

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る 新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

指摘事項に対する回答

第15条:設計基準事故の拡大の防止

第22条:重大事故等の拡大の防止等

核燃料物質の加工の事業に係る加工事業者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力(1. 1. 1 重大事故等の発生を防止するための手順等, 1. 1. 2 手順書の整備, 訓練の実施及び体制の整備, 2. 1. 4 共通事項)



日本原燃株式会社

令和2年5月26日

第349回審査会合での指摘事項に対する回答 第15条：設計基準事故の拡大の防止（1/2）



DBAの評価については、安重として選定されたものが適切か判断するものであり、ダンパの機能がなくても公衆に影響がないと判断できるのか、5条14条の整理を踏まえて整理すること。

⇒ 5条, 14条の整理で, 延焼防止ダンパ及びピストンダンパについては消火機能として期待することとして安全上重要な施設に選定したことから, 15条設計基準事故においても, 火災の消火機能として機能を期待することとする。

【47ページ(参考資料1)参照】

第349回審査会合での指摘事項に対する回答

第15条：設計基準事故の拡大の防止（2/2）

第22条：重大事故等の拡大の防止等（1/4）



第15条

MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性として詳細を説明しているが、設計対応しているため事象発生はないという説明は不要である。安全機能の機能喪失による設計基準事故への進展として、体系立てて22条の整理も踏まえて整理すること。また、各事象においては駆動力がなければ外部放出に至らないことを本文中でも明確に記載すること。

第22条

整理資料の本文中でも、選定結果やその過程の考え方（駆動力による影響等）を記載すること。

DBAでどういう機能喪失の重ね合わせを考えたのか、SAでは追加で何を考えたのか、火災について明示的な記載がないため、事象ごとに整理した上で、記載すること。

⇒ 設計基準事故として考慮する安全機能の喪失による進展と、重大事故として考慮する安全機能の喪失による進展の関係について次ページ以降に示す。

なお、静的機器については内の事象により機能が損なわれることは想定しない(8頁参照)。また、事故の選定にあたっては、MOX燃料加工施設周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認する観点から、駆動力を伴いMOXを外部に放出する可能性のある事象を選定する。

【28ページ～61ページ(参考資料1, 参考資料2)参照】

第349回審査会合での指摘事項に対する回答

第15条：設計基準事故の拡大の防止（2/2）



核燃料物質による臨界

- ・核的制限値(寸法)の維持機能(静的機器)
- ・単一ユニット間の距離の維持機能(静的機器)

喪失せず

核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象としてグローブボックス内への運転管理の上限値を超えての誤搬入を想定



核燃料物質の誤搬入が1回発生することを想定したとしても、未臨界質量を超えることはなく、最適臨界条件に達することはない



臨界は発生しない

閉じ込め機能の不全

①グローブボックス等の損傷

- ・プルトニウムの閉じ込めの機能(静的機器)
 - ・排気経路の維持機能(静的機器)
 - ・事故時の排気経路の維持機能(静的機器)
 - ・焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能(静的機器)
 - ・熱的制限値の維持機能(動的機器)
 - ・小規模焼結処理装置の加熱停止機能(動的機器)
- 喪失せず
- 喪失を想定
⇒焼結炉等内で拡散燃焼
⇒駆動力なし

②負圧の喪失

- ・排気経路の維持機能(静的機器)
 - ・事故時の排気経路の維持機能(静的機器)
 - ・排気機能(動的機器)
 - ・焼結炉等内の負圧維持機能(動的機器)
- 喪失せず
- 喪失を想定
⇒MOXは静置された状態
⇒駆動力なし

③異常な外部への放出

- ・MOXの捕集・浄化機能(静的機器)⇒喪失せず
- ・水素濃度の維持機能(動的機器)⇒喪失を想定
⇒焼結炉等内で拡散燃焼
⇒駆動力なし
- ・火災の感知・消火機能(動的機器)⇒喪失を想定
⇒火災との組み合わせで外部に放出



閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象として火災が発生した状態での火災の感知・消火機能の単一故障を想定

第349回審査会合での指摘事項に対する回答

第22条: 重大事故等の拡大の防止等 (1/4)



重大事故の選定に当たっての前提条件は以下のとおり

外的事象: 設計基準事故における想定を超える規模の事象発生を考慮

⇒地震では基準地震動を1.2倍した地震動を考慮する設計とした設備以外の損傷を想定

基準地震動を1.2倍した地震動を考慮する設計とした設備

- 地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備は、基準地震動を1.2倍した地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- 臨界事故の発生防止の観点で、重大事故等対処設備以外の下記設備は、基準地震動を1.2倍した地震力に対して、必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。
 - 単一ユニット間の距離の維持機能有する設備
 - 溢水源から除外する設備
 - 溢水防護対象設備を溢水から防護する設備

内的事象: 設計基準事故で想定した設計基準事故に至るおそれがある事象を超える規模の事象発生を想定

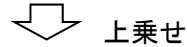
第349回審査会合での指摘事項に対する回答

第22条：重大事故等の拡大の防止等（1/4）



外的事象による臨界事故

設計基準では機能を喪失しない



地震により基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷を想定



最適臨界条件にはならないことから臨界は発生しない

外的事象による閉じ込める機能の喪失

設計基準では機能を喪失しない

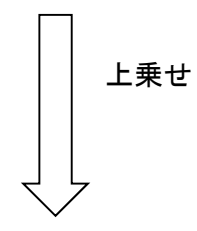


地震により基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷を想定



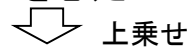
多重の機能喪失を想定 + 8GBでの火災の継続を想定

設計基準では火災は消火可能



内的事象による臨界事故

設計基準では核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象としてグローブボックス内への運転管理の上限値を超えての誤搬入を想定



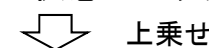
グローブボックス内への繰り返しの誤搬入を想定



時間余裕が長く、多数回の確認により異常検知が可能⇒臨界事故は発生しない

内的事象による閉じ込める機能の喪失

設計基準では閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象として火災が発生した状態での火災の感知・消火機能の単一故障を想定



火災が発生した状態での火災の感知・消火機能の多重故障を想定

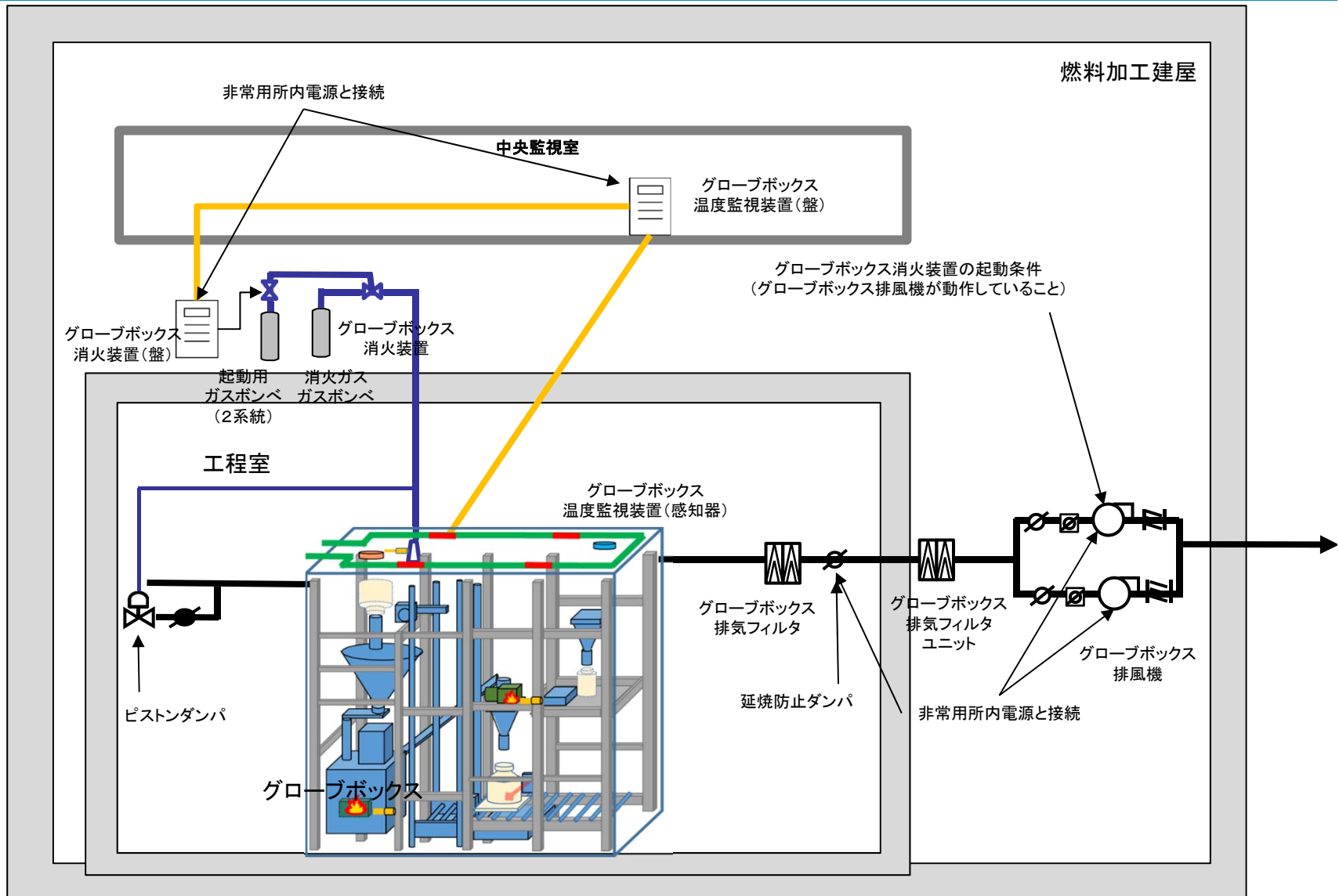
第349回審査会合での指摘事項に対する回答
 第15条：設計基準事故の拡大の防止（2/2）
 第22条：重大事故等の拡大の防止等（1/4）



設計基準事故時に機能を期待する安全上重要な施設

機能	設備	動的／静的	駆動源	動的機器の多重化	備考
火災の感知機能	グローブボックス温度監視装置	動的	必要 (非常用所内電源設備と接続)	感知器を多様化	—
火災の消火機能	グローブボックス消火装置	動的	必要 (非常用所内電源設備と接続)	消火ガス起動の系統を多重化	グローブボックス排風機が稼働していることが起動の条件
	延焼防止ダンパ	動的	必要 (非常用所内電源設備と接続)	起動部分を多重化	—
	ピストンダンパ	動的	必要 (消火ガス)	消火ガス起動の系統を多重化	消火ガスの圧力により閉止
MOXの捕集・浄化機能	グローブボックス排気フィルタ	静的	不要	—	—
	グローブボックス排気フィルタユニット	静的	不要	—	—
排気経路の維持機能	グローブボックス排気ダクト	静的	不要	—	—
排気機能	グローブボックス排風機	動的	必要 (非常用所内電源設備と接続)	2系統設置	—
安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能	非常用所内電源設備	動的	—	2系統設置	—

第349回審査会合での指摘事項に対する回答
 第15条：設計基準事故の拡大の防止（2/2）
 第22条：重大事故等の拡大の防止等（1/4）

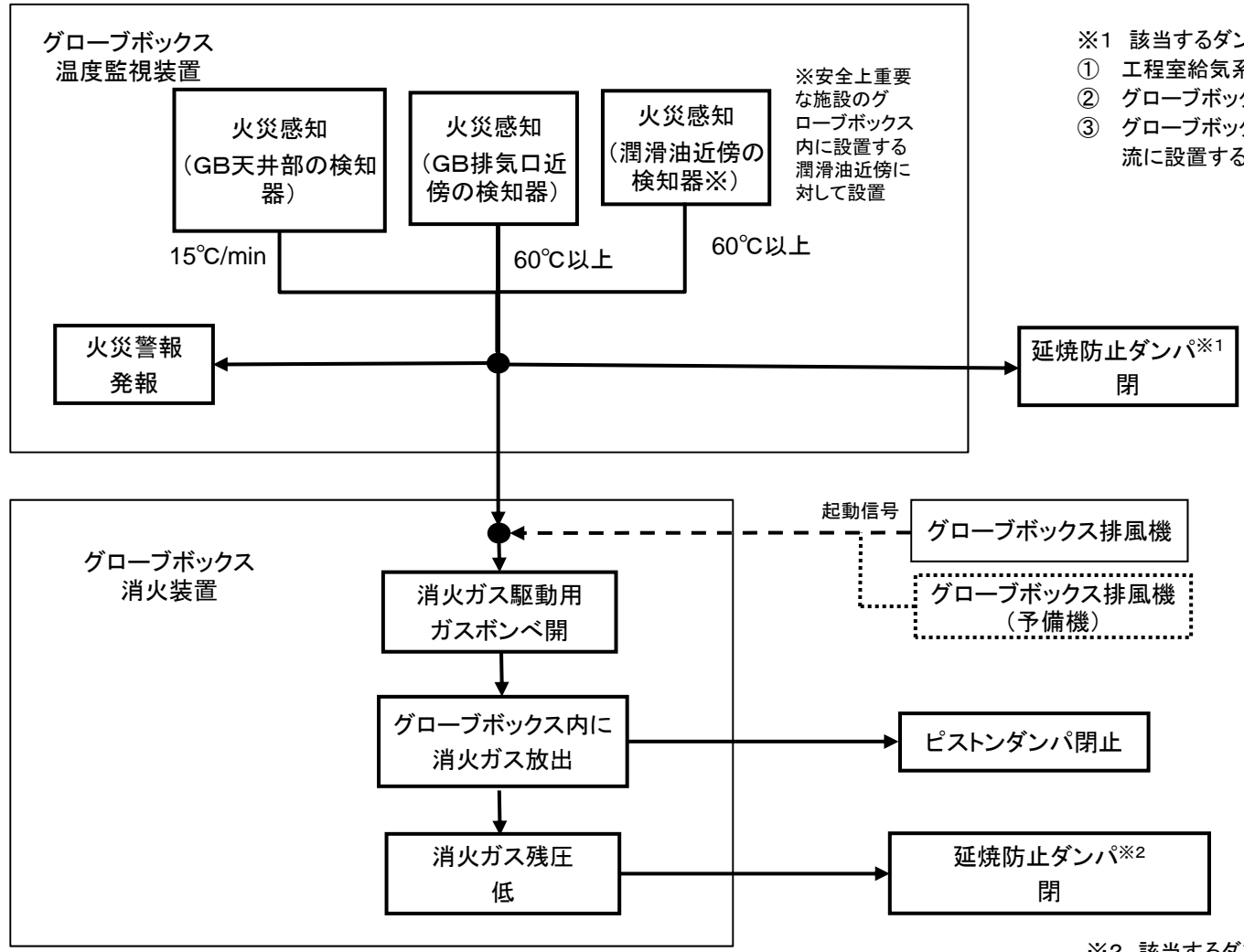


設計基準事故時に機能を期待する安全上重要な施設のイメージ

第349回審査会合での指摘事項に対する回答
 第15条：設計基準事故の拡大の防止（2/2）
 第22条：重大事故等の拡大の防止等（1/4）



火災の検知から消火ガス放出までのシーケンス



※1 該当するダンパは以下。

- ① 工程室給気系に設置する延焼防止ダンパ
- ② グローブボックス給気系に設置する延焼防止ダンパ
- ③ グローブボックス排気系のカウンタバランスダンパ下流に設置する延焼防止ダンパ

※2 該当するダンパは以下
 当該火災区域のグローブボックス排気ダクトの延焼防止ダンパ

第349回審査会合での指摘事項に対する回答 第22条：重大事故等の拡大の防止等（2/4）



再処理では内部事象のかさ上げとして、配管全周破断も考慮しているため、同様に考慮する必要があるのではないかと。MOX施設において、プロセス系に水系統がなく、設計基準と溢水量の考え方が変わらない(想定破損による溢水量、地震による溢水量)というのであれば、その考え方について記載すること。

⇒ MOX燃料加工施設の特徴として、主要工程で高温、高圧の流体を内包する配管等はないこと、腐食性の液体を内包する安全上重要な施設がなく、非腐食性の物質による劣化の進行は緩やかであり、保守点検により健全性を維持することが可能であることから、配管の破断については考慮していない。

なお、配管等の損傷については、「第11条 溢水による損傷の防止」において想定破損として考慮し、安全上重要な施設に影響を与えない設計としている。

また、重大事故の起因として溢水は考慮していないが、設計基準において見込んでいる想定破損による溢水量については、重大事故の想定においても保有水量が変わらないことから規模の拡大はない。また、緊急遮断弁及び堰については、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計としていることから、重大事故で想定する地震においても機能喪失することはなく、溢水量も変わらない。

第349回審査会合での指摘事項に対する回答
 第22条：重大事故等の拡大の防止等（3/4）



「火山の影響がある場合には工程を停止する」について、工程停止の位置付けについて整理すること。

技術的能力

MOXの対策では水を使用するイメージはないが、干ばつでも工程停止を実施するのか。22条との繋がりを考えて、何を干ばつとして考えるのか整理すること。

⇒ 重大事故の選定において考慮する外部事象について以下に示す。

地震	基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備が損傷
森林火災	消火活動を行うことにより安全上重要な施設の機能は喪失しない
草原火災	消火活動を行うことにより安全上重要な施設の機能は喪失しない
火山(火山灰の堆積)	除灰を行うことにより安全上重要な施設の機能は喪失しない
火山(フィルタ目詰まり)	全交流電源喪失が想定されるが、降灰予報により全工程停止すること、火災の発生と火山の噴火は関連性が認められない事象であること、火災発生直後に火山が噴火したとしても消火可能であることから重大事故の起因とはならない。
積雪	除雪を行うことにより安全上重要な施設の機能は喪失しない

第349回審査会合での指摘事項に対する回答 第22条：重大事故等の拡大の防止等（3/4）



重大事故の選定において期待している措置については、下記の通り設計基準で実施するものである。

森林火災	森林火災発生時は、自衛消防隊の消火班による事前散水により延焼防止を図る
草原火災	草原火災発生時は、自衛消防隊の消火班による事前散水により延焼防止を図る
火山(火山灰の堆積)	降灰予報(「やや多量」以上)を確認した場合は除灰作業の準備を実施する。また、降灰を確認したのち必要に応じ、除灰作業を実施する。
火山(フィルタ目詰まり)	降灰予報(「やや多量」以上)を確認した場合は全工程停止、送排風機の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する
積雪	設計基準を上回る規模の積雪(190cm)が予想される場合に、降雪の状況に応じて除雪作業を実施する

第349回審査会合での指摘事項に対する回答 第22条：重大事故等の拡大の防止等（4/4）



対処の判断基準として、パラメータが必要ではないのか。対処が完了し、事態が収束したという判断にも使用するものと考え。有効性評価の基本的考え方では「有効性評価は、発生を想定する重大事故の特徴を基に重大事故等の進展を考慮し、放射性物質の放出に寄与するパラメータを評価する」と記載されているが、6. で記載されていないため、記載すること。また、作業環境として、火災による温度や圧力の記載があるが、放出に至る放射性物質の流れのもとになるため、プラント状況として記載すること。

⇒ 有効性評価におけるパラメータとしては、対処の判断基準に用いるものと、放出量評価に用いるものがある。

パラメータの設定にあたっては、実現象として事故時の事象の進展がどのようなものかを整理したうえで、各対処の実施の判断や対処の成功の判断に使用するパラメータとその判断基準値を設定する。

また、放出量評価においても実現象として、どういった放出経路でどのような駆動力により外部への放出に至るかを分析し、実現象を包含するようパラメータを設定する。

これらの方針と設定したパラメータについては整理資料に記載する。

【62ページ～68ページ(参考資料2, 参考資料3)参照】

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (1/15)



資料にはMOX施設の特徴が記載されているが、事故の特徴としては設計基準事故の入口の説明しか記載されていないため、設計基準事故及び重大事故の状況を整理し、重大事故に至るおそれがある事象から重大事故の発生までの流れを明確にし、それらに手順の詳細や体制の整備等がつながるように整理して記載すること。

- ・手順に移行する判断として、重大事故に至るおそれのある事象と記載されているため、判断基準が分からない。安全機能喪失の判断基準が同じであるとする、外的事象と内的事象で判断基準をかき分けることがおかしい。判断フロー及び安全機能喪失の判断基準を整理すること。
- ・全交流電源の喪失で中央監視室が機能喪失となり結果的に安全機能喪失となるのであれば今の記載で抜けているのでその旨記載すること。
- ・全交流電源喪失時に監視系が使用できず火災が発生しているか分からない状態で、消火剤を吹くのか。監視系の故障か火災なのかが分からない状態で何を判断基準として消火剤を吹くのか。
- ・発生防止対策および拡大防止対策を同時に判断するとされているが、同時に判断は可能なのか。
- ・重大事故に至るおそれがあるとする判断が早く、発生防止対策から拡大防止対策となる部分に判断基準があるのではないか。単なる機器の故障でも重大事故等対処を実施したこととなることも含めて全体的な位置付けを整理すること。

発生防止について、どのような状態に対して何を実施するのか整理すること。

⇒22条の事故シナリオを踏まえて設計基準事故と重大事故との関係を整理し、重大事故等対策(発生防止, 拡大防止)の判断基準を含めた概要を次ページ以降に示す。また本内容を整理資料に記載した。

【28ページ～63ページ(参考資料1, 参考資料2)参照】

MOX燃料加工施設で想定する設計基準事故と重大事故の概要

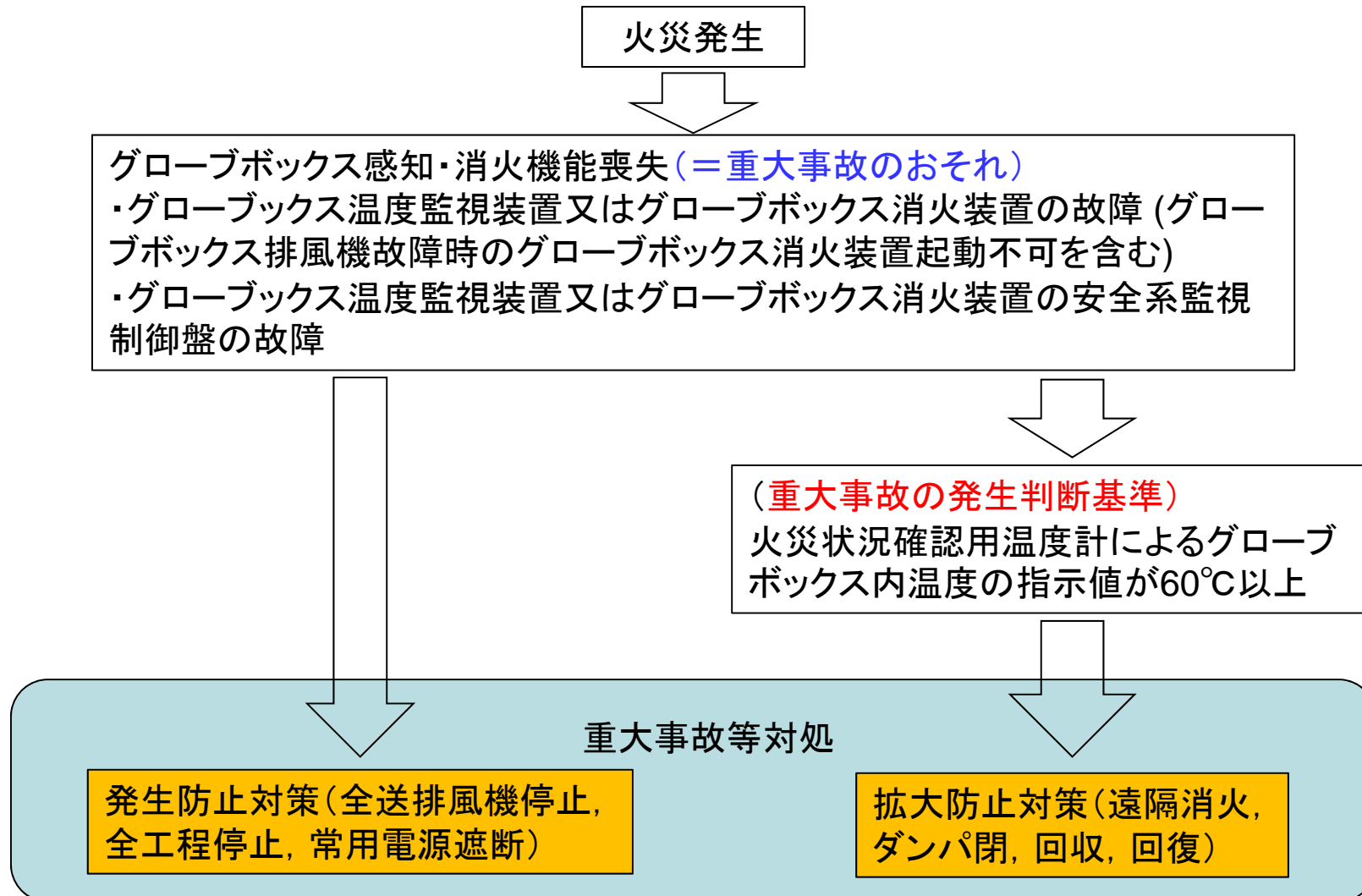
	事象分類	想定事象	発生シナリオ
設計基準事故	閉じ込め機能の不全	グローブボックス内火災	MOX粉末を露出した状態で取り扱う潤滑油を有するグローブボックスで火災が発生し、火災を駆動力として核燃料物質が建屋外に放出される。

	想定事象	前提条件	重大事故発生の判断基準
重大事故 (内的事象)	動的機器の多重故障	・火災が発生し、設計基準で機能を期待するグローブボックス温度監視装置又はグローブボックス消火装置が故障により機能喪失する。	火災状況確認用温度計によるグローブボックス内温度の指示値が60℃以上
重大事故 (外的事象)	地震	・地震と同時に火災が発生し、全交流電源喪失又は故障により設計基準で機能を期待するグローブボックス温度監視装置又はグローブボックス消火装置が機能喪失する。	

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (3/15)



重大事故発生までの流れ(内的事象)



第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (4/15)



重大事故発生までの流れ(外的事象)

地震発生

グローブボックス感知・消火機能喪失(=重大事故のおそれ)

- ・グローブボックス温度監視装置又はグローブボックス消火装置の故障(グローブボックス排風機故障時のグローブボックス消火装置起動不可を含む)
- ・グローブボックス温度監視装置又はグローブボックス消火装置の安全系監視制御盤の故障
- ・全交流電源の喪失によるグローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置の機能喪失

(重大事故の発生判断基準)

火災状況確認用温度計によるグローブボックス内温度の指示値が60℃以上

重大事故等対処

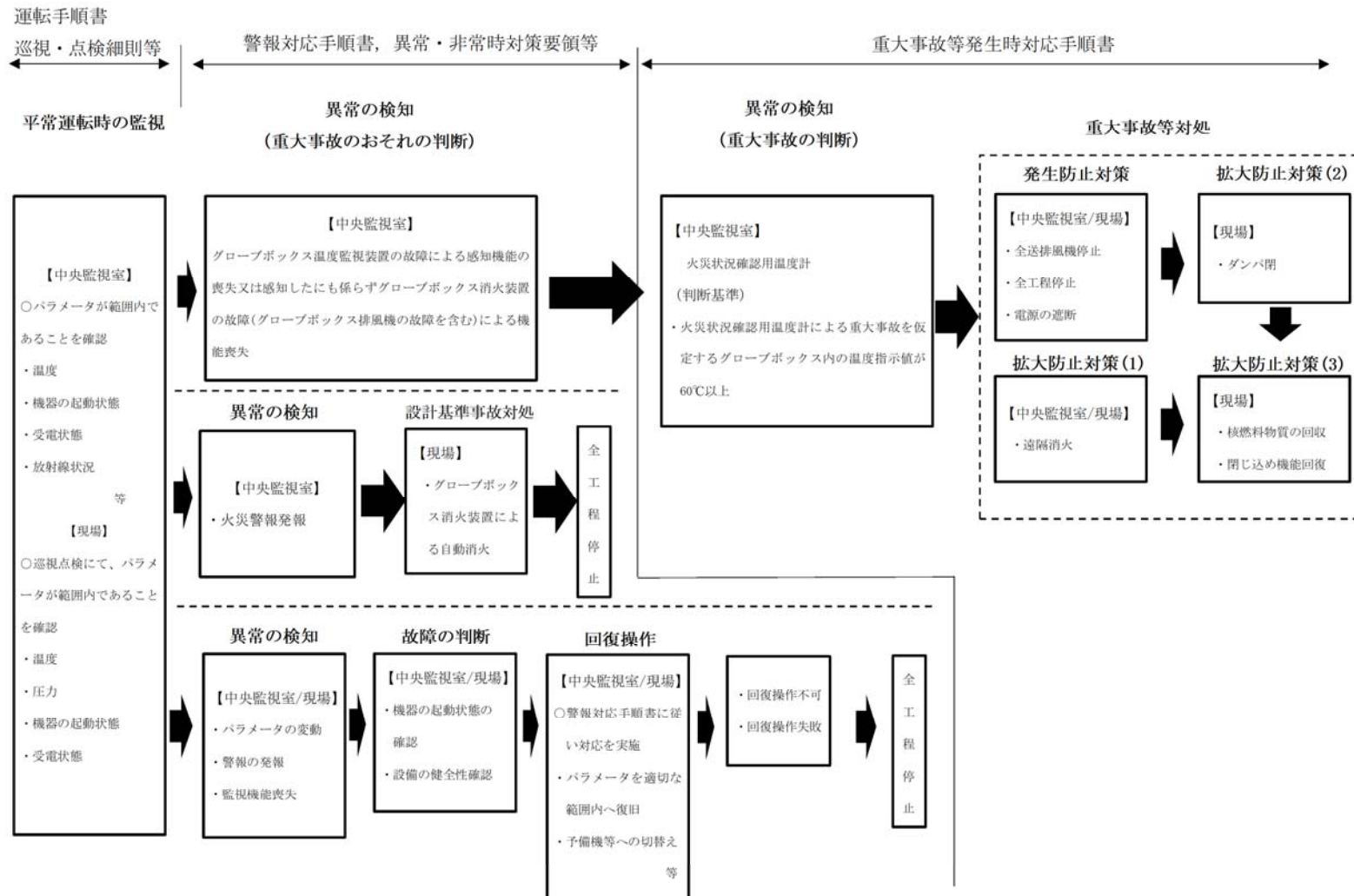
発生防止対策(全送排風機停止,
全工程停止, 常用電源遮断)

拡大防止対策(遠隔消火,
ダンパ閉、回収、回復)

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (5/15)



平常運転時から重大事故等対処までのフロー図



第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力（6/15）



- ・MOX燃料加工施設にて単独発災した場合においても、再処理の要員を期待しているものがあるのではないかと。MOX燃料加工施設は再処理施設の1建屋として対処を実施するのであり、敷地境界の測定等の共通的な部分は再処理と一緒に実施することが基本コンセプトなのではないかと。
- ・MOX単独発災の際に再処理施設と一緒に対処を実施する場合、再処理施設の要員にどれだけ期待しているのかが分からないため、単独発災の対処のタイムチャートを追加すること。

⇒MOX単独発災の場合の状況において再処理施設に期待する要員（実施組織要員）とその役割について明確にした。また、MOX単独発災の場合の各対策の要員の動きについてタイムチャートを整理資料に追記した。次ページ以降に示す。

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (7/15)

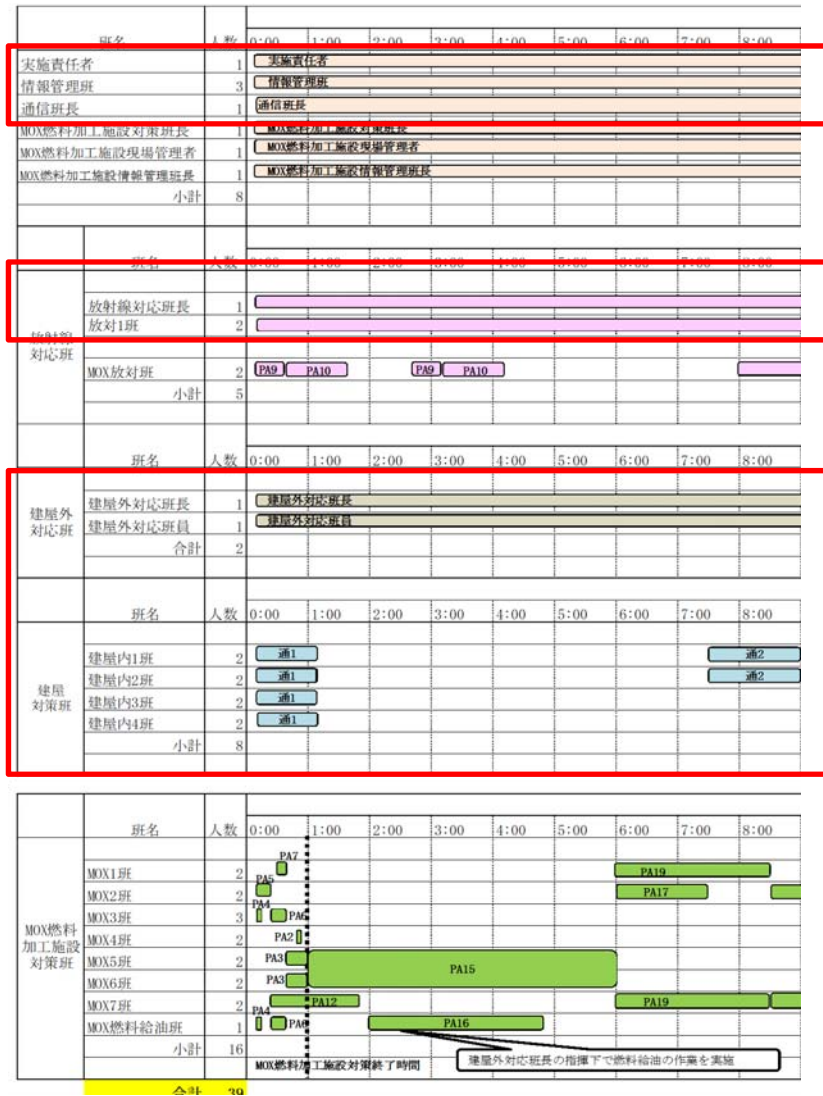


同時発災時		MOX単独発災時				
MOX 燃料加工施設	名称	人数	名称	人数	MOX単独発災時に期待する役割	使用手順書
	MOX燃料加工施設 対策班長	1人	MOX燃料加工施設 対策班長	1人	MOX燃料加工施設の活動状況の把握 実施責任者への活動結果の報告	MOX燃料加工施設 重大事故等発生時対応手順書
	MOX燃料加工施設 現場管理者	1人	MOX燃料加工施設 現場管理者	1人	燃料加工建屋における現場指揮、 対策の作業進捗管理	MOX燃料加工施設 重大事故等発生時対応手順
	MOX燃料加工施設 情報管理班長	1人	MOX燃料加工施設 情報管理班長	1人	MOX燃料加工施設の対策の作業進捗の管理	MOX燃料加工施設 重大事故等発生時対応手順書
	MOX放射線対応班	2人	MOX放射線対応班	2人	建屋周辺モニタリング、風向・風速測定、 捕集した排気試料の放射能測	放射線安全課 重大事故等発生時対応手順書
	燃料加工建屋 建屋対策班員	16人	燃料加工建屋建屋 対策班員	16人	燃料加工建屋における各種事故対策作業の実施	MOX燃料加工施設 重大事故等発生時対応手順 防災管理部 重大事故等発生時対応手順
合計	21人	合計	21人	-	-	
再処理施設	名称	人数	名称	人数	MOX単独発災時に期待する役割	使用手順書
	実施責任者	1人	実施責任者	1人	重大事故等対策の指揮、支援組織への支援要請等	運転部 重大事故等発生時対応手順書
	建屋対策班長	7人	情報管理班員	3人	時系列管理表の作成、作業時間の管理等	運転部 重大事故等発生時対応手順書
	現場管理者	6人	通信班長	1人	制御建屋における通信連絡設備敷設の指揮	運転部 重大事故等発生時対応手順
	要員管理班	3人	放射線対応班長	1人	放射線対応班の指揮、 放射線監視盤の状態確認及び管理	放射線安全課 重大事故等発生時対応手順書
	情報管理班	3人	放射線対応班員	2人	緊急時環境モニタリング(敷地境界)	放射線安全課 重大事故等発生時対応手順書
	通信班長	1人	建屋外対応班長	1人	MOX燃料補給作業の指揮	防災施設課 重大事故等発生時対応手順書
	放射線対応班長	1人	建屋外対応班員	1人	建屋外対応における情報整理等	防災施設課 重大事故等発生時対応手順書
	放射線対応班員	14人	建屋対策班員	8人	制御建屋における通信連絡設備の敷設	運転部 重大事故等発生時対応手順
	建屋外対応班長	1人	合計	18人	-	-
	建屋外対応班員	19人				
	建屋対策班班員	105人				
	合計	161人				
	実施組織合計	182人	実施組織合計	39人		

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (8/15)



MOX単独発災時のタイムチャート



は再処理施設の要員による作業。

再処理と共通の対処を実施する(敷地境界の測定等の外回りの対処等)際に、再処理の手順書と並行してMOXの手順書を使用するということになるのか。再処理と共同で実施する対処については、再処理・MOX両施設の保安規定に基づく文書となるため、事業所としての文書に記載されているのであれば、事業部の文書に必ずしも記載される必要はないのではないか。共通の対処をどの文書で整理するのか検討すること。

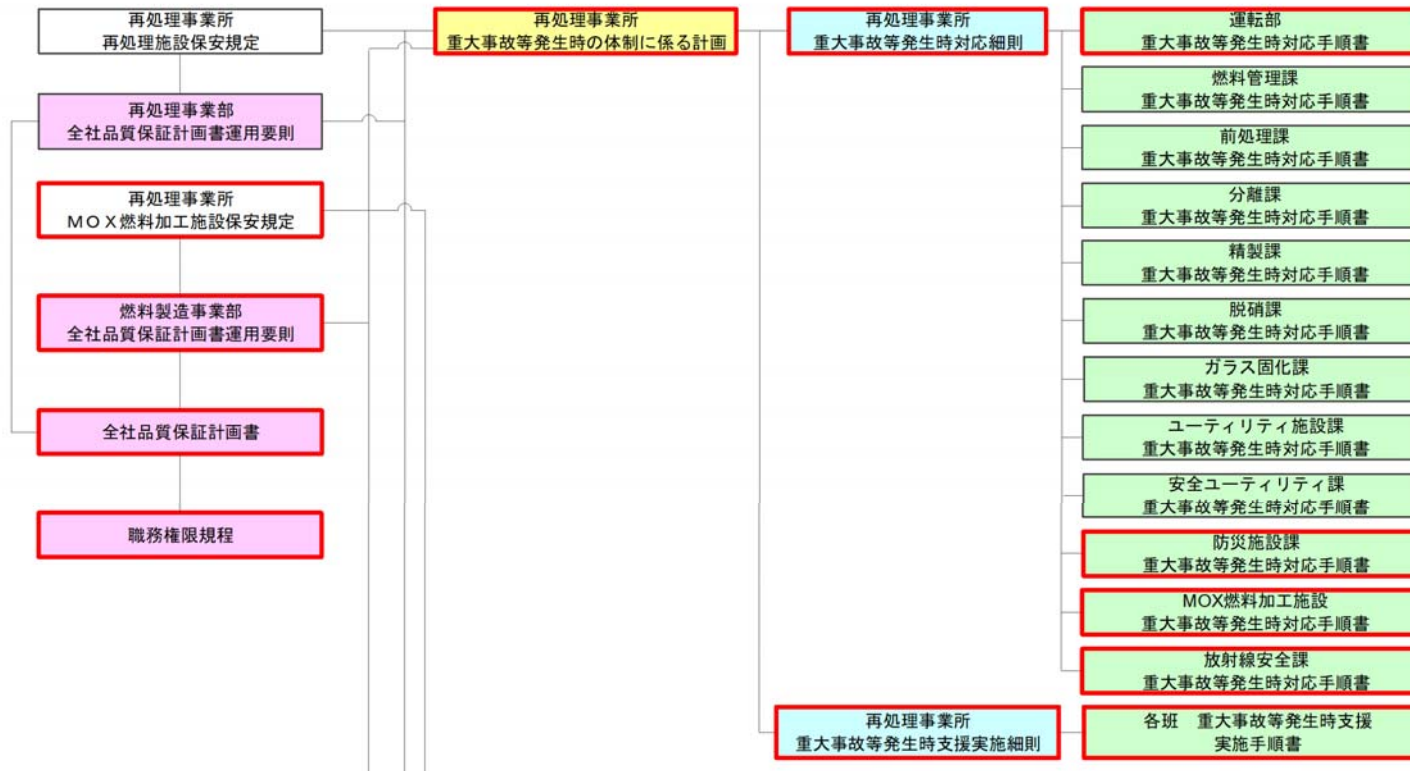
⇒重大事故等対策の手順書について、運転、防災、放管に関する手順書については再処理・MOXで共通の手順書を使用する方針とし、文書体系で明確にした。以下の手順書類は、MOXにおいても共通の対処を実施するため、手順書を統一することとした。文書体系図を次ページに示す。

- ・運転部 重大事故等発生時対応手順書
→(実施責任者の判断基準, 通信連絡手順)
- ・防災管理部 重大事故等発生時対応手順書
→(水供給, 燃料補給)
- ・放射線安全課 重大事故等発生時対応手順書
→(放射線管理手順, 監視測定手順)

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (10/15)



文書体系図



は再処理・MOX両施設に関する文書。

第350回審査会合での指摘事項に対する回答 技術的能力 (11/15)



- ・1.1.1, 1.1.2, 2.1.4の記載について, それぞれ何を記載すべきなのか, 規則要求を踏まえて内容を記載すること。
- ・1.1.1の発生防止について要求事項に対して何を実施するのかについて記載が不足している。1.1.2や2.1.4を引用しているが, これらは再処理の初動としての対処も含まれている。再処理と要求事項が違うことも含めて, 漏れがないように対応すること。

⇒1.1.1に記載する発生防止対策に係る要求事項と, 1.1.2に記載する重大事故対処全般に係る手順書の整備, 訓練の実施及び体制の整備に係る要求事項を整理し, それぞれに記載すべき事項を整理した。
次ページに整理結果を示す。

第350回審査会合での指摘事項に対する回答

技術的能力 (12/15)



	1.1.1 重大事故等の発生を防止するための手順等	1.1.2 手順書整備, 訓練の実施及び体制の整備	2.1.4 共通事項
手順	<ul style="list-style-type: none"> ・発生防止対策の内容 ・着手の判断基準 ・操作手順 ・操作の成立性 	—	—
資機材	<ul style="list-style-type: none"> ・発生防止対策で使用する資機材の種類 ・確保する数量 ・保管場所 ・アクセスルートの設定方針 	—	・アクセスルートの整備に係る詳細な事項
手順書の整備	<ul style="list-style-type: none"> ・発生防止対策における手順書の整備方針 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等対処全般に係る手順書の整備方針 ・文書体系 ・手順書の種類 	—
訓練の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・発生防止対策を実施するための訓練の基本方針 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等対処全般に係る訓練の基本方針 ・訓練計画の作成方針 ・訓練の具体的内容 	—
体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> ・発生防止対策における体制整備に係る事項 ・重大事故等対処のための体制移行の流れ 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等対処のための体制の整備方針 ・各組織の役割 ・要員配置 	—
作業環境の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・作業環境確保のための対策の内容 	—	—

発生防止の資機材とは何か。また、資機材に対する健全性の確保とは何か、整理して記載すること。

⇒発生防止対策は全工程停止，全送排風機の停止及常用電源系統の遮断に係る機器操作であり，操作に必要な資機材はない。
ただし、対策作業時の建屋内の環境を考慮し，下記の資機材(一例)を用意する。

- 発生防止対策に用いる資機材(一例)
- 作業安全…ヘルメット，手袋，長靴
- 照明消失時…可搬型照明
- 高温時…クールベスト等の熱中症対策用品

資機材については，定期的に点検等を行い，常に使用可能な状態に整備することで健全性を確保する。

予備品とは何か、必要性も含めて整理して回答すること。

⇒安全機能を有する施設を構成する機器で、重大事故等対策に必要な機器については、必要な予備品及び予備品の取替のために必要な機材を確保する方針とする。

MOX燃料加工施設の重大事故等対策において使用する常設の施設としては、大半が静的機器であるが、内的事象を起因とした重大事故の対処において、閉じ込める機能の回復の際に、グローブボックス排風機を使用する。必要な予備品としては、パッキン、ボルト、ナット等が該当する。

なお、ダクト、ダンパ等の応急措置用の補修材として、硬化剤、補修テープ等を資機材として確保する。

全工程停止及び全送排風機停止は並行して実施することと記載しているが、並行して実施することが非安全側となっていないか確認した上で、順番に実施するのか並行して実施するのか整理すること。

⇒重大事故の場合は、排気を止めることにより、発生している火災によって気相中に移行した核燃料物質の放出を防止できることから、全送排風機の停止操作を実施する。

また、工程を止めることにより、核燃料物質の移動が停止するため、発災箇所以外に存在する核燃料物質への火災の影響を防止できることから、全工程停止の操作を実施する。

核燃料物質の放出防止の観点から、排気を止め外部への放出に至る駆動力を低減することを優先するため、全送排風機の停止を実施し、その後に全工程停止の操作を実施する手順とすることで、より安全に事故発生時における施設の運転の停止を実施できる。

設計基準事故の選定の概要

(1) MOX燃料加工施設の特徴

設計基準事故の選定及び評価を行うにあたっては、以下のMOX燃料加工施設の特徴を考慮する。

- ① MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は、ウラン及びウランとプルトニウムの混合酸化物であり、化学的に安定している。また、燃料製造における工程は乾式工程であり、有機溶媒等を多量に取り扱う工程はなく、化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスはない。

- ② MOX燃料加工施設では、密封形態のMOXとして燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器を取り扱う。また、作業環境中にMOXが飛散又は漏えいすることのないよう、MOX粉末、グリーンペレット及びペレットはグローブボックス等内で取り扱う。MOXの形態のうち、MOX粉末は飛散しやすく、気相中へ移行しやすい。このため、MOX粉末を取り扱うグロ

グローブボックスは、燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置する。

- ③ MOX燃料加工施設で取り扱うMOXは崩壊熱が小さく、送排風機による除熱を期待しなくても、閉じ込め機能が損なわれて外部に放射性物質を放出する事故には至らない。
- ④ MOX燃料加工施設における加工工程は、バッチ処理であり、各処理は独立している。このため、異常が発生したとしても工程停止の措置を講じれば停止時の状態が維持でき、異常の範囲は当該処理の単位に限定される。
- ⑤ 平常運転時における核燃料物質の閉じ込めについては、燃料加工建屋、工程室、グローブボックスの順に気圧を低くすることで、放射性物質の漏えいの拡大を防止する設計としているが、大きな事故に進展するおそれのある事象が発生した際は、必要に応じて全工程停止及び全送排風機を停止し、地下階においてグローブボックス等内にMOX粉末を静置させ

ることで、核燃料物質を安定な状態に導くことができる。

以上より、MOX燃料加工施設では、平常運転時においては従事者への作業安全を考慮し、グローブボックス等内の負圧の維持及び施設内の状態監視を実施しているが、外部電源の喪失又は全交流電源の喪失が発生したとしても、全工程が停止し、核燃料物質は静置され安定な状態となるため、MOX燃料加工施設の外部への放射性物質の放出には至らない。

(2) 設計基準事故の起回事象

設計基準事故は、事業許可基準規則第 15 条において、核燃料物質による臨界と閉じ込め機能の不全（火災及び爆発並びに重量物落下を含む。）とされている。

設計基準事故の想定にあたり、外的事象と内的事象それぞれについて、設計基準事故の起回事象なる可能性について検討する。

① 外的事象

外的事象については、MOX燃料加工施設の設計にあたり、国内外の文献等を参考に、地震、火山の影響等の55の自然現象を、また航空機落下、有毒ガス等の24の人為事象（故意によるものを除く。）を抽出し、それらの中から設計対応が必要な事象として、地震等の事象をさらに抽出するが、これらの外的事象については、設計基準事故に対処するための設備の設計として想定すべき規模の外的事象に対して、当該設備の機能を維持するよう設計条件を設定していることから、設計基準事故の起因とならない。

② 内的事象

内的事象については、MOX燃料加工施設において、腐食性の液体を内包する安全上重要な施設がなく、非腐食性の物質による劣化の進行は緩やかであり、保守点検により健全性を維持することが可能であることから、動的機器の機能喪失について想定する。

内的事象については、単一の破損、故障等、溢水、重量物落下又は回転体の飛散による内部発生飛散物、火災・爆発を

内の事象として考慮する。安全上重要な施設は上記の事象に対して当該設備の機能を維持するよう設計することから、設計基準事故の起因とならない。

(3) 安全上重要な施設の整理

(2) より、設計基準で想定する外的事象及び内の事象については設計基準事故の起因とはならないことから、設計基準事故は事象が発生した際の拡大防止及び影響緩和の安全設計の妥当性を確認するという観点から、発生防止に関する機能が喪失し、核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象又は閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象の発生を想定する。また、設計基準事故の評価においては、拡大防止及び影響緩和の機能を有する動的機器の単一故障を想定し、評価する。

安全機能の喪失を想定する対象は、設計基準事故はMOX燃料加工施設周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認する観点から、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。安全上重要な施設は、その機能喪失により、公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性のあ

る機器及びそれらの機器に関連する機器を選定していることから、安全上重要な施設の安全機能を対象として、安全機能が損なわれることを考慮し、設計基準事故に至る可能性を整理する。ただし、静的機器については、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえると、腐食性の物質と接触することはないこと、非腐食性の物質による劣化の進行は緩やかであり、保守点検により健全性を維持することが可能であることから、これらの機能喪失は考慮しない。

MOX燃料加工施設の安全上重要な施設を第2表に示す。

① 核燃料物質の臨界に関する安全上重要な施設

核燃料物質による臨界に関する安全上重要な施設は静的機器であることから、これらの機能喪失は考慮しない。

核燃料物質による臨界については、核燃料物質が1箇所に集積することにより発生が想定されることをふまえ、核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象としては、安全上重要な施設の安全機能の喪失ではないが、核燃料物質がグローブボックス等内への誤搬入防止の機能が多重に機能喪失し、

核燃料物質が集積することを想定する。

② 閉じ込め機能の不全に関する安全上重要な施設

閉じ込め機能の不全については、MOX燃料加工施設において、MOX粉末は地下階に設置するグローブボックス等内を負圧とした状態で取り扱うことを踏まえると、閉じ込め機能の不全は、グローブボックス等の損傷による核燃料物質のグローブボックス等外への漏えい（以下「グローブボックス等の損傷」という。）、グローブボックス等内の負圧の喪失（以下「負圧の喪失」という。）及び駆動力によりMOXが管理された状態を超えてグローブボックス等内から外部に放出される状態（以下「異常な外部への放出」という。）に分類され、閉じ込め機能の不全に関する安全上重要な施設の安全機能についても同様に分類できる。

また、設計基準事故は、MOX燃料加工施設周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認する観点から、分類した閉じ込め機能の不全のうち、駆動力を伴いMOXを外部に放出する可能性のある事象を選定し、その状態

に至るおそれがある事象の発生を想定する。

a. グローブボックス等の損傷

グローブボックス等の損傷に関する安全上重要な施設の安全機能のうち、熱的制限値の維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能については、これらの機能が損なわれ、更に焼結炉等の温度制御機能が損なわれることで焼結炉等の損傷に至るおそれがある。

焼結炉等が損傷した場合、炉内に空気が混入することが想定されるが、炉内の水素が空気の混入により高温の炉内で燃焼したとしても拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではなく、焼結炉等内で取り扱う核燃料物質の形態を考慮すると、グリーンペレット及びペレットが外部に放出されることはないことから、設計基準事故には選定しない。

非常用電源の供給機能については、外部電源が喪失した状況において熱的制限値の維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能を有する設備に対して、電源を供給する

機能であり，非常用電源の供給機能が損なわれた場合は，上記の熱的制限値の維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能が損なわれた場合に包含される。

b. 負圧の喪失

負圧の喪失に関する安全上重要な施設の機能のうち，排気機能及び焼結炉等内の負圧維持機能については，機能が損なわれた際には負圧の喪失に至るおそれがある。負圧が喪失したとしても，グローブボックス等内の核燃料物質はその場に留まるだけであり外部に放出されることは想定されないことから，設計基準事故には選定しない。

非常用電源の供給機能については，外部電源が喪失した状況において排気機能及び焼結炉等内の負圧維持機能を有する設備に対して，電源を供給する機能であり，非常用電源の供給機能が損なわれるた場合については，上記の排気機能及び焼結炉等内の負圧維持機能が損なわれた場合に包含される。

c. 異常な外部への放出

異常な外部への放出に関する安全上重要な施設の機能のうち、水素濃度の維持機能については、9 vol%以上の水素濃度の水素・アルゴン混合ガスが供給される状態で機能が損なわれ、さらに焼結炉等内に空気が混入した際には、爆発により異常な外部への放出に至ることが考えられるが、取り扱う水素・アルゴン混合ガスの水素濃度は9 vol%以下であり、9 vol%を超える水素濃度の水素・アルゴン混合ガスが供給されることは想定されないことに加え、水素が炉内への空気の混入により高温の炉内で燃焼したとしても拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではなく、焼結炉等内で取り扱う核燃料物質の形態を考慮すると、グリーンペレット及びペレットが外部に放出されることはないことから、設計基準事故には選定しない。

火災の感知・消火機能については、火災が発生している状態で機能が損なわれた場合には、火災が継続することにより上昇気流を駆動力として外部に放射性物質を放出することで、異常な外部への放出に至るおそれがある。そのた

め、火災が発生している状態で火災の感知・消火機能が損なわれることを想定する。

火災の感知・消火機能を有する安全上重要な施設のうち、火災が発生している状態で機能が損なわれることを想定する設備・機器は、感知機能が感知・消火の一連の動作の起点となる機能であることを踏まえ、感知機能を有するグローブボックス温度監視装置の機能が損なわれることを想定する。

a. から c. より、閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象としては、火災が発生している状態で火災の感知・消火機能を有するグローブボックス温度監視装置の機能が損なわれた状態を想定する。

(4) 核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象

核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象としては、核燃料物質がグローブボックス等内に誤搬入し、運転管理の上限値を超えて核燃料物質が集積することを想定する。

MOX燃料加工施設は、核燃料物質がグローブボックス等内に誤搬入し、核燃料物質が集積して臨界に至ることを防止するための機能として、搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、容器の秤量値に有意な差がないことの確認、計算機による運転管理の上限値以下であることの確認、誤搬入防止シャッタの開放及び運転員による搬入許可といった、5段階の確認を行うことにより、単一の機器等の破損、故障等によっては臨界には至らない設計としている。仮にこれらの一連の機能が誤作動及び誤操作の繰り返しにより機能喪失し、核燃料物質による臨界の要因となる核燃料物質の誤搬入が1回発生することを想定したとしても、未臨界質量を超えることはなく、グローブボックス内で核燃料物質が一箇所に集積して最適臨界条件に達することはない。そのため、核燃料物質による臨界に至るおそれがある事象として、グローブボックスへの誤搬入を想定しても、核燃料物質による臨界には至らない。

(5) 閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象

閉じ込め機能の不全に至るおそれがある事象としては、火

災が発生している状態で火災の感知・消火機能として、グローブボックス温度監視装置が有する機能が損なわれた状態を想定する。その際の火災の発生場所について、取り扱うMOXの形態及び火災源となる可燃物の観点から発生場所を特定する。

① 火災の発生場所の想定

a. 取り扱うMOXの形態の考慮

火災の上昇気流により外部に放出されるMOXについては、グローブボックスで取り扱うMOXの形態を考慮する。グローブボックスで取り扱うMOXの形態は、粉末、グリーンペレット又はペレットがあり、グリーンペレット又はペレットは安定な成型体であるため、火災による上昇気流の影響は受けない。

一方、粉末の場合は、容器に収容して蓋をした状態であれば、粉末が直接火災の上昇気流の影響を受けることはないが、容器に蓋をしない状態で取り扱う場合には、粉末が露出した状態となることから、火災の上昇気流の影響を受けることで、駆動力を伴い地下階から地上へ移

行し、多量の放射性物質が燃料加工建屋外に放出されるおそれがある。

b. 可燃性物質の考慮

火災の発生を想定するにあたり、グローブボックス内に存在する可燃性物質には、潤滑油、ケーブル、計器類があるが、火災が発生した場合の影響が大きい潤滑油の火災の発生を想定する。

a. 及びb. より、グローブボックス内に潤滑油を有し、MOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックスを火災の想定箇所として特定する。

(6) 選定された設計基準事故

(2)から(5)で検討・整理を行った結果、設計基準事故の発生を想定する対象となるグローブボックスは、露出したMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を有する8基のグローブボックスである。対象となるグローブボックスを第4表に示す。これらのグローブボックスのうち1基で火災が発生した状態

で火災の感知・消火機能を有するグローブボックス温度監視装置が単一故障した状態を設計基準事故として選定する。

選定した設計基準事故は、いずれのグローブボックスで発生しても、事象の進展が同様であるとともに、拡大防止及び影響緩和として期待する設備は、いずれのグローブボックスにおいても、グローブボックス温度監視装置、グローブボックス消火装置及びグローブボックス排気設備であることから、設計基準事故の評価にあたっては、公衆への放射線被ばくのリスクが最も厳しくなるグローブボックスとして、取り扱う核燃料物質量が最も多い均一化混合装置グローブボックスを代表とする。

(7) 設計基準事故の拡大の防止の判断基準

設計基準事故の拡大の防止の判断基準は、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないこととし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5 mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。

(ハ) 設計基準事故の評価

「均一化混合装置グローブボックス内の火災による閉じ込め機能の不全」について、拡大防止及び影響緩和のための対策を踏まえて、以下のとおり、事故解析を行った。①拡大防止対策及び影響緩和対策、②事故経過及び③評価結果を以下に示す。

(1) 均一化混合装置グローブボックス内の火災による閉じ込め機能の不全に係る評価

① 拡大防止対策及び影響緩和対策

a. 設計基準事故に対処するために必要な施設

想定された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機能は、火災の感知・消火機能、MOXの捕集・浄化機能、排気経路の維持機能及び安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能である。また、火災の感知・消火機能には、火災を感知する機能、火災を消火する機能及び火災の感知・消火機能と連動するグローブボックス排風機が有する機能も含む。これらの機能を有する安全上重要な施設を以下に示す。

(a) グローブボックス温度監視装置（火災の感知機能）

- (b) グローブボックス消火装置 (火災の消火機能)
- (c) 延焼防止ダンパ (火災の消火機能)
- (d) ピストンダンパ (火災の消火の支援機能)
- (e) グローブボックス排気フィルタ (MOXの捕集・浄化機能)
- (f) グローブボックス排気フィルタユニット (MOXの捕集・浄化機能)
- (g) グローブボックス排気ダクト (排気経路の維持機能)
- (h) グローブボックス排風機 (火災の感知・消火機能と連動する排気機能)
- (i) 非常用所内電源設備 (安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能)

② 事故の特徴

MOX燃料加工施設の燃料製造工程では焼結処理で水素・アルゴン混合ガスを使用するほかには有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱う工程がないこと、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器は不燃性材料又は難燃性

材料を使用することから、MOX燃料加工施設における大規模な火災の発生は想定されない。また、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは窒素雰囲気とする設計であること、グローブボックス内に設置する機器が保有する潤滑油は不燃性材料で覆われ、露出していないことから通常時において火災の発生は想定されない。

ただし、窒素雰囲気を維持する機能が喪失してグローブボックス内が空気雰囲気となり、さらに機器が損傷して内部から潤滑油が漏れ出した場合、ケーブルの断線等を着火源として火災が発生する可能性を否定できない。

火災が発生した場合、MOX燃料加工施設で取り扱うMOXの形態である粉末、焼結前の圧縮成形体（以下「グリーンペレット」という。）、グリーンペレット焼結後のペレット（以下「ペレット」という。）の内、飛散し易いMOX粉末が火災により発生する気流によって気相中へ移行し、環境へ放出されることが想定される。

火災の発生を想定するMOX粉末を取り扱うグローブボックスから大気中へ繋がる経路としては、当該グローブボック

スから排気経路を経由して放射性物質が大気中に放出されることを想定する。

③ 設計基準事故の想定シナリオ

火災の感知・消火機能を有するグローブボックス温度監視装置の単一故障により機能が損なわれた状態で均一化混合装置グローブボックス内で火災が発生することを想定する。

火災の発生と同時に外部電源が喪失するものとする。

設計基準事故に対処するための設備のうち、グローブボックス消火装置の起動による消火ガスの放出は、グローブボックス排風機が起動していることが条件である。このため、発生した火災を消火するまでに要する時間が最も長いことから、解析の結果が最も厳しくなる動的機器の単一故障として、グローブボックス排風機の単一故障を想定する。

グローブボックス内で火災が発生した場合、グローブボックス温度監視装置の単一故障により機能が損なわれた状態であるが、多重化しているグローブボックス温度監視装置の感知器がグローブボックス内の火災を感知する。

外部電源の喪失により、非常用所内電源設備の非常用発電機が起動する。故障したグローブボックス排風機は起動しないが、予備機のグローブボックス排風機が起動する。

グローブボックス排風機の起動を受けて、グローブボックス消火装置が起動するとともに、ピストンダンパを閉止し、消火ガス放出が完了するまでの間に気相中に移行した核燃料物質が、高性能エアフィルタ（4段）を通じた経路から燃料加工建屋外へ放出されることを想定する。消火ガス放出完了後は、延焼防止ダンパを閉止することによりグローブボックス内の窒素雰囲気を維持する。

火災に対しては上記の対策によって感知・消火をすることにより、発生した火災が大規模な火災に至ることはないことから、グローブボックス及びグローブボックス排気ダクトは健全である。

重大事故等の拡大の防止等の概要

1 MOX燃料加工施設の特徴

- (1) MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は、ウラン及びウランとプルトニウムの混合酸化物であり、化学的に安定している。また、燃料製造における工程は乾式工程であり、有機溶媒等を多量に取り扱う工程はなく、化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスはない。
- (2) MOX燃料加工施設では、密封形態のMOXとして燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器を取り扱う。また、作業環境中にMOXが飛散又は漏えいすることのないよう、MOX粉末、グリーンペレット及びペレットはグローブボックス等内で取り扱う。MOXの形態のうち、MOX粉末は飛散しやすく、気相中へ移行しやすい。このため、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは、燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置する。
- (3) MOX燃料加工施設で取り扱うMOXは崩壊熱が小さく、送排風機による除熱を期待しなくても、閉じ込め機能が損なわれて外部に放射性物質を放出する事故には至らない。
- (4) MOX燃料加工施設における加工工程は、バッチ処理であり、各処理は独立している。このため、異常が発生したとしても工程停止の措置を講じれば停止時の状態が維持でき、異常の範囲は当該処理の単位に限定される。

(5) 平常運転時における核燃料物質の閉じ込めについては、燃料加工建屋、工程室、グローブボックスの順に気圧を低くすることで、放射性物質の漏えいの拡大を防止する設計としているが、大きな事故に進展するおそれのある事象が発生した際は、必要に応じて全工程停止及び全送排風機を停止し、地下階においてグローブボックス等内にMOX粉末を静置させることで、核燃料物質を安定な状態に導くことができる。

以上より、MOX燃料加工施設では、平常運転時においては従事者への作業安全を考慮し、グローブボックス等内の負圧の維持及び施設内の状態監視を実施しているが、外部電源の喪失又は全交流電源の喪失が発生したとしても、全工程が停止し、核燃料物質は静置され安定な状態となるため、MOX燃料加工施設の外部への放射性物質の放出には至らない。

2 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定

2.1 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

外部からの影響による機能喪失（以下「外的事象」という。）と動的機器の故障等による機能喪失（以下「内的事象」という。）並びにそれらの同時発生を考慮する。

外的事象の考慮として、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山の影響等の 55 の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の 24 の人為事象（以下「自然現象等」という。）に対して、

- ・発生頻度が極めて低い自然現象等
- ・発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない自然現象等
- ・MOX燃料加工施設周辺では起こりえない自然現象等
- ・発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである自然現象等

を除いた上で、設計基準より厳しい条件の影響を施設に与えた場合に重大事故の要因となるおそれのある自然現象等として、地震、火山の影響（降下火砕物による荷重、フィルタの目詰まり等）、森林火災、草原火災、及び積雪が残り、当該事象によって機能喪失するおそれのある安全上重要な施設を抽出して、重大事故の発生の有無を検討した。

その結果として、積雪に対しては除雪を行うこと、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に対しては降下火砕物を除去すること、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であり、安全上重要な施設の機能喪失に至ることを防止でき、大気中への放射性物質の放出に至ることはない。

また、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）については、降下火砕物の堆積による外部電源の喪失及び屋内の非常

用所内電源設備の非常用発電機のフィルタの降下火砕物による目詰まりにより全交流電源の喪失に至ることが想定される。しかし、大規模な火山の噴火による降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合は全工程停止を実施することにより核燃料物質は静置され安定な状態となること、火災の発生及び火山の噴火又は火災の発生及び降下火砕物の発生は、それぞれ関連性が認められない事象であること、仮に火災が発生後に火山が噴火したとしても、火災への対処は設計基準の設備を使用して速やかに実施されることから、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）により全交流電源の喪失が発生したとしても、重大事故に至ることはない。このため、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）は重大事故の起因にはならないことから除外する。

したがって、地震について、設計基準より厳しい条件により重大事故の発生を仮定する。

地震で考慮する重大事故の発生を仮定する際の安全上重要な施設の条件は、以下のとおりである。

地震：安全上重要な施設の動的機器及び全交流電源の機能は復旧に時間を要することを想定し全て長時間機能喪失する。また、安全上重要な施設の静的機器の機能は長時間機能喪失する。ただし、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とした安全上重要な施設の静的機器は機能を維持する。

また、地震が発生した際にはケーブルの断線等により着火

源の発生する可能性が高くなることから、地震を要因として設備が損傷することにより、潤滑油を有する設備における複数の火災が発生することについても想定する。

上記の前提により、安全上重要な施設の機能喪失に至り重大事故が発生する。

内的事象としての重大事故の発生を仮定する際の条件としては、設計基準事故の選定において想定した機能喪失の条件を超える状態を想定する。

臨界事故については、核燃料物質の誤搬入防止の機能が喪失した状態が継続する状態を想定する。

核燃料物質等を閉じ込め機能については、独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器の全台故障により、当該機器が有する動的機能が喪失（以下「動的機器の多重故障」という。）し、尚且つ核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生した状態を想定する。また、機能喪失を想定する動的機器が火災の感知・消火機能である場合は、消火されないことにより火災が長期間継続することを想定する。

なお、動的機器の多重故障は、関連性が認められない偶発的な同時発生は想定しない。

また、静的機器については、設計基準事故の選定においては、M O X燃料加工施設では安全上重要な施設では腐食性物質を内包する設備はなく、非腐食性の物質を内包する設備は、腐食の進行が緩や

かであり，保守点検により健全性を維持できることから，破損，故障等の想定はしなかった。重大事故の選定においても考え方は同様であり，非腐食性の物質を取り扱う設備の腐食は急激には進行しないことから，静的機器の安全上重要な施設の機能喪失は，内的事象においては破損，故障等は想定しない。

異なる機能喪失の重ね合わせについては，

- ・ 外的事象同士の同時発生

外的事象としての重大事故の発生を仮定する際の条件は地震のみであり，外的事象の同時発生は想定されない。

- ・ 内的事象同士の同時発生

内的事象としての重大事故の発生を仮定する際の条件は動的機器の多重故障及び火災のみであり，内的事象の同時発生は想定されない。

- ・ 外的事象と内的事象の同時発生

外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え，外的事象と内的事象は関連性の認められない偶発的な事象となることから考慮する必要はない。

2. 2 重大事故の発生を仮定する機器の特定

上記のような重大事故の発生を仮定する際の条件による機能喪失の範囲を整理することで，発生のおそれがある外的事象を起因とした場合及び内的事象を起因とした場合の重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

その際，設計基準の設備で事象の収束が可能であるもの，事象進展において公衆への影響が平常運転時と同程度のものについては，重大

事故の発生を仮定する機器として特定しない。

(1) 臨界事故

① 外的事象発生時

a. 地震

外的事象を要因とした場合には、基準地震動を超える地震動の地震による影響を考慮し、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない機器の搬送機能が喪失した場合、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない。

貯蔵施設は、原料粉末を受け入れてから成形、被覆、組立を経て燃料集合体とするまでの各工程間の貯蔵及び燃料集合体出荷までの貯蔵を行う施設であり、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成部材で隔離されている。基準地震動を超える地震動による地震により基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない貯蔵施設が過大に変形又は破損することを想定した場合においても、貯蔵施設の構成部材が喪失することは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一箇所に集積することは考えられない。また、仮想的にこれらの構成部材による間隔よりも核燃料物質が接近することを想定した評価の結果、いずれの貯蔵施設においても臨界に至ることはない。

なお、基準地震動を超える地震動による地震の発生により、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としないグローブボックス等が損傷することを想定しても、質量管理を行う単一ユニットは運転管理の条件値以下で核燃料物質を管理すること、同一室内に単一ユニットが複数存在しても、単一ユニットを構成するグローブボックスが分散配置されていることから、地震によりグローブボックス等の機能が喪失したとしても核燃料物質が一箇所に集積することはない、臨界に至ることはない。

また、基準地震動に対する耐震性を有する溢水源となる設備、堰及び緊急遮断弁は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、溢水量も設計基準事故の選定から増加することもないことから、安全上重要な施設のグローブボックス等が溢水の影響を受けることはなく、臨界に至ることはない。

② 内の事象発生時

a. 動的機器の多重故障

安全上重要な施設以外の核燃料物質の誤搬入を防止する機能は、搬送対象となる容器の秤量値及びID番号の確認、計算機による確認、運転員による搬入許可といった複数の確認により構成していることから、動的機器の多重故障を想定しても、臨界事故に至ることはない。

また、臨界を防止するための安全上重要な施設は静的機器

のみであるため、動的機器の多重故障は想定されない。

臨界については、上記の条件下では発生が想定はされない。しかしながら、臨界事故は過去に他の施設において発生していること、臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有している。

MOX燃料加工施設では、臨界の発生の条件を満たすためには多量の核燃料物質が集積する必要がある。設計基準事故の選定の際には、核燃料物質がグローブボックス等内に誤搬入することを防止するための機能として、搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、容器の秤量値に有意な差がないことの確認、計算機による運転管理の上限値以下であることの確認、誤搬入防止シャッタの開放及び運転員による搬入許可といった、複数の機器による確認及び運転員による確認を行っているが、仮にこれらの複数の機器の機能喪失及び運転員の誤操作により、核燃料物質の1回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しないことを確認していた。

このため、これよりも厳しい条件として、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む。）を想定することにより、設計基準事故で想定した核燃料物質のグローブボックス内への誤搬入が継続する状況を想定する。

本検討を全てのグローブボックスを対象に評価を行った結果、臨界防止機能の喪失から臨界に至る可能性のある状態に

到達するまでの時間余裕が長く、その間に複数の運転員により行われる多数回の設備の状態の確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界に至ることはない。

以上より、MOX燃料加工施設においては、臨界事故に至るおそれはない。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については、設計基準事故の選定において想定及び分類した閉じ込め機能の不全の事象として、グローブボックス等の損傷による核燃料物質のグローブボックス等外への漏えい（以下「グローブボックス等の損傷」という。）、グローブボックス等内の負圧の喪失（以下「負圧の喪失」という。）及び駆動力によりMOXが管理された状態を超えてグローブボックス等内から外部に放出される状態（以下「異常な外部への放出」という。）があるが、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の事象の想定においても同様に分類できる。

MOX燃料加工施設においてはMOX粉末を地下階に設置するグローブボックス等内を負圧とした状態で取り扱うことを踏まえ、設計基準事故の選定においては異常な外部への放出の事象のみが閉じ込め機能の不全になり得るとし、グローブボックス等の損傷及び負圧の喪失は外部への放射性物質の放出には至らないとしていた。重大事故の核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失においても同様であると考えられるが、重大事故の発生

を仮定する際の条件の設定により外部への放射性物質の放出に至る事象を網羅的に検討した結果、グローブボックス内で発生した火災が消火されずに継続し、火災の影響を受けた放射性物質が大気中へ放出される事象である。本事象以外の事象については、安全上重要な施設の機能が喪失しない事象又は安全上重要な施設の機能が喪失したとしても、駆動力を有さないため、外部への放出には至らない事象である。

① 外的事象発生時

a. 地震

「火災の感知・消火機能」は、グローブボックス温度監視装置が火災を感知し、その情報がグローブボックス消火装置へと伝送され、グローブボックス消火装置から火災が発生したグローブボックスへと消火ガスを放出する、という一連の機能である。本機能は多数のシステム系統により構成されていることから、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることができないため、地震により「火災の感知・消火機能」が喪失する。また、地震と火災が同時に発生するとともに、地震を起因として複数の火災源において「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が喪失し、火災が発生、継続する。地震により発生したグローブボックス内火災の影響を受けた放射性物質が、火災による上昇気流を駆動力として外部に放出されることにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る。また、火災が発生したグローブボックスと隣接するグローブボックスとの連結部分等が

地震により損傷し、火災の影響を受けた放射性物質の一部がグローブボックスから工程室内に漏えいする。

MOX燃料加工施設の特徴を考慮すると、取り扱う核燃料物質の形態のうち、粉末の状態であれば、火災による影響を受けることにより、火災による上昇気流を駆動力として放射性物質の大気中への放出に至る可能性がある。

また、火災源として、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が該当する。

以上を踏まえ、火災源を有するグローブボックスとして、8基のグローブボックスを重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

② 内の事象発生時

a. 動的機器の多重故障

動的機器の多重故障とともに火災が発生することを想定することから、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」が喪失し、単一火災が発生することを想定する。また、火災が発生した状態で、多重故障により「火災の感知・消火機能」が喪失し、発生した火災が継続する。グローブボックス内火災の影響を受けた放射性物質が、グローブボックス排気系の排気経路から大気中に放出されることにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る。

MOX燃料加工施設の特徴を考慮すると、取り扱う核燃料物質の形態のうち、粉末の状態であれば、火災による影響を受けることにより、火災による上昇気流を駆動力として放射

性物質の大気中への放出に至る可能性がある。

また、火災源として、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が該当する。

以上を踏まえ、火災源を有するグローブボックスとして、8基のグローブボックスを重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

(3) 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

① 重大事故が同時に発生する場合

重大事故が単独で又は同種の重大事故が複数の機器で同時に発生することの想定に加えて、異種の重大事故が同時に発生する場合又は発生した重大事故の影響を受けて連鎖して発生する場合について、以下のように仮定する。

同種の重大事故が複数の機器で同時に発生する場合の仮定については、地震により潤滑油を有するグローブボックス内で火災が同時に発生する。

異種の重大事故については、火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失以外の重大事故の発生を仮定する機器は特定されなかったことから、異種の重大事故が同時に発生することは仮定しない。

また、重大事故が連鎖して発生する場合については、各重大事故が発生した場合における事故影響によって顕在化する環境条件の変化を明らかにした上で、その他の重大事故の起因となり得るかどうかを、重大事故等の対処に係る有効性評価の中で

確認して，起因となる場合には連鎖を仮定して対処を検討する。

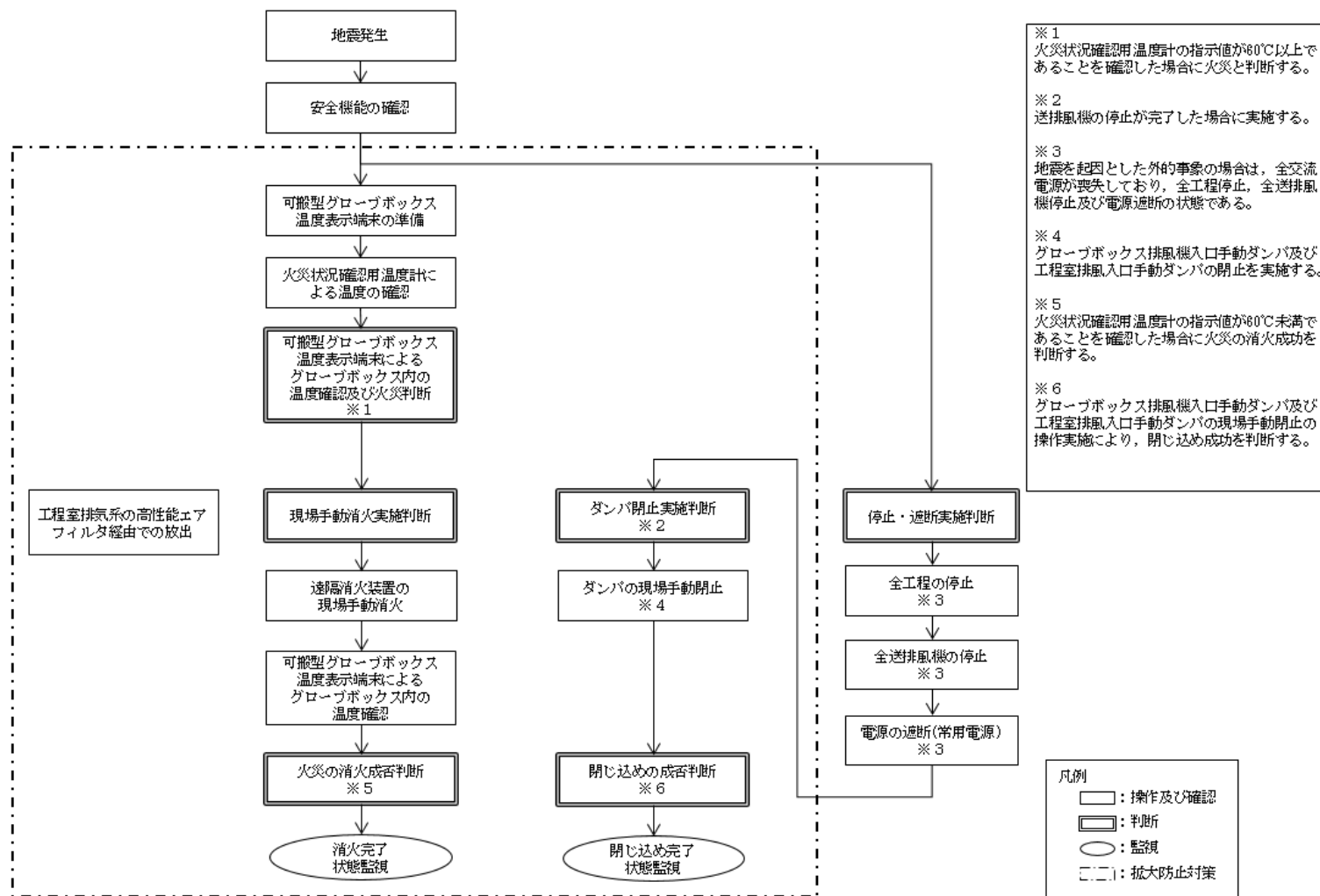


図1 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要（外的事象）

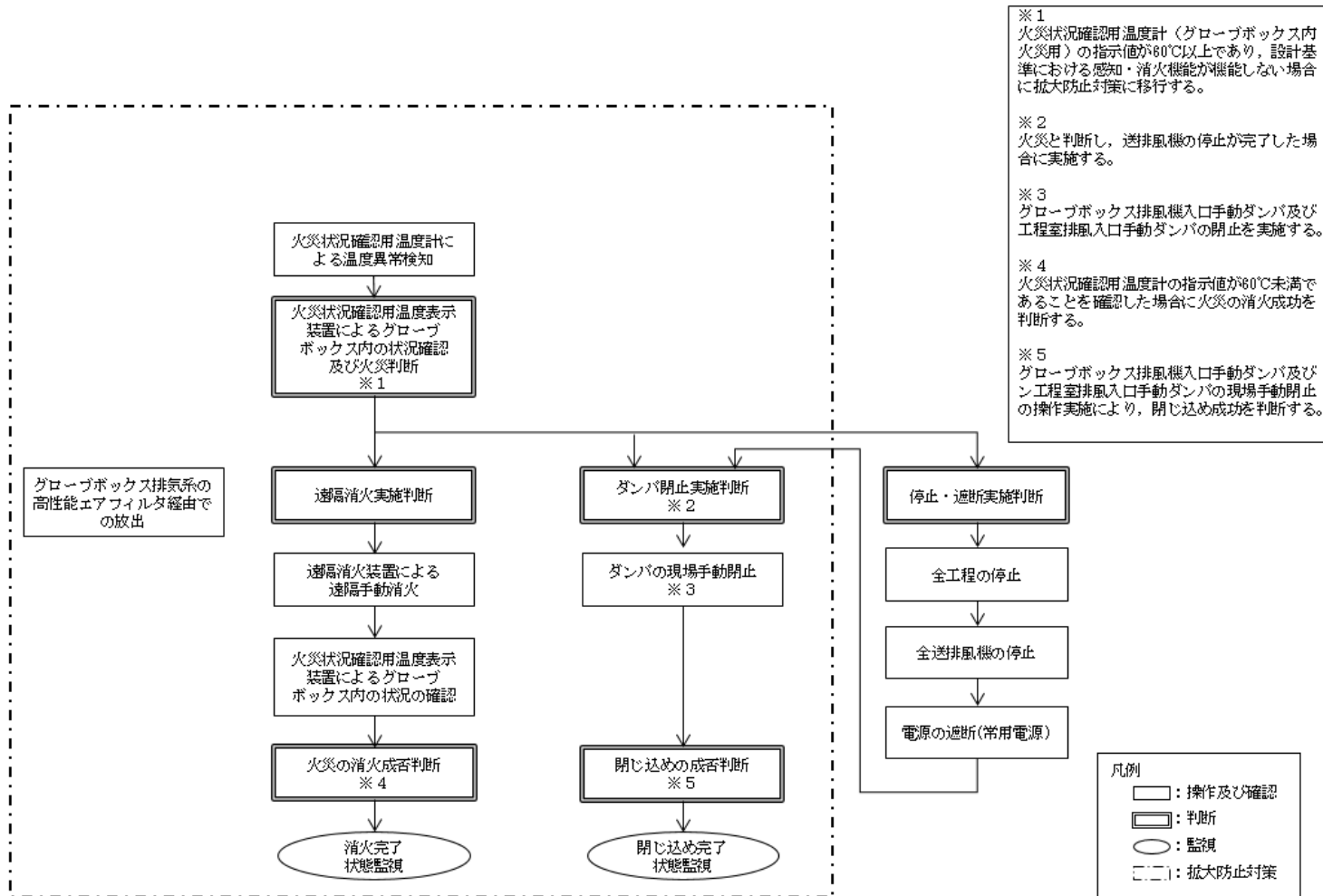


図2 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要(内的事象)

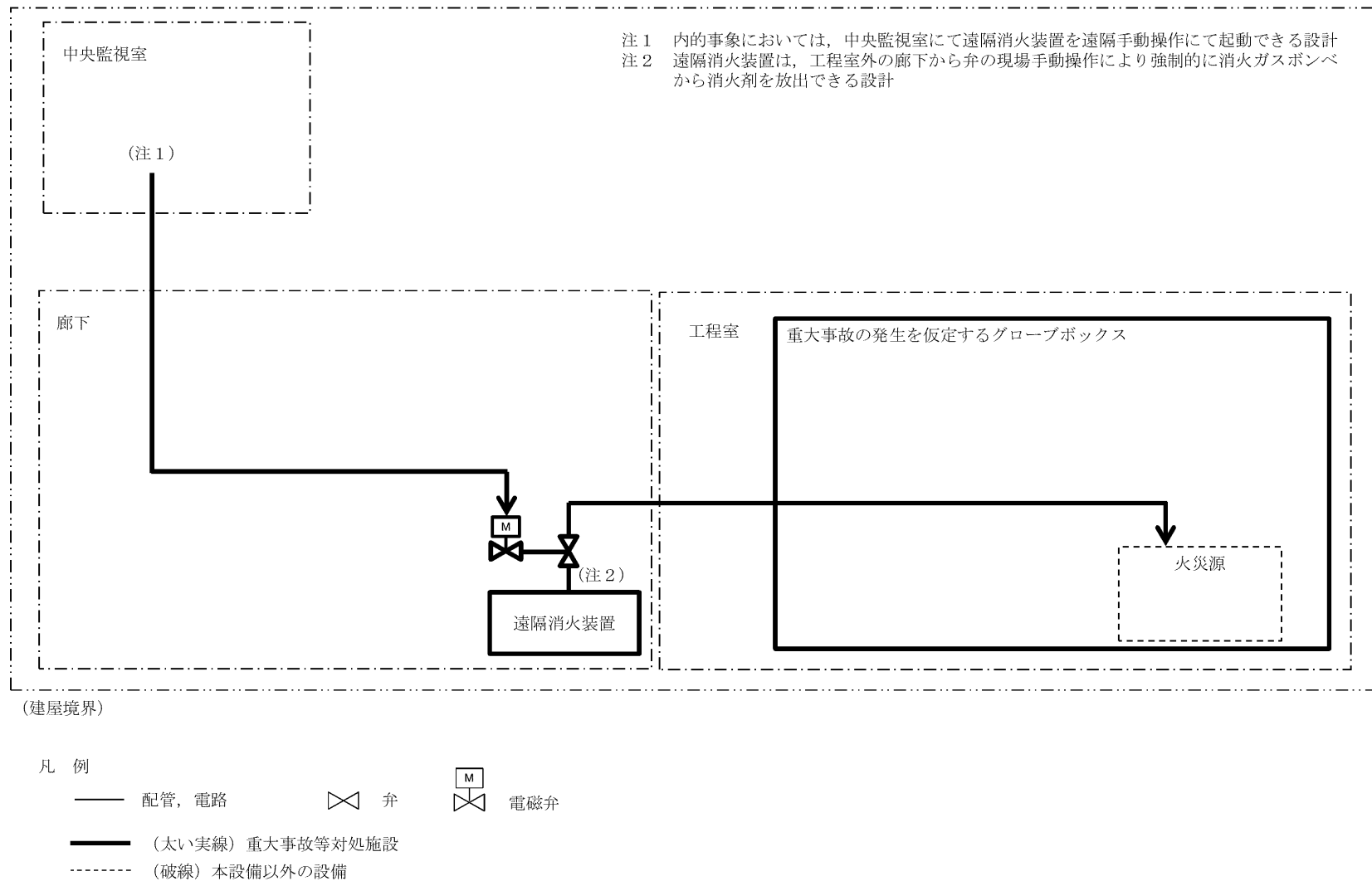


図 1. 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図 (代替消火設備) (内の事象の対処時)

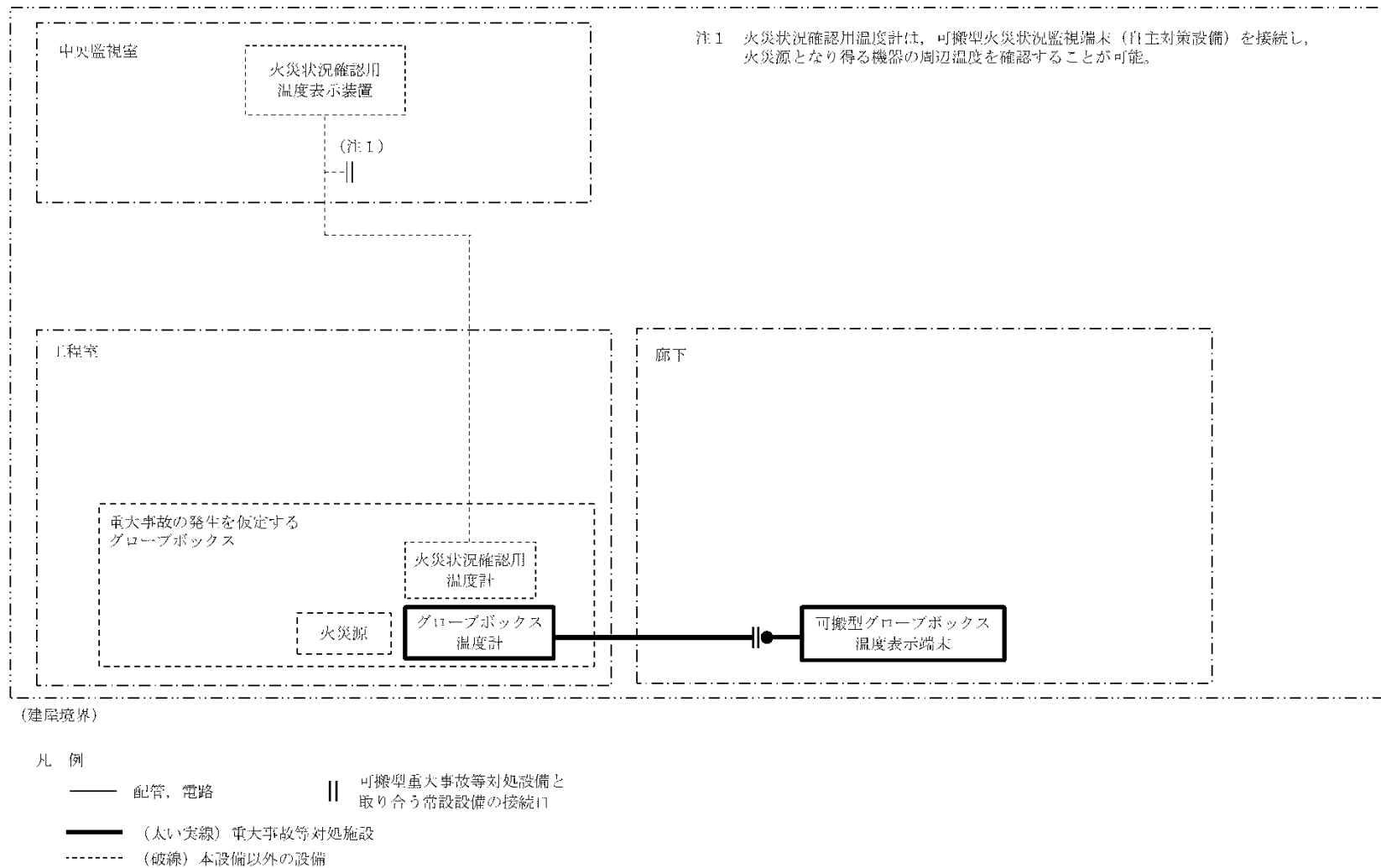
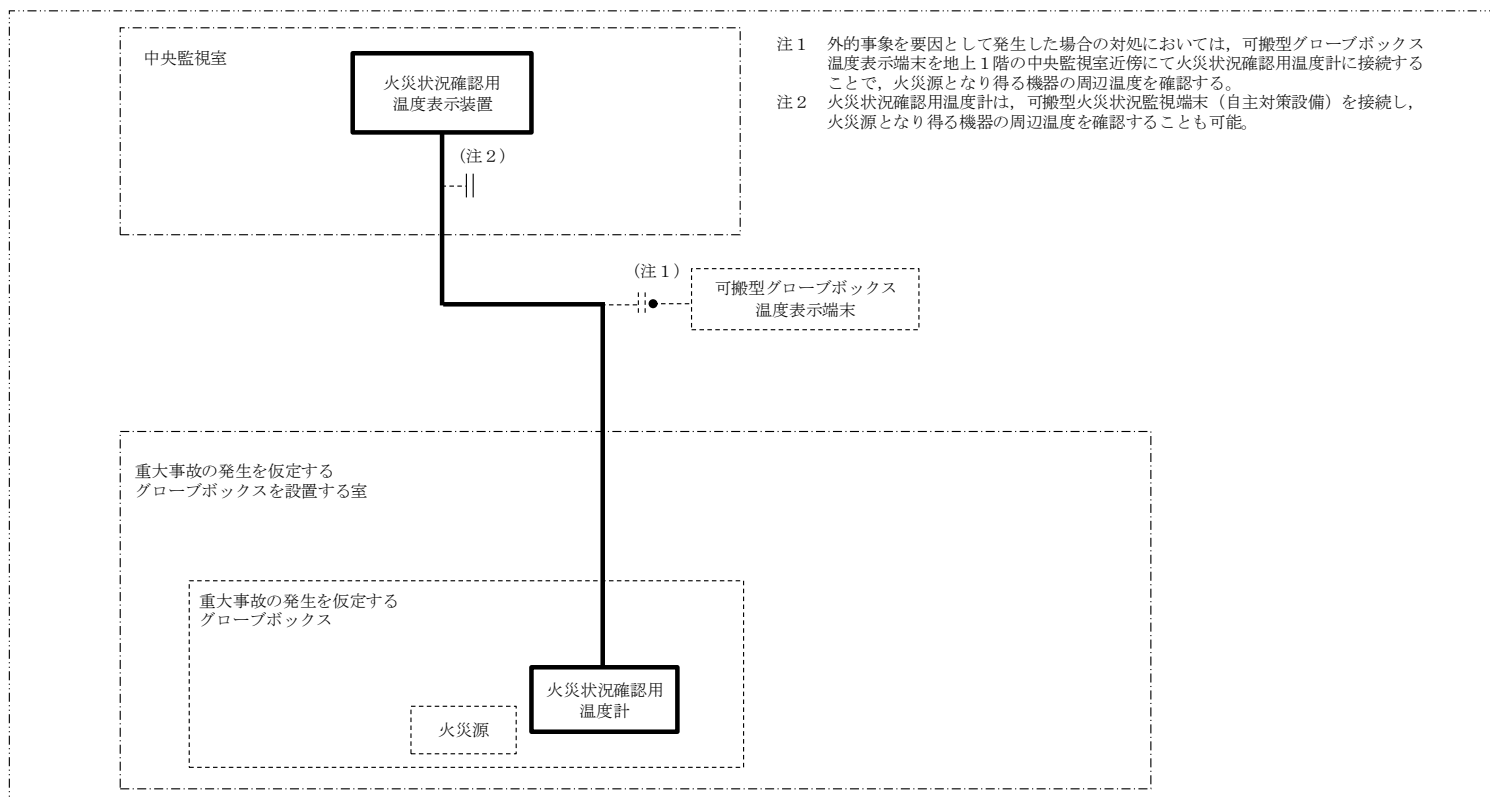


図2. 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図（代替火災感知設備）（外的事象の対処時）



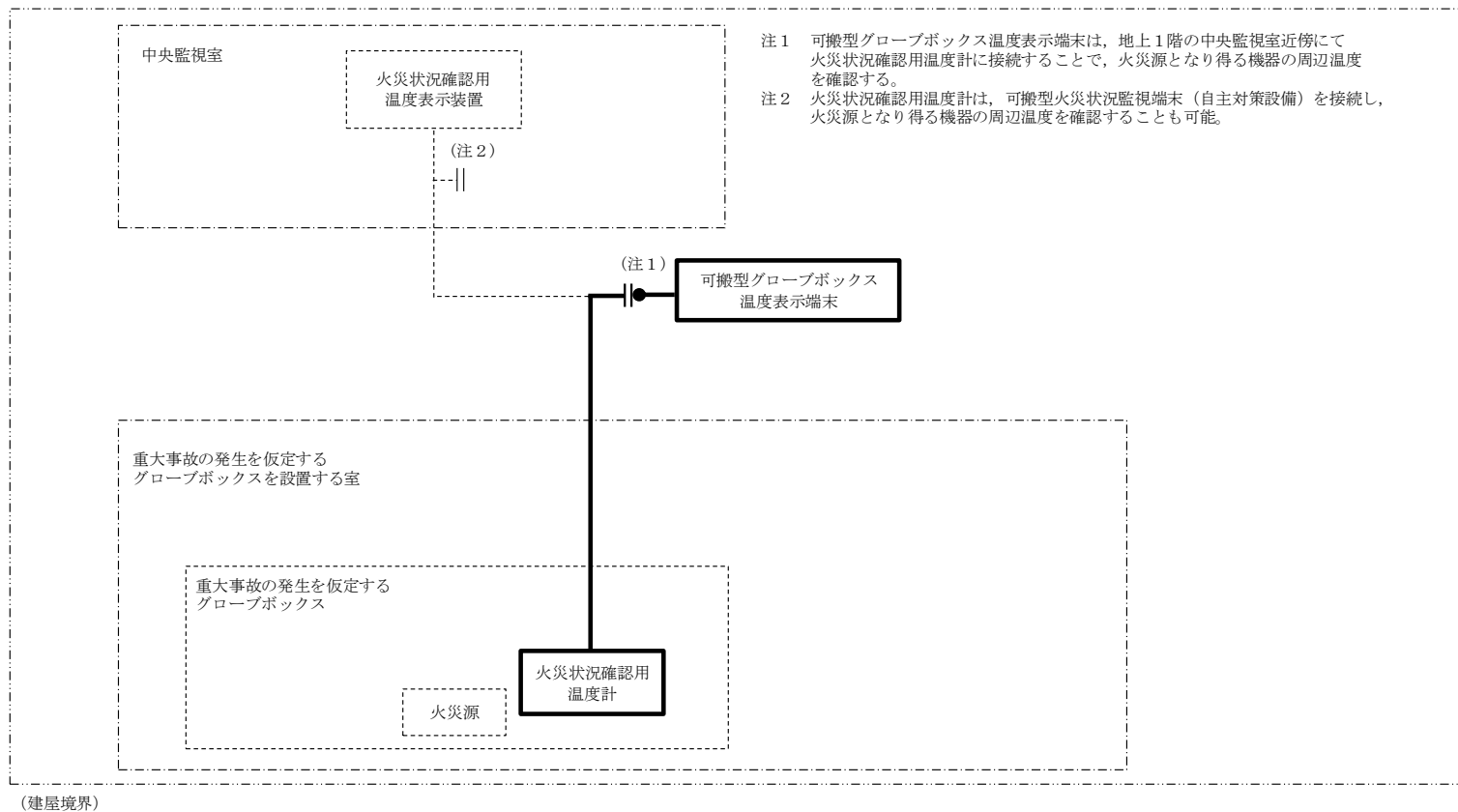
注1 外的事象を要因として発生した場合の対処においては、可搬型グローブボックス温度表示端末を地上1階の中央監視室近傍にて火災状況確認用温度計に接続することで、火災源となり得る機器の周辺温度を確認する。
 注2 火災状況確認用温度計は、可搬型火災状況監視端末（自主対策設備）を接続し、火災源となり得る機器の周辺温度を確認することも可能。

(建屋境界)

凡 例

- 配管，電路
- || 可搬型重大事故等対処設備と取り合う常設設備の接続口
- (太い実線) 重大事故等対処施設
- (破線) 本設備以外の設備

図3. 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図（代替火災感知設備）（内的事象の対処時）



凡 例

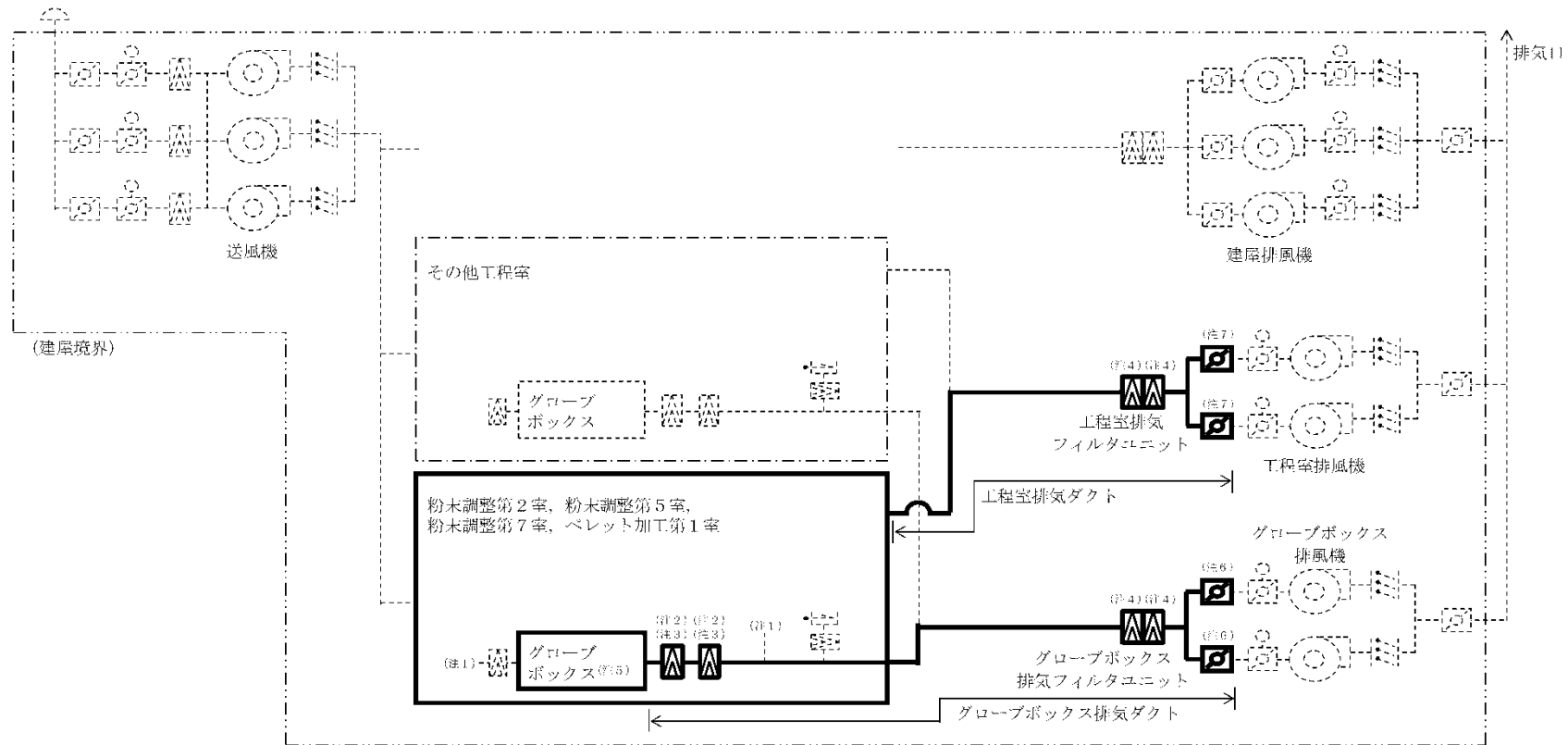
—— 配管，電路

|| 可搬型重大事故等対処設備と
取り合う常設設備の接続口

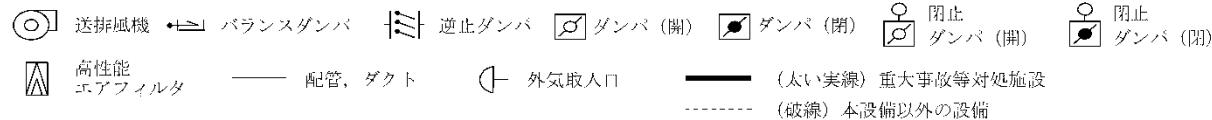
—— (太い実線) 重大事故等対処施設

----- (破線) 本設備以外の設備

図4. 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図（代替火災感知設備）（外的事象の対処時）



凡例



- 注1 窒素循環設備と接続
- 注2 グローブボックス排気フィルタ
- 注3 箱型高性能エアフィルタ
- 注4 枠型高性能エアフィルタ
- 注5 予備混合装置グローブボックス, 均一化混合装置グローブボックス, 造粒装置グローブボックス, 回収粉末処理・混合装置グローブボックス, 添加剤混合装置グローブボックス及びプレス装置(プレス部)グローブボックス
- 注6 グローブボックス排風機入口手動ダンバ
- 注7 工程室排風機入口手動ダンバ

図5. 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図 (代替換気設備 漏えい防止設備)