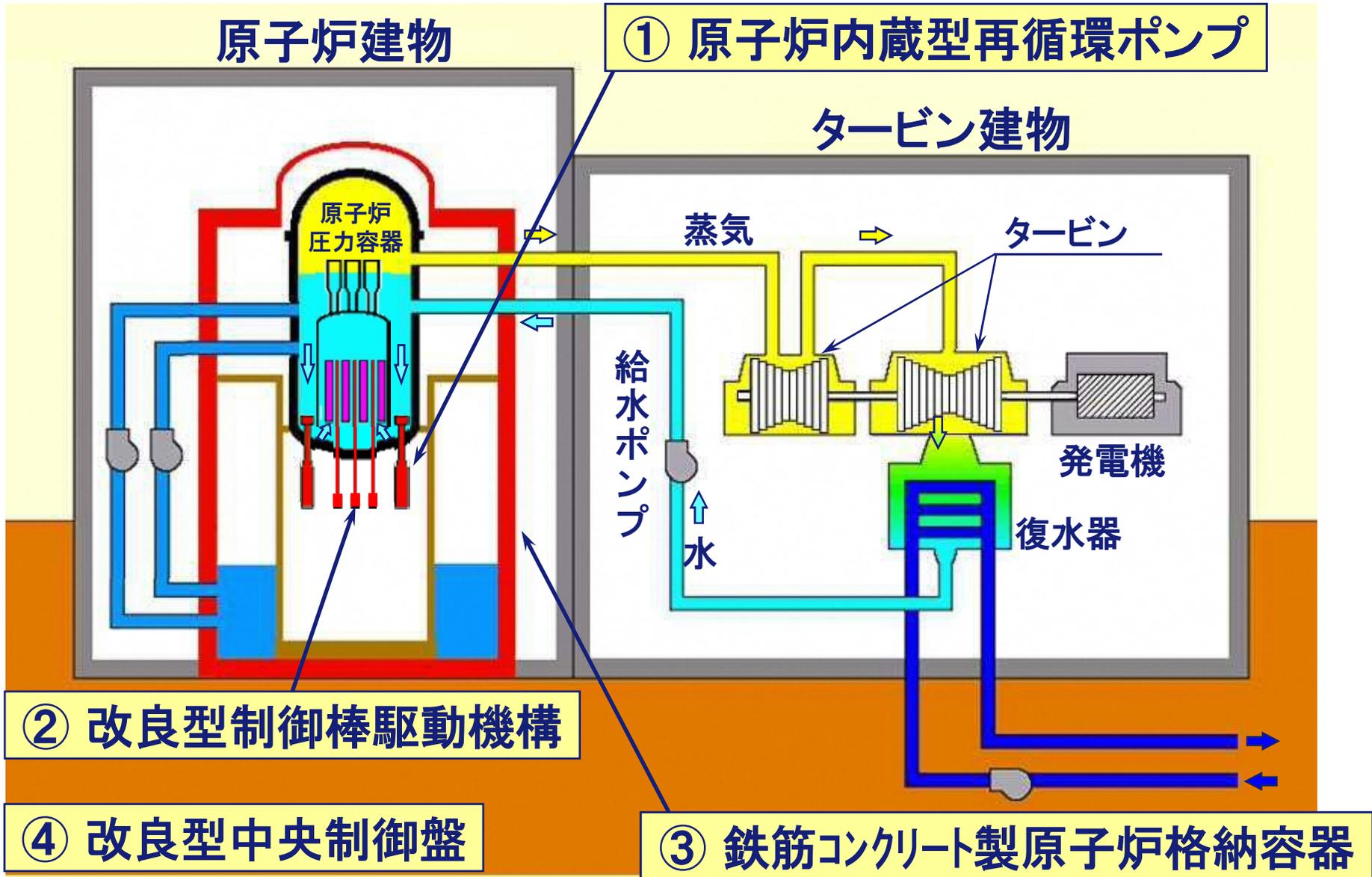
2. ABWRの安全性向上

2. ABWRの安全性向上(1/6)

- ABWRは、国内外の原子力発電所の建設や運転、保守の経験を踏まえ、国内外のBWRメーカー、国内BWR採用の電力会社、国で開発実証された技術を集大成し、昭和50年代初めより数十年の歳月をかけて開発してきたものです。

- ABWRは従来型BWRに比べ、主に以下で改良が図られています。
 - 安全性・信頼性の向上
 - 作業者の受ける放射線量の低減
 - 放射性廃棄物の低減
 - 運転性・操作性の向上
 - 経済性の向上

2. ABWRの安全性向上(2/6)



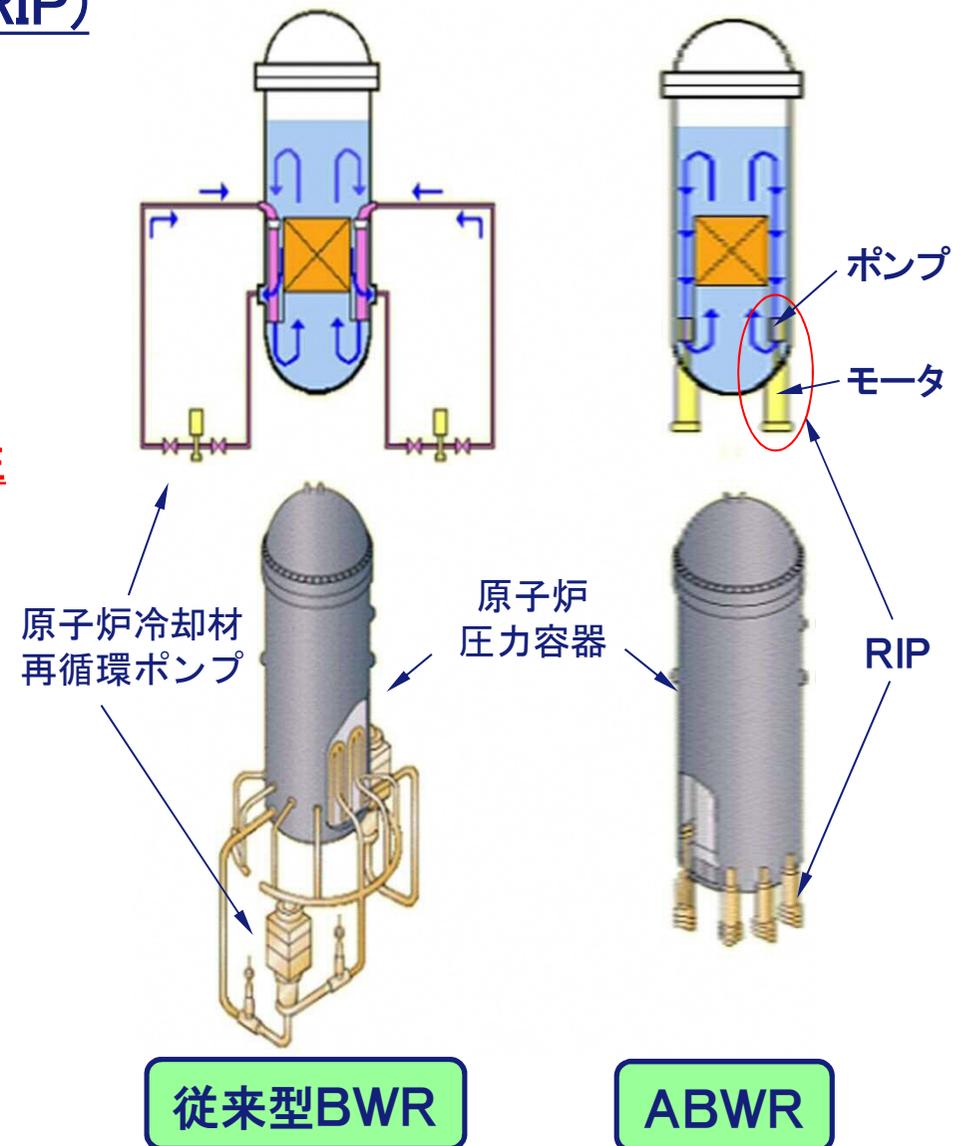
2. ABWRの安全性向上(3/6)

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

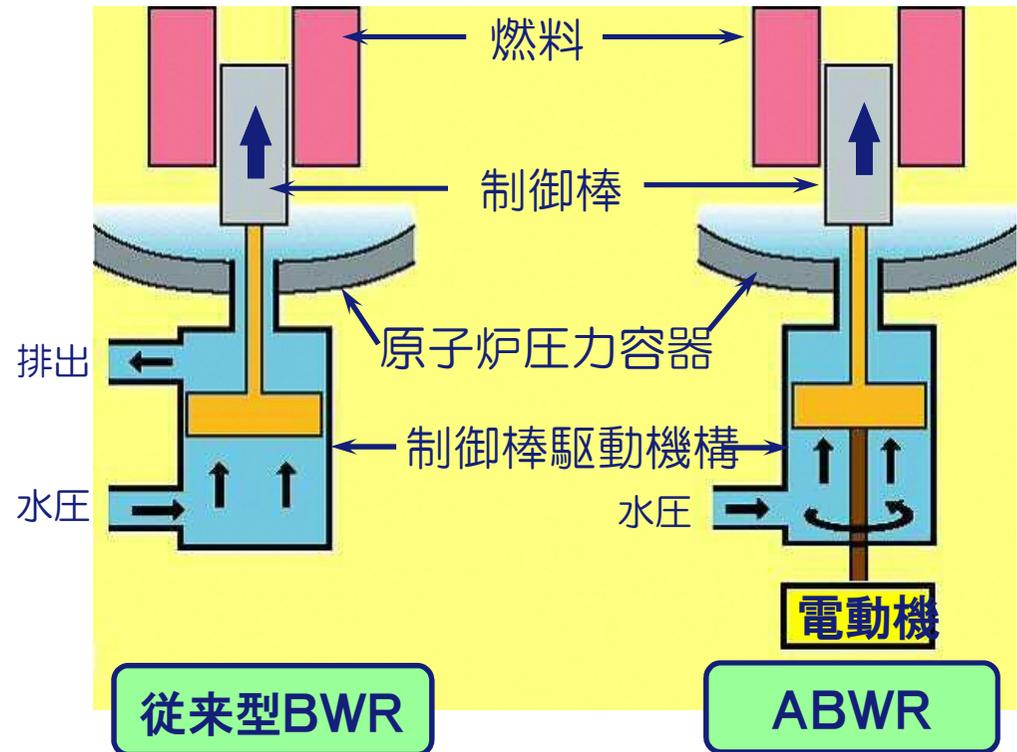


2. ABWRの安全性向上(4/6)

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)

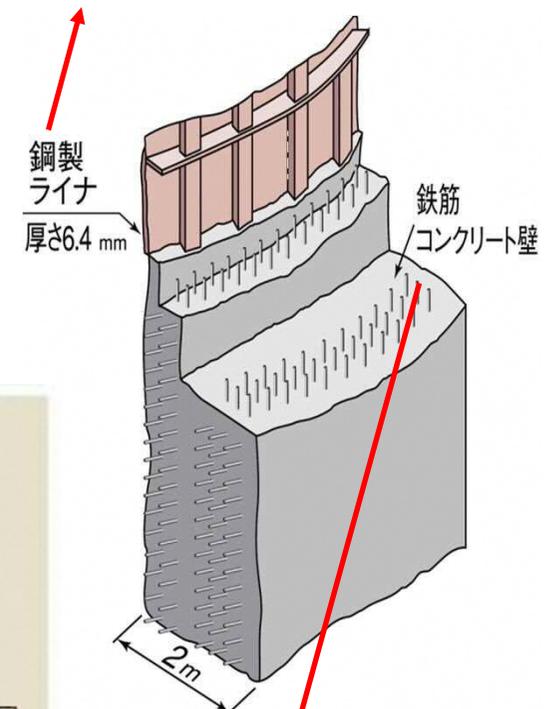
2. ABWRの安全性向上(5/6)

③鉄筋コンクリート製原子炉格納容器(RCCV)

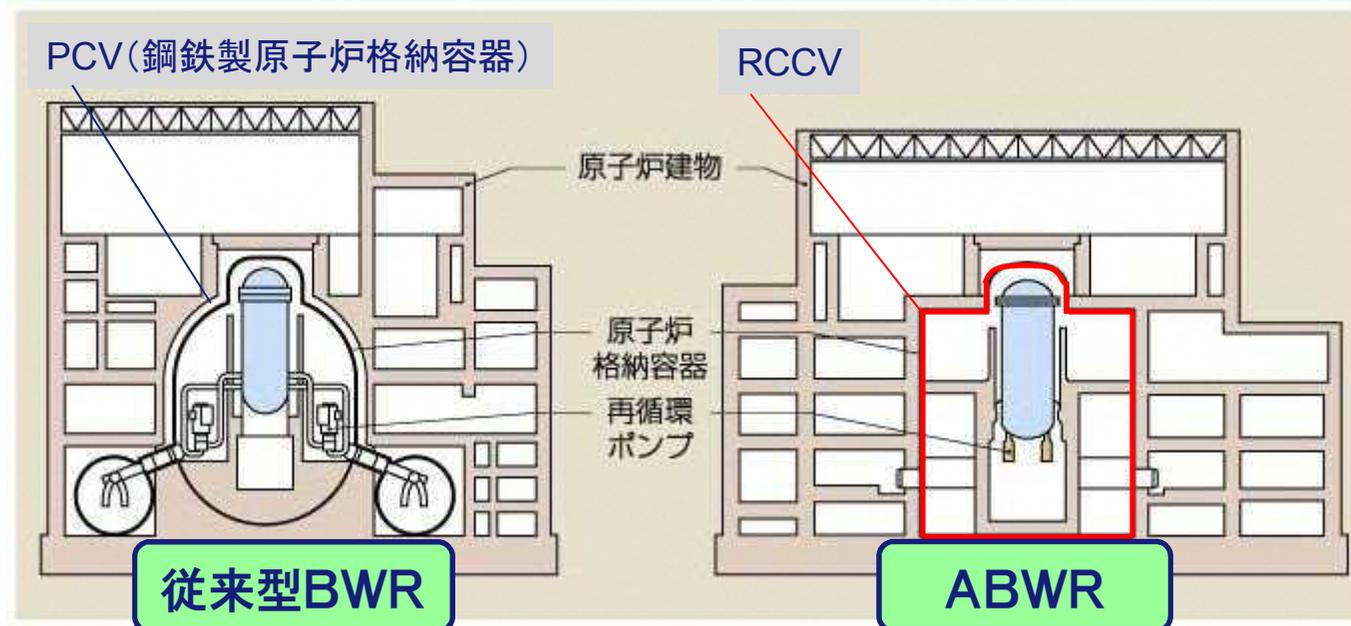
原子炉格納容器が原子炉建物と一体の構造で、原子炉建物をコンパクト化

- 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



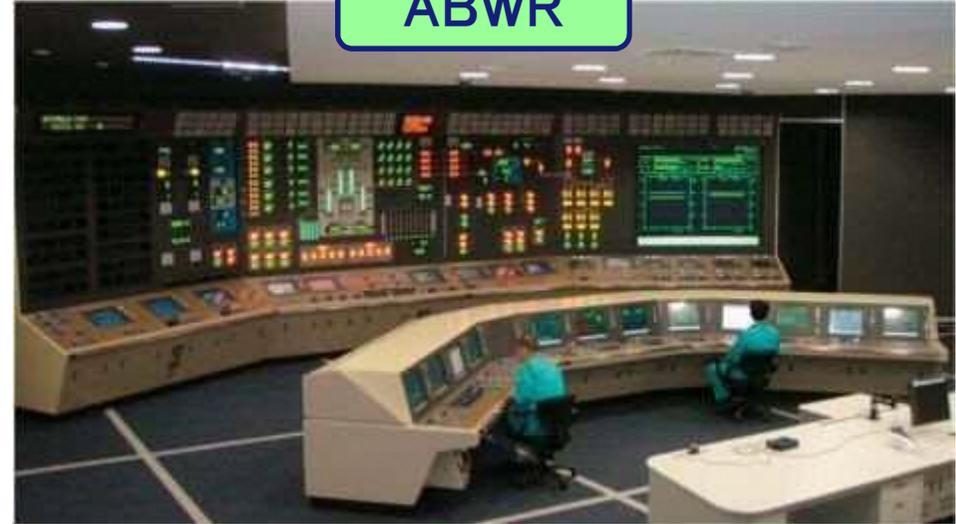
2. ABWRの安全性向上(6/6)

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"> ・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 ・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

【参考】ECCS系の安全性・信頼性向上

- ECCS系の性能向上のため、以下のような改良がなされていった。

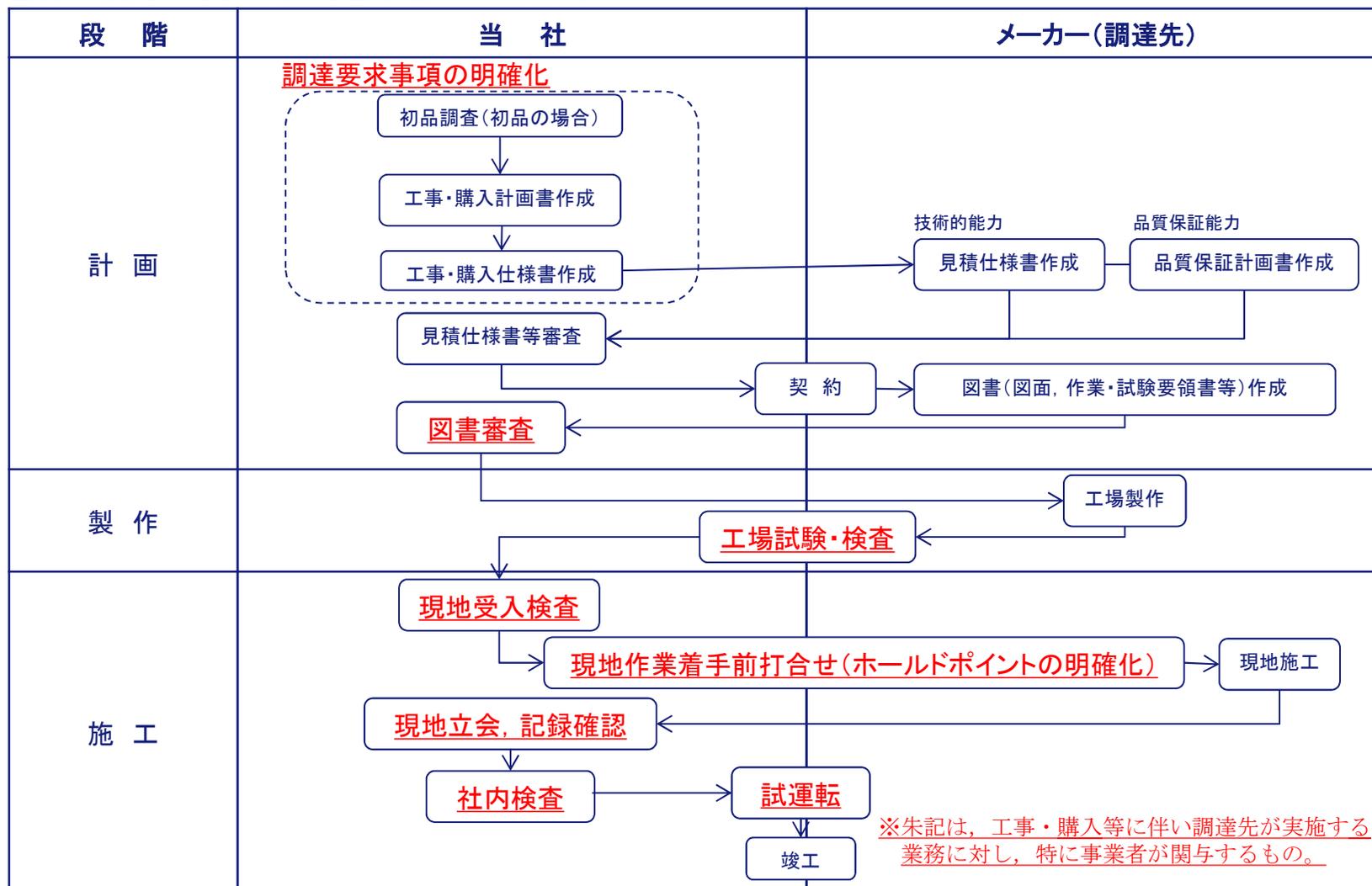
＜ECCSの変遷＞

BWR-4(島根1号)	BWR-5(島根2号)	ABWR(柏崎6/7)
高圧系統(HPCI)と低圧系統(LPCS/LPCI)が別系統	HPCIとLPCSの機能をHPCS 1系統でカバー 【信頼性向上／簡素化】	高圧系の系統数増加(HPCF2系統, RCIC1系統), HPCF容量軽減 【信頼性向上／高圧系強化】
HPCIはFW注入	HPCSはシュラウド内直接注入	低圧系LPCSの削除, HPCF2/LPFL3で低圧系5系統維持, 容量低減 HPCFはシュラウド内直接注入
LPCIはPLR配管注入(1箇所選択)のため, 注入弁故障でLPCI機能喪失	LPCIは各系統ごとにシュラウド内直接注入(独立性確保)	LPFLはシュラウド外直接注入／FW配管注入
LPCIとRHRポンプは共用	LPCI専用ポンプ1台 LPCI/RHR共用ポンプ2台	LPFL/RHR共用ポンプ3台 【信頼性向上, 50%×3で容量低減】
2区分構成/ECCS・RHR系統共用部分あり	3区分構成/ECCS系統共用部分あり (ECCSの系統分離は完了)	高圧ECCS3区分, 低圧ECCS3区分, RHR3区分, 非常用DG3区分, 非常用補機冷却系3区分で完全な3区分構成
シングルノズルJ-PのためPLRは太い(破断口大)	5ノズルJ-PのためPLRは細い(破断口中)	インターナルポンプ方式のため, PLRなし(炉心下部に大口径破断口なし)

3. 技術力の維持・向上

3. 技術力の維持・向上(1/2)

- 設備の設置にあたっては、計画段階において設備の機能、性能等の仕様を当社が明確にし、メーカーに提示し、メーカーより提示された図書等を審査・承認しています。
- 製作・施工段階においては、設備が設計どおりに製作・設置されていることを工場や現地にて試験・検査・試運転を行い技術的な妥当性等を確認しています。



3. 技術力の維持・向上(2/2)

- フィルタベントの設置にあたっては、島根3号機において所定の除去性能を満足していることを、メーカーより提示された除去性能試験データを基に確認しています。
- 社内検討においては、メーカー提示情報に対し、例えば以下の事項を追加で確認することにより、技術的な妥当性も含めて確認しています。

中国電力	メーカー
<p>以下にて、妥当性を確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他文献や参考書による除去メカニズムに関する情報の補完 ・試験装置と実機設備との相違に対する網羅的な整理 ・実運用を考慮した評価事項(長期使用の影響確認等)の追加 	<p>以下を作成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・除去性能試験データ ・試験パラメータ(温度, 流速等)に対する島根3号機への包絡性 等 ・妥当性確認に必要な書類を作成
<p>・上記を踏まえて、被ばく評価のインプット条件を作成する。</p>	<p>・被ばく評価を実施</p>

4. 原子力防災への取り組み

4. 原子力防災への取り組み(1/2)

- 事故が発生した際に、様々な安全対策設備を有効に活用することができるよう、過酷な状況を想定した訓練を繰り返し行い、「人」の対応力強化に努めています。
- 原子力事業者防災業務計画において、自治体へのモニタリング要員派遣や防災資機材の提供等について適切に対応する旨を定め、防災体制の構築および資機材の配備等を行っています。また、今後、新規制基準適合性審査を踏まえて、重大事故等対処設備の配備や通報・連絡基準に関する記載を反映していきます。
- 社内に避難退域時検査等の防災活動を行うチームを設置し、現在、教育・訓練を行っています。(毎年行われる自治体主催の防災訓練にも、避難退域時検査等の要員として派遣しています。)



▲事故を想定したオペレータ訓練



▲発電機車接続訓練



▲送水車を用いた代替注水訓練

4. 原子力防災への取り組み(1/2)



▲ロボットの操作訓練



▲がれき撤去訓練



▲避難退域時検査訓練
(自治体主催 防災訓練)



▲電源喪失を想定した
揮命令訓練



▲放射性物質の漏えい
を想定した訓練



▲夜間における復旧訓練

5. 有効性評価について

5-1. 有効性評価におけるモード選定の考え方

■ 雰囲気気圧力・温度による静的負荷※(格納容器過圧・過温破損)における格納容器の破損モードの選定

※有効性評価において格納容器フィルタベント系を使用する格納容器破損モード

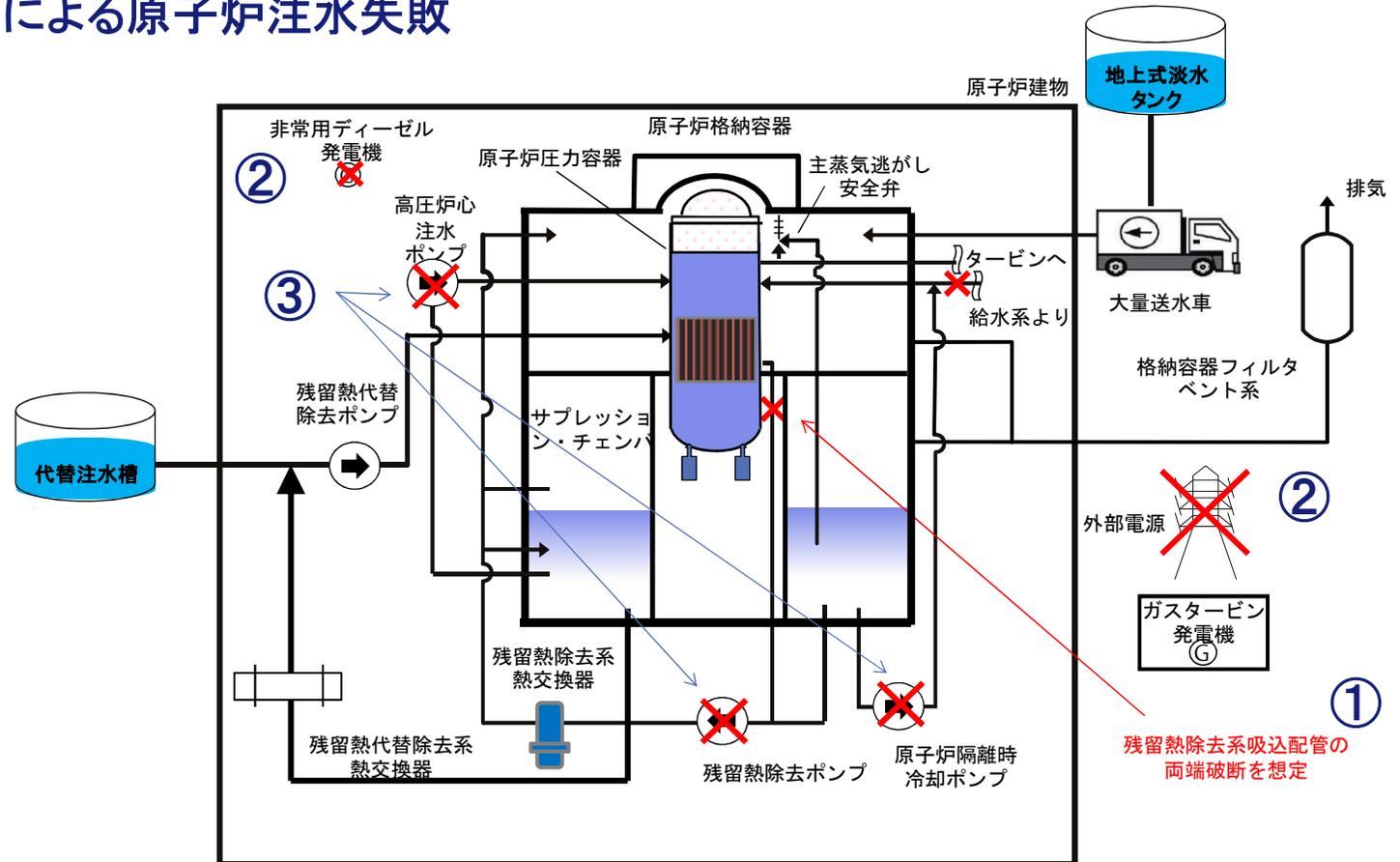
- PRA(確率論的リスク評価)により、以下の破損モードを抽出した。
 - ・TQUV(高圧・低圧注水機能喪失)
 - ・TQUX(高圧注水・減圧機能喪失)
 - ・TB(全交流動力電源喪失)
 - ・LOCA(原子炉冷却材喪失)
- このうち、LOCAは、原子炉冷却材の流出を伴うことから、原子炉水位が低下する等、事象進展が早い。
- LOCAに非常用炉心冷却系の注水機能喪失及び全交流動力電源喪失を重畳させることで、電源の復旧等必要となる対応が多くなり、格納容器破損防止対策を講じるための対応時間が厳しいシナリオとなる。
- また、破断口径の大きい方が原子炉水位の低下が早く、水位回復に必要な注水流量が多くなるため、対応時の時間余裕、必要な設備容量の観点で厳しい大破断LOCAを起因事象とした。

■ 以上より、大破断LOCAに全交流動力電源喪失事象を加え、過温及び過圧への対策の有効性を総合的に評価するための格納容器の破損モードとした。

5-2. 事故シナリオの事象(1/2)

■ 格納容器過圧・過温破損防止の事象進展

- ①大破断LOCA 発生
- ②外部電源喪失＋非常用ディーゼル発電機起動失敗
- ③ECCS機能喪失による原子炉注水失敗



5-2. 事故シナリオの事象(2/2)

- ④ガスタービン発電機起動
- ⑤残留熱代替除去系(低圧注水モード)による原子炉注水
- ⑥格納容器代替スプレイ系(可搬型)による格納容器スプレイ
- ⑦格納容器フィルタベント系によるベント

