

TVFにおける固化処理状況について

令和4年8月22日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

1. 今回の運転の基本方針(1/2)

- ✓ ガラス固化処理は**最優先事項**として**取り組み、早期完了**を目指す。
- ✓ 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いくことが重要**と考えている。
 - 運転(22-1CP)の期間は、R4年度の定期事業者検査を年度末までに終了させるために必要な期間を考慮して**11月下旬までに運転を終了**する。
 - 今回の運転(22-1CP)は、複数のホールドポイント※¹を設け、**60本の製造を目指して段階的に進めていく**。
 - なお、運転が順調に進み60本製造した場合、運転を継続し製造本数を増やす。
- ✓ 工程を着実に進めて行く観点から、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していく。
- ✓ また、2号溶融炉では、約200本のガラス固化体を製造し、3回の残留ガラス除去作業を行ってきた。今後の運転データを積み上げ、溶融炉の運転経過に伴う白金族元素の堆積管理指標等の変化の傾向を把握していく。

※1 ホールドポイント

- ホールドポイント①: ガラス固化体10本流下した段階
前回の運転(21-1CP)で白金族元素が堆積した対策、加速要因の対策の確認
- ホールドポイント②: ガラス固化体46本流下※²した段階
白金族元素の堆積状況の推定

※2 過去の1キャンペーン当たりの最大製造本数46本

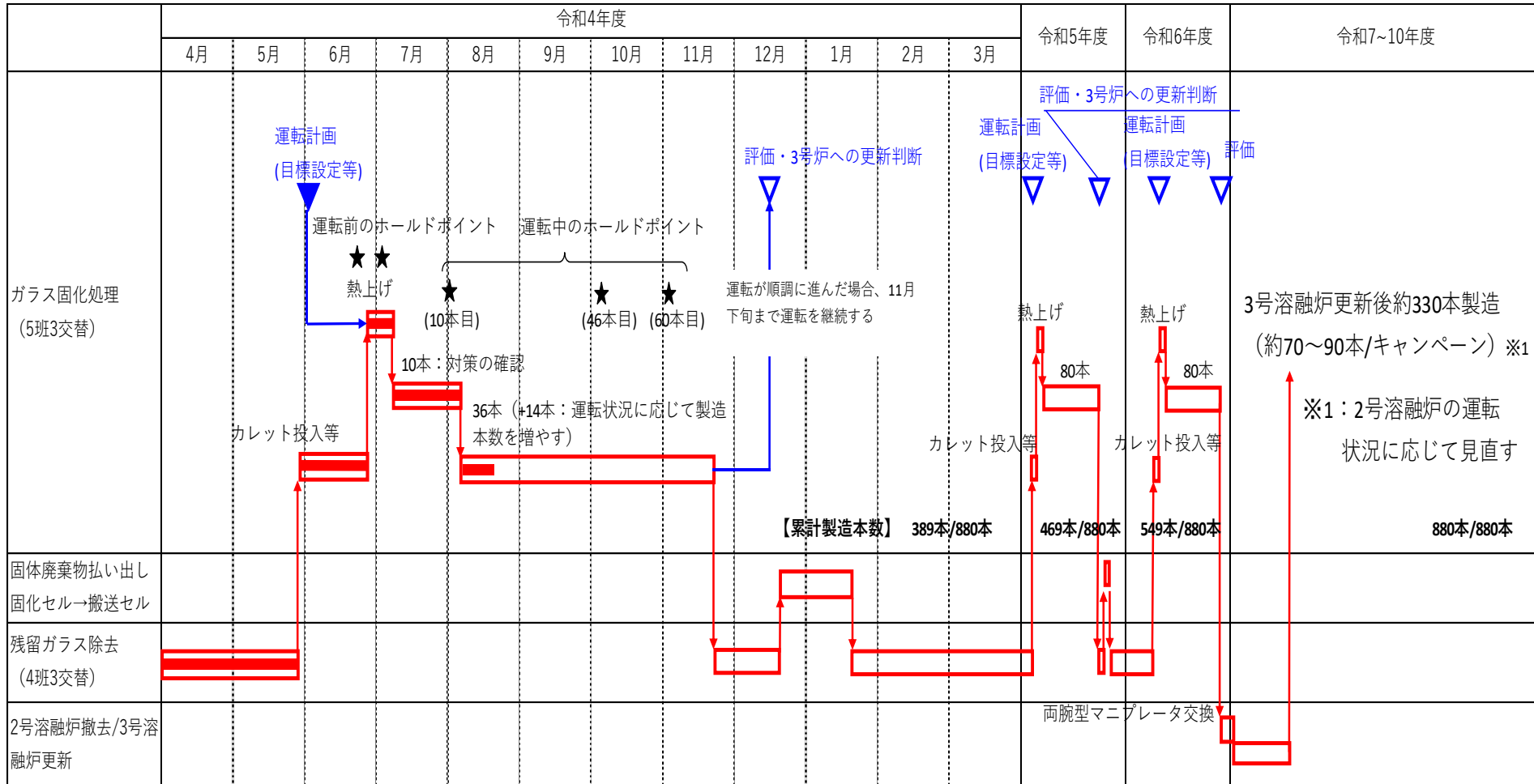
- ホールドポイント③: ガラス固化体60本流下した段階
白金族元素の堆積状況の推定



1. 今回の運転の基本方針(2/2)

令和4年6月6日第60回東海再処理施設安全監視チーム会合資料
一部改訂

改訂4：令和4年8月18日 ガラス固化部





2. 今回の運転(22-1CP)の概要(1/2)

今回の運転(22-1CP)に向け、ほぼ計画通りR4年5月23日に残留ガラス除去作業を終了した。その後、以下の通り作業を進め、6月28日から熱上げを開始し、7月12日からガラス固化処理を開始した。

- 前回の運転(21-1CP)で白金族元素が堆積した事象の主要因は、前々回の運転(19-1CP)における流下停止事象(流下ノズルと加熱コイルが接触)と考えている。この対策として確保した流下ノズルと加熱コイルのクリアランスについては、6月13日に十分なクリアランスが確保できていることを確認した。
- 6月24日に溶融炉に係る定期事業者検査(台車と結合装置のインターロック作動試験)を実施し、インターロックが作動することを確認した。この検査をもって熱上げ前までに計画していた全ての点検及び検査を完了した。
- 6月28日に熱上げを開始し、熱上げ中に計画していた作動確認(溶融炉オフガス配管の水洗浄、廃液供給配管の漏えい確認等)、M/Sマニプレータの点検整備及び訓練(事故対処訓練)を7月9日までに完了した。
- 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。
- 7月12日の運転開始後、ガラス固化体1本目の流下準備を行っていたところ、7月14日に流下監視用ITVカメラの映像が映らないことを確認した。当該カメラの点検整備(部品交換:基板)を行い、7月15日に復旧した。

当該カメラの点検整備のため、約1.5日間の溶融炉の保持運転(ガラス原料及び廃液の供給を行わず、主電極間電力を低下させ、溶融炉の温度を低い状態に維持する運転)を行った。

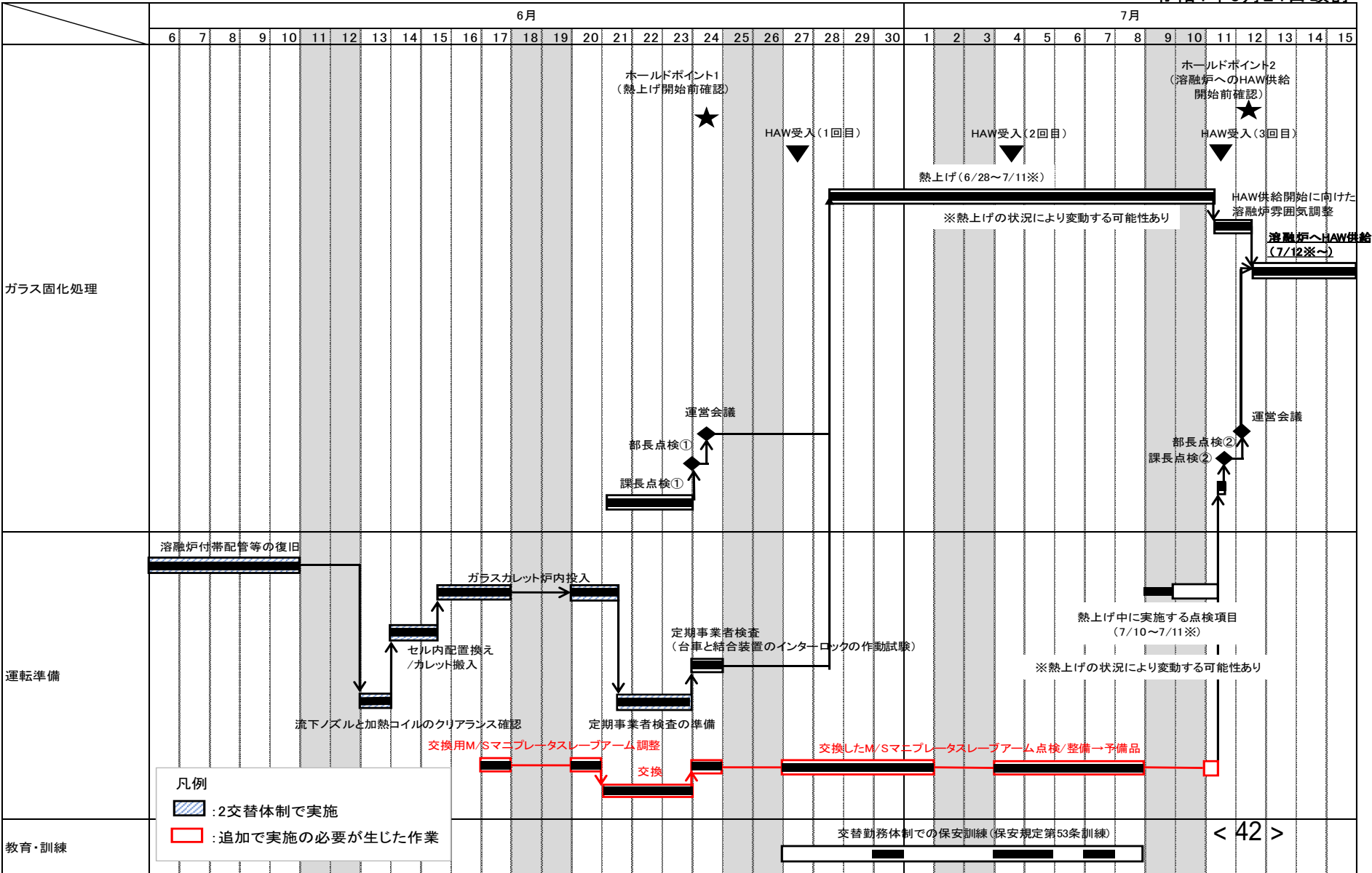
- ITVカメラの復旧以降、ガラス原料供給装置の粉塵除去等を行ったが、保持運転は行っておらず、8月18日時点で、18本目まで流下を行い、15本のガラス固化体の保管を完了している。
- ホールドポイント①(10本流下時点)での確認項目(堆積した白金族元素に流れる主電極間電流の急激な増加傾向、ガラス液位が低くなった時のガラス温度指示値の低下傾向)については、前回の運転(21-1CP)で生じた炉底傾斜面上部に白金族元素が堆積した際の傾向は見られていない。

また、白金族元素の堆積を加速させた可能性のある要因(廃液供給速度が大きい、主電極間電力が小さい)に対し、コモンプローブ温度及び気相部温度の傾向から対策(廃液供給速度の調整、主電極間電力の調整)の効果を確認した。
- 溶融炉の白金族元素の堆積管理指標(主電極間補正抵抗、補助電極間補正抵抗、炉底低温運転への移行時間)の推移は、過去の実績と比較し、ほぼ同様に推移しているが、炉底低温運転に移行するまでに要した時間が長くなる傾向が続いていることから今後注視していく。



3. 運転前のホールドポイントの確認

令和4年6月24日改訂





3. 運転前のホールドポイントの確認

- ✓ 運転開始までの各ホールドポイントにおいて、ガラス固化部長等は**保安規定第182条に基づき施設を点検し、異常のないことを確認**する。
- ✓ ガラス固化部長は、各ホールドポイントでの確認結果(運転準備状況)を再処理廃止措置技術開発センター運営会議に諮り、センター長の確認を得て、核燃料サイクル工学研究所長、役員へ報告する。

① ホールドポイント1: 溶融炉の熱上げ開始前確認

- 施設の整備、作動確認、運転要領書の整備、教育・訓練、不適合除去が完了していること(熱上げ中に実施する作動確認を除く)。
- 結合装置の定期事業者検査(台車と結合装置のインターロック試験)が終了していること。

⇒R4年6月23日にガラス固化部長が確認し、6月24日**再処理廃止措置技術開発センター運営会議に諮り、センター長の確認を得て、核燃料サイクル工学研究所長、役員へ報告した。**

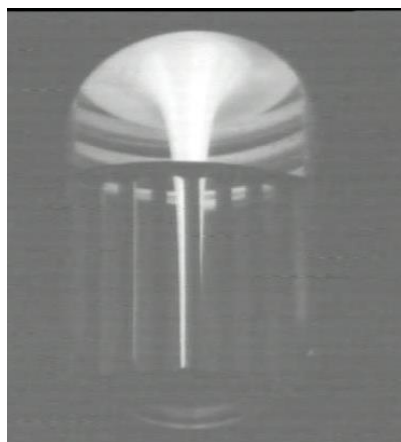
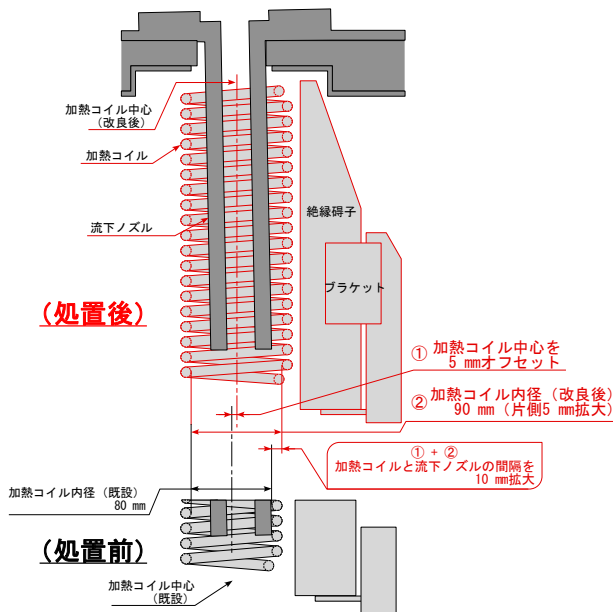
② ホールドポイント2: 溶融炉へHAW供給開始前確認(運転開始)

- 熱上げ中に実施する作動確認(溶融炉オフガス配管の水洗浄、廃液供給配管の漏えい確認)が完了していること。

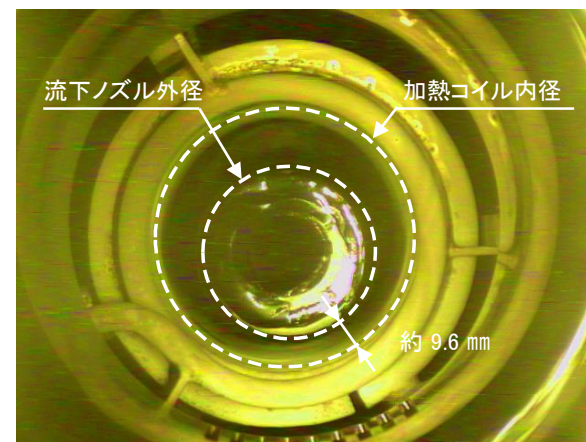
⇒R4年7月11日にガラス固化部長が確認し、7月12日に**再処理廃止措置技術開発センター運営会議に諮り、センター長の確認を得て、核燃料サイクル工学研究所長、役員へ報告した。**

○流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確認(R4年6月13日実施)

- ・今回の運転(22-1CP)開始前に、ITVカメラにより流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが確保されていることを確認した。前回運転前のクリアランスの結果との比較から前回の運転によりクリアランスが著しく狭くなるような進展傾向は確認されなかった。
- ・前回の運転(21-1CP)開始前:約 9.7 mm → **今回の運転(22-1CP)開始前:約 9.6 mm**
- ・流下ノズルの傾きの進展傾向:約0.013 mm/本



✓ 正常に流下できることを確認した
結合装置交換後の流下状況



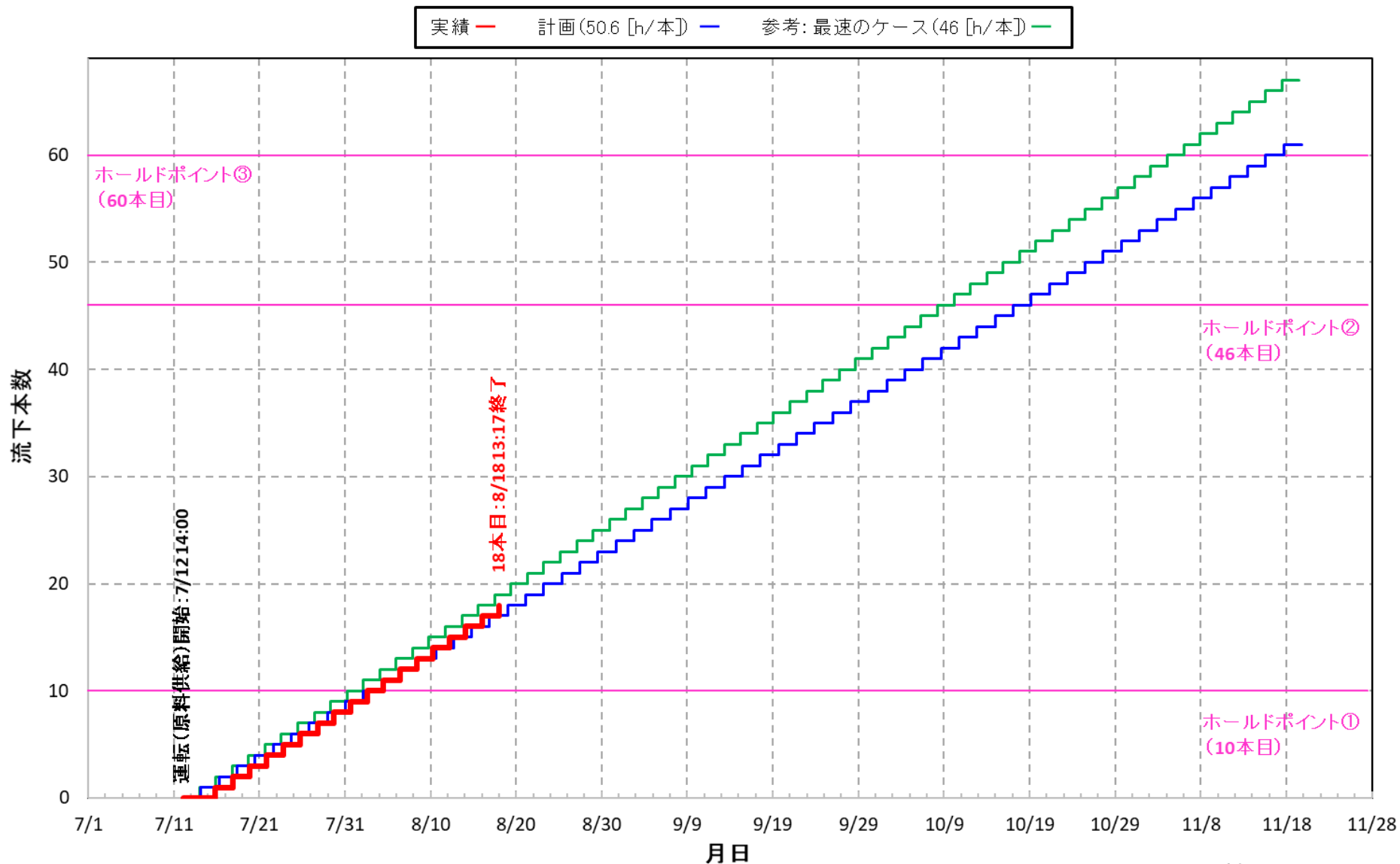
✓ 約 9.6 mm のクリアランスを確保
結合装置交換後の流下ノズルと加熱コイルのクリアランス確認結果

流下ノズルと加熱コイルのクリアランス確保の概要
(流下ノズル周りの断面図)



4. 運転中のホールドポイントでの確認

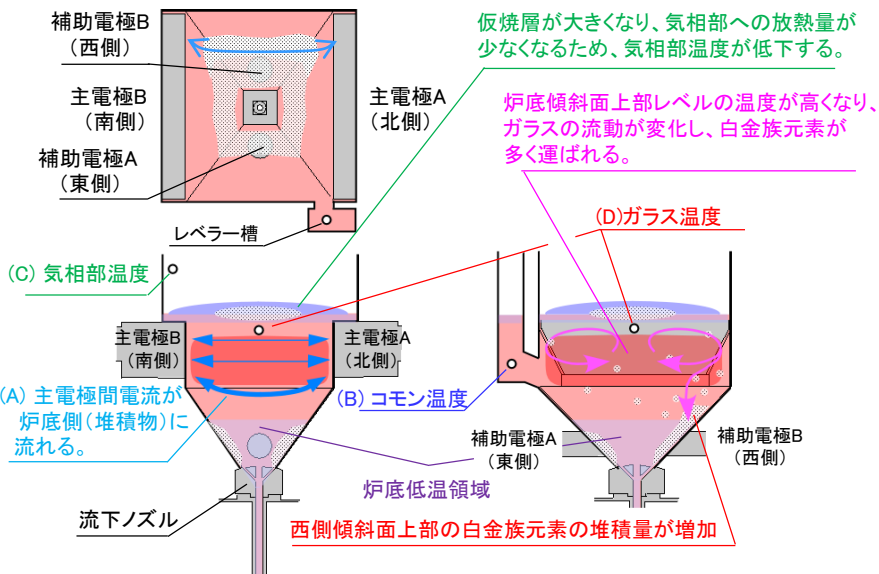
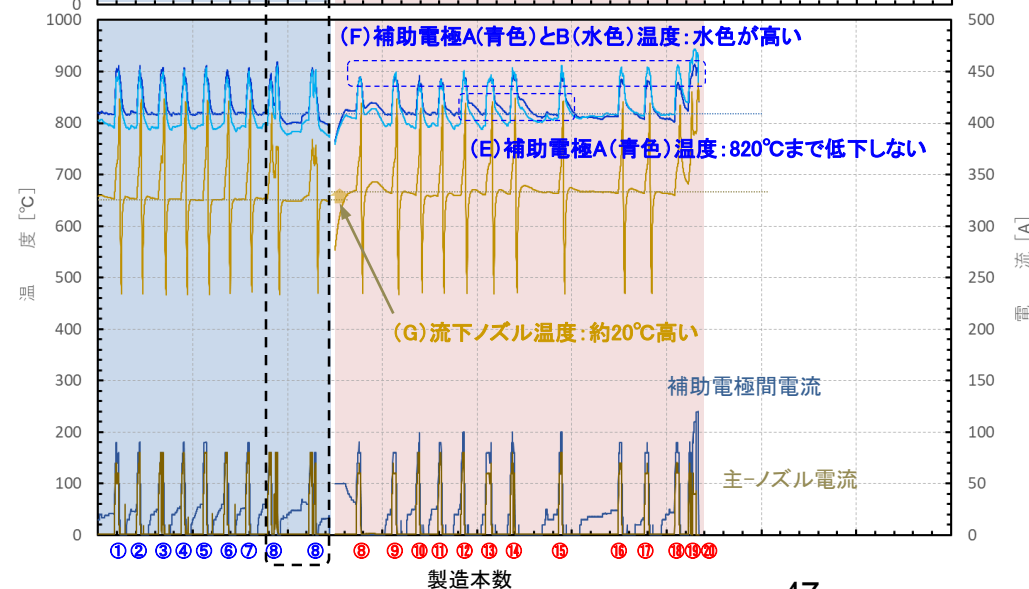
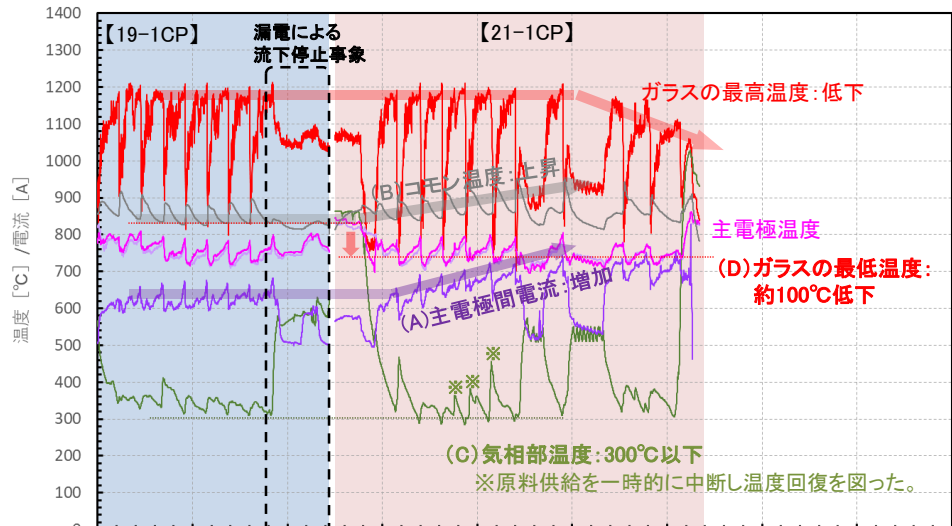
- 流下実績 -



< 46 >

4. 運転中のホールドポイントでの確認 - 19-1CP~21-1CPの運転状況 -

- ①西側炉底傾斜面上部の堆積物(白金族元素を多く含ため電気抵抗が小さい)が成長した。
 - (A)堆積物に流れる主電極間電流が増加
 - (B)炉底傾斜面上部レベルのコモン温度が上昇
- ②仮焼層付近のガラスに流れる主電極間電流が減少し、仮焼層が溶け難くなり、仮焼層が溶融ガラスの表面を覆った。
 - (C)気相部への放熱が少なくなり、気相部温度が低下
 - (D)仮焼層が厚くなり、ガラス最低温度(液位が低い時の温度)が低下
- ③西側の炉底部に主電極間電流が多く回り込んだ。
 - (E)補助電極A(青色)温度が上昇(炉底低温運転時の温度820°Cに調整できなくなった)
 - (F)補助電極A(青色)とB(水色)の温度が逆転
 - (G)流下ノズル温度が上昇



【21-1CP (9~14本目)の炉底低温運転中の炉内イメージ(推定)】

4. 運転中のホールドポイントでの確認 - 22-1CPの運転状況 -

✓ 炉内の温度バランスは、正常に保たれており、前回の運転(21-1CP)で確認した白金族元素の堆積の傾向はみられていないが、15本目あたりから補助電極温度等に変化がみられはじめたため今後注視していく。

(A) 主電極間電流

前回の運転(21-1CP)で白金族元素が堆積した加速要因の対応として、今回の運転(22-1CP)では、主電極間電力を増加させた。この影響により、主電極間電流の増加は、想定していたが、増加傾向が続いていることから、11本目から主電極間電力を調整(40 kW→39.5 kW)した。
⇒現状、主電極間電流の増加傾向は、抑えられている。

(B) 炉底傾斜面上部レベルのコモン温度

一定(最高温度約900°C)に維持できている。

(C) 気相部温度

原料供給の一時停止をせずに300°C~400°Cの範囲を維持できている→仮焼層が大きくなり熔融ガラス表面全体を覆う状況ではないが、低下傾向がみられるため今後注視していく。

(D) ガラス最低温度

800°C以上を維持していたが17本目は800°C以下→仮焼層が厚くなる傾向はみられないが、今後注視していく。

(E) 補助電極A(東側)温度

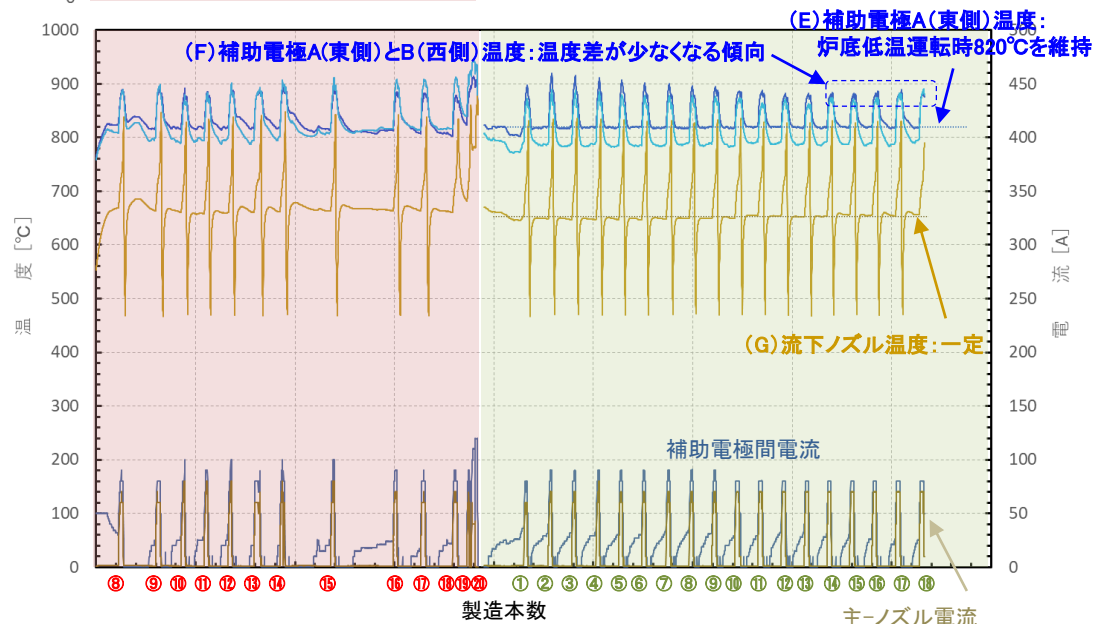
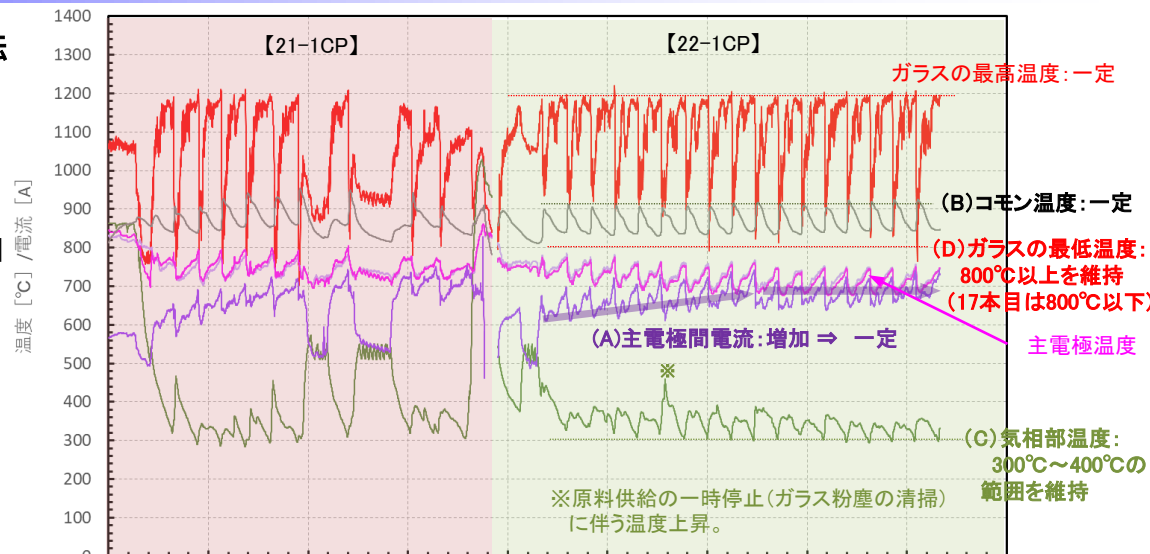
炉底低温運転時の温度820°Cに調整できているが、炉底低温運転時間が短くなる傾向→主電極間電流が炉底に回り込む傾向は小さいが、今後注視していく。

(F) 補助電極A(東側)とB(西側)の温度

温度差が少なくなる傾向→西側に有意な白金族元素の堆積はなく、主電極間電流が炉底西側に回り込む傾向は小さいが、今後注視していく。

(G) 流下ノズル温度

炉底低温運転時、温度を一定に維持できている→主電極間電流が炉底に回り込む傾向はみられない。



4. 運転中のホールドポイントでの確認

ホールドポイント①での確認結果(1/9)

✓ ホールドポイント①: 10本を流下した時点

(1) 白金族元素が早期に堆積した対策の確認

・主要因は、前々回(19-1CP)の運転で、流下ノズルと加熱コイルが接触して漏電により流下できない状態になり、その後複数回の炉底加熱により、西側炉底傾斜部へ白金族元素が堆積し、前回運転(21-1CP)で進展していったと判断した。主要因については、流下停止事象に係る対策を施した結合装置に交換済みであり、今後同様の事象は生じないと考えているが、炉底傾斜面上部への白金族元素の堆積傾向を運転データから確認する。

【ガラスレベルLo-ON時のガラス温度】

✓ 炉底傾斜面上部に白金族元素が堆積した場合、主電極間電流の一部が炉底部側(堆積物)に流れ、仮焼層の溶解速度が低下することから、仮焼層が大きくなり、流下によりガラス液位が低くなった際に厚くなった仮焼層の影響を受けてガラス温度指示値が低下する。

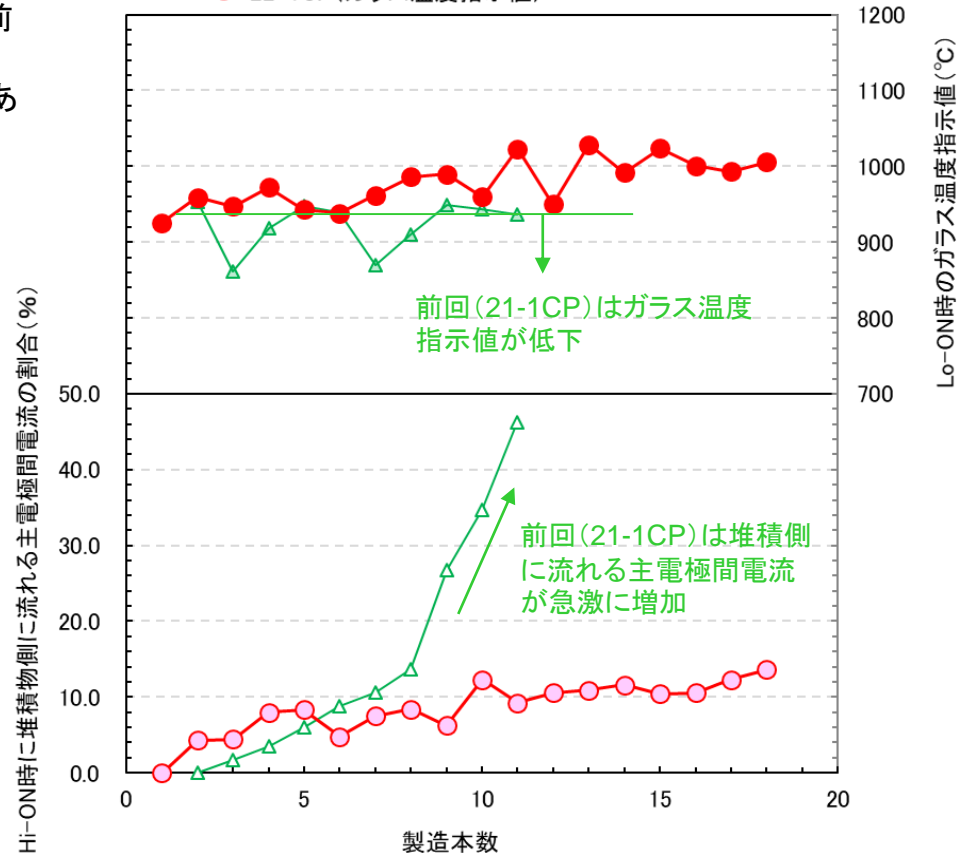
⇒ これまでのところ、ガラス液位が下がった際(ガラスレベルLo-ON時)のガラス温度が低下する傾向は見られていない。

【ガラスレベルHi-ON時の炉底部側に流れる主電極間電流の割合】

✓ 炉底傾斜面上部に白金族元素が堆積した場合、炉底部(堆積物)側に流れる主電極間電流の割合が急激な増加傾向を示す。なお、ガラス液位により主電極間電流は変動することから、ガラス液位が一定の時(レベルHi-ON時)の通電状態で評価した。

⇒ これまでのところ、ガラスレベルHi-ON時の炉底部(堆積物)側に流れる主電極間電流の割合は急激な増加傾向は示していない。

- △— 21-1CP(堆積物側に流れる主電極間電流の割合)
- 22-1CP(堆積物側に流れる主電極間電流の割合)
- △— 21-1CP(ガラス温度指示値)
- 22-1CP(ガラス温度指示値)



4. 運転中のホールドポイントでの確認

ホールドポイント①での確認結果(2/9)

(2) 加速要因の対策の確認

白金族元素の堆積を助長した可能性のある加速要因に対して以下の対策を講じた。

- ・濃度の薄い廃液を供給する際も通常の廃液供給速度(約12.0~12.5 L/h)で管理する。
- ・電力盤の点検結果に基づき、実出力が40 kWになるよう主電極間電力を調整する。

【コモンプローブ温度】

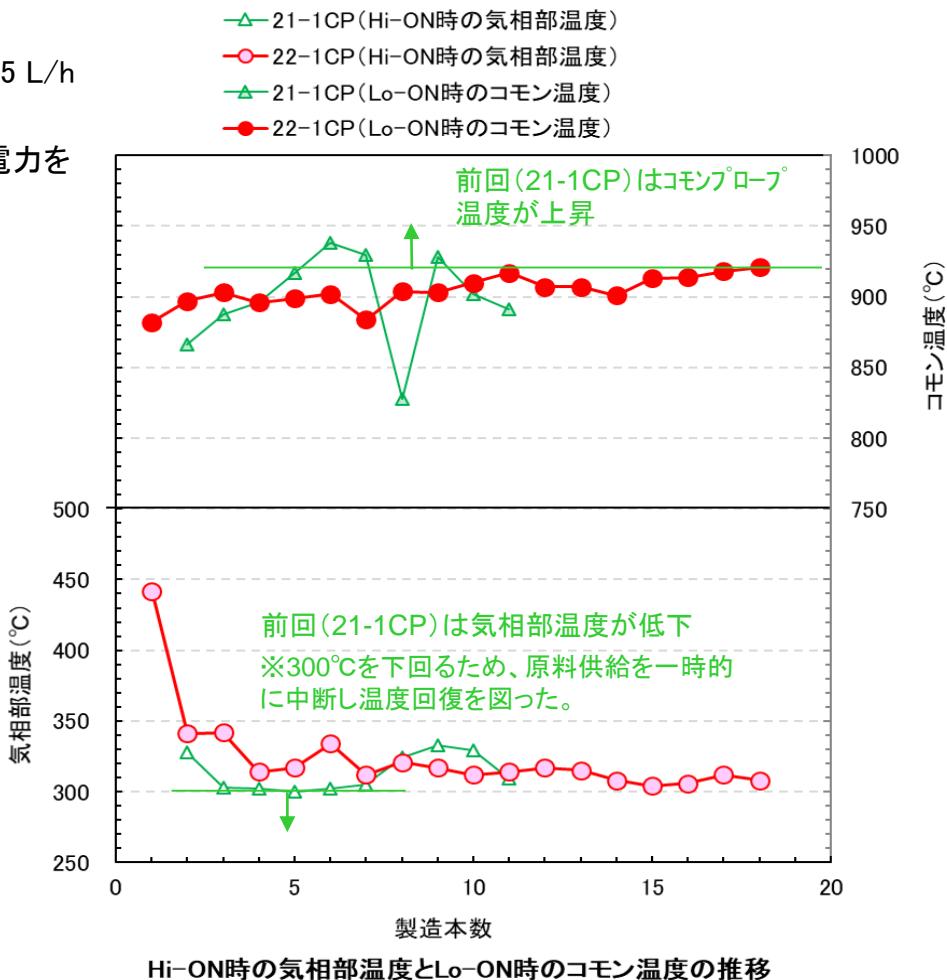
- ✓ 廃液供給速度が大きかったり、主電極間電力が小さかった場合、ガラス原料(仮焼層)の溶解速度が低下し、溶融表面全体がガラス原料(仮焼層)で覆われることにより気相部への放熱量が減り、炉底傾斜面上部のガラス温度(コモンプローブ温度)が上昇する(各バッチの最高温度が920℃を超えて上昇傾向を示す)。

⇒ これまでのところ、各バッチの**コモンプローブ温度の最高温度が920℃を超えて上昇していくような傾向は見られず**、ガラス原料(仮焼層)の溶解速度の低下傾向はみられていない。

【気相部温度】

- ✓ 廃液供給速度が大きかったり、主電極間電力が小さかった場合、ガラス原料(仮焼層)が溶け難くなり、溶融表面全体がガラス原料(仮焼層)で覆われて気相部への放熱量が減り、気相部温度が低下する(300℃を下回って低下傾向を示す)。

⇒ これまでのところ、**気相部温度が300℃を下回るような低下傾向はみられていない**。



4. 運転中のホールドポイントでの確認

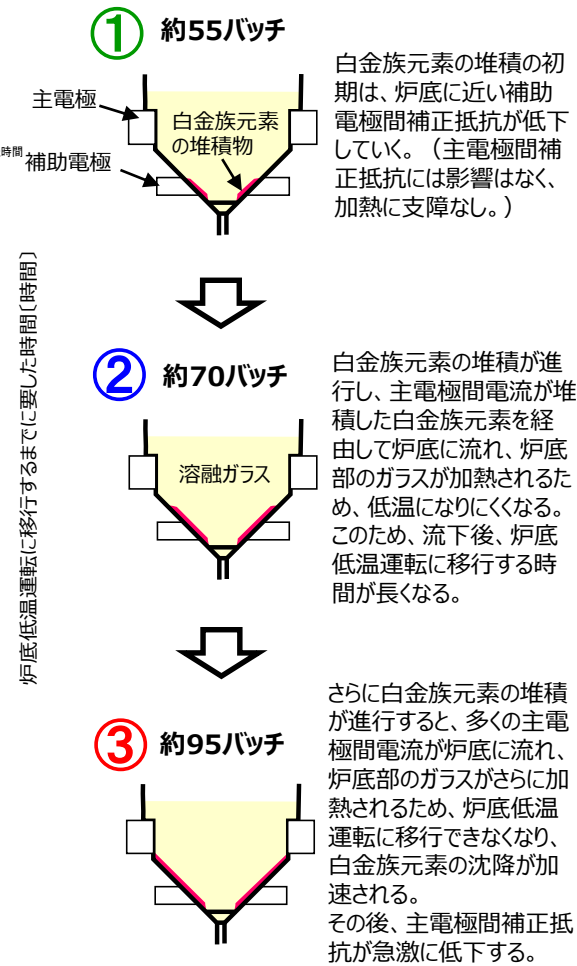
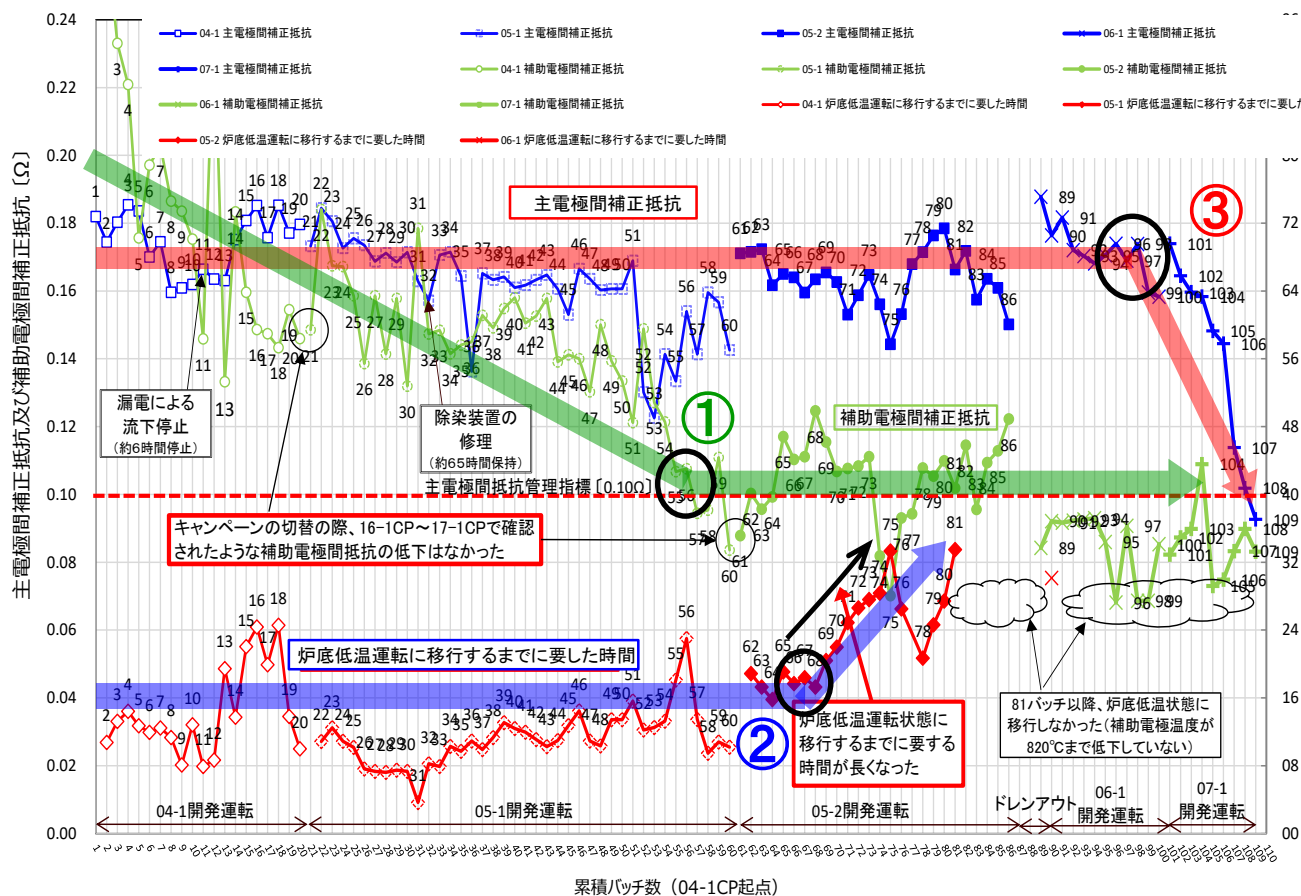
ホールドポイント①での確認結果(3/9)

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、加筆

(3) 白金族元素の堆積状況の推定

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し、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する。

(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))



内白金族元素堆積の進行イメージ

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

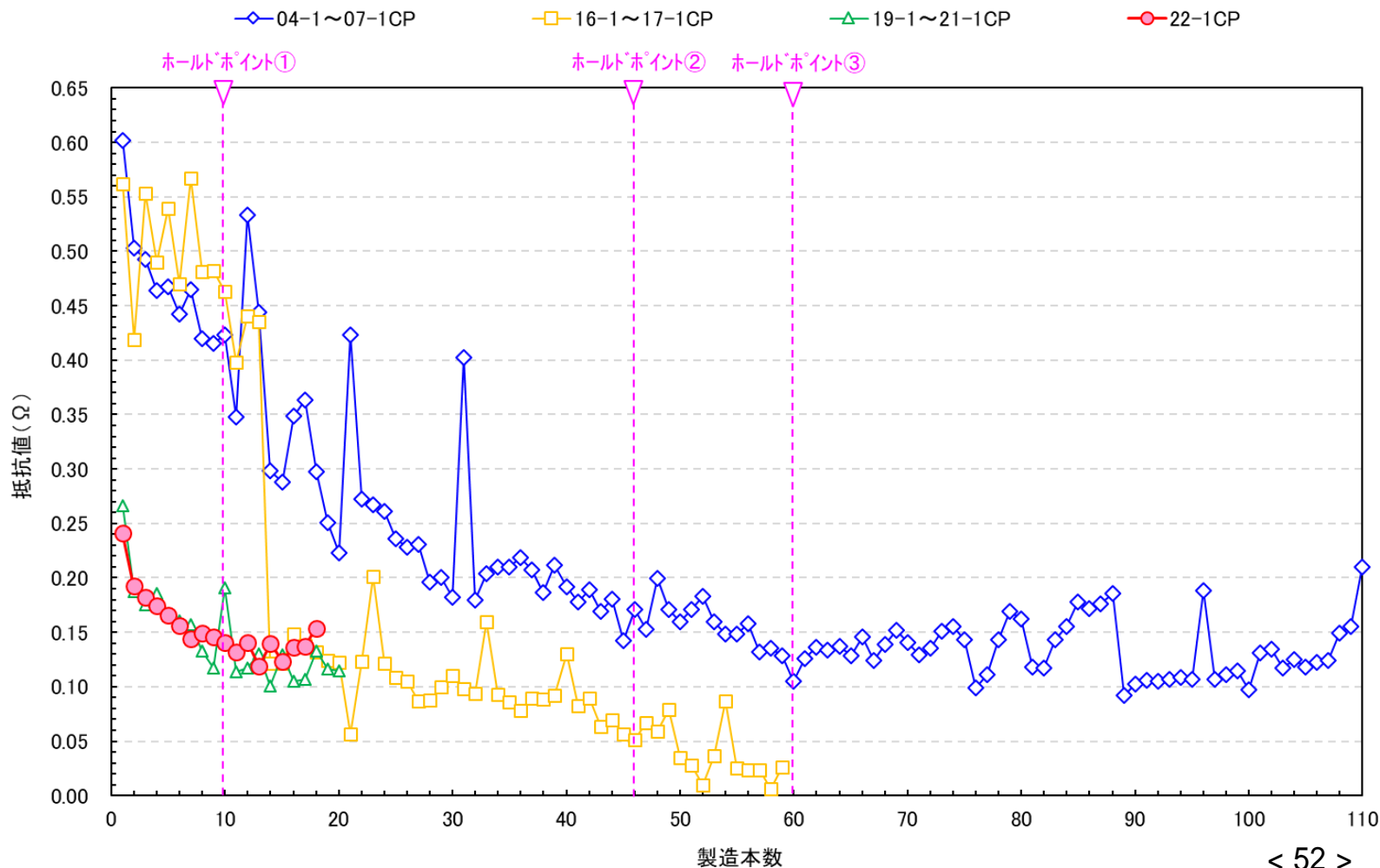
* 1: 補助電極温度(T10.5)が820℃まで放冷されたタイミング

4. 運転中のホールドポイントでの確認

ホールドポイント①での確認結果(4/9)

① 補助電極間補正抵抗

✓ 前々回の運転(19-1CP)開始後と同様な低下傾向を示しており、前々回の運転(19-1CP)を下回るような低下傾向はみられていないことから、炉底部への白金族元素の有意な堆積は生じていないものと考えている。



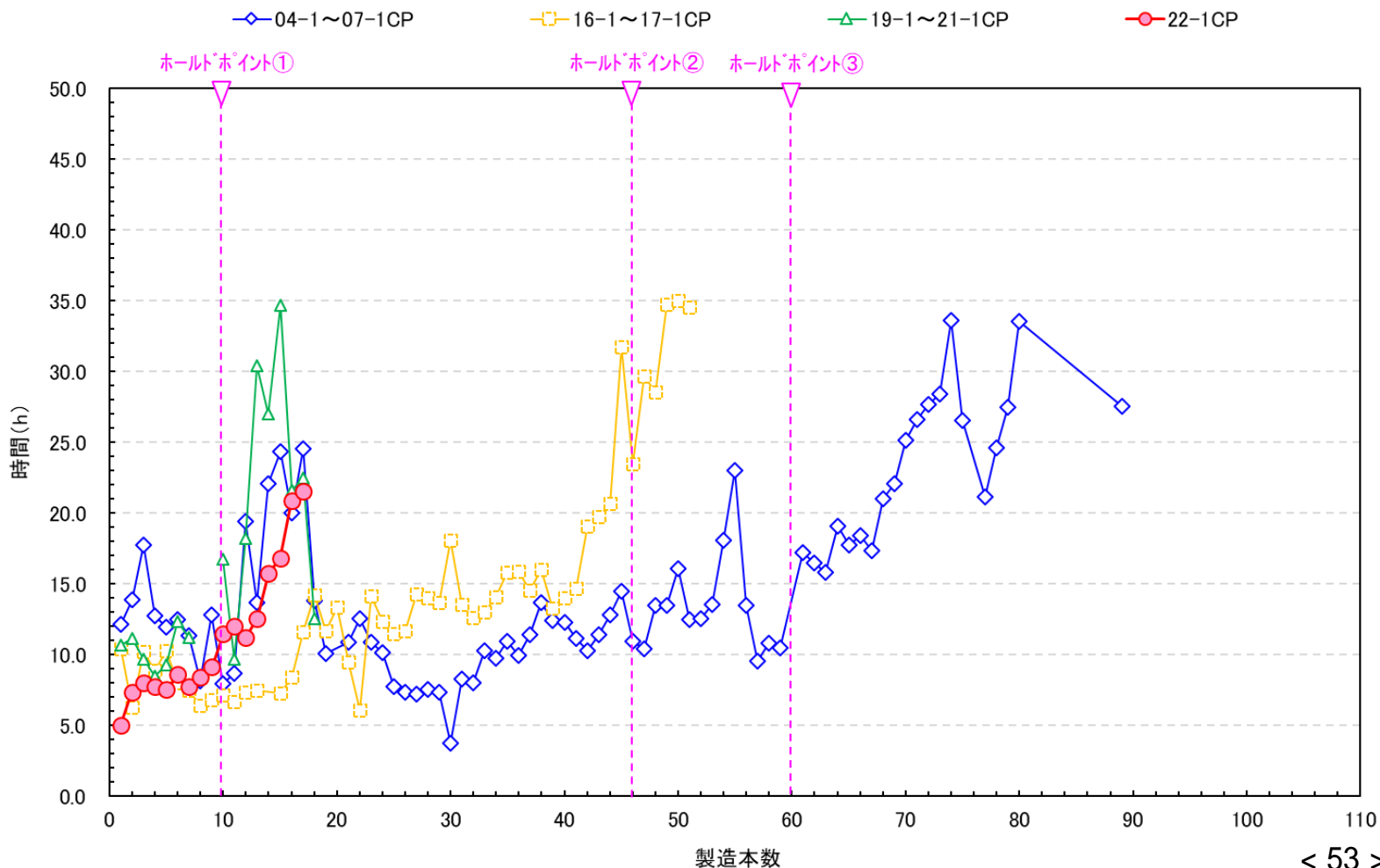
補助電極間補正抵抗の推移(炉底補助加熱開始時)

4. 運転中のホールドポイントでの確認

ホールドポイント①での確認結果(5/9)

② 炉底低温運転への移行時間

- ✓ 炉底低温運転に速やかに移行できており、過去の実績を上回るような上昇傾向は示していないことから、炉底部への白金族元素の有意な堆積は生じていないものと考えているが、上昇傾向が続いていることから今後注視していく。



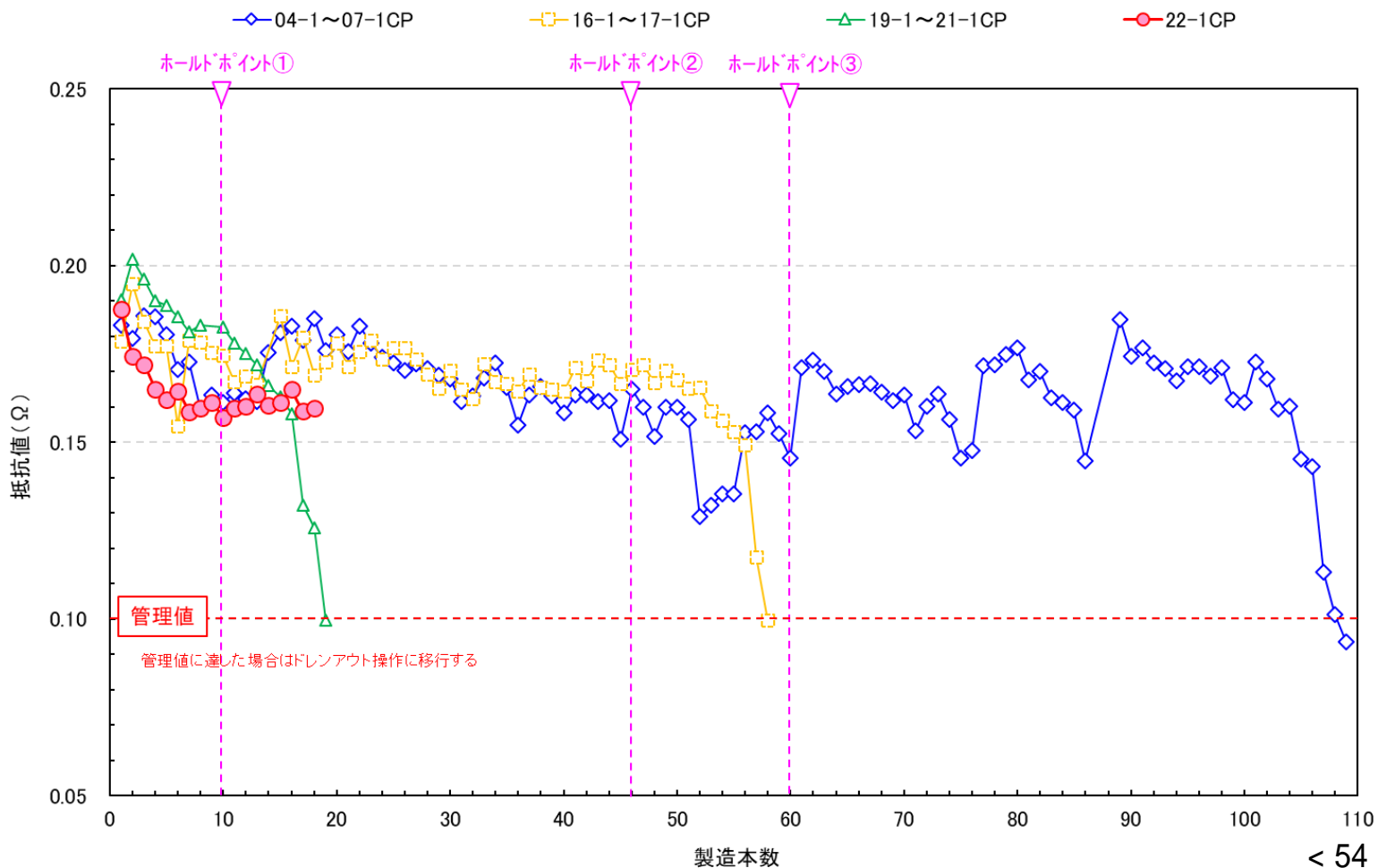
炉底低温運転へ移行するまでに要した時間の推移

4. 運転中のホールドポイントでの確認

ホールドポイント①での確認結果(6/9)

③ 主電極間補正抵抗

- ✓ 過去の実績と比較し、同様な傾向を示している。
- ✓ また、前回の運転(21-1CP)のような、管理値(0.10Ω)に向けた低下傾向はみられていないことから、炉底傾斜面上部への白金族元素の有意な堆積は生じていないものと考えている。





4. 運転中のホールドポイントでの確認 ホールドポイント①での確認結果(7/9)

(4) その他:設備の状況

- ✓ ガラス固化処理運転を確実に進めるため、継続的に設備更新(高経年化対策)を進めてきている。
- ✓ 今回の運転(22-1CP)においては、前回の運転(21-1CP)以降に生じた不具合の是正処置を行った。
また、前回の運転(21-1CP)で溶融炉以降のガラス固化体取扱工程で多く発生したことを踏まえて、同工程で想定される不具合事象を重点的に再整理した結果や前回の運転(21-1CP)での気がかり事象に対して、ハード、ソフトの両面から対応を図り運転を開始した。
- ✓ 8月18日現在、想定外の不具合等は発生していない。発生した不具合等は下表のとおり。

今回の運転(22-1CP)で発生した不具合等

工程		不具合等		
名称	概要	発生箇所	概要	対応
①受入・前処理	<ul style="list-style-type: none"> ・高放射性廃液を受入れ(1回/週)、その都度分析を実施。 ・分析結果に基づき、高放射性廃液の全酸化物濃度、ナトリウム濃度を調整。 	不具合等の発生無し。		
②ガラス原料供給	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料を溶融炉へ供給。 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶融炉へ供給するガラス原料の個数をカウントする光センサー 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶融炉へ供給するガラス原料の個数をカウントできなくなり、供給個数低操作(NSO-)で自動停止した。 ・原因は、発光又は受光窓(ガラス原料供給配管内面)へのガラス粉塵の付着。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス粉塵を除去し、供給を再開(約2時間、ガラス原料の供給を停止)。 ・ガラス粉塵の付着状況を適宜確認し、付着の兆候が確認された場合は、計画的にガラス原料の供給を停止して、ガラス粉塵を除去する。
③ガラス溶融	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料・廃液を溶融し、流下(1回/約2日)。 	不具合等の発生無し。		

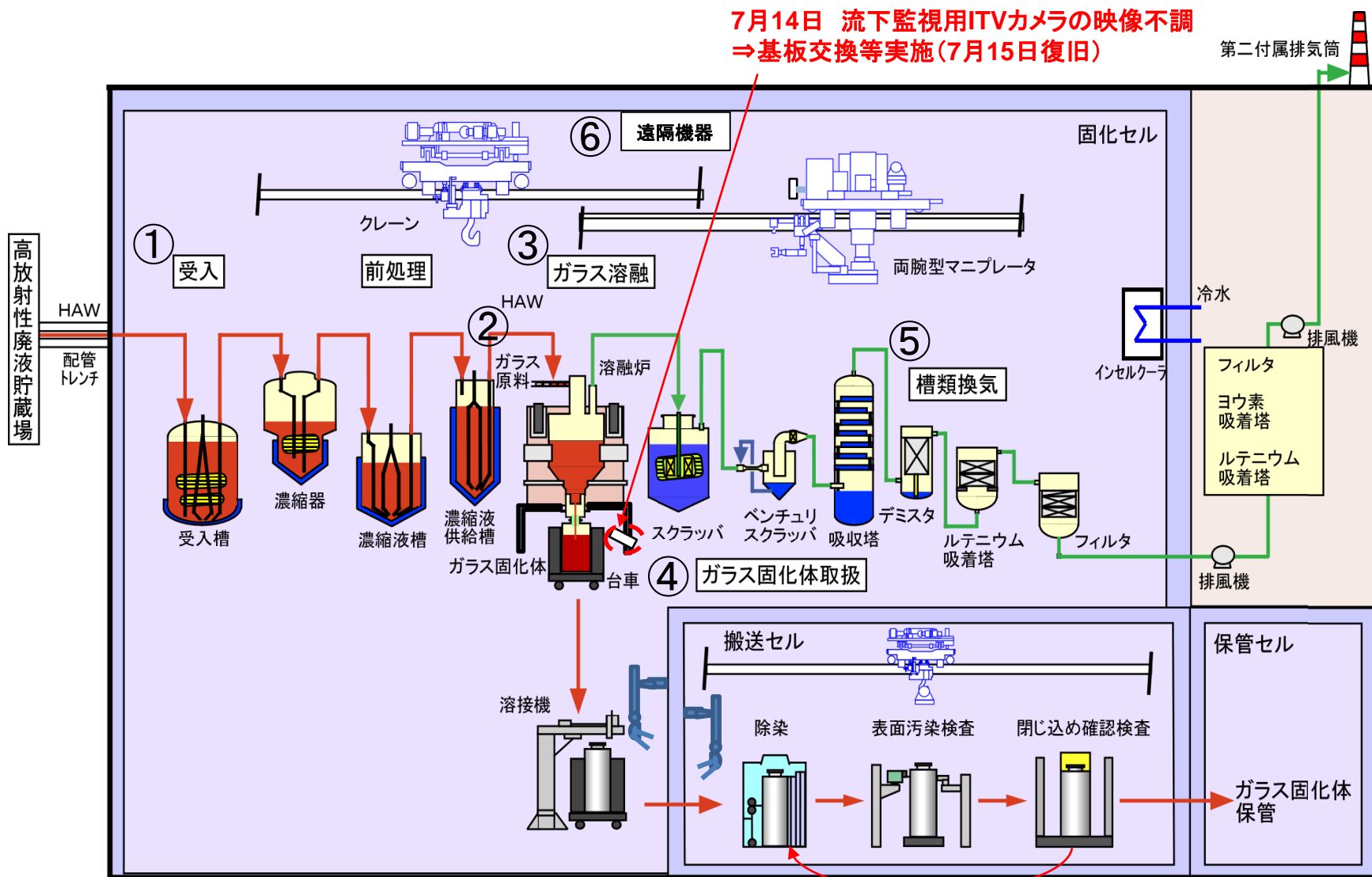


4. 運転中のホールドポイントでの確認 ホールドポイント①での確認結果(8/9)

今回の運転(22-1CP)で発生した不具合等(続き)

工程		不具合等		
名称	概要	発生箇所	概要	対応
④ガラス固化体取扱	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガラス固化体容器の移動、蓋溶接、除染を実施。 ・ その後、検査（表面汚染検査、閉じ込め確認検査等）を実施。 ・ 検査後、ガラス固化体を保管ピットへ収納。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 閉じ込め確認検査 (G22M41) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2本目及び16本目のガラス固化体の閉じ込め確認検査前に行う加熱工程において、ろ紙に判定基準を超える値（γ線）を確認。 ・ 原因は、ガラス固化体の移動中に放射性物質が表面に付着したものと推定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再除染後、閉じ込め確認検査に異常がないことを確認（ガラス原料等の供給停止なし）。 ・ 前回の運転(21-1CP)を踏まえ改善を図った作業中の確認ポイントに加えて、ベテラン運転員により改めて作業状況を再チェックし、作業中の確認ポイントや気づきを再周知した。 ・ また、当面は日勤のベテラン運転員の指導のもと作業を行う。
⑤槽類換気	<ul style="list-style-type: none"> ・ 槽類及び溶融炉の負圧維持、オフガスの洗浄運転を実施。 	不具合等の発生無し。		
⑥遠隔機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 両腕型マニプレータ、固化セルクレーン等により、運転に必要な遠隔操作を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流下監視用ITVカメラ (G51M214) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1本目の流下準備中、に流下監視用ITVカメラの映像が突然映らなくなった。 ・ 原因は、ITVカメラ内部の映像信号を処理する基板の故障。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該ITVカメラを除染切に搬出し、ITVカメラ内部の基板を交換して復旧（溶融炉を約1.5日間、保持運転とした）。 ・ 運転に使用するITVカメラのうち、流下監視用ITVカメラは、故障した場合、流下操作が行えず、溶融炉の保持運転に直結する。このため、流下監視用ITVカメラを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っている。
その他ユーティリティ等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各設備機器の運転に必要な蒸気、冷却水、冷水、純水、圧縮空気を常時供給。 	不具合等の発生無し。		

4. 運転中のホールドポイントでの確認 ホールドポイント①での確認結果(9/9)



7月14日 流下監視用ITVカメラの映像不調
=> 基板交換等実施(7月15日復旧)

7月20日、8月16日 閉じ込め確認検査前の加熱後のろ紙に有意値を確認 < 57 >
=> 再除染実施(7月20日、8月16日)後、閉じ込め確認検査により汚染のないことを確認



5. 運転中のホールドポイントでの確認

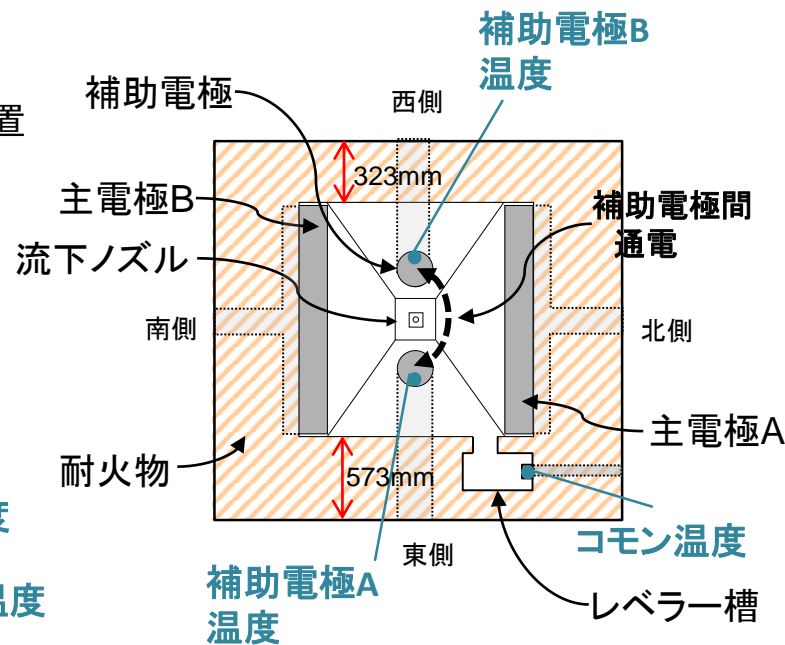
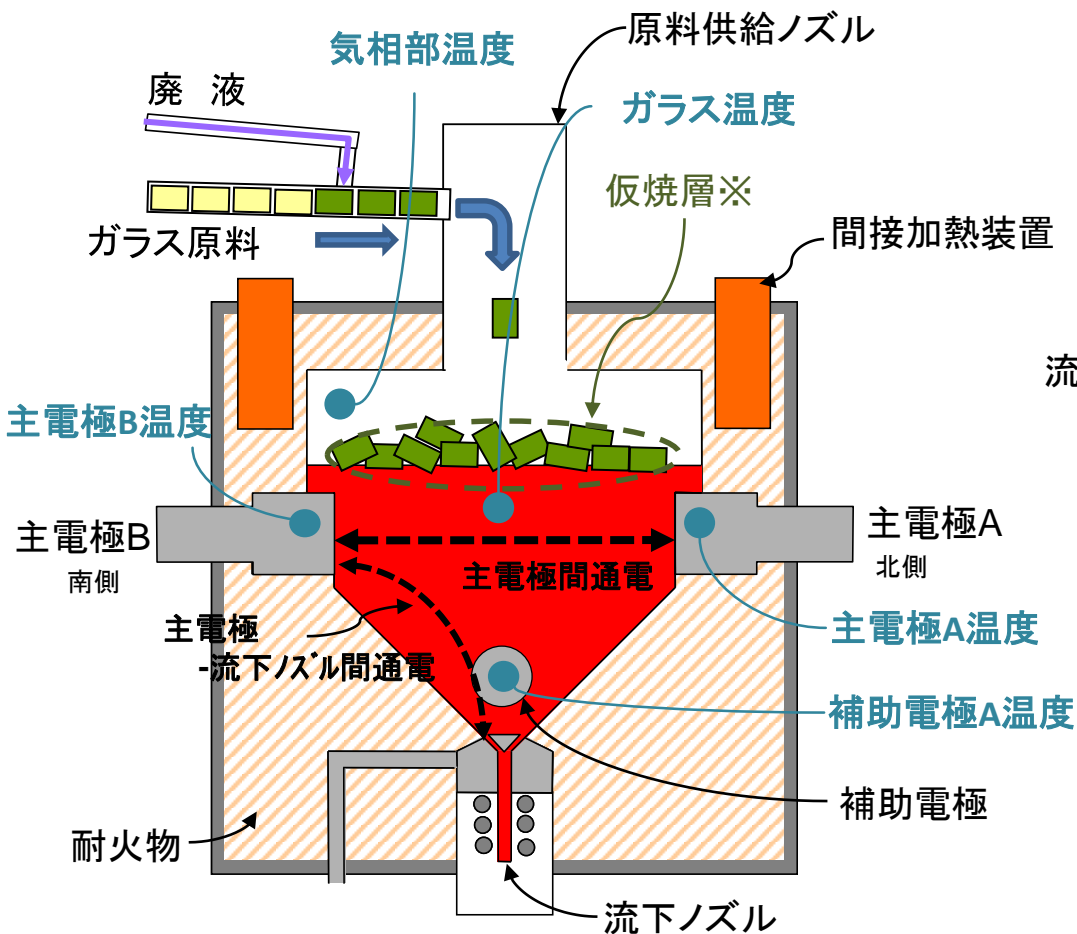
ホールドポイント①での確認結果(まとめ)

- 令和4年8月18日現在、18本目まで流下を行い、15本のガラス固化体の保管を完了した。
- ホールドポイント①(10本流下時点)での確認項目(堆積した白金族元素に流れる主電極間電流の急激な増加傾向、ガラス液位が低くなった時のガラス温度指示値の低下傾向など)については、前回の運転(21-1CP)で生じた炉底傾斜面上部に白金族元素が堆積した際の傾向は見られていない。
- 白金族元素の堆積を加速させた可能性のある要因(廃液供給速度が大きい、主電極間電力が小さい)に対し、コモンプローブ温度及び気相部温度の傾向から対策(廃液供給速度の調整、主電極間電力の調整)の効果を確認した。
- 溶融炉の白金族元素の堆積管理指標(主電極間補正抵抗、補助電極間補正抵抗、炉底低温運転に移行するまでに要した時間)の推移は、過去の実績と比較し、ほぼ同様に推移しているが、炉底低温運転に移行するまでに要した時間が長くなる傾向にあることから今後注視していく。
なお、主電極間電流の増加傾向が認められたことから、運転データを確認しつつ、11本目から主電極間電力を調整(40 kW→39.5 kW)した。現状、主電極間電流の増加傾向は、抑えられている。引き続き運転データを注視していく。
また、15本目あたりから補助電極温度等に変化がみられはじめたため今後注視していく。
- 設備の不具合事象等への対応については、1本目の流下準備の段階でITVカメラの故障が生じ、この復旧のために溶融炉を約1.5日間の保持運転としたが、以降、保持運転を伴う不具合事象等は発生していない。
- 引き続きホールドポイント②(46本流下時点)に向けて、安全最優先に溶融炉の運転を進めていく。

以降、参考。

- ✓ 前々回の運転(19-1CP)で、流下ノズルの傾きにより、8本目の流下の際に流下ノズルが加熱コイルに接触し、漏電により流下が自動停止した(7本製造)。この対策として、加熱コイル径を拡大する等、クリアランスを確保した結合装置を新規に製作し、交換した上で運転を再開することとした。
- ✓ R3年7月に新規結合装置への交換を終え、前回の運転(21-1CP)は、R3年8月から60本の製造目標で開始した。
運転開始後、ガラス固化体取扱工程の蓋溶接機や閉じ込め確認検査などで複数の不具合が生じ、対応のため2回の溶融炉の保持運転^{※3}を行ったが、予め定めた手順に従い対応し、溶融炉の運転を継続した。
※3 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。
- ✓ その後、11本目で溶融炉保護のために設けている白金族元素の堆積管理指標(主電極間補正抵抗)まで低下したため、運転要領書に従い溶融炉内のガラスを全量抜き出し、R3年9月に溶融炉を停止した(13本製造)。
- ✓ 溶融炉の停止後、炉内観察を行い、西側炉底傾斜面上部に白金族元素濃度が高いと考えられる残留ガラスを確認した(R3年9月)ため、今回の運転(22-1CP)に向けて残留したガラスの除去作業(3回目)を行うこととした(R3年10月:21-1CP終了)。
- ✓ 前回の運転(21-1CP)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。
- ✓ 原因調査の結果から、主要因は、前々回の運転(19-1CP)で、流下ノズルと加熱コイルが接触して漏電により流下できない状態になり、その後の複数回の炉底加熱により、西側炉底傾斜部へ白金族元素が堆積し、前回の運転(21-1CP)で進展したものと判断した。

- ✓ 主要因については、流下停止事象に係る対策を施した結合装置に交換済みであり、今後同様の事象は生じないと考えている。なお、今回の運転(22-1CP)開始前には、ITVカメラにより流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが確保されていることを確認した。
- ✓ また、前回の運転(21-1CP)において、白金族元素の堆積を助長した可能性がある要因(加速要因: 廃液供給速度が大きい、主電極間電力が小さい)を確認したことから、これらの影響を低減させるための対策※4を今回の運転(22-1CP)に反映した。
 - ※4 廃液供給速度については、濃度の薄い廃液を供給する際も通常の廃液供給速度(約12.0~12.5 L/h)で管理する。また、主電極間電力については、電力盤の点検結果に基づき、主電極間電力(実出力40 kW)に管理する。
- ✓ 前回の運転(21-1CP)において発生した不具合事象のうち、ガラス固化体除染装置の高圧水ポンプの停止事象(圧力ダンパーの閉塞)は、更新後運転時間が少ない段階で発生した初期故障であり、また、ガラス固化体蓋溶接の溶接機の停止事象は、停止事象として想定していたものの、原因(制御の不安定)までは挙げられていなかった。
- ✓ これらの不具合事象については、不適合処置及び是正処置を行い、再発の防止を図った。これに加え、前回の運転(21-1CP)中の気がかり事象について、設備機器の点検整備、予備品への交換、手順書の改訂などを進めた。
- ✓ 前回の運転(21-1CP)を踏まえ、同様の事象の発生防止、発生した場合においても速やかに対応できるよう、初期故障の要因も含め、想定する不具合事象、その要因に不足がないか、また不具合事象が多く発生した溶融炉以降のガラス固化体取扱工程に重点を置き、想定事象を再整理した。

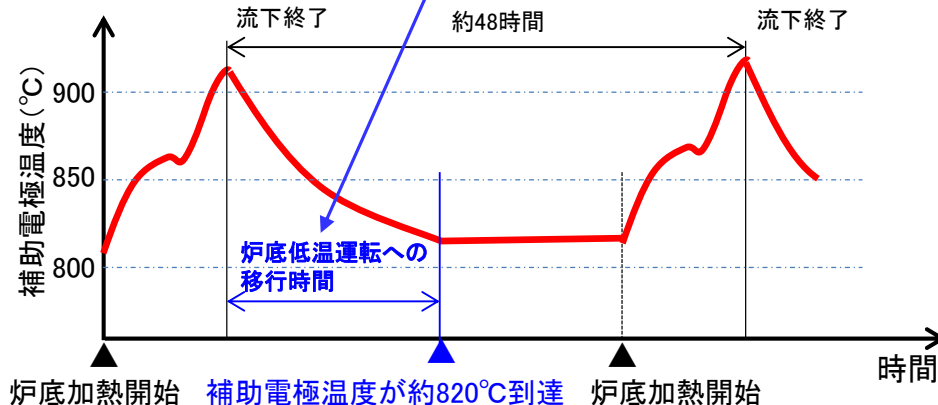
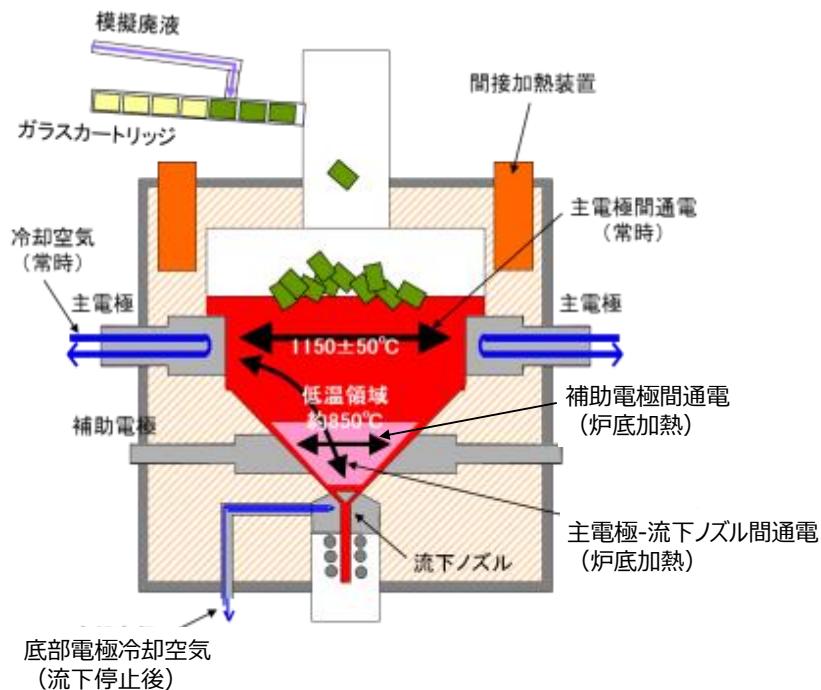


溶融炉内平面図

東側にガラス液位を確認するレベラー槽があるため、東側の耐火物は西側より厚い

※仮焼層：廃液をしみ込ませたガラス原料を加熱することにより、溶融ガラス表面において、廃液の水分の蒸発、脱硝酸、酸化等の反応が起こるとともに、ガラス原料が溶融し廃棄物成分と混ざり合う過程の層を形成する。
溶融炉の運転において溶融ガラス表面を覆う仮焼層の表面積が小さくなると溶融ガラス表面から気相部への放熱量が増えて気相部の温度が上昇し、表面積が大きくなると溶融ガラス表面から気相部への放熱量が減り、気相部の温度が低下する。

白金族元素が炉底部に堆積してくると、主電極間電流が炉底部側に流れるようになり、炉底低温運転への移行時間が増加していく。



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°C とするために、補助電極温度を約 820°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。

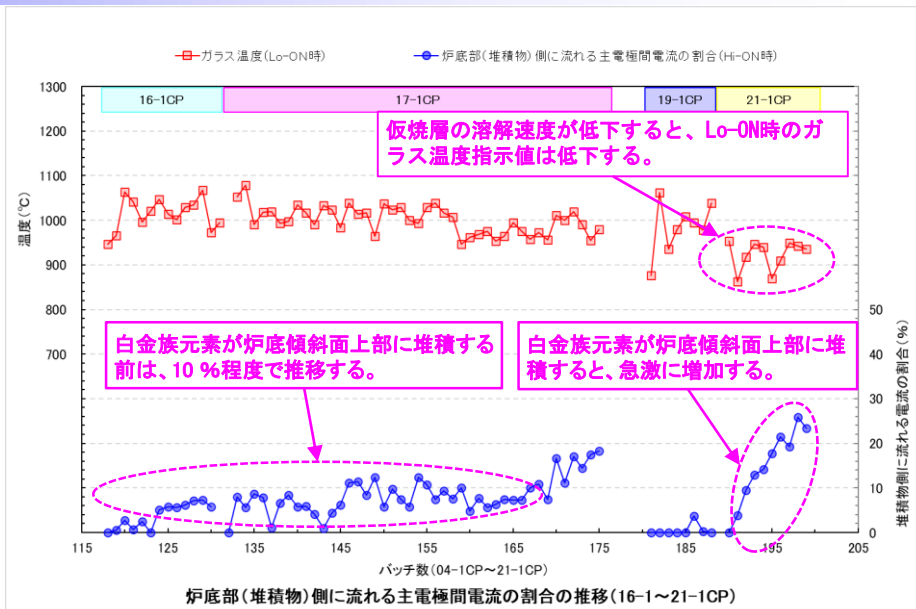
原理：溶融炉底部のガラス温度を低温に維持することで、ガラスの粘性を増加させ、白金族元素粒子の沈降を抑制する

✓ ホールドポイント①: 10本を流下した時点

(1) 白金族元素が早期に堆積した対策の確認

炉底傾斜面上部への白金族元素の堆積傾向を運転データから確認する。

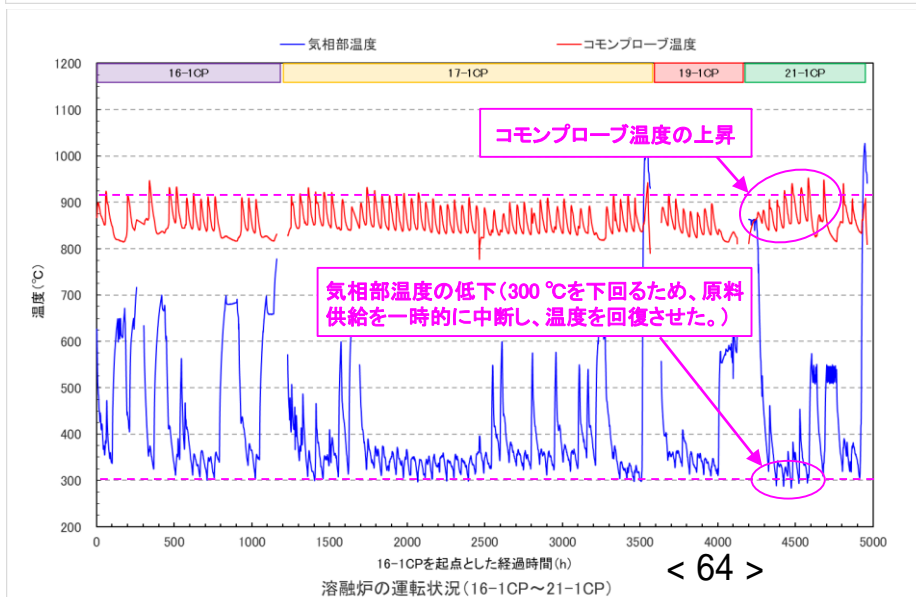
- 堆積した白金族元素へ流れる主電極間電流が急激に上昇していく。
→ 堆積した白金族元素へ流れる主電極間電流の上昇傾向を確認する。
- 堆積した白金族元素へ主電極間電流が流れ、ガラス原料が溶け難くなり(仮焼層が厚くなり)、ガラス温度指示値が低下する
→ 仮焼層の影響を受けやすい流下によりガラスレベルが下がった際(Lo-ON時)のガラス温度指示値の低下傾向を確認する



(2) 加速要因の対策の確認

廃液供給速度や主電極間電力の改善について、その効果を運転データから確認する。

- ガラス原料が溶け難くなり、熔融表面全体がガラス原料で覆われて気相部温度が低下する。
→ 気相部温度の推移を確認する。
- 熔融表面全体がガラス原料で覆われると気相部への放熱量が減り、炉底傾斜面上部のガラス温度が上昇する。
→ 炉底傾斜面上部のガラス温度(コンプローブ温度)の推移を確認する。



✓ ホールドポイント②: 46本を流下した時点

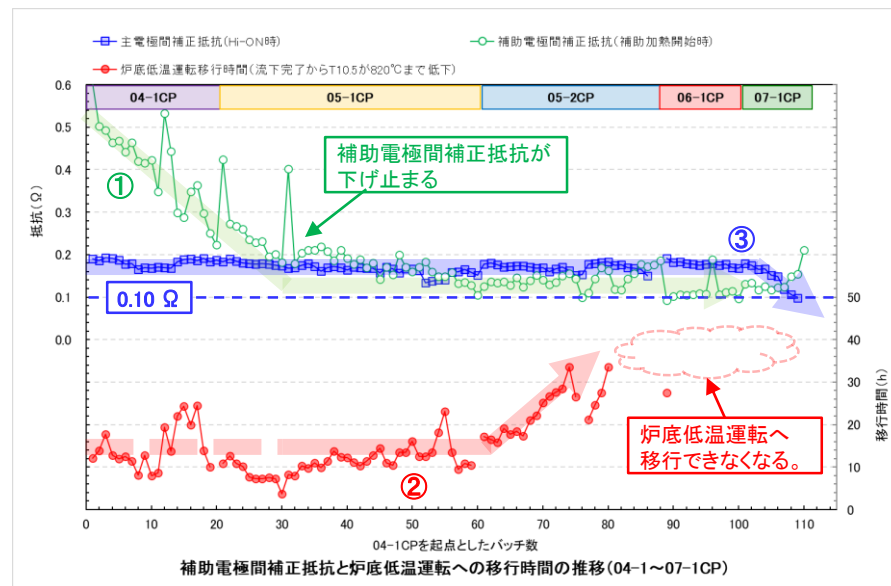
(1) 白金族元素の堆積状況の推定

白金族元素の堆積管理指標から堆積状況を推定する。

• 46本程度流下した時点では、04-1CPから07-1CPまでの実績(110本製造)から①補助電極間補正抵抗が下げ止まり、②炉底低温運転へ移行するまでの時間が一定で推移することが分かっている。

→ ①補助電極間補正抵抗、②炉底低温運転へ移行するまでの時間の推移を確認する。

→ なお、16-1CPから17-1CPの実績(59本製造)から②炉底低温運転へ移行するまでの時間が長くなる兆候を示していなければ60本程度まで運転可能と考えられる。



✓ ホールドポイント③: 60本を流下した時点

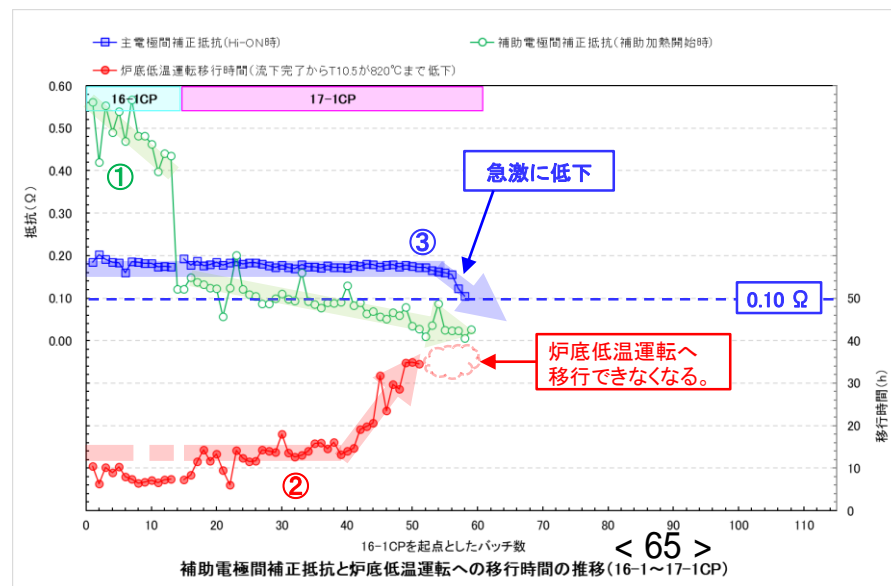
(1) 白金族元素の堆積状況の推定

白金族元素の堆積管理指標から堆積状況を推定する。

• 60本程度流下した時点では、04-1CPから07-1CPまでの実績(110本製造)から①補助電極間補正抵抗が下げ止まり、②炉底低温運転へ移行するまでの時間が長くなる兆候が見え始め、③主電極間補正抵抗は一定で推移することが分かっている。

→ ①補助電極間補正抵抗、②炉底低温運転へ移行するまでの時間、③主電極間補正抵抗の推移を確認し、主電極間補正抵抗が管理指標(0.10Ω)に達していなければ運転を継続する。

→ なお、16-1CPから17-1CPの実績(59本製造)では、②炉底低温運転へ移行できなくなり、③主電極間補正抵抗が急激に低下して管理指標(0.10Ω)に達している。同様な状況が確認された場合は、運転を停止する。



19-1CP~22-1CPの運転状況

