

STACY(定常臨界実験装置)施設

経年変化に関する技術的な評価に係る 保安規定変更認可申請について (概要説明資料)

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

令和5年6月19日

1. 保安規定変更認可申請の概要(1)

【申請概要】

原子力科学研究所原子炉施設保安規定(以下、「保安規定」という。)に、STACY(定常臨界実験装置)施設(以下、「STACY」という。)の長期施設管理方針を追加する。

【追加内容】

- ・第11編 第8章 第49条 長期施設管理方針
- ・添付1 長期施設管理方針(第49条関連)
- ・長期施設管理方針(始期:2023年9月13日、適用期間:10年間)
「高経年化に関する評価の結果、高経年化対策として充実すべき施設管理の項目はない。」

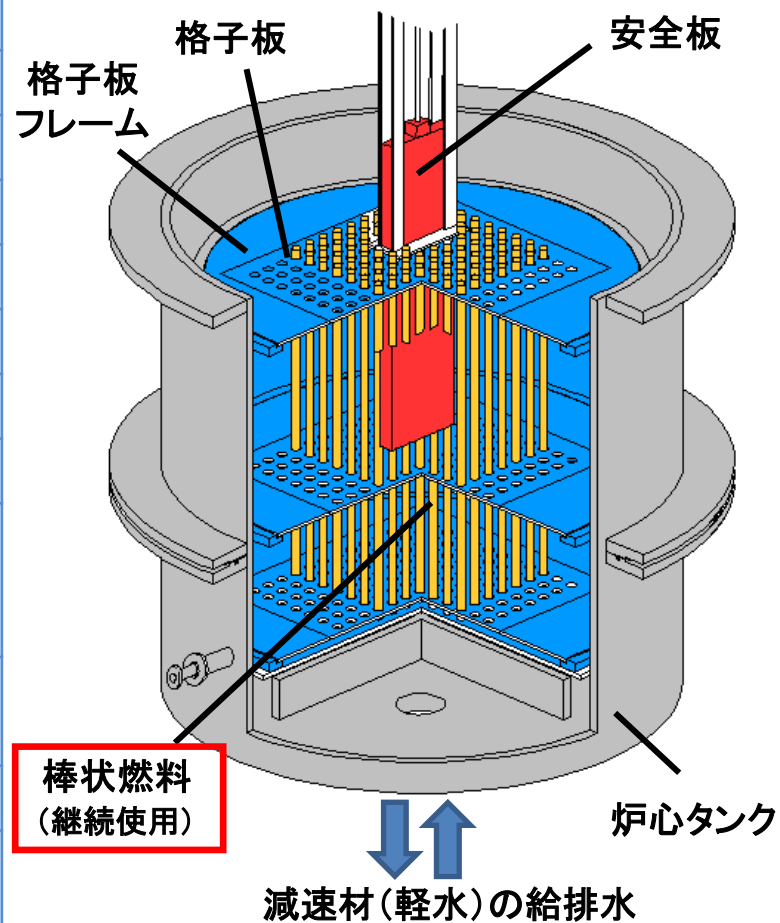
1. 保安規定変更認可申請の概要(2)

【長期施設管理方針策定の背景】

- 長期施設管理方針は、運転開始(試験研究用原子炉では初回の保安規定認可日)から30年が経過するまでに策定する必要がある。STACYでは1993年9月13日を運転開始の起点として、2023年9月13日に30年が経過する。
- STACYは1995年5月15日に使用前検査に合格し、溶液燃料を用いた運転を開始した。現在は棒状燃料と軽水減速材を用いる臨界実験装置に改造中である。
- STACYの長期施設管理方針は、試験炉規則及び保安規定に基づく施設定期評価(高経年化に関する評価)を実施し、その評価結果をとりまとめた上で2023年3月に策定した。
- 策定した長期施設管理方針を保安規定に追加するため、本申請を行う。

2. STACYの概要(1) 改造後の主要仕様

炉型	濃縮ウラン燃料軽水減速型
熱出力	最大200W
週間積算出力	最大0.3kW・h
年間積算出力	最大3kW・h
燃料	ウラン棒状燃料(^{235}U 濃縮度10wt%以下)
棒状燃料挿入本数	50本以上900本以下
臨界水位	40cm以上140cm以下
反応度制御	軽水(減速材及び反射材)による水位制御
冷却材	なし (低出力(最大200W)であり、崩壊熱除去を含め、冷却は不要。)
最大過剰反応度	0.3ドル(通常時) 0.8ドル(運転時の異常な過渡変化時)
最大反応度添加率	3セント/秒
緊急停止	安全板挿入(スクラム信号発生後1.5秒以内) 排水弁開(スクラム信号発生後1秒以内)
運転形態	短時間の運転(デイリー運転)



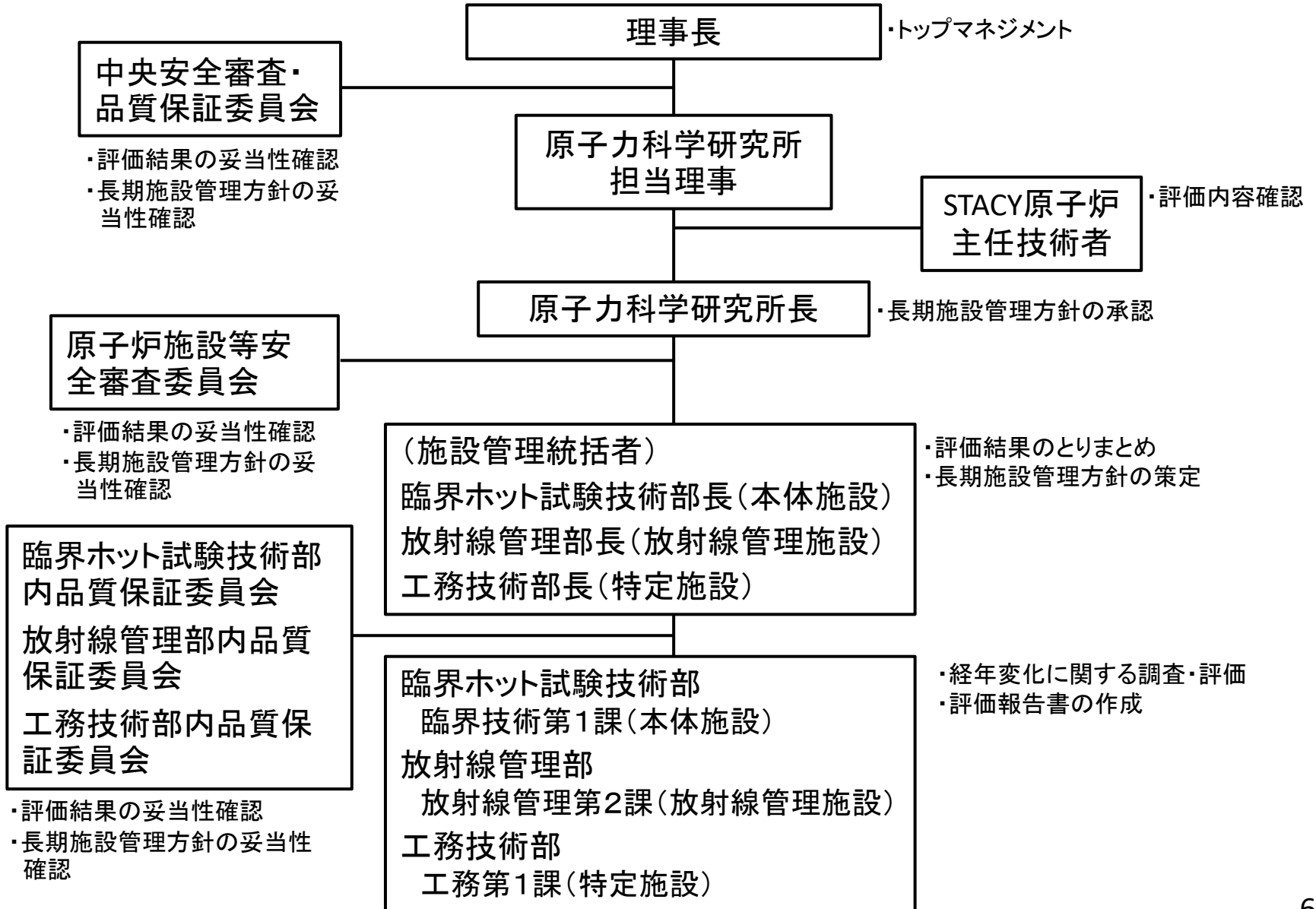
STACY炉心タンク説明図

2. STACYの概要(2)

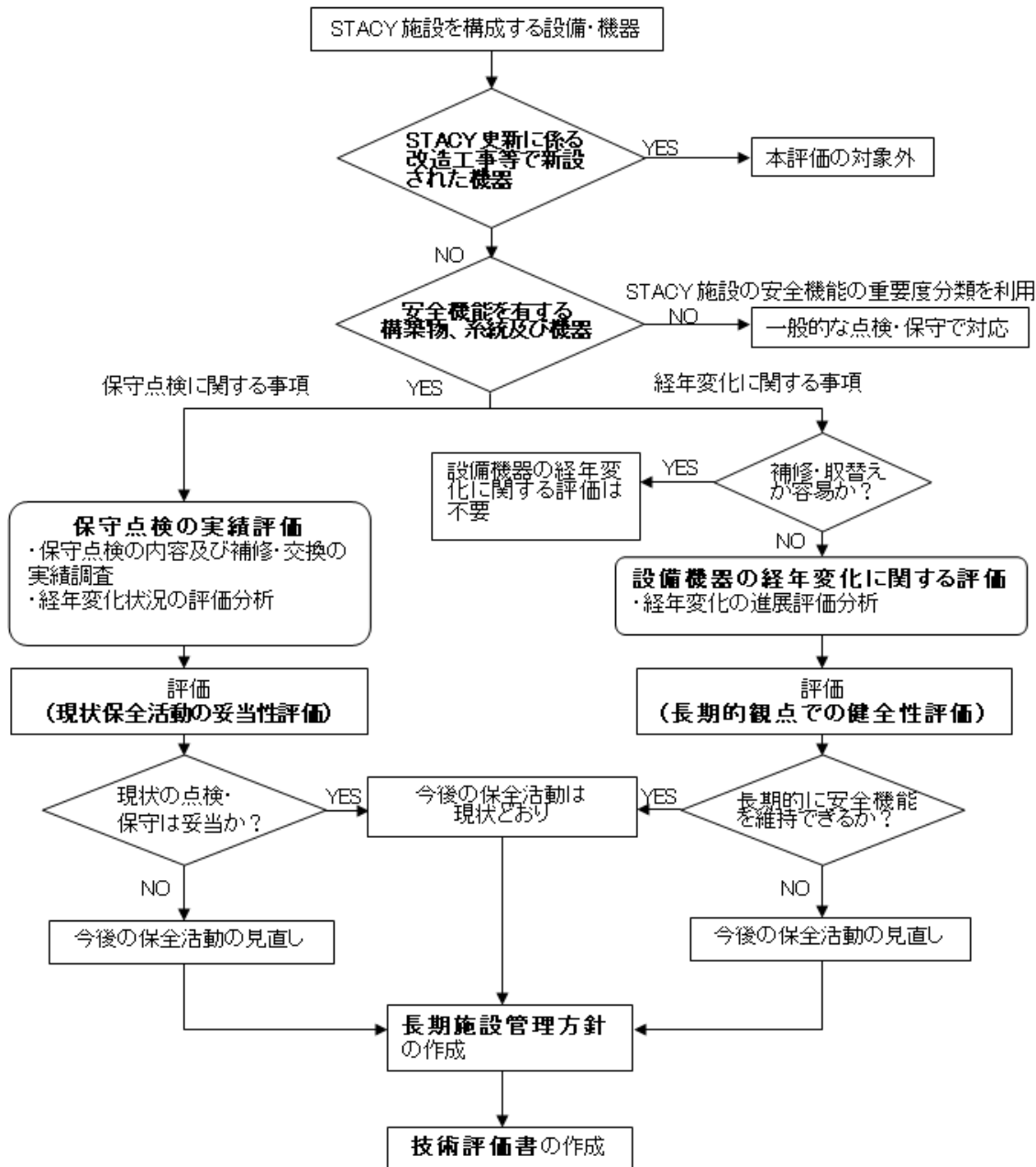
安全機能上の特徴

- 原子炉停止系(安全板及び排水弁)は機能喪失しても安全側に働く(フェイルセーフ機構)とし、停止機能維持に電源は不要。
 - ・安全板が、自重落下で炉心へ挿入。
 - ・排水弁は、スプリング反力により開いて排水。
- 停止状態の維持のために、原子炉停止後の操作及び監視は不要。
 - ・安全板の挿入及び軽水の排水により、未臨界状態が維持される。
 - ・崩壊熱除去を含め、冷却は不要。
- 低出力(最大200W、年間積算出力最大3kW・h)
更新前の運転(1995年から現在まで)による総積算出力は約5.2kW・h
- 放射性物質の内蔵量が少なく、設計基準事故においても閉じ込め機能を期待していない。
- 全ての停止機能及び閉じ込め機能の喪失を想定しても、周辺公衆に対する放射線被ばくが5mSvを超えることはないため、耐震Sクラス施設は有しない。

3. STACYの経年変化に関する評価(1)実施体制



3. STACYの経年変化に関する評価 (2) 評価フロー

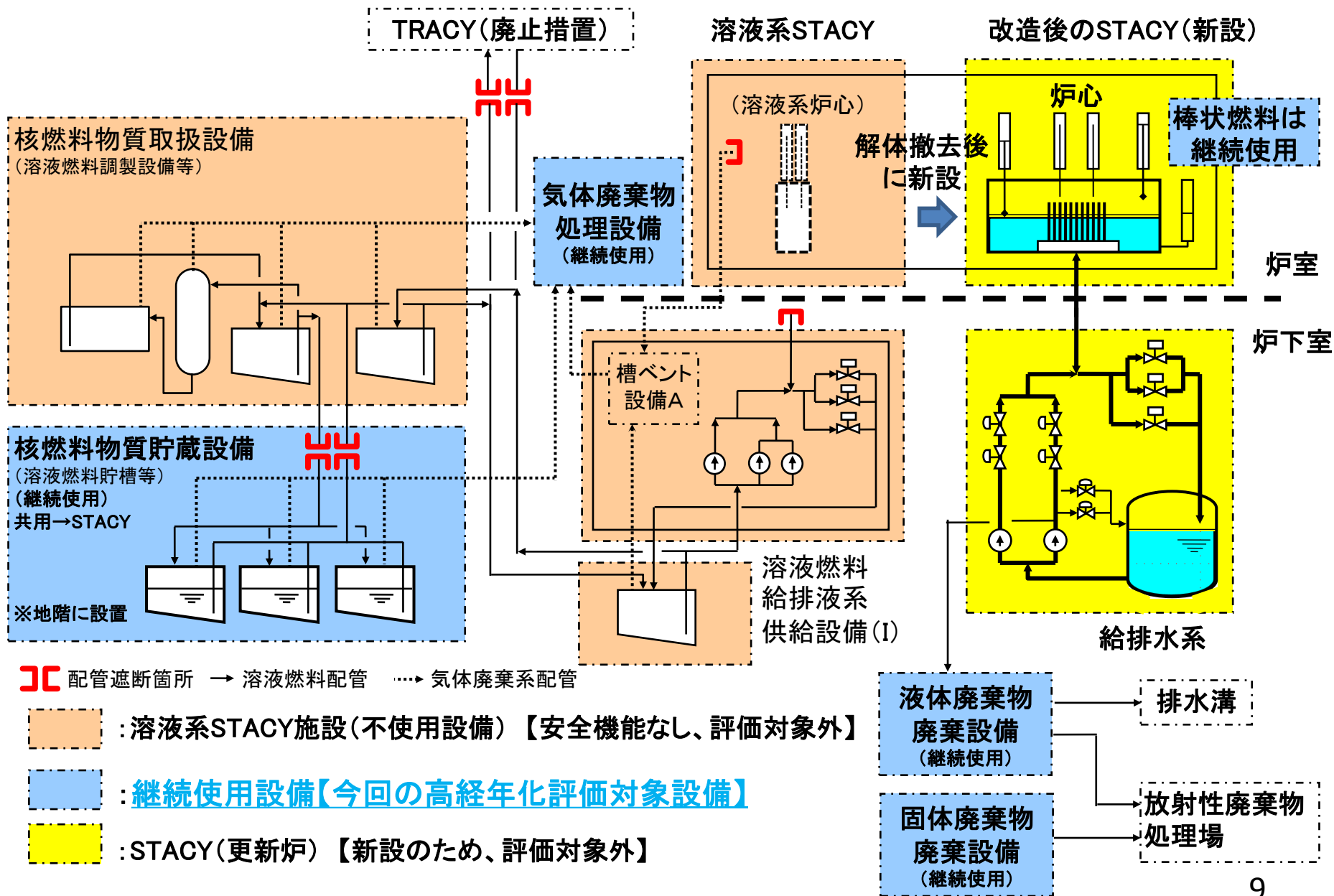


- ・原子力科学研究所の原子炉施設で行われている、高経年化評価のフロー(従前の定期的な評価に係る文部科学省事務連絡文書に基づく)を参考に作成。
- ・STACYでは、補修・取替えが容易でないものとして、コンクリート構造物を対象(局所的な軽微な補修は可能であるが、中性化により広範囲に内部が劣化した場合、補修・取替は困難)
- ・その他の設備については、臨界実験装置であるSTACYの場合、点検・検査の結果、必要に応じて運転を停止して対応可能。(溶液燃料貯槽は予備槽に移送して対応可能)

4. 経年変化に関する評価の対象(1)

- 評価対象は安全機能を有する設備機器のうち、更新後も継続使用する機器
 - ・ 棒状燃料、核計装、燃料貯蔵設備、廃棄設備、放射線管理設備、非常用電源設備、建家等
- STACY更新に係る改造工事等で新設された設備機器は評価対象外
 - ・ 炉心タンク、安全板装置、水位計、ダンプ槽、給排水設備(配管・バルブ・ポンプ)など

4. 経年変化に関する評価の対象(2)



5. 経年変化事象の抽出(1)

①設計上考慮されている経年変化事象

- ・材料、使用状況を考慮して経年変化事象を抽出

金属材料：中性子照射脆化、腐食、変形

電気機器、計器類：電気部品の劣化、ケーブルの劣化

鉄筋コンクリート：コンクリートの劣化、鉄筋の劣化

振動を伴う機器：部品の劣化及び摩耗

グローブボックス：変形、部品の劣化

- ・STACYの使用条件(高温・高圧環境なし、冷却設備なし等)を考慮した上で、試験研究用等原子炉施設の定期的な評価に関する運用ガイド及び従前の定期的な評価に係る文部科学省事務連絡文書に記載された事象から抽出

5. 経年変化事象の抽出(2)

②最近の知見で得られている経年変化事象※

- ・ 低サイクル疲労(STACYでは該当なし)
- ・ 中性子照射脆化
- ・ 照射誘起型応力腐食割れ(STACYでは該当なし)
- ・ 2相ステンレス鋼の熱時効(STACYでは該当なし)
- ・ 電気・計装品の絶縁低下
- ・ コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下

※2020年3月31日改正、原子力規制委員会「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」より

5. 経年変化事象の抽出(3)

③国内外で事故故障の原因となった経年変化事象

- ・過去に国内外で発生した事故、故障の原因となった経年変化事象について、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)に登録されている事例から調査
- ・構造、使用材料・使用条件等を考慮
- ・STACYの評価に係る事象なし
⇒STACYの類似設備について、STACYの使用条件では発生しない事象、又は現状の保全活動で予防・検知・対応が可能な事象であることを確認した。

調査例：特定施設：原子炉室給気ファン(C)モータからの火花の発生(報告書番号2021-中部-M008Rev3)、換気空調設備フィルタの損傷について(報告書番号2018-北陸-M003Rev2)、中央制御室空調換気系ダクト腐食について(報告書番号2016-中国-T001Rev3)

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(1/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-2	炉心タンク※	—	—	—
	格子板※	—	—	—
	格子板フレーム※	—	—	—
	給水停止スイッチ※	—	—	—
	監視操作盤	○	—	電気部品及びケーブルの劣化
	低速給水バイパス弁※	—	—	—
MS-2	核計装設備(安全保護系)	○	—	電気部品及びケーブルの劣化
	安全保護回路 原子炉停止回路、安全保護系盤、スク ラム遮断器盤、主電源盤	○	—	電気部品及びケーブルの劣化
	安全板※	—	—	—
	急速排水弁※	—	—	—
	安全板駆動装置※	—	—	—
	ガイドピン※	—	—	—
	最大給水制限スイッチ※	—	—	—
排水開始スイッチ※	—	—	—	

※S T A C Y更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4) 評価対象機器及び経年変化事象(2/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-2 MS-2	低速給水吐出弁※	-	-	-
	低速流量調整弁※	-	-	-
PS-3	ウラン棒状燃料	○	-	中性子照射脆化、変形、破損
	中性子毒物添加棒状燃料※	-	-	-
	起動用中性子源	○	-	中性子照射脆化、電気部品及びケーブルの劣化
	棒状燃料貯蔵設備 棒状燃料収納容器	○	-	変形
	棒状燃料貯蔵設備Ⅱ 棒状燃料収納容器※	-	-	-
	溶液燃料貯蔵設備 U溶液貯槽、U溶液校正ポット、ノック アウトポット、グローブボックス、配管	○	-	腐食、変形
	溶液燃料貯蔵設備 液位計、インターロック	○	-	電気部品及びケーブルの劣化

※STACY更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(3/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-3	溶液燃料貯蔵設備 漏えい検知器、ドリフトレイ(グロー ブボックス内、貯槽室内)	○	-	変形、電気部品の劣化
	粉末燃料貯蔵設備 Pu保管ピット	○	○	コンクリート及び鉄筋の劣化
	粉末燃料貯蔵設備 収納容器、受入エリアクレーン、保管 エリアクレーン、その他(保管容器移 動台車、貯蔵容器移送クレーン)	○	-	変形、電気部品の劣化、部品の 劣化及び摩耗
	ウラン酸化物燃料収納架台	○	-	変形
	コンパクト型ウラン黒鉛混合燃料収納架 台、ディスク型ウラン黒鉛混合燃料収納 架台	○	-	変形
	核計装設備(計測制御系)	○	-	電気部品及びケーブルの劣化
	炉室(S)放射線量率計	○	-	電気部品及びケーブルの劣化
	炉下室(S)放射線量率計	○	-	電気部品及びケーブルの劣化
	サーボ型水位計※	-	-	-

※S T A C Y更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(4/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-3	高速流量計及び低速流量計※	—	—	—
	炉心温度計※	—	—	—
	ダンプ槽温度計※	—	—	—
	ダンプ槽電導度計※	—	—	—
	モニタ盤	○	—	電気部品及びケーブルの劣化
	高速給水ポンプ※	—	—	—
	高速給水吐出弁※	—	—	—
	高速流量調整弁※	—	—	—
	高速給水バイパス弁※	—	—	—
	低速給水ポンプ※	—	—	—
	インターロック盤	○	—	電気部品及びケーブルの劣化
	中レベル廃液系 中レベル廃液貯槽、主配管、ポンプ、 弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	中レベル廃液系 漏えい検知器、堰	○	—	電気部品の劣化、変形

※S T A C Y更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(5/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-3	低レベル廃液系 低レベル廃液貯槽、主配管、ポンプ、 弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	低レベル廃液系 漏えい検知器、堰	○	—	電気部品の劣化、変形
	極低レベル廃液系 極低レベル廃液貯槽、極低レベル廃 液一時貯槽、排水槽(Ⅰ)、(Ⅱ)、サン プピット、配管、ポンプ、弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	極低レベル廃液系 漏えい検知器、堰	○	—	電気部品の劣化、変形
	有機廃液系 有機廃液貯槽B、主配管、ポンプ、弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	有機廃液系 漏えい検知器、堰	○	—	電気部品の劣化、変形
	固体廃棄物保管室(Ⅰ)、(Ⅱ)	○	○	コンクリート及び鉄筋の劣化
	固定吸収体、構造材模擬体、デブリ構 造材模擬体、ポイド模擬体、燃料試料 挿入管、内挿管※	—	—	—

※STACY更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(6/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-3	パルス中性子発生装置	○	—	電気部品の劣化
	分析設備 グローブボックス	○	—	変形、部品の劣化
	プロセス冷却設備 密閉式熱交換器、冷却水循環ポンプ、 放射能モニタ、配管、弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	真空設備 真空ポンプ、ベントコンデンサ、気液分 離槽、パuffa槽、封液槽、ドレンポッ ト、封液冷却器、ドレン排出ポンプ、封 液循環ポンプ、自動弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	圧縮空気設備 非常用空気圧縮機、常用空気圧縮機、 アフタークーラ、フィルタ、除湿器、主 空気槽、エアラインスーツ用空気槽、 遮断弁	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、電気部品の劣化
	ホット分析機器試験設備 グローブボックス	○	—	変形、部品の劣化

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(7/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
PS-3	アルファ化学実験設備 グローブボックス	○	-	変形、部品の劣化
	燃取補助設備 蒸発缶給液槽、蒸発缶、精留塔、回収 酸槽、回収水槽、その他(濃縮液受槽、 グローブボックス、主配管)	○	-	腐食、変形、部品の劣化
PS-3 MS-3	通常排水弁※	-	-	-
	給排水系 主配管※	-	-	-
MS-3	炉室(S)	○	○	コンクリート及び鉄筋の劣化、中 性子照射脆化
	炉室フード	○	-	中性子照射脆化、変形
	ダンプ槽※	-	-	-
	槽ベント設備B ブロワ(予備機を含む)、NO _x 洗浄塔、 オフガス洗浄塔、デミスタ、ベント加熱 器、フィルタ、主配管	○	-	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗

※S T A C Y更新に係る改造工事等で新設された機器のため評価対象外。

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(8/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
MS-3	槽ベント設備B 燃調グローブボックス、貯蔵グローブ ボックス	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗
	槽ベント設備D ブロワ(予備機を含む)、フィルタ、加 熱器、主配管	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下
	気体廃棄物処理設備 洗浄塔、加熱器、ブロワ、フィルタ(I)、 フィルタ(II)、デミスタ、気体廃棄物処 理グローブボックス、フード、主配管	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下
	排気筒	○	○	コンクリート及び鉄筋の劣化
	作業環境モニタリング設備 室内ダストモニタ、室内ガスモニタ、ガ ンマ線エリアモニタ、中性子線エリア モニタ	○	—	検出器及び電気部品の劣化
	排気筒モニタリング設備 排気筒ガスモニタ、排気筒ダストモニ タ	○	—	検出器及び電気部品の劣化

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(9/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
MS-3	炉室(S)換気空調設備	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下、 電気部品の劣化
	非常用発電機	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、電気部品の劣化
	無停電電源装置	○	—	腐食、変形、電気部品の劣化、 ケーブルの劣化、蓄電池の劣化 による容量の減少
	実験棟A建家換気空調装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下、 電気部品の劣化
	実験棟Aグローブボックス換気装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下、 電気部品の劣化
	実験棟Aフード換気装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩 耗、フィルタ捕集効率性能の低下、 電気部品の劣化

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(10/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
MS-3	実験棟B建家換気空調装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩耗、フィルタ捕集効率性能の低下、電気部品の劣化
	実験棟Bグローブボックス換気装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩耗、フィルタ捕集効率性能の低下、電気部品の劣化
	実験棟Bフード換気装置	○	—	腐食、変形、部品の劣化及び摩耗、フィルタ捕集効率性能の低下、電気部品の劣化
	消火設備 自動火災報知設備(感知器、発信器、受信器)、屋内外消火栓設備(工業用水受槽、電動消火ポンプ、消火ポンプ起動装置、屋内外消火栓)、連結散水設備(消防ポンプ車送水接続口、配管設備)、消火器	○	—	電気部品の劣化、部品の劣化及び摩耗

5. 経年変化事象の抽出(4)

評価対象機器及び経年変化事象(11/11)

重要度 クラス	構築物、系統及び機器	保守点検実 績評価対象	経年変化 評価対象	設計上考慮している 経年変化事象
MS-3	安全避難通路等	○	-	床面の破損、構造材の劣化
	通信連絡設備	○	-	電気部品の劣化
	建家 実験棟A、実験棟B	○	○	コンクリート及び鉄筋の劣化

6. 経年変化事象の評価(1)

【保守点検の実績評価】

保守・点検の内容や補修・交換について、点検記録、検査記録、作業記録等を調査し、現状の保全内容が適切なものであることを確認 【評価報告書 P.32-47】

【評価結果】

点検・保守、交換等が確実に行われていることを確認したため、保全活動内容は妥当であると評価する。

- ・基本的に年に1回の年次点検等で確認(作動確認、外観確認等)
- ・外観点検では支持構造物及び基礎ボルトの変形や減肉も含めて確認(換気空調された環境下に設置されており、変形や腐食等がないことを確認)

6. 経年変件事象の評価(2) 保全活動の実績

機器	実施時期	内容
建家	2012年度、2013年度	建家全域の補修工事
非常用発電機	2009年度、2010年度	ガスタービン発電機のオーバーホール(タービンブレードの交換等)
非常用発電機	2015年度	ガスタービン発電機のスターターの更新
無停電電源装置	2017年度、2018年度	蓄電池の更新
建家	2018年度	屋上の補修工事
無停電電源装置	2020年度	内部制御部品の更新

6. 経年変化事象の評価(3)

【設備機器の経年変化に関する評価】

補修、取替えが容易でないものについて、構造、使用材料、使用条件等を考慮して抽出した経年変化事象に対して実施した保守点検の実績等を考慮し、10年後の経年変化による健全性評価を実施

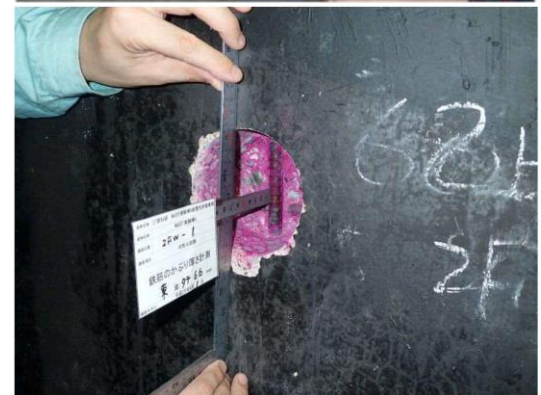
【評価結果(コンクリート劣化、構造材劣化)】

対象設備: 建家等(建家(実験棟A及びB)、炉室(S)、排気筒、Pu保管ピット、固体廃棄物保管室)

・定期的な検査等に加えて、補修、劣化調査、耐震補強等を行っており、健全性が確保されていることを確認した。中性化については今後10年間の劣化進展についても評価した。最も厳しい評価結果となる部位(実験棟A3階炉室上部、仕上材なし)のコンクリートかぶり厚さ60mmに対して、10年後の中性化深さは保守的に見積もっても40.4mmである。

以上の評価結果より、長期的に安全機能を維持できることを確認した。

【評価報告書 P.54-55】



6. 経年変化事象の評価(4)

【評価結果(中性子照射によるコンクリート劣化)】

対象設備: 炉室(S)

炉室(S)内の中性子照射量の評価を行った結果、約 7.2×10^{14} n/cm²であり、中性子照射によりコンクリートの劣化が起こる 1×10^{19} n/cm²に対して十分な裕度があることから、健全性が確保されていることを確認した。今後10年間の運転を考慮しても中性子照射量は 4.2×10^{15} n/cm²程度であり、長期的に安全機能を維持できることを確認した。

7. まとめ・高経年化対策

評価の結果、長期的に安全機能を維持できることを確認した。保全活動の実績を調査した結果、点検・保守、交換等が確実に行われていることを確認した。また補修、取替えが容易でないものについて、10年後の経年変化による健全性評価を実施した。

【長期施設管理方針】

(始期:2023年9月13日、適用期間:10年間)

高経年化に関する評価の結果、高経年化対策として充実すべき施設管理の項目はない。

(参考) STACY施設の定期的な評価の実施時期

