

高レベル廃液ガラス固化建屋固化セルにおける
高レベル廃液の漏えいについて



平成22年3月10日

日本原燃株式会社



1. 高レベル廃液の漏えい(平成21年1月21日発生)

<事 象>

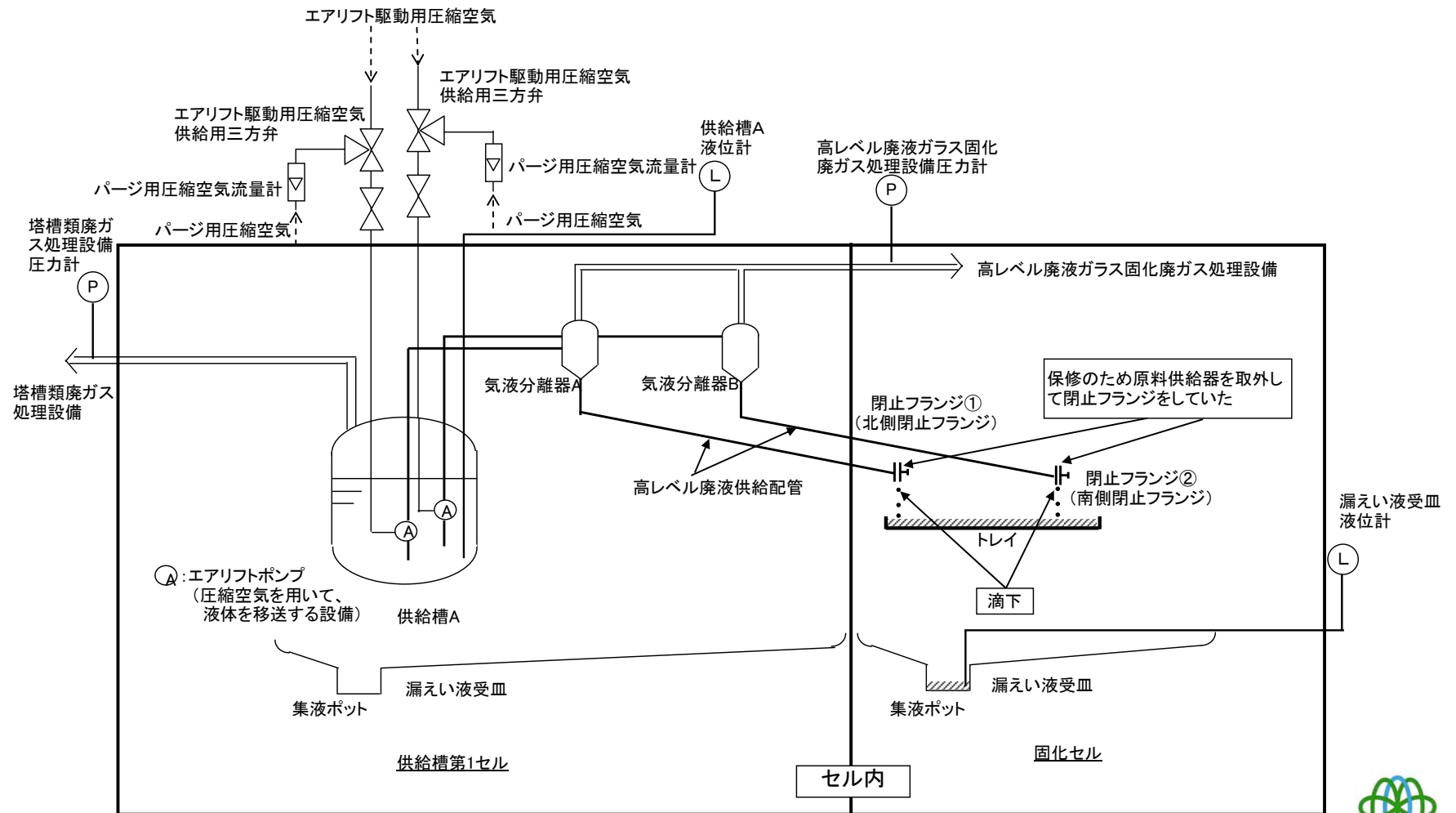
平成21年1月21日に固化セル内の閉止フランジ①(以下「北側閉止フランジ」という。)から高レベル廃液が漏えいしていることを確認した。また、同日固化セル内の北側閉止フランジに隣接した閉止フランジ②(以下、「南側閉止フランジ」という。)から高レベル廃液が漏えいしていることを確認した。

<原 因>

- ・エアリフトパージ用圧縮空気流量が通常値(約20L/h)よりも大きい値(約65L/h)になったことにより、高レベル廃液が揚液されたこと(北側閉止フランジ)
- ・塔槽類廃ガス処理設備で発生した過負圧事象及びその復旧作業等において塔槽類廃ガス処理設備の系統内圧力が急激に変動し、エアリフト配管内の空気流量が一時的に大きくなったこと(北側及び南側閉止フランジ)
- ・エアリフトパージ用圧縮空気流量が通常値よりも大きい値となっていたことについては、流量計に設置している流量設定弁への人等の接触があったことによる可能性があること

1. 高レベル廃液の漏えい(平成21年1月21日発生)

固化セル内の漏えい(平成21年1月21日)の概要図





1. 高レベル廃液の漏えい(平成21年1月21日発生)

<対 策>

- ・エアリフトパージ用圧縮空気流量を通常値(約20L/h)に設定する。
- ・人等の接触により簡単に流量設定が変わらないように、エアリフトパージ用圧縮空気流量の流量設定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流量設定弁が動かないように流量設定弁の養生を行う。
- ・固化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、ガasket再使用の禁止等閉止フランジに廃液等が移行することを考慮した取付け方法に見直し、マニュアル化する。



2. 高レベル廃液の漏えい(平成21年2月1日発生)

<事 象>

平成21年2月1日に再び北側閉止フランジから高レベル廃液が漏えいしていることを確認した。その後、北側閉止フランジ及び南側閉止フランジを取外し配管内の廃液を回収した。北側の配管からは、固形状の物質とスラリー状の廃液が回収された。

<原 因>

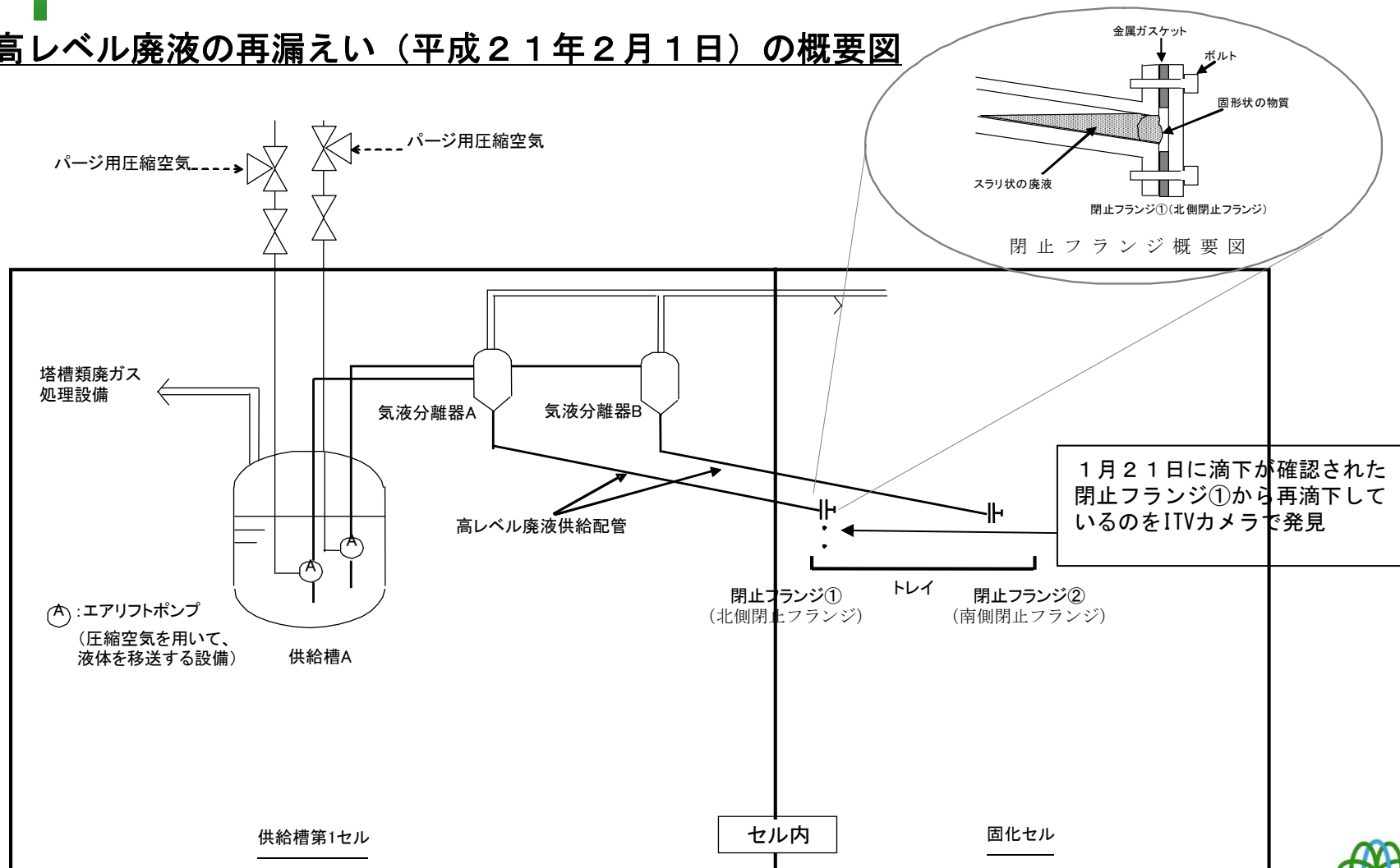
高レベル廃液漏えい後の配管内の残留廃液回収作業が十分でなかったことから、北側閉止フランジにつながっている配管内にスラリー状の廃液が残留していた。

<対 策>

閉止フランジを開放し、配管内に残留しているスラリー状の廃液を回収した。

2. 高レベル廃液の漏えい(平成21年2月1日発生)

高レベル廃液の再漏えい(平成21年2月1日)の概要図





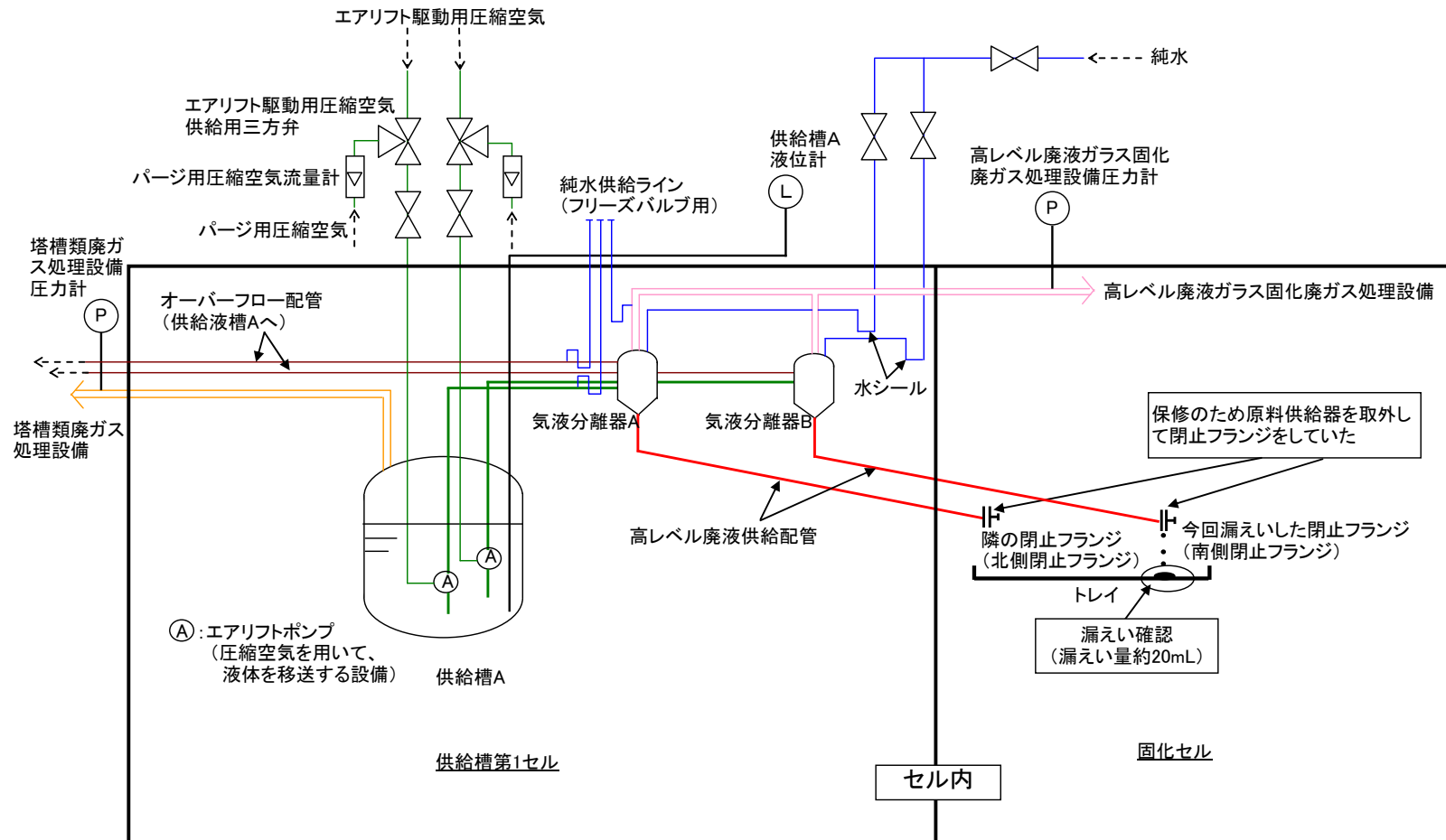
3. 高レベル廃液の漏えい(平成21年10月22日発生)

<事 象>

平成21年10月22日に南側閉止フランジ下に設置しているトレイ内に液だまりがあることを確認した。発見した液だまりの液量は、約20mLと推定した。

3. 高レベル廃液の漏えい(平成21年10月22日発生)

固化セル内の漏えい(平成21年10月22日)の概要図



※平成21年10月22日の漏えいにおいて、供給槽A及び供給槽A以外で閉止フランジ部に液が移行する可能性のある配管(色塗り部分)を洗い出し、その全てに対して検討・調査した。

4. 平成21年10月22日の漏えいに係る調査事項と結果

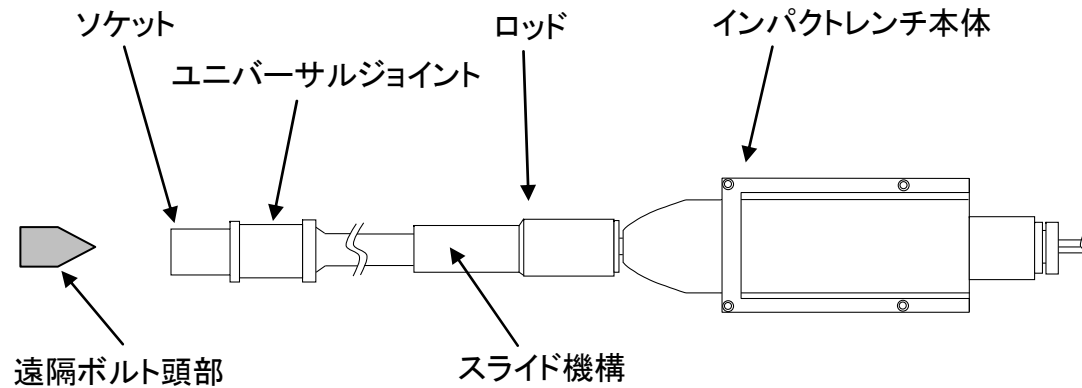
	項目	調査結果
①	設備の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・エアリフトパージ用圧縮空気流量の変動は約15～25L/h以内 ・塔槽類廃ガス処理設備の負圧は、供給槽A内の液が揚液されるほど大きな変動が発生していない
②	供給槽A内からの高レベル廃液の移行量	<ul style="list-style-type: none"> ・北側閉止フランジ部に移行した高レベル廃液は、約375mL ・南側閉止フランジ部に移行した高レベル廃液は、約155mL(トレイ内の液だまりを含む)
③	供給槽Aから高レベル廃液が移送された可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル廃液をサンプリングし、当該試料へ空気を供給した際に発泡することを確認 ・高レベル廃液の発泡状態を模擬した溶液を用いたモックアップ試験により、発生した泡の膜がエアリフトパージ用圧縮空気により上昇し、気液分離器に達し、閉止フランジ部に移行することを確認
④	配管内に洗浄水が残留していた可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・録画映像により最後に洗浄したときの洗浄水は両閉止フランジとも黒かったことを確認 ・配管の出口部を確認したところ、北側で黒い固形物が認められた

4. 平成21年10月22日の漏えいに係る調査事項と結果

	項目	調査結果
⑤	インパクトレンチの性能確認	<ul style="list-style-type: none"> ・閉止フランジのボルトを締め付けるために使用したインパクトレンチの締め付けトルクが低下していることを確認。さらに、締め付けトルクが低下した原因として、インパクトレンチのモータ部における抵抗値が増大していることを確認 ・モータ部の抵抗値が増大する原因としては、当該インパクトレンチを1、2回目の漏えい後における閉止フランジの取付け・取外しに使用していたため、モータ内部のコイル部に硝酸(漏えいした高レベル廃液の硝酸)の影響で腐食等による異常が発生した可能性がある ・締め付けトルク及び使用実績に関するデータが管理されていなかったため、締め付けトルクが低下した時期については不明であるが、1、2回目の漏えいが発生したことにより他のインパクトレンチよりも使用頻度が高くなったこと及び固化セル内に搬入する前に管理区域外の施設において既に訓練で使用されていた(訓練での使用頻度は固化セルにおける使用頻度よりも高かった)ことから、その他の原因として、経年劣化も考えられる ・この締め付けトルクが低下したインパクトレンチを遠隔操作により閉止フランジの締め付け(水平方向)に使用した際、さらに締め付けトルクが低下し、閉止フランジのボルトが十分締め付けられていなかったと考えられる

4. 平成21年10月22日の漏えいに係る調査事項と結果

インパクトレンチ



インパクトレンチ締め付け
(水平方向：実機での遠隔操作による閉止フランジの取付を模擬)



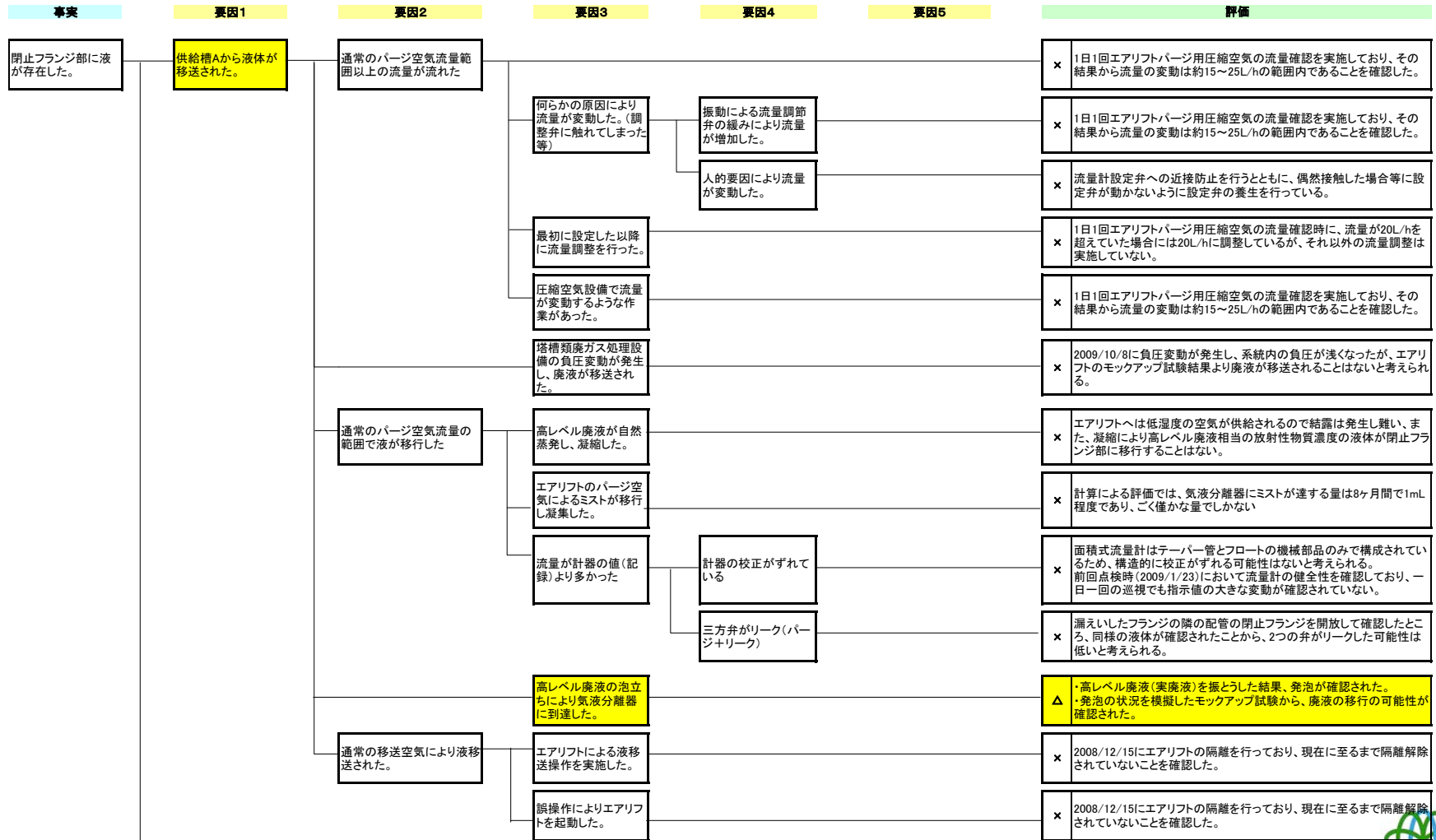
5. 平成21年10月22日の漏えいに係る原因究明

調査結果から、以下について要因分析を行った。

- 供給槽A内の高レベル廃液を含む液が閉止フランジ部に滞留したこと
- 補助ホイストチェーンが閉止フランジ把持部に接触した際に液が漏えいしたこと

5. 平成21年10月22日の漏えいに係る原因究明

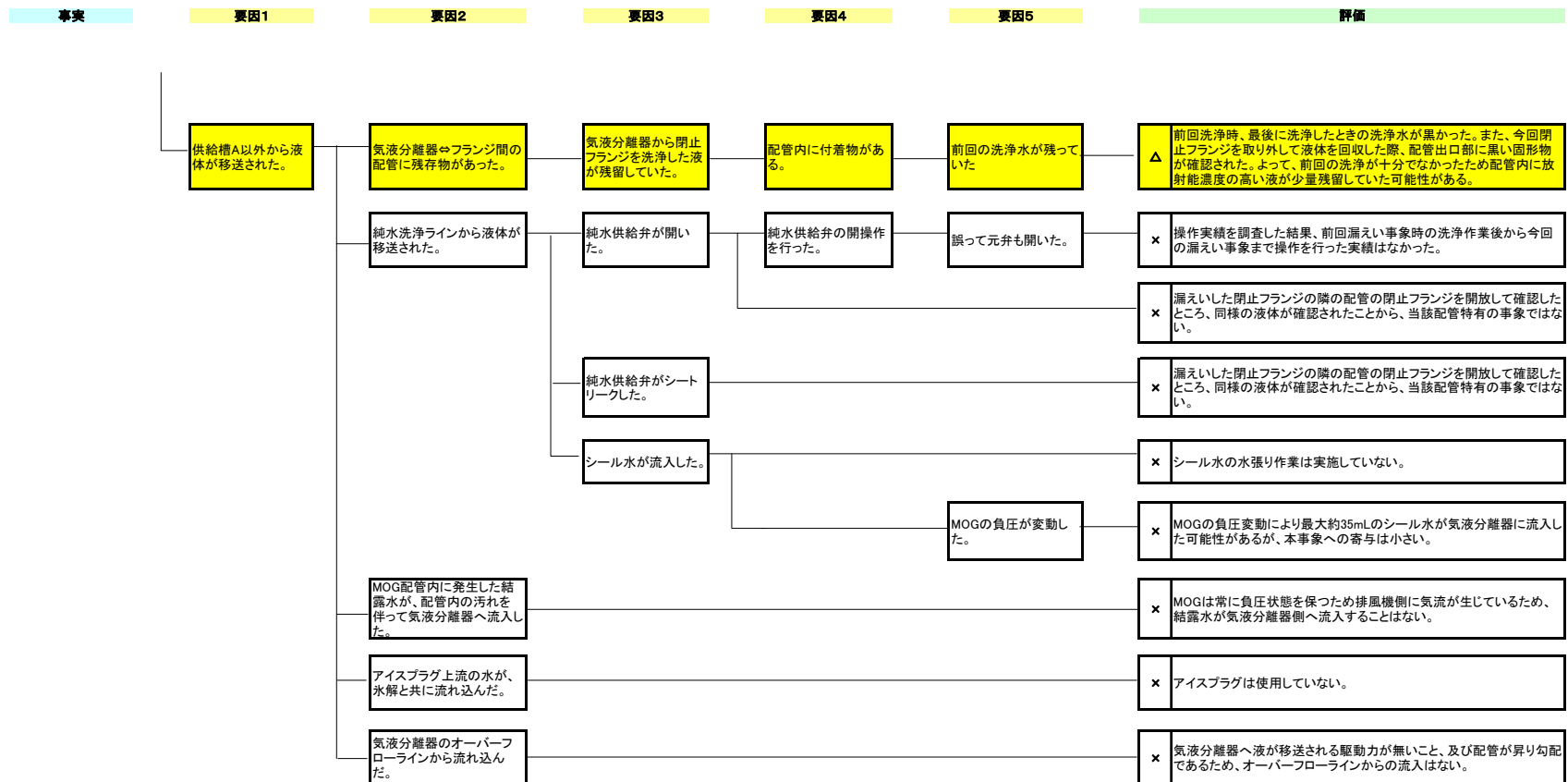
閉止フランジ部に液が滞留したことに対する要因分析図(1/2)



*「高レベル廃液がガラス固化建屋における固化セル内の漏えいについて(平成21年12月22日)」より抜粋

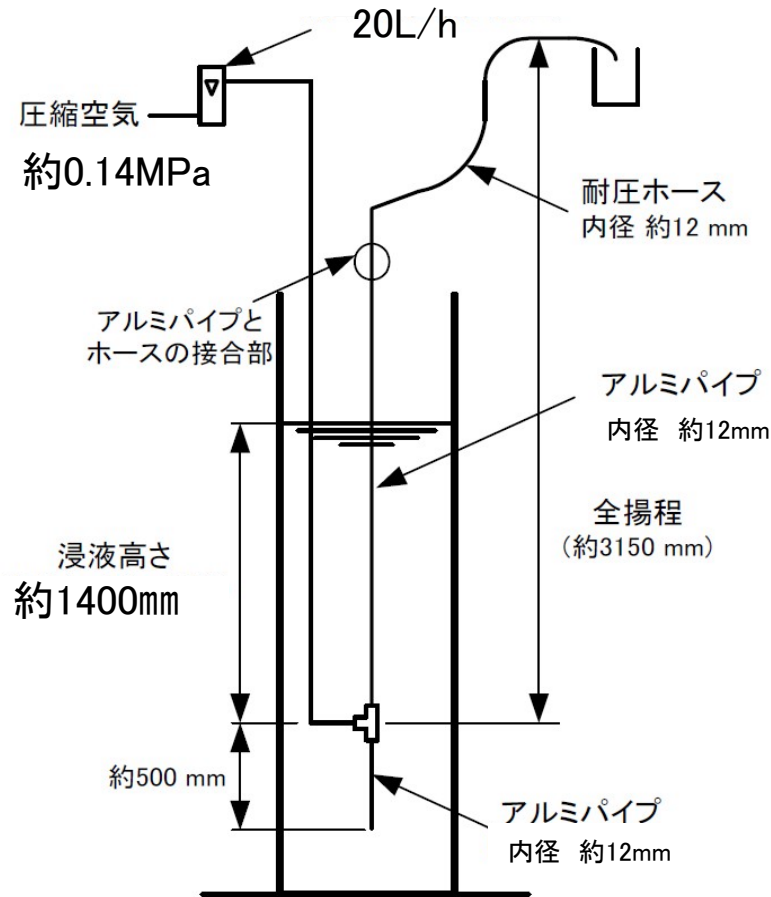
5. 平成21年10月22日の漏えいに係る原因究明

閉止フランジ部に液が滞留したことに対する要因分析図(2/2)

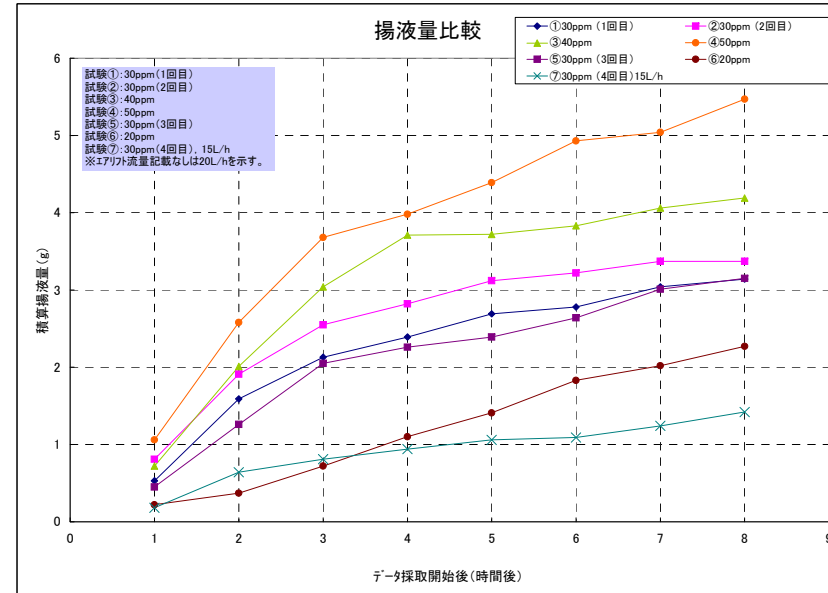


*「高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいについて(平成21年12月22日)」より抜粋

6. 発泡模擬液によるエアリフト揚液モックアップ試験 (③の検証)

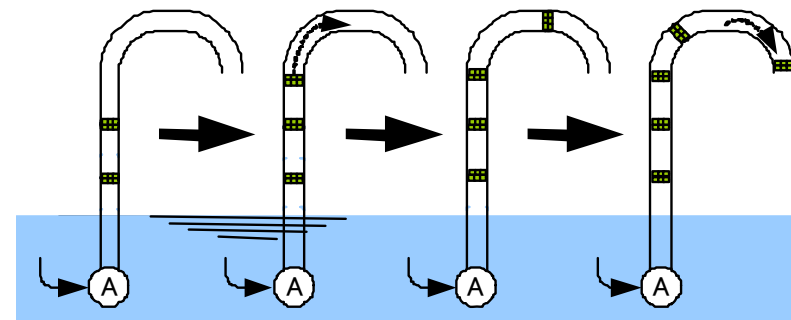


試験装置概要図



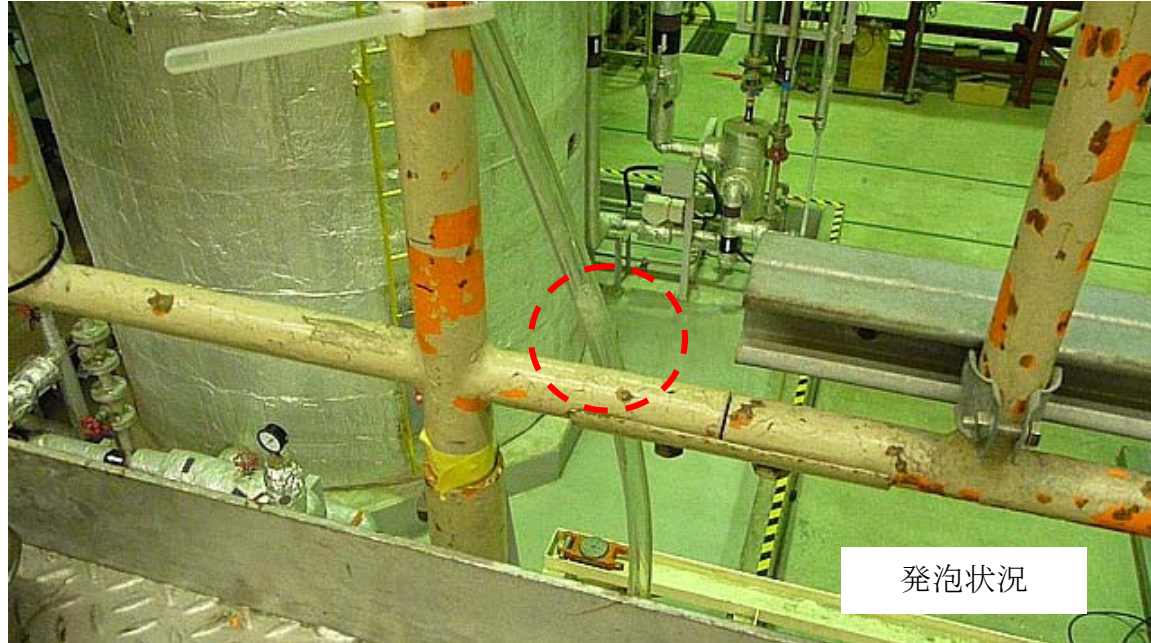
揚液量比較(上図)

揚液状況(下図)



泡の膜が上昇する(泡によって栓が形成されることにより泡が上昇する)

6. 発泡模擬液によるエアリフト揚液モックアップ試験 (③の検証)



【結 論】

試験において、模擬液濃度が同一の場合、ほぼ同等の揚液量が確認された。また、模擬液濃度を高くすることで泡の発生量が増加し、揚液量が増加することも確認された。

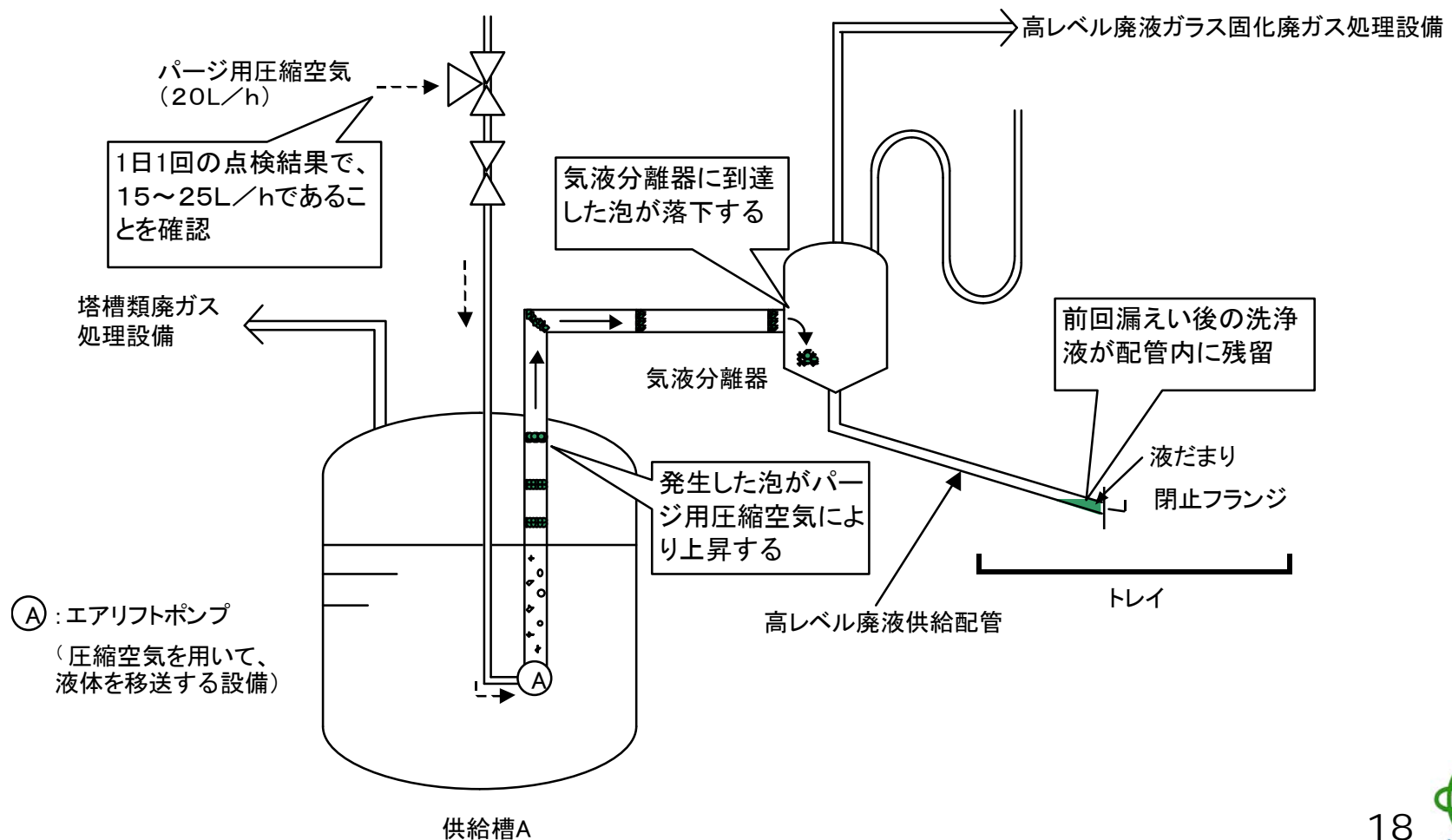
以上から、発生した泡がエアリフトパージ用圧縮空気(約20L/h)により上昇し、気液分離器に達し、高レベル廃液を含む液が閉止フランジ部に移行する可能性があると考えられる。

7. 平成21年10月22日の漏えいに至った推定原因

	分類	推定原因
①	供給槽A内の高レベル廃液を含む液が閉止フランジ部に滞留した原因	<ul style="list-style-type: none"> ・供給槽A内の高レベル廃液がエアリフトパージ用圧縮空気によりエアリフト配管内で発泡し、供給槽A内の廃液を含む泡の膜がエアリフトパージ用圧縮空気を駆動源として気液分離器まで達し、閉止フランジ部に移行し滞留した。 ・2回目の漏えい後に配管内等の洗浄が十分でなかったため、配管内に放射能濃度の高い液が少量残留し、閉止フランジ取付け後に閉止フランジ部に移行し滞留した。
②	補助ホイストチェーンが閉止フランジ把持部に接触した際に液が漏えいした原因	<ul style="list-style-type: none"> ・硝酸の影響等により締め付けトルクが低下したインパクトレンチを使用して閉止フランジのボルトを締め付けたため、十分締め付けられていなかった。 ・当該インパクトレンチについては締め付けトルク及び使用実績に関するデータが管理されていなかった。

7. 平成21年10月22日の漏えいに至った推定原因

閉止フランジ部への液滞留(供給槽A内の高レベル廃液の発砲)説明図



8. 高レベル廃液漏えい原因の総括

原因究明について

- ① **1回目の漏えい**は、約149Lの高レベル廃液が供給槽Aから比較的短期間で閉止フランジ部へ移行している。
そのため、供給槽Aの液位の変化を調査し、高レベル廃液が漏えいし始めた時期、漏えいしていた期間を推定し、推定された期間において約149Lの高レベル廃液を移行させたことに対して考えられる事象を抽出し、その可能性についてモックアップ試験結果も踏まえて評価を行った。
その結果、**エアリフトパージ用圧縮空気流量が設定していた値(約20L/h)から増大していたこと及び換気設備の負圧変動が発生したことが**、約149Lの高レベル廃液を移行させた原因であると推定した。
- ② **2回目の漏えい**については、1回目の漏えいにより閉止フランジ部に移行した高レベル廃液を、閉止フランジのボルトを緩めるだけで回収できると考えたが、実際には**回収しきれなかった高レベル廃液が閉止フランジ部に接続されている配管内に残留していたこと**により発生したものと推定した。
- ③ **3回目の漏えい**において高レベル廃液が移行した原因及びメカニズムとしては、エアリフト配管内で高レベル廃液が発泡し、**泡の膜がエアリフトパージ用圧縮空気(約20L/h)により少量ずつ閉止フランジ部に移行したものと推定した**。また、この少量の泡が、閉止フランジの取付け期間約8ヶ月の間に数百mLの量となったものと推定した。

8. 高レベル廃液漏えい原因の総括

原因究明について

- ④ このことから、**1回目の漏えいで高レベル廃液が移行した主要原因が変わるものではないが、北側及び南側の閉止フランジ部から漏えいした廃液量の一部には、3回目の漏えいの原因である泡の影響により移行したものも含まれていたと考えられる。従って、この泡による高レベル廃液の移行も、1回目の漏えい時の原因の1つとして追加するべきものであった。**

なお、泡による高レベル廃液の移行については、現在待機中のガラス溶融炉B系列も同一の条件下にある。ガラス溶融炉B系列への高レベル廃液供給配管はA系列と異なり溶融炉に接続されているため、配管内には廃ガスの流れが常に存在している。そのため、高レベル廃液の泡が発生しても同配管内で大部分が蒸発するため、ガラス溶融炉Bへの影響は小さいものと考えられるが、仮に泡がガラス溶融炉Bに達しても、溶融炉自体で閉じ込め系が健全に維持されているため、安全上の問題は生じない。

- ⑤ **3回目の漏えいの原因の1つである「締め付けトルク性能が低下したインパクトレンチ」については、1回目及び2回目に漏えいした高レベル廃液中の硝酸の影響等により生じたものであった。**

9. 高レベル廃液の漏えい防止に向けての取り組み

① 高レベル廃液の移行防止措置について

1回目の漏えいを受けてエアリフトパーズ用圧縮空気流量を設定した値(約20L/h)よりも大きい値(約65L/h)とならないよう、エアリフトのパーズ用圧縮空気流量の変動防止措置(設定した値の維持)を対策とした。

しかし、この対策は、約149Lの高レベル廃液を短期間に移行させた原因に対し有効な対策ではあったが、3回目の漏えいの原因である泡による少量の高レベル廃液の移行に対しては効果がなかった。

そこで、3回目の漏えいの対策として、供給槽の液位を下げることによりエアリフトパーズ用圧縮空気吹き込み部に高レベル廃液を接触させない措置を講じるとともに、エアリフトパーズ用圧縮空気流量を通常設定値(約20L/h)からさらに低下(5L/h程度)させることにより、高レベル廃液の移行防止を確実なものとし、その旨を運転管理のマニュアルに明記した。

9. 高レベル廃液の漏えい防止に向けての取り組み

② 閉止フランジの取付け方法の見直しについて

1回目及び2回目の漏えい後、ガスケットの再使用禁止等、閉止フランジに高レベル廃液等が移行した場合も考慮した取付け方法の見直しを行った。しかしながら、閉止フランジを取付ける際に使用するインパクトレンチの締め付けトルク性能が漏えいした高レベル廃液中の硝酸の影響等で低下したため、十分な締め付けが出来ていなかった。

固化セル内機器に対する硝酸の影響については、点検対象を選定して点検を実施していたが、インパクトレンチは治工具であるため、この点検の対象とならず、3回目の漏えいの原因の1つとなった。

このため、インパクトレンチを使用する場合は、保守作業の開始前と終了後にインパクトレンチの締め付けトルクの確認等を行うことにより、十分な締め付けトルクを確保することとした。****

なお、配管内に液が滞留している可能性を考慮して、閉止フランジを取り外す場合は、液を受ける措置を講じることとし、その旨を**遠隔保守のマニュアルに明記した。**

10. 高レベル廃液漏えいに対する早期検知への改善

手 法	概 要
固定ITVカメラによる監視 ＋ 着脱式トレイの設置	<p>固定ITVカメラの設置場所を変更して視野を広げることで、パワー操作パネル付ITVカメラを使用しなくても監視ができるようにする。監視方法については、遠隔保守作業時に閉止フランジ部に干渉があった場合はトレイを確認することはもとより、高レベル廃液供給配管下部トレイについては1直(8時間)1回の点検を行うこととし、漏えいの見過ごしによるリスクの低減化を図ることとする。さらに、着脱式トレイを設置することによって、液の回収・サンプリングが速やかにできるようにする</p>



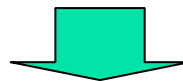
11. まとめ（漏えい防止に係る品質保証上の評価）

高レベル廃液の漏えい事象に対し、発生事象を把握するための調査項目の立案と実施、漏えいを起こした要因の分析、各要因を絞り込むためのモックアップ試験など、品質保証に基づくPDCAプロセス展開の取り組みがとられており、原因究明は適切に履行されていると考える。

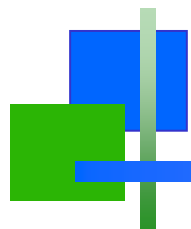
また、高レベル廃液の漏えい防止に向けた対策である

- ① 高レベル廃液の移行防止措置
- ② 閉止フランジの取り付け方法の見直し（インパクトレンチの締め付け性能に係る管理方法）

については、必要な措置を社内マニュアルに反映し、PDCAプロセスに基づく定着化を図っており、品質保証に基づく改善措置は適切に履行されている。



こうした品質保証に基づく改善対策により、固化セル内の高レベル廃液漏えいの発生防止は図られているものと考ええる。



固化セルの復旧に向けて

- 固化セル内の洗浄
- 漏えい液の回収
- 固化セル内の機器点検



12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

(1) 洗浄範囲と方法

- 洗浄の範囲としては、安全上の観点から、漏えい液の飛散により通電時に絶縁破壊のおそれがあるブスバーを必須とし、さらに、未回収の放射性物質の大部分が残存していると思われる、漏えい液が飛散した範囲を含める。
- 洗浄方法としては、洗浄対象箇所ごとに複数回に分けて行うとともに、漏えい液の流下挙動を考慮して、上部の閉止フランジから開始し、順次その下部に移動し、トレイ直下の配管、さらにはその下のブスバーの順に洗浄を行う。

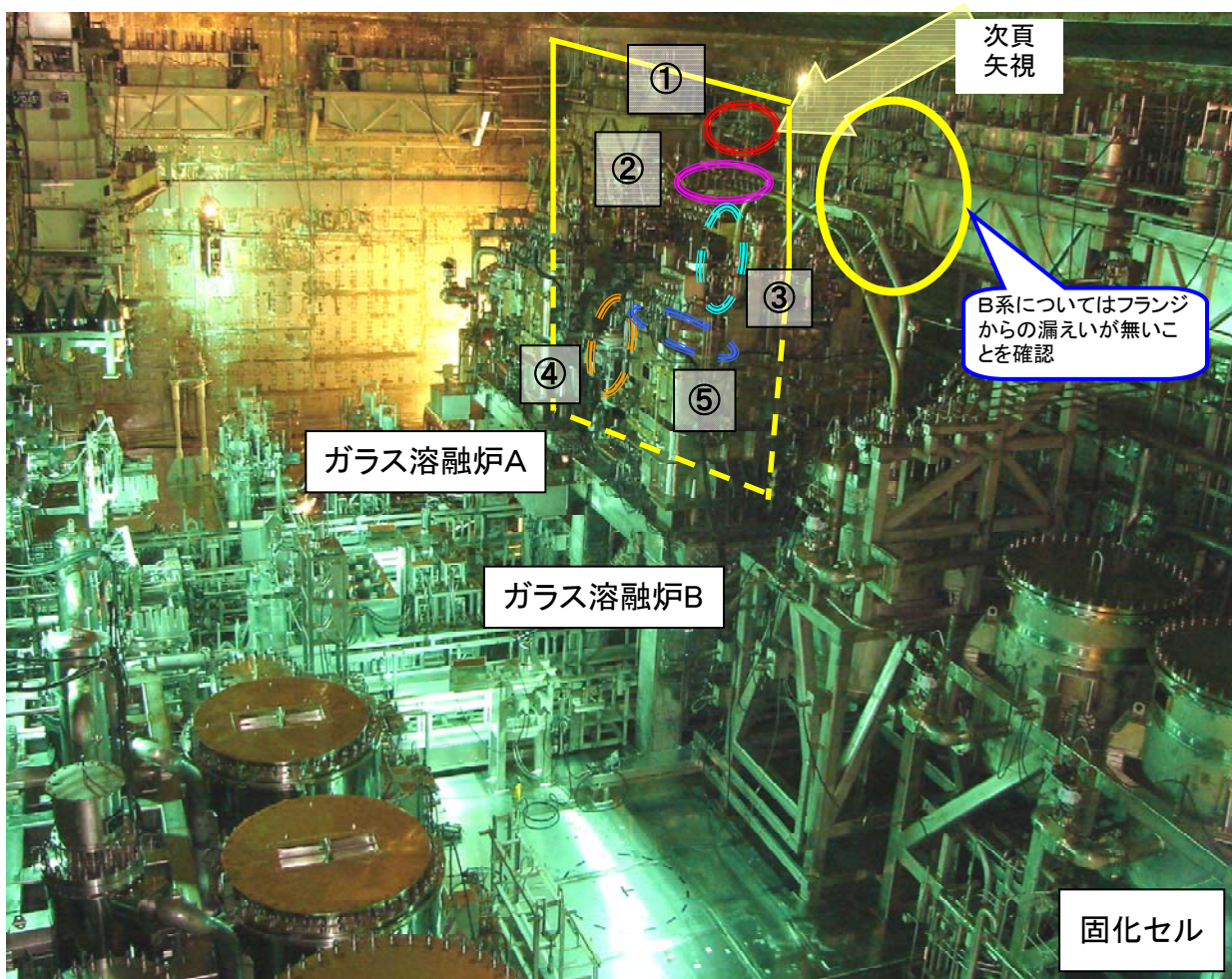
12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

(2) 洗浄後の確認項目と結果

	確認項目	確認結果
①	外観確認	洗浄前と洗浄後の状況についてITVカメラを用いて目視観察した結果、付着物が除去されていることを確認した。また、破損・へこみのような異常は確認されなかった。
②	洗浄液の放射性物質濃度	洗浄を進めるに従い、洗浄箇所ごとに漏えい液受皿集液ポットに溜まった洗浄液を採取し、全 γ 放射性物質濃度、セシウム137濃度の推移を確認した。洗浄の進展により洗浄液の放射性物質濃度の分析結果が、高レベル廃液の放射性物質濃度(10 ⁹ Bq/mL程度)の1000分の1程度である10 ⁶ Bq/mLのオーダーまで低下し、それ以上低下しないことが確認された。これにより、閉止フランジ下の床面から集液溝を経て漏えい液受皿集液ポットまでの、放射性物質の大部分が残留していた範囲を除染できたと考えられる。この程度まで低下すれば、固化セルの運転管理上必要な、漏えい液受け皿集液ポットからの採取試料による高レベル廃液漏えいの有無に係る判断に支障がないと判断した。
③	ブスバーの絶縁抵抗値測定	ブスバーの絶縁抵抗値測定を実施した結果、漏えいにより数k Ω 程度まで低下した絶縁抵抗値が洗浄により0.4M Ω 以上となったことを確認した。 また、使用電圧に対する漏えい電流の算出値が最大供給電流の2000分の1を十分下回っていることを確認した。

12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

固化セル内洗浄概要図(1/3)



次頁
矢視

洗浄箇所①
・高レベル廃液の漏えい
が確認された配管フラ
ンジ面
・トレイ

B系についてはフランジ
からの漏えいが無いこ
とを確認

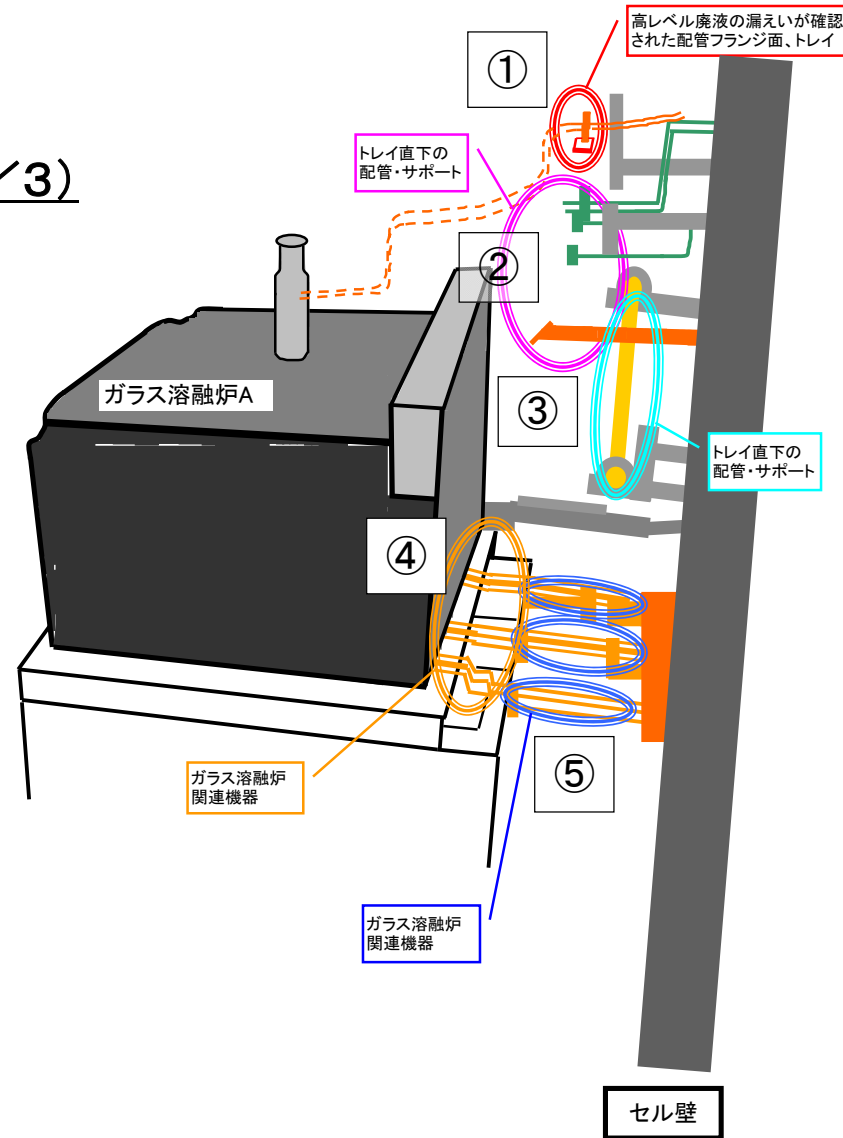
洗浄箇所②、③*
・トレイ直下の配管・
サポート

洗浄箇所④*、⑤*
・ガラス溶融炉関連機器
(一部サポートを含む)
※ガラス溶融炉Aの裏側

□ : カメラ観察範囲

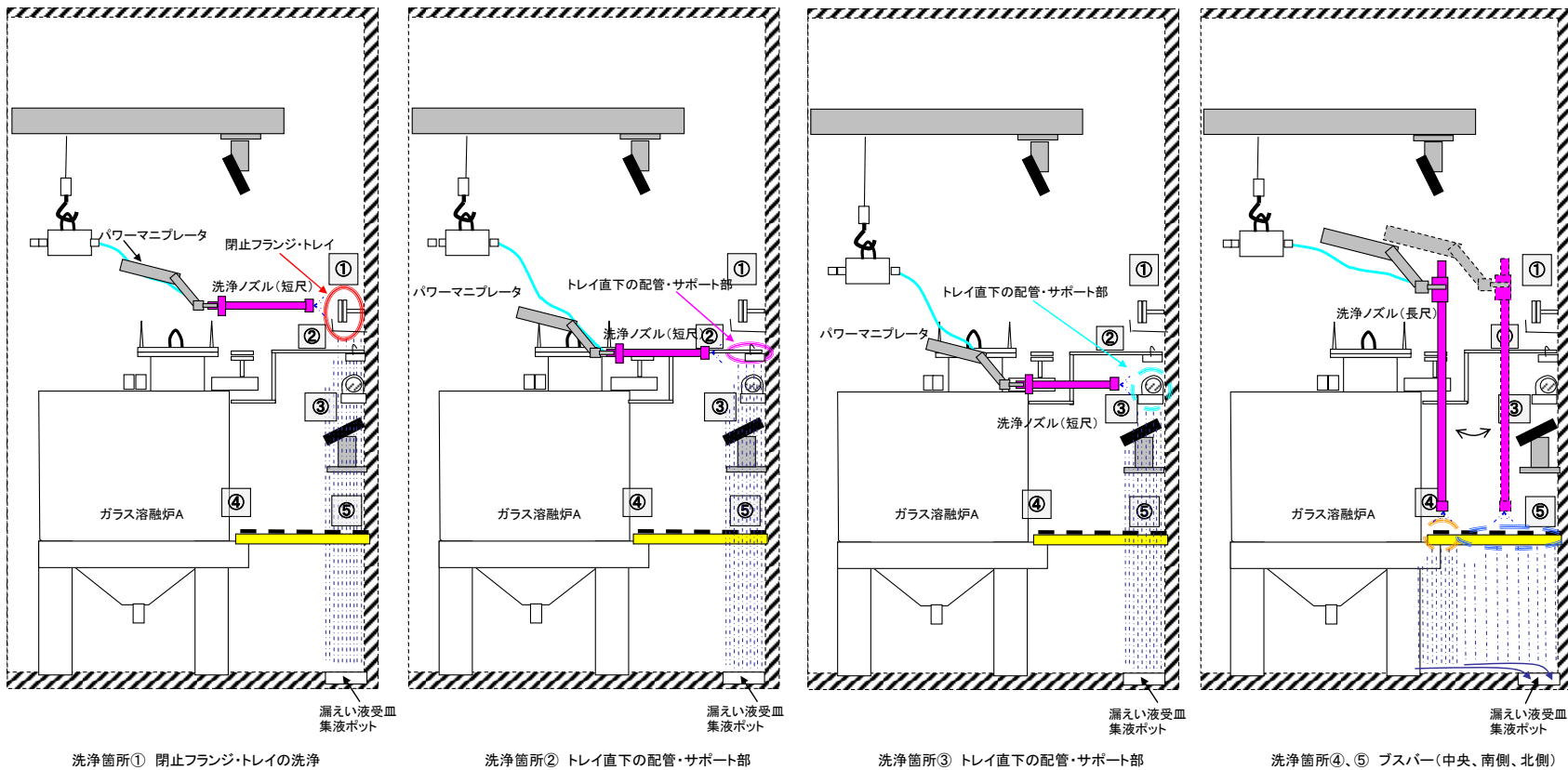
12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

固化セル内洗浄概要図(2/3)



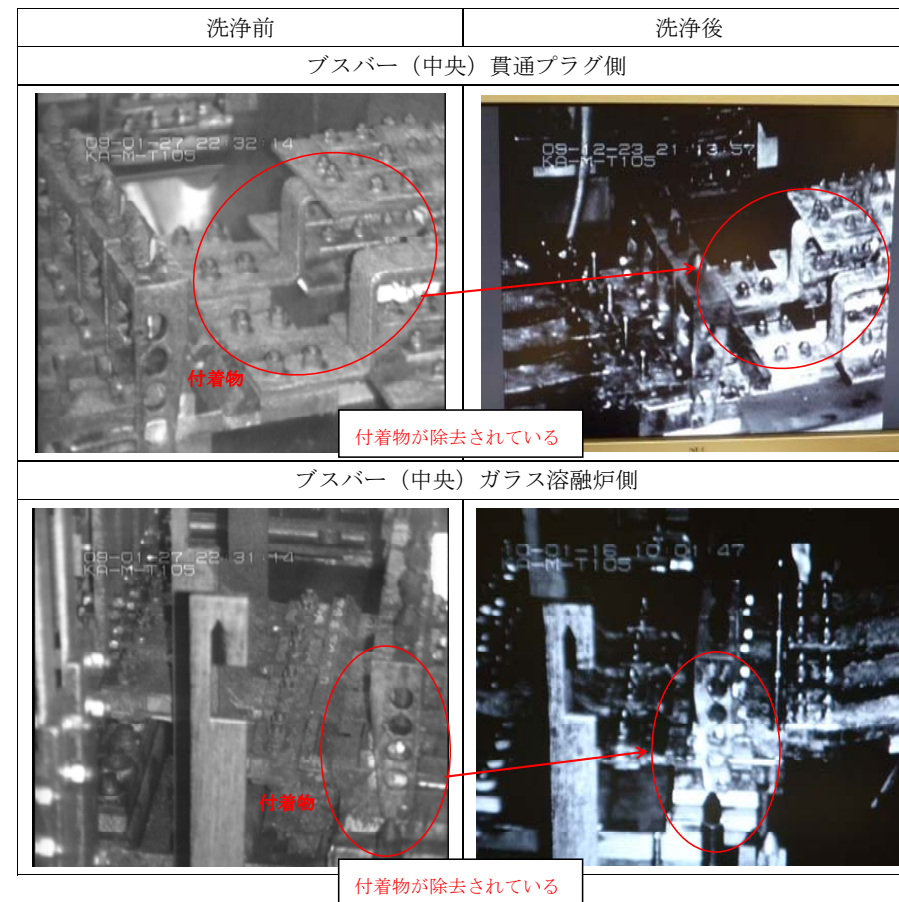
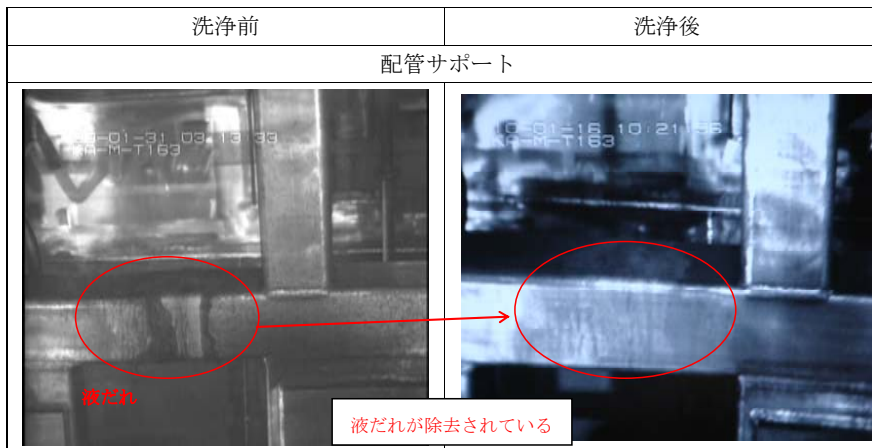
12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

固化セル内洗浄概要図(3/3)



11. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

洗浄前後の外観確認結果(例)



12. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の洗浄～

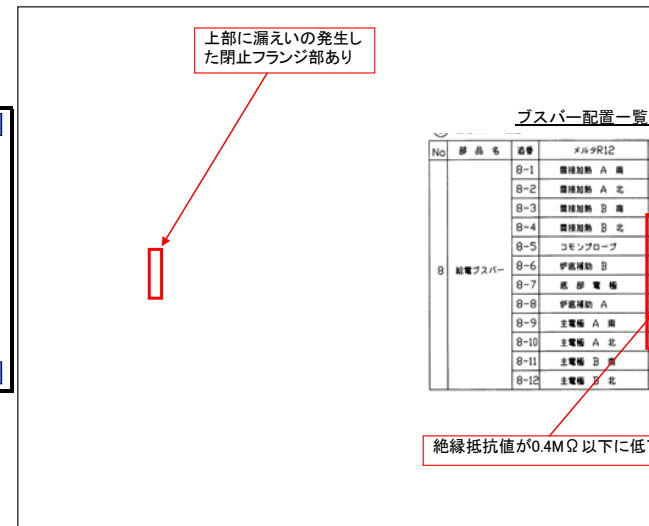
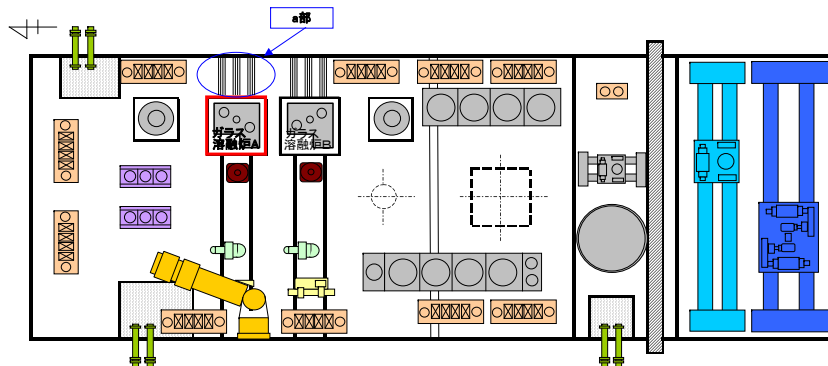
ガラス熔融炉ブスバー絶縁抵抗値測定結果

[ブスバーと大地との間]

測定対象	絶縁抵抗値 (MΩ)						
	廃液漏えい直後	洗浄開始前	洗浄後(1回目)	洗浄後(2回目)	洗浄後(3回目)	洗浄後(4回目)	
	2009/1/22	2009/2/9	2010/1/4	2010/1/6	2010/1/8	2010/1/12	
南側	8-1 間接加熱 B-R	10	7	88	87	88	88
	8-2 間接加熱 B-T	3	7	66	65	66	66
	8-3 間接加熱 A-R	0.96	1.5	42	41	42	42
	8-4 間接加熱 A-T	0.095	1.5	38	34	39	40
中央	8-5 コモンプローブ	0.020	0.037	29	28	29	30
	8-6 炉底補助B	0.0015	0.011	20	20	20	21
	8-7 底部電極	0.0011	0.011	10	8	10	11
	8-8 炉底補助A	0.0016	0.011	8	8	7	8
北側	8-9,10 主電極A	0.058	1.6	14	14	14	14
	8-11,12 主電極B	0.83	1.6	17	17	17	17

判断基準
絶縁抵抗値
0.4MΩ以上

「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づく値



ブスバー配置一覧表

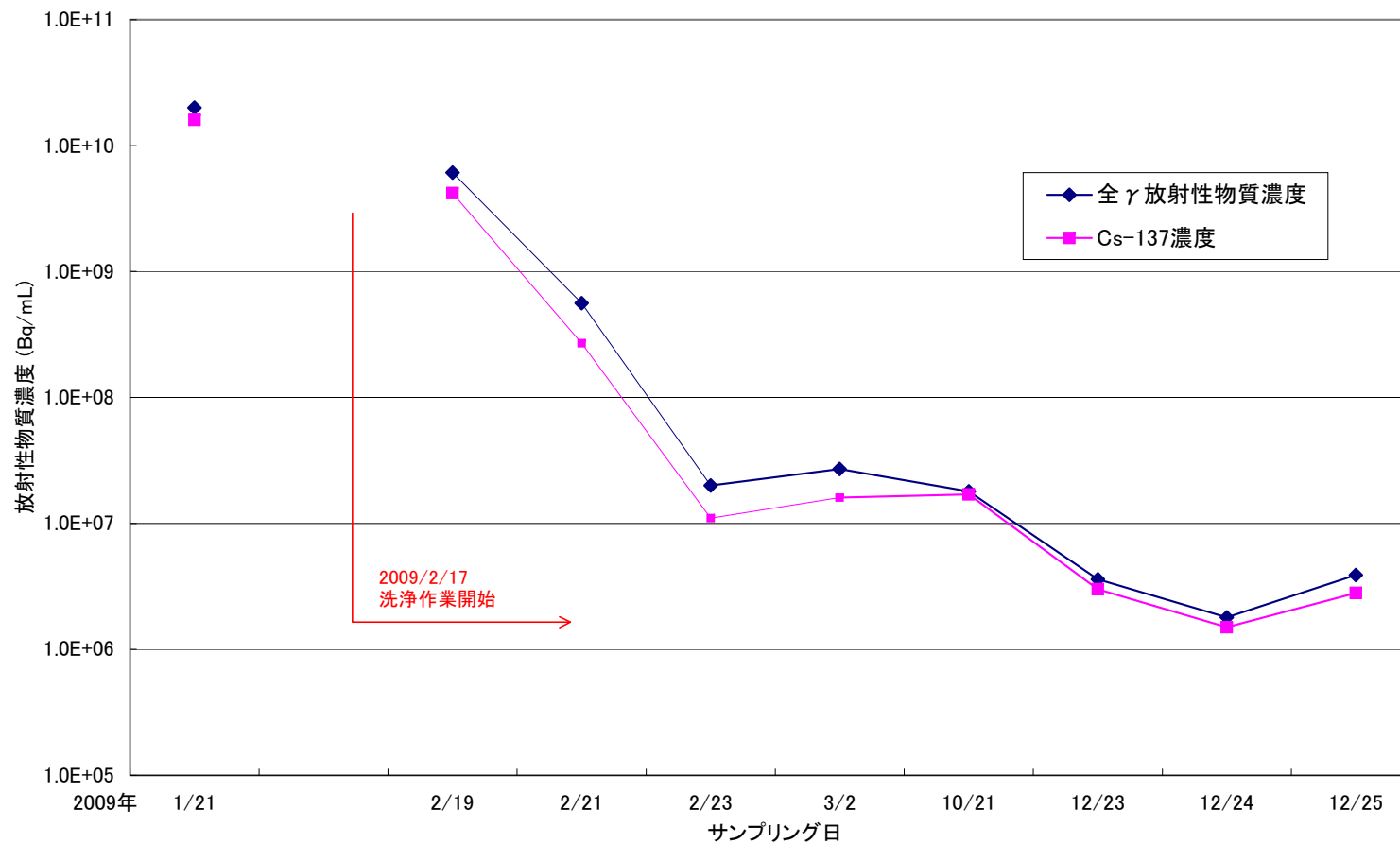
No	部品名	番号	メルツR12	メルツR11
B	電気ブスバー	8-1	間接加熱 A 南	間接加熱 B 南
		8-2	間接加熱 A 北	間接加熱 B 北
		8-3	間接加熱 B 南	間接加熱 A 南
		8-4	間接加熱 B 北	間接加熱 A 北
		8-5	コモンプローブ	コモンプローブ
		8-6	炉底補助 B	炉底補助 B
		8-7	底部電極	底部電極
		8-8	炉底補助 A	炉底補助 A
		8-9	主電極 A 南	主電極 A 南
		8-10	主電極 A 北	主電極 A 北
		8-11	主電極 B 南	主電極 B 南
		8-12	主電極 B 北	主電極 B 北

絶縁抵抗値が0.4MΩ以下に低下した箇所

a部 拡大図

13. 固化セルの復旧に向けて ～漏えい液の回収～

(1) 洗浄液の放射性物質濃度の推移



13. 固化セルの復旧に向けて ～漏えい液の回収～

(2) 漏えい液の回収についての評価

〔供給槽Aから固化セルへ移動した高レベル廃液〕

項目	放射性物質濃度 (Bq/mL) ※1	液量 (m ³)	半減期 (y)	減衰補正係数 ※2	放射性物質質量 (Bq) ※3
Ru-103	分析対象外	0.15	-	-	-
Ru-106	<3.1E+07		※4		
Sb-125	<1.5E+07		※4		
Cs-134	2.1E+08		2.065	0.668	2.1E+13
Cs-137	3.6E+09		30.07	0.973	5.2E+14
Ce-144	<1.6E+07		※4		
Eu-154	1.2E+08		8.593	0.908	1.6E+13
Co-60	分析対象外		-	-	-
Nb-95	分析対象外		-	-	-
Zr-95	分析対象外		-	-	-

全γ放射性物質質量	5.6E+14 Bq
-----------	------------

〔洗浄液等〕

全γ放射性物質質量	5.4E+14 Bq	回収率	97 %
-----------	------------	-----	------

※1: 高レベル廃液混合槽Aの廃液の分析結果から算出した値(2008年10月15日時点の分析結果に基づく計算値)

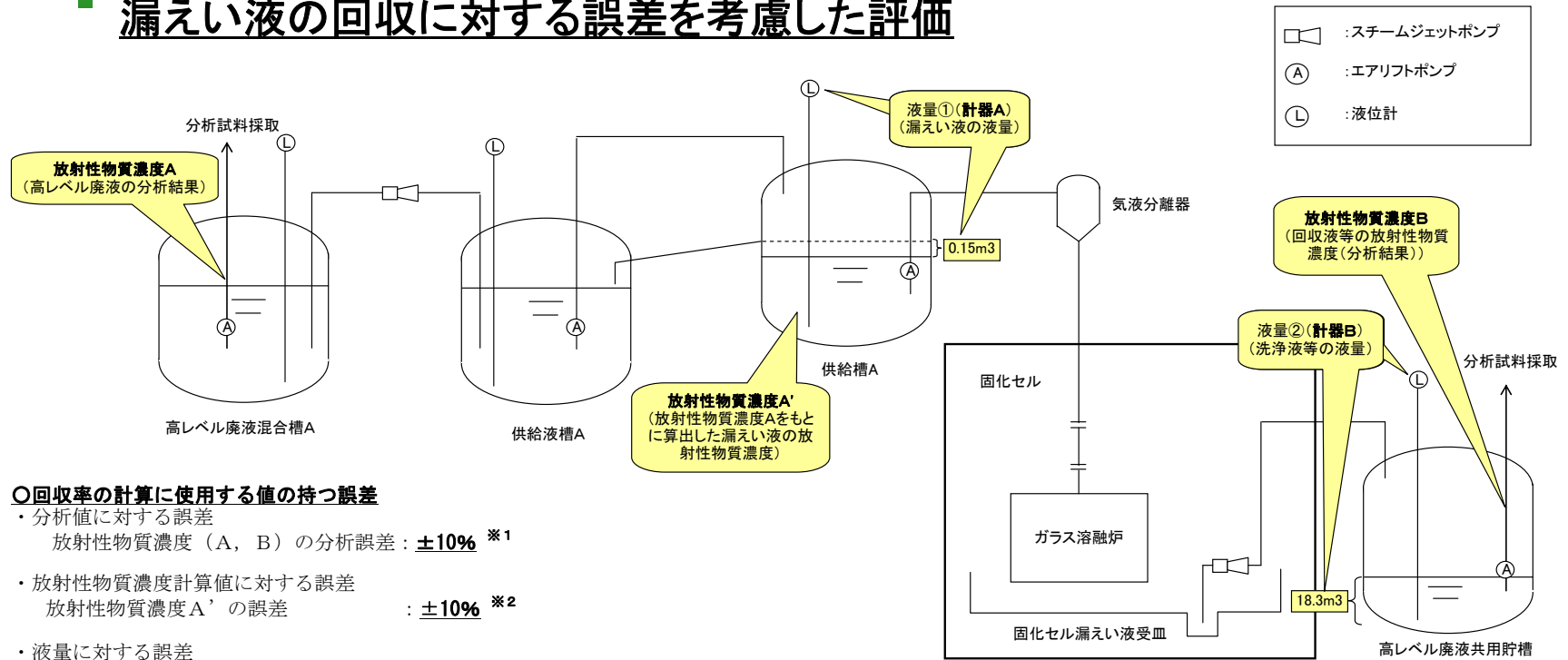
※2: $(0.5)^{1.2/\text{半減期}}$
 なお、1.2年は2008年10月15日から洗浄液等の分析試料採取(2010年1月8日)までの期間

※3: 放射性物質濃度 × 液量 × 減衰補正係数

※4: 放射性物質濃度が定量下限値未満のため算出せず

13. 固化セルの復旧に向けて ～漏えい液の回収～

漏えい液の回収に対する誤差を考慮した評価



○回収率の計算に使用する値の持つ誤差

- ・分析値に対する誤差
 放射性物質濃度 (A, B) の分析誤差 : $\pm 10\%$ ※1
- ・放射性物質濃度計算値に対する誤差
 放射性物質濃度 A' の誤差 : $\pm 10\%$ ※2
- ・液量に対する誤差
 液量① (0.15 m³) を計測した計器の誤差 : $\pm 0.016 \text{ m}^3$
 液量② (18.3 m³) を計測した計器の誤差 : $\pm 1.1 \text{ m}^3$

○誤差を考慮した回収率の計算結果

$$\begin{aligned}
 \text{誤差を考慮した回収率} &= [\text{放射性物質濃度 B} \times \text{液量②} \times 1000000] \div [\text{放射性物質濃度 A}' \times \text{液量①} \times 1000000] \times 100 \\
 &= (\pm \sqrt{[(\text{放射性物質濃度 B の誤差})^2 + (\text{液量②の誤差})^2 + (\text{放射性物質濃度 A}' の誤差)^2 + (\text{液量①の誤差})^2}] \times 100) \\
 &= [2.97\text{E}+07 \times 18.3 \times 1000000] \div [3.75\text{E}+09 \times 0.15 \times 1000000] \times 100 (\pm \sqrt{[(0.1)^2 + (1.1/18.3)^2 + (0.1)^2 + (0.016/0.15)^2]} \times 100) \\
 &= \mathbf{97\% (\pm 19\%)}
 \end{aligned}$$

※1 分析値の持つ誤差は、過去の試験結果から数%以内であるが、今回の評価では、放射性物質濃度A、放射性物質濃度Bの誤差を保守的に10%とした。
 ※2 放射性物質濃度A'の誤差評価では、高レベル廃液の分析値の誤差を十分大きく取っており、一方その他の誤差は小さく分析値の誤差の余裕に十分含まれるため、誤差10%とした。



14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

(1) 点検対象

点検対象については、固化セル内機器(約400機器)で硝酸の影響を受けた可能性のある機器とし、具体的には、ステンレス鋼製以外の部品が含まれる機器、並びに潤滑油を使用している機器で耐硝酸性コーティング、防水構造を有していない機器を対象とした。

この結果、合計218機器を点検対象とした。

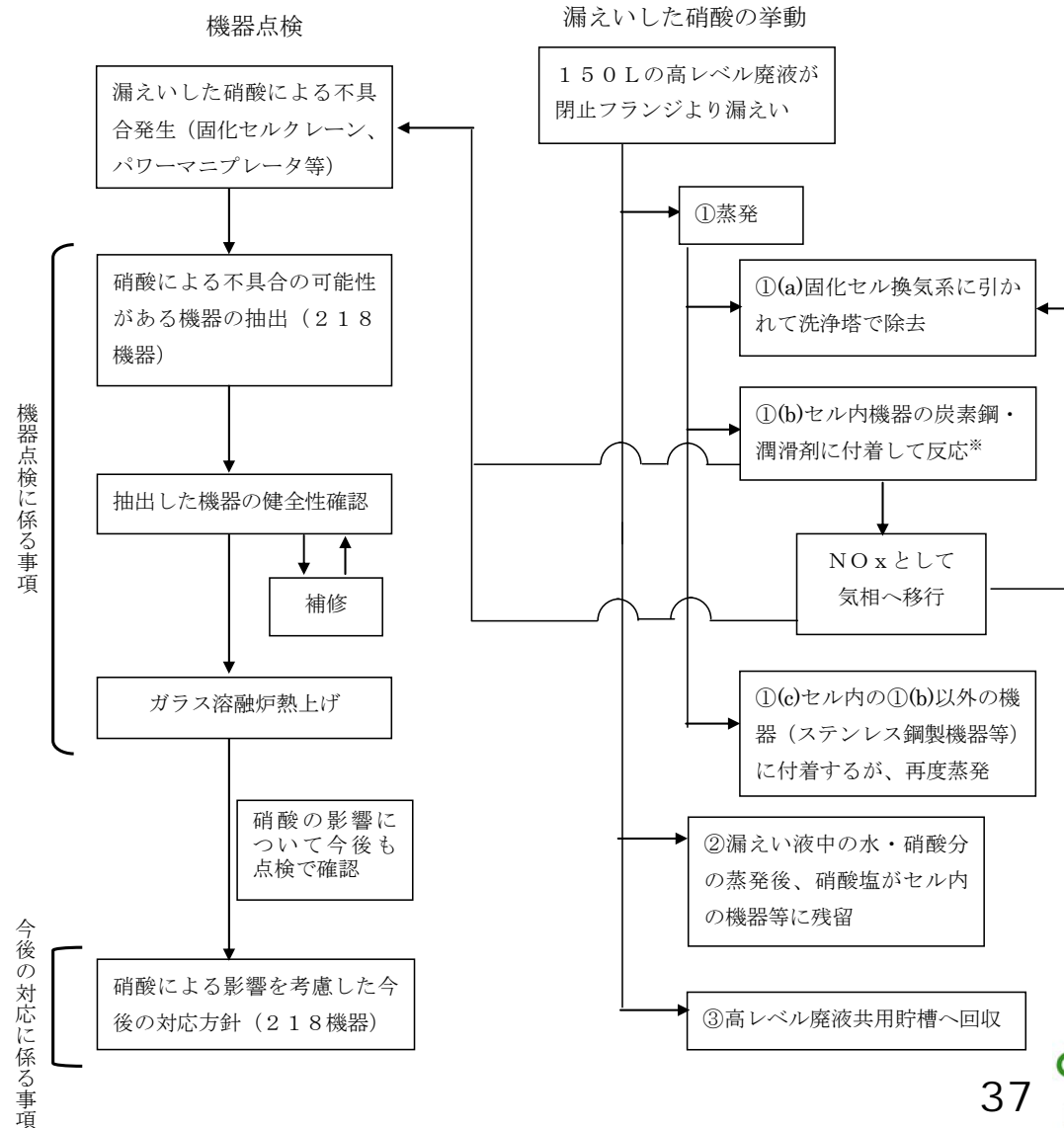
(2) 点検方法

硝酸により点検対象機器に要求される機能への影響の有無を確認するために、以下に示す3つの点検方法を組合せて点検を実施した。

- ・外観点検:ITVカメラで視認可能範囲に有意な損傷、腐食等がないことを確認
- ・絶縁抵抗・導通測定:電気・計装品の絶縁抵抗・線間抵抗を測定し、電氣的機能が健全であることを確認
- ・動作確認(電流測定):各機器に要求される機能を、実動作で確認

14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

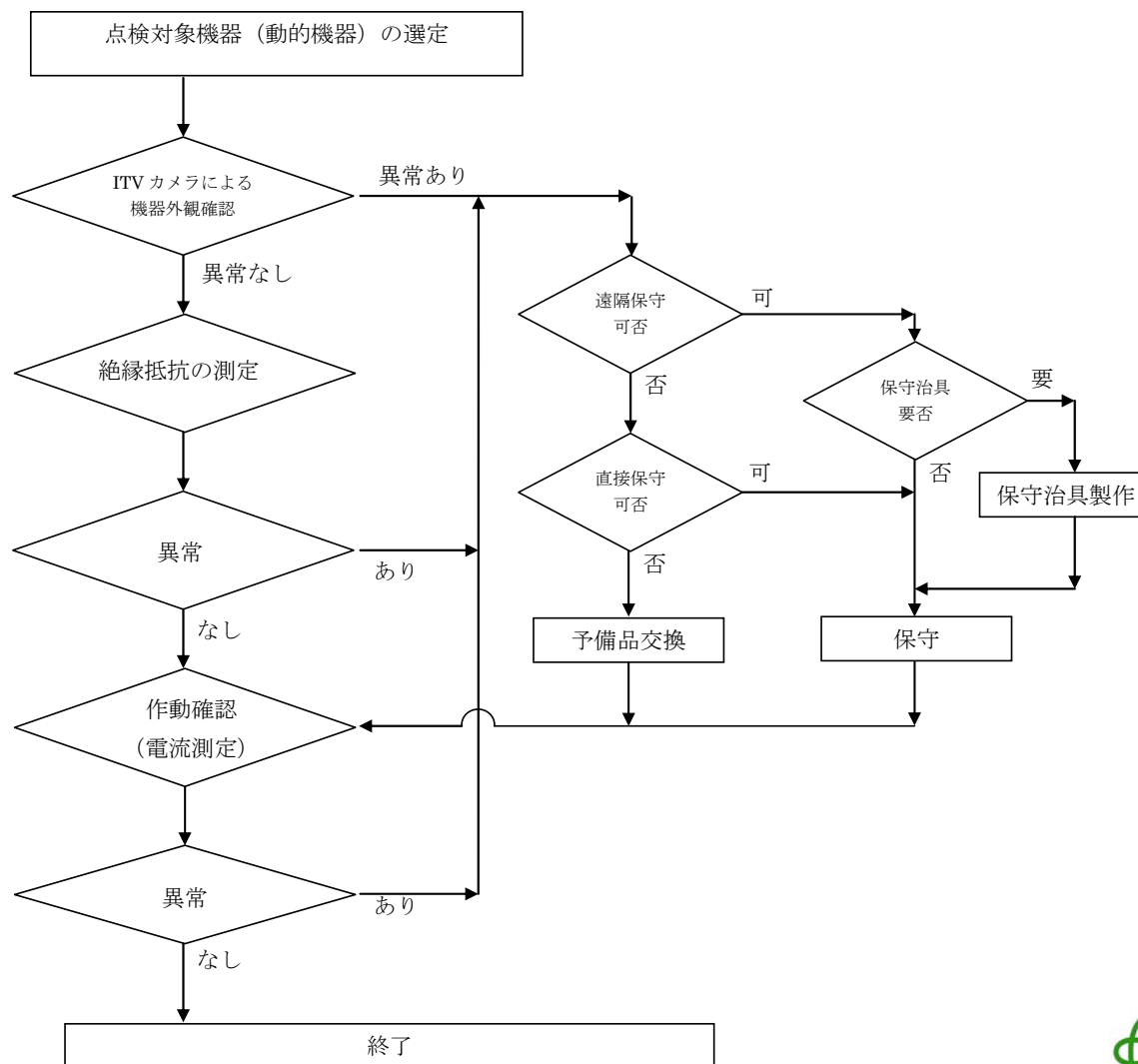
漏えいした高レベル廃液中の硝酸の挙動と機器点検フロー図



※ 硝酸と鉄の反応によりNO_xが発生
 $Fe + HNO_3 \Rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$
 (NOは空气中で酸素と反応しNO₂等に変化)

14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

動的機器の点検フロー



14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

固化セル内機器点検内容整理表(1/2)

機器		健全性確認		
機種	名称	外観確認	絶縁・導通	動作確認
		ITVカメラで視認可能範囲に有意な損傷、腐食等がないことを確認 (動作確認による不具合の拡大防止)	電気・計装品の絶縁抵抗・線間抵抗を測定し、電氣的機能が健全であることを確認	各機器に要求される機能を、実動作をもって確認
固化体取扱機械	溶接機	機器外面、駆動部、リミットスイッチ、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	模擬固化体の自動溶接運転(各軸動作、電極交換、溶接)動作時の電流測定
	固化セル移送台車		○	走行動作、リミットスイッチ作動動作時の電流測定
	蓋着脱装置		○	蓋・ガラスカッタの着脱動作動作時の電流測定
	ジブクレーン		○	旋回、横行、主/補巻上、吊具つかみ/はなし動作、リミットスイッチ作動、動作時の電流測定
	結合装置遠隔交換装置		○	昇降、回転(カム駆動)動作、リミットスイッチ作動動作時の電流測定
セル内クーラ/冷却ユニット	セル内クーラ(モータ)	機器外面、駆動部、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	動作時の電流測定
	解体場クーラ(モータ)		○	
	固化セルクレーン収納区域クーラ(モータ)		○	
	冷却ユニット(モータ)		○	
加熱器/加温器	第1加熱器	機器外面、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	動作時の電流測定 (安定して温度制御できること)
	ルテニウム吸着塔加熱器		○	
	加熱器		○	
	間接加熱装置		○	ヒータ温度が上昇することを確認 各種運転データ(電力、電圧、電流、抵抗、温度)取得
弁類	電磁弁	弁外面、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	単体作動させ、正常に動作し、開閉表示に異常がないこと
	空気作動式調節弁	弁外面、駆動部、リミットスイッチ、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	弁を0~100%の開度で動作させ、正常に動作し、開閉表示に異常がないこと
	AO弁		○	系統切換操作を行い、正常に動作し、開閉表示に異常がないこと
	手動弁(リミットスイッチ付)	弁外面、グランド部等 弁の通常状態(全開)に応じた弁状態(全開)表示がされていること	—	—

14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

固化セル内機器点検内容整理表(2/2)

機器		健全性確認		
機種	名称	外観確認	絶縁・導通	動作確認
		ITVカメラで視認可能範囲に有意な損傷、腐食等がないことを確認 (動作確認による不具合の拡大防止)	電気・計装品の絶縁抵抗・線間抵抗を測定し、電氣的機能が健全であることを確認	各機器に要求される機能を、実動作をもって確認
クレーン	固化セルパワーマニプレータ(クレーン部)	機器外面、駆動部、リミットスイッチ、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	走行、横行、巻上げ、旋回動作、リミットスイッチ作動 動作時の電流測定
	固化セルクレーン		○	
パワーマニプレータ	固化セルクレーン付パワーマニプレータ		○	アーム、補助ホイス、テレスコープ動作、リミットスイッチ作動 動作時の電流測定
	固化セルパワーマニプレータ(PM)		○	
その他機器類	ガラスカッタ駆動装置		○	ガラスカッタ開閉動作 動作時の電流測定
その他(扉・床ポート)	固化セルしゃへい扉		○	扉開閉動作 動作時の電流測定
	固体廃棄物除染セル床ポート		○	
	ガラス固化体除染室床ポート		○	
熱電対・測温抵抗体	熱電対・測温抵抗体	計器外面、ケーブル、遠隔コネクタ等	○	—
溶融炉廻り電気部品	給電ブスバー、ジャンパ管等	機器外面等	○	—
マスタースレーブマニプレータ	マスタースレーブマニプレータ	機器外面、ブーツ等	—	動作可能であること
ITV	ITVカメラ	—	—	動作(ズーム、アイリス機能含む)可能であること
照明	照明器具	—	—	電灯が点いていること

14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

(3) 機器点検の結果と評価(1/2)

点検の結果、硝酸の影響は、高レベル廃液が漏えいしたエリア近傍に限定されたものではなく、固化セル内全域で潤滑剤を使用している機器駆動部に確認されているが、一方で、硝酸の影響とは関係のない経年劣化と推定されるものも半数を占め、これらを含めて22機器に不具合が認められた。

不具合の種類	機器数	推定原因等
機器表面への付着物	7	硝酸の影響により潤滑剤の劣化が進んだと推定。
駆動部の作動不良	3	硝酸の影響により潤滑剤の劣化が進み機能が低下したため、擦動抵抗が増加したと推定。
作動時の電流値高	1	
I T Vカメラ、照明器具の不良	1 1	漏えい前から発生していた故障と同じ事象であるため、経年劣化と推定。

14. 固化セルの復旧に向けて ～固化セル内の機器点検～

(3) 機器点検の結果と評価(2/2)

点検の結果、駆動部に塗布されている潤滑剤に硝酸との反応による付着物の発生(潤滑剤としての劣化)及び潤滑剤の性能低下に伴う擦動抵抗の増加による作動不良が確認された機器については、清掃、潤滑剤の塗布等の処置を行うとともに、必要に応じて部品を予備品に交換して健全な状態に復旧することとした。また、経年劣化に起因する不具合についても、適宜、部品交換を実施することとした。一方、電気品・計装品への硝酸影響は確認されなかった。

点検・補修の終了していないものについては、これらを必要とする時期(ガラス溶融炉A系列の熱上げ前又はガラス固化施設のアクティブ試験再開前)までに復旧する。

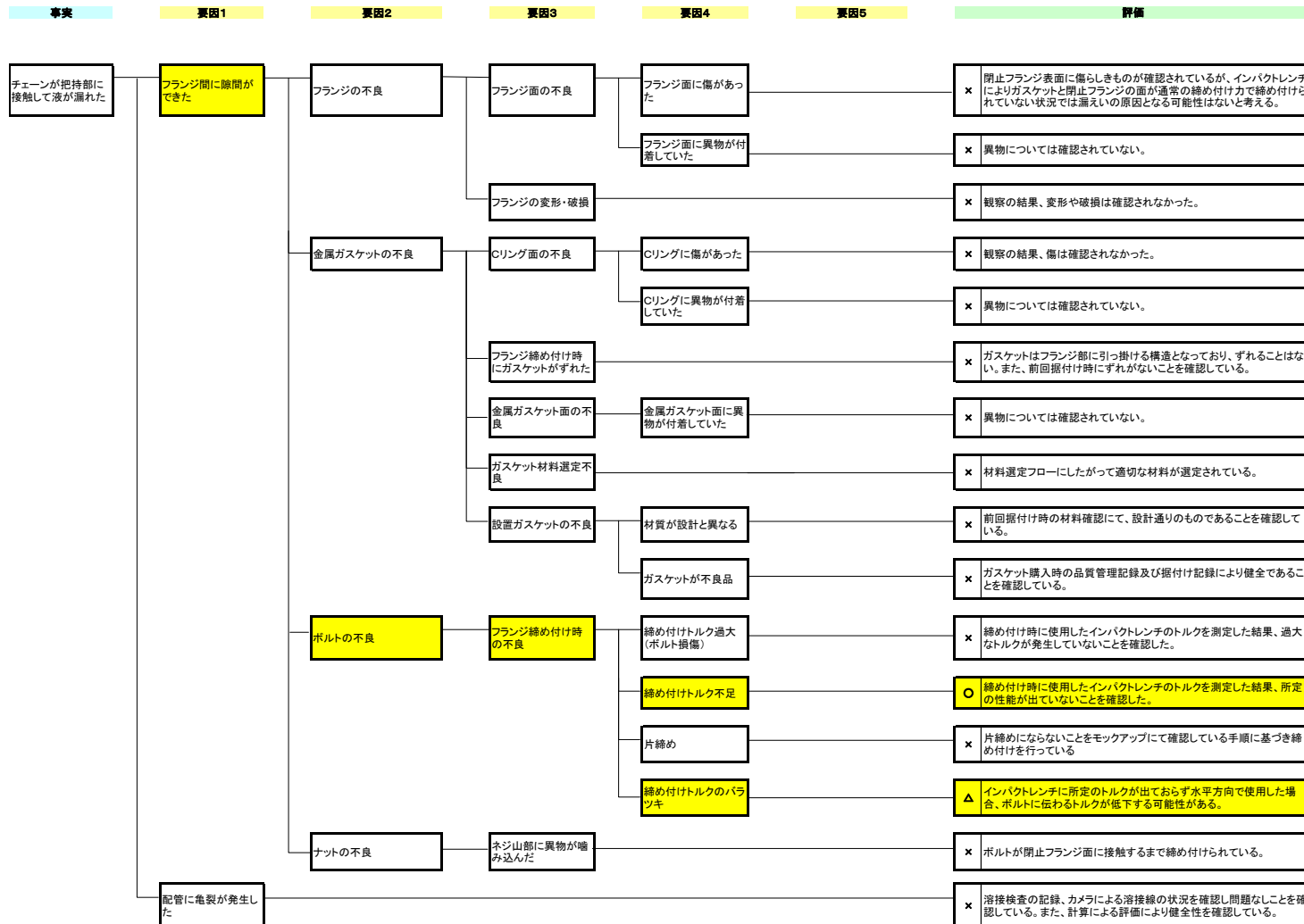
なお、点検対象機器全数に対して、硝酸影響という視点に立ち、ガラス固化施設のアクティブ試験再開までに再度同様の点検を実施し、硝酸影響の有無を確認するとともに、長期的な影響も考慮して機器に対する硝酸の影響を評価した結果を竣工後の保守点検の計画(点検内容・頻度等)に反映する。竣工後の保守点検の計画については、硝酸の影響も含め、その都度点検結果を反映することにより改善していくものとする。



参 考

平成21年10月22日の漏えいに係る原因究明

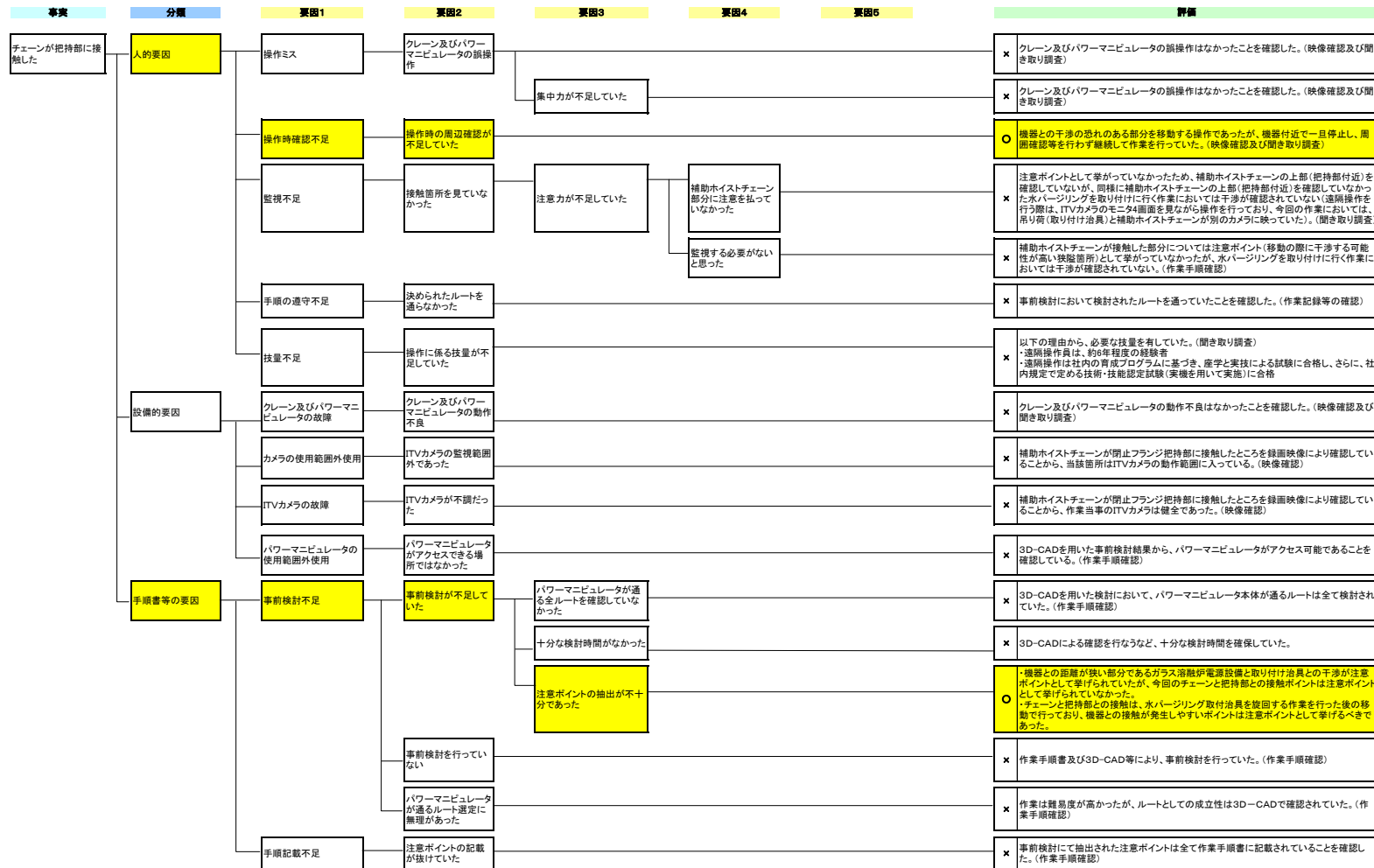
閉止フランジ部から液が漏れたことに対する要因分析図



*「高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいについて(平成21年12月22日)」より抜粋

平成21年10月22日の漏えいに係る原因究明

補助ホイスチェーンが閉止フランジ把持部に接触したことに対する要因分析図



*「高レベル廃液ガラス固化建屋における固化セル内の漏えいについて(平成21年12月22日)」より抜粋