

## 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9月30日  
再処理廃止措置技術開発センター

### ○令和3年9月30日 面談の論点

- 資料1 東海再処理施設の安全対策の実施に係る全体スケジュールについて
- 資料2 工程洗浄の方法について
- 資料3 再処理施設の廃止措置計画（安全対策）の変更に伴う保安規定の変更について
- 資料4 ガラス固化技術開発施設(TVF)における固化処理状況について
- その他

以上

## 東海再処理施設の安全対策の実施に係る全体スケジュールについて

### 【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）の新規制基準を踏まえた安全対策については、施設の安全確保の観点から最優先に実施すべく、これまでに基本の方針に係る廃止措置計画の変更申請を本年6月末までに完了、関連する工事の計画についても本年9月末を以て申請を完了し、安全対策に係る廃止措置計画変更認可申請について概ね計画通りに進めてきた。
- 上記申請に基づき実施する工事についても HAW・TVF の地震・津波対策工事を優先し進めているところである。また、これらと並行して、HAW・TVF の地震・津波対策以外の工事についても詳細な施工設計を展開することで、工事に必要な期間や工事フロー、作業エリア・重機等の動線計画などを明確にしてきた。
- この結果、工事間での作業エリア干渉や着工順序について調整を行う必要が生じたことから、工程の組み直しによる工期維持に取り組んできたものの、これらの工事が HAW 及び TVF 周辺のごく狭いエリアに集中していること、既設の核物質防護設備との干渉を回避する必要があること、TVF におけるガラス固化処理運転も並行して進める必要があることなどから一部工事の完了時期を変更する。
- 工事スケジュールの変更においては、優先度の高い工事を R4 年度までに完了させることに重点を置き、一部の工事については完了時期を R5 年度に変更した。変更した工事スケジュールを別紙 1 に示す。なお、スケジュール変更に伴い、一部安全対策工事の完了時期は遅れることとなるが、工事が完了するまでの期間においても、想定される事故を防止できるよう既存設備を用いた事故対処体制を維持する。

令和3年10月4日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 東海再処理施設の安全対策の実施に係る全体スケジュールについて

令和3年10月4日  
再処理廃止措置技術開発センター

### 1. はじめに

- 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については、施設の安全確保の観点から最優先に実施すべく、これまでに基本的方針に係る廃止措置計画の変更申請を本年6月末までに完了、関連する工事の計画についても本年9月末を以て申請を完了し、安全対策に係る廃止措置計画変更認可申請について概ね計画通りに進めてきた。
- 上記申請に基づき実施する工事についても HAW・TVF の地震・津波対策工事を優先し進めているところである。また、これらと並行して、HAW・TVF の地震・津波対策以外の工事についても詳細な施工設計を展開することで、工事に必要な期間や工事フロー、作業エリア・重機等の動線計画などを明確にしてきた。
- この結果、工事間での作業エリア干渉や着工順序について調整を行う必要が生じたことから、工程の組み直しによる工期維持に取り組んできたものの、これらの工事が HAW 及び TVF 周辺のごく狭いエリアに集中していること、既設の核物質防護設備との干渉を回避する必要があること、TVF におけるガラス固化処理運転も並行して進める必要があることなどから一部工事の完了時期を変更する。
- 工事スケジュールの変更においては、優先度の高い工事を R4 年度までに完了させることに重点を置き、一部の工事については完了時期を R5 年度に変更した。変更した工事スケジュールを別紙 1 に示す。なお、スケジュール変更に伴い、一部安全対策工事の完了時期は遅れることとなるが、工事が完了するまでの期間においても、想定される事故を防止できるよう既存設備を用いた事故対処体制を維持する。

### 2. 安全対策工事工程の変更について

#### （1）（優先度 I）HAW、TVF の地震や津波対策工事について

優先度 I の安全対策工事（7 件）のうち、6 件については R4 年度までに完了させる（内 1 件は既に終了）方向で進めるが「HAW 周辺地盤改良工事」のうち一部のエリアについては既設設備との干渉などを踏まえ工事完了時期を R5 年度に変更する。

【理由】優先度の高い HAW 周辺地盤改良工事については最も早い時期に着工し、地盤掘削・コンクリート打設を進めてきており、R3 年度中に大半の工事を完了できる見通しである。一方、一部の地盤改良エリアには既設の核物質防護設備があり、当初は本設備の撤去・移設を行わずに工事を進める工法を考えていた。しかしながら、施工設計を進めた結果、核物質防護設備を稼働させたまま地盤改良工事を実施することは核物質防護上のリスクが高くなることが明らかとなった。他の工法について建設担当部署・核物質管理担当部署及び工事業者も含めて議論してきたもののリスクを高めずに実施可能な

方法は見出すことができず、当該エリアの地盤改良工事は核物質防護設備を移設した後に着工するという方針に変更することとした。

核物質防護設備の移設の他、事故対処設備保管場所など関連工事を含め工事工程を精査したところ、当該エリアの地盤改良工事の完了は R5 年度末となる見通しとなった。

#### (2) (優先度Ⅱ) 重大事故対処関連工事について

優先度Ⅱの安全対策工事(5件)のうち、4件については R4 年度までに完了する見込みであるが、「事故対処設備配備場所地盤補強工事」については、工事準備の進捗状況を踏まえ、工事完了時期を R5 年度に変更する。

【理由】事故対処設備配備場所の地盤補強工事は R3 年 9 月に着工し、R4 年度末までに完了する予定であった。しかしながら、R3 年 2 月に申請した事故対処の有効性評価において、事故対処をより確実にする観点から事故対処設備配備場所に地下式貯油槽を追加設置する等の対策の強化を図ることとした。その追加に対応するための検討や工事準備が必要になったことにより工事着工が R4 年 1 月からとなった。

また、エリアが干渉する関連工事との調整も含めて影響を詳細化したところ、工事干渉を回避しつつ作業を進めるためには当初想定より大幅に工期を延長させざるを得ない状況となった。これらの結果、工事完了は R5 年度末となる見通しとなった。

なお、スケジュール変更に伴い、一部安全対策工事の完了時期は遅れることとなるが、工事が完了するまでの期間においても、想定される事故を防止できるよう既存設備を用いた事故対処体制を維持する。

#### (3) (優先度Ⅲ) HAW、TVF のその他事象に対する安全対策

優先度Ⅲの安全対策工事(7件)のうち、「HAW 建家の竜巻工事」については R4 年度までに完了する見込みであるが、それ以外の工事については、工事の完了時期が R5 年度となる。

【理由】HAW、TVF に係る安全対策工事は、HAW、TVF 建家周辺の狭小部に作業エリアが集中している。当初は、当該区域で工事を並行して実施する前提としていたが、工事における安全確保を確実にする観点から、建家上部の防護板の設置作業とその下部での作業を避けるため、上下作業を伴う工事については、安全対策の優先度Ⅰの地震・津波対策工事を優先的に進めることとした。このほか、作業エリア(ヤード)や工事期間の干渉を考慮し工程を精査した結果、TVF 建家の竜巻対策工事、外部火災対策工事の完了は R5 年度となる見通しとなった。

HAW、TVF の内部火災・溢水対策工事については、申請において対策の充実を図ったことから工事物量が増大している。また、これらの作業は管理区域内で実施することから作業の安全確保を前提に詳細に工程を変更した結果、当初の想定より工期が長く必要となった。また、本工事は、管理区域内の電源や冷却水系の供給停止を伴う工事を含むことから、ガラス固化処理運転に影響がないように運転を行わない時期に工事を分割して実施することも併せて、工事完了時期は R5 年度まで要する見込みとなった。

以上

### 東海再処理施設の安全対策の実施に係る全体スケジュール

(第58回東海再処理施設安全監視チーム会合(8/24)資料1 改定)

実施項目	R1	R2年度						R3年度						R4年度				R5年度				備考					
	第4	第1	第2	第3四半期			第4四半期			第1四半期			第2四半期			第3四半期			第4四半期				第1	第2	第3	第4	
<b>【安全対策方針等】</b>																											
◎基本方針 ◎安全対策実施全体スケジュール	方針策定	スケジュール策定																									
<b>優先度Ⅰ HAW・TVFを地震や津波から防護するための安全対策</b>																											
① 地震による損傷の防止 ◎HAW耐震評価(建家・設備) T21トレンチ含む	応答解析																										
② 津波による損傷の防止 ◎漂流物設定	代表漂流物選定	代表漂流物の妥当性評価	引き波の影響評価																								
◎HAW津波防護対策方針 建家貫通配管等の点検評価	対策方針決定	シール性能評価																									
◎HAW建家健全性評価(波力、余震重畳)	健全性評価																										
◎TVF耐震評価(建家・設備)	応答解析																										
◎TVF建家健全性評価(波力、余震重畳)	健全性評価																										
<b>優先度Ⅱ HAW・TVFの事故対処設備に係る有効性評価</b>																											
◎HAW・TVFの事故対処の方法、設備及びその有効性評価(方針)	有効性評価																										
◎シナリオ検討、ウエットサイトを想定した訓練	シナリオ検討・訓練																										
◎漂流物を想定した訓練	訓練																										
◎有効性評価	評価																										
<b>優先度Ⅲ HAW、TVFのその他事象等に対する安全対策</b>																											
◎HAW・TVF建家健全性評価(竜巻・森林火災・火山・外部火災)	健全性評価																										
◎内部火災防護対策	火災影響評価	防護対策検討・設計																									
◎溢水防護対策	溢水影響評価	防護対策検討・設計																									
◎制御室の安全対策	事故時の居住性検討	有毒ガス発生源調査、対策検討																									
<b>優先度Ⅳ その他施設(約40施設)の対策検討(津波・地震・その他事象)</b>																											
	対策の検討																										
<b>【安全対策設計、工事】</b>																											
<b>優先度Ⅰ-1 HAWを地震や津波から防護するための安全対策</b>																											
◎HAW周辺地盤改良工事(T21トレンチ含む) (HAW周辺の埋戻土をコンクリート置換し、地盤を強固にすることで耐震性を向上させる)	補正提出	工事(変更前)	工事(変更後)																								
・HAW一部外壁補強工事(構造上、津波波圧に対し、強度が不足する一部の開口部周辺の外壁にコンクリートを増打補強する)	設計	準備	準備(再契約手続き)	工事																							
・津波漂流物防護柵設置工事(TVFと共通) (津波漂流物に対し、HAW施設及びTVFを防護するため防護柵を設置する)	基本設計	地盤調査・実施設計	準備	工事																							
・主排気筒の耐震補強工事(HAW・TVFへの波及影響の防止のため筒身にコンクリートを増打補強する)	調整設計	準備	工事																								

※ R3年度中に大半の工事を完了できる見通し。一部エリアについては、核物質防護設備との干渉を踏まえ、核物質防護設備移設後に着工する方針とし、当該エリアの工事完了時期をR5年度末に変更する。

スケジュールについては進捗等に応じて適宜見直すものである。

東海再処理施設の安全対策の実施に係る全体スケジュール

(第58回東海再処理施設安全監視チーム会合(8/24)資料1(改定))

Table with columns for implementation items, fiscal years (R1, R2, R3, R4, R5), and quarters. It details project schedules such as TVF wall reinforcement, HAW emergency response, and fire safety measures, including design, preparation, and construction phases, with change order markers and completion notes.

## 工程洗淨の方法について

### 【概要】

- 東海再処理施設は、再処理設備本体等の一部の機器に回収可能核燃料物質が残存した状態である。このため、「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」を踏まえ、工程洗淨を実施し、回収可能核燃料物質を再処理設備本体等から取り出し、リスクを低減(集約・安定化)する。
- 工程洗淨では、再処理運転(ウラン及びプルトニウムの分離)を行わず、工程で使用する設備は必要最小限として、リスク低減を念頭に安全かつ可能な限り早期に完了する方法とする。回収可能核燃料物質のうち、せん断粉末及びプルトニウム溶液は高放射性廃液に集約する。また、ウラン溶液は、ウラン粉末として安定化する。

令和3年10月4日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 工程洗淨の方法について

### 1. はじめに

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により、再処理設備本体等の一部の機器に回収可能核燃料物質が残存した状態である。今後実施する系統除染・機器解体作業に向けて、「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」を踏まえ、回収可能核燃料物質を再処理設備本体等から取り出し、リスクを低減するための工程洗淨を実施する。

### 2. 工程洗淨の方法

工程洗淨では、ウラン及びプルトニウムの新たな分離抽出は行わず、また、工程で使用する設備は必要最小限として、リスク低減を念頭に安全かつ可能な限り早期に完了する方法とする。これまで検討してきた工程洗淨の方法について概要を以下に示す（図-1 参照）。

#### (1) 使用済燃料せん断粉末等

せん断粉末は、粉末の状態での核燃料物質の計量が困難であることから濃縮ウラン溶解槽で溶解し、核燃料物質の計量を行う。その後、高放射性廃液貯槽に送り集約した後、高放射性廃液と合わせてガラス固化処理する。濃縮ウラン溶解槽でのせん断粉末の溶解では、複数回に分けてせん断粉末を少量ずつ扱うことでリスク（沸騰及び水素爆発による異常放出の防止）を低減する。また、工程内の洗淨液、分析所（CB）の分析試料等についてもせん断粉末と同様に高放射性廃液貯槽に送り集約した後、高放射性廃液と合わせてガラス固化処理する。

なお、上記のせん断粉末の溶解液等は、送液時に抽出器及び高放射性廃液蒸発缶を經由するが、ウラン及びプルトニウムの分離操作や蒸発濃縮を行わない。

#### (2) プルトニウム溶液

プルトニウム溶液は、リスク低減へ向けた取り組みとして行った「プルトニウム溶液の固化・安定化処理（2014年4月から2016年7月）」の際に、通常の操作では回収できない送液残液として残ったものである。工程洗淨では、希釈、回収を繰り返し高放射性廃液貯槽に送り集約した後、高放射性廃液と合わせてガラス固化処理する。

#### (3) ウラン溶液及びウラン粉末

ウラン溶液は、保有量が多く廃棄することは現実的でなく、ウラン脱硝施設（DN）の脱硝工程でウラン粉末として安定化し、分離精製工場（MP）のウラン粉末とともに第三ウラン貯蔵所で保管する。

工程洗淨では、せん断粉末を少量ずつ扱うことで主排気筒から一度に放出される放射量を抑え、環境への放出リスクを低減するとともに、設備・機器等の健全性確認を確実に



行い誤操作防止に係る教育等を実施し異常な放出を防止するよう取り組む。この結果、工程洗浄において発生する環境へ放出される放射能は、廃止措置計画に定めた放出管理目標値よりも十分低くなる見通しである。

3. 廃止措置計画の変更認可申請時期及び工程洗浄の実施時期

工程洗浄に係る廃止措置計画の変更認可申請時期及び工程洗浄の実施時期を表-1 に示す。工程洗浄に係る廃止措置計画の変更認可申請については、令和 3 年 12 月頃に行い、設備点検及び運転員の教育等を行い、令和 4 年 3 月に工程洗浄に着手する計画である。

工程洗浄は、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の安全性向上対策工事と並行して行うことになるため、人員を確保した上でリスクの高い順に (せん断粉末→プルトニウム溶液→ウラン溶液等) 行う計画である。

4. 廃止措置計画の変更認可申請の骨子

工程洗浄に係る廃止措置計画の変更認可申請の骨子を別添 1 に示す。工程洗浄に係る廃止措置計画の変更認可申請には、工程洗浄の方法、実施時期、実施体制及び安全性等について記載する。

以上

工程洗浄は抽出操作や発生する廃液の蒸発濃縮操作を行わず  
使用する機器を限定して実施

<凡例>

- : せん断粉末の溶解液の流れ
- : ウラン溶液の流れ
- : プルトニウム溶液の流れ
- : 高放射性廃液の流れ

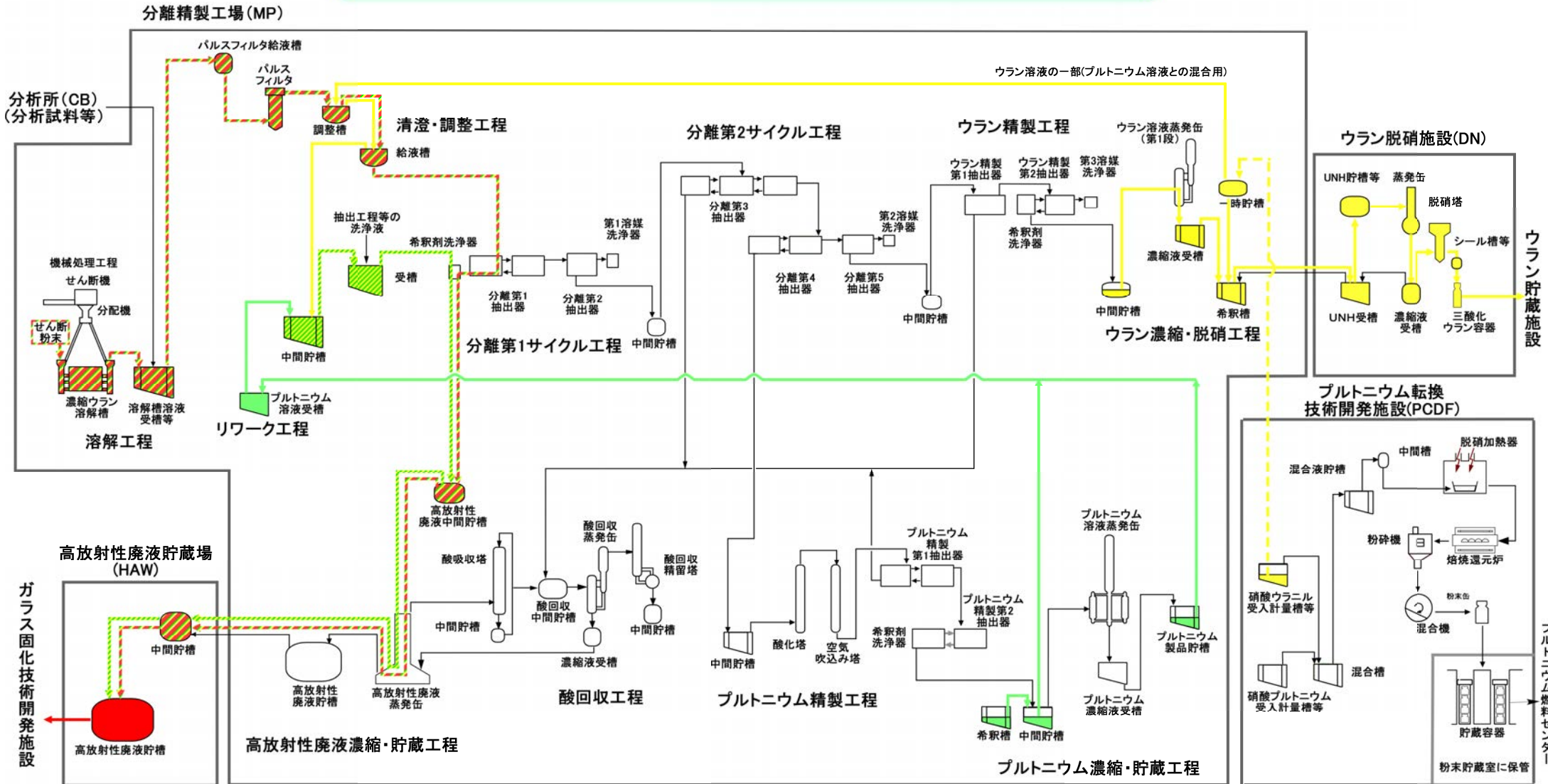


図-1 工程洗浄によるせん断粉末の溶解液、プルトニウム溶液、ウラン溶液の集約の流れ

表-1 廃止措置計画の認可変更申請及び工程洗浄の実施時期(案)

項目		令和3年度						令和4年度												令和5年度										
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
1.廃止措置計画の認可変更申請				▽																										
2.工程洗浄準備及び実施期間	(1)せん断粉末	設備点検、作動確認																												
					教育訓練																									
					せん断粉末の処理																									
	(2)プルトニウム溶液																													
	(3)ウラン溶液、ウラン粉末																													

## 《工程洗浄に係る廃止措置計画変更認可申請の骨子》

### 【本文】十. 廃止措置の工程

- ・作業の工程（スケジュール）

### 【本文】十二 回収可能核燃料物質を再処理設備本体から取り出す方法及び時期

- ・工程洗浄の基本方針

### 【添付書類】十. 回収可能核燃料物質を再処理設備本体から取り出す工程に関する説明書

1. 工程洗浄の概要
2. 工程内に残存している核燃料物質の場所、量及び形態について
  - ・本文の表12-1に示した核燃料物質の詳しい内訳・由来、性状（化学形態、放射エネルギー・質量、組成、管理状況）及びその所在
3. 工程洗浄の方針
  - ・再処理（ウラン及びプルトニウムの分離）をしないという方針
  - ・核燃料物質ごとの集約方法（廃棄又は回収）の考え方
4. 工程洗浄の方法
  - 4.1 工程洗浄の手順
    - ・核燃料物質の集約方法についての具体的なプロセス
  - 4.2 工程洗浄の目標
    - ・工程洗浄の作業完了の確認の方法
5. 工程洗浄に伴い発生する放射性廃棄物の量
  - 5.1 放射性気体廃棄物の量
    - ・過去の実績から算出した工程洗浄（せん断粉末の溶解）に伴い放出される放射性気体廃棄物の量及びその監視・管理方法
  - 5.2 放射性液体廃棄物の量
    - ・過去の実績から算出した工程洗浄に伴い放出される放射性液体廃棄物の量及びその監視・管理方法
6. 工程洗浄の安全性について
  - ・崩壊熱除去機能及び水素掃気機能が喪失した場合の時間裕度について
  - ・核燃料物質の送液経路の安全性
  - ・核燃料物質を現有する高放射性廃液に集約した場合のガラス固化体への影響
7. 工程洗浄の実施時期
  - ・せん断粉末、プルトニウム溶液及びウラン溶液の集約時期及び考え方
8. 工程洗浄の実施体制
  - ・せん断粉末、プルトニウム及びウラン溶液の集約時の体制について
9. 核燃料物質の集約後の設備管理
  - ・工程洗浄の実施により合理化が期待される設備管理
10. トラブルへの対処
  - ・想定される不具合等への対処方法

## 再処理施設の廃止措置計画(安全対策)の変更に伴う

### 保安規定の変更について

#### 【概要】

- 再処理施設の安全対策については、令和2年5月29日の補正提出、令和2年8月7日、令和2年10月30日、令和3年2月10日、令和3年6月29日及び令和3年9月30日における廃止措置計画変更認可申請をもって申請を完了した。  
今後、これらの廃止措置計画で示した安全対策を保安規定に反映するため、保安規定の変更申請を行う計画である。
- 安全対策に係る計画策定等の管理や新たに追加する性能維持施設について、一括して令和3年12月に保安規定を変更申請し、工事や設備の配備を必要とするものについては、その完了後に適用することを附則に明記することで対応する計画とした。
- 安全対策に係る保安規定変更スケジュールを別表1に示す。また、廃止措置計画に示した安全対策の保安規定等への反映に抜けがないよう関連を整理した表を別表2に示す。

令和3年10月4日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

保安規定変更スケジュール

項目	変更概要	令和2年度				令和3年度				令和4年度			
		第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
廃止措置計画	○安全対策に係る廃止措置計画の変更認可申請状況		▼①補正提出	▼②変更申請	▼③変更申請	▼④変更申請	▼⑤変更申請	▼⑥変更申請					
保安規定	<p>○安全対策に係る廃止措置計画の変更認可申請に伴う変更</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・条文に安全対策に係る事項の計画策定等の管理を追加 (火災防護計画の策定、津波防護措置の管理等を追加する。)</li> <li>・安全対策に係る設備を性能維持施設として追加 (工事等を必要とし、配備等が完了していない設備についても申請し、性能維持施設としての適用は、配備後とすることを附則に明記する。)</li> </ul>							▼申請	▼施行(予定)				

(例)津波防護柵の管理  
配備後に適用

(例)津波防護柵の設置工事

- ①補正提出: 令和2年 5月29日 HAWの地震・津波対策に係る評価等、地震対策に係る工事の計画 等
- ②変更申請: 令和2年 8月 7日 TVFの地震・津波対策に係る評価等、HAW・TVFの竜巻・火山・外部火災対策に係る評価等、地震・津波対策に係る工事の計画 等
- ③変更申請: 令和2年 10月30日 制御室の安全対策に係る評価等、地震・津波・制御室の安全対策に係る工事の計画 等
- ④変更申請: 令和3年 2月10日 HAW・TVFの事故対処に係る評価等、津波対策に係る工事の計画 等
- ⑤変更申請: 令和3年 6月29日 HAW・TVFの内部火災・溢水対策に係る評価等、地震・津波・竜巻対策に係る工事の計画 等
- ⑥変更申請: 令和3年 9月30日 事故対処・内部火災・溢水対策に係る工事の計画 等

廃止措置計画に示した安全対策の保安規定等への反映 整理表

下線部は新規(仮称)

安全対策	保安規定(案)	共通要領(所・センター)(案)	個別要領書等(案)
内部火災 (F01～F04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>・第 56 条の 3(地震・火災発生時の措置)</li> <li>・第 56 条の 4(初期消火活動のための体制の整備)</li> <li>・第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>火災防護計画</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>TVF 固化セル内で BSM を用いた消火操作対応要領(訓練計画含む)</u></li> <li>・<u>複数系統電源ケーブル機能喪失時の予備ケーブル代替手順(訓練計画含む)</u></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第Ⅲ-18 表から第Ⅲ-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>火災防護設備の保全・検査要領(資機材の管理含む)</u></li> </ul>
地震 (E01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>・第 56 条の 3(地震・火災等発生時の措置)</li> <li>・第 160 条(高放射性液体廃棄物の貯蔵)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">—</p>	<p style="text-align: center;">—</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 160 条(高放射性液体廃棄物の貯蔵)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">—</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>高放射性廃液の液量管理手順</u></li> </ul>
津波 (T01～T07)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>・<u>第 56 条の○(津波防護措置)</u></li> <li>・第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>漂流物防護柵設置範囲内において漂流物となりうる車両等の管理要領</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>建家内浸水時の排水要領</u></li> <li>・<u>大津波警報発令時の浸水防止扉対応要領(訓練計画含む)</u></li> <li>・<u>TVF 飲料水配管浸水防止バルブ操作要領</u></li> <li>・<u>制御室における津波の監視手順(訓練計画含む)</u></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第Ⅲ-18 表から第Ⅲ-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>漂流物防護柵等の保全・検査要領(資機材の管理含む)</u></li> </ul>
火山事象 (V01, V02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>・<u>第 56 条の△(その他自然災害発生時等の体制の整備)</u></li> <li>・第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>降下火砕物確認時の対応要領</u></li> <li>・<u>事故対策手順</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>降下火砕物影響防護手順(訓練計画含む)</u></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第Ⅲ-18 表から第Ⅲ-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>降下火砕物除去用資機材の保全・検査要領(資機材の管理含む)</u></li> </ul>

安全対策	保安規定(案)	共通要領(所・センター)(案)	個別要領書等(案)
竜巻 (H01～H04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の△(その他自然災害発生時等の体制の整備)</li> <li>第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>飛来物となりうる車両、資機材、構築物の管理要領</li> <li>竜巻による外壁等施設損傷時の補修要領</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>重要な安全機能を担う設備損傷時の対応要領(訓練計画含む)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第三-18 表から第三-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防護板等の保全・検査要領(資機材の管理含む)</li> </ul>
	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>再処理施設定期(自主)検査等一覧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>竜巻による損傷時の補修用資機材管理要領</li> </ul>
外部火災 (W01～W05)	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 17 条(施設管理課長) (4)保全区域(核管課所掌分を除く)及び防火帯の管理に係る業務</li> <li>第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災防護計画</li> <li>所)消防計画</li> <li>再処理施設定期(自主)検査等一覧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防火帯の管理要領</li> <li>消防隊による森林火災発生時の対応要領(訓練計画含む)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の 3(地震・火災発生時の措置)</li> <li>第 56 条の 4(初期消火活動のための体制の整備)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災防護計画</li> <li>所)消防計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防火帯周辺への可燃物設置管理要領</li> <li>入所する輸送車両の防火管理要領</li> <li>外部火災の再評価要領</li> <li>草木の管理要領</li> </ul>
溢水 (001～007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の□(内部溢水発生時等の体制の整備)</li> <li>第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下スラブに排水された溢水の後処理手順</li> <li>配管分岐室(A024, A025)における蒸気配管漏えい発生時の対応手順(訓練計画含む)</li> <li>浄水等漏えい箇所近傍弁操作手順</li> <li>固化セル(R001)内蒸気配管等漏洩時の対応手順</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第三-18 表から第三-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>溢水対策設備の保全・検査要領</li> </ul>
制御室 (C01～C04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の 5(重大事故等の体制の整備)</li> <li>第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>有毒ガス防護のための外気流入防止措置手順(訓練計画含む)</li> </ul>



安全対策	保安規定(案)	共通要領(所・センター)(案)	個別要領書等(案)
制御室 (C01～C04) (続き)	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の 5(重大事故等の体制の整備)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな化学物質を使用する場合の管理要領</li> <li>事故時の制御室機能集約対応手順</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第Ⅲ-18 表から第Ⅲ-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型設備、制御室パラメータ監視・屋外監視システムの保全・検査要領</li> </ul>
事故対処 (A01～A12)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力事業者防災計画 <ul style="list-style-type: none"> <li>蒸発乾固と事故対処に係る反映</li> <li>事故発生 6 日後までの体制・支援計画</li> </ul> </li> </ul>	—
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 55 条(非常事態の措置に係る計画)</li> <li>第 56 条の 5(重大事故等の体制の整備)</li> <li>第 53 条(保安訓練)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故対策手順</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故対処設備の実効性の検証計画(訓練計画含む)</li> <li>可搬型設備を用いた測定手順</li> <li>事故対処の継続的な訓練計画</li> <li>地震・津波以外のその他の事象への対応要領(訓練計画含む)</li> <li>事故対処の体制整備要領(訓練計画含む)</li> <li>予備貯槽(272V36)に遅延対策のための水貯留管理手順</li> <li>純水貯槽(G85V20)に遅延対策のための水貯留管理手順</li> <li>全電源喪失時の TVF 濃縮停止操作に用いる希釈水の管理要領</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>第 195 条(定期事業者検査)第 2 項(第Ⅲ-18 表から第Ⅲ-21 表に掲げる性能維持施設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設管理実施計画(設備保全整理表含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型事故対処設備の保全・検査要領</li> </ul>

# ガラス固化技術開発施設（TVF）における 固化処理状況について

令和3年10月4日

日本原子力研究開発機構（JAEA）



# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)スケジュールと実績

## (1) 運転実績

		令和3年度													
		8月				9月				10月					
		1~	8~	15~	22~	29~	5~	12~	19~	26~	3~	10~	17~	26~	
高放射性廃液受入		▽ ▼ 8/5~		▽ ▼	▽ ▼	▽ ▼	▽ ▼ ~9/7	▽ ▼ ~9/14以降 受入中断		▽	▽	▽	▽		
原料供給 (高放射性廃液+ ガラス原料)				[Bar chart showing supply from 8/18 to 9/14]											
溶融炉		[Bar chart showing melting furnace operations]													
ガラス溶融		[Bar chart showing melting furnace operations with a note: ※ 9/16一時停止(電源断)]													
ガラス流下 (約1回/2日)		[Timeline showing drainage from 8/17 to 9/16]													
ガラス固化体保管 (流下後約5日)		[Timeline showing storage of solidified glass from 8/24 to 9/27]													

□ ▽ 計画    ■ ▼ : 実績

※ 運転停止の判断指標に到達したためドレンアウト（溶融炉内保有ガラスの全量抜き出し）に移行し、電源を断とした。

# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)スケジュールと実績

## (2) 運転経緯(1/2)

- 前回の運転(19-1CP)は、8バッチ目の流下途中に流下ノズルと結合装置の加熱コイルの接触による自動流下停止が生じ、流下重量約120 kg(ガラス固化体重量1本:約300 kg)の状態で溶融炉を停止した。
- 今回の運転(21-1CP)は、8/5から熱上げを開始し、8/17に19-1CPの製造途中(仕掛品)のガラス固化体の容器にガラス流下を開始したことをもって処理を開始した。
- 8/18からガラス原料及び廃液供給を開始した。
- ガラス溶融炉以降の後工程であるガラス固化体を除染する除染装置(高圧水ポンプ)、ガラス固化体の蓋溶接を行う溶接機においてそれぞれ停止事象(8/25、8/27)が発生したが設計上想定した不具合事象であり、定められた手順に従い原因調査及び処置を行った。なお、溶接機の処置のため、約2日間の保持運転※を行った。
- ガラス固化体の閉じ込め確認検査において2本のガラス固化体が続けて判定値を超えたため(9/3、9/4)、手順に従いガラス固化体2本を再度除染し、改めて閉じ込め確認検査を実施し、判定値以下であることが確認できたことから保管した。なお、この対応のため、約3日間の保持運転※を行った。

※ 溶融炉へガラス原料及び廃液供給を行わず、溶融炉の通電・加熱を維持した状態を保つ運転。

# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)スケジュールと実績

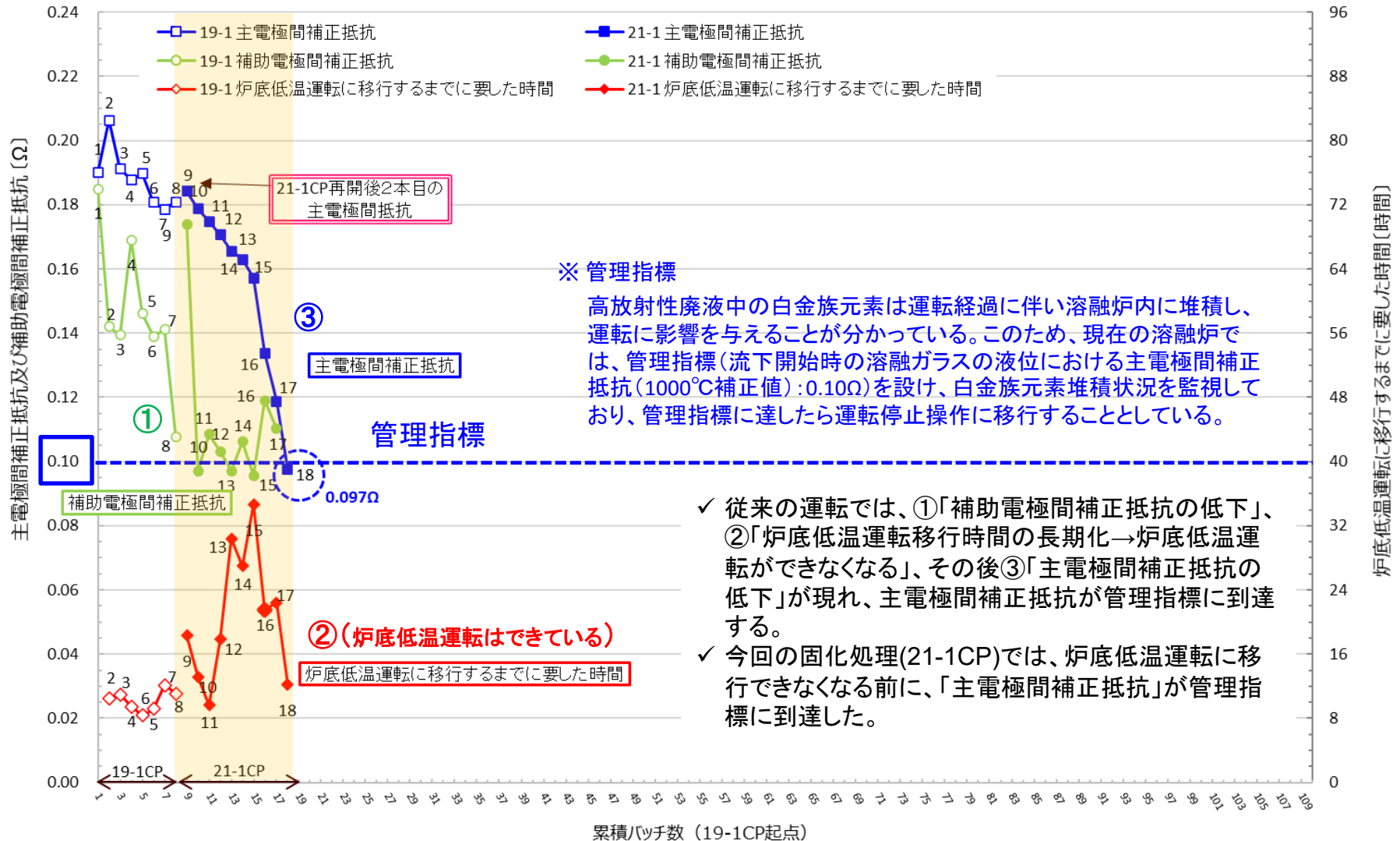
## (2) 運転経緯(2/2)

- 9/13に11本目の流下開始前の溶融炉の主電極間補正抵抗値確認において、予め想定していた事象ではあるものの、管理指標※に達したことから、溶融炉の運転停止操作(炉内ガラス全量(3本分)抜き出し)に移行した。
- 9/16に炉内ガラス全量(3本分)の抜き出しを終了し、溶融炉の電源を断した。
- 溶融炉放冷後、9/29に炉内観察を実施した。
- 今回の運転(21-1CP)では、これまでに約7 m<sup>3</sup>の高放射性廃液を処理した。ガラス固化体の製造本数は、当初計画である60本に対し、13本のガラス固化体を製造した。

※ 高放射性廃液中の白金族元素は運転経過に伴い溶融炉内に堆積し、運転に影響を与えることが分かっている。このため、現在の溶融炉では、管理指標(流下開始時の溶融ガラスの液位における主電極間補正抵抗(1000℃補正值):0.10Ω)を設け、白金族元素堆積状況を監視しており、管理指標に達したら運転停止操作に移行することとしている。

# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)スケジュールと実績

## (3) 溶融炉の運転指標と今回の運転における推移



主電極間補正抵抗(1000°C補正)の推移

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

### (1) 原因調査の概要

#### 運転の経緯

##### 溶融炉内の残留ガラス除去作業を実施

- 前々回運転(17-1CP)で主電極間補正抵抗値が管理指標まで低下したため



##### 前回運転(19-1CP)

- 1~7本目の流下は正常に終了
- 8本目の流下において、約120kg流下した時点で漏電により流下停止  
(その後、3回の流下を試みたが漏電により流下できず溶融炉を停止した。)



##### 今回運転(21-1CP)

- 1本目(累計8本目)から主電極間補正抵抗値の低下傾向あり
- 8本目(累計15本目)に溶接機の調整のため2日間の保持運転
- 9本目(累計16本目)に閉じ込め確認の再検査のため3日間の保持運転
- 11本目(累計18本目)で主電極間補正抵抗値が管理指標まで低下したため、溶融炉を停止
- ドレンアウト後、炉内観察

#### 原因調査の概要

##### 21-1CP開始時とドレンアウト前の炉内状態の推定

- 19-1CP終了時と21-1CP開始時の運転データの比較(19-1CP停止時の影響を検討)
- 21-1CP運転経過に伴う運転データの変化からドレンアウト前の炉内状態を推定
- 炉内観察の結果を(2)で推定した炉内状態と照合

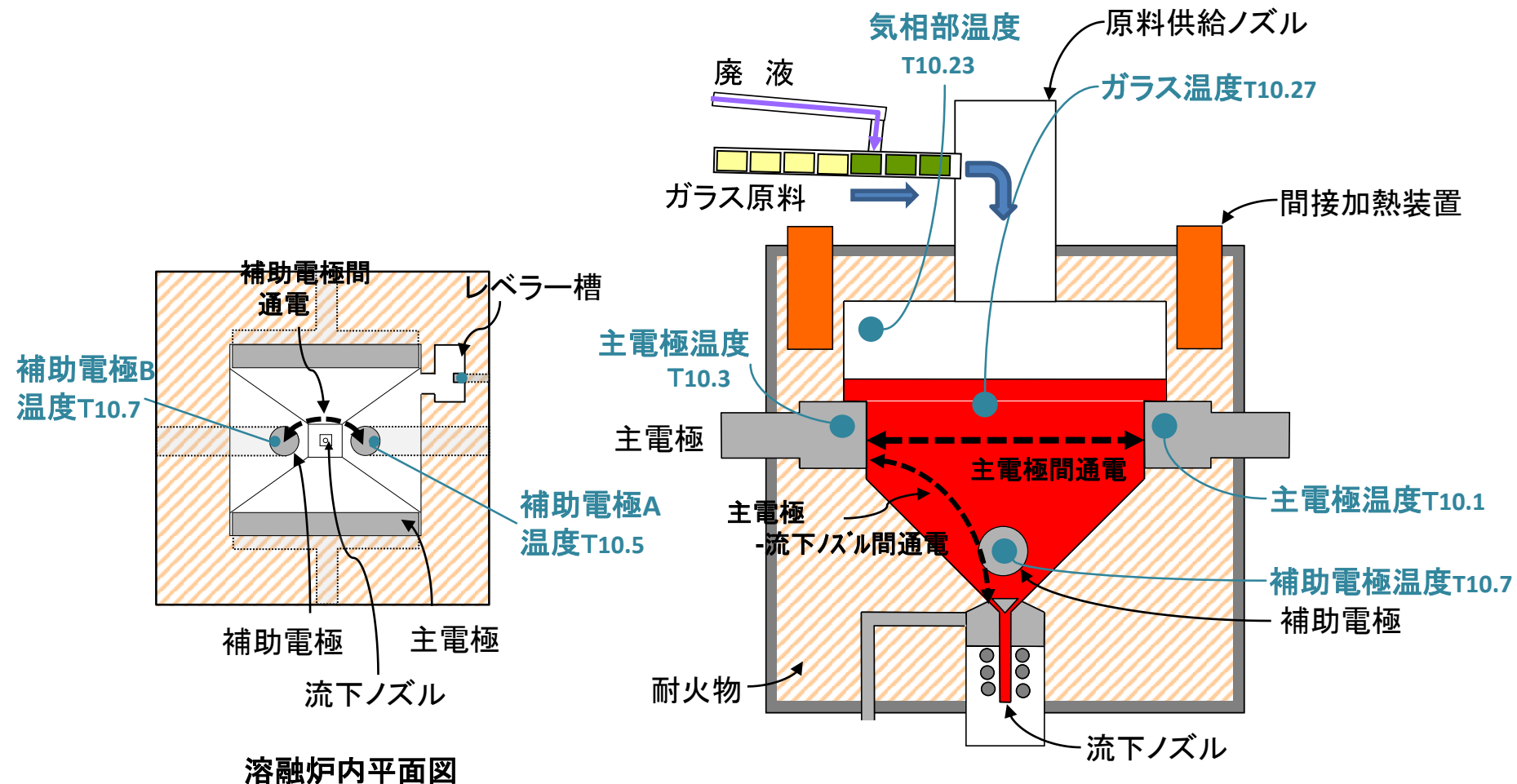


##### 21-1CPドレンアウト前の炉内状態に至った要因の絞込み

- 21-1CPでの変更点(結合装置の交換、溶接機の調整に伴う保持運転など)を踏まえたFT図により、想定よりも少ない本数で主電極間補正抵抗が低下した要因の洗出し
- 流動解析などにより、洗出した要因の絞込み

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

### (2) 運転データの整理 (1/4)



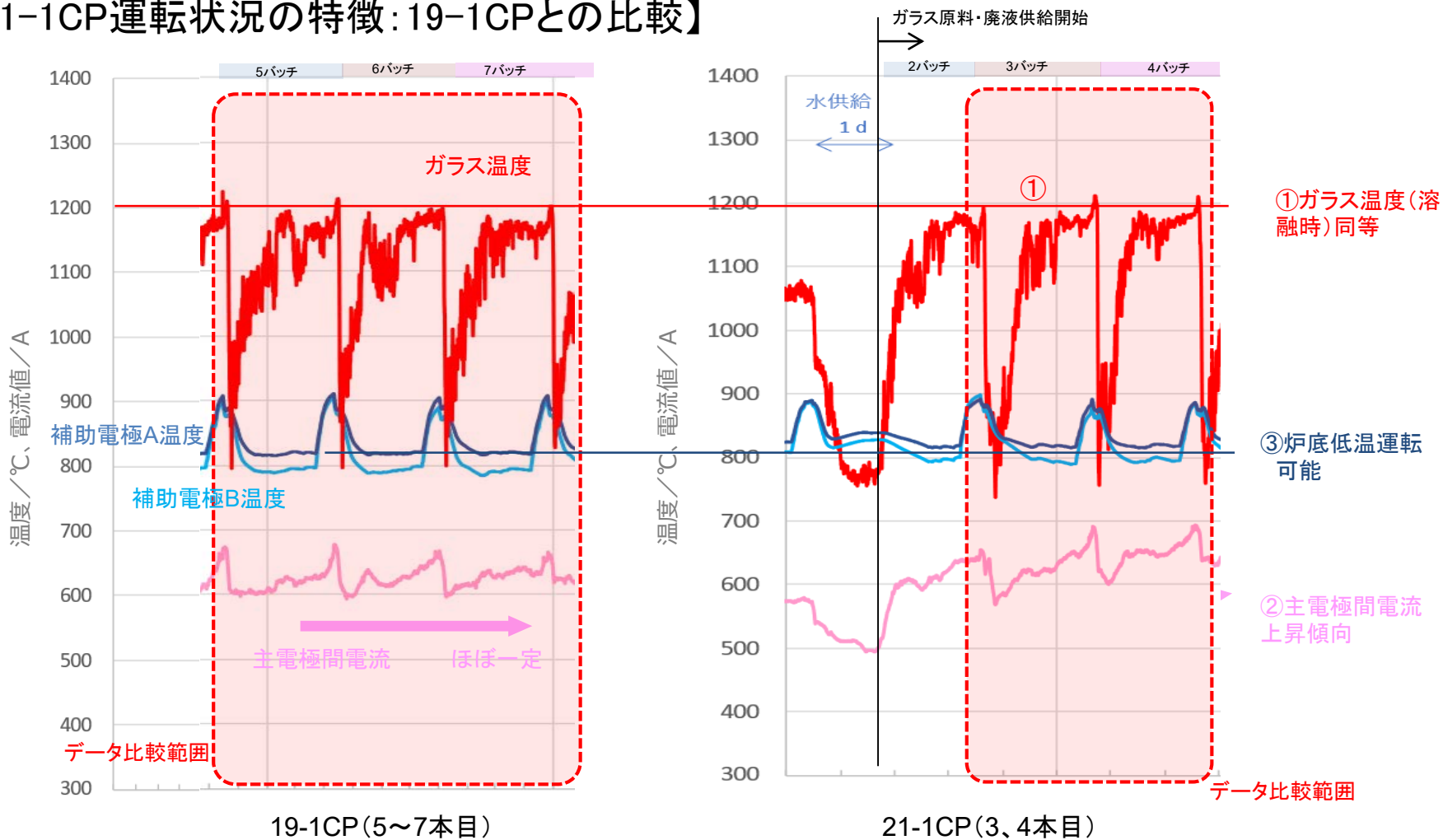
### ガラス溶融炉構造概念図



## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

### (2) 運転データの整理 (2/4)

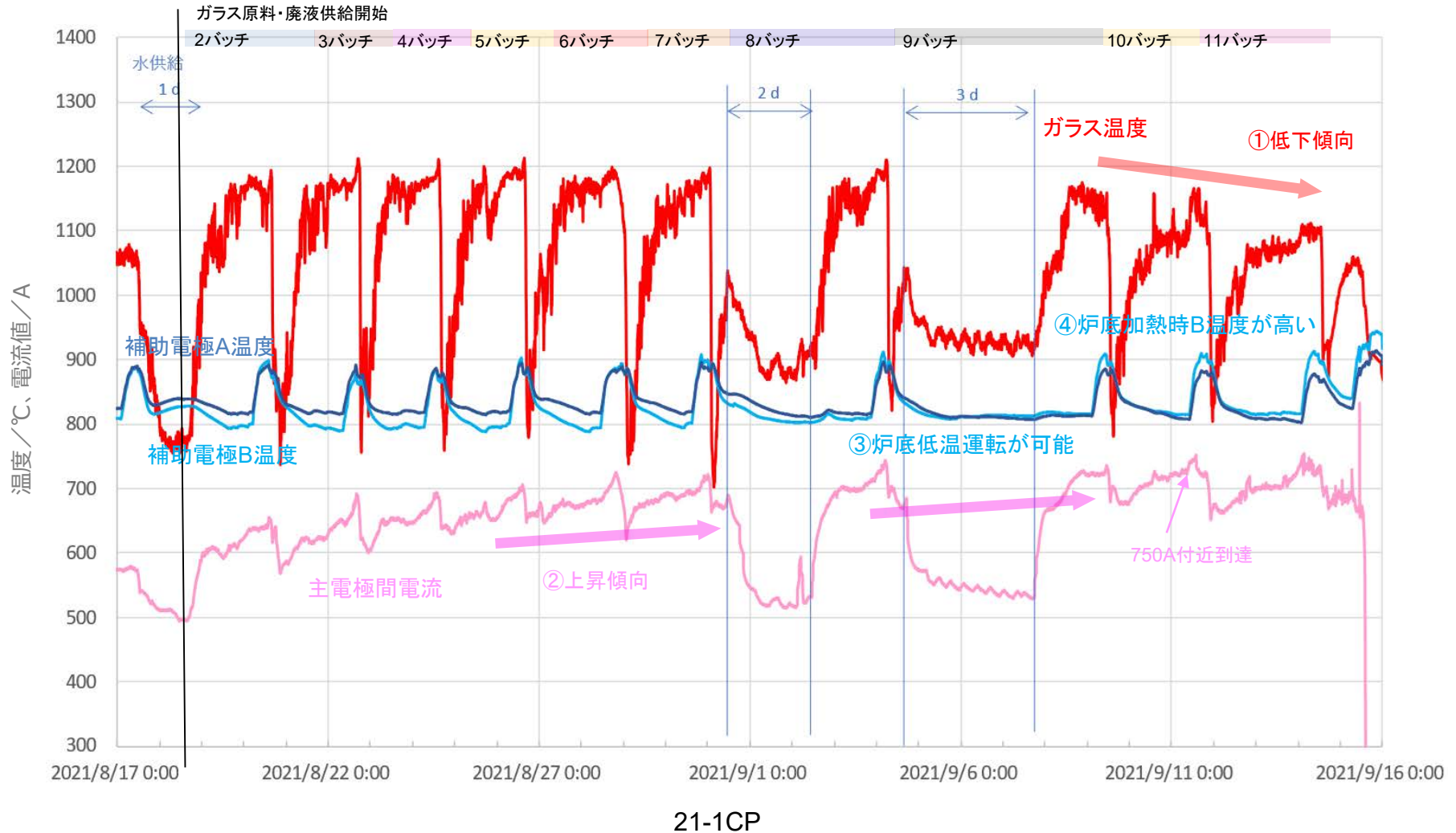
#### 【21-1CP運転状況の特徴: 19-1CPとの比較】



ガラス原料及び廃液供給を開始した2本目は除いて、熔融状態が安定する3、4本目を比較の対象とした。

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査 (2) 運転データの整理 (3/4)

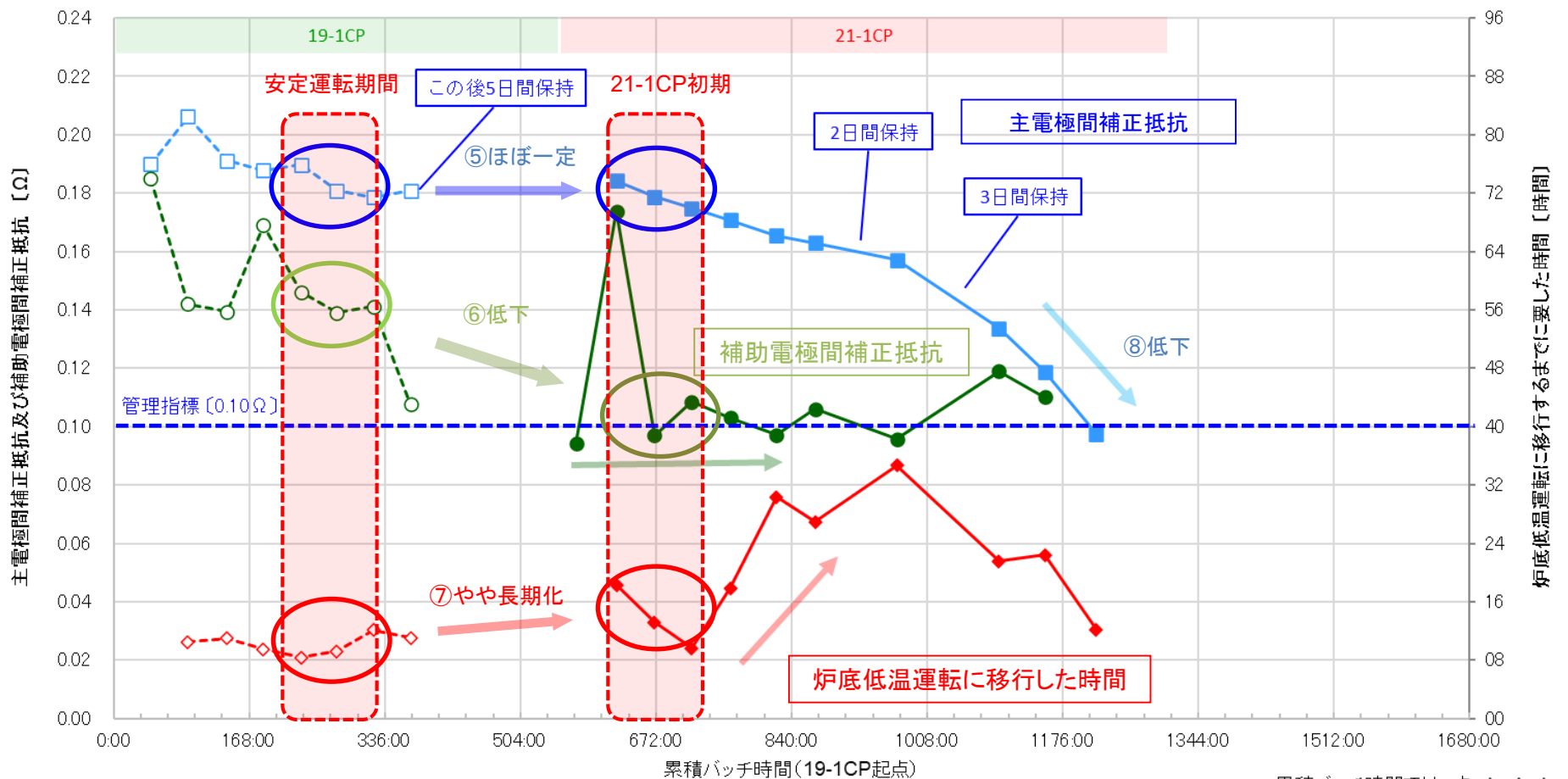
### 【 21-1CP運転状況の特徴】



21-1CP ガラス溶融運転時の各パラメータの推移

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査 (2) 運転データの整理(4/4)

### 【21-1CPの初期と19-1CPの中期の状態(運転指標)との比較】



主電極間補正抵抗及び補助電極間補正抵抗とバッチ開始時から炉底低温運転×1に移行するまでに要した時間の推移  
\* 1: 補助電極温度が820°Cまで放冷されたタイミング

累積バッチ時間では、キャンペーン終了時や長期中断時は主電極通電断までの時間をバッチ時間とした。

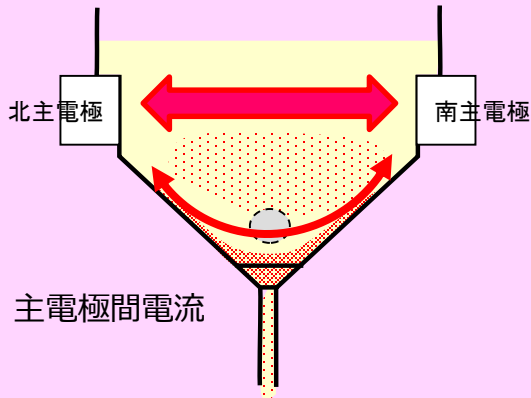
過去の運転からの運転指標の推移

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

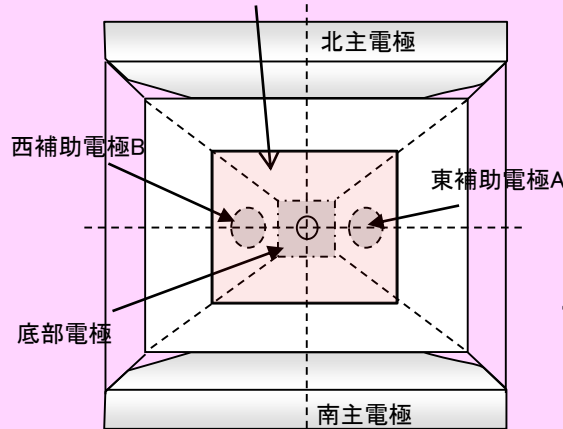
### (3) 炉内状態の推定

#### 【21-1CPの運転開始時及び運転経過後の炉内状態イメージ（推定）】

##### ○21-1CPの開始

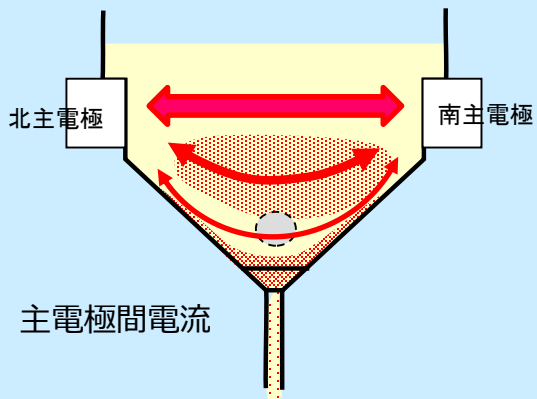


##### 白金族元素の堆積イメージ

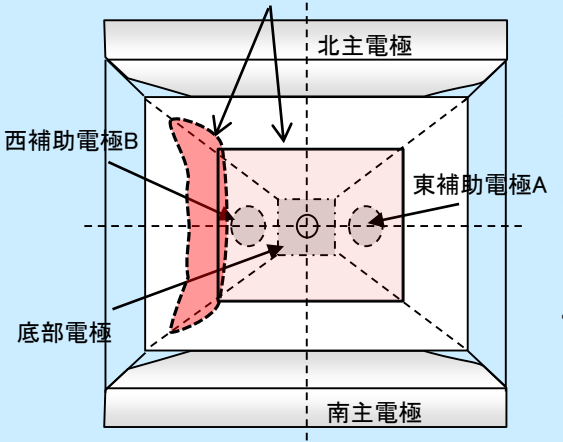


1. 19-1CPの流下停止により、補助電極上部まで白金族元素が沈降・堆積。
2. 補助電極間補正抵抗値が下げ止まっている(⑥)。  
→ 補助電極上端部まで堆積。
3. 炉底低温運移行時間がやや長期化(⑦)。  
→ 主電極電流が炉底部に回り込み。
4. 主電極電流が上昇(抵抗値が低下)傾向(②)  
→ 白金族元素の堆積が補助電極上端部以上。

##### ○21-1CP運転経過後（熔融炉停止時）



##### 白金族元素の堆積イメージ

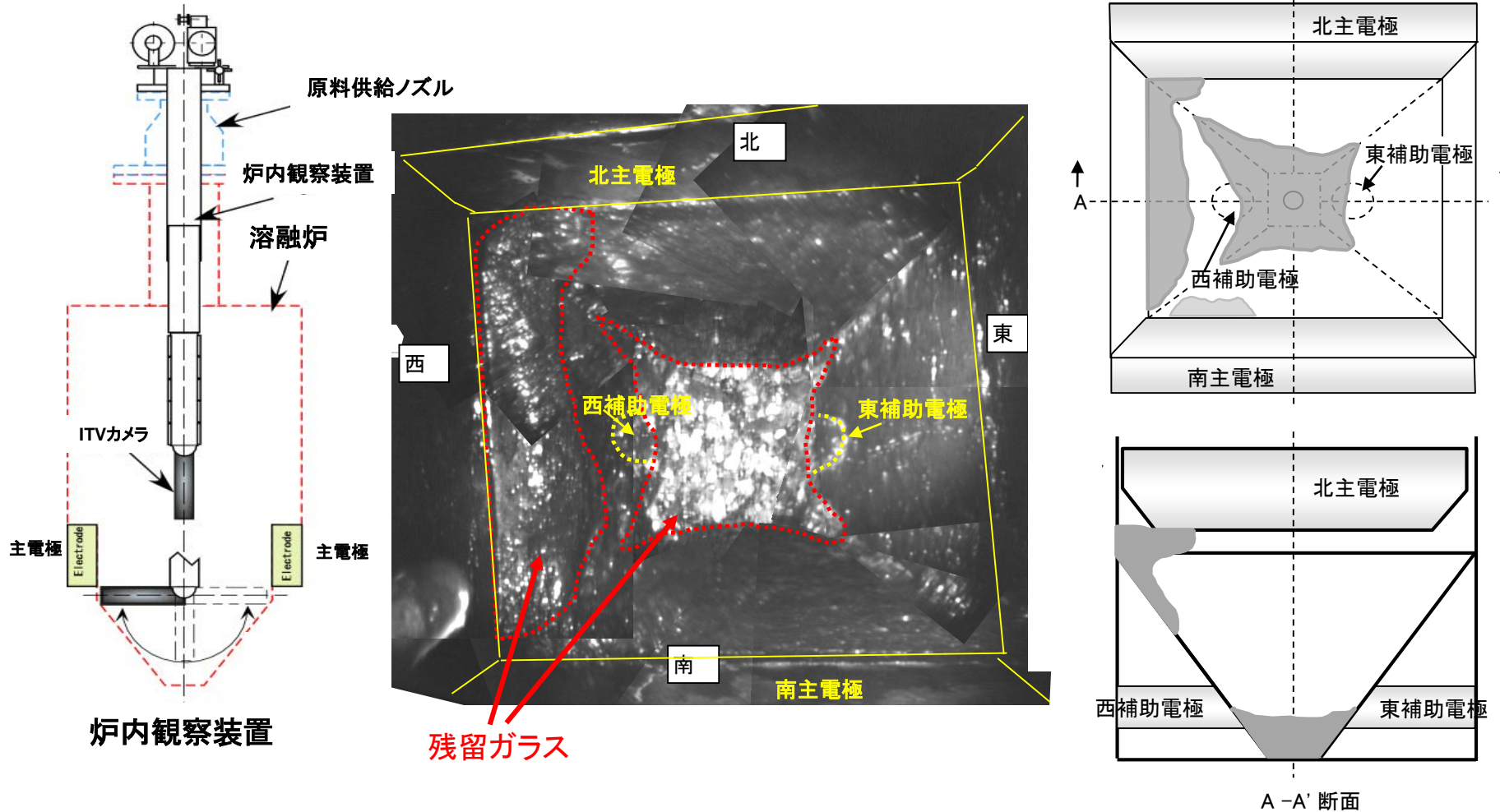


1. 主電極間補正抵抗が管理指標まで低下(⑧)。  
→ 白金族元素が主電極近傍まで堆積
2. 補助電極間補正抵抗値が下げ止まり継続(⑥)。  
→ 補助電極上端部まで堆積
3. 主電極間電流が上昇(抵抗が低下)しガラス温度が低下したが、炉底低温運転が可能(②、③)。  
→ 主電極電流が炉底部より上部の位置で回り込み。
4. 炉底加熱時に西補助電極B温度が東側Aより高くなった(④：過去の実績から東側Aが高い)。  
→ 西側補助電極付近に多く白金族元素が堆積。

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

### (4) 炉内観察

【炉内観察の結果(R3.9.29観察)】



## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

### 【主電極間補正抵抗が低下する要因(要因解析図:ドラフト)】

行No.	事象	要因1	要因2	要因3	要因4	要因5	要因6	調査項目
1	主電極間補正抵抗が早期に低下し、管理指標(0.10Ω)まで下回った。	白金族元素の早期沈降堆積	白金族元素の供給量増加	高放射性廃液中の白金族元素濃度上昇				・受入廃液の元素分析記録(白金族元素濃度)確認
2			流下による白金族元素の抜出率低下	流下速度コントロール不備(流下初期の流下速度が、目標流下速度(60~80kg/h)よりも大きかった。)				・流下速度を算出するための重量計の校正記録確認 ・流下速度のトレンド記録確認
3				白金族元素が抜き出しにくい炉底傾斜形状	19-1CP前の炉内残留ガラス除去において、傾斜面、谷部の残留ガラスの除去が十分に行えていなかった。			・19-1CP前の炉内残留ガラス除去作業結果の検証(過去の炉内残留ガラス除去作業後の炉内観察結果(16-1CP前)との比較)
4				保持運転、または流下前の炉底部の加熱時間が長期化したことにより、炉底部のガラスの白金族元素の濃度が高まり、抜けにくくなった。				・19-1CPにおけるシャットダウン前の保持運転による影響評価(19-1CPと21-1CPとのトレンドデータの比較) ・21-1CPにおける保持運転の影響評価(保持運転前後の各抵抗値、温度等の比較) ・定常解析実施 炉底部(補助電極上端付近まで)に白金族元素が堆積している条件にて、定常解析を実施し、主電極間電流の廻り込みの有無、炉底傾斜面上部の温度上昇の有無を確認する。
5				Na濃度の低下によりガラスの粘度が増加し、炉底低温運転時において、白金族元素が主電極付近に滞留した(本来は傾斜面まで白金族元素が沈降)				・受入廃液の元素分析記録(Na濃度)確認 ・流下ガラスのサンプルの組成確認
6			炉底低温運転中における白金族元素の沈降速度の上昇	傾斜面を含む炉底部の温度上昇によるガラスの粘性低下	温度指示値不良による炉底部温度コントロールの不備(補助電極温度の指示値が実温度よりも低めにシフト)			・温度指示値のループ校正記録確認
7					処理能力低下(廃液・ガラス原料供給速度に対する加熱能力の低下)により煨焼層が厚くなったため、主電極間電流が傾斜面を含む炉底部に多く廻り込むようになった。	廃液中のNa濃度が低下したことにより、ガラス溶解に要する電力が増加したため、処理能力の低下が生じた。		・炉内雰囲気温度、ガラス温度のトレンド記録確認 ・受入廃液の元素分析記録(Na濃度)確認 ・流下ガラスのサンプルの組成確認(Na濃度)
8						主電極間電力指示値の不良により、所定の電力(39kW一定)が投入されておらず、処理能力の低下が生じた。		・炉内雰囲気温度、ガラス温度のトレンド記録確認 ・主電極電力指示値のループ校正記録確認

【共通調査項目】  
 ・炉内観察(白金族元素堆積の確認)  
 ・ドレンアウト実績の比較(21-1CP、17-1CPにおけるドレンアウト時の主電極間抵抗、補助電極間電力等の比較)

## 2. 主電極間補正抵抗の早期低下に係る原因調査

行No.	事象	要因1	要因2	要因3	要因4	要因5	要因6	調査項目
9						溶融炉からの除熱量が増加し、処理能力の低下が生じた。	主電極冷却空気流量の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉内雰囲気温度、ガラス温度のトレンド記録確認</li> <li>主電極間冷却空気流量の調整記録確認</li> </ul>
10							結合装置のインリーク量増加(炉内の排気風量増加)	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉内雰囲気温度、ガラス温度のトレンド記録確認</li> <li>21-1CP前の結合装置交換後における結合装置からのインリーク量評価(簡易計算)</li> </ul>
11					ガラスレベルが低くなったため、主電極間電流が傾斜面を含む炉底部に多く回り込むようになった。	ガラスレベル計の作動不良により、実際の液面よりも低い液面にて、レベル検知が行われていた。		<ul style="list-style-type: none"> <li>溶融炉制御盤(ガラスレベル検知システム内臓)の点検整備記録確認</li> </ul>
12				ガラス原料、または廃液の組成変動(Na濃度高等)によるガラスの粘性低下				<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラス原料組成(工場検査記録)確認</li> <li>受入廃液の元素分析記録(Na濃度等)確認</li> <li>流下ガラスのサンプルの組成確認(Na濃度等)</li> </ul>
13	ガラスの比抵抗低下	ガラス組成の変動に伴うガラスの比抵抗低下	溶融ガラス中のNa濃度上昇	高放射性廃液中のNa濃度上昇				<ul style="list-style-type: none"> <li>受入廃液の元素分析記録(Na濃度)確認</li> <li>流下ガラスのサンプルの組成確認(Na濃度)</li> </ul>
14			溶融ガラス中の廃棄物含有率上昇	廃液、またはガラス原料供給速度の管理不備				<ul style="list-style-type: none"> <li>廃液・ガラス原料供給記録確認</li> <li>流下ガラスのサンプルの組成確認(廃棄物含有率)</li> </ul>
15		ガラス温度上昇に伴うガラスの比抵抗低下						<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラス温度等、炉内主要温度のトレンド記録確認</li> </ul>
16	主電極間通電経路の短絡	主電極間通電スパー間に金属片等あり						<ul style="list-style-type: none"> <li>主電極間通電スパーの外観点検</li> <li>セル外の主電極間通電経路における電極間の抵抗測定</li> </ul>
17	主電極間の炉内形状の変化に伴う電極間抵抗低下	炉内耐火レンガの崩れ						<ul style="list-style-type: none"> <li>炉内観察実施(耐火レンガの落下等の有無確認)</li> </ul>

【共通調査項目】

- 炉内観察(白金族元素堆積の確認)
- ドレンアウト実績の比較(21-1CP、17-1CPにおけるドレンアウト時の主電極間抵抗、補助電極間電力等の比較)

#### ➤ 運転再開に向けた対応

- ① 溶融炉内に残留したガラスを機械的に除去(残留ガラス除去作業)する。残留ガラス量は、溶融炉へのガラス原料の供給量・抜き出し量の収支から約36kgと想定しており、作業期間は6ヶ月程度を想定している。その後、流下ノズルと加熱コイルのクリアランス観察や熱上げ用のガラスカレットの炉内投入などの運転準備作業を行った後に運転を再開する。
- ② 今回の運転における主電極間補正抵抗の低下による溶融炉の停止は、予め想定していた事象であったものの想定よりも少ない本数で低下したことから、残留ガラス除去作業と併行して要因の絞り込みを行う。また、溶接機などの不具合事象の対策を検討し、これらを次回以降の運転に反映していく。
- ③ ガラス固化処理計画については、今回の運転前までの遅れに加え、今回の運転結果も踏まえて、見直しを行う。

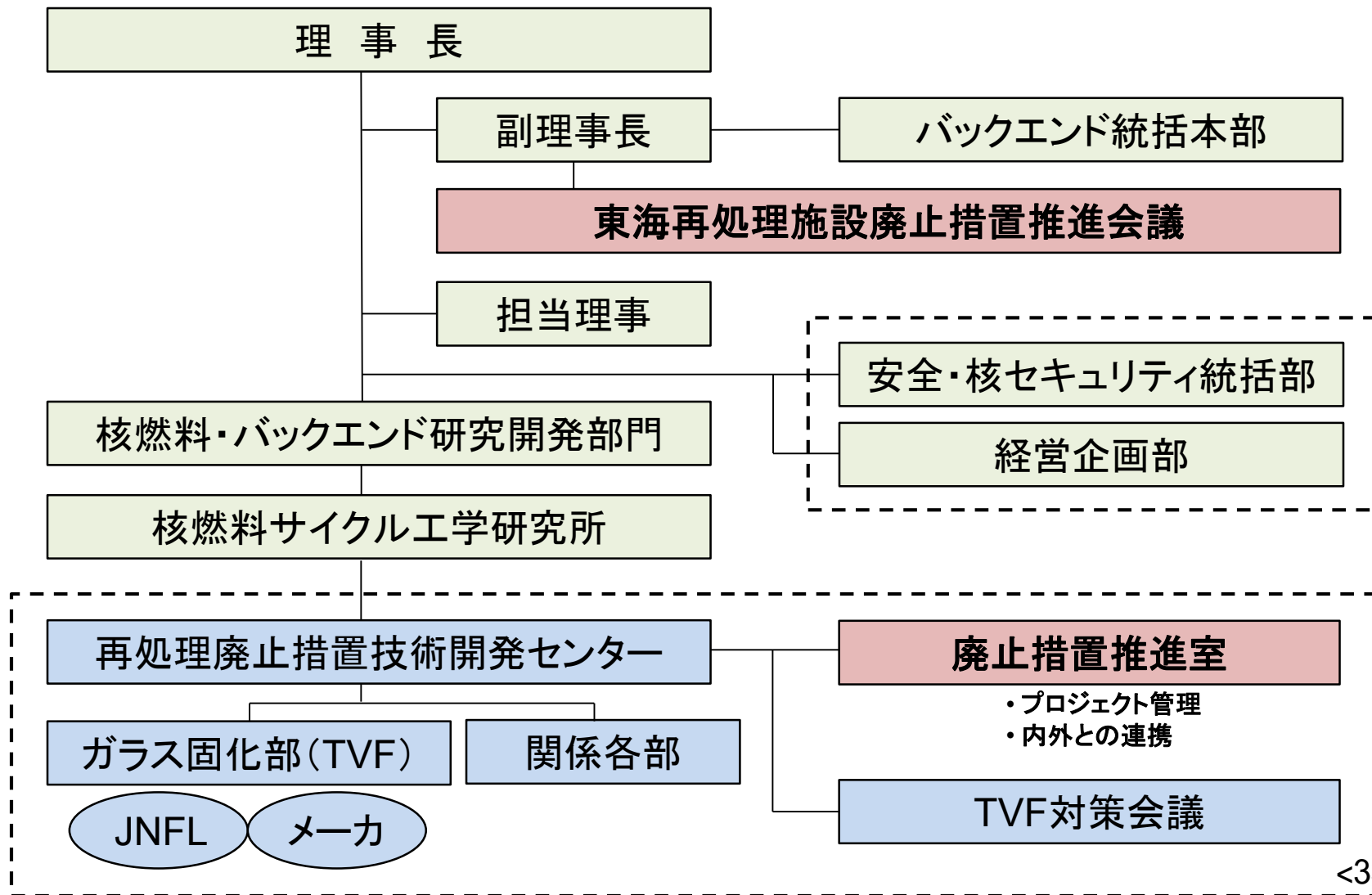
#### ➤ 対応体制

- ✓ TVFの運転再開については、安全リスクの低減に向けた機構の最重要課題の一つであり、理事長の直接指示のもとで想定よりも少ない本数で主電極間補正抵抗が低下した要因の解析や今後の計画の検討の対応を進めているところである。
- ✓ TRPの廃止措置については、機構におけるプロジェクトと位置付けて対応を進めており、TVFの今後の対応についても、廃止措置推進室が全体を管理し、原因究明を図っていく。さらに、副理事長をトップとする会議体との連携も図りながら、原因究明及び早期の運転再開に向けて取り組んでいく。



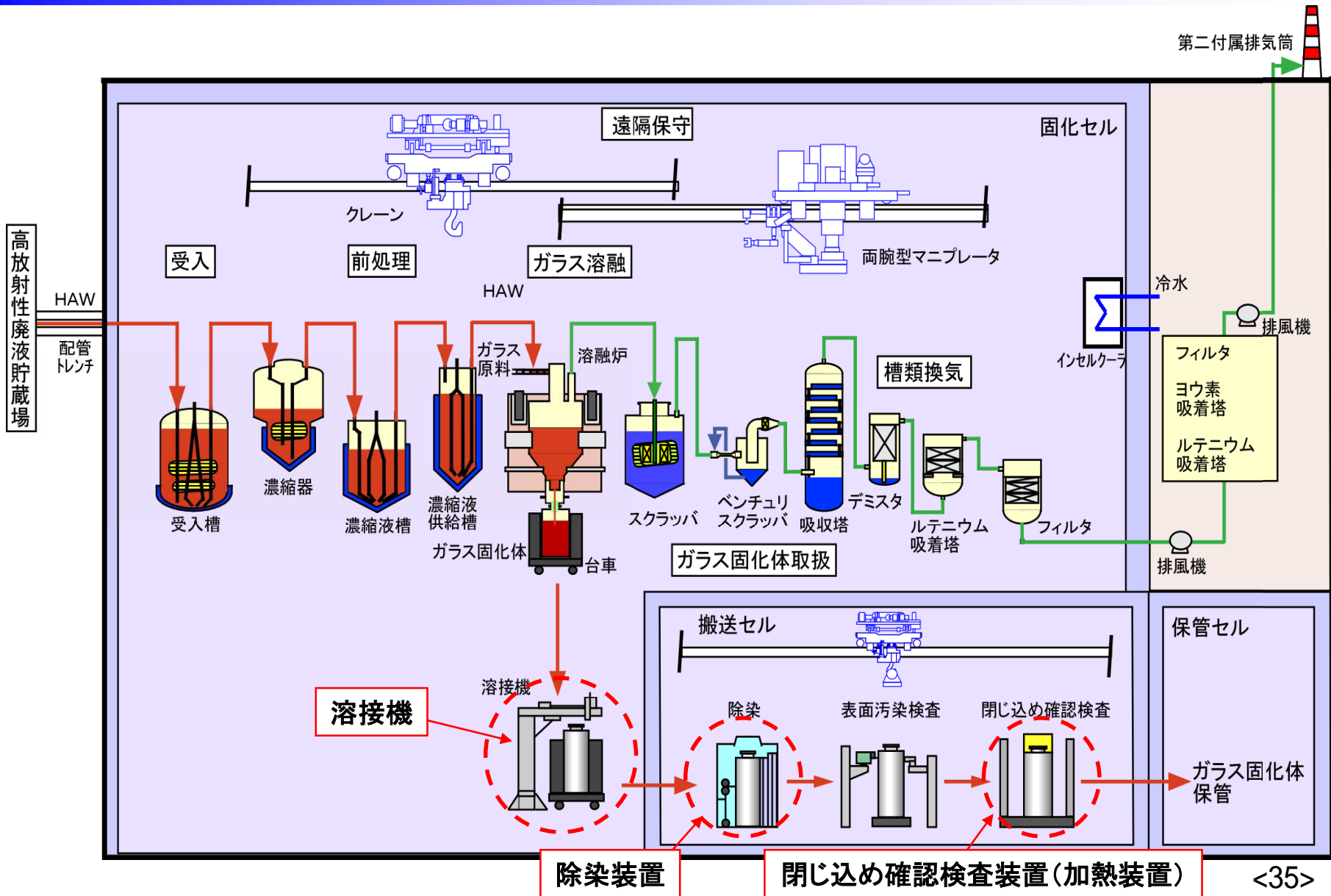
### 3. TVF再開に向けた今後の取り組み 実施体制

○廃止措置推進室が東海再処理の廃止措置全体を管理し、プロジェクトを進めていく。



以降、参考

# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)の実績 主な不具合の対応(1/4)





# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)の実績 主な不具合の対応(2/4)

## ①ガラス固化体除染装置(高圧水ポンプ)の停止

(R3.8.25 23:27頃発生)

事象、原因	対策	今後の対応
<p><b>【事象】</b> 令和3年8月25日(水)4本目のガラス固化体を除染装置により除染していたところ、23時27分頃、高圧水ポンプ(G22P11)が停止したことを現場で作業員が確認した(警報の発報や異常表示はなかった)。その後、当該システムを確認し、高圧水ポンプ(G22P11)の再起動を行ったが、同様に作業途中で高圧水ポンプ(G22P11)が停止した。</p> <p><b>【原因】</b> 圧力計(高圧水ポンプ(G22P11)吐出圧力)の指示値が0MPaであったことから、圧力計の点検において、圧力ダンパー(指示針の脈動を抑える絞り弁)を調整したところ圧力が正常に検出され、その後、正常に除染できることを確認した。 よって、圧力計の圧力低信号で高圧水ポンプが自動停止したものと判断した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 以下により除染作業を再開           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 圧力ダンパーの開度を調整したのち、除染中のガラス固化体を除染し、正常に除染できることを確認した。</li> <li>➢ 以降の除染作業において、高圧水ポンプの停止事象は発生していない。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次回の運転前までに圧力計や配管の点検清掃を行い、圧力ダンパー閉塞のリスクを低減する。</li> </ul>



# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)の実績 主な不具合の対応(3/4)

## ②ガラス固化体蓋溶接時の溶接機の停止

(R3.8.27 23:06頃発生)

事象、原因	対策	今後の対応
<p><b>【事象】</b> 令和3年8月27日(金)5バッチ目のガラス固化体を溶接機(G22M30)により蓋溶接作業を行っていたところ、本溶接の前段階で実施する温度測定において、23時06分頃、温度測定動作が停止していることを現場で作業員が確認した。 その後、2回温度測定を再開したが、同様に温度測定動作が停止したことを現場で作業員が確認した。</p> <p><b>【原因】</b> ・溶接機を動作させ、溶接トーチユニットの動作状況を調査した結果、Y軸は正常であったが、溶接トーチユニットが温度測定子を把持しているとき、Z軸の位置制御が不安定となっている(溶接トーチユニットが下がる)ことを確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下により溶接作業を再開。           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 温度測定子を把持し、XY方向に移動しているときのZ軸の高さを安定に維持するため、位置制御プログラムを修正した。</li> <li>➢ 以降の溶接作業において、同様の停止事象は発生していない。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一連の溶接作業※においてZ軸の動作は共通であることから、温度測定以外の作業でも位置制御プログラムを修正し、未然防止を図る。</li> </ul> <p>※溶接作業は、電極交換、位置検出、テストアーク、仮付け溶接、温度測定、本溶接の順で実施している。</p>



# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)の実績 主な不具合の対応(4/4)

## ③閉じ込め確認検査結果の判定基準値超えに係る対応

(R3.9.3、R3.9.4)

事象、原因	対策	今後の対応
<p><b>【事象】</b> 9月3日(金)に5本目、9月4日(土)に6本目のガラス固化体の閉じ込め確認検査を行った結果、判定基準値を超えていることが確認された。 固化セル内(1本:8本目)とガラス固化体の保管前の検査を行う搬送セル内(3本:5~7本目)に4本のガラス固化体を仮置きしている状況であり、今後、除染以降の工程が滞ることから、一旦、熔融炉を保持運転とし、搬送セル内のガラス固化体の検査、保管を優先して進めていく。</p> <p><b>【原因】</b> ・閉じ込め確認検査装置の空運転により装置内に汚染がないことを確認した。 ・ガラス固化体表面のスポット的な放射性物質を検出したものと推定。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下により閉じ込め確認検査を再開。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当該2本のガラス固化体を再度除染し、閉じ込め確認検査を実施する。</li> <li>➢ 2本のガラス固化体を再除染再除染するため、固化体取扱工程が渋滞するため、熔融炉を一旦保持運転とする。</li> <li>➢ 以降の閉じ込め確認検査において、同様の判定値超えは発生していない。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固化体取扱工程が渋滞した場合、処理が進むまで熔融炉を保持運転にする必要が生じることから、熔融炉の運転が継続できるようにガラス固化体を仮置く方法等を検討する。</li> </ul>



# 1. 今回のTVF固化処理(21-1CP)の実績 原因調査(設備等の変更点の整理)

## 【21-1CP運転の特徴(変更点等)】

	設備更新			運転操作	その他の影響	
	結合装置	工程制御装置	熔融炉電力盤	保持運転	ガラス原料	高放射性廃液
概要	19-1CPで流下ノズルと加熱コイルの接触による自動流下停止の対策として、コイル径の拡大とノズル位置を調整した結合装置を製作、交換した。取付け時に、熔融炉との取合に隙間が生じたためシムスペーサを挟み取付けた。	高経年化対策として19-1CP前に更新した。  熔融炉電力盤からのアンサーバック信号(電力、電圧、電流)を受け、PID制御により設定出力(電力、電圧、電流)となるよう制御信号を熔融炉電力盤に送信している。	高経年化対策として19-1CP前に更新した。  工程制御装置からの制御信号を受けて、主電極間、補助電極間等の各通電制御を行っている。	熔融炉へガラス原料及び廃液供給を行わず、熔融炉の通電・加熱を維持した状態を保つ運転 不具合等によりガラス固化処理を一時的に停止する場合に、復旧後すぐに再開できるようにするための方法	ガラス繊維を円筒形に固めたガラスファイバーカートリッジを使用している。 組成が仕様から異なれば溶解性に影響が出る可能性がある。	高放射性廃液貯蔵場の高放射性廃液貯槽からの廃液を処理する。 廃液の成分が設計上の組成から異なった場合は溶解性に影響が出る可能性がある。
確認内容	流下操作時は熔融炉と結合し、結合装置内圧を一定に制御している。 結合装置からの排気は熔融炉の気相部に流入するため、インリーク量の増加分(排気量約5.7Nm <sup>3</sup> /hに対して約0.12Nm <sup>3</sup> /hの増加(推定))による気相温度の低下などに影響を評価している。	計器精度の変更等により、指示値が同じでも実際の電力などが変わっていないか確認する。	保持運転の影響を確認する。 ・溶接機停止で約2日間(8本目) ・閉じ込め確認検査対応で約3日間(9本目)	19-1CPから続けて21-1CP初期は同一ロットのガラス原料を使用している。 4本目から異なるロットのガラス原料を使用している。 ロットの違いによる影響を確認する。	受入廃液の組成変動の影響を確認する。 なお、19-1CP及び21-1CPとも送液元貯槽は同一(272V32)である。	

平成30年1月23日  
第19回 東海再処理施設等安全監視チーム 会合資料より抜粋

### 【炉底低温運転について (1/2)】

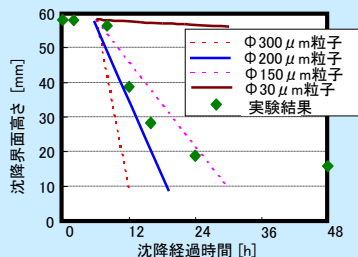
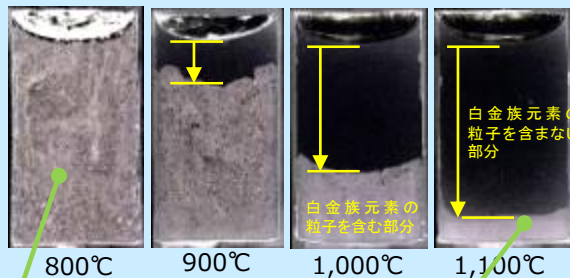
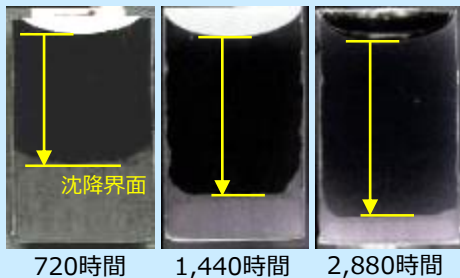
#### 白金族元素の特徴と溶融ガラス物性への影響

- ① ホウケイ酸ガラスに対して溶けにくく、密度が高い ( $\text{RuO}_2$ :  $7\text{g/cm}^3$ , ガラス:  $2.5\sim\text{g/cm}^3$ )  
⇒析出した白金族元素は酸化物もしくは金属粒子として沈降・堆積する
- ② ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると比抵抗が低くなる。  
⇒堆積ガラスは、溶融ガラスより電流が流れやすい
- ③ ガラス中の白金族元素粒子の割合が高まると、粘度が高くなる。  
⇒堆積ガラスは、流れにくく抜き出しがし難い

#### 模擬ガラス中の白金族元素の観察

白金族元素の粒子を含むガラスを溶融した状態で保持すると、時間とともに粒子が沈降する。また、温度が高いほど粒子の沈降が速い。

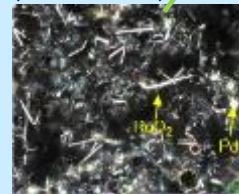
- 保持時間が長いほど白金族元素粒子は沈降する
- 温度が高いほど白金族粒子は沈降しやすい



炉底部に沈降する白金族粒子サイズは  
150~200 μmと推定



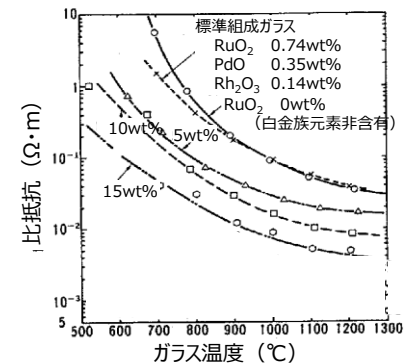
●「溶融ガラス」は白金族  
粒子が分散。



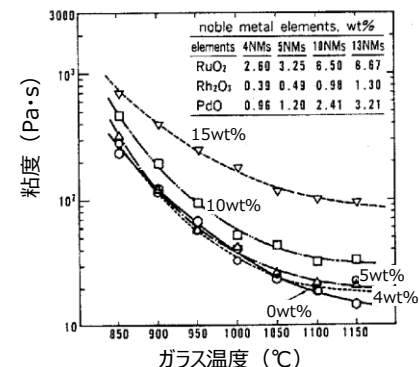
●底部の「堆積ガラス」は、  
 $\text{RuO}_2$ の針状粒子が絡み  
あっている。

#### ① 白金族元素のガラス溶解度

酸化物	溶解度(wt%)	ガラス中の濃度(wt%)
$\text{RuO}_2$	<0.1	0.74
$\text{PdO}$	<0.05	0.35
$\text{Rh}_2\text{O}_3$	<0.05	0.14



#### ② 白金族元素含有ガラス温度と比抵抗 (RuO2の依存性)

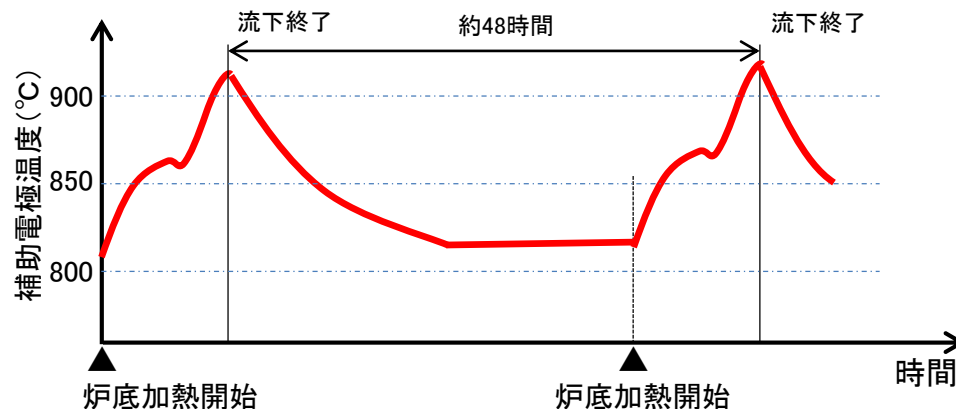
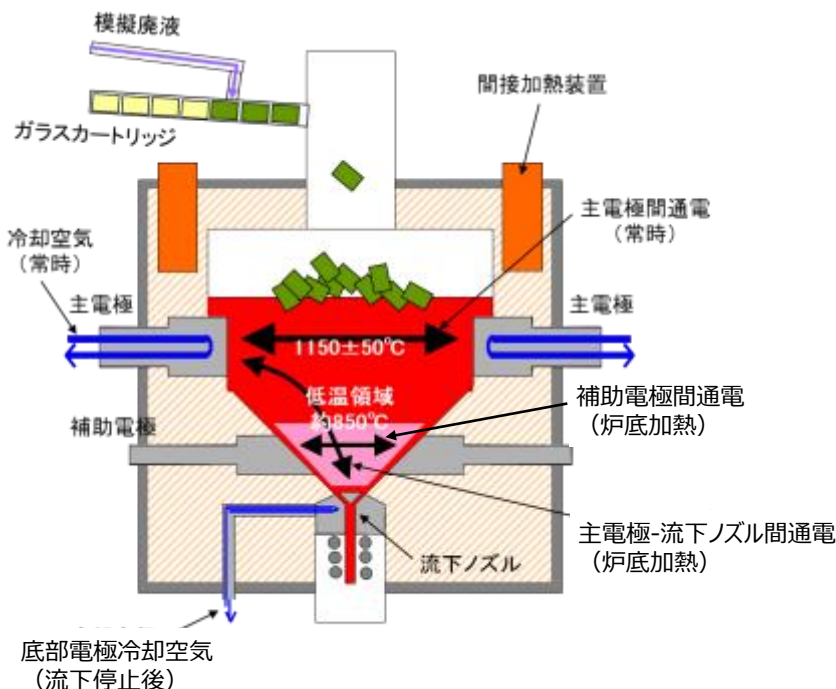


#### ③ 白金族元素含有ガラス温度と粘性



### 【炉底低温運転について (2/2)】

原理：溶融炉底部のガラス温度を低温に維持することで、ガラスの粘性を増加させ、白金族元素粒子の沈降を抑制する



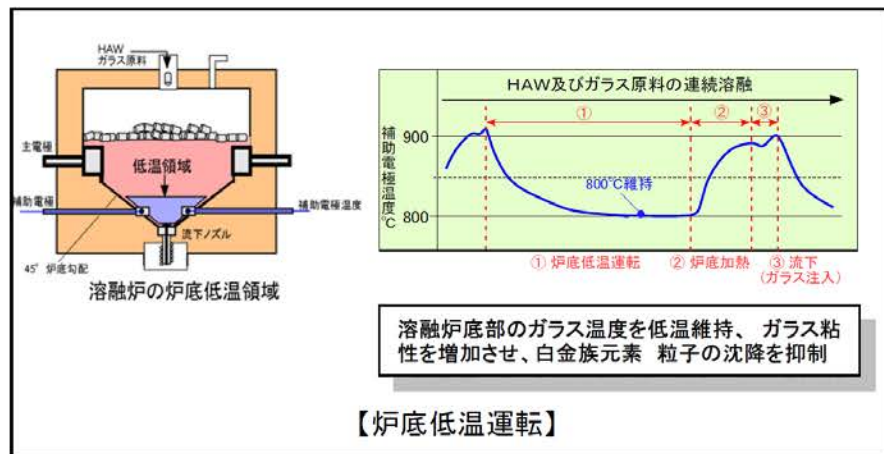
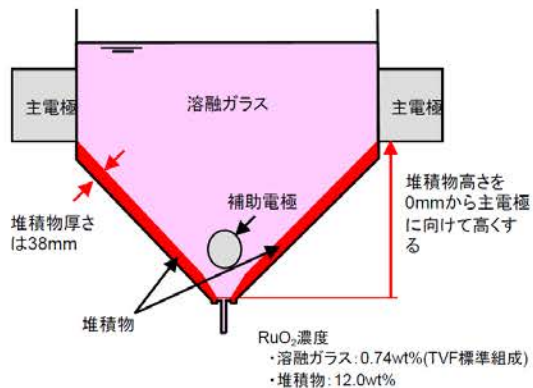
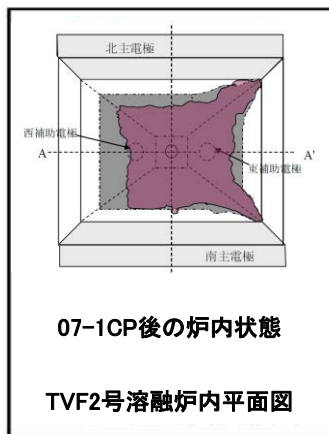
溶融炉運転時の溶融炉底部の温度変化 (イメージ)

### 運転管理及び操作

- 主電極通電によりガラス温度 $1150^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ に保ち、同時に補助電極間電流を調節することで、炉底部のガラス温度を約 $850^{\circ}\text{C}$ とするために、補助電極温度を約 $820^{\circ}\text{C}$ に管理する。
- 流下にあたり、炉底加熱により炉底部の温度を上げる必要がある。また、流下中は、高温のガラスが炉底部に流れ込み温度が高くなる。
- 流下終了後、速やかに炉底低温状態に移行させるために、主電極-流下ノズル間の通電を止めるとともに、底部電極に冷却空気を流して、炉底部の温度を下げる運転操作を行う。

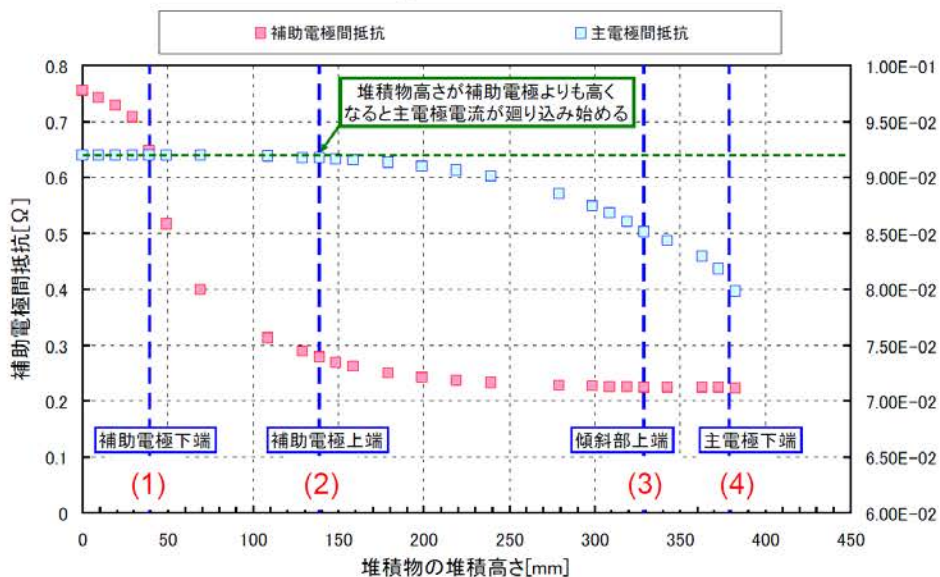


## 2. 白金族元素の堆積 堆積物の堆積高さとの抵抗の関係

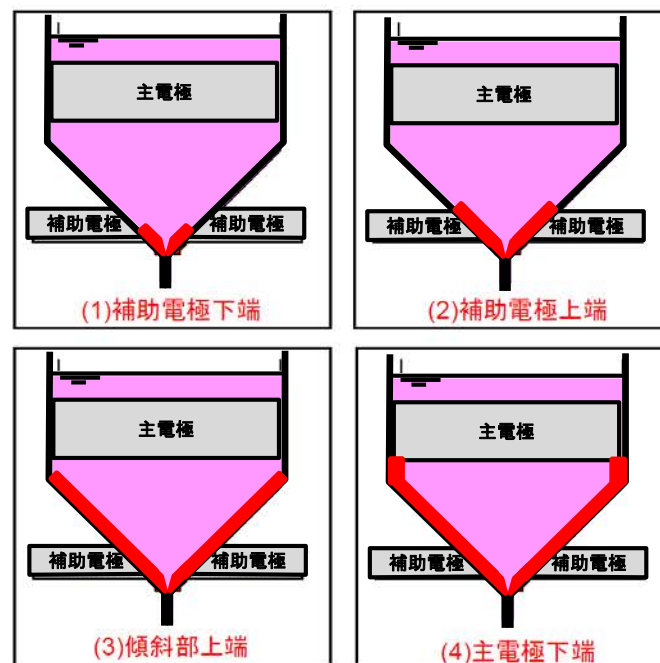


【ドレンアウト後の炉内状況】

【解析モデル】



【電極間抵抗と堆積物高さ】



【(1)~(4)の堆積状況イメージ】

## 2. 白金族元素の堆積 過去の運転実績(1/2)

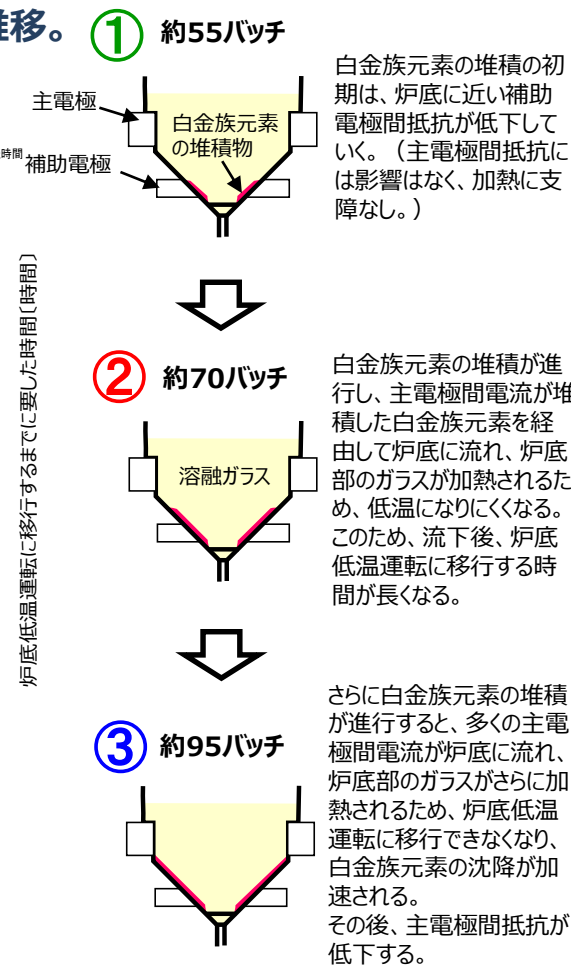
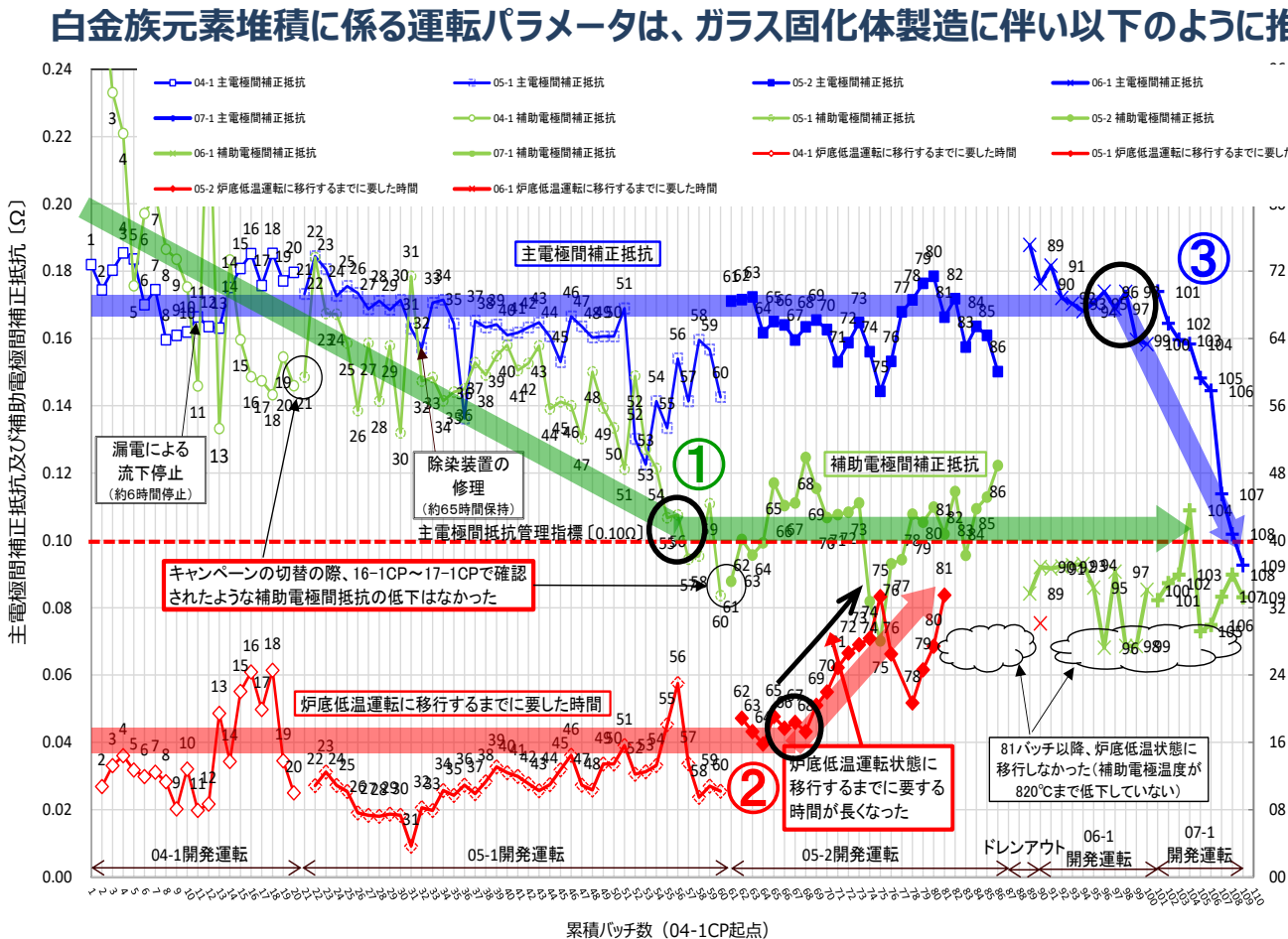
平成29年9月11日 第14回及び  
平成29年11月10日 第16回  
東海再処理施設等安全監視チーム  
会合資料より抜粋

### 【白金族元素の堆積を早めた要因の検討結果】

➤ TVF2号溶融炉における2007年までの実績(炉内整備まで：ガラス固化体110本製造)

TVF溶融炉は運転継続に伴い、白金族元素が徐々に炉底部に堆積する。

白金族元素堆積に係る運転パラメータは、ガラス固化体製造に伴い以下のように推移。



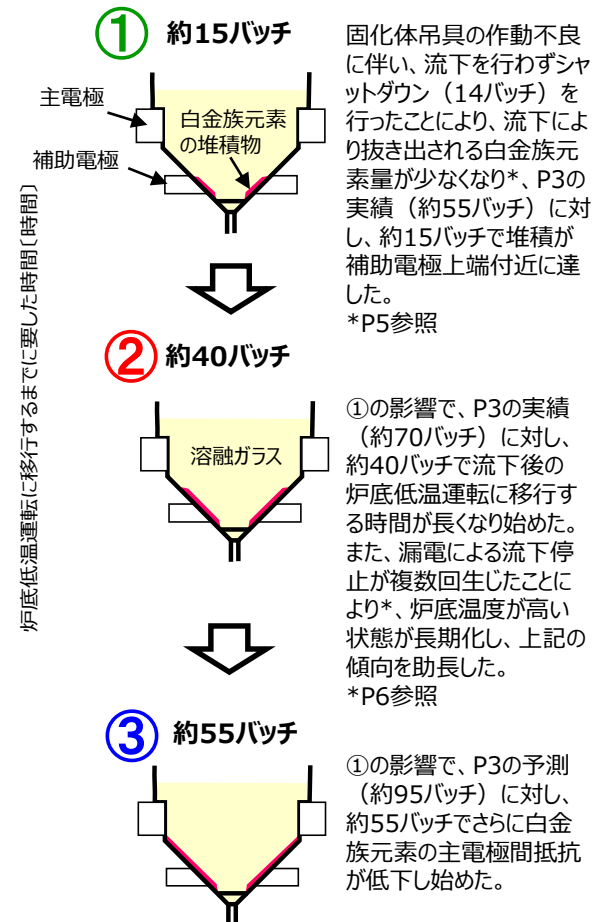
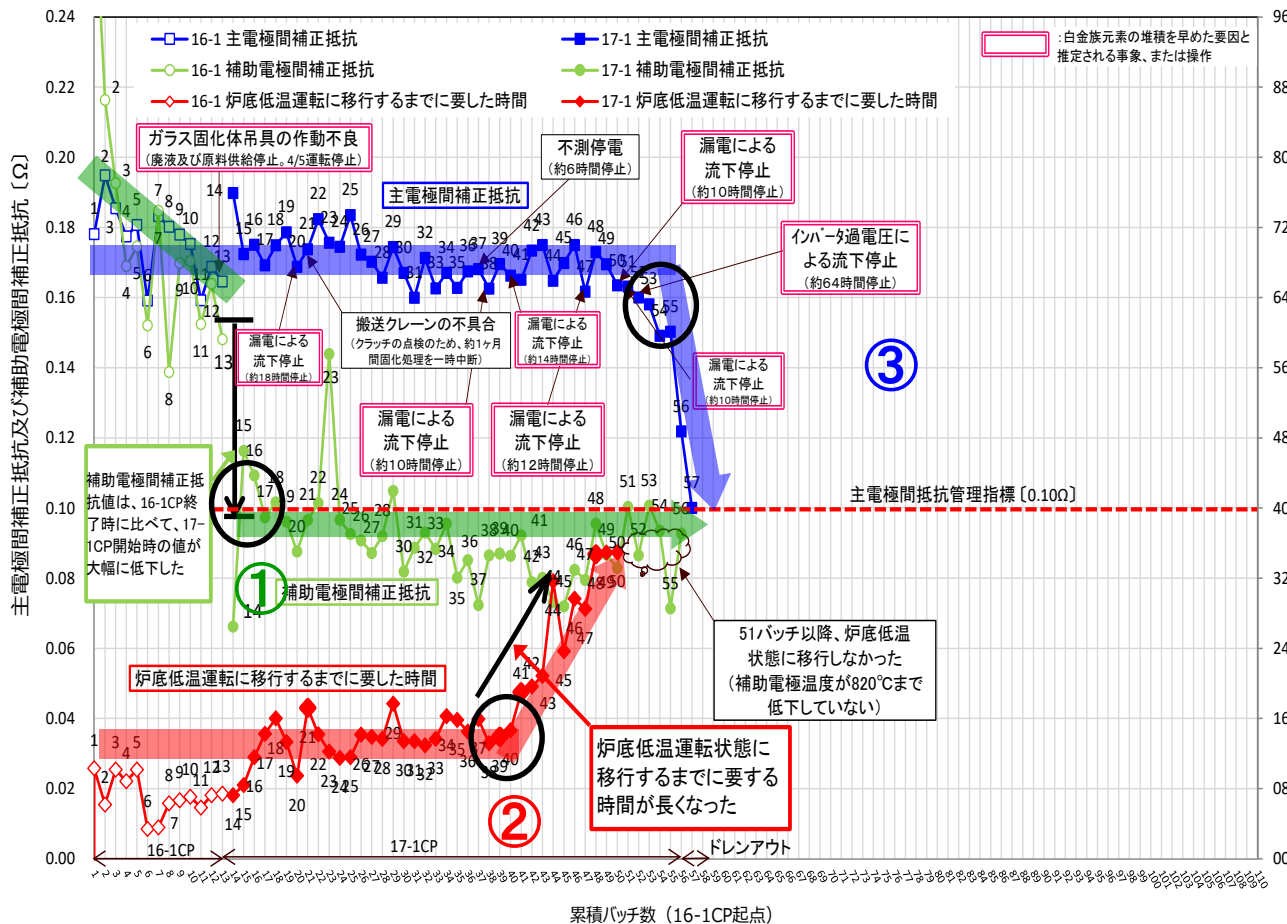
主電極間補正抵抗及び補助電極間補正抵抗とバッチ開始時から炉底低温運転\*1に移行するまでに要した時間の推移

\* 1: 補助電極温度(T10.5)が820℃まで放冷されたタイミング

## 2. 白金族元素の堆積 過去の運転実績(2/2)

平成29年9月11日 第14回及び  
平成29年11月10日 第16回  
東海再処理施設等安全監視チーム  
会合資料より抜粋

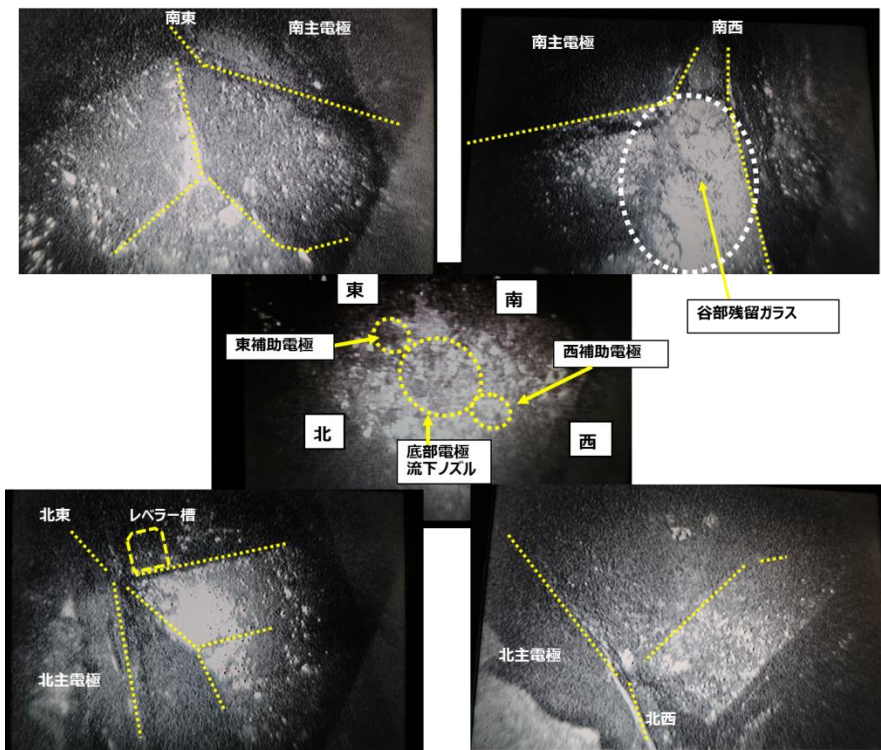
➤ TVF2号溶融炉における2016年～2017年の実績(炉内整備後：ガラス固化体59本製造)  
16-1CP及び17-1CPにおいて、機器トラブルによる複数回の運転停止が発生し、白金族元素の堆積が早まった。



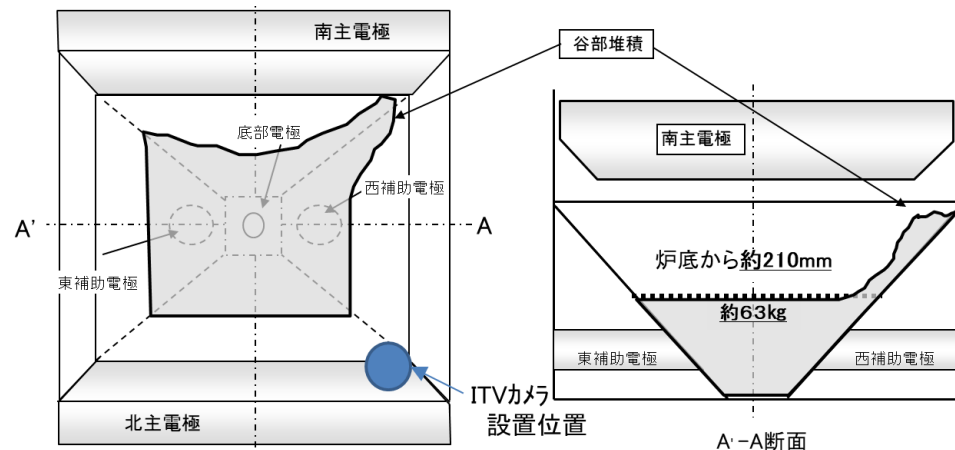
主電極間補正抵抗及び補助電極間補正抵抗とバッチ開始時から炉底低温運転\*1に移行するまでに要した時間の推移

\* 1: 補助電極温度(T10.5)が820℃まで放冷されたタイミング

- 17-1CPにおいて、運転管理指標（主電極間補正抵抗（1000℃補正值）0.10Ω）に達したことから、運転停止操作（炉内ガラス抜き出し）に移行した。
- 17-1CP終了時に、運転停止操作開始時（炉内ガラスの抜き出し）の溶融炉内ガラス保有量と抜き出し量（ガラス固化体重量）より溶融炉内残留ガラス量を約60～65kgと推定していた。
- 今回、溶融炉内をITVカメラにより観察した結果、ガラスレベルより残留ガラス量は約63kgであった。



17-1CP終了後  
平成29年9月11日 撮影



炉内推定ガラス残量  
ガラスレベルより約63kgと推定

面談項目 (下線:次回変更審査案件)		10月															11月				12月									
		10月					11月					12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																												
	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	○安全対策工事の進捗															▽30	◇4												
	保安規定変更																▽30	◇4			▽27									
当面の工程の見直しについて																					▽27				▽24					
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																							▽1						
工程洗浄																▽30	◇4	▽13		▽27		▽10		▽24						
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															▽30		▽13												
<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													

▽:面談 ◇:監視チーム会合