

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
(報 告)

【公開版】

平成21年 1月30日
日本原燃株式会社

本書は記載内容のうち、内の記載事項は公開制限情報に属するものであり公開できませんので削除しております。

日本原燃株式会社

目 次

1. 件 名.....	1
2. 発生日時.....	1
3. 発生場所.....	1
4. 発生事象の概要.....	1
5. 事象説明.....	2
5. 1 事象説明.....	2
5. 2 放射線状況.....	2
5. 3 設備への影響.....	3
6. 調 査.....	3
7. 滴下量の評価.....	6
8. 推定原因.....	6
8. 1 事象発生の推定原因.....	6
8. 2 今回の事象において推定されるメカニズム.....	7
8. 3 組織要因.....	9
9. 再発防止対策.....	9
10. ガラス熔融炉の点検作業について.....	11
11. 今後の対応について.....	11

添付資料

添付資料－1	再処理事業所 構内配置図
添付資料－2	滴下箇所概要図
添付資料－3	時系列
添付資料－4－1	供給槽液量・固化セル漏えい液受血液位等の推移
添付資料－4－2	過負圧事象発生時の供給槽A・漏えい液受血液量等の挙動
添付資料－4－3	固化セル漏えい液受皿の液位の推移
添付資料－5	漏えい液受皿内の回収した廃液と供給槽Aの濃度比較
添付資料－6－1	液収支（液量低下（1月9日）～負圧変動（1月15日）まで）
添付資料－6－2	液収支（負圧変動復旧（1月15日））
添付資料－6－3	液収支（負圧変動復旧以降（1月15日～））
添付資料－7	固化セル内の閉止フランジからの滴下事象に係る要因分析図
添付資料－8	高レベル廃液滴下事象に関するエアリフト揚液確認試験
添付資料－9－1	今回の事象において推定されるメカニズム
添付資料－9－2	閉止フランジからの廃液滴下状況の推定について
添付資料－10	組織要因分析図

1. 件名

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

2. 発生日時

平成21年1月21日（水） 18時35分頃

3. 発生場所

再処理工場 高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セル
（添付資料－1、添付資料－2参照）

4. 発生事象の概要

1月21日、高レベル廃液ガラス固化建屋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、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。当該閉止フランジ（※）は、保修のためガラス溶融炉への高レベル廃液供給配管を閉止していたものである。

※当該閉止フランジは、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を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ものではない。

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）から高レベル廃液が滴下していることを確認したため、遠隔操作にてボルトの増し締め作業を行い、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液体（約16L）については、23時10分頃に回収した。

その後、閉止フランジ②に繋がっている配管内に残っていた液体を採取し、分析を行った結果、高レベル廃液であることが確認された。

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。

発生事象に係る時系列を添付資料－3に示す。

5. 事象説明

5. 1 事象説明

(1) 閉止フランジの取付け

ガラス溶融炉の点検作業等を実施するため、昨年12月にガラス溶融炉の原料供給装置に繋がる高レベル廃液供給配管をフランジ部にて取外し、フランジ部に閉止フランジを取付けた。

(2) 漏えい液受皿の液位高警報発報

1月21日に漏えい液受皿の液位高警報が発報したことから、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、1月21日に採取した試料を分析し、高レベル廃液と同程度の放射能濃度であることを確認した。

1月21日以前(1月17日)に漏えい液受皿の液位高警報が発報しており、その際のITVカメラによる確認の結果、液位は液位高警報が発報するまでに達していないことを確認したことから、液位計計装配管の詰まりによるものと判断し、1月19日に当該配管の詰まり除去作業を実施していた。

(3) 滴下箇所の確認

分析の結果から高レベル廃液が漏えいしている可能性があるとして判断し、固化セル内をITVカメラで確認したところ、閉止フランジから液体が滴下していることを発見した。

その後、閉止フランジのボルト増し締め作業を行い、滴下の停止を確認するとともに、漏えい液受皿集液ポット内の液体を回収した。

5. 2 放射線状況

(1) 施設内の放射線状況

高レベル廃液ガラス固化建屋固化セル内における高レベル廃液の滴下に伴う施設内の放射線状況は、以下のとおりであり、異常はなかった。

① 線量当量率

当該建屋管理区域内に設置されている γ 線エリアモニタの測定値は通常の変動範囲内であり、異常はなかった。

② 空気中放射性物質濃度

当該建屋管理区域内に設置されているダストモニタの測定値は通常の変動範囲内であり、異常はなかった。

③ 排気モニタ

高レベル廃液ガラス固化建屋排気モニタ、主排気筒ガスモニタ、主排気筒ダストモニタ(α 、 β)、主排気筒よう素モニタの測定値は通常の変動範囲内であり、異常はなかった。

(2) 周辺環境の放射線状況

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伴う周辺環境の放射線状況について、モニタリングステーション及びモニタリングポストの測定値は通常の変動範囲内であり、異常はなかった。

5. 3 設備への影響

ガラス固化建屋内のガラス溶融炉Aは運転停止中であり、状態の変化はない。また、高レベル廃液の滴下については、閉止フランジのボルト増し締めにより停止したことから、他設備への波及的影響はない。

6. 調査

高レベル廃液の滴下発生に対する原因究明のため関連する設備の運転データ等の調査を行った。

(1) 供給槽Aの液量変動

高レベル廃液の滴下が確認された配管は、供給槽Aからガラス溶融炉Aに高レベル廃液を供給する系統であることから、供給槽Aの液量データを調査した。

調査の結果、1月9日16:00頃から液量の減少が始まっていることを確認した。高レベル廃液の滴下が確認された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140L程度であった。(添付資料-4-1参照)

供給槽Aの液量については、定期的に運転員により値の記録が行われているが、廃液減少量は微量であり、かつ、液量の指示値は常に変動していたことから、液量の減少に気がついたのは1月12日であった。

しかし、この液量減少は、設備点検に伴い高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備に設置している冷凍機を停止した(1月9日)ため、供給槽Aへの凝縮水の流入量が減少していることによるものと考え、冷凍機を復旧すると液量減少が止まるものと考えていた。(実際には、凝縮液は、供給液槽Aに流入することから供給槽Aに流入せず、液量減少に影響しない。)

(2) 圧力バランスの変動

供給槽Aは、塔槽類廃ガス処理設備により負圧に維持されており、供給槽Aからガラス溶融炉Aに廃液を供給する系統にある気液分離ポットは高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備により負圧に維持されている。

両設備の12月16日から1月21日における圧力変動の実績について調査した。

①塔槽類廃ガス処理設備

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。塔槽類廃ガス処理設備系統内の負圧が通常より深くなったことにより各所でシール水が流出した。この復旧作業の一環として、シール水を張り込むため塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くし、シール水を張り込み後、負圧を通常状態に復旧した。（添付資料－4－2参照）

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上昇と同時期に温度上昇も確認した。

②高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備

1月15日から1月21日までの間、計器点検のため高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の負圧を約 k P a から約 k P a に調整していた。

(3) 漏えい液受皿の液位変動（添付資料－4－3参照）

①塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動時

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。その際、固化セルの漏えい液受皿の液位上昇が確認された。

②漏えい液受皿の液位高警報発報時

1月17日に漏えい液受皿の液位高警報が発報した。その際、ITVカメラにより漏えい液受皿内の液位を観察し、液位高警報を発報する液位に達していないことを確認した。その後、数回液位高警報が発報した。

(4) 供給槽Aに関連する設備

供給槽Aの液量が低下していることが確認されたことから、供給槽Aに関連する液位計（液位計指示値として液量が表示される）、エアリフト駆動用圧縮空気供給弁、エアリフトパージ空気について調査を行った。

①液位計

導圧配管の異物閉塞等により液位計の指示値異常が発生している可能性がないか調査を行い、指示値異常が発生していないことを確認した。

②エアリフト駆動用圧縮空気供給弁

エアリフト駆動用圧縮空気供給弁及び三方弁から空気が漏えいした場合、供給槽Aの廃液が配管内を上昇する可能性があることから、各弁の調査を行い、漏えいがないことを確認した。

③エアリフトパージ空気

供給槽 A からガラス溶融炉 A に廃液を供給するためのエアリフトには放射性雰囲気逆流防止を目的としてパージ空気を常に供給している。

パージ空気流量が何らかの理由で上昇した場合には、供給槽 A 内の液が移送される可能性があることから、パージ空気流量について調査を行った。その結果、閉止フランジ①に繋がる配管上のエアリフトについては、通常の流量（約 20 L/h）よりも大きい値（約 65 L/h）であることを確認した。その後、流量を通常値に戻したところ供給槽 A の液量の減少が停止した。（添付資料-4-1 参照）

閉止フランジ②に繋がる配管上のエアリフトについては、通常の流量であった。

パージ空気流量は、通水作動試験時に通常の流量に設定して以降変更した記録はないため、流量が増加した理由について、機械的要因、プロセス的要因及び人的要因の観点で調査を行った。

その結果、以下のことが確認された。

[機械的要因]

- ①振動による流量調整弁のゆるみによる流量変動：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を確認した。
- ②流量計内の異物による流量変動：流量計を分解点検した結果、有意な異物がないことを確認した。
- ③流量調整弁の磨耗、部品の欠落による流量変動：流量調整弁を分解点検した結果、有意な部品の磨耗、欠落がないことを確認した。

[プロセス的要因]

- ④圧縮空気供給圧力の変動による流量変動：トレンドデータにより圧縮空気供給圧力の有意な変動がないことを確認した。

[人的要因]

- ⑤人の操作による流量変動：供給槽 A の液量減少が発生している 1 月 9 日にパージ空気量の流量計が設置されている場所に作業員が立ち入った実績が確認された。当該作業員に当日の作業内容について聞き取り調査を行ったところ、同作業員が実施した作業は、当該流量計とは関係ないものの、作業した場所が流量計の近傍であること及び同作業員は当該流量計に触れた記憶がないことを確認した。

(5) その他のフランジ部

当該配管以外の閉止フランジを設置している全ての箇所の調査を行い、

当該箇所以外に廃液が滴下している箇所はなかった。

(6) 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。(添付資料－ 5 参照)

7. 滴下量の評価

6 章の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の滴下量の評価を行った。

①塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動事象の発生まで (添付資料－ 6－ 1 参照)

供給槽 A の液量低下が発生してから塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動事象が発生するまでの期間には、供給槽 A の液量変動量と供給槽 A 内での廃液蒸発量の関係から、約 97 L の廃液が閉止フランジ①に移動し、閉止フランジから滴下したものと推定される。

②塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動事象の復旧まで (添付資料－ 6－ 2 参照)

塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動事象が発生してから復旧するまでの期間には、供給槽 A 及び供給液槽 A の攪拌機軸封部シール水の槽内への流入等を考慮すると約 23 L の廃液が閉止フランジ①及び閉止フランジ②に移動し、滴下したものと推定される。

③供給槽 A の液量減少停止まで (添付資料－ 6－ 3 参照)

塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動事象の復旧から供給槽 A の液量減少停止までの期間には、供給槽 A の液量変動量と供給槽 A 内の廃液蒸発量の関係から、約 29 L の廃液が閉止フランジ①に移動し、滴下したものと推定される。

上記①～③の合計量は、約 150 L となり、最大でこの量が閉止フランジからセル内に滴下したものと考えられる。

8. 推定原因

8. 1 事象発生の推定原因

6 章の調査結果を踏まえ、高レベル廃液の滴下事象に対する要因分析を行った。(添付資料－ 7 参照)

要因分析の結果、以下のことが事象発生の推定原因であると考えられる。

(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に供給槽Aの廃液が移送された原因としては、供給槽A内に設置されているエアリフトのパージ空気流量が通常(約20L/h)よりも大きい流量(約65L/h)になっていたことにより供給槽A内の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。

通常(約20L/h)よりも大きい流量(約65L/h)がパージ空気流量として流れた場合に槽内の液が移送される可能性についてモックアップ試験等により評価を行い、約65L/hのパージ空気流量で槽内の液が移送される可能性があることが確認された。(添付資料-8参照)

また、エアリフトのパージ空気流量が通常値よりも大きくなっていた原因としては、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としては、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昇す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

(1)の推定原因により供給槽Aから閉止フランジ①及び②に到達した廃液が閉止フランジ部から滴下した原因としては、閉止フランジ部に再使用のガスケットを使用したことにより、閉止フランジ部のシール機能が確保できなかったことであると推定される。当該閉止フランジは、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を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ものではない。このため、当該閉止フランジ部を取付ける際の考え方として廃液の移行がないことを前提としていたことから、金属製のガスケットを再使用していた。

8. 2 今回の事象において推定されるメカニズム

6章の調査結果及び7章の要因分析結果から、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。(添付資料-9-1、添付資料-9-2参照)

- ①エアリフトに汚染拡大防止のために供給している圧縮空気(エアリフトパージ空気)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。（【1】）

②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まで到達した。（【2】）

③閉止フランジ①に到達した廃液は、閉止フランジの隙間からトレイに滴下し始めた。（【3】、【4】）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。トレイの容量が約1 Lであることから、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。

④トレイから滴下した廃液は、約8 m下の漏えい液受皿上に落下するが、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。供給槽Aの液量減少量から⑤の事象が発生するまでの間に約97 Lが閉止フランジ①から滴下したものと推定される。

⑤塔槽類廃ガス処理設備において、過負圧事象が発生し、各所でシール水が流入した。この際、シール水の一部が閉止フランジ①及び閉止フランジ②に到達した。（【5】）

⑥塔槽類廃ガス処理設備における過負圧事象の復旧作業として、シール水を張り込むため塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くした。この際、負圧変動が復帰する際に供給槽の液位変動が発生し、エアリフト配管内の液位が一時的に上昇し、閉止フランジ②にも廃液が移送され、閉止フランジの隙間から滴下したものと推定される。（【6】）

⑦負圧を浅くしたことによりエアリフトの浸液率*が上昇し、エアリフトにより再度、気液分離器まで廃液が到達した。負圧変動の1時間40分後に漏えい液受皿集液ポットの液位上昇が確認されている。これは、浸液率が上昇したことによりエアリフトによる廃液の移送量が多くなり、その結果として閉止フランジ①の隙間からの廃液の滴下速度が増加し、固化セル漏えい液受皿集液ポットに到達しはじめたものと推定される。（補足；液位が30 mmに到達するまではトレンドで確認できない。）（【7】、【8】）負圧が浅くなったことなどの影響により約92 mL/分の滴下速度（③の場合の約8倍の速度）で約23 Lの液が漏えいしたものと推定される。この際、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漏えい液受皿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。

※エアリフトの浸液率が低下すると移送量が減少し、浸液率が上昇すると移送量が上昇する。

⑧シール水の復旧作業が終了したので、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の隙間からの滴下は継続した。（【9】、【10】、【11】、【12】）但し、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。

- ⑨閉止フランジボルトを増し締めしたことにより、隙間がなくなり固化セルへの漏えいは停止した。（【13】、【14】）
- ⑩エアリフトのパージ空気流量を所定の流量に復旧したことにより、供給槽Aの液量減少は停止した。（【15】）

8. 3 組織要因

8. 1 節に示した高レベル廃液の滴下事象が、発生した直接原因の他に閉止フランジからの廃液の滴下を発見するまでに時間を要したことに対する以下の問題点を抽出し組織要因の分析を実施した。（添付資料－10参照）

- ①供給槽Aの液位低下を高レベル廃液の移送によるものとは考えていなかった。
- ②固化セル漏えい液受皿の液位上昇及び温度上昇を高レベル廃液の流入によるものとは考えていなかった。
- ③エアリフトのパージ空気量が通常（約20L/h）よりも大きい流量（約65L/h）になっていたとは考えていなかった。

分析の結果、以下のことが組織要因として抽出された。

- ①供給槽Aの液量の値を定期的に記録しているものの、トレンドにより長期的な変動を確認するルールがなかった。
- ②供給槽Aの液量低下並びに漏えい液受皿の液位上昇及び液温上昇が確認されたが、通常とは異なる運転情報の判断に対して、組織的に検討していなかった。
- ③高レベル廃液ガラス固化建屋に特異なエアリフトにおいてパージ空気量が通常値よりも大きくなっているとは考えておらず、エアリフトのパージ方法の管理に対する認識が薄かった。

9. 再発防止対策

8. 1 節の事象発生 の推定原因を受け、以下の再発防止対策を実施する。

(1) エアリフトのパージ空気流量の変動防止

エアリフトのパージ空気流量が大きくなったことについては、原因の特定ができなかったが、想定される流量変動の発生原因に対する対策を図ることにより同様の事象の発生防止等を図る。

具体的には、以下の対策を行う。

①流量調整弁の磨耗、部品の欠落、異物による流量変動

偶発的な事象を防止することが困難であることから、偶発的に流量が変動した場合に早期に発見できるように流量計の指示値を定期的に監視することを手順化する。

②作業員が偶然接触したことによる流量変動

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。

供給槽Aと同様にエアリフトにパージ空気を流している設備を対象として、供給液槽A、供給槽B及び供給液槽Bに対して水平展開を図ることとする。

(2) 閉止フランジの取付け方法の見直し

金属製のガスケットを再使用したためにシール機能が確保できなかったことに対する対策として、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、万一の場合を考えガスケット再使用の禁止等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。

他建屋ではセル内において閉止フランジを使用している箇所はない。

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。

更に、8. 3節の組織要因の分析結果に対し、以下の対策を実施する。

(3) 重要な槽の液量変化監視ルールの強化

供給槽Aのような、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（高レベル廃液ガラス固化建屋では、高レベル濃縮廃液貯槽、高レベル廃液混合槽などが該当する）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。

(4) 通常とは異なる運転状態が発生した際の対応方法の改善

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は、注意報の発報等により液位上昇が確認された際の対応方法に対して改善を図る。

具体的には、漏えい液受皿の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。

(5) エアリフトのパージ空気流量管理方法の改善

エアリフトのパージ空気流量の管理方法として、当該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とともに、適正なパージ空気流量を現場のパージ空気流量計に見やすく掲示する。

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の総合的な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、I T V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。

10. 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。

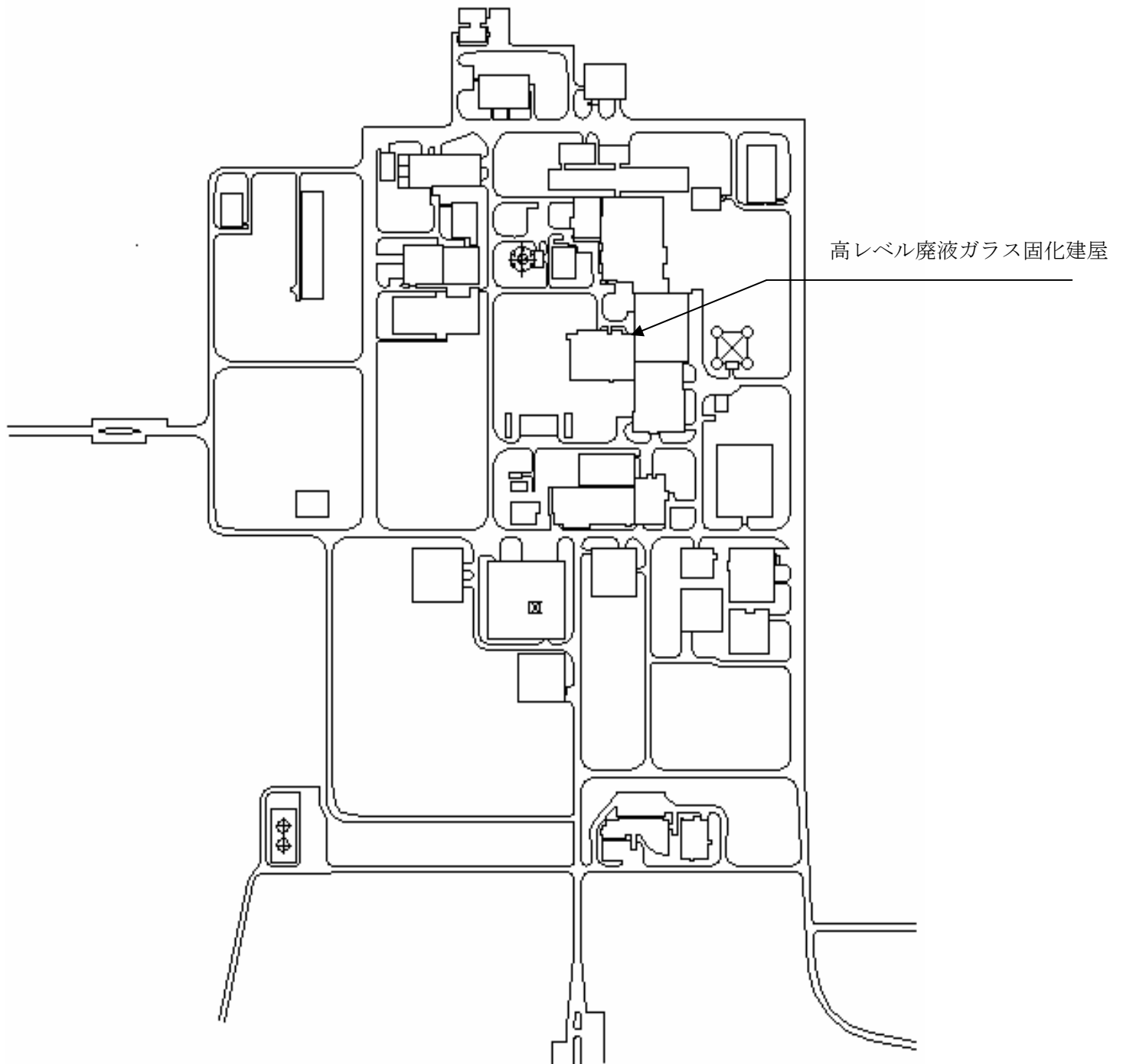
- ・ 9章 再発防止対策のうち恒久対策以外の対策
- ・ トレイの清掃

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。

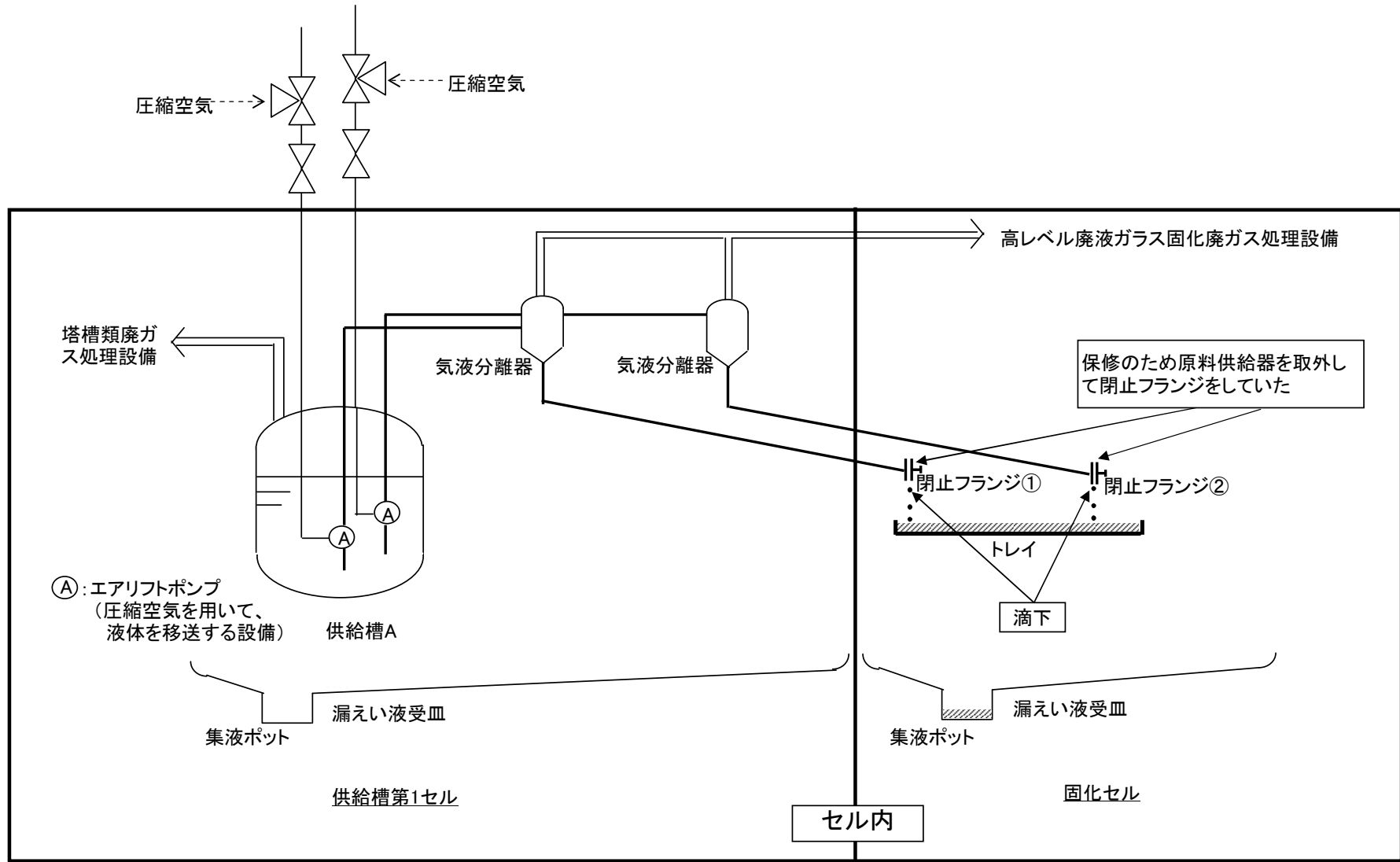
11. 今後の対応について

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



構内配置図



滴下箇所概要図

時系列

2008年

12月16日

8時59分
～ 11時51分

高レベル廃液供給配管のフランジ部のガスケット取外しを実施

13時30分
～ 21時50分

固化セルパワーマニプレータにより閉止フランジ①及び閉止フランジ②取り付け及び遠隔ボルト締め付け作業を実施

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

9時52分

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53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

11時30分頃

固化セル漏えい液受皿温度（集液ポットの温度）が上昇を開始

11時45分頃

固化セル漏えい液受血液位B（集液ポットの液位）が上昇を開始

1月17日

19時04分
～ 19時15分

固化セル漏えい液受血液位A高注意報発報、回復を繰り返した。

19時頃

ガラス固化課長は、計装保修課へ液位計の点検を依頼

- 1 9 時 2 4 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 A 高警報発報を確認
- 1 9 時 3 4 分 I T V 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
- 2 0 時 0 2 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 B 高警報発報を確認
- 2 2 時 0 5 分 計装保修課員は、計器の 0 点確認を行い液位 B 高警報については復旧し、A、B 系とも計器が故障していないことを確認したが、導圧配管の詰まりの兆候が見られることを確認し、作業を終了することを当直長、ガラス固化課員及び計装保修課長へ連絡

1 月 1 8 日

- 1 時 2 1 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 B 高警報発報を確認
- 1 時 4 8 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 B 高警報が自然復旧したことを確認
- 3 時 2 9 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 B 高警報発報を確認
- 1 3 時 5 4 分 当直員が、固化セル漏えい液受血液位 A 高警報が復旧したことを確認

1 月 1 9 日

- 5 時 1 9 分 当直員は、統括当直長の指示により固化セル漏えい液受血液位計導圧配管のパージ流量を最大としたが、固化セル漏えい液受血液位計に変化がないことからパージ流量を通常へ復旧
- 6 時 4 0 分 遠隔操作員は、I T V カメラにて固化セル漏えい液受皿の液位が液位高警報レベルまで上昇していないことを確認し、当直長へ報告
- 1 4 時 3 1 分 計装保修課は、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

1月20日

14時30分頃

ガラス固化課長から固化セル漏えい液受皿内溶液のサンプリング作業を統括当直長へ指示

1月21日

3時47分

固化セル漏えい液受皿の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

13時16分

当直員は、サンプリングにより回収した試料の気送を開始

14時00分頃

当直員は、回収した試料の気送作業を一時中断

14時30分頃

当直員は、固化セル漏えい液受血液位A、Bの液位指示値上昇を確認し当直長へ報告

15時20分

当直員は、固化セル漏えい液受血液位B高警報発報を確認し、当直長及びガラス固化課員へ報告
ガラス固化課長は、警報発報の頻発を受け、計器故障を疑い計装保修課へ計器復旧依頼についてガラス固化課員へ指示
ガラス固化課員は、計装保修課へ計器の復旧を指示

15時24分

当直員は、固化セル漏えい液受血液位A高警報発報を確認し、当直長及びガラス固化課員へ報告
当直長は、遠隔操作員へI T Vカメラにて固化セル漏えい液受皿の状態観察を指示

15時25分

遠隔操作員は、I T Vカメラにて固化セル漏えい液受皿の状態を観察し、1月17日の確認状況と変わらないことを当直長へ報告
当直長は、統括当直長へ同様に報告し、1月17日の確認状況と変わらないことから漏えいではないと判断

15時43分

当直員が、固化セル漏えい液受血液位B高警報が自然復旧したことを確認

16時48分

当直員が、固化セル漏えい液受血液位A高警報が自然復旧したことを確認

17時24分 ～ 17時30分	計装保修課員は、固化セル漏えい液受血液位計A、B詰まり除去を実施
	分析課よりガラス固化課に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 <ul style="list-style-type: none"> ・ Na : 73 g / L ・ H⁺ : 0.85 mol / L ・ γ : 2.0 × 10⁻¹⁰ Bq / mL
18時35分頃	固化セルパワーマニプレータ ITV カメラで廃液供給配管の閉止フランジ①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)
19時45分	純水供給用ラインバルブ、エアリフト駆動用圧縮空気ラインバルブを確認
20時01分 ～ 20時10分	閉止フランジのボルトの増し締めを実施
20時15分	主排気筒モニタ、建屋内のエリアモニタ、ダストモニタ、モニタリングポスト及びモニタリングステーションの指示値に異常なしを確認
20時42分	閉止フランジボルトの増し締め完了後の閉止フランジ①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②からの滴下を確認 (1分に1滴)
21時02分 ～ 21時22分	もう一方の閉止フランジのボルトの増し締めを実施

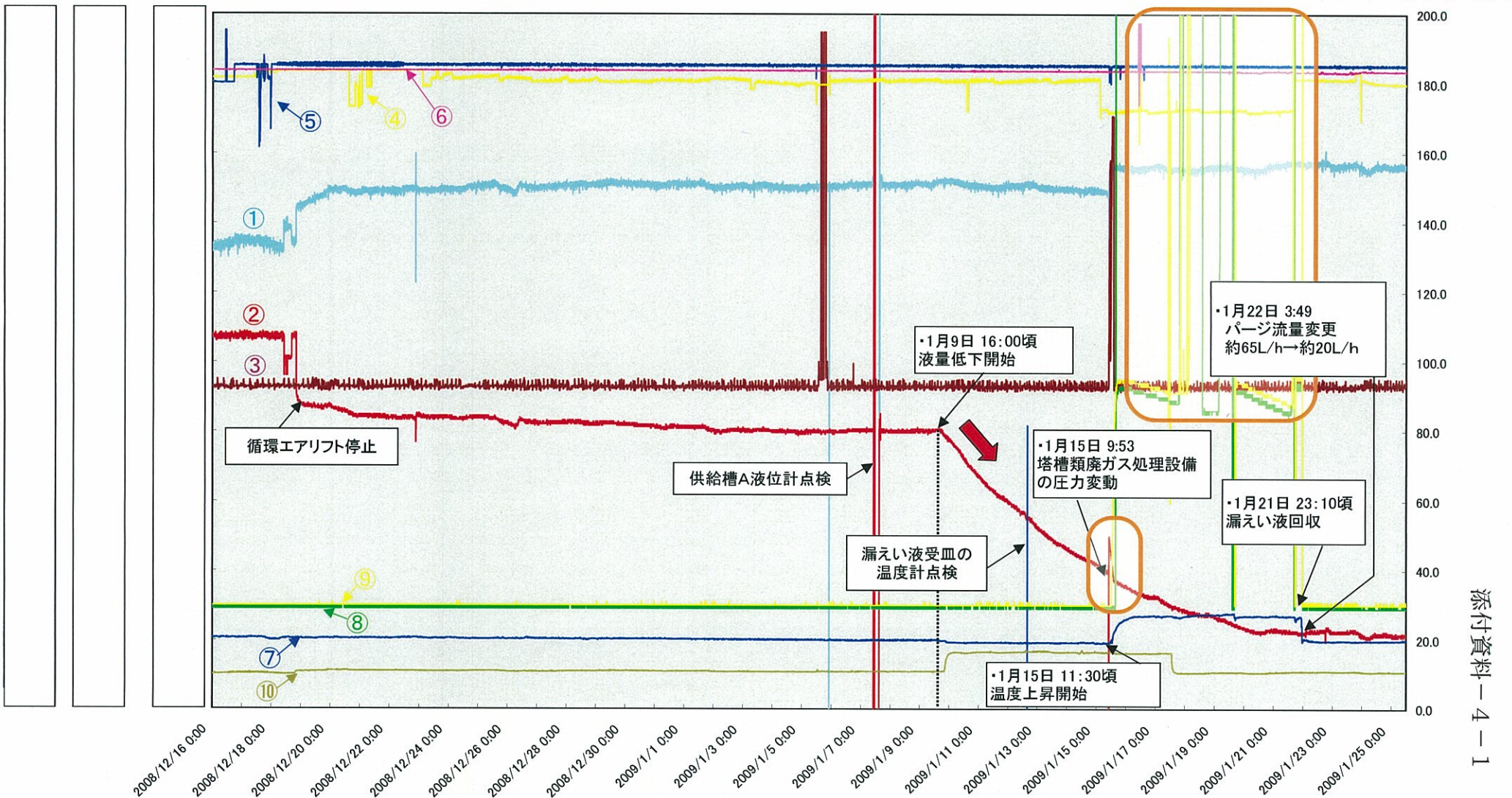
2 1 時 5 2 分	もう一方の閉止フランジのボルトの増し締め完了後のフランジ②の滴下監視を実施し、滴下が停止したことを確認
2 2 時 2 0 分 ～ 2 2 時 3 5 分	漏えい液受皿に希釈水の注入作業を実施した
2 3 時 1 0 分	漏えい受皿集液ポット内の液体の回収を実施（固化セル漏えい液受皿の液位高警報 復旧を確認し、液位 3 0 m m（測定下限値未満）未満を確認） （ I T V カメラで観察した結果、底部に少量の残液を確認）
2 3 時 3 4 分	その他類似のトレイの状況を I T V カメラにて確認し、閉止フランジからの滴下が無いことを確認
1 月 2 2 日 ～ 0 時 0 5 分 3 時 4 9 分	供給槽 A のエアリフトパージ流量が通常より高い約 6 5 L / h であることを確認し、約 6 5 L / h から約 2 0 L / h へ変更 他の供給槽のエアリフトのパージ流量が約 2 0 L / h であることを確認
9 時 0 0 分	B 情報として国、県、村へ第 1 報 F A X 発信

供給槽液量・固化セル漏えい液受血液位等の推移

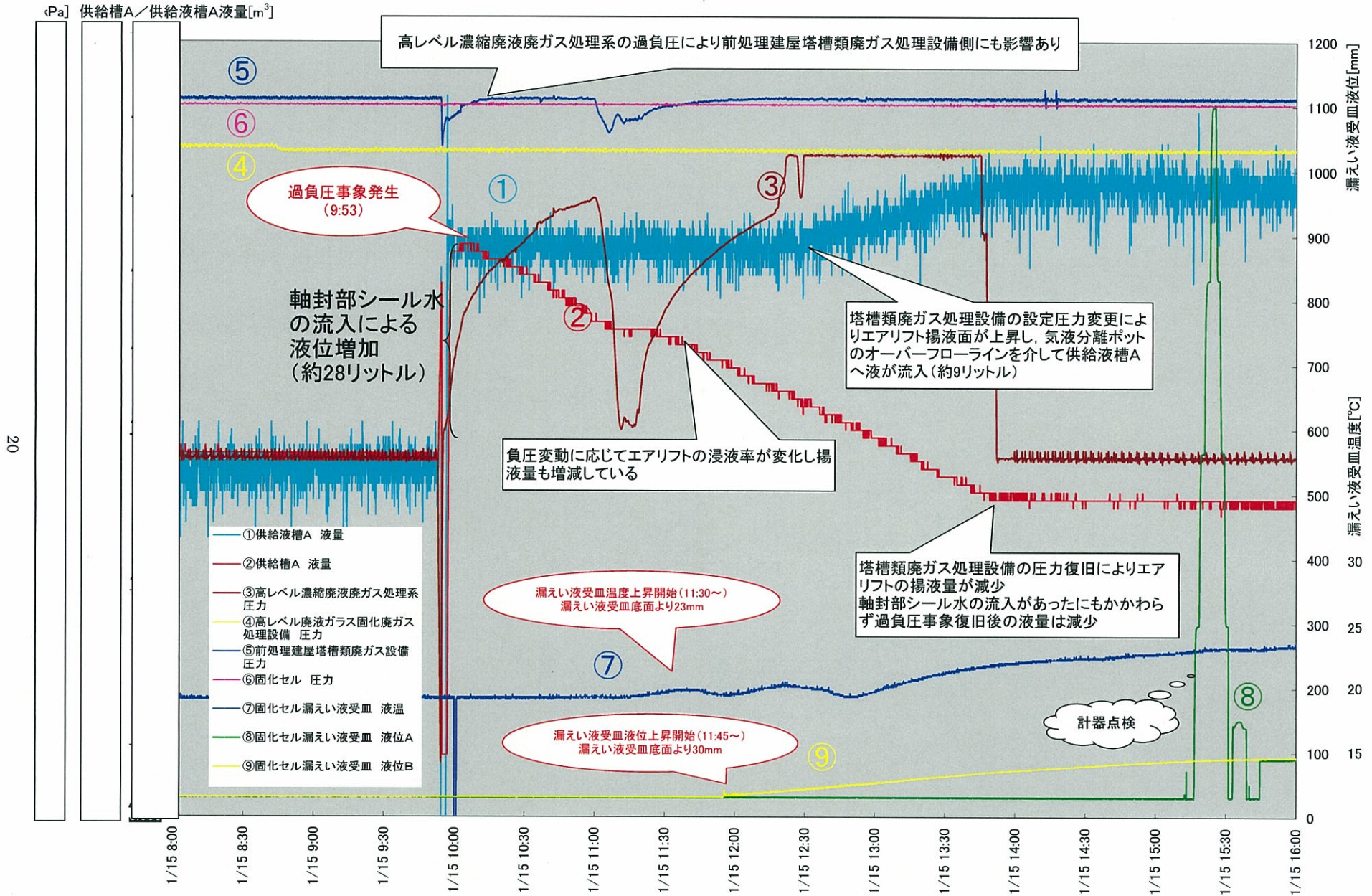
- ①供給液槽A 液量
- ②供給槽A 液量
- ③高レベル濃縮廃液廃ガス処理系 圧力
- ④高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備 圧力
- ⑤前処理建屋塔槽類廃ガス設備 圧力
- ⑥固化セル 圧力
- ⑦固化セル漏えい液受皿 液温
- ⑧固化セル漏えい液受皿 液位A
- ⑨固化セル漏えい液受皿 液位B
- ⑩供給液槽A凝縮器 廃ガス温度

圧力[kPa] 供給槽A／供給液槽A液量[m³]

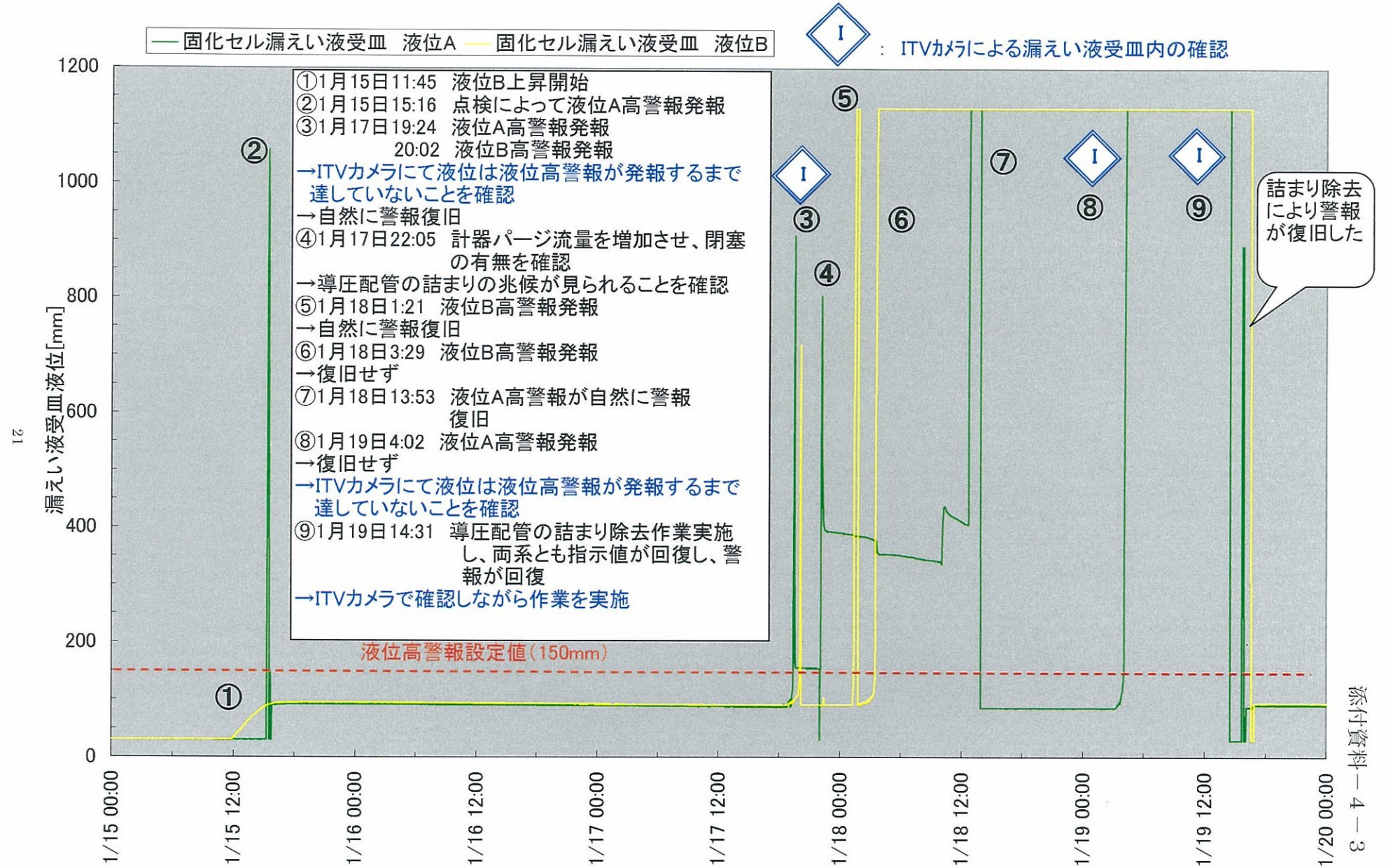
漏えい液受血液位[mm]／温度[°C]



過負圧事象発生時の供給槽A・漏えい液受血液量等の挙動



固化セル漏えい液受皿の液位の推移

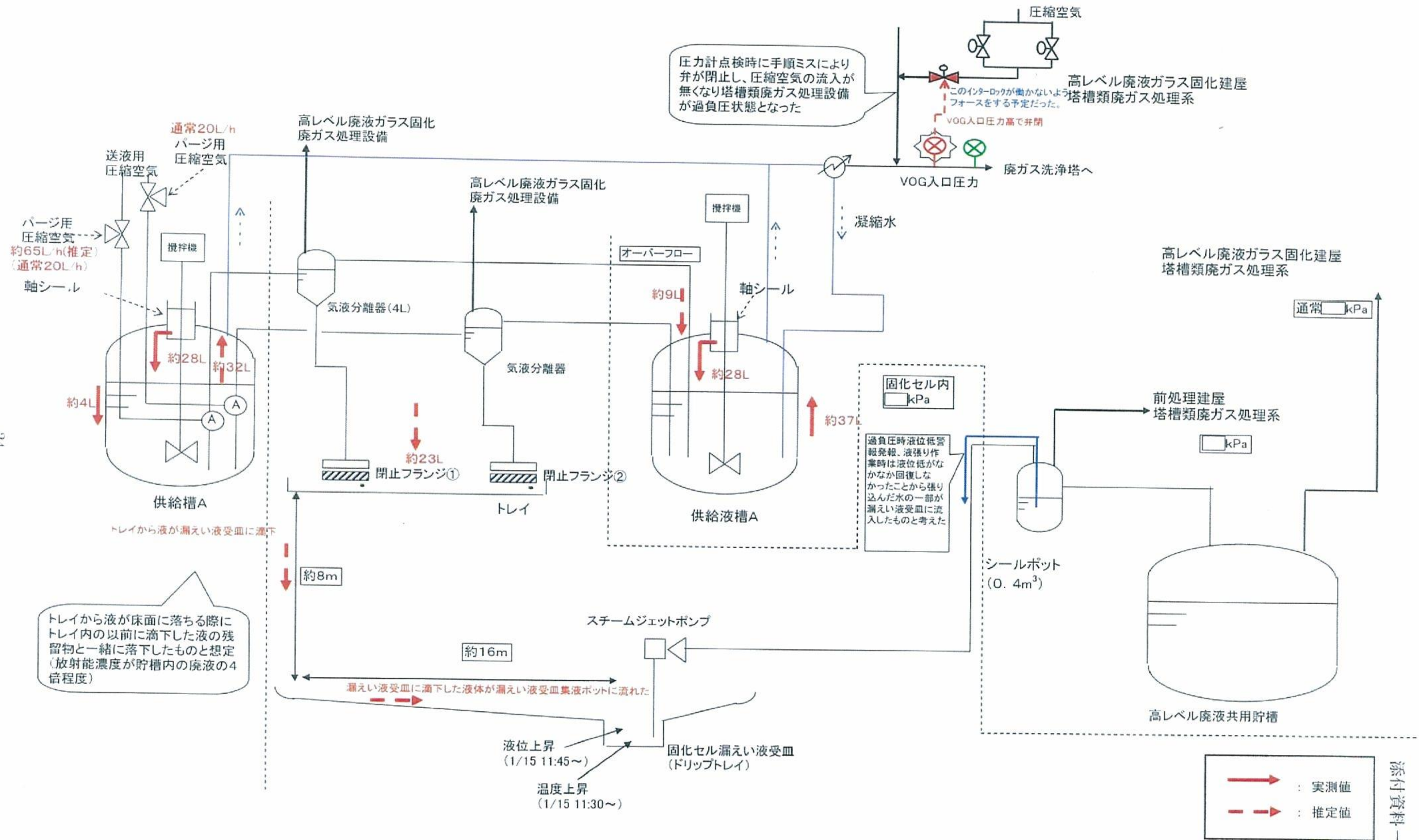


漏えい液受皿内の回収した廃液と供給槽 A の濃度比較

項目	漏えい液受皿			供給槽 A ※1 (②)	濃度比 ※2 (①/②)
	分析値 1回目	分析値 2回目	平均値 (①)		
Cs ¹³⁷ [Bq/mL]	1.6 × 10 ¹⁰	1.6 × 10 ¹⁰	1.6 × 10 ¹⁰	3.6 × 10 ⁹	4.4
Cs ¹³⁴ [Bq/mL]	8.2 × 10 ⁸	8.1 × 10 ⁸	8.2 × 10 ⁸	2.1 × 10 ⁸	3.9
Eu ¹⁵⁴ [Bq/mL]	4.9 × 10 ⁸	5.2 × 10 ⁸	5.1 × 10 ⁸	1.2 × 10 ⁸	4.3
Na [g/L]	73	75	74	23	3.2
密度 (g/cm ³)	1.5	1.5	1.5	1.2	—
				平均濃度比	4.0

※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を示す。

※2：単位は[－]とする。



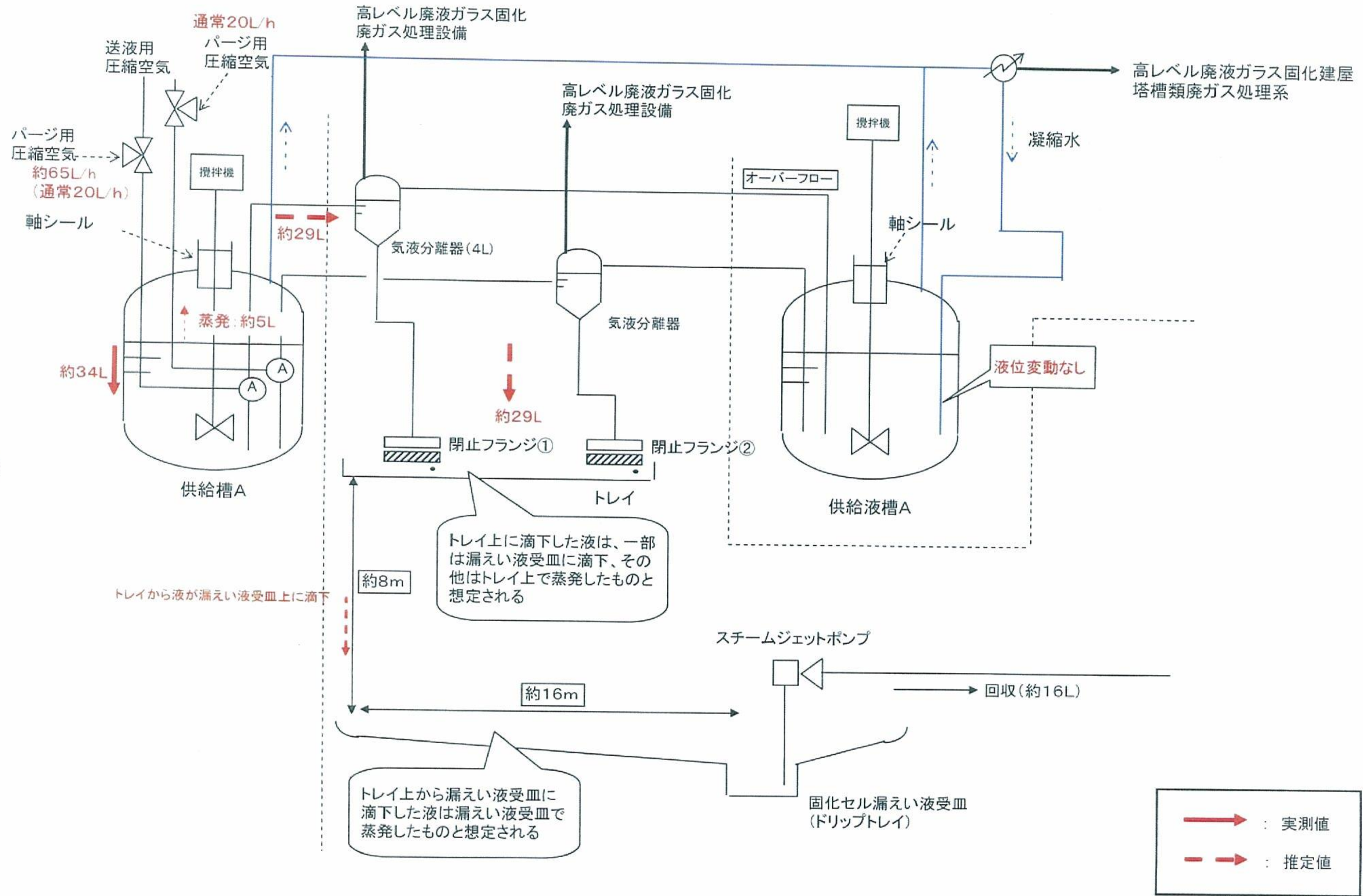
トレイから液が床面に落ちる際に
トレイ内の以前に滴下した液の残
留物と一緒に落下したものと想定
(放射能濃度が貯槽内の廃液の4
倍程度)

圧力計点検時に手順ミスにより
弁が閉止し、圧縮空気の流入が
無くなり塔槽類廃ガス処理設備
が過負圧状態となった

過負圧時液位低警
報発報、液張り作
業時は液位低がな
かなか回復しな
かったことから張り
込んだ水の一部分
が漏れ液受皿に流
入したものと考えた

→ : 実測値
- - - : 推定値

液収支(負圧変動復旧(1月15日))



液収支(負圧変動復旧以降(1月15日~))

固化セル内の閉止フランジからの滴下事象に係る要因分析図

【事象】	【要因0】	【要因1】	【要因2】	【要因3】	【要因4】	【要因5】	【確認結果】	【評価結果】								
固化セル内の閉止フランジから高レベル廃液の滴下	閉止フランジまで液体が移送された	供給槽の廃液が気液分離器Aに移送された	塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動が発生し、廃液が移送された	誤操作により過負圧となり復帰する際に液位変動が発生した。	通常の流量(約10~200/h以下)以上流れていた。1月22日の現場確認時に、流量が650/hであることを確認	何らかの原因により流量が変動した。(調整弁に触れてしまった等)	1月15日廃ガス洗浄塔の入口圧力計点検時に負圧を維持するため、SA74からの供給を停止させるインターロックが働かないようフォース(リフト内の一時的なインターロックの除外)を実施する予定であったが、フォースを行わずに計器隔離を行ったため、インターロックが働かずSA74からの供給が停止し過負圧状態になった。これを復帰する際に供給槽の液位変動が発生し、エアリフト配管内の液位が一時的に上昇し、気液分離器に移送された。	○	要因である可能性が高い							
							バージ用空気により液移送された	通常の流量(約10~200/h以下)以上流れていた。1月22日の現場確認時に、流量が650/hであることを確認	振動による流量調整弁の緩みにより流量が増加した。	バージ用空気量が通常の流量よりも大きな流量で流れた場合に槽内の液が移送される可能性についてモックアップ試験等により評価を行い、約650/hのバージ用空気量で槽内の液が移送される可能性があることを確認した。	○	要因である可能性が高い				
							振動による流量調整弁の緩みにより流量が増加した。	振動による流量調整弁の緩みを想定し、振動状況を確認したが、有意な振動の発生がないことを確認した。	×	要因である可能性はない。						
							流量計内の異物により流量が変動した。	流量計内の異物の付着状況を確認したところ、フローによりウェスに湿り気のある付着物は認められたが、詰まりの原因となるような固形物はないことを確認した。	△	湿り気のある付着物が確認されたことから、系統内に異物がある可能性を否定できない。						
							流量調整弁の磨耗、部品の欠落により流量が変動した。	流量調整弁の磨耗、部品の欠落を調査し、磨耗、部品の欠落がないことを確認した。	×	要因である可能性はない。						
							圧縮空気供給圧力の変動により流量が変動した。	圧縮空気供給圧力の過去データを確認し、有意な圧力変動がないことを確認した。	×	要因である可能性はない。						
							人的要因により流量が変動した。	供給槽Aの液量減少が発生した日にバージ用空気量の流量計が設置されている場所に作業員が立入った実績が確認された。	△	同作業員が実施した作業は当該流量計とは関係しないもの、その近傍であったことから、接触し流量が増加した可能性がある。						
							バージ用空気流量計が指示値不良で、通常の流量以上流れていた。	バージ用空気流量計の点検を実施し異常がないことを確認した。(1月23日)	×	要因である可能性はない。						
							最初に設定した以降に流量調整を行った。	聞取調査にて、バージ用空気流量の調整を行っていないことを確認した。	×	要因である可能性はない。						
							バージ用空気が通常流量(約10~200/h)以下であっても液移送される。	他のエアリフトの状況から通常の流量以下であれば、液移送は行われないことを確認した。	×	要因である可能性はない。						
							シール水を張るため塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くしたため	エアリフトが、通常の圧力バランスより、揚液しやすい状態を作ってしまった。	○	収支から漏えい液受皿の増液とタイミングが一致しており、要因である可能性が高い						
							供給槽の廃液が気液分離器Bに移送された。	塔槽類廃ガス処理設備の負圧変動が発生し、廃液が移送された	誤操作により過負圧となり復帰する際に液位変動が発生した。	通常の流量(約10~200/h以下)以上流れていた。	エアリフトによる液移送操作を実施した	ログシートにて操作は行っていないことを確認した。尚、12月15日にエアリフトの隔離を行っており、現在に至るまで隔離解除されていないことを確認した。	×	操作は行われていないこと及び隔離されていることから、要因である可能性はない。		
												誤操作によりエアリフトを起動した。	ログシートにて操作は行っていないことを確認した。尚、12月15日にエアリフトの隔離を行っており、現在に至るまで隔離解除されていないことを確認した。	×	操作は行われていないこと及び隔離されていることから、要因である可能性はない。	
												空気供給用三方弁及び流量調整弁のシートリークにより空気が供給され液移送された。	空気供給用三方弁及び流量調整弁の点検を実施し異常がないことを確認した。(1月23日)	×	要因である可能性はない。	
												圧縮空気設備で流量が変動するような作業があった。	仮設のコンプレッサーを使用していたため圧縮空気設備の空気供給に影響を与えないことを確認した。	×	仮設のコンプレッサーを使用していたことから、要因である可能性はない。	
												その他の作業等で圧縮空気の使用により流量変動があった。	圧縮空気設備に影響を与える作業は、12月26日に蓋着脱装置Bの作動確認を実施しているが、当該装置の作動において圧縮空気設備供給圧力の変動は発生していないことを確認した。尚、その他の作業は行っていない。	×	その他の作業で圧力変動は発生していないことから、要因である可能性はない。	
												通常の移送空気により液移送された。	エアリフトによる液移送操作を実施した	ログシートにて操作は行っていないことを確認した。尚、12月15日にエアリフトの隔離を行っており、現在に至るまで隔離解除されていないことを確認した。	×	操作は行われていないこと及び隔離されていることから、要因である可能性はない。
												誤操作によりエアリフトを起動した。	ログシートにて操作は行っていないことを確認した。尚、12月15日にエアリフトの隔離を行っており、現在に至るまで隔離解除されていないことを確認した。	×	操作は行われていないこと及び隔離されていることから、要因である可能性はない。	
												空気供給用三方弁及び流量調整弁のシートリークにより空気が供給され液移送された。	空気供給用三方弁及び流量調整弁の点検を実施し異常がないことを確認した。(1月28日)	×	要因である可能性はない。	
												圧縮空気設備で流量が変動するような作業があった。	仮設のコンプレッサーを使用していたため圧縮空気設備の空気供給に影響を与えないことを確認した。	×	仮設のコンプレッサーを使用していたことから、要因である可能性はない。	
その他の作業等で圧縮空気の使用により流量変動があった。	圧縮空気設備に影響を与える作業は、12月26日に蓋着脱装置Bの作動確認を実施しているが、当該装置の作動において圧縮空気設備供給圧力の変動は発生していないことを確認した。尚、その他の作業は行っていない。	×	その他の作業で圧力変動は発生していないことから、要因である可能性はない。													
純水供給ライン等から流入する。	配管内の残留水をサンプリングし分析した結果、高レベル廃液と同等のレベルの放射能濃度であることを確認した。	×	要因である可能性はない。													
MOG設備の負圧変動によりシール水が流入する。	配管内の残留水をサンプリングし分析した結果、高レベル廃液と同等のレベルの放射能濃度であることを確認した。	×	要因である可能性はない。													
閉止フランジで廃液の滴下を防止できなかった。			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変換気との縁切り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ものではなかった。	○	要因である可能性が高い。											

高レベル廃液滴下事象に関するエアリフト揚液確認試験

1. 目的

高レベル廃液ガラス固化建屋（KA 建屋）における高レベル廃液滴下事象に関連し、エアリフトへの圧縮空気流量の変化による揚液の程度を確認するため、モックアップ試験を実施した。

2. 試験装置

当社技術開発研究所内において、エアリフト移送配管の寸法・配置を模擬した試験装置を設置した（図-1）。

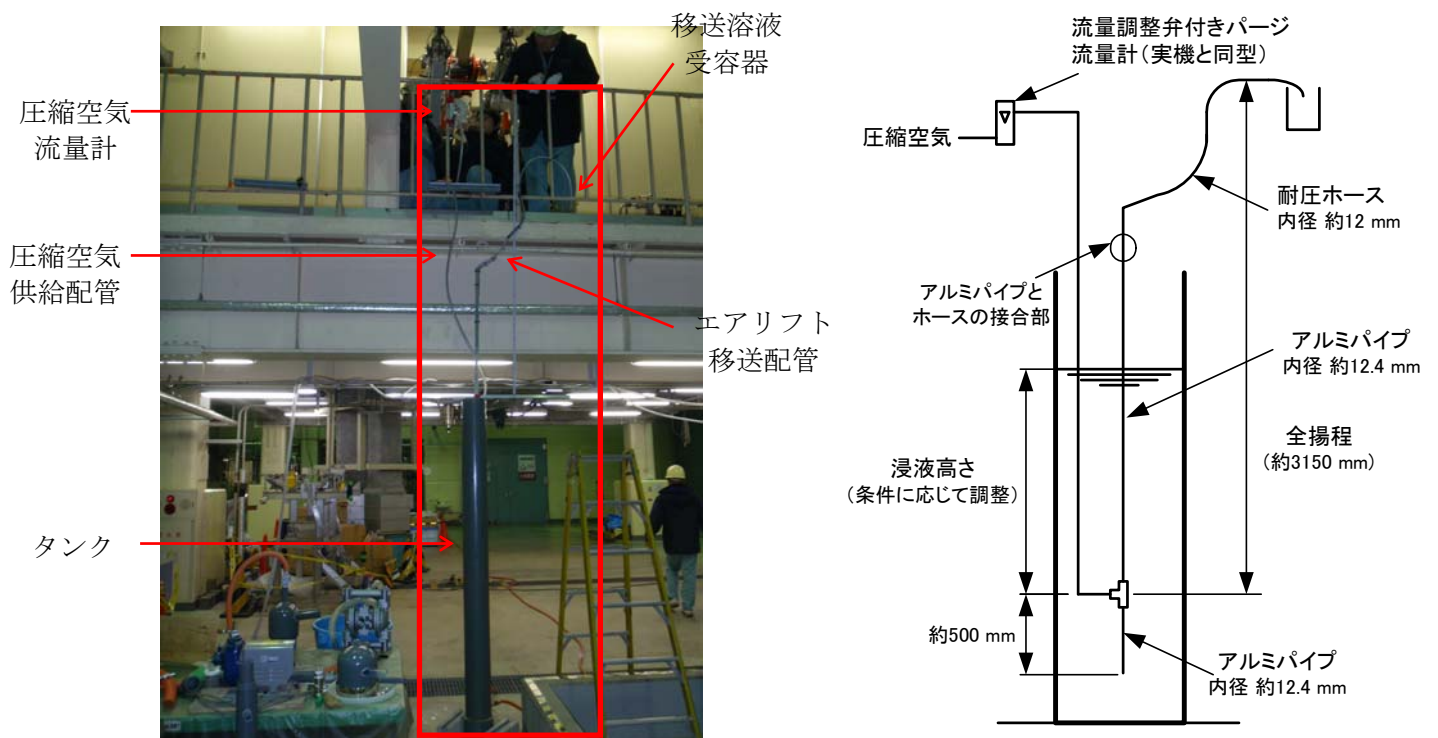


図-1 エアリフトモックアップ装置の概要

3. 試験条件

高レベル廃液滴下事象時における貯槽液位及び圧力バランス（プロセスデータ参照）から、浸液高さを3通り設定した（表-1）。また、圧縮空気の供給流量をそれぞれ3通り設定し（表-2）、以下のとおりデータを採取した

- 1) 各浸液高さに対して、エアリフトにより溶液が移送され始める圧縮空気流量を求めた。
- 2) エアリフトにより溶液が移送される場合における 10 分間の揚液量を測定し、移送流量を算出した。

表-1 浸液高さの条件

条件	①	②	③
浸液高さ (mm)	1200	1500	1000
浸液率 (-)	0.38	0.48	0.32

- ①：供給槽 A の液位低下発生直後（2009/1/9 16:00 頃）を想定
 ②：塔槽類廃ガス処理設備（以下「VOG」という。）圧力計設備点検に伴う過負圧事象後の復旧時（2009/1/15 13:00 頃）を想定

- ③：パージ空気流量の変更時（2009/1/23 3:49）を想定

浸液高さ(mm) = 液位 - (貯槽負圧と高レベル廃液ガラス固化建屋廃ガス処理設備負圧の圧力差に相当する水柱高さ)^{(*)1} - 600^{(*)2}

浸液率(-) = 浸液高さ / 全揚程

(*)1 条件①③については、プロセスデータから圧力差は約 4 kPa であるから、水柱高さは約 400 mm となる。
 条件②については、圧力差がほとんどないことから、水柱高さは 0 mm とする。

(*)2 実機におけるエアリフト圧縮空気供給点から貯槽下端までの高さ

表-2 圧縮空気の条件

No.	流量 (L/h)	圧力 (MPa)	備考
1	20	0.39 ^{(*)3}	パージ流量の通常値
2	40		
3	65		事象発生時に確認されたパージ流量

(*)3 圧縮空気圧力は、実機と同条件

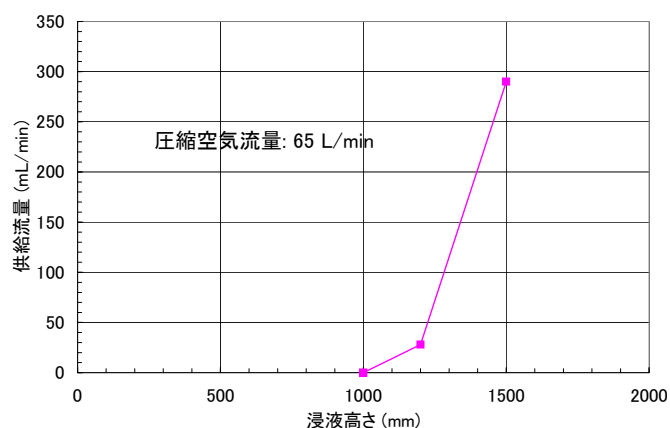
表-3 試験の条件

使用流体	水道水
室温	3 °C
湿度	53 %
水温	9 °C

4. 試験結果

試験結果を以下に示す。

条件	①		②		③	
浸液高さ (mm)	1200		1500		1000	
圧縮空気流量 (L/h)	揚液量 (mL)	移送流量 (mL/min)	揚液量 (mL)	移送流量 (mL/min)	揚液量 (mL)	移送流量 (mL/min)
20	0	-	0	-	0	-
40	0	-	0	-	0	-
65	280	28	2900	290	0	-
移送開始圧縮空気流量 (L/h)	65		45		80	

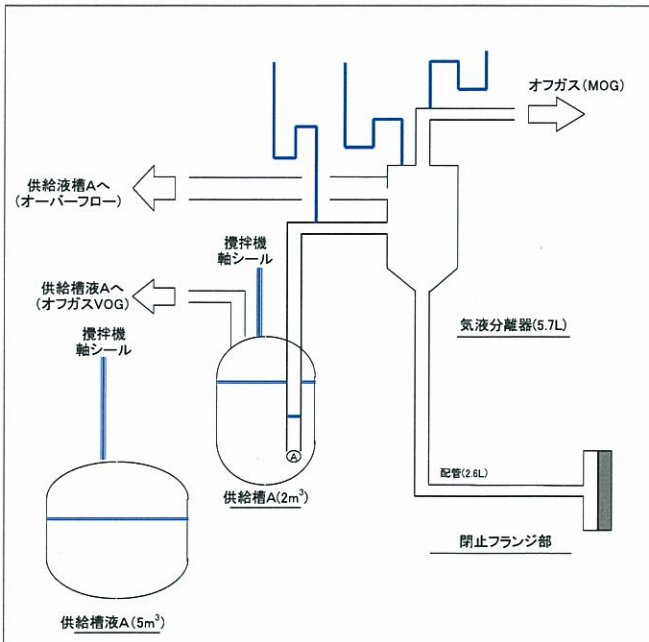


エアリフトへの圧縮空気流量を 65 L/h と設定すると、供給槽 A の液位低下発生直後を想定した条件①において約 28 mL/min、VOG 圧力計設備点検に伴う過負圧事象後の復旧時を想定した条件②において約 290 mL/min の移送流量が測定された。

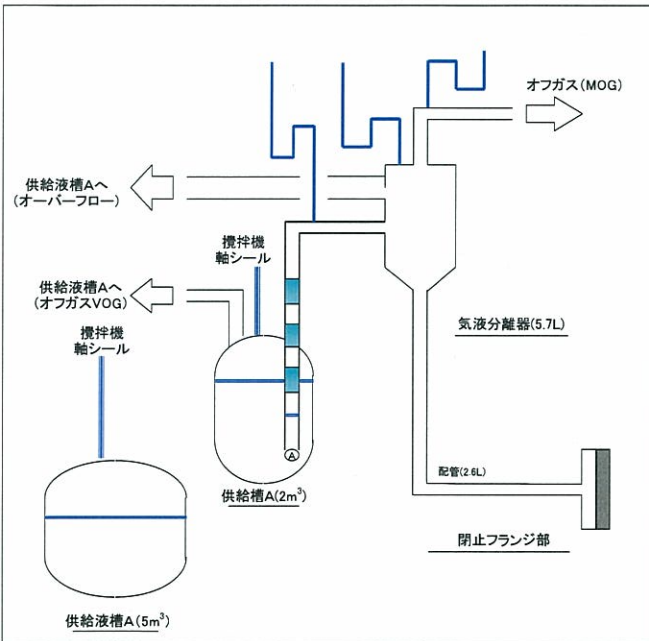
実機の条件とは溶液の温度、密度が異なるが、エアリフトによる揚液への影響は少ないため、本結果により実機においても圧縮空気流量約 65 L/h において溶液の移送がされていたものと考えられる。

以上

今回の事象において推定されるメカニズム



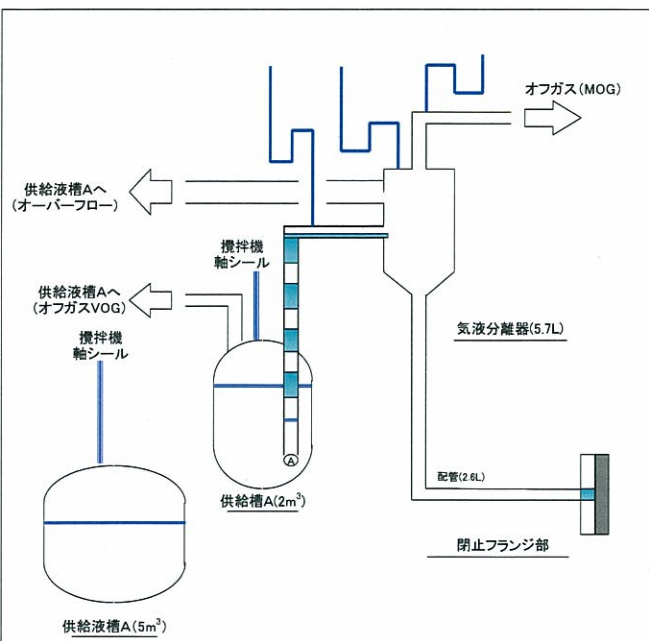
【0】
 事象発生前
 VOG kPa
 MOG kPa
 A/L; パージ側, 30L/h以下



【1】
 A/Lパージ流量の増加
 VOG kPa
 MOG kPa
 A/L; パージ側, 約65L/h *
 * ; 推定(1/21確認値より)

A/Lパージ流量の増加によりプラグ流が発生, ただし十分な空気流量ではないため, 気液分離器までは十分な揚液量はないが, 廃液がある程度気液分離器まで到達する可能性がある。

1/9頃の状態
 その1

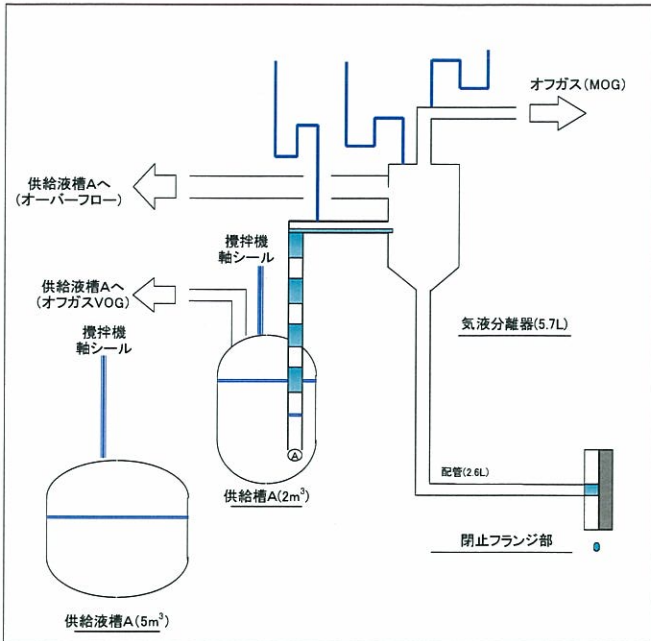


【2】
 廃液が閉止フランジ部に到達
 VOG kPa
 MOG kPa
 A/L; パージ側, 約65L/h *
 * ; 推定(1/21確認値より)

気液分離器まで到達した廃液は, 重力流により閉止フランジ部まで到達する。

1/9頃の状態
 その2

【本資料での記号説明】
 ・MOG; 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備
 ・VOG; 高レベル濃縮廃液廃ガス処理系
 ・A/L; エアリフト



【3】

漏れの起点

VOG kPa

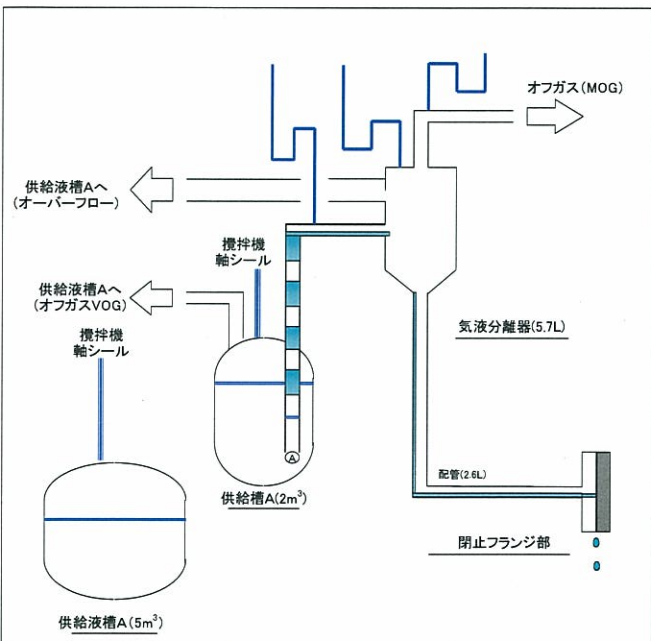
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定(1/21確認値より)

閉止フランジの隙間から廃液が漏れ出す。

1/9頃の状態
その3



【4】

供給槽A液位変化

VOG kPa

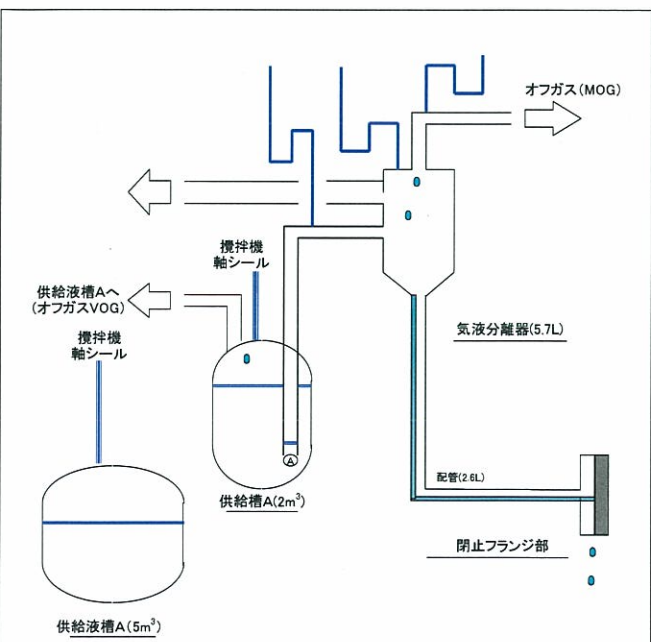
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定(1/21確認値より)

漏れ量より気液分離器到達量が多いため、配管にヘッドが立ち(圧力がかかる)漏れ量が増える。
また、供給槽Aの液位が変化した。

1/9~1/15の
状態



【5】

VOG過負圧事象

VOG 約 kPa

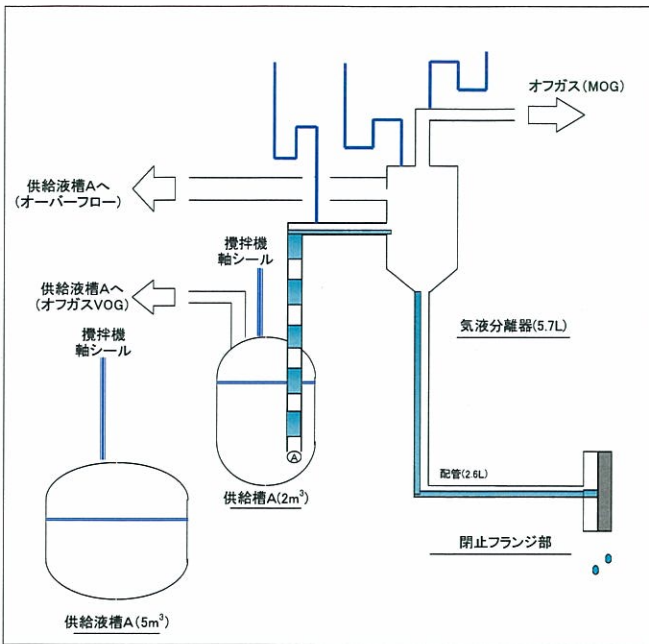
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定(1/21確認値より)

VOG過負圧事象が発生し、供給槽A等に、気液分離槽等にシール水が流入した。

1/15の状態

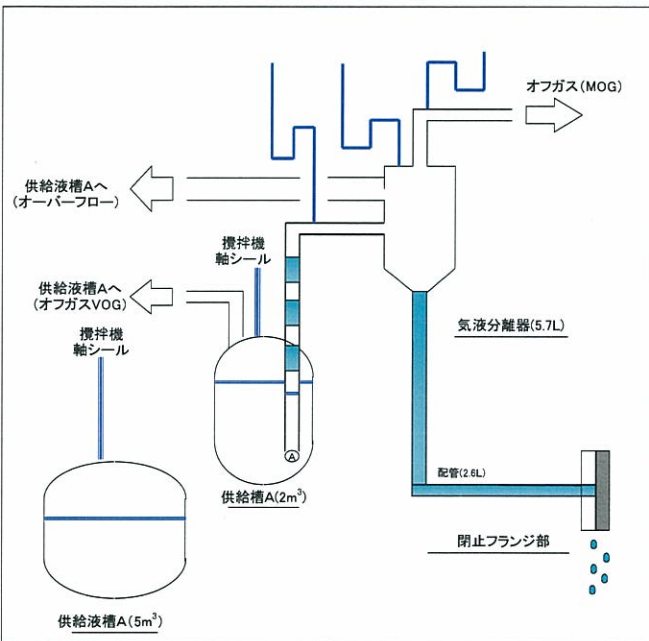


【6】
VOG過負圧事象の復旧
VOG kPa (最大)
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21確認値より)

負圧変動が復帰する際に供給槽の液位変動が発生し、エアリフト配管内の液位が一時的に上昇し、気液分離器に移送された。

1/15の状態



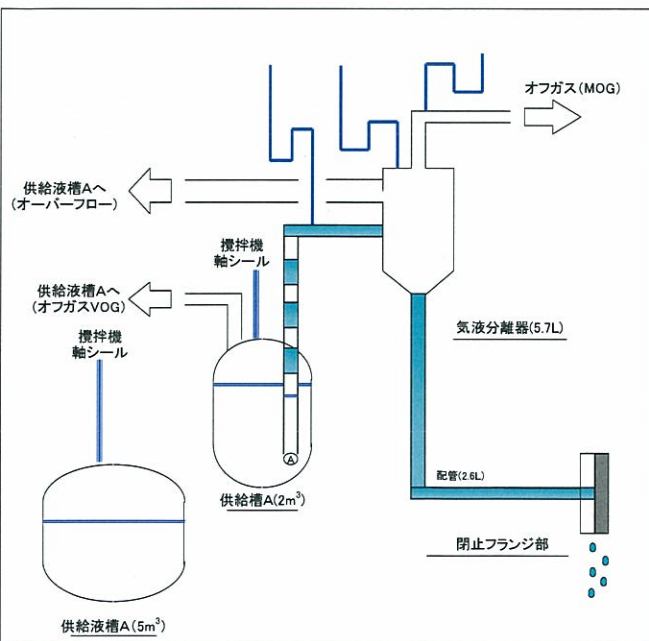
【7】
VOG過負圧事象の復旧
VOG kPa (最大)
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21確認値より)

VOG過負圧事象でシール水が流出し、シール水を張るため、VOGの負圧を浅くする。

VOGの負圧が浅くなったことにより、エアリフト液面が上昇する。それに伴い、浸液率も上昇し、エアリフト効果が発生しやすくなる。

1/15の状態

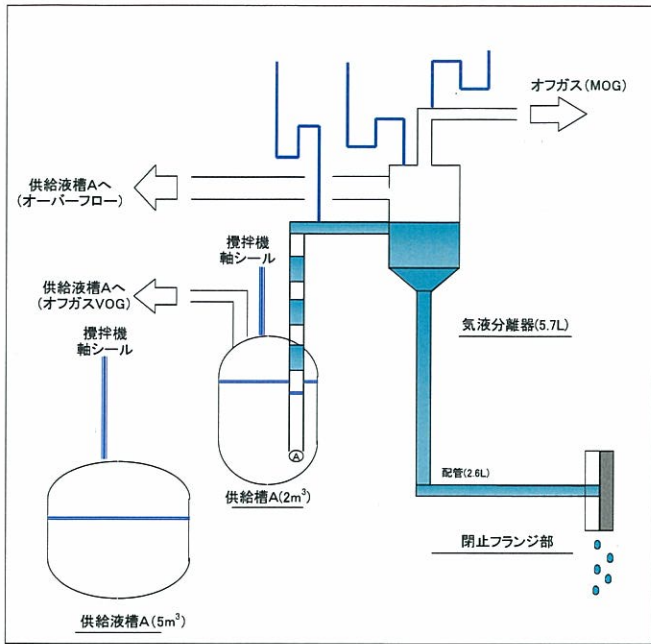


【8】
VOG過負圧事象の復旧
VOG kPa (最大)
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21確認値より)

プラグ流が気液分離器まで到達する。浸液率が上昇したことにより【2】より到達量は多い。

1/15の状態

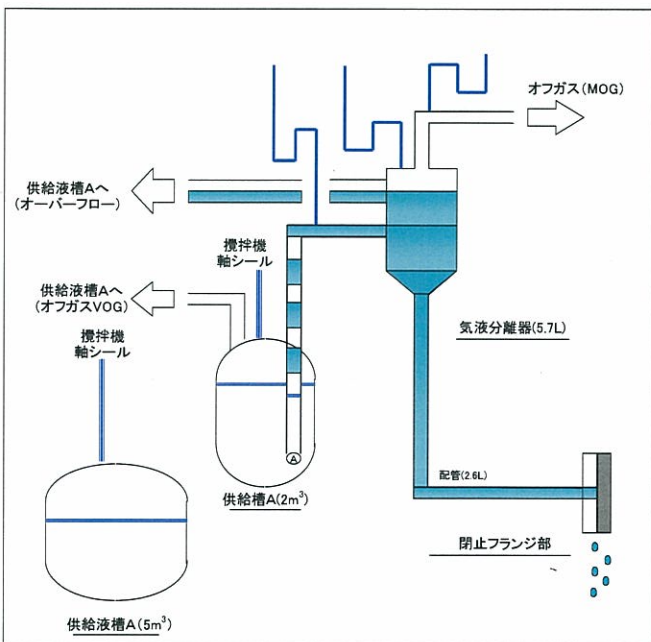


【9】
VOG過負圧事象の復旧
VOG kPa(最大)
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定(1/21確認値より)

気液分離器が廃液で満水になる。

1/15の状態



【10】
VOG過負圧事象の復旧
VOG kPa(最大)
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

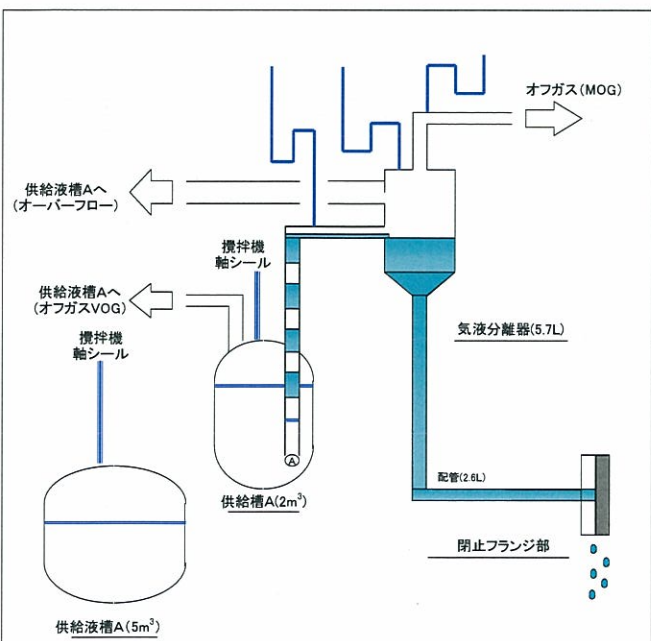
* ; 推定(1/21確認値より)

閉止フランジの隙間から廃液が一気に漏れ出す。その後、廃液が漏れい液受皿に除々に到達した。(補足; 漏れい液受皿の液位計は30mm以上から計測可能。)

・供給槽Aの減少分は、フランジ隙間からの漏れ、及び気液分離器オーバーフローにより供給液槽Aに流入。

1/15の状態

VOGの負圧の変動に応じて、供給液槽Aの減少量に変化が見られる。



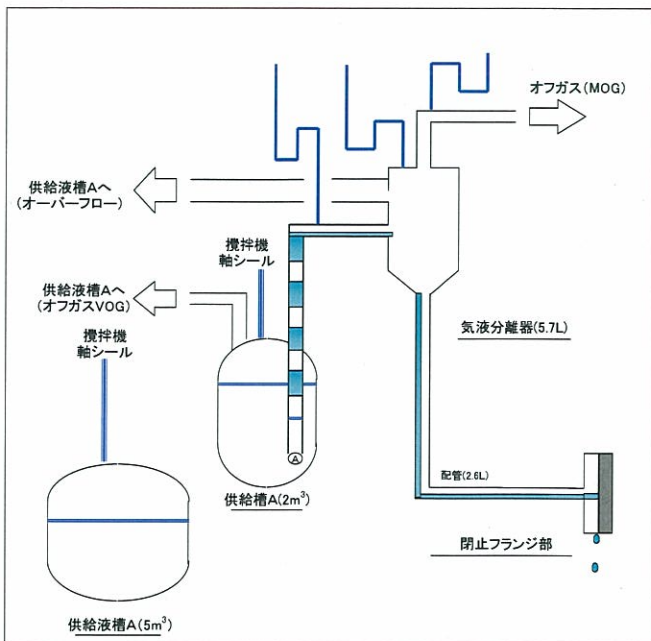
【11】
VOG負圧の復旧
VOG kPa
MOG kPa
A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定(1/21確認値より)

シール張りが完了したので、VOGの負圧を通常値に復旧する。エアリフトの液面が下がり、浸液率が下降したことにより【2】と同等の到達量となる。

補足) 漏れい液受皿の液位が増加後、安定する。

1/15の状態



【12】

【4】と同一状態

VOG kPa

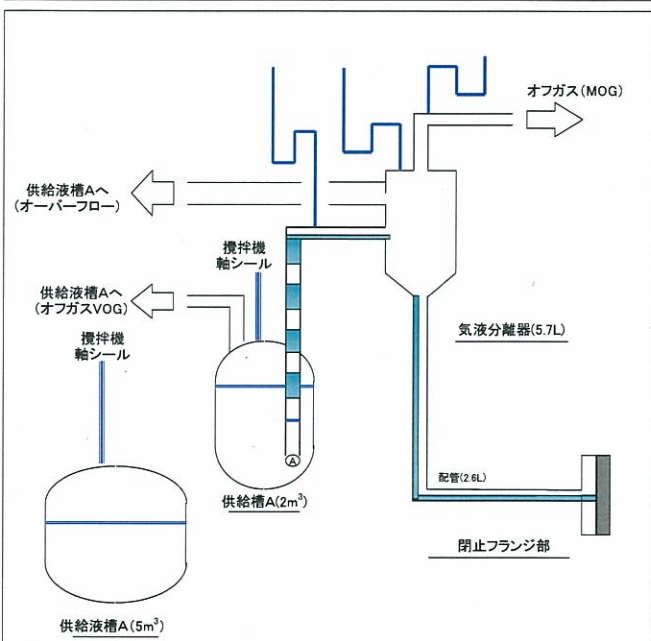
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21 確認値より)

【4】の状態に戻る。

1/15~1/21の
状態



【13】

閉止フランジの増し締め

VOG kPa

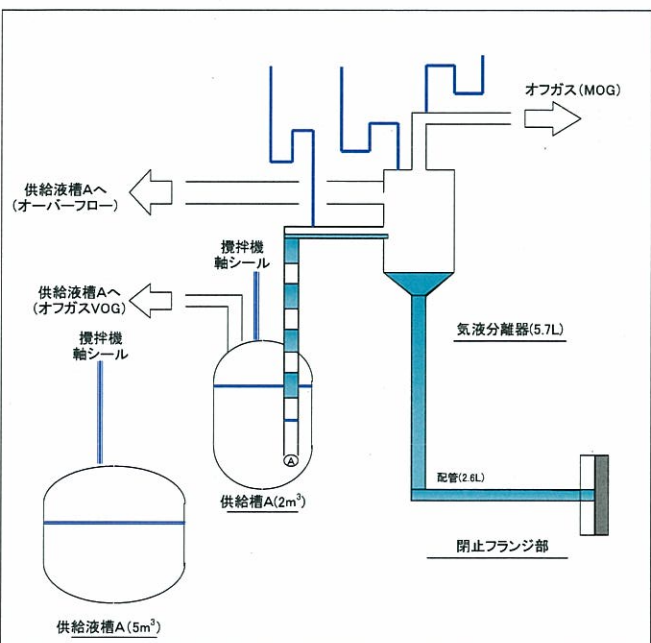
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21 確認値より)

ITVカメラで閉止フランジから漏れを確認する。

1/21の状態



【14】

閉止フランジの増し締め

VOG kPa

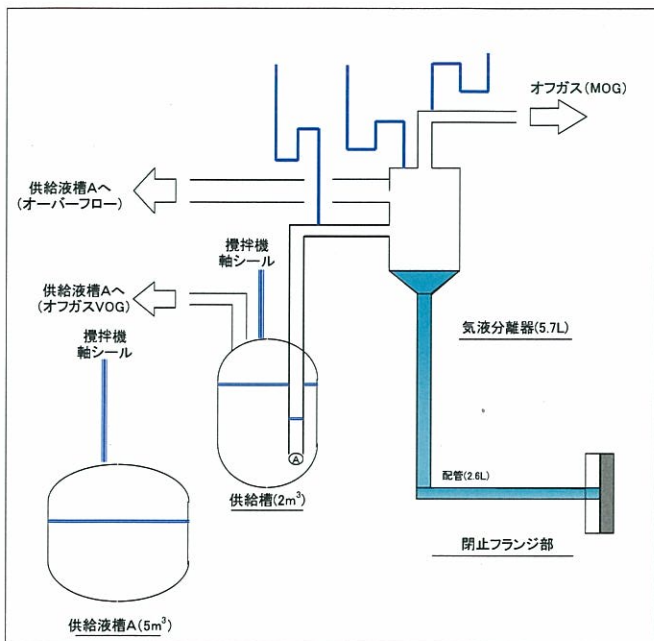
MOG kPa

A/L; パージ側, 約65L/h *

* ; 推定 (1/21 確認値より)

プラグ流は継続するため供給槽Aの液位減少は継続する。フランジからの漏れがなくなったので、供給層Aの液は気液分離器へ滞留する。

1/21の状態

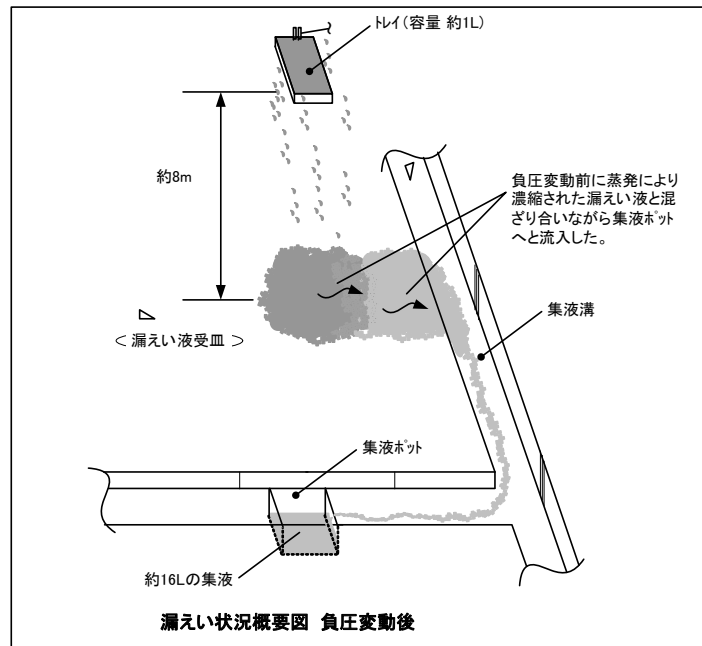
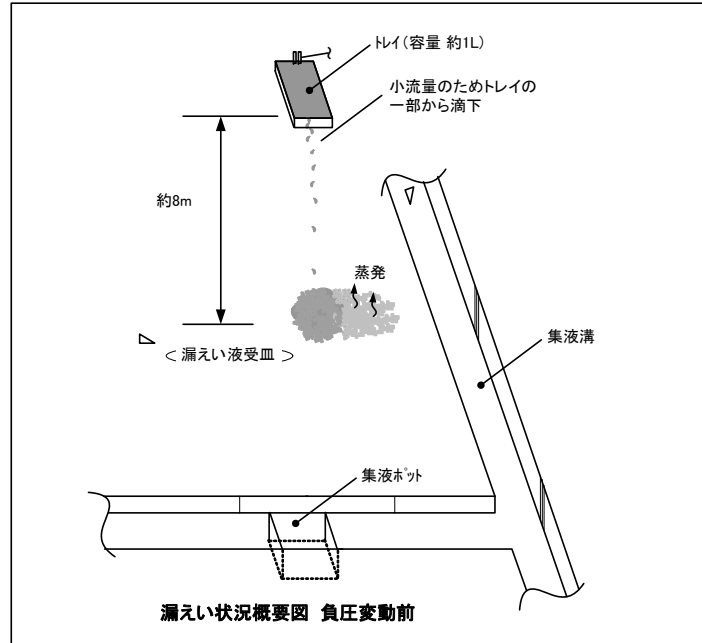


【15】
 パージ流量の調整
 VOG kPa
 MOG kPa
 A/L; パージ側, 約20L/h

パージ流量を20L/hに調整する。供給槽Aの液位低下は停止する。

1/22から現在の状態

フランジからの推定漏えい状況について



1 2009年1月9日

- 16:00頃から閉止フランジより微量の滴下が始まる。
- 滴下量は約12mL/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。

2 2009年1月9日～1月15日

- トレイから滴下した廃液は、約8m下の漏えい液受皿上に落下するが、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。

3

- 供給槽Aの液量減少量から、塔槽類廃ガス処理設備において過負圧事象が発生するまでの間に約97Lが閉止フランジから滴下したものと推定される。

4 2009年1月15日

- 塔槽類廃ガス処理設備において、過負圧事象が発生し、これにより供給槽A等にシール水が流入した。
- 塔槽類廃ガス処理設備における過負圧事象の復旧作業として、シール水を張り込むため塔槽類廃ガス処理設備の負圧を浅くした。
- 負圧を浅くしていたことによりエアリフトの浸液率が上昇し、エアリフト効果が発生しやすくなった。

5

- 浸液率が上昇したことにより、エアリフトによる液の移送量は多くなり、その結果として閉止フランジの隙間から固化セルに漏えいした廃液の滴下速度が増加(約92mL/分)し、約23Lの液が漏えいすることで固化セル漏えい液受皿集液ポットに到達しはじめたものと推定される
- 負圧変動の約1時間40分後に集液ポットの液位上昇が確認されている。
- この際、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。

6

- 集液ポットの分析結果は、その放射能濃度等から供給槽Aの溶液の約4倍程度であった。
- 集液ポットの液量は約16Lであるから、次のような収支が考えられる。

$$\rightarrow \alpha A_0 + \beta A_1 = C_p \cdot V_p \cdots (1)$$

① 供給槽Aの濃度… C_0

② 集液ポットの濃度… $C_p (= 4C_0)$

③ 集液ポットの溶液量… V_p (約16L)

④ 負圧変動前の漏えい液放射能… $A_0 (= 97C_0)$

⑤ 負圧変動後の4hrの漏えい液放射能… $A_1 (= 23C_0)$

⑥ A_0 の内集液ポットに同伴された割合を α [-]とする。($0 < \alpha < 1$)

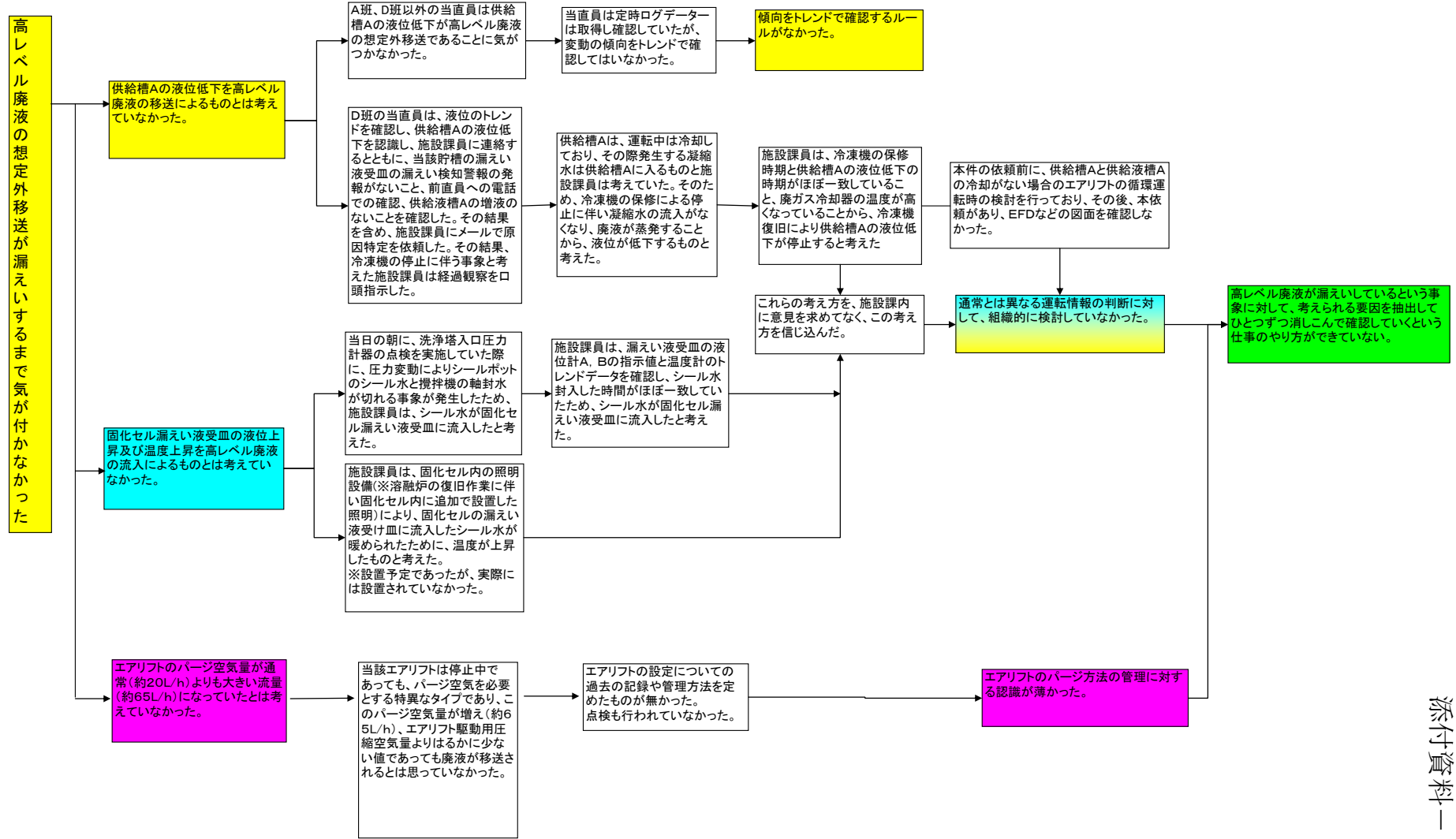
⑦ A_1 の内集液ポットに至った割合を β [-]とする。($0 < \beta < 1$)

$$\therefore (1) \text{式より } \alpha + 0.24\beta = 0.66$$

(ア) A_1 の溶液が A_0 と全部混合した場合 $\alpha = \beta = 0.53$ であり

(イ) A_1 の流量は全て集液ポットに入った場合 $\beta = 1$ であり $\alpha = 0.42$ となる。

よって負圧変動前の流入した放射能 A_0 の42～53%程度が負圧変動後の漏えい液に同伴されて集液ポットに流入したと考えられる。



組織要因分析図