

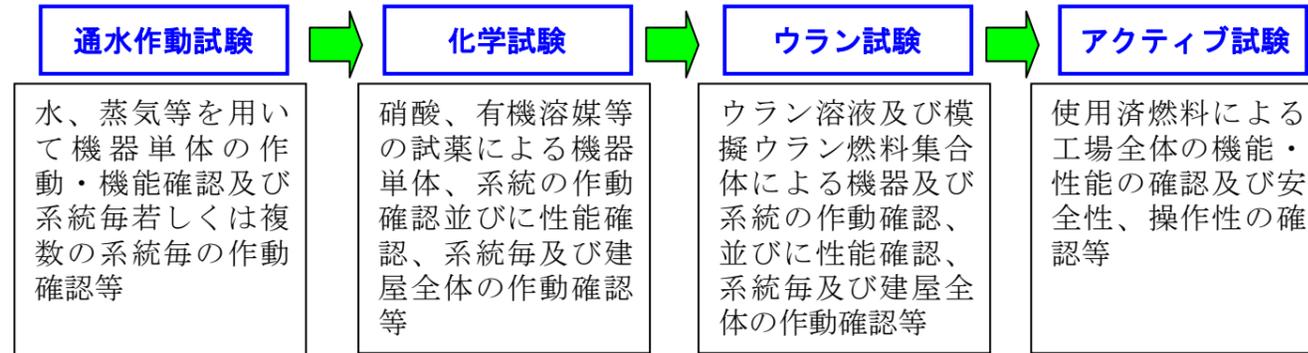
六ヶ所再処理施設の現状について

2009年2月3日
日本原燃株式会社

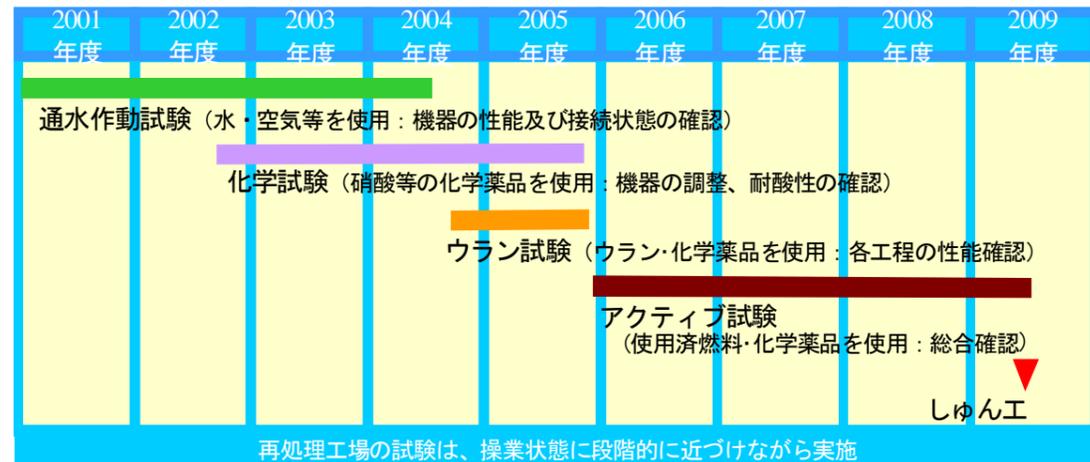
第5回原子力委員会
資料第2号

1. 試運転の全体の進捗状況

- 六ヶ所再処理施設は、通水作動試験、化学試験、ウラン試験及びアクティブ試験と段階的に試験を実施している。



- これまでの試験進捗状況は、以下のとおりである。



2. アクティブ試験の試験の状況

- アクティブ試験の進め方

■施設ごとの試験

試験ステップ	使用済燃料	燃焼度、冷却期間	再処理量
第1ステップ	PWR燃料	■燃焼度 低～中 ■冷却期間 長～中	約 30トン
■ホールドポイント1			
第2ステップ	PWR燃料 BWR燃料	■燃焼度 低～中 ■冷却期間 長～短	約 60トン
■ホールドポイント2			
第3ステップ	BWR燃料 PWR燃料	■燃焼度 低～高 ■冷却期間 長～短	約 70トン

■工場全体の試験

第4ステップ	PWR燃料 BWR燃料	■燃焼度 低～高 ■冷却期間 長～短	約 160トン
第5ステップ	BWR燃料	■燃焼度 低～高 ■冷却期間 長～短	約 105トン

【再処理量】

・合計約 430トン

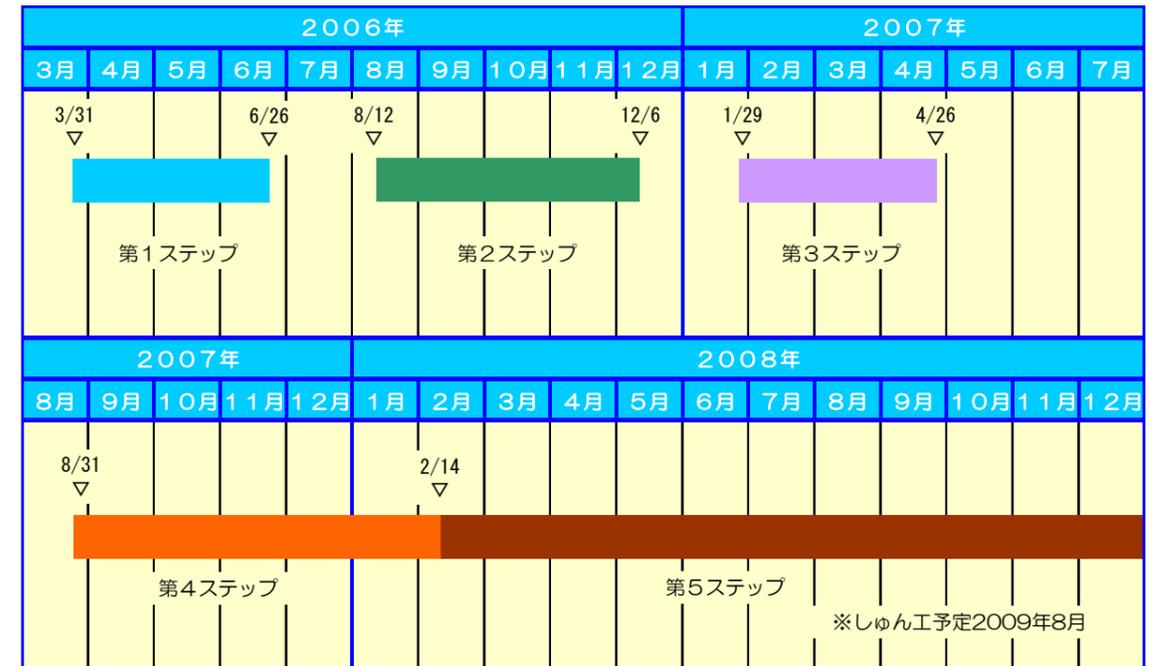
【内訳】

・PWR燃料:約 210トン

・BWR燃料:約 220トン

- アクティブ試験の実績

- アクティブ試験は、2006年3月31日に開始し、第1ステップ(3/31～6/26)、第2ステップ(8/12～12/6)、第3ステップ(2007/1/29～4/26)、第4ステップ(8/31～2/14)を終了し、2008年2月14日より第5ステップを実施中。
- 2007年11月より高レベル廃液ガラス固化設備のアクティブ試験を実施しており、2008年10月に第5ステップのせん断を終了。
- アクティブ試験の実績は、以下のとおり。



3. 高レベル廃液ガラス固化施設の試験状況

(1) 試験概要

ガラス固化試験は、アクティブ試験の目的である実際の使用済燃料を用いた「機器・設備の性能確認」「再処理施設の安全機能確認」の一環として、次の試験を実施。

試験項目	試験内容	確認事項
ガラス熔融炉運転性能確認試験	使用済燃料の処理により発生する高レベル廃液等を用いて、ガラス熔融炉の確認試験を行う	高放射性廃液を用いたガラス固化運転が連続して実施できること
ガラス固化体取扱運転性能確認試験	高レベル廃液等で製造されたガラス固化体を用いて、ガラス固化体取扱性能の確認試験を行う	ガラス固化体取扱設備の運転が連続して実施できること
処理能力確認試験	使用済燃料の処理により発生する高レベル廃液等を用いて、処理能力に関する確認試験を行う	ガラス熔融炉が所定の処理能力以上で処理できること

(2) 試験課題及び試験再開に向けた今後の対応

a. 試験課題

(a) アクティブ試験を通しての運転課題【添付資料1参照】

- ①安定した運転状態が維持できない
- ②長期的に運転状態が維持できない（白金族元素の堆積及び低粘性流体の発生）
 - ガラス溶融炉の安定した運転状態の維持及びガラス溶融炉底部の白金族元素の堆積及び低粘性流体の発生抑制については、「仮焼層を安定化するための対策（廃液調整、廃液供給速度の上昇、投入電力条件の調整）」、「白金族元素の堆積を抑制する対策（回復運転方法の改善、保持運転方法の改善）」をたて改善を図り、その効果を確認。【対策済】
 - 不溶解残渣廃液を混合し、5 バッチを流下した時点で、「洗浄運転」の判断基準に達したため、回復運転（洗浄運転及び炉底かくはん）を実施した。現在、短期間で洗浄運転が必要となった原因を調査中。

(b) アクティブ試験中に発生したトラブルを通しての運転課題【添付資料1～2参照】

- ガラス溶融炉（A系列）の流下停止事象（2008年7月3日）
「高周波加熱コイル電力の増加等の流下ノズルへの入熱の確保」他3つの対策をたて改善を図り、その効果を確認。【対策済】
- ガラス溶融炉（A系列）内におけるかくはん棒の曲がり事象（2008年12月10日）

(c) その他（最近発生したトラブル事象）【添付資料3～4参照】

- ◆ 高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セルにおける高レベル廃液の滴下について（2009年1月21日）
- ◆ 高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セルにおける高レベル廃液の滴下に係る監視下での再滴下の発見（2009年2月1日）

b. 試験再開に向けた今後の対応

- ① 不溶解残渣廃液を混合した後に流下性が低下したことに対する原因調査及びそれをもとにした「るつぼ試験」や「小型溶融炉を使った試験」の実施
- ② ガラス溶融炉の復旧、熱上げ、炉内残留ガラスの抜き出し及び落下した天井レンガの回収作業
- ③ 天井レンガの一部損傷やかくはん棒の曲がりの原因調査と再発防止対策

4. 今後の計画

(1) 「再処理施設の工事計画」の変更【2009年1月30日届出】

- a. しゅん工時期の変更内容
(変更前) 2009年2月
(変更後) 2009年8月

b. 変更理由

高レベル廃液の滴下や溶融炉内天井レンガ損傷の原因究明や対策について検討を進めてきているが、今後の試験工程の見通しと、これまで計画していた試験工程との間に明確な乖離がみられたことから、これまでに得られた知見と作業実績に基づき種々検討した結果、再処理施設のしゅん工時期を「2009年2月から8月」へ変更することを判断。

(2) 詳細計画【2009年1月30日公表】

上記、「再処理施設の工事計画」の変更を受け、以下のように使用済燃料の取得計画及び予定再処理数量を見直した。

(単位：t・U_{pr})

年度	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
取得計画	8	24	96	340	312	0	524	425	540	266	394	331	290	430	560	720
予定再処理数量									140	181	104	160	320	480	640	800
貯蔵量	8	32	128	468	780	780	1304	1729	2129	2214	2504	2676	2646	2596	2516	2436

注：・t・U_{pr} は照射前金属ウラン質量換算。

- ・数値は端数処理しており、一致しない場合がある。
- ・貯蔵量は輸送容器（キャスク）に収納されている使用済燃料も含む。
- ・アクティブ試験（H18.3～H21.8）で再処理した使用済燃料は、約430 t・U_{pr}である。

以上

ガラス固化試験の経緯について

アクティブ試験第4ステップ(2007年11月~2008年2月)での課題

- 安定した運転状態を維持できなかったことや溶融炉底部に白金族元素が堆積により、溶融ガラスの流下が困難
(白金族元素の濃度が高くなり、溶融ガラスの電気抵抗が小さくなりガラスを加熱しにくくなった)
- 低粘性流体の発生
(仮焼層の形成が不十分・不安定なため、ガラスに取り込まれにくいものの一部が低粘性流体として発生)

課題解決のための運転方法を具体化
(6月11日、安定運転条件検討結果報告)

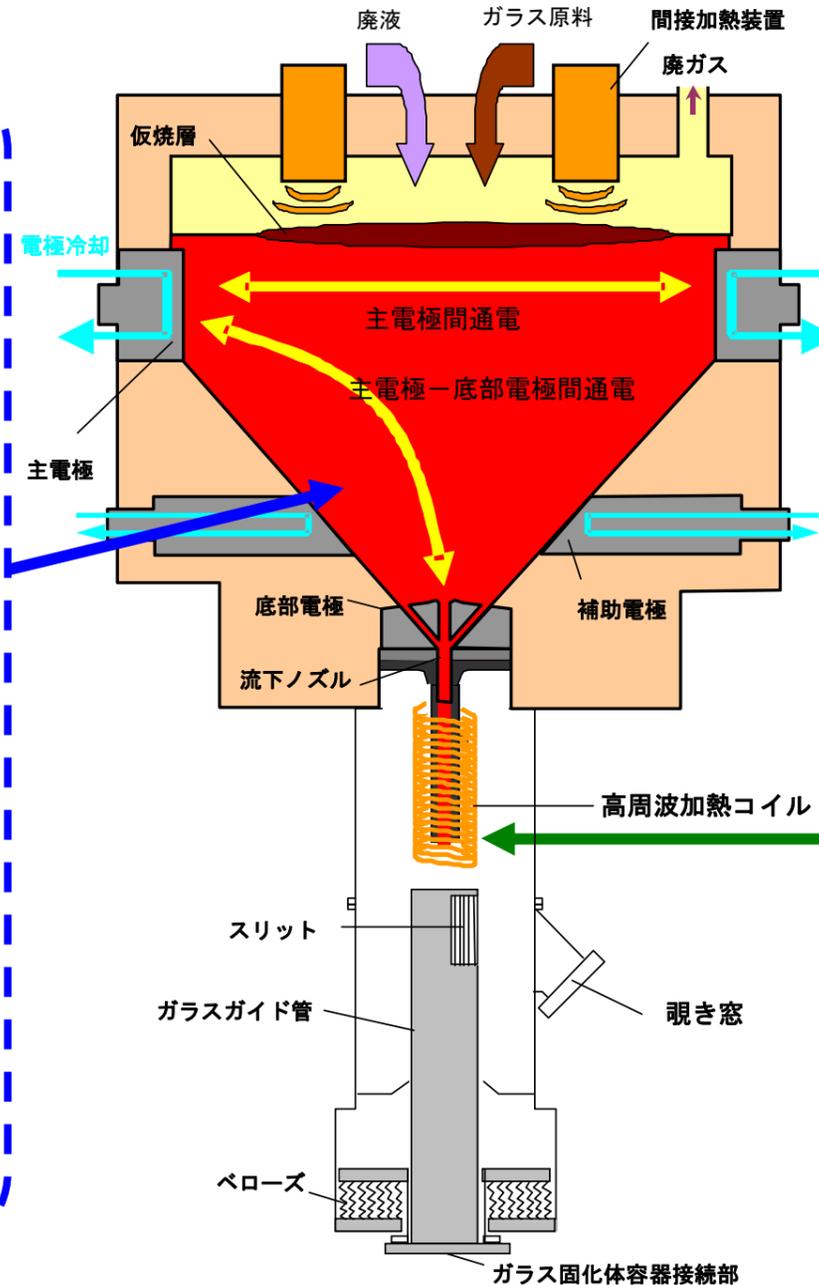
対策

①仮焼層を安定化するための対策

- 廃液調整 (模擬廃液を添加し、仮焼層形成に適した組成・濃度に調整)
- 廃液供給速度の上昇
- 投入電力調整 (主電極電力等を調整し、適切なガラス温度等を維持)

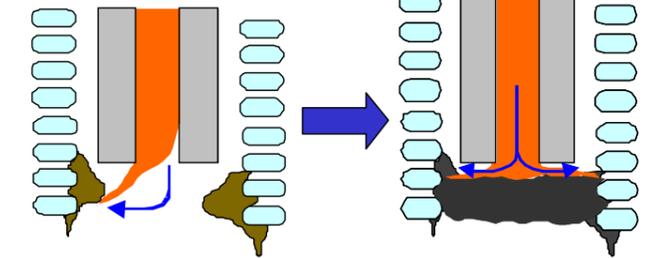
②白金族元素の堆積を抑制するための対策

- 回復運転方法の改善
「洗浄運転」への移行判断基準を設定することで、白金族元素による影響が顕著になる前に洗浄運転に移行し、効果的な回復運転を実施
- 保持運転方法の改善
(炉底部を低温にして白金族元素の沈降を抑制するなど、溶融炉の状況に応じた運転方法を設定)



ガラス溶融炉の流下停止事象(2008年7月3日)での課題

- 流下ノズルの温度が低かった
(ガラスの粘性が高くなり、偏流した流下ガラスが高周波加熱コイル下端の付着物に接触、堆積し流下ノズル出口を塞いだ)



再発防止対策の検討
(10月8日、流下停止についての最終報告書)

対策

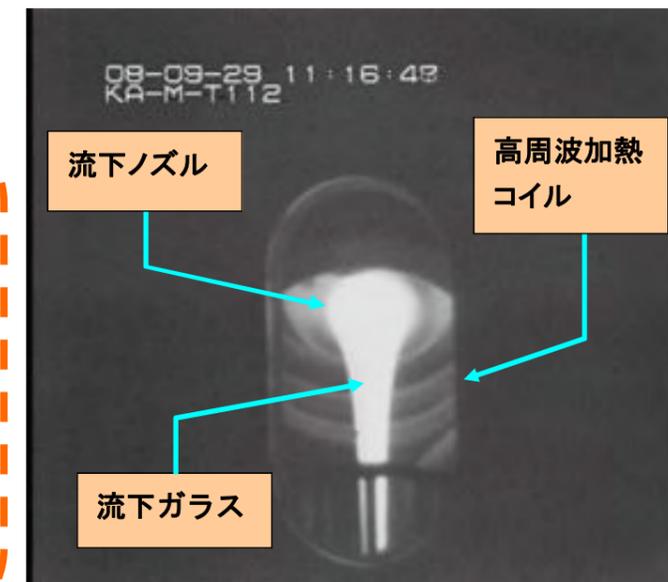
- 高周波加熱コイル電力の増加等による流下ノズルへの入熱の確保
- 流下ノズル温度計による温度の管理
- 低粘性流体の発生を抑制し、高周波加熱コイル下端への付着物を抑制
- 流下状況を覗き窓から直接ITVカメラで監視し、偏流発生時にはガラス溶融炉を緊急停止

試験運転実施状況 : 2008年10月10日~

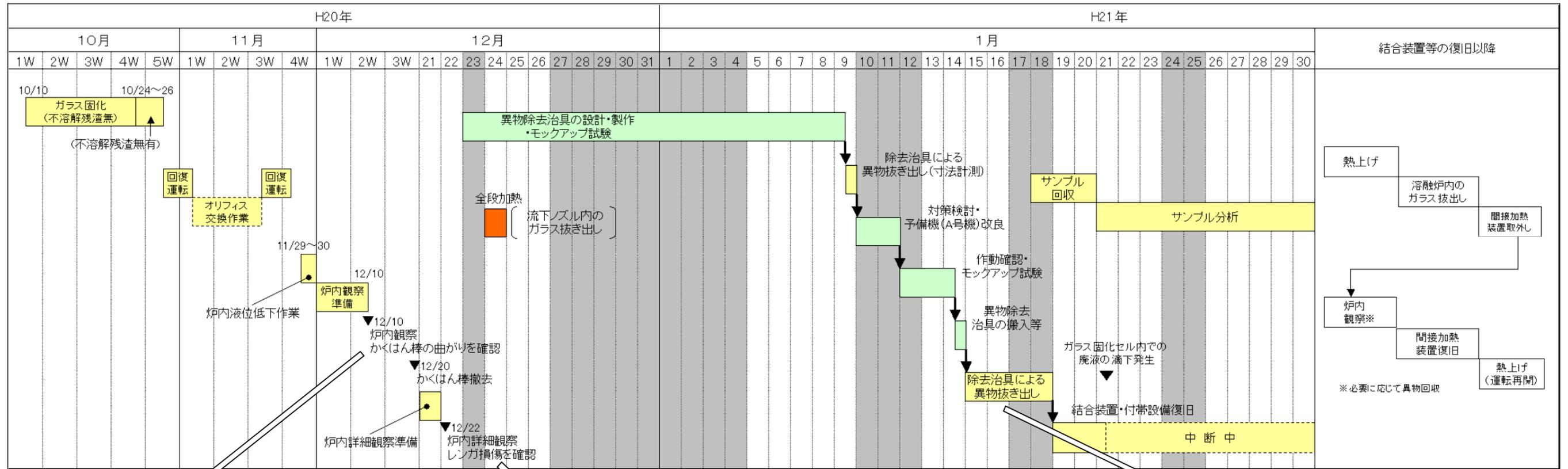
- 安定状態での流下を15バッチ程度維持
- 低粘性流体の発生を抑制できた
- 順調に流下することを確認 (偏流の発生への対処にも成功)
- 15バッチ目で流下性低下の判断指標が「洗浄運転」の基準に達したため、洗浄運転を実施し、その効果も確認

試験運転実施状況 (不溶解残渣廃液混合) : 2008年10月23日~

- 5バッチを流下した時点で「洗浄運転」の判断基準に達したため、回復運転 (洗浄運転及び炉底攪拌) を実施
- 短期間で洗浄運転が必要になった原因を調査中
- 洗浄運転及び炉底攪拌を実施したが、十分な効果は確認できなかった
- 攪拌棒の動きが鈍くなり、攪拌棒が炉内から引き抜けない状況が発生。間接加熱装置を取り外し、ITVカメラを挿入し攪拌棒の状態を観察。攪拌棒が曲がっていることを確認。攪拌棒の撤去作業を実施。
- また、炉内詳細観察を実施したところ、アンカレンガの一部が損傷していることを確認。原因を調査中。



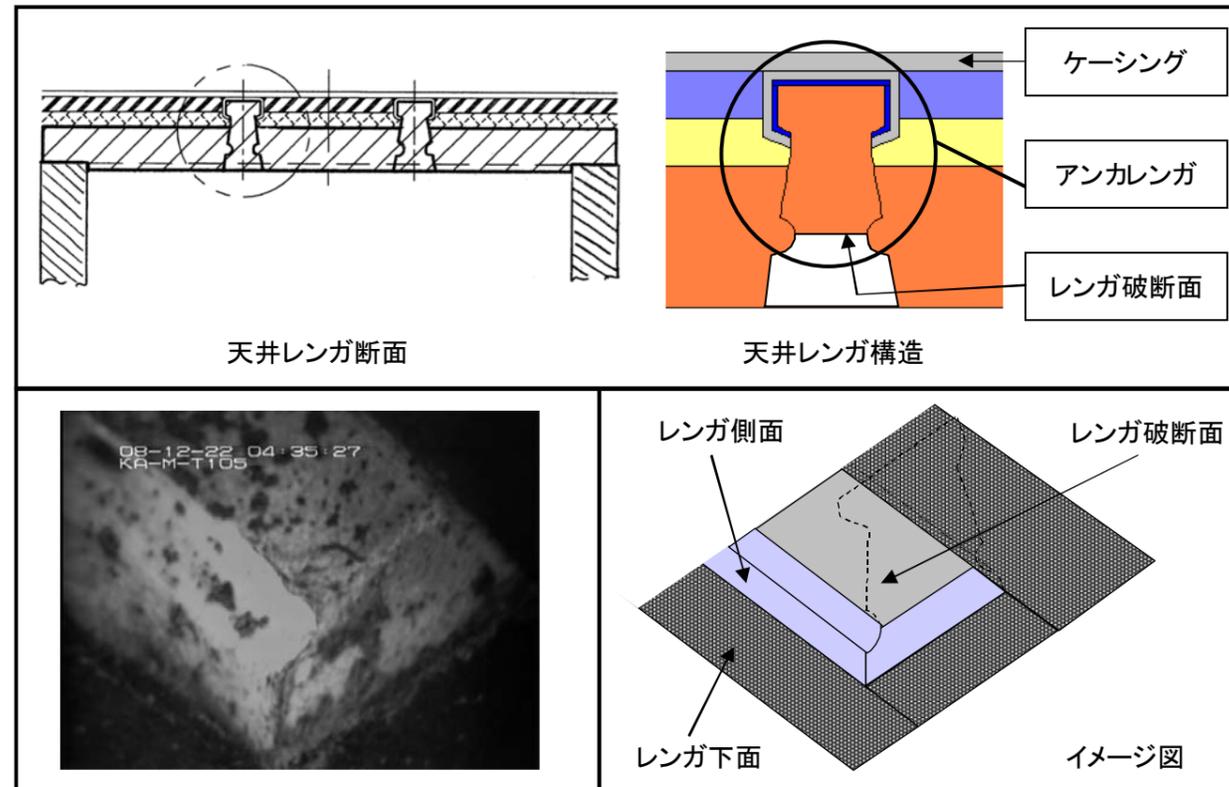
ガラス溶融炉に係る作業の経緯と予定



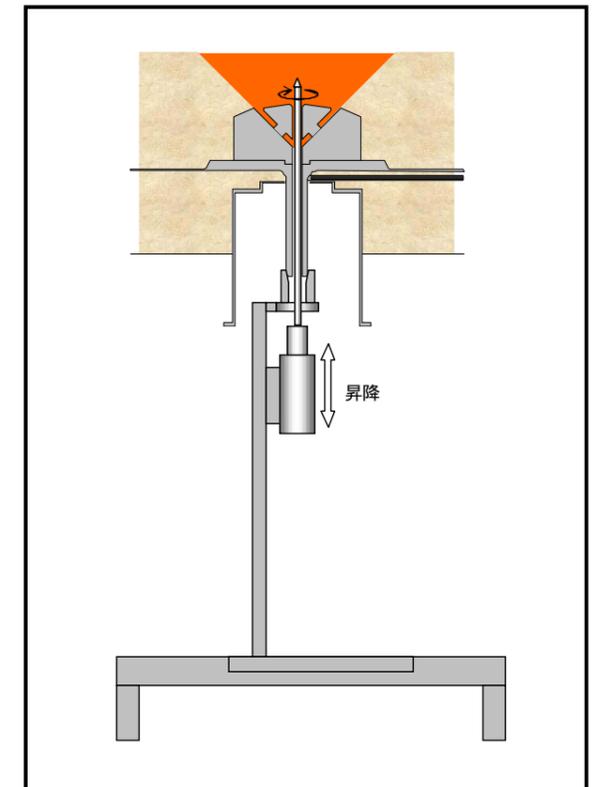
12/10 攪拌棒(直棒)の曲がり確認



12/22 炉内詳細観察 アンカレンガ損傷確認



異物除去治具による異物抜き出し



高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セルにおける高レベル廃液の滴下について

1. 事象概要

1月21日に、漏えい液受皿の液位計の計装配管詰まり除去作業の一環として高レベル廃液ガラス固化建屋の固化セルの漏えい液受皿集液ポット内に滞留していた液体の分析を行ったところ、放射能濃度が高いことを確認したため、固化セル内をITVカメラで確認した。同日18時35分頃（18時37分）に、高レベル廃液供給配管閉止フランジ（以下、「閉止フランジ①」という。）から、高レベル廃液が滴下していることを発見した。

遠隔操作にて閉止フランジのボルト増し締め作業を行い20時42分に滴下の停止を確認した。

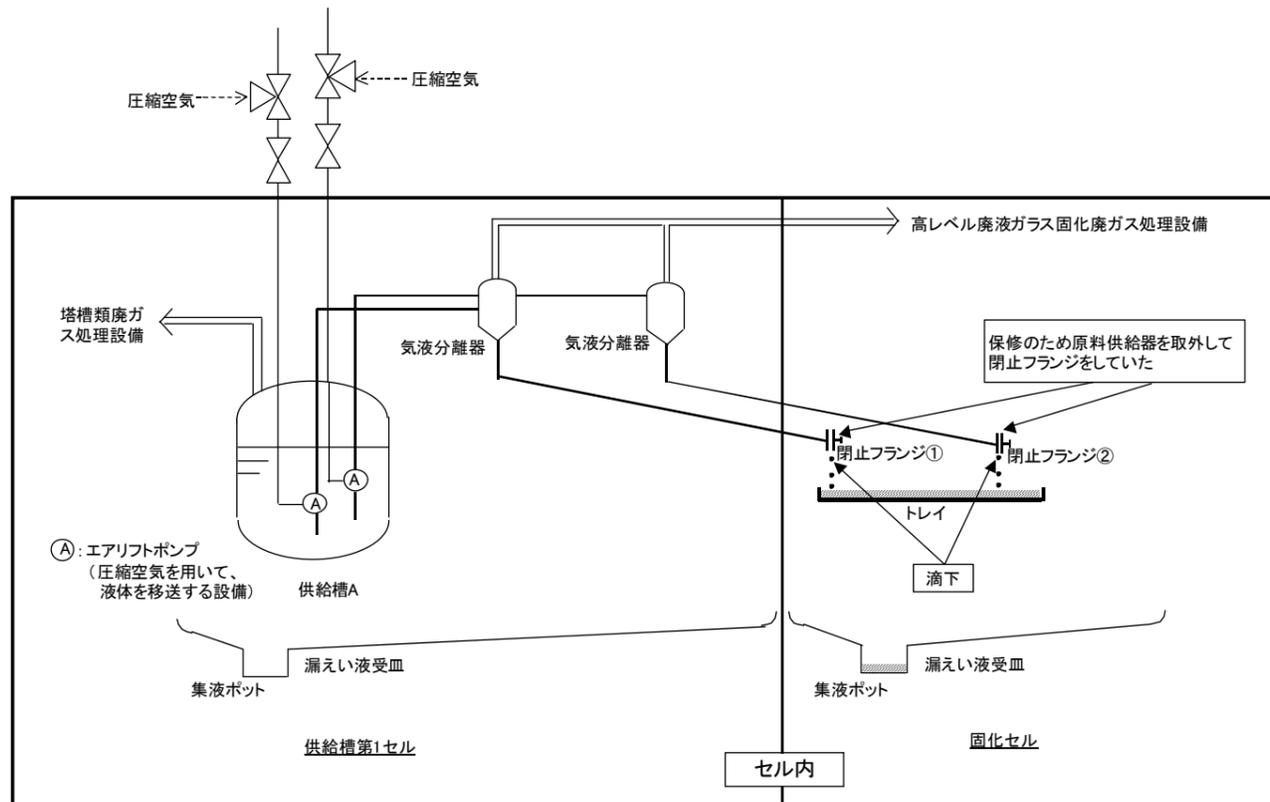
また、21時00分頃（20時53分）、同セル内のもう一方の高レベル廃液供給配管の閉止フランジ（以下、「閉止フランジ②」という。）から滴下していることが確認されたため、遠隔操作にてボルトの増し締め作業を実施し、21時52分に滴下の停止を確認した。

固化セル内の漏えい液受皿集液ポット内の溶液（約16L）については、23時10分頃に回収した。

なお、本事象に伴う放射性物質による環境及び人への影響はなかった。

2. 時系列

2008年	
12月16日	高レベル廃液供給配管のフランジ部に閉止フランジを取付け
2009年	
1月9日	
16時00分頃	供給槽Aの液位低下が開始
1月15日	高レベル濃縮廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力Aの計器点検作業に伴い、計器測定を停止したところ、高レベル廃液濃縮廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力A高及び高警報が発報
9時52分	不溶解残渣廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力Aの計器点検作業に伴い、計器測定を停止したところ、不溶解残渣廃液廃ガス処理系廃ガス洗浄塔入口圧力A高警報及び高レベル廃液ガラス固化建屋内シールポット、攪拌機の軸封水液位低が発報
9時53分	
11時45分頃	固化セル漏えい液受皿液位B（集液ポットの液位）が上昇を開始
1月17日	
19時04分	固化セル漏えい液受皿液位A高注意報発報、回復を繰り返した。
～19時15分	
19時34分	ITVカメラで漏えい液受皿の状況を確認し、高警報発報液位まで達していないことを確認
1月18日	固化セル漏えい液受皿液位B高注意報発報、回復を繰り返した。
1月19日	空気及び水による導圧配管の詰まり除去作業を実施し、詰まりが復旧したことをガラス固化課員へ報告
14時31分	
1月21日	
3時47分頃	固化セル漏えい液受皿集液ポット内に滞留している液体のサンプリングを実施
14時30分頃	固化セル漏えい液受皿に滞留している液体の分析結果を確認
15時24分	固化セル漏えい液受皿液位A高高警報発報
18時35分頃	固化セルパワーオペレータITVカメラで廃液供給配管の閉止フランジ部の漏えい確認用のトレイを確認したところ、トレイ上が満水状態になっていることを確認
18時37分	閉止フランジ部からのトレイ上に液体が滴下していることを確認（10秒に1滴）
20時42分	閉止フランジボルト増し締め完了後のフランジ部の滴下監視を実施し、滴下が停止したことを確認
20時53分	トレイ観察時、もう一方の閉止フランジ部からの滴下を確認（1分に1滴）
21時52分	もう一方の閉止フランジボルト増し締め完了後のフランジ部の滴下監視を実施し、滴下が停止したことを確認
23時10分頃	漏えい受皿集液ポット内の液体の回収を実施
3時49分	供給槽Aのエアリフトパーシタンス流量が通常より高い約65L/hであることを確認し、約65L/hから約20L/hへ変更 他の供給槽のエアリフトのパーシタンス流量が約20L/hであることを確認



滴下箇所概要図

3. 調査結果

○供給槽 A の液量変動の調査

供給槽 A の液量のデータを調査した結果、1 月 9 日 16:00 頃から 1 月 21 日までの液量変動量から推定される廃液減少量は 140 L 程度であった。なお、当該貯槽の液量指示値は常に変動していることから、液量の減少に気付いたのは 1 月 12 日であった。

○圧力バランスの変動の調査

1 月 15 日に塔槽類廃ガス処理設備の設備点検中に系統内の負圧が通常より深くなる事象が発生し、その復旧作業の一環として、塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くし、その後負圧を通常状態に復旧した。

この際、固化セルの漏えい液受皿の液位上昇を確認したが、警報設定値未満であった。また、漏えい液受皿の液位上昇の原因はシール水の流入であると考えていた。

○漏えい液受皿の液位変動

1 月 15 日、塔槽類廃ガス処理設備の設備点検中に系統内の負圧が通常より深くなる事象が発生した際に固化セルの漏えい液受皿の液位上昇が確認された。

○供給槽 A に関連する設備

エアリフトのパージ空気流量を確認した結果、通常の流量よりも大きく、供給槽 A 内の廃液が移送される可能性があることが分かった。

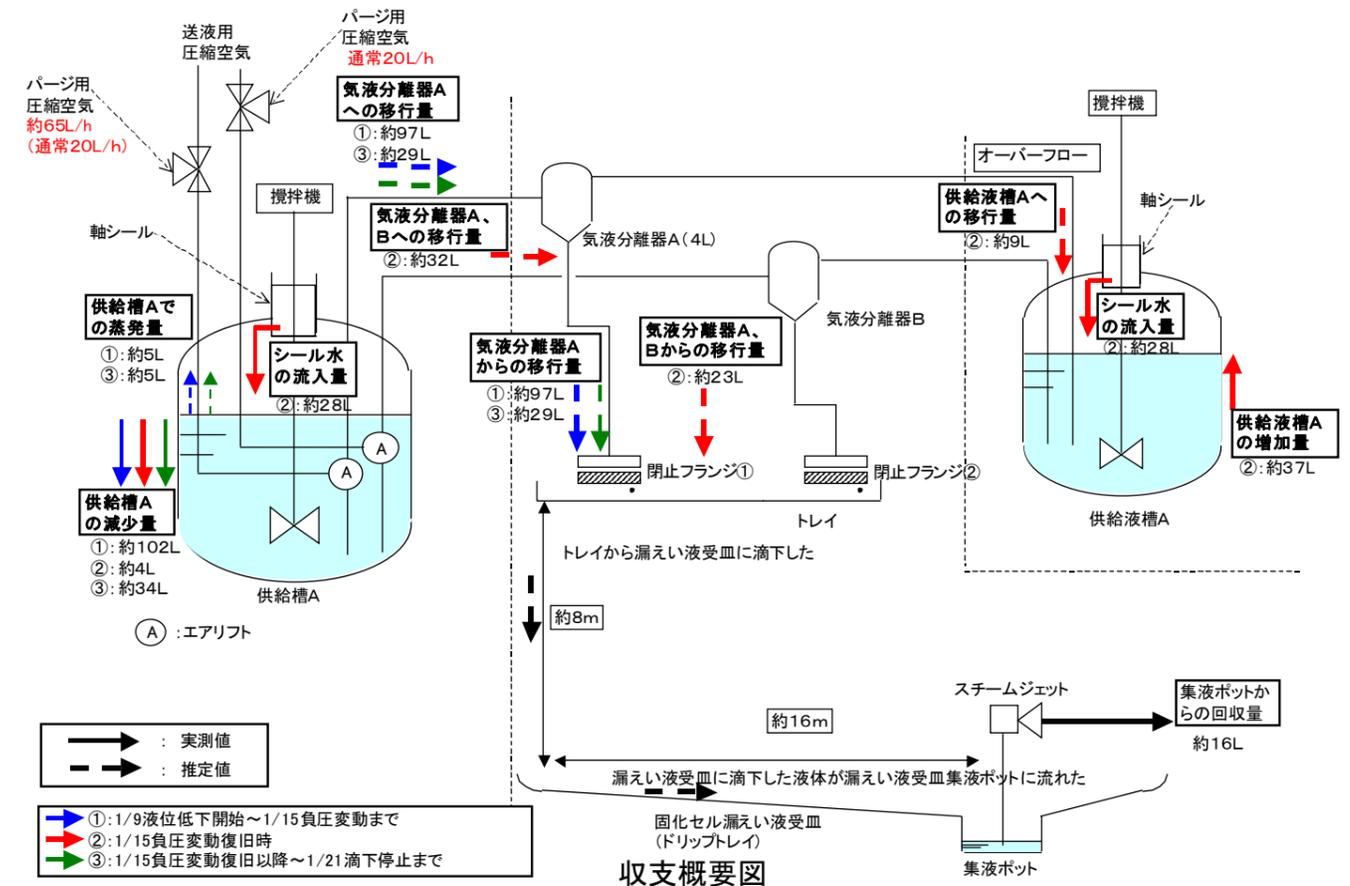
パージ空気の流量が通常よりも大きくなった原因について調査した結果、当該調整弁の周辺に振動を与える要因となる設備がないこと、有意な異物がないこと、供給槽 A の液量減少が発生した日と同じ日に流量計近傍で作業を実施していた作業員がいたことなどが確認された。

○分析結果の評価

漏えい液受皿内の廃液の分析値と供給槽 A の上流設備である高レベル廃液混合槽 A の廃液の分析結果を比較したところ、セシウムの放射能濃度などが約 4 倍であった。

4. 滴下量の評価

調査により確認された供給槽 A の液量変動、負圧変動等の各事象発生 の 時期等から高レベル廃液が閉止フランジ①及び②に移送された量を評価した結果は約 150 L であり、最大でこの量が閉止フランジ①及び②からセル内に滴下したものと考えられる。



5. 事象発生 の 推定原因

(1) 閉止フランジに廃液が移送されたことに対する推定原因

- 閉止フランジ①に廃液が移送された原因は、供給槽 A のエアリフトのパージ空気流量が、通常よりも大きい流量になっていたことにより廃液が気液分離器を経由して閉止フランジまで送られたことであると推定される。
- エアリフトのパージ空気流量が通常の値よりも大きくなっていった原因としては、圧縮空気供給配管内に詰まっていた異物が偶発的に除去されたことや作業員が偶然接触したことなどが考えられるものの、原因の特定には至らなかった。
- 閉止フランジ②に廃液が移送された原因は、塔槽類廃ガス処理設備で過負圧事象が発生した際にシール水が流入したこと及び塔槽類廃ガス処理設備で発生した過負圧事象の復旧作業として塔槽類廃ガス処理設備の系統内圧力が回復したことにより、供給槽 A の液面が低下し、それによりエアリフト配管内を液体が上がる現象が生じたことであると推定される。

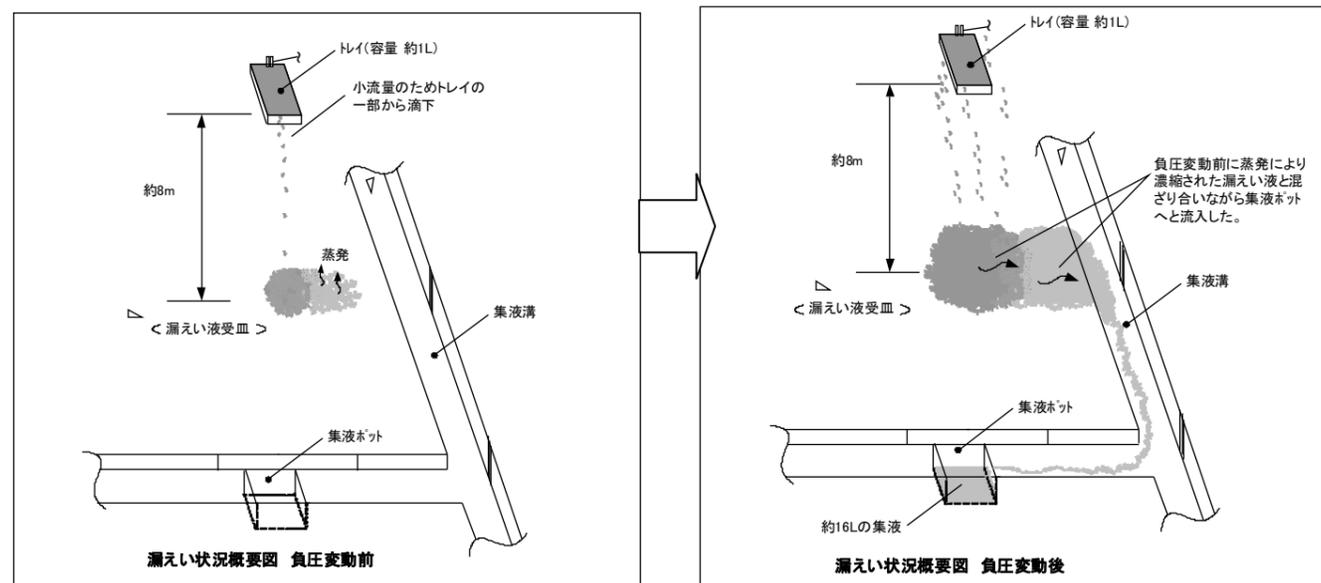
(2) 閉止フランジから廃液が滴下したことに対する推定原因

- 閉止フランジは、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備と固化セル換気設備との雰囲気縁切りすることを目的として設置したものであり、閉じ込め機能を期待して設置したのではない。このため、閉止フランジを取付ける際の考え方として廃液の移行が無いことを前提としていたため、金属製のガスケットを再使用したことから、閉止フランジ部のシール機能が確保できなかったものと推定される。

6. 今回の事象において推定されるメカニズム

高レベル廃液の滴下及び漏えい液受皿集液ポットの液位上昇が発生したメカニズムを以下のように推定した。

- エアリフトに汚染拡大防止のために供給しているエアリフトのパージ空気流量の増加が発生したことにより、供給槽Aから気液分離器まで廃液が到達し、供給槽Aの液位が減少し始めた。
- 気液分離器に到達した廃液は、重力により閉止フランジ①まで到達し、閉止フランジの隙間からトレイに滴下し始めた。供給槽Aの液量の減少速度から、滴下量は約12 mL/分程度であると推定される。約1.5時間後には、トレイから直下の漏えい液受皿への滴下が始まったものと推定される。
- トレイから滴下した廃液は、約8m下の漏えい液受皿上に滴下するが、時間当たりの滴下量が小さいことから漏えい液受皿上で蒸発し、漏えい液受皿集液ポットに到達しない状況が続いた。
- 塔槽類廃ガス処理設備において、過負圧事象が発生し、その復旧作業として、塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くした。これにより供給槽Aの液面が低下し、浸液率が上昇し、エアリフトによる液の移送量は多くなった。その結果として、閉止フランジ①からの廃液の滴下速度が増加(約92 mL/分)した。この際、漏えい液受皿集液ポットに廃液が到達した。
- このとき、以前から漏えい液受皿に滴下し、蒸発により濃縮されていた溶液の一部と混ざり合いながら集液ポットに流入したため、セシウムの放射能濃度等が約4倍になったものと推定される。
- 過負圧事象の復旧作業が終了した後、塔槽類廃ガス処理設備の負圧を初期状態に復旧した。このため、供給槽Aからのエアリフトによる廃液の移送が従前の状態に戻り、閉止フランジ①の隙間からの時間当たりの滴下量が小さくなったことから、漏えい液受皿上で蒸発し、漏えい液受皿集液ポットに到達しない状況となった。



7. 再発防止対策

- (1) エアリフトのパージ空気流量の変動防止
 - ・流量計調節弁への近接防止を行うとともに偶然接触した場合などに簡単に調節弁が動かないように調節弁の養生を行う。また、恒久対策として、計画的に定格流量以上流れにくい構造とする。
- (2) 閉止フランジの取付け方法の見直し
 - ・セル内の廃液等の系統に設置する閉止フランジの取付け作業を行う際には、万一の場合を考え閉止フランジに廃液が移行することを考慮した取付け方法に見直しを行う。また、セル内の廃液等の系統に設置するフランジ部に設置されているトレイの状態を定期的に点検することを手順化する。
- (3) その他の対策
 - ・高レベル濃縮廃液、不溶解残渣廃液、プルトニウム濃縮液を内包する貯槽等については、現状実施している定期的な液量の記録に加え、監視制御盤におけるトレンドにより長期的な変動監視を行うことをルール化する。
 - ・高レベル濃縮廃液、不溶解残渣廃液、プルトニウム濃縮液を内包する貯槽等からの漏えい拡大防止用の漏えい液受皿について、液位上昇に関連する槽液量等のパラメータを抽出するとともに、液位上昇が確認された際に関連するパラメータの評価及び監視を行うことを手順化する。
 - ・エアリフトのパージ空気量計を巡視点検の対象とし、適正なパージ空気量を確認する。

上記対策の実施に併せて、安全上重要な警報が発報した場合には、関係者により関連する運転データを総合的に評価を行うための体制の整備を図ることとする。

これらに加え、安全上重要な漏えい液受皿の液位高警報発報時に、その発報が計装配管の詰まりによる発報と考えられる場合であっても、ITVカメラによる目視確認等による代替手段を講じる場合を除き、漏えい液受皿の液体を分析・移送することを手順書に追加する。

8. ガラス溶融炉の点検作業について

ガラス溶融炉の熱上げ作業を実施するにあたり、以下の処置を実施する。

- ・再発防止対策のうち恒久対策以外の対策
- ・トレイの清掃

なお、高レベル廃液供給配管中に滞留している廃液の回収については、1月29日までに実施済みである。

9. 今後の対応について

ガラス溶融炉の保守作業に際し配管の取外しを行うなどの非定常作業に伴う高レベル廃液の滴下という看過してはならない事象の発生に鑑み、今後も継続して組織要因等について品質保証上の改善を図っていく。

以上

【B情報】

高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セル内における再滴下の発見について

1月21日に発生した「高レベル廃液ガラス固化建屋固化セル内での滴下の発見」に関し、I TVカメラで監視強化を行っていました。このような状況下で2月1日(日)8時45分頃に、再び当該フランジ部から高レベル廃液が滴下しているのを発見しました。

当該フランジの増し締めを行い、10時25分、滴下が停止したことを確認しました。

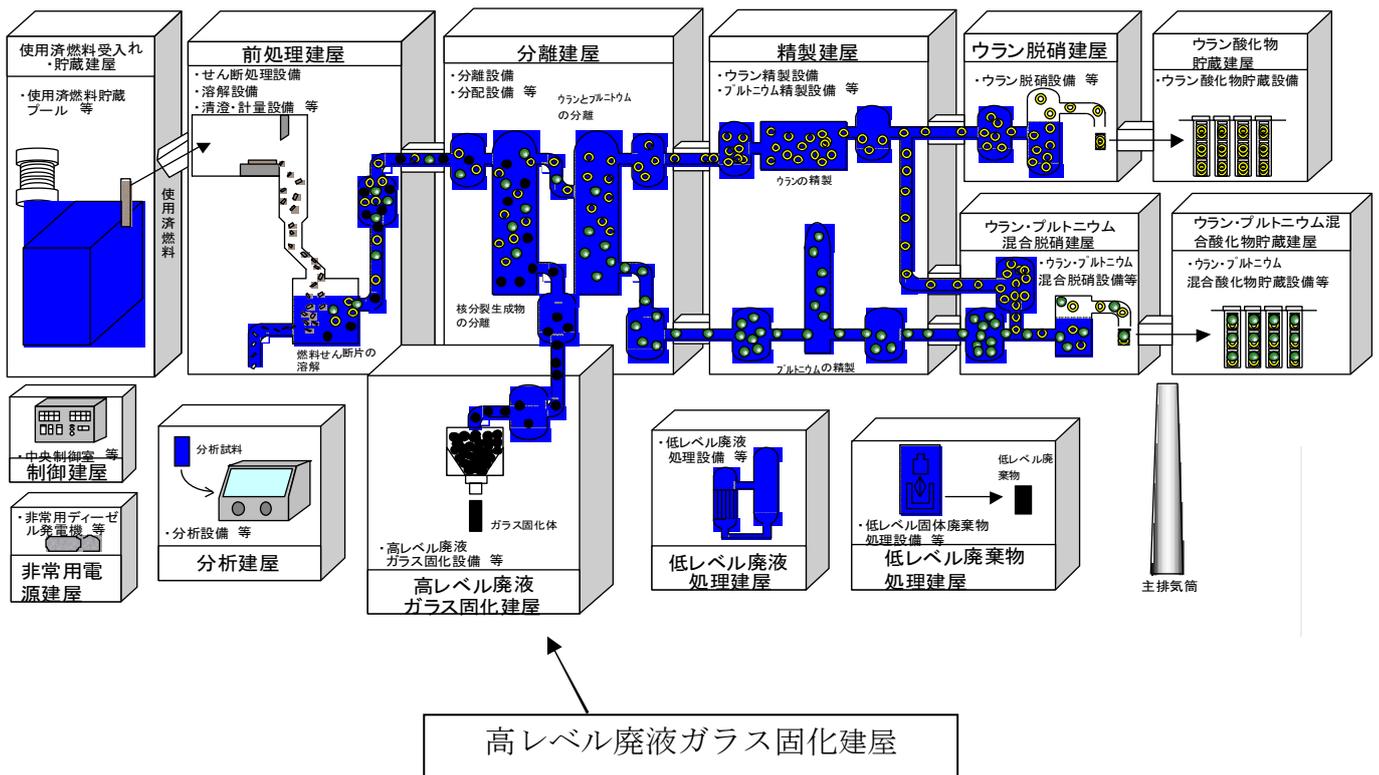
その後、当該フランジを取外し、観察した結果、当該配管内に固形状の物質が確認され、固形状の物質とスラリー状*の高レベル廃液が流出しました。

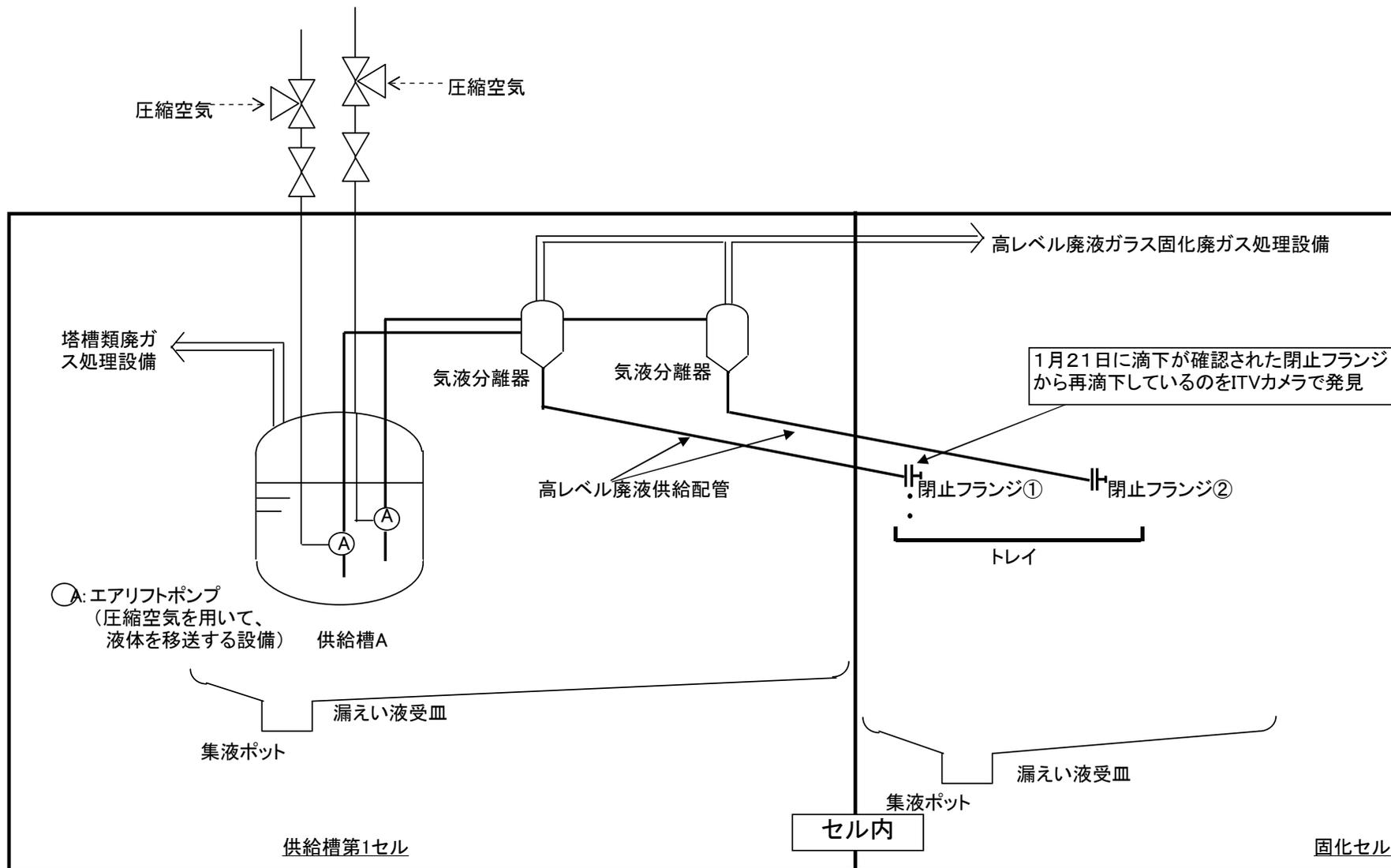
フランジ部からの高レベル廃液の滴下及びスラリー状の高レベル廃液が流出した原因については現在調査中です。

なお、固形状の物質とスラリー状の高レベル廃液は回収し、現在、当該配管内の洗浄を実施しております。

本事象による周辺環境及び人への影響はありません。

*スラリー状：固体と液体が混在している状態





概要図