

## 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6月1日  
再処理廃止措置技術開発センター

### ○令和5年6月1日 面談の論点

- 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71回会合資料について※
  - ・ 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 再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書（令和5年5月31日申請）の概要について（資料1）
  - ・ 低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験に向けた取組状況について（資料2）
  - ・ 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（資料3）
- その他

※ 東海再処理施設安全監視チーム第71回会合では、以下の(1)～(4)の内容について説明を予定している。

そのうち、(4)の資料案については前回面談における指摘事項を踏まえた上で、次回面談にて提示する予定である。

- (1) 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 再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書（令和5年5月31日申請）の概要について
- (2) 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
- (3) 低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験に向けた取組状況について
- (4) 高放射性廃液を扱わない「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以外の施設」（その他の施設）の火災防護対策に関するプラントウォークダウンの結果について

以上

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  
再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書(令和5年5月31日申請)  
の概要について

【概要】

○ 東海再処理施設の廃止措置計画について、再処理施設の技術基準に関する規則を踏まえた安全対策等の設計及び工事の計画を追加するため、令和5年5月31日に廃止措置計画変更認可を申請した。それぞれの概要について別紙に示す。

(1) スラッジ貯蔵場の津波対策における止水弁の設置

スラッジ貯蔵場(LW)の廃溶媒貯蔵セル(R0 31 及び R0 32)への海水の流入を防止するためにセル給気系ダクトに止水弁を設置する。

(2) 焼却施設 空気圧縮機の更新

焼却施設(IF)の空気圧縮機(342K811 及び 342K812)について、高経年化の観点から既設と同等以上の性能(発生流量及び圧力)を有する同形式の空気圧縮機に更新する。

(3) クリプトン回収技術開発施設 空気圧縮機の制御系の改造

クリプトン回収技術開発施設(Kr)の2台の空気圧縮機(K86-K77 及び K86-K99)について、故障したとしても予備機へ速やかに切換え可能とするため、制御系の改造を行う。

令和5年6月●日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書(令和5年5月31日申請)の概要について

東海再処理施設の廃止措置計画について、再処理施設の技術基準に関する規則を踏まえた安全対策等の設計及び工事の計画を追加するため、令和5年5月31日に廃止措置計画変更認可を申請した。

1. スラッジ貯蔵場の津波対策に係る止水弁の設置

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それらに関連する施設以外で放射性物質を貯蔵・保管する分離精製工場（MP）等の施設のうち、スラッジ貯蔵場（LW）の廃溶媒貯槽については、廃止措置計画（原規規発第2110059号：令和3年10月5日認可）の津波影響評価において、セル内に流入した海水の圧力により廃溶媒貯槽（333V10, V11）が損傷し、貯槽内の溶液の一部が海水とともに建家外に流出する可能性が否定できない結果を得ており、セルへの海水の流入量低減の対策を行うこととしている。

このため、セルへの海水の流入を防止するための対策として、セルの給気系ダクトに止水弁（圧空作動式バタフライ弁）を設置するとともに、止水弁を遠隔で操作するための操作盤を運転員が常駐する廃棄物処理場（AAF）に設置する（図-1）。

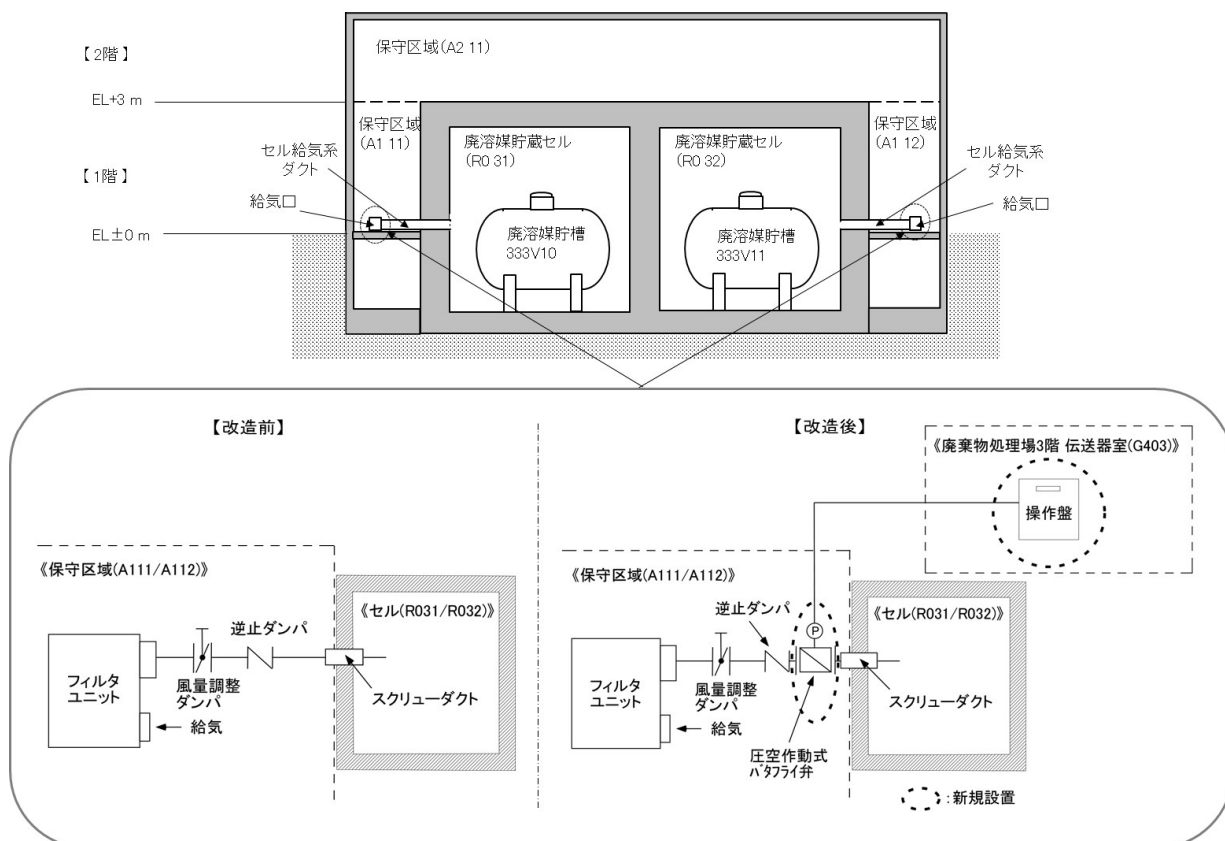


図-1 スラッジ貯蔵場の津波対策に係る止水弁の設置概要

## 2. 焼却施設 空気圧縮機の更新

焼却施設に設置されている空気圧縮機(342K811及び342K812)は、設置後30年以上が経過し、製造メーカーでの部品製造が中止され、定期的な部品交換や故障時の対応が困難となったことから、既設と形式、容量等が同等以上の空気圧縮機に更新を計画している(図-2)。耐震分類は、既設と同様にB類とする。

本更新は、焼却施設の処理運転停止中に実施し、更新期間中も圧縮空気の供給を維持するため、停止中の予備機の空気圧縮機から更新を実施し、更新後の試験・検査により問題がないことを確認後、他方の空気圧縮機の更新を実施する。なお、更新期間中に万一、運転中の空気圧縮機等に異常が確認された場合又は本更新で一時的に空気圧縮機を2台停止する必要がある場合は、再処理施設内のユーティリティ施設からの圧縮空気の供給に切り替えることで、圧縮空気の供給を維持する。

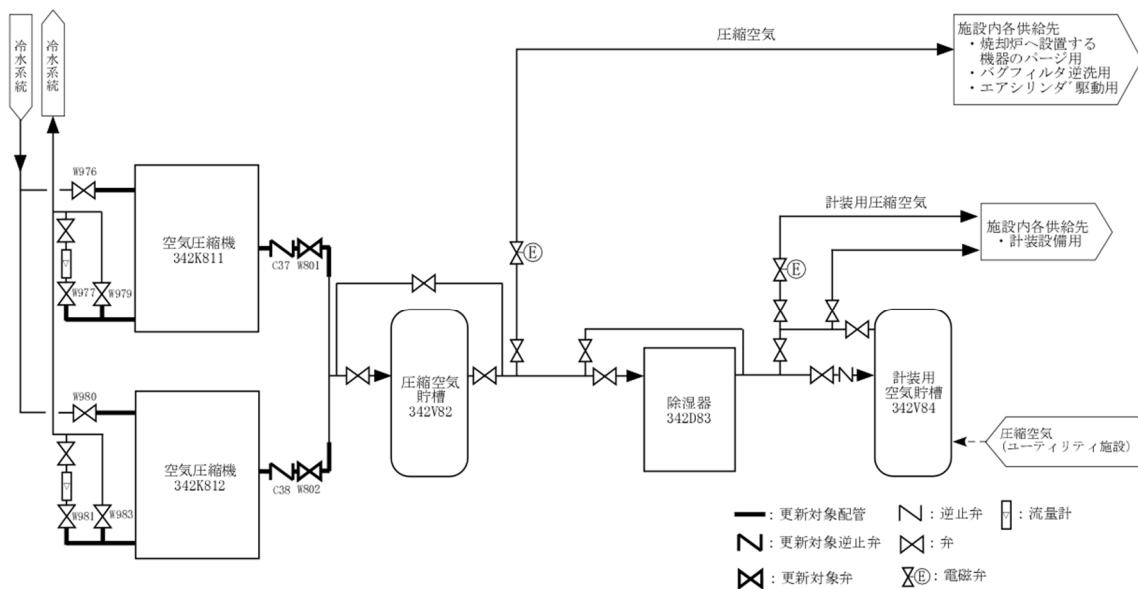


図-2 焼却施設 圧縮空気設備の系統概要図

### 3. クリプトン回収技術開発施設 空気圧縮機の制御系の改造

クリプトン回収技術開発施設では、クリプトンの回収運転及び管理放出を終了しており、今後、窒素を供給する液体窒素設備を維持する必要がないことから、津波漂流物対策として当該設備を撤去する計画である。

液体窒素設備の撤去に伴い、当該設備が有する空気圧縮機の自動バックアップ機能がなくなることから、運転操作時の利便性を向上させる目的で、その代替となる自動切換え機能を既存の空気圧縮機（2基）に付加するため、自動切換え制御盤の追加、弁の自動化及び配管の更新を行う（図-3）。

本工事により、空気圧縮機の故障停止時の対応及び通常の点検・月例切換えの対応について運転操作時の迅速性及び利便性が向上し、圧縮空気の連続供給が可能となる。

なお、圧縮空気の供給が停止した場合は、負圧指示調節計による負圧の監視及び調整機能が失われるものの、換気調整ダンパーが安全側（換気を維持する側）に働き、施設内の負圧（閉じ込め機能）は維持されるため安全上の問題はない（負圧は通常より深くなる）。

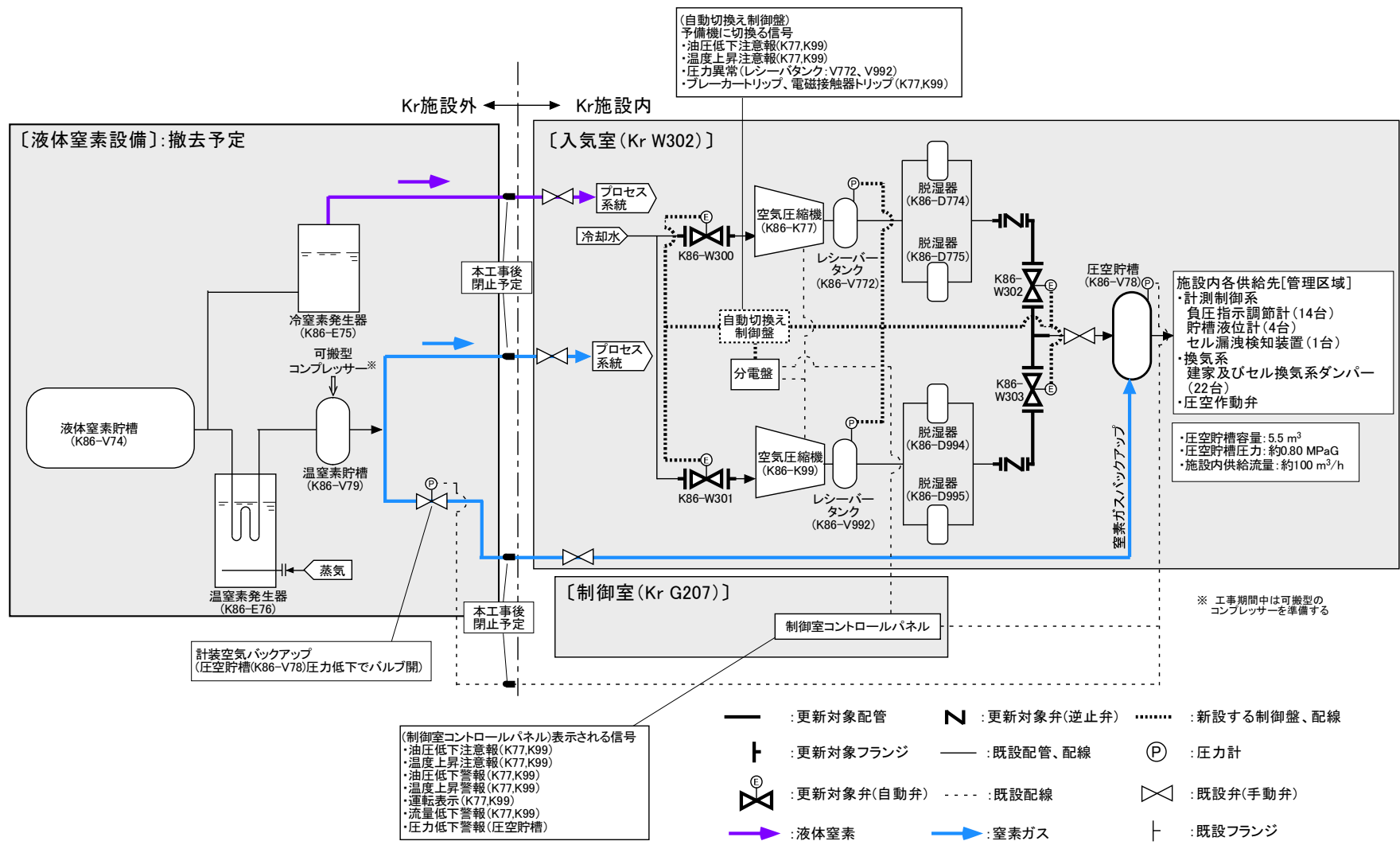


図-3 空気圧縮機 制御系の改造 概要図

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)

硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験に向けた取り組み状況について

令和5年6月1日

再処理廃止措置技術開発センター

1. はじめに

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)については、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/設置を進めたうえで、令和6年度より試験を開始することで、LWTFの液体系の運転開始時期(令和11年度)に影響を与えないよう対応を進めていく。

実証プラント規模試験について、これまでの経緯と現在の取り組み状況、今後の対応等を報告する。

2. これまでの経緯と現在の取り組み状況

硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験については、当初、令和4年度に試験装置の製作と設置工事を行い、令和5年度より試験を開始する計画であった。しかし、近年のエネルギー価格や物価の高騰の影響により、高放射性廃液によるリスク低減の観点から最優先で進めているガラス固化や新規制基準を踏まえた安全対策へリソースを再配分する必要があることから、実証プラント規模試験装置の製作を開始することができなかった。令和4年度については、実証プラント規模試験の実施に向けて、試験装置の設置予定場所における装置配置の検討や必要なユーティリティの確保に向けた検討を進めてきており、現在は、リソースを確保しつつ、実証プラント規模試験装置の製作/設置の準備を進めている。

3. 実証プラント規模試験装置の基本仕様

実証プラント規模試験は、実機大で硝酸根が分解できることの検証を目的とするため、硝酸根分解を行う分解槽の容量、形状、周囲の配管形状等は、実設備を模擬した構造としている。本装置を用いて実証プラント規模試験を行うことにより、実設備と同一スケールで槽内の均一性、温度制御性等の試験データを取得でき、実設備の技術的成立性を実機大で確認することができる。

#### 4. 試験装置の製作/設置等に要する期間(表-1参照)

実証プラント規模試験装置の製作/設置については、装置製作メーカーとの調整を進め、約1.5年で製作及び設置工事が完了する見込みである〔内訳：装置製作(約13か月)、現地工事(約3か月)、試運転(約1か月)〕。また、硝酸根分解用の触媒製作についても、約1.5年で製作を完了する見込みである。製作開始後は、製作メーカーにおける材料手配から製作/設置までの工程に遅延が発生しないよう工程管理に努め、試験装置の製作/設置及び触媒製作を約1.5年で完了させた上で、令和6年度内の試験着手を目指す。

#### 5. 今後の対応(表-1参照)

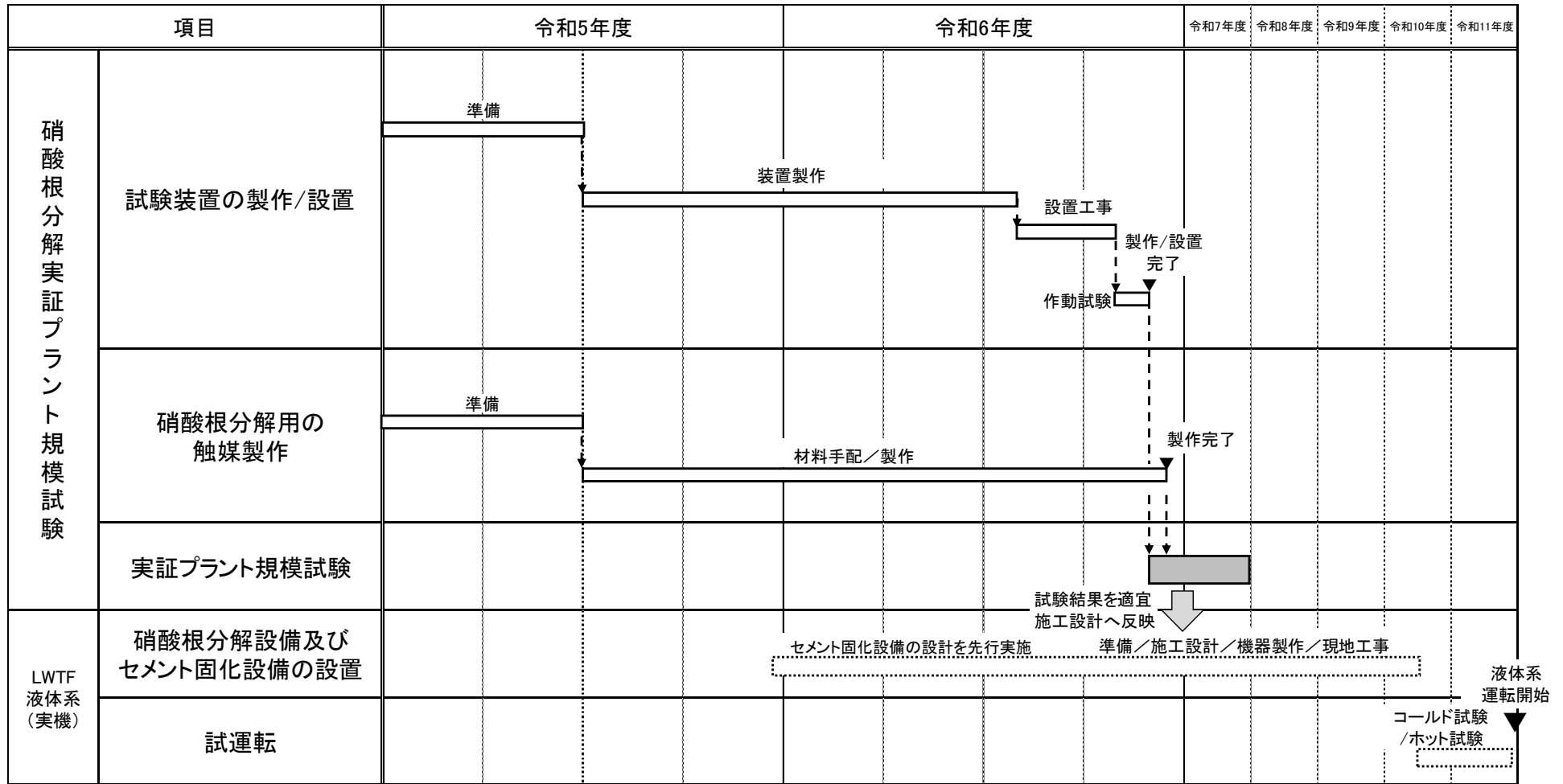
今後は、実証プラント規模試験装置の製作/設置及び硝酸根分解用の触媒製作を進め、試験準備が整い次第、実証プラント規模試験を開始する。実証プラント規模試験では、3.の試験データについて順次確認することとしており、令和7年度中に必要なデータの取得を終了する計画である。なお、万一、想定外の試験結果が得られた場合には、実証プラント規模試験の結果とこれまでのビーカー規模及び工学規模試験の結果も踏まえて、処理条件や試験装置構造を見直した上で再度試験を行い、所定の結果を得た上で実機へ順次反映する。

実証プラント規模試験で得られた結果については、硝酸根分解設備の設置に係る廃止措置計画変更申請時に技術的成立性を説明する根拠として整理するとともに、試験と並行して実施予定の硝酸根分解設備の施工設計にも反映する。実証プラント規模試験結果の反映先は、分解槽の内部構造等、硝酸根分解設備の一部と想定されることから、本施工設計は実証プラント規模試験結果の影響を受けないセメント固化設備と分解槽を除く硝酸根分解設備の設計を先行して進め、LWTFの液体系の運転開始時期(令和11年度)に影響を与えないよう進める。

以 上



表-1 硝酸根分解実証プラント規模試験を踏まえたLWTF液体系運転開始に向けた概略スケジュール



➤ 「硝酸根分解設備及びセメント固化設備の設置」、「試運転」に係る具体的なスケジュールについては、今後見通しが得られた段階で報告する。

## 実証プラント規模試験に係る試験計画について

令和4年3月10日

再処理廃止措置技術開発センター

## 1. はじめに

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)に導入予定の硝酸根分解設備に係る実証プラント規模試験に向け、これまで試験計画の検討を進めており、検討結果について報告する。

## 2. 実証プラント規模試験の試験計画

LWTF におけるこれまでのビーカー規模及び工学規模試験内容の検証の結果、実機へスケールアップする際に実証プラント規模で充足すべきデータとして、下記の 3 項目を抽出している【添付資料－1】。

- ✓ 生成物を得るための最適操作条件の確認
- ✓ 操作条件を変動させた時の処理性能への影響確認
- ✓ 不具合が発生せずに安定的に連続運転できること、保守性の確認

これらのデータ取得を目的とした試験計画について検討結果を以下に示す。

## 2.1 生成物を得るための最適操作条件の確認

## (1) 試験項目(充足すべきデータ)【添付資料－2.1】

これまでの工学規模試験において、分解槽の模擬廃液、触媒及び還元剤を均一に混合した状態で、硝酸根分解に伴う発熱反応に対して槽内を所定の温度に制御することで、硝酸根を90%以上分解できることを確認している。

これを踏まえ、実機においては単位液量当たりの攪拌動力を工学規模と同一とする設計としているが、実機は、これまでの工学規模試験と異なり、取扱う廃液量や触媒量が多く(約 25 倍)、また、分解槽の幾何形状も大きく(約 3 倍)、槽内構造も異なる(工学規模試験装置は、槽内に攪拌機のみを設置であるが、実機は、槽内に複数の配管が設置され、サポートで固定。また、槽内の攪拌性能を向上させるために、実機の槽内には邪魔板を設置)。

このため、実証プラント規模において、「①均一な攪拌状態であること」、「②槽内温度を一定に制御できること」を確認した上で、「③所定の処理性能が得られること」を確認する。

## (2) 試験内容【添付資料－2.2】

## ① 攪拌による均一性

分解槽内の液と触媒が均一に混合できる攪拌条件を確認することを目的として、攪拌を行いながら分解槽の上部・底部で液と触媒の混合物のサンプリングを行い、液の濃度分析と試料に含まれる触媒の体積を確認することにより、均一に混合できる攪拌翼の回転数を確認する。工学規模試験の結果から、実機におい

ては単位液量当たりの攪拌動力(0.10 kW/m<sup>3</sup>)に相当する攪拌条件(攪拌機回転数:103 rpm以上)で設計しており、この条件を中心に回転数をパラメータとした試験を実施し、最適な攪拌条件を確認する。

## ② 槽内温度の制御性

硝酸根分解の触媒還元反応は発熱反応であることから、運転中は分解槽を外部から冷却しながら最適な温度条件(約80°C)を維持する設計としている。このため、分解槽内の液温度が所定の温度に制御できることを目的に、加熱及び冷却の操作を行いつつ、分解槽の上部・底部の温度をモニタリングし、槽内の温度が均一となる攪拌条件を確認する。

## ③ 処理性能

上記①と②にて得られた攪拌による均一性と槽内温度の制御性が確保できる条件のもと、所定の生成物が得られることの確認を目的として、模擬廃液を用いた硝酸根分解を行い、サンプリングにより液中の硝酸根(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)濃度を分析し、硝酸根分解率90%以上が得られることを確認する。

実機では、分解槽と合わせて設置する分析ポットにおいて二成分濃度計を用いたインラインモニタリングを行う計画であり、実証プラント規模試験においてもインラインモニタリングを行って、サンプリングによる分析結果を比較し両者が同値になることを確認する。

また、還元剤の供給条件も硝酸根分解設備の性能に影響する因子であることから、試験装置では、還元剤の供給ノズルを交換可能な構造とし、複数の種類(槽内への供給本数、供給位置が異なるノズル)を用意して、試験にて最適な還元剤の供給ノズル構造を選定し、実機の設計に反映する。

## 2.2 操作条件を変動させた時の処理性能への影響確認

### (1) 試験項目(充足すべきデータ)【添付資料-3.1】

これまでの工学規模試験では、ビーカー規模と同一の操作条件(硝酸ナトリウム濃度、還元剤添加量、液温度)でスケールアップした場合でも硝酸根が分解できることを確認している。

一方、実機においては分析誤差等による操作条件の変動が想定されるため、これらをパラメータとした硝酸根分解試験を行い、「操作条件変動時のプロセス成立範囲」を確認する。

### (2) 試験内容【添付資料-3.2】

下記の条件でパラメータを変動させた硝酸根分解試験を行い、硝酸根分解率の経時変化からプロセス成立範囲を確認する。

- ✓ 「硝酸ナトリウム濃度」については、分析誤差等を考慮し、硝酸ナトリウム溶液が高濃度の場合

- ✓ 「還元剤添加量」は、最適な添加量 1.25 mol/mol-NaNO<sub>3</sub> を中心として、分析誤差等を考慮し、変動させた場合
- ✓ 「液温度」は、ビーカー規模試験において、影響がみられなかった低温度条件(約 60℃)で分解を行った場合

## 2.3 不具合が発生せずに安定的に連続運転できること、保守性の確認

### (1) 試験項目(充足すべきデータ)【添付資料-4.1】

これまでの工学規模試験において、フィルタを目詰まりさせずに処理済液を抜出せること、劣化した触媒についてもほぼ全量が回収できることを確認している。

一方、実機においては工学規模試験に比べ、取扱う処理済液や触媒添加量が多く(約10倍)、槽内のフィルタの形状やフィルタの透過面積が異なることから、工学規模試験のみでは安定的に連続運転できることの確証が得られていない。このため、実証プラント規模試験において、「①廃液と触媒を分離した後に廃液がフィルタの目詰まり等の不具合が発生せず移送できること、仮に目詰まりが生じた場合でもフィルタ交換等の保守が可能であること」を確認する。また、「②廃触媒の抜出し及び回収ができること」も合わせて確認する。

### (2) 試験内容【添付資料-4.2】

#### ① 廃液の移送処理の確認、保守性の確認

分解反応後に、処理済液の移送処理を行い、触媒分離用フィルタの吸い込み状況を分解槽と外部タンクの液位の増減及びポンプの前後圧力の変化から、フィルタが目詰まりを生じにくいポンプの流量を確認する。

万一、フィルタが目詰まりした場合を想定し、逆洗処理にて目詰まりが解消できることを確認する。また、逆洗処理で目詰まりが解消されない場合を想定し、分解槽内部でフィルタの交換(直接保守)を行い、必要に応じて、保守が容易となるような構造上の改善点を摘出する。

更に、廃液中に含まれる不純物の影響も視野に、一般産業界における目詰まりの除去方法について調査を行い、その方法の有効性について確認する。

#### ② 触媒交換時の動作確認

槽内の廃触媒について、ポンプを用いて抜出しする際、分解槽の観察窓から槽内の廃触媒の抜出し状況を目視確認により、廃触媒フィルタにほぼ全量が抜き出せることを確認する。また、回収先の廃触媒フィルタで廃触媒と廃液が分離できることを確認する。

## 3. 今後のスケジュール

本実証プラント規模試験は今年度実施している試験装置の設計の結果に基づき試験装置の製作/据付を行った上で、令和5年度より実施する予定である。

以上

## 技術的成立性の検証

## (1) 検証方法

▶ 下記の新規設備を導入する際に各試験規模で確認すべき事項に照らして、これまで実施した試験内容について検証した。

ビーカー規模試験	着目プロセスにフィジビリティがあることを確認するとともに、所定の生成物を効率的に得る方法を検討するため反応系の組成や温度・圧力などの運転状態を幅広く変化させてその効果を確認する。
工学規模試験	実機に用いる機器と類似の構造・特性を持つ機器で構成した試験装置を用い、化学プロセスの実機への適用性を明らかにする。また、実機に用いる機器の開発・改良、耐久性・保守性の確認、運転・制御条件の確認、異常時の挙動確認を行う。
実証プラント規模試験	実機の数分の一から数十分の一の規模(工学規模以上)でプラントシステム(主要な系統)を構成したミニプラントを建設し、プラントの効率性や経済性、システムの制御性・安定性を検証する。長期間運転・大量処理によって発現する現象の確認とトラブルシュートも実施する。また、スケールアップに伴う変化の予測が正しかったかどうかを確認し、問題点があれば、解決を図る。
実機の試運転	模擬廃液を用いた機器の動作確認を行い、所定の処理能力が得られることを確認する。また、保守性、異常時の挙動等を確認し、万一、問題点があれば、解決を図る(コールド試運転)。または、実廃液を用いて、所定の処理能力が得られること及び放射性核種の挙動を確認する。また、施設内の空間線量率や放射性物質の放出量が、設計の範囲内であることを確認する(ホット試運転)。

## (2) 検証結果

- ▶ プロセスの基本的な成立性については十分な見通しがあるものの、確実に安定な運転を実現するという観点では充足すべきデータが残されていることが明らかとなった。
- ▶ 実機を製作する前に予め実証プラント規模試験を実施し、充足すべきデータを取得し、設計へ反映する。

試験項目		ビーカー規模	工学規模	実証プラント規模	実機の試運転	充足すべきデータ(実証プラント規模)	
1	生成物を得るための最適操作条件(温度、濃度、流量、圧力等)	○	○	( ) (a)	( )	① 攪拌による均一性 ② 槽内温度の制御性 ③ 処理性能	添付資料－2.1
2	操作条件(組成、不純物、温度、濃度、流量、圧力等)を変動させた時の処理性能への影響	△	△	( ) (b)	( )		
3	実機材料選定、機器形状等を設定するために必要なデータ取得	○	○	/	( )	① 分析誤差等を考慮した条件変動時のプロセスの成立性	添付資料－3.1
4	不具合(トラブル)が発生せず安定的に連続運転できること	○	○	( ) (c)	( )		
5	保守性	○	○	△	( )	① 廃液の移送処理の確認、保守性の確認 ② 触媒交換時の動作確認	添付資料－4.1
6	異常時(運転上及び安全上)の設備の挙動	○	△	/	( )		

○: 確認済    △: 一部確認済    ( ): 今後確認

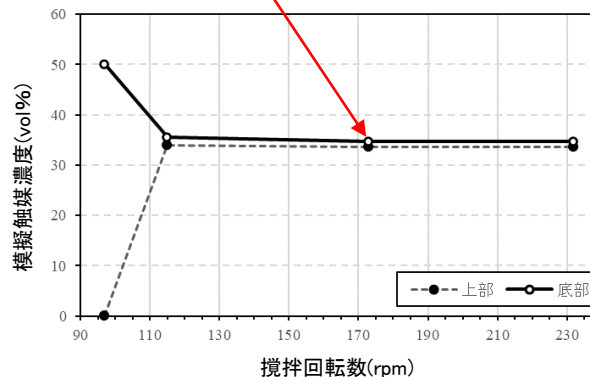
# (a)「生成物を得るための最適操作条件」に係る充足すべきデータ(1/2)

## 1. これまで取得した試験データ

工学規模試験では、分解槽内の模擬廃液と触媒を攪拌しながら還元剤を供給し、分解反応を生じさせた上で、これに伴う発熱と外部からの冷却をバランスさせて液温度を一定(80℃)とすることにより、硝酸根分解反応が制御可能であった。

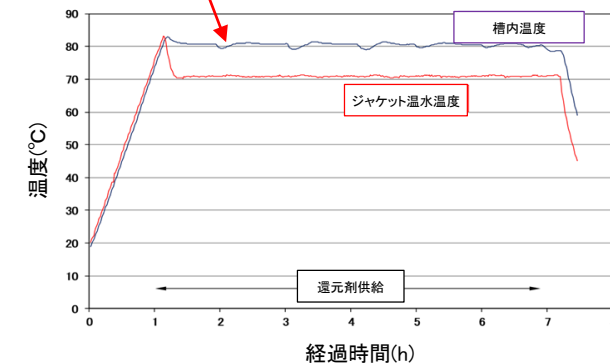


模擬触媒濃度が均一となる攪拌回転数を確認

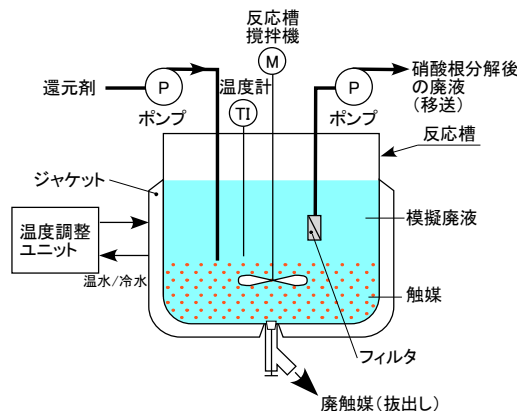


(b) 攪拌機回転数に対する模擬触媒濃度

槽内温度が均一となることを確認

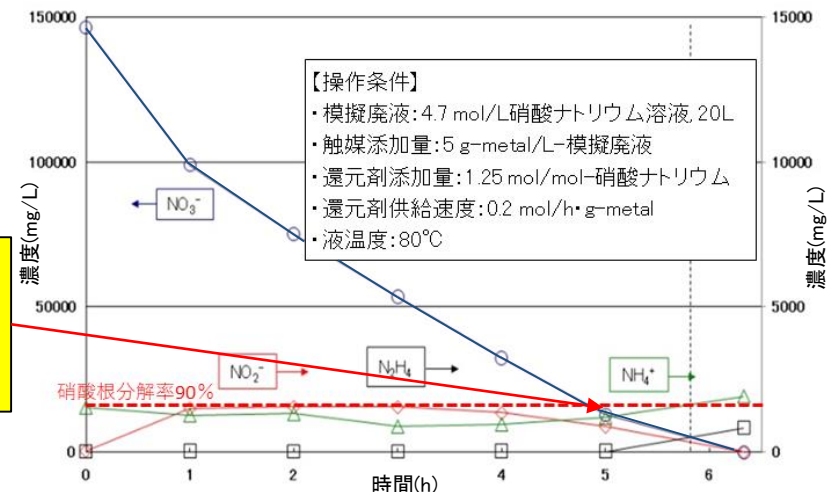


(c) 槽内液温度制御時の経時変化



(a) 工学規模試験装置

硝酸根( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ )が90%以上分解されること(硝酸根残存率が10%以下)を確認



(d) 廃液中の硝酸根濃度の経時変化

# (a)「生成物を得るための最適操作条件」に係る充足すべきデータ(2/2)



## 2.工学規模と実機で異なる点

・分解槽内で取扱う廃液量(貯槽寸法)が異なる。

・分解槽内部構造が異なる。

⇒工学規模試験装置は、槽内に攪拌機のみを設置であるが、実機は、槽内に複数の配管(廃液の送受用、計器用保護管等)が設置され、サポートで固定。また、槽内の攪拌性能を向上させるために、槽内に邪魔板を設置。

表 工学規模試験と実機設計の比較

工学規模試験	実機設計
<div data-bbox="58 554 389 802" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【攪拌する対象】</b>                      ・液量: 50 L                      (分解槽寸法: <math>\Phi 400</math> mm、                      H550 mmの円筒形)                      ・液密度: 1250 kg/m<sup>3</sup>                      ・粘度: 約1 mPa・s (80°C)                      ・触媒添加量: 10 kg</p> </div> <div data-bbox="430 625 501 731" style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div data-bbox="534 559 886 725"> <p><b>槽内を均一に攪拌できる条件</b>                      ・攪拌翼: ピッチドパドル(4枚)                      ・攪拌翼径: 0.17 m                      ・攪拌機回転数: 173 rpm以上                      ・邪魔板: なし</p> </div> <p>一般的に、攪拌装置をスケールアップする場合、槽内の単位液量当たりの攪拌動力を同一にする方法がよく用いられる。</p> <p>工学規模試験の結果から、槽内の均一性を確保するための条件として「単位液量当たりの攪拌動力(0.10 kW/m<sup>3</sup>)」を得た。</p>	<div data-bbox="1060 554 1392 802" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【攪拌する対象】</b>                      ・液量: 1.3 m<sup>3</sup>                      (分解槽寸法: <math>\Phi 1300</math> mm、                      H1460 mmの円筒形)                      ・液密度: 1250 kg/m<sup>3</sup>                      ・粘度: 約1 mPa・s (80°C)                      ・触媒添加量: 250 kg</p> </div> <div data-bbox="1433 625 1504 731" style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div data-bbox="1529 559 1984 759"> <p><b>槽内の均一性を確保する設計仕様</b>                      ・攪拌翼: ピッチドパドル(4枚)                      ・攪拌翼径: 0.45 m                      ・攪拌機回転数: 103 rpm以上                      (インバータ使用範囲: 69~345 rpm)                      ・邪魔板: あり(4箇所)</p> </div> <p>・単位液量当たりの攪拌動力: 0.10 kW/m<sup>3</sup></p> <p>↑ 設計に反映</p> <p>実機においても均一性を確保できるようにするため、単位液量当たりの攪拌動力が工学規模と同一となるように設計した。</p> <p>↓</p> <p>ただし、攪拌する槽内の状況(配管/計装、そのサポート等の構造物)の影響により、必要となる攪拌動力は変動し得る。</p>

## 3. 実証プラント規模試験で充足すべきデータ

実機では、一般的なスケールアップの手法を用いて実機設計を進めている。一方、取扱う廃液量、分解槽内部構造が異なるため、実機においても工学規模試験と同様の**均一な攪拌状態**が得られ、**槽内温度を一定に制御**できること、その上で**所定の処理性能が得られる**ことを実証プラント規模試験(実機1/1)で確認する必要がある。

充足すべきデータ: ①攪拌による均一性、②槽内温度の制御性、③処理性能



## (a)「生成物を得るための最適操作条件」に係る試験計画(1/2)

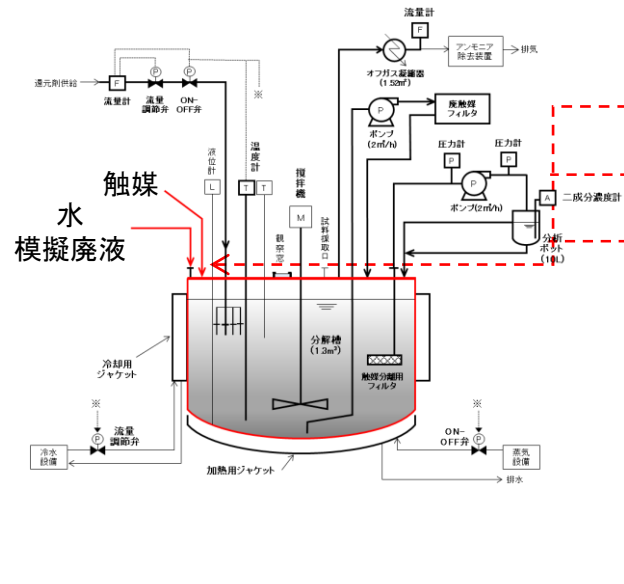
フロー	試験項目・内容	データを取得するための条件
<p>(1)水の投入</p> <p>(2)触媒の投入</p> <p>(3)模擬廃液の投入※</p> <p>(4)攪拌</p> <p>(5)昇温</p> <p>(6)還元剤の供給※ (分解反応開始)</p> <p>※ケミカル試験時のみ</p>	<p>①攪拌による均一性</p> <p>・分解槽内の液と触媒が均一に混合できる攪拌条件を確認する。 ⇒試料採取口から分解槽内の上部・底部でサンプリングを行い、液の濃度分析と試料に含まれる触媒の体積を確認することにより、均一に混合できる攪拌翼の回転数を決定する。 ⇒攪拌による均一性をより向上させるため、還元剤の供給ノズル数・形状を変えた場合の影響についても確認する。</p>	<p>・攪拌翼回転数：約5条件 (設計値103rpmを中心に前後2点)</p> <p>・触媒濃度データ：2点(上部・底部の2カ所)</p> <p>・試験回数：3回(再現性の確認)</p>
	<p>②槽内温度の制御性</p> <p>・分解槽内の液温度が所定の温度に制御できることを確認する。 ⇒温度計により分解槽の上部・底部の温度をモニタリングし、温度が均一となるような攪拌翼の回転数を決定する。</p>	<p>・攪拌翼回転数：約5条件 (設計値103rpmを中心に前後2点)</p> <p>・分解槽内の液温度データ：2点 (上部・底部の2カ所)</p> <p>・試験回数：3回(再現性の確認)</p>
	<p>③処理性能</p> <p>・攪拌による均一性と槽内温度の制御性が確保できる条件において、所定の生成物(硝酸根分解率90%以上の水酸化ナトリウム溶液)が得られることを確認する。 ⇒試料採取口からサンプリングし、液中の硝酸根(<math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>)濃度を分析することにより、硝酸根分解率90%以上の水酸化ナトリウム溶液が得られていることを確認する。 ⇒分析ポットの二成分濃度計(<math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>)のモニタ値と試料採取口からサンプリングした試料の分析値が同じになることを確認し、運転監視情報の参考として分解槽内の液組成を分析ポットの二成分濃度計を用いてモニタリングできることを実証する。</p>	<p>・分解槽内の模擬廃液濃度の分析データ：<math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math></p> <p>・データ取得頻度：1時間毎</p> <p>・二成分濃度計による分析ポット内の模擬廃液濃度のモニタリングデータ：<math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math></p> <p>・試験回数：3回(再現性の確認)</p>



(a)「生成物を得るための最適操作条件」に係る試験計画(2/2)

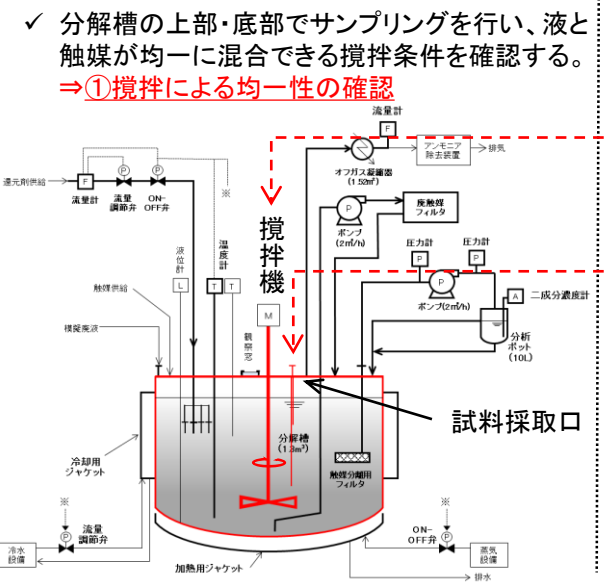
試験手順

(1)水、(2)触媒、(3)模擬廃液の投入



- 【手順】
- 1)水の投入
  - 2)触媒の投入
  - 3)模擬廃液の投入

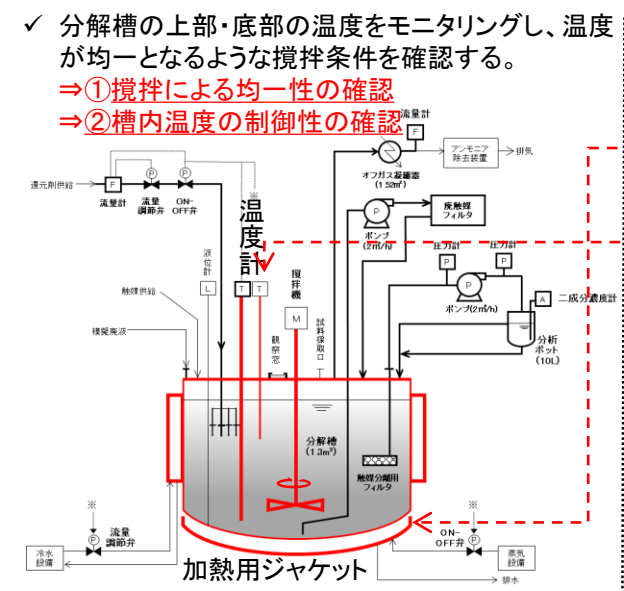
(4)攪拌



- ✓ 分解槽の上部・底部でサンプリングを行い、液と触媒が均一に混合できる攪拌条件を確認する。  
⇒①攪拌による均一性の確認

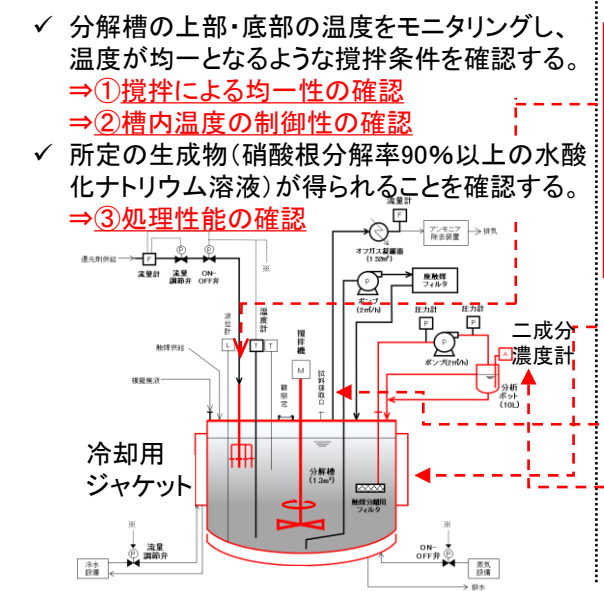
- 【手順】
- 4)攪拌機起動  
(回転数は設計値を中心に5条件)
  - 5)上部・底部で模擬廃液と触媒の混合物をサンプリング

(5)昇温



- 【手順】
- 6)加熱用ジャケットへ蒸気を供給し、80℃まで加熱
  - 7)上部・底部で温度をモニタリング

(6)還元剤の供給(分解反応開始)



- ✓ 分解槽の上部・底部の温度をモニタリングし、温度が均一となるような攪拌条件を確認する。  
⇒①攪拌による均一性の確認  
⇒②槽内温度の制御性の確認
- ✓ 所定の生成物(硝酸根分解率90%以上の水酸化ナトリウム溶液)が得られることを確認する。  
⇒③処理性能の確認

【手順】

- 8)還元剤の供給開始

複数タイプの還元剤供給ノズル形状から最適な添加方法を確認

①熊手式 ②散気管 ③クロス式

- 9) 分解反応は発熱反応であることから、冷却用ジャケットへ冷水を供給し、温度を80℃に保つ
- 9-1) 模擬廃液のサンプリング、分析  
:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$
- 9-2) 二成分濃度計による模擬廃液組成のモニタリング  
:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$

(b)「操作条件を変動させた時の処理性能への影響」に係る充足すべきデータ

(1)これまで取得した試験データ

工学規模試験では、スケールアップの影響を確認するため、ビーカー規模試験と同一の操作条件において試験を行い、処理の規模を100倍スケールアップしても硝酸根の分解処理に影響がないことが確認できた。

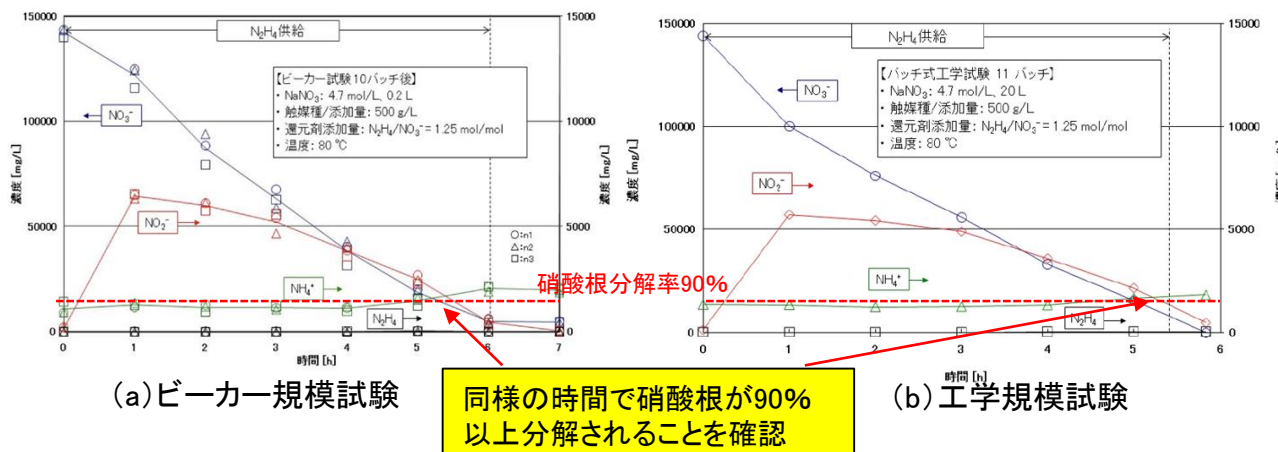


図 処理液中の化学種濃度の経時変化

(2) ビーカー規模・工学規模と実機で異なる点

- ・実機は運転上想定される分析誤差等による操作条件の変動が想定される。

表 ビーカー試験及び工学規模試験と実機設計の比較

ビーカー規模試験・工学規模試験	実機設計
<p>【操作条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・模擬廃液濃度(硝酸ナトリウム溶液): 4.7 mol/L</li> <li>・還元剤添加量: 1.25 mol/mol-<math>\text{NaNO}_3</math></li> <li>・液温度: 80 °C</li> <li>・触媒添加量: 5 g-metal/L-模擬廃液</li> </ul>	<p>【操作条件】(想定される操作条件の変動)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・模擬廃液濃度(硝酸ナトリウム溶液): 4.7 → 5.2 mol/L</li> <li>・還元剤添加量: 1.25 → 1.13, 1.19 mol/mol-<math>\text{NaNO}_3</math></li> <li>・液温度: 80 → 60 °C</li> <li>・触媒添加量: 5 g-metal/L-模擬廃液</li> </ul>

(3) 実証プラント規模試験で充足すべきデータ

実機では、運転上想定される分析誤差等による操作条件(廃液中の硝酸ナトリウム濃度、還元剤添加量、液温度)の変動が想定されるため、実機において**分析誤差等の影響により操作条件が変動した場合でもプロセスが成立すること**を、実証プラント規模試験(実機1/1)で確認する必要がある。



充足すべきデータ: ①分析誤差等を考慮した条件変動時のプロセスの成立性

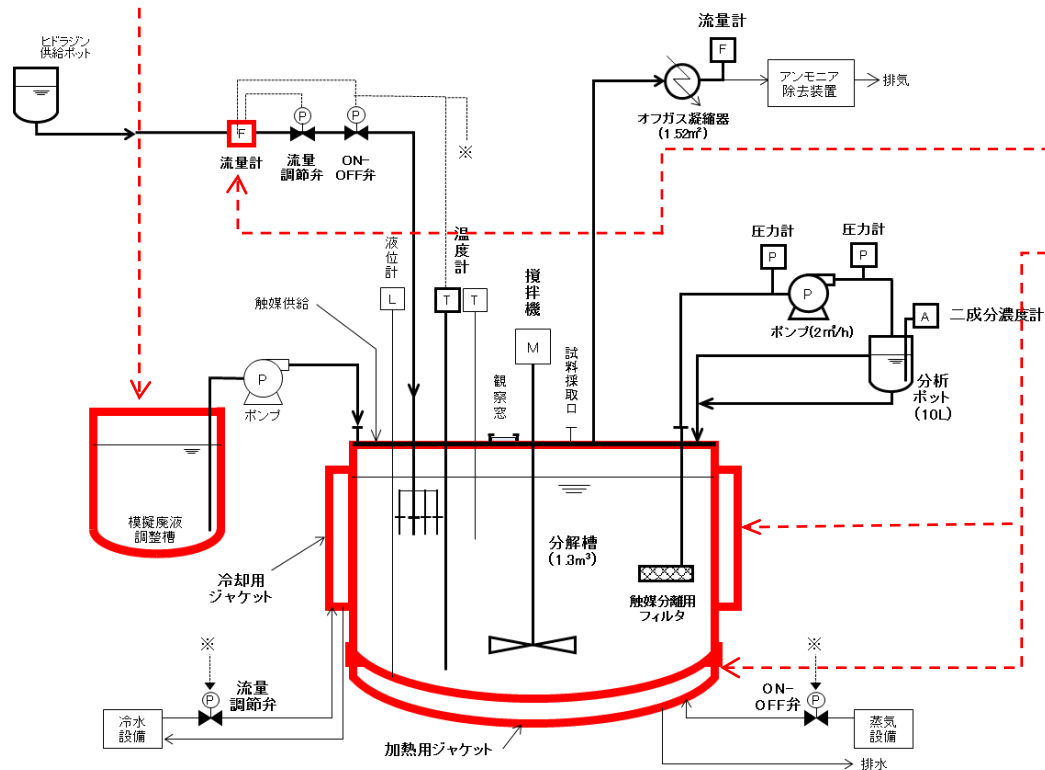
## (b)「操作条件を変動させた時の処理性能への影響」に係る試験計画(1/2)

フロー	試験項目・内容
<pre> graph TD     A["(1) 水の投入"] --&gt; B["(2) 触媒の投入"]     B --&gt; C["(3) 模擬廃液の投入"]     C --&gt; D["(4) 攪拌"]     D --&gt; E["(5) 昇温"]     E --&gt; F["(6) 還元剤の供給 (分解反応開始)"]   </pre>	<p><b>①分析誤差等を考慮した条件変動時のプロセスの成立性</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>運転上想定される分析誤差等による操作条件(廃液中の硝酸ナトリウム濃度、還元剤添加量、液温度)の変動が想定されるため、条件をパラメータとした硝酸根分解試験を実施し、所定の生成物(硝酸根分解率90%以上の水酸化ナトリウム溶液)が得られる条件変動時のプロセス成立範囲を確認する。</u></li> </ul> <p>⇒試料採取口から液をサンプリングし、液中の硝酸根濃度を分析することにより、硝酸根分解率90%以上の水酸化ナトリウム溶液が得られることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 模擬廃液濃度: 4.7 → 5.2 [mol/L] (分析誤差3%想定時に取り得る廃液中の硝酸ナトリウム濃度に裕度を与えたもの)</li> <li>✓ 還元剤添加量: 1.25 → 1.13、1.19 [mol/mol-<math>\text{NaNO}_3</math>] (分析誤差3%を想定したときに取得する硝酸根分解率90%、95%に相当する還元剤添加量)</li> <li>✓ 液温度: 80 → 60 [°C] (ビーカー試験にて硝酸根分解率に影響がなかった温度範囲)</li> </ul> <p><b>【データを取得するための条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分解槽内の模擬廃液濃度の分析データ: <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math></li> <li>・データ取得頻度: 1時間毎</li> <li>・二成分濃度系による分析ポット内の模擬廃液濃度のモニタリングデータ: <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math></li> <li>・試験回数: 3回(再現性の確認)</li> </ul>

(6)還元剤の供給(分解反応開始)

操作条件(硝酸ナトリウム濃度、還元剤添加量、液温度)が変動した場合の影響について、条件をパラメータとして、所定の生成物が得られる条件変動時のプロセス成立性を確認する。

⇒①分析誤差等を考慮した条件変動時のプロセスの成立性



【手順】

1) 操作条件の変更

- ・模擬廃液中の硝酸ナトリウム濃度(4.7 → 5.2 [mol/L])  
(模擬廃液中の硝酸ナトリウム濃度は、分解槽に供給する模擬廃液の濃度を変動させる)
- ・還元剤添加量(1.25 → 1.13、1.19 [mol/mol-NaNO<sub>3</sub>])  
(還元剤添加量は、積算流量計の設定により変動させる)
- ・温度(80 → 60 [°C])  
(液温度は、加熱用ジャケットと冷却用ジャケットの設定により、液温度を変動させる)

2-1) 分解槽内の模擬廃液濃度の分析データ: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

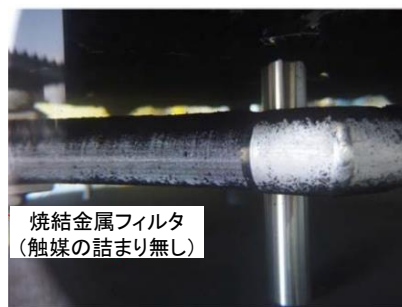
2-2) 二成分濃度系による分析ポット内の模擬廃液濃度のモニタリングデータ: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

## (c)「不具合が発生せずに安定的に連続運転できること、保守性」に係る充足すべきデータ

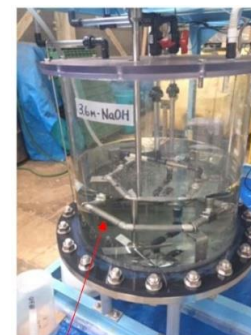
## (1) これまで取得した試験データ

これまでの工学規模試験では、硝酸根分解後の廃液と触媒を焼結金属フィルタを用いて分離し、廃液が移送できることを確認した。

また、廃触媒の交換を想定して、ポンプ及び焼結金属フィルタによる廃触媒の抜き出し試験を実施したが、焼結金属フィルタが目詰まりせず、ほぼ全量回収できることを確認した。



廃液と触媒の分離に用いた焼結金属フィルタ  
(触媒の詰まり無し)



焼結金属フィルタ  
分解槽（廃触媒拔出後）



回収された廃触媒  
廃触媒の回収状況

## (2) 工学規模と実機で異なる点

- ・取扱う廃液量や触媒量が異なる（約10倍）。
- ・透過面積（約10倍）、焼結金属の形状が異なる。
- ・硝酸根分解後の廃液や廃触媒を回収するポンプの吸い込み側の圧損（配管径、配管長、曲り）やポンプの型式が異なる。

図 工学規模試験結果（廃液移送、廃触媒抜き出し）

表 工学規模試験と実機設計の比較

工学規模試験	実機設計
<b>【試験条件】</b> ・液量: 130 L ・模擬触媒: 活性炭（平均粒径60 μm、Pd-Cu合金は担持させず） ・模擬触媒添加量: 25 kg ・触媒分離用フィルタ: 10 μm焼結金属フィルタ（ろ過面積: 約0.05m <sup>2</sup> ）	<b>【処理条件】</b> ・液量: 1.3 m <sup>3</sup> ・触媒: 活性炭担持Pd-Cu合金（平均粒径60 μm） ・触媒添加量: 250 kg ・触媒分離用フィルタ: 10 μm焼結金属フィルタ（ろ過面積: 約0.5m <sup>2</sup> ）

## (3) 実証プラント規模試験で充足すべきデータ

実機は、取扱う廃液量や触媒量が大きく、装置形状が異なるため、固体（廃触媒）を取扱う系統においては、フィルタが閉塞等の不具合が発生しないことを実証プラント規模で確認する必要がある。このため、実機にて**廃液と触媒を分離した後に廃液が移送できること、廃触媒の抜き出し及び回収ができること**を、実証プラント規模試験（実機1/1）で確認し、また、廃液と触媒の分離時に**フィルタが目詰まりする等の不具合が発生しないこと**、仮に目詰まりした場合でも**フィルタ交換等の保守が可能**であることも確認する必要がある。



充足すべきデータ: ①廃液の移送処理の確認、保守性の確認、②触媒交換時の動作確認



## (c)「不具合が発生せずに安定的に連続運転できること、保守性」に係る試験計画(1/2)

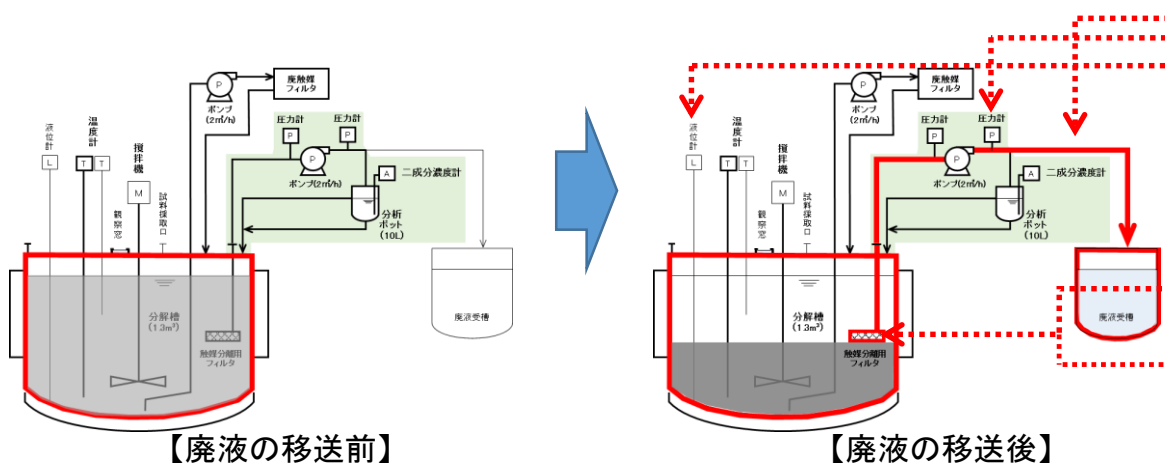
フロー	試験項目・内容
<pre> graph TD     A["(1) 水の投入"] --&gt; B["(2) 触媒の投入"]     B --&gt; C["(3) 模擬廃液の投入※"]     C --&gt; D["(4) 攪拌"]     D --&gt; E["(5) 昇温"]     E --&gt; F["(6) 還元剤の供給※ (分解反応開始)"]     F --&gt; G["(7) 模擬廃液の移送"]     G --&gt; H["(8) 触媒の回収"]           </pre> <p>※ケミカル試験時のみ</p>	<p><b>①廃液の移送処理の確認、保守性の確認</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>硝酸根分解処理後に、触媒分離用フィルタを用いて廃液の移送処理を行い、触媒分離用フィルタが目詰まりせずに移送処理が行えることを確認する。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 観察窓から廃液の移送処理中の廃触媒の挙動及び廃触媒分離用フィルタの吸い込み状況を目視確認する。</li> <li>⇒ 分解槽と廃液受槽の液位計から液位変化の経時データを取得する。</li> <li>⇒ 実機の運転監視情報の参考として、移送処理中のポンプの前後圧力の経時データを取得する。</li> </ul> </li> <li>・<u>万一フィルタが目詰まりした際の対処法やフィルタの交換方法等の保守について確認する。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ フィルタが目詰まりした場合を想定し、逆洗処理を行い、目詰まりが解消されることを確認する。</li> <li>⇒ 逆洗処理で目詰まりが解消されない場合を想定し、分解槽の上部を開口し、内部を直接保守できることを確認する。</li> <li>⇒ 廃液中に含まれる不純物の影響も視野に、一般産業界における目詰まりの除去方法について調査を行い、その方法の有効性について確認する。</li> </ul> </li> </ul>
	<p><b>②触媒交換時の動作確認</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>廃液の移送処理後に、槽内の廃触媒の抜き出し処理が行えることを確認する。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 観察窓から槽内の廃触媒の抜き出し状況を目視確認する。</li> <li>⇒ 廃触媒フィルタにほぼ全量が抜き出せ、廃触媒フィルタで廃触媒と廃液が分離できることを確認する。</li> </ul> </li> </ul>

(c)「不具合が発生せず」に安定的に連続運転できること、保守性」に係る試験計画(2/2)

試験手順

(7) 模擬廃液の移送

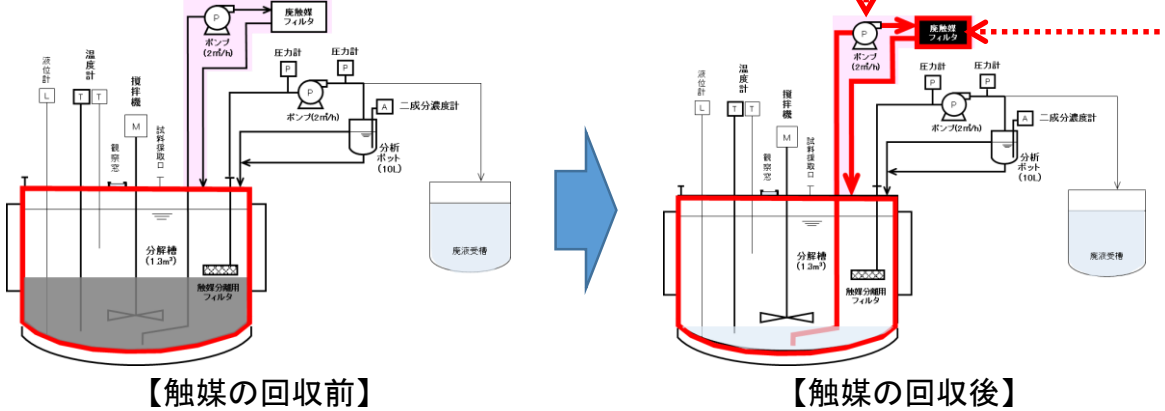
触媒分離用フィルタを用いて硝酸根分解後の廃液と触媒を分離し、フィルタを目詰まりさせずに廃液のみを移送できることを確認する。⇒①廃液の移送処理の確認、保守性の確認



- 【手順】
- 1) 硝酸根分解処理後に、触媒分離用フィルタを用いて槽内に触媒を留めたまま、廃液だけを移送
  - 2) フィルタを目詰まりさせずに廃液のみを移送できることを確認
    - ・液位の確認
    - ・移送時の圧力データの取得
    - ・フィルタへの堆積状況を目視確認
  - 3) フィルタが目詰まりした場合を想定し、逆洗・交換による保守が可能であることを確認

(8) 触媒の回収

性能が低下した廃触媒の交換を想定して、ポンプを用いて触媒を槽内から拔出し及び回収できることを確認する。⇒②触媒交換時の動作確認



- 【手順】
- 1) 槽内に保持している触媒を拔出して、廃触媒フィルタを用いて触媒を回収
  - 2) 廃触媒フィルタで廃触媒と廃液を分離できることを確認
    - ・フィルタへの堆積状況を目視確認

## 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

## 【概要】

## 1. TVF の状況

- 3号溶融炉への更新の準備作業として、解体場にて残留ガラス除去装置等の解体作業及び廃棄物の詰替え作業を継続中。
- 解体作業と併行して実施している高経年化対策のうち、両腕型マニプレータのコードリールの交換については、5月12日をもって完了した。その後、両腕型マニプレータのコードリールの交換に使用した治具等の搬出と、本年2月に停止したインセルクーラファンの電動機ユニットの交換作業を実施中。
- なお、交換した両腕型マニプレータのコードリールが高線量であることから人手でなく遠隔解体が必要なこと、交換するインセルクーラファンも解体が必要であることから、これら追加の遠隔解体に3～4ヵ月程度要する見込みであり、工程遅延の可能性が高い状況。工程組み換え等によりリカバリーに努めている。

## 2. 3号溶融炉の製作状況

- 3月6日から4月11日にかけて、溶融炉の基本性能(ガラスの加熱/溶融性、流下開始/停止性)の確認を目的に、モックアップ試験棟においてガラスカレットを用いた試験を実施し、加熱、溶融、流下に係る溶融炉の基本性能を満足していることを確認した。
- 4月10日～11日にかけて、ドレンアウト後の溶融炉内構造物(レンガ、電極)の健全性を確認するための炉内観察を実施した。炉内ガラスはほぼ全量抜き出され、炉底の底部電極が確認できている。また、電極や耐火レンガ等に有意な損傷は見られず、健全であることを確認している。
- 今後は、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。

令和 5年 6月 ●日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

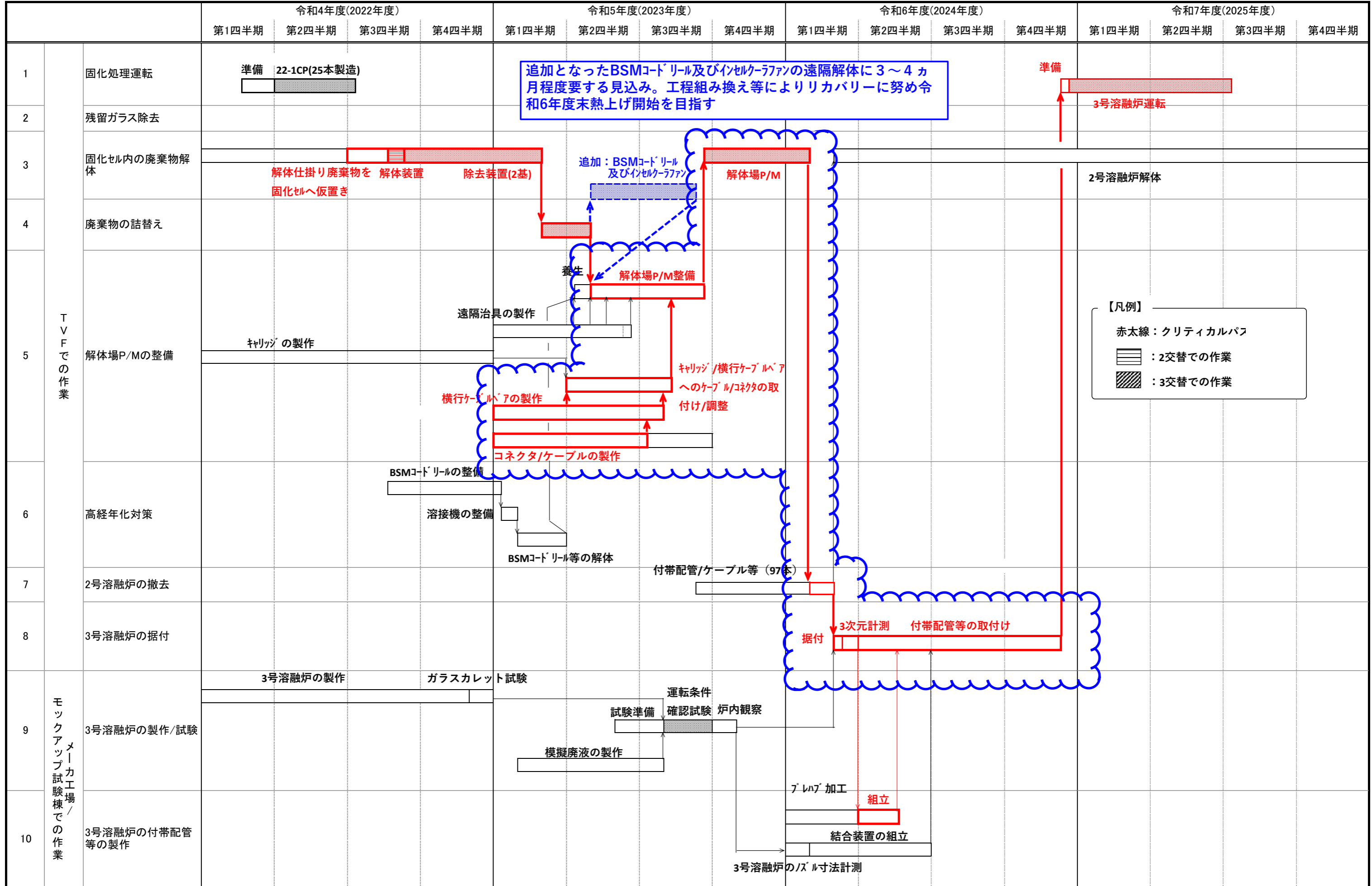


## 1. TVF の状況

TVF は、令和 6 年度末熱上げ開始を目指し、現在、3 号溶融炉の固化セル内搬入に向け、固化セル内の高放射性固体廃棄物の解体作業、高経年化設備の更新作業を進めている。

- (1) 3 号溶融炉への更新の準備作業として、解体場にて残留ガラス除去装置等の解体作業及び廃棄物の詰替え作業を継続中。
- (2) 解体作業と併行して実施している高経年化対策のうち、固化セル内に設置している両腕型マニプレータ(BSM)の部品交換(コードリール整備)を除染セルにて直接保守(人手)で行っているが、過去に実施した溶融炉内の残留ガラス除去作業等の影響により、交換予定のコードリール周辺が想定以上に汚染しており(過去の実績を上回る高線量)、被ばく低減、汚染拡大防止への追加の対策が必要となり、交換作業に時間を要したが、5 月 12 日をもって完了した。
- (3) その後、本年 2 月に停止したインセルクーラファンの電動機ユニットの交換作業を実施し、昨年度停止したインセルクーラファンの電動機ユニットの使用前自主検査も併せて受検し、合格をもって復旧予定(6 月中旬予定)。
- (4) 交換した両腕型マニプレータのコードリールが高線量であることから人手でなく遠隔解体が必要なこと、交換したインセルクーラファンも解体・廃棄が必要であることから、これら追加の遠隔解体に 3~4 ヶ月程度要する見込みであり、工程遅延の可能性が高い状況。工程組み換え等によりリカバリーに努めている。
- (5) なお、クリティカルパスではないが、整備した BSM とは別の BSM 旋回台に設置している ITV カメラ映像に不調の兆候が認められ、ケーブル/コネクタ等の点検整備をインセルクーラファンの交換作業と併せて追加で実施する。

### 3号熔融炉への更新スケジュール



## 2. 3号溶融炉の製作状況

ガラス固化技術開発施設(TVF)では、令和6年度末からの熱上げ開始に向け、3号溶融炉の製作を進めてきた。

令和5年3月6日から4月11日にかけて、溶融炉の基本性能(ガラスの加熱/溶融性、流下開始/停止性)の確認を目的に、モックアップ試験棟においてガラスカレット\*1を用いた試験を実施した。

\*1 ガラス固化体中の放射性廃棄物成分を非放射性同位元素に置き換えることで、実際の廃棄物を含むガラスの物性を模擬したガラス(ただし、FP成分である白金族元素は非含有)

## 2.1 ガラスカレット試験の概要

### (1) 試験期間(表-1 参照)

令和5年3月6日 ~ 令和5年4月11日

※熱上げ開始から炉内観察までを試験期間とする。

### (2) 試験場所

核燃料サイクル工学研究所 モックアップ試験棟

### (3) 試験内容(表-2 参照)、主な確認項目

#### ① 熱上げ試験

溶融炉内にガラスカレットを供給し、間接加熱装置で熱上げを開始した後、電極間通電に移行しさらに加熱し、加熱時の状態を確認する。

確認項目:熱上げ時の昇温性、電極間通電確認や温度計の作動性

#### ② カレット溶融試験

約50kg\*2の部分流下を複数回行い、流下操作時の状態を確認する。

\*2 通常の流下1回当たりの流下重量:約300kg(ガラス固化体1本分)

確認項目:炉内温度分布(補助電極温度 $820^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ )、ガラス液位、炉底低温運転からの加熱条件(流下開始条件:底部電極温度 $745^{\circ}\text{C}$ 以上)、溶融機能(ガラス温度 $1100^{\circ}\text{C}\pm 50^{\circ}\text{C}$ 程度)、流下機能(流下開始から流速50kg/hまでの所要時間:10分以内目安)

#### ③ ドレンアウト(炉内ガラスの全量拔出し)試験

炉内のガラス(固化体3本分)を全量流下し、流下時の状態を確認する。

確認項目:ドレンアウトに伴う液位低下に対応した流下条件

#### ④ 炉内観察

炉を冷却後、炉内の状態を観察する。

確認項目:炉内構造物(レンガ、電極)の健全性

## 2.2 試験結果

本試験では、以下に示す通り、各確認項目の確認結果を評価し、2号溶融炉と同様の運転パラメータ(溶融条件、炉底低温運転からの加熱条件、流下条件等)により、設定した判定基準を満足した運転が可能であり、3号溶融炉の基本性能を満足していることを確認した。

### ① 熱上げ試験(図-1 参照)

- ✓ ガラス固化体約2本分\*3のガラスカレットを溶融炉内に投入し、3月6日15:01、間接加熱装置の起動を以って、熱上げを開始した。
  - \*3 炉内の溶融ガラス液位が、主電極上端となるガラス重量
- ✓ 間接加熱による炉内各部の昇温に伴い、各電極間の通電が行えることを順次確認、3月21日16:14に全ての通電確認完了を以って、熱上げを完了した。
  - ・主電極間通電 :3月18日10:11 通電確認完了
  - ・主電極-コモンプローブ間通電 :3月20日5:38 通電確認完了
  - ・補助電極間通電 :3月21日12:22 通電確認完了
  - ・主電極-流下ノズル間通電 :3月21日16:14 通電確認完了
- ✓ 熱上げ期間中において、各温度計(主電極、補助電極、底部電極、ガラス温度等)が正常に作動し、各部の温度上昇に異常がないことを確認した。
- ✓ 今回、熱上げ開始から主電極間通電確認完了までに要した期間は、約11.8日であり、現行溶融炉(2号溶融炉)の平成15年5月における築炉後の最初の熱上げ時の所要期間(約10.3日)に比較して期間を要しており、次回運転条件確認試験(令和5年第3四半期)の結果を踏まえて、熱上げ期間を設定する。

### ② カレット溶融試験

- ✓ 3月22日から3月26日にかけて、運転パラメータを調整しながら約50kg/回の部分流下を計5回実施した。
  - ・部分流下1回目:3月22日15:02~15:24(流下重量:56.7kg)
  - ・部分流下2回目:3月23日14:23~14:50(流下重量:51.4kg)
  - ・部分流下3回目:3月24日13:23~13:58(流下重量:47.3kg)
  - ・部分流下4回目:3月25日10:13~10:48(流下重量:46.6kg)
  - ・部分流下5回目:3月26日10:03~10:47(流下重量:56.8kg)
- ✓ 主電極間電力を39kWに一定に維持(2号溶融炉の運転条件)することで、ガラスの溶融状態(ガラス温度:1100°C±50°C程度)を維持できることを確認した。(図-2 参照)

- ✓ また、主電極、底部電極の強制空冷量、補助電極間電流を調整し、白金族元素の炉底への沈降・堆積を抑制するための炉底低温運転(補助電極温度:  $820^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (補助電極中央の高さにおけるガラス温度  $850^{\circ}\text{C}$ 相当))が行えることを確認した。(図-2 参照)
- ✓ 流下操作については、炉底低温運転の状態から、流下開始予定の5時間前(2号熔融炉の作動試験の実績)から補助電極間通電及び主電極-流下ノズル間通電により炉底部を加熱し、2号熔融炉に適用している流下ノズルの加熱を開始するための温度条件(底部電極温度  $720^{\circ}\text{C}$ 以上)まで昇温できることを確認した。(図-3 参照)
- ✓ 上記の炉底部加熱後、流下ノズルの高周波加熱により、2号熔融炉に適用している流下を開始するための温度条件(底部電極温度  $745^{\circ}\text{C}$ 以上)まで昇温し、流下を開始することができた。流下においては、流下速度の立ち上がり<sup>\*5</sup>及び流下ノズル先端付近における流下ガラスの状況から安定した流下が行えていることを確認した。(図-3 参照)

\*5 流下開始から流下速度  $50\text{kg/h}$  までの所要時間  
: (10分以内の目安に対し)3~4分

- ✓ 通常の流下停止時操作として、流下ノズルの加熱を停止し、流下ノズルの強制空冷を行うことで、流下が停止することを確認した。また、流下ノズル加熱電力の調整により流下速度を制御し、流下停止操作を開始してから流下が停止するまでに流下するガラス重量を調整できることを確認した。
- ✓ 炉内へのガラスカレットの追加供給によるガラス液位の上昇に伴い、レベラー槽内に設置されたガラス液位計(電気抵抗式)が正常に作動し、流下操作に必要となるガラス液位が検知できることを確認した。

### ③ ドレンアウト試験(図-4 参照)

- ✓ 3月27日から3月29日にかけて、ドレンアウト(炉内ガラスの全量拔出し: ガラス固化体3本分の流下)を実施した。
  - ・1本目の流下: 3月27日 14:13~16:22 (流下重量:  $309.2\text{kg}$ )
  - ・2本目の流下: 3月28日 14:23~16:05 (流下重量:  $294.6\text{kg}$ )
  - ・3本目の流下: 3月29日 1:10~ 2:48 (流下重量:  $263.8\text{kg}$ )
- ✓ ドレンアウトにおいては、間接加熱装置を併用し、液位低下に伴うガラス温度の低下を抑制するとともに、主電極表面の露出に伴う通電面積の減少に応じて主電極間電力を下げることにより、電極の溶損を防止しつつ、炉内ガラスをほぼ全量、拔出せることを確認した。

#### ④ 炉内観察(図-5 参照)

- ✓ 3月29日のドレンアウト完了後、同日5:34に3号溶融炉の全ての加熱電源を停止し、放冷を行った後、4月10～11日に炉内観察を行った。
- ✓ 観察の結果、以下の通り、炉内構造物(レンガ、電極)の健全性に問題がないことを確認した。

・耐火レンガ(接液部、気相部、発熱体遮蔽レンガ)

有意な割れ、欠け<sup>\*6</sup>、ズレ、目地部の開きがないことを確認。

<sup>\*6</sup> 気相部耐火レンガに一部欠けが確認されたが、耐火レンガ使用初期の熱膨張・熱収縮により生じたものであり、今後の溶融炉の運転に伴い欠損が拡大するものではない。

・電極(主電極、補助電極、底部電極)

溶損等の損傷がないことを確認。

- ✓ 炉内観察と合わせて流下ノズルの位置計測を実施し、ガラスカレット試験前の位置に比べ、築炉後最初の運転に伴う耐火レンガの熱膨張・熱収縮により、主電極A側に1mm水平移動していることを確認した。また、流下ノズルの傾きについては、2号溶融炉における流下ノズルと加熱コイルの接触に伴う流下停止事象の対策として講じたインナーケーシングの対称構造化により、傾きが生じていないことを確認した。3号溶融炉用の加熱コイルの組立は、運転条件確認試験後の計測結果を踏まえて実施する。

### 2.3 今後の対応

今回のガラスカレット試験において2号溶融炉と同様の運転パラメータにより運転が可能であり、溶融炉の基本性能を満足していることを確認できたことから、今年度の第3四半期に予定している模擬廃液を用いた運転条件確認試験に向けて模擬廃液の手配等の準備を進める。

運転条件確認試験においては、白金族元素を含む模擬廃液を使用し、3号溶融炉の実際の運転に用いる炉底低温運転等の条件の確認を行うとともに、白金族元素の堆積管理指標や検知方法の改善に向けたデータ取得を行う。

また、TVFにおいては、2号溶融炉の撤去作業として、今年度の第3四半期より2号溶融炉の付帯配管等の撤去作業に着手する予定である。

以上

表-1 試験スケジュール(実績)

	令和5年3月														令和5年4月																											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金
交替勤務期間	← 4班3交替 →																																									
(1) 熱上げ試験	—————																																									
(2) カレット熔融試験															—————																											
(3) ドレンアウト試験															—————																											
(4) 放冷															—————																											
(5) 炉内観察 (周辺機器取り外し含む)																			—————																							



写真-1 3号熔融炉設置状況

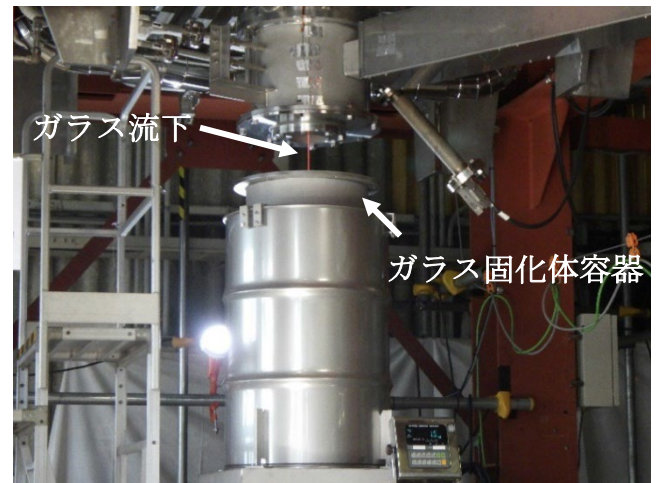
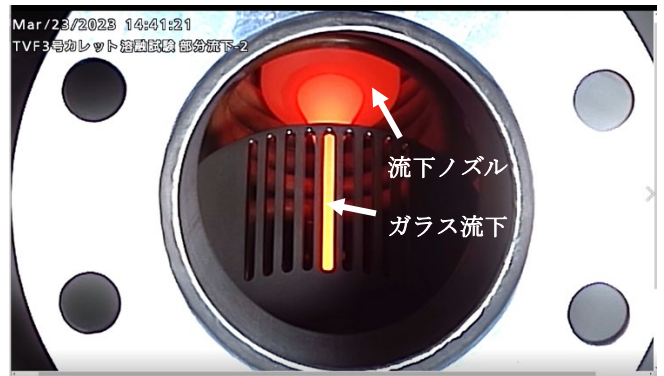


写真-2 カレット熔融試験の状況 (3/23)



表-2 試験内容

試験項目	(1) 熱上げ試験	(2) カレット熔融試験	(3) ドレンアウト試験
<p>試験イメージ</p>	<p>炉内へガラスカレットを投入 → 間接加熱装置によりガラスを加熱・熔融 → 電極間通電確認</p>	<p>流下前の炉底加熱条件確認 → 流下条件確認 → 炉底低温運転条件確認</p> <p>(部分流下を複数回実施)</p>	<p>ドレンアウト1 (1本目流下開始時) → ドレンアウト2 (2本目流下開始時) → ドレンアウト3 (3本目流下開始時)</p>
<p>主な試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガラスカレット(固化体2本分)を炉内に投入した状態で間接加熱装置を起動し、徐々に炉内を昇温し通電可能な状態までガラスを熔融した後、各電力間通電の確認を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉内のガラス保有量が固化体3本分となるようにガラスカレットを追加投入した後、50 kg程度の部分流下を複数回実施し、炉底加熱条件、流下ノズル加熱条件、流下停止条件の確認、調整を行う。</li> <li>ガラスの加熱に必要な主電極間通電電力量を確認するとともに、炉底低温運転時の補助電極温度及び補助電極間電流を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉内ガラスを全量拔出す(ドレンアウト)ため、3バッチの流下を行う。</li> <li>流下に伴い電極が熔融ガラス面から露出するため、電極の電流密度制限を考慮しつつ各電極間通電電流を減少させ、最終的に通電を停止する。</li> </ul>



ガラスカレットの外観  
(粒径: 1~5 mm 程度)



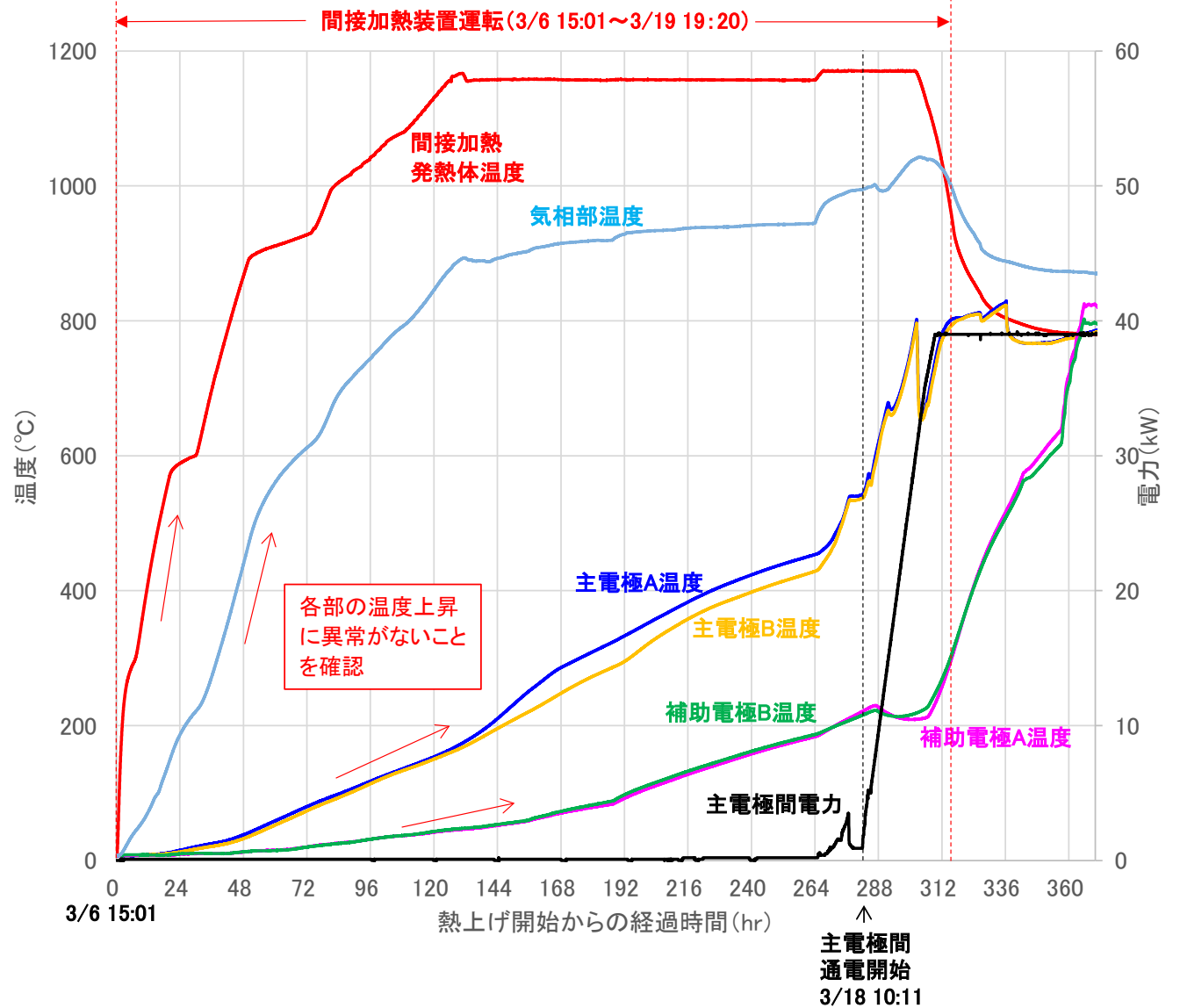
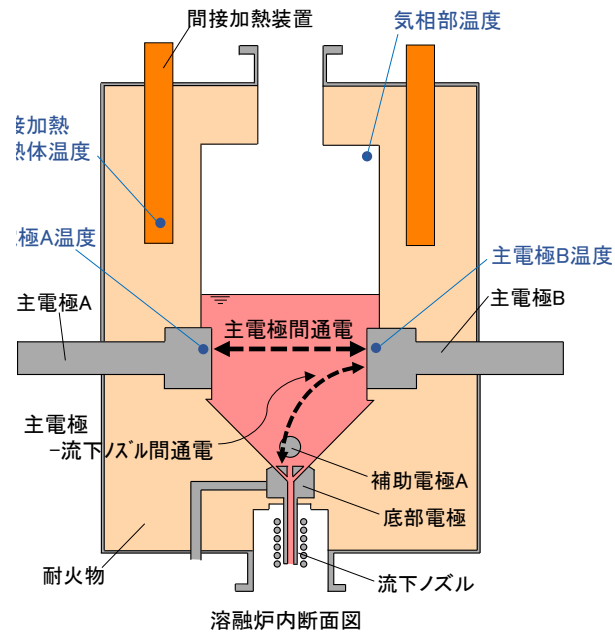
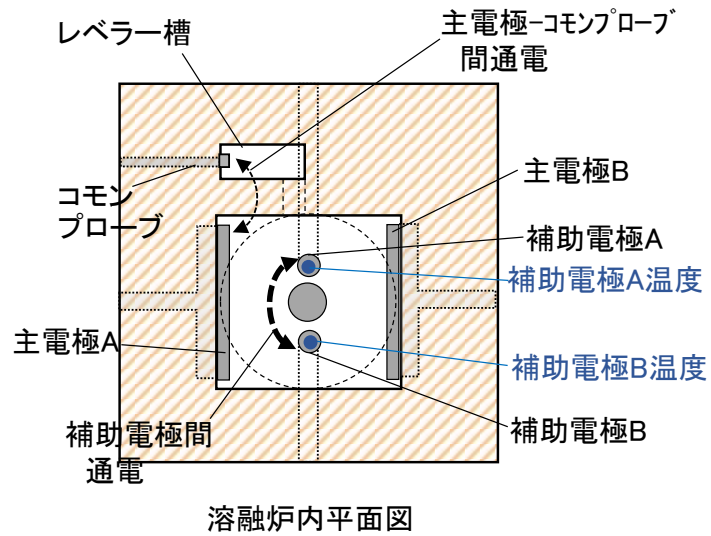
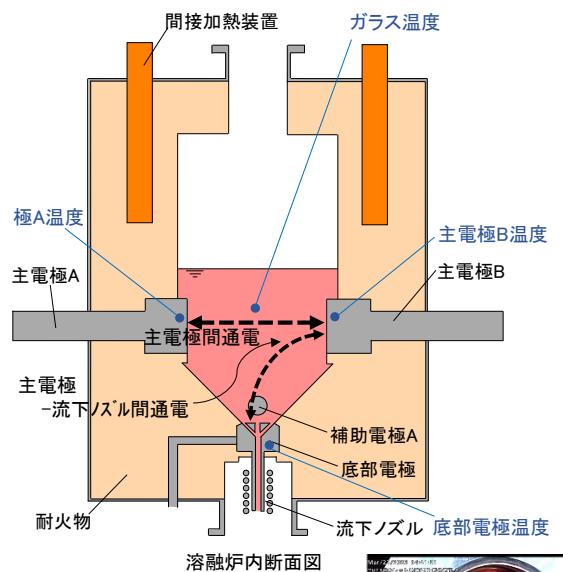
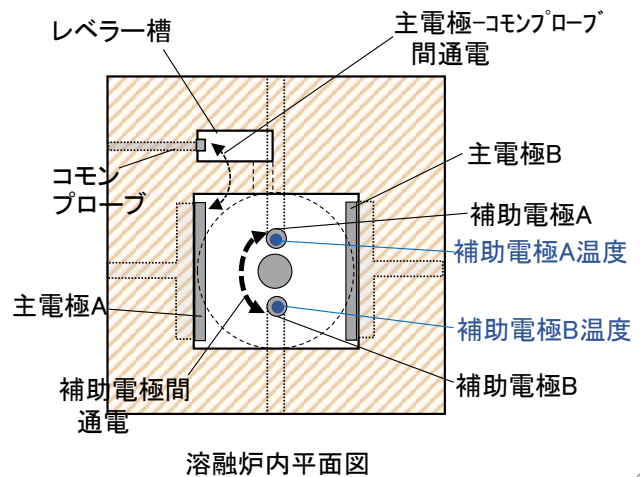
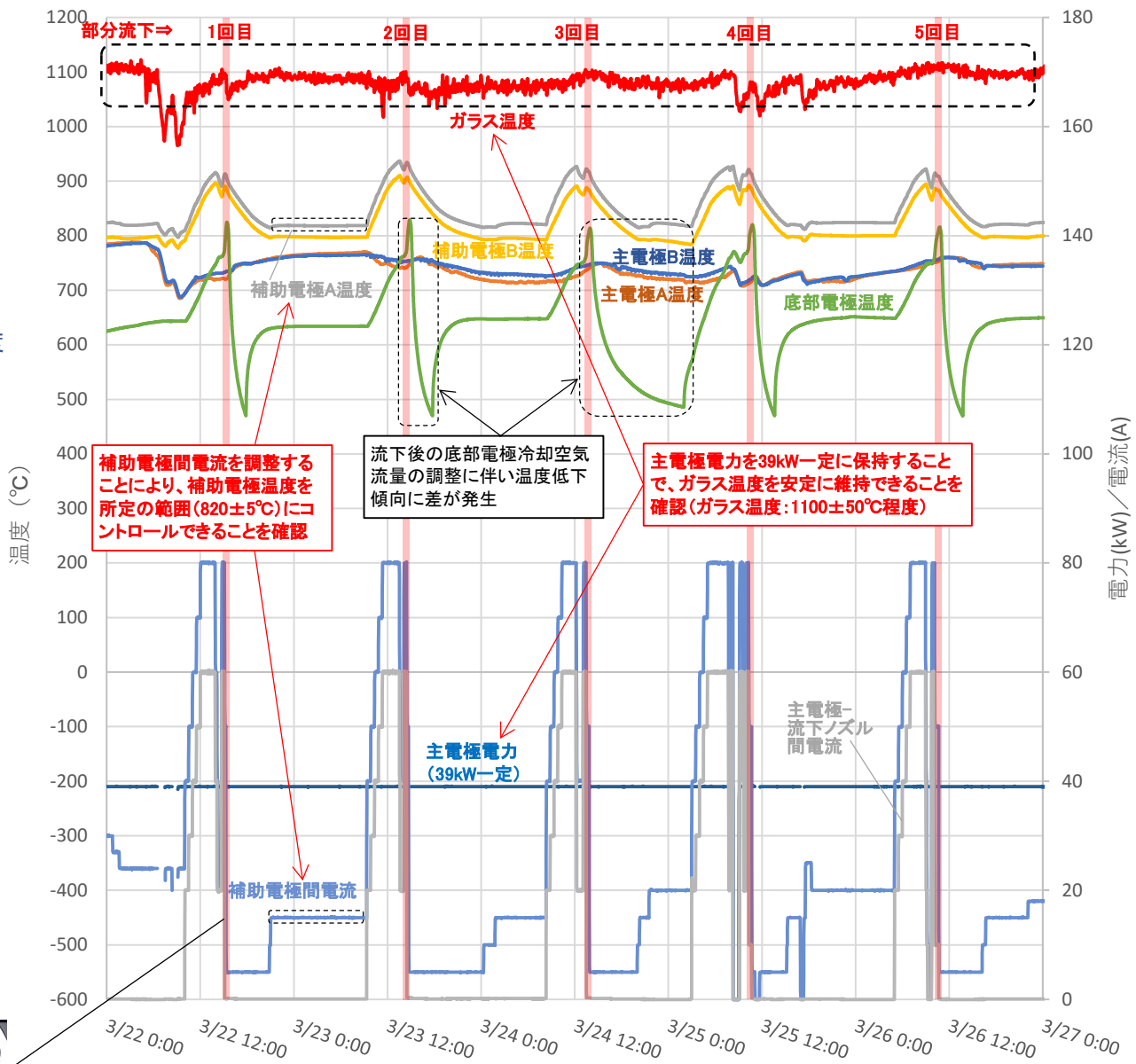


図-1 熱上げ試験における温度等の変化



部分流下中のガラスの流下状況



補助電極間電流を調整することにより、補助電極温度を所定の範囲(820±5°C)にコントロールできることを確認

流下後の底部電極冷却空気流量の調整に伴い温度低下傾向に差が発生

主電極電力を39kW一定に保持することで、ガラス温度を安定に維持できることを確認(ガラス温度:1100±50°C程度)

図-2 カレット溶融試験における温度等の変化

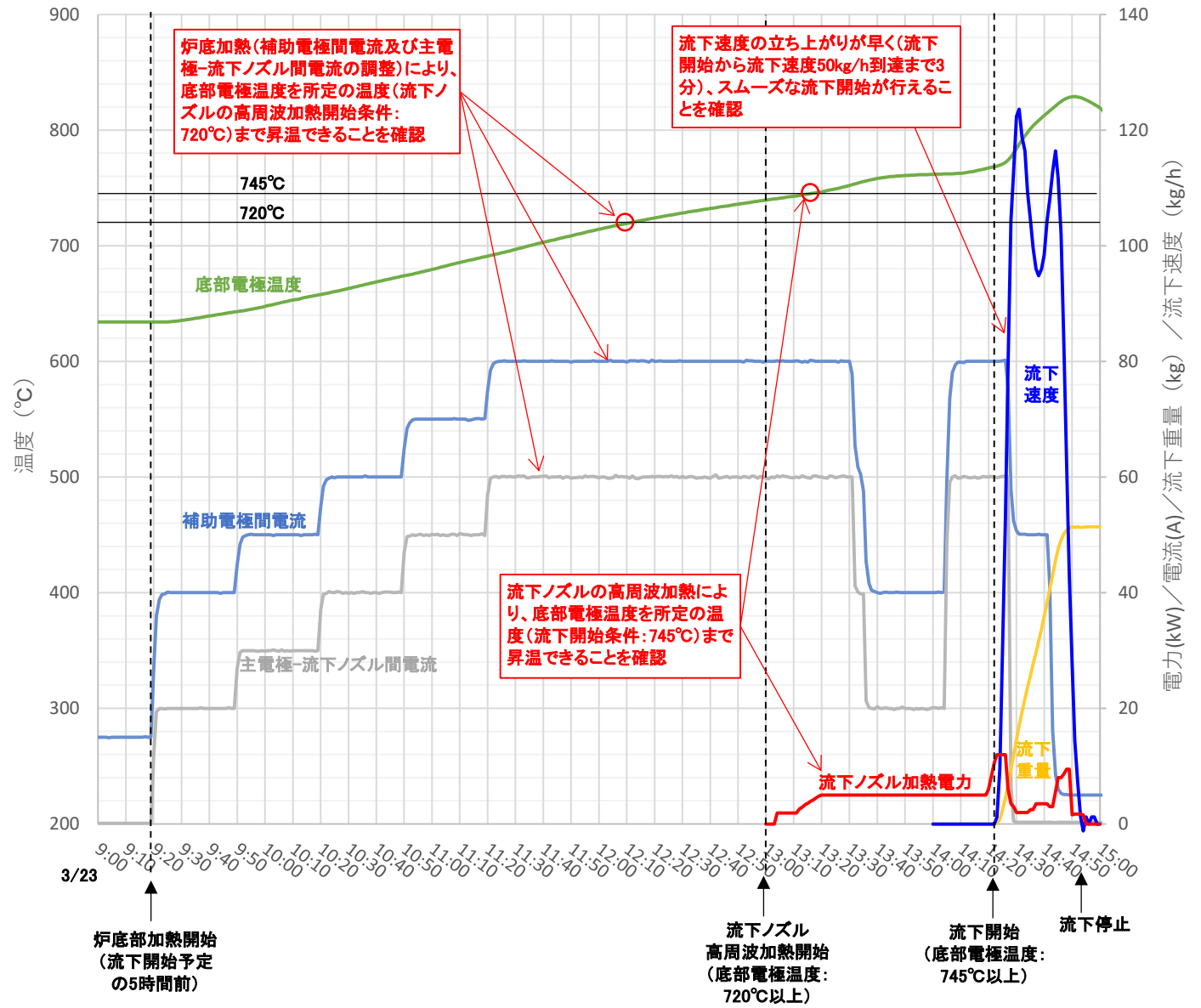
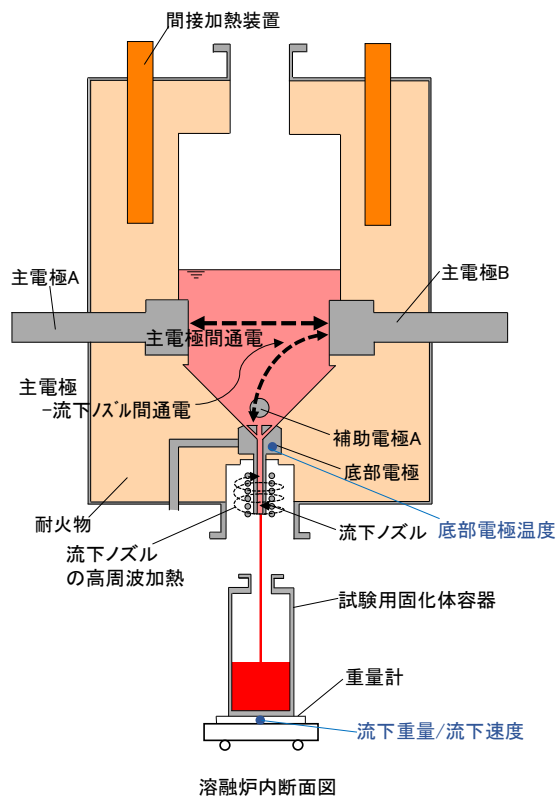
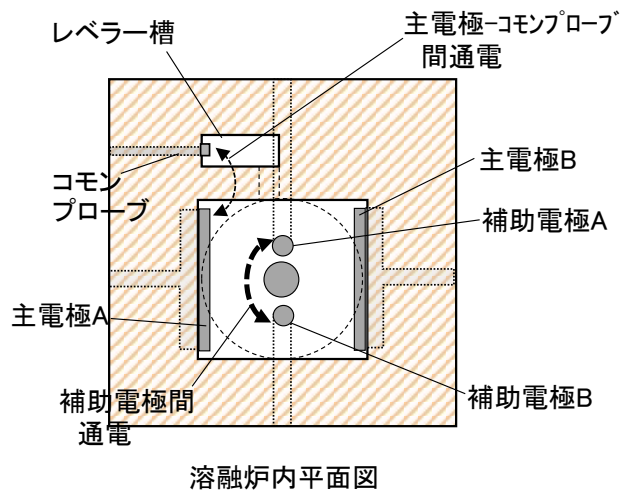
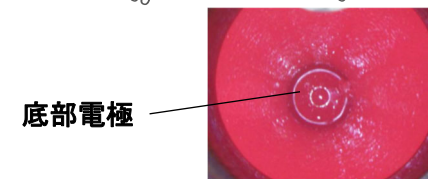
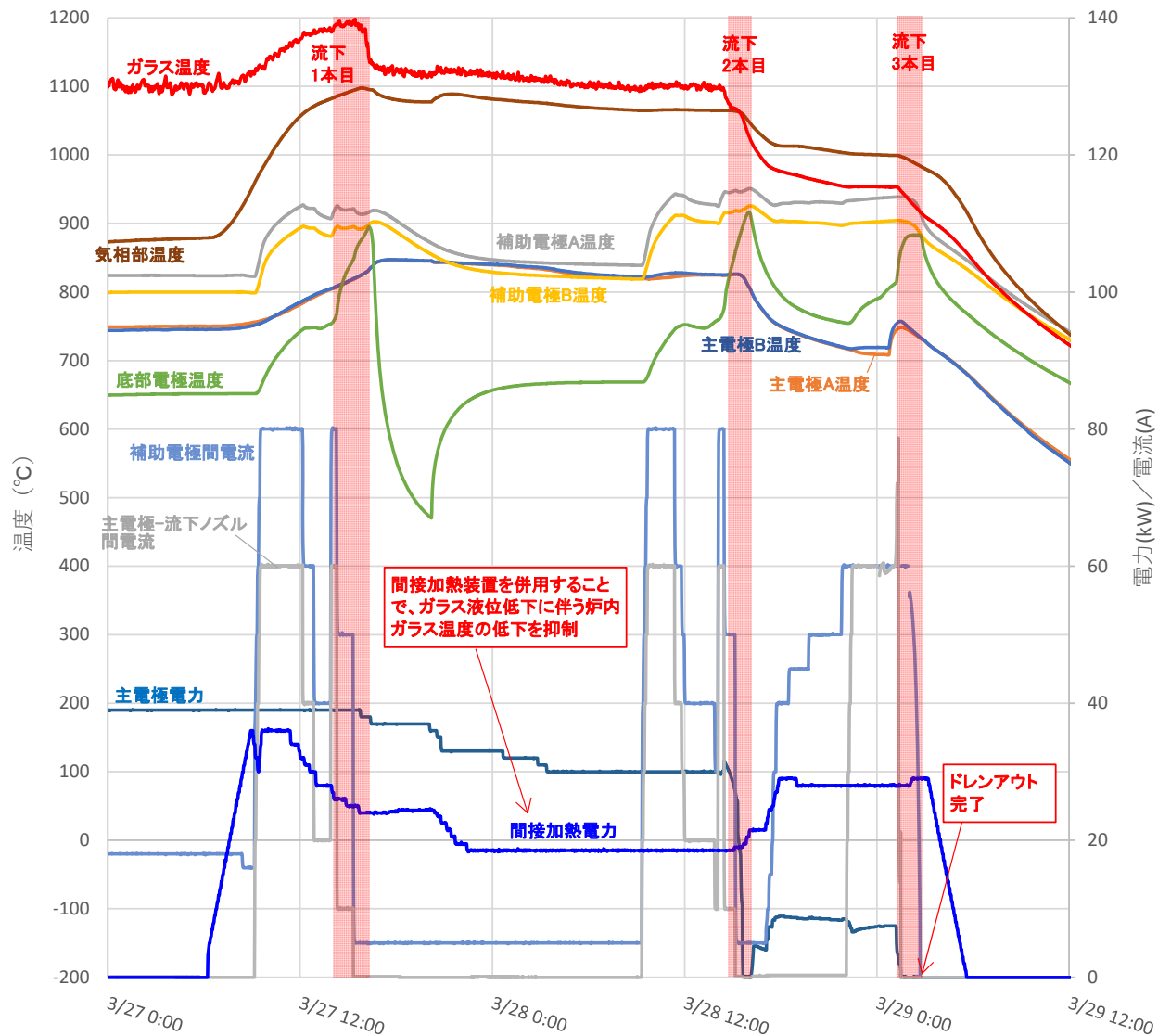
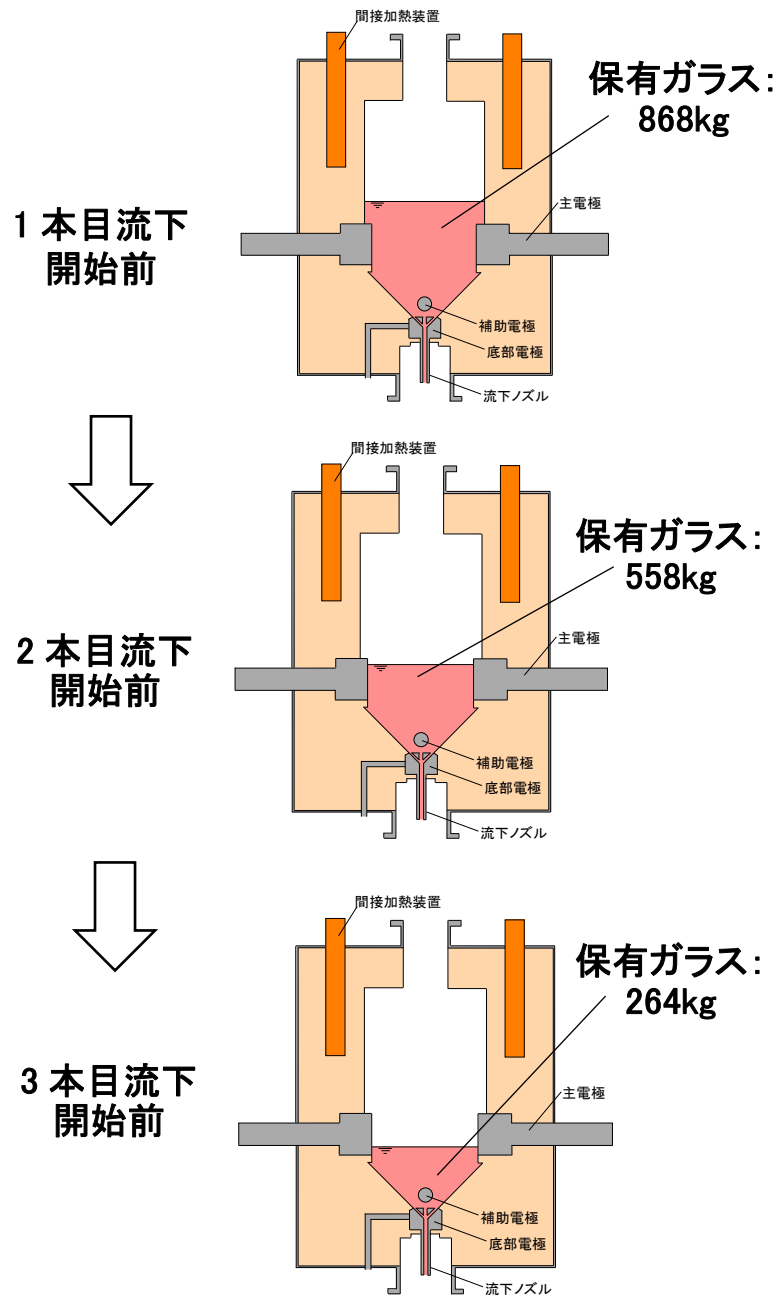


図-3 カレット溶融試験における部分流下(2回目)の実績



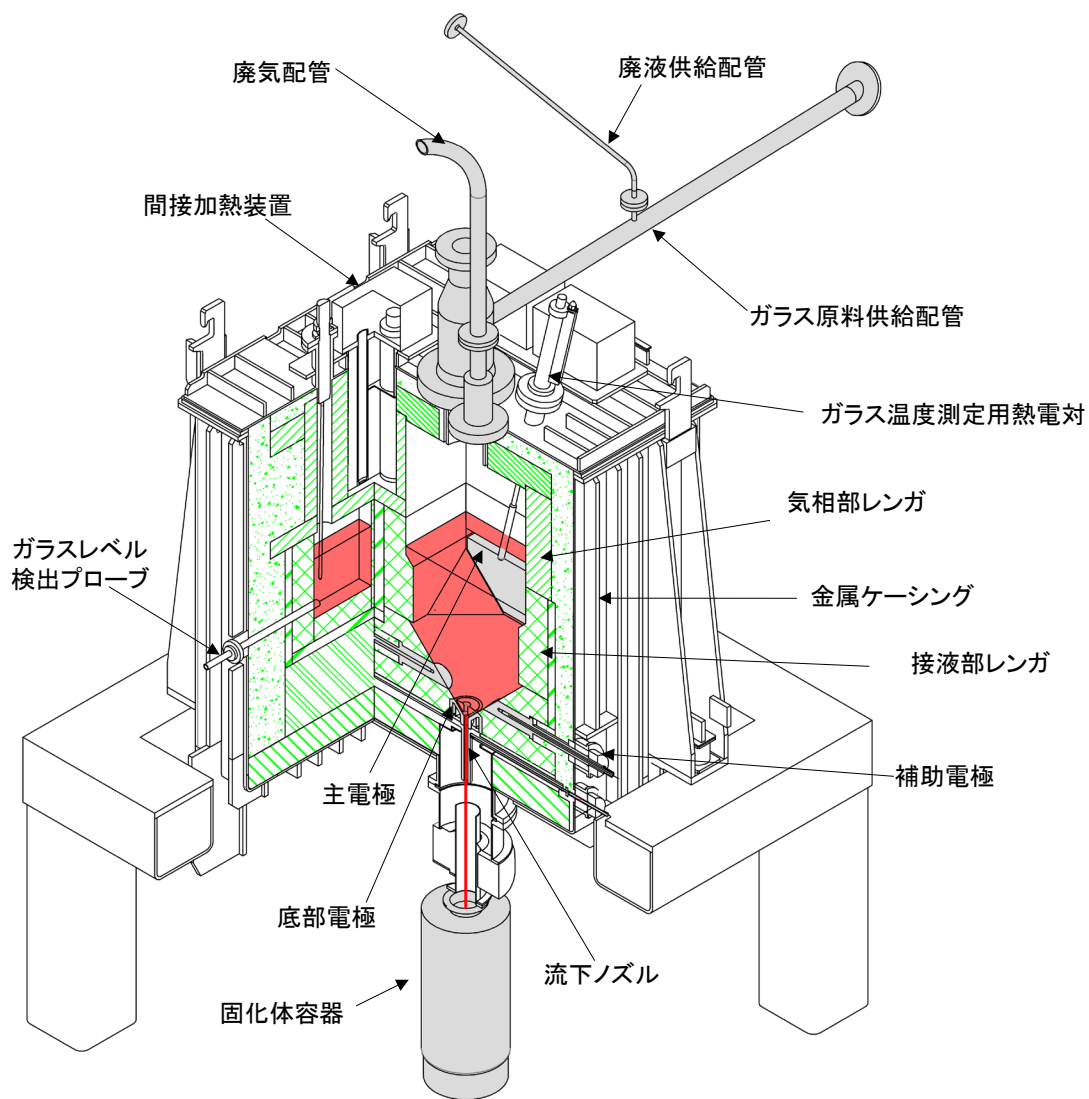
ドレンアウト完了時の炉内状況

図-4 ドレンアウト試験における温度等の変化





図-5 炉内観察結果



3号溶融炉の鳥瞰図

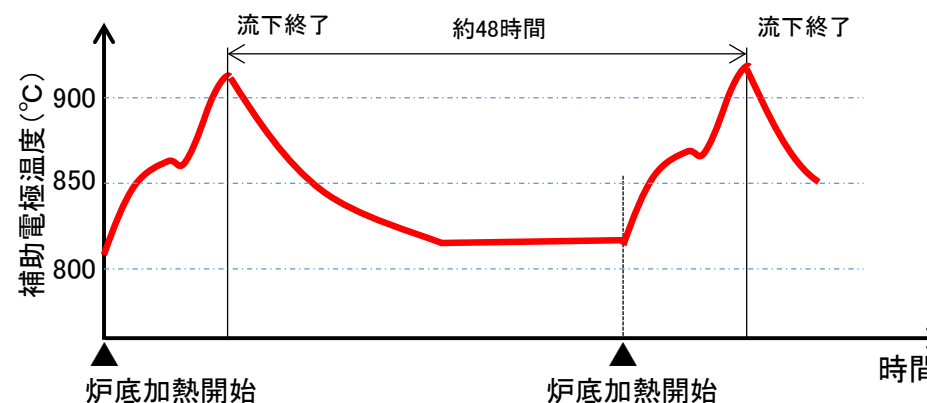
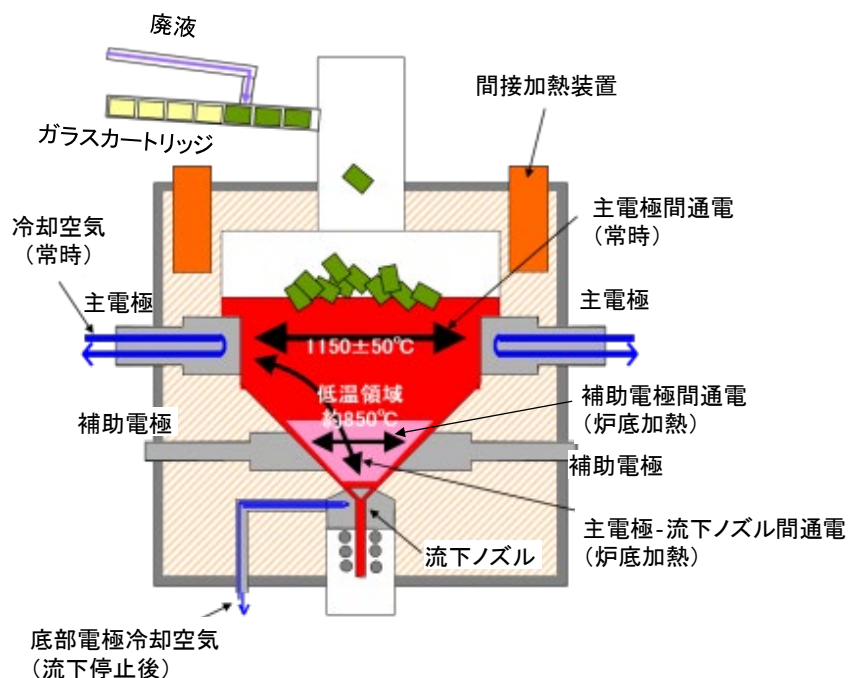


令和4年2月28日第64回東海再処理施設  
安全監視チーム会合資料一部改訂

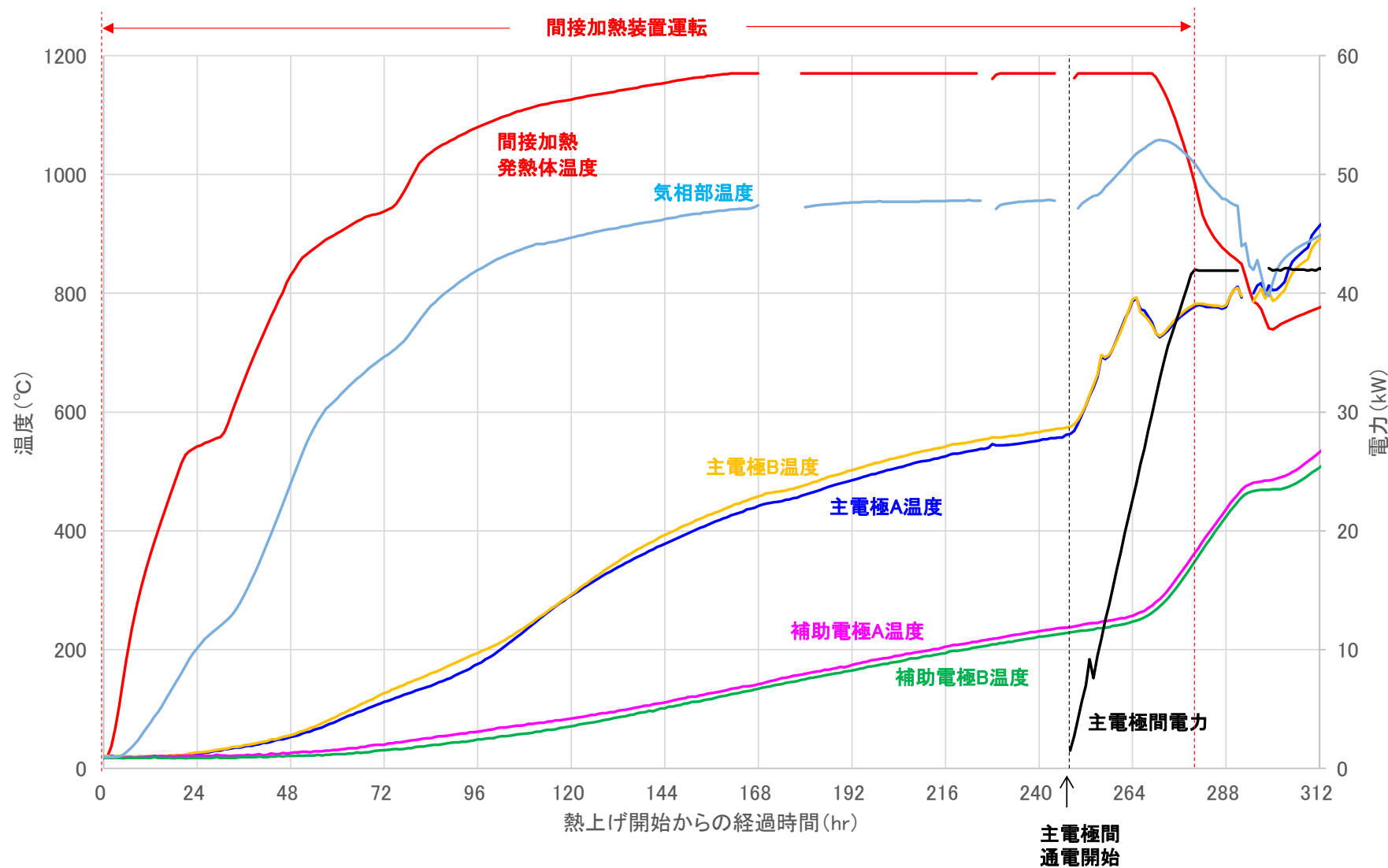
- 溶融炉底部のガラス温度を低温に維持することで、ガラスの粘性を増加させ、白金族元素粒子の沈降を抑制する(炉底低温運転)

## 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。

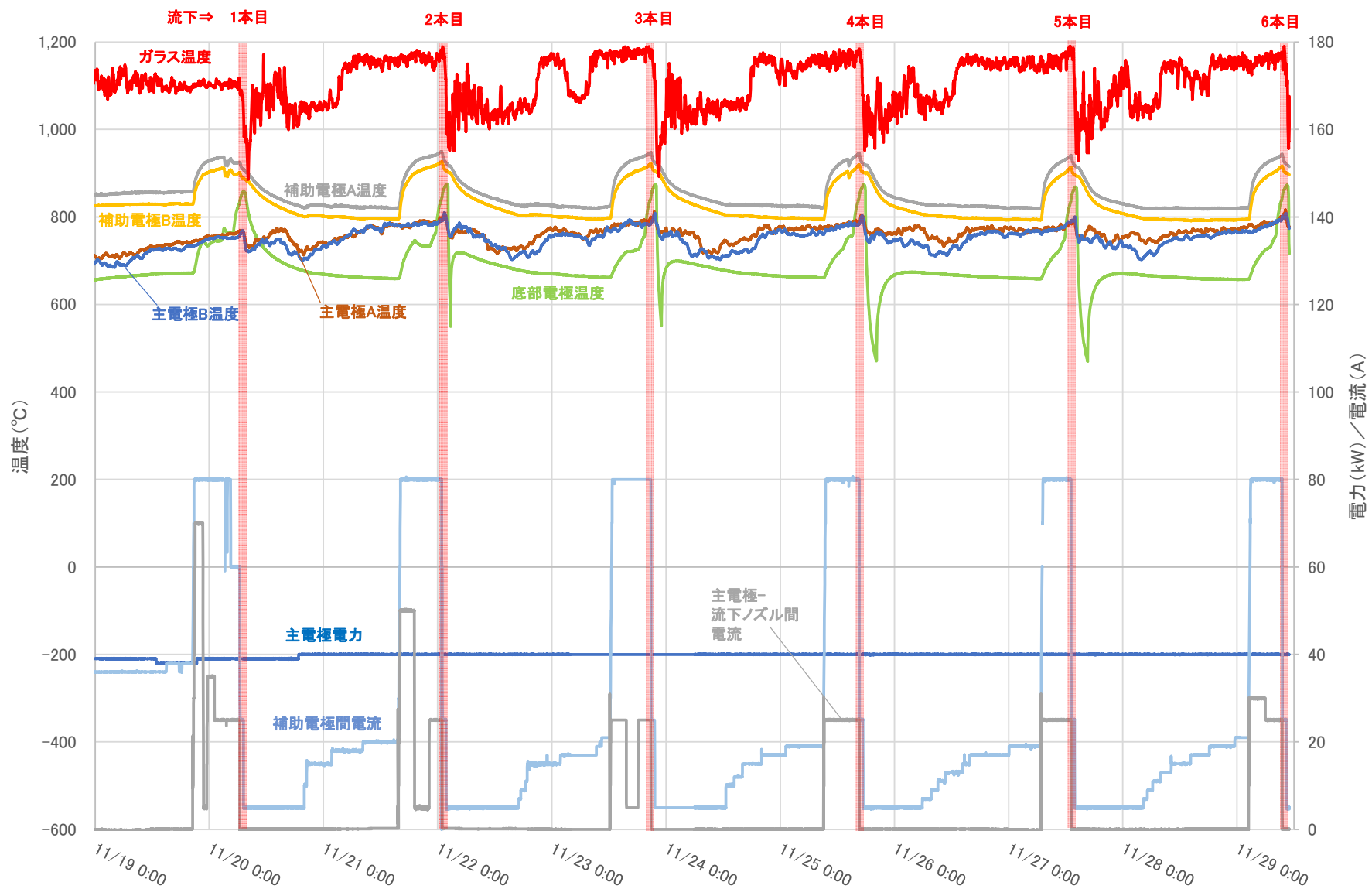


溶融炉運転時の溶融炉底部の温度変化(イメージ)

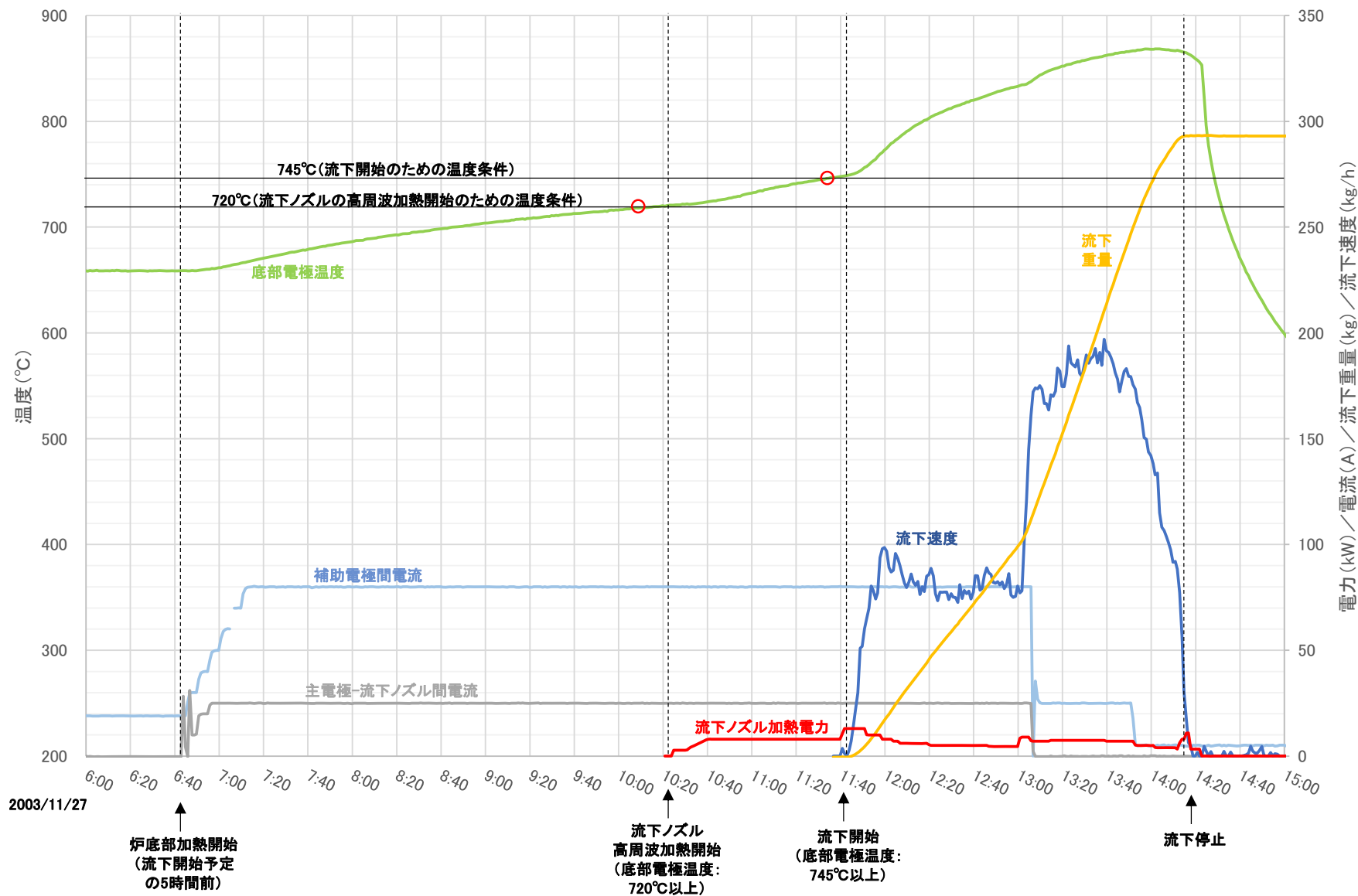


現行溶融炉(2号溶融炉)の築炉後の最初の熱上げ時(平成15年5月)における温度等の変化

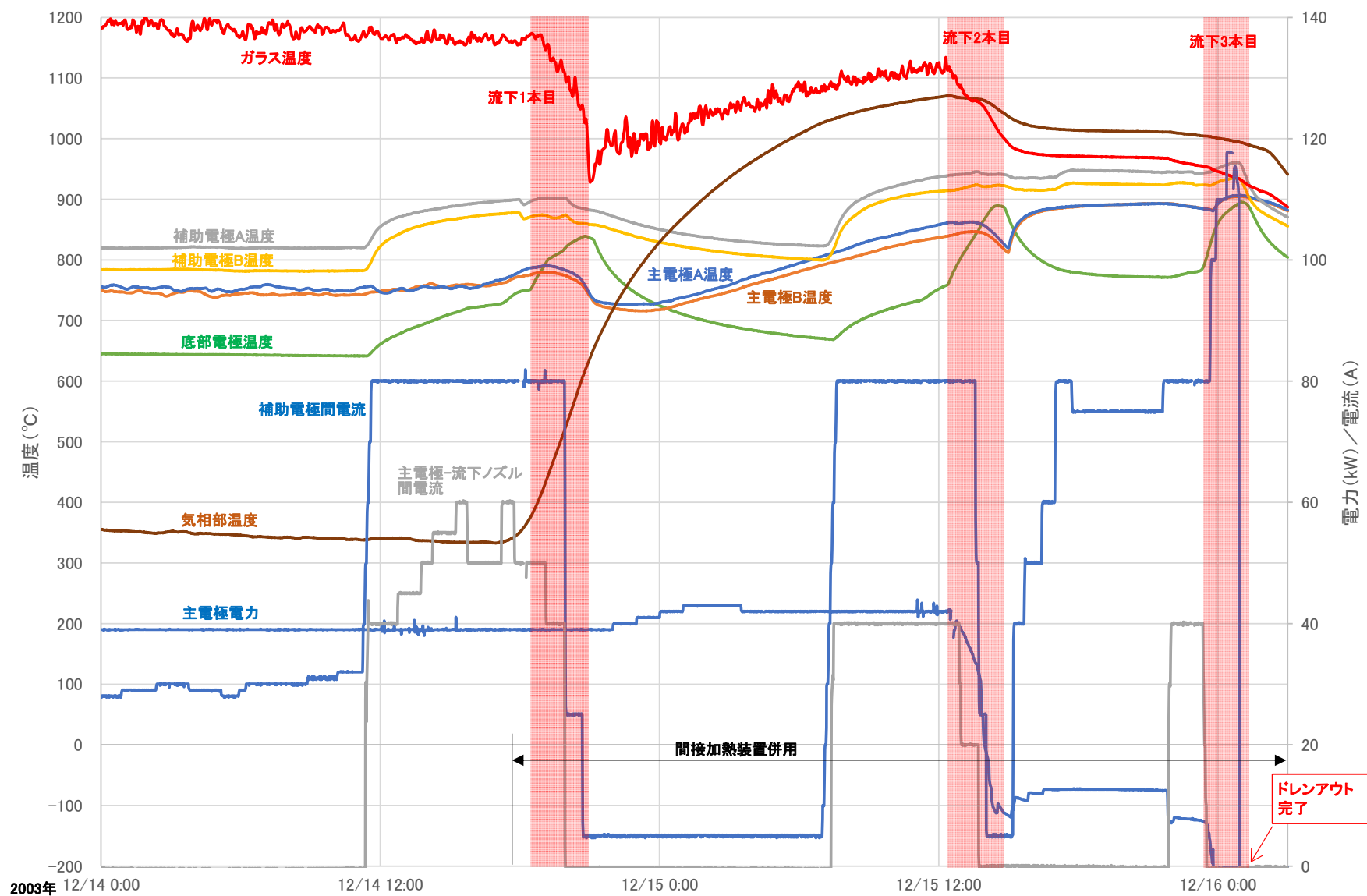




模擬廃液を用いた現行溶融炉(2号溶融炉)の作動試験時(平成15年11~12月)における温度等の変化



模擬廃液を用いた現行溶融炉(2号溶融炉)の作動試験時(平成15年11~12月)における流下の実績



模擬廃液を用いた現行溶融炉(2号溶融炉)の作動試験時(平成15年11~12月)におけるドレンアウトの実績

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6月1日  
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目	令和5年																
	4月				5月				6月				7月				
	～7日	～14日	～21日	～28日	～5日	～12日	～19日	～26日	～2日	～9日	～16日	～23日	～30日	～7日	～14日	～21日	～28日
<b>廃止措置計画変更認可申請に係る事項</b>																	
系統除染等に係る変更認可申請等																	必要に応じて適宜説明
当面の工程の見直しについて																	必要に応じて適宜説明
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								▼25	▽1	▽8	▽15						進捗状況を適宜報告
保全の方針/性能維持施設の見直し						▼11				▽8							必要に応じて適宜説明
その他		▼12	▼19	▼27		▼11	▼18	▼25	▽1	▽8	▽15						○TVF保管能力増強に係る一部補正 ○設工認・その他報告事項等 ○その他の施設の火災防護
						▼11		▼25		▽8	▽15						
<b>廃止措置の状況</b>																	
ガラス固化処理の進捗状況等		▼12		▼27			▼18		▽1	▽8	▽15						進捗状況を適宜報告
工程洗浄		▼12		▼27		▼11	▼18		▽1		▽15						進捗状況を適宜報告

▽:面談 ◇:監視チーム会合