

【公開版】

提出年月日	令和元年 11 月 8 日	R2
日本原燃株式会社		

六ヶ所再処 理 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第 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

検討中

- ・ 事業指定基準規則における追加要求事項の整理および追加要求事項を踏まえた適合方針について

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

1. 2 要求事項に対する適合性

1. 3 規則への適合性

2. 安全評価に関する基本方針

2. 1 基本的考え方

2. 1. 1 運転時の異常な過渡変化

2. 1. 1. 1 定 義

2. 1. 1. 2 事象の検討及び選定

2. 1. 1. 3 判断基準

2. 1. 2 設計基準事故

2. 1. 2. 1 定 義

2. 1. 2. 2 事象の検討及び選定

2. 1. 2. 3 判断基準

2. 2 解析に当たって考慮する事項

2. 3 再処理施設の事故等の代表事象の選定について

3. 運転時の異常な過渡変化

3. 1 プルトニウム精製設備の逆抽出塔での有機溶媒の温度異常 上昇

3. 1. 1 原因, 発生防止対策及び拡大防止対策

3. 1. 2 過渡変化の解析

3. 1. 3 判断基準への適合性の検討

- 3. 2 高レベル廃液濃縮缶における加熱蒸気の温度異常上昇
 - 3. 2. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策
 - 3. 2. 2 過渡変化の解析
 - 3. 2. 3 判断基準への適合性の検討
- 3. 3 ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇
 - 3. 3. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策
 - 3. 3. 2 過渡変化の解析
 - 3. 3. 3 判断基準への適合性の検討
- 3. 4 分配設備のプルトニウム洗浄器におけるプルトニウム濃度異常上昇
 - 3. 4. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策
 - 3. 4. 2 過渡変化の解析
 - 3. 4. 3 判断基準への適合性の検討
- 3. 5 高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大
 - 3. 5. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策
 - 3. 5. 2 過渡変化の解析
 - 3. 5. 3 判断基準への適合性の検討
- 3. 6 ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉の温度異常上昇
 - 3. 6. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策
 - 3. 6. 2 過渡変化の解析
 - 3. 6. 3 判断基準への適合性の検討
- 3. 7 外部電源喪失
 - 3. 7. 1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

3. 7. 2 過渡変化の解析

3. 7. 3 判断基準への適合性の検討

3. 8 結 論

4. 設計基準事故

4. 1 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災

4. 1. 1 原因及び説明

4. 1. 2 事故防止対策及び影響緩和対策

4. 1. 3 事故経過

4. 1. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4. 1. 5 判断基準への適合性の検討

4. 2 プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応

4. 2. 1 原因及び説明

4. 2. 2 事故防止対策及び影響緩和対策

4. 2. 3 事故経過

4. 2. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4. 2. 5 判断基準への適合性の検討

4. 3 溶解槽における臨界

4. 3. 1 原因及び説明

4. 3. 2 事故防止対策及び影響緩和対策

4. 3. 3 事故経過

4. 3. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4. 3. 5 判断基準への適合性の検討

4. 4 高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい

4. 4. 1 原因及び説明

4. 4. 2 事故防止対策及び影響緩和対策

- 4. 4. 3 事故経過
- 4. 4. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価
- 4. 4. 5 判断基準への適合性の検討
- 4. 5 高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい
 - 4. 5. 1 原因及び説明
 - 4. 5. 2 事故防止対策及び影響緩和対策
 - 4. 5. 3 事故経過
 - 4. 5. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価
 - 4. 5. 5 判断基準への適合性の検討
- 4. 6 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下
 - 4. 6. 1 原因及び説明
 - 4. 6. 2 事故防止対策及び影響緩和対策
 - 4. 6. 3 事故経過
 - 4. 6. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価
 - 4. 6. 5 判断基準への適合性の検討
- 4. 7 短時間の全交流動力電源の喪失
 - 4. 7. 1 原因及び説明
 - 4. 7. 2 事故防止対策及び影響緩和対策
 - 4. 7. 3 事故経過
 - 4. 7. 4 放射性物質の放出量及び線量の評価
 - 4. 7. 5 判断基準への適合性の検討
- 4. 8 安全評価における機能別の単一故障の仮定について
- 4. 9 結 論

2 章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

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ついて、事業指定基準規則と再処理施設安全審査指針の比較並びに当該指針を踏まえた、これまでの許認可実績により、事業指定基準規則第十六条において追加された又は明確化された要求事項を整理する。(第1表)

【補足説明資料 1-1】

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>事業指定基準規則 第十六条 (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)</p> <p>安全機能を有する施設は、次に掲げる要件を満たすものでなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化時において、パラメータを安全設計上許容される範囲内に維持できるものであること。</p> <p>二 設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。</p>	<p>指針3 安全評価</p> <p>2. 設計基準事象の評価</p> <p>(1) 放射性物質が存在する再処理施設内の各工程ごとに、運転時の異常な過渡変化並びに機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射線物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から設計基準事象を選定し評価する。</p> <p>評価すべき事例を以下に示す。</p> <p>① 運転時の異常な過渡変化</p> <p>② 被覆材等の金属微粒子、有機溶媒等による火災・爆発</p> <p>③ 核燃料物質による臨界</p> <p>④ 各種機器、配管等の破損、故障等による漏洩及び機能喪失</p> <p>⑤ 使用済燃料集合体等の取り扱いに伴う破損等</p> <p>⑥ 短時間の全動力電源の喪失</p> <p>⑦ その他必要と認められる事象</p> <p>ただし、類似の事象が2つ以上ある場</p>	<p>既許可の設計方針が指針を踏まえたものであるとともに、新たな規則に相当するものであることから、第一号及び第二号の規定は、指針から明確化されたいのに留まる。したがって、新たに追加された要求事項はない。</p>

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>事業指定基準規則</p> <p>第十六条 (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)</p> <p>1 第16条に規定する「安全機能を有する施設は、次に掲げる要件を満たすものでなければならぬ」については、再処理施設の設計の基本方針に深層防護の考え方が適切に採用されていることを確認するために、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故(ここでは「事故等」という。)を選定し、解析及び評価すること。</p> <p>また、上記の「深層防護の考え方」と</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>合には、最も厳しい事象で代表させることができる。</p> <p>(3) 各事象に対する安全設計の妥当性を評価するに当たっては、上記(1)①については適切と認められる運転条件の変動幅の中であることを、また、(1)②～⑦については一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを判断の基準とすること。</p> <p>1. 安全評価の目的</p> <p>再処理施設の安全性の判断に当たり、施設の設計の基本方針に多重防護の考え方が適切に採用されていることを確認するのために設計基準事象を選定し評価するほか、一般公衆との離隔距離の妥当性を判断するために立地評価事故を想定し評価すること。</p> <p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価</p> <p>1. 「多重防護の考え方」とは、異常の</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>事業指定基準規則</p> <p>第十六条 (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)</p> <p>は、異常の発生が防止されること、仮に異常が発生したとしてもその波及、拡大が抑制されること、さらに異常が拡大すると仮定してもその影響が緩和されることをいう。</p> <p>2 事故等の評価</p> <p>一 放射性物質が存在する再処理施設内の各工程ごとに、運転時の異常な過渡変化及び機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から設計基準事故等を選定し評価する。</p> <p>評価すべき事例は以下に掲げるとおりとする。</p> <p>① 運転時の異常な過渡変化</p> <p>② 設計基準事故</p> <p>a) 冷却機能、水素掃気機能等の安全上</p>	<p>発生が防止されること、仮に異常が発生したとしてもその波及、拡大が抑制されること、さらに異常が拡大すると仮定してもその影響が緩和されることをいう。</p> <p>(再処理施設安全審査指針)</p> <p>指針3 安全評価</p> <p>2. 設計基準事象の評価</p> <p>(1) 放射性物質が存在する再処理施設内の各工程ごとに、運転時の異常な過渡変化並びに機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から設計基準事象を選定し評価する。</p> <p>評価すべき事例を以下に示す。</p> <p>① 運転時の異常な過渡変化</p> <p>② 被覆材等の金属微粒子、有機溶媒等による火災・爆発</p> <p>③ 核燃料物質による臨界</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (4/11)

	再処理施設安全審査指針	備 考
<p>事業指定基準規則 第十六条 (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)</p> <p>重要な施設の機能喪失</p> <p>b) 溶媒等による火災、爆発</p> <p>c) 臨界</p> <p>d) その他評価が必要と認められる事象</p> <p>ただし、類似の事象が2つ以上ある場合には、最も厳しい事象で代表させることができる。</p>	<p>④ 各種機器、配管等の破損、故障等による漏洩及び機能喪失</p> <p>⑤ 使用済燃料集合体等の取り扱いに伴う破損等</p> <p>⑥ 短時間の全動力電源の喪失</p> <p>⑦ その他必要と認められる事象</p> <p>ただし、類似の事象が2つ以上ある場合には、最も厳しい事象で代表させることができる。</p>	
<p>二 上記一の「事故等」とは、再処理施設を異常な状態に導く可能性のある多数の事象を整理し、施設の設計とその評価に当たって考慮すべきものとして選定する事象をいう。</p>	<p>再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価</p> <p>2. 設計基準事象は、再処理施設を異常な状態に導く可能性のある多数の事象を整理し、施設の設計とその評価に当たって考慮すべきものとして選定する事象である。</p> <p>評価すべき事例のうち①にいう「運転時の異常な過渡変化」とは、再処理施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障又は誤動作若しくは運転員の</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (5/11)

<p>事業指定基準規則 第十六条 (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)</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p>	<p>備考</p>
<p>評価すべき事象のうち上記②a)～d)に示す各事象は、「運転時の異常な過渡変化」を超える事象であって、発生の可能性は低い、発生した場合、運転時及び停止時の線量評価の際に設定された年間の放出量を超える放射性物質の放出の可能性があり、再処理施設の安全設計の妥当性を評価する観点から想定する必要がある事象である。</p>	<p>単一誤操作などによって、再処理施設の平常運転を超えるような外乱が再処理施設に加えられた状態及びこれらと類似の発生の可能性を有し、再処理施設の運転が計画されていない状態にいたる事象をいう。</p> <p>評価すべき事象のうち②～⑦に示す各事象は、「運転時の異常な過渡変化」を超える事象であって、発生の可能性は小さいが、発生した場合は、平常時の線量評価の際に設定された年間の放出量を超える放射性物質の放出の可能性があり、再処理施設の安全設計の妥当性を評価する観点から想定する必要がある事象である。</p> <p>(再処理施設安全審査指針) 指針3 安全評価 (2) 上記事象の解析に当たっては、技術的に適切な解析モデル及びパラメータを採用するほか、以下の事項を満足させて解析を行うこと。</p>	<p>三 上記事象の解析に当たっては、技術的に適切な解析モデル及びパラメータを採用して解析を行うとともに、以下に掲げる事項を満たすものとする。</p>

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (6/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>① 異常事象を速やかに収束させ、又はその拡大を防止し、あるいはその結果を緩和することを主たる機能については、その機能別に異常事象の結果が最も厳しくなる単一故障^{※1}を仮定すること。</p>	<p>① 異常事象を速やかに収束させ、又はその拡大を防止し、あるいはその結果を緩和することを主たる機能とする系統については、その機能別に結果を最も厳しくする単一故障を仮定すること。</p> <p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価</p> <p>4. 設計基準事象の解析に当たって仮定する単一故障は、動的機器の単一故障とする。この要求は、当該系統の設計が指針22の要求を満足していることを確認するとともに、作動を要求されている諸系統間の協調性や手動操作を必要とする場合の運転員の役割等を含め、系統全体としての機能と性能を確保しようとするものである。単一故障の仮定は、当該事象に対して果たされるべき安全機能の観点から結果を最も厳しくするものを選定し、かつ、これを適切な方法で示さなければならぬ。</p>	
<p>※1) ①は、信頼性に関する設計上の考慮の要求を満足していることを確認するとともに、作動を要求されている諸系統間の協調性や手動操作を必要とする場合の運転員の役割等を含め、系統全体としての機能と性能を確認しようとするものである。単一故障の仮定は、当該事象に対して果たされるべき安全機能の観点から結果を最も厳しくするものを選定し、かつ、これを適切な方法で示さなければならぬ。</p>		

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (7/11)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	備考
<p>第十六条 (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)</p> <p>② 事故等の解析に当たって仮定する「単一故障」は、動的機器の単一故障とすること。</p> <p>③ 1つの想定事象について2つ以上の安全機能が要求される場合には、機能別に単一故障を仮定すること。</p> <p>④ 事象の影響を緩和するために必要な運転員の手動操作については、適切な時間的余裕^{※2}を考慮すること。</p> <p>※2) 事故等の解析に当たって要求されている運転員の手動操作に関する「時間的余裕」については、一般的に運転員の信頼度は、発生事象の態様によって異なり、かつ、発生直後に低下し、時間とともに回復することから、操作を必要とする時点と操作完了までの時間的余裕</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>い。1つの想定事象について2つ以上の安全機能が要求される場合には、機能別に単一故障を仮定しなければならぬ。</p> <p>(再処理施設安全審査指針) 指針3 安全評価</p> <p>② 事象の影響を緩和するのに必要な運転員の手動操作については、適切な時間的余裕を考慮すること。</p> <p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価</p> <p>5. 設計基準事象の解析に当たって要求されている運転員の手動操作に関する時間的余裕については、一般的に運転員の信頼度は、発生事象の態様によって異なり、かつ、発生直後に低下し、時間とともに回復することから、操作を必要とする時点と操作完了までの時間的余裕、運転員に与えられる情報、</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (8/11)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	備考
<p>第十六条 (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)</p> <p>裕、運転員に与えられる情報、必要な操作等を考慮して個々の想定すべき事象ごとに判断すべきである。その検討の結果、運転員に十分な信頼度が期待し得ると判断される場合には、その動作に期待してもよい。ただし、事象の発生が検出されてから短時間に検出されたと見込まれる場合であっても10分以内の操作の完了を期待してはならない。</p> <p>⑤ 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。</p> <p>四 設計基準事故の評価を行う際には、直接線及びスカイライン線による影響を考慮すること。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>必要な操作等を考慮して個々の想定すべき事象ごとに判断すべきである。その検討の結果、運転員に十分な信頼度が期待し得ると判断される場合には、その動作に期待してもよい。ただし、事象の発生が検出されてから短時間に操作が完了できたと見込まれる場合であっても10分以内を期待してはならない。</p> <p>③ 放射性物質の放出の低減に係る系統及び機器の機能が要求される場合には、外部電源の喪失を考慮すること。</p> <p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価 11. 設計基準事象及び立地評価事故の評価を行う際には、直接ガンマ線及びスカイラインガンマ線による影響を考慮すること。</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (9/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>五 事故等に対する安全設計の妥当性を評価するに当たっては、上記一①については温度、圧力、流量等が、それぞれの最大許容限度（当該再処理施設の設計と関連して、温度、圧力、流量等のパラメータの安全設計上許容される限度であり、再処理事業指定制申請書に記載される値）を超えないことを、また、上記一②については公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを判断の基準とすること。</p>	<p>(再処理施設安全審査指針) 指針3 安全評価 (3) 各事象に対する安全設計の妥当性を評価するに当たっては、上記(1)①については適切と認められる運転条件の変動幅の中であることを、また、(1)②～⑦については一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを判断の基準とすること。</p>	
<p>六 上記五の「温度、圧力、流量等が、それぞれの最大許容限度を超えないこと」については、仮に運転時の異常な過渡変化に伴って、放射性物質が放出されても、この放出量は、運転時及び停止時の線量評価の際に選定された年間の放出量を十分下回っていること。</p>	<p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価 6. 運転時の異常な過渡変化の評価の判断基準としての「適切と認められる運転条件の変動幅の中」とは、温度、圧力、流量等が、それぞれの最大許容限度を超えないことをいう。仮に運転時の異常な過渡変化に伴って、放射性物質の放出があっても、この放出量は、</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (10/11)

事業指定基準規則 第十六条 (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)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>七 上記五の「公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」については、線量の評価を設計基準事故の発生頻度との兼ね合いを考慮して行うこととする。</p>	<p>平常時の線量評価の際に選定された年間の放出量を十分下回っていること。</p> <p>(再処理施設安全審査指針 解説) 指針3 安全評価</p> <p>7. 評価すべき事例のうち、②～⑦に示す事象の評価の判断基準としては「一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」とした。これは、線量の評価を設計基準事象の発生頻度との兼ね合いを考慮して行おうとするものである。</p> <p>「著しい放射線被ばくのリスク」についての具体的な運用は以下によることとする。</p> <p>ICRPの1990年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることとなっている。これは運転時及び停止時の放射線被ばくについての考え方である</p>	
<p>ICRPの1990年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることとなっている。これは運転時及び停止時の放射線被ばくについての考え方である</p>	<p>ICRPの1990年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることとなっている。これは平常時の放射線被ばくについて</p>	

第1表 事業指定基準規則第十六条と再処理施設安全審査指針 比較表 (11/11)

事業指定基準規則	再処理施設安全審査指針	備考
<p>第十六条 (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)</p> <p>が、これを発生頻度が小さい事故の場合にも適用することとし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。なお、発生頻度が極めて小さい事故に対しては、実効線量の評価値が上記の値をある程度超えてもそのリスクは小さいと判断できる。</p>	<p>再処理施設安全審査指針</p> <p>の考え方であるが、これを発生頻度が小さい「事故」の場合にも適用することとし、周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければ「リスク」は小さいと判断する。なお、発生頻度が極めて小さい事故に対しては、実効線量の評価値が上記の値をある程度超えてもその「リスク」は小さいと判断できる。</p> <p>(再処理施設安全審査指針) 指針3 安全評価</p>	
<p>3 放射性物質の大気中の拡散</p> <p>上記2三の線量の解析に当たって、環境に放出された放射性物質の大気中の拡散については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」(昭和57年1月28日原子力安全委員会決定)を準用すること。</p>	<p>4. 放射性物質の大気中の拡散</p> <p>上記2(2)及び3(2)の線量の解析に当たって、環境に放出された放射性物質の大気中の拡散については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」を適用すること。</p>	

1. 2 要求事項に対する適合性

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係る基本方針を以下のとおりとする。

安全機能を有する施設は、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を選定し、解析及び評価を実施することにより、運転時の異常な過渡変化時には、温度、圧力、流量その他の再処理施設の状態を示す事項を安全設計上許容される範囲内に維持できる設計とする。また、設計基準事故時には、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさない設計とする。

1. 3 規則への適合性

「再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」第十六条では，以下の要求がされている。

((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)

第十六条 安全機能を有する施設は，次に掲げる要件を満たすものでなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化時において，パラメータが安全設計上許容される範囲内に維持できるものであること。
- 二 設計基準事故時において，工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。

適合のための設計方針

再処理施設の設計の基本方針に深層防護の考え方が適切に適用されていることを確認するために，再処理施設に関して技術的に見て想定される異常事象の中から運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故（以下「事故等」という。）を選定し，以下のとおり安全対策の妥当性を評価する。

事故等の拡大の防止の観点から，安全機能を有する施設は，次に掲げる要件を満たす設計とする。

- (1) 運転時の異常な過渡変化時において，パラメータを安全設計上許容される範囲内に維持できるものであること。
- (2) 設計基準事故時において，安全上重要な施設の機能により，敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。

事故等の評価については，「異常事象を速やかに収束させ，又はその拡大を防止し，あるいはその結果を緩和することを主たる機能とする系統」の妥当性を確認する観点から，

- (1) 運転時の異常な過渡変化
- (2) 設計基準事故
 - a. 冷却機能，水素掃気機能等の安全上重要な施設の機能喪失
 - b. 溶媒，試薬，水素，金属微粒子及び固体廃棄物による火災，爆発
 - c. 臨界
 - d. その他評価が必要と認められる以下の事象
 - (a) 各種機器及び配管の破損及び故障による漏えい
 - (b) 使用済燃料集合体等の取扱いに伴う落下又は破損
 - (c) 短時間の全動力電源の喪失

を選定し評価する。

事故等の評価における線量の解析に当たっての環境に放出された放射性物質の大気中の拡散については、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」を準用する。

2. 安全評価に関する基本方針

2.1 基本的考え方

(1) 再処理施設の安全評価の目的は、以下のとおりである。

a. 安全設計の基本方針の妥当性の確認

再処理施設が固有の安全性と安全確保のために設計した設備により安全に運転できることを示し、再処理施設の設計の基本方針に深層防護の考え方が適切に採用されていることを確認するために「運転時の異常な過渡変化」及び設計基準事故（以下「事故等」という。）を選定し評価する。

(2) 再処理施設の安全設計の基本方針の妥当性は、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」により判断されるが、その判断の過程で行う安全評価は、次のとおり行う。

a. 事故等の評価

安全設計の基本方針の妥当性を判断するために行う安全評価においては、放射性物質が存在する再処理施設内の工程ごとに、事故等を想定し、それらの発生の可能性と影響との関連において各種の安全設計の妥当性を確認する観点から事故等を選定し評価する。

ここで、事故等の評価の対象とする工程を第1.1-1表に示す。

また、事故等の評価は、「運転時の異常な過渡変化」に係る事象と設計基準事故に係る事象に分けて行うものとする。

2.1.1 運転時の異常な過渡変化

2.1.1.1 定義

「運転時の異常な過渡変化」とは、運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には温度、圧力、流量その他の再処理施設の状態を示す事項（以下「運転状態」という。）が安全設計上許容される範囲を超えるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象とする。

2.1.1.2 事象の検討及び選定

再処理施設において評価する事象は、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に基づき、再処理施設の各工程について機器ごとに、次のような観点から運転が計画されていない状態に至る事象を検討し、選定する。

(1) 「運転時の異常な過渡変化」の候補事象の検討

放射性物質が存在する再処理施設内の工程ごとに、第1.1-2表に示す動的機器の単一故障等を起因事象として発生する物質の出入り、エネルギーの出入り及び固体の位置又は経路の変化、並びに外部電源喪失に着目して「運転時の異常な過渡変化」の候補事象を検討する。

この場合、変動を放置しても設計基準事故に波及、拡大しないことが明らかな事象は候補事象としない。

また、起因事象のうち静的機器の破損による異常事象は、設計基準事故で検討する。

(2) 「運転時の異常な過渡変化」の選定

前項で検討した候補事象の中から次の事象を除いたものを、安全設計

の妥当性を評価する観点から、「運転時の異常な過渡変化」として選定する。

- a. 信頼性の高い自動起動の予備系の作動により、安全機能が維持される事象
- b. 変動が十分緩慢な事象で通常の運転管理によって施設の安全性が確実に維持できる次の事象
 - (a) 異常の発生から、火災、爆発、臨界の発生及び閉じ込め機能の喪失を防止するために設定された熱的、化学的又は核的な最大許容限度並びに放射性物質の放出に当たっては平常時の年間の線量（以下、「最大許容限度等」という。）に至る時間が1日以上で、かつ、修復が容易な事象
 - (b) 異常の発生から最大許容限度等に至る時間が30分以上1日未満の事象で、異常の検知性、修復操作の容易性を総合的に考慮して施設の安全性が確実に維持できる事象

このようにして選定した事象を工程ごとに、かつ、第1.1-3表に示す波及、拡大した場合の異常の種類又は拡大防止対策に着目した分類項目ごとに整理したものを、第1.1-4表に示す。

【補足説明資料2-1】

(3) 代表事象の選定

上記(1)、(2)で選定した事象を、第1.1-3表に示す分類項目に従って類似事象ごとにまとめ、この類似事象の中から事象の内容と拡大防止対策の類似性を考慮し、事象の進展が最も厳しい事象を代表事象として選定する。

ここで、最も厳しい事象を選定するに当たっては、最大許容限度に至

るまでの時間余裕の有無又は事象が波及，拡大した場合の影響の大きさに着目する。

上記の考え方に従った「運転時の異常な過渡変化」の分類と代表事象の選定結果を第1.1-5表に示す。

事象の厳しさの判断基準として，影響の大きさ（異常事象が波及，拡大した場合の公衆の線量の観点から，機器の放射性物質保有量を相対的に示し， $A = 1$ ， $1 > B \geq 0.1$ ， $C < 0.1$ とする。）を考慮し，代表事象を選定する。ただし，臨界への拡大については，臨界安全管理の方法を考慮し，事象の厳しさを相対的に $A > B > C$ とし，代表事象を選定する。

選定した代表事象を下記に示す。

- a. プルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下による有機溶媒の温度異常上昇（以下「プルトニウム精製設備の逆抽出塔での有機溶媒の温度異常上昇」という。）
- b. 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大による加熱蒸気の温度異常上昇（以下「高レベル廃液濃縮缶における加熱蒸気の温度異常上昇」という。）
- c. ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇（以下「ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇」という。）
- d. 分配設備のプルトニウム分配塔，プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下によるプルトニウム濃度異常上昇（以下「分配設備のプルトニウム洗浄器におけるプルトニウム濃度異常上昇」という。）
- e. 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃

縮缶凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大（以下「高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大」という。）

f. ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉の温度異常上昇（以下「ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉の温度異常上昇」という。）

g. 外部電源喪失

選定した代表事象の評価によって、再処理施設の安全設計の妥当性が確認できる理由は、以下のとおりである。

(a) 再処理施設内の工程ごとに物質の出入り，エネルギーの出入り及び固体の位置又は経路の変化，並びに外部電源喪失に着目して，「運転時の異常な過渡変化」の候補事象を検討した上で「運転時の異常な過渡変化」に係る事象を選定した。

(b) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の評価によって確認する事項は，深層防護の考え方における拡大防止対策の妥当性である。

代表事象の選定に当たっては，類似の事象が波及，拡大した場合の異常事象の種類を考慮して拡大防止対策に係る設備対応の観点からまとめ，この類似事象の中から最大許容限度に至るまでの時間余裕の有無又は事象が波及，拡大した場合の影響の大きさに着目して最も厳しい事象で代表させた。したがって，この代表事象を評価すれば類似の他の事象に係る安全設計の妥当性も合わせて評価したことになる。

また，外部電源喪失については，工程ごとに「運転時の異常な過渡変化」として評価し，全施設の評価結果を総合して代表事象とした。

2.1.1.3 判断基準

「運転時の異常な過渡変化」の判断基準は、運転時の異常な過渡変化時において、運転状態を安全設計上許容される範囲内に維持できることであり、次のとおりである。

- (1) 工程内の溶液の温度又は気体の組成が、火災及び爆発の発生を防止するために設定された熱的又は化学的な「最大許容限度」を超えないこと。この主な「最大許容限度」は、次のとおりである。
 - a. 有機溶媒火災については、化学的制限値であるn-ドデカンの引火点74℃
 - b. リン酸三ブチル（以下「TBP」という。）又はその分解生成物であるリン酸二ブチル、リン酸一ブチルと硝酸、硝酸ウラニル又は硝酸プルトニウムの錯体（以下「TBP等の錯体」という。）の急激な分解反応については、急激な分解反応の開始温度の下限值135℃
 - c. 水素濃度上昇については、空気中での可燃限界濃度4.0vol%又は還元ガス中の可燃限界濃度6.4vol%
- (2) 工程内の核燃料物質の濃度が、核的な「最大許容限度」を超えないこと。この「最大許容限度」は、推定臨界下限値を下回る値として定めた未臨界濃度である。
- (3) 工程内の溶液又は機器等の温度が、沸騰による多量のミストの生成又は機器の損傷を原因とする閉じ込め機能の喪失を防止するために設定された熱的な「最大許容限度」を超えないこと。この主な「最大許容限度」は、次のとおりである。
 - a. 冷却機能喪失については、溶液の沸点
 - b. 機器の過加熱については、機器の閉じ込めを形成する材料の最高使用温度
- (4) 「運転時の異常な過渡変化」に伴って、放射性物質の放出があっても、

この放出量は、平常時の線量評価の際に設定された年間の放出量を十分下回っていること。

2.1.2 設計基準事故

2.1.2.1 定義

設計基準事故とは、発生頻度が「2.1.1 運転時の異常な過渡変化」で記載する「運転時の異常な過渡変化」より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には再処理施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象とする。

2.1.2.2 事象の検討及び選定

再処理施設において評価する事象は、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に基づき、再処理施設の各工程について機器ごとに、次の観点から放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を検討し、選定する。

(1) 設計基準事故の候補事象の検討

設計基準事故の候補事象は、次の事象を検討する。

- a. 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の選定で検討した事象のうち、発生の可能性との関連で火災・爆発、臨界等により放射性物質の閉じ込め機能を損なうおそれがある事象
- b. 各種機器及び配管の破損、故障による漏えい及び機能喪失並びに使用済燃料集合体等の取扱いに伴う落下又は破損により放射性物質の閉じ込め機能を損なうおそれがある事象
- c. 短時間の全動力電源の喪失により放射性物質の閉じ込め機能を損なうおそれがある事象

ただし、短時間の全動力電源の喪失については、直流電源設備及び計測制御用交流電源設備が起動不良の問題のない信頼性の高い電源設備であり、その機能喪失を考慮せず、以下「短時間の全交流動力電源

の喪失」を検討する。

(2) 設計基準事故の選定

前項で検討した候補事象の中から次の事象を除いたものを、安全設計の妥当性を評価する観点から設計基準事故として選定する。

- a. 十分な事故防止対策に加えて事象の進展速度が遅い事象
- b. 十分な事故防止対策に加えて十分な点検管理で健全性が確認できる事象
- c. 影響緩和機能を期待しなくとも、「2.1.2.3 判断基準」に示す評価の判断基準を超えないことが明らかな事象

このようにして選定した事象を工程ごとに、かつ、第1.1-6表に示す事象の種類に着目した分類項目ごとに整理したものを、第1.1-7表に示す。

【補足説明資料2-1】

上記の選定において、冷却機能及び水素掃気機能の安全上重要な施設の機能喪失については、その機能を損なうことのないよう、その機能を有する設備を多重化している。このため、仮に冷却機能を有する設備が機能喪失したとしても、溶液の沸騰に至らない、または運転員対応が可能な時間余裕がある。また、仮に水素掃気機能を有する設備が機能喪失したとしても、水素の可燃限界濃度に至るまでに運転員対応が可能な時間余裕があることから、「a. 十分な事故防止対策に加えて事象の進展速度が遅い事象」として設計基準事故として選定しない。

(3) 代表事象の選定

上記(1)、(2)で選定した事象を、第1.1-6表に示す分類項目に従って

類似事象ごとにまとめ、この類似事象の中から影響緩和対策との関連で敷地境界外の実効線量が最も大きい事象を代表事象として選定する。

上記の考え方に従った設計基準事故の分類と代表事象の選定結果を第1.1-8表に示す。

事象の厳しさの判断基準として、公衆の線量（敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ とする。）を考慮し、代表事象を選定する。

選定した代表事象を下記に示す。

- a. プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災
- b. プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応（以下「プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応」という。）
- c. 溶解設備の溶解槽における臨界（以下「溶解槽における臨界」という。）
- d. 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい（以下「高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい」という。）
- e. 高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい
- f. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下
- g. 短時間の全交流動力電源の喪失

選定した代表事象の評価によって、再処理施設の安全設計の妥当性が確認できる理由は、以下のとおりである。

- a. 設計基準事故は物質の出入り、エネルギーの出入り及び固体の位置又は経路の変動を起因とする事象と機器、配管の破損及び故障により発生する事象に分類できる。このうち、変動を起因とする事象については、

「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の選定で検討した事象から発生の可能性との関連で候補事象にした。また、機器、配管の破損及び故障により発生する事象については、工程ごとに検討することにより発生の可能性との関連で候補事象にした。

さらに、短時間の全交流動力電源の喪失により放射性物質の閉じ込め機能を損なうおそれがある事象を候補事象にした。

以上の候補事象の検討に基づき、放射性物質を外部に放出する可能性のある設計基準事故に係る事象を選定した。

- b. 設計基準事故に係る事象の評価によって確認する事項は、深層防護の考え方における影響緩和対策の妥当性であり、過度の放射線被ばくを防止する機能を有する安全上重要な施設を対象とする。

代表事象の選定に当たっては、事象の種類で分類して類似事象をまとめ、この類似事象の中から影響緩和対策との関連で敷地境界外の実効線量の最も大きい事象で代表させた。したがって、この代表事象を評価すれば類似の他の事象に係る安全設計の妥当性も合わせて確認したことになる。

また、短時間の全交流動力電源の喪失については、工程ごとに設計基準事故として評価し、全施設の評価結果を総合して代表事象とした。

2.1.2.3 判断基準

設計基準事故の判断基準は、設計基準事故時において、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであることであり、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこととし、発生頻度が小さい事象の評価に当たっては、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事象当たり 5 mSv を超えなければリスクは小さいと判断する。

また、上記の判断基準に対して、さらに、想定した事象ごとに具体的な安全設計の妥当性を示す必要がある場合には、各事象の記述の中で説明する。

2.2 解析に当たって考慮する事項

事故等の解析に当たっては、工程の運転状態を考慮して解析条件を設定するとともに、事象が発生してから収束するまでの間の計測制御系、安全保護回路及び安全上重要な施設の作動状況並びに運転員の操作を考慮する。また、使用するモデル及びパラメータは、評価の結果がより厳しい結果となるよう選定する。

さらに、異常事象の収束等に係る機能については、次の仮定を考慮する。

- (1) 異常事象を速やかに収束させ、又はその拡大を防止し、あるいはその結果を緩和することを主たる機能とする系統については、その機能別に結果を最も厳しくする単一故障を仮定する。
- (2) 事象の影響を緩和するのに必要な運転員の手動操作については、適切な時間的余裕を考慮する。
- (3) 放射性物質の放散の低減に係る系統及び機器の機能が要求される場合には、外部電源の喪失を考慮する。

2.3 再処理施設の事故等の代表事象の選定について

再処理施設の安全評価で選定した事故等に対して、その代表事象の選定方法を示す。

代表事象の選定検討においては、分類項目ごとに事象の内容と拡大防止対策又は影響緩和対策との関連で事故等の厳しさを比較検討し、3段階（A、B及びC）に区分することにより、代表事象の選定が妥当であることを示す。この代表事象を評価すれば類似の他の事故等に係る安全設計の妥当性も合わせて評価したことになる。

「運転時の異常な過渡変化」における外部電源喪失及び設計基準事故における短時間の全交流動力電源の喪失については、再処理施設全体を対象として評価するので、ここでの検討対象とならない。

(1) 「運転時の異常な過渡変化」について

「運転時の異常な過渡変化」については、分類項目ごとに、最大許容限度に至るまでの時間余裕の有無又は事象が波及、拡大した場合の影響の大きさに着目して、代表事象を選定する。

a. 火災への拡大に係る事象について

この分類項目に属する事象については、最大許容限度に至るまでの時間余裕の有無の観点で、インターロックの作動又は運転員の操作に対して十分な時間余裕があることを確認しているので、事象の厳しさの比較は、事象が波及、拡大した場合の公衆の線量の観点から、機器の放射性物質の保有量によるものとする。具体的には、事象中にプルトニウムを多量に含む機器があることから、有機溶媒中のプルトニウムの保有量で比較する。事象の厳しさの比較を第1.3-1表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、機器の有機溶媒中のプルトニウムの保有量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、

事象の厳しさを第1.3-1表のように分類する。

第1.3-1表から、最も厳しい事象は、事象番号1の「プルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下」であり、この事象を代表事象とする。

b. 爆発への拡大に係る事象について

この分類項目に属する事象は、水素濃度上昇及びT B P等の錯体の急激な分解反応に対する拡大防止対策の違いにより二つに分類する。

分類した事象のうち、水素濃度上昇に係る事象については、「ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇」のみであるので、事象の厳しさをAとするとともに代表事象とする。

その他のT B P等の錯体の急激な分解反応に係る事象については、最大許容限度に至るまでの時間余裕の有無の観点で、インターロックの作動により缶内液温度が最大許容限度を超えないことを確認しているので、事象の厳しさの比較は、事象が波及、拡大した場合の公衆の線量の観点から、濃縮缶（又は蒸発缶）内の放射性物質の保有量によるものとする。事象の厳しさの比較を第1.3-2表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、缶内の放射性物質の保有量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、事象の厳しさを第1.3-2表のように分類する。

第1.3-2表から、最も厳しい事象は、事象番号5の「高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大」であり、この事象を代表事象とする。

c. 臨界への拡大に係る事象について

この分類項目に属する事象については、第1.3-3表に示すように臨

界安全管理の方法を考慮し、分離設備に係る事象（事象番号1～4）、分配設備に係る事象（事象番号5～11）及びプルトニウム精製設備に係る事象（事象番号12～15）に分類する。

分離設備に係る事象（事象番号1～4）では、濃度管理を行う分離設備の抽出廃液中間貯槽において、試料採取し分析することにより抽出廃液全量のプルトニウム濃度を確認した後、移送するので、下流の臨界安全管理対象外の抽出廃液供給槽に対する異常の進展のおそれはない。それに対して、プルトニウム精製設備に係る事象（事象番号12～15）では、下流の臨界安全管理対象外のウラン逆抽出器に有機溶媒を連続移送するので、事象に対する拡大防止対策を十分に講じているものの潜在的な臨界への拡大の観点からは、分離設備に係る事象よりも厳しいと考えられる。

また、分配設備に係る事象（事象番号5～11）では、下流の臨界安全管理対象外のウラン逆抽出器に有機溶媒を連続移送する観点では、プルトニウム精製設備に係る事象と同じであるが、ウラン逆抽出器上流のプルトニウム洗浄器が、プルトニウム精製設備では全濃度安全形状寸法管理を行うのに対し、分配設備では濃度管理を行うので、事象に対する拡大防止対策を十分に講じているものの潜在的な臨界への拡大の観点からは、プルトニウム精製設備に係る事象よりも厳しいと考えられる。

したがって、3段階（A、B及びC）の区分は、臨界安全管理の方法を考慮した事象の厳しさを相対的に $A > B > C$ として、分配設備に係る事象（事象番号5～11）をAとし、プルトニウム精製設備に係る事象（事象番号12～15）をBとし、分離設備に係る事象（事象番号1～4）をCとして分類する。

さらに、この分類項目に属する事象については、平常運転時の濃度から最大許容限度に至るまでの時間余裕をRevised MIXSEIにより評価した。評価結果を事象の厳しさの比較とともに第1.3-3表に示す。

第1.3-3表から、分離設備に係る事象（事象番号1～4）では、濃度管理を行う分離設備の抽出廃液受槽又は補助抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。また、有機溶媒を連続移送する分配設備及びプルトニウム精製設備に係る設計基準事象（事象番号5～15）において、最大許容限度を超える事象は、事象番号5の「分配設備のプルトニウム分配塔、プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下」のみであり、安全評価上は、この事象で代表させ評価する。

d. 機器の過加熱に係る事象について

この分類項目に属する事象の対象機器は、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の焙焼炉及び還元炉である。しかしながら、最大許容限度に至るまでの時間余裕の有無の観点及び事象が波及、拡大した場合の影響の大きさの観点ともに、事象の間に差異はなく、焙焼炉及び還元炉における過加熱に係る設計対応にも差異はないことから、この分類項目に属する事象はいずれも事象の厳しさをAとする。

また、これら類似する事象に差異はないものの、還元炉では可燃物である水素を扱うことから、閉じ込め機能の重要性を考慮し、安全評価上は、「ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉の温度異常上昇」で代表させ評価する。

e. 放射性物質の浄化機能の低下に係る事象について

この分類項目に属する事象については、最大許容限度に至るまでの

時間余裕の有無の観点で、インターロックの作動又は運転員の操作に対して十分な時間余裕があることを確認しているため、事象の厳しさの比較は、事象が波及、拡大した場合の公衆の線量の観点から、濃縮缶の蒸発率及び缶内液の放射性物質濃度によるものとする。事象の厳しさの比較を第1.3-4表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、濃縮缶の平常運転時の蒸発率と缶内液の放射性物質（アクチノイド）濃度との積を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、事象の厳しさを第1.3-4表のように分類する。

第1.3-4表から、最も厳しい事象は、事象番号6の「高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶凝縮器の冷却機能の低下による廃ガス中蒸気量の増大」であり、この事象を代表事象とする。

(2) 設計基準事故について

設計基準事故については、いずれの分類項目に対しても公衆の線量（敷地境界外の実効線量）の大きさに着目して、代表事象を選定する。

a. 火災に係る事象について

この分類項目に属する事象の厳しさの比較を第1.3-5表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、火災時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、事象の厳しさを第1.3-5表のように分類する。

第1.3-5表から、最も厳しい事象は、「プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災」であり、この事象を代表事象とする。

なお、この分類に属する事象は、いずれもセルに漏えいした有機溶媒が回収作業後、漏えい液受皿に少量残り燃焼する事象であり、消火

装置の作動を考慮しなくとも、火災は短時間に終了する。

b. 爆発に係る事象について

この分類項目に属する事象は、「プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応」のみであるので、事象の厳しさをAとするとともに代表事象とする。

c. 臨界に係る事象について

この分類項目に属する事象は、「溶解設備の溶解槽における臨界」のみであるので、事象の厳しさをAとするとともに代表事象とする。

d. 漏えいに係る事象について

この分類項目に属する事象は、熔融ガラスの漏えい及び溶液の漏えいであり、漏えい後の現象が異なるため、二つに分類する。

分類した事象のうち、熔融ガラスの漏えいについては、「高レベル廃液ガラス固化設備での熔融ガラスの漏えい」のみであるので、事象の厳しさをAとするとともに代表事象とする。

その他の溶液の漏えいに係る事象の厳しさの比較を第1.3-6表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、漏えい時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、事象の厳しさを第1.3-6表のように分類する。

第1.3-6表から、最も厳しい事象は、「高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい」であり、この事象を代表事象とする。

e. 使用済燃料集合体等の破損に係る事象について

この分類項目に属する事象の厳しさの比較を第1.3-7表に示す。

3段階（A、B及びC）の区分は、使用済燃料集合体の落下時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$

として、事象の厳しさを第1.3-7表のように分類する。

第1.3-7表から、最も厳しい事象は、「使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下」であり、この事象を代表事象とする。

第 1.1-1 表 事故等の評価に係る工程

工 程	範 囲
使用済燃料の受入れ施設 及び貯蔵施設	使用済燃料受入れ設備，使用済燃料貯蔵設備
せん断処理施設	燃料供給設備，せん断処理設備
溶 解 施 設	溶解設備，清澄・計量設備
分 離 施 設	分離設備，分配設備，分離建屋一時貯留処理設備
精 製 施 設	ウラン精製設備，プルトニウム精製設備，精製建屋一時貯留処理設備
脱 硝 施 設	ウラン脱硝設備，ウラン・プルトニウム混合脱硝設備
酸及び溶媒の回収施設	酸回収設備，溶媒回収設備
製品貯蔵施設	ウラン酸化物貯蔵設備，ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備
放射性廃棄物の廃棄施設 気体廃棄物の廃棄施設 液体廃棄物の廃棄施設 固体廃棄物の廃棄施設	せん断処理・溶解廃ガス処理設備，塔槽類廃ガス処理設備，高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備，換気設備 高レベル廃液処理設備，低レベル廃液処理設備 高レベル廃液ガラス固化設備，ガラス固化体貯蔵設備，低レベル固体廃棄物処理設備，低レベル固体廃棄物貯蔵設備
その他再処理設備の附属施設	分析設備

第1.1-2表 物質の出入り，エネルギーの出入り及び固体の位置又は経路の変化に関する変動項目

変動項目の大分類	変動項目の小分類
工程内の液体及び固体に係る異常な変化	流量の変動 核燃料物質濃度の変動 核分裂生成物濃度の変動 試薬濃度の変動 保有量の変動 移送経路の変化，固体位置の変化
工程内の気体に係る異常な変化	流量（又は圧力）の変動 組成の変動 流路の変化
工程内の温度の異常な変化	加熱能力の変動 冷却能力の変動
換気設備での異常な変化	換気風量の変動 換气流路の変化
外部電源喪失	外部電源喪失

第1.1-3表 「運転時の異常な過渡変化」に係る
事象の類似事象の分類項目

分類項目	説明
火災への拡大	有機溶媒等の温度異常上昇による火災への波及，拡大を防止する。
爆発への拡大	溶液の温度異常上昇又は水素濃度の異常上昇による爆発への波及，拡大を防止する。
臨界への拡大	核燃料物質の濃度の異常上昇又は質量の異常増加による臨界事故への波及，拡大を防止する。
高レベル廃液等の冷却機能の低下	冷却機能の低下による溶液温度の異常上昇を防止する。
機器の過加熱	過加熱による機器の損傷を防止する。
塔槽類廃ガス処理設備への放射性物質の過度の移行	圧縮空気の過剰供給等による塔槽類廃ガス処理設備への放射性物質の過度の移行を防止する。
計画された放出経路外への放射性物質の過度の放出	塔槽類廃ガス処理設備の排気機能低下による閉じ込め系の機能（負圧維持機能）低下による計画された放出経路外への放射性物質の放出の増大を防止する。
放射性物質の浄化機能の低下	濃縮缶又は精留塔の凝縮器での浄化機能（浄化に必要な冷却機能）の喪失による放射性物質の放出の増大を防止する。
外部電源喪失	外部電源が喪失した場合に，各種の機能の一時喪失が設計基準事故に波及，拡大することを防止する。

第 1.1-4 表 (1) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象

工 程	分類項目	事 象
使用済燃料の受入れ 施設及び貯蔵施設	—————	該当する事象はない。
せん断処理施設	—————	該当する事象はない。
溶 解 施 設	—————	該当する事象はない。
分 離 施 設	爆発への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分配設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大
	臨界への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分離設備の抽出塔での有機溶媒の流量低下 ・ 分離設備の抽出塔での溶解液の流量増加 ・ 分離設備の第 1 洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下 ・ 分離設備の第 2 洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での還元剤濃度の低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔でのヒドラジンの流量低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔でのヒドラジン濃度の低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔での逆抽出用液の流量低下 ・ 分配設備のプルトニウム分配塔でのパルセーションガスの供給低下

第1.1-4表(2) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象

工 程	分類項目	事 象
分 離 施 設 (つづき)	放射性物質の浄化 機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・分配設備のウラン濃縮缶の凝縮器での冷却能力の低下
精 製 施 設	火災への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・プルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下 ・プルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での温水の温度上昇 ・プルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での逆抽出用硝酸の流量低下
	爆発への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・ウラン精製設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大 ・プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶での一次蒸気の流量増大
	臨界への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・プルトニウム精製設備の逆抽出塔での還元剤の流量低下 ・プルトニウム精製設備の逆抽出塔での還元剤濃度の低下 ・プルトニウム精製設備の逆抽出塔、プルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇 ・プルトニウム精製設備の逆抽出塔でのパルセーションガスの供給低下
	放射性物質の浄化 機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・ウラン精製設備のウラン濃縮缶の凝縮器での冷却能力の低下 ・プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶の凝縮器での冷却能力の低下
脱 硝 施 設	爆発への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度上昇

第 1.1-4 表 (3) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象

工 程	分類項目	事 象
脱 硝 施 設 (つづき)	機器の過加熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の焙焼炉での加熱能力増加 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での加熱能力増加
酸及び溶媒の回収 施設	火災への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での有機溶媒の流量低下 ・溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での温水の温度上昇 ・溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での有機溶媒の流量低下 ・溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での温水の温度上昇 ・溶媒回収設備の溶媒再生系プルトニウム精製系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での有機溶媒の流量低下 ・溶媒回収設備の溶媒再生系プルトニウム精製系の第 1 洗浄器, 第 3 洗浄器での温水の温度上昇
	爆発への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・酸回収設備の第 2 酸回収系の蒸発缶での一次蒸気の流量増大
	放射性物質の浄化 機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・酸回収設備の第 1 酸回収系の精留塔の凝縮器での冷却能力の低下 ・酸回収設備の第 2 酸回収系の精留塔の凝縮器での冷却能力の低下
製品貯蔵施設	—————	該当する事象はない。

第1.1-4表(4) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象

工 程	分類項目	事 象
放射性廃棄物の廃棄施設	爆発への拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大
	放射性物質の浄化機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・液体廃液物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下 ・液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備のアルカリ廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下
その他再処理設備の附属施設	—————	該当する事象はない。
全施設共通	外部電源喪失	<ul style="list-style-type: none"> ・外部電源喪失

第 1.1-5 表 (1) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ*	波及拡大防止対策	代表事象
火災への拡大	<p>(精製施設のプルトニウム精製設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下 ○ ウラン逆抽出器での温水の温度上昇 ○ ウラン逆抽出器での逆抽出用硝酸の流量低下 <p>(酸及び溶媒の回収施設の溶媒回収設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器, 第3洗浄器での有機溶媒の流量低下 ○ 溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器, 第3洗浄器での温水の温度上昇 ○ 溶媒再生系ウラン精製系の第1洗浄器, 第3洗浄器での有機溶媒の流量低下 ○ 溶媒再生系ウラン精製系の第1洗浄器, 第3洗浄器での温水の温度上昇 ○ 溶媒再生系プルトニウム精製系の第1洗浄器, 第3洗浄器での有機溶媒の流量低下 ○ 溶媒再生系プルトニウム精製系の第1洗浄器, 第3洗浄器での温水の温度上昇 	<p>A</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p>	<p>いずれも有機溶媒等の温度上昇に対する異常検知と、しや断弁等の操作による温水の供給停止を行う。</p>	<p>☆ プルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下による有機溶媒の温度異常上昇</p>
爆発への拡大	<p>(分離施設の分配設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大 <p>(精製施設のウラン精製設備及びプルトニウム精製設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大 ○ プルトニウム濃縮缶での一次蒸気の流量増大 <p>(酸及び溶媒の回収施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 酸回収設備の第2酸回収系の蒸発缶での一次蒸気の流量増大 <p>(放射性廃棄物の廃棄施設, 液体廃棄物の廃棄施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大 <p>(脱硝施設のウラン・プルトニウム混合脱硝設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度上昇 	<p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>A</p>	<p>T B P 等の錯体の急激な分解反応を防止するために、いずれも有機溶媒等の温度上昇に対する異常検知と、しや断弁等の操作による加熱蒸気の供給停止を行う。</p>	<p>☆ 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大による加熱蒸気の温度異常上昇</p>
				<p>☆ ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇</p>

*事象の厳しさの判断基準として、影響の大きさ（異常事象が波及、拡大した場合の公衆の線量の観点から、機器の放射性物質保有量を相対的に示し、 $A=1, 1 > B \geq 0.1, C < 0.1$ とす。）を考慮し、代表事象を選定する。ただし、臨界への拡大については、臨界安全管理の方法を考慮し、事象の厳しさを相対的に $A > B > C$ とし、代表事象を選定する。

第 1.1-5 表 (2) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ	波及拡大防止対策	代表事象
臨界への 拡大	(分離施設の分離設備) <input type="checkbox"/> 抽出塔での有機溶媒の流量低下 <input type="checkbox"/> 抽出塔での溶解液の流量増加 <input type="checkbox"/> 第 1 洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下 <input type="checkbox"/> 第 2 洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下 (分離施設の分配設備) <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での還元剤濃度の低下 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔でのヒドラジンの流量低下 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔でのヒドラジン濃度の低下 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔での逆抽出用液の流量低下 <input type="checkbox"/> プルトニウム分配塔でのパルセーションガスの供給低下 (精製施設のプルトニウム精製設備) <input type="checkbox"/> 逆抽出塔での還元剤の流量低下 <input type="checkbox"/> 逆抽出塔での還元剤濃度の低下 <input type="checkbox"/> 逆抽出塔, プルトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇 <input type="checkbox"/> 逆抽出塔でのパルセーションガスの供給低下	C C C C A A A A A A A B B B B	プルトニウム濃度異常の検知と工程停止を行う。	☆分配設備のプルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下によるプルトニウム濃度異常上昇 (事象の厳しさが A の事象は, 分配設備のプルトニウム分配塔, プルトニウム洗浄器でのプルトニウムの蓄積に関する事象であるが, 評価した結果, 唯一最大許容限度を超えるおそれのある事象として, 上記還元剤流量低下を代表事象とした。)
高レベル 廃液等の 冷却機能 の低下	該当なし (発生防止対策による。)	---	---	---

第 1.1-5 表 (3) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ	波及拡大防止対策	代表事象
機器の過加熱	(脱硝施設のウラン・プルトニウム混合脱硝設備) ○ 焙焼・還元系の焙焼炉での加熱能力増加 ○ 焙焼・還元系の還元炉での加熱能力増加	A A	温度上昇を検知し、電流しや断を行う。	☆ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉の温度異常上昇 (両事象の厳しさは同じであるが、還元炉では可燃物である水素を扱うことから、閉じ込め機能の重要性を考慮し、上記事象を代表事象とした。)
塔槽類廃ガス処理設備への放射性物質の過度の移行	該当なし (最大許容限度に至るまでに十分な時間余裕がある。)	—	—	—
計画された放出経路外への放射性物質の過度の放出	該当なし (発生防止対策による。)	—	—	—

第 1.1-5 表 (4) 「運転時の異常な過渡変化」に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ	波及拡大防止対策	代表事象
放射性物質の浄化機能の低下	<p>下記の各工程での濃縮缶等の凝縮器での冷却能力の低下 (分離施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 分配設備のウラン濃縮缶の凝縮器 (精製施設のウラン精製設備) ○ ウラン濃縮缶の凝縮器 (精製施設のプルトニウム精製設備) ○ プルトニウム濃縮缶の凝縮器 (酸及び溶媒の回収施設の酸回収設備) ○ 第 1 酸回収系の精留塔の凝縮器 ○ 第 2 酸回収系の精留塔の凝縮器 (液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備) ○ 高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶凝縮器 ○ 高レベル廃液濃縮設備のアルカリ廃液濃縮缶凝縮器 	<p>C</p> <p>C</p> <p>B</p> <p>C</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>C</p>	<p>冷却能力低下による凝縮器出口廃ガス温度上昇の検知あるいは濃縮缶等の圧力上昇の検知により加熱を停止する。</p>	<p>☆高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大 (万一、波及、拡大した場合に影響の最も大きい事象であるとして、上記事象を代表事象とした。)</p>
外部電源喪失	<ul style="list-style-type: none"> ○ 外部電源喪失 	<p>—</p>	<p>非常用所内電源機器の適切な設置を行う。</p>	<p>☆外部電源喪失</p>

第1.1-6表 設計基準事故に係る事象の類似事象の分類項目

分類項目	説明
火災	火災に対するセルと換気設備の安全設計の妥当性を確認する。
爆発	爆発に対する塔槽類と塔槽類廃ガス処理設備の安全設計の妥当性を確認する。
臨 界	臨界に対するせん断処理・溶解廃ガス処理設備，換気設備等の安全設計の妥当性を確認する。
漏 え い	漏えいに対する漏えいした液体状の放射性物質等の回収設備，換気設備等の安全設計の妥当性を確認する。
機能喪失	機能喪失に対する安全設計の妥当性を確認する。
使用済燃料集合体等の破損	使用済燃料集合体の破損に対する閉じ込めに係る設備の安全設計の妥当性を確認する。
短時間の全動力電源の喪失	短時間の全交流動力電源の喪失に対する閉じ込めに係る設備の安全設計の妥当性を確認する。

第1.1-7表(1) 設計基準事故に係る事象

工 程	分類項目	事 象
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	使用済燃料集合体等の破損	・使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下
せん断処理施設	使用済燃料集合体等の破損	・燃料供給設備での使用済燃料集合体落下
溶 解 施 設	臨 界	・溶解設備の溶解槽における臨界
	漏 え い	・溶解設備の配管からセルへの漏えい ・清澄・計量設備の清澄設備の配管からセルへの漏えい ・清澄・計量設備の計量設備の配管からセルへの漏えい
分 離 施 設	火 災	・分離設備のセル内での有機溶媒火災 ・分配設備のセル内での有機溶媒火災 ・分離建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災
	漏 え い	・分離設備の配管からセルへの漏えい ・分配設備の配管からセルへの漏えい ・分離建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい
精 製 施 設	火 災	・プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災 ・精製建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災
	爆 発	・プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応
	漏 え い	・プルトニウム精製設備の配管からセルへの漏えい ・精製建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい
脱 硝 施 設	漏 え い	・ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の溶液系の配管からセルへの漏えい

第1.1-7表(2) 設計基準事故に係る事象

工 程	分類項目	事 象
酸及び溶媒の回収施設	—————	該当する事象はない。
製品貯蔵施設	—————	該当する事象はない。
放射性廃棄物の廃棄施設	漏 え い	<ul style="list-style-type: none"> ・液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の配管からセルへの漏えい ・液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい ・固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での高レベル廃液の配管からセルへの漏えい ・固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい
その他再処理設備の附属施設	—————	該当する事象はない。
全施設共通	短時間の全動力電源の喪失	<ul style="list-style-type: none"> ・短時間の全交流動力電源の喪失

第 1.1-8 表 (1) 設計基準事故に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ*	影響緩和対策	代表事象
火災	(分離施設) ○ 分離設備のセル内での有機溶媒火災 ○ 分配設備のセル内での有機溶媒火災 ○ 分離建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災 (精製施設) ○ プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災 ○ 精製建屋一時貯留処理設備のセル内での有機溶媒火災	C B B A B	セルと換気設備にて閉じ込める。	☆ プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災
爆発	(精製施設) ○ プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶での TBP 等の錯体の急激な分解反応	A	塔槽類と塔槽類廃ガス処理設備にて閉じ込める。	☆ プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶での TBP 等の錯体の急激な分解反応
臨界	(溶解施設) ○ 溶解設備の溶解槽における臨界	A	せん断処理・溶解廃ガス処理設備, セル及び換気設備にて閉じ込める。	☆ 溶解設備の溶解槽における臨界
漏えい	(溶解施設) ○ 溶解設備の配管からセルへの漏えい ○ 清澄・計量設備の清澄設備の配管からセルへの漏えい ○ 清澄・計量設備の計量設備の配管からセルへの漏えい (分離施設) ○ 分離設備の配管からセルへの漏えい ○ 分配設備の配管からセルへの漏えい ○ 分離建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい (精製施設) ○ プルトニウム精製設備の配管からセルへの漏えい ○ 精製建屋一時貯留処理設備の配管からセルへの漏えい	C C B C B C B C	セルと換気設備にて閉じ込める。	☆ 高レベル廃液処理設備の高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい

*事象の厳しさの判断基準として、公衆の線量（敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A=1$, $1>B\geq 0.1$, $C<0.1$ とする。）を考慮し、代表事象を選定する。

第 1.1-8 表 (2) 設計基準事故に係る事象の類似事象分類と代表事象

分類項目	類似事象	事象の厳しさ	影響緩和対策	代表事象
漏えい (つづき)	<p>(脱硝施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の溶液系の配管からセルへの漏えい <p>(放射線廃棄物の廃棄施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の配管からセルへの漏えい ○ 液体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液処理設備の高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい ○ 固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での高レベル廃液の配管からセルへの漏えい 	<p>C</p> <p>B</p> <p>A</p> <p>B</p>	<p>(前ページ参照)</p>	<p>(前ページ参照)</p>
機能喪失	<p>(放射線廃棄物の廃棄施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい 	A	<p>固化セルと換気設備にて閉じ込める。</p>	<p>☆高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えい (漏えい後の現象が異なることから別途分類しました。)</p>
使用済燃料集合体等の破損	<p>該当なし (発生防止対策等による。)</p> <p>(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下 (せん断処理施設) ○ 燃料供給設備での使用済燃料集合体落下 	<p>—</p> <p>A</p> <p>C</p>	<p>—</p> <p>プール水又はセルと換気設備にて放射性物質の放出を抑制する。</p>	<p>—</p> <p>☆使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下</p>
短時間の全動力電源の喪失	<ul style="list-style-type: none"> ○ 短時間の全交流動力電源の喪失 	—	<p>塔槽類廃ガス処理設備、セル及び換気設備にて閉じ込める。</p>	<p>☆短時間の全交流動力電源の喪失</p>

第1.3-1表 火災への拡大に係る事象の比較

事象番号	有機溶媒の温度異常上昇に係る事象	拡大防止対策	事象の厳しさ*
1	プルトニウム精製設備の逆抽出塔での逆抽出用液の流量低下	(1) 逆抽出塔内の溶液温度高（設定値：69℃）により警報を発するとともに、温水の供給を自動的に停止する系統を2系統設ける。	A
2	プルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での温水の温度上昇	(1) 温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。 (2) 逆抽出用硝酸流量低により警報を発し、運転員が温水しゃ断弁又は蒸気しゃ断弁を閉じる。	C
3	プルトニウム精製設備のウラン逆抽出器での逆抽出用硝酸の流量低下	(3) ウラン逆抽出器内の溶液温度高（設定値：55℃）により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	C
4	溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器，第3洗浄器での有機溶媒の流量低下	(1) 温水温度高により温水製造用の蒸気の供給を自動的に停止する。 (2) 溶媒再生系に受け入れる有機溶媒の流量の異常は、上流工程において検知して警報を発し、運転員が温水しゃ断弁又は蒸気しゃ断弁を閉じる。	C
5	溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器，第3洗浄器での温水の温度上昇	(3) 洗浄器内の溶液温度高（設定値：55℃）により警報を発するとともに温水の供給を自動的に停止する。	C
6	溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第1洗浄器，第3洗浄器での有機溶媒の流量低下		C
7	溶媒回収設備の溶媒再生系ウラン精製系の第1洗浄器，第3洗浄器での温水の温度上昇		C
8	溶媒回収設備の溶媒再生系プルトニウム精製系の第1洗浄器，第3洗浄器での有機溶媒の流量低下		C
9	溶媒回収設備の溶媒再生系プルトニウム精製系の第1洗浄器，第3洗浄器での温水の温度上昇		C

* 機器の有機溶媒中のプルトニウムの保有量を相対的に示し、 $A = 1$ ， $1 > B \geq 0.1$ ， $C < 0.1$ として、火災への拡大に係る事象の厳しさを分類する。

第 1.3-2 表 爆発への拡大に係る事象の比較

事象番号	加熱蒸気の温度異常上昇に係る事象	拡大防止対策	事象の厳しさ*
1	分配設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大	(1) 加熱蒸気の温度高（設定値:134℃）で、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を、しゃ断弁で自動停止する。 (2) 上記(1)とは別に、加熱蒸気の温度高（設定値:134℃）で、インターロックにより濃縮缶への加熱蒸気の供給を、しゃ断弁で自動停止する。	C
2	ウラン精製設備のウラン濃縮缶での一次蒸気の流量増大		C
3	プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶での一次蒸気の流量増大		C
4	酸回収設備の第2酸回収系の蒸発缶での一次蒸気の流量増大		C
5	高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶での一次蒸気の流量増大		A

* 缶内の放射性物質の保有量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、爆発への拡大に係る事象の厳しさを分類する。

第 1.3-3 表 臨界への拡大に係る事象の比較

事象番号	プルトニウム濃度異常上昇に係る事象	臨界安全管理上着目する機器(最大許容限度)	発生防止対策又は拡大防止対策	解析結果	事象の厳しさ*
1	分離設備の抽出塔での有機溶媒の流量低下	分離設備の抽出廃液受槽 (6.3g・Pu/L)	(1) 上流の計量設備の計量・調整槽で試料採取し分析により、溶解液の核燃料物質濃度を確認する。 (2) 分離設備の抽出塔に供給する溶解液の流量高、有機溶媒の流量低、又は第1洗浄塔洗浄廃液の密度高により、工程を自動停止するシステムを2系統設ける。	抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。 **	C
	分離設備の抽出塔での溶解液の流量増加			抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。 **	
3	分離設備の第1洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下			抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。 **	C
4	分離設備の第2洗浄塔での洗浄用液の酸濃度低下			抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。 **	C
5	分配設備のプルトニウム分配塔、プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下	分配設備のプルトニウム洗浄器の第1段水相及び第5段有機相 (7.5g・Pu/L)	(1) 分離設備の補助抽出器第7段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止するシステムを2系統設ける。	補助抽出廃液受槽におけるプルトニウム濃度よりも常に高い補助抽出器第7段のプルトニウム濃度が、補助抽出廃液受槽のプルトニウム濃度の最大許容限度を超えることはない。 **	C
			(2) 分配設備のプルトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止するシステムを2系統設ける。 (3) 分配設備のプルトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発するシステムを2系統設け、運転員が工程を停止する。	プルトニウム分配塔での還元剤の流量低下については、異常を放置するとプルトニウム洗浄器第1段水相におけるプルトニウム濃度が最大許容限度を超えるおそれがある。一方、プルトニウム洗浄器第5段有機相におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。 プルトニウム洗浄器での還元剤の流量低下については、プルトニウム洗浄器の第1段水相及び第5段有機相におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	

* 臨界安全管理方法を考慮し、事象の厳しさを相対的にA>B>Cとして分類する。

** 本解析結果は、発生防止対策又は拡大防止対策を考慮せずに解析した結果である。

(つづき)

事象番号	プラトニウム濃度異常上昇に係る事象	臨界安全管理上着目する機器(最大許容限度)	拡大防対策	解析結果	事象の厳しさ
6	分配設備のプラトニウム分配塔、プラトニウム洗浄器での還元剤濃度の低下	分配設備のプラトニウム洗浄器の第1段水相及び第5段有機相 (7.5g・Pu/L)	(1) 分配設備のプラトニウム洗浄器第1段の中性子検出器の計数率高により、工程を自動停止するシステムを2系統設ける。 (2) 分配設備のプラトニウム洗浄器第5段のアルファ線検出器の計数率高により、警報を発するシステムを2系統設け、運転員が工程を停止する。	プラトニウム分配塔とプラトニウム洗浄器で同時に還元剤濃度が低下することを考慮しても、プラトニウム洗浄器の第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A
7	分配設備のプラトニウム分配塔でのヒドレンジンの流量低下			プラトニウム洗浄器第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A
8	分配設備のプラトニウム分配塔でのヒドレンジン濃度の低下			プラトニウム洗浄器第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A
9	分配設備のプラトニウム分配塔、プラトニウム洗浄器での逆抽出用液の酸濃度上昇			プラトニウム洗浄器第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A
10	分配設備のプラトニウム分配塔での逆抽出用液の流量低下			プラトニウム洗浄器第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A
11	分配設備のプラトニウム分配塔でのパルセーションガスの供給低下			プラトニウム洗浄器第1段水相及び第5段有機相におけるプラトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはない。	A

(つづき)

事象番号	事象	臨界安全管理上 着目する機器 (最大許容限度)	拡大防止対策	解析結果	事象の 厳しさ
12	プルトニウム濃度異常上昇に係る プルトニウム精製設備の逆抽出塔 での還元剤の流量低下	プルトニウム精製 設備のプルトニウ ム洗浄器の第5段 有機相 (8.2g・Pu/L)	(1) プルトニウム精製設備のプルト ニウム洗浄器第4段のアルファ線 検出器の計数率高により、警報を 発する系統を2系統だけ、運転員 が工程を停止する。	プルトニウム洗浄器第5段有機相におけ るプルトニウム濃度は、最大許容限度を超 えることはない。	B
13	プルトニウム精製設備の逆抽出塔 での還元剤濃度の低下			プルトニウム洗浄器第5段有機相におけ るプルトニウム濃度は、最大許容限度を超 えることはない。	B
14	プルトニウム精製設備の逆抽出 塔, プルトニウム洗浄器での逆抽 出用液の酸濃度上昇			プルトニウム洗浄器第5段有機相におけ るプルトニウム濃度は、最大許容限度を超 えることはない。	B
15	プルトニウム精製設備の逆抽出塔 でのパルセーションガスの供給低 下			プルトニウム洗浄器第5段有機相におけ るプルトニウム濃度は、最大許容限度を超 えることはない。	B

第1.3-4表 放射性物質の浄化機能の低下に係る事象の比較

事象番号	下記の濃縮缶等の凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大に係る事象	拡大防止対策	事象の厳しさ*
1	分配設備のウラン濃縮缶	(1) 冷却水の流量低又は温度高により警報を発生し、運転員が濃縮缶（又は精留塔）への加熱蒸気の供給を停止する。	C
2	ウラン精製設備のウラン濃縮缶	(2) 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶（又は精留塔）内の圧力高により、警報を発生するとともに濃縮缶（又は精留塔）の加熱を自動停止する。	C
3	プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶		B
4	酸回収設備の第1酸回収系の精留塔		C
5	酸回収設備の第2酸回収系の精留塔		C
6	高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶	(1) 冷却水の流量低又は温度高により警報を発生し、運転員が濃縮缶への加熱蒸気の供給を停止する。 (2) 高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による凝縮器排気側出口温度高により、警報を発生するとともに濃縮缶への加熱蒸気及び蒸気発生器への一次蒸気の供給を自動停止する。	A
7	高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備のアルカリ廃液濃縮缶	(1) 冷却水の流量低又は温度高により警報を発生し、運転員が濃縮缶への加熱蒸気の供給を停止する。 (2) 凝縮器での冷却能力の低下による濃縮缶内の圧力高により、警報を発生するとともに濃縮缶の加熱を自動停止する。	C

*濃縮缶の平常運転時の蒸発率と缶内液の放射性物質（アクチノイド）濃度との積を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、放射性物質の浄化機能の低下に係る事象の厳しさを分類する。ただし、酸回収設備の精留塔の場合には、上流の蒸発缶の平常運転時の蒸発率と缶内液の放射性物質（アクチノイド）濃度を用いた。

第1.3-5表 火災（セル内での有機溶媒火災）に係る事象の比較

設備名	分離設備	分配設備	分離建屋一時貯留処理設備	プルトニウム精製設備	精製建屋一時貯留処理設備
対象セル名	抽出塔セル	分配塔セル	分離建屋一時貯留処理槽第1セル	プルトニウム精製塔セル	精製建屋一時貯留処理槽第1セル
漏えいした有機溶媒が主に内包されていた機器	抽出塔	プルトニウム分配塔	第6一時貯留処理槽	抽出塔	第2一時貯留処理槽
事故防止対策	<p>(1) 主要な機器及び配管は、腐食し難い材料を使用し、溶接部は溶接構造により放射性物質が漏えいし難い設計とし、セル内の着火源は排除する設計とする。</p> <p>(2) セルにはステンレス鋼製の漏えい液受皿を設置し、漏えい検知装置により漏えいを検知すると、工程の停止、セル内の機器内の液移送及びセル内の漏えい液の回収を行う。</p> <p>(3) 漏えいした有機溶媒の発熱量が大きく、n-ドデカン¹の引火点に達するおそれのあるセルについては、漏えい検知装置を多重化し、万一、外部電源が喪失してもスチーム ジェット ポンプをその他再処理設備の附属施設の安全蒸気系に接続する設計とする。</p>				
影響緩和対策	<p>(1) 換気設備のセルの給気系には、防火ダンパを設置し、火災発生時には給気を閉鎖する設計とする。</p> <p>(2) 分離建屋給気系及び精製建屋給気系には、建屋給気閉止ダンパを設置し、外部電源が喪失した時に閉止する設計とする。</p> <p>(3) 火災時の煤煙及び気体は、換気設備のセルからの排気系で放射性物質を除去し、主排気筒から放出する設計とする。</p> <p>(4) 分離建屋又は精製建屋内に漏えいした煤煙及び気体は、それぞれ分離建屋又は精製建屋の汚染のおそれのある区域からの排気系で放射性物質を除去し、主排気筒から放出する設計とする。</p> <p>(5) 上記(3)及び(4)の各排気系における解析条件としての高性能粒子フィルタの除染係数は、いずれも10^3である。</p>				
事象の厳しさ*	C	B	B	A	B

*火災時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A=1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、火災（セル内での有機溶媒火災）に係る事象の厳しさを分類する。

第 1.3-6 表 漏えい（配管からセルへの漏えい）に係る事象の比較

設備名	溶解設備	清澄・計量設備		分離設備	分配設備	分離建屋一時貯留処理設備	ブルトニウム精製設備	精製建屋一時貯留処理設備	ウラン・プルトニウム混合脱硝設備	高レベル廃液処理設備		高レベル廃液ガラス固化設備	
		清澄設備	計量設備							高レベル廃液濃縮設備	高レベル廃液貯蔵設備		
対象セル名	溶解槽セル	清澄機セル	計量後中間貯槽セル	溶解液中間貯槽セル	プルトニウム溶液中間貯槽セル	分離建屋一時貯留処理槽第1セル	ブルトニウム濃縮液計量槽セル	精製建屋一時貯留処理槽第1セル	硝酸プルトニウム貯槽セル	高レベル廃液濃縮設備	高レベル廃液濃縮液貯槽セル	高レベル廃液混合槽セル	
漏えいした液体状放射線物質が主に内包されていた機器	第1よう素追出し槽	不溶解残渣回収槽	計量後中間貯槽	溶解液中間貯槽	プルトニウム溶液中間貯槽	第6一時貯留処理槽	プルトニウム濃縮液計量槽	第2一時貯留処理槽	硝酸プルトニウム貯槽	高レベル廃液濃縮設備	高レベル廃液濃縮液貯槽	高レベル廃液混合槽	
事故防止対策	(1) 主要な機器及び配管は、腐食し難い材料を使用し、溶接部は溶接構造により放射線物質が漏えいし難い設計とする。 (2) 設計、製作及び据付けは、関連する規格及び基準に適合させるようにし、品質管理を十分に行う。												
影響緩和対策	(1) セルにはステンレス鋼製の漏えい液受皿を設置する。 (2) セルには漏えい検知装置を設ける。ただし、漏えい液を重力流で回収するセルを除き、以下のセルでは、漏えい検知装置を多重化する。 ① 漏えい液が沸騰するおそれのあるセル ② 有機溶媒を含む漏えい液が引火点を超えるおそれのあるセル ③ 無限体系の未臨界濃度以上のブルトニウムを内蔵する機器及び配管を収納するセルにおいて、連続移送する配管からの漏えいのおそれがあるセル (3) セル内の漏えい液の回収は、重力流、ポンプ又はスチームジェットポンプにより行う。ただし、万一、外部電源が喪失しても、上記①及び②のセルにおいてスチームジェットポンプを使用する場合は、スチームジェットポンプへはその他再処理設備の附属施設の安全蒸気系から蒸気を供給できる設計とし、上記①のセルにおいてポンプを使用する場合は、ポンプは第2非常用ディーゼル発電機から受電できる設計とする。 (4) 放射性物質を含む気体は、換気設備のセルからの排気系で放射性物質を除去し、主排気筒から放出する設計とする。 (5) 上記(4)の各排気系における解析条件としての高性能粒子フィルタの除染係数は、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の溶液系及び高レベル廃液ガラス固化設備の固化セルに係る 10^5 を除き、いずれも 10^3 である。												
事象の厳しさ*	C	C	B	C	B	C	B	C	C	C	B	A	B

*漏えい時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A=1$ 、 $1 > B > 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、漏えい（配管からセルへの漏えい）に係る事象の厳しさを分類する。

第 1.3-7 表 使用済燃料集合体等の破損に係る事象の比較

事 象	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下	せん断処理施設の燃料供給設備での使用済燃料集合体落下
事故防止対策	<p>(1) 燃料取扱装置等の使用済燃料集合体の移送機器は、使用済燃料集合体の総重量を上回る荷重を考慮しても、強度上十分耐え得る設計とする。</p> <p>(2) 燃料取扱装置等の使用済燃料集合体の移送機器では、つりワイヤを二重化する。</p> <p>(3) 燃料取扱装置等のつかみ具駆動用の空気源が喪失した場合でも、使用済燃料集合体が落下することのないフェイル セーフ設計とする。</p> <p>(4) 燃料取扱装置等が使用済燃料集合体を確実につかんでいない場合は、つり上げができないようにインターロックを設ける。</p> <p>(5) 燃料取扱装置等には荷重計を設け、あらかじめ設定された荷重を超えた場合には、つり上げが行えないようにインターロックを設ける。</p> <p>(6) 燃料取扱装置等での使用済燃料集合体のつり上げ高さは6 m以下とする設計とする。</p>	
影響緩和対策	<p>(1) 使用済燃料集合体から水中に放出された後、燃料の受入れエリアの空气中に放出される放射性物質は、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋排気系を経て北換気筒から放出する設計とする。</p>	<p>(1) 使用済燃料集合体から燃料供給セルに放出される放射性物質は、前処理建屋換気設備のセルからの排気系で放射性物質を除去し、主排気筒から放出する設計とする。</p>
事象の厳しさ*	A	C

*使用済燃料集合体の落下時の敷地境界外の実効線量を相対的に示し、 $A = 1$ 、 $1 > B \geq 0.1$ 、 $C < 0.1$ として、使用済燃料集合体等の破損に係る事象の厳しさを分類する。

3. 運転時の異常な過渡変化

再処理施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認するため、再処理施設において発生する可能性のある「運転時の異常な過渡変化」に係る事象に対して、その発生原因、発生防止対策及び拡大防止対策を説明し、その過渡変化の解析と結果の評価を行い、再処理施設の安全性がいかに確保されるかを説明する。

3.1 プルトニウム精製設備の逆抽出塔での有機溶媒の温度異常上昇

3.1.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，プルトニウム精製設備の逆抽出塔の運転中に，プルトニウム洗浄器から逆抽出塔へ逆抽出用液を供給する系統が何らかの原因により故障し，逆抽出用液の供給流量が低下することにより，温水で加熱されている逆抽出用液の温度が上昇し，逆抽出塔内の有機溶媒の温度が上昇する事象として考える。

しかし，このような事象は，逆抽出塔内の溶液温度を検知して，逆抽出用液の加熱用の温水の供給を自動的に停止することにより，有機溶媒火災への拡大の観点で有機溶媒の温度が最大許容限度を超えることなく，安全に終止できる。また，温水の温度上昇又は流量増加により，加熱能力が増加した場合にも，同様な事象が発生するおそれがあるが，これらの事象の場合には有機溶媒の温度が最大許容限度に至らない。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 逆抽出塔に供給されるプルトニウムを含む有機溶媒及び逆抽出用液の温度は，温度制御系で約90℃の温水の流量を調節することにより，50℃以下に制御する。
- b. 逆抽出塔内の溶液温度が異常に上昇した場合には，温度検出器にて検知し，警報を発するとともに，インターロックにより逆抽出用液の加熱用の温水の供給を自動的に停止する回路である安全保護回路によって，逆抽出用液の加熱を停止する設計とする。
- c. 上記 b. の逆抽出塔内の有機溶媒の温度異常上昇の検知及び温水の供給の停止に係る系統は，二重化する。

3.1.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 逆抽出塔は、異常発生直前まで平常運転していたものとし、逆抽出塔に供給するプルトニウムを含む有機溶媒及び逆抽出用液の温度の初期値は、異常発生後の温度が最大になるよう、それぞれ50℃とする。また、温水の温度は、90℃とする。
- b. プルトニウム洗浄器から逆抽出塔への逆抽出用液の供給流量が低下したものとし、その結果として逆抽出用液の温度が上昇することにより、逆抽出塔内上部の有機溶媒の温度が上昇する。このとき、逆抽出塔内上部の有機溶媒の温度が最大となるように、逆抽出用液及び有機溶媒の供給流量を設定する。
- c. 異常の拡大防止機能として考慮している系統は、「塔内液温度高」信号により逆抽出用液に係る熱交換器への温水の供給を停止するインターロックであり、この系統に単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

逆抽出塔へ供給する逆抽出用液を温水で加熱することを考慮し、熱交換器内及び逆抽出塔シャフト部内の熱交換を定常解析することにより、逆抽出塔上部に流入する有機溶媒温度を求め、逆抽出塔上部の有機溶媒温度上昇を過渡解析する。

(3) 解析結果

逆抽出用液の供給流量低下により、逆抽出塔に供給する逆抽出用液の温度は、50℃から約80℃に上昇する。その結果、逆抽出塔内の有機溶媒の温度が上昇するが、有機溶媒の温度が「塔内液温度高」信号の設定値69℃に上昇した後、さらにそのままの状態が継続したとして最大許容限度74℃に至るまでには約42分を要する。有機溶媒の温度が設定値に達す

ると直ちに「塔内液温度高」信号のインターロックが作動することにより、逆抽出用液に係る熱交換器への温水の供給が停止される。

したがって、塔内の有機溶媒の温度は、最大許容限度74℃を超えることはない。

3.1.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり逆抽出塔内の有機溶媒の温度は、最大許容限度を超えることはなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(1)を満足する。

3.2 高レベル廃液濃縮缶における加熱蒸気の温度異常上昇

3.2.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶の運転中に，加熱蒸気を供給する系統が何らかの原因により故障し，高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の温度が異常に上昇する事象として考える。

しかし，このような事象は，加熱蒸気の温度上昇を検知し，高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気の供給を自動的に停止することにより，TBP等の錯体の急激な分解反応への拡大の観点で高レベル廃液濃縮缶内の溶液の温度が最大許容限度を超えることなく，安全に終了できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 高レベル廃液濃縮缶は，缶内温度約50℃，缶内圧力約6.9 kPaで運転する減圧蒸発方式である。
- b. 蒸気発生器で発生する高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の圧力は，蒸気発生器の圧力制御系で加熱蒸気の熱源である一次蒸気の流量を調整することにより，約167 kPa [gage] (約130℃相当) に制御する。
- c. 蒸気発生器で発生する高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の圧力が上昇しても，蒸気発生器に設けた蒸気逃がし弁が作動し，過度の圧力上昇を防止する設計とする。
- d. 高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の温度が異常に上昇した場合には，温度検出器にて検知し，インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給を遮断弁で自動的に停止する回路である安全保護回路によって，高レベル廃液濃縮缶の加熱を停止する設計とする。

e. また、上記 d. とは別に、温度検出器にて高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の温度の異常な上昇を検知し、インターロックにより高レベル廃液濃縮缶への加熱蒸気の供給を遮断弁で自動的に停止する回路である安全保護回路によって、高レベル廃液濃縮缶の加熱を停止する設計とする。

3.2.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 高レベル廃液濃縮缶は、異常発生直前まで平常運転していたものとし、缶内の溶液の温度の初期値は51℃、加熱蒸気の温度の初期値は130℃とする。
- b. 加熱蒸気を供給する系統の蒸気発生器の圧力制御系の故障により、一次蒸気の流量が増大し、加熱蒸気の圧力及び温度が上昇するものとする。このとき、一次蒸気の流量増大後の加熱能力は、平常運転時の加熱能力の120%とする。
- c. 解析上は、蒸気発生器に設置している蒸気逃がし弁の動作は考慮しないものとする。
- d. 異常の拡大防止機能として考慮している加熱停止に係るインターロックは、一次蒸気を停止するもの及び加熱蒸気を停止するものがあり、高レベル廃液濃縮缶に近い位置で加熱停止を行うインターロック、すなわち「加熱蒸気温度高」信号により加熱蒸気の供給を停止するインターロックに、単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

蒸気発生器で発生する加熱蒸気の熱量がそのまま濃縮缶内の溶液に伝達されるものと仮定し、蒸気発生器での熱交換前後における熱収支及び濃縮缶での熱交換前後における熱収支に基づき、加熱蒸気の温度の過渡変化を解析する。

(3) 解析結果

一次蒸気の流量が増大すると、高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の温度が上昇するが、加熱蒸気の温度が「加熱蒸気温度高」信号の設定値134℃に上昇した後、さらにそのままの状態が継続したとして135℃に至る

までには約30秒を要する。加熱蒸気の温度が設定値に達すると直ちに「加熱蒸気温度高」信号による一次蒸気の供給を停止するインターロックが作動することにより、一次蒸気の供給は、停止される。加熱蒸気の温度が135℃のとき、高レベル廃液濃縮缶内の溶液の温度は約52℃である。

したがって、高レベル廃液濃縮缶内の溶液の温度は、最大許容限度135℃を超えることはない。

3.2.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり、高レベル廃液濃縮缶内の溶液の温度は、最大許容限度を超えることはなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(1)を満足する。

3.3 ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉での還元ガス中の水素濃度異常上昇

3.3.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉の運転中に，還元用窒素・水素混合ガス（以下3. では「還元ガス」という。）を製造する還元ガス供給系の水素ガスの流量制御系統が何らかの原因により故障し，還元ガス中の水素濃度が上昇する事象として考える。

しかし，このような事象は，還元ガス中の水素濃度上昇を検知し，還元ガスの供給を自動的に停止することにより，還元ガス中の水素の爆発への拡大の観点で，還元ガス中の水素濃度が最大許容限度を超えることなく，安全に終止できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 還元ガスは，水素ガスを窒素ガスで希釈して製造し，還元ガス供給槽に供給される。還元ガス中の水素濃度は，約5 v o 1 %になるように，水素ガスの流量制御系統により水素ガスの流量を制御し，調整する。調整した還元ガスは，還元ガス供給槽から還元ガス受槽に供給し，還元ガス受槽から還元炉へ供給する。
- b. 還元ガス供給槽に供給される還元ガス中の水素濃度が異常に上昇した場合には，水素濃度計にて検知し，警報を発するとともに，インターロックにより還元ガス供給槽から還元ガス受槽への還元ガスの供給を自動的に停止する。
- c. 還元ガス受槽に供給される還元ガス中の水素濃度が異常に上昇した場合には，水素濃度計にて検知し，警報を発するとともに，インターロ

クにより還元ガス受槽から還元炉への還元ガスの供給を自動的に停止する回路である安全保護回路によって、還元ガスの供給を停止し、還元炉内を窒素ガスで掃気する設計とする。

- d. 上記 c. の還元ガス中の水素濃度上昇の検知及び還元ガスの供給停止に係る系統は、二重化する。

3.3.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 還元炉は、異常発生直前まで平常運転していたものとし、還元ガス供給槽から還元ガス受槽に供給する還元ガス及び還元ガス受槽から還元炉に供給する還元ガス中の水素濃度の初期値は、5.0vol%とする。
- b. 還元ガス供給系の水素ガスの流量制御系統が故障し、窒素ガス流量に対する水素ガスの流量比が平常運転時の流量比の5倍に上昇するものとする。その結果として還元ガス供給槽及び還元ガス受槽の還元ガス中の水素濃度が上昇することにより、還元炉に供給する還元ガス中の水素濃度が上昇するものとする。
- c. 還元ガス受槽の還元ガス中の水素濃度上昇をより厳しく評価するため、解析においては、還元ガス供給槽の「水素濃度高」信号のインターロックの作動を無視する。
- d. 異常の拡大防止機能として考慮している系統は、還元ガス受槽の「水素濃度高」信号により還元炉への還元ガスの供給を停止するインターロックであり、この系統に単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

還元ガスが還元ガス供給槽及び還元ガス受槽でそれぞれ均一に混合されるものと仮定して、還元ガス中の水素濃度の過渡変化を解析する。

(3) 解析結果

窒素ガス流量に対する水素ガスの流量比が上昇すると、還元ガス受槽に供給される還元ガス中の水素濃度が上昇するが、還元ガス受槽に供給する還元ガス中の水素濃度が「水素濃度高」信号の設定値6.0vol%に上昇した後、さらにそのままの状態が継続したとして最大許容限度6.4vol%に至るまでには約200秒を要する。水素濃度が設定値に達すると直ち

に還元ガス受槽の「水素濃度高」信号により還元ガスの供給を停止するインターロックが作動することにより、還元炉への還元ガスの供給が自動的に停止される。

したがって、還元炉へ供給される還元ガス中の水素濃度は、最大許容限度6.4vol%を超えることはない。

3.3.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり、還元炉に供給される還元ガス中の水素濃度は、最大許容限度を超えることはなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(1)を満足する。

3.4 分配設備のプルトニウム洗浄器におけるプルトニウム濃度異常上昇

3.4.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，分配設備のプルトニウム分配塔の運転中に，還元剤を供給する系統が何らかの原因により故障し，還元剤の供給が停止することによりプルトニウムが3価に還元されないため有機相から分離されることなく，ウランとともに有機相に保持されたまま，プルトニウム洗浄器に移送され，そこでプルトニウム濃度が上昇する事象として考える。

しかし，このような事象は，プルトニウム分配塔からプルトニウム洗浄器への過度のプルトニウムの流出を検知し，プルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送を自動的に停止することにより，臨界への拡大の観点でプルトニウム洗浄器でのプルトニウム濃度が最大許容限度を超えることなく，安全に終止できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 供給される還元剤の組成は，分析により確認する。
- b. 還元剤の供給流量は，流量制御系により制御しており，その流量が減少した場合には，警報を発する設計とする。
- c. プルトニウム分配塔には垂直方向に複数の中性子検出器を設置し，それらの計数率の分布からプルトニウム分配塔垂直方向のプルトニウム濃度分布の傾向を監視し，濃度管理を行うプルトニウム洗浄器への過度のプルトニウムの流出を事前に検知する設計とする。
- d. 万一，プルトニウム洗浄器に過度のプルトニウムが流入した場合には，プルトニウム洗浄器の第1段の下部に二重に設置する中性子検出器にて検知し，プルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送を自動的に停止する回路である安全保護回路によって，プルトニウム洗浄器への有機溶媒の移

送を停止する設計とする。

- e. 上記 d. のプルトニウム洗浄器の第 1 段の下部の中性子の検知及びプルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送停止に係る系統は，二重化する。

3.4.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 還元剤を供給する系統が故障し、その結果としてプルトニウム分配塔への還元剤の供給が停止するものとする。
- b. プルトニウム分配塔に設置されている中性子検出器の機能は、考慮しないものとする。
- c. 異常の拡大防止機能として考慮している系統は、プルトニウム洗浄器に設置する中性子検出器の「計数率高」信号によりプルトニウム分配塔からプルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送を停止するインターロックであり、この系統に単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

解析は、解析コードRevised MIXSETを用いて行う。

Revised MIXSETは、連続抽出器を用いた溶媒抽出工程の動的状態及び定常状態計算と各種供給液について流量と濃度の最適化計算が行えるコードである。Revised MIXSETは、向流する水相と有機相が考慮され、有機相中に抽出剤が存在する。このとき、水相と有機相の相互間の溶解はないものとし、抽出成分の2相間への分配は分配係数によって定義される。Revised MIXSETの入力は、段数、抽出器内の水相、有機相の容積、水相及び有機相の流量及び濃度等であり、出力としては、濃度等の時間変化等が求められる。

(3) 解析結果

プルトニウム分配塔への還元剤の供給が停止すると、プルトニウムはプルトニウム分配塔での分離が不十分となりウランとともに有機相に保持されたままプルトニウム洗浄器に移行する。

この場合、プルトニウム洗浄器の水相中のプルトニウム濃度は徐々に

上昇するが、プルトニウム洗浄器に設置した中性子検出器の「計数率高」信号に相当するプルトニウム濃度 $7.0 \text{ g} \cdot \text{Pu} / \text{L}$ に上昇した後、さらにそのままの状態が継続したとして最大許容限度 $7.5 \text{ g} \cdot \text{Pu} / \text{L}$ に至るまでには約20分を要する。プルトニウム濃度 $7.0 \text{ g} \cdot \text{Pu} / \text{L}$ に達すると直ちにプルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送を自動的に停止する停止系が作動することにより、プルトニウム洗浄器への有機溶媒の移送が停止される。

したがって、プルトニウム洗浄器水相中のプルトニウム濃度は、最大許容限度 $7.5 \text{ g} \cdot \text{Pu} / \text{L}$ を超えることはない。

3.4.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり、プルトニウム洗浄器におけるプルトニウム濃度は、最大許容限度を超えることはなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(2)を満足する。

3.5 高レベル廃液濃縮缶凝縮器での冷却能力の低下による廃ガス中蒸気量の増大

3.5.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，高レベル廃液処理設備の高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶の運転中に，高レベル廃液濃縮缶の蒸気を凝縮する高レベル廃液濃縮缶凝縮器への冷却水の供給が何らかの原因により停止し，高レベル廃液濃縮缶の蒸気が未凝縮のまま，塔槽類廃ガス処理設備に移送される事象として考える。

しかし，このような事象は，高レベル廃液濃縮缶凝縮器出口で廃ガスの温度上昇を検知し，高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気を供給する系統への蒸気の供給を自動的に停止することにより，放射性物質の浄化機能の低下の観点で放射性物質放出の増加はなく，安全に終止できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 高レベル廃液濃縮缶は，缶内温度約50℃，缶内圧力約6.9 k P a で運転する減圧蒸発方式である。
- b. 高レベル廃液濃縮缶の圧力は，廃ガス流量を調整することにより制御する設計とする。高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気側出口の温度は，約30℃である。
- c. 蒸気発生器で発生する高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の圧力は，蒸気発生器の圧力制御系で加熱蒸気の熱源である一次蒸気の流量を調整することにより，約167 k P a [g a g e] (約130℃相当) に制御する。
- d. 高レベル廃液濃縮缶凝縮器への冷却水の供給が停止して廃ガスの温度が異常に上昇した場合には，高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気側出口に設置している温度計にて検知し，警報を発するとともに，インターロック

により高レベル廃液濃縮缶の加熱蒸気の供給遮断弁を自動的に閉じる回路である安全保護回路によって、高レベル廃液濃縮缶の加熱を停止する設計とする。

- e. また、上記d. とは別に、高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気側出口に設置している温度計により温度の異常な上昇を検知し、警報を発するとともに、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給遮断弁を自動的に閉じる回路である安全保護回路によって、高レベル廃液濃縮缶の加熱を停止する設計とする。

3.5.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 高レベル廃液濃縮缶は、異常発生直前まで平常運転していたものとし、缶内の溶液の温度の初期値は51℃、加熱蒸気の温度の初期値は130℃とする。
- b. 高レベル廃液濃縮缶凝縮器の冷却機能が停止したものとする。
- c. 異常の拡大防止機能として考慮している加熱停止に係るインターロックは、一次蒸気を停止するもの及び加熱蒸気を停止するものがあり、高レベル廃液濃縮缶に近い位置で加熱停止を行うインターロック、すなわち「凝縮器排気側出口温度高」信号により加熱蒸気の供給を停止するインターロックに単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

高レベル廃液濃縮缶は減圧蒸発方式であり、高レベル廃液濃縮缶凝縮器の凝縮機能が停止することにより缶内の圧力が上昇するので沸騰が停止するが、その後の缶内温度の過渡変化を、高レベル廃液濃縮缶での熱収支に基づき解析する。

(3) 解析結果

高レベル廃液濃縮缶凝縮器の凝縮機能が停止すると、高レベル廃液濃縮缶で発生した蒸気が凝縮されずに、排気側に流れるため、高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気側出口温度が上昇するとともに、廃ガスの排気能力を超える蒸気量となるため、缶内の圧力が上昇することにより缶内の溶液の沸点が上昇し、沸騰が一時的に停止するとともに、高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気側の出口温度が上昇する。この出口温度が「凝縮器排気側出口温度高」信号の設定値51℃に達すると直ちに一次蒸気の供給を停止するインターロックが作動することにより、蒸気発生器での加熱蒸気

の発生が停止するため、自動的に高レベル廃液濃縮缶の加熱が停止される。加熱が停止されるまでの間、高レベル廃液濃縮缶の缶内の温度が上昇するが、高レベル廃液濃縮缶の加熱が停止されると缶内の温度上昇は停止するため、再沸騰に至ることはなく蒸気の発生が抑制される。この間の発生蒸気量は、沸騰状態での発生蒸気量よりも少なく、塔槽類廃ガス処理設備の配管内での凝縮により蒸気が放出されることはなく、さらに、その後、缶内溶液の移送あるいは冷却により蒸気の発生が抑制されるため、蒸気が放出されることはない。したがって、放射性物質放出の増加はない。

また、高レベル廃液濃縮缶凝縮器の凝縮機能停止後、減圧状態が喪失した状態で加熱を継続しても缶内溶液が再沸騰するまでに約30分を要するため、この間に上記インターロックの作動により、高レベル廃液濃縮缶の加熱を確実に停止することができる。

3.5.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり、高レベル廃液濃縮缶からの蒸気を凝縮する高レベル廃液濃縮缶凝縮器が停止した場合、放射性物質放出の増加はなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(4)を満足する。

3.6 ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の還元炉の温度異常上昇

3.6.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の焙焼・還元系の還元炉の運転中に，ヒータ電流の制御系統が何らかの原因により故障し，還元炉内の温度が異常に上昇する事象として考える。

しかし，このような事象は，ヒータ部の温度上昇を検知し，ヒータへの通電を自動的に停止することにより還元炉のヒータ加熱が停止され，過加熱に対する閉じ込め機能の低下の観点で還元炉の炉心管の温度が最大許容限度を超えることなく，安全に終止できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

- a. 還元炉内の温度は，約800℃で運転する。
- b. 還元炉のヒータ部温度は，温度計により測定し，ヒータ電流の制御系統で制御する。また，ヒータからの熱放射により炉心管（材料：ハステロイX）を加熱する設計とする。
- c. ヒータ部温度が異常に上昇した場合には，温度計にて検知し，警報を発するとともに，インターロックによりヒータへの通電を停止する回路である安全保護回路によって，還元炉の加熱を停止する設計とする。
- d. 上記c. のヒータ部の温度上昇の検知及びヒータへの通電停止に係る系統は，二重化する。

3.6.2 過渡変化の解析

(1) 解析条件

- a. 還元炉は，異常発生直前まで平常運転していたものとする。
- b. ヒータ電流の制御系統が故障し，その結果としてヒータ電流値が上昇し，ヒータ及び炉心管の温度が上昇するものとする。
- c. 異常の拡大防止機能として考慮している系統は，「ヒータ部温度高」信号によりヒータへの通電を停止するインターロックであり，この系統に単一故障を仮定する。

(2) 解析結果

ヒータ電流値が上昇すると，ヒータ部の温度が上昇し，「ヒータ部温度高」信号の設定値890℃に達すると直ちにヒータへの通電を停止するインターロックが作動することにより，還元炉のヒータ加熱が自動的に停止される。

したがって，還元炉の炉心管の温度は，最大許容限度としている機器の閉じ込めを形成する材料の最高使用温度899℃を超えることはない。

3.6.3 判断基準への適合性の検討

解析結果に示すとおり、還元炉の炉心管の温度は、最大許容限度を超えることはなく、この過渡変化は、「2.1.1.3 判断基準」の(3)を満足する。

3.7 外部電源喪失

3.7.1 原因，発生防止対策及び拡大防止対策

(1) 原因及び説明

この過渡変化は，電力系統の故障，外部電源系統の故障等により外部電源の一部又は全部が喪失し，運転状態が乱されるような事象として考える。

外部電源が喪失することにより，各設備の各工程は，運転停止の状態に移行する。

一方，各工程の安全維持に必要な安全冷却水系，安全圧縮空気系，塔槽類廃ガス処理設備，安全維持に必要な換気設備の排気系，計測制御設備等に必要な電力は，非常用所内電源系統により供給され，過渡変化は，安全に終止できる。

(2) 発生防止対策及び拡大防止対策

a. 再処理施設に必要な電力は，154 k V送電線2回線から受電し，受電変圧器を通して6.9 k Vに降圧した後，再処理施設の各施設へ給電する。これら154 k V送電線は，1回線停電時においても再処理施設を運転できる送電容量がある。

b. 非常用ディーゼル発電機は，外部電源が喪失した場合に安全上重要な負荷に給電するため，第1非常用ディーゼル発電機2台及び第2非常用ディーゼル発電機2台を設置する。

第1非常用ディーゼル発電機は，使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設の6.9 k V非常用母線に接続する設計とする。

第2非常用ディーゼル発電機は，6.9 k V非常用母線（使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設の6.9 k V非常用母線を除く。）に給電する6.9 k V非常用主母線に接続する設計とする。また，この6.9 k V非

常用主母線は、運転予備用ディーゼル発電機からも受電できる設計とする。

- c. 非常用所内電源系統は、分離・独立した2系統を設ける設計とする。
非常用所内電源系統は非常用ディーゼル発電機、非常用蓄電池及び非常用無停電電源装置の非常用所内電源機器から安全上重要な負荷に電力を供給する一連の電気設備で構成し、1系統が故障しても安全上重要な負荷の安全機能は確保できる容量及び機能を有する設計とする。
- d. 非常用所内電源系統のうちの非常用直流電源設備は、分離・独立した2系統を設ける設計とする。非常用直流電源設備は、安全上重要な負荷に給電するため第1非常用直流電源設備（使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設用。）及び第2非常用直流電源設備（使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設を除く再処理施設用。）を設置する。非常用直流電源設備は、1系統が故障しても安全上重要な負荷の安全機能は確保できる容量及び機能を有する設計とする。
- e. 非常用所内電源系統のうちの計測制御用交流電源設備は、分離・独立した2系統を設ける設計とする。計測制御用交流電源設備のうち105V無停電交流母線は常に確実かつ安定した計測制御用交流電源を必要とする負荷に給電するため静止形無停電電源装置から受電する。1系統が故障しても安全上重要な負荷の安全機能は確保できる容量及び機能を有する設計とする。

3.7.2 過渡変化の解析

- a. 外部電源喪失により、有機溶媒の温度がn-ドデカンの引火点に達するおそれのある機器及び溶液が沸騰するおそれのある機器に供給するその他再処理設備の附属施設の安全冷却水系へは、非常用所内電源系統から給電する設計とするため、有機溶媒の温度はn-ドデカンの引火点を超えることはなく、溶液は沸騰することはない。
- b. 外部電源喪失により、1日以内に機器内の気相部の水素濃度が可燃限界濃度に達するおそれのある機器に供給するその他再処理設備の附属施設の安全圧縮空気系へは、非常用所内電源系統から給電する設計とするため、機器内の気相部の水素濃度が最大許容限度4.0vol%を超えることはない。

また、安全圧縮空気系から圧縮空気を供給されない機器のうち、機器内の気相部の水素濃度が可燃限界濃度に達するおそれのある機器については、一般圧縮空気系からの圧縮空気により水素希釈をしているが、外部電源喪失により圧縮空気の供給は停止する。しかしながら、機器内の気相部の水素濃度が可燃限界濃度に達するまでには1日以上を要する。さらに、非常用所内電源系統から給電されている塔槽類廃ガス処理設備の排風機による排気及び一般圧縮空気系から空気を供給する配管を用いて空気を取り入れることができる設計とすることから、機器内の気相部の水素濃度は最大許容限度4.0vol%を超えることはない。

- c. 外部電源喪失により、塔槽類廃ガス処理設備、せん断処理・溶解廃ガス処理設備、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備及び換気設備の排気系は、一時的に風量が低下するが、非常用所内電源系統から給電されることにより、排気機能は短時間に回復することから、放射性物質の放出が増加することはない。

また、外部電源喪失により、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の廃ガス洗浄器及び吸収塔の放射性物質の捕集・浄化機能の維持に必要な電力は、非常用所内電源系統から給電されることから、放射性物質の放出が増加することはない。

一方、非常用所内電源系統に接続されていない塔槽類廃ガス処理設備及び換気設備の排気系は、外部電源喪失により排気機能が喪失するが、これらに接続する塔槽類では、同時に加熱、かくはん及び溶液の移送も停止し、放射性物質の廃ガスへの移行も減少するため、放射性物質の放出が増加することはない。

3.7.3 判断基準への適合性の検討

外部電源が喪失しても、安全維持に必要な電力は、非常用所内電源系統により、確保されるとともに、非常用所内電源系統に接続されていない施設については、放射性物質の放出が増加することはないので、外部電源喪失は、「2.1.1.3判断基準」の(1)、(2)、(3)及び(4)をすべて満足する。

3.8 結論

再処理施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認するため、「再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」に従って各種の「運転時の異常な過渡変化」に係る事象を選定し，解析を行った。その結果は，それぞれの「運転時の異常な過渡変化」の「判断基準への適合性の検討」の項で述べたように，想定したすべての「運転時の異常な過渡変化」に対して，その判断基準を満足する。

4. 設計基準事故

再処理施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認するため、再処理施設において発生する可能性のある設計基準事故に係る事象に対して、その発生原因、事故防止対策及び影響緩和対策を説明し、事故経過の解析と結果の評価を行い、再処理施設の安全性がいかに確保されるかを説明する。

4.1 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災

4.1.1 原因及び説明

プルトニウム精製設備のパルスカラムを収納するプルトニウム精製塔セル内での火災が発生する場合は、セルに有機溶媒等が漏えいし、漏えいした有機溶媒が加熱され、かつ、着火する場合である。

プルトニウム精製設備は、容器等をステンレス鋼等の信頼性の高い材料で製作することにより有機溶媒等が漏えいし難い設計とするとともに、万一、プルトニウム精製塔セルに有機溶媒等が漏えいした場合、漏えい検知装置により漏えいを検知し、プルトニウム精製設備の運転を停止するとともに、セル内の機器内の有機溶媒等は精製建屋一時貯留処理設備等の他のセルの貯槽へ移送し、また、セルの漏えい液受皿に溜まった有機溶媒等は、スチーム ジェット ポンプにより回収するので、回収作業後漏えい液受皿の集液部に少量の有機溶媒等しか残らず、その状態ではn-ドデカンの引火点を超えることはない。さらに、セル内には漏えいした有機溶媒等を加熱するような機器はなく、かつ、セルに収納する機器は接地を施す等により着火源とならない設計とするので火災の発生は考えられない。

しかしながら、安全設計の妥当性を確認するために、漏えい液受皿の集液部に残った少量の有機溶媒がそのまま放置され、何らかの原因によりその有機溶媒がn-ドデカンの引火点を超えて加熱され、かつ、着火して燃えることを想定して評価する。

この場合、防火ダンパ及び消火装置により速やかに消火されるが、これらの設備が作動しないと仮定して評価しても、精製建屋換気設備のセルからの排気系の高性能粒子フィルタの健全性が維持され、このセル内での有機溶媒火災は、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.1.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

プルトニウム精製設備のパルスカラムを収納するプルトニウム精製塔セル内での火災の発生を防止するため、次のような設計及び運転管理上の対策を講ずる。

- a. プルトニウム精製設備の機器及び配管は、設計、製作及び据付けにおいて次のような考慮を払い、漏えいを防止する設計とする。
 - (a) 設計、製作及び据付けは、関連する規格及び基準に適合させるようにし、品質管理を十分に行う。
 - (b) プルトニウム精製設備の主要機器は、腐食し難い材料を用い、接液部は、溶接構造とし、漏えいし難い設計とする。
- b. 漏えいした液がセルの漏えい液受皿の集液部に流入すると、漏えい検知装置で検知し、警報を発する設計とする。運転員は、漏えいを認知すると、工程の停止、セル内の機器内の液の移送及びセル内の漏えい液の回収を行う。
- c. プルトニウム精製設備のセルには着火源を有する機器は設置せず、またセルに収納する機器は接地を施すことにより着火源とならないような設計とする。

(2) 影響緩和対策

上記の防止対策にもかかわらず、万一、セル内で有機溶媒火災が発生した場合には、以下の対策により影響緩和を図る。

- a. セルの給気ダクトには防火ダンパを設置し、火災発生時には給気を閉鎖できる設計とする。
- b. 火災時に発生する放射性物質を含む煤煙及び気体は、精製建屋換気設備のセルからの排気系で放射性物質を除去した後、主排気筒から放出す

る設計とする。また、セルへの給気系には逆止ダンパを設け、セル内から精製建屋内への逆流を防止する設計とする。

- c. 万一、火災によりセルから精製建屋内へ放射性物質を含む煤煙及び気体が漏えいしたとしても、それらの煤煙及び気体は、精製建屋換気設備の汚染のおそれのある区域からの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。また、精製建屋換気設備の精製建屋給気系の送風機下流には建屋給気閉止ダンパを設け、外部電源喪失時には、外部電源の喪失を検知し、建屋給気閉止ダンパを閉止する回路である安全保護回路によって給気を閉鎖し精製建屋内が正圧になることを防止する設計とし、建屋給気閉止ダンパについては、単一故障により機能喪失することのない設計とする。

- d. 火災検出装置で火災の発生を検知し、警報を発する設計とする。

- e. 万一の火災に備えて消火装置を設ける。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

(イ) 放射性物質の放出経路の維持機能

1) プルトニウム精製塔セル

2) 精製建屋

3) 精製建屋換気設備のセルからの排気系及び汚染のおそれのある区域からの排気系

4) 主排気筒

(ロ) 放射性物質の捕集・浄化機能

1) 精製建屋換気設備のセルからの排気系及び汚染のおそれのある区域からの排気系の高性能粒子フィルタ

(ハ) 放射性物質の排気機能

- 1) 精製建屋換気設備のセル排風機及び建屋排風機
- (二) 安全機能確保のための支援機能
 - 1) 精製建屋換気設備の建屋給気閉止ダンパ
 - 2) 外部電源喪失による建屋給気閉止ダンパの閉止回路（精製建屋）
 - 3) 第2非常用ディーゼル発電機

4.1.3 事故経過

(1) 解析条件

- a. 有機溶媒中の放射性物質の濃度が最も高いプルトニウム精製設備の抽出塔下流の有機溶媒がプルトニウム精製塔セルに漏えいするものとする。
- b. 上記 a. のセル内の機器内の有機溶媒は、精製建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽又は第2一時貯留処理槽へ移送し、また、セルの漏えい液受皿に溜まった有機溶媒は、精製建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽へ回収するものとする。
- c. 燃焼する有機溶媒量は、未回収の有機溶媒量をより厳しい結果となるように見積もる値として、集液部の容量 0.07m^3 とする。また、火災面積は、未回収の有機溶媒量の表面積をより厳しい結果となるように見積もる値として、集液部の表面積 0.8m^2 とする。
- d. 火災時の有機溶媒の燃焼速度をより厳しい結果となるよう評価する観点から、セル内での有機溶媒の燃焼時の蒸発速度は、大気中での有機溶媒の燃焼時の蒸発速度 $0.07\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ とする。
- e. 精製建屋換気設備のセルの給気ダクトに設けた防火ダンパの作動による給気の閉鎖の機能は考慮しないが、セル内の圧力が精製建屋に対して正圧になった場合には逆止ダンパが閉止しセルから精製建屋への逆流が抑制されるものとする。
- f. 火災発生と同時に外部電源が喪失するものとする。
- g. 外部電源の喪失を検知し、建屋給気閉止ダンパが閉止するものとする。
- h. より厳しい結果となる評価をするために、消火装置の作動を考慮しないものとする。
- i. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、プルトニウム精製塔セル、

精製建屋及び精製建屋換気設備による放射性物質の閉じ込め機能，並びに第2非常用ディーゼル発電機による支援機能である。

j. 上記 i. の閉じ込め機能に関連する動的機器には，精製建屋換気設備の建屋給気閉止ダンパ，グローブボックス・セル排風機及び建屋排風機がある。建屋給気閉止ダンパは，単一故障により機能喪失することのない設計としており，また，グローブボックス・セル排風機及び建屋排風機双方とも外部電源喪失時には，第2非常用ディーゼル発電機から給電する設計としている。したがって，セル内及び精製建屋内の圧力，並びに高性能粒子フィルタの温度の観点で，解析の結果を最も厳しくする単一故障として，第2非常用ディーゼル発電機に単一故障を仮定する。

(2) 解析方法

解析は，解析コード FEVER を用いて行う。

FEVER は，火災時の区画室内及び換気系の圧力，温度等の過渡変化を解析するコードである。FEVER は，区画室内の空間を高温ガス層と低温ガス層の2領域に分割するとともに，排気系統のダクト，フィルタ，排風機等を流れ方向に一次元に多ノードで模擬する。排気系統内の流動解析では基礎式として，質量，運動量及びエネルギーの保存則を適用するとともに，気体の圧縮性を各ノードで考慮する。FEVER の入力は，火災源の可燃物量と発熱量，並びに区画室内の空間，排気系統のダクト，フィルタ，排風機等の幾何学的形状等であり，出力として，区画室内及び各ノードにおける圧力，温度等の時間変化が求められる。

また，精製建屋の閉じ込めについては，精製建屋の負圧の過渡変化をより厳しく評価するため，上述のセルの閉じ込めに係る解析とは異なり精製建屋換気設備のセルへの給気系の逆止ダンパの機能を考慮せず，火

災時に発生したエネルギーがすべて精製建屋内の気体に均一に与えられることにより、精製建屋内の圧力が上昇するものとして解析を行う。

(3) 解析結果

プルトニウム精製塔セル内の圧力の変化を第3.2-1図に、セルからの排気系の高性能粒子フィルタに流入する気体の温度の変化を第3.2-2図に、精製建屋内の圧力の変化を第3.2-3図に示す。

プルトニウム精製塔セル内の圧力は第3.2-1図に示すように火災初期の約110秒間は精製建屋内圧力に対して最高約11 kPa [dif] (0.11 kg/cm^2) の正圧となる。火災は約17分間継続し、燃焼終了時点までの精製建屋換気設備のセルからの排気系の高性能粒子フィルタに流入する気体の最高温度は、第3.2-2図に示すように約140°Cとなり、煤煙が到達することにより上昇する高性能粒子フィルタの最大差圧は、約0.6 kPa [dif] (0.007 kg/cm^2) となる。これらの温度及び差圧は、それぞれ高性能粒子フィルタの健全性が保たれることが確認されている値である使用温度 200°C及び煤煙負荷時の差圧 4 kPa [dif] (0.04 kg/cm^2) を下回り高性能粒子フィルタの機能に支障をきたすことはない。

また、火災初期に煤煙及び気体の一部が精製建屋に漏れいするが、これらの量は少なく、精製建屋内圧力についてより厳しい評価をするため逆止ダンパの機能を考慮せずに解析を行うと、精製建屋内圧力は、第3.2-3図に示すように約-0.05 kPa [gage] (-0.0005 kg/cm^2 g) 以下に維持され、精製建屋換気設備の汚染のおそれのある区域からの排気系の高性能粒子フィルタの機能に支障をきたすこともない。

火災発生と同時に外部電源が喪失しない場合については、放射性物質の閉じ込め機能に関連する動的機器であるグローブボックス・セ

ル排風機及び建屋排風機は、火災発生前から機能しており、かつ、事象の過程でも機能し続ける機器であり、外部電源の喪失によりグローブボックス・セル排風機及び建屋排風機が一時的に機能喪失する場合に比べ、セル内及び精製建屋内の圧力、並びに高性能粒子フィルタの温度の観点で解析結果に与える影響を緩和する。一方、高性能粒子フィルタの煤煙負荷時の差圧の観点では、外部電源が喪失することなくグローブボックス・セル排風機が機能し続けた方が、解析結果をより厳しく評価するが、上記高性能粒子フィルタの最大差圧の解析結果は、グローブボックス・セル排風機が機能し続ける場合を考慮した解析結果である。したがって、火災発生と同時に外部電源が喪失しない場合の解析結果は、上記外部電源が喪失した場合の解析結果に包含される。

4.1.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.1.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

セル内での有機溶媒火災の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. 燃焼有機溶媒中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{PR}}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。各核種の濃度を第3.2-1表に示す。
- b. 火災による放射性物質の空気中への移行割合（燃焼有機溶媒中の放射性物質の量に対する空気中へ移行する放射性物質の量の割合）は、1%とする。また、空気中に移行した放射性物質は全量が高性能粒子フィルタの入口に到達するものとする。
- c. 火災時に短時間であるがプルトニウム精製塔セル内圧力が精製建屋内圧力に対して正圧になることから、放射性物質の一部がセルから精製建屋に漏えいすることを考える。火災に伴い発生する放射性物質を含む気体は、放出経路として精製建屋換気設備のセルからの排気系及び汚染のおそれのある区域からの排気系を経て主排気筒に至るものとする。ただし、セルから汚染のおそれのある区域へ移行する際の放射性物質の除去効率は、放出量をより厳しい結果となるように評価するため考慮しない。
- d. 精製建屋換気設備のセルからの排気系及び汚染のおそれのある区域からの排気系の高性能粒子フィルタはいずれも1段であり、放射性エアロゾルの除去効率は、99.9%とする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質

の主排気筒から大気中への放出量は、第3.2-2表のとおりである。

また、放射性物質が大気中に放出されるまでの過程を第3.2-4図に示す。

4.1.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

敷地境界外の地表空气中濃度は、敷地における平成25年4月から平成26年3月までの1年間の気象観測資料を使用して求めた相対濃度に放射性物質の全放出量を乗じて求める。

(2) 解析方法

放射性物質吸入による敷地境界外の内部被ばくに係る実効線量 $D_I (S_V)$ は、次式で計算する。

$$D_I = \sum_i Q_{Ii} \cdot R \cdot \chi / Q \cdot (K_B^{50})_i$$

ここで、

Q_{Ii} : 事故期間中の放射性核種 i の大気放出量 (Bq)

R : 人間の呼吸率 (m^3 / s)

呼吸率 R は、事故期間が短いことを考慮して「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の付録Ⅱに基づく活動時間中の呼吸率 3.33×10^{-4} (m^3 / s) を用いる。

χ / Q : 相対濃度 (s / m^3)

$(K_B^{50})_i$: 核種 i の吸入による実効線量係数 (S_V / Bq)

【補足説明資料4-1】

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づいて、敷地境界外の実効線量を評価した結果は、

第3.2-3表のとおりである。

4.1.5 判断基準への適合性の検討

「4.1.4.2 線量の評価」で示したように、セル内での有機溶媒火災により公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.

1.2.3 判断基準」を満足する。

4.2 プルトニウム濃縮缶でのT B P等の錯体の急激な分解反応

4.2.1 原因及び説明

プルトニウム濃縮缶でりん酸三ブチル（以下3.では「T B P」という。）又はその分解生成物であるりん酸二ブチル，りん酸一ブチルと硝酸，硝酸ウラニル又は硝酸プルトニウムの錯体（以下3.では「T B P等の錯体」という。）の急激な分解反応が発生する場合は，まず濃縮缶にT B P等が多量に混入し，そのT B P等が硝酸又は硝酸プルトニウムと共存の状態で錯体を形成し，さらに，この錯体の温度が急激に分解反応する温度に上昇する条件がすべて満たされる場合である。

これらの対策として，プルトニウム濃縮缶に供給される硝酸プルトニウム溶液は，T B P等の有機物を十分洗浄し除去する設計とするとともに，プルトニウム濃縮缶内の溶液温度が異常に上昇しないように，自動的に過熱を防止するシステムを二重化しているので，急激な分解反応の発生は考えられない。

しかしながら，安全設計の妥当性を確認するために，T B P等が濃縮缶に混入して錯体を形成し，何らかの原因によりその錯体が急激な分解反応を起こすことを想定して評価する。

この場合，通常プルトニウム濃縮缶へのT B P等の混入はほとんどないが，T B P等の混入量をより厳しく仮定して評価しても，高性能粒子フィルタの健全性は維持され，このT B P等の錯体の急激な分解反応は，公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく，終止できる。

4.2.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

プルトニウム濃縮缶内でのT B P等の錯体の急激な分解反応の発生を防止するため、次のような設計及び運転管理上の対策を講ずる。

- a. プルトニウム濃縮缶に供給する硝酸プルトニウム溶液については、逆抽出塔を出た後、T B P洗浄器で希釈剤を用い溶解しているT B P等を除去し、さらに、油水分離槽で油分除去を施すことにより溶液に同伴しているT B P等を除去する設計とする。
- b. プルトニウム濃縮缶の加熱蒸気は、T B P等の錯体の急激な分解反応の開始温度の下限值135℃以下に制限する設計とする。
- c. プルトニウム濃縮缶の加熱蒸気の温度が異常に上昇した場合には、温度検出器にて検知し、インターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給をしゃ断弁で自動的に停止する回路によって、プルトニウム濃縮缶の加熱を停止する設計とする。
- d. また、上記c. とは別に、温度検出器にてプルトニウム濃縮缶の加熱蒸気の温度の異常な上昇を検知し、インターロックによりプルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給をしゃ断弁で自動的に停止する回路によって、プルトニウム濃縮缶の加熱を停止する設計とする。
- e. プルトニウム濃縮缶内の圧力が異常に上昇した場合には、圧力検出器にて検知し、蒸気発生器への一次蒸気の供給を停止することによってプルトニウム濃縮缶の加熱を停止する設計とする。

(2) 影響緩和対策

上記の防止対策にもかかわらず、万一、T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、以下の対策により影響緩和を図る。

- a. T B P等の錯体の急激な分解反応により発生する放射性物質を含む気

体は、プルトニウム濃縮缶に接続する塔槽類廃ガス処理設備により放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

- b. プルトニウム濃縮缶をセルに収納し、仮に放射性物質がセル内に漏えいしたとしても放射性物質をセル内に閉じ込めるとともに、放射性物質を含む気体は、精製建屋換気設備のセルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

(イ) 放射性物質の保持機能

- 1) プルトニウム濃縮缶

(ロ) 放射性物質の放出経路の維持機能

- 1) プルトニウム濃縮缶
2) 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備
3) 主排気筒

(ハ) 放射性物質の捕集・浄化機能

- 1) 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタ

(ニ) 放射性物質の排気機能

- 1) 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の排風機

(ホ) 安全機能確保のための支援機能

- 1) 第2非常用ディーゼル発電機

4.2.3 事故経過

(1) 解析条件

- a. プルトニウム濃縮缶は、事故発生直前まで平常運転していたものとする。
- b. プルトニウム濃縮缶内での急激な分解反応に寄与するTBPの量は、プルトニウム濃縮缶内に供給される硝酸プルトニウム溶液において最大となりうるTBP濃度を考え、缶内でのTBPの減少をより厳しい結果となるように仮定して設定し、100gとする。
- c. 急激な分解反応によるエネルギーの放出は、 $1,400 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{TBP}$ とする。
- d. 塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの差圧をより厳しい結果となるように評価するため、外部電源が喪失することなく、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は運転されているものとする。
- e. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理設備による放射性物質の閉じ込め機能、並びに第2非常用ディーゼル発電機による支援機能である。
- f. 塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの差圧をより厳しい結果となるように評価するため、上記e.の閉じ込め機能に動的機器の単一故障を仮定することなく、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は運転されているものとする。

(2) 解析方法

解析は、解析コードSWORDを用いて行う。

SWORDは、塔槽類内での爆発時の塔槽類及び塔槽類廃ガス処理設備の圧力、温度等の過渡変化を解析するコードである。SWORDは、塔槽類内の空間、並びに塔槽類廃ガス処理設備の配管、洗浄塔、フィル

タ、排風機等を流れ方向に一次元に多ノードで模擬している。各ノードについて、圧縮性流体として質量、運動量及びエネルギーの保存則を適用し、流体から塔槽類及び塔槽類廃ガス処理設備の配管への熱移行を考慮することにより、流体の熱及び流体力学的挙動を計算する。

SWORDの入力は、爆発源としてのエネルギー放出率及び質量放出率の時間関数、並びに塔槽類内の空間、塔槽類廃ガス処理設備の配管、洗浄塔、フィルタ、排風機等の幾何学的形状等である。出力として、各ノードにおける圧力、温度等の時間変化が求められる。

(3) 解析結果

プルトニウム濃縮缶内の圧力の変化を第3.3-1図に、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの差圧の変化を第3.3-2図に、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタに流入する気体の温度の変化を第3.3-3図に示す。

プルトニウム濃縮缶内の最高圧力は、第3.3-1図に示すように約 57 kPa [gage] ($0.58 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$) であり、プルトニウム濃縮缶が破損することはない。プルトニウム濃縮缶内の圧力上昇に伴う塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの最大差圧は、第3.3-2図に示すように約 1.7 kPa [dif] (0.017 kg/cm^2) であり、また、高性能粒子フィルタに流入する気体の温度については、第3.3-3図に示すように初期値約 30°C からの上昇はわずかである。これらの差圧及び温度は、それぞれ高性能粒子フィルタの健全性が保たれることが確認されている値である大風量時の差圧 9.3 kPa [dif] (0.095 kg/cm^2) 及び使用温度 200°C を下回り、高性能粒子フィルタの機能に支障をきたすことはない。

4.2.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.2.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

T B P等の錯体の急激な分解反応の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. T B P等の錯体の急激な分解反応発生時におけるプルトニウム濃縮缶内の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{PR}}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。各核種の濃度を第3.3-1表に示す。
- b. 「4.2.3 事故経過」に記述したように、プルトニウム濃縮缶内でT B P等の錯体の急激な分解反応が発生しても、プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理設備の健全性は維持されるので、急激な分解反応に伴い発生する放射性エアロゾルを含む気体は、放出経路として塔槽類廃ガス処理設備を経て主排気筒に至るものとする。
- c. T B P等の錯体の急激な分解反応に伴いプルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理設備に流出する気体の量は、急激な分解反応の放出エネルギーによるプルトニウム濃縮缶内の気体の断熱膨張を仮定して計算し、 0.5m^3 とする。また、塔槽類廃ガス処理設備に流出した気体中のエアロゾル濃度は、爆発により放出されるエアロゾル濃度として $100\text{mg} / \text{m}^3$ とする。
- d. 塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタに達するエアロゾル量は、プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理設備に流出する気体の量と気体中のエアロゾル濃度の積として与えられ、 50mg とする。
- e. 塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタは2段であるが、大風量が除去効率を低下させる傾向をもつことを考慮して、高性能粒子フィ

ルタの放射性エアロゾルの除去効率は1段相当の99.9%とする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質の主排気筒から大気中への放出量は、第3.3-2表のとおりである。

また、放射性物質が大気中に放出されるまでの過程を第3.3-4図に示す。

4.2.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

(2) 解析方法

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づいて敷地境界外の線量を評価した結果は、第3.3-3表のとおりである。

4.2.5 判断基準への適合性の検討

「4.2.4.2 線量の評価」で示したように、TBP等の錯体の急激な分解反応により公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.3 溶解槽における臨界

4.3.1 原因及び説明

溶解槽内で臨界が発生する場合は、溶液中の硝酸濃度の異常な低下等を防止し検知する種々の装置の故障が同時に起こり、かつ、そのような極度の異常が継続される場合である。

これらの対策として、燃料せん断片の装荷量が所定量を超えるおそれのある場合、あるいは硝酸供給流量の低下等溶解条件が悪化した場合は、二重化したせん断停止系が自動的に作動する設計とする等、十分な安全対策を講ずる設計であり、さらに、溶解槽は十分な安全余裕を見込んで臨界安全設計をするので、臨界の発生は考えられない。

しかしながら、安全設計の妥当性を確認するために、何らかの原因により、溶解槽に供給する硝酸濃度が異常に低下し、溶解槽で臨界が発生することを想定して評価する。

この場合、臨界状態は可溶性中性子吸収材の注入により速やかに未臨界状態が回復されるが、全核分裂数を 10^{19} として、より厳しく評価しても、この事故は公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.3.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

溶解槽における臨界の発生を防止するため、次のような設計及び運転管理上の対策を講ずる。

- a. 溶解槽は、燃料せん断片の装荷量及び溶解されたウラン及びプルトニウムの濃度に対してそれぞれの変動を考慮して最も厳しい状態においても臨界にならないよう設計する。
- b. 使用済燃料集合体受入れ時において、使用済燃料集合体が可溶性中性子吸収材（硝酸ガドリニウム）を必要とする燃料か否かの判断は、燃焼度計測装置の測定結果に基づいて行い、燃焼度計測装置は測定方法を多様化する。
- c. 使用済燃料集合体の誤装荷を防止するため、使用済燃料集合体をせん断機に供給する直前の燃料供給セルにおいて、複数の運転員により燃料集合体番号を確認する。さらに、燃料供給セルには光学的文字読み取り装置を設置し、燃料集合体番号を確認する。
- d. せん断機は、燃料せん断片の装荷量が所定量を超えないよう、使用済燃料集合体の送り出し長さの異常をせん断停止回路で検知し、せん断停止系で自動的にせん断を停止する設計とする。せん断停止回路及びせん断停止系は二重化する。
- e. 溶解槽での十分な溶解条件の維持、かつウラン及びプルトニウム濃度の上昇防止のため、以下に示す対策を講じた設計とする。
 - (a) 溶解槽で使用する硝酸は、硝酸調整槽で分析により濃度を確認したのち、硝酸供給槽を経て溶解槽に供給される。
 - (b) さらに、硝酸濃度は、硝酸供給槽において二重化した密度計により監視し、その「密度低」信号で、警報を発するとともに、せん断停止系

により自動的にせん断機を停止する。

- (c) 溶解槽に供給する硝酸流量は、多様化した流量計により監視し、それらの「流量低」信号で、警報を発するとともに、せん断停止系により自動的にせん断機を停止する。
- (d) 溶解槽内の溶液温度は、二重化した温度計により監視し、それらの「温度低」信号で、警報を発するとともに、せん断停止系により自動的にせん断機を停止する。
- (e) 溶解槽内のウラン及びプルトニウム濃度は、二重化した密度計により監視し、それらの「密度高」信号で、警報を発するとともに、せん断停止系により自動的にせん断機を停止する。
- f. 可溶性中性子吸収材を使用する運転においては、上記の e. に示した対策に加えて、以下に示す多重の対策を講じた設計とする。
 - (a) 溶解槽に供給する硝酸中の可溶性中性子吸収材濃度は、硝酸調整槽から硝酸供給槽への移送の前に、硝酸調整槽で2回分析する。硝酸調整槽から硝酸供給槽への液移送については施錠管理を行い、濃度確認を行ったのち開錠して送液する。
 - (b) さらに、可溶性中性子吸収材濃度は、可溶性中性子吸収材濃度計により監視し、その「濃度低」信号で、警報を発する設計とする。
 - (c) 使用済燃料集合体は、受入れ時の燃焼度計測装置の測定結果により可溶性中性子吸収材の要否が判断され、せん断前に燃料集合体番号を確認し、可溶性中性子吸収材を必要とする使用済燃料集合体に対しては、確実に可溶性中性子吸収材を用いて溶解する。

(2) 影響緩和対策

上記の事故防止対策にもかかわらず、万一、溶解槽で臨界が発生した場合には、影響緩和を図るため、以下の対策を講ずる。

- a. 臨界の影響を緩和するために安全保護回路である可溶性中性子吸収材緊急供給回路を設置し、その回路の「放射線レベル高」信号で警報を発するとともに、可溶性中性子吸収材緊急供給系により自動的に可溶性中性子吸収材を溶解槽に注入する。また、同信号はせん断停止系にも送られ、自動的にせん断機を停止する設計とする。可溶性中性子吸収材緊急供給回路及び可溶性中性子吸収材緊急供給系の供給弁は二重化する。
- b. 臨界時に発生する放射性物質を含む気体は、せん断処理・溶解廃ガス処理設備又は前処理建屋換気設備の溶解槽セルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

(イ) 放射性物質の保持機能

1) 溶解槽

(ロ) 放射性物質の放出経路の維持機能

1) 溶解槽

2) 溶解槽セル

3) せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備のセルからの排気系

4) 主排気筒

(ハ) 放射性物質の捕集・浄化機能

1) せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備のセルからの排気系の高性能粒子フィルタ

(ニ) 放射性物質の排気機能

1) せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備のセル

からの排気系の排風機

(ホ) ソースターム制限機能

1) 可溶性中性子吸収材緊急供給系

2) 可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断停止回路

(ハ) 安全機能確保のための支援機能

1) 第2非常用ディーゼル発電機

4.3.3 事故経過

溶解槽における臨界において、次のような事故経過を想定する。

- a. 供給硝酸の酸濃度が低下することにより、溶解槽の酸濃度が異常に低下した結果、溶液は水となり、バケット内で臨界が起きるものとする。
- b. 臨界に伴い新たに生成する放射性物質及び溶液の蒸発に伴う放射性物質が気相中に放出される。放射性物質を含む気体は、せん断処理・溶解廃ガス処理設備に移行する。一部の放射性物質を含む気体は溶解槽水封部を経て前処理建屋換気設備の溶解槽セルからの排気系に移行するものとする。
- c. 可溶性中性子吸収材緊急供給回路で臨界を検知すると、溶解槽に自動的に硝酸ガドリニウム溶液が注入されることにより、溶解槽は、3.5 分以内に未臨界状態になり、臨界による溶液の蒸発も停止する。したがって、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備に大量の蒸気が移行することはなく、高性能粒子フィルタの健全性は維持される。また、臨界の検知とともにせん断機を停止する。
- d. 臨界の発生と同時に、外部電源が喪失するものとする。
- e. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、溶解槽、溶解槽セル、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備の溶解槽セルからの排気系による放射性物質の閉じ込め機能、可溶性中性子吸収材緊急供給系によるソースターム制限機能、並びに第2非常用ディーゼル発電機による閉じ込め機能に対する支援機能である。
- f. 上記 e. の閉じ込め機能に関連するいずれの動的機器に対して単一故障を仮定しても、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさない。そこで、ソースターム制限機能であり、臨界の影響を緩和することを主たる機能とする可溶性中性子吸収材緊急供給系に単一故障を仮定する。

4.3.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.3.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

溶解槽における臨界の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. 臨界を検知すると、可溶性中性子吸収材緊急供給系が作動し、溶解槽は速やかに未臨界となるが、線量評価上はより厳しい結果となるよう全核分裂数を 10^{19} とする。
- b. 臨界に伴って新たに生成する放射性物質量は、次式で与えられる。

$$q_i = \lambda_i \cdot Y_i \cdot P$$

ここで、

q_i : i 核種の生成量 (B q)

λ_i : i 核種の崩壊定数 (s^{-1})

Y_i : i 核種の収率

P : 核分裂数 10^{19}

核分裂は、希ガスの収率が大きいウラン-235を想定する。溶解槽における臨界時の放射性物質生成量及び諸定数を第3.4-1表に示す。

また、溶解槽内の溶液の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000 \text{ MW d} / \text{ t} \cdot U_{PR}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。各核種の濃度を第3.4-2表に示す。

- c. 気相中に移行する放射性物質の割合は以下のとおりとする。

希ガス 溶液中の保有量及び臨界に伴う生成量の100%

よう素 溶液中の保有量及び臨界に伴う生成量の25%

ルテニウム 溶液中の保有量及び臨界に伴う生成量の0.1%

その他 全核分裂数 10^{19} のエネルギーによる蒸発量に相当する溶

液体積(0.14m³)中の保有量の0.05%

このうち、臨界により生成したルテニウムの移行量は、溶液中に存在していたルテニウムの移行量に比べて無視できる。

d. 放射性物質を含む気体は、放出経路として、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備の溶解槽セルからの排気系を経て主排気筒に至るものとする。

e. せん断処理・溶解廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタは2段であるが、蒸気雰囲気が除去効率を低下させる傾向をもつことを考慮して、高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除去効率は、1段相当の99.9%とする。

また、前処理建屋換気設備の溶解槽セルからの排気系の高性能粒子フィルタは1段であり、放射性エアロゾルの除去効率は、99.9%とする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質の主排気筒から大気中への放出量は、第3.4-3表のとおりである。

また、放射性物質が大気中に放出されるまでの過程を第3.4-1図に示す。

4.3.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

a. 大気中へ放出される放射性物質による線量

主排気筒から大気中へ放出される放射性物質による線量の計算は、次の仮定に基づいて行う。

(a) 敷地境界外の地表空気中濃度

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

(b) 敷地境界外における放射性雲からの外部被ばくに係る線量

敷地境界外における放射性雲からのガンマ線による空気カーマは、敷地における平成25年4月から平成26年3月までの1年間の気象観測資料を使用して求めた相対線量に全放出量を乗じて求める。放射性雲からの外部被ばくに係る実効線量は、ガンマ線による空気カーマから求める実効線量にベータ線による実効線量を加えて計算する。

また、参考としてベータ線外部被ばくによる皮膚の等価線量も計算する。

b. 溶解槽からのガンマ線及び中性子線による線量

臨界に伴って発生した核分裂により放射されるガンマ線及び中性子線を線源と考え、これによる外部被ばくに係る線量の計算を次の仮定に基づいて行う。

(a) ウラン-235の核分裂に伴い放射されるガンマ線及び中性子線を想定する。核分裂当たりのガンマ線及び中性子線のエネルギー範囲別の発生数は、文献に基づき設定し、第3.4-4表に示すとおりとする。

(b) ガンマ線及び中性子線は、溶解槽から放射される。溶解槽周りのセル壁及び建物外周壁の遮蔽効果として厚さ1.2mの普通コンクリートを考慮する。

(c) 溶解槽内の溶液及び容器の遮蔽効果は、無視する。

(2) 解析方法

a. 大気中へ放出される放射性物質による線量

(a) 放射性物質吸入による内部被ばくに係る線量

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

(b) 放射性雲からの外部被ばくに係る線量

敷地境界外における放射性雲からの外部被ばくに係る実効線量 D

(S v)は、ガンマ線による空気カーマから求める実効線量にベータ線による実効線量を加えて計算する。

また、ベータ線外部被ばくによる皮膚の等価線量は、ベータ線の飛程が短いことより、サブマージョンモデルに基づき計算する。

$$D = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma} + D_{\beta} \cdot f_s \cdot w_{T,S}$$

$$D_{\beta} = \sum_i 0.5 \cdot K_1 \cdot K_{\beta} \cdot E_{\beta i} \cdot \chi / Q \cdot Q_{\beta i} \cdot \frac{10^{-6}}{3600}$$

ここで、

K : 空気カーマから実効線量への換算係数 (S v / G y)
(実効線量に対して $K=1$ とする)

D / Q : 相対線量 (G y / B q)

Q_{γ} : 事故期間中の放射性物質の大気放出量 (B q) (ガンマ線
実効エネルギー0.5MeV換算値)

D_{β} : ベータ線外部被ばくによる皮膚の等価線量 (S v)

f_s : 体表面積の平均化係数(1)

$w_{T,S}$: 皮膚の組織荷重係数(0.01)

K_1 : 空気吸収線量率への換算係数

$$4.46 \times 10^{-4} \left[\frac{\text{d i s} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu \text{G y}}{\text{M e V} \cdot \text{B q} \cdot \text{h}} \right]$$

K_{β} : 空気吸収線量から皮膚の等価線量への換算係数
1.25 (S v / G y)

$E_{\beta i}$: 放射性核種 i のベータ線の実効エネルギー
(M e V / d i s)

χ / Q : 相対濃度 (s / m³)

$Q_{\beta i}$: 事故期間中の放射性核種 i の大気放出量 (B q)

【補足説明資料4-1】

b. 溶解槽からのガンマ線及び中性子線による線量

臨界に伴い放射されるガンマ線及び中性子線による外部被ばくに係る実効線量の計算は、ANISNコードで放射線束を算出し、ガンマ線についてはICRPのPublication 74の換算係数及び「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」（別表第5）の換算係数を、中性子線については「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」（別表第6）の換算係数を用いて行う。

(3) 解析結果

上記の解析前提に基づいて評価した敷地境界外の線量は、第3.4-5表のとおりである。

また、ベータ線外部被ばくによる皮膚の等価線量は $5.4 \times 10^{-1} \text{ mSv}$ である。

4.3.4.3 臨界の事象想定について

「4.3.4.1 放射性物質の放出量」において想定した線量評価上の事象規模である全核分裂数 1.0×10^{19} について以下に示す。

(1) 核燃料取扱い施設での臨界の規模について

公衆の放射線被ばくのリスクを評価するための事象として、全核分裂数 1.0×10^{19} の規模の臨界を想定するに当たって、以下の点を考慮した。

再処理施設等の核燃料物質を取り扱う工程のうち、溶液中で発生した臨界事故は、過去21件が報告されており、その際の全核分裂数は1件を除いていずれも 1.0×10^{19} 未満である最大の臨界事故である米国アイダホ再処理工場で1959年に起きた事故は、高濃縮ウランを含む硝酸ウラニル溶液が廃液貯留槽に流入して起きたものである。その全核分裂数は 4.0×10^{19} と推定されており、臨界状態を放置し、溶液の蒸発による自然終

息に委ねたため、全核分裂数が大きくなったものである。ただし、核出力は初期スパイクでも 10^{17} 程度と推定されている。

また、仏国で溶液状燃料の臨界事故事象の解明を目的として、様々な条件の下で約60回の出力暴走実験が行われており、その時の全核分裂数は $2.2 \times 10^{16} \sim 5.0 \times 10^{18}$ と報告されている。

米国原子力規制委員会は、これらの事故事例、安全研究実験結果等を基に、再処理施設の臨界事故による放射線の影響評価のための評価条件として、全核分裂数で 1.0×10^{19} を推奨している。

なお、再処理施設の臨界事故評価事例として動力炉・核燃料開発事業団の再処理施設設置承認申請書では、災害評価として 1.0×10^{20} の臨界を想定している。

(2) 想定した事象について

溶解槽は、形状寸法管理、濃度管理、質量管理及び中性子吸収材管理という複数の手法を組み合わせることにより、臨界安全管理を行う代表的臨界安全管理機器である。これらの管理には、技術的にみて想定されるいかなる場合にも臨界に至らないよう万全の対策を講じているが、安全設計の妥当性を評価する観点から、溶解槽での臨界を評価事象とした。

以下、溶解槽での臨界を評価する上で、事象規模 1.0×10^{19} を想定することが、十分な安全余裕を有していることを示す。

溶解槽の運転モードとしては、可溶性中性子吸収材を使用しない運転と使用する運転がある。特に、可溶性中性子吸収材を使用しない運転モードにおいて、可溶性中性子吸収材を必要とする使用済燃料集合体を誤ってせん断しないために、また、可溶性中性子吸収材を使用する運転モードにおいて、溶解槽内の可溶性中性子吸収材濃度を確実に維持するために、以下に示す厳重な対策を講じている。

前者の使用済燃料集合体の誤認に対して、

- a. 使用済燃料集合体受入れ時において、燃料集合体番号の確認は複数の運転員によって行い、燃焼度は多様化した燃焼度計測装置によって測定し、その結果は管理用計算機に自動入力されて保存される。
- b. 上記測定結果については、原子炉施設からの移動通知書の内容（燃料集合体番号、燃焼度等）と整合性を確認する。
- c. 使用済燃料集合体の所在番地及び溶解時の可溶性中性子吸収材要否の情報は、管理用計算機により常時管理し、可溶性中性子吸収材を使用しない運転時における可溶性中性子吸収材を必要とする使用済燃料集合体の誤った移送指示を受け付けない設計とする。
- d. せん断直前の燃料供給セルにおいて、燃料集合体番号を複数の運転員により確認する。
- e. 燃料供給セルに設置する光学的文字読み取り装置の読み取り結果が、複数の運転員により確認した番号と一致しない場合、又は、再処理計画で予定されている燃料集合体番号と一致しない場合は、警報を発する設計とする。

また、後者の溶解槽内の可溶性中性子吸収材濃度を確実に維持するために、

- a. 使用済燃料集合体は、受入れ時の燃焼度計測装置の測定結果により可溶性中性子吸収材の要否が判断され、せん断前に燃料集合体番号を確認し、可溶性中性子吸収材を必要とする使用済燃料集合体に対しては、確実に可溶性中性子吸収材を用いて溶解する。
- b. 硝酸調整槽での試薬調整においては、硝酸と硝酸ガドリニウム溶液の混合比をそれぞれの流量で管理することにより、必要な可溶性中性子

吸収材濃度を確保する。

- c. 硝酸調整槽では分析による可溶性中性子吸収材の濃度確認を2回行い、硝酸供給槽への液移送ラインは施錠管理を行う。
- d. 可溶性中性子吸収材濃度は、可溶性中性子吸収材濃度計により連続監視し、濃度低信号で警報を発する設計とする。

以上の対策を施すことにより、使用済燃料集合体の誤認や可溶性中性子吸収材の濃度低下の可能性を極めて低く抑える設計としている。

したがって、評価事象としては、可溶性中性子吸収材を使用しない運転モードにおいて、せん断・溶解条件の異常に起因する事象の中から、実効増倍率 (k_{eff}) が最も大きくなる硝酸濃度の低下を選んだ。

JACSコードシステムでの解析の結果は $k_{eff} + 3\sigma$ で0.980であり、推定臨界増倍率0.996（非均質-U低濃縮グループ）に対しては下回るが、推定臨界下限増倍率0.978（非均質-U低濃縮グループ）に対しては超えるので、その差0.002の臨界超過を仮定した。また、実効増倍率の算出に当たっては以下の計算条件を用いた。燃料組成及び燃料装荷量については、可溶性中性子吸収材を使用しない運転モードにおいて、燃料組成及び燃料装荷量の両者が厳しくなる条件として、初期濃縮度2.9wt%のPWRの未照射燃料215kg・ UO_2 とした。溶解槽内の溶液については、硝酸濃度の低下を模擬するものとして水を仮定した。また、溶解槽は沸騰状態で運転するので、溶液の温度は水の沸点100℃とした。

実効増倍率で0.002の臨界超過分は、プルトニウムの生成を考慮してより厳しい結果となるよう遅発中性子生成率を0.004とすると、50セントの過剰反応度であり、即発臨界未満である。評価においては、過剰反応度とつり合う負の反応度を与えるボイド率に相当する蒸気が発生して一定の臨

界核出力になるものとする。50セントの過剰反応度を相殺するボイド率は約1%である。溶液の発熱でこのボイド率を実現するためには、溶解槽から周辺への放熱分も考慮すると約35 kW (1.1×10^{15} f i s s i o n / s に相当する。)の熱出力が必要である。

一方、溶解槽の臨界は可溶性中性子吸収材緊急供給回路の放射線検出器で検知され、直ちに可溶性中性子吸収材緊急供給系から必要十分量の硝酸ガドリニウム溶液が溶解槽に注入されることにより未臨界となる。硝酸ガドリニウム溶液の注入は3.5分以内で完了する設計であり、その間前記の一定の臨界核出力が継続するものとし、全核分裂数は 2.3×10^{17} となる。

また、溶液の蒸発量は前記熱出力全量が蒸発に使われたとして見積もっても約3.5 kgである。この程度の蒸気は途中の配管内で殆ど凝縮し、しかも除去効率99%のミスト フィルタが設置されているので、せん断処理・溶解廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの健全性は維持される。また、蒸気が溶解槽セルに漏えいしたとしても、溶解槽セルの換気設備の高性能粒子フィルタは容量が大きく、この程度の蒸気で健全性が損なわれることはない。

以上のことから、溶解槽で仮に臨界が生じたとしても、可溶性中性子吸収材緊急供給系の作動で直ちに未臨界となり、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び溶解槽セルに係る前処理建屋換気設備も健全性は維持されるので、公衆の放射線被ばくのリスクを評価するための事象の規模として、全核分裂数に 1.0×10^{19} を想定することは十分な安全余裕を有するものである。

4.3.5 判断基準への適合性の検討

「4.3.4.2 線量の評価」で示したように、溶解槽における臨界により公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.4 高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい

4.4.1 原因及び説明

高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えいが発生する場合は、配管の腐食等により破損が生じる場合である。

これらの対策として、高レベル廃液貯蔵設備の機器及び配管は、耐食性の優れた材料を用いて廃液が漏えいしないよう設計、製作する。

万一、高レベル廃液が漏えいしても、セルにステンレス鋼製の漏えい液受皿を設けて漏えいした高レベル廃液が施設外に出ないように設計するとともに、漏えい検知装置により漏えいを早期に検知して漏えいした高レベル廃液を予備の貯槽等に回収する安全対策をとっている。

しかしながら、安全設計の妥当性を確認するために、高レベル廃液の移送中に、何らかの原因により配管に貫通き裂が発生し、移送廃液が配管からセルの漏えい液受皿に漏えいすることを想定して評価する。

この場合、運転員は、漏えい検知装置からの警報により漏えいを認知すると、速やかに送液停止操作を行い、漏えいした高レベル廃液を回収するので、高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えいは、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.4.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

高レベル廃液の漏えいの発生を防止するため、高レベル廃液貯蔵設備の機器及び配管の設計、製作及び据付けにおいては、次のような考慮を払う。

- a. 設計、製作及び据付けは関連する規格及び基準に適合させるようにし、品質管理を十分に行う。
- b. 高レベル廃液貯蔵設備の主要機器は、ステンレス鋼等の腐食し難い材料を用い、接液部は、溶接構造とし、漏えいし難い設計とする。

(2) 影響緩和対策

上記のような事故防止対策にもかかわらず、万一、配管からセルへの漏えいが発生した場合には、以下の対策により影響緩和を図る。

- a. 漏えいした高レベル廃液はセル内に閉じ込めるように、ステンレス鋼製の漏えい液受皿を設ける。
- b. 漏えいした高レベル廃液が沸点に達するおそれがあるセルには、漏えいを確実に検知できるように、漏えい液受皿の集液部に二重化した漏えい検知装置を設け、警報を発する設計とする。
- c. 漏えいした高レベル廃液が沸点に達するおそれがあるセルでは、セル内の漏えいした高レベル廃液を高レベル廃液共用貯槽に確実に移送できるように、漏えい液受皿の集液部に設けたスチーム ジェット ポンプへは、安全蒸気系から蒸気を供給できる設計とする。
- d. 運転員は、上記 b. の警報によりセルへの廃液の漏えいを認知すると配管の送液を停止させるとともに、上記 c. のスチーム ジェット ポンプにより、漏えいした高レベル廃液を沸騰に至ることなく回収を行う。

e. 漏えいした高レベル廃液から移行した放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

- (イ) 放射性物質の放出経路の維持機能
 - 1) 高レベル濃縮廃液貯槽セル
 - 2) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備のセルからの排気系
 - 3) 主排気筒
- (ロ) 放射性物質の捕集・浄化機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備のセルからの排気系の高性能粒子フィルタ
- (ハ) 放射性物質の排気機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備のセルからの排気系の排風機
- (ニ) ソースターム制限機能
 - 1) 高レベル濃縮廃液貯槽セルの漏えい液受皿の集液溝の液位警報
 - 2) 高レベル濃縮廃液貯槽セルの漏えい液受皿から漏えい液を回収するための系統
- (ホ) 安全機能確保のための支援機能
 - 1) 第2非常用ディーゼル発電機

4.4.3 事故経過

配管からセルへの漏えいにおいては、次のような事故経過を想定する。

- a. 高レベル濃縮廃液一時貯槽と高レベル濃縮廃液貯槽の間の配管に貫通き裂が発生し、移送する高レベル廃液がセルに漏えいするものとする。
- b. 漏えいした高レベル廃液がセルの漏えい液受皿に流れ落ちる際に、その漏えいした高レベル廃液中の放射性物質の一部が空気中へ移行し、その放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出されるものとする。
- c. 高レベル廃液が配管からセルへ漏えいすると同時に外部電源が喪失するものとする。

この場合、速やかに第2非常用ディーゼル発電機が起動し、漏えいした高レベル廃液を回収するために必要な機器の電源は確保される。

- d. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、高レベル濃縮廃液貯槽セル及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系による放射性物質の閉じ込め機能、漏えいした高レベル廃液を回収する系統によるソースターム制限機能、並びに第2非常用ディーゼル発電機による閉じ込め機能及びソースターム制限機能に対する支援機能である。
- e. 上記d. の閉じ込め機能に関するいずれの動的機器に対して単一故障を仮定しても、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさない。そこで、ソースターム制限機能であり漏えいの影響を緩和することを主たる機能とする漏えいした高レベル廃液を回収する系統に単一故障を仮定する。

- f. 漏えいした高レベル廃液は、漏えい検知装置により検知され、警報が発せられる。運転員はこの警報により高レベル廃液の送液停止操作を行い、漏えいは速やかに停止する。この間の配管の貫通き裂からの高レベル廃液の漏えい量 3.3m^3 （平常運転時の送液量 $20\text{m}^3/\text{h}$ の10分間に相当する量）を評価上は 5m^3 とする。
- g. 回収するために必要なスチーム ジェット ポンプは、運転員の手動操作に関する時間余裕として10分間を考慮しても、安全蒸気系からの蒸気により1時間後には駆動可能となるので、漏えいした高レベル廃液は沸騰に至ることはなく2時間以内に高レベル廃液共用貯槽に回収される。

4.4.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.4.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

配管からセルへの漏えいの放射性物質の移行と放出量の解析は次の仮定により行う。

- a. 漏えいした高レベル廃液の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。
- b. 漏えいした高レベル廃液中の放射性物質の空気中への移行割合は、0.002%とし、放射性物質を含む気体は、放出経路として高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系を経て主排気筒に至るものとする。
- c. 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系の高性能粒子フィルタは1段であり、放射性エアロゾルの除去効率は、99.9%とする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質の大気中への放出量は、第3.5-1表のとおりである。

また、放射性物質が主排気筒から大気に放出されるまでの過程を第3.5-1図に示す。

4.4.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

(2) 解析方法

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づき敷地境界外の線量を評価した結果は、第3.5
－2表のとおりである。

4.4.5 判断基準への適合性の検討

「4.4.4.2 線量の評価」で示したように、高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えいにより、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.5 高レベル廃液ガラス固化設備での熔融ガラスの漏えい

4.5.1 原因及び説明

高レベル廃液ガラス固化設備において、熔融ガラスの漏えいが発生するのは、ガラス熔融炉の結合装置にガラス固化体容器が結合されない状態で流下ノズルの加熱が行われる場合である。

これらの対策として、ガラス固化体容器とガラス熔融炉が結合装置により結合していることを結合装置に設ける二重化した圧力計により検知し、結合していない場合は、流下ノズルの加熱ができないように二重化したインターロックを設ける設計とする等十分な安全対策を講じる設計であり、これらの装置が同時に故障することはなく、熔融ガラスの漏えいが起こることは考えられない。

しかしながら、安全設計の妥当性を確認するために、ガラス熔融炉下の固化セル移送台車にガラス固化体容器が搭載されていない状態で、何らかの原因により流下ノズルが加熱され、熔融ガラスが固化セル移送台車上のパレットに誤流下することを想定して評価する。

この場合、誤流下する熔融ガラスに含まれる放射性物質の量はガラス固化体容器2本分を仮定して評価しても、高レベル廃液ガラス固化設備での熔融ガラスの漏えいにより、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.5.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

熔融ガラスの漏えいを防止するため、次のような設計及び運転管理上の対策を講ずる。

- a. ガラス固化体容器とガラス熔融炉が結合装置により結合していることを結合装置に設ける二重化した圧力計により検知し、結合していない場合は、流下ノズルの加熱ができないように二重化したインターロックを設ける設計とする。
- b. 固化セル移送台車がガラス熔融炉下の所定位置にあることをリミットスイッチにより確認し、所定の位置にない場合は、流下ノズルの加熱ができないようにインターロックを設ける設計とする。
- c. 固化セル移送台車上の重量計により、固化セル移送台車にガラス固化体容器が搭載されていることを確認した後、固化セル移送台車はガラス熔融炉下に移動する。
- d. 流下する熔融ガラスの質量は、固化セル移送台車上に設置したガラス流下停止系の二重化した重量計により監視し、重量計の信号が固化ガラス1本分の質量になると発信する信号（以下「質量信号」という。）に達するとガラス流下停止系で自動的に流下を停止する回路である安全保護回路により、熔融ガラスの流下を停止する設計とする。

「質量信号」により自動的に熔融ガラスの流下が停止しなかった場合は、質量上限警報を発する設計とし、運転員の操作により流下を停止する。

(2) 影響緩和対策

上記のような事故防止対策にもかかわらず、万一、熔融ガラスの漏えいが発生した場合には、以下の対策により影響緩和を図る。

- a. パレット上への誤流下の場合にも、流下した熔融ガラスの質量が固化ガラス1本分に達すると、上記d. のガラス流下停止系で自動的に流下が停止する。
- b. 熔融ガラスの誤流下時に発生する放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

- (イ) 放射性物質の放出経路の維持機能
 - 1) 固化セル
 - 2) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系
 - 3) 主排気筒
- (ロ) 放射性物質の捕集・浄化機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系の洗浄塔、ルテニウム吸着塔及び高性能粒子フィルタ
- (ハ) 放射性物質の排気機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系の排風機
- (ニ) ソースターム制限機能
 - 1) ガラス熔融炉の流下停止系
 - 2) 固化セル移送台車上の重量計の質量高によるガラス流下停止回路
- (ホ) 安全機能確保のための支援機能
 - 1) セル内クーラ
 - 2) 第2非常用ディーゼル発電機

4.5.3 事故経過

熔融ガラスの漏えいにおいては、次のような事故経過を想定する。

- a. ガラス熔融炉下の固化セル移送台車上にガラス固化体容器がない状態で、流下ノズルの加熱が行われ、ガラス熔融炉内の熔融ガラスが固化セル移送台車上のパレットに誤流下するものとする。
- b. 誤流下する熔融ガラスの質量は、「質量信号」でガラス流下停止系により自動的に停止する固化ガラス1本分の質量であるが、評価上はガラス固化体2本分の固化ガラス質量とする。
- c. 熔融ガラスの誤流下時に発生する放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出するものとする。
- d. 誤流下する熔融ガラスは、固化セル移送台車上のパレット内で固化する。
- e. 熔融ガラスがパレット内に誤流下すると同時に外部電源が喪失するものとする。
- f. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、固化セル及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性物質の閉じ込め機能、ガラス流下停止系によるソースターム制限機能、並びに第2非常用ディーゼル発電機による閉じ込め機能及びソースターム制限機能に対する支援機能である。
- g. 上記f.の閉じ込め機能に関連するいずれの動的機器に対して単一故障を仮定しても、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさない。

一方、ガラス流下停止系に単一故障を仮定すると、熔融ガラスの流下が停止するまでの時間が長くなるので、解析の結果を最も厳しくする単一故障として、ガラス流下停止系に単一故障を仮定する。

4.5.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.5.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

熔融ガラスの漏えい時の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. 誤流下する熔融ガラス中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。
- b. 誤流下する熔融ガラスに含まれる放射性物質の固化セル雰囲気への移行は誤流下時に起こるものとし、その際の放射性物質の移行割合（誤流下する熔融ガラス中の放射性物質の量に対する固化セル雰囲気へ移行する放射性物質の量の割合）は、ルテニウム及びセシウムについては100%、ルテニウム及びセシウム以外の放射性エアロゾルについては10%とする。
- c. 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系は、放射性物質の捕集・浄化機能をもつ機器として洗浄塔、ルテニウム吸着塔及び高性能粒子フィルタ2段があり、ルテニウムに対しては洗浄塔及びルテニウム吸着塔の除去効率として99.98%、ルテニウム以外の放射性エアロゾルに対しては高性能粒子フィルタ2段の除去効率として99.999%とする。
- d. 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による固化セルの換気割合はセルの容積と換気風量から、1時間当たり6%となる。また、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系の放射性物質の放出は、固化セル内の空気が1回入れ替わるのに相当する時間継続するものとする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質の大気中への放出量は、第3.6-1表のとおりである。

また、放射性物質が主排気筒から大気中に放出されるまでの過程を第3.6-1図に示す。

4.5.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

(2) 解析方法

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づいて、敷地境界外の線量を評価した結果は、第3.6-2表のとおりである。

4.5.5 判断基準への適合性の検討

「4.5.4.2 線量の評価」で示したように、高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの漏えいにより公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.6 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下

4.6.1 原因及び説明

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下が発生する場合は、燃料取扱装置等に故障が生じる場合である。

これらの対策として、使用済燃料集合体を取り扱う機器は、使用済燃料集合体の総重量を上回る荷重を考慮して十分な強度を有するよう設計、製作する。使用済燃料集合体を移送する燃料取扱装置等の機器は、つりワイヤの二重化を施すとともに、電源喪失時は使用済燃料集合体を保持し、又はつかみ具駆動用の空気源が喪失した場合は、使用済燃料集合体が外れない構造とし、また、使用済燃料集合体を確実につかんでいない場合は、つり上げられないようにする等十分な安全対策がとられているので、使用済燃料集合体の取扱い作業中に、使用済燃料集合体が落下することは考えられない。また、バスケットには緩衝材を設けるとともに、つり上げ高さを十分低くする設計（最大約0.35m）とするので、バスケットが仮に落下したとしてもバスケット内における使用済燃料集合体は、破損することは考えられない。

しかしながら、安全設計の妥当性を評価するために、燃料取出し装置により使用済燃料集合体を移送中に、何らかの原因により燃料取出し装置が故障し、取扱い中の使用済燃料集合体が燃料取出しピットの床に落下して破損することを想定して評価する。

この場合、使用済燃料集合体1体に相当する燃料棒被覆管が破損し、燃料棒のギャップ内核分裂生成物の全量が水中に放出されることを仮定して評価しても、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体の落下は、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.6.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

使用済燃料集合体落下の発生を防止するため、次のような設計上の対策を講ずる。

- a. 燃料取扱装置等の使用済燃料集合体の移送機器は、使用済燃料集合体の総重量を上回る荷重を考慮しても、強度上十分耐え得る設計とする。
- b. 燃料取扱装置等の使用済燃料集合体の移送機器は、つりワイヤを二重化する。
- c. 燃料取扱装置等のつかみ具駆動用の空気源が喪失した場合でも、使用済燃料集合体が落下することのないフェイル セーフ設計とする。
- d. 燃料取扱装置等が使用済燃料集合体を確実につかんでいない場合には、つり上げができないようにインターロックを設ける。
- e. 燃料取扱装置等には荷重計を設け、あらかじめ設定された荷重を超えた場合には、つり上げが行えないようにインターロックを設ける。
- f. 使用済燃料受入れ設備及び使用済燃料貯蔵設備では、使用済燃料集合体の移動は、すべて水中で十分な遮蔽距離をもって行うとともに、燃料取扱装置等での使用済燃料集合体のつり上げ高さは6 m以下にする設計とする。
- g. 使用済燃料集合体を収納するラック及びバスケットは、想定されるいかなる状態においても実効増倍率が0.95以下となるように、使用済燃料集合体の中心間隔を設け、使用済燃料集合体を垂直に支えて貯蔵する設計とする。

(2) 影響緩和対策

上記の事故防止対策にもかかわらず、万一、使用済燃料集合体の落下が発生した場合には、燃料棒ギャップ内の核分裂生成物は、水中に放出

された後、燃料の受入れエリア等の空気中に放出され、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋排気系を経て北換気筒から放出する設計とする。

また、燃料貯蔵プール等の内面に漏水を防止するために設けるステンレス鋼の内張りは、万一、使用済燃料集合体が落下したとしても、燃料貯蔵プール等の水の保持機能を失うような著しい損傷を生じない設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

(i) プール水の保持機能

1) 燃料貯蔵プール

4.6.3 事故経過

使用済燃料集合体の落下において次のような事故経過を想定する。

- a. 使用済燃料集合体の移送中におけるつり上げ高さは6 m以下とする設計であるが、ここでは落下高さを6 mとし、燃料取出しピットでの使用済燃料集合体をつり上げている時間が比較的長いことを考慮して、発電用の軽水減速、軽水冷却、加圧水型原子炉（以下「PWR」という。）の使用済燃料集合体1体が燃料取出しピットの床に落下し、落下した使用済燃料集合体の燃料棒の全数が破損するものとする。
- b. 使用済燃料集合体の落下に伴う燃料棒被覆管の破損により、燃料棒のギャップ内の核分裂生成物の全量がピット水中に放出されるとする。
- c. 解析に当たって考慮する影響緩和機能に係る動的機器はないので、仮定すべき単一故障はない。

4.6.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.6.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

使用済燃料集合体の落下の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. 燃料棒内の核分裂生成物の量は、初期濃縮度 $5 \text{ w t } \%$ 、燃焼度 $55,000 \text{ MW d} / \text{ t} \cdot U_{\text{PR}}$ 、比出力 $60 \text{ MW} / \text{ t} \cdot U_{\text{PR}}$ 及び冷却期間 1 年を基に算出した値とする。
- b. 破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の存在量については、破損した燃料棒内の全蓄積量に対して希ガス 30%、よう素 30% とする。
- c. 放出される希ガスは、全量が水中から燃料の受入れエリアの空气中へ放出されるものとする。
- d. 水中へ放出されるよう素の水中での除染係数は、100 とする。
- e. 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の排気は、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋排気系を経て北換気筒から放出されるが、線量評価上は使用済燃料集合体の落下時に燃料の受入れエリアの空气中へ放出される希ガス及びよう素は、直接大気へ放出されるものとする。

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する核分裂生成物の大気中への放出量は、第3.7-1表のとおりである。

また、希ガス及びよう素が使用済燃料受入れ・貯蔵建屋を経て大気中に放出されるまでの過程を第3.7-1図及び第3.7-2図に示す。

4.6.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

大気中へ放出される核分裂生成物は、地上放散されるものとし、これによる線量の計算は、次の仮定に基づいて行う。

a. 敷地境界外の地表空気中濃度

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

b. 敷地境界外における放射性雲からの外部被ばくに係る線量

「4.3.4.2 線量の評価」の(1) a. (b)と同じとする。

(2) 解析方法

a. 放射性よう素吸入による内部被ばくに係る線量

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

b. 放射性雲からの外部被ばくに係る線量

「4.3.4.2 線量の評価」の(2) a. (b)と同じとする。

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づき、敷地境界外の線量を評価した結果は、第3.7-2表のとおりである。

また、ベータ線外部被ばくによる皮膚の等価線量は、 1.7×10^{-1} mSvである。

4.6.5 判断基準への適合性の検討

「4.6.4.2 線量の評価」で示したように、使用済燃料集合体の落下により公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.7 短時間の全交流動力電源の喪失

4.7.1 原因及び説明

再処理施設に必要な電力は、154 k V送電線2回線から受電するとともに、非常用ディーゼル発電機（第1非常用ディーゼル発電機2台及び第2非常用ディーゼル発電機2台）に接続する非常用所内電源系統を設けるので、交流動力電源が完全に喪失することは考えられない。

さらに、非常用所内電源系統の6.9 k V非常用主母線は、運転予備用ディーゼル発電機からも受電することができる設計とし、電源の供給信頼度を高めている。

しかしながら、安全設計の妥当性を確認するために、短時間の全交流動力電源の喪失を想定する。短時間の全交流動力電源の喪失による影響としては、せん断処理施設及び固体廃棄物の廃棄施設から放射性物質の放出があり、それ以外の施設からの放出はない。

せん断処理施設のせん断機での閉じ込め機能の一時喪失による公衆の線量に対する寄与は、固体廃棄物の廃棄施設の高レベル廃液ガラス固化設備と比べて十分小さく、線量評価上無視できる。

そこで、短時間の全交流動力電源の喪失により、高レベル廃液ガラス固化設備においてガラス溶融炉内の廃ガス中に含まれる放射性物質が固化セルに漏えいする事象を仮定した結果について述べる。

この場合、ガラス溶融炉から発生する廃ガス中に含まれる放射性物質の全量が固化セルに漏えいすることを仮定して評価しても、短時間の全交流動力電源の喪失は、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることなく、終止できる。

4.7.2 事故防止対策及び影響緩和対策

(1) 事故防止対策

短時間の全交流動力電源の喪失を防止するため、次のような設計及び運転管理上の対策を講ずる。

a. 再処理施設に必要な電力は、154 k V送電線2回線から受電し、受電変圧器を通して6.9 k Vに降圧した後、再処理施設の各施設へ給電する。これら154 k V送電線は、1回線停電時においても再処理施設を運転できる送電容量がある。

b. 非常用ディーゼル発電機は、外部電源が喪失した場合に安全上重要な負荷に給電するため、第1非常用ディーゼル発電機2台及び第2非常用ディーゼル発電機2台を設ける。

第1非常用ディーゼル発電機は、使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設の6.9 k V非常用母線に接続する設計とする。

第2非常用ディーゼル発電機は、6.9 k V非常用母線（使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な施設の6.9 k V非常用母線を除く。）に給電する6.9 k V非常用主母線に接続する設計とする。また、この6.9 k V非常用主母線は、運転予備用ディーゼル発電機からも受電できる設計とする。

c. 非常用所内電源系統は、分離・独立した2系統を設ける設計とする。

非常用所内電源系統は、非常用ディーゼル発電機、非常用蓄電池及び非常用無停電電源装置の非常用所内電源機器から安全上重要な負荷に電力を供給する一連の電気設備で構成し、1系統が故障しても安全上重要な負荷の安全機能は確保できる容量及び機能を有する設計とする。

d. 電源系統を構成する機器は、信頼性の高いものを用いるとともに、定期的な試験検査、点検及び保守により機能及び性能の確認及び維持を行う。

(2) 影響緩和対策

上記の事故防止対策にもかかわらず、万一、高レベル廃液ガラス固化設備で全交流動力電源が喪失した場合には、影響緩和を図るため、固化セル及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備については、以下の対策を講ずる。

- a. 高レベル廃液ガラス固化建屋の固化セルは、セルの内面にステンレス鋼の内張りを施し、漏えいし難い設計とするとともに、固化セル圧力放出系を設ける設計とする。
- b. 固化セルの負圧が低下した場合には、圧力計にて検知し、固化セルへの給気系に設けた固化セル隔離ダンパを自動的に閉止する回路である安全保護回路によって固化セル隔離ダンパを閉止し、固化セルから建屋への逆流を防止する設計とする。固化セル隔離ダンパについては、単一故障を仮定しても機能喪失することのない設計とする。
- c. 固化セル内の圧力が上昇した場合は、放射性物質を含む気体は固化セル圧力放出系にて放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。
- d. 非常用所内電源系統が復帰し、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系が回復した後は、固化セル内の放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系で放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する設計とする。

上記の影響緩和対策より、事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する影響緩和機能を以下に示す。

(1) 放射性物質の放出経路の維持機能

1) 固化セル

2) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セル圧力放出系及び

固化セルからの排気系

- 3) 主排気筒
- (ロ) 放射性物質の捕集・浄化機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セル圧力放出系の高性能粒子フィルタ
 - 2) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系のルテニウム吸着塔及び高性能粒子フィルタ
- (ハ) 放射性物質の排気機能
 - 1) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セル換気系排風機
- (ニ) 安全機能確保のための支援機能
 - 1) 固化セル隔離ダンパ
 - 2) 固化セル圧力高による固化セル隔離ダンパの閉止回路
 - 3) セル内クーラ
 - 4) 第2非常用ディーゼル発電機

4.7.3 事故経過

高レベル廃液ガラス固化設備での短時間の全交流動力電源の喪失において次のような事故経過を想定する。

- a. 全交流動力電源が喪失する時間は、30分間とする。
- b. 全交流動力電源の喪失により、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備、セル内クーラ及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系が停止する。
- c. 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の停止に伴い、ガラス溶融炉の負圧維持ができなくなり、ガラス溶融炉から放射性物質を含む気体が固化セルに漏えいする。
- d. 全交流動力電源喪失後30分間を経過した時点で、第2非常用ディーゼル発電機が起動し、安全上重要な負荷に電力が自動的に順次投入される。ただし、引き続き外部電源系統の回復は考慮しないものとする。
- e. 非常用所内電源系統の回復後、セル内クーラは自動的に再起動するが5分間はその冷却機能を考慮しないものとする。
- f. 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系は、非常用所内電源系統の回復後再起動するが、30分間はその排気機能を考慮しないものとする。
- g. 固化セル内の放射性物質を含む気体は、セル内クーラが回復するまでの間、固化セル内の機器の放熱により膨張する。固化セル内の負圧の低下を検知し、固化セル隔離ダンパが閉止するものとする。固化セル内の圧力の上昇により、固化セル圧力放出系の逆止ダンパが開くと固化セル圧力放出系を経て主排気筒から放出されるものとする。セル内クーラが起動してセル内が負圧になると、固化セル圧力放出系の逆止ダンパは閉止し、圧力放出系からの放射性物質を含む気体の放出は止

まる。

- h. 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系が回復した後は、固化セル内の放射性物質を含む気体は、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系で放射性物質を除去した後、主排気筒から放出する。
- i. 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、固化セル、固化セル圧力放出系及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性物質の閉じ込め機能、並びに第2非常用ディーゼル発電機による支援機能である。
- j. 上記 i. の閉じ込め機能に関連する動的機器には、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セル隔離ダンパ、固化セル換気系排風機及びセル内クーラがある。固化セル隔離ダンパは、単一故障を仮定しても機能喪失することのない設計としており、また、固化セル換気系排風機及びセル内クーラは単一故障を仮定しても、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさない。そこで、30分間の全交流動力電源喪失の後の閉じ込めの機能を回復するのに必要な動的機器に給電する第2非常用ディーゼル発電機に単一故障を仮定する。

4.7.4 放射性物質の放出量及び線量の評価

4.7.4.1 放射性物質の放出量

(1) 解析条件

高レベル廃液ガラス固化設備での短時間の全交流動力電源の喪失時の放射性物質の移行と放出量の評価は、次の仮定により行う。

- a. ガラス溶融炉へ供給する高レベル廃液中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot U_{PR}$ 、冷却期間4年を基に算出した平常運転時の最大値とする。
- b. ガラス溶融炉から固化セルへ漏えいする気体中の放射性物質の量は、高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備が停止してから復帰するまでの時間を考慮し、平常運転時におけるガラス溶融炉から高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備へ移行する放射性物質量の1時間分とする。
- c. 固化セル圧力放出系に移行する放射性物質量は、固化セル内雰囲気温度の上昇による固化セル内気体の膨張体積と固化セル体積との比に基づき、固化セルへ漏えいした放射性物質量の6%とする。
- d. 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系に移行する放射性物質量は、上記c.の固化セル圧力放出系へ移行する放射性物質量の6%を考慮せず、固化セルへ漏えいした放射性物質の全量とする。
- e. 固化セル圧力放出系排気フィルタユニットの高性能粒子フィルタは2段であり、ルテニウム以外の放射性エアロゾルに対して、高性能粒子フィルタの除去効率は99.999%とする。
- f. 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系は、放射性物質の捕集・浄化機能をもつ機器としてルテニウム吸着塔及び高性能粒子フィルタ2段があり、ルテニウムに対してはルテニウム吸着

塔の除去効率として99%，ルテニウム以外の放射性エアロゾルに対しては高性能粒子フィルタ2段の除去効率として99.999%とする。

【補足説明資料4-1】

(2) 解析結果

上記の解析条件に基づいて計算した公衆の線量に寄与する放射性物質の大気中への放出量は、第3.8-1表のとおりである。

また、放射性物質が主排気筒から大気中に放出されるまでの過程を、第3.8-1図に示す。

4.7.4.2 線量の評価

(1) 解析前提

「4.1.4.2 線量の評価」の(1)と同じとする。

(2) 解析方法

「4.1.4.2 線量の評価」の(2)と同じとする。

(3) 評価結果

上記の解析前提に基づいて、敷地境界外の線量を評価した結果は、第3.8-2表のとおりである。

短時間の全交流動力電源の喪失は全施設同時に発生する事象であるが、高レベル廃液ガラス固化設備以外の設備からの寄与は極めて小さく、上記の評価結果に比べて無視できる。したがって、全施設からの寄与を合計した敷地境界外の線量は第3.8-2表のとおりとなる。

4.7.5 判断基準への適合性の検討

「4.7.4.2 線量の評価」で示したように、短時間の全交流動力電源の喪失により公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、「2.1.2.3 判断基準」を満足する。

4.8 安全評価における機能別の単一故障の仮定について

(1) 単一故障を仮定すべき機能のレベルについて

再処理施設の安全評価において考慮する機能は、異常の拡大防止機能である安全に係るプロセス量等の維持機能、影響緩和機能である放射性物質の過度の放出防止機能及びそれぞれの支援機能であり、これらの基本的な機能ごとに単一故障を検討した。

設計基準事故では、ほとんどの事象が評価対象とする放射性物質の過度の放出防止機能について、安全機能の分類に基づき、さらに小さな分類まで考慮した上で検討した。

(2) 機能別の単一故障について

設計基準事故の各事象ごとに検討した結果を第3.9-1表に示す。

4.9 結論

再処理施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認するため、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に従って各種の設計基準事故に係る事象を選定し、解析を行った。その結果は、それぞれの設計基準事故の「判断基準への適合性の検討」の項で示したように、想定したすべての設計基準事故に対してその判断基準を満足する。

したがって、再処理施設で想定した事故等は、「3.8 結論」とあいまって、事故等に対する「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の判断基準をすべて満足する。

また、しゅん工後は、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の燃料貯蔵プールの容量 $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ のうち、冷却期間4年以上12年未満の使用済燃料の貯蔵量が $600 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 未満であり、それ以外は冷却期間12年以上の使用済燃料となるように、新たに受け入れる使用済燃料の冷却期間を制限すること、及びせん断処理するまでの冷却期間が15年以上となるように計画し管理することとしている。そのため、「使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下」の評価においては、燃料棒内の核分裂生成物の量として使用済燃料の冷却期間4年を基に事故時の線量評価を、その他の設計基準事故については、放射性物質の濃度として使用済燃料の冷却期間15年を基に事故時の線量評価を行い、いずれも設計基準事故の判断基準をすべて満足することを確認した。

【補足説明資料4-2】

第3.2-1表 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災時の
 燃焼有機溶媒中の放射性物質濃度

核 種* ¹	濃度 (Bq/m ³)
P u-238 (2.3%)	3.5×10^{14}
P u-239 (55%)	3.1×10^{13}
P u-240 (24%)	4.9×10^{13}
P u-241 (12%)	1.2×10^{16}

* 1 () 内はプルトニウムの同位体組成を示す。

第3.2-2表 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災時の
放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
P u-238	2.5×10^8
P u-239	2.2×10^7
P u-240	3.4×10^7
P u-241	8.1×10^9

第3.2-3表 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災時の
線量

評価対象	線 量
実効線量	$2.1 \times 10^{-2} \text{ m S v}$

第3.3-1表 プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解

反応時のプルトニウム濃縮缶内の放射性物質濃度

核 種*1	濃度 (Bq/m ³)
P u-238 (2.3%)	6.9×10^{15}
P u-239 (55%)	6.1×10^{14}
P u-240 (24%)	9.7×10^{14}
P u-241 (12%)	2.3×10^{17}

*1 () 内はプルトニウムの同位体組成を示す。

第3.3-2表 プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解
反応時の放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
Pu-238	3.5×10^5
Pu-239	3.1×10^4
Pu-240	4.8×10^4
Pu-241	1.1×10^7

第3.3-3表 プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解
反応時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$3.0 \times 10^{-5} \text{ m S v}$

第3.4-1表 溶解槽における臨界時の放射性物質生成量及び諸定数
〔希ガス〕

核種	収率 (%)	半減期	崩壊定数 (s^{-1})	(X + γ) 線実効 エネルギー (MeV/dis)	生成量 (Bq)	生成量 (ガンマ線実効 エネルギー 0.5MeV換算 値) (Bq)
Kr-83m	0.53	1.83 h	1.05×10^{-4}	0.0025	5.6×10^{12}	2.8×10^{10}
Kr-85m	1.31	4.48 h	4.30×10^{-5}	0.159	5.6×10^{12}	1.8×10^{12}
Kr-85	0.29	10.73 y	2.05×10^{-9}	0.0022	5.9×10^7	2.6×10^5
Kr-87	2.54	76.3min	1.51×10^{-4}	0.793	3.8×10^{13}	6.1×10^{13}
Kr-88	3.58	2.8 h	6.88×10^{-5}	1.95	2.5×10^{13}	9.6×10^{13}
Kr-89	4.68	3.18min	3.63×10^{-3}	2.067	1.7×10^{15}	7.0×10^{15}
Xe-131m	0.04	11.9 d	6.74×10^{-7}	0.02	2.7×10^9	1.1×10^8
Xe-133m	0.19	2.25 d	3.57×10^{-6}	0.042	6.8×10^{10}	5.7×10^9
Xe-133	6.77	5.29 d	1.52×10^{-6}	0.045	1.0×10^{12}	9.2×10^{10}
Xe-135m	1.06	15.65min	7.38×10^{-4}	0.432	7.8×10^{13}	6.8×10^{13}
Xe-135	6.63	9.083h	2.12×10^{-5}	0.25	1.4×10^{13}	7.0×10^{12}
Xe-137	6.13	3.83min	3.02×10^{-3}	0.181	1.8×10^{15}	6.7×10^{14}
Xe-138	6.28	14.17min	8.15×10^{-4}	1.183	5.1×10^{14}	1.2×10^{15}
合計	—	—	—	—	4.2×10^{15}	9.1×10^{15}

〔よう素〕

核種	収率 (%)	半減期	崩壊定数 (s^{-1})	(X + γ) 線実効 エネルギー (MeV/dis)	生成量 (Bq)	生成量 (ガンマ線実効 エネルギー 0.5MeV換算 値) (Bq)
I-129	0.66	1.57×10^7 y	1.40×10^{-15}	0.024	9.2×10^1	4.4
I-131	2.84	8.06 d	9.95×10^{-7}	0.381	2.8×10^{11}	2.2×10^{11}
I-132	4.21	2.28 h	8.45×10^{-5}	2.253	3.6×10^{13}	1.6×10^{14}
I-133	6.77	20.8 h	9.26×10^{-6}	0.608	6.3×10^{12}	7.6×10^{12}
I-134	7.61	52.6 min	2.20×10^{-4}	2.750	1.7×10^{14}	9.2×10^{14}
I-135	6.41	6.61 h	2.91×10^{-5}	1.645	1.9×10^{13}	6.1×10^{13}
合計	—	—	—	—	2.3×10^{14}	1.1×10^{15}

第3.4-2表 溶解槽における臨界時の溶液中の放射性物質濃度

核 種*1	濃度 (Bq/m ³)
S r -90	9.1×10^{14}
R u -106	6.4×10^{14}
P u -238 (2.3%)	7.1×10^{13}
P u -239 (55%)	6.2×10^{12}
P u -240 (24%)	9.9×10^{12}
P u -241 (12%)	2.3×10^{15}
A m -241	4.0×10^{13}
C m -244	1.1×10^{14}

*1 () 内はプルトニウムの同位体組成を示す。

第3.4-3表 溶解槽における臨界時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Sr-90	6.4×10^7
Ru-106	1.9×10^9
Pu-238	5.0×10^6
Pu-239	4.4×10^5
Pu-240	6.9×10^5
Pu-241	1.6×10^8
Am-241	2.8×10^6
Cm-244	7.8×10^6

核種	放出量 (Bq)
希ガス (ガンマ線 実効エネルギー0.5MeV 換算値)	9.1×10^{15}
I-131	7.1×10^{10}
I-132	8.9×10^{12}
I-133	1.6×10^{12}
I-134	4.2×10^{13}
I-135	4.7×10^{12}

第3.4-4表 溶解槽における臨界時の核分裂による放射線の発生数

[ガンマ線]

上限エネルギー (MeV)	核分裂当たり の発生数
10	——
8	——
6.5	1.20×10^{-2}
5	5.80×10^{-2}
4	1.59×10^{-1}
3	2.45×10^{-1}
2.5	5.90×10^{-1}
2	7.30×10^{-1}
1.66	9.58×10^{-1}
1.33	1.37×10^0
1	2.25×10^0
0.8	3.66×10^0
0.6	3.66×10^0
0.4	1.34×10^0
0.3	1.33×10^0
0.2	1.20×10^0
0.1	3.70×10^{-1}
0.05	1.68×10^{-1}

[中性子線]

上限エネルギー (MeV)	核分裂当たり の発生数
1.50×10^1	3.91×10^{-4}
1.22×10^1	2.21×10^{-3}
1.00×10^1	8.69×10^{-3}
8.18×10^0	3.51×10^{-2}
6.36×10^0	8.55×10^{-2}
4.96×10^0	1.20×10^{-1}
4.06×10^0	2.66×10^{-1}
3.01×10^0	2.23×10^{-1}
2.46×10^0	5.33×10^{-2}
2.35×10^0	2.97×10^{-1}
1.83×10^0	5.41×10^{-1}
1.11×10^0	4.94×10^{-1}
5.50×10^{-1}	3.35×10^{-1}
1.11×10^{-1}	4.02×10^{-2}
3.35×10^{-3}	——
5.83×10^{-4}	——
1.01×10^{-4}	——
2.90×10^{-5}	——
1.07×10^{-5}	——
3.06×10^{-6}	——
1.12×10^{-6}	——
4.14×10^{-7}	——

第3.4-5表 溶解槽における臨界時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$5.3 \times 10^{-1} \text{ m S v}$

第3.5-1表 高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい時の放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
S r -90	1.0×10^9
R u -106	6.7×10^8
A m -241	4.6×10^7
C m -244	1.2×10^8

第3.5-2表 高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$4.7 \times 10^{-3} \text{ m S v}$

第3.6-1表 高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの
漏えい時の放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
S r -90	6.0×10^9
R u -106	1.0×10^{12}
C s -137	8.8×10^{10}
A m -241	2.6×10^8
C m -244	7.3×10^8

第3.6-2表 高レベル廃液ガラス固化設備での溶融ガラスの
漏えい時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$2.6 \times 10^{-2} \text{ m S v}$

第3.7-1表 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合
体落下時の放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
希 ガ ス (ガンマ線実効 エネルギー0.5 MeV換算値)	3.4×10^{11}
I-129	2.6×10^6

第3.7-2表 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合
体落下時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$1.9 \times 10^{-3} \text{ m S v}$

第3.8-1表 短時間の全交流動力電源の喪失時の
放射性物質の放出量

核 種	放出量 (Bq)
Sr -90	4.0×10^7
Ru -106	9.3×10^{12}
Cs -137	5.8×10^8
Am-241	1.7×10^6
Cm-244	4.8×10^6

第3.8-2表 短時間の全交流動力電源の喪失時の線量

評価対象	線 量
実効線量	$2.5 \times 10^{-1} \text{ mS v}$

第3.9-1表 設計基準事故において仮定した単一故障

事象名	検討内容
<p>プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災</p>	<p>(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の閉じ込め機能として、プルトニウム精製塔セル及び精製建屋による放射性物質の放出経路の維持機能、並びに精製建屋換気設備のセルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持、捕集・浄化及び排気機能である。</p> <p>(2) 上記(1)のプルトニウム精製塔セル、精製建屋及び精製建屋換気設備のセルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持機能は静的な閉じ込め機能であるので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(3) 上記(1)の精製建屋の閉じ込め機能に関連する動的機器には、建屋給気閉止ダンパがあるが、単一故障により機能喪失することはない設計としている。</p> <p>(4) 上記(1)の放射性物質の捕集・浄化及び排気機能に関連する機器には、セル排風機及び建屋排風機があるが、双方とも外部電源喪失時には第2非常用ディーゼル発電機から給電する設計としている。そこで、セル内及び精製建屋内の圧力、並びに高性能粒子フィルタの温度の観点で、解析の結果を最も厳しくする単一故障として、第2非常用ディーゼル発電機に単一故障を仮定する。</p>
<p>プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応</p>	<p>(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の閉じ込め機能として、プルトニウム濃縮缶による放射性物質の保持及び放出経路の維持機能、並びに塔槽類廃ガス処理設備による放射性物質の放出経路の維持、捕集・浄化及び排気機能である。</p> <p>(2) 上記(1)のプルトニウム濃縮缶による放射性物質の保持及び放出経路の維持機能、並びに塔槽類廃ガス処理設備による放射性物質の放出経路の維持機能は静的な閉じ込め機能であるので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(3) TBP等の錯体の急激な分解反応においては、塔槽類廃ガス処理設備の高性能粒子フィルタの差圧をより厳しい結果となるように評価するために、上記(1)の排気機能を有する塔槽類廃ガス処理設備の排風機は単一故障を仮定することなく、運転されているものとする。</p>

(つづき)

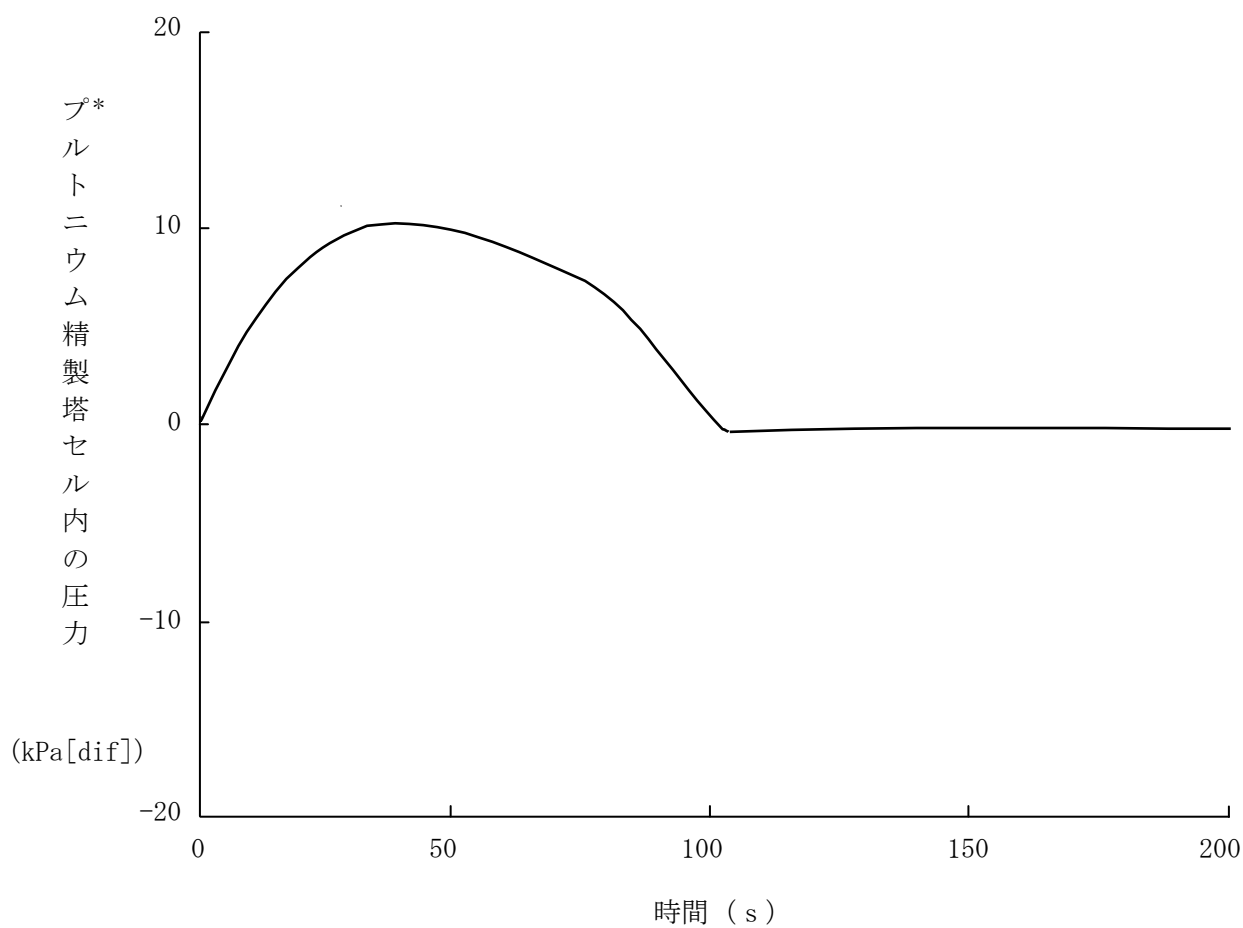
事 象 名	検 討 内 容
溶解槽における臨界	<p>(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の過度の放出防止機能として、可溶性中性子吸収材緊急供給系によるソースターム制限機能であり、また放射性物質の閉じ込め機能として、溶解槽による放射性物質の保持及び放出経路の維持機能、溶解槽セルによる放射性物質の放出経路の維持機能、並びにせん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備のセルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持、捕集・浄化及び排気機能である。</p> <p>(2) 上記(1)の溶解槽による放射性物質の保持及び放出経路の維持機能、並びに溶解槽セル、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び前処理建屋換気設備のセルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持機能は静的な閉じ込め機能であるので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(3) 上記(1)の放射性物質の捕集・浄化機能を有する高性能粒子フィルタについては、その健全性の検討において動的機器の機能を期待していないので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(4) 上記(1)の排気機能を有する排風機については、単一故障を仮定しても一時的に排気風量が低下するのみで、放射性物質の放出量に影響を及ぼさない。</p> <p>(5) 上記(1)の可溶性中性子吸収材緊急供給系については、単一故障を仮定することにより可溶性中性子吸収材の注入に要する時間が長くなるので、溶解槽における臨界での最も厳しい単一故障の仮定として選定する。</p>
高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい	<p>(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の過度の放出防止機能として、漏えいした高レベル廃液を回収する系統によるソースターム制限機能であり、また放射性物質の閉じ込め機能として、高レベル濃縮廃液貯槽セルによる放射性物質の放出経路の維持機能、並びに高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持、捕集・浄化及び排気機能である。</p> <p>(2) 上記(1)の高レベル濃縮廃液貯槽セル及び高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル濃縮廃液貯槽セルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持機能は静的な閉じ込め機能であるので、単一故障を仮定する必要</p>

(つづき)

事 象 名	検 討 内 容
高レベル廃液 貯蔵設備の配 管からセルへ の漏えい (つづき)	<p>はない。</p> <p>(3) 上記(1)の放射性物質の捕集・浄化機能を有する高性能粒子フィルタについては、その健全性の検討において動的機器の機能を期待していないので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(4) 上記(1)の排気機能を有する排風機については、単一故障を仮定しても一時的に排気風量が低下するのみで、放射性物質の放出量に影響を及ぼさない。</p> <p>(5) 上記(1)の漏えいした高レベル廃液を回収する系統については、単一故障を仮定することにより漏えいした高レベル廃液の回収を始めるまでの時間が長くなるので、高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えいにおける最も厳しい単一故障の仮定として選定する。</p>
高レベル廃液 ガラス固化設 備での熔融ガ ラスの漏えい	<p>(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の過度の放出防止機能として、ガラス流下停止系によるソースターム制限機能であり、また放射性物質の閉じ込め機能として、固化セルによる放射性物質の放出経路の維持機能、高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持、捕集・浄化及び排気機能、並びにセル内クーラによる支援機能である。</p> <p>(2) 上記(1)の固化セル及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性物質の放出経路の維持機能は静的な閉じ込め機能であるので、単一故障を仮定する必要はない。</p> <p>(3) 上記(1)の放射性物質の捕集・浄化及び排気機能、並びに放射性物質の閉じ込め機能の支援機能については、関連するいずれの動的機器に対して単一故障を仮定しても、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさない。</p> <p>(4) 上記(1)のガラス流下停止系については、単一故障を仮定することにより熔融ガラスの流下が停止するまでの時間が長くなるので、熔融ガラスの誤流下における最も厳しい単一故障の仮定として選定する。</p>

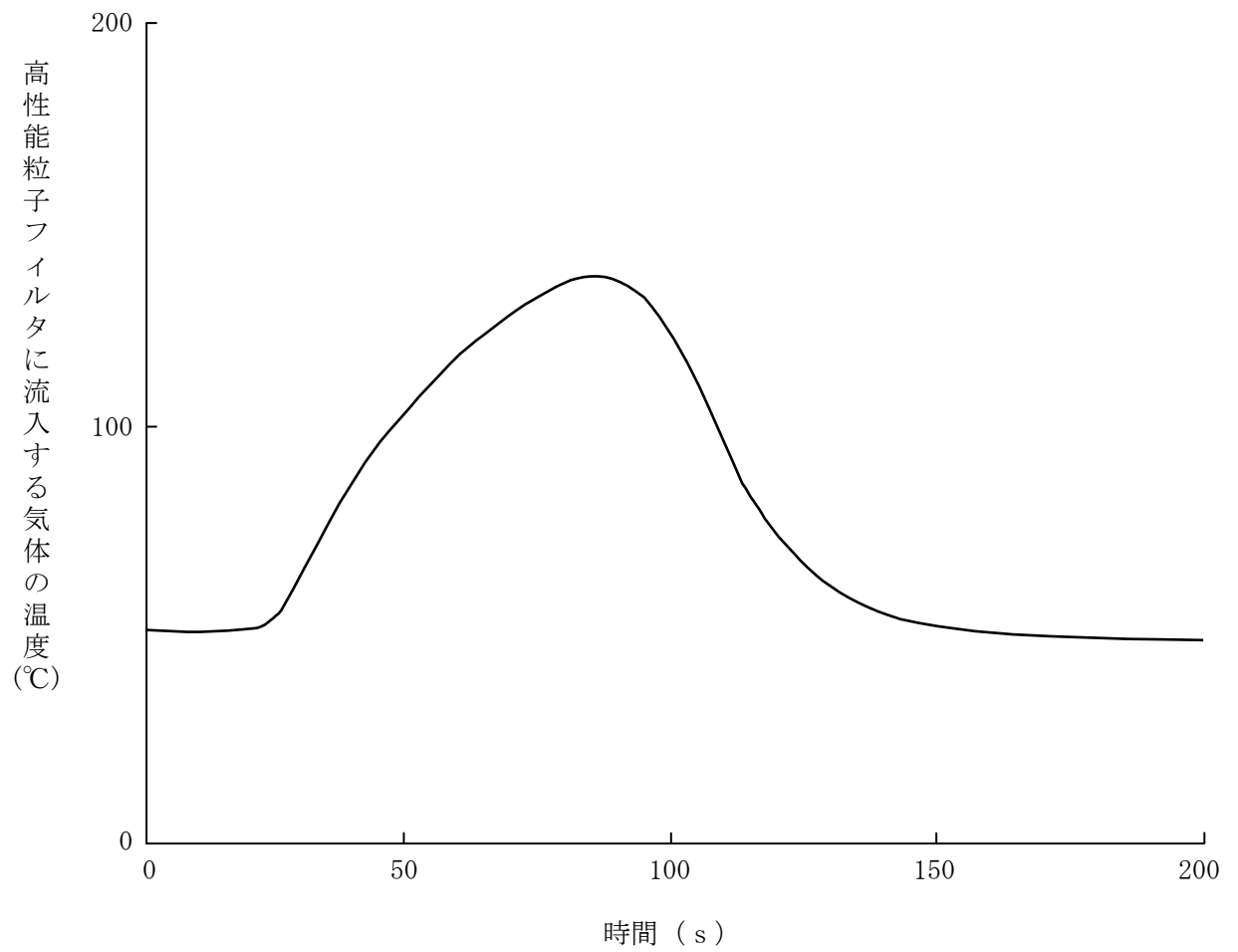
(つづき)

事 象 名	検 討 内 容
使用済燃料の 受入れ施設及 び貯蔵施設で の使用済燃料 集合体落下	(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能に関連する動的機器はないので、 単一故障を仮定する必要はない。
短時間の全交 流動力電源の 喪失	(1) 解析に当たって考慮する影響緩和機能は、放射性物質の閉じ込め機能 として、固化セルによる放射性物質の放出経路の維持機能，固化セル圧 力放出系による放射性物質の放出経路の維持及び捕集・浄化機能，高レ ベル廃液ガラス固化建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性 物質の放出経路の維持，捕集・浄化及び排気機能，並びにセル内クーラ による支援機能である。 (2) 上記(1)の固化セル，固化セル圧力放出系及び高レベル廃液ガラス固化 建屋換気設備の固化セルからの排気系による放射性物質の放出経路の維 持機能は静的な閉じ込め機能であり，また上記(1)の固化セル圧力放出系 には関連する動的機器はないので，単一故障を仮定する必要はない。 (3) 上記(1)の固化セルの閉じ込め機能に関連する動的機器には，固化セル 隔離ダンパがあるが，単一故障を仮定しても機能喪失することはない設 計としている。 (4) 電源回復後に上記(1)の放射性物質の閉じ込め機能を回復するための動 的機器には，固化セル排風機及びセル内クーラがあるが，いずれの単一 故障を仮定しても，放射性物質の放出経路及び放出量に影響を及ぼさな い。そこで，短時間の全交流動力電源の喪失における最も厳しい単一故 障として，上記両機器に給電する第2非常用ディーゼル発電機に単一故 障を仮定する。

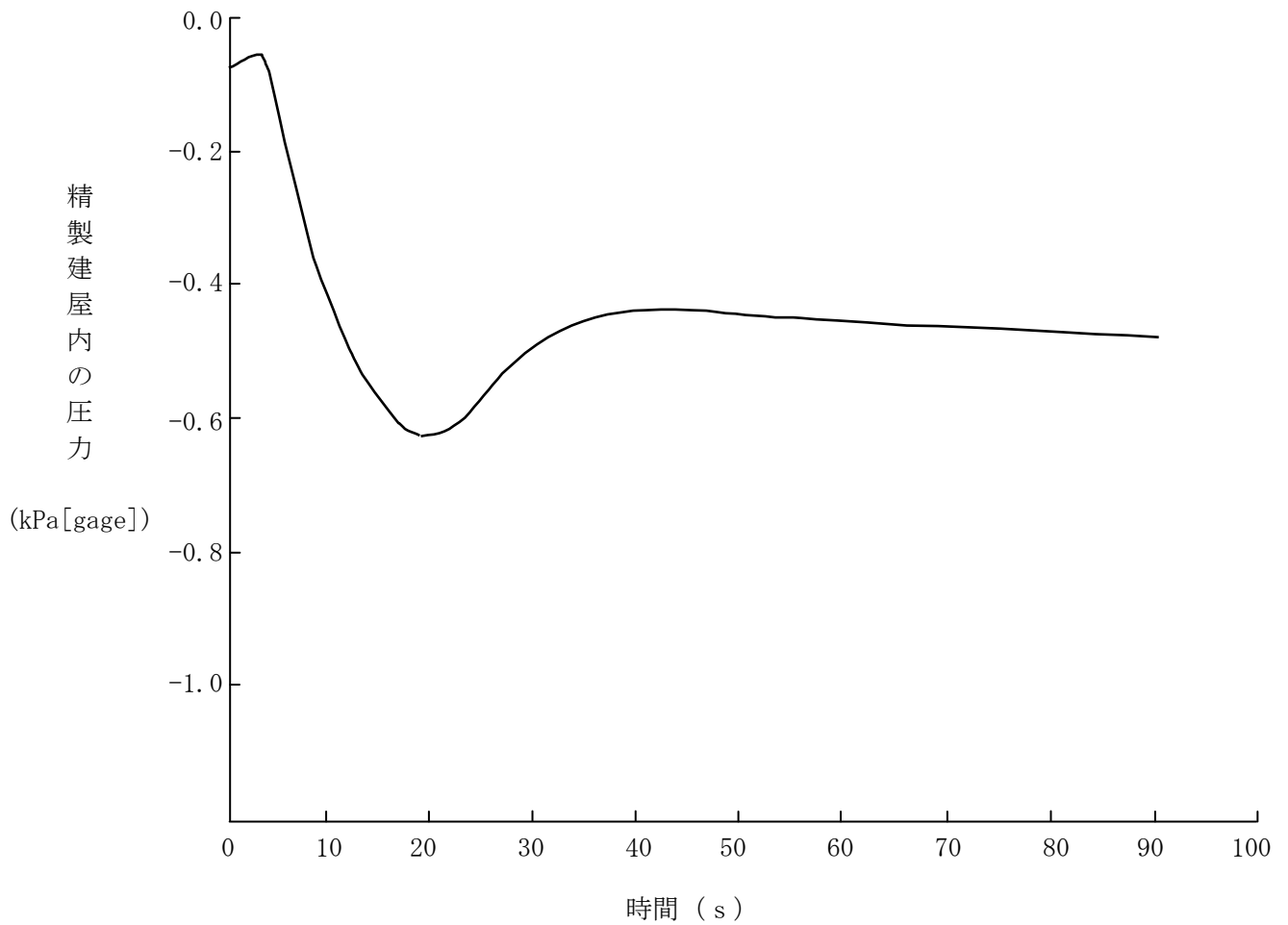


*初期の精製建屋内圧力との差とする

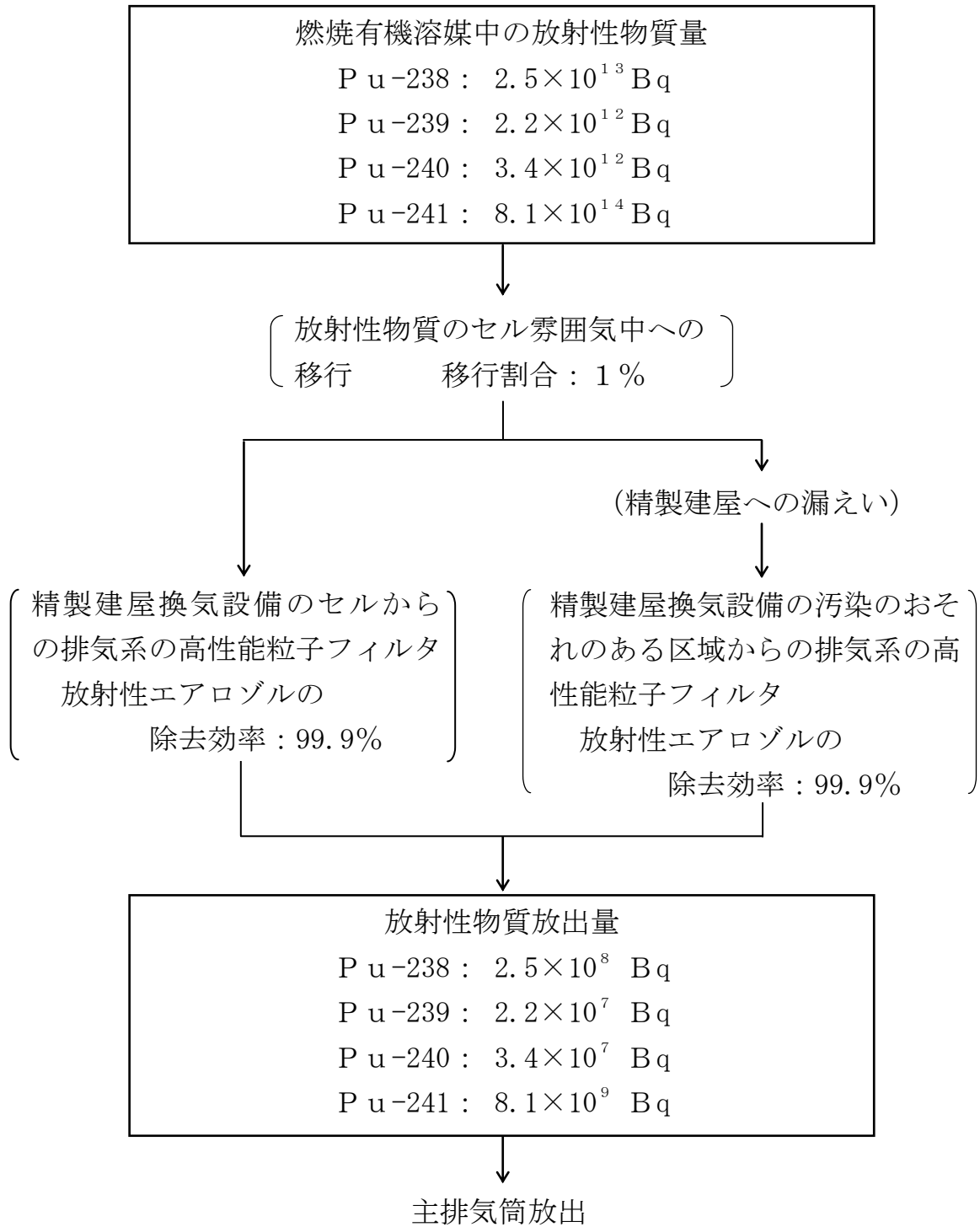
第3.2-1図 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災
 -プルトニウム精製塔セル内の圧力解析



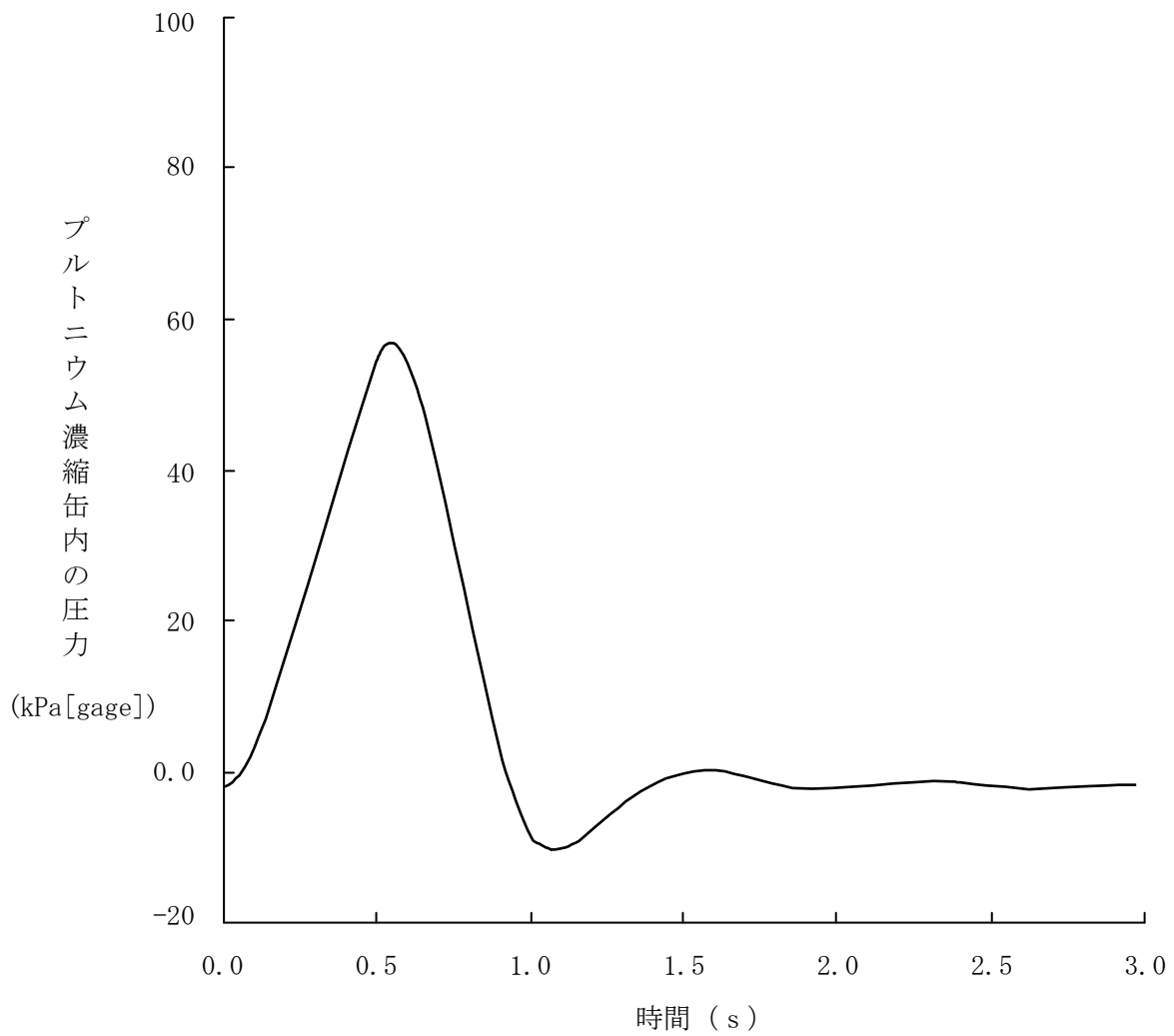
第 3.2-2 図 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災
 —精製建屋換気設備のセルからの排気系の高性能
 粒子フィルタに流入する気体の温度解析



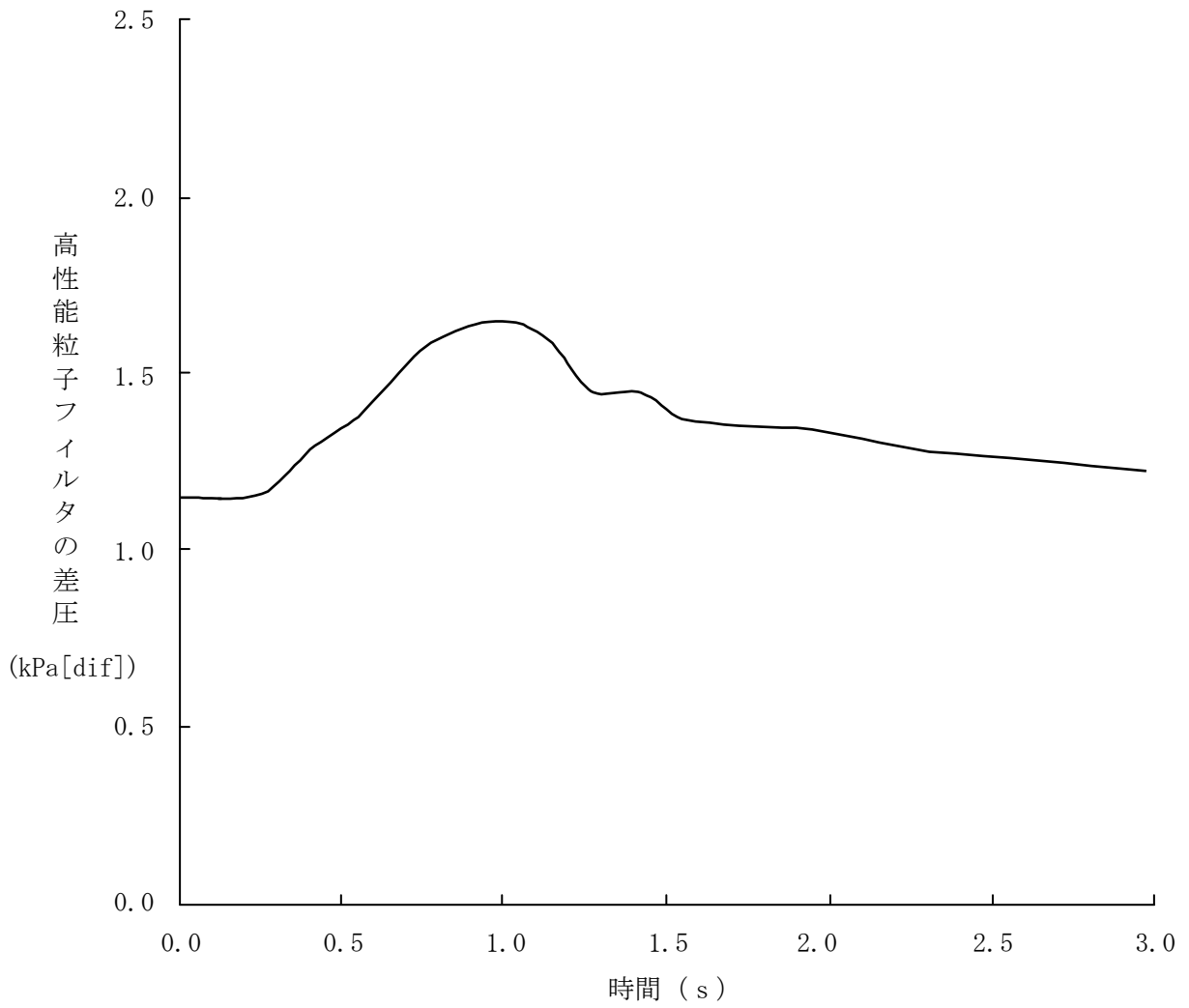
第 3.2-3 図 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災
 —精製建屋内の圧力解析



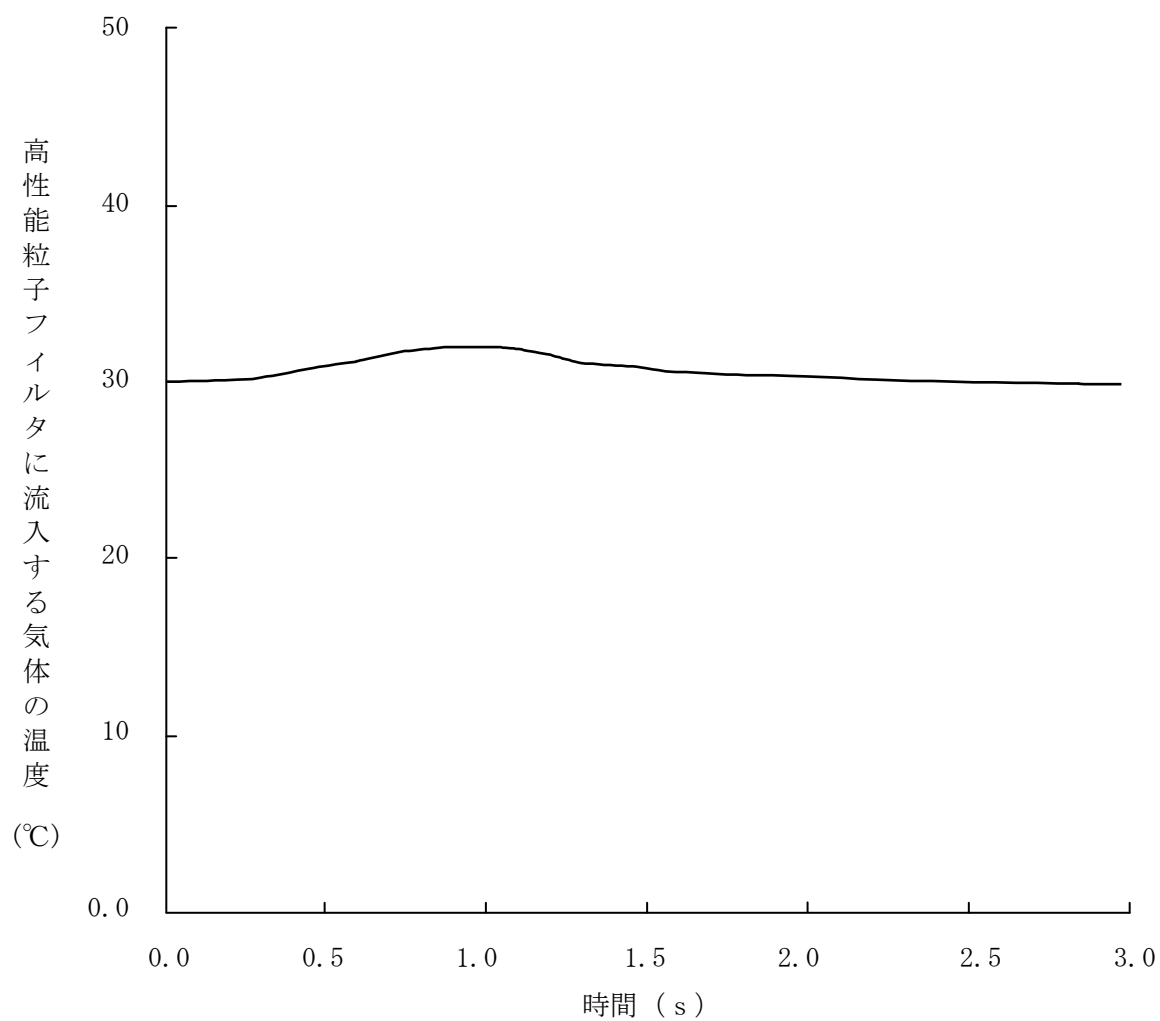
第 3.2-4 図 プルトニウム精製設備のセル内での有機溶媒火災時の放射性物質の大気放出過程



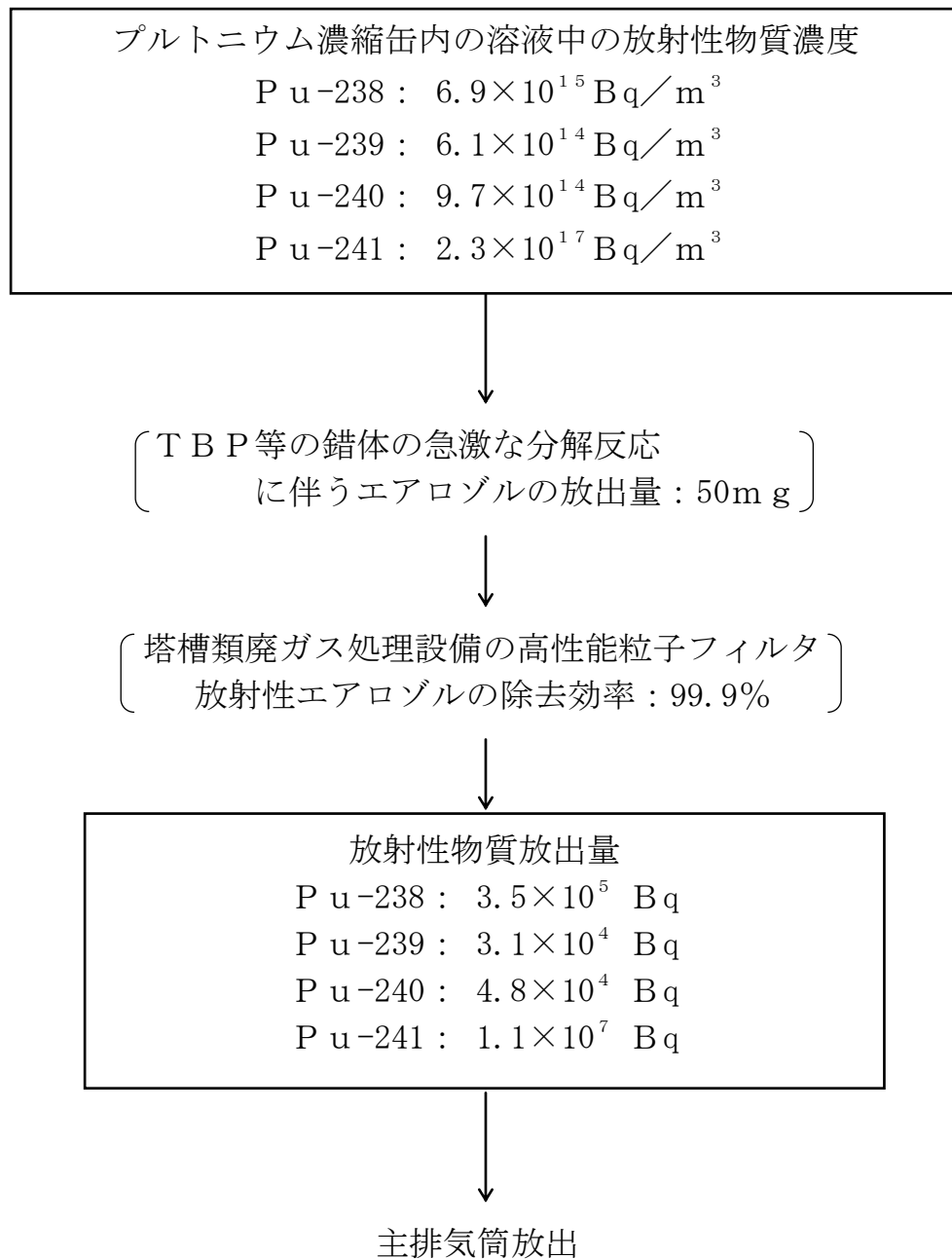
第 3.3- 1 図 プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応
 -プルトニウム濃縮缶内の圧力解析



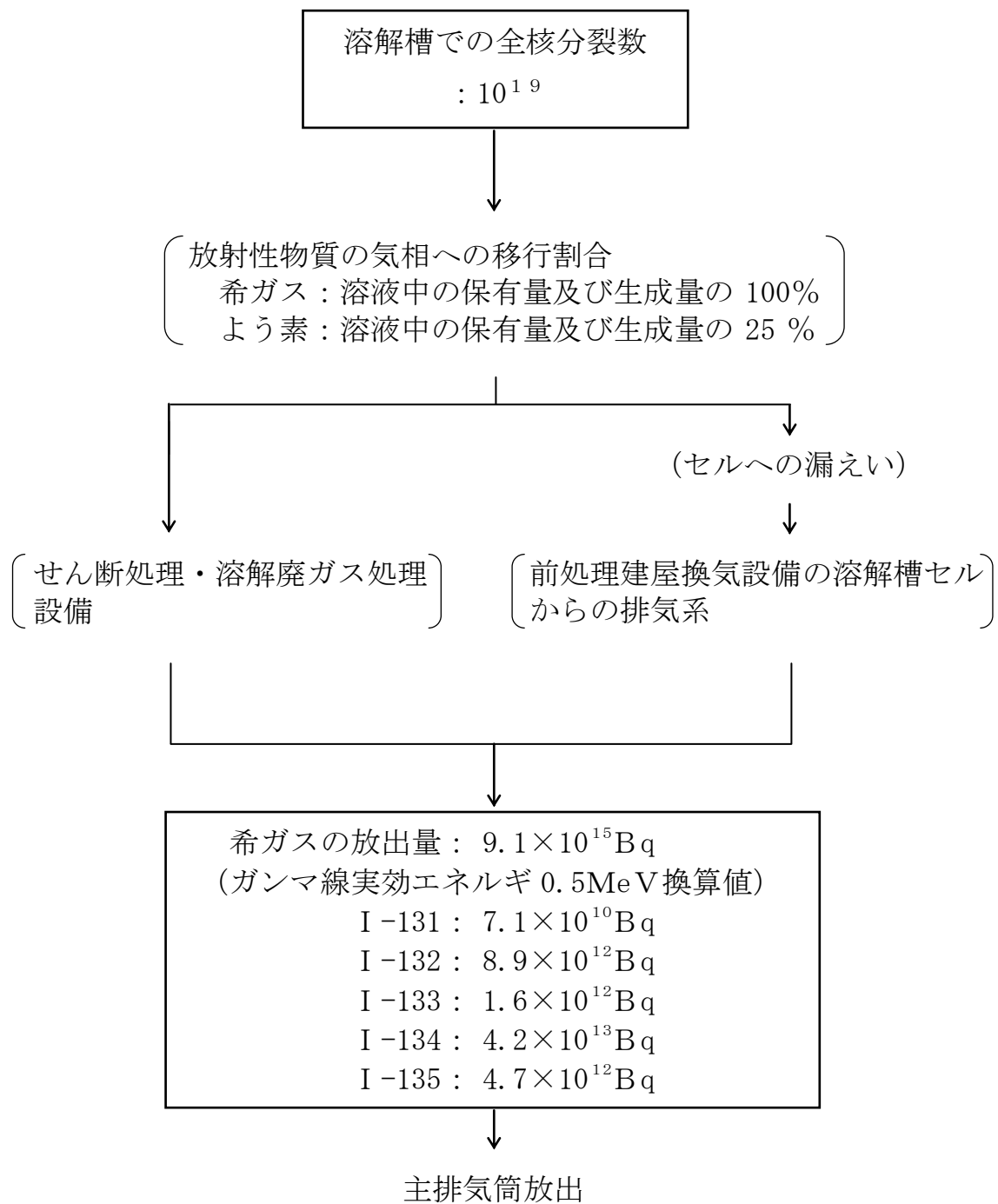
第 3.3-2 図 プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応
 -高性能粒子フィルタの差圧解析



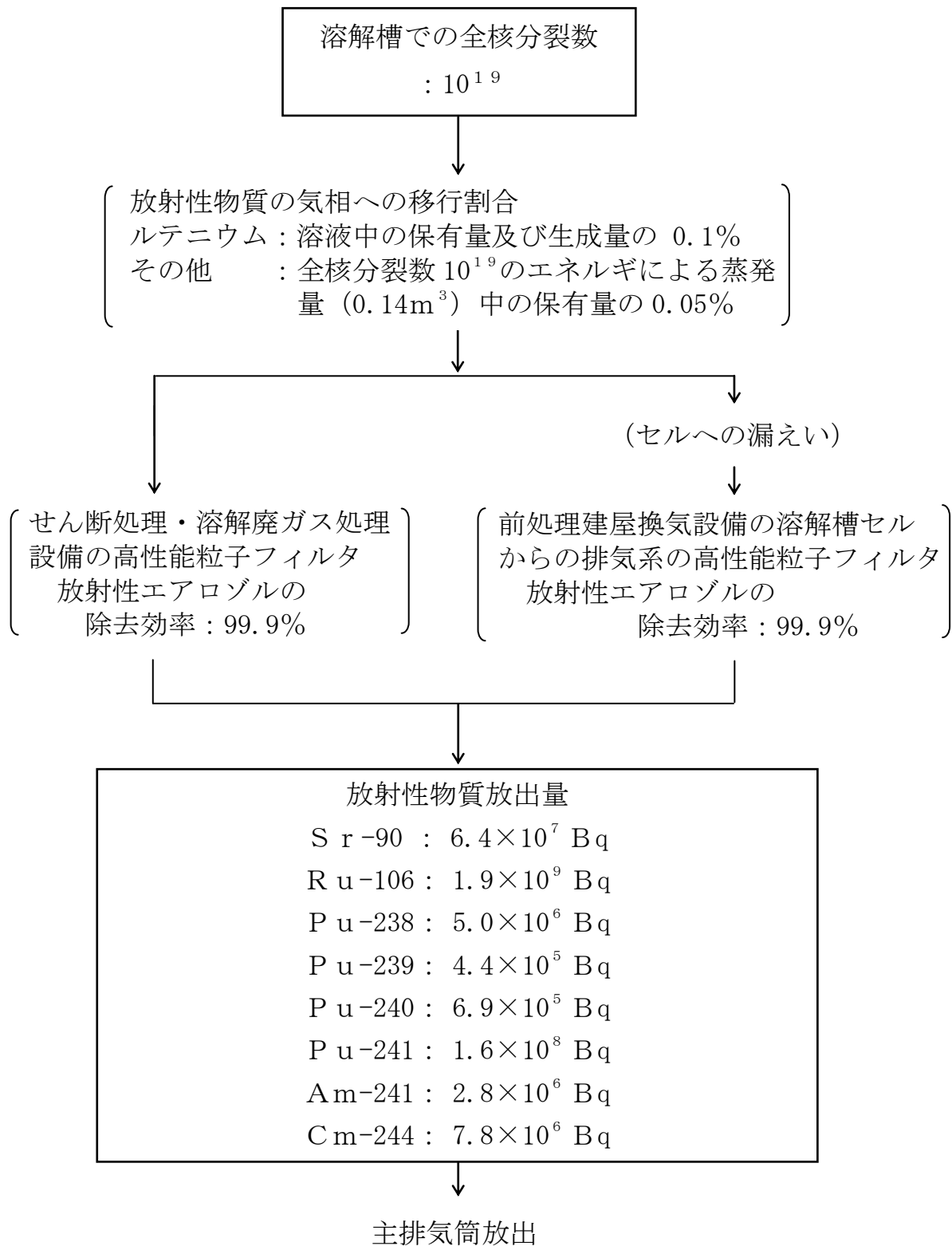
第 3.3- 3 図 プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応
—高性能粒子フィルタに流入する気体の温度解析



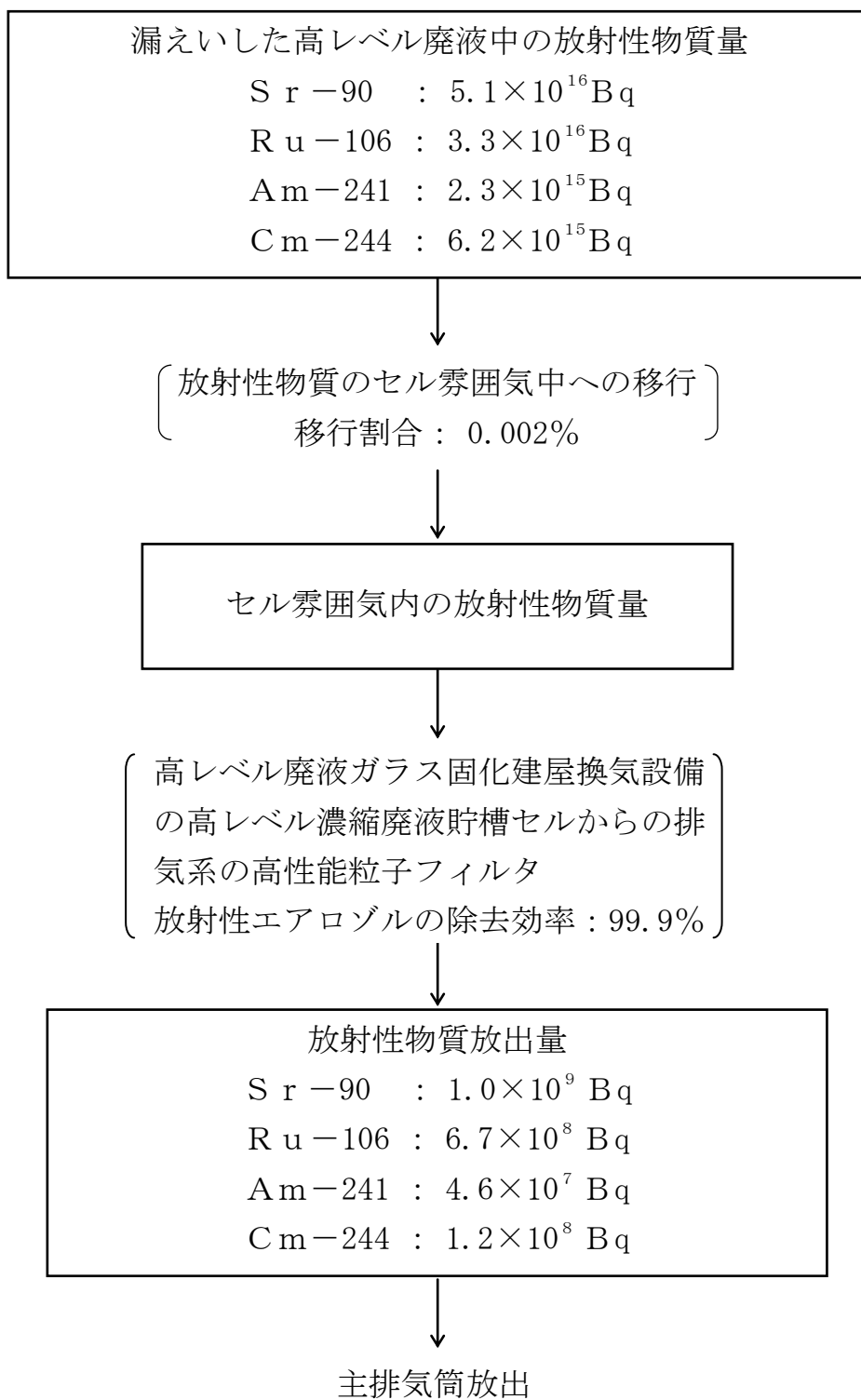
第 3.3-4 図 プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解
反応時の放射性物質の大気放出過程



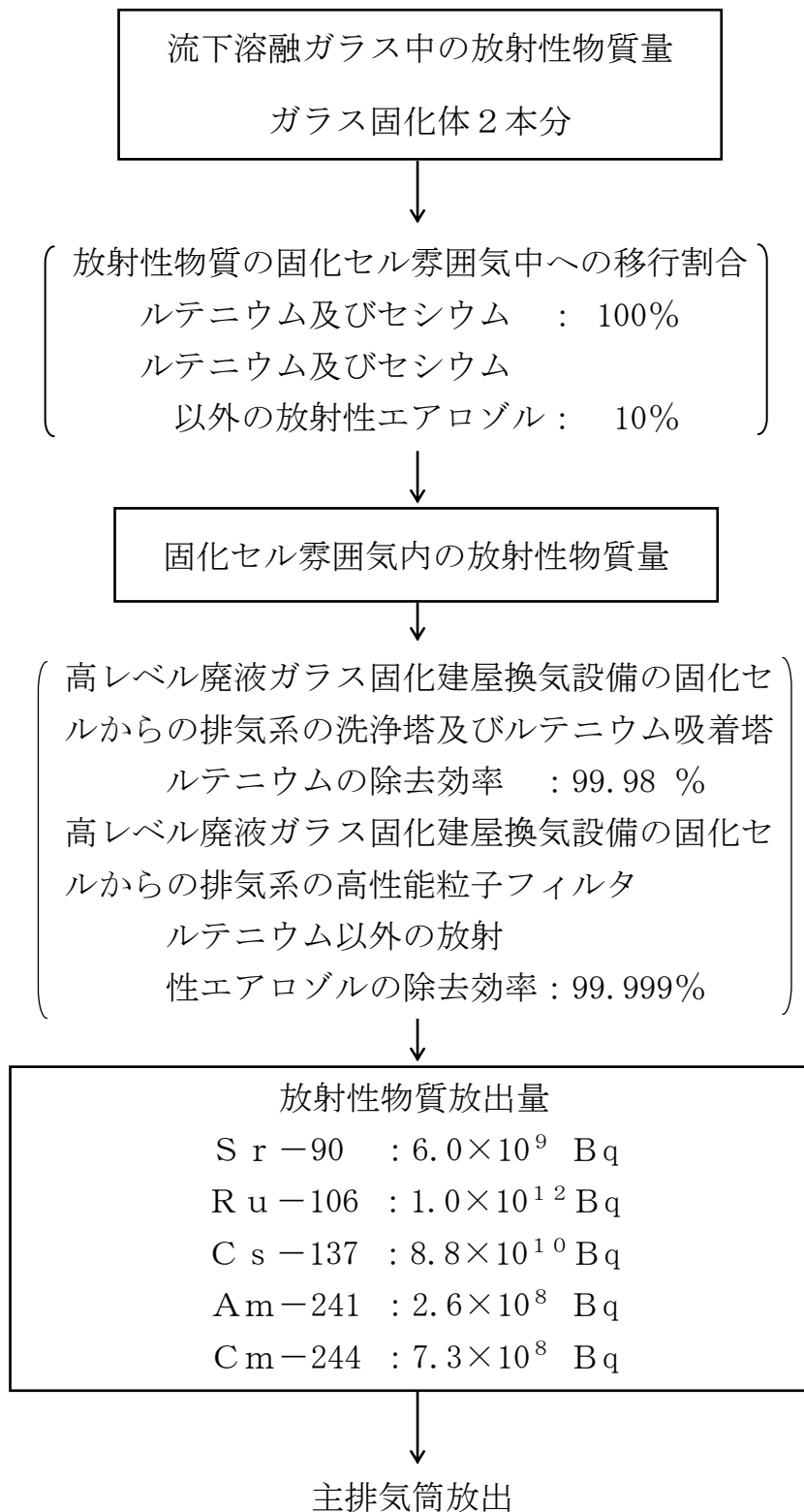
第 3.4-1 図(1) 溶解槽における臨界時の放射性物質の大気放出過程
(希ガス及びよう素)



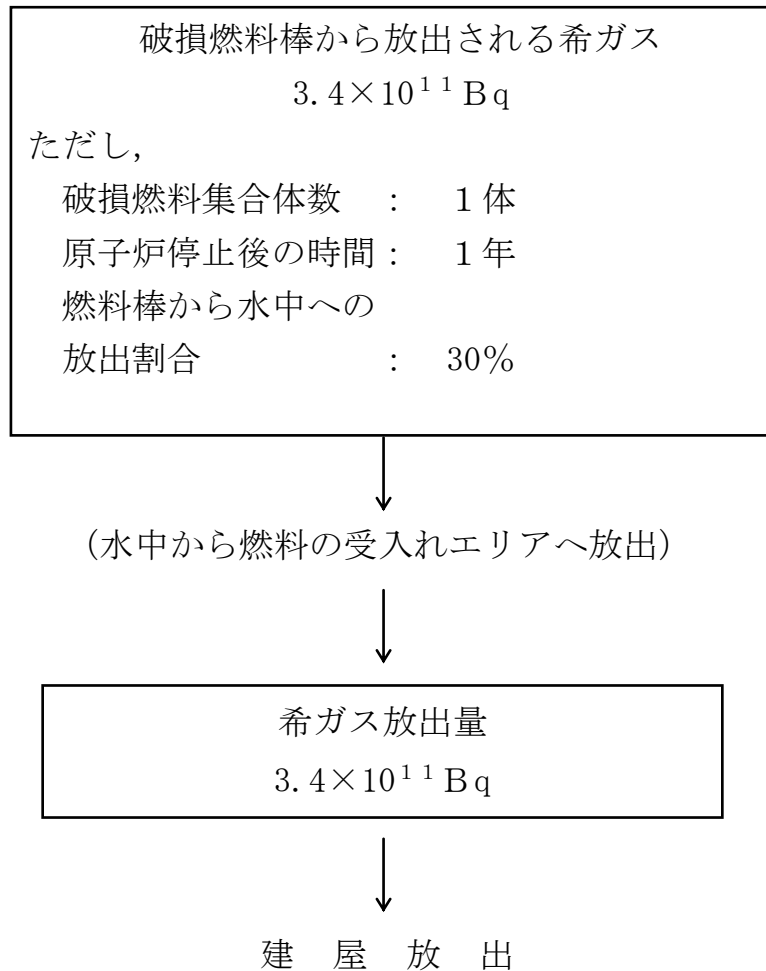
第3.4-1 図(2) 溶解槽における臨界時の放射性物質の大気放出過程
(希ガス及びよう素以外の核種)



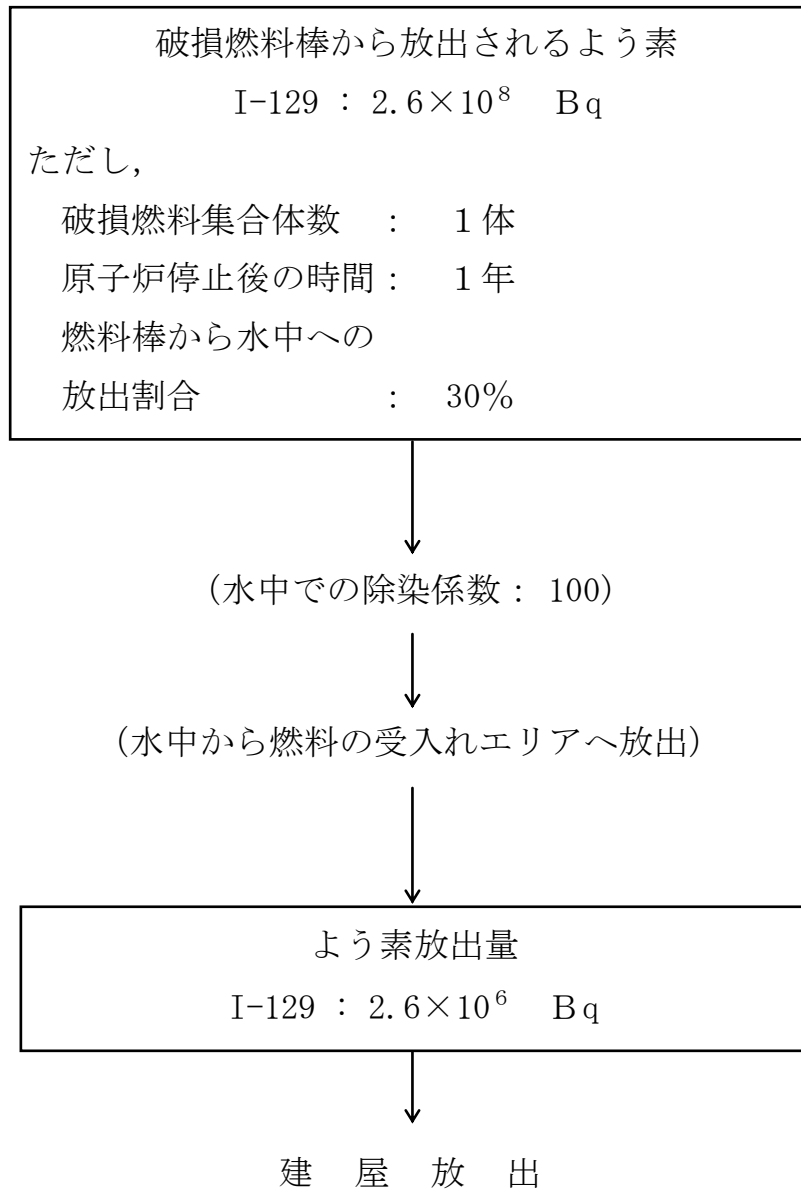
第3.5-1図 高レベル廃液貯蔵設備の配管からセルへの漏えい時の放射性物質の大気放出過程



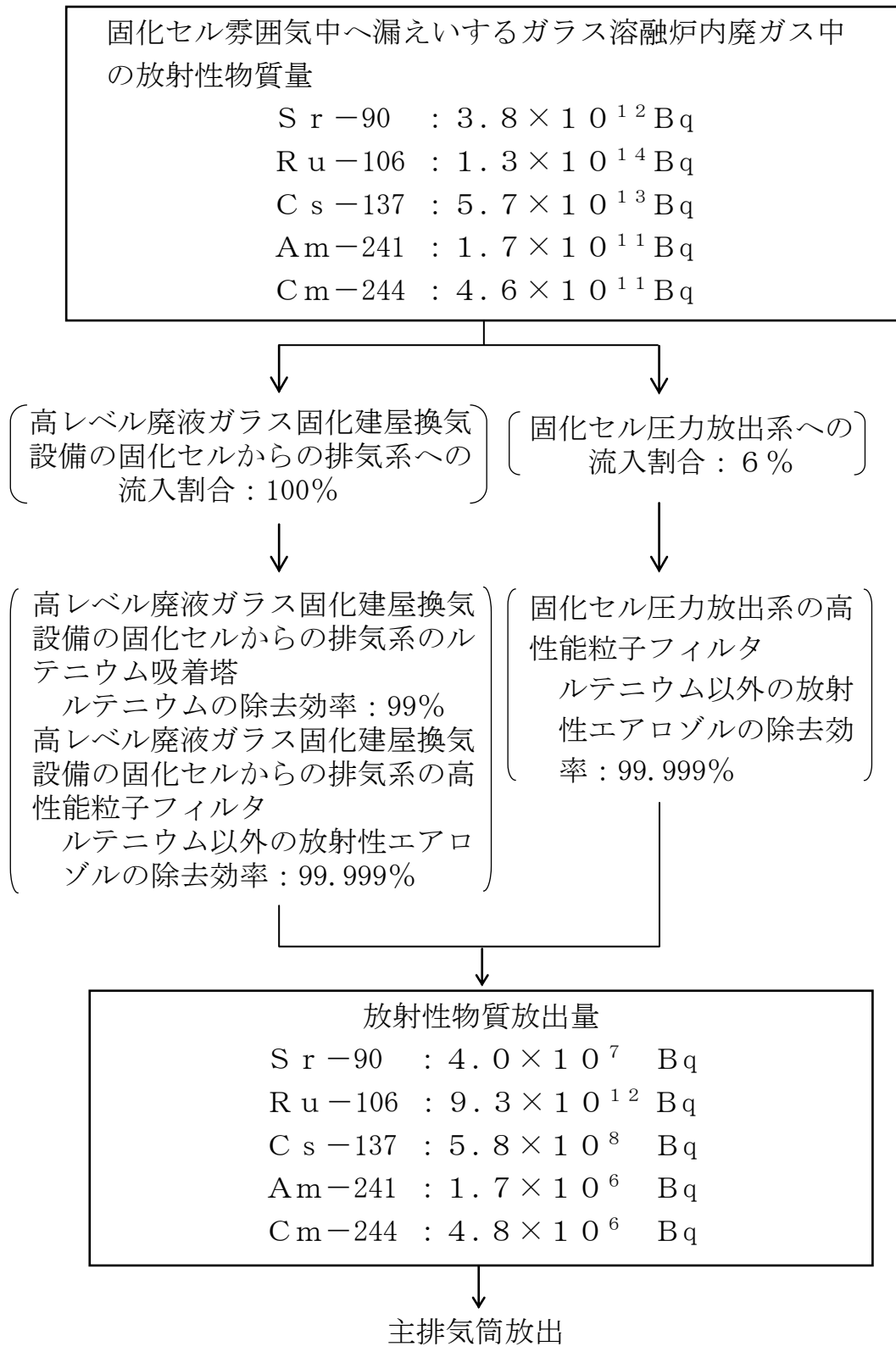
第3.6-1 図 高レベル廃液ガラス固化設備での熔融ガラスの漏えい時の放射性物質の大気放出過程



第 3.7-1 図 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体落下時の希ガスの大気放出過程
 (ガンマ線実効エネルギー0.5MeV換算値)



第 3.7-2 図 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設での使用済燃料集合体
落下時のよう素の大気放出過程



第 3.8-1 図 短時間の全交流動力電源の喪失時の放射性物質の大気放出過程

2 章 補足説明資料

第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

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				
資料No.	名称	提出日	Rev	名称
補足説明資料1-1	事業指定基準規則第十六条と許認可実績等との比較表			
補足説明資料2-1	「再処理施設の設計基準事象選定」の変更について			
補足説明資料4-1	線量評価にあたっての変更点			
補足説明資料4-2	使用済燃料の冷却期間15年を基に算出した線量評価結果			

