

核燃料施設等に係る検査指摘事項の取扱いに係る意見  
および再処理施設の軽微事例案について

---

2019年11月29日

日本原燃株式会社

# 本日のご説明内容



1. はじめに
2. 当社が認識している課題
3. 課題への対応方針
4. 当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案
5. 核燃料施設等の検査指摘事項に対する  
監視領域「原子力施設安全」の考え方
6. 核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案

# 1. はじめに



(これまでの経緯)

## 第27回検査制度の見直しに関するWG（2019年6月17日）

- 安全重要度評価の定性的評価手法を核燃料施設等に適用する場合、多種多様な事故が想定され、発電用原子炉と比較して事故による環境への影響も小さいことから、事故による環境への影響の大きさを考慮する必要がある旨の意見を行った。

## 第29回検査制度の見直しに関するWG（2019年10月2日）

- 検査気付き事項のスクリーニングに関するガイドについて、規制庁殿から核燃料施設等の軽微事例集の拡充を図るとのご発言があり、当社からは、軽微事例集の拡充にあたり、意見交換をさせていただきたい旨の意見を行った。

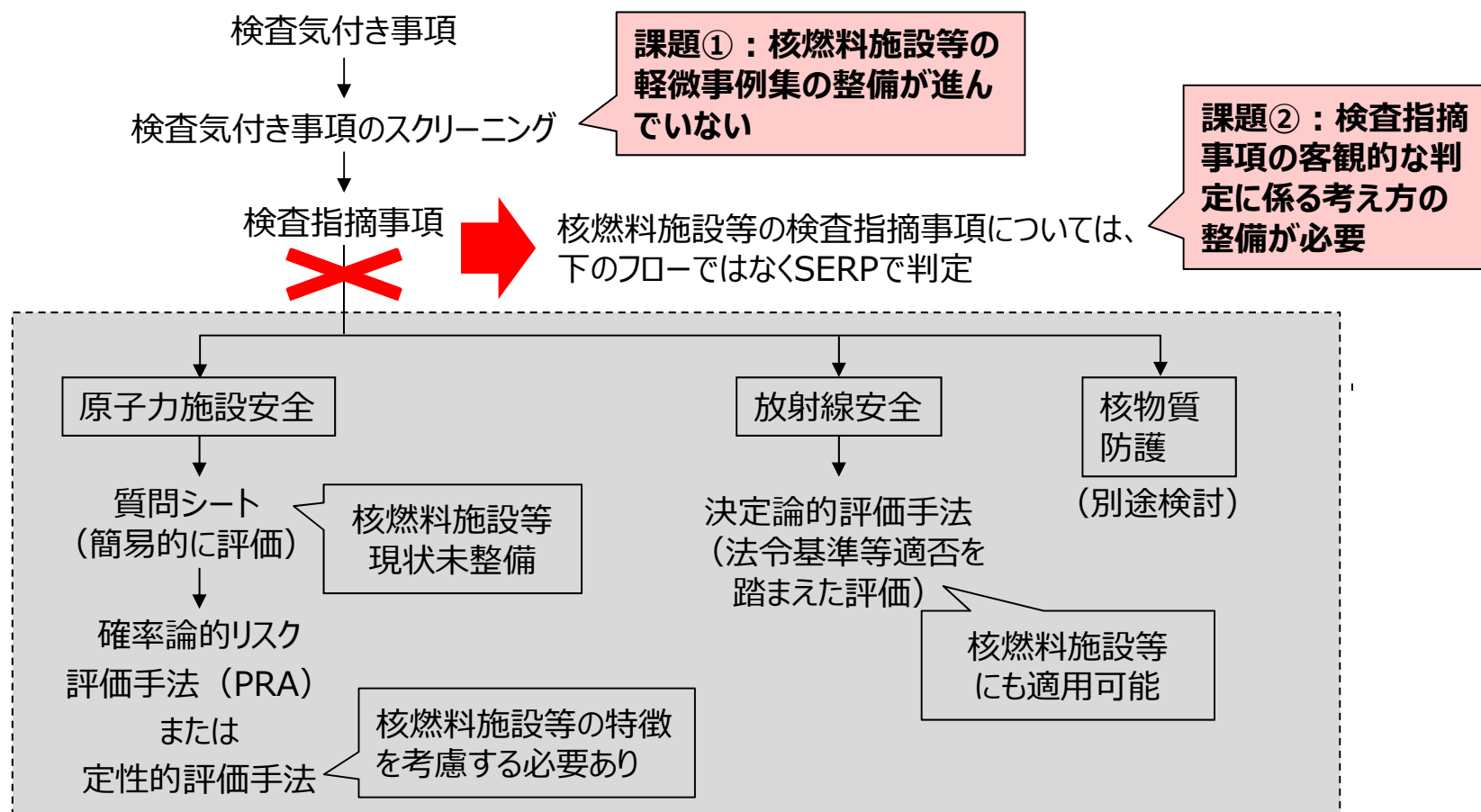
## 第30回検査制度の見直しに関するWG（2019年11月5日）

- 核燃料施設等の検査指摘事項について、規制庁殿から発電用原子炉向けの重要度評価プロセス（SDP）ではなく、安全重要度・対応措置評価会合（SERP）で追加行政措置有り、無しとの2区分で判定を行うとのご説明があり、当社からは、客観的な評価がなされるよう評価ガイドを作成していただきたいとの意見を行った（本コメントは、新検査制度の基本理念に基づき、評価は主観的判断によらず、可能な限り客観的な判断がなされるよう文書化され、予見性があるべきとの主旨）。

上記の経緯を踏まえ、本日は、当社が認識している課題および対応方針、当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案、核燃料施設等の検査指摘事項に対する監視領域「原子力施設安全」の考え方、ならびに核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案について説明し、意見交換をさせていただきたい。

## 2. 当社が認識している課題

- ① 限りある規制資源の有効活用の観点から、検査気付き事項のスクリーニングは効率的・効果的に実施されるべきであるが、核燃料施設等の軽微事例集の整備が進んでいない。
- ② 核燃料施設等のリスクを適正に考慮することが困難であるとされ、検査指摘事項の全てをSERPで判定を行うとの考えが示されたが、客観的な判定に繋がるよう検査ガイドに評価の基本的考えを記載いただく必要があるのではないか。



### 3. 課題への対応方針



#### 【課題①：核燃料施設等の軽微事例集の整備が進んでいない】

- 検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド試運用版r0では、軽微事例集に米国オリジナルにない核燃料施設（加工施設）の事例が追記され、またr1では、軽微事例集に「一般的な取扱いの考え方」が追加されている。
- しかしながら、多種多様なプロセスで構成され、取扱う核燃料物質等の形態も多種多様である再処理施設の事例については、記載されていない。



#### 【対応方針】

- 軽微事例集への再処理施設の事例の追加を優先的に取り組むべきであることから、当社施設のうち再処理施設の過去事例をベースとして、「一般的な取扱いの考え方」を参考に軽微事例案（3件）を策定した（4.で説明）。
- 今後も核燃料施設等の軽微事例集の拡充に資するため、軽微事例を提案させていただきたい。

### 3. 課題への対応方針



【課題②：検査指摘事項の客観的な判定に係る考え方の整備が必要】

- SERPにおける指摘事項（追加行政措置有り、無し）の判定および追加検査の程度の決定については、客観的な判定に係る考え方の整備が必要。



【対応方針】

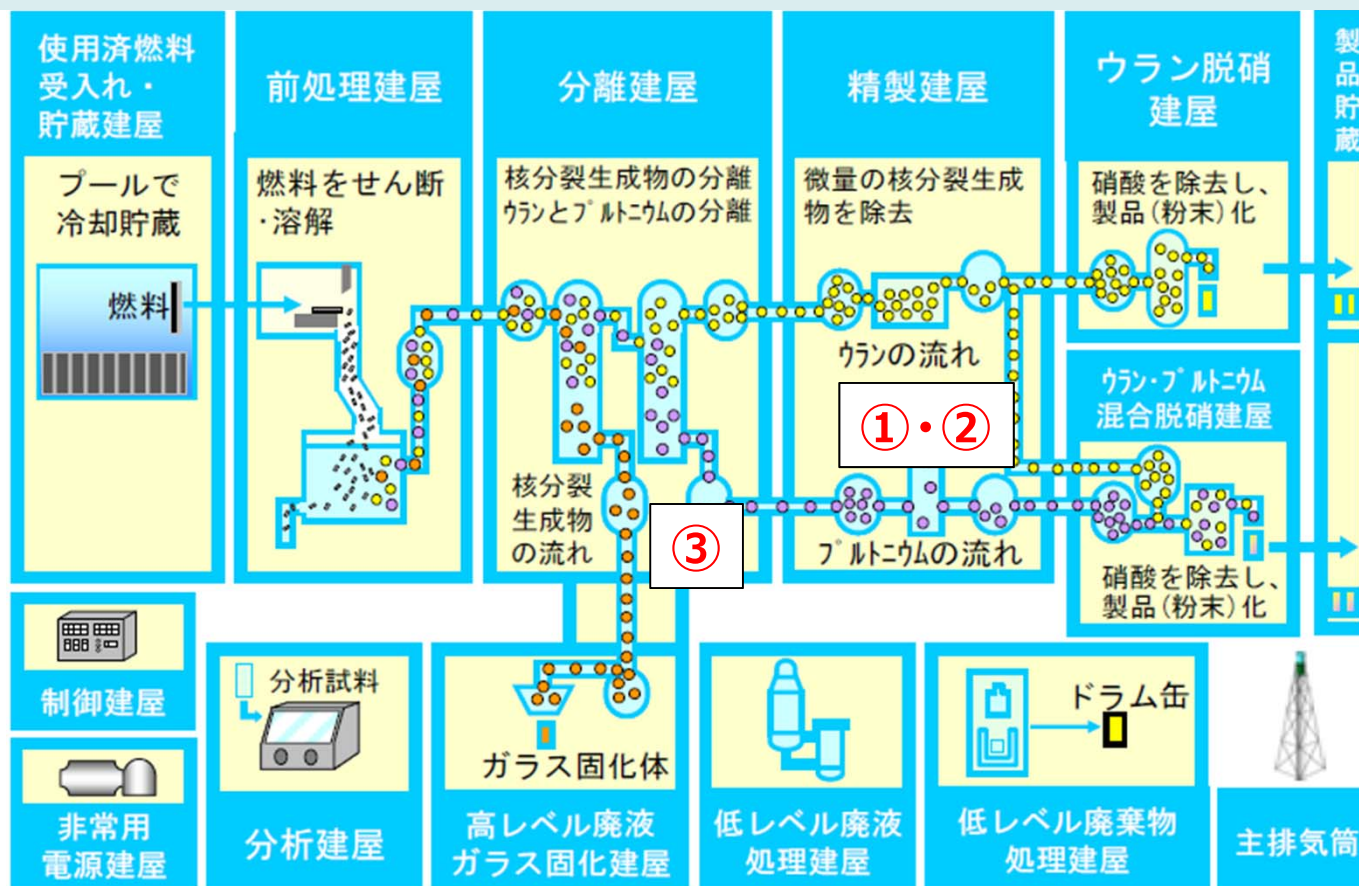
- 監視領域「放射線安全」および「核物質防護」のSDPの評価尺度については、原則として施設の種類によらず適用可能（一部、過去の実績に基づく判断基準については、施設の種類に応じた基準に見直す必要あり）。
- 監視領域「原子力施設安全」については、重大事故に係る検査指摘事項に適用すべきと考える（発電用原子炉の考え方を参考に事故影響の程度を考慮する、5.で説明）。
- 核燃料施設等の重大事故に係る検査指摘事項に対して、監視領域「原子力施設安全」を適用するに当たっては、質問シート（別途ご説明予定）を整備するとともに、定性的評価手法において核燃料施設等の特徴を考慮する必要があると考える（6.で説明）。

# 4. 当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案



六ヶ所再処理施設の過去事例から、以下の3件について、軽微事例案を検討した（分離建屋・精製建屋に関連する再処理施設固有の事例）

- ① 精製建屋における加熱蒸気温度高によるインターロック作動について
- ② 再処理工場 前処理建屋における安全蒸気ボイラ2台の故障について（精製建屋等の塔槽類からの漏えい液回収に影響）
- ③ 分離建屋 高レベル廃液濃縮缶内の温度計保護管内への高レベル廃液の漏えいについて



<余白>



## 4. 当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案①

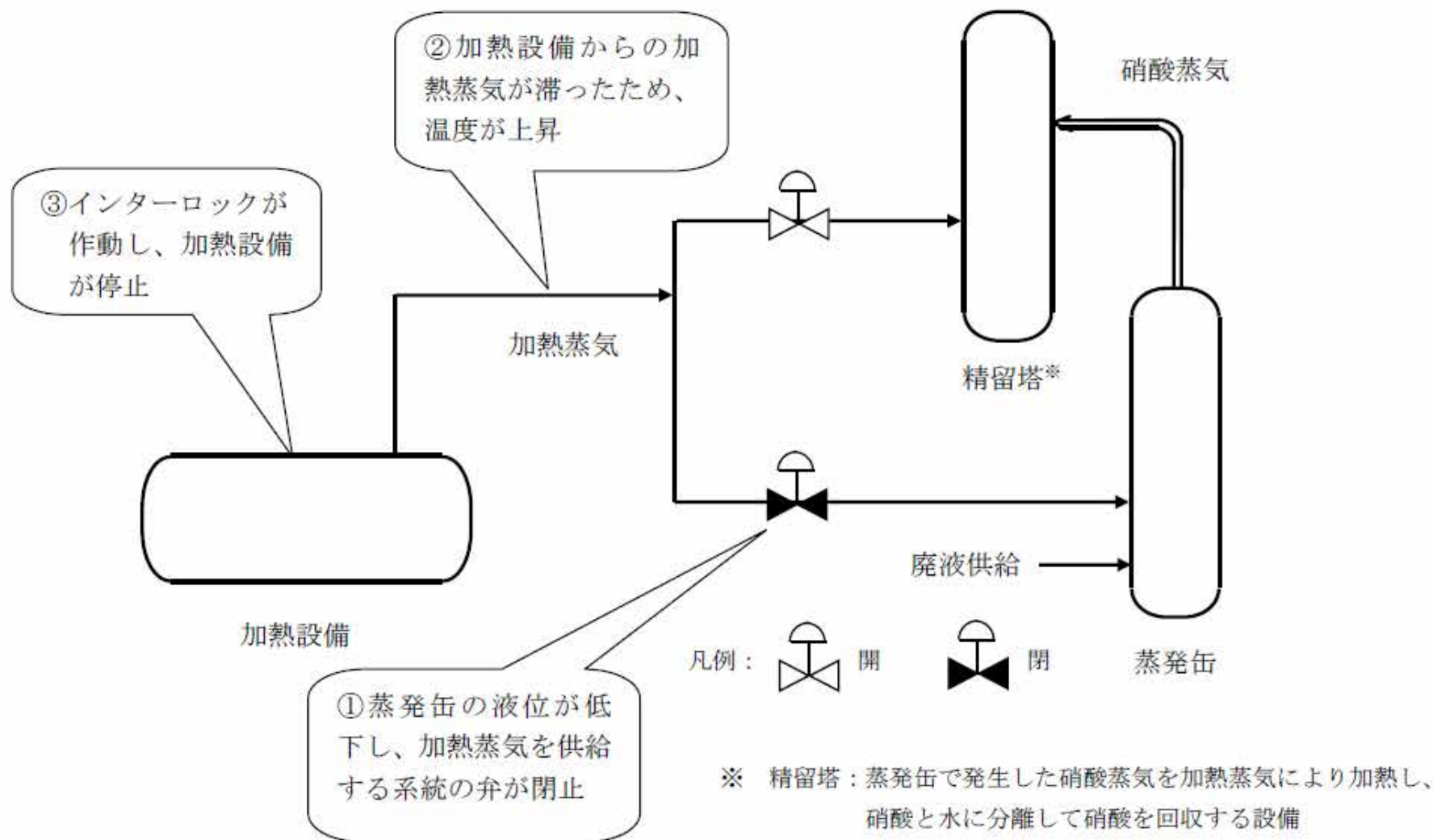


件名	精製建屋における加熱蒸気温度高によるインターロック作動について
概要	2010年7月12日、精製建屋において、廃液の処理運転の終了に伴い第2酸回収系設備の停止操作を行っていたところ、蒸発缶の液位が低下したため、蒸発缶へ加熱蒸気を供給する弁が閉止した。このため、蒸気発生器からの加熱蒸気が滞ったことにより、加熱蒸気の温度が高くなったため、インターロックが作動し、加熱設備が停止した。加熱設備は停止し、安全上問題はなかった。なお、本事象による周辺環境への影響はなく、作業員の被ばくもなかった。原因としては、蒸発缶液位の停止時目標位置が液位低設定値に対して余裕が小さかったことである。また、運転員は、運転手順書に従い蒸発缶液位の停止時目標液位に向けた低下操作を行っていたが、廃液供給量を低下させる操作と加熱蒸気量を低下させる操作について、液位を適切に低下させるための操作タイミングが運転手順書には明記されていなかったため、廃液供給量の低下に伴う液位低下の応答が遅いにも関わらず、廃液供給量の低下操作を継続した。また、この際加熱蒸気量の低下操作を行わなかった。
パフォーマンス欠陥	液位を適切に低下させるための操作タイミングが運転手順書に明記されていなかった。
軽微である理由	運転手順書の不備等があったもののインターロックが正常に作動した。
軽微でない場合	インターロックが作動せず、熱的制限値に至った場合。

【軽微事例作成の根拠】  
「検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド試運用版（GI0008\_r1）」の抜粋  
2. 事業者の管理上の要件／制限に関する事項  
検査、試験等において事業者が定める管理値を逸脱している状態、または、事業者が履行すべき要件の不履行がある状態であっても、以下を満足する場合は軽微とすることができる。

- 法令の基準及び規制要件からの逸脱がない、  
...

# 軽微事例案①の参考情報



第2酸回収系設備概要図

## 4. 当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案②



件名	再処理工場 前処理建屋における安全蒸気ボイラ2台の故障について
概要	2011年7月22日、前処理建屋（管理区域外）において、安全蒸気ボイラA号機の動作を定期的を確認するための運転を開始したところ、故障警報（不着火）が発報し、起動できなかった。再起動を試みたが、5回目の起動操作でも故障警報が発報し起動できなかったため、安全蒸気ボイラA号機の故障と判断した。その後、保安規定に基づき、安全蒸気ボイラB号機の起動操作を行ったが、安全蒸気ボイラA号機と同様に故障警報が発報し起動できなかった。安全蒸気ボイラB号機についても、再起動を試みたが、3回目の起動操作でも起動できず、安全蒸気ボイラの2台故障の可能性があることから、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」第19条の16第3号「使用済燃料等を限定された区域に閉じ込める機能の喪失又は喪失のおそれ」に該当すると判断し、国に報告した。前日の弁交換後にLPG置換をしていなかったことが原因であり、再起動操作およびLPG置換により復旧している。
パフォーマンス欠陥	保安規定で定める適用される状態において、設備に求められる状態（ボイラ2台を含む系列が運転可能）を満足していない。
軽微である理由	施設管理の運用上の不備があったものの、機器が故障していたわけではなく、復旧操作により設備に要求される時間内に起動できた。
軽微でない場合	機器故障で起動不能となり、設備に要求される時間内に起動できない場合。

### 【軽微事例作成の根拠】

「検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド試運用版（GI0008\_r1）」の抜粋

#### 4. 重大ではない手順誤り

保安規定や事業者内のマニュアルの手順に従わなかったが、明らかに安全確保の機能・性能への影響がほとんど見られないと判断でき、以下を満足する場合は軽微とすることができる。

- 設備、機器の運転及び機能に悪影響がない、

…

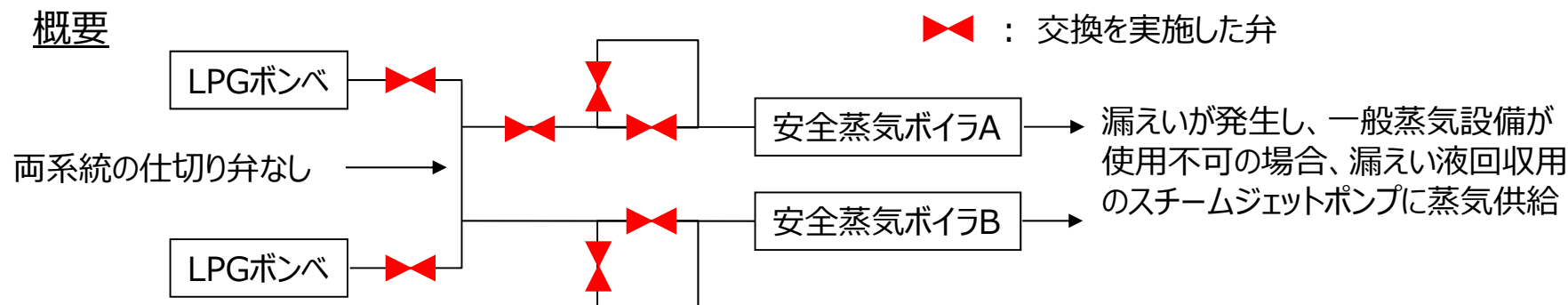
# 軽微事例案②の参考情報



## 故障と判断した原因

弁交換時の配管内への空気混入によるガス濃度不足

## 概要



7/21	-	弁交換のため、安全蒸気ボイラA, Bを系統除外
	-	弁交換終了後、ガス置換と動作確認を実施せず（手順等を実施要求なし）系統除外解除
7/22	5 : 49~7 : 14	安全蒸気ボイラA サーバランス運転 → 5回目不着火（故障と判断）
	8 : 01~8 : 22	安全蒸気ボイラB 起動確認 → 3回目不着火
	10 : 03	安全蒸気ボイラ2台故障と判断 → 保安規定に基づき高レベル濃縮廃液等の移送を禁止
	11 : 53	安全蒸気ボイラA起動（再起動操作22回目）
	15 : 14~15 : 19	安全蒸気ボイラB ガス置換
	15 : 35	安全蒸気ボイラB起動（再起動操作2回目）

## 4. 当社施設の過去事例をベースとした軽微事例案③



件名	分離建屋 高レベル廃液濃縮缶内の温度計保護管内への高レベル廃液の漏えいについて
概要	<p>2010年7月30日、分離建屋の管理区域における高レベル廃液濃縮缶の温度計交換作業において、22時30分頃、作業のための養生シート上に電離則による放射線管理区域区分（<math>\alpha</math> : <math>0.4\text{Bq}/\text{cm}^2</math>、<math>\beta</math> (<math>\gamma</math>) : <math>4\text{Bq}/\text{cm}^2</math>) を超える放射性物質の付着（最大<math>\beta</math> (<math>\gamma</math>) : 約 <math>710\text{Bq}/\text{cm}^2</math>) を確認した。その後、付着した放射性物質の発生源の調査を進めたところ、高レベル廃液濃縮缶内の温度計保護管内へ高レベル廃液が漏えいしている可能性があることから、本件は「使用済燃料等を限定された区域に閉じ込める機能の喪失」に該当するものと考え、8月2日13時10分に「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」第19条の16第3号に該当すると判断した。当該作業に従事していた作業員4名、放射線管理員1名および作業場所近傍で他の作業に従事していた作業員2名（計7名）に対して外部被ばく線量の確認を行った結果、当該作業に従事していた作業員のうち2名の外部被ばく線量は<math>0.01\text{mSv}</math>であり、法令で定める年間の線量限度である<math>50\text{mSv}</math>に比べて十分小さかった。また、温度計交換作業に従事していた作業員のうち1名に表面密度限度の10分の1（<math>\alpha</math> : <math>0.4\text{Bq}/\text{cm}^2</math>、<math>\beta</math> (<math>\gamma</math>) : <math>4\text{Bq}/\text{cm}^2</math>) 未満の皮膚汚染が確認されたことから、除染措置を行った上で管理区域から退域した。放射性物質の内部取り込みはなかった。管理区域内の放射線状況に異常はなかった。漏えいが発生した箇所は、キャップの溶接線付近または上下のシーニング加工部の可能性は低く、キャップ部である可能性が高い。また、キャップ部に損傷が発生した原因は、要因分析に基づく調査の結果、析出物の発生が濃縮缶内の対流に影響し、想定した以上の濃縮缶下部温度の上昇が発生したことにより鍛鋼品であるキャップ部でトンネル腐食が発生したものと推定する。</p>
パフォーマンス欠陥	作業のための養生シート上に電離則による放射線管理区域区分（ $\alpha$ : $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$ ( $\gamma$ ) : $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ) を超える放射性物質の付着（最大 $\beta$ ( $\gamma$ ) : 約 $710\text{Bq}/\text{cm}^2$ ) があった。
軽微でない理由	計画外の被ばく・汚染が確認された。
軽微である場合	適切な防護措置を行っており、計画外の被ばく・汚染も確認されなかった場合。

【軽微事例作成の根拠】

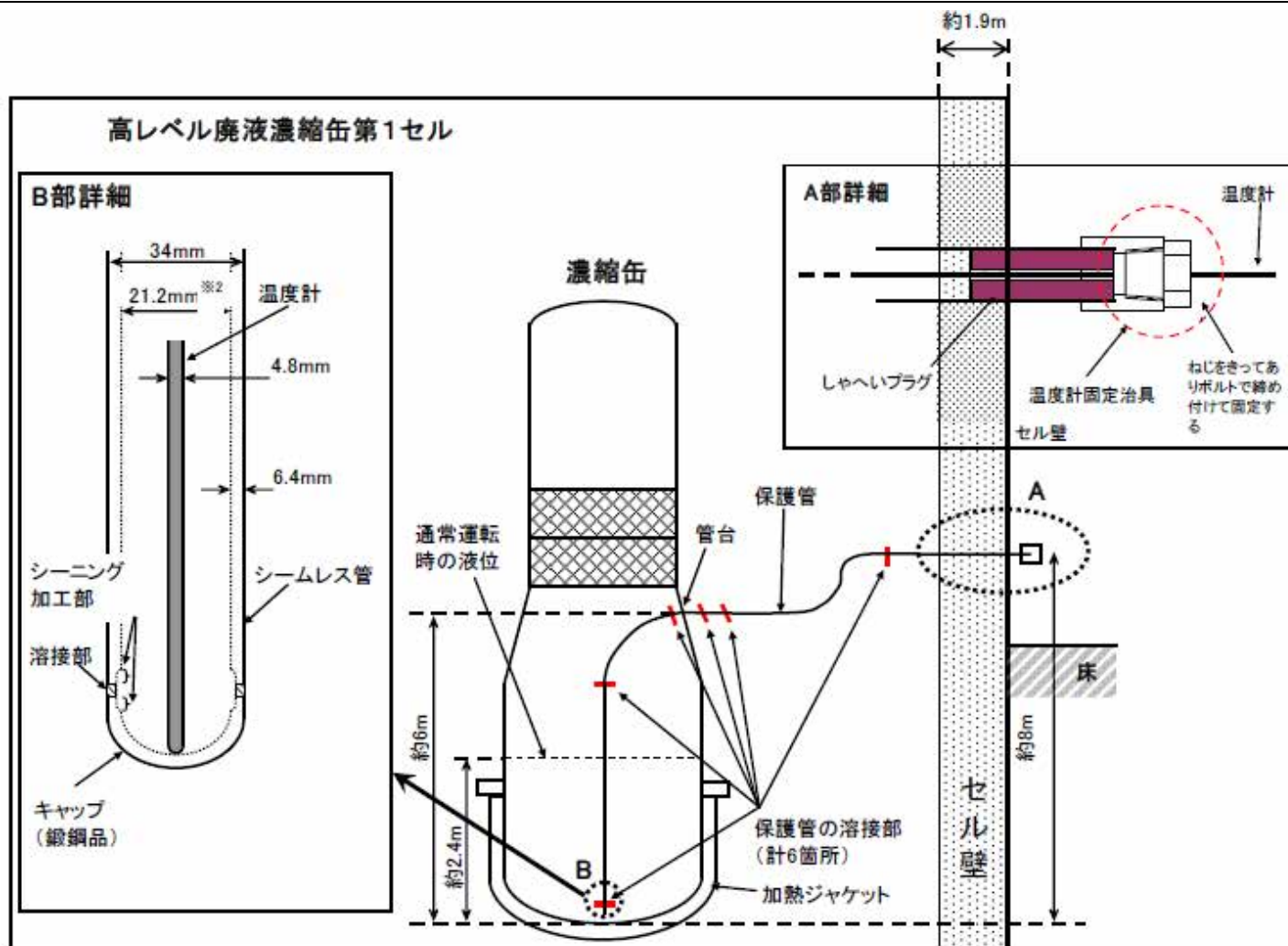
「検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド試運用版（GI0008\_r1）」の抜粋

2. 事業者の管理上の要件／制限に関する事項

検査、試験等において事業者が定める管理値を逸脱している状態、または、事業者が履行すべき要件の不履行がある状態であっても、以下を満足する場合は軽微とすることができる。

- 法令の基準及び規制要件からの逸脱がない、
- 一時的な逸脱であり、設備・機器等について、所定の性能、機能を有すること又は安全上の影響の有無を確認するための評価の必要がない（簡単な確認のみで済む）、

...

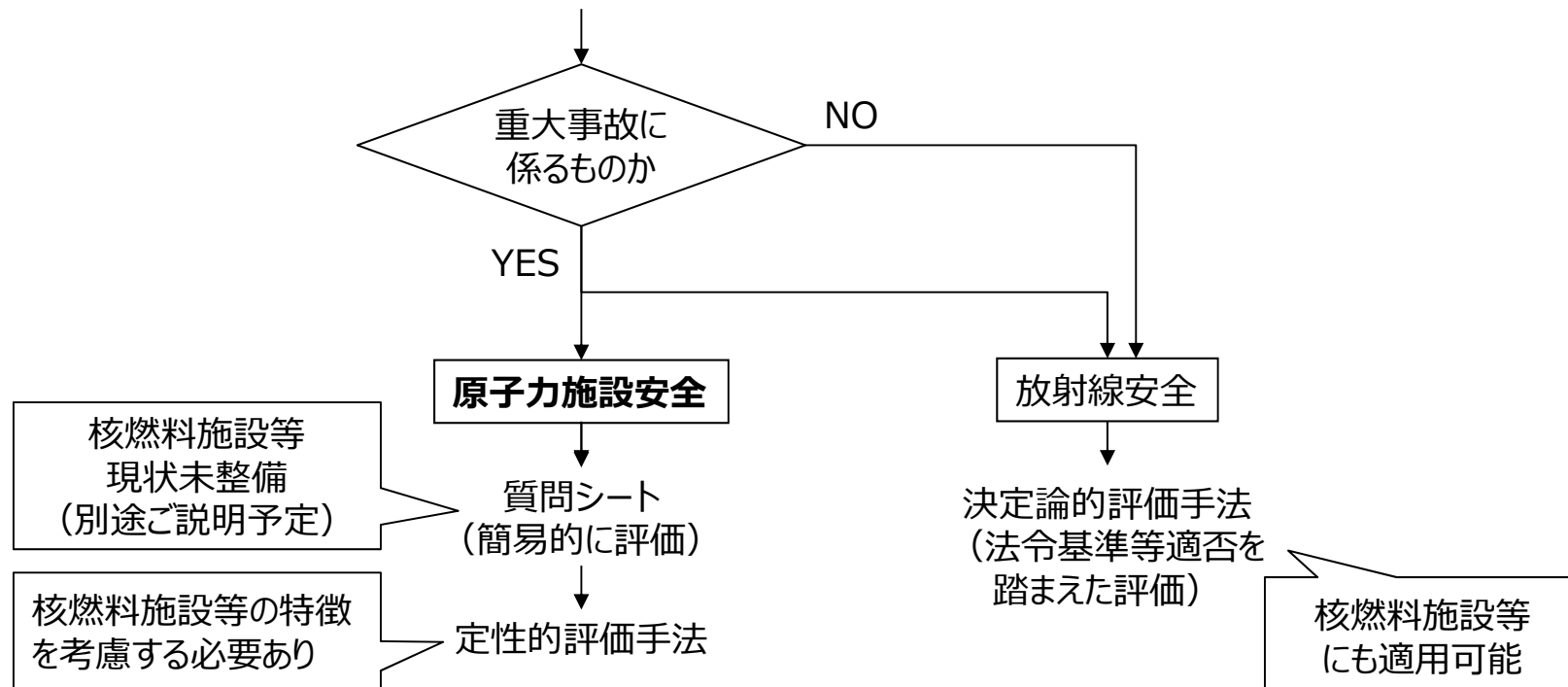


## 5. 核燃料施設等の検査指摘事項に対する監視領域「原子力施設安全」の考え方



- 発電用原子炉の場合、監視領域「原子力施設安全」のSDPについては、 $\Delta CDF$ および $\Delta CFF$ が定量的基準となっており、これらは重大事故に係る指標である。
- このため、核燃料施設等の場合でも、監視領域「原子力施設安全」については、重大事故に係る検査指摘事項に対して適用すべきと考える。
- 核燃料施設等の重大事故に係る検査指摘事項に対して、監視領域「原子力施設安全」のSDPを適用するに当たっては、質問シート（別途ご説明予定）を整備するとともに、定性的評価手法において核燃料施設等の特徴を考慮する必要があると考える（6.で説明）。

### 核燃料施設等の検査指摘事項（監視領域「核物質防護」を除く）



## 6. 核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案



### 【安全重要度評価の定性的評価手法に対する弊社意見】

安全重要度評価における定性的評価については、原子力施設の安全確保の状態への影響度合いを、3つの視点で評価（数値化）し、下式のとおり統合する手法が示されている。

①原子力施設の安全確保状態 + ②継続期間 + ③改善措置能力

発電用原子炉の場合、炉心損傷・燃料破損事故のみが想定されるが、サイクル施設の場合、多種多様な事故が想定され、発電用原子炉と比較して事故による環境への影響も小さい。

このため、サイクル施設の安全重要度評価を行うに当たっては、上式の結果である安全確保の状態への影響度合いに加え、当該のパフォーマンス劣化がもたらすおそれのある事故による環境への影響の大きさを考慮する必要があると考える。

第27回検査制度の見直しに関するWG（2019年6月17日）資料6－2抜粋



## 6. 核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案



### 【核燃料施設等の特徴を考慮した定性的評価手法案】

$$\text{リスクの増加分} = \text{事故発生頻度の増加分} \times \text{事故影響}$$

であるが、3つの視点では事故影響が考慮されていないため、事故影響の視点を追加し、炉心損傷事故の事故影響との比較で補正を行う。補正を行えば、炉心損傷事故を念頭に作成された重要度の判定に使われる指標統合値の目安を使用可能となる。

$$\text{①安全確保状態} + \text{②継続期間} + \text{③改善措置能力} - \text{④事故影響}$$

「④事故影響」の点数について、事故発生頻度の増加分の「①安全確保状態」、「②継続期間」が1桁上がる毎に4点上がる（色が1段階厳しくなる）ように設定されているため、この考え方にに基づき、放出放射能の影響が1桁下がる毎に4点減点することを基本とする。

具体的には、放出放射能の影響については、INESレベルの分類を参考に、レベル5以上は、発電用原子炉の炉心損傷事故と同等の扱いとし、局所的な影響を伴う事故であるレベル4以下については、4点減点する。

## 6. 核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案



INES		131I 放出量	該当施設と事故（例）	④事故影響の点数
レベル				
7	深刻な事故	数万テラ・ベクレル超	発電用原子炉（チェルノブイリ・福島：炉心損傷・過酷事故）	0点 （広範囲な影響を伴う事故であるため、発電用原子炉（炉心損傷）と同等に扱う）
6	大事故	数千～数万テラ・ベクレル程度	再処理施設（キシュテム：高放射能レベル廃棄物タンクの爆発による放射性物質の環境への大量の放出）、再処理施設重大事故（蒸発乾固・水素爆発〔同時発生〕）	
5	広範囲な影響を伴う事故	数百～数千テラ・ベクレル程度	発電用原子炉（ウインズケール：炉心での火災後の放射性物質の環境への放出）	
4	局所的な影響を伴う事故	数十～数百テラ・ベクレル程度	「特定のウラン加工施設（東海：臨界事故）」、再処理施設重大事故（上記以外）	-4点 （事故影響：レベル5～7の10分の1以下）
3	重大な異常事象	（ <sup>131</sup> I 放出量の基準なし）		
2	異常事象			
1	逸脱レベル			

放出量ではなく、被ばくで評価されるレベル

## 6. 核燃料施設等の検査指摘事項の評価方法案



### 【核燃料施設等の特徴を考慮した定性的評価手法案の適用例】

件名	再処理事業所再処理施設におけるプルトニウムを含む分析試料の取扱いについて
概要	分析建屋において2010年3月12日3:00の分析廃液第1受槽の定期サンプリング（1回/日）を実施したところ、プルトニウム濃度（10mg/L）が最近の値（1mg/L未満）より高かったため、原因調査を実施した。その結果、協力会社の分析員が3月11日の23:00頃にジャグに入ったプルトニウムを含む分析試料の残液（ジャグ5本でプルトニウム量として約10g）を誤って分析廃液第1受槽へ移送していたことが、3月14日に判明した。今回の誤った移送後の分析廃液第1受槽（容量10m <sup>3</sup> ）のプルトニウム保有量は約12gの少量であり、安全上の問題はないものであった。なお、当該受槽については、定期サンプリング(1回/日)でプルトニウム濃度、酸濃度を分析により常に把握しており、安全上の問題がないことを確認している。また、当該受槽より他建屋へ移送する時には、原則プルトニウム濃度を5mg/L未満の極めて低い値となるように運転管理を行っている。
原因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分析員の教育が不足していた。</li> <li>・排水口は同じ分析ラインに複数有り、排水口は同形状で識別しづらかった。</li> <li>・ジャグには分析試料の通し番号を示すID番号は印字されているが、プルトニウムが含まれていることを示す識別や機器番号は印字されていなかった。</li> </ul>

視点	点数	算定根拠
①安全確保状態	4点	プルトニウム量の確認と移送先の確認をせずにプルトニウムを含む分析試料の残液を移送した。
②継続期間	0点	10日以内
③改善措置能力	0点	—
④事故影響	-4点	再処理施設 重大事故（蒸発乾固・水素爆発〔同時発生〕以外）に係る検査指摘事項
合計	0点	判定結果：対応措置なし（「緑」相当）

# <参考資料>

# 当社施設の過去事例をベースとした 軽微事例案に係る安全機能等



## 事例①：精製建屋における加熱蒸気温度高によるインターロック作動について

本件のインターロックに関連する安全機能は以下のとおり。

「再処理施設の火災及び爆発の防止に関する設計」のうち「再処理施設特有の火災及び爆発の発生防止」の「TBP等の錯体の急激な分解反応の発生防止」において、TBP等の錯体の急激な分解反応のおそれのある機器には、熱的制限値として加熱蒸気最高温度（135℃）を設定し、濃縮缶等の加熱部に供給する約130℃の加熱蒸気の温度を加熱蒸気の圧力により制御し、温度計により監視し、温度高により警報を発するとともに、加熱蒸気の温度が135℃を超えないために、蒸気発生器に供給する一次蒸気及び濃縮缶等の加熱部に供給する加熱蒸気を自動的に遮断する設計とする。〈再処理事業指定申請書 添付書類六 1.5 火災及び爆発の防止に関する設計〉

## 事例②：再処理工場 前処理建屋における安全蒸気ボイラ2台の故障について

本件の安全蒸気ボイラに関連する安全機能は以下のとおり。

安全蒸気系は、崩壊熱により沸騰のおそれがあるか、又はn-ドデカン引火点に達するおそれのある漏えい液を安全に移送するためのスチームジェットポンプに蒸気を供給する。安全蒸気系は通常は停止状態であり、セル等内に設置の機器から液体状の放射性物質の漏えいが生じた場合に起動し、一般蒸気系が使用できない場合に使用する\*。〈再処理事業指定申請書 添付書類六 9.6 蒸気供給設備〉

\*：再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 16条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止）において、「放射性物質の放出の低減に係る系統及び機器の機能を期待する場合には、外部電源の喪失を仮定すること」とされており、設計基準事故の評価では、一般蒸気系の機能を期待していない。

# 当社施設の過去事例をベースとした 軽微事例案に係る安全機能等



## 事例③：分離建屋 高レベル廃液濃縮缶内の温度計保護管内への高レベル廃液の漏えいについて

本件は、温度計保護管内に高レベル廃液が漏えいしている状況で、温度計を取出そうとしたことによりグリーン区域が汚染したものである。これに関連する安全設計は以下のとおり。

管理区域は、外部放射線に係る線量率の高低、空気中の放射性物質の濃度又は床等の表面の放射性物質の密度に起因する汚染の高低等を勘案して、第2.2-1表に示すグリーン区域、イエロ区域及びレッド区域に区分する。さらに、グリーン区域及びイエロ区域は、外部放射線に係る線量率の高低に応じ区分し管理する。これら区分間において段階的な出入管理を行うことにより、管理区域へ立ち入る者の被ばく管理等が容易かつ確実にできるようにする。

### グリーン区域

外部放射線に係る線量率が $500\mu\text{Sv/h}$ 以下であって、通常作業において、空気中の放射性物質の濃度の3月間の平均値及び放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が、平成12年科学技術庁告示第13号第2条第1項第2号及び第3号に定められた濃度又は密度を超えない区域

### イエロ区域

外部放射線に係る線量率が $500\mu\text{Sv/h}$ 以下であって、通常作業において、空気中の放射性物質の濃度の3月間の平均値及び放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が、平成12年科学技術庁告示第13号第7条及び第5条に定められた濃度又は密度以下である区域

### レッド区域

外部放射線に係る線量率が $500\mu\text{Sv/h}$ を超えるか、空気中の放射性物質の濃度の3月間の平均値又は放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が、平成12年科学技術庁告示第13号第7条及び第5条に定められた濃度又は密度を超えるおそれのある区域で、通常作業時に人の立入りを禁止する区域

安全機能を有する施設は、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるために、放射性物質を内蔵する系統及び機器は、腐食し難く、漏えいし難い構造とするとともに、セル、グローブボックス及びこれらと同等の閉じ込め機能を有する施設（以下「セル等」という。）又は室に収納する設計とする。＜再処理事業指定申請書 添付書類六 1.4 使用済燃料等の閉じ込めに関する設計＞

# 再処理施設の重大事故



使用済燃料の再処理の事業に関する規則  
(昭和四十六年三月二十七日総理府令第十号)

(重大事故)

第一条の三 法第四十四条の二第一項第二号の原子力規制委員会規則で定める重大な事故は、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であつて、次に掲げるものとする。

- 一 セル内において発生する臨界事故
- 二 使用済燃料から分離された物であつて液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固
- 三 放射線分解によつて発生する水素が再処理設備の内部に滞留することを防止する機能が喪失した場合にセル内において発生する水素による爆発
- 四 セル内において発生する有機溶媒その他の物質による火災又は爆発（前号に掲げるものを除く。）
- 五 使用済燃料貯蔵設備に貯蔵する使用済燃料の著しい損傷
- 六 放射性物質の漏えい（前各号に掲げる事故に係るものを除く。）