

【公開版】

提出年月日	令和2年5月11日	R14
日本原燃株式会社		

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

安全審査 整理資料

第 22 条：重大事故等の拡大の防止等

目次

1章 基準適合性

1. 規則適合性

1. 1 適合のための設計方針

1. 2 有効性評価

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定

2. 2 重大事故の発生を仮定する機器の特定

2. 3 重大事故等に対する対策の有効性評価

2. 3. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

3. 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

3. 1 概要

3. 2 重大事故の発生を仮定する機器の特定

3. 3 重大事故の判定

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

3. 4. 2 臨界事故

3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果まとめ

4. (欠番)

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方

5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

5. 2 評価に当たって考慮する事項

5. 2. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する

想定

- 5. 2. 2 操作及び作業時間に対する仮定
- 5. 2. 3 環境条件の考慮
- 5. 2. 4 有効性評価の範囲
- 5. 3 有効性評価に使用する計算プログラム
- 5. 4 有効性評価における評価の条件設定の方針
 - 5. 4. 1 評価条件設定の考え方
 - 5. 4. 2 共通的な条件
- 5. 5 評価の実施
- 5. 6 評価条件の不確かさの影響評価方針
- 5. 7 重大事故等の同時発生又は連鎖
- 5. 8 必要な要員及び資源の評価方針
 - 5. 8. 1 必要な要員
 - 5. 8. 2 必要な資源
- 6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
 - 6. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策
 - 6. 1. 2 核燃料物質の回収
 - 6. 1. 3 閉じ込める機能の回復
 - 6. 1. 4 火災による閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資源
- 7. (欠番)
- 8. (欠番)

2章 補足説明資料

1. (補足説明資料なし)
2. (補足説明資料なし)
3. 重大事故の想定箇所の特定
4. (欠番)
5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方
6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
7. (欠番)
8. (欠番)

1 章 基準適合性

令和2年5月11日 R5

1. 規則適合性

1. 規則適合性

重大事故は、加工規則第二条の二において、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であって、次に掲げるものとされている。

一 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

これらに対して、「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業許可基準規則」という。）第二十二条では、以下の要求がされている。

(重大事故等の拡大の防止等)

第二十二条 加工施設は、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、重大事故の発生を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

2 プルトニウムを取り扱う加工施設は、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

3 プルトニウムを取り扱う加工施設は、重大事故が発生した場合において、プルトニウムを取り扱う加工施設を設置する工場又は事業所（以下この章において「工場等」という。）外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

(解釈)

- 1 第1項に規定する「必要な措置」とは、重大事故の発生を防止するための以下に掲げる条件を満たす措置をいう。
 - 一 重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合の条件等が適切に設定され、対策の内容が具体的かつ実行可能なものであること。
 - 二 重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合に、確実に機能するものであること。
 - 三 重大事故に至るおそれがある事故が発生した現場の作業環境を適切に評価し、対策を実施する放射線業務従事者の作業安全を確保できるものであること。「対策を実施する放射線業務従事者の作業安全を確保できるもの」には、六ふっ化ウラン (UF_6) を取り扱うウラン加工施設については、 UF_6 の漏えいに伴う作業環境（建物内外）への化学的影響を含む。
 - 四 臨界事故の発生を防止できるとともに、放射性物質の放出量を実行可能な限り低くすることができるものであること。
- 2 第2項に規定する「必要な措置」とは、以下に掲げる措置をいう。
 - 一 臨界事故が発生した場合において、未臨界に移行し、未臨界を維持し、当該事故の影響を緩和するために必要な措置
 - 二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生した場合において、核燃料物質等の飛散又は漏えいを防止し、飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収し、機能を回復するために必要

な措置

3 第2項に規定する「必要な措置を講じたもの」について、以下に掲げる有効性評価を行うこと。

一 臨界事故について、「未臨界に移行し、及び未臨界を維持するための設備」及び「臨界事故の影響を緩和するための設備」が有効に機能するかどうかを確認すること。

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失について、「核燃料物質等の飛散又は漏えいを防止し、飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収するために必要な設備」及び「核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するために必要な設備」が有効に機能するかどうかを確認すること。

4 上記3の有効性評価に当たっては、重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定して評価すること。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ものとする。

5 上記3の有効性評価に当たっての前提条件は以下に掲げる条件をいう。

一 評価に当たっての条件

評価に当たっては、作業環境（線量、アクセス性等を含む。）、資機材、作業員、作業体制等を適切に考慮すること。

二 事故発生条件

重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定するに当たっては、同一の室内にある等、同じ防護区画内（発生する事故により、他の設備及び機能に影響を及ぼしうる範囲）にある設備及び機器の機能喪失の同時発生の可能性につい

て考慮すること。なお、関連性が認められない偶発的な同時発生の可能性を想定する必要はない。

三 事象進展の条件

- ① 放射性物質の放出量は、事故の発生以降、事態が収束するまでの総放出量とする。
- ② 設備及び機器から飛散又は漏えいする放射性物質の量は、最大取扱量を基に設定する。
- ③ 臨界事故の発生が想定される場合には、取り扱う核燃料物質の組成（富化度）及び量、減速材の量、臨界事故継続の可能性及び最新の知見等を考慮し、適切な臨界事故の規模（核分裂数）が設定されていることを確認する。また、放射性物質及び放射線の放出量についても、臨界事故の規模に応じて適切に設定されていることを確認する。

6 上記3の有効性評価の判断基準は、作業環境（線量、アクセス性等を含む。）、電力量、冷却材量、資機材、作業員、作業体制等が適切に考慮されていることを確認した上で、以下に掲げることを満足すること。

一 臨界事故

- ① 未臨界に移行し、及び未臨界を維持すること。
- ② 臨界事故の影響を緩和できること。

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

- ① 核燃料物質等の飛散又は漏えいを防止し、飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収することができること。
- ② 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復することができること。

7 第3項に規定する「放射性物質の異常な水準の放出を防止する」とは、上記3の有効性評価において、放射性物質の放出量がセシウム137換算で100テラベクレルを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことをいう。

8 上記7の「セシウム137換算」については、例えば、放射性物質が地表に沈着し、そこからのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊による吸入摂取による内部被ばくの50年間の実効線量を用いて換算することが考えられる。

1. 1 適合のための設計方針

加工規則第二条の二に定められる、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する重大事故に対しては、対策を検討し、必要な設備、手順書及び体制を整備し、それらの有効性を評価する。したがって、重大事故の発生を仮定する機器の特定として、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模並びに重大事故の同時発生の範囲を明確にすることが必要である。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たっては、重大事故の発生を仮定する際の条件を設定し、これらによる安全上重要な施設の機能喪失の範囲を整理することで重大事故の発生を仮定する機器を特定し、重大事故についての有効性評価の条件とする。

重大事故の発生を仮定する機器の特定の結果、重大事故の想定としては、重大事故の発生を仮定する際の条件における、内的事象としての単一グローブボックス内火災及び外的事象としての地震を起因とした複数箇所におけるグローブボックス内火災による核燃料物質等を閉

じ込める機能の喪失である。想定箇所としては、露出したMOX粉末を取り扱い、さらに火災源となる潤滑油を有するグローブボックスである。

1. 2 有効性評価

特定された重大事故の発生を仮定する機器に対し、重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、評価項目を設定した上で、評価の結果を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。

有効性評価は、機能喪失の範囲、講じられる対策の網羅性及び生じる環境条件を基に、代表事例を選定し実施する。

また、重大事故等対策の有効性を確認するために、重大事故の特徴を踏まえた上で、重大事故の発生により、放射性物質の放出に寄与するパラメータを評価項目として設定するとともに、重大事故等対策が講じられた際に大気中へ放出される放射性物質の放出量がセシウム-137換算で100テラベクレルを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことを確認する。

評価する重大事故等のパラメータは、以下に掲げることを達成するために必要なパラメータとする。

(1) 臨界事故

「3. 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」に示すとおり、MOX燃料加工施設では臨界事故の発生が想定されないことから、臨界事故への対処に関する有効性評価は不要である。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

- ① 核燃料物質等の飛散又は漏えいを防止し、飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収することができること。
- ② 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復することができること。

「安全審査 整理資料 第 22 条：重大事故等の拡大の防止等」では、「3. 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」において、重大事故の発生を仮定する機器を特定する。「5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方」において、有効性評価の基本的考え方を整理する。これらの整理された結果に対する重大事故等対策の有効性評価を「6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処」において実施する。

「6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処」では、「3. 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」で特定した重大事故について、重大事故等対策の有効性評価を実施する。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、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グローブボックス内で火災が発生し、飛散しやすい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、放射性物質が大気中へ放出されることである。

このため、可能な限り早期に核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火し、環境中への放射性物質の放出を防止するために核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めることが重要である。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、代替換気設備によりMOX燃料加工施設の閉じ込める機能を回復することにより工程室内の作業環境を確保した上で、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施し、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する。

これらの重大事故の拡大を防止するために必要な措置について、有効性を評価する。

また、有効性評価において明らかにした必要な要員及び資源を基に、重大事故等対策に付帯するその他の作業に必要な要員及び資源を考慮に加えた上で、外部からの支援を考慮せずとも、7日間対処を継続できることを評価する。

上記の要旨を、「2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）」に整理する。

令和2年5月11日 R5

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たり、安全機能を有する施設の設計において想定した設計条件より厳しい条件として、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。）及びそれらの同時発生における、機能喪失の範囲を整理した。

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。したがって、地震、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、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、火山の影響(降下火砕物によるフィルタの目詰まり等)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：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が想定され、さらに全交流電源の喪失が想定されることから、基準地震動の 1.2 倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とし、かつ、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器は機能喪失する。

また、設計基準事故の選定においてグローブボックス内火災を選定していること、MOX燃料加工施設においては、駆動力を有する事象である火災は発生した際にMOX燃料加工施設周辺への影響が大きいこと及び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る、火災の感知・消火機能を持つ設備の機能喪失と潤滑油を有する設備における複数火災の発生の組合せについて

想定する。

火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）：全交流電源及び屋外の動的機器の機能並びに屋内の外気を吸い込む常設の動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

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。

内の事象は，設計基準事故の選定において，安全上重要な施設の安全機能に影響を与える事象として，破損，故障等，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・爆発及び溢水について，安全上重要な施設の安全機能に対する影響により，設計基準事故の起因となるかを整理した。

重大事故の発生を仮定する機器の特定においては，破損，故障等，内部発生飛散物，火災・爆発及び溢水について，各事象に対して厳しい条件を想定することにより，各事象を起因とした安全上重要な施設の安全機能の機能喪失の状態が設計基準事故の選定において想定した規模から拡大し，重大事故の発生を仮定する際の条件になり得るかを整理した。

その結果，内部発生飛散物，火災，爆発及び溢水については，設計基準事故の選定において想定した規模から拡大することはないことから，重大事故の起因として考慮すべき内の事象は，破損，故障等である。このため，重大事故の発生を仮定する際の条件として，内の事象としては設計基準事故選定における単一の破損・故障から

の規模の拡大として、安全上重要な施設の動的機器に対する多重故障を想定する（以下、「動的機器の多重故障」という。）。また、火災については、火災に係る安全上重要な施設が機能喪失した場合を想定し、発生した火災が消火されないことにより、火災の影響を受ける範囲が拡大することを想定する。

動的機器の多重故障の想定においては、共通要因故障が発生するおそれのない機器における関連性が認められない偶発的な同時発生は想定しない。

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

外的事象はそれぞれ発生頻度が極めて低いことに加え、火山の影響による機能喪失の範囲は地震による機能喪失の範囲に包含されることから考慮する必要はない。

- ・ 内的事象同士の同時発生

内的事象発生時には速やかに対処を行うことに加え、それぞれの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同時発生の可能性は極めて低い。しかし、火災については、発生した火災が消火されずに継続した場合、火災による影響を受ける範囲が設計基準事故と比較して拡大することを想定している。このため、火災に係る安全上重要な施設が機能喪失する場合は、火災が発生している状態を想定する。

- ・ 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

基準地震動を超える地震動による地震が発生し、単一ユニット間の距離の維持機能が機能喪失したとしても、核燃料物質が近接することがないことから、臨界に至ることはない。また、地震により核燃料物質の搬送機能が喪失し、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、臨界に至ることはない。

また、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設備の損傷を想定しても、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量を管理すること、

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は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場合においても核燃料物質が一箇所に集積して未臨界質量を上回ることはなく、臨界に至ることはない。

b. 火山の影響

降下火砕物が発生しても、核燃料物質質量に変動はないため、事故の発生は想定されない。

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

MOX燃料加工施設においては、グローブボックス等により核

燃料物質等を閉じ込めているが、核燃料物質を主に地下階で取り扱うこと、取り扱う核燃料物質が固体であることから、駆動力のある事象を伴わなければ核燃料物質が燃料加工建屋外に放出されることはない。

このため、重大事故としての核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、駆動力を有する事象を伴うことにより、MOX燃料加工施設から多量の核燃料物質が放出される事象とする。

① 外的事象発生時

a. 地震

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、火災の発生防止の機能及び火災の感知・消火機能が喪失することにより、複数の火災源で火災が発生、継続する。火災の影響を受けた核燃料物質が、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、当該グローブボックスが有する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損傷し、火災の影響を受けた核燃料物質が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、グローブボックス内の火災源として、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、MOX粉末を露出して取扱い、火災源を有

する 8 基のグローブボックスを重大事故となる同時火災の発生を仮定する機器として特定する。

b. 火山の影響

火山の影響がある場合には、全工程停止を実施することにより機器の運転を停止するため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至らない。

② 内的事象発生時

a. 動的機器の多重故障

火災の感知・消火機能が多重故障により喪失するとともに、単一火災が発生することを想定する。

火災の感知・消火機能が喪失することで発生した火災が継続することにより、火災の影響を受ける範囲が設計基準事故の想定よりも拡大することが想定される。グローブボックス内火災の影響を受けた核燃料物質が、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、当該グローブボックスが有する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、グローブボックス内の火災源として、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 8 基のグローブボックスを重大事故となる単一火災の発生を仮定する機器として特定する。

以上より、火災源を有するグローブボックス内で発生する火災が継続し、火災の影響を受けた核燃料物質が気相中に移行することにより大気中に放出され、グローブボックスが有する核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失に至る事象を、重大事故として特定する。

また、内的事象の場合は、火災の発生箇所は1箇所とし、火災が発生したグローブボックスを設置する室内で連結されているグローブボックス内の放射性物質に対しても、火災影響を与えることを想定する。火災により影響を受けた放射性物質の放出経路はグローブボックス排気系からのみの放出である。一方、外的事象の地震の場合は、地震により重大事故の発生を仮定する機器として特定した8基のグローブボックス全てで火災が発生するとともに、火災が発生したグローブボックスと連結された基準地震動の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の連結部分等の損傷部から、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ことを想定する。

2. 3 重大事故等に対する対策の有効性評価

2. 3. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) 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えいした場合、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。

(2) 対処の基本方針

MOX燃料加工施設における重大事故として特定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、外的事象の「地震」又は内的事象の「動的機器の多重故障」が発生した状態において、重大事故の発生を仮定するグローブボックスで火災が発生し、核燃料物質が火災により発生する気流によって気相中へ移行し、放射性物質が環境へ放出されることである。

内的事象では、動的機器の多重故障として「火災の感知・消火機能」が喪失した状態において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基のうちの1基でグローブボックス内火災が発生し、火災が継続することにより、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環境中に放出される状態を想定する。また、取り扱う可燃物量を考慮すると、火災が他の火災源に延焼することは考えにくいですが、グローブボックス内で発生した火災は、グローブボックス同士が連結されていることを考慮し、火災が発生した室内で連結されているグローブボックスに対しても火災影響を与えることを想定する。

外的事象では、重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基の全てで地震を起因としたグローブボックス内火災が発生し、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機能喪失により「火災の感知・消火機能」が喪失することで火災が継続し、継続した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環境中に放出される状態を想定する。また、火災が発生したグローブボックスと連結された基準地震動の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の損傷箇所から、火災の影響を受けた放射性物質がグローブボックスから工程室内に漏えいすることを想定する。

重大事故に至るおそれがある内的事象が発生した場合には、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環境中に放出されることを未

然に防止するため、全工程停止、気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備（以下、「全送排風機」という。）の停止及び常用電源系統について電源の遮断の対応を行うことにより、火災の発生を防止するとともに、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持する。

重大事故に至るおそれがある外的事象が発生した場合には、全交流電源が喪失しており、全工程停止、全送排風機停止及び電源の遮断がなされた状態であるため、これらの状況を確認する。

重大事故の拡大を防止するために必要な措置としては、設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生する場合を仮定し、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の感知・消火の対策及び環境中への放射性物質の放出を防止するために核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策を整備する。

この際、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでに放出される放射性物質量を、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量と定義する。事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は、環境へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置された高性能エアフィルタ

を介して低減することができる。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、環境へ放出されるおそれはない。

ただし、平常時にはグローブボックス内にて取り扱う核燃料物質がグローブボックス外に飛散している可能性がある状況に対しては、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する観点から核燃料物質の回収作業が必要である。

このため、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、代替換気設備によりMOX燃料加工施設の閉じ込める機能を回復することにより工程室内の作業環境を確保した上で、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施する。

以下、これらの対策を拡大防止対策という。

(3) 具体的対策

① 拡大防止対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生し、設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合、核燃料物質等を閉じ込める機能が喪失する可能性がある。当該事象に対する具体的対策を以下に示す。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生

した場合、自動で消火剤を供給し消火することにより、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火する。

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内を監視し、火災を感知した場合には、遠隔での操作により火災発生箇所に対して消火を行うことにより、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火する。

給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいを防止する。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでの間、核燃料物質が火災の影響を受ける。この際に、環境へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置された高性能エアフィルタにより、放射性物質の放出量を低減できる。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策の完了後、グローブボックス又は工程室の排気機能を確認し、MOX燃料加工施設の閉じ込める機能の回復を実施するとともに、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施する。

このため、可搬型火災状況監視端末、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット、可搬型ダクト、可搬型集塵機、可搬型発電機等を可搬型重大事故等対処設備として配備する。グローブボックス局所消火装置、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）、火災状況確認用カメラ、遠隔消火装置、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ、建屋排風機入口手動ダンパ、送風機入口

手動ダンパ，グローブボックス排気ダクト，工程室排気ダクト，建屋排気ダクト，給気ダクト，グローブボックス排風機，工程室排風機，建屋排風機，グローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排気フィルタユニット，工程室排気フィルタユニット等を常設重大事故等対処設備として位置付ける。

(4) 有効性評価

① 代表事例

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生する範囲及び環境条件を踏まえた対処内容を考慮し，外的事象の「地震」を代表事象として選定する。

② 代表事例の選定理由

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は，外的事象の「地震」において，複数箇所では火災が発生するとともに，火災の感知・消火機能が喪失することにより発生する。

また，内的事象の「動的機器の多重故障」においては，動的機器の機能喪失により火災の感知・消火機能が喪失した状態で，火災が発生することにより核燃料物質等を閉じ込める機能が喪失することで発生する。

外的事象の「地震」により発生する核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の場合，動的機器の機能喪失及び全交流電源の喪失が同時に発生する等，喪失する機器が多く，その範囲も広い。

また，外的事象の「地震」は環境条件の悪化も想定され，重大事故等対策としては厳しくなることから，有効性評価の代表としては外的事象の「地震」による核燃料物質等を閉じ込める

機能の喪失を選定する。

③ 有効性評価の考え方

拡大防止対策に係る有効性評価のため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至った場合に、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるために、重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基全てに対する火災の消火及び環境への放出経路と繋がる送排風機入口手動ダンプの閉止が可能であることを確認する。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が環境へ放出されるおそれはなく、核燃料物質の回収及び閉じ込める機能を回復する段階においては健全性が担保されている可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニットにより放射性物質の捕集を行うため、環境への放射性物質の放出は平常時と同等である。

このため、放射性物質の放出量評価に関しては、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を評価する。放射性物質の放出量評価として、火災により気相中に移行する放射性物質の量、放出経路における除染係数を考慮し、事態収束までの大気中へ放出する放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を評価する。

また、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保するため、火災が発生し

た重大事故の発生を仮定するグローブボックス又は火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に、核燃料物質の回収が実施できること及び閉じ込める機能の回復が実施できることについて評価する。

④ 機能喪失の条件

代表事例において、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は機能喪失するものとする。また、同時に全交流電源の喪失が想定されることから、動的機器の動力も含め、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮する設計とした設備以外の動的機器は機能喪失することを想定する。

基準地震動を 1.2 倍にした地震動による設備の損傷及び全交流電源喪失の影響を考慮しているため、更なる安全機能の喪失は想定しない。

⑤ 事故の条件

地震の発生前は、平常運転状態であることを想定する。

⑥ 操作の条件

グローブボックス局所消火装置は、重大事故に至るおそれがある火災を速やかに消火するため、自動で消火剤の放出が可能な設計としており、消火に係る操作は必要ない。

火災が継続した場合においても、火災の進展により連鎖して新たな重大事故の起因となる又は放射性物質の放出量が著しく増加するものではない。しかし、重大事故等の対処においては、環境への放射性物質の放出量を可能な限り低減させるため、地震発生後には速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施するとともに、火災の継続が確認された場合には

遠隔操作による消火対策を実施する。事象発生後、遠隔操作による火災の消火及び放射性物質の閉じ込める措置は1時間で完了する。

核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に実施するため、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が環境へ放出されるおそれはない状態であることから、作業完了までの時間は定めない。

⑦ 放出量評価に関連する事故、機器及び操作の条件の具体的な展開

放射性物質の組成及び量は平常運転時と同様である。

気相中への移行割合については、火災発生時の状況を模擬した気相移行量の測定の実験結果を参考に、移行割合を 1×10^{-2} に設定する。

放出経路における放射性物質の除染係数については、地震による高性能エアフィルタの除染係数の低下を考慮し、高性能エアフィルタ4段による除染係数を 1×10^5 、高性能エアフィルタ2段による除染係数を 1×10^3 と設定する。また、グローブボックスからの放射性物質の移行率としては、グローブボックスから工程室への移行割合として 1×10^{-1} 、工程室から工程室排気設備への移行割合として 1×10^{-1} と設定する。

放射性物質の放出量をセシウム-137 換算した値については、IAEA が示す換算係数を用いて着目する核種の比から算出する。ただし、プルトニウム及びアメリシウムについては、それに加

えて化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

⑧ 判断基準

火災の消火により核燃料物質が飛散又は漏えいすることを防止できること及び核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。
なお、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラにより火災の状況を確認する監視項目は、グローブボックス内温度及び視覚的な火災状況（ばい煙含む。）とし、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の指示値が 60℃未満であること及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認により、火災の消火に成功したことを判断する。

放出量評価は、拡大防止対策としての環境への核燃料物質の飛散又は漏えいの防止が完了するまでの間に大気中への放射性物質の放出量が、セシウム-137 換算で 100 T B q を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

核燃料物質の回収については、火災影響により重大事故の発生を仮定するグローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質を回収できること。

閉じ込める機能の回復については、可搬型排風機付フィルタユニットの排風機が正常に動作し、高性能エアフィルタの閉塞がなく、グローブボックス又は工程室の排気機能が確保できること。

(5) 有効性評価の結果

① 拡大防止対策

基準地震動を超える地震動による地震が発生した場合は、核燃料物質を建屋内に閉じ込めることを優先する。環境への核燃料物質の飛散又は漏えいの防止は、地震の発生直後に火災が発生することを想定しても、重大事故の発生を仮定する 8 基のグローブボックスへの消火及び燃料加工建屋内に閉じ込める措置は地震発生後 1 時間で完了できる。

事態の収束までに大気中へ放出される放射性物質の量（セシウム-137 換算）は、約 4.2×10^{-2} TBq であり、100 TBq を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

核燃料物質の回収に使用する可搬型集塵機は、代替電源設備の可搬型発電機に接続して給電することで、核燃料物質の回収を行う。また、可搬型集塵機は、核燃料物質を回収するために必要な能力を有する設計とすることから、火災により工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質を回収できる。

閉じ込める機能の回復に使用する可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備の可搬型発電機の給電により駆動し、可搬型発電機の運転に必要な燃料は、補機駆動用燃料補給設備の第 1 軽油貯槽、第 2 軽油貯槽及び軽油用タンクローリから補給が可能である。また、放射性物質を可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットの高性能エアフィルタで除去しつつ、可搬型ダクトを介して、大気中に放出するために必要な風量を有する設計とすることから、通常時における高性能エアフィルタによる捕集機能と同等の機能を有しつつ、グローブボックス又は工程室の排気機能が確保できる。

② 不確かさの影響評価

a. 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

内的事象の「動的機器の多重故障」の状態では火災を想定した場合、火災の発生自体は偶発的な事象であることから、重大事故等の対処が必要な設備の範囲は、重大事故に至るおそれのある火災源を有するグローブボックスは1基に限定される。当該有効性評価では、外的事象の「地震」を要因として、重大事故の発生を仮定するグローブボックス全8基で同時に火災が発生することを前提に対策の成立性を確認していることから、有効性評価の結果は変わらない。

内的事象の「動的機器の多重故障」の状態では火災が発生した場合、環境条件としては、常用電源系統について電源を遮断することにより通常の照明が喪失するが、非常用所内電源設備からの給電により中央監視室の運転保安灯は確保される。外的事象の「地震」で想定した物理的な設備の損傷は想定されないことから、外的事象である「地震」を要因とした場合の影響に包含され、対処時間に与える影響はない。

b. 操作の条件の不確かさの影響

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策については、実施組織要員の操作の余裕時間に与える影響を考慮し、重大事故等対策の作業時間は余裕を持った計画とすることで、これら要因による影響を低減している。また、遠隔消火装置の遠隔手動起動及び送排風機の遠隔手動停止は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復については、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に実施するため、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が環境へ放出されるおそれはないため、実施組織要員の操作や操作所要時間による事象進展はない。

(6) 必要な要員及び資源

① 要員

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策に必要な要員は、合計 12 名であり、MOX燃料加工施設に常駐している実施組織要員は 21 名であることから、必要な作業が可能である。

閉じ込める機能の回復に必要な要員は合計 12 名である。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策に必要な要員と兼ねることが可能であることから、MOX燃料加工施設に常駐している実施組織要員は 21 名で必要な作業が可能である。

なお、核燃料物質の回収操作については、事故の収束状況に応じて体制を構築することから、必要な要員は定めない。

また、内的事象を要因とした場合は、作業環境が外的事象の「地震」を要因とした場合に想定される環境条件より悪化することが想定されないことから、必要な要員は外的事象の「地震」を要因とした場合の必要な人数以下である。

② 資源

a. 水源

MOX燃料加工施設における重大事故対処において水源は必要ない。

b. 電源

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策において電源は必要ない。

核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復に必要な負荷として、可搬型排風機、可搬型集塵機等の起動及び運転に必要な容量を有する可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。

c. 燃料

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策において燃料は必要ない。

閉じ込める機能の回復及び核燃料物質の回収を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で約 1.5m^3 である。

これに対し、第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽にて合計約 800m^3 の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくとも7日間の対処の継続が可能である。

3. 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

3. 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

3. 1 概要

重大事故は、加工規則第二条の二において、設計上定める条件よりも厳しい条件の下において発生する事故であって、MOX燃料加工施設においては、臨界事故と核燃料物質を閉じ込める機能の喪失とされている。

MOX燃料加工施設は、これらの設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合、重大事故の発生を防止するために必要な措置を講ずる。また、MOX燃料加工施設は、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止するための措置を講ずるとともに、施設外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じ、それらが有効に機能することを評価する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定にあたり、設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析を行い、重大事故の発生を仮定する際の条件による安全機能の喪失状態を特定することで、その重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。

安全上重要な施設のうち、その機能喪失により外部に放射性物質を放出するおそれのある設備として、核燃料物質を内包する設備を抽出する。また、MOX燃料加工施設で想定される事象について、設計基準事故の選定において想定した外部からの影響による機能喪

失（以下「外的事象」という。）及び動的機器の故障等（以下「内的事象」という。）それぞれの要因よりも厳しい条件を与えた際の機能喪失を想定し、重大事故の要因となる事象に進展するかを整理する。また、重大事故の要因となる事象に進展する場合には、その事象が設計基準事故の範囲を超える事象となる可能性があるかを整理し、設計基準事故の範囲を超える事象を重大事故として選定する。

特定された重大事故は、重大事故の発生を仮定する際の条件における、内的事象としての単一グローブボックス内火災及び外的事象の地震を起因とした複数箇所におけるグローブボックス内火災による閉じ込める機能の喪失である。重大事故の発生を仮定する機器としては、露出したMOX粉末を取り扱い、さらに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。

3. 2 重大事故の発生を仮定する機器の特定

MOX燃料加工施設における重大事故は、加工規則第二条の二において、臨界事故と核燃料物質を閉じ込める機能の喪失とされている。重大事故の発生を仮定する機器の特定にあたり、設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析を行い、重大事故の発生を仮定する際の条件による安全機能の喪失状態を特定することで、その重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。

安全上重要な施設のうち、その機能喪失により外部に放射性物質を放出するおそれのある設備として、核燃料物質を内包する設備を抽出する。

また、MOX燃料加工施設で想定される事象について、設計基準事故の選定において想定した外的事象、内的事象それぞれの要因よりも厳しい条件を与えた際の機能喪失を想定し、重大事故の要因となる事象に進展するかを整理する。

重大事故の要因となる事象に進展する場合には、その事象が設計基準事故の範囲を超える事象となる可能性があるかを整理し、設計基準事故の範囲を超える事象を重大事故として選定する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定フローを第1図に示す。

(1) 重大事故の発生を仮定する機器の対象となる設備・機器

重大事故の発生を仮定する機器については、設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析を行い、重大事故の発生を仮定する際の条件による安全機能の喪失状態を特定することで、その重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、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、安全機能の喪失を考慮し、重大事故に至る可能性を整理する。安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設以外の施設の機能が喪失したとしても、公衆及び従事者に過度な放射線被ばくを及ぼすおそれはない。また、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設以外の施設は安全上重要な施設に波及的影響を及ぼさない設計とすることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設以外の施設は、安全機能の喪失の想定対象とはしない。

安全上重要な施設のうち、その機能喪失により外部に放射性物質を放出するおそれのある設備として、核燃料物質を内包する設備を抽出する。

(2) MOX燃料加工施設で発生を仮定する重大事故

重大事故は、加工規則第二条の二において、設計上定める条件よりも厳しい条件の下において発生する事故であって、MOX燃

料加工施設においては、臨界事故と核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失とされている。

また、MOX燃料加工施設周辺の公衆への放射線障害としては、内部被ばく及び外部被ばくが考えられ、内部被ばくは、MOX燃料加工施設から飛散又は漏えいした核燃料物質による影響であり、事象としては臨界事故及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が該当する。外部被ばくは、MOX燃料加工施設から漏えいした放射線による影響であり、事象としては核燃料物質による臨界事故が該当する。

以上より、MOX燃料加工施設で発生を仮定する重大事故としては、臨界事故及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が該当する。

(3) 重大事故の起因として考慮すべき外的事象の抽出

外部からの影響として考えられる自然現象等に対して、設計基準においては想定する規模において設計基準事故に至らない設計としていることを確認した。

重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せを特定するためには、安全機能を有する施設の設計において想定した規模よりも大きい規模の影響を施設に与えることで、安全機能の喪失を仮定する必要がある。

したがって、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自然現象等を選定し、安全機能の喪失により考えられる施設の損傷状態を想定する。

① 検討の母集団

外部からの影響として、国内外の文献から抽出した自然現象等を対象とする。

② 重大事故の起因として考慮すべき自然現象等の選定

a. 自然現象等の発生及び規模の観点からの選定

①のうち、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可能性のある自然現象等として、以下の基準のいずれにも該当しない自然現象等を選定する。

基準1 : 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自然現象等の発生を想定しない

基準1-1 : 自然現象等の発生頻度が極めて低い

基準1-2 : 自然現象等そのものは発生するが、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の発生を想定しない

基準1-3 : MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない

基準2 : 発生しても重大事故の起因となる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

自然現象に関する選定結果を第1表に、人為事象に関する選定結果を第2表に示す。

選定の結果、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性のある自然現象等は、地震、森林火災、草原火災、火山の影響及び積雪である。

b. 自然現象等への対処の観点からの選定

上記 a. において、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象等として選定した地震、森林火災、草原火災、火山の影響（降下火砕物による積載荷重、フィルタの目詰まり等）及び積雪について、発生規模を整理する。

発生規模に関しては、「設計上の安全余裕により、安全機能を有する施設の安全機能への影響がない規模」、「設計上の安全余裕を超え、重大事故に至る規模」、「設計上の安全余裕をはるかに超え、大規模損壊に至る規模」をそれぞれ想定する。

森林火災及び草原火災、積雪並びに火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に関しては、消火活動、堆積した雪や降下火砕物の除去を行うことにより、設計上の安全余裕を超える規模の自然現象を想定したとしても設備が機能喪失に至ることを防止できるため、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

したがって、地震及び火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）を重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象として選定する。

③ 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象の組合せ

重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象については、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と、機能喪失

失に至るまでに対処が可能な自然現象に分類できる。これらの自然現象を組み合わせることによって想定する事態がより深刻になる可能性があることを考慮し、組合せの想定の要否を検討する。

組合せを想定する自然現象の規模については、設計上の想定を超える規模の自然現象が独立して同時に複数発生する可能性は想定しにくいことから、重大事故の起因となる可能性がある自然現象に対して、設計上想定する規模の自然現象を組み合わせ、その影響を確認する。

a. 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せ

重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象として選定された地震及び火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）に対して、他の重大事故の起因として考慮すべき自然現象との組合せの影響を検討する。検討に当たっては、同時に発生する可能性が極めて低い組合せ、重大事故に至るまでに実施する対処に影響しない組合せ、一方の自然現象の評価に包絡される組合せを除外し、いずれにも該当しないものを考慮すべき組合せとする。

重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果を第3表に示す。検討の結果、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象に対して組合せを考慮する必要のある自然現象はない。

b. 機能喪失に至るまでに対処が可能な自然現象と他の自然現象

象の組合せ

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象として選定された森林火災，草原火災，火山の影響（降下火砕物による積載荷重）及び積雪に対して，他の重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象との組合せの影響を検討する。検討に当たっては，同時に発生する可能性が極めて低い組合せ，重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ，一方の自然現象の評価に包絡される組合せを除外し，いずれにも該当しないものを考慮すべき組合せとする。

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果を第4表に示す。検討の結果，機能喪失に至る前に実施する対処の内容が厳しくなる組合せとして火山の影響（降下火砕物による積載荷重）及び積雪の組合せを想定するが，火山の影響（降下火砕物による積載荷重）及び積雪が同時に発生した場合には，必要に応じて除雪及び降下火砕物の除去を実施することから，組合せを考慮する必要のある自然現象はない。

いずれの場合においても，重大事故の要因となる自然現象の組合せによる影響はないことから，重大事故の起因となる自然現象として地震及び火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）を選定する。

地震，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）で考慮する，重大事故の発生を仮定する際の施設の条件

は、以下のとおりである。

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の損傷が想定され、さらに全交流電源の喪失が想定されることから、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とし、かつ、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する設備以外の動的機器は機能喪失する。

また、設計基準事故の選定においてグローブボックス内火災を選定していること、MOX燃料加工施設においては、駆動力を有する事象である火災は発生した際にMOX燃料加工施設周辺への影響が大きいこと及び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。

【補足説明資料3-21】

火山の影響：全交流電源及び屋外の動的機器の機能並びに屋内の外気を吸い込む常設の動的機器の機能は降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

(4) 重大事故の起因として考慮すべき内の事象

設計基準事故の選定において、内の事象として、破損、故障等、内部発生飛散物、火災・爆発及び溢水を想定した場合に、MOX燃料加工施設の安全上重要な施設の安全機能に対する影響に

より、設計基準事故の起因となるかを整理した。

重大事故の選定としては、内的事象における重大事故の発生を
仮定する際の条件の考え方として、上記の各事象の発生の想定に
対して厳しい条件を想定することにより、各事象を要因とした安
全上重要な施設の安全機能の機能喪失の状態が設計基準事故の選
定において想定した規模から拡大し、重大事故の発生を仮定する
際の条件になり得るかを整理する。

なお、設計基準事故の選定における内的事象のうち、MOX燃
料加工施設では多量の化学薬品の取扱いがないことから考慮を不
要とした化学薬品の漏えい、動的機器が停止することにより工程
が停止するだけでありそれ以上事象が進展しないことから考慮を
不要とした外部電源の喪失及び全交流電源の喪失については、事
象の規模の拡大がないことが明らかであることから、重大事故の
起因となる内的事象としても考慮は不要である。

① 破損，故障等

設計基準事故の選定においては、破損，故障等により動的機
器の安全上重要な施設が有する安全機能が喪失することを想定
したとしても、全工程停止等の措置を講ずること、安全上重要
な施設の機能の喪失により駆動力が生じる事象には進展しない
ことから、外部への放射性物質の放出に至らないことを確認し
た。

上記の発生の想定に対する厳しい条件としては、動的機器の
安全上重要な施設について、複数の安全機能が喪失する事象
(以下「動的機器の多重故障」という。)が想定される。

このため、破損，故障等による影響については、重大事故の

発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定した規模を超える事象である動的機器の多重故障が想定される。

なお、静的機器については、設計基準事故の選定においては、MOX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い。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破損、故障等は想定しない。

また、臨界防止に係る安全上重要な施設の動的機器はないため、設計基準事故の選定においては、複数の安全上重要な施設以外の施設の誤動作及び運転員の誤操作により、核燃料物質が1回誤搬入される事象を想定しても、臨界に至ることはないことを確認した。

このため、上記の発生の想定に対する厳しい条件としては、複数の機器の誤動作及び運転員の誤操作がさらに継続し、核燃料物質が複数回誤搬入される事象を想定する。

② 内部発生飛散物

設計基準事故の選定においては、重量物の落下又は回転体の飛散が発生することを想定し、安全上重要な施設の安全機能が喪失したとしても、駆動力を有する事象が伴わないことから、外部への放射性物質の放出に至らないことを確認した。

上記の発生の想定に対する厳しい条件としては、これら内部発生飛散物が複数発生することが考えられるが、内的事象としては共通要因により内部発生飛散物が複数発生することは想定されない。また、内部発生飛散物が有するエネルギーが、設計基準事故の選定よりも大きくなることはない。

このため、内部発生飛散物による影響については、重大事故の発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定した規模を超える事象は想定されない。

③ 火災・爆発

a. 火災

設計基準事故の選定においては、潤滑油を有する場合は火災が発生することを想定し、潤滑油を有するグローブボックス内で火災が発生することを想定した。グローブボックスは不燃性材料及び難燃性材料で構成されているため損傷はしないが、火災は駆動力を伴う事象であることから、当該グローブボックス内で発生した単一火災により放射性物質が火災影響を受けて、放射性物質の外部への放出に至ることによりグローブボックスの有するプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失することから、設計基準事故として選定した。また、設計基準事故の発生箇所として8基のグローブボックスを特定した。

上記の発生の想定に対する厳しい条件としては、火災が複数発生することが考えられるが、内的事象としては共通要因により複数箇所で火災が発生することは想定されない。また、設備が有する潤滑油の量が増加することもないため、単

一火災の規模が設計基準事故の選定において想定した規模から拡大することも想定されない。しかしながら、発生した単一火災が継続した場合、火災による影響を受ける範囲が拡大することは想定される。

このため、火災による影響については、重大事故の発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定した火災が発生した状態において、設計基準事故に対処するための安全上重要な施設の機能が喪失した場合、火災が継続することにより、火災による影響を受ける範囲が拡大することを想定する。

b. 爆発

設計基準事故の選定においては、水素・アルゴン混合ガスを取り扱う焼結炉及び小規模焼結処理装置（以下「焼結炉等」という。）内に空気が混入したとしても、MOX燃料加工施設では水素濃度が9 vol%未満の水素・アルゴン混合ガスしか取り扱わないことから爆ごうは発生しないこと、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いことから、安全上重要な施設の安全機能は喪失しないことを確認した。

上記の発生の想定に対する厳しい条件を想定しても、水素・アルゴン混合ガスの水素濃度が上昇することはないため、爆発圧力が上昇することもないため、爆発の規模は設計基準事故の選定における規模から拡大することはない。

このため、爆発による影響については、重大事故の発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定

した規模を超える事象は想定されない。

⑤ 溢水

設計基準事故の選定においては、想定破損による溢水及び地震による溢水を想定し、これらの溢水に対しては、堰等により安全上重要な施設への影響が及ばないことから、溢水により安全上重要な施設の機能は喪失しないことを確認した。

上記の溢水の想定に対する厳しい条件として、想定破損による溢水については、MOX燃料加工施設全体で保有する水量が設計基準事故の選定における想定から変動することはないため、溢水の規模が設計基準事故の選定における規模から拡大することはない。また、地震による溢水については、基準地震動を超える地震動による地震による溢水が想定されるが、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。

このため、溢水による影響については、重大事故の発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定した規模を超える事象は想定されない。

上記を踏まえ、重大事故の起因として考慮すべき内の事象は、設計基準事故の選定における事象の想定と比較して、影響を受ける範囲が拡大する破損、故障等と火災である。

このため、重大事故の発生を仮定するためには、内の事象として、安全上重要な施設の動的機器に対する多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む。）を想定する。また、火災については、

火災に係る安全上重要な施設が機能喪失した場合，発生した火災が消火されないことにより，火災の影響を受ける範囲が拡大することを想定する。

(5) 外的事象及び内的事象の同時発生

外的事象及び内的事象のそれぞれの同時発生については，以下のとおり考慮する必要はない。

・ 外的事象同士の同時発生

外的事象はそれぞれ発生頻度が極めて低いことに加え，火山の影響による機能喪失の範囲は地震による機能喪失の範囲に包含されることから考慮する必要はない。

・ 内的事象同士の同時発生

内的事象発生時には速やかに対処を行うことに加え，それぞれの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同時発生の可能性は極めて低い。しかし，火災については，発生した火災が消火されずに継続した場合，火災による影響を受ける範囲が設計基準事故と比較して拡大することを想定している。このため，火災に係る安全上重要な施設が機能喪失する場合は，火災が発生している状態を想定する。

・ 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。

以上より，外的事象及び内的事象をそれぞれ考慮することにより，適切に重大事故の発生を仮定する機器を特定することが可能で

ある。

(6) MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた重大事故発生の可能性

重大事故は、加工規則第二条の二において、設計上定める条件よりも厳しい条件の下において発生する事故であって、臨界事故と核燃料物質を閉じ込める機能の喪失とされている。このため、臨界事故及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある事象を、重大事故の発生の可能性のある事象とする。

臨界事故については、臨界を防止する機能を有する設備の機能の喪失により臨界事故に至る可能性がある事象とする。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については、MOX燃料加工施設においてはグローブボックス等により核燃料物質等を閉じ込めているが、核燃料物質を主に地下階で取り扱うこと、取り扱う核燃料物質が固体であることから、駆動力のある事象を伴わなければ核燃料物質が燃料加工建屋外に放出されることはない。このため、駆動力を有する事象を伴うことにより、MOX燃料加工施設から多量の核燃料物質が放出される事象を、当該グローブボックス等が有する核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として想定し、重大事故の発生の可能性のある事象とする。

① 安全上重要な施設の安全機能の整理

安全上重要な施設が有する安全機能について分類し、それぞれの機能ごとにその機能が喪失した際の影響を整理する。

- a. プルトニウムを非密封で取り扱う主要な工程に位置する設備・機器を収納するグローブボックス・設備・機器の閉じ込め機能（以下「プルトニウムの閉じ込めの機能」という。）

プルトニウムの閉じ込めの機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する放射性物質はグローブボックス・設備・機器外に漏えいしない。ただし、排気機能を有する設備が機能喪失し、かつプルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、内包する放射性物質はグローブボックス・設備・機器外に漏えいする。漏えいした放射性物質は、漏えいに伴い気相中に移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

焼結炉及び小規模焼結処理装置（以下「焼結炉等」という。）のプルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）の反応により爆発に至ることが考えられるが、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、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いことから、外部への放出には至らない。

プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-1表に、排気機能の喪失と同時にプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-2表に示す。

第3. 2-1表 プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
プルトニウムの閉じ込めの機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3. 2-2表 排気機能の喪失と同時にプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
プルトニウムの閉じ込めの機能	内包する放射性物質がグローブボックス・設備・機器の外に漏えいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

b. 排気経路の維持機能

放射性物質を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、グローブボックス排気設備の系統並びに窒素循環設備の系統が該当する。

排気経路の維持機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する放射性物質が漏えいすることはない。ただし、排気機能を有する設備が機能を喪失し、かつ排気経路の維持機能が損なわれた場合には、排気経路外に放射性物質が漏えいする。漏えいした放射

性物質は、漏えいに伴い気相中に移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-3表に、排気機能の喪失と同時に排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-4表に示す。

第3. 2-3表 排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
排気経路の維持機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3. 2-4表 排気機能の喪失と同時に排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
排気経路の維持機能	放射性物質が排気経路外に漏えいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

c. MOXの捕集・浄化機能

グローブボックス等からの排気中に含まれる放射性物質を捕集するための機能であり，この機能を有する安全上重要な施設としてグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットが該当する。

これらは，破損することなく形状を維持することによって機能が維持される。MOXの捕集・浄化機能が損なわれた場合には，排気中に含まれる放射性物質が捕集されずに排気経路から大気中に放出される。

MOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-5表に示す。

第3. 2-5表 MOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
MOXの捕集・浄化機能	排気中に含まれる放射性物質が捕集されずに排気経路から大気中への放出に至る。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

d. 排気機能

排気中に含まれる放射性物質を捕集した気体を排気するための機能であり，この機能を有する安全上重要な施設としてグローブボックス排風機が該当する。排気機能は，機器が健

全であり電源から電力が供給されることにより機能が維持される。

排気機能が損なわれた場合，外部に放射性物質を放出する駆動力がなくなるため，外部への放出には至らない。

排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-6表に示す。

第3. 2-6表 排気機能の喪失により発生する
可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
排気機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

e. 事故時の排気経路の維持機能及び事故時のMOXの捕集・浄化機能

安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室からの排気に係る系統及び当該系統に設置する高性能エアフィルタが該当する。これらが単独で機能を喪失しても，安全上重要な施設の異常の発生防止機能を有するプルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備又は排気機能を有する設備が機能を維持していれば，放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし，プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能並びに事故時の排気経路の維持機能が同時に喪失した場合，工程室内に放射性物質が漏

えいし、排気経路外から外部に放射性物質を放出するおそれがある。漏えいした放射性物質は、漏えいに伴い気相中に移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

事故時の排気経路の維持機能の喪失及び事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-7表に、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能喪失並びに事故時の排気経路の維持機能の同時喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-8表に示す。

第3. 2-7表 事故時の排気経路の維持機能の喪失及び
事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する
可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	発生する 可能性がある 重大事故
事故時の排気経路 の維持機能, 事故時 のMOXの捕集・ 浄化機能	単独で機能を喪失しても放射性 物質の大気中への放出には 至らない。	—

第3. 2-8表 安全上重要な施設の異常の発生防止機能を有する設備の機能喪失及び事故時の排気経路の維持機能の同時喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
プルトニウムの閉じ込めの機能及び排気機能	放射性物質が排気経路外に漏えいする	事故時の排気経路の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失
焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能及び排気機能	放射性物質が排気経路外に漏えいする	事故時の排気経路の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

f. 安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能（以下、「非常用電源の供給機能」という。）

外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、安全機能を有する施設の安全機能確保に必要な設備が使用できるための支援機能としての非常用所内電源設備が該当する。

非常用所内電源設備が単独で機能を喪失しても、安全上重要な施設及び安全上重要な施設以外の施設の異常の発生防止機能を有する設備が機能を維持していれば、放射性物質の大気中への放出には至らない。

非常用電源の供給機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-9表に示す。

第3. 2-9表 非常用電源の供給機能の喪失により発生する可

能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性のある重大事故
非常用電源の供給機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

g. 熱的制限値の維持機能

核燃料物質を高温状態で取り扱い、熱的制限値の維持機能を有する機器は、機器が健全であることで、一定の温度を超えない状態を維持することが可能である。

熱的制限値の維持機能が単独で機能を喪失しても、「温度の制御機能」があるため、焼結炉等内が異常な高温になることはなく、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、安全上重要な施設以外の施設が有する「温度の制御機能」の喪失と同時に熱的制限値の維持機能が喪失した場合、焼結炉等内に空気が混入し、高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、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いことから、外部への放出には至らない。

熱的制限値の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大事故を第3. 2-10表に示す。

第3. 2-10表 熱的制限値の維持機能の喪失により発生する
可能性のある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	発生する 可能性のある 重大事故
温度の制御機能（安全 上重要な施設以外の施 設）、熱的制限値の維 持機能	単独で機能を喪失しても放 射性物質の大気中への放出 には至らない。	—

h. 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

放射性物質を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉等の排ガス処理に係る系統及びグローブボックスが該当する。

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する放射性物質が漏えいすることはない。ただし、排気機能を有する設備が機能を喪失し、かつ焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能が損なわれた場合には、放射性物質が漏えいする。漏えいした放射性物質は、漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大事故を第3. 2-11表に、排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維

持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.2-12表に示す。

第3.2-11表 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3.2-12表 排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	放射性物質が排気経路外に漏えいする	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

- i. 安全に係るプロセス量等の維持機能（混合ガス中の水素濃度）（以下、「水素濃度の維持機能」という。）

焼結炉等に供給される水素・アルゴン混合ガスの水素濃度が爆発が発生する濃度である9 vol%を超える場合に、焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を自動的に停止する

混合ガス水素濃度高による混合ガス供給停止回路及び混合ガス濃度異常遮断弁が該当する。

混合ガス供給停止回路又は混合ガス濃度異常遮断弁が単独で機能を喪失しても、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスしか施設内に受け入れないことから、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いことから、放射性物質の外部への放出には至らない。

水素濃度の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-13表に示す。

第3. 2-13表 水素濃度の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
水素濃度の維持機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

j. 焼結炉等内の負圧維持機能

焼結炉等内の負圧維持機能として、焼結設備の排ガス処理装置の補助排風機及び小規模試験設備の小規模焼結処理装置の補助排風機が該当する。

焼結炉等内の負圧維持機能が単独で機能喪失しても、外部に放射性物質を放出する駆動力がないため、外部への放出には至らない。

焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する可能性がある
ある重大事故を第3. 2-14表に示す。

第3. 2-14表 焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する
可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する 施設状況	発生する 可能性がある 重大事故
焼結炉等 内の負圧 維持機能	単独で機能を喪失しても放射性物質の 大気中への放出には至らない。	—

k. 安全に係るプロセス量等の維持機能（閉じ込めに関連する
温度維持）（以下、「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」と
いう。）

小規模焼結処理装置の炉殻の冷却流量が低下した場合に、
小規模焼結処理装置の加熱を停止する機能が該当する。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能が単独で機能を喪失し
ても、安全上重要な施設以外の施設が有する「温度の制御機
能」があるため、小規模焼結処理装置内が異常な高温になる
ことはなく、放射性物質の大気中への放出には至らない。た
だし、小規模焼結処理装置の加熱停止機能が、安全上重要な
施設以外の施設が有する「温度の制御機能」と同時に機能が
喪失していれば、小規模焼結処理装置内に空気が混入し、高
温状態の小規模焼結処理装置内の水素・アルゴン混合ガスと
空気（酸素）の反応により爆発に至ることが考えられる。し
かし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水

素・アルゴン混合ガスであり，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いことから，外部への放出には至らない。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-15表に示す。

第3. 2-15表 小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）の機能喪失，小規模焼結処理装置の加熱停止機能	異常が発生していないことから，単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

1. グローブボックスの閉じ込め機能の維持機能（以下，「火災の感知・消火機能」という。）

グローブボックス内で発生した火災の感知及び消火のための設備である，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が該当する。

火災の感知・消火機能が単独で機能を喪失しても，安全上重要な施設以外の施設が有する火災の発生防止の機能を維持していれば，放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし，安全上重要な施設以外の施設が有する火災の発生防止の機能が喪失し，同時に火災の感知・消火機能が喪失してい

れば、火災の規模が拡大し、外部への放射性物質の放出に至る可能性がある。

火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-16表に、安全上重要な施設以外の施設が有する火災の発生防止の機能の喪失と同時に火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-17表にそれぞれ示す。

第3. 2-16表 火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
火災の感知・消火機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3. 2-17表 安全上重要な施設以外の施設が有する
火災の発生防止の機能の喪失と同時に火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能喪失後に想定する施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
火災の発生防止の機能を有する機器（安全上重要な施設以外の施設）、火災の感知・消火機能	火災が発生し、継続する。	火災の感知及び消火機能	火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

m. 核的制限値（寸法）の維持機能

核燃料物質を内包し、核的制限値（寸法）の維持機能を有する機器は、機器が健全であることで、未臨界を維持することが可能である。

核的制限値（寸法）の維持機能が単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、安全上重要な施設以外の施設が有する「搬送する核燃料物質の制御機能」の喪失と同時に核的制限値（寸法）の維持機能も同時に喪失していれば、事故に至る可能性がある。

核的制限値(寸法)の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-18表に、搬送する核燃料物質の制御機能の喪失後の事象進展により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-19表にそれぞれ示す。

第3. 2-18表 核的制限値(寸法)の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
核的制限値(寸法)の維持機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3. 2-19表 搬送する核燃料物質の制御機能の喪失後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失後に想定する施設状況	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
搬送する核燃料物質の制御機能(安全上重要な施設以外の施設)	核燃料物質の搬送先で核的制限値(寸法)の維持が喪失する。	核的制限値(寸法)の維持機能	臨界事故

n. 安全に係る距離の維持機能(単一ユニット相互間の距離維持)

単一ユニット相互間の距離の維持機能を有する機器は、機器が健全であることで、未臨界を維持することが可能である。

単一ユニット相互間の距離の維持機能が損なわれた場合には、内包する核燃料物質によって臨界事故が発生する可能性がある。

単一ユニット相互間の距離の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-20表に示す。

第3. 2-20表 単一ユニット相互間の距離の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
単一ユニット相互間の距離の維持機能	臨界を防止するための単一ユニット相互間の距離が損なわれる。	臨界事故

以上より、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せは第3. 2-21表のとおり整理できる。

重大事故の発生を仮定する機器の特定においては、系統図及びフォールトツリーにより、これら以外の事故の発生の可能性がないことを確認する。

第3. 2-21表 重大事故に至る可能性がある機能喪失

又はその組合せ

重大事故	重大事故に至る可能性がある機能喪失 (又はその組合せ) ※1		
	安全機能1	安全機能2	安全機能3
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	
	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能
	排気経路の維持機能	排気機能	
	MOXの捕集・浄化機能		
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能
火災による核燃料物質等を閉じこめる機能の喪失	火災の発生防止の機能 (安全上重要な施設以外の施設)	火災の感知・消火機能	
臨界事故	搬送する核燃料物質の制御機能 (安全上重要な施設以外の施設)	核的制限値 (寸法) の維持機能	
	単一ユニット間の距離の維持機能		

※1 : 安全機能1～3が全て機能喪失した場合に重大事故に至る可能性がある (安全機能1だけの場合は, 当該機能の喪失により重大事故に至る可能性がある)。

3. 3 重大事故の判定

第3. 2-21 表に示した，重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せが，重大事故の発生を仮定する際の条件において発生するか否かを判定する。

安全機能が喪失しない又は安全機能安全機能が組合せで同時に喪失しなければ，事故が発生することはなく，重大事故に至らないと判定できる。また，安全機能の喪失又はその組合せに対して，評価によって事故に至らないことを確認できない場合には，事象の進展・収束又は公衆への影響をそれぞれ評価する。

安全機能の喪失又はその組合せの発生に対して，設計基準の範囲を超えて事象が進展しない又は事故が発生するとしても設計基準の設備で事象の収束が可能であれば，機能喪失の結果発生する事故の程度が設計基準の範囲内であるため，設計基準として整理する事象に該当する。

安全機能の喪失により事故が発生した場合であっても，機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であれば，設計基準として整理する事象に該当する。

これらのいずれにも該当しない場合は重大事故の発生を仮定する機器として特定することとし，重大事故の発生を仮定する機器の特定結果においてはそれぞれ以下のとおり記載する。

○：重大事故の発生を仮定する機器として特定

×：設計基準の範囲を超えて事象が進展しない，設計基準の設備で事象の収束が可能である，機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度である事象

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

前項までの検討を踏まえ、ここでは安全上重要な施設の安全機能の機能喪失又はその組合せにより発生する可能性がある重大事故毎に「安全機能喪失状態の特定」、「重大事故の発生を仮定する機器の特定」を行った。重大事故の発生を仮定する機器の特定の結果を以下に示す。

3. 4. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

第3. 2-21 表に基づき核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 4. 1. 1 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失及び「排気機能」の喪失

「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

① 地震の場合

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「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質等が「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する機器から漏えいして放射性物質が工程室内に漏えいする可能性がある。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、核燃料物質を取り扱う設備は主に地下階に設置すること、取り扱う核燃料物質の形態として粉末、グリーンペレット、ペレット及びペレットを燃料棒に収納した状態で取り扱うが、粉末以外の形態では駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らないことから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基

準として整理する事象 (×) に該当する。

なお、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が火災源となり火災が発生し、「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失することに加え、「排気機能」が喪失することにより「火災の感知・消火機能」が喪失した場合には、粉末の状態であれば、火災による影響をうけることにより、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。

上記事象については、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「火災の感知・消火機能」の喪失において想定する事象に包含される。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により 動的機器である「排気機能」は喪失するが、静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器である「排気機能」は喪失するが、静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 2 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失並びに「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失

「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び

「事故時の排気経路の維持機能」の喪失並びに「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失、「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失により、工程室からの排気経路外に放射性物質が漏えいする可能性がある。

① 地震の場合

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「プルトニウムの閉じ込めの機能」、「排気機能」、「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失する。MOX燃料加工施設の特徴として、核燃料物質を取り扱う設備は主に地下階に設置すること、取り扱う核燃料物質の形態として粉末、グリーンペレット及びペレットを燃料棒に収納した状態で取り扱うが、グリーンペレット及びペレットを燃料棒に収納した状態は容易に気相へは移行せず、粉末の形態も駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らないことから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×)に該当する。

なお、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が火災源となり火災が発生し、「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失することに加え、「排気機能」が喪失することにより「火災の感知・消火機能」が喪失した場合には、粉末の状態であれば、火災による影響をうけることにより、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。

上記事象については、「火災の発生防止の機能（安全上重要な

施設以外の施設)」及び「火災の感知・消火機能」の喪失において想定する事象に包含される。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により動的機器である「排気機能」は喪失するが、静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」，「事故時の排気経路の維持機能」及び「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器である「排気機能」は喪失するが，静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」，「事故時の排気経路の維持機能」及び「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 3 「排気経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失

「排気経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

① 地震の場合

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「排気経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失し、室内に放射性物質が漏えいする可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止することから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×)に該当する。

なお、「排気機能」が喪失することにより「火災の感知・消火機能」が喪失することに加え、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が火災源となり火災が発生し場合には、取り扱う核燃料物質が粉末の状態であれば、火災による影響をうけることにより、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。

上記事象については、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「火災の感知・消火機能」の喪失において想定する事象に包含される。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により動的機器である

「排気機能」は喪失するが、静的機器である「排気経路の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器である「排気機能」は喪失するが、静的機器である「排気経路の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 4 「MOXの捕集・浄化機能」の喪失

「MOXの捕集・浄化機能」の喪失により、高性能エアフィルタにより捕集される放射性物質が捕集されず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可能性がある。

① 地震の場合

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「MOXの捕集・浄化機能」が喪失し、高性能エアフィルタにより捕集される放射性物質が捕集されずに放射性物質が大気中へ放出される可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止すること及び排気経路上に設置する高性能エアフィルタは基準地震動の 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、放射性物質の大気中への放出が抑制され、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×)に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、静的機器である「MOXの捕集・浄化機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「MOXの捕集・浄化機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 5 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」 の喪失及び「排気機能」の喪失

「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

① 地震の場合

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焼結炉等の「閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失するが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止するため放射性物質の大気中への放出が抑制される。また、焼結炉等内の核燃料物質の形態はグリーンペレット又はペレットであり、これらが粉碎され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により動的機器である「排気機能」は喪失するが、静的機器である「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 6 「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「火災の感知・消火機能」の喪失

「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」の喪失により火災が発生し、「火災の感知・消火機能」の喪失により火災が継続することにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

① 地震の場合

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「火災の発生防止の機能」及び「火災の感知・消火機能」が喪失することにより、複数の火災源において火災が発生、継続する。地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止し、また、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には送排風機を停止するが、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、外部に放出されることにより、当該グローブボックスが有するプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失に至る。放射性物質の放出経路としては、火災により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可能性がある。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 火山の影響の場合

火山の影響により、外部電源の喪失及び非常用所内電源設備の「非常用電源の供給機能」が喪失するため、グローブボックス消火装置の「火災の感知・消火機能」が喪失するが、火山の影響がある場合は全工程停止を実施することにより機器の運転を停止するため、火災は発生しない。したがって、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（火災）には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器の「火災の感知・消火機能」が喪失するとともに、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失し、単一火災が発生することを想定する。

「火災の感知・消火機能」が喪失することで発生した火災が継続することにより、火災の影響受ける範囲が設計基準事故の想定よりも拡大することが想定される。

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、当該グローブボックスが有するプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失に至る。

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、火災による影響をうけることにより、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. 4. 2 臨界事故

臨界事故に係る重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 4. 2. 1 「搬送する核燃料物質の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の喪失

「搬送する核燃料物質の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失して搬送する核燃料物質の寸法が制限された条件から逸脱し、「核的制限値（寸法）の維持機能」が喪失し、制限された寸法から逸脱した核燃料物質が搬送先に搬送された場合には、臨界事故に至る可能性がある。

なお、「核的制限値（寸法）の維持機能」の喪失については、設計基準事故の選定において内部発生飛散物により損傷することを想定している事象である。

① 地震の場合

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、同時に核燃料物質の搬送機能も損傷し、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。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、静的機器である「核的制限値（寸法）の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「核的制限値（寸法）の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 2. 2 「単一ユニット間の距離の維持機能」の喪失

「単一ユニット間の距離の維持機能」の喪失により核燃料物質間の距離が制限された条件から逸脱し、臨界事故に至る可能性がある。

① 地震の場合

「単一ユニット間の距離の維持機能」は貯蔵施設が該当する。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く、臨界

に至ることはない。

また、溢水源となり得る系統に対して、可能な限り基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能を維持できる設計とすることにより、基準地震動を超える地震動による地震により想定される溢水量が設計基準における想定を上回ることはないことから、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。

【補足説明資料3-19】

② 火山の影響の場合

火山の影響により、静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 2. 3 臨界事故の発生の可能性

整理の結果、臨界事故については、重大事故の発生を仮定する際の条件を想定しても、関連する安全上重要な施設の動的機器がなく、また全交流電源が喪失したとしても、核燃料物質の移動が行われなくなることにより、核燃料物質の集積が発生することはなく、臨界に至ることはない。

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。

このため、内的事象としてこれよりも厳しい条件として、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複数回継続する状況として、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、臨界の発生の可能性を評価する。

具体的には、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに設定された核的制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が

最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が推定臨界下限増倍率0.97以下となる質量であり、MOXの集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。

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、臨界事故は発生しない。

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。

【補足説明資料3-19】

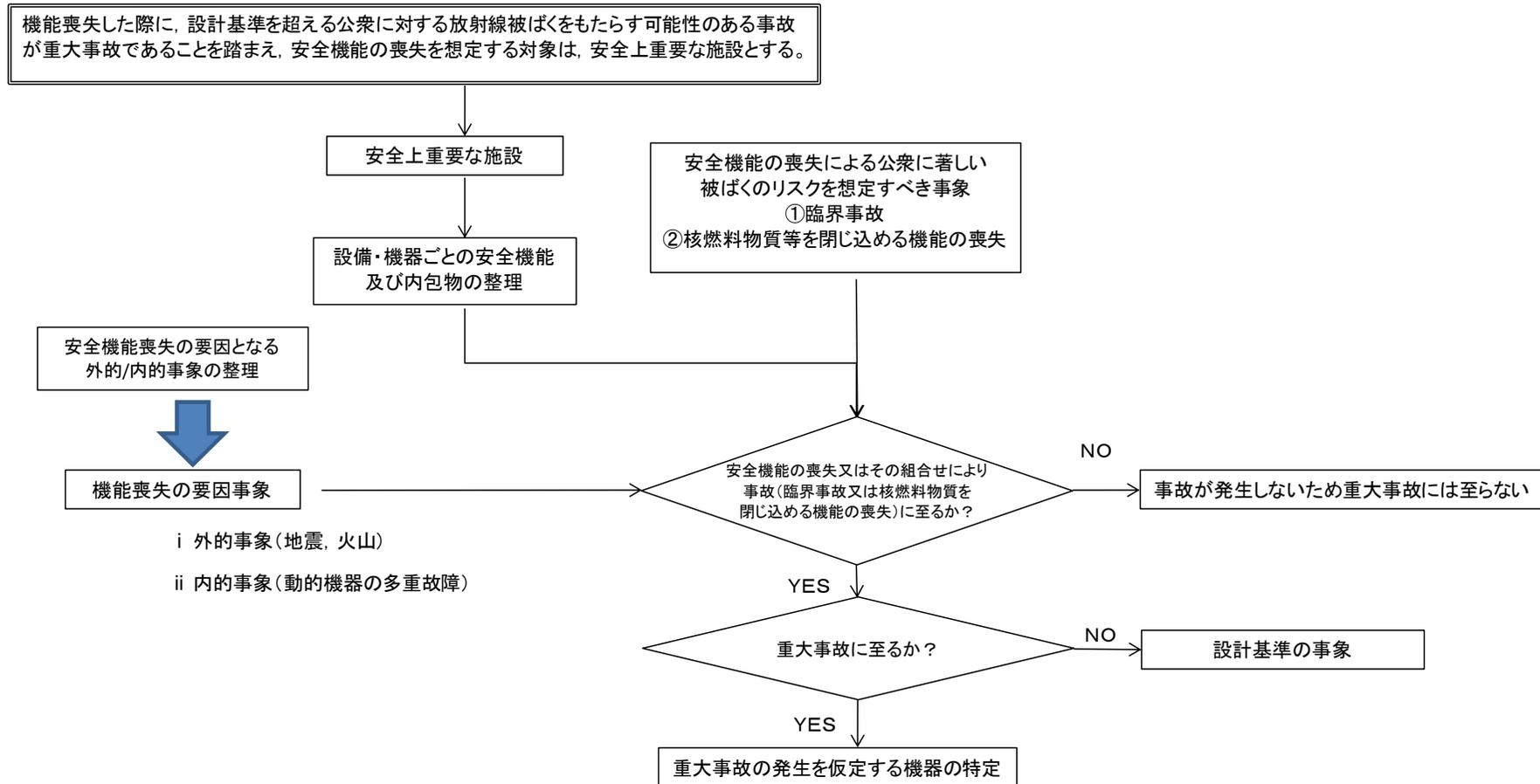
3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果まとめ

3. 3及び3. 4で検討・整理を行った結果を第5表に、要因ごとに特定した重大事故の発生を仮定する機器を第6表に示す。重大事故の発生の仮定としては、重大事故の発生を仮定する際の条件における、内的事象を起因とした単一グローブボックス内火災及び外的事象の地震を起因とした複数箇所におけるグローブボックス内火災による閉じ込める機能の喪失であり、重大事故の発生を仮定する機器としては、第2図 火災源を有するグローブボックス及び火災による影響範囲に示した通り、露出したMOX粉末を取り扱い、さらに火災源となる潤滑油を有するグローブボックスである。

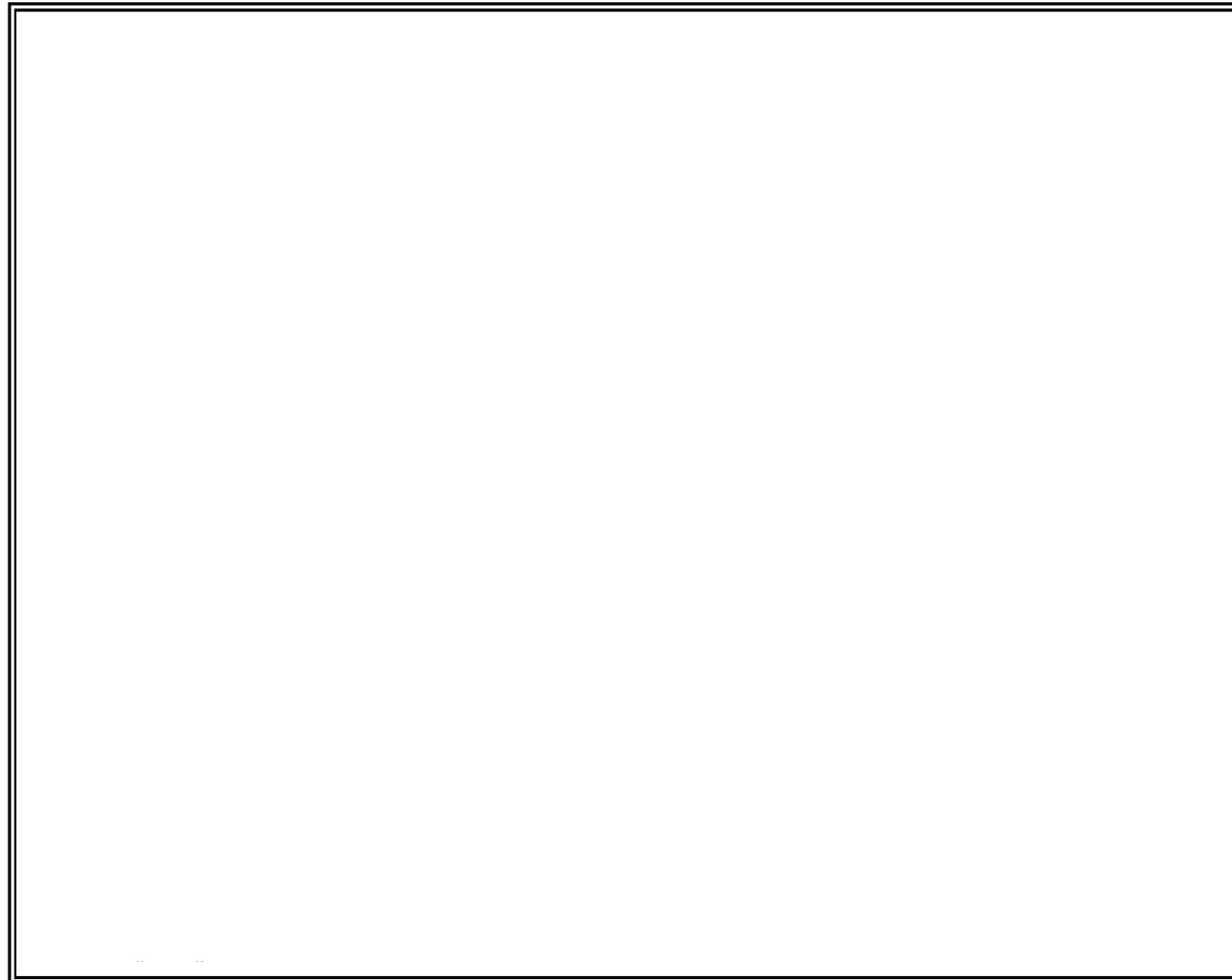
内的事象で想定する単一グローブボックス内火災では、グローブボ

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状態を想定する。また、「火災の感知・消火機能」が喪失することにより、火災が継続することを想定する。グローブボックスは不燃性材料又は難燃性材料を使用することからグローブボックスが火災により損傷することは想定されず、取り扱う可燃物量を考慮すると、火災が他の火災源に延焼することは考えにくい。が、グローブボックス同士が連結されていることを考慮し、火災が発生したグローブボックスを設置する室内で連結されているグローブボックス内の放射性物質に対しても、火災影響を与えることを想定する。

外的事象の地震を起因とした複数箇所におけるグローブボックス内火災では、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しない機器の機能喪失により、「火災の発生防止の機能」及び「火災の感知及び消火機能」が喪失することで露出したMOX粉末を取り扱い、さらに火災源となる潤滑油を有する 8 基のグローブボックス全てで地震により火災が発生、継続し、火災の影響を受けた放射性物質が、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。放射性物質の放出経路としては、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状態を想定する。また、火災が発生したグローブボックスと連結された基準地震動の 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の損傷箇所から、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ことを想定する。工程室に漏えいした放射性物質の一部は、工程室排気系から大気中に放出される状態を想定する。



第1図 重大事故の発生を仮定する機器の特定フロー



- A : 粉末調整第2室
- B : 粉末調整第5室
- C : 粉末調整第7室
- D : ペレット加工第1室

-  火災源を有するグローブボックス
-  粉末調整第2室の火災影響範囲
-  ペレット加工第1室の火災影響範囲
-  他のグローブボックスに火災による影響がないグローブボックス

- ① 予備混合装置グローブボックス
- ② 均一化混合装置グローブボックス
- ③ 造粒装置グローブボックス
- ④ 回収粉末・処理混合グローブボックス
- ⑤ 添加剤混合装置Aグローブボックス
- ⑥ プレス装置Aグローブボックス
- ⑦ 添加剤混合装置Bグローブボックス
- ⑧ プレス装置Bグローブボックス
- i 原料MOX分析試料採取装置グローブボックス
- ii 原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス

 は核不拡散上の観点から公開できません

燃料加工建屋地下3階

第2図 火災源を有するグローブボックス及び火災による影響範囲

第1表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象の抽出結果（1／4）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
1	地震	×	×	×	×	—	○
2	地盤沈下	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、地盤沈下によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
3	地盤隆起	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、地盤隆起によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
4	地割れ	×	×	○	×	敷地内に地割れが発生した痕跡は認められない。また、耐震重要施設及び重大事故等対処施設を支持する地盤に将来活動する可能性のある断層は認められない。	×
5	地滑り	×	×	○	×	空中写真の判読結果によると、リニアメント及び変動地形は判読されない。また、敷地は標高約55mに造成されており、地滑りのおそれのある急斜面はない。	×
6	地下水による地滑り	×	×	○	×	同上。	×
7	液状化現象	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、液状化現象によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
8	泥湧出	×	×	○	×	泥湧出の誘因となる地割れが発生した痕跡は認められない。	×
9	山崩れ	×	×	○	×	敷地周辺には山崩れのおそれのある急斜面は存在しない。	×
10	崖崩れ	×	×	○	×	敷地周辺には崖崩れのおそれのある急斜面は存在しない。	×
11	津波	×	○	×	×	計上考慮する津波から防護する施設は標高約50mから約55m及び海岸からの距離約4kmから約5kmの地点に位置していることから、MOX燃料加工施設に影響を及ぼす規模(>50m)の津波は発生しない。	×
12	静振	×	×	×	○	敷地周辺に尾駮沼及び鷹架沼があるが、MOX燃料加工施設は標高約55mに造成された敷地に設置するため、静振による影響を受けない。	×
13	高潮	×	×	×	○	高潮によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：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になる自然現象

×：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にならない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第1表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象の抽出結果（2 / 4）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
14	波浪・高波	×	×	×	○	波浪・高波によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
15	高潮位	×	×	×	○	高潮位によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
16	低潮位	×	×	×	○	低潮位によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
17	海流異変	×	×	×	○	海流異変によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
18	風(台風)	×	○	×	×	「竜巻」の影響評価に包含される。	×
19	竜巻	×	○	×	×	機能喪失の誘因となる規模(>100m/s)の発生は想定されない。なお、降水との同時発生を考慮しても、竜巻による風圧力、飛来物の衝撃荷重が増長されることはない。	×
20	砂嵐	×	×	○	×	敷地周辺に砂漠や砂丘はない。	×
21	極限的な気圧	×	×	×	○	「竜巻」の影響評価(気圧差)に包含される。	×
22	降水	×	○	×	×	過去の観測記録より、機能喪失の誘因となる規模(>300mm/h)の発生は想定されない。	×
23	洪水	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は標高約55mに造成された敷地に設置し、二又川は標高約1～5mの低地を流れているため、MOX燃料加工施設に影響を与える洪水は起こり得ない。	×
24	土石流	×	×	○	×	敷地周辺の地形及び表流水の状況から、土石流は発生しない。	×
25	降雹	×	×	×	○	「竜巻」の影響評価(飛来物)に包含される。	×
26	落雷	×	×	×	○	落雷は発生するが、MOX燃料加工施設の安全上重要な施設は燃料加工建屋内に全て設置する設計とし、その他の施設との計測制御ケーブル及び電力ケーブルを取り合わない設計とすることから、重大事故の要因になることは考えられない。	×
27	森林火災	×	×	×	×	—	○

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：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になる自然現象

×：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にならない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第1表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象の抽出結果（3／4）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
28	草原火災	×	×	×	○	「森林火災」の影響評価に包含される。	×
29	高温	×	○	×	×	過去の観測記録より、重大事故の要因となる規模（>50℃）の高温は発生が想定されない。	×
30	凍結	×	○	×	×	過去の観測記録より、重大事故の要因となる規模（<-40℃）の低温は発生が想定されない。	×
31	氷結	×	×	×	○	二又川の氷結は、重大事故等の誘因になることは考えられない。	×
32	氷晶	×	×	×	○	氷晶によるMOX燃料加工施設への影響は考えられない。	×
33	氷壁	×	×	×	○	二又川の氷壁は、重大事故等の誘因になることは考えられない。	×
34	高水温	×	×	×	○	河川の温度変化によるMOX燃料加工施設への影響はない。	×
35	低水温	×	×	×	○	同上。	×
36	干ばつ	×	×	×	○	干ばつによるMOX燃料加工施設への影響は考えられない。	×
37	霜	×	×	×	○	霜によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
38	霧	×	×	×	○	霧によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
39	火山の影響	×	×	×	×	-	○
40	熱湯	×	×	○	×	敷地周辺に熱湯の発生源はない。	×
41	積雪	×	×	×	×	-	○
42	雪崩	×	×	○	×	周辺の地形から雪崩は発生しない。	×
43	生物学的事象	×	×	○	×	敷地内に農作物はなく、昆虫類が大量に発生することは考えられない。	×
44	動物	×	×	×	○	「生物学的事象」の影響評価に包含される。	×
45	塩害	×	○	×	×	屋外の受電開閉設備の碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計としており、塩害による影響は機能喪失の要因とはならない。	×

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：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になる自然現象

×：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にならない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第1表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象の抽出結果（4 / 4）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
46	隕石	○	×	×	×	隕石の衝突は、極低頻度な自然現象である。	×
47	陥没	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、陥没によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
48	土壌の収縮・膨張	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、土壌の収縮・膨張によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
49	海岸浸食	×	×	×	○	MOX燃料加工施設は海岸から約5kmに位置することから、考慮すべき海岸浸食の発生は考えられない。	×
50	地下水による浸食	×	×	○	×	敷地の地下水の調査結果から、MOX燃料加工施設に影響を与える地下水による浸食は起こり得ない。	×
51	カルスト	×	×	○	×	敷地周辺はカルスト地形ではない。	×
52	海氷による川の閉塞	×	×	×	○	二又川の海氷による閉塞は、重大事故の要因となることは考えられない。	×
53	湖若しくは川の水位降下	×	×	×	○	湖若しくは川の水位降下によるMOX燃料加工施設への影響は考えられない。	×
54	河川の流路変更	×	×	○	×	敷地近傍の二又川は谷を流れており、河川の流路変更は考えられない。	×
55	毒性ガス	×	×	○	×	敷地周辺には毒性ガスの発生源はない。	×

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：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になる自然現象

×：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にならない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第2表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある人為事象の抽出結果（1／3）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
1	船舶事故による油流出	×	×	×	○	MOX燃料加工施設は、海岸から約5km離れており影響を受けない。	×
2	船舶事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	MOX燃料加工施設は、海岸から約5km離れており影響を受けない。	×
3	船舶の衝突	×	×	×	○	MOX燃料加工施設は、海岸から約5km離れており影響を受けない。	×
4	航空機落下(衝突, 火災)	○	×	×	×	航空機落下(衝突, 火災)は極低頻度である。	×
5	鉄道事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	×	敷地周辺には鉄道路線がない。	×
6	鉄道の衝突	×	×	○	×	敷地周辺には鉄道路線がない。	×
7	交通事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	喪失時に重大事故の要因になり得る安全機能を有する施設は、幹線道路から400m以上離れており、爆発により当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。化学物質の漏えいについては、安全機能を有する施設へ直接被水することはなく、また硝酸の反応により発生するNO _x 及び液体二酸化窒素から発生するNO _x は気体であるため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。	×
8	自動車の衝突	×	×	○	○	周辺監視区域の境界にはフェンスを設置しており、施設は敷地外からの自動車の衝突による影響を受けない。 敷地内の運転に際しては速度制限を設けており、安全機能に影響を与えるような衝突は考えられず、重大事故の要因とはなることは考えられない。	×

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：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になる人為事象

×：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にならない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第2表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある人為事象の抽出結果（2／3）

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
9	爆発	×	○	×	×	敷地内に設置するMOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫における水素爆発を想定しても、爆発時に発生する爆風が上方向に開放されること及び離隔距離を確保していることから、安全機能の喪失は考えられない。	×
10	工場事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	○	「爆発」, 「近隣工場等の火災」及び「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に包含される。	×
11	鉱山事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	×	敷地周辺には、爆発, 化学物質の漏えいを起こすような鉱山はない。	×
12	土木・建築現場の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	○	敷地内での土木・建築工事は十分管理されることからMOX燃料加工施設に影響を及ぼすような工事事故の発生は考えられない。また、敷地外での土木・建築現場の事故は敷地境界からMOX燃料加工施設まで距離があることから、MOX燃料加工施設への影響はない。	×
13	軍事基地の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	三沢基地は敷地から約28km離れており影響を受けない。	×
14	軍事基地からの飛来物 (航空機を除く)	○	×	×	×	軍事基地からの飛来物は、極低頻度な事象である。	×
15	パイプライン事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	×	むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上移送配管は、1.2m以上の地下に埋設されるとともに、漏えいが発生した場合は、配管の周囲に設置された漏油検知器により緊急遮断弁が閉止されることから、火災の発生は想定しにくい。	×

○：基準に該当する人為事象
 ×：基準に該当しない人為事象

○：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になる人為事象
 ×：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にならない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第2表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある人為事象の抽出結果（3／3）

No.	事象	除外の基準 注1				除外する理由	重大事故の起因となる可能性のある事象
		基準1-1	基準1-2	基準1-3	基準2		
16	敷地内における化学物質の漏えい	×	×	×	○	敷地内に搬入される化学物質が運搬時又は受入れ時に漏えいした場合にも、安全機能を有する施設へ直接被水することはなく、また硝酸の反応により発生するNO _x 及び液体二酸化窒素から発生するNO _x は気体であるため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。	×
17	人工衛星の落下	○	×	×	×	人工衛星の衝突は、極低頻度な事象である。	×
18	ダム崩壊	×	×	○	×	敷地の周辺にダムはない。	×
19	電磁的障害	×	×	×	○	人為的な電磁波による電磁的障害に対しては、日本工業規格に基づいたノイズ対策及び電気的・物理的独立性を持たせることから、重大事故の要因になることは考えられない。	×
20	掘削工事	×	×	×	○	敷地内での工事は十分管理されること及び敷地外での工事は敷地境界からMOX燃料加工施設まで距離があることから、MOX燃料加工施設に影響を及ぼすような掘削工事による重大事故の発生は考えられない。	×
21	重量物の落下	×	○	×	×	重量物の取扱いは十分に管理されることから、MOX燃料加工施設に影響を及ぼすような規模の重量物の落下は考えられない。	×
22	タービンミサイル	×	×	○	×	敷地内にタービンミサイルを発生させるようなタービンはない。	×
23	近隣工場等の火災	×	×	×	○	最も影響の大きいむつ小川原国家石油備蓄基地の火災（保有する石油の全量燃焼）を考慮しても、MOX燃料加工施設の安全機能に影響がないことから、重大事故の要因になることは考えられない。	×
24	有毒ガス	×	×	×	○	有毒ガスがMOX燃料加工施設へ直接影響を及ぼすことは考えられない。	×

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：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になる人為事象

×：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にならない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、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。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：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。

第3表 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果

他 ^{※2} 要因 ^{※1}	地震	森林火災 及び 草原火災	火山の影響 (降下火砕物による 積載荷重, フィルタ の目詰まり等)	積雪
地震		a	a	c
火山の影響 (降下火砕物に よるフィルタの 目詰まり等)	a	a		b

※1 : 重大事故の要因となる起因となる自然現象

※2 : 他の自然現象

<凡例>

- a : 同時に発生する可能性が極めて低い組合せ
- b : 重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ
- c : 一方の自然現象の評価に包含される組合せ
- d : 重畳を考慮する組合せ

第4表 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

他 ^{※2} 対処 ^{※1}	地震	森林火災 及び 草原火災	火山の影響 (降下火砕物による積載 荷重)	積雪
森林火災 及び 草原火災	a		a	b
火山の影響 (降下火砕物による 積載荷重)	b	a		d
積雪	b	b	d	

※1： 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象

※2： 他の自然現象

<凡例>

a：同時に発生する可能性が極めて低い組合せ

b：重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ

c：一方の自然現象の評価に包含される組合せ

d：重畳を考慮する組合せ

第5表 重大事故の選定結果（1／2）

重大事故に至る可能性のある安全機能喪失の組合せ			起回事象により安全機能喪失の組合せが発生する可能性			安全機能喪失の組合せによる重大事故への進展可能性	選定結果	
区分	安全機能 1	安全機能 2	安全機能 3	地震※1	火山※2			破損・故障等※3
核燃料物質を閉じ込める機能の喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能		○	×	×	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、核燃料物質がグローブボックス等から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	○	×	×	地震により安全機能1, 2, 3が喪失した場合、核燃料物質がグローブボックス等及び排気経路から工程室へ漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	排気経路の維持機能	排気機能		○	×	×	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、核燃料物質が排気経路から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	MOXの捕集・浄化機能			○	×	×	地震により安全機能1が喪失した場合、放射性物質が高性能エアフィルタにより捕集されずに建屋外へ放出される可能性がある。しかし、地震が発生した際には工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止することから、公衆への影響は平常時と同程度であるため、重大事故への進展の可能性はない。	×
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能		○	×	×	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、核燃料物質が焼結炉等から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	○	×	×	地震により安全機能1, 2及び3が喪失した場合、核燃料物質がグローブボックス等及び排気経路から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）	火災の感知・消火機能		○	×	○	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、火災の発生及び継続により、グローブボックス等有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質の建屋外への放出に至る可能性がある。また、隣接するグローブボックス等の連結部分が地震により損傷し、火災の影響を受けた核燃料物質の一部が工程室内に漏えいする可能性がある。 破損・故障等により、安全機能2が喪失するとともに、火災が発生することを想定した場合、火災の継続により、グローブボックス等有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質の建屋外への放出に至る可能性がある。	○

○：安全機能喪失の組合せ発生可能性あり
 ×：安全機能喪失の組合せ発生可能性なし

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持することのできる設計の設備・機器以外の設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：火災降下物によるフィルタの目詰まりにより非常用発電機が機能喪失し、全交流電源喪失した状態を想定する。

※3：動的機器の多重故障を想定する。設計基準事故からの規模の拡大を考慮するため、火災の拡大に関連する機能の喪失時には火災の発生を想定する。

第5表 重大事故の選定結果（2 / 2）

重大事故に至る可能性のある安全機能喪失の組合せ			起回事象により安全機能喪失の組合せが発生する可能性			安全機能喪失の組合せによる重大事故への進展可能性	選定結果	
区分	安全機能1	安全機能2	安全機能3	地震※1	火山※2			破損・故障等※3
臨界事故	搬送する核燃料物質の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）	核的制限値（寸法）の維持機能	/	○	×	×	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、機器の搬送機能が喪失するとともに、全工程停止の措置もとることから、核燃料物質は搬送されず、臨界事故に至らない。	×
	単一ユニット間の距離の維持機能	/	/	○	×	×	地震により安全機能1が喪失した場合、仮に機器が変形し、核燃料物質間の距離が制限された条件から逸脱した場合においても、核燃料物質は構造材で隔離されていることから、核燃料物質同士が近接することはない、臨界事故に至らない。	×
	核燃料物質の誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）	/	/	○	○	○	地震及び火山により安全機能1が喪失した場合、核燃料物質は搬入されないことから核燃料物質の誤搬入には至らない。 破損・故障等により安全機能1が喪失した場合、グローブボックスへの核燃料物質の誤搬入が発生する可能性があるが、グローブボックスにおける核燃料物質の複数回の誤搬入を想定しても、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、異常の検知及び進展防止可能と考えられることから臨界事故に至らない。	×

○：安全機能喪失の組合せ発生可能性あり
 ×：安全機能喪失の組合せ発生可能性なし

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持することのできる設計の設備・機器以外の設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：火災降下物によるフィルタの目詰まりにより非常用発電機が機能喪失し、全交流電源喪失した状態を想定する。
 ※3：動的機器の多重故障を想定する。設計基準事故からの規模の拡大を考慮するため、火災の拡大に関連する機能の喪失時には火災の発生を想定する。

第6表 重大事故の発生を仮定する機器の特定選定結果

機器名称	基数	地震	火山の影響	多重故障	備考
予備混合装置グローブボックス	1	○	×	○	地震の場合、8基のグローブボックスにおいて火災が発生することを仮定する。 多重故障の場合、1基のグローブボックスにおいて火災が発生することを仮定する。
均一化混合装置グローブボックス	1	○	×	○	
造粒装置グローブボックス	1	○	×	○	
添加剤混合装置グローブボックス	2	○	×	○	
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	1	○	×	○	
プレス装置（プレス部）グローブボックス	2	○	×	○	

令和2年5月11日 R4

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方

5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方

MOX燃料加工施設において、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、「3. 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」において特定した重大事故に対し、以下のとおり評価対象を整理し、対応する評価項目を設定した上で、評価の結果を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。

なお、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、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グローブボックス内で火災が発生し、飛散しやすい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、放射性物質が環境へ放出されることである。

このため、可能な限り早期に核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火し、環境中への放射性物質の放出を防止するために核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めることが重要である。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、代替換気設備によりMOX燃料加工施設の閉じ込める機能を回復することにより工程室内の作業環境を確保した上で、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施し、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する。

これらの重大事故の拡大を防止するために必要な措置について、有効性を評価する。

また、有効性評価において明らかにした必要な要員及び資源を基

に、重大事故等対策に付帯するその他の作業に必要な要員及び資源を考慮に加えた上で、外部からの支援を考慮せずとも、7日間対処を継続できることを評価する。

5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

有効性評価を実施する評価対象は、「3. 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」で体系的に整理された情報を基に、重大事故等の発生を防止している安全機能の喪失の機能喪失の範囲、講じられる対策の網羅性及び生じる環境条件を考慮し整理する。

重大事故等対策の有効性を確認するため、重大事故等の評価項目を設定する。評価項目は、重大事故等の特徴を踏まえた上で、重大事故の発生により、放射性物質の放出に寄与する重大事故等のパラメータとする。

5. 2 評価に当たって考慮する事項

5. 2. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する想定

網羅性を確保した有効性評価を実施するため、想定される機能喪失の範囲に加えて、更なる機能喪失を重ね合わせることが合理的な場合には、代表事例では想定されない安全機能の喪失を加えて仮定し、有効性評価を実施する。

5. 2. 2 操作及び作業時間に対する仮定

「3. 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」で特定した重大事故等への対処のために実施する操作及び作業を開始する時間は、以下のとおり想定する。

(1) 外的事象の地震における想定

地震発生直後、要員は自らの身を守るための行為を実施し、揺れが収まったことを確認してから、安全機能が維持されているかの確認を実施する。したがって、地震の発生を起点として、その後 10 分間は要員による対処を期待しない。地震の発生から 10 分後以降、要員による制御盤等の確認を実施し、その結果に基づき、安全機能の喪失を把握し、通常の体制から重大事故等への対処を実施するための実施組織に体制を移行するものと仮定する。その後、要員による重大事故等への対処に必要な操作及び作業を実施するものと仮定する。

(2) 内的事象における想定

制御盤等の情報から安全機能の喪失又は事故の発生を把握するためには、一つの指示情報だけではなく複数の指示情報から判断する必要がある。したがって、制御盤等により安全機能の喪失を判断するための情報を把握した時点を起点として、安全機能の喪失の判断に 10 分間を要するものと想定し、重大事故等への対処のうち判断に基づき実施する操作及び作業は安全機能の喪失を判断するための情報の把握から 10 分後以降に実施するものと仮定する。

5. 2. 3 環境条件の考慮

「3. 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」において想定した規模の自然現象の発生を想定する。ただし、対処により事象を収束させるまでの時間が短い場合には、その間に自然現象が発生する可能性が十分に低い

め、対処実施中の自然現象の発生は想定しない。

5. 2. 4 有効性評価の範囲

有効性評価の範囲は、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火、環境中への放射性物質の放出を防止するための核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策、代替換気設備によるMOX燃料加工施設の閉じ込める機能の回復及びグローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収とする。

ただし、放射性物質の放出量の観点では、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでに放出される放射性物質量を、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量と定義し、有効性評価を実施する。

5. 3 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

5. 4 有効性評価における評価の条件設定の方針

5. 4. 1 評価条件設定の考え方

有効性評価における評価の条件設定については、事象進展の不確かさを考慮して、設計値及び運転状態の現実的な条件を設定することを基本とする。

5. 4. 2 共通的な条件

有効性評価に必要な共通的条件として、MOXの性状を以下のと

おり定める。

(1) プルトニウム富化度

MOXのプルトニウム富化度は運転管理値に基づき、MOXの形態ごとに第5.4.2-1表のとおり設定する。

第5.4.2-1表 MOX中のプルトニウム富化度

MOX形態		プルトニウム富化度 (%)
粉末	原料MOX粉末	60
	一次混合粉末	33
	二次混合粉末	18
	添加剤混合粉末	18
ペレット	グリーンペレット	18
	焼結ペレット	18

(2) プルトニウムの同位体組成

MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の仕様及び取扱量については運転状態により変動し得るが、吸入による被ばくが最も厳しくなる条件となるよう、再処理する使用済燃料の燃焼条件及び冷却期間をパラメータとして、燃料加工建屋外へ放出するプルトニウムの同位体組成を第5.4.2-2表のとおり設定する。

第5.4.2-2表 MOX中のプルトニウムの同位体組成

核種	質量割合 (%)
Pu-238	3.8
Pu-239	55.6
Pu-240	27.3
Pu-241	13.3
Am-241	4.5
合計	104.5

【補足説明資料 5-2】

【補足説明資料 5-3】

(3) インベントリ

MOXのインベントリは、各グローブボックス及び設備に設定している単一ユニットの運転管理値の最大量を適用する。重大事故等の火災源となる潤滑油を内包するグローブボックス及び火災源となる潤滑油を内包するグローブボックスと同室にあり、火災源となる潤滑油を内包していないが、内的事象において火災の影響を受けることを想定するグローブボックスのインベントリを第5.4.2-3表に示す。

第5. 4. 2-3表 グローブボックス・機器のインベントリ

グローブボックス・設備名称	インベントリ (kg・Pu)
予備混合装置グローブボックス	46.0
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス ^{注)}	16.9
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス ^{注)}	31.8
均一化混合装置グローブボックス	90.5
造粒装置グローブボックス	20.3
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	54.1
添加剤混合装置Aグローブボックス	33.0
プレス装置A（プレス部）グローブボックス	38.9
添加剤混合装置Bグローブボックス	33.0
プレス装置（プレス部）Bグローブボックス	38.9

注) 火災源となる潤滑油を内包していないが、内的事象において火災の影響を受けることを想定するグローブボックス

(4) 事故の影響を受ける割合及び気相に移行する割合

事故の影響を受ける割合及び気相に移行する割合は、重大事故の特徴ごとに既往の知見を参考に設定する。

(5) 大気中への放出過程における放射性物質の除染係数

① 高性能エアフィルタ

高性能エアフィルタに関して、通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数が 1×10^{11} 以上という測定試験結果がある。また、多段フィルタシステムでは、後段のフィルタほど捕集効率は低下するものの、除染係数が最小となる粒径付近では、各段のフィルタの捕集効率に大きな違いはなく、1桁も変わらないという報告もあることから、

後段フィルタの捕集効率の低下を考慮し、1 段目：99.9%、
2 段目以降：99%として、健全な高性能エアフィルタ 4 段の
除染係数を 1×10^9 と想定する。ただし、基準地震動を超える
地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係
数は、高性能エアフィルタ 1 段につき除染係数が 1 桁下がる
ことを想定する。このため、地震による影響を受けた高性能
エアフィルタ 4 段の除染係数は 1×10^5 を設定する。また、高
性能エアフィルタが事故の影響を受けることが想定される場
合は、事故の特徴に応じて個別に設定する。

【補足説明資料 5 - 1】

(6) 放射性物質のセシウム-137 換算係数

大気中への放射性物質の放出量は、セシウム-137 換算で評価す
る。放射性物質のセシウム-137 換算係数は、IAEA-TECDOC-1162
に記載されている、地表沈着した核種からのガンマ線による外部
被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくを考慮した 50 年間
の実効線量への換算係数並びに吸入核種の化学形態に係る補正係
数を用いて、以下の計算式により算出する。なお、吸入核種の化
学形態を線量告示に適合させるために、プルトニウム及びアメリ
シウムについて、IAEA-TECDOC-1162 に記載の吸入摂取換算係数を
ICRP Publication 72 の吸入摂取換算係数で補正する。

セシウム-137 換算係数

$$= (\text{ある核種の } C F_4 \text{ 換算係数}) / (\text{セシウム-137 } C F_4 \\ \text{換算係数}) \times (\text{吸入核種の化学形態に係る補正係数})$$

5. 5 評価の実施

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。また、対策の実施により事態が収束することを確認する。

ただし、事象進展の特徴や厳しさを踏まえ、評価・解析以外の方法で施設が安定状態に導かれ、事態が収束することが合理的に説明できる場合はこの限りではない。

5. 6 評価条件の不確かさの影響評価方針

評価条件のうち、初期条件、事故の条件及び機器の条件並びに有効性評価の前提となる各安全機能の機能喪失の要因となる事象の違いに起因する不確かさについて、実施組織要員の操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響を確認する。なお、評価条件である操作の不確かさについては、操作の不確かさ要因である、「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」に起因して生じる実施組織要員の操作の開始及び完了時間の変動並びに可搬型重大事故等対処設備及びそれらの予備機の設置等の対処に時間を要した場合の完了時間の変動が、実施組織要員の操作の時間余裕及び評価項目となるパラメータに与える影響を確認する。評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、対策を実施する実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響及び評価項目に与える影響を評価する。

5. 7 重大事故等の同時発生又は連鎖

「3. 重大事故の想定箇所の特定」で特定した重大事故の想定は、グローブボックス内火災による閉じ込める機能の喪失のみであることから、重大事故等の同時発生又は連鎖は想定しない。

5. 8 必要な要員及び資源の評価方針

5. 8. 1 必要な要員

重大事故等対策を実施するために必要な実施組織要員を確保できる体制となっていることを評価する。

5. 8. 2 必要な資源

(1) 電源

MOX燃料加工施設として、使用する重大事故等対処施設の起動電流及び定格電流を考慮して、これらの起動順序を定めた上で、必要となる負荷の最大容量に対して電源設備の容量で給電が可能であることを評価する。

(2) 燃料

MOX燃料加工施設として、軽油を燃料とする重大事故等対処施設の燃費及び使用開始時期から、安全機能を有する施設の安全機能の喪失から7日間で消費する軽油の総量を算出することにより、補機駆動用燃料補給設備が重大事故等対処施設への給油を継続できる容量を有していることを評価する。

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) MOX燃料加工施設における火災の特徴

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、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えいした場合、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、大気中へ放出されることが想定される。

【補足説明資料6－1】

(2) 火災への対処の基本方針

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求を満足する重大事故等の拡大を防止するために必要な措置を講じる。

MOX燃料加工施設における重大事故として特定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、外的事象の「地震」又は内的事象の「動的機器の多重故障」が発生した状態において、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グローブボックス（以下、「重大事故の発生を仮定するグローブボックス」という。）で火災が発生し、飛散しやすい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、放射性物質が大気中へ放出されることである。

内的事象では、動的機器の多重故障として「火災の感知・消火機能」が喪失した状態において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基のうちの1基でグローブボックス内火災が発生し、火災が継続することにより、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状態を想定する。また、取り扱う可燃物量を考慮すると、火災が他の火災源に延焼することは考えにくいですが、グローブボックス内で発生した火災は、グローブボックス同士が連結されていることを考慮し、火災が発生した室内で連結されているグローブボックスに対しても火災影響を与えることを想定する。

外的事象では、重大事故の発生を仮定するグローブボックス

8基の全てで地震を起因としたグローブボックス内火災が発生し、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機能喪失により、「火災の発生防止の機能」及び「火災の感知・消火機能」が喪失することで火災が継続し、継続した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状態を想定する。また、火災が発生したグローブボックスと連結された基準地震動の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の損傷箇所から、火災の影響を受けた放射性物質がグローブボックスから工程室内に漏えいすることを想定する。

重大事故に至るおそれがある内の事象が発生した場合には、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を未然に防止するため、全工程停止、気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備（以下、「全送排風機」という。）の停止及び常用電源系統について電源の遮断の対応を行うことにより、火災の発生を防止するとともに、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持する。

重大事故に至るおそれがある外的事象が発生した場合には、全交流電源が喪失しており、全工程停止、全送排風機停止及び電源の遮断がなされた状態であるため、これらの状況を確認する。

重大事故の拡大を防止するために必要な措置としては、設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生する場合を仮定し、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の感知・消火の対策及び大気中への放射性物質の放出を防止するために核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策を整備する。

この際、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでに放出される放射性物質量を、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量と定義する。事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は、大気中へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置された高性能エアフィルタを介して低減することができる。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、大気中へ放出されるおそれはない。

ただし、平常時にはグローブボックス内にて取り扱う核燃料物質がグローブボックス外に飛散している可能性がある状況に対しては、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する観点から核燃料物質の回収作業が必要である。

このため、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、

代替換気設備によりMOX燃料加工施設の閉じ込める機能を回復することにより工程室内の作業環境を確保した上で、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスを第6-1表に、各対策の概要図を第6-1図に示す。また、各対策の基本方針の詳細を以下に示す。

- ① 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生し、設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合、核燃料物質等を閉じ込める機能が喪失する可能性がある。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合、自動で消火剤を供給し消火することにより、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火する。

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内を監視し、火災の発生を確認した場合には、遠隔での操作により火災発生箇所に対して消火を行うことにより、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火する。

- ② 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策

給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えいを防止する。

③ 核燃料物質の放出による影響を緩和するための対策

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでの間、核燃料物質が火災の影響を受ける。この際に、大気中へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置された高性能エアフィルタにより、放射性物質の放出量を低減できる。

④ 核燃料物質の回収及び閉じ込める機能を回復するための対策

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策の完了後、グローブボックス又は工程室の排気機能を確保し、MOX燃料加工施設の閉じ込める機能の回復を実施するとともに、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施する。

6. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策

6. 1. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の具体的内容

設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合、核燃料物質が火災の影響を受けることにより飛散又は漏えいするおそれがある。

重大事故の拡大を防止するために必要な措置として、グローブボックス局所消火装置の自動起動により、核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火を行う。

また、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラにより火災の継続を確認した場合、遠隔消火装置による消火対策と並行し、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ、建屋排風機入口手動ダンパ及び送風機入口手動ダンパ（以下「送排風機入口手動ダンパ」という。）を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める。

上記の対策が完了するまでに放出される放射性物質量は、大気中へ放射性物質を放出するおそれがある経路に設置された高性能エアフィルタを介して低減することができる。

第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-2図から第6-5図に、アクセスルート図を第6-6図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-11図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-12図に示す。

6. 1. 1. 1. 1 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災
を消火するための対策

対策の決定としては、時間経過による作業環境の悪化や対処の時間余裕を確保することに備えて、あらかじめ対策の準備を行うことを決定する「着手判断」及び対処の実施を決定する「実施判断」があるが、MOX燃料加工施設における重大事故等対策においては、時間経過による作業環境の悪化や対処の時間余裕を確保することの考慮が必要な対策がないことから、以降の対策の決定は「実施判断」となる。

(1) 火災状況の監視の実施判断

重大事故に至るおそれがある内の事象が発生した場合には、全工程停止、全送排風機の停止及び常用電源系統について電源の遮断の対応を行うことにより、火災の発生を防止するとともに、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持する。

重大事故に至るおそれがある外的事象が発生した場合には、全交流電源が喪失しており、全工程停止、全送排風機停止及び電源の遮断がなされた状態であるため、これらの状況を確認する。

内の事象又は外的事象時において火災が発生する可能性に備え、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの監視の実施を判断して(2)に移行する。

(2) 重大事故の発生を仮定するグローブボックスの監視

火災の発生により変動するパラメータは、グローブボックス

内温度及びグローブボックス内圧力がある。また、火災に伴い
ばい煙が発生する可能性がある。

このうち、グローブボックス内圧力については、隣接したグ
ローブボックスへの避圧効果、あるいは隣接する基準地震動の
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
ローブボックスの損傷により、工程室と圧力が平衡する可能性
があることから、監視項目として適さない。

したがって、火災状況を確認するために必要な監視項目は、
グローブボックス内温度及び視覚的な火災状況（ばい煙含む）
である。

これを踏まえ、中央監視室において、重大事故の発生を仮定
するグローブボックス内を火災状況確認用温度計（グローブボ
ックス内火災用）及びグローブボックス内の火災状況を確認す
る火災状況確認用カメラにより監視する。火災状況確認用温度
計（グローブボックス内火災用）の測定値及び火災状況確認用
カメラで撮影した映像の確認は、可搬型火災状況監視端末を接
続することで行う。

(3) 火災の消火の実施判断

遠隔消火装置による火災の消火の実施判断については、平常
時におけるグローブボックス内の温度を踏まえた火災の発生を
判断できる温度として、火災状況確認用温度計（グローブボッ
クス内火災用）の指示値が 60℃以上であることと、火災状況監
視用カメラによる火災及び火災による発煙の確認状況を踏まえ
て（4）に移行する。

なお、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内に設置

したグローブボックス局所消火装置は、火災発生時には自動的に消火剤を放出することで消火を行うため、火災の消火についての実施判断はない。

(4) 火災の消火の実施（遠隔消火装置の遠隔手動起動）

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラにより、(3)の判断のとおり火災を確認した場合は、中央監視室からの遠隔手動操作により、遠隔消火装置による消火を行う。

(5) 火災の消火の実施（遠隔消火装置の現場手動起動）

(4)の対策における遠隔消火装置が遠隔手動で起動しなかった場合は、工程室外の廊下にて、該当する箇所に対して遠隔消火装置を手動起動することによる消火を行う。

(6) 火災の消火の成功判断

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の指示値が60℃未満であること及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認により、火災の消火に成功したことを判断する。

6. 1. 1. 1. 2 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策

(1) 送排風機入口手動ダンパの閉止の実施判断

重大事故に至るおそれがある内的事象が発生した場合には、全工程停止、全送排風機の停止及び常用電源系統について電源の遮断の対応を行うことにより、火災の発生を防止するとともに、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持す

る。

重大事故に至るおそれがある外的事象が発生した場合には、全交流電源が喪失しており、全工程停止、全送排風機停止及び電源の遮断がなされた状態であるため、これらの状況を確認する。

内的事象又は外的事象時に火災が発生する可能性に備え、大気中への放射性物質の放出を防止するために、送排風機入口手動ダンパの閉止の実施を判断して（２）に移行する。

(2) 送排風機入口手動ダンパの閉止の実施

送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

なお、送排風機入口ダンパは手動操作により確実に閉止可能であるため、本対策に必要な監視項目はない。

6. 1. 1. 1. 3 核燃料物質の放出による影響を緩和するための対策

(1) 高性能エアフィルタによる核燃料物質の捕集

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでに、火災の影響を受けた核燃料物質の一部がグローブボックス内の気相中に移行し、グローブボックス排気設備を通り大気中へ放出されるおそれがある。排気経路に設置された高性能エアフィルタで放射性物質を捕集することで、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減できる。また、グローブボックスが損傷し、グローブボックス内から室内に核燃料物質の一部が移行したとしても、排気経路に設置する高性能エアフィ

ルタで放射性物質を捕集することで、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減できる。

本対策は、排気経路にあらかじめ設置された高性能エアフィルタによる放射性物質の捕集であり、操作を必要としない。

また、排気経路に設置された高性能エアフィルタの捕集に期待する対策であり、本対策に必要な監視項目はない。

6. 1. 1. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の有効性評価

6. 1. 1. 2. 1 有効性評価

(1) 代表事例

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の起因として、「3. 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」で示したとおり、外的事象の「地震」又は内的事象の「動的機器の多重故障」により、「火災の感知・消火機能」が喪失した状態において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生する状況を想定している。

これらの起因に対し、(2) 代表事例の選定理由に示す「機能喪失の範囲」、「重大事故等対策の種類」及び「重大事故等への対処時の環境条件の観点」について評価した結果、外的事象の「地震」を起因とした場合が厳しい結果を与えることから、外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実施する。

(2) 代表事例の選定理由

① 機能喪失の範囲

外的事象の「地震」を起因とした場合には、基準地震動を1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷が想定される。また、同時に全交流電源の喪失が想定されることから、動的機器の動力も含め、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動的機器は機能喪失することを想定する。

内的事象を起因とした場合には、設計基準事故の規模を拡大させる条件として、動的機器の多重故障を想定するが、地震力

による設備の損傷は想定されない。

以上より、機能喪失の範囲の観点では、外的事象の「地震」は内的事象の「動的機器の多重故障」よりも機能喪失する範囲が広い。

② 重大事故等対策の種類及び範囲

火災の消火に必要な重大事故等対策は、起因事象によらず、多岐に対応でき、かつ、複数の設備故障が発生した場合においても対処可能な対策を選定している。

外的事象の「地震」を起因とした場合には、地震により重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基全てが影響を受けることから、重大事故等対策は重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基全てに対して実施することを想定する。

内的事象の「動的機器の多重故障」を起因とした場合には、火災の発生自体は偶発的な事象であることから、重大事故等の対処が必要な設備の範囲は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスのうちの 1 基に限定される。

以上より、外的事象の「地震」は内的事象の「動的機器の多重故障」と重大事故等対策の種類は同様であるが、重大事故等対策が必要な範囲が広い。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると、外的事象の「地震」を起因とした場合には、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷が想定され、同時に全交流電源の喪失が想定されることから、動的機器の動力も含め、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計と

した設備以外の動的機器は機能喪失することを想定する。建屋内では、溢水及び内部火災のハザードが発生する可能性があり、また、全交流電源の喪失により換気空調が停止し、照明が喪失する。建屋外では、不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化が想定される。

内の事象の「動的機器の多重故障」においては、環境条件としては、常用電源系統について電源を遮断することにより通常の照明が喪失するが、非常用所内電源設備からの給電により中央監視室の運転保安灯は確保される。また、外的事象の「地震」で想定した物理的な設備の損傷、建屋外での不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化は想定されない。

以上より、外的事象の「地震」は内の事象の「動的機器の多重故障」よりも作業環境を悪化させる可能性がある。

(3) 有効性評価の考え方

外的事象の「地震」を起因とし、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至った場合に、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるために、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基全てに対する火災の消火及び大気中への放出経路と繋がる送排風機入口手動ダンパの閉止が可能であることを評価する。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはなく、核燃料物質の回収及び閉じ込める機能を回復する段階においては健全性が担

保されている可搬型排風機付フィルタユニット，可搬型フィルタユニットにより放射性物質の捕集を行うため，大気中への放射性物質の放出は平常時と同等である。

このため，放射性物質の放出量評価に関しては，事故の発生以降，事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を評価する。この評価においては，地震発生前の平常時の状況を踏まえて，グローブボックスが保有する放射性物質質量，事故の影響を受ける割合，事故時の放射性物質の移行率，放出経路における除染係数を考慮する。

(4) 機能喪失の条件

外的事象の「地震」を起因とした場合には，基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷を想定する。また，同時に全交流電源の喪失が想定されることから，動的機器の動力も含め，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動的機器は機能喪失することを想定する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス及び当該グローブボックスの内装機器については，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ないように設計することから，基準地震動を超える地震動の地震時においても転倒及び落下しない。

(5) 事故の条件及び機器の条件

地震の発生前は，平常状態であることを想定する。

閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する機器を第 6-2 表に示す。また，主要な機器の機器条件を以下に示す。

① 火災の感知に係る機器

火災の感知に係る機器の条件を以下に示す。火災の感知に係る機器については，火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラにより，多様性を有する。

a. 火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）は，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内それぞれの火災源近傍に設置することで，発生した火災を感知できる設計とする。また，全交流電源の喪失時においても機能するよう，仮定する重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とする。

b. 火災状況確認用カメラ

火災状況確認用カメラは，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源を確認できる位置に設置することで，発生した火災を感知できる設計とする。また，全交流電源の喪失時においても機能するよう，仮定する重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる蓄電池を有する設計とする。

c. 可搬型火災状況監視端末

可搬型火災状況監視端末は，火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラと接続することにより，中央監視室にて火災状況を監視できる設計とする。また，全交流電源の喪失時においても機能するよう，仮定する重大事故等への対処が完了するまでの時間駆動できる充電電池を有する設計とする。

可搬型火災状況監視端末の保管に当たっては、故障時を考慮した個数を燃料加工建屋内において、常設重大事故等対処設備と異なり、かつ火災源となる機器と異なる室又は離れた場所に保管し、保管容器に収納した上で固縛又は転倒防止対策を講じた保管棚に固縛するとともに、保管容器又は保管棚は被水防護できる構造とする。

② 火災の消火に係る機器

a. グローブボックス局所消火装置

グローブボックス局所消火装置は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源近傍にセンサーチューブを設置し、火災の熱によりセンサーチューブ内に充填するガスが抜けることで、グローブボックス局所消火装置の弁が開放することにより、電源を必要とせずに自動で消火剤の放出が可能な設計とする。消火剤量は、燃焼面の単位面積あたりに必要な消火剤量又はグローブボックスの容積（内装装置の容積は除く）及び隣接するグローブボックスとの開口部面積を考慮した消火剤量以上を確保する設計とする。

【補足説明資料6-3】

b. 遠隔消火装置

遠隔消火装置は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源に対し、中央監視室から遠隔手動操作により消火剤を投入でき、全交流電源の喪失時においても機能するよう、仮定する重大事故等への対処が完了するまでの時間、駆動できる蓄電池を有する設計とする。また、工程室外の廊下から現場手動操作が可能な設計とする。

消火剤量は、燃焼面の単位面積あたりに必要な消火剤量又はグローブボックスの容積（内装装置の容積は除く）及び隣接するグローブボックスとの開口部面積を考慮した消火剤量に加え、遠隔消火装置の配管内に残留する消火剤を考慮した消火剤量以上を確保する設計とする。

③ 核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器

核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置に係る機器の条件を以下に示す。

a. 送排風機入口手動ダンパ

送排風機入口手動ダンパは、全交流電源の喪失時においても機能するよう、現場において手動操作ができる設計とする。

b. 燃料加工建屋外への漏えいの防止のために経路を維持する機器

燃料加工建屋外への漏えいの防止のために経路を維持する以下の機器は、基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持し、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で発生した火災により影響を受けた核燃料物質が、燃料加工建屋外へ漏えいすることを防止する設計とする。

i. グローブボックス排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側からグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの経路）

ii. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）

iii. 工程室排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から工程室排風機入口手動ダンパまでの経路）

- iv. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）
- v. 建屋排気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から建屋排風機入口手動ダンパまでの経路）
- vi. 建屋排風機（経路を維持するために必要な機能）
- vii. 給気ダクト（外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側から送風機入口手動ダンパまでの経路）

④ 放射性物質の放出量を低減するための措置に係る機器

事故の発生以降，事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減できるよう，排気経路を維持するとともに，排気経路に設置する高性能エアフィルタで放射性物質を捕集するための機器条件を以下に示す。

放射性物質の放出量を低減するための以下の機器は，基準地震動を超える地震動の地震及び重大事故時における環境条件を考慮しても機能が期待できる設計であるが，放出量評価においては保守性を見込んだ除染係数を設定する。

a. グローブボックス排気フィルタ

グローブボックス排気フィルタは，1段当たり 1×10^3 以上（ $0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子）の除染係数を有する高性能エアフィルタ2段で構成する。

b. グローブボックス排気フィルタユニット

グローブボックス排気フィルタユニットは，1段当たり 1×10^3 以上（ $0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子）の除染係数を有する高性能エアフィルタ2段で構成する。

c. 工程室排気フィルタユニット

工程室排気フィルタユニットは，1段当たり 1×10^3 以上

(0.15 μ mDOP粒子)の除染係数を有する高性能エアフィルタ2段で構成する。

⑤ 放出量を低減するために経路を維持する機器

事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減するために経路を維持する以下の機器は、基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持し、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で発生した火災により、影響を受けた核燃料物質の大気中への漏えいを低減できる設計とする。

- a. グローブボックス排気ダクト（重大事故に至るおそれのある火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲）
- b. グローブボックス排風機（経路を維持するために必要な機能）
- c. 工程室排気ダクト（重大事故に至るおそれのある火災源を有するグローブボックスを設置する工程室の排気に係る範囲）
- d. 工程室排風機（経路を維持するために必要な機能）

(6) 操作の条件

グローブボックス局所消火装置は、重大事故に至るおそれがある火災を速やかに消火するため、自動で消火剤の放出が可能な設計としており、消火に係る操作は必要ない。消火に要する時間は数十秒程度であるが、事象発生から火災の消火に要するまでの時間はタイムチャート上5分を想定する。

火災が継続した場合においても、火災の進展により連鎖して新たな重大事故の起因となる又は放射性物質の放出量が著しく増加するものではない。しかし、重大事故等の対処においては、

大気中への放射性物質の放出量を可能な限り低減させるため，地震発生後には速やかに核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施するとともに，火災の継続が確認された場合には遠隔操作による消火対策を実施する。事象発生後，遠隔操作による火災の消火及び放射性物質の閉じ込めは1時間で完了する。作業と所要時間を第6-12図に示す。

なお，事故の発生以降，事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減する対策については，排気経路にあらかじめ設置された高性能エアフィルタによる放射性物質の捕集であり，操作を必要とせず，基準地震動を超える地震動の地震及び重大事故時における環境条件を考慮しても機能が期待できる設計であることから，事象発生直後から有効に機能する。

(7) 放出量評価に関連する事故，機器及び操作の条件の具体的な展開

放射性物質の放出量評価に関しては，以下の理由により，核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し，核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了するまでの間の大気中への放射性物質の放出量を評価する。

① 火災による核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく，送排風機の停止及び送排風機入口ダンパの閉止により工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれがないこと。

② 核燃料物質の回収及び閉じ込める機能を回復する段階においては健全性が担保されている可搬型排風機付フィルタユニット，可搬型フィルタユニットにより放射性物質の捕集を行うた

め、大気中への放射性物質の放出は平常時と同等であること。

有効性評価における事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は、重大事故等が発生するグローブボックスに内包する放射性物質質量に対して、発生した火災により影響を受ける割合、火災により気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における除染係数の逆数を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137 への換算係数を乗じて、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を算出する。セシウム-137 換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数を用いて、セシウム-137 と着目核種との比から算出する。ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じて算出する。

① グローブボックスに内包する放射性物質質量

火災が発生したグローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質質量は、当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの運転管理値を基に設定する。

② 火災の影響を受ける割合

火災により影響を受ける割合は、グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質が火災の影響を受ける場合及びグローブボックス内に付着した放射性物質が火災の影響を受け

る場合いずれにおいても、放射性物質量の全量が、火災により影響を受けるものとして設定する。

③ 火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合

火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、グローブボックス内で容器又は機器が保有する放射性物質に対し、 1×10^{-2} として設定する。また、グローブボックス内の付着分については、放射性物質量の100分の1がグローブボックス内の気相中へ移行すると想定し、 1×10^{-2} として設定する。

グローブボックスが一部損傷した場合、グローブボックス内で気相中に移行した放射性物質の一部が室内に移行すると想定し、 1×10^{-1} として設定する。また、室内に移行した放射性物質は室内に拡散し、その一部が工程室排気ダクトに移行すると想定し、 1×10^{-1} として設定する。

④ 大気中への放出経路における除染係数

気相中に移行した放射性物質は、グローブボックス排気設備又は工程室排気設備を経由して大気中へ放出される。

グローブボックス排気設備の経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数が 1×10^{11} 以上という測定試験結果もあることから、健全な高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ4段の除

染係数を 1×10^5 と設定する。

工程室排気設備の経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計2段設置されている。健全な高性能エアフィルタは、1段あたり 1×10^3 以上の除染係数を有するが、2段の除染係数を 1×10^5 と想定する。ただし、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき除染係数が1桁下がることを想定する。このため、高性能エアフィルタ2段の除染係数を 1×10^3 と設定する。

【補足説明資料6-4】

(8) 判断基準

有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

① 対策の成否について

火災の消火により核燃料物質が飛散又は漏えいすることを防止できること及び核燃料物質の漏えいにつながる経路を閉止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置ができること。

なお、火災の発生により変動するパラメータは、グローブボックス内温度及びグローブボックス内圧力がある。また、火災に伴いばい煙が発生する可能性がある。

このうち、グローブボックス内圧力については、隣接したグローブボックスへの避圧効果、あるいは隣接する基準地震動の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の損傷により、工程室と圧力が平衡する可能性があることから、監視項目として適さない。

このため、火災状況を確認する監視項目は、グローブボックス

ス内温度及び視覚的な火災状況（ばい煙含む）とし、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の指示値が 60℃未満であること及びグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認により、火災の消火に成功したことを判断する。

② 事態が収束するまでの放射性物質の総放出量について

事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量が、セシウム-137 換算で 100TBq を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

① 対策の成否について

a. 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内は通常運転時は窒素雰囲気であるが、地震の発生直後に火災が発生することを仮定する。地震による環境を考慮しても、当該グローブボックス内の火災源に対し、火災の熱によりセンサーチューブ内に充填するガスが抜けることで、グローブボックス局所消火装置の弁が開放することにより、電源を必要とせずに自動で消火剤の放出が可能である。また、自動で燃焼面の単位面積あたりに必要な消火剤量又はグローブボックスの容積（内装装置の容積は除く）及び隣接するグローブボックスとの開口部面積を考慮した消火剤量を放出することで消火ができる。この操作は実施組織要員による操作を介さずに、火災発生後速やかに完了できるため、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失に至る規模の火

災を防止できる。

b. 外的事象の「地震」が発生し、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに対し、設計基準として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合、送排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。この作業は4名（2名/班×2班）にて25分で完了できる。また、この作業は基準地震動を超える地震動の地震の発生後1時間で完了できる。

c. 上記 b. と並行し、中央監視室にて火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度の確認又はグローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる火災状況の確認を行い、温度異常又は発煙の継続により火災が継続していると判断した場合は、中央監視室からの遠隔操作により遠隔消火装置を起動する。この作業は2名にて15分で完了できる。また、この作業は地震の発生後25分で完了できる。

d. c. の作業の結果、遠隔操作による遠隔消火装置の起動ができない場合は、工程室外の廊下から遠隔消火装置を手動起動する。この作業は4名（2名/班×2班）にて20分で完了できる。また、この作業は地震の発生後1時間で完了できる。

e. 火災は、事故の進展により連鎖して新たな重大事故の起因となる又は放射性物質の放出量が著しく増加するものではないが、大気中への放射性物質の放出量を実行可能な限り低減させる方針に基づく対策の検討の結果、上記の通り、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策は基準地震動を超える地震動の地震の発生後1時間

で完了できる。

② 事態が収束するまでの放射性物質の総放出量について

a. 事故の発生以降，事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は，約 4.2×10^{-2} TBq である。燃料加工建屋外への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の詳細を第 6 - 4 表に示す。

b. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）が 100TBq を十分下回るものであって，かつ，実行可能な限り低い。

【補足説明資料 6 - 5】

(2) 不確かさの影響評価

① 事象，事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

a. 想定事象の違い

内的事象の「動的機器の多重故障」の状態が火災が発生することを仮定した場合，火災の発生自体は偶発的な事象であることから，重大事故等の対処が必要な設備の範囲は，重大事故の発生を仮定するグローブボックス 1 基に限定される。当該有効性評価では，外的事象の「地震」を要因として，8 基全ての重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で同時に火災が発生することを前提に対策の成立性を確認していることから，有効性評価の結果は変わらない。

内的事象の「動的機器の多重故障」の状態が火災が発生した場合，環境条件としては，常用電源系統について電源を遮断することにより通常の照明が喪失するが，非常用所内電源設備からの給電により中央監視室の運転保安灯は確保される。

外的事象の「地震」で想定した物理的な設備の損傷は想定されないことから、外的事象である「地震」を要因とした場合の影響に包含され、対処時間に与える影響はない。

b. 火災規模の違い

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内に設置する機器が保有する潤滑油の量は変動しないことから火災の規模は限定される。また、当該潤滑油の量を考慮したオイルパンを設置することにより、火災の範囲は限定される。このため、火災範囲はオイルパンに限定され、燃焼面の単位面積あたりに必要な消火剤量又はグローブボックスの容積（内装装置の容積は除く）及び隣接するグローブボックスとの開口部面積を考慮した消火剤量以上を確保する設計とすることから、消火に与える影響はない。

② 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は、気相中に移行する放射性物質の移行割合や放出経路における放射性物質の除染係数に不確かさがある。非安全側な影響として、仮に大気中への放射性物質の放出経路を工程室排気設備とした場合、放出量が増加する可能性がある。一方、安全側な影響として、放出量評価に用いた高性能エアフィルタの除染係数は評価が厳しくなるよう設定しており、放出量がさらに小さくなることが想定される。このように不確かさを有するものの、これらを考慮した場合でも判断基準を満足することには変わりはない。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

a. 火災の発生を仮定する設備・機器が保有する放射性物質質量

設備・機器が保有する放射性物質質量は、単一ユニットの運転管理値を設定しており、また、各グローブボックスへのMOX粉末の付着量として、当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの運転管理値を基に設定していることからこれ以上の上振れはない。

MOXのプルトニウム富化度は、二次混合粉末、添加剤混合粉末及びグリーンペレットの最大プルトニウム富化度である18%として評価しているが、これより低いプルトニウム富化度のペレットを製造している場合、1桁未満の下振れが考えられる。

b. 火災により放射性物質が影響を受ける割合

火災により放射性物質が影響を受ける割合を評価上1として設定していることから、これ以上の上振れはない。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス及び当該グローブボックスの内装機器については、基準地震動の1.2倍の地震力に対して、必要な機能が損なわれるおそれがないよう設計するために、基準地震動を超える地震動の地震時においても機器又は容器からMOX粉末が全量漏えいするとは考えにくいことから、金属容器からの漏えい割合を 1×10^{-2} と想定した場合は、金属製の混合機や容器に収納されていないプレス・グリーンペレット積込ユニット及び造粒ユニットを除くと、全体として1桁未満の下振れが考えられる。

c. 火災により放射性物質が気相に移行する割合

潤滑油と機器及び容器から漏えいしたMOX粉末が混ざっ

た状態で燃焼することを想定した場合、1桁の上振れが考えられる。

NUREG/CR-6410によると、最大1000°C、粉末周囲の上昇流100cm/sに置かれた非可燃性の粉末の移行割合を 6×10^{-3} としており、この場合、火災により放射性物質が気相に移行する割合は、1桁の下振れが考えられる。

d. 大気中への放出経路における低減割合

放射性物質の放出経路を工程室排気設備とする場合、高性能エアフィルタ2段(除染係数は 10^3)となることから、グローブボックスが大きく破損し放射性物質の全量が工程室に漏えいした場合、1桁の上振れになる。

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合の高性能エアフィルタの除染係数は、高性能エアフィルタ1段につき捕集効率が1桁下がることを想定し、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^5 と設定していることから、2桁程度の下振れが考えられる。なお、放出経路となる排気ダクトは、数十mの長さがあり、屈曲部を有しているため、経路上への放射性物質の沈着が想定され、更なる下振れの可能性がある。

【補足説明資料6-6】

③ 操作の条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」が実施組織要員の操作の余裕時間に与える影響を考慮し、重大事故等対策の作業時間は余裕を持った計画とすることで、これら要因による影響を低

減している。

また、グローブボックス局所消火装置は、実施組織要員による操作は必要としない。遠隔消火装置の遠隔手動起動及び送排風機入口手動ダンパの閉止操作は、簡易な操作であるため、余裕をもって作業を完了することができる。

b. 作業環境

グローブボックス局所消火装置による消火は自動で行われるため、火災による工程室内における環境悪化の影響を受けない。また、遠隔消火装置の操作及び送排風機入口手動ダンパの操作は工程室外で行われるため、火災による工程室内の作業環境悪化の影響を受けない。

6. 1. 1. 2. 3 判断基準への適合性の検討

核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策として、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策及び事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減する手段を整備しており、これらの対策について、外的事象の「地震」を要因として有効性評価を行った。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスで火災が発生した場合、火災時に自動起動するグローブボックス局所消火装置により、複数の火災源に対して必要量の消火剤を投入することで速やかな消火が可能である。

また、火災継続した場合、中央監視室から遠隔操作が可能な遠隔消火装置により、火災源に対して必要量の消火剤を投入することで消火が可能である。

火災の感知は、温度異常の感知又は室内の状況の確認により行うことができる。具体的には、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）の指示値が 60℃以上であることと、火災状況監視用カメラによる火災及び火災による発煙の確認状況を踏まえて火災の感知が可能である。また、火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による温度指示値の確認及び火災状況確認用カメラによるグローブボックス内の確認により、火災の消火に成功したことを判断することが可能である。火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）及び火災状況確認用カメラは蓄電池を有する設計であることから、全交流電源の喪失時においても、中央監視室にて温度異常の感知及び室内の状況の確認が可能である。

送排風機入口手動ダンパは現場手動操作により閉止するため、全交流電源の喪失時においても閉止することが可能である。

これらの対策に係るアクセスルートについては、可能な限り 2 ルート確保することにより、対策を確実に実施することが可能である。

火災は、事故の進展により連鎖して新たな重大事故の起因となる又は放射性物質の放出量が著しく増加するものではないが、大気中への放射性物質の放出量を実行可能な限り低減させる方針に基づく対策の検討の結果、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策は基準地震動を超える地震動の地震の発生後 1 時間で完了できる。

上記のとおり、複数の対策手段を講ずること及びアクセスルートを可能な限り 2 ルート確保することから、遠隔操作が困難な場合においても、現場操作により手動で起動することが可能であり、対策は有効に機能すると評価する。

また、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は、約 4.2×10^{-2} TBq であり、放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100TBq を十分下回る。

評価条件の不確かさについて確認した結果、想定事象の違いを考慮しても対策に影響がないこと、火災規模によらず消火が可能であること、実施組織要員の操作は必要としないこと及び地震時においても作業環境の影響を受けないこと、実施組織要員の操作時間に与える影響はないこと及び放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）への影響は小さいことを確認した。

以上のことから核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失が発生したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。また、有効性評価で示す事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は基準以下であり、大気中への異常な水準の放出を防止することができる。

以上より、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失の拡大を防止でき、有効性評価の判断基準を満足する。

6. 1. 2 核燃料物質の回収

6. 1. 2. 1 核燃料物質の回収の具体的対策

火災により重大事故の発生を仮定するグローブボックスから工程室へ飛散又は漏えいした核燃料物質は、火災の消火及びダンパ閉止により核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、大気中へ放出されるおそれはない。

ただし、平常時にはグローブボックス内にて取り扱う核燃料物質がグローブボックス外に飛散している可能性がある状況に対して、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する観点から核燃料物質の回収作業が必要である。

このため、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、代替換気設備によりMOX燃料加工施設の閉じ込める機能を回復することにより工程室内の作業環境を確保した上で、グローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を実施する。

第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-13図に、対策の手順の概要を第6-14図及び第6-15図に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

(1) 核燃料物質の回収の実施判断

基準地震動を超える地震動による地震が発生した場合は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策を優先する。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加

工建屋内に閉じ込める対策が完了し、代替換気設備により閉じ込める機能を回復した後に、工程室に入室して核燃料物質の飛散又は漏えいの状況を確認する。

この際、火災影響によりグローブボックスから工程室内に核燃料物質の飛散又は漏えいが確認された場合、核燃料物質の回収の実施を判断する。

(2) 核燃料物質の回収

工程室内に核燃料物質が飛散又は漏えいが確認された場合、可搬型集塵機を用いて核燃料物質の回収を行う。

目視により核燃料物質の回収状況を確認するため、本対策に必要な監視項目はない。

なお、除染作業については、施設の復旧として重大事故等対処とは別に実施する。

6. 1. 2. 2 核燃料物質の回収の有効性評価

6. 1. 2. 2. 1 有効性評価

(1) 代表事例

内的事象又は外的事象を起因として、火災影響により重大事故の発生を仮定するグローブボックスから工程室内に核燃料物質の飛散又は漏えいが発生していることを想定する。

これらの起因に対し、(2) 代表事例の選定理由に示す「機能喪失の範囲」、「重大事故等対策の種類」及び「重大事故等への対処時の環境条件の観点」について評価した結果、外的事象の「地震」後の核燃料物質の回収作業のほうが厳しい結果を与えることから、外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実

施する。

(2) 代表事例の選定理由

① 機能喪失の範囲

「6. 1. 1. 2. 1 (2) ① 機能喪失の範囲」に記載したとおりである。

② 重大事故等対策の種類及び範囲

外的事象の「地震」を起因とした場合は、核燃料物質の回収が必要な室として、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された全ての室が対象となる。

内的事象の「動的機器の多重故障」を起因とした場合には、火災の発生自体は偶発的な事象であることから、核燃料物質の回収が必要な室は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室のいずれか1室に限定される。

以上より、外的事象の「地震」は内的事象の「動的機器の多重故障」と重大事故等対策の種類は同様であるが、重大事故等対策が必要な範囲が広い。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

「6. 1. 1. 2. 1 (2) ③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点」に記載したとおりである。

(3) 有効性評価の考え方

核燃料物質の回収が実施できることについて評価する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料

物質が大気中へ放出されるおそれはないことから、対処時間に制限を設けないが、施設をより安定した状態に復旧する観点から、本回収操作を実施する。

(4) 機能喪失の条件

「6. 1. 1. 1. 1 (3) 機能喪失の条件」に記載したとおりである。

(5) 飛散又は漏えいする核燃料物質の条件

第6-1表に示す重大事故の発生を仮定するグローブボックスの気相中に移行する核燃料物質量の合計を想定する。

(6) 機器の条件

① 可搬型集塵機

可搬型集塵機は、火災により飛散又は漏えいした核燃料物質を回収するために必要な回収能力を有する設計とする。また、全交流電源の喪失時においても機能するよう、代替電源設備の可搬型発電機の給電により駆動し、可搬型発電機の運転に必要な燃料は、補機駆動用燃料補給設備の第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽及び軽油用タンクローリから補給が可能な設計とする。

可搬型集塵機の保管に当たっては、燃料加工建屋から離れた外部保管エリアに分散して保管することで、共通要因によって同時に機能を喪失しないよう位置的分散を図る設計とする。

(7) 操作の条件

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了し、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復を実施した後に、回収を開始する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ

込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がないため、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはないことから、本対策の作業完了までの時間は定めない。操作の作業と作業開始時間を第6-16図に示す。

(8) 判断基準

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後の核燃料物質の回収の有効性評価の判定基準は以下のとおりとする。

火災影響により重大事故の発生を仮定するグローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質を回収できること。

6. 1. 2. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

基準地震動を超える地震動による地震が発生した場合は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策を優先する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後、火災影響により重大事故の発生を仮定するグローブボックスから工程室内に核燃料物質の飛散又は漏えいが発生している場合、閉じ込める機能の回復を実施した後に、可搬型集塵機を用いて核燃料物質等の回収を行う。

火災の消火完了により、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ

放出されるおそれはないことから、対処時間に係る評価は必要ない。

可搬型集塵機は、代替電源設備の可搬型発電機に接続して給電することで、核燃料物質の回収を行う。また、可搬型集塵機は、火災により飛散又は漏えいした核燃料物質を回収するために必要な回収能力を有する設計とすることから、火災により工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質を回収できる。

(2) 評価条件の不確かさの影響評価

① 操作条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

核燃料物質の回収は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に実施する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはないため、実施組織要員の操作や操作所要時間による事象進展はない。

b. 作業環境

核燃料物質の回収は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了し、代替換気設備により換気機能を回復した後に実施するため、火災影響による環境悪化の影響はない。

放射線被ばくの観点では、適切な防護具を装備することにより核燃料物質の経口摂取による内部被ばくを防止すること

が可能であるが、外部被ばくについては考慮が必要である。

グローブボックス内に存在する核燃料物質及び重大事故の発生を仮定するグローブボックス内から工程室内に飛散した核燃料物質が実施組織要員に与える被ばく線量を評価した結果、グローブボックス内に存在する核燃料物質からの線量率が5 mSv/h 程度、工程室内に飛散した核燃料物質からの線量率が2 mSv/h 程度であり、個人線量計による被ばく管理を適切に実施すること及び必要に応じて実施組織要員の中で作業ローテーションを実施することで、1 作業当たり 10mSv 以下で対応が可能であると評価した。

また、作業完了までの時間は定めないことから、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

【補足説明資料6－8】

6. 1. 2. 2. 3 判断基準への適合性の検討

核燃料物質を回収する手段を整備しており、これらの対策について有効性評価を行った。核燃料物質の回収は、代替電源設備の可搬型発電機に接続した可搬型集塵機を用いて、核燃料物質の回収が実施できることを確認した。

評価条件の不確かさについて確認した結果、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはないことから、対処時間に制限を設ける必要はなく、実施組織要員の操作時間に与える影響がないことを確認した。

また，作業環境における線量率を考慮しても回収作業が実施可能であることを確認した。

以上より，火災により工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質を回収できる。

6. 1. 3 閉じ込める機能の回復

6. 1. 3. 1 閉じ込める機能の回復の具体的対策

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に、核燃料物質の回収を実施するために、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保する必要がある。

このため、火災が発生したグローブボックス又は火災が発生したグローブボックスが設置された室に対し、グローブボックス排気ダクト、工程室排気ダクト、可搬型ダクト、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット等により、閉じ込める機能を回復する。

なお、内的事象を起因とした場合には常設の排気系統が損傷している可能性はないことから、グローブボックス排気ダクト、グローブボックス排気フィルタユニット、グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排風機、排気筒等により、閉じ込める機能を回復する。

第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-17図から第6-19図に示す。

(1) 閉じ込める機能の回復の実施判断

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策により、燃料加工建屋外への核燃料物質の放出は停止するが、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保し、MOX燃料加工施設をより安定な状況に移行する必要がある。

火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）による

温度の指示値が 60℃未満であること，グローブボックス内の火災状況を確認する火災状況確認用カメラによる室内の確認及び工程室内の現場確認により，火災の消火が完了したと判断した後，火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックス又は火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室の閉じ込める機能を回復するための対処として以下の(2)に移行する。

(2) 閉じ込める機能の回復

火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックス又は火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に，グローブボックス排気ダクト，工程室排気ダクト，可搬型ダクト，可搬型排風機付フィルタユニット，可搬型フィルタユニット等により，閉じ込める機能を回復する。

本操作は，地震力の影響を直接受けておらず，健全性が担保されている可搬型排風機付フィルタユニット，可搬型フィルタユニットの系統により実施する。

可搬型排風機付フィルタユニットの排風機起動後，可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットに付属する差圧計によりフィルタ差圧の監視を行う。

なお，内の事象を起因とした場合には常設の排気系統が損傷している可能性はないことから，グローブボックス排気ダクト，グローブボックス排気フィルタユニット，グローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排風機，排気筒等により，閉じ込める機能を回復する。

(3) 閉じ込める機能の回復の成功判断

排風機が正常に起動し、可搬型排風機付フィルタユニットの排風機起動の期間において、高性能エアフィルタが閉塞しないこと。

6. 1. 3. 2 閉じ込める機能の回復の有効性評価

6. 1. 3. 2. 1 有効性評価

(1) 代表事例

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保することを想定する。

起因事象である内的事象又は外的事象に対し、(2) 代表事例の選定理由に示す「機能喪失の範囲」、「重大事故等対策の種類」及び「重大事故等への対処時の環境条件の観点」について評価した結果、外的事象の「地震」後の閉じ込める機能の回復のほ
うが厳しい結果を与えることから、外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実施する。

(2) 代表事例の選定理由

① 機能喪失の範囲

「6. 1. 1. 2. 1 (2) ① 機能喪失の範囲」に記載したとおりである。

② 重大事故等対策の種類及び範囲

外的事象の「地震」を起因とした場合は、地震力の影響を直接受けおらず、健全性が担保されている可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニットの系統により実施する。

内の事象の「動的機器の多重故障」を起因とした場合は、常設の排気系統により実施する。

以上より、外的事象の「地震」は内の事象の「動的機器の多重故障」と重大事故等対策の種類は同様であるが、可搬型設備の準備の観点で重大事故等対策が必要な範囲が広い。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

「6. 1. 1. 2. 1 (2) ③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点」に記載したとおりである。

(3) 有効性評価の考え方

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保するため、火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックス又は火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に、グローブボックス排気ダクト、工程室排気ダクト、可搬型ダクト、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット等により、閉じ込める機能の回復が実施できることについて評価する。

(4) 機器の条件

閉じ込める機能の回復に使用する機器を第6-2表に示す。また、主要な機器の機器条件を以下に示す。放射性物質の放出量を低減するために経路を維持する以下の機器は、基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持できる設計とする。また、放射性物質を捕集する機能を有する高性能エアフィルタについては、可搬型である可搬型排風機付フィルタ

ユニット，可搬型フィルタユニットを介することで，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で発生した火災により影響を受けた核燃料物質を除去できる設計とする。

① グローブボックス排気ダクト

グローブボックス排気ダクトは，基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持できる設計とする。

② 工程室排気ダクト

工程室排気ダクトは，基準地震動を超える地震動の地震の発生時においても経路を維持できる設計とする。

③ 可搬型ダクト

可搬型ダクトは，放射性エアロゾルを可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットの高性能エアフィルタで除去しつつ，大気中に放出できる設計とする。

④ 可搬型排風機付フィルタユニット

可搬型排風機付フィルタユニットは，可搬型発電機の給電により駆動し，可搬型発電機の運転に必要な燃料は，電源設備の補機駆動用燃料補給設備から補給が可能な設計とする。また，放射性エアロゾルを可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットの高性能エアフィルタで除去しつつ，可搬型ダクトを介して，大気中に放出するために必要な風量を有する設計とする。

⑤ 可搬型フィルタユニット

可搬型フィルタユニットは，放射性エアロゾルを高性能エアフィルタで除去するために必要な容量を有する設計とする。

(5) 操作の条件

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後、閉じ込める機能の回復を開始する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはない状態であることから、作業完了までの時間は定めない。操作の作業と作業時間を第6-16図に示す。

(6) 判断基準

閉じ込める機能の回復の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

可搬型排風機付フィルタユニットの排風機が正常に動作し、高性能エアフィルタの閉塞がなく、グローブボックス又は工程室の排気機能が確保できること。

6. 1. 3. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合は、核燃料物質を建屋内に閉じ込めることを優先する。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後、閉じ込める機能の回復を行う。

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃

料物質が大気中へ放出されるおそれはないことから、対処時間に係る評価は必要ない。

可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備の可搬型発電機の給電により駆動し、可搬型発電機の運転に必要な燃料は、補機駆動用燃料補給設備の第1軽油貯槽、第2軽油貯槽及び軽油用タンクローリから補給が可能な設計とする。また、放射性エアロゾルを可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットの高性能エアフィルタで除去しつつ、可搬型ダクトを介して、大気中に放出するために必要な風量を有する設計とすることから、通常時における高性能エアフィルタによる捕集機能と同等の機能を有しつつ、グローブボックス又は工程室の排気機能が確保できる。

また、対処時間に制限を設けないことから、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットに付属する圧力計によるフィルタ差圧の監視の結果、仮に高性能エアフィルタの閉塞傾向が確認された場合においても、予備フィルタへ交換することにより、閉塞を解消して排気を継続することが可能である。

(2) 評価条件の不確かさの影響評価

① 操作条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

閉じ込める機能の回復は、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了した後に実施するため、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気

中へ放出されるおそれはないことから、実施組織要員や操作所要時間による事象進展はない。

b. 作業環境

閉じ込める機能の回復は、工程室外で行われるため、火災による工程室内の作業環境悪化の影響を受けない。

6. 1. 3. 2. 3 判断基準への適合性の検討

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が終了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはない状態である。この状態において、工程室内における実施組織要員の作業環境を確保するために、火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックス又は火災が発生した重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室の閉じ込める機能を回復することを目的として、グローブボックス排気ダクト、工程室排気ダクト、可搬型ダクト、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット等によりグローブボックス又は工程室の排気機能を確保することで、閉じ込める機能を回復する手段を整備しており、これらの対策について有効性評価を行った。可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備の可搬型発電機の給電により駆動し、可搬型発電機の運転に必要な燃料は、補機駆動用燃料補給設備の第1軽油貯槽、第2軽油貯槽及び軽油用タンクローリから補給が可能な設計としていることから、グローブボックス又は工程室からの排気が可能である。また、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットは、放射性エアロゾルを

高性能エアフィルタで除去しつつ、可搬型ダクトを介して、大気中に放出するために必要な風量を有する設計とすることから、通常時における高性能エアフィルタによる捕集機能と同等の機能を有しつつ、グローブボックス又は工程室の排気機能が確保できることを確認した。

また、対処時間に制限を設けないことから、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットに付属する圧力計によるフィルタ差圧の監視の結果、仮に高性能エアフィルタの閉塞傾向が確認された場合においても、予備フィルタへ交換することにより、閉塞を解消して排気を継続することが可能である。

評価条件の不確かさについて確認した結果、核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が終了した後は、核燃料物質を外部へ放出する駆動力がなく、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質が大気中へ放出されるおそれはないことから、対処時間に制限を設ける必要はなく、実施組織要員の操作時間に与える影響がないことを確認した。

以上より、グローブボックス又は工程室の排気機能の確保により、閉じ込める機能の回復ができる。

6. 1. 4 火災による閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資源

火災による閉じ込める機能の喪失の対策に必要な実施組織要員及び資源を以下に示す。

(1) 必要な要員の評価

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策に必要な実施組織要員は、合計 12 名であり、MOX燃料加工施設に常駐している実施組織要員は 21 名であることから、必要な作業が可能である。

閉じ込める機能の喪失の回復に必要な実施組織要員は合計 12 名である。核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策に必要な実施組織要員と兼ねることが可能であることから、MOX燃料加工施設に常駐している実施組織要員 21 名で必要な作業が可能である。

なお、核燃料物質の回収操作については、事故の収束状況に応じて体制を構築することから、必要な実施組織要員は定めない。

(2) 必要な資源の評価

① 水源

MOX燃料加工施設における重大事故対処において水源は必要ない。

② 燃料

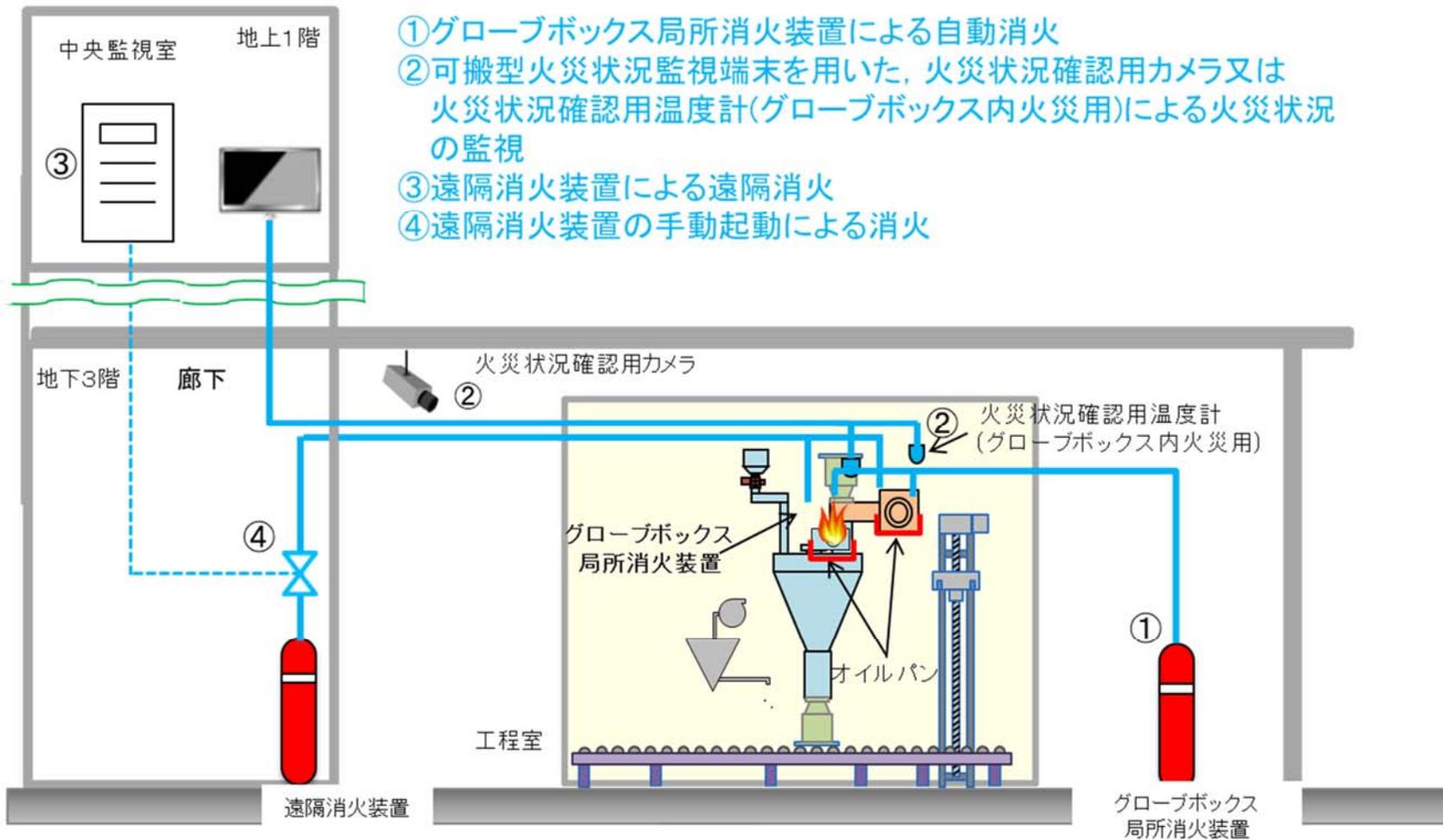
核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策において燃料は必要ない。閉じ込める機能の回復及び核燃料物質の回収を 7 日間継続して実施するのに

必要な軽油は、合計で 1.5m^3 である。第 1 軽油貯槽及び第 2 軽油貯槽に合計 800m^3 の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくても 7 日間の対処の継続が可能である。

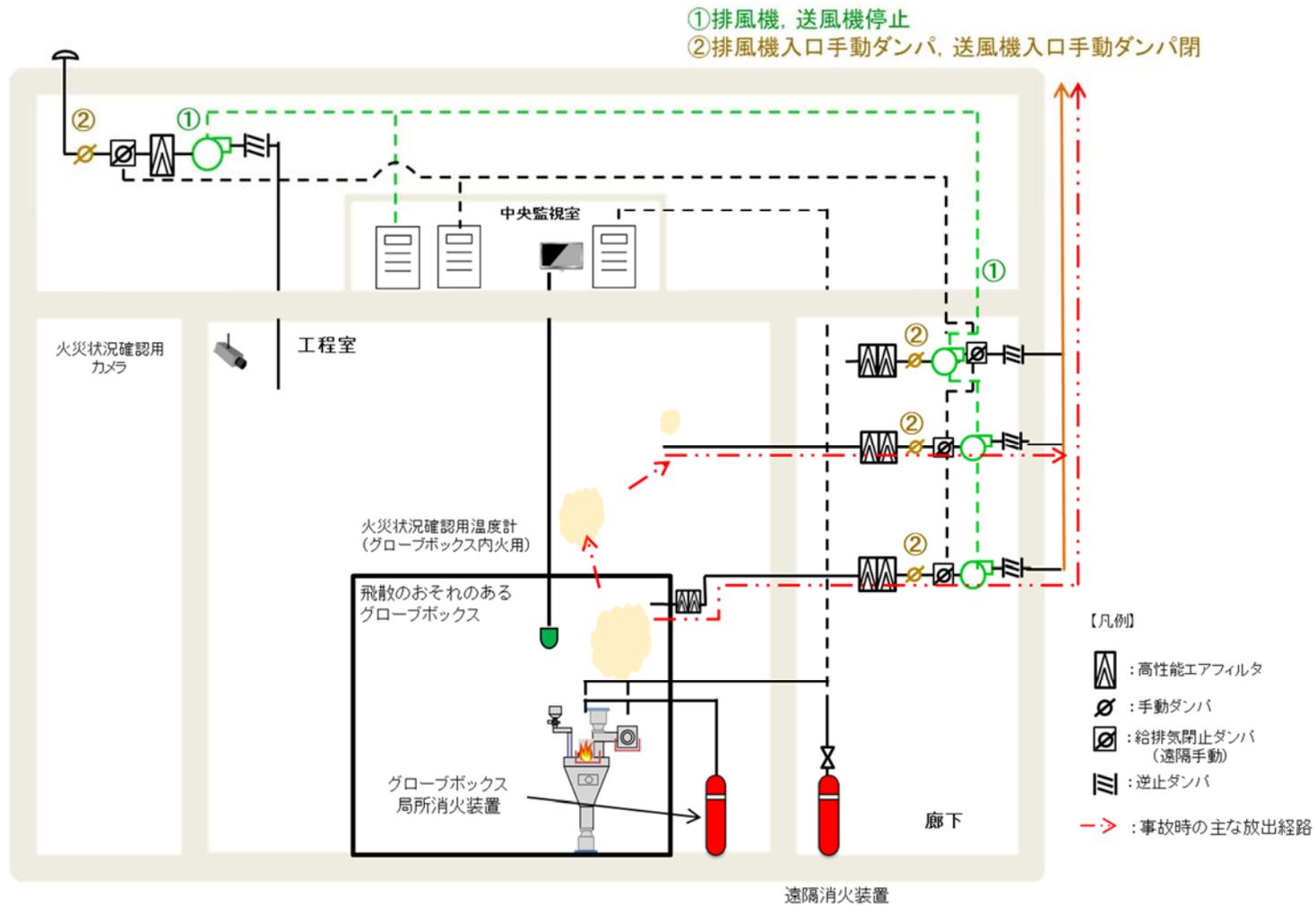
③ 電源

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策において電源は必要ない。閉じ込める機能の回復及び核燃料物質の回収に必要な負荷として、可搬型排風機の約 4.8kVA 、可搬型集塵機の約 2.8kVA 、可搬型ダストモニタの約 1kVA 及び可搬型排気モニタリング用データ伝送装置の約 0.5kVA であり、必要な給電容量は、可搬型排風機の起動時を考慮しても約 36kVA である。

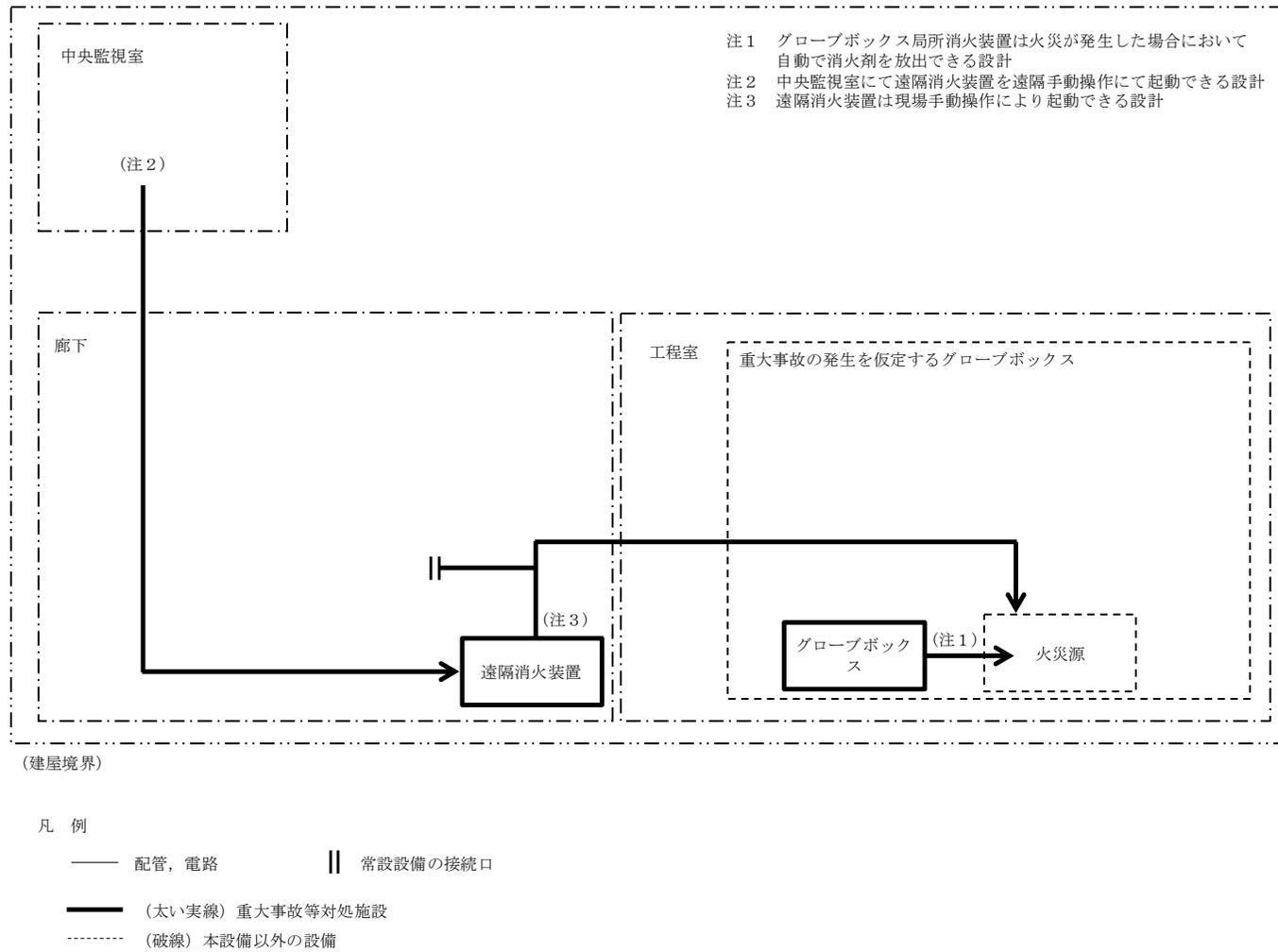
MOX 燃料加工施設の可搬型発電機の給電容量は、約 50kVA であり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。



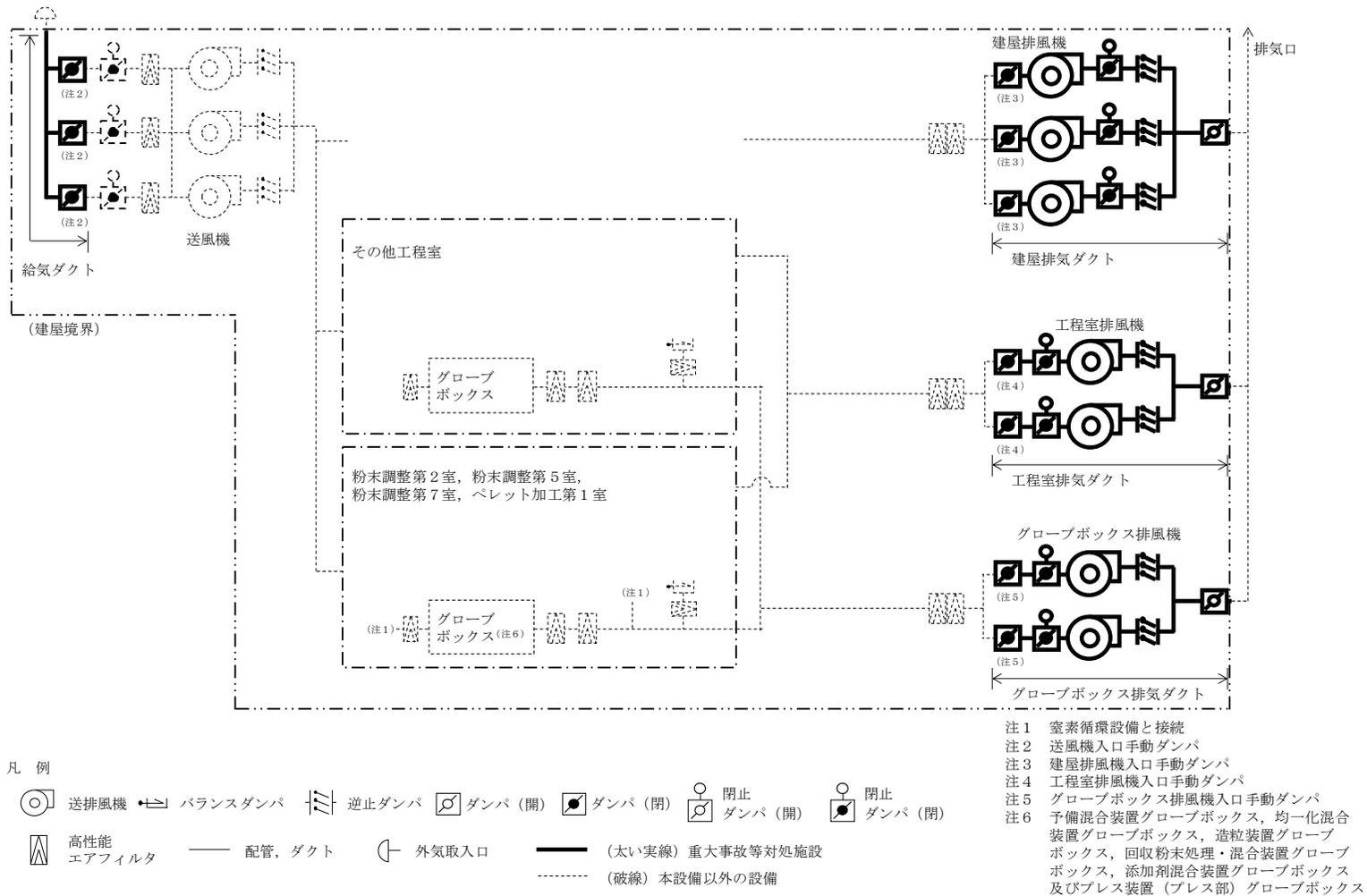
第6-1図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図(1/2)



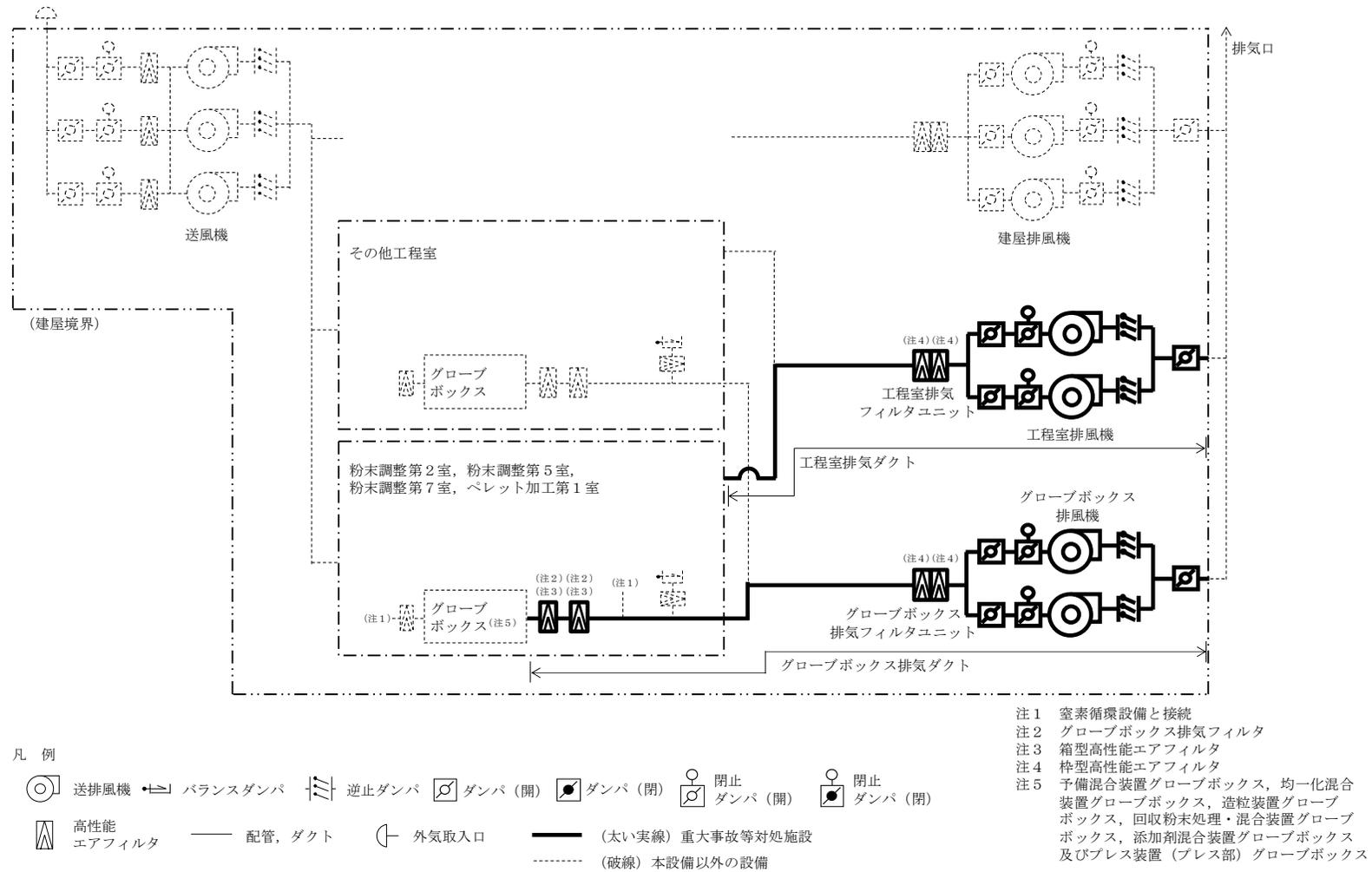
第6-1図 「火災による閉じ込める機能の喪失」への対策の概要図 (2/2)



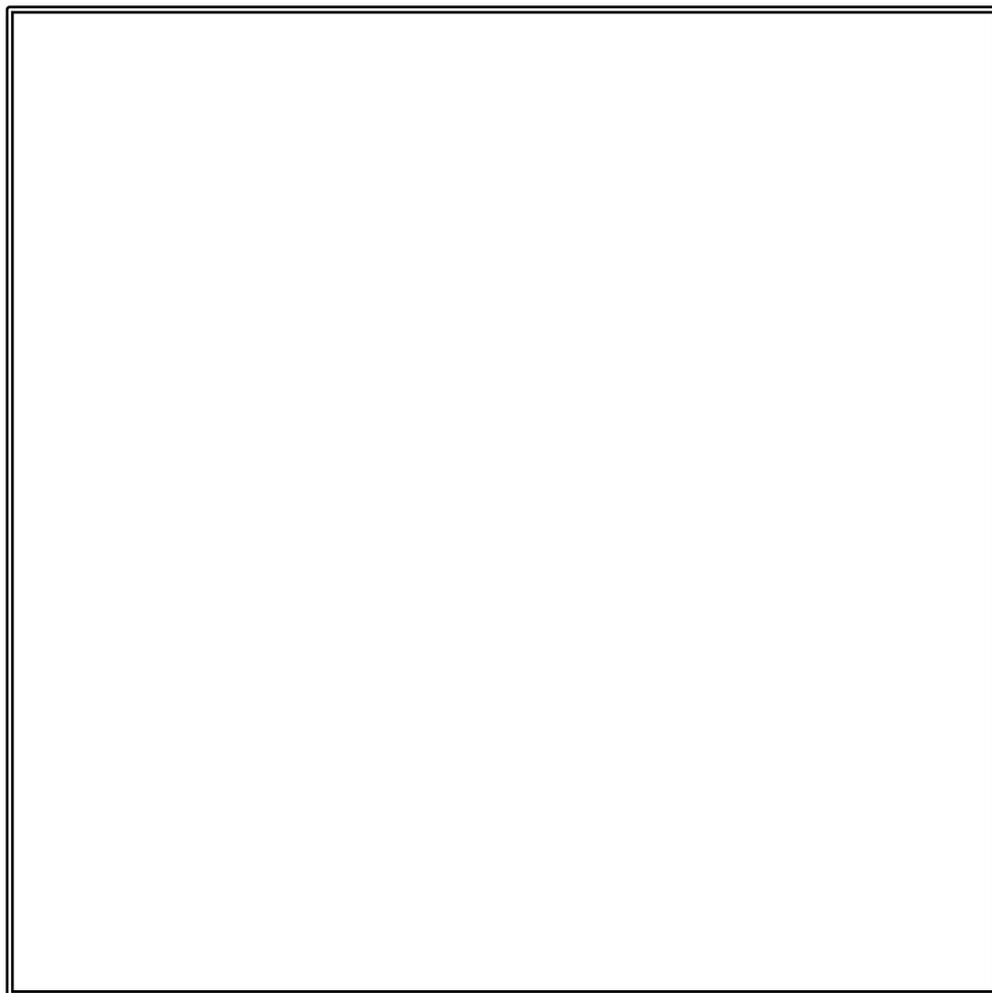
第6-2図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図（飛散防止設備）（消火対策）



第6-4図 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 (漏えい防止設備)



第6-5図 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 (放出影響緩和設備)



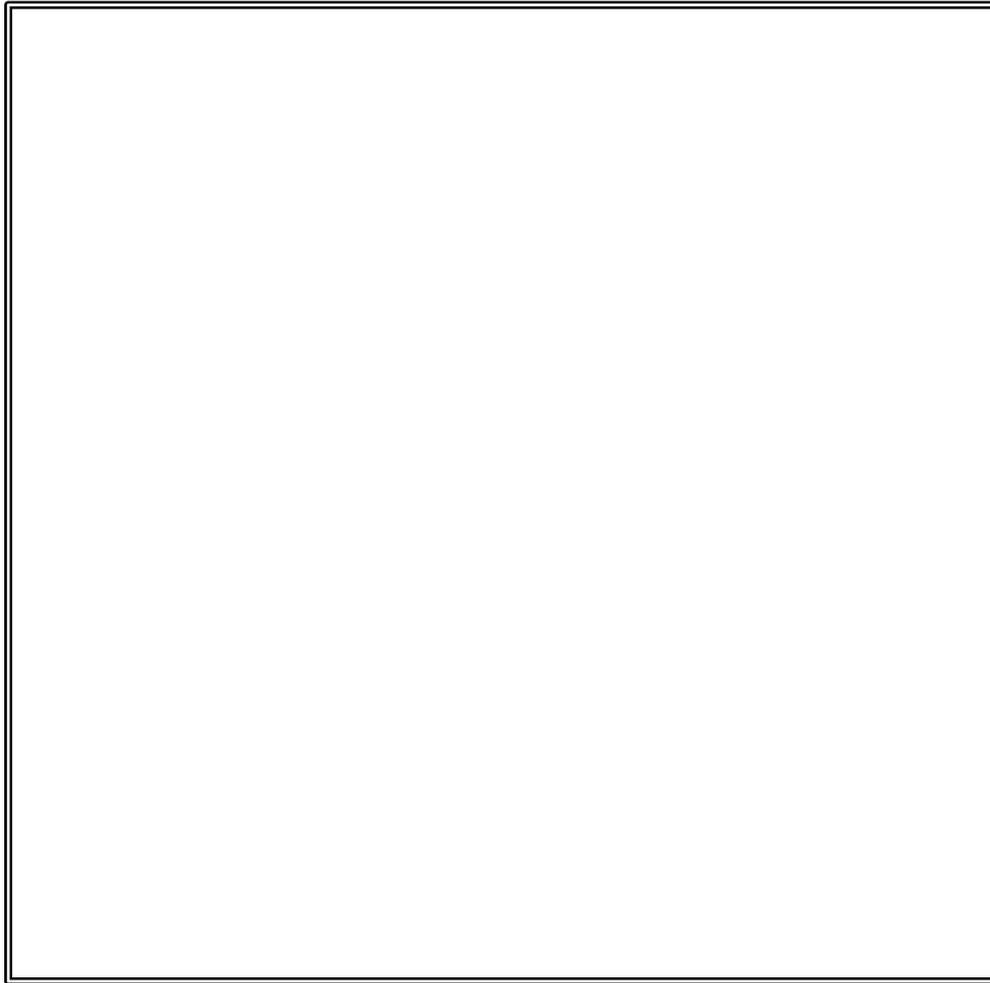
【凡例】
—— : アクセスルート (第1ルート)
--- : アクセスルート (第2ルート)

※1 遠隔消火装置の現場手動操作による消火剤供給

※ 核燃料物質の回収は、工程室内への漏えい状況を現場確認した上で実施

 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-6図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下3階)



【凡例】
—— : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)

 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-7図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下2階)

**【凡例】**

— : アクセスルート (第1ルート)

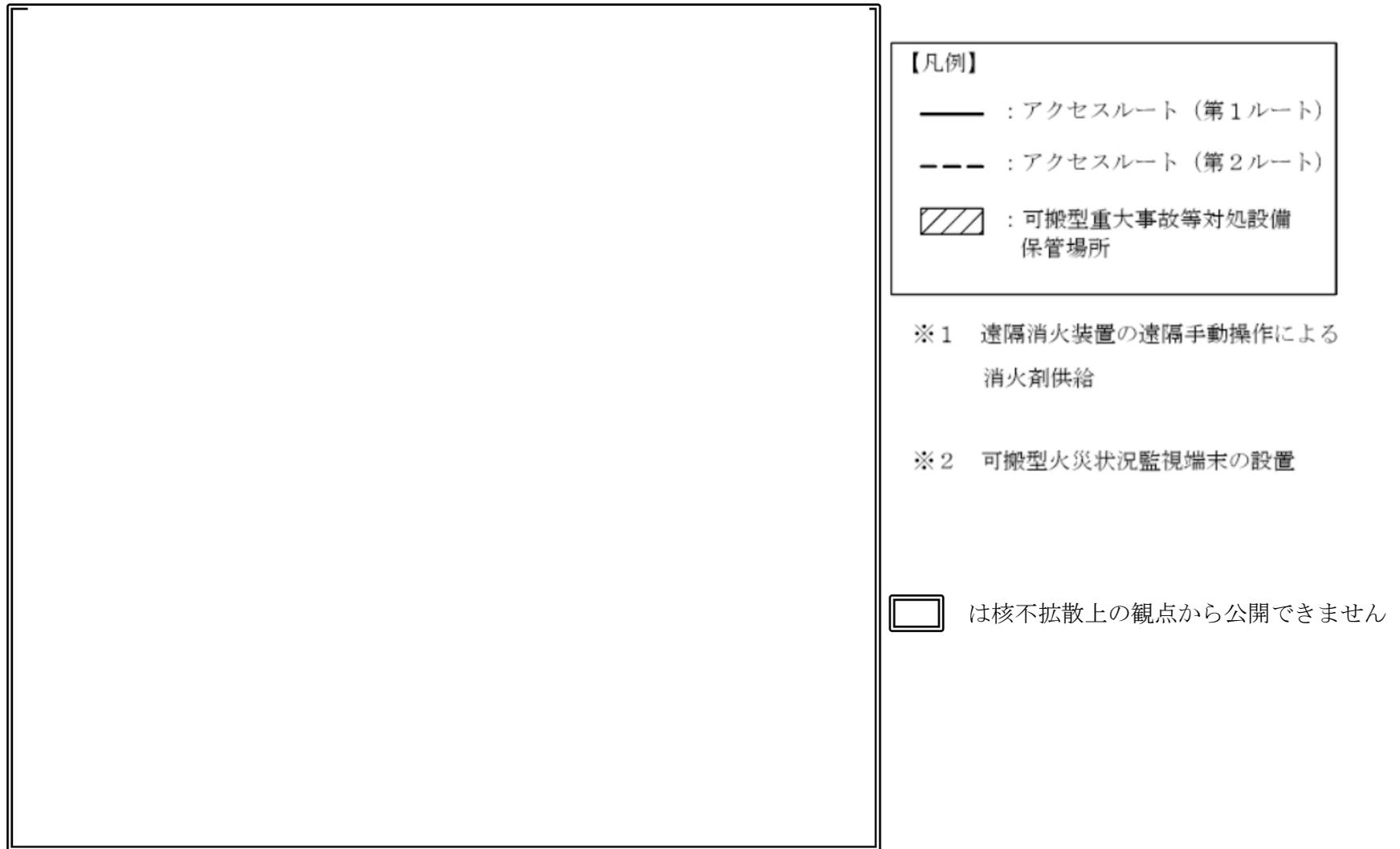
- - - : アクセスルート (第2ルート)

 : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

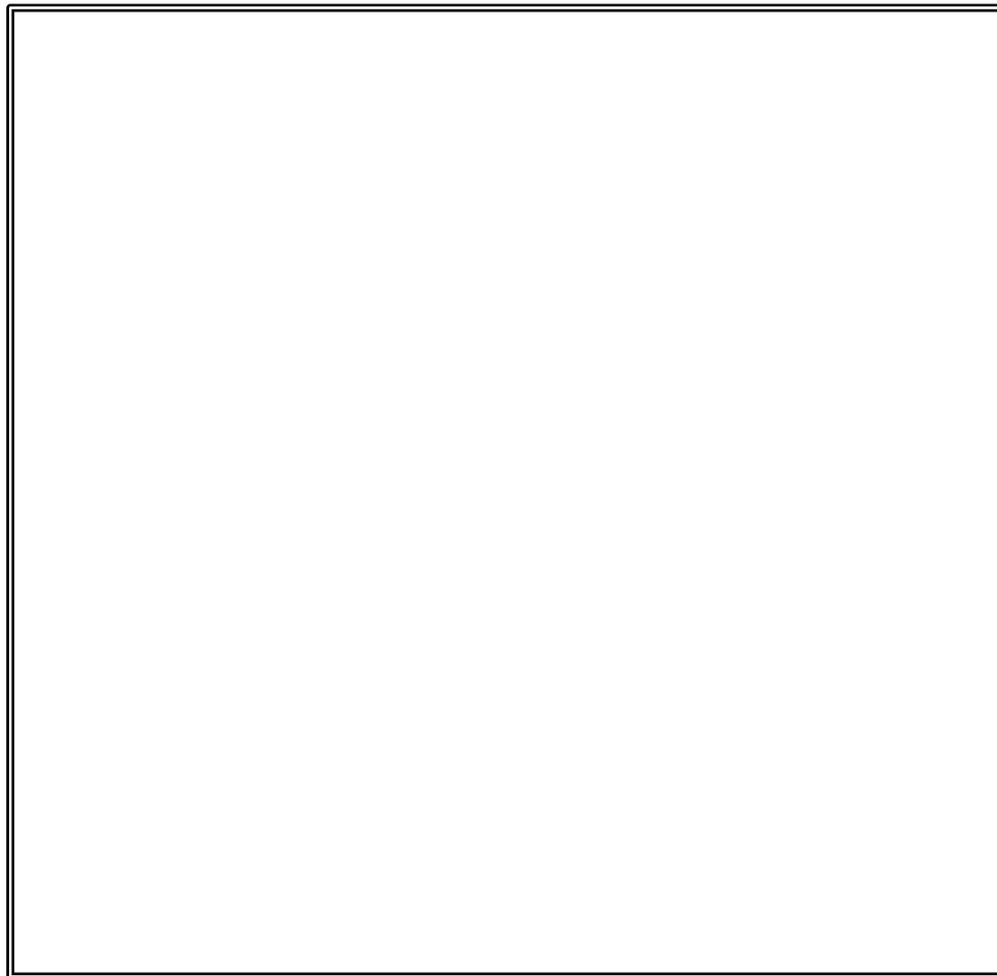
※1 排風機入口手動ダンパの手動閉止操作

※2 可搬型ダクトの接続操作, 可搬型排風機
付フィルタユニット及び可搬型フィルタ
ユニットの設置 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-8図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下1階)



第6-9図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)

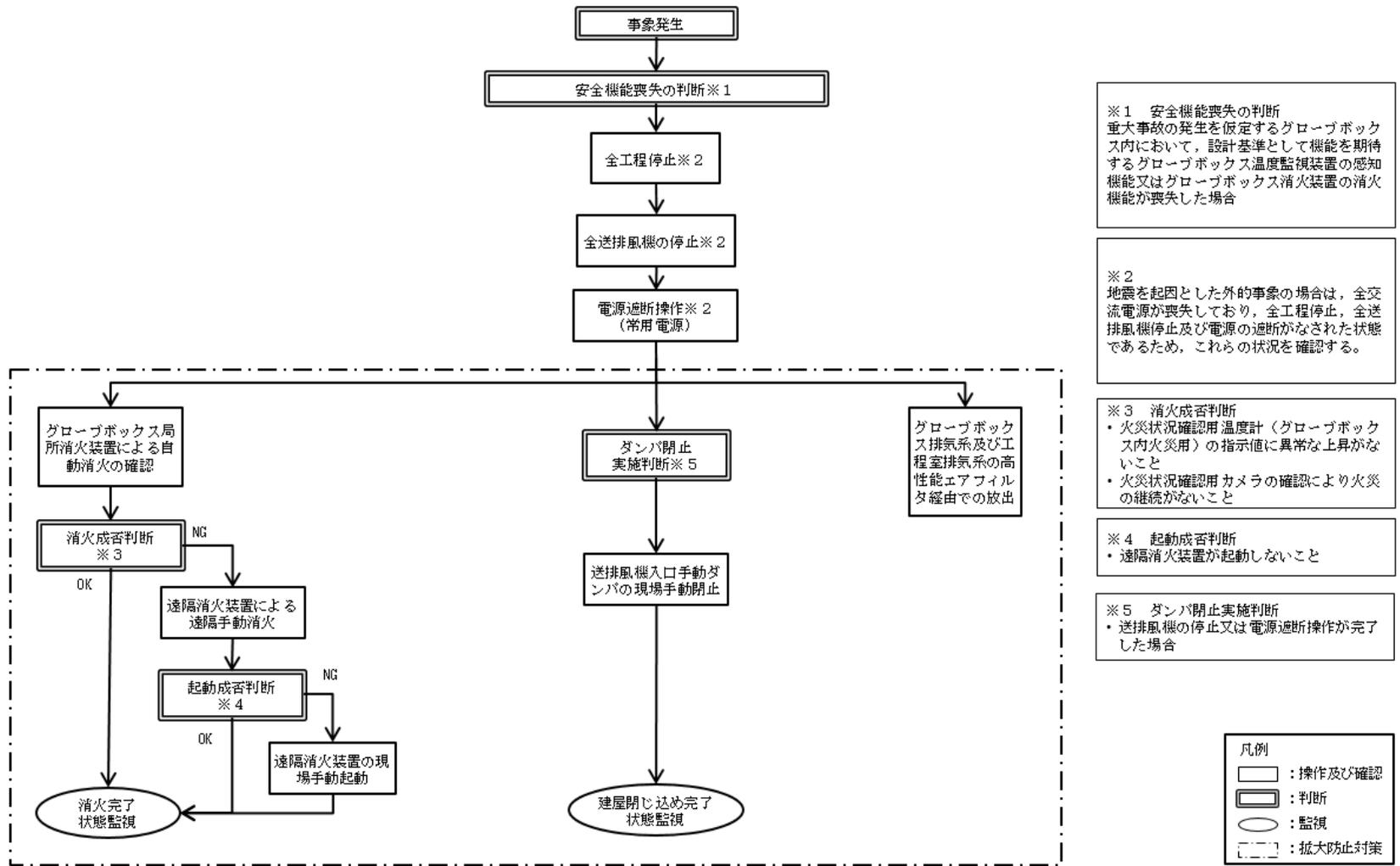


【凡例】
—— : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)

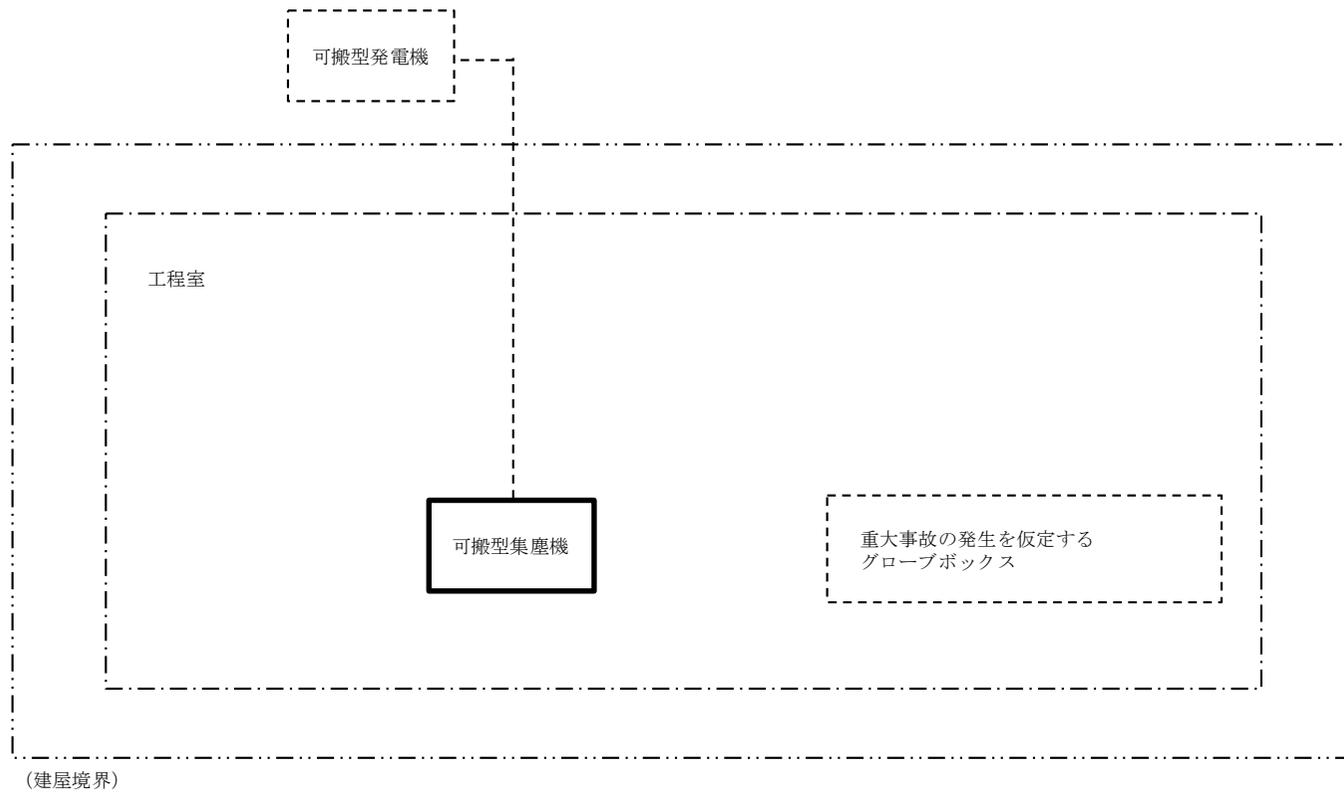
※1 送風機入口手動ダンパの手動閉止操作

 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-10図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上2階)



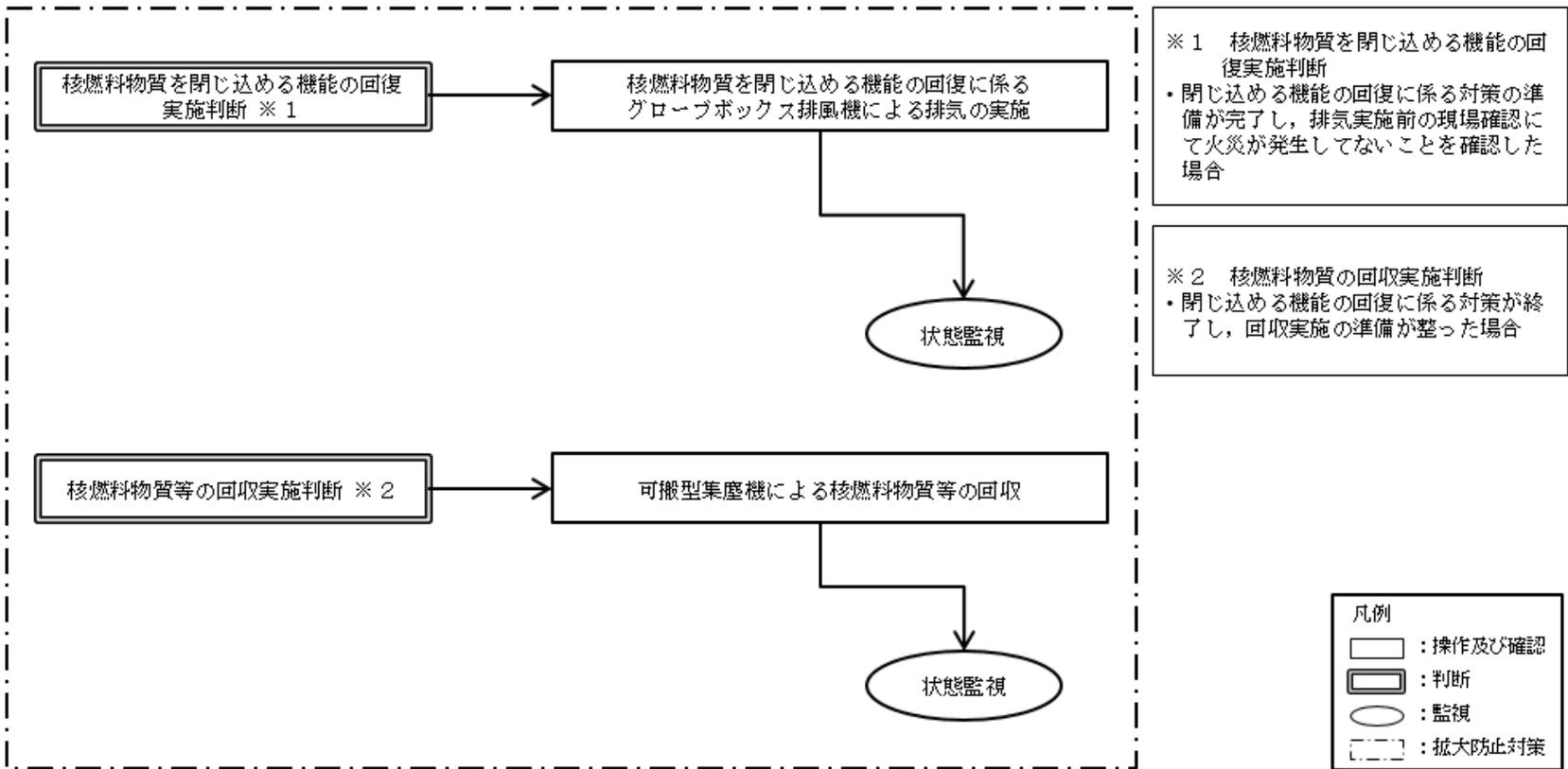
第6-11図 「火災による閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要



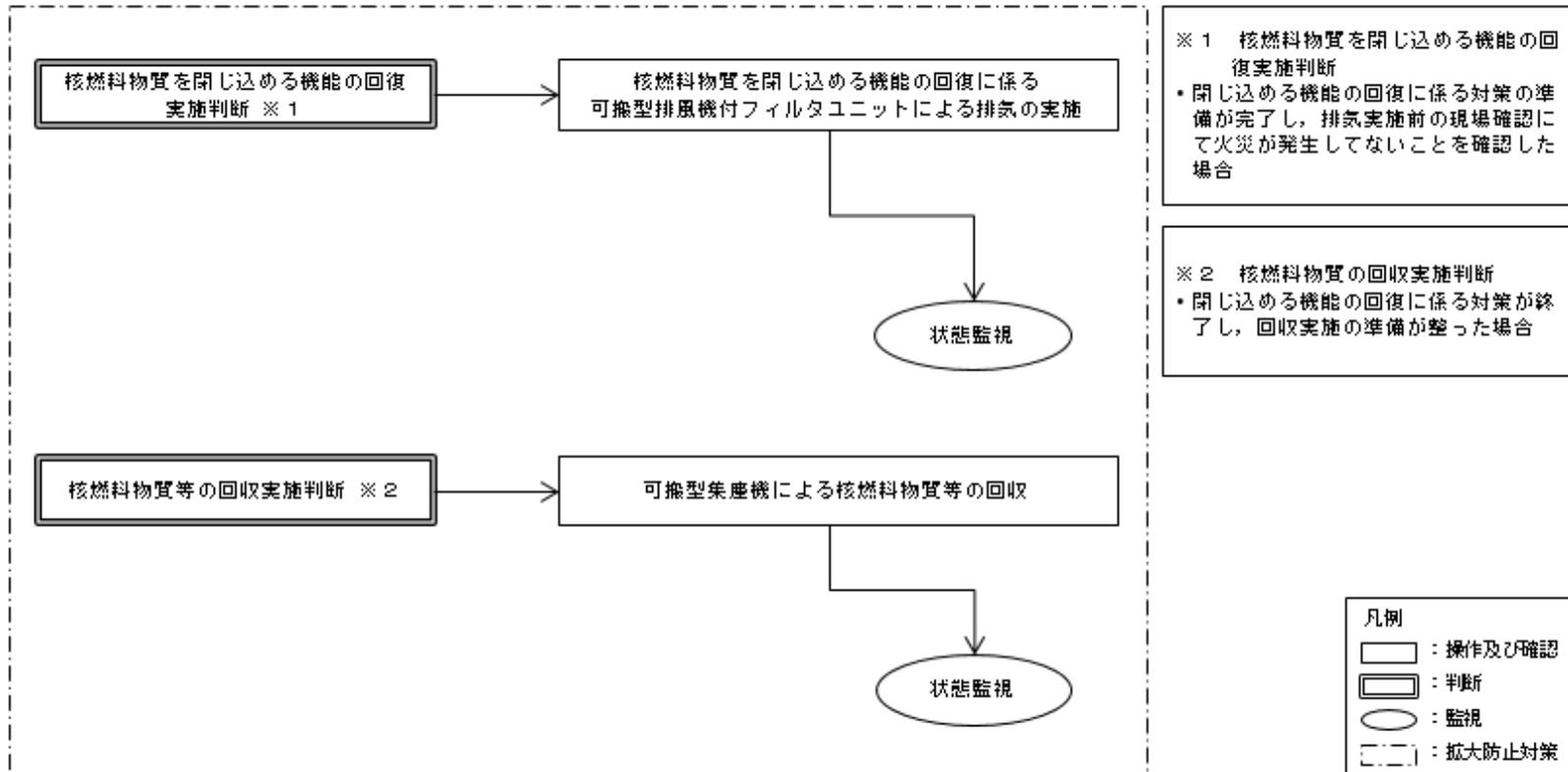
凡 例

- (太い実線) 重大事故等対処施設
- (破線) 本設備以外の設備

第 6 - 13 図 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
(回収設備)



第6-14図 「火災による閉じ込める機能の喪失（内的事象）」の対策の手順の概要



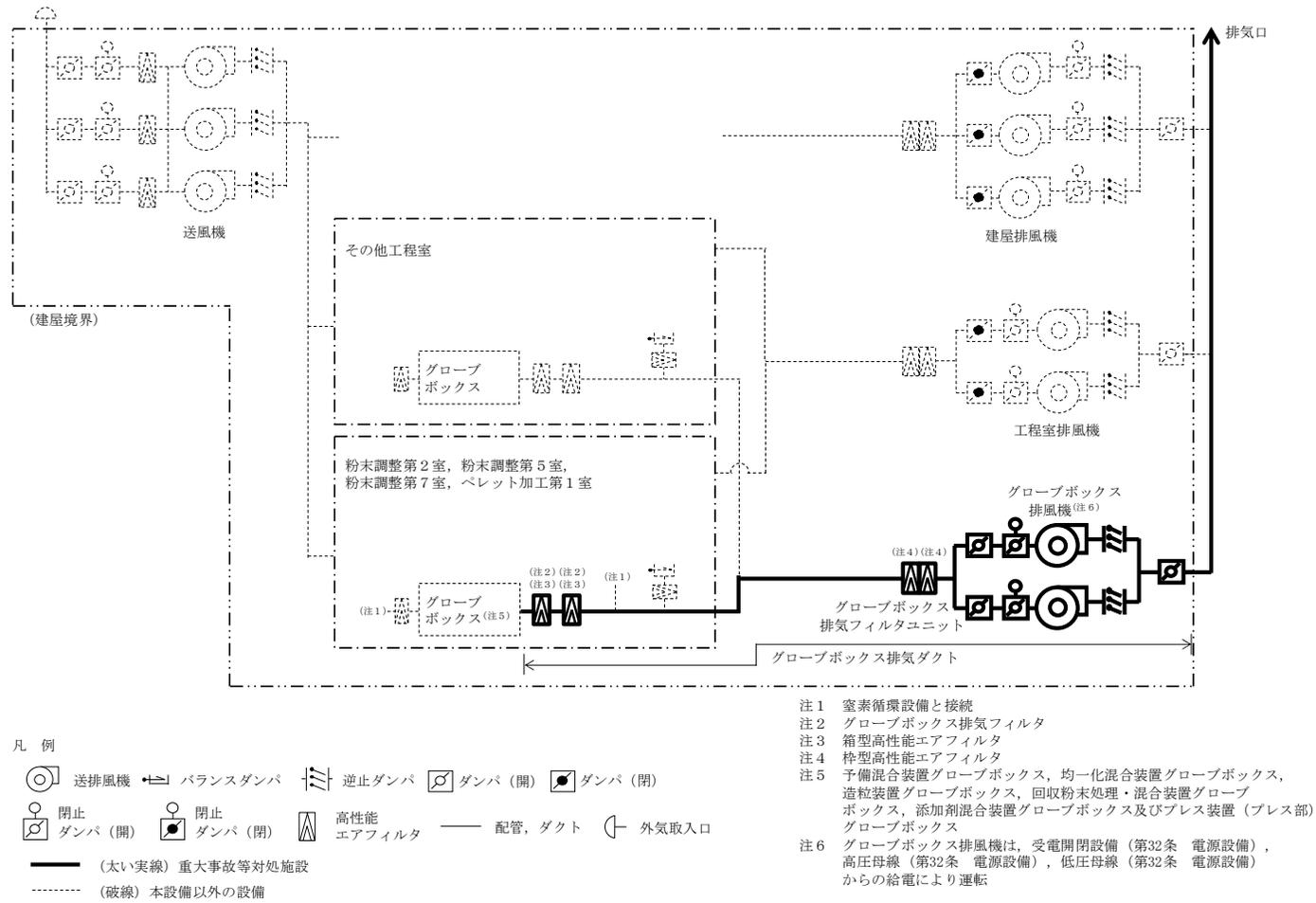
第6-15図 「火災による閉じ込める機能の喪失（外的事象）」の対策の手順の概要

対策	作業	要員数	経過時間（分）														備考			
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420		450	480	510
			▽事象発生																	
拡大防止	可搬型発電機給電用ケーブル布設	2	[Bar chart showing task duration from 30 to 120 minutes]																	
	可搬型ダクト接続，可搬型排風機等の設置	8	[Bar chart showing task duration from 150 to 240 minutes]																	
	可搬型排気モニタリング設備，可搬型データ伝送装置の設置		[Bar chart showing task duration from 270 to 300 minutes]																	
	可搬型放出管理分析設備の設置，測定		[Bar chart showing task duration from 480 to 510 minutes]																	定期的及び放射性物質の放出のおそれがある場合に、回収して測定する。
	回収 ※2	可搬型集塵機による回収	※3	[Bar chart showing task duration from 510 to 540 minutes]																

- ※1 内の事象を起因とした場合には常設の排気系統が使用可能であるため、中央監視室からグローブボックス排風機の起動操作を行う。
- ※2 事故の収束状況に応じて開始する。
- ※3 事故の収束状況に応じて体制を構築する。

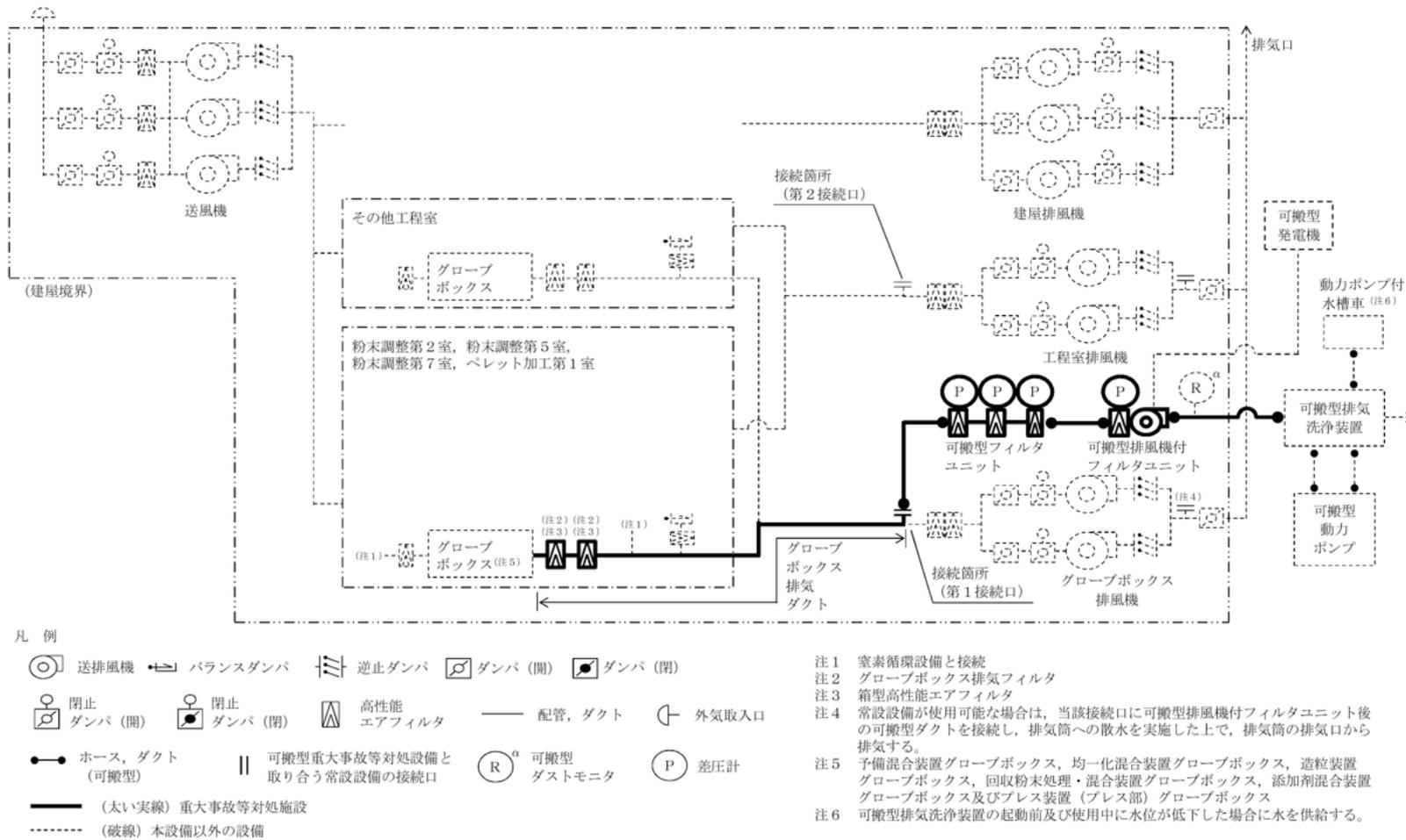
第6-16図 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復／工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質等の回収

フローチャート



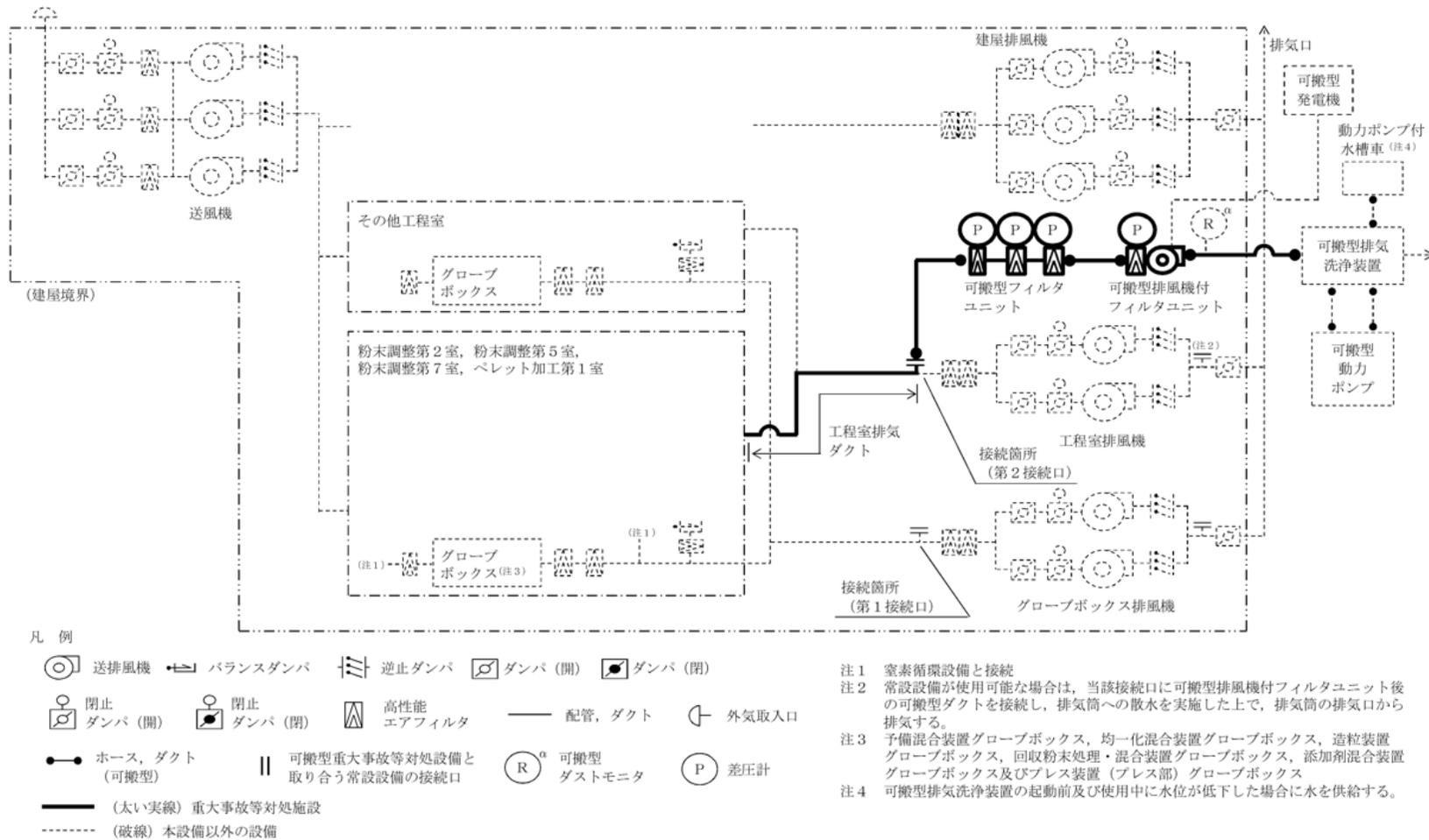
第6-17図 閉じ込める機能の喪失に対処するための設備の系統概要図

(閉じ込め機能回復設備) (内的事象)



第6-18図 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

(閉じ込め機能回復設備) (第1接続口) (外的事象)



第 6 - 19 図 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

(閉じ込め機能回復設備) (第 2 接続口) (外的事象)

第6-1表 重大事故の発生を仮定するグローブボックス一覧

部屋名称	グローブボックス名称	インベントリ (kg・Pu)	対象グローブボックスの部屋毎の合計インベントリ (kg・Pu)
粉末調整第2室※	予備混合装置グローブボックス	46.0	46.04
粉末調整第5室	均一化混合装置グローブボックス	82.3	102.6
	造粒装置グローブボックス	20.3	
粉末調整第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	49.2	49.2
ペレット加工第1室	添加剤混合装置Aグローブボックス	33.0	143.8
	プレス装置A（プレス部）グローブボックス	38.9	
	添加剤混合装置Bグローブボックス	33.0	
	プレス装置B（プレス部）グローブボックス	38.9	

※ 火災源を有さない原料「MOX分析試料採取装置グローブボックス」,「原料MOX粉末秤量・分取装置Aグローブボックス」と同じ室内で連結する。

第6-2表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による
閉じ込める機能の喪失」に対する設備(1/3)

重大事故等対処施設				常設/可搬型の区分
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	核燃料物質等の飛散の原因となる火災を消火するために使用する設備	代替消火設備	グローブボックス局所消火装置	常設
			遠隔消火装置	常設
		代替火災感知設備	火災状況確認用温度計（グローブボックス内火災用）	常設
			火災状況確認用カメラ	常設
			可搬型火災状況監視端末	可搬
	燃料加工建屋外への核燃料物質の漏えい防止に使用する設備	代替換気設備 漏えい防止設備	グローブボックス排風機入口手動ダンパ（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			工程室排風機入口手動ダンパ（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			建屋排風機入口手動ダンパ（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			送風機入口手動ダンパ（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			グローブボックス排気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			工程室排気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			建屋排気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			給気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			グローブボックス排風機（設計基準対象の施設と兼用）	常設
			工程室排風機（設計基準対象の施設と兼用）	常設
建屋排風機（設計基準対象の施設と兼用）	常設			
核燃料物質の放出による影響を緩和するために使用する設備	代替換気設備 放出影響緩和系	グローブボックス排気フィルタ（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		グローブボックス排気フィルタユニット（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		工程室排気フィルタユニット（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		グローブボックス排気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		工程室排気ダクト（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		グローブボックス排風機（設計基準対象の施設と兼用）	常設	
		工程室排風機（設計基準対象の施設と兼用）	常設	

第6-2表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」に対する設備(2/3)

重大事故等対処施設				常設/可搬の区分	
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	飛散した核燃料物質を回収するために使用する設備	回収設備	可搬型集塵機	可搬	
		放水設備	運搬車(第30条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備)	可搬	
		代替電源設備	可搬型発電機(第32条 電源設備)	可搬	
			可搬型電源ケーブル	可搬	
			可搬型分電盤	可搬	
		補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽(第32条 電源設備)	常設	
			第2軽油貯槽(第32条 電源設備)	常設	
			軽油用タンクローリ(第32条 電源設備)	可搬	
		閉じ込める機能を回復するために使用する設備	代替換気設備 代替GB・工程室排気系	グローブボックス排気ダクト(設計基準対象の施設と兼用)	常設
				工程室排気ダクト(設計基準対象の施設と兼用)	常設
	可搬型排風機付フィルタユニット			可搬	
	可搬型フィルタユニット			可搬	
	可搬型ダクト			可搬	
	グローブボックス排気フィルタ ^{※1}			常設	
	グローブボックス排気フィルタユニット ^{※1}			常設	
	グローブボックス排風機 ^{※1}			常設	
	排気筒 ^{※1}			常設	
	電源設備 受電開閉設備			受電開閉設備(第32条 電源設備) ^{※1}	常設
		受電変圧器(第32条 電源設備) ^{※1}	常設		
	電源設備 高圧母線	6.9kV運転予備用主母線(第32条 電源設備) ^{※1}	常設		
6.9kV常用主母線母線(第32条 電源設備) ^{※1}		常設			
6.9kV運転予備用母線(第32条 電源設備) ^{※1}		常設			
6.9kV常用母線(第32条 電源設備) ^{※1}		常設			
6.9kV非常用母線(第32条 電源設備) ^{※1}		常設			
電源設備 低圧母線	460V非常用母線(第32条 電源設備) ^{※1}	常設			
代替電源設備	可搬型発電機(第32条 電源設備)	可搬			
	可搬型電源ケーブル(第32条 電源設備)	可搬			
	可搬型分電盤(第32条 電源設備)	可搬			

※1：内の事象を起因とした閉じ込める機能の回復時に使用する。

第6-2表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」に対する設備(3/3)

			重大事故等対処施設	常設/可搬の区分
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	閉じ込める機能を回復するために使用する設備	補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽(第32条 電源設備)	常設
			第2軽油貯槽(第32条 電源設備)	常設
			軽油用タンクローリ(第32条 電源設備)	可搬
		監視測定設備 排気モニタリング設備	排気モニタ(第33条 監視測定設備)※1	常設
		代替排気モニタリング設備	可搬型排気モニタリング設備(第33条 監視測定設備)	可搬
			可搬型データ伝送装置(第33条 監視測定設備)	可搬
		代替試料分析関係設備	可搬型放出管理分析設備(第33条 監視測定設備)	可搬
		緊急時対策建屋情報把握設備	情報収集装置(第34条 緊急時対策所)	常設
			情報表示装置(第34条 緊急時対策所)	常設

※1：内の事象を起因とした閉じ込める機能の回復時に使用する。

第6-3表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策の手順と重大事故等対処施設(1/2)

	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
a.	拡大防止対策の準備の判断	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故に至るおそれがある外的事象又は内的事象により、<u>重大事故の発生を仮定するグローブボックスに対する、グローブボックス消火装置の消火機能及びグローブボックス温度監視装置の感知機能が喪失した場合、全工程停止、全送排風機の停止及び常用電源系統について電源の遮断の対応（外的事象の場合は全工程停止、全送排風機停止及び電源の遮断がなされた状態であるため、これらの状況を確認）を行い、重大事故等への対処として以下のc.及びg.に移行する。</u> 	—	—
b.	グローブボックス局所消火装置による自動消火	<ul style="list-style-type: none"> <u>重大事故の発生を仮定するグローブボックス内において、火災が発生した場合は、グローブボックス局所消火装置が自動的に消火剤を放出することで消火を行う。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス局所消火装置 	—
c.	火災状況の監視及び閉じ込め活動の実施	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末を、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラと接続する。 中央監視室にて、火災状況確認用温度計及び火災状況確認用カメラにより、<u>重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災状況を確認する。</u> 上記の監視の結果、<u>重大事故の発生を仮定するグローブボックス内における火災を確認した場合は、以下のd.に移行する。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末

第6-3表 「火災による閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策の手順と重大事故等対処施設(2/2)

	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
d.	遠隔消火装置の遠隔手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 上記c.にて、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内における火災を確認した場合、中央監視室にて、当該箇所の遠隔消火装置を遠隔手動操作により起動する。 上記の遠隔消火装置の遠隔手動操作による起動に失敗した場合は、以下のe.に移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	二
e.	遠隔消火装置の現場手動起動操作	<ul style="list-style-type: none"> 工程室外の廊下にて、遠隔消火装置を現場手動操作により起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	二
f.	火災状況の継続監視	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況を継続監視する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型火災状況監視端末
g.	送排風機入口手動ダンパの現場手動閉止	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ及び建屋排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 建屋排風機入口手動ダンパ 	二
		<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパを給気機械・フィルタ室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送風機入口手動ダンパ 	二

第6-4表 「地震発生による全交流電源の喪失を伴う火災による閉じ込める機能の喪失」時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	4×10^9
Pu-239	2×10^8
Pu-240	4×10^8
Pu-241	7×10^{10}
Am-241	8×10^8

2章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 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)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-1	重大事故の起因となる機能喪失を発生させる可能性がある自然現象等の選定根拠	2/26	1	
補足説明資料3-2	自然現象に対して実施する対処について	12/26	0	
補足説明資料3-3	自然現象の発生規模と安全機能への影響の関係	2/26	1	
補足説明資料3-4	重大事故等の特定	4/23	1	選定方法を変更したため欠番。
添付資料1	MOX燃料加工施設における核燃料物質の取扱い	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
添付資料2	各異常事象に対する発生防止対策について	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
補足説明資料3-5	SCALEコードシステムの概要	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-6	混合機の容積制限について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-7	未臨界質量の評価について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-8	未臨界質量に至る所要時間の算定について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-9	水配管の破損による溢水の想定について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-10	燃料棒貯蔵設備における貯蔵マガジン落下時の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-11	燃料集合体貯蔵設備の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-12	設計上定める条件より厳しい条件等の同時発生	4/13	2	
補足説明資料3-13	近接原子力施設からの影響	2/26	0	
補足説明資料3-14	グローブボックス排気設備停止時におけるグローブボックスの温度評価	2/26	0	
補足説明資料3-15	安全上重要な施設の系統図	3/18	1	
補足説明資料3-16	フォールトツリー	3/18	1	
補足説明資料3-17	フォールトツリー(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 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)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-18	系統図(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	
補足説明資料3-19	臨界の発生可能性の検討	4/27	2	
補足説明資料3-20	安全上重要な施設の選定結果	4/13	0	
補足説明資料3-21	常設重大事故等対処設備に期待する耐震裕度の根拠について	4/13	0	
補足説明資料3-22	運転管理の上限値の設定について	4/13	0	
補足説明資料3-23	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果	5/11	1	

令和2年5月11日 R1

補足説明資料 3-23(22 条)

重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

1. 安全機能の喪失又はその組合せの発生の判定

「重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せ」に示した機能喪失又はその組合せ毎に、対象となる安全機能を参照し、それぞれの系統図及びフォールトツリーから、どの要因で機能喪失に至るかを判定し、組合せの場合はそれらが同時に発生するかを判定する。

例として、「MOXの捕集・浄化機能」は高性能エアフィルタの捕集効率が低下することで発生する可能性がある。よって、MOXの捕集・浄化機能を有する機器が縦軸となる。

フォールトツリーを参照した結果、「MOXの捕集・浄化機能」の機能喪失は、「地震」を要因として発生する。重大事故の想定箇所の特定結果上では、それぞれの要因の列に、機能喪失を示す「○」を記載する。一方、「火山の影響」及び「動的機器の多重故障」では発生しないことから、重大事故の想定箇所の特定結果上は「－」を記載し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は発生の可能性がないと整理できる。

機能喪失の組合せで発生する可能性がある事故の例として、火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」と「火災の感知・消火機能」が同時に機能喪失した場合に発生の可能性がある。

火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の対象となる機器は、核燃料物質の閉じ込める機能を有する機器であるので、機器毎に「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」と「火災の感知・消火機能」の機能喪失の可能性を判定する。つまり、重大事故

の想定箇所の特定結果上は、グローブボックスが縦軸となる。

フォールトツリーを参照した結果、「火災の感知・消火機能」の喪失は、「地震」「火山の影響」及び「動的機器の多重故障」を要因として発生する。重大事故の想定箇所の特定結果上では、それぞれのグローブボックスの「火災の感知・消火機能」の列に、機能喪失を示す「○」を記載する。

「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」は「地震」を要因として機能喪失し、火災が発生することを想定する。また、「火災の感知・消火機能」については、影響緩和系の安全上重要な施設であることから、内的事象の想定においては、「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失し、火災が発生していることを想定するため、「動的機器の多重故障」についても要因として発生する。このため、重大事故の発生を仮定する機器の特定結果上では、それぞれの要因の「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」の列に、機能喪失を示す「○」を記載する。「火山の影響」では機能喪失に至らないことから、「－」を記載する。また、グローブボックス内に潤滑油を保有しないグローブボックスについては、「－」を記載する。

重大事故の起因となる機能喪失の要因毎に、「火災の感知・消火機能」及び「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」が同時に機能喪失するか、つまり、「火災の感知・消火機能」及び「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」の列に「○」が記載されているかを判定する。

両方に「○」が記載されている場合は、「左記の同時機能喪失」に○を記載し、機能喪失により火災による核燃料物質等を閉じ込める機能

の喪失の発生の可能性がある」と整理する。両方に「○」が記載されない場合は、「左記の同時機能喪失」に「－」を記載し、火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は発生の可能性がないと整理できる。

2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定

1. において、安全機能が喪失する、又は安全機能が組合せで同時に喪失する場合であっても、事故の収束手段をそれぞれ評価し、重大事故として選定するかの判断をする。

以上の整理の結果、重大事故の発生を仮定する機器として特定されないものについては、重大事故の発生を仮定する機器の特定結果に以下のとおり記載する。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である事象，機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度である事象に該当する場合「○」，該当しない場合「－」

「プルトニウムの閉じ込めの機能」及び「排気機能」の同時喪失による
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果

プルトニウムの閉じ込めの機能を有する機器	地震			火山の影響			動的機器の多重故障			※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	左記の同時機能喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	左記の同時機能喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	左記の同時機能喪失		
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
予備混合装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
一次混合装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ウラン粉末秤量・分取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	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
添加剤混合装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
回収粉末微粉砕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	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
再生スクラップ受払装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
容器移送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
原料粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
再生スクラップ搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
調整粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
プレス装置（プレス部）グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
空焼結ポート取扱装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
グリーンペレット積込装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結ポート供給装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結ポート取出装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結ペレット供給装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
研削装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
研削粉回収装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ペレット検査設備グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結ポート搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ペレット保管容器搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
回収粉末容器搬送装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
粉末一時保管装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ペレット一時保管棚グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結ポート受渡装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
スクラップ貯蔵棚グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
小規模粉末混合装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
小規模プレス装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
小規模焼結処理装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
小規模研削検査装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
資材保管装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
焼結炉	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
小規模焼結処理装置	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-
混合酸化物貯蔵容器	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「-」と記載。
※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「-」と記載。

**「プルトニウムの閉じ込めの機能」「排気機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」の同時喪失による
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果**

プルトニウムの閉じ込めの機能を有する機器	地震				火山の影響				動的機器の多重故障				※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失		
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
予備混合装置グローブボックス	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
一次混合装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ウラン粉末秤量・分取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	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
添加剤混合装置グローブボックス	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
回収粉末微粉砕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	-	-	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
再生スクラップ受払装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
容器移送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
原料粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
再生スクラップ搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
調整粉末搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
プレス装置（プレス部）グローブボックス	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-
空焼結ポート取扱装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
グリーンペレット積込装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結ポート供給装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結ポート取出装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結ペレット供給装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
研削装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
研削粉回収装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ペレット検査設備グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結ポート搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ペレット保管容器搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
回収粉末容器搬送装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
粉末一時保管装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ペレット一時保管棚グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結ポート受渡装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
スクラップ貯蔵棚グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
小規模粉末混合装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
小規模プレス装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
小規模焼結処理装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
小規模研削検査装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
資材保管装置グローブボックス	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
焼結炉	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
小規模焼結処理装置	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-
混合酸化物貯蔵容器	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「-」と記載。
※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「-」と記載。

「排気経路の維持機能」及び「排気機能」の同時喪失による
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果

プルトニウムの閉じ込めの機能を有する機器のうち、排気機能により排気される機器	地震			火山の影響			動的機器の多重故障			※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	排気経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失	排気経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失	排気経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失		
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
予備混合装置グローブボックス	—	○	—	—	○	—	—	○	—	—	—
一次混合装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
ウラン粉末秤量・分取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	—	○	—	—	○	—	—	○	—	—	—
添加剤混合装置グローブボックス	—	○	—	—	○	—	—	○	—	—	—
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
回収粉末微粉砕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	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—
再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	○	○	○	—	○	—	—	○	—	○	—

「MOXの捕集・浄化機能」の喪失による
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果

MOXの捕集・浄化機能を有する機器	地震	火山の影響	動的機器の多重故障	※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
グローブボックス排気フィルタ (安全上重要な施設のグローブボックスに付随するもの。)	○	—	—	○	—
グローブボックス排気フィルタ ユニット	○	—	—	○	—

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「—」と記載。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「—」と記載。

「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」の同時喪失による
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能及び排気機能の機能喪失時に影響を受ける設備	地震			火山の影響			動的機器の多重故障			※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	左記の同時機能喪失		
焼結炉	○	○	○	—	○	—	—	○	○	○	—
小規模焼結処理装置	○	○	○	—	○	—	—	○	○	○	—

地震，火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には，事象により機能喪失に至る場合「○」，機能喪失に至らない場合「—」と記載。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」，該当しない

「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」「排気機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」の同時喪失による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能、排気機能及び事故時の排気経路の維持機能の同時喪失時に影響を受ける設備	地震				火山の影響				動的機器の多重故障				※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	左記の同時機能喪失		
焼結炉	○	○	○	○	—	○	—	—	—	○	—	○	○	—
小規模焼結処理装置	○	○	○	○	—	○	—	—	—	○	—	○	○	—

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「—」と記載。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「—」と記載。

**「火災の発生防止の機能(安全上重要な施設以外の施設)」及び「火災の感知・消火機能」の同時喪失による
火災による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する機器の特定結果**

火災の発生箇所として想定する機器	地震			火山の影響			動的機器の多重故障			※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	火災の発生防止の機能	火災の感知・消火機能	左記の同時機能喪失	火災の発生防止の機能	火災の感知・消火機能	左記の同時機能喪失	火災の発生防止の機能	火災の感知・消火機能	左記の同時機能喪失		
原料MOX粉末取出装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
予備混合装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○
一次混合装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ウラン粉末秤量・分取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	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○
添加剤混合装置グローブボックス	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
回収粉末微粉砕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	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○
再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
再生スクラップ受払装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
容器移送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
原料粉末搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
再生スクラップ搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
調整粉末搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
プレス装置(粉末取扱部)グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
プレス装置(プレス部)グローブボックス	○	○	○	-	○	-	○	○	○	-	○
空焼ポート取扱装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
グリーンペレット積込装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
焼結ポート供給装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
焼結ポート取出装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
焼結ペレット供給装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
研削装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
研削粉回収装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ペレット検査設備グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
焼結ポート搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ペレット保管容器搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
回収粉末容器搬送装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
原料MOX粉末一時保管装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
粉末一時保管装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ペレット一時保管棚グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
焼結ポート受渡装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
スクラップ貯蔵棚グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
小規模粉末混合装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
小規模プレス装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
小規模焼結処理装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
小規模研削検査装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
資材保管装置グローブボックス	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「-」と記載。
※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「-」と記載。

「搬送する核燃料物質の制御機能(安全上重要な施設以外の施設)」及び「核的制限値(寸法)の維持機能」の同時喪失による
 臨界事故の発生を仮定する機器の特定結果

核的制限値(寸法)の維持機能を有する機器	地震			火山の影響			動的機器の多重故障			※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
	搬送する核燃料物質の制御機能	核的制限値(寸法)の維持機能	左記の同時機能喪失	搬送する核燃料物質の制御機能	核的制限値(寸法)の維持機能	左記の同時機能喪失	搬送する核燃料物質の制御機能	核的制限値(寸法)の維持機能	左記の同時機能喪失		
燃料棒移載装置 ゲート	○	○	○	—	—	—	—	—	—	○	—
燃料棒立会検査装置 ゲート	○	○	○	—	—	—	—	—	—	○	—
燃料棒供給装置 ゲート	○	○	○	—	—	—	—	—	—	○	—

地震、火山の影響、動的機地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「—」と記載。の多重故障及び全交流電源の喪失の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「—」と記載。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「—」と記載。

**「単一ユニット間の距離の維持機能」の喪失による
 臨界事故の発生を仮定する機器の特定結果**

単一ユニット間の距離の維持機能を有する機器	地震	火山の影響	動的機器の多重故障	※	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果
一時保管ピット	○	—	—	○	—
原料MOX粉末缶一時保管装置	○	—	—	○	—
粉末一時保管装置	○	—	—	○	—
ペレット一時保管棚	○	—	—	○	—
スクラップ貯蔵棚	○	—	—	○	—
製品ペレット貯蔵棚	○	—	—	○	—
燃料棒貯蔵棚	○	—	—	○	—
燃料集合体貯蔵チャンネル	○	—	—	○	—

地震、火山の影響及び動的機器の多重故障の縦軸には、事象により機能喪失に至る場合「○」、機能喪失に至らない場合「—」と記載。

※：設計基準の設備で事象の収束が可能である又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度を意味する。該当する場合「○」、該当しない場合「—」と記載。

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第22条: 重大事故等の拡大の防止等(6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	本施設における火災の特徴について	4/14	2	
補足説明資料6-2	冷却期間の変更における影響	3/9	0	
補足説明資料6-3	火災の消火について	4/27	2	
補足説明資料6-4	重大事故等への対処に使用する設備の有効性について	5/11	3	
補足説明資料6-5	事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価	4/20	2	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	4/14	3	
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			1章 基準適合性に記載したため。
補足説明資料6-8	核燃料物質の回収時の作業環境について	5/11	0	

補足説明資料6-4(22条)

重大事故等への対処に使用する設備の有効性について

1. はじめに

MOX燃料加工施設において想定している閉じ込める機能の喪失に関する重大事故としては、外的事象の「地震」又は内的事象の「動的機器の多重故障」が発生した状態において、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生する事象を選定している。

重大事故等への対処の拡大防止対策を多様化するとともに、使用する重大事故等対処施設が、重大事故時における環境条件を考慮しても機能が期待でき、対処が実施可能である旨を説明している。

重大事故等への対処における放射性物質の放出低減対策として期待するグローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニットを含む経路及び工程室排気フィルタユニットを含む経路については、耐震性を有する設計とし、放出量評価においては、この経路からの放出量を評価している。

このため、グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニット及び工程室排気フィルタユニットについて、使用する環境条件及び健全性を整理し、放出量評価で見込んでいる高性能エアフィルタの除染係数が裕度を含んだ設定であることを確認する。

2. 想定される環境条件

グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニット及び工程室排気フィルタユニットについて、重大事故

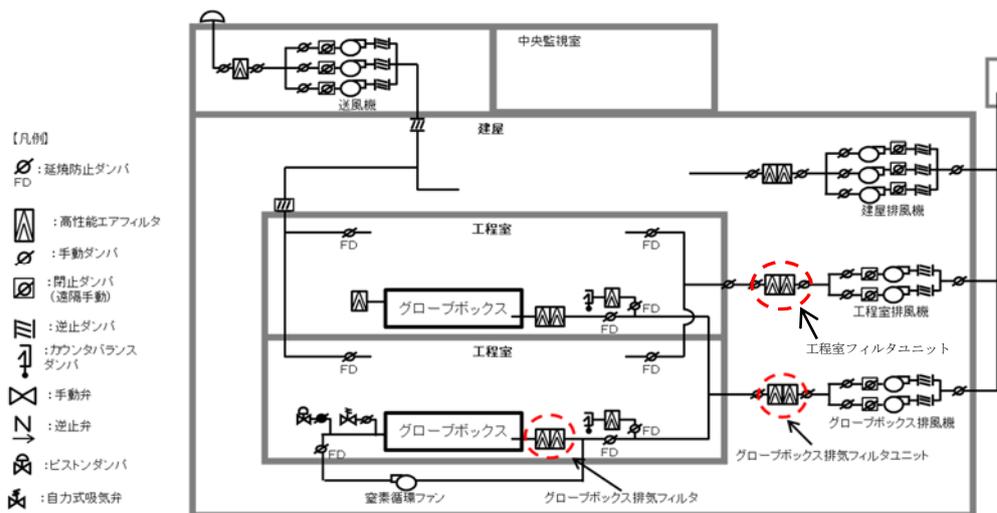
時にこれらの機能に影響を及ぼす可能性のある環境条件を以下に示す。

- ・ 火災による温度上昇
- ・ ばい煙の発生
- ・ 地震力による影響

これらの環境条件下において、グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニット及び工程室排気フィルタユニットの高性能エアフィルタがどのような影響を受けるかを整理した。

なお、グローブボックス排気フィルタは、火災の発生を想定する工程室内に設置していることから、排気系統の後段に設置しているグローブボックス排気フィルタユニットよりも厳しい環境条件下にさらされると考えられる。

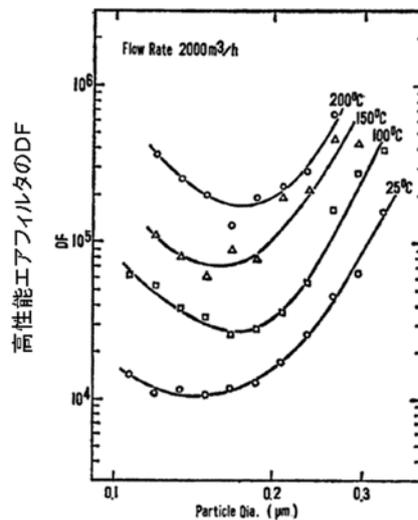
グローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニット、工程室排気フィルタユニットの配置イメージを2. - 1 図に示す。



2. - 1 図 グローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排気フィルタユニット及び工程室排気フィルタユニットの配置イメージ

3. 火災による温度上昇の影響について

高性能エアフィルタは不燃性材料又は難燃性材料で構成されていることから、火災により損傷することはない。また、高性能エアフィルタへの高温負荷試験により、面速を一定として試験空気温度を 200℃まで上昇させた場合、温度の上昇に伴い高性能エアフィルタの除染係数は上昇する結果が報告されている⁽¹⁾こと、グローブボックス内の火災は天井面近傍における空間温度が最大でも 200℃程度であること及び火災発生時の室内の温度は天井面近傍でも 100℃程度と推定されることから、火災による温度上昇を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの除染係数は維持できる。3. - 1 図に高性能エアフィルタの温度と除染係数の関係を示す。

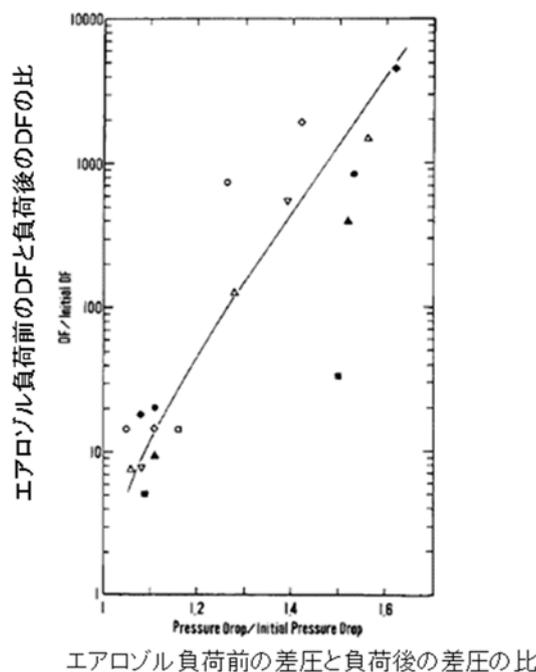


3. - 1 図 高性能エアフィルタの温度と除染係数の関係

重大事故（火災）の放出量評価では温度上昇による高性能エアフィルタの除染係数の上昇は見込んでいないことから、裕度を含んだ評価であるといえる。

4. 火災によるばい煙の影響について

高性能エアフィルタにエアロゾルを負荷させる試験により、エアロゾルの負荷量の増加に伴い高性能エアフィルタの捕集効率が上昇するという結果が報告されている⁽²⁾ことから、ばい煙の負荷を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの除染係数は維持できる。4. - 1 図に高性能エアフィルタへのエアロゾル負荷前後の除染係数の変化を示す。



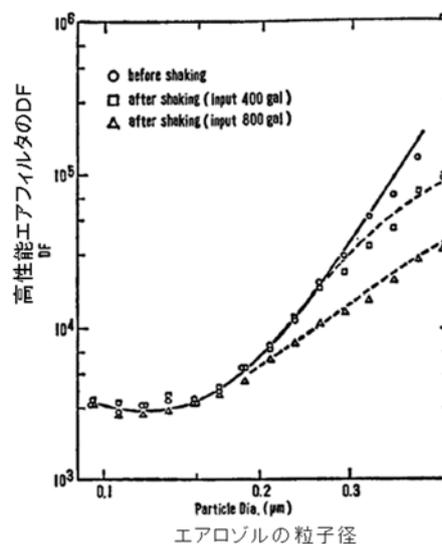
4. - 1 図 エアロゾル負荷前後の除染係数の変化

重大事故（火災）の放出量評価ではばい煙の負荷による高性能エアフィルタの除染係数の上昇は見込んでいないことから、裕度を含んだ評価になっているといえる。

5. 地震力による影響について

常設重大事故等対処設備として位置づける高性能エアフィルタ

は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計である。また、高性能エアフィルタは 1 段で除染係数が 10^3 以上であるが、高性能エアフィルタの振動試験により、入力加速度 800gal の条件においても、高性能エアフィルタ 1 段の除染係数は 10^3 以上を確保できるという結果が報告されている⁽³⁾ことから、地震力を考慮しても評価上期待している高性能エアフィルタの捕集効率を維持できる。5. - 1 図に高性能エアフィルタの加震後の除染係数の変化を示す。



5. - 1 図 高性能エアフィルタの加震後の除染係数

放出量評価では、基準地震動を超える地震動による地震力の影響として、高性能エアフィルタ 1 段につき除染係数を 1 桁低下させて評価を行っていることから、裕度を含んだ評価になっているといえる。

6. まとめ

重大事故等への対処における放出量低減対策に使用するグローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排気フィルタユニット及び工程室排気フィルタユニットについて，使用する環境条件と健全性について整理した。

この結果，いずれの環境条件においても，放出量評価で見込んでいる高性能エアフィルタの除染係数が，評価上十分な裕度を含んだ設定であることを確認した。

7. 参考文献

- (1) 尾崎誠，残間徳吾，金川昭．“高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，(Ⅲ) 高温負荷”，日本原子力学会誌．1986.
- (2) 尾崎誠，横井信司，金川昭．“高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，(Ⅱ) ダスト負荷試験”，日本原子力学会誌．1985.
- (3) 尾崎誠，残間徳吾，金川昭．“高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，(Ⅵ) 振動試験”，日本原子力学会誌．1988.

令和2年4月20日 R2

補足説明資料6-5(22条)

事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価

1. 火災による閉じ込める機能の喪失の事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価

1. 1 評価内容

基準地震動を超える地震動による地震により火災が発生してから事態が収束するまでの放射性物質の大気中への放出量进行评估する。事態の収束は、消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでとする。また、放出期間中の敷地境界における被ばく線量进行评估する。

1. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価

大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が発生するグローブボックス内に保有する放射性物質質量に対して、火災が発生してから消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの期間のうち、火災により影響を受ける割合、火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における低減割合及び肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子の放射性物質の割合を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137 への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を算出する。さらに、敷地境界における被ばく線量は、以下の計算式により算出する。

$$\begin{aligned}
& \text{被ばく線量[Sv]} \\
& = \text{大気中への放射性物質の放出量[Bq]} \\
& \quad \times \text{呼吸率[m}^3/\text{s]} \times \text{相対濃度 } \chi / Q [\text{s/m}^3] \\
& \quad \times \text{線量換算係数[Sv/Bq]}
\end{aligned}$$

1. 3 消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間

基準地震動を超える地震動による地震が発生した直後から火災が発生すると想定する。

火災による閉じ込める機能の喪失への対処として、火災が発生した場合の消火が完了するまでの時間は1時間である。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置についても基準地震動を超える地震動による地震が発生後、送排風機入口手動ダンパの閉止が完了するまでの時間は1時間である。

以上より、消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間は、最大で1時間であることから、1時間として設定する。

1. 4 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量及び敷地境界における被ばく線量を「1. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価」のとおり算出する。また、算出に用いる各パラメータを1. 4-1表及び1. 4-2表に示すとおりである。

1. 4-1表 放出量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ	
火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量	火災源を有するグローブボックス内で容器又は機器が保有する量	運転管理値を基にグローブボックス毎に設定
火災により影響を受ける割合	1	
火災放射性物質が気相に移行する割合	容器又は機器内の放射性物質が気相に移行する割合	1×10^{-1}
	グローブボックス内に付着した放射性物質が気相に移行する割合	1×10^{-1}
大気中への放出経路における低減割合	グローブボックス排気設備への移行率	9×10^{-1}
	工程室への移行率	1×10^{-1}
	工程室排気設備への移行率	1×10^{-1}
	高性能エアフィルタ(4段)	1×10^{-5}
	高性能エアフィルタ(2段)	1×10^{-3}
肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合	1	

1. 4-2表 被ばく線量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ
呼吸率 [m ³ /s]	3.33×10^{-4}
相対濃度 χ/Q [s/m ³]	8.1×10^{-5}
線量換算係数[Sv/Bq]	核種毎に設定

1. 5 火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定するグローブボックス内で保有する放射性物質質量は、運転管理値を基に設定する。また、各グローブボックス内で保有する放射性物質質量を1.5-1表に示す。

1. 5-1表 放射性物質の保有量

部屋名称	グローブボックス名称	火災源 ○ (有り) × (無し)	インベントリ (kg・Pu)	対象グローブボックス の部屋毎の合計インベ ントリ (kg・Pu)
粉末調整第 2室	予備混合装置グローブボックス	○	46.0	<u>46.0</u>
粉末調整第 5室	均一化混合装置グローブボック ス	○	<u>90.5</u>	<u>110.8</u>
	造粒装置グローブボックス	○	20.3	
粉末調整第 7室	回収粉末処理・混合装置グロー ブボックス	○	<u>54.1</u>	<u>54.1</u>
ペレット加 工第1室	添加剤混合装置Aグローブボッ クス	○	33.0	143.8
	プレス装置A (プレス部) グロ ーブボックス	○	38.9	
	添加剤混合装置Bグローブボッ クス	○	33.0	
	プレス装置B (プレス部) グロ ーブボックス	○	38.9	

1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合の設定

火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、 $1\%/h^{(1)}$ とする。

上記に加えて、グローブボックス内面に付着している放射性物質の気相中への移行量として、火災影響を受ける放射性物質量の100分の1がグローブボックス内の気相中に移行することを想定する。

1. 7 大気中への放出経路における低減割合の設定

気相中へと移行した放射性物質のうち、グローブボックス排気設備への移行率を 9×10^{-1} 、工程室内への移行率を 1×10^{-1} と

設定する。また、工程室内に移行した放射性物質は室内に拡散し、その一部が工程室排気ダクトに移行すると想定し、 1×10^{-1} として設定する。

高性能エアフィルタの除染係数は、通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ 3 段で除染係数が 10^{11} 以上という測定試験結果⁽²⁾もあることから、健全な高性能エアフィルタの除染係数は 2 段で 1×10^5 、4 段では 1×10^9 と想定するが、基準地震動を超える地震動による地震により高性能エアフィルタ 1 段につき除染係数が 1 桁下がることを想定し、高性能エアフィルタの除染係数を 2 段で 1×10^3 、4 段で 1×10^5 と設定する。

1. 8 セシウム-137 換算係数

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162⁽³⁾のセシウム-137 が地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の内部取り込みを考慮した 50 年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

ただし、プルトニウム及びアメリシウムは、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じる。

セシウム-137 換算係数を 1. 8 - 1 表に示す。

1. 8-1表 セシウム-137 換算係数

核種	IAEA-TECDOC-1162 の CF ₄ 換算係数 [A]	IAEA-TECDOC-1162のCF ₄ 換算係数(Cs-137 の値) [B]	吸入核種の化 学形態 に係る補正係 数 [C] ([C]=[a]× [b])	IAEA-TECDOC-1162の吸入 摂取換算係数 [a]	ICRP Publication.72 の吸入摂取 換算係数(化学形態を 考慮) [b]	Cs137換算係数 ※1 [D] = [A] / [B] × [C]
	(mSv/(kBq·m ⁻²))	(mSv/(kBq·m ⁻²))	(-)	(Sv/Bq)	(Sv/Bq)	(-)
Pu-238	6.6E+00	1.3E-01	0.14	1.13E-04 ※2	1.6E-05	7.17
Pu-239	8.5E+00	1.3E-01	0.13	1.20E-04 ※2	1.6E-05	8.72
Pu-240	8.4E+00	1.3E-01	0.13	1.20E-04 ※2	1.6E-05	8.62
Pu-241	1.9E-01	1.3E-01	0.07	2.33E-06 ※2	1.7E-07	0.11
Am-241	6.7E+00	1.3E-01	0.17	9.33E-05	1.6E-05	8.84

※1：地表沈着した核種からの外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくの50年間の実効線量を用いてセシウム-137放出量に換算する係数

※2：化学形態としてキレートを想定

1. 9 評価結果

基準地震動を超える地震動による地震による火災の発生から事態の収束までの放射性物質の大気中への放出量（Cs-137換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価の計算過程を1.9-1表に、評価結果を1.9-2表に示す。

評価の結果から、放射性物質の放出量は事業許可基準規則22条で要求されているセシウム-137換算で100TBqを十分下回る。

1. 9-1 表 事態の収束までの放出量 (Cs-137 換算) 及び
敷地境界における被ばく線量の計算過程

室	機種	組成 [wt%]	比較対象 [Bq/g・HM]	MAR [kg・Pu]	ARF [-]	移行割合	LPF [-]	放出量 [kg・Ba]	Cs-137換算係数	放出量(Cs-137 換算) [Ba]	総放出量 (Cs-137換算) [Tbq]	X/Q [s/m ³]	呼吸率 [m ³ /s]	換算係数 [Sv・Ba]	被ばく線量 [Sv]	被ばく線量 [mSv]
粉末調整2室 (グループボック ス排気経由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	46.04	2.0E-02	9.0E-01	1.0E-05	1.997E+08	7.17E+00	1.431E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	8.619E-05	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					1.058E+07	8.72E+00	9.227E+07				1.60E-05	4.568E-08	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					1.301E+07	8.62E+00	1.638E+08				1.60E-05	8.204E-06	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					4.219E+09	1.06E-01	4.492E+08				1.70E-07	1.934E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					4.739E+07	8.84E+00	4.187E+08				1.60E-05	2.045E-05	
粉末調整2室 (工程室排気経 由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	46.04	2.0E-02	1.0E-02	1.0E-03	2.219E+08	7.17E+00	1.590E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	9.576E-05	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					1.176E+07	8.72E+00	1.025E+08				1.60E-05	5.075E-06	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					2.112E+07	8.62E+00	1.820E+08				1.60E-05	9.115E-06	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					4.687E+09	1.06E-01	4.991E+08				1.70E-07	2.149E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					5.266E+07	8.84E+00	4.652E+08				1.60E-05	2.272E-05	
粉末調整5室 (グループボック ス排気経由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	110.84	2.0E-02	9.0E-01	1.0E-05	4.808E+08	7.17E+00	3.448E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	2.075E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					2.548E+07	8.72E+00	2.21E+08				1.60E-05	1.100E-05	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					4.576E+07	8.62E+00	3.943E+08				1.60E-05	1.975E-05	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					1.016E+10	1.06E-01	1.087E+09				1.70E-07	4.657E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					1.141E+08	8.84E+00	1.008E+09				1.60E-05	4.924E-05	
粉末調整5室 (工程室排気経 由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	110.84	2.0E-02	1.0E-02	1.0E-03	5.342E+08	7.17E+00	3.829E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	2.305E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					2.831E+07	8.72E+00	2.468E+08				1.60E-05	1.222E-05	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					5.065E+07	8.62E+00	4.397E+08				1.60E-05	2.194E-05	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					1.128E+10	1.06E-01	1.202E+09				1.70E-07	5.174E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					1.268E+08	8.84E+00	1.120E+09				1.60E-05	5.471E-05	
粉末調整7室 (グループボック ス排気経由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	54.14	2.0E-02	9.0E-01	1.0E-05	2.348E+08	7.17E+00	1.683E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	1.013E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					1.245E+07	8.72E+00	1.085E+08				1.60E-05	5.371E-06	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					2.235E+07	8.62E+00	1.926E+08				1.60E-05	9.647E-06	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					4.960E+09	1.06E-01	5.282E+08				1.70E-07	2.275E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					5.572E+07	8.84E+00	4.923E+08				1.60E-05	2.405E-05	
粉末調整7室 (工程室排気経 由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	54.14	2.0E-02	1.0E-02	1.0E-03	2.809E+08	7.17E+00	1.870E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	1.126E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					1.383E+07	8.72E+00	1.206E+08				1.60E-05	5.968E-06	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					2.484E+07	8.62E+00	2.140E+08				1.60E-05	1.072E-05	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					5.512E+09	1.06E-01	5.869E+08				1.70E-07	2.527E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					6.192E+07	8.84E+00	5.470E+08				1.60E-05	2.672E-05	
ペレット加工第1 室 (グループボック ス排気経由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	143.84	2.0E-02	9.0E-01	1.0E-05	6.239E+08	7.17E+00	4.472E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	2.893E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					3.307E+07	8.72E+00	2.883E+08				1.60E-05	1.427E-05	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					5.939E+07	8.62E+00	5.116E+08				1.60E-05	2.563E-05	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					1.318E+10	1.06E-01	1.403E+09				1.70E-07	6.043E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					1.481E+08	8.84E+00	1.308E+09				1.60E-05	6.390E-05	
ペレット加工第1 室 (工程室排気経 由)	Pu-238	3.80	6.342E+11	143.84	2.0E-02	1.0E-02	1.0E-03	6.932E+08	7.17E+00	4.969E+09	4.158E-02	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	2.992E-04	2.258E+00
	Pu-239	55.60	2.297E+09					3.674E+07	8.72E+00	3.203E+08				1.60E-05	1.586E-05	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					6.599E+07	8.62E+00	5.685E+08				1.60E-05	2.849E-05	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					1.464E+10	1.06E-01	1.559E+09				1.70E-07	6.715E-05	
	Am-241	4.50	1.271E+11					1.645E+08	8.84E+00	1.453E+09				1.60E-05	7.100E-05	

1. 9-2 表 火災による閉じ込める機能の喪失における事態の収束
までの放出量 (Cs-137 換算) 及び敷地境界における被ばく線量

放出量 (Cs-137 換算) [T B q]	放出期間中の 被ばく線量 [m S v]
4.2×10^{-2}	2.3

2. 内の事象による火災による閉じ込める機能の喪失の事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価

「1. 火災による閉じ込める機能の喪失の事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価」は、外的事象の「地震」を想定した場合の放出量評価及び被ばく線量評価である。

以下に、内の事象における放出量評価及び被ばく線量評価の考え方及び結果を示す。

2. 1 評価内容

内の事象により、火災が発生してから事態が収束するまでの放射性物質の大気中への放出量进行评估する。事態の収束は、消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでとする。また、放出期間中の敷地境界における被ばく線量进行评估する。

2. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価

「1. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価」と同様である。

2. 3 消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間

内の事象の発生と同時に火災が発生すると想定する。

火災による閉じ込める機能の喪失への対処として、火災が発生した場合の消火が完了するまでの時間は1時間である。

また、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置についても内的事象が発生後、送排風機入口手動ダンパの閉止が完了するまでの時間は1時間である。

以上より、消火が完了する又は核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間は、最大で1時間であることから、1時間として設定する。

2. 4 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量及び敷地境界における被ばく線量を「2. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価」のとおりに算出する。また、算出に用いる各パラメータを2. 4-1表及び2. 4-2表に示すとおりである。

2. 4-1表 放出量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ	
火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量	火災源を有するグローブボックス及び火災源を有するグローブボックスと同じ室内で連結したグローブボックス内で容器又は機器が保有する量（設計基準における <u>単一火災の規模を拡大する</u> ）	運転管理値を基にグローブボックス毎に設定
火災により影響を受ける割合	1	
火災放射性物質が気相に移行する割合	容器又は機器内の放射性物質が気相に移行する割合	1×10^{-1}
	グローブボックス内に付着した放射性物質が気相に移行する割合	1×10^{-1}
大気中への放出経路における低減割合	高性能エアフィルタ（4段）	1×10^{-9}
肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合	1	

2. 4-2表 被ばく線量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ
呼吸率 [m ³ /s]	3.33×10^{-4}
相対濃度 χ/Q [s/m ³]	8.1×10^{-5}
線量換算係数 [Sv/Bq]	核種毎に設定

2. 5 火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量

火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定するグローブボックス内で保有する放射性物質質量は、運転管理値を基に設定する。また、各グローブボックス内で保有する放射性物質質量を2.5-1表に示す。

内的事象としては、火災の発生を想定するのは単一のグロー

ブボックスであるが、グローブボックス同士が連結されていることを考慮し、火災が発生した室内で連結されているグローブボックスに火災影響を与えることを想定する。このため、2.5-1表より、インベントリが最大となるペレット加工第1室を選定し、94.7kg・Puと設定する。

2. 5-1表 放射性物質の保有量

部屋名称	グローブボックス名称	火災源 ○(有り) ×(無し)	インベントリ (kg・Pu)	対象グローブボックス の部屋毎の合計インベ ントリ (kg・Pu)
粉末調整第 2室	原料MOX粉末秤量・分取装置 Aグローブボックス	×	31.8	94.7
	原料MOX分析資料採取装置グ ローブボックス	×	16.9	
	予備混合装置グローブボックス	○	46.0	
粉末調整第 5室	均一化混合装置グローブボック ス	○	<u>90.5</u>	<u>110.8</u>
	造粒装置グローブボックス	○	20.3	
粉末調整第 7室	回収粉末処理・混合装置グロー ブボックス	○	<u>54.1</u>	<u>54.1</u>
ペレット加 工第1室	添加剤混合装置Aグローブボッ クス	○	33.0	143.8
	プレス装置A(プレス部)グロ ーブボックス	○	38.9	
	添加剤混合装置Bグローブボッ クス	○	33.0	
	プレス装置B(プレス部)グロ ーブボックス	○	38.9	

2. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合の設定

「1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合の設定」と同様である。

2. 7 大気中への放出経路における低減割合の設定

気相中に移行した放射性物質の全量がグローブボックス排気設備に移行し、グローブボックス排気設備の高性能エアフィルタ（4段）で捕集される。

高性能エアフィルタの除染係数は、通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段で除染係数が 10^{11} 以上という測定試験結果⁽²⁾もあることから、健全な高性能エアフィルタの除染係数は4段で 1×10^9 と設定する。

2. 8 セシウム-137 換算係数

「1. 8 セシウム-137 換算係数」と同じである。

2. 9 評価結果

内の事象及び火災の発生から事態の収束までの放射性物質の大気中への放出量（Cs-137 換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価の計算過程を2. 9-1表に、評価結果を2. 9-2表に示す。

評価の結果から、放射性物質の放出量は事業許可基準規則 22条で要求されているセシウム-137 換算で100TBqを十分下回る。

2. 9-1 表 事態の収束までの放出量 (Cs-137 換算) 及び
敷地境界における被ばく線量の計算過程

室	核種	組成 [wt%]	比放射能 [Bq/g-HM]	MAR [kg-Pu]	ARF [-]	移行割合	LPF [-]	放出量 [g-Bq]	Cs-137換算係数	放出量(Cs-137 換算) [Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Tbq]	λ/Q [s/m ³]	呼吸率 [m ³ /s]	換算係数 [Sv/Bq]	被ばく線量 [Sv]	被ばく線量 [mSv]
ペレット加工第1 室	Pu-238	3.80	6.342E+11	143.84	2.0E-02	1.0E+00	1.0E-09	6.932E+04	7.17E+00	4.969E+05	8.870E-07	8.10E-05	3.33E-04	1.60E-05	2.992E-08	4.817E-05
	Pu-239	55.60	2.297E+09					3.874E+03	8.72E+00	3.203E+04				1.60E-05	1.586E-09	
	Pu-240	27.30	8.402E+09					6.599E+03	8.82E+00	5.685E+04				1.60E-05	2.848E-09	
	Pu-241	13.30	3.827E+12					1.464E+06	1.06E-01	1.559E+05				1.70E-07	6.715E-09	
	Am-241	4.50	1.271E+11					1.845E+04	8.84E+00	1.453E+05				1.60E-05	7.100E-09	

2. 9-2 表 火災による閉じ込める機能の喪失における事態の収束
までの放出量 (Cs-137 換算) 及び敷地境界における被ばく線量

放出量 (Cs-137 換算) [T B q]	放出期間中の 被ばく線量 [m S v]
8.9×10^{-7}	4.8×10^{-5}

3. 各種設定値について

3. 1 火災による気相中への移行率について

MOX粉末は上昇気流を伴う火災影響を受ける場合、気相中への移行率が高くなる。

MOX燃料加工施設において、MOX粉末はグローブボックス内で取り扱うが、容器又は機器から一部漏洩したMOX粉末は火災発生時に上昇気流を伴う火災影響を受けることを想定し、上昇気流を模擬した実験結果を基に気相中への移行率を設定する。

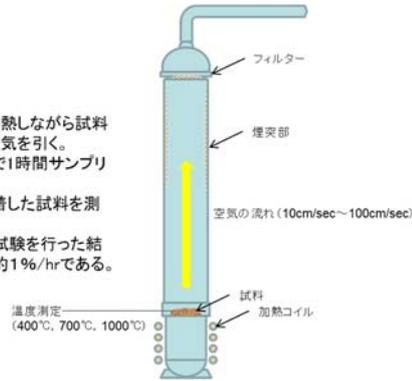
文献⁽¹⁾による実験の結果、最も気相中への移行率が高いのは、風速 100cm/s でシュウ酸プルトニウムを 700°C で 1 時間加熱した場合であり、フィルタ及びライナーへの付着量の合計は約 1% という結果である。また、グローブボックス内の付着分についても考慮することとし、放射性物質量の 100 分の 1 が移行すると想定し、気相中への移行率は 1×10^{-2} として設定する。

グローブボックスが一部損傷した場合、グローブボックス内で気相中に移行した放射性物質の一部が工程室内に移行すると想定し、 1×10^{-1} として設定する。また、室内に移行した放射性物質は室内に拡散し、その一部が工程室排気ダクトに移行すると想定し、 1×10^{-1} として設定する。

実験の概要を 3. 1-1 図に、実験の結果によるシュウ酸プルトニウムの移行率を 3. 1-2 図に示す。

【実験方法の概要】

1. 試料をセットし、一定温度に1時間加熱しながら試料周辺の流速が設定値になるように空気を引く。
2. 1時間加熱終了後も、冷却されるまで1時間サンプリングを続ける。
3. フィルタ及び煙突部のライナーに付着した試料を測定し、移行率を算定。
4. 4種類のプルトニウム粉末を用いて試験を行った結果、最も移行率が大きい粉末でも、約1%/hrである。



3. 1-1 図 文献による実験の概要図

TABLE VIII. Plutonium Oxalate Release Rates fin wt%/hr)

Temperature, °C	Sample Type	Nominal Air Velocity Through Chimney		
		10 cm/sec	50 cm/sec	100 cm/sec
Ambient	A	<0.004	<0.004	<0.004 0.073
	B	<0.004	<0.004	0.38 0.54
400	A	<0.004	<0.004	0.006 0.025
	B	<0.004	0.0096	0.023 0.036
700	A	--	--	0.48
	B	--	--	0.016
1000	A	0.0044	<0.004	0.50
	B	<0.004	<0.004	0.047
1000	A	<0.004	0.007	0.25
	B	<0.004	0.005	0.075

A Particles carried through chimney (collected on glass fiber filter).

B Particles entrained but deposited on chimney walls (collected on 0.003 in. mild steel shimstock liner).

3. 1-2 図 シュウ酸プルトニウムの移行率

3. 2 グローブボックス内から工程室への移行率について

重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックス自体については、基準地震動の 1.2 倍の地震力を考慮しても機能を維持できる設計であるが、これらと連結するグローブボックスについては、耐震重要度分類はSクラスではあるが、基準地震動の 1.2 倍の地震力を考慮して機能を維持できる設計とはしていない。このため、グローブボックス同士の連結部分が損傷し、グローブボックス内から工程室へ一部の放射性物質が漏えいすることを想定する。

文献⁽⁴⁾によると、一次閉じ込め境界から放出される気相中の核燃料物質の移行率として、「著しく損傷したグローブボックス」における移行率を 1×10^{-1} と記載している。基準地震動を超える地震動の地震によって、当該グローブボックスが著しく破損することは想定しにくい、より厳しい条件となるよう、 1×10^{-1} を設定した。

Modifying Factors

Factor 3. Fraction of Aerosol released from primary containment into building.

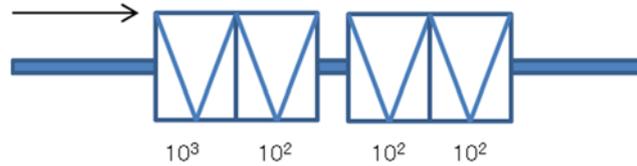
<u>Primary Containment</u>	<u>Factor</u>
<u>Gases & Vapours</u>	
Whatever the containment (except elemental iodine released under water).	1.0
Elemental iodine released under water.	0.01
<u>All other forms</u>	
Fibre drums, glove boxes, cells, reactor structures etc., which are so seriously damaged that containment is virtually nil.	1.0
Storage blocks and pits, seriously damaged glove boxes, cells, flasks, reactor structures, etc.	0.1
Safes, undamaged or slightly damaged glove-boxes ⁽¹²⁾ , cells, flasks, reactor structures, etc., under water storage, particulate release into building via filtered extract, single metal containment.	0.01
Concreted steel drums, double metal containment.	0.001

3. 2-1 図 一時閉じ込め境界からの核燃料物質の移行率

3. 3 高性能エアフィルタの除染係数について

高性能エアフィルタ 1 段当たりの除染係数は 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子)⁽⁵⁾であり、高性能エアフィルタ 1 段目と 2 段目の除染係数は同等との試験データ⁽⁶⁾もある。また、文献⁽²⁾において、高性能エアフィルタ 3 段の除染係数として 10^{11} との結果が得られている。

健全な状態の高性能エアフィルタの除染係数の設定の考え方を 3. 3. 1 図に、文献における結果を 2. 3-2 図に示す。



3. 3-1 図 健全な状態の高性能エアフィルタの除染係数の設定の考え方

TABLE 9.1. Filter Penetration Data Used for Reference

Particle Size Range (µm)	Fractional Penetration						
	HEPA 1 (1)	HEPA 2 (2)	HEPA 3 (3)	Two Stages in Series		Three Stages in Series	
				(1) x (2)	Degraded by 10 ²	(1)x(2)x(3)	Degraded by 10 ³
<0.12	4 × 10 ⁻⁷	159 × 10 ⁻⁷	159 × 10 ⁻⁷	0.636 × 10 ⁻¹¹	0.636 × 10 ⁻⁹	1.01 × 10 ⁻¹⁶	1.01 × 10 ⁻¹³
0.12 to 0.22	18.1 × 10 ⁻⁷	352 × 10 ⁻⁷	352 × 10 ⁻⁷	6.37 × 10 ⁻¹¹	6.37 × 10 ⁻⁹	22.4 × 10 ⁻¹⁶	22.4 × 10 ⁻¹³
0.22 to 0.44	32.8 × 10 ⁻⁷	393 × 10 ⁻⁷	393 × 10 ⁻⁷	12.9 × 10 ⁻¹¹	12.9 × 10 ⁻⁹	50.6 × 10 ⁻¹⁶	50.6 × 10 ⁻¹³
0.44 to 0.96	28.1 × 10 ⁻⁷	201 × 10 ⁻⁷	201 × 10 ⁻⁷	5.6 × 10 ⁻¹¹	5.6 × 10 ⁻⁹	11.3 × 10 ⁻¹⁶	11.3 × 10 ⁻¹³
0.96 to 1.54	12.1 × 10 ⁻⁷	140 × 10 ⁻⁷	140 × 10 ⁻⁷	1.7 × 10 ⁻¹¹	1.7 × 10 ⁻⁹	2.37 × 10 ⁻¹⁶	2.37 × 10 ⁻¹³
>1.54	2.5 × 10 ⁻⁷	90 × 10 ⁻⁷	90 × 10 ⁻⁷	0.22 × 10 ⁻¹¹	0.22 × 10 ⁻⁹	0.20 × 10 ⁻¹⁶	0.20 × 10 ⁻¹³

3. 3-2 図 フィルタ 3 段の除染係数について

4. 参考文献

- (1) J. MISHIMA, L. C. SCHEWENDIMAN, C. A. RADASCH. PLUTONIUM RELEASE STUDIES III. RELEASE FROM HEATED PLUTONIUM BEARING POWDERS, BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE PACIFIC NORTHWEST LABORATORY, 1968, BNWL-786.
- (2) Seefeldt, W. H. et al. Characterization of Particulate Plutonium Released in Fuel Cycle Operations. Argonne National Laboratory, 1976, ANL-75-78.

- (3) Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, IAEA-TECDOC-1162, IAEA, Vienna (2000).
- (4) HANDLING OF RADIATION ACCIDENTS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA (1969)
- (5) 放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ. 日本規格協会, 1995, JIS Z 4812-1995.
- (6) 尾崎 誠, 金川 昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験 (I) DOP エアロゾルの捕集性能. 日本原子力学会誌. Vol.27 No.7, 1985, p. 626-636.

令和2年5月11日 R0

補足説明資料6－8（22条）

核燃料物質の回収時の作業環境について

1. はじめに

火災の消火及びダンパ閉止により核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策が完了し、事態が収束した後に、可搬型集塵機を用い、火災影響によりグローブボックスから工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収を行う。

本補足説明資料では、グローブボックス内に存在する核燃料物質及びグローブボックス内から工程室内に飛散した核燃料物質が実施組織要員に与える被ばく線量を評価し、回収作業の成立性を確認する。

なお、適切な防護具を装備することにより核燃料物質の経口摂取による内部被ばくは防止可能であることから、ここでは外部被ばくを対象に評価する。

2. 外部被ばく線量の管理基準

線量管理については個人線量計を着用し、1作業当たり 10mSv 以下とすることを目安に管理する。

3. 回収作業における外部被ばく線量の評価方法

グローブボックス内に存在する核燃料物質及びグローブボックス内から工程室内に飛散した核燃料物質について、以下に示す想定条件における線量率を計算し、外部被ばく線量の管理基準を満足する作業が可能であるかを評価する。

外部被ばく線量の解析にあたっては、1次元輸送計算コード ANISN を用いる。また、核定数ライブラリは JSD120 を用いる。

3. 1 グローブボックス内に存在する核燃料物質からの外部被ばく

(1) 評価対象グローブボックスの選定

核燃料物質の回収は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に実施する。

当該室に設置されたグローブボックスとインベントリを整理した結果を表3. 1-1に示す。

ここでは、最も取り扱うプルトニウム量が多い、「均一化混合装置グローブボックス」を、グローブボックス内に存在する核燃料物質からの外部被ばく評価における代表グローブボックスとして選定する。

表3. 1-1 回収作業を実施する室のインベントリ整理結果

部屋名称	グローブボックス名称	火災源 ○ (有り) × (無し)	インベントリ (kg・MOX)	Pu 富化度 (%)	インベントリ (kg・Pu)
粉末調整 第2室	原料MOX粉末秤量・分取装置Aグローブボックス	×	60.0	60	31.8
	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	×	32.0	60	16.9
	予備混合装置グローブボックス	○	87.0	60	46.0
粉末調整 第5室	均一化混合装置グローブボックス	○	331.0	0.33	90.5
	造粒装置グローブボックス	○	128.0	0.18	20.3
粉末調整 第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	○	186.0	33	54.1
	一次混合装置Bグローブボックス	×	96.0	33	27.9
ペレット加工 第1室	添加剤混合装置Aグローブボックス	○	208.0	18	33.0
	プレス装置A (プレス部) グローブボックス	○	245.0	18	38.9
	添加剤混合装置Bグローブボックス	○	208.0	18	33.0
	プレス装置B (プレス部) グローブボックス	○	245.0	18	38.9

(2) 線量評価方法

グローブボックス内の核燃料物質については、金属製容器や混合機にほとんどが収納された状態であり、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの内装機器については、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して、必要な機能が損なわれないように設計する方針である。

これを踏まえ、グローブボックス内のインベントリに相当するMOX粉末が球形状で存在し、内装機器の構成材として SUS 2mm で球の周囲を覆った状態を簡易的なモデルとして仮定する。

上記のモデルに対し、球表面から 1 m の距離における線量率を解析により求めた。(解析条件は参考資料 1 の通り。)

解析の結果、グローブボックス内の核燃料物質(球表面)から 1 m の距離における線量率は約 5 mSv/h であった。

3. 2 グローブボックス内から工程室内に飛散した核燃料物質からの外部被ばく

(1) 評価対象室の選定

核燃料物質の回収は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に実施する。

ここでは、重大事故の発生を仮定するグローブボックスから、火災影響によりMOX粉末が一定の割合で室内に漏えいし、当該室の床面に均一に堆積する状況を想定する。火災によるMOX粉末の気相への移行率を 1×10^{-2} 、損傷したグローブボックスから気相に移行したMOX粉末が当該室へ漏えいする割合を 1×10^{-1} と想定する。

単位面積当たりのプルトニウム量の算出結果を表 3. 2-1 に示

す。

この想定において、単位面積当たりのプルトニウム量が最も大きくなる「粉末調整第5室」を、工程室内に飛散した核燃料物質からの外部被ばく評価における代表グローブボックスとして選定する。

表3. 2-1 回収作業を実施する室の床面堆積量の整理結果

部屋名称	グローブボックス名称	火災源を有するグローブボックスの部屋毎の合計インベントリ (kg・Pu)	部屋の有効床面積* (m ²)	部屋の有効床面積あたりのプルトニウム堆積量 (kg・Pu/m ²)
粉末調整第2室	予備混合装置グローブボックス	46.0	84.8	0.54
粉末調整第5室	均一化混合装置グローブボックス	110.8	154.4	0.72
	造粒装置グローブボックス			
粉末調整第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	54.1	129.6	0.42
ペレット加工第1室	添加剤混合装置Aグローブボックス	143.8	212.0	0.68
	プレス装置A (プレス部) グローブボックス			
	添加剤混合装置Bグローブボックス			
	プレス装置B (プレス部) グローブボックス			

※：部屋の床面積からグローブボックスや盤の投影面積を除いた値。なお、保守性を持った評価となるよう、現設計の有効床面積に対して、0.8倍とした。

(2) 線量評価方法

(1) で想定したプルトニウムが床面に堆積した状態における床面から1mの距離における線量率を解析により求めた。(解析条件は参考資料2の通り。)

解析の結果、床面から1mの距離における核燃料物質からの線量率は約2mSv/hであった。

4. 解析を踏まえた回収作業の実施について

3. の解析結果は以下のとおりである。

グローブボックス内の核燃料物質（球表面）から 1 m の距離の線量率	約 5 mSv/h
床面から 1 m の距離の線量率	約 2 mSv/h

上記の線量率はある仮定に基づき算出した概算値であり、実際の線量率は作業を行うグローブボックスからの距離による変動が想定される。

回収作業は、除染レベルではなく大まかな核燃料物質の回収であることから作業時間は1時間程度と見積もれること、事態が収束した後の作業であることから実施組織要員の中での作業ローテーションが可能であることから、個人線量計により被ばく管理を適切に実施することで、外部被ばく線量の管理基準とした「1作業当たり 10mSv 以下」を達成可能と評価する。

以上

グローブボックス内の核燃料物質からの線量評価 入力条件

項目	設定値	備考
線源量	331 [kg・MOX]	取り扱いの上限値
Pu 富化度	33 [%]	取り扱いの上限値
粉末密度	2.1 [g/cm ³]	
等価球半径	33.5 [cm]	計算値
γ 線線源強度	8.10×10^{14} [γ]	
中性子線線源強度	1.25×10^8 [n]	
ステンレス鋼密度	7.8 [g/cm ³]	SUS304
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	※

※ 壁面からの反射を考慮して線源中心から 5m位置に 50 cmのコンクリートを設定。

床面に堆積した核燃料物質からの線量評価 入力条件

項目	設定値	備考
線源量	0.72 [kg・Pu/m ²]	1次元無限平板 モデル
Pu 富化度	33 [%]	取り扱いの上限値
γ 線線源強度	6.35×10 ⁵ [γ/cm ²]	
中性子線線源強度	9.82×10 ⁻² [n/cm ²]	
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	