

【公開版】

提出年月日	令和 2 年 4 月 3 日 R48
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 28 条：重大事故等の拡大防止等

6. 臨界事故への対処

第28条: 重大事故等の拡大防止(6. 臨界事故への対処)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	臨界事故の概要	1/28	7	新規作成
補足説明資料6-2	臨界事故の拡大防止対策の検討	12/6	1	新規作成
補足説明資料6-3	臨界計算根拠	12/3	1	新規作成
補足説明資料6-4	解析に用いるパラメータの根拠等	3/13	9	新規作成
補足説明資料6-5	核分裂数の設定妥当性	11/25	0	新規作成
補足説明資料6-6	不確かさの設定	3/13	7	新規作成
補足説明資料6-7	作業時間の想定根拠	3/13	4	新規作成
補足説明資料6-8	臨界事故時の水素発生G値	1/28	3	新規作成
補足説明資料6-9	欠番	—	—	—
補足説明資料6-10	JACSコードシステムの妥当性	11/25	0	新規作成
補足説明資料6-11	アクセスルートとホース敷設ルート	1/8	1	新規作成:(精査中)
補足説明資料6-12	臨界事故時における敷地境界被ばく線量評価	<u>4/3</u>	<u>0</u>	新規作成
<u>補足説明資料6-13</u>	<u>臨界事故に対処するために使用する重大事故等対処設備のうち廃ガス処理設備に係る設計内容の一部見直しについて</u>	<u>4/3</u>	<u>0</u>	新規作成

令和 2 年 4 月 3 日 R0

補足説明資料 6－12（28 条）

6．臨界事故への対処

1. 臨界事故時における敷地境界での被ばく線量評価

1.1 評価内容

臨界事故が発生した場合、放射性希ガス及び放射性よう素が気相中に移行する。また、溶液の沸騰及び放射線分解水素の発生により、飛まつが生成することで放射性物質の気相中への移行量が増加する。気相中へ移行した放射性物質は主排気筒を介して、大気中に放出される。なお、放出量評価については、補足説明資料 6－4 に示したとおりである。

上記放出量に対して、拡大防止対策が機能した場合（拡大防止対策成功時）において事態が収束するまでの間の敷地境界における被ばく線量を評価する。また、拡大防止対策が機能せず、全核分裂数が 10^{20} f i s s i o n s に至り、臨界事故により気相中へ移行した放射性物質の全量が放出された場合（拡大防止対策失敗時）の敷地境界における被ばく線量も合わせて評価する。

評価対象機器は臨界事故の発生を想定する溶解槽、エンドピース酸洗浄槽及びハル洗浄槽（以下「溶解槽等」という。）並びに精製建屋の第 5 一時貯留処理槽及び精製建屋の第 7 一時貯留処理槽（以下「第 5 一時貯留処理槽等」という。）である。

臨界事故には被ばく経路が複数存在するが、拡大防止対策による効果を見る観点から、本資料では、拡大防止対策失敗時の被ばく線量に対して支配的となる、放射性希ガス及び放射性よう素（以下「放射性希ガス等」という。）による放射性雲からのガンマ線による外部被ばくを評価対象の

被ばく経路とする。

1.2 敷地境界における被ばく線量評価式

臨界事故時の敷地境界における被ばく線量は，臨界事故が発生した場合の大気中への放射性物質の放出量に，相対線量を乗じて算出する。

被ばく線量は，以下の計算式（1式）により算出する。

$$\begin{aligned} & \text{被ばく線量} [S_v] \\ &= \text{空気カーマから実効線量への換算係数} [S_v / G_y] \\ & \times \text{相対線量} D / Q [G_y / B_q] \\ & \times \text{大気中への放射性物質の放出量} [B_q] (\text{ガンマ線実効エネルギー } 0.5 \text{ MeV 換算値}) \end{aligned} \quad (1 \text{ 式})$$

1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

拡大防止対策成功時及び拡大防止対策失敗時の敷地境界での被ばく線量評価に用いた各種パラメータを第 1. - 1 表に示す。

第 1. - 1 表 被ばく線量評価に必要なパラメータの設定（放射性希ガス及び
放射性よう素による放射性雲からのガンマ線による被ばく）

			拡大防止対策成功時	拡大防止対策失敗時
パラメータ	大気中への放射性物質の放出量	全核分裂数	1.6E+18 f i s s i o n s	1E+20 f i s s i o n s
		放射性物質の移行率	希ガス：1 よう素：0.25	希ガス：1 よう素：0.25
		1 核分裂当たりの放射性希ガス等の気相中への移行量（ここで示す放射能はガンマ線実効エネルギー 0.5MeV 換算値である）	溶解槽等における臨界事故 ： 9.5E-4 B q / f i s s i o n	溶解槽等における臨界事故 ： 9.5E-4 B q / f i s s i o n
			第 5 一時貯留処理槽等における臨界事故 ： 4.3E-4 B q / f i s s i o n	第 5 一時貯留処理槽等における臨界事故 ： 4.3E-4 B q / f i s s i o n
		大気中への放出割合（貯留効果）	機器毎に設定	1
		その他除染係数	1	1
	相対線量 D / Q （1 時間値）		5.2E-20 G y / B q	5.2E-20 G y / B q
	空気カーマから実効線量への換算係数 K		1 S v / G y	1 S v / G y

2. 評価に用いる各種パラメータの設定根拠

2.1 全核分裂数

過去に発生した臨界事故等の規模を踏まえ、拡大防止対策失敗時の被ばく線量の算定には 1×10^{20} f i s s i o n s を使用し、拡大防止対策成功時の被ばく線量の算定には、拡大防止対策の効果を考慮した全核分裂数 1.6×10^{18} f i s s i o n s を使用する。

2.2 1核分裂当たりの放射性希ガス等の気相中への移行量

臨界により機器から気相中に移行する放射性物質の割合（移行率）は、設計基準事故のうち、溶解槽における臨界と同じ値とし、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%

このうち、溶液中に存在していた放射性希ガス等の移行量は、臨界により生成した放射性希ガス等の移行量に比べて無視できる。

上記の移行率を考慮して求めた、1核分裂当たりの放射性希ガス等の気相中への移行量として、補足説明資料 6-4 の 2. にて算出した、1核分裂当たりの放射性希ガス等の発生量 χ を使用する。

【補足説明資料 6-4】

2.3 貯留効果

補足説明資料 6-4 の 2. にて算出した、臨界事故により生成す

る放射性希ガス等の事態の収束までの大気中への放出割合を使用する。

本評価に使用する大気中への放出割合を第 2. - 1 表に示す。

【補足説明資料 6-4】

第 2. - 1 表 臨界事故により生成する放射性希ガス等の放出割合

機器名	臨界事故により生成する 放射性希ガス等の放出割合（％）	
	計算結果	本評価使用値※
溶解槽	0. 62	0. 7
エンドピース酸洗浄槽	0. 51	0. 6
ハル洗浄槽	0. 51	0. 6
精製建屋 第 5 一時貯 留処理槽	0. 55	0. 6
精製建屋 第 7 一時貯 留処理槽	0. 85	0. 9

※本評価使用値は計算結果を有効数字 1 桁に切り上げたもの。

2. 4 空気カーマから実効線量への換算係数

空気カーマから実効線量への換算係数 K は，設計基準事故のうち，溶解槽における臨界と同じ値とし，1 S v / G y とする。

2.5 相対線量

評価に使用する相対濃度は設計基準事故のうち、溶解槽における臨界と同じ値とし、以下のとおりとする。

$$D / Q = 5.2E-20 \text{ Gy} / \text{Bq}$$

3. 評価結果

臨界事故により気相中へ移行し、主排気筒を介して大気中に放射性希ガス等が放出された場合の敷地境界における放射性雲からのガンマ線による被ばく線量評価の結果を第3. - 1 表に示す。

第 3. - 1 表 臨界事故が発生した場合における
敷地境界での被ばく線量

臨界事故の発生を想定する機器	被ばく線量 [mSv]	
	拡大防止対策成功時	拡大防止対策失敗時
溶解槽	6E-04	5E+00
エンドピース酸洗浄槽	5E-04	5E+00
ハル洗浄槽	5E-04	5E+00
精製建屋 第 5 一時貯留処理槽	3E-04	3E+00
精製建屋 第 7 一時貯留処理槽	4E-04	3E+00

補足説明資料 6－13（28 条）

6．臨界事故への対処

臨界事故に対処するために使用する重大事故等対処設備のうち 廃ガス処理設備に係る設計内容の一部見直しについて

1. 廃ガス貯留設備の設計の基本的な考え方について

臨界事故が発生した場合において、放射性物質の大気中への放出量を低減するため、せん断処理・溶解廃ガス処理設備及び塔槽類廃ガス処理設備の経路上に廃ガス貯留設備を設け、臨界事故により気相中に移行した放射性物質を廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽に閉じ込める対策をとる。

廃ガス貯留設備の設計の基本的な考え方は、臨界事故により発生した短半減期の放射性物質が十分に減衰するまで閉じ込めることであり、具体的には臨界事故が発生した時点を起点として1時間にわたって廃ガス貯留槽に気体を閉じこめられる設計とする。

廃ガス貯留設備では、空気圧縮機を用いて気体を廃ガス貯留槽に圧縮して導出することとしており、廃ガス貯留槽の容量の設定に当たっては、気体の圧縮効果を考慮している。

2. 空気圧縮機について

設計にあたって参照していた空気圧縮機は、吐出圧力 0.76MPa、吐出流量約 70Nm³/h の能力を有するものであり、これを踏まえ廃ガス貯留槽へは 0.76MPa で空気を圧縮できるものとしていた。

一方、空気圧縮機は、その構造上、入口の圧力に依存して出口の圧力が変化する特性を有し、予想性能曲線から予想される空気圧縮機の入口圧力の能力は、吐出圧力 0.5MPa、吐出流量約 50Nm³/h となることが考えられる。

その場合、次ページに示すとおりいくつかの項目で変更が生じる。

表：廃ガス貯留設備の仕様の一部見直し内容及び影響について

廃ガス貯留設備の仕様を一部見直すことにより，影響を受ける対象の条文及びその内容を下表に整理する。

廃ガス貯留設備の仕様	変更前	変更後	対象条文	左記変更を受けたこれまでの説明内容への影響
1. 空気圧縮機の吐出能力	吐出圧力 0.76MPa 吐出流量約 68Nm ³ /h	吐出圧力 0.5MPa 吐出流量約 50Nm ³ /h	✓ 34条（臨界事故） ✓ 37条（TBP等の錯体の急激な分解反応）	✓ 導出完了判断基準 （変更前：0.7MPa 変更後 0.4MPa） ✓ 廃ガス貯留槽内圧力推移図 （最大到達圧力：0.7→0.5MPa）
2. 廃ガス貯留槽の容量	前処理建屋約 5m ³ 精製建屋約 11m ³	前処理建屋約 10m ³ 精製建屋約 21m ³	✓ 34条（臨界事故） ✓ 37条（TBP等の錯体の急激な分解反応）	✓ 放出量評価の機器条件：廃ガス貯留槽の容量 11m³→21m³ （評価では臨界事故発生から1時間にわたって貯留できることとしており，容量の見直し前後においても同条件に変更はないことから，放出量評価値に変更はない）
3. 貯槽の圧力計個数（貯槽数量）	前処理建屋：3基 （貯槽基数2基及び予備貯槽1基） 精製建屋：9基 （貯槽基数8基及び予備貯槽1基）	AA：3基 （変更なし） 精製建屋：12基 （貯槽基数11基及び予備貯槽1基）	✓ 43条（計装設備）	✓ 計装設備 廃ガス貯留設備の圧力計個数

(ハ) 具体的対策

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、重大事故時可溶性中性子吸収材 供給槽（溶解槽における臨界事故の場合は、代替可溶性中性子吸収材緊急供給槽） から自動で臨界事故が発生した機器に可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、中央制御室における緊急停止機能操作によって速やかに固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停止する。

また、安全圧縮空気系の水素掃気用の圧縮空気及び一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気に加え、一般圧縮空気系の空気取出口と臨界事故が発生した機器に接続する配管（溶解設備、精製建屋一時貯留処理設備又は計測制御設備の配管）を可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から空気を臨界事故が発生した機器に供給し水素掃気を実施する。

臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知した場合、廃ガス貯留槽に放射性物質を導出するため、直ちに自動で廃ガス貯留設備の隔離弁を開けるとともに廃ガス貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し廃ガス貯留槽に放射性物質を導く。その後、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、隔離弁を自動で閉止する。精製建屋にあっては隔離弁の自動閉止に加え、排風機を自動で停止する。

上記の導出操作は、廃ガス貯留槽の圧力が所定の圧力 (0.4MPa) に達するまで継続し、所定の圧力に達した場合には、排気経路を廃ガス処理設備に切り替える。

この操作は中央制御室からの操作で、廃ガス処理設備の隔離弁

(二)有効性評価

1) 代表事例

の隔離弁を自動で閉止するとともに排風機を自動で停止することで流路を遮断し、廃ガス貯留槽（容量約 21m^3 ）への導出を開始する。廃ガス貯留槽への導出は、廃ガス貯留槽が所定の圧力へ達するまで継続し、その後精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に切り替える。

水素掃気の流量については、平常運転時に前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽に供給されている一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気は事故後も継続されるとして、 $0.2\text{m}^3/\text{h}$ とし、臨界検知後に一般圧縮空気系の空気取出口と溶解設備の配管又は計測制御設備の配管を、可搬型建屋内ホースにより接続し、一般圧縮空気系から供給する空気の流量は $6\text{m}^3/\text{h}$ とする。

機器に内包する核燃料物質及び放射性物質の組成、濃度、崩壊熱密度は設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定で考慮した条件を設定する。具体的には、実効増倍率の評価においては、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽への燃料せん断片の過装荷が発生したとして、燃料集合体1体に相当する核燃料物質（質量約 $550\text{kg} \cdot \text{UO}_2$ ）が装荷されとする。また、水素濃度の評価においては、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽内の溶液の崩壊熱密度が平常運転時の崩壊熱密度よりも上昇し、溶解液と同様となっていることを想定して、その崩壊熱密度を、再処理する使用済燃料の冷却期間を15年として得られる放射性物質の核種組成を基に算出した、溶解槽が内包する溶解液の平常運転時の最大値（ $600\text{W}/\text{m}^3$ ）とする。

放射性物質の放出量評価における放射性物質濃度は、精製建屋の

(ホ) 有効性評価の結果

1) 拡大防止対策

拡大防止対策の有効性については、臨界事故発生時には可溶性中性子吸収材の自動供給により臨界事故発生後 10 分以内に未臨界に移行するために必要な可溶性中性子吸収材を供給でき、この際、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽において、実効増倍率が 0.94 であり、未臨界に移行できる。また、緊急停止系により固体状の核燃料物質の移送が停止するため、エンドピース酸洗浄槽の実効増倍率は 0.95 を下回り、未臨界を維持できる。

臨界事故の発生により機器内の水素濃度は上昇するが、平常運転時に前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽に供給されている一般圧縮空気系の計測制御用の圧縮空気による水素掃気により、前処理建屋のエンドピース酸洗浄槽においてドライ換算 7 v o 1 %未満となりドライ換算 8 v o 1 %に至らない。臨界検知後 40 分の時点から実施する可搬型建屋内ホースを用いた一般圧縮空気系からの水素掃気用空気の供給及び平常運転時から機器に供給される空気により、廃ガス貯留槽への放射性物質の導出完了 までに 可燃限界濃度未満の状態に移行する。

また、臨界事故の発生を検知してから廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力である 0.4MP a に達するまでの間は、大気中への放射性物質の放出は生じない。廃ガス貯留槽の圧力が規定の圧力に達した後、排気経路を廃ガス貯留槽への経路から廃ガス処理設備に切り替えることで、機器内に残留した放射性物質が放出され、精製建屋の第 7 一時貯留処理槽での臨界事故の場合、大気中への放射性物質の放出量はセシウム-137 換算で約 8×10^{-7} T B q となり、100 T B

7. 重大事故等に対する対策の有効性評価

7.1 臨界事故への対処

7.1.1 臨界事故の拡大防止対策

7.1.1.1 臨界事故の拡大防止対策の具体的内容

(3) 廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留

d. 廃ガス処理設備による換気再開の実施判断

～（略）～

可溶性中性子吸収材の自動供給により、臨界事故が発生した機器が未臨界に移行したことを、臨界事故が発生した機器を収納したセル周辺の線量当量率の低下により確認したうえで、廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力（0.4MPa）に達した場合に、廃ガス貯留槽への導出を完了することとし、廃ガス処理設備による換気再開の実施を判断し、以下のe.へ移行する。

～（略）～

7.1.1.2 臨界事故の拡大防止対策の有効性評価

7.1.1.2.1 有効性評価

- (8) 放出量評価に関連する事故の条件，機器の条件及び操作の条件の具体的な展開

～（略）～

臨界事故において気相中に移行した放射性物質は，機器に供給される空気及び臨界事故に伴う溶液の沸騰で発生した蒸気により廃ガス貯留槽に導かれ，廃ガス貯留槽で貯留されるため，廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力である 0.4MPa に達するまでの期間においては大気中への放射性物質の放出は生じない。

廃ガス貯留槽内の圧力が既定の圧力に達した場合には，廃ガス貯留槽への放射性物質を含む気体の導出を完了し，廃ガス貯留槽への流路から平常運転時の放出経路に切り替える。

この場合でも，廃ガス貯留槽の入口に設けた逆止弁により，廃ガス処理設備の排風機を再起動した場合でも廃ガス貯留槽内の放射性物質を含む気体は廃ガス処理設備に逆流しない。

廃ガス処理設備からの放出経路の切替え以降は，機器の気相部に残留している放射性エアロゾルが廃ガス処理設備において除染されたうえで大気中へ放出される。

廃ガス貯留槽は，臨界事故の検知を起点として1時間にわたって放射性物質を含む気体を貯留できる容量として 約 21m³ を有する。

～（以下変更なし）～

第 7.1－6 表 前処理建屋における臨界事故の廃ガス貯留設備による
放射性物質の貯留の手順と設備の関係

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a.	廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の着手及び実施の判断	・臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知し，論理回路により臨界事故が発生したと判定した場合，廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の着手及び実施を判断し，以下の c. へ移行する。	—	—	・臨界検知用放射線検出器
b.	廃ガス貯留槽への導出	・臨界事故が発生したと判定した場合，直ちに自動で廃ガス貯留設備の隔離弁を開けるとともに廃ガス貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し廃ガス貯留槽に放射性物質を導く。その後，廃ガス処理設備の流路を遮断するため，自動で廃ガス処理設備の隔離弁を閉止する。	・廃ガス処理設備 隔離弁 ・隔離弁 ・空気圧縮機 ・逆止弁 ・廃ガス貯留槽	—	—

(つづき)

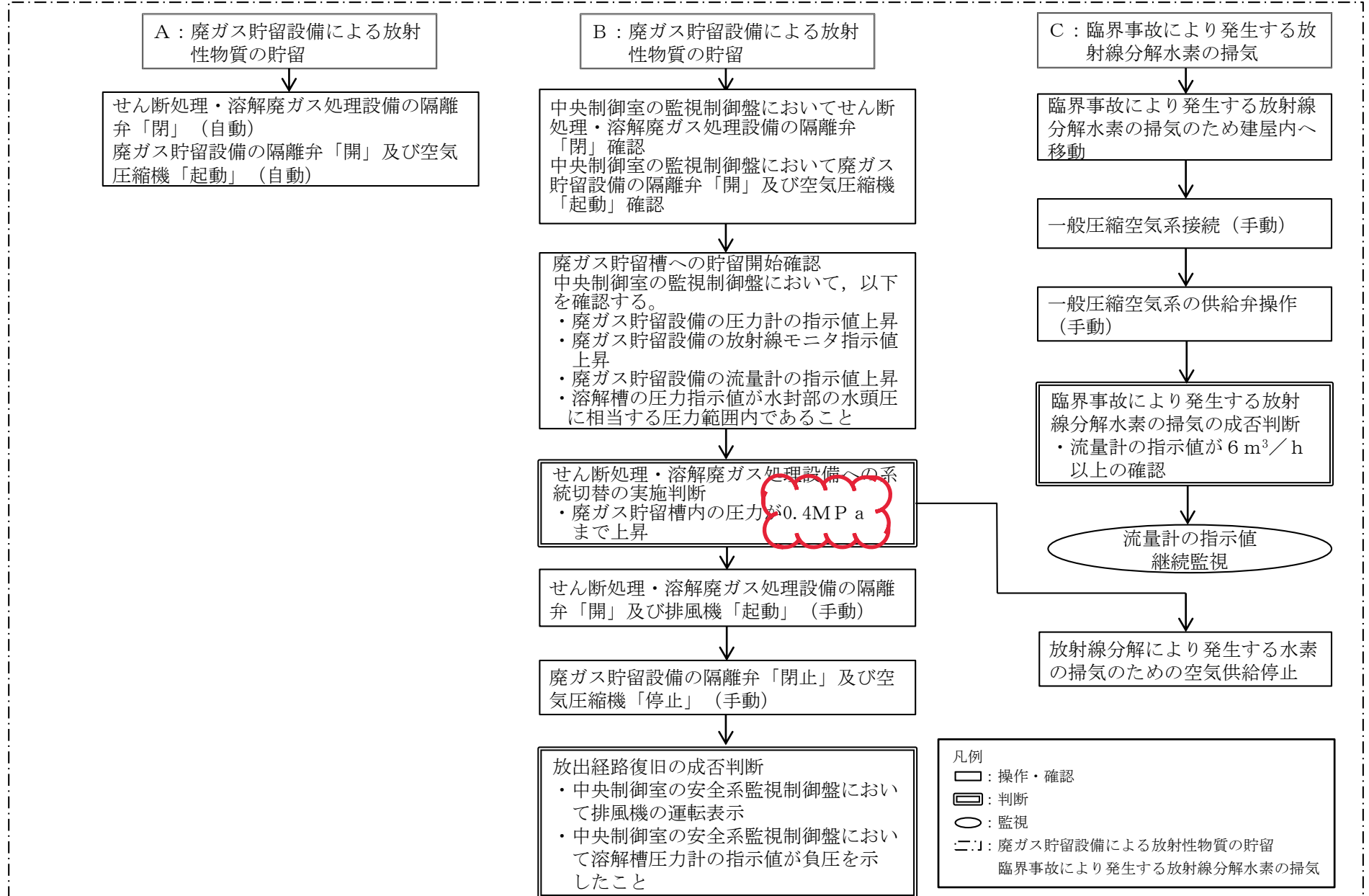
	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	廃ガス貯留槽への導出開始の確認	・廃ガス貯留槽への放射性物質を含む気体の導出開始後、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値の上昇、廃ガス貯留設備の放射線モニタの指示値の上昇及び廃ガス貯留設備の流量計の指示値の上昇により、放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを確認する。 - また、溶解槽の圧力計により、廃ガス処理設備の系統内の圧力が水封部の水頭圧に相当する圧力範囲内に維持され、廃ガス貯留設備による圧力の制御が機能していることを確認する。	—	—	・溶解槽圧力計 ・廃ガス貯留設備の圧力計（前処理施設用） ・廃ガス貯留設備の流量計（前処理施設用） ・廃ガス貯留設備の放射線モニタ（前処理施設用）
d.	廃ガス処理設備による換気再開の実施判断	・廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力（0.4MPa）に達した場合に、廃ガス貯留設備への導出を完了することとし、廃ガス処理設備による換気再開の実施を判断し、以下のe.へ移行する。	—	—	・廃ガス貯留設備の圧力計（前処理施設用）

第 7.1－7 表 精製建屋における臨界事故の廃ガス貯留設備による
放射性物質の貯留の手順と設備の関係

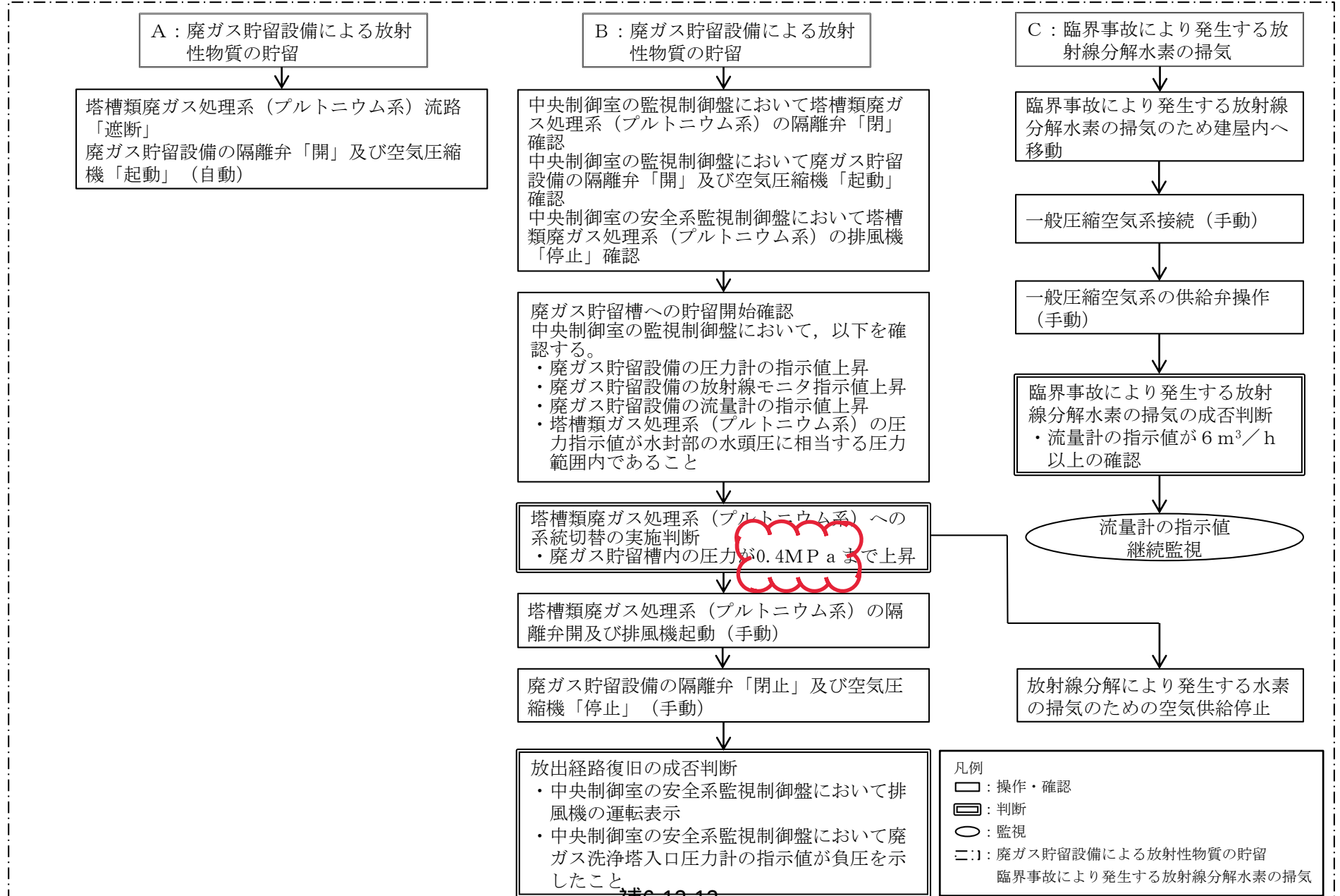
	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
a .	廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の着手及び実施の判断	・臨界検知用放射線検出器により臨界事故の発生を検知し、論理回路により臨界事故が発生したと判定した場合、廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の着手及び実施を判断し、以下の c . へ移行する。	—	—	・臨界検知用放射線検出器
b .	廃ガス貯留槽への導出	・臨界事故が発生したと判定した場合、直ちに自動で廃ガス貯留設備の隔離弁を開くとともに廃ガス貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し廃ガス貯留槽に放射性物質を導く。その後、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、自動で廃ガス処理設備の隔離弁を閉止する。 精製建屋にあっては隔離弁の閉止に加え、自動で精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機を停止する。	・廃ガス処理設備 排風機 ・廃ガス処理設備 隔離弁 ・隔離弁 ・空気圧縮機 ・逆止弁 ・廃ガス貯留槽	—	—

(つづき)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備	計装設備
c.	廃ガス貯留槽への導出開始の確認	・廃ガス貯留槽への放射性物質を含む気体の導出開始後、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値の上昇、廃ガス貯留設備の放射線モニタの指示値の上昇及び廃ガス貯留設備の流量計の指示値の上昇により、放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを確認する。 - また、精製建屋廃ガス処理設備廃ガス処理系（プルトリウム系）の圧力計により、廃ガス処理設備の系統内の圧力が水封部の水頭圧に相当する圧力範囲内に維持され、廃ガス貯留設備による圧力の制御が機能していることを確認する。	—	—	・廃ガス洗浄塔入口圧力計 ・廃ガス貯留設備の圧力計（精製施設用） ・廃ガス貯留設備の流量計（精製施設用） ・廃ガス貯留設備の放射線モニタ（精製施設用）
d.	廃ガス処理設備による換気再開の実施判断	・廃ガス貯留槽内の圧力が規定の圧力 <u>(0.4MPa)</u> に達した場合に、廃ガス貯留設備への導出を完了することとし、廃ガス処理設備による換気再開の実施を判断し、以下の e. へ移行する。	—	—	・廃ガス貯留設備の圧力計（精製施設用）



補6-13-12



補6-13-13

(b) 重大事故等対処設備

(i) 放出抑制設備

(ii) 廃ガス貯留設備

(a) 廃ガス貯留設備（前処理建屋用）

廃ガス貯留設備の隔離弁 4基（2基／系列×2系列）

材 料 ステンレス鋼

廃ガス貯留設備の空気圧縮機 2台

吐出圧力 約0.5MPa

容量 約50m³／h [normal]／台

廃ガス貯留設備の逆止弁 1基

材 料 ステンレス鋼

廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽 1式

材 料 ステンレス鋼

容 量 約10m³

(b) 廃ガス貯留設備（精製建屋用）

廃ガス貯留設備の隔離弁 2基

材 料 ステンレス鋼

廃ガス貯留設備の空気圧縮機 3台

吐出圧力 約0.5MPa

容量 約50m³／h [normal]／台

廃ガス貯留設備の逆止弁 1基

材 料 ステンレス鋼

廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽 1式

材 料 ステンレス鋼

容 量 約21m³

留槽（以下1. では「廃ガス貯留槽」という。）に放射性物質を含む気体を導出する。そのため、廃ガス貯留設備の隔離弁を自動で開けるとともに廃ガス貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し、廃ガス貯留槽に放射性物質を含む気体を導出する。同時に、廃ガス処理設備の流路を遮断するため、自動で廃ガス処理設備の隔離弁を閉止する。精製建屋にあっては廃ガス処理設備の隔離弁の閉止に加え、自動で廃ガス処理設備の排風機を停止する。

放射性物質を含む気体を廃ガス貯留槽に導出完了後、廃ガス処理設備を再起動し、高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧する。

廃ガス貯留設備は、廃ガス処理系統内の空気を1時間にわたって貯留できる設計としている。廃ガス貯留設備による放射性物質を含む気体の貯留に係る流量及び圧力の変化の概要図を第1-16図(1)及び(2)に、制御の概念図を第1-16図(3)及び(4)に示す。

(i) 手順着手の判断基準

異なる3台の臨界検知用放射線検出器のうち、2台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界の核分裂反応に伴って放出されるガンマ線による線量当量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定した場合。

(ii) 操作手順

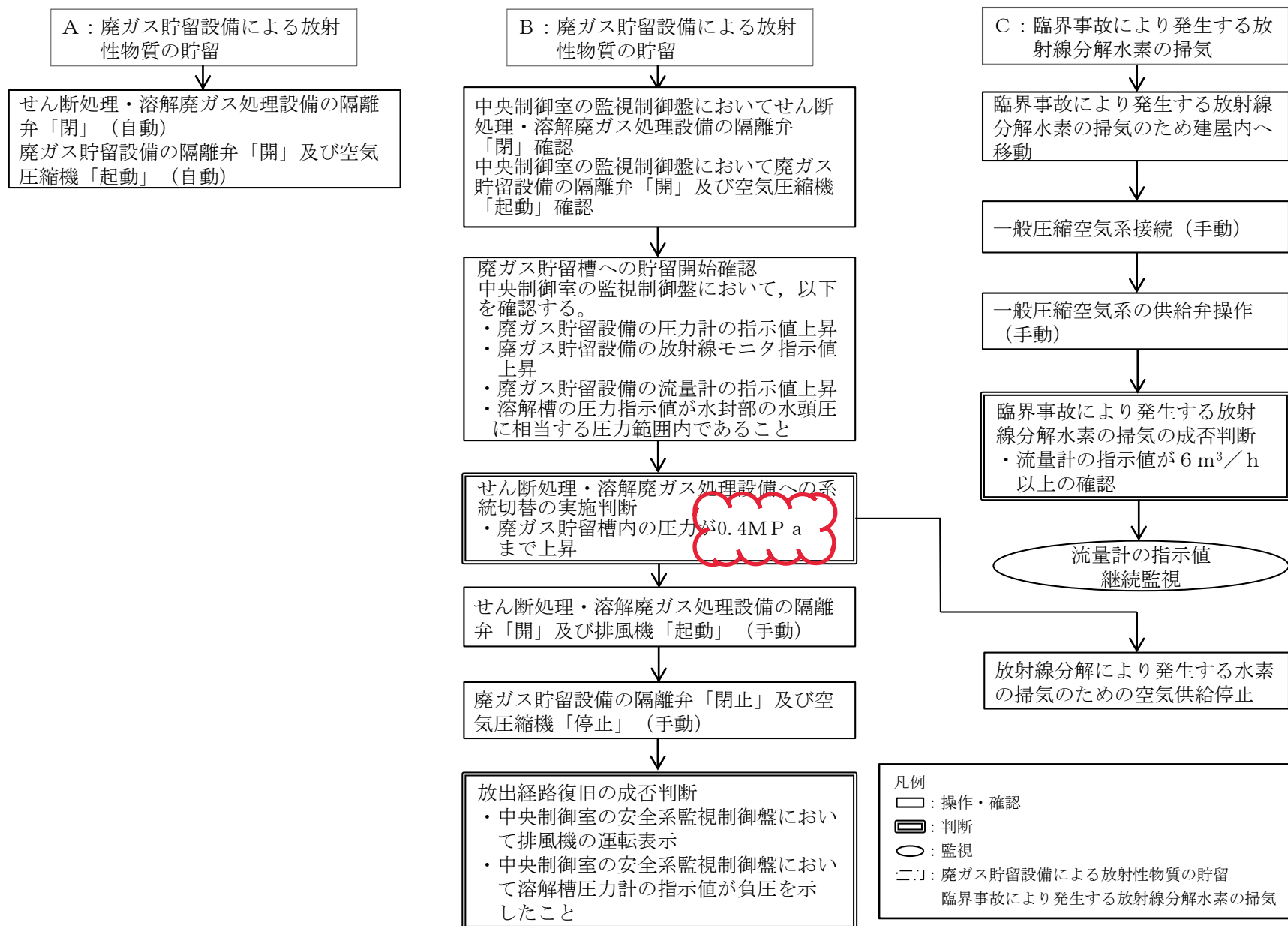
廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の手順の概要は以下のとおり。廃ガス処理設備への系統切替の実施は、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値が0.4MPaに達した場合とする。手順の対応フローを第1-2図から第1-3図、概要図を第1-17図から第1-18図、タイムチャートを第1-14図から第1-15図に示す。また、本対処における

各対策の判断方法と判断基準を第1－5表に示す。

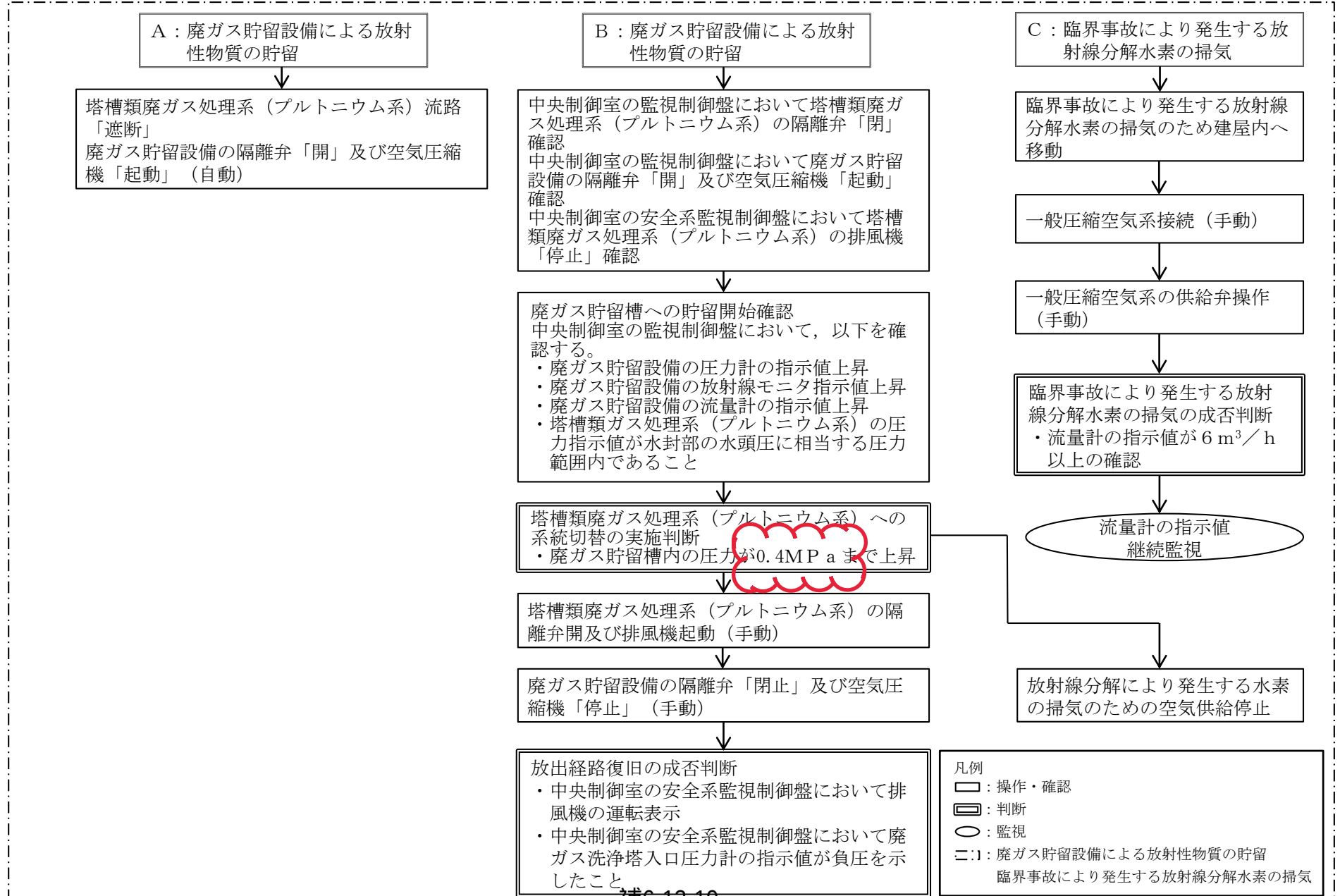
- ① 実施責任者は、手順着手の判断基準に基づき、実施組織要員に放射性物質を含む気体の廃ガス貯留槽への導出が自動的に開始されたことを確認するよう指示する。
- ② 実施組織要員は、中央制御室の監視制御盤において、廃ガス処理設備の隔離弁が閉となったこと、廃ガス貯留設備の隔離弁が開となったこと及び廃ガス貯留設備の空気圧縮機が起動していることを確認する。さらに、精製建屋にあっては、中央制御室の安全系監視制御盤において、廃ガス処理設備の排風機が停止したことを確認する。
- ③ 実施組織要員は、廃ガス貯留槽へ放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを、中央制御室の監視制御盤において、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値の上昇、廃ガス貯留槽入口に設置する廃ガス貯留設備の放射線モニタの指示値の上昇及び廃ガス貯留設備の流量計の指示値の上昇により確認する。また、実施組織要員は、溶解槽圧力計又は廃ガス洗浄塔入口圧力計により、廃ガス処理設備の系統内の圧力が水封部の水頭圧に相当する圧力範囲内に維持され、廃ガス貯留設備による圧力の制御が機能していることを確認する。
- ④ 実施責任者は、廃ガス貯留槽内の圧力が0.4MPaに達した場合に、放射性物質を含む気体の導出完了と判断し、実施組織要員に廃ガス処理設備への系統切替を指示する。
- ⑤ 実施組織要員は、中央制御室において、廃ガス処理設備の隔離弁を開とするとともに、廃ガス処理設備の排風機を起動して、

第 1－5 表 臨界事故への対処における各対策の判断方法と判断基準

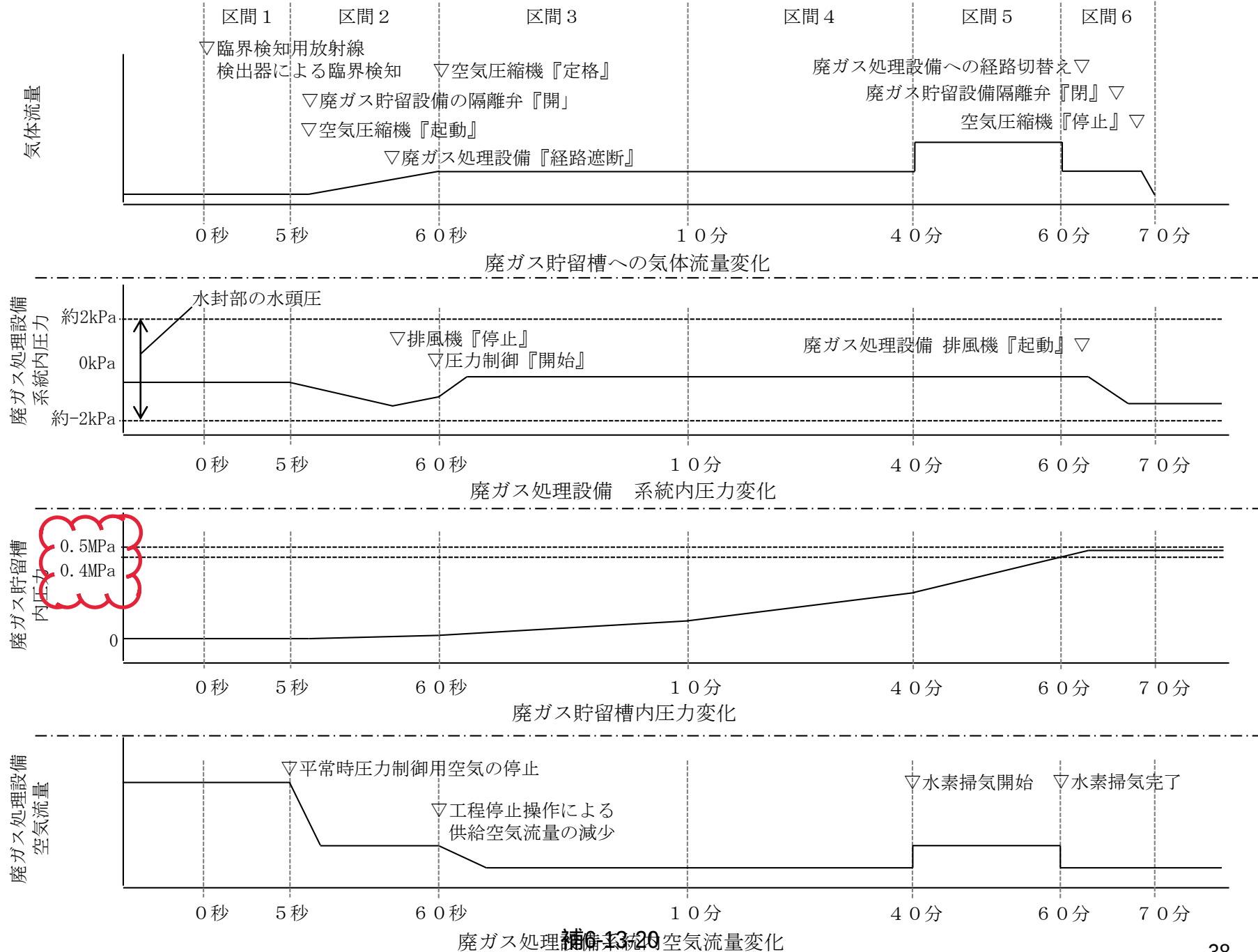
判断項目	判断方法	判断基準
未臨界への移行の成否判断	中性子線用サーベイメータ等を用いて臨界事故が発生した機器を収納したセル周辺の線量当量率の計測	線量当量率が平常運転時程度まで低下したこと
固体状又は液体状の核燃料物質の移送停止の成否判断	中央制御室の緊急停止操作スイッチにおいて、状態表示ランプの点灯確認	中央制御室の緊急停止操作スイッチにおいて、状態表示ランプが点灯したこと
臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気の成否判断	可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により、供給されている空気の流量の計測	可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計の指示値が $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上であること
廃ガス処理設備への系統切替の実施判断	廃ガス貯留設備の圧力計により、廃ガス貯留槽内の圧力の計測	廃ガス貯留設備の圧力計の指示値が 0.4 MPa に達したこと
換気復旧の成否判断	中央制御室の安全系監視制御盤において、排風機の運転表示及び溶解槽圧力計又は廃ガス洗浄塔入口圧力計の指示値確認	中央制御室の安全系監視制御盤において、排風機の運転表示及び溶解槽圧力計又は廃ガス洗浄塔入口圧力計の指示値が負圧を示したこと



補6-13-18



第 1 - 3 図 精製建屋の臨界事故の拡大防止対策における対応フロー（2 / 2）



第1-16図(1) 廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留に係る流量及び圧力の変化 概要図

区間	説明	廃ガス貯留槽への気体流量	廃ガス処理設備の系統内圧力	廃ガス貯留槽内圧力	廃ガス処理設備の系統内空気流量
区間 1	臨界検知用放射線検出器による臨界検知を起点として、廃ガス貯留設備の起動信号が発出する。	廃ガス貯留槽への経路確立前であり、流量はゼロとなる。	平常運転どおり。	廃ガス貯留槽への経路確立前であり、大気圧相当である。	平常運転どおり。
区間 2	廃ガス貯留設備の隔離弁が自動的に開となり、空気圧縮機が自動的に起動する。 また、平常時の廃ガス処理設備の圧力制御用空気が自動的に停止する。 その後、廃ガス処理設備の隔離弁が自動的に「閉止」及び排風機が自動的に「停止」する。	空気圧縮機の起動に伴い、徐々に空気流量が増加する。	廃ガス処理設備の圧力制御用空気が停止することで、圧力が平常時よりも低下する。その後、廃ガス処理設備の排風機が停止することで徐々に圧力が上昇する。	空気圧縮機の起動に伴い、徐々に圧力が増加する。	廃ガス処理設備の圧力制御用空気が停止することで、流量が低下する。
区間 3	空気圧縮機の流量が定格に到達する。 また、緊急停止系による工程停止操作により、工程内に供給されていた圧縮空気が停止する。	空気圧縮機定格到達により、一定流量となる。	廃ガス貯留設備による圧力制御により、系統内の圧力が一定となるよう制御される。	空気圧縮機の起動に伴い、徐々に圧力が増加する。	緊急停止系による工程停止操作により、流量が低下する。
区間 4	区間 3 と同様。	区間 3 と同様。	区間 3 と同様。	区間 3 と同様。	区間 3 と同様。
区間 5	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気のため一般圧縮空気系から手動にて空気を供給する。	追加で供給される空気により流量が増加する。	系統内流量が増加するものの、廃ガス貯留設備による圧力制御により、系統内の圧力は一定に制御される。	流量増加により圧力上昇の傾きが微増となる。	追加で供給される空気により流量が増加する。
区間 6	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気終了により、一般圧縮空気系からの空気の供給を停止する。 また、廃ガス貯留槽の圧力が 0.4MPa に達することで、廃ガス処理設備の隔離弁を開放し、排風機を起動する。	追加供給空気の停止により流量が低下する。 その後、廃ガス貯留設備の空気圧縮機の停止によりゼロとなる。	一時的に廃ガス貯留槽への経路と排風機への経路が構築され、系統内圧力は深くなる。 その後、廃ガス処理設備の圧力制御用空気の供給が再開していないため、平常時の圧力よりも低下して整定する。	空気圧縮機の停止まで圧力は増加するが、空気圧縮機の吐出圧力に達する前に廃ガス処理設備からの経路に復旧するため、吐出圧力よりも低い圧力で整定する。	廃ガス処理設備の圧力制御用空気の供給が再開していないため、平常時の流量よりも低下して整定する。

補6-13-21

臨界事故の拡大を防止するための手順等			
方針目的	臨界事故が発生した場合に対して、未臨界に移行し、及び未臨界を維持するための手順を整備する。 また、臨界事故に伴い気相中に移行する放射性物質をセル内に設置された配管の外部へ排出するための手順及び放射性物質の大気中への放出による影響を緩和するための手順を整備する。		
対応手段等	臨界事故拡大防止	可溶性中性子吸収材の自動供給	【可溶性中性子吸収材の自動供給の着手判断及び実施判断】 異なる3台の臨界検知用放射線検出器のうち、2台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界の核分裂反応に伴って放出されるガンマ線による線量当量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定した場合、手順に着手する。 【可溶性中性子吸収材の供給】 臨界事故が発生した場合、未臨界に移行するため、重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽、重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁及び重大事故時可溶性中性子吸収材供給系配管・弁又は代替可溶性中性子吸収材緊急供給槽、代替可溶性中性子吸収材緊急供給弁及び代替可溶性中性子吸収材緊急供給系主配管・弁により直ちに自動で臨界事故が発生している機器に、可溶性中性子吸収材を重力流で供給する。 【可溶性中性子吸収材の供給開始の確認】 中央制御室の監視制御盤において、重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁又は代替可溶性中性子吸収材緊急供給弁が開となったことを確認することで、臨界事故が発生した機器に可溶性中性子吸収材の供給が開始されたことを確認する。 【緊急停止系の操作】 未臨界を維持するため、中央制御室における緊急停止系の操作によって、臨界事故が発生した機器を収納する建屋に応じ速やかに固体状又は液体状の核燃料物質の移送を停止する。 【未臨界への移行の成否判断及び未臨界の維持の確認】 中性子線用サーベイメータ及びガンマ線用サーベイメータを用いて臨界事故が発生した機器を収納したセル周辺の線量当量率を計測し、線量当量率が平常運転時程度まで低下したことにより未臨界への移行の成否を判断し、未臨界の維持の確認を行う。

臨界事故の拡大を防止するための手順等			
	臨界事故拡大防止	臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	【臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気の着手判断及び実施判断】 異なる3台の臨界検知用放射線検出器のうち、2台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界の核分裂反応に伴って放出されるガンマ線による線量当量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定した場合、手順に着手する。 【一般圧縮空気系からの空気の供給】 臨界事故が発生した場合に、溶液の放射線分解により発生する水素（以下第4表では「放射線分解水素」という。）を掃気し、機器の気相部における水素濃度がドライ換算8vol%に至ることを防止するため、可搬型建屋内ホースを用いて一般圧縮空気系と臨界事故が発生した機器を接続し、可搬型建屋内ホースに可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計を接続する。 一般圧縮空気系の供給弁を操作し、臨界事故が発生した機器に空気を供給する。この際の空気流量は、機器によらず6m³/h以上とし、可搬型建屋内ホースに設置している流量調節弁により流量を調整する。 可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により、臨界事故が発生した機器に供給された空気の流量を計測する。 【一般圧縮空気系からの空気の供給の成否判断】 可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計の指示値が6m³/h以上であることにより、一般圧縮空気系からの空気の供給の成否を判断する。 廃ガス貯留槽による放射性物質を含む気体の導出完了後、一般圧縮空気系の供給弁を操作し、空気の供給を停止する。

	臨界事故拡大防止	廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留	【廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の着手判断及び実施判断】 異なる3台の臨界検知用放射線検出器のうち、2台以上の臨界検知用放射線検出器が臨界の核分裂反応に伴って放出されるガンマ線による線量当量率の上昇を同時に検知し、論理回路により、臨界事故の発生を想定する機器において、臨界事故が発生したと判定した場合、手順に着手する。 【廃ガス貯留槽への導出】 臨界事故により気相中に移行した放射性物質の大気中への放出量を低減するため、廃ガス貯留槽に放射性物質を含む気体を導出する。そのため、廃ガス貯留設備の隔離弁を自動で開けるとともに廃ガス貯留設備の空気圧縮機を自動で起動し、廃ガス貯留槽に放射性物質を含む気体を導出する。同時に、せん断処理・溶解廃ガス処理設備又は精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下第4表では「廃ガス処理設備」という。）の流路を遮断するため、自動で廃ガス処理設備の隔離弁を閉止する。精製建屋にあっては廃ガス処理設備の隔離弁の閉止に加え、自動で廃ガス処理設備の排風機を停止する。 【廃ガス貯留槽への導出開始の確認】 廃ガス貯留槽へ放射性物質を含む気体の導出が開始されたことを、中央制御室の監視制御盤において、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値の上昇、廃ガス貯留槽内入口に設置する廃ガス貯留設備の放射線モニタの指示値の上昇及び廃ガス貯留設備の流量計の指示値により確認する。 【廃ガス処理設備による換気再開の実施判断】 放射性物質を含む気体を廃ガス貯留槽に導出完了後、廃ガス処理設備を再起動し、高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧する。 廃ガス処理設備への系統切替の実施は、廃ガス貯留設備の圧力計の指示値が0.4MPaに達した場合とする。
--	-----------------	---------------------------	---

臨界事故の拡大を防止するための手順等			
			【廃ガス処理設備による換気再開】 中央制御室において、廃ガス処理設備の隔離弁を開くとするとともに、廃ガス処理設備の排風機を起動して、高い除染能力が期待できる平常運転時の放出経路に復旧する。 中央制御室において、廃ガス処理設備の排風機を起動した後に、廃ガス貯留設備の隔離弁を閉止し、廃ガス貯留設備の空気圧縮機を停止する。 【廃ガス処理設備による換気再開の成否判断】 放射性物質を含む気体の放出経路が平常運転時の放出経路に復旧したことを、中央制御室の安全系監視制御盤の排風機の運転表示及び溶解槽圧力計又は廃ガス洗浄塔入口圧力計の指示値が負圧を示したことにより確認する。 【大気中への放射性物質の放出の状態監視】 排気モニタリング設備により、主排気等から大気中への放射性物質の放出状況を監視する。

配慮すべき事項	重大事故時の対応手段の選択	臨界事故の拡大防止対策	臨界事故が発生した場合には、可溶性中性子吸収材の自動供給の手順に従い、未臨界に移行し、及び未臨界を維持する。 また、臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気対策の手順に従い、機器の気相部における水素濃度がドライ換算 8 v o 1 % に至ることを防止する。 さらに、廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留の手順に従い、放射性物質の大気中への放出量を低減する。 臨界事故の拡大を防止するための対応においては、対応手段の選択を要しない。
	作業性		重大事故の対処においては、通常的安全対策に加えて、放射線環境や作業環境に応じた防護具の配備を行い、移動時及び作業時の状況に応じて着用することとする。
	電源確保		臨界事故は、内的事象の「動的機器の多重故障」の組み合わせにより発生し、外部電源の喪失では異常が進展せず臨界事故が発生しないことから、外部電源の喪失を想定しない。したがって、臨界事故への対処においては設計基準設備の電気設備を重大事故等対処設備として使用する。
	放射線防護	放射線管理	重大事故の対処においては、通常的安全対策に加えて、放射線環境や作業環境に応じた防護具の配備を行い、移動時及び作業時の状況に応じて着用することとする。 線量管理については、個人線量計を着用し、1 作業当たり 10m S v 以下とすることを目安に管理する。