

低放射性濃縮廃液貯蔵施設 (LWSF)
における設計基準事象
(技術報告)

1999年7月

核燃料サイクル開発機構
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33

核燃料サイクル開発機構 東海事業所

運営管理部 技術情報室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Information Section,

Administration Division,

Tokai Works,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1194,

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1999

低放射性濃縮廃液貯蔵施設（LWSF）
における設計基準事象
（技術報告）

狩野元信* 瓜生 満*
宮田和俊* 松井典夫*
今本信雄* 川俣達男*
齋藤恭央* 永山峰生*
湧井康之*

要 旨

低放射性濃縮廃液貯蔵施設（LWSF）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ため、「運転時の異常な過渡変化」及び「運転時の異常な過渡変化を超える事象」に係る設計基準事象を選定し評価を行った。

本報告書は、この評価において選定された設計基準事象及び代表事象について、選定に至るまで方法並びにその選定結果について述べたものである。

選定の結果、「運転時の異常な過渡変化」については「液面表示（LSi）の故障による中間貯槽の異常な液位上昇」を、「運転時の異常な過渡変化を超える事象」については「濃縮液の第2濃縮廃液貯蔵セルへの漏洩」をそれぞれ代表事象とした。

目 次

1. まえがき	1
2. L W S F の概要	2
3. 設計基準事象の選定	3
3.1 検討の範囲	3
3.2 設計基準事象の選定	3
3.2.1 「運転時の異常な過渡変化」の選定	3
3.2.2 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の選定	4
3.3 まとめ	7

図 一 覧

図 2 - 1	低放射性濃縮廃液貯蔵施設工程概要	8
図 2 - 2	建家, セル及び槽類換気設備概要	9
図 3 - 1	「運転時の異常な過渡変化」の選定フロー	10
図 3 - 2	放射性物質の放出の原因	11
図 3 - 3	「運転時の異常な過渡変化を超える事象」 の選定フロー	12

表 一 覧

表 3 - 1	「運転時の異常な過渡変化」の候補事象と設計基準事象 及び代表事象の選定結果	13
表 3 - 2	「運転時の異常な過渡変化」の代表事象	15
表 3 - 3	「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の候補事象と 設計基準事象及び代表事象の選定結果	16
表 3 - 4	「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の代表事象	19

1. まえがき

低放射性濃縮廃液貯蔵施設（以下，LWSFという）の安全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ために，設計基準事象を選定し評価を行った。

評価に当たっては，設計基準事象を「運転時の異常な過渡変化」と「運転時の異常な過渡変化を超える事象」に分け，「運転時の異常な過渡変化」においては，多重防護の考え方における拡大防止対策が適切に採用されていることを，「運転時の異常な過渡変化を超える事象」においては，影響緩和対策が適切に採用されていることを評価した。

本報告書は，LWSFにおける「運転時の異常な過渡変化」及び「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の設計基準事象と代表事象の選定方法並びに選定結果について述べたものである。

2. L W S F の概要

L W S F は、東海事業所再処理施設で発生する低放射性の濃縮液等の貯蔵を目的として、液体廃棄物の廃棄施設として新設する。

L W S F の工程概要を図 2 - 1 に示す。

廃棄物処理場及び第二スラッジ貯蔵場からの濃縮液は、酸性、アルカリ性別に L W S F の中間貯槽へ受け入れたのち、低放射性濃縮廃液貯槽に貯蔵する。

第三低放射性廃液蒸発処理施設からの濃縮液は、L W S F の中間貯槽へ受け入れたのち、濃縮液貯槽に貯蔵する。

廃溶媒処理技術開発施設からの廃液は、L W S F の廃液貯槽へ受け入れ貯蔵する。

また、アスファルト固化処理施設からの濃縮液等は、L W S F の中間貯槽へ受け入れた後、低放射性濃縮廃液貯槽に貯蔵する。

L W S F の換気系の概要を図 2 - 2 に示す。

各貯槽からの廃気は、HEPAフィルタ（2段）及びヨウ素フィルタ（1段）により浄化したのち、セル換気及び建家換気の廃気とともに第一付属排気筒から排出する。

3. 設計基準事象の選定

3.1 検討の範囲

設計基準事象の検討対象としては、放射性物質を取り扱う全ての設備を対象とする。

なお、電気設備、圧縮空気設備、蒸気設備等については、これらの設備の故障等が原因で発生する異常も、電気、圧縮空気、蒸気等の供給停止及び供給条件の変動という形で、これらの供給を受ける設備において考慮する。

3.2 設計基準事象の選定

3.2.1 「運転時の異常な過渡変化」の選定

「運転時の異常な過渡変化」とは、施設の寿命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単一誤操作などによって、施設の平常運転を超えるような外乱が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、施設の運転が計画されていない状態にいたる事象をいい、その評価に当たっては適切と認められる運転条件の変動幅の中にある（最大許容限度を超えない）ことを判断基準とし、仮に事象に伴って放射性物質の放出があっても平常時の年間放出量を十分に下回っていることとする。

以下に「運転時の異常な過渡変化」の事象及び設計基準事象として評価する代表事象の選定方法並びに選定結果について述べる。

選定のフローを図3-1に示す。

(1) 候補事象の抽出

事象の抽出に当たっては、放射性物質が存在するLWSF内の機器毎に、機器の単一故障又は誤動作若しくは運転員の単一誤操作などによって各機器に加えられる平常時を超えるような外乱、すなわち供給流量、払出流量、排気量等の条件の変動あるいは機器の故障等、これらの変化を放置した場合に、放射性物質を外部に放出する可能性がある事象を設計基準事象の候補事象として抽出する。

(2) 類似事象による分類

(1)において摘出した候補事象について、事象の類似性として放射性物質の閉じ込めの観点より以下の分類とした。(図3-2参照)

- ① 放射性物質の移行量の増大
- ② 負圧異常

なお、複数の機器で同様な事象が想定される場合は、類似事象として一つの事象名にて記載する。また、起因事象は異なっても、その結果として生じる事象が同じ事象ならば同等とし、同じ事象と見なす。

分類毎の候補事象について整理したものを表3-1に示す。

(3) 設計基準事象の選定

(2)にて整理した事象の中から以下の事象を除いたものを、安全設計の妥当性を評価するため設計基準事象として選定する。

- ・ 仮に異常を放置したとしても、それに伴い放出される放射性物質の放出量が平常時の年間の放出量を十分下回ることが明らかな事象。

設計基準事象として選定した事象を表3-1に示す。

(4) 評価する設計基準事象の代表事象の選定

(3)で選定した設計基準事象の中から、各事象毎の進展速度及び事象に伴って放出される可能性のある放射性物質量を総合的に評価し、最も厳しい事象を代表事象として分類毎に一つ選定する。

代表事象として選定した事象及びその選定理由を表3-2に示す。

3.2.2 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の選定

「運転時の異常な過渡変化を超える事象」とは「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、発生した場合の放射性物質の放出量が、平常時の線量当量評価の際に設定された年間の放出量を超える可能性があり、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のある事象である。

以下に「運転時の異常な過渡変化を超える事象」及び設計基準事象として評価する代表事象の選定方法並びに選定結果について述べる。

選定のフローを図 3 - 3 に示す。

(1) 事象の摘出

事象の摘出に当たっては、放射性物質が存在する L W S F 内の機器毎に、機器の破損、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、その発生の可能性との関連において検討し、指針に例示された以下の事象を検討した。

- ① 各種機器、配管等の破損、故障等による漏洩及び機能喪失
- ② 短時間の全動力電源の喪失

上記「①各種機器、配管等の破損、故障等による漏洩及び機能損失」において、漏洩を想定する箇所は、温度・圧力の比較的高い場所とし、L W S F ではスチームジェットを用いて送液を行う配管がこれにあたる。

配管からの漏洩については、文献⁽¹⁾により面積 $D t / 4$ (D : 配管の内径, t : 配管の肉厚) の貫通き裂から廃液が流出するものとした。この場合の漏洩量は、送液槽、受槽の液面指示計の確認、運転員のスチームジェット停止操作までの時間を適切に考慮して設定する。

なお、複数の機器で同様な事象が想定される場合は、類似事象として一つの事象名にて記載する。

分類毎の事象について整理したものを表 3 - 3 に示す。

(2) 設計基準事象の選定

(1)にて摘出した事象の中から以下のような事象を除いたものを、安全設計の妥当性を評価するため設計基準事象として選定する。

- ・ 取り扱う放射性物質の量が小さく、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が明らかな事象。

(3) 評価する設計基準事象の代表事象の選定

(2)の設計基準事象の中から事象が波及、拡大した場合の影響の大きさ（放射性物質の放出量）を評価し、最も厳しい事象を代表事象として一つ選定する。

代表事象として選定した事象及びその選定理由を表 3 - 4 に示す。

3.3 まとめ

LWSFにおける「運転時の異常な過渡変化」の代表事象として、「液面表示（LSi）の故障による中間貯槽の異常な液位上昇」を、「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の代表事象として、「濃縮液の第2濃縮廃液貯蔵セルへの漏洩」を選定した。

参考文献

- (1) US NRC: "STANDARD REVIEW PLAN 3.6.1, 3.6.2", NUREG-75/087, (1981)

- ・第三低放射性廃液
蒸発処理施設の濃縮液
- ・廃棄物処理場及び
第二スラッジ貯蔵場の濃縮液
- ・アスファルト
固化処理施設の濃縮液等
- ・廃溶媒処理技術
開発施設の廃液

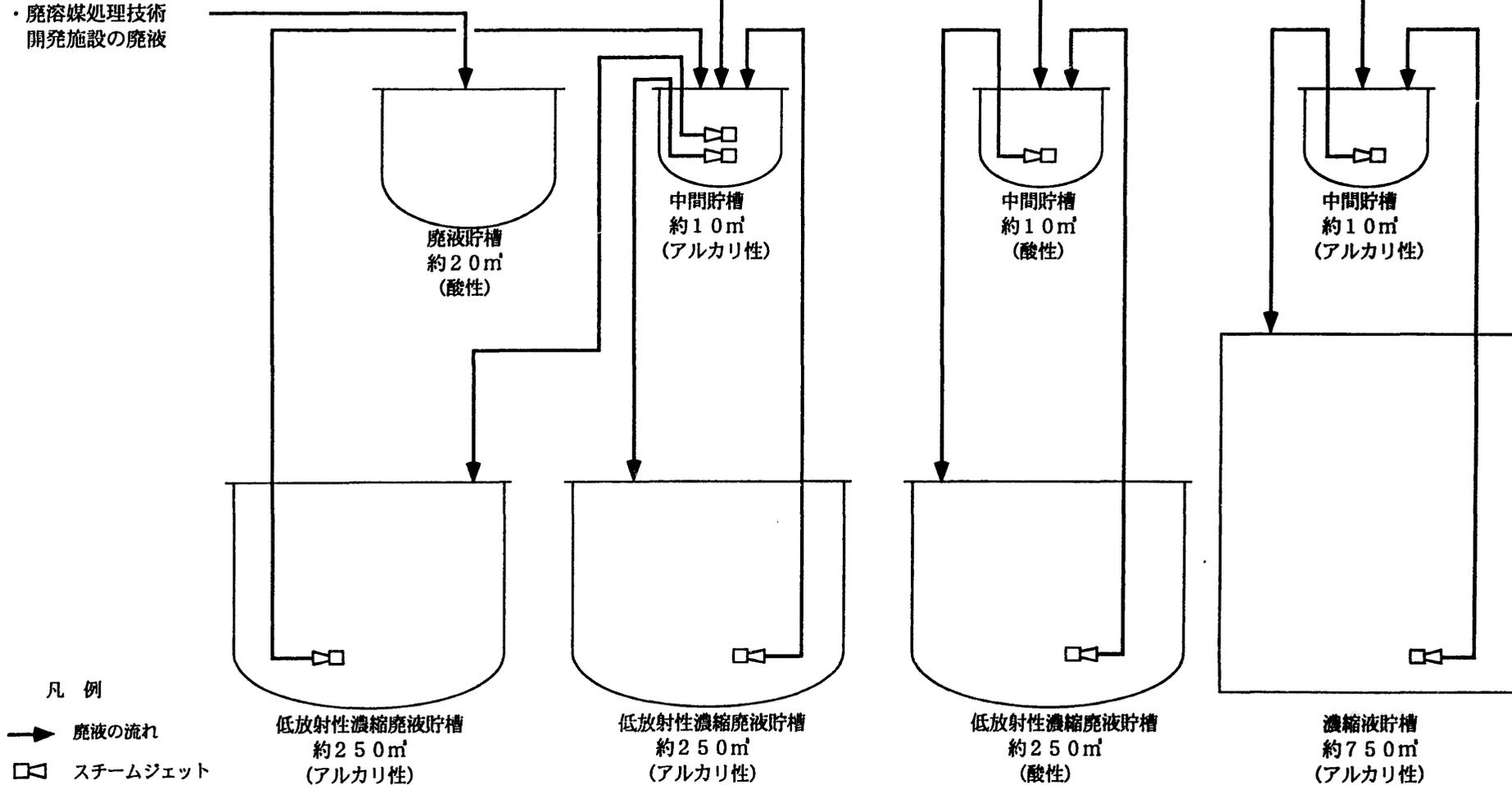


図 2 - 1 低放射性濃縮廃液貯蔵施設工程概要

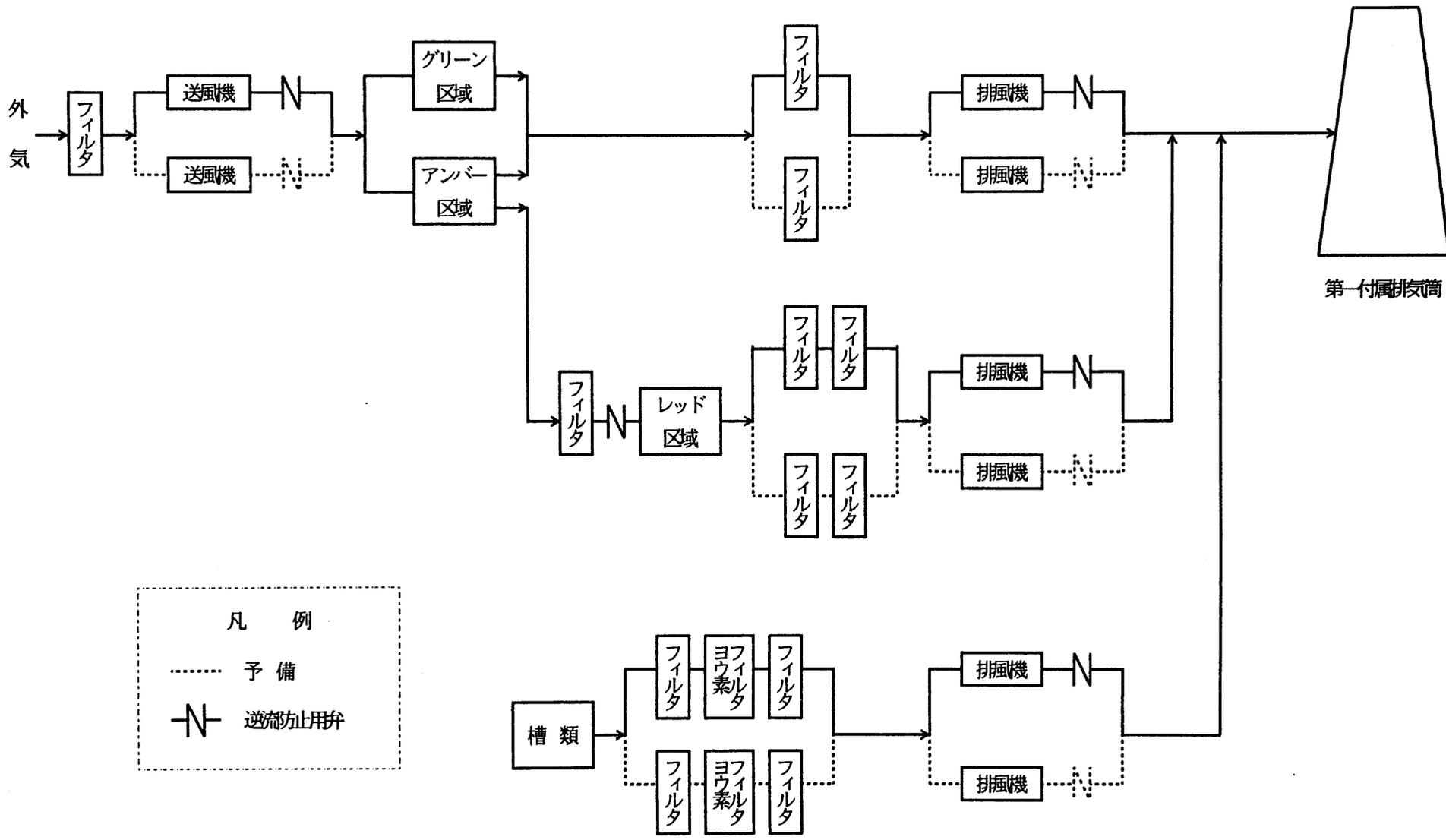


図 2 - 2 建家，セル及び槽類換気系概要

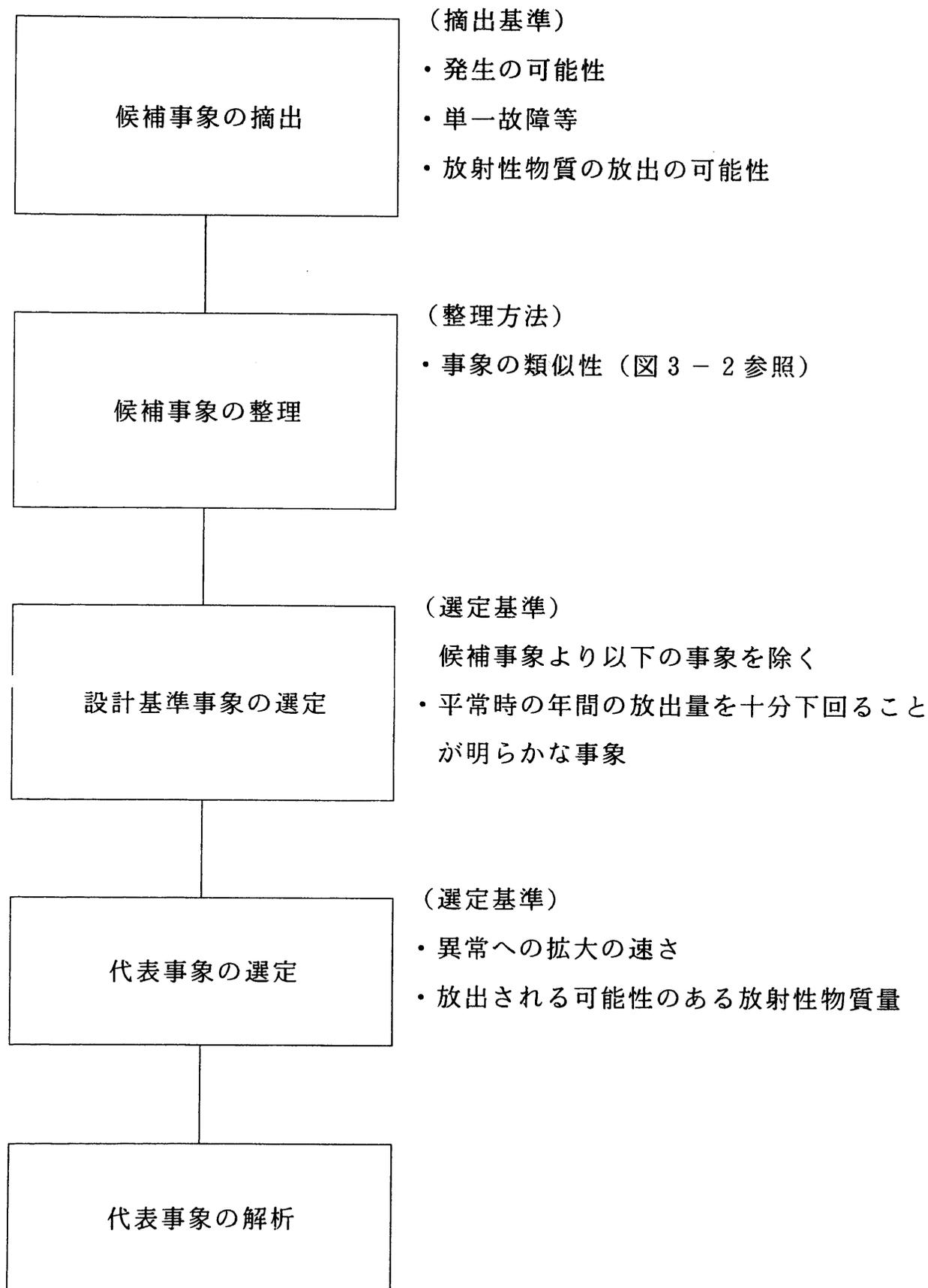


図 3 - 1 「運転時の異常な過渡変化」の選定フロー

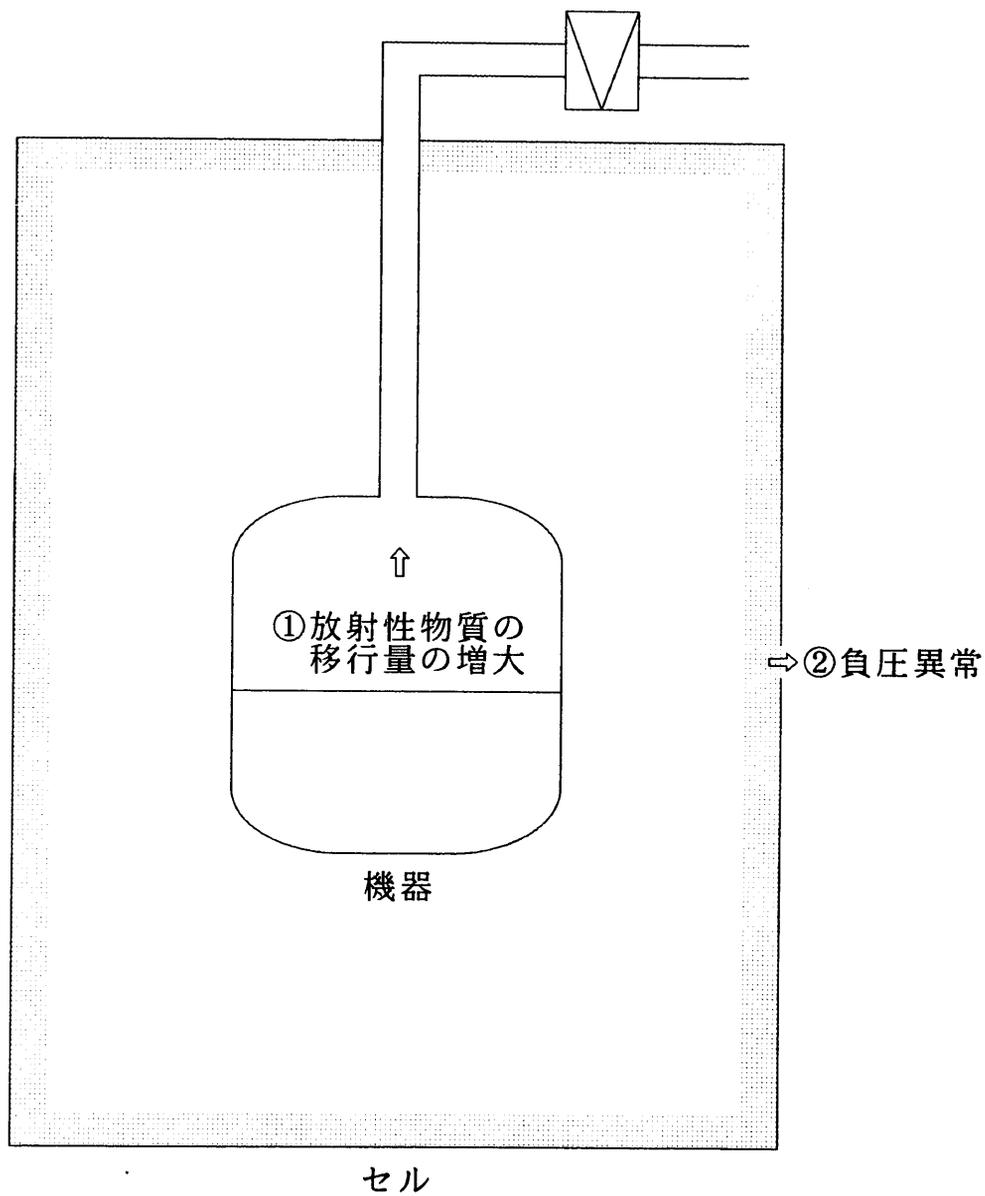


図 3 - 2 放射性物質の放出の原因

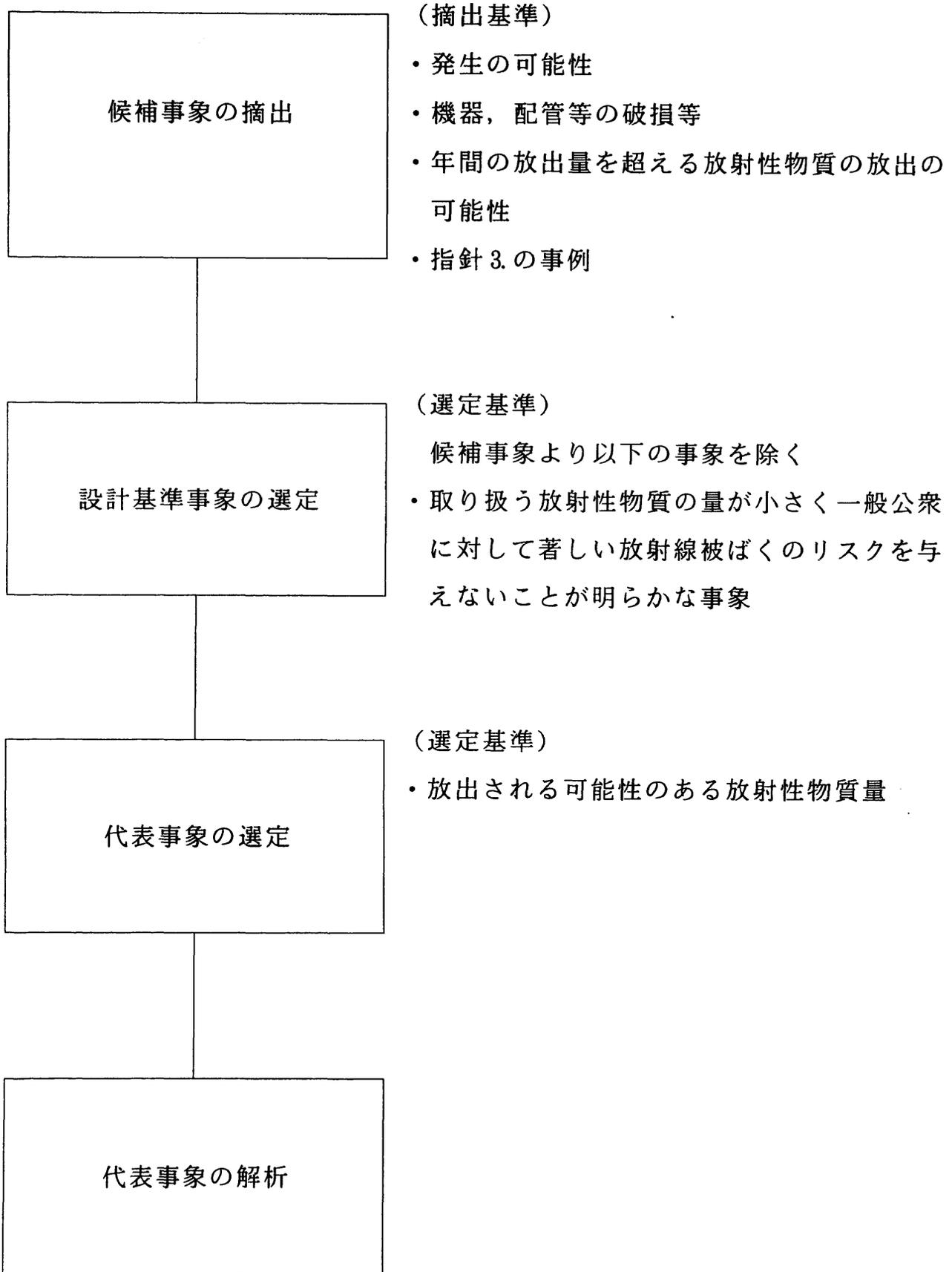


図 3 - 3 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の選定フロー

表 3-1 「運転時の異常な過渡変化」の候補事象と設計基準事象及び代表事象の選定結果 (1/2)
 分類：放射性物質の移行量の増大

No.	事 象	対象設備／機器名	主な起因事象及び検知, 対応	設計基準事象の検討	設計基準事象判定	代表事象判定
1	誤移送による酸性廃液とアルカリ性廃液の混合	廃液貯蔵設備 中間貯槽 (濃縮液〔アルカリ性〕) 中間貯槽 (濃縮液〔酸性〕)	(起因事象) ・運転員の誤操作 (検知, 対応) ・インターロック	酸性廃液とアルカリ性廃液の混合により, ヨウ素放出量増大の可能性のあることから, 設計基準事象とする。	○	×
2	液面表示(LSi)の故障による中間貯槽の異常な液位上昇	廃液貯蔵設備 中間貯槽 (濃縮液〔アルカリ性〕) 中間貯槽 (濃縮液〔酸性〕)	(起因事象) ・液面表示(LSi)の故障 (検知, 対応) ・液面指示上下限操作上限注意灯(LIO±W*) ・液面上限警報(LA*)	オフガス配管より他の貯槽への濃縮液流入により酸性廃液とアルカリ性廃液が混合し, ヨウ素放出量増大の可能性のあることから, 設計基準事象とする。また, 事象進展速度の観点から代表事象として評価する。	○	○
3	計装用パージエア量増加による移行量の増大	廃液貯蔵設備 中間貯槽 (濃縮液〔アルカリ性〕) 中間貯槽 (濃縮液〔酸性〕) 低放射性濃縮廃液貯槽 (濃縮液〔アルカリ性〕) 低放射性濃縮廃液貯槽 (濃縮液〔酸性〕)	(起因事象) ・空気圧縮機の圧力上昇 (検知, 対応) ・圧力上限注意灯(PW*)	計装用パージエア量の増大に伴い放射性物質の移行量の増大の可能性はあるが, 増加するパージエア量がわずかであり, 事象の進展に伴う放射性物質の放出量が平常時の年間の放出量を十分下回ることが明らかであり, 設計基準事象としない。	×	

表 3 - 1 「運転時の異常な過渡変化」の候補事象と設計基準事象及び代表事象の選定結果 (2 / 2)

分類：負圧異常

No.	事 象	対象設備／機器名	主な起因事象及び検知, 対応	設計基準事象の検討	設計基準事象判定	代表事象判定
1	排気能力低下による系内負圧異常	セル換気設備 排風機	(起因事象) ・排風機故障 (検知, 対応) ・予備機 ・非常用電源を確保	通常セル内には放射性物質が存在せず, 万一, 負圧が低下しても, 放射性物質の経路外への放出の可能性がないことから, 設計基準事象としない。	×	
2	排気能力低下による系内負圧異常	槽類換気設備 排風機	(起因事象) ・排風機故障 (検知, 対応) ・予備機 ・非常用電源を確保	万一, 負圧が低下しても, 放射性物質の経路外への放出の可能性がないことから, 設計基準事象としない。	×	

表 3 - 2 「運転時の異常な過渡変化」の代表事象

類似事象分類	代 表 事 象 名
放射性物質の移行量の増大	液面表示 (L S i) の故障による 中間貯槽の異常な液位上昇

(代表事象の選定理由)

中間貯槽の異常な液位上昇により、オフガス配管から他の貯槽への濃縮液流入によって、酸性廃液とアルカリ性廃液が混合し、ヨウ素放出量増大の可能性がある。また、事象進展速度を考慮し代表事象として選定した。

表 3-3 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の候補事象と設計基準事象及び代表事象の選定結果（1/3）
 分類：配管の破損による漏洩

事 象	事 象 概 要	影 響 緩 和 機 能	設計基準 事象判定	代表事象
下記配管からの漏洩	漏洩液の種類 漏洩量			
〔第2濃縮廃液貯蔵セル(R002)への漏洩〕				
中間貯槽から低放射性濃縮廃液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔アルカリ性〕 7 m ³	第2濃縮廃液貯蔵セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
中間貯槽から低放射性濃縮廃液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔酸性〕 7 m ³		○	×
中間貯槽から濃縮液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔アルカリ性〕 7 m ³		○	×
〔第2濃縮廃液貯蔵セル(R002)への漏洩〕				
低放射性濃縮廃液貯槽から中間貯槽への送液配管(150A)	濃縮液〔アルカリ性〕 9 m ³	第2濃縮廃液貯蔵セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
低放射性濃縮廃液貯槽から中間貯槽への送液配管(150A)	濃縮液〔酸性〕 9 m ³		○	○
濃縮液貯槽から中間貯槽への送液配管(150A)	濃縮液〔アルカリ性〕 9 m ³		○	×
〔配管セル(R003)への漏洩〕				
廃棄物処理場等から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔アルカリ性〕 3 m ³	配管セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
廃棄物処理場等から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔酸性〕 3 m ³		○	×
第三低放射性廃液蒸発処理施設から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔アルカリ性〕 3 m ³		○	×

表 3-3 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の候補事象と設計基準事象及び代表事象の選定結果 (2 / 3)
 分類：配管の破損による漏洩

事 象	事 象 概 要	影 響 緩 和 機 能	設計基準 事象判定	代表事象
下記配管からの漏洩	漏洩液の種類 漏洩量			
〔廃液貯蔵セル(R004)への漏洩〕				
廃棄物処理場等から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔アルカリ性〕 3 m ³	廃液貯蔵セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
廃棄物処理場等から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔酸性〕 3 m ³		○	×
第三低放射性廃液蒸発処理施設から中間貯槽への送液配管(65A)	濃縮液〔アルカリ性〕 3 m ³		○	×
〔廃液貯蔵セル(R004)への漏洩〕				
中間貯槽から低放射性濃縮廃液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔アルカリ性〕 7 m ³	廃液貯蔵セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
中間貯槽から低放射性濃縮廃液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔酸性〕 7 m ³		○	×
中間貯槽から濃縮液貯槽への送液配管(40A)	濃縮液〔アルカリ性〕 7 m ³		○	×
〔廃液貯蔵セル(R004)への漏洩〕				
低放射性濃縮廃液貯槽から中間貯槽への送液配管(80A)	濃縮液〔アルカリ性〕 6 m ³	廃液貯蔵セルの漏洩検知装置及び漏洩液回収装置付きドリフトレ、及びセル換気設備の浄化機能	○	×
低放射性濃縮廃液貯槽から中間貯槽への送液配管(80A)	濃縮液〔酸性〕 6 m ³		○	×
濃縮廃液貯槽から中間貯槽への送液配管(80A)	濃縮液〔アルカリ性〕 6 m ³		○	×

表 3 - 3 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の候補事象と設計基準事象及び代表事象の選定結果 (3 / 3)
 分類：短時間の全動力電源の喪失

事 象	事 象 概 要	影 響 緩 和 機 能	設計基準 事象判定	代表事象
セル換気系排風機停止による負圧維持機能の喪失 槽類換気系排風機停止による負圧維持機能の喪失	短時間の全動力電源喪失により排風機が停止し、負圧維持機能が喪失しても放射性物質の経路外への放出の可能性がないことから、設計基準事象としない。	—	× ×	

表 3 - 4 「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の代表事象

類似事象分類	代 表 事 象 名
配管の破損による漏洩	濃縮液の第2濃縮廃液 貯蔵セルへの漏洩

(代表事象の選定理由)

候補事象の中で配管口径が最も大きいため、配管の破損によるセル内への漏洩量が最大となり、漏洩した放射性物質の大気への放出量が最大となることから代表事象として選定した。