

東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画変更認可申請対応等について

令和3年11月9日  
再処理廃止措置技術開発センター

○令和3年11月9日 面談の論点

- 資料1 工程洗浄の方法について
- 資料2 工程洗浄に係る面談スケジュール(案)
- その他

以上

## 工程洗浄の方法について

令和3年11月9日

### 1. はじめに

東海再処理施設は廃止措置段階であり、工程内に残存する 回収可能核燃料物質<sup>\*1</sup> を再処理せずに再処理施設本体から取り出すことを目的として工程洗浄を実施する。工程洗浄では、再処理施設本体の回収可能核燃料物質の取り出しに合わせて、製品貯蔵施設及び再処理設備の附属設備に残存する回収可能核燃料物質の取り出しについても行う。工程洗浄の方法に係る廃止措置計画の変更認可申請書には、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」に基づき、回収可能核燃料物質を再処理設備本体等から取り出す方法及び時期等について示す。

\*1：再処理本体を通常の方法により操作した後に回収されることなく滞留することとなる使用済燃料及び核燃料物質は含まない（再処理の事業に関する規則）。

### 2. 工程洗浄の目的及び基本的考え方

#### 2.1 目的

東海再処理施設は、再処理運転の再開を予定していた状態で廃止措置に移行したことから、分離精製工場（MP）の再処理設備本体（せん断処理施設、溶解施設、分離施設、精製施設、脱硝施設、酸及び溶媒の回収施設）、製品貯蔵施設等には、通常の方法で操作することにより回収することが可能な使用済燃料せん断粉末、ウラン溶液、プルトニウム溶液等の核燃料物質（回収可能核燃料物質）が残存している。また、再処理設備の附属施設（プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）、分析所（CB）等）にも回収可能な核燃料物質が残存した状態である。これらの回収可能核燃料物質について、通常の方法<sup>\*2</sup>により、製品または廃棄物として再処理設備本体等から取り出すことでリスクを低減（集約・安定化）し、今後速やかに系統除染が行える状態とすることを工程洗浄の目的とする。回収可能核燃料物質を保有する施設の概要を図-1に、回収可能核燃料物質を保有する機器については表-1に示す。

一方、再処理施設本体である分離施設のうち、分離した高放射性廃液を取扱う機器には微量の核燃料物質を含んだ廃液を保有しているが、この廃液は高放射性廃液として分離した廃液に由来するものであり回収可能核燃料物質ではないこと、また、これを回収するためには、スラッジによる詰まりへの対策として通常とは異なる試薬等の適用を検討する必要があることから、工程洗浄からは切離し、系統除染において集約を図ることとする。

\*2：再処理運転終了時には、通常、使用済燃料の溶解液からウラン・プルトニウムを取り出す分離施設にある抽出器の押し出し洗浄を行い、抽出器内のウラン・プルトニウムを取

り出した状態にしている。工程洗浄では、回収可能核燃料物質を保有する機器及びその取り出しのために一時的に使用する機器を対象に、再処理運転終了時に通常操作として行っていた押し出し洗浄を行い、使用済燃料のせん断粉末の溶解液、ウラン溶液、プルトニウム溶液等を取り出す。

## 2.2 基本的考え方

工程洗浄では、一部の回収可能核燃料物質を含む溶液の加熱操作及び送液操作を行うことから、それら操作に伴いリスクが一時的に生じるものの、以下に示す基本的考え方に基づいて、安全を確保し、速やかにかつ確実に実施可能な具体的な作業手順を定める。

- 使用する設備は必要最小限とする。
- 既存の設備・機器を使用し、設備の新規設置や改造は行わない。
- 回収したせん断粉末の処理として、溶液として集約するために溶解操作を行う。
- リスク低減の観点から加熱機器の使用は最小限とする。
- 送液経路として閉塞の可能性がある経路はできるだけ避ける。

工程洗浄では、再処理設備本体、製品貯蔵施設及び再処理設備の附属施設（プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）、分析所（CB）等）に残存する回収可能核燃料物質を通常の方法により実施可能な操作で取り出し、粉末又は放射性廃棄物として集約する。その際、運転リスクを伴う再処理（ウラン及びプルトニウムの抽出操作）はせずに、回収可能核燃料物質の取り出しを行う。取り出しに用いる経路上にある機器には送液残液が発生することから、送液後に硝酸又は純水による押し出し洗浄を行い回収可能核燃料物質について可能な限り取り出し、粉末又は放射性廃棄物として集約する。

これらの押し出し洗浄は、送液残液中の核燃料物質濃度が工程洗浄の判断基準（通常の方法による操作で取り出すことのできる下限）とする濃度を下回るまで行う。

押し出しの対象機器は、再処理設備本体、製品貯蔵施設及び再処理設備の附属施設（プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）、分析所（CB）等）の回収可能核燃料物質を保持する機器及び回収可能核燃料物質の集約経路上の機器とする。

分離施設にある高放射性廃液中間貯槽（252V13/V14）は、抽出操作等で発生した高放射性の廃液を受入れ、高放射性廃液濃縮工程へ移送するための機器であり、廃液中に含まれる微量のウラン、プルトニウムは回収可能核燃料物質ではないものの、252V14については、せん断粉末の溶解液等の集約経路の機器であり、保持する高放射性の廃液はせん断粉末の溶解液等の集約に合わせて送液するとともに押し出し洗浄を行う。252V13については、清澄操作で発生する不溶解残渣が含まれ、過去にも送液系統の閉塞があり、工程洗浄で押し出し洗浄を実施するよりも他の高放射性廃

液を扱う機器と同様に系統除染にて試薬等を用い時間をかけて洗浄を行い、核分裂生成物とともにウラン、プルトニウムを廃棄することが適切である。

3. 工程洗浄の具体的な方法について（詳細については別途説明）

工程洗浄は基本的考え方を踏まえ、せん断粉末、低濃度のプルトニウム溶液、ウラン溶液等の集約方法を具体化し以下に定めた。

これにより、安全性を確保しつつ、かつ工程洗浄作業を中断することなく確実に作業を進めることが可能となり、再処理施設全体のリスク低減が速やかに達成される。なお、工程洗浄に伴う遵守事項については保安規定に定める。

○ せん断粉末の集約

分離精製工場（MP）の除染保守セルに保管するせん断粉末は、濃縮ウラン溶解槽装荷セルへ移動し、濃縮ウラン溶解槽で少量ごとに溶解する。せん断粉末の溶解液は、使用する機器を限定して移送を行い高放射性廃液貯槽に集約する。せん断粉末の溶解液の移送は、速やかにかつ確実に実施するため、閉塞の可能性がある機器を避けて行う。また、高放射性廃液蒸発缶による加熱操作は行わない。高放射性廃液貯槽に集約したせん断粉末の溶解液は既存の高放射性廃液と混合してガラス固化体として安定化する。

○ 低濃度のプルトニウム溶液の集約

プルトニウム製品貯槽等に保有する低濃度のプルトニウム溶液は、安全を確保した上で使用する機器を限定して送液を行い、せん断粉末の集約と同様に高放射性廃液貯槽に集約する。低濃度のプルトニウム溶液の移送は、速やかにかつ確実に実施するため、閉塞の可能性がある機器を避けて行う。また、高放射性廃液蒸発缶による加熱操作は行わない。高放射性廃液貯槽に集約した低濃度のプルトニウム溶液は既存の高放射性廃液と混合してガラス固化体として安定化する。

○ ウラン溶液（ウラン粉末を含む。）の集約

試薬調整工程、ウラン濃縮工程等に保有するウラン溶液は、ウラン脱硝施設（DN）へ送液し、ウラン粉末として安定化した上で分離精製工場のウラン粉末とともにウラン貯蔵施設に貯蔵する。

ウラン溶液（ウラン粉末を含む。）の安定化は、従来の運転方法と同じ手順であり、安全性を確保しつつ、かつ確実に作業を進めることが可能である。

4. 工程洗浄終了の判断基準（詳細については別途説明）

工程洗浄終了の判断基準として、再処理運転終了時に通常行う再処理工程の最重要機器であるウラン・プルトニウムの分離操作を行う分離工程（第二サイクル）の抽出器からの核燃料物質の押し出し洗浄終了の判断基準（ウラン濃度 1 g/L 未満、プルトニウム濃度 10 mg/L 未満）を用いる。工程洗浄では、表-1 に示す対象機器に

対し、硝酸又は水を使って押し出し洗浄を当該濃度になるまで実施し、ウラン及びプルトニウムを集約する。その際には、回収可能核燃料物質の集約経路に、洗浄効果を確認する機器を定めて、適宜、分析結果から核物質濃度変化を確認して、洗浄効果を把握する。

対象機器の送液残液の濃度が判断基準以下となったことをもって、通常の方法の操作によって回収核燃料物質を再処理設備本体から取り出したものとする。

工程洗浄前後の回収可能核燃料物質の保有量については表-1 に示す。

#### 5. 工程洗浄に伴い発生する放射性廃棄物の放出量（詳細については別途説明）

工程洗浄により放出される放射性廃棄物の放出量については、過去の放出実績をもとに評価を行った。放出量の評価に際しては、せん断粉末の放射エネルギーの設定、Kr-85 のせん断粉末中への残存率、H-3 の放出割合等を保守的な条件に設定した。評価の結果、放射性気体廃棄物の H-3、放射性液体廃棄物の H-3、I-129 及び Pu ( $\alpha$ ) については運転停止中と同程度になると予想されるものの、放射性気体廃棄物の Kr-85、C-14 及び I-129 については、停止中より放出量が増加すると予想される。

環境への影響を低減するための対応として、せん断粉末の溶解を少量ずつ（約 30 kg）に分けて実施することにより、主排気筒から一度に放出される量を低減する対応を図る。

#### 6. 工程洗浄の安全性

工程洗浄は可能な限り短期間で実施するものの、工程洗浄時の回収可能核燃料物質を含む溶液の送液操作等を考慮し、発生する可能性のある事象に対して安全性を確認した。その結果、工程洗浄は、送液に伴う臨界安全性のみならず、その他の安全機能が喪失したとしても、安全性を確保できることを確認した（詳細については別途説明）。

#### 7. ガラス固化体への影響（詳細については別途説明）

工程洗浄により集約した核燃料物質と現有する高放射性廃液を混合した廃液については、ガラス固化技術開発施設においてガラス固化処理を行った場合においても、製造したガラス固化体の仕様に影響を及ぼすことはない。

#### 8. 工程洗浄の時期及び期間

工程洗浄の実施スケジュールを表-2 に示す。

工程洗浄は、令和 3 年度中にせん断粉末の集約から開始し、その後、プルトニウム溶液及びウラン溶液（ウラン粉末を含む。）の順に段階的に行う。また、せん断粉末の集約等と並行して、その他の核燃料物質（洗浄液）の集約を行う。

工程洗浄は、使用する設備の点検及び運転員の教育訓練を行った上で実施する。

## 9. 設備点検及び教育訓練

### (1) 設備点検

分離精製工場（MP）及びウラン脱硝施設（DN）は、平成19年の再処理運転から長期間使用していないことを踏まえ、設備の高経年化や長期停止により考えられる不具合を考慮した上で設備点検を行い、点検結果に応じた整備を行う。

点検対象としては、濃縮ウラン溶解槽のように加熱操作を行う設備と、抽出器や貯槽など溶液の受け払いのみを行う設備がある。加熱操作等を行う設備（濃縮ウラン溶解槽等）は、外観・漏えい確認の他、通水や作動確認など運転を考慮した点検を実施する。溶液の受け払いを行う設備は漏えい確認等、液移送に必要な点検を実施する。また、ユーティリティ供給設備（浄水設備、圧空設備、蒸気設備等）や換気設備など常に連続運転している設備については、定常的な保守、点検により健全性を維持していることから、これら設備については直近の点検結果を確認する。点検は、以下に示す4項目に分類し段階的に進めていく。

#### ①不具合箇所摘出，補修

高経年化や長期停止による不具合を見つけ正常な状態に復帰させる。主に不具合箇所の修理に期間を長く要すると考えられる塔槽類や配管、送液装置等の外観、通水（通気）作動確認等を早期に実施する（詳細については別途説明）

#### ②定常的に実施する点検

施設定期自主検査，ISI等，定常的に実施している点検について，保安規定や要領書等に定められた方法で従来どおり実施する。

#### ③工程洗浄前の確認

工程洗浄開始前の1年以内に計装計器や動的機器（回転機器等）など，静的機器に比べ比較的故障頻度が高いと考えられる設備を点検する。計装計器の点検については，濃縮ウラン溶解槽等のように加熱運転を行う設備等は運転に必要な計器（液位計，密度計，温度計等）について校正を実施する。また，溶液の受け払いのみを行う設備は液移送操作に必要な液位計等について校正を実施する。なお，保安規定に基づき計器校正を実施する計器については，その記録をもって確認する。これら以外の計器については，目視点検により外観や作動状態に異常がないことを確認する。

#### ④総合確認

上記①～④の点検が終了した後，純水（DWa）等を用いて工程洗浄の一連の操作（濃縮ウラン溶解槽等の加熱機器の加熱を含む。）による総合的な点検及び再処理運転時と同様に処理開始前の点検（バルブの開閉状態，ストレーナの詰まり状態等）を実施する。

なお，工程内の一部の設備については，送液装置の作動確認が核燃料物質を含む実液でしか行えないものがある。これら設備は，工程洗浄を開始する直前に実液を使った作動確認を実施する。

## (2) 教育訓練

運転停止期間が長期に続いたことから運転経験の有無に係らず、運転に必要な力量について運転員の階層や役割に応じ、座学・OJTにより適切に教育・訓練を実施する。

### ①設備の構造や原理を理解した運転操作

- ・機器図，写真，セルモデル等を用いて設備の構造・仕組みを理解する。
- ・上記を踏まえ，運転要領書，運転マニュアルを用いて運転操作を繰り返し行う。

### ②設備状態の把握（異常の早期発見）

- ・現場にて正常な設備の状態（停止中及び総合作動試験等の運転中）を視覚，聴覚，嗅覚等で体感し，正常時と異常時の違いを見つける力を養う。
- ・ログシート，現場巡視点検において計器指示値から正常状態と異常状態の違いを理解する。

### ③通常と異なる事象に対する原因究明と問題解決

- ・異常時の対応方法（通報連絡，応急処置等）
- ・過去のトラブル事例研究
- ・過去の汚染事故等，水平展開事項の再確認

## 10. 工程洗浄の体制

工程洗浄では，再処理運転時の体制と同じく，再処理施設保安規定に定めている保安管理組織に従った実施体制により，核燃料物質の集約を行う。せん断粉末，プルトニウム溶液及びその他の核燃料物質（洗浄液）の集約は，関係する各課室の日勤体制により実施する。核燃料物質の集約に係る体制図を図-2に示す。

なお，ウラン溶液及びウラン粉末の集約については，期間短縮及び集約作業の効率化を図るため，関係各課の人員を集め交替勤務体制にて実施する。

## 11. 不具合等への対処方法（詳細については別途説明）

工程洗浄に用いる設備に対して，発生する可能性のある不具合事象を抽出し，想定される要因とその対策，さらに不具合事象が発生した際の復旧期間について整理した。脱硝塔の分解整備や放射性物質の漏えい等を伴う事故・故障等を除き，予備品等を確保することにより7日程度で復旧可能である。

以上





表-1 回収可能核燃料物質を保有している機器及び工程洗浄前後の核燃料物質の保有量

施設	工程名	物質の状態	保管場所		工程洗浄前		工程洗浄後の推定値※2	
			機器名称	機器番号	保有量内訳	保有量※1	保有量内訳	保有量
分離 精製工場 (MP)	せん断	使用済燃料 せん断粉末	除染保守セル	R333	—	■■■■ (推定) ■■■■ (推定)	—	■■■■ ■■■■
	溶解 清澄・調整	洗浄液	洗浄液受槽	242V13	約 0.6 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) ■■■■ 未満 (推定)	約 2 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) ■■■■ 未満 (推定)	約 0.35 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 ■■■■ 未満	約 1.1 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 ■■■■ 未満
			溶解槽溶液受槽	243V10	約 1.1 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) ■■■■ 未満 (推定)		約 0.75 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 ■■■■ 未満	
			パルスフィルタ	243F16/F16A	■■■■ 未満 (推定)		■■■■ 未満	
	分離, 精製, 酸回収, 溶媒 回収, リワーク	洗浄液	中間貯槽	255V12	約 1.4 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) Pu 未満 (推定)	約 7 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) ■■■■ 未満 (推定)	0 m <sup>3</sup> ■■■■ ■■■■	約 0.75 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 ■■■■ 未満
			中間貯槽	261V12	約 3.0 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定)		0 m <sup>3</sup> ■■■■	
			プルトニウム 精製抽出器	265R20, R21, R22	約 0.1 m <sup>3</sup> ■■■■ (推定)		約 0.1 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満	
			濃縮液受槽	273V50	約 1.9 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 (推定) ■■■■ 未満 (推定)		約 0.6 m <sup>3</sup> ■■■■ 未満 ■■■■ 未満	
			プルトニウム 溶液受槽	276V20	約 0.2 m <sup>3</sup> ■■■■		約 0.05 m <sup>3</sup> ■■■■	
	Pu 濃縮	洗浄液	希釈槽	266V13	約 0.35 m <sup>3</sup> ■■■■ ■■■■	1 m <sup>3</sup> 未満 ■■■■ ■■■■	0 m <sup>3</sup> ■■■■ ■■■■	0 m <sup>3</sup> ■■■■ ■■■■
Pu 製品 貯蔵	プルトニウム 溶液	プルトニウム 製品貯槽	267V10~V16	約 1 m <sup>3</sup> ■■■■	約 1 m <sup>3</sup> ■■■■	約 0.05 m <sup>3</sup> 未満 ■■■■ 未満	約 0.05 m <sup>3</sup> 未満 ■■■■ 未満	

表-1 回収可能核燃料物質を保有している機器及び工程洗浄前後の核燃料物質の保有量

施設	工程名	物質の状態	保管場所		工程洗浄前		工程洗浄後の推定値※2	
			機器名称	機器番号	保有量内訳	保有量※1	保有量内訳	保有量
分離 精製工場 (MP)	U 溶液濃縮・ 試薬調整	ウラン溶液	中間貯槽	263V10	約 0.5 m <sup>3</sup> [ ]	約 10 m <sup>3</sup> [ ]	約 0.07 m <sup>3</sup> [ ] 未満	約 0.134 m <sup>3</sup> [ ] 未満
			一時貯槽	263V51～V58	約 3.9 m <sup>3</sup> [ ]		約 0.06 m <sup>3</sup> [ ] 未満	
			受流槽	201V75	約 0.3 m <sup>3</sup> [ ]		0 m <sup>3</sup> [ ]	
			貯槽	201V77～V79	約 5.3 m <sup>3</sup> [ ]		約 0.004 m <sup>3</sup> [ ] 未満	
	U 脱硝	ウラン粉末 (貯蔵容器に 収納)	三酸化ウラン 循環容器	FRP-5, 6, 10	3 本 [ ]	3 本 [ ]	0 本 [ ]	0 本 [ ]
ウラン 脱硝施設 (DN)	U 脱硝	ウラン溶液	UNH 貯槽	263V32/V33	約 8 m <sup>3</sup> [ ]	約 8 m <sup>3</sup> [ ]	約 0.28 m <sup>3</sup> [ ]	約 0.28 m <sup>3</sup> [ ]
プルトニウム 転換技術 開発施設 (PCDF)	受入	ウラン溶液	硝酸ウラニル 貯槽	P11V14	約 0.03 m <sup>3</sup> [ ]	約 1 m <sup>3</sup> 未満 [ ]	0 m <sup>3</sup> [ ]	0 m <sup>3</sup> [ ]
分析所 (CB)	分析	分析試料等 ※3	中間貯槽	108V10	約 0.2 m <sup>3</sup> [ ]	約 2 m <sup>3</sup> [ ]	約 0.1 m <sup>3</sup> [ ] 未満	約 0.2 m <sup>3</sup> [ ] 未満
			中間貯槽	108V11	約 1.4 m <sup>3</sup> [ ]		約 0.1 m <sup>3</sup> [ ] 未満	
回収可能核燃料物質の合計						[ ] 未満 [ ] 未満		[ ] 未満 [ ] 未満

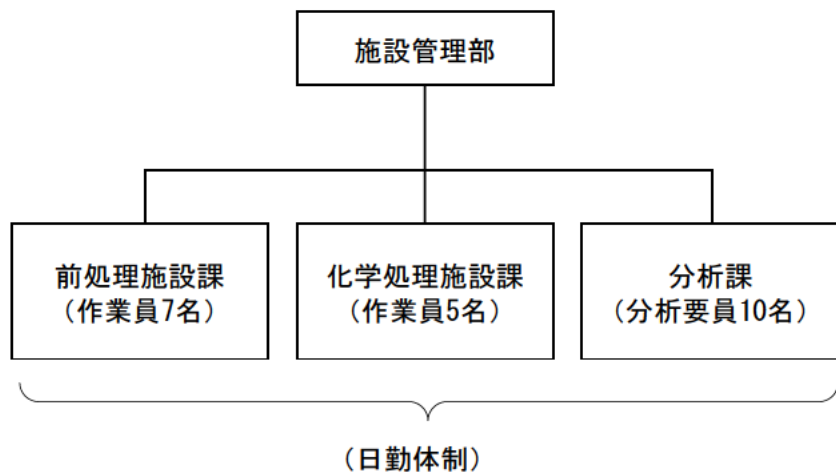
※1 内訳を合算し、大約した値（廃止措置計画変更認可申請書，平成 30 年 6 月 13 日認可）。

※2 工程洗浄終了の判断基準（[ ]）に液量を乗じて算出。

※3 分析標準試料は含まない（分析標準試料 [ ]）。

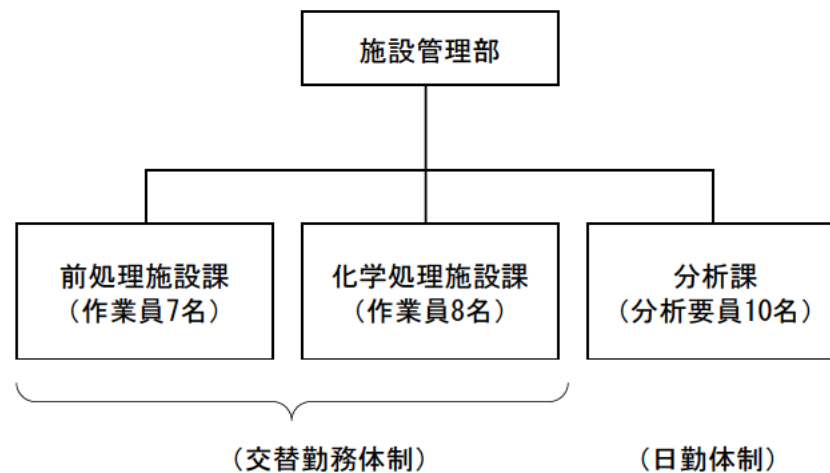


使用済燃料せん断粉末等及びプルトニウム溶液の集約



溶解処理、HAWまでの液移送、サンプリング、機器洗浄、分析

ウラン溶液の集約



ウラン濃縮、脱硝、ポット移動

分析

図-2 工程洗浄に係る人員及び体制

工程洗浄に係る面談スケジュール（案）

令和3年11月9日

面談項目	11月			12月	
	～12日	～19日	～26日	～3日	～10日
本文（目的、対象の考え方）	▽9			<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;">                     随時説明                 </div>	
1) 工程洗浄の方針及び具体的な方法について		▽17			
2) 工程洗浄終了の判断基準の設定及び確認方法について		▽17			
3) 工程洗浄に伴い発生する放射性廃棄物の放出量(9/30説明)			▽24		
4) 工程洗浄の安全性			▽24		
5) ガラス固化体への影響		▽17			
6) 長期停止による想定不具合及び点検項目について		▽17			
7) 工程洗浄において想定される不具合事象とその対処方法について		▽17			

▽：面談

東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)

令和3年11月9日  
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (下線:次回変更審査案件)		10月					11月				12月				
		~1日	~8日	~15日	~22日	~29日	~5日	~12日	~19日	~26日	~3日	~10日	~17日	~24日	~28日
		<b>廃止措置計画変更認可申請に係る事項</b>													
安全対策	津波による 損傷の防止	○TVF浸水防止扉の耐震補強		必要に応じて適宜説明											
	事故対処	○事故対処設備の保管場所 の整備 ○PCDF斜面補強													
	内部火災	○代替措置の有効性 ○HAW及びTVF内部火災対策 工事													
	溢水	○HAW及びTVF溢水対策工事													
	その他 /工事進捗	▼30	◆4						▼4						
	保安規定変更	▼30	◆4								▽24				
当面の工程の見直しについて								▼4		▽17					
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	○LWTF運転に向けたスケジュール ○実証規模プラント試験の試験計 画について ○LWTFに係る安全対策の基本方針 について									▽17		▽1			
工程洗淨	▼30	◆4	▼13				▼4	▽9	▽17	▽24					
設備更新・補修等の考え方について										▽17			▽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				▼13			▼4							
<b>廃止措置の状況</b>															
ガラス固化処理の進捗状況	進捗状況は適宜報告		▼30	◆4	▼13			▼4	▽9						

▽:面談 ◆:監視チーム会合