

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1月18日
再処理廃止措置技術開発センター

○令和5年1月18日 面談の論点

- 東海再処理施設安全監視チーム第69回会合資料について
 - ・ TVFにおける固化処理状況について（資料1）
 - ・ 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2）
- その他

以上

TVFにおける固化処理状況について (案)

令和5年1月18日

日本原子力研究開発機構(JAEA)

- (1) ガラス固化を最短で進める観点から、3号溶融炉への更新を軸に、今後のガラス固化処理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」したほうが、「2号溶融炉を継続使用する場合」などに比べ、ガラス固化処理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す。
- (2) 3号溶融炉への更新に係るリスクについては、「3号溶融炉の運転開始時期の遅れ」、「3号溶融炉での運転の遅れ(ガラス固化処理の遅れ)」についてリスクを抽出し、対応策を講じることで、ガラス固化処理に遅れが生じないように進める。
- (3) 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、残留ガラス除去作業の影響なども含め、網羅的に要因を推定し、主電極間補正抵抗が低下した原因及び対策を立案する方法で進めている。
- (4) 今回の運転(22-1CP)は、運転初期から主電極電流が上昇しており、前回の運転(21-1CP)開始時と同じように、運転初期から主電極間抵抗に影響する位置に通電経路(前回堆積した炉底傾斜面上部付近)が存在していたものと推定している。
この通電経路に、主電極電流が流れ、炉内の温度分布や流動が変化し、炉底傾斜面上部への白金族元素の堆積が促進され、進展したものと考えている。
- (5) 対策(案)として、主電極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などを図ること(主電極損傷防止に加えて、堆積物量の低減を検討)。また、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。

16-1CP以降の工程の遅れに対して、当面の工程を着実に進めて行くことが重要であることから、今回の運転(22-1CP)開始前に3号溶融炉への更新までの計画を定め、3号溶融炉への更新については、今回の運転(22-1CP)の状況を踏まえて判断することとした。

(1) 今回の運転(22-1CP)状況を踏まえた3号溶融炉への更新判断の考え方

【更新の判断基準(第64回東海再処理施設安全監視チーム会合(令和4年2月28日)で報告)】

- A) 3号炉溶融炉更新までの各キャンペーンの製造本数が目標を下回った場合、2号溶融炉の運転状況を勘案し、3号溶融炉を早期に導入したほうが、ガラス固化完了までの期間が短くなると分かった場合。
- B) 溶融炉の基本的な性能が維持できなくなった場合(電極やレンガに想定(設計)を超える侵食等を確認した場合)。
- C) 今後2号溶融炉で約150本製造後、不具合により周辺機器を更新する際、更新に1年以上期間を要し、その更新期間を活用して3号溶融炉へ更新が可能な場合。

(2) 今回の運転(22-1CP)の運転状況

- ・ 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、前回の運転(21-1CP)終了後の観察結果と同様の位置(西側炉底傾斜面上部)にガラスが残留し、目標(60本製造)に対して少ない本数(25本製造)で運転を終了した。

(3) 2号溶融炉での運転を継続する場合と3号溶融炉を早期導入した場合の比較評価

- ・ 2号溶融炉の基本的な性能は維持できているが、今後2号溶融炉で運転を継続する場合、残留ガラス除去作業の影響なども考えられ、1回のキャンペーンでの製造本数は、今回と同程度(25本程度)となる可能性が高い。
- ・ 2号溶融炉での運転を継続する場合と3号溶融炉を早期導入した場合の、**ガラス固化処理完了までの期間について定量的に比較評価した。**

(3)-1 評価にあたっての前提条件

- ・今後2号溶融炉で運転を継続する場合、2号溶融炉での製造本数を25本/キャンペーンとする。
なお、ガラス固化処理運転や残留ガラス除去作業と解体場P/M更新作業は、導線上並行して実施できないことから、2号溶融炉の残留ガラス除去及び運転後に解体場P/M更新とP/M解体を実施し、固化セル内スペースを確保後、2号溶融炉撤去及び3号溶融炉据付作業に着手する。このため、更新完了時期は2号溶融炉を使用せず3号溶融炉に更新する場合に比べ+10ヵ月要する。
- ・3号溶融炉での製造本数については、2号溶融炉での実績など※を踏まえ、60本/キャンペーンとする。
- ・3号溶融炉更新後は、どのケースでも製造本数は同じとなることから、各ケースが交わる点までの評価とする。

※2号溶融炉で運転開始以降、4回、白金族元素の堆積管理指標に達し、全量ドレンアウトに移行し運転を終了し、残留ガラス除去作業を行った後に運転を再開した。白金族元素の堆積管理指標に達するまでの間に製造した本数は、04-1CP~07-1CP:111本、16-1CP~17-1CP:59本、19-1CP~21-1CP:20本、22-1CP:25本である。

04-1CP~07-1CPで111本製造後の溶融炉内残留ガラス量は約90 kg程度と非常に多く、残留ガラス除去に向けてカレット洗浄を2回実施する等期間を要したことから、残留ガラス量や残留ガラス期間の短縮を考慮して、3号溶融炉では最大でも80本程度でドレンアウトに移行する方針。

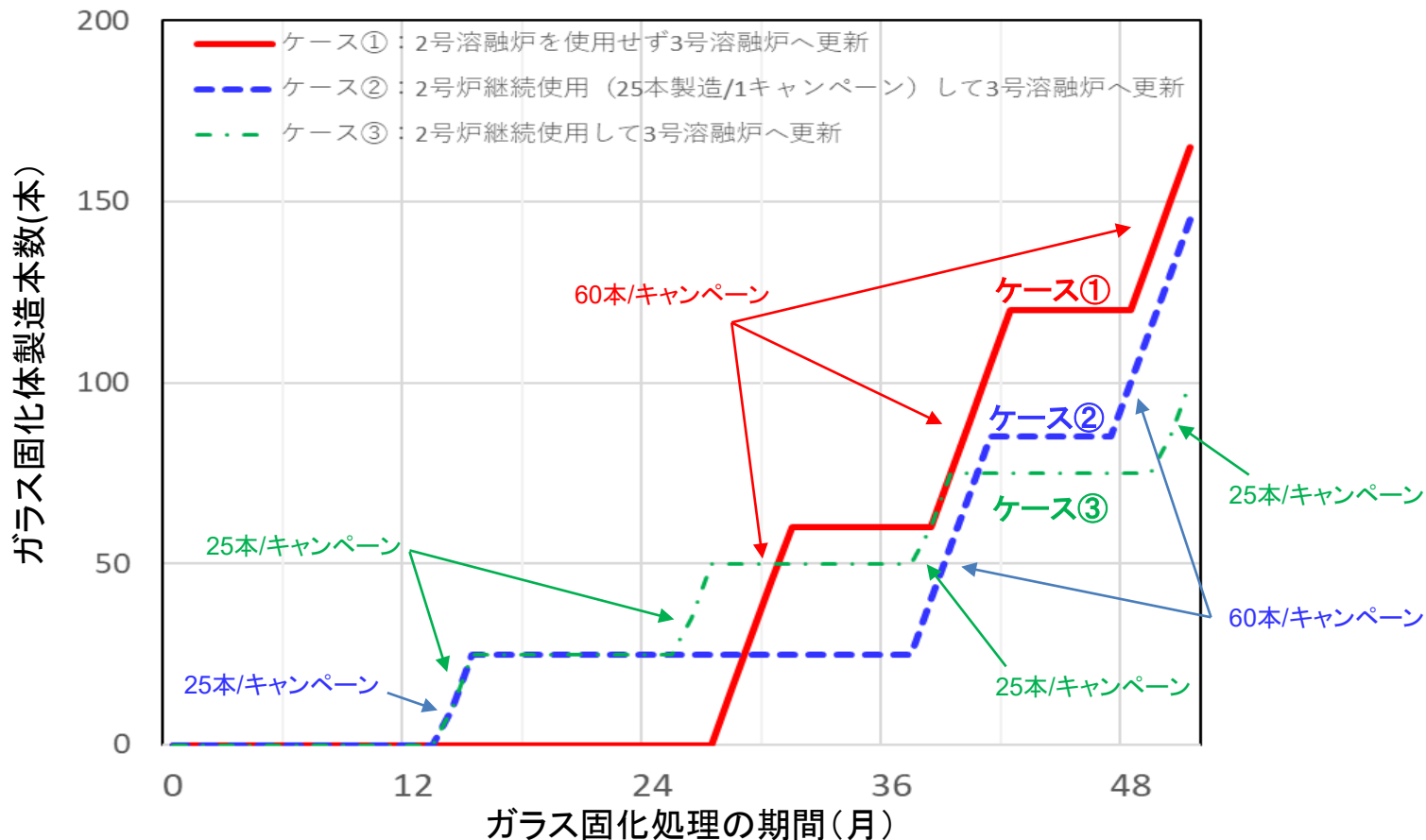
(3)-2 評価の方法(ケーススタディ)

- ・ケース①:2号溶融炉を使用せず、3号溶融炉に更新する。
- ・ケース②:3号溶融炉の更新までの間、2号溶融炉を継続使用し(1キャンペーン(25本/キャンペーン))、3号溶融炉に更新する。
- ・ケース③:2号溶融炉を継続使用(25本/キャンペーン)する。

(4) 評価の結果(ガラス固化処理期間の比較)

ケーススタディによる比較評価を行った結果、ケース①「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ほう」が他のケースに比べ、ガラス固化処理完了までの期間が短くなる。

2号溶融炉の運転状況を勘案した結果、3号溶融炉を早期の導入した方がガラス固化処理完了までの期間が短くなると判断した。



ケース②: 3号溶融炉への更新

ケース①: 3号溶融炉への更新

1. 3号溶融炉への更新判断(4/6)

3号溶融炉への早期導入に際し、更新期間中に2号溶融炉での運転を行うことについて、2号溶融炉を使用する場合と使用しない場合のメリット/デメリットを整理した。

	2号溶融炉を使用せず3号溶融炉へ更新する場合	2号溶融炉を使用する場合
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・2号溶融炉の残留ガラス除去作業等を行わない※ため、除去作業や2号溶融炉運転による解体場整備の中断期間(約10ヶ月程度)が不要となり、最短(令和6年度末)で次回の熱上げが開始でき、2号溶融炉を使用した場合に比べ、ガラス固化処理完了までの期間が短くなる。 ※ 2号溶融炉の解体作業の中で残留ガラスの除去を行う。 ・3号溶融炉への更新に向けた作業(解体作業、設備更新等)に資源を注力でき、工程遅延に繋がるリスク(要員の分散、残留ガラス除去作業等)が低減する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3号溶融炉への更新までの間にガラス固化処理(25本程度/キャンペーン)が進む。 ・3号溶融炉での製造本数の削減が図れる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・3号溶融炉への更新までにガラス固化処理が進まない。 ・3号溶融炉の更新以降で約530本のガラス固化体を製造する必要があり、3号溶融炉の寿命を踏まえた対応が必要となる。 →溶融炉の設計寿命(接液レンガや電極の侵食代)の裕度の範囲内ではあるが、運転状況を踏まえつつ対応を図ることとなる。 ・3号溶融炉の運転条件確認試験で十分な確認ができない場合は、3号溶融炉の更新時期が遅れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2号溶融炉の残留ガラス除去作業等を行うため、除去作業や2号溶融炉運転による解体場整備の中断期間(約10ヶ月程度)があり、ガラス固化処理完了までの期間が長くなる。 ・3号溶融炉への更新に向けた作業と並行して残留ガラス除去作業やガラス固化処理運転を行うことになるため、ベテランの技術者が分散され、ミスやトラブル等の工程遅延に繋がるリスクが大きくなる。 →要員増に対しては、力量付与に一定期間が必要であり、早期の対応は不可。

3号溶融炉の更新までの間、2号溶融炉の運転継続については、3号溶融炉への更新が遅れること、遅延リスクが増えることから、安全を最優先に、**最短でガラス固化を進める観点から2号溶融炉での運転は行わないこととし、令和6年度末の熱上げ開始を目指す。**

1. 3号溶融炉への更新判断(5/6)

3号溶融炉への更新に係るリスクについては、以下の通り対応を図り、ガラス固化処理に遅れが生じないように進める。

【3号溶融炉の運転開始時期の遅れ】

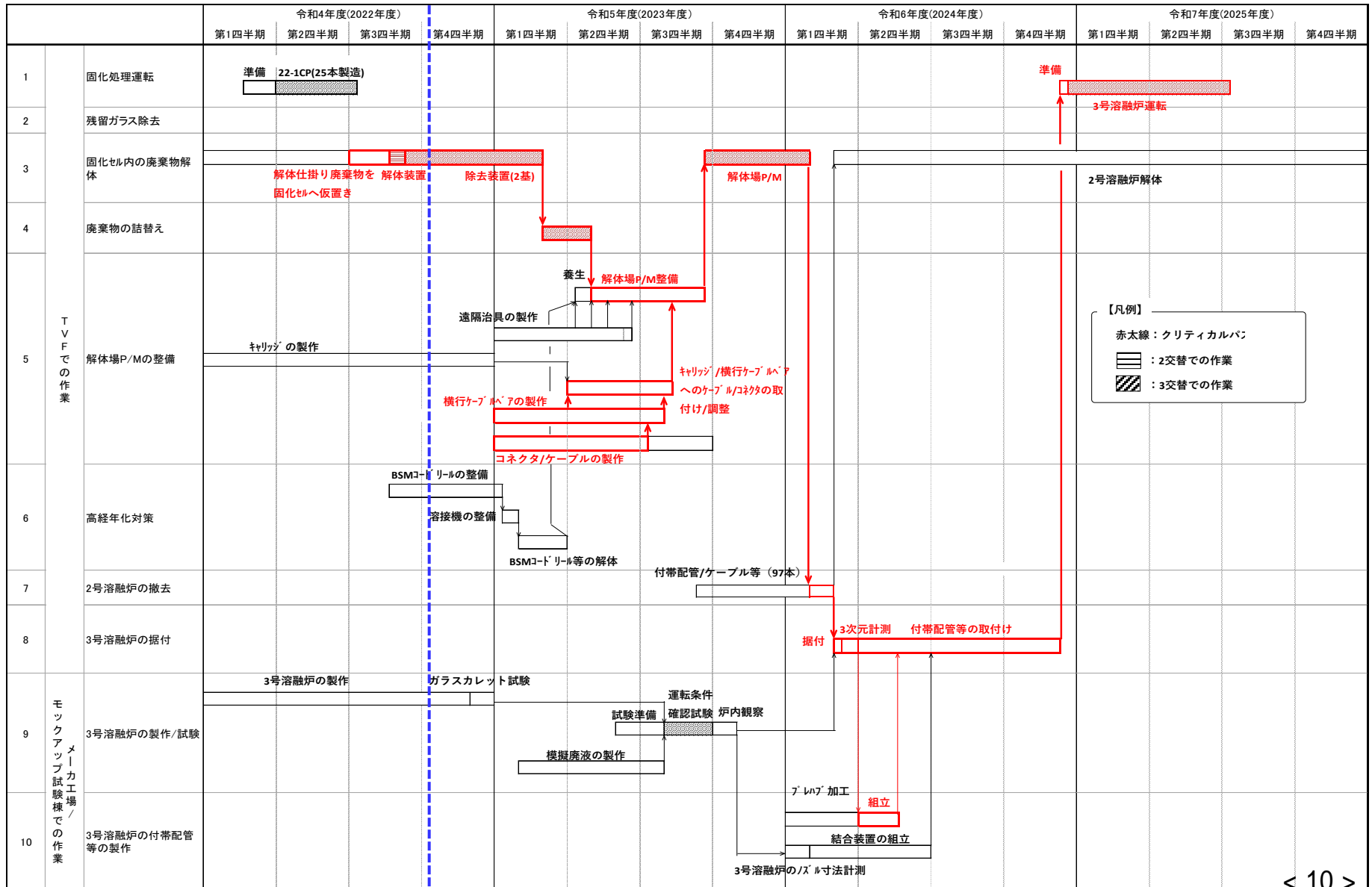
リスク	対応策
<p>3号溶融炉の運転条件確認試験結果により改善が必要な場合、3号溶融炉更新時期が遅れる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3号溶融炉は、開発期間が最短で不確実性が少なく、2号溶融炉の構造から大幅な変更は行わないこととし、円錐45°の炉底形状及び炉底勾配を採用した。シミュレーション解析により、2号溶融炉での炉底低温運転時の温度分布に対して、3号溶融炉でも同様の温度分布が得られることを確認している。 このため、令和5年3月に実施予定のガラスカレット試験(3バッチ)により3号溶融炉の基本的な運転パラメータ(ガラス溶融、炉底低温運転、ガラス流下)は把握できるものと考えている。 運転条件確認試験(16バッチ:白金族元素を含まない模擬廃液で8バッチ、白金族を含む模擬廃液で8バッチ)では、ガラスカレット試験で設定した運転パラメータを基に、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目的としている(参考資料1参照)。 白金族元素の堆積等については、主電極間抵抗に影響しないよう、早期検知しドレンアウトすることや、堆積したガラスの除去方法や手順の改善などのソフト的な対応を図ることとしており、3号溶融炉の更新時期に影響しないように対応を進める。
<p>試験設備に不具合が発生し、試験が中断することにより、3号溶融炉更新時期が遅れる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 各設備の点検(作動試験を想定した各設備の作動確認)、整備(高経年化を考慮した部品の交換)を事前に行い、必要な対策を講じた上で試験を開始する。 試験員に対し、事前の教育訓練により試験に必要な力量を付与する。
<p>2号溶融炉での今回の運転(22-1CP)の原因調査結果を踏まえ、運転条件確認試験の試験項目が増加し、3号溶融炉更新時期が遅れる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 原因調査結果を踏まえ、運転パラメータの変更が必要な場合には、ガラスカレット試験結果を踏まえ、シミュレーション解析などを活用し、必要な試験数内で実施可能な試験計画を策定する。

【3号溶融炉での運転の遅れ(ガラス固化処理の遅れ)】

リスク	対応策
<p>3号溶融炉の更新以降で約530本のガラス固化体を製造する必要があり、3号溶融炉の寿命を踏まえた対応が必要となる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ TVFの溶融炉の設計寿命は、耐火レンガ、電極の浸食速度に余裕を加味(20 mm)し、腐食代50 mm(ガラス固化体500本相当)に設定している。 ・ 2号溶融炉での固化体製造本数が117本(カレット洗浄運転6本含む)の時点において、主電極と耐火レンガの形状計測結果に基づき、浸食速度を評価したところ、両材料の設計浸食速度0.03 mm/dayに対し、主電極約0.01 mm/day、耐火レンガ約0.03 mm/dayであり、ほぼ設計どおりの浸食状況であった。 ・ 3号溶融炉も2号溶融炉と同様の基本構造であり、実績を踏まえると、530本程度の製造は可能であると考えている。
<p>2号溶融炉での今回の運転(22-1CP)と同様な事象が3号溶融炉で発生すると、3号溶融炉での1キャンペーン当たりの製造本数が少なくなり、ガラス固化処理完了までの期間が延びる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3号溶融炉では、白金族元素の堆積管理指標を見直すなど、白金族元素の早期検知により主電極間抵抗に影響を及ぼすような位置へのガラスの堆積並びに除去作業等の影響を抑制する対策を検討している。 ・ これにより、2号溶融炉での今回の運転(22-1CP)と同様な事象が発生しないよう対策を講じることとするが、3号溶融炉の運転状況等を監視し、ガラス固化処理完了までの期間が遅延する場合は、4号溶融炉への更新の必要性を検討していく。 ・ なお、3号溶融炉の製作実績(3年)を踏まえ、4号溶融炉の構造については、2号溶融炉の実績に加え、3号溶融炉の作動試験や令和6年度末からの運転状況から、残りの製造本数や製作期間など、全体工程に遅れが生じないように検討に着手する。



2. 次回運転までのスケジュールと進捗状況(1/2)



(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**。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/収納に着手している。
- ② 解体装置の切断後、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) 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、現在行っている付帯配管等の取付けを**令和5年1月末頃に終了する予定**。
- ② **ガラスカレットを用いてガラスの溶融性、流下性を確認する試験を令和5年3月頃行い、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、炉底低温運転条件や流下時の炉底加熱条件、白金族元素の抜き出し性、ドレンアウト操作により炉内のガラスが抜き出せることなど、必要なデータ取得を行う計画**である。

(3) 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

- ① 今回の運転(22-1CP)で早期に白金族元素が堆積した原因調査については、現在、運転データの調査、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※の調査等を行っている。これらの調査結果を取りまとめて、原因を推定していく。
- ② **令和5年2月頃には一旦とりまとめ、シミュレーション解析などの結果も踏まえ、令和5年11月頃から予定している模擬廃液を用いた運転条件確認試験での堆積管理指標の見直し等に反映していく**。

※TVFのガラス溶融炉開発として、TVF1号溶融炉と同構造の溶融炉(M/U 3号溶融炉)をモックアップ試験棟に設置し、炉底低温運転などの運転条件を把握するための試験を昭和63年～平成5年頃にかけて実施。

3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-1. 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ている。

【原因調査と対策の立案フロー】

現在実施中

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

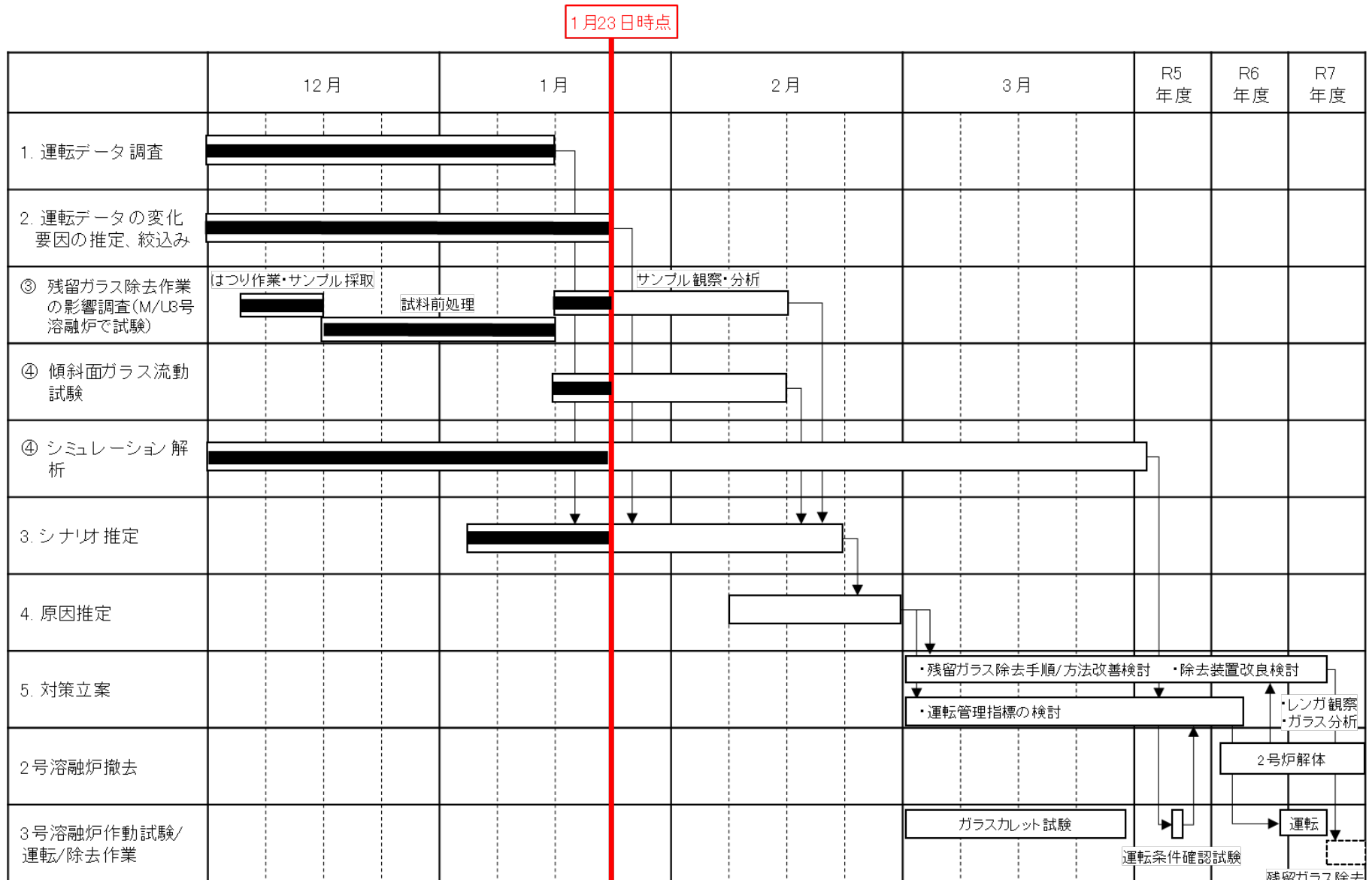
⑤ 過去のコールドモックアップ溶融炉(M/U 3号溶融炉等)による試験データ

- ・ 類似事象時の運転状況の調査 など



3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-2. 原因調査のスケジュール

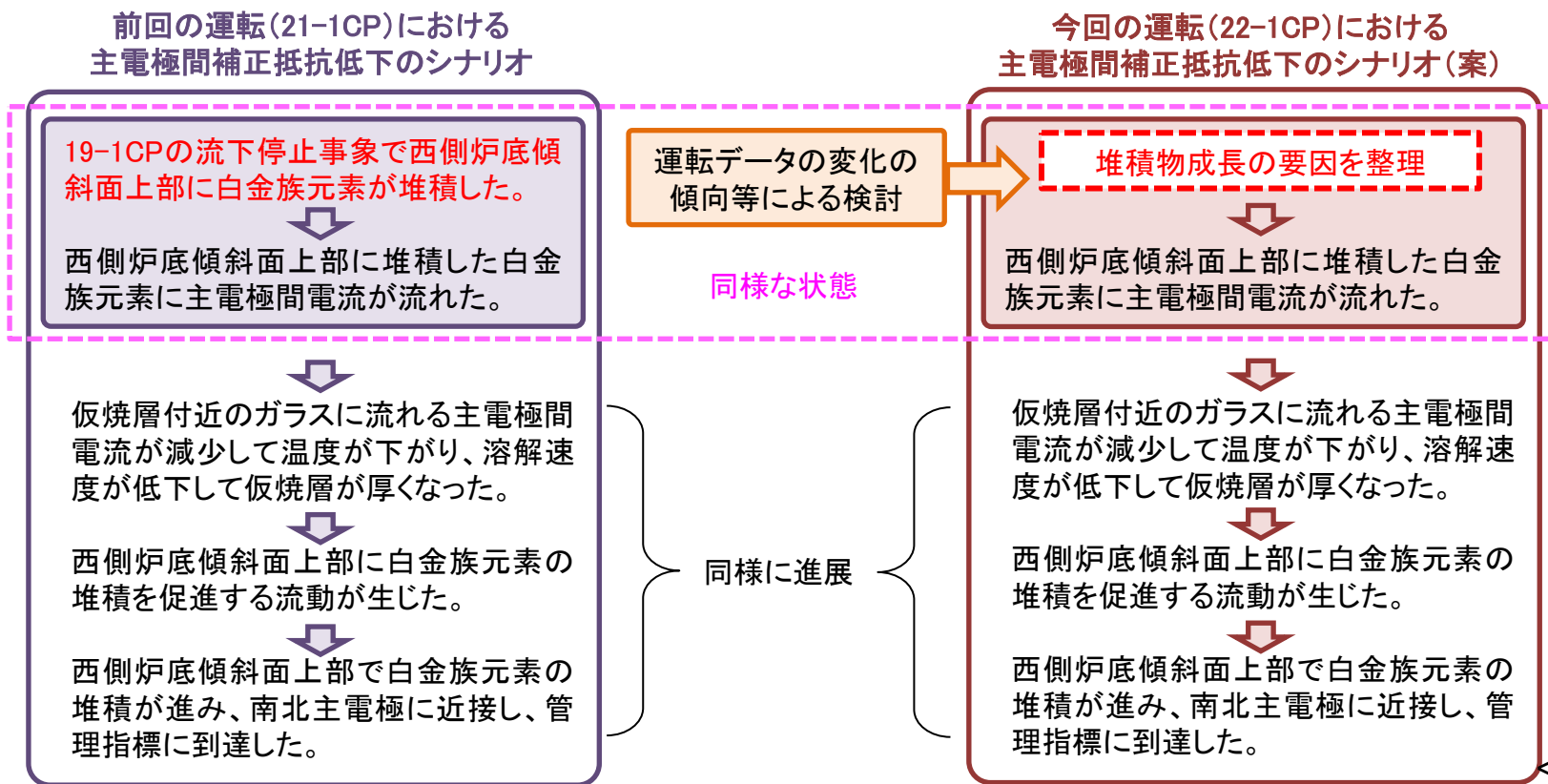


3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-3. 原因調査の状況(1/8)

【今回の運転(22-1CP)の特徴と前回の運転(21-1CP)との類似点】

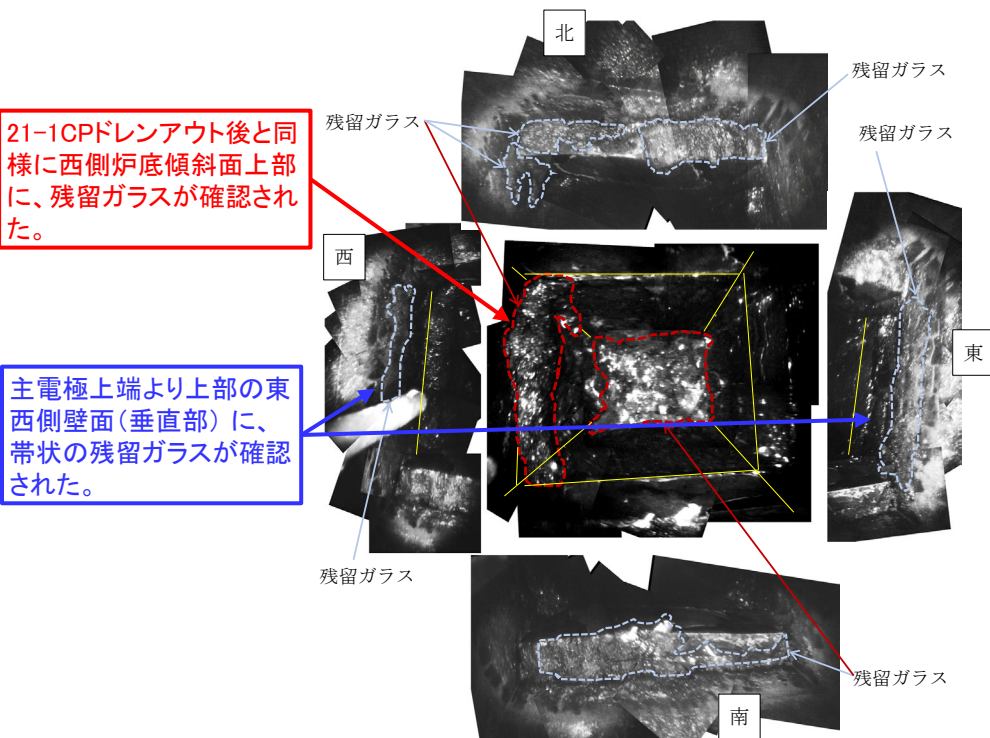
- ① 前回の運転(21-1CP)は、前々回の運転(19-1CP)で発生した複数回の流下停止事象により西側炉底傾斜面上部へ白金族元素が堆積したことを起点にして、運転中に堆積物が成長したと推定した。
- ② 今回の運転(22-1CP)は、前回の運転(21-1CP)後に残留ガラス除去作業を行った後の運転であり、起点となる堆積物は存在しないが、今回の運転(22-1CP)と前回の運転(21-1CP)を比較すると、運転初期から主電極間電流が大きく同様のデータ推移が認められた。
- ③ 今回の運転(22-1CP)と前回の運転(21-1CP)で運転初期のデータ推移が同様になったことを考慮し、要因を調査した。



3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査 3-3. 原因調査の状況(2/8)

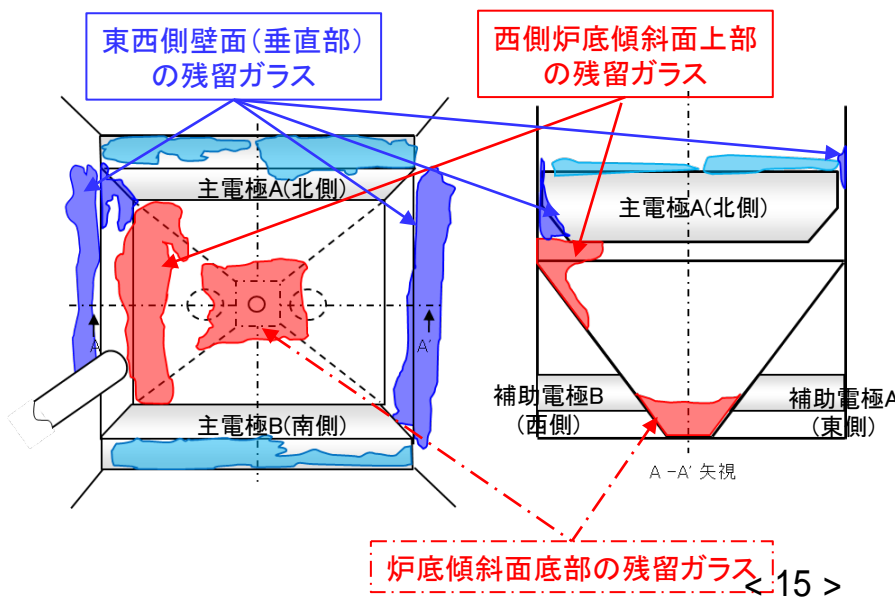
【今回の運転(22-1CP)後の溶融炉内の観察結果】

- ✓ 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。
- ✓ 西側炉底傾斜面上部及び東西側壁面(垂直部)の堆積物は、南北主電極間を繋ぐように帯状に存在していることから、以下の通りそれぞれの領域に分けて、評価した。
 - ・炉底傾斜面(底部も含む)
 - ・側壁面(垂直部)



21-1CPドレンアウト後と同様に西側炉底傾斜面上部に、残留ガラスが確認された。

主電極上端より上部の東西側壁面(垂直部)に、帯状の残留ガラスが確認された。



3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査 3-3. 原因調査の状況(3/8)

【炉底傾斜面に通電経路が存在した場合の主電極間抵抗への影響評価】

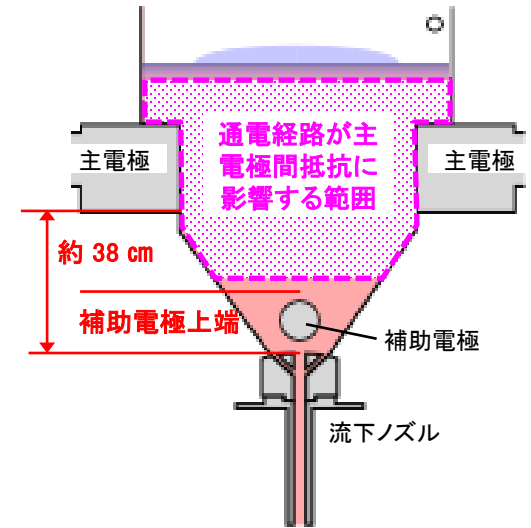
- ✓ 炉底傾斜面に通電経路が存在した場合、主電極間抵抗を低下させ、運転初期から主電極間電流を大きくすることが考えられることから、炉内を2次元モデル化し、通電経路の位置に着目した主電極間抵抗の感度解析を行った。

<解析結果>

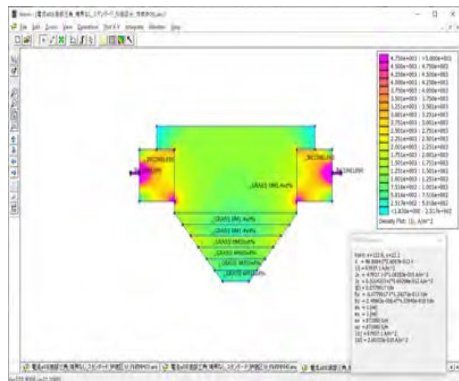
- ✓ 炉底傾斜面の底部から溜まっていくように通電経路の高さを変化させた結果、**補助電極上端よりも上部に通電経路が形成されると、主電極間抵抗が低下する**(影響が大きくなる)ことが示唆された。

<評価>

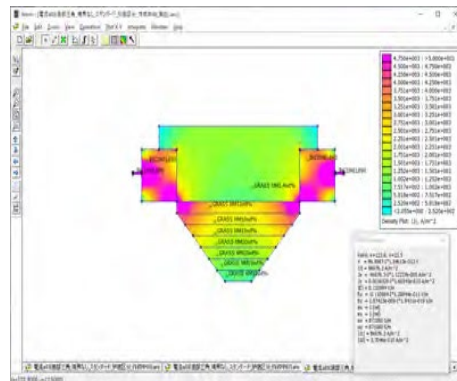
- ✓ 運転初期から主電極間電流が大きい要因の1つとして、炉底傾斜面の**補助電極上端よりも上部に存在する通電経路**が影響している可能性がある。



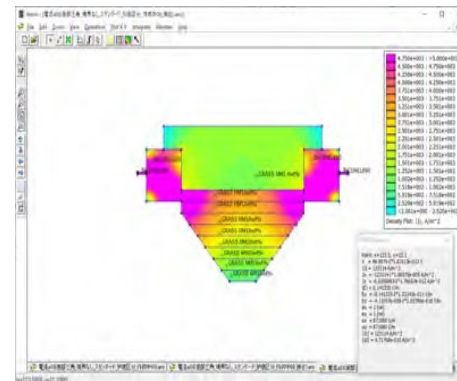
【通電経路が主電極間抵抗に影響する範囲】



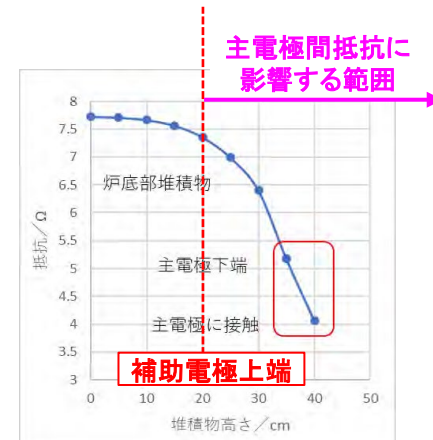
(通電経路高さ: 20 cm)



(通電経路高さ: 35 cm(主電極近接))



(通電経路高さ: 40 cm(主電極接触))



(通電経路高さと主電極間抵抗の関係)

【炉底傾斜面の底部から通電経路が形成されていった場合の解析結果】

3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-3. 原因調査の状況(4/8)

【主電極上端より上部の東西側壁面(垂直部)堆積物の影響調査】

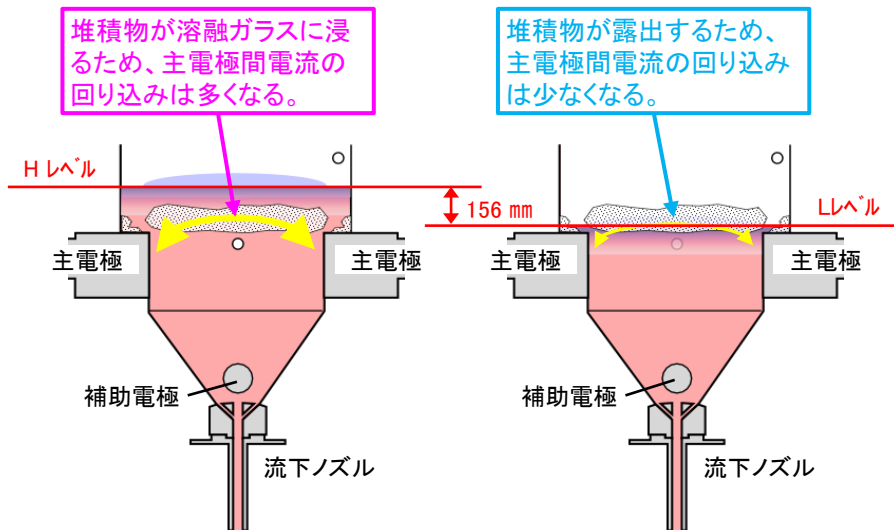
- ① ガラスレベルが高い場合は、東西側壁面(垂直部)に確認された堆積物が熔融ガラスに浸り、主電極間電流の回り込みが多くなり、ガラスレベルが低い場合は、東西側壁面(垂直部)に確認された堆積物が気相部に露出し、主電極間電流の回り込みは少なくなることから、ガラスレベルに応じて主電極間電流の差が大きくなると予想した。
- ② 白金族元素の沈降・堆積の影響が少ないガラスカレットから運転を開始した04-1CP、16-1CP、19-1CP及び22-1CP初期の流下重量と主電極間電流の関係について調査した。



- ✓ **2号溶融炉での運転開始時の04-1CPは溶融炉内に堆積物等はないことから、堆積物の有無による比較として、04-1CPと22-1CPの主電極間電流を、ガラスレベルが高い場合(流下重量: 50 kg時)と、ガラスレベルが低い場合(流下重量: 250 kg時)で比較すると、ガラスレベルに関係なく同程度であった。**

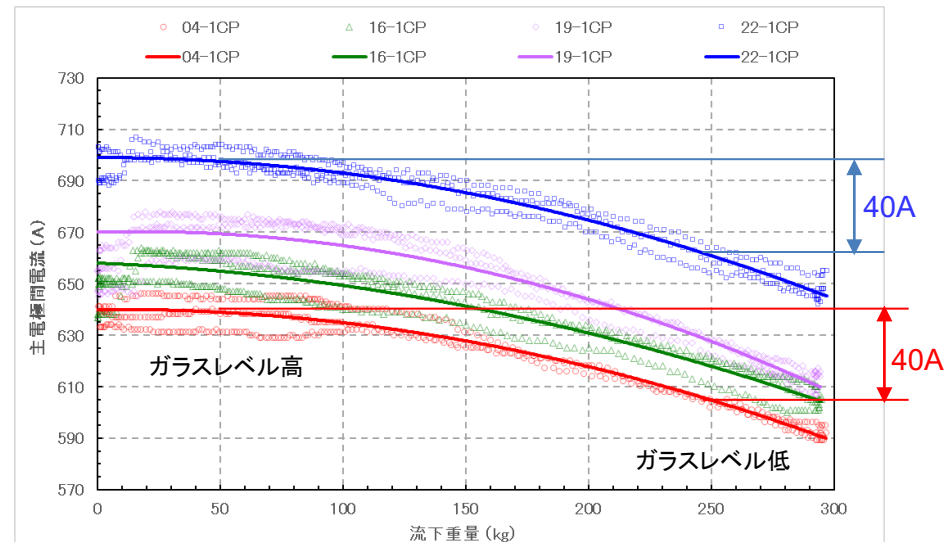


- ✓ **主電極上端より上部の東西側壁面(垂直部)に確認された堆積物は、運転初期から主電極間電流を大きくさせた主要因ではなく、主電極上端より下側(炉底傾斜面上部)に主要因が存在すると推定した。**



【ガラスレベルが高い場合】

【ガラスレベルが低い場合】



【流下重量と主電極間電流の関係】

3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査 3-3. 原因調査の状況 (5/8)

【西側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への影響評価】

- ① 運転初期から上段加熱開始時の補助電極A、B(東西)の温度差※がほとんどないことから、西側炉底傾斜面に通電経路が存在していた可能性がある。
- ② 西側炉底傾斜面付近に通電経路が存在した場合の主電極間抵抗の感度解析を行った。

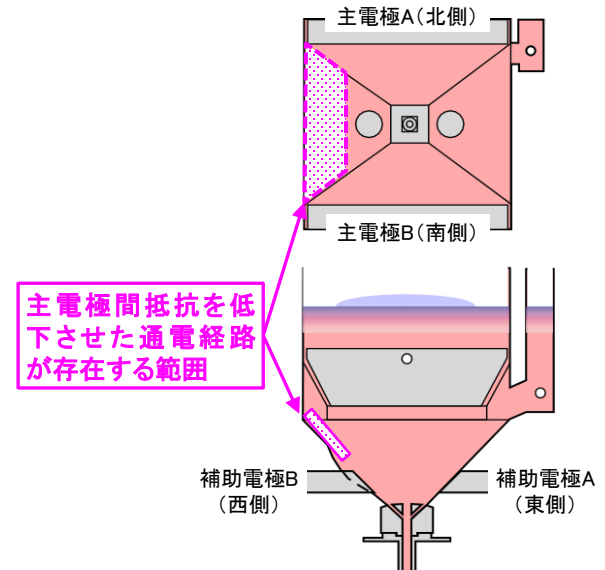


✓ 炉底傾斜面に底部から溜まっていくように通電経路を形成させた場合と同様に、炉底傾斜面上部だけに通電経路が存在すると主電極間抵抗が低下する影響が大きいことを確認した。

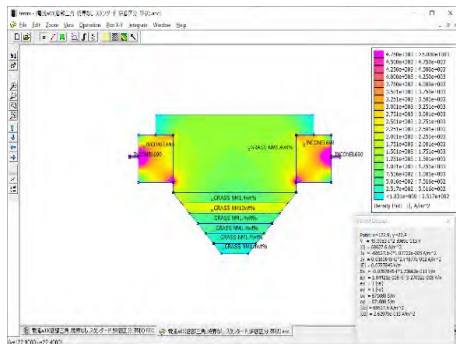
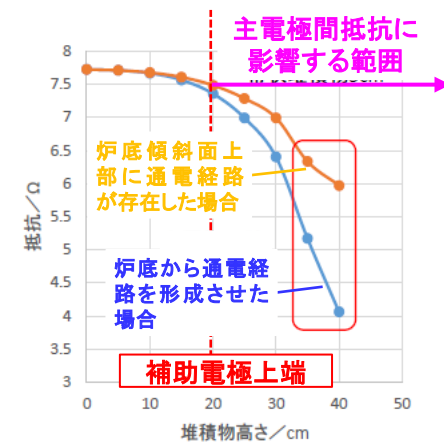


✓ **運転初期から主電極間電流を大きくさせた主要因は、西側炉底傾斜面上部に通電経路が存在していたことによるものと推定した。**

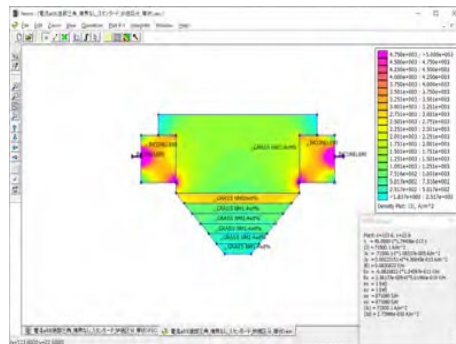
※ 熔融炉の構造上、西側に比べ東側の方が耐火レンガが厚いことから、通電経路等がなければ東側の補助電極A温度が20~30℃程度西側の補助電極Bよりも高い傾向を示す。



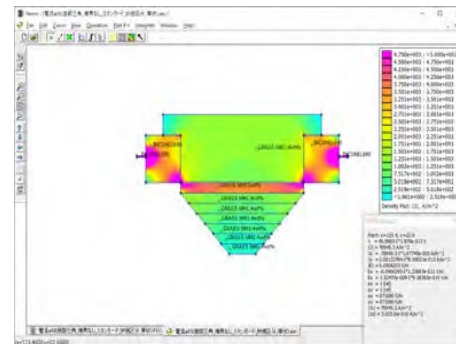
【主電極間抵抗を低下させた通電経路が存在する範囲】



(通電経路位置: 炉底から 25 cm)



(通電経路位置: 炉底から 30 cm)



(通電経路位置: 炉底から 35 cm)

(通電経路高さの主電極間抵抗の関係)

【炉底傾斜面上部に通電経路が存在した場合の解析結果】

3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-3. 原因調査の状況 (6/8)

【補助電極間抵抗の調査】

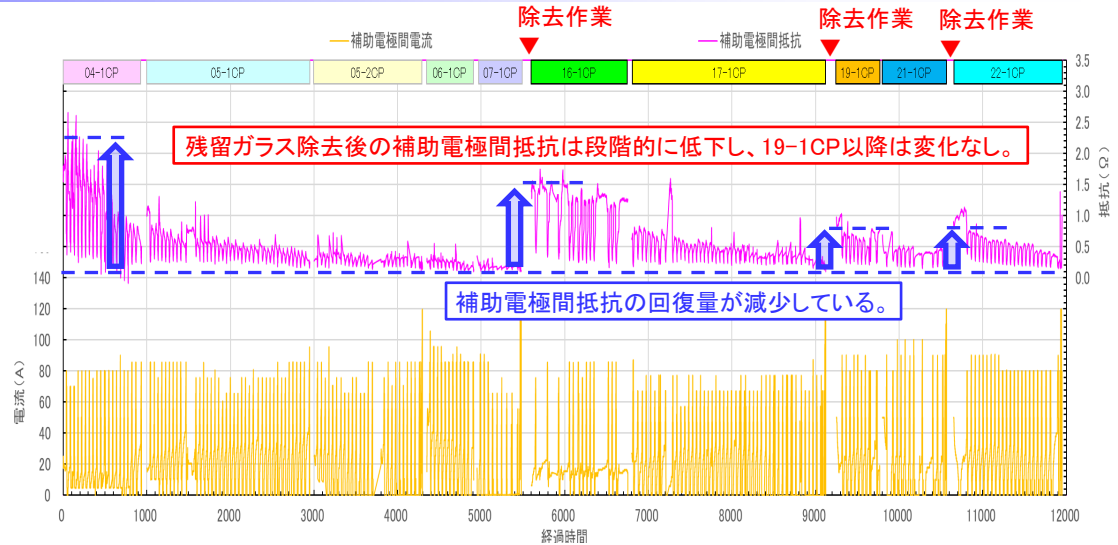
- ① 2号溶融炉での最初の運転(04-1CP)初期と残留ガラス除去作業後の運転(16-1CP、19-1CP及び22-1CP)初期の補助電極間抵抗を比べると、**04-1CPから19-1CPまで補助電極間抵抗が段階的に低下し、19-1CP以降は変化がない。**
- ② 04-1CP、16-1CP、19-1CP及び22-1CPの運転初期における炉底加熱時の補助電極温度(東西補助電極温度の平均値)と補助電極間抵抗の関係では、ガラス中の白金族元素濃度が同程度であるにもかかわらず、**段階的に抵抗が低下している。**



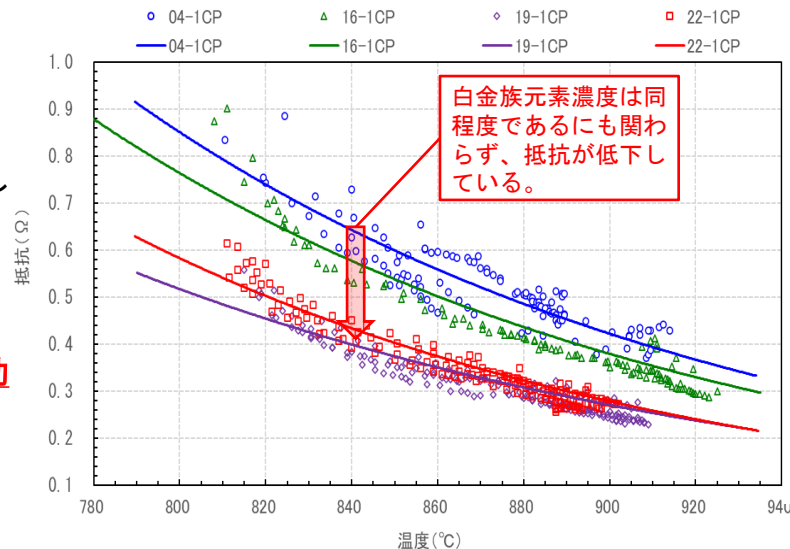
- ✓ 残留ガラス除去作業後の補助電極間抵抗は完全には回復しておらず、炉底部(補助電極間)に補助電極間抵抗を低下させる通電経路が存在している。



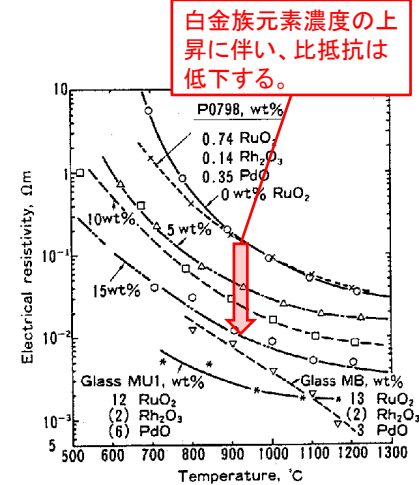
- ✓ 主電極間抵抗に影響する**炉底傾斜面上部(補助電極よりも上部の傾斜面)**においても、**炉底部(補助電極間)と同様に通電経路が存在している**可能性がある。



【2号溶融炉の全運転データ(補助電極間抵抗、補助電極間電流)】



【炉底加熱時の補助電極温度と補助電極間抵抗の関係】



【白金族元素含有ガラス温度と比抵抗の関係 (RuO₂の依存性)】

3. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

3-3. 原因調査の状況(7/8)

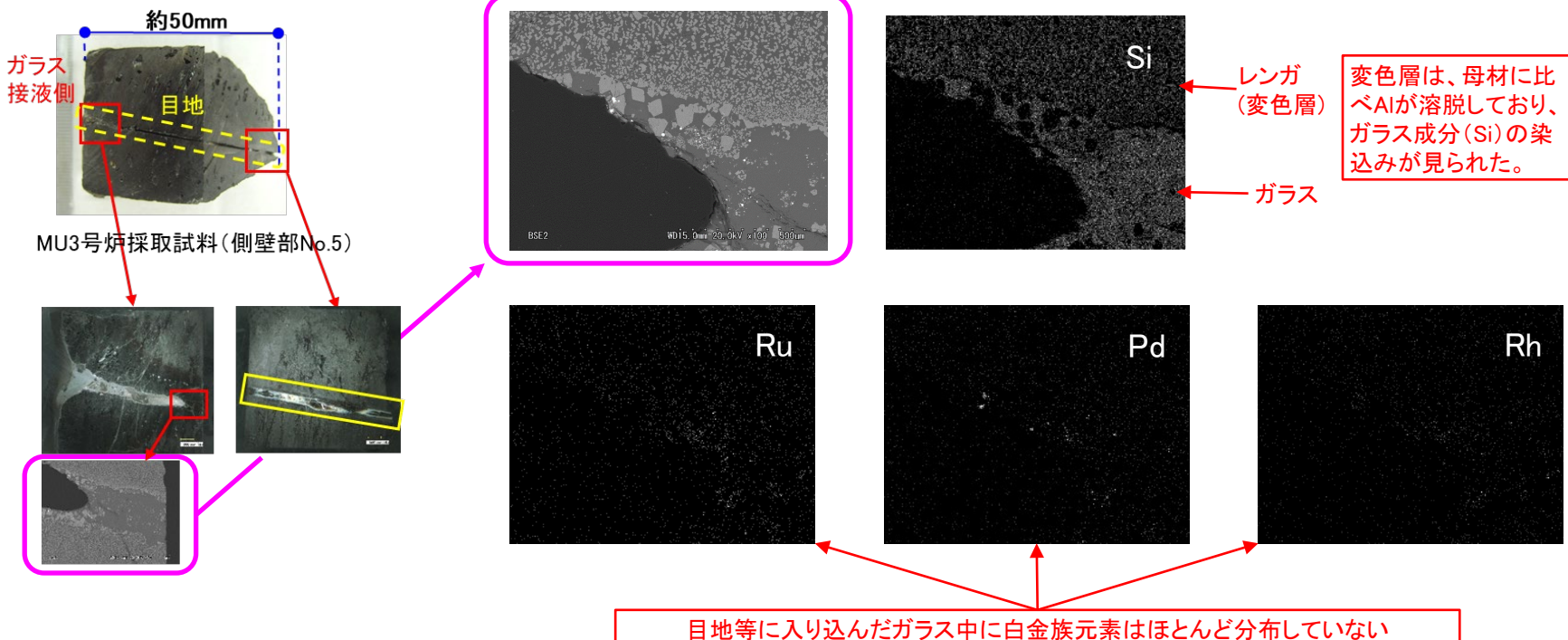
<白金族元素の濃度が高いガラスがレンガ目地部に入り込み通電経路となる可能性>

- ① 炉内抵抗(主電極間抵抗、補助電極間抵抗、主-ノズル間抵抗)の低下の要因の1つとして、レンガの目地部に入り込んだ白金族元素の濃度が高いガラス(目地部ガラス)の影響が考えられる。
- ② TVF1号溶融炉と同寸法、同構造のコールドモックアップ溶融炉(M/U3号溶融炉※)の目地部のガラス中の白金族元素の分布等を観察した。

※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)の模擬ガラス固化体を製造)



✓ 目地部のガラス中に白金族元素はほとんど分布しておらず、目地部ガラスが炉内抵抗の低下や主電極間電流の回り込みに影響している可能性は低い。



【目地部に入り込んだガラスの観察結果】

1) 主電極間補正抵抗の低下のシナリオの推定

- ① 今回の運転(22-1CP)は、設備上のトラブルはなく、溶融炉の運転は継続できており、**運転操作上の問題ではない。**
- ② 今回の運転(22-1CP)は、**運転初期から主電極電流が上昇しており、前回の運転(21-1CP)開始時と同じように、運転初期から主電極間抵抗に影響する位置に通電経路(前回堆積した炉底傾斜面上部付近)が存在していた。**
- ③ **この通電経路に、主電極電流が流れ、前回の運転(21-1CP)時と同様に、西側炉底傾斜面上部周辺の温度が上昇し、仮焼層の溶解速度が低下し、仮焼層が大きくなったことで温度分布が変化し、炉内の流動も変化し、炉底傾斜面上部への白金族元素の堆積が促進され、進展したものと考えている。**

2) 対策(案)

- ① 主電極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を図る**(主電極損傷防止に加えて、堆積物量の低減を検討)。
- ② 残留ガラス除去作業において、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。

参考資料

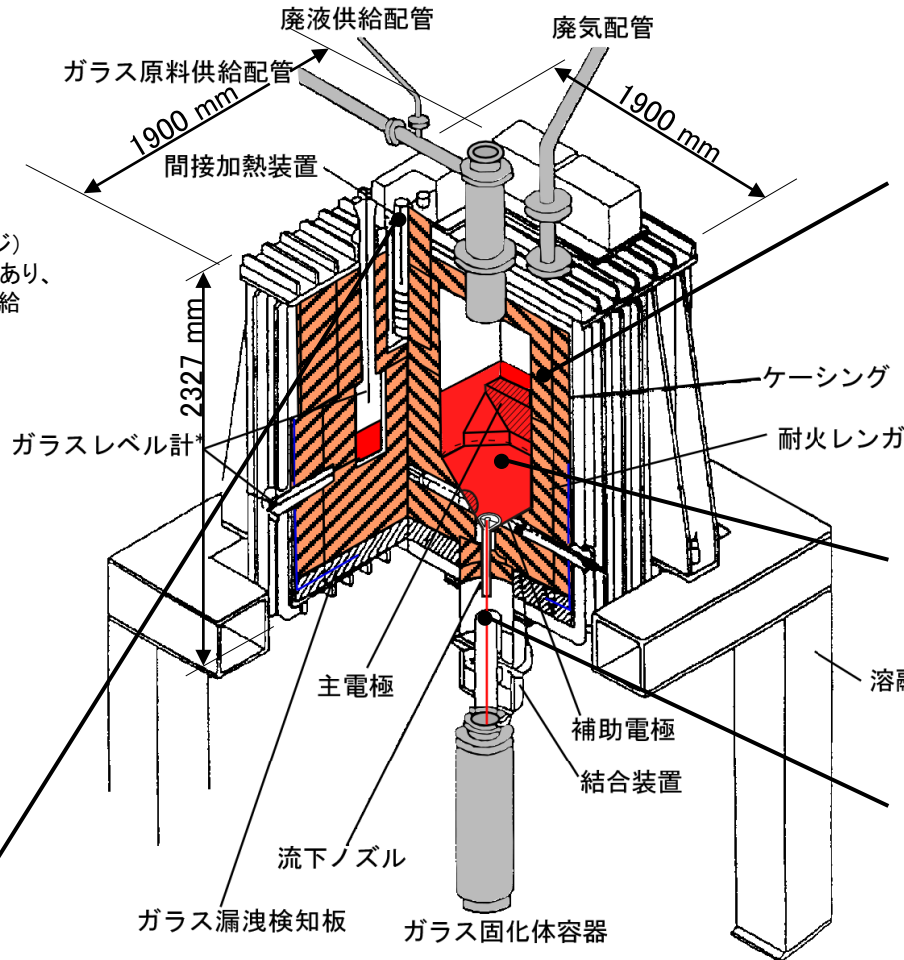
3号溶融炉の基本構造は、炉底形状を除き、2号溶融炉と同じ構造としている。



ガラス原料(ガラスファイバークार्टリッジ)
⇒2号溶融炉でも使用しているガラス原料であり、
高放射性廃液をしみ込ませて溶融炉に供給

主な仕様

最高使用温度	1250 °C
最大廃液処理量	0.35 m ³ /日
耐震分類	Sクラス
主要材料	ケーシング: SUS304
	耐火レンガ(接液部): クロミア・アルミナ質電鍍レンガ
	主電極、補助電極、流下ノズル: NCF690



【ガラスの閉じ込め】

ケーシングの内側でガラスを冷やして固めることで、炉内に閉じ込めるため、接液部耐火レンガとケーシング間に断熱性の高い耐火レンガ等(バックアップ耐火レンガ、断熱キャストブル、断熱膨張吸収材)を配置している。

【ガラスの加熱】

ガラスに直接交流電流を流すことで発生するジュール熱によりガラスを加熱する。

【ガラスの流下】

流下ノズルからガラスを流下し、ガラス固化体容器に注入する。

【溶融炉の運転開始時のガラスの加熱】

間接加熱装置(電気ヒーター)により炉内の冷えて固まったガラスを加熱溶融する。

* ガラスレベル計は、溶融炉の東側のみに設置しているため、溶融炉は東側の耐火レンガが厚くなっている。

東海再処理施設の廃止措置においては、保有する放射性廃棄物に伴うリスクを速やかに低減させるため、高放射性廃液のガラス固化処理を最優先で進める*という**時間的な制約がある**ことから、3号溶融炉は、以下の基本的な考え方に従い設計した。

また、3号溶融炉に係る研究開発要素は、日本原燃(株)の溶融炉の高度化に寄与するものであり、適宜、日本原燃(株)と情報共有を図る。



① 保有する放射性廃棄物に伴うリスク低減のため、着実にガラス固化処理を進める観点から、運転方法が確立しており、約200本のガラス固化体の製造実績を有する**2号溶融炉の構造から大幅な変更は行わない**こととし、国内外の実績を有する構造とした。

- 期間を要することから、モックアップ試験等による新たな技術開発を伴う大幅な構造検討を要しない設計とした。
- 実績のあるTVFの1号及び2号溶融炉と同型の液体供給式直接通電型セラミック溶融炉(LFCM: Liquid Fed Joule-heated Ceramic Melter)を採用した。(LFCMは、日本原燃(株)及びドイツのKIT (Karlsruhe Institut fuer Technologie カールスルーエ研究所)においても実績を有している。)

* 原子力規制委員会より発出された「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に向けた計画等の検討について(指示)」(平成28年8月4日付け原規規発第1608042号)により、高放射性廃液のガラス固化処理に要する期間の大幅な短縮を実現するための実効性のある計画が要求されている。

② 2号溶融炉と同じ運転管理方法とし、炉底低温運転や管理指標を踏襲する。

- 2号溶融炉と同様に、炉底低温運転により白金族元素の炉底への沈降・堆積を抑制するとともに、管理指標に達した時点で溶融炉の運転を停止し、炉内残留ガラスの除去により炉内状態の回復させる運転管理方法とする。



前述の①②を踏まえつつ、可能な限り溶融炉の性能向上を図るため、3号溶融炉では、以下の改善を行った。

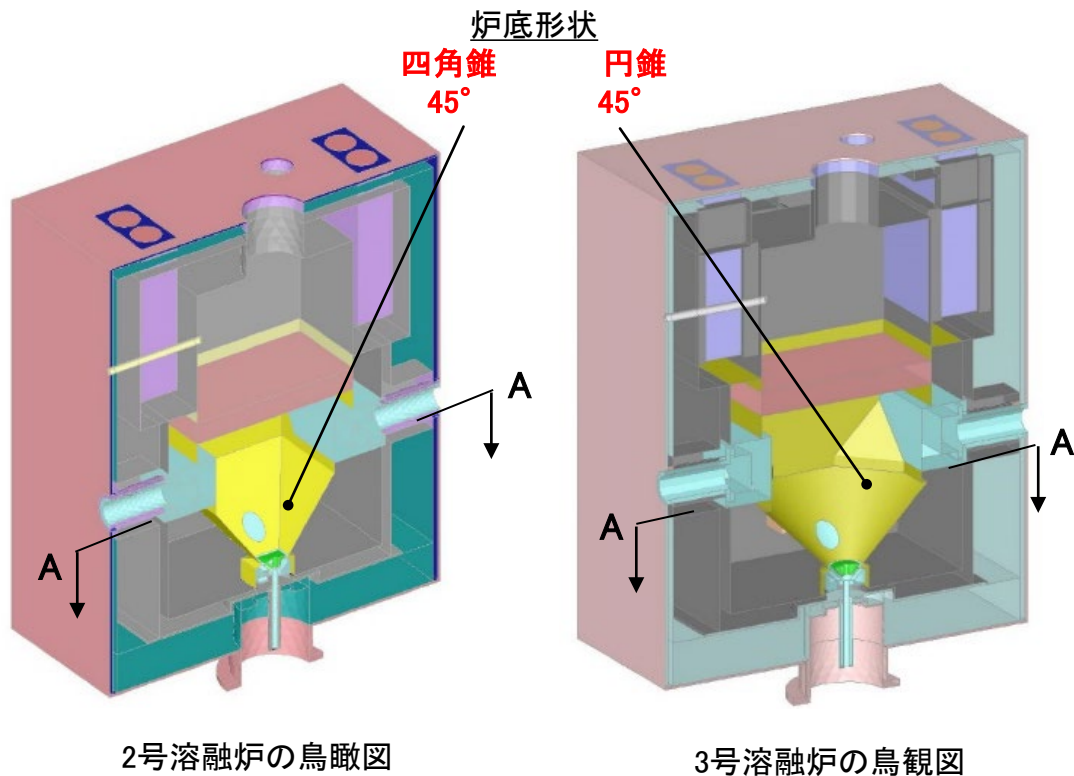
③ 白金族元素の拔出性の向上が期待できる構造とした。

- 管理指標に達するまでの運転期間を延ばし、ガラス固化処理期間の短縮を図るため、2号溶融炉に対し、白金族元素の拔出性の向上が期待できる構造とした。

④ 2号溶融炉において確認された不具合事象の対策を反映する。

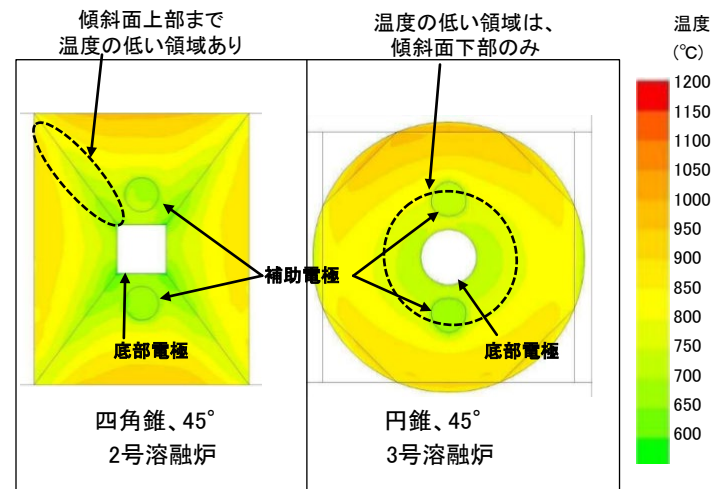
- 安定した運転を行うため、溶融炉の運転停止に至る不具合事象の発生を未然に防止できるように対策を講じた。

- 開発期間が最短で不確実性が少なく、白金族元素の抜き出し性が現行2号溶融炉より優れることが期待される **円錐45°** の炉底形状及び炉底勾配を採用した。

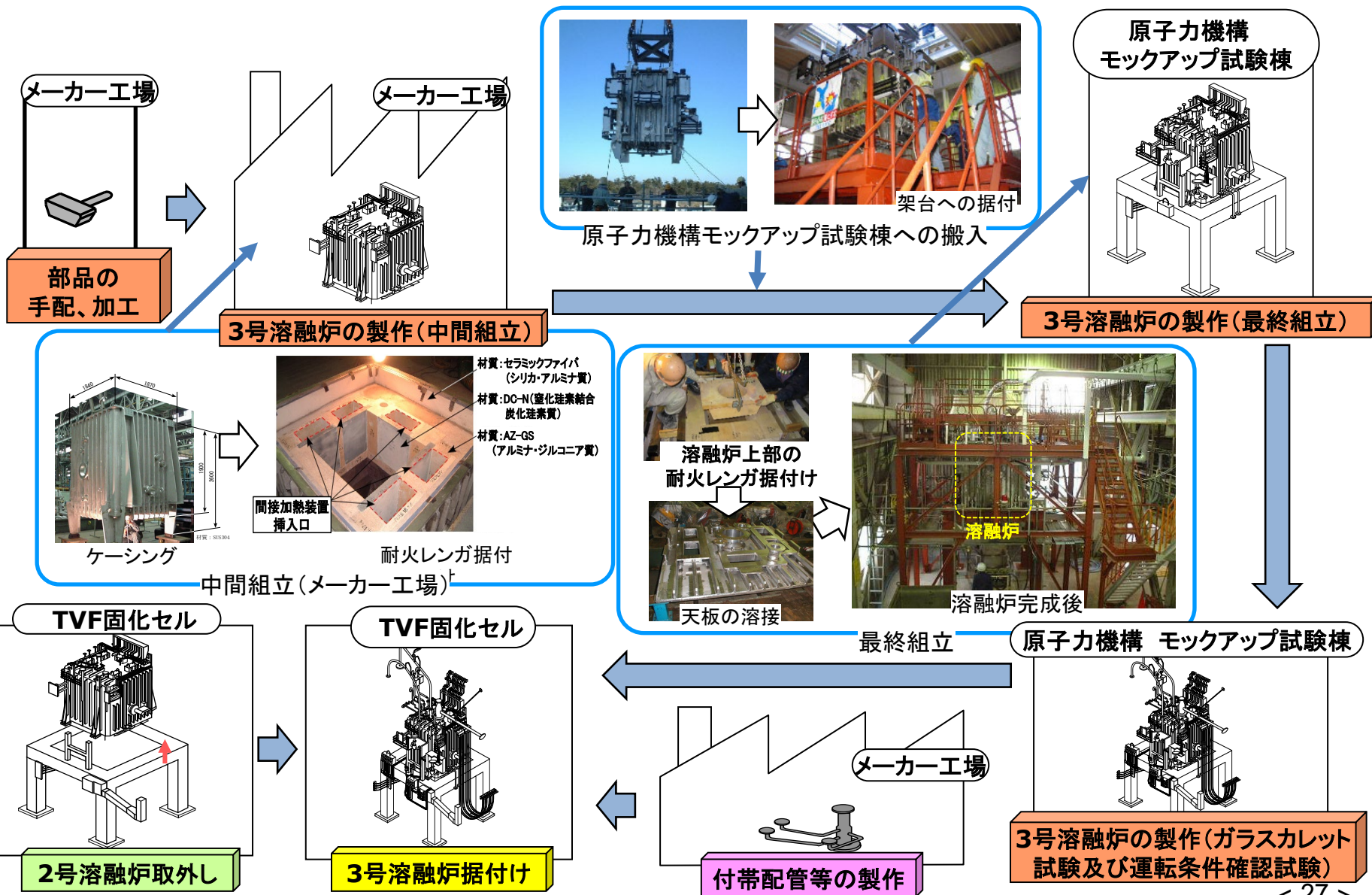


- ・四角錐形状では傾斜面の谷部に沿って温度が低い領域(ガラスの粘性の高い領域)が生じる。
⇒谷部で白金族元素が流れにくくなり、谷部に沿って堆積する。
- ・円錐形状では谷部がないため、傾斜面上部に温度の低い領域はない。
⇒白金族元素が堆積しにくい。

2号溶融炉と3号溶融炉の比較



炉底傾斜面の温度解析
(炉底を上から見た図、左図のA-A矢視)



(1) 3号溶融炉の運転条件確認試験

- ・ 3号溶融炉は、溶融炉のシミュレーション解析コードにより、円錐の炉底形状においても、2号溶融炉(四角錐の炉底形状)と同様の運転パターンにより、白金族元素の沈降堆積の抑制に実績のある炉底低温運転が適用できることを確認している。
- ・ ガラスカレット試験において、基本的なガラス溶融性や炉底低温運転、ガラスの流下性等を確認する。これにより基本的な運転パラメータは設定できる。
- ・ 運転条件確認試験では、白金族元素の抜き出し性や白金族元素の堆積管理指標のベースとなる基礎データの採取を行う計画である。
- ・ 白金族元素を含まない模擬廃液(低模擬廃液)を用いた試験において、ガラスカレット試験で設定したパラメータの調整を最初の4バッチで行い、残りのバッチで再現性を確認する。
- ・ さらに、白金族元素を含む模擬廃液(高模擬廃液)を用いた試験において、白金族元素の抜き出し性や、白金族元素の堆積管理指標のベースとなる基礎データを取得し、さらに、シミュレーション解析に必要な境界条件や温度分布等の3号溶融炉運転評価に向けたデータを取得する。

低模擬廃液から高模擬廃液に切り替えることにより、溶融炉内の白金族元素の含有量が徐々に増えて、一定(ガラスの抵抗や主電極電流等)になるのは、これまでの実績より3~4本目程度であり、この間に、運転パラメータの調整を図る。その後、3本分のガラス固化体を製作することにより、ガラス溶融炉内の温度分布、流下ガラスのサンプリングを実施し、溶融炉内の白金族元素の挙動を把握する。

- ・ 溶融炉内の白金族元素の挙動と、ドレンアウト後の炉内観察結果などを踏まえ、堆積管理指標の見直しに反映する。
- ・ 以上のようにガラスカレット試験において、基本的な運転性を確認し、白金族元素の抜き出し性や堆積管理指標の基礎データの取得及びシミュレーション解析のためのデータ取得を運転条件確認試験にて行うこととし、2号溶融炉の導入時と同様の試験数で十分把握できると考えている。

(2)確認のポイント

① 炉底低温運転が可能であることの確認

主電極間の電力、冷却空気流量を調整し、溶融ガラス温度等の溶融炉の各温度が所定の目標値に制御されることを確認する。

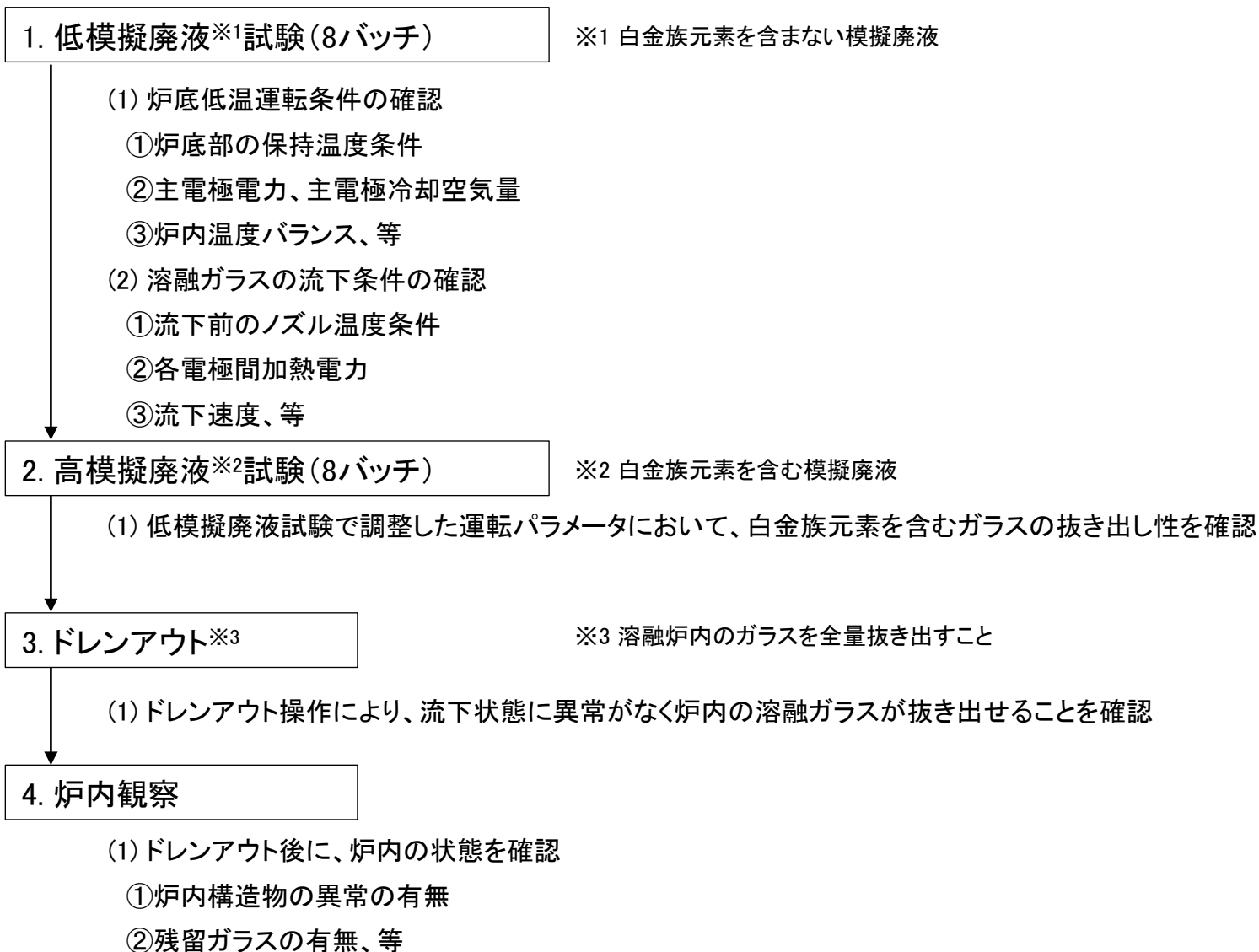
② 流下運転が可能であることの確認

流下前の炉底加熱時における補助電極間電流及び主電極一流下ノズル間電流、流下開始時における流下ノズル温度を調節し、流下前炉底部加熱時間、流下開始時における流下速度の立ち上がり時間(流下開始から流下速度が50 kg/h に到達するまでの所要時間)、流下所要時間が所定の目標値に収まることを確認する。

③ 白金族元素の抜き出し性の確認

①②において調整した運転パラメータにより、白金族元素がガラスと共に流下される(抜き出される)ことを流下ガラスのサンプル分析により確認する。また、ドレンアウト後、炉内観察を行い、レンガの欠けや割れ、白金族元素を含む堆積物の有無などを確認する。

※模擬廃液の組成は、核種崩壊生成計算コードORIGENに東海再処理施設で再処理した使用済燃料の標準的な燃焼条件(軽水炉燃料、比出力35 MW/MT、冷却期間5.5年)を入力した計算結果から推定する放射性成分の組成と、腐食生成物やナトリウム分等の再処理工程で廃液組成に混入する非放射性成分の組み合わせとし、ガラス固化処理運転で処理した高放射性廃液の分析結果を踏まえ、組成(濃度)を設定している(一部希土類元素、アクチニド分は代用成分に置き換えている)。

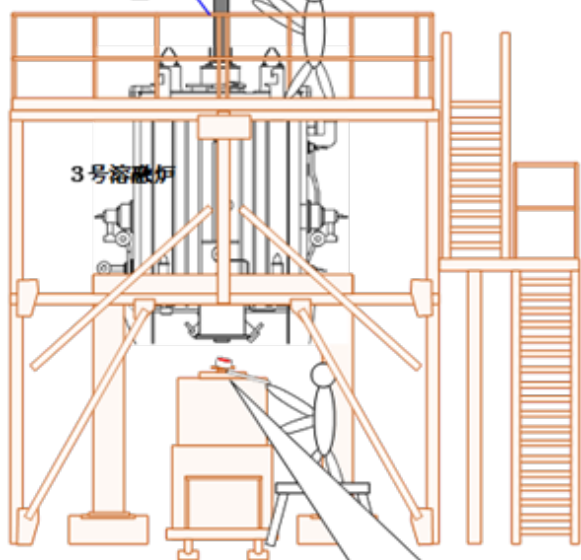


溶融炉廻りでの主な作業



原料供給器

約 10 分間隔で作業員により原料を溶融炉内に投入



ガラス流下時に作業員によりガラスサンプリングを実施

原料調整



溶融炉及び付帯設備の運転管理

- ・溶融炉運転パラメータの監視、運転制御
- ・オフガス処理設備、排水処理設備、ユーティリティ設備の運転



制御室



オフガス処理設備の例
(スクラバ)



排水処理設備の例
(廃液槽)



3号溶融炉への更新に係る遅延リスクと対応

(1) 作業期間の短縮内容、リスクとその対応(1/5)

(参考資料2)

	必要期間			遅延リスクと課題	対応
	実績から検討した期間	短縮後の期間	短縮策		
溶融炉の更新に必要なスケジュールの確保	-	-	-	-	-
11 解体/搬出が必要となる廃棄物の選定					
11.1 廃棄物の解体/詰替え/搬出					
11.1.1 解体途中の廃棄物					
11.1.1.1 M/Sスレープ7-A-1 (1基)	8日 (平日のみ)	1.1.1.2.1、1.1.1.2.2項を含む	・主電極の仮置き治具の製作、仮置きと併行して実施。	-	-
11.1.1.2 主電極 (2個)	約6ヶ月 (平日のみ)	27日 (平日のみ)	・仮置き治具を製作*し、一旦固化セル内に仮置きする方式で対応。 ※ 内作とすることで製作期間を約3ヶ月短縮 ・仮置きした主電極は、2号溶融炉の主電極と一緒に解体。 ・短期間で解体する方法を検討し、解体時期までに準備。	-	-
11.1.1.2.1 主電極の仮置き治具の製作	設計				
11.1.1.2.2 主電極の仮置き	製作				
11.1.1.2.3 主電極切断治具の解体	57日 (平日のみ)	44日 (土日休日を含む)	・作業体制を変更 平日2交替 → 土日休日を含む3交替	1-1. 解体設備に不具合が生じる。	①遅れは許容し、最短での復旧を目指す(BSMのスレープ7-A-1交換の場合、約2週間)。 ・劣化が想定される光ファイバーケーブル、トコ等の予備品を確保。 ・設備の運転アーク等をメカと共有しながら作業を進め、劣化の兆候をタリに把握し、予備品との交換等の必要な対応を図る。 ②定期的に交替勤務者と自勤者を入れ替える。 ③休憩時間に少くともリラックスできるような休憩場所を整備する。 ・(10/10までに制御室の椅子、休憩室の椅子、ソファ等整備済み) ④短期間の目標を設定することにより、短い期間で多くの達成感を得られるようにする。 ⑤が固化処理計画における解体作業の重要性を説明し、作業員の自覚を促すとともに、7D意識の向上を図る。
11.1.2 除去装置(2式)	86日/式 (平日のみ)	65日/式 (土日休日を含む)	・作業体制を変更 平日2交替 → 土日休日を含む3交替	1-1、1-2項と同じ。	
11.1.2.1 廃棄物容器内の廃棄物の詰替え	約2.8か月 (平日のみ)	約2か月 (土日休日を含む)	・作業体制を変更 平日2交替 → 土日休日を含む3交替	1-1、1-2項と同じ。	
11.1.2.1.1 炉内観察ITVカメラ(1基)					
11.1.2.1.2 既存の廃棄物 (17缶)					
11.1.2.2 廃棄物を搬送セルへ搬出	26日 (平日のみ)	26日 (平日のみ)	-	1-3. 搬出に用いる遠隔設備に不具合が生じる。	①作業開始前に使用する遠隔設備を点検する。 ②不具合の遅れは許容し、最短での復旧を目指す(BSMのスレープ7-A-1交換の場合、約2週間)。 ・劣化が想定されるBSM、M/Sスレープ、ITVカメラ等の予備品を確保。 ・日々の作業において作動状況を確認することで劣化の兆候をタリに把握し、予備品との交換等の必要な対応を図る。
11.1.4 解体設備の維持					
11.1.4.1 消耗品の調達	約10ヶ月 (光ファイバーケーブル等)	-	・想定される消耗品を事前に調達	1-4.2HASの搬送設備等に不具合が生じる。	①払出し時期や払い出し量等、事前に関係部署と調整する。 ・作業開始前に使用する搬送設備等を点検する。 ・高経年化の観点から、制御系部品を中心に予備品の確保、交換を計画的に実施する。
11.1.4.2 消耗品の交換 (溶接トーチの場合)	2週間/回を想定	2週間/回を想定	-	1-5. 交換頻度が高く、準備した消耗品が不足する。	①消耗品の交換周期の傾向を確認し、消耗品の在庫を調整する。
11.1.4.3 設備の点検	1年に1回、1週間程度	-	・定期点検の期間を設けず、設備の運転アーク等をメカと共有しながら作業を進め、劣化の兆候をタリに把握し、必要な対応を図る方式で対応する。	-	-



3号溶融炉への更新に係る遅延リスクと対応

(1) 作業期間の短縮内容、リスクとその対応(2/5)

(参考資料2)

2 溶融炉 の更新 等に使用 する設備 の整備	2.1 溶融炉更新前 に整備が必要 な機器の選定		(実施済み)	-	-		
	2.1.1 BSM(G51M1 20)コードリール	2.1.1.1 新コードリールの 調達	(調達済み)	-	-		
		2.1.1.2 コードリールの交 換	62日 (平日のみ)	62日 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう除去装置の解体期間に併行して実施	2-1.交換に用いる遠隔設備に不具合が生じる。 ①作業開始前に使用する遠隔設備を点検する。 ②不具合の遅れは許容し、最短での復旧を目指す(BSM(G51M121)のスレブアーム交換の場合、約2週間)。 ・劣化が想定されるBSM(G51M121)、M/Sz-プロベラ、ITVカチ等の予備品を確保。 ・日々の作業において作動状況を確認することで劣化の兆候をタイムリーに把握し、予備品との交換等の必要な対応を図る。	
		2.1.1.3 旧コードリールの 解体	55日 (平日のみ)	55日 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう除染地で人手により解体	2-2.コードリールの表面線量率が高く、解体に計画期間以上の時間を要する。 ①作業員の被ばく管理を優先し、解体の遅れは許容する。	
	2.1.2 解体場P/Mキャ リッジ、スレブ アーム	2.1.2.1 交換部品等の 調達	2.1.2.1.1 キャリッジ	(調達中。R5年3月に納入予定。)	-	-	
			2.1.2.1.2 横行ケーブルペ ア	約13ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	約12ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	・クリティカルパスに影響しないようメカと調整し、製作期間を1ヶ月短縮	-
			2.1.2.1.3 ケーブル/コネク タ	約18ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	約14ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	・クリティカルパスに影響しないようメカと調整し、必要な部品が納入されるよう分納	-
			2.1.2.1.4 ケーブル/コネク タの組付、調整	約8ヶ月 (R5年3月に契約請 求)	約8ヶ月 (R5年3月に契約請 求)	-	-
			2.1.2.1.5 遠隔治具の調 達	約8ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	約8ヶ月 (R4年11月に契約 請求)	・R5年7月の使用開始に間に合うよう、契約請求時期を関係部署、製作期間をメカと調整	-
		2.1.2.2 キャリッジ等の交 換		102日 (平日のみ)	約90日 (平日のみ)	・遠隔治具の準備(10日)を他の作業と並行して実施 ・手順を精査	2-3.表面線量率が高く(100mSv/h以上と推定)、設計上の人手による部品交換ができない。 2-4.事前に検討した手順で遠隔による整備が行えない。 2-5.交換部品等と既設との取合い寸法が合わず、交換部品等が取り付けられない。 ①遠隔による装置単位での交換に変更推定)、設計上の人手による部品交換ができない。 ①交換部品等が納入された時点で、実物を確認しながら遠隔での整備手順を再確認する。 ①TVFで考案した遠隔取合い確認治具により取合い寸法を確認し、固化機へ搬入する前に、交換部品等の取合い寸法の確認、調整を行う。
		2.1.2.3 旧キャリッジ等の 解体		約6ヵ月 (平日のみ)	約4.5ヵ月 (土日休日を含む)	・作業体制を変更 平日2交替 → 土日休日を含む3交替	1-1、1-2項と同じ。



3号溶融炉への更新に係る遅延リスクと対応

(1) 作業期間の短縮内容、リスクとその対応 (3/5)

(参考資料2)

3 3号溶融炉の製作	3.1 M/U試験棟での本体製作	3.1.1 架台の搬入/設置	(R4.9.8完了)	-	-		
		3.1.2 天井部の築炉	(R4.10.5完了)	-	-		
		3.1.3 天板の溶接	(R4.10.18完了)	-	-		
		3.1.4 付帯配管等の取付け	約2ヶ月 (平日のみ) / 約2ヶ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	-	-	
		3.2 M/U試験棟でのカレットによる試験	3.2.1 試験設備の設置	約1ヶ月 (平日のみ) / 約1ヶ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	-	-
	3.2 M/U試験棟でのカレットによる試験	3.2.2 カレット試験	約1ヶ月 (平日のみ) / 約1ヶ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-1.試験設備に不具合が発生し、試験が中断する。	①各設備の点検（作動試験を想定した各設備の作動確認）、整備（高経年化を考慮した部品の交換）を行い、試験を開始する。	
		3.3 M/U試験棟での模擬廃液による作動試験	3.3.1 試験設備/資材の設置	約1ヶ月 (平日のみ) / 約1ヶ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	-	-
		3.3.2 試験員の調整	約3ヶ月 (教育訓練1ヶ月+試験2ヶ月) / 約3ヶ月 (教育訓練1ヶ月+試験2ヶ月)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-2.試験員（TVFの運転員以外の外注による役員）が確保できない。	①メーカーと早期に契約締結に向けた調整に着手する。	
		3.3.3 試験パラメータの検討	約3ヶ月 (平日のみ) / 約3ヶ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-3.2号溶融炉の主電極管補正抵抗低下の対策等の確認ため、試験項目が増加する。	①シミュレーション解析などを活用し、検討したパラメータによる試験が可能な試験計画を策定する。	
		3.3.4 模擬廃液による作動試験	・試験：約2ヶ月 (熱上げ0.5ヶ月+低模擬0.5ヶ月+高模擬0.5ヶ月+放冷0.5ヶ月) / 教育訓練：1ヶ月 ・試験：約2ヶ月 (熱上げ0.5ヶ月+低模擬0.5ヶ月+高模擬0.5ヶ月+放冷0.5ヶ月) / 教育訓練：1ヶ月	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-4.試験設備に不具合が発生し、試験が中断する。 3-6.試験員の操作ミス。 3-5.2号溶融炉の主電極管補正抵抗低下の対策等の確認のための試験項目が増え、試験期間が延びる。	①各設備の点検（作動試験を想定した各設備の作動確認）、整備（高経年化を考慮した部品の交換）を行い、試験を開始する。 ①試験員に対し、事前の教育訓練により試験に必要な力量を付与する。 ①作動試験期間の裕度（約2か月）で対応する。	
	3.4 溶融炉付帯品の製作/組立	3.4.1 製作/組立の契約締結	3.4.1.1 メーカーと製作契約を締結	R6年1月契約締結予定 / R6年1月契約締結予定	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-6.契約条件（免責範囲等）に係るメーカーとの調整が生じ、契約締結に遅れが生じる（3号溶融炉の製作に係る契約実績の反映）。	①契約条件（免責範囲等）に係る調整期間を見込んでメーカーとの調整を開始する。 ②メーカーとの調整においては、先ず契約条件（免責範囲等）に係る調整の要否をメーカーに確認する。
			3.4.1.2 電力と前払いに係る覚書を締結	R5年9月末覚書締結予定 / R5年9月末覚書締結予定	・クリティカルパスに影響しないよう廃棄物の解体等の期間に併行して実施	3-7.電力との前払い交渉に期間を要し、電力とのガス固化処理契約に定められた期限（支払年度の前年度9月末）までに覚書を締結できない。	①電力と溶融炉の更新に係る状況を共有（R4年10月14日実施済み）し、覚書締結の予定時期（R5年9月末）に対し、余裕をもって前払い協議に着手する。
		3.4.2 結合装置の組立	3.4.2.1 流下バス#周りの寸法測定	約5日 (R6年4月予定) / 約5日 (R6年4月予定)	-	-	-
			3.4.2.2 既設との取合い寸法を確認	3日 (平日のみ) / 3日 (平日のみ)	-	-	-
			3.4.2.3 組立	約5ヶ月 / 約5ヶ月	-	-	-
		3.4.3 配管類の製作	3.4.3.1 材料加工 (ブレイク加工)	約3ヶ月 / 約3ヶ月	-	-	-
			3.4.3.2 既設との取合い寸法を確認	10日 (R6年4月予定) / 10日 (R6年4月予定)	-	-	-
			3.4.3.3 組立	約2ヶ月 / 約2ヶ月	-	-	-



3号溶融炉への更新に係る遅延リスクと対応

(1) 作業期間の短縮内容、リスクとその対応(4/5)

(参考資料2)

4 3号溶融炉の据付	1 更新に必要な 固化セル内ス ベ-スの確保		(1項参照)	(1項参照)			
	2 溶融炉の更新 等に使用する 設備の整備		(2項参照)	(2項参照)			
	4.1 2号溶融炉の 撤去	4.1.1 遠隔治具の準備	17日 (平日のみ)	17日 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう旧解体場P/Mの解体期間に併行して実施	-	-
		4.1.2 付帯配管/ケーブル等の取外(97本)	約5ヵ月 (平日のみ)	約5ヵ月 (平日のみ)	・クリティカルパスに影響しないよう旧解体場P/Mの解体期間に併行して実施	-	-
		4.1.3 2号溶融炉の撤去 解体場へ搬入	2日 (平日のみ)	2日 (平日のみ)	-	-	-
	4.2 3号溶融炉の据付	4.2.1 3号溶融炉を 固化セルへ搬入/据付	2日 (平日のみ)	2日 (平日のみ)	(固化セル搬入前に熱上げ用ガラスレットを炉内に充填しておくことで、運転準備期間を約1ヶ月短縮)	4-1.3号溶融炉の固定ボルトが架台のボルト穴に合わず、溶融炉を固定できない。 (2号溶融炉の据付実績の反映)	①搬入前に、2号溶融炉取付け時のデータ等を確認し、取合い寸法を確保する。 ②据付架台の寸法を計測(3D計測)し、取合い寸法を確認し、3号溶融炉の取合い部を調整する。
		4.2.2 架台に据付	2.4.2.2と同じ	2.4.2.2と同じ	-	4-2.3号溶融炉、架台、既設配管との取合い寸法が合わず、結合装置が正常に取り付けられない。(結合装置の取付け実績の反映)	①搬入前に、2号溶融炉取付け時のデータ等を確認し、取合い寸法を確保する。 ②3D寸法計測を行い、取合い寸法を確認し、結合装置の取合い部を調整する。
		4.2.2 既設との取合い寸法測定	4.2.2.1 結合装置	2.4.3.2と同じ	2.4.3.2と同じ	-	-
			4.2.2.2 配管類	2.4.3.2と同じ	2.4.3.2と同じ	-	-
		4.3 付帯配管/ケーブル等の製作(97本)		約2ヶ月	約2ヶ月	-	4-3.現場での配管類の据付に配管類の製作が間に合わない。 ①据付ける配管類の順番に合わせて、配管類の製作の順番を調整する。
	4.4 付帯配管/ケーブル等の取付(97本)		約3.5ヵ月 (平日のみ)	約3.5ヵ月 (平日のみ)	-		

3号溶融炉への更新に係る遅延リスクと対応

(1) 作業期間の短縮内容、リスクとその対応 (5/5)

(参考資料2)

5 周辺機器の整備 (高経年化対策)	5.1 整備が必要な機器と時期を整理	5.1.1 溶接機XYテーブル	(実施済み)	-	-			
			交換品の調達	R3年度補正予算にて発注済み (R5年3月納品予定)				
			5.1.1.2 遠隔治具の準備	5日 (平日のみ)	5日 (平日のみ)	・クレーンバスに影響しないよう除去装置の解体期間に併行して実施	-	-
			5.1.1.3 交換	18日 (平日のみ)	18日 (平日のみ)	・クレーンバスに影響しないよう除去装置の解体期間に併行して実施	-	-
			5.1.1.4 旧溶接機XYテーブルの解体	6日 (平日のみ)	6日 (平日のみ)	・クレーンバスに影響しないようハル缶詰替え作業時に併行して実施	-	-
			5.1.2 固化体搬送台車	5.1.2.1 設計	(実施済み)	-	-	
			5.1.2.2 製作	5.1.2.2.1 部品製作	3号溶融炉更新後に実施することから、今後検討する。	(今後検討)		
			5.1.2.2.2 既設との取合い寸法計測	3号溶融炉更新後に実施することから、今後検討する。	(今後検討)			
			5.1.2.2.3 組立て	3号溶融炉更新後に実施することから、今後検討する。	(今後検討)			

東海再処理施設の廃止措置段階における保全について

【概要】

- 東海再処理施設は、廃止措置への移行後も、回収可能核燃料物質を再処理設備本体に保持、特定廃液を保管廃棄している状態にあったことから、再処理運転時と同様の保全活動を継続している。
- 現時点において、運転開始からすでに40年以上を経過した設備も多く、予防保全に努めているものの、高経年化に起因した設備の更新や交換等の必要性が高くなることを想定している。
- 今後、さらに高経年化が進んでいく再処理施設の廃止措置期間中も適切な保安水準を維持しながら、廃止措置を進める上で重要性・優先度の高い領域に資源を集中するため、定型的な更新・交換等については事業者の責任において適切な品質管理を行った上で、新たな個別の許認可を申請することなく速やかに工事を行えるような仕組みについて検討を進めていきたい。

令和5年1月18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段階における 保全について

令和5年1月18日

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
再処理廃止措置技術開発センター

背景・課題

東海再処理施設の廃止措置段階における保全の現状

- 東海再処理施設の廃止措置には約70年の期間を要すると想定しており、その期間においても安全確保に必要な設備の維持管理は継続していく必要があるが、廃止措置への移行後も、回収可能核燃料物質を再処理設備本体に保持、特定廃液を保管廃棄している状態にあったことから、現状、再処理運転時と同様の保全活動を継続中。
- 現時点において、運転開始からすでに40年以上を経過した設備も多く、予防保全に努めているものの、高経年化に起因した偶発的な不良等の発生による設備の更新や交換等の必要性が高くなることが想定される。
- 非放射性のユーティリティ配管の腐食等に伴う更新や耐用期間の観点からユニット交換などが可能なように設計された機器の同型品への交換などについては、実績を有し定型的な作業となっているものの、偶発的な故障・不良が生じた場合、認可を得るまでは監視を強化したうえで仮復旧(応急的措置)するといった特別な状態で管理している状況。

事業者として認識している課題・問題意識

- 回収可能核燃料物質の取り出しや、特定廃液の固化安定化が進み、再処理施設全体のリスクが低下していくことに対応しつつ、廃止措置における保安水準を適切に維持していける合理的な保全の仕組みを構築していくにはどうすればよいか。
- 今後増加が予想される高経年化に伴う設備の劣化において、認可までの特別な管理状態にある期間を短縮することにより保安水準を高めるために定型的な交換工事や安全グレードの比較的低い設備の更新工事などについては速やかに工事に着手できる仕組みはないか。

課題解決に向けて

再処理施設の廃止措置期間中においても適切な保安水準を維持しながら、廃止措置を進める上で重要性・優先度の高い領域に資源を集中するために、事業者として取りうる解決策を検討していくことが重要であると認識している。

- 廃止措置の進展に応じて適切に性能維持施設の見直しを行う必要がある。その第一段階として、工程洗浄の完了に合わせて、現在の廃止措置計画申請書に示した性能維持施設の整理を行う。
- 定型的な更新・交換等については事業者の責任において適切な品質管理を行った上で、新たな個別の許認可を申請することなく速やかに工事を行えるような仕組みを構築していきたい。**【本資料の議題】**

定型的な更新・交換等の取扱いの見直しによる 安全性向上への期待

- ・将来的には廃止措置の進捗等に応じて機器等の能力等を変更する可能性はあるが、当面の保全是**既設の部品交換・同等品への更新・交換**が主となる。
- ・定型的な更新・交換については、**事業者の責任・力量の下で速やかに恒久的な措置を実施可能**と考えられ、その場合、申請・認可後に恒久的な措置に着手している現状に比べると**安全性・信頼性の向上**が期待できる。

【例】

- ・安全機能に係る冷却水や浄水配管等のユーティリティ配管の腐食故障においては、漏れ止めや仮設配管の設置等の応急的な措置を行い、更新工事を申請～認可後に恒久的措置を実施する。
⇒事業者の責任で恒久的な措置としての工事を実施可能とすることで、**仮復旧の期間(応急的措置の状態にある期間)が短縮**
- ・閉じ込めの機能を有する建家換気系の送排風機の故障時で、部品交換での復旧が不可で全体交換が必要となった場合、応急的な措置として代替機器等への交換を行う。許認可は並行して行い、認可後、許認可の内容に応じて機器等の再交換・検査を行う。
⇒事業者の責任で恒久的な措置としての交換を実施可能とすることで、**仮復旧の期間(応急的措置の状態にある期間)が短縮、再交換作業に伴うリスクが減少**
- ・既に一部の機器等については今後起こりうる同一の更新・交換を考慮して予め廃止措置計画に記載することにより、更新・交換の都度の変更認可申請を不要としている。
- ・その他にも、安全性を向上していくという観点から、速やかに恒久的な措置を行うことが望ましく、かつ、**許認可の記載に変更のない同等品への更新や交換等で過去に同種の工事の実績のあるもの等**、許認可を行う場合と同等の水準の品質で**更新・交換等が実施可能**と考えられるものがある。

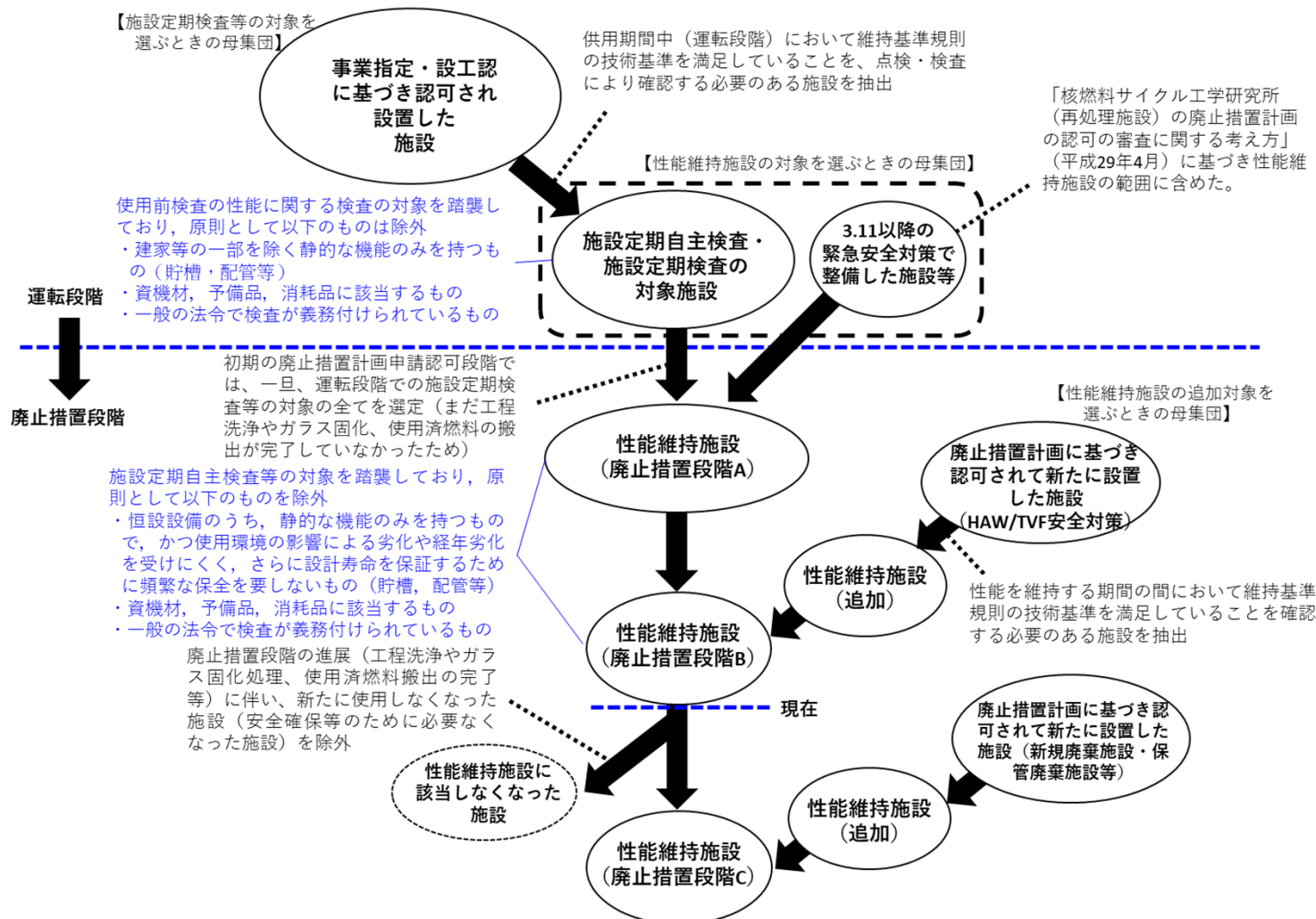


規則、「廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」との整合も考慮

性能維持施設の整理と併せ、許認可を行う場合と同等の水準の品質で更新・交換等が事業者の責任の下で実施可能と考えられるケースについて整理を行う。今後、廃止措置段階の再処理施設の安全性向上の観点から定型的な更新・交換等を速やかに行える仕組み(対象機器等を予め廃止措置計画等に定め、保安規定等に基づき管理する等)について議論させて頂きたい。

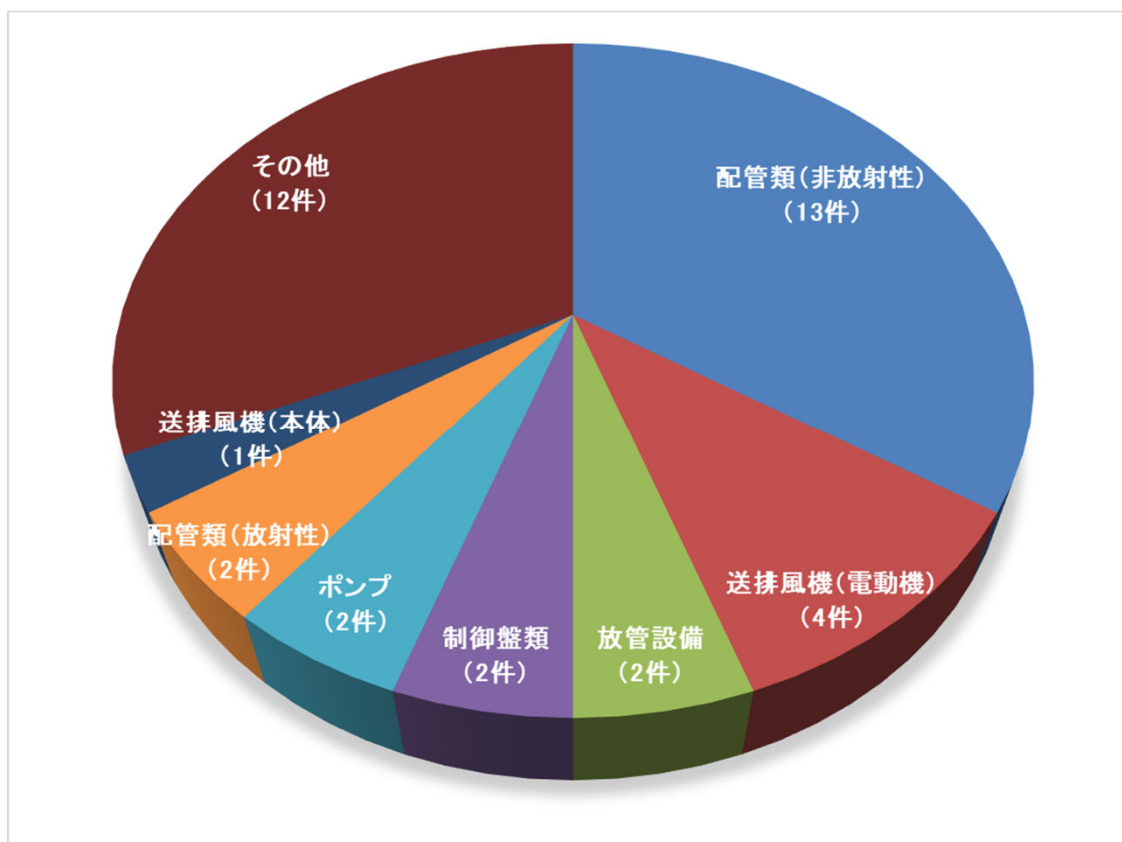
(参考)性能維持施設の見直し

今後、工程洗浄の終了等、施設におけるリスクが低減する各段階で、性能維持施設について段階に応じた機能の見直し(対象からの除外を含む)等を行う予定。その際、現在の廃止措置計画認可申請書では明示的に記していない性能維持施設として求められる機能、設備の範囲、検査の方法の関係について詳細化したうえで、本格的な廃止措置に向けて性能維持施設を整理する予定。



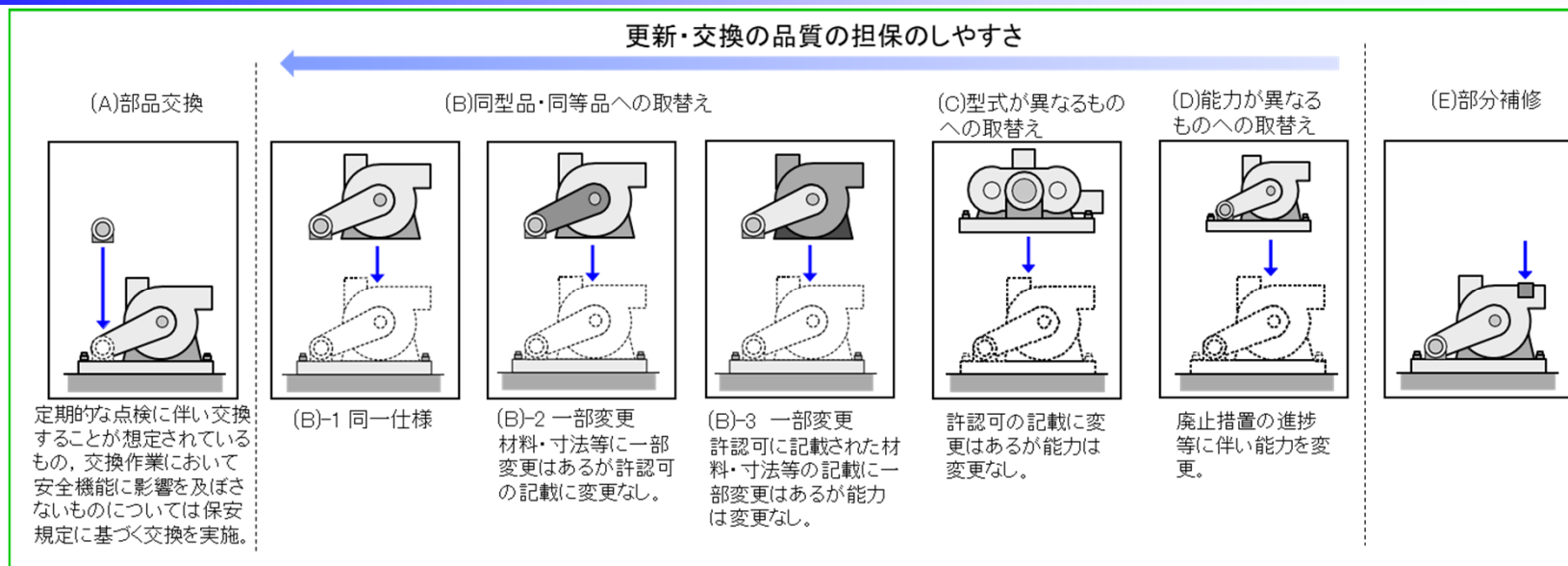
(参考)更新・交換等に係る許認可の実績

- 直近10年間で設工認申請・廃止措置計画変更認可申請を行った更新・交換(計38件)については、回転機器類，ユーティリティ配管の高経年化によるものが多く，これらは閉じ込めや崩壊熱除去等の安全機能に関連するものが含まれるが，非放射性あるいは低放射性的の物質を扱うものであるとともに，工事の方法は定型的であり，類似作業の実績も多い。

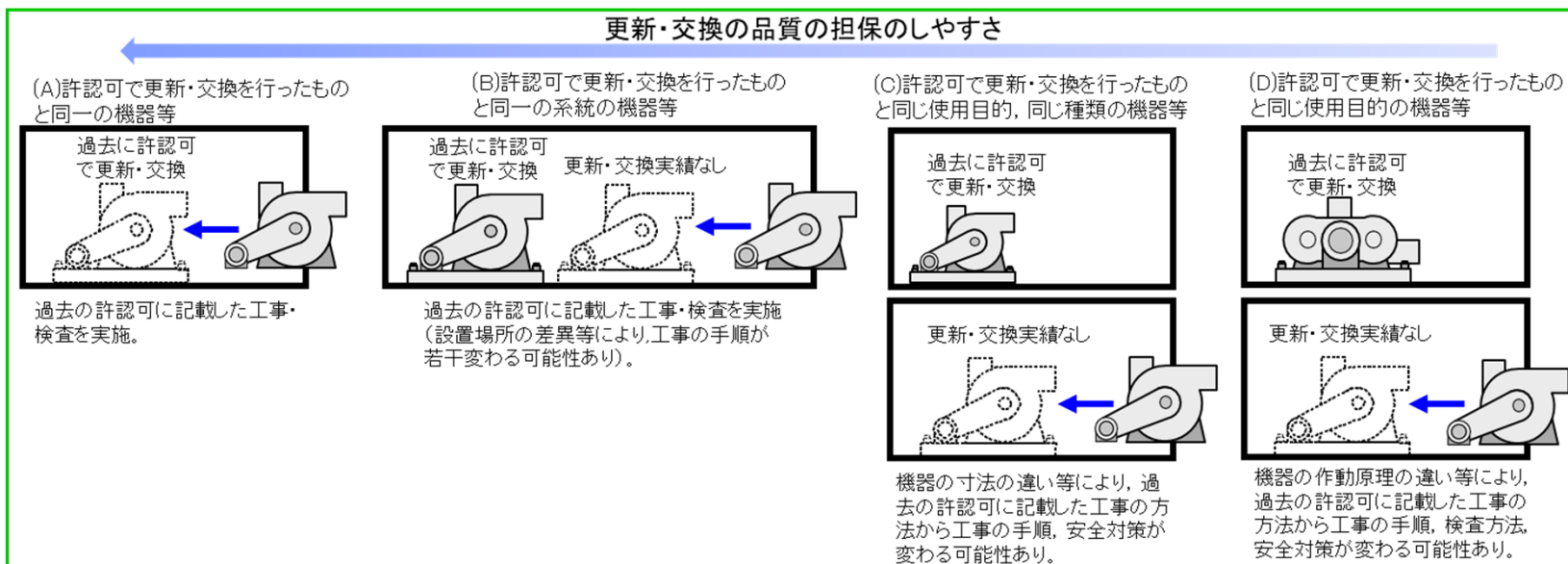


直近10年間に更新・交換の許認可を行った機器類

(参考)更新・交換等の工事の種類



保全の種別(部品交換, 取替え, 補修), 機器の型式の種類



工事の実績の種類

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1月18日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目			令和4年					令和5年											
			12月					1月				2月				3月			
			～2日	～9日	～16日	～23日	～28日	～6日	～13日	～20日	～27日	～3日	～10日	～17日	～24日	～3日	～10日	～17日	～24日
廃止措置計画変更認可申請に係る事項																			
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	○安全対策工事の進捗																	
	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																		進捗状況を適宜報告
工程洗浄		▼30				▼27		▽11					▽1			▽15			進捗状況を適宜報告
SF搬出																			必要に応じて適宜説明
保全の方針	○高経年化技術評価 ○設備更新・補修等の考え方							▽11			◇24								必要に応じて適宜説明
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	▼30	▼7	◆15		▼27													
廃止措置の状況																			
ガラス固化処理の進捗状況等		▼30	▼7	◆15		▼27		▽11	▽18	◇24	▽1		▽15						進捗状況を適宜報告

▽:面談 ◇:監視チーム会合