

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

核燃サイクル阻止1万人訴訟原告団オンライン学習会

2022年10月20日

核燃サイクル阻止1万人訴訟弁護団

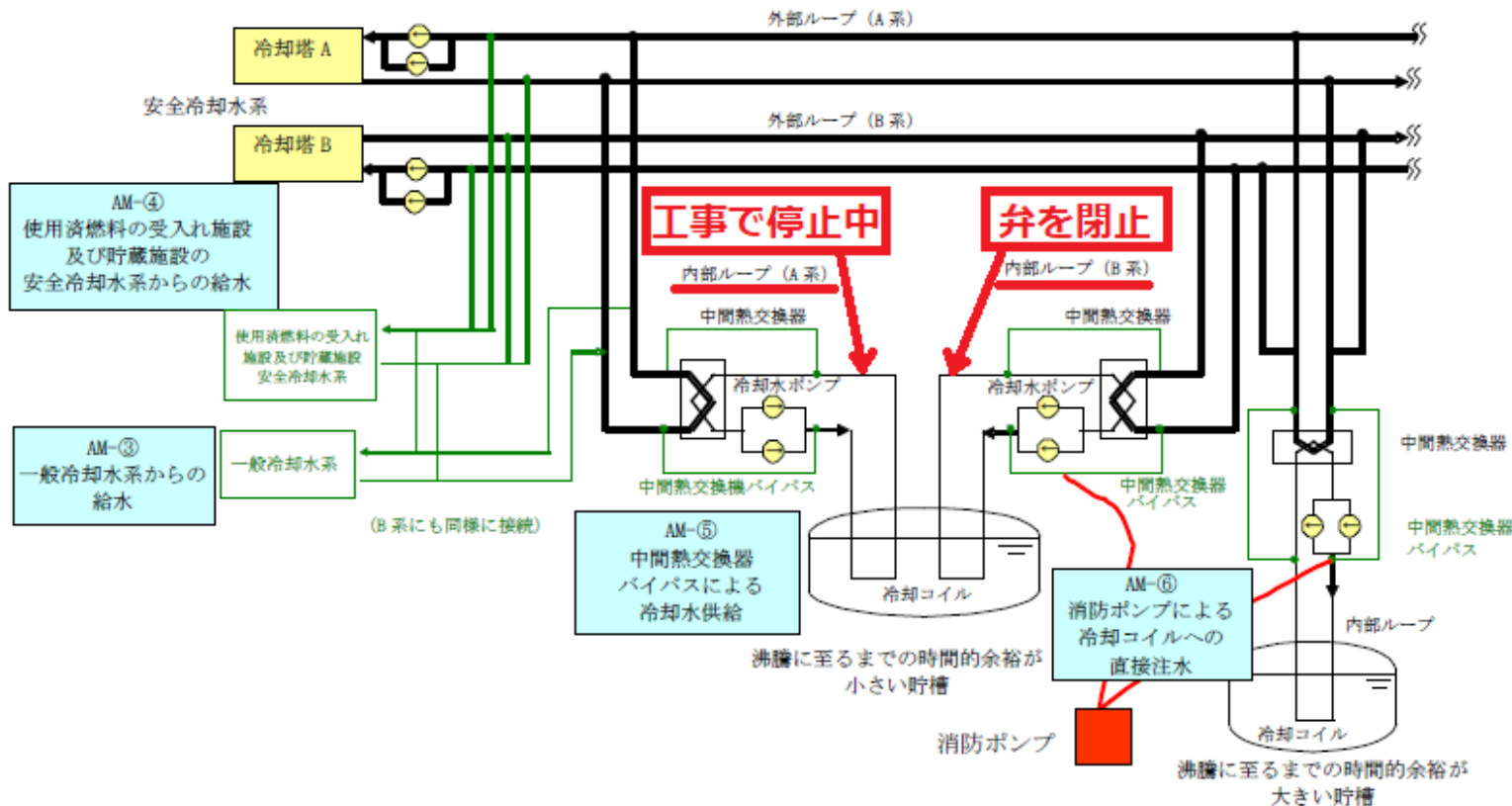
伊 東 良 徳

供給液槽 B で安全冷却水系機能喪失

- 高レベル廃液（崩壊熱発生）を貯蔵中の供給液槽 B で、8 時間にわたり、安全冷却水系が両系統機能喪失：2022/7/2
- A 系は工事のため停止中
- B 系の仕切弁が閉鎖された

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

どんなことが起こったのか



安全冷却水系の AM 策概要図(安全冷却水系)

起こった場所：日本原燃が最初のストレステスト報告書で福島原発事故のような重大事故への安全裕度を評価するために選定した重要な安全装置である安全冷却水系

起こったこと：災害や火災が起きたわけでもないのに、両系統とも機能喪失し、冷却能力を喪失した

←日本原燃ストレステスト報告書
(2012/4/27)添付8.1.3 1-3の図に加筆

事故の時系列その1

- 6月19日から工事のため安全冷却水系 A 系運転停止 = **B 系のみ
の単独運転状態**
- 7月2日18時50分頃、当直員が定刻のデータ確認で安全冷却水系 B 系が15時30分頃から流量低下していることを確認→**流量低下
に気づくまで3時間20分**
- 当直長は22時の定刻のデータ確認で再確認することを指示→**流
量低下を検知したのに次の確認は3時間10分後と指示**
- 統括当直長が系統の漏洩を疑ったので B 系の漏えい確認を指示
- 当直員は21時頃漏えいがないことを確認→**漏えい確認の指示か
ら確認までに2時間10分**

事故の時系列その2

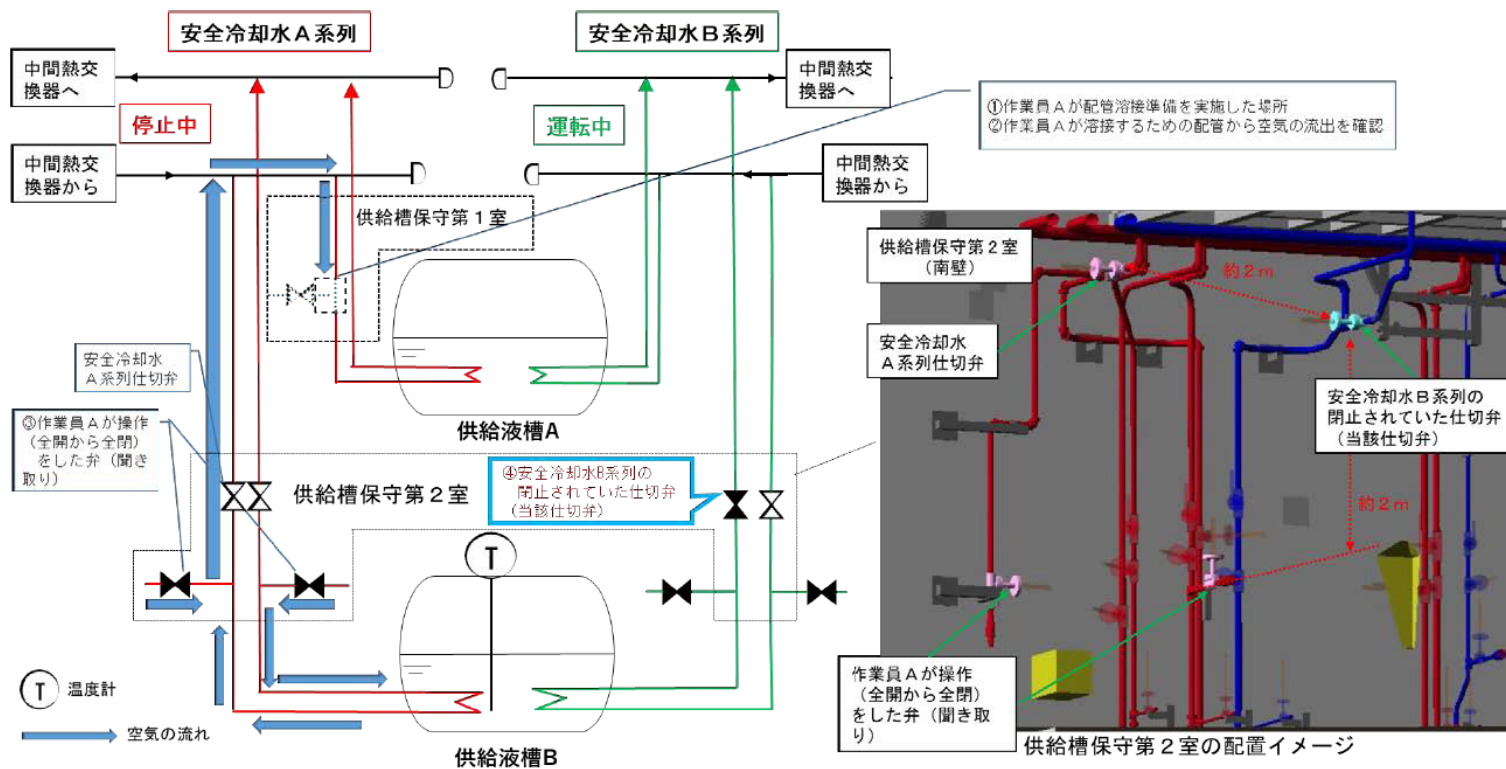
- 22時の定刻のデータ確認で当直員が供給液槽 B の温度上昇を確認→**流量低下開始から温度上昇確認まで6時間30分**
- 統括当直長が B 系の弁の開閉確認を指示
- 23時43分、当直員が B 系の仕切弁閉止を確認→**B 系の弁の開閉確認指示から確認まで1時間40分あまり**
- **統括当直長と当直長は、冷却水が全停止している場合には安全冷却機能が喪失したこととなる点に思いが至らなかった**
- 23時44分、仕切り弁全開：**事故収束まで8時間10分あまり**
- 23時50分、供給液槽 B の温度低下開始を確認

日本原燃による事故原因調査

- A系の溶接準備をしていて弁の閉止作業をした作業員は、B系の仕切弁閉止を否定
- 当該時刻に入域していた29名、管理区域に入域していた233名への聞き取りで仕切弁を閉止したという者はいなかった
- 「当該仕切弁が閉となった原因は、安全冷却水系A系列の工事中に当該仕切弁を安全冷却水系A列の弁と誤認し、誤って閉止操作したことから供給液槽Bへの安全冷却水系の供給が停止したものと推定した。」
- **日本原燃の調査ではどうして仕切弁が閉止したかを特定もできず「推定」に終わっている：日本原燃は再処理工場内で誰が何をしているか把握もできない**

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

安全冷却水系 A 系と B 系は同じ部屋で隣り合わせ



供給槽保守第 2 室内の弁の配置

安全装置を多重化する場合、2つの装置を物理的に分離/隔離することが必要（近接して配置すれば同時故障の危険が大きくなる）だが、安全冷却水系の A 系と B 系は同じ部屋に隣り合わせに配置されていた

日本原燃報告書添付資料 7 より
この図は「イメージ図」で実際の配管等がこのように色分け・着色されていたわけではない

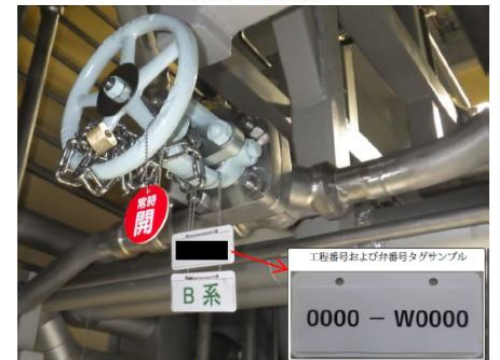
安全冷却水系の系統識別表示はされていなかった

- ・安全冷却水系の系列の識別表示（A系列/B系列）はされていなかった
- ・当該仕切弁（B系）は、A系列の弁とハンドル形状が同じ
- ・ハンドル部に銘板（弁番号）があるものの弁の周辺が狭隘のため視認しにくい状況だった
- ・当該仕切弁には開/閉状態の表示がなされておらず、弁の開/閉状態も視認しにくかった

安全装置の多重性確保のために系統の識別表示はイロハのイレベル重要な安全装置であり、しかも2006年のアクティブ試験開始から高レベル廃液を貯蔵していた以上、安全冷却水系はその後常時運転を継続してきたはず：**すでに10数年も運転してきた重要な安全装置に系統識別表示もしてこなかった**



対策前 当該仕切弁



対策後 当該仕切弁

当該仕切弁の識別・施錠状況（1/2）

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

識別表示を怠ってきたのはそれだけではない

表：再処理工場における水平展開状況

対策を講じる対象	施錠管理	識別表示
安全冷却水系	2022 年 8 月末実施済 ※ 1	2022 年 9 月末まで
プール水冷却系	2022 年 7 月末実施済	2022 年 9 月末まで
補給水設備	2022 年 12 月末まで	2022 年 12 月末まで
建屋換気設備等	2022 年 12 月末まで	2022 年 12 月末まで
非常用所内電源系統	従前より対応済	従前より対応済
安全圧縮空気系（水素掃気用）	従前より対応済	2022 年 9 月末まで
安全圧縮空気系（上記以外）	2022 年 12 月末まで	2022 年 12 月末まで
制御建屋中央制御室換気設備 及び主排気筒ガスモニタ	2022 年 12 月末まで	2022 年 12 月末まで
安全蒸気系	対象外※ 2	2022 年 12 月末まで

日本原燃は、安全冷却水系だけではなく、使用済み燃料プールを冷却するプール冷却水系も、水素爆発を防止するための安全圧縮空気系も、今回の事故まで系統の識別表示を怠ってきた（弁の誤操作を防止するための施錠管理も）

日本原燃が今回の事故前に識別表示をしたのは非常用所内電源系等だけ：福島原発事故で直接問題になったところだけやればいいという姿勢

事故が起こった供給液槽 B はどんな設備か

4. 爆発の発生の可能性に対する考察

4. 3 蒸発乾固対象機器が保有する可能性のある化学物質と爆発等への進展の可能性



【高レベル廃液ガラス固化建屋】

- ✓ 高レベル廃液ガラス固化建屋において有意な反応へ進展する可能性のある機器を以下に示す。
 - 高レベル廃液混合槽(酸化性物質と可燃物の混合による反応、可燃性のガスの発生による爆発)
 - 供給液槽(酸化性物質と可燃物の混合による反応、可燃性のガスの発生による爆発)
 - 供給槽(酸化性物質と可燃物の混合による反応、可燃性のガスの発生による爆発)

機器名称	化学物質が存在する可能性										
	硝酸 (水)	硝酸塩	水酸化 ナトリウ ム	亜硝酸 ナトリウ ム	n-ドデ カン	TBP	DBP	MBP	リン酸	不溶解残渣 (ジルコニウム)	不溶解残渣 (ジルコニウム 以外)
第1・第2高レベル 濃縮廃液貯槽	○	○	×	×	△※1	△※1	△※1	△※1	△※1	×	×
第1・第2高レベル 濃縮廃液一時貯槽	○	○	×	×	△※1	△※1	△※1	△※1	△※1	×	×
第1・第2不溶解残 渣廃液一時貯槽	○	○	×	×	×	×	×	×	×	○	○
第1・第2不溶解残 渣廃液貯槽	○	○	×	×	×	×	×	×	×	○	○
高レベル廃液共用 貯槽※2	○	○	×	×	△※1	△※1	△※1	△※1	△※1	×	×
高レベル廃液混合 槽A・B	○	○	×	×	△※1	△※1	○	○	○	○	○
供給液槽A・B	○	○	×	×	△※1	△※1	○	○	○	○	○
供給槽A・B	○	○	×	×	△※1	△※1	○	○	○	○	○

※1: 流入する経路が存在するものの上流の機器で除去されることから、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2: 高レベル濃縮廃液を貯蔵している場合

冷却失敗による蒸発乾固事故において、化学物質による爆発の可能性がある
と日本原燃が評価している

適合性審査会合提出資料
(2019/1/28)より

日本原燃の蒸発乾固の際の爆発可能性の評価

- 4. 爆発の発生の可能性に対する考察
- 4. 4 爆発の可能性のある貯槽の事象進展



【結論】

高レベル廃液ガラス固化建屋の3貯槽以外は、爆発等への進展の可能性が排除できないものの、各貯槽に入る化学物質を含む溶液の液性を考慮すると、崩壊熱が非常に低く、温度が上昇することは考えられず、爆発等へ進展することは想定し難い。

高レベル廃液ガラス固化建屋の3貯槽についても、事象進展は比較的緩慢ではあるが、爆発等により高レベル廃液が飛散する可能性を有しており、環境影響を悪化させる潜在的なリスクがあることから、4. 5においてさらに考察を加える。

日本原燃が冷却失敗時に化学物質による爆発が現実には起こりうると評価していたのは3つの貯槽だけだった：適合性審査会合提出資料(2019/1/28)より
今回の事故は、その3つのうちの1つである供給液槽Bで発生したもの

適合性審査での日本原燃の事故評価 1

7. 蒸発乾固への対処の有効性評価と信頼性

7. 1 発生防止対策

7. 1. 1 発生防止対策の有効性評価



- ✓ 各建屋の沸騰に至るまでの時間が最も短い機器の時間余裕及び各建屋において冷却に必要な水の総量を以下に示す。
- ✓ いずれの建屋においても、整備した可搬型中型移送ポンプ(容量240m³/h)を用いて沸騰開始前までに冷却水の通水が可能である。

建屋	沸騰までの時間	必要水量
前処理建屋	140時間	29m ³ /h
<u>分離建屋</u>	<u>15時間</u>	33m ³ /h
<u>精製建屋</u>	<u>11時間</u>	5m ³ /h
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	19時間	2m ³ /h
<u>高レベル廃液ガラス固化建屋</u>	<u>23時間</u>	70m ³ /h

適合性審査での日本原燃の事故評価 2

7. 蒸発乾固への対処の有効性評価と信頼性

7. 2 拡大防止対策

7. 2. 2 拡大防止対策の有効性評価



【高レベル廃液ガラス固化建屋】

蒸発量の最大値及び最も短い時間余裕を赤で示す

機器グループ	機器	崩壊熱 (W/m ³)	溶液量 (m ³)	単位時間当 たりの蒸発量 (m ³ /h)	時間余裕※2 (h)
高レベル廃液ガラス固化 建屋 蒸発乾固1	高レベル廃液混合槽A,B	3600	20	0.12	161
	供給液槽A,B	3600	5	0.030	162
	供給槽A,B	3600	2	0.012	162
高レベル廃液ガラス固化 建屋 蒸発乾固2	第1高レベル濃縮廃液貯槽	3200	120	0.64	180
高レベル廃液ガラス固化 建屋 蒸発乾固3	第2高レベル濃縮廃液貯槽	3200	120	0.64	180
高レベル廃液ガラス固化 建屋 蒸発乾固4	第1、第2高レベル濃縮廃液一 時貯槽	3600	25	0.15	161
	第1、第2不溶解残渣廃液貯槽	1.5	70	0.00018	3.48 × 10 ⁵
	第1、第2不溶解残渣廃液一時 貯槽	3.3	5	0.000028	1.61 × 10 ⁵
高レベル廃液ガラス固化 建屋 蒸発乾固5	高レベル廃液共用貯槽※	3200	120	0.64	180

※1 高レベル濃縮廃液を貯蔵している場合

※2 冷却機能喪失からルテニウムの揮発が発生する状態に至るまでの時間余裕

適合性審査の際の評価
では、供給液槽Bは、
冷却機能喪失から沸騰
までに24時間、放射
能放出（ルテニウムの
揮発）までに162時
間とされていた

適合性審査会合提出資料
(2019/1/28)より

より深刻な事故の可能性

- ・日本原燃は、事業指定ベースの解析では冷却機能喪失から24時間で沸騰としていたが、今回の事故で現実的な条件で評価すれば沸騰には至らないと主張し、原子力規制委員会も同調して事態の沈静を図っている
 - ・しかし今回、温度上昇が少なくて済んだのは、もともとの解析で最速の機器でも沸騰まで23時間とされていたガラス固化建屋の貯槽で発生したこと、貯蔵している廃液がアクティブ試験の時から貯蔵を続けている保管期間が長く崩壊熱が小さなものであったため
- より事故進展が速い機器で、溶解後間もない廃液を貯蔵している貯槽で発生したらより深刻な事故になりかねない

他の建屋・機器での事故想定 1

7. 蒸発乾固への対処の有効性評価と信頼性

7. 2 拡大防止対策

7. 2. 2 拡大防止対策の有効性評価



【精製建屋】

蒸発量の最大値及び最も短い時間余裕を赤で示す

機器グループ	機器	崩壊熱 (W/m3)	溶液量 (m3)	単位時間当たりの蒸発量 (m3/h)	時間余※1.2 (h)
精製建屋 蒸発乾固1	プルトニウム濃縮液受槽	8600	1	0.015	38.3
	リサイクル槽	8600	1	0.015	38.3
	希釈槽	8600	2.5	0.036	37.9
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	8600	1.5	0.022	37.7
	プルトニウム濃縮液計量槽	8600	1	0.015	38.3
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	8600	1	0.015	38.3
精製建屋 蒸発乾固2	プルトニウム溶液受槽	930	■	■	683
	油水分離槽	930	■	■	684
	プルトニウム濃縮缶供給槽	930	3	0.0047	665
	プルトニウム溶液一時貯槽	930	3	0.0047	667
	第1一時貯留処理槽	930	1.5	0.0024	673
	第2一時貯留処理槽	930	1.5	0.0024	673
	第3一時貯留処理槽	930	3	0.0047	665

※1 Pu濃縮液中のPu濃度が400gPu/Lに到達するまでの時間

※2 Pu溶液中のPu濃度が■gPu/Lに到達するまでの時間

精製建屋のプルトニウム溶液の場合、冷却機能喪失から11時間で沸騰、冷却機能喪失から38時間前後で臨界安全性を保証できなくなる

適合性審査会合提出資料
(2019/1/28)より

53

■については商業機密の観点から公開できません。

他の建屋・機器での事故想定 2

7. 蒸発乾固への対処の有効性評価と信頼性

7. 2 拡大防止対策

7. 2. 2 拡大防止対策の有効性評価



【分離建屋】

蒸発量の最大値及び最も短い時間余裕を赤で示す

機器グループ	機器	崩壊熱 (W/m ³)	溶液量 (m ³)	単位時間当 りの蒸発量 (m ³ /h)	時間余裕※3 (h)
分離建屋 蒸発乾固1	高レベル廃液濃縮缶	5800	■	■	88.1
分離建屋 蒸発乾固2	第6一時貯留処理槽	- ※1	- ※1	- ※1	- ※1
	高レベル廃液供給槽A	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
分離建屋 蒸発乾固3	溶解液中間貯槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	溶解液供給槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	抽出廃液受槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	抽出廃液中間貯槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	抽出廃液供給槽A	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	抽出廃液供給槽B	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	第1一時貯留処理槽	- ※1	- ※1	- ※1	- ※1
	第8一時貯留処理槽	- ※1	- ※1	- ※1	- ※1
	第7一時貯留処理槽	- ※1	- ※1	- ※1	- ※1
	第3一時貯留処理槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2
	第4一時貯留処理槽	- ※2	- ※2	- ※2	- ※2

※1 重要度低の機器のため対象外

※2 重要度中の機器のため対象外

※3 冷却機能喪失からルテニウムの揮発が発生する状態に至るまでの時間余裕

分離建屋の高レベル廃液濃縮缶では、冷却機能喪失から15時間で沸騰、冷却機能喪失後約88時間で放射能放出（ルテニウム揮発）に至ると評価されている

適合性審査会合提出資料(2019/1/28)より

■については商業機密の観点から公開できません。

他の建屋・機器での事故想定まとめ

- ・ 精製建屋のプルトニウム溶液
冷却機能喪失から沸騰まで11時間
臨界安全性の確保が保証できなくなるまで約38時間
- ・ 分離建屋の高レベル廃液
冷却機能喪失から沸騰まで15時間
ルテニウムの気化＝放射性物質放出開始まで約88時間

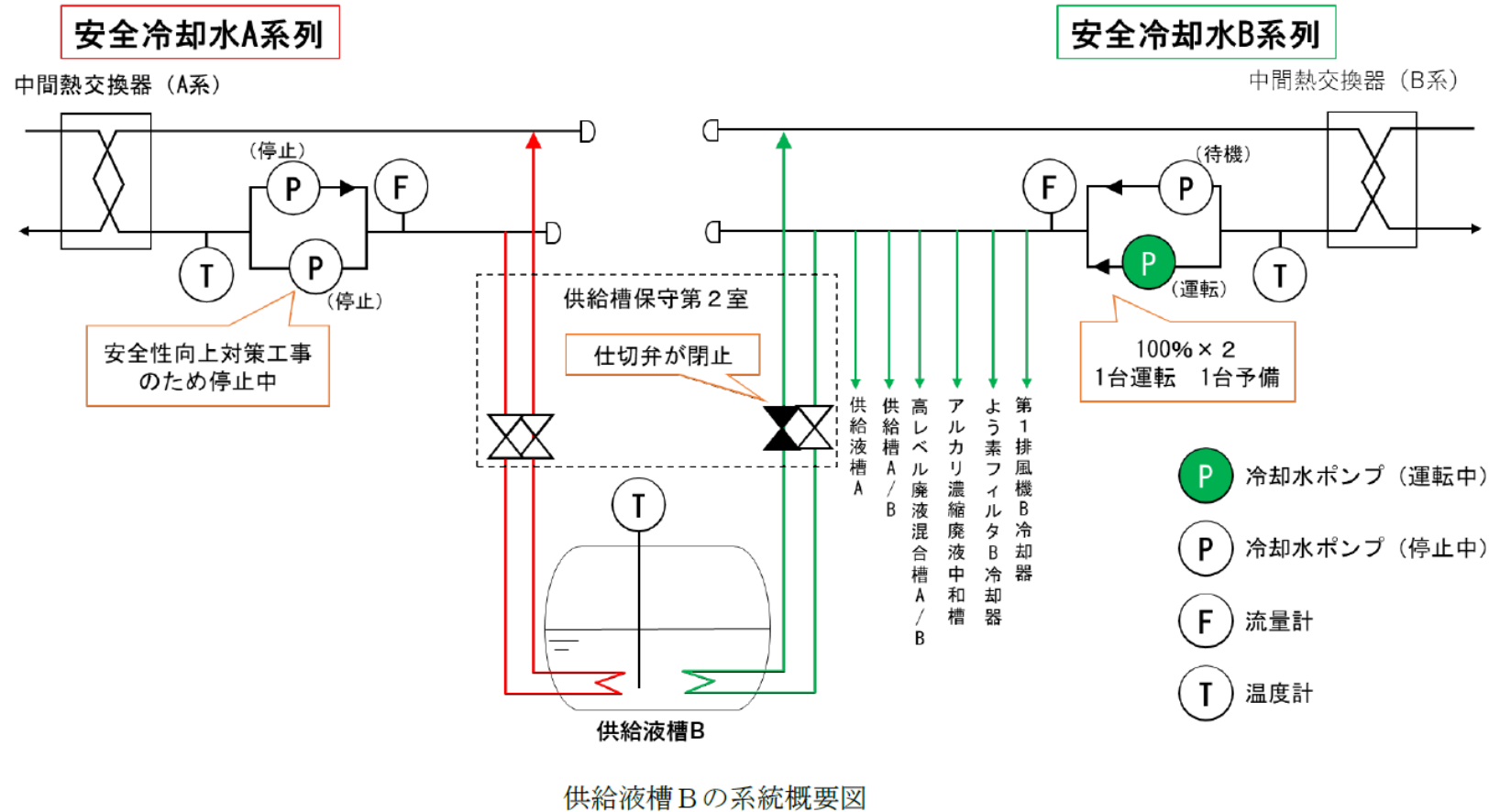
今回の事故で8時間もの時間がほぼ無為に空費されたこと、仕切弁閉止を聞いても現場の責任者が冷却機能喪失に思い至らなかったことを考えると、事故拡大防止に時間的余裕があるとか、適切な防止行動が期待できるとはとてもいえない

日本原燃の技術的能力への強い疑問

- ・ 冷却機能喪失時に爆発に至る可能性があると評価されている貯槽を冷却する安全冷却水系がB系単独運転、すなわちそのB系に何か異常が生じれば直ちに冷却機能喪失に至る状態なのに、運転状況確認は4時間に1度
- ・ しかも流量低下という異常を検知した後もそれを維持→流量の再度の確認は3時間10分後の定時でいいと指示
- ・ 現場の幹部責任者が、仕切弁の閉止を聞いても冷却機能喪失に思い至らなかった
- ・ 安全冷却水系B系と特定した漏えい確認に2時間10分
- ・ 安全冷却水系B系の弁の開閉確認に絞っても1時間40分あまり
- ・ 10数年も常時運転している安全装置に系統識別表示せず

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

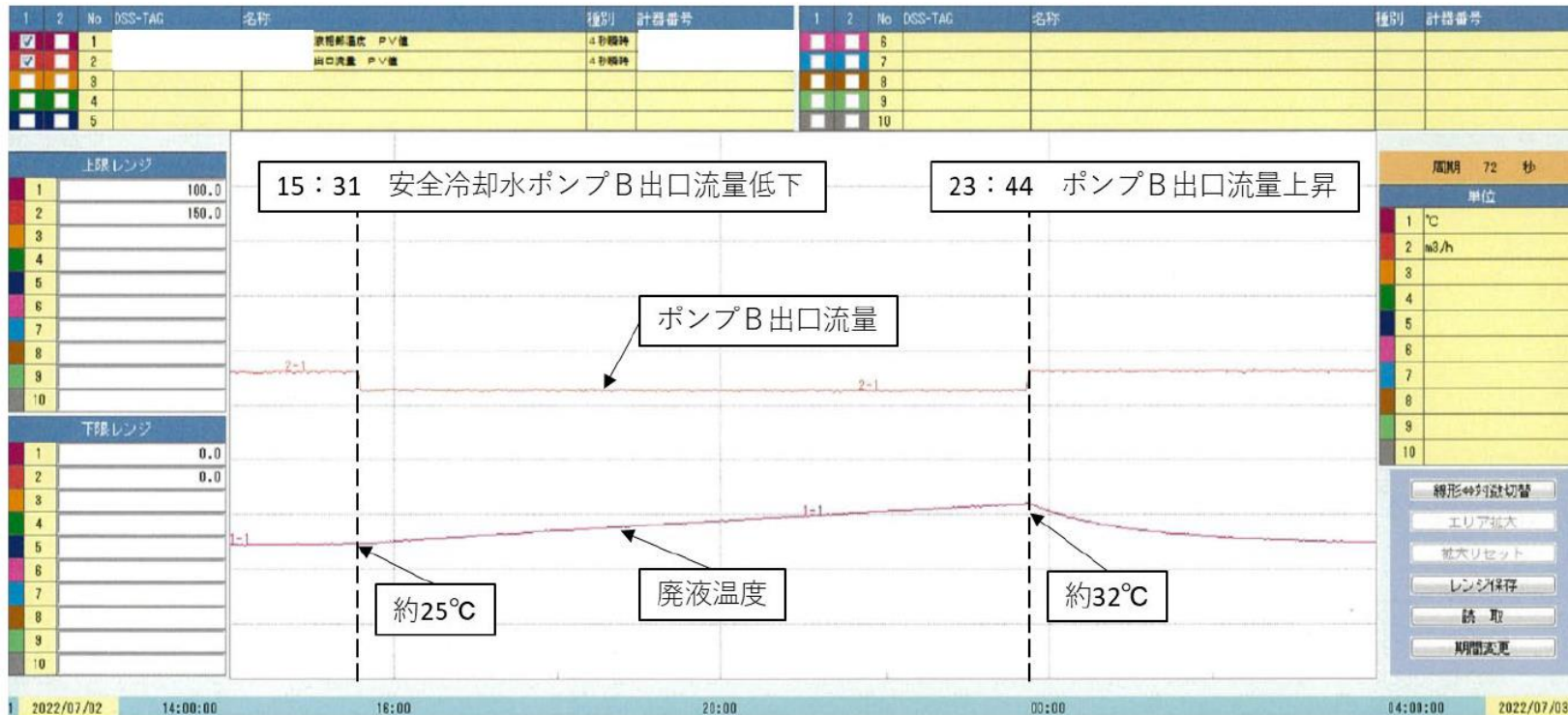
流量低下・安定で何故漏えいを疑った？



ポンプ出口流量は、
系統からの漏洩なら、
まずは増加する
はずではないか？

六ヶ所再処理工場「高レベル廃液冷却機能喪失事故」について

このチャートを見れば流路閉塞が第1選択



流路閉塞（弁閉止等）なら、流量が落ち、その後安定

このチャートならまずそれを考えるのが常識
逆に漏えいを考えるのではプラント管理者として能力が疑われる

事象発生時のポンプ流量と温度推移

まとめ

- 再処理工場で福島原発事故のような重大事故を防ぐための要の安全装置で、災害も火事もないのに、両系統機能喪失が現実になってしまった
- それを機に、日本原燃がすでに10数年も常時運転している重大な安全装置に系統識別表示さえしていなかったことが発覚した
- 日本原燃の現場責任者は、冷却機能喪失時に爆発が発生する可能性があると評価されていた貯槽でその冷却系に異常があったというのに、状況把握に長時間を要し、しかも冷却水停止が安全冷却水系の機能喪失となることに思い至らなかった
- より事故進展が速い機器で本操業後通常予定される高レベル廃液で起こればより深刻な事故になりかねない
- 安全装置が複数ある（多重性）故に安全とはいえず、日本原燃の技術的能力には強い疑問があることを改めて実感させる事故だった