

東海再処理施設の廃止措置計画変更認可申請対応等について

令和5年3月8日
再処理廃止措置技術開発センター

○令和5年3月8日 面談の論点

- ガラス固化処理技術開発施設(TVF)における固化処理状況について
- 工程洗浄の進捗状況について
- 東海再処理施設安全監視チーム第70回会合資料について
 - ・ 東海再処理施設の廃止措置の進捗状況報告（資料1）
 - ・ ガラス固化処理技術開発施設(TVF)における固化処理状況について（資料2）
 - ・ 放射性廃棄物でない廃棄物の管理、個人線量計及び積算線量計並びに分離精製工場の受入基準に係る再処理施設保安規定の変更認可申請について（資料3）
- 東海再処理施設の廃止措置段階における保全について（資料4）
- その他

以上


東海再処理施設の廃止措置の進捗状況報告

(案)

【概要】

- 東海再処理施設の廃止措置については、高放射性廃液によるリスク低減の観点から、高放射性廃液のガラス固化を進めるとともに、高放射性廃液を取り扱う高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)の新規制基準を踏まえた安全対策を最優先で進めている。
- また、ガラス固化及び安全対策以外の廃止措置プロジェクトとして、各施設のインベントリや安全性評価結果等を考慮した優先度に従い、工程洗浄、低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の運転開始に向けた取組、高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)の貯蔵状態の改善等の取組を進めている。
- 本資料では、東海再処理施設の廃止措置に係るこれらの主要な取組の進捗状況として、令和4年度の実績と今後の予定について報告する。

文章の変更箇所をアンダーラインで標記

図・写真の変更箇所を  で標記

令和5年●月●日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

東海再処理施設の廃止措置の進捗状況報告

(案)

令和 5 年 ● 月 ● 日

再処理廃止措置技術開発センター

1. はじめに

東海再処理施設の廃止措置については、高放射性廃液によるリスク低減の観点から、ガラス固化を進めるとともに、高放射性廃液を取り扱う高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)の新規制基準を踏まえた安全対策を最優先で進めている。

また、ガラス固化及び安全対策以外の廃止措置プロジェクトとして、各施設のインベントリや安全性評価結果等を考慮した優先度に従い、工程洗浄、低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の運転開始に向けた取組、高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)の貯蔵状態の改善等の取組を進めている。

2. 各プロジェクトの令和 4 年度の実績と今後の予定(詳細は別紙参照)

(1) 高放射性廃液のガラス固化

高放射性廃液のガラス固化について、令和4年7月に運転を開始し、機器の不具合による溶融炉の保持運転はほとんどなく、検討した運転パラメータにより順調に運転を進めたものの、60本の製造目標に対し、9月までに25本のガラス固化体を製造し運転を終了した。

TVFにおけるガラス固化については、ガラス固化を最短で進める観点から、今後の運転について検討した結果、2号溶融炉での運転を継続するよりも、3号溶融炉を早期導入した方が、2号溶融炉を継続使用する場合等に比べ、ガラス固化完了までの期間が短くなることから、2号溶融炉は使用せず、3号溶融炉への更新を前倒しし、令和6年度末の熱上げ開始を目指している。

令和5年度は、3号溶融炉の運転条件確認試験(コールド試験)を進めるとともに、3号溶融炉への更新に向けたTVF固化セル内の廃棄物解体作業、解体場パワーマニプレータの整備、2号溶融炉の撤去作業等を実施する。

(2) 新規制基準を踏まえた安全対策

安全対策工事については、HAW、TVFの地震・津波対策を最優先に進めており、これらの工事については令和5年度末に完了する見通しである。

また、HAW、TVFの地震・津波対策以外の安全対策についても、概ね令和5年度末に完了する見通しである。なお、一部の工事では資材の調達期間の長期化等の影響により令和6年度にずれ込むリスクがあるものの、可能な限り早期の工事完了を目指し引き続き対応を進める。

HAW、TVF以外のその他の施設に係る安全対策工事については、スラッジ貯蔵場の津波

対策(セル内への海水流入を防止するための給気系ダクトへの止水弁の設置)等の外部事象対策を検討しており、令和5年度末の対策完了を目指し対応を進める。

安全対策工事においては、原子力機構と工事関係者との全体調整会議における情報共有や注意喚起等、安全確保に取り組んでおり、施設の保安に影響を及ぼすトラブルは発生していない。引き続き保安体制を維持し、安全を最優先に安全対策工事を進める。

なお、HAW及びTVFについては、ハード対策としての安全対策工事に加え、火災対策に係る訓練(火災発生時の初期消火対応から予備ケーブルを使用した代替策の実施までの一連の対応)を実施するとともに、火災防護のソフト対策(可燃物管理、防火帯の管理等)を「火災防護計画」として定めた。

(3) 工程洗浄

工程洗浄については、分離精製工場(MP)等の一部の機器に残存している核燃料物質等によるリスクを早期に低減すべく、令和5年度末までに完了することとしている。

令和4年度は、使用済燃料のせん断粉末等の取出しについて、濃縮ウラン溶解槽のプラグセット後の気密確認に時間を要したものの、令和4年6月に開始し9月に完了した。低濃度Pu溶液の取出しについては、令和4年度中に完了予定であったが、Pu溶液の槽校正の実施時期の調整等により、令和5年3月に開始し、令和5年8月までに完了する予定である。

令和5年度は、低濃度Pu溶液の取出しを継続するとともに、残るウラン溶液(ウラン粉末を含む)の取出しを令和5年度末までに実施し、工程洗浄全体を完了する予定である。

なお、クリプトン回収技術開発施設では、使用済燃料の再処理で発生した放射性クリプトンガスのうち、一部を試験のために回収、貯蔵してきたが、今後使用する計画がないことから、放出量を管理しながら令和4年2月に放出を開始し4月に完了した。

(4) LWTFの運転開始に向けた取組

LWTFについては、令和4年度はセメント固化・硝酸根分解設備に係る試験データの拡充として、セメント固化設備に係る工学規模試験(実規模混練試験)、硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験装置の設置を行うとともに、施設の安全対策として、津波対策に係る詳細設計を行うこととしている。

セメント固化設備に係る試験については、計画通り工学規模試験(実規模混練試験)を実施している。一方、硝酸根分解設備に係る試験については、これまでに実証プラント規模試験装置の設置に向けた準備として、試験エリアで使用するユーティリティ(電気・蒸気)の整備に係る検討を進めてきており、令和6年度内の製作/設置、試験着手を目指すとともに、実証プラント規模試験を効率的に進めるため、主要機器である分解槽内の攪拌や温度の均一性に係るシミュレーション解析等の取組を進める。

また、津波対策に係る詳細設計については、有意に放射性物質を建家外に流出させない

対策として、令和4年度は計画通り建家内の防護エリアにおける換気ダクトへの止水対策に係る詳細設計を実施している。令和5年度は引き続き、建家内の防護エリアにおける止水扉の設置、壁貫通部への止水対策に係る詳細設計を実施するとともに、設計津波の波力に対して建家内に海水を流入させない対策として、建家外壁(扉を含む)の補強に係る詳細設計を実施する計画である。

(5) HASWSの貯蔵状態の改善

HASWSについては、高放射性固体廃棄物の貯蔵状態の改善に向けた取組として、水中ROVと水中リフタを用いた取出し方法の検討を進めており、令和4年度は、水中ROVでハル缶の付属ワイヤ切断、吊具の取付け操作が実施可能であること、水中ROVと水中リフタにてハル缶取手部を利用してハル缶を移動できることを確認している。

令和5年度は、水中リフタの吊具をグラブに変えた水中リフタを用いて、ハル缶胴部を把持して移動できることを確認する試験のほか、HASWS貯蔵状況(ハル缶配置、懸濁具合等)を模擬した試験を行い、水中ROVと水中リフタによるハル缶取出し方法の見通しを得る予定であり、見通しが得られ次第、取出し建家の設計に着手する。

(6) 使用済燃料の搬出

使用済燃料の輸送・搬出については、令和4年度は当初計画通り、使用済燃料の搬出方法及び搬出に係る安全対策について廃止措置計画変更認可申請を行い、認可を得たことから、分離精製工場の使用済燃料貯蔵プールの燃料カスククレーンのワイヤ二重化工事を完了し、燃料取出しプールクレーンの整備についても年度内に完了する見込みである。

令和5年度は、認可を得た吊具の更新等(輸送容器(TN JA型)用吊具の更新及び燃料カスククレーンの付属品であるエクステンションアームの更新)を行うとともに、搬出経路上にあり不要となったカスク置台の解体撤去等を実施する予定である。

(7) 施設の廃止(系統除染、機器解体)

再処理設備としての所期の目的を完了している分離精製工場(MP)、ウラン脱硝施設(DN)、プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)、クリプトン回収技術開発施設(Kr)の4施設については、工程洗浄完了(令和5年度末予定)後に先行して除染、解体に着手するため、令和4年度においては系統除染準備として、施設の現状等の必要な情報の整理を行うとともに、除染方法に関する調査・技術的検討を実施し、系統除染の基本計画の具体化を進めている。

令和5年度においても上記の検討を継続し、工程洗浄完了後に実施する系統除染等の基本計画をとりまとめて令和5年度末を目途に廃止措置計画変更認可申請を行う予定である。

(8) 廃止措置に係る人材確保及び技術継承

令和4年度においては、工程洗浄の実施に当たり、再処理設備の操作・保守経験を持つ経験者・熟練者等の必要な要員を確保した上で、熟練者と未経験者を組み合わせたOJT形式による技術継承を実施した。

令和5年度においては、工程洗浄、再処理設備の操作・保守や施設の保安等における技術継承を継続するとともに、熟練者の持つ知見の文書化・データベース化等の知識継承の取組も進めていく。

また、廃止措置への社会的な関心を高めるため、令和4年度は再処理施設の廃止措置に係る動画配信や廃止措置の進捗状況をホームページ等で毎週情報発信するとともに、廃止措置を通して得られた技術成果の積極的な学会発表等、大学等へのリクルート活動、夏期実習生等の受入等を通し、優秀な人材確保につながる取組を継続している。

以上

別紙

東海再処理施設の廃止措置における
各プロジェクトの実施状況について

東海再処理施設の廃止措置の実施状況と今後の見通し

令和5年●月●日

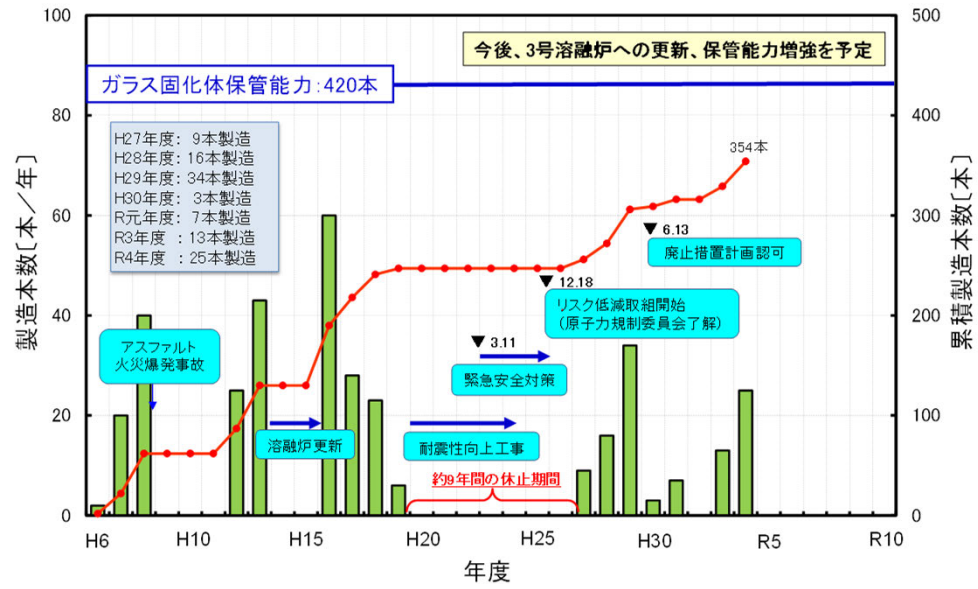
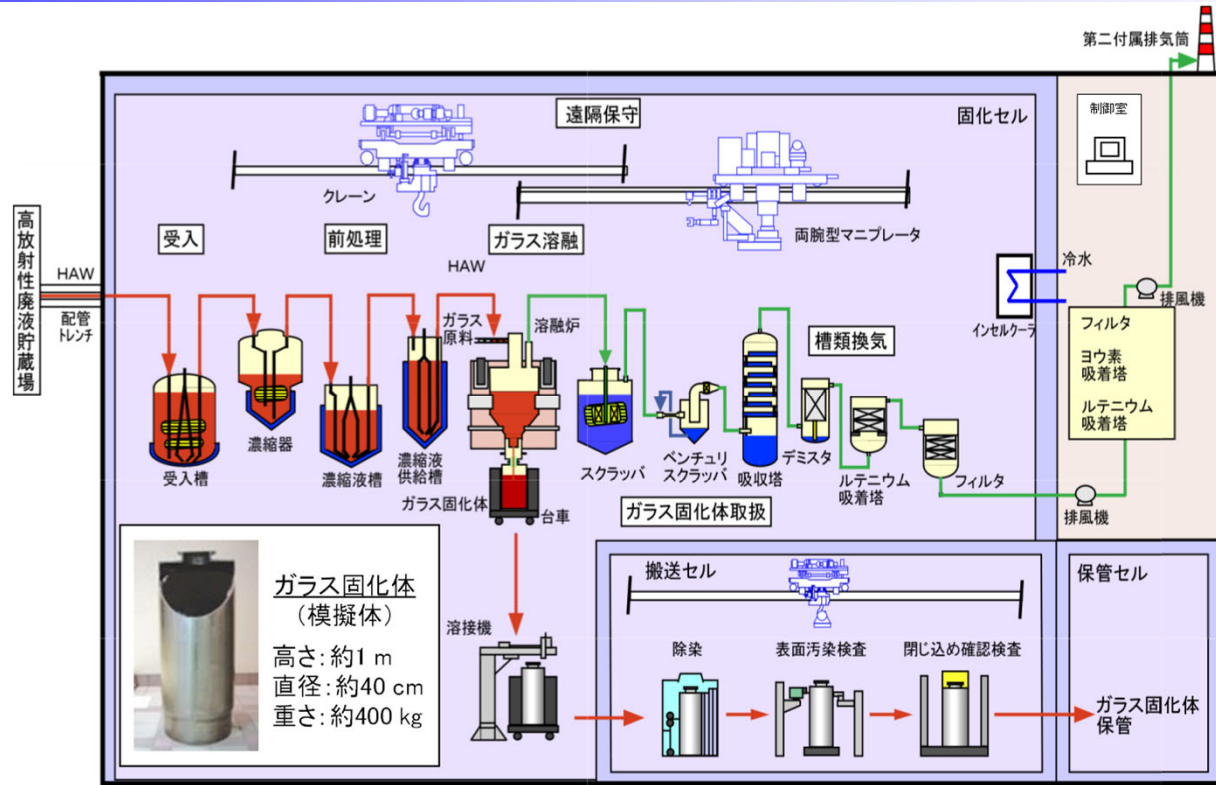
再処理廃止措置技術開発センター

実施項目	令和4年度計画（目標）	令和4年度実績 (令和4年度末までの見込みを含む)	評価	令和5年度計画	今後の見通し、課題等
(1) 高放射性廃液のガラス固化処理の運転に向けた取組 3号溶融炉への更新	1) 不具合の再発防止（不適当処置、是正措置等） (過去の運転と同様の不具合事象の発生防止)	過去の運転と同様の不具合の発生なし	○	・3号溶融炉の運転条件確認試験の完了 ・3号溶融炉への更新に向けたTVFの施設整備	※1 運転中に想定される設備故障等への対応については、部品だけでなくユニットとして予備品を準備し、最短で復旧できるよう改善を図る。 ※2 今回の運転では、予想よりも少ない製造本数で白金族元素の堆積管理指標まで低下し、60本の製造目標に対し、25本の製造をもって運転を終了した。今後、ガラス固化を最短で進める観点から、2号溶融炉は使用せず、3号溶融炉への更新を前倒しし、令和6年度末の熱上げを目指す。 なお、ガラス固化処理の全体計画については、3号溶融炉の作動試験結果及び運転状況（1キャンペーンあたりの製造本数や3号溶融炉での残留ガラス除去期間などの見通し）を踏まえ、予見性の高い計画として令和7年度に示す。
	2) 設備故障への対応（遅延リスク対策） ・点検整備（予防保全） ・気がかり事項への対応 ・不具合が生じた際の速やかな復旧 (設備故障に伴う運転の遅延を防止)	・流下監視用ITVカメラの映像不良が発生(1.5日遅延) ・その他の溶融炉の保持運転を必要とする不具合事象等は発生なし	△ ※1		
	3) 高経年化対策 劣化の兆候などが確認されたものを含めた、計画的な高経年化設備の更新 (高経年化に伴う設備の不具合事象の防止)	高経年化に起因した溶融炉の保持運転を必要とする不具合事象の発生なし	○		
	4) ガラス固化処理の運転管理 (検討した運転パラメータによる運転)	検討した運転パラメータにより順調に運転を進めた	○		
	5) ガラス固化体の製造 (60本のガラス固化体の製造)	ガラス固化体25本の製造をもって終了	× ※2		
	6) 3号溶融炉の製作 (令和4年度内の製作完了)	令和5年3月製作完了 (使用前検査合格)	○		
(2) 新規基準を踏まえた安全対策	1) HAW、TVFの地震・津波対策 ①HAW周辺地盤改良工事 ②主排気筒の耐震補強工事 ③押し波による漂流物侵入防止対策工事 ④引き波による漂流物侵入防止対策工事 (①、③は令和5年度末まで工事を継続) (②、④は令和4年度内に工事完了)	①工事継続中 ②令和5年3月工事完了 ③工事継続中 ④令和5年1月工事完了	○	①HAW周辺地盤改良工事完了 ③押し波による漂流物侵入防止対策工事完了	新規基準を踏まえた安全対策工事について、HAW、TVFの地震・津波に対する安全対策を最優先で進めており、事故対処関連の整備も含めたこれらの工事については令和5年度末に完了する見通しである。 HAW、TVF以外のその他施設に係る安全対策についても、概ね令和5年度末に完了する見通し。 ※3 HAW、TVFの地震・津波対策以外の対策の一部の工事では資材の調達期間の長期化等の影響により完了時期が令和6年度にずれ込むリスクがある。今後、可能な限り早期の工事完了を目指し引き続き対応を進める。
	2) 事故対処関連 ①事故対処設備配備場所の周辺斜面切土工事 ②事故対処設備配備場所の地盤改良工事 ③事故対処資機材保管場所整備 ④パラメータ監視等システムの設置工事 (①、③、④は令和4年度内に工事完了) (②は令和5年度末までに工事を完了)	①令和4年10月工事完了 ②工事継続中 ③令和5年3月工事完了 ④令和5年3月工事完了	○	②事故対処設備配備場所の地盤改良工事完了	
	3) HAW、TVFの地震・津波対策以外の対策 ①HAW、TVF竜巻対策工事 ②HAWの内部火災・溢水対策工事 ③TVFの内部火災・溢水対策工事 (①~③令和4年度内工事着工(令和5年度工事完了))	①工事継続中 ②令和5年3月開始 ③工事継続中	△ ※3	①HAW、TVF竜巻対策工事完了 ②HAW施設の内部火災・溢水対策工事完了 ③TVFの内部火災・溢水対策工事完了 ④防火帯の設置工事の着工・完了	
	4) HAW、TVF以外のその他施設に係る安全対策 (令和4年度内工事着工(令和5年度工事完了))	対策内容の検討を実施	○	・スラッジ貯蔵場の津波対策等の安全対策の工事着工・完了	
(3) 工程洗浄	1) 使用済燃料のせん断粉末等の取出し (令和4年度内の取出し作業完了)	令和4年9月取出し完了	○	・Pu溶液取出しの完了 ・ウラン溶液（ウラン粉末を含む）の取出し完了	※4 Pu溶液の取出しについて、Pu溶液の槽校正の実施時期の調整等により、Pu溶液取出しの開始時期が遅延した。今後、Pu溶液の取出し及びウラン溶液（ウラン粉末を含む）の取出しを実施し、工程洗浄全体を令和5年度内に完了する。
	2) Pu溶液の取出し (令和4年度内の取出し作業完了)	令和5年3月取出し開始	△ ※4		
	3) クリプトン管理放出	令和4年4月管理放出完了	○		
(4) LWTF運転開始に向けた取組	1) セメント固化設備に係る試験データの拡充 (令和4年度内にセメント固化設備に係る実規模混練試験の試験完了)	令和5年3月セメント固化設備に係る実規模混練試験完了	○	・硝酸根分解設備の実証プラント試験装置の製作/設置工事の継続 ・津波に対する詳細設計の継続 (止水扉、壁貫通部の止水対策及び建家外壁補強に係る詳細設計)	※5 実証プラント規模試験装置の製作/設置については、令和4年度はガラス固化運転及び安全対策等の取組を優先したため、試験装置の製作/設置完了に至らなかった。今後、可能な限り早期に硝酸根分解設備の技術的成立性を確認する観点から、令和6年度内の製作/設置、試験着手を目指すとともに、実証プラント規模試験を効率的に進めるため、主要機器である分解槽内の攪拌や温度の均一性に係るシミュレーション解析等の取組を進める。
	2) 硝酸根分解設備に係る試験データの拡充 (令和4年度内に硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験装置の製作/設置完了)	硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験装置の試験場所の整備に関する検討を実施	× ※5		
	3) 津波に対する詳細設計 (令和4年度内の換気ダクトへの止水対策の詳細設計を実施、全体の設計完了は令和5年度末)	詳細設計を実施 (換気ダクトへの止水対策の設計完了)	○		
(5) HASWSの貯蔵状態の改善	水中ROV等の機能確認のためのモックアップ試験 (令和5年度末の水中ROVと水中リフタを用いた試験の完了)	水中ROVと水中リフタを用いた試験を継続中	○	・水中ROVと水中リフタを用いた試験の完了	モックアップ試験結果から水中ROV等を用いた廃棄物取出し方法の見通しが得られ次第、取出し建家の設計に着手する。
(6) 使用済燃料の搬出	1) 廃止措置計画変更認可申請 ・使用済燃料の搬出方法及び安全対策 (令和4年度内の廃止措置計画変更の申請)	令和4年6月申請 令和4年11月補正 令和4年12月認可	○	・不要となったカスク置台等の解体撤去の完了 ・吊具等の更新完了	分離精製工場の使用済燃料貯蔵プールに保管されている新型転換炉原型炉「ふげん」の使用済燃料について、令和8年度に施設外への全量搬出完了を目指し、搬出に必要な施設整備等を着実に進める。
	2) 使用済燃料貯蔵プールの燃料カスククレーンのワイヤ二重化工事（令和4年度内の工事完了）	令和5年1月工事完了	○		
	3) 燃料取出しプールクレーンの整備 (令和4年度内の工事完了)	令和5年3月工事完了	○		
(7) 施設の廃止（系統除染、機器解体）	・施設の現状等の必要な情報の整理 ・除染方法に関する調査・技術的検討 (廃止措置計画変更認可申請のための検討を実施)	施設の現状等の必要な情報の整理及び除染方法に関する調査・技術的検討の継続	○	・施設の現状等の必要な情報の整理及び除染方法に関する調査・技術的検討の継続 ・系統除染等の基本計画を取り纏めた廃止措置計画変更認可申請を令和5年度末頃に申請予定	再処理設備としての所期の目的を完了している分離精製工場、ウラン脱硝施設、プルトニウム転換技術開発施設、クリプトン回収技術開発施設の4施設については、工程洗浄完了(令和5年度末)後に先行して除染、解体に着手するため、令和5年度末頃に廃止措置計画変更認可申請を行う予定。
(8) 廃止措置に係る人材確保及び技術継承	・設備の操作、保守等に精通した人員の確保 ・人材確保・育成、技術継承の推進 (工程洗浄における要員の確保、技術継承の実施。廃止措置への関心を高めるための取組の実施)	・工程洗浄における経験者・熟練者の要員確保及びOJT形式による技術継承の実施 ・再処理施設の廃止措置に係る動画やHPによる情報発信	○	・令和5年度においても取組を継続 ・熟練者の持つ知見の文書化・データベース化	短期的には廃棄物処理や工程洗浄、系統除染等の取組において設備の操作、保守等に精通した人員を確保する。さらに長期的な取組として、廃止措置の各段階において必要な人材を明確にし、関係者が連携して取り組むための体制構築や制度について検討する。

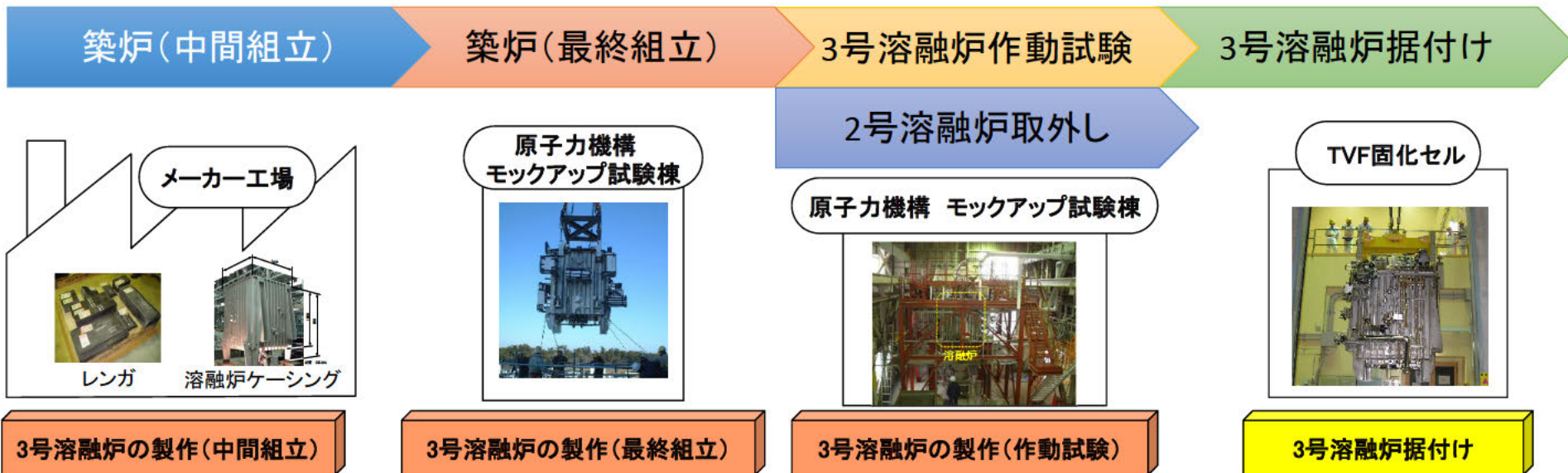
○：当初計画の目標を達成したもの（令和4年度末までの進捗見通しを含む）

△：当初計画における令和4年度目標の達成はできなかったものの、課題解決に向けた取組を行っており、解決の見通しがあるもの

×：当初計画における令和4年度目標が達成できず、課題解決の見通しが得られていないもの



TVFガラス固化処理の実績



写真：2号溶融炉製作時(平成14～15年)

	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
(1) 許認可 (R3年6月29日申請, R3年10月5日認可)	申請 ▼ 認可 ▼			
(2) 3号溶融炉の製作/試験	各 부품の材料手配, 加工	中間組立(メーカー工場)・ 最終組立(モックアップ試験棟)	運転条件確認試験	
(3) 2号溶融炉の取外し			2号溶融炉等の撤去	
(4) 3号溶融炉の据付け				3号溶融炉等の据付 3号溶融炉熱上げ▽

現在

	工事名称	R元 年度	R2 年度	R3 年度	R4年度				R5年度				
					1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
地震	HAW周辺地盤改良工事 (T21トレンチを含む)				準備・工事(計画)								
					準備・工事(実績)								
	第二付属排気筒耐震補強工事	設計 設計		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)									
	主排気筒の耐震補強工事	設計 設計		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)									
津波	HAW一部外壁補強工事	設計 設計		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)									
	津波漂流物防護柵設置工事 (押し波による漂流物侵入防止対策)	設計 設計		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)									
	ガラス固化技術開発施設(TVF)の耐 津波補強工事			設計 設計	準備・工事(計画) 準備・工事(実績)								
	津波漂流物防護柵設置工事 (引き波による漂流物侵入防止対策)	設計 設計		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)									
	その他施設(40施設)の対策検討(津 波・地震・その他事象)			設計 設計	準備 準備	設計・工事(計画) 設計・工事(実績)							

現在

	工事名称	R元 年度	R2 年度	R3 年度	R4年度				R5年度			
					1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
竜巻	HAW竜巻対策工事	設計(計画) 設計(実績)			準備・工事(計画) 準備・工事(実績)							
	TVF竜巻対策工事		設計(計画) 設計(実績)		準備・工事(計画) 準備・工事(実績)							
火災等	防火帯の設置	設計(計画) 設計(実績)			施工設計・準備・工事(計画) 施工設計・準備・工事(実績)							
	HAWの内部火災対策工事		設計・準備(計画) 設計・準備(実績)		工事・配備(計画)							
	TVFの内部火災対策工事		設計(計画) 設計(実績)		準備(計画) 準備(実績)			工事(計画) 工事(実績)				
溢水等	HAW溢水対策工事		設計(計画) 設計(実績)		準備(計画) 準備(実績)			工事・配備(計画)				
	TVF溢水対策工事		設計(計画) 設計(実績)		準備(計画) 準備(実績)			工事(計画)				
制御室等	パラメータ監視等システムの設置工事		設計(計画) 設計(実績)			準備・工事(計画) 準備・工事(実績)						

現在

	工事名称	R元 年度	R2 年度	R3 年度	R4年度				R5年度				
					1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
事故 対応	高放射性廃液貯蔵場(HAW)の 事故対応に係る接続口設置工事	設計 設計	(計画) (実績)	準備・工事 準備・工事	(計画) (実績)								
	事故対応設備配備場所地盤補強 工事 【周辺斜面切土工事】				準備・工事 準備・工事	(計画) (実績)							
	【地盤改良工事】	設計 設計	(計画) (実績)	準備・工事 準備・工事				(計画) (実績)					
	事故対応資機材保管場所整備 (南東地区駐車場, 分散配備場所)				設計 設計	(計画) (実績)	準備・工事 準備・工事	(計画) (実績)					

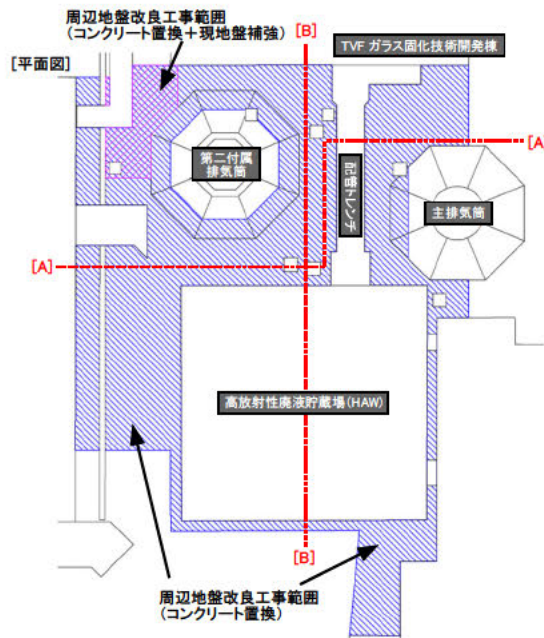
現在

【概要】 工事実施中

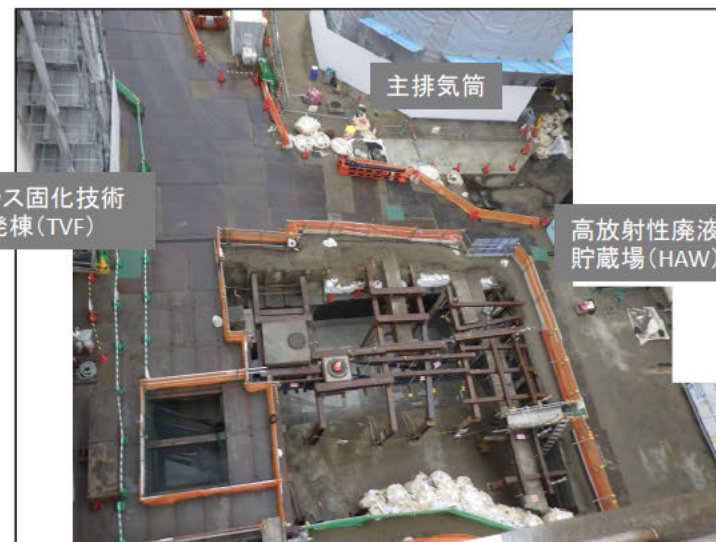
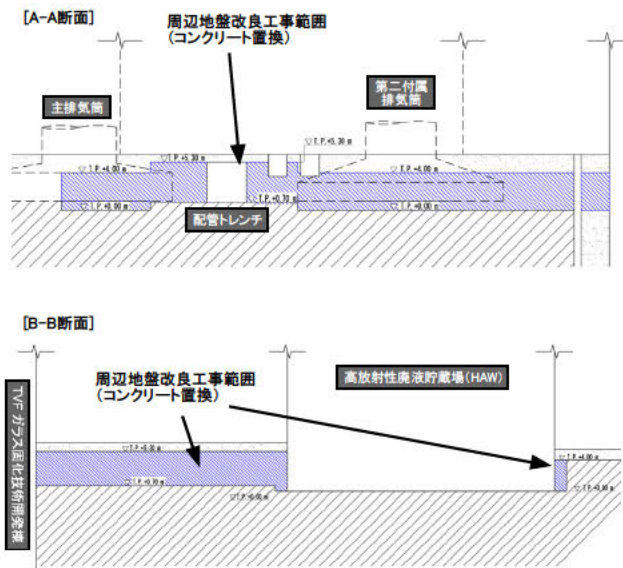
高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家及び配管トレンチ(T21)の耐震性能向上のため、建家の地下部側面を押さえている周辺地盤を改良して建家の横揺れを低減させる対策工事を行う。

作業期間は、令和2年8月17日から令和5年度末までの予定である。

(南面を除く、主な区画は令和3年度末までに終了)



HAW周辺地盤改良工事の概要



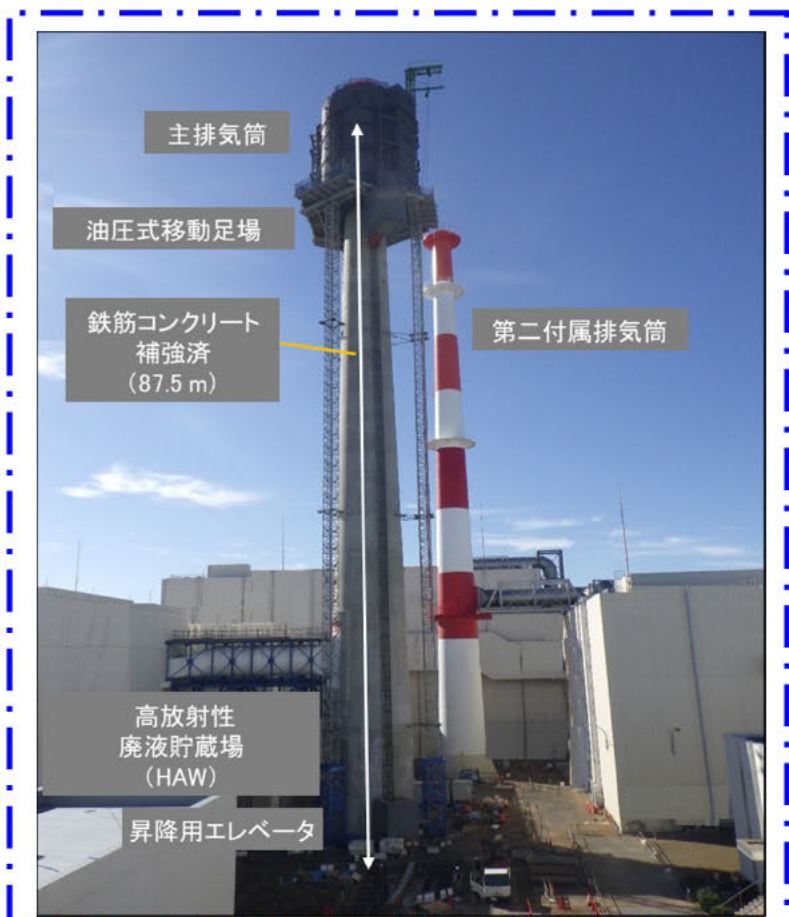
地盤改良工事の状況(令和3年12月)

※埋土部分を約6 m(T.P.約0 m)まで掘削し、高さT.P.+4 mまでコンクリートに置換する。

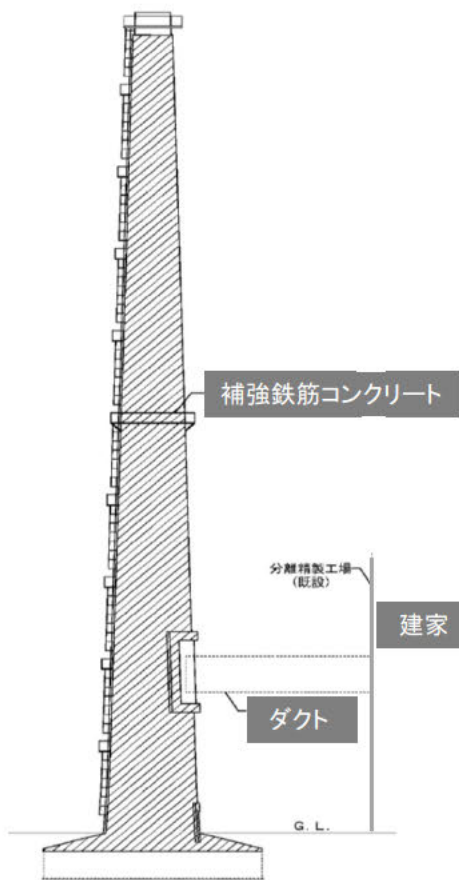
【概要】 工事実施中

主排気筒（地上高さ90m）について、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性を確保するため、主排気筒基礎及び筒身への鉄筋コンクリート補強を行う。

作業期間は、令和3年7月1日から令和5年3月末までの予定である。



主排気筒の筒身補強工事の状況
(令和4年11月)



鉄筋コンクリートによる補強
(斜線部分)



主排気筒の筒身補強工事の状況
(令和5年2月)

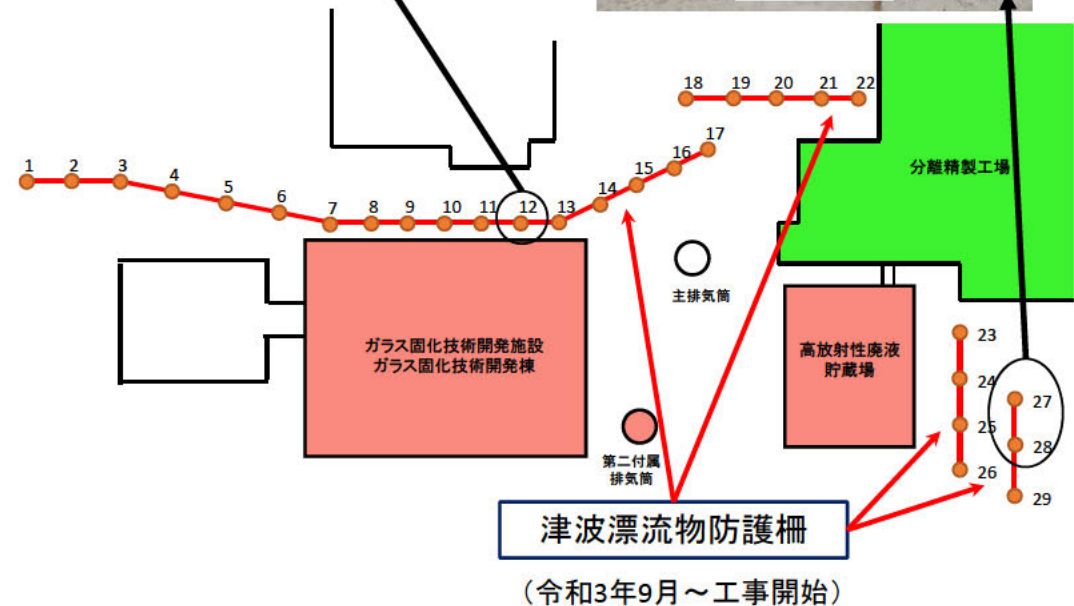
【概要】 工事実施中

廃止措置計画用設計津波の遡上による漂流物の衝突から防護対象施設（高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒）を防護するため、津波漂流物防護柵を設置する。

作業期間は、令和3年9月24日から令和5年11月末までの予定である。



津波漂流物防護柵の設置イメージ

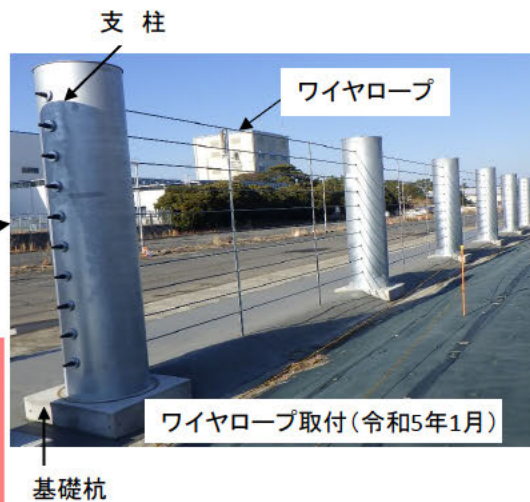


津波漂流物防護柵の設置予定場所の地盤改良の状況(令和4年12月)

【概要】 工事完了

廃止措置計画用設計津波の引き波による漂流物の衝突から防護対象施設（高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒）を防護するため、津波漂流物防護柵（引き波）の設置を行った。

作業期間は、令和4年5月25日から令和5年1月27日。

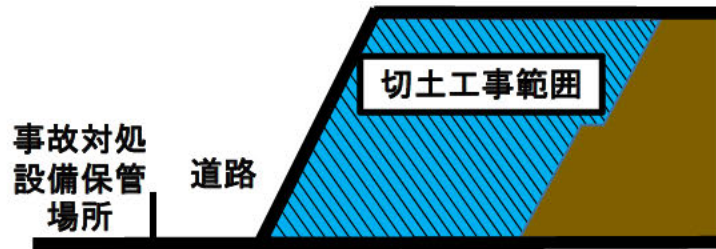


津波漂流物防護柵（引き波）の設置工事の進捗状況（令和5年1月）

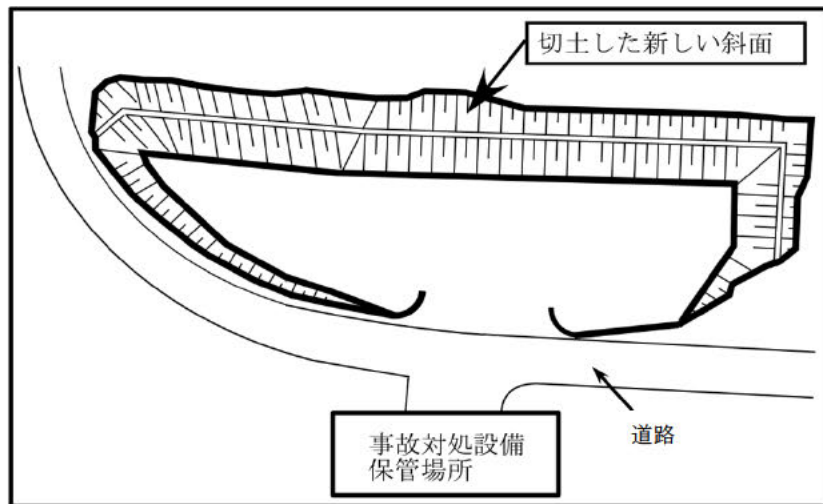
【概要】 工事完了

事故対処設備保管場所の南側にある斜面について、設計地震動により崩落する可能性があり、事故対処設備保管場所への土砂の流入防止対策として斜面の切土工事を実施した。

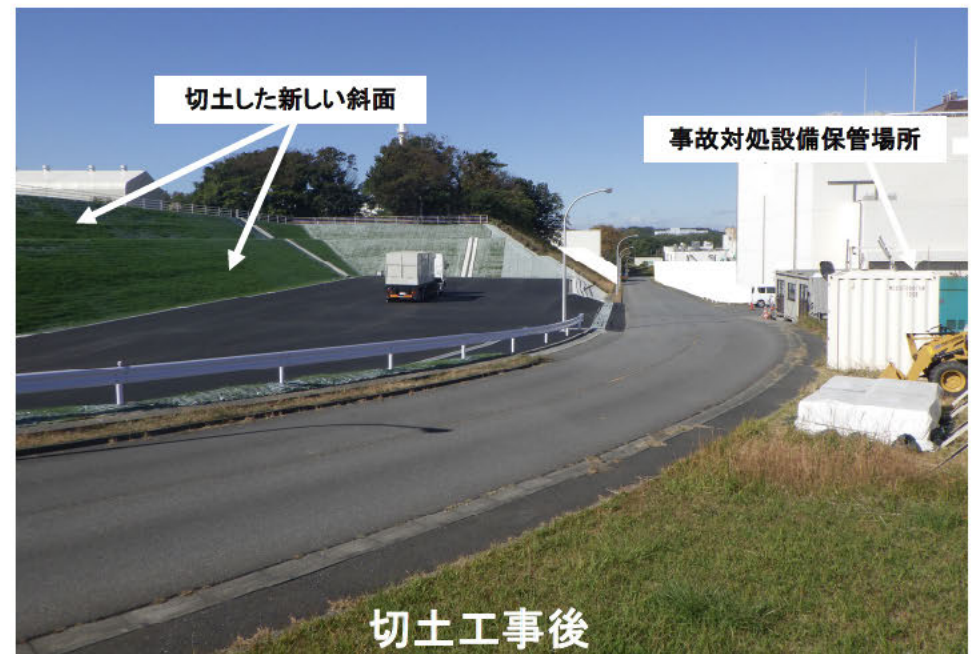
作業期間は令和4年2月2日から令和4年10月31日。



切土工事イメージ(側面図)



切土工事イメージ(平面図)

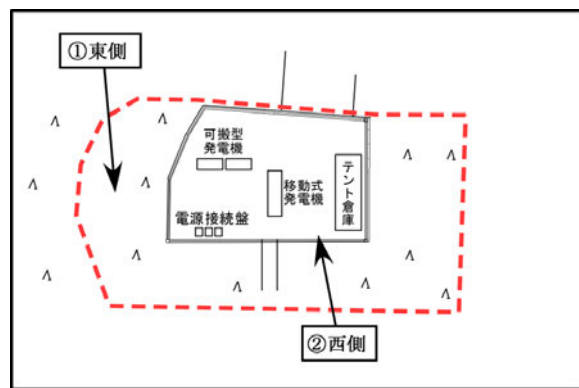


切土工事完成状況

【概要】 工事実施中

事故対処設備保管場所の崩落防止対策として、必要な耐震性を確保するため、地盤改良工事を行う。

また、地盤改良範囲内に核物質防護フェンスの新設、事故対処設備保管場所より再処理施設への資機材搬入、電源供給及び人の移動を可能とするためのアクセスルート設置を併せて行う。
作業期間は、令和4年3月10日から令和6年3月までの予定である。



工事前 (現状)

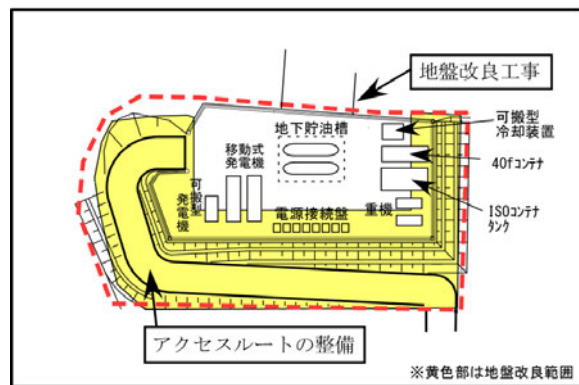


掘削前(6月)



掘削中(1月)

地盤改良工事の状況(①東側)



工事後 (イメージ)



掘削前(6月)



掘削中(1月)

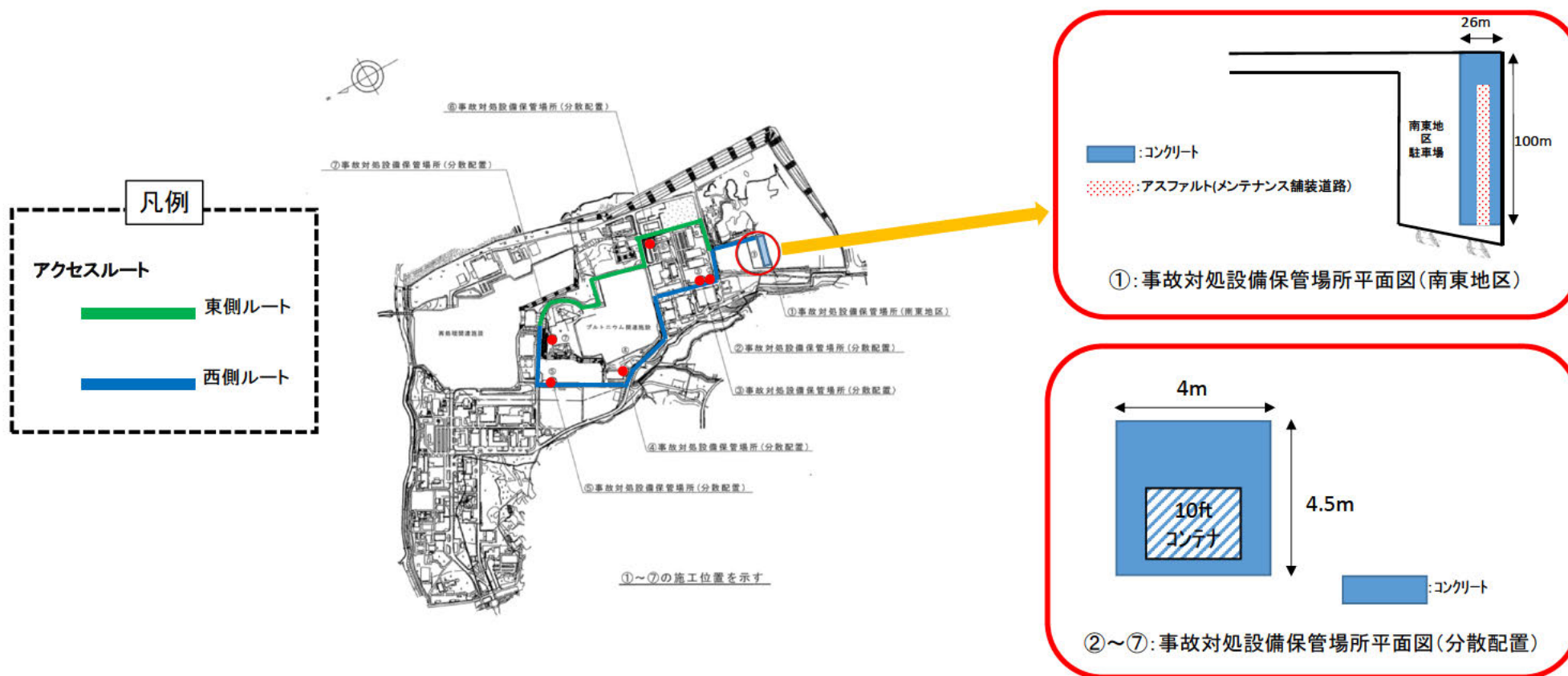
地盤改良工事の状況(②西側)

※埋土部分からT.P.+5.7 mまで掘削し、高さT.P.+18.5 mまで改良土を盛土する。

事故対処設備保管場所地盤改良工事の概要

【概要】 工事完了

事故対処設備の保管場所(南東地区他)に配備する可搬型事故対処設備は、地震等による転倒・散乱を防止するための固縛固定(アンカー固定)をすることから、事故対処設備の保管場所のコンクリート基礎工事を実施した。また、事故対処を行うための南東地区から転換駐車場までの東側及び西側のアクセスルート上に、6箇所の分散配置場所を設置し、南東地区と同様にコンテナを竜巻対策としてアンカー固定するためコンクリート基礎工事を実施した。作業期間は、令和4年10月26日から令和5年2月28日。



【概要】 工事実施中

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能に係るパラメータを監視する装置を製作し、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に設置する。

分離精製工場（MP）屋上に設置された屋外監視カメラの映像を確認できる機器をガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に配備する。

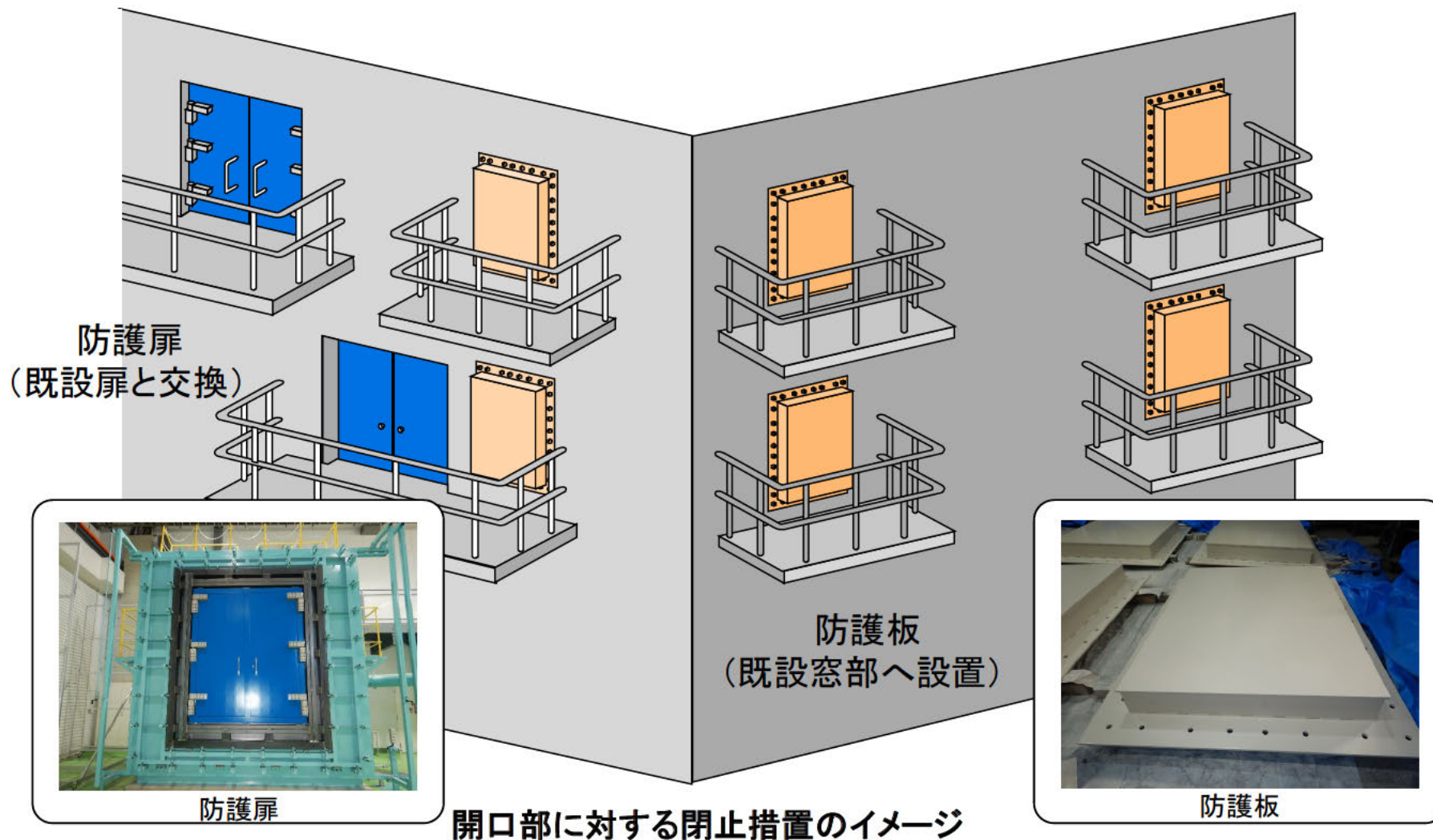
作業期間は、令和4年10月12日から令和5年3月までの予定である。



【概要】 工事実施中

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の竜巻防護対策として、当該建家の開口部に防護板、防護扉及び防護フードを設置し閉止する。

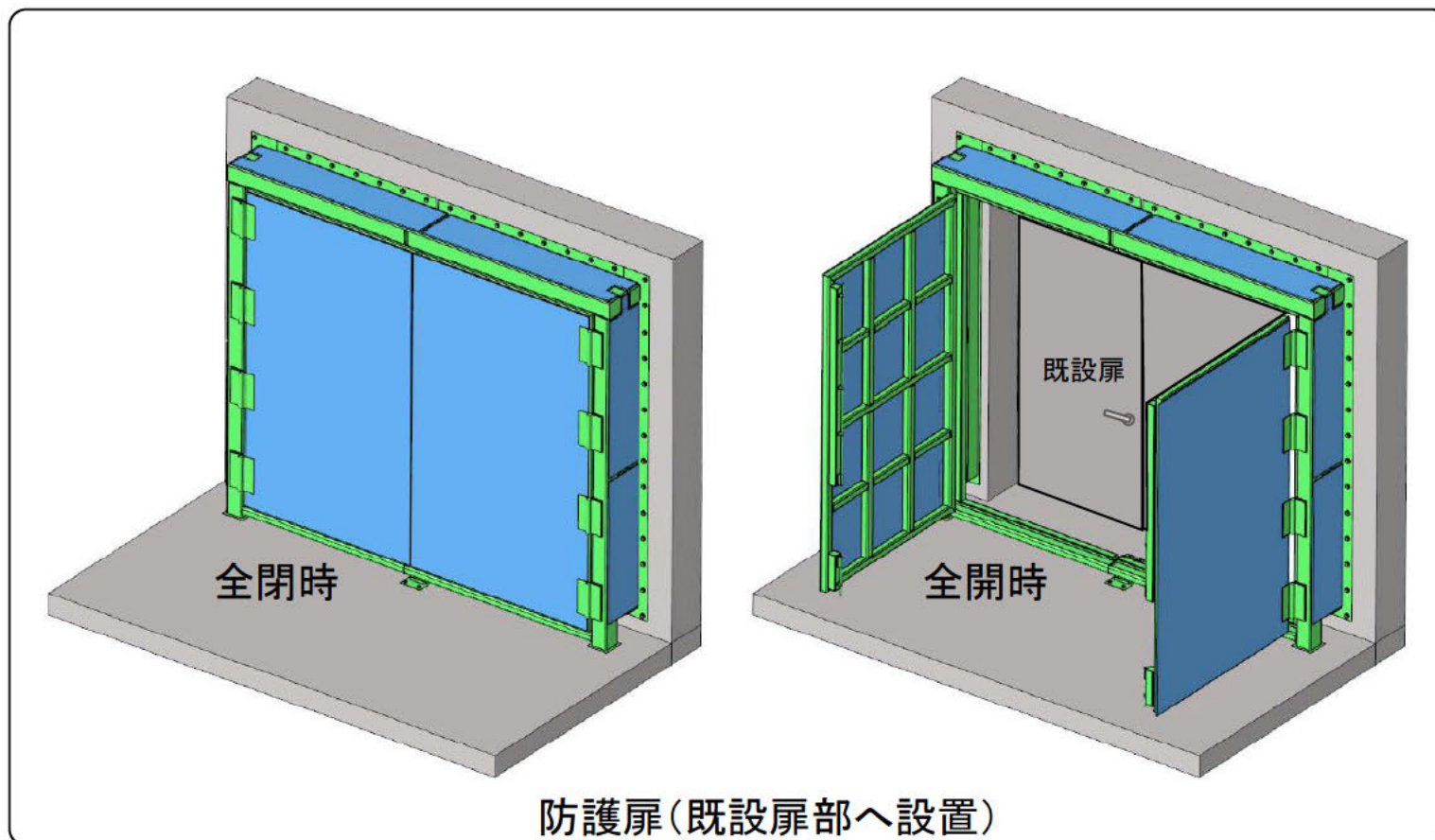
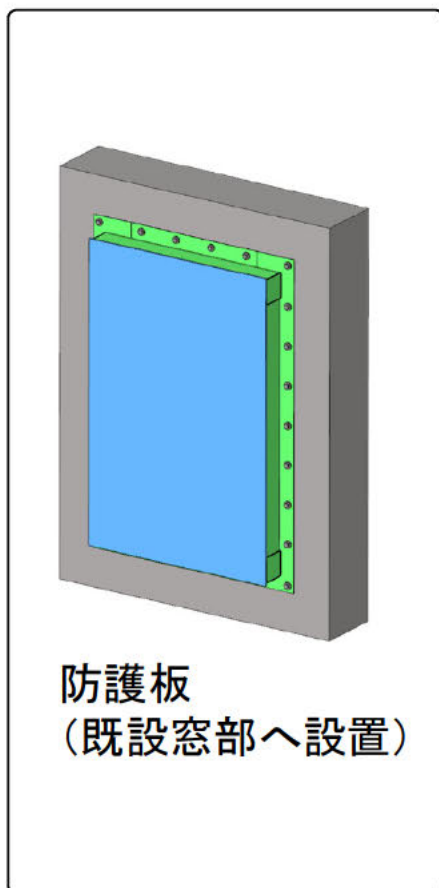
作業期間は、令和5年2月14日～令和5年5月末までの予定である。



【概要】 工事実施中

ガラス固化技術開発施設(TVF)の竜巻防護対策として、当該建家の開口部に防護板、防護扉及び防護フードを設置し閉止する。

作業期間は、令和4年10月3日～令和6年3月までの予定である。














開口部に対する閉止措置のイメージ

【概要】

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)においては、内部火災により重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないよう、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減を考慮して、ソフト及びハードの両面から火災防護に係る対策に取り組んでいる。

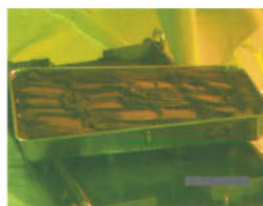
ハード対策として、認可を得た廃止措置計画に基づき、HAW及びTVFの内部火災対策等の安全対策工事を進めており、令和5年度末の完了を目指している。

ソフト対策として、HAW及びTVFの火災対策に係る訓練(火災発生時の初期消火対応から予備ケーブルを使用した代替策の実施までの一連の対応)を実施し有効性を評価するとともに、訓練結果を踏まえた手順書等の改善を行った。また、火災防護のソフト対策(可燃物管理、防火帯の管理等)は、保安規定の下部規定として、「火災防護計画」に定めた。

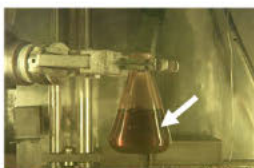
HAW火災対策に係る訓練(総合訓練)			
初期消火対応訓練		予備ケーブル敷設対応訓練	
			
HAW制御室へ移動	火災受信機の確認	被害状況確認	作業前打合せ
			
防火服準備	初期消火	ドラムローラ設置	排煙機設置
			
放管入室準備	汚染検査(スミヤ)	ケーブルドラム設置	予備ケーブル敷設

TVF火災対策に係る訓練(総合訓練)			
初期消火対応訓練		予備ケーブル敷設対応訓練	
			
火災受信機の確認	防火服の着装	現場被害状況確認	作業前打合せ・KY
			
屋内消火栓の準備	屋外消火栓の準備	ドラムローラーの組立	ケーブルの敷設
			
化学消火用資機材	汚染確認の装備準備	分電盤の確認	接続手順の確認

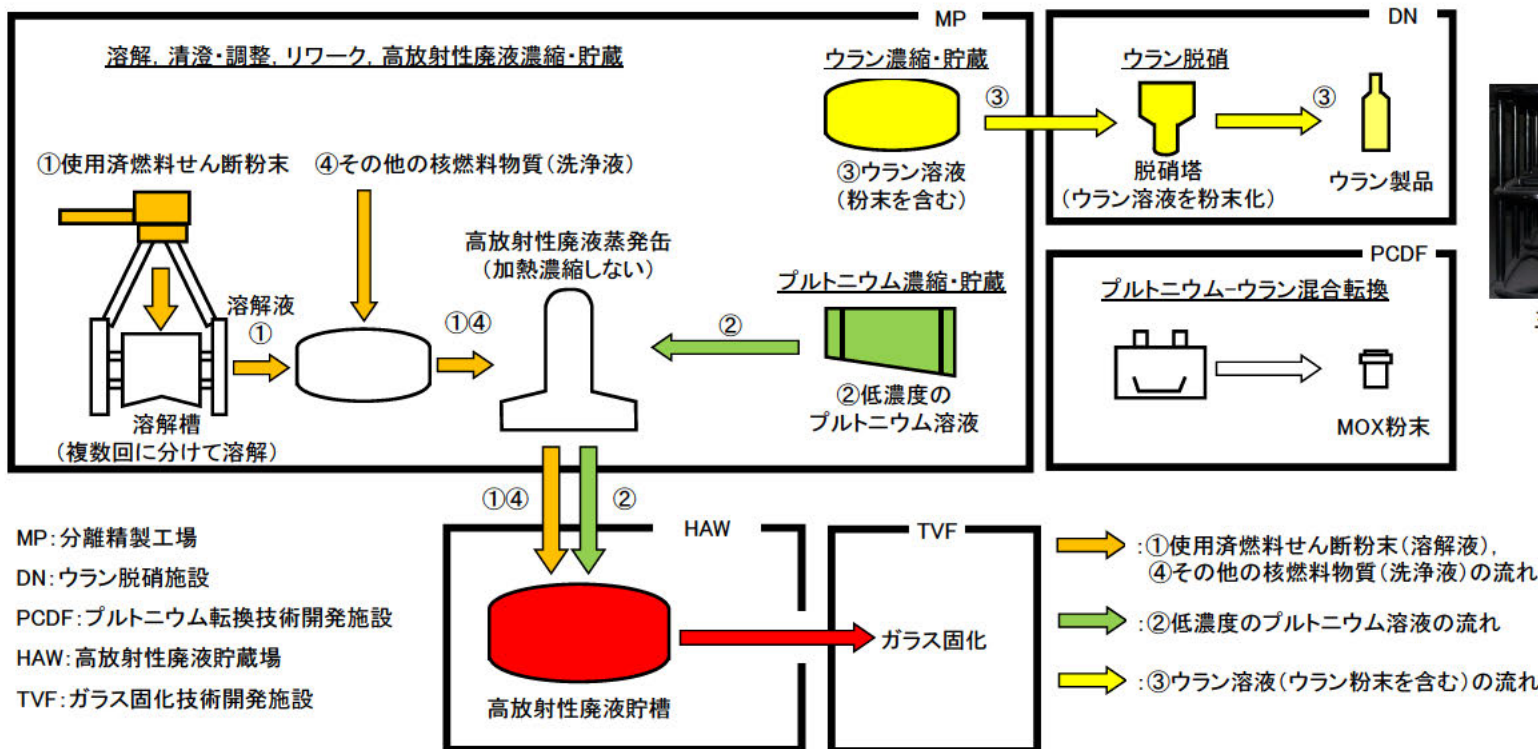
工程洗浄では、廃止措置の第1段階として、再処理工程内の一部機器に残存する核燃料物質を取り出すため、工程内に残存するウラン溶液は三酸化ウランに粉末化、その他は現有する高放射性廃液に混ぜてガラス固化する。



使用済燃料せん断粉末



高放射性廃液

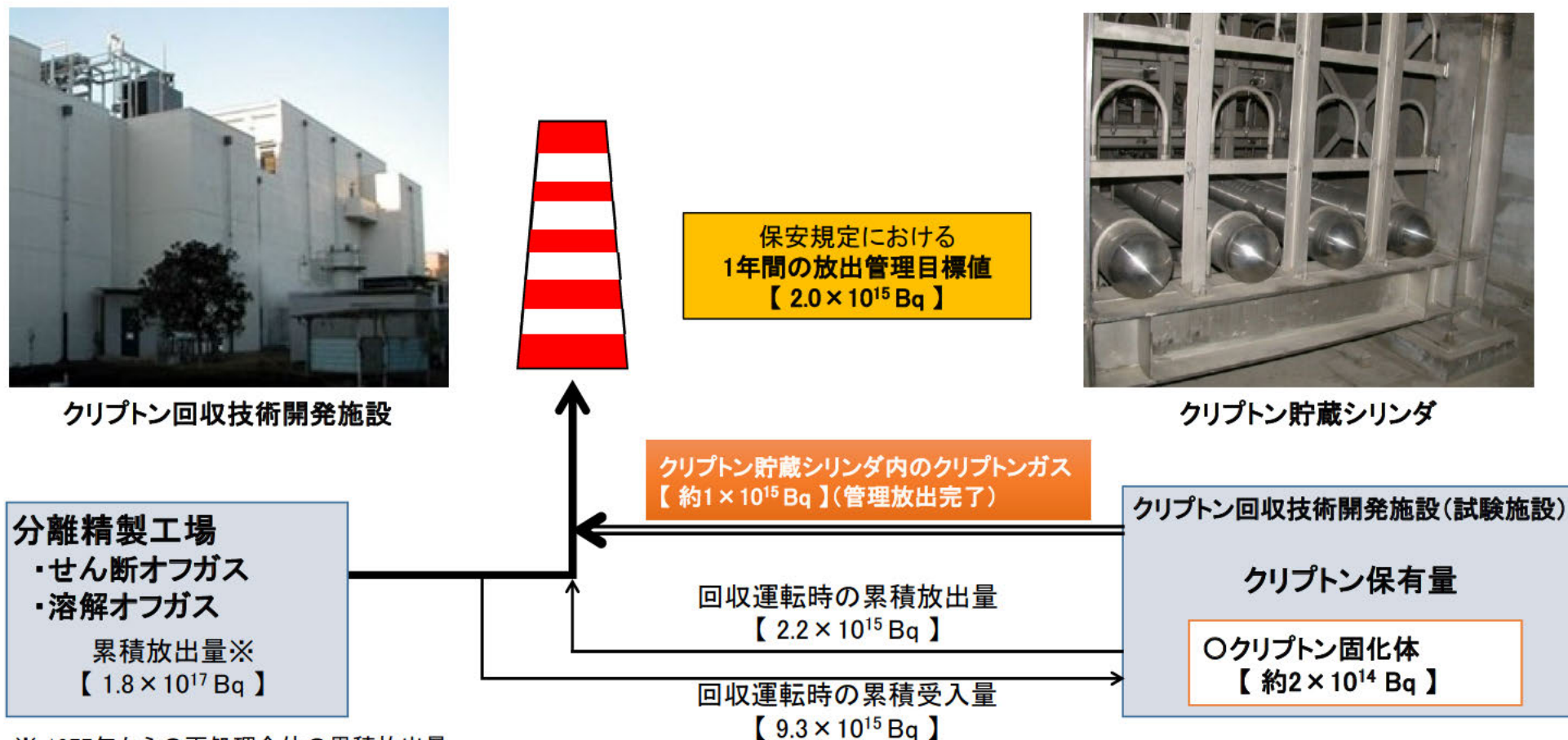


	令和4年度				令和5年度			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
使用済燃料せん断粉末等/ その他の核燃料物質 (工程内の洗浄液等)		溶解/取出し/押し出し洗浄(計画) 溶解/取出し(6/8~8/5)/押し出し洗浄(~9/12)						
低濃度のプルトニウム溶液						取出し/押し出し洗浄(計画)		
ウラン溶液・ウラン粉末					ウラン粉末ポット移替(計画)		ウラン溶液取出し(計画)	

現在

【概要】 クリプトン管理放出完了

- クリプトン回収技術開発施設では、使用済燃料の再処理で発生した放射性クリプトンガスのうち、一部を試験のために回収、貯蔵してきたが、貯蔵しているクリプトンガスについて今後使用する計画がないことから、施設の安全性向上のため、放出量を管理しながら安全に放出した。
- 管理放出は、令和4年2月14日から開始し、4月26日に完了。



※ 1977年からの再処理全体の累積放出量。
(処理量:約1140 tU)

注) 累積放出量は、放射能の減衰等により、累積受入量より少ない。

【概要】 実施中

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)は、セメント固化・硝酸根分解設備に係る試験データの拡充を行った上で、設備の設置・工事を実施する。また、施設の安全対策については、津波対策に係る詳細設計を進めており、有意に放射性物質を建家外に流出させない措置を講じる。

項目		R4年度	R5年度	R6年度以降				
プロセスの変更	硝酸根分解設備の設置 (実証プラント規模試験)	【計画】						
		装置製作/設置工事		試験				
		【実績】		<ul style="list-style-type: none"> ・機器製作 ・設置工事 ・作動確認 ・試験場所の整備 	▽変更認可申請			
		装置製作/設置工事※			施工設計	製作/工事	コールド/ ホット試験	処理運転
※ 実証プラント規模試験装置の製作/設置については、令和4年度はガラス固化運転及び安全対策等の取組を優先したため、試験装置の製作/設置完了に至らなかったものの、可能な限り早期に硝酸根分解設備の技術的成立性を確認する観点から、令和6年度内の製作/設置、試験着手を目指すとともに、実証プラント規模試験を効率的に進めるため、主要機器である分解槽内の攪拌や温度の均一性に係るシミュレーション解析等の取組を進める。								
プロセスの変更	セメント固化設備の設置 (工学規模試験)	【計画】			▽変更認可申請			
		工学規模試験			▽変更認可申請			
		【実績】		施工設計	製作/工事	コールド/ ホット試験	処理運転	
		工学規模試験						
安全対策	津波対策	【計画】			▽変更認可申請			
			詳細設計		施工設計	製作/工事		
		【実績】						
		詳細設計						

現在

セメント固化設備に係る試験

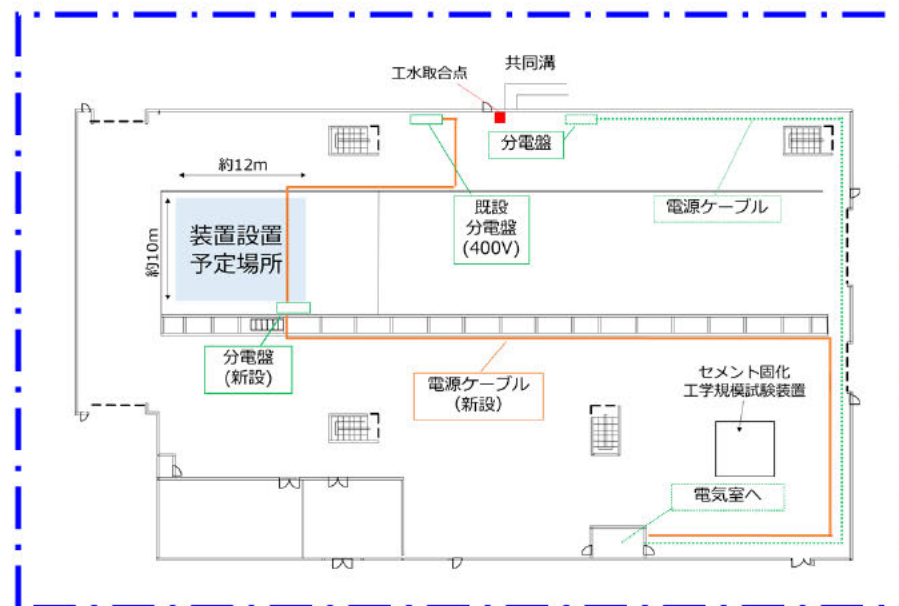
- LWTFにセメント固化設備を導入するにあたり、より確実に安定な運転を実現するために、セメント固化設備の工学規模試験(実規模混練試験(1/1スケール))により試験データを取得し、実設備の設計や運転条件に反映する。
- 令和4年度は、TBPやDBP等の不純物を含む模擬廃液を用いた工学規模試験を実施中。



セメント固化設備の工学規模試験装置

硝酸根分解設備に係る試験

- LWTFに硝酸根分解設備を導入するにあたり、長期間にわたる安定運転の確実性を高めるため、実証プラント規模試験によりスケールアップ時の槽内の均一性、温度制御性等の試験データを取得し、その実施結果をプロセスの安定運転に反映する。
- 令和4年度は、実証プラント規模試験装置を実規模開発試験室内に設置するにあたり、実機と同じレイアウトとなるよう配置検討や試験に必要なユーティリティを確保するための検討を実施中。



実規模開発試験室におけるイメージ図

○LWTFにおける津波対策については、HAW及びTVF以外のその他の施設と同様に施設の安全性を確保する観点から、設計津波による荷重(波力及び漂流物)を受けて建家内に海水が流入した場合においても、有意に放射性物質を建家外に流出させない対策を行う。

○上記安全対策に加え、LWTFは低放射性廃液のセメント固化を含む廃棄物処理を長期的に行う新規施設であり、津波被災後の運転遅延のリスクを抑えるためには、供用開始前に必要な設備を防護する対策を行った方が合理的であることから、設計津波の波力に対しては、建家内に海水を流入させない対策を行う。

【有意に放射性物質を建家外に流出させない対策(例)】

【建家内に海水を流入させない対策(例)】

津波対策

換気空調ダクトへの対策例

ダクト補強

ダクト移設

扉への対策例

止水扉の設置

補強フレーム取付け

配管・ケーブル等の貫通部への対策例

ゴムリング取付け

補強フレーム取付け

止水弁の設置

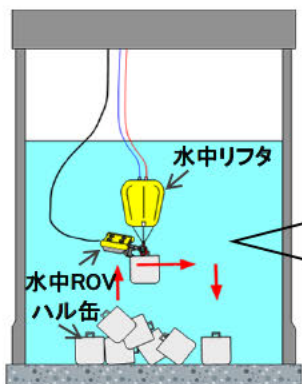
止水弁の設置

LWTF地上1階

建家内に海水を流入させない対策を行うエリア(検射箇所)
【建家外壁(扉類を含む)】

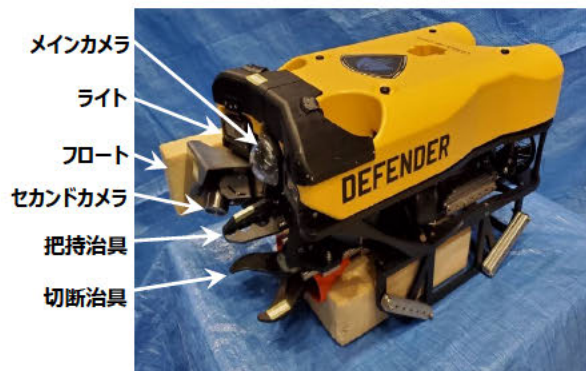
※ 有意に放射性物質を建家外に流出させない対策を行うエリア
【建家内の設備】

- HASWSに貯蔵している廃棄物の取出しに向け、英国の廃止措置で使用実績のある水中ROVと海底からの物品の引上げ・運搬に用いられている水中リフタを用いた取出し方法の検討を進めており、モックアップ試験にて成立性の確認を行っている。
- 令和4年度は、水中ROVで種々のハル缶姿勢での付属ワイヤの切断、吊具の取付け操作が実施可能であること及び水中ROVと水中リフタ(吊具式)にてハル缶取手部を利用してハル缶を移動できることを確認。
- 令和5年度は、吊具をグラブに変えた水中リフタ(グラブ式)を用いてハル缶胴部を把持して移動できることを確認する試験のほか、HASWSの貯蔵状況(ハル缶配置、懸濁具合等)を模擬した試験を行う。
- これらを通じて、令和5年度にHASWSからの廃棄物取出しに際し、水中ROVと水中リフタを用いた取出し方法の見通しを得た後、取出し建家・HWTF-1の検討を進める。



水中ROVにより水中リフタを取付け、浮上げたハル缶の水中ROVによる移動等の成立性を確認

水中ROVと水中リフタを用いたモックアップ試験概要



水中ROVの外観



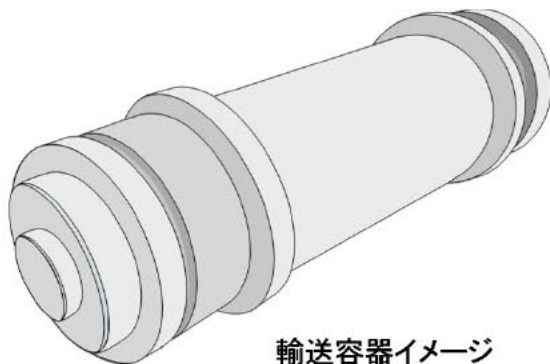
※廃棄物の状態により使い分けることを検討中

水中リフタの外観

	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度	R9年度	R10年度
ハル缶等取出し方法の検討	水中ROV等を用いた試験(計画)		水中ROV等の改良、取出しに用いる装置類の製作、操作性確認等(計画)				
	水中ROV等を用いた試験(実績)						
取出し建家の検討			取出し建家の設計(計画)				
HWTF-1の検討					HWTF-1の設計(計画)		

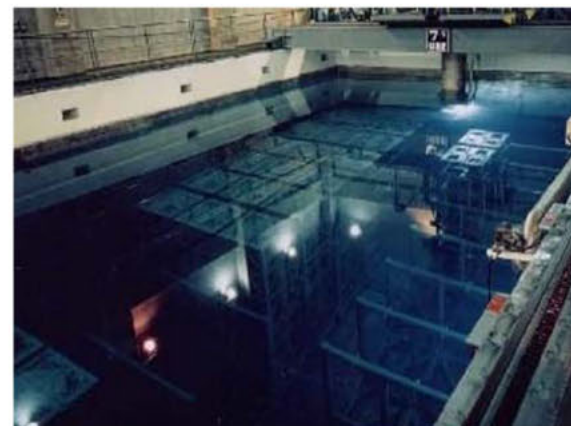
現在

- 東海再処理施設の燃料貯蔵プールにあるふげん使用済燃料265体は、海外の再処理施設で再処理するために令和8年度までに全量搬出する計画である。
- 燃料搬出の準備として、搬出方法及び使用する機器のハード対策を具体化した工事計画について、廃止措置計画の変更認可申請を実施した。



輸送容器イメージ

TNJAキャスク(乾式)仕様	
キャスク全長	約 6.8m
キャスク直径	約 2.2m
燃料収納時の重量	約 80トン
燃料収納体数	32体



使用済燃料の貯蔵状況

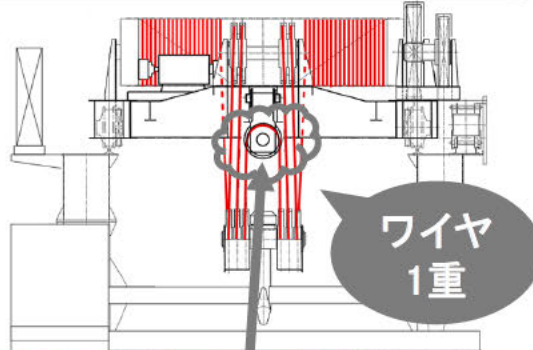
	令和4年度				令和5年度			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
廃止措置計画変更	▼ 廃止措置計画変更申請		▼ 認可					
ハード対策工事			クレーンワイヤ2重化・燃料取出しプールクレーン整備		吊具の更新等			

現在

【概要】 ワイヤ2重化工事終了，吊具の更新等は令和5年4月開始予定

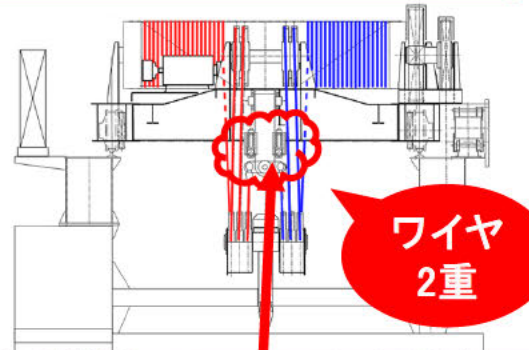
○使用済燃料を収納した輸送カスクの搬送時に，燃料カスククレーンのワイヤが切断した場合の落下防止対策として，イコライザー装置を改良し，燃料カスククレーンのワイヤを2重化した。（作業期間：令和4年12月13日～令和5年1月20日）

旧イコライザー装置
【シーブ(滑車)タイプ】



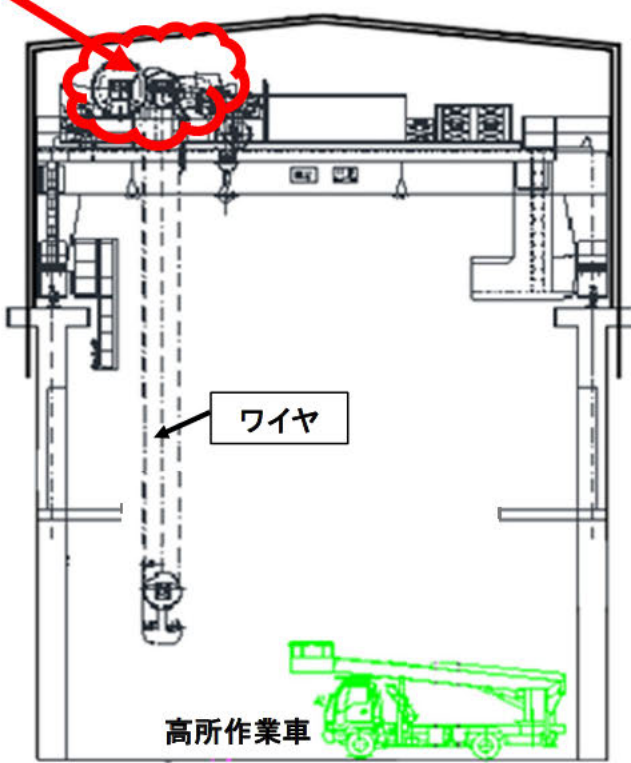
ワイヤ
1重

新イコライザー装置
【ビーム(はり)タイプ】



ワイヤ
2重


イコライザー装置




ワイヤ

高所作業車

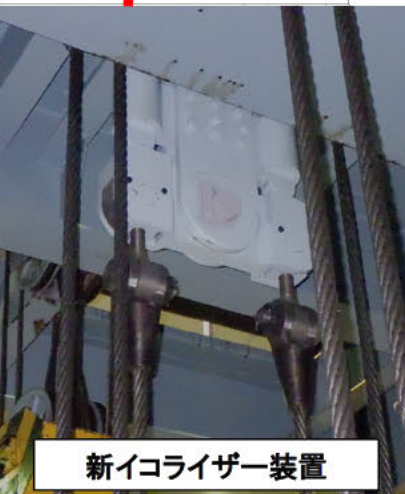
分離精製工場



旧イコライザー装置

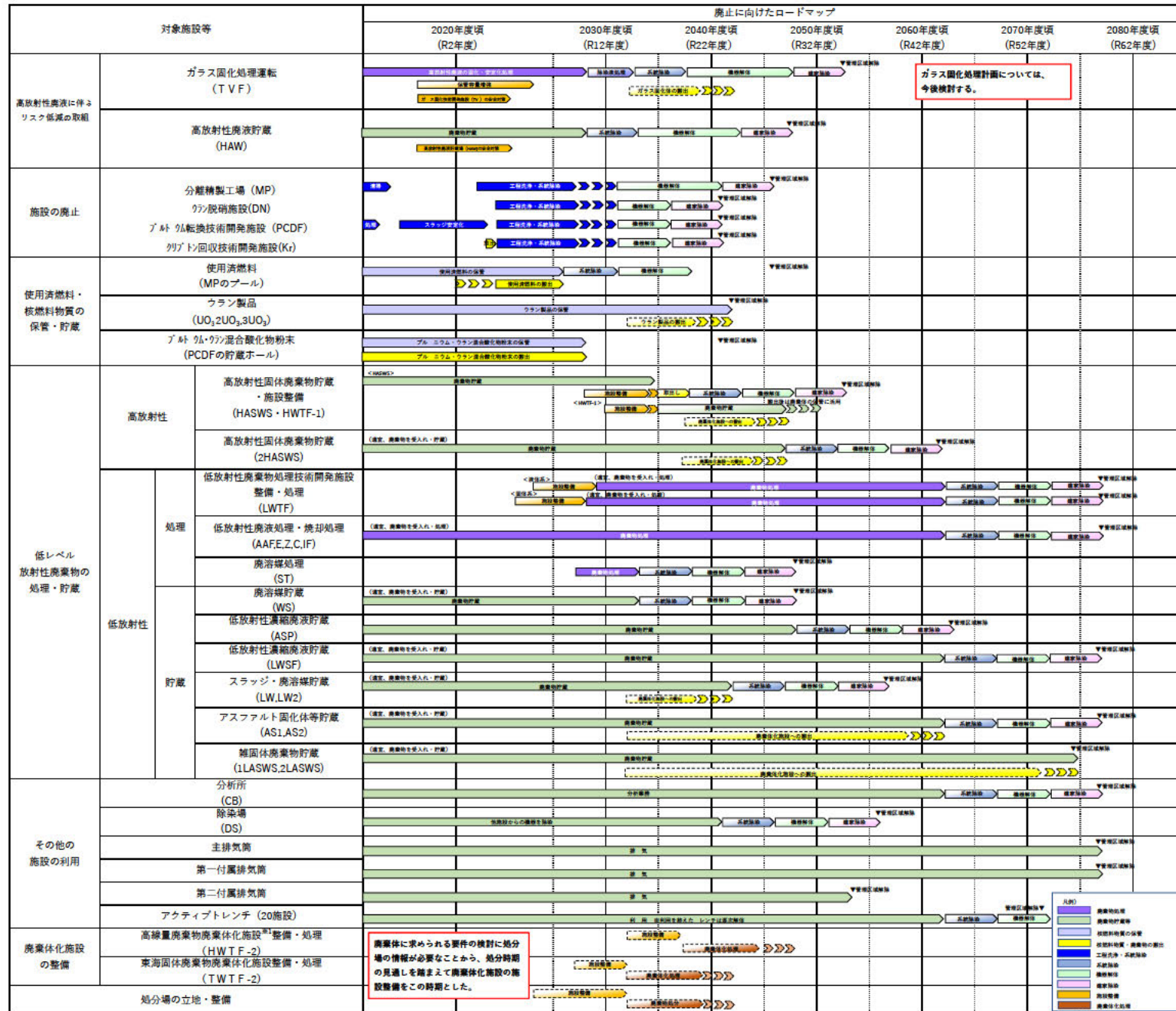


イコライザー装置取替作業の様子



新イコライザー装置

表1 廃止措置工程表



※1 旧名称：高線量廃棄物廃棄物処理技術開発施設

本資料は進捗等に応じて適宜見直す。

表2 当面の工程

項目		2018~2019年度 (R18~R19)	2020年度 (R2)	2021年度 (R3)	2022年度 (R4)	2023年度 (R5)	2024年度 (R6)	2025年度 (R7)	2026年度 (R8)	2027年度 (R9)	2028年度 (R10)	2029年度 ~ 2035年度 (R11) (R17)	
ガラス固化処理	ガラス固化処理	高放射性廃液の固化・安定化処理										ガラス固化処理計画については、今後検討する。	
	溶融炉更新	設計	設計/工事	2号炉取出し	3号炉取出し	溶融炉更新完了	*TVF運転状況等により、運転ケースを見直す						
	保管能力増強(TVF)	設計/工事											
	新規保管施設	設計/許認可	新規保管施設建設工事										
安全対策	HAW、TVFに係る地震・津波の安全対策	設計/許認可/工事		安全対策完了									
	重大事故対処	設計/許認可/工事		安全対策完了									
	HAW、TVFに係る地震・津波以外の安全対策	設計/許認可/工事		安全対策完了									
	HAW、TVF以外の安全対策	LWTF以外	設計/許認可/工事	安全対策完了									
工程洗浄	分離精製工場(MP)	工程洗浄		工程洗浄完了									
	ウラン脱硝施設(DN)	工程洗浄											
	ブルニウム転換技術開発施設(PCDF)	スラッジ安定化		Kr管理放出									
	ウラン回収技術開発施設(Kr)	Kr管理放出		洗浄									
高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)の貯蔵状態の改善	モックアップ設備整備	アーム型装置の検討・設計											
	ハル缶等の取だし技術開発	英国技術調査・水中ROV等試験		水中ROV等の国内導入・試験		水中リフト・掴み具の機能確認・操作性確認・改良等							
	取だし建家の建設	設計	取だし建家の設計								運来建設	ホット試験	
	高線量廃棄物廃棄体施設(第1期施設)(HWTF-1)の建設	設計	貯蔵施設(HWTF-1)の設計/建設/ホット試験										
貯蔵の安全性向上	震えのリスクに対する安全確保対策	設計・製作・配備											
	火災のリスクに対する安全確保対策	設計・製作・配備											
低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)整備	焼却設備の改良工事	設計	耐震補強設計/許認可		耐震補強工事		施工設計・機器製作・現地工事		ホットインコールド	ホット試験	処理運転開始(固体)		廃棄物処理
	実証プラント規模試験	設計・製作・試験											
	硝酸根分解設備の設置	現地調査・配管設計	施工設計・機器製作・現地工事		施工設計・機器製作・現地工事		コールド試験		ホット試験	処理運転開始(液体)		廃棄物処理	
	セメント固化設備の設置	施工設計・機器製作・現地工事		施工設計・機器製作・現地工事		コールド試験		ホット試験	処理運転開始(液体)		廃棄物処理		
	LWTF等設備・機器等整備	LWTF等設備・機器等整備										処理運転開始	廃棄物処理
廃溶媒処理技術開発施設(ST)における廃溶媒処理												処理運転開始	廃棄物処理
施設の廃止(MP, DN, PCDF, Kr)	系統除染	系統除染準備/系統除染											
	設備機器等の解体	機器解体準備/機器解体											
使用済燃料・核燃料物質の保管・貯蔵/搬出	使用済燃料(MPのプール)	使用済燃料の保管										使用済燃料の搬出準備/使用済燃料の搬出	
	ウラン製品(UO ₂ , 2UO ₃ , 3UO ₃)	ウラン製品の保管										ウラン製品の搬出	
	ブルニウム・ウラン混合酸化物粉末(PCDFの貯蔵ホール)	ブルニウム・ウラン混合酸化物粉末の保管										ブルニウム・ウラン混合酸化物粉末の搬出	

本資料は進捗等に応じて適宜見直す。

TVFにおける固化処理状況について (案)

令和5年3月●日

日本原子力研究開発機構(JAEA)

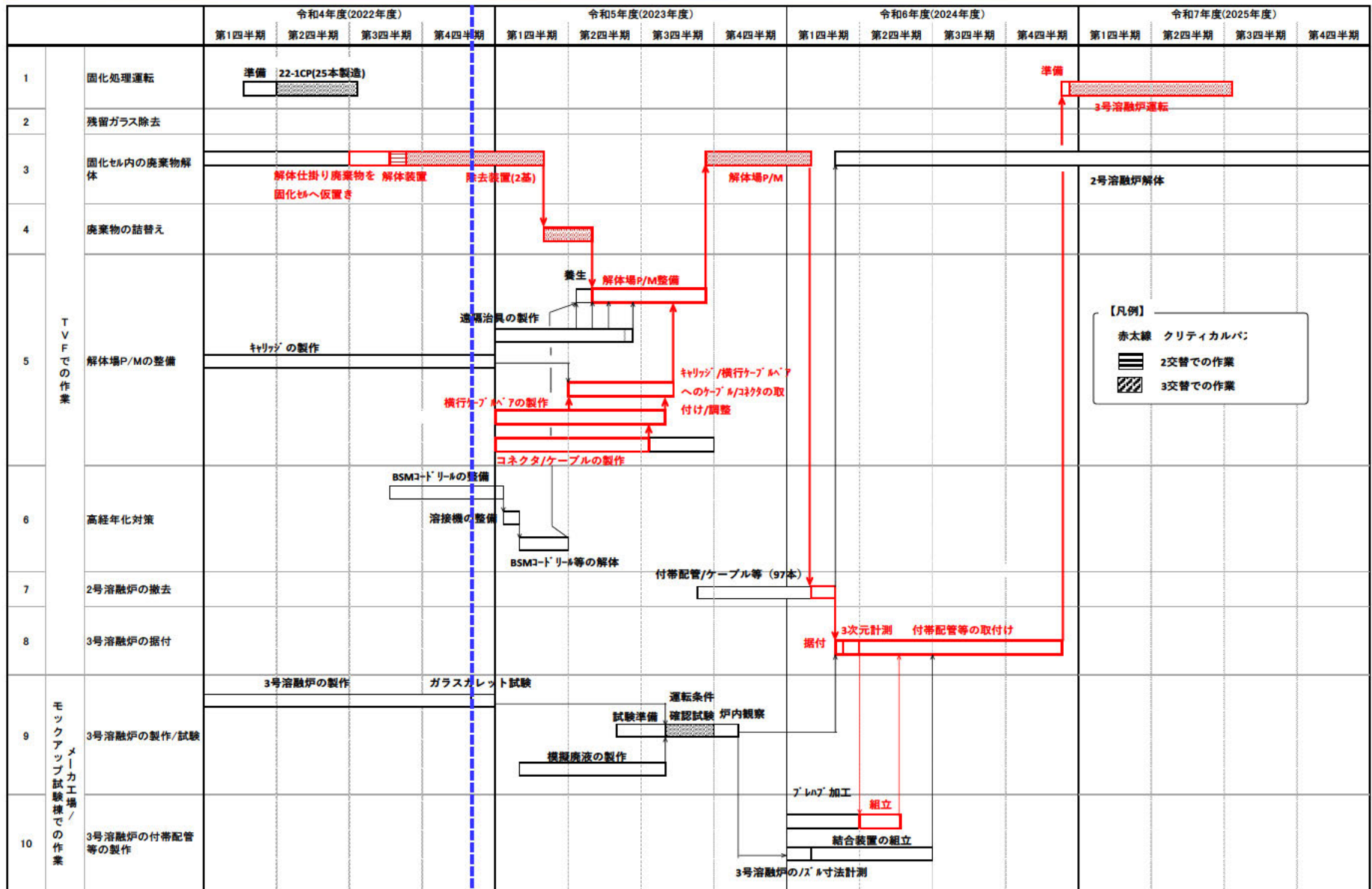


: 追記箇所

- (1) ガラス固化を最短で進める観点から、2号溶融炉は使用せず、3号溶融炉への更新を前倒しし、令和6年度末の熱上げ開始を目指す。
- (2) 固化セル内での解体作業を3交代体制にて継続中。残留ガラス除去装置(2基)の切断作業を6月頃まで実施する計画。また、解体作業と併行して実施する高経年化対策のうち、固化セル内の遠隔機器である両腕型マニプレータのコードリール交換作業を継続中。現在、除染セルにて、コードリールの交換作業に着手している。
- (3) 3号溶融炉の更新については、令和5年3月下旬に実施するガラスカレット試験に向け、設備機器(運転制御系、オフガス系、電源系、通気/通水確認等)の作動確認を3月4日までに完了し、3月6日から熱上げを開始している。
- (4) 今回の運転(22-1CP)で予想よりも少ない製造本数で管理指標に達したことの原因としては、運転データの調査に加え、残留ガラス除去作業の影響を確認するためコールドモックアップ溶融炉の調査等を行い、以下を推定している。
 - ・ 一度、レンガ表面に高密度に凝集した白金族元素が堆積してしまうと、現在の残留ガラスの除去作業(ニードルスクレーラ)ではレンガの侵食部等に残存した白金族元素を除去できず、通電経路が形成されと考えている。
 - ・ この通電経路が主電極間通電に影響を及ぼす(主電極間抵抗の感度領域にある)炉底傾斜面上部に形成され、主電極間電流の一部が流れるようになると、通電経路近傍の温度が上昇してガラスの流動が変わり、炉底傾斜面上部に多くの白金族元素が運ばれて堆積し、主電極間抵抗が早期に低下したものと考えている。
- (5) 対策(案)として、主電極間通電に影響を及ぼすような炉底傾斜面上部に白金族元素を多く堆積させないような管理指標や検知方法の改善(主電極損傷防止に加えて、堆積物量の低減を検討)や、残留ガラス除去作業においても、除去の方法や手順、終了判断、除去装置等の改良などを図ることを検討している。

1. 次回運転までのスケジュールと進捗状況(1/2)

令和5年1月24日第69回東海再処理施設安全監視チーム会合資料実績追記



(1) 固化セル内の廃棄物解体

- ① 解体作業については、増員した解体作業員を交えたOJTによる教育訓練を令和4年11月中旬より開始し、12月6日から3交替体制による作業を開始した。
- ② ベテランの作業員4名を各班に配置し、若手作業員をそれぞれ各班に振り分けることで人材育成と技術継承を進めている。
- ③ これまでにM/SスレーブアームやITVカメラ治具などの切断を終了し、解体装置の切断/収納を2月9日に終了した。
- ④ その後、残留ガラス除去装置(2基)の切断作業を令和5年6月頃まで実施する計画である。

(2) 固化セル内設備の高経年化対策

- ① 両腕型マニピュレータコードリール交換作業として、コードリール(3基)を設置しているキャリッジを取り外して固化セルから除染セルに搬出した。
- ② コードリール交換は除染セルにて人手で実施することから、足場の設置、除染作業を実施中。

(3) 3号溶融炉の製作/試験

- ① 3号溶融炉は、令和4年9月16日に核サ研のモックアップ試験棟に搬入後、天井部の築炉、天板の溶接を終了し、付帯配管等の取付けを令和5年1月末までに完了した。
- ② 現在、設備機器(運転制御系、オフガス系、電源系、通気/通水確認等)の作動確認を進めており、令和5年3月下旬にガラスの溶融性、流下性を確認するガラスカレット試験を行い、製作を完了する予定。
- ③ その後、白金族元素を含有する模擬廃液により実際の運転を模擬した運転条件確認試験を令和5年11月～12月頃に行い、ガラスカレット試験において設定した運転パラメータを用いて、白金族元素の抜き出し性等を踏まえた堆積管理指標の見直しに係るデータの取得、シミュレーション解析の検証のための温度分布等のデータ取得を行う計画である。なお、運転条件確認試験に向け、模擬廃液の調達等、契約手続きを進めている。

2-1. 原因調査の進め方

- 今回の運転(22-1CP)は、機器の不具合による溶融炉の保持運転はほとんどなく、検討した運転パラメータにより、順調に運転を進めたものの、予想よりも早く主電極間補正抵抗が白金族元素の堆積管理指標値まで低下したことを踏まえると、残留ガラス除去作業などの影響によるところが大きいと考えている。
- このため、残留ガラス除去作業などの影響も含め、網羅的に要因を推定し、推定した要因から予想よりも早く主電極間補正抵抗が低下した原因を推定する方法で原因調査を進めた。

【原因調査と対策の立案フロー】

1. 運転データの調査

- ・ 2号溶融炉での最初の運転(04-1CP)、残留ガラス除去後の運転(16-1CP,19-1CP,22-1CP)における運転データの比較から、運転データの変化の傾向を整理。
- ・ 2号溶融炉の全運転データから、運転データの変化の傾向が顕在化し始めた時期、進展の状況等を整理。



2. 炉内観察の結果などから運転データの変化の要因を推定、絞り込み

3. 絞り込んだ要因を基に主電極間補正抵抗の低下のシナリオを推定

4. 原因を推定

5. 対策の立案/反映

- ・ 原因調査の結果を踏まえて対策を立案し、3号溶融炉や今後の運転に反映。



① 2号溶融炉等の炉内観察の結果

- ・ 残留ガラスの位置/形状
- ・ 残留ガラス表面の状況 など

② 2号溶融炉の残留ガラス除去データ

- ・ 除去後のレンガ表面状態(凹凸状況、ガラスの除去状況)
- ・ 残留ガラスの白金族元素濃度 など

③ コールドモックアップ溶融炉(M/U 3号溶融炉※等)の調査

- ・ 残留ガラス除去のレンガ表面への影響
- ・ 運転後のレンガ表面の白金族元素の濃度等
- ・ レンガ目地等に入り込んだガラスの白金族元素濃度
- ・ 溶融炉上部の残留ガラスの組成 など

※ TVF1号溶融炉と同形状/同寸法のコールドモックアップ溶融炉で、1988年から10回の試験運転を実施(合計約220本(白金族元素含有は約150本)のガラス固化体を製造)。

④ 数値解析/ピーカースケール試験等による確認

- ・ 溶融炉上部に白金族元素が堆積した場合の主電極間抵抗への影響 など

⑤ 過去のコールドモックアップ溶融炉(M/U 3号溶融炉等)による試験データ

- ・ 類似事象時の運転状況の調査 など

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-2. 原因調査のスケジュール

令和5年1月24日第69回東海再処理施設安全監視チーム会合資料実績追記

3月7日時点



2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

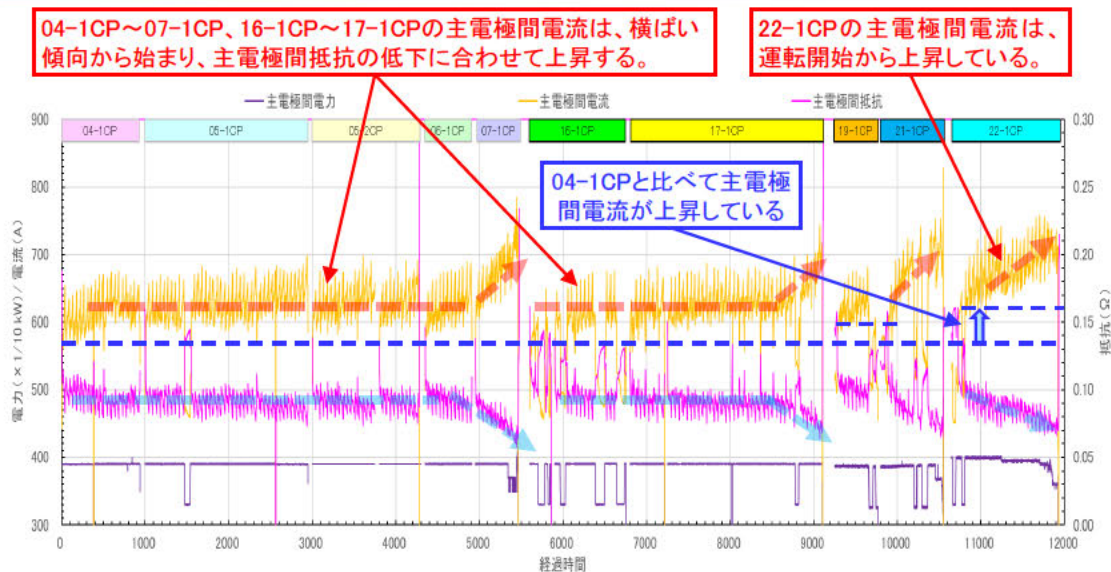
2-3. 運転データの調査

2号溶融炉の運転データについて、溶融炉の最近の運転(21-1CP及び22-1CP)において、これまでの運転で経験の無い西側炉底傾斜面上部への白金族元素の堆積事象が続けて生じた。

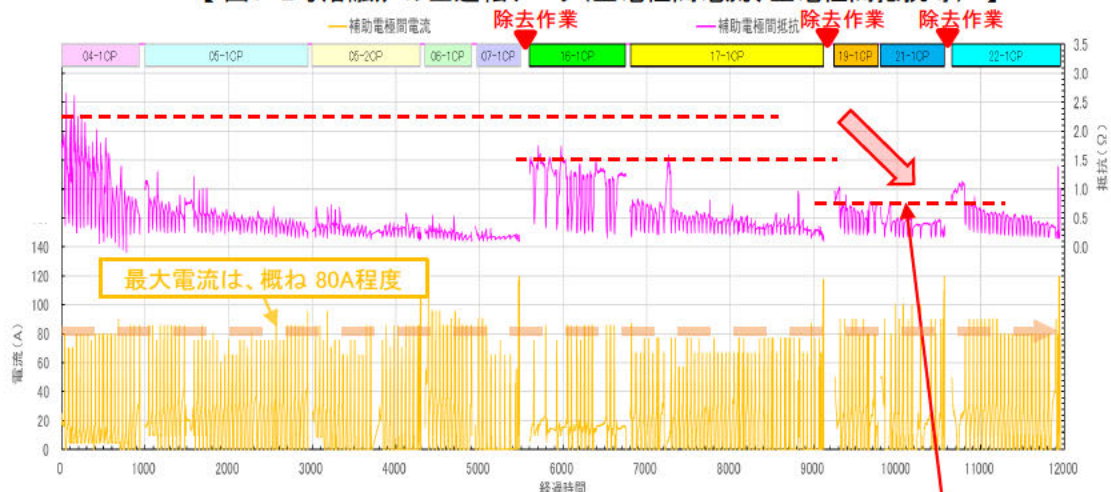
このことから、2号溶融炉の全運転データ(04-1CP～22-1CP)及びガラスカレットから運転を開始した2号溶融炉での最初の運転(04-1CP)初期と残留ガラス除去後の運転(16-1CP、19-1CP、22-1CP)初期における運転データを比較。

溶融炉の運転状況(ガラス温度、主電極電流/抵抗等)の変化が顕在化し始めた時期等を調査した結果、以下の通り変化の兆候を抽出した。

- A) 19-1CP～21-1CP及び22-1CPでは、運転初期から主電極間抵抗が低下傾向を示し、主電極間電流が上昇している(図1)。
- B) 残留ガラス除去後の運転(16-1CP、19-1CP及び22-1CP)初期の補助電極間抵抗を比べると、残留ガラスを除去しているにも関わらず、04-1CPから19-1CPまで補助電極間抵抗が段階的に低下し、19-1CP以降は変化がない(図2)。
- C) 19-1CP～21-1CP及び22-1CPでは、炉底補助加熱時の補助電極A側(東側)温度が低下し、補助電極B側(西側)温度が上昇したことで、補助電極A、B(東西)の温度差が減少している。



【 図1 2号溶融炉の全運転データ(主電極間電流、主電極間抵抗等) 】



【 図2 2号溶融炉の全運転データ(補助電極間電流、補助電極間抵抗) 】

残留ガラス除去後の補助電極間抵抗が段階的に低下している。

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(1/10)

A) 運転初期から主電極間抵抗が低下傾向を示し主電極間電流が上昇している要因

推定要因	調査内容 【推定を説明するために何が必要なのか、何を確認するのか】	調査結果 【左記の調査結果からの考察】	運転データを 変化させた 可能性
堆積物の成長により、主電極間抵抗が低下し、回り込む電流が上昇した。	数値解析により、主電極間抵抗が低下する白金族元素の堆積位置、主電極間抵抗が低下傾向を示す白金族元素の堆積位置を確認する。	感度解析の結果、東西側壁面(垂直部)の帯状堆積物の成長に伴い、通電経路が形成すると、主電極間抵抗が低下することが確認された。 また、補助電極上端より上にも通電経路が存在すると主電極間抵抗が低下することが確認された。	○
22-1CP後の炉内観察で東西側壁面に付着物を確認したことから、この付着物が流下重量(液位)と主電極間電流の関係に寄与している。	感度解析の結果を踏まえ、運転データ(流下重量(液位)と主電極間電流の関係)から、東西側壁面の堆積物が主電極間抵抗を低下させる影響について要因の絞り込みを行う。	東西側壁面に付着した堆積物が溶融ガラスに浸り、主電極間電流の回り込みが大きくなるようなガラスレベルが高い場合と、気相部に露出し回り込みが少なくなるガラスレベルが低い場合において、04-1CPから22-1CPにおける主電極間電流の差を評価したが有意な差は無いことから、主電極間電流が他のCPに比べて上昇した主要因ではないと判断した。	×
堆積物の影響	補助電極A、Bの温度差の評価の結果、西側炉底傾斜面上部に通電経路が存在している可能性があることから、過去の運転終了後の炉内観察の映像について、西側炉底傾斜面への堆積物の兆候について確認する。	17-1CP後の炉内観察映像の確認の結果、21-1、22-1CPに比べて小さいものの、西側炉底傾斜面上部中央に残留ガラスが存在していることを確認したことから、17-1CP終了時には西側炉底傾斜面上部に主電極間抵抗を低下させる通電経路が形成されていた可能性がある。	△
	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も抵抗の低い箇所が存在し、通電パスとなった。	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も通電経路が存在している可能性があることから、除去作業の実実施箇所がある可能性について確認する。	×
	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も通電経路が存在している可能性があることから、ニードルスケーラを用いた残留ガラス除去作業の検証のため、MU3号溶融炉で作業時間をパラメータにしたはつり試験を行い、炉底部の白金族元素の残留可能性について確認する。また、採取した試料の組成分析を行う。	カメラ映像での確認の他、除去装置の工具座標(x,y,z)を用いて、溶融炉の設計寸法を基に残留ガラス除去作業前後の残留ガラスの高さ(傾斜面に対し垂直方向に5mm以内)を評価することで残留ガラス除去の実実施箇所が生じないよう確認していることから、影響は小さい。	○
	高濃度の白金族元素が凝集した堆積物はニードルスケーラでは除去できず、除去作業を実施しても白金族元素が残存し、通電経路となる。	ニードルスケーラによる高濃度白金族元素の除去の可否の検証のため、高濃度の白金族元素を付着させたK3レンガのはつり試験を行い、ニードルスケーラでの除去の可否、難易度等について確認する。	MU3号溶融炉のレンガに対してニードルスケーラの除去作業を実施したところ、除去作業によりガラス表面が粗くになると白く見えるようになるが、薄くガラス(堆積物)が残存している
レンガ表面の凹凸の影響	レンガ表面の凹部に堆積した白金族元素が残留ガラス除去後も残存する可能性を確認する。	高濃度及び低濃度の白金族元素を含むガラスを付着させたレンガについて、はつりに要する時間(難易度)について試験を実施したところ、手でニードルスケーラを当てた箇所は、ガラスは剥がれ落ち、濃度によるはつりの難易度に有意な差はなかった。レンガ表面に白金族元素濃度の高いガラスが残存した場合の導通の有無について実験により確認したところ、レンガ表面に白金族元素濃度の高いガラス(約7 wt%)が薄く残存した箇所導通を確認した。現在、ガラスの表面について観察中。	○
	レンガの侵食により生じた炉底部のレンガ表面の凹凸に堆積した高濃度の白金族元素が残存していることで主電極間電流が上昇する。	残留ガラス除去の終了の判断の一つとして、カメラ映像により残留ガラス(黒色部)が残っていないことを確認するもの、ガラスが残存している場合でもニードルスケーラを当てた後は表面が白く見えるため、薄くガラス(堆積物)が残存している可能性がある。	○
	レンガ表面の凹部に堆積した高濃度の白金族元素が主電極間抵抗の低下に影響する可能性を確認する。	西側炉底傾斜面上部の残留ガラス(堆積物)中の白金族元素(RuO ₂)濃度は、残留ガラス表面で約8 wt%、内部で約15 wt%であったことから、レンガ表面に近づくにつれ、さらに高濃度になっていると推定している。 感度解析や高濃度の白金族元素を付着させた模擬試料の電気抵抗測定の結果、濃度が高ければ、厚みが薄くとも十分主電極間抵抗を低下させる可能性がある。	○

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(2/10)

推定要因		調査内容 【推定を説明するために何が必要なのか、何を確認するのか】	調査結果 【左記の調査結果からの考察】	運転データを変化させた可能性
主電極間電力の調整	主電極間電力の調整により主電極電流が上昇した。	運転データの確認 ・主電極間電力の推移	11バッチ以降の0.5kW下げた調整を踏まえても、旧電力盤と同等の電力が印可されており、影響はない。	×
Na ₂ O含有率の変動	供給する廃液中のNa ₂ O含有率が高くなり、熔融ガラスの比抵抗が低下し、主電極間電流が上昇した。	運転データの確認 ・受入廃液の元素分析記録 ・全酸化物(WO)とNa ₂ Oの比 ・受入槽、濃縮器の液量管理状況	供給した廃液のNa ₂ O含有率は10±5%に管理されており、影響はない。	×
白金族元素濃度の変動	供給する廃液中の白金族元素濃度が徐々に高くなり、比抵抗が低下し、主電極間電流が上昇した。	運転データの確認 ・受入廃液の元素分析記録 ・廃液・ガラス原料供給記録(固化体組成記録) ・熔融ガラスのサンプリング結果	04-1CPと比較しても、供給した廃液の白金族元素濃度は従来どおりであることから影響はない。	×
ガラス温度の変動	ガラス温度の上昇により比抵抗が低下し、主電極間電流が上昇した。	運転データの確認 ・ガラス温度の推移	運転初期～中期までガラス温度は安定しており、影響はない。	×
運転パラメータの調整	流下中の主電極間電力の変更により、流下重量に応じて主電極間電流が変動した。	運転データの確認 ・流下中主電極間電力の推移	流下中に主電極間電力の操作の実績はないことから、影響はない。また、運転データを詳細に確認した結果、データにばらつきがあり変化の傾向は認められなかった。	×
	主電極間電力、廃液の組成等の運転パラメータについて調整した。	運転データの確認 ・主電極間電力の調整の有無 ・廃液の組成の変動	22-1CPより、21-1CPの対策として主電極間電力を上昇させているが、旧電力盤を使用した過去のCPと同等になるように調整していることから影響はない。なお、受入廃液についても、これまでのCPと比較して同様の組成であることから影響はない。	×
指示値のずれ	新旧電力盤において、投入電力指示値にずれが生じていた。	新旧電力盤において、表示した電力値と出力される電力に違いがあるか確認する。	主電極電力指示値のループ校正記録から指示値には問題はない。	×
レンガの目地の影響	レンガの目地等に白金族元素が侵入しており、炉底部の抵抗が低下して電流の回り込みが生じることで主電極間電流が上昇した。	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も通電経路が存在している可能性があることから、目地部への白金族元素の侵入について、MU3号熔融炉から採取した試料の分析結果を確認する。	過去のMU3号炉の試験データより、レンガの目地等に入り込んだガラス中に白金族元素はほとんど分布していないことから、レンガの目地に主電極間電流が回り込むとは考え難い。	×



2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(3/10)

B) 補助電極間抵抗が段階的に低下する要因

推定要因		調査内容 【推定を説明するために何が 필요한のか、何を確認するのか】	調査結果 【左記の調査結果からの考察】	運転データを 変化させた 可能性
Na ₂ O含有率の変動	供給する廃液のNa ₂ Oの含有率が高くなり、熔融ガラスの比抵抗が低下した。	運転データの確認 ・受入廃液の元素分析記録 ・全酸化物(WO)とNa ₂ Oの比 ・受入槽、濃縮器の液量管理状況	供給した廃液のNa ₂ O含有率は10±5%に管理されており、影響はない。	×
白金族元素濃度の変動	供給する廃液中の白金族元素濃度が徐々に高くなり、比抵抗が低下した。	運転データの確認 ・受入廃液の元素分析記録 ・廃液・ガラス原料供給記録(固化体組成記録) ・熔融ガラスのサンプリング結果	他のCPと比較しても、供給した廃液の白金族元素濃度は従来どおりであることから影響はない。	×
ガラス温度の変動	補助電極間に存在する熔融ガラスの温度が上昇し、比抵抗が低下した。	運転データの確認 ・ガラス温度の推移	炉底低温運転中は補助電極温度の高い方が820℃となるように補助電極間電流を調整していることから、運転操作における要因はない。	×
		補助電極間抵抗について、補助電極の平均温度を用いて、炉底部の温度の影響を調査する。	炉底補助加熱時の補助電極温度(東西補助電極温度の平均値)と補助電極間抵抗の関係を調査した結果、2号熔融炉の全運転データと同様に、補助電極温度が同程度であるにもかかわらず04-1CPから19-1CPまで補助電極間抵抗は段階的に低下し、19-1CPと22-1CPは同程度となったことから、炉底部のガラス温度の上昇による影響はない。	×
堆積物の影響	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も抵抗の低い箇所が存在し、通電バスとなった。 高濃度の白金族元素が凝集した堆積物はニードルスケラでは除去できず、除去作業を実施しても白金族元素が残存し、通電経路となる。	17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も通電経路が存在している可能性があることから、除去作業の未実施箇所がある可能性について確認する。	主電極間電流の上昇(主電極間抵抗の低下)と同様	
		17-1CP後や21-1CP後の残留ガラス除去作業後も通電経路が存在している可能性があることから、ニードルスケラを用いた残留ガラス除去作業の検証のため、MU3号熔融炉で作業時間をパラメータにしたはつり試験を行い、炉底部の白金族元素の残留可能性について確認する。また、採取した試料の組成分析を行う。		
レンガ表面の凹凸の影響	レンガの侵食により生じた炉底部のレンガ表面の凹凸に堆積した高濃度の白金族元素が残存していることで主電極間電流が上昇する。	レンガ表面の凹部に堆積した白金族元素が残留ガラス除去後も残存する可能性を確認する。		
		レンガ表面の凹部に堆積した白金族元素を見落としている可能性があるか確認する。		

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(4/10)

C) 補助電極A、B(東西)の温度差が減少する要因

推定要因		調査内容 【推定を説明するために何が必要なのか、何を確認するのか】	調査結果 【左記の調査結果からの考察】	運転データを変化させた可能性
指標温度の変更	過去CPと比べて、炉底低温運転中の指標温度(820℃)を変更していた。	運転データの確認 ・炉底低温運転中の指標温度推移	炉底低温運転中は補助電極温度の高い方が820℃となるように補助電極間電流を調整していることから、運転操作における要因はない。	×
堆積物の影響(通電経路の存在)	残留ガラス除去作業後も、炉底傾斜面上部に通電経路が存在したことで炉底加熱中の通電経路となって、補助電極温度が変化した。	補助電極温度差が小さくなっている前後での炉内の状態を推定するために、運転データから炉底加熱時の補助電極温度の推移を調査する。	炉底加熱時の補助電極間温度と補助電極間抵抗の関係より、白金族元素濃度が同じであるにも関わらず、抵抗が低下していることから、残留ガラス除去作業を行っても、炉底傾斜面上部に主電極間抵抗を低下させる通電経路が存在していたと考えられる。	○
	残留ガラス除去作業後も、炉底傾斜面上部に抵抗の低い場所が残っており、通電経路となって主-ノズル電流が回り込み、温度分布が変化した。	炉底傾斜面上部に通電経路が存在した場合の主電極間抵抗の変化について、運転データ等により確認する。	19-1CP以降、炉底加熱時の補助電極A(東側)の温度が低下し、A、B(東西)の温度差がなくなっていることから、主-ノズル間電流の多くが西側寄りに流れていると推察される。この場合、西側傾斜面上部に主電極間抵抗を低下させる通電経路が存在している可能性がある。	○

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

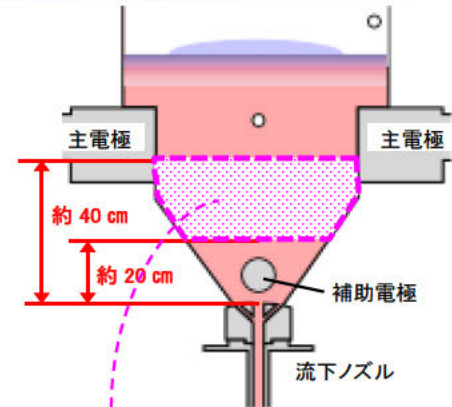
2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み (5/10)

A) 運転初期から主電極間抵抗が低下傾向を示し主電極間電流が上昇している要因

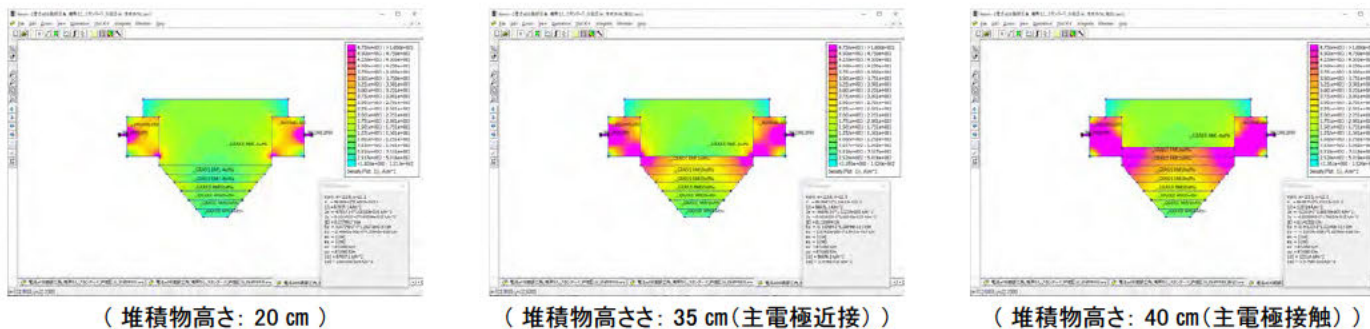
○ 炉底傾斜面に通電経路(堆積物)が存在する場合の解析結果

- ✓ 炉底傾斜面にどの程度まで堆積物が形成される(溜まってくる)と主電極間抵抗に影響してくるの
か確認するため、堆積物の炉底からの高さを変えて感度解析を行った。
- ✓ この結果、**補助電極上端よりも上部まで堆積物が形成されると、主電極間抵抗が低下**する(影響
が大きくなる)ことが示唆された(図1)。また、炉底傾斜面上部(補助電極上端よりも上部)にのみ
堆積物が存在した場合であっても、主電極間抵抗が低下することが確認された(図2)。

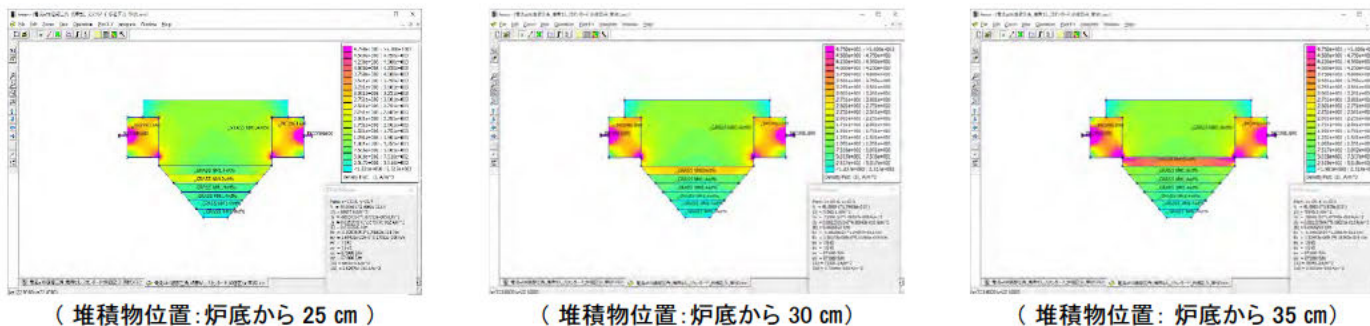
- ↓
- ✓ 主電極上端より上部の東西側壁面(垂直部)に確認された堆積物は運転初期から主電極間電流
を大きくさせた主要因ではなく、**炉底傾斜面上部(補助電極上端よりも上部)の範囲に主電極間抵
抗を低下させる通電経路が存在している可能性がある(図3)。**



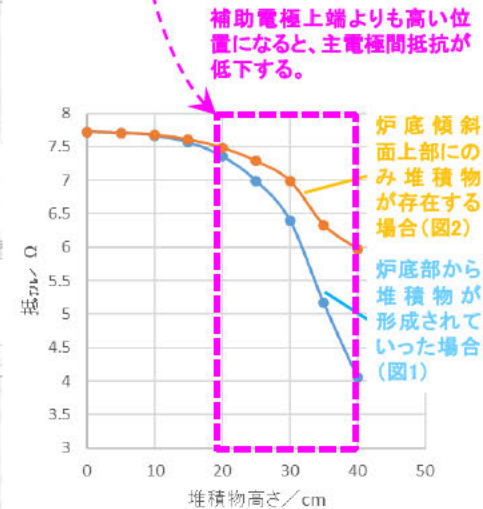
【図3】堆積物が主電極間抵抗に影響する範囲】



【図1 炉底部から堆積物が形成されていった場合の解析結果】



【図2 炉底傾斜面上部(補助電極上端よりも上部)にのみ堆積物が存在する場合の解析結果】



(堆積物高さの主電極間抵抗の関係)

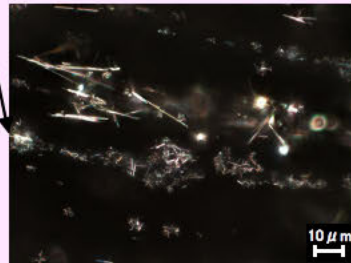
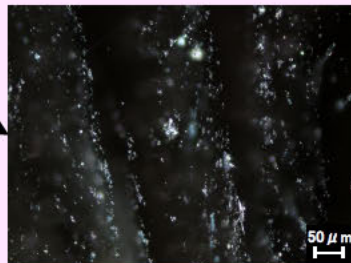
2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み (6/10)

○ レンガ表面に残存した高濃度の白金族元素の可能性

- ✓ 白金族元素 (RuO_2) は、ホウケイ酸ガラスに対して溶けにくく (溶解度: $< 0.1 \text{ wt}\%$)、密度が高い (RuO_2 : 7 g/cm^3 、ガラス: $2.5 \sim \text{g/cm}^3$)
 - ✓ 熔融ガラス中の白金族元素は、数 μm の針状結晶や微粒子が分散した状態で存在し、沈降・堆積等により凝集 (針状結晶が絡み合う) することで炉底傾斜面 (レンガ表面) に白金族元素を多く含む堆積物を形成していくものと考えられる (図1)。
 - ✓ また、21-1CPドレンアウト後の西側炉底傾斜面上部に確認された**残留ガラス (堆積物) 中の白金族元素 (RuO_2) 濃度は**、サンプリングした残留ガラス (堆積物) 表面で約 $8 \text{ wt}\%$ 、残留ガラス (堆積物) 内部で約 $15 \text{ wt}\%$ と**表面に比べて内部の方が高くなる**傾向であった。
- ↓
- ✓ 西側炉底傾斜面上部に確認された残留ガラス (堆積物) のレンガ表面の白金族元素濃度は非常に高くなった (白金族元素の針状結晶や微粒子が凝集した) のと考えられ、**残留ガラス除去作業の仕上げに用いるニードルスケーラでは、白金族元素が高濃度に凝集したガラス層を除去しきれない可能性がある。**

針状結晶や微粒子が分散して存在している状態。

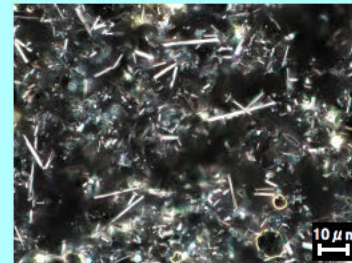
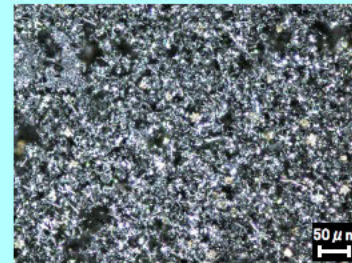


(RuO_2 濃度: 約 $0.1 \sim 2 \text{ wt}\%$)
【 熔融ガラス 】

白金族元素の針状結晶や微粒子がレンガ表面に分散して堆積している場合、ニードルスケーラで残留ガラスを除去 (剥離) できる。

↓
沈降・堆積
による凝集

針状結晶や微粒子が隙間なく、複雑に絡み合っている状態。



(RuO_2 濃度: 約 $1 \sim 6 \text{ wt}\%$)
【 残留ガラス 】

白金族元素の針状結晶や微粒子がレンガ表面に凝集して堆積した場合、ニードルスケーラでは除去しきれない可能性がある。

針状結晶の白金族元素がレンガ表面 (ベース) に存在する場合、そこに新たな針状結晶の白金族元素が運ばれてくると絡み合っただけで堆積しやすくなるものと考えられる。

【 図1 光学顕微鏡による観察結果: 過去に実施したコールド熔融炉の試験サンプル 】

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(7/10)

○残留ガラス除去作業(ニードルスケーラ)で白金族元素が高濃度に凝集したガラス層(堆積物)を除去しきれない可能性について

✓ 残留ガラス除去作業は、以下の手順で実施している。

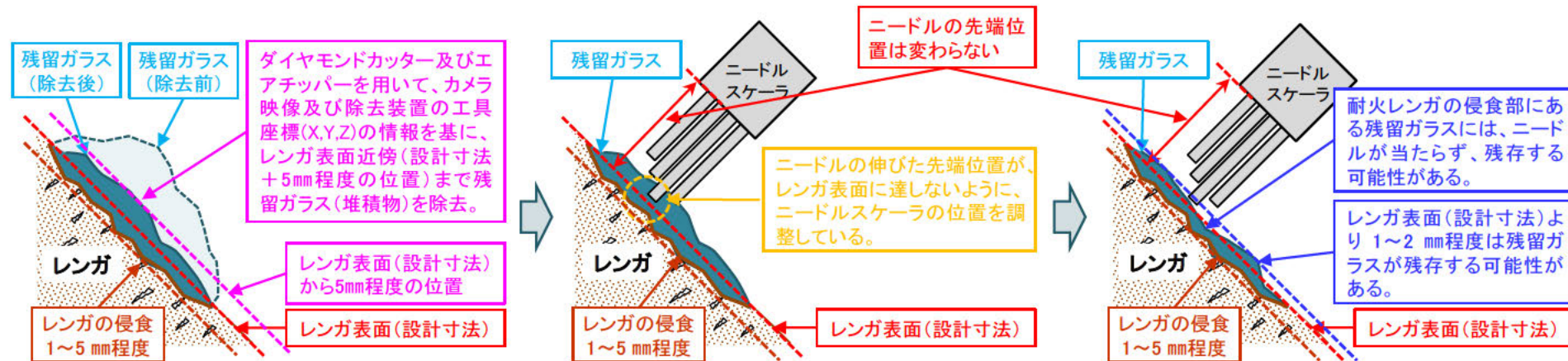
- ① レンガ表面付近(設計寸法+5mm程度の位置)までは、ダイヤモンドカッターを用いて残留ガラス(堆積物)に切り込みを入れた後、その部分をエアチッパーにて破砕することで、残留ガラス(堆積物)を除去する(図1)。
- ② 仕上げ作業として、ニードルスケーラを用いてレンガ表面に残った残留ガラスを除去する。この際、**レンガの損傷を抑えるため、ニードルの伸びた先端位置がレンガ表面(設計寸法)よりレンガ側に行かないようにニードルスケーラの位置を調整している**(図2)。



✓ **ニードルスケーラで位置調整を行いながらレンガ表面には接触しないように進めるため、レンガ表面(設計寸法)より1~2mm程度はガラス(白金族元素が高濃度に凝集したガラス層)が残存する可能性がある**(図3)。

✓ 運転の経過に伴い生じた**レンガの侵食部(凹部)※にもニードルが当たらず、残存する可能性がある**(図3)。

※2号熔融炉では、現在までに224本のガラス固化体を製造している。また、ガラス固化体製造117本時点における炉内の形状計測結果に基づき評価した**耐火レンガの侵食量は、主電極下端側(炉底傾斜面上部付近)において1~5mm程度**であることが確認されている。



【図1 ダイヤモンドカッター等による除去作業】

【図2 ニードルスケーラによる除去作業】

【図3 ニードルスケーラによる除去作業後】

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

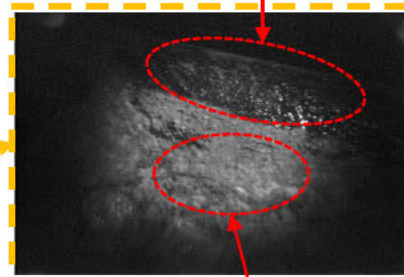
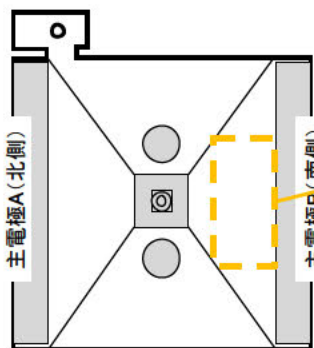
2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み (8/10)

- ✓ 残留ガラス除去作業の終了判断は、ITVカメラ映像により残留ガラスが残っていない(黒く光沢が見える部分が無い)ことを確認している(図1)。
- ✓ コールドモックアップ溶融炉を用いたニードルスケラによるガラス表面状態の確認結果から、残留ガラス除去作業前のガラス表面は、平滑であり、黒く光沢が見えるのに対して、除去作業によりガラス表面が粗くなると白く見えるようになるが、**薄くガラス(堆積物)が残存している**場合がある(図2)。

サンプルを取り出して観察等を行うため事前にレンガに切込みをいれている。

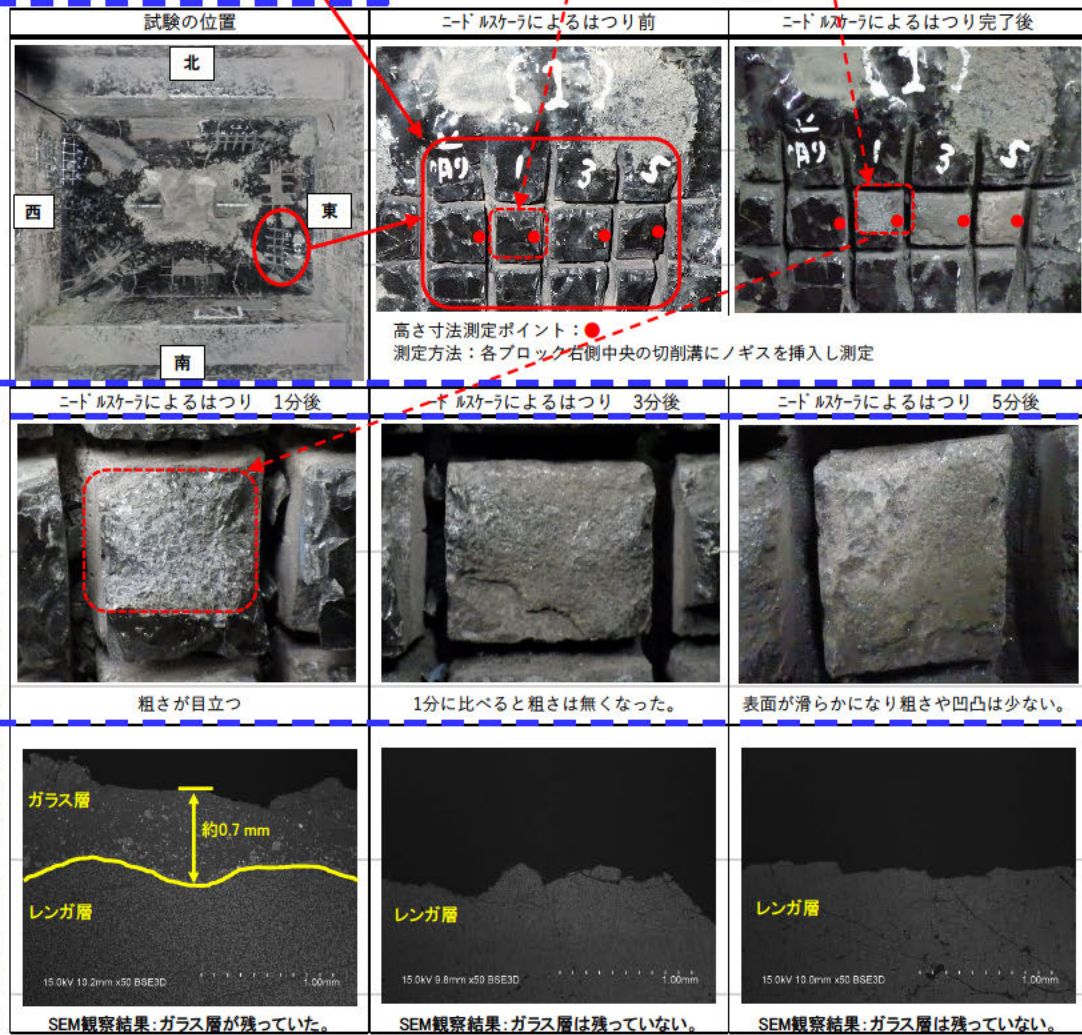
表面はガラスで覆われ、平滑であり、黒く光沢がある。

表面が粗く、白く見えるようになるが、レンガ表面にガラスが薄く残っている。



ガラスが残っている部分は、黒く見える。

除去作業後は、白く見える。



【 図1 カメラ映像による残留ガラスの有無の評価 】
(TVF2号溶融炉の残留ガラス除去作業における実際の映像)

【 図2 除去作業によるガラス表面状態の変化 】
(コールドモックアップ溶融炉を用いたはつり試験サンプルの観察写真)

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

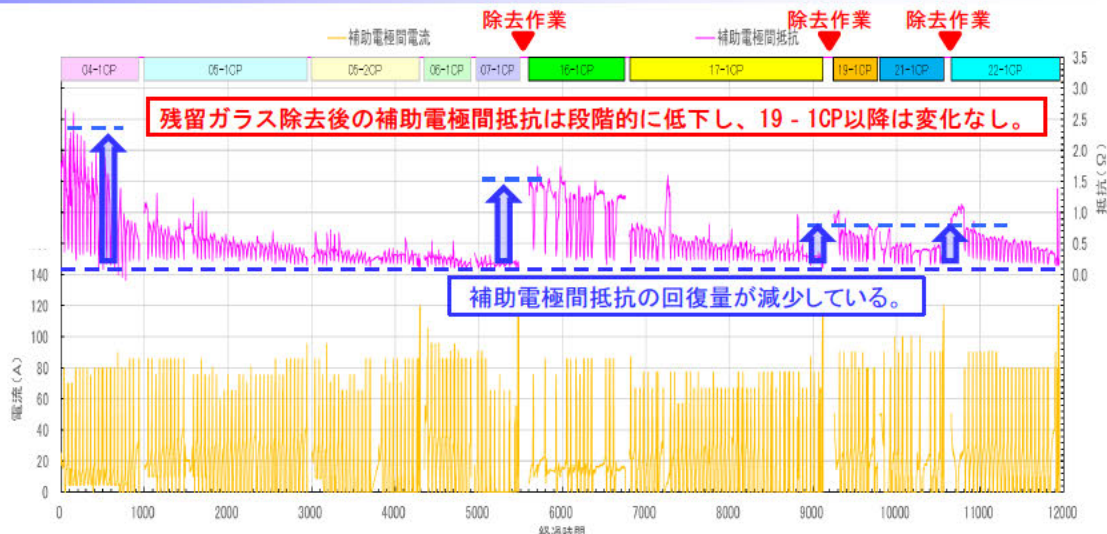
2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(9/10)

B) 補助電極間抵抗が段階的に低下している要因

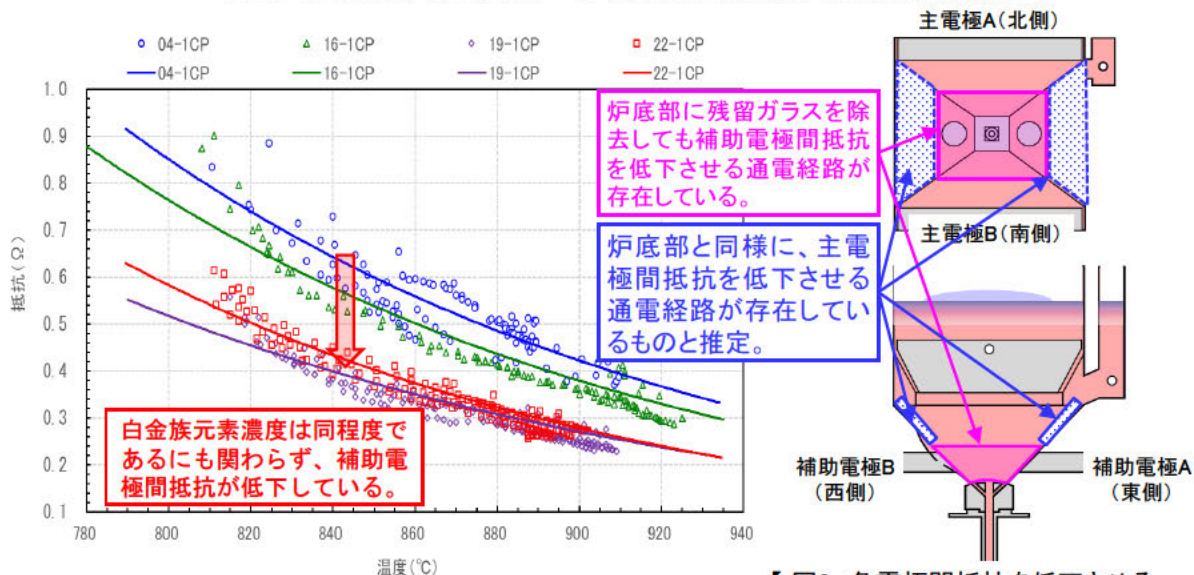
- ① 炉底部への白金族元素の沈降・堆積の影響が少ない2号熔融炉での最初の運転(04-1CP)初期と残留ガラス除去後の運転(16-1CP、19-1CP及び22-1CP)初期の補助電極間抵抗を比べると、**04-1CPから19-1CPまで補助電極間抵抗が段階的に低下し、19-1CP以降は変化がない(図1)。**
- ② 04-1CP、16-1CP、19-1CP及び22-1CPの運転初期における炉底加熱時の補助電極温度(東西補助電極温度の平均値)と補助電極間抵抗の関係では、ガラス中の白金族元素濃度が同程度であるにもかかわらず、段階的に抵抗が低下している(図2)。

✓ 残留ガラス除去作業後の補助電極間抵抗は完全には回復しておらず、**炉底部(補助電極間)に補助電極間抵抗を低下させる通電経路が存在している(図3)。**

✓ 主電極間抵抗に影響する**炉底傾斜面上部(補助電極よりも上部の傾斜面)においても、炉底部(補助電極間)と同様に、残留ガラス除去作業を行っても回復できない主電極間抵抗を低下させる通電経路が存在していた可能性がある(図3)。**



【 図1 2号熔融炉の全運転データ(補助電極間抵抗、補助電極間電流) 】



【 図2 炉底加熱時の補助電極温度と補助電極間抵抗の関係 】

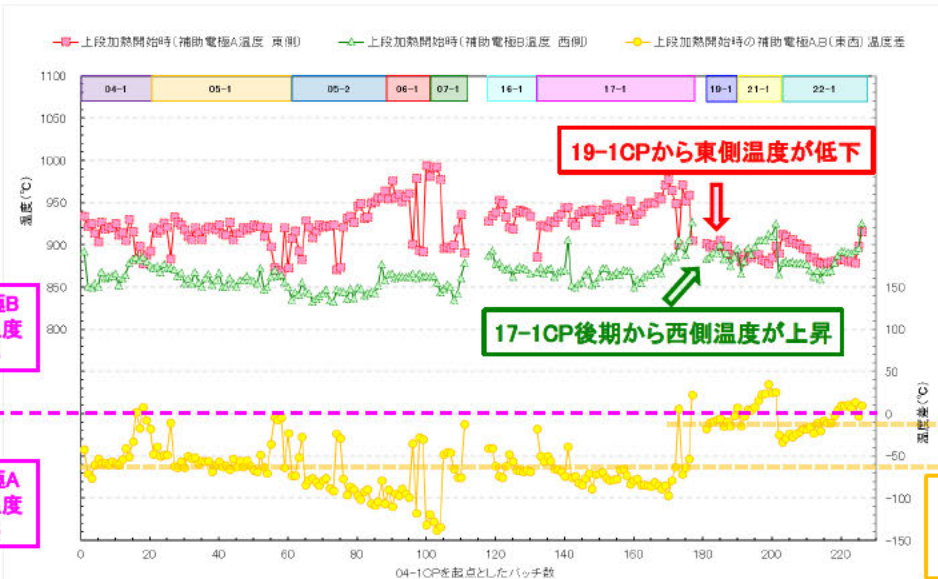
【 図3 各電極間抵抗を低下させる通電経路が存在する範囲 】

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

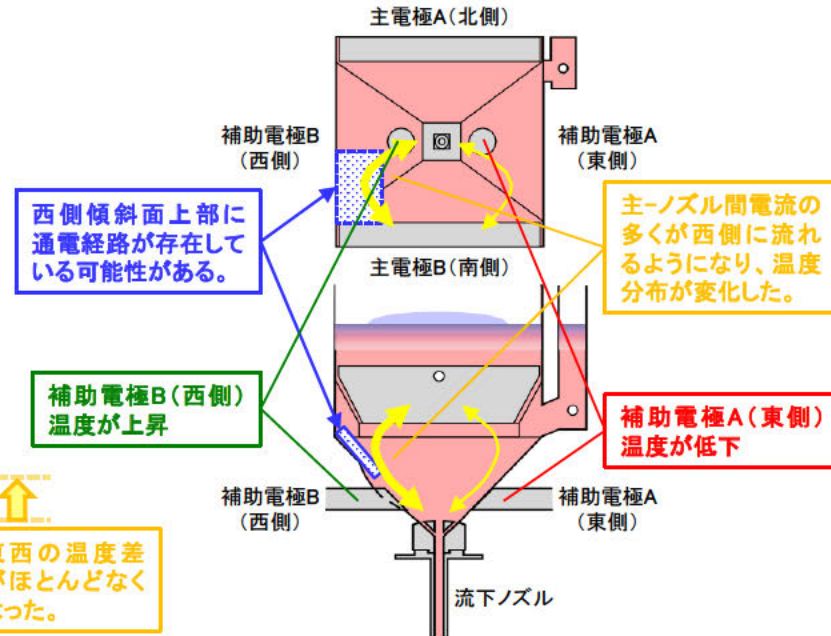
2-4. 運転データの変化の要因を推定、絞込み(10/10)

C) 補助電極A、B(東西)の温度差が減少している要因

- ✓ 炉底部のガラス(補助電極)は、補助電極間通電及び主ノズル間通電により温められる。
また、通常はレベラ槽があり耐火物が厚い補助電極A(東側)の方が補助電極B(西側)よりも高温となる傾向にあり、04-1CP~17-1CPまでは、補助電極A(東側)の温度の方が補助電極B(西側)よりも高い状態にあった(図1)。
- ✓ 17-1CP後期から補助電極B(西側)の温度が上昇するとともに、**19-1CP開始から補助電極A(東側)の温度が低下し、19-1CP以降、補助電極A、B(東西)の温度差がほとんどなくなった(図1)。**
- ✓ 17-1CPまでは、補助電極A(東側)の温度の方が補助電極B(西側)よりも高い状態にあり、**主ノズル間電流は東側寄りに多く流れていたが、19-1CP以降、主ノズル間電流の多くが西側寄りに流れるようになり、ガラス温度の分布が変化したものと推察(図2)。**
- ✓ 主ノズル間電流が西側寄りに多く流れるようになった要因として、残留ガラス除去作業を行っても回復できない**主電極間抵抗を低下させる通電経路が西側傾斜面上部に存在している**可能性がある(図2)。



【図1 上段加熱開始時の補助電極温度】



【図2 主ノズル間電流の通電経路の推定イメージ】

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

2-5. シナリオを推定

【21-1CPドレンアウト後の残留ガラス除去】

- 西側炉底傾斜面上部に南北の主電極を繋ぐ残留ガラス(堆積物)が確認された。
- 残留ガラス除去(ニードルスケーラ)では、西側傾斜面上部レンガ表面等に残存した白金族元素を除去しきれなかった。

【22-1CP開始時】

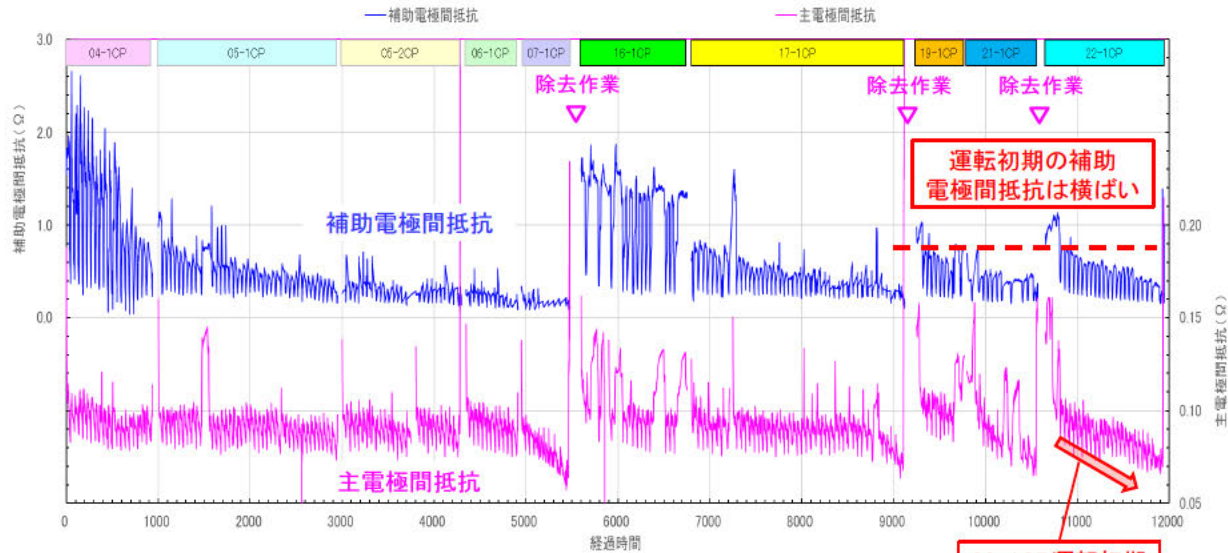
- 西側炉底傾斜面上部に残存した白金族元素が主電極間の通電経路となり、主電極間抵抗が22-1CP運転初期から低下傾向を示した(図1、図2)。

【22-1CP運転中】

- 西側炉底傾斜面上部に残存した白金族元素(堆積物)に主電極間電流が流れることにより、堆積物近傍の温度が上昇してガラスの流動が変わり、炉底低温運転中においても西側炉底傾斜面上部に多くの白金族元素が運ばれた(21-1CPと同様のメカニズムと推定)(図2)。
- 西側傾斜面上部等に白金族元素が堆積していき、22-1CP開始から累積23本目で主電極間補正抵抗が管理指標まで低下したことから、ドレンアウトを実施した。

【22-1CPドレンアウト後】

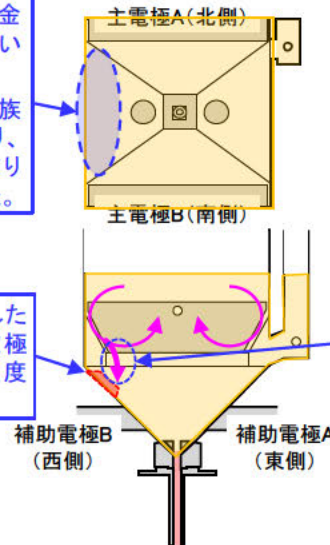
- 21-1CPドレンアウト後と同様に、西側炉底傾斜面上部に南北の主電極を繋ぐ残留ガラス(堆積物)を確認した(図3)。



【図1 補助電極間抵抗と主電極間抵抗の推移】

レンガ表面等に白金族元素が残存していた。
残存している白金族元素がベースとなり、白金族元素が溜まりやすい状況にあった。

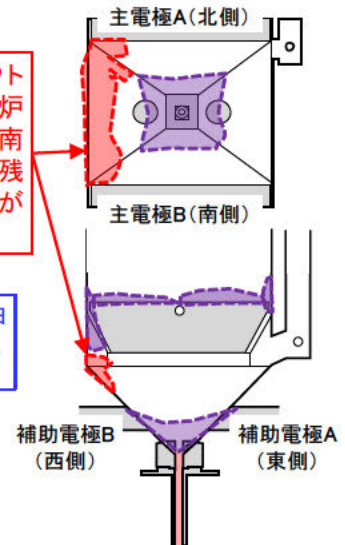
レンガ表面に残存した白金族元素に主電極間電流が流れて温度が上昇する。



【図2 22-1CP運転中】

21-1CPドレンアウト後と同様に、西側炉底傾斜面上部に南北の主電極を繋ぐ残留ガラス(堆積物)が形成された。

下降流が生じて、白金族元素が運ばれ、堆積していく。



【図3 22-1CPドレンアウト後】 < 52 >

【原因の推定】

- ✓ 一度、レンガ表面に高密度に凝集した白金族元素が堆積してしまうと、現在の残留ガラスの除去作業(ニードルスケーラ)ではレンガの侵食部等に残存した白金族元素を除去できず、通電経路が形成される。
- ✓ この通電経路が主電極間通電に影響を及ぼす(主電極間抵抗の感度領域にある) 炉底傾斜面上部に形成され、主電極間電流の一部が流れるようになると、通電経路近傍の温度が上昇してガラスの流動が変わり、炉底傾斜面上部に多くの白金族元素が運ばれて堆積し、主電極間抵抗が早期に低下する。

【対策の立案】

主電極間通電に影響を及ぼす(主電極間抵抗の感度領域にある) 炉底傾斜面上部に白金族元素を堆積させない。



- (1) 19-1CPにて流下が途中停止し、再流下のために実施した炉底加熱により炉底部に沈降していた白金族元素が炉底傾斜面上部に運ばれて堆積したことが、今回の事象の起点になったものと考えられることから、流下が途中停止する事象の再発防止を図る。
- (2) 主電極間通電に影響を及ぼす(主電極間抵抗の感度領域にある)炉底傾斜面上部に、白金族元素を多く堆積させないような管理指標や検知方法の改善を図る(主電極損傷防止に加えて、堆積物量の低減を検討)。
- (3) レンガ表面の凹部等に残存した白金族元素を除去できるよう、残留ガラス除去作業の方法や手順、終了判断、除去装置等の改良などを図る。

2. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

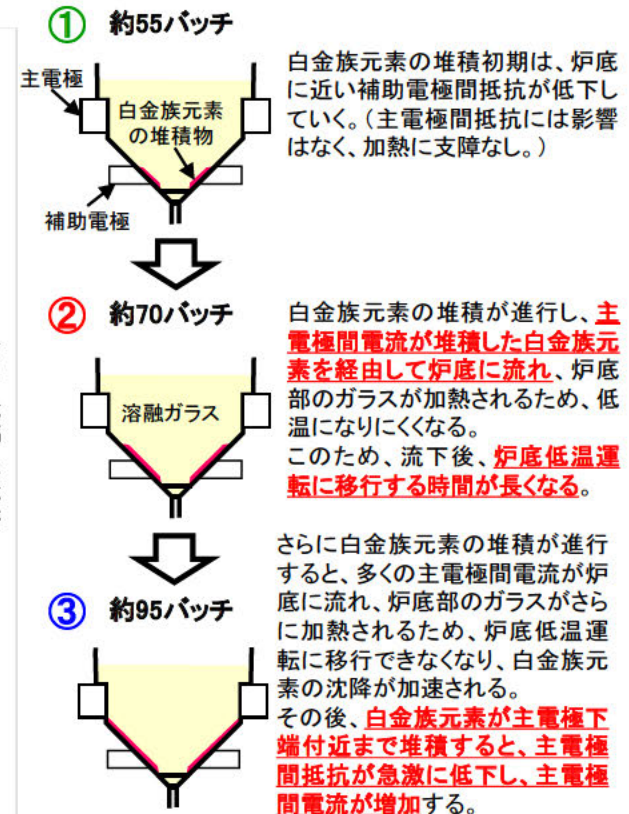
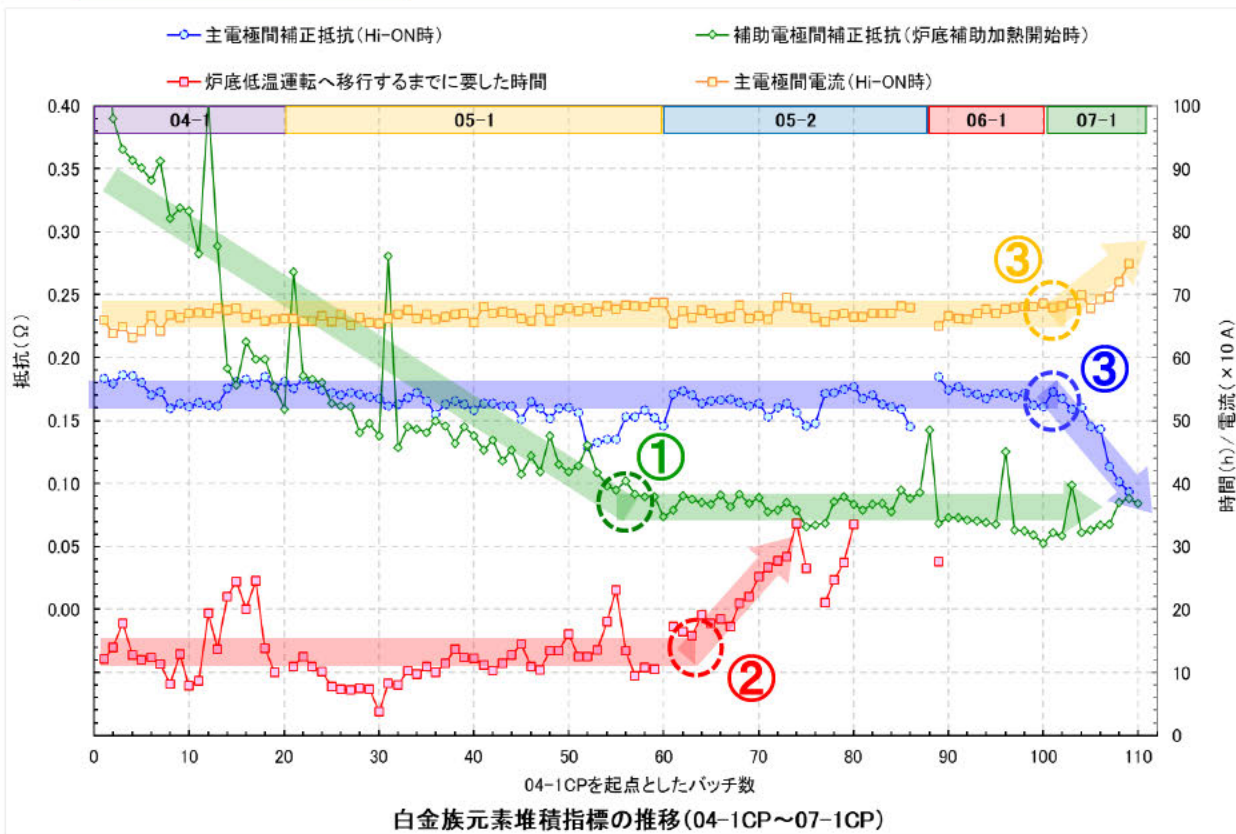
2-6. 原因の推定及び対策の立案(2/2)

○対策例: 炉底傾斜面上部に白金族元素を多く堆積させないような管理指標や検知方法

- ✓ これまでの運転では、溶融炉保護(主電極損傷防止)のため、主電極間補正抵抗が管理指標まで低下したタイミング(③以降:主電極下端付近まで堆積)でドレンアウトに移行していた。
- ✓ 主電極近傍の炉底傾斜面上部に白金族元素を多く堆積させないためには、**主電極間電流が炉底側に流れ始める位置まで白金族元素が堆積したことを検知**し、速やかにドレンアウトに移行する必要がある。



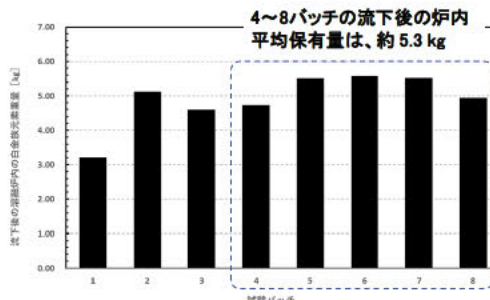
- ✓ このため、新たな管理指標(検知方法)としては、主電極間電流が炉底側に流れ始めるタイミングとして、**炉底低温運転に移行する時間が長くなるタイミング(②)**が考えられる。



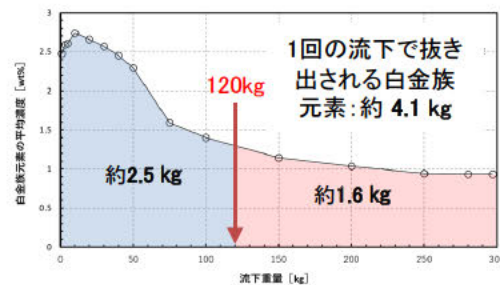
参考資料

【前々回(19-1CP)の8本目の流下停止事象(保持運転を含む)】

- ・溶融ガラスを約120kg流下したところで流下が途中停止した(通常300kg流下)。
- ・残り180kgを流下するために、再度、炉底加熱を行い、流下を試みたが、同様に流下が停止したことから、一旦保持運転(炉底低温運転)に移行した。
⇒ 残り180kgの流下で拔出される白金族元素(約1.6 kg)が炉内に残り、約6.9kg(約5.3kg + 約1.6 kg)の白金族元素の一部が炉底部及び炉底傾斜面に沈降・堆積した。

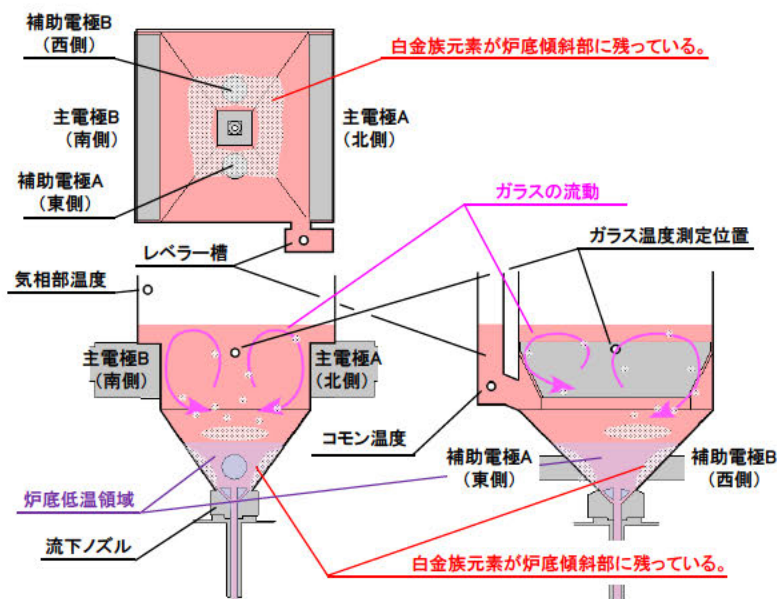


流下後の溶融炉内白金族元素重量
(2号炉コールド作動試験データ)

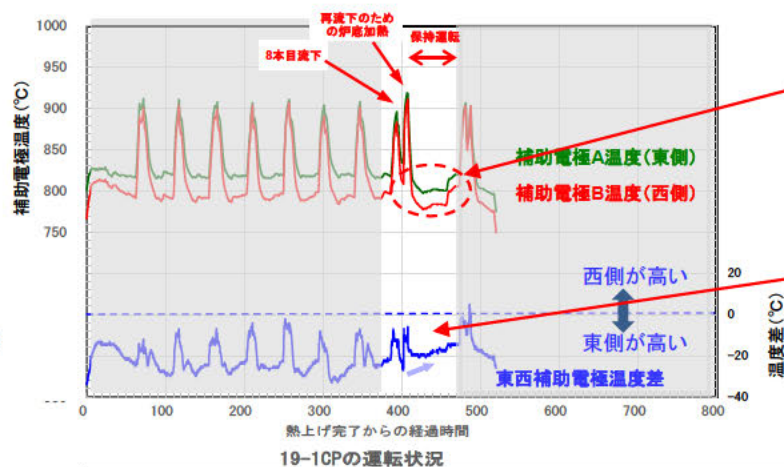


流下重量と白金族元素濃度の関係
(2号炉コールド作動試験データ)

白金族元素重量は、流下重量等で補正した値



流下の途中停止により、残り180kgの流下で拔出される白金族元素(約1.6 kg)が炉内に残り、19-1CP終了時には、最終的に炉内に約6.9 kg(約5.3 kg + 約1.6 kg)の白金族元素を保有する状態となった。



✓ 再流下のための炉底加熱後の保持運転では、炉底低温運転ができています。

✓ 8本目の流下(途中停止)とその次の炉底加熱後、西側と東側の補助電極温度差が小さくなっていることから、西側に多く堆積したものと推定した。

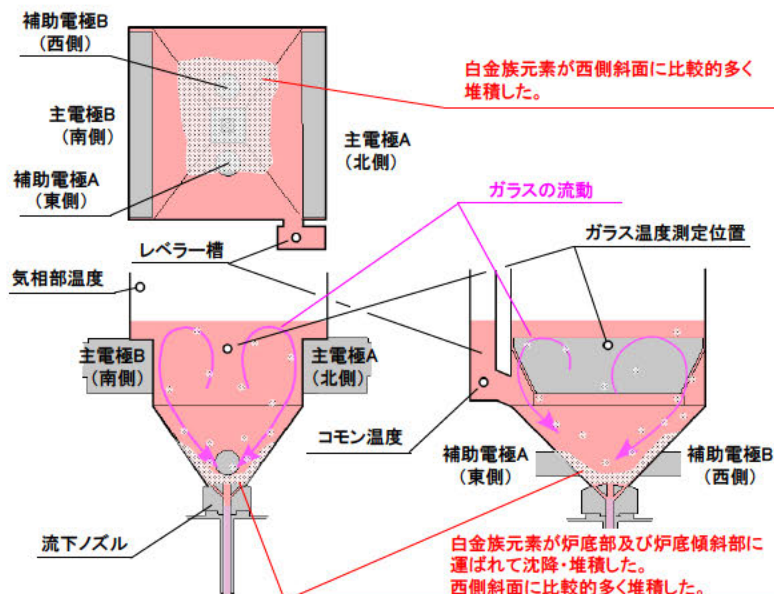
【流下途中停止後の保持運転(炉底低温)時の炉内推定イメージ】

8本目の流下途中停止後、再度流下を試みたが流下ができなかったことから、炉底冷却を行い、保持運転に移行した。再流下の炉底加熱後、補助電極温度差が小さくなっていることから、炉底加熱のガラスの流動で炉底部及び炉底傾斜面に運ばれた白金族元素が西側に多く沈降・堆積した。

【前々回(19-1CP)の8本目の流下停止事象】 再流下に向けた加熱操作(流下できずに運転終了)

再流下のための炉底加熱

- ・保持運転後、再流下のための炉底加熱を2回行った。
- ・炉底加熱のガラスの流動により、ガラス中の白金族元素が炉底部及び炉底傾斜部に運ばれて沈降・堆積した。

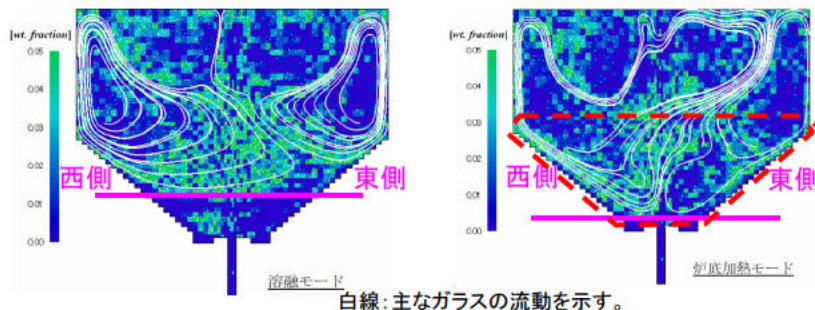


【再流下のための炉底加熱時の炉内推定イメージ】

ガラスを保持した状態での熔融炉停止

- ・再流下では開始直後に流下停止事象が発生し、数kgしか流下ができなかったため、炉底部及び炉底傾斜面に沈降・堆積した白金族元素を抜き出すことができず、炉底部及び炉底傾斜面に残った。
- ・西側の補助電極温度が上昇していることから、西側炉底傾斜面に白金族元素が多く堆積した。

○炉内粒子流動解析

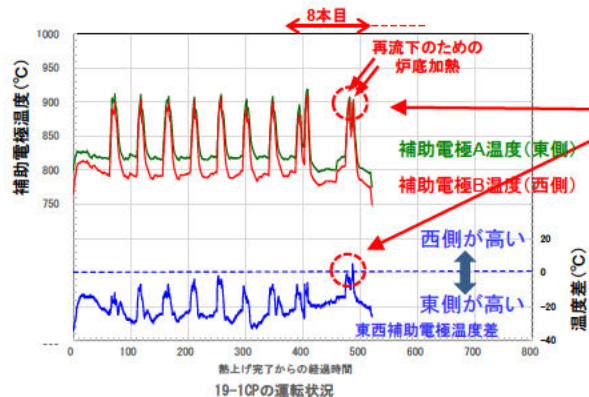


炉底部を加熱することにより、炉底部までガラスの流動が達し、粒子が炉底部及び炉底傾斜面の全体に運ばれる。

炉底低温運転時の流動
(炉底ガラス温度: 830°C)

炉底部のガラス温度を上げた場合の流動
(炉底ガラス温度: 1000°C)

炉底加熱を繰り返したことにより、炉内に保有する白金族元素は炉底部全体に運ばれ、多くの白金族元素が炉底傾斜面に沈降、堆積した。



- ✓ 運転開始から補助電極温度は、東側の方が高かったが、再流下のための炉底加熱時に西側の補助電極温度が上昇して温度差がなくなった。
- 炉底加熱時の主電極-流下ノズル間通電の電流は、電気抵抗が低い西側傾斜面の堆積物に流れ、西側の補助電極温度が上昇する。

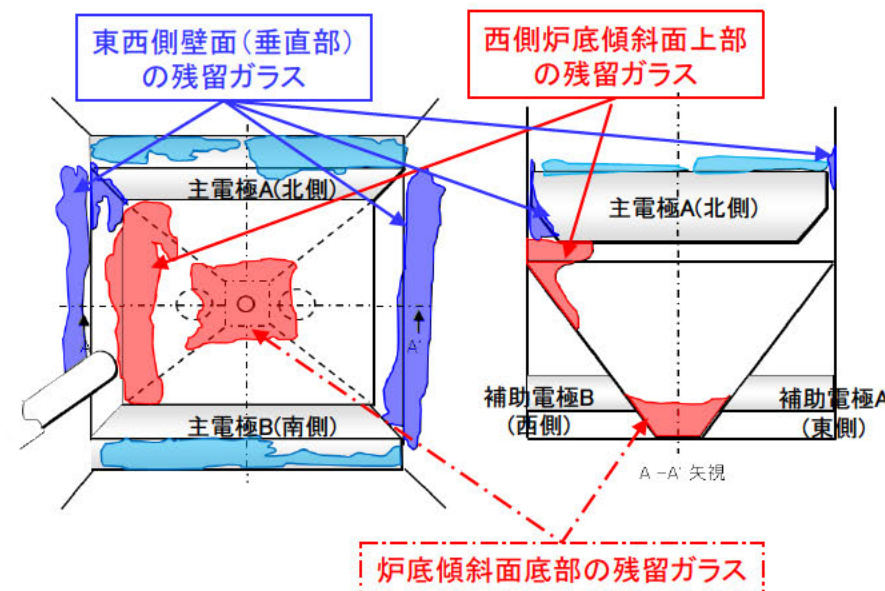
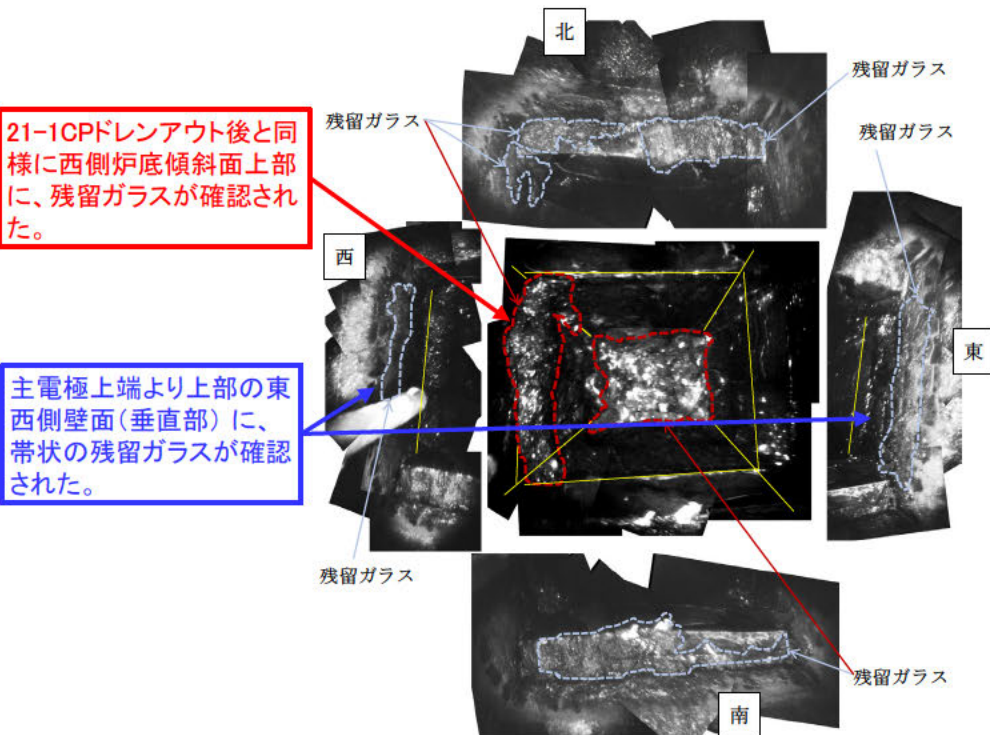
東側より西側炉底傾斜面に多くの白金族元素が堆積していることから、炉底加熱時の主電極-ノズル間電流が西側に流れやすくなり、西側の補助電極温度が昇温した。

【西側傾斜面上部に白金族元素が堆積した場合の影響】

✓ 西側炉底傾斜面上部の堆積物近傍のガラス温度が高くなり(粘度が小さくなり)、西側傾斜面に向かって下降流が生じる。溶融ガラス中に滞留している白金族元素がこの下降流により西側炉底傾斜面上部に運ばれて、堆積を促進させたものと考えられる。

	堆積物無し	堆積物有り	解析結果
炉底傾斜面(表面)の温度分布			堆積物がある場合は、西側傾斜面上部の堆積物近傍のガラス温度が高くなる。
流動分布	<p>A-A断面の流動分布</p> <p>B-B断面の上下方向の流速分布</p>	<p>A-A断面の流動分布</p> <p>B-B断面の上下方向の流速分布</p>	<p>堆積物がある場合は、西側傾斜面に向かって下降流が生じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・A-A断面の○部 ・B-B断面の○部

- ✓前回の運転(21-1CP)後の観察結果と同様に西側炉底傾斜面上部にガラスが残留していることを確認した。
- ✓南北主電極の上面及び **主電極上端よりも上部の東西側壁面(垂直部)にも残留ガラス(堆積物)**を確認した。



放射性廃棄物でない廃棄物の管理、個人線量計及び積算線量計並びに分離精製工場の受入基準に係る再処理施設保安規定の変更認可申請について

(案)

【概要】

○放射性廃棄物でない廃棄物の管理、個人線量計及び積算線量計並びに分離精製工場の受入基準に係る保安規定の変更認可を令和5年1月18日に申請した。変更概要は以下のとおりである。

- ・ 管理区域内に設置した資材等又は使用した物品を放射性廃棄物でない廃棄物として取り扱うための判断方法等、当該廃棄物の管理に必要な保安上の措置に関する事項を追加する。
- ・ 個人線量計及び積算線量計について、熱ルミネッセンス線量計(TLD)以外の線量計も使用できるように、線量計の種類(検出素子)を特定しない記載に変更する。
- ・ プルトニウム転換技術開発施設から分離精製工場へ硝酸ウラニルを受け入れる際の受入基準(ウラン濃縮度)を変更する。
- ・ その他、品質マネジメントシステム文書名等の記載の適正化を行う。

令和5年3月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

放射性廃棄物でない廃棄物の管理、個人線量計及び積算線量計並びに 分離精製工場の受入基準に係る再処理施設保安規定の変更認可申請について

令和5年3月〇日
再処理廃止措置技術開発センター

1. 放射性廃棄物でない廃棄物の管理に係る規定の追加

(1) 変更理由

廃止措置に伴い撤去する資機材等の放射性廃棄物の低減化を図るため、管理区域内において設置された資材等又は使用した物品であって「核燃料物質及び核燃料物質によって汚染された物で廃棄しようとするもの」でない廃棄物（以下「放射性廃棄物でない廃棄物」という。）として取り扱うための判断方法等、当該廃棄物の管理に必要な保安上の措置に関する事項を追加する。

(2) 変更内容

「原子力施設における「放射性廃棄物でない廃棄物」の取扱いについて（指示）」（平成20年5月27日原子力安全・保安院制定（NISA-111a-08-1））及びそのガイドラインを参考に、管理区域内に設置された資材等又は使用した物品を放射性廃棄物でない廃棄物として管理区域外に搬出する場合の確認事項として、使用履歴の記録の確認、放射線測定評価、汚染防止対策等を適切に行うことを定める。

2. 個人線量計及び積算線量計に係る記載変更

(1) 変更理由

現在、個人被ばく線量及び環境測定に係る積算線量は、熱ルミネッセンス線量計（TLD）による測定を行っている。

線量計の種類（検出素子）は、再処理規則に要求はないが、個人被ばく線量は、「放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド」（原子力規制庁）の一部改正（令和5年10月1日施行予定）を踏まえ、日本適合性認定協会（JAB）の認定を受けた外部機関に委託して測定を行う予定である。

積算線量は、現在運用中のTLDの生産終了（令和元年）及びその保守終了（令和8年）のため、外部機関への委託等により測定を行う予定である。

このため、外部に委託する場合、委託先により認定を受けた線量計の種類が異なることから、TLD以外の線量計も使用できるよう、線量計の種類（検出素子）を特定しない記載に変更する。

(2) 変更内容

TLD以外の線量計も使用できるように、線量計の種類（検出素子）を特定しない記載に変更する。

例1：TLD バッジ → 体幹部用線量計

例2：積算線量計（TLD） → 積算線量計

3. 分離精製工場の受入基準（ウラン濃縮度）の変更

(1) 変更理由

工程洗浄において、プルトニウム転換技術開発施設から分離精製工場へ硝酸ウラニルを受け入れる際の基準を定めた受入基準（第Ⅲ-7-(1)表）は、ウラン濃縮度 4 %以下－ウラン濃度 450 g/L 以下であるのに対し、受け入れる一時貯槽の核的制限値は、ウラン濃縮度 1.6 %以下－ウラン濃度 450 g/L 以下、ウラン濃縮度 4 %以下－ウラン濃度 200 g/L 以下の組み合わせとしている。現在プルトニウム転換技術開発施設に保有する硝酸ウラニルの組成（ウラン濃縮度 1.6 %以下－ウラン濃度 450 g/L 以下）を踏まえ、受入基準を核的制限値と整合するよう記載を見直す。

(2) 変更内容

プルトニウム転換技術開発施設から分離精製工場へ硝酸ウラニルを受け入れる際の受入基準（ウラン濃縮度）は、「4 %以下」から「1.6 %以下」に変更する。

4. その他、記載の適正化

- ・品質マネジメントシステム文書名の適正化を行う。
- ・核燃料サイクル工学研究所品質保証委員会規則を明示する。
- ・環境試料等の採取又は測定場所の図について、保全区域境界及び建物の配置の適正化を行う。

以上

東海再処理施設の廃止措置段階における保全について

令和5年3月8日

再処理廃止措置技術開発センター

1. 概要

第69回東海再処理施設安全監視チーム会合で東海再処理施設の廃止措置段階における保全に関し、定型的な更新・交換等の事業者の責任の下での実施について説明を行った。その際の議論において、更新・交換等について、許認可、検査等の何が課題となっているのか個別具体的な整理を行うこととしたことから、現在の整理状況等について纏めた。

2. 更新・交換等における課題

平成30年6月に廃止措置計画の認可を受けて以降、再処理施設において実施する工事については、新規制基準を踏まえた安全対策に係る工事、ガラス固化処理のための熔融炉の更新(改造)工事を除くと、高経年化した設備の更新・交換等に関わる工事を実施している。

その際の許認可要否は基本的に

- ① 対象施設の位置付け(性能維持施設に該当するか否か)
- ② 工事の種類(設置及び改造に該当するか否か)

で判断しているが、それぞれの判断基準に一定の曖昧さを含んでいることや再処理施設の廃止措置の状況の特殊性から許認可要とする判断を幅広に捉えてきたことから、廃止措置段階であるにも関わらずこれら工事に係る許認可が多くなってしまっている。以下に、その背景・課題等を①②の観点で整理した。

① 対象施設の位置付けについて

1)現状

・廃止措置への移行の時点で、回収可能核燃料物質が再処理設備本体から取り出されず、特定廃液が廃液槽に保管廃棄されているという通常の廃止措置ではない特別な状態(特定再処理施設)であり、廃止措置への移行後も放射性廃棄物の処理・貯蔵を継続する必要があること、回収可能核燃料物質等を取り出すために再処理設備の一部の運転が必要と考えられたことから、廃止措置移行後においても再処理運転時に維持していた施設の大部分を性能維持施設として位置付ける必要があった。当時は新検査制度の施行前であったことから詳細な点検項目とのつながりを重視した選定となっており、廃止措置計画の認可の審査の考え方(以下「審査の考え方」という)の記載*を踏まえ、再処理運転時の施設定期自主検査・施設定期検査の対象施設の大部分を性能維持施設とした。

*性能維持施設が、事業の指定、設計及び工事の方法の認可等既往の許認可に基づく施設、廃止措置計画の認可を受ける前に施設定期検査及び施設定期自主検査の対象としていた施設並びに保安規定に基づき保守管理の対象としている設備類(緊急安全対策として整備したものを含む。)等から抽出され、定められていること。

・上記で性能維持施設の選定の元とした再処理運転時の施設定期自主検査・施設定期検査は、検査対象が設置承認申請書等に記載した条件において確実に作動することの確認、設置承認申請書等に記載した性能・能力を満足することの確認であるため、頻繁

な保全を要しない貯槽，配管等の静的な機能のみを持つものについては性能維持施設として明示していない。このため，検査対象としている付属計器類等の測定結果（液位の変化や漏洩検知）より間接的にその健全性を確認し，直接的な検査項目を持たない貯槽等については性能維持施設として明示していない。また，施設定期自主検査の対象等を含む系統を性能維持施設とする旨を廃止措置計画に記載しており，重要度の高い配管・ダクト等はこれに該当するが，性能維持施設として明示していない。

- ・廃止措置への移行後は，性能維持施設への該当が許認可要否の判断基準となっており，それに従い許認可要否を判断している。ただし，性能維持施設と明記されていない施設についても，上記した事情から，改めて過去の設工認の記載内容等に照らして要否の判断を行っている。

2) 課題

- ・現在の性能維持施設は，再処理運転時における安全上重要な施設と同程度の重要性をもつ性能維持施設から，運用をほぼ終了した汚染した設備を解体まで安全に保持するといった比較的重要度の低い性能維持施設まで，幅広く選定されている。これらの施設群に対して，現状，単一の判断基準を用いて許認可要否を判断する枠組みとなっているため，重要度の低い性能維持施設に係る工事についても一律で許認可が必要と判断せざるを得ない。
- ・上記において，重要度の低い性能維持施設の割合が多く，さらに廃止措置が進捗するにつれて各施設の重要度は低下していくことから，許認可の中で重要度の低い施設に関するものの割合は将来的にも増加していくことになる。
- ・初回認可時の性能維持施設の選定では直接的な検査対象をもつ施設を重視した選定と記載になっており，間接的な検査により性能を確認している施設（一部の静的な施設）が明記されていない，性能維持施設に付属する系統の範囲が明確化されていないなど，認可の要否の判断基準として用いるには一部に体系化や説明の不足が認められる。これにより許認可要否の判断において曖昧さが生じている。

② 工事の種類について

1) 現状

- ・審査の考え方の記載**に基づき，①で対象とした性能維持施設の工事について許認可対象としている。

**廃止措置を実施する上で施設の改造又は設置（以下「改造等」という。）が必要となった場合は，
①事業の変更の許可の申請並びに設計及び工事の方法並びに溶接の方法の認可の申請において必要とされる事項と同様の事項が廃止措置計画に定められ，②その内容が再処理施設の現況や再処理維持基準規則等に照らして適切と認められるのであれば，認可を受けた廃止措置計画に定めるところにより当該改造等を行うことを認める。

- ・その際，審査の考え方に記載された施設の改造又は設置について具体的な分類が明確でないため，現状では，保安規定で許認可を要せず実施するとしている部品交換等に該当しないものをすべて許認可対象と判断している。

- ・ただし、そのような運用においては、耐用寿命等の観点から設計上交換を前提としている設備（例えば TVF におけるインセルクーラの電動機ユニット）について、同様の許認可申請を繰り返し行うことになってしまっていたことから、交換における許認可申請時に今後同様の交換については当該申請に基づいて実施することを含めて認可を取得する方法を取り入れている。

2) 課題

- ・廃止措置計画の認可の審査に関する考え方の「施設の改造又は設置」の範囲が明確化（例えば、実用炉規則における別表第一の様な明確化）がなされていないことから、施設の設置や改造といった比較的重要度の高いものから既設と同型品への更新・交換等の比較的重要度の低いものまで、性能維持施設に係る工事については工事の種類によらず一律で許認可が必要と判断せざるを得ない。
- ・設備の主要仕様の変更を伴わない工事であっても、既認可時に安全性等に関係のない細かな記載が記されているものがあるため、厳密な照合により同等性を判断すると、本来は既認可と同等と判断される工事についても改めて許認可を出し直すことになる。
- ・今後、施設の高経年化に伴い、更新・交換、部分補修等の工事の頻度が増加することが想定され、現在の運用を継続した場合、許認可の件数も増加することが想定される。

3. まとめ

上記した課題を解決するための方策として、以下について検討を進めていく。

- (1) 性能維持施設の記載について、一部に体系化や説明の不足があることから、廃止措置段階における個々の施設の重要度の整理や静的な機能のみを持つ施設の記載の仕方、説明の充実及び体系化に向けた検討を行う。
- (2) 実用炉規則の別表第一を参考に、性能維持施設の重要度と工事の種類(程度)をそれぞれの評価軸として考慮できるようにし、その2つの評価軸の組合せにより求めた工事の重要度から許認可要否の判断を行う仕組みなどについて検討し提案を行う。

以上

東海再処理施設の廃止措置等に係る面談スケジュール(案)

令和5年3月8日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目		令和5年															
		2月				3月					4月				5月		
		~3日	~10日	~17日	~24日	~3日	~10日	~17日	~24日	~31日	~7日	~14日	~21日	~28日	~5日	~12日	~19日
廃止措置計画変更認可申請に係る事項																	
安全対策	○安全対策に係る変更認可申請																
	○安全対策工事の進捗																
	○その他/保安規定変更																
当面の工程の見直しについて																	
LWTFの計画変更 セメント固化設備及び 硝酸根分解設備の設置 等	○実証規模プラント試験の 試験計画について																
	○安全対策の基本方針 について ○実証プラント規模試験 装置設計結果 ○津波対策方針																
工程洗浄			▼15		▼1	▽8				▽29							
SF搬出																	
保全の方針	○高経年化技術評価																
	○設備更新・補修等の考え方							▽8									
その他	○TVF保管能力増強に係る 一部補正																
	○その他の設工認・報告事項等	▼1	▼8	▼15	▼22	▼1	▽8	◇16									
廃止措置の状況																	
ガラス固化処理の進捗状況等		▼1		▼15	▼22	▼1	▽8	◇16		▽29							

▽:面談 ◇:監視チーム会合