

TVFにおける固化処理状況について

令和4年12月15日

日本原子力研究開発機構(JAEA)

1. はじめに
2. 溶融炉内の観察結果
3. 今回の運転(22-1CP)の計画と評価
 - 3-1. 計画
 - 3-2. 評価
4. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査
 - 4-1. 原因調査の進め方
5. 次回運転までのスケジュール
 - 5-1. スケジュール策定の基本的な考え方
 - 5-2. 2号溶融炉の運転継続について
 - 5-3. スケジュールの検討内容
 - 5-4. スケジュール(検討結果)

1. はじめに

- (1) 今回の運転(22-1CP)は、令和4年6月28日から熱上げを開始し、7月12日にガラス溶融炉へのガラス原料及び廃液の供給(運転)を開始した。
- (2) 8月28日、23本目で主電極間補正抵抗が白金族元素の堆積管理指標まで低下したことから、予め定められた運転要領に従い溶融炉内のガラスを全量(ガラス固化体3本分)抜き出す操作(ドレンアウト)を8月29日から行い、9月1日に溶融炉の電源を断とした。
- (3) その後、ガラス溶融炉の冷却期間(自然放熱による冷却、約2週間程度)を経て、9月14日～16日に溶融炉内部の観察を行い、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)にガラスが残留していることを確認した。
- (4) 運転のためには、残留ガラスの除去が必要と判断し、10月5日をもって今回の運転(22-1CP)を終了することとした。
今回の運転(22-1CP)でのガラス固化体の製造本数は、当初計画の60本に対し25本(ドレンアウト分を含む)であった。
- (5) 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。
- (6) 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、これまでの2号溶融炉での残留ガラス除去作業の影響なども考えられており、原因調査の結果を3号溶融炉及び今後の運転に反映していく。

2. 溶融炉内の観察結果(2/2)

- (2) 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28kgと推定した。
- (3) その後、過去の炉内観察の映像を改めて確認したところ、前回の運転(21-1CP)後にも南北主電極の上部にガラスが残留していることを確認した。
- (4) 炉内観察の結果から、今回の運転(22-1CP)において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原因は、南北主電極間を繋ぐように西側炉底傾斜面上部に残留したガラスを通じて電流が流れたことによるものと判断した。
- (5) また、今回の運転(22-1CP)は、機器の不具合等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も考えられる。
- (6) 残留ガラス除去作業などの影響や南北主電極の上部等の残留ガラスの影響については、今後の原因調査において確認していく。



3. 今回の運転(22-1CP)の計画と評価

3-1. 計画

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た(参考資料2参照)。

これを着実に進めていくため以下の項目について整備し、今回の運転(22-1CP)を開始した。

(1) 今回の運転(22-1CP)に向けた取り組み

- ① 不具合の再発防止(不適合処置、是正処置等)
- ② 設備故障への対応(運転中に想定される不具合の対応等)
- ③ 高経年化対策
- ④ 運転体制の維持
- ⑤ 製造本数

- ・ 先ず、過去の1キャンペーン当たりの最大製造本数46本を目指し、複数のホールドポイント(前回の運転(21-1CP)で白金族元素が堆積した対策の確認、その後の運転状況の確認)を設け、60本の製造を目指して段階的に進める。
- ・ 白金族元素の堆積状況をより正確に把握するため、これまでの管理指標等(主電極間補正抵抗、補助電極間補正抵抗)を改善し、加えて、新たな監視項目として、堆積した白金族元素へ流れる主電極間電流の増加傾向、ガラス温度の低下傾向を監視する。

(2) ガラス固化処理を停滞させないため、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

【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。

3. 今回の運転(22-1CP)の計画と評価

3-2. 評価(1/2)

(1) 今回の運転(22-1CP)に向けた取り組み

主要な取り組み	22-1CPに向けた取り組み	結果
①不具合の再発防止 (不適合処置、是正処置等)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 運転開始前までに前回の運転(21-1CP)以降の不適合処置、是正処置を実施する。 ○ 前回の運転(21-1CP)以前(リスク低減のための運転を開始した16-1CP以降)の不適合処置、是正処置28件に基づく整備などを実施する。 	達成 ・同様の不具合の発生はなかった。
②設備故障への対応 (遅延リスク対策)	<p>【点検・整備(予防保全)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 運転に使用する設備の点検・整備(部品交換等)を実施した。 <p>【気がかり事項への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 計画的な点検・整備に加えて、運転員から聞き取り整理した気がかり事象について、点検整備、予備品への交換、手順書等の改訂を実施した。 <p>【不具合が生じた際の速やかな復旧】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 前回の運転(21-1CP)前に整理した「想定される不具合事象の抽出結果」に不足がないか再整理を行った。 	改善が必要 ・1本目の流下前準備の段階で、流下監視用ITVカメラの映像不良が発生し、処置のため溶融炉の保持運転(1.5日間)を行った。 → 運転に使用するITVカメラのうち、流下監視用ITVカメラのように溶融炉の保持運転に直結するITVカメラについては、ユニット交換できるよう準備しておき、最短で復旧できるよう改善を図る。 ・その他に溶融炉の保持運転を必要とする不具合事象等は発生しなかった。
③高経年化対策	<ul style="list-style-type: none"> ○ 劣化の兆候などが確認されたものを含め計画的に高経年化した設備を更新した。 	達成 ・高経年化に起因する溶融炉の保持運転を必要とする不具合事象等は発生しなかった。

3. 今回の運転(22-1CP)の計画と評価

3-2. 評価(2/2)

(1) 今回の運転(22-1CP)に向けた取り組み(前頁の続き)

主要な取り組み	22-1CPに向けた取り組み	結果
④運転体制の維持	<p>【5班3交替体制の整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 班体制要員(1班10名)に対して代替要員の拡充を図り、OJTなど運転を経験させることで、技術継承を含めて人材育成を図る。 ○ 前回運転(22-1CP)の要員をベースに、人材育成などを考慮し要員の入れ替えを実施し、必要な教育訓練を実施することで、力量を付与する。 	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 5班3交替の運転体制に必要な要員(代替要員を含む日勤:約20名)により、運転を継続できた。
⑤製造本数	<p>【着実な工程管理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 過去の1キャンペーン当たりの最大製造本数46本を目指し、複数のホールドポイントを設け、60本の製造を目指して段階的に進める。 ○ 運転が順調に進み60本製造した場合、11月中旬まで運転を継続し製造本数を増やす。 	<p>未達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>機器の不具合等による溶融炉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、23本で管理指標に達し、25本で運転終了となった。</u>

(2) 3号溶融炉への更新判断

- ・ 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。
- ・ 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)となる可能性が高く、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ガラス固化処理完了までの期間が短くなる**と判断した。

4. 主電極間補正抵抗の低下に係る原因調査

4-1. 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】

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/U3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/U3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

【基本方針】

- (1) 今回の運転(22-1CP)を踏まえて、**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を進めた。**
- (2) その間、製造本数を伸ばしていく観点から、2号溶融炉のガラス除去を行い、今回のキャンペーンと同程度(25本程度)の固化体製造を継続することも検討を行った。

【3号溶融炉への更新において考慮すべき事項】

- (1) 3号溶融炉への更新においては、固化セル内に更新に必要なスペースを確保する必要があり、これまで固化セル内の廃棄物の解体を進めてきたが、現状、このスペースが確保できていない。
また、更新作業や取外した2号溶融炉の解体作業において、遠隔機器が故障した場合のリスクに備えて、使用する遠隔機器(両腕型マニプレータ(BSM)、解体場パワーマニプレータ(P/M)等)の整備を行う必要がある。
- (2) 上記の固化セル内の状況を踏まえ、3号溶融炉への更新に向けて考慮すべき事項を整理した。
 - ・ **更新に必要な固化セル内スペースの確保**
→ 固化セル内の廃棄物の解体、施設外(第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設)へ搬出
 - ・ **更新に使用する両腕型マニプレータ(BSM)の整備**
→ 更新期間中に部品交換の時期を迎えるため、更新前に整備
 - ・ **取外した2号溶融炉の解体に使用する解体場パワーマニプレータ(P/M)の整備**
→ 不調を確認しているため、更新前に整備
→ 整備の方法は、設計上人手による部品交換であるが、汚染(作業員の被ばく低減)を考慮して、遠隔による装置単位で交換
- (3) これらの廃棄物の解体、解体場P/Mの整備は、固化セル内の動線上、3号溶融炉への更新と併行して実施できないことから、先ず、これらの作業を行った後、更新作業を開始する。

5. 次回運転までのスケジュール

5-2. 2号溶融炉の運転継続について

- (1) 2号溶融炉の運転継続については、残留ガラス除去作業を行い更新期間中に運転(25本程度)を行うケースを検討した結果、遅延リスクが増えること、3号溶融炉への更新が遅れることから、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た。

【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】

	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を行わない※ため、<u>除去装置の解体期間(約3ヶ月程度:ガラス固化体約45本)が不要となり、最短(R6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。</u> ※ 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、<u>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。</u> 	<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)が進み、短期的にはリスクの低減が図れる。
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ことから、短期的にリスク低減が図れない。 ・3号溶融炉の更新以降で約550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、運転状況を踏まえた対応を図ることとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1回のキャンペーンあたりのガラス固化体の製造本数は、今回の運転(22-1CP)と同程度(25本程度)となる可能性が高く、2号溶融炉を使用せず3号溶融炉へ更新する場合に比べ、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関連する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。

5. 次回運転までのスケジュール

5-3. スケジュールの検討内容

- (1) 3号溶融炉への更新スケジュールは、WBS(作業分解構成図)を用いて作業項目を網羅的に洗出し、**作業項目毎に作業期間の短縮を検討するとともに、遅延リスクとその対応を検討**する方法で進めた。

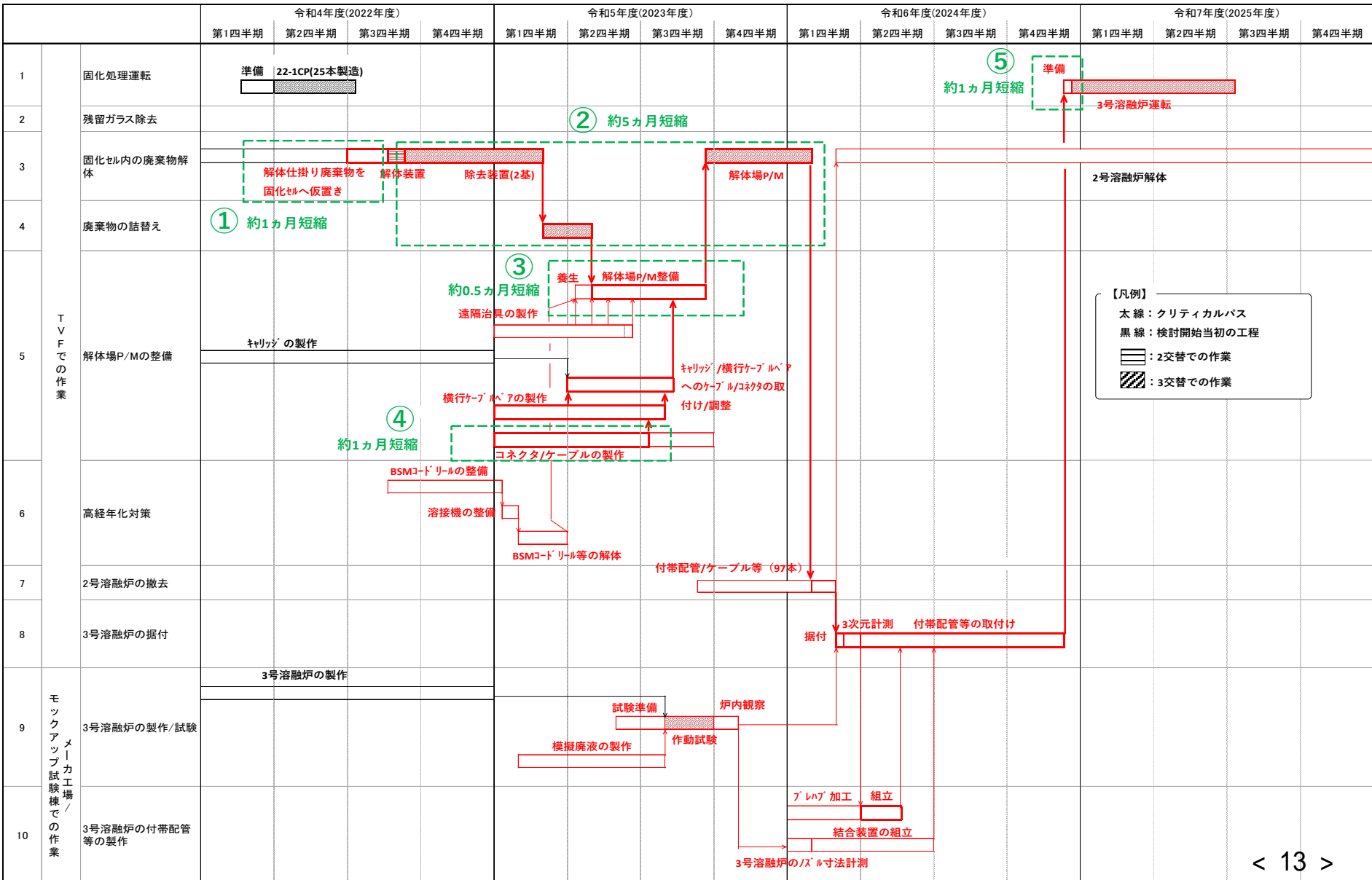
【主な作業期間の短縮内容】

- ・ 廃棄物の解体
 - ① 現在、解体中の廃棄物のうち解体に時間を要する廃棄物の解体を中断して固化セル内に仮置きし、短時間で解体できる廃棄物の解体を進めることにより、約1ヵ月短縮
 - ② 平日2交替体制から休日を含む3交替体制とすることにより、約5ヵ月短縮
 - ・ 解体場P/Mの整備
 - ③ 準備作業(治具等の組立・養生)を他作業と併行して進めることにより、約0.5ヵ月短縮
 - ④ 交換部品(横行ベア)の調達期間について、メーカーと調整することにより約1ヶ月短縮
 - ・ 運転準備
 - ⑤ 3号溶融炉据付後に遠隔操作で予定していた熱上げ用ガラスレットの溶融炉投入を、固化セル搬入前に3号溶融炉に投入しておくことにより、約1ヵ月短縮
- (2) 検討の結果、**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**。なお、今後は長期間を要する作業(解体場P/Mの更新、3号溶融炉の付帯配管の取付け)を中心に精査し、スケジュールの精度向上を図っていく。
- (3) 作業においては、2号溶融炉への更新実績(H15～16年度)や類似の遠隔保守実績を基に、不具合の再発防止、作業体制、メーカーサポート体制等の観点から遅延リスクを洗出し、**遅延リスク等の対応を整備した上で更新作業を進める**。
- (4) **ガラス固化処理の全体計画については、3号溶融炉への更新により白金族元素の抜き出し性の向上は見込まれるものの、3号溶融炉の作動試験結果及び運転状況(1キャンペーンあたりの製造本数や3号溶融炉での残留ガラス除去期間などの見通し)を踏まえ、予見性の高い計画として令和7年度に示すこととしたい**。

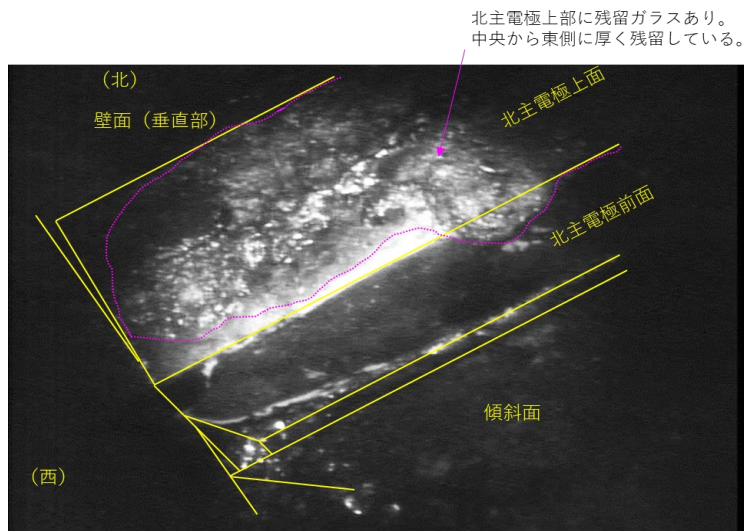


5. 次回運転までのスケジュール

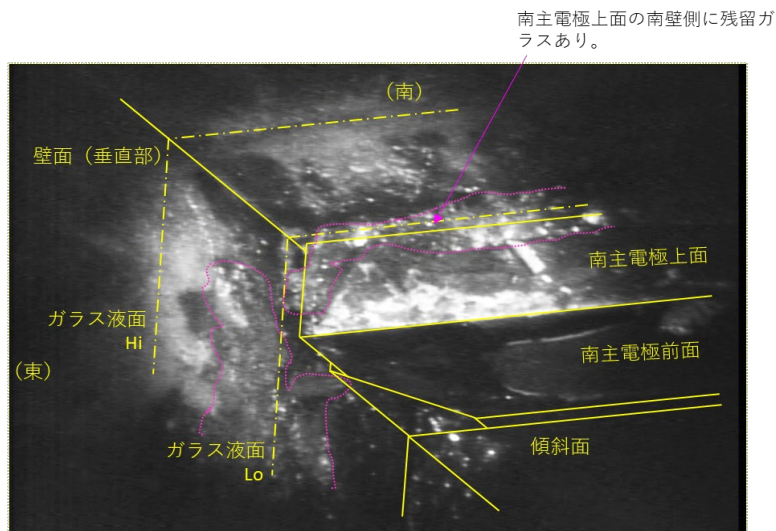
5-4. スケジュール(検討結果)



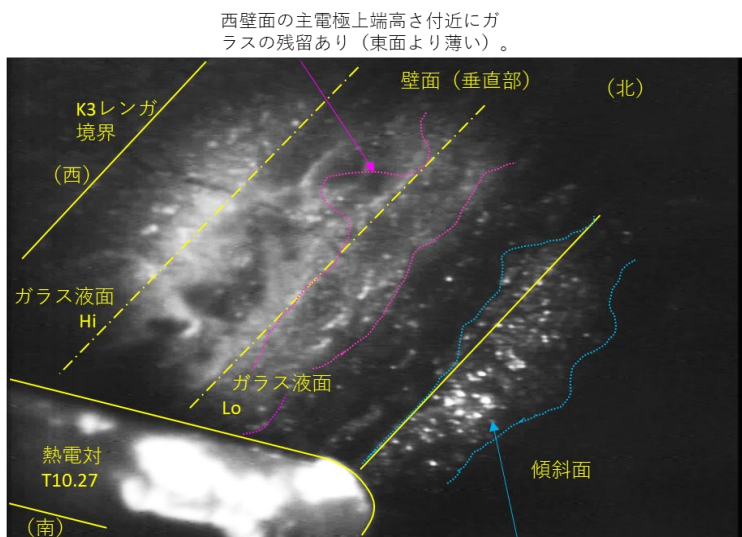
参考資料



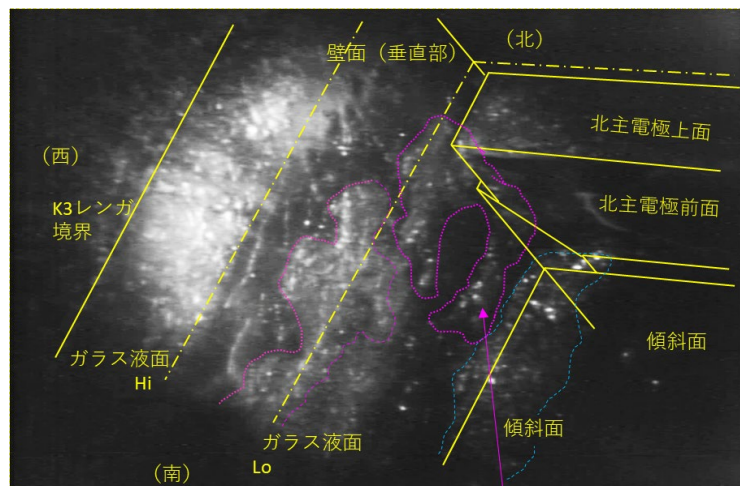
北主電極(1)



南主電極(1)

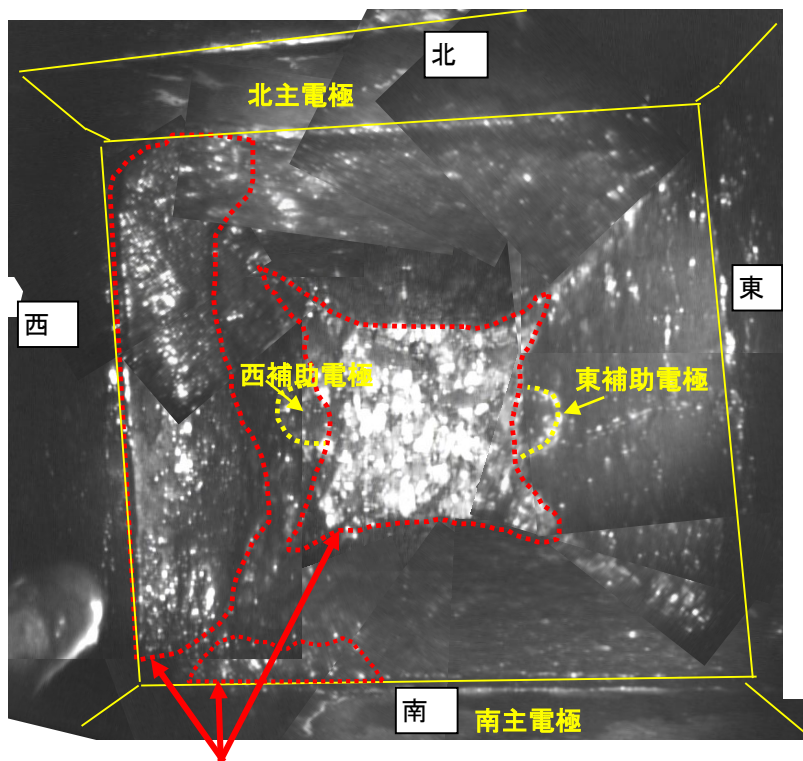


西壁垂直部

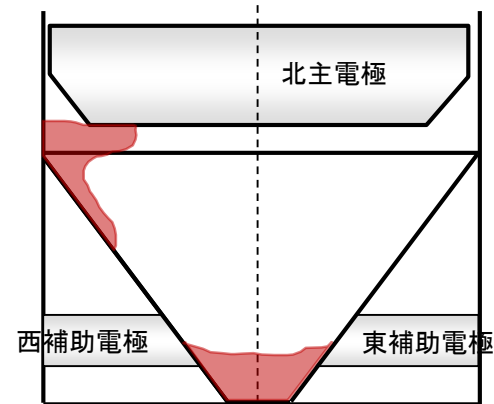
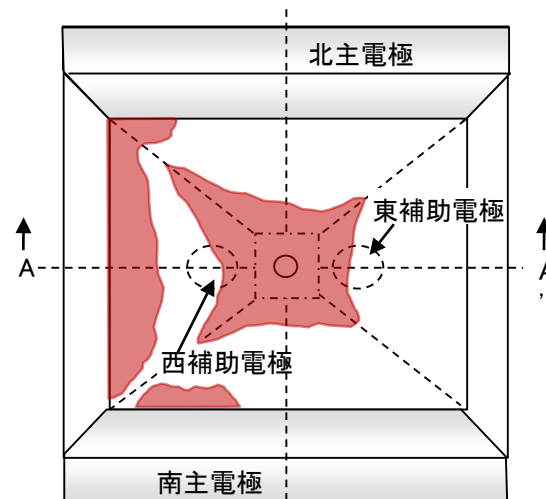


西壁垂直部

北主電極前面西側の西壁面にガラスの残留あり。

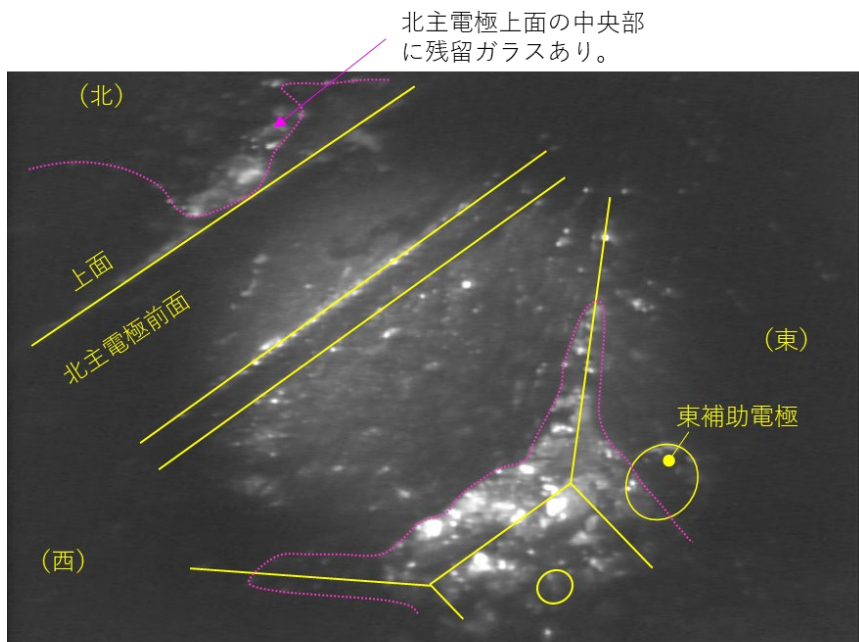


炉内に残留しているガラス

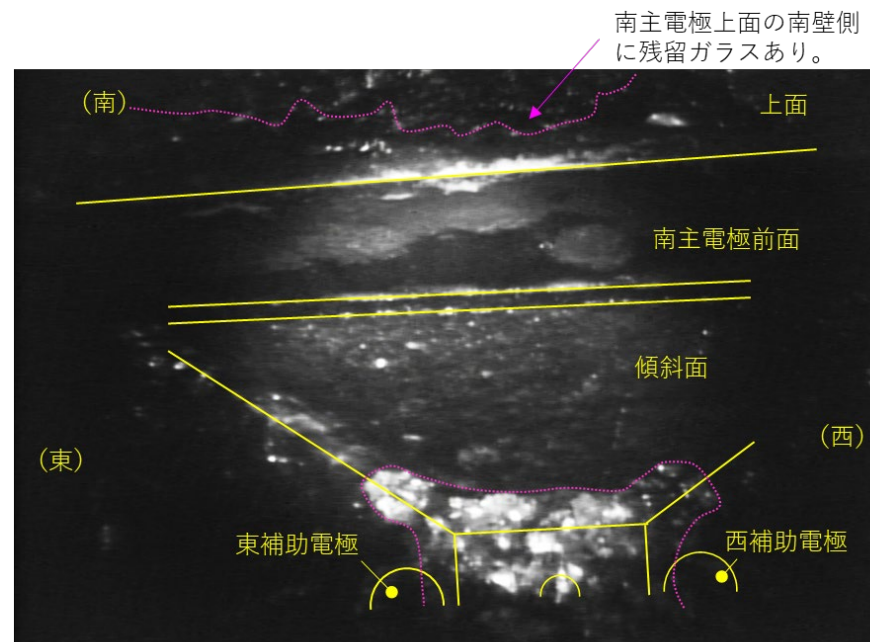


A-A' 断面

■ : 残留ガラス



21-1CP炉内観察(北主電極)



21-1CP炉内観察(南主電極)



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3)

	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)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。	<ul style="list-style-type: none"> 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。
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。	<ul style="list-style-type: none"> ①定期的な交替勤務者と自勤者を入れ替える。 ②休憩時間に少しでもリラックスできるように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) ③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。 ④が2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。
11.1.2.1 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。	
11.1.2.2 廃棄物を搬送皿へ搬出	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。	<ul style="list-style-type: none"> 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カマ等の予備品を確保。 ・ 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。
11.1.2.3 炉内観察ITVカマ (1基)					
11.1.2.4 取付の廃棄物 (17缶)					
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	1-5. 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。
11.1.4.2 消耗品の交換 (溶接トコの場合)	2週間/回を想定	2週間/回を想定	-	-	-
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3)

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-プロベータ、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3)

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)	-	-		
	3.2 M/U試験棟でのカレットによる試験	3.2.1 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	-	
		3.2.2 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	-	
		3.2.2 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。	
		3.2.2 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 M/U試験棟での模擬廃液による作動試験	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。	
		3.3.3 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。 ②作動試験期間の裕度（約2か月）で対応する。	
		3.4 溶融炉付部品の製作/組立	3.4.1 製作/組立の契約締結	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 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3)

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	2.4.3.2と同じ	2.4.3.2と同じ	-	-	-
		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3)

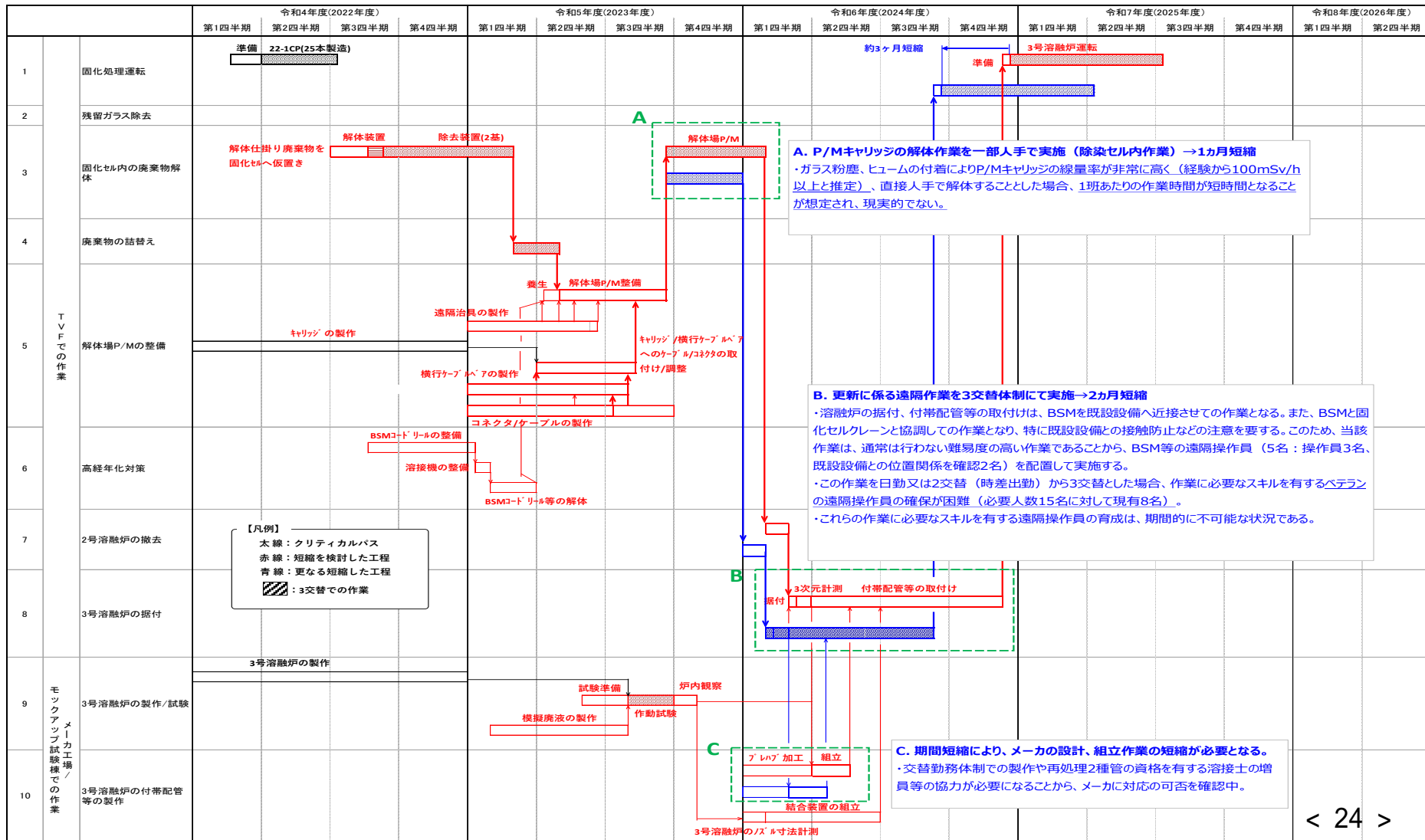
5 周辺機器の整備 (高経年 化対策)	5.1 整備が必要な 機器と時期を 整理	5.1.1 溶接機XYテ ーブル	5.1.1.1 交換品の調達	(実施済み)			-	-				
				R3年度補正予算にて発注済み (R5年3月納品予定)			-	-				
				5.1.1.2 遠隔治具の準 備	5日 (平日のみ)	5日 (平日のみ)	・クレーンバスに影響しないよう除去装 置の解体期間に併行して実施	-	-			
					5.1.1.3 交換	18日 (平日のみ)	18日 (平日のみ)	・クレーンバスに影響しないよう除去装 置の解体期間に併行して実施	-	-		
				5.1.1.4 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)	

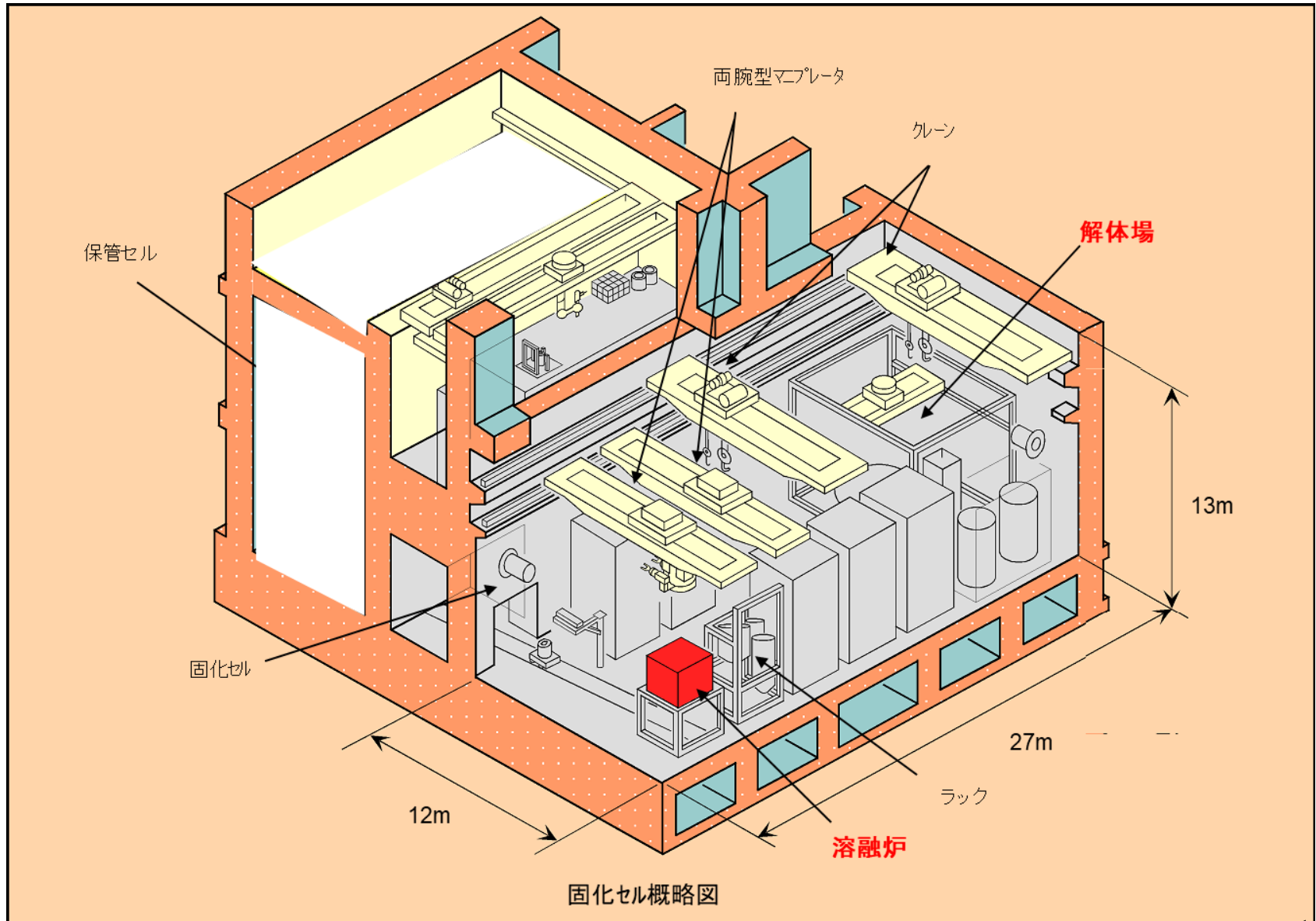


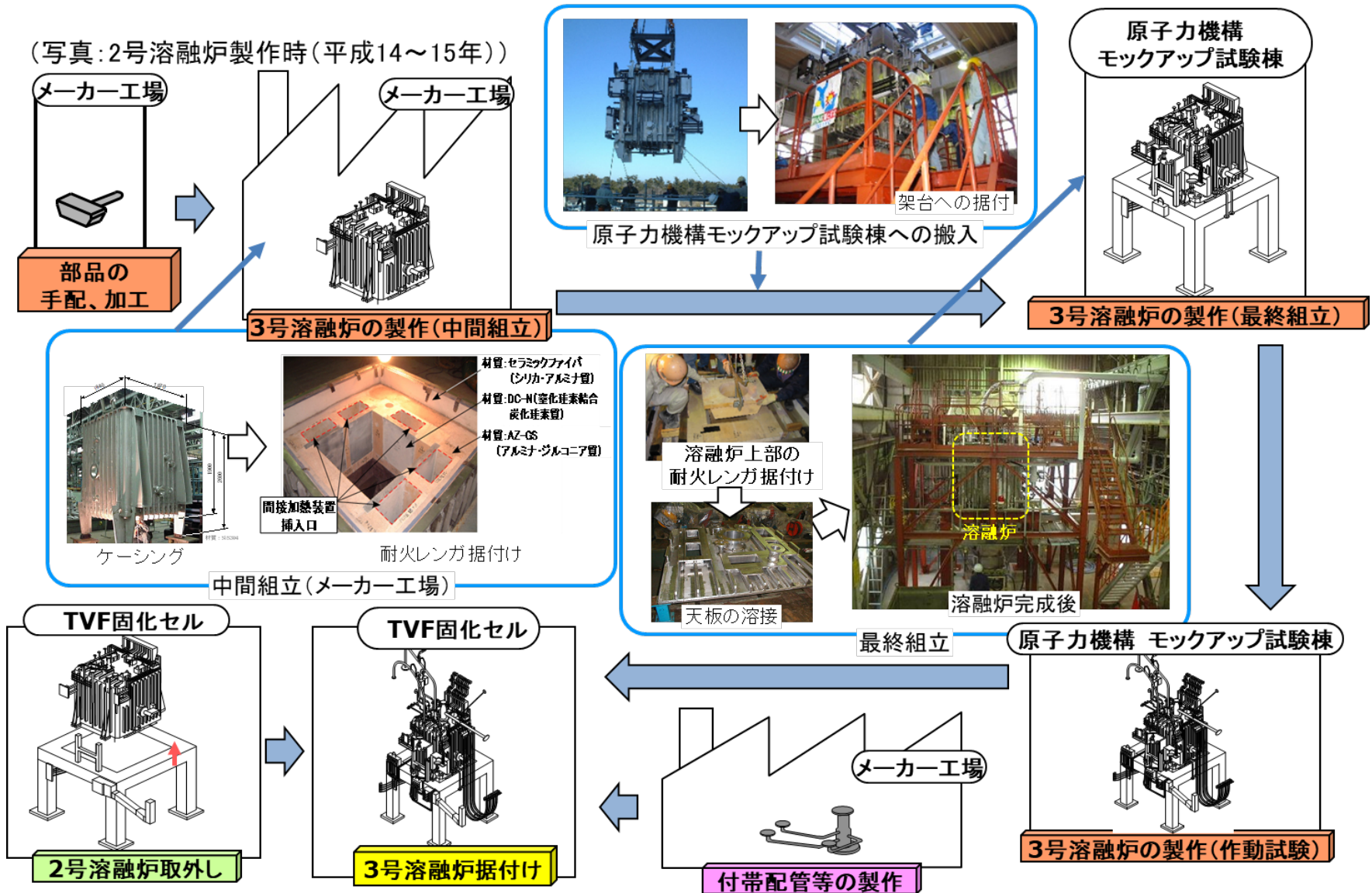
3号溶融炉への更新スケジュールのさらなる前倒し検討

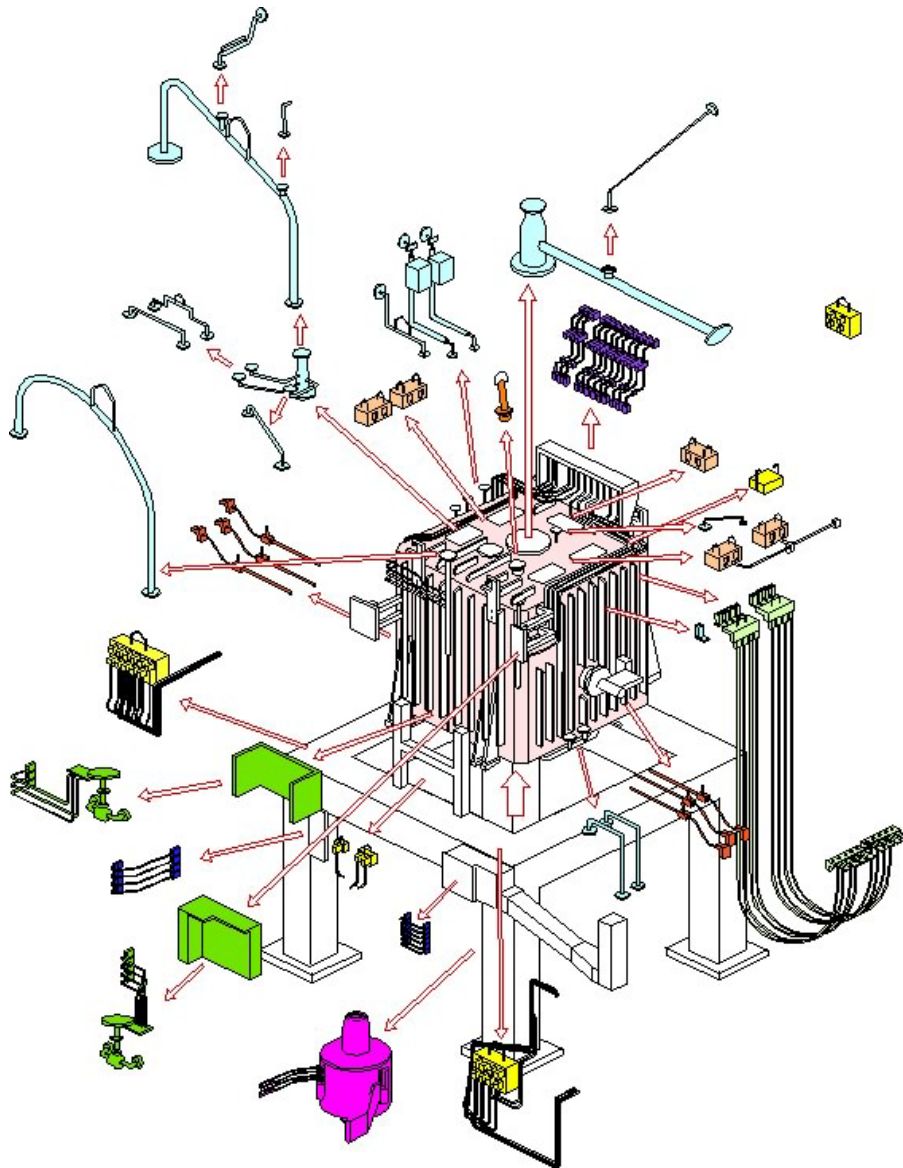
(参考資料4)

- ✓ 最短での熱上げ開始を目指す観点から、令和6年12月までに3号溶融炉の熱上げを開始するスケジュールを検討したが、令和6年12月から熱上げ開始とした場合の課題(作業員の線量限度の超過、遠隔操作員の不足等)の解決は、事実上、不可能と考えることから、令和6年度末の熱上げ開始を目指す。



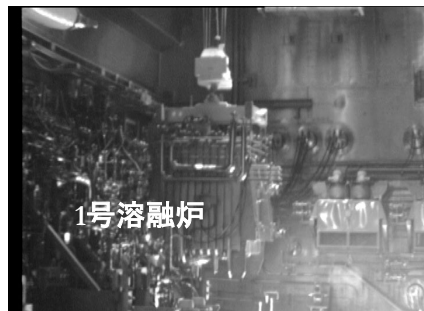




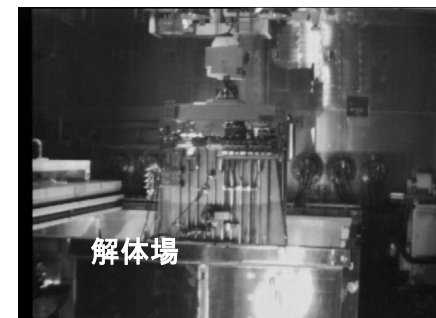


- ・溶融炉に付属する配管等(97本)を両腕型マニプレータ(BSM)、インセルクレーン(I/C)等の遠隔保守ハンドリング機器を用いて取外し
- ・結合装置、給電ケーブル等の大型設備については専用の治工具を用いて、BSM、I/Cの協調作業で実施

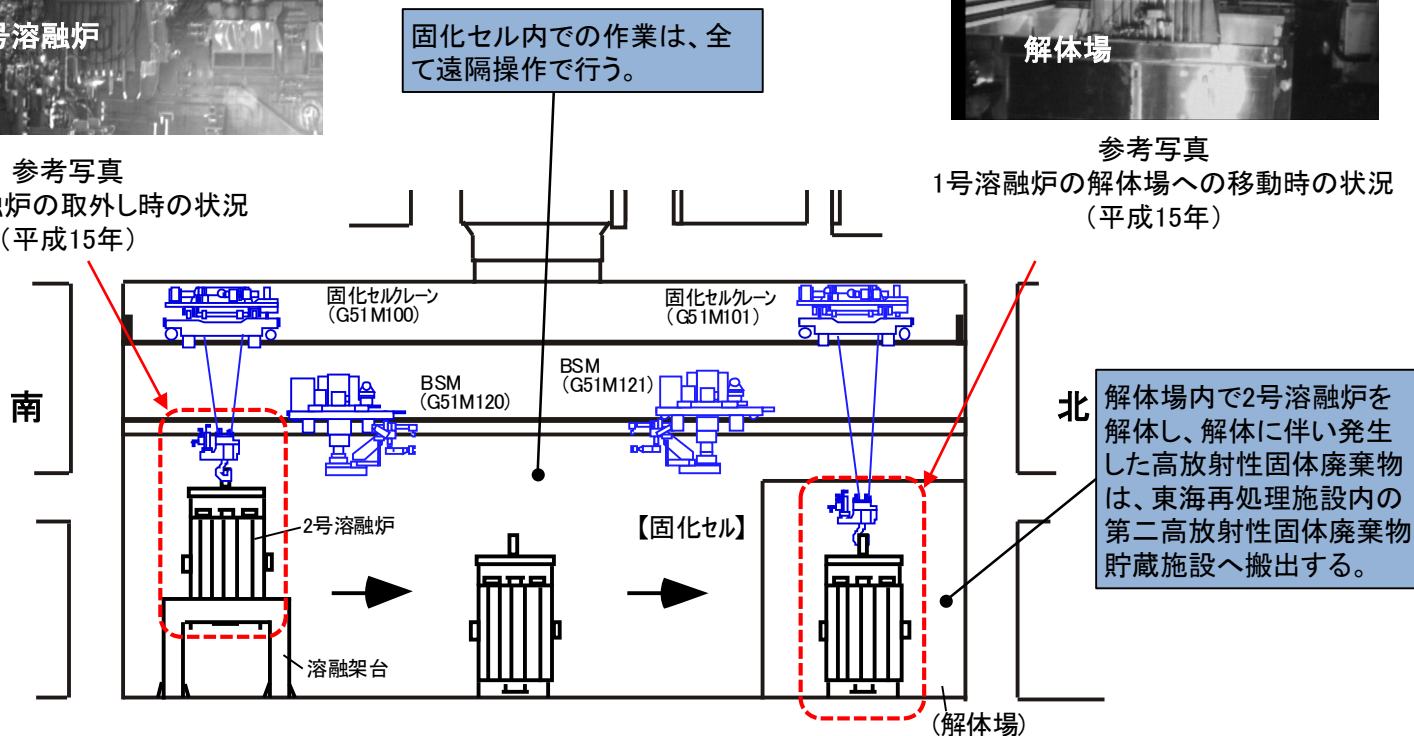
① 2号溶融炉の取外し ⇒ 固化セル内の解体場に移動



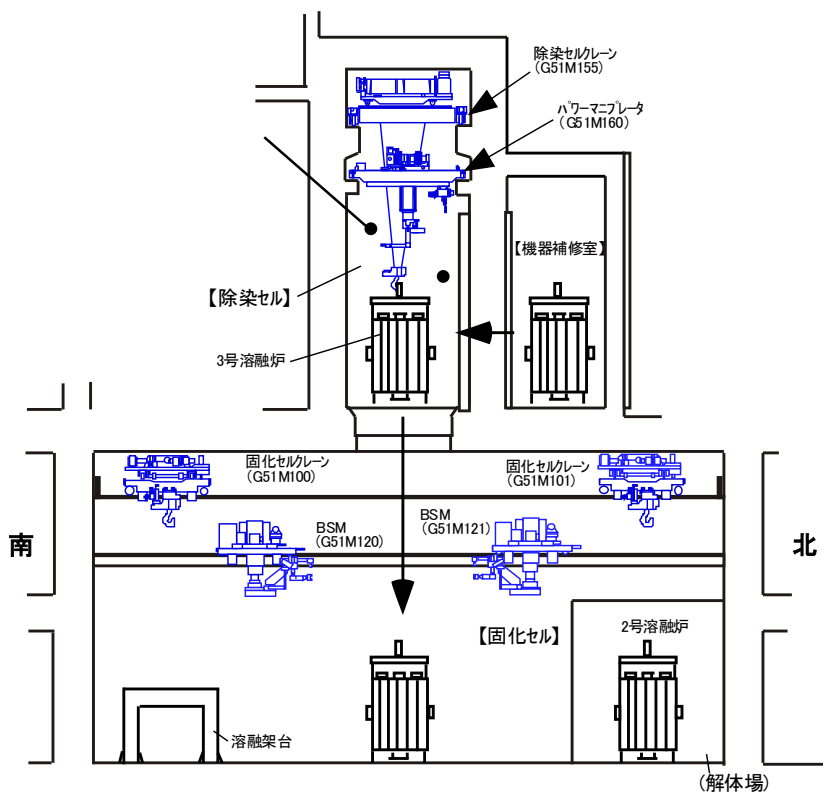
参考写真
1号溶融炉の取外し時の状況
(平成15年)



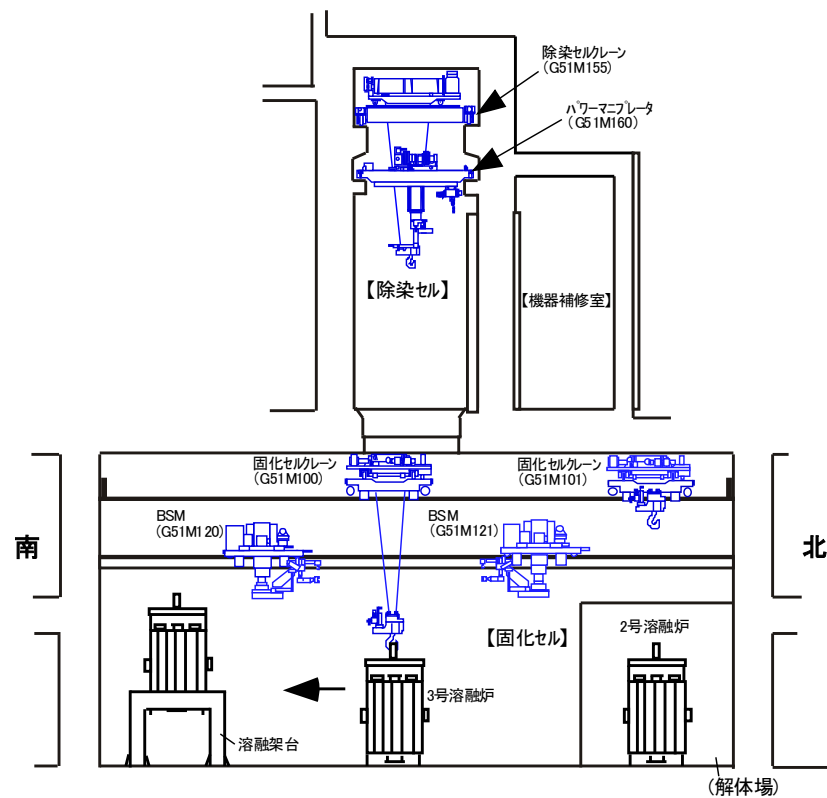
参考写真
1号溶融炉の解体場への移動時の状況
(平成15年)

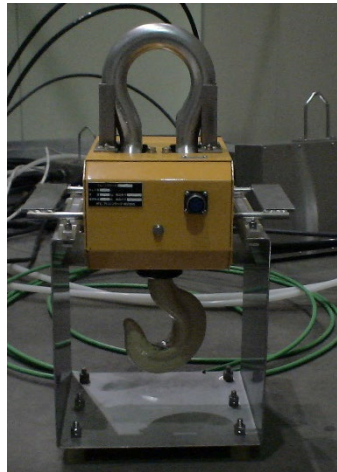


② 3号溶融炉を固化セル内に搬入

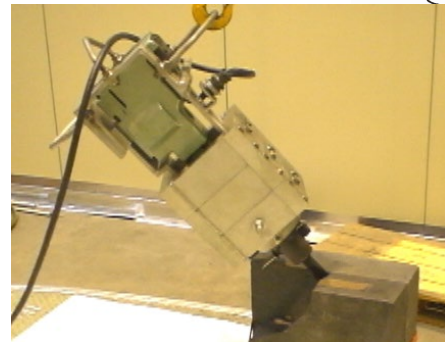


③ 3号溶融炉据付け

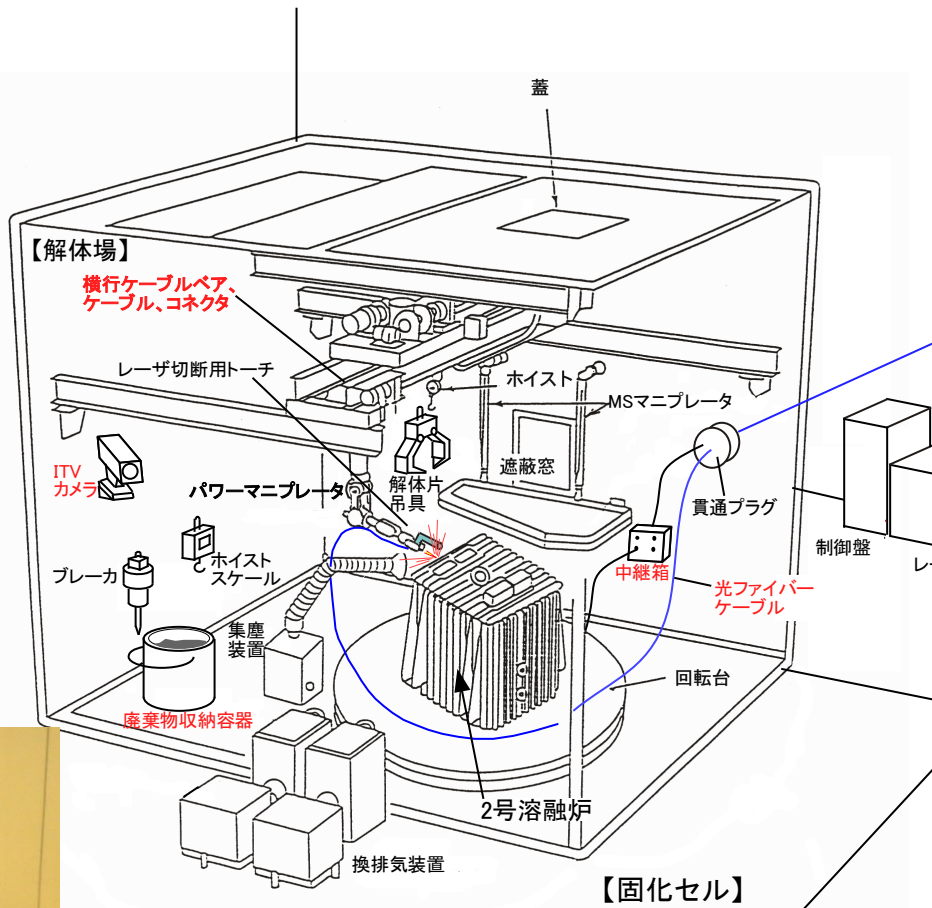




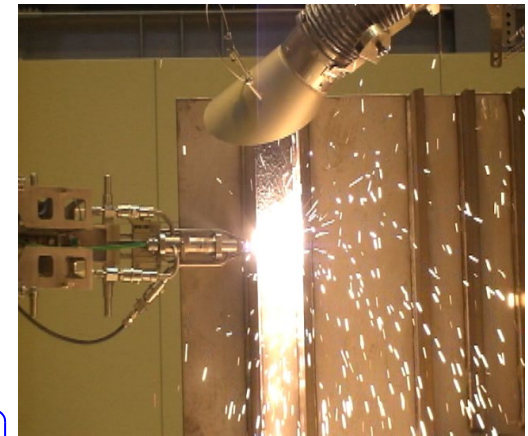
ホイストスケール



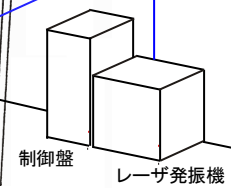
ブレイカ



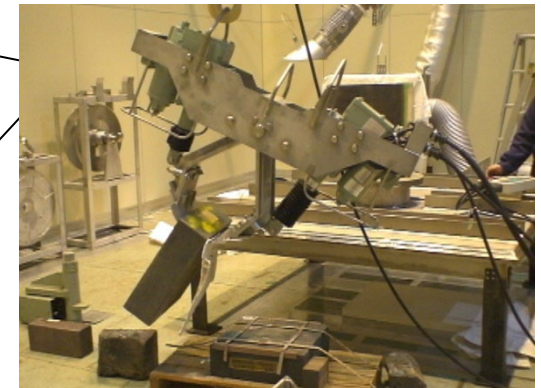
赤字箇所: 3号溶融炉への更新に伴い、更新(製作)が必要な設備

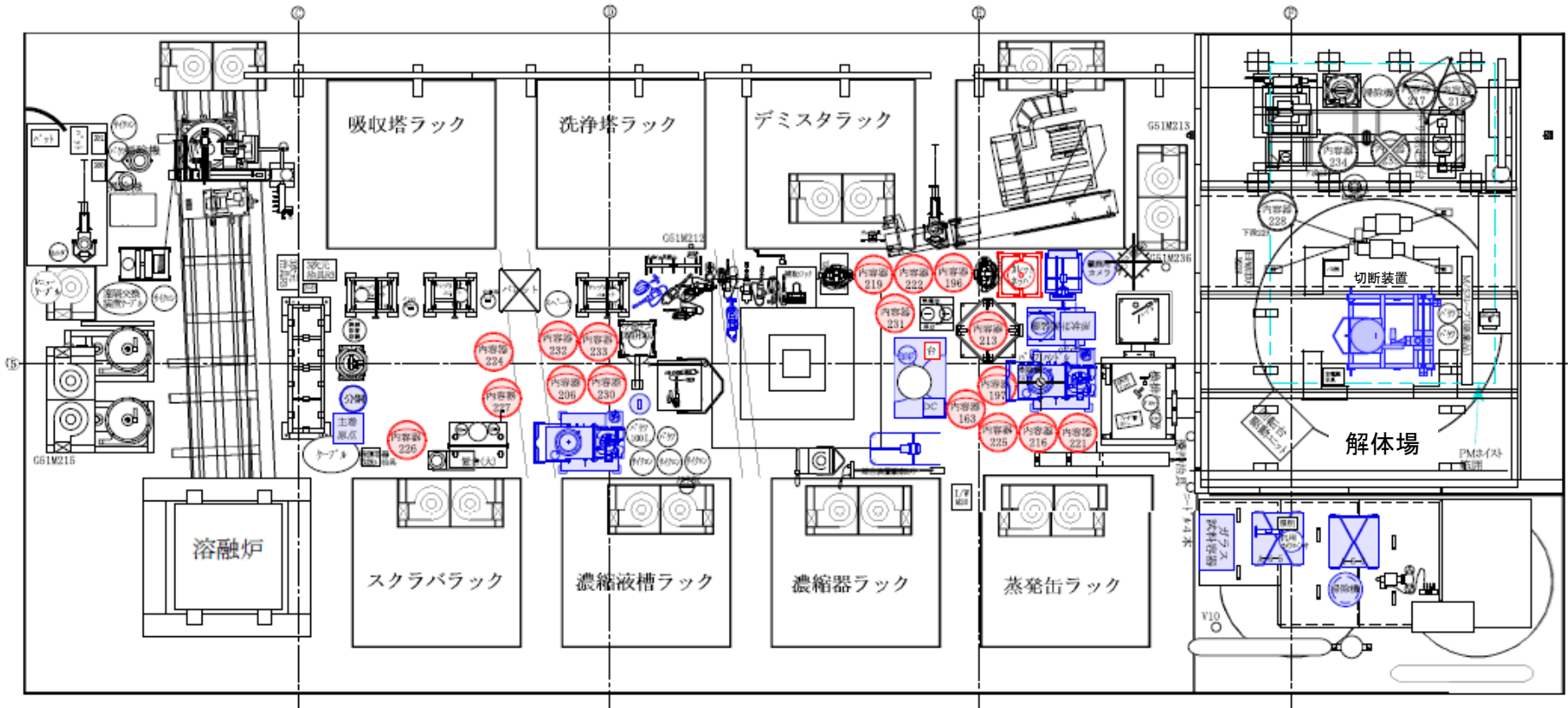


レーザー切断用トーチ



解体片吊具

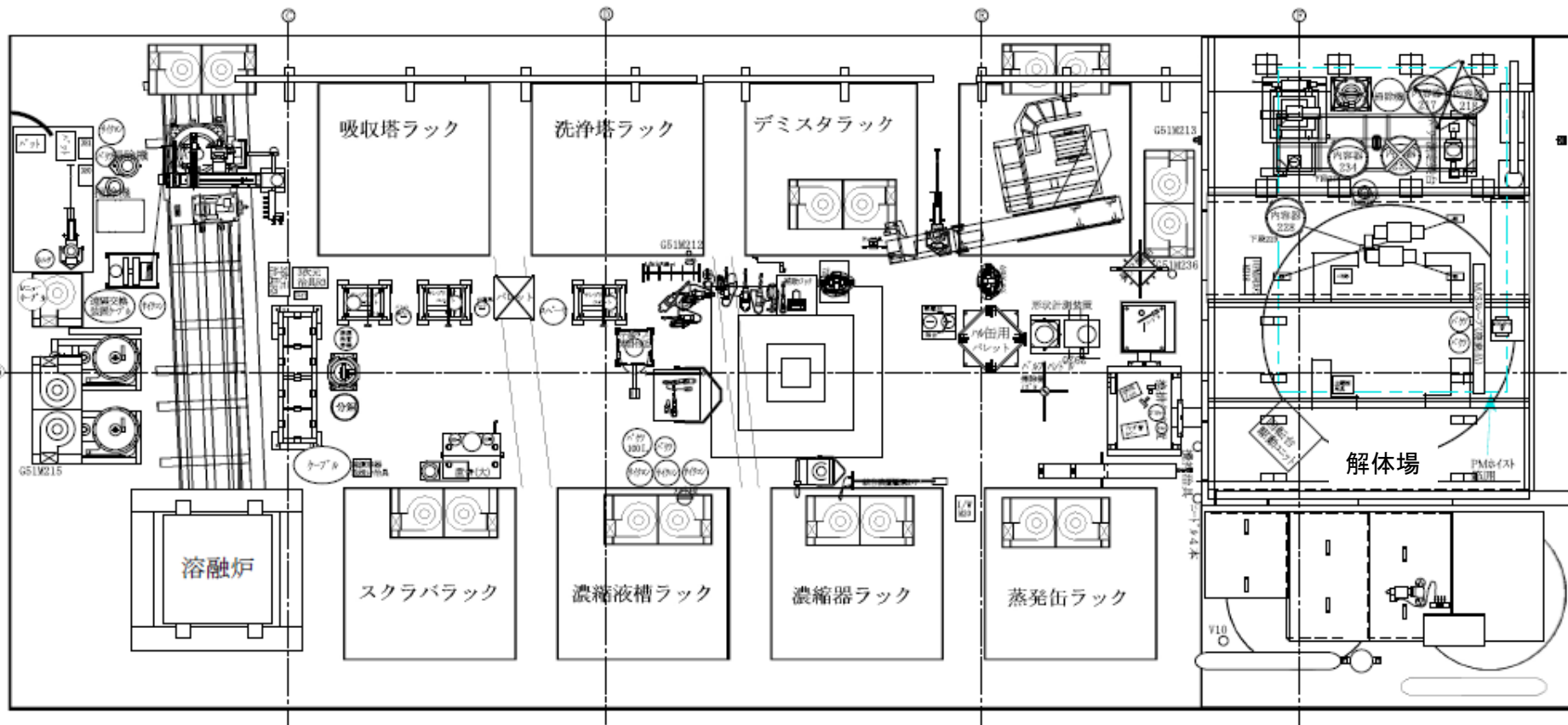




青: 廃棄する装置等(解体して廃棄物容器に収納して搬出)
 赤: 廃棄物を収納済みの廃棄物容器(収納物を詰替えて搬出)

TVF固化セル内の配置(R4. 9. 2現在)

溶融炉更新に必要なスペース確保のため解体/搬出する廃棄物



TVF固化セル内の配置(例)

溶融炉更新に必要なスペース確保後の固化セル内の状況