

【公開版】

提出年月日	令和2年8月11日	R26
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及び重大事故の発生を仮定する機器の特定（要旨）

2. 2 重大事故の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

2. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処（要旨）

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

2. 6 必要な要員及び資源の評価（要旨）

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際の条件

3. 3 個々の重大事故の発生の仮定

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 臨界事故

3. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

3. 4. 3 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

- 3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定の考え方
- 3. 6 重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定
- 3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定
- 3. 8 重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件による重大事故の発生を仮定する機器の特定
- 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
 - 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 閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資
源

6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

6. 3 参考文献

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

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及び重大事故の
発生を仮定する機器の特定（要旨）

2. 1. 1 重大事故に対する基本方針

設計上定める条件より厳しい条件の下において、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¹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²の範囲を重大事故の発生を仮定する機器として特定し、有効性を評価する。

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条件を設定し、これ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、重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを仮定するとともに、それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

有効性評価は、「重大事故の発生を仮定する機器の特定」で特定する重大事故ごとに、機能喪失の範囲及び生じる環境条件をもとに、代表事例を選定し実施する。

2. 1. 2 重大事故の発生を仮定する際の考え方

(1) 外的事象の考慮

設計基準対象施設では、設計基準事故に対処するための設備の設計として想定すべき規模の外的事象に対して、当該設備の機能を維持するよう設計の条件を設定しているが、重大事故を仮定する際には、この設計の条件を超える規模の外的事象を要因として、重大事故の発生の有無を検討する。

その際の検討においては、設計基準対象施設の設計で考慮した地震、火山の影響等の 56 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。）を対象とした。

検討の対象とした事象のうち、本MOX燃料加工施設周辺では起こり得ないもの、重大事故を引き起こさないことが明らかなもの及び発生頻度が極めて低いものは除外した。また、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、積雪に対しては除雪を行うこと、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うこと、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）に対しては工程停止、送排風機停止等を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であることから除外した。

この結果、設計基準事故に対処するための設備の設計の条件を超える規模の外的事象により重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。地震により機能喪失とした安全上重要な施設の条件は、基準地震動を上回る地震力を想定して設定する。具体的には、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静的機器は機能喪失するものとする。

MOX燃料加工施設で取り扱うウラン・プルトニウム混合酸化物（以下「MOX」という。）の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が大気中へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつ、これを大気中へと放出する駆動力が必要である。このため、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能を喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を

考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

(2) 内の事象の考慮

内の事象については、設計基準事故において考慮した動的機器の単一故障に対して、設計基準事故の選定において想定した規模を超える条件として、設計基準事故において考慮した機能喪失の想定を超える条件として、動的機器の多重故障（多重の誤作動及び誤操作を含む。）を設定する。

設計基準事故において発生防止対策の確認に対して考慮した短時間の全交流電源喪失に対する長時間の全交流電源喪失については、動的機器の機能喪失に加え、電源の喪失によって工程が停止するとともに、全送排風機も停止するため、核燃料物質は静置された状態になり、重大事故が発生することはない。しかしながら、全交流電源喪失は、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因として、間接的な機能喪失の要因として、長時間の全交流電源喪失を想定する。

また、内の事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

なお、MOX燃料加工施設には、放射性物質を内包する液体の移送配管がなく、放射性物質以外の液体の配管は存在するものの腐食性ではないことから、腐食の進展が遅く、保守点検によってその予兆を確認し、保守が実施できることから、腐食による配管の貫通き裂や全周破断は想定されない。溢水、内部発

生飛散物については、設計基準事故の選定の際の条件を超える条件が物理的に想定されないことから、機能喪失の要因として考慮しない。内部火災については、発生防止の確認においては、火災によって安全機能が機能喪失しないよう設計することから、機能喪失の要因としないが、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、火災は大気中に放射性物質が放出されるための駆動力となることから、設計基準事故の選定時と同様に、想定される異常事象として考慮する。

(3) 事象の重ね合わせ

異なる事象の重ね合わせについて、上記(1)で抽出された外的事象は、それぞれの事象の発生頻度が極めて低いこと、内的事象は、関連性が認められない偶発的な事象となることから重ね合わせの必要はない。

(4) 個々の重大事故の発生の仮定

重大事故の発生を仮定する機器は、上記のとおり整理した機能喪失の範囲を踏まえ、重大事故が単独で、又は同種の重大事故が複数の機器で同時に発生するものとして、外的事象を要因とした場合又は内的事象を要因とした場合の重大事故の発生を仮定する機器を特定した。

① 臨界事故

本重大事故は、臨界が発生することにより、気体状の放射性物質や放射性エアロゾルが発生し、大気中への放射性物質の放出量が増加するものである。

a. 地震の場合

外的事象として地震を要因とした場合には、貯蔵施設等に

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設備が損傷等することを想定したとしても、臨界事故が発生する物理的条件が成立しないため、臨界事故の発生は想定できない。

b. 動的機器の多重故障の場合

内的事象として動的機器の多重故障を要因とした場合には、質量管理を行うグローブボックスにおいて、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である誤搬入防止機能での動的機器の多重故障等を想定し、さらに運転員による誤操作の重ね合わせを想定し、複数回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しない。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されるという特徴を有する事象であり、事故が発生した場合には直ちに対策を講ずる必要があることから、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員による誤操作が複数回続けて起こるといふ重ね合わせにより、誤搬入が繰り返されることを想定しても、最も少ない設備で25回の多重の故障、誤操作の発生による誤搬入を行っても臨界の発生は想定できず、また、上記の多重の故障、誤操作による繰り返しの誤搬入に到達するまでに13時間と時間が長く、その間に運転直切り替え時の複数の運転員により行われる設備の状態の確認やグローブボックス内の核燃料物質が誤搬入によって増加することによるエリアモニタの指示値の上昇により異常を検知し、異常の進展を防止できるため、臨界の発生は想定できない。

以上のことから、臨界事故は重大事故として特定しない。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の形態等を踏まえると、大気中への放出に至る状態になるものとしてはMOX粉末があり、その閉じ込め機能を担うものとしてはグローブボックスがあることから、それらを対象として、外的事象及び内的事象を要因として、大気中への放出に至る事故の発生の可能性を評価する。

安全上重要な施設の安全機能との関係を踏まえて、核燃料物質の一次バウンダリであるグローブボックスの破損、MOX粉末の気相への移行のしやすさを考慮してグローブボックス内のMOX粉末の飛散及びグローブボックス内から核燃料物質を大気中への放出する可能性のあるグローブボックス内での駆動力を有する事象として火災を抽出し、外的事象及び内的事象の要因ごとに大気中への放射性物質の放出の可能性を評価する。また、共通要因により、これらの事象が同時に発生した場合において、大気中への放射性物質の放出の可能性についても評価する。

a. グローブボックスの破損

(a) 地震の場合

安全上重要な施設とするグローブボックスのうち、地震により基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計とするとしているグローブボックスは損傷等しないが、それ以外のグローブボックスについては、グローブボックスの倒壊又はグローブボックスのパネル脱落はなく、大規

模に破損することは想定しにくいが損傷等する可能性があり，損傷等によりグローブボックス内のMOX粉末の一部が，当該グローブボックスを設置する工程室に漏えいする可能性がある。

グローブボックス排風機が運転している場合には、大気中への放出の駆動力になって、MOX粉末の大気中への放出経路はグローブボックス排気設備が主たる経路となるため工程室の漏えいは極めて少なく，また，平常時の公衆への影響評価に用いている粉末が落下した際の気相への移行率で気相に移行するため，この事象の影響は平常時運転と同様であり，大気中への多量の放射性物質の放出には至らない。

また，グローブボックス排風機が停止している場合には，グローブボックスの負圧が維持できなくなり，グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが，工程室に漏えいしたとしてもMOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ，大気中への放出に繋がる駆動力がないため，公衆への影響が平常運転時と同程度であり，大気中への放射性物質の放出には至らない。

(b) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内で容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の多重故障により，容器の落下防止機能の喪失が発生し，容器が落下したとしても，落下する容器はグローブボックスの内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること，グローブボ

ックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

b. グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

(a) 地震の場合

地震により基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計とするグローブボックスでは内部の機器についても同様に1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計とすることからMOX粉末の飛散は発生しないが、それ以外のグローブボックス内でのMOX粉末の飛散が発生する可能性がある。グローブボックス排風機が運転している状態では、グローブボックス排気設備を經由して放射性物質が大気中に放出されるが、平常時の公衆への影響評価において粉末が落下した際の気相への移行率を用いており、この移行率は火災による気相への移行率と比べて2桁程度小さく、この事象の影響は平常時運転と同様であり、大気中への多量の放射性物質の放出には至らない。

また、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスを負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ大気中へ放出させる駆動力がないため、大気中への放

出には至らない。

(b) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内に設置する安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の多重故障により、容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが想定される。

容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散したとしても、上記(a)と同様に、平常運転時と同等の放出量であることから、多量の放射性物質を大気中へ放出する事故には至らない。

c. 大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生

(a) 地震の場合

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないこと等の発生防止対策を講じており、外的事象によって、動的機能の多重故障を想定してもそれ以外の基準地震動の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静的機器により、大気中に放出する状態に至る駆動力となる火災が発生する条件が成立しないことから、その発生は想定できない。

しかしながら、火災が発生した場合には、静置されていたMOX粉末が上昇気流により気相中に移行すること、雰囲気温度が上昇し、MOX粉末を含む気体が体積膨張し、これを駆動力としてMOX粉末が大気中へ放出される可能性があることから、外的事象発生時及び内的事象発生時に、

関連性が認められない偶発的な事象の同時発生を考慮して、
燃焼の3要素が同時に満足され、火災が発生することを仮
定する。技術的な想定を超えて、追加で想定する条件は以
下のとおり。

- i. 窒素循環設備のダクト等の破断及びグローブボックス排
風機の運転継続
- ii. 過電流による機器内の潤滑油の温度上昇
- iii. 温度上昇した潤滑油の漏えい
- iv. ケーブル等によるスパークの発生による潤滑油への着火

ここで、i., ii. 及びiv. には、動力電源等からの給電
が必要である。加えて、i. についてはグローブボックス
排風機の運転が条件となり、火災が発生するために必要な
条件に至るまでに10分程度の時間が必要である。

さらに、発生した火災の継続という観点で、感知・消火
設備の機能喪失を想定し、設計基準事故を超えて大気中へ
の多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

以上を踏まえ、MOX粉末を露出した状態で取り扱い、
潤滑油を有する8つのグローブボックスで本重大事故が発
生することを仮定する。

「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」
である火災については、グローブボックス排風機が停止し
た場合であっても、大気中への放出経路が遮断されない限
り、火災が駆動力となり大気中への放出の可能性を否定で
きないという点が、「a. グローブボックスの破損」及び
「b. グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と異な

る。

なお、爆発については、焼結炉等で水素・アルゴン混合ガスを使用しており、水素による爆発が想定されるが、設計基準で想定した状態を超える条件が想定されない。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に係る検討の結果として、MOX燃料加工施設は、工程を停止することで核燃料物質は静置された状態となるため、大気中に放射性物質を放出させるためには駆動力が必要である。このため、グローブボックス排風機等を停止することにより安定な状態に移行できるとともに、駆動力となる火災を発生させるためにはグローブボックス排風機の運転や動力電源の供給が必要であることから、排風機の停止や動力電源の遮断によって、駆動力となる火災の発生及び大気中への放出を防止し、施設を安定な状態に移行することが可能であるが、重大事故の発生を仮定する際の条件としては、想定しにくい火災の発生等大気中への放出に繋がる厳しい条件を設定する。

(b) 動的機器の多重故障の場合

(a)に示したように、グローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、燃焼の3要素が揃う必要があるが、これらの事象は偶発的な事象であり、動的機器の多重故障を想定しても、火災が発生することは想定できない。しかし、技術的な想定を超えた状態として事象の重ね合わせを考慮し、火災が発生する状態を仮定する。

さらに、火災が発生した状態に加え、動的機器の多重故

障として、「火災の感知・消火機能」が同時に機能喪失することにより、火災が継続し、火災による駆動力により、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

以上を踏まえ、MOX粉末を露出した状態で取り扱い、潤滑油を有する8つのグローブボックスで本重大事故が発生することを仮定する。

d. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る異常事象の同時発生

「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の3事象について、これらの事象が同時に発生する可能性及び同時に発生した場合の影響について以下に示す。

(a) 地震の場合

地震により、基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としないグローブボックスが、地震により破損するとともに、容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散し、「グローブボックスの破損」と「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生することが想定されるが、当該グローブボックスには火災源がないため、グローブボックス外にMOX粉末を移行させる駆動力はないことから、漏えいするMOX粉末量は極めて少ないと想定される。

また、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏え

いしたとしても、地震時には工程室排風機が機能喪失する又は運転員の操作により工程室排風機を停止することから、大気中への放射性物質の放出に至らない。

工程室に漏えいしたMOX粉末を大気中へ放出する駆動力として想定される工程室における火災については、工程室に設置する火災源となる可能性のある盤及び潤滑油を内包する機器は金属筐体で覆うことで火災が発生したとしてもMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはないこと、火災の発生には潤滑油の温度上昇、温度が上昇した潤滑油の漏えい、ケーブル等によるスパークの発生という偶発的事象の重ね合わせが必要であり、火災の発生は想定されないこと等から、大気中に放射性物質を放出するほどの駆動力にはならない。

(b) 動的機器の多重故障の場合

「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の3事象の組み合わせについては、動的機器の多重故障を共通要因として同時に発生することは想定されない。

(5) 重大事故が同時に又は連鎖して発生する場合の仮定

① 重大事故が同時に発生する場合

重大事故が同時に発生する場合については、同種の重大事故が同時に発生する場合を考える。

重大事故の発生を特定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については、同種の重大事故が同時に発生する場合として、

上記のとおり 1基のグローブボックスで火災の発生の条件が成立することは想定しにくいが、地震の場合は8基のグローブボックス全てに対して影響を与える事象であることを考慮し、さらに、想定しにくい事象として、外的事象の地震により、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有している8基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。

また、内的事象発生時では、8基のグローブボックスのうち1基において単独で火災が発生することを仮定する。

② 重大事故が連鎖して発生する場合

重大事故が連鎖して発生する場合の想定については、ある重大事故が発生した場合における温度、圧力、放射線等の環境の変化等が、その他の重大事故の発生の要因となりえるものかどうかを確認する。これらの環境の変化等については、各重大事故の有効性評価の結果を考慮する必要があることから、重大事故の連鎖については、各重大事故の有効性評価の中で確認し、要因になり得る場合には、連鎖を想定した対処を検討する。

なお、確認に当たっての前提条件として、事業許可基準規則の解釈第22条を踏まえ、多様性や位置的分散が考慮された設備での対処である拡大防止対策の機能喪失は想定しない。

2. 2 重大事故の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 2. 1 概要

MOX燃料加工施設において、重大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、「2.

1 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。

有効性評価は、「2. 1 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」において特定された重大事故ごとに、同じ種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理した上で実施し、重大事故の事故影響を明らかにする。

2. 2. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定

「2. 1 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」において考慮した重大事故の発生を仮定する際の条件を基に、重大事故の発生を防止している安全機能の喪失の範囲及び生じる環境変化に着目し、拡大防止対策の有効性を確認するための代表事象を選定して、有効性評価を行う。

有効性評価に際しては、事故や設備の特徴を踏まえて有効性を確認するための評価項目を設ける。

2. 2. 3 評価に当たって考慮する事項

有効性評価は、重大事故等対処設備としている設備を用いたものを対象とする。手順及び体制としては、その他の拡大防止対策との関係を含めて必要となる燃料及び電源の資源や要員を整理した上

で、安全機能の喪失に対する仮定、実施組織要員の操作時間に対する仮定、環境条件を考慮して、事態が収束するまでの時点までを対象とする。

2. 2. 4 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。

2. 2. 5 有効性評価における条件設定

有効性評価における評価の条件設定については、「2. 2. 3 評価に当たって考慮する事項」による仮定を考慮するとともに、事象進展の不確かさを考慮して、設計値等の現実的な条件を設定することを基本とする。

2. 2. 6 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又はパラメータの推移を評価する。また、対策の実施により事態が収束することを確認する。

2. 2. 7 評価条件の不確かさの影響評価

評価の条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目に与える影響を確認し、それらの影響を踏まえても拡大防止対策の実現性に問題なく、評価項目を満足することを確認する。

2. 2. 8 重大事故等の同時発生又は連鎖

「2. 1 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」の結果に基づき、重大事故が同時に発生する範囲を特定し、有効性評価を実施する。また、「2. 1 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を対象として検討することで、その他の重大事故が発生するかを分析する。

2. 2. 9 必要な要員及び資源の評価

必要な要員は、重大事故が同時に又は連鎖して発生することを想定しても、MOX燃料加工施設として評価項目を満たすために必要な要員を確保できる体制となっていることを評価する。資源は、重大事故が同時に又は連鎖して発生することを想定しても、重大事故に至るおそれがある事故が発生してから7日間は外部支援がないものとして、MOX燃料加工施設単独で措置を継続して実施できることを確認する。

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

「2. 1 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、臨界事故の発生は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. 4 核燃料物質等の閉じ込め機能の喪失への対処（要旨）

2. 4. 1 事故の特徴及びその対策

(1) 事故の特徴

MOX燃料加工施設において、非密封のMOX粉末はグローブボックス内で取り扱われており、グローブボックス内は窒素雰囲気とすること、潤滑油を機器に収納すること、着火源を排除すること等の火災の発生防止対策を講じている。また、非密封のMOXを取り扱うグローブボックス及びグローブボックスが設置される工程室及び工程室を取り囲む建屋はそれぞれグローブボックス排気設備、工程室排気設備、建屋排気設備により換気され、それぞれ内側の圧力が低くなるよう設計している。

何らかの要因によってグローブボックス内で火災が発生し、静置された状態のMOX粉末が火災の影響を受け、放射性エアロゾルとして気相中に移行する。

火災の継続により、静置された状態のMOX粉末が火災の影響を受け放射性エアロゾルとして、気相中に移行する。火災の継続によりMOX粉末の気相中への移行が継続し、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張によって、地下3階から地上階までMOX粉末が上昇する駆動力が生じ、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中へ放出する状態に至る。グローブボックス内の体積膨張により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備が運転継続している場合は、当該設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中に放出する状態に至る。グローブボックス排気設備が機能喪失している場合は、火災によるグローブボックス内の空気の体

積膨張によりグローブボックス内の負圧が維持できなくなるため、グローブボックス給気系、グローブボックス排気設備、グローブボックスのパネルの隙間等から工程室に漏えいし、グローブボックス排気設備よりもフィルタ段数が少ない工程室排気設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中へ放出する状態に至る。

(2) 有効性評価の代表

本重大事故における閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生する範囲、機能喪失の範囲及び対処のための環境条件を考慮し、外的事象の「地震」を代表として評価する。

具体的には、以下のとおりである。

- ① 「2. 1 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」で示すとおり、本重大事故は露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基のグローブボックスで発生する。
- ② 外的事象の「地震」を要因とした場合、基準地震動を1.2倍した地震動を考慮するとした設備以外の設備の損傷及び動的機器の動的な機能の喪失と機能喪失の範囲が広く、建屋内での溢水等の内部ハザードの発生、全交流電源の喪失による換気空調の停止、照明の喪失と対処のための環境条件の悪化が想定される。

(3) 対策の考え方

設計基準対象施設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，グローブボックス消火装置の消火機能の喪失を確認した場合には，重大事故等の発生防止対策として，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ため，全工程停止を行うとともに，火災の発生を未然に防止するため，グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するための全送排風機の停止及び動力電源の遮断の対応を行うことにより，火災の発生を未然に防止する。

また，露出した状態でMOX粉末を取り扱い，火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスで火災が継続した場合，MOX粉末が気相中へ移行し，グローブボックス内に飛散又は工程室へ漏えいする状態が継続することから，重大事故の拡大防止対策として，放射性エアロゾルとして気相中へ移行したMOX粉末が大気中へ放出されることを可能な限り防止するため，重大事故等対処設備により火災を感知・消火するとともに，グローブボックス排気設備及び工程室排気設備の流路を遮断する。

上記を実施後，工程室内の放射性物質濃度が通常時と同程度になったことを確認した後に，工程室内床面に沈着したMOX粉末を回収する。また，回収作業の一環として，作業を実施するための作業環境を確保するために，閉じ込める機能の回復に係る作業を行う。

(4) 具体的対策

設計基準の感知・消火機能の喪失等を確認した場合は，火災

の影響を受けるMOX粉末の対象を限定すること等により、大気中への放出に至ることを防止することを目的とし、発生防止対策として、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ため、地上1階の中央監視室で、全工程の停止を行うとともに、窒素雰囲気グローブボックスを空気に置換するために必要な条件であるグローブボックス排風機を含む全送排風機の停止及び着火に必要な条件である潤滑油の温度上昇やスパークの発生を防ぐために、火災源を有する機器の動力電源の遮断の状態確認（又は、停止等の操作）を行う。

なお、地震の発生により、グローブボックスの負圧異常、酸素濃度異常に係る警報により確認した場合には、異常時の対応手順に従い、全送排風機停止、全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断を行うことにより、燃焼の3要素を防ぐことができ、重大事故への進展を未然に防止できる。

設計基準の感知・消火機能の喪失等している状態で、万一火災が発生している場合には、消火ができない状態が継続することから、火災の発生を確認するため、拡大防止対策として、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の火災源に設置された代替火災感知設備である火災状況確認用温度計に可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより、その指示値を確認する。

可搬型グローブボックス温度表示端末により確認した火災状況確認用温度計の指示値が60℃を超える場合は、当該グローブボックスで火災が発生していると判断し、火災によるMOX粉末の飛散の拡大を防止するとともに、グローブボックスが設置

されている地下3階から地上階へ放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末を移動させる駆動力を止めるため、拡大防止対策として、火災の発生が確認されたグローブボックスに対して、中央監視室近傍から遠隔手動操作により、地下3階廊下に設置された代替消火設備である遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物）を放出する。

火災の影響により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末は、火災によるグローブボックス内の温度上昇に伴う体積膨張を駆動力として、グローブボックスが設置されている地下3階から地上階まで放射性エアロゾルが上昇し、大気中への放出に至るが、放出防止設備である高性能エアフィルタで大気中へと放出される放射性物質を低減する。

上記と並行して消火により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末が移動するための駆動力がなくなれば大気中への放出は停止するものの、大気中への放出経路は繋がった状態であることから、これを遮断するため、拡大防止対策として、中央監視室から移動し、地下1階の排風機室において、放出防止設備であるグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。当該ダンパ閉止後、排風機の下流側ダクトに可搬型ダンパ出口風速計を設置し、大気中への放出になる流れが生じていないことを確認する。

上述の一連の対策が完了した後、重大事故の発生により工程室内にグローブボックスから漏えいしたMOX粉末が沈降し、工程室内雰囲気安定した状態であることが確認された場合は、MOX粉末の回収を行う。

回収作業は、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより工程室内の放射性物質濃度を測定し、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより工程室内の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い測定結果に変化が生じない状態になったことを確認し、実施を判断する。

また、回収作業の一環として、設計基準施設であるグローブボックス排風機を復旧し、必要に応じて、当該排風機を運転することにより、回収作業に係る作業環境の確保を行うための回復作業を行う。回収作業の実施期間中は、排気モニタにより常時大気中への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちにグローブボックス排風機を停止する。

万一、グローブボックス排風機の復旧ができない場合に備えて、念のための措置として、可搬型排風機付フィルタユニット等をグローブボックス排気設備に接続し、工程室からグローブボックス排気経路への気流を確保することが可能なよう必要な設備を整備する。また、可搬型排風機付フィルタユニット等を用いる場合には、可搬型排気モニタリング設備の可搬型ダストモニタで常時大気中への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機付フィルタユニットを停止する。

このため、火災状況確認用温度計、遠隔消火装置等を常設重大事故等対処設備として設置するとともに、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、グロー

ブボックス排気閉止ダンパ，工程室排気閉止ダンパ等を常設重大事故等対処設備として位置付ける。また，可搬型グローブボックス温度表示端末，可搬型ダンパ出口風速計，可搬型排風機付フィルタユニット，可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータ等を可搬型重大事故等対処設備として整備する。

回収作業に用いる濡れウエス等は，資機材として整備する。

2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価

(1) 評価手法

① 評価の考え方

本重大事故における拡大防止対策の有効性を確認するための評価の考え方は，以下のとおり。

a. 拡大防止対策に係る有効性については，グローブボックス内で発生した火災を消火し，火災の影響を受けるMOX粉末の範囲，対象を限定できるかについて確認するため，グローブボックス内の雰囲気温度の推移を評価する。また，グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを閉止し，大気中への放出経路を遮断できるかについて確認するため，グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の風速の推移を評価する。

b. 放射性エアロゾルの放出を抑制するための対策の有効性評価では，大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を評価する。

- c. 回収及び回復に係る対処については、作業の着手等の判断が明確化されていること、作業の実施方法等に係る手順を評価する。
- d. 有効性評価を実施する際のグローブボックス内の温度の推移及びこれに付随する体積膨張並びに圧力上昇は、グローブボックスの内装機器や工程室の壁面等によるヒートシンク効果を考慮せず断熱として評価し、解析コードを用いず、空気の定圧比熱等を用いた簡便な計算に基づき算出する。また、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の流速の推移は、グローブボックス内空気及び工程室内空気の体積膨張に基づき、流路の圧力損失を考慮して評価し、解析コードを用いず、簡便な計算に基づき算出する。

② 事故の条件

本評価における事故の条件は、以下のとおり。

- a. 露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基で同時に発生することを仮定する。
- b. 基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に、機能維持できるとしているもの以外は機能喪失するものとする。地震の影響に加え、技術的想定を超えて、(a)窒素循環設備のダクト等の破断及びグローブボックス排風機の運転継続による窒素雰囲気への空気への置換、(b)過電流の発生及び過電流による機器内の潤滑油の温度上昇、(c)温度上昇した潤滑油の漏えい及び、(d)ケーブル等のスパークの発生による潤滑油へ

の着火を考慮することで、燃焼の3要素は同時に満足され、火災が発生することを仮定する。

③ 機器の条件

本評価における機器の条件は、以下のとおり。

- a. 火災試験の状況等を踏まえ、それぞれの火災源にて燃焼面積50%で火災が継続することを仮定する。
- b. 重大事故の発生を仮定するグローブボックスで取り扱う粉末容器は、各グローブボックスで一度に取り扱う可能性があるプルトニウム量の最大値を設定する。
- c. 全交流動力電源は、事故の条件で示したケーブル等によるスパークによる潤滑油への着火により火災が発生した段階で、喪失するものとし、地震の発生から10分程度の時間遅れが考えられるが、評価上は地震の発生を起点として要員による対処を期待しない10分及びその後の火災の消火の対処に要する時間10分を考慮し、火災の継続時間を20分として設定する。
- d. 工程室内の壁面やグローブボックスの内装機器等によるヒートシンク効果については、評価上考慮せず、断熱として取り扱うものとする。

④ 操作の条件

本評価における操作の条件は、以下のとおり。

- a. 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ため、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。実施発生の10分後から、要員による安全系監視制御盤等の確認により安全

機能の喪失を把握し、重大事故等への対処を実施するものとする。

- b. 上記を踏まえ、閉じ込める機能の喪失に至る火災に対する消火は、中央監視室における火災状況確認用温度計での火災の発生の確認と併せて、地震発生後 20 分で完了し、大気中への放射性物質の放出の防止に係るグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの手動閉止は、地震発生後 20 分で完了する。

⑤ 放出量評価の条件

放出量評価の条件は、以下のとおり。

- a. グローブボックス内で発生する火災の規模及びグローブボックスにおけるプルトニウム取扱量については、機器の条件と同様とする。
- b. 火災影響により粉末容器からグローブボックス気相中への移行率、グローブボックス排気系への移行率、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への移行率及び工程室排気設備への移行率として、1%/h を用いる。
- c. グローブボックス内からの移行経路として、グローブボックス排気系、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への漏えいを想定し、各経路への移行割合は、グローブボックス排気系を経由する割合を約 25%、グローブボックス給気系を経由する割合を約 74%、及びグローブボックスパネル隙間を経由する割合を約 1% と設定する。

d. グローブボックス排気系及び工程室排気系のダクト内への放射性エアロゾルの沈着による除染係数は10とする。また、経路上の高性能エアフィルタは1段当たり 10^3 以上(0.15 μ mDOP 粒子)の除染係数を有する。グローブボックス排気系は高性能エアフィルタ4段で構成され、除染係数は 10^9 とする。工程室排気系は高性能エアフィルタ2段で構成され、除染係数は 10^5 とする。また、グローブボックス給気側の高性能エアフィルタ1段を経由し、工程室排気系から放出する場合には、高性能エアフィルタ3段を経由するため、除染係数は 10^7 とする。

⑥ 判断基準

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は、以下のとおり。

- a. 拡大防止対策については、遠隔消火装置の作動により火災を消火でき、これによりグローブボックス内の温度上昇が抑制され、グローブボックス内温度が通常状態に戻ることで、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの手動閉止により、大気中への経路が遮断でき、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の風速が0になること。
- b. 総放出量については、火災の消火及び大気中への放出の遮断の対策完了までに、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100TBq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。

なお、核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復について

ては、作業の着手等の判断、作業の実施方法等に係る手順が明確であること、設備及び要員が整備されていることを確認する。

(2) 評価結果

グローブボックス内で火災が発生することにより、雰囲気温度が上昇し始め、火災状況確認用温度計の指示値が60℃を超えた時点で当該グローブボックスにおいて火災が発生していると判断し、中央監視室近傍から遠隔手動により遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物）を放出し、火災を消火する。これにより、当該グローブボックス内の雰囲気温度は低下傾向を示すとともに、火災の影響により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末を大気中への放出駆動力である体積膨張が停止し、以降、当該グローブボックスの雰囲気温度は通常状態の温度で安定する。上記と並行して、大気中への放出経路を遮断するため、拡大防止対策として、中央監視室から移動し、地下1階の排風機室において、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。当該ダンパ閉止後、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の風速が0になっていることをもって事態の収束と判断する。

これらの対策は、地震発生を安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失等を確認した後、20分以内に完了できる。

事態の収束までに事業所外へ放出する放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、 8.5×10^{-7} TBqであり、100TBqを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。

なお、回収及び回復に係る作業については、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより工程室内の放射性物質濃度を測定し、工程室内の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い、測定結果に変化が生じない状態になったことを確認したうえで作業に着手すること、作業実施に対して時間的な制約はないことから、実行可能である。

(3) 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. 事故の発生要因の違い

内的事象で発生する閉じ込める機能の喪失に至る火災は、1基のグローブボックスで単独で発生するため、対処が必要な対象が限定される。一方、重大事故における有効性評価は、8基のグローブボックスで同時に火災が発生する場合の対策の成立性を(2)で確認していることから、評価結果は変わらない。また、内的事象で発生する「動的機器の多重故障」を要因とした場合は、初動での状況確認、アクセスルートの確保等の作業において、外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して、早い段階で重大事故等対策に着手できるため、対処の時間余裕が大きくなることから判断基準を満足することに変わりはない。

b. 火災の規模、火災による影響を受けるMOX粉末

潤滑油による火災については、潤滑油を収納する箇所に設置しているオイルパン上での燃焼面積による火災の燃焼時間

の不確かさがあり、燃焼面積が放出量評価の条件とした条件よりも小さい場合は、放出量の下振れが見込まれる。火災の影響により気相部に移行するMOX粉末の量は、容器中に収納されるMOX粉末全量としているが、火災源と容器の位置関係から容器に収納されたMOX粉末全量が火災の影響を受けない場合は、大気中への放出量において1～2桁程度の下振れが見込まれる。

c. 大気中への放出経路

総放出量については、放出する経路において不確かさがあり、グローブボックスから工程室に漏えいする経路のひとつとしているグローブボックスパネルの隙間等からの移行がない場合は、グローブボックス給気系、グローブボックス排気系に移行経路が限定されるため、放出量において1桁未満の下振れが見込まれる。

グローブボックス給気系への移行経路がない場合は、グローブボックス排気系とグローブボックスパネルの隙間等が移行経路となり、放出量としては1桁未満の上振れが見込まれる。

また、評価上は工程室排気設備への移行率として1%/hを用いているが、工程室内で均一な濃度になった放射性エアロゾルが、工程室内の温度上昇に伴い発生する体積膨張分に応じて、工程室排気系に移行すると仮定した場合には、放出量に対して1桁未満の下振れが見込まれる。

工程室から工程室排気設備への移行において、隣接する工程室に給気系等を経由して移行した場合には、大気中への放

出の観点では、隣接する工程室の空間でのMOX粉末の希釈や空気への放熱による体積膨張雰囲気収縮などにより、放出量としては1桁未満の下振れが見込まれる。

なお、グローブボックスパネルの隙間等からの漏えいについては、グローブボックスが地震に対して一定の機能維持ができる設計としていることから、地震等の影響により、万一大開口が生じることは想定しにくいが、大開口が生じパネルの隙間等から工程室への漏えいが支配的になった場合は、大気中への放出量において2桁程度の上振れが見込まれるものの、100TBqを十分下回る。

② 操作の条件の不確かさの影響

内的事象を要因とした場合、又は外的事象を要因として重大事故が発生した場合においても、中央監視室の安全系監視制御盤等による操作が可能な場合は、ダンパ閉止操作等に対して、中央監視室での遠隔操作が可能であるため、対処に要する時間が短縮される。

また、遠隔消火装置の操作は、地上1階の中央監視室近傍で実施することから、地下3階の工程室内における放射性エアロゾルの飛散による放射線の影響を受けず、ダンパの閉止操作は、地下1階の排風機室で実施するが、排風機室に設置するグローブボックス排気設備及び工程室排気設備の排気ダクトは基準地震動の1.2倍の地震力に対して機能維持する設計とすることから、排気ダクトから排風機室内への放射性エアロゾルの漏えいはなく、また、排気ダクト内を通過する放射性エアロゾルは微量であることから、

排気ダクト内の放射性エアロゾルからの放射線の影響を受けない。

(4) 重大事故等の同時発生又は連鎖

重大事故が同時に発生する場合については、同種の重大事故が同時に発生する場合と異種の重大事故が同時に発生する場合が考えられる。

「2. 1 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」で示すとおり、本重大事故が8基のグローブボックスで同時に発生するものとして評価した。

また、グローブボックス内で発生する火災により、グローブボックス内温度や圧力が上昇するが、グローブボックス排気設備等への避圧等により平衡状態に達することから、グローブボックスを設置する工程室内への影響は小さく延焼の可能性はないことから、工程室内で火災等の事象が同時に発生することはない。

異種の重大事故の同時発生の可能性については、臨界事故は、その要因となる外的事象及び内的事象を考慮したとしても、発生防止対策の信頼性が十分に高く、臨界事故の発生を仮定する機器は想定されないことから、臨界事故と本重大事故が同時に発生することは想定されない。

重大事故の連鎖については、本重大事故による通常時からの状態の変化等は、火災によるグローブボックス内の温度上昇、グローブボックス内の体積膨張及びそれによるグローブ

ボックスから工程室へのMOX粉末の漏えい、グローブボックス内の火災の影響による工程室内の体積膨張がある。

これらの通常時からの状態変化等を踏まえた場合においても、臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOXの集積等が発生することはないことから、本重大事故から臨界事故への連鎖は想定できない。

(5) 必要な要員及び燃料等

- ① 本重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、外的事象の「地震」を要因とした場合、合計で10名（MOX燃料加工施設対策班の班員）である。これに対し、MOX燃料加工施設における事故対処を実施する実施組織要員は21名であり、対処が可能である。なお、内的事象を要因とした場合では、外的事象の「地震」を要因とした場合より環境条件が悪化することなく、同人数で対応できる。
- ② 本重大事故への対処において消費する水量はなく、水源を要しない。
- ③ 本重大事故の拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な燃料（軽油）は、合計で約4 m³であり、再処理施設において拡大防止対策に必要な軽油は、重大事故の同時発生を考慮しても約87 m³である。これに対し、第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計800 m³の軽油を確保しており、対応は可能である。
- ④ 可搬型ダストモニタへの給電については、可搬型発電機を、可搬型排気モニタリング用データ伝送装置及び代替通信連絡設備への給電は、代替通信連絡設備可搬型発電機を設置するため、

対処が可能である。なお、可搬型排風機付フィルタユニットを使用する場合には、可搬型発電機から給電を行う。

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

2. 5. 1 重大事故等の同時発生

「2. 1 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」において示したとおり、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価」に整理した。

2. 5. 2 重大事故等の連鎖

連鎖して発生する重大事故等の整理についても、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、「2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価」に整理したとおり、火災による閉じ込める機能の喪失を起因として連鎖して発生する重大事故等はない。

2. 6 必要な要員及び資源の評価（要旨）

「2. 1 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」において示したとおり、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価」に整理した。

連鎖して発生する重大事故等の整理についても、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、「2. 4. 2(2) 評価結果」に整理したとおり、火災による閉じ込める機能の喪失を起因として連鎖して発生する重大事故等はない。

以上より、必要な要員及び資源の評価は、「2. 4. 2(5) 必要な要員及び燃料等」に示したとおりとなる。

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「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」とされている。また、設計基準事故の選定においては、「核燃料物質による臨界」と「閉じ込め機能の不全」について、MOX燃料加工施設における核燃料物質の形態、取扱方法等を踏まえて発生の可能性との関連において想定される異常事象を抽出した上で設計基準事故を選定したことを踏まえ、この2つの事象について重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

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範囲を明確にすることが必要である。

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が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安全機能の喪失を特定するにあたり、設計基準の想定においては、安全上重要な施設の安全機能は喪失しない設計としている。したがって、これを超える想定として、ある施設の損傷状態（設備の破損や故障）を定めることにより、安全上重要な施設の安全機能の喪失を想定する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たっては、設計上定める条件より厳しい条件として、設計基準事故において想定した条件より厳しい条件を要因とした場合の機能喪失の範囲を整理し、重大事故の規模とその発生を仮定する機器の検討を行う。

設計基準事故において想定した条件として、外部からの影響による機能喪失の要因となる事象（以下「外的事象」という。）と動的機器の故障等の機能喪失の要因となる事象（以下「内的事象」という。）をそれぞれ想定した。

外的事象については、設計基準対象施設では、設計基準事故に対処するための設備の設計として想定すべき規模の外的事象に対して、当該設備の機能を維持するよう設計条件を設定しているが、重大事故を仮定する際には、この設計条件を超える外的事象を要因として、重大事故の発生を検討する。

その際の検討においては、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56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。）を対象とした。

検討の対象とした事象のうち、本MOX燃料加工施設周辺では起こり得ないもの、重大事故を引き起こさないことが明らかなもの及び発生頻度が極めて低いものは除外した。また、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、積雪に対しては除雪を行うこと、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うこと、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）に対しては工程停止、送排風機停止等を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であることから除外した。

この結果、設計基準事故に対処するための設備の設計条件を超える規模の外的事象により重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。地震により機能喪失するとした安全上重要な施設の条件は、基準地震動を上回る地震力を想定する。具体的には、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静的機器の機能喪失とする。

MOX燃料加工施設で取り扱うウラン・プルトニウム混合酸化物（以下「MOX」という。）の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が大気中へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつ、これを大気中へと放出する駆動力が必要である。このため、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能を喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

設計基準事故の選定において、内的事象としては、火災が発生している状態と動的機器の単一の故障、誤作動、誤操作（以下「動的機器の単一故障」という。）が発生した状態を想定し、「グローブボックス内に潤滑油を有し、MOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス」における火災による閉じ込め機能の不全を設計基準事故として選定した。

このため、内的事象については、設計基準事故において考慮した動的機器の単一故障に対して、設計基準事故において考慮した機能喪失の想定を超える条件として、動的機器の多重故障（多重の誤作動及び誤操作を含

む。)を設定する。

短時間の全交流電源喪失に対する長時間の全交流電源喪失については、動的機器の機能喪失に加え、電源の喪失によって工程が停止するとともに、全送排風機も停止するため、核燃料物質は静置された状態になり、重大事故が発生することはない。しかしながら、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因として、全交流電源喪失があることから、間接的な機能喪失の要因として、長時間の全交流電源喪失を想定する。

また、内的事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

なお、MOX燃料加工施設には、放射性物質を内包する液体の移送配管がなく、放射性物質以外の液体の配管は存在するものの腐食性ではないことから、腐食の進展が遅く、保守点検によってその予兆を確認し、保守が実施できることから、腐食による配管の貫通き裂や全周破断は想定されない。溢水、内部発生飛散物については、設計基準事故の選定の際の条件を超える条件が物理的に想定されないことから、機能喪失の要因として考慮しない。内部火災については、発生防止の確認においては、火災によって安全機能が機能喪失しないよう設計することから、機能喪失の要因としなが、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、火災は大気中に放射性物質を放出するための駆動力となることから、設計基準事故の選定時と同様に、想定される異常事象として考慮する。

内的事象及び外的事象の同時発生は、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が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。

上記の考え方に基づいた重大事故の発生を仮定する機器の特定結果は、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。外的事象としては8基のグローブボックスの全てでグローブボックス内火災が発生し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生する。内的事象としては8基のグローブボックスのうち単一のグローブボックス内で火災が発生し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生する。

また、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より厳しい条件を仮定しても臨界事故に至ることはないことを確認した。

3. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たり、外的事象及び内的事象並びにそれらの同時発生について検討し、重大事故の発生を仮定する際の条件を設定する。

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等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、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、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。また、拡大防止対策及び影響緩和対策（以下「拡大防止対策等」という）が安全上重要な施設である場合は、発生防止対策である安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能喪失を考慮する。

安全上重要な施設のうち、その機能喪失により大気中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で想定した規模を超える事象となる可能性があるかを整理し、設計基準

事故で想定した規模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) 考慮するMOX燃料加工施設の特徴

MOX燃料加工施設では、平常運転時においては従事者への作業安全を考慮し、燃料加工建屋、工程室、グローブボックスの順に気圧を低くすることで、放射性物質の漏えいの拡大を防止する設計とし、施設内の状態監視を実施しているが、以下のMOX燃料加工施設の特徴を考慮すると、外部電源の喪失又は全交流電源の喪失が発生したとしても、全工程が停止し、核燃料物質は静置され安定な状態となるため、MOX燃料加工施設の大気中への放射性物質の放出には至らない。

このため、大きな事故に進展するおそれのある事象が発生した際は、必要に応じて全工程停止及び全送排風機を停止し、地下階においてグローブボックス等内にMOX粉末を静置させることで、核燃料物質を安定な状態に導くことができる。

- ① MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は、ウラン及びウランとプルトニウムの混合酸化物であり、化学的に安定している。
- ② 燃料製造における工程は乾式工程であり、有機溶媒等の化学薬品を多量に取り扱う工程はなく、化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスはないことから、工程における核燃料物質は安定な状態である。
- ③ MOX燃料加工施設では、密封形態の核燃料物質として燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器を取り扱う。また、MOX粉末、グリーンペ

レット及びペレットは作業環境中に核燃料物質が飛散又は漏えいすることのないよう、グローブボックス等内で取り扱う。核燃料物質の形態のうち、MOX粉末は飛散しやすく、気相中へ移行しやすい。このため、MOX粉末はグローブボックスで取り扱うとともに、MOX粉末を取り扱うグローブボックスを燃料加工建屋の地下3階に設置する。

- ④ MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は崩壊熱が小さく、冷却機能等の常時機能を期待する動的機器を必要としない。
- ⑤ MOX燃料加工施設における加工工程は、バッチ処理であり、各処理は独立している。このため、異常が発生したとしても工程停止の措置を講じれば停止時の状態が維持でき、異常の範囲は当該処理の単位に限定される。

3. 2. 1 外的事象

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安全上重要な施設の安全機能が喪失しない設計としている。

重大事故に至る可能性が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 重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要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がある自然現象等は、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、降下火砕物によるフィルタの目詰まり）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、降下火砕物によるフィルタの目詰まり）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。

上記の自然現象のうち、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

した雪又は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ことから，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。

また，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）については，降下火砕物の堆積による外部電源の喪失及び屋内の非常用所内電源設備の非常用発電機のフィルタの降下火砕物による目詰まりにより全交流電源の喪失に至ることが想定される。しかし，大規模な火山の噴火による降灰予報が発表され，降下火砕物の影響が予見される場合は関連する工程の停止，送排風機の停止及び火災源を有する機器の動力源の遮断の措置を実施することにより核燃料物質は静置され安定な状態となることから，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）により全交流電源の喪失が発生したとしても，重大事故に至ることはない。このため，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）は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，機能喪失に至る前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、組合せの想定の可否を検討する。

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機能喪失の要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で、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. 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

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），火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）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地震を選定する。

3. 2. 2 内的事象

(1) 設計基準における想定

設計基準事故の選定においては，機能喪失の条件として，動的機器の単一故障，溢水，内部発生飛散物，内部火災，配管破断及び短時間

の全交流電源の喪失を内的事象による機能喪失の要因として考慮し、これらの中で動的機器の単一故障を機能喪失の条件として想定している。また、発生防止対策の機能喪失が設計基準事故の誘因にならないことの確認の際には、動的機器の単一故障の他に短時間の全交流電源の喪失についても想定している。

(2) 重大事故の起因として想定する内的事象

(1)で整理した設計基準における想定を踏まえ、設計基準としては喪失を想定していない安全機能を喪失させる又は設計基準事故の規模を拡大させる条件として、各事象に対して以下のように想定し、重大事故の発生を仮定する条件となるかを整理する。

① 動的機器の故障

設計基準事故の選定においては、動的機器の単一故障により設計基準事故の誘因にならないことを確認している。

このため、設計基準事故の選定において想定した規模を超える条件として、独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設に対して多重故障（多重の誤作動及び誤操作を含む。）を想定する。

② 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を想定しても、堰等により安全上重要な施設の安全機能が喪失しないように設計していることから、機能喪失の要因とはならないとしている。

上記の想定に対する厳しい条件としては、想定破損による溢水量

が増加することが考えられるが、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、溢水により安全上重要な施設の機能が喪失することはない。

このため、重大事故の発生を仮定する際の条件として、溢水による機能の喪失は想定しない。

③ 内部発生飛散物

設計基準事故の選定においては、内部発生飛散物としての回転体の飛散又は重量物の落下については、それらが発生しないように設計していることから、安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因とはならないとしている。

上記の想定に対する厳しい条件としては、内部発生飛散物が発生することが考えられるが、回転体へのケーシング等があること、グローブボックスを設置する工程室には重量物を搬送するクレーン等の機器はないこと等により、内部発生飛散物により安全上重要な施設の安全機能が喪失することはない。

このため、重大事故の発生を仮定する際の条件として、内部発生飛散物による機能の喪失は想定しない。

④ 内部火災

設計基準事故の選定においては、内部火災により安全上重要な施設の安全機能が喪失しないように設計していることから、機能喪失の要因とはならないとしている。

上記の想定に対する厳しい条件としては、火災の規模が拡大することが考えられるが、設備が有する可燃物量が増加することはない

ため、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はない。

ただし、グローブボックス内の火災に対して、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、大気中への放射性物質の放出の駆動力となることから、設計基準事故の選定において考慮したことを踏まえ、火災は核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生の起因となる事象として想定する。

⑤ 配管破断

設計基準事故の選定においては、MOX燃料加工施設の製造工程において、放射性物質を内包する腐食性の液体は取り扱わないこと、非腐食性の流体（空気、冷却水等）を内包する配管に関しては、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、配管破断は機能喪失の要因とはならないとしている。

上記の想定に対する厳しい条件として、MOX燃料加工施設における流体の取扱いが変わることはないことから、配管破断により安全上重要な施設の機能が喪失することは考えられない。また、腐食性の流体を取り扱わないため、腐食の進展が遅く、保守点検によってその予兆を確認し、保守が実施できることから、腐食による配管の貫通き裂や全周破断は想定されない。

このため、重大事故の発生を仮定する際の条件として、配管破断による機能の喪失は想定しない。

⑥ 全交流電源の喪失

設計基準事故の選定においては、短時間の全交流電源の喪失が発生

した場合、動的機器の機能が機能喪失に至ることから、発生防止対策の確認においては、短時間の全交流電源の喪失は機能喪失の要因として想定した。一方、拡大防止対策の確認においては、発生防止の機能の喪失により異常事象が発生していることを前提とすることから、異常事象の発生と短時間の全交流電源の喪失の重ね合わせについては、いずれも偶発的な事象であるため、その重ね合わせは想定していない。

上記の想定に対する厳しい条件として、長時間の全交流電源の喪失が想定される。しかしながら、長時間の全交流電源の喪失については、電源の喪失によって工程が停止するとともに、全送排風機も停止することにより、核燃料物質は静置された状態になるため、重大事故が発生することはない。また、MOX燃料加工施設においては、取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さく、製造プロセスにおいて化学的変化も発生しないことから冷却機能等の常時機能を必要とする動的機器はない。

このため、電源喪失そのものにより、異常が発生することはないことから、長時間の全交流電源の喪失を想定したとしても、重大事故が発生することはない。

しかしながら、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因として、全交流電源の喪失があることから、間接的な機能喪失の要因として、長時間の全交流電源の喪失を想定する。

3. 2. 3 重大事故の発生を仮定する際の条件

前項までにおいて想定した、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる外的事象及び内的事象について、想定する機能喪失の状況を詳細化するとともに、機能喪失を想定する対象設備、また同時に機能喪失を想定する

範囲を明確にすることで、それぞれの外的事象及び内的事象としての機能喪失の状態を「重大事故の発生を仮定する際の条件」として設定することにより、重大事故の発生を仮定する機器を特定するとともに、それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

(1) 外的事象 (地震)

① 発生する外力の条件

基準地震動を超える地震動の地震を想定する。

② 発生する外力と施設周辺の状況

地震により加速度が発生する。地震による加速度は、敷地内外を問わず、周辺の設備に対しても一様に加わる。したがって、送電線の鉄塔が倒壊することにより外部電源が喪失する可能性がある。

③ 影響を受ける設備

全ての設備の安全機能について、外力の影響により喪失の可能性がある。

④ 外力の影響により喪失する機能

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により維持する静的な機能は、地震の外力（加速度）による機能喪失を想定しない。これら以外の機能は、全て機能を喪失する（地震の加速度により、機器が損傷し、機能を喪失する）。

動的機器については、動力源、制御部、駆動部と多くの要素から構成され、復旧に要する時間に不確実性を伴うことから、機能喪失の可能性を考慮する。

⑤ 外力による機能喪失の影響による機能喪失

外部電源の喪失に加えて、非常用所内電源設備が機能喪失すること

により、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとする。

⑥ 外力の影響による機能喪失後の施設状況

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により維持する機能に該当しない静的な機能の喪失により、溢水が発生することに加え、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により維持する機能に該当しない静的な機能は、継続して長時間の機能喪失を想定する。また、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとすることから、安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能である非常用所内電源設備についても、継続して長時間の機能喪失を想定する。

ただし、MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置している。MOX粉末が大気中へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつこれを大気中への放出する駆動力が必要である。このため、動的機器については、動力である電源の有無、機能の維持又は喪失といった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に機能を喪失した場合よりも厳しい条件が想定されるかを整理した上で設定するものとする。

(2) 内的事象 (動的機器の多重故障、多重誤作動又は多重誤操作)

① 動的機器の多重故障

独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対して、全台の故障により、当該機器が有する動的機能の喪失を想定する。

その結果、動力源（電源、圧縮空気等）が喪失する場合は、それらが供給されることで機能を果たす動的機器の機能も同時に喪失を想定する。

上記以外の動的機器については、互いに関連性がない動的機器が同時に多重故障に至るとは考えにくいことから同時に機能を喪失しない。また、動的機器の多重故障は、静的機器の損傷の要因にはならないことから、静的機器の機能喪失は想定しない。

② 動的機器の多重誤作動

独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対して多重誤作動を想定する。その際、互いに関連性がない動的機器が同時に多重誤作動に至るとは考えにくいことから、多重誤作動の同時発生は考慮しない。具体的には、安全上重要な施設の発生防止対策を担保する安全上重要な施設の動的機器並びに拡大防止対策等を担保する安全上重要な施設の動的機器が同時に機能喪失に至ることは、上記①の多重故障の同時発生に該当することから想定しない。

動的機能の誤作動として以下の事象を想定する。

- a. 異常停止（起動操作時に起動できないことを含む）
- b. 異常起動（停止操作時に停止できないことを含む）
- c. 出力低下
- d. 出力過剰
- e. インターロック（警報）不作動
- f. インターロック（警報）誤作動

上記のうち、a.、c.及びe.は機器の故障と同一の事象として整理できる。また、d.については、警報の発報に対して運転員が安全側の対応を講ずるため事故の起因にはならない。したがって、多重誤作動として考慮する事象はb.及びf.とする。具体的には換気風量の増加を想定する。

③ 多重誤操作

安全上重要な施設が担う機能に関する運転員の単一の「行為」について、多重誤操作を想定する。その際、確認を複数の運転員で行っていたとしても、誤った操作をすることを想定する。複数の行為において、連続して複数の運転員が誤操作することは考えにくいため、多重誤操作の同時発生は考慮しない。

安全上重要な施設の機器の動的な安全機能は、運転員の操作に期待しておらず、安全上重要な施設の機能に対する誤操作としては、安全機能を担保する機器の操作に関わるものとして、以下の誤操作を想定する。

a. 安全上重要な施設の動的機器の操作

安全上重要な施設の動的機器の操作については、当該機器の保守時における起動、停止の作業における誤操作を想定する。この場合、起こり得る現象としては当該機器の多重誤作動（異常停止、異常起動及び出力異常）と同じであり、多重誤作動と同一の事象として整理できる。

b. 安全上重要な施設の警報吹鳴に対する運転員対応

MOX燃料加工施設において安全上重要な施設の警報が吹鳴した場合に、運転員操作を要するものはない。

(3) 重大事故の発生を仮定する際の条件のまとめ

以上より、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として、外的事象及び内的事象のそれぞれについて、機能喪失を想定する対象設備、同時に機能喪失を想定する範囲を以下のとおり設定する。また、内的事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

また、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因として、全交流電源喪失があることから、間接的な機能喪失の要因として、長時間の全交流電源喪失を想定する。

① 外的事象（地震）

安全上重要な施設の動的機器及び全交流電源の機能は復旧に時間を要することを想定し全て長時間機能喪失する。また、安全上重要な施設の静的機器の機能は長時間機能喪失する。ただし、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とした安全上重要な施設の静的機器は機能を維持する。また、動的機器については、動力電源の有無、動的機器の機能を維持する又は機能喪失といった設備の状態として想定される条件に対し、大気中への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定する。

② 内の事象（動的機器の多重故障）

動的機器の多重故障による機能喪失を想定する。また、設計基準事故の選定においては、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、MOX粉末が火災の有する駆動力の影響を受け、平常運転時を超えて大気中に放出される事象を想定したことから、閉じ込め機能の不全として選定している。このため、火災に係る重大事故の発生を仮定する際の条件としては、動的機器の多重故障の想定に加えて、火災の発生防止対策が機能喪失して火災が発生している状態を、想定される異常事象として考慮する。

(4) 外的事象及び内の事象の同時発生

外的事象及び内の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。

① 外的事象同士の同時発生

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

② 内の事象同士の同時発生

内の事象としての重大事故の発生を仮定する際の条件は動的機器の多重故障のみであり、内の事象の同時発生は想定されない。

③ 外的事象と内の事象の同時発生

外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え、外的事象と内の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。

3. 3 個々の重大事故の発生の仮定

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。

(1) 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

① 対象の整理

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安全機能を有する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。

ただし、想定される事故の発生防止対策として安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能に期待する場合には、事故の発生防止対策の確認という観点から、想定される事故の発生防止対策である安全上重要な施設以外の安全機能の喪失を想定する。

② 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定

安全上重要な施設の安全機能が喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展を分析することにより、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せを整理する。

(2) 安全機能喪失状態の特定

重大事故を発生させ得る安全機能の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。

(3) 重大事故の発生を仮定する機器

(2)により、重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せが発生する場合には、重大事故の発生の可能性がある箇所（機器、グローブボックス等）ごとに重大事故に至るかを評価し、重大事故の発生を仮定する箇所を特定する。

① 事故発生の判定

(2)において、安全機能が喪失する又は安全機能が組合せで喪失する場合であっても、評価によって事故（大気中への放射性物質の放出）に至らないことを確認できれば、重大事故に至らないと判定できる。

② 重大事故の判定

上記①において、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、事故の収束手段、事象進展の早さ又は公衆への影響をそれぞれ評価する。

具体的には、安全機能の喪失又はその組合せが発生したとしても、設計基準対象の施設で事象の収束が可能である、安全機能の喪失から事故に至るまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能である又は機能

喪失時の公衆への影響が平常運転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。

いずれにも該当しない場合には、重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

また、重大事故の同時発生については、機能喪失の要因との関連において、同種の重大事故が複数箇所と同時に発生する場合と、異種の重大事故が同一箇所又は複数箇所と同時に発生する場合をそれぞれ仮定する。

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 臨界事故

本重大事故は、臨界が発生することにより、気体状の放射性物質や放射性エアロゾルが発生し、大気中への放射性物質の放出量が増加するものである。

(1) 地震の場合

地震発生時には工程を停止することから核燃料物質の搬送が停止し、各設備における核燃料物質質量に変動は起こらず、平常運転時において核燃料物質の質量が未臨界質量以下の機器では事故の発生は想定されない。

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上限値以下で核燃料物質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、事故の発生は想定されない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

臨界を防止するための動的機器として、安全上重要な施設はないため、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である、誤搬入防止機能を有する機器が多重故障により機能喪失することを想定する。しかし、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）は、ID番号読取機による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、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに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。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を喪失することは想定されないことから、核燃料物質が誤搬入されることはなく、事故の発生は想定されない。

設計基準事故の選定においては、発生防止対策である誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の単一故障では核燃料物質の誤搬入が発生しないことから、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）を構成する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る。

重大事故の発生を仮定する際の条件下においても、上記のとおり臨界事故の発生は想定されない。また、関連性が認められない

複数の機器が同時に機能を喪失することは想定しにくい。

しかし、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う特徴を有する事象であり、事故が発生した場合には直ちに対策を講ずる必要がある。このため、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮し、設計基準事故の選定で想定した、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の全てが喪失した状態が継続し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員の誤操作が複数回続けて起こるといふ重ね合わせにより、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、核燃料物質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核燃料物質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 0.95 以下となる質量であり、核燃料物質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。

本検討を全ての安全上重要な施設のグローブボックスを対象に評価を行った結果、最も少ない設備で 25 回の多重の故障、誤操作の発生による誤搬入を行っても臨界の発生は想定できない。

また、上記の多重の故障、誤操作による繰り返しの誤搬入に要する時間は 13 時間であるが、MOX燃料加工施設においては、臨界安全管理のための確認とは異なる以下の確認手段によって、核燃料物質が未臨界質量を超えて集積するよりも前に、異常な集積を検知でき、工程を停止する等の措

置を講ずることができる。この確認手段は、臨界安全管理のための確認手段とは原理が異なり、多様性を有していることから、信頼性が高く、異常な集積が継続することによる臨界事故の発生は考えられない。

① エリアモニタによる線量当量率の上昇検知

核燃料物質を取り扱うグローブボックスが設置される室には、ガンマ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタを設置しており、測定値である線量当量率については連続的に中央監視室において指示及び記録されるため、測定値の変動を確認することができる。また、あらかじめ設定した値を超えた場合には警報を発する設計としている。

工程室のエリアモニタ付近の空間線量率は平常時で数 $\mu\text{Sv/h}$ から数十 $\mu\text{Sv/h}$ を想定している。また、万一、未臨界質量まで核燃料物質が異常に集積した場合は、約 $500\mu\text{Sv/h}$ から約 2mSv/h と想定している。

これを踏まえて警報設定値は、平常時に想定される放射線レベルの変動を考慮した上で、未臨界質量の核燃料物質が集積した状態における放射線レベルより低く設定する方針である。

このため、エリアモニタが警報を発した場合は、設備の状態確認を開始することができ、核燃料物質の異常な集積の有無を確認し、異常な集積が生じている場合には、工程を停止する等の措置を講ずることができることから、臨界事故は発生しない。

これらの対応は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づくMOX燃料加工施設保安規定（以下「保安規定」という。）に基づく下位規定に定める。

② 目視による異常な集積の有無の確認

核燃料物質が平常運転時の取扱量を超えて異常に集積することを想定した場合、核燃料物質は容器から溢れ、グローブボックス内に一部が漏えいしていることが想定される。

MOX燃料加工施設においては、設備の健全性を確認するため、運転員は設備の状態を定められた頻度で目視により確認することとしており、仮に平常運転時の取扱量を超えて集積が発生している場合には、目視により異常を検知できる。目視による確認の頻度は、保安規定に基づく下位規定に定める。

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. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については、MOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出される事象を、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失とする。

MOX燃料加工施設において、核燃料物質を混合酸化物貯蔵容器、グローブボックス等、燃料集合体により取り扱うことから、これらの閉じ込めバウンダリが損傷することにより、閉じ込める機能の喪失に至ることが考えられる。

このうち、混合酸化物貯蔵容器及び燃料集合体は、これらが落下しても損傷しない高さに取り扱いを制限していることから、混合酸化物貯蔵容器及び燃料集合体の落下による閉じ込める機能の喪失は想定しない。

【補足説明資料3-25】

【補足説明資料3-26】

製造工程のグローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態としては、MOX粉末、グリーンペレット、ペレットの形態である。グリーンペレット及びペレットの形態の場合、これらは安定な成形体であるため、何らかの異常が発生したとしても、その影響を受けて大気中へと放出される事態になることは考えられない。核燃料物質がMOX粉末の形態であれば、発生した異常の影響により、大気中への放出に至る状態になり得ると考えられる。

グローブボックス等の閉じ込めバウンダリが損傷することの想定としては、グローブボックス等内外において、重量物が落下し、その衝撃がグローブボックスに加わることにより損傷することが考えられる。しかしながら、グローブボックス等を設置する室においては、重量物を取り扱うクレ

ーン類がないため、グローブボックス等で重量物が落下してグローブボックス等が損傷することはない。一方、グローブボックス等内においては、製造工程で使用する核燃料物質を収納した容器を取り扱うことから、重量物として容器が落下することが想定される。このため、閉じ込める機能の喪失として、グローブボックスが破損し、MOX粉末が漏えいするという事象が考えられる。

グローブボックスはグローブボックス排気設備を介して外部と接続された構造である。このため、グローブボックス等が損傷しなくとも、グローブボックス内において何らかの異常が発生した場合に、その異常の影響を受けた核燃料物質が、グローブボックス排気設備を経由して大気中へと放出されることが考えられる。MOX粉末は、平常運転時において、粉末容器に収納した状態で搬送し、各グローブボックスにおいて、混合機への投入、混合機による粉末の混合、取り出し、グリーンペレット成型といったプロセスにより取り扱う。このため、粉末を収納した粉末容器を取り扱い中に落下することによりグローブボックス内にMOX粉末が浮遊し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することで、大気中への放出量が上昇するという事象が考えられる。このため、閉じ込める機能の喪失として、グローブボックス内のMOX粉末の飛散という事象を想定する。

また、MOX粉末が影響を受ける異常として、グローブボックス内において駆動力を有する事象が発生し、その影響を受けることでMOX粉末が大気中へと放出される事象が考えられる。MOX燃料加工施設では、製造工程において多量の有機溶媒等は取り扱わないこと、製造工程において過渡変化がなく取り扱う核燃料物質自体も安定な状態であること及び取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さいことから、MOX燃料加工施設

において駆動力を有する事象の発生は想定しにくい。しかし、潤滑油や水素ガスといった火災又は爆発の要因となり得るものを有する設備もあることから、MOX燃料加工施設において発生する可能性がある駆動力を有する事象としては、火災と爆発が考えられる。しかしながら、爆発については、MOX燃料加工施設において想定される爆発の要因としては、水素・アルゴン混合ガスがあるものの、燃料加工建屋内において取り扱う水素濃度が9vol%以下であること、燃料加工建屋内へ水素濃度が9vol%を超える水素・アルゴン混合ガスが流入することは生じ得ないことから、爆発が発生することは想定できない。また、水素・アルゴン混合ガスを使用してペレットの焼結を行う焼結炉等においては、焼結炉等への空気の混入防止対策、熱的制限値の設定といった爆発の発生を防止する設計をするとともに、仮に空気が混入した焼結炉内で水素濃度が9vol%以下の水素・アルゴン混合ガスが燃焼した場合においても、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、大気中への放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、爆発の発生を防止するとともに、大気中への放射性物質の放出に至るような規模の爆発が発生することはない。

以上を踏まえ、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象は、「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」である。このため、これら3事象が、重大事故の発生を仮定する際の条件により発生し、大気中へ多量の放射性物質の放出に至る事故につながるかを整理する。

核燃料物質等を閉じ込める機能に係る安全上重要な施設の機能は、「グローブボックスの破損」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事

象の発生」に係る機能に分類できる。また、安全上重要な施設以外の安全機能を有する設備の有する機能のうち、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」に係る機能として容器の落下防止機能、転倒防止機能がある。核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る3事象それぞれについて、地震及び動的機器の多重故障により、これらの安全機能が損なわれる可能性について整理する。

(1) グローブボックスの破損

グローブボックスが破損することにより、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいし、平常運転時とは異なる経路から放射性物質が大気中へと放出されることにより、事故に至ることが考えられる。

グローブボックスは静的機器であるため、外力が無ければグローブボックスは破損しない。外力としては外的事象である地震による地震力及び重量物の落下が考えられるが、グローブボックスの直近には重量物を取り扱うクレーン等の機器はないことから、グローブボックス外の重量物落下によりグローブボックスが破損することは想定されない。このため、想定する外力としては、地震による地震力及びグローブボックス内で取り扱う重量物である容器の落下を考慮し、グローブボックスの破損の可能性を評価する。

① 地震の場合

安全上重要な施設とするグローブボックスのうち、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内の機器で、重量物である容器の落下防止機能（安全上重

要な施設以外の安全機能を有する施設) が喪失することが考えられるが、落下する容器はグローブボックスの内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはない。

また、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するグローブボックスは地震により損傷等しないが、それ以外のグローブボックスについては、グローブボックスの倒壊、グローブボックスのパネルの脱落はなく大規模に破損することは想定しがたいが、損傷等する可能性があり、損傷等によりグローブボックス内のMOX粉末の一部が、当該グローブボックスから工程室に漏えいする可能性がある。

グローブボックス排風機が運転を継続している場合は、MOX粉末の大気中への放出経路はグローブボックス排気設備が主たる経路となるため、MOX粉末の工程室への漏えい量は極めて少ない。グローブボックス排気設備が放出経路であれば、平常運転時における放射性物質の大気中への放出経路と同じであるため、公衆への影響は平常運転時と同程度である。なお、平常運転時の公衆への影響評価は、ウラン粉末を 1 m の高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出しており、グローブボックスが破損したとしてもMOX粉末に駆動力は生じないことから、駆動力の有無の観点からも公衆への影響は平常運転時と同程度であるといえる。

【補足説明資料 3-27】

また、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスの負圧が維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいしたとしても、地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ、大気中への放射性物質の放出に至る駆動力がないことから、公衆への影響は平常運転時と同程度であり、大気中への放射性物質の放出には至らない。

地震により「グローブボックスの破損」と「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生した場合、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏えいすることが想定されるが、地震時には工程室排風機が機能喪失する又は運転員の操作により工程室排風機を停止することから、大気中への放射性物質の放出に至らない。

地震による「グローブボックスの破損」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の同時発生については、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安全上重要な施設とするグローブボックスには火災源となる潤滑油がないことから、同時発生は想定されない。

以上より、地震により損傷したグローブボックスからMOX粉末が漏えいしたとしても、大気中に放出されることはなく、工程室にとどまる。

② 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス自体は静的機器であること、グローブボックスの損傷を防止するための動的機器として安全上重要な施設はないことを踏まえ、グローブボックス内で重量物である容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が多重故障により、容

器の落下防止機能を喪失することを想定する。

容器を取り扱う動的機器が多重故障により落下防止機能を喪失して容器が落下する場合、落下する容器はグローブボックスの内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置しており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

(2) グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器が落下又は転倒することにより、グローブボックス内にMOX粉末が飛散することでグローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇し、平常運転時よりも多量の放射性物質が大気中へと放出されることにより、事故に至ることが考えられる。

MOX粉末を収納した容器が落下又は転倒する要因としては、地震及びグローブボックス内で容器を取り扱う機器の故障、誤作動を想定する。

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するグローブボックスは、当該グローブボックスの内装機器についても地震に対して同様に機能維持できる設計としていることからMOX粉末は飛散しない。しかし、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安全上重要な施設とするグローブボックス内に設置する動的機器が、容器の落下防止機能又は転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが想定される。

グローブボックス排風機が運転している状態では、グローブボックス排気設備を経由して放射性物質は大気中に放出されるが、平常運転時の放射性物質の年間放出量は、MOX粉末の気相中への移行率としてウラン粉末を1mの高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出していること、この移行率は火災による

気相中への移行率と比べて2桁程度小さいことを踏まえると、グローブボックス内で容器の落下又は転倒によりMOX粉末が飛散したとしても、平常運転時と同等の放出量であることから、多量の放射性物質を大気中へ放出する事故には至らない。

【補足説明資料3-27】

グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスを負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ大気中へ放出させる駆動力がないため、大気中への放射性物質の放出には至らない。

地震により「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「グローブボックスの破損」が同時に発生した場合については、(1)①に記載の通り、想定はされるものの大気中への多量の放射性物質の放出には至らない。

地震による「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の同時発生については、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安全上重要な施設とするグローブボックスには火災源となる潤滑油がないことから、同時発生は想定されない。

② 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内で容器を取り扱う機器は安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である。このため、安全上重要な施設以

外の安全機能を有する施設であるこれらの機器が多重故障により、容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが想定される。

容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散したとしても、上記①と同様に、平常運転時と同等の放出量であることから、多量の放射性物質を大気中へ放出する事故には至らない。

「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「グローブボックスの破損」の同時発生については、グローブボックス内で容器の落下が発生したとしても「グローブボックスの破損」は発生しないことから、同時発生は想定されない。

「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の同時発生については、グローブボックス内における容器の落下と「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」には因果関係がないことから、同時発生は想定されない。

(3) 大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生

グローブボックス内で大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象が発生し、その駆動力の影響を受けたMOX粉末が大気中へ放出されることにより、平常運転時よりも多量の放射性物質が大気中へと放出されることにより、事故に至ることが考えられる。

駆動力となる事象として、グローブボックス内における火災を想定する。取り扱う核燃料物質の形態が粉末の場合は、火災の上昇気流の影響を受けることにより、気相中に移行するとともに、雰囲気の温度が上昇し、MOX粉末を含む気体が体積膨張し、これを駆動力として放射性物質の大気中への放出に至るおそれがある。また、粉末であっても、蓋付きの容器に収納された状態又は機器内に収納された状態であれば、内部の粉末が火災による上昇気流の影響を受けることは想定しにくい。そのため、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する対象となる設備として、蓋のない容器により露出した状態でMOX粉末を取り扱う設備・機器を有するグローブボックスとする。

また、大気中への放射性物質の放出に至るような火災の発生が想定される火災源を有するグローブボックスが、重大事故の発生を仮定するグローブボックスとして特定できることから、グローブボックス内に火災源が無ければ、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに該当しない。また、想定される火災の規模が小さい火災源を有するグローブボックスについても、大気中への放射性物質の放出に至ることが想定されないことから、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに該当しない。

安全上重要な施設のグローブボックス内に存在する火災源としては、ケーブル、計器類、グローブボックス内の機器が有する潤滑油、清掃、メンテナンス等で使用するアルコール、ウエス、遮蔽の観点でグローブボックス内で使用するポリエチレンがある。

ケーブル、計器類については、火災が発生しても火災の規模は小さく、MOX粉末に対して駆動力を与えることはないため、火災源として想定しない。

グローブボックス内の機器が有する潤滑油については、引火点が200℃以上と高いため着火しにくいですが、火災発生時の火災規模は大きく、火災が発生した場合はMOX粉末に対して駆動力を与えるおそれがあるため、火災源として想定する。

清掃、メンテナンス等で使用するアルコール、ウエスについては、使用時以外は不燃性容器に収納すること、使用時は運転員がグローブボックス作業をしている状態であることから、火災源として想定しない。

遮蔽の観点でグローブボックス内で使用するポリエチレンについては、不燃性材料で覆う設計であるとともに静的機器であることから、可燃物として露出することがないため、火災源として想定しない。

以上より、想定する火災源はグローブボックス内の機器が有する潤滑油であり、重大事故の発生を仮定するグローブボックスは、潤滑油を内包する機器を設置するグローブボックスである。

火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要がある。

可燃物としては、機器内の潤滑油が、過電流遮断器が機能喪失した状態において発生した過電流の影響で潤滑油の温度が上昇した状態で、潤滑油を収納した機器に亀裂が発生し、温度が上昇した潤滑油が漏えいすることにより、火災源となり得る可燃物が生じることが想定される。

酸素としては、窒素循環設備の窒素循環ファンが停止した状態でグローブボックス排風機の運転が継続し、グローブボックス内が過負圧となり、自力式吸気弁が開になることで工程室内の空気がグローブボックス内に流入することが想定される。また、窒素循環設備の系統が破断した状態でグローブボックス排風機が運転を継続することにより、工程室内の空気がグローブボックス内に流入することが想定される。

着火源については、グローブボックス内でケーブル等によるスパークが発生し、潤滑油に着火することが想定される。

上記の燃焼の3要素がグローブボックス内で同時に整うことが必要である。グローブボックス内が窒素雰囲気から空気へ置換されること、潤滑油の温度が上昇されること及び着火源となるスパークの発生のためには、動力電源等の給電が必要である。また、グローブボックス内の窒素雰囲気から空気へ置換されるためにはグローブボックス排風機が運転していることが条件であることから、火災が発生するためには10分程度の時間が必要である。

これらの偶発的な事象の同時発生は想定しにくい。しかしながら、外的事象及び内的事象発生時に、技術的な想定を超えて、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、露出したMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボック

スにおける火災の発生を仮定する。この火災については、「(1)グローブボックスの破損」や「(2)グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」の事象との違いとしては、火災は駆動力となる事象であることから、グローブボックス排風機が停止した場合であっても、火災の影響により、大気中への放出経路が遮断されない限り、大気中へ放射性物質の放出の可能性は否定できないという違いがある。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に係る検討の結果として、MOX燃料加工施設は、核燃料物質は静置された状態であるため、大気中に放射性物質を放出させるためには駆動力が必要である。このため、グローブボックス排風機等を停止することにより、安定な状態に移行できるとともに、駆動力となる火災を発生させるためにはグローブボックス排風機の運転や動力電源の供給が必要であることから、グローブボックス排風機の停止や動力電源の遮断によって、駆動力となる火災の発生及び大気中への放出を防止し、施設を安定な状態に移行することが可能であるが、重大事故の発生を仮定する際の条件としては、想定しがたい火災の発生など大気中への放出に繋がる厳しい条件を設定する。

以上より、重大事故の発生を仮定するグローブボックスとして、MOX粉末を露出した状態で取り扱い、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックスは、以下のとおりである。

なお、いずれのグローブボックスにおいても、平常運転時は窒素雰囲気であり、潤滑油は機器内に収納する等、火災の発生防止対策

として施していることは同じである。

- ・予備混合装置グローブボックス
- ・均一化混合装置グローブボックス
- ・造粒装置グローブボックス
- ・回収粉末処理・混合装置グローブボックス
- ・添加剤混合装置グローブボックス（2基）
- ・プレス装置（プレス部）グローブボックス（2基）

① 地震の場合

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックス内には着火源がないことなどの発生防止を講じている。このため、火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があるが、そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要があるが、これらの事象は偶発的な事象であり、地震を共通要因として同時に発生することは想定できない。また、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックスの内装機器は基準地震動の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、火災の発生防止機能を有する動的機器が機能を喪失したとしても、火災が発生することは想定できない。

しかし、火災は大気中に放射性物質を放出する状態に至る駆動力となる事象であることを踏まえ、技術的な想定を超えた状態として事象の重ね合わせを考慮し、火災が発生する状態を仮定する。また、1基のグローブボックスでの火災の発生条件が成立することも想定しにくいですが、さらに想定しにくい事象として、地震により露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有する8基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。

【補足説明資料3-28】

さらに、発生した火災の継続という観点で、地震により「火災の感知・消火機能」が喪失し、火災が継続することを想定する。

以上より、地震の発生に伴い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した火災が継続し、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

大気中への放射性物質の放出の経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックスからグローブボックス給気系を經由して工程室に漏えいし、工程室排気設備を經由する経路及びグローブボックスのパネルの隙間等から工程室に漏えいし、工程室排気設備を經由する経路が想定される。

② 動的機器の多重故障の場合

火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があり、そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボ

ックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要があるが、これらの事象は偶発的な事象であり、動的機器の多重故障を想定しても、火災が発生することは想定できない。しかし、火災は大気中に放射性物質を放出する状態に至る駆動力となる事象であることを踏まえ、技術的な想定を超えた状態として事象の重ね合わせを考慮し、火災が発生する状態を仮定する。

さらに、火災が発生した状態に加え、動的機器の多重故障として、「火災の感知・消火機能」が同時に機能喪失することにより、火災が継続し、火災による駆動力により、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

「火災の感知・消火機能」は、グローブボックス温度監視装置が火災を感知し、その情報がグローブボックス消火装置へと伝送され、グローブボックス消火装置から火災が発生したグローブボックスへと消火ガスを放出するという一連の機能である。多重故障の対象としては、グローブボックス温度監視装置の機能喪失、グローブボックス消火装置の機能喪失が考えられる。また、グローブボックス消火装置の起動条件として、グローブボックス排風機が起動していることが条件であることから、グローブボックス排風機の機能喪失も対象となる。なお、これらの「火災の感知・消火機能」に係る機器は、全交流電源の喪失が発生した場合、すべてが機能を喪失する。このため、全交流電源の喪失と、グローブボックス内の火災が同時に発生した場合も、同様に火災が継続する。

以上より、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した火災が継続し、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

大気中への放射性物質の放出の経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックスからグローブボックス給気系を經由して工程室に漏えいし、工程室排気設備を經由する経路が想定される。

(4) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る異常事象の同時発生について

「グローブボックスの破損」、 「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の3事象について、これらの事象が同時に発生する可能性及び同時に発生した場合の影響について以下に示す。

① 地震の場合

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安全上重要な施設とするグローブボックス自体が、地震により破損するとともに、容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することで、「グローブボックスの破損」と「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生することが想定される。この場合、グローブボックス外にMOX粉末が漏えいすることが想定されるが、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安全上重要な施設とするグローブボックスには火災源がないため、グローブボックスから工程室にMOX粉末を移行させる駆動力はないことから、漏えいするMOX粉末量は極めて少ないと想定される。

また、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏えいしたとしても、地震時には工程室排風機が機能喪失する又は運転員の操作により工程室排風機を停止することから、大気中への放射性物質の放出に至らない。

工程室に漏えいしたMOX粉末を大気中へ放出する駆動力としては、工程室における火災が想定される。工程室の火災源としては、440V以上又は出力が20kW以上の盤とグローブボックス外に設置する潤滑油を内包する機器がある。盤については金属筐体で覆われているため、盤の火災が工程室に漏えいしたMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはない。また、潤滑油については、潤滑油の温度が上昇した状態で、潤滑油を収納した機器に亀裂が発生し、温度が上昇した潤滑油が漏えいした状態で、ケーブル等によるスパークが発生し、潤滑油に着火するということが想定されるが、偶発的事象の重ね合わせであり、火災の発生は想定されない。また、漏えいが想定される箇所に吸着材を設置するとともに金属筐体で覆うことで、金属筐体外での火災の発生はなく、仮に金属筐体内で火災が発生したとしても、工程室に漏えいしたMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはない。盤及び潤滑油については金属筐体で覆われていることから、仮に火災が発生したとしても酸素の供給が制限されるため、火災の規模は大きくならず窒息消火するものと考えられることから、大気中に放射性物質を放出するほどの駆動力にはならないと想定される。

② 動的機器の多重故障の場合

「グローブボックスの破損」、 「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発

生（火災）」の3事象の組み合わせについては、動的機器の多重故障を共通要因として同時に発生することは想定されない。

3. 4. 3 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

事業許可基準規則の解釈第 22 条に基づき、重大事故が単独で又は同種の重大事故が複数の機器で同時に発生することの想定に加えて、異種の重大事故が同時に発生する場合又は発生した重大事故の影響を受けて連鎖して発生する場合について、以下のとおり仮定する。

同種の重大事故が複数の機器で同時に発生する場合の仮定については、3. 4. 1 及び 3. 4. 2 の検討の結果、8 基のグローブボックスにおいて発生した火災が消火されずに継続する事象を重大事故の発生を仮定する機器として特定した。3. 4. 2 に記載のとおり、1 基のグローブボックスにおいても火災の発生の条件が成立することは想定しにくい。重大事故の対処に係る有効性評価においては、外的事象の地震により、露出した状態で MOX 粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有している 8 基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。なお、内的事象発生時では、8 基のグローブボックスのうち 1 基において単独で火災が発生することを仮定する。

異種の重大事故が同時に発生する場合については、3. 4. 1 及び 3. 4. 2 の検討の結果、想定される重大事故の事象が火災による閉じ込める機能の喪失のみであることから、異種の重大事故が同時に発生することはない。

重大事故が連鎖して発生する場合については、重大事故が発生した場合における事故影響によって顕在化する環境条件の変化を明らかにした上で、核燃料物質の状態によってさらに事故が進展する可能性及び他の安全機能への影響を分析し、その他の重大事故の起因となり得るかどうかを、重大事故等の対処に係る有効性評価の中で確認して、起因となる場合には連鎖を仮定して対処を検討する。

なお、確認に当たっての前提条件として、事業許可基準規則の解釈第 22 条を踏まえ、多様性や位置的分散が考慮された設備での対処である拡大防止対策の機能喪失は考慮しない。

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	要因
		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	×	×	×	○	敷地周辺に尾駁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となる可能性がある自然現象

×：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となる可能性がない自然現象

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	要因
		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

○：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がある自然現象

×：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となる可能性がない自然現象

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	要因
		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となる可能性がある自然現象

×：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となる可能性がない自然現象

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	要因
		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。	×
56	太陽フレア、磁気嵐	×	×	×	○	太陽フレア、磁気嵐による磁気変動が電力系統に影響を及ぼす可能性が極めて小さいが、仮に影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られること及び建屋内に収納している安全上重要な施設は地磁気誘導電流の影響を受けないことから、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ことは考えられない。	×

○：基準に該当する自然現象

○：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となる可能性がある自然現象

×：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となる可能性がない自然現象

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	要因
		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となる可能性がある人為事象

×：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となる可能性がない人為事象

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	要因
		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隔離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」の影響評価に含まれる。	×
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象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となる可能性がある人為事象

×：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となる可能性がない人為事象

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	要因
		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い、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	ダムの崩壊	×	×	○	×	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氣的・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となる可能性がある人為事象

×：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となる可能性がない人為事象

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

要因 ^{※1} \ 他 ^{※2}	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)	積雪
地震	a	a	c

※1 : 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象

※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)	火山の影響 (降下火砕物によるフ ィルタの目詰まり)	積雪
森林火災 及び 草原火災	a		a	a	b
火山の影響 (降下火砕物による積 載荷重)	a	a		b	d
火山の影響 (降下火砕物によるフ ィルタの目詰まり)	a	a	b		b
積雪	b	b	d	b	

※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（1/24）
【核的制限値（寸法）の維持機能】（1/1）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
核的制限値（寸法）の維持機能	燃料棒検査設備	燃料棒移載装置 ゲート	静的	燃料棒加工第1, 2室	○	燃料棒	×	○	—	地震により核的制限値（寸法）の維持機能が喪失した場合、核燃料物質の搬送が停止す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重大事故に進展しない。※3	×
		燃料棒立会検査装置 ゲート	静的	燃料棒加工第1, 2室	○	燃料棒	×	○	—	地震により核的制限値（寸法）の維持機能が喪失した場合、核燃料物質の搬送が停止す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重大事故に進展しない。※3	×
	燃料棒収容設備	燃料棒供給装置 ゲート	静的	燃料棒加工第3室	○	燃料棒	×	○	—	地震により核的制限値（寸法）の維持機能が喪失した場合、核燃料物質の搬送が停止す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重大事故に進展しない。※3	×

○：あり
×：なし
○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する機能として誤搬入防止機能があるが、複数回の誤搬入でも臨界に至らないことを確認している。

第5表 重大事故の選定結果（2/24）
 【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）】（1/2）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1			多重故障※2
					有無	形態					
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)	貯蔵容器一時保管設備	一時保管ピット	静的	貯蔵容器一時保管室	○	MOX粉末	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	原料MOX粉末缶一時保管設備	原料MOX粉末缶一時保管装置	静的	原料受払室	○	MOX粉末	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	粉末一時保管設備	粉末一時保管装置	静的	粉末一時保管室	○	MOX粉末	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	ペレット一時保管設備	ペレット一時保管棚	静的	ペレット一時保管室	○	ペレット	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×

○ : あり
 × : なし
 ○ : 機能喪失あり
 × : 機能喪失なし
 — : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。
 ※3 : 安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する機能として誤搬入防止機能があるが、複数回の誤搬入でも臨界に至らないことを確認している。

第5表 重大事故の選定結果（3/24）
【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）】（2/2）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1			多重故障※2
					有無	形態					
(単一ユニット相互間の距離維持) 安全に係る距離の維持機能	スクラップ貯蔵設備	スクラップ貯蔵棚	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	MOX粉末, ペレット	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質は隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	ペレット	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質は隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	燃料棒貯蔵設備	燃料棒貯蔵棚	静的	燃料棒貯蔵室	○	燃料棒	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質は隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×
	燃料集合体貯蔵設備	燃料集合体貯蔵チャンネル	静的	集合体貯蔵室	○	燃料集合体	×	○	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質は隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。 ※3	×

○ : あり ○ : 機能喪失あり
 × : なし × : 機能喪失なし
 — : 判定対象外
 ○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。
 ※3：安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する機能として誤搬入防止機能があるが、複数回の誤搬入でも臨界に至らないことを確認している。

第5表 重大事故の選定結果（4/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（1/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重 故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	原料MOX粉末缶 取出設備	原料MOX粉末缶 取出装置グローブ ボックス	静的	原料受払室 粉末調整第一室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	一次混合 設備	原料MOX粉末秤 量・分取装置グロー ブボックス	静的	粉末調整第2室 粉末調整第3室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		ウラン粉末・回収 粉末秤量・分取装 置グローブボク ス	静的	粉末調整第3室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		予備混合装置グロー ブボックス	静的	粉末調整第2室	○	MOX 粉末	○	○*	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果（5/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（2/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	一次混合設備	一次混合装置グローブボックス	静的	粉末調整第6室 粉末調整第7室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	二次混合設備	一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	静的	粉末調整第4室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		ウラン粉末秤量・分取装置グローブボックス	静的	粉末調整第4室	○	ウラン 粉末	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		均一化混合装置グローブボックス	静的	粉末調整第5室	○	MOX 粉末	○	○*	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果（6/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（3/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	二次混合設備	造粒装置グローブボックス	静的	粉末調整第5室	○	MOX粉末	○	○*	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動をを考慮した際に機能維持できる設計である。	×
		添加剤混合装置(A/B)グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX粉末	○	○*	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動をを考慮した際に機能維持できる設計である。	×
	分析試料採取設備	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	静的	粉末調整第2室	○	MOX粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		分析試料採取・詰替装置グローブボックス	静的	粉末調整第4室	○	MOX粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	スクラップ処理設備	回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	静的	粉末調整第6室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり ○：機能喪失あり ○：重大事故事象
 ×：なし ×：機能喪失なし ×：重大事故事象選定対象外
 —：判定対象外

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果（7/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（4/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	スクラップ処理設備	回収粉末微粉碎装置グローブボックス	静的	粉末調整第1室	○	MOX粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		回収粉末処理・混合装置グローブボックス	静的	粉末調整第7室	○	MOX粉末	○	○*	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動をを考慮した際に機能維持できる設計である。	×
		再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	静的	スクラップ処理室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり ○：機能喪失あり ○：重大事故事象
 ×：なし ×：機能喪失なし ×：重大事故事象選定対象外
 —：判定対象外

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果（8/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（5/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	スクラップ処理設備	再生スクラップ受 払装置グローブボ ックス	静的	スクラップ処理室	○	MOX 粉末、 ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		容器移送装置グローブボックス	静的	スクラップ処理室 分析第3室	○	MOX 粉末、 ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	粉末調整 工程搬送 設備	原料粉末搬送装置 グローブボックス	静的	粉末調整第1～3 室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		再生スクラップ搬 送装置グローブボ ックス	静的	スクラップ処理室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		添加剤混合粉末搬 送装置グローブボ ックス	静的	ペレット加工第1 室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		調整粉末搬送装置 グローブボックス	静的	粉末調整第1～7 室 粉末一時保管室 ペレット加工第一 室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果（9/24）
【プルトニウムの閉じ込めの機能】（6/10）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	圧縮成形設備	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		プレス装置（A/B）（プレス部）グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX粉末、ペレット	○	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		空焼結ボート取扱装置グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		グリーンペレット積込装置グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり ○：機能喪失あり ○：重大事故事象
 ×：なし ×：機能喪失なし ×：重大事故事象選定対象外
 —：判定対象外

- ※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。
 ※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。
 ※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果 (10/24)
【プルトニウムの閉じ込めの機能】 (7/10)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1			多重故障※2
					有無	形態					
プルトニウムの閉じ込めの機能	焼結設備	焼結ボート供給装置グローブボックス	静的	ペレット加工第2室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		焼結ボート取出装置グローブボックス	静的	ペレット加工第2室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	研削設備	焼結ペレット供給装置グローブボックス	静的	ペレット加工第3室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		研削装置グローブボックス	静的	ペレット加工第3室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		研削粉回収装置グローブボックス	静的	ペレット加工第3室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	ペレット検査設備	ペレット検査設備グローブボックス	静的	ペレット加工第3室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○ : あり ○ : 機能喪失あり ○ : 重大事故事象
 × : なし × : 機能喪失なし × : 重大事故事象選定対象外
 — : 判定対象外

※1 : 基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3 : グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

第5表 重大事故の選定結果 (11/24)
【プルトニウムの閉じ込めの機能】 (8/10)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果		
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2				
											有無	形態
プルトニウムの閉じ込めの機能	ペレット加工工程搬送設備	焼結ボート搬送装置グローブボックス	静的	粉末調整第一室 ペレット加工第1～3室 ペレット一次保管室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×	
		ペレット保管容器搬送装置グローブボックス	静的	ペレット加工第3、4室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×	
	原料MOX粉末缶一時保管設備	静的	原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	静的	粉末調整第1室	○	MOX粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	粉末一時保管設備	静的	粉末一時保管装置グローブボックス	静的	粉末一時保管室 点検第1、2室	○	MOX粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	ペレット一時保管設備	ペレット一時保管棚グローブボックス	静的	ペレット一時保管室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×	
		焼結ボート受渡装置グローブボックス	静的	ペレット加工第1、4室 ペレット一時保管室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×	

○ : あり ○ : 機能喪失あり ○ : 重大事故事象
 × : なし × : 機能喪失なし × : 重大事故事象選定対象外
 — : 判定対象外

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。
 ※3：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。
 ※4：グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果 (13/24)
【プルトニウムの閉じ込めの機能】 (10/10)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震*1	多重故障*2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	小規模試験設備	小規模焼結処理装置グローブボックス	静的	分析第3室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		小規模研削検査装置グローブボックス	静的	分析第3室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		資材保管装置グローブボックス	静的	分析第3室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	焼結設備	焼結炉	静的	ペレット加工第2室	○	ペレット	×	○	—	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	貯蔵容器一時保管設備	混合酸化物貯蔵容器	静的	貯蔵容器一時保管室 原料受払室	○	MOX粉末	×	○	—	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	小規模試験設備	小規模焼結処理装置	静的	分析第3室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○ : あり ○ : 機能喪失あり ○ : 重大事故事象
 × : なし × : 機能喪失なし × : 重大事故事象選定対象外
 — : 判定対象外

※1 : 基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

※3 : グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能が喪失して重量物が落下したとしても、内装機器と衝突すること、グローブボックスパネルは側面にあることから、グローブボックスが損傷することはない。

※4 : グローブボックス内の機器（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して容器が落下、転倒してMOX粉末が飛散したとしても、大気中への放射性物質の放出量は平常運転時と同等である。

第5表 重大事故の選定結果 (14/24)
【排気経路の維持機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震*1			多重故障**2
					有無	形態					
排気経路の維持機能	グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機までの範囲	静的	燃料加工建屋内	○	MOX粉末	×	○*	—	地震により排気経路の維持機能が喪失した場合、排気機能等により負圧が維持され、核燃料物質はグローブボックス内に留まるため重大事故に進展しない。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
	窒素循環設備	安全上重要な施設のグローブボックスに接続する窒素循環ダクト	静的	燃料加工建屋内	○	MOX粉末	×	○*	—	地震により排気経路の維持機能が喪失した場合、排気機能等により負圧が維持され、核燃料物質はグローブボックス内に留まるため重大事故に進展しない。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
		窒素循環ファン	静的	冷却機械室	○	MOX粉末	×	×	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
		窒素循環冷却機	静的	冷却機械室	○	MOX粉末	×	×	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (15/24)
【MOXの捕集・浄化機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}	多重故障 ^{※2}			
											有無
MOXの捕集・浄化機能	グローブボックス排気設備	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。)	静的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	○	MOX粉末	×	○*	—	地震によりMOXの捕集・浄化機能が喪失するが、地震により工程及び全送排風機が停止し、核燃料物質は安定な状態となるため重大事故に進展しない。 *重大事故の発生を仮定するグローブボックスの排気に係る範囲については、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
		グローブボックス排気フィルタユニット	静的	排気フィルタ第1室	○	MOX粉末	×	×	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (16/24)
【排気機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}	多重故障 ^{※2}			
											有無
排気機能	グローブボックス排気設備	グローブボックス排風機 (排気機能の維持に必要な回路を含む。)	動的	排風機室	○	MOX粉末	×	○	○	地震及び多重故障より排気機能が喪失したとしても、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (17/24)
 【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】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果
					核燃料物質の取り扱い		地震 ^{*1}	多重故障 ^{*2}		
					有無	形態				
MOXの捕集・浄化機能 事故時の排気経路の維持機能及び事故時の	—	・以下の部屋で構成する区域の境界の構築物 原料受払室, 原料受払室前室, 粉末調整第1室, 粉末調整第2室, 粉末調整第3室, 粉末調整第4室, 粉末調整第5室, 粉末調整第6室, 粉末調整第7室, 粉末調整室前室, 粉末一時保管室, 点検第1室, 点検第2室, ペレット加工第1室, ペレット加工第2室, ペレット加工第3室, ペレット加工第4室, ペレット加工室前室, ペレット一時保管室, ペレット・スクラップ貯蔵室, 点検第3室, 点検第4室, 現場監視第1室, 現場監視第2室, スクラップ処理室, スクラップ処理室前室, 分析第3室	静的	各工程室	×	—	×	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
	工程室排気設備	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工程室排気フィルタユニットまでの範囲	静的	燃料加工建屋内	×	—	×	○*	地震により機能を喪失しても, 核燃料物質を取り扱わないため重大事故に進展しない。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は, 全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×
	—	工程室排気フィルタユニット	静的	排気フィルタ第1室	×	—	×	×	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	×

○ : あり ○ : 機能喪失あり
 × : なし × : 機能喪失なし
 — : 判定対象外 — : 判定対象外

※1 : 基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (18/24)
【非常用電源の供給機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}			多重故障 ^{※2}
					有無	形態					
非常用電源の供給機能	非常用所内電源設備	非常用所内電源設備	動的	非常用発電機A室 非常用発電機B室	×	×	×	○	○	地震及び多重故障により非常用電源の供給機能が喪失した場合、工程停止等の措置を講じることから、重大事故に進展しない。	×

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (19/24)
【熱的制限値の維持機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}	多重故障 ^{※2}			
											有無
熱的制限値の維持機能	焼結設備	焼結炉内部温度高による過加熱防止回路	動的	ペレット加工第2室 南第2制御盤室 制御第1室	×	×	×	○	○	地震及び多重故障により熱的制限値の維持機能が喪失した場合、故障等を検知して工程を停止することから、重大事故に進展しない。	×
	小規模試験設備	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	動的	分析第3室 制御第1, 4室	×	×	×	○	○	地震及び多重故障により熱的制限値の維持機能が喪失した場合、故障等を検知して工程を停止することから、重大事故に進展しない。	×

○ : あり ○ : 機能喪失あり
 × : なし × : 機能喪失なし
 : — : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (20/24)
 【焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能	焼結設備	排ガス処理装置グローブボックス (上部)	静的	ペレット加工第2室	×	—	×	○	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		排ガス処理装置	静的	ペレット加工第2室	×	—	×	○	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	小規模試験設備	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	静的	分析第3室	×	—	×	○	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		小規模焼結炉排ガス処理装置	静的	分析第3室	×	—	×	○	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○ : あり
 × : なし

○ : 機能喪失あり
 × : 機能喪失なし
 — : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (21/24)
【水素濃度の維持機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}			多重故障 ^{※2}
					有無	形態					
水素濃度の維持機能	水素・アルゴン混合ガス設備	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（焼結炉系、小規模焼結処理系）	動的	混合ガス受槽室 混合ガス計装ラック室	×	×	×	○	○	地震及び多重故障により水素濃度の維持機能が喪失した場合、故障等を検知して工程を停止することから重大事故に進展しない。	×

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (23/24)
 【小規模焼結処理装置の加熱停止機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震 ^{※1}	多重故障 ^{※2}			
											有無
小規模焼結処理装置の加熱停止機能	小規模試験設備	小規模焼結処理装置への冷却水流量低による加熱停止回路	動的	分析第3室 制御第1, 4室	×	×	×	○	○	地震及び多重故障により小規模焼結処理装置の加熱停止機能が喪失した場合、故障等を検知して工程を停止することから重大事故に進展しない。	×

○ : あり
 × : なし

○ : 機能喪失あり
 × : 機能喪失なし
 — : 判定対象外

○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (24/24)
【火災の感知・消火機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震*1			多重故障*2
					有無	形態					
火災の感知・消火機能	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	動的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	×	—	×	○	○	地震又は多重故障により火災の感知・消火機能が機能喪失し、発生した火災が継続した場合、重大事故に進展する可能性がある。	○
		グローブボックス消火装置 (安全上重要な施設のグローブボックスの消火に関する範囲。)	動的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	×	—	×	○	○	地震又は多重故障により火災の感知・消火機能が機能喪失し、発生した火災が継続した場合、重大事故に進展する可能性がある。	○
		延焼防止ダンパ (安全上重要な施設のグローブボックスの排気系に設置するもの。)	動的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	×	—	×	○	○	地震又は多重故障により火災の感知・消火機能が機能喪失し、発生した火災が継続した場合、重大事故に進展する可能性がある。	○
		ピストンダンパ (安全上重要な施設のグローブボックスの給気系に設置するもの。)	動的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	×	—	×	○	○	地震又は多重故障により火災の感知・消火機能が機能喪失し、発生した火災が継続した場合、重大事故に進展する可能性がある。	○
MOXの捕集・浄化機能	グローブボックス排気設備	グローブボックス排気設備のうちプルトニウムの閉じ込めの機能を有するグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲	静的	全ての安全上重要な施設のグローブボックスのある工程室	×	—	×	○	×	地震によりMOXの捕集・浄化機能が喪失したとしても、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○ : あり
× : なし
○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外
○ : 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できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第6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			起因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に進展する可能性	選定結果	
区分	安全機能1	安全機能2	安全機能3	地震 ^{※1}			破損・故障等 ^{※2}
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安全機能を有する施設）	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安全機能を有する施設）	/	/	○	○	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。 多重故障により安全機能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：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に進展する可能性	選定結果	
区分	安全機能1	安全機能2	安全機能3	地震※1			破損・故障等※2
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安全機能を有する施設）	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が有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、放射性物質の建屋外への放出に至る可能性がある。 多重故障により、安全機能2が喪失したとしても、安全機能1は喪失しないため、重大事故に進展しない。しかし、火災が発生した状態（安全機能1が喪失した状態）で、安全機能2が喪失していると、発生した火災が継続することにより、放射性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：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。

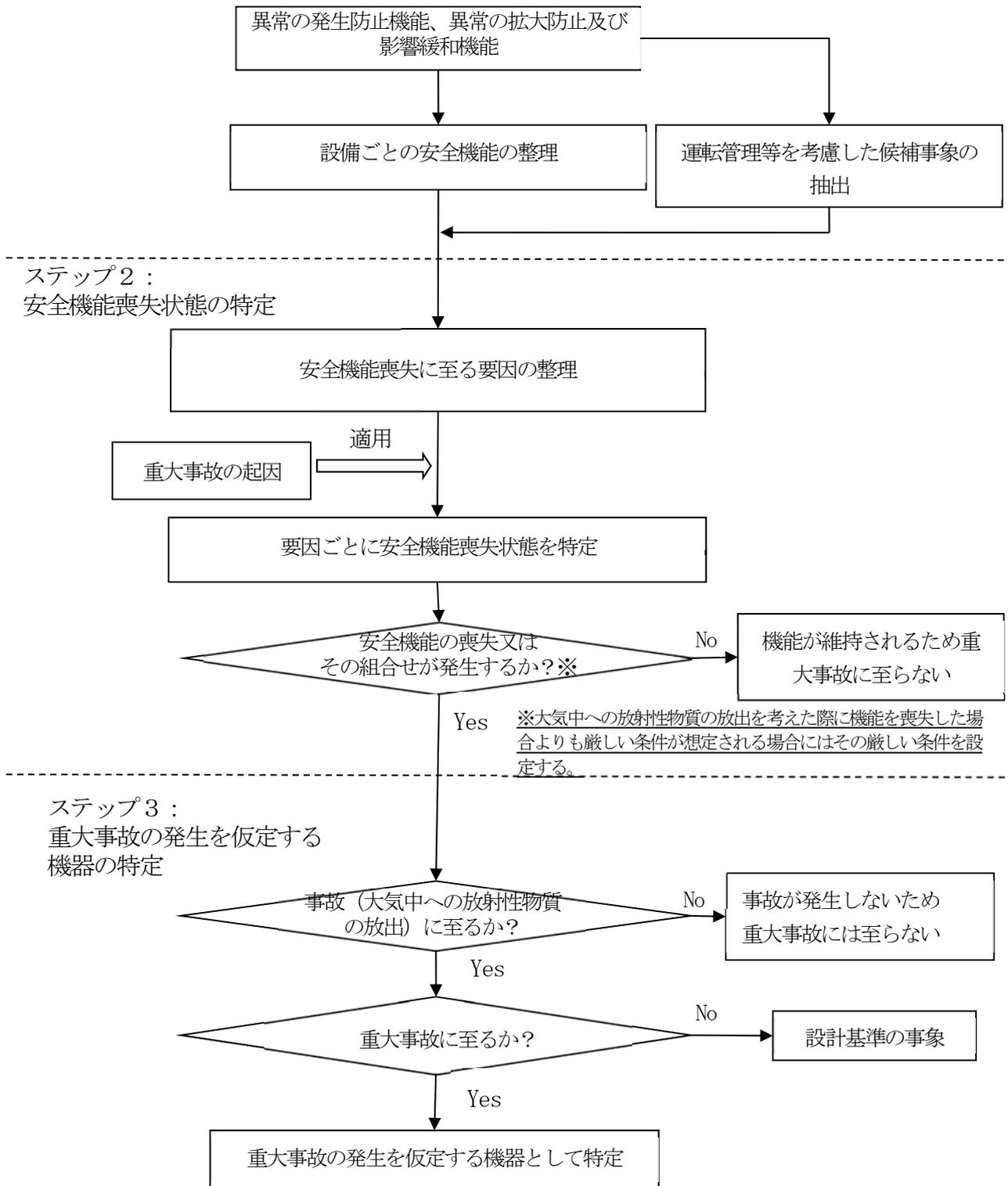
第7表 重大事故の発生を仮定する機器の特定選定結果

機器名称	基数	地震	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	○	○	

○：重大事故の起因として想定する事象

×：重大事故の起因とならない事象

ステップ1：
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



第1図 重大事故の発生を仮定する機器の特定フロー

重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定の考え方

重大事故は、「核燃料物質の加工の事業に関する規則」（以下「加工規則」という。）にて、臨界事故及び核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失の2つが定められている。

これらは、それぞれの発生防止対策の機能が喪失した場合に発生する可能性があるが、機能喪失の条件、すなわち重大事故が発生する条件はそれぞれ異なる。

したがって、以下の方針により、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。

(1) 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

① 対象の整理

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安全機能を有する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。

ただし、想定される事故の発生防止対策として安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能に期待する場合には、事故の発

生防止対策の確認という観点から、想定される事故の発生防止対策である安全上重要な施設以外の安全機能の喪失を想定する。

② 重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せの特定

安全上重要な施設の安全機能が喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展を分析することにより、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せを整理する。

重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定に関して、詳細を「3. 6 重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せの特定」に示す。

(2) 安全機能喪失状態の特定

「(1) 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」の「② 重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せの特定」で特定した重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せが、各要因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その組合せが発生しなければ、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。

(3) 重大事故の発生を仮定する機器の特定

「(2) 安全機能喪失状態の特定」により、重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せが発生する場合には、重大事故の発生の可能性がある機器（グローブボックス等を含む。）ごとに重大事故に至るかを評価し、重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

① 事故発生 の 判定

「(2) 安全機能喪失状態の特定」において、安全機能が喪失する又は安全機能が組合せで喪失する場合であっても、評価によって事故（大気中への放射性物質の放出）に至らないことを確認できれば、重大事故に至らないと判定できる。

それぞれの事象において、機能喪失した場合に事故に至らないと判定する基準を以下に示す。

臨界事故：集積が想定される核燃料物質量が未臨界質量以下であること
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失：大気中への放射性物質の放出に至らないこと

② 重大事故 の 判定

上記「① 事故発生 の 判定」において、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、事象の収束手段、事象進展の早さ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、その結果想定される状況が設計基準対象の施設で事故の発生を防止し事象の収束が可能である又は事故が発生するとしても設計基準対象の施設で事象の収束が可能である場合は、安全機能の喪失という観点からは設計基準の想定範囲を超えるものであるが、機能喪失の結果発生する事故の程度は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。

安全機能の喪失から事故に至るまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能である場合は、安全機能の喪失という観点から設計基準の想定範囲

困を超えるものであるが、復旧により安全機能を回復することで公衆への影響を与えないという点で、設計基準として整理する事象に該当する。

また、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運転時と同程度である場合は、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。

「(1) 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」で特定した重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せごとに、重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を「3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定」に示す。

3. 6 重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

加工規則に定められる重大事故に関して、それぞれの発生を防止する安全機能を整理することにより、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抽出する。

そのため、安全機能ごとに、当該機能が喪失した場合に至る施設状態及びその後の事象進展を分析することにより、機能喪失により発生する可能性のある事故を特定する

(1) 臨界事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

臨界事故の起因となり得る安全上重要な施設の機能喪失について整理する。

① 発生防止対策

a. 核的制限値（寸法）の維持機能

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、核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の搬送が行われたとしても、核的制限値（寸法）の維持機能により当該核燃料物質が搬送されることを防止し、搬送先の核的制限値（寸法）を維持することにより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、核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の搬送が行われなければ、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安全機能を有する施設が有する「搬送する核燃料物質の制御機能」が喪失することにより、核燃料物質の核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の運搬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3.6-1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3.6-2表にそれぞれ示す。

第3.6-1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3.6-2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安全機能を有する施設)	核燃料物質の搬送先で核的制限値(寸法)を逸脱する。	核的制限値(寸法)の維持機能	臨界事故

b. 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. 6-3表に示す。

第3. 6-3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

③ 誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）

MOX燃料加工施設における臨界管理のうち、質量管理により核燃料物質の管理を行う設備においては、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である秤量器、ID番号読取機、運転管理用計算機、臨界管理用計算機及び誤搬入防止シャッタで構成する誤搬入防止機能により、臨界の防止を行う設計であることから、誤搬入防止機能についても対象とする。

誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）は、誤搬入防止に係る機器それぞれが健全に機能することにより、計

画外の核燃料物質の搬送が発生した場合においても、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を超えることがないように誤搬入を防止するものである。

誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）を構成する全ての機器の機能が損なわれた場合には、計画外の核燃料物質の搬送が発生し、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱することが考えられる。また、核的制限値を逸脱する量の核燃料物質が集積した場合には、核燃料物質による臨界に至る可能性がある。

誤搬入防止機能の喪失により発生する可能性がある事象を第3. 6-4表に示す。

第3. 6-4表 誤搬入防止機能の喪失により発生する可能性がある事象

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事象
誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外安全機能を有するの施設）	計画外の核燃料物質の搬送が発生した場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱する。	臨界事故

上記の①から③の確認により、MOX燃料加工施設において核燃料物質の臨界に至る事象としては、取り扱う核燃料物質が局所的に異常に集積することにより臨界に至る状態である。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については、MOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出される事象を、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失とする。

MOX燃料加工施設において、核燃料物質を混合酸化物貯蔵容器、グローブボックス等、燃料集合体により取り扱うことから、これらの閉じ込めバウンダリが損傷することにより、閉じ込める機能の喪失に至ることが考えられるが、混合酸化物貯蔵容器及び燃料集合体は、これらが落下しても損傷しない高さに取り扱いを制限していることから、混合酸化物貯蔵容器及び燃料集合体の落下による閉じ込める機能の喪失は想定しない。

製造工程のグローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態としては、MOX粉末、グリーンペレット、ペレットの形態である。グリーンペレット及びペレットの形態の場合、これらは安定な成形体であるため、何らかの異常が発生したとしても、その影響を受けて大気中へと放出される事態になることは考えられない。核燃料物質がMOX粉末の形態であれば、発生した異常の影響により、大気中への放出に至る状態になり得ると考えられる。

グローブボックス等の閉じ込めバウンダリが損傷することの想定としては、グローブボックス等内外において、重量物が落下し、その衝撃がグローブボックスに加わることにより損傷することが考えられる。しかしながら、グローブボックス等を設置する室においては、重量物を取り扱うクレーン類がないため、グローブボックス等を設置する室で重量物が落下してグローブボックス等が損傷することはない。

一方、グローブボックス等内においては、製造工程で使用する核燃料物質を収納した容器を取り扱うことから、重量物として容器が落下することが想定される。このため、閉じ込める機能の喪失として、グローブボックスが破損し、MOX粉末が漏えいするという事象が考えられる。

グローブボックスはグローブボックス排気設備を介して外部と接続された構造である。このため、グローブボックス等が損傷しなくとも、グローブボックス内において何らかの異常が発生した場合に、その異常の影響を受けた核燃料物質が、グローブボックス排気設備を経由して大気中へと放出されることが考えられる。MOX粉末は、平常運転時において、粉末容器に収納した状態で搬送し、各グローブボックスにおいて、混合機への投入、混合機による粉末の混合、取り出し、グリーンペレット成型といったプロセスにより取り扱う。このため、粉末を収納した粉末容器を取り扱い中に落下することによりグローブボックス内にMOX粉末が浮遊し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することで、大気中への放出量が上昇するという事象が考えられる。このため、閉じ込める機能の喪失として、グローブボックス内のMOX粉末の飛散という事象を想定する。

また、MOX粉末が影響を受ける異常として、グローブボックス内において駆動力を有する事象が発生し、その影響を受けることでMOX粉末が大気中へと放出される事象が考えられる。MOX燃料加工施設では、製造工程において多量の有機溶媒等を取り扱わないこと、製造工程において過渡変化がなく取り扱う核燃料物質自体も安定な状態であること及び取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さいことから、MOX燃料加工施設において駆動力を有する事象の発生は想定

しにくい。しかし、潤滑油や水素ガスといった火災又は爆発の要因となり得るものを有する設備もあることから、MOX燃料加工施設において発生する可能性がある駆動力を有する事象としては、火災及び爆発が考えられる。しかしながら、爆発については、MOX燃料加工施設において想定される爆発の要因としては、水素・アルゴン混合ガスがあるものの、燃料加工建屋内において取り扱う水素濃度が9 vol%以下であること、燃料加工建屋内へ水素濃度が9 vol%を超える水素・アルゴン混合ガスが流入することは生じ得ないことから、爆発が発生することは想定できない。また、水素・アルゴン混合ガスを使用してペレットの焼結を行う焼結炉等においては、焼結炉等への空気の混入防止対策、熱的制限値の設定といった爆発の発生を防止する設計をするとともに、仮に空気が混入した焼結炉内で水素濃度が9 vol%以下の水素・アルゴン混合ガスが燃焼した場合においても、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、大気中への放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、大気中への放射性物質の放出に至るような規模の爆発が発生することはない。

以上を踏まえ、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象は、「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」である。このため、これら3事象が、重大事故の発生を仮定する際の条件により発生し、大気中へ多量の放射性物質の放出に至る事故につながるかを整理する。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の起因となり得る安全上重要な施設の機能喪失について整理する。核燃料物質等を閉じ込める

機能に係る安全上重要な施設の機能は、「グローブボックスの破損」及び「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」に係る機能に分類できる。

安全上重要な施設のうち、「グローブボックスの破損」に係る安全機能としては、以下の安全機能がある。

- ・ 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。）
- ・ 排気経路の維持機能
- ・ MOXの捕集・浄化機能
- ・ 排気機能，熱的制限値の維持機能
- ・ 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能
- ・ 焼結炉等内の負圧維持機能
- ・ 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。）
- ・ 排気経路の維持機能及びMOXの捕集・浄化機能（以下「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」という。）
- ・ 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。）
- ・ 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。）
- ・ グローブボックスの閉じ込め機能の維持機能のうち，MOXの捕集・浄化機能（以下「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」という。）

安全上重要な施設のうち、「大気中に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」に係る安全機能としては、以下の安全機能がある。

- ・グローブボックスの閉じ込め機能の維持機能のうち、火災の感知機能
- ・火災の消火機能（以下「火災の感知・消火機能」という。）

また、安全上重要な施設以外の安全機能を有する設備の有する機能のうち、「グローブボックスの破損」に係る安全機能としては、容器の落下防止機能がある。「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」に係る機能として容器の落下防止機能及び容器の転倒防止機能がある。

これらの機能が喪失した場合の影響について、以下に整理する。

① 発生防止対策

a. プルトニウムの閉じ込めの機能

プルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、核燃料物質が閉じ込めの機能を有する当該機器から漏えいする可能性がある。

プルトニウムの閉じ込めの機能を有する機器は静的機器のみである。このため、本機能を有する機器に対して何らかの力が与えられない限り、プルトニウムの閉じ込めの機能が喪失することはない。

何らかの外力が与えられ、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、内包する核燃料物質はグローブボックス・設備・機器外に漏えいしない。また、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する

機器のうち、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の反応により爆発に至ることもが考えられる。がしかし、焼結炉等で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、大気中への放射性物質の放出には至らない。

しかし、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、内包する核燃料物質はグローブボックス・設備・機器外に漏えいする。

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3.6-5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3.6-6表に示す。

第3.6-5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. 6-6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	内包する核燃料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

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及び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、内包する放射性エアロゾル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エアロゾルが漏えいする。

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. 6-7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. 6-8表に示す。

第3. 6-7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. 6-8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	放射性エアロゾル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エアロゾル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エアロゾル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. 6-9表に示す。

第3. 6－9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エアロゾル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エアロゾル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、大気中に放射性物質を放出する駆動力がなくなるため、大気中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. 2－10表に示す。

第3. 6-10表 排気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
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. 熱的制限値の維持機能

熱的制限値の維持機能が健全であることにより、核燃料物質を高温状態で取り扱う機器が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。この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉等の内部温度高による過加熱防止回路が該当する。

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（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」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安全機能を有する施設が有する「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、大気中への放射性

物質の放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、爆発が発生したとしても大気中への放射性物質の放出に至るような規模の爆発が発生することはない。

熱的制限値の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-11表に示す。

第3.6-11表 熱的制限値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
温度の制御機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）、熱的制限値の維持機能	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。	—

f. 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

焼結炉等の負圧を維持するための排気経路を維持するために必要な機能であり、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、内包する核燃料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、核燃料物質が漏えいす

る。漏えいした核燃料物質は、漏えいに伴い気相中に核燃料物質が移行するが、大気中に放射性物質を放出する駆動力がなければ、大気中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がある重大事故を第3. 6-12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. 6-13表に示す。

第3. 6-12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. 6-13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

g. 焼結炉等内の負圧維持機能

焼結炉等内の負圧維持機能は、焼結炉等内の負圧を維持するための排気機能の支援機能である。この機能を有する安全上重要な施設は、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炉排ガス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、大気中に放射性物質を放出する駆動力がないため、大気中への放射性物質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重大事故を第3. 6-14表に示す。

第3. 6-14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。	—

h. 小規模焼結処理装置の加熱停止機能

小規模焼結処理装置の炉殻を冷却する冷却水の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、炉殻を冷却する冷却水が供給されていれば、小規模焼結処理装置が有するプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失することはない。ただし、小規模焼結処理装置への冷却水の供給が停止している状態で、小規模焼結処理装置の加熱停止機能が喪失した場合、

小規模焼結処理装置が有するプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失し、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の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、小規模焼結処理装置で取り扱う水素ガスは、水素濃度が9vol%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、大気中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. 6-15表に示す。

第3. 6-15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
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。	—

i. 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）

本事象は設計基準事故の選定において発生の可能性との関連において抽出した異常事象である。安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設ではあるが、グローブボックス内の重量物である容器の落下防止機能が喪失して容器が落下し、落下の衝撃により

グローブボックスが損傷することにより、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が喪失することが考えられる。

容器の落下によりプルトニウムの閉じ込めの機能を喪失したとしても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する核燃料物質はグローブボックス外に漏えいしない。ただし、排気機能を有する設備が機能喪失し、かつ容器の落下によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合には、グローブボックスから工程室に核燃料物質が漏えいする。

また、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器が落下した場合、容器からグローブボックス内へMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇する事が考えられる。グローブボックス内は排気機能を有する設備により排気されることから、容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の喪失により、平常運転時を超えた大気中への多量の放射性物質の放出に至る可能性もある。

容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-16表に示す。また、容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失及び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3.6-17表に示す。

第3.6-16表 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）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
容器の落下防止機能 (安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設)	重量物である容器がグローブボックス内で落下することで、グローブボックスが破損する可能性がある。	—
容器の落下防止機能 (安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設)	グローブボックス内でMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇する。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

第3. 6-17表 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失及び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	事象進展に対する拡大防止対策	発生する可能性がある重大事故
容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）	内包する核燃料物質がグローブボックスの外に漏れいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

j. 容器の転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）

本事象は設計基準事故の選定において発生の可能性との関連において抽出した異常事象である。安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設ではあるが、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器を取り扱う機器が有する転倒防止機能が喪失した場

合、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器の転倒により、容器からグローブボックス内へMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することが考えられる。グローブボックス内は排気機能を有する設備により排気されることから、容器の転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の喪失により、平常運転時を超えた大気中への多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。

容器の転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-18表に示す。

第3.6-18表 容器の転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）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
容器の転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）	グローブボックス内でMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇する。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

② 拡大防止対策等

a. 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、発生防止対策としてのプルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備若しくは焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能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又は焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能が喪失し、事故時の排気経路の維持機能も同時に喪失した場合は、工程室内に核燃料物質が漏えいし、排気経路外から大気中に放射性物質を放出するおそれがある。

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3.6-19表に、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備若しくは焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持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3.6-20表に示す。

第3. 6-19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. 6-20表 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

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	放射性エアロゾル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	放射性エアロゾル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

b. 非常用電源の供給機能

外部電源系統からの電力の供給（以下「外部電源」という。）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

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。

非常用電源の供給機能が単独で機能を喪失しても、外部電源があれば、安全上重要な施設及び安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の発生防止対策が機能を維持するため、放射性物質の大気中への放出には至らない。

外部電源が喪失し、非常用電源の供給機能が喪失した場合は、電源を必要とする機器で構成する発生防止対策は機能を喪失する。発生防止対策としている安全上重要な施設のうち、電源を要する安全機能は、排気機能、熱的制限値の維持機能、焼結炉等内の負圧維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能である。このうち、排気機能及び焼結炉等内の負圧維持機能は、機能を喪失したとしても大気中への放出に至る駆動力がないことから、放射性物質の大気中への放出には至らない。熱的制限値の維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能が喪失した場合は、これらの機能を必要とする焼結炉等の加熱も外部電源の喪失により停止することから、焼結炉等は異常な高温となることはなくプルトニウムの閉じ込めの機能は維持されるため、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3.6-21表に示す。

第3. 6-21表 非常用電源の供給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
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。	—

c. 混合ガス中の水素濃度の維持機能

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燃料加工建屋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、放射性物質の大気中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のある重大事故を第3. 6-22表に示す。

第3. 6-22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
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。	—

d. 火災の感知・消火機能

火災の感知・消火機能として、グローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置が該当する。また、グローブボックス消火装置が起動するためには、グローブボックス排風機が起動していることが条件であることから、グローブボックス排風機についても火災の感知・消火機能の支援機能の位置づけになる。

火災の感知・消火機能が単独で機能を喪失しても、核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生していなければ、放射性物質の大气中への放出には至らない。ただし、核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生した状態で、火災の感知・消火機能が喪失していれば、火災が継続することにより、大气中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. 6-23表に、安全上重要な施設以外の安全機能を有する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. 6-24表にそれぞれ示す。

第3. 6-23表 火災の感知・消火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
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. 6-24表 安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する
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のある重大事故

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	発生する可能性のある重大事故
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安全機能を有する施設)	火災が発生し、継続する。	火災の感知及び消火機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

e. グローブボックス給気側のMOXの捕集機能

グローブボックス給気側のMOXの捕集機能として、プルトニウムの閉じ込めの機能を有するグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲が該当する。事故時においてグローブボックスから核燃料物質が工程室に漏えいするとき、グローブボックス給気側を漏えいの経路とする

ことにより、経路上の給気フィルタを通過することで漏えいする核燃料物質量を低減することができる。

グローブボックス給気側のMOXの捕集機能が単独で機能を喪失しても、排気機能が健全であれば、グローブボックスから核燃料物質が工程室に漏えいすることはないため、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、排気機能が喪失していれば、グローブボックス内の核燃料物質が給気フィルタを通過せずに工程室に漏えいするため、大気中への放射性物質の放出に至る可能性がある。

グローブボックス給気側のMOXの捕集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. 6-25表に、グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失と同時に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. 6-26表にそれぞれ示す。

第3. 6-25表 グローブボックス給気側のMOXの捕集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
グローブボックス給気側のMOXの捕集機能	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. 6-26表 グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失
と同時に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
排気機能	グローブボックス から工程室に放射 性物質が漏れいす る	グローブボ ックス給気 側のMOX の捕集機能	核燃料物質等 を閉じ込める 機能の喪失

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. 6-27表のとおり整理できる。

第3. 6-27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
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安全機能 を有する施設)	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		
	誤搬入防止機能(安全上重要な 施設以外の安全機能を有する施設)		
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
	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
	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	
	グローブボックス給気側のMOX の捕集機能	排気機能	
	容器の落下防止機能(安全上重要な 施設以外の安全機能を有する施設)		
	容器の落下防止機能又は転倒防止 機能(安全上重要な施設以外の 安全機能を有する施設)		
	火災の発生防止の機能(安全上重要な 施設以外の安全機能を有する施設)	火災の感知・ 消火機能	

※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. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定

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ごとに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。

あわせて、重大事故の発生を仮定する機器の特定の結果を、以下の方針に沿って第7表として示す。

- (1) 要因ごとに、当該安全機能が喪失する場合は「○」を、機能喪失しない場合は「－」を記載する。また、組合せにより重大事故に至る可能性のある機能喪失については、その全てが機能喪失する場合は「○」を、いずれかの機能が維持される場合は「－」を記載する。
- (2) 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、評価によって事故に至らないことを確認できれば、「△」を記載する。
- (3) 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、事象の収束手段、事象進展の早さ又は公衆への影響をそれぞれ評価し、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

×1：設計基準対象の施設で事象の収束が可能であるため設計基準として整理する事象

×2：安全機能の喪失により事象が進展するまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能であるため設計基準として整理する事象

×3：機能喪失時の公衆への影響が平常運転時と同程度であるため、設計基準として整理する事象

3. 7. 1 臨界事故

臨界事故に至る可能性がある機能喪失又はその組み合わせは以下のとおりである。

- ・「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安全機能を有する施設）」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の同時喪失
- ・「単一ユニット間の距離の維持機能」の喪失
- ・「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 7. 1. 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安全機能を有する施設）」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の同時喪失

「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安全機能を有する施設）」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。

(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。

また、核的制限値（寸法）の維持機能が喪失し、核燃料物質の搬送機能が喪失しなかった場合を想定しても、地震が発生した場合は工程を停止することから核燃料物質の搬送が停止し、各設備における核燃料物質に変動は起こらないため、臨界事故は発生しない（×－1）。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「核的制限値（寸法）の維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない（－）。

3. 7. 1. 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。

このため、貯蔵施設については、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上限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（△）。

【補足説明資料 3-19】

(2) 動的機器の多重故障の場合

「単一ユニット間の距離の維持機能」を構成する機器は静的機器であるため，機能を喪失しない。

3. 7. 1. 3 「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失

「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」が喪失した状態で核燃料物質が搬送された場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱することにより、臨界事故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機器の誤搬入防止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。

また、核燃料物質の搬送機能が喪失しなかったとしても、地震が発生した場合は工程を停止することから核燃料物質の搬送が停止し、各設備における核燃料物質質量に変動は起こらないため、臨界事故は発生しない（×-1）。

(2) 動的機器の多重故障の場合

誤搬入防止機能を有する機器が多重故障により機能喪失する可能性がある。しかし、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）は、ID番号読取機による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、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに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。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を

喪失することは想定されないことから、核燃料物質が誤搬入されることはなく、臨界事故は発生しない。

3. 7. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある機能喪失又はその組み合わせは以下のとおりである。

- ・「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
- ・「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
- ・「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」及び「事故時の排気経路の維持機能」の同時喪失
- ・「排気経路の維持機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「MOXの捕集・浄化機能」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」の同時喪失
- ・「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失
- ・「容器の落下防止機能又は転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失
- ・「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」及び「火災の感知・消火機能」の同時喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 7. 2. 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ているグローブボックスは地震により損傷等しないが、それ以外の「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等については破損が想定されるとともに、動的機器である「排気機能」も喪失する。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ではない安全上重要な施設とするグローブボックス等は損傷等する可能性はあるが、これらのグローブボックス等は耐震重要度分類がSクラスであるため地震によりグローブボックスの倒壊又はグローブボックスのパネルの脱落はないため、大規模に損壊することは想定しにくく、グローブボックスから工程室への核燃料物質の漏えいは限定的である。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の機器は地下階に設置すること、グローブボックス等内で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の状態を取り扱うが、グリーンペレット及びペレットの状態は容易に気相へは移行せず、粉末の形態であって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。このため、「プルトニウムの閉じ込めの機能」及び「排気機能」が喪失し、

グローブボックス等からMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても、駆動力がないため放射性物質の大気中への放出には至らない(一)。

なお、地震により「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる大気中への放出経路となり平常運転時と同じ放出経路とであること、平常運転時の公衆への影響評価は、ウラン粉末を1 mの高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出していること、グローブボックスが破損したとしてもMOX粉末に駆動力は生じないことから、「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失してMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても、駆動力の有無の観点からも大気中への多量の放射性物質の放出には至らないため、公衆への影響は平常運転時と同程度であるといえる。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

3. 7. 2. 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エアロゾル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。しかし, MOX燃料加工施設の特徴として, 「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等の機器は地下階に設置すること, グローブボックス等内で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の状態を取り扱うが, グリーンペレット及びペレットの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。このため, 「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」が喪失し, グローブボッ

クス等からMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても、駆動力がないため大気中への放出には至らない。

なお、地震により「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる大気中への放出経路となり平常運転時と同じ放出経路となることから、公衆への影響は平常運転時と同程度であるといえる。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「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」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

3. 7. 2. 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、室内に放射性エアロゾル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グローブボックス排風機を含む送排風機を停止することから、大気中への放射性物質の放出には至らない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「排気経路の維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

3. 7. 2. 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エアロゾル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エアロゾル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グローブボックス排風機を含む送排風機を停止すること並びに駆動力を有する事象が発生しないことから、大気中への放射性物質の放出には至らない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「MOXの捕集・浄化機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

3. 7. 2. 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。このため、「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」が喪失したとしても、放射性物質の大気中への放出には至らない。

なお、地震により「排気機能」が喪失しなかった場合、「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」が喪失しているが、焼結炉等内に存在する核燃料物質は安定な形態であるグリーンペレット又はペレットであるため、核燃料物質が焼結炉等外に漏えいすることはない。

(2) 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. 7. 2. 6 「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び 「排気機能」の喪失

「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により、排気機能喪失時に核燃料物質が工程室へ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「グローブボックス給気側のMOXの維持機能」及び「排気機能」が喪失するが、MOX燃料加工施設の特徴として、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等の機器は地下階に設置すること、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、グローブボックス等内で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の状態を取り扱うが、グリーンペレット及びペレットの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。このため、「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び「排気機能」が喪失したとしても、駆動力がないため放射性物質の大気中への放出には至らない。

なお、地震により「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる大気中への放出経路となり平常運転時と同じ放出経路となることから、公衆への影響は平常運転時と同程度であるといえる。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「グローブボックス給気側のMOXの維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

3. 7. 2. 7 「容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失

「容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失により容器が落下してグローブボックスが破損し、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

グローブボックス内に設置する基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない機器の容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が喪失することが考えられるが、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス自体は静的機器であること、グローブボックスの損傷を防止するための動的機器として、安全上重要な施設はないため、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である、グローブボックス内で重量物である容器を取り扱う動的機器が多重故障により、容器の落下防止機能を喪失することを想定する。

容器を取り扱う動的機器が多重故障により落下防止機能を喪失し、

容器が落下した場合、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

3. 7. 2. 8 「容器の落下防止機能，転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失

「容器の落下防止機能，転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失により容器が落下又は転倒し，グローブボックス内にMOX粉末が飛散することにより，グローブボックス内の放射性物質の濃度が上昇し，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ではない動的機器のグローブボックス内の容器の落下防止機能及び転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が喪失し，容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが考えられる。しかしながら，平常運転時の放射性物質の年間放出量は，核燃料物質の気相中への移行率としてウラン粉末を1mの高さから落下させた際のエアロゾル生成割合である 7×10^{-5} を使用して算出している。

このため，グローブボックス内で容器の落下又は転倒によりMOX粉末が飛散したとしても，平常運転時と同等の放出量であることから，事故の発生は想定されない。したがって，公衆への影響が平常運転時と同程度であるため，設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

【補足説明資料3-27】

(2) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内で容器が転倒又はグローブボックス内で容器を取り扱う機器に安全上重要な施設はないことから、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である、グローブボックス内で容器を取り扱う動的機器が多重故障により、容器の落下防止機能又は転倒防止機能を喪失することを想定する。

容器を取り扱う動的機器が多重故障により落下防止機能又は転倒防止機能を喪失し、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散したとしても、上記(1)と同様に、公衆への影響が平常運転時と同程度であるため、設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

3. 7. 2. 9 「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」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安全機能を有する施設）」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。

なお、大気中への放射性物質の放出に至る規模の火災を想定することから、露出した状態でMOX粉末を露出した状態で取り扱い、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックスを対象とする。

(1) 地震の場合

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないことなどの発生防止を講じていることから、地震による複数の動的機器の故障を想定しても、基準地震動の1.2倍の地震力を考慮した際に機能維持できる設計とする静的機器（グローブボックスの支持構造、火災源である潤滑油を内包する機器等）により、火災が発生する条件が成立しない。また、火災が発生するためには窒素循環設備の系統が破損した状態でグローブボックス排風機の運転の継続によりグローブボックス内が窒素雰囲気から空気に置換されるとともに、潤滑油の温度上昇及び着火源となるスパークの発生には動力電源等の給電が必要であり、このためには偶発的な事象が同時に発生することが必要であるため、火災が発生することは想定できない。

しかしながら、技術的な想定を超えて、設計基準事故で想定した

機能喪失である火災の発生を想定する。また、「火災の感知・消火機能」は動的機器であることから、地震により機能を喪失する。

以上より、地震の発生に伴い火災が発生し、「火災の感知・消火機能」が喪失することにより発生した火災が継続し、火災による駆動力により、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

大気中への放射性物質の放出の経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックスからグローブボックス給気系又はグローブボックスのパネルの隙間等を経由して工程室に漏えいし、工程室排気設備を経由する経路が想定される。

(2) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないことなどの発生防止を講じており、動的機器の多重故障を想定しても、静的機器の機能が維持されること、火災が発生するためには窒素循環設備の系統が破損した状態でグローブボックス排風機の運転の継続によりグローブボックス内が窒素雰囲気から空気に置換されるとともに、潤滑油の温度上昇及び着火源となるスパークの発生には動力電源等の給電が必要であり、このためには偶発的な事象が同時に発生することが必要であるため、火災が発生することは想定できない。

しかしながら、技術的想な想定を超えて、設計基準事故で想定した機能喪失である火災の発生と拡大防止対策の動的機器の単一故障に加え、動的機器の多重故障として、「火災の感知・消火機能」が同時に機能喪失することにより、火災が継続し、火災による駆動力により、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

「火災の感知・消火機能」は、グローブボックス温度監視装置が火災を感知し、その情報がグローブボックス消火装置へと伝送され、グローブボックス消火装置から火災が発生したグローブボックスへと消火ガスを放出する、という一連の機能である。多重故障の対象としては、グローブボックス温度監視装置の機能喪失、グローブボックス消火装置の機能喪失が考えられる。また、グローブボックス消火装置の起動条件として、グローブボックス排風機が起動していることが条件であることから、グローブボックス排風機の機能喪失も対象となる。なお、これらの機器は、全交流電源の喪失が発生した場合、すべてが機能を喪失する。このため、全交流電源の喪失と、グローブボックス内の火災が同時に発生した場合も、同様に火災が継続し、大気中へ多量の放射性物質の放出に至る。

大気中への放射性物質の放出の経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックス給気系を經由して工程室に漏えいし、工程室排気設備を經由する経路が想定される。

3. 8 重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件による重大事故の発生を仮定する機器の特定

これまでの整理の結果、重大事故の発生を仮定する際の条件においては「臨界事故」については、重大事故の発生を仮定する機器は特定されないが、他の施設における過去の発生実績や事故発生時に考えられる影響とそれらの対処を踏まえて、以下に示すとおり重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件を定めて事故の発生を評価する。

臨界事故は気体状の放射性物質及び放射性エアロゾルが発生し、大気中への放射性物質の放出量が増加す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ことを踏まえ、以下の考え方に基づき重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件を定めて重大事故の発生を評価する。

「3. 7. 1 臨界事故」に示すとおり、地震の場合は、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静的機器は機能喪失するものの、工程も停止し核燃料物質の移動も行われなことから重大事故に至らない。

動的機器の多重故障の場合、臨界を防止する設備として安全上重要な施設の動的機器はなく、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設として誤搬入防止機能を有する機器の機能の喪失を想定しても、誤搬入防止機能は秤量器、ID番号読取機、運転管理用計算機、臨界管理用計算機及び誤搬入防止シャッタと複数の機器で構成されており、これらが全て機能を喪失することは想定されないことから、重大事故に至らない。

設計基準事故の選定においては、発生防止対策である誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の単一故障では核燃料物質の誤搬入が発生しないことから、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）を構成する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る。

重大事故の発生を仮定する際の条件下においても、上記のとおり臨界事故の発生は想定されない。また、関連性認められない複数の機器が同時に機能を喪失することは想定しにくい。しかし、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮し、内的事象により複数の異常が同時に発生し、かつ、それらを検知して核燃料物質の移動を停止するための手段が機能しない状況に至るような重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件として、複数の動的機器の多重故障及び多重誤作動並びに運転員の多重誤操作により多量の核燃料物質が集積することを想定し、臨界事故の発生の可能性を評価する。

このため、設計基準事故の選定で想定した、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の全てが喪失した状態が継続し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員の誤操作が複数回続けて起こるという重ね合わせにより、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、核燃料物質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0.95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。

本検討を全ての安全上重要な施設のグローブボックスを対象に評価を行った結果、最も少ない設備で25回の多重の故障、誤操作の発生による誤搬入を行っても臨界の発生は想定できない。

また、上記の多重の故障、誤操作による繰り返しの誤搬入に要する時間は13時間であるが、MOX燃料加工施設においては、臨界安全管理のための確認とは異なる以下の確認手段によって、核燃料物質が未臨界質量を超えて集積するよりも前に、異常な集積を検知でき、工程を停止する等の措置を講ずることができる。この確認手段は、臨界安全管理のための確認手段とは原理が異なり、多様性を有していることから、信頼性が高く、異常な集積が継続することによる臨界事故の発生は考えられない。

(1) エリアモニタによる線量当量率の上昇検知

核燃料物質を取り扱うグローブボックスが設置される室には、ガンマ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタが設置されており、測定値である線量当量率については連続的に中央監視室において指示及び記録されるため、測定値の変動を確認することができる。また、あらかじめ設定した値を超えた場合には警報を発する設計としている。

工程室のエリアモニタ付近の空間線量率は平常時で数から数十 μ

Sv/h を想定している。また、万一、未臨界質量まで核燃料物質が異常に集積した場合は、約 $500 \mu\text{Sv/h}$ から約 2mSv/h と想定している。

これを踏まえて警報設定値は、平常時に想定される放射線レベルの変動を考慮した上で、未臨界質量の核燃料物質が集積した状態における放射線レベルより低く設定する方針である。

このため、エリアモニタが警報を発した場合は、設備の状態確認を開始することができ、核燃料物質の異常な集積の有無を確認し、異常な集積が生じている場合には、工程を停止する等の措置を講ずることができることから、臨界事故は発生しない。

これらの対応は、保安規定に基づく下位規定に定める。

(2) 目視による異常な集積の有無の確認

核燃料物質が平常運転時の取扱量を超えて異常に集積することを想定した場合、核燃料物質は容器から溢れ、グローブボックス内に一部が漏えいしていることが想定される。

MOX燃料加工施設においては、設備の健全性を確認するために、定められた頻度で運転員により設備の状態を目視により確認することとしており、仮に平常運転時の取扱量を超えて集積が発生している場合には、目視により異常を検知できる。確認の頻度の具体は保安規定に基づく下位規定に定める。

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】

令和2年8月11日 R7

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。

有効性評価は、「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」において特定された重大事故ごとに、同じ種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理した上で実施し、各重大事故等の事故影響を明らかにする。また、各重大事故等の事故影響が他の安全機能へ及ぼす影響を連鎖として評価する。

5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

「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」では、フォールトツリー分析により、各機能喪失の要因となっている事象ごとに機能喪失の範囲が整理されている。

有効性評価を実施する代表事例は、「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上記情報を基に、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選定する。

拡大防止対策の有効性を確認するため、重大事故等のそれぞれについて有効性を確認するため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又はパラメータの推移とする。

これらの有効性を確認するための評価項目は、重大事故等の同時発生又は連鎖を想定する場合であっても変わらない。ただし、大気中への放射性物質の放出量に関する有効性については、重大事故等の同時発生又は連鎖を仮定する重大事故等による大気中への放射性物質の放出量を合算した上で評価を実施する。

5. 2 評価に当たって考慮する事項

有効性評価では、共通して以下の事項を考慮する。

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、「5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定」において選定した代表事例にて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

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、安全機能の機能喪失の要因となる事象によって異なり、事象の特徴を踏まえて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想定する。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想定する。

(2) 内的事象における想定

安全系監視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、安全系監視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想定する。

ただし、判断に用いる指示情報が安全系監視制御盤等に集約されており、事故の発生を直ちに判断できる場合においては、上記の設定によらず、操作可能な時間を設定する。

(3) 外的事象及び内的事象に共通する想定

重大事故等への対処のために実施する操作及び作業の所要時間は、MOX燃料加工施設の配置及び設備の構造に加え、机上評価等の実績に基づき想定する。

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」に整理される自然現象の組み合わせを基に、設計基準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と考えられることから、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、事態が収束するまでの期間を対象として実施する。

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 評価の条件設定の考え方

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。この際、評価の条件の不確かさによって、有効性評価の評価項目に対する安全余裕が小さくなる可能性がある場合は、影響評価において感度解析を行うことに設定する。

5. 4. 2 共通的な条件

有効性評価に必要な共通的な条件として、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の上限値に基づき、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

(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、吸入による被ばく及びセシウム-137 換算による放出量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の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 (%)
プルトニウム-238	3.8
プルトニウム-239	55.6
プルトニウム-240	27.3
プルトニウム-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) 火災影響を受けるMOX粉末量

火災影響を受けるMOX粉末量は、各グローブボックスで取り扱う粉末容器の運転管理の上限値を適用する。グローブボックス内で同時に複数の粉末容器を取り扱う可能性のあるグローブボックスについては、同時に取り扱う粉末容器の個数を考慮する。火災の影響を受けることを想定するMOX粉末量を第5. 4. 2-3表に示す。

第5. 4. 2-3表 火災影響を受けるMOX粉末量

グローブボックス 名称	火災影響を受けるMOX粉末量 ^{※1}			
	グローブボックス で同時に取り扱う 可能性がある容器	容器内 MOX重量 (kg・MOX)	容器内 プルトニウム 富化度 (%)	容器内 プルトニウム 重量 (kg・Pu)
予備混合装置 グローブボックス	J60	65	33	18.9
均一化混合装置 グローブボックス	J85	90	18	14.3
造粒装置 グローブボックス	J85	90	18	14.3
回収粉末処理・ 混合装置 グローブボックス ^{※2}	J60	65	33	18.9
	J85	90	18	14.3
添加剤混合装置A グローブボックス	J85	90	18	14.3
プレス装置A (プレス部) グローブボックス	J85	90	18	14.3
添加剤混合装置B グローブボックス	J85	90	18	14.3
プレス装置B (プレス部) グローブボックス	J85	90	18	14.3

※1：グローブボックス内で取り扱う放射性物質のうち、火災影響を受ける放射性物質質量として、開口部がある粉末容器中のMOX粉末を想定する。

※2：回収粉末処理・混合装置グローブボックスはJ60とJ85を同時に取り扱う可能性があるため、火災影響を受けるMOX粉末量として考慮する。

- (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】

② グローブボックス排気設備等の流路

流動がある場合のエアロゾルは、配管曲がり部等への慣性沈着の効果が見込めるため、グローブボックス及びグローブボックス排気設備のダクトを含む流路全体で、除染係数を 10 と設定する。

また、工程室を経由する放出も同様に、工程室及び工程室排気設備のダクトを含む流路全体で除染係数を 10 と設定する。

(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 への換算係数は、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、プルトニウム等の一部の核種は、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。

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又はパラメータの推移を評価する。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、評価および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 評価の条件の不確かさの影響評価方針

評価の条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操

作時間に与える影響及び評価項目に与える影響を確認し、それらの影響を踏まえても拡大防止対策の実現性に問題なく、評価項目を満足することを確認する。不確かさの影響確認は、評価項目に対する安全余裕が小さくなる場合に感度解析を行う。

評価の条件のうち、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、運転員等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、評価の条件である操作の条件の不確かさについては、重大事故等の同時発生の可能性を考慮した上で、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」に起因して生じる運転員等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、運転員等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。

5. 7 重大事故等の同時発生又は連鎖

5. 7. 1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

重大事故の発生の前提となるMOX粉末の状態又は重大事故発生後のMOX粉末の状態を基に、起因となる重大事故等の事象進展，事故規模を分析し、顕在化する環境条件の変化を、起因となる重大事故等が発生している機器ごとに特定する。

(1) 温度

火災の発生によるグローブボックス内温度上昇に伴う熱影響を分析する。また、グローブボックスからの熱伝導による工程室温度上昇に伴う熱影響を分析する。

(2) 圧力

火災の発生によるグローブボックス内雰囲気気体の体積膨張に伴う応力の影響を分析する。また、グローブボックスからの熱伝達による工程室体積膨張に伴う応力の影響を分析する。

(3) 湿度

当該環境にさらされる機器の材質との関係から、脆化等が発生し得るかを分析する。

(4) 放射線

当該環境にさらされる機器の材質との関係から、脆化等が発生し得るかを分析する。

(5) 物質（水素，蒸気，ばい煙，放射性物質及びその他）

及びエネルギーの発生

新たな物質又はエネルギーの発生による物質の状態変化及び各種安全機能の容量又は安全機能を有する設備の構造的な健全性への影響を分析する。

水素等の可燃性物質の化学反応の発生可能性を除外できない場合は、水素等の可燃性物質の化学反応の発生を想定し、「温度」及び「圧力」と同じ観点での影響を分析する。

蒸気，ばい煙及び放射性物質の発生は、当該環境にさらされる機器の材質，機器が有する機能との関係から脆

化等が発生し得るかを分析する。

また，物質の発生及びエネルギーの発生が，安全機能が有する容量に与える影響を分析する。

(6) 落下又は転倒による荷重

落下又は転倒物の衝突及び衝突に伴い発生する荷重の影響を分析する。

(7) 腐食環境

腐食性物質の発生等，当該環境にさらされる機器の材質，機器が有する機能との関係から腐食等が発生し得るかを分析する。

5. 7. 2 重大事故等の同時発生

「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」の結果を基に，同じ種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理する。また，各安全機能の機能喪失の要因となる事象がもたらす機能喪失の範囲に基づき，異なる種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理する。

同じ種類の重大事故等の同時発生は，複数の機器において重大事故等が同時発生することを前提として有効性評価を行う。

異なる種類の重大事故等の同時発生は，「5. 7. 1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析」における分析結果を基に，異なる種類の事故影響が相互に与える影響を明らかにする。

明らかにした相互影響を基に，互いの重大事故等対策の容量不足等が生じるか否かを整理し，重大事故等対策を阻害する可能性がある場合には，追加対策等の有効性を再評価する。

また，異なる種類の重大事故等の同時発生がある場合は，重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処として，大気中への放射性物質の放出量を評価する。

5. 7. 3 重大事故等の連鎖

5. 7. 3. 1 重大事故等の連鎖の整理の考え方

連鎖して発生する重大事故等の整理は，重大事故の発生の前提となるMOX粉末の状態又は重大事故発生後のMOX粉末の状態を基に，起因となる重大事故等の事象進展，事故規模を分析し，事故影響によって顕在化する環境条件の変化を明らかにした上で，自らのグローブボックスに講じられている安全機能への影響，自らのグローブボックスに講じられている安全機能に因らず，MOX粉末の状態及び環境条件によってさらに事故が進展する可能性及び他の安全機能への影響を分析し，その他の重大事故等が連鎖して発生するかを明らかにする。

5. 7. 3. 2 重大事故等の連鎖に係る検討方針

連鎖して発生する重大事故等の特定は，以下の流れに沿って実施する。

(1) 起因となる重大事故等の抽出

起因となる重大事故等は，「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」で抽出された重大事故等を対象に検討を行う。

(2) 事故進展により自らのグローブボックスにおいて発生する重大事故等の特定

「5. 7. 1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析」において明らかにしたMOX粉末の状態及び環境条件によって，自らのグローブボックスに講じられている安全機能が構造的によって機能喪失し，その他の重大事故等が連鎖して発生するかを分析する。また，自らのグローブボックスに講じられている安全機能に因らず，重大事故の発生の前提又は重大事故発生後のMOX粉末の組成等の状態によって，自らのグローブボックスにおいて事故がさらに進展し，その他の重大事故等が連鎖して発生するかを分析する。

(3) 重大事故等が発生したグローブボックス以外への安全機能への影響及び連鎖して発生する重大事故等の特定

「5. 7. 1 重大事故等の事象進展，事故規模の分析」において明らかにしたMOX粉末の状態及び環境条件が及ぶ範囲を特定し，環境条件が及ぶ範囲にある安全機能が構造的に機能喪失し，その他の重大事故等が連鎖して発生するかを分析する。

5. 8 必要な要員及び資源の評価方針

重大事故等への対処に必要な要員及び資源の評価においては、重大事故の発生を仮定する際の条件をもたらず要因ごとに、同時に又は連鎖して発生することを仮定する重大事故等が全て同時に又は連鎖して発生することを仮定して評価を行う。

資源は、重大事故が同時に又は連鎖して発生することを想定しても、重大事故に至るおそれがある事故が発生してから7日間は外部支援がないものとして、MOX燃料加工施設単独で措置を継続して実施できることを確認する。

また、内的事象でのみ発生を仮定する重大事故等がある場合については、単独で発生することを仮定し、個別に評価を行う。

5. 8. 1 必要な要員

MOX燃料加工施設として、評価項目を満たすために必要な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) 水源

MOX燃料加工施設として、重大事故等への対処に使用する水の流量及び使用開始時間から、敷地外水源からの取水までに使用する水量を算出することにより、再処理施設との供用を踏まえても、敷地内水源が枯渇しないことを評価する。

(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、再処理施設と共用することを踏まえても、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。

(3) 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。

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) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の特徴

MOX燃料加工施設において、非密封のMOX粉末はグローブボックス内で取り扱われており、グローブボックス内は窒素雰囲気とすること、潤滑油を機器に収納すること、着火源を排除すること等の火災の発生防止対策を講じている。また、火災源となりうる潤滑油を内包する機器を有し、非密封のMOX粉末を取り扱うグローブボックスは、燃料加工建屋の地下3階に設置する設計である。

非密封の核燃料物質等を取り扱うグローブボックス及びグローブボックスが設置される工程室及び工程室を取り囲む建屋はそれぞれグローブボックス排気設備、工程室排気設備、建屋排気設備により換気され、それぞれ内側の圧力が低くなるよう設計している。

何らかの要因によってグローブボックス内で火災が発生し、静置された状態のMOX粉末が火災の影響を受け、放射性エアロゾルとして気相中に移行する。

火災の継続によりMOX粉末の気相中への移行が継続し、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張によって、地下3階から地上階までMOX粉末が上昇する駆動力が生じ、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中へ放出する状態に至る。

グローブボックスから大気中へ繋がる経路としては、グローブボックス排気系のほか、グローブボックスからグローブボッ

クス給気系やグローブボックスパネルの隙間等から、火災の発生を想定するグローブボックスが設置される工程室（以下、「工程室」という。）に漏えいした後に、工程室排気系、工程室給気系及び工程室の扉を介する経路が考えられる。

グローブボックス内の火災による上昇気流により気相中に移行した放射性エアロゾルは、グローブボックス排気設備が運転継続している場合は、当該設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中に放出する状態に至る。グローブボックス排気設備が機能喪失している場合は、火災によるグローブボックス内の空気の体積膨張によりグローブボックス内の負圧が維持できなくなるため、グローブボックス給気系、グローブボックスパネルの隙間等から工程室に放射性エアロゾルが漏えいし、グローブボックス排気設備よりもフィルタ段数が少ない工程室排気設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を大気中へ放出する状態に至る。

火災源となる潤滑油の量、グローブボックスの設置箇所が燃料加工建屋の地下3階であること、工程室給気系には逆流を防止する逆止ダンパが設置されていること及び工程室の扉に生ずる隙間から仮に漏えいした場合においても、放射性エアロゾルは地下3階の廊下の空間で冷却されることにより、地上階まで上昇する駆動力が失われることを踏まえると、工程室に漏えいした放射性エアロゾルは、工程室排気系以外の経路から大気中へ移行することはない。

また、工程室に漏えいした放射性エアロゾルの一部は、工程

室の床面等に沈降することが考えられる。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、MOX粉末を露出した状態で取り扱い、潤滑油を有する機器を設置する8基のグローブボックスで発生する。

【補足説明資料6－1】

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失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核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策を整備する。

設計基準対象の施設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は、重大事故等の発生防止対策として、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持するために全工程停止を実施するとともに、グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するための全送排風機の停止（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及び空調を行う設備の停止）及び火災源を有する機器の動力電源遮断により、火災の発生を未然に防止する。

また、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有してい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。）で火災が継続した場合、MOX粉末が気相中へ移行し、グローブボックス内に飛散又は工程室へ漏えいする状態が継続することから、重大事故の拡大防止対策として、火災を消火する対策を整備する。

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内に飛散又は工程室に漏えいした放射性エアロゾルは、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇及びグローブボックスからの熱伝導による工程室内空気の温度上昇によって生ずる体積膨張に

よる駆動力によって大気中に放出されることから、これを防止するため、排気経路上のダンパ閉止により、放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める対策を整備する。また、ダンパ閉止までの間にグローブボックス排気系又は工程室排気系を経由して放出される放射性エアロゾルについては、排気経路上の高性能エアフィルタで低減する。

火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、飛散又は漏えいした放射性エアロゾルを排気経路上のダンパ閉止により燃料加工建屋内に閉じ込めることにより、事態を収束させ、放射性物質が大気中へ放出されるおそれがない状態を維持する。

ただし、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と、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいしている可能性がある。このため、工程室に漏えいしたMOX粉末を回収する対策を整備する。

また、回収作業を実施する際に作業環境を確保するため、工程室内の気流の確保が必要であるため、代替グローブボックス排気設備による閉じ込める機能を回復する対策を整備する。

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 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生防止対策

設計基準対象の施設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は、発生防止対策としてMOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持することで火災の影響を受けるMOX粉末を限定するため、地上1階の中央監視室で全工程停止を行うとともに、グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するために全送排風機を停止する。また、着火の原因となる潤滑油の温度上昇やスパークの発生を防止するため、火災源を有する機器の動力電源の状態を確認し、電源がある場合には火災源を有する機器の動力電源の遮断を行う。

本対策は、設計基準対象の施設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ことを認知した場合、直ちに実施する。

設計基準対象の施設の消火機能の一部であるグローブボックス排風機の多重故障による消火機能の機能喪失を確認した場合には、連動して停止する設計としている工程室排風機も含めて設備が停止していることを確認するとともに、大気中への放射性物質の放出を防止する観点で、上述の対策に加えて、発生防止対策として、グローブボックス排気設備及び工程室排気設備の流路を遮断するため、経路上のダンパを閉止する。

本対策により、火災が発生する条件の成立を防止し、重大事故への進展を未然に防止する。

なお、地震の発生により、グローブボックスの負圧異常、酸素濃度異常に係る警報を確認した場合には、異常時の対応手順に従い、全送排風機停止、全工程停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断を行うことにより、燃焼の3要素が成立するこ

とを防止し、重大事故への進展を未然に防止する。

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

a. 核燃料物質等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

設計基準対象の施設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機能喪失している状態において、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した場合には、消火ができない状態が継続することから、代替火災感知設備による確認を実施する。火災が発生していると判断した場合は、火災による上昇気流によりMOX粉末が気相中へ移行することを防止し、グローブボックスが設置されている地下3階から地上階へ放射性エアロゾルを上昇させる駆動力である体積膨張の原因となる温度上昇を止めるため、地上1階の中央監視室近傍からの代替消火設備の遠隔操作により、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て消火剤を放出し、火災を消火する。

b. 放射性物質の放出を抑制するための対策

火災の影響により気相中に移行した放射性エアロゾルは、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張を駆動力として、グローブボックスが設置されている地下3階から地上階まで上昇し、大気中への放出に至るが、放出防止設備である高性能エアフィルタにより放射性エアロゾルを除去する

ことで、大気中へ放出される放射性物質を低減する。

消火により、グローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張といった駆動力は失われ、大気中への放出は停止するもの
の、大気中への排気経路が繋がった状態であることから、これ
を遮断するため、放出防止設備であるグローブボックス排気系
及び工程室排気系の経路上に設置するダンパを閉止する。当該
ダンパ閉止後、排風機の下流側ダクトの風速を測定し、有意な
風速がないことを確認することにより、大気中へ繋がる排気経
路の遮断を確認する。

c. 核燃料物質等を回収するための対策

火災の消火及び経路上のダンパ閉止後、工程室に漏えいした
MOX粉末を回収する。

これらは、閉じ込める機能の回復により作業環境を確保し、
気相中に移行した放射性エアロゾルが十分沈降していることを
確認した後に実施する。

d. 閉じ込める機能を回復するための対策

核燃料物質等を回収するための作業環境を確保するためには
工程室内の気流の確保が必要であるため、回収作業の実施前に
閉じ込める機能の回復を実施する。

閉じ込める機能の回復は、設計基準対象の施設であるグロー
ブボックス排風機の復旧を前提とするが、万一、グローブボッ
クス排風機の復旧ができない場合に備えて代替グローブボッ
クス排気設備を整備する。

この際、排気中の放射性物質濃度を測定し、異常があった場合は作業を中断する。

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

6. 1. 1. 1. 1 核燃料物質等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の火災源近傍に設置された火災状況確認用温度計を可搬型グローブボックス温度表示端末に接続することにより、温度を確認する。常設の火災状況確認用温度表示装置が機能を維持している場合は、これにより温度を確認する。

温度の確認により火災と判断した場合には、地下3階廊下に設置された遠隔消火装置の起動操作を中央監視室近傍にて実施し、消火剤を火災源に対して放出することにより火災を消火する。

消火剤の放出後は、火災状況確認用温度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置により温度監視を継続し、消火の成功を判断する。

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-1図から第6-2図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-11図に、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6-15図及び第6-16図に示す。

(1) 火災の消火の着手判断

設計基準対象の施設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の機能喪失を確認した場合、MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するため手順に着手し、以下の（２）に移行する。

(2) 火災状況確認の準備

中央監視室にある火災状況確認用温度計に接続された火災状況確認用温度表示装置の健全性を確認する。

火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、中央監視室にある火災状況確認用温度計に、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続する。

(3) 火災の判断及び消火の実施判断

火災状況確認用温度表示装置により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認する。グローブボックス内温度の設計上の上限値である 40℃に対し、グローブボックス内の換気が停止した場合における機器及び粉末容器内のプラトニウムの崩壊熱を考慮し、火災源近傍の温度指示値が 60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、直ちに火災の消火を判断し、以下の（４）へ移行する。

火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認し、上記と同様に火災源近傍の温度指示値が 60℃以上の場合に火災が発生していると判

断し，直ちに火災の消火を判断し，以下の(4)へ移行する。

火災の判断及び消火の実施判断のために必要な監視項目は，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温度である。

(4) 火災の消火の実施

中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤の手動操作により，火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物）を放出できない場合は，中央監視室近傍に設置する遠隔消火装置の弁の手動操作により，火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物）を放出する。

(5) 火災の消火の成否判断

火災状況確認用温度表示装置により，火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が 60℃未満であり，安定していることを確認し，グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。

火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は，可搬型グローブボックス温度表示端末により，火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が 60℃未満であり，安定していることを確認し，グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。

消火を判断するために必要な監視項目は，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温度である。

また，火災の消火後は，重大事故の発生を仮定するグローブ

ボックス内の温度状況の監視を継続する。

6. 1. 1. 1. 2 放射性物質の放出を抑制するための対策

火災の消火により，放射性物質の大気中への放出は停止するが，グローブボックス排気系は大気中と繋がった状態であることを踏まえ，大気中への排気経路を遮断するためにグローブボックス排風機入口手動ダンパを現場手動で閉止し，中央監視室の操作盤が健全な場合は，グローブボックス排気閉止ダンパを遠隔で閉止する。

また，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の気相中に移行した放射性エアロゾルは，グローブボックスに接続されたグローブボックス給気系又はグローブボックスパネルの隙間から工程室内に漏えいする可能性がある。工程室排気系は大気中と繋がった状態であることを踏まえ，大気中への排気経路を遮断するために工程室排風機入口手動ダンパを閉止し，中央監視室の操作盤が健全な場合は，工程室排気閉止ダンパを遠隔で閉止する。

排気経路上のダンパ閉止後は，これらの下流側に可搬型ダンパ出口風速計を設置し，有意な風速がないことを確認することにより，排気経路の遮断を確認する。

火災の消火により新たに気相中へ放射性エアロゾルが移行することを防止し，排気経路上のダンパ閉止によりグローブボックス内に飛散又は工程室に漏えいした放射性エアロゾル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，火災の影響によりグローブボックス排気系又は工程室排気系の排気経路を經由して大気中に放出される放射性エアロゾルは，グローブボックス排気系又は工程室排気系の排気経路上の高性能エアフィルタにより除去すること

で、大気中への放射性物質の放出を低減する。

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-3図及び第4-4図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-12図に、対策における手順及び設備の関係を第6-4表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-15図及び第6-16図に示す。

(1) 燃料加工建屋外への排気経路の閉止の着手判断

設計基準対象施設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の喪失を確認した場合、放射性物質の放出を抑制するための手順に着手し、以下の(2)に移行する。

(2) 燃料加工建屋外への排気経路の閉止の実施判断

中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤が健全である場合、全送排風機の停止を確認後に、グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。

中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。

(3) 燃料加工建屋外への排気経路の閉止の実施

中央監視室から遠隔閉止操作によりグローブボックス排気閉

止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパを閉止し、排気経路を閉止する。

中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、排風機室から手動閉止操作により、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施し、排気経路を閉止する。

(4) 燃料加工建屋外への排気経路の閉止の成否判断

可搬型ダンパ出口風速計をグローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに接続する。

可搬型ダンパ出口風速計により、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクト内に有意な風速がないことを確認することにより、燃料加工建屋外への排気経路が閉止されていると判断する。

排気経路の遮断に成功したことを判断するために必要な監視項目は、グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトのダンパ出口風速である。

また、排気経路の閉止後は、ダクト内の風速の監視を継続する。

6. 1. 1. 1. 3 核燃料物質等を回収するための対策

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た場合、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して、放射性エアロゾルが工程室に漏えいする可能性がある。このため、工程室に漏えいし、沈降したMOX粉末を回収する。

また、回収作業の一環として、回収作業を実施するための作業環境を確保するために回復に係る作業を実施する。回復作業に係る対策等について、「6. 1. 1. 1. 4 閉じ込める機能を回復するための対策」に示す。

火災の消火により新たに気相中へMOX粉末が移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾル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、MOX粉末を大気中へ放出する駆動力がなく、大気中へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。このため、回収作業については、対策開始までの時間制約を設けず、気相中に移行した放射性エアロゾルが十分沈降したことの確認の後に実施する。

なお、工程室に放射性エアロゾルが漏えいした場合、放射性エアロゾルが床面に沈降するまでには4時間～24時間を要すると想定されることから、これらの沈降に要する時間経過を回収作業開始の目安とする。

気相中の放射性物質濃度の確認は、可搬型ダストサンプラにより工程室内の空気をサンプリングし、アルファ・ベータ線用サーベイメータによる測定で確認する。

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-5図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-13図に、対策における手順及び設備の関係を第6-5表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-17図に示す。

【補足説明資料6-11】

(1) 核燃料物質等の回収の着手判断

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火及び燃料加工建屋外への放出経路の閉止するための対策が完了し、時間経過により放射性エアロゾルが十分沈降したと推定される場合に、核燃料物質等の回収の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。

(2) 放射性エアロゾルの沈降状況の確認

可搬型ダストサンプラにより、工程室内の気相中の放射性エアロゾルを捕集し、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより、濃度を測定する。

(3) 核燃料物質等の回収の実施判断

気相中の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は一定の時間間隔を開けて放射性物質濃度の測定を行い、測定結果に変化が生じないことを確認し、閉じ込める機能の回復の完了をもって、工程室に漏えいしたMOX粉末の回収の実施を判断し、以下の(4)へ移行する。

(7) 核燃料物質等の回収の実施

工程室内に漏えいしたMOX粉末の気相中への舞い上がり
に注意し、ウェス等の資機材によりMOX粉末を回収する。

6. 1. 1. 1. 4 閉じ込める機能を回復するための対策

閉じ込める機能の回復は、核燃料物質等の回収作業の一環として作業環境の確保のために実施するものであり、設計基準施設であるグローブボックス排風機を復旧し、必要に応じて、当該排風機を運転することにより、回収作業に係る作業環境の確保を行うための回復作業を行う。回収作業の実施期間中は、排気モニタにより常時待機中への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちにグローブボックス排風機を停止する。

万一、グローブボックス排風機の復旧ができない場合に備えて、念のための措置として、代替グローブボックス排気設備を整備する。

代替グローブボックス排気設備による換気を実施する場合は、グローブボックス排気ダクトに対し、可搬型ダクト、可搬型フィルタユニット及び可搬型排風機付きフィルタユニットを接続し、グローブボックス排気系の換気機能を回復することにより、工程室の気流の流れを確保し、回収作業に係る作業環境を確保する。

この際、可搬型ダストモニタにより常時大気中への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちには可搬型排風機を停止する。

なお、火災の消火により新たに気相中に放射性エアロゾルが移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾル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、MOX粉末を大気中へ放出する駆動力がなく、大気中へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。このため、本対策については、対策開始までの時間制約を設けず、気相中に移行した放射性エアロゾルが十分沈降したことを確認の後に

実施する。

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-6図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-14図に、対策における手順及び設備の関係を第6-6表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-17図に示す。

(1) 閉じ込める機能の回復の着手判断

核燃料物質等の回収で実施する放射性エアロゾルの沈降の確認により、工程室の気相中の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い、測定結果に変化が生じないことを確認した場合、閉じ込める機能の回復の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。

(2) 閉じ込める機能の回復の準備

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及び可搬型ダクトを排風機室のグローブボックス排気設備のダクトに接続する。

(3) 閉じ込める機能の回復の実施判断

準備が整い次第、可搬型排風機付フィルタユニットの起動を判断し、以下の(4)へ移行する。

(4) 閉じ込める機能の回復の実施

可搬型排風機付フィルタユニットの排風機を起動する。

(5) 閉じ込める機能の回復の成否判断

工程室内に気流が発生したことを確認し、グローブボックス排気設備の排気機能の回復を判断する。

可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタにより、可搬型ダクトからの排気をサンプリングし、大気中へ放出される放射性物質濃度を監視する。

この際、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機を停止する。

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に附属する差圧計によりフィルタ差圧の監視を行う。

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前提となる要因は、「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」で示したとおり、外的事象の「地震」並びに内的事象の「動的機器の多重故障」及び「長時間の全交流電源の喪失」である。

これらの要因において、核燃料物質を閉じ込める機能の喪失の範囲、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時に想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、外的事象の「地震」を要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。

外的事象の「地震」を要因とした場合の、核燃料物質を閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生箇所は、MOX粉末を露出した状態で取り扱い、潤滑油を有する機器を設置する8基のグローブボックスである。

(2) 代表事例の選定理由

① 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の範囲

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となる要因は、「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、フォールトツリー分析により明らかにした。核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の要因と

なるグローブボックス内火災の継続を頂上事象とした場合のフォールトツリーを第6-18図に示す。

フォールトツリー分析において明らかにしたとおり、グローブボックス内火災の継続は、火災源に何らかの要因で引火した状況下で、火災の感知・消火機能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の動的機器の直接的な機能喪失並びに全交流電源の喪失による動的機器の間接的な機能喪失により発生する。

また、内的事象の「長時間の全交流電源喪失」において、動的機器の間接的な機能喪失により火災の感知・消火機能が喪失する。内的事象の「動的機器の多重故障」において、同一機能を有する動的機器のいずれか1種類の動的機器における直接的な機能喪失により火災の感知・消火機能が喪失する。

以上より、機能喪失の範囲の観点では、外的事象の「地震」を要因とした場合が、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し、機能喪失する機器が多く、その範囲も広い。

② 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、グローブボックス温度監視装置、グローブボックス消火装置の動的機器及び動的機器を起動させるために必要な電気設備等、多岐の設備故障に対応でき、かつ、複数の設備故障が発生した場合においても対処が可能となるような対策を選定している。

重大事故等対策がカバーする機能喪失の範囲は、第6-18図のフォールトツリーのうち、拡大防止である火災の感知・消火機能である。

整備した重大事故等対策が、外的事象の「地震」を含むすべての要因で想定される機能喪失をカバーできており、重大事故等への対処の種類の観点から、外的事象の「地震」以外の要因に着目する必要性はない。

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」を要因とした場合には、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及び動的機器の機能喪失が想定される。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及び空調が停止し、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。

内的事象の「長時間の全交流電源の喪失」において建屋内の換気及び空調が停止し、照明が喪失するものの、外的事象の「地震」の場合のように溢水及び内部火災のハザードが発生は想定されず、また、内的事象の「動的機器の多重故障」を要因とした場合には、建屋内の環境条件が有意に悪化することはない。

また、これらを要因とした場合に、建屋外の環境条件が悪化することはない。

以上より、外的事象の「地震」が建屋内外の作業環境を最も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」を要因とし、重大事故の発生を仮定する

グローブボックス 8 基全てで火災が発生した場合に、火災を消火できることを確認する。火災発生時の、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内及び工程室の雰囲気温度の推移を評価し、グローブボックス内空気及び工程室内空気の体積膨張、これに付随する圧力上昇を評価する。

温度の推移及びこれに付随する体積膨張並びに圧力上昇は、グローブボックスの内装機器や工程室の壁面等によるヒートシンク効果を考慮せず断熱として評価し、解析コードを用いず、空気の定圧比熱等を用いた簡便な計算に基づき算出する。

グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを閉止し、大気中への放出を防止することができることを確認する。この際の、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の流速の推移を評価する。

流速の推移は、グローブボックス内空気及び工程室内空気の体積膨張に基づき、流路の圧力損失を考慮して評価し、解析コードを用いず、簡便な計算に基づき算出する。

火災の消火により新たに気相中へ放射性エアロゾルが移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾル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、MOX粉末を大気中へ放出する駆動力がなく、大気中へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。

放射性エアロゾルの放出を抑制するための対策の有効性評価

では、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を評価する。

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の評価は、火災が鎮火し、グローブボックス排気系及び工程室排気系の排気経路のダンパを閉止した後は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内及び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工程室内の気相中の放射性エアロゾルを大気中へ移行させる駆動力が無いことから、火災の消火及び排気経路上のダンパ閉止までの間に、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災影響を受けるMOX粉末量、放射性物質の放出に寄与する火災継続時間、火災に伴い気相中に移行する放射性エアロゾルの割合、圧力損失を踏まえた各経路への移行割合及び高性能エアフィルタによる除染係数を考慮する。

(4) 有効性評価の評価単位

核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失は、「地震」を要因とした場合には重大事故の発生を仮定するグローブボックスで同時に発生する可能性があることから、重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックスで同時に発生することを考慮し、有効性評価は、重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックスに対し、重大事故等対策ごとに実施する。

(5) 機能喪失の条件

外的事象の「地震」を要因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を入力した場合におい

でも必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとし、また、全ての動的機能の喪失を前提として、外部電源も含めた全ての電源喪失も想定していることから、更なる安全機能の喪失は想定しない。

(6) 事故の条件及び機器の条件

本重大事故は、重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックスにおいて同時に火災が発生することを仮定する。

地震の影響に加え、技術的想定を超えて、窒素循環設備のダクト等の破断及びグローブボックス排風機の運転継続による窒素雰囲気中の空気への置換、過電流の発生及び過電流による機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい及びケーブル等のスパークの発生による潤滑油への着火を考慮することで、燃焼の3要素は同時に満足され、火災が発生することを仮定する。

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、主要な機器の条件を以下に示す。

① 核燃料物質等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に係る機器の条件

a. 遠隔消火装置

遠隔消火装置は以下に示す消火剤容量を有し、消火を実施する場合には、中央監視室近傍からの遠隔手動操作により弁を開放することにより、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、燃焼面積に応じて以下に示す設定値以上で消火剤を放出する。

(a) 検証試験結果を基に算出する場合

・放出方式 : 局所放出方式

・必要消火剤量^{※1} :

予備混合装置グローブボックス 約 5.0kg

均一化混合装置グローブボックス 約 5.0kg

造粒装置グローブボックス 約 1.7kg^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約 5.0kg

添加剤混合装置Aグローブボックス 約 5.0kg

添加剤混合装置Bグローブボックス 約 5.0kg

・潤滑油量 :

予備混合装置グローブボックス 約 3.0L

均一化混合装置グローブボックス 約 6.0L

造粒装置グローブボックス 約 1.0L^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約 3.0L

添加剤混合装置Aグローブボックス 約 3.0L

添加剤混合装置Bグローブボックス 約 3.0L

・オイルパン面積 :

予備混合装置グローブボックス 約 0.45m²

均一化混合装置グローブボックス 約 0.27m²

造粒装置グローブボックス 約 0.17m²^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約 0.45m²

添加剤混合装置Aグローブボックス 約 0.45m²

添加剤混合装置Bグローブボックス 約 0.45m²

注) 造粒装置グローブボックスは火災源が2箇所存在し、
そのうちの1つ

※1：消火剤として使用するハロゲン化物(FK5-1-12)は

※2に示す消火剤量の比率より必要な補正を実施

必要消火剤量(kg) =

オイルパン面積(m²)×6.3^{※2}(kg/m²)

※2：単位面積当たりの必要消火剤量は、ハロン 1301 の開口部 1 m²当たりの消火剤量である 2.4kg/m²及び全域放出方式におけるハロン 1301 とハロゲン化物(FK5-1-12)の消火剤量の比率である 1:2.625 より算出。

(b) 消防法施行規則第 20 条に基づき算出する場合

・放出方式：全域放出方式

・必要消火剤量^{※1}：

造粒装置グローブボックス 約 1.7kg^{注)}

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 約 7.5kg

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 約 7.5kg

・潤滑油量：

造粒装置グローブボックス 約 22L^{注)}

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 約 2.2L

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 約 2.2L

・オイルパン面積：

造粒装置グローブボックス 約 0.72m^{2注)}

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 約 0.79m²

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 約 0.79m²

・防護容積：

造粒装置グローブボックス 約 0.46m^{3注)}

プレス装置A（プレス部）グローブボックス 約 2.84m³

プレス装置B（プレス部）グローブボックス 約 2.84m³

注）造粒装置グローブボックスは火災源が2箇所存在し、
そのうちの一つ

※1：グローブボックス全体又は潤滑油を内包する装置
が筐体でおおわれている箇所については、当該筐
体を防護容積として、消防法施行規則第20条に基
づき遠隔消火装置に用いるハロゲン化物(FK5-1-
12)における全域放出方式の必要量を以下のとおり
算出する。

防護容積(m³) = グローブボックス又は筐体容積(m³) -
グローブボックス又は筐体内装機器占有容積(m³)

開口部補正量(kg) =

グローブボックス接続部等開口面積(m²) × 開口補正
6.3(kg/m²)

必要消火剤量(kg) = 防護容積(m³) × 0.84(kg/m³)※2
+ 開口部補正量(kg)

※2：消防法施行規則第20条に基づくハロゲン化物(FK5-
1-12)における防護区画の体積1m³当たりの消火
剤の量

② 放射性物質の放出を抑制するための対策に係る機器の条件

a. グローブボックス排風機入口手動ダンパ

グローブボックス排風機入口手動ダンパを現場手動閉止す
ることにより、グローブボックス排気系から大気中へ繋がる

流路を遮断する。

b. 工程室排風機入口手動ダンパ

工程室排風機入口手動ダンパを現場手動閉止することにより、工程室排気系から大気中へ繋がる流路を遮断する。

③ 核燃料物質等を回収するための対策に係る機器の条件
回収作業は機器を必要とせず、資機材にて対応する。

④ 閉じ込める機能を回復するための対策に係る機器の条件

a. 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、高性能エアフィルタ1段と可搬型排風機で構成し、工程室内の作業環境を確保するために必要な風量として以下の容量を有する。

・容量 : 約 1100m³/h

(7) 操作の条件

火災が継続した場合、火災の継続時間に比例して、放射性物質の大気中への放出量が増加することが想定される。このため、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、火災の確認後には速やかに継続している火災に対して遠隔操作による消火対策を実施するとともに、放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施する。

地震発生直後に火災が発生することを仮定した場合、火災発

生の10分後から温度確認を開始し、火災発生から15分後までに火災の発生を認知する。遠隔操作による火災の消火は、火災の認知後から開始し、火災発生から20分後までに完了する。グローブボックス排気系及び工程室排気系の経路上のダンパ閉止による放射性エアロゾルの閉じ込めは、火災発生の10分後から開始し、火災発生から20分後までに完了する。

なお、上記対策により事態としては収束した状態となるため、核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復については、操作に係る時間制限を設けない。作業と所要時間を第6-15図から第6-17図に示す。

(8) 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

有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災影響を受けるMOX粉末に対し、放射性物質の放出に寄与する火災継続時間、火災に伴い気相中に移行する放射性エアロゾルの割合及び圧力損失を踏まえた各経路への移行割合を求め、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。

火災影響を受けるMOX粉末は、各グローブボックスで一度に取り扱う可能性がある粉末容器中のプルトニウム量の最大値を設定する。

火災の継続時間に関係するパラメータのうち、潤滑油量は設計上の上限値を設定する。オイルパン上での燃焼面積については、時間経過による燃焼面の広がりや潤滑油の漏えい状況に依

存するが、火災試験の状況等を踏まえ、それぞれの火災源にて
燃焼面積 50%に相当する発熱速度及び燃焼継続時間での火災が継
続するものとし、火災の継続時間を 20 分として設定する。

なお、全交流電源喪失は、ケーブル等のスパークによる潤滑油への着火により火災が発生した段階で発生するものとし、火災の発生は、機器の過加熱等による潤滑油の温度上昇に要する時間等を考慮すると、地震の発生から 10 分程度の時間遅れが考えられるが、評価上は地震の発生と同時に火災が発生することを想定する。

【補足説明資料 6－13】

算出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MOX粉末量

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の容器又は機器が保有するMOX粉末量は、第 6－7 表に示す運転管理の上限値とする。

② 火災の影響を受ける割合

グローブボックス内においては、MOX粉末を機器又は粉末容器で取り扱う。このうち、粉末容器については開口部が存在するため、火災影響を受けるMOX粉末量として設定する。

なお、グローブボックス内の火災源と粉末容器の位置関係を踏まえると、直火による直接的な火災の上昇気流の影響は受けず、粉末容器が円筒状の構造であることを踏まえると、火災の影響を受けるMOX粉末は表層部に限定されるが、火災が継続時間する期間において、粉末容器中のMOX粉末全量が直火に相当する火災影響を受けることを想定する。

③ 火災に伴い粉末容器から気相中に移行するMOX粉末の割合

火災によるMOX粉末の気相への移行については、火災の熱で生ずる上昇気流を駆動力とし、この上昇気流と触れるMOX粉末表面から気相中へ移行していく現象と整理できる。4種類のプルトニウム粉末を用い、温度と風速をパラメータとした文献⁽¹⁾によると、最も気相中への移行率が高いのは、風速100 cm/s でシュウ酸プルトニウムを700°Cで1時間加熱した場合において、試験装置を構成するフィルタ及びライナーへの付着量が約1%/hとの実験結果が得られている。

一方、最も潤滑油量が多い造粒装置グローブボックスの火災時の熱気流上昇速度について文献⁽²⁾で示された式で求めると、流速約6 m/sとの結果が得られた。

上記の実験において確認されている流速は、粉末が火災源直上にある状態での値であるのに対し、実機では火災源の直上に

粉末容器はないため直接火炎にさらされることはなく、さらに、粉末容器の形状を踏まえ、開口部が限定されており、気流の影響を受けにくいいため、実機での粉末容器の位置関係と実験での条件との違いを踏まえ、火災影響によるMOX粉末の気相中への移行率として1m/sの流速による移行率である1%/hを用いる。

この移行率は、粉末容器からグローブボックス気相中への移行率、グローブボックス排気系への移行率、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への移行率及び工程室排気設備への移行率に適用する。

④ 放射性エアロゾルの移行経路及び移行割合

グローブボックス内から大気中への移行経路として、グローブボックス排気系へ直接移行する場合、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して工程室排気系へ移行する場合を想定する。

各経路への移行割合は、火災影響によるグローブボックス内空気の体積膨張率をグローブボックスに与え、各経路の圧力損失が等しくなる流速比より、経路別の分配比を算出する。

グローブボックスパネル隙間について、設計上の漏えい率から求められる隙間長さの10倍と仮定し、グローブボックス排気系を経由する割合を約25%、グローブボックス給気系を経由する割合を約74%、及びグローブボックスパネル隙間を経由する割合を約1%と設定する。

工程室から大気中へ移行する経路として、工程室給気ダクト

及び工程室から廊下へつながる扉を経由する経路が存在する。

工程室給気ダクトについては、空気の逆流を防止する逆止ダンパが設置されており、この経路を通じて大気中へ放射性物質が放出されることはない。

また、廊下へつながる扉を経由する経路については、前室と合わせて2重の扉があること、仮に扉から廊下への漏えいがあっても、工程室が地下3階に設置されており、地下3階の廊下の空間で冷却されることにより駆動力が失われるため、この経路を通じて大気中へ放射性物質が放出されることはない。

また、給気ダクト及び排気ダクトを通じ、火災が発生した工程室から隣室へ移行する場合も考えられるが、この場合は隣室の空気により冷却されることにより駆動力が失われる。

評価上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工程室から工程室排気系を通じてそのまま大気中へ放出されるとして評価する。

【補足説明資料6-10】

⑤ 大気中への放出経路における除染係数

1%/hで気相中に移行した放射性エアロゾルが、各経路の圧力損失を踏まえた移行割合に基づき、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ことを想定する。

グローブボックス排気系及び工程室排気系のダクト内への放射性エアロゾルの沈着による除染係数は10とする。

経路上の高性能エアフィルタは1段当たり 10^3 以上 ($0.15\mu\text{m}$

DOP粒子)の除染係数を有し、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。重大事故における放出量評価においては、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 10^9 とする。

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。重大事故における放出量評価においては、2段の除染係数を 10^5 とする。

グローブボックス給気側の高性能エアフィルタ1段を經由し、工程室排気系から放出する場合には、高性能エアフィルタ3段を經由する。重大事故における放出量評価においては、3段の除染係数を 10^7 とする。

【補足説明資料6-4】

(9) 判断基準

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

① 拡大防止対策

a. 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

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て消火剤を放出することで、火災の消火が可能であること。火災の消火により、グローブボックス内温度が 60°C 未満に低下すること。

b. 放射性物質の放出を抑制するための経路の遮断

放出経路上のダンパ閉止をすることで、空気の流路を遮断

した状態を継続して維持し、グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトの流速がゼロとなること。

なお、核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復については、作業の着手等の判断、作業の実施方法等に係る手順が明確であること、設備及び要員が整備されていることを確認する。

② 放出量

消火及びダンパ閉止による事態の収束までに大気中へ放出される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 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

MOX 粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火に係る対策は、4 人（2 人/班×2 班）にて、火災発生から 20 分で完了が可能である。

グローブボックス内で火災が発生することにより、雰囲気温度が上昇し始め、可搬型グローブボックス温度表示端末の指示値が 60℃を超えた時点で当該グローブボックスにおいて火災が発生していると判断し、中央監視室近傍から遠隔手動により遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物）を放出し、火災を消火する。これにより、当該グローブボックス内の雰囲気温度は低下傾向を示すとともに、火災の影響により放射性エア

ロゾルとして気相中に移行したMOX粉末の大気中への放出駆動力である体積膨張が停止し、以降、当該グローブボックスの雰囲気温度は60℃未満で安定する。

対策実施時のパラメータの推移として、火災源の発熱速度を
基にした温度上昇及びグローブボックス内雰囲気の体積膨張か
ら算出したグローブボックス内圧力及び工程室圧力の推移を第
6-19 図及び第 6-20 図に示す。

② 放射性物質の放出の抑制

放射性物質の放出の抑制に係る対策は、4人（2人/班×2班）
にて火災発生から20分で完了できる。

火災の消火と並行して、大気中への放出経路を遮断するため、拡大防止対策として、中央監視室から移動し、地下1階の排風機室において、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。火災の消火と合わせて、当該ダンパ閉止後、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の流速がゼロになっていることをもって事態の収束と判断する。

対策実施時のパラメータの推移として、火災源の発熱速度を
基にした温度上昇及びグローブボックス内雰囲気の体積膨張並
びに各経路の圧力損失から算出したグローブボックス排気ダク
ト及び工程室排気ダクトの流速の推移を第 6-21 図及び第 6-22 図に示す。

事態の収束までに事業所外へ放出する放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、約 8.5×10^{-7} TBq であり、100TBq を十

分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、 $4.6 \times 10^{-5} \text{mSv}$ である。核種ごとの放射性物質の放出量を第6-8表に、放射性物質の大気放出過程を第6-23図に示す。

【補足説明資料6-5】

なお、回収及び回復に係る作業については、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより工程室内の放射性物質濃度を測定し、工程室内の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い、測定結果に変化が生じない状態になったことを確認した上で作業に着手すること、作業実施に対して時間的な制約はないことから、実行可能である。

また、回収の際には工程室に入室するが、工程室の線量率はグローブボックスの直近でも約 5mSv/h であり、被ばく管理を実施することで対応可能である。

【補足説明資料6-8】

(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」を要因として発生する閉じ込める機能の喪失に至る火災は、1基のグローブボックスで単独で発生するため、対処が必要な対象が限定される。

一方、重大事故における有効性評価は、グローブボックス

8基で同時に閉じ込める機能の喪失に至る火災が発生する場合の対策の成立性を確認していることから、評価結果は変わらない。

内的事象の「動的機器の多重故障」の間接的な要因である「長時間の全交流電源喪失」により感知・消火の機能喪失が喪失した場合，初動対応での状況確認等の作業において，外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して早い段階で拡大防止対策等に着手できるため，対処の時間余裕が大きくなることから，早期に対処を完了することが可能である。

内的事象の「動的機器の多重故障」を要因として感知・消火の機能が喪失した場合，共通要因で故障等が発生しない設計基準対象施設の使用が可能であり，中央監視室での遠隔操作で操作を行うため，外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して早い段階で拡大防止対策等に着手，完了できるため，対処の時間余裕が大きくなることから，早期に対処を完了することが可能である。

b. 火災規模の違い

潤滑油による火災については、潤滑油を収納する箇所に設置しているオイルパン上での燃焼面積による火災の燃焼時間の不確かさがあり、燃焼面積が放出量評価の条件とした条件である50%よりも小さい場合は、火災の影響による体積膨張の程度が小さくなる。

また、体積膨張の評価については、火災による発熱量の全てがグローブボックス又は工程室の空気に与えられると仮定

した上で、温度上昇を断熱計算で評価しており、周囲への放熱を考慮すると、体積膨張の程度が小さくなる。

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放出量（セシウム-137 換算）は、火災の燃焼継続時間、気相中に移行する放射性エアロゾルの移行割合、圧力損失を踏まえた各経路への移行割合、放出経路における放射性物質の除染係数等に不確かさがある。非安全側な影響として、グローブボックスの給気側経路が健全であり、かつ、グローブボックスパネルに隙間がある場合、グローブボックスパネル隙間からの漏えい割合が相対的に大きくなり、放出量が大きくなる可能性がある。一方、安全側な影響として、粉末容器の構造を踏まえたMOX粉末が火災影響を受ける割合等を考慮すると、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. グローブボックスに内包するMOX粉末量

火災影響を受ける粉末容器が保有するMOX粉末量は、運転管理の上限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。

粉末容器が保有するMOX粉末のプルトニウム富化度は、粉末容器で取り扱う可能性がある最大プルトニウム富化度として33%又は18%として評価しているが、これより低いプ

トニウム富化度で製造している場合、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気相に移行する割合

粉末容器中のMOX粉末が、火災による上昇気流の影響により一律に1%/hで気相に移行するとしているが、火災の上昇気流を受ける範囲は容器内のMOX粉末表層に限定され、容器内の大半のMOX粉末は火災の上昇気流の影響を直接受けることはない。

粉末容器は円筒状の形状をしており、火災の上昇気流を受ける範囲を粉末容器の表層に限定した場合、1桁～2桁の下振れが想定される。

c. 気相中に移行した放射性エアロゾルの移行経路

グローブボックスの設計上の漏えい率を基に評価したグローブボックスパネルの隙間長さを10倍と評価しているが、グローブボックスパネルが健全であることも想定される。

グローブボックスパネルを経由する移行経路は、圧力損失を踏まえて1%と設定したが、本経路が総放出量に寄与する割合は50%強である。

仮にグローブボックスパネルが健全であった場合、移行経路がグローブボックス排気系及びグローブボックス給気フィルタを介した工程室排気系経由と限定されるため、1桁未満の下振れとなる。

また、本評価ではグローブボックス給気フィルタ以降の経

路について、工程室へ繋がる弁が開いている又は配管が破断していることを仮定し、それぞれの圧力損失を考慮した経路ごとの分配割合を「グローブボックス排気系：約 25%、グローブボックス給気系：約 74%、グローブボックスパネル隙間：約 1%」としている。

グローブボックス給気系が健全である場合、そもそもグローブボックス内が空気雰囲気¹に置換されて火災が発生することが考えにくい²が、仮にグローブボックス給気系が健全であれば、この経路は放出経路となりえないため、グローブボックス排気系とグローブボックスパネル隙間からの移行割合が、「約 97%：約 3%」となる。

上記のようにグローブボックスパネルの隙間を経由する場合、高性能エアフィルタを経由する段数が少なくなり、1桁未満の上振れとなる。

なお、グローブボックスパネルの隙間等からの漏えいについては、グローブボックスが地震に対して一定の機能維持ができる設計としていることから、大開口が生ずることは想定しにくい³が、仮にグローブボックスパネルに大開口が生じ、グローブボックスから直接工程室へ移行し、工程室排気系を経由する経路が支配的となった場合、経由する高性能エアフィルタが1段減るため、2桁の上振れが見込まれる。その場合であっても、100Tbq を十分下回る。

d. 工程室に漏えいした後の移行率

放出量評価においては、1%/hにて各経路を経由して大

気中へ放出されることを想定したが、グローブボックスから工程室に漏えいした後は、直接火災の上昇気流を受けるわけではない。放射性エアロゾルが工程室に漏えいした後の駆動力としては、工程室の温度上昇に伴う体積膨張が考えられる。

1%/hで工程室に移行した放射性エアロゾルが当該工程室に均一に分布すると仮定し、工程室温度上昇による体積膨張分が工程室排気系に移行すると仮定すると、1桁未満の下振れとなる。

また、隣接する工程室に工程室排気系又は工程室給気系を経由して移行した場合には、大気中への放出の観点では、隣接する工程室の空間での放射性エアロゾルの希釈や空気への放熱による体積膨張雰囲気収縮などにより、放出量として1桁未満の下振れが見込まれる。

e. 大気中への放出経路における除染係数

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4段設置されている。

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。また、グローブボックス給気側には高性能エアフィルタ1段が設置されており、これを介して工程室排気設備を経由して放出される場合には、高性能エアフィルタを3段経由する。

健全な高性能エアフィルタは、1段当たり 10^3 以上の除染係数を有しており、高性能エアフィルタ3段の除染係数として

10¹¹ との結果⁽³⁾があるが、評価で使用した高性能エアフィルタ 4 段の除染係数として 10⁹、高性能エアフィルタ 3 段の除染係数として 10⁷ 及び高性能エアフィルタ 2 段の除染係数として 10⁵ と安全余裕を見込んで設定している。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、グローブボックス給気フィルタ及び工程室排気フィルタユニットは、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としていることから、これ以上の上振れはない。

また、高性能エアフィルタ 1 段当たり 10³ の除染係数を考慮した場合には、大気中への放出量として 1 ～ 2 桁程度の下振れが見込まれる。

【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時間余裕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。

外的事象「地震」により重大事故が発生した場合においても、中央監視室の安全系監視制御盤等による操作が可能な場合は、ダンパ閉止操作等に対して、中央監視室での遠隔操作が可能であるため、対処に要する時間が短縮される。

b. 作業環境

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。

また、遠隔消火装置の操作は、地上1階の中央監視室近傍で実施することから、地下3階の工程室内における放射性エアロゾルの飛散による放射線の影響を受けない。ダンパの閉止操作は、地下1階の排風機室で実施するが、排風機室に設置するグローブボックス排気設備及び工程室排気設備の排気ダクトは基準地震動の1.2倍の地震力に対して機能維持する設計とすることから、排気ダクトから排風機室内への放射性エアロゾルの漏えいはなく、また、排気ダクト内を通過する放射性エアロゾルは微量であることから、排気ダクト内の放射性エアロゾルからの放射線の影響を受けない。

【補足説明資料6－8】

6. 1. 1. 2. 3 重大事故等の同時発生又は連鎖

(1) 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

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，拡大防止対策として遠隔消火装置から消火剤を放出する。また，排気経路上のダンパを閉止することで，大気中へつながる経路を遮断する。

以上の拡大防止対策を考慮した時のMOX粉末の状態及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失によって生じる事故時環境は次のとおりである。

① MOX粉末の状態

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災影響を受ける可能性があるMOX粉末のプルトニウム富化度は、グローブボックスごとに異なり、最大で18%又は33%である。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、平常運転時にグローブボックスに内包するMOX粉末に対して、異なるMOX粉末が搬送され発生する事象ではなく、火災によって発生する事象であるため、MOX粉末のプルトニウム富化度及び組成が変化することはない。

また、拡大防止対策である消火が完了するまでの間、MOX粉末は火災影響を受けて温度が上昇するが、MOX粉末は安定な酸化物であることから、溶液や気体に形態変化することはない。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失によって生じる事故時環境

a. 温度

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で潤滑油を火災源とした火災が発生した場合、グローブボックス内の火災源近傍温度は火災源鉛直方向350mmで最大450℃となる。

漏えいした潤滑油はオイルパンに固定されるため、広範囲に潤滑油が広がることに伴う火災の拡大はない。

グローブボックス缶体及び接続されているダクトは不燃性素材、グローブボックスパネルは難燃性素材であることから、

重大事故の発生を仮定するグローブボックス外へ火災が延焼することはない。

また、グローブボックスの火災源鉛直方向 2000mm（天井付近）の温度は最大 100℃であり、ここから工程室へ熱が移動することを考慮すると、工程室内の温度は、最大でも 100℃である。

工程室外については、工程室に十分な壁厚があり、扉及びダクトからの伝熱を考慮しても十分な空間があることから通常時と同等の温度である。

【補足説明資料 6-12】

b. 圧力

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内火災の温度上昇による圧力上昇は、系外へ繋がる経路へ避圧される。経路として想定するグローブボックス排気系、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間の圧力損失を考慮すると、最も潤滑油量が多い箇所での火災を想定した場合、断熱計算で求めた空気の膨張率を与えても、火災発生直後に初期圧力に対して最大でも 600Pa の圧力上昇で平衡する。

また、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工程室内に、最も潤滑油量が多い箇所での火災を想定した場合の断熱計算で求めた空気の膨張率を与えても、火災発生直後に初期圧力に対して最大でも 200Pa の圧力上昇で平衡する。

工程室外については、十分な空間があることから通常時と同等の圧力である。

【補足説明資料 6－10】

c. 湿度

火災の発生により蒸気は発生しないため、湿度は変動しない。

d. 放射線

火災の発生により新たな放射性物質は生成しないため、グローブボックス内の放射線環境は平常時と同等である。

工程室には、グローブボックスから漏えいした放射性エアロゾルが浮遊している可能性がある。

e. 物質（水素，蒸気，ばい煙，放射性物質及びその他）及びエネルギーの発生

潤滑油の燃焼により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内にばい煙が発生する。また、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに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、工程室内にばい煙が漏出する可能性がある。

火災の発生によるばい煙以外の物質の生成はない。

f. 落下又は転倒による荷重

火災によりグローブボックス内温度が上昇しても、グローブボックス缶体及び接続されているダクトは不燃性素材であることから、これらの材質の強度が優位に低下することはない、グローブボックス及び接続されているダクトが転倒又は落下することはない。

g. 腐食環境

火災の発生により腐食の要因となる物質は生成しない。

(2) 重大事故等の同時発生

重大事故が同時に発生する場合には、同種の重大事故が同時に発生する場合と異種の重大事故が同時に発生する場合が考えられる。

核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基の全てで同時に発生する可能性があり、本評価は同時発生するものとして評価した。

また、グローブボックス内で発生する火災により、グローブボックス内温度や圧力が上昇するが、グローブボックス排気設備等への避圧等により平衡状態に達することから、グローブボックスを設置する工程室内への影響は小さく延焼の可能性はないことから、工程室内で火災等の事象が同時に発生することはない。

異種の重大事故の同時発生の可能性については、臨界事故は、その要因となる外的事象及び内的事象を考慮したとしても、発生防止対策の信頼性が十分に高く、臨界事故の発生を仮定する

機器は想定されないことから、臨界事故と本重大事故が同時に発生することは想定されない。

(3) 重大事故等の連鎖

拡大防止対策を考慮した時のMOX粉末の状態及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失によって生じる事故時環境を明らかにし、MOX粉末の状態によって新たに連鎖して発生する重大事故等の有無及び事故時環境が安全機能の喪失をもたらすことによって連鎖して発生する重大事故等の有無を明らかにする

① 事故進展により自らのグローブボックスにおいて連鎖して発生する重大事故等の特定

非密封のMOX粉末を取り扱うグローブボックスは質量管理により臨界管理を実施している。

「6. 1. 1. 2. 3 (1) 重大事故時の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，閉じ込める機能の喪失は新たにMOX粉末が搬送される事象ではなく，MOX粉末のプルトニウム富化度及び組成が変化することはない。また，MOXMOX粉末は安定な酸化物であることから，溶液や気体に形態変化することはない。

以上より，臨界事故が発生することはない。

② 重大事故等が発生したグローブボックス以外の安全機能への影響及び連鎖して発生する重大事故等の特定

閉じ込める機能の喪失が発生した場合の事故時環境は，「6. 1. 1. 2. 3 (1) 重大事故時の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおりである。

臨界に係る安全機能として、質量管理を行うための誤搬入防止機構及び形状寸法管理を行うための、機器の形状寸法がある。

誤搬入防止機構が機能喪失した場合には、核燃料物質の搬送が停止するため、それ以上事象は進展せず、臨界事故が発生することはない。

また、形状寸法管理を行うための機器については、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工程室とは別の工程室に設置されており、想定される温度、圧力等の環境条件よりも条件が厳しくなることはない。さらに、形状寸法管理を行うための機器については、ステンレス鋼等の材質であり、これらの条件によって健全性は損なわれることはないため、臨界事故が発生することはない。

核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失に至る要因は火災の発生であり、既に設計基準対象の施設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状態を想定していることから、環境条件の温度に着目し、火災の延焼により連鎖して他のグローブボックスで火災が発生する可能性を評価する。

グローブボックス缶体及び接続されているダクトは不燃性素材であり、グローブボックスパネルは難燃性素材である。また、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源鉛直方向 2000mm（天井付近）の温度は最大 100℃であり、ここから工程室への放熱を考慮しても、工程室内の温度は、最大でも同程度である。

このため、火災の延焼により連鎖して他のグローブボックスで核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失が発生する可能性はない。

6. 1. 1. 2. 4 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、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパを閉止することにより放射性エアロゾル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。

地震を起因とし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、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することにより火災が継続した場合、火災状況確認用温度計により火災を検知し、遠隔消火装置を起動し、火災源に対して必要量の消火剤を放出することにより、MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火できることを確認した。

また、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止により、放射性エアロゾルが大気中に放出される経路を遮断し、放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める対策を実施できることを確認した。

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。

火災が継続した場合、火災の継続時間に比例して、放射性物質の大気中への放出量が増加することが想定される。このため、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方針に基づく対策の検討の結果、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパ閉止による放射性エアロゾル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による火災発生後 20 分で完了できる。

上記のとおり、確実に機能する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、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 8.5×10^{-7} 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 を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、 4.6×10^{-5} mSv である。

評価の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、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が喪失したとしても、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパの閉止により放射性エアロゾルを燃料加工

建屋内に閉じ込め、事態を収束できる。また、有効性評価で示す事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は、実行可能な限り低く、大気中への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

以上より、「6. 1. 1. 2. 1(9) 判断基準」を満足する。

なお、回収及び回復に係る作業については、作業の着手判断が明確であること、作業実施に対して時間的な制約はないことから、実行可能である。

6. 1. 2 閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資源

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

外的事象を想定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に必要な要員は、MOX燃料加工施設対策班の班員として合計10人である。これに対し、MOX燃料加工施設における事故対処を実施する実施組織要員は21人であり、対処が可能である。なお、内的事象を要因とした場合では、外的事象の「地震」を要因とした場合より環境条件が悪化することなく、同人数で対応できる。

(2) 必要な資源の評価

① 水源

本重大事故への対処において消費する水量はなく、水源を要しない。

② 燃料

MOX燃料加工施設において、拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で4m³である。また、再処理施設において拡大防止対策に必要な軽油は、重大事故の同時発生を考慮しても約87m³である。これに対し、第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計800m³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

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失についての拡大防止対

策に必要な負荷としては、可搬型ダストモニタの約1kVA、可搬型排気モニタリング用データ伝送装置の約0.5kVA、可搬型排風機付フィルタユニット（約4.8kVA）であり、これらを使用する場合には、燃料加工建屋可搬型発電機から給電を行う。

上記の前提において、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37kVAである。

燃料加工建屋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。

6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

「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」において示したとおり、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果」に整理した。

連鎖して発生する重大事故等の整理についても、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、「6. 1. 1. 2. 3 重大事故等の同時発生又は連鎖」に整理したとおり、火災による閉じ込める機能の喪失を起因として連鎖して発生する重大事故等はない。

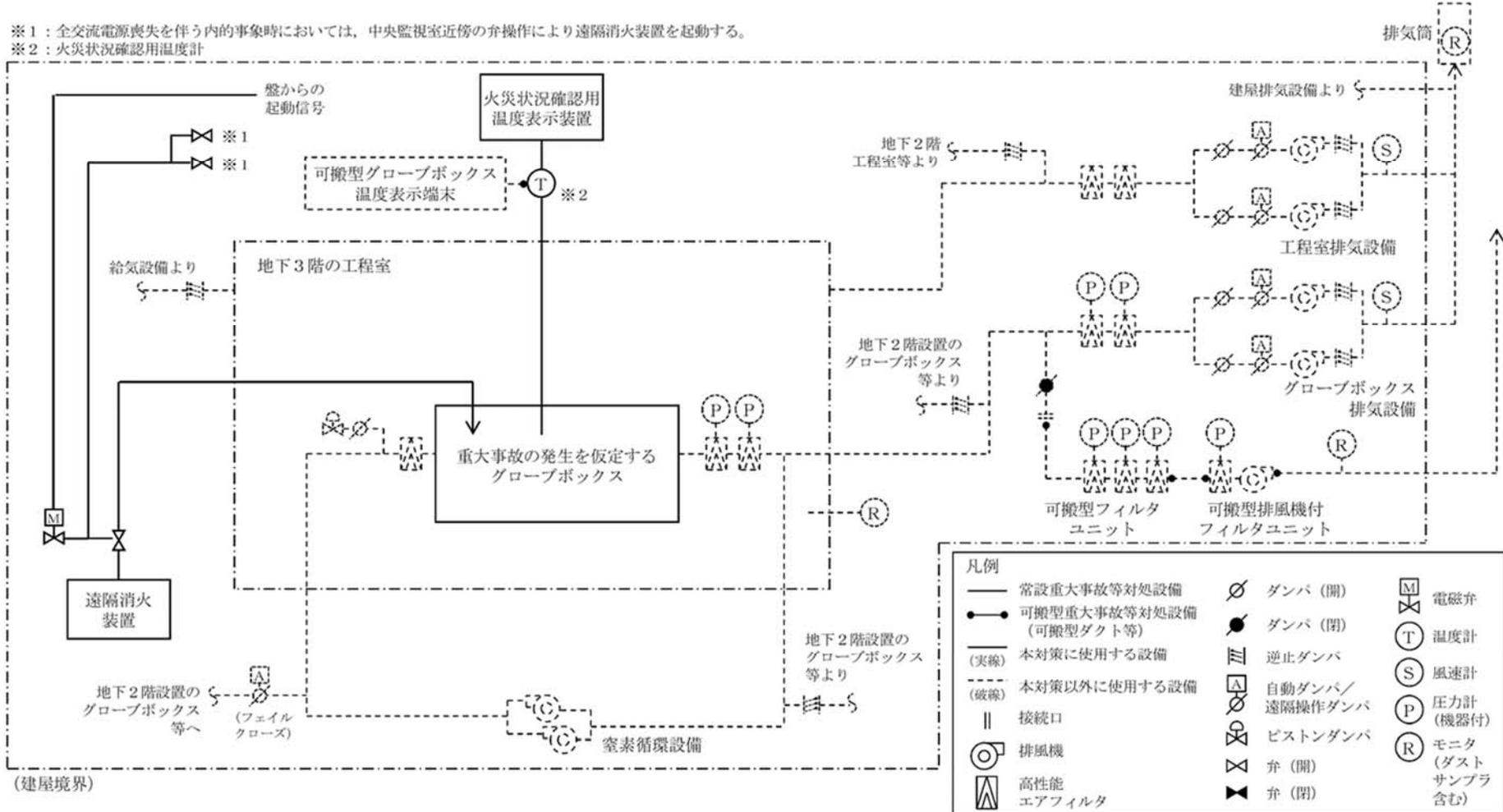
6. 3 参考文献

- (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.

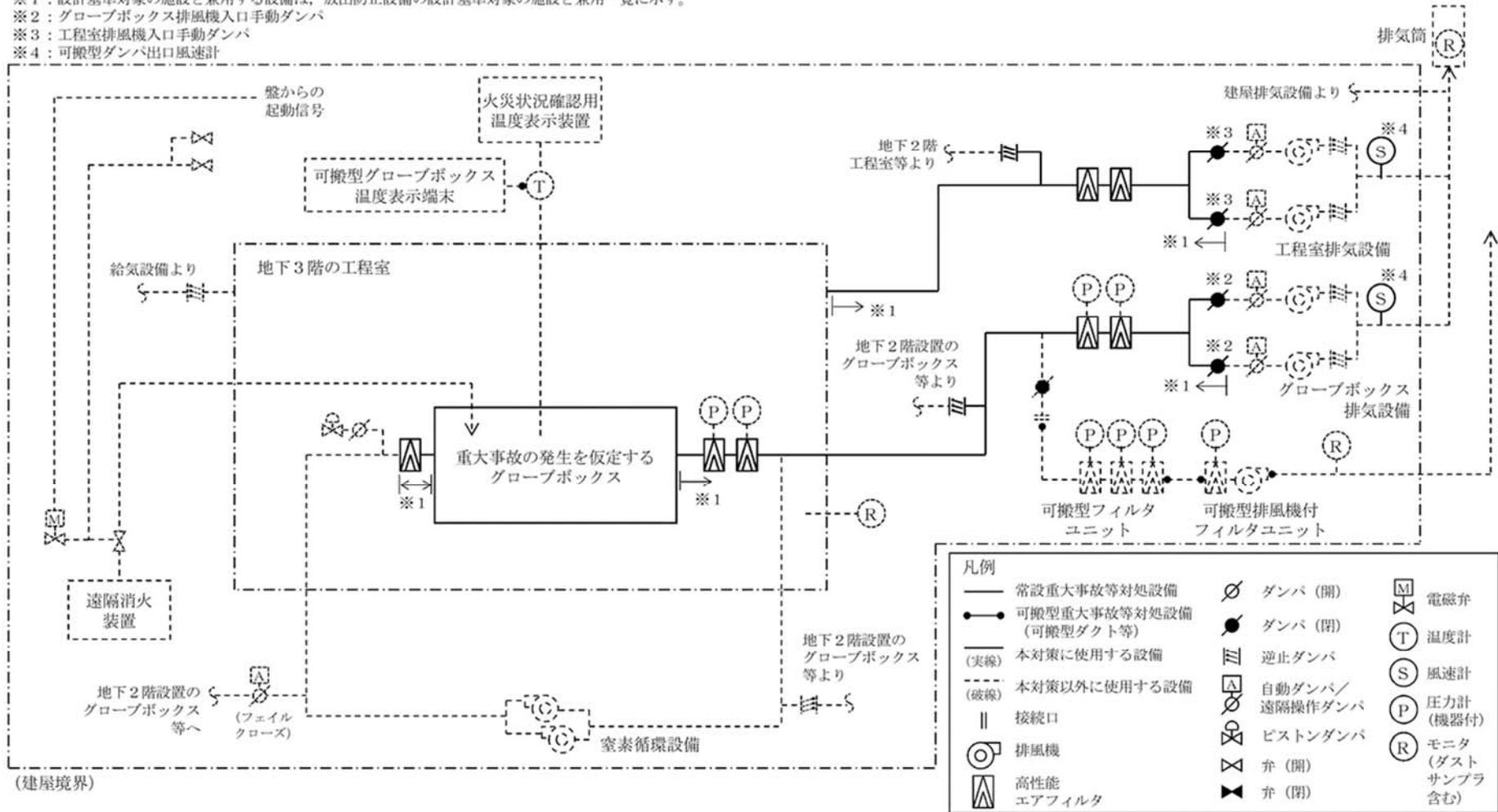
(2) 長谷川 浩治, 小島 正臣, 松橋 哲. 煙およびガスの流動拡
散性状に関する研究. 消防科学研究所報 11号, 1974, p.
29-38.

(3) Seefeldt, W. H. et al. Characterization of Particulate
Plutonium Released in Fuel Cycle Operations. Argonne
National Laboratory, 1976, ANL-75-78.



第6-2図 代替消火設備及び代替感知設備の系統概要図 (内的事象の対処時)

- ※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は，放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
- ※2：グローブボックス排風機入口手動ダンパ
- ※3：工程室排風機入口手動ダンパ
- ※4：可搬型ダンパ出口風速計



第6-3図 放出防止設備の系統概要図（外的事象の対処時）（その1）

放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブ ボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブ ボックスからグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの範 囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室か ら工程室排風機入口手動ダンパまでの範囲)

第6-3図 放出防止設備の系統概要図(外的事象の対処時)(その2)

※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は、放出防止系の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。

※2：グローブボックス排風機入口手動ダンパ

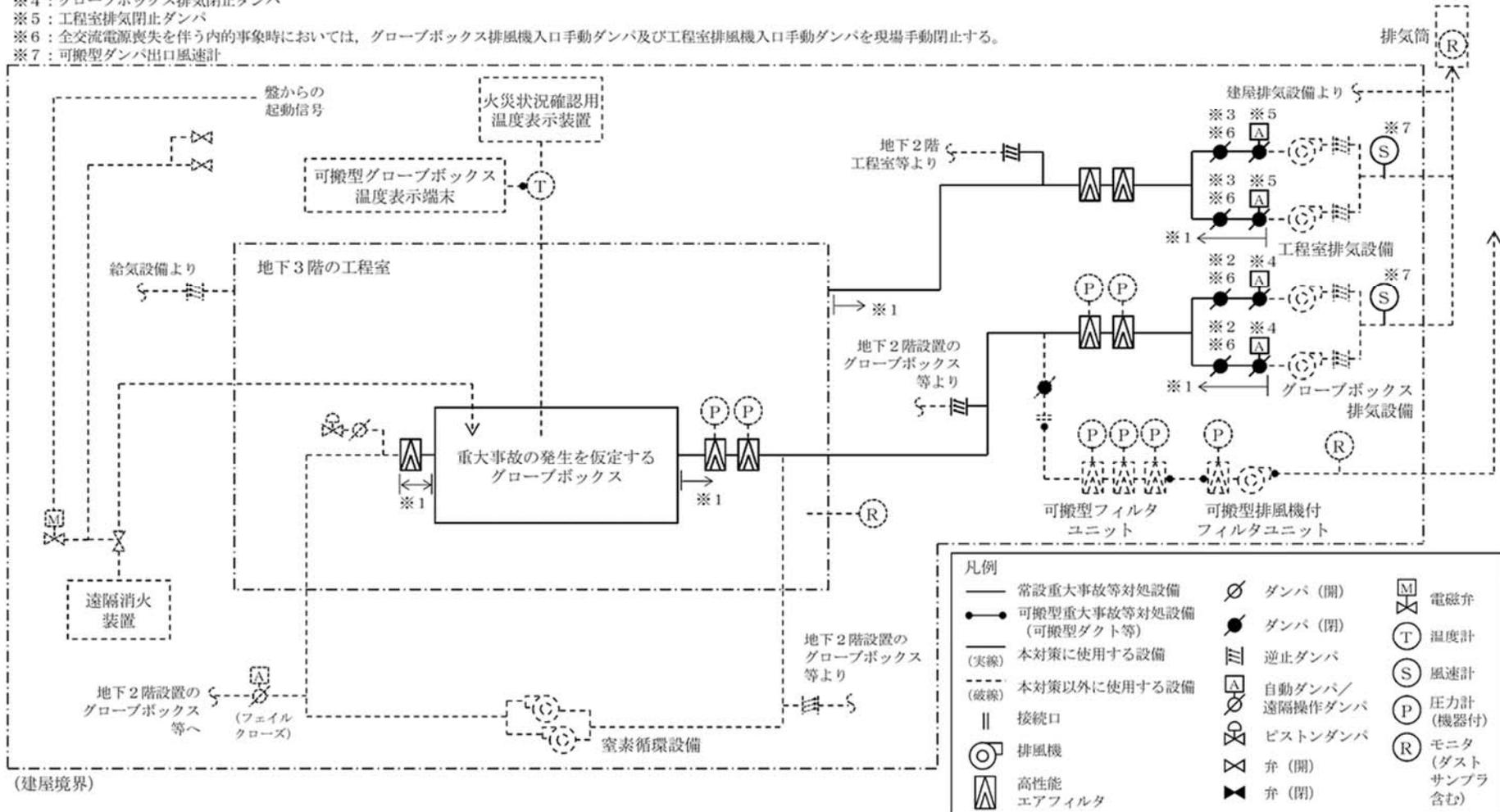
※3：工程室排風機入口手動ダンパ

※4：グローブボックス排気閉止ダンパ

※5：工程室排気閉止ダンパ

※6：全交流電源喪失を伴う内的事象時においては、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを現場手動閉止する。

※7：可搬型ダンパ出口風速計



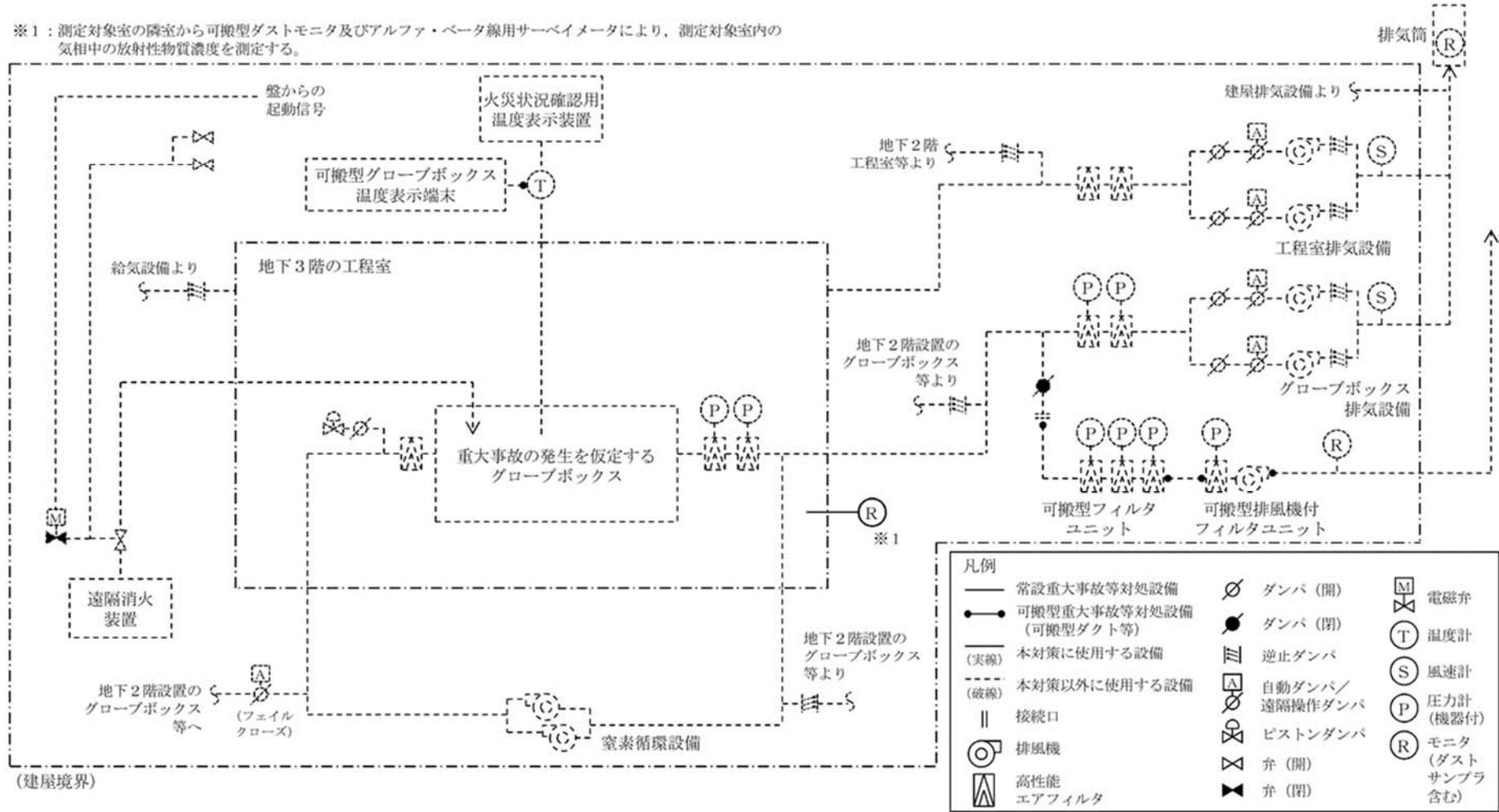
第6-4図 放出防止設備の系統概要図 (内的事象の対処時) (その1)

放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスからグローブボックス排気閉止ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室から工程室排気閉止ダンパまでの範囲)

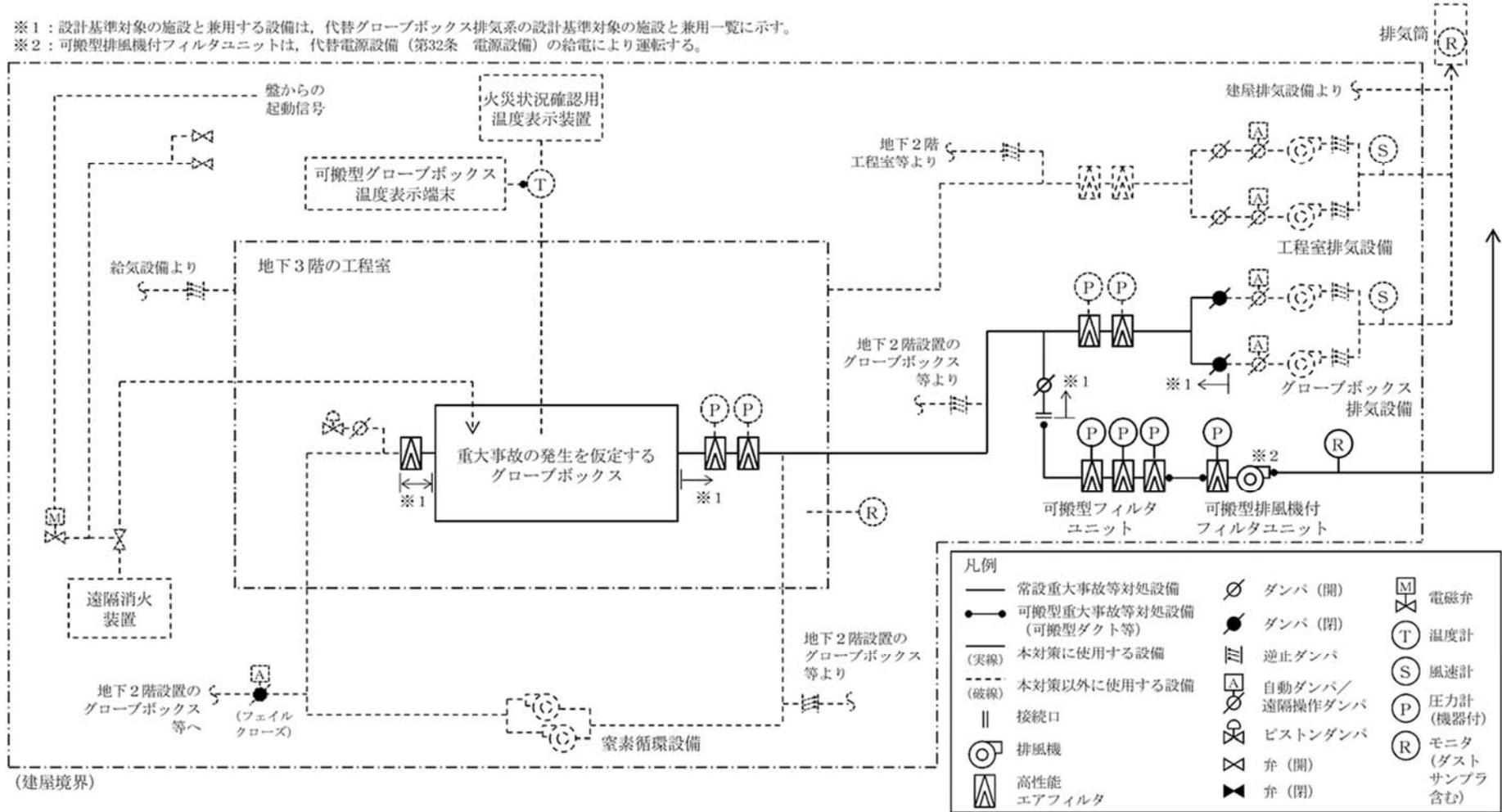
第6-4図 放出防止設備の系統概要図（内的事象の対処時）（その2）

※1：測定対象室の隣室から可搬型ガストモニタ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、測定対象室内の気相中の放射性物質濃度を測定する。



第6-5図 工程室放射線計測設備の系統概要図

※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は、代替グローブボックス排気系の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
 ※2：可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備（第32条 電源設備）の給電により運転する。

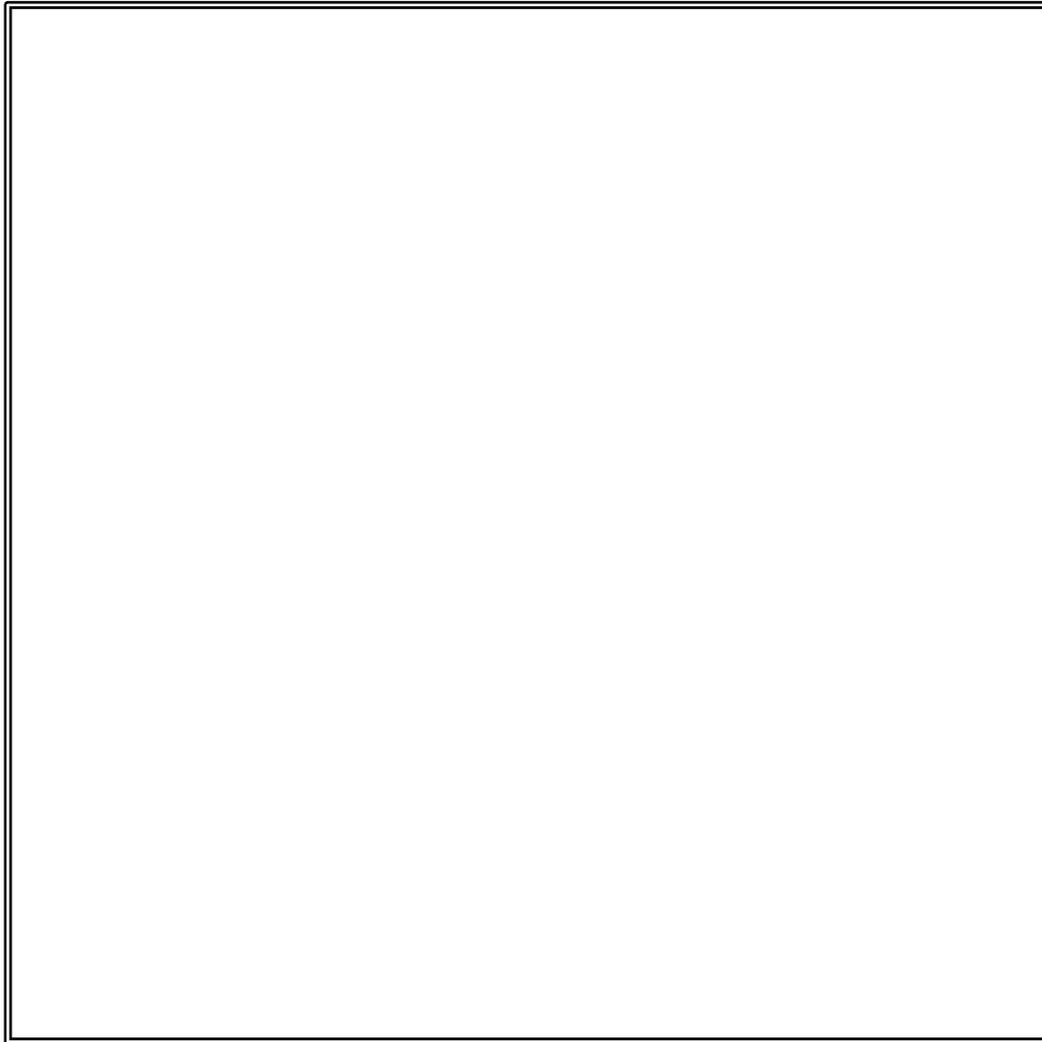


第6-6図 代替グローブボックス排気設備の系統概要図 (その1)

代替グローブボックス排気設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブ ボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブ ボックスからグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの範 囲)

第6-6図 代替グローブボックス排気設備の系統概要図 (その2)



【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)

※ 核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復の着手判断となる工程室内の放射性物質濃度の測定は地下3階の廊下等の測定対象室以外の室から実施

 は核不拡散上の観点から公開できません

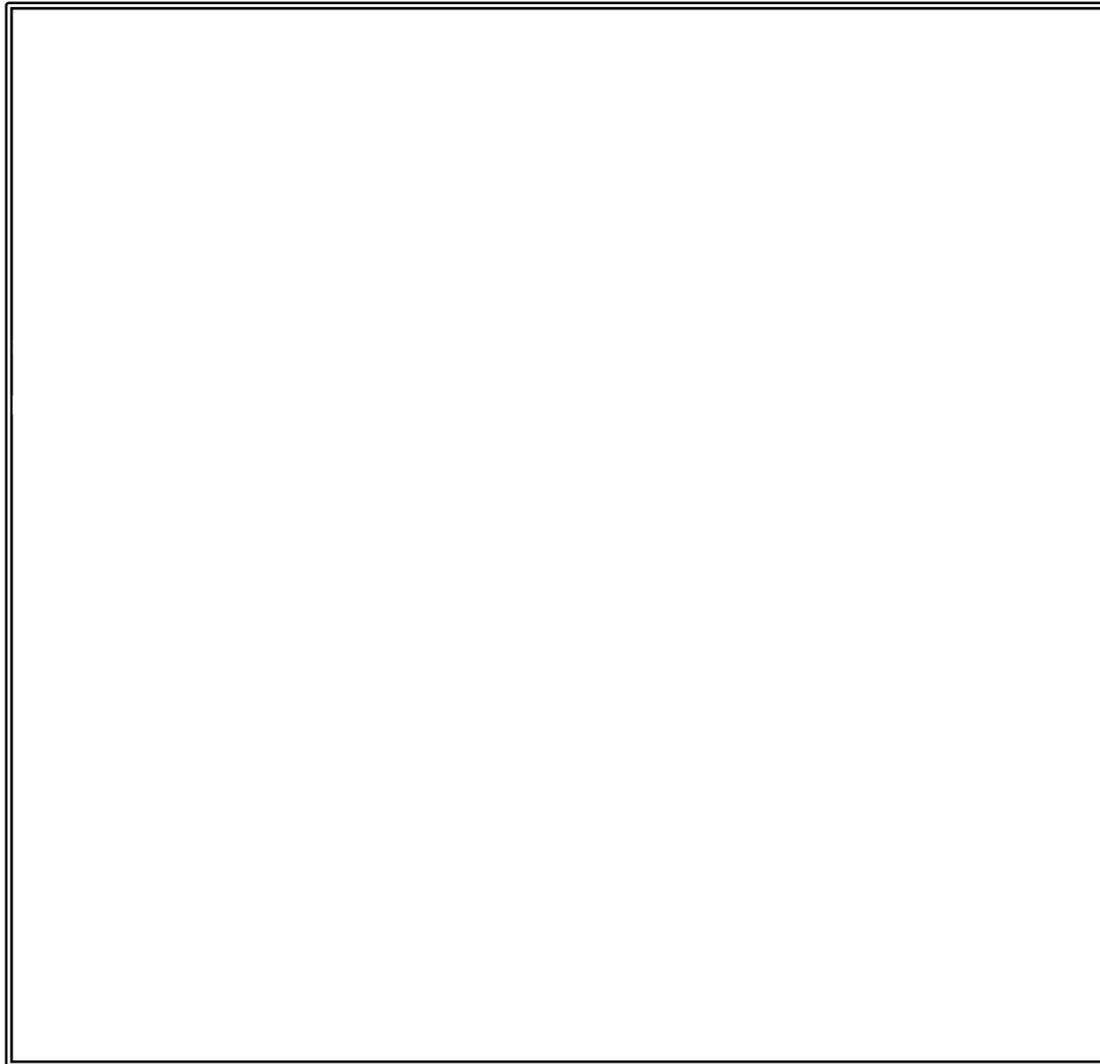
第6-7図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下3階)



【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6-8図 拡大防止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 グローブボックス排風機入口手動ダンパ
及び工程室排風機入口手動ダンパの手動
閉止操作

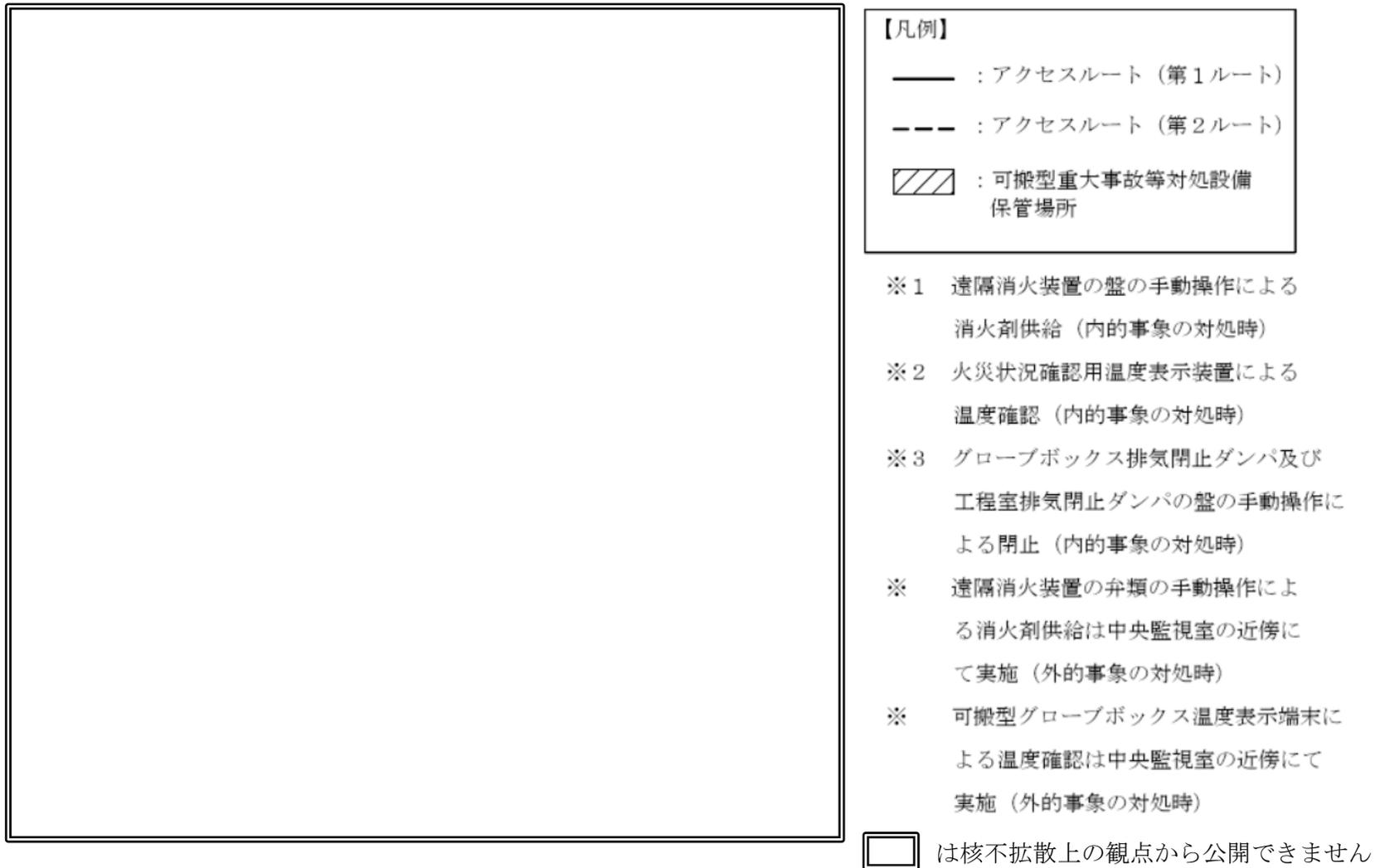
※2 可搬型風速計の設置

※3 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

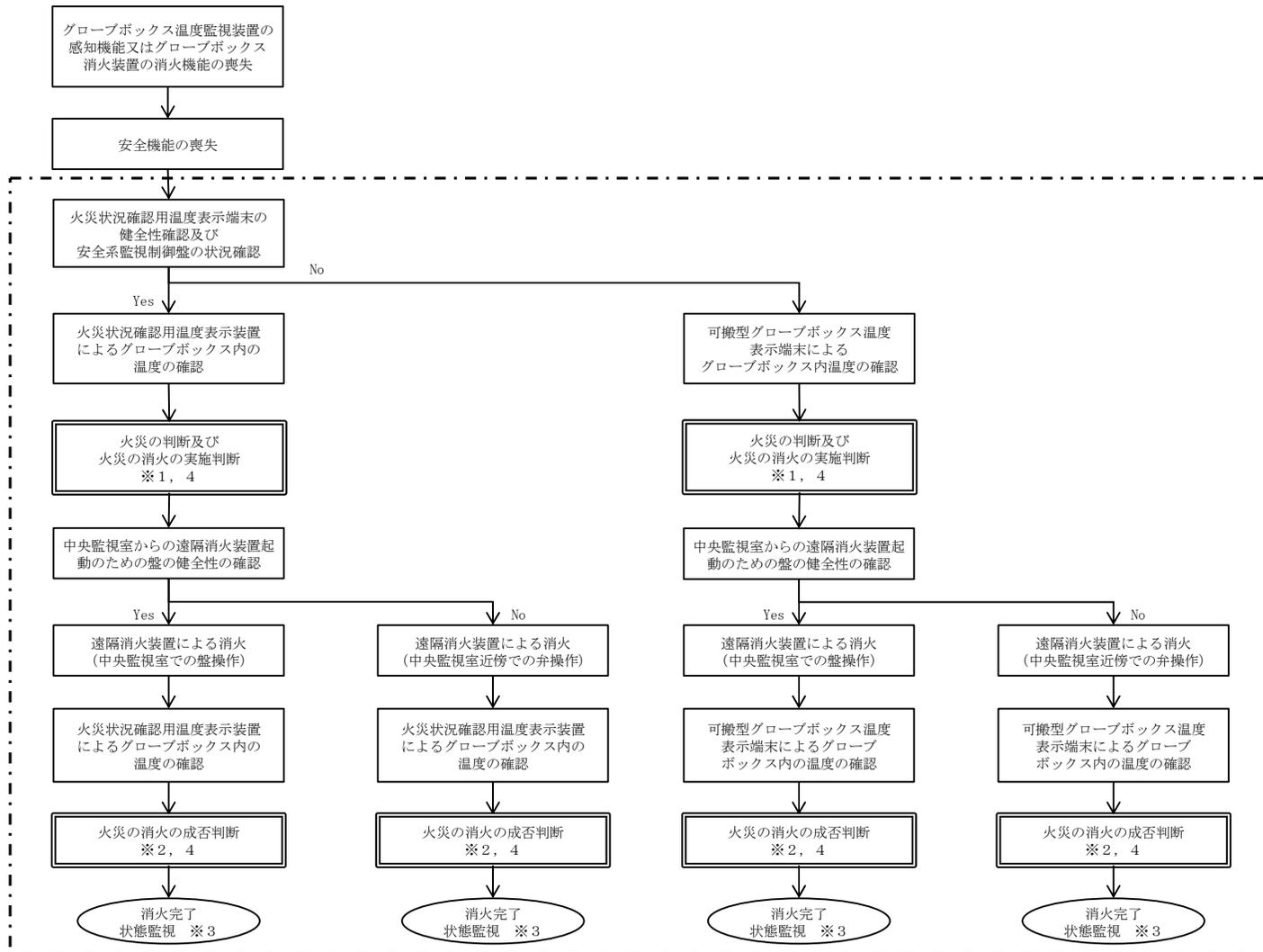


は核不拡散上の観点から公開できません

第6-9図 拡大防止対策のアクセスルート(燃料加工建屋 地下1階)

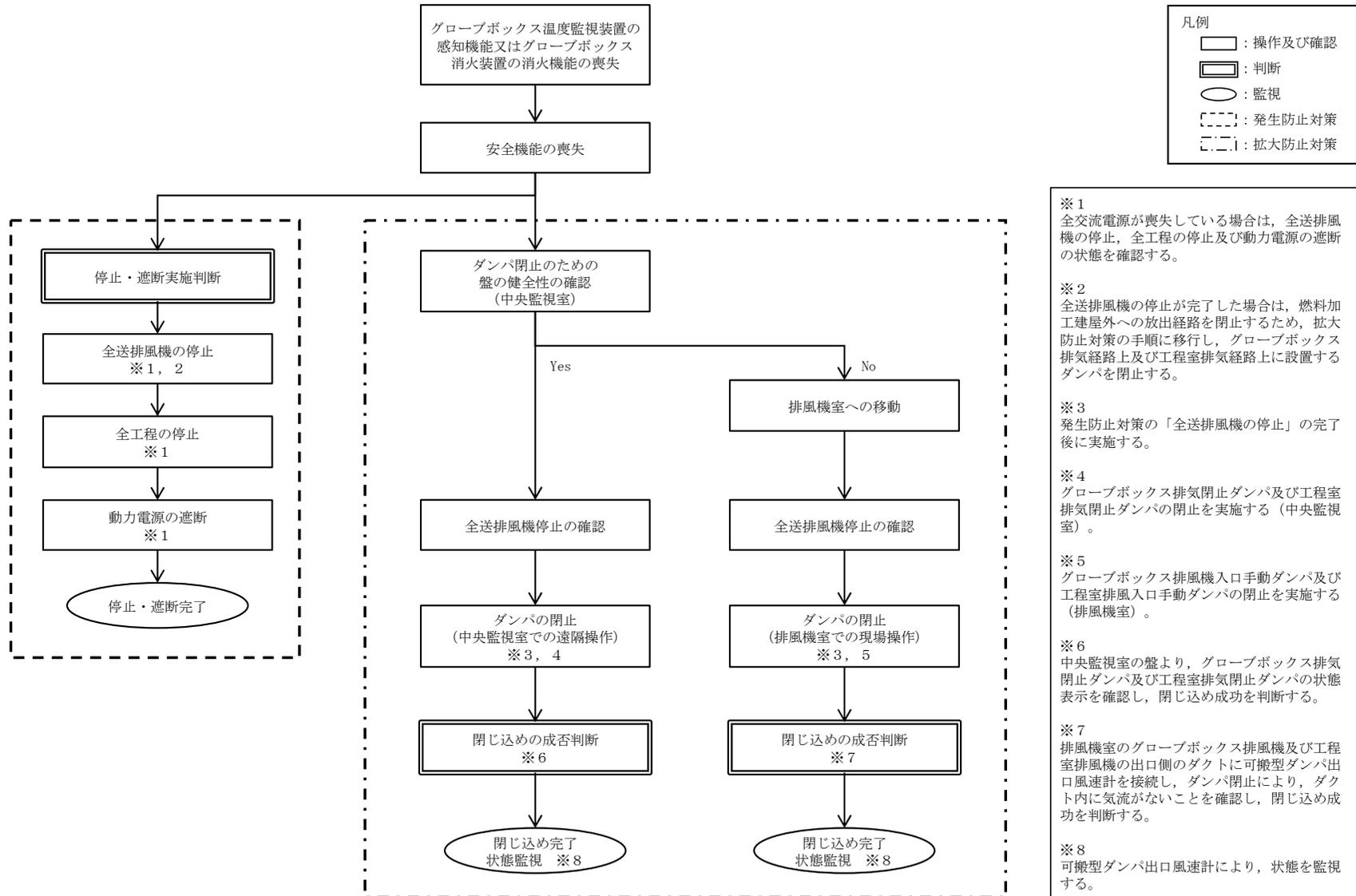


第6-10図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)



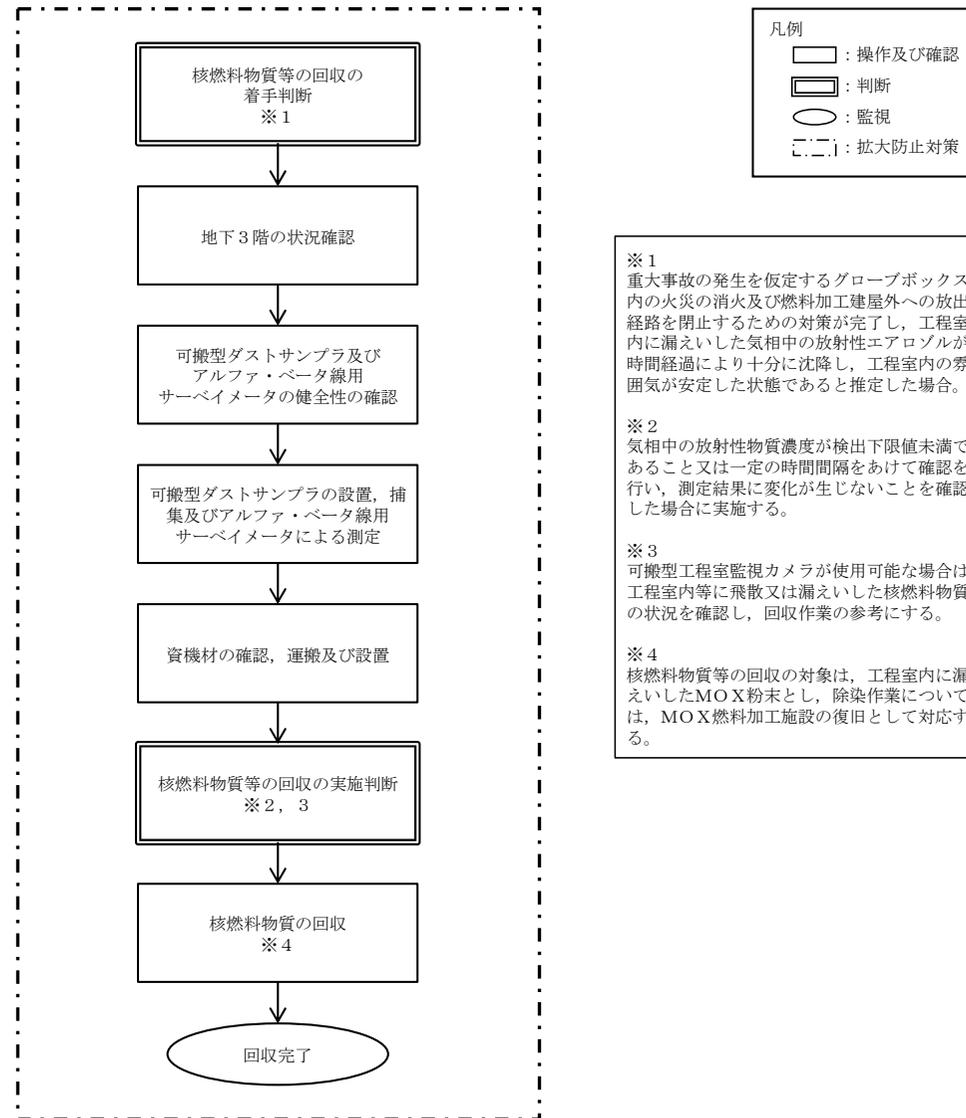
- ※1 火災状況確認用温度計の指示値が60℃以上であることを確認した場合に火災と判断する。
- ※2 火災状況確認用温度計の指示値が60℃未満であることを確認した場合に火災の消火成功を判断する。
- ※3 火災状況確認用温度計により、状態を監視する。
- ※4 火災状況確認用カメラ及び可搬型火災状況監視端末が使用可能な場合は、グローブボックス内の状況確認結果を参考に、火災又は火災の消火を判断する。

第6-11図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（消火）

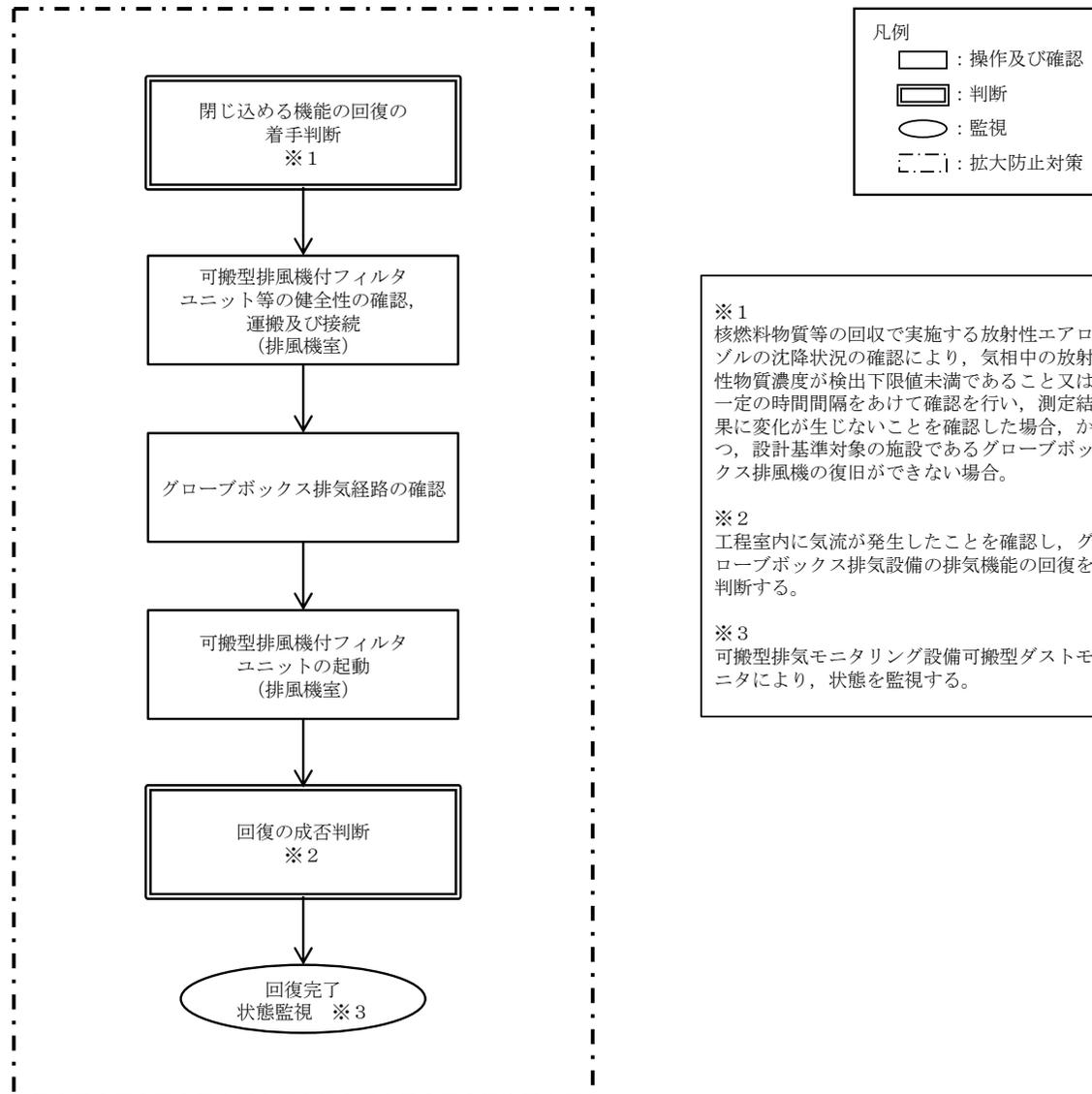


- 凡例
- : 操作及び確認
 - ▭ : 判断
 - : 監視
 - : 発生防止対策
 - : 拡大防止対策
- ※1
全交流電源が喪失している場合は、全送排風機の停止、全工程の停止及び動力電源の遮断の状態を確認する。
- ※2
全送排風機の停止が完了した場合は、燃料加工建屋外への放出経路を閉止するため、拡大防止対策の手順に移行し、グローブボックス排気経路上及び工程室排気経路上に設置するダンパを閉止する。
- ※3
発生防止対策の「全送排風機の停止」の完了後に実施する。
- ※4
グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの閉止を実施する（中央監視室）。
- ※5
グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施する（排風機室）。
- ※6
中央監視室の盤より、グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの状態表示を確認し、閉じ込め成功を判断する。
- ※7
排風機室のグローブボックス排風機及び工程室排風機の出口側のダクトに可搬型ダンパ出口風速計を接続し、ダンパ閉止により、ダクト内に気流がないことを確認し、閉じ込め成功を判断する。
- ※8
可搬型ダンパ出口風速計により、状態を監視する。

第6-12 図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（放出防止）



第6-13 図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（核燃料物質の回収）



第6-14図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（閉じ込める機能の回復）

対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※1	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)																備考	
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00	2:10					
-	-	実施責任者 (再処理)		1	-	[Timeline: 0:10地震発生, 0:20火災確認, 0:30全交流電源喪失・火災発生]																	
		情報管理班 (再処理)		3	-	[Timeline: 0:30体制移行]																	
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-	[Timeline: 0:30体制移行]																	
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-	[Timeline: 0:30体制移行]																	
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-	[Timeline: 0:30体制移行]																	
発生防止	1	全送排風機の停止 (中央監視室) 又は状態の確認	MOX燃料加工施設対策班 1班	2	0:05	[Timeline: 0:10 1班]																	
	2	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断 (中央監視室) 又は状態の確認	MOX燃料加工施設対策班 2班	2	0:05	[Timeline: 0:10 2班]																	
拡大防止	火災状況確認及び消火	3	可搬型グローブボックス温度表示端末の運搬、接続及び確認 (1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班 3班	2	0:05	[Timeline: 0:10 3班]																伝送開始まで適宜風速を確認する。
		4	遠隔消火装置の遠隔手動起動 (1F 中央監視室近傍)	MOX燃料加工施設対策班 1班	2	0:05	[Timeline: 0:10 1班]																
	燃料加工建屋外への放出経路の閉止	5	グローブボックス排風機入口手動ダンパの現場手動閉止 (B1F 排風機室)	MOX燃料加工施設対策班 3班	2	0:10	[Timeline: 0:10 3班]																移動時間含む
		6	工程室排風機入口手動ダンパの現場手動閉止 (B1F 排風機室)	MOX燃料加工施設対策班 4班	2	0:10	[Timeline: 0:10 4班]																移動時間含む
		7	可搬型ダンパ出口風速計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班 3, 4班	4	0:10	[Timeline: 0:10 3,4班]																伝送開始まで適宜風速を確認する。
伝令	8	体制移行の伝令 (PA建屋⇔AG建屋)	MOX燃料加工施設対策班 5班	2	0:35	[Timeline: 0:30 5班]																	

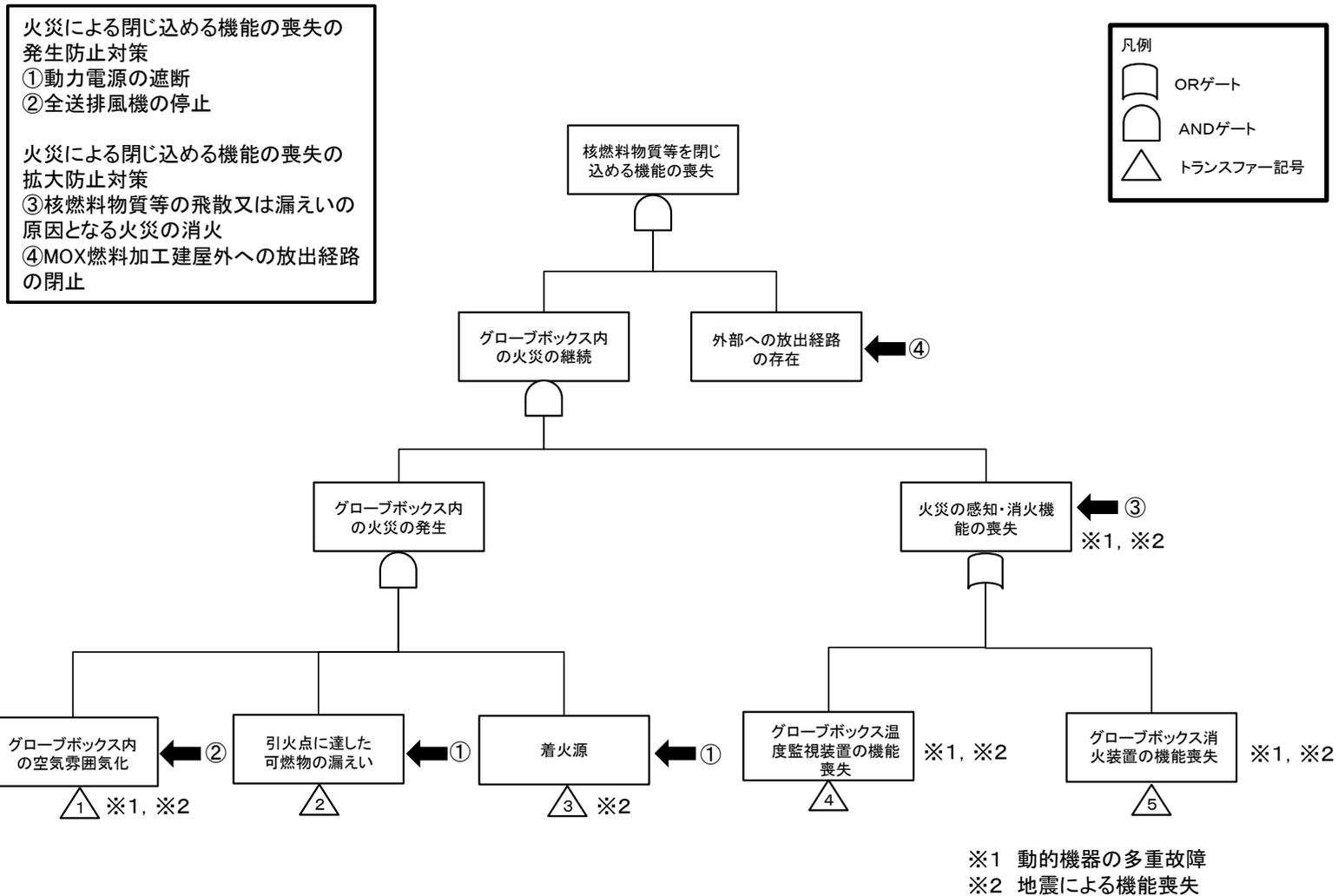
※1：重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、外的事象の「地震」を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の10名である。

第6-15図 重大事故対処におけるタイムチャート (外的事象を起因とした場合)

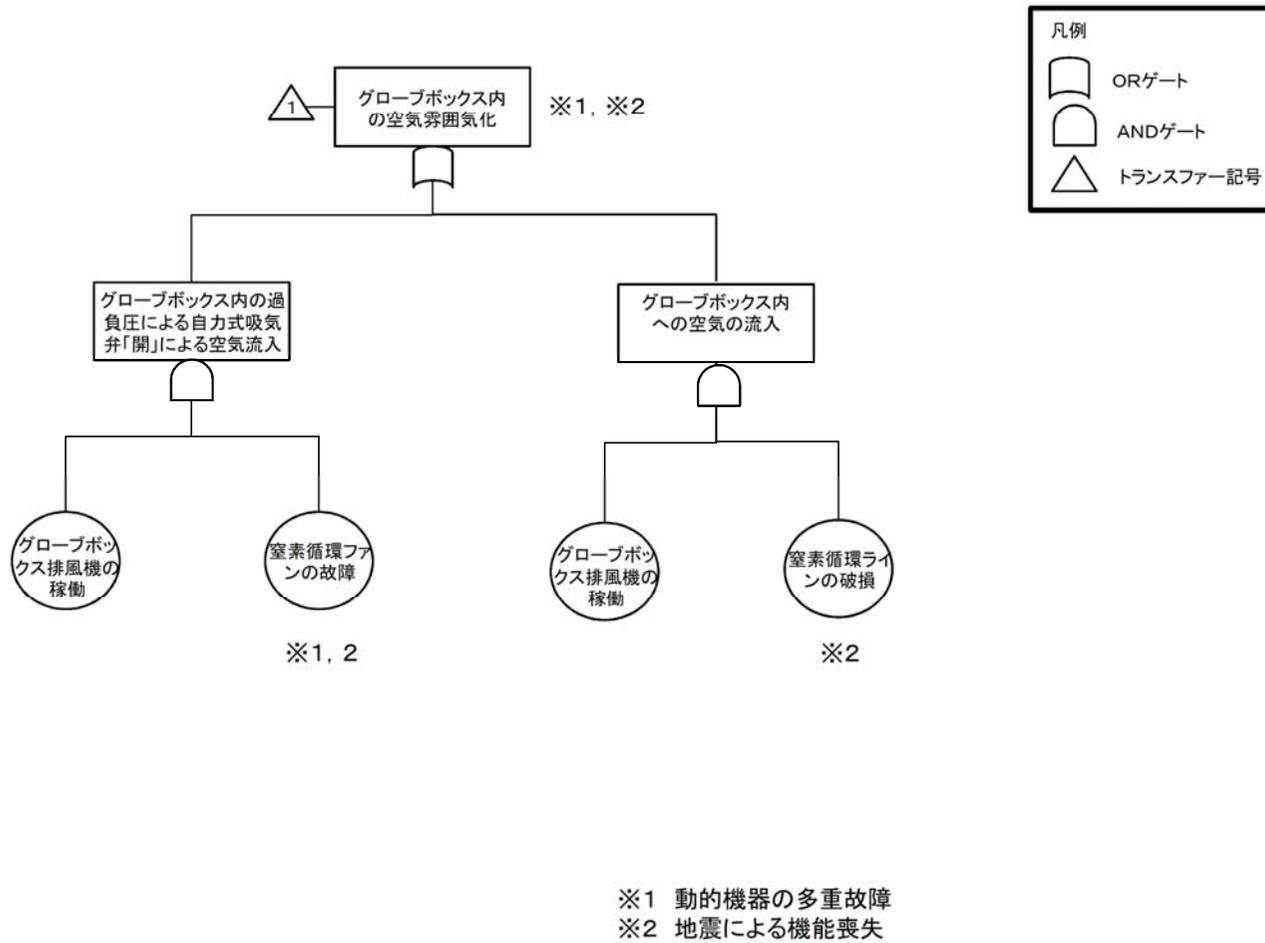
対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※2	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)												備考	
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00		2:10
-	-	実施責任者(再処理)		1	-	▽火災確認													
		情報管理班(再処理)		3	-	▽体制移行													
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-														
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-														
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-														
発生防止	1	全送排風機の停止(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:03	1班													
	2	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:03	2班													
拡大防止	火災状況確認及び消火	3	安全系監視制御盤の状況及び火災状況確認用温度表示装置の確認(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:03	3班												
		4	遠隔消火装置の遠隔手動起動(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:01	1班												
	燃料加工建屋外への放出経路の閉止	5	グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔手動閉止(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:01	3班												
		6	可搬型ダンパ出口風速計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班3,4班	4	0:13	3,4班												移動時間含む

※2：重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、内的事象を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の8名である。

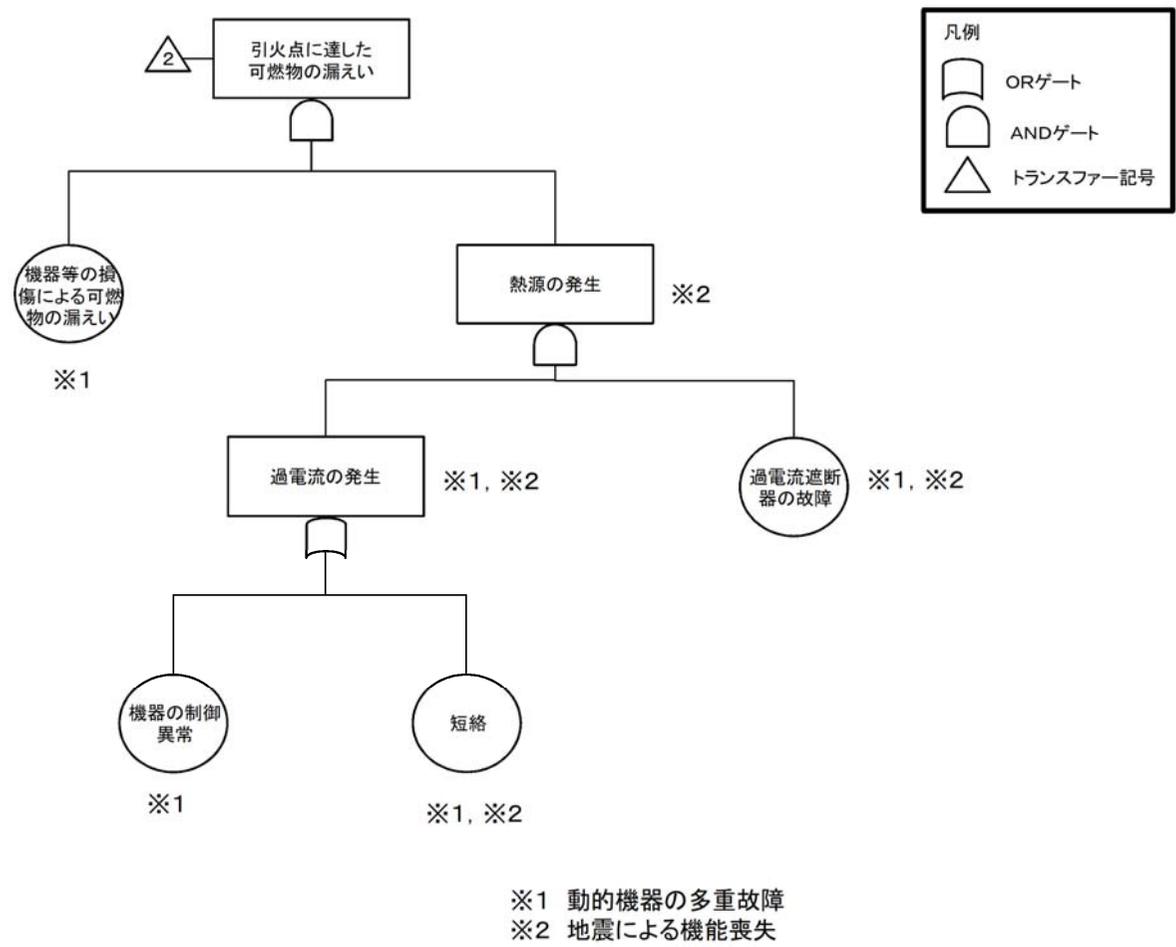
第6-16図 重大事故対処におけるタイムチャート(内的事象を起因とした場合)



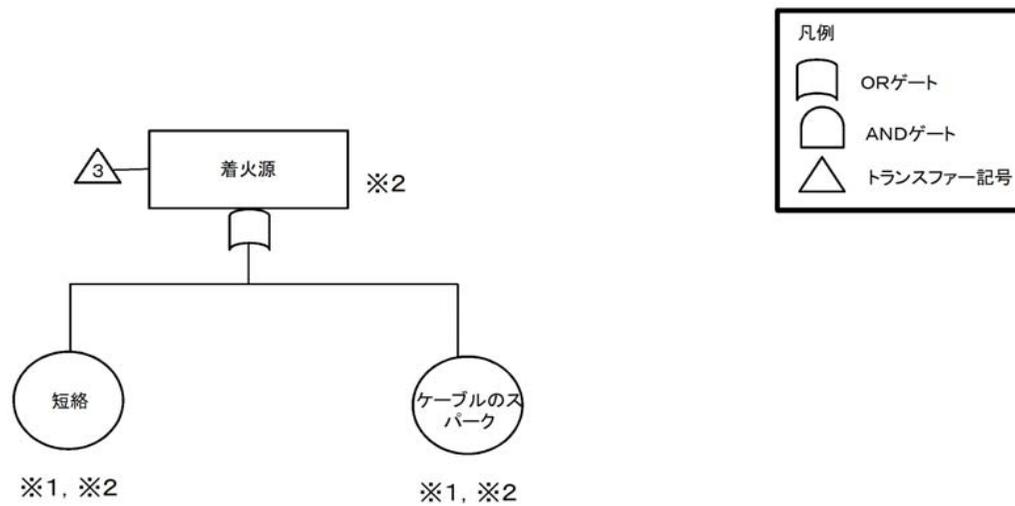
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (1/7)



第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (2/7)

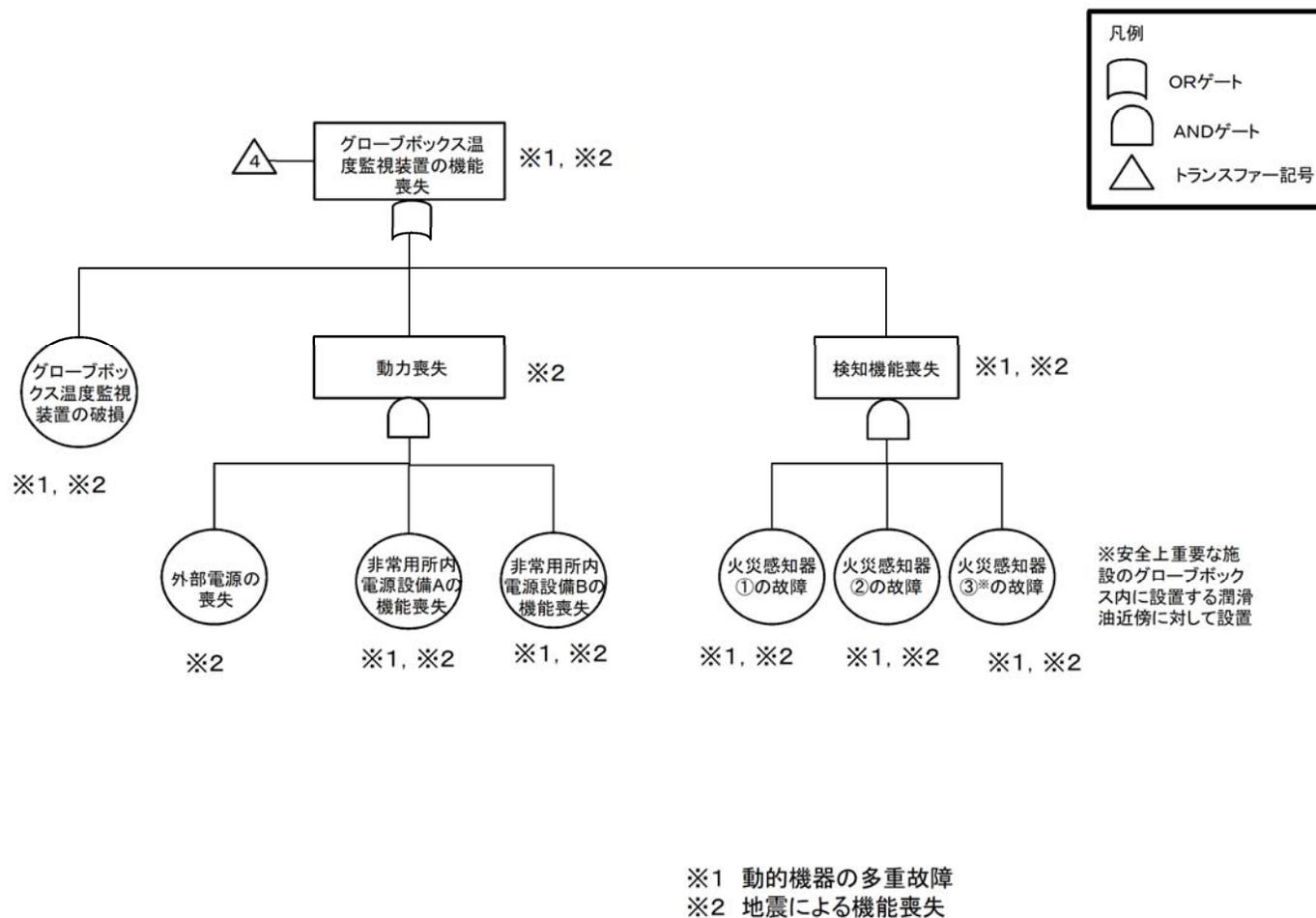


第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (3/7)

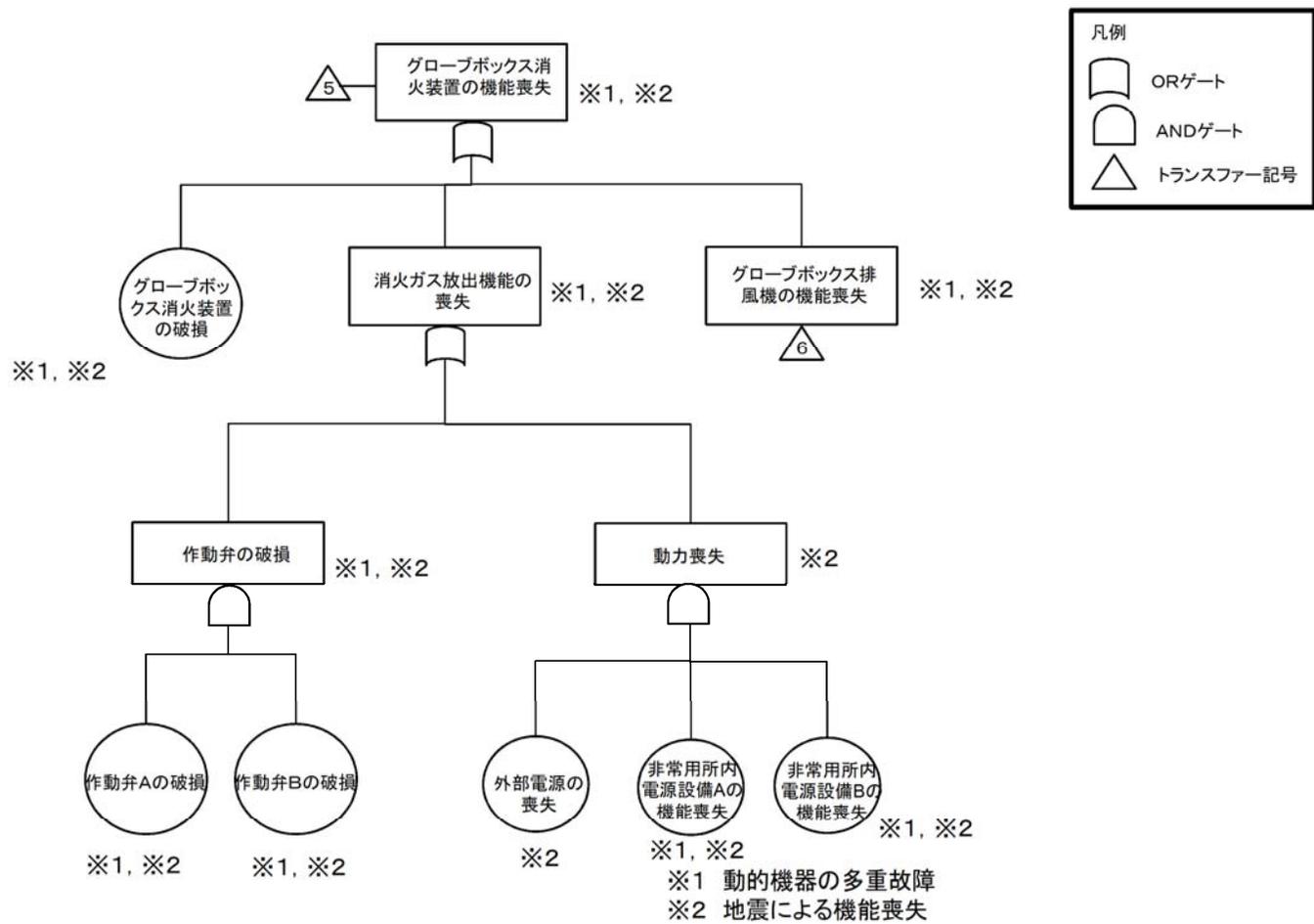


※1 動的機器の多重故障
※2 地震による機能喪失

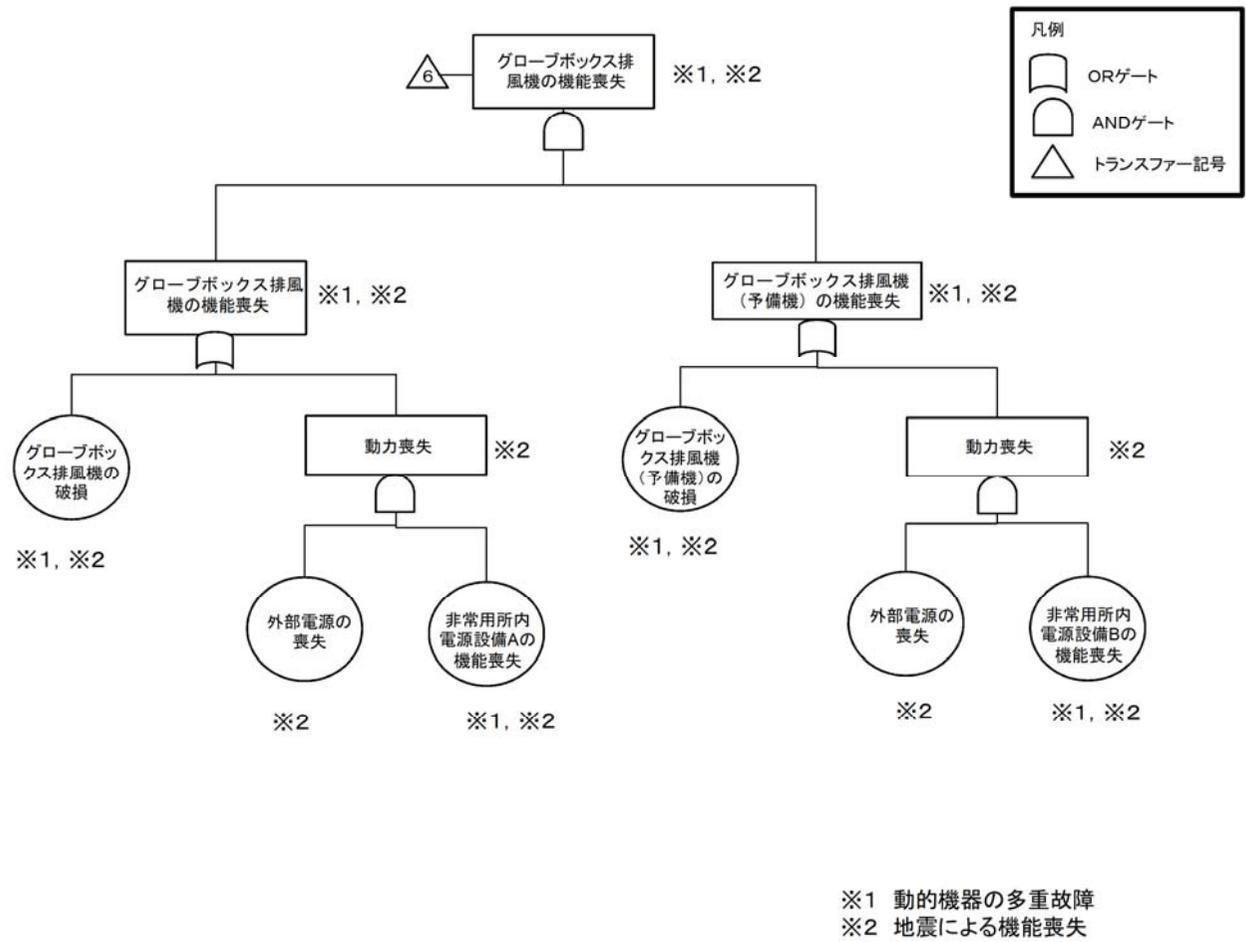
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (4/7)



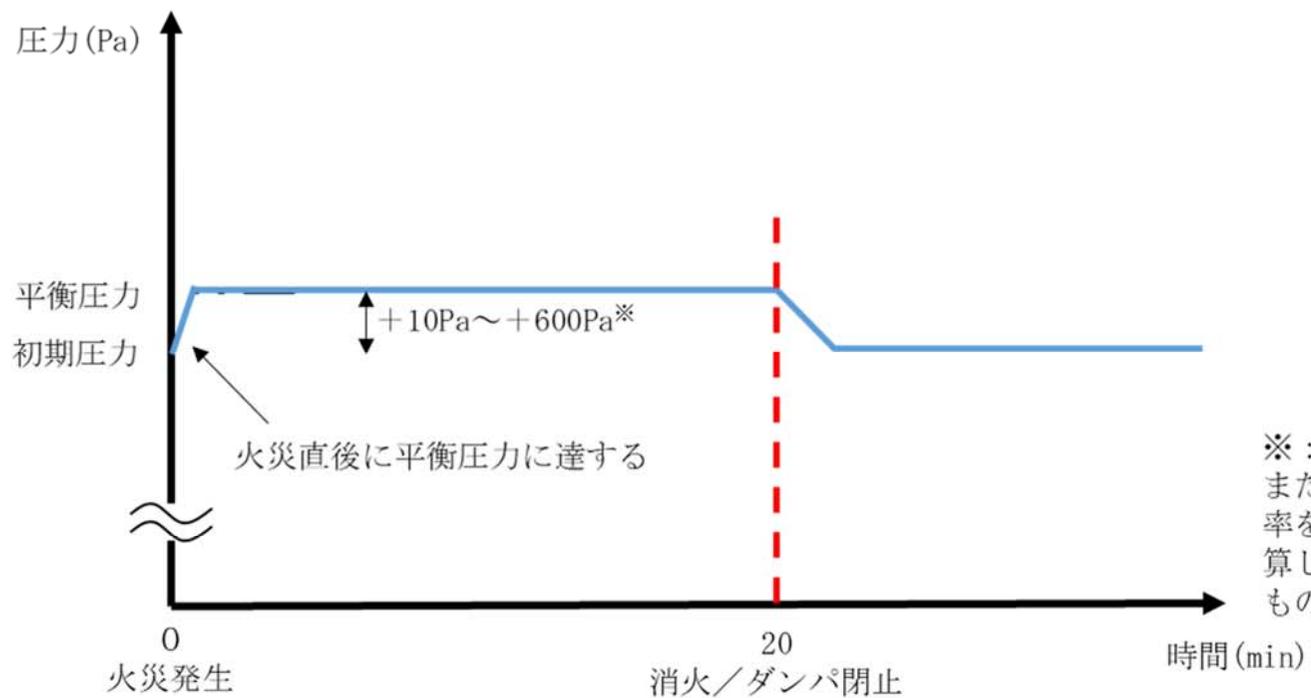
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (5/7)



第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (6/7)



第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (7/7)



※：火災源により平衡圧力が異なる。
また、本評価値は、設計上の漏えい率をグローブボックス隙間長さに換算し、さらに隙間を10倍と仮定したもの。

第6-19図 グローブボックス内圧力推移

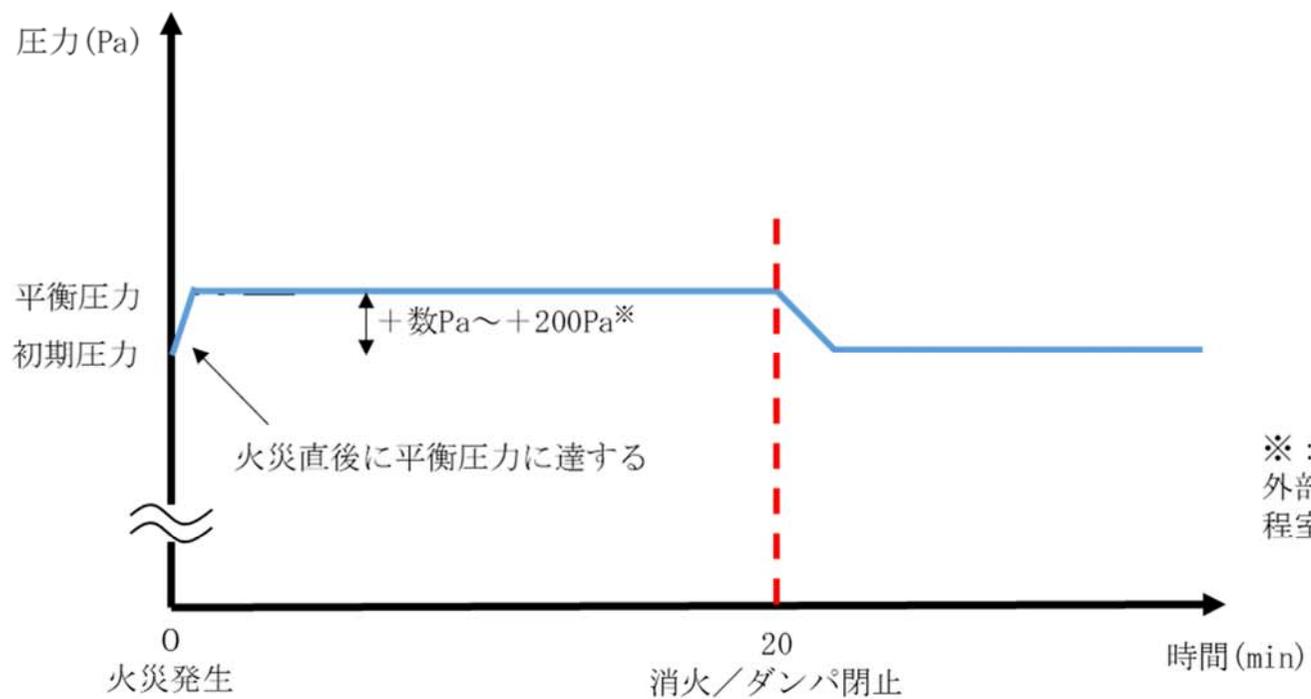


図 6 - 20 図 工程室内圧力推移

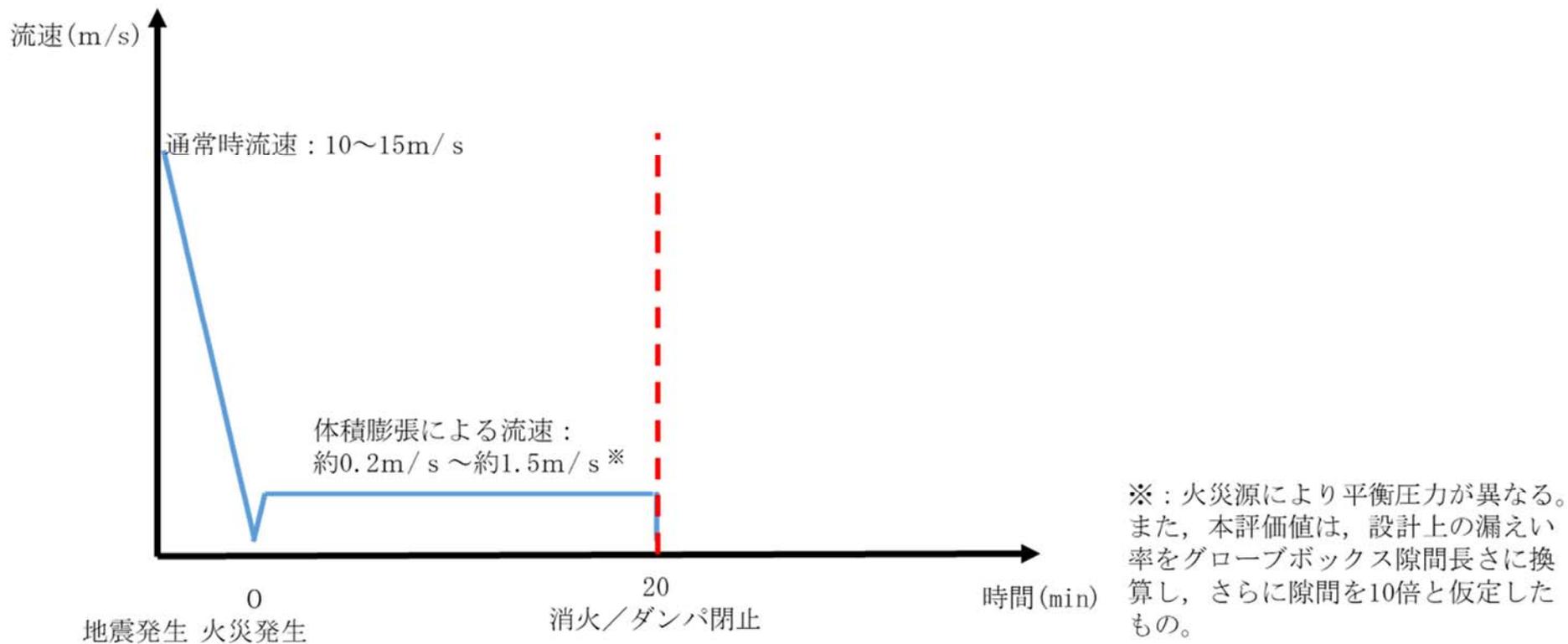
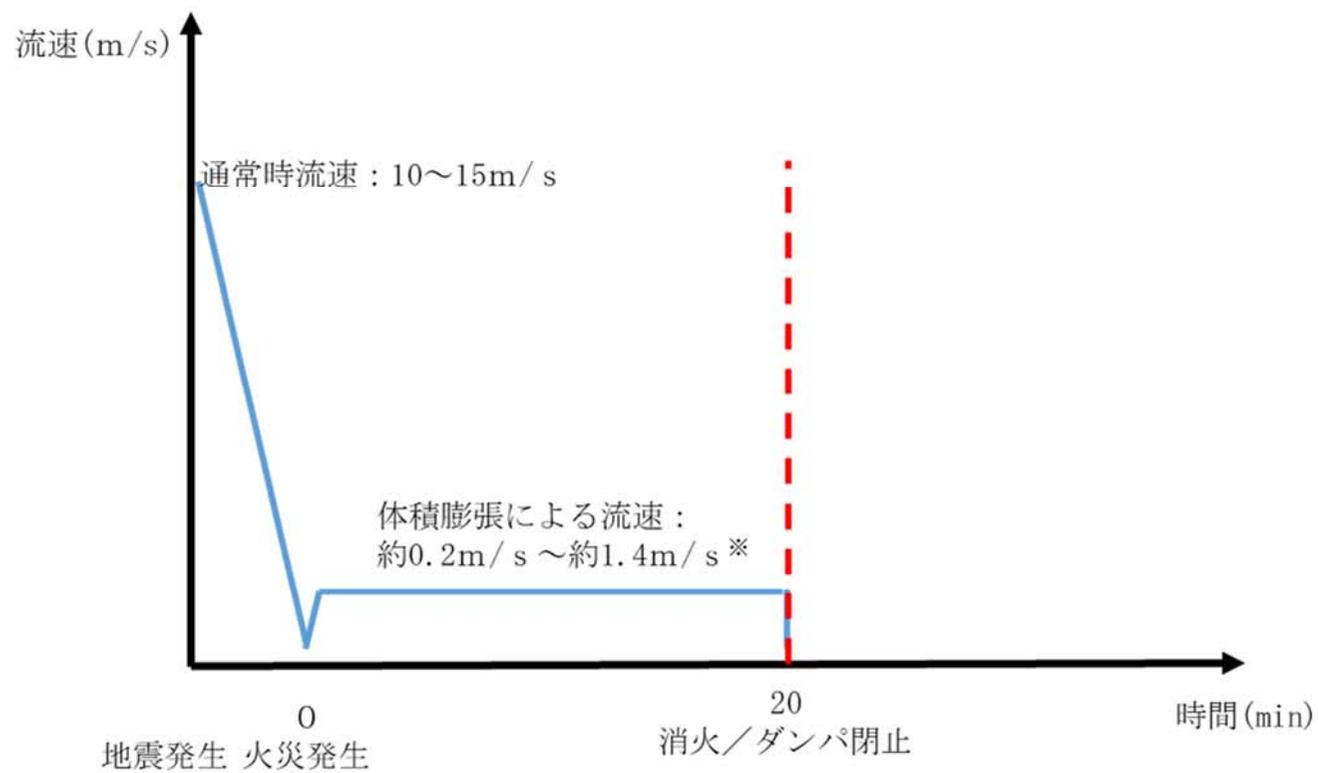
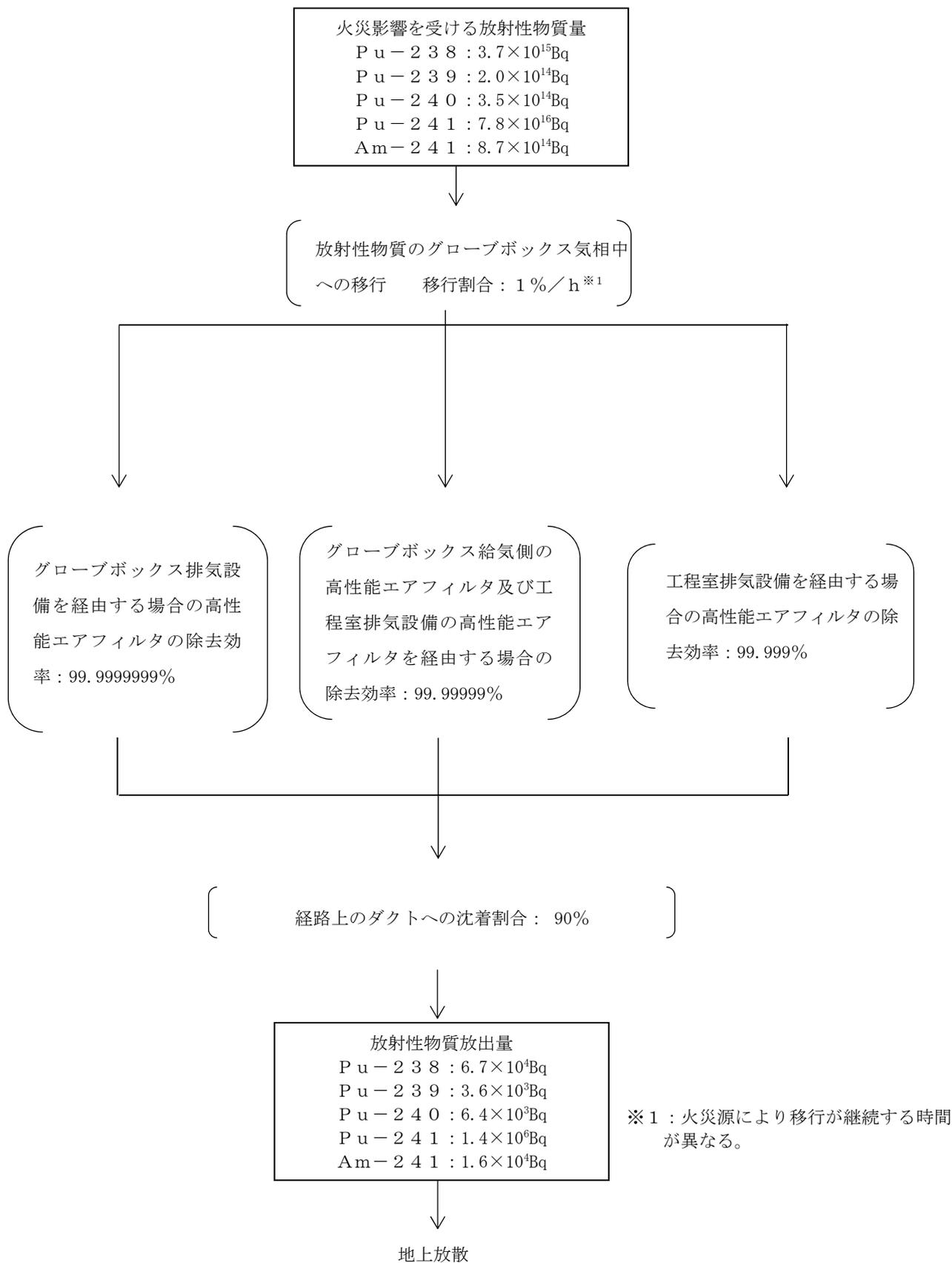


図6-21 図 グローブボックス排気ダクト内の流速推移



※ : 火災源により平衡圧力が異なる。
外部への放出へ繋がる経路として工
程室排気系のみを考慮した場合。

図 6 - 22 図 工程室排気ダクト内の流速推移



第6-23図 放射性物質の大気放出過程

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
粉末調整第2室	予備混合装置グローブボックス
粉末調整第5室	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
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
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
	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

第6-2表 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する設備
(1/2)

設備		核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策			
設備名称	構成する機器	火災の消火	放出の抑制	核燃料物質等の回収	閉じ込める機能の回復
代替消火設備	遠隔消火装置	○	×	×	×
代替火災感知設備	火災状況確認用温度計	○	×	×	×
	火災状況確認用温度表示装置	○	×	×	×
	可搬型グローブボックス温度表示端末	○	×	×	×
放出防止設備	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	×	○	×	×
	グローブボックス排気閉止ダンパ	×	○	×	×
	工程室排気閉止ダンパ	×	○	×	×
	ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ	×	○	×	×
	可搬型ダンパ出口風速計	×	○	×	×
	重大事故の発生を仮定するグローブボックス※1	×	○	×	×
工程室放射線計測設備	可搬型ダストサンブラ	×	×	○	×
	アルファ・ベータ線用サーベイメータ	×	×	○	×
代替グローブボックス排気系	ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ	×	×	×	○
	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	×	×	×	○

※1：予備混合装置グローブボックス、均一化混合装置グローブボックス、造粒装置グローブボックス、回収粉末処理・混合装置グローブボックス、添加剤混合装置Aグローブボックス、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グローブボックス及びプレス装置B（プレス部）グローブボックス

第6-2表 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する設備
(2/2)

設備		核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策			
設備名称	構成する機器	火災の消火	放出の抑制	核燃料物質等の回収	閉じ込める機能の回復
受電開閉設備	受電開閉設備	○	○	×	×
	受電変圧器	○	○	×	×
高圧母線	6.9kV運転予備用主母線	○	○	×	×
	6.9kV常用主母線	○	○	×	×
	6.9kV運転予備用母線	○	×	×	×
	6.9kV常用母線	○	×	×	×
	6.9kV非常用母線	×	○	×	×
低圧母線	460V運転予備用母線	○	×	×	×
	460V常用母線	○	×	×	×
	460V非常用母線	×	○	×	×
代替電源設備	燃料加工建屋可搬型発電機	×	×	×	○
	可搬型電源ケーブル	×	×	×	○
	可搬型分電盤	×	×	×	○
補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽	×	×	×	○
	第2軽油貯槽	×	×	×	○
	軽油用タンクローリ	×	×	×	○
代替モニタリング設備	可搬型排気モニタリング設備 可搬型ダストモニタ	×	×	×	○
代替試料分析関係設備	可搬型放出管理分析設備 可搬型放射能測定装置	×	×	×	○

第6-3表 火災を消火するため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
(1)	火災の消火の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象の施設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の機能喪失を確認した場合、MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するため手順に着手し、以下の(2)に移行する。 	二	二
(2)	火災状況確認の準備	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室にある火災状況確認用温度計に接続された火災状況確認用温度表示装置の健全性を確認する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、中央監視室にある火災状況確認用温度計に、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置 火災状況確認用温度計 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末
(3)	火災の判断及び消火の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認する。火災源近傍の温度指示値が60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、直ちに火災の消火を判断し、以下の(4)へ移行する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認し、火災源近傍の温度指示値が60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、直ちに火災の消火を判断し、以下の(4)へ移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用温度表示装置 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末

第6-3表 火災を消火するため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
(4)	火災の消火の実施	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤の手動操作により、火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物）を放出できない場合は、中央監視室近傍に設置する遠隔消火装置の弁の手動操作により、火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物）を放出する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	<ul style="list-style-type: none"> 二
(5)	火災の消火の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置により、火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が60℃未満であり、安定していることを確認し、グローブボックス内の火災が消火されていると判断し、以下の(6)へ移行する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が60℃未満であり、安定していることを確認し、グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置 火災状況確認用温度計 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末

第6-4表 核燃料物質等の放出を抑制するため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
(1)	燃料加工建屋外への排気経路の閉止の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設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の喪失を確認した場合、放射性物質の放出を抑制するための手順に着手し、以下の(2)に移行する。 	二	二
(2)	燃料加工建屋外への排気経路の閉止の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤が健全である場合、全送排風機の停止を確認後に、グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。 	二	二
(3)	燃料加工建屋外への排気経路の閉止の実施	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室から遠隔閉止操作によりグローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパを閉止し、排気経路を閉止する。 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、排風機室から手動閉止操作により、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施し、排気経路を閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ 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 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ 	二

第6-4表 核燃料物質等の放出を抑制するため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
(4)	燃料加工建屋外への排気経路の閉止の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計をグローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに接続する。 可搬型ダンパ出口風速計により、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクト内に有意な風速がないことを確認することにより、燃料加工建屋外への排気経路が閉止されていると判断する。 排気経路の閉止後は、ダクト内の風速の監視を継続する。 	二	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計

第6-5表 核燃料物質等を回収するため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
(1)	核燃料物質等の回収の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火及び燃料加工建屋外への放出経路の閉止するための対策が完了し、時間経過により放射性エアロゾルが十分沈降したと推定される場合に、核燃料物質等の回収の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。 	二	二
(2)	放射性エアロゾルの沈降状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラにより、工程室内の気相中の放射性エアロゾルを捕集し、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより、濃度を測定する。 	二	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ アルファ・ベータ線用サーベイメータ
(3)	核燃料物質等の回収の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 気相中の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は一定の時間間隔を開けて放射性物質濃度の測定を行い、測定結果に変化が生じないことを確認し、閉じ込める機能の回復の完了をもって、工程室に漏えいしたMOX粉末の回収の実施を判断し、以下の(4)へ移行する。 	二	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ アルファ・ベータ線用サーベイメータ

第6-5表 核燃料物質等を回収するため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
(4)	核燃料物質等の回収の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>工程室内に漏えいしたMOX粉末の気相中への舞い上がりに注意しウエス等の資機材により、MOX粉末を回収する。</u> 	二	二

第6-6表 閉じ込める機能を回復するため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
(1)	閉じ込める機能の回復の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 核燃料物質等の回収で実施する放射性エアロゾルの沈降の確認により、工程室の気相中の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い、測定結果に変化が生じないことを確認した場合、閉じ込める機能の回復の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。 	二	二
(2)	閉じ込める機能の回復の準備	<ul style="list-style-type: none"> 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及び可搬型ダクトを排風機室のグローブボックス排気設備のダクトに接続する。 	<ul style="list-style-type: none"> ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ 	<ul style="list-style-type: none"> 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 可搬型発電機 可搬型電源ケーブル 可搬型分電盤
(3)	閉じ込める機能の回復の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 準備が整い次第、可搬型排風機付フィルタユニットの起動を判断し、以下の(4)へ移行する。 	二	二

第6-6表 閉じ込める機能を回復するため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
(4)	閉じ込める機能の回復の実施	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排風機付フィルタユニットの排風機を起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ 	<ul style="list-style-type: none"> 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 可搬型発電機 可搬型電源ケーブル 可搬型分電盤
(5)	閉じ込める機能の回復の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 工程室内に気流が発生したことを確認し、グローブボックス排気設備の排気機能の回復を判断する。 可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタにより、可搬型ダクトからの排気をサンプリングし、大気中へ放出される放射性物質濃度を監視する。この際、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機を停止する。 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。 	二	二

表6-7 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内のMOX粉末量

グローブボックス名称	グローブボックスの インベントリ (kg・Pu)	火災影響を受けるMOX粉末量 ^{※1}			
		グローブボックス で一度に取り扱う 可能性がある容器	容器内MOX重量 (kg・MOX)	容器内Pu 富化度 (%)	容器内 Pu 重量 (kg・Pu)
予備混合装置グローブボックス	46.0	J60	65	33	18.9
均一化混合装置グローブボックス	90.5	J85	90	18	14.3
造粒装置グローブボックス	20.3	J85	90	18	14.3
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス ^{※2}	54.1	J60	65	33	18.9
		J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Aグローブボック ス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置A (プレス部) グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Bグローブボック ス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置B (プレス部) グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3

※1：グローブボックス内で取り扱う放射性物質のうち、火災影響を受ける放射性物質質量として、開口部がある粉末容器中のMOX粉末を想定する。

※2：回収粉末処理・混合装置グローブボックスはJ60とJ85を同時に取り扱う可能性があるため、火災影響を受けるMOX粉末量として考慮する。

第6-8表 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	6.7×10^4
Pu-239	3.6×10^3
Pu-240	6.4×10^3
Pu-241	1.4×10^6
Am-241	1.6×10^4

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	7/8	2	
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	7/8	1	
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	7/8	2	
補足説明資料3-4	重大事故等の特定	1/23	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	設計基準より厳しい条件等の同時発生	5/25	4	
補足説明資料3-13	近接原子力施設からの影響	7/22	1	
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	7/22	1	
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	7/17	3	

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3-17	フォールトツリー(重大事故の発生を仮定する際の条件毎の安全機能喪失の特定)	7/17	2	
補足説明資料3-18	系統図(重大事故の発生を仮定する際の条件毎の安全機能喪失の特定)	7/8	1	
補足説明資料3-19	臨界の発生可能性の検討	7/31	9	
補足説明資料3-20	安全上重要な施設の選定結果	7/8	1	
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	7/8	1	
補足説明資料3-22	運転管理の上限値について	8/11	1	
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	7/8	3	
補足説明資料3-24	高濃度の水素・アルゴン混合ガスの誤供給の可能性について	7/31	4	
補足説明資料3-25	混合酸化物貯蔵容器の取扱高さ制限について	7/8	0	
補足説明資料3-26	燃料集合体の取扱高さ制限について	7/8	0	
補足説明資料3-27	MOX燃料加工施設の平常時の放出量及びグローブボックス内の容器落下又は転倒時の放出量について	7/31	2	
補足説明資料3-28	MOX燃料加工施設における火災の特徴について	8/11	1	
補足説明資料3-29	MOX燃料加工施設におけるグローブボックスの整理	7/17	0	
補足説明資料3-30	MOX燃料加工施設における火災について	7/17	0	

令和2年8月11日 R 1

補足説明資料 3-22(22条)

運転管理の上限値について

1. 運転管理の上限値

MOX燃料加工施設の設備・機器の特徴を考慮し、設備・機器で取り扱うMOXのPu富化度、MOX質量等の運転管理の上限値を明確にし、事業許可基準規則第15条 設計基準事故の安全評価、第22条 重大事故の有効性評価を行う。

運転管理上の上限値は、設備・機器で取り扱うMOXのPu富化度、MOX質量並びにMOXを収納する容器の数及び種類、事故の起因となり得る火災源である潤滑油を収納する機器を内包するグローブボックスでの潤滑油量及びオイルパンの面積を、対象となる設備（グローブボックス）と紐づけて示す。これらは、従前から既許可での事故評価での前提としていたもので、かつ、詳細設計、運転管理の観点で管理することとしていたものであり、事業変更許可申請書で明確化を図る。

- (1) 運転管理の上限値は設備・機器で取り扱う値に対して裕度を見込んで単一ユニット毎に設定する。なお、裕度としては、MOX投入量の誤差、設備・機器内の滞留量等を考慮する。
- (2) 非密封のMOXは、容器単位で取り扱うこと及び容器は複数の種類があることから、容器の種類ごとにPu富化度及びMOX質量について運転管理の上限値を設定する。

2. 運転管理の上限値の管理方法

運転管理の上限値の管理方法については、質量管理を行う単一

ユニットの核的制限値の管理方法と同様の管理方法であり、各単一ユニット等のMOX質量の在庫量を常時把握するとともに、MOXを搬送する容器を識別し、それにより搬送するMOX質量、Pu富化度を把握することにより行う。

3. 運転管理の上限値の記載方針

既許可では既許可での事故評価での前提としていたものの、臨界防止設計以外の運転管理の上限値が明示されていなかったため、必要な情報を本文（加工施設本体の構造及び設備）、添付書類七に記載し、その管理の方法を添付書類五に記載する。

対象機器等	運転管理の上限値として示す項目
単一ユニット毎となるグローブボックス等	取り扱うMOXのPu富化度、MOX質量、MOXを収納する容器の数及び種類
重大事故の発生を仮定するグローブボックス	火災源である潤滑油量及びオイルパンの面積

以上

令和2年8月11日 R 1

補足説明資料 3 - 28 (22 条)

MOX燃料加工施設における火災の特徴について

1. MOX燃料加工施設における火災の特徴

MOX燃料加工施設においてMOX粉末又はグリーンペレットを取り扱うグローブボックス、乾燥後のペレットを取り扱うグローブボックス及び分析設備を収納する一部のグローブボックスは、窒素ガス雰囲気で運転を行う。このため、窒素ガス雰囲気下において火災は発生しない。

MOX燃料加工施設の燃料製造における加工工程は乾式工程であり、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はないことから有機溶媒等による大規模な火災は発生しない。また、機械の摺動部は潤滑油を用いるが、引火点が200℃と比較的高く、容易に引火するものではない。

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、不燃性又は難燃性材料を使用することから、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による大規模な火災は起こらない。ただし、MOX燃料加工施設の運転に必要な可燃性物質は、火災防護の対策を講じたうえで使用する。

燃料加工建屋には6.9kVで受電し、各設備に必要な電圧に変圧器で降圧して使用する。このため、工程室内の設備及び機器のうち、焼結炉等を除くものについては、アーク放電不良による大規模な電気火災のリスクは小さい。

これらのMOX燃料加工施設における火災の特徴に関連する設計

及び運用について、以下に示す。

1. 1 核燃料物質の形態とグローブボックス内雰囲気

グローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態と、それらグローブボックス内における雰囲気を 1. 1-1 図及び 1. 1-2 図に示す。



燃料加工建屋 地下3階

取扱形態	
	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室
	ペレットを主に取り扱う室
	グリーンペレットを主に取り扱う室
	粉末を主に取り扱う室

-  :窒素循環型GB
-  :窒素貫流型GB
-  :空気雰囲気型GB

※1 排ガス処理装置GBは水素-アルゴン混合ガス雰囲気である焼結炉と接続されているGBであり、GB内雰囲気が焼結炉内に逆流しない設計とする。



については核不拡散上の観点から公開できません。

1. 1-1 図 燃料加工建屋地下3階における核燃料物質の取扱形態及びグローブボックス内雰囲気



燃料加工建屋 地下2階

取扱形態	
	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室
	ペレットを主に取り扱う室
	グリーンペレットを主に取り扱う室
	粉末を主に取り扱う室

- :窒素循環型GB
- :窒素貫流型GB
- :空気雰囲気型GB

※2 スタック乾燥装置はアルゴンガス雰囲気下でペレットの乾燥を行う装置であり、装置内で空気とアルゴンガス、アルゴンガスと窒素の置換を行う。

※3 挿入溶接装置GBと除染装置GBの境界は開口部を限定し、開口部にボールバルブを設けることで、GB内の雰囲気を管理する。

※4 小規模焼結炉排ガス処理装置GBは水素-アルゴン混合ガス雰囲気である小規模焼結処理装置と接続されているGBであり、GB内雰囲気が小規模焼結処理装置内に逆流しない設計とする。

※5 再生スクラップ焙焼処理装置GBに接続するGBはシャッタを設けることで、GB内の雰囲気を管理する。

 については核不拡散上の観点から公開できません。

1. 1 - 2 図 燃料加工建屋地下2階における核燃料物質の取扱形態 及びグローブボックス内雰囲気

1. 2 グローブボックス内に持ち込む可燃性物質について

1. 2. 1 アルコール、ウエス等

MOX燃料加工施設の各工程では、生産工程上、測定精度に係る設備及び機器を収納するグローブボックス又は除染に係る清掃を必

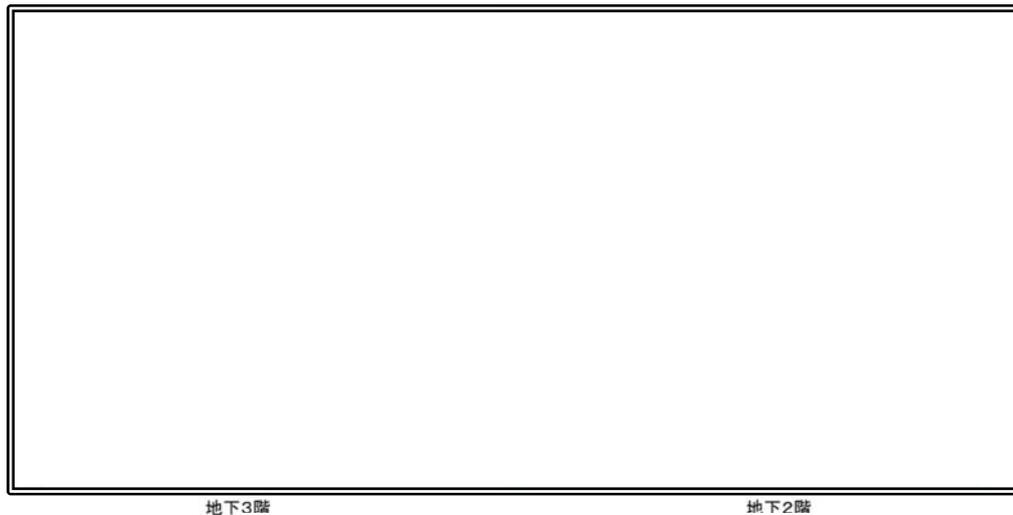
要とするグローブボックスにおいては、アルコール、ウエス等が高頻度で必要となる。これらのグローブボックスにおいて使用の都度、アルコール、ウエス等をバッグイン及びバッグアウトすることは困難であることから、グローブボックス内にアルコール、ウエス等を保管する必要がある。設備の運転のためにグローブボックス内にアルコール、ウエス等の可燃性物質を保管する必要がある場合は、可燃性物質を金属製の容器等に収納することで火災の発生を防止する。

アルコール、ウエス等を高頻度で使用するグローブボックスの配置を1. 2. 1-1図に示す。また、各工程におけるアルコール、ウエス等の使用例は以下のとおりである。

- ・試料瓶、容器及び金型の拭き取り
- ・ボールミルのボール清掃
- ・試作前の金型除染
- ・レーザ測長器又は重量測定器の校正に用いるマスターペレットの拭き取り

なお、気送子、試料瓶及びスミヤろ紙については可燃性物質量が少ないことから、万一、火災時に燃焼した場合であっても、グローブボックスへの影響は小さい。

凡例			
■	アルコール、ウエス等を高頻度で使用するグローブボックス	■	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室
■	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室	■	ペレットを主に取り扱う室
■	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室	■	グリーンペレットを主に取り扱う室
■	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室	■	粉末を主に取り扱う室
■	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室	■	火災区域



 については核不拡散上の観点から公開できません。

1. 2. 1-1 図 アルコール、ウエス等を高頻度で使用するグローブボックスの配置

1. 2. 2 潤滑油

MOX燃料加工施設においては、グローブボックス内外に設置する設備及び機器に潤滑油を使用するものがある。

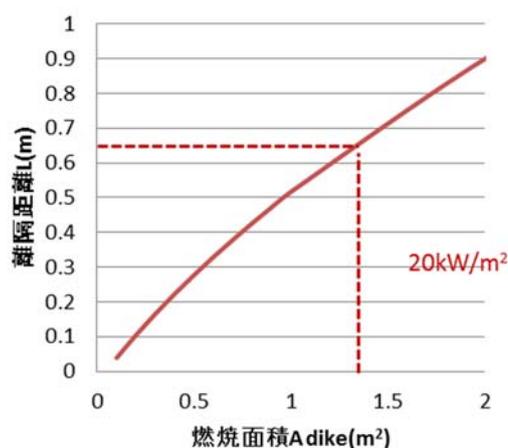
潤滑油は可燃性物質であるが、不燃性材料の容器に収納すること、引火点は200℃以上であり、機器周辺には高温部はないことから、火災のリスクは小さい。

火災区域に設定する工程室では、グローブボックス外の火災源になり得る潤滑油を内包する機器及び電気盤の火災について、安全上重要な施設のグローブボックスへの火炎及び輻射熱による影響を軽減するため、離隔距離を設ける設計又は遮熱板を設置する設計とする。

グローブボックスの熱輻射の基準としては、20kW/m²を設定する。

なお、グローブボックス外で最も潤滑油を内包する機器が多く設置されているペレット加工第2室の焼結設備において、真空ポンプ4台から潤滑油が漏えいし火災が発生したと想定した場合、燃焼面積は約1.3m²であり、必要な離隔距離は約1 m以上となる。

1. 2. 2-1 表 燃焼面積と離隔距離の関係



火災により核燃料物質が気相中へ移行する状態としては火災による気流の影響を直接受ける場合であるが、潤滑油の漏えいが想定される箇所に吸着材を設置するとともに金属筐体で覆うことで、金属筐体外での火災の発生はなく、仮に金属筐体内で火災が発生したとしても、工程室に漏えいしたMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはない。

1. 3 遮蔽体

管理区域その他MOX燃料加工施設内の人が立ち入る場所における外部被ばく及び内部被ばくによる線量を低減できるよう、従事者の作業性等を考慮し、適切に遮蔽及び機器を配置する設計とする。
また、遠隔操作を可能とし、放射性物質の漏えい防止対策及び換気

を行うことにより，所要の放射線防護上の措置を講ずる設計とする。また，従事者の立入時間等を考慮し，遮蔽設計の基準となる線量率を設定するとともに，管理区域を線量率に応じて適切に区分し，区分ごとの基準線量率を満足する設計とする。MOX燃料加工施設における遮蔽体の設計について以下に示す。

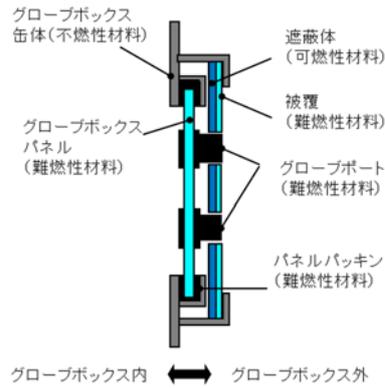
中性子線の遮蔽材としては，水素原子を多く含む材料が適しているため，MOX燃料加工施設の一部では，遮蔽性能の高いポリエチレンを用いる設計とする。

ガンマ線の遮蔽材には，遮蔽性能の高い鉛，鉄等を用いる設計とするが，視認性が必要な場合には，含鉛メタクリル樹脂を用いる設計とする。

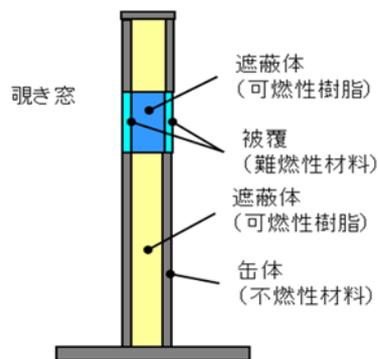
MOX燃料加工施設内の可燃性物質になり得る遮蔽体は，火災時に可燃性物質とならないよう対策することで，火災源としてのリスクを排除する。

管理区域内における可燃性の遮蔽材は，不燃性材料又は難燃性材料で覆う設計とする。

含鉛メタクリル樹脂を難燃性材料で覆う場合は，UL垂直燃焼試験（UL94 V-0）を確認した材料で覆う設計とする。



1. 3-1 図 グローブボックスの構造の概要図



1. 3-2 図 遮蔽体の構造の概要図

1. 4 盤

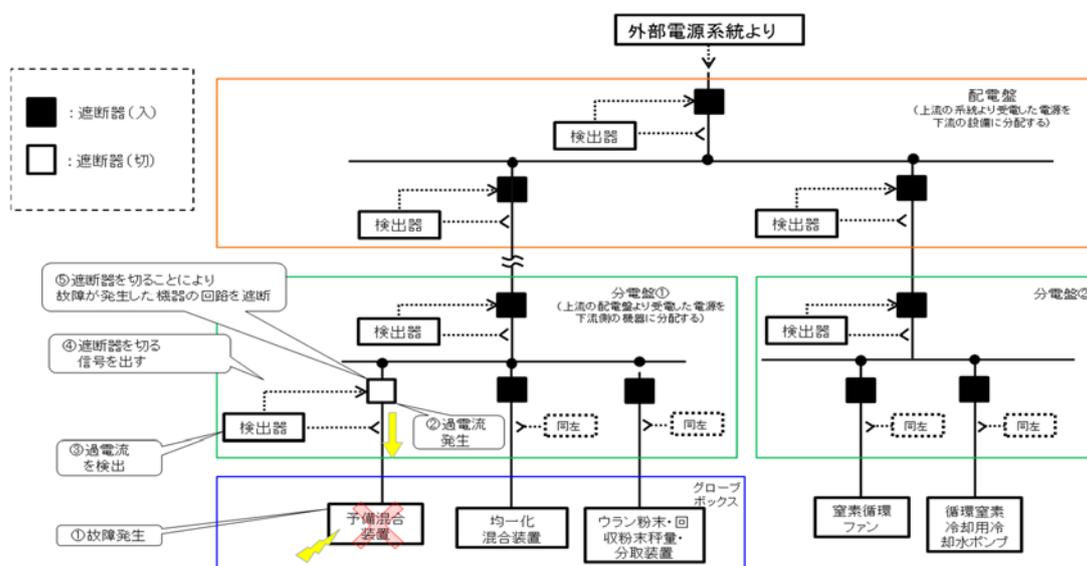
燃料加工建屋には6.9kVで受電し、各設備に必要な電圧に変圧器で降圧した上で給電する。工程室の設備及び機器のうち、焼結炉等を除くものについては、440V未満に降圧された電源が各設備の盤に給電される。



 については核不拡散上の観点から公開できません。

1. 4 - 1 図 燃料加工建屋内の給電の概要図

また、機器の故障により過電流が発生した場合には、当該機器に給電を行う系統上の直近の検出器が過電流を検出し、遮断器を切ることにより、火災の発生要因となる故障が発生した機器の回路を遮断できる。概略電気系統図を1.4-2図に示す。

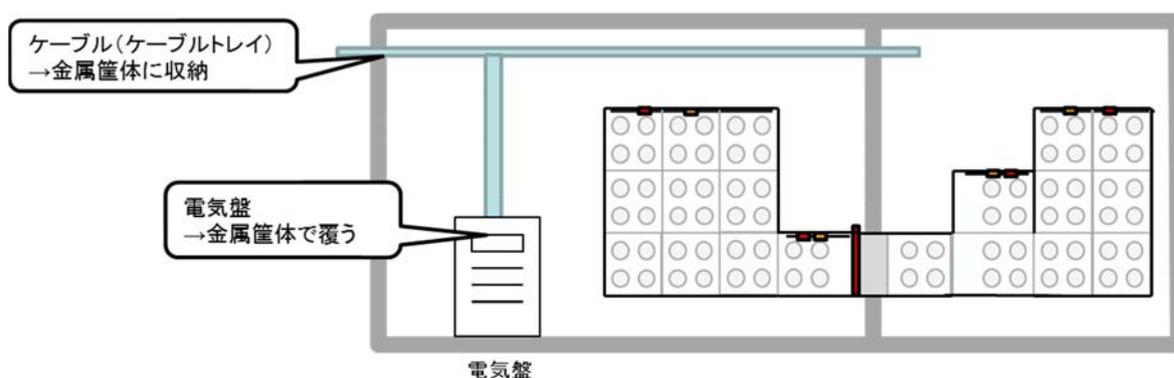


1. 4 - 2 図 概略電気系統図

火災源となり得る機器及び電気盤並びに安全上重要な施設のうち、機器、ダクト、ケーブルトレイ、電線管及び盤の筐体並びにこれらの支持構造物の主要な構造材は、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。大規模な電気火災が発生するリスクがある電気盤はグローブボックスから隔離をとる設計とする。また、実証試験により延焼性（米国電気電子工学学会規格IEEE383-1974又はIEEE1202-1991垂直トレイ燃焼試験相当）及び自己消火性（UL1581 (Fourth Edition) 1080 VW-1 UL垂直燃焼試験相当）を確認したケーブルを使用する設計とする。

安全上重要な施設に関する盤は、互いに独立した系統又は回路から構成し、物理的及び電氣的に分離する設計とする。これらの安全上重要な施設のケーブルは、物理的系統分離を行う設計とする。

このため、これらの安全上重要な施設は、火災時でも機能を損なうことはない。



1. 4-3 図 電気盤及びケーブルのイメージ図

MOX燃料加工施設において、運転時に発生し得る主な電気火災の原因として、短絡、断線、接続部の緩みが考えられる。

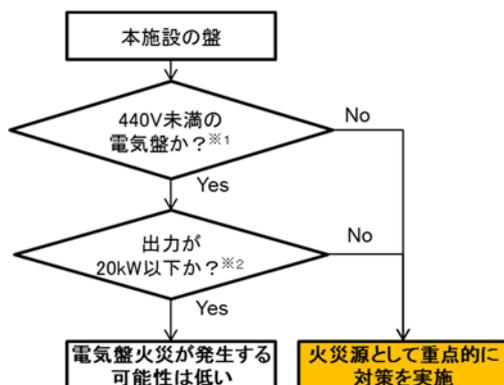
短絡は、電気回路の2点が、非常に低い抵抗値で接続されること

により、ケーブルが許容できる電流よりも大きな電流が発生し、ケーブルが発熱する。

断線は、ケーブルが切れかかっている状態であり、断線部分での発熱及び火花が発生する。

接続部の緩みは、ケーブル接続部（固定部分）の緩みにより接触不良を起こし、接触部が発熱する。

上記の現象は遮断器を設置することで回路を遮断することができるが、短時間で火花が発生し、火災に至るリスクがある。このため、工程室の設備及び機器のうち、焼結炉等を除くものについては、440V未満に降圧された電源が各設備の盤に給電される設計となっていることを踏まえ、1.4-4図のフローに基づき、電気盤火災が発生するリスクが高い箇所を特定する。



※1 NUREG/CR-6850 における以下の記載に基づく。

Also note that panels that house circuit voltages of 440V or greater are counted because an arcing fault could compromise panel integrity (an arcing fault could burn through the panel sides, but this should not be confused with the high energy arcing fault type fires).

「440V以上の回路を収容する電気盤は、アーク放電不良が盤の健全性に支障をきたす可能性がある点に留意すること」

※2 消防法施行令に基づく省令(対象火気設備等の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令(平成十四年三月六日総務省令第二十四号)第二章第三条十五項の記載に基づく。

「十五 変電設備(全出力二十キロワット以下のもの及び第二十号に掲げるものを除く。以下同じ。)」

1. 4-4 図 電気盤火災が発生するリスクの高い箇所の特定フロー

1. 5 グローブポート

グローブボックスのうち、作業頻度が多い箇所のグローブポートについては、作業用グローブが常時取り付けられている。

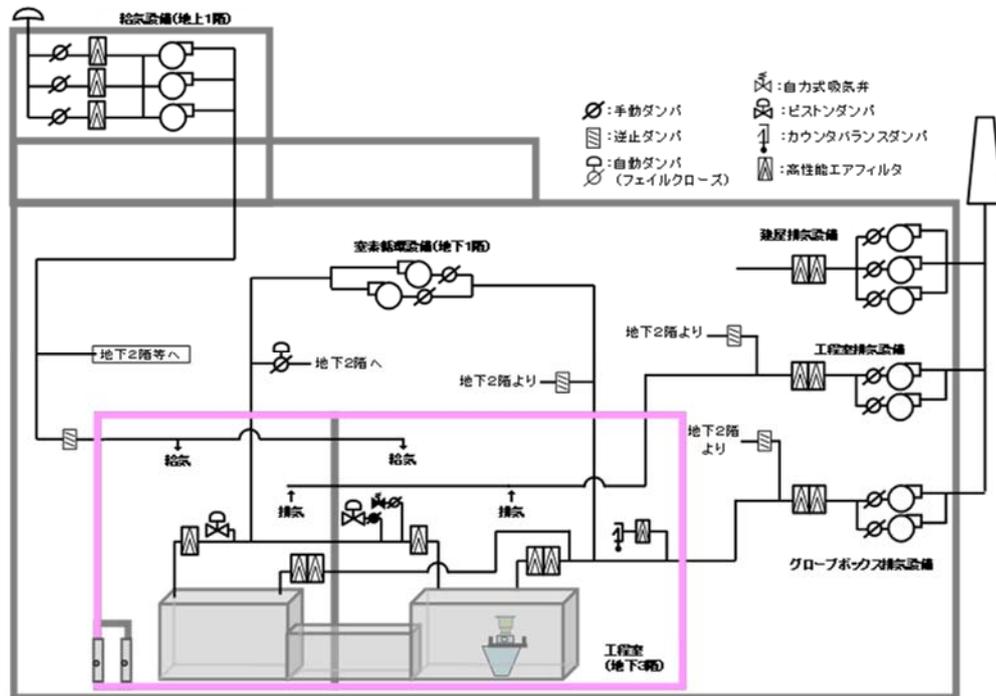
作業用グローブは難燃性素材であるが、万が一火災により損傷し

た場合には、グローブボックスから工程室への漏えい経路となる可能性がある。

このため、作業用グローブが取り付けられたグローブポートについては、作業時以外はグローブボックスパネルと同様の素材のポートカバーを取り付ける運用とする。

2. グローブボックスでの火災の発生可能性の検討

MOX燃料加工施設では重大事故の発生として、外的事象及び内的事象の発生と同時に火災源を内包するグローブボックス内での火災の発生を想定している。グローブボックス内は窒素雰囲気であること、火災源となる潤滑油は機器内に収納していること、着火源を排除していること等、発生防止対策を講じている。しかし、技術的想定を超えて発生防止対策が機能喪失し、火災が発生することを想定する。その際の火災が発生する要素、それらが揃う条件及び可能性について以下に示す。なお、MOX燃料加工施設において重大事故の発生を仮定するグローブボックスは窒素循環型であり、設備の構成は2-1図のとおり。



2-1 図 窒素循環型グローブボックスの設備概要

2. 1 可燃物

重大事故に至る火災の可燃物としては、グローブボックス内に設置する機器の潤滑油としている。潤滑油は、機器のギアボックス等に使用されるものであり、ギアボックスを収納する筐体に潤滑油が内包され、潤滑油を内包している構造は溶接構造等となっている。機器等は、基準地震動の 1.2 倍の地震動に対して機能を維持できるよう設計することから、損壊は想定されず、機器に亀裂が発生して潤滑油が漏えいすることにより、火災の要素である可燃物となる可能性があるが、潤滑油は、燃焼するためには、一定の温度（約 250℃）が必要であり、漏えいしただけでは、火災の要素となる可燃物とならない。

そのため、火災の要素となる可燃物となるためには、潤滑油の温度を燃焼するために必要な温度に上昇させるための加熱源が必要と

なる。この加熱源としては、潤滑油を使用する機器があるが、機器の運転時の温度は 60℃程度であり、潤滑油の燃焼に必要な温度まで上昇させる加熱源にはならないため、機器内で通常運転時の温度で保有された潤滑油が漏えいしたとしても可燃物としての条件は成立しない。

機器内で潤滑油の温度が上昇する要因として、過電流の発生が考えられるが、過電流に対しては過電流遮断機能を有している。過電流の発生と過電流遮断機能の機能喪失が同時に発生することにより、機器内の潤滑油の温度が上昇し、温度上昇した潤滑油が漏えいすることに加え、さらに着火源との関係で局所的な温度上昇が発生することで、火災の要素である可燃物になることが考えられる。

なお、何らかの要因により潤滑油を有する機器の定格容量の電力が潤滑油に加えられると仮定し、温度上昇する時間を求めた結果、100℃の上昇に5分～30分要することを確認した。（一般的な加熱機器の熱効率が20～30%であることを踏まえ、熱効率を30%と設定）

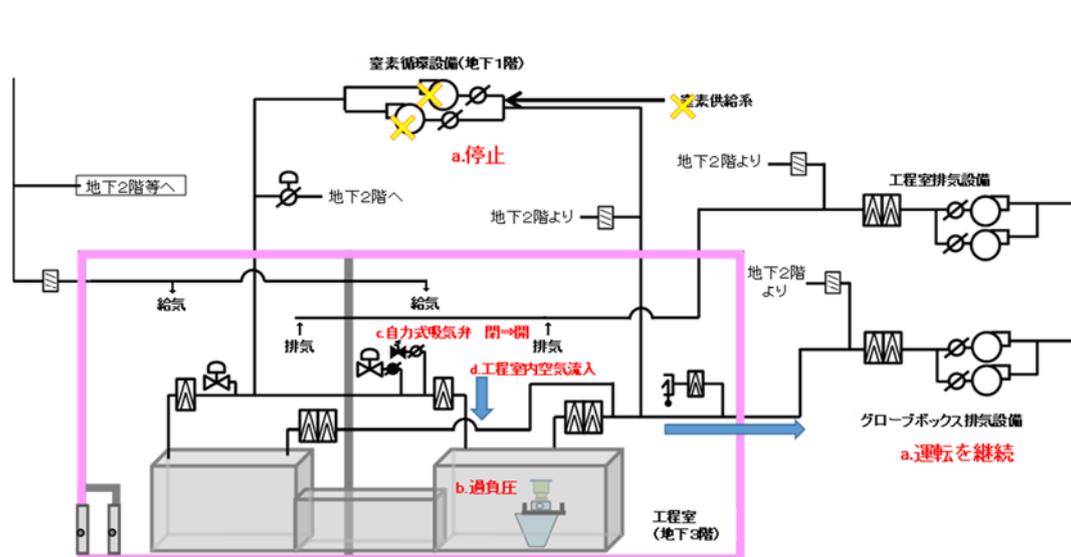
2. 2 酸素供給体

重大事故の発生を仮定したグローブボックスは、窒素循環型であり、通常運転時は、窒素循環システムのファンにより窒素が循環供給され、グローブボックス内は窒素雰囲気は維持されている。火災が発生するためには、グローブボックス内の窒素が、空気に置換されることが必要となるため、グローブボックス内の窒素を空気に置換するために必要な、以下の設備の状態を踏まえて整理した。

(1) 窒素循環ファンが停止

窒素循環ファンが停止した場合、窒素雰囲気となったグローブボックスへの給気が停止することになるが、同時にグローブボックス排風機が停止した場合は、窒素雰囲気の状態で流体の動きがなくなるため、窒素雰囲気が空気雰囲気になることはない。そのため、窒素雰囲気を空気雰囲気に置換するためには、窒素循環ファンが停止した状態でグローブボックス排風機が運転を継続することが必要である。

上記状態が継続すると、グローブボックスが過負圧になり自力式吸気弁が開になり、工程室内の空気がグローブボックス内に流入する。なお、上記状態の概要は2. 2-1図のとおり。



2. 2-1図 窒素循環ファン停止時の状況

(2) グローブボックス給気系に設置された手動ダンパが開

手動ダンパは、窒素循環型グローブボックスでMOX粉末を取り扱う運転を開始する前に閉になっていることを確認するため、これが開になった状態で運転を開始することは考え難い。万一、手動ダンパが開になっている状態で窒素循環ファンを運

転して窒素循環を開始した場合には、手動ダンパの経路から工程室内の空気を取り込まれるため、排気により消費された窒素分に相当する空気量がグローブボックス内に混入するが、グローブボックス内全体が空気雰囲気置換されるまでに時間を要する。ただし、グローブボックス内の酸素濃度を計測しているため、酸素濃度上昇等の異常があればMOX粉末を取り扱う運転を開始しないため、外部への多量の放射性物質の放出が発生する条件は成立しない。万一、運転中に上記状態になった場合には、加工工程の停止等の措置を講じるため、外部への多量の放射性物質の放出が発生する条件は成立しない。

上記以外のケースとして、手動ダンパが開の状態、窒素循環ファンが停止し、さらにグローブボックス排風機が運転している状態になった際は、窒素雰囲気が空気雰囲気に置換される可能性があるが、運転開始前の確認時に手動ダンパが開になっていることは防止できるため、この条件は成立しない。

さらに別のケースとして、手動ダンパを開状態にする状況として、グローブボックス内機器の保守作業等があるが、この場合はグローブボックス内に蓋のない容器が存在しない状態にして作業を行うことから、外部への多量の放射性物質の放出が発生する条件は成立しない。また、保守作業等を行う際には、作業員がグローブボックス周辺に居るため、万一火災が発生した際には、消火器により速やかに消火を行うことが可能であり、火災が継続することはない。

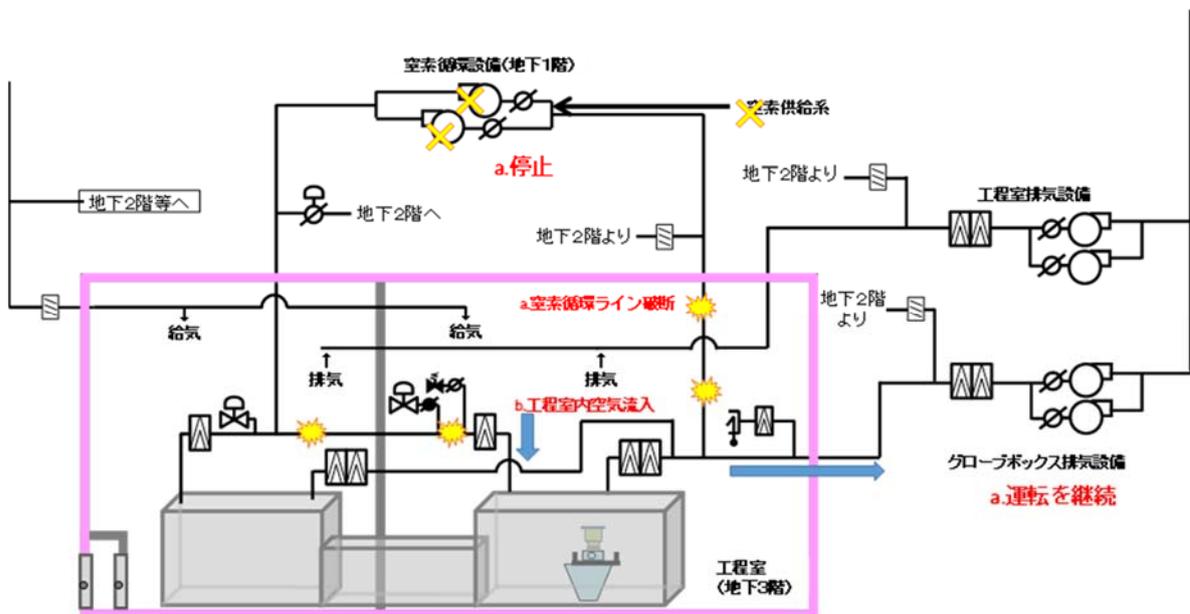
(3) グローブボックスが過負圧になり自力式吸気弁が開

グローブボックスが過負圧になり自力式吸気弁が開になる条件は、(1)に記載したとおりである。

(4) 窒素循環設備のダクト等の破断

窒素循環設備のダクト等が破断した状態でグローブボックス排風機が運転を継続した場合、(1)と同様に工程室内の空気がグローブボックス内に流入し、窒素雰囲気から空気雰囲気に置換される。

上記状態の概要は2. 2-2図のとおり。



2. 2-2図 窒素循環設備のダクト等破断時の状況

2. 3 着火源

着火源とは着火の原因となる小さな高温部分を発生させる現象であり、裸火、高温物、摩擦、衝撃、静電気放電など様々な種類があるが、裸火や高温物、摩擦、衝撃はグローブボックス内に存在しな

いこと、一定の耐震性を持たせることにより機器構造が維持されることなどの理由により発生の可能性はないが、地震発生時の静電気の発生やケーブル等によるスパークの発生の可能性は否定できない。

2. 4 火災発生の条件整理の結果

2. 1～2. 3より、重大事故として特定した火災を発生させるためには、以下の状態が重なり発生する必要がある。なお、以下の燃焼の3要素に係る状態が同時に整うことが必要であるが、潤滑油の温度上昇やグローブボックス内の空気への置換には一定時間必要であり、段階的に事象が発生する必要がある。

(1) 可燃物

過電流と過電流遮断機能の喪失が発生した際に、機器内の潤滑油の温度が上昇し、機器の亀裂から温度上昇した潤滑油が漏えいする。

(2) 酸素供給体

窒素循環ファンが停止した状態で、グローブボックス排風機の運転が継続し、グローブボックスが過負圧になることで自力式吸気弁が開となり、工程室内の空気がグローブボックス内に流入する又は、窒素循環設備のダクトが破断した状態でグローブボックス排風機が運転を継続し、工程室内の空気がグローブボックス内に流入する。

(3) 着火源

ケーブル等によるスパークが発生し、潤滑油が発火する。

上述した各事象は偶発的な事象であり、共通要因により同時に発生することは想定できないが、技術的想定を超えた状態として、重大事故ではこれらの偶発的な事象の重ね合わせを考え、火災が発生する状態を仮定する。

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	7/17	4	
補足説明資料6-2	冷却期間の変更における影響			補足説明資料5-3と重複するため。
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	5/25	5	
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	7/31	8	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	7/22	7	
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	燃料加工建屋外への放出経路の閉止時及び核燃料物質の回収時の作業環境について	8/11	4	
補足説明資料6-9	核燃料物質の回収に要する作業時間について			集塵装置を取りやめ、自然沈降を待つこととしたため。
補足説明資料6-10	放出経路上の圧力損失を踏まえた移行割合の設定について	7/17	1	
補足説明資料6-11	工程室内に飛散したMOX粉末の沈降について	7/15	0	
補足説明資料6-12	重大事故時の環境条件(温度)について	7/17	0	
補足説明資料6-13	火災規模の設定根拠について	8/11	1	

令和2年8月11日 R4

補足説明資料6－8（22条）

燃料加工建屋外への放出経路の閉止時及び核燃料物質の回収時の 作業環境について

1. はじめに

火災の消火により新たに核燃料物質の飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした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く、外部へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはない。

ただし、重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室内には、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネルの隙間から漏えいした核燃料物質が飛散している可能性がある。このため、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する観点からMOX粉末の回収作業を実施する。

本補足説明資料では、地下1階の排風機室にて実施するダンパの閉止作業及び地下3階の工程室にて実施するMOX粉末の回収作業における実施組織要員に与える被ばく線量を評価し、ダンパの閉止作業及びMOX粉末の回収作業の成立性を確認する。

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. 外部被ばく線量の評価方法

3. 1 ダンパの閉止作業における外部被ばく線量の評価方法

ダンパの閉止作業においては、作業を実施する室での核燃料物質の直接的な取り扱いはなく、重大事故の発生を仮定するグローブボックスからの距離が離れており、状況に応じて適切な防護具を装備することから、ここでは核燃料物質の経口摂取による内部被ばくは考慮せず、外部被ばくを対象に評価する。

また、外部被ばくの対象は、グローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量を考慮した放射線とする。

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. 1 グローブボックス排気ダクト内の放射性物質からの外部被ばく

(1) 評価対象の選定

燃料加工建屋外への放出経路の閉止作業は、排風機室にてグローブボックス排気経路上及び工程室排気経路上のダンパを手動操作により閉止するため、評価対象は排風機室とする。

当該室に設置されたグローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量を表 3.1-1 に示す。

ここでは、外部へ放出される放射性物質の総量を踏まえて、ダク

トからの外部被ばく評価を実施する。

表 3. 1 - 1 ダンパ閉止作業を実施する室の放射性物質質量

部屋名称	放射性物質質量 (g・MOX)	Pu 富化度 (%)	放射性物質質量 (g・Pu)
排風機室	1.73×10^{-5}	18%	2.75×10^{-6}

(2) 線量評価方法

グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトは、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、グローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量に相当する放射性物質が球形状で存在する簡易的なモデルとする。また、実際には、ダクトを遮蔽体として見込むことができるが、本件では見込まない。

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 参照)。

解析の結果、ダクトから 1 m の距離における線量率は、約 3×10^{-4} μ Sv/h であった。

上記の線量率は、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。

3. 2 MOX粉末の回収作業における外部被ばく線量の評価方法

MOX粉末の回収作業においては、状況に応じて、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。

また、工程室に飛散したMOX粉末は、グローブボックスに存在するMOX粉末に対してごく少量であることから、外部被ばくの評価対象はグローブボックスに存在する核燃料物質からの放射線とする。

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. 2. 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) 評価対象の選定

MOX粉末の回収作業は、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で実施するため、インベントリを踏まえて評価対象を選定する。

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. 2-1 に示す。

ここでは、最も取り扱うプルトニウム量が大い、「均一化混合装置グローブボックス」を、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。また、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を実施する。

表3. 2-1 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	○	311.0	33	90.5
	造粒装置 グローブボックス	○	128.0	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 2 mm で球の周囲を覆った状態を簡易的なモデルとする。

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2参照）。

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。

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。

また、回収作業は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り、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

グローブボックス排気ダクト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	1.73×10^{-5} [g・MOX]	二
Pu 富化度	18 [%]	二
γ 線線源強度	2.31×10^4 [γ]	二
中性子線線源強度	7.15×10^{-3} [n]	二
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5 m位置に50 cmのコンクリートを設定。

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	311 [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]	二
等価球半径	33.5 [cm]	計算値
γ線線源強度	8.10×10^{14} [γ]	二
中性子線線源強度	1.25×10^8 [n]	二
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5 m位置に50 cmのコンクリートを設定。

補足説明資料 6-13(22 条)

火災規模の設定根拠について

1. はじめに

火災規模の設定は、事故対処の前提条件となる情報である。

このうち、発熱速度及び燃焼継続時間は、潤滑油量及び燃焼面積に依存するパラメータであり、米国 NRC で開発された火災評価ツール FDTs (Fire Dynamics Tools) で評価した結果、最長で約 10 分で潤滑油が燃え尽きるとの結果が得られた。

これは、計算上の理想的な燃焼に基づく評価であり、実現象としては潤滑油が何らかの要因により引火点まで加熱される時間が必要であるほか、火災の燃焼については、徐々に火災の範囲が広がっていき、全面的な火災が継続して徐々に燃え尽きていくことが考えられる。

過去の火災試験結果を基に、「燃焼面積 50%」に相当する燃焼継続時間の設定が妥当と考え、潤滑油量が最も多い火災源については 20 分以上火災が継続すると評価したが、過去の火災試験を補完するデータを取得したので、本資料に取りまとめた。

2. 試験内容

2. 1 目的

潤滑油を用いた火災試験により、計算上の燃焼継続時間と実現象としての燃焼継続時間の比較を実施する。

2. 2 試験方法

オイルパン (17.5 cm×13.5 cm) に、実機で使用予定の潤滑油 (引火点 : 252°C) を約 130ml 投入した。

これをホットプレートで加熱し、着火後から燃焼が終了するまでの時間を測定した。

2. 3 試験結果

試験結果について時系列で整理する。

(1) 潤滑油の加熱

- ✓ ホットプレート（出力 1500W）を、装置の最大設定温度（350℃）に設定し、オイルパン上の潤滑油を加熱した。
- ✓ 徐々に潤滑油温度は上昇するが、温度上昇に伴い潤滑油温度の上昇率は低下し、20分加熱時点において 200℃程度で平衡状態となった。
- ✓ カタログ上の引火点を超えたことから、油面に種火を近づけたが、引火しなかった。
- ✓ このため、ガスバーナーで油面の加熱を実施した。



(2) 潤滑油への引火（燃焼開始）

- ✓ ガスバーナーで1分程度加熱の後、潤滑油に引火した。この時点を目録として潤滑油の燃焼開始とする。
- ✓ この際の潤滑油温度は、300℃程度まで上昇していた。



(3) 潤滑油への引火後（15秒～30秒後）

- ✓ 潤滑油へ引火した後は、火炎により潤滑油自体が加熱され、燃焼面が広がっていく様子を確認された。（左：引火後15秒，右：引火後30秒）



(4) 潤滑油への引火後（2～3分後）

- ✓ 引火から2～3分後には火炎の勢いが増し、油面表面にプツプツとした気泡のような発生も見られ、(3)の引火当初よりも明らかに火勢が増した。（写真は2分15秒時点）



(5) 潤滑油への引火後（6分後）

- ✓ 引火から6分程度経過すると、潤滑油の消費がかなり進み、火勢が弱くなり始めた。



(6) 潤滑油への引火後（7分後）

- ✓ 引火から7分で潤滑油を燃やし尽くし、徐々に鎮火した。
- ✓ 最終的に、7分30秒で完全に火炎が焼失した。（写真は7分後時点）



3. 評価

本試験で用いたオイルパンサイズ及び潤滑油量から求められる計算上の燃焼継続時間は、約 110 秒である。

これに対し、実際の火災の継続は、7 分 30 秒であり、計算上の燃焼継続時間に対しおよそ 4 倍の時間、燃焼が継続した。

火災規模の設定として燃焼時間を計算値の 2 倍（燃焼面積として 50%を設定）として見積もることは、実現象を包含する条件といえる。

また、潤滑油を引火させるためには、相当の加熱時間と熱量が必要であることが改めて確認された。

4. 参考

4. 1 過去の火災試験

- ✓ 潤滑油への着火が困難であったため、スポンジを投入し、ガスバーナーで着火した。（写真は引火から 8 分後）
- ✓ 引火から 10 分時点でも燃焼が継続していた。（消火試験の性能確認のため、途中で消火を実施しており、燃え尽きるまでのデータ無し）



4. 2 燃烧面積と発熱速度及び燃烧継続時間の関係（計算値）

対象 GB（火災源）	発熱速度[kW]／燃烧継続時間〔s〕		
	燃烧面積 100%	燃烧面積 50%	燃烧面積 25%
予備混合装置 GB	332／130	126／260	47／520
均一化混合装置 GB	163／433	61／866	22／1732
造粒装置 GB①	631／595	244／1191	92／2382
造粒装置 GB②	85／115	31／229	10／459
回収粉末処理・混合装置 GB	332／130	126／260	47／520
添加剤混合装置 GB A/B	332／130	126／260	47／520
プレス装置 GB A/B	715／54	277／109	105／217

以上