

2022年8月30日  
日本原燃株式会社

再処理工場 高レベル廃液ガラス固化建屋における  
供給液槽Bの安全冷却機能の一時喪失について

はじめに

2022年8月23日の再処理施設における供給液槽Bの安全冷却機能の一時喪失に係る規制庁面談におけるコメントを踏まえ、7月19日に提出した「原子力施設故障等報告書」へ記載の再発防止対策で必要十分か再整理した。

再整理に当たっては、計画段階、実施段階、事象発生段階までの各段階で行った行為とあるべき姿を比較し、問題点を整理し、それらに対する対策として十分であるか確認した。

確認した結果、新たな対策ではないものの、以前の「調査結果から導かれる対策」では読み切れない部分があったことから、「計画段階から事象発生段階に至るまでの問題点に対する対策」として明記した。また、高レベル廃液ガラス固化建屋以外の他の建屋への水平展開について明記した。

詳細は以下のとおり。

## 1. 計画段階から事象発生段階に至るまでの問題点の整理

今回の事象に至った背景的な要因を洗い出すために、計画、工事の実施、事象発生までの各段階で行った行為とあるべき姿を比較し、問題点を整理した。

### (1) 計画段階

#### ①作業要領書作成

##### a. 行為

- ・ 作業要領書には、運転中の系列への悪影響を防止するための注意事項として、以下の①～④を記載している。

① 許可されている既設構造物以外は触れないこと。

② ダブルチェック、2人以上で作業を行う。

③ 所定の許可を受けた弁操作については、現場管理者の指示に従う。

④ 作業要領書通り作業を進めることができなくなった場合、必ず当社に連絡し十分協議の上、作業要領書を改訂し承認を得て作業を進める。

##### b. あるべき姿

- ・ 作業要領書には、運転中の系列への悪影響を防止するため、上記の注意事項①～④を記載する。
- ・ 作業要領書において、「許可されている既設構造物」を明確にする。
- ・ 作業要領書において、「ダブルチェック、2人以上で作業を行う」対象を明確にする。
- ・ 作業要領書において、「所定の許可を受けた弁」を明確にする。

##### c. 問題点（作業管理）

- ・ 作業要領書で「①許可されている既設構造物以外は触れないこと」としていたが、新規に設置した弁の取り扱い（開閉作業）に対し、既設構造物と同等に扱うことが不明確であった。
- ・ 作業要領書で「②ダブルチェック、2人以上で作業を行う」としていたが、対象が不明確であった。
- ・ 作業要領書で「③所定の許可を受けた弁操作については、現場管理者の指示に従う。」とされていたが、新規に設置した弁を「既設構造物」と同等に扱うことが不明確であったため、当社と協力会社において、所定の許可が必要な弁操作の認識に差異があった。

#### ②改造計画書作成

##### ②-1 異常の検知手段・監視

##### a. 行為

- ・ 安全冷却水系の冷却機能低下については、以下の警報で検知するこ

とを計画した。

①冷却水ポンプ流量 低警報

②膨張槽液位 低警報

③安全冷却水温度 高警報

- ・ 1系列運転においても、2系列運転時と同様、4時間毎にデータを確認することとしていた。

b. あるべき姿

- ・ 冷却機能の喪失により警報を発報させる。
- ・ 1系列運転時には、安全冷却水の冷却機能低下を早期に発見するため、監視頻度を上げる等の対策を講じる。

c. 問題点（監視の強化）

- ・ 上記警報①は安全冷却水系の全体流量に対して警報設定されており、個々の貯槽に対する安全冷却水の供給が停止したことを検知できない状態であった。
- ・ 1系列運転にもかかわらず、2系列運転時と同様の監視頻度としていた。

②-2 リスクの評価

a. 行為

- ・ リスク評価において、運転中の安全冷却水ポンプの単一故障を想定し、予備の安全冷却水ポンプに異常がないことを確認し作業を開始することとしていた。多重故障による停止リスクに対しては、以下の手順により対応することとしていた。

(a) 警報対応手順書に基づく対応

(b) 安全冷却水内部ループへの消火ポンプによる注水等の対応※

※「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた六ヶ所再処理施設の安全性に関する総合的評価に係る報告書」に基づき交流電源供給機能の喪失時における対応を整備したもの

b. あるべき姿

- ・ リスク評価において、ポンプの単一故障に加えて、新規制基準で整理されている重大事故につながる要因等を整理した上で、誤操作により運転中の系列の弁が閉止することを想定し、弁の誤操作防止対策を検討する。

c. 問題点（識別措置、弁の施錠管理措置）

- ・ 誤操作による弁の閉止を防止するため、運転中の系列の弁に対し、施錠等による誤操作防止対策を講じることができなかった。

## (2) 実施段階

### ①改造の実施

#### ①-1 異常の検知手段・監視

##### a. 行為

- ・ 2系列運転時と同様、4時間毎にデータ確認を実施していた。

##### b. あるべき姿

- ・ 1系列運転中の安全冷却水系列は、異常時等が発生した場合、早期に現場状況確認が行えるようにする。

##### c. 問題点（監視の強化）

- ・ 安全冷却水系の1系列運転中に、運転中の系列を停止してはいけな  
い認識はあったが、運転データ確認は2系列時運転時と同じであ  
った。

#### ①-2 作業管理

##### a. 行為

- ・ TBMで作業内容は理解しているが、作業中に作業指示、作業対象な  
ど、一部、口頭や曖昧に伝達し作業を実施した。
- ・ 協力会社は、工事中に設置した弁について、隔離された範囲内であ  
り工事対象品のため、当社工事監理員の立会なく弁の開閉作業等  
を実施していた。また、工事中の弁であり、作業員が1人で弁の開閉  
作業を実施していた。

##### b. あるべき姿

- ・ 作業時の誤認防止のために、作業指示、作業対象を明確にし、作業  
前に書面等で確認する。
- ・ 工事中に設置した弁などについての取り扱い（開閉作業）は、既設  
設備に接続した以降、社内運用に定める表示札（隔離札等）等によ  
り開閉作業の管理を行い、弁の開閉作業は、当社工事監理員立会  
のもと操作を行う。

##### c. 問題点（作業管理）

- ・ 作業要領書で「③所定の許可を受けた弁操作については、現場管理  
者の指示に従う。」を記載していたが、作業対象、作業指示が口頭  
で曖昧であったことから、許可されていない既設構造物を作業した  
可能性があった。
- ・ 作業要領書等で「①許可されている既設構造物以外は触れないこと」  
としていたが、新規に設置した弁の取り扱い（開閉作業）に対して、  
既設構造物と同等に扱うことが不明確であったため、当社工事監理  
員の立会のもと作業することとなっていなかった。

### ①-3 識別措置、弁の施錠管理措置

#### a. 行為

- ・ 現場では、同じ部屋内に異なる系列が設置されている場所があり、配管への部分塗装による識別措置を実施していた。
- ・ 弁のハンドル部の銘板にのみ弁番号を表示していた。
- ・ 工事後に弁の開閉状態を表示する計画としていた。
- ・ 流量調節弁などの一部の弁については、固縛措置を実施していた。

#### b. あるべき姿

- ・ 現場では、配管塗装に加え、どの系列の弁か分かるようにする。
- ・ 作業員が弁を誤認することを防ぐために、弁番号をより分かりやすく表示する。
- ・ 工事中の弁についても弁の開閉状態を容易に確認できるようにする。
- ・ 作業員が作業対象の弁を誤認する、または、誤って接触することで弁が開閉しないよう、弁の状態が変化しない措置を講じる。

#### c. 問題点（識別措置、弁の施錠管理措置）

- ・ 現場では、同じ部屋内に異なる系列の弁等もある箇所があり、どの系列の弁か表示しなかった。
- ・ 弁番号の表示は視認しにくい状態であったが、より分かりやすい表示をしなかった。
- ・ 工事中の弁の開閉状態を容易に判断できるように表示をしなかった。
- ・ 容易に運転状態が変化しないために、運転中の安全冷却水系統中の運転状態を維持するための措置を実施していなかった。

### (3) 事象発生段階

#### ①初動対応

#### a. 行為

- ・ 2系列運転時と同様、4時間毎にデータ確認を実施していた。
- ・ トラブル発生時に現場状況の確認などを行い、冷却機能の一時喪失までの判断に時間を要した。

#### b. あるべき姿

- ・ 安全冷却水流量の低下を早期に検知する。
- ・ 仕切り弁の閉止に起因する個別貯槽の冷却機能喪失の可能性を考慮し、速やかに対象槽を判断する。

#### c. 問題点（監視の強化）

- ・ 事象発生から発見までに時間を要した。
- ・ 各貯槽における冷却機能喪失を判断するための指標がなかった。

## 2. 対策

### 2. 1 調査結果から導かれる対策

#### (1) 監視の強化

安全冷却水系において片系を停止し1系列で運転する場合は、異常が確認された際に、速やかに設備が設置されている部屋での状態確認を行えるよう、当直員による制御室での温度、流量等の確認の頻度を通常4時間毎から1時間毎に強化する(2022年7月8日 当直員に対し指示済)。

#### (2) 作業管理

口頭による曖昧な指示は誤操作の原因となるため、作業により弁を操作するときは、当社および協力会社が確認できるよう、作業要領書等で対象の弁を明確にする(2022年7月5日 協力会社に対し指示済)。

#### (3) 識別措置

運転状態の系列の弁と誤認することを防止するため、また、弁の開閉状態を容易に確認できるようにするため、以下のとおり識別を行う。

本対策は、安全上重要な施設のうち、個々の貯槽の安全機能(流量)を確認できない安全冷却水系を対象とし、安全冷却機能に影響を与えうる全ての仕切弁に対して実施する(2022年7月29日実施済)。

- ① 弁番号の拡大表示
- ② 弁の「開/閉」状態表示
- ③ 弁の開閉状態を視認できるマーキング
- ④ 系列の表示(A系列/B系列の表示)

#### (4) 弁の施錠管理措置

運転状態の系列にある弁の開閉操作を防止するため、(3)の識別措置で対象とする仕切弁に対して、施錠管理を実施する(2022年7月29日実施済)。

### 2. 2 計画段階から事象発生段階に至るまでの問題点に対する対策

#### (1) 監視の強化

##### ①各貯槽に供給される冷却水流量のリスト化【記載の充実】

監視の強化の定着に向けた活動として、流量変動が確認された際、弁の閉止による流量低下の可能性を考慮し、弁の閉止による流量低下時の該当貯槽の推定を行えるように、複数貯槽に供給する冷却水ポンプ出口流量に対

して、各貯槽に供給される冷却水流量をリスト化し、制御室に配備する。  
(2022年7月29日実施済)

### ②冷却水流量の低下等の検知【記載の充実】

異常の早期検知の補助的な役割として、冷却水流量の警報設定値等の見直しを行う。なお、冷却水流量は脈動等により変動するため、個々に供給される冷却水流量、運転による変動等を考慮し対応する。

### ③安全性に関する評価【評価の追加】

崩壊熱および水素発生に対する評価を行う必要のある機器については、廃液量及び放熱等の考慮により廃液が沸騰する時間や水素濃度が4vol%に達する時間が変動する。実際に保有する廃液量及び実環境に応じた評価時間を把握することは、よりの確な異常の検知につながることから実状に応じた評価を行う。

本工事の開始にあたっては、予め保有する廃液量で沸騰するまでの時間評価を行い、廃液初期温度40℃から沸騰に至るまでの時間が約43時間であることを評価していた。

本評価では、廃液中の崩壊熱が廃液および貯槽等の温度上昇のみに寄与する評価であることから、供給液槽Bに対し貯槽等からセル雰囲気への放熱等を考慮した評価を改めて行い、冷却機能喪失から約5日後に廃液温度が約56℃で平衡状態となる評価結果となった。(添付資料)

## (2) 作業管理

### ①作業員一人ひとりの意識づけに向けた取り組み【記載の充実】

作業要領書において、誤操作防止等の観点から、「弁および電源は許可の無いものは「操作禁止」とする」旨を記載していたが、誤操作した可能性がある。

作業管理の定着に向けた活動として、協力会社が参加する会議において、以下の基本事項を再周知することにより、誤操作防止に取り組む。(2022年7月28日実施)

- ・作業により弁を操作するときは、当社および協力会社が確認できるよう、作業要領書等で対象の弁を明確にする(工事中の弁であっても既設の弁と同様の取扱いを行う)
- ・既設設備の無断操作の禁止※  
※隔離された系統内での弁等の開閉作業は、当社工事監理員立会の下、2人作業でセルフ措置札を用いて確認し作業を行う。



- ・現場判断での計画外作業の禁止
- ・安全上重要な施設近傍での一人作業やその場での安易な判断による作業の禁止
- ・現場の整理整頓の徹底

また、安全意識を再徹底するため、「現場作業におけるべからず集」を新規に作成し、協力会社が参加する会議で協力会社内（下請企業含む）での教育の実施を依頼する（2022年8月25日実施済）。依頼を受けた協力会社から、作業員一人ひとりまで教育を展開させ、その結果を当社に報告させることにより作業管理対策の定着を行う（2022年9月末まで）。

## ②作業要領書等で対象の弁を明確化【記載の充実】

誤操作防止のため、作業要領書等で対象の弁を明確にすることにより、工事等で新規に設置した弁についても、既設設備と同様に設備状態を当社管理下に置くことができる。

また、現場においても社内運用に定める表示札（隔離札等）等で作業対象の弁を明確にし、ダブルチェック等を行い、弁の開閉作業を行う。

## 3. 対策の水平展開【記載の充実】

1 1. 対策の水平展開を以下のとおり実施していく。

### (1) 作業管理

作業員一人ひとりの意識づけを行う目的から、2022年9月以降の新規入所者については、入所時教育、現場指揮者教育等で教育を実施する。

### (2) 識別措置、弁の施錠管理措置

安全上重要な機能を持つ系統については、誤操作等による運転状態の停止を防ぐ目的から、現場手動操作による仕切弁（ダンパ等）については、識別措置の対策①～④および弁等の施錠管理を行う。

措置を講じる対象を表で示す。

対策を講じる対象	識別表示	施錠管理
安全冷却水系	2022年9月末まで	2022年8月末まで
プール水冷却系	2022年9月末まで	2022年8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）	2022年9月末まで	従前より対応済
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
制御室建屋中央換気設備及び 主排気筒ガスモニタ	2022年12月末まで	2022年12月末まで

なお、以下については対象から除外する。

- a. 作業のために足場等の設置を要するなど、作業員が容易に作業を行えない場所は除外する（例：作業床等から高さ3 m以上）。
- b. 部屋毎に系統分離されている対象については、作業系統の誤認するリスクが低いことから除外する。
- c. 安全上重要な施設である安全蒸気系については、セル内での漏えい液の回収時に使用する設備で、当該系統は単独系統であり、使用の都度、ボイラを起動し、系統構成の確認を行うことから運転停止リスクが低いことから除外する。

#### 4. 現地原子力検査官への連絡の改善

現地原子力検査官への連絡の改善として、安全上重要な施設の流量変動等が確認され、安全機能に影響を及ぼすおそれがあり、調査が必要と判断した場合は、夜間休祭日を問わず現地原子力検査官に連絡する運用を社内ルールに追加する。

なお、上記運用については、2022年7月27日に社内ルールに追加し、運用は開始したが、具体的な運用方法（対象事象、連絡方法等）については、今後、現地原子力検査官と調整する（2022年9月末まで）。

以上

## 供給液槽Bの安全冷却機能の一時喪失時の廃液沸騰の裕度評価

### 1. はじめに

高レベル廃液ガラス固化建屋において、2022年7月2日に供給液槽Bの安全冷却水B系列の仕切弁が閉止し、一時的に安全機能を喪失した。

安全冷却機能停止により、供給液槽Bの廃液温度は約25℃から約32℃に上昇した。事象発生から約8時間後に当該仕切弁を全開としたことにより、廃液温度が低下した。

当該仕切弁が全閉の状態が継続した場合、廃液温度が上昇し沸騰するリスクがあることから、安全上の影響評価について、本書にまとめる。

### 2. 安全上の評価方法

安全上の評価方法について、以下の3点を行う。

#### (1) 再処理事業指定に基づく評価

本評価は、2020年7月に許可された再処理事業変更許可申請書において、「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う冷却機能喪失事故」の沸騰に至るまでの時間について評価を実施している。

#### (2) 実際に保有する廃液量及び実環境に基づく評価

崩壊熱および水素発生に対する評価を行う必要のある機器については、廃液量及び放熱等の考慮により廃液が沸騰する時間や水素濃度が4vol%に達する時間変動する。

本工事の開始にあたっては、予め保有する廃液量で沸騰するまでの時間評価を行った。

このため、本評価では、実際の液量、崩壊熱などの液性を踏まえた評価となっている。

#### (3) 放熱等を考慮した廃液の沸騰に至るまでの時間評価

(1) および(2)の計算評価では、廃液中に含まれる崩壊熱は全て廃液(貯槽含む)の温度上昇に使用される。しかし、実際には、廃液から安全冷却水への熱伝達、貯槽表面からセル雰囲気への熱伝達を除いた熱量が廃液の温度上昇に寄与する。

このため、本事象発生後に改めて安全冷却水やセル雰囲気への熱伝達を考慮した温度上昇の評価を実施した。

## 2. 1. 再処理事業指定に基づく評価

2020年7月に認可された再処理事業変更許可申請書 添付書類八 第7.2-21表では、以下の式(1)により供給液槽Bの冷却機能の喪失から高レベル廃液等が沸騰に至るまでの時間は24時間と評価した。

なお、重大事故等対処設備については、今後配備する計画のため、現時点における対処については、再処理事業所再処理施設保安規定第29条の2に基づく対応を行うことになる。

$$\Delta t = \{(M \times C) + (\rho \times V \times C')\} \times \frac{(T_1 - T_0)}{Q \cdot V} \quad \dots \text{式 (1)}$$

算定パラメータは以下のとおりである。

- $\Delta t$  : 冷却機能の喪失から沸騰開始までの時間余裕 (h)
- $M$  : 貯槽等の質量 (kg)
- $C$  : 貯槽等の比熱 (kcal/kg·K)
- $\rho$  : 高レベル廃液等の密度 (kg/m<sup>3</sup>)
- $V$  : 貯液量 (m<sup>3</sup>)
- $C'$  : 高レベル廃液等の比熱 (kcal/kg·K)
- $T_1$  : 高レベル廃液等の沸点 (°C)
- $T_0$  : 高レベル廃液等の初期温度 (°C)
- $Q$  : 崩壊熱密度 (W/m<sup>3</sup>)

## 2. 2. 実際に保有する廃液量及び実環境に基づく評価

実際に保有する廃液量及び実環境に基づく廃液の沸騰までの時間余裕  $t_{B,HALWC}$  については、以下の式(2)により算出を実施している。

$$t_{B,HALWC} = \frac{(C_{HALWC} \times \rho_{HALWC} + C_{TANK} \times \rho_{TANK}) \times (T_{B,HALWC} - T_{o,HALWC})}{Q_{HALWC} / k \times 3,600} \quad \dots \text{式 (2)}$$

ここで、算定パラメータは以下のとおりである。

- $C_{HALWC}$  : 高レベル濃縮廃液の比熱 (kcal/kg·°C)
- $\rho_{HALWC}$  : 高レベル濃縮廃液の密度 (kg/m<sup>3</sup>)
- $C_{TANK}$  : 貯槽の比熱 (kcal/kg·°C)
- $\rho_{TANK}$  : 貯槽の密度 (kg/m<sup>3</sup>)
- $T_{B,HALWC}$  : 高レベル濃縮廃液の沸点 (°C)
- $T_{o,HALWC}$  : 高レベル濃縮廃液の初期温度 (°C)
- $Q_{HALWC}$  : 高レベル濃縮廃液の崩壊熱密度 (W/L)
- $k$  : 換算定数 (4.186kcal/W)

式(2)より、本事象発生前に至近で評価した当該貯槽の時間余裕は、43.7時間であった。

### 2. 3. 放熱等を考慮した廃液の沸騰に至るまでの時間評価

2. 1および2. 2では、高レベル濃縮廃液の崩壊熱は、溶液および貯槽に吸熱される計算である。

しかし、実際は崩壊熱により加熱された廃液および貯槽は、冷却コイル（安全冷却水）やセル空気により放熱される。

このため、本事象発生後に、実現象に即した温度上昇評価を実施した。

冷却水温度、廃液温度を陽解法により以下の式(3)、(4)にて算出した結果、冷却機能停止から約120時間後に廃液温度が約56°Cで平衡状態となり、沸騰に至らない評価となった。

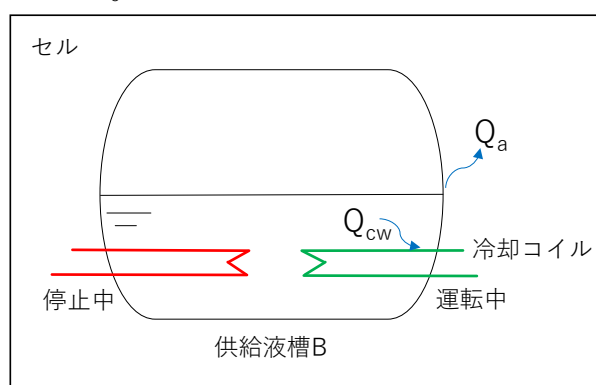


図1：放熱を考慮した計算モデル

$$T_{cwn} = T_{cw} + dt \cdot \frac{Q_{cw}}{M_{cw} \cdot C_{cw}} \quad \dots \text{式(3)}$$

$$Q_{cw} = h_{cw} \cdot A_c \cdot (T_{wt} - T_{cw})$$

算定パラメータは以下のとおりである。

$T_{cwn}$  : 時間刻み経過後の冷却水温度(°C)

$T_{cw}$  : 現在の冷却水温度(°C)

$dt$  : 時間刻み(s)

$Q_{cw}$  : 冷却水への熱伝達(熱量)(W)

$M_{cw}$  : 冷却水重量(kg)

$C_{cw}$  : 冷却水比熱(J/kg/K)

$h_{cw}$  : 冷却コイル熱伝達係数(W/m<sup>2</sup>/K)

$A_c$  : 冷却コイル伝熱面積(m<sup>2</sup>)

$T_{wt}$  : 廃液温度(°C)

$$T_{wt_n} = T_{tw} + dt \cdot \frac{Q_{wt}}{\rho_{wt} \cdot C_{wt} \cdot V_{wt} + M_k \cdot C_k} \quad \dots \text{式 (4)}$$

$$Q_{wt} = Q - Q_{cw} - Q_a$$

$$Q_a = h_a \cdot A \cdot (T_{wt} - T_{wt0})$$

算定パラメータは以下のとおりである。

- $T_{wt_n}$  : 時間刻み経過後の廃液温度 (°C)
- $T_{wt}$  : 現在の廃液温度 (°C)
- $T_{wt0}$  : セル内温度 (°C)
- $Q_{wt}$  : 廃液温度上昇に寄与する熱量 (W)
- $\rho_{wt}$  : 廃液密度 (kg/m<sup>3</sup>)
- $C_{wt}$  : 廃液比熱 (J/kg/K)
- $V_{wt}$  : 廃液量 (m<sup>3</sup>)
- $M_k$  : 機器重量 (kg)
- $C_k$  : 機器比熱 (J/kg/K)
- $Q$  : 崩壊熱量 (W)
- $Q_a$  : 機器表面からの熱伝達 (熱量) (W)
- $h_a$  : 容器表面熱伝達係数 (W/m<sup>2</sup>/K)
- $A$  : 機器からの放熱面積 (m<sup>2</sup>)

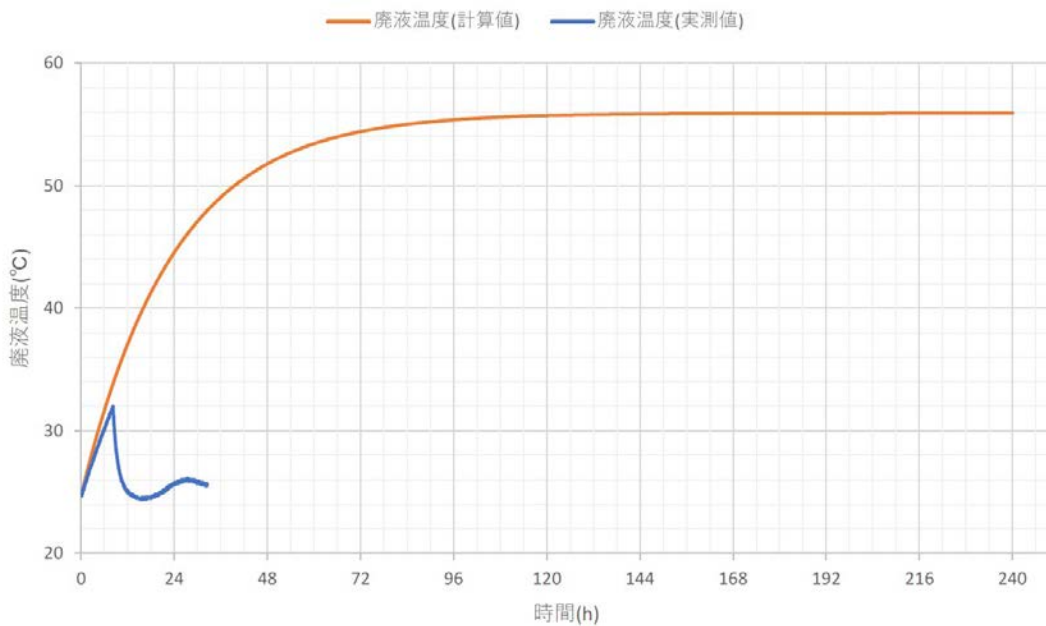


図2：廃液温度の推移（機能喪失から温度平衡まで）

### 3. まとめ

本事象では事象発生から約 8 時間後に安全冷却機能が回復した。予め評価した廃液の沸騰までの時間余裕は約 43 時間あったことから、冷却機能が回復せず、廃液温度の上昇が継続した場合、再処理事業所再処理施設保安規定第 29 条の 2 に加え、他貯槽への廃液移送、当該貯槽への純水等の供給による除熱などの廃液の沸騰に至らないための対処を行うことが可能であった。

また、改めてセル等への放熱を考慮した評価により、廃液の沸騰に至らないことが確認できた。

### 4. 添付資料

添付資料-1：各評価条件表

以上

表-1：再処理事業指定に基づく評価条件

記号	項目	値	
M	貯槽等の質量	8300	kg
C	貯槽等の比熱	499	kcal/kg・K
$\rho$	高レベル廃液等の密度	1300	kg/m <sup>3</sup>
V	貯液量	5	m <sup>3</sup>
C'	高レベル廃液等の比熱	0.8	kcal/kg・K
T <sub>1</sub>	高レベル廃液等の沸点	102	°C
T <sub>0</sub>	高レベル廃液等の初期温度	41	°C
Q	崩壊熱密度	3600	W/m <sup>3</sup>
	高レベル廃液等の硝酸濃度	2	mol/L
	沸騰までの時間	24	hr

表-2：実際に保有する廃液量及び実環境に基づく評価条件

記号	項目	値	
C <sub>HALWC</sub>	高レベル濃縮廃液の比熱	0.732	kcal/kg・°C
$\rho$ <sub>HALWC</sub>	高レベル濃縮廃液の密度	1300	kg/m <sup>3</sup>
C <sub>TANK</sub>	貯槽の比熱	0.100	kcal/kg・°C
$\rho$ <sub>TANK</sub>	貯槽の密度	2938.053	kg/m <sup>3</sup>
T <sub>B, HALWC</sub>	高レベル濃縮廃液の沸点	110	°C
T <sub>0, HALWC</sub>	高レベル濃縮廃液の初期温度	40	°C
Q <sub>HALWC</sub>	高レベル濃縮廃液の崩壊熱密度	2.32E+00	W/L
k	換算係数	4.186	kcal/W
V	貯液量	2.825	m <sup>3</sup>
	高レベル廃液等の硝酸濃度 (HNO <sub>3</sub> 付随)	2.5	mol/L
	沸騰までの時間	43.67	hr



表-3：放熱等を考慮した溶液の沸騰に至るまでの時間評価条件

記号	項目	値	
$T_{cw0}$	冷却水初期温度	24.2	°C
$M_{cw}$	冷却水重量	108	kg
$C_{cw}$	冷却水比熱	4186	J/kg/K
$h_{cw}$	冷却コイル熱伝達係数	2000	W/m <sup>2</sup> /K
$A_c$	冷却コイル伝熱面積	3.49	m <sup>2</sup>
$T_{wt0}$	廃液初期温度、セル内初期温度	24.7	°C
$Q$	崩壊熱量	5.371E+03	W
$\rho_{wt}$	廃液密度	1300	kg/m <sup>3</sup>
$C_{wt}$	廃液比熱	3144	J/kg/K
$V_{wt}$	廃液量	2.646	m <sup>3</sup>
$M_k$	機器重量	8300	kg
$C_k$	機器比熱	418.6	J/kg/K
$h_a$	容器表面熱伝達係数	8	W/m <sup>2</sup> /K
$A$	機器からの放熱面積	21.52	m <sup>2</sup>