

「もんじゅ」廃止措置第2段階について

（案）

2021年●月●●日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

(案)

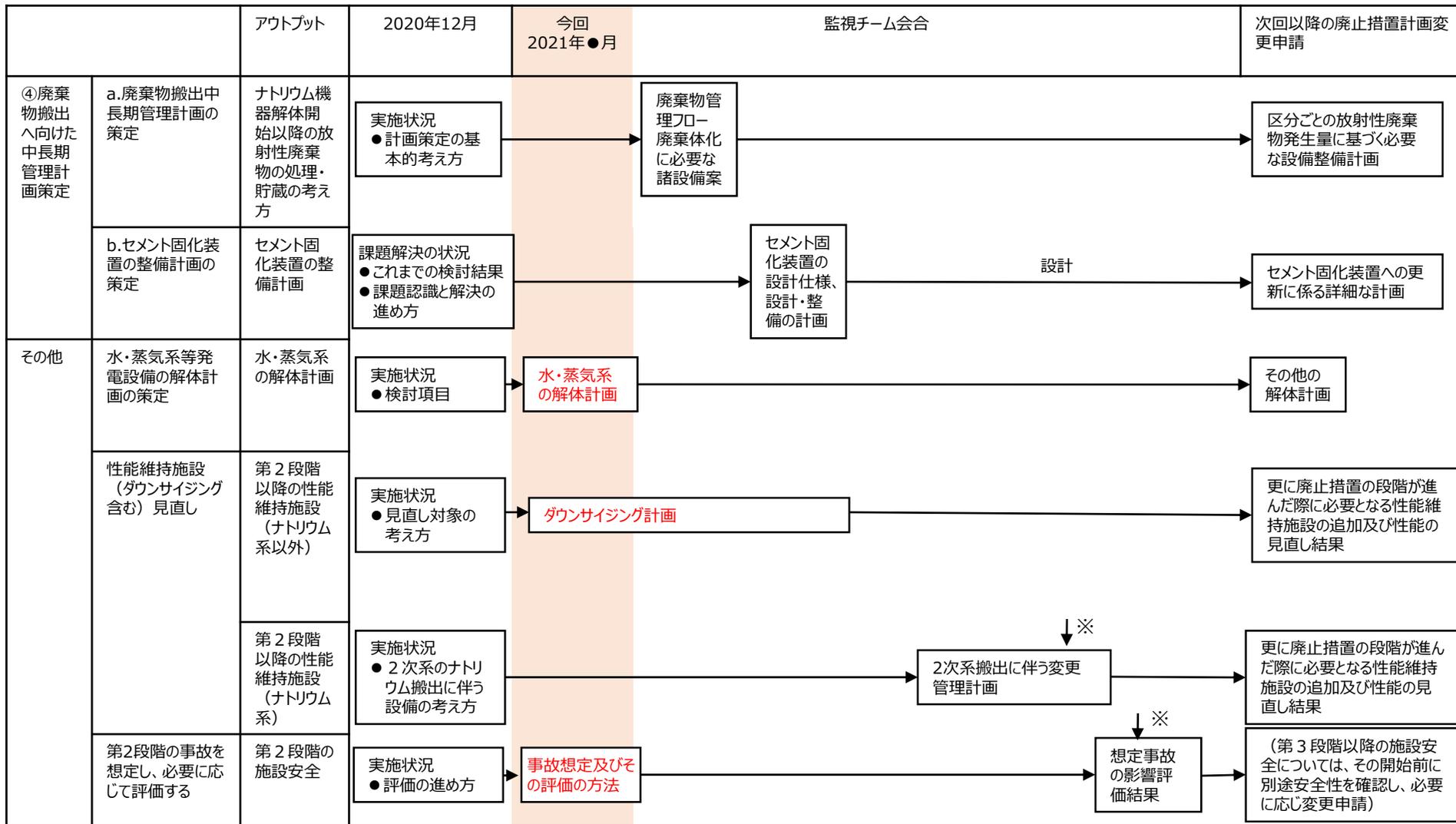
今回の説明範囲 (1/2)

| | | アウトプット | (2020年12月) | 今回 2021年●月 | 監視チーム会合 | 次回以降の廃止措置 計画変更申請 | |
|-------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| 全体 | | 廃止措置計画変更申請書 (案) | 課題・課題解決スケジュール | | | 廃止措置計画変更申請書 (案) | |
| ①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等) | a.1次系等ナトリウムドレンまでの計画策定 | プラント運用計画 | R/V、EVSTナトリウムのドレンタイミング (結論:しゃへい体取出し後) ● タイミングの安全上の考え方 ● 付随する課題 | ● 付随する課題の検討結果 | 構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性の検討、他 | | |
| | b.ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定 | 1次系、EVST系 | 余剰ナトリウムの取扱い (結論:ナトリウムドレン後、余剰ナトリウムを液体で保管) ● 液体での保管の安全性・合理性 | 搬出手順の概要 課題・課題解決の見通し | 復旧・改造設備の設計要求 | 設計 | 主要設備の技術基準適合性 休止設備の復旧方法 付帯設備及び総合的な安全対策 |
| | | 2次系 | 復旧・改造設備の安全性 | | | | |
| | ②大型ナトリウム機器の解体計画策定に向けた開発 (2次メンテナンス冷却系の解体) | a.ナトリウム機器の試験解体及び技術課題解決のための計画策定 | 2次メンテナンス冷却系の解体計画 (解体方法、安全措置) | 主系解体に至る経験反映の考え方 ● 技術基盤構築の手順 | 2次メンテナンス冷却系の解体を通じたデータ取得計画 | 2次メンテナンス冷却系の解体工法及び、安全措置 | |
| | | 技術課題対応計画の成果 (次回以降の廃止措置計画の変更申請に反映) | 既知の課題認識 (例:残留ナトリウム) ● 既知の課題・課題解決の方向性 | 残留ナトリウムの処置 安定化等の課題・課題解決見通し | | 主系の解体工法及び、安全措置 | |
| ③汚染の分布の評価の継続及び必要な取り組み | 汚染の分布の評価結果 (解体に伴う作業安全、区分毎の放射性廃棄物量) | 実施状況 ● 評価手法、条件等 | | 評価継続 | 中間結果 サンプリング調査の課題 | (サンプリング) 解体時の被ばく管理 廃棄物管理 | |

注) 検討状況に応じて課題の追加、順序の見直しの可能性がある。

(案)

今回の説明範囲 (2/2)



注) 検討状況に応じて課題の追加、順序の見直しの可能性がある。

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 廃止措置計画全体を俯瞰しつつ、1次主冷却系、原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽の早期ドレンを行う（方針A）
- ◆ 課題を踏まえ、以下を検討する必要がある
 - (1) 原子炉容器及び炉外燃料貯蔵槽が保有しているナトリウムをドレン後にしゃへい体等を取り出すか又は短期間にしゃへい体等を取り出した後にナトリウムをドレンするかを選択すること
 - (2) 一部であってもナトリウムの早期ドレンの可能性を探り、付随する課題を解決すること

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- (1) 第2段階開始とともにナトリウム中でしゃへい体等の取出しを実施した後に原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽のナトリウムをドレンし、ナトリウム漏えいリスクを低減する方法を選択【2020年12月監視チーム資料参照】

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- (2) 1次主冷却系配管内のナトリウムを早期にドレンするため①原子炉容器ナトリウム液位を下げる運用、炉外燃料貯蔵槽のナトリウムを早期にドレンするため②しゃへい体等取出しの設備運用の見直しの検討結果
- (3) また、③構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性の検討状況や④これまで検討を踏まえたしゃへい体等の取出し工程等

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

「説明骨子」

<原子炉容器ナトリウム液位を下げる運用：実施する>

- ① ナトリウム化合物を形成する可能性は低く、160℃以上であるため金属ナトリウムの凍結の恐れはない。
- ② 温度分布による熱膨張差を考慮することでしゃへい体取出し時の位置決め精度を担保可能。

<しゃへい体等取出しの設備運用の見直し（EVSTバイパス取出し）：実施しない>

- ① 燃料出入機本体Aグリッパの駆動テープに付着したナトリウムが化合物を形成した場合、分解点検が不可避であり機器不具合・工程遅延のリスクが大きい。

<模擬燃料体のドレン性>

- ① 追加課題解決のため模擬体のドレン性に係る実験を行う。合わせて解決の見通しを得る計画を●●までに策定

<1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定>

- ① 1次系等ナトリウムのドレンまでの具体的な計画の策定で、模擬体のドレン性に係る課題解決見通しを考慮ししゃへい体等取出しの期間を決定する

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 1次系、2次系ナトリウムを搬出する具体的な設備の復旧・整備を行う（方針A）
- ◆ 課題の解決に際して、設備運転、ドレン、保管、搬出の段階に応じてナトリウム漏えいリスクの形態・範囲が変化することを考慮する必要がある

1次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

【個別課題】

- (1) 既設タンクの容量を超えるナトリウム（総余剰量約340m³）の保管方法を定めること
- (2) 既設建物内かつ管理区域内に搬出設備を整備すること

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- (1) 追加タンクの設置場所の確保や廃棄物の増加の問題があるため、既設タンクの容量を超えるナトリウムは当初設計の通り原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽に液体で保管する【2020年12月監視チーム資料参照】

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- (2) 1次系ナトリウムの搬出設備設置にかかる概要

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

「説明骨子」

<1次系等ナトリウム搬出ルート検討の考え方>

- ① A)放射性物質の漏えい防止（管理区域限定）、B)放射性廃棄物発生量の低減（既設設備の利用）、C)ナトリウム漏えいリスク低減（距離・改造有無）の3つの観点で搬出ルートを検討する。
- ② 搬出開始時点で、1）既設タンクと2）原子炉容器に存在する1次系ナトリウム、3）既設タンクと4）EVST内に存在するEVST系ナトリウムをサイト外へ安全かつ合理的に搬出することが目標。

<1次系等ナトリウムの搬出方法>

- ① 1）～4）の4か所にそれぞれ設備を設置してナトリウムを搬出することはB)及びC)の観点で望ましくない。
- ② 原子炉容器及びEVST内のナトリウムは既設設備を用いて既設タンクを介してISOタンクへ移し替えて搬出する。

<1次系等ナトリウムの抜き取り箇所と搬出ルート案>

- ① 現時点で以下の2案を検討中。
 - 1次系ナトリウムを1次ナトリウム補助設備の配管より格納容器内に設置するISOタンクへ移送し、ISOタンクを燃料出入機通路を介して外へ搬出（C/V案）＋EVST系ナトリウムをEVST補助設備からナトリウム供給設備配管を介してISOタンクへ移送し、ISOタンクを機器ハッチを介して外へ搬出（A/B案）
 - 上記の一方を採用し、他方のナトリウムをナトリウム供給設備配管を介して移送（Mix案）
- ② 共通の課題は移送タンク搬出入ルートの確保、汲み上げ配管の敷設、ISOタンク搬出時の落下リスク低減等である。これらの課題解決方法について検討中。

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 1次系、2次系ナトリウムを搬出する具体的な設備の復旧・整備を行う（方針A）
- ◆ 課題の解決に際して、設備運転、ドレン、保管、搬出の段階に応じてナトリウム漏えいリスクの形態・範囲が変化することを考慮する必要がある

2次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

【個別課題】

- (1) 既設タンクに保管中のナトリウムを搬出する際のナトリウム漏えいリスクを低減すること
- (2) 既設建物内に搬出設備を整備すること

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- (1) 既存の一時保管用タンクに搬出容器（ISOタンク）を接続し2次系ナトリウムを搬出する休止前にナトリウム漏えいリスクへの対応機能を有していた2次系設備を復旧し、既存の一時保管タンクを経由して既設タンクに保管中のナトリウムを搬出する
既存の一時保管用タンクから離れた位置に設置されている炉外燃料貯蔵槽冷却系のナトリウムの搬出方法を検討中
- (2) ナトリウム搬出方法を具体化する設備要求（安全対策設備を含む）を検討中

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- (1) 炉外燃料貯蔵槽冷却系のナトリウムの搬出方法
- (2) 設備復旧、2次系ナトリウム搬出に関わる設備要求（安全対策設備を含む）

「説明骨子」

< 炉外燃料貯蔵槽冷却系ナトリウムの取扱い >

- ① 炉外燃料貯蔵槽冷却系のナトリウムは既設のドレンタンクにドレンされている。
- ② 廃棄物発生量低減の観点から、建設時に使用したナトリウム供給設備に接続されているEVST 2次補助系配管の改造と、ナトリウム供給設備からISOタンクへの移送用配管を敷設し、EVST 2次補助系電磁ポンプによりISOタンクに直接移送する。但し、既設設備の容量不足や復旧配管等の状態から直接移送に課題がある場合は、ナトリウム供給設備を改造し課題解決を図る。なお、非放射性ナトリウムの早期搬出を目指す場合、炉外燃料貯蔵槽冷却系ナトリウムを2次系ナトリウムと同時搬出することが望ましい。しかしながら炉外燃料貯蔵槽冷却系のナトリウム保有量は 10m^3 （2次系 760m^3 ）に満たないためナトリウムの合理的（移送距離、漏えいリスク）な搬出を目指すのであれば1次系と合わせて移送する方法もあるため、更なる検討を実施中。

< 2次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧 >

- ① 移送のためにナトリウムを通液する範囲のみ復旧する。原則、通液する範囲からみて第1止め弁の予熱ヒータを「切」にてフリーズシールを形成しバウンダリを確保する。
- ② そのため、廃止措置計画にて性能維持施設として復旧する範囲・期間を明確にする。

< 2次系ナトリウム搬出に向けた設備設計の考え方（詳細） >

- ① ナトリウムを内包する機器は、ナトリウムと空気の接触防止を講じるよう、既設の考え方に基づき設計する。
- ② 耐震についても既設の考え方に基づき、大量の液体ナトリウムを内蔵する設備としてBクラスとする。
- ③ 火災に対する安全確保の観点からナトリウム漏えい時の化学反応の影響抑制対策を講ずる。
- ④ ISOタンクは移送容器として国際規格の認証を受ける。更にISOタンクへナトリウムを移送中に地震が発生した場合を想定し、ISOタンクの横滑りや転倒による他機器への影響を防止するよう治具を敷設する。
- ⑤ ISOタンクはナトリウムを受け入れ後、既設設備と切り離して搬出するため、既設設備との取り合い部は着脱できるようフランジ構造となる。このため、ナトリウム漏えいが発生するリスクが残る。

よって、以下のナトリウム漏えいに対し、影響緩和策をとる。

微少漏えい： 接続部をプラバック等で覆い、ナトリウム漏えい時の飛散防止を図る。

大漏えい： 鋼製受皿、窒素注入設備、漏えい検出器、ナトレックスを準備、及び運転員による移送停止措置を実施する。

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 水・蒸気系等発電設備の解体撤去の計画を策定する（方針C）
- ◆ 水・蒸気系等発電設備は現在でも解体撤去が可能である一方、設備の中には2次系や第3段階まで性能を維持すべき設備と取合う機器も存在する
- ◆ このため、現時点で安全に解体撤去可能な範囲を明確にしたうえで、第2段階において解体撤去を進める必要がある（残る設備は第3段階に解体撤去）

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- ◆ 水・蒸気系等発電設備の解体撤去の範囲、作業エリア、安全対策等の計画を検討中

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- ◆ 水・蒸気系等発電設備の解体撤去の範囲、作業エリア、安全対策を説明

「説明骨子」

- ① 第2段階より水蒸気系等発電設備の解体を開始する
- ② 2次系ナトリウムはドレン済みであるものの、配管内面の残留ナトリウムの前処理技術開発・準備と並行して先ずタービン建物（非管理区域）にある水蒸気系を解体し、その後、残留ナトリウム前処理等を行ったうえで蒸気発生器等の原子炉補助建屋にある水蒸気系を解体する。
- ③ タービン建物には、性能維持中の設備が存在しており、解体にあたっては、性能維持中の設備（2次主冷却系や補助蒸気設備）に影響を及ぼさないよう隔離し、解体する。
- ④ 非管理区域の解体であり、解体工法は先行炉と同様に熱的、機械的切断を選択する。よって先行炉と同様に労働安全に留意して解体する。
 - ・ 必要に応じて局所排風機の設置、粉じん等の拡散防止措置を講じる
 - ・ 火気使用作業前には、周辺に可燃物がないことを確認し、防火シート等を用いて養生を行う、等
- ⑤ 解体撤去物（放射性物質を含まない）は、一般産業廃棄物として廃棄
- ⑥ タービン建物にある性能維持設備は、性能維持期間終了後に順次解体撤去する。

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 第2段階のプラント状態に応じた性能維持施設を検討する（方針C）
- ◆ 廃止措置の段階に応じて必要となる性能維持施設を整理し、安全かつ合理的に廃止措置を進める必要がある

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- ◆ 第2段階以降のプラント状態では機能要求がない、又はオーバースペックとなる設備
 - 燃料池水冷却機能（維持期間の見直し）
 - 直流電源設備容量（ダウンサイジング）等
- ◆ 使用条件が変わる設備について維持管理方法（点検、検査内容の見直し含む）を検討中
- ◆ 一時的に復旧するナトリウム搬出に係る設備を性能維持施設に反映

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- ◆ 直流電源設備容量（ダウンサイジング）

「説明骨子」

＜直流電源設備及び交流無停電電源設備＞

- a. 当初設計は、原子炉冷却系の機能維持のため、直流電源及び交流無停電電源設備には非常用3系統、常用2系統の計5系統が要求されていた。
- b. 第2段階では炉心に燃料体はなく、原子炉冷却系の性能維持のため多重の系統要求（系統分離要求）は無い。また、未臨界を確認する中性子計装も性能維持終了。
- c. このため、連絡母線を追加して一本化し、メンテナンス時も給電できるよう2系統に変更する。
- d. その他不要な負荷が減少することをあわせ、直流電源設備及び交流無停電電源設備の容量を最適化する

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 第2段階に応じた事故時の安全性を確認する（方針A、C）
- ◆ 以下の第2段階のプラント状態・作業の特徴を踏まえ、発生可能性のある事故を選定・評価する必要がある
 - 全ての燃料体を燃料池にて貯蔵中であり、燃料池に追加されるのはしゃへい体等
 - 1次系ナトリウムをドレンし既設タンクで固化・保管するものと、原子炉容器内等で液体保管するものがある
 - 2次系ナトリウム搬出のための設備整備を行う

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- ◆ 第2段階のプラント状態・作業が、第1段階の廃止措置計画で既に評価済みの事象に包含される項目を整理・確認し、改めての評価の要否を検討中

【課題解決の状況（今回の説明内容）】

- ◆ 第2段階のプラント状態・作業が、第1段階の廃止措置計画で既に評価済みの事象に包含されることを確認した結果を説明

「説明骨子」

① 地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水

今回の申請範囲では、2次系ナトリウム搬出のための改造・追加設備を除き、既設建物・設備を改造しない。これらの建物・設備に係る地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水の影響評価結果は、第1段階の評価結果と同じ。

2次系ナトリウム搬出のための改造・追加設備は、既設ナトリウム機器と同じ耐震クラスで設計し、ISOタンクと一時保管タンクとの接続部の地震時対応は一時保管タンク運用の経験を踏まえ、運転員による停止措置、鋼製ライナ、窒息消火で影響を緩和することで安全を確保できる見通し。

② 事故評価

上記並びに第2段階の作業に即した事故想定により、放射線被ばくに係る仔細な事故評価は不要と判断。

具体的には、しゃへい体等取出し作業時に燃料池でしゃへい体等を落下させ燃料体を破損させる事故想定、及び1次系ナトリウムの漏えいに係る事故想定は、第1段階の評価と同条件であるため評価結果は変わらず、事故時の敷地境界外の最大被ばく線量は基準値以下である。

「説明骨子」(続き)

③ 重大事故

第1段階では、燃料池中の全ての燃料体が破損し希ガス及びよう素が瞬時全量放出される状況、並びに放射化した1次系ナトリウムが瞬時全量放出される状況の評価し、敷地境界外の被ばくリスクが小さいことを確認。また、全ての燃料体が燃料池に存在する状態で池水全量喪失し、冷却機能喪失しても重大事故に至らないため、重大事故等対処設備が不要であることを確認。

今回の申請範囲では、全ての燃料体が燃料池に存在することは変わらず、また、第2段階で燃料池に貯蔵する中性子しゃへい体等の線源や熱源も第1段階の評価条件として既に考慮済みであるため評価結果は変わらず、敷地境界外の被ばくリスクは小さく、継続して重大事故等対処設備も不要である。

④ 大規模損壊対応

今回の申請範囲では、2次系ナトリウム搬出及び1次系等ナトリウムのドレンを含む。

ナトリウムが存在する範囲・状態は局所化されているものの、敷地内にナトリウム、燃料体を保有しているため、原則的に第2段階も第1段階と同様の大規模損壊対応とする

ただし、燃料体の取出し作業を最優先することから実施を見送っていた1次系ドレン・ベントラインの常時メルト運用は、前述SsL運用を行うことから要求が無くなるため不要となる。

⑤ なお、セメント固化装置への更新に伴う事故時の安全性の確認は、設計、工事計画が確定した段階で確認する