



資料1

島根原子力発電所における取り組み状況について

2019年10月8日

中国電力株式会社

1. 島根2号機の適合性審査の概要

○審査の全体像, 審査状況	2
○地震関係	7
○津波関係	20
○設備関係	26

2. 島根原子力発電所線量当量率測定記録等の 廃棄について	51
----------------------------------	----

1. 島根2号機の適合性審査の概要



審査の全体像, 実施状況



地震関係



津波関係



設備関係

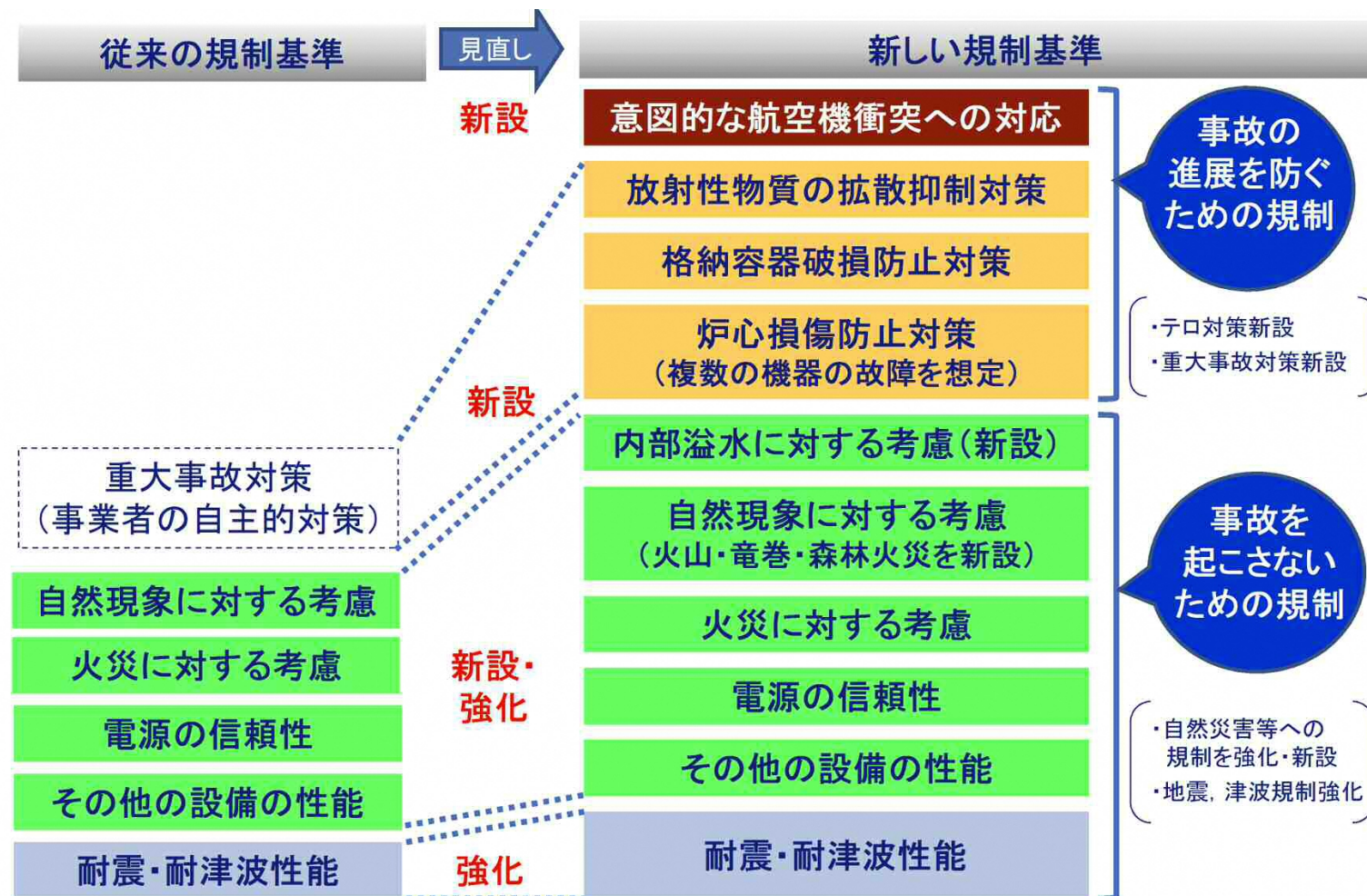
島根2号機の設備概要と現在の状況

3

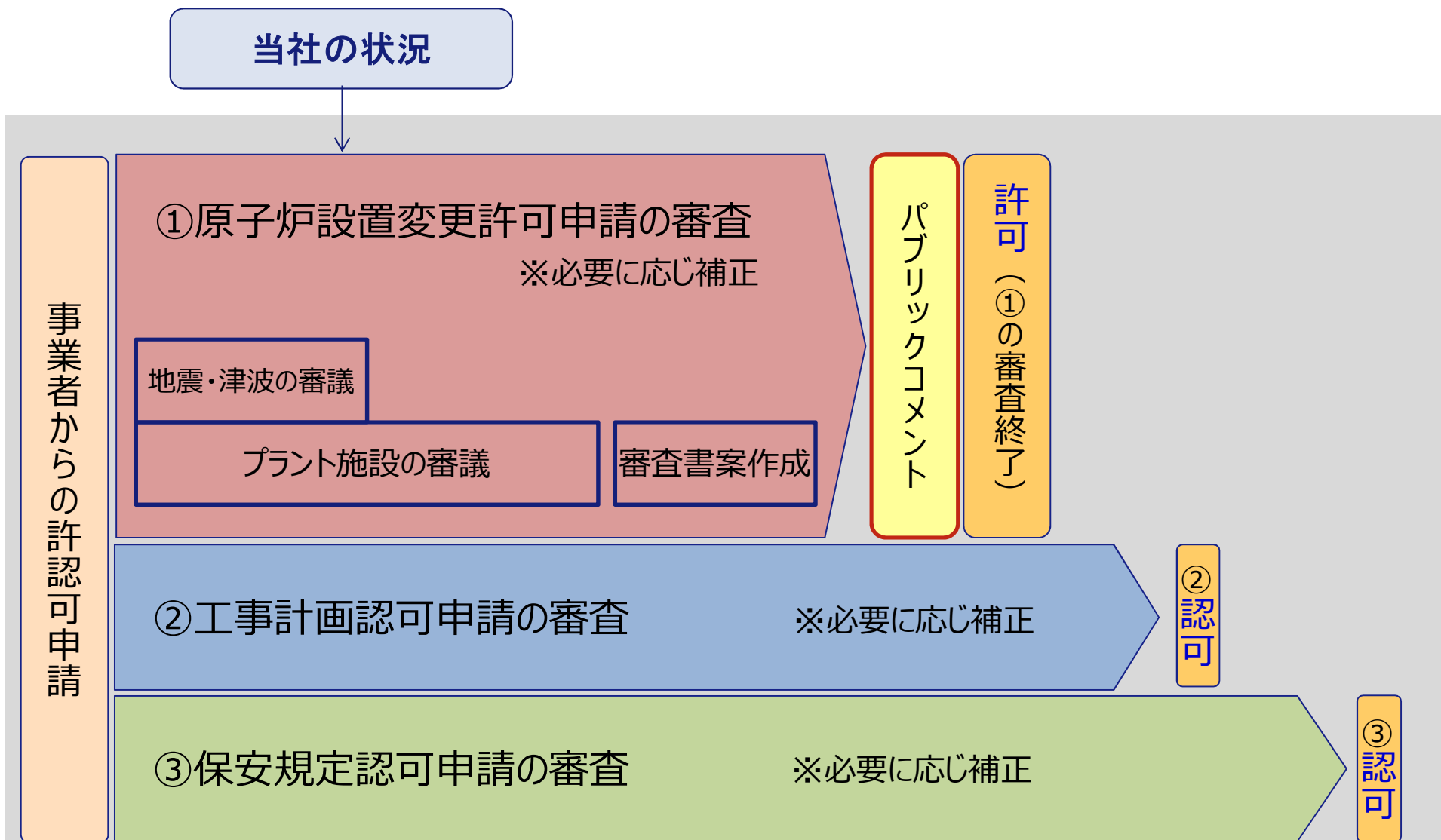
	1号機	2号機	3号機
営業運転開始	1974年3月	1989年2月	未定
定格電気出力	46万kW	82万kW	137.3万kW
原子炉型式	沸騰水型 (BWR)	沸騰水型 (BWR)	改良型沸騰水型 (ABWR)
運転状況	営業運転終了 (2015年4月30日)	2012年1月～ 停止中 (第17回定期検査中)	建設中 設備の据付工事完了 〔総工事進捗率:93.6%〕 2011年4月末時点
新規制基準への 対応状況等	廃止措置中 (2017年7月28日～)	国へ適合性審査を申請 (2013年12月25日)	国へ適合性審査を申請 (2018年8月10日)

審査の全体像

- 2013年12月25日，島根2号機の新規制基準適合性審査を申請しました。
- 審査される分野は，大きく①地震・地盤・津波関係といった外部要因に関するものと②設備関係の2分野に分かれます。



適合性審査の流れ



(参考) 審査状況や審査状況に係る関係自治体説明会の概要を、中国電力のホームページで公開しています。

島根2号機 適合性審査の状況

○これまでに、**121回**の審査会合が開催されています。**(2019年9月17日現在)**

主要な審査項目		審査状況	主要な審査項目		審査状況
審査の申請概要, 主要な論点, 審査会合の進め方		実施中	内部溢水		実施中
地震	敷地及び敷地周辺の地下構造	実施済	設計基準 事故対策	火災	実施中
	震源を特定して策定する地震動	実施済		竜巻(影響評価・対策)	実施済
	震源を特定せず策定する地震動	実施済		火山(影響評価・対策)	実施中
	基準地震動	実施済		外部事象	実施中
	耐震設計方針	実施中		静的機器単一故障	実施中
	敷地の地質・地質構造	実施済		保安電源設備	実施済
	地盤・斜面の安定性	実施中		誤操作防止, 安全避難通路, 安全保護回路	実施済
津波	基準津波	実施済		原子炉冷却材圧力バウンダリ	実施済
	耐津波設計方針	実施中		通信連絡設備	実施中
重大事故 対策	確率論的リスク評価	実施中		監視測定設備	実施中
	事故シーケンスの選定	実施中		共用設備	実施済
	有効性評価	実施中		人の不法な侵入防止	実施済
	解析コード	実施中		全交流電源喪失対策設備	実施済
	原子炉制御室	実施中		燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	実施済
	緊急時対策所	実施中		放射性廃棄物の処理施設	実施済
	フィルタ付ベント設備	実施中	その他	特定重大事故等対処施設	実施中
	水素爆発防止対策	実施中		所内常設直流電源設備(3系統目)	実施中
	重大事故対応に必要な技術的能力	実施中			

※審査状況を「実施済」と記載した審査項目も、他の審査の進ちよく等により、再度審査となることがあります。

1. 島根2号機の適合性審査の概要



審査の全体像, 実施状況



地震関係



津波関係



設備関係

- 発電所の設備のうち、耐震設計上特に重要なものは、「地震によって安全機能に大きな影響を及ぼすおそれがないものでなければならない」とされており、新規規制基準では、原子炉施設の耐震重要度分類や地震動の影響評価の妥当性などについて確認が行われています。
- 2019年4月9日の審査会合において、2013年12月25日付け設置変更許可申請における施設の耐震重要度分類の変更は取り止めることとし、これに伴い地震大によるMSIV閉止インターロックの設置についても取り止めることを説明しました。
- 2019年8月27日の審査会合において、重大事故等対処施設に係る耐震設計の基本方針と論点について、説明しました。

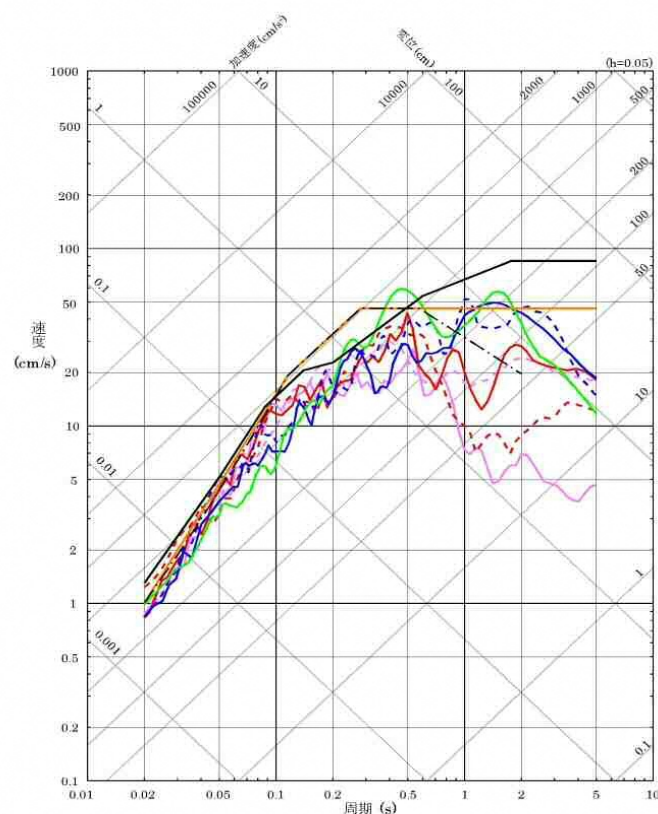
耐震重要度 分類	該当する施設
Sクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系 ・使用済燃料を貯蔵するための施設 ・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 ・原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設 ・放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設 ・津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備 ・敷地における津波監視機能を有する施設
Bクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 ・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。） ・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設 ・使用済燃料を冷却するための施設 ・放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設
Cクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

耐震設計方針(2/11)弾性設計用地震動Sdの設定

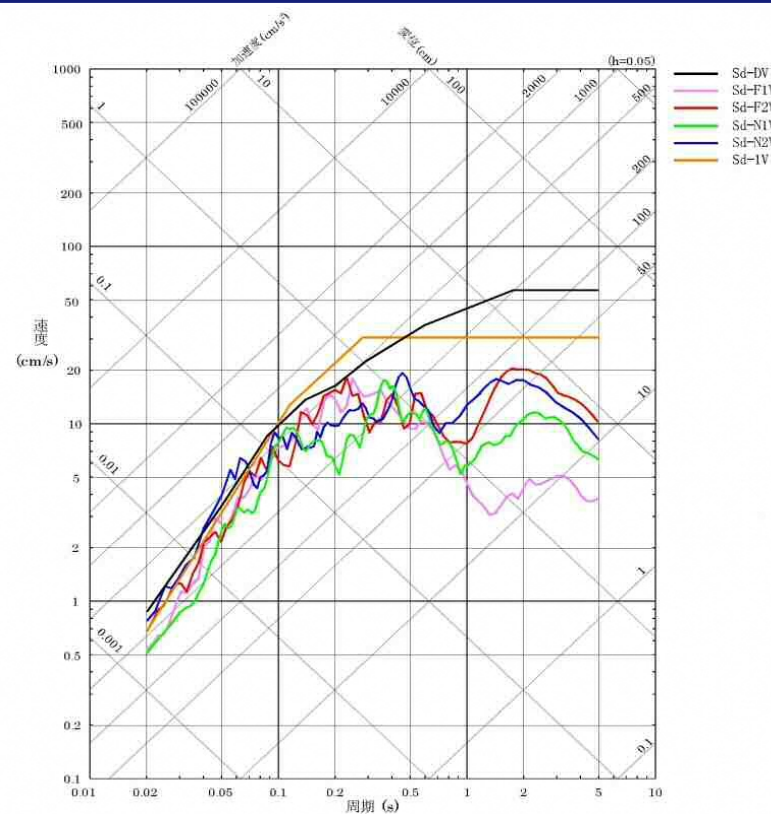
9

○2019年6月18日および9月5日の審査会合において、地震による損傷の防止に関する評価のうち、これまでの審査会合にて指摘を受けた、弾性設計用地震動Sd※の設定の考え方に関して、根拠等を詳細に説明しました。

※弾性設計用地震動Sd: 基準地震動Ssに対する安全機能の保持を確実にするために設計に用いる地震動で、この地震動を受けた際に施設等が変形しても元の状態に戻ることを確認します。



(水平方向)



(鉛直方向)

弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル

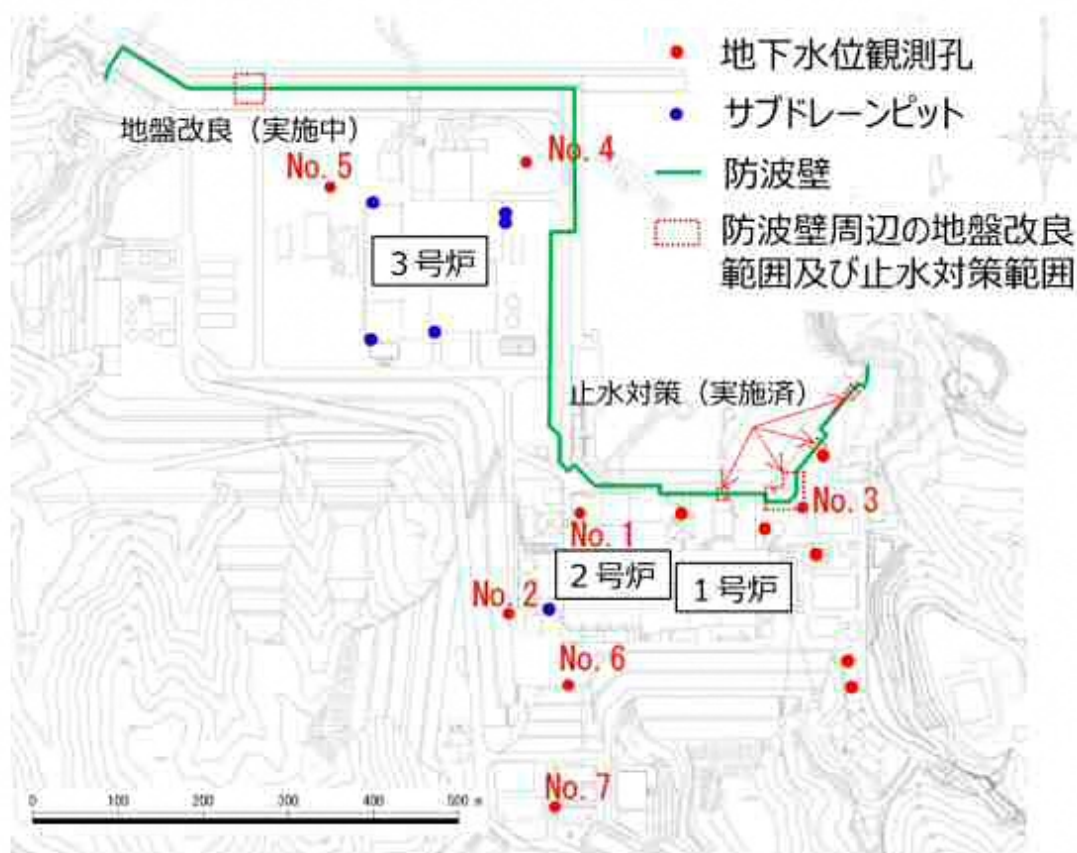
○2019年6月18日の審査会合において、地下水位の設定方法について説明しました。
(地下水位の設定は耐津波設計方針と共通)

【地下水位設定の考え方】

- 地下水位については、適切に揚圧力影響及び液状化影響を設計に反映する観点から、敷地における設計基準対象施設及び重大事故等対処施設のうち建物、構築物、屋外重要土木構造物(取水管、取水口を除く)及び津波防護施設(敷地に直接設置している防波壁)を対象に設計します。
- 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設のうち建物、構築物、屋外重要土木構造物(取水管、取水口を除く)及び津波防護施設(敷地に直接設置している防波壁)の設計地下水位は、周辺の地下水位低下設備の効果や地下水位観測記録等を踏まえ、工認段階において設定します。

耐震設計方針(4／11)地下水位の設定②

- 地下水位については、防波壁（H25.9完成）設置後のH26.11から連続観測しており、この観測記録（H26.11～H31.1）に基づき、防波壁の設置、支持地盤及び周辺地盤の改良が敷地の地下水位に与える影響について検討する。なお、1,2号炉北側の防波壁の一部では、止水対策（H27.6～H27.8）が完了しており、3号炉北側の防波壁の一部では、地盤改良を実施中である。
- 敷地内の地下水位観測孔、サブドレーンピットの配置、及び地下水位観測の諸元を以下に示す。



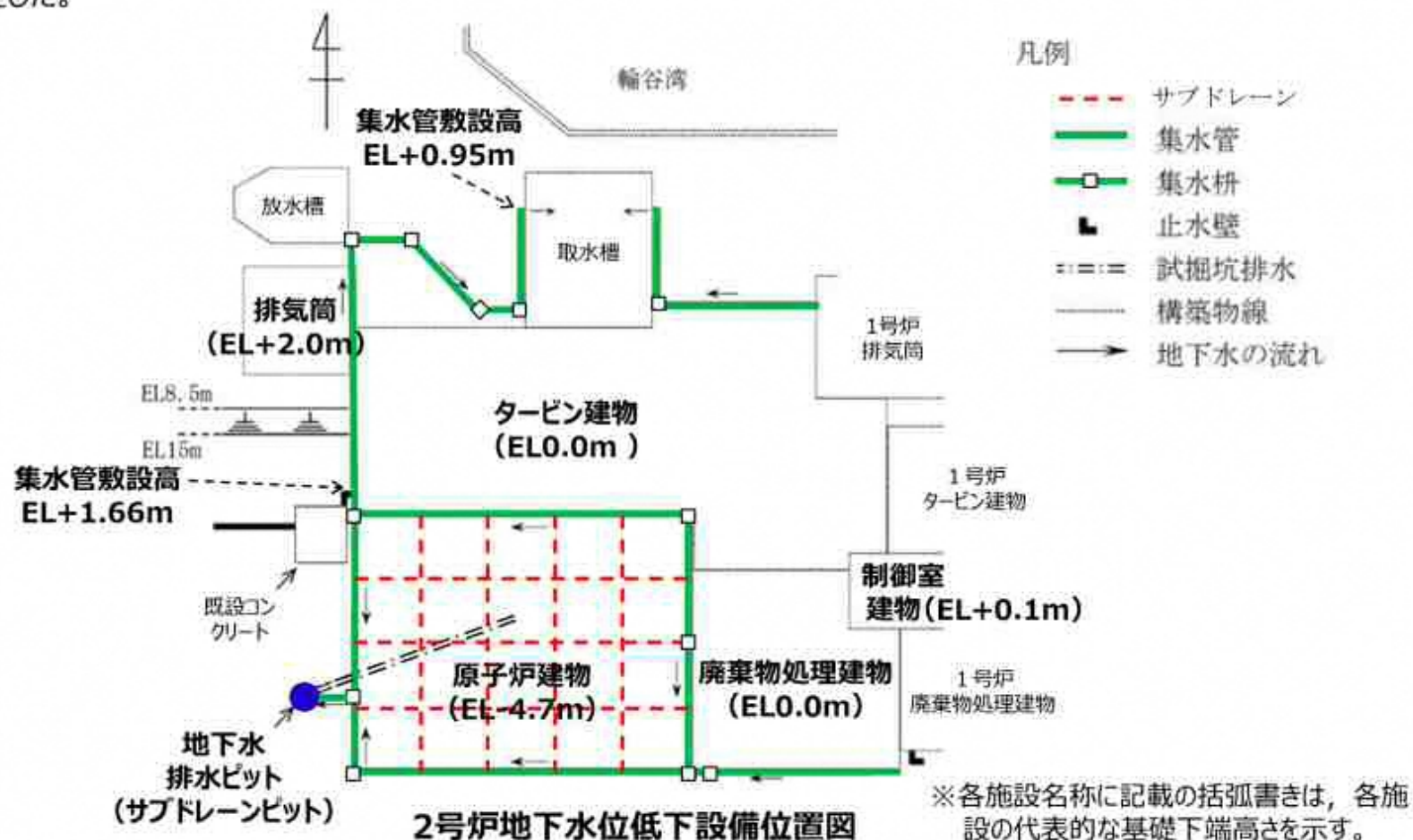
地下水位観測孔配置図

地下水位観測の諸元

観測孔 No.	敷地盤高さ (EL m)	水位計設置深度 (EL m)	観測期間
1	+8.5	-7.5	H26.11.1～ H31.1.31
2	+15.0	-9.1	
3	+8.5	-13.5	
4	+8.5	-10.6	
5	+8.5	-6.5	
6	+15.0	-3.2	
7	+44.0	-3.5	

耐震設計方針(5/11)地下水位の設定③

- 地下水位低下設備のうち集水管，サブドレーン及びサブドレーンピットの配置を示す。
- 原子炉建物及び廃棄物処理建物周辺に設置されたサブドレーン及び集水管は，サブドレーンピットに集水し，海水ポンプ，配管を介して排水する構造である。
- タービン建物周辺に設置された集水管（有孔ヒューム管φ300）は，取水槽へ導水する構造である。
- 2号炉原子炉建物等については，施設周辺に地下水位低下設備を設置し，既工認においてはその効果を期待して地下水位を設定した。



○2019年6月18日の審査会合において、地震に起因する液状化現象の評価方法について基本方針を説明しました。
(液状化の評価は耐津波設計方針と共通)

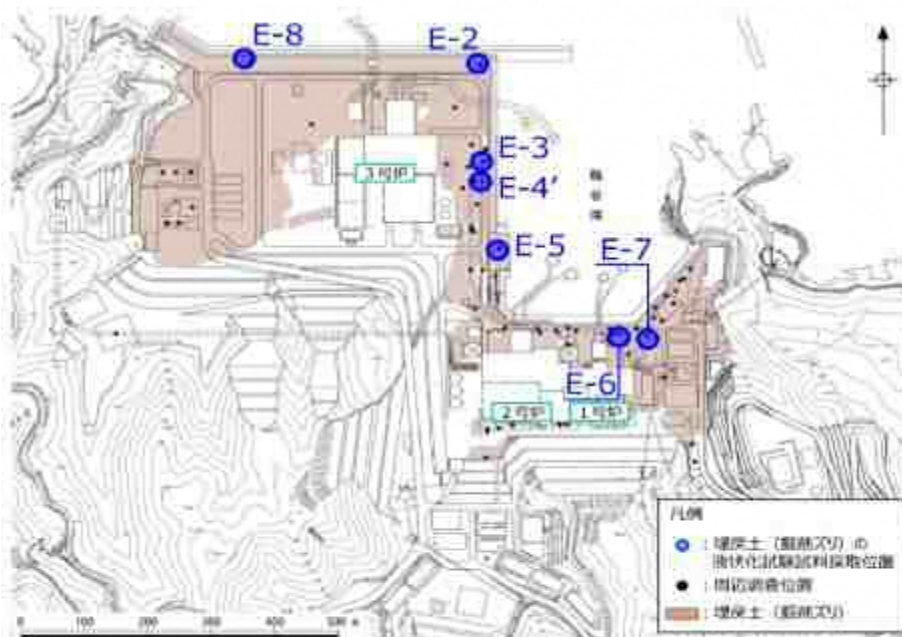
【液状化の影響】

○液状化影響の評価対象層については、道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)((社)日本道路協会, H24.3)及び港湾の施設の技術上の基準・同解説((社)日本港湾協会, H19)に基づく液状化判定の対象となる砂礫層に加えて、液状化判定の対象外となる埋戻土(掘削ズリ)も抽出して液状化試験を実施しました。

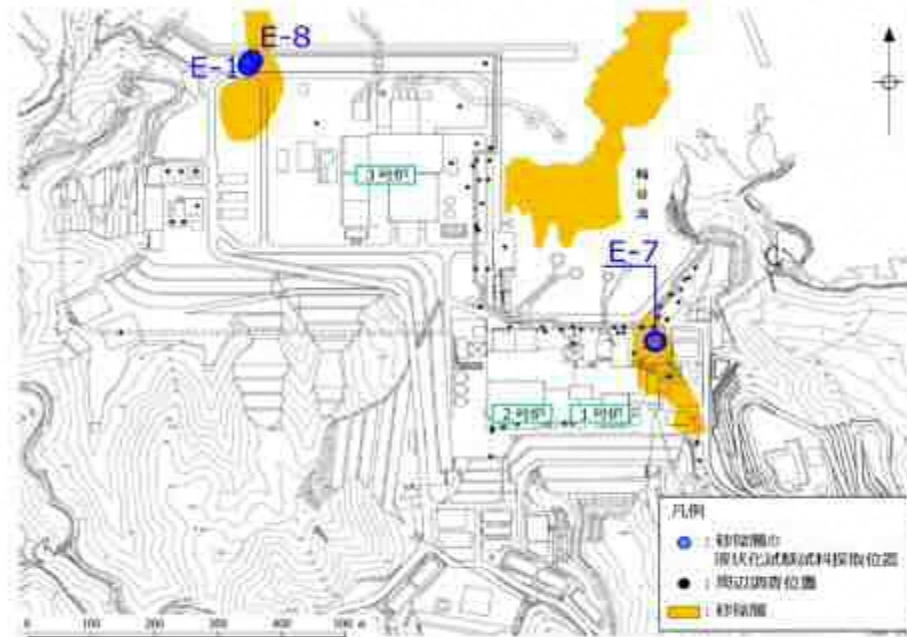
○液状化試験結果によると、液状化を示す土層はありませんでしたが、砂礫層及び埋戻土(掘削ズリ)について、保守的な液状化強度特性を設定しています。

耐震設計方針(7/11)液状化による影響②

- 液状化評価対象層として、埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の分布状況から以下のとおり地点を選定し、試料を採取して液状化試験を実施する。
- 埋戻土（掘削ズリ）は3号炉西側から1,2号炉東側に広く分布している。このうち、地下水位以下で埋戻土（掘削ズリ）が厚く分布している護岸法線に沿った地点を広範囲に選定した。
- 砂礫層は局所的に分布していることから、分布箇所である3号炉北側西端及び1,2号炉北側東端の地点を選定した。



液状化試験試料採取位置（埋戻土（掘削ズリ））



液状化試験試料採取位置（砂礫層）

【結果】

- E-2～E-8地点の埋戻土（掘削ズリ）は、周辺調査位置と比べて、N値及び細粒分含有率ともに、液状化試験試料採取位置の平均値及び -1σ 値が、周辺調査位置のばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）の範囲内であることから、液状化試験試料採取位置は代表性を有していると評価した。
- 砂礫層については、局所的な範囲で確認されており、場所を特定して調査を行ったため、液状化試験試料採取位置は代表性を有していると評価した。

- すべての土層で、液状化試験結果は繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）あるいは非液状化を示し、液状化ではなかった。このことは、50%粒径が10mm超過、または、10%粒径が1mm超過である、粗粒で均等係数が低い礫質土では透水係数が高く液状化しにくいという道路橋示方書の記載に整合する。

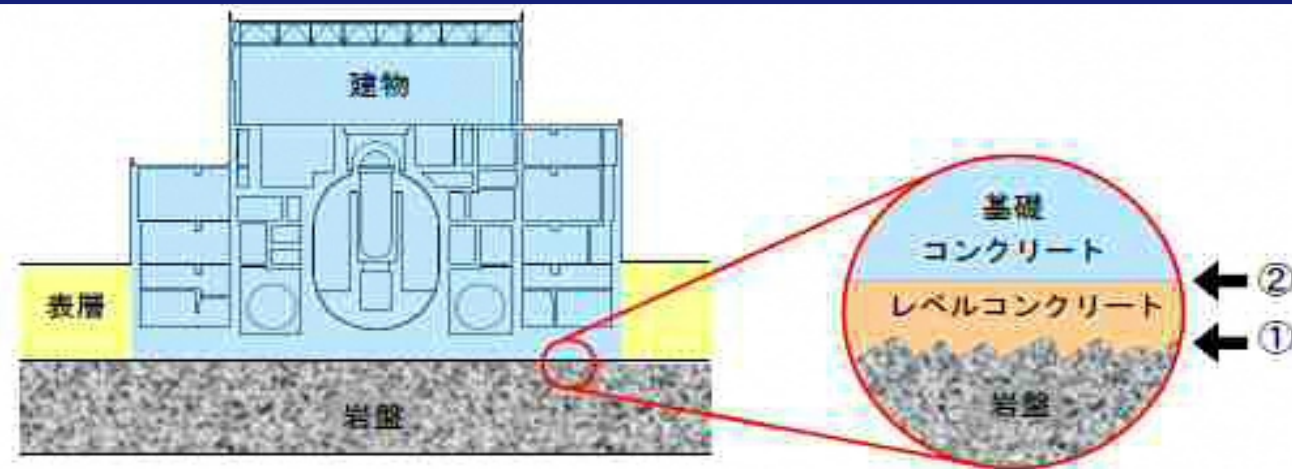
対象層	埋戻土（掘削ズリ）	砂礫層
液状化試験の状況	<ul style="list-style-type: none"> 過剰間隙水圧比が0.95を上回るが、有効応力は0にならない。 なお、一部の供試体では、過剰間隙水圧比が0.95を下回る。 有効応力は減少するが、回復する。 ひずみが緩やかに上昇する。 	<ul style="list-style-type: none"> 過剰間隙水圧比が0.95を上回るが、有効応力は0にならない。 有効応力は減少するが、回復する。 ひずみが緩やかに上昇する。
試験結果の分類	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果は、非液状化または繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）であり、液状化ではない。 有効応力は維持または回復するため、支持力が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果は、繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）であり、液状化ではない。 有効応力は維持または回復するため、支持力が期待できる。
基準地震動Ssに対する液状化判定	基準地震動Ssに対する液状化試験の妥当性確認	

- 液状化試験結果より、液状化を示す土層はないが、繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）、若しくは非液状化となる土層（埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層）については、念のため液状化強度特性を設定し、保守的に構造物への影響評価を実施する。

○2019年8月1日の審査会合において、建物・構築物の地震応答解析について、建設時の評価手法との違い等を説明しました。
また、これまでの審査会合において指摘を受けた、建物基礎底面の付着力として設定した値について、不確実性を踏まえても十分な保守性を有していることを説明しました。

【建物基礎底面の付着力の試験概要】

○建物基礎底面と岩盤との付着力を把握するため、耐震上重要な建物が設置されている岩盤と同等な岩盤を選定し、岩盤とレベルコンクリート間(①)、およびレベルコンクリートと基礎コンクリート間(②)を模擬した試験体を用いて付着力試験を行いました。



原子炉施設の建物基礎と岩盤

耐震設計方針(10/11)燃料被覆管閉じ込め機能の維持

○2019年8月27日の審査会合において、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(平成29年9月11日に改正施行)で要求が追加された「地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持」について説明しました。

【説明の概要】

- 追加要求事項を受け、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に燃料被覆管にかかる荷重に加え、地震時の荷重を考慮した燃料被覆管応力評価及び疲労評価を行い、追加要求事項に対する基準適合性の見通しを得ました。
- 詳細評価については工事計画認可申請段階で説明します。

燃料被覆管応力評価結果

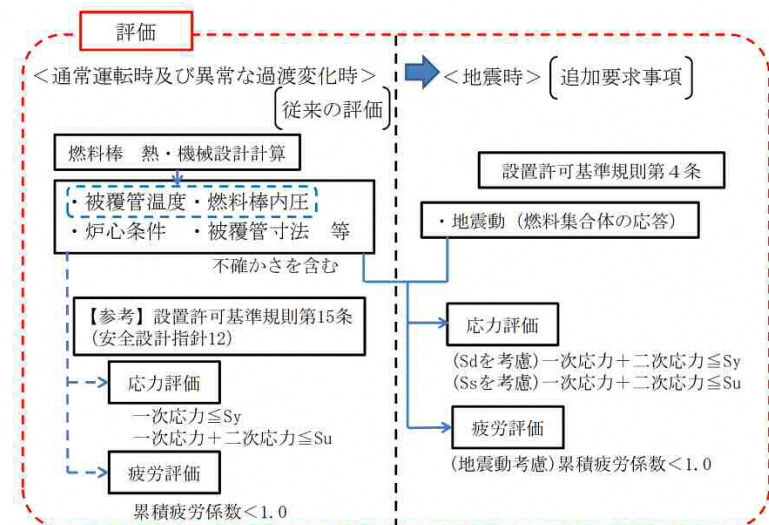
応力設計比は、最大で0.84であり、1.0より小さいことを確認

	9×9燃料 (A型)	9×9燃料 (B型)	MOX燃料
応力設計比*	0.80	0.79	0.84

* 応力設計比＝発生応力／許容応力

燃料被覆管疲労評価結果

地震による振動サイクルに伴う累積疲労係数の増分は最大で0.00532であり、予測サイクルに基づく累積疲労係数を考慮しても基準値1.0より小さいことを確認。



燃料被覆管応力評価フロー

○2019年9月5日の審査会合において、水平2方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せについて説明しました。

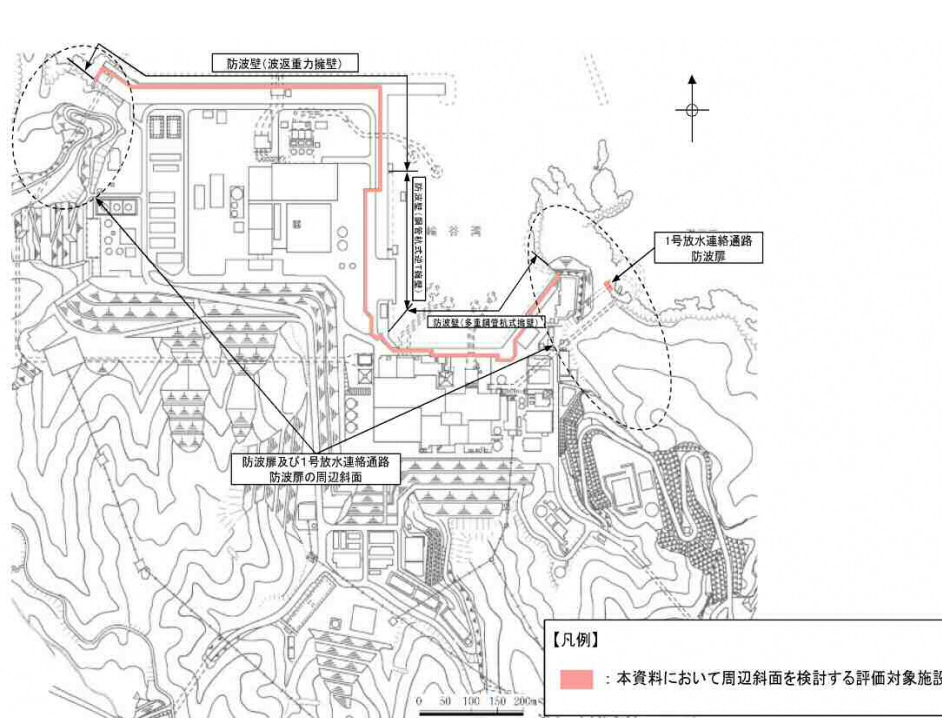
【評価方針の概要】

○水平2方向及び鉛直方向地震力が、各施設の有する耐震性に及ぼす影響を評価するため、以下3点の項目を確認します。

- ・「建物・構築物」における影響
- ・「機器・配管系」における影響
- ・「屋外重要土木構造物」及び「津波防護施設」における影響

○新規制基準では、発電所の設備のうち耐震設計上特に重要なものは、「地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」と求められています。

○2019年8月30日の審査会合において、防波壁および1号放水連絡通路防波扉の周辺斜面について、地滑り地形の影響も踏まえても基準地震動による地震力に対して十分な安定性を有していることを説明しました。



島根原子力発電所周辺の地滑り地形分布図

1. 島根2号機の適合性審査の概要



審査の全体像, 実施状況



地震関係



津波関係



設備関係

基準津波の策定(1／3)

○新規制基準では、考えられる最大の津波である「基準津波」を策定した上で、原子力発電所の安全設計や安全対策を行うよう求められており、この基準津波は、地震のほか、地すべり等の地震以外の要因、およびこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮した上で策定することとされています。

○島根原子力発電所の基準津波では、

- ・鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波
- ・日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した地震による津波
- ・敷地前面海域の「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波などを基に策定しています。

○2018年9月28日の審査会合において、発電所敷地への浸水対策を講じるうえで重要な基準津波について、原子力規制委員会から「概ね妥当」と評価されました。

また、2018年12月14日の審査会合では、基準津波に伴う砂移動評価※¹について、2019年1月18日の審査会合では、基準津波の年超過確率※²について、それぞれ概ね妥当と評価されました。

※¹: 基準津波によって生じる海底の砂移動のことで、砂移動が取水に影響がないことを確認するもの。

※²: 発電所敷地で基準津波を超える津波が発生する確率で、10-X乗で表される。10-5乗であれば10万年に1度の確率であるということ。

○2019年6月28日および9月13日の審査会合において、基準津波の策定に関し、耐津波設計方針に係る審査会合(2019年5月21日)で指摘を受けた、1号放水連絡通路防波扉位置(発電所敷地東端)における評価について説明し、原子力規制委員会から「概ね妥当」と評価されました。

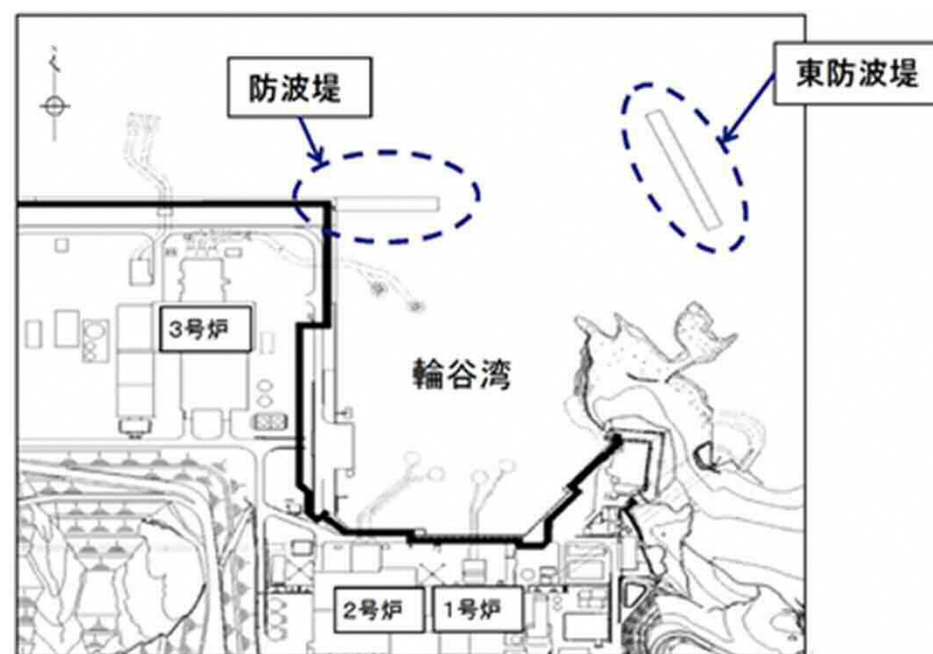
基準津波の策定(2/3)

22

時 期	敷地最高水位	評価内容
2号機申請時 (2013年12月)	9.5m	・2012年に鳥取県が想定した日本海東縁部の地震に伴う津波を反映
第632回審査会合 (2018年9月)	11.6m (防波堤無し の場合)	・津波解析モデルの計算格子サイズ細分化に伴う解析 ・防波堤の有無の影響を考慮した検討



島根原子力発電所で想定する地震による津波



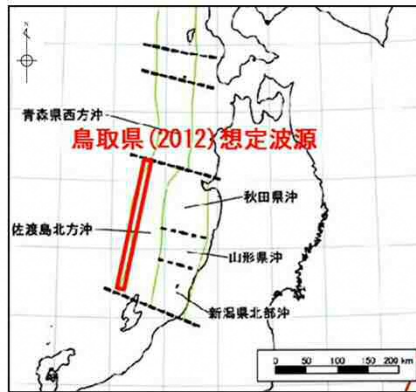
防波堤(2堤)の位置

基準津波の策定(3 / 3)

○基準津波は、以下のとおり6つを策定しました。

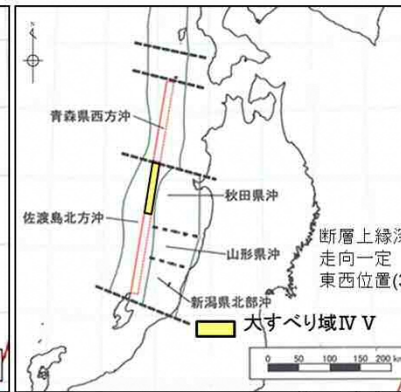
- 基準津波 1 : 地方自治体独自の波源モデルに基づく検討 (鳥取県(2012)) (水位上昇側・下降側, 防波堤有り・無し)
- 基準津波 2 : 地震発生領域の連動を考慮した検討 (断層長さ350km) (水位上昇側, 防波堤有り)
- 基準津波 3 : 地震発生領域の連動を考慮した検討 (断層長さ350km) (水位下降側, 防波堤有り)
- 基準津波 4 : 土木学会に基づく検討 (F-Ⅲ～F-V断層) (水位下降側, 防波堤有り・無し)
- 基準津波 5 : 地震発生領域の連動を考慮した検討 (断層長さ350km) (水位上昇側, 防波堤無し)
- 基準津波 6 : 地震発生領域の連動を考慮した検討 (断層長さ350km) (水位下降側, 防波堤無し)

基準津波1(水位上昇側・下降側, 防波堤有り・無し)



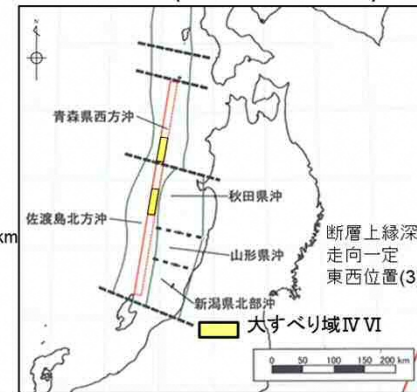
地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))

基準津波2(水位上昇側, 防波堤有り)



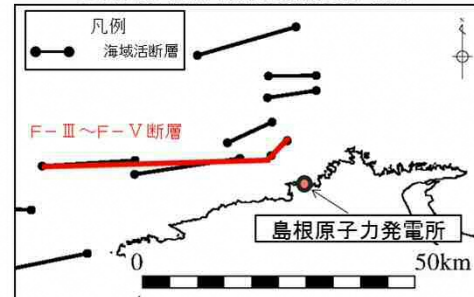
地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)

基準津波3(水位下降側, 防波堤有り)



基準津波6(水位下降側, 防波堤無し)

基準津波4(水位下降側, 防波堤有り・無し)



土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)

基準津波5(水位上昇側, 防波堤無し)



地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)

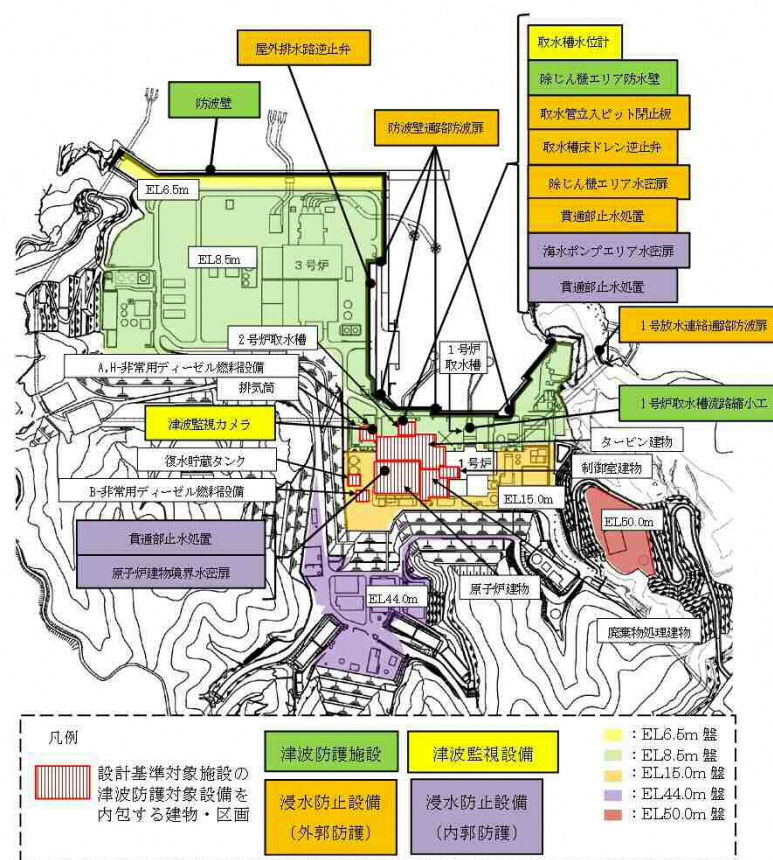


耐津波設計方針(1／2)

○新規制基準では、重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波(基準津波)に対して、その安全機能を損なわない設計であることが求められています。

○2019年2月26日、2019年5月21日の審査会合において、津波が到来した場合でも、安全上重要な設備に影響を及ぼさないことなどについて説明しました。

津波防護対策		設備分類	設置目的
防波壁		津波防護施設	・津波が地上部から敷地へ到達，流入することを防止する。
防波扉		浸水防止設備	・津波が屋外排水路から敷地へ到達，流入することを防止する。
屋外排水路逆止弁			
取水槽	防水壁	津波防護施設	・津波が取水路から敷地へ到達，流入することを防止する。
	流路縮小工 (1号炉)	浸水防止設備	・津波が取水路から取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアへ到達，流入することを防止する。 ・津波が取水路から敷地へ到達，流入することを防止する。 ・地震による取水槽循環水ポンプエリアの循環水系配管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して取水槽海水ポンプエリア（浸水防護重点化範囲）への浸水を防止する。
	閉止板		
	床ドレン 逆止弁		
	水密扉		
	貫通部 止水処置		
タービン建物と 原子炉建物との 境界	水密扉	浸水防止設備	・地震によるタービン建物内の循環水系配管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して原子炉建物（浸水防護重点化範囲）への浸水を防止する。
	貫通部 止水処置		
津波監視カメラ		津波監視設備	・敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し，その影響を俯瞰的に把握する。
取水槽水位計			



敷地の特性に応じた津波防護の概要

(審査における論点)

2019年2月26日の審査会合において、原子力規制委員会から今後の審査に関し、以下7つの論点および各論点における確認事項が示されました。

- ①防波堤が地震により損傷した場合の運用方針の妥当性・有効性について
- ②防波壁端部の地山の取り扱いについて
- ③防波壁の構造成立性について
- ④防波壁に囲まれた敷地の地下水位の設定及び液状化による影響について
- ⑤浸水防護重点化範囲の設定について
- ⑥漂流物の影響評価の妥当性について
- ⑦入力津波の設定のプロセスと結果の妥当性について

○上記、論点等を踏まえ、2019年5月21日、2019年6月27日、2019年7月2日に

①, ②, ⑥, ⑦および各論点における確認事項について説明しました。

※④については、関連性のある耐震設計方針の審査会合(2019.6.18)にて説明

1. 島根2号機の適合性審査の概要



審査の全体像, 実施状況



地震関係



津波関係



設備関係

重大事故等対策の有効性評価(1／3)

○新規制基準では、以下にて重大事故等対策の有効性を評価することが求められています。

- ①: 重大事故等対策が実施されていない状態を仮定して、内部事象(機器故障・人的ミス等)や外部事象(地震・津波)が原因となって重大事故に至る確率を評価(確率論的リスク評価:PRA)
- ②: ①の評価結果を踏まえ、重大事故に至る事故進展シナリオ(事故シーケンス)を選定
- ③: ②で選定された事故シーケンスに対して、重大事故等対策として設置した設備、手順が有効に機能するかを評価(有効性評価)

【①確率論的リスク評価】

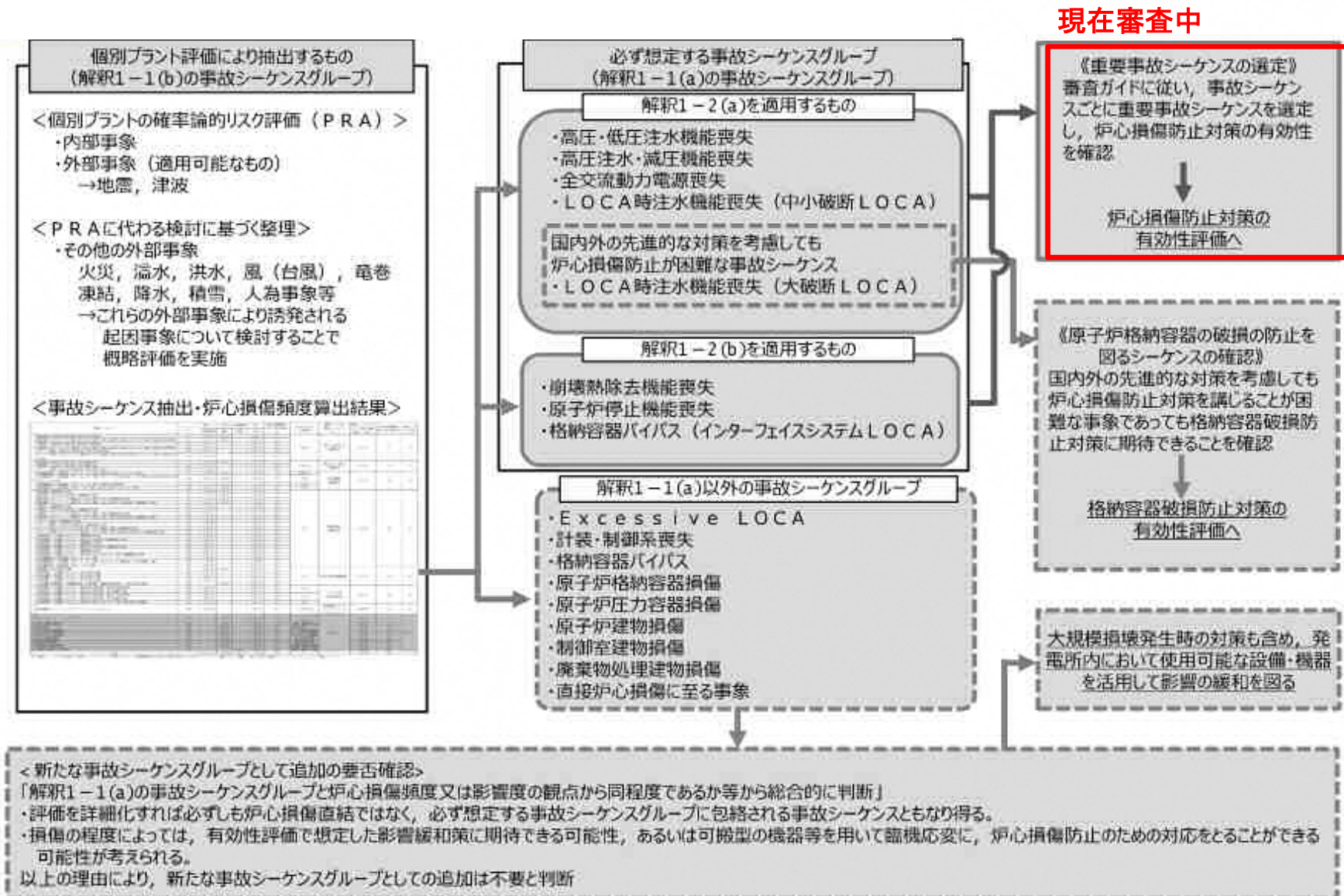
○2019年4月9日の審査会合において、基準地震動、基準津波の審査を踏まえて見直した外部事象(地震・津波)PRAの結果を説明するとともに、これまでの審査会合でのPRAに関する指摘事項について回答しました。

【②事故シーケンスの選定】

○2019年5月9日の審査会合において、PRAの見直しを踏まえた事故シーケンス選定結果を説明するとともに、これまでの審査会合での事故シーケンス選定の考え方や、関連するPRAに関する指摘事項について回答しました。

重大事故等対策の有効性評価(2/3)

(例)【炉心損傷防止対策の有効性評価】



(例)【炉心損傷防止対策の重要事故シーケンスの選定】

- 審査ガイドに記載の観点（共通原因故障又は系統間の機能の依存性，余裕時間，設備容量，代表性）で厳しいシーケンスを重要事故シーケンスとして選定した。

事故シーケンス グループ	事故シーケンス
高圧・低圧注水機能喪失	過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗
高圧注水・減圧機能喪失	過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋原子炉減圧失敗
全交流動力電源喪失	外部電源喪失＋交流電源喪失(DG－A,B)失敗＋高圧炉心冷却(HPCS)失敗
	外部電源喪失＋交流電源(DG－A,B)失敗＋高圧炉心冷却失敗
	外部電源喪失＋交流電源(DG－A,B)失敗＋圧力バウンダリ健全性(SRV再閉)失敗＋高圧炉心冷却(HPCS)失敗
	外部電源喪失＋直流電源(区分1, 2)失敗＋高圧炉心冷却(HPCS)失敗
崩壊熱除去機能失敗	過渡事象＋崩壊熱除去失敗
原子炉停止機能喪失	過渡事象＋原子炉停止失敗
LOCA時注水機能喪失	冷却材喪失(中破断LOCA)＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗
格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA)	格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)

内部溢水(1／2)

- 新規制基準では、地震による配管破断や、津波による浸水、消火活動における放水等により、原子炉施設内部で漏水事象が発生した場合においても、安全上重要な設備の機能が損なわれないよう、新たに内部溢水に関する規制が盛り込まれました。
- 2019年5月9日の審査会合において、これまでの審査会合で指摘を受けた、溢水影響評価対象設備の選定にあたっての具体的な考え方や、複数の安全機能が同時に喪失しないと網羅的に確認したこと等について説明しました。
- 2019年7月25日の審査会合において、屋外タンク等の溢水影響評価フローの見直しや、燃料プールのスロッシングによる溢水量の評価について説明を行いました。

内部溢水(2／2)

【内部溢水での評価, 確認内容】

- 防護対象設備の選定
- 溢水源の選定
- 溢水防護区域及び溢水経路の選定
- 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価
- 消火水の放水評価に用いる各項目の算出及び影響評価
- 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価
- 燃料プール等のスロッシングに伴う溢水評価
- 溢水防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価
- 建物外からの溢水影響評価
- 放射性物質を内包する液体の漏えい防止

火災について(1／2)

- 新規制基準では、発電所で起こりうる火災を考慮した、火災防護対策の強化が求められています。
- 2019年8月22日に外部火災、内部火災の影響評価に関してこれまで指摘を受けた事項について説明をしています
- 外部火災については、海水ポンプ各部位の直接輻射による影響評価を行った上で、直接輻射による影響と周辺空気の温度上昇による影響を比較し、評価の妥当性を説明するようにとのコメントを受けています。
- 内部火災については、全域ガス消火設備について、火災防護基準の要求である「早期の感知及び消火を行える設計」という観点から、自動起動及び中央制御室からの手動操作のメリット・デメリットをそれぞれ整理したうえで、起動方式について検討するようにとのコメントを受けています。

【島根原子力発電所の火災防護対策に関する主な対策(内部火災)】

項目	内容
火災の発生防止	<p>難燃ケーブルの使用</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器に使用するケーブルには、実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IEEE383（光ファイバケーブルの場合はIEEE1202）垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する。 核計装・放射線モニタ用の同軸ケーブルについても、実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IEEE383垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する。
火災の感知及び消火	<p>異なる感知方式（2種類）の火災感知器の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する機器等を設置する火災区域は、原則として、アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置する。 天井が高い箇所や引火性又は発火性の雰囲気を形成するおそれがある箇所のように周囲の環境条件により、アナログ式感知器の設置が適さない箇所には、誤操作防止を考慮した上で、非アナログ式感知器を設置し、十分な保安水準を確保する。（原子炉建物4階、取水槽等） <p>全域ガス消火設備の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域は、基本的に「煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域」として設定し、当該区域に必要となる固定式消火設備として、「全域ガス消火設備（自動又は中央制御室からの遠隔手動）」を設置する。
火災の影響軽減	<p>1時間又は3時間の耐火性能を有する隔壁等の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器（互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル）について、互いの系列間を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離する。 3時間以上の耐火性能を有する隔壁等を適用できない箇所は、互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知器及び自動消火設備を設置する。

竜巻(影響評価・対策)について(1／3)

- 新規制基準では、自然現象のうち、竜巻への対策が新設され、基準竜巻※1、設計竜巻※2を設定し、施設の安全性評価を行うことが求められています。
- 2019年5月9日、2019年6月27日および2019年9月12日の審査会合において、基準竜巻・設計竜巻の設定の妥当性、竜巻の風速特性の不確かさを踏まえた評価結果の保守性等について説明しました。

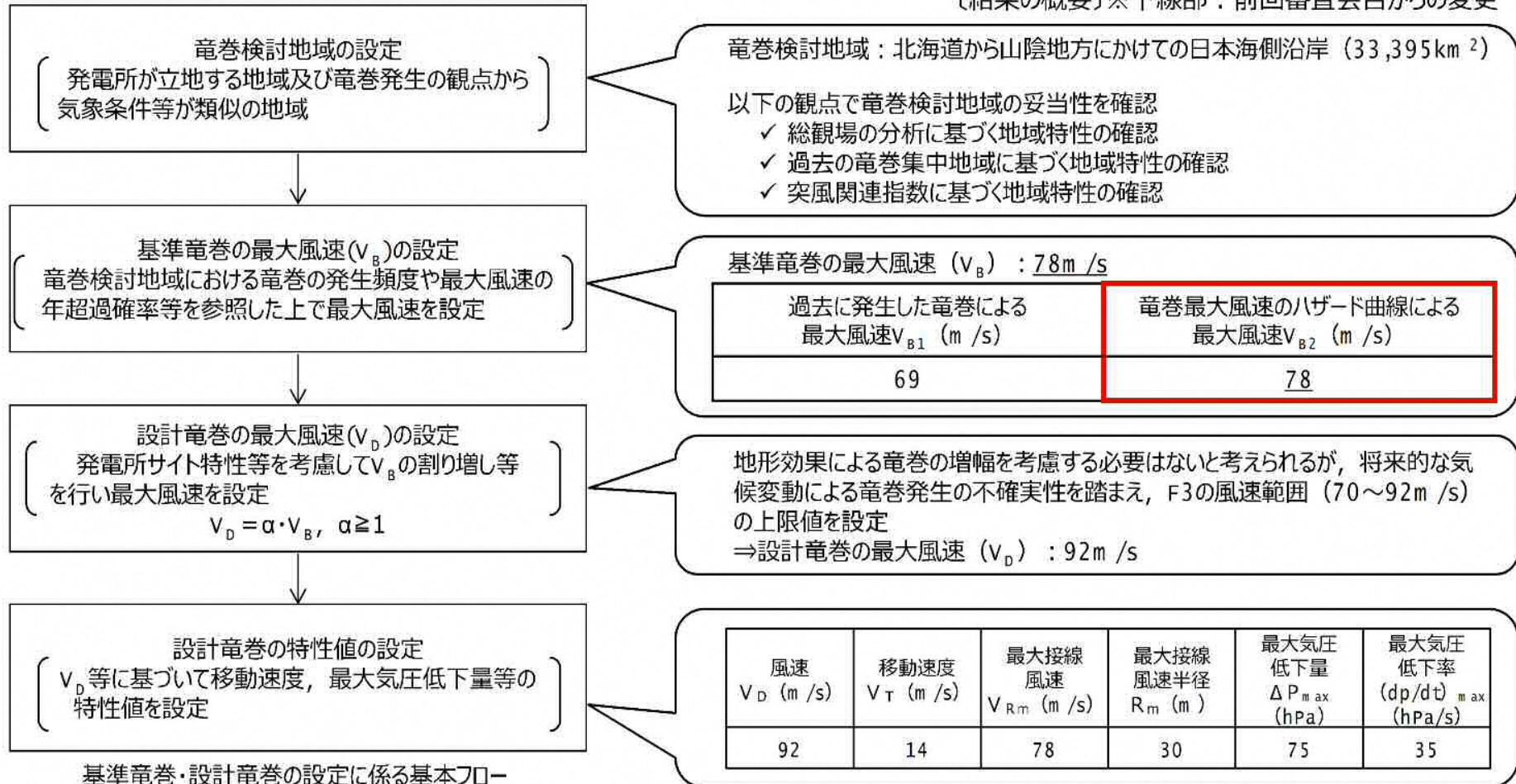
※1 基準竜巻：設計対象施設の供用期間中にきわめてまれではあるが発生する可能性があり、設計対象施設の安全性に影響を与えるおそれがある竜巻。

※2 設計竜巻：原子力発電所が立地する地域の特性(地形効果による竜巻の増幅特性等)等を考慮して、科学的見地等から基準竜巻に対して最大風速の割り増し等を行った竜巻。

竜巻(影響評価・対策)について(2/3)

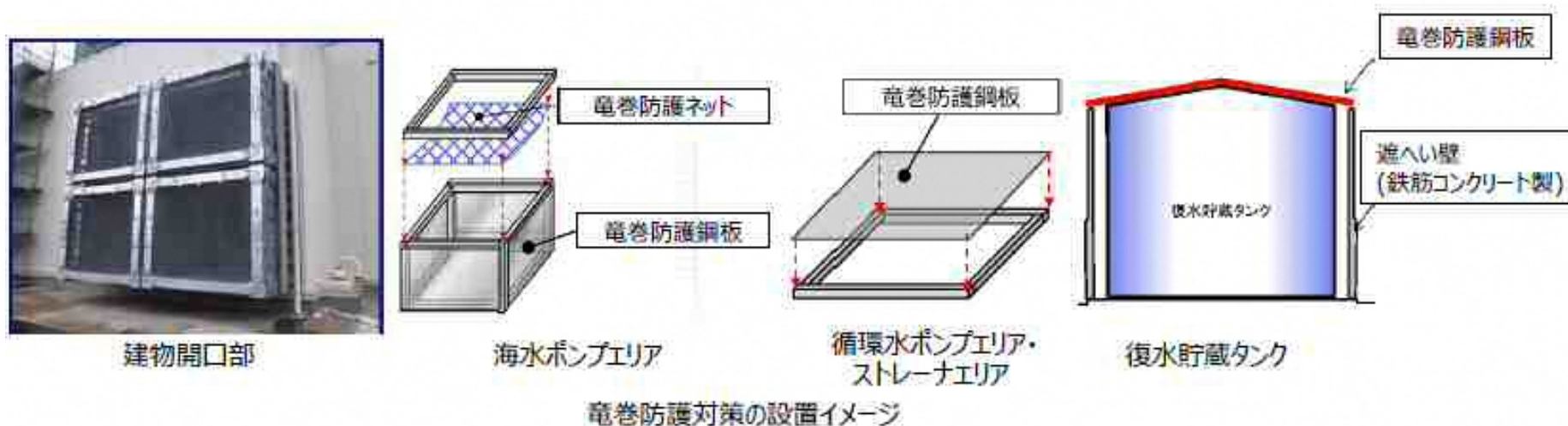
【基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー】

〔結果の概要〕※下線部：前回審査会合からの変更



○設計飛来物(鋼製材)によって損傷する可能性がある外部事象防護対象施設について、竜巻防護ネットの設置等の竜巻防護対策を実施します。

【島根原子力発電所の竜巻防護対策の設置イメージ】



島根原子力発電所における設計飛来物 (鋼製材)

飛来物	寸法(m)	質量(kg)	最大水平速度(m/s)	最大鉛直速度(m/s)
鋼製材	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	135	51	34

外部事象(1／3)

- 新規制基準では、外部からの衝撃(外部事象)による原子力発電所の安全性を損なうような損傷を防ぐことが求められています。
なお、外部事象には自然現象と人為的なもの(故意によるものを除く)が含まれます。
- 2019年4月4日, 2019年6月27日, 2019年7月2日および2019年9月12日の審査会合において, 台風や積雪などの自然現象, 飛来物(航空機落下)や船舶の衝突などの人為事象等, 設計上考慮すべき外部事象に対する影響評価及び対策の検討について説明するとともに, これまでの審査会合における指摘事項について回答しました。

自然現象に対する影響評価および対策の概要

自然現象	設定基準値	影響評価および対策の概要
洪水	—	発電所周辺の河川から距離が離れており、さらに敷地の周りは標高150m程度の山に囲まれていることから、洪水の影響を受けることはない
風（台風）	30m/s	安全施設について、風速30m/sの風荷重に対し、安全機能が損なわれないことを確認
凍結	-8.7℃	安全施設について、凍結（低温：-8.7℃）に対して凍結防止等の対策を行うことで安全機能が損なわれないことを確認
降水	77.9mm/h	安全施設について、降水（日最大1時間降水量：77.9mm/h）に対して構内排水路等の設備設計を考慮した上で、安全機能が損なわれないことを確認
積雪	100cm	安全施設について、積雪量100cmによる影響に対して、安全機能が損なわれないことを確認。除雪等の適用を適切に実施
落雷	150kA	安全施設について、電撃電流値150kAによる影響に対して、避雷設備を設置することで安全機能が損なわれないことを確認
地滑り	—	地滑り地形分布図を参照し、机上調査および現地調査の結果、地滑りによる安全施設の安全機能が損なわれないことを確認 土砂災害危険箇所において土石流が発生したとしても安全機能が損なわれないことを確認
生物学的事象	—	取水口に流入したくらはば、除塵装置（ロータリースクリーン）で捕獲 屋外装置の端子箱貫通部等へのシールにより、小動物の侵入を防止

人為事象に対する影響評価および対策の概要

人為事象	影響評価および対策の概要
飛来物 (航空機落下)	発電所周辺の航空路等の状況を考慮して落下確率を評価 島根2号炉への航空機落下確率(約 8.0×10^{-8} 回/炉・年)は、基準に定める評価基準(10^{-7} 回/炉・年)を下回るため、航空機落下に対する防護設計は不要
ダムの崩壊	発電所周辺のダムから距離が離れており、さらに敷地の周りは標高150m程度の山に囲まれていることから、ダムの崩壊による影響はない
有毒ガス	発電所周辺の石油コンビナート施設や航路から離隔距離が確保されていることから、有毒ガスによる影響はない
船舶の衝突	発電所は、周辺の主要航路(七類港～隠岐諸島)から約21km離隔しており、発電所は航路の進行上にはないことから、船舶が取水口に侵入する可能性は低い 取水口前面には防波堤等があり、防波堤等の港口付近での漁業は行われていないため、漁船等の小型船舶が漂流し港湾内に侵入する可能性は極めて低い 深層から取水していることから、仮に取水口側に船舶が侵入した場合でも取水路の閉塞はない
電磁的障害	低電圧の計測制御回路に対し絶縁回路の設置等の対策を行い、サージ・ノイズや電磁波の影響を受けにくい設計

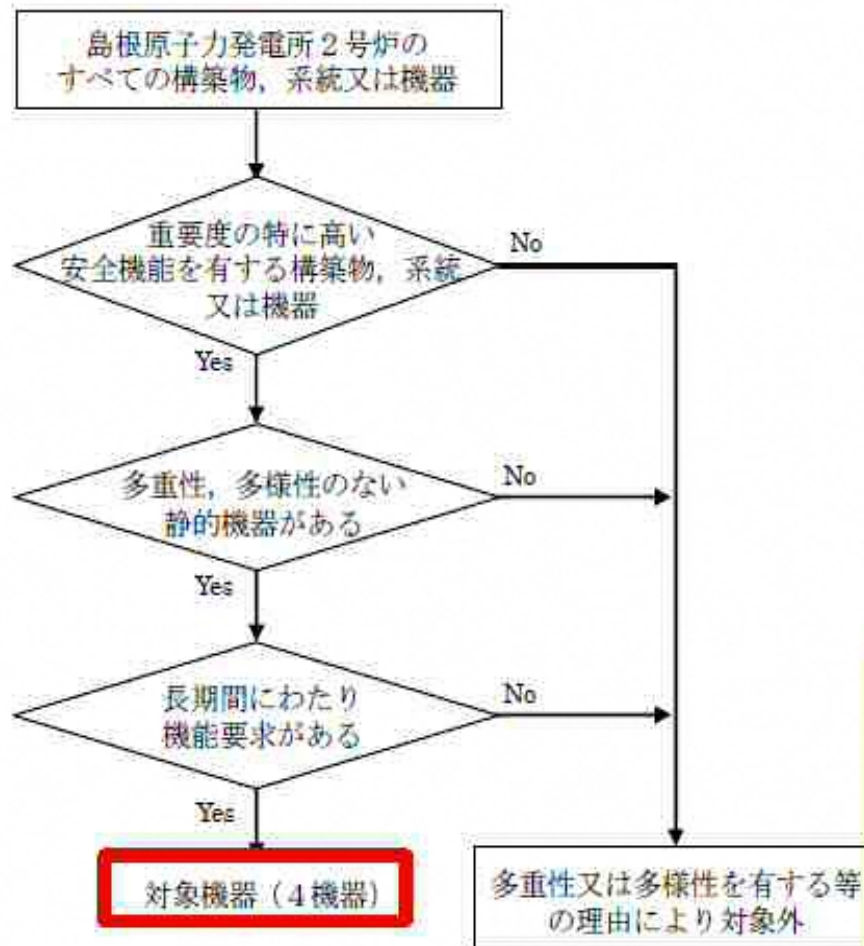
静的機器単一故障(1／2)

- 新規基準では、配管やフィルタ等事故後も長期間使用する静的機器の故障を仮定したとしても、その系統が安全機能を維持できる設計とするよう考え方が明確化されました。
- 2019年4月4日の審査会合において、非常用ガス処理系や中央制御室空調換気系について、想定される最も過酷な条件下においても、その単一故障が安全上支障のない期間に修復が可能であること、また、残留熱除去系については、単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できることを説明するとともに、これまでの審査会合における指摘事項について回答しました。
- 2019年7月25日の審査会合において、中央制御室換気系の排気ファンについて、隔離運転モード時の酸素濃度評価等から、重要度が特に高い安全機能※¹として必要な設備に位置付けていないこと等を回答しました。

※1 原子炉制御室非常用換気空調機能

静的機器単一故障(2/2)

【静的機器単一故障に係る設計上考慮が必要な機器の抽出】



【抽出された対象機器系統】

- 非常用ガス処理系
 - ・配管の一部
- 中央制御室空調換気系
 - ・ダクトの一部
 - ・非常用チャコール・フィルタ・ユニット
- 残留熱除去系
 - ・スプレイヘッダ (サプレッション・チェンバ側)

【基準適合性の判断基準】

抽出された3系統について、以下の条件のいずれかに該当することを確認

- ① 想定される最も過酷な条件下においても、その単一故障が安全上支障のない期間に除去又は修復できることが確実である場合
- ② 単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合
- ③ 単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できる場合

誤操作防止, 安全避難通路, 安全保護回路について

【誤操作防止, 安全避難通路, 安全保護回路の考え方】

○新規制基準では, 運転員の誤操作防止対策や, 万一の事故発生時に適切な措置がとれるよう, 避難通路の確保の考え方などが明確化され, 以下のとおり求められています。

- ・運転員の誤操作防止のために操作や識別のしやすいものであること
- ・電源が喪失した場合でも適切な措置が行えるよう, 避難通路に加え必要な操作や作業時に用いる作業用照明を確保すること
- ・原子炉を安全に停止する機能を持つ回路に不正アクセスされない対策を講じること

○2019年2月5日, 2019年6月27日の審査会合において, 中央制御室における運転員の誤操作防止や, 電源が喪失した場合の移動ルート, 事故対応用の照明や電源の確保, また不正アクセス防止等について説明しました。

共用設備について(1／3)

- 新規制基準では、原子力発電所内に2つ以上の発電用原子炉施設がある場合、重要安全施設※¹については、安全性を向上できる場合を除き、共用または相互接続しないこと、「重要安全施設以外の安全施設※²については、共用または相互接続する場合は安全性を損なわないものであること」が求められています。
- 2019年4月4日、2019年5月30日の審査会合において、島根原子力発電所1号機と中央制御室を共用することによる設備の安全性への影響、1号機の運転員が2号機のトラブル発生時に対応できるかについて、1号機の運転員も2号機の運転員と同様の訓練を受けており、2号機のサポートを行うことで安全性を向上できること等を説明しました。

※1 重要安全施設：安全性を確保するため、「止める」「冷やす」「放射性物質を閉じ込める」機能を有する設備。原子炉の緊急停止機能、原子炉停止後の徐熱機能、炉心冷却機能、放射線の遮へいおよび放出低減機能等。

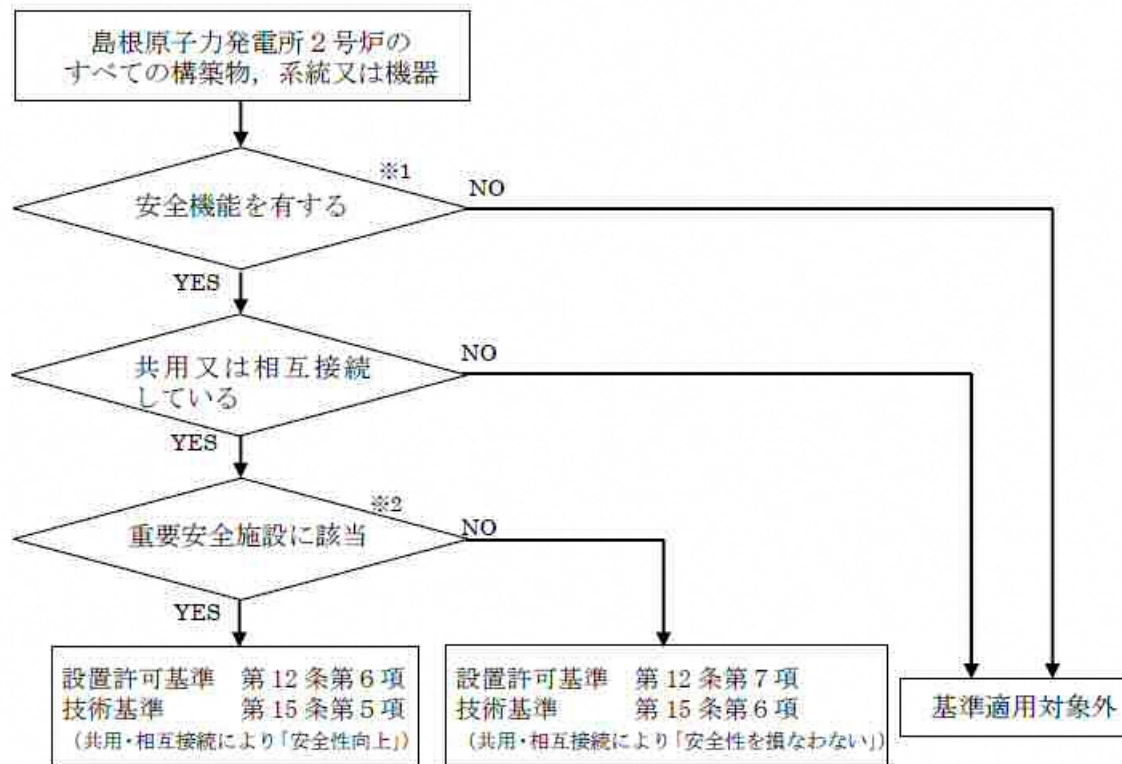
※2 安全施設：重要安全施設を除いた安全性を確保するための設備

共用設備について(2／3)

【共用・相互接続設備の抽出】

以下のとおり、共用・相互接続設備を抽出した。

- (1) 安全施設の抽出は、重要度分類指針に基づき実施した。
- (2) 許認可資料，系統図，単線結線図等を用いて，設備構成及び運用方法を確認し，共用又は相互接続している設備を抽出した。
- (3) 基準適合性について，以下の判断基準に基づき確認した。



【基準適合性の判断基準】

- 重要安全施設
当該施設に要求される安全機能を満たしつつ，共用又は相互接続することにより安全性が向上すること
- 安全施設（重要安全施設を除く）
共用又は相互接続することで，当該施設に要求される安全機能を損なわないこと

※ 1： 重要度分類指針に基づき安全機能の重要度を確認する。

※ 2： 設計基準対象施設に属する安全施設であって，設置許可基準規則第12条の解釈11に該当するものを抽出する。

共用・相互接続設備の抽出フロー

【基準適合性の確認結果(重要安全施設抜粋)】

設備	重要度分類	共用・相互接続により安全性が向上する理由
中央制御室	MS-1	<p>2号炉中央制御室は、以下のとおり要求される安全機能（プラント監視・運転操作）を確保しつつ、1号炉中央制御室と共用することで安全性が向上する。</p> <p>【安全機能の確保】</p> <p>安全性の確保に必要な監視・操作盤は1，2号炉それぞれ分離して設置しており、プラントの監視・運転操作に支障をきたすことはない。共通設備である送電系統等の監視・操作盤は、当該設備が機能喪失したとしても各号炉の安全性確保に必要な監視・運転操作に支障をきたすことはない。</p> <p>また、1，2号炉の監視・運転操作に必要な運転要員が滞在するために必要な居住性を確保できるよう、1号炉中央制御室も含めた空間容積を換気可能な2号炉中央制御室空調換気系や遮蔽設備を有しており、監視・運転操作に必要なスペースを確保している。</p> <p>【安全性の向上】</p> <p>○運転要員の融通等</p> <p>1号炉は廃止措置段階であることを踏まえ、1，2号炉それぞれに必要な運転要員を確保する。</p> <p>1，2号炉の操作盤はできる限り操作性を統一して設計しており、運転要員は、1，2号炉いずれも運転操作が可能なが相互に異動しながら育成してきた。2号炉運転段階における1号炉運転要員は、社内規程に基づき2号炉運転要員と同じ教育・訓練を受けることで、2号炉運転要員と同じ力量を有していることを要件とする。これにより、2号炉運転要員のみでも事故時等の対応は可能であるものの、1号炉運転要員も2号炉運転要員の力量を有していること、また、共用により1，2号炉中央制御室を自由に行き来できる空間とすることにより、情報の把握や運転要員の融通が容易となることで、2号炉のサポートがスムーズに行うことが可能となり、運転段階の2号炉の安全性向上につながる。</p> <p>○共通設備の監視・操作の一元化等</p> <p>送電系統等の共通設備については、当該設備の監視・操作盤についても中央制御室内に配置しており、監視を一元的に行い、操作の重複を回避できるなど、効率的で確実な運用が可能である。</p>

【全交流動力電源喪失対策設備】

- 新規制基準では、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が、交流動力電源設備から開始されるまでの間にも、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備の動作に必要な容量を有する蓄電池等を設置することが求められています。
- 2019年2月5日、2019年6月27日の審査会合において、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が、交流動力電源設備から開始されるまでの約8時間に対し、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備の動作に必要な容量を有する蓄電池等の設置等について説明しました。

◎必要な非常用蓄電池

種類	組数	容量
鉛蓄電池 (浮動充電方式)	所内用 2組	A系 約1,200Ah B系 約4,500Ah
	高圧炉心スプレイ系用 1組	約 500Ah
	原子炉隔離時冷却系用 1組	約1,500Ah
	原子炉中性子計装用 2組	各 約 90Ah

燃料体等の取扱施設および貯蔵施設(1/2)

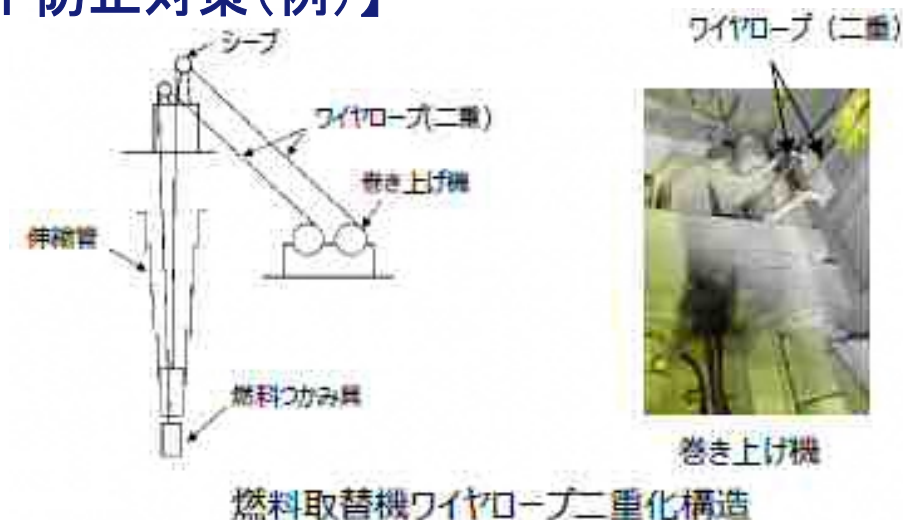
○新規基準では、燃料体等※の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においても、機能が損なわれないものとすることが求められています。また、外部電源が利用できない場合においても、燃料プールの水温や水位等を示す設備が監視可能な状態であることなどが求められています。

※通常運転時に使用する燃料体または使用済燃料

○ 2019年4月4日、2019年5月30日の審査会合において、燃料プールに落下するおそれのある重量物を抽出し、適切な落下防止対策を実施することで燃料プールの機能が維持されること、外部電源が利用できない場合においても、非常用所内電源設備からの受電により、燃料プールの水温や水位等が計測できるようにすることなどを説明しました。

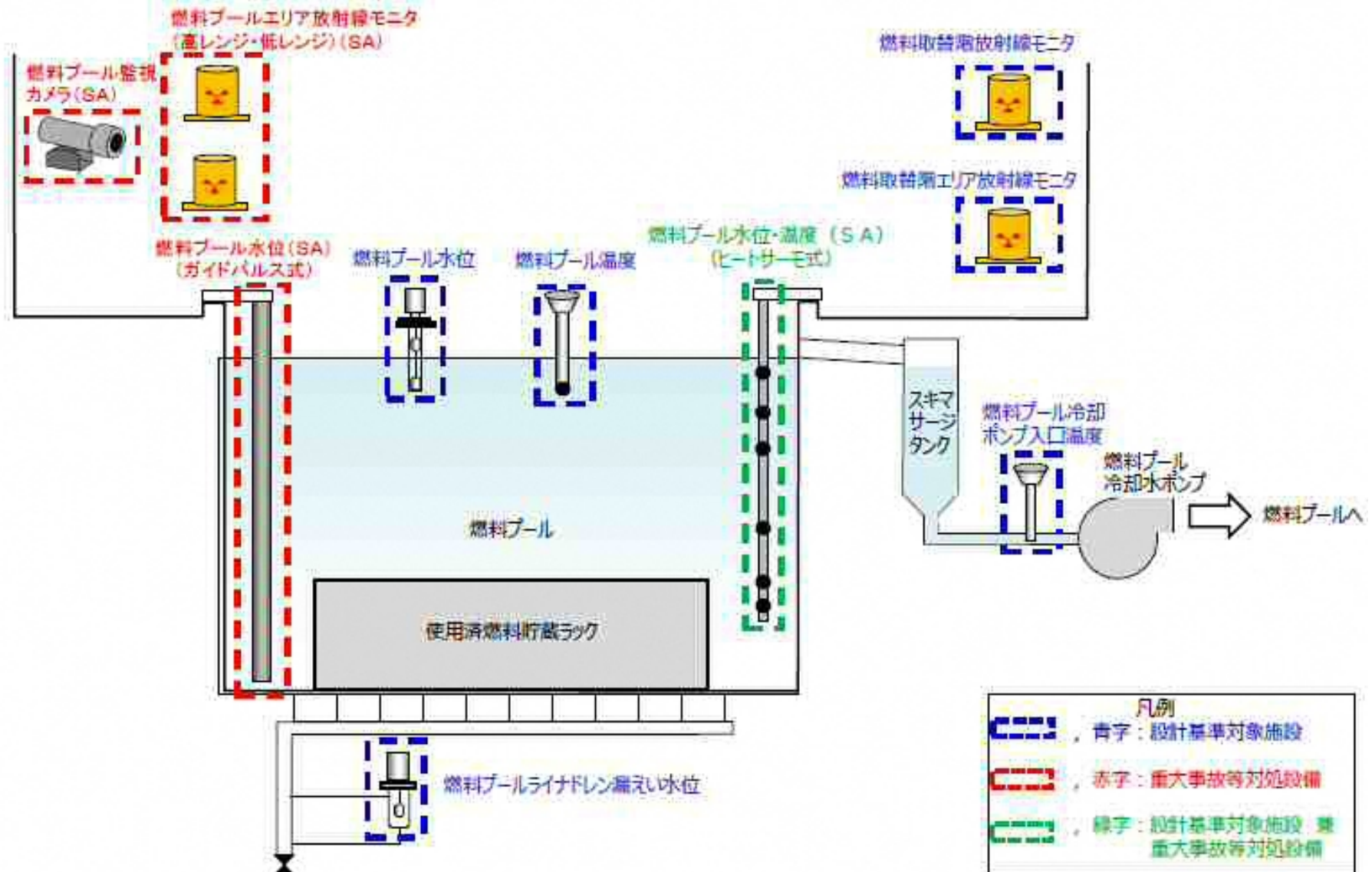
【燃料取替機に吊るされる重量物の落下防止対策(例)】

- ・駆動用電源喪失時に自動的にブレーキがかかる設計とし、燃料つかみ具の駆動用空気が喪失した場合にも、吊荷が落下するのを防止する設計とする。
- ・ワイヤロープを二重化することで、仮にワイヤロープが1本切れた場合でも、残りのワイヤロープで重量物が落下せず、安全に保持できる構造とする。



燃料体等の取扱施設および貯蔵施設(2/2)

【重大事故等対策設備を含めた燃料プール監視設備の概略】



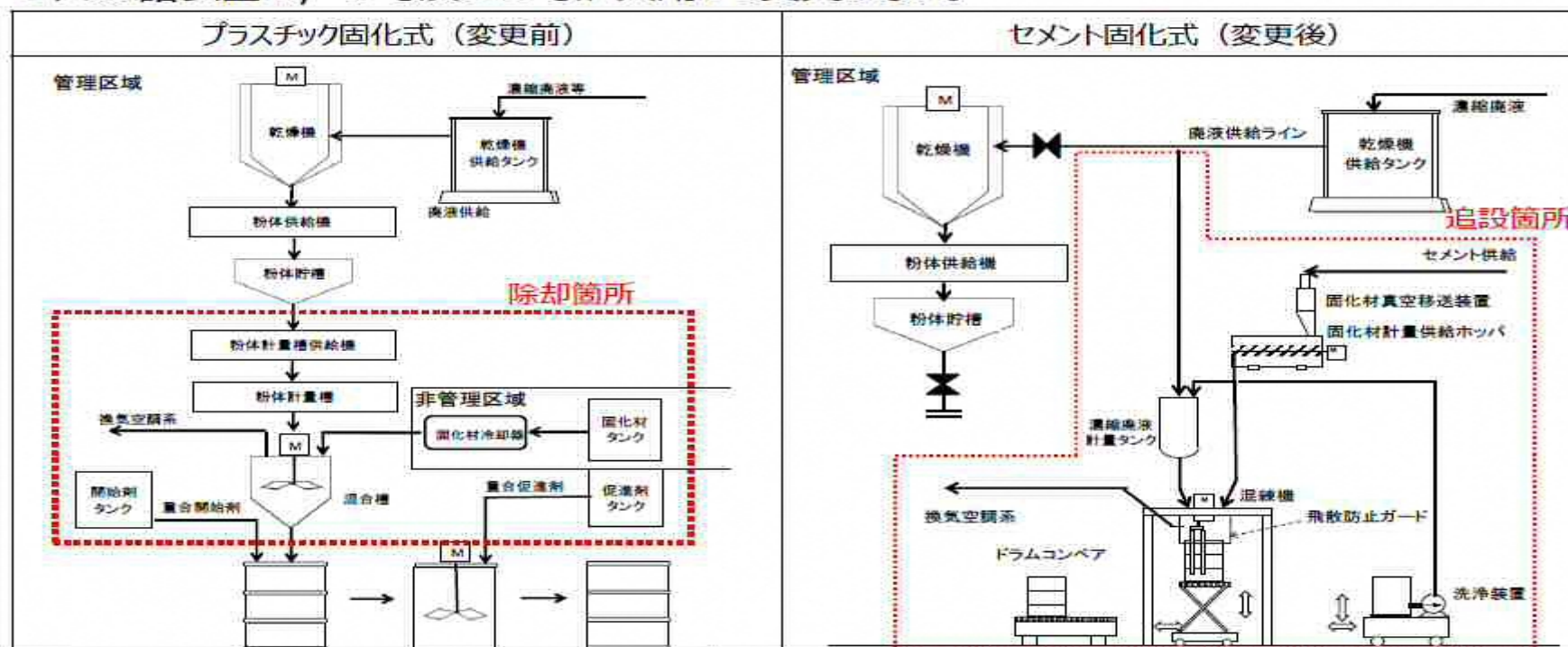
燃料プール監視設備全体概略図

放射性廃棄物の処理施設について(1/2)

49

- 設置許可基準規則では、固体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあつては、放射性廃棄物を処理する過程において放射性廃棄物が散逸し難いものとする設計であることが求められています。
- 2019年3月14日, 2019年5月30日, 2019年7月25日の審査会合において, 放射性廃棄物の処理施設で, 放射性廃棄物をドラム缶に詰める際に使用しているプラスチック固化材は可燃物であるため, 固化材タンクで 火災が発生した場合の建物への影響や重大事故等が発生した際の現場作業への影響を考慮し, 固化材を「セメント」に変更すること, 変更により作業員への放射線被ばくの影響の度合い及び固体廃棄物貯蔵設備の位置付けに変更がないことを説明しました。

- ドラム詰装置で使用する固化材を「プラスチック」から「セメント」に変更する。
- これに伴い, セメント固化専用の機器を追設する。
- ドラム詰装置は, 1号及び2号炉共用から変更はない。



【固化材の変更による作業員への放射線被ばくの影響について】

○固化体製作時における放射線業務従事者が放射線を受ける作業は、主にドラム缶を輸送用トラックに積み付けるタイミングです。積み付けするドラム缶の発生量はセメント固化方式により5倍に増加しますが、表のとおり表面線量当量率が1/5に低下するため、作業に伴い放射線業務従事者が受ける線量はほぼ同じです。

表 固化方式の違いによるドラム缶表面線量当量率

固化方式	ドラム缶発生量	濃縮廃液発生量	放射能濃度*2	放射エネルギー		表面線量当量率*4	被ばく線量*5
	本/年			Bq/cm ³	Bq*3		
プラスチック	80	55	3.8E+04	2.1E+12	2.6E+10	4.0E+03	1.6E+05
セメント	400*1				5.3E+09	8.1E+02	1.6E+05

* 1：洗浄廃液の発生量（100本）は、放射能濃度が低く被ばく線量に影響を与えないため、評価対象外とした。

* 2：遮蔽設計上の放射能濃度

* 3：放射能濃度×濃縮廃液発生量

* 4：表面線量当量率は簡易評価により計算

表面線量当量率＝放射エネルギー（Bq/本）×実効線量率定数÷ドラム缶表面積（約2m²）

（実効線量率定数：0.305μSv・m²・MBq⁻¹・h⁻¹（Co-60）【出典：アイソトープ手帳11版】）

* 5：被ばく線量は距離による低減効果を見込まずに表面線量当量率に1本あたりの積み付け作業時間約0.5h/本を乗じて計算

【固化材の変更に伴う固体廃棄物処理系の各設備の位置付けについて】

○固化材の変更に伴い、処理、貯蔵経路を見直します。しかしながら、各固体廃棄物の処理方針（原子炉浄化系及び燃料プール冷却系の使用済樹脂等は中深度処分施設へ搬出すること、復水系、液体廃棄物処理系の使用済樹脂等はこれまでどおり焼却処分すること）に変更はないため、固体廃棄物処理系の各設備の位置づけに変更はありません。

2. 島根原子力発電所 線量当量率測定記録等の廃棄について

1. 事象概要(1/2)

- 2019年5月16日、実用炉規則第67条(記録)ならびに原子炉施設保安規定第119条および第189条(記録)において、10年間保存しなければならない記録のうち、以下の2012年度(平成24年度)分の線量当量率測定記録等について、誤って保存期日前に(5年間保存で)、廃棄されていることを確認した。

〔廃棄した2012年度(平成24年度)分の線量当量率測定記録等〕

- ①線量当量率測定記録, ②線量当量測定記録
③空気中の放射性物質濃度測定記録, ④表面汚染密度測定記録

※ 線量当量率測定記録等は、放射線業務従事者の線量管理を容易かつ確実に実施できるよう区域管理を適切にし、放射線業務従事者の不要な被ばくを防止するため、都度作成するものであり、各測定値については社内規定で定める管理目標値を満足していることを確認するものである。

- ・線量当量率 : 単位時間あたりの線量(mSv/h) [エリアモニタにて測定]
- ・線量当量 : 空間における積算線量(mSv) [積算線量計にて測定]
- ・空気中の放射性物質濃度 : 単位体積あたりの放射エネルギー(Bq/cm³) [空気をダスト集塵装置により集塵後、ろ紙をサーベイメータで測定]
- ・表面汚染密度 : 単位面積あたりの放射エネルギー(Bq/cm²) [スミヤ採取後、ろ紙をサーベイメータで測定]

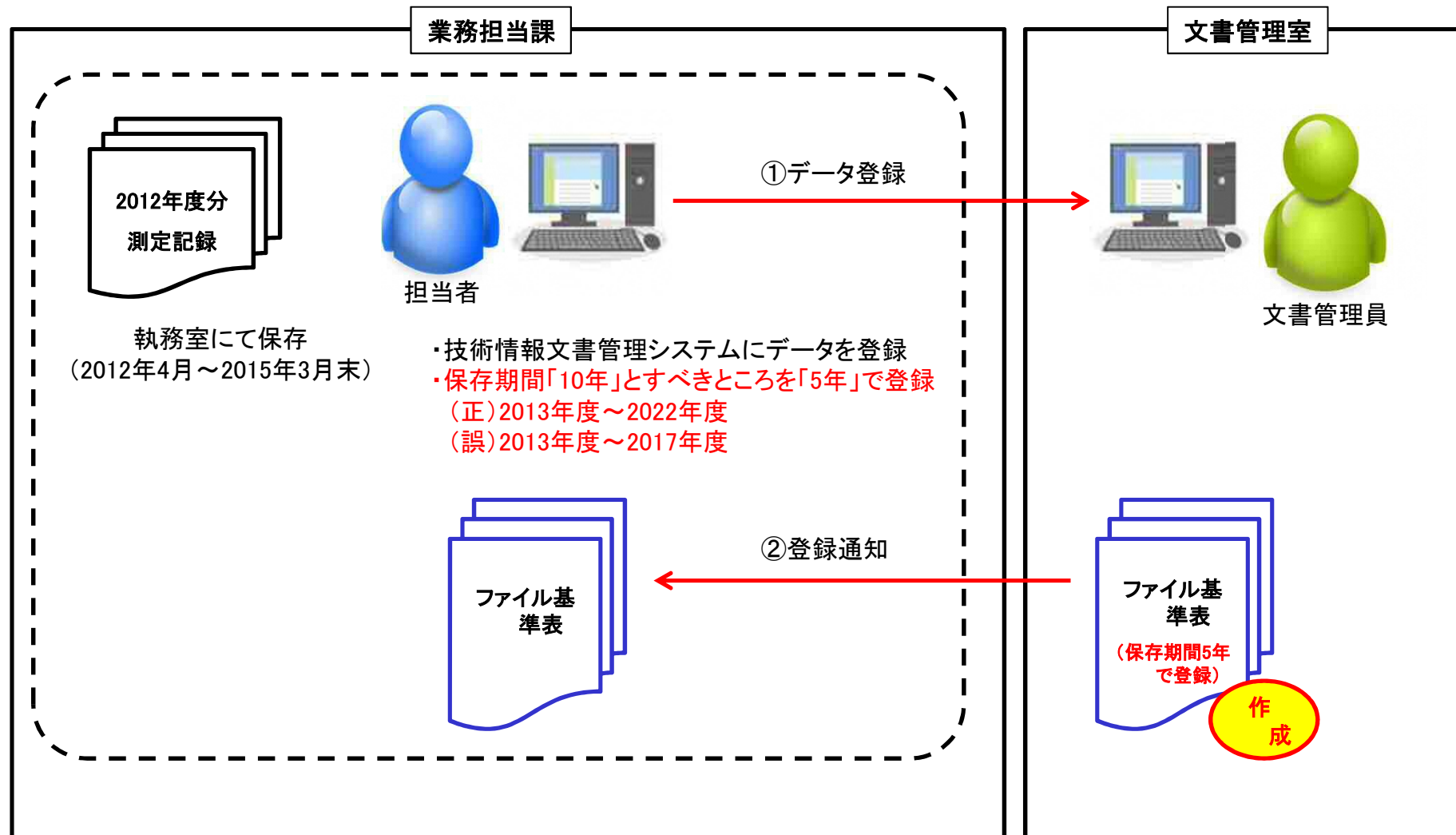
- 保存対象期間内となっている2009年度(平成21年度)以降の線量当量率測定記録等について、現物確認を実施し、廃棄した2012年度分の記録を除き、全ての線量当量率測定記録等が保存されていることを確認した。

- 本事象については、当社より、2019年5月16日(令和元年度 第1四半期の保安検査期間中)、島根原子力規制事務所に報告した。

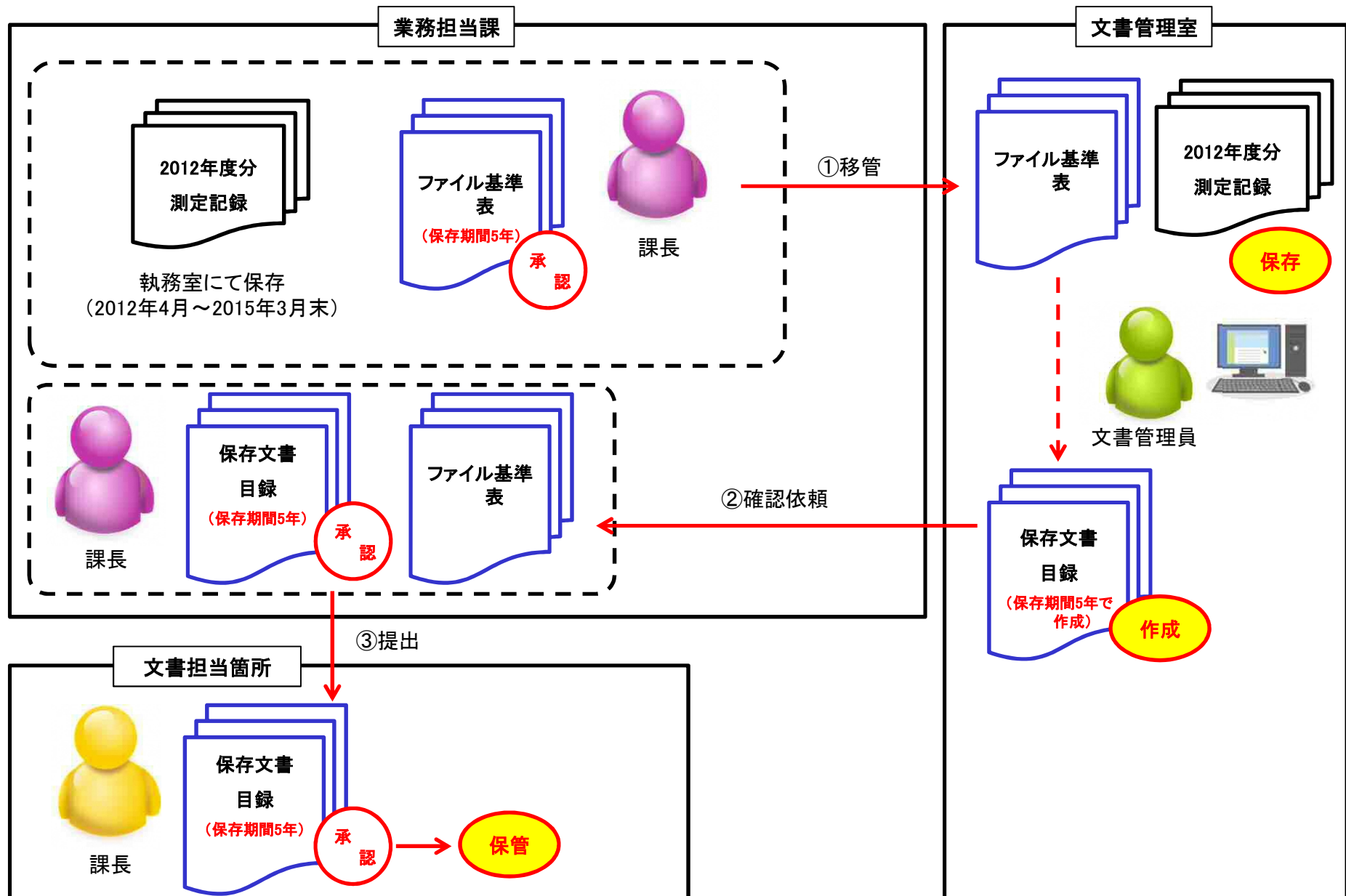
1. 事象概要(2/2)

- 本事象は、第23回原子力規制委員会(2019年8月21日)において、「令和元年度 第1四半期の保安検査の実施状況等について」にて、以下のとおり報告された。
 - 本事案は、実用炉規則第67条(記録)第1項並びに保安規定第119条及び第189条(記録)に違反しているが、事業者は当該記録の代替となる記録の有無を確認中であることから、その状況を確認した上で違反区分を確定することとする。
- 現在、令和元年度第2四半期の保安検査において、廃棄した線量当量率測定記録等の再作成の状況等について確認頂いているところ。
 - 当該記録が廃棄により保管されていなかったため、測定記録として保存していた電子データ、エリアモニタチャート、ダストモニタチャートおよび廃棄した記録の写しを用いて、記録の再作成を行った。
- 今後、原因分析を踏まえて策定した再発防止対策を、計画的に実施していく。

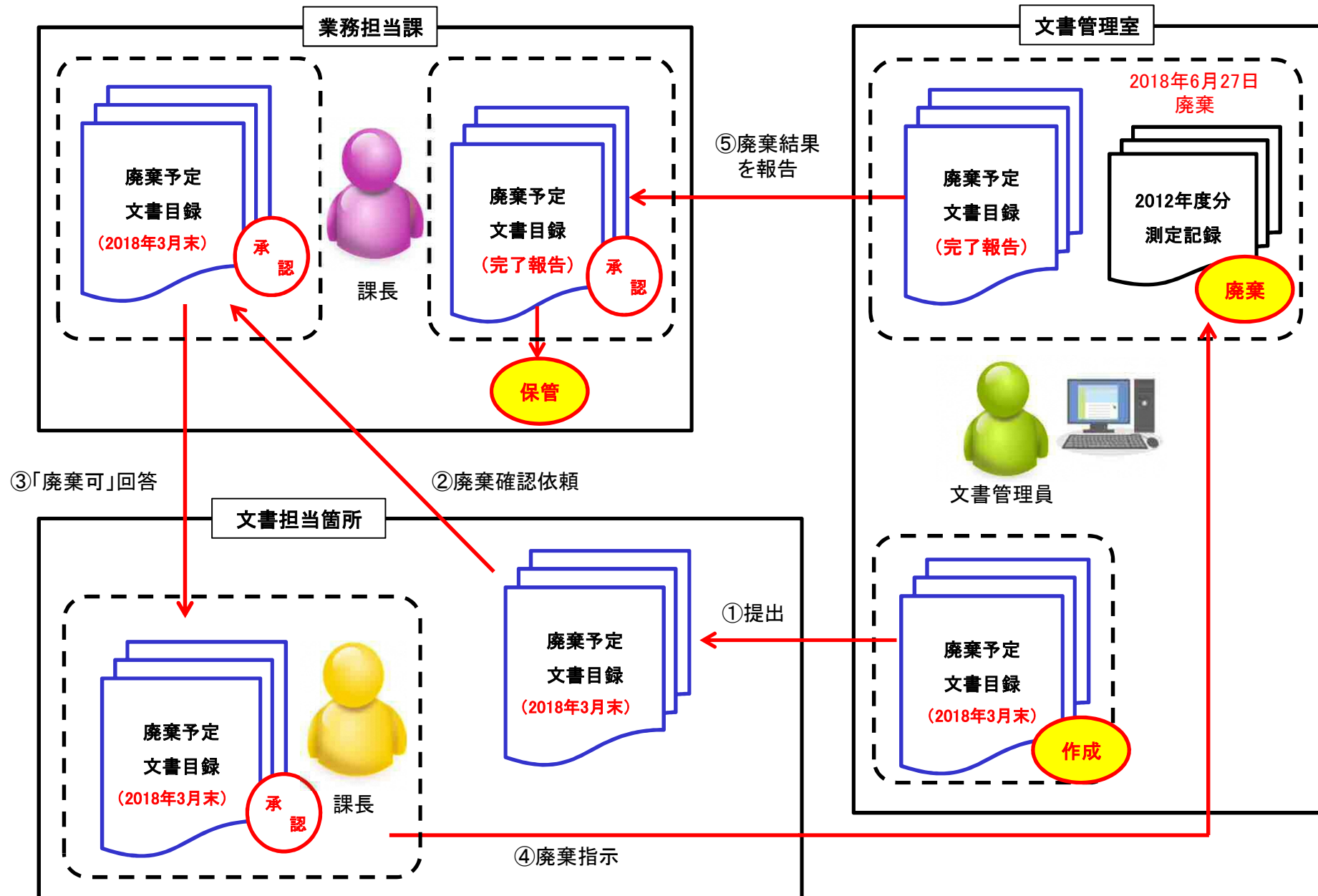
2. 事象経緯＜文書登録(2015年)＞(1／3)



2. 事象経緯<文書登録(2015年)>(2/3)



2. 事象経緯<文書登録(2015年)>(3/3)



<メ モ>
