

【公開版】

提出年月日	令和2年7月15日	R21
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

2. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処の有効性評価

2. 3 重大事故等が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

2. 4 必要な要員及び資源の評価

2. 5 臨界事故への対処の有効性評価

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

令和2年7月15日 R6

1. 規則適合性

1. 規則適合性

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

一 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

(重大事故等の拡大の防止等)

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

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

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

(解釈)

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

な措置

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

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

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

4 上記3の有効性評価に当たっては、重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを想定して評価すること。ただし、類似の事象が2つ以上ある場合には、最も厳しい事象で代表させることができるものとする。

5 上記3の有効性評価に当たっての前提条件は以下に掲げる条件をいう。

一 評価に当たっての条件

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

二 事故発生条件

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

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

三 事象進展の条件

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

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

一 臨界事故

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

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

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

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

1. 1 適合のための設計方針

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

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たっては、重大事故の発生を仮定する際の条件を設定し、これらによる安全上重要な施設の機能喪失の範囲を整理することで重大事故の発生を仮定する機器を特定し、重大事故が単独で、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。

1. 2 有効性評価

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

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

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

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

(1) 臨界事故

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」に示すとおり、MOX燃料加工施設では臨界事故の発生が想定されないことから、臨界事故への対処に関する有効性評価は不要である。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

「安全審査 整理資料 第22条：重大事故等の拡大の防止等」では、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において、重大事故の発生を仮定する機器を特定、重大事故の同時発生の範囲の特定及びその発生条件を整理し、これらの整理された結果に対する重大事故等対策の有効性を5章及び6章において実施する。

「5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方」において、有効性評価の基本的考え方を整理する。これらの整理された結果に対する重大事故等対策の有効性評価を「6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処」において実施する。

「6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処」では、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で特定した重大事故について、重大事故等対策の有効性評価を実施する。また、有効性評価によって明らかにした事故影響の情報を基に、重大事故等が連鎖して発生する可能

性についても分析し，有効性評価における連鎖の考慮の要否を整理する。

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

上記の要旨を，「2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）」に整理する。

令和2年7月15日 R8

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

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

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

(1) 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

外部からの影響による機能喪失の要因となる事象（以下「外的事象」という。）、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。）並びにそれらの同時発生を考慮する。

外的事象の考慮として、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山の影響等の 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。）に対して、

- ・発生頻度が極めて低い自然現象等
- ・発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生を想定しない自然現象等

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

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

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

また、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）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り、放射性物質の放出に至ることはない。

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

地震で考慮する重大事故の発生を仮定する際の安全上重要な

施設の条件は、以下のとおりである。

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

上記の前提により、安全上重要な施設の機能喪失に至り重大事故が発生する。

内の事象は、動的機器の機能喪失として、設計基準事故の想定において考慮した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。）に対して，重大事故では動的機器の多重の故障，誤作動，誤操作（以下「動的機器の多重故障」という。）を想定する。共通要因故障が発生するおそれのない機器における関連性が認められない偶発的な同時発生は想定しない。また，設計基準事故の選定においては，火災の発生防止対策の機能喪失による火災の発生を想定したことから，火災への対処に係る動的機器の多重故障を想定する場合においては，火災が発生している状態を想定する。

外的事象と内の事象の同時発生は，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。

(2) 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。

(3) 重大事故の発生を仮定する機器の特定

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

その際、設計基準の設備で事象の収束が可能であるもの、事象進展において公衆への影響が平常運転時と同程度のものについては、重大事故の発生を仮定する機器として特定しない。

① 臨界事故

臨界事故は、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. 外的事象発生時（地震）

外的事象発生時においては、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。

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しない貯蔵施設が過大に変形又は破損すること及び基準地震動の 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考慮しても、貯蔵施設においては構成部材が核燃料物質の接近の障壁になること、グローブボックス等においては運転管理の条件値以下で核燃料物質量を管理すること、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核燃料物質が一箇所に集積することではなく、事故の発生は想定されない。

b. 内の事象発生時（動的機器の多重故障）

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 I D 番号読取機による搬送対象となる容器の I D 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。

臨界事故は、過去に他の施設において発生していること、
臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること
及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有している。上記検討からも重大事故の発生を仮定する際の条件下では、臨界事故の発生は想定されないが、技術的想定を超えて、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）の全てが機能喪失した状態が継続し、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。

MOXが収納された容器がグローブボックスに継続的に搬入され、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。

本検討を全て安全上重要な施設のグローブボックスを対象に行った結果、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、発生防止対策の機能喪失から臨界に至る可能性のある状態に到達するまでの時間余裕が長く、複数回の運転員による設備状態確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界事故は発生しない。

以上より、MOX燃料加工施設においては、臨界事故に至るおそれはない。

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となり得る事象としては、「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「外部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。これら3事象が、重大事故の派生を仮定する際の条件により、発生し、外部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。

a. 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核燃料物質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外部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。外力としては重量物の落下が考えられるが、グローブボックスを設置する工程室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からの外力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、グローブボックス内で取り扱う重量物である容器が落下することによる、グローブボックスの破損の可能性を評価する。

(a) 外的事象発生時（地震）

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない動的機器のグローブボックス内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。

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ではないグローブボックス自体が、地震により破損することも考えられる。この場合は、グローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態がMOX粉末である場合、損傷したグローブボックスからMOX粉末が工程室内に漏えいすることが考えられる。しかし、地震発生時には工程室排風機は機能を喪失しており、外部へと放出する駆動力がないため、工程室内に漏えいしたMOX粉末は工程室内にとどまることから、事故の発生は想定されない。

(b) 内の事象発生時 (動的機器の多重故障)

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が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は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

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核燃料物質濃度が上昇し、平常運転時よりも多量の放射性物質が外部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、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。

(a) 外的事象発生時（地震）

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計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、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1 mの高さから落下させた際のエアロゾル生成割合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。

(b) 内の事象発生時（動的機器の多重故障）

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(a)と同様に、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。

c. 外部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の外部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核燃料物質

が外部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外部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は、火災及び爆発が想定されるが、MOX燃料加工施設において取り扱う爆発の可能性のある物質として水素・アルゴン混合ガスがあるが、MOX燃料加工施設では取り扱う水素濃度が9 vol%以下であるため爆ごうは発生しないこと、水素・アルゴン混合ガスを取り扱う焼結炉等は、仮に空気が混入し高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。

このため、駆動力となる事象として火災を想定する。

(a) 外的事象発生時（地震）

MOX燃料加工施設では製造工程においてMOX粉末を取り扱う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火災の発生防止を講じている。このため、地震による複数の動的機器の故障を想定しても、設計基準事故の選定において火災の発生を想定したグローブボックスについては、そのグローブボックスの支持構造及び内装機器に対して基準地震動の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こと、地震によりグローブボックス内装機器の駆動電源が喪失することが想定され着火源も無くなることから、火災が発生する条件である可燃物、着火源及び酸素の三要素が揃わず、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。

なお、火災源として、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が該当し、火災源を有するグローブボックスとして8基のグローブボックスを重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

(b) 内の事象発生時（動的機器の多重故障）

上記(a)と同様、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などにより、火災の発生は想定できない。

しかしながら、技術的想定を超えて、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の感知し、その情報がグローブボックス消火装置へと電装され、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。

以上より、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、全てが機能喪失する。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。

なお、火災源として、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が該当し、火災源を有するグローブボックスとして8基のグローブボックスを重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

(4) 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)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ことから、重大事故等の対処に係る有効性評価においては、これらの重大事故が同時に発生した場合の相互影響を考慮する。

異種の重大事故が同時に発生する場合については、(3)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。

2. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処の有効性評価

2. 2. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) 事故の特徴

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においては、火災の発生防止対策として、グローブボックス内を窒素雰囲気とする、潤滑油を機器に収納する、着火源を排除する等の設計を講じているが、技術的想定を超え、発生防止対策が機能喪失し、何等かの理由により火災が発生し、同時に設計基準対象施設である感知・消火設備が機能喪失し、火災が継続することにより、火災により発生する気流によってグローブボックス内の気相中に移行するMOX粉末量が設計基準事故よりも増加する。

火災が発生することに加え、グローブボックス排風機が停止することにより、グローブボックス内の負圧を維持できなくなり、火災による上昇気流の影響で、グローブボックスの気相中に移行したMOX粉末が、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へ移行する。グローブボックス給気系、グローブボックスのパネルの隙間等に移行したMOX粉末は、当該グローブボックスを収納する工程室に漏えいし、工程室排気設備を経由して大気中へ放出される。

グローブボックス排気設備に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備を経由して大気中へ放出される。

(2) 対処の基本方針

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

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し、火災の発生を未然に防止するため、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・空調を行う設備の停止）、全工程停止及び動力電源の遮断の対応を行う。

また、設計基準対象施設の感知機能、消火機能の喪失状態については、発生する要因によって、いくつかのケースが想定されるが、MOX燃料加工施設における重大事故等は火災による閉じ込める機能の喪失のみであることから、火災の確認、消火等の対処を優先的に行うことにより外部への放射性物質の放出を可能な限り抑制することを目的として、いずれのケースに対しても、上記の発生防止対策を行う。

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粉末の飛散又は漏えいが発生することから、重大事故の拡大防止対策として、気相中に移行したMOX粉末が外部へ放出されることを可能な限り防止するため、感知・消火設備が機能喪

失及び火災の発生を確認後、速やか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対策を整備する。

また、火災の影響による核燃料物質の気相中への移行の拡大を防止するために、速やかに火災を消火する対策を整備する。

以上の拡大防止対策により事態の収束を図る。

事態が収束するまでの間、グローブボックス内又は工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末は、火災によって生じる気流に同伴して大気中に放出されることから、これを抑制するため、グローブボックス排気系又は工程室排気系に移行するMOX粉末を高性能エアフィルタで捕集し低減する。

上記の事態の収束を図る対策実施後、工程室内の放射性物質濃度が通常時と同等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粉末を回収するための対策を整備する。また、回収に係る対策を実施するための作業環境確保を行うための回復に係る対策を整備する。

(3) 具体的対策

① 発生防止対策

通常運転時は、安全系監視制御盤等で加工工程の各パラメータやグローブボックスの火災の感知・消火設備に異常がないことを監視するとともに、グローブボックスにおける火災警報が発報していないことを確認し、設計基準では、火災警報の発報を確認した後は、自動で消火設備が起動して消火を行う。

全交流電源喪失により，安全系監視制御盤等において，監視機能の喪失，母線電圧低の発報（全交流電源喪失）を確認した場合は，設計基準の感知・消火機能が喪失した状態になることから，重大事故等対処への着手を判断する。

重大事故等対処への着手判断を受け，火災の影響を受けるM O X粉末の対象を限定すること等により，外部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，地上 1 階の中央監視室で，全送排風機の停止，全工程の停止及び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。

非常用電源設備が起動した場合でも，安全系監視制御盤で監視機能の喪失，安全系監視制御盤や監視制御盤で感知機能の多重故障，消火機能（消火設備，グローブボックス排風機）の多重故障を確認した場合は，上記と同様に発生防止対策を行う。

また，安全系監視制御盤において，設計基準対象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，外部への放射性物質の放出を防止するという観点で，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，地上 1 階の中央監視室で，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遠隔閉止する。

② 拡大防止対策

重大事故等対処への着手判断を受け、拡大防止対策として、火災の発生を確認するため、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火災状況確認用温度計の指示値を、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確認する。

上記と並行して、拡大防止対策として、外部への放射性物質の放出を可能な限り防止するため、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、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、外部への放出になる流れが生じていないことを確認する。

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、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遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。

なお、従前消火に使用していたグローブボックス局所消火装置については、消火の確実性という点を考慮し、使用しないこととする。

重大事故発生時において、中央監視室の安全系監視制御盤や監視制御盤による操作等が可能な場合は、中央監視室の盤において、火災状況確認用温度計の指示値を確認するとともに、中

央監視室の安全系監視制御盤等から遠隔消火装置の遠隔操作による起動，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操作による閉止を行う。

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，濡れウエス等により工程室内床面に沈着したMOX粉末の回収を行う。

回収作業は，可搬型ダ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工程室内の放射性物質濃度を確認し，通常の工程室内雰囲気と同程度になったこと及び以下に示す回復作業の準備完了をもって実施を判断する。

また，回収作業を実施する前に，回収作業を行う作業員の作業環境を確保することを目的として，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。

回復作業は，上記の可搬型ダ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工程室内の放射性物質濃度が通常の工程室内雰囲気と同程度になったことをもって着手を判断する。

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

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気ダクト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，可搬型ダストモニタ及びアルファ・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配備する。

回収作業に用いる濡れウエス等は，資機材として配備する。

2. 2. 2 重大事故に対する有効性評価

(1) 代表事例

閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生する範囲及び環境条件を踏まえ対処内容を考慮し，外的事象の「地震」を代表事例として選定する。

外的事象の「地震」を要因とした場合，閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生箇所は，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基である。

(2) 代表事例の選定理由

① 機能喪失の範囲

火災による閉じ込める機能の喪失の発生の前提となる要因は，「2. 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」で示したように，外的事象「地震」において，感知・消火機能に係る動的機器を含む

全ての動的機器の直接的な機能喪失により発生する。

また、内的事象の「動的機器の多重故障」による同一機能を有する動的機器の直接的な機能喪失及び全交流電源喪失による間接的な動的機器の機能喪失により発生する。

以上により、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、遠隔消火装置による消火、ダンパ閉止による外部への放出経路の遮断であり、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。

整備した重大事故等対策が、外的事象「地震」を含む全ての要因で想定される機能喪失をカバーできており、重大事故等の対処の種類観点から、外的事象「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が想定される。建屋内では溢水等の内部ハザードが発生する可能性があり、また、全交流電源の喪失により換気空調が停止し、照明が喪失する。

内的事象の「動的機器の多重故障」を要因とした場合は、建

屋内の環境条件が有意に悪化することはない。また、内的事象として「全交流電源喪失」が発生した場合は、換気空調が停止し、照明が喪失するが、建屋内での溢水等の内部ハザードの発生は想定されない。

以上により、機能喪失する機器が多く、環境条件の悪化も想定されることから、有効性評価の代表としては、外的事象の「地震」による閉じ込める機能の喪失を選定する。

(3) 有効性評価の考え方

閉じ込める機能の喪失に至る火災に対する重大事故等の対処に対しては、対処により外部への放出を可能な限り防止することができるかについて確認するため、グローブボックス内で発生する火災の規模、火災の影響によるMOX粉末の外部への移行の推移を評価する。

外部への放出に繋がるグローブボックス内のMOX粉末の火災による影響については、火災の規模等により評価を行い、火災の影響を受けたMOX粉末の外部への放出量については、火災の影響を考慮したMOX粉末の移行量等を想定される移行経路ごとに評価する。

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、作業の実施方法等に係る手順を評価する。

(4) 機能喪失の条件

代表事例において、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計としていない機器は、機能を喪失するものし、動的機器については耐震性によらず機能喪失を想定する。

また、代表事例では、設計基準の火災に対する発生防止機能の喪失、潤滑油の火災の発生に加えて、設計基準の拡大防止機能等に係る全ての動的機器の機能喪失を想定しているため、追加での機能喪失は想定しない。

(5) 事故の条件及び機器の条件

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基で同時に発生することを仮定する。

火災の消火に使用する消火剤は、消火性能確認の試験によって消火性能が確認されたものを使用するとともに、その量は、それぞれのグローブボックスの火災源となる潤滑油に対して設置したオイルパンの表面積に対して必要な消火剤量に余裕を考慮して設定し、火災源ごとに消火設備を1セット使用する。

(6) 操作の条件

地震の発生から10分以降、要員による安全系監視制御盤等の確認を実施し、その結果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仮定し、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

完了する。

外部へのMOX粉末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。

(7) 放出量評価に関連する事故，機器及び操作の条件の具体的な展開

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物質の割合及び圧力損失を踏まえた各経路への分配割合を求め、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。

また、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 火災規模，燃焼継続時間の設定

火災規模に関係するパラメータのうち、潤滑油量は設計上の

上限値で設定できるが、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。

これらの条件により、火災の継続時間が変動する。

放出量評価においては、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%での火災が継続することを仮定する。

② 火災影響を受けるMOX粉末量

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。

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、J60（最大Pu 富化度 33%，最大取扱量 65 kg MOX）又はJ85（最大Pu 富化度 18%，最大取扱量 90 kg MOX）であり、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。

③ 火災影響により粉末容器からグローブボックス気相中に移行するMOX粉末の割合

700℃に加熱したシュウ酸プルトニウムを、風速 1 m/s で上昇気流の流れを模擬した際のフィルタ及びライナーへの付着量を求めた実験の結果、約 1 %/h との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ると、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として 1m/s 程度の流速による移行率である 1%/h を用いる。

④ MOX 粉末の移行経路及び移行割合

グローブボックス内から系外への移行経路として、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排気系への移行を想定する。

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 倍を仮定すると、各経路への移行割合は、「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%」となる。

⑤ 大気中の放出経路における除染係数

1%/hで気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備、工程室排気設備を経由して大気中に放出される。また、グローブボックス給気フィルタを介して、工程室排気設備を経由する場合もある。

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MOX粉末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段あたり 10^3 以上($0.15\mu\text{mDOP}$ 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。

(8) 判断基準

閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の判断基準は、消火剤の放出による火災の消火及び火災によるMOX粉末の外部への放出の遮断の対策が実行可能で有効であること及び外部への放出の遮断の対策完了までに外部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。

2. 2. 3 有効性評価の結果

(1) 重大事故等対処

閉じ込める機能の喪失に至る火災に対し、地震発生後、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、20分以内に手動で火災状況確認用温度計による火災の発生の確認及び消火剤の放出による消火ができるため、継続している火災に対し消火が可能である。

また、地震発生後、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で閉止できるため、火災が継続している場合にMOX粉末の外部への放出を遮断できる。

評価の結果、外部への放出量は、 8.5×10^{-7} TBqであり、100TBqを十分下回る。

また、閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生により、グローブボックス内に飛散、工程室に漏えいしたMOX粉末は、感知・消火設備の機能喪失等を確認した後、速やかに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することにより、可能な限り外部に放出されないよう措置することから、実行可能な限り低い。

回収及び回復に係る作業については、作業に着手するための判断基準が明確であり、作業実施に対して時間的な制約もないことから、実行可能である。

(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. 事故の発生要因の違い

重大事故の発生を仮定する際の条件における内の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。

代表事例においては、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。

内の事象で発生する「長時間の全交流電源喪失」による感知・消火の機能喪失の場合、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」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、早期に対処を完了できる。

内の事象で発生する「動的機器の多重故障」の場合、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」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できる。

b. 火災の規模、火災による影響を受けるMOX粉末

「2. 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」で示したように

グローブボックス内で発生する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、外部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. 外部への放出経路の違い

外部へ放出される放出量は、放出する経路において不確かさがある。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漏えいについては、パネルの隙間等が発生しない場合、パネルの隙間等から工程室への漏えいは発生せず、外部への放出量において50%程度の下振れが見込まれる。

地震等の影響により、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、外部への放出量において2桁程度の上振れが見込まれる。

グローブボックス給気系のダクトの損傷等による工程室への漏えいが発生しない場合、グローブボックス排気系とパネル隙間等からの工程室への漏えいが外部への放出経路になり、グローブボックス給気系におけるフィルタによる除染係数が

期待できないため、外部への放出量において1.5倍程度の上振れが見込まれる。

グローブボックス排気設備のみに移行した場合には、高性能エアフィルタが4段あり、外部への放出量において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、外部への放出の観点では時間遅れが生じることによる放出量の下振れが見込まれる。

また、放出量評価においては、1%/hにて各経路を経由して外部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。MOX粉末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MOX粉末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、数割の下振れとなる。

② 操作の条件の不確かさの影響

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。

ダンパ閉止による外部への放出経路の遮断に係る操作については、地上1階の中央監視室から地下1階の排風機室に移動して作業を行うことから、アクセスルート上の環境条件によって

は、操作完了までの時間が上述の対処完了時間以上に必要となる場合が考えられるが、火災の継続時間に対する不確かさを踏まえると、火災継続中に外部への放出経路を遮断する対策を実施することが可能であり、対策が有効であることに変わりはない。

(3) 重大事故等の同時発生又は連鎖

① 重大事故等の同時発生

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基で同時に火災が発生するものとして評価した。

② 重大事故等の連鎖

本重大事故の事象進展、事故規模の分析により明らかとなった通常運転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。

これによって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、臨界事故は生じない。

(4) 必要な要員及び資源

① 要員

本重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失等の確認を受けて、通信連絡設備等のその他の重大事故等対策を含め必要な対策を並行して実施することとしており、外的事象の「地震」を要因とした場合、合計で 26 名（MOX燃料加工施設：21 人，再処理施設：5 人）である。

また、内的事象を要因とした場合でも、作業環境が外的事象の「地震」で想定される環境条件よりも悪化することが想定されず、対処内容に違いがないことから、必要な要員は外的事象「地震」の場合の必要な人数以下である。

② 資源

a. 電源

可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型ダストサンプラへの給電は、可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。また、その他の重大事故等対処として用いる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敷設するため、対応が可能である。

b. 燃料

MOX燃料加工施設において拡大防止対策に必要な軽油は、対処に必要な設備へ給電するための可搬型発電機の燃料等として合計で約 4 m³である。

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 87m^3 である。

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

また、拡大防止対策に重油は必要としない。

2. 3 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

「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. 2. 3 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、「2. 2. 3 有効性評価の結果」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。

2. 4 必要な要員及び資源の評価

「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. 2. 3 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、「2. 2. 3 有効性評価の結果」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. 2. 3 (4) 必要な要員及び資源」に示したとおりとなる。

2. 5 臨界事故への対処の有効性評価

「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。

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、MOX燃料加工施設において想定される事故として「核燃料物質による臨界」と「閉じ込め機能の不全」について選定をしたことを踏まえ、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。

設計基準事故の選定において、外的事象としては、設計基準で想定される規模に対して、機能喪失しない設計とすることから安全機能の機能喪失の要因とならないことを確認した。

このため、重大事故においては設計基準として想定する事象を超える事象を想定することから、外的事象については、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の人為事象に対して、発生頻度が極めて低い、発生するが安全機能の喪失の要因となる規模に至らない等の自然現象等を除いて、設計基準より厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故の要因となる可能性のある自然現象等として、地震、火山の影響（降下火砕物による荷重、降下火砕物によるフィルタの目詰まり）、森林火災、草原火災、積雪が残り、当該事象による重大事故の発生の有無を検討した。

その結果として、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

下火碎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り, 放射性物質の放出に至ることはない。

したがって, 地震について, 設計基準より厳しい条件として, 基準地震動を上回る地震力を想定し, 基準地震動の1.2倍の地震力を考慮した際に, 機能を維持できない静的機器の機能喪失, 全ての動的機器の機能喪失を考慮し, 重大事故の発生を仮定する。

設計基準事故の選定において, 内の事象としては, 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」における火災を設計基準事故として選定した。

このため, 重大事故においては設計基準として想定する事象を超える事象を想定することから, 内の事象については, 火災が発生している状態を想定した上で, 動的機器の多重の故障, 誤作動, 誤操作(以下「動的機器の多重故障」という。)を想定する。

内の事象と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, 外的事象と内の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

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、発生防止対策が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外部に放射性物質を放出するおそれのある設備として、核燃料物質を内包する設備を抽出する。

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

重大事故の要因となる事象に進展する場合には、その事象が設計基準事故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燃料加工施設の外部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MOXとして燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器を取り扱う。また、MOX粉末、グリーンペレット及びペレットは作業環境中にMOX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。M

OX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い、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MOX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

自然現象及びMOX燃料加工施設敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等のうちMOX燃料加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）（以下これらを「自然現象等」という。）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、堆積した雪や降下火砕物の除去を行うことにより、設計上の安全余裕を超える規模の自然現象を想定したとしても設備が機能喪失に至ることを防止できるため、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

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全工程の停止、送排風機の停止等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可能性がある自然現象に対して、設計上想定する規模の自然現象を組み合わせ、その影響を確認する。

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

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

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

b. 機能喪失に至るまでに対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

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で想定する機能喪失の要因として想定し、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た。また、発生防止対策の故障、誤作動及び誤操作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、発生防止対策の故障、誤作動及び誤操作が設計基準事故の誘因とならないことを確認した。このため、閉じ込め機能の不全として、火災が発生し、火災の拡大防止対策等の動的機器が単一故障した状態を設計基準事故として選定した。

(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た。

このため、重大事故の発生を仮定する際の条件として、設計基準事故の選定において想定した規模を超える事象である動的機器の多重故障を想定する。

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た。

上記の発生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発生防止対策をして居ることから、機能喪失の要因とはならないとした。

上記の発生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、グローブボックス外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た。

上記の発生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。

しかし、設計基準事故の選定においては、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、外部への放射性物質の放出の駆動力となることから、技術的に想定される異常事象として考慮したことを踏まえ、火災自体は核燃料物質等の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、高温、高圧の流体を取り扱わないこと、腐食性の流体を取り扱わないこと、多量の化学薬品を取り扱わないことから、配管破断は機能喪失の要因として想定しなかった。

上記の発生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。

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なかった。

上記の発生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、技術的に想定される異常事象の抽出においては、全交流電源の喪失が発生した場

合、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、核燃料物質は安定な状態に移行する。また、MOX燃料加工施設においては、取り扱うMOX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。

以上より、重大事故の発生を仮定する際の条件として、全交流電源の喪失による機能の喪失については想定しない。

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、全ての動的機器に対して機能喪失を想定する。

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ところから、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。

(2) 内の事象 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難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難いことから、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ので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難いため、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、外的事象と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、また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。上記の検討より、重大事故の発生を仮定する際の条件として、外的事象と内的事象それぞれについて、機能喪失を想定する安全上重要な施設の対象設備及び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。

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。

【補足説明資料3-21】

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、閉じ込め機能の不全として、核燃料物質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、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、内の事象として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、重大事故の発生を仮定する際の条件として設定する。

(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、

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、外的事象及び内の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、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

(1) 臨界事故

臨界事故は、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。

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。

【補足説明資料 3－19】

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。

臨界事故は、過去に他の施設において発生していること、臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有している。このため、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た。

重大事故の発生を仮定する際の条件下では、上記のとおり臨界事故の発生は想定されない。また、関連性の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、技術的想定を超えて、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、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、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに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。このため、臨界の発生防止対策の機能喪失から臨界に至る可能性のある状態に到達するまでの時間余裕が長く、その間に複数の運転員により行われる多数回

の設備の状態の確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界事故は発生しない。

以上より、MOX燃料加工施設においては、臨界事故に至るおそれはない。

【補足説明資料 3-19】

3. 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核燃料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、燃料集合体として取り扱うことから、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取扱い高さ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】

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、混合酸化物貯蔵容器や燃料集合体を取り扱うクレーン類がないため、グローブボックス等外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、グローブボックスの破損という事象が考えられる。

また、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外部へと放出されることが考えられる。

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、これらは安定な成型体であるため、何らかの異常が発生したとしても、その影響を受けて外部へと放出される事態になることは考えられない。このため、異常の影響を受ける核燃料物質の形態としては、MOX粉末の形態であることを想定する。

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核燃料物質濃度が上昇することで、外部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、核燃料物質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粉末が外部へと放出される事象が考えられる。MOX燃料加工施設においては、製造工程においては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、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、焼結炉等は、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、外部への放出には至らない。

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としては、「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「外部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、外部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。

(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核燃料物質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外部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。外力としては重量物の落下が考えられるが、グローブボックスを設置する工程室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からの外力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、グローブボックス内で取り扱う重量物である容器が落下することによる、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

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。

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ではないグローブボックス自体が、地震により破損することも考えられる。この場合は、安全上重要な施設のグローブボックスは耐震重要度分類が S クラスであることから、工程

室にMOX粉末の全量が漏えいすることはない。また、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、グローブボックスからMOX粉末が漏えいしたとしても、外部への放射性物質の放出に至らない。

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、外部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 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象の同時発生

内の事象である動的機器の多重故障を起因とする場合、容器の落下によりグローブボックスは破損しない。このため、「グローブボックスの破損」の要因として想定した容器の落下と、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」の同時発生については、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」で想定される事象と同じである。「グローブボックスの破損」の要因として想定した容器の落下と、「外部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、容器の落下と火災の発生に関連性がないことから、同時発生は想定されない。

外的事象である地震を起因とする場合、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グローブボックスが損傷することから、この状態において「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が発生することが考えられる。

地震による「グローブボックスの破損」及び「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生したとしても、外部への放射性物質の放出に至る駆動力が無いため、外部への抄出には至らない。

地震による「グローブボックスの破損」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時に発生

した場合は、火災による駆動力により、グローブボックスの損傷部から火災による駆動力の影響を受けたMO X粉末がグローブボックスから工程室へ漏えいする可能性があるが、その影響については(3) ③に記載する。

地震による「グローブボックスの破損」、 「グローブボックス内でのMO X粉末の飛散」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時に発生した場合は、容器の落下又は転倒によりグローブボックス内に飛散したMO X粉末がグローブボックス内の火災の影響を受け、グローブボックスの損傷部からMO X粉末がグローブボックスから工程室へ漏えいする可能性があるが、その影響については(3) ③に記載する。

(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核燃料物質濃度が上昇し、平常運転時よりも多量の放射性物質が外部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、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、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。

【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、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。

③ 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象の同時発生

「グローブボックスの破損」及び「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」の同時発生は、「(1)③ 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象の同時発生」に記載のとおり、外部への放出に至る駆動力がないため、外部への放出には至らない。

「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」の同時発生については、容器の落下又は転倒によりグローブボックス内に飛散したMOX粉末がグローブボックス内の火災の影響を受け、グローブボックスの損傷部からMOX粉末がグローブボックスから工程室へ漏えいする可能性があるが、その影響については

(3) ③に記載する。

また、地震による「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「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時に発生した場合は、容器の落下又は転倒によりグローブボックス内に飛散したMOX粉末がグローブボックス内の火災の影響を受け、グローブボックスの損傷部からMOX粉末がグローブボックスから工程室へ漏えいする可能性があるが、その影響については(3)③に記載する。

(3) 外部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外部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核燃料物質が外部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外部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。火災については、MOX燃料加工施設の核燃料物質を取り扱う設備で発生した場合、外部への放出に至るおそれがある核燃料物質の取扱形態はMOX粉末である。粉末の場合は、火災による温度上昇の影響又は火災の上昇気流の影響を受けることにより、気相中に移行し、外部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、火災による温度又は上昇気流の影響を内部の粉末が火災の影響を受けることは想定しにくい。蓋のない容器に収納された状態の場合は、火災の影響を受けることは否定できない。以上より、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定の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、外部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。このため、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である場合も、外部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。

製造工程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、核燃料物質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核燃料物質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として存在することから、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。

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

MOX燃料加工施設では製造工程においてMOX粉末を取り扱う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火災の発生防止を講じている。このため、地震による複数の動的機器の故障を想定しても、設計基準事故の選定において火災の発生を想定

したグローブボックスについては、そのグローブボックスの支持構造及び内装機器に対して基準地震動の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こと、地震によりグローブボックス内装機器の駆動電源が喪失することが想定され着火源も無くなる。

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、可燃物、酸素及び着火源の3要素が揃う必要がある。

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、潤滑油を収納した機器に何らかの外力により亀裂が発生し、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、窒素循環設備の故障等により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又は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、潤滑油を内包する機器を設置するグローブボックス内が空気雰囲気となることにより、グローブボックス内に酸素が生じ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類によるスパークにより、着火源が生じることが想定される。

上記の火災の3要素がグローブボックス内で揃うとともに、漏えいした潤滑油にスパークにより着火することで火災が発生することにある。これらは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。しかしこれら偶発的な事象が、技術的

な想定を超えた事象の重ね合わせを考慮し、火災が発生してする状態を仮定する。

【補足説明資料 3-28】

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。

② 動的機器の多重故障の場合

上記①と同様、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。このため、動的機器の多重故障の場合は、静的機器の機能が維持されることから、外的事象である地震の場合よりも火災の発生は想定しにくい。

しかしながら、技術的想定を超えて、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「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，同様に火災が継続し，大気中へ多量の放射性物質の放出に至る。

③ 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

地震による「グローブボックスの破損」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時に発生したとしても，火災の発生が想定されるグローブボックスについては，そのグローブボックスの支持構造及び内装機器に対して基準地震動の 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ことから，グローブボックスの損傷は地震によるグ

グローブボックス損傷部から火災による駆動力の影響を受けたMOX粉末が工程室に漏えいすることが考えられる。

また、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しないグローブボックスにおいては火災源となる潤滑油がないため、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、外部への放射性物質の放出には至らない。

また、工程室の火災源としては、火災が発生したとしても安全上重要な施設のグローブボックスに影響を与えないように隔離距離をとることから、工程室の火災がグローブボックス内のMOX粉末に影響を与えることはない。また、想定される工程室の火災源としては、440V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が、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。グローブボックス外に設置する潤滑油を内包する機器については、潤滑油は金属筐体で覆われていること、潤滑油が漏えいしても吸着剤で保持することから、機器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。

地震による「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「外部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、火災の発生が想定されるグローブボックスについては、そのグローブボックスの支持構造及び内装機器に対して基準地震動の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ことから、地震による容器の転倒又

は落下は発生しない。このため、想定される事象は、「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」と同様である。

以上より、地震による「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「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時に発生した場合については、地震により火災源である潤滑油を有するグローブボックスにおける「グローブボックスの破損」と「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」が同時発生した場合の想定と同じである。

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ことから、重大事故等の対処に係る有効性評価においては、これらの重大事故が同時に発生した場合の相互影響を考慮する。

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

○：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（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

○：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（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	海水による川の閉塞	×	×	×	○	二又川の海水による閉塞は、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低下	×	×	×	○	湖若しくは川の水位低下による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

○：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

×：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離隔距離を確保していることから、安全機能の喪失は考えられない。	×
10	工場事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	○	「爆発」, 「近隣工場等の火災」及び「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に包含される。	×
11	鉱山事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	×	敷地周辺には、爆発, 化学物質の漏えいを起こすような鉱山はない。	×
12	土木・建築現場の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	○	敷地内での土木・建築工事は十分管理されることからMOX燃料加工施設に影響を及ぼすような工事事故の発生は考えられない。また、敷地外での土木・建築現場の事故は敷地境界からMOX燃料加工施設まで距離があることから、MOX燃料加工施設への影響はない。	×
13	軍事基地の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	三沢基地は敷地から約28km離れており影響を受けない。	×
14	軍事基地からの飛来物 (航空機を除く)	○	×	×	×	軍事基地からの飛来物は、極低頻度な事象である。	×
15	パイプライン事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	○	×	むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上移送配管は、1.2m以上の地下に埋設されるとともに、漏えいが発生した場合は、配管の周囲に設置された漏油検知器により緊急遮断弁が閉止されることから、火災の発生は想定しにくい。	×

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因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く、また硝酸の反応により発生するNO _x 及び液体二酸化窒素から発生するNO _x は気体であるため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。	×
17	人工衛星の落下	○	×	×	×	人工衛星の衝突は、極低頻度な事象である。	×
18	ダムの崩壊	×	×	○	×	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気的・物理的独立性を持たせることから、重大事故の要因になることは考えられない。	×
20	掘削工事	×	×	×	○	敷地内での工事は十分管理されること及び敷地外での工事は敷地境界からMOX燃料加工施設まで距離があることから、MOX燃料加工施設に影響を及ぼすような掘削工事による重大事故の発生は考えられない。	×
21	重量物の落下	×	○	×	×	重量物の取扱いは十分に管理されることから、MOX燃料加工施設に影響を及ぼすような規模の重量物の落下は考えられない。	×
22	タービンミサイル	×	×	○	×	敷地内にタービンミサイルを発生させるようなタービンはない。	×
23	近隣工場等の火災	×	×	×	○	最も影響の大きいむつ小川原国家石油備蓄基地の火災（保有する石油の全量燃焼）を考慮しても、MOX燃料加工施設の安全機能に影響がないことから、重大事故の要因になることは考えられない。	×
24	有毒ガス	×	×	×	○	有毒ガスがMOX燃料加工施設へ直接影響を及ぼすことは考えられない。	×

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因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

他 ^{※2} 要因 ^{※1}	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		起回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
(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	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	×
	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	×
	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	×
	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
 ×：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)	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

×：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粉末缶取出装置グローブボックス	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ックス	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。	×

○：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、外部へ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	形態					
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。	×

○：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、外部へ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。	×
	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
×：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、外部へ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。	×
		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
×：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、外部へ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）

3-64

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	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、外部へ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。	×
		空焼結ポ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
×：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、外部へ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		可燃物の有無 (潤滑油)	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	有無		形態	地震※1			多重故障※2
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
×：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。

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)

3-67

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	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	○	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	○	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
×：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、外部へ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 (12/24)
【プルトニウムの閉じ込めの機能】 (9/10)

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	スクラップ貯蔵設備	スクラップ貯蔵棚グローブボックス	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	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。	×
		スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	静的	点検第3, 4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。	×
	製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	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。	×
		ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	静的	点検第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。	×
	小規模試験設備	小規模粉末混合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。	×
		小規模プレス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。	×

○：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、外部へ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、外部へ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
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及び安全上重要な施設の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	燃料加工建屋内	○	MOX粉末	×	×	—	全ての起因事象に対して機能喪失しないため重大事故に進展しない。	×
	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。	×
		窒素循環ファン	静的	冷却機械室	○	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。	×
		窒素循環冷却機	静的	冷却機械室	○	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。	×

○ : 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		可燃物の有無 (潤滑油)	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	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。潤滑油を有する機器を設置するグローブボックスに係るフィルタについては、全ての起因事象に対して機能喪失しないため重大事故に進展しない。	×
		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 (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		起回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					
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	×	×	○	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・浄化機能及び事故時の排気経路の維持機能	—	・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ため重大事故に進展しない。	×
	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。 *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工程室から工程室排気フィルタユニットまでの範囲を除く。	×
		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
○ : 重大事故事象
× : 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。

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		起回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					
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喪が喪失した場合、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		可燃物の有無 (潤滑油)	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					
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
× : 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 (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		地震 ^{※1}	多重故障 ^{※2}			
					有無	形態					
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 (22/24)
【焼結炉等内の負圧維持機能】(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					
焼結炉等内の負圧維持機能	焼結設備	排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	動的	ペレット加工第2室	×	—	×	○	○	地震及び多重故障により焼結炉等内の負圧維持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。	×
	小規模試験設備	小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	動的	分析第3室	×	—	×	○	○	地震及び多重故障により焼結炉等内の負圧維持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 (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	形態					
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
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。	○
浄化機能 MOXの捕集・	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なく、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地震の発生時には送排風機を停止することから、公衆への影響は平常時と同程度であるため、重大事故への進展の可能性はない。	×
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能		○	×	地震により安全機能1及び2が喪失した場合、核燃料物質が焼結炉等から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能	○	×	地震により安全機能1, 2及び3が喪失した場合、核燃料物質がグローブボックス等及び排気経路から工程室に漏えいする可能性がある。ただし、核燃料物質を地下階から地上へ移行させる駆動力を有さないことから建屋外への放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	×
	火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の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有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質の建屋外への放出に至る可能性がある。また、隣接するグローブボックス等の連結部分が地震により損傷し、火災の影響を受けた核燃料物質の一部が工程室内に漏えいする可能性がある。 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、グローブボックス等有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質の建屋外への放出に至る可能性がある。	○

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

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

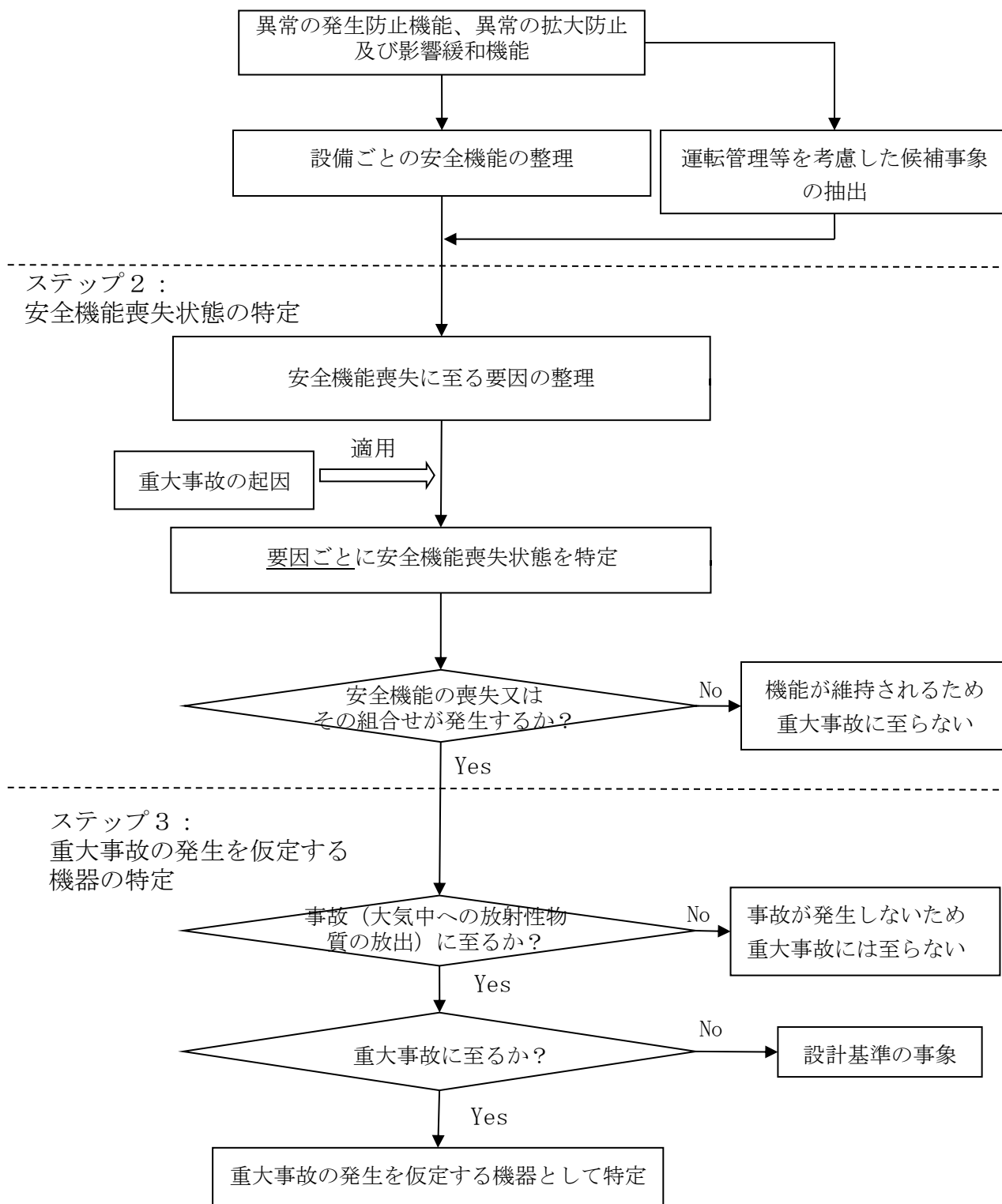
※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持することのできる設計の設備・機器以外の設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：動的機器の多重故障を想定する。設計基準事故からの規模の拡大を考慮するため、火災の拡大に関連する機能の喪失時には火災の発生を想定する。

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、それぞれの発生の防止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、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：未臨界質量以下

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失：外部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

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

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

核的制限値(寸法)の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 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のある重大事故を第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
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施設）

誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）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施設）を構成する全て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た場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を超過することが考えられる。また、核的制限値を超過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のある事象を第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超過する。	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. プルトニウムを非密封で取り扱う主要な工程に位置する設備・機器を収納するグローブボックス・設備・機器の閉じ込め機能（以下「プルトニウムの閉じ込めの機能」という。）

プルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、核燃料物質が当該閉じ込めの機能を有する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。

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

焼結炉及び小規模焼結処理装置（以下「焼結炉等」という。）のプルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、高温状態の

焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気の反応により爆発に至ることが考えられるが、取り扱う水素ガスは、水素濃度が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、外部への放出には至らない。

プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-5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	内包する放射性物質がグローブボックス・設備・機器の外に漏えいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

b. 排気経路の維持機能

放射性物質を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、グローブボックス排気設備の系統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、内包する放射性物質が漏えいすることはない。ただし、排気機能を有する設備が機能を喪失し、かつ排気経路の維持機能が損なわれた場合には、排気経路外に放射性物質が漏えいする。漏えいした放射性物質は、漏えいに伴い気相中に移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 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	放射性物質が排気経路外に漏えいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

c. MOXの捕集・浄化機能

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

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

MOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 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物質が捕集されずに排気経路から大気中への放出に至る。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

d. 排気機能

排気中に含まれる放射性物質を捕集した気体を排気するための機能であり、この機能を有する安全上重要な施設としてグローブボックス排風機が該当する。排気機能は、機器が健全であり電源から電力が供給されることにより機能が維持される。

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

排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-9表に示す。

第3. 6－9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

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

熱的制限値の維持機能が単独で機能を喪失しても、「温度の制御機能」があるため、焼結炉等内が異常な高温になることはなく、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、安全上重要な施設以外の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（酸素）の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。

熱的制限値の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大

事故を第3. 6-10表に示す。

第3. 6-10表 熱的制限値の維持機能の喪失により発生する
可能性のある重大事故

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

f. 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

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

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

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大事故を第3. 6-11表に、排気機能の喪失

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3.6-12表に示す。

第3.6-11表 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

第3.6-12表 排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

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として、焼結設備の排ガス処理装置の補助排風機及び小規模試験設備の小規模焼結処理装置の補助排風機が該当する。

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

焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-13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. 安全に係るプロセス量等の維持機能（閉じ込めに関連する温度維持）（以下「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」という。）

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

小規模焼結処理装置の加熱停止機能が単独で機能を喪失しても、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する「温度の制御機能」があるため、小規模焼結処理装置内が異常な高温になることはなく、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、小規模焼結処理装置の加熱停止機能が、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する「温度の制御機能」と同時に機能が喪失していれば、小規模焼結処理装置内に空気が混入し、高温状態の小規模焼結処理装置内の水素・アルゴン混合ガス

と空気の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-18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
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）の機能喪失、小規模焼結処理装置の加熱停止機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

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、グローブボックスから工程室に核燃料物質が漏えいし、外部へ多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。

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）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。

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。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

j. 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）

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落下防止機能, 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又は落下により、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核燃料物質濃度が上昇す

ることにより，外部へ多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。
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3.6-17表に示す。

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，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核燃料物質濃度が上昇する。	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. 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MOXの捕集・浄化機能」という。）

安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室からの排気に係る系統及び当該系統に設置する高性能エアフィルタが該当する。これらが単独で機能を喪失しても、安全上重要な施設の異常の発生防止機能を有するプルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備又は排気機能を有する設備が機能を維持していれば、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能並びに事故時の排気経路の維持機能が同時に喪失した場合、工程室内に放射性物質が漏えいし、排気経路外から外部に放射性物質を放出するおそれがある。漏えいした放射性物質は、漏えいに伴い気相中に移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

事故時の排気経路の維持機能の喪失及び事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-18表に、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能喪失並びに事故時の排気経路の維持機能の同時喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-19表に示す。

第3.6-18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. 6-19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	放射性物質が排気経路外に漏えいする	事故時の排気経路の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失
焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能及び排気機能	放射性物質が排気経路外に漏えいする	事故時の排気経路の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

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

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

非常用電源の供給機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-20表に示す。

第3.6-20表 非常用電源の供給機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
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. 安全に係るプロセス量等の維持機能（混合ガス中の水素濃度）
（以下「水素濃度の維持機能」という。）

焼結炉等に供給される水素・アルゴン混合ガスの水素濃度が爆発が発生する濃度である9 vol%を超える場合に、焼結炉等への水素・アルゴン混合ガスの供給を自動的に停止する混合ガス水素濃度高による混合ガス供給停止回路及び混合ガス濃度異常遮断弁が該当する。

混合ガス供給停止回路又は混合ガス濃度異常遮断弁が単独で機能を喪失しても、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスしか施設内に受け入れないことから、高温の炉内で燃焼し

たととしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、放射性物質の外部への放出には至らない。

水素濃度の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-22表に示す。

第3.6-21表 水素濃度の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

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

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、放射性物質の大気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，外部への放射性物質の放出に至る可能性がある。

火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-22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. 6-23表にそれぞれ示す。

第3. 6-22表 火災の感知・消火機能の喪失により発生する
可能性がある重大事故

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

第3. 6-23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がある重大事故

安全機能	安全機能喪失後に想定する施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
火災の発生防止の機能を有する機器（安全上重要な施設以外の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	火災による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。）

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工程室に漏えいする核燃料物

質量が、給気フィルタを通過せずに工程室に漏えいするため、外部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. 6-24 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. 6-25 表にそれぞれ示す。

第3. 6-24 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. 6-25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
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 から工程室に放射 性物質が漏えいす る	排気機能	核燃料物質等 を閉じ込める 機能の喪失

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. 6-26表のとおり整理できる。

第3. 6-26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MO X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はある(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。

(2) 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「核的制限値（寸法）の維持機能」は喪失しない。

3. 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条件値以下で核燃料物質量を管理すること、同一室内に単一ユニットが複数存在しても、単一ユニットを構成するグローブボックス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

静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

3. 7. 1. 3 「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）」の喪失

「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）」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。

(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ない「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質等が「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する機器から漏えいして核燃料物質が工程室内に漏えいする可能性がある。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、「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とから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

3. 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物質が漏えいする可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「プルトニウムの閉じ込めの機能」, 「排気機能」, 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失する。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, 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で行うが, 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とから, 公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

3. 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、室内に放射性物質が漏えいする可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止することから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

3. 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物質が捕集されずに放出されることにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「MOXの捕集・浄化機能」が喪失し、高性能エアフィルタにより捕集される放射性物質が捕集されずに放射性物質が大気中へ放出される可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止すること並びに駆動力を有する事象が発生しないことから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

(2) 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「MOXの捕集・浄化機能」は喪失しない。

3. 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。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

(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で取り扱うが、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とから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象(×3)に該当する。

(2) 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「グローブボックス給気側のMOXの維持機能」は喪失しない。

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。

また、地震による外力により、グローブボックスとパネルに隙間等の損傷が生じることも想定される。グローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態がMOX粉末である場合、隙間等を経路としてMOX粉末が工程室内に漏えいすることが考えられる。しかしながら、地震発生時には工程室排風機は機能を喪失しており、工程室内に漏えいしたMOX粉末を、外部へと放出する駆動力がないため、漏えいしたMOX粉末は工程室内にとどまることから、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. 7 「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，転倒し，グローブボックス内にMOX粉末が飛散し，グローブボックス内の核燃料物質濃度が上昇し，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1 mの高さから落下させた際のエアロゾル生成割合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. 8 「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。

(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ことから、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。

(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などにより、火災の発生は想定できない。

しかしながら、技術的想定を超えて、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。

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。

臨界事故は過去に他の施設において発生していること、臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有していることを踏まえ、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想定した。

そこで、関連性の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ですが、技術的想定を超えて、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、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、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに設定された核的制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量

とは、水反射体2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が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。このため、臨界の発生防止対策の機能喪失から臨界に至る可能性のある状態に到達するまでの時間余裕が長く、その間に複数の運転員により行われる多数回の設備の状態の確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界事故は発生しない。

以上より、MOX燃料加工施設においては、臨界事故に至るおそれはない。

【補足説明資料3-19】

令和2年7月15日 R5

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毎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仮定する。

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。

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 評価条件設定の考え方

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

5. 4. 2 共通的な条件

有効性評価に必要な共通的な条件として，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値に基づき、MOXの形態ごとに第5.4.2-1表のとおり設定する。

第5.4.2-1表 MOX中のプルトニウム富化度

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

(2) プルトニウムの同位体組成

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

第5. 4. 2-2表 MOX中のプルトニウムの同位体組成

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

【補足説明資料 5-2】

【補足説明資料 5-3】

(3) インベントリ

MOXのインベントリは、各グローブボックスで取り扱う粉末容器の運転管理値上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グローブボックスのインベントリを第5. 4. 2-3表に示す。

第5.4.2-3表 グローブボックスのインベントリ

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

【補足説明資料 5 - 1】

(6) 放射性物質のセシウム-137 換算係数

大気中への放射性物質の放出量にセシウム-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。なお、吸入核種の化学形態を線量告示に適合させるために、プルトニウム及びアメリシウムについて、IAEA-TECDOC-1162 に記載の吸入摂取換算係数を ICRP Publication 72 の吸入摂取換算係数で補正する。

セシウム-137 換算係数

= (ある核種の CF_4 換算係数) / (セシウム-137 CF_4 換算係数) × (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・解析以外の方法で施設が安定状態に導かれ、事態が収束することが合理的に説明できる場合はこの限りではない。

5. 6 評価条件の不確かさの影響評価方針

評価条件のうち、初期条件、事故の条件及び機器の条件並びに有効性評価の前提となる各安全機能の機能喪失の要因となる事象の違いに起因する不確かさについて、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

「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。

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。

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、「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」にて追加対策等の有効性を再評価する。

連鎖により発生する重大事故等は、「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」で特定した重大事故等を対象として検討することとし、重大事故の発生による環境条件等によって、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となる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。
具体的には、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における必要な要員及び資源の有効性評価は、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、これらを考慮した必要な要員及び資源の有効性評価を「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」に纏めて示す。また、内の事象でのみ発生を仮定する重大事故等については、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) 電源

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

(2) 燃料

MOX燃料加工施設として、軽油を燃料とする重大事故等対処施設の燃費及び使用開始時期から、安全機能を

有する施設の安全機能の喪失から7日間で消費する軽油の総量を算出することにより、補機駆動用燃料補給設備が重大事故等対処施設への給油を継続できる容量を有していることを評価する。

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) MOX燃料加工施設における火災の特徴

MOX燃料加工施設の燃料製造工程ではMOX粉末を取り扱う工程において有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱うことがないこと、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器は不燃性材料又は難燃性材料を使用することから、大規模な火災の発生は想定されない。また、MOX粉末を取り扱うグローブボックスは窒素雰囲気とする設計であること、グローブボックス内に設置する機器が保有する潤滑油は不燃性材料で覆われ、露出していないことから通常時において火災の発生は想定し難い。

MOX粉末を非密封で扱うグローブボックス、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風機、工程室排風機及び建屋排風機により換気され、グローブボックス内の圧力を最も低くし、次いで工程室、建屋の順の圧力を低くできる設計としている。

火災が発生した場合には、MOX燃料加工施設で取り扱うMOXの形態である粉末、焼結前の圧縮成形体（以下「グリーンペレット」という。）、グリーンペレット焼結後のペレット（以下「ペレット」という。）の内、飛散し易いMOX粉末が火災により発生する気流によってグローブボックス内の気相中へ移行し、火災影響による上昇気流に同伴することで、大気中へ放出される放射性物質の量が増加する。

露出したMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を有す

るグローブボックス（以下、「重大事故の発生を仮定するグローブボックス」という。）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、工程室排気系及び工程室給気系のほか、工程室の扉を介した給排気経路以外の経路が考えられる。

火災源となる潤滑油の量、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの設置箇所がMOX燃料加工施設の地下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じる隙間は非常に小さいことを踏まえると、火災により重大事故の発生を仮定するグローブボックス内に飛散したMOX粉末及び工程室に漏えいしたMOX粉末がグローブボックス排気系及び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。

MOX粉末を大気中へ移行させる駆動力が火災による上昇気流であることを踏まえると、火災の消火により新たに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り飛散又は漏えいしたMOX粉末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、大気中へ繋がる経路が閉止された状態となり、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはない。

【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重大事故等の拡大を防止するために必要な措置を講じる。

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し、火災の発生を未然に防止するため、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・空調を行う設備の停止）、全工程停止及び火災源を有する機器の動力電源遮断の対応を行う。

火災が発生し、継続した場合、MOX粉末の飛散又は漏えい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又は工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末は、火災によって生じる上昇気流及び雰囲気の体積膨張により大気中に放出されることから、これを防止するため、グローブボックス排気系又は工程室排気系に移行するMOX粉末を高性能エアフィルタで低減し、排気経路上のダンパ閉止により、MOX粉末を燃料加工建屋内に閉じ込める対策を整備する。

火災の消火により新たに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、MOX粉末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く、事態としては収束した状態となる。

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、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に飛散又は漏えいした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は、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、グローブボックス排気系の再起動又は代替換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、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持し、火災の発生を未然に防止するため、重大事故等の発生防止対策として、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・空調を行う設備の停止)，全工程停止及び火災源を有する機器の動力電源遮断の対応を行う。

本対策は，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が喪失を認知した場合，直ちに実施する。

なお，設計基準対象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，外部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，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遠隔閉止する。

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

「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の火災の発生を認知した場合には，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，地上1階の中央監視室近傍からの遠隔操作により，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（オイルパン）に対して消火剤を放出し、火災を消火する。

b. 核燃料物質等の放出を抑制するための対策

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生防止対策として、送排風機の停止、全工程停止及び動力電源の遮断の対応が完了した後、火災の消火と並行して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ことにより、火災の影響によりグローブボックス又は工程室の気相中に飛散又は漏えいしたMOX粉末が大気中へ放出されることを防止する。

火災の消火及び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が閉止されるまでの間に、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MOX粉末を、グローブボックス排気系又は工程室排気系の排気経路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量を低減する。

c. 核燃料物質等を回収するための対策

換気設備の回復完了後、工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収する。回収作業はMOX粉末の飛散を最小限にするため、濡れウェス等による拭き取りで実施する。

回収作業の実施前には作業環境を確保することを目的としてグローブボックス排気系の再起動又は代替換気設備により工程室からグローブボックス排気系への気流を確保するが、その際には気相中に飛散したMOX粉末が十分沈降していることを確

認の後に実施する。

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、火災の消火及び排気
経路のダンパ閉止の対策により事態が収束したと判断した後、
グローブボックス排気系の再起動又は代替換気設備による閉じ
込める機能を回復する対策を整備する。

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の指示値を、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、これにより火災状況
確認用温度計の指示値を確認する。

温度監視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。

また、第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、

対策の系統概要図を第6-1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図から第6-13図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

(1) 可搬型グローブボックス温度表示端末による温度監視の着手及び実施判断

中央監視室において安全機能に係るパラメータの確認を実施し、「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、中央監視室において可搬型グローブボックス温度監視端末による重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度監視の実施を判断し、以下の(2)に移行する。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、これによる重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度監視の実施を判断し、以下の(2)に移行する。

(2) 可搬型グローブボックス温度監視端末による温度監視の実施

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の指示値を、中央監視室にて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、これにより火災状況確認用温度計の指示値を確認する。

(3) 遠隔消火装置による消火の実施判断

火災状況確認用温度計に接続した可搬型グローブボックス温度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置の指示値が 60℃以上であることを確認した場合、遠隔消火装置による消火の着手及び実施を判断し、以下の(4)へ移行する。

消火の着手及び実施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の温度である。

なお、火災判断に用いる温度 (60℃) については、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ルトニウムの崩壊熱を考慮しても、火災による温度変化を早期に検知する観点で設定した。

(4) 遠隔消火装置による消火の実施

地下 3 階廊下に設置された遠隔消火装置と繋がる導圧管の弁を、地上 1 階中央監視室近傍にて現場手動操作することにより、遠隔消火装置の弁を開放し、消火剤 (ハロゲン化物消火剤) を火災源に対して放出する。

(5) 火災の消火の成功判断

可搬型グローブボックス温度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置の指示値が 60℃未満まで低下したことにより、火災の消火に成功したことを判断する。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

の温度である。

6. 1. 1. 1. 2 核燃料物質等の放出を抑制するための対策

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，火災の影響を受けたMOX粉末がグローブボックス中の気相へ移行し，外部と繋がる経路であるグローブボックス排気系を經由して放射性物質が大気中に放出されるおそれがある。このため，グローブボックス排風機入口手動ダンパを閉止する。

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MOX粉末が，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し，火災影響による工程室内空気の膨張により，工程室排気系の排気経路から大気中に放出されるおそれがある。このため，工程室排風機入口手動ダンパを閉止する。

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の閉止後は，これらの下流側に可搬型ダンパ出口風速計を設置し，排気経路の遮断に成功していることを確認する。

火災の消火により新たに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り飛散又は漏えいしたMOX粉末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物質は，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，第6－2表に示す機器への対策

の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-3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6-11図から第6-13図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

- (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が喪失した場合には、発生防止対策と並行し、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閉止に着手するため、地下1階排風機室に移動する。

- (2) 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閉止の実施判断

可搬型グローブボックス温度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置の指示値が60℃以上であることを確認した場合、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閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。

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閉止の実施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温度である。

- (3) 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

口手動ダンパ閉止の実施

排風機室にて，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現場手動操作により閉止する。

(4) 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 口手動ダンパ閉止の成功判断

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
口手動ダンパ閉止後，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可搬型ダンパ出口風速計を設置し，気流の
流れがないことにより，排気経路の遮断に成功したことを判断
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
トの流量である。

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，グローブボックスの給気フィルタ及びグローブボックスパネ
ルの隙間を介して，MOX粉末が工程室に漏えいする可能性がある。
このため，工程室の床面に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収す
る。

MOX粉末の飛散を最小限にするため，濡れウェス等の資機材に
よる拭き取りで回収する。

なお，火災の消火により新たに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、MOX粉末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、対策開始のための時間制約を設けず、気相中に飛散したMOX粉末が十分沈降したことを確認の後に実施する。

気相中に飛散した放射性物質濃度の確認は、可搬型ダストモニタ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。

なお、有効性評価における回収の程度は、飛散リスクを低減する観点から、目視で確認できる程度の飛散したMOX粉末の回収とし、工程室全体の除染については施設の復旧として対応する。

対策の概要を以下に示す。また、第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、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6-15図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

(1) 回収作業の着手及び実施判断

工程室内の空気を可搬型ダストサンプラによりサンプリングし、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより気相中の放射性物質濃度を確認する。放射性物質が検出されない場合及び作業環境確保のための閉じ込める機能の回復がなされた場合、回収作業の実施を判断し、以下の(2)へ移行する。

放射性物質が検出された場合には、数時間程度の間隔を置いた後に再度気相中の放射性物質濃度を確認する。気相中の

放射性物質濃度に変動が無くなるまで確認を繰り返し、十分にMOX粉末が沈降したと確認した後に、以下の（2）へ移行する。

なお、工程室にMOX粉末が飛散した場合、MOX粉末が床面に沈降するまでには4時間～24時間程度要すると想定されることから、可搬型ダストサンプラによる測定開始の目安とする。

【補足説明資料6-11】

（2） 回収作業の実施

濡れウェス等の資機材による拭き取りにより、工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収する。

（3） 回収作業の成功判断

床面に飛散し、目視で確認できる程度のMOX粉末の回収により成功を判断する。なお、工程室全体の除染作業については、施設の復旧として対処する。

6. 1. 1. 1. 4 閉じ込める機能を回復するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックスで発生した火災の消火及びダンパ閉止が完了した後に、代替換気設備による換気又はグローブボックス排気系の再起動を実施することにより、グローブボックス内の雰囲気閉じ込める機能の回復を図る。また、本対策により、工程室の気流の流れを確保する。

代替換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、代替グローブボックス排気系を構築し、グローブボックス内の雰囲気閉じ込め機能を回復する。

なお、火災の消火により新たに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、MOX粉末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、対策開始のための時間制約を設けず、気相中に飛散したMOX粉末が十分沈降したことを確認の後に実施する。

気相中に飛散した放射性物質濃度の確認は、可搬型ダストモニタ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、第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-5図及び第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図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

(1) 閉じ込め機能を回復するための対策の着手判断

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火を確認し、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閉止により排気経路の流路を遮断した後、閉じ込める機能を回復するための対策の着手を判断し、以下の（２）へ移行する。

（２） 閉じ込める機能を回復するための対策の準備

グローブボックス排気系を運転できない場合には、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フィルタユニットを接続する。また、可搬型電源ケーブルを用いて、可搬型発電機に可搬型排風機付フィルタユニットを接続する。

（３） 閉じ込める機能を回復するための対策の実施判断

工程室内の空気を可搬型ダストサンプラによりサンプリングし、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより気相中の放射性物質濃度を確認する。放射性物質が検出されない場合は、閉じ込める機能の回復の実施を判断し、以下の（４）へ移行する。

放射性物質が検出された場合には、数時間程度の間隔を置いた後に再度気相中の放射性物質濃度を確認する。気相中の放射性物質濃度に変動が無くなるまで確認を繰り返し、十分にMOX粉末が沈降したと確認した後に、以下の（４）へ移行する。

（４） 閉じ込める機能の回復

グローブボックス排気系を再起動する。グローブボックス

排気系を運転できない場合には、可搬型排風機付フィルタユニットの排風機を起動する。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付属する差圧計によりフィルタ差圧の監視を行う。

(5) 閉じ込める機能の回復の成功判断

排風機が正常に起動し、工程室境界の扉部分を開けた際に、スモークテストにより廊下から工程室側への気流の流れが生じていることを確認して、閉じ込める機能の回復の成功を判断する。

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」及び内的事象の「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、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

ルトツリーを第6-17図に示す。

フォ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，外的事象の「地震」において，火災の発生防止として機能を期待する機能が喪失し，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，火災の感知・消火を行うために必要な設備等により対応でき，かつ，重大事故に至る可能性がある複数の火災源で火災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6-17図のフォルトツリーのうち，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。の種類は同様であるが，重大事故等対策が必要な範囲が広い。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると，外的事象の「地震」を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」を要因とした場合に，火災による MOX 粉末の飛散又は漏えいを防止するために，重大事故の発生を仮

定するグローブボックス 8 基全てに対する火災の消火が可能であることを確認するため，想定される火災規模に対して重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度，圧力の推移及び必要な量の消火剤を放出できることを確認する。

MOX 粉末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MOX 粉末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物質の割合，圧力損失を踏まえた各経路への移行割合，空気中のMOX 粉末濃度及び熱による体積膨張量及び高性能エアフィルタによる除染係数を考慮する。

以上の有効性評価は，解析コードを用いず，簡便な計算に基づき評価する。

火災の消火により新たに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，MOX 粉末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く、事態としては収束した状態となる。

このため、核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復に係る対処については、作業の着手等の判断、作業の実施方法等の手順を評価する。

(4) 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て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、さらなる安全機能の喪失は想定しない。

(5) 事故の条件及び機器の条件

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想定する。

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放射性物質量は、当該室に設置するグローブボックスの単一ユニットの運転管理値を基に設定する。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放射性物質量を第 6 - 4 表に示す。

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

① 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するた

めの対策に係る機器の条件

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必要な量の消火剤を放出できる設計としていることから，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) 機器に内包され潤滑油の漏えい範囲がオイルパンに限定される場合

・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 5.0kg

均一化混合装置グローブボックス 5.0kg

造粒装置グローブボックス 1.7kg^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 5.0kg

添加剤混合装置Aグローブボックス 5.0kg

添加剤混合装置Bグローブボックス 5.0kg

・潤滑油量 :

予備混合装置グローブボックス 3.0L

均一化混合装置グローブボックス 6.0L

造粒装置グローブボックス 1.0L^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 3.0L

添加剤混合装置Aグローブボックス 3.0L

添加剤混合装置Bグローブボックス 3.0L

・ オイルパン面積 :

予備混合装置グローブボックス 0.45m²

均一化混合装置グローブボックス 0.27m²

造粒装置グローブボックス 0.17m²注)

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 0.45m²

添加剤混合装置Aグローブボックス 0.45m²

添加剤混合装置Bグローブボックス 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、

そのうちの一つ

※1 : 消火剤として使用するハロゲン化物消火剤(FK5-1-

12)は消防法上の局所放出方式として適さないが、

※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1m²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

消火剤(FK5-1-12)の消火剤量の比率である1:2.625

より算出。

(b) 潤滑油を露出した状態で取り扱う装置を内包するグローブボックスの場合

・ 放出方式 : 局所放出方式

・ 必要消火剤量^{※1} :

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 7.5kg

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 7.5kg

・潤滑油量 :

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 2.2L

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 2.2L

・オイルパン面積 :

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 0.79m²

プレス装置B (プレス部) グローブボックス 0.79m²

※1 : 火災源となる潤滑油を露出した状態で取り扱う装置に関しては、グローブボックス全体を防護容積として、消防法施行規則に基づき遠隔消火装置に用いるハロゲン化物消火剤(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) = グローブボックス容積(m³) -

グローブボックス内装機器占有容積(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 : 消防法施行規則に基づくハロゲン化物消火剤(FK5-1-12)における防護区画の体積1 m³当たりの消火剤の量

(c) 火災源となる潤滑油を内包する装置が筐体で覆われている場合

・放出方式 : 局所放出方式

・必要消火剤量^{※1} :

造粒装置グローブボックス 1.7kg^{注)}

・潤滑油量 :

造粒装置グローブボックス 22L^{注)}

・オイルパン面積 :

造粒装置Aグローブボックス 0.72m^{2注)}

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 : 潤滑油を内包する装置が筐体で覆われている箇所については、当該筐体で区画できていることから、当該筐体を防護容積として、消防法施行規則に基づき遠隔消火装置に用いるハロゲン化物消火剤(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。

$$\text{防護容積(m}^3\text{)} = \text{筐体容積(m}^3\text{)}$$

$$\text{必要消火剤量(kg)} = \text{防護容積(m}^3\text{)} \times 0.84(\text{kg/m}^3)\text{※}^2$$

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

② 核燃料物質等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閉止することにより、グローブボックス排気系から外部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閉止することにより、工程室排気系から外部へ繋がる流路を遮断する。

c. グローブボックス排気フィルタ

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

d. グローブボックス排気フィルタユニット

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

e. 工程室排気フィルタユニット

工程室排気フィルタユニットは、1段当たり 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ2段で構成する。

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、1段当たり 1×10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ1段と可搬型排風機で構成する。

可搬型排風機風量：約 $1100\text{m}^3/\text{h}$

b. 可搬型フィルタユニット

可搬型フィルタユニットは、1段当たり 1×10^3 以上 (0.15 μmDOP 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ3段で構成する。

(6) 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放射性物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施するとともに、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。

地震発生直後に火災の発生を仮定した場合、地震発生後から15分後に火災の発生を認知する。遠隔操作による火災の消火は、火災の認知から5分後に完了する。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物質の閉じ込めは、火災の認知から5分後に完了する。

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6-16図に示す。

(7) 放出量評価に関連する事故、機器及び操作の条件の具体的な展開

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物質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。

また、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 火災規模、燃焼継続時間の設定

火災規模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で設定できるが、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。

これらの条件により、火災の継続時間が変動する。

放出量評価においては、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%での火災が継続することを仮定する。

② グローブボックスに内包する放射性物質質量

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放射性物質量は、「(5) 事故の条件及び機器の条件」に記載したとおりである。

③ 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、火災影響を受ける放射性物質質量として設定する。

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、J60（最大Pu富化度33%、最大取扱量65kg MOX）又はJ85（最大Pu富化度18%、最大取扱量90kg MOX）であり、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放射性物質質量の最大値を設定する。

④ 火災に伴い粉末容器から気相中に移行する放射性物質の割合

火災によるMOX粉末の気相への移行については、火災の熱で生じ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℃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ると、開口部が限定されており、気流の影響を受けにくいため、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、火災影響による気相中への移行率として 1 m/s の流速による移行率である 1 %/h を用いる。

⑤ 放射性物質の移行経路及び移行割合

グローブボックス内から系外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フィルタ及びグローブボックスパネル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 倍を仮定すると、各経路への移行割合は、「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%」となる。

【補足説明資料 6-10】

⑥ 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物質が、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物質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段あたり 1×10^3 以上($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子)の除染係数を有する。また、通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数は 1×10^{11} 以上という測定試験結果⁽³⁾がある。

グローブボックス排気設備の経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。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は、基準地震動を超える地震動の地震を考慮しても機能が期待できる設計であるが、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 1×10^9 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。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を考慮しても機能が期待できる設計であるが、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 1×10^5 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。グローブボックス給気側の高性能エアフィルタは、基準地震動を超える地震動の地震を考慮しても機能が期待でき

る設計であり、重大事故における放出量評価においては、グローブボックス給気側の高性能エアフィルタの除染係数を 1×10^2 と設定し、3段の除染係数を 1×10^7 とする。

【補足説明資料6-4】

(8) 判断基準

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の判断基準は以下のとおりとする。

① 核燃料物質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。

② 核燃料物質等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できること。

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。

③ 核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復

判断基準等の必要な手順、設備及び要員が整備されていること。

6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

① 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

閉じ込める機能の喪失に至る火災に対し、地震発生後、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、火災状況確認用温度計による火災の確認及び遠隔消火装置の起動による消火を実施する。火災源に対し必要な量の消火剤を放出することから確実に消火が可能であり、これにより外部への放射性物質の放出の要因となる、気相中への放射性物質の移行を停止することができる。

この作業は4名（2名/班×2班）にて地震発生後20分で完了できるため、継続している火災に対して消火が可能である。

また、対策実施時のパラメータの推移としてグローブボックス内圧カトレンドを第6-18図に示す。

② 核燃料物質等の放出の抑制

閉じ込める機能の喪失に至る火災に対し、地震発生後、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、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操作により閉止する。

これにより、放射性物質の外部への移行経路を遮断するとともに、経路上の流量の監視により、遮断が確実になされていることが確認可能である。

経路上のダンパ閉止操作作業は4名（2名/班×2班）にて地震発生後20分で完了できるため、排気経路を経由する放射性物質の外部への放出を停止することが可能である。

また、対策実施時のパラメータの推移としてグローブボックス排気ダクトの流速トレンドを第6-19図に示す。

火災発生後，経路を遮断するまでの間の外部への放射性物質の放出については，経路上の高性能エアフィルタにより抑制することが可能である。

火災の消火及び核燃料物質等の放出の抑制に係る対策により，火災の発生から事態の収束までの大気中への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。核種毎の放射性物質の放出量を第 6 - 5 表に，放射性物質の大気放出過程を第 6 - 20 図に示す。

【補足説明資料 6 - 5】

③ 核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復

対策に必要な手順及び設備が整備されている。事態の収束後の作業であるため，要員についても余裕があることから，核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復が実行可能である。

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 5 mSv/h であり，被ばく管理を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

重大事故の発生を仮定する際の条件における内の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。

代表事例においては、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。

内的事象で発生する「長時間の全交流電源喪失」による感知・消火の機能喪失の場合、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」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。

内的事象で発生する「動的機器の多重故障等」の場合、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」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

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内において漏えいした潤滑油は、オイルパンにより漏えい範囲が限定される。消火剤量はオイルパンの寸法を考慮した燃焼面積に対して必要量を準備しており、火災規模に係らず消火が可能である。

c. 火災の発生状況

有効性評価においては、地震と同時に火災が発生することを想定している。

実際に火災が発生するための条件としては、窒素雰囲気であるグローブボックスの空気置換、潤滑油が引火点に至るまでの温度上昇、潤滑油のオイルパンへの漏えい等の条件が揃う必要がある、起回事象の発生から火災の発生までにはタイムラグがある。

これらを考慮した場合には、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。

【補足説明資料6-1】

② 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は、火災の燃焼継続時間、気相中に移行する放射性物質の移行割合、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変わりはない。

ない。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

a. 火災の発生を仮定する設備・機器が保有する放射性物質質量

設備・機器が保有する放射性物質質量のうち、粉末容器が保有する放射性物質質量は、運転管理値上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、これより低いプル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桁程度の下振れが想定される。

c. 気相中に移行した放射性物質の移行経路

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隙間長さを10倍と評価しているが、グロ

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、放出量が50%程度下振れする。また、グローブボックスの耐震性を踏まえると想定し難いが、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桁程度の上振れとなる。

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毎の分配割合を「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となり火災が発生することが考え難いが、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、約 1.5 倍の上振れとなる。

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外部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。MOX粉末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MOX粉末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、数割の下振れとなる。

e. 大気中への放出経路における低減割合

グローブボックス排気設備の経路中には、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段あたり 1×10^3 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 1×10^{11} との結果⁽³⁾もある。評価で使用した高性能エア

フィルタ 4 段の除染係数である 1×10^9 、高性能エアフィルタ 3 段の除染係数である 1×10^7 及び高性能エアフィルタ 2 段の除染係数である 1×10^5 については既に保守性を見込んでいること、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。

【補足説明資料 6 - 6】

③ 操作の条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

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

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。

ダンパ閉止による外部への放出経路の遮断に係る操作については、地上 1 階の中央監視室から地下 1 階の排風機室に移動して作業を行うことから、アクセスルート上の環境条件によっては、操作完了までの時間が上述の対処完了時間以上に必要となる場合が考えられるが、火災の継続時間に対する不確

かさを踏まえると、火災継続中に外部への放出経路を遮断する対策を実施することが可能であり、対策が有効であることに変わりはない。

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。

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、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室は平常運転時と比較して温度の上昇傾向及び火災によるばい煙の発生が想定されるが、それ以外の項目については平常運転時と大きく変わるものではない。

① 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温度については、天井面近傍における空間温度が最大でも 200℃程度である。

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，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内の温度は 56℃程度である。工程室外については，十分な壁厚があることから平常運転時と同等の温度である。

【補足説明資料 6 - 3】

② 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 600Pa 程度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は，重大事故の発生を仮定するグローブボックスと比較して空間容積が大きく，工程室空気に与えられる熱量はグローブボックスからの放熱分となるため，圧力はグローブボックス内圧力よりも低くなる。

【補足説明資料 6 - 10】

③ 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。

④ 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。

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

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，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内にばい煙が漏出する可能性がある。

工程室を構成する耐震壁は十分な耐震性を有しており，工程室外にばい煙は漏出しない。

火災の発生によるばい煙以外の物質の生成はない。

⑥ 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，グローブボックスパネルは難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。

⑦ 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

火災は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基の全てで同時にグローブボックス内火災が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。

火災と同時発生する可能性のある異種の重大事故等は、「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」に示すとおり、いかなる安全機能の喪失を考慮しても想定されない。

(3) 重大事故等の連鎖

「6. 1. 1. 2. 3(1) 重大事故等の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，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、「6. 1. 1. 2. 3(1) 重大事故等の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，火災による影響により核燃料物質が集積する要因はないことから，異種の重大事故が連鎖して発生することはない。

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，火災の消火により核燃料物質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核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策及び事故の発生以降，事態が収束するまでの放射性物質の総放出量を低減する手段を整備しており，これらの対策について，外的事象の「地震」を要因として有効性評価を行った。

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、核燃料物質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、放射性物質が大気中に放出される経路を遮断し、核燃料物質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。

以上の対策は、地震時における全交流電源の喪失時においても、実施が可能であることを確認した。

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、火災の消火により核燃料物質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核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策は基準地震動を超える地震動の地震による火災発生後 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 1.0×10^{-6} TBq であり、放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100TBq を十分下回る。

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

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

また、事態の収束後の対策として、工程室内に飛散又は漏えいした核燃料物質の回収及び代替換気設備の運転による閉じ込める機能の回復に係る手順、設備及び要員を確保しており、これらの対策が実施可能であることを確認した。

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

6. 1. 2 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合計 26名 であり、内訳はMOX燃料加工施設の要員として21名、再処理施設の要員として5名である。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、再処理施設における実施組織要員は 164名 であることから、必要な作業が可能である。

また、内的事象を要因とした場合でも、作業環境が外的事象の「地震」で想定される環境条件よりも悪化することが想定されず、対処内容に違いがないことから、必要な要員は外的事象「地震」の場合に必要な人数以下である。

(2) 必要な資源の評価

① 水源

MOX燃料加工施設における重大事故対処において水源は必要ない。

② 燃料

核燃料物質の飛散又は漏えいを防止し、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める対策において燃料は必要ない。閉じ込める機能の回復及び核燃料物質の回収を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で 1.5m^3 である。第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計 800m^3 の軽油を確保していることから、外部支援

を考慮しなくても7日間の対処の継続が可能である。

③ 電源

核燃料物質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、可搬型排風機付フィルタユニットの約4.8kVA、可搬型ダストモニタの約1kVA及び可搬型排気モニタリング用データ伝送装置の約0.5kVAである。

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。

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

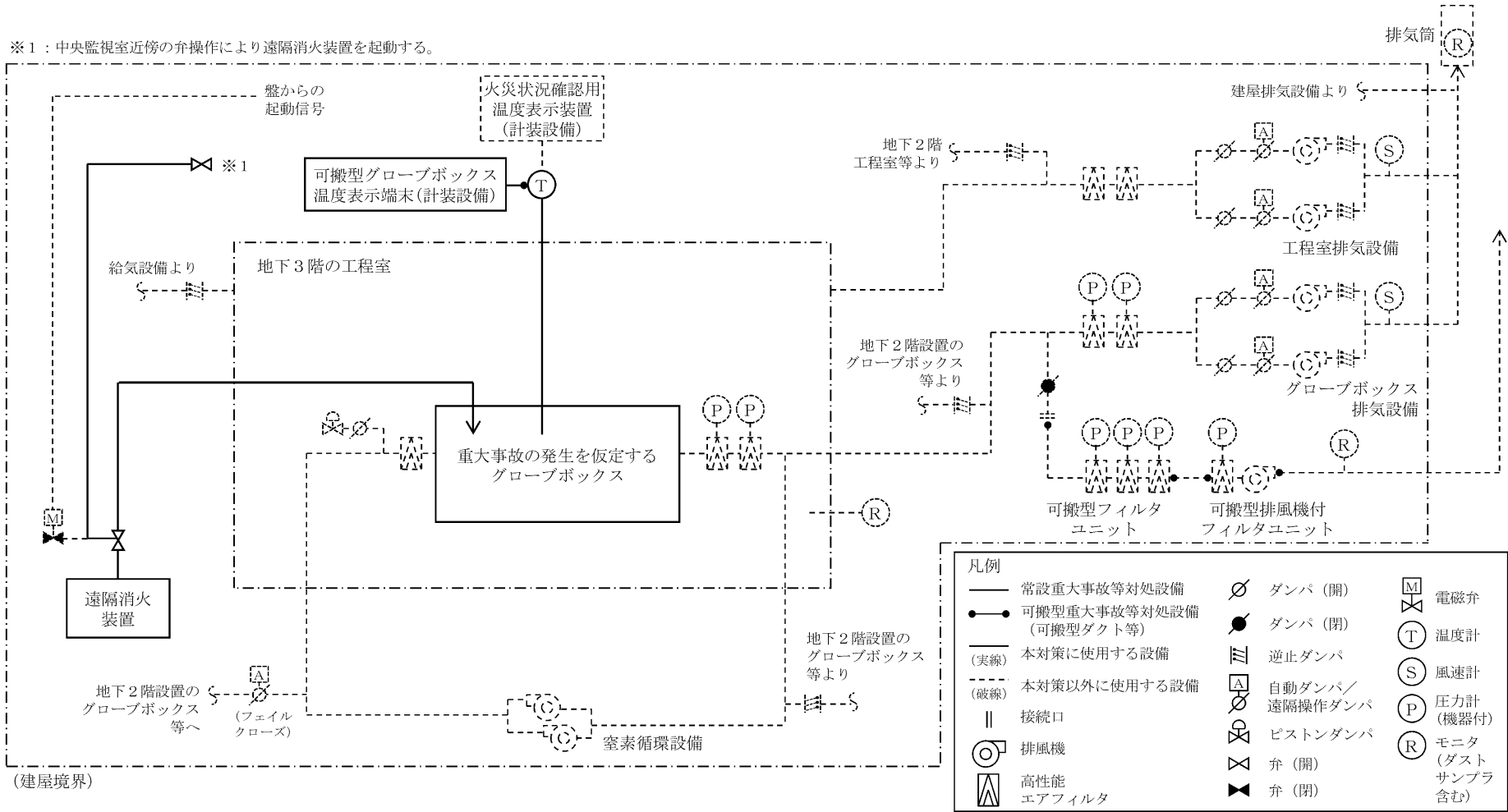
6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

「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。

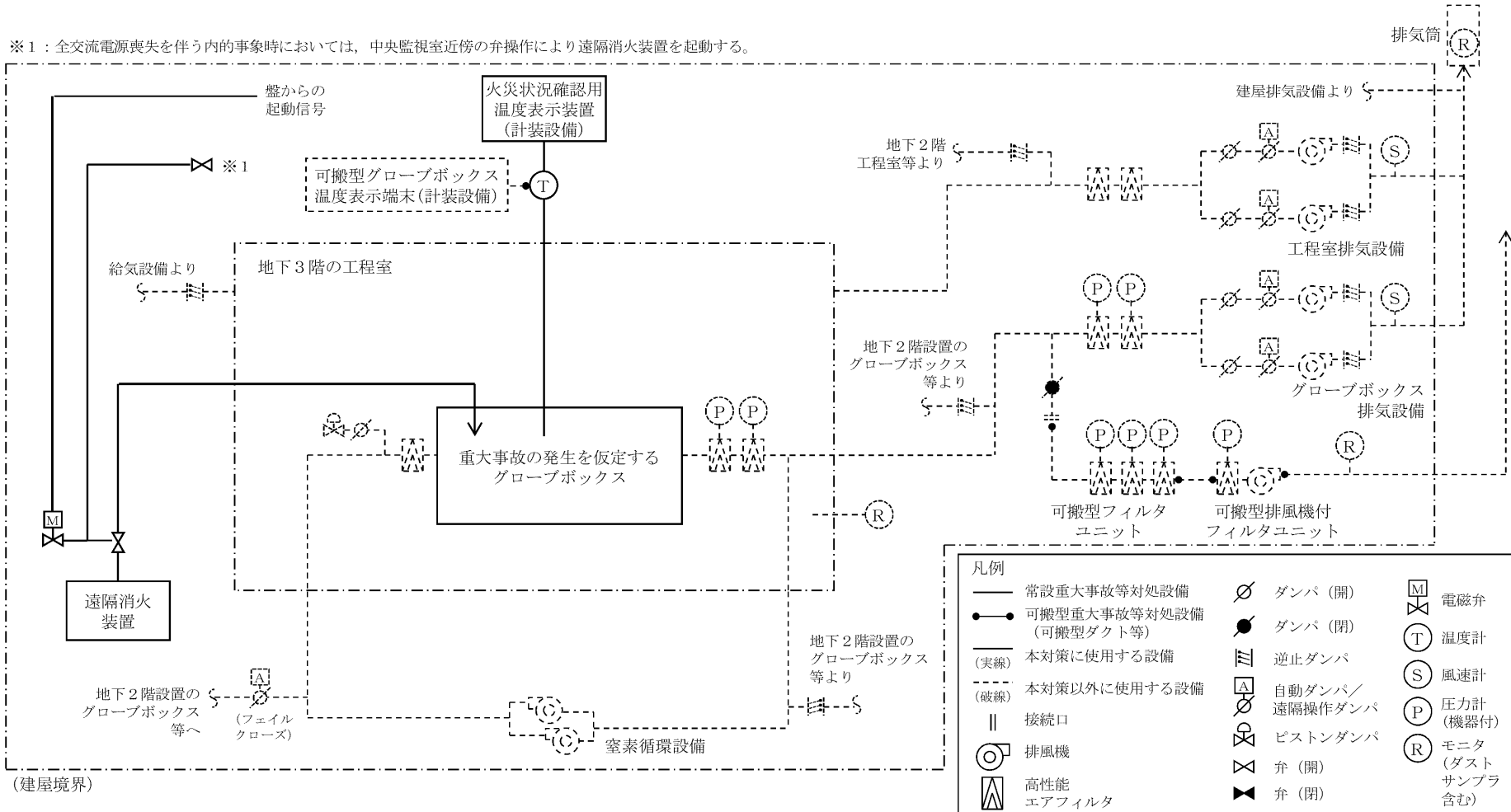
連鎖して発生する重大事故等の整理についても、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、「6. 1. 1. 2. 3 重大事故等の同時発生又は連鎖」に整理したとおり、火災による閉じ込める機能の喪失を起因として連鎖して発生する重大事故等はない。

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
散性情に関する研究. 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.

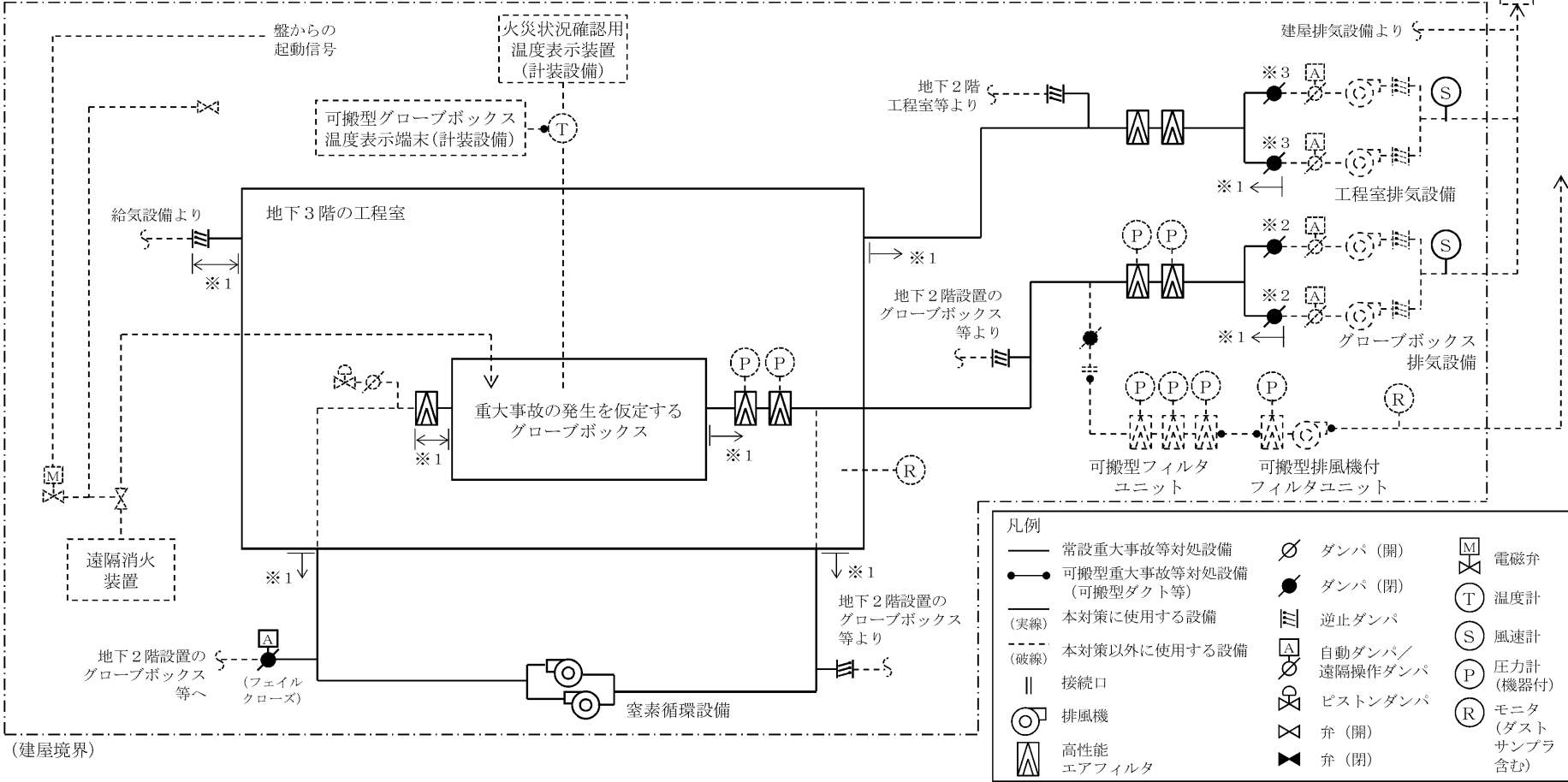


第6-1図 代替消火設備の系統概要図 (外的事象の対処時)



第6-2図 代替消火設備の系統概要図 (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



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

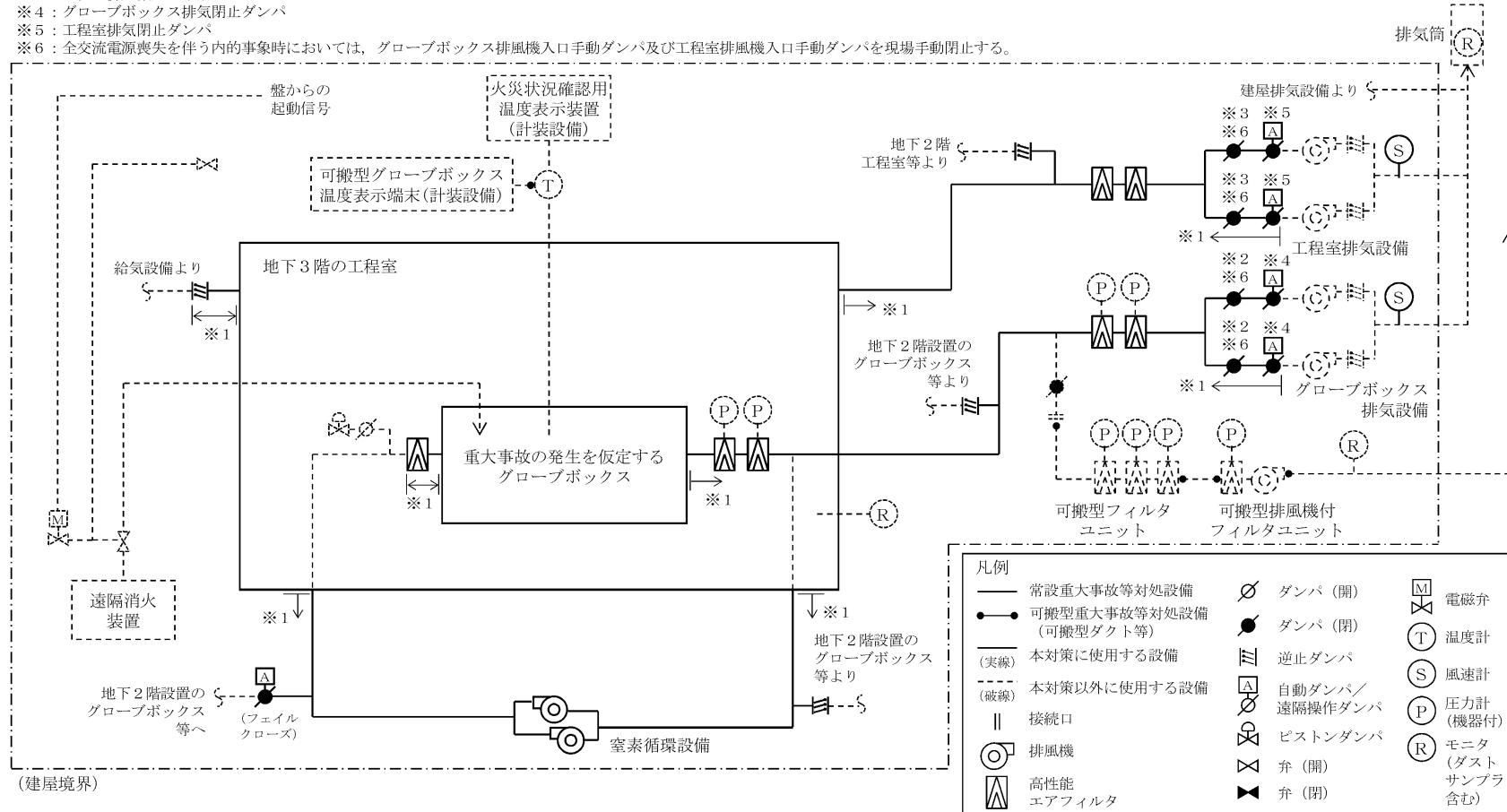
建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスからグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室から工程室排風機入口手動ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 室素循環設備 (地下3階の工程室※を境界として漏えいを防止する範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 給気設備 (地下3階の工程室※を境界として漏えいを防止する範囲)

※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

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の事象時においては、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。



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

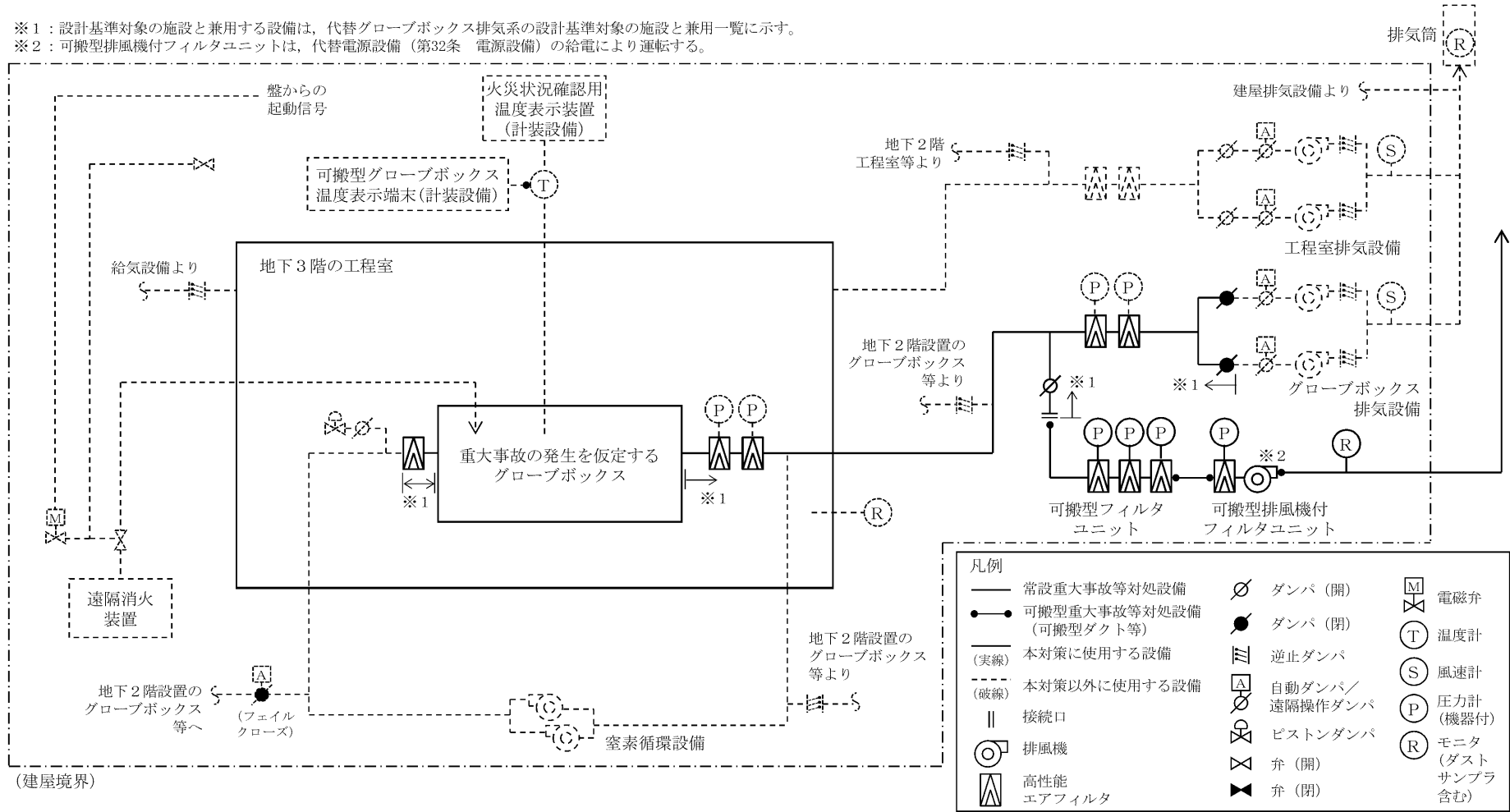
建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスからグローブボックス排気閉止ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室から工程室排気閉止ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 室素循環設備 (地下3階の工程室※を境界として漏えいを防止する範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 給気設備 (地下3階の工程室※を境界として漏えいを防止する範囲)

※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

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：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。



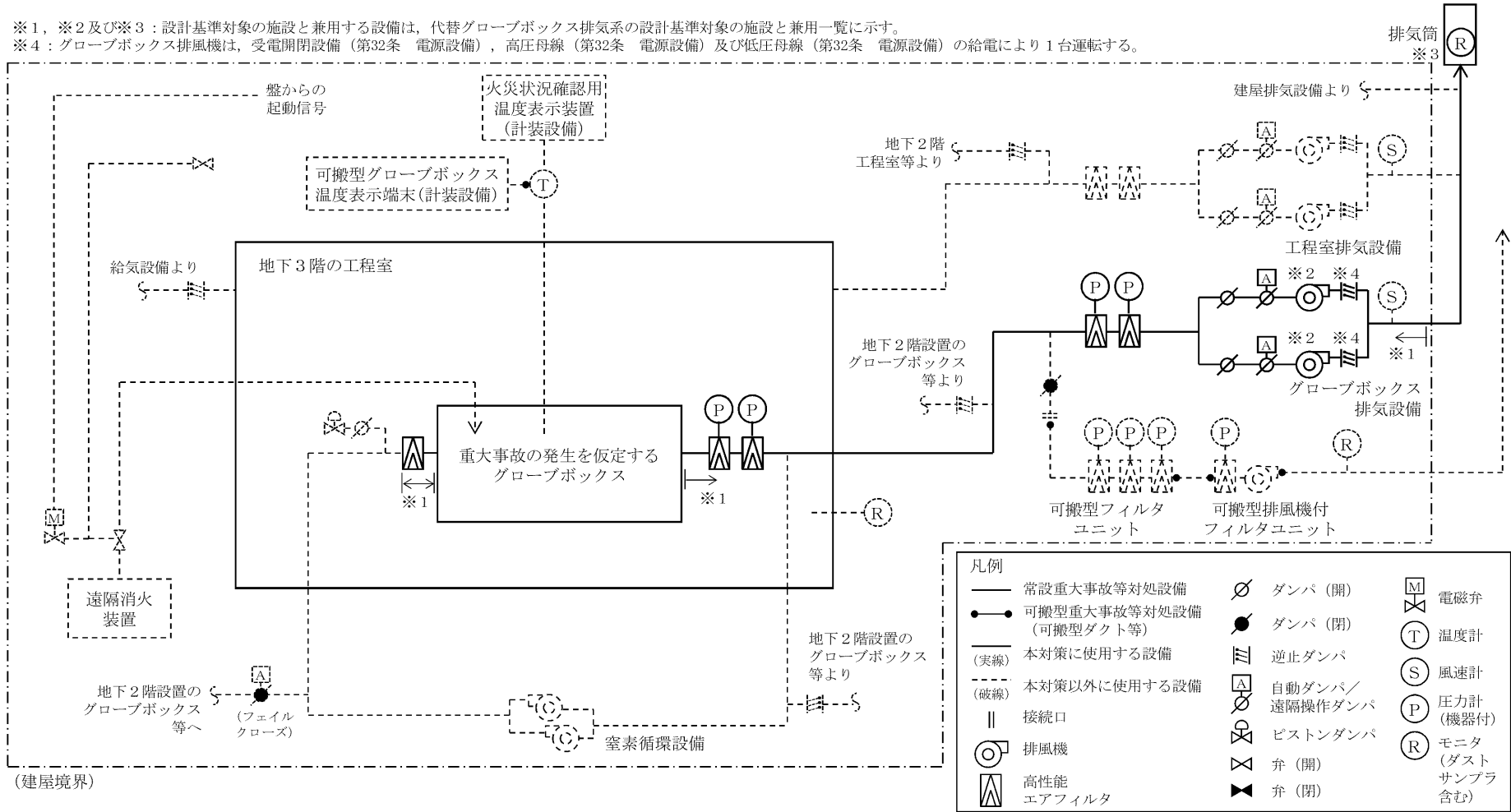
第6-5図 代替グローブボックス排気系の系統概要図(外的事象の対処時)(その1)

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

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6-5図 代替グローブボックス排気系の系統概要図(外的事象の対処時)(その2)

※1, ※2及び※3: 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。
 ※4: グローブボックス排風機は、受電開閉設備(第32条 電源設備)、高圧母線(第32条 電源設備)及び低圧母線(第32条 電源設備)の給電により1台運転する。

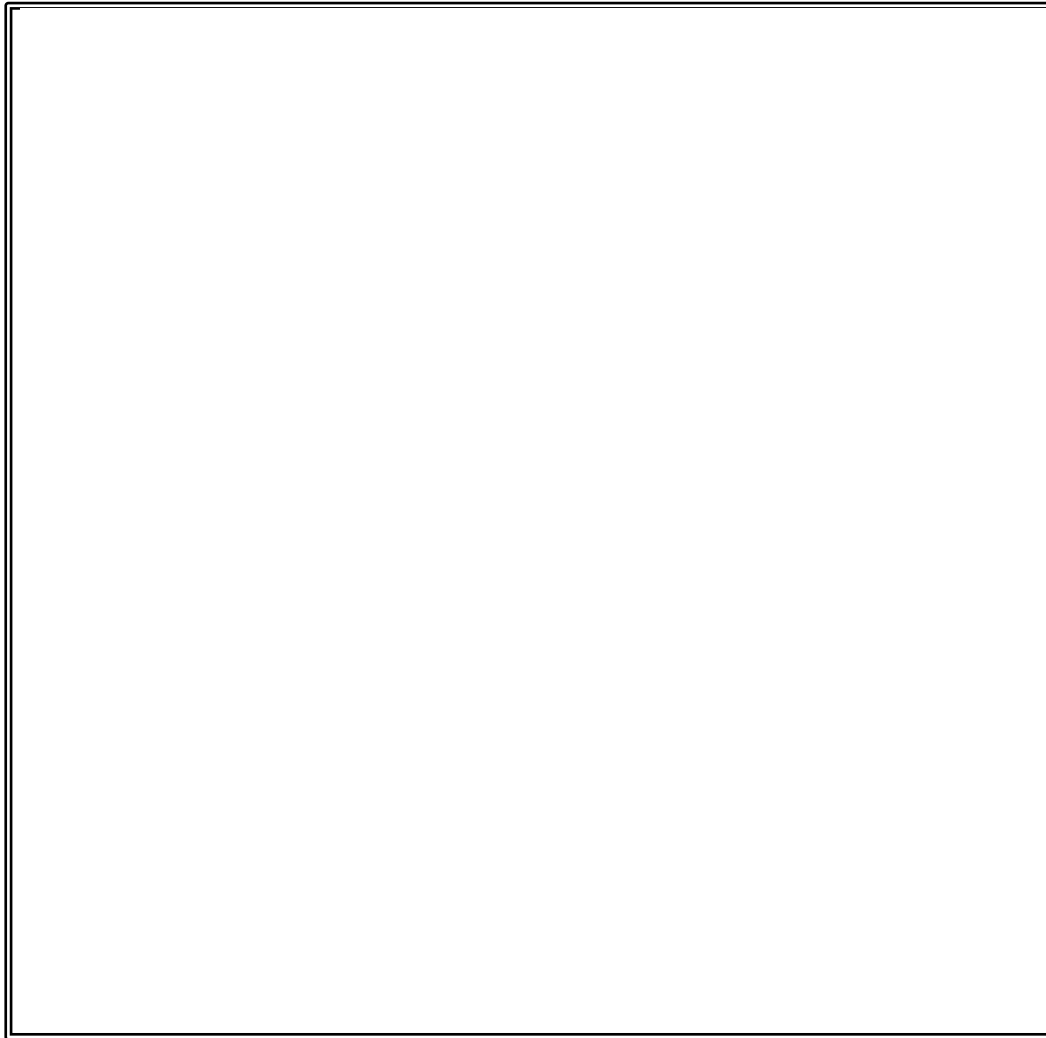


第6-6図 代替グローブボックス排気系の系統概要図 (内的事象の対処時) (その1)

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


建屋	※1 <u>ダクト・ダンパ・高性能エアフ ィルタ</u> 設備名	※2 <u>グローブボックス排 風機</u> 設備名	※3 <u>排気筒</u> 設備名
燃料加 工 建屋	<u>気体廃棄物の廃棄設備</u> <u>グローブボックス排気設備</u> <u>(重大事故の発生を仮定するグローブ</u> <u>ボックスに係るグローブボックス給気</u> <u>フィルタ及び重大事故の発生を仮定す</u> <u>るグローブボックスから排気筒までの</u> <u>範囲)</u>	<u>気体廃棄物の廃棄設備</u> <u>グローブボックス排気設備</u>	<u>気体廃棄物の廃棄設</u> <u>備</u> <u>排気筒</u>

第6-6図 代替グローブボックス排気系の系統概要図（内的事象の対処時）（その2）

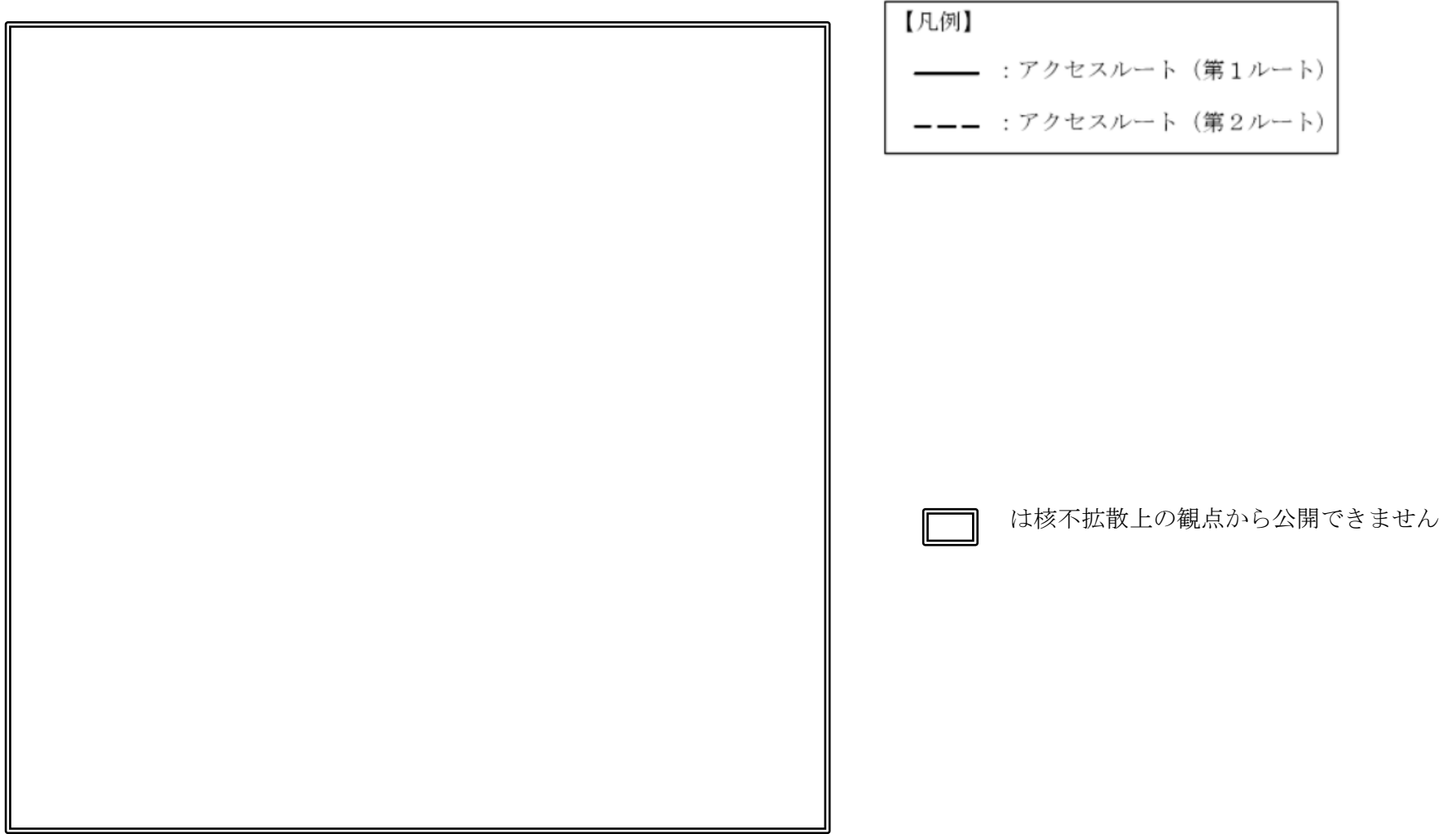


【凡例】
—— : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)

※ 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)



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

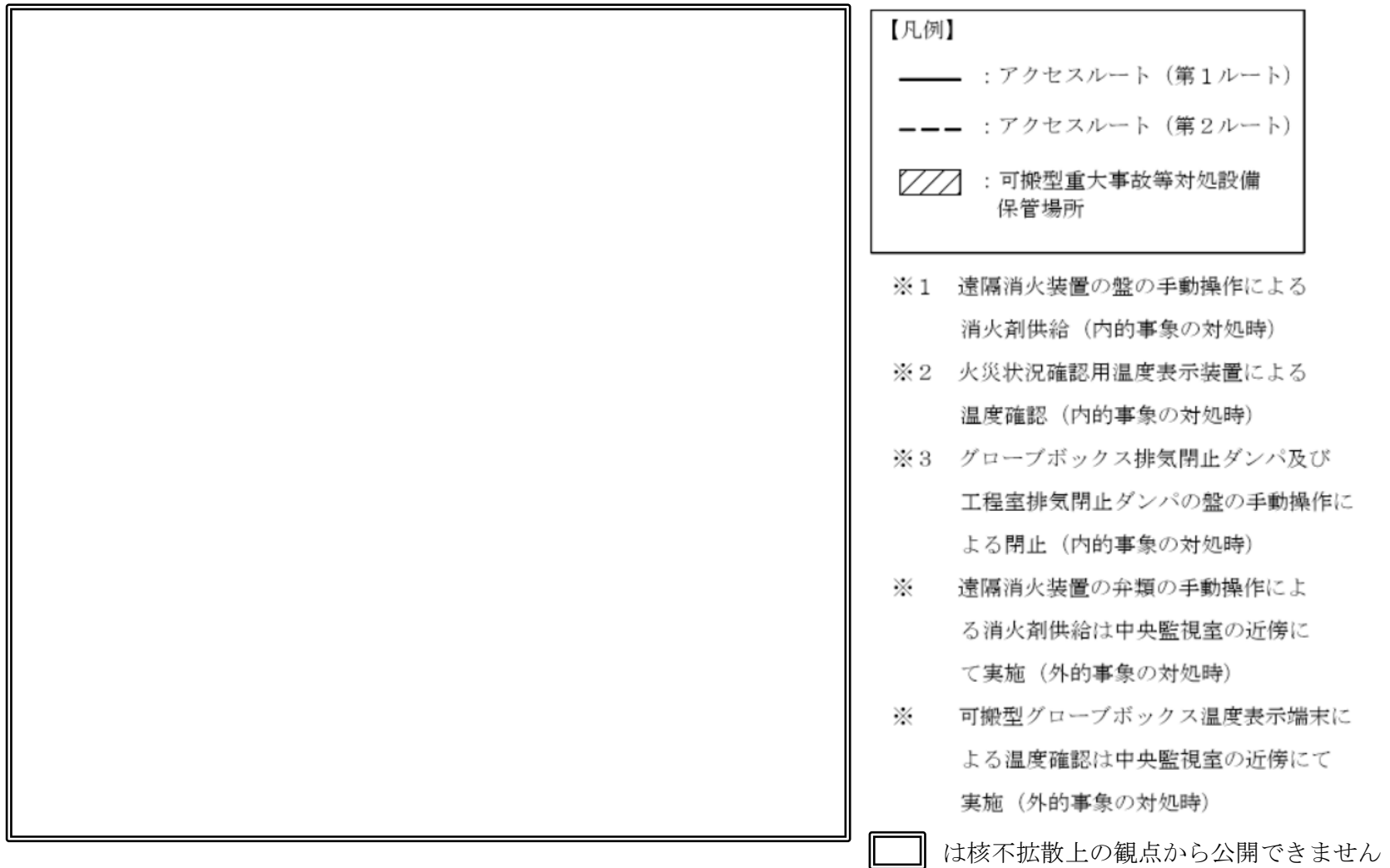
※1 グローブボックス排風機入口手動ダンパ
及び工程室排風機入口手動ダンパの手動
閉止操作

※2 可搬型風速計の設置

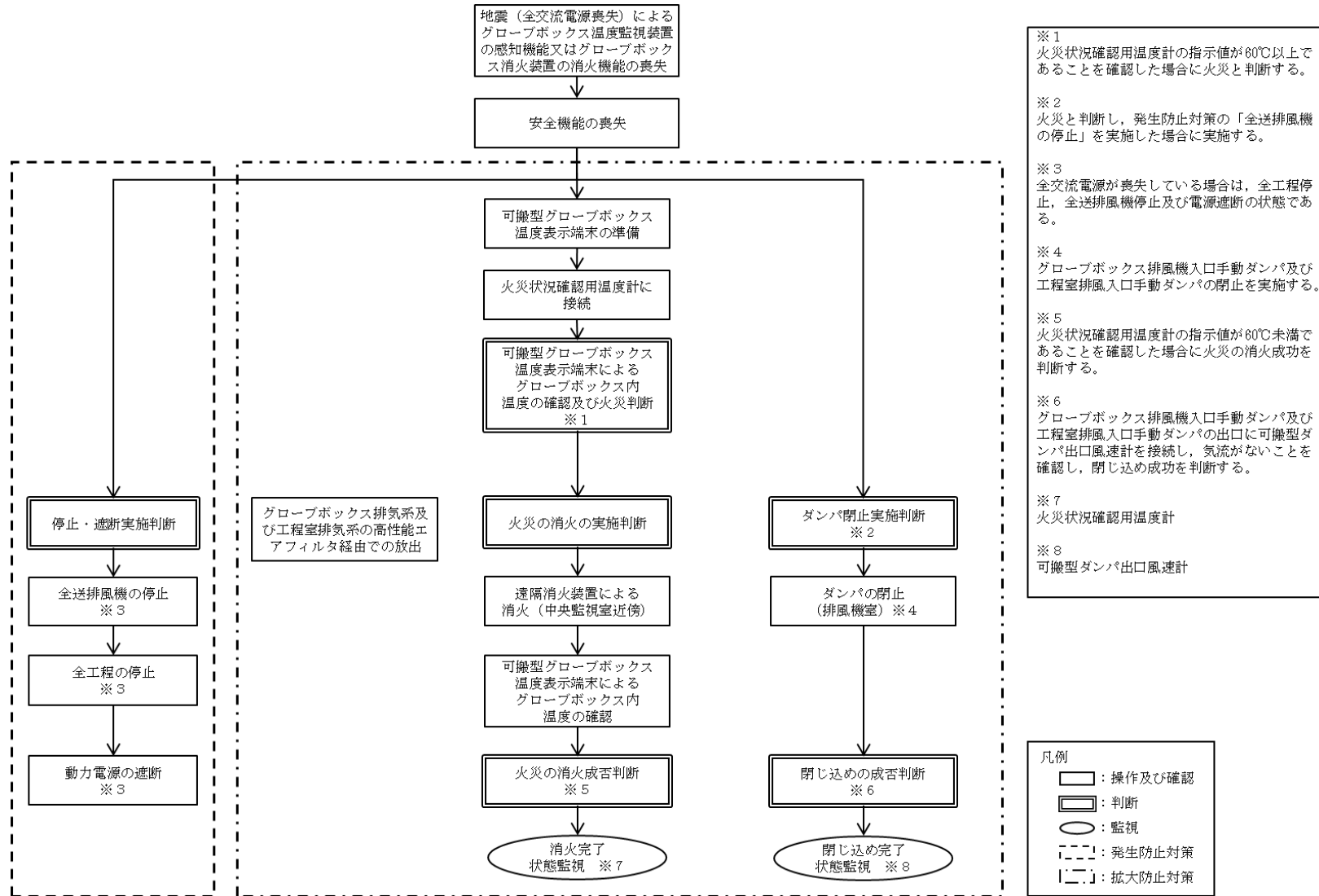
※3 可搬型ダクトの接続操作, 可搬型排風機
付フィルタユニット及び可搬型フィルタ
ユニットの設置

 は核不拡散上の観点から公開できません

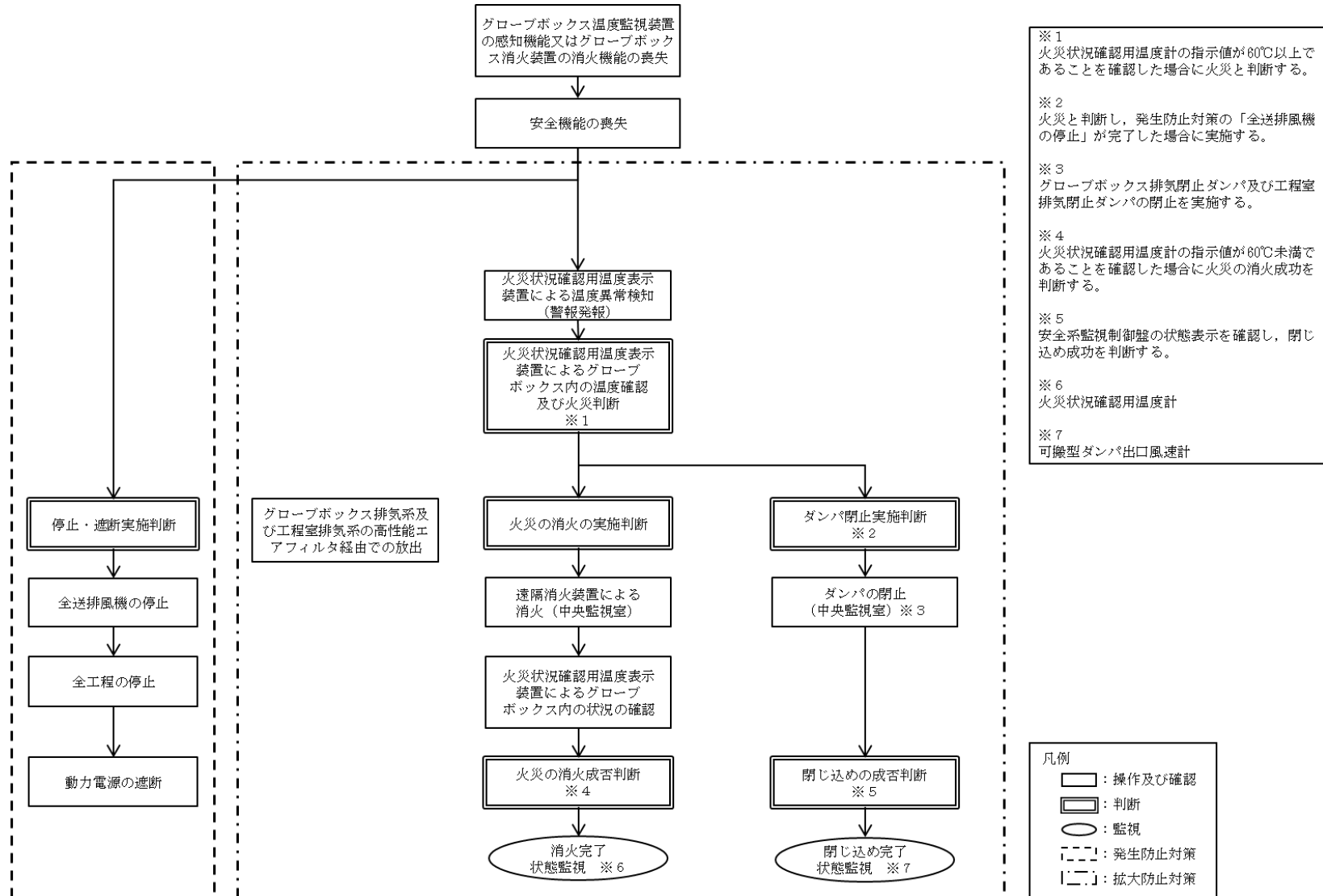
第6-9図 拡大防止対策のアクセスルート(燃料加工建屋 地下1階)



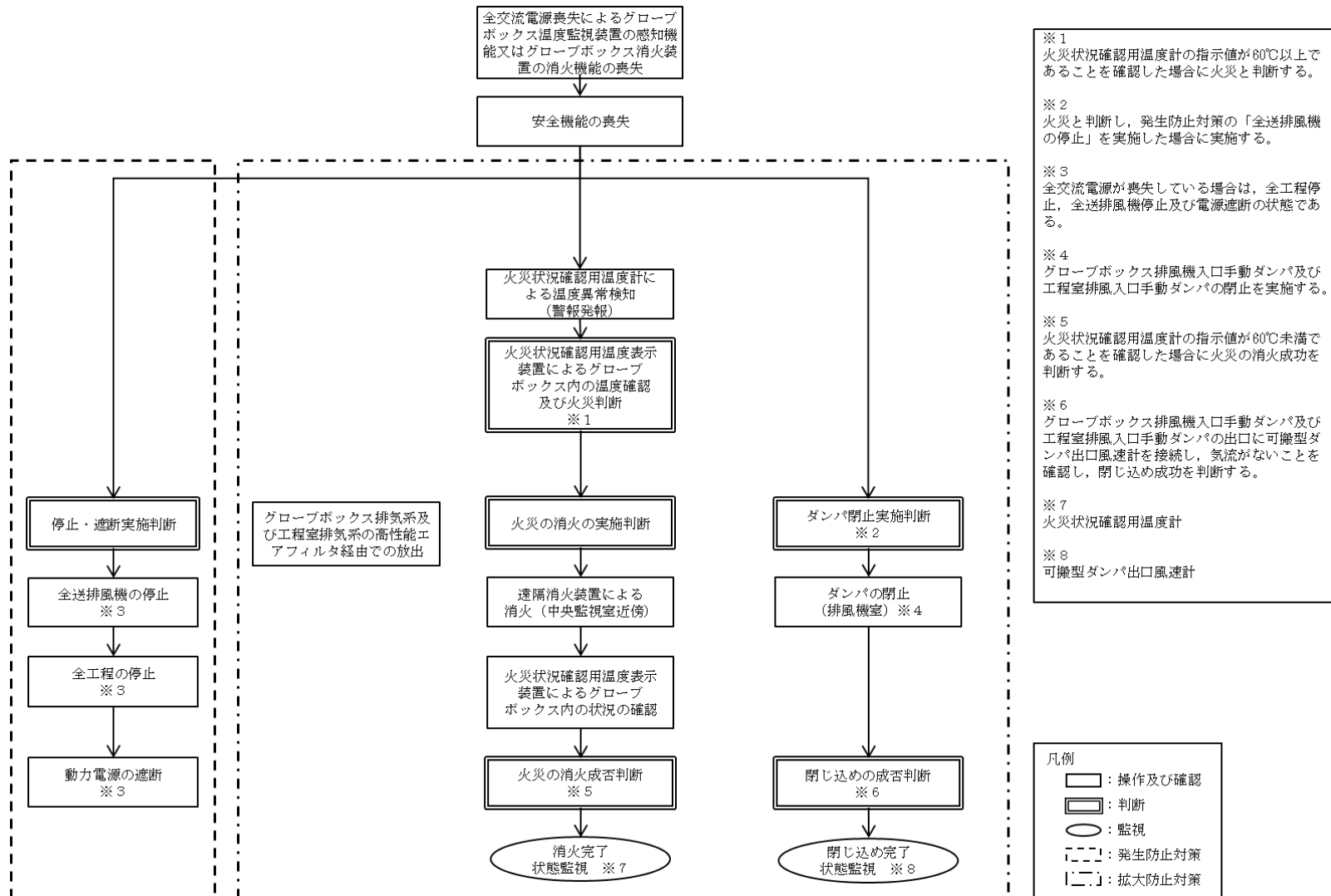
第6-10図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)



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・閉じ込め）（外的事象）

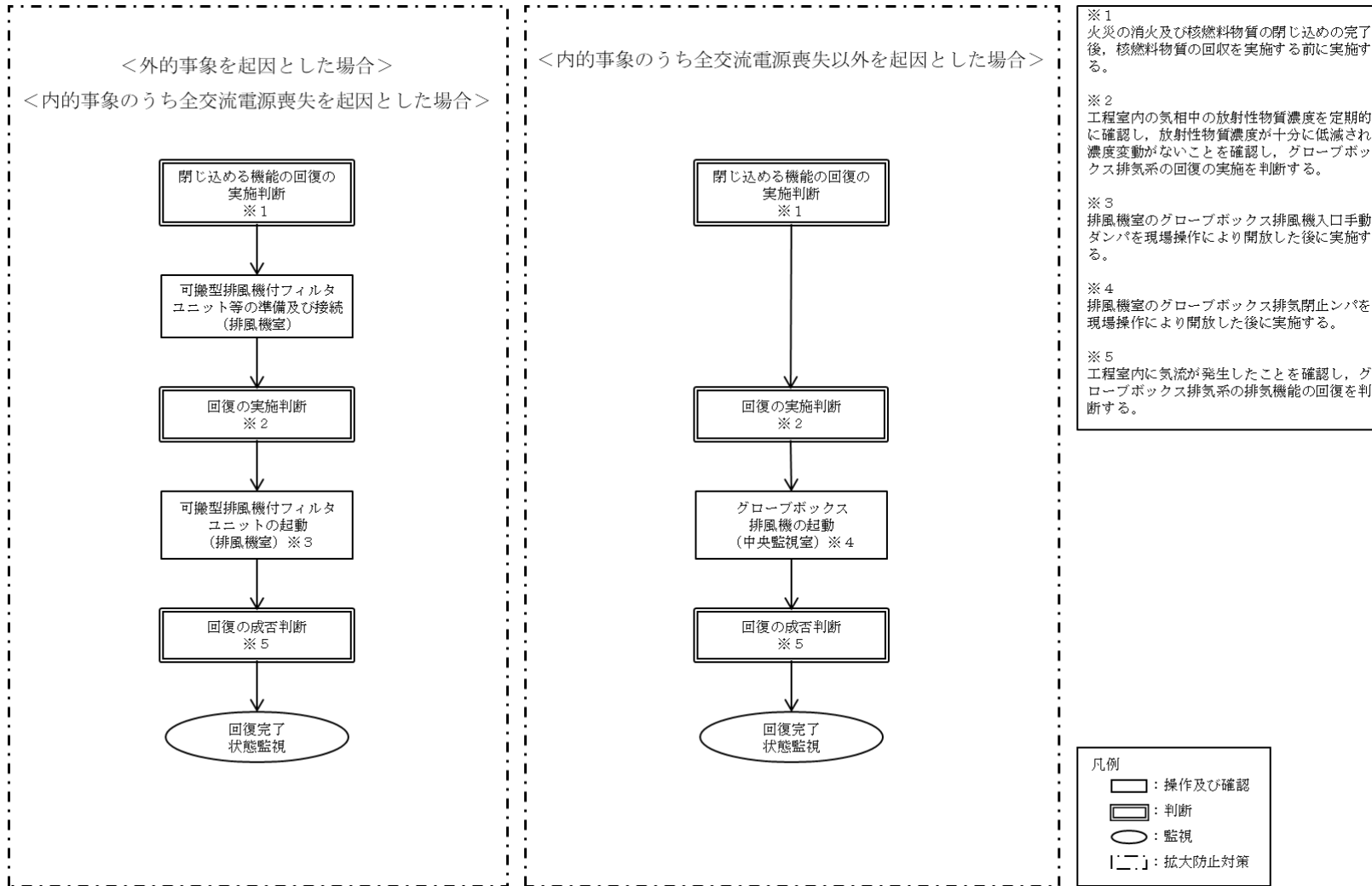


第6-12図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要(消火・閉じ込め)(内的事象)



- ※1 火災状況確認用温度計の指示値が80℃以上であることを確認した場合に火災と判断する。
- ※2 火災と判断し、発生防止対策の「全送排風機の停止」を実施した場合に実施する。
- ※3 全交流電源が喪失している場合は、全工程停止、全送排風機停止及び電源遮断の状態である。
- ※4 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。
- ※5 火災状況確認用温度計の指示値が80℃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。
- ※6 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出口に可搬型ダンパ出口風速計を接続し、気流がないことを確認し、閉じ込め成功を判断する。
- ※7 火災状況確認用温度計
- ※8 可搬型ダンパ出口風速計

第6-13 図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（消火・閉じ込め）（内的事象(全交流電源喪失)）



※1
火災の消火及び核燃料物質の閉じ込めの完了後、核燃料物質の回収を実施する前に実施する。

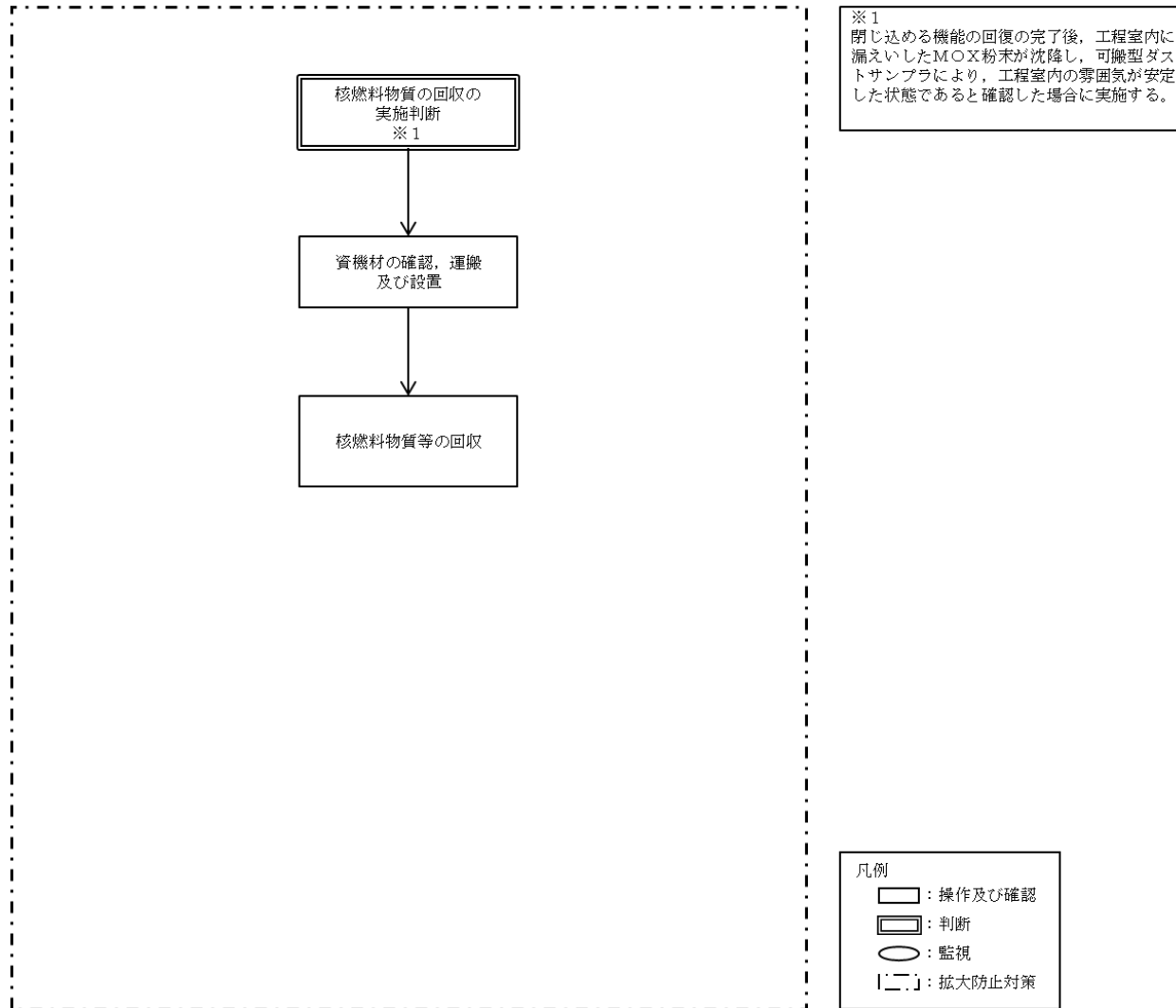
※2
工程室内の気相中の放射性物質濃度を定期的に確認し、放射性物質濃度が十分に低減され、濃度変動がないことを確認し、グローブボックス排気系の回復の実施を判断する。

※3
排風機室のグローブボックス排風機入口手動ダンパを現場操作により開放した後に実施する。

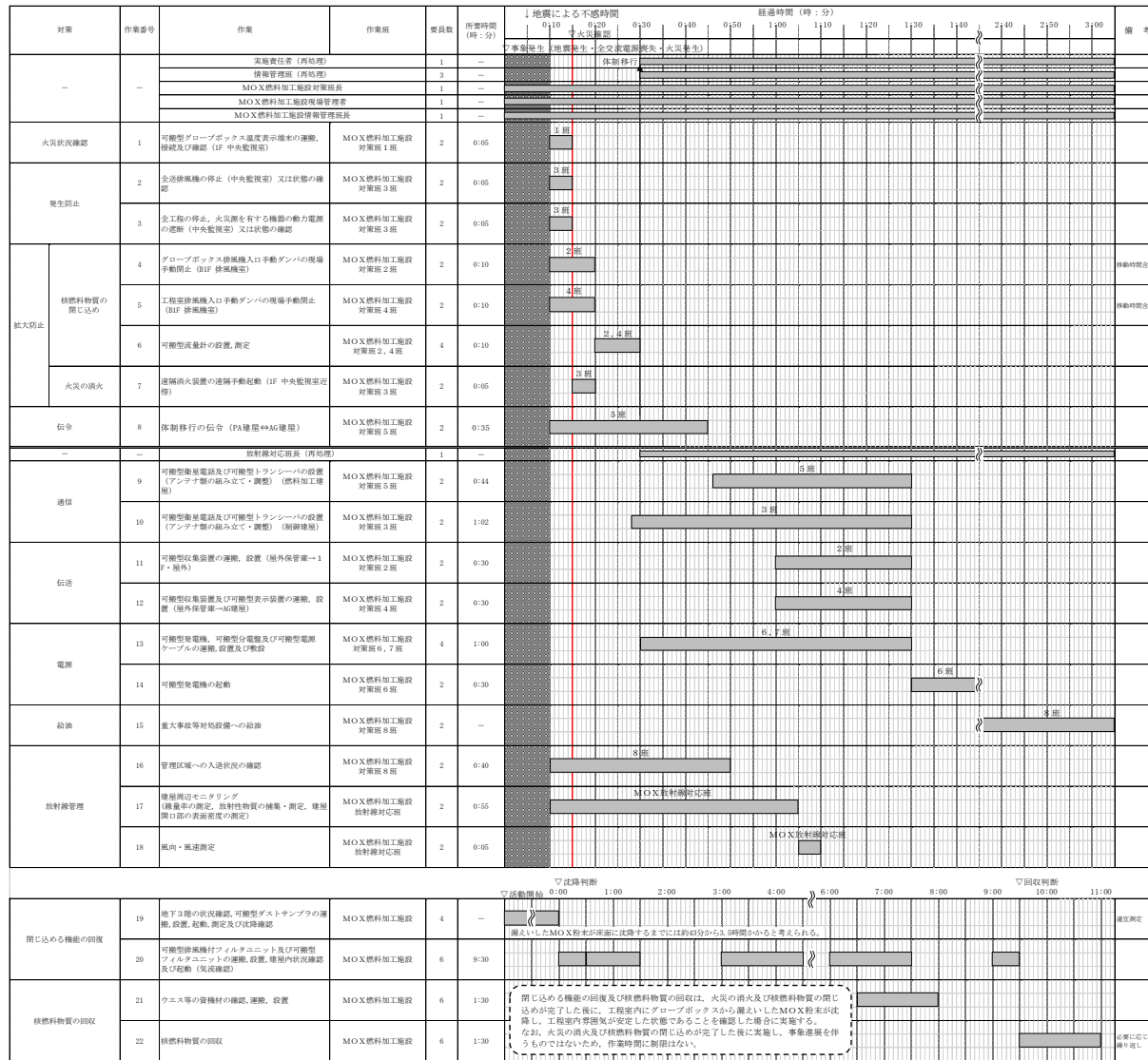
※4
排風機室のグローブボックス排気閉止ンパを現場操作により開放した後に実施する。

※5
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系の排気機能の回復を判断する。

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）



第6-15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）

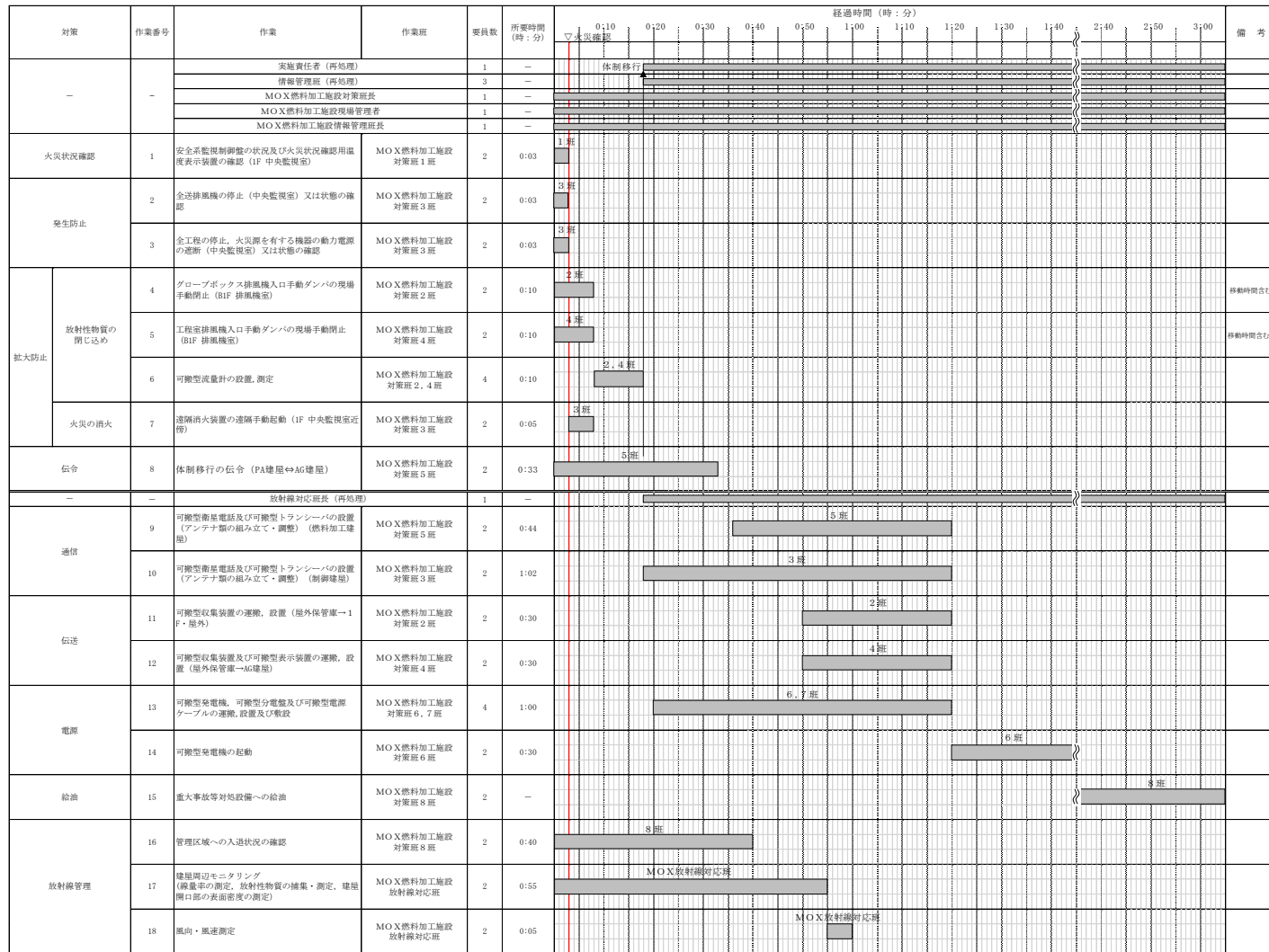


第6-16図 重大事故対処におけるタイムチャート (1/3) (外的事象を起因とした場合)

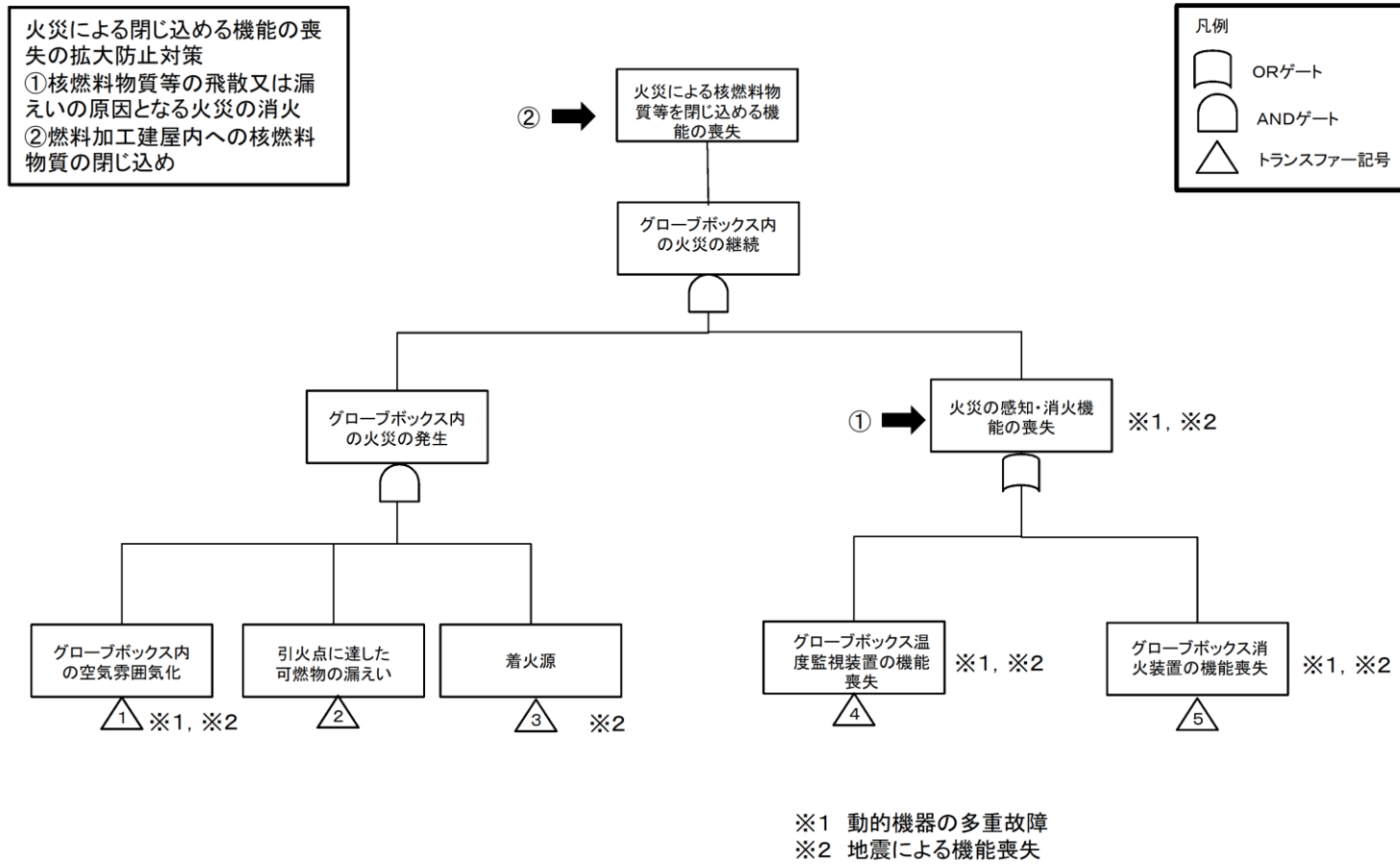
対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)																		備考	
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	2:40	2:50	3:00							
-	-	実施責任者 (再処理)		1	-	▽ 体制移行																			
		情報管理班 (再処理)		3	-	▽ 火災確認																			
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-																				
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-																				
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-																				
火災状況確認	1	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 1 班	2	0:03	1 班																			
発生防止	2	全送排風機の停止 (中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班 2 班	2	0:03	2 班																			
	3	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 3 班	2	0:03	3 班																			
拡大防止	放射性物質の閉じ込め	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遠隔手動閉止 (1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班 2 班	2	0:01	2 班																		
		5	可搬型流量計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班 2, 4 班	4	0:13	2, 4 班																		
	火災の消火	6	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 3 班	2	0:01	3 班																		
-	-	放射線対応班長 (再処理)		1	-	放射線対応班長																			
放射線管理	7	管理区域への入退状況の確認	MOX燃料加工施設対策班 8 班	2	0:40	8 班																			
	8	排気モニタリング設備 [※] による監視 (中央監視室、再処理施設の中央制御室及び緊急時対策所)	実施責任者、放射線対応班長、MOX燃料加工施設現場管理者	3	-	実施責任者、放射線対応班長、MOX燃料加工施設情報管理班長																		継続監視	
通信	9	所内通信連絡設備 [※] の確認	-	-	-																				

※：設計基準の範囲内において使用している設備を使用する。

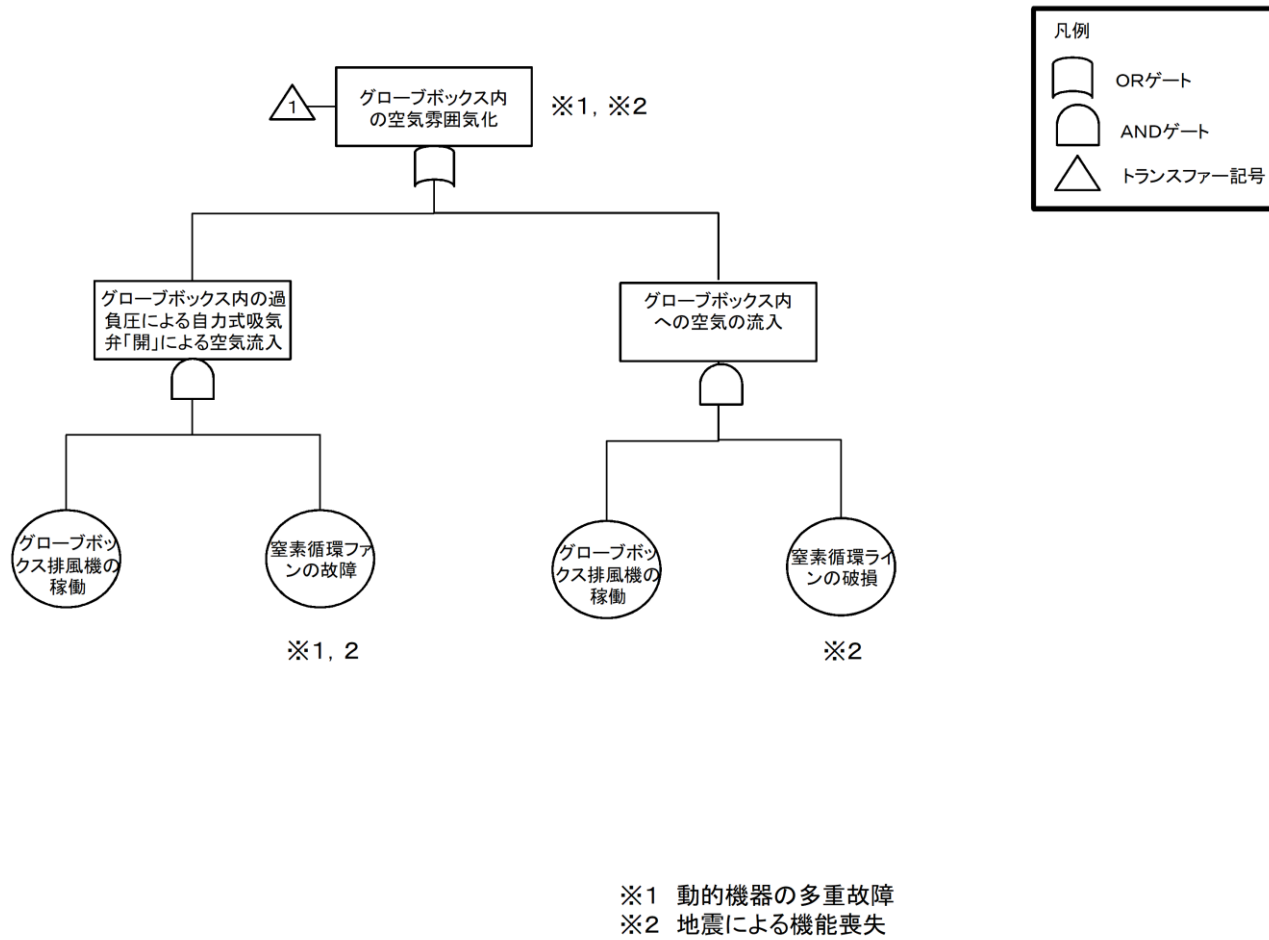
第6-16 図 重大事故対処におけるタイムチャート (2 / 3) (内的事象を起因とした場合 (全交流電源喪失以外))



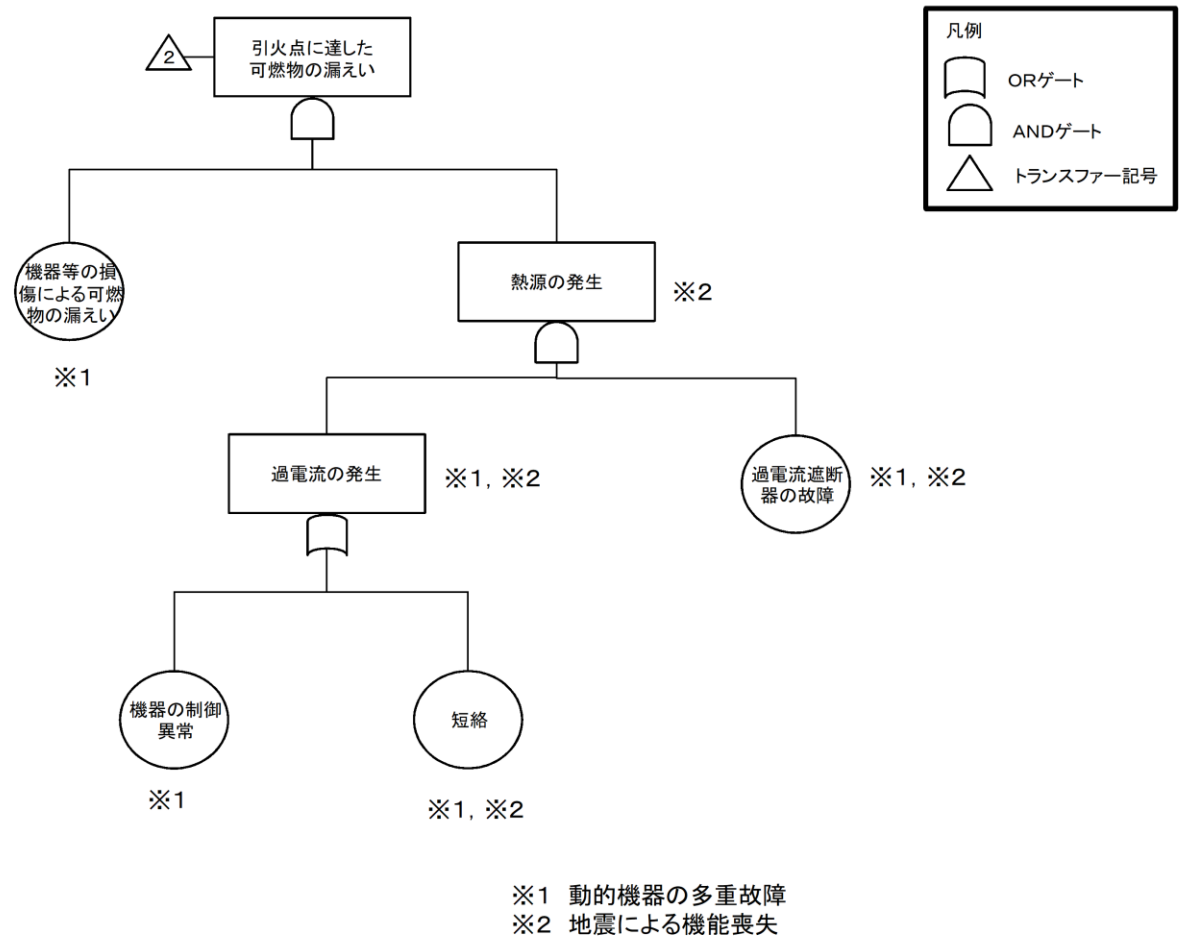
第6-16図 重大事故対処におけるタイムチャート (3/3) (内的事象を起因とした場合 (全交流電源喪失))



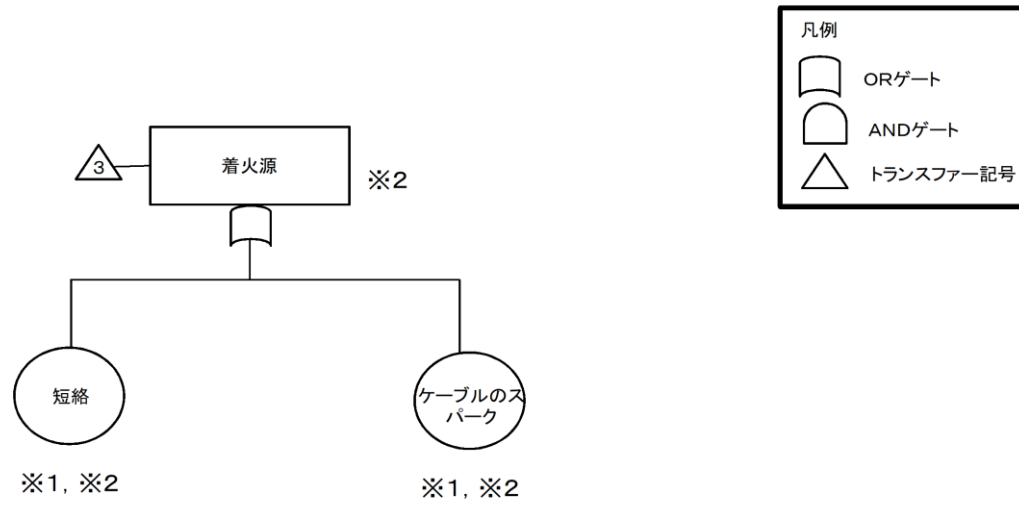
第6-17図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (1/7)



第6-17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)

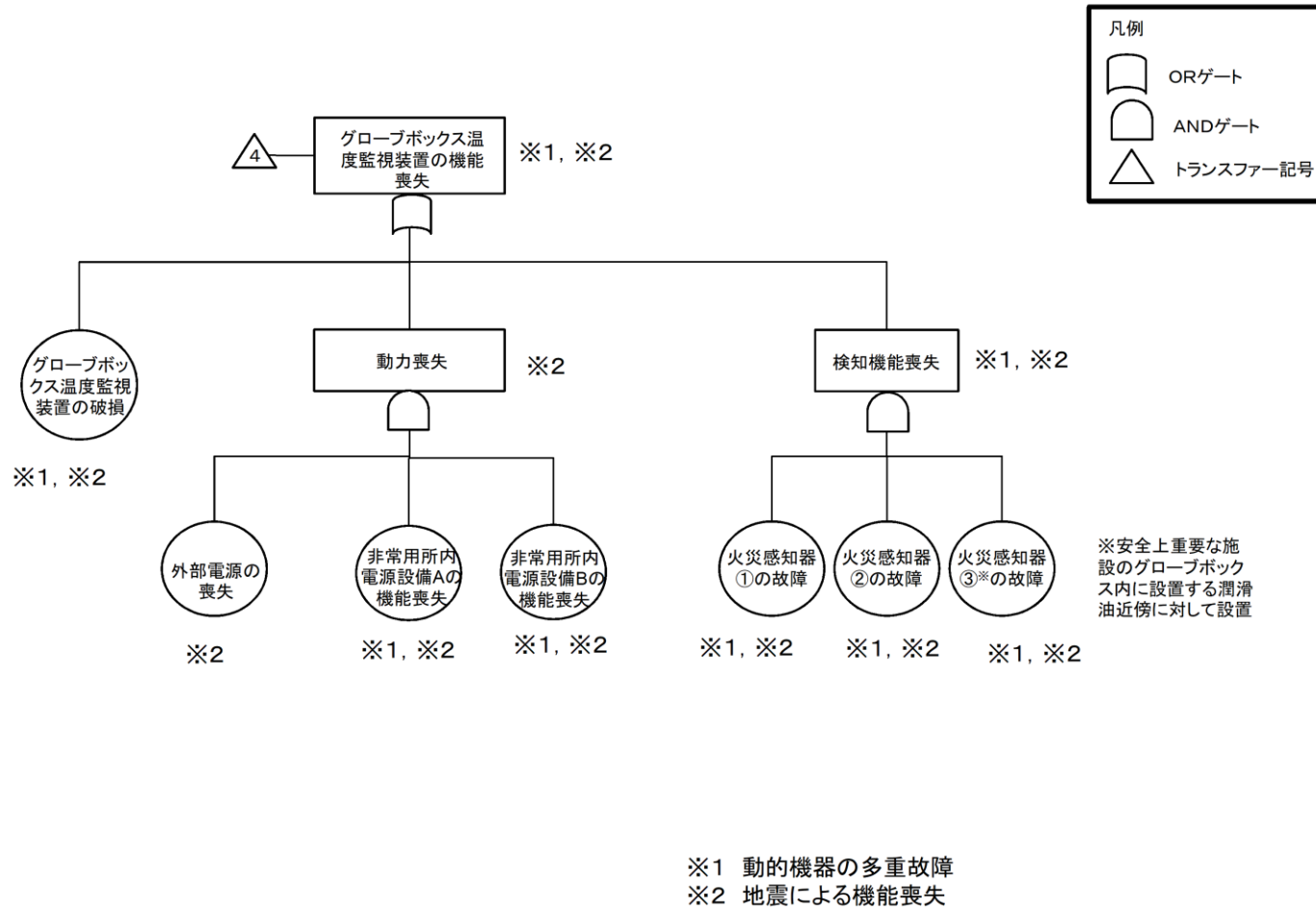


第6-17図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (3/7)

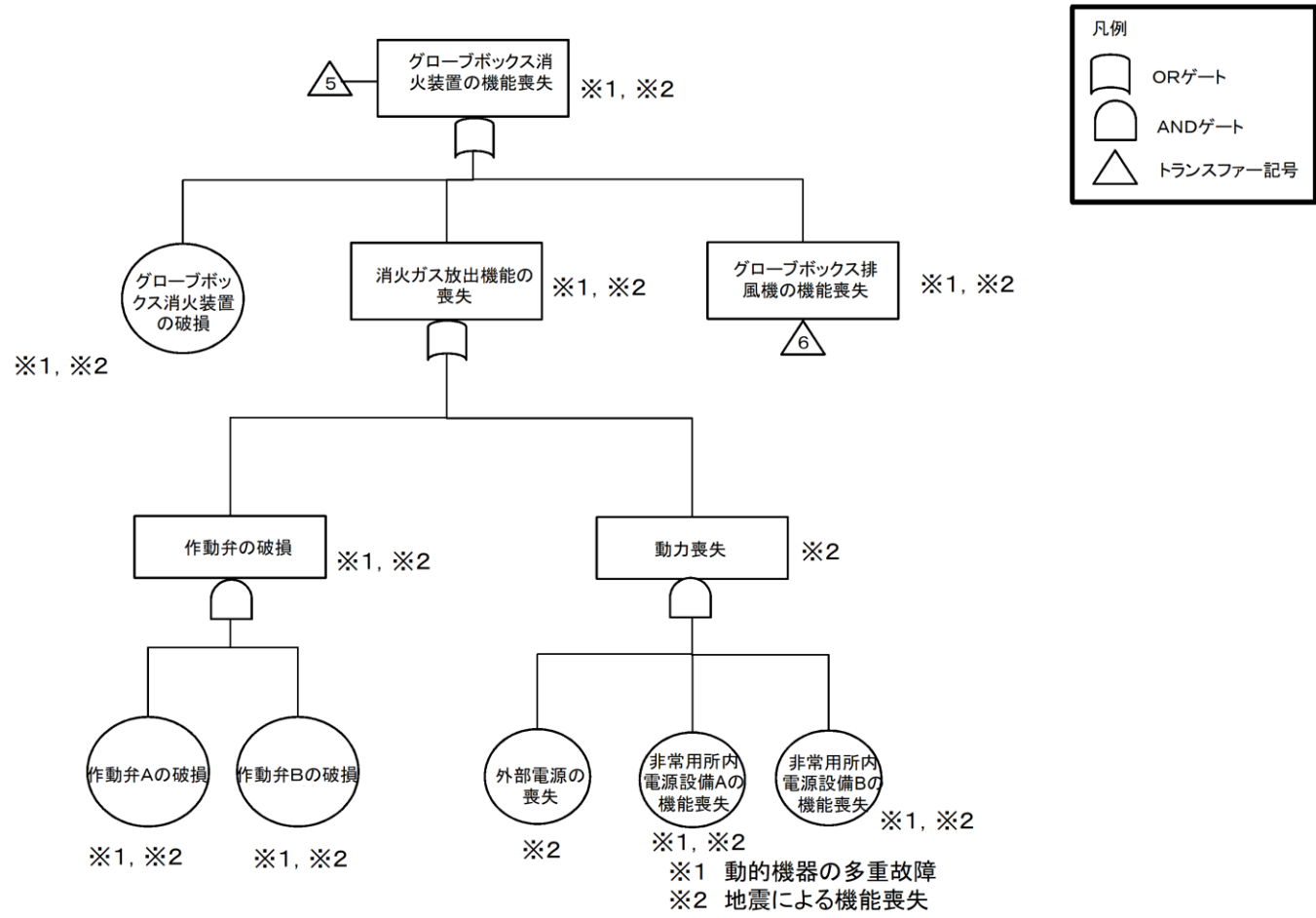


※1 動的機器の多重故障
※2 地震による機能喪失

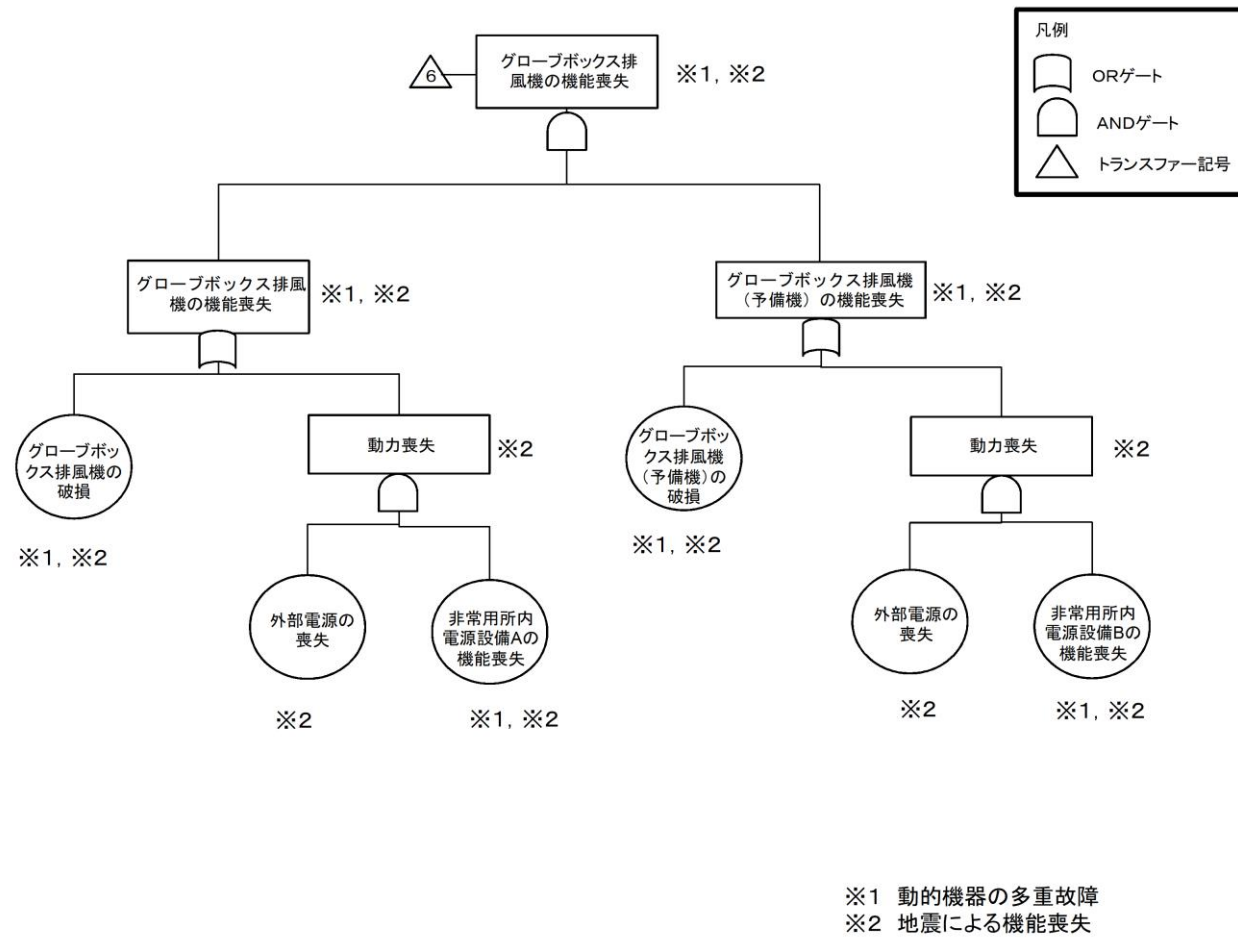
第6-17図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (4/7)



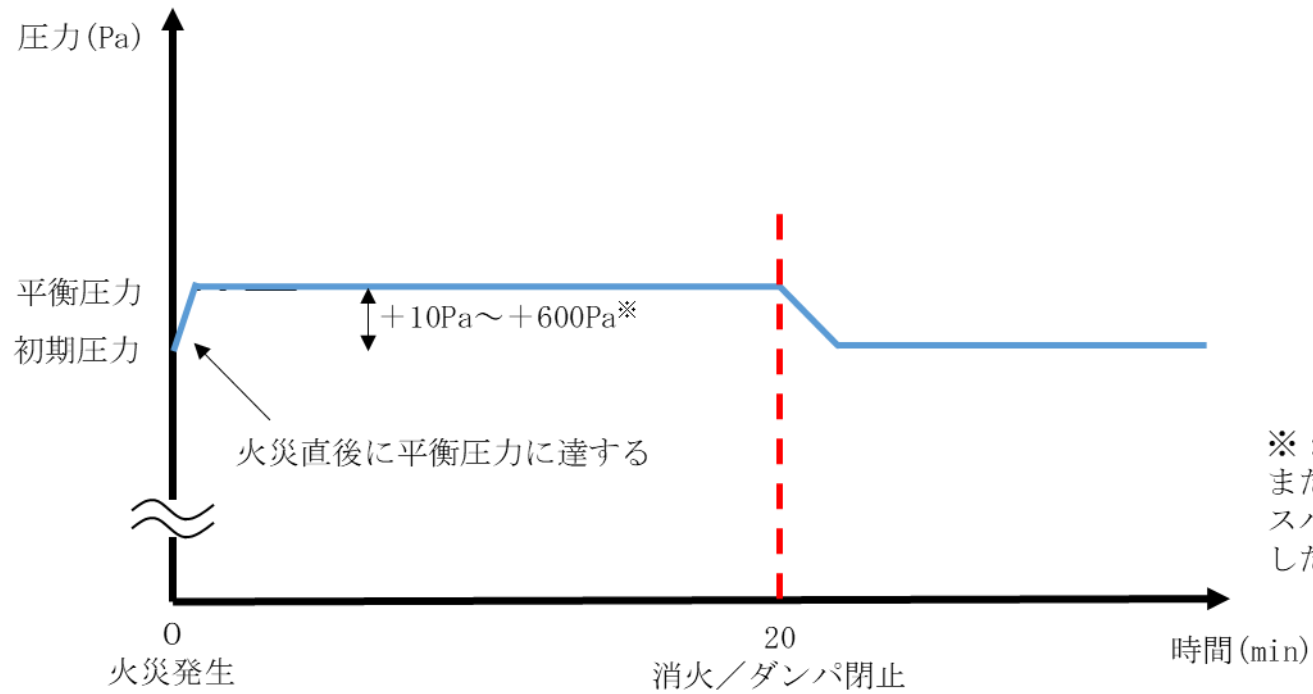
第6-17図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (5/7)



第6-17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6-17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、グローブボックスパネル隙間を設計値の10倍と仮定したもの。

第6-18図 グローブボックス内圧カトレンド

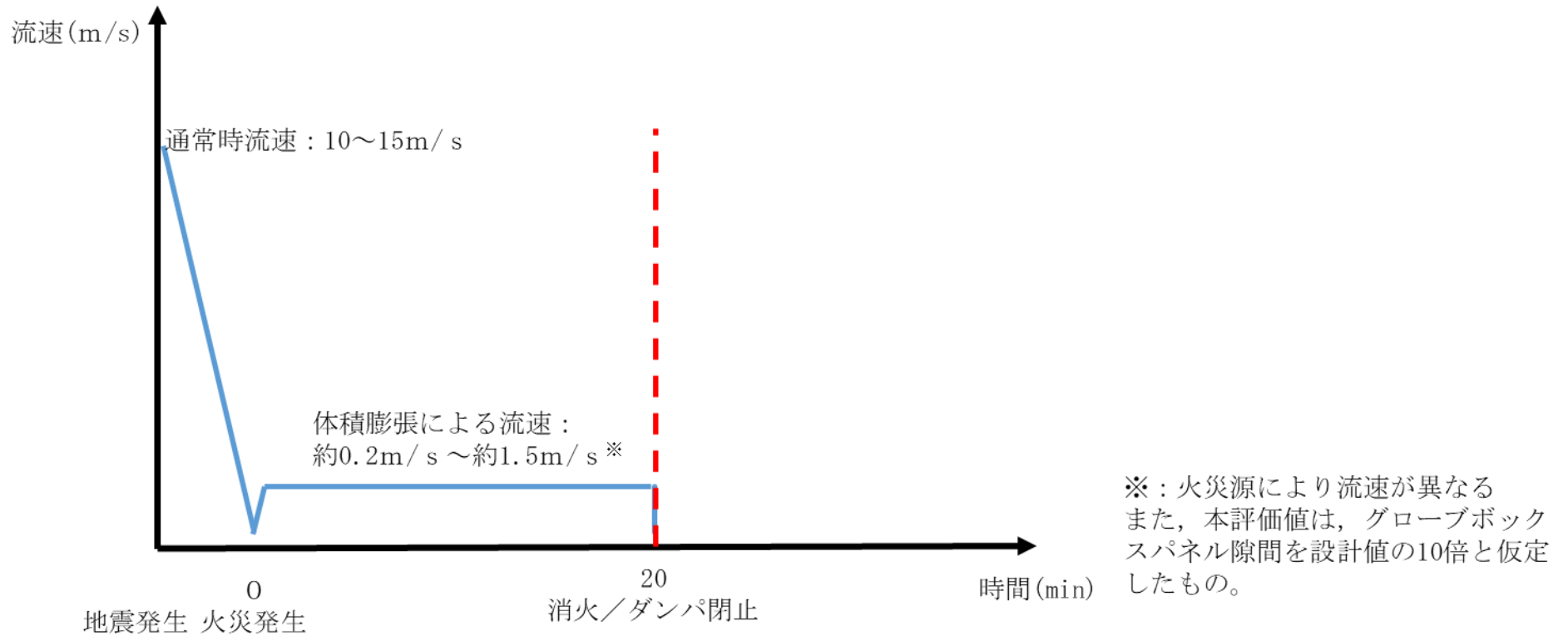
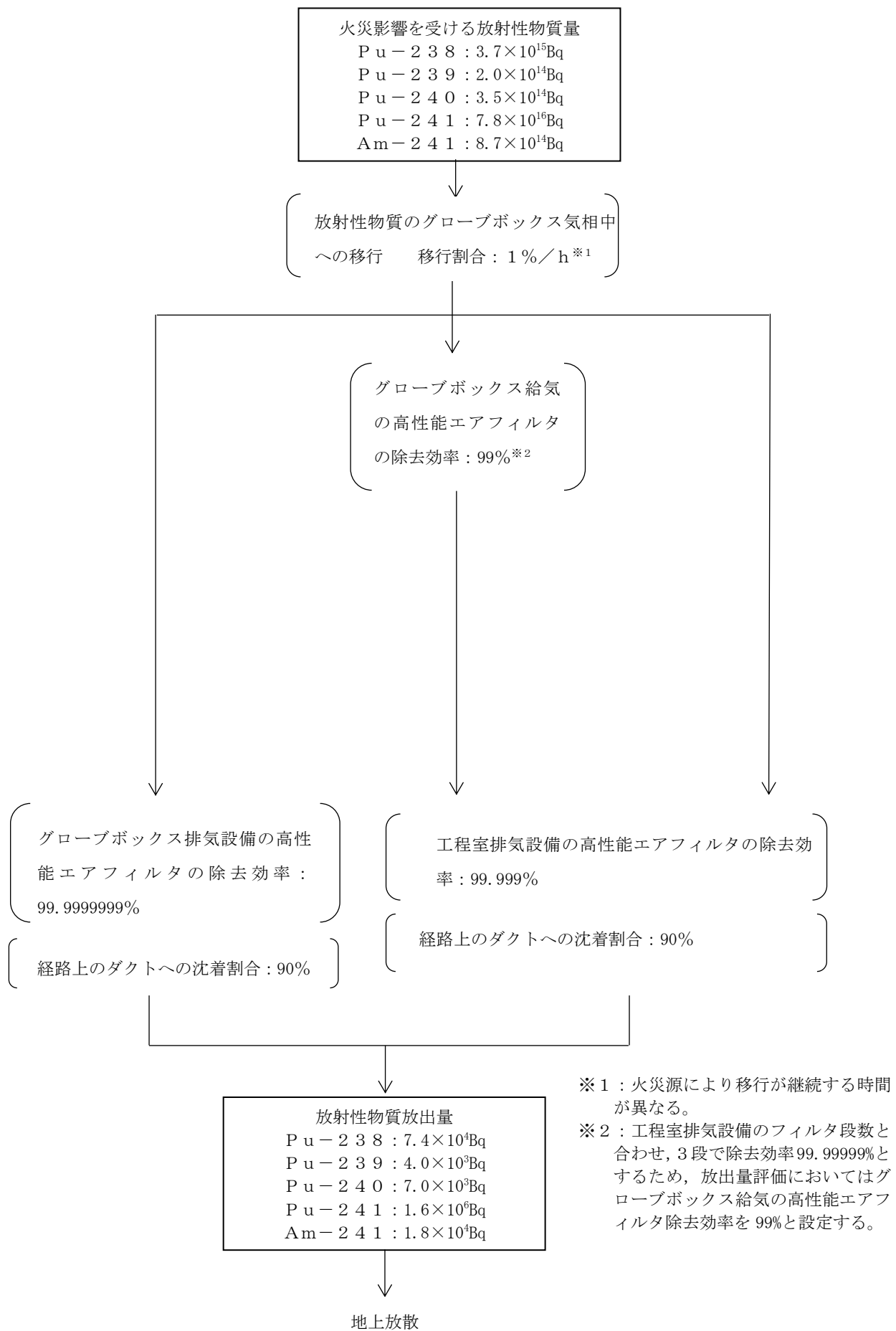


図6-19 図 グローブボックス排気ダクトの流速トレンド



第6-20 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)

重大事故等対処設備			常設/可搬型の区分	
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	核燃料物質等の飛散の原因となる火災を消火するために使用する設備	代替消火設備	遠隔消火装置	常設
			重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{*1}	常設
	燃料加工建屋外への核燃料物質の放出防止に使用する設備	代替換気設備 放出防止設備	グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設
			工程室排風機入口手動ダンパ	常設
			グローブボックス排気閉止ダンパ	常設
			工程室排気閉止ダンパ	常設
			グローブボックス排気ダクト	常設
			工程室排気ダクト	常設
			グローブボックス排気フィルタ	常設
			グローブボックス排気フィルタユニット	常設
			工程室排気フィルタユニット	常設
			重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{*1}	常設
			工程室 ^{*2}	常設
			閉じ込める機能を回復するために使用する設備	代替換気設備 代替グローブボックス排気系
可搬型排風機付フィルタユニット	可搬			
可搬型フィルタユニット	可搬			
可搬型ダクト	可搬			
グローブボックス排気フィルタ ^{*3}	常設			
グローブボックス排気フィルタユニット ^{*3}	常設			
グローブボックス排風機 ^{*3}	常設			
排気筒 ^{*3}	常設			
重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{*1}	常設			
工程室 ^{*2}	常設			
常設重大事故等対処設備に給電するための設備	受電開閉設備	受電開閉設備	常設	
		受電変圧器	常設	
	高圧母線	第2ユーティリティ建屋の6.9kV運転予備用主母線	常設	
		第2ユーティリティ建屋の6.9kV常用主母線	常設	
		MOX燃料加工施設の6.9kV常用母線	常設	
		MOX燃料加工施設の6.9kV非常用母線	常設	
	低圧母線	MOX燃料加工施設の460V非常用母線	常設	

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)

重大事故等対処設備				常設/可搬型の区分
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	可搬型重大事故等対処設備に給電するための設備	代替電源設備	可搬型発電機	可搬
			可搬型電源ケーブル	可搬
			可搬型分電盤	可搬
	補機駆動用燃料補給設備に給油するための設備	補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽	常設
			第2軽油貯槽	常設
			軽油用タンクローリ	可搬
	放射性物質濃度の測定のための設備	排気モニタリング設備	排気モニタ	常設
			放出管理分析設備	アルファ線用放射能測定装置
			ベータ線用放射能測定装置	常設
		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	可搬
	計装設備	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に対処するために必要な計装設備	可搬型放出管理分析設備 可搬型放射能測定装置	可搬
			火災状況確認用温度計	常設
			火災状況確認用温度表示装置	常設
			可搬型グローブボックス温度表示端末	可搬
			可搬型ダンパ出口風速計	可搬
可搬型ダストサンプラ			可搬	
アルファ・ベータ線用サーベイメータ	可搬			

※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

※2：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工程室

※3：内の事象を起因とした閉じ込める機能の回復時に使用する。

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

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
①	拡大防止対策(消火・閉じ込め)の開始の判断	<ul style="list-style-type: none"> 「火災の感知・消火機能」の機能喪失を確認した場合、<u>火災状況確認用温度計と可搬型グローブボックス温度表示端末(又は火災状況確認用温度表示装置)により監視を行い、火災を確認した場合、消火の実施を判断する。(②-1へ移行)</u> 「火災の感知・消火機能」の機能喪失を確認した場合、発生防止対策として実施する「全送排風機停止、全工程停止、<u>火災源を有する機器の動力電源の遮断</u>」の完了後、<u>ダンパの閉止を判断する。(③-1へ移行)</u> 	<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
②-1	遠隔消火装置の実施	<ul style="list-style-type: none"> ①にて、<u>重大事故の発生を仮定するグローブボックス内における火災を確認した場合、中央監視室近傍より遠隔消火装置を遠隔手動操作により起動する。</u> 中央監視室より操作が可能な場合は、<u>中央監視室より遠隔消火装置を遠隔操作により起動する。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	二
②-2	火災状況の継続監視	<ul style="list-style-type: none"> <u>温度監視により消火の成功を確認し、温度状況を継続監視する。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用温度表示装置 	<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 閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の手順と重大事故等対処施設(2/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
③-1	ダンパの閉止操作	<ul style="list-style-type: none"> ①にて、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内における火災を確認した場合、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排風機室にて手動閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 	二
③-2	ダンパ閉止状況の継続監視	<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し、気流の流れにより経路の遮断に成功したことを確認する。 	二	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計
④	拡大防止対策(回収・回復)の開始の判断	<ul style="list-style-type: none"> ②-2及び③-2により火災の消火及び経路の遮断に成功し事態が収束したと判断した後、工程室の気相中の放射性物質濃度を確認する。 気相中に飛散したMOX粉末が十分沈降したことを確認した後、閉じ込める機能の回復及び回収を判断する。(⑤-1, ⑤-2へ移行) 	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
⑤-1	排風機の起動	<ul style="list-style-type: none"> 回収時の作業環境確保のため、代替グローブボックス排気系を構築し、グローブボックス内の雰囲気閉じ込める。また、本作業により、工程室の気流の流れを確保する。 既設のグローブボックス排風機が起動可能な場合は、再起動を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダクト 可搬型排風機付フィルタユニット 可搬型フィルタユニット
⑤-2	MOX粉末の回収	<ul style="list-style-type: none"> 工程室気相中のMOX粉末が十分沈降し、排風機の起動により作業環境を確保した後、濡れウェス等の資機材により工程室内に飛散したMOX粉末を回収する。 	二	二

表6-4 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の放射性物質質量

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6-5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(5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方)

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5-1	放射性物質の放出量評価において設定した高性能エアフィルタの除染係数	2/26	0	
補足説明資料5-2	使用済燃料の15年冷却による事故時評価用最大線源の影響について	7/15	1	
補足説明資料5-3	冷却期間の変更における影響	4/14	0	

令和2年7月15日 R 1

補足説明資料5－2 (22条)

使用済燃料の15年冷却による事故時評価用最大線源の影響について

1. はじめに

再処理施設において使用済燃料をせん断するまでの冷却期間を4年から15年に変更したことによる、MOX燃料加工施設の評価条件の影響について説明する。また、再処理後の経過時間が長くなるとプルトニウム-241が半減期14.3年でベータ崩壊しMOX粉末中のアメリシウム-241の含有量が増加することから、これによる評価条件への影響を合わせて説明する。

本資料では加工事業許可申請書に記載している以下項目の被ばく評価を対象に影響を確認する。

- ・遮蔽設計
- ・一般公衆被ばく(平常時)
- ・一般公衆被ばく(事故時)

2. 遮蔽設計

2.1 冷却期間15年による影響

遮蔽設計については、加工事業許可申請書「添付書類五 ロ. 放射線安全設計 (ロ) 放射線遮蔽」に以下のとおり記載している。

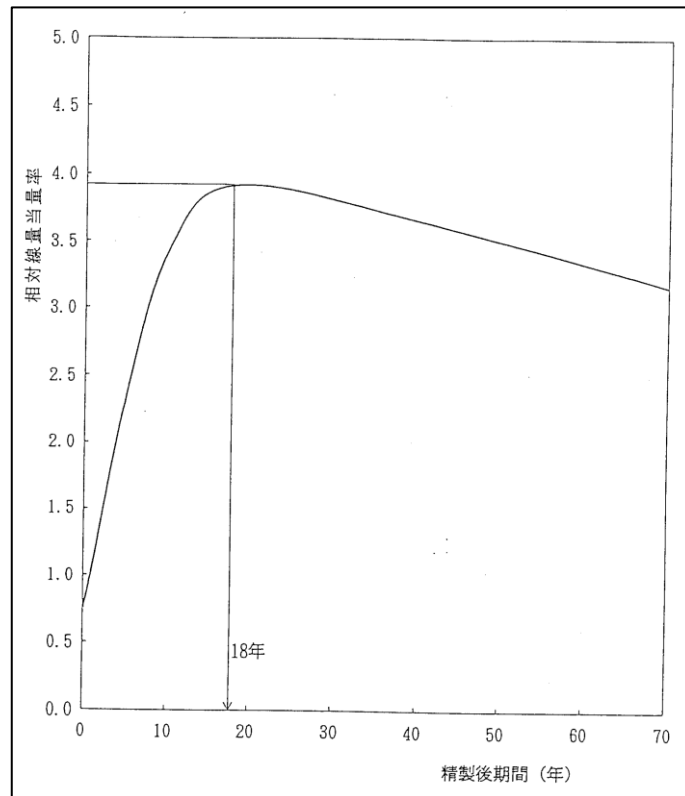
プルトニウム及びウランの仕様は、子孫核種の寄与も考慮して、ガンマ線又は中性子線について、遮蔽設計用の燃料仕様の範囲のうちそれぞれ最大の線量率又は最大の中性子発生数となる以下の燃料仕様から設定する。

要素	ガンマ線		中性子線
	プルトニウム	ウラン	プルトニウム
燃料型式	PWR	PWR	BWR
照射前燃料濃縮度	3.5%	3.5%	3.5%
比出力	60MW/t・U _{pr}	10MW/t・U _{pr}	10MW/t・U _{pr}
使用済燃料集合体平均 燃焼度	45GWd/t・U _{pr}	45GWd/t・U _{pr}	45GWd/t・U _{pr}
原子炉停止時から再処 理までの期間	4年	10年	4年
再処理施設における精 製後の期間	18年	10年	30年

上記の燃料仕様に基づき ORIGEN-2 コードを用いて崩壊計算を行った結果、プルトニウムに

については、第 2.1.1 図に示すとおり再処理後の経過期間が 18 年のときガンマ線による線量率が最大となり、同様に再処理後の経過時間が 30 年のときプルトニウムの中性子発生数が最大となる。また、ウランについては、再処理後の経過期間が 10 年のときガンマ線による線量率が最大となり、これらを考慮して遮蔽設計を行っている。

以上のとおり、より厳しい結果となるように冷却期間を設定し評価していることから、使用済燃料の冷却期間を 15 年としたことによる遮蔽設計の評価条件に影響はない。



第 2.1.1 図 再処理後の経過年数に対するプルトニウムの γ 線線量率の推移

2.2 アメリシウム-241 増加の影響

ガンマ線の線量率及び中性子発生数の算出に当たっては、アメリシウム-241 及びその他の子孫核種を含めて崩壊計算を行っていることから、アメリシウム-241 の増加による遮蔽設計の評価条件に影響はない。

3. 一般公衆被ばく(平常時)

3.1 冷却期間 15 年による影響

平常時の一般公衆への被ばく評価については、加工事業許可申請書「添付書類六 二. 放射性廃棄物の廃棄に関する管理 (イ) 放射性気体廃棄物の放出管理 (3) 排気中の放射性物質による一般公衆の被ばく ①放射性気体廃棄物の推定年間放出量」に以下のとおり記載している。

アメリカシウム-241 は、再処理後の蓄積を考慮し、プルトニウム質量に対する比で 4.5%と設定する。

核種	質量割合 (%)
P u - 238	2.9
P u - 239	55.3
P u - 240	26.3
P u - 241	12.5
P u - 242	3.0
A m - 241	4.5
合計	104.5

ここで、「再処理事業所 再処理事業指定申請書」における気体廃棄物の推定放出量評価の条件は以下のとおりである。

4.2.2 気体廃棄物の推定放出量

(1) 放射性物質量の推定条件

使用済燃料中の放射性物質については、下記の条件を基に ORIGEN-2 コードを使用し推定する。

a. 年間再処理量

800 $t \cdot U_{pr}$ (ここでいう $t \cdot U_{pr}$ は、照射前金属ウラン質量換算であり、以下「 $t \cdot U_{pr}$ 」という)

b. 1日当たり再処理する使用済燃料の平均燃焼度

45,000MW d / $t \cdot U_{pr}$

c. 使用済燃料最終取出し前の原子炉停止時からの期間 (以下「冷却期間」という。)

4年

d. 照射前燃料濃縮度

$$38\text{MW}/t \cdot U_{\text{pr}}$$

e. 原子炉の形式

発電用の軽水減速，軽水冷却，加圧水原子炉（以下「PWR」という。）

安全評価における放射性物質の移行と放出量の評価においては，事業に係る溶液あるいは廃液の放射放射能度を以下の標準燃料仕様（1年平均燃料のうち放射性インベントリが大きいPWR燃料）を基に算出した平常運転時の最大濃度を用いる。

燃焼度 $45,000\text{MWd}/t \cdot U_{\text{pr}}$

初期濃縮度 4.5wt%

比出力 $38\text{MW}/t \cdot U_{\text{pr}}$

冷却期間 4年

上記より，ORIGEN-2 コードを用いて，事業指定申請書の条件に基づき第 3.1.1 表のとおり解析を行う。

第 3.1.1 表 崩壊計算の解析条件

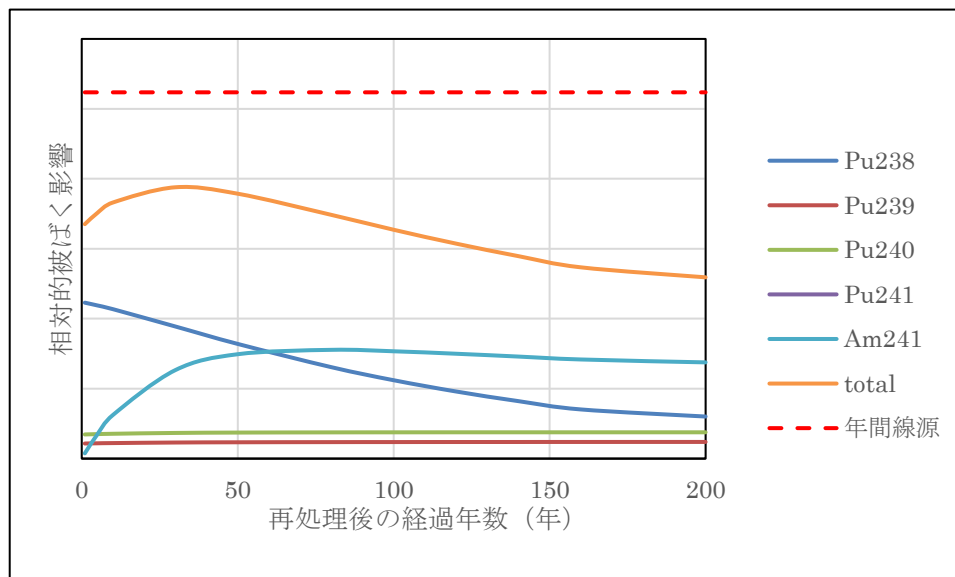
燃料タイプ	PWR
燃焼度	$45,000\text{MWd}/t \cdot U_{\text{pr}}$
比出力	$38\text{MW}/t \cdot U_{\text{pr}}$
初期ウラン濃縮度	4.5wt%
照射後の冷却期間	15年
再処理後の貯蔵期間	最大 200年
ライブラリ	PWRU50

計算結果のプルトニウム同位体組成およびアメリシウム-241 に対し，第 3.1.2 表の ICRP Pub. 72 の換算係数及び比放射能を乗じて相対的な被ばく影響を評価する。

第 3.1.2 表 ICRP Pub. 72 の換算係数 (Type-S) 及び比放射能

核種	H (Sv/Bq)	比放射能 (Bq/g・HM)
Pu-238	1.60E-05	6.38E+11
Pu-239	1.60E-05	2.32E+09
Pu-240	1.60E-05	8.52E+09
Pu-241	1.70E-07	3.90E+12
Am-241	1.60E-05	1.29E+11
Np-237	1.20E-05	2.61E+07

相対的な被ばく影響の結果を第 3.1.1 図に示す。図中赤の破線は一般公衆被ばく(平常時)評価の組成に基づく相対的被ばく影響を示すなお、第 3.1.1 図中の total にはアメリカシウム-241 のアルファ崩壊により生成するネプツニウム-237 の影響を含めいている。



第 3.1.1 図 相対的被ばく影響

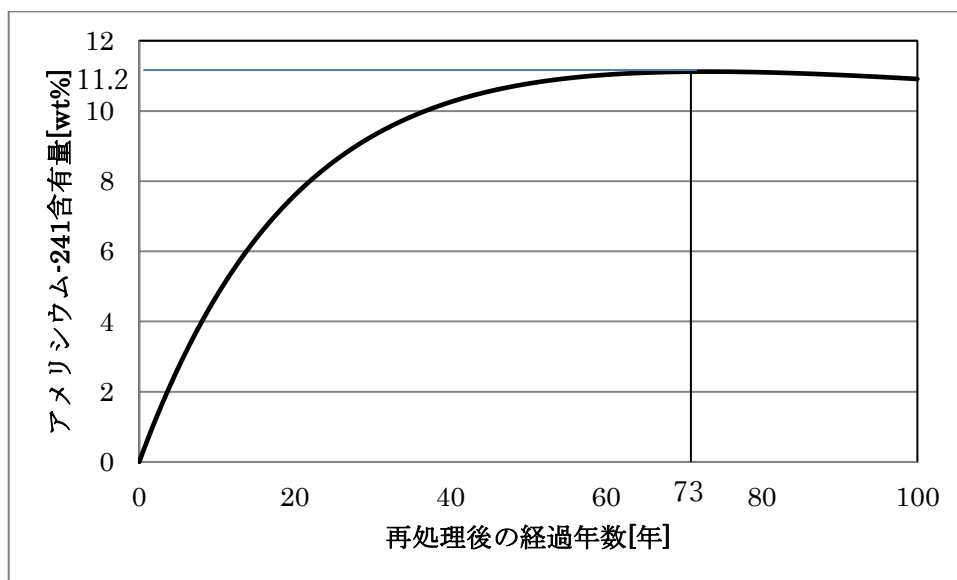
評価の結果、再処理施設において使用済燃料を 15 年冷却した後再処理し、MOX 粉末を長期貯蔵した場合の相対的被ばく影響のピークは約 30 年にあり、これは一般公衆被ばく(平常時)評価の組成に基づく相対的被ばく影響に包絡される。

よって、安全評価燃料仕様設定条件の冷却期間を 4 年から 15 年に変更した場合においても、一般公衆被ばく(平常時)評価の組成に影響はない。

3.2 アメリカシウム-241 増加の影響

加工事業許可申請書において、周辺監視区域境界における空気中の放射性物質(アルファ核

種)の濃度は 1.4×10^{-13} Bq/cm³ であり、「濃度限度の1万分の1以下であり、一般公衆の線量は具体的な線量を評価するまでもなく極めて小さい」としている。一方、MOX粉末中のアメリカシウム-241含有率が最大となるのは第3.2.1図に示す通り再処理後の経過時間が73年のときの11.2%であり、この場合の評価結果は 1.8×10^{-13} Bq/cm³ となることから、アメリカシウム-241の増加による影響はない。



第3.2.1図 再処理後の経過年数に対するアメリカシウム-241含有量の推移

4. 一般公衆被ばく(事故時)

4.1 冷却期間15年による影響

事故時の一般公衆への被ばく評価については、加工事業許可申請書「添付書類七 イ. 設計基準事故 (ハ)実効線量評価 (1)解析条件」に以下のとおり記載している。

アメリカシウム-241は、再処理後の蓄積を考慮し、プルトニウム質量に対する比で4.5%と設定する。

核種	質量割合 (%)
P u - 238	3.8
P u - 239	55.6
P u - 240	27.3
P u - 241	13.3
A m - 241	4.5
合計	104.5

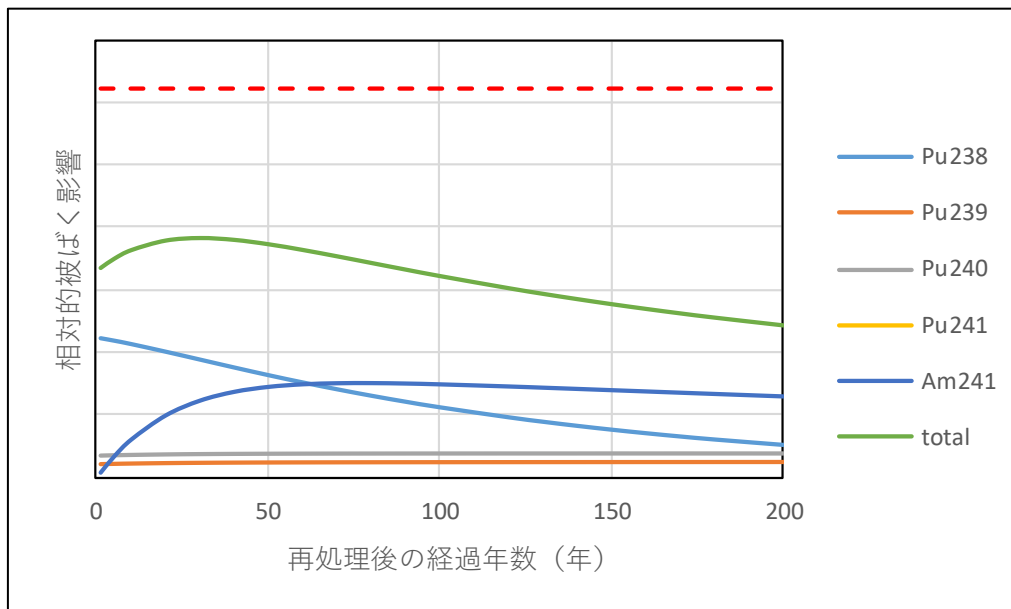
ここで、「再処理事業所 再処理事業指定申請書」における安全評価燃料仕様設定条件は以下のとおりである。

安全評価における放射性物質の移行と放出量の評価においては、事業に係る溶液あるいは廃液の放射能度を以下の標準燃料仕様（1年平均燃料のうち放射性インベントリが大きいPWR燃料）を基に算出した平常運転時の最大濃度を用いる。

燃焼度	$45,000\text{MWd/t} \cdot U_{pr}$
初期濃縮度	4.5wt%
比出力	$38\text{MW/t} \cdot U_{pr}$
冷却期間	4年

この条件うち冷却期間を4年から15年に変更し、「3.1 冷却期間15年による影響」と同様の方法で評価を行う。

相対的な被ばく影響の結果を第4.1.1図に示す。図中赤の破線は一般公衆被ばく(事故時)評価の組成に基づく相対的被ばく影響を示すなお、第4.1.1図中のtotalにはアメリカシウム-241のアルファ崩壊により生成するネプツニウム-237の影響を含めいている。



第4.1.1図 相対的被ばく影響

評価の結果、再処理施設において使用済燃料を15年冷却した後再処理し、MOX粉末を長期貯蔵した場合の相対的被ばく影響のピークは約30年にあり、これは一般公衆被ばく(事故時)評価の組成に基づく相対的被ばく影響に包絡される。

よって、安全評価燃料仕様設定条件の冷却期間を4年から15年に変更した場合においても、

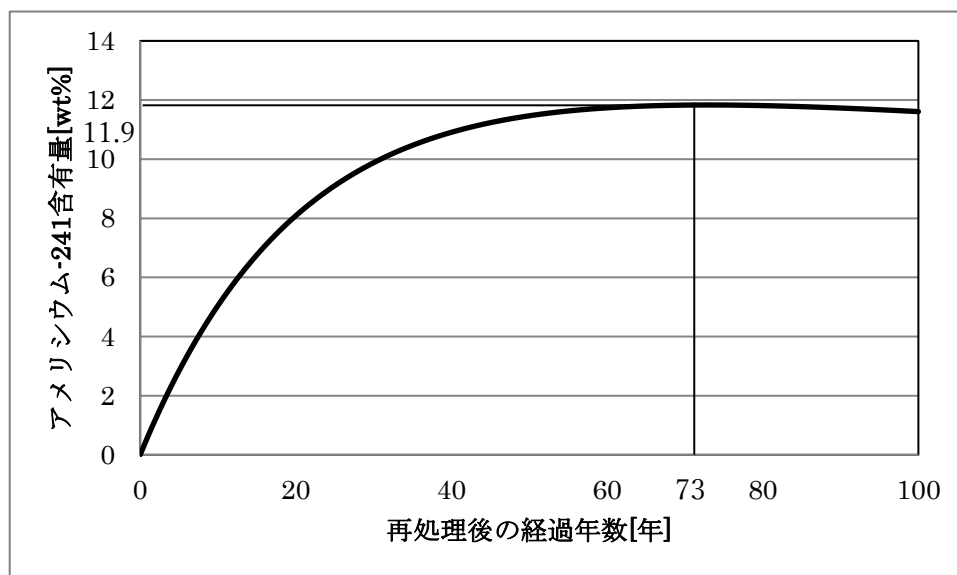
一般公衆被ばく(事故時)価評価の組成に影響はない。

4.2 アメリシウム-241 増加の影響

一般公衆被ばく(事故時)の被ばく評価においては、1日当たり再処理する使用済燃料の燃焼度、初期濃縮度等の範囲を考慮し被ばく評価結果が保守側となるようにプルトニウムの同位体組成を設定している。

アメリシウム-241の質量割合4.5%については、平常時の被ばく評価と同様、再処理施設におけるMOX粉末の貯蔵からMOX燃料加工施設で燃料に加工するまでの期間を5年と仮定し、これに裕度を考慮して設定している。

一般公衆への被ばく影響が最も大きい設計基準事故は火災による閉じ込め機能の不全であり、被ばく線量は約 5.6×10^{-8} mSvとしている。一方、MOX粉末中のアメリシウム-241含有率が最大となるのは第4.2.1図に示すとおり再処理後の経過時間が73年のときの11.9%であり、この場合の評価結果は約 6.8×10^{-8} mSvであり、アメリシウム-241の増加による影響をほぼ受けない。



第4.2.1図 再処理後の経過年数に対するアメリシウム-241含有量の推移

5. 参考文献

- (1) 再処理事業所 再処理事業指定申請書. 日本原燃株式会社
- (2) ICRP PUBLICATION72, “Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: part 5. Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients” .
- (3) ICRP PUBLICATION107, “Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations” .

以上

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	7/15	3	
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	5/21	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	7/15	5	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	7/15	5	
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			1章 基準適合性に記載したため。
補足説明資料6-8	核燃料物質の回収時の作業環境について	7/15	5	
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	7/15	0	新規作成。
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	新規作成。

補足説明資料6-1(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について

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。

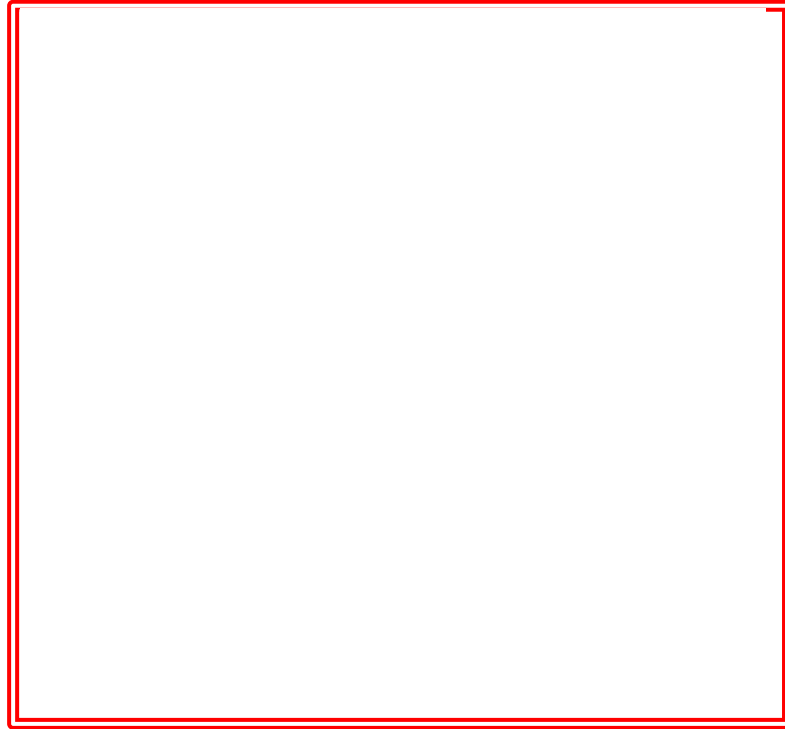
核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器は、不燃性又は難燃性材料を使用することから、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備及び機器による大規模な火災は起こらない。ただし、MOX燃料加工施設の運転に必要な可燃性物質は、火災防護の対策を講じたうえで使用する。

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の種類

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

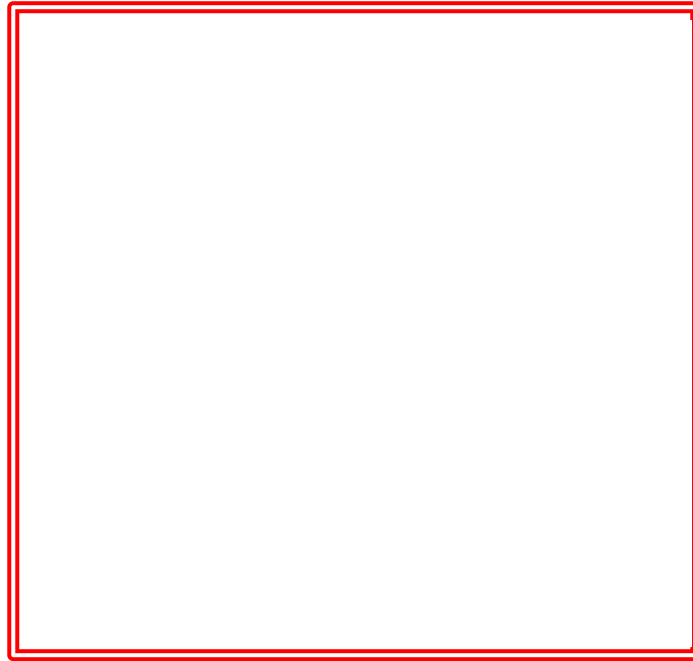
取扱形態	
	燃料棒(燃料集合体)を主に取り扱う室
	ペレットを主に取り扱う室
	グリーンペレットを主に取り扱う室
	粉末を主に取り扱う室

- :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
■	: 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
■	: 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。

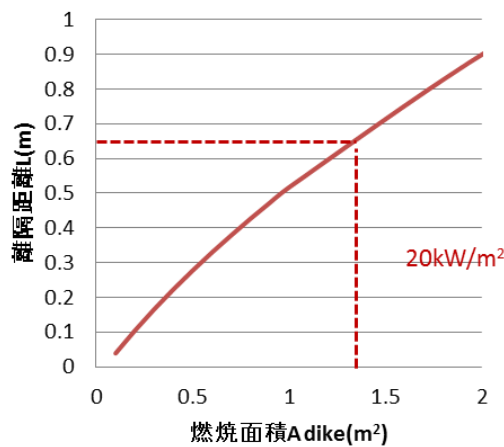
火災区域に設定する工程室では、グローブボックス外の火災源になり得る潤滑油を内包する機器及び電気盤の火災について、安全上重要な施設のグローブボックスへの火炎及び輻射熱による影響を軽減するため、離隔距離を設ける設計又は遮熱板を設置する

設計とする。

グローブボックスの熱輻射の基準としては、 $20\text{kW}/\text{m}^2$ 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 1.3m^2 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、核燃料物質は容器又は機器内で取り扱うこと及びグローブボックス内外において潤滑油を内包する設備及び機器には、オイルパンを設置することで、火災の延焼範囲を限定することから、火災によりMOXが気相中へ移行する量は極めて小さいと考えられる。

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。

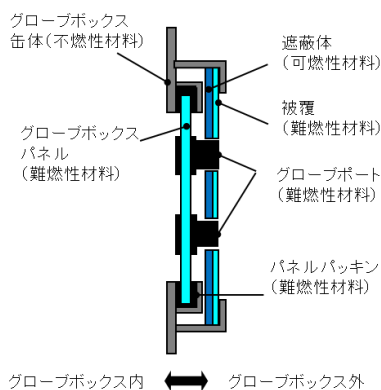
中性子線の遮蔽材としては、水素原子を多く含む材料が適しているため、MOX燃料加工施設の一部では、遮蔽性能の高いポリエチレンを用いる設計とする。

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。

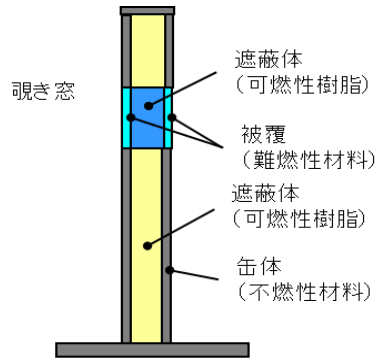
MOX燃料加工施設内の可燃性物質になり得る遮蔽体は、火災時に可燃性物質とならないよう対策することで、火災源としてのリスクを排除する。

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

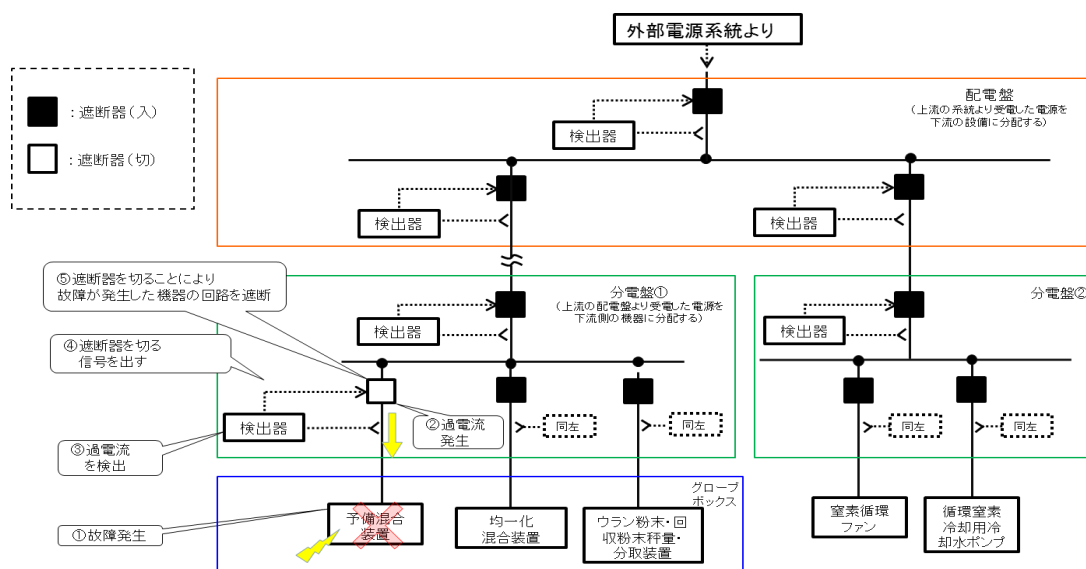
燃料加工建屋には 6.9kV で受電し、各設備に必要な電圧に変圧器で降圧した上で給電する。工程室の設備及び機器のうち、焼結炉等を除くものについては、440V 未満に降圧された電源が各設備の盤に給電される。



 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。



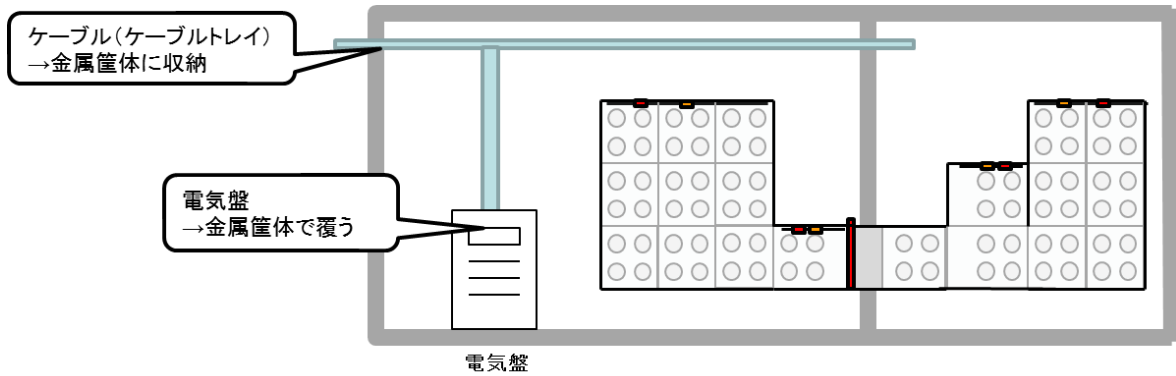
1.4-2 図 概略電気系統図

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係る盤は、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。

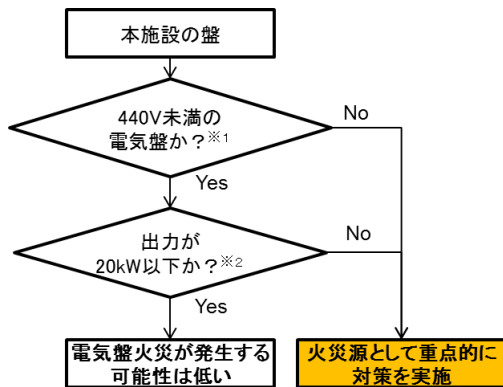
短絡は、電気回路の2点が、非常に低い抵抗値で接続されることにより、ケーブルが許容できる電流よりも大きな電流が発生し、ケーブルが発熱する。

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。)」

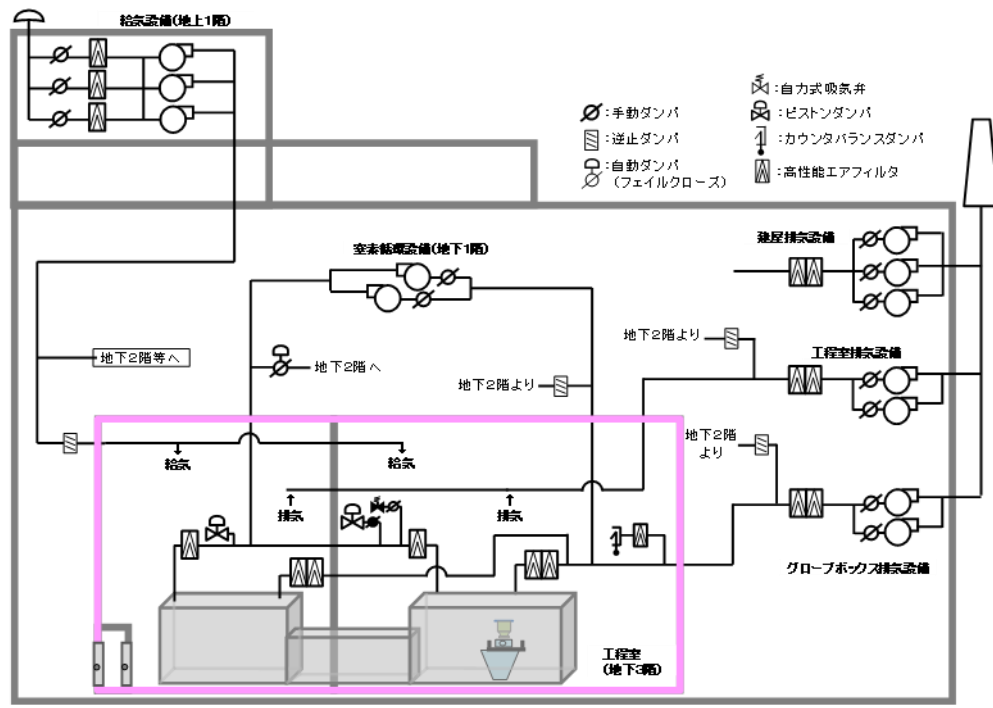
1.4-4図 電気盤火災が発生するリスクの高い箇所の特定フロー

2. グローブボックスでの火災の発生可能性の検討について

火災は、可燃物、酸素供給体、着火源の3要素が揃った際に発生する。そのため、火災の消火は、これらの要素のうちの一つを排除することで行われる。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスにおいて、火災の3要素が揃うために必要な条件及びその可能性について検討した。

重大事故の発生を仮定したグローブボックスは、MOX燃料加工施設におけるグローブボックスの種類のうち、窒素循環型であり、これに関連する設備の構成は、下図の通りである。



設備の構成をもとに上述のとおり火災の3要素が揃うために必要な条件等について整理する。

(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に設計することから、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、火災の要素とな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℃の上昇に約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)

火災源	定格容量 [W]	熱効率	潤滑油量 [m ³]	密度 [kg/m ³]	比熱 [J/kg・℃]	ΔT (°C/s)	100℃上昇に必要な時間 [s]
予備混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
均一化混合	1500	0.3	0.006	900	1500	0.06	1800
造粒 (タブレット成形)	8000	0.3	0.022	900	1500	0.08	1238
造粒 (粉碎機)	1100	0.3	0.001	900	1500	0.24	409
回収粉末処理混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
添加剤混合装置	750	0.3	0.003	900	1500	0.06	1800
プレス装置	1000	0.3	0.0022	900	1500	0.10	990

(2) 酸素供給体

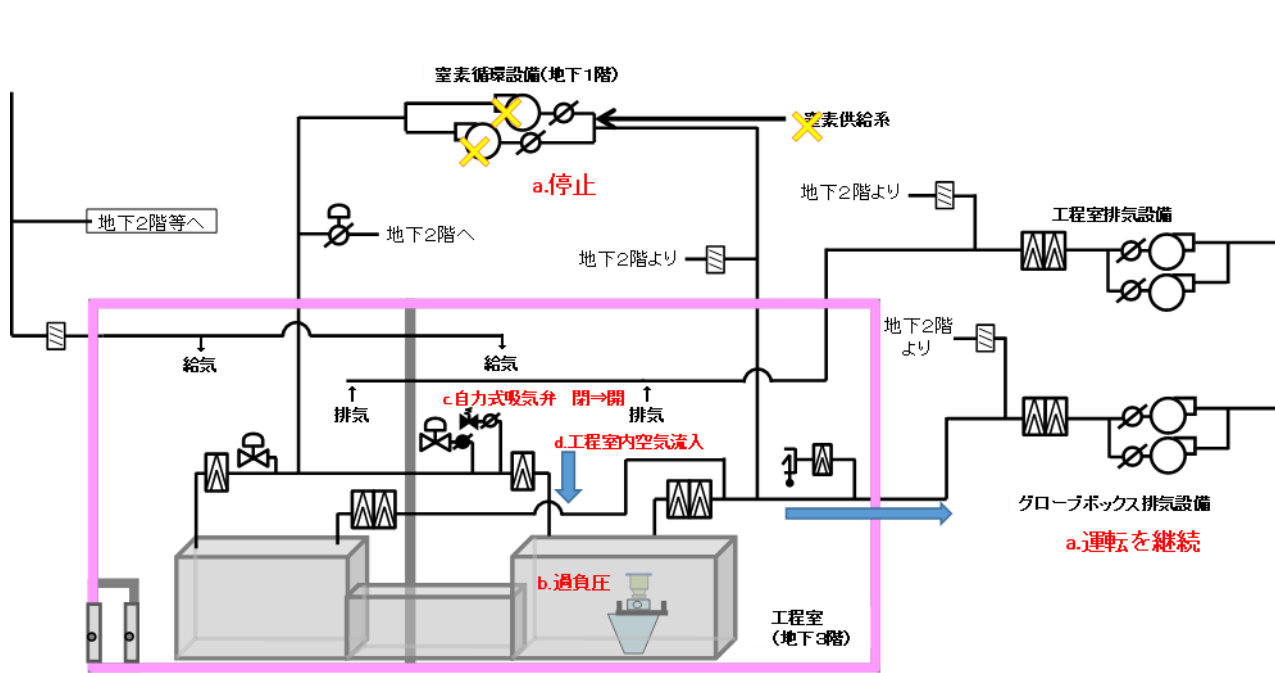
- ✓ 重大事故の発生を仮定したグローブボックスは、窒素循環型であり、通常運転時は、窒素循環系統のファンにより窒素が循環供給され、グローブボックス内は窒素雰囲気維持されている。
- ✓ 火災が発生するためには、グローブボックス内の窒素が空気に置換されることが必要となるため、グローブボックス内の窒素を空気に置換するために必要な、以下の設備の状態を踏まえて整理した。

- ① 窒素循環ファンが停止
- 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
- ③ グローブボックスが過負圧になり自力式吸気弁が開
- ④ 窒素循環ラインの破断

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。



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に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、窒素雰囲気は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。

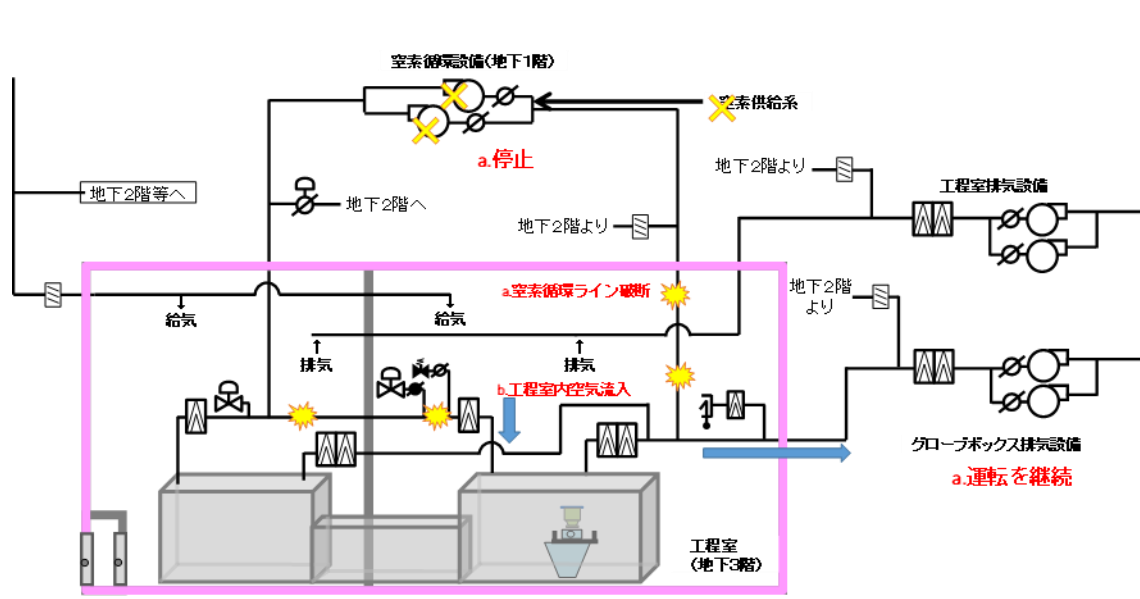
③ グローブボックスが過負圧になり自力式吸気弁が開

- ✓ 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 窒素循環ラインの破断

- ✓ 窒素循環ライン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、窒素雰囲気空気が空気雰囲気に置換される。



(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、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。

上記のことから、重大事故として特定した火災を発生させるためには、以下の状態が重なって発生する必要がある。

(可燃物)

- ✓ 過電流と過電流遮断機能の喪失が発生して機器内の潤滑油の温度が上昇
- ✓ 機器に亀裂が発生して温度上昇した潤滑油が漏えい

(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

または

- ✓ 窒素循環ライン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

(着火源)

- ✓ ケーブル等によるスパークが発生し、潤滑油の着火

なお、火災の発生には、上記の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の時間が必要であり、段階的に事象が発生する必要がある。

例えば、最初に、窒素雰囲気グローブボックス内が空気雰囲気になる事象と潤滑油の温度上昇に繋がる過電流が発生し潤滑油が温度上昇、次に、機器からの潤滑油の漏えいとスパークによる着火が発生する。

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。

以上

補足説明資料6-5(22条)

目次

1. 放出量評価における共通事項

1. 1 線量評価を実施する範囲及び評価の考え方

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

1. 3 セシウム-137 換算係数

1. 4 火災の継続, 消火の完了及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間

1. 5 重大事故の発生を仮定するグローブボックスが保有する放射性物質質量

1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合設定

1. 7 放射性物質の移行経路

1. 8 放出量評価の算出に係る条件

2. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価 (外的事象)

2. 1 インベントリ及び火災による影響を受ける割合

2. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

2. 3 評価に使用したパラメータのまとめ

2. 4 評価結果

3. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価 (外的事象)

3. 1 インベントリ及び火災による影響を受ける割合

3. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

3. 3 評価に使用したパラメータのまとめ

3. 4 評価結果

4. 各種設定値について

4. 1 火災による気相中への移行率について

4. 2 高性能エアフィルタの除染係数について

5. 参考文献

事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価

1. 放出量評価における共通事項

1. 1 線量評価を実施する範囲及び評価の考え方

火災継続時間中における放射性物質の大気中への放出量及び敷地境界における被ばく線量を評価する。

評価にあたっては、火災源を内包するグローブボックスで取り扱う粉末容器内のMOX粉末が火災による駆動力の影響を受け容器開口部からグローブボックス気相中へ移行し、想定される経路から外部へ放出されると想定する。また、火災試験の状況及び重大事故が発生する状況を踏まえ、燃焼面積が50%での火災を火災規模として想定する。

回収作業及び回復作業については、火災を消火するための対策及び核燃料物質等の放出を抑制するための対策が完了し、外部への放射性物質の放出が収束した後に実施するため、放出量評価に含めないこととする。

(1) 外的事象発生時における評価の考え方

火災源を内包する全てのグローブボックスで同時に火災が発生することを考慮し、各グローブボックスからの放出量の合計で評価する。また、火災による駆動力の影響を受けたMOX粉末がグローブボックスの気相中へ移行し、グローブボックス給気系及びパネル隙間等から工程室へ漏えい並びにグローブボックス排気系から外部へ放出される。工程室へ漏えいしたMOX粉末により工程室雰囲気中のMOX粉末濃度が高くなり、MO

X粉末を含んだ雰囲気が、火災の熱量によって膨張した工程室体積の分、工程室排気系より外部へ放出される。

(2) 内の事象発生時における評価の考え方

火災源となる潤滑油を最も多く内包する造粒装置グローブボックスからの放出量を評価する。また、内の事象発生時においては、火災による駆動力の影響を受けたMOX粉末がグローブボックスの気相中に移行し、グローブボックス給気系から工程室へ漏えい及びグローブボックス排気系から外部へ放出される。工程室へ漏えいしたMOX粉末により工程室雰囲気中のMOX粉末濃度が高くなり、MOX粉末を含んだ雰囲気が、火災の熱量によって膨張した工程室体積の分、工程室排気系より外部へ放出される。

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

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

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-

137 への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を算出する。さらに、敷地境界における被ばく線量は、以下の計算式により算出する。使用するパラメータは 1. 2-1 表のとおりである。

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

1. 2-1 表 被ばく線量評価に用いるパラメータ

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

1. 3 セシウム-137 換算係数

セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162⁽¹⁾のセシウム-137 が地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の内部取り込みを考慮した50年間の実効線量への換算係数と着目核種の換算係数の比を用いる。

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

セシウム-137 換算係数を 1. 3-1 表に示す。

1. 3-1 表 セシウム-137 換算係数

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

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

※2：化学形態としてキレートを想定

1. 4 消火の完了及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間

燃焼面積が50%の際の各火災源における火災継続時間を1.4-1表に示す。なお、火災継続時間は米国NRCで開発された火災評価ツールFDTs (Fire Dynamics Tools) に潤滑油量及び燃焼面積をインプットとして算出した。

1. 4-1 表 各火災源の燃焼継続時間

対象GB (火災源)	燃焼時間 (s)
予備混合装置グローブボックス	260
均一化混合装置グローブボックス	866
造粒装置グローブボックス①	1191
造粒装置グローブボックス②	229
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	260
添加剤混合装置グローブボックス A/B	260
プレス装置グローブボックス A/B	109

1. 5 重大事故の発生を仮定するグローブボックスで保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質質量

1. 1 より放出量評価に使用する、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質質量は、運転管理上の上限値を基に設定する。各グローブボックス内で保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質質量を 1. 5 - 1 表に示す。

1. 5 - 1 表 重大事故の発生を仮定するグローブボックスで保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質質量

グローブボックス名称	取扱容器	MOX量 (kg・MOX)	Pu 富化度 (%)	HM 換算係数	インベントリ (kg・Pu)
予備混合装置グローブボックス	J 60	65	33	0.882	18.9
均一化混合装置グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3
造粒装置グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス*	J 60/J 85	155	24.29	0.882	33.2
添加剤混合装置 A グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3
プレス装置 A (プレス部) グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3
添加剤混合装置 B グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3
プレス装置 B (プレス部) グローブボックス	J 85	90	18	0.882	14.3

※：J60 及び J85 の 2 容器を同時に取り扱う可能性があるため、放出量評価の際は最大 Pu 富化度及び最大取扱量の比より、最大 Pu 富化度 24% (最大取扱量 155 kg MOX) とする。

1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合の設定

火災に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、文献値を基に 1%/h⁽²⁾ とする。

1. 7 放射性物質の移行経路

1. 6 よりグローブボックス内での火災の影響により 1 %/h で気相中に移行したMOX粉末が，火災によるグローブボックス内雰囲気の体積膨張により当該グローブボックスにつながる経路に移行する。外的事象発生時におけるMOX粉末の移行について想定されるのは，グローブボックス排気系，グローブボックス給気系，火災の影響によるパネルの隙間等であり，内的事象発生時におけるMOX粉末の移行については，グローブボックス排気系及びグローブボックス給気系が想定される。また，グローブボックス給気系やパネルの隙間等に移行したMOX粉末は工程室に漏えいすることを想定する。

MOX粉末が移行する可能性のある経路として，複数の経路を想定するが，圧力損失等を考慮した移行割合は以下の通りとなる。

(1) 外的事象発生時の移行経路

グローブボックス排気系 (25%)，グローブボックス給気系 (74%)，パネル隙間 (1%)

(2) 内的事象発生時の移行経路

グローブボックス排気系 (25%)，グローブボックス給気系 (75%)

1. 8 放出量評価の算出に係る条件

1. 7 より外的事象発生時ではグローブボックス給気系及び

パネル隙間から，内的事象発生時ではグローブボックス給気系から漏えいしたMOX粉末により，工程室雰囲気中のMOX粉末濃度が高くなる。

工程室に漏えいしたMOX粉末は，工程室の温度上昇に伴う体積膨張により，工程室排気系より外部に放出される。最終的な放出量に寄与する体積膨張量は温度に比例するが，温度の算出については，想定する火災源から発生する熱量を全て工程室雰囲気に与えるものとして算出し，工程室の壁や機器への放熱は考慮しないものとする。

工程室に漏えいしたMOX粉末が工程室雰囲気中に拡散するには時間を要するが，放出量評価にあたっては，工程室に漏えい次第，工程室雰囲気中のMOX粉末濃度が均一になると仮定する。

工程室雰囲気濃度，工程室温度，体積膨張量及び体積膨張率は以下の式により算出する。算出した結果をそれぞれ1.8-1表及び1.8-2表に示す。

$$\begin{aligned} & \text{工程室雰囲気濃度（グローブボックス給気経由）} \\ & = \text{容器の最大取扱量}[\text{kg} \cdot \text{MOX}] \\ & \times \text{1秒当たりの移行率}[\%] \times \text{給気フィルタ除染係数} \\ & \times \text{給気フィルタからの移行割合}[\%] \div \text{工程室体積}[\text{m}^3] \end{aligned}$$

工程室雰囲気濃度（パネル隙間経由）

＝容器の最大取扱量[kg・MOX]

×1秒当たりの移行率[%]×工程室体積[m³]

×パネル隙間からの移行割合[%]

工程室温度

＝発熱量[W]

÷(空気密度[kg/m³]×比熱[J/kg・°C]×工程室体積[m³])

×火災継続時間[s]

工程室における体積膨張量

＝工程室体積[m³]

×(工程室上昇後温度[K]÷工程室初期温度[K])

工程室における体積膨張率

＝工程室体積膨張量[m³]÷火災継続時間[s]

1. 8-1表 事象発生後の工程室雰囲気濃度，工程室温度，体積膨張量，体積膨張率（外的事象発生時）

対象GB（火災源）	工程室雰囲気濃度 (mgMOX/m ³) (GB 給気)	工程室雰囲気濃度 (mgMOX/m ³) (パネル隙間)	工程室温度 (K)	体積膨張量 (m ³)	体積膨張率 (m ³ /s)
予備混合装置 グローブボックス	0.4	0.5	322.8	93	0.36
均一化混合装置 グローブボックス	0.9	1.0	318	149	0.17
造粒装置 グローブボックス①	1	2.0	428	820	0.69
造粒装置 グローブボックス②	0.2	0.3	297	20	0.09
回収粉末処理・混合 装置 グローブボックス	0.6	0.8	314	93	0.36
添加剤混合装置 グローブボックス A/B	0.2	0.3	305	93	0.36
プレス装置 グローブボックス A/B	0.09	0.1	304	85	0.78

1. 8-2表 事象発生後の工程室雰囲気濃度，工程室温度，体積膨張量，体積膨張率（内的事象発生時）

対象GB（火災源）	工程室雰囲気濃度 (mgMOX/m ³) (GB 給気)	工程室温度 (K)	体積膨張量 (m ³)	体積膨張率 (m ³ /s)
造粒装置 グローブボックス①	0.5	347	330	0.69

2. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価（外的事象）

2. 1 インベントリ及び火災により影響を受ける割合

評価に用いるインベントリは、外的事象発生時の重大事故の発生を仮定するグローブボックスの全てで火災が発生することを想定することから，1. 5-1表に示した放射性物質量の合計とする。

これらの全量が火災影響を受けることを仮定する。

2. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

火災の影響を受けたMOX粉末は、1. 7で示した移行経路を経て外部へ放出される。移行経路毎の放射性物質の低減割合を以下に示す。

(1) グローブボックス排気系からの放出

グローブボックス排気系へ移行したMOX粉末は除染係数として、ダクト：DF=10，高性能フィルタ4段：DF=10⁹を想定する。

(2) 工程室排気系からの放出（グローブボックス給気系経由）

グローブボックスの気相中へ移行したMOX粉末はグローブボックス給気フィルタの除染係数として、高性能フィルタ1段：DF=10²を想定する。

工程室へ移行したMOX粉末は、工程室の温度上昇により体積膨張した分、工程室排気系を経由して放出される。工程室排気系からの放出については除染係数として、ダクト：DF=10，高性能フィルタ2段：DF=10^{5*}を想定する。

※：工程室排気設備のフィルタ段数と合わせ、3段で除去効率99.99999%とするため、放出量評価においてはグローブボックス給気の高性能エアフィルタ除去効率を99%と設定する。

(3) 工程室排気系からの放出（グローブボックスパネル隙間経由）

グローブボックスパネル隙間から工程室に移行する際には、放射性物質の低減を見込まない。

グローブボックスパネル隙間から工程室へ移行したMOX粉

末は，工程室の温度上昇により体積膨張した分，工程室排気系を經由して放出される。工程室排気系からの放出については除染係数として，ダクト：DF=10，高性能フィルタ2段：DF=10⁵を想定する。

2. 3 評価に使用したパラメータのまとめ

評価に使用したパラメータのまとめを2. 3-1表に示す。

2. 3-1 表 放出量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ	
インベントリ	<u>137.5 kg・Pu</u> (重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックスの合計)	
火災により影響を受ける割合	1	
火災により放射性物質がグローブボックス内の気相に移行する割合	各火災源の火災継続時間による	
各排気系への移行割合	グローブボックス排気系	0.25
	グローブボックス給気系	0.74
	グローブボックスパネル隙間	0.01
工程室における体積膨張率	グローブボックス給気系及びパネル隙間	各火災源の体積膨張量及び火災継続時間による
大気中への放出経路における低減割合	グローブボックス排気系	1.0×10^{-10}
	工程室排気系 (グローブボックス給気フィルタ経由)	1.0×10^{-7}
	工程室排気系 (グローブボックスパネル隙間経由)	1.0×10^{-6}
肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合	1	

2. 4 評価結果

外的事象発生時の火災の燃焼継続時間中における放射性物質の大気中への放出量（セシウム-137 換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価を2. 4-1表に、評価結果を2. 4-2表に示す。

評価の結果から、放射性物質の放出量はセシウム-137 換算で100TBqを十分下回っており、事業許可基準規則第22条の要求を満足する。

2. 4-1表 事態の収束までの放出量（セシウム-137換算）及び（外的事象）

GB（火災源）名称	工程室名称	移行経路	工程室体積(m ³)	火災継続時間(s)	膨張体積(m ³)	MOX粉末量(kg)	HM換算係数	Pu富化度	Pu質量(kg)	Pu質量(g)	体積膨張率(m ³ /s)	工程室雰囲気濃度(g MOX/m ³)	気相への移行率	経路への移行割合	工程室排気フィルタ除染係数	GB排気フィルタ除染係数	ダクト除染係数	Pu放出量(g・Pu)
予備混合装置GB	粉末調整第2室	GB排気系	910	260	-	65	0.882	0.33	18.9	18900	-	-	7.22E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	3.41E-10
		GB給気系	910	260	92.6	65	0.882	0.33	18.9	18900	0.36	3.82E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	3.53E-08
		パネル開口部	910	260	92.6	65	0.882	0.33	18.9	18900	0.36	5.16E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	4.78E-08
均一化混合装置GB	粉末調整第5室	GB排気系	1790	866	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	2.41E-03	0.25	-	1.00E-09	0.1	8.60E-10
		GB給気系	1790	866	149.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.17	8.95E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	1.34E-07
		パネル開口部	1790	866	149.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.17	1.21E-03	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	1.81E-07
造粒装置GB①	粉末調整第5室	GB排気系	1790	1191	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	3.31E-03	0.25	-	1.00E-09	0.1	1.18E-09
		GB給気系	1790	1191	821.2	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.69	1.23E-03	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	1.01E-06
		パネル開口部	1790	1191	821.2	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.69	1.66E-03	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	1.37E-06
造粒装置GB②	粉末調整第5室	GB排気系	1790	229	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	6.36E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	2.27E-10
		GB給気系	1790	229	20.1	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.09	2.37E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	4.75E-09
		パネル開口部	1790	229	20.1	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.09	3.20E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	6.42E-09
回収粉末処理・混合装置GB	粉末調整第7室	GB排気系	1330	260	-	155	0.882	0.2429	33.2	33200	-	-	7.22E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	5.99E-10
		GB給気系	1330	260	92.6	155	0.882	0.2429	33.2	33200	0.36	6.23E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	5.77E-08
		パネル開口部	1330	260	92.6	155	0.882	0.2429	33.2	33200	0.36	8.42E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	7.79E-08
添加剤混合装置A GB	ペレット加工第1室	GB排気系	2380	260	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	7.22E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	2.58E-10
		GB給気系	2380	260	92.6	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.36	2.02E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	1.89E-08
		パネル開口部	2380	260	92.6	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.36	2.73E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	2.56E-08
添加剤混合装置B GB	ペレット加工第1室	GB排気系	2380	260	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	7.22E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	2.58E-10
		GB給気系	2380	260	92.6	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.36	2.02E-04	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	1.87E-08
		パネル開口部	2380	260	92.6	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.36	2.73E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	2.53E-08
プレス装置A GB	ペレット加工第1室	GB排気系	2380	109	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	3.03E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	1.08E-10
		GB給気系	2380	109	85.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.78	8.47E-05	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	7.23E-09
		パネル開口部	2380	109	85.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.78	1.14E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	9.77E-09
プレス装置B GB	ペレット加工第1室	GB排気系	2380	109	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	3.03E-04	0.25	-	1.00E-09	0.1	1.08E-10
		GB給気系	2380	109	85.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.78	8.47E-05	-	0.74	1.00E-05	-	0.1	7.23E-09
		パネル開口部	2380	109	85.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.78	1.14E-04	-	0.01	1.00E-05	-	0.1	9.77E-09
																	合計	3.05E-06

2. 4-2表 火災による閉じ込める機能の喪失における事態の収束
までの放出量（セシウム-137 換算）（外的事象）

放出量 (セシウム-137 換算) [TBq]	放出期間中の 被ばく線量 [mSv]
<u>1.0×10^{-6}</u>	<u>5.2×10^{-5}</u>

3. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価（内的事象）

3. 1 インベントリ及び火災により影響を受ける割合

評価に用いるインベントリは、内的事象発生時の重大事故の発生を仮定するグローブボックスのうち、火災源となる潤滑油を最も多く内包する造粒装置グローブボックスで火災が発生することを想定することから、1. 5-1表に示した造粒装置グローブボックスで保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質とする。

これらの全量が火災影響を受けることを仮定する。

3. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

火災の影響を受けたMOX粉末は、1. 7で示した移行経路を経て外部へ放出される。移行経路毎の放射性物質の低減割合を以下に示す。

(1) グローブボックス排気系からの放出

グローブボックス排気系へ移行したMOX粉末は除染係数として、ダクト： $DF=10$ 、高性能フィルタ4段： $DF=10^9$ を想定する。

(2) 工程室排気系からの放出（グローブボックス給気系経由）

グローブボックスの気相中へ移行したMOX粉末はグローブボックス給気フィルタの除染係数として、高性能フィルタ1段： $DF=10^3$ を想定する。

工程室へ移行したMOX粉末は、工程室の温度上昇により体

積膨張した分，工程室排気系を経由して放出される。工程室排気系からの放出については除染係数として，ダクト：DF=10，高性能フィルタ2段：DF=10⁴*を想定する。

※：通常，高性能フィルタ2段は「3・2」の10⁵であるが，本経路はすでにグローブボックス給気フィルタの1段を介しているため，「2・2」の10⁴と設定している。

3. 3 評価に使用したパラメータのまとめ

評価に使用したパラメータのまとめを3. 3-1表に示す。

3. 3-1表 放出量評価に用いるパラメータ

項目	パラメータ	
インベントリ	14.3 kg・Pu (重大事故の発生を仮定する造粒装置グローブボックス)	
火災により影響を受ける割合	1	
火災により放射性物質がグローブボックス内の気相に移行する割合	480[s]	
各排気系への移行割合	グローブボックス排気系	0.25
	グローブボックス給気系	0.75
工程室における体積膨張率	グローブボックス給気系	0.69[m ³ /s]
大気中への放出経路における低減割合	グローブボックス排気系	1.0×10 ⁻¹⁰
	工程室排気系 (グローブボックス給気系経由)	1.0×10 ⁻⁷
肺に吸収され得るような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合	1	

3. 4 評価結果

内的事象発生時の火災の燃焼継続時間中における放射性物質の大気中への放出量（セシウム-137 換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価を3. 4-1表に，評価結果，を3. 4-2表に示す。

評価の結果から、放射性物質の放出量はセシウム-137 換算で 100TBq を十分下回っており、事業許可基準規則第 22 条の要求を満足する。

3. 4-1表 事態の収束までの放出量（セシウム-137換算）（内的事象）

GB（火災源）名称	移行経路	工程室体積 (m ³)	火災継続時間 (s)	膨張体積 (m ³)	MOX粉末量 (kg)	HM 換算係数	Pu富化度	Pu質量 (kg)	Pu質量 (g)	体積膨張率 (m ³ /s)	工程室雰囲気濃度 (g MOX/m ³)	気相への移行率	経路への移行割合	工程室排気フィルタ 除染係数	GB排気フィルタ 除染係数	ダクト除染係 数	Pu放出量(g・ Pu)
造粒装置GB①	GB排気系	1790	480	-	90	0.882	0.18	14.3	14300	-	-	1.33E-03	0.25	-	1.00E-09	0.1	4.77E-10
	GB給気系	1790	480	330.3	90	0.882	0.18	14.3	14300	0.69	5.03E-04	-	0.75	1.00E-05	-	0.1	1.66E-07
合計																	1.67E-07

3. 4-2表 火災による閉じ込める機能の喪失における
事態の収束までの放出量（セシウム-137換算）（内的事象）

放出量 (セシウム-137換算) [TBq]	放出期間中の 被ばく線量 [mSv]
5.2×10 ⁻⁸	2.8×10 ⁻⁶

4. 各種設定値について

4. 1 火災による気相中への移行率について

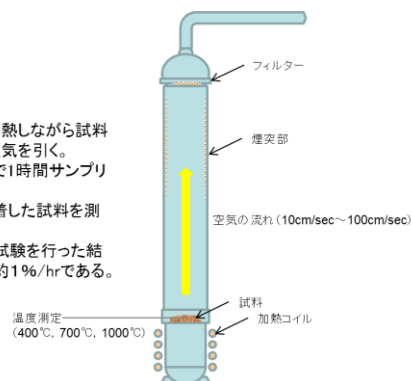
文献⁽²⁾による実験の結果、最も気相中への移行率が高いのは、風速100cm/sでシュウ酸プルトニウムを700℃で1時間加熱した場合であり、フィルタ及びライナーへの付着量の合計は約1%/hという結果である。

なお、MOX燃料加工施設において火災源となる潤滑油が最も多く収納されている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6m/sとの結果が得られた。しかしながら、文献⁽²⁾での実験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れされることはなく、粉末容器の開口形状を踏まえると、気流の影響を受けにくいことから、粉末容器にの粉末が影響を受ける気流としては6m/sを下回ることが想定されるため、文献記載の実験条件である1m/sにおける火災時の粉末の気相中への移行率1%/hを適用する。

実験の概要を4. 1-1図に、実験の結果によるシュウ酸プルトニウムの移行率を4. 1-2図に示す。

【実験方法の概要】

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



4. 1-1 図 文献による実験の概要図

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

Temperature, °C	Sample Type	Nominal Air Velocity Through Chimney		
		10 cm/sec	50 cm/sec	100 cm/sec
Ambient	A	<0.004	<0.004	<0.004 0.073
	B	<0.004	<0.004	0.38 0.54
400	A	<0.004	<0.004	0.006 0.025
	B	<0.004	0.0096	0.023 0.036
700	A	--	--	0.48
	B	--	--	0.016
1000	A	0.0044	<0.004	0.90
	B	<0.004	<0.004	0.04
1000	A	<0.004	0.007	0.25
	B	<0.004	0.005	0.075

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

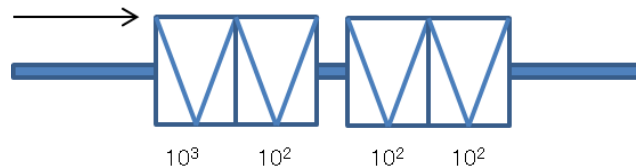
B Particles entrained but deposited on chimney walls (collected on 0.003 in. mild steel shimstock liner).

4. 1-2 図 シュウ酸プルトニウムの移行率

4. 2 高性能エアフィルタの除染係数について

高性能エアフィルタ 1 段当たりの除染係数は 10^3 以上 ($0.15 \mu\text{mDOP}$ 粒子) ⁽⁴⁾ であり, 高性能エアフィルタ 1 段目と 2 段目の除染係数は同等との試験データ ⁽⁵⁾ もある。また, 文献 ⁽³⁾ において, 高性能エアフィルタ 3 段の除染係数として 10^{11} との結果が得られている。

健全な状態の高性能エアフィルタの除染係数の設定の考え方を 4. 2-1 図に, 文献における結果を 4. 2-2 図に示す。



4. 2-1 図 健全な状態の高性能エアフィルタの除染係数の

設定の考え方

TABLE 9.1. Filter Penetration Data Used for Reference

Particle Size Range μm	Fractional Penetration						
	HEPA 1 (1)	HEPA 2 (2)	HEPA 3 (3)	Two Stages in Series		Three Stages in Series	
				(1) x (2)	Degraded by 10^2	(1)x(2)x(3)	Degraded by 10^3
<0.12	4×10^{-7}	159×10^{-7}	159×10^{-7}	0.636×10^{-11}	0.636×10^{-9}	1.01×10^{-16}	1.01×10^{-13}
0.12 to 0.22	18.1×10^{-7}	352×10^{-7}	352×10^{-7}	6.37×10^{-11}	6.37×10^{-9}	22.4×10^{-16}	22.4×10^{-13}
0.22 to 0.44	32.8×10^{-7}	393×10^{-7}	393×10^{-7}	12.9×10^{-11}	12.9×10^{-9}	50.6×10^{-16}	50.6×10^{-13}
0.44 to 0.96	28.1×10^{-7}	201×10^{-7}	201×10^{-7}	5.6×10^{-11}	5.6×10^{-9}	11.3×10^{-16}	11.3×10^{-13}
0.96 to 1.54	12.1×10^{-7}	140×10^{-7}	140×10^{-7}	1.7×10^{-11}	1.7×10^{-9}	2.37×10^{-16}	2.37×10^{-13}
>1.54	2.5×10^{-7}	90×10^{-7}	90×10^{-7}	0.22×10^{-11}	0.22×10^{-9}	0.20×10^{-16}	0.20×10^{-13}

5. 2-2図 フィルタ3段の除染係数について

5. 参考文献

- (1) Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, IAEA-TECDOC-1162, IAEA, Vienna (2000).
- (2) 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.
- (3) Seefeldt, W. H. et al. Characterization of Particulate Plutonium Released in Fuel Cycle Operations. Argonne National Laboratory, 1976, ANL-75-78.
- (4) 放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ. 日本規格協会, 1995, JIS Z 4812-1995.
- (5) 尾崎 誠, 金川 昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験 (I) DOP エアロゾルの捕集性能. 日本原子力学会誌. Vol. 27 No. 7, 1985, p. 626-636.

令和2年7月15日 R5

補足説明資料6-6(22条)

不確かさの設定について

本資料では、「火災による閉じ込める機能の喪失」の発生時の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明する。

1. 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

1. 1 火災の発生を仮定する設備・機器が保有する放射性物質質量の変動

(1) 上振れ効果

設備・機器が保有する放射性物質質量のうち、粉末容器が有する放射性物質質量は、運転管理値上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。

(2) 下振れ効果

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%と設定して評価しているが、これより低いプル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。

1. 2 放射性物質が影響を受ける割合の変動

(1) 上振れ効果

粉末容器内のMOX粉末は一律に1%/hで気相中に移行するとしている。しかし、火災の上昇気流の影響を受けるのは容器内のMOX粉末表層に限定される。すなわち、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ため、より厳しい条件として1%/hと設定していることを踏まえ、これ以上の上振れはない。

(2) 下振れ効果

1. 1(1)でも示したが、粉末容器内のMOX粉末は全量が火災による影響を受けない。そのため、金属製で円筒状の容器に収納されているMOX粉末については、文献⁽¹⁾の金属性の一重閉じ込めによるエアロゾルの移行割合である 1×10^{-2} を基に、2桁程度の下振れを想定する。

<u>Modifying Factors</u>	
<u>Factor 3. Fraction of Aerosol released from primary containment into building</u>	
<u>Primary Containment</u>	<u>Factor</u>
<u>Gases & Vapours</u>	
Whatever the containment (except elemental iodine released under water).	1.0
Elemental iodine released under water.	0.01
<u>All other forms</u>	
Fibre drums, glove boxes, cells, reactor structures etc., which are so seriously damaged that containment is virtually nil.	1.0
Storage blocks and pits, seriously damaged glove boxes, cells, flasks, reactor structures, etc.	0.1
Safes, undamaged or slightly damaged glove-boxes ⁽¹²⁾ , cells, flasks, reactor structures, etc., under water storage, <u>particulate release into building via filtered extract, single metal containment.</u>	<u>0.01</u>
Concreted steel drums, double metal containment.	0.001

第1. 1-1図 金属性の一重閉じ込めにおけるエアロゾル移行割合

1. 3 気相中に移行した放射性物質の移行割合の変動

(1) 上振れ効果

グローブボックスから工程室への移行経路としてグローブボックス給気系及びグローブボックスパネル隙間がある。グローブボックスパネル隙間長さは設計上の漏えい率を基に評価した隙間長さの10倍と評価している。しかし、グローブボックスパネルが健全で隙間がないことも想定される。グローブボックスパネルからの移行割合は圧力損失を踏まえ1%としており、本経路の放出量は全体の50%強を占める。そのため、耐震性の観点からは想定し難いが、グローブボックスパネルに大開口が生じた場合、グローブボックスからグローブボックス給気フィルタ1段 1.0×10^{-2} を介さずに直接工程室へ漏えいするため、2桁程度の上振れとなる。

グローブボックス給気フィルタを経由しての工程室への移行については、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圧力損失を踏まえ、移行割合を算出している。本放出量評価の移行経路における割合はグローブボックス排気系、グローブボックス給気系、グローブボックスパネル隙間でそれぞれ、25%：74%：1%としている。本来、グローブボックス給気系が健全な場合は火災の発生を想定し難いが、グローブボックス給気系が健全である場合、グローブボックス給気フィルタ1段からの移行はなくなり、グローブボックス排気系及びグローブボックスパネル隙間からそれぞれ、97%：3%の割合で移行し放出される。そのため、グローブボックス給気フィルタ 1.0×10^{-2} を介さないことから1.5倍程度上振れとなる。

(2) 下振れ効果

1. 3(1)ではグローブボックスパネルの健全性が保たれない場合は大幅な上振れとなると想定しているが、グローブボックスパネルが健全であった場合は、グローブボックスパネル隙間からの工程室への移行はなく、グローブボックス給気フィルタを介しての工程室への移行となることから、50%程度の下振れとなる。

1. 4 大気中への放出経路における低減割合の変動

(1) 上振れ効果

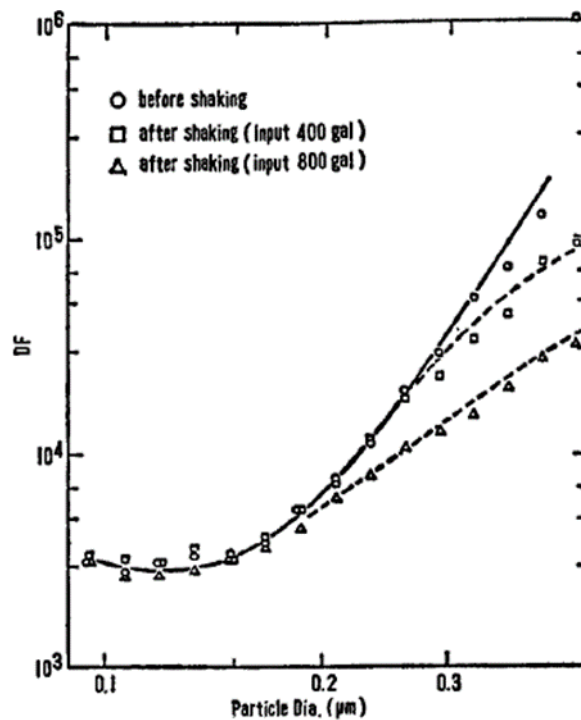
グローブボックス排気設備にはグローブボックス排気フィルタ2段及びグローブボックス排気フィルタユニット2段の合計4段設置されている。また、工程室排気設備には、工程室排気フィルタユニット2段が設置されており、グローブボックス給気フィルタ1段を介して放出される際は、高性能フィルタを3段経由する。また、文献⁽²⁾では健全な高性能フィルタ3段の除染係数として 1.0×10^{11} が期待できるとの結果があり、本放出量評価で使用した高性能フィルタ4段の除染係数は 1.0×10^9 、3段の除染係数は 1.0×10^7 、2段の除染係数は 1.0×10^5 としている。
なお、これらの高性能フィルタは既に保守性を見込んでいる。

上記に加え、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、グローブボックス排気フィルタ及び工程室排気フィルタユニットは文献⁽³⁾より、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、機能を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想定しない。

(2) 下振れ効果

1. 4 (1) でも示している通り、文献⁽²⁾では健全な高性能フィルタ3段の除染係数として 1.0×10^{11} が期待できるとの結果があることから、4桁程度の下振れとなる。



第1. 1-4図 地震による捕集効率の影響

2. 参考文献

- (1) Elizabeth M. Flew, et al. "Assessment of the Potential release of radioactivity from Installations at AERE, Harwell. Implications for Emergency Planning". Handling of Radiation Accidents. International Atomic Energy Agency. Vienna, 1969, IAEA-SM-119/7, p. 653-668.
- (2) W W. Engle, Jr. A Users Manual for ANISN A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code with Anisotropic Scattering. Oak Ridge National Laboratory, 1967, K-1693
- (3) 尾崎 誠, 残間 徳吾, 金川 昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験, (VI) 振動試験. 日本原子力学会誌. Vol. 30, No. 3, 1988, p. 257-263.

令和2年7月15日 R3

補足説明資料6－8（22条）

核燃料物質の回収時の作業環境について

1. はじめに

火災の消火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核燃料物質の回収作業を実施する。

本補足説明資料では、回収作業時における実施組織要員に与える被ばく線量を評価し、回収作業の成立性を確認する。

2. 外部被ばく線量の管理基準

線量管理については個人線量計を着用し、1作業当たり10mSv以下とすることを目安に管理する。

3. 回収作業における外部被ばく線量の評価方法

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. 1 グローブボックス内に存在する核燃料物質からの外部被ばく

(1) 評価対象グローブボックスの選定

核燃料物質の回収は，重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室を対象に実施する。

当該室に設置されたグローブボックスとインベントリを整理した結果を表3. 1-1に示す。

ここでは，最も取り扱うプルトニウム量が多い，「均一化混合装置グローブボックス」を，グローブボックス内に存在する核燃料物質からの外部被ばく評価における代表グローブボックスとして選定する。

表 3. 1 - 1 回収作業を実施する室のインベントリ整理結果

部屋名称	グローブボックス名称	火災源 ○ (有り) × (無し)	インベントリ (kg・MOX)	Pu 富化度 (%)	インベントリ (kg・Pu)
粉末調整 第2室	原料MOX粉末秤量・分取装置Aグローブボックス	×	60.0	60	31.8
	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	×	32.0	60	16.9
	予備混合装置グローブボックス	○	87.0	60	46.0
粉末調整 第5室	均一化混合装置グローブボックス	○	311.0	0.33	90.5
	造粒装置グローブボックス	○	128.0	0.18	20.3
粉末調整 第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	○	186.0	33	54.1
	一次混合装置Bグローブボックス	×	96.0	33	27.9
ペレット加工 第1室	添加剤混合装置Aグローブボックス	○	208.0	18	33.0
	プレス装置A (プレス部) グローブボックス	○	245.0	18	38.9
	添加剤混合装置Bグローブボックス	○	208.0	18	33.0
	プレス装置B (プレス部) グローブボックス	○	245.0	18	38.9

(2) 線量評価方法

グローブボックス内の核燃料物質については、金属製容器や混合機にほとんどが収納された状態であり、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの内装機器については、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して、必要な機能が損なわれないように設計する方針である。

これを踏まえ、グローブボックス内のインベントリに相当するMOX粉末が球形状で存在し、内装機器の構成材として SUS 2 mm で球

の周囲を覆った状態を簡易的なモデルとして仮定する。

上記のモデルに対し、球表面から 1 m の距離における線量率を解析により求めた。(解析条件は参考資料 1 の通り。)

解析の結果、グローブボックス内の核燃料物質(球表面)から 1 m の距離における線量率は約 5 mSv/h であった。

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]	
等価球半径	33.5 [cm]	計算値
γ 線線源強度	8.10×10 ¹⁴ [γ]	
中性子線線源強度	1.25×10 ⁸ [n]	
ステンレス鋼密度	7.8 [g/cm ³]	SUS304
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	<u>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。</u>

令和2年7月15日 R0

補足説明資料6-10 (22条)

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

1. はじめに

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合の系外への移行割合は、想定される経路の圧力損失を踏まえて設定する。本補足説明資料では、各経路の圧力損失の評価方法及びこれに基づく移行割合の設定について述べる。

なお、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内から系外への移行経路としては、グローブボックス排気系、グローブボックス給気系を介した工程室への漏えい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する。

2. 共通事項

評価に用いた物性値は以下の通り。いずれも、温度を 200℃と仮定した場合の物性値である。

項目	値	単位
空気の密度 ρ	0.7455	kg/m ³
空気の粘度 μ	2.58×10^{-5}	Pa・s
空気の動粘度 ν	3.46×10^{-5}	m ² /s

3. グローブボックス排気系の圧力損失

3. 1 管路内の総圧力損失

管路内の総圧力損失 ΔP は、以下により算出する。

$$\Delta P = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum_n \zeta_n \right) \times \rho \frac{v^2}{2} \quad \text{—— (2-1)}$$

ΔP : 総圧力損失 (Pa)

λ : 管摩擦係数 (—)

ζ : 損失係数 (—)

ρ : 密度

v : 平均流速 (m/s)

l : 配管長 (m)

d : 配管内径 (m)

3. 2 管摩擦係数

鋼製配管の管摩擦係数 λ は、(2-2)、(2-3) 式で求められる流体のレイノルズ数 Re に対して、算出式 (2-4) ~ (2-6) 式を使い分けることにより算出する。

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad \text{——— (2-2)}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{——— (2-3)}$$

Re : レイノルズ数 (—)

v : 平均流速 (m/s)

d : 管内径 (m)

ν : 動粘度 (m^2/s)

μ : 粘度 ($Pa \cdot s$)

ρ : 密度 (kg/m^3)

① $Re < 3000$ のとき、管摩擦係数は Hagen-Poiseuille の流れとみなして計算する。(出展：管路・ダクトの流体抵抗、p 22)

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad \text{——— (2-4)}$$

② $2000 < Re < 10^5$ のとき、管摩擦係数は Blasius の式を用いて算

出する。(出展：管路・ダクトの流体抵抗、p 26)

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{1/4}} \text{ ———— (2-5)}$$

なお、 $2000 < Re < 3000$ 付近の遷移領域については、(2-4)、(2-5) 式での算出結果のうち、より大きな値を管摩擦係数として用いる。

③ $10^5 < Re$ のとき、管摩擦係数は Nikuradse の式を用いて算出する。(出展：管路・ダクトの流体抵抗、p 26)

$$\lambda = 0.032 + 0.221 \times Re^{-0.237} \text{ ———— (2-6)}$$

3. 3 損失係数

グローブボックス排風機の風量設定においては、最も圧力損失が大きくなる経路の抵抗を考慮して設計している。本評価における損失係数の設定においては、上記の設計情報（曲がり等の数）を基に以下の通り設定する。また、詳細は（1）～（6）に示す。

項目	個数	損失係数	
		記号	値
曲がり	27	L/d	32
分岐・合流	37	ζ	1.3
拡大・縮小	11	ζ	1.2
高性能フィルタ（1段目，2段目）	2	ζ	264
高性能フィルタ（3段目，4段目）	2	ζ	83
流入	1	ζ	1.0
流出	1	ζ	0.5

(1) 曲がり

曲り部については、一律 90° エルボ（標準曲率）とみなし、 $L/d=32$ と設定する。

表 5・4 管挿入物の相当長さ L_e

管挿入物	L_e/d	管挿入物	L_e/d	管挿入物	L_e/d	管挿入物	L_e/d
45°エルボ	15	曲率/直径=3	24	1/4 閉	10~40	水 量 計	
90°エルボ		$N=4$	10	1/2 閉	100~200	ピストン型	600
標準曲率	32	180°ベンド	75	3/4 閉	800	ディスク型	135~400
中間曲率	26	十字継手	50	球 形 弁		翼 車 型	200~300
長 径	20	T 型 継 手	40~80	全 開	300	ユニオン	≧0
角型(2 円筒直交)	75	仕 切 弁		肘弁 (アングル弁)		カップリング	≧0
90°ベンド		全 開	0.7	全 開	170		

出展：化学工学便覧（化学工学会）

(2) 分岐・合流

2 流路の分岐・合流部 (Y字管・クロスデバイダ) の損失係数は、以下の図より求める。分岐・合流の損失係数は、本管と支管の流れ方向や面積比、流量比により異なるが、計算が煩雑になることを避けるため、同径・異径のみ区別することとし、異径の分岐合流として図 4・96 の $m=7.48$ 、 $Q_2/Q_3=1.0$ での値である $\zeta=1.30$ とする。これは、同径 (図 4・93~95)・異径 (図 4・96~98) それぞれの最大値を読み取った値である。

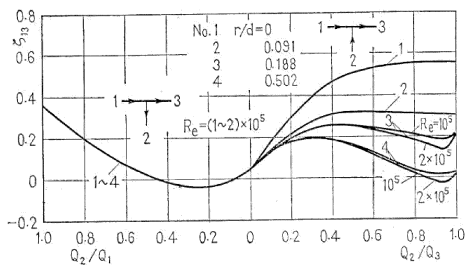


図 4・93 T 形管の本流の損失係数

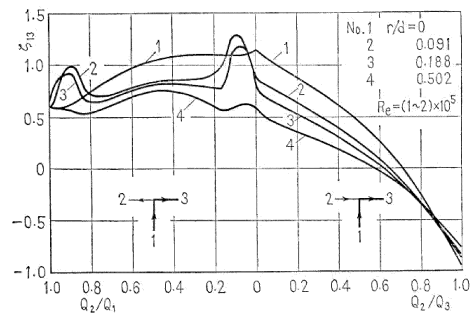


図 4・94 T 形管の支流の損失係数 (支管から本管に向かう流れの場合)

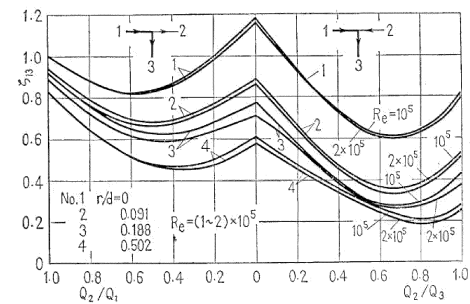


図 4・95 T 形管の支流の損失係数 (本管から支管に向かう流れの場合)

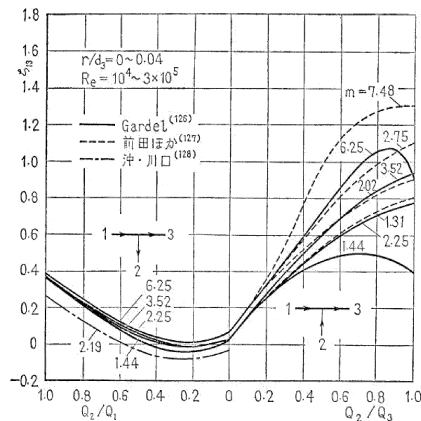


図 4・96 面積比 m が 1 以上の値をとる T 形管の本流の損失係数

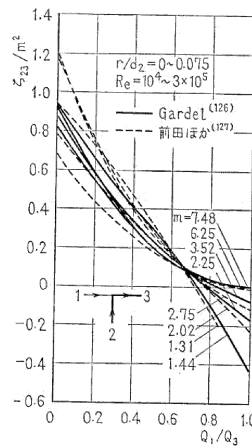


図 4・97 面積比 m が 1 以上の値をとる T 形管の支流の損失係数 (支管から本管に向かう流れの場合)

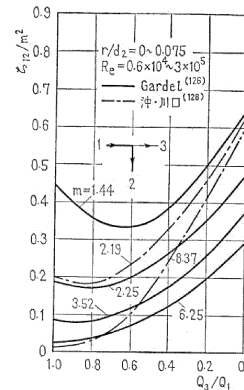


図 4・98 面積比 m が 1 以上の値をとる T 形管の支流の損失係数 (本管から支管に向かう流れの場合)

出展：「管路ダクトの流体抵抗」(日本機械学会)

(3) 拡大・縮小

流れ方向に沿って、内径が拡大する箇所は、ディフューザとして圧損を計上する。損失係数は、以下の図より最大値を読み取り、 $\zeta = 1.2$ とする。なお、排気ダクトは流れ方向に沿って拡大する方向であるため、拡大の損失係数のみを使用する。

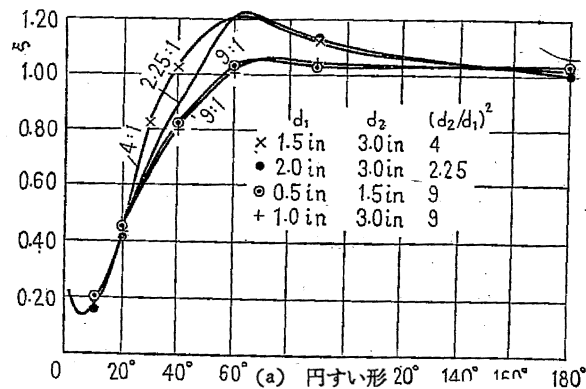


図 4・10 ディフューザの損失係数 $\zeta^{(10)}$

出展：「管路ダクトの流体抵抗」（日本機械学会）

(4) 高性能エアフィルタ（2段・グローブボックスフィルタ）

定格流量 $1680\text{m}^3/\text{h}$ に対して、フィルタ 1 段の初期圧力損失は 250Pa である。また、フィルタ断面積を考慮するとフィルタ断面の流速は約 1.25m/s となる。次式より、 $\zeta = 264$ となる。

$$\zeta = \Delta P \times \frac{1}{\rho} \times \frac{2}{v^2} \quad \text{——}$$

(5) 高性能エアフィルタ（2段・フィルタユニット）

定格流量 $3000\text{m}^3/\text{h}$ に対して、フィルタ 1 段の初期圧力損失は 250Pa である。また、フィルタ断面積を考慮するとフィルタ断面の流速は約 2.24m/s となる。次式より、 $\zeta = 83$ となる。

$$\zeta = \Delta P \times \frac{1}{\rho} \times \frac{2}{v^2}$$

(6) 流入

流入部は、拡大管とみなし損失係数を求める。拡大管は、以下の図より拡がり側の管の断面積 A_2 を ∞ として求め、 $\zeta = 1$ とする。

4・2 断面積が急に变化する場合

4・2・1 広がる場合 図 4・6 のように管の断面積が A_1 から急に A_2 に増加する場合、ここを通過する流れの損失ヘッド h_m は一般に次式で表される。

$$h = \xi \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \zeta \frac{v_1^2}{2g} \quad (4.6)$$

ここで $v_1 = Q/A_1$, $v_2 = Q/A_2$ m/s

(Q は流量 m^3/s)

損失係数 ξ と ζ の間には次の関係がなり立つ。

$$\zeta = \xi \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \quad (4.7)$$

この ξ の値はほぼ 1 である (4・3・1 項「広がり管」図 4・10 (a) の $2\theta = 180^\circ$ の場合、参照)。したがって

$$\zeta = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \quad (4.8)$$

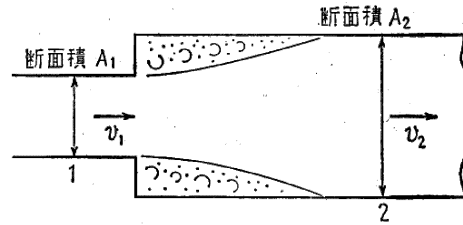


図 4・6 急に広がる管内の流れ

出展：「管路ダクトの流体抵抗」(日本機械学会)

(7) 流出

流出部は、管路入口とみなし損失係数を求める。管路入口は、以下の図より $\zeta = 0.5$ とする。

d は管の内直径である。 ζ は損失係数で管内の流れが乱流の場合、その値はほとんど管入口の形状によって定まる。

図 4・1 に示す入口形状についてワイズバッハ (Weisbach)⁽¹⁾ はおおよそ次のような ζ の値を示している。

(a) $\zeta = 0.50$, (b) $\zeta = 0.25$, (c) $\zeta = 0.06 \sim 0.05$,
 (d) $\zeta = 0.56$, (e) $\zeta = 3.0 \sim 1.3$, (f) $\zeta = 0.5 + 0.3 \cos \theta + 0.2 \cos^2 \theta$ この式中 0.5 は図 4・1 (a) のように入口のかどが鋭い場合に相当し、入口の形が異なれば、それに相当する値をとる。

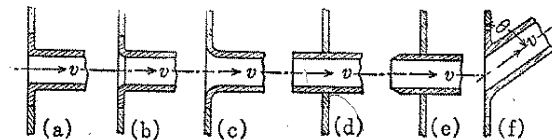


図 4・1 管路入口形状

出展：「管路ダクトの流体抵抗」(日本機械学会)

3. 4 配管情報

配管長さは、設計情報を基に 174m と設定する。

配管内径は、グローブボックス側から流れ方向に徐々に拡大するが、グローブボックス直近のダクト径の 0.4m を一律適用する。

なお、配管内径の拡大を考慮した場合は、圧力損失は小さくなる方向であり、移行経路の評価（放出量評価）においては、グローブボックス排気系からの放出割合が多くなるため、本設定は安全側といえる。

4. グローブボックス給気系の圧力損失

管路内の総圧力損失及び及び管摩擦係数の考え方は、グローブボックス排気系と同様であるため、記載を省略する。

4. 1 損失係数

グローブボックスからグローブボックス給気フィルタまでの経路の圧力損失については、設計図面を基に設定した。

各グローブボックスにより、曲がり、拡大・縮小等の構造の違いがあるため、包含する条件として「曲がり個数：5箇所」で統一した。

また、給気フィルタの損失係数についてはグローブボックス排気フィルタユニットの圧損係数と同等と仮定した。

項目	個数	損失係数	
		記号	値
曲がり	5	L/d	32
分岐・合流	0	-	-
拡大・縮小	0	-	-
給気フィルタ（1段目）	1	ζ	83
流入	1	ζ	1.2
流出	1	ζ	0.5

4. 4 配管情報

配管長さは、設計情報を基に 20m と設定する。

配管内径は、グローブボックス側から工程室側に徐々に拡大するが、最も太い部分のダクト径として 0.4m を一律適用する。

なお、最も太いダクト径を適用することにより、移行経路の評価（放出量評価）においては、グローブボックス給気系から工程室への放出割合が多くなるため安全側といえる。

5. グローブボックスパネル隙間の圧力損失

5. 1 平行平板の流れの圧力損失

グローブボックスパネルの隙間として、平行な平板状の隙間があることを想定する。この際の圧力損失 ΔP は、以下のポアズイユの式により求めることができる。

$$\Delta P = \frac{Q \times 12 \mu l}{b h^3} \quad \text{——— (5-1)}$$

ΔP : 圧力損失 (Pa)

Q : 平行平板を流れる流量 (m^3/s)

μ : 流体の粘度 ($\text{Pa} \cdot \text{s}$)

l : 平板の長さ (m)

b : 平板の幅 (m)

h : 平板間の距離 (m)

5. 2 パネルの隙間について

平板の長さについては、グローブボックスパネルの厚みより 0.01m と設定する。

平板の幅は、グローブボックスパネル周囲に一律に隙間があると仮定し、パネル面の周長さとして 38.8m を設定する。なお、この長さは潤滑油が最も多い造粒装置グローブボックスの寸法情報を基に設置した。

平板間の距離、すなわち隙間は、造粒装置グローブボックスの寸法情報より求めた結果、 $8.9 \times 10^{-6} \text{m}^*$ となった。

評価においては、隙間が設計の 10 倍と仮定し、 $8.9 \times 10^{-5} \text{m}$ を用いた。

※：グローブボックスの設計上の漏えい率は 0.1vol%/h 以下である。また、上記の漏えい率を確認するための漏えい試験は 500~1000Pa で実施する。ここでは、グローブボックスパネル外周に一律隙間があると仮定し、圧力損失が 1000Pa と等しくなる隙間長さを算出した。

6. 各経路への移行割合の算出

グローブボックスの体積膨張率は、最も潤滑油量が多い造粒装置グローブボックスの火災源が、燃焼面積 50%で燃焼した場合、0.69m/s (2484m³/h) となる。

この流量（又は流量から求められる流速）を、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隙間に与え、それぞれの圧力損失が等しくなる分配流量を求めた。

計算の結果、以下の分配流量で圧力損失が約 600Pa で等しくなった。

グローブボックス排気系：約 621m³/h

グローブボックス給気系：約 1845m³/h

グローブボックスパネル隙間：約 18m³/h

上記の割合より、膨張した空気のそれぞれの経路への移行割合を、以下の通り設定した。

GB 排気系	GB 給気系	パネル隙間
約 25%	約 74%	約 1%

以上

令和2年7月15日 R0

補足説明資料 6-11 (22 条)

工程室内に飛散した MOX 粉末の沈降について

MOX 燃料加工施設において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、工程室内の気相中に移行した MOX 粉末は、火災の消火により駆動力が消失した後、時間とともに沈降していくと考えられる。

エアロゾルの自然沈着については、(財)原子力発電技術機構による検討※において、エアロゾルの重力沈着速度を用いた以下のモデルが検討されている。

$$\lambda_d = V_d \frac{A_f}{V_g}$$

- λ_d : 自然沈着率 (1/s)
- V_d : 重力沈降速度 (m/s)
- A_f : 床面積 (m²)
- V_g : 自由体積 (m³)

※：NUPEC「平成9年度 NUREG-1465 のソースタームを用いた放射性物質放出量の評価に関する報告書（平成10年3月）」

ここでは、潤滑油量が最も多い造粒装置グローブボックスが設置された粉末調整第5室の床面積 (1790m²) 及び天井高さから求めた自由体積 (13604m³) を想定する。

ここで、重力沈降速度 (V_d) の算出については、小さな粒子が気体中を沈降する際の終端速度を求める式であるストークスの式を適用し、以下のように表される。

$$V_d = \frac{2 r_p^2 (\rho_p - \rho_g) g}{9 \mu_g} \approx \frac{2 r_p^2 \rho_p g}{9 \mu_g}$$

- r_p : 粒子半径 (m)
- ρ_p : 粒子密度 (kg/m³)
- ρ_g : 気体の密度 (kg/m³)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- μ_g : 気体の粘度 (Pa・s)

粒子密度については、実際の粉末の粒子密度が理論密度になることも限らないことから、理論密度と仮定した場合と粉末の嵩密度と仮定した場合で評価する。

上記の式に第1表に示すパラメータを入力し、MOX粉末の沈降速度を求めると約 $3.0 \times 10^{-3} \sim 6.0 \times 10^{-4}$ (m/s) となる。

第1表 評価に用いたパラメータ

パラメータ	値	備考
r_p (m)	1.5×10^{-6}	粒径 $0.3 \mu\text{m}$ の粒子を想定
ρ_p (kg/m ³)	1.1×10^4	MOX の理論密度
	2.2×10^3	MOX 粉末の嵩密度
ρ_g (kg/m ³)	—	粒子密度と比較して小さいため無視
g (m/s ²)	9.8	理科年表より
μ_g (Pa・s)	1.8×10^{-5}	25°Cでの空気の粘度

ここで、自然沈着率を用いた濃度変化を想定すると、粉末が十分沈着するためにはおよそ4時間から24時間必要となる。

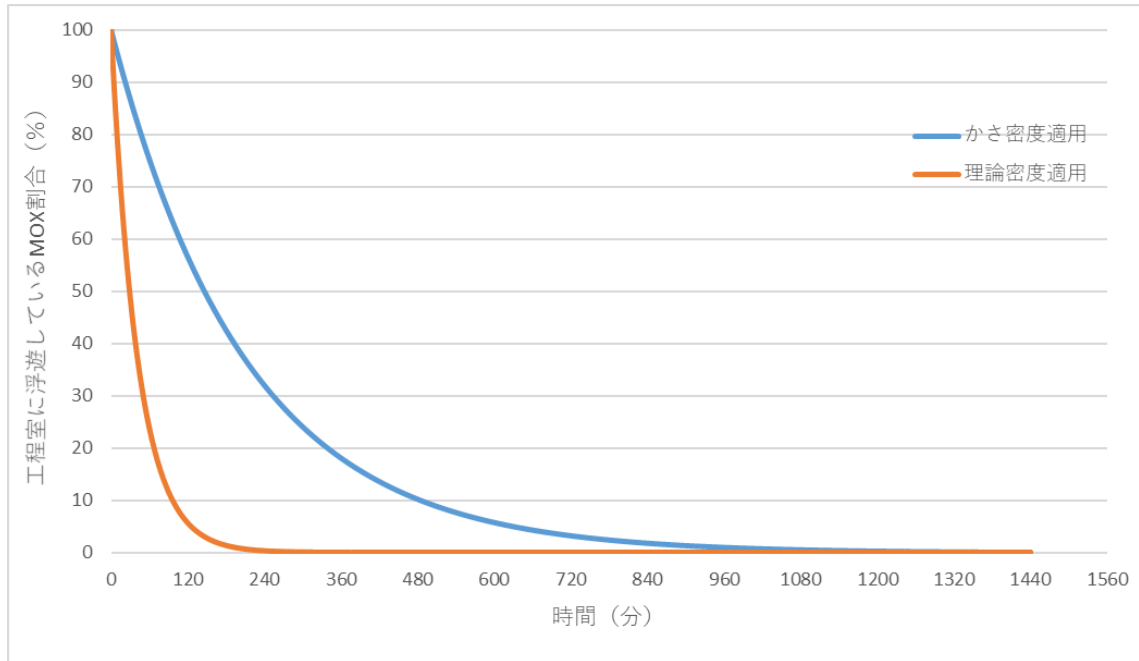


図 工程室に飛散した MOX 粉末の自然沈着