島根原子力発電所3号機の概要

平成30年4月

中国電力株式会社

目　次

1. 島根原子力発電所の概要・・・・・・・・・・・・・・ 2
2. 増設の経緯・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
3. 建設工事の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
4. 設備の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
5. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた
　安全対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

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

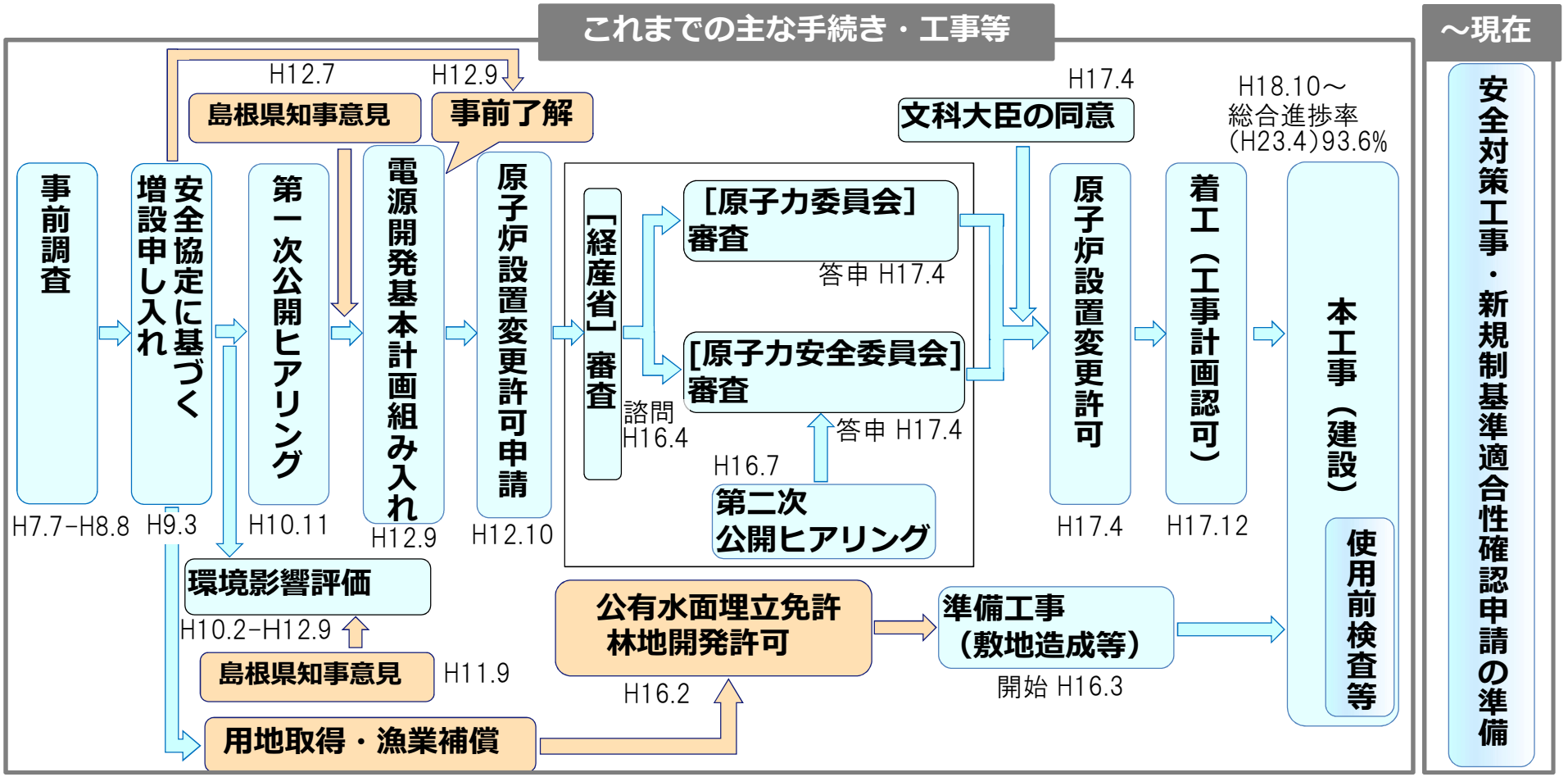
設備概要

	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. 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)

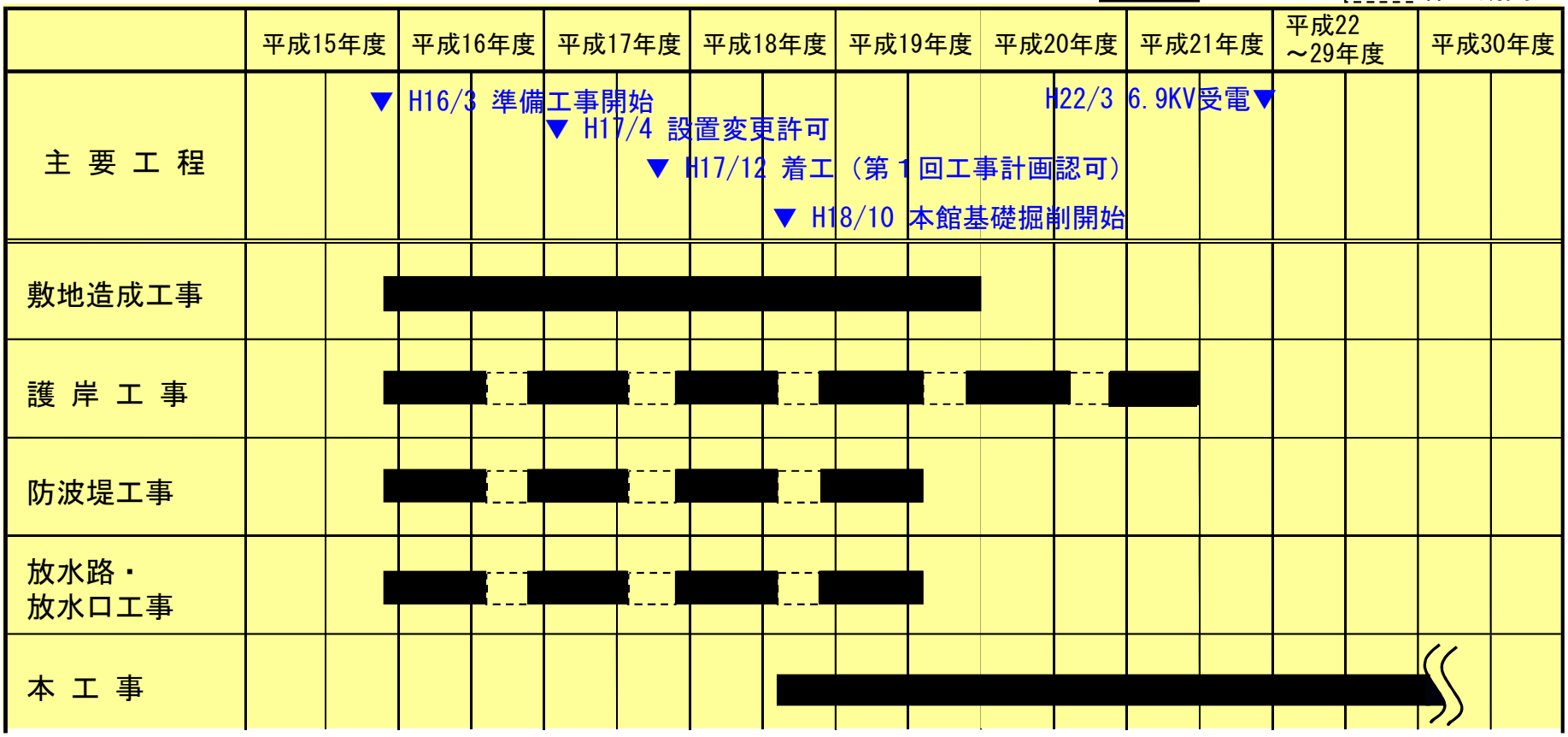
年月	経緯
平成7年7月～	事前調査を実施
平成9年3月	島根県、鹿島町、関係権利者に増設を申し入れ
平成10年11月	第一次公開ヒアリング
平成12年9月	電源開発基本計画への組み入れ
平成12年9月	島根県、鹿島町から安全協定に基づく事前了解を受領
平成12年10月	原子炉設置変更許可申請書を提出
平成15年3月	関係漁協と漁業補償契約を締結
平成16年3月	準備工事を開始
平成16年7月	第二次公開ヒアリング
平成17年4月	原子炉設置変更許可
平成17年12月	着工（工事計画認可）
平成18年10月	本工事を開始
平成23年5月	営業運転開始時期を「平成24年3月」から「未定」に変更 ［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

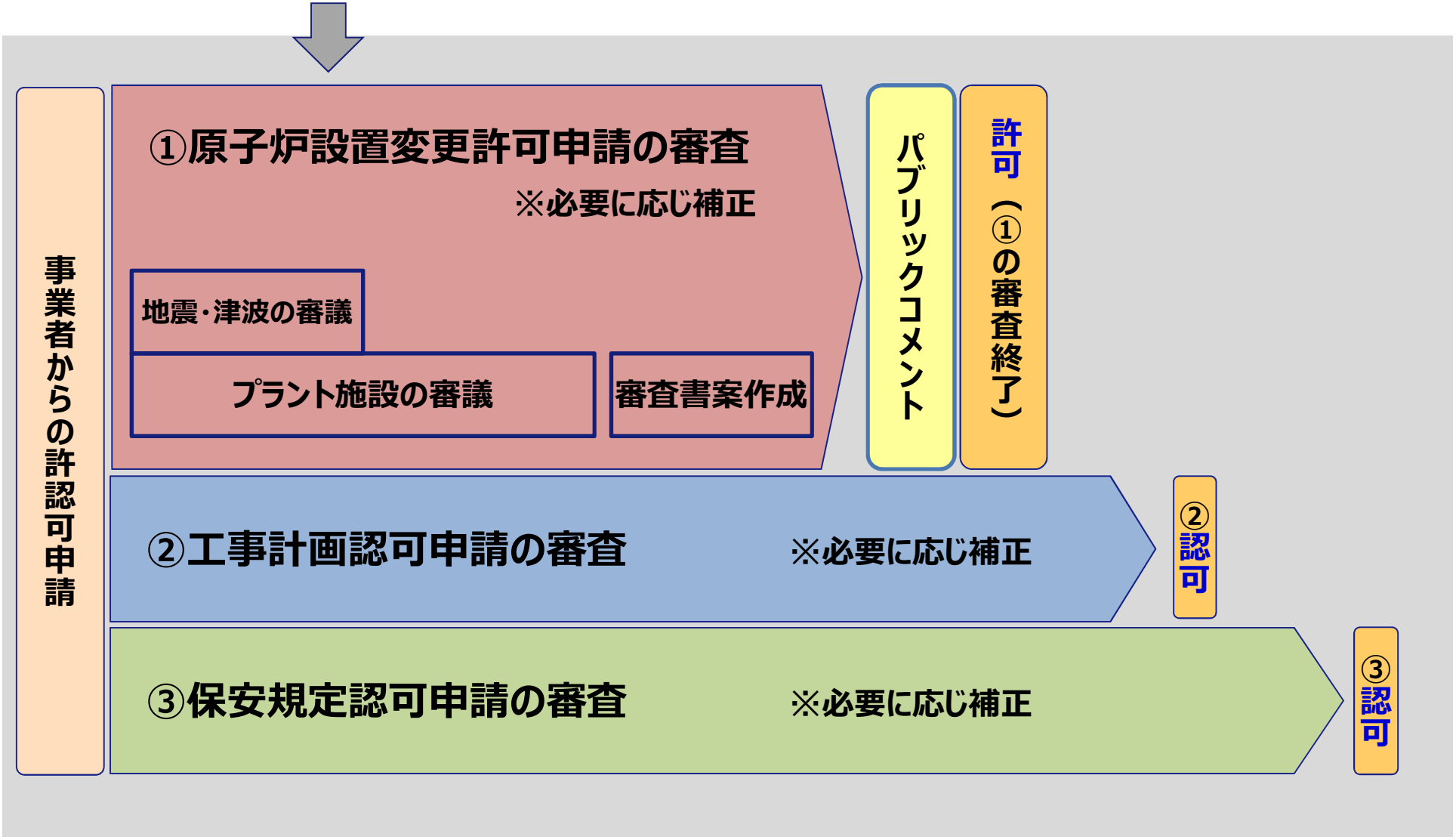


工事計画認可申請状況

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）

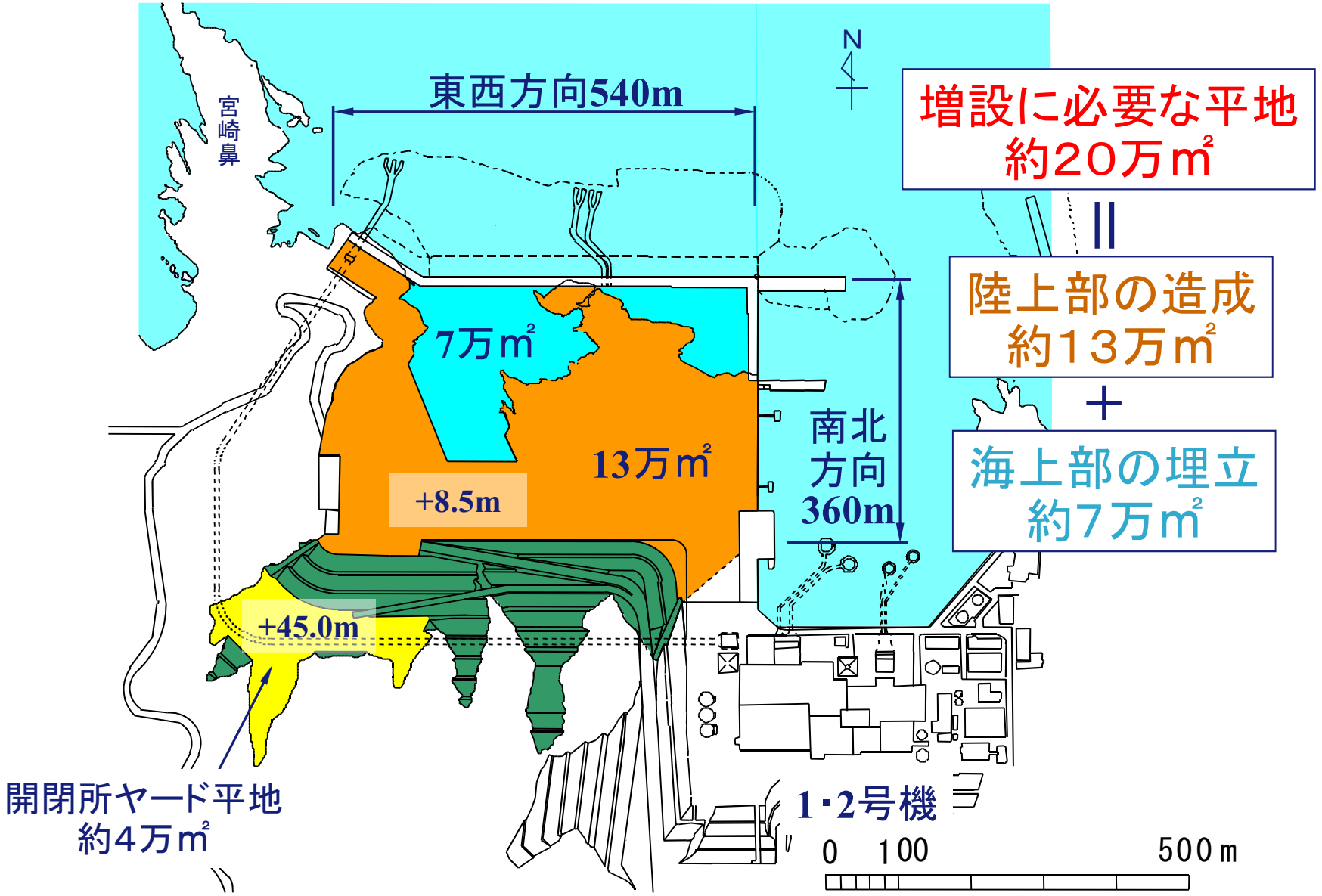
（参考）新規制基準適合性審査の流れ

（島根２号機の状況）



3. 建設工事の状況

敷地造成工事の概略図


宮崎鼻
東西方向540m
N
増設に必要な平地
約20万㎡
＝
陸上部の造成
約13万㎡
＋
海上部の埋立
約7万㎡
7万㎡
13万㎡
+8.5m
南北
方向
360m
+45.0m
開閉所ヤード平地
約4万㎡
1・2号機
0 100 500m

敷地造成工事の状況

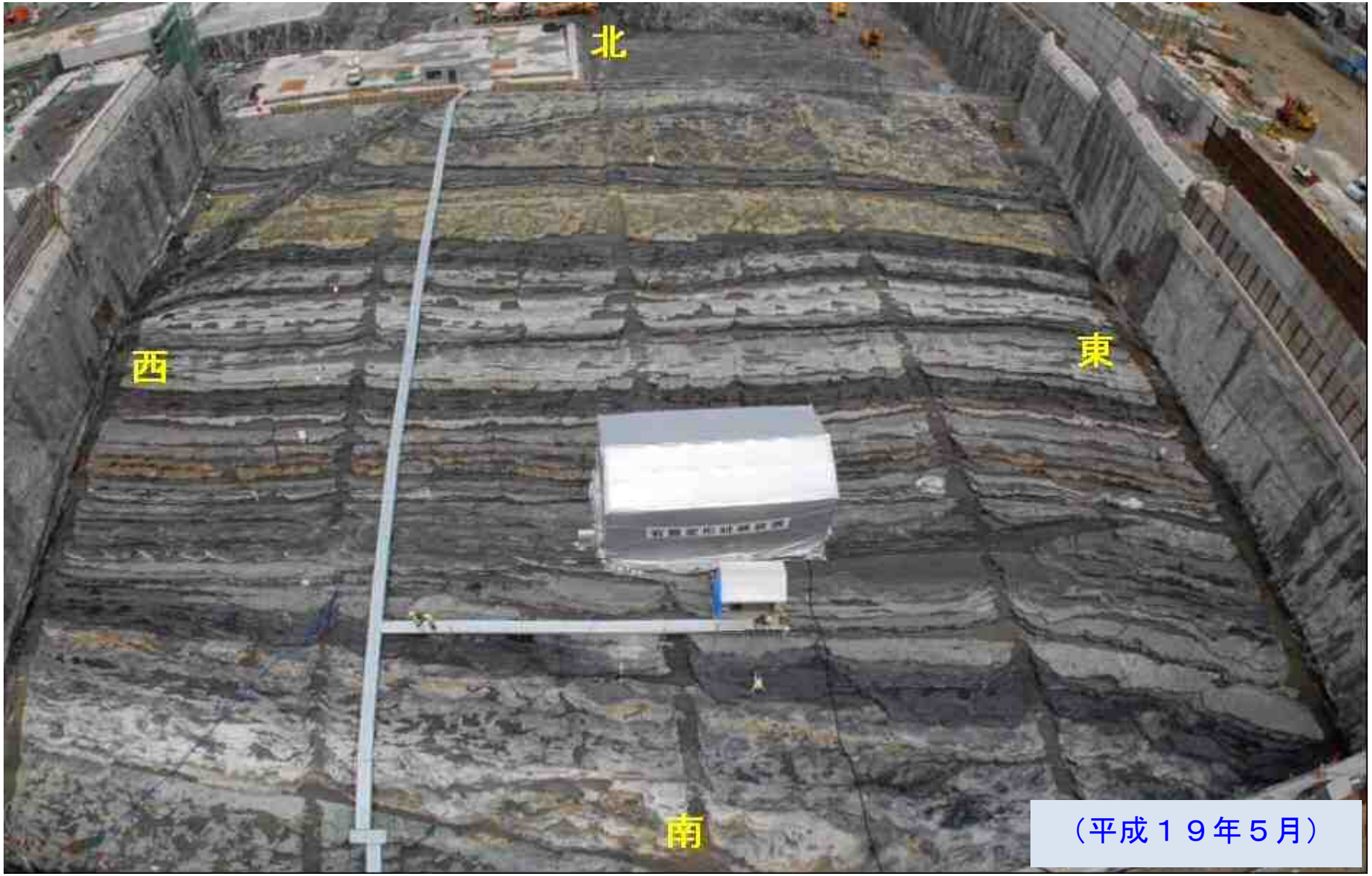
① 平成１６年８月

② 平成１７年１０月

③ 平成２０年２月

④ 平成２１年４月

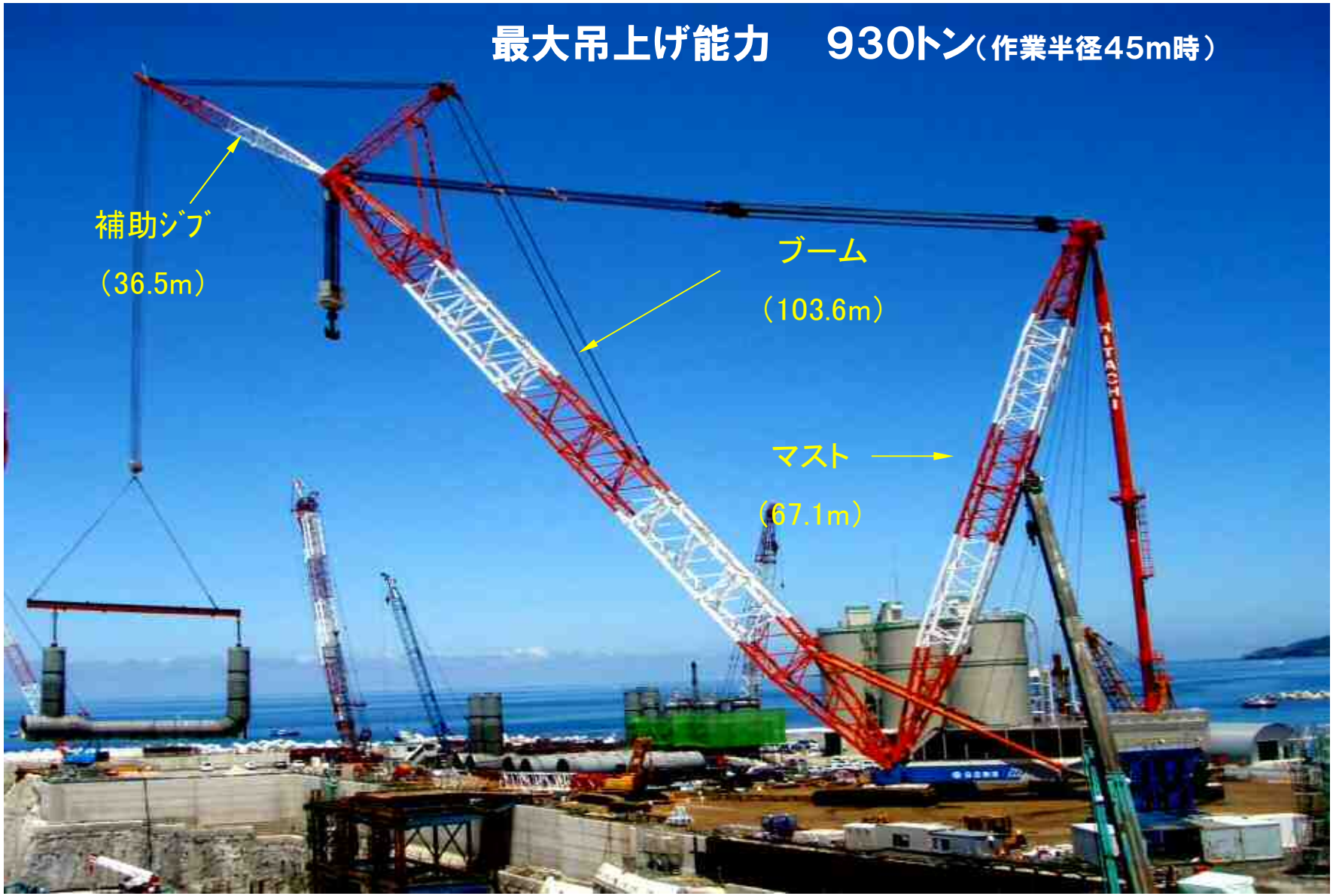
岩盤検査の状況



大ブロック・モジュール工法の採用

大ブロック・モジュール工法の代表例

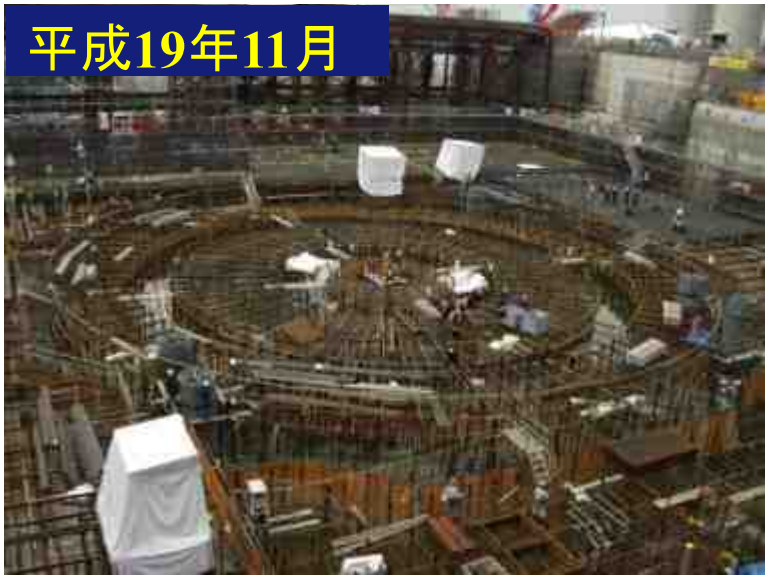
大型クローラクレーンの使用



原子炉建物基礎工事の状況

平成19年10月

平成19年11月



中央マットモジュール（平成19年11月）

中央マットモジュール吊込状況（平成19年12月）

原子炉建物工事の状況

平成20年4月

平成21年4月

平成22年10月

平成23年4月

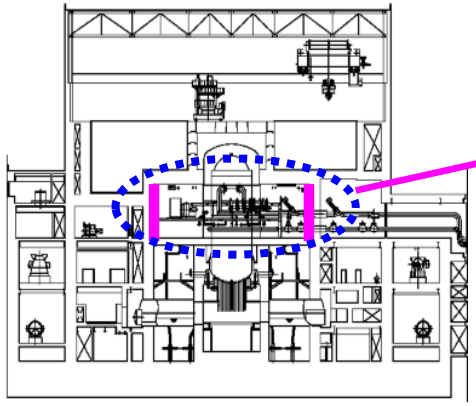
原子炉格納容器ライナー吊り込みの状況

実施日：平成２０年９月２７日

＜原子炉格納容器ライナー6段目＞

高さ：約８．８ｍ　直径：２９ｍ　重量：　１９０．４ｔ

吊り込み



着座

原子炉圧力容器吊り込みの状況

実施日：平成21年7月17日

＜原子炉圧力容器＞

高さ：約19m

直径：約7．5m

重量：約820ｔ（吊具含む）

クローラークレーンによる
吊上げ

原子炉内蔵型
再循環ﾎﾟﾝﾌﾟﾓｰﾀｰｹｰｼﾝｸﾞ

原子炉建物への吊込み

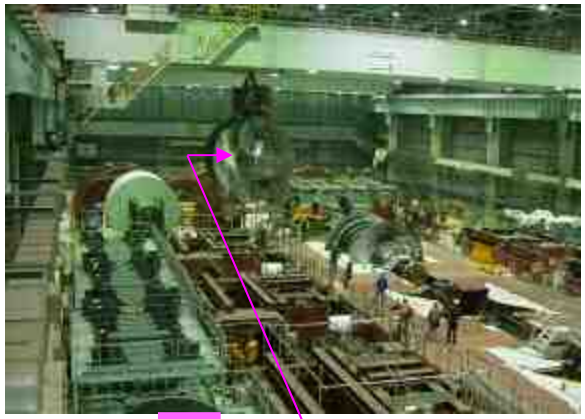
原子炉格納容器内側

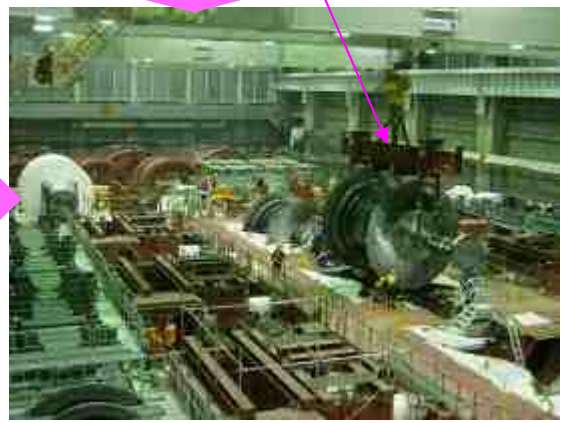
タービンロータ搬入の状況

実施日：平成２２年３月１０日

＜高圧タービンロータ＞
長さ：１０．５ｍ
直径：２．２ｍ
重量：１０５ｔ

高圧タービンロータ仮置き



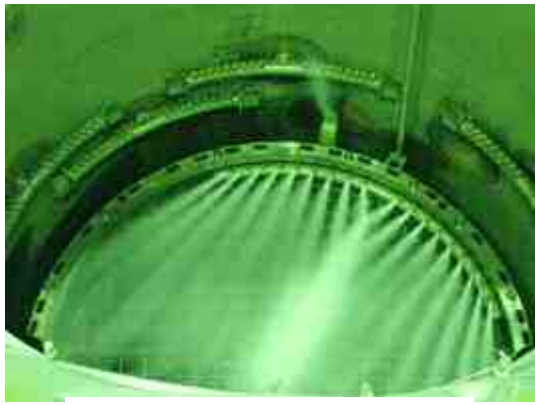


天井クレーンによる
低圧タービンロータ移動

ロータ点検架台へ着座

非常用炉心冷却系炉心注水試験の状況

実施日：平成２２年８月２８日



注水

初装荷燃料搬入の状況

平成22年9月9日～11月26日の間、4回に分けて総数886体を輸送。

受取検査後、燃料プール他に保管中。

トラックにより輸送

3号機エリアへ搬入

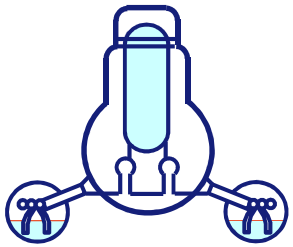
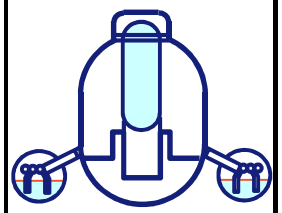
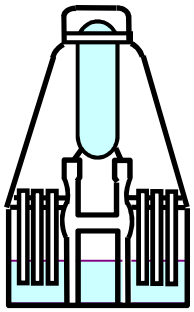
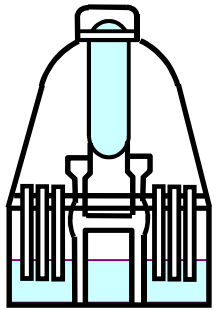
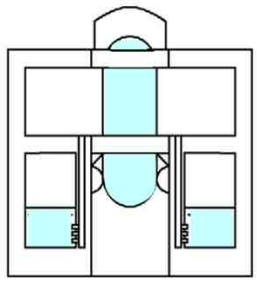
専用倉庫で仮置き

受取検査後、燃料プール他に保管

4. 設備の概要

沸騰水型軽水炉（BWR）の変遷

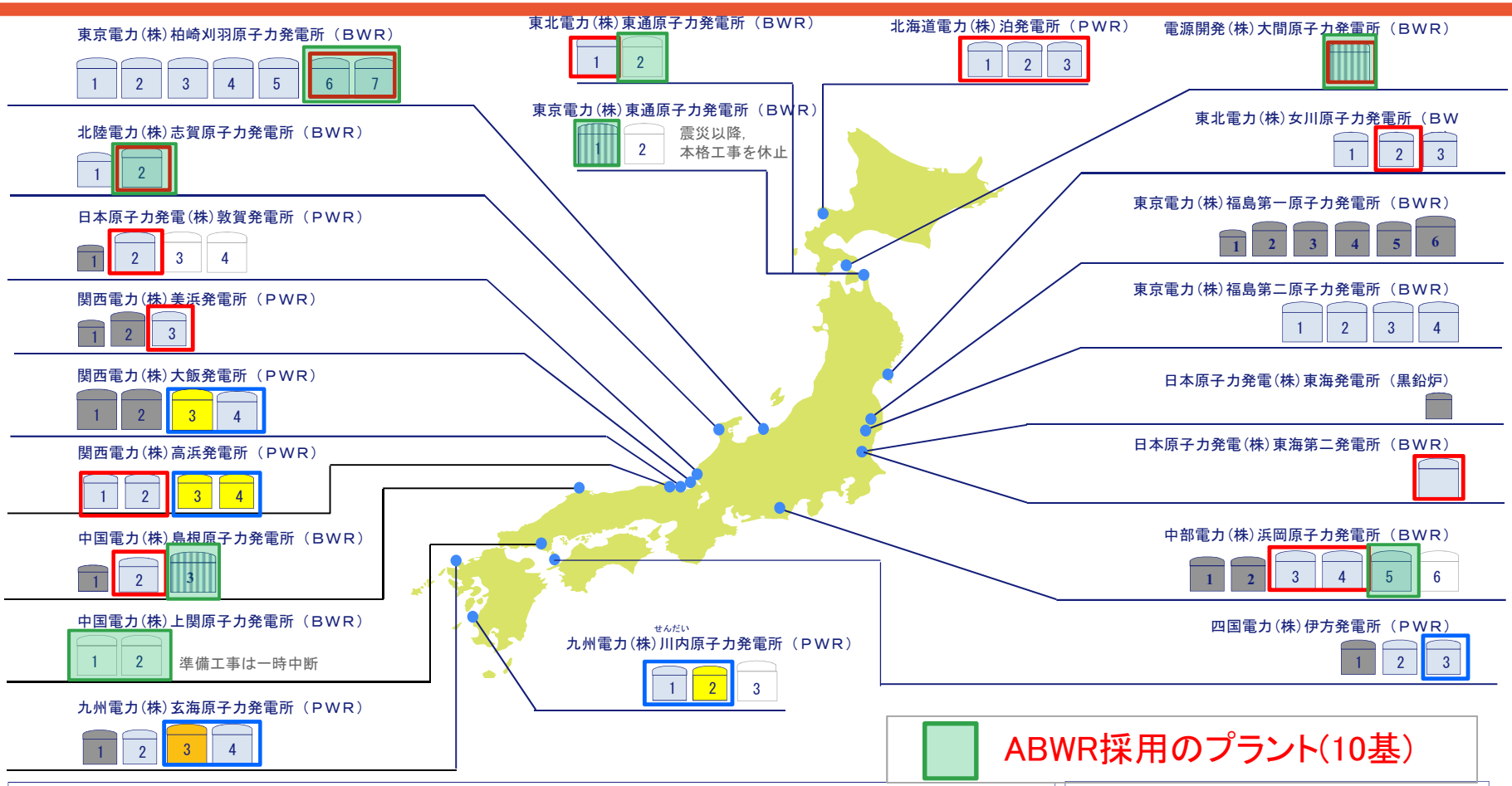
国、メーカ、電力会社が共同で開発

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	・直接単一サイクル ・強制循環圧力抑制形格納容器	・ジェットポンプの採用	・炉心出力密度、燃焼度の向上 ・設計の標準化	・Mark －Ⅰ改良型格納容器	・再循環系、ECCS系の改良 ・Mark －Ⅱ格納容器	・Mark －Ⅱ改良型格納容器	・ｲﾝﾀｰﾅﾙﾎﾟﾝﾌﾟの採用 ・コンクリート製格納容器の採用
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（トーラス形 ／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

改良型沸騰水型軽水炉（ABWR）の運転・建設状況

（平成30年4月11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：4基、 381.0万kW】

定期検査中【合計：36基、3532.2万kW】

- 定期検査中（原子炉起動済）
- 定期検査中

- 新規制基準適合性審査中のプラント
- 新規制基準適合性審査終了(※)のプラント

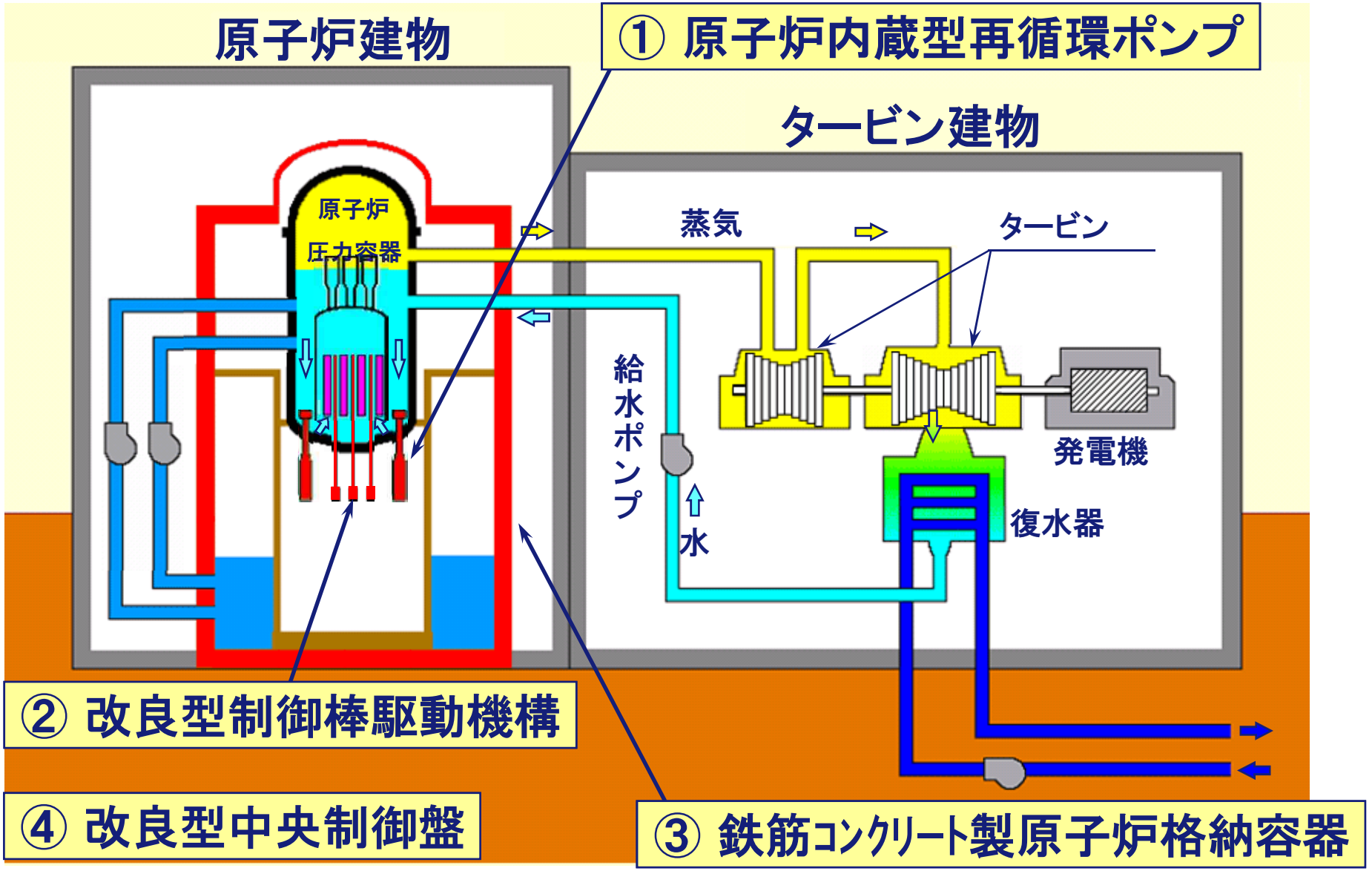
※　原子炉設置変更許可、工事計画認可、保安規定認可の全てが揃った段階

- 建　設　中（3基）
- 着工準備中（8基）
- 廃止および廃止決定（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）


原子炉建物
① 原子炉内蔵型再循環ポンプ
タービン建物
原子炉
圧力容器
蒸気
タービン
給水ポンプ
水
発電機
復水器
② 改良型制御棒駆動機構
④ 改良型中央制御盤
③ 鉄筋コンクリート製原子炉格納容器

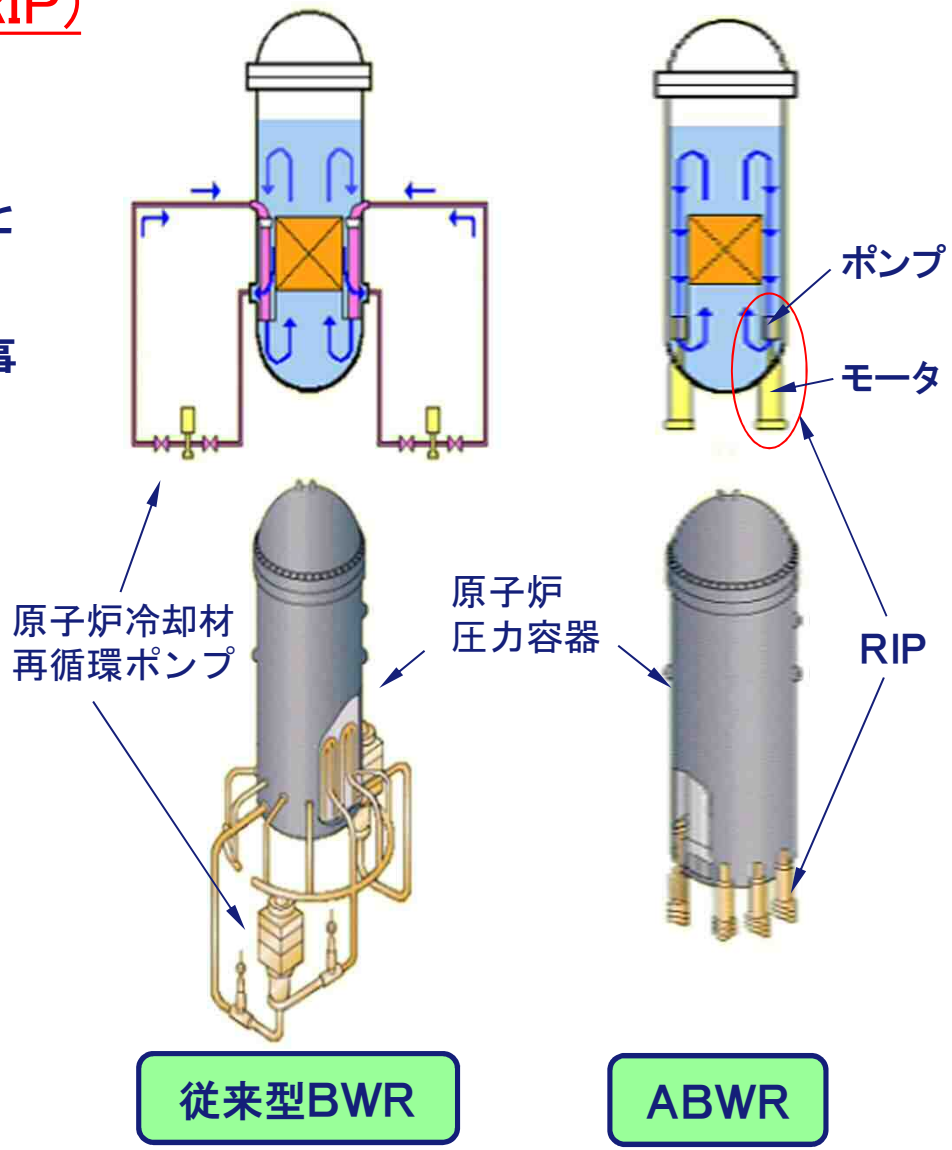
ABWRの特徴(2/5)

①原子炉内蔵型再循環ポンプ(RIP)

炉心下部の大口径配管削除

- ○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	ｼﾞｪｯﾄﾎﾟﾝﾌﾟ20台 再循環ﾎﾟﾝﾌﾟ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

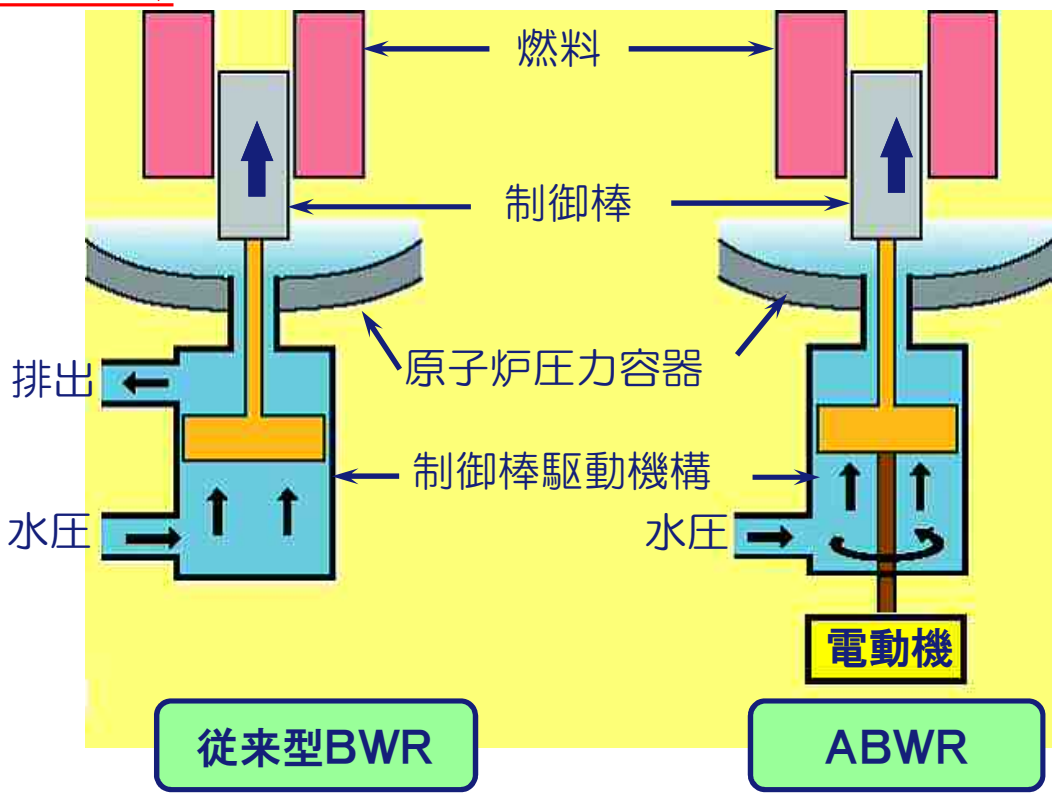


ABWRの特徴(3/5)

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)

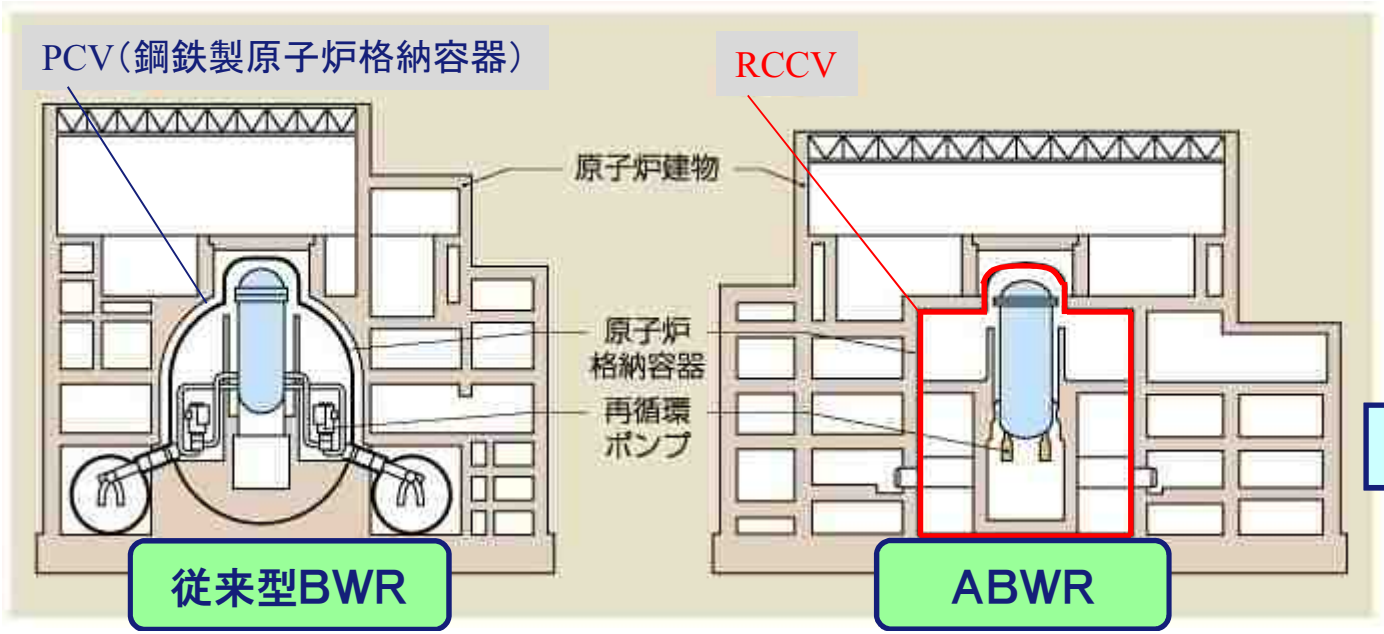
ABWRの特徴（4/5）

③鉄筋コンクリート製原子炉格納容器(RCCV)

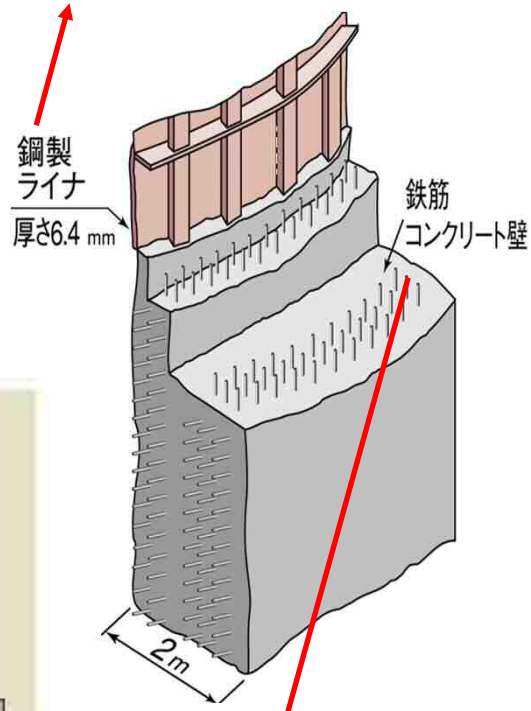
原子炉格納容器が原子炉建物と一体の構造で、原子炉建物をコンパクト化

○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

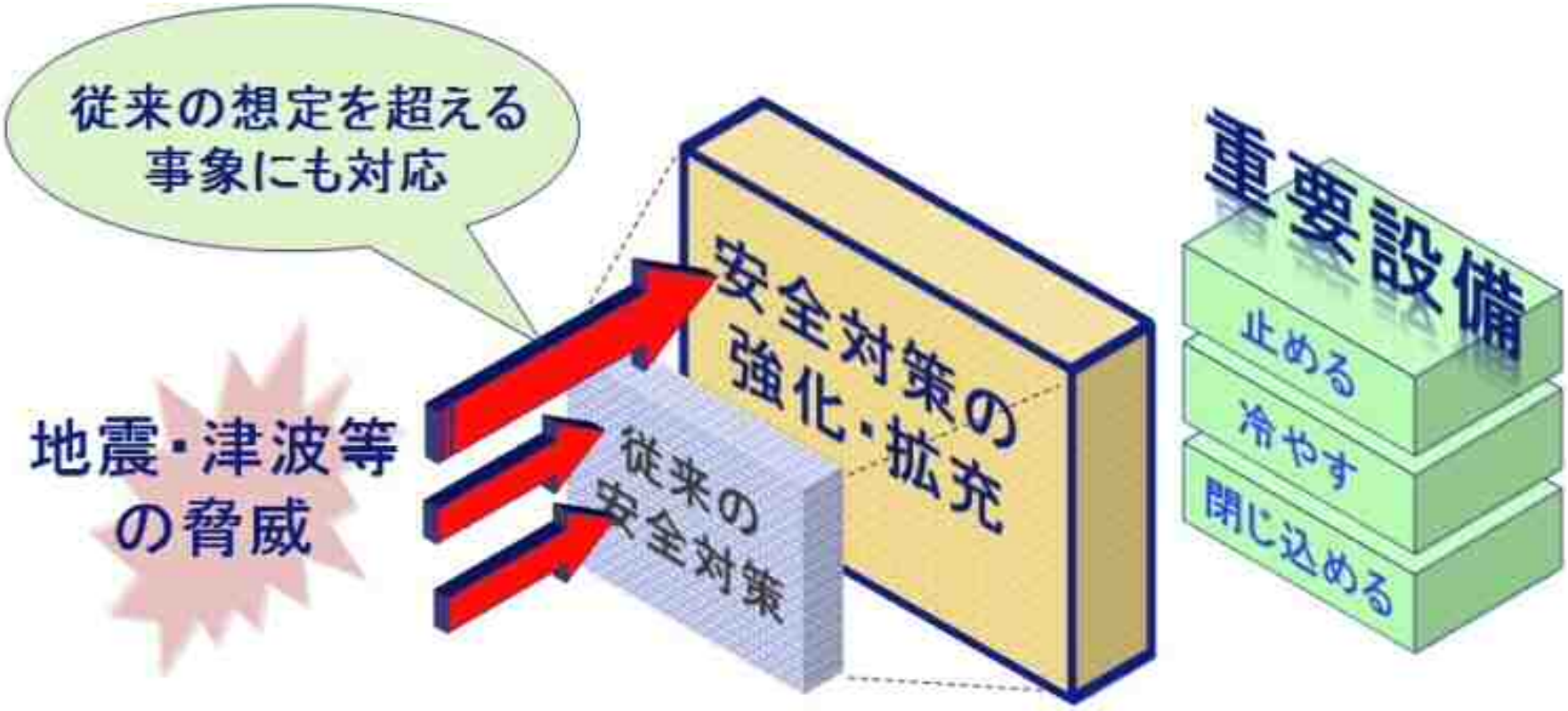
○大型表示盤の採用で、各オペレータはより早く必要な情報を確認できる。

	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	－	・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

５．福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策

事故の発生を防ぐ対策 ①

①地震・津波等の脅威への備えを強化。
重要設備を保護し、事故の発生を防ぐ。



地震に対する備え

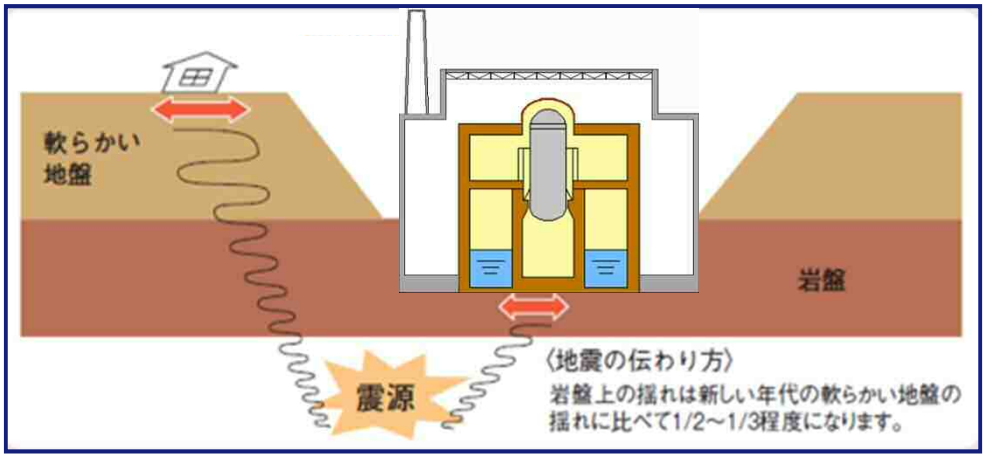
地震に耐える設備とするために

①設計・建設段階の対策

- 徹底した「活断層調査」と「地震動評価」
- 地震動に対する設備の安全性評価

最新の知見を適宜反映

- 原子炉建物を強固な岩盤上に建設



（原子炉建物エリアの岩盤）

②運転中の地震対策

- 地震発生時の原子炉自動停止機能

【添付3】 島根県西部の地震

津波に対する備えの強化

津波対策 ・・・海抜15mの防波壁や水密扉など多重の対策を実施

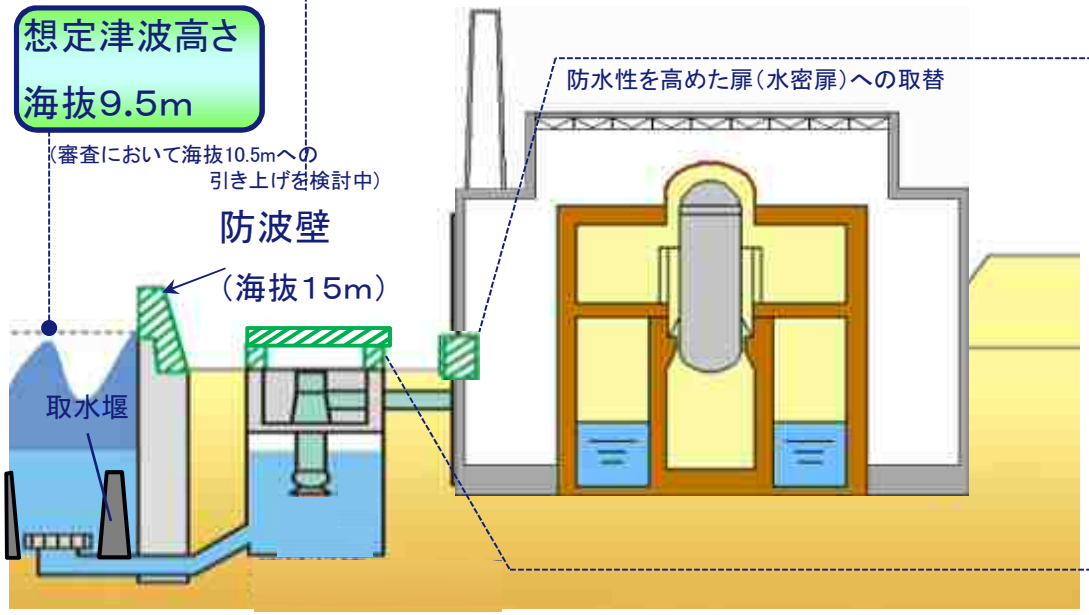
防波壁（海抜15m）で止める　　水密扉（外側）で止める　　水密扉（内側）で止める

津波が来ても・・・

防波壁を越えても・・・

建物内に浸水しても・・・

想定津波高さ
海抜9.5m
（審査において海抜10.5mへの引き上げを検討中）



冷却用海水の取水ポンプ周囲に防水蓋等を設置。また、引波が発生しても海水が取水できるよう、取水堰も設置。

様々な脅威に対する備え

火山の評価

火砕流、溶岩流等が敷地に到達することはないと評価。火山灰の影響も、施設の安全性を損なうものではないと評価。

竜巻の評価

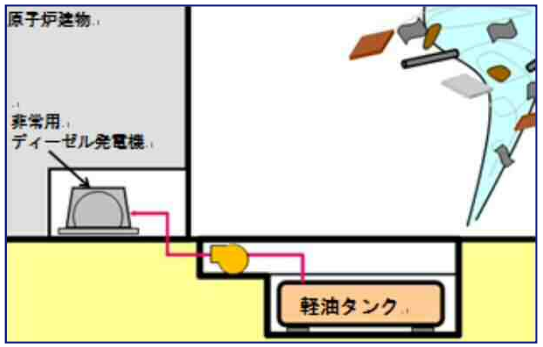
想定される竜巻（最大風速92m/S）を上回る風速（100m/S）に対し、施設の安全性は維持されることを確認。

火災対策

敷地内に消防車両を配備。
更に、高い耐震性能を有する消火設備等を設置。

溢水（いっすい）対策

建物内部での溢水から重要設備を保護する、水密扉や防水堰を設置。



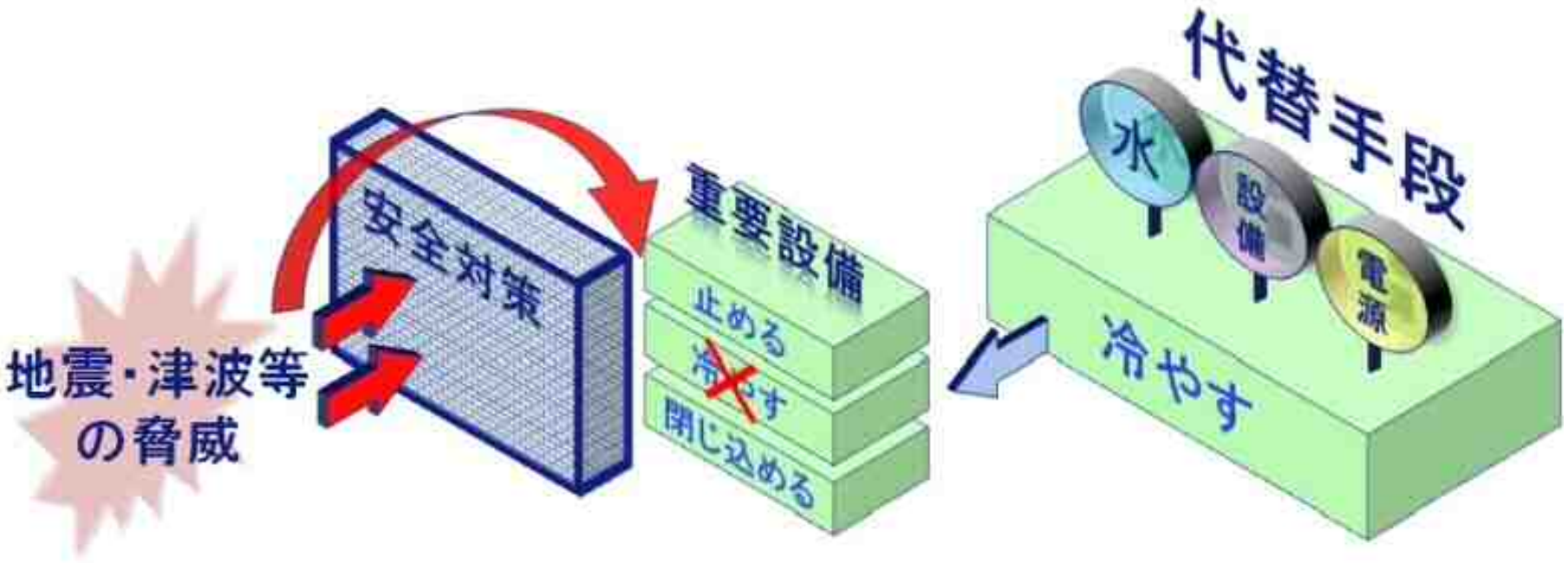
▲3号機非常用ディーゼル発電設備
軽油タンクの地下化

▲油火災にも対応できる化学消防車

▲水密扉（左）と防水堰

事故の発生を防ぐ対策 ②

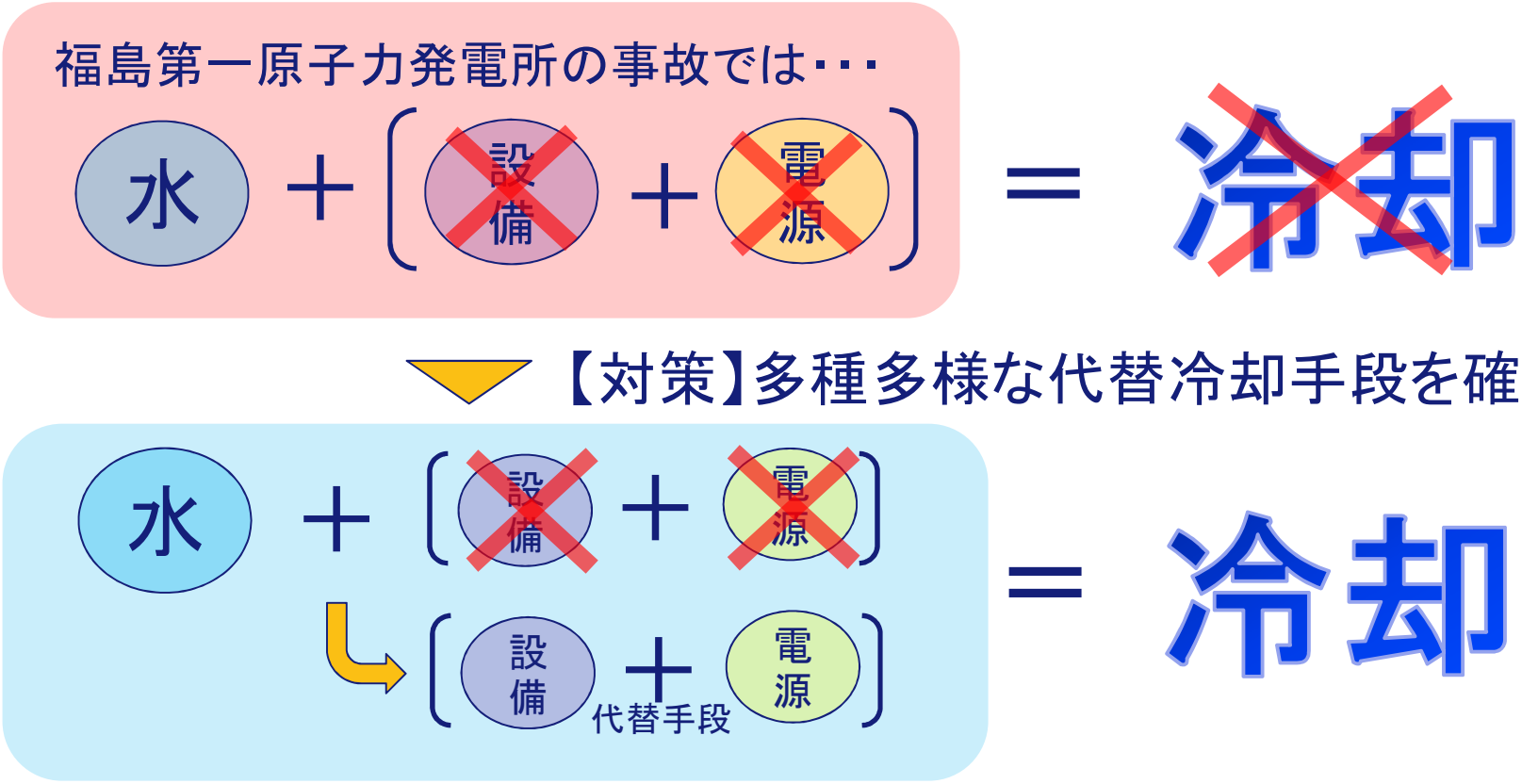
②重要設備が被害を受ける事態を想定。
代替手段により冷却機能を維持する
ことで、重大事故への進展を防ぐ。



「冷やす」ために必要なもの・・・

冷却には、「水」、「設備（ポンプ等）」および「電源」が必要。

福島第一原子力発電所の事故は、地震・津波の影響により「設備」と「電源」を失ったことで冷却機能を喪失し、事故が進展。

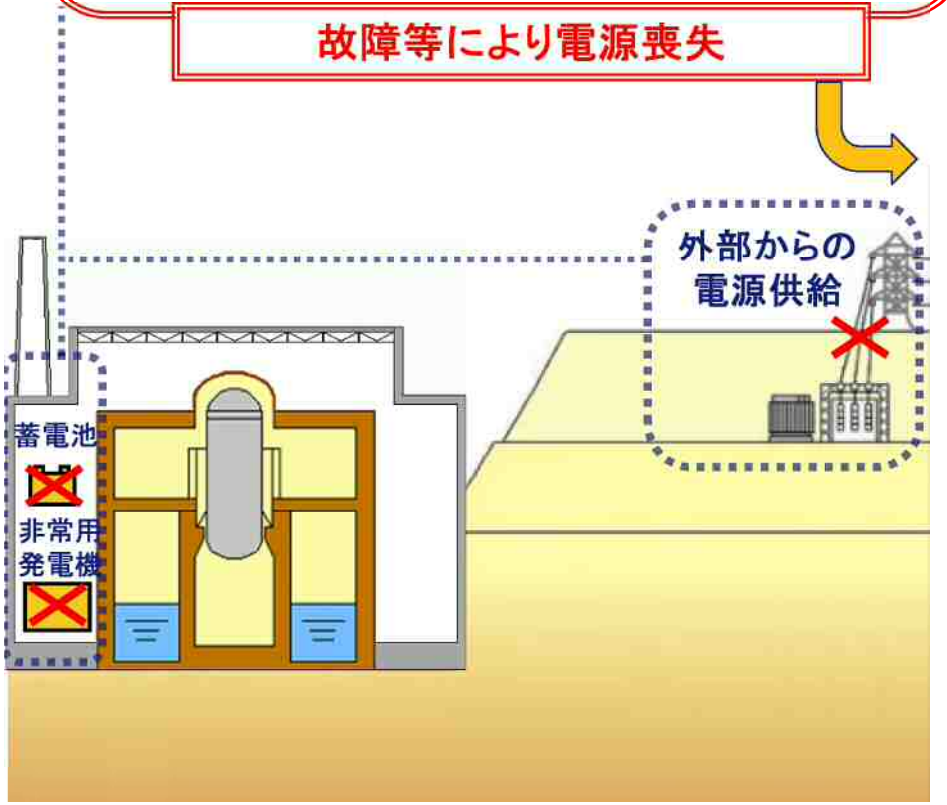


様々なバックアップ電源を確保

【通常の電源機能】

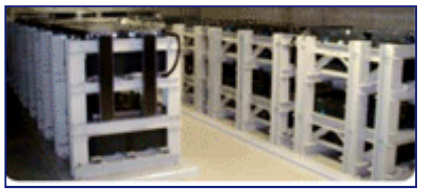
外 部 電 源	・・・冷却設備の駆動等に用いる交流電源
非常用発電機	・・・外部電源使用不能時に用いる交流電源
蓄 電 池	・・・機器の制御・監視等に必要な直流電源

故障等により電源喪失



▲ガスタービン発電機

▲高圧発電機車



発電設備の配備

・冷却設備の駆動に必要な交流電源を、ガスタービン発電機や発電機車により確保

・ガスタービン発電機は冷却水の供給が不要となる空冷式を採用

蓄電池の強化・増設

・機器の制御・監視等に必要な直流電源を確保

直流給電車の配備

・発電機車で発電した交流電源を直流変換して供給

様々な冷却手段を確保(1/2)

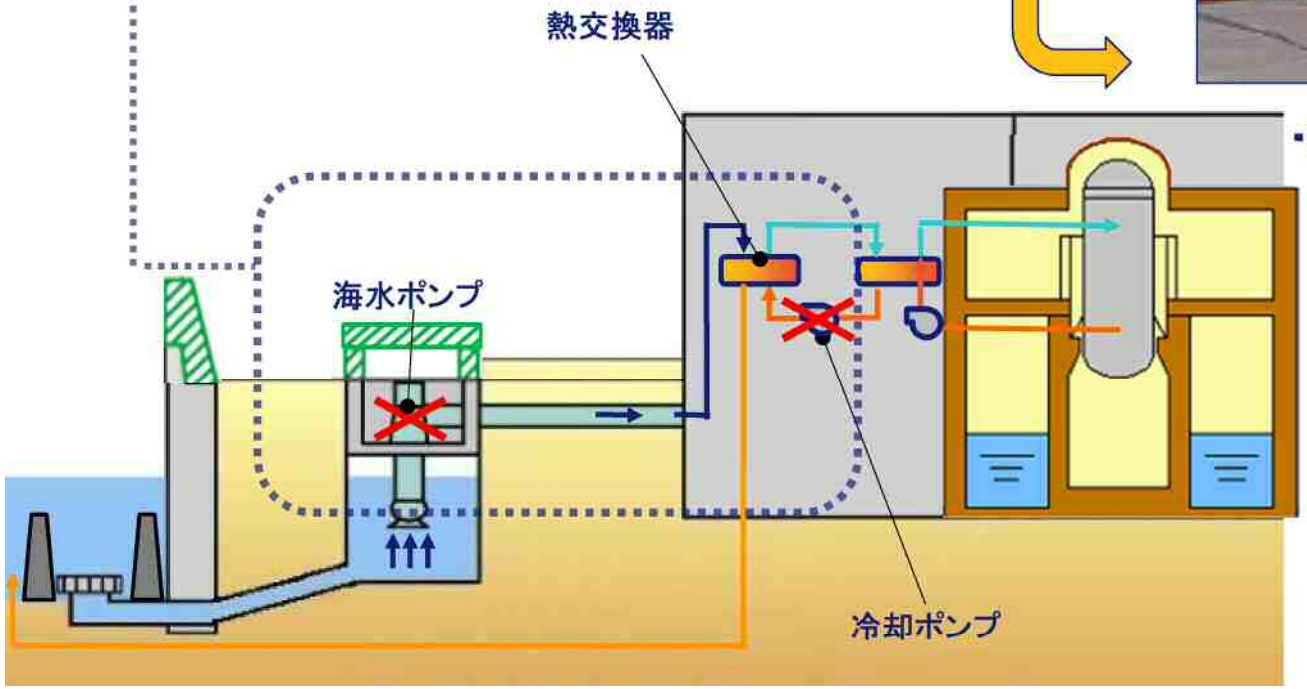
「熱を海に逃がす」

【通常の冷却手段】

海水ポンプ・・・冷却用の海水を取水する

冷却ポンプ・・・熱を海水へ受け渡すために水を循環させる

故障、電源喪失などにより機能喪失



【代替冷却手段】

移動式代替熱交換設備の配備

・海水ポンプが使用不能となった場合においても、原子炉や格納容器の熱を海に逃がすことができる代替設備

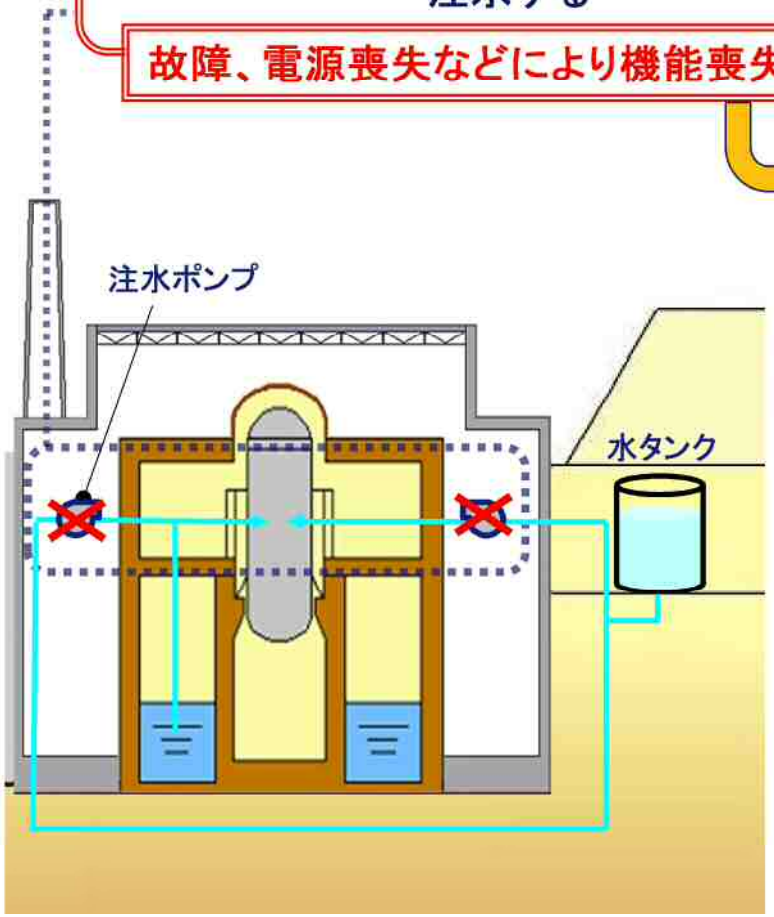
様々な冷却手段を確保(2/2)

「水を注水する」

【従来の注水手段】

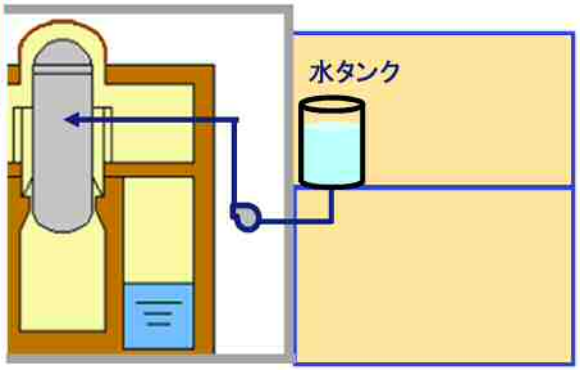
注水ポンプ･･･原子炉等へ冷却水を注水する

故障、電源喪失などにより機能喪失



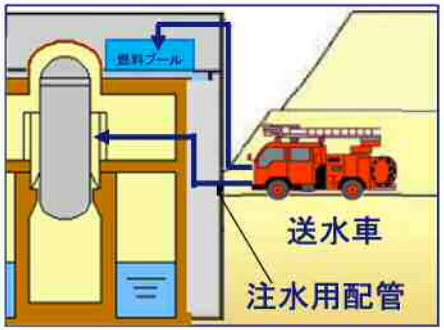
【代替冷却手段】

注水設備の設置



・常設の代替注水設備を設置

送水車の配備



・注水用配管を多重に敷設

・送水車を配管に接続して注水

・冷却に電源を必要としない

冷却用水源の充実

- 設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を有する水源（宇中貯水槽、地上式淡水タンク、代替注水槽、海水）を確保。
- 各水源からの移送ホース、大量送水車および大型送水ポンプ車を配備。

宇中貯水槽

地上式淡水タンク

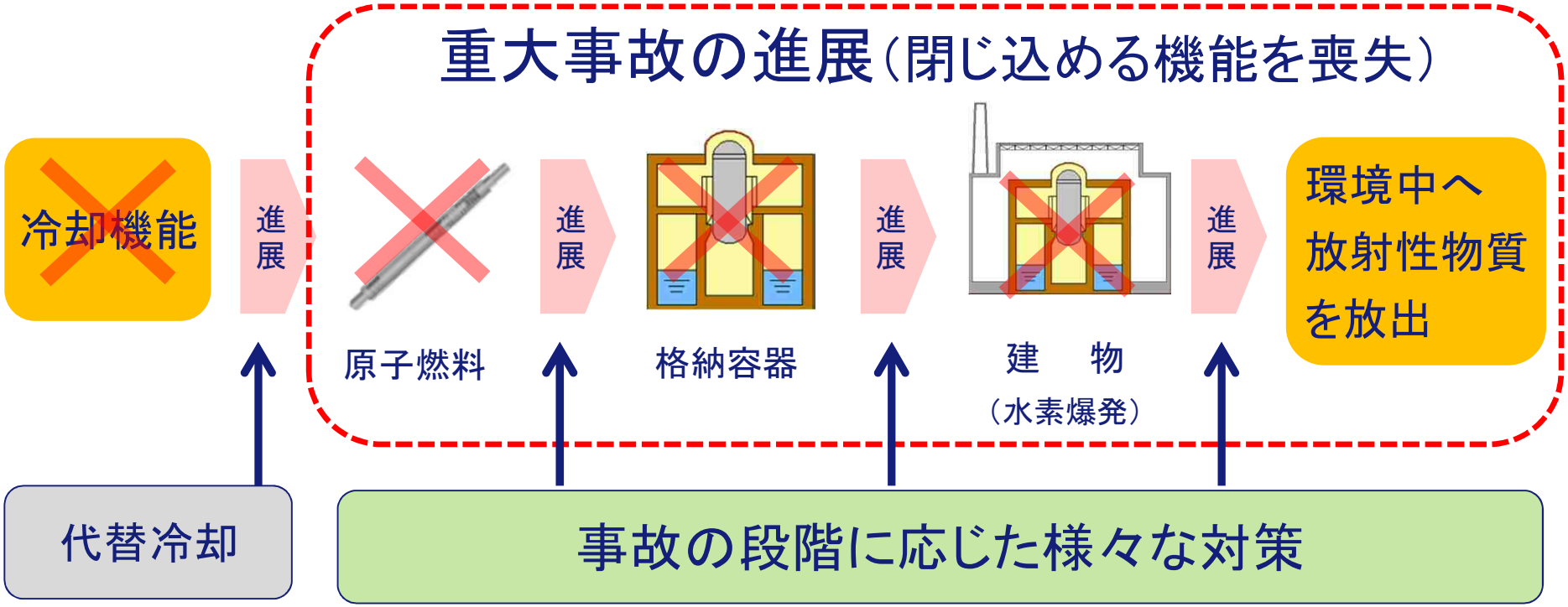
代替注水槽

緊急時の海水利用

重大事故の進展を止める対策

「事故は起こり得る」との前提に立ち・・・

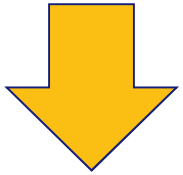
重大事故が発生しても、環境への影響を最小限に抑え、
事故の進展を止めるための対策を行う。



原子炉格納容器の破損を防ぐ

福島第一原子力発電所の事故では・・・

冷却機能を喪失し、格納容器が高温・高圧となり破損



【対策】

①移動式熱交換設備などにより格納容器を冷却し、
容器の破損を防ぐ

②万が一、格納容器の冷却が出来なくなった場合には、
ベント※により容器の破損を防ぐ
この際、フィルタ付ベント設備によって環境への影響を
できる限り低減する

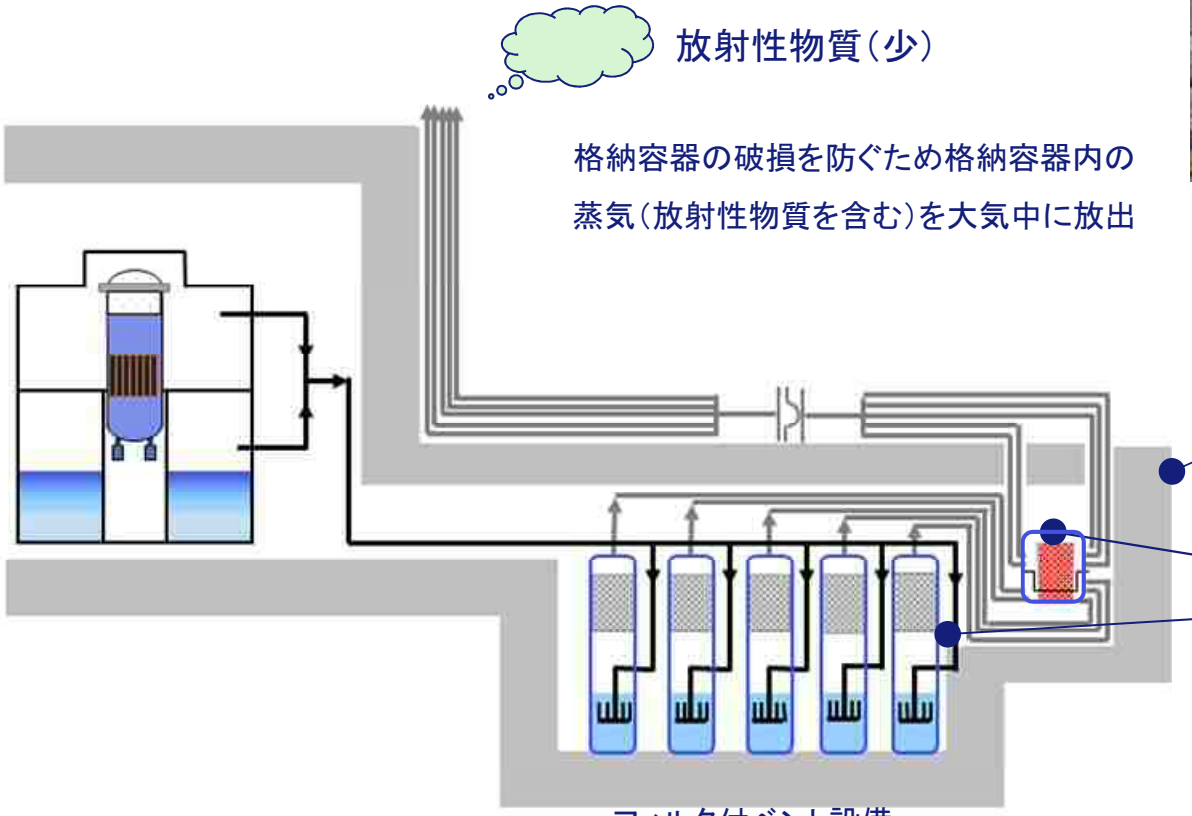
※ベント・・・高圧になった格納容器の破損を防ぐため、格納容器内の蒸気
（放射性物質を含む）を大気中に放出する措置

放射性物質の放出を最小限に抑える

フィルタ付ベント設備の設置

放射性物質の放出量を最小限に抑えるため、
フィルタ付ベント設備を設置する。

▲フィルタ設備（2号機）



フィルタ付ベント設備

鉄筋コンクリート製
地下埋設式格納槽
・高い耐震性
・設備使用時の
周辺放射線量低減

フィルタ設備
・除去効率
粒子状物質：99.9%
無機ヨウ素：99%
有機ヨウ素：98%

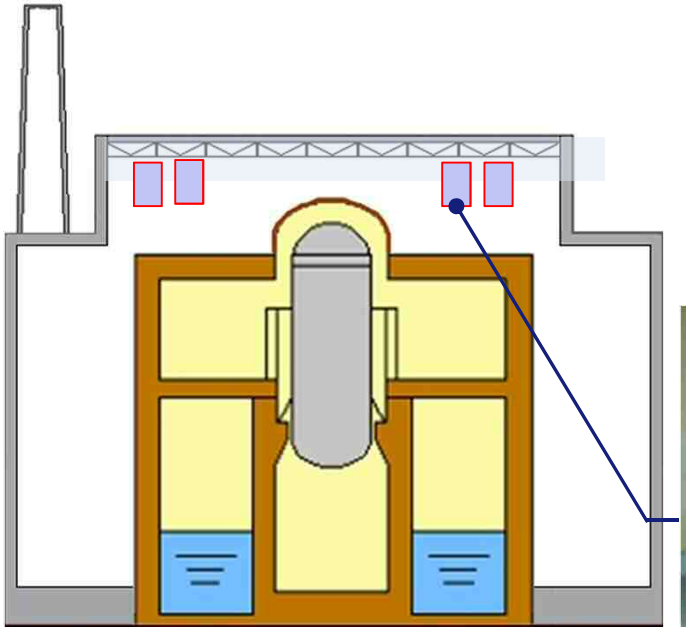
水素爆発による建物損壊を防ぐ

福島第一原子力発電所の事故では・・・

格納容器から漏れ出た水素が建物内に滞留し、爆発

【対策】

万一、水素が漏れ出ても、爆発に至る前に検知・処理



対策イメージ

水素処理装置

水素の検知・監視

・新たに水素検知器を設置

水素処理装置による処理

・触媒の作用により自動的に
水素を処理（水蒸気に変換）

・電源は不要

放射性物質の放出を抑制する

福島第一原子力発電所の事故では･･･

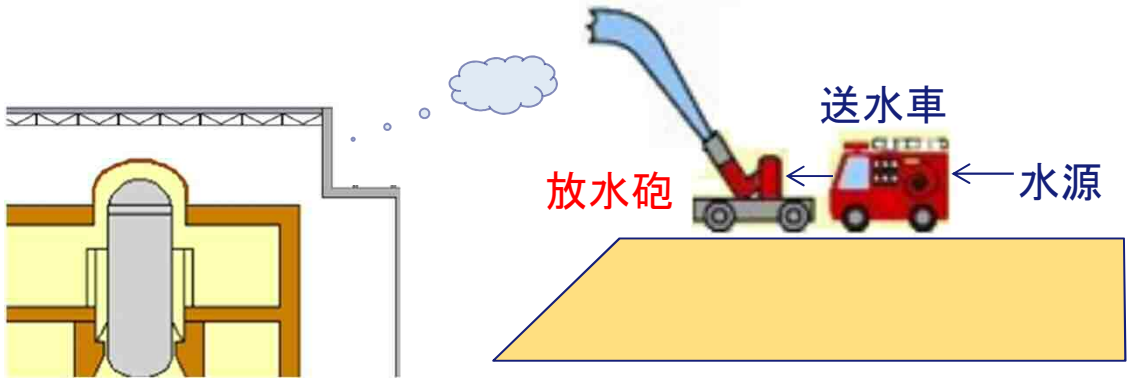
水素爆発により原子炉建物が損壊した結果、
大量の放射性物質を環境中へ放出

【対策】

環境中へ放射性物質が放出される際には、放水により拡散を抑制。

放水砲を配備

・放水砲の放水により放射性物質を打ち落とす



緊急時に備えた体制の整備

様々な安全対策を有効に機能させるため、緊急時の体制を整備。

【ハードの対策】

事故の発生を防ぐ対策

事故の進展を止める対策

【ソフトの対策】

安全対策を有効に機能させるための体制整備

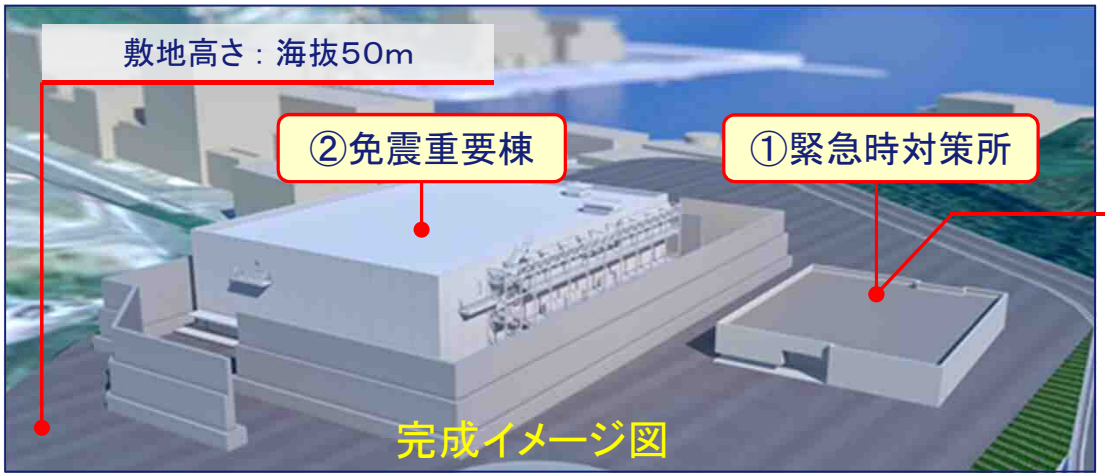
- 緊急時対応拠点の整備
- 各対策を有効に機能させる取組
- 「人」の対応力の強化　　など

地震・津波の影響を受けない対応拠点

緊急時対策所等の設置

大規模地震等によって原子力発電所の事故が発生した場合に備え、すでに発電所構内の高台に設置している免震重要棟に加え、耐震構造の緊急時対策所を設置。

名　称	機　能	特徴
① 緊急時対策所 （平成28年9月着工）	意思決定や指揮命令等を行う緊急時対策本部	外部からの支援がない状態において、300人の人員が1週間対応する事が可能 ＜設置設備の例＞ ・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
② 免 震 重 要 棟 （平成26年10月完成）	復旧作業要員の収容等	



▲緊急時対策本部（イメージ）

緊急時にも機能する情報通信ネットワーク

情報通信設備の配備

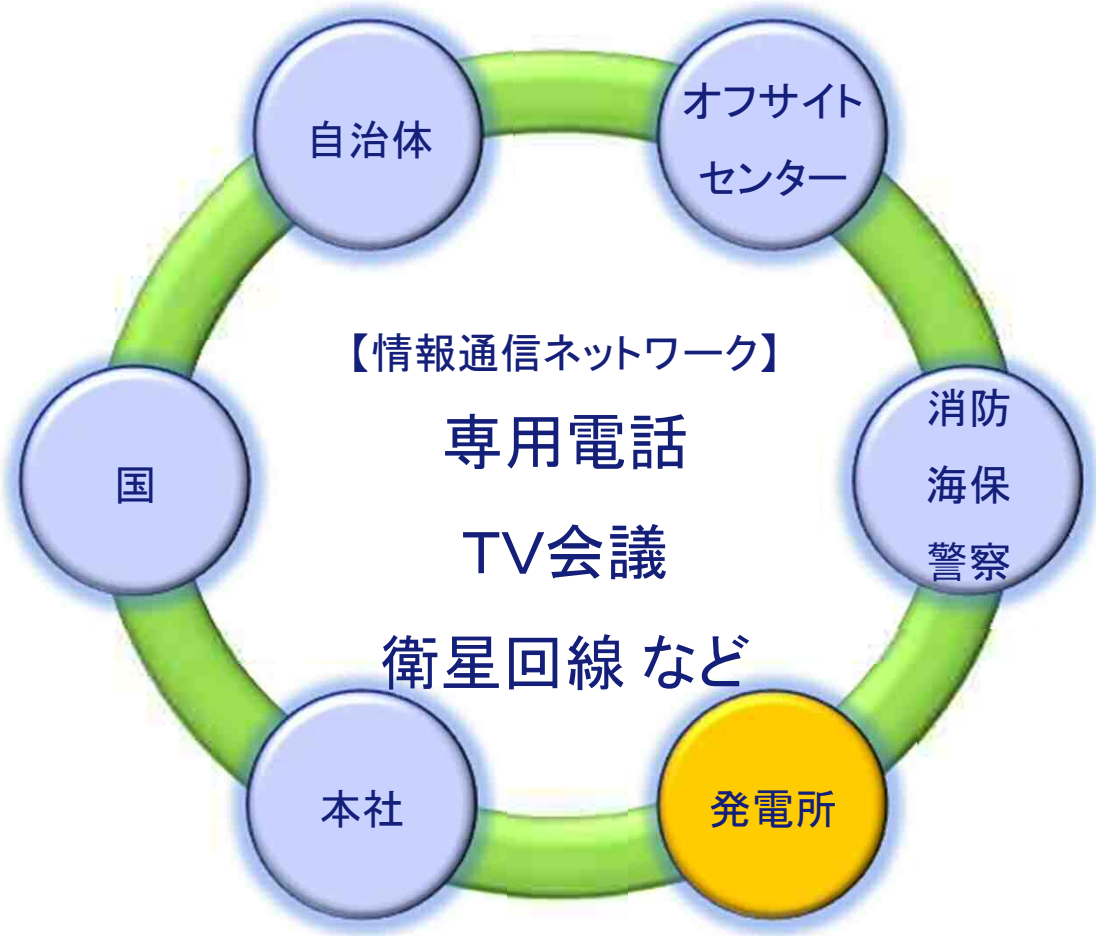
緊急時に関係機関への情報伝達が円滑かつ迅速に行えるよう、情報通信設備を更に強化。

【対策の一例】

- 通信手段の多様化
- 通信設備の多重化
- 通信設備の耐震性強化

（耐震性の高い通信鉄塔）

など



安全対策を有効に機能させるために

状況を把握するために

・監視計器用の電源を確保

・過酷な状況下でも水位を測定できる燃料プール水位計の設置

▲緊急時に用いる蓄電池

など

様々な状況に備えて

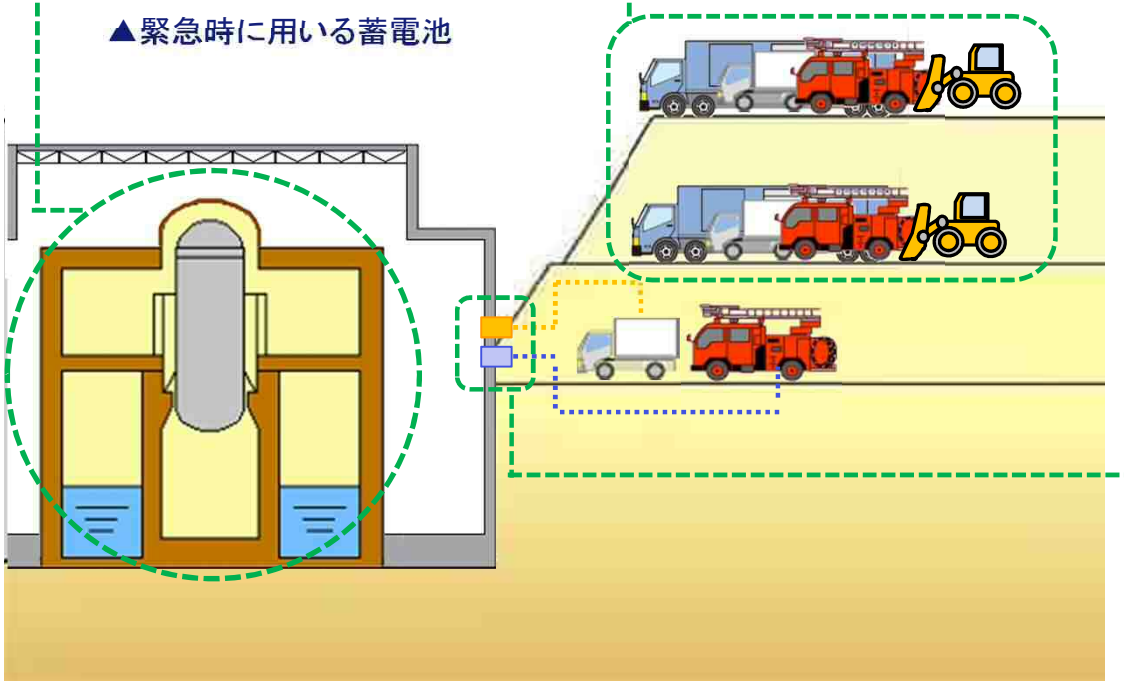
・がれき等を撤去する重機の配備

・通信設備や防護服等の準備

・緊急用資機材の分散配置

など

▲様々な緊急用車両。設備の同時被災を防ぐために敷地内に分散して配置



迅速に対応するために

・発電機車、送水車等の接続口設置

・ガスタービン発電機の遠隔起動　など

▲送水車接続口等を設置し、対応を迅速化

過酷な状況を想定した訓練の実施

「人」の対応力を強化

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」の対応力を強化。

（参考：平成29年度緊急時対応訓練実績　個別訓練：75回、総合訓練：1回 ）

▲対策本部での指揮命令訓練

▲事故を想定したオペレータ訓練

▲通報連絡訓練

▲発電機車接続訓練

▲送水車を用いた代替注水訓練

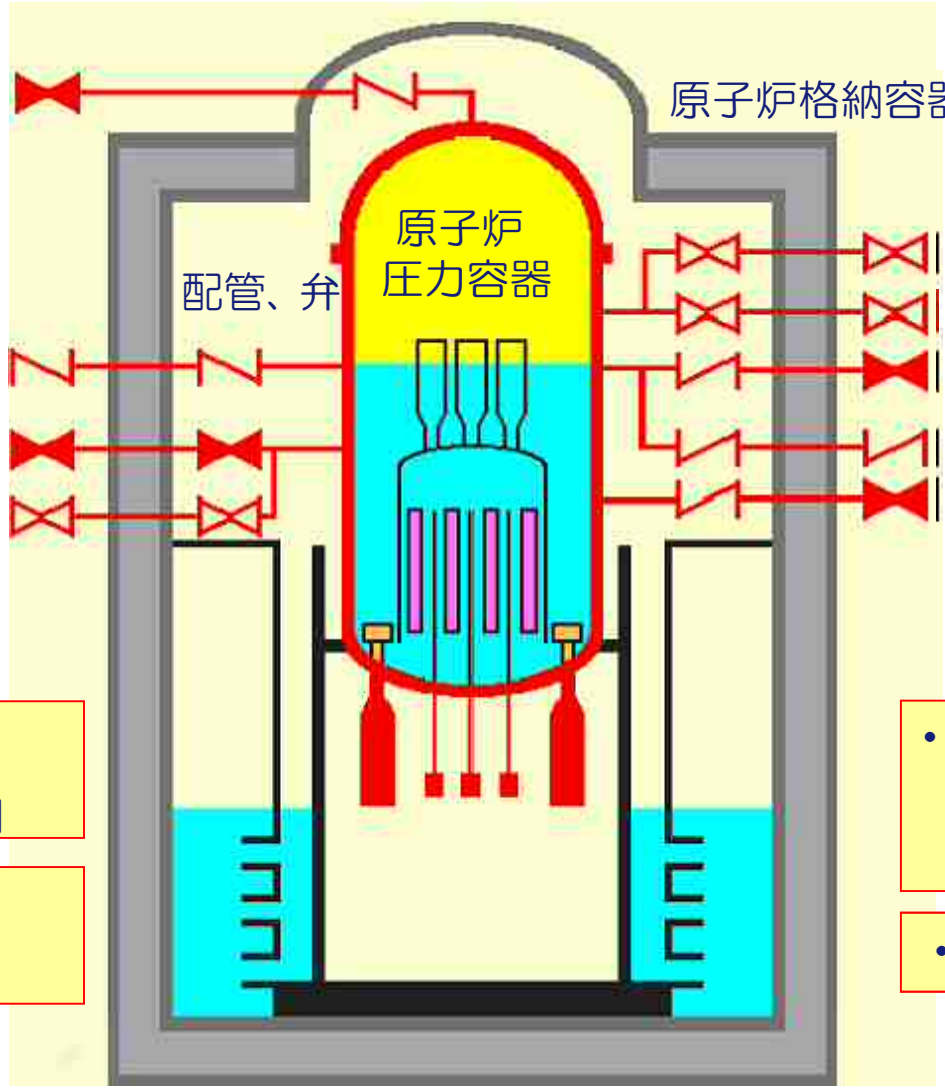
▲放水砲を用いた放水訓練

【添付1】 主な設備

島根原子力発電所の概要

			1号機（平成27年4月30日営業運転終了）	2　号　機	3 号 機 （建設中）
営業運転開始			昭和49年3月29日	平成元年2月10日	未定
定格電気出力			46万キロワット	82万キロワット	137.3万キロワット
原子炉	型　式		沸騰水型	同　左	改良型沸騰水型
	定格熱出力		約138万キロワット	約244万キロワット	約393万キロワット
	圧　力		6.93MPa（70.7kg／cm²g）	同　左	約7.07MPa（72.1kg／cm²g）
	温　度		286℃	同　左	約287℃
	燃料	濃縮度	約3.6%（取替燃料）	約3.7%（取替燃料）	約3.8%（取替燃料）
		燃料集合体	400体	560体	872体
		ウラン重量（全炉心）	約68トン	約97トン	約150トン
	制　御　棒		97本	137本	205本
	圧力容器（寸法）		内径約4.8m×高さ約19m×厚さ約12cm	内径約5.6m×高さ約21m×厚さ約14cm	内径約7.1m×高さ約21m×厚さ約17cm
原子炉格納容器			フラスコ型	まほうびん型	円筒型
タービン	種　類		くし形4流排気再生復水式	くし形6流排気再生復水式	くし形6流排気復水式（再熱式）
	回転数		1,800回転／分	同　左	同　左
	流　量		2,450トン／時	約4,600トン／時	約7,300トン／時
発電機	種　類		回転界磁形3相交流同期発電機	同　左	同　左
	電　圧		18,000ボルト	15,500ボルト	22,000ボルト
送　電　線			22万ボルト2回線（共用1ルート）	※H18.10：1･2号開閉所接続	50万ボルト2回線
主な特徴			●国内の原子力機器メーカー（日立製作所）との共同研究により建設された国産第1号原子力発電所	●改良型格納容器の採用 ●燃料取替の自動化 ●制御棒駆動の高速化	●原子炉内蔵型再循環ポンプの採用 ●改良型制御棒駆動機構の採用 ●改良型中央制御盤の採用 ●鉄筋コンクリート製原子炉格納容器の採用

原子炉冷却系の設計上の考慮



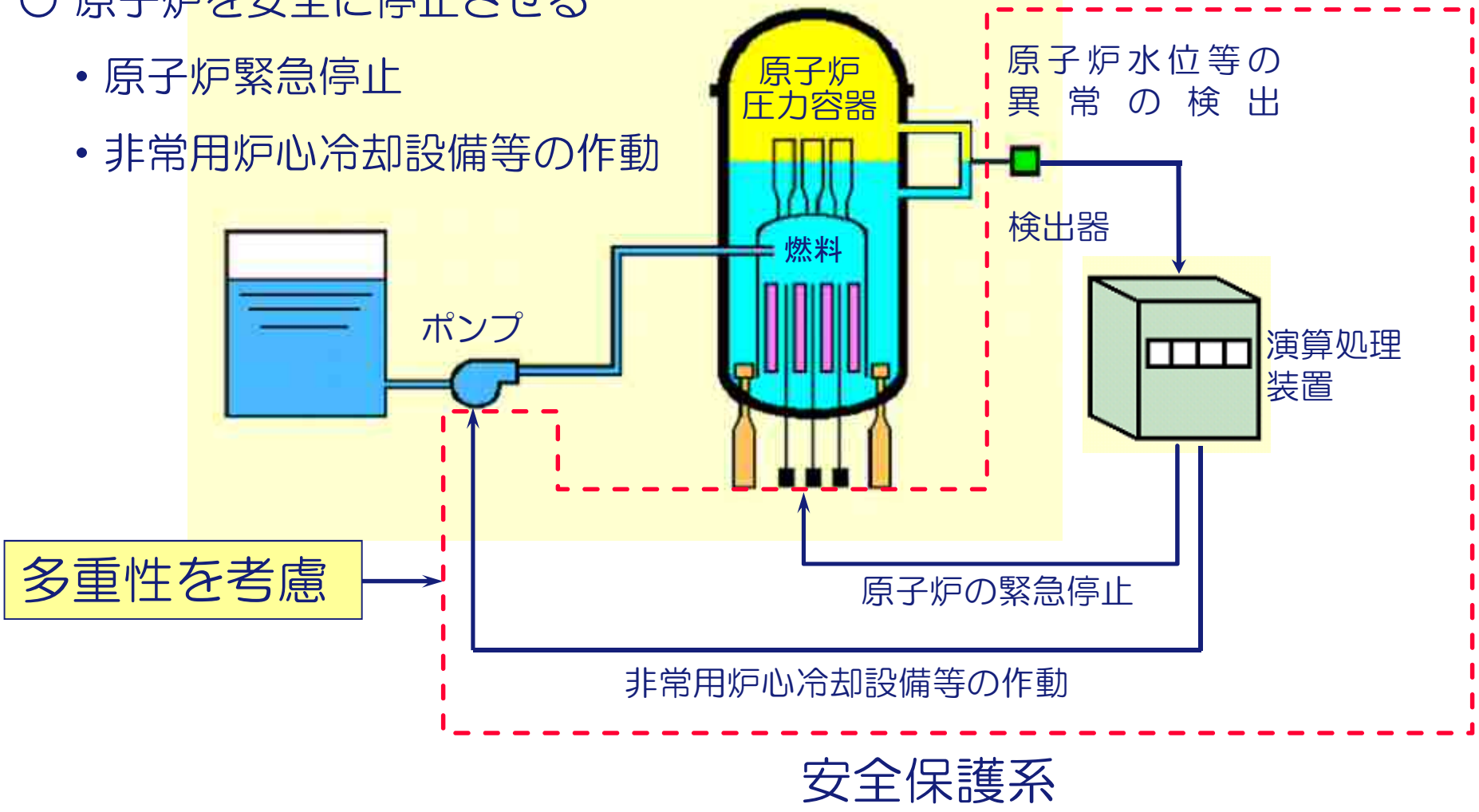
- 強度、耐食性に優れた材料を使用
- 原子炉冷却材の漏えい防止
- 異常時に発生する圧力に対して余裕のある設計
- 漏えいの早期検知

安全保護系

○ 原子炉水位等の異常を検出する

○ 原子炉を安全に停止させる

- 原子炉緊急停止
- 非常用炉心冷却設備等の作動



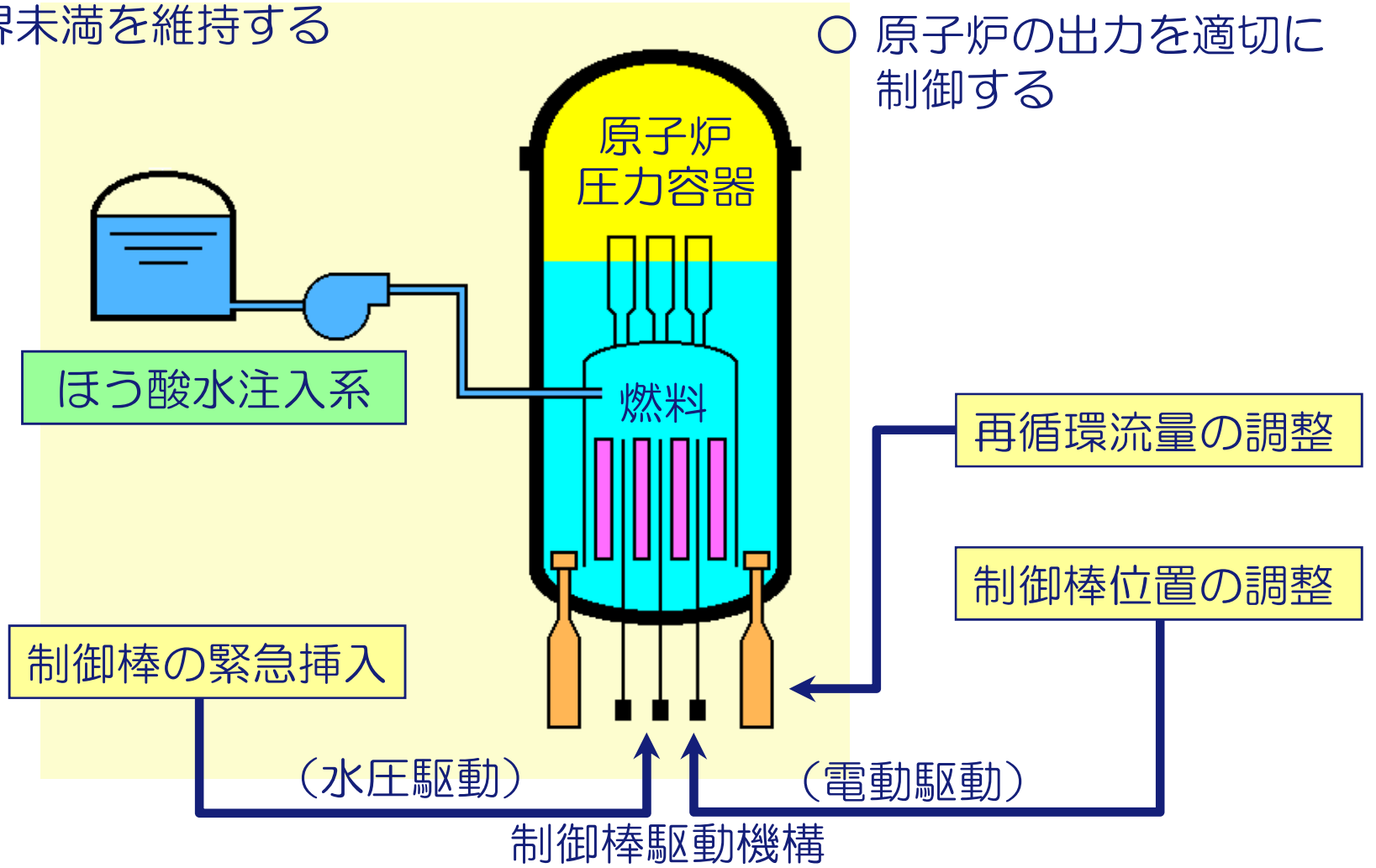
原子炉停止系および反応度制御系

原子炉停止系

○ 臨界未満を維持する

反応度制御系

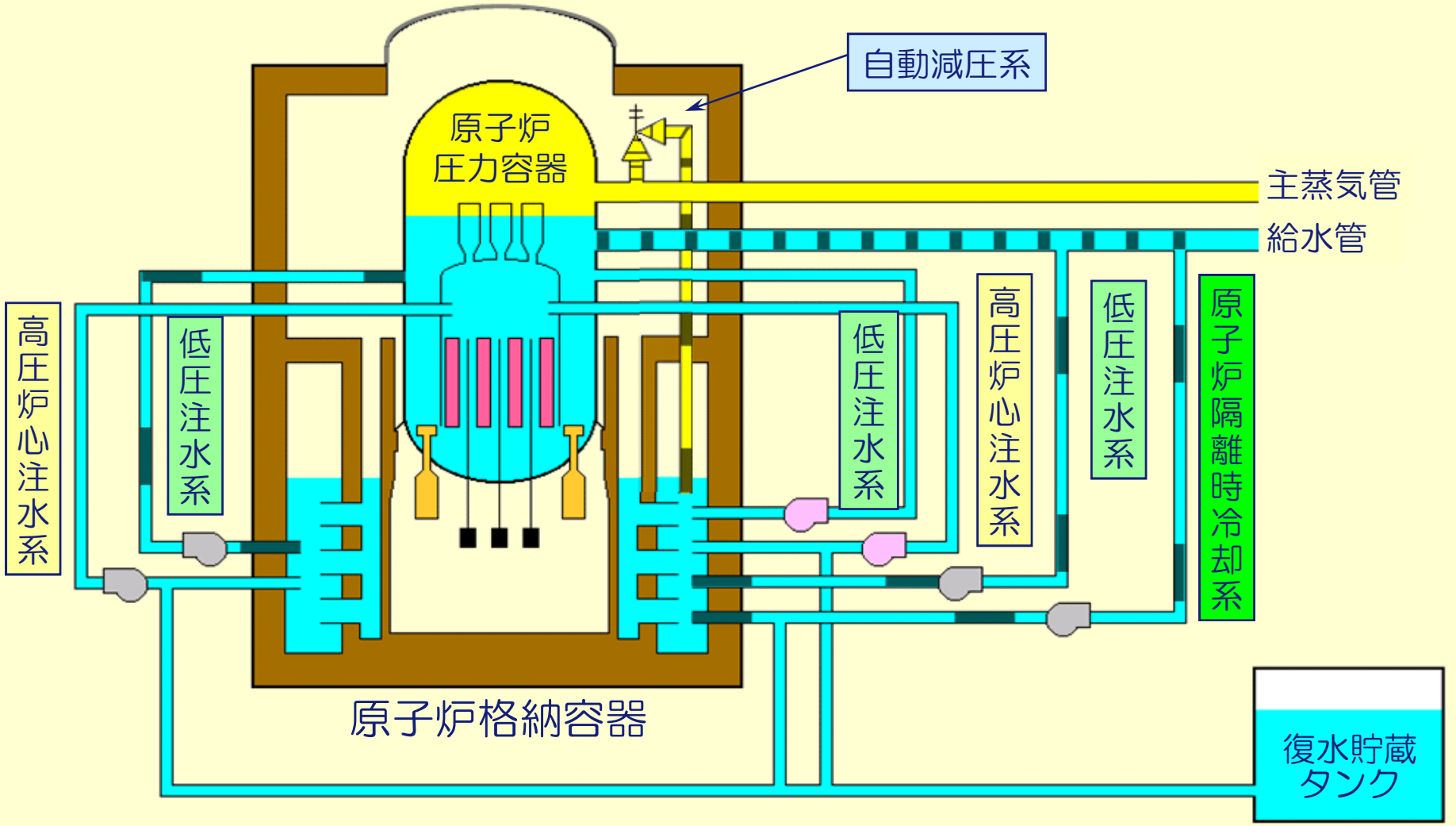
○ 原子炉の出力を適切に制御する



非常用炉心冷却系（ECCS）

○ 事故時に炉心の冷却を確保する

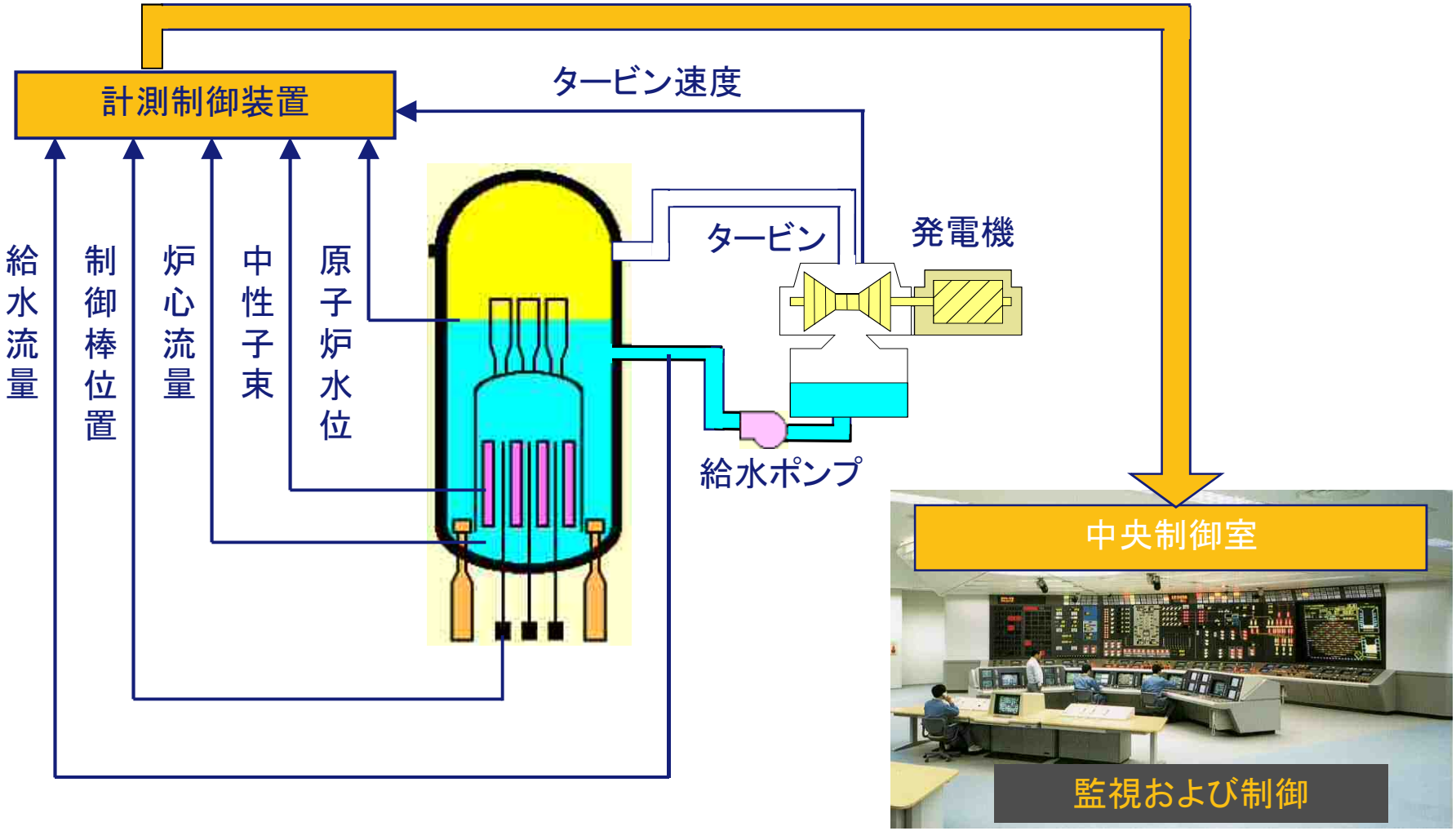
- 多重性（同一の設備を２系列設置）
- 独立性（電源及び配置を分離）



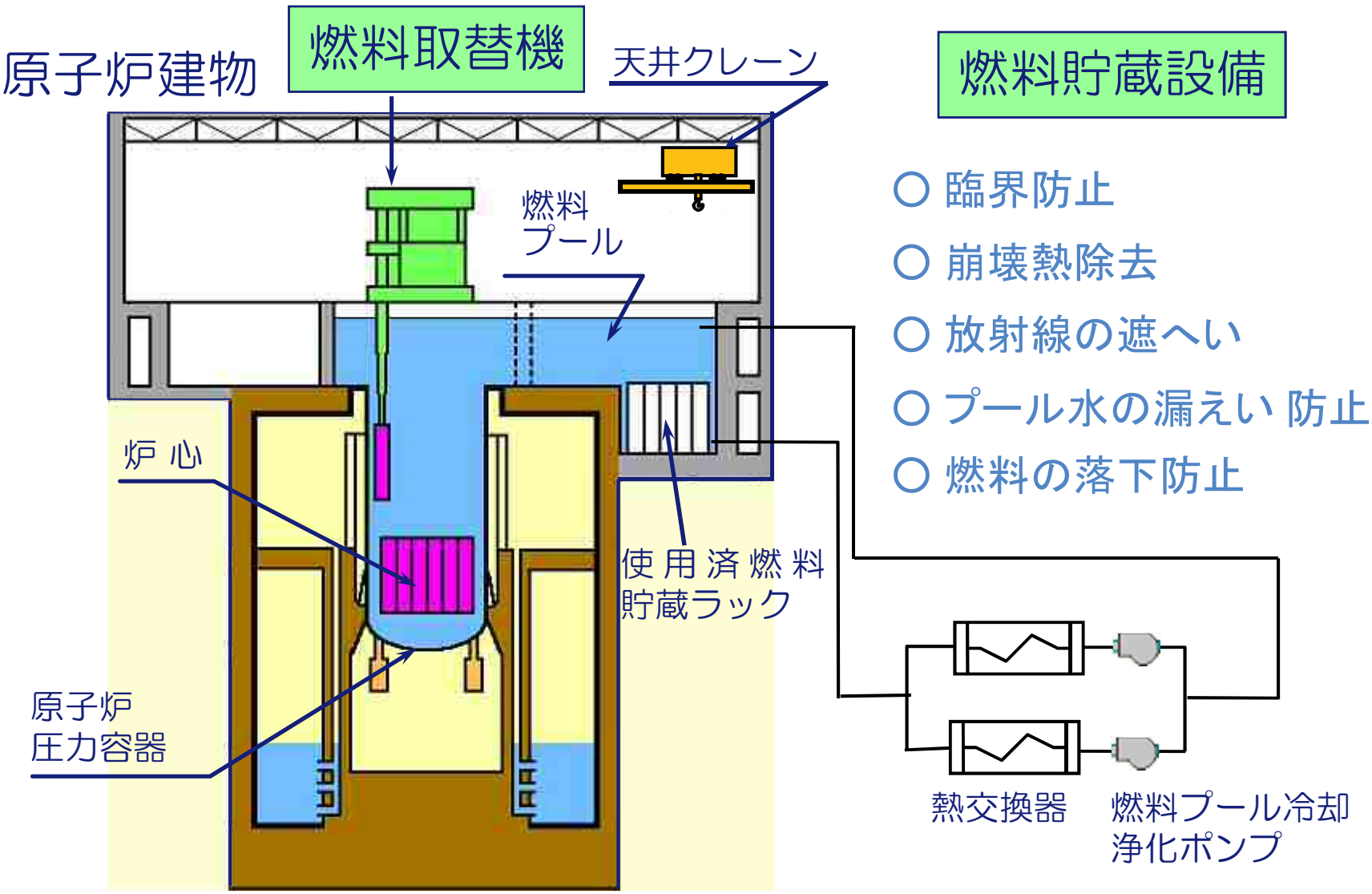
計測制御系

○ 運転状態を監視し安全な状態に制御する

• 異常を検知し必要な制御



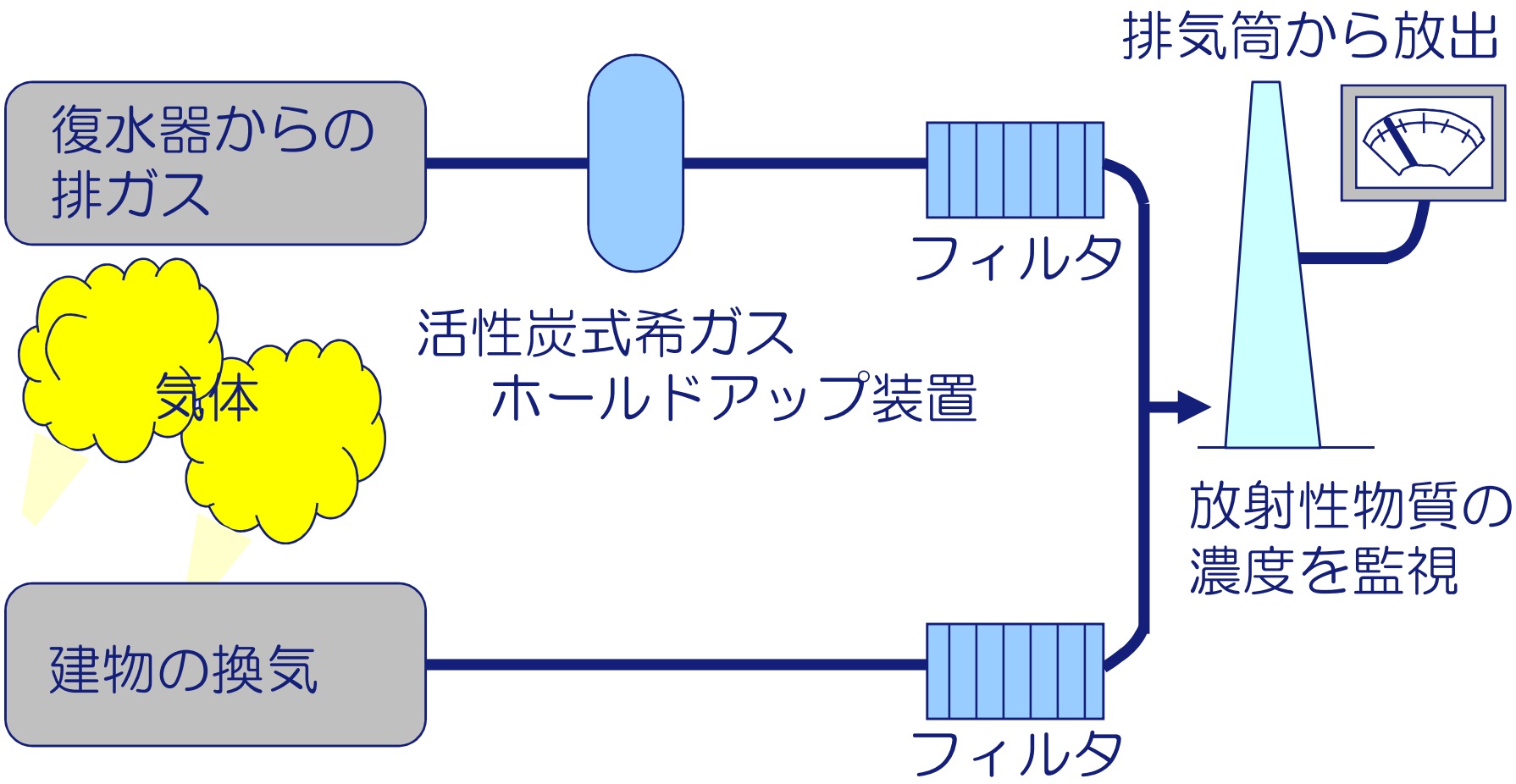
燃料取扱系



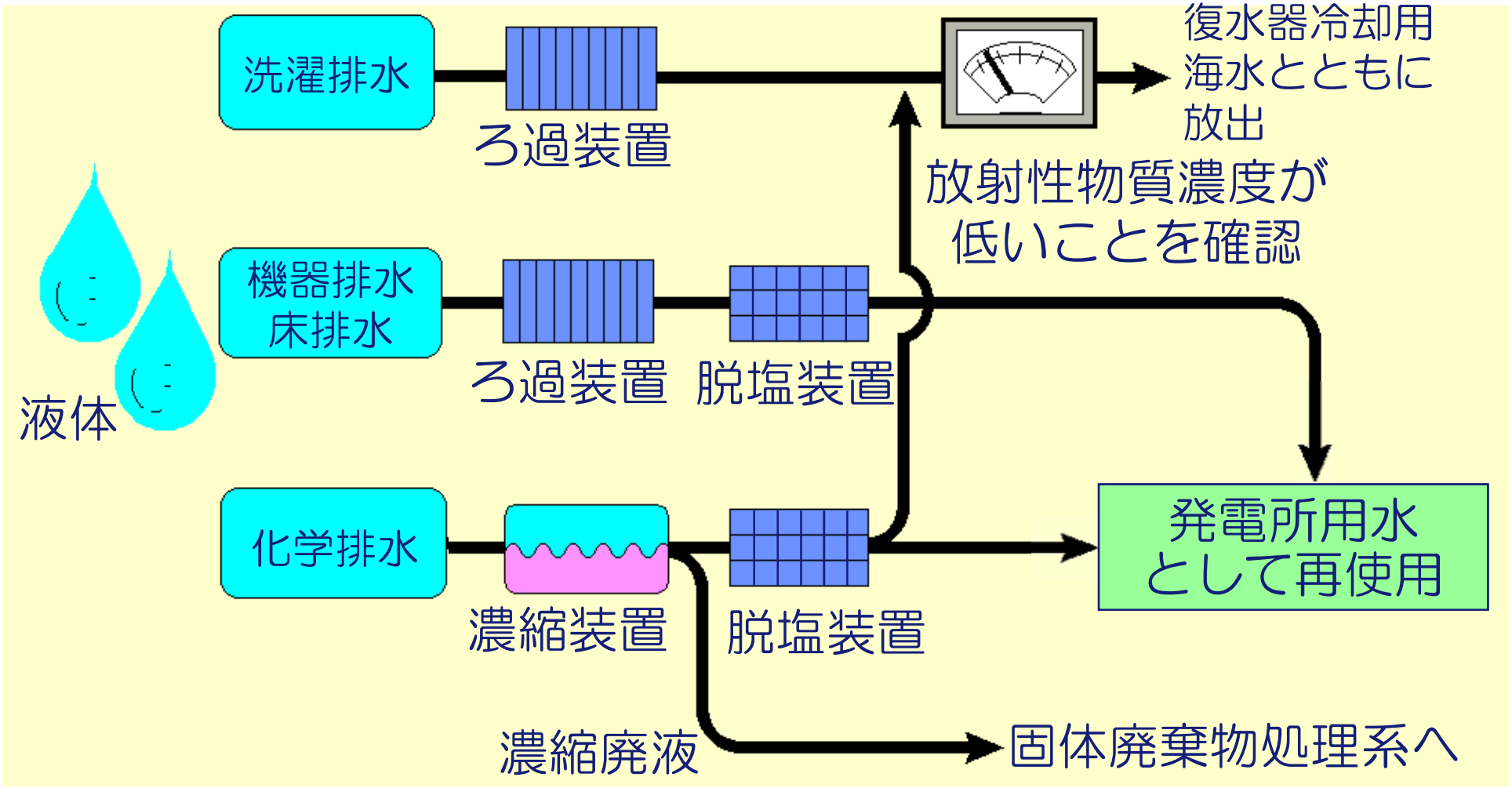
燃料貯蔵設備

- ○ 臨界防止
- ○ 崩壊熱除去
- ○ 放射線の遮へい
- ○ プール水の漏えい 防止
- ○ 燃料の落下防止

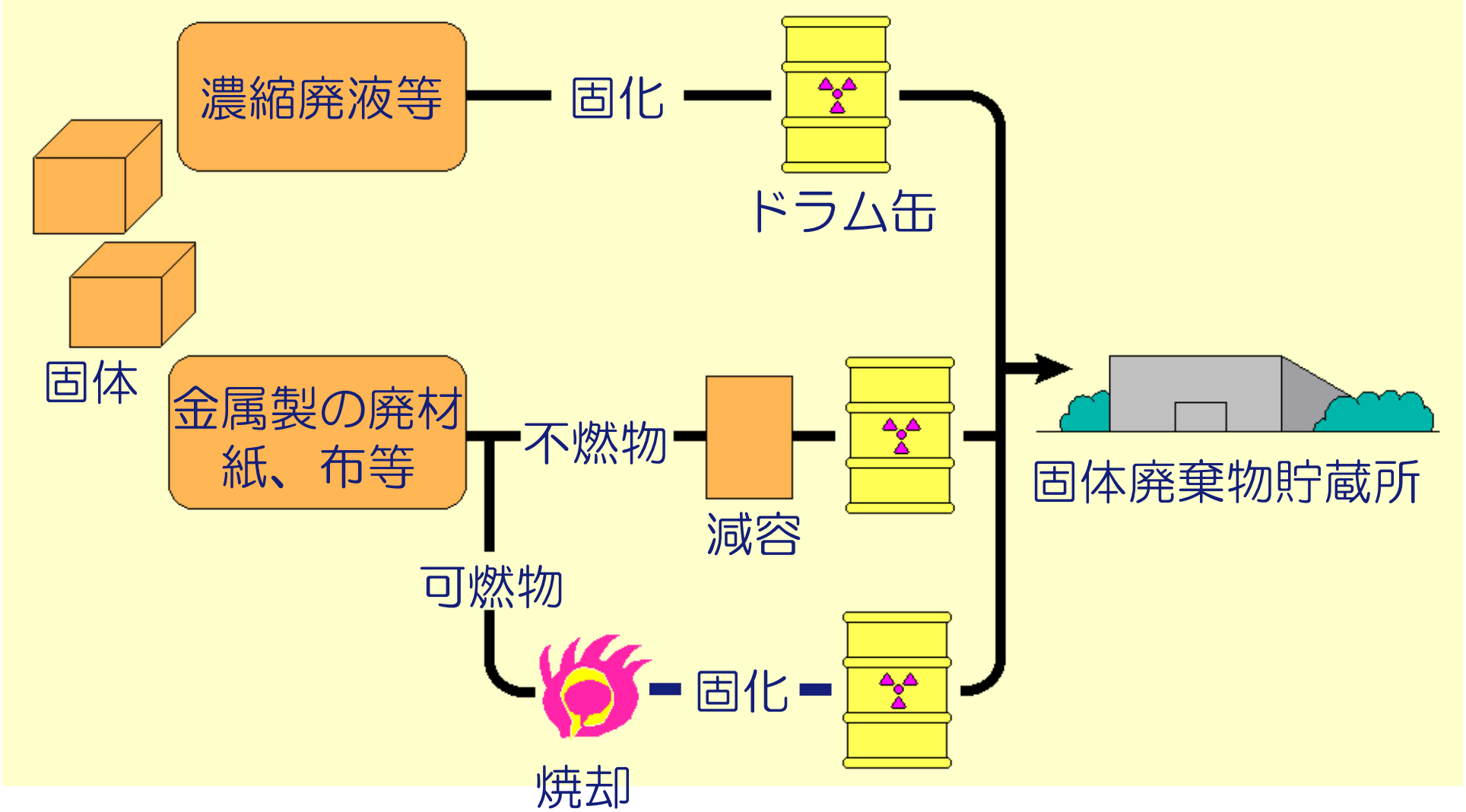
気体廃棄物処理


排気筒から放出
復水器からの
排ガス
フィルタ
活性炭式希ガス
ホールドアップ装置
気体
放射性物質の
濃度を監視
建物の換気
フィルタ

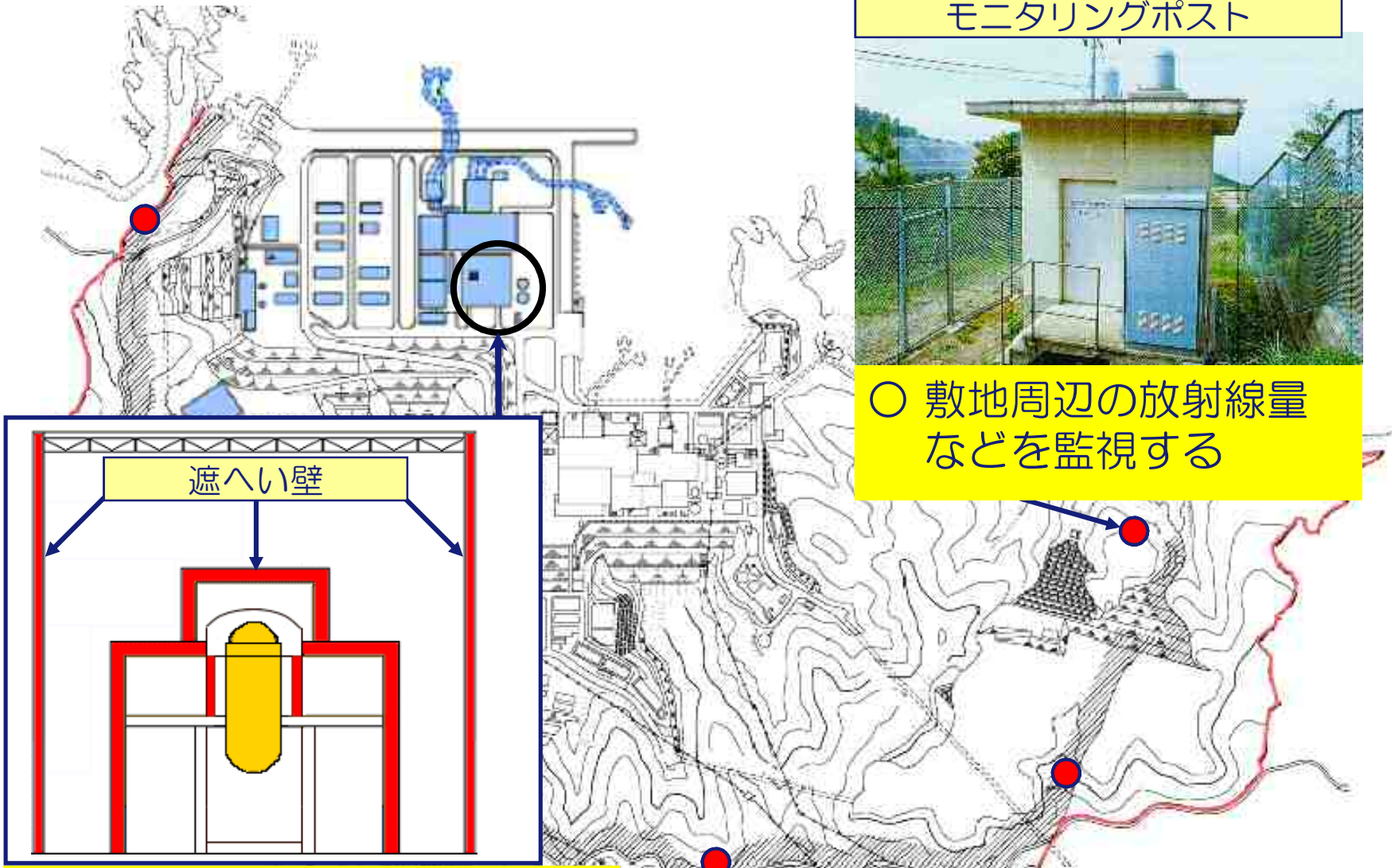
液体廃棄物処理


洗濯排水
ろ過装置
復水器冷却用
海水とともに
放出
放射性物質濃度が
低いことを確認
機器排水
床排水
液体
ろ過装置
脱塩装置
化学排水
濃縮装置
脱塩装置
発電所用水
として再使用
濃縮廃液
固体廃棄物処理系へ

固体廃棄物処理



放射線防護設備および放射線管理設備



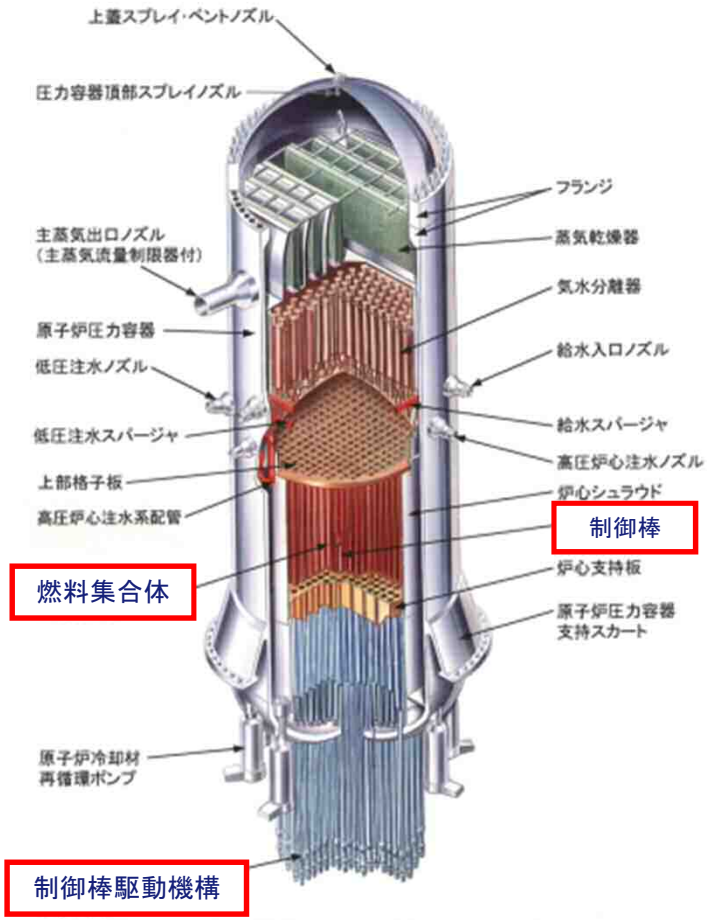
○ 従事者や、周辺公衆への
放射線の影響を低減する

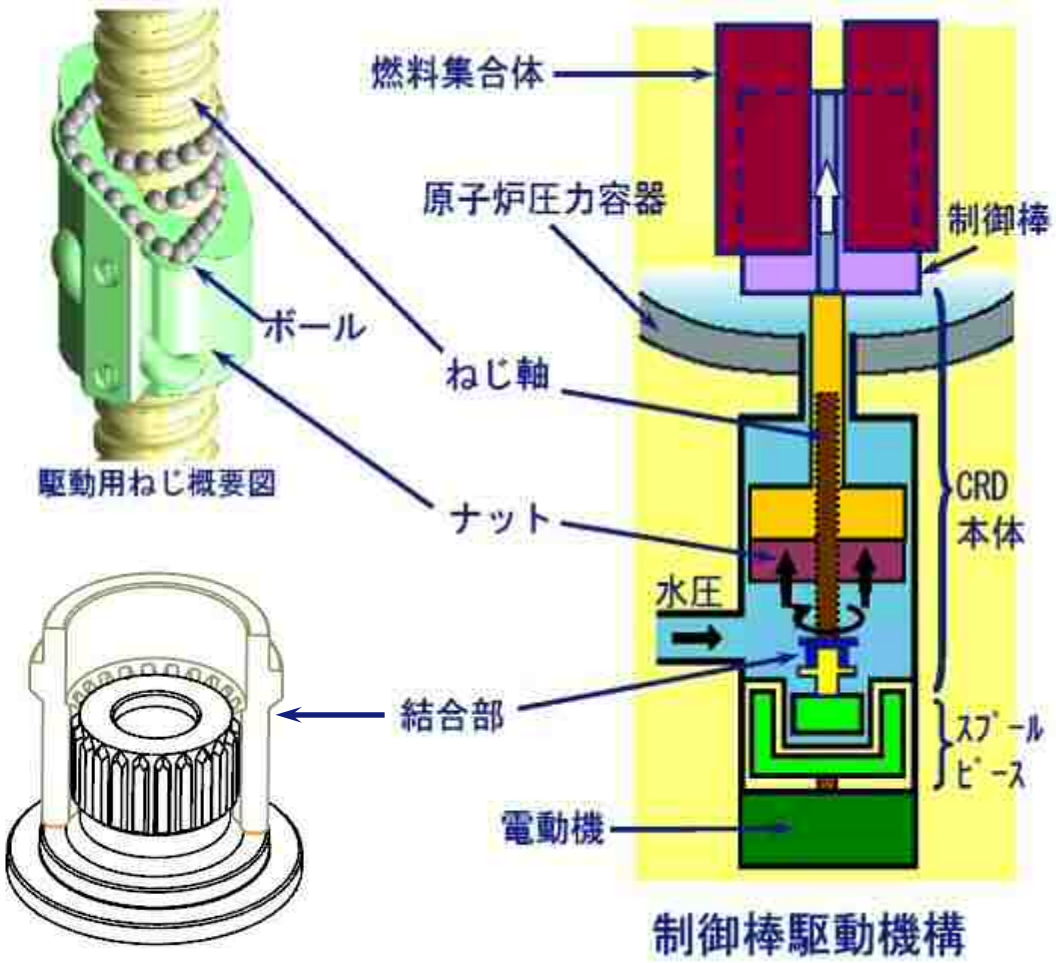
モニタリングポスト

○ 敷地周辺の放射線量
などを監視する

【添付2】 CRD不具合

制御棒駆動機構（CRD）について





通常駆動：電動機駆動により制御棒を挿入・引抜
緊急停止（スクラム）：水圧駆動により制御棒を急速挿入

CRD動作不良事象の発生状況

建設工事におけるＣＲＤの据付調整中に、１８体のＣＲＤ（全２０５体）に動作不良（通常の出力変更に使用する電動機駆動※において、制御棒が一時的にスムーズに挿入できない事象）を確認した。

- 平成22年11月12日～　　：ＣＲＤ系統試験開始
- 平成22年11月24日～12月23日：ＣＲＤ動作不良事象発生

【事象の状況】

- 動作不良事象は18体のＣＲＤ挿入時にのみ発生し、引抜時は発生しない。
- 事象発生後、一旦引抜方向へ動かすと挿入が可能になる。

※　通常時は電動機駆動により制御棒を挿入・引抜する。これに対し、原子炉緊急停止（スクラム）時は、通常の電動機駆動とは異なる水圧駆動により急速挿入する。
本事象は、電動機駆動時の動作不良であり、緊急時に原子炉を安全に停止する機能が損なわれるものではない。

動作不良の原因(1/4)

【概　要】

動作不良は、ＣＲＤ分解点検、動作不良の再現試験等を行った結果、次の３つの要因により『駆動用ねじの抵抗力（回転抵抗）が増大し、電動機の駆動力を超えたことである』ことを確認した。

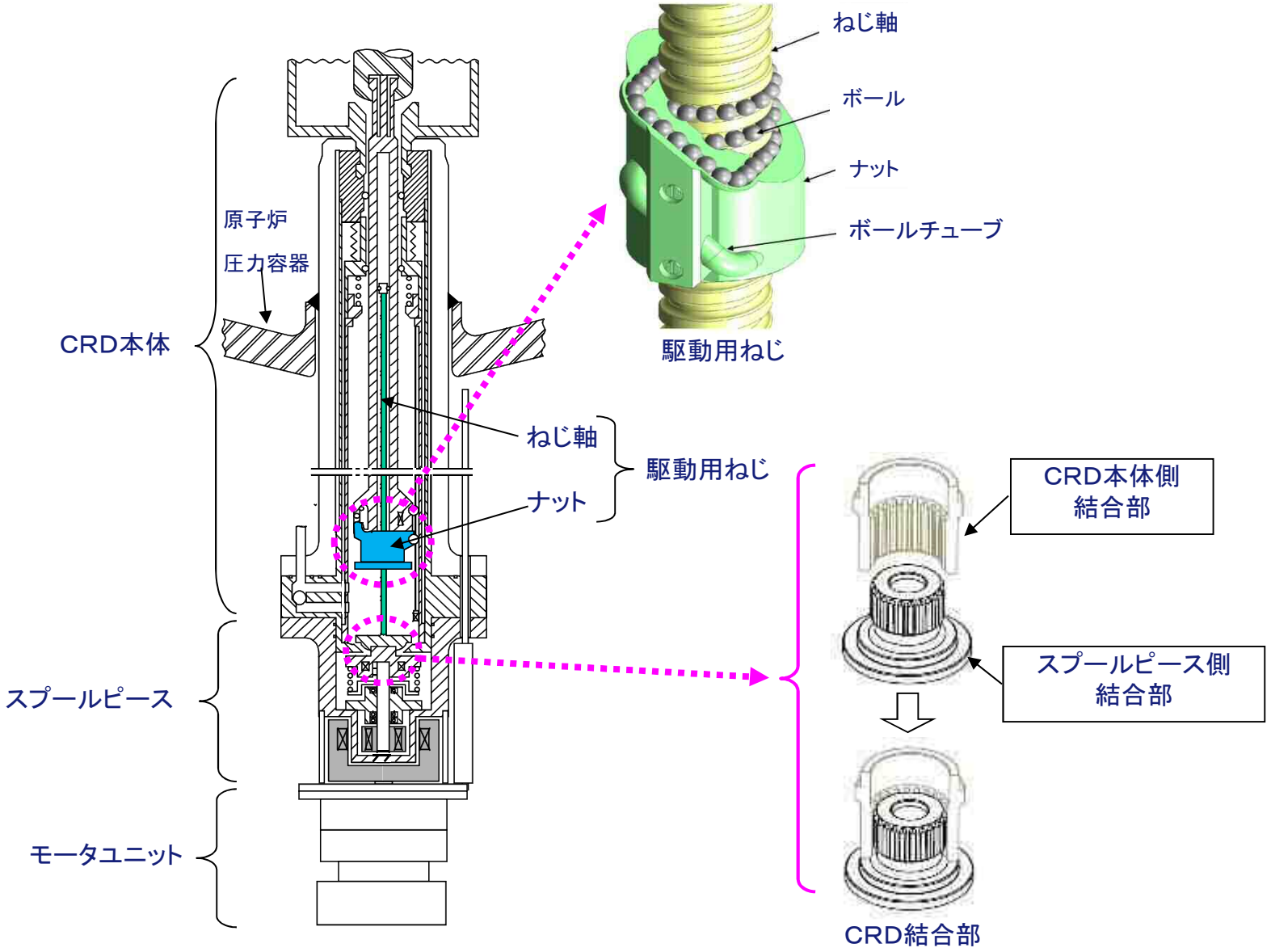
〔要因〕

① 駆動用ねじへの異物の噛み込み

② ＣＲＤ結合部のはめ合い不足

③ ねじ軸ボール走行面の初期表面状態による摩擦抵抗の増大

（参考）CRDの概要図


ねじ軸
ボール
ナット
ボールチューブ
駆動用ねじ
原子炉
圧力容器
CRD本体
ねじ軸
ナット
駆動用ねじ
スプールピース
モータユニット
CRD本体側
結合部
スプールピース側
結合部
CRD結合部

動作不良の原因（2/4）

【要　因】① 駆動用ねじへの異物の噛み込み

■ＣＲＤ内への異物※混入

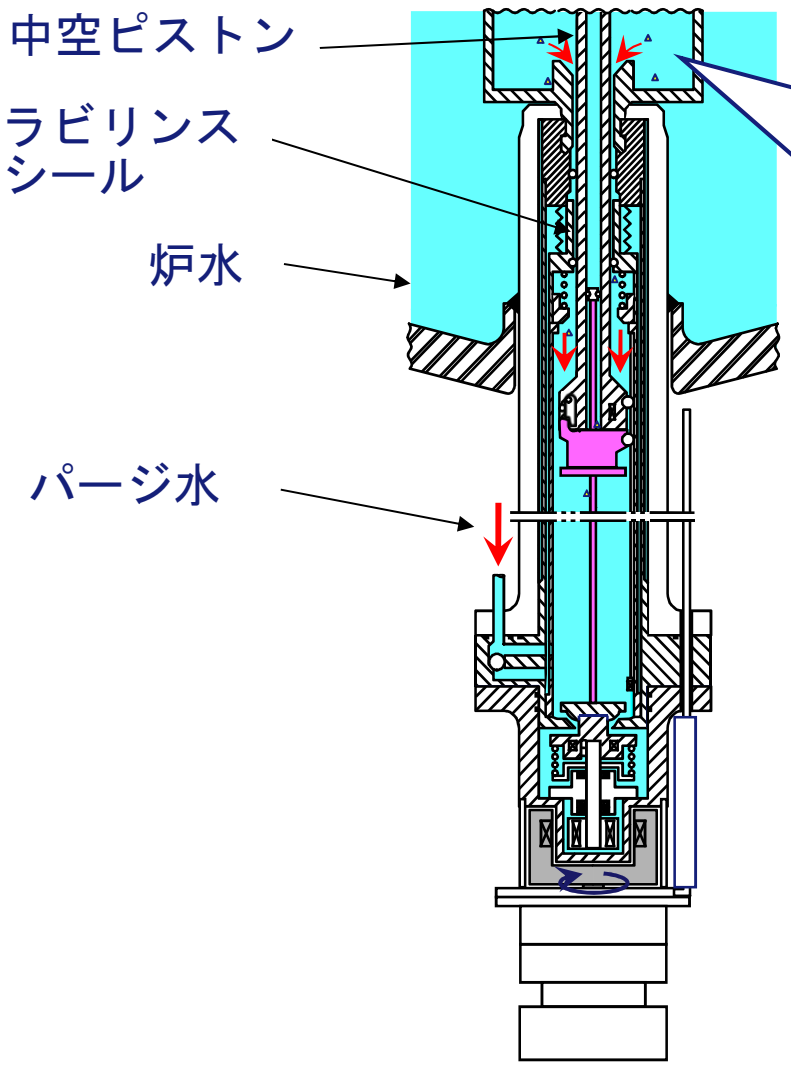
ＣＲＤ据付後の系統試験において、ＣＲＤを同時に複数体挿入する試験を規定のパージ水量以下で実施した。その際、最終炉内清掃前の原子炉水がＣＲＤ内へ流入した可能性が否定できないことを確認した。

※　原子炉圧力容器内の水（建設期間中であり最終清掃前の水）に含まれる異物

■動作不良の原因（再現試験の実施）

駆動用ねじが、ＣＲＤ内に混入した異物を噛み込むと、駆動用ねじの抵抗力が増大し、動作不良が発生することを再現試験により確認した。

（参考）異物混入メカニズム



① 規定のパージ水量より少ない流量でCRD複数体の同時挿入を実施

② 中空ピストンの上昇に伴って生じるCRD内空間容積の増加分が、パージ水量より大きいため、原子炉内から異物を含んだ炉水がCRD内に流入

動作不良の原因（3/4）

【要　因】② ＣＲＤ結合部のはめ合い不足

■ＣＲＤ結合部はめ合い不足

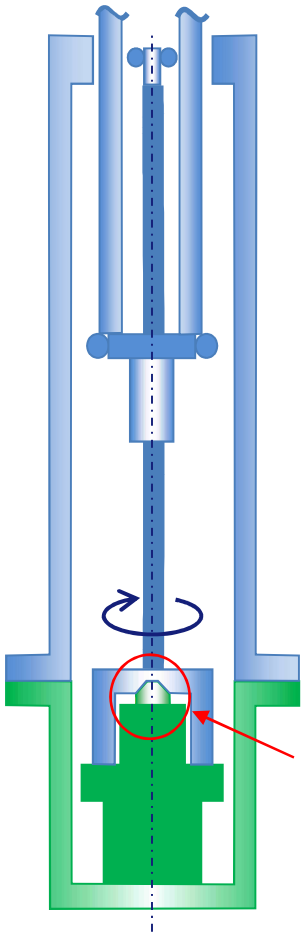
　治具を用いて一歯ずつずらしながら全ＣＲＤ結合部の全ての歯について仕上げ状態を確認した結果、一部のＣＲＤ結合部でスムーズなはめ合いを阻害するような当り（引っかかり）を確認した。

■動作不良の原因（再現試験の実施）

　ＣＲＤ本体とスプールピースがしっかりと結合していない場合、ねじ軸の心が安定せず、ねじ軸のボール走行面とボールの接触が不安定になり、ねじ軸のボール走行面が損傷することで、駆動用ねじの抵抗力が増大することを確認した。

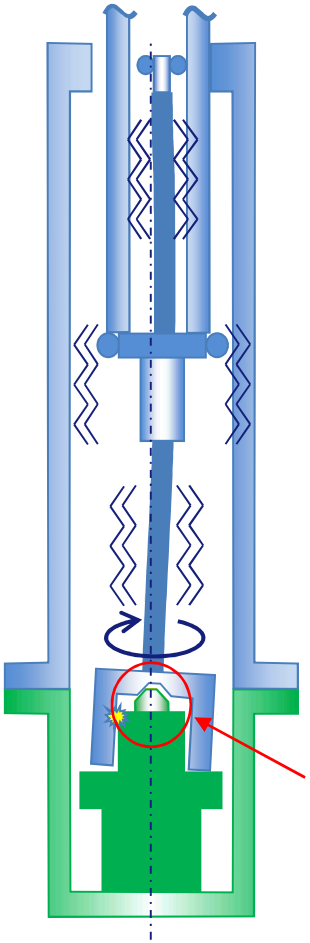
（参考）過大な抵抗力が発生するメカニズム

正常なはめ合い状態



ねじ下端が
軸上端に着座

はめ合い不足状態



ねじ下端が
浮いている

ねじ軸の心が安定しないため
駆動用ねじの抵抗力が増大

動作不良の原因（4/4）

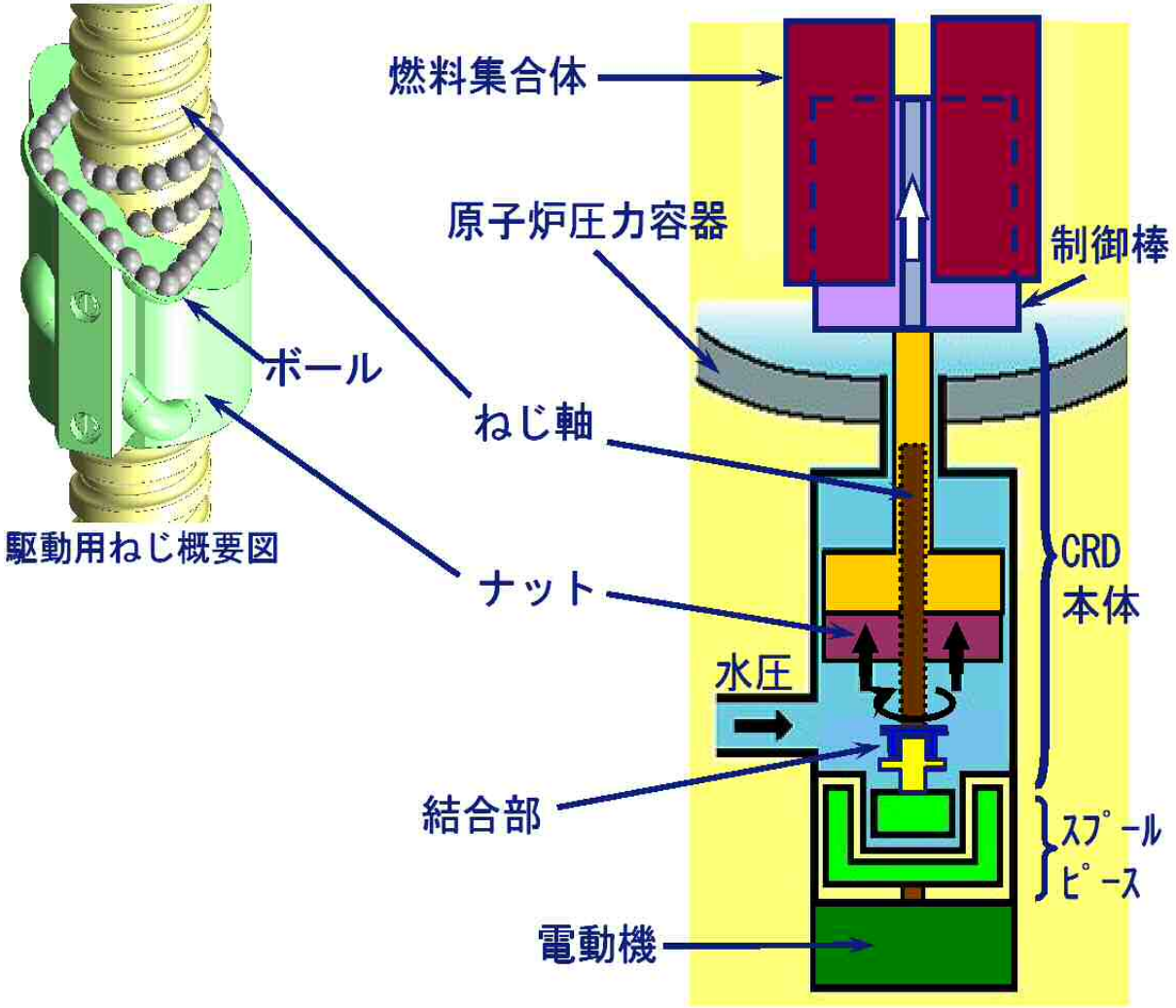
【要　因】③ ねじ軸ボール走行面の初期表面状態による摩擦抵抗の増大

■摩擦抵抗の増大および動作不良の原因

ねじ軸ボール走行面の初期表面状態によりボールの転がりが阻害され、ボールが滑ることによってねじ軸に微小な傷が発生・成長し隆起が形成される。

ボール走行面に生じる隆起は、①、②の原因と重畳すると、ボールが乗り越えられないような大きな隆起となり、駆動用ねじに動作不良に至るような過大な抵抗力が発生する場合があることを再現試験により確認した。

（参考）摩擦抵抗の増大メカニズム



再発防止対策

原　　因	再発防止対策
①駆動用ねじへの異物の噛み込み	○全てのＣＲＤを取り外し、工場において分解点検、清掃を行うとともに、ねじ軸等の部品を取替え。 ○ＣＲＤ内に異物が混入することを防止するため、原子炉圧力容器内を清掃。 ○パージ水の流量管理を徹底。
②ＣＲＤ結合部のはめ合い不足	○ＣＲＤ結合部のはめ合い不足が発生しないようにするため、結合部の歯の手入れ・仕上げを念入りに行い、結合部がスムーズに結合できることを確認。 ○ＣＲＤ本体とスプールピースの結合においては、はめ合い状況を慎重に確認しながら取付け。
③ねじ軸ボール走行面の初期表面状態による摩擦抵抗の増大	○ボール走行面の摩擦抵抗を低減するため、全ての駆動用ねじを往復駆動させてボール走行面を滑らかにしたうえで取付け。

再発防止対策の有効性確認

■　再発防止対策を施したＣＲＤ１０体程度を現地に据え付け、駆動試験（１００～１４０往復）を実施した結果、動作不良が発生しないことを確認した。

■　再発防止対策を施したＣＲＤ全数２０５体を再据え付けし、あらかじめ計画していた系統試験項目に加え、１０往復駆動の追加確認駆動試験を実施した結果、動作不良は発生せず、再発防止対策が有効であることを確認した。

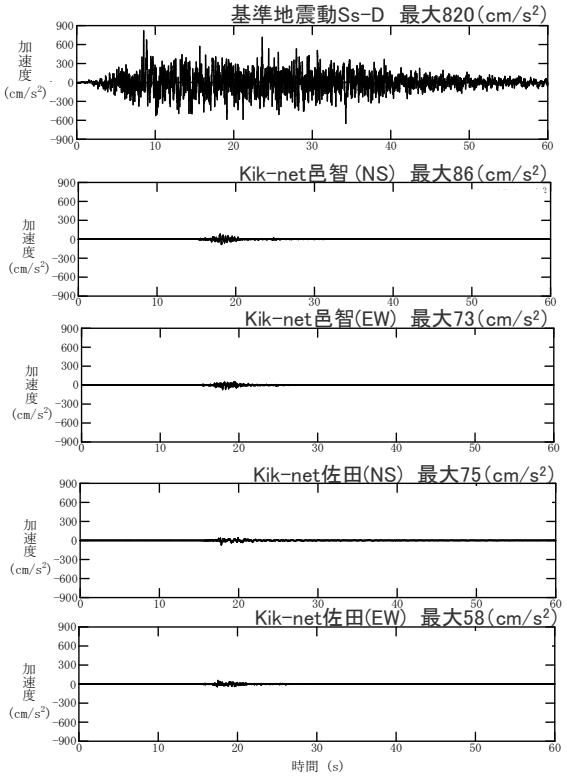
【添付３】 島根県西部の地震

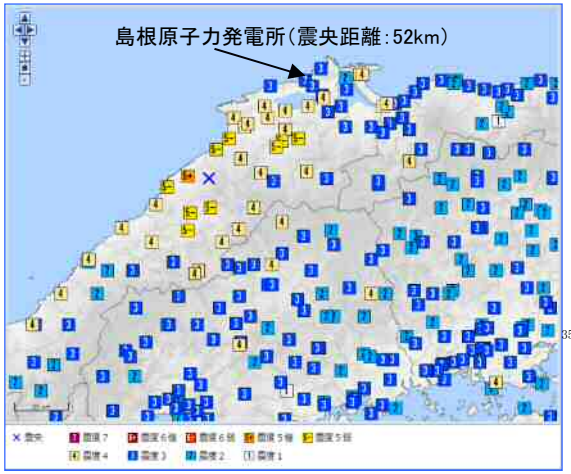
2018年4月9日　島根県西部の地震

■震源近傍の地震観測点（KiK-net佐田、KiK-net邑智）における岩盤中の観測記録と基準地震動Ss-D(岩盤で設定)を比較

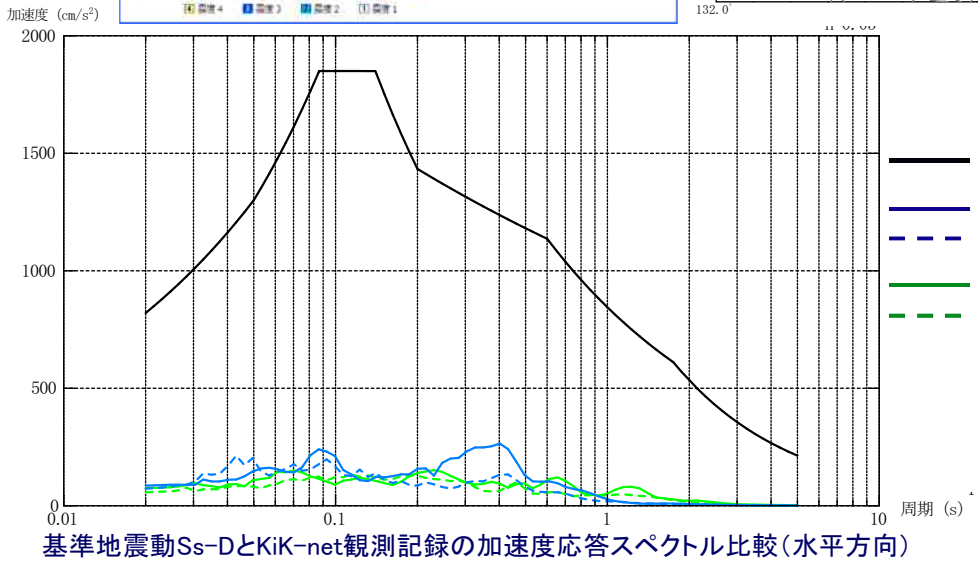
■最大震度5強を記録した地震であったが、震源近傍の観測記録でも、最大加速度・応答スペクトルともに基準地震動Ss-D（820gal）の1／10程度

島根県西部の地震の諸元
- 震源の深さ：12km
- マグニチュード：6．1
- 最大震度：5強（大田市）





★：震央位置



基準地震動Ss-DとKiK-net観測記録の加速度応答スペクトル比較（水平方向）

戻る