

【公開版】

提出年月日	令和2年9月18日	R32
日本原燃株式会社		

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

安全審査 整理資料

第 22 条：重大事故等の拡大の防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 規則適合性

1. 1 適合のための設計方針

1. 2 有効性評価

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定（要旨）

2. 2 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

2. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処（要旨）

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

2. 6 必要な要員及び資源の評価（要旨）

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

3. 1 概要

3. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

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. 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. 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. 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
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. 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
4. (欠番)
5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方
6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処
7. (欠番)
8. (欠番)

1 章 基準適合性

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の
発生を仮定する機器の特定（要旨）

2. 1. 1 重大事故に対する基本方針

設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する重大事故に対しては、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及び重大事故の同時発生の範囲を明確にすることで、重大事故の発生を仮定する機器を特定するとともに、事故に対する対策を検討し、それらの有効性を評価する。

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

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

2. 1. 2 重大事故の発生を仮定する際の考え方

(1) 外的事象の考慮

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

その検討においては、設計基準対象の施設の設計で考慮した地震、火山の影響等の 56 の自然現象及び航空機落下（衝突、火

災)、有毒ガス等の 24 の人為事象 (以下「自然現象等」という。) を対象とした。

検討の対象とした事象のうち、MOX燃料加工施設周辺では起こり得ないもの、重大事故を引き起こさないことが明らかなもの及び発生頻度が極めて低いものは除外した。また、「安全審査 整理資料 第9条：外部からの衝撃による損傷の防止」に示すとおり、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、送排風機の停止等を行うことにより、施設を安定な状態に導くことができること、森林火災や積雪、火山（降下火砕物による積載荷重）については、それぞれ消火活動を行うこと、堆積した雪又は降下火砕物を除去することにより重大事故に至る前までに対処が可能であることから除外した。

この結果、設計基準事故に対処するための設備の設計の条件を超える規模の外的事象により重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。

その上で、MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の形態や、崩壊熱を踏まえるには全工程を停止し、交流電源を遮断すれば核燃料物質は静置される状態になることから、安全上重要な施設の機能喪失の組合せについては、動的機器及び基準地震動の 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静的機器について、外部への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件となるよう、機能の喪失の有無を設定する。

(2) 内の事象の考慮

内の事象については、設計基準事故を選定するに当たって考慮した動的機器の単一故障及び短時間の全交流電源喪失に対して、それぞれ設計基準事故において考慮した機器等の機能喪失の想定を超える条件を想定する。

想定に当たっては、動的機器の多重故障（多重の誤作動及び誤操作を含む。）及び長時間の全交流電源喪失を考慮し、外部への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件となるよう、機能の喪失の有無を設定する。

(3) 事象の重ね合わせ

異なる事象の重ね合わせについて、(1)で抽出された台的事象は地震のみであること及び内の事象（動的機器の多重故障）は、関連性が認められない偶発的な事象となることから重ね合わせの必要はない。

(4) 個々の重大事故の発生の仮定

重大事故の発生を仮定する機器は、上記のとおり整理した機能喪失の範囲を踏まえ、重大事故が単独で、又は同種の重大事故が複数の機器で同時に発生するものとして、以下のとおり外的事象（地震）を要因とした場合及び内の事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合の重大事故の発生を仮定する機器を特定した。この際、設計基準対象の施設で事象の収束が可能か又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度かについて評価を実施し、いずれかの条件に該当する場合には重大事故の発

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で気体状の放射性物質が発生する等により、外部への放射性物質の放出量が増加するものである。

外的事象（地震）を要因とした場合には工程の停止により核燃料物質の移動が停止すること、また、設備が損傷し、MOX粉末の漏えいを想定したとしても、未臨界質量を超えることは無いことから臨界事故の発生は想定できない。

内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合には質量管理を行うグローブボックスにおいて、誤搬入防止機能の多重故障を考慮しても未臨界質量を超えることはないことから、臨界事故の発生を想定できない。

臨界事故は、核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成され、直ちに放射性物質が外部に放出されるおそれがある。このことから、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮して臨界の発生を検討する。具体的には、臨界の発生に必要な核燃料物質の集積状態に至るには、相当数の機器の故障と誤作動の発生を仮定し、複数回のMOX粉末の誤搬入が必要となる。しかしながら、その状態に至るまでには運転員の引継ぎ時の確認等により異常を検知して必要な対処ができるため、臨界事故の発生は想定できない。

以上のことから、臨界事故は重大事故として想定できない。

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の検討に当たっては、設計基準事故を選定する際の考え方と同様に、「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）」（以下②では「候補事象」という。）を重大事故の起因となり得る事象として抽出するとともに、外的事象及び内的事象を要因とした場合の機能喪失を考慮して外部への放射性物質の放出による事故の発生の可能性を検討する。

ただし、内的事象で抽出した要因のうち、長時間の全交流電源喪失を要因とした場合には、これにより工程が停止するとともに、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非管理区域換気空調設備（以下「全送排風機」という。）も停止するため、MOX粉末が静置された状態となること、グローブボックス内の窒素雰囲気一定時間維持されること等から、いずれの候補事象も発生することは想定されない。

また、動的機器の多重故障を要因とした場合には、容器の落下又は転倒が考えられるが、グローブボックス床面及び側面は容器の落下又は転倒に対して破損しないよう設計することから、グローブボックスの破損が発生することは想定されない。

グローブボックスのうち、非密封で、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、内装機器に潤滑油を有するもの（以下「火災源を有するグローブボックス」という。）は内装機器も含めて基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計

としている。

このことから、火災源を有するグローブボックスにおいては、外的事象（地震）を要因とした場合には、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」は想定されない。

グローブボックスのうち、非密封で、露出した状態でMOX粉末を取り扱うが、内装機器に潤滑油を有していないもの（以下「火災源が無いグローブボックス」という。）は、内装機器を含めて基準地震動に対して機能維持する設計としている。

このことから、火災源が無いグローブボックスについては、外的事象（地震）及び内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合には、「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）」は想定されない。

以上を踏まえ、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」については、火災源を有するグローブボックスで内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合及び火災源が無いグローブボックスで外的事象（地震）又は内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合に発生することを想定する。

「グローブボックスの破損」については、火災源が無いグローブボックスで外的事象（地震）を要因とした場合に発生することを想定する。

「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）」については、火災源を有するグローブボックスで外的事象（地震）及び内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合に発生することを想定する。

a. グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

外的事象（地震）を要因とした場合、火災源を有するグローブボックス内においてMOX粉末を内包する容器の落下等により、当該グローブボックス内にMOX粉末が飛散する可能性がある。

この際、グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が運転している場合には、MOX粉末はグローブボックス排気設備を主たる経路として、外部に放出されるが、それによる公衆への影響は平常時の公衆への影響と同程度である。

グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が停止している場合には、MOX粉末の一部が工程室に漏れ出す可能性があるが、グローブボックス排風機停止に係るインターロック（グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する）又は動力電源の喪失により工程室排気設備の工程室排風機も停止するため、外部への放射性物質の放出には至らない。

以上のことから、外的事象（地震）を要因とした場合には、本候補事象により重大事故の発生を仮定する機器は特定しない。

内的事象として動的機器の多重故障を要因とした場合、火災源を有するグローブボックス及び火災源が無いグローブボックス内において、MOX粉末を内包する容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失によりMOX粉末が飛散する。

動力電源及びグローブボックス排気設備がともに機能を維持し、当該設備のグローブボックス排風機が運転している場

合には、MOX粉末は当該設備を主たる経路として外部に放出されるが、それによる公衆への影響は平常時の公衆への影響と同程度である。

動力電源及びグローブボックス排気設備が、同時に又はいずれか一方が機能喪失し、当該設備のグローブボックス排風機が停止している場合には、MOX粉末の一部が工程室に漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機停止に係るインターロック又は動力電源の喪失により、工程室排気設備の工程室排風機も停止するため、外部への放出には至らない。

以上のことから、内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合には本候補事象により重大事故の発生を仮定する機器は特定しない。

b. グローブボックスの破損

外的事象（地震）を要因とした場合、火災源が無いグローブボックスの損壊やパネル脱落等の大規模な破損は想定しがたいものの、損傷等により隙間が生じ、グローブボックスのパネル表面に付着しているMOX粉末等の一部が当該グローブボックス内に飛散し、その一部が工程室に漏えいする可能性がある。

この際、グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が運転している場合には、MOX粉末はグローブボックス排気設備が主たる経路として外部に放出されるが、それによる公衆への影響は平常時の公衆への影響と同程度である。

また、工程室に漏えいするMOX粉末の量は、平常時における公衆の線量評価に影響を与えるほど有意なものとならない。

グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が停止している場合には、MOX粉末が工程室に漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機停止に係るインターロック又は動力電源の喪失により工程室排気設備の工程室排風機も停止するため、外部への放出には至らない。

以上のことから外的事象（地震）を要因とした場合には、本候補事象により重大事故の発生を仮定する機器は特定しない。

c. 外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）

火災源を有するグローブボックス内における火災については、当該グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、可燃性物質の漏えい防止等の火災の発生防止対策を講じており、火災の発生は想定しがたい。しかしながら、グローブボックス内火災が発生した場合には、静置されていたMOX粉末が上昇気流により飛散すること及び当該グローブボックス内の雰囲気温度が上昇することで気体が体積膨張し、これを駆動力として飛散したMOX粉末が外部へ放出される可能性がある。

外的事象（地震）を要因とした場合には、地震により当該グローブボックス内を窒素雰囲気とする設備の損傷、潤滑油の漏えい等が重なることにより、燃焼の3要素が揃い火災が

発生すること及び設計基準事故に対処する設備であるグローブボックス消火装置等が機能しないことを仮定する。この際、グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機を運転している場合には、飛散したMOX粉末は当該設備を主たる経路として設計基準事故の想定を超えて外部に放出される。グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が停止している場合には、当該グローブボックス内の負圧が維持されなくなることから、飛散したMOX粉末の一部は工程室に漏えいする。火災による温度上昇に伴う当該グローブボックス内及び工程室内の雰囲気（気体）の体積膨張を駆動力として、MOX粉末はグローブボックス排気設備又は工程室排気設備を経由して外部に放出される。以上のことから、外的事象（地震）を共通要因として全ての火災源を有するグローブボックスにおいて重大事故が発生することを仮定する。

内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合には、関連性が認められない偶発的な事象が同時発生しなければ火災の発生は想定されないため、外的事象を要因とした場合よりも火災の発生は想定しがたいが、技術的な想定を超えて燃焼の3要素が揃い火災が発生すること及び設計基準事故に対処する設備であるグローブボックス消火装置等が機能しないことを仮定する。この際、グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が運転している場合には、飛散したMOX粉末はグローブボックス排気設備を主たる経路として設計基準事故の想定を超えて外部に放出される。動力電源及びグローブボックス排気設備とが同時に又はいずれか一方が機能

喪失し、当該グローブボックス排風機が停止している場合には、飛散したMOX粉末の一部が工程室に漏れいする。この場合、火災による温度上昇に伴う当該グローブボックス内又は工程室内の雰囲気¹の体積膨張を駆動力として、MOX粉末はグローブボックス排気設備又は工程室排気設備を経由して、外部に放出される。内的事象（動的機器の多重故障）においては、共通要因である複数のグローブボックスで重大事故が発生することは想定しがたいため、8基のグローブボックスのうちいずれか1基で重大事故が発生することを仮定する。

なお、焼結炉等で取り扱う、水素・アルゴン混合ガスの水素濃度は、設計基準で想定した状態を超える条件として多重の誤動作及び故障を想定しても、9 vol%を超えない設計としていることから、爆発は想定されない。

d. 候補事象の重畳

上記の検討結果のとおり、内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合に火災源を有するグローブボックスにおいて、候補事象のうち、「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）」の発生を想定する。これらのうち、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」は単独では重大事故に至ることはないが、両候補事象の重畳により、重大事故が発生するか否かを検討した。その結果、共通の要因で両事象が同時に発生することは想定されないことから、事象の組合せにより重大事故の発生を仮定する機

器は新たに特定されない。

外的事象（地震）を要因とした場合に、火災源が無いグローブボックスにおいて、候補事象のうち、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」の発生を想定する。これらはそれぞれ単独では重大事故に至ることはないが、両候補事象の重畳により、重大事故が発生するか否かを検討した。その結果、共通の要因で両事象が同時に発生し、MOX粉末がグローブボックス内に飛散及び工程室に漏えいする可能性がある。この際、グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機を運転している場合には、グローブボックス内に飛散したMOX粉末はグローブボックス排気設備を主たる経路として外部に放出されるが、それによる公衆への影響は平常時の公衆への影響と同程度である。また、工程室に漏えいするMOX粉末の量は、平常時における公衆の線量評価に影響を与えるほど有意なものではない。

グローブボックス排気設備のグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス排風機停止に係るインターロック又は動力電源の喪失により工程室排気設備の工程室排風機も停止するため、外部への放射性物質の放出には至らない。

以上のことから、外的事象（地震）を要因とした場合には、事象の組合せにより重大事故の発生を仮定する機器は新たに特定されない。

以上 a. から d. までの検討を踏まえ、外的事象（地震）を

要因とした場合には、全てのグローブボックスに影響を与えることが考えられることから、全ての火災源を有するグローブボックスにおいて、本重大事故が同時に発生することを仮定した。

内的事象（動的機器の多重故障）を要因とした場合には、設計基準事故の想定を超える条件として、関連性が認められない偶発的な事象の同時発生を考慮して、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。）8基のうちいずれか1基のグローブボックスで火災が発生することを仮定した。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス
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
添加剤混合装置B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
プレス装置B（プレス部）グローブボックス

(5) 重大事故が同時に又は連鎖して発生する場合の想定

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ように想定する。

① 重大事故が同時に発生する場合

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

外的事象（地震）を要因とした場合には、全てのグローブボックスに影響を与えることが考えられることから、非密封で露出した状態でMOX粉末を取り扱い、潤滑油を有する8基のグローブボックスにおいて同種の重大事故が同時に発生することを仮定する。このような同種の重大事故が同時に発生する場合の想定については、「(4)② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」のとおりである。

また、異種の重大事故が同時に発生する場合については、「(4)① 臨界事故」に示したとおり、外的事象（地震）及び内的事象（動的機器の多重故障）を考慮した場合においても臨界事故の発生は想定できないことから、異種の重大事故の同時発生は想定できない。

② 重大事故が連鎖して発生する場合

重大事故が連鎖して発生する場合の想定については、ある重大事故が発生した場合における通常時からの状態の変化等が、その他の重大事故の発生の要因となり得るものかどうかを確認する。この状態の変化等については、重大事故の有効性評価の

結果を考慮する必要があることから、重大事故の連鎖については、重大事故の有効性評価の中で確認し、要因になり得る場合には、連鎖を想定した対処を検討する。

2. 2 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 2. 1 概要

MOX燃料加工施設において、重大事故が発生した場合において、重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、「2.

1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において特定した重大事故に対し、以下のとおり評価対象を整理し、対応する評価項目を設定した上で、評価の結果を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。

有効性評価は、「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において特定された重大事故ごとに、同じ種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理した上で実施し、重大事故の事故影響を明らかにする。

2. 2. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定

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

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

2. 2. 3 評価に当たって考慮する事項

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

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

2. 2. 4 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

2. 2. 5 有効性評価における条件設定

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

2. 2. 6 評価の実施

有効性評価は、発生を想定する重大事故の特徴を基に重大事故等の進展を考慮し、放射性物質の放出に寄与するパラメータ又はパラメータの推移を評価する。また、対策の実施により事態が収束することを確認する。

2. 2. 7 評価条件の不確かさの影響評価

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

2. 2. 8 重大事故の同時発生又は連鎖

「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」の結果に基づき、重大事故が同時に発生する範囲を特定し、有効性評価を実施する。また、「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で特定した重大事故を対象として検討することで、その他の重大事故が発生するかを分析する。

2. 2. 9 必要な要員及び資源の評価

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

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」に示すとおり、臨界事故の発生は想定されないことから、臨界事故への対処に関する有効性評価は不要である。

2. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処（要旨）

2. 4. 1 事故の特徴及びその対策

(1) 事故の特徴

MOX燃料加工施設においては、非密封、露出した状態のMOX粉末は地下3階に設置されるグローブボックス内で取り扱うこととしており、グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油を機器に収納すること、着火源となる動的機器の設置を限定すること等の火災の発生防止を講ずるとともに、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を設置している。また、非密封のMOX粉末を取り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気設備、工程室排気設備及び建屋排気設備により換気され、それぞれ内側の圧力が低くなるよう設計している。

グローブボックス内で火災が発生した場合には、火災の影響により、MOX粉末の一部がグローブボックス内に飛散し、工程室に漏えいする可能性がある。

飛散又は漏えいしたMOX粉末は、火災による雰囲気温度が上昇することで、気体が体積膨張し、これを駆動力としてグローブボックス排気設備及び工程室排気設備を経由して、設計基準事故の想定を超えて、外部へ放出する。

(2) 有効性評価の代表

本重大事故は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの全てにおいて発生を仮定する。

本重大事故の要因のうち、地震は機器の機能喪失の範囲が広

く、対処のための環境条件も悪いこと等から、地震を要因とした重大事故を有効性評価の代表とする。

(3) 対策の考え方

設計基準対象の施設である、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機能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、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持するため、全工程停止を行うとともに、グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するための全送排風機の停止及び着火源排除のための動力電源の遮断により、火災の発生を未然に防止する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスで火災が発生し継続した場合、MOX粉末はグローブボックス内に飛散し、工程室へ漏えいする可能性があることから、重大事故の拡大防止対策として、設計基準対象の施設とは異なる設備により火災を感知して消火するとともに、外部への放出経路を遮断し、MOX粉末が外部へ放出される事態を収束する。

これらを実施した後、工程室内雰囲気が安定した状態であることを確認した後に、MOX粉末を回収する。その際、作業環境を確保するために、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る作業を行う。

(4) 具体的対策

設計基準対象の施設であるグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の喪失等を

確認した場合は、発生防止対策として、地上1階の中央監視室において、全工程停止を行うとともに、全送排風機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。

なお、地震の発生により、グローブボックスの負圧異常、酸素濃度異常に係る警報を確認した場合には、同様の措置を講ずることにより、火災の発生を未然に防止する。

設計基準対象の施設の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ている状態で火災が発生している場合には、拡大防止対策として、中央監視室においてグローブボックスの火災源に設置された代替火災感知設備である火災状況確認用温度計に可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより、グローブボックス内の温度を確認する。

可搬型グローブボックス温度表示端末の指示値が60℃を超える場合は、中央監視室近傍から遠隔手動操作により、地下3階廊下に設置された代替消火設備である遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出し、消火する。

火災の影響によりグローブボックス内に飛散し、工程室に漏えいしたMOX粉末は、火災によるグローブボックス及び工程室内の雰囲気温度が上昇することで、気体が体積膨張し、これを駆動力として、それぞれ高性能エアフィルタが設置されたグローブボックス排気設備及び工程室排気設備を經由して外部への放出に至る。

火災の消火と並行して外部への放出経路を遮断し、MOX粉

末が外部へ放出する事態を収束するため、地下1階の排風機室において、外部放出抑制設備であるグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。当該ダンパ閉止後、排風機の下流側ダクトに可搬型ダンパ出口風速計を設置し、外部への放出につながる流れが生じていないことを確認する。

火災の消火及び外部への放出経路の遮断により事態が収束した後、工程室内雰囲気安定した状態であることを確認した上で、MOX粉末の回収を行う。

回収作業は、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより工程室内の放射性物質濃度を測定し、工程室内雰囲気が安定した状態であることを確認し、実施を判断する。

また、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の際には、グローブボックス排風機の復旧等に時間を要することも想定されることから、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するとともに、燃料加工建屋可搬型発電機から可搬型排風機付フィルタユニットに給電することにより、工程室からグローブボックス排気設備への気流を確保する。この時、可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタで常時外部への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機付フィルタユニットを停止する。

このため、火災状況確認用温度計、遠隔消火装置、グローブボックス排気閉止ダンパ、工程室排気閉止ダンパ等を常設重大

事故等対処設備として設置するとともに、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等を常設重大事故等対処設備として位置付ける。また、可搬型グローブボックス温度表示端末、可搬型ダンパ出口風速計、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型ダストサンプラ、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新たに配備する。

回収作業に用いるウエス等は、資機材として整備する。

2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価

(1) 評価手法

① 評価の考え方

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

- a. 火災を消火するとともに、外部への放出経路を遮断し、その状態を維持できることを評価する。
- b. 放射性物質の放出量評価は、拡大防止対策を踏まえて、グローブボックス雰囲気内にMOX粉末が飛散する量、高性能エアフィルタによる除染係数を考慮し、事態の収束までに事業所外に放出する放射性物質の放出量（以下「総放出量」という。）を評価する。
- c. MOX粉末が外部へ放出する事態を収束した後のMOX粉末の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る対処については、対処に必要な設備及び手順等が有効に機能するかどうか、作業環境を踏まえ、資機材、要員等が確保され

対処できることを確認する。

② 事故の条件

本評価における事故の条件は、以下のとおり。

- a. 本重大事故は重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基で同時に発生する。
- b. 地震の発生後、火災が発生するまでには窒素雰囲気であるグローブボックスの空気雰囲気への置換及び潤滑油の温度上昇に時間を要することから、約 10 分の時間遅れが考えられるが、評価上は地震の発生を起点とする。
- c. 基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としているもの以外は事象進展が厳しくなるよう機能喪失を想定する。具体的には、重大事故を仮定する際の考え方として示すとおり、火災が発生した以降にグローブボックス排気設備及び工程室排気設備が機能喪失することを仮定する。

③ 機器の条件

本評価における機器の条件は、以下のとおり。

- a. 潤滑油の量は、各グローブボックスの内装機器が内包する設計値とする。
- b. 火災試験の結果等を踏まえ、それぞれの火災源にて燃焼面積をオイルパン面積の 50%と仮定する。

④ 操作の条件

本評価における操作の条件は、以下のとおり。

- a. 地震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ものとし、地震発生後の 10 分後から要員による安全系監視制御盤等の確認により安全機能の喪失を把握し、重大事故等への対処を実施するものとする。
- b. 可搬型グローブボックス温度表示端末の指示値が 60℃を超えていることを確認した場合には、火災が発生していると判断し、消火に係る作業を開始し、地震発生後 20 分で完了する。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手動閉止は、地震発生後 20 分で完了する。

⑤ 放出量評価の条件

放出量評価の条件は、以下のとおり。

- a. 火災の影響を受ける MOX 粉末の量は各グローブボックスで取り扱う最大量とする。
- b. MOX 粉末のプルトニウム富化度については取り扱う粉末容器ごとに設定し、MOX 粉末の同位体組成については MOX 燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の仕様等により変動し得るが、セシウム-137 換算による放出量が最も厳しくなるよう設定する。
- c. 火災の影響により粉末容器からグローブボックス内に MOX 粉末が飛散する割合を 1%/h と設定する。
- d. 外部への放出経路及び移行割合は、グローブボックス排気設備を経由しての放出については 25%、グローブボックス給

気フィルタから工程室に移行したうえで、工程室排気設備を経由しての放出については 74%，グローブボックスパネルの隙間から工程室に漏えいしたうえで、工程室排気設備を経由しての放出については 1%と設定する。

- e. グローブボックス排気設備の高性能エアフィルタ（4段）の除染係数 10^9 ，グローブボックス給気フィルタ（1段）及び工程室排気設備の高性能エアフィルタ（2段）を組み合わせた場合が除染係数 10^7 ，工程室排気設備の高性能エアフィルタ（2段）の除染係数 10^5 及び放出経路構造物への沈着による除染係数 10 を設定する。
- f. 放射性物質の放出量のセシウム-137 換算に用いる係数については、IAEA-TECDOC-1162 に示される換算係数を用いて、セシウム-137 と着目核種との比から算出する。

⑥ 判断基準

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は、以下のとおり。

- a. 火災を消火するとともに、外部への放出経路を遮断し，その状態を維持できること。
- b. 総放出量については、拡大防止対策による事態の収束までの量が 100TBq を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。
- c. MOX 粉末が外部へ放出される事態を収束した後の MOX 粉末の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る対処については、資機材、要員等が確保され対処できること。

(2) 評価結果

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の結果は、以下のとおり。

- a. 地震発生後，火災の消火及び外部への放出経路の遮断を20分以内に完了でき，その状態を維持できる。
- b. 火災の発生から放出経路の遮断までのMOX粉末の総放出量はセシウム-137換算で，約 9×10^{-7} TBqであり，100TBqを十分下回るものであって，かつ，実行可能な限り低い。
- c. MOX粉末が外部に放出される事態を収束した後のMOX粉末の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る作業は事態の収束後，工程室内の雰囲気安定した状態となつてから実施するものであり，対処可能である。

(3) 不確かさの影響評価

① 事象，事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

内の事象を要因とした場合には，本重大事故が発生するグローブボックスが限定される。

一方，本重大事故における有効性評価は，8基のグローブボックスで同時に火災が発生する場合の対策の成立性を(2)において確認していることから，評価結果は変わらない。また，内の事象を要因とした場合は，初動での状況確認やアクセスルート確保等の作業において，地震を要因とした場合と比較して，早い段階で重大事故等対策に着手できるため，対処の時間余裕が大きくなることから判断基準を満足することには変わりはない。

総放出量については，各放出経路に移行するMOX粉末の量

及び放出経路における除染係数に不確かさがある。これらについては、火災によりグローブボックス内に飛散するMOX粉末量、放出経路における除染係数等を総放出量の評価に厳しい結果を与えるように設定していることから判断基準を満足することに変わりはない。

② 操作の条件の不確かさの影響

中央監視室の安全系監視制御盤等による操作が可能な場合は、ダンパ閉止操作等に対して、中央監視室での遠隔操作が可能であるため、対処に要する時間が短縮される。

また、ダンパ閉止操作は高性能エアフィルタが設置されている室と操作場所である地下1階の排風機室とは、離隔が確保されていること等から、放射線の影響を受けることはなく、判断基準を満足することに変わりはない。

(4) 重大事故の同時発生又は連鎖

同種の重大事故が同時に発生する場合について、本重大事故は、8基のグローブボックスで同時に発生するものとして評価した。

同種の重大事故が同時に発生する場合については、重大事故が発生すると仮定する際の考え方に示すとおり、本重大事故は8基のグローブボックスで同時に発生するものとして評価した。

異種の重大事故との同時発生の可能性について、臨界事故の発生を仮定する機器は想定できないことから、異種の重大

事故と本重大事故との同時発生は想定できない。

重大事故の連鎖について、本重大事故による通常時からの状態の変化等は、火災によるグローブボックス内の温度上昇、グローブボックス内の体積膨張及びそれによるグローブボックスから工程室へのMOX粉末の漏えい、グローブボックス内の火災の影響による工程室内の体積膨張がある。

これら通常時からの状態の変化等を踏まえた場合においても、MOX粉末等の集積等が発生することはないことから、本重大事故から臨界事故への連鎖は想定できない。

(5) 必要な要員及び燃料等

- ① 本重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、地震を要因とした場合、合計で10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（MOX燃料加工施設対策班の班員）は21名であり、対処は可能である。なお、内的事象を要因とした場合には、作業環境が地震を要因とした場合より悪化することはないと見られ、同人数以下で対応できる。
- ② 本重大事故への対処においては、水源を要しない。
- ③ 本重大事故の拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な燃料（軽油）は、合計で約4 m³である。これに対し、MOX燃料加工施設と再処理施設とで共用する軽油貯槽にて約800 m³の軽油を確保しており、対処は可能である。なお、地震を要因とした場合には再処理施設においても重大事故が同時に発生する可能性がある。この場合、これらへの対処を7日間行った場合に必要な燃料（軽油）は最大でも合計で約87 m³であり、M

○ X燃料加工施設と再処理施設とで同時に重大事故が発生した場合においても対処が可能である。

- ④ 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る設備の負荷等は合計で約7kVAである。また、起動時容量については合計で約37kVAである。これに対し、燃料加工建屋可搬型発電機の容量は、約50kVAであり、対処が可能である。

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

2. 5. 1 重大事故の同時発生

「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において示したとおり、重大事故として特定したのは核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「2. 4. 2(4) 重大事故の同時発生又は連鎖」に整理した。

2. 5. 2 重大事故の連鎖

連鎖して発生する重大事故等の整理についても、重大事故として特定したのは核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のみであり、
「2. 4. 2(4) 重大事故の同時発生又は連鎖」に整理したとおり、核燃料物質等を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はない。

2. 6 必要な要員及び資源の評価（要旨）

「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において示したとおり、重大事故として特定したのは核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「2. 4. 2(4) 重大事故の同時発生又は連鎖」に整理した。

連鎖して発生する重大事故の整理についても、重大事故として特定したのは核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のみであり、「2. 4. 2(4) 重大事故の同時発生又は連鎖」に整理したとおり、核燃料物質等を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はない。

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

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

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

3. 1 概要

重大事故は、加工規則第二条の二において、設計上定める条件よりも厳しい条件の下において発生する事故であって、MOX燃料加工施設においては、「臨界事故」と「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」とされている。また、設計基準事故の選定においては、「核燃料物質による臨界」と「閉じ込め機能の不全」について、MOX燃料加工施設における核燃料物質の形態、取扱方法等を踏まえて発生の可能性との関連において想定される異常事象を抽出した上で設計基準事故を選定したことを踏まえ、この2つの事象について重大事故の発生を仮定する機器を特定する。

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

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

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

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

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

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

その際の検討においては、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山の影響等の56の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の24の人為事象（以下「自然現象等」という。）を対象とした。

検討の対象とした事象のうち、MOX燃料加工施設周辺では起こり得ないもの、重大事故を引き起こさないことが明らかなもの及び発生頻度が極めて低いものは除外した。また、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に対しては降下火砕物を除去すること、積雪に対しては除雪を行うこと、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うことにより安全上重要な施設が機能喪失に至ることを防止できること、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）に対しては工程停止、送排風機停止等を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であることからそれぞれ除外した。

この結果、設計基準事故に対処するための設備の設計条件を超える規模の外的事象により重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。地震により機能喪失するとした安全上重要な施設の条件は、基準地震動を上回る地震動を想定する。具体的には、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない静的機器の機能喪失とする。

MOX燃料加工施設で取り扱うウラン・プルトニウム混合酸化物（以下「MOX」という。）の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱う安全上重要な施設とするグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が外部へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつ、これを外部へと放出する駆動力が必要である。このため、動的機器及び基準地震動の1.2倍の地震動を考慮する設計としない静的機器については、電源の有無、機能を維持する又は機能を喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、外部への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定するものとする。

設計基準事故の選定において、内の事象としては、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」における閉じ込め機能の不全を設計基準事故として選定した。

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

短時間の全交流電源喪失に対して、設計基準事故の選定において想定した規模を超える条件として想定される長時間の全交流電源喪失については、動的機器の機能喪失に加え、電源の喪失によって工程が停止するとともに、全送排風機も停止するため、核燃料物質は静置された状態になる。しかしながら、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因として、全交流電源喪失があることから、機能喪失の要因として、長時間の全交流電源喪失についても想定する。

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

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

内的事象及び外的事象の同時発生は、外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え、外的事象と内的事象は関連性が認められない偶発的な事象となることから、考慮する必要はない。

上記の考え方に基づいた重大事故の発生を仮定する機器の特定結果は、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を有する8基のグローブボックスである。外的事象としては8基のグローブボックスの全てでグローブボックス内火災が発生し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生する。内的事象としては8基のグローブボックスのうち単一のグローブボックス内で火災が発生し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が発生する。

また、臨界事故については、重大事故の発生を仮定する際の条件より厳しい条件を仮定しても臨界事故に至ることはないことを確認した。

3. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

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

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

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。また、拡大防止対策及び影響緩和対策（以下「拡大防止対策等」という。）が安全上重要な施設である場合は、発生防止対策である安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能喪失を考慮する。

安全上重要な施設のうち、その機能喪失により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、通常運転時においては従事者への作業安全を考慮し、燃料加工建屋、工程室、グローブボックス等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内にMOX粉末を静置させることで、核燃料物質を安定な状態に導くことができる。

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

- ③ MOX燃料加工施設では、密封形態の核燃料物質として燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器を取り扱う。また、MOX粉末、グリーンペレット及びペレットは作業環境中に核燃料物質が飛散又は漏えいすることのないよう、グローブボックス等内で取り扱う。核燃料物質の形態のうち、MOX粉末は飛散しやすく、気相中へ移行しやすい。このため、MOX粉末はグローブボックスで取り扱うとともに、MOX粉末を取り扱うグローブボックスを燃料加工建屋の地下3階に設置する。
- ④ MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は崩壊熱が小さく、冷却機能等の常時機能を期待する動的機器を必要としない。
- ⑤ MOX燃料加工施設における加工工程は、バッチ処理であり、各処理は独立している。このため、異常が発生したとしても工程停止の措置を講ずれば停止時の状態が維持でき、異常の範囲は当該処理の単位に限定される。

3. 2. 1 外的事象

自然現象等に対して、設計基準においては、想定する規模において安全上重要な施設の安全機能が喪失しない設計としている。

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

したがって、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる自然現象等を選定し、安全機能の喪失により考えられる施設の損傷状態を想定する。

① 検討の母集団

外部からの影響として、国内外の文献から抽出した自然現象等を対象とする。

② 重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因として考慮すべき自然現象等を選定

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」及び「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、「安全審査 整理資料 第9条：外部からの衝撃による損傷の防止」に示すとおり、森林火災及び草原火災並びに火山の影響（降下火砕物による積載荷重）及び積雪に関しては、

消火活動，降下火砕物又は堆積した雪の除去を行うことにより，設計上の安全余裕を超える規模の自然現象を想定したとしても設備が機能喪失に至ることを防止できることから，重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

また，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）については，降下火砕物の堆積による外部電源の喪失及び屋内に設置する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喪失に至ることが想定される。しかし，「安全審査 整理資料 第9条：外部からの衝撃による損傷の防止」に示すとおり，大規模な火山の噴火による降灰予報が発表され，降下火砕物の影響が予見される場合は関連する工程の停止，送排風機の停止等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）により全交流電源喪失が発生したとしても，重大事故に至ることはない。このため，火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）は重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

したがって，地震を重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象として選定する。

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

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

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

組合せを想定する自然現象の規模については、設計上の想定を超える規模の自然現象が独立して同時に複数発生する可能性は想定しにくいことから、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる可能性がある自然現象に対して、設計上想定する規模の自然現象を組み合わせ、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及び一方の自然現象の評価に包絡される組合せを除外し、いずれにも該当しないものを考慮すべき組合せとする。

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

b. 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象として選定された森林火災、草原火災、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）及び積雪に対して、他の重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象との組合せの影響を検討する。検討に当たっては、同時に発生する可能性が極めて低い組合せ、重大事故に至る前に実施する対処に影響しない組合せ及び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 内の事象

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

(2) 重大事故の起因として想定する内の事象

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

① 動的機器の故障

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

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

② 溢水

設計基準事故の選定においては、想定破損による溢水を想定しても、堰等により安全上重要な施設の安全機能が喪失しないように設計していることから、機能喪失の要因とはならないとしている。

上記の想定に対する厳しい条件としては、想定破損による溢水量が増加することが考えられるが、MOX燃料加工施設全体で保有する水量が設計基準事故の選定における想定から変動することはないため、溢水により安全上重要な施設の機能が喪失することはない。

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

③ 内部発生飛散物

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

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

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

④ 内部火災

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

上記の想定に対する厳しい条件としては、火災の規模が拡大することが考えられるが、設備が有する可燃物量が増加することはないため、火災の規模が設計基準事故の選定において想定した規模から拡大することはない。

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

⑤ 配管破断

設計基準事故の選定においては、MOX燃料加工施設の製造工程において、放射性物質を内包する腐食性の液体は取り扱わないこと及び非腐食性の流体（空気、冷却水等）を内包する配管に関しては、腐食の進行が緩やかであり、保守点検により健全性を維持できることから、配管破断は機能喪失の要因とはならないとしている。

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

の貫通き裂や全周破断は想定されない。

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

⑥ 全交流電源喪失

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喪失は機能喪失の要因として想定した。

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

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

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及び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

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、制御部及び駆動部と多くの要素から構成され、復旧に要する時間に不確実性を伴うことから、機能喪失の可能性を考慮する。

⑤ 外力による機能喪失の影響による機能喪失

外部電源の喪失に加えて、非常用所内電源設備が機能喪失することにより、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとする。

⑥ 外力の影響による機能喪失後の施設状況

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計により維持する機能に該当しない静的な機能の喪失により、溢水が発生することに加え、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計により維持する機能に該当しない静的な機能は、継続して長時間の機能喪失を想定する。また、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとすることから、安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能である非常用所内電源設備についても、継続して長時間の機能喪失を想定する。

ただし、MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、MOX粉末を取り扱う安全上重要な施設とするグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置している。MOX粉末が外部へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつこれを外部へ放出する駆動力が必要である。

また、MOX燃料加工施設は、工程停止や送排風機が停止したとしても、核燃料物質が静置された状態となり、外部への放射性物質の放出に至ることはない。このため、外部への放射性物質の放出に繋がる厳しい条件を設定する。

このため、動的機器及び基準地震動の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静的機器については、動力である電源

の有無，機能の維持又は喪失等の設備の状態として想定される条件に対し，外部への放射性物質の放出を考えた場合に機能を喪失した場合よりも厳しい条件が想定されるかを整理した上で設定するものとする。

(2) 内の事象（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にくいことから同時に機能を喪失しない。また，動的機器の多重故障は，静的機器の損傷の要因にはならないことから，静的機器の機能喪失は想定しない。

② 動的機器の多重誤作動

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

動的機能の誤作動として以下の事象を想定する。

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

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

③ 多重誤操作

安全上重要な施設が担う機能に関する運転員の単一の「行為」について、多重誤操作を想定する。その際、確認を複数の運転員で行っていたとしても、誤った操作をすることを想定する。複数の行為において、連続して複数の運転員が誤操作することは考えにくいいため、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) 内の事象（長時間の全交流電源喪失）

外部電源の喪失時に、非常用所内電源設備の非常用発電機が多重故障により起動しないことを想定する。

これにより、全ての交流電源が喪失することから、電源により駆動する動的機器は、全て機能喪失を想定する。当該機器が電源以外で駆動する場合であっても、その駆動源を供給する機器が電源を要する場合には、機能喪失を想定する。

全交流電源喪失と同時に動的機器自体の故障は想定しないことから、非常用発電機の復旧までの間に外部電源が回復又は喪失した電源を代替することにより、動的機器は対処において期待できる。また、全ての静的機能は維持されることから、対処において期待できる。

(4) 重大事故の発生を仮定する際の条件のまとめ

(1), (2)及び(3)より, 重大事故の発生を仮定する際の安全上重要な施設の条件として, 外的事象及び内的事象のそれぞれについて, 機能喪失を想定する対象設備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。

また, 動的機器及び基準地震動の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静的機器については, 電源の有無, 動的機器の機能を維持する又は機能を喪失するなどの設備の状態として想定される条件に対し, 外部への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定する。

【補足説明資料3-21】

② 内的事象 (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, 動的機器については, 電源の有無, 機能を維持する又は機能を喪失するなどの設備の状態として想定される条件に対し, 外部への放射性物質の放出を考えた場合に厳しい条件を整理して設定する。

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

③ 内の事象（長時間の全交流電源喪失）

全交流電源喪失により安全上重要な施設の動的機器が全て機能喪失する。

(5) 外的事象及び内の事象の重ね合わせ

外的事象及び内の事象の重ね合わせについては、以下のとおり考慮する必要はない。

① 外的事象同士の同時発生

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

② 内の事象同士の同時発生

内の事象発生時には速やかに対処を行うことに加え、それぞれの内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。

③ 外的事象及び内的事象の同時発生

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

3. 3 個々の重大事故の発生の仮定

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

(1) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析

① 対象の整理

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。安全上重要な施設は、その機能喪失により、公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性のある機器を選定していることから、安全上重要な施設の安全機能を対象として、安全機能の喪失を考慮し、重大事故に至る可能性を整理する。安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能が喪失したとしても、公衆及び従事者に過度な放射線被ばくを及ぼすおそれはない。

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

② 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定

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

(2) 安全機能喪失状態の特定

重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せが、重大事故の発生を仮定する際の条件において発生するか否かを判定する。

安全機能が喪失しない又は安全機能が組合せで同時に喪失しなければ、事故が発生することはなく、重大事故に至らないと判定できる。

(3) 重大事故の発生を仮定する機器

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

① 事故発生の判定

(2)において、安全機能が喪失する又は安全機能が組合せで喪失する場合であっても、評価によって事故（外部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又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であれば、設計基準として整理する事象に該当する。

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で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で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

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、外部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が停止することにより核燃料物質の搬送が停止し、各設備における核燃料物質量に変動は起こらず、通常運転時においては各設備において核燃料物質の質量は未臨界質量以下であるため、臨界の発生は想定できない。

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る貯蔵施設は、単一ユニット間の距離の維持機能を有しており、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成部材で隔離されている。基準地震動の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、貯蔵設備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。このため、臨界の発生は想定できない。

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

単一ユニットは核燃料物質量を管理していること及び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、核燃料物質がグローブボックス等から漏えいしたとしても核燃料物質が一箇所に集積することはないため、臨界の発生は想定できない。

【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。誤搬入防止機能は、ID番号読取機による搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに運転員による搬入許可といった、複数の機器による確認及び運転員による確認を行っている。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を喪失することは想定しにくい。設計基準事故の選定においては、1回の核燃料物質の誤搬入を想定して、臨界に至らないことを確認している。このため、誤搬入防止機能が機能を喪失し、複数回の核燃料物質の誤搬入を想定しても未臨界質量を超えることはない。このため、臨界の発生は想定できない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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長時間の全交流電源喪失により機能喪失することを想定する。しかし、核燃料物質の搬送も全交流電源喪失により停止するため、核燃料物質が誤搬入されることはない。このため、臨界の発生は想定できない。

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、誤搬入防止機能を構成する複数の機器の機能喪失及び運転員の誤操作により、核燃料物質の1回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しないことを確認している。

重大事故の発生を仮定する際の条件下においても、上記のとおり臨界事故の発生は想定できない。また、関連性が認められない複数の機器が同時に機能を喪失することは想定されない。

しかし、臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成され、直ちに放射性物質が外部に放出されるという特徴を有する事象であり、事故が発生した場合には直ちに対策を講ずる必要がある。このため、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮し、設計基準事故の選定で想定した、誤搬入防止機能の全てが喪失した状態が継続し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員の誤操作が複数回続けて起こるという重ね合わせにより、核燃料物質のグローブボックス内への誤搬入が複数回継続する状況を想定することにより、臨界の

発生の可能性を評価する。

具体的には、核燃料物質が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへ核燃料物質を搬送する容器のうち、1回当たりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が0.95以下となる質量であり、核燃料物質の集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判断する。

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回を超える多重の故障、誤操作の発生による誤搬入に至るまで臨界の発生は想定できない。

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

① エリアモニタによる線量当量率の上昇検知

核燃料物質を取り扱うグローブボックスが設置される室には、ガンマ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタを設置しており、測

定値である線量当量率については連続的に中央監視室において指示及び記録されるため、測定値の変動を確認することができる。また、あらかじめ設定した値を超えた場合には警報を発する設計としている。

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

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

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

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

② 目視による異常な集積の有無の確認

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

MOX燃料加工施設においては、設備の健全性を確認するため、交代勤務者の運転直切り替え時に複数の運転員が設備の状態を目視

により確認することとしており、仮に通常運転時の取扱量を超えて集積が発生している場合には、目視により異常を検知できる。

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

事故による外部への放射性物質の放出に着目し、MOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出される事象を、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失とする。

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

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

【補足説明資料3-25】

【補足説明資料3-26】

製造工程のグローブボックス内で取り扱う核燃料物質の形態としては、MOX粉末、グリーンペレット及びペレットである。グリーンペレット及びペレットの形態の場合、これらは安定な成形体であるため、飛散しにくく、発生した異常事象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。核燃料物質がMOX粉末の形態の場合、発生した異常事象の影響により、外部への放射性物質の放出に至る状態になり得ると考えられる。そのため、MOX粉末を取り扱う、安全上重要な施設とするグローブボックスを対象として、外部への放射性物質の放出に至る事故の発生の可能性を評価する。

グローブボックスはグローブボックス排気設備を介して外部と接続された構造である。このため、グローブボックスが損傷しなくとも、グローブボックス内において何らかの異常事象が発生した場合に、その異常事象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。MOX粉末は、通常運転時において、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、混合機からの取り出し及びグリーンペレット成形といったプロセスにおいて取り扱う。このため、粉末を収納した粉末容器を取り扱い中に落下することによりグローブボックス内にMOX粉末が浮遊し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することで、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、核燃料物質等を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。

MOX粉末の閉じ込め機能を担うものとしては、グローブボックスがあることから、グローブボックス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、グローブボックスを設置する室においては、重量物を取り扱うクレーン類がないため、グローブボックス外で重量物が落下してグローブボックスが損傷することはない。一方、グローブボックス内においては、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、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、グローブボックスが破損し、MOX粉末が漏えいするという事象が考えられる。

また、MOX粉末が影響を受ける異常事象として、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燃料加工施設では、製造工程において多量の有機溶媒等は取り扱わないこと、製造工程において過渡変化がなく取り扱う核燃料物質自体も安定な状態であること及び取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さいことから、MOX燃料加工施設において駆動力を有する事象の発生は想定しにくい。しかし、潤滑油や水素ガスといった火災又は爆発の要因となり得るものを有する設備があることから、MOX燃料加工施設において発生する可能性がある駆動力を有する事象としては、火災と爆発が考えられる。しかしながら、MOX燃料加工施設において想定される爆発の要因として、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%以下であること及び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し得ないことから、爆発が発生することは想定できない。また、水素・アルゴン混合ガスを使用してペレットの焼結を行う焼結炉等に仮に空気が混入して焼結炉等内で水素濃度が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、外部への放射性物質の放出量の上昇には至らない。このため、外部への放射性物質の放出に至るような規模の爆発が発生することはない。なお、「安全審査 整理資料 第5条：火災等による損傷の防止」の補足説明資料1-5 添付資料1 別紙2 に示すとおり、グローブボックス消火装置の消火ノズルは消火ガスを拡散する構造であることから、グローブボックス消火装置が仮に誤作動したとしても、MOX粉末が飛散することはない。また、グローブボックス排風機の

運転が継続していることから、グローブボックス消火装置が仮に誤作動したとしても、グローブボックス内の圧力が上昇することはない。

以上を踏まえ、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象は、設計基準事故を選定する際の考え方と同様に、「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）」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繋がる可能性を評価する。

核燃料物質等を閉じ込める機能に係る安全上重要な施設の機能は、「グローブボックスの破損」及び「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）」に係る機能に分類できる。また、安全上重要な施設以外の安全機能を有する設備の有する機能のうち、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」に係る機能として容器の落下防止機能及び転倒防止機能がある。核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る3事象それぞれについて、外的事象又は内的事象により、これらの安全機能が損なわれる可能性について整理する。また、共通要因により、これら3事象が同時に発生した場合において、外部への放射性物質の放出の可能性についても評価する。

設計基準事故の選定では、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有するグローブボックスである8基のグローブボックス（以下「火災源を有するグローブボックス」という。）を設計基準事故の発生を想定するグローブボックスとして特定し、これらのグローブボックスにおいてMOX粉末が発生した火災による駆動力により、外部への放射性物質の放出に至る事象を設計基準事故として選定した。

これら火災源を有するグローブボックスは、グローブボックスの支持架台及び内装機器を基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とするグローブボックスである。このため、火災源を有するグローブボックスについては、地震を要因とした場合には、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」は想定されず、「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）」のみが対象となる。一方、露出した状態でMOX粉末を取り扱うグローブボックスのうち、火災源となる潤滑油が無いグローブボックス（以下「火災源が無いグローブボックス」という。）については、「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）」は想定されない。また、火災源が無いグローブボックスについては、耐震重要度分類がSクラスではあるが、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としないグローブボックスであることから、地震を要因とした場合には、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」が対象となる。

(1) グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

火災源が無いグローブボックス内でMOX粉末を収納した容器が落下又は転倒することにより、グローブボックス内にMOX粉末が飛散することでグローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇し、平常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、地震並びにグローブボックス内で容器を取り扱う機器の故障及び誤作動を想定する。

① 地震の場合

火災源が無いグローブボックス内に設置する動的機器が、容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、MOX粉末を収納した容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが想定される。

グローブボックス排風機が運転している場合には、グローブボックス排気設備を経由して放射性物質は外部に放出されるが、この放出経路は通常運転時と同じである。また、平常時の放射性物質の年間放出量は、MOX粉末の気相中への移行率としてウラン粉末を1 mの高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出していること及びこの移行率は火災による気相中への移行率と比べて2桁程度小さいことを踏まえると、グローブボックス内で容器の落下又は転倒によりMOX粉末が飛散したとしても、公衆への影響は平常時と同程度である。

【補足説明資料3-27】

グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

地震により「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「グローブボックスの破損」が同時に発生した場合については、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏えいすることが想定されるが、地震時には工程室排風機が機能喪失により停止する又はグローブボックス排風機が地震により停止することにより工程室排風機もインターロックにより停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出に至らない。

地震による「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」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、火災源が無いグローブボックスには火災源となる潤滑油がないことから、同時発生は想定されない。

② 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内で容器を取り扱う機器は安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である。このため、これらの機器が多重故障により、容器の落下防止機能又は転倒防止機能が喪失し、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想定される。

グローブボックス排風機が運転している状態では、グローブボックス排気設備を経由して放射性物質が外部に放出されるが、この放出経路は通常運転時と同じである。また、平常時の公衆への影響評価においては、粉末が落下した際の気相中への移行率を用いていることから、この事象による公衆への影響は平常時と同程度である。

また、電源の喪失又は故障によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

③ 長時間の全交流電源喪失の場合

安全上重要な施設とするグローブボックス内で容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設は、電源を喪失しても取扱中の容器を安全に保持することから、グローブボックス内の容器の落下又は転倒によりMOX粉末が飛散することはないため、事故の発生は想定されない。

以上より、グローブボックス内でのMOX粉末の飛散は、重大事故として特定されない。

(2) グローブボックスの破損

安全上重要な施設とするグローブボックスが破損することにより、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいし、平常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。外力としては外的事象である地震による地震動及び重量物の落下が考えられるが、グローブボックスの直近には重量物を取り扱うクレーン等の機器はないことから、グローブボックス外の重量物落下によりグローブボックスが破損することは想定されない。このため、想定する外力としては、地震による地震動及びグローブボックス内で取り扱う重量物である容器の落下又は転倒を考慮し、グローブボックスの破損の可能性を評価する。

① 地震の場合

地震により、火災源が無いグローブボックス内の機器で、重量物である容器の落下防止機能又は転倒防止機能が喪失することが考えられる。しかし、グローブボックス缶体はステンレス鋼製であるため、容器が落下又は転倒してもグローブボックス缶体は破損しない設計である。また、落下又は転倒した容器が内装機器の架台等による干渉や容器を取り扱う機器とパネルの間の距離の確保により、グローブボックスのパネルに直接衝突することがないことから、容器の落下又は転倒によりグローブボックスが破損することはない。

また、火災源が無いグローブボックスは、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ことから、地震により損傷等する可能性がある。しかし、火災源が無いグローブボックスは、耐震重要度分類がSクラスのグローブボックスであることから、グローブボックスの倒壊及びグローブボックスのパネルの脱落はなく大規模に破損することは想定しにくい。しかし、グローブボックスの損傷等によりグローブボックスのパネルの内側に付着したMOX粉末等の一

部が、当該グローブボックスから工程室に漏えいする可能性がある。

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

【補足説明資料3-27】

【補足説明資料3-31】

また、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には、インターロックにより工程室排風機が停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放射性物質の放出に至る駆動力がないことから、公衆への影響は平常時と同程度であり、外部への放射性物質の放出には至らない。

地震により「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「グローブボックスの破損」が同時に発生した場合については、(1) ①に

記載の通り、想定はされるものの外部への放射性物質の放出に至らない。

地震による「グローブボックスの破損」及び「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、火災源が無いグローブボックスには火災源となる潤滑油がないことから、同時発生は想定されない。

以上のことから、外的事象（地震）を要因としたグローブボックスの破損は、重大事故として特定しない。

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及びグローブボックスの損傷を防止するための動的機器として安全上重要な施設はないことを踏まえ、グローブボックス内で重量物である容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である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て容器が落下又は転倒することが考えられる。しかし、グローブボックス缶体はステンレス鋼製であるため、容器が落下又は転倒してもグローブボックス缶体は破損しない。また、落下又は転倒した容器が内装機器の架台等による干渉や容器を取り扱う機器とパネルの間の距離の確保により、グローブボックスのパネルに直接衝突することがないことから、容器の落下又は転倒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。

以上のことから、内的事象（動的機器の多重故障）を要因としたグローブボックスの破損は、重大事故として特定しない。

③ 長時間の全交流電源喪失の場合

安全上重要な施設とするグローブボックス内で重量物である容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設は、電源を喪失しても取扱中の容器を安全に保持することから、グローブボックス内の容器の落下又は転倒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。

以上のことから、内的事象（長時間の全交流電源喪失）を要因としたグローブボックスの破損は、重大事故として特定しない。

以上より、グローブボックスの破損は、重大事故として特定されない。

(3) 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）

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MOX粉末が外部へ放出されることにより、平常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。取り扱う核燃料物質の形態が粉末の場合は、火災の上昇気流の影響を受けることにより、気相中に移行するとともに、雰囲気温度が上昇し、MOX粉末を含む気体が体積膨張し、これを駆動力として外部への放射性物質の放出に至るおそれがある。

また、粉末であっても、蓋付きの容器に収納された状態又は機器内に収納された状態であれば、内部の粉末が火災による上昇気流の影響を受けることは想定しにくい。そのため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する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とから、グローブボックス内に火災源が無ければ、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに該当しない。また、想定される火災の規模が小さい火災源を有するグローブボックスについても、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。

安全上重要な施設のグローブボックス内に存在する火災源としては、ケーブル、計器類、グローブボックス内の機器が有する潤滑油、清掃、メンテナンス等で使用するアルコール及びウエス並びに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。

ケーブル及び計器類については、火災が発生しても火災の規模は小さく、MOX粉末に対して外部へ放出される状態に至る駆動力を与えることはないため、火災源として想定しない。

グローブボックス内の機器が有する潤滑油については、引火点が200℃以上と高いため着火しにくいですが、火災発生時の火災規模は大きく、火災が発生した場合はMOX粉末に対して外部へ放出される

状態に至る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及びウエスについては、使用時以外は不燃性容器に収納すること及び使用時は運転員がグローブボックス作業をしている状態であることから、火災源として想定しない。

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

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

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

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

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

の系統が破断した状態でグローブボックス排風機が運転を継続することにより、工程室内の空気がグローブボックス内に流入することが想定される。

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

また、グローブボックス内が窒素雰囲気から空気へ置換されること、潤滑油の温度が上昇されること及び着火源となるスパークの発生のためには、電源が必要となる。さらに、グローブボックス内の窒素雰囲気から空気へ置換されるためにはグローブボックス排風機が運転していることが条件であることから、火災が発生するためには約10分の時間が必要である。

したがって、これらの偶発的な事象の同時発生は想定しにくい。しかしながら、外的事象及び内的事象発生時に、技術的な想定を超えて、露出したMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおける火災の発生を仮定する。この火災については、「(1)グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」や「(2)グローブボックスの破損」の事象との違いとして、火災は駆動力となる事象であることから、グローブボックス排風機が停止した場合であっても、火災の影響により、外部への放出経路が遮断されない限り、外部へ放射性物質の放出の可能性は否定できないという違いがある。

以上より、重大事故の発生を仮定するグローブボックスとして、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、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。

- ・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）

なお、いずれのグローブボックスにおいても、通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。

① 地震の場合

火災源を有するグローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックス内には着火源がないこと等の発生防止対策を講じている。このため、火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があり、そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要があるが、これらの事象は偶発的な事象であり、地震を共通要因として同時に発生することは想定できない。また、火災源を有するグローブボックスの内装機器は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることから、火災の発生防止機能を有

する動的機器が機能を喪失したとしても、火災が発生することは想定できない。

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

【補足説明資料3-28】

さらに、発生した火災の継続という観点で、設計基準事故に対処するための設備である火災の感知・消火機能を有する設備が地震により機能喪失することにより、発生した火災が継続することを仮定する。

グローブボックス排風機が運転している場合には、外部への放射性物質の放出の駆動力となり、MOX粉末の外部への放出はグローブボックス排気設備が主たる放出経路となり、設計基準事故の想定を超えて放射性物質が外部に放出される。

一方で、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内の負圧が維持できなくなることから、火災により気相中に移行したMOX粉末の一部が工程室に漏れいする可能性がある。このため、火災による温度上昇に伴い、グローブボックス内及び工程室内の雰囲気の体積膨張を駆動力として、外部への放射性物質の放出に

至る可能性がある。外部への放射性物質の放出経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックスからグローブボックス給気系を經由して工程室に漏えいし工程室排気設備を經由する経路及びグローブボックスのパネルの隙間等から工程室排気設備を經由する経路が考えられる。

また、火災が発生する要因である、ケーブル等のスパークによる潤滑油への着火の発生時において、そのスパークによって全交流電源喪失が発生することも想定される。

以上より、地震の発生に伴い火災が発生するとともに、「火災の感知・消火機能」が喪失することにより発生した火災が継続し、外部へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

② 動的機器の多重故障の場合

火災源を有するグローブボックスにおいて潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があり、そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要があるが、これらの事象は偶発的な事象であり、動的機器の多重故障を想定しても、火災が発生することは想定できない。しかし、火災は外部に放射性物質を放出する状態に至る駆動力となる事象であることを踏まえ、技術的な想定を超えた状態として事象の重ね合わせを考慮し、火災が発生する状態を仮定する。

さらに、火災が発生した状態に加え、設計基準事故に対処するための設備が有する「火災の感知・消火機能」が多重故障により機能

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、外部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。

グローブボックス排風機が運転している場合には、外部への放射性物質の放出の駆動力となるため、MOX粉末の外部への放出はグローブボックス排気設備が主たる経路となり、設計基準事故の想定を超えて放射性物質が外部に放出される。

グローブボックス排風機が停止している場合においては、グローブボックスの負圧が維持できなくなることから、火災により気相中に移行したMOX粉末の一部が工程室に漏えいする可能性がある。このため、火災による温度上昇に伴い、グローブボックス内及び工程室内の雰囲気気体膨張を駆動力として、放射性物質が外部に放出される可能性がある。外部への放射性物質の放出経路としては、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考えられる。

また、火災が発生する要因である、ケーブル等のスパークによる潤滑油への着火の発生時において、そのスパークによって全交流電源喪失が発生することも想定される。

動的機器の多重故障を共通要因として複数のグローブボックスで火災が発生することは想定しにくい。このため、動的機器の多重故障においては、火災源を有するグローブボックスである8基のグローブボックスのうち、いずれか1基のグローブボックスにおいて重大事故が発生することを仮定する。

以上のことから、外部に放射性物質を放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失を重大事故として特定する。

③ 長時間の全交流電源喪失の場合

火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要がある。そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要がある。しかし、全交流電源喪失が発生した場合、これら燃焼の3要素に必要な電源も喪失することから、火災は発生しないため、事故の発生は想定されない。

また、全交流電源喪失時にはグローブボックス排風機が停止し、外部への放射性物質の放出に至る駆動力がなくなるとともに、グローブボックス内の窒素雰囲気が一定期間維持されることから、火災が発生することはない。

(4) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る異常事象の重畳について

(1)から(3)の整理結果より、火災源が無いグローブボックスにおいては、地震を要因とした場合に「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」の発生が想定される。

また、火災源を有するグローブボックスにおいては、動的機器の多重故障を要因とした場合に「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)」の発生が想定される。

これらの事象が重畳する可能性及び重畳した場合の影響について以下に示す。

① 地震を要因とした「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」の重畳の場合

地震により、火災源が無いグローブボックスが損傷等するとともに、当該グローブボックスの内装機器が有する容器の落下防止機能又は転倒防止機能の喪失により、MOX粉末を収納した容器が落下又は転倒し、グローブボックス内にMOX粉末が飛散することで、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」が同時に発生することが想定される。このため、容器の落下又は転倒によりグローブボックス内で飛散したMOX粉末が、地震により損傷等したグローブボックスから工程室に漏えいする可能性がある。

ただし、グローブボックス排風機が運転している場合には、MOX粉末の外部への放出はグローブボックス排気設備が主たる経路となるため、公衆への影響は平常時と同程度である。また、グローブボック

ス排風機が運転しているため、グローブボックスから工程室へ漏えいするMOX粉末の量は、平常時における公衆の線量評価に寄与するほど有意なものではなく、極めて少ない。

また、グローブボックス排風機が地震により停止している場合には、グローブボックス内の負圧が維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止する。このため、グローブボックスから工程室にMOX粉末を移行させる駆動力はないことから、工程室に漏えいしたMOX粉末量は極めて少ない。

工程室に漏えいしたMOX粉末を外部へ放出する駆動力として、工程室排風機による排気及び工程室における火災が考えられる。

工程室排風機による排気は、地震によりグローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止することから、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至らない。

工程室における火災については、工程室の火災源として、440V以上の電圧を扱う電気盤又は20kW以上の容量を持つ電気盤とグローブボックス外に設置する潤滑油を内包する機器がある。盤については金属管体で覆われているため、盤の火災が工程室に漏えいしたMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはない。また、潤滑油については、潤滑油の温度が上昇した状態において、潤滑油を収納した機器に亀裂が発生することにより、温度が上昇した潤滑油が漏えいした状態で、ケーブル等によるスパークが発生し、潤滑油に着火するということが

想定されるが、偶発的事象の重ね合わせであり、火災の発生は想定されない。また、漏えいが想定される箇所に吸着材を設置するとともに金属筐体で覆うことで、金属筐体外での火災の発生はなく、仮に金属筐体内で火災が発生したとしても、工程室に漏えいしたMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはない。また、盤及び潤滑油については金属筐体で覆われていることから、仮に火災が発生したとしても酸素の供給が制限されるため、火災の規模は大きくならず窒息消火するものと考えられることから、外部に放射性物質を放出するほどの駆動力にはならないと想定される。

以上より、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は、火災源が無いグローブボックスにおいて、地震により「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「グローブボックスの破損」が同時に発生することが想定されるが、工程室へのMOX粉末の漏えい量は極めて少ないこと及び工程室に漏えいしたMOX粉末が工程室排気設備を経由して外部に放出されるほどの駆動力もないことから、外部への多量の放射性物質の放出に至ることはなく、公衆への影響は平常時と同程度であるといえる。

【補足説明資料3-27】

- ② 動的機器の多重故障を要因とした「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)」の重畳の場合

火災源を有するグローブボックスにおいて、「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）」の重畳については、それぞれの事象の起因となる機能喪失に至る機器が異なること及び動的機器の多重故障によりそれらの機器の全てが機能を喪失することは想定されない。このため、動的機器の多重故障を要因とした「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）」の重畳は想定されない。

以上のことから、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重畳については、重大事故として特定しない。

3. 4. 3 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

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

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

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

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

を仮定して対処を検討する。

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

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

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

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある自然現象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
14	波浪・高波	×	×	×	○	波浪・高波によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
15	高潮位	×	×	×	○	高潮位によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
16	低潮位	×	×	×	○	低潮位によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
17	海流異変	×	×	×	○	海流異変によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×
18	風(台風)	×	○	×	×	「竜巻」の影響評価に包含される。	×
19	竜巻	×	○	×	×	機能喪失の誘因となる規模(>100m/s)の発生は想定されない。なお、降水との同時発生を考慮しても、竜巻による風圧力及び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

×

×

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、重大事故の誘因になることは考えられない。	×
34	高水温	×	×	×	○	河川の温度変化によるMOX燃料加工施設への影響はない。	×
35	低水温	×	×	×	○	同上。	×
36	干ばつ	×	×	×	○	干ばつによるMOX燃料加工施設への影響は考えられない。	×
37	霜	×	×	×	○	霜によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
38	霧	×	×	×	○	霧によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
39	火山の影響	×	×	×	×	—	○
40	熱湯	×	×	○	×	敷地周辺に熱湯の発生源はない。	×
41	積雪	×	×	×	×	—	○
42	雪崩	×	×	○	×	周辺の地形から雪崩は発生しない。	×
43	生物学的事象	×	○	×	×	敷地内に農作物はなく、昆虫類が大量に発生することは考えられない。	×
44	動物	×	×	×	○	「生物学的事象」の影響評価に包含される。	×
45	塩害	×	○	×	×	屋外の受電開閉設備の碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計としており、塩害による影響は機能喪失の要因とはならない。	×

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある自然現象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

No.	事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
46	隕石	○	×	×	×	隕石の衝突は、極低頻度な自然現象である。	×
47	陥没	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、陥没によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
48	土壌の収縮・膨張	×	×	×	○	岩盤に支持されているため、土壌の収縮・膨張によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	×
49	海岸浸食	×	×	×	○	MOX燃料加工施設は海岸から約5kmに位置することから、考慮すべき海岸浸食の発生は考えられない。	×
50	地下水による浸食	×	×	○	×	敷地の地下水の調査結果から、MOX燃料加工施設に影響を与える地下水による浸食は起こり得ない。	×
51	カルスト	×	×	○	×	敷地周辺はカルスト地形ではない。	×
52	海氷による川の閉塞	×	×	×	○	二又川の海氷による閉塞は、重大事故の要因となることは考えられない。	×
53	湖若しくは川の水位降下	×	×	×	○	湖若しくは川の水位降下によるMOX燃料加工施設への影響は考えられない。	×
54	河川の流路変更	×	×	○	×	敷地近傍の二又川は谷を流れており、河川の流路変更は考えられない。	×
55	毒性ガス	×	×	○	×	敷地周辺には毒性ガスの発生源はない。	×
56	太陽フレア・磁気嵐	×	×	×	○	太陽フレア・磁気嵐による磁気変動が電力系統に影響を及ぼす可能性が極めて小さいが、仮に影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られること及び建屋内に収納している安全上重要な施設は地磁気誘導電流の影響を受けないことから、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因になることは考えられない。	×

○：基準に該当する自然現象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある自然現象

×：基準に該当しない自然現象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない自然現象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：自然現象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

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

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある人為事象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

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

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある人為事象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

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

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

○：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がある人為事象

×：重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性がない人為事象

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

基準1-2：人為事象そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模に至らない。

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

基準2：発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかである。

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

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

※1 : 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象

※2 : 他の自然現象

<凡例>

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

第4表 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

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

※1： 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象

※2： 他の自然現象

<凡例>

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

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物			起因事象による 機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定 結果
					核燃料物質の 取り扱い		可燃物の 有無 (潤滑油)	地震*1	多重故障	全交流電源 喪失		
					有無	形態						
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。	× 1
		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。	× 1
	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。	× 1

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
— : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準事故の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

第5表 重大事故の選定結果（2/24）
 【安全に係る距離の維持機能（単一ユニット相互間の距離維持）】（1/2）

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震*1	多重故障	全交流電源 喪失			
												有無
安全に係る距離の維持機能 (単一ユニット相互間の距離維持)	貯蔵容器一時保管設備	一時保管ピット	静的	貯蔵容器一時保管室	○	MOX 粉末	×	○	—	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	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	粉末調整第1室	○	MOX 粉末	×	○	—	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	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、点検第1、2室	○	MOX 粉末	×	○	—	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	ペレット一時保管設備	ペレット一時保管棚	静的	ペレット一時保管室	○	ペレット	×	○	—	—	地震により安全に係る距離の維持機能が喪失しても、貯蔵施設の構成部材により核燃料物質が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△

○：あり
 ×：なし
 ○：機能喪失あり
 —：機能喪失なし

○：重大事故の発生を仮定する事象
 △：評価によって事故に至らない事象
 ×1：設計基準対象の施設で収束可能
 ×2：公衆への影響が平常時と同程度
 —：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。

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	全交流 電源喪失			
												有無
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)	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が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	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が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	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が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△
	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が隔離されているため、核燃料物質が一箇所に集積することはないことから重大事故に進展しない。	△

○：あり
 ×：なし
 ○：機能喪失あり
 —：機能喪失なし

○：重大事故の発生を仮定する事象
 △：評価によって事故に至らない事象
 ×1：設計基準対象の施設で収束可能
 ×2：公衆への影響が平常時と同程度
 —：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。

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	全交流 電源喪失			
												有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	原料MOX粉末缶取出設備	原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	静的	原料受払室 粉末調整第1室	○	MOX粉末	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	○	○*	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
—：機能喪失なし

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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			全交流 電源喪失
					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	×	○	—**2**3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—**2**3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、ウラン粉末が工程室に漏えいするが、ウラン粉末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	○	○*	—**2**3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
—：機能喪失なし

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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			全交流電源喪失
					有無	形態						
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	○	○*	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—
		添加剤混合装置(A/B)グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX粉末	○	○*	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—
	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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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	全交流電源喪失			
												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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	○	○*	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—
		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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障	全交流電源 喪失			
												有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	スクラップ処理設備	再生スクラップ受払装置グローブボックス	静的	スクラップ処理室	○	MOX粉末、ペレット	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	粉末調整第4室 スクラップ処理室	○	MOX粉末	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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1室	○	MOX粉末	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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			全交流電源喪失
					有無	形態						
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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	○	○*	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。 *支持構造物は基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計である。	—
		空焼結ボート取扱装置グローブボックス	静的	ペレット加工第1室	○	ペレット	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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
×：なし —：機能喪失なし

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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：グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3：グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障	全交流電源喪失			
												有無
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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、重大事故に進展しない。	—

○ : あり ○ : 機能喪失あり
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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 : グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障	全交流電源喪失			
												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6室 ペレット加工第1～4室 ペレット一時保管室 分析第3室	○	ペレット	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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 点検第3, 4室	○	ペレット	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、重大事故に進展しない。	—
		回収粉末容器搬送装置グローブボックス	静的	点検第3室 粉末調整第6室	○	MOX粉末	×	○	—※2 ※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	静的	粉末調整第1室	○	MOX粉末	×	○	—※2 ※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	粉末一時保管装置グローブボックス	静的	粉末一時保管室 点検第1, 2室	○	MOX粉末	×	○	—※2 ※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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、重大事故に進展しない。	—

○ : あり ○ : 機能喪失あり
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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 : グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3 : グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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	全交流電源喪失			
												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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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 : グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3 : グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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	全交流電源喪失			
												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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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	×	○	—※2※3	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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の機能が喪失したとしても、取り扱う核燃料物質がペレット形態であるため、グローブボックスから工程室に漏えいせず、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	—	○	MOX粉末	×	○	—	—	地震によりプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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の機能が喪失した場合、MOX粉末が工程室に漏えいするが、MOX粉末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
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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 : グローブボックス内の機器が有する落下防止機能、転倒防止機能が喪失して重量物が落下、転倒したとしても、グローブボックスが破損することはない。

※3 : グローブボックス内の機器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、外部への放射性物質の放出量は平常時と同程度である。

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			全交流電源喪失
					有無	形態						
排気経路の維持機能	グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機までの範囲	静的	燃料加工建屋内	○	—	×	○*	—	—	地震により排気経路の維持機能が喪失したとしても、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。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—
	窒素循環設備	安全上重要な施設のグローブボックスに接続する窒素循環ダクト	静的	燃料加工建屋内	○	—	×	○*	—	—	地震により排気経路の維持機能が喪失したとしても、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。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—
		窒素循環ファン	静的	冷却機械室	○	—	×	—	—	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—
		窒素循環冷却機	静的	冷却機械室	○	—	×	—	—	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—

○ : あり ○ : 機能喪失あり
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起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			全交流電源喪失
					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	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・浄化機能が喪失するが、地震により工程及び全送排風機が停止し、核燃料物質は安定な状態となるため重大事故に進展しない。 *重大事故の発生を仮定するグローブボックスの排気に係る範囲については、全ての起回事象に対して機能喪失しない。	—
		グローブボックス排気フィルタユニット	静的	排気フィルタ第1室	○	—	×	—	—	—	全ての起回事象に対して機能喪失しない。	—

○ : あり ○ : 機能喪失あり
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

第5表 重大事故の選定結果 (16/24)
【排気機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		地震 ^{※1}	多重故障	全交流電源喪失			
					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	○	—	×	○	○	○	地震、多重故障又は全交流電源喪失に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

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

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		可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障	全交流電源喪失		
					有無	形態						
MOXの捕集・浄化機能 事故時の排気経路の維持機能及び事故時の	—	・以下の部屋で構成する区域の境界の構築物 原料受払室, 原料受払室前室, 粉末調整第1室, 粉末調整第2室, 粉末調整第3室, 粉末調整第4室, 粉末調整第5室, 粉末調整第6室, 粉末調整第7室, 粉末調整室前室, 粉末一時保管室, 点検第1室, 点検第2室, ペレット加工第1室, ペレット加工第2室, ペレット加工第3室, ペレット加工第4室, ペレット加工室前室, ペレット一時保管室, ペレット・スクラップ貯蔵室, 点検第3室, 点検第4室, 現場監視第1室, 現場監視第2室, スクラップ処理室, スクラップ処理室前室, 分析第3室	静的	各工程室	×	—	×	—	—	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—
	工程室排気設備	安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室から工程室排気フィルタユニットまでの範囲	静的	燃料加工建屋内	×	—	×	○*	—	—	地震により機能を喪失しても, 核燃料物質を取り扱わないため重大事故に進展しない。 *地下3階の工程室からMOX粉末の漏えいを防止するための範囲は, 全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—
	—	工程室排気フィルタユニット	静的	排気フィルタ第1室	×	—	×	—	—	—	全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
— : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無			重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い		可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障			全交流電源喪失
					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、多重故障又は全交流電源喪失により非常用電源の供給機能が喪失した場合、工程停止等の措置を講ずることから、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

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

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

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

○ : あり ○ : 機能喪失あり
× : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
× 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
× 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

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	全交流電源喪失			
					有無	形態						可燃物の有無 (潤滑油)
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。	—
		排ガス処理装置	静的	ペレット加工第2室	×	—	×	○	—	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	—
	小規模試験設備	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	静的	分析第3室	×	—	×	○	—	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	—
		小規模焼結炉排ガス処理装置	静的	分析第3室	×	—	×	○	—	—	地震により焼結炉の閉じ込めに関連する経路の維持機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	—

○ : あり ○ : 機能喪失あり
 × : なし — : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
 △ : 評価によって事故に至らない事象
 × 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
 × 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
 — : 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。

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	全交流電源喪失			
												有無
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、多重故障又は全交流電源喪失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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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。

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			全交流電源喪失
					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、多重故障又は全交流電源喪失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、多重故障又は全交流電源喪失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

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
 △ : 評価によって事故に至らない事象
 × 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
 × 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
 — : 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。

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			全交流電源喪失
					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, 多重故障又は全交流電源喪失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

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
 △ : 評価によって事故に至らない事象
 × 1 : 設計基準対象の施設で収束可能
 × 2 : 公衆への影響が平常時と同程度
 — : 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	全交流電源喪失		
					有無	形態						
火災の感知・消火機能	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	動的	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。 全交流電源喪失の場合、火災に必要な燃焼の3要素が揃わないため、火災が発生しない。	○
		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	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。 全交流電源喪失の場合、火災に必要な燃焼の3要素が揃わないため、火災が発生しない。	○
		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	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。 全交流電源喪失の場合、火災に必要な燃焼の3要素が揃わないため、火災が発生しない。	○
		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	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。 全交流電源喪失の場合、火災に必要な燃焼の3要素が揃わないため、火災が発生しない。	○
浄化機能 MOXの捕集・	排気設備 グローブボックス	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	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れいするが、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。 *重大事故の発生を仮定するグローブボックスの給気に係る範囲については、全ての起因事象に対して機能喪失しない。	—

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
— : 機能喪失なし

○ : 重大事故の発生を仮定する事象
△ : 評価によって事故に至らない事象
×1 : 設計基準対象の施設で取束可能
×2 : 公衆への影響が平常時と同程度
— : 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。

第6表 重大事故の選定結果（安全機能喪失の組合せ）（1／3）

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	多重故障			全交流電源喪失
臨 界 事 故	搬送する核燃料物質の制御機能	核的制限値（寸法）の維持機能	/	○	—	—	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。	× 1
	単一ユニット間の距離の維持機能	/	/	○	—	—	地震により安全機能1が喪失した場合、仮に機器が変形し、核燃料物質間の距離が制限された条件から逸脱した場合においても、核燃料物質は構造材で隔離されていることから、核燃料物質同士が近接することはない、臨界事故に至らない。	△
	核燃料物質の誤搬入防止機能	/	/	○	○	○	地震又は全交流電源喪失により安全機能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。 多重故障を想定しても、安全機能1を構成する機器の全てが喪失することはない、核燃料物質の誤搬入には至らない。また、技術的想定を超えて、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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
× 1：設計基準対象の施設で収束可能
× 2：公衆への影響が平常時と同程度
—：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。

第6表 重大事故の選定結果（安全機能喪失の組合せ）（2／3）

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}	多重故障			全交流電源喪失
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、MOX粉末がグローブボックスから工程室に漏えいする可能性がある。ただし、MOX粉末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外部への放射性物質の放出には至らず、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、MOX粉末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、MOX粉末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外部への放射性物質の放出には至らず、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、MOX粉末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、MOX粉末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外部への放射性物質の放出には至らず、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外部へ放出される可能性がある。しかし、地震が発生した際には工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の発生時には送排風機を停止することから、外部への放射性物質の放出には至らず、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	/	○	—	—	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外部への放射性物質の放出には至らず、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外部への放射性物質の放出には至らず、重大事故への進展の可能性はない。	—

○：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

○：重大事故の発生を仮定する事象
 △：評価によって事故に至らない事象
 ×1：設計基準対象の施設で収束可能
 ×2：公衆への影響が平常時と同程度
 —：重大事故事象選定対象外

第6表 重大事故の選定結果（安全機能喪失の組合せ）（3／3）

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	多重故障			全交流電源喪失
核燃料物質を閉じ込める機能の喪失	容器の落下防止機能	/	/	○	○	—	地震又は多重故障により安全機能1が喪失した場合、グローブボックス内で容器が落下するが、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、グローブボックスは破損しないため、重大事故への進展の可能性はない。	—
	容器の落下防止機能又は転倒防止機能	/	/	○	○	—	地震又は多重故障により安全機能1が喪失した場合、グローブボックス内で容器が落下又は転倒し、グローブボックス内でMOX粉末が飛散するが、外部への放射性物質の放出量は平常時と同等であるため、重大事故への進展の可能性はない。	×2
	火災の発生防止の機能	火災の感知・消火機能	/	○	○	—	地震により安全機能1及び2が喪失しても火災は発生は想定されないが、技術的な想定を超えて火災の発生を想定した場合、場合、火災が消火されず継続することにより、グローブボックスが有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、外部への放射性物質の放出に至る可能性がある。 多重故障により、安全機能2が喪失したとしても、安全機能1は喪失しないため、重大事故に進展しない。しかし、技術的な想定を超えて、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、外部への放射性物質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

○：重大事故の発生を仮定する事象
△：評価によって事故に至らない事象
×1：設計基準対象の施設で収束可能
×2：公衆への影響が平常時と同程度
—：重大事故事象選定対象外

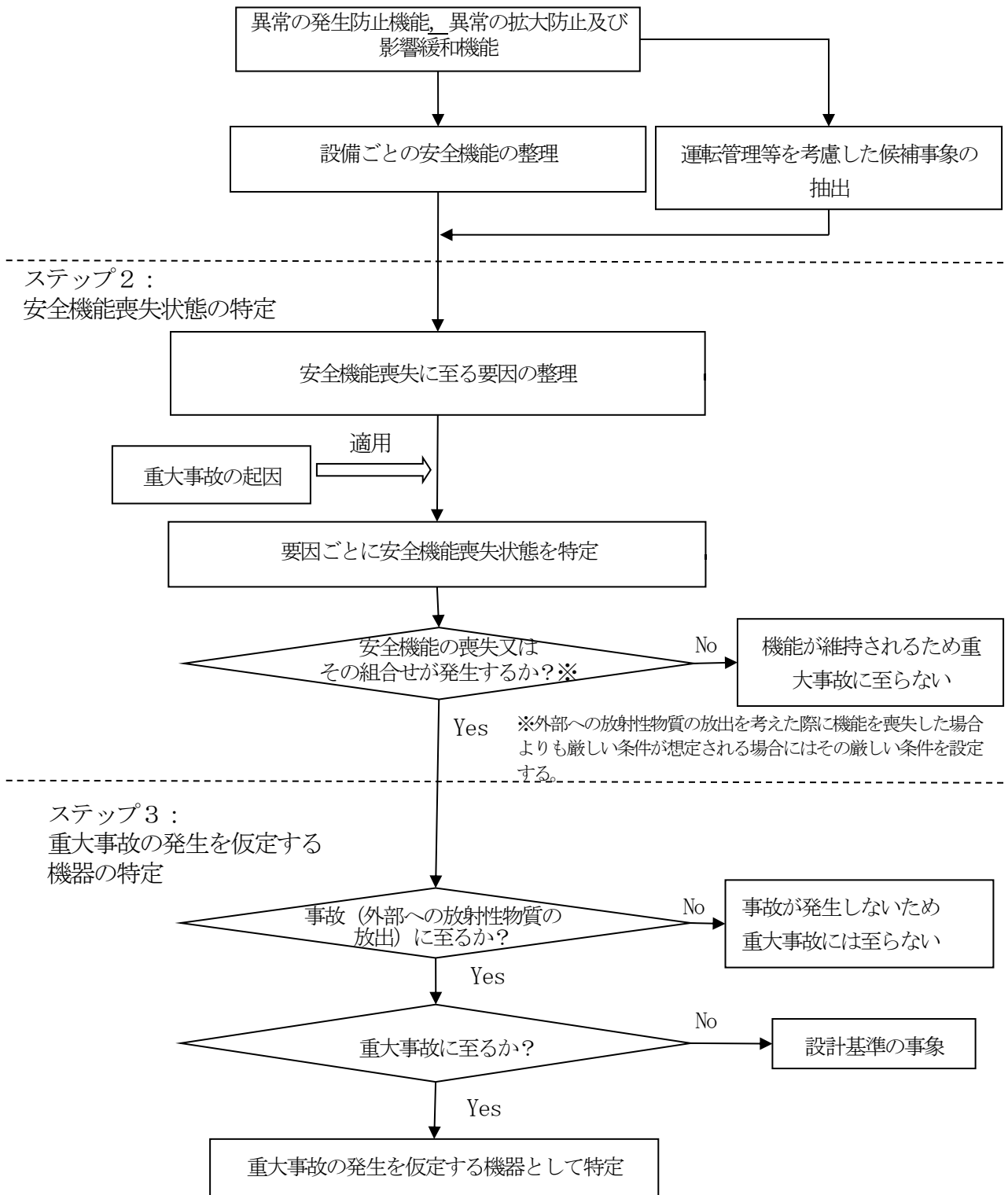
※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持することのできる設計の設備・機器以外の設備・機器の機能喪失を想定する。

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	全交流電源喪失	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を閉じ込める機能の喪失の2つが定められている。

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

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

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) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析

① 対象の整理

安全機能の喪失を想定する対象は、公衆への著しい被ばく影響をもたらす可能性のある事故が重大事故であることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設とする。安全上重要な施設は、その機能喪失により、公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼす可能性のある機器を選定していることから、安全上重要な施設の安全機能を対象として、安全機能の喪失を考慮し、重大事故に至る可能性を整理する。安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の機能が喪失したとしても、公衆及び従事者に過度な放射線被ばくを及ぼすおそれはない。

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

② 重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せの特定

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

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

(2) 安全機能喪失状態の特定

「(1) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析」の「② 重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せの特定」で特定した重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せが、各要因において発生するか否かを判定する。

安全機能が喪失しない又はその組合せが発生しなければ、事故が発生することはないと判定できる。

(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（外部への放射性物質の放出）に至らないことを確認できれば、重大事故に至らないと判定できる。

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

臨界事故：集積が想定される核燃料物質質量が未臨界質量以下である
こと

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失：平常時を超えた外部への放射
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場合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。

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がある機能喪失又はその組合せを特定する。

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がある事故を特定する。

(1) 臨界事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

臨界事故の起因となり得る安全上重要な施設の機能喪失について整理する。

① 発生防止対策

a. 核的制限値（寸法）の維持機能

核的制限値（寸法）の維持機能を有する機器は、機器が健全であることで、核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の搬送が行われたとしても、核的制限値（寸法）の維持機能により当該核燃料物質が搬送されることを防止し、搬送先の核的制限値（寸法）を維持することにより未臨界を維持することが可能である。

核的制限値（寸法）の維持機能が単独で機能を喪失しても、核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の搬送が行われなければ、外部への放射性物質の放出には至らない。ただし、「搬送する核燃料物質の制御機能」が喪失することにより、核燃料物質の核的制限値（寸法）を逸脱した核燃料物質の搬送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	単独で機能を喪失しても外部への放射性物質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	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)

(以下「単一ユニット相互間の距離の維持機能」という。)

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

c. 誤搬入防止機能

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

誤搬入防止機能は、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。

誤搬入防止機能を構成する全ての機器の機能が損なわれた場合には、計画外の核燃料物質の搬送が発生し、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱することが考えられる。また、核的制限値

を逸脱する量の核燃料物質が集積した場合には、核燃料物質による臨界に至る可能性がある。

誤搬入防止機能の喪失により発生する可能性がある事象を第3.6-4表に示す。

第3. 6-4表 誤搬入防止機能の喪失により発生する可能性がある事象

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある事象
誤搬入防止機能	計画外の核燃料物質の搬送が発生した場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱する。	臨界事故

上記の a. から c. 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

事故による外部への放射性物質の放出に着目し、MOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出される事象を、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失とする。

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

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

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

グローブボックス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、グローブボックスを設置する室においては、重量物を取り扱うクレーン類がないため、グローブボックスを設置する室で重量物が落下してグローブボックスが損傷することはない。一方、グローブボックス内においては、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、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、グローブボックスが破損し、MOX粉末が漏えいするという事象が考えられる。

グローブボックスはグローブボックス排気設備を介して外部と接続された構造である。このため、グローブボックスが損傷しなくとも、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經由し

て外部へと放出されることが考えられる。MOX粉末は、通常運転時において、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、混合機からの取り出し、グリーンペレット成形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が取り扱い中に落下することによりグローブボックス内にMOX粉末が浮遊し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することで、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、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、グローブボックス内のMOX粉末の飛散という事象を想定する。

また、MOX粉末が影響を受ける異常として、グローブボックス内において駆動力を有する事象が発生し、その影響を受けることで放射性物質が外部へと放出される事象が考えられる。MOX燃料加工施設では、製造工程において多量の有機溶媒等を取り扱わないこと、製造工程において過渡変化がなく取り扱う核燃料物質自体も安定な状態であること及び取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さいことから、MOX燃料加工施設において駆動力を有する事象の発生は想定しにくい。しかし、潤滑油や水素ガスといった火災又は爆発の要因となり得るものを有する設備もあることから、MOX燃料加工施設において発生する可能性がある駆動力を有する事象としては、火災及び爆発が考えられる。しかしながら、MOX燃料加工施設において想定される爆発の要因として、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%以下であること及び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し得ないことから、爆発が発生することは想定できない。ま

た、水素・アルゴン混合ガスを使用してペレットの焼結を行う焼結炉等において、仮に空気が混入して焼結炉等内で水素・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、外部への放射性物質の放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、外部への放射性物質の放出に至るような規模の爆発が発生することはない。

以上を踏まえ、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る事象は、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」、「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」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。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の起因となり得る安全上重要な施設の機能喪失について整理する。核燃料物質等を閉じ込める機能に係る安全上重要な施設の機能は、「グローブボックスの破損」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」に係る機能に分類できる。

安全上重要な施設の機能としては、

- ・ プルトニウムを非密封で取り扱う主要な工程に位置する設備・機器を収納するグローブボックス・設備・機器の閉じ込め機能（以下「プルトニウムの閉じ込めの機能」という。）
- ・ 排気経路の維持機能
- ・ MOXの捕集・浄化機能
- ・ 排気機能，熱的制限値の維持機能
- ・ 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

- ・焼結炉等内の負圧維持機能
- ・安全に係るプロセス量等の維持機能（閉じ込めに関連する温度維持）（以下「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」という。）
- ・排気経路の維持機能及びMOXの捕集・浄化機能（以下「事故時の排気経路の維持機能及び事故時のMOXの捕集・浄化機能」という。）
- ・安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能（以下「非常用電源の供給機能」という。）
- ・安全に係るプロセス量等の維持機能（混合ガス中の水素濃度）（以下「水素濃度の維持機能」という。）
- ・グローブボックスの閉じ込め機能の維持機能のうち、MOXの捕集・浄化機能（以下「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」という。）
- ・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。）

があり、そのうち「グローブボックスの破損」に係る安全機能としては、以下の安全機能がある。

- ・プルトニウムの閉じ込めの機能
- ・排気経路の維持機能
- ・MOXの捕集・浄化機能
- ・グローブボックス給気側のMOXの捕集機能

「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」に係る安全機能としては、以下の安全機能がある。

- ・火災の感知・消火機能

また、安全上重要な施設の機能喪失について整理する際に、機能喪失の影響について同様に整理する安全上重要な施設以外の安全機能として、温度の制御機能、小規模焼結処理装置への冷却水供給機能、容器の落下防止機能、容器の転倒防止機能及び火災の発生防止の機能を有する機器があり、そのうち「グローブボックスの破損」に係る安全機能としては、容器の落下防止機能及び容器の転倒防止機能、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」に係る機能として容器の落下防止機能及び容器の転倒防止機能並びに「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生」に係る安全機能として火災の発生防止の機能を有する機器がある。

これらの機能が喪失した場合の影響について、以下に整理する。

① 発生防止対策

a. プルトニウムの閉じ込めの機能

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

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

何らかの外力が与えられ、プルトニウムの閉じ込めの機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する核燃料物質はグローブボックス又は設備・機器外に漏えいしない。また、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する機器のうち、焼結炉等のプルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気の反

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

しかし、排気機能を有する設備が機能喪失し、かつプルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、内包する核燃料物質の形態がMOX粉末である場合、MOX粉末がグローブボックス又は設備・機器外に漏えいする。

プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-5表に、排気機能の喪失と同時にプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-6表に示す。

第3.6-5表 プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
プルトニウムの閉じ込めの機能	単独で機能を喪失しても外部への放射性物質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MOX粉末がグローブボックス又は設備・機器の外に漏えいする。	排気機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

b. 排気経路の維持機能

この機能を有する安全上重要な施設として、グローブボックス排気設備の系統及び窒素循環設備の系統が該当する。

排気経路の維持機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包するMOX粉末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MOX粉末が漏えいする。

排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-7表に、排気機能の喪失と同時に排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-8表に示す。

第3. 6-7表 排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある
重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	発生する可能性が ある重大事故
排気経路の 維持機能	単独で機能を喪失しても外部への 放射性物質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 可能性のある 重大事故
排気経路の 維持機能	MOX粉末が排気経 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MOX粉末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MOX粉末が捕集されずに排気経路から外部に放出される。

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
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MOX粉末が 捕集されずに排気経路から外部 への放射性物質の放出に至る。	核燃料物質等を 閉じ込める機能の喪失

d. 排気機能

排気によりグローブボックス等内を負圧に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、外部への放射性物質の放出には至らない。

また、グローブボックス排風機が停止して排気機能が損なわれた場合、グローブボックス等内を負圧に維持できなくなり、グローブボックス等から工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質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. 6－10表に示す。

第3. 6-10表 排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

e. 熱的制限値の維持機能

熱的制限値の維持機能が健全であることにより、核燃料物質を高温状態で取り扱う機器が一定の温度を超えない状態を維持することが可能である。この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉等の内部温度高による過加熱防止回路が該当する。

熱的制限値の維持機能が単独で機能を喪失しても、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、焼結炉等内が異常な高温になることはなく、外部への放射性物質の放出には至らない。ただし、「温度の制御機能」の喪失と同時に熱的制限値の維持機能が喪失した場合、焼結炉等内に空気が混入し、高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放射性物質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がある重大事故を第3. 6-11表に示す。

第3. 6-11表 熱的制限値の維持機能の喪失により発生する可能性がある
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
温度の制御機能及び熱 的制限値の維持機能	機能を喪失しても外部への放射 性物質の放出には至らない。	—

f. 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

焼結炉等の負圧を維持するための排気経路を維持するために必要な機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉等の排ガス処理に係る系統及びグローブボックスが該当する。

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包するMOX粉末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、MOX粉末が漏えいする。漏えいした核燃料物質は、漏えいに伴い気相中に核燃料物質が移行するが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放射性物質の放出には至らない。

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-12表に、排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-13表に示す。

第3. 6-12表 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

第3. 6-13表 排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

g. 焼結炉等内の負圧維持機能

焼結炉等内の負圧維持機能は、焼結炉等内の負圧を維持するための排気機能の支援機能である。この機能を有する安全上重要な施設は、焼結設備の排ガス処理装置の補助排風機及び小規模試験設備の小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機が該当する。

焼結炉等内の負圧維持機能が機能喪失しても、外部に放射性物質を放出する駆動力がないため、外部への放射性物質の放出には至らない。焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-14表に示す。

第3. 6-14表 焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する可能性
がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	発生する可能性が ある重大事故
焼結炉等内の 負圧維持機能	機能を喪失しても外部への放射性 物質の放出には至らない。	—

h. 小規模焼結処理装置の加熱停止機能

小規模焼結処理装置の炉殻を冷却する冷却水の流量が低下した場合に、小規模焼結処理装置の加熱を停止する機能が該当する。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能が単独で機能を喪失しても、炉殻を冷却する冷却水が供給されていれば、小規模焼結処理装置が有するプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失することはない。ただし、小規模焼結処理装置への冷却水供給機能が喪失し、小規模焼結処理装置への冷却水の供給が停止している状態で、小規模焼結処理装置の加熱停止機能が喪失した場合、小規模焼結処理装置が有するプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失し、小規模焼結処理装置内に空気が混入することで、高温状態の小規模焼結処理装置内の水素・アルゴン混合ガスと空気の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、小規模焼結処理装置で取り扱う水素ガスは、水素濃度が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、外部への放射性物質の放出には至らない。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性
がある重大事故を第3. 6-15表に示す。

第3. 6-15表 小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
小規模焼結処理装置への冷却水供給機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能	機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

i. 容器の落下防止機能

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。

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

また、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器が落下した場合、容器からグローブボックス内へMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇する事が考えられる。グローブボックス内は排気機能を有する設備により排気されることから、容器の落下防止機能の喪失により、平常時を超えた外部への多量の放射性物質の放出に至る可能性もある。

容器の落下防止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-16表に示す。また、容器の落下防止機能の喪失及び排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-17

表に示す。

第3. 6-16表 容器の落下防止機能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
容器の 落下防止機能	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が、外部へ の放射性物質の放出には至らない。	=
容器の 落下防止機能	グローブボックス内でMOX粉末が飛 散し、グローブボックス内の気相中の 放射性物質の濃度が上昇する。	核燃料物質等 を閉じ込める 機能の喪失

第3. 6-17表 容器の落下防止機能の喪失及び排気機能の喪失により発
生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	事象進展に 対する 拡大防止対策	発生する 可能性がある 重大事故
容器の 落下防止機能	内包するMOX粉末が グローブボックスの外 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

j. 容器の転倒防止機能

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。

容器の転倒によりプルトニウムの閉じ込めの機能を喪失したとし
ても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する核
燃料物質はグローブボックス外に漏えいしない。ただし、排気機能

を有する設備が機能喪失し、かつ、容器の転倒によりプルトニウムの閉じ込めの機能を喪失した場合には、グローブボックスから工程室に核燃料物質が漏えいする。

また、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設ではあるが、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器を取り扱う機器が有する転倒防止機能が喪失した場合、グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器の転倒により、容器からグローブボックス内へMOX粉末が飛散し、グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇することが考えられる。グローブボックス内は排気機能を有する設備により排気されることから、容器の転倒防止機能の喪失により、平常時を超えた外部への多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。

容器の転倒防止機能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表に示す。また、容器の転倒防止機能喪失及び排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-19表に示す。

第3. 6-18表 容器の転倒防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
容器の 転倒防止機能	重量物である容器がグローブボックス 内で転倒することで、グローブボック スが破損する可能性があるが、外部へ の放射性物質の放出には至らない。	—
容器の 転倒防止機能	グローブボックス内でMOX粉末が飛 散し、グローブボックス内の気相中の 放射性物質の濃度が上昇する。	核燃料物質等 を閉じ込める 機能の喪失

第3. 6-19表 容器の転倒防止機能喪失及び排気機能の喪失により発生
する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に 想定する施設状況	事象進展に 対する 拡大防止対策	発生する 可能性がある 重大事故
容器の 転倒防止機能	内包するMOX粉末が グローブボックスの外 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

② 拡大防止対策等

a. 事故時の排気経路の維持機能及び事故時のMOXの捕集・浄化機能

安全上重要な施設とするグローブボックス等を設置する工程室からの排気に係る系統及び当該系統に設置する高性能エアフィルタが該当する。これらが単独で機能を喪失しても、発生防止対策としてのプルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備若しくは焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能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、外部への放射性物質の放出には至らない。ただし、プルトニウムの閉じ込めの機能又は焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能が喪失し、事故時の排気経路の維持機能も同時に喪失した場合は、工程室内にMOX粉末が漏えいし、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。

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3.6-20表に、プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備若しくは焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能を有する設備及び排気機能を有する設備の機能喪失並びに事故時の排気経路の維持機能の同時喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-21表に示す。

第3.6-20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及び事故時のMOXの捕集・浄化機能	単独で機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

第3. 6-21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	MOX粉末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	MOX粉末が排気経路外に漏えいする。	事故時の排気経路の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

b. 非常用電源の供給機能

外部電源が喪失した場合において、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。

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

外部電源が喪失し、非常用電源の供給機能が喪失した場合は、電源を必要とする機器で構成する発生防止対策は機能を喪失する。発生防止対策としている安全上重要な施設のうち、電源を要する安全機能は、排気機能、熱的制限値の維持機能、焼結炉等内の負圧維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能である。このうち、排気機能及び焼結炉等内の負圧維持機能は、機能を喪失したとしても外部への放射性

物質の放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。熱的制限値の維持機能及び小規模焼結処理装置の加熱停止機能が喪失した場合は、これらの機能を必要とする焼結炉等の加熱も外部電源の喪失により停止することから、焼結炉等は異常な高温となることはなく、プルトニウムの閉じ込めの機能は維持されるため、外部への放射性物質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. 6-22表に示す。

第3. 6-22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
外部電源及び非常用電源の供給機能	機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

c. 水素濃度の維持機能

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

混合ガス供給停止回路又は混合ガス濃度異常遮断弁が単独で機能を喪失しても、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスしか燃料加工建屋内に受け入れないため、高温の炉内で水素・

アルゴン混合ガスが燃焼したとしても、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、外部への放射性物質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3.6-23表に示す。

第3.6-23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	機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

d. 火災の感知・消火機能

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

火災の感知・消火機能が単独で機能を喪失しても、核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生していなければ、外部への放射性物質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3.6-24表に、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3.6-25表にそれぞれ示す。

第3.6-24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	単独で機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

第3.6-25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	火災が発生し、継続する。	火災の感知・消火機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

e. グローブボックス給気側のMOXの捕集機能

グローブボックス給気側のMOXの捕集機能として、プルトニウムの閉じ込めの機能を有するグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲が該当する。事故時にグローブボックスからMOX粉末が工程室に漏えいする場合に

において、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MOX粉末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、外部への放射性物質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MOX粉末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. 6-26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. 6-27表にそれぞれ示す。

第3. 6-26表 グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失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	単独で機能を喪失しても外部への放射性物質の放出には至らない。	—

第3. 6-27表 グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失と同時に排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能喪失後に想定する施設状態	事象進展に対する拡大防止機能	発生する可能性がある重大事故
排気機能	グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏れいする。	グローブボックス給気側のMOXの捕集機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

以上より、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せは第3. 6-28表のとおり整理できる。

第3. 6-28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	核的制限値(寸法)の維持機能	
	単一ユニット相互間の距離の維持機能		
	誤搬入防止機能		
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	
	プルトニウムの閉じ込めの機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	事故時の排気経路の維持機能
	排気経路の維持機能	排気機能	
	MOXの捕集・浄化機能		
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能	排気機能	
	グローブボックス給気側のMOXの捕集機能	排気機能	
	容器の落下防止機能		
	容器の落下防止機能又は転倒防止機能		
火災の発生防止の機能	火災の感知・消火機能		

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

3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定

安全上重要な施設の安全機能の機能喪失又はその組合せにより発生する可能性がある重大事故ごとに重大事故の発生を仮定する機器の特定の結果を以下に示す。

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

- (1) 要因ごとに、当該安全機能が喪失する場合は「○」を、機能喪失しない場合は「－」を記載する。また、組合せにより重大事故に至る可能性のある機能喪失については、その全てが機能喪失する場合は「○」を、いずれかの機能が維持される場合は「－」を記載する。
- (2) 安全機能が喪失する又は安全機能が組合せで同時に喪失する場合であっても、評価によって事故に至らないことを確認できれば、「△」を記載する。
- (3) 安全機能の喪失又はその組合せに対して、評価によって事故に至らないことを確認できない場合には、事象の収束手段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：機能喪失時の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. 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合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」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の同時喪失
- ・「単一ユニット相互間の距離の維持機能」の喪失
- ・「誤搬入防止機能」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」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の同時喪失

「核的制限値（寸法）の維持機能」が喪失した状態で、「搬送する核燃料物質の制御機能」が喪失し、搬送する核燃料物質の寸法が制限された条件から逸脱することにより、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喪失し、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

3. 7. 1. 2 「単一ユニット相互間の距離の維持機能」の喪失

「単一ユニット相互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

「単一ユニット相互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、質量管理を行う単一ユニットは搬出入を行う核燃料物質量を管理すること及び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等が分散配置されていることから、地震により、基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない安全上重要な施設とするグローブボックス等が損傷し、核燃料物質がグローブボックスから漏えいしたとしても核燃料物

質が一箇所に集積することではなく、臨界に至ることはない。

【補足説明資料 3-19】

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

3. 7. 1. 3 「誤搬入防止機能」の喪失

「誤搬入防止機能」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喪失し、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

誤搬入防止機能を有する機器が多重故障により機能喪失する可能性がある。しかし、誤搬入防止機能は、ID番号読取機による搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに運転員による搬入許可といった、複数の機器による確認及び運転員による確認を行っている。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を喪失することは想定しにくいだが、設計基準事故の選定においては、1回の核燃料物質の誤搬入を想定して、臨界に至らな

いことを確認している。このため、誤搬入防止機能が機能を喪失し、複数回の核燃料物質の誤搬入を想定しても未臨界質量を超えることはない。このため、臨界の発生は想定できない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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喪失し、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない。

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合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」、「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」の喪失
- ・「容器の落下防止機能又は転倒防止機能」の喪失
- ・「火災の発生防止の機能」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、グローブボックスから核燃料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ているグローブボックスは地震により損傷等しないが、それ以外の「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する安全上重要な施設とするグローブボックスについては破損が想定されるとともに、動的機器である「排気機能」も喪失する。基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない安全上重要な施設とするグローブボックスは損傷等する可能性はあるが、これらのグローブボックスは耐震重要度分類がSクラスであるため地震によりグローブボックスの倒壊及びグローブボックスのパネルの脱落はなく、大規模に破損することは想定しにくい。損傷等する可能性があり、損傷等によりグローブボックスのパネルの内側に付着したMOX粉末等の一部が、当該グローブボックスを設置する工程室に漏えいする可能性がある。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の機器は地下階に設置するため、MOX粉末は駆動力を有する事象を伴わなければ外部への放射性物質の放出には至らない。このため、「プルトニウムの閉じ込めの機能」及び「排気機能」が喪失した場合には、グローブボックスの負圧が維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが、グローブ

ボックス排風機の停止によるインターロックにより工程室排風機が停止するため地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、グローブボックスからMOX粉末が工程室に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。

なお、地震により「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失し、「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる外部への放出経路となり通常運転時と同じ放出経路であること、平常時の公衆への影響評価は、ウラン粉末を1mの高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出していること及びグローブボックスが破損したとしてもMOX粉末に対する駆動力はグローブボックス内の排気以外は生じないことから、公衆への影響は平常時と同程度であるといえる。また、グローブボックス排風機が運転しているため、グローブボックスから工程室へ漏えいするMOX粉末の量は、平常時における公衆の線量評価に寄与するほどの有意なものではなく、極めて少ない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

なお、「排気機能」の喪失によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機が

インターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

なお、「排気機能」の喪失によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

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MOX粉末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, 「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等の機器は地下階に設置すること, グローブボックス等内で取り扱う核燃料物質の形態のうち, 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外部への放射性物質の放出には至らない。また, 「プルトニウムの閉じ込めの機能」, 「排気機能」, 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失し, グローブボックスからMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても, インターロックによりグローブボ

ックス排風機の停止に伴い工程室排風機が停止するため、地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力はなく、外部への放射性物質の放出には至らない。

なお、地震により「プルトニウムの閉じ込めの機能」又は「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失し、「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる外部への放出経路となり通常運転時と同じ放出経路とであること、平常時の公衆への影響評価は、ウラン粉末を1mの高さから落下させた際の気相中への移行率である 7×10^{-5} を使用して算出していること及びグローブボックスが破損したとしてもMOX粉末に対する駆動力はグローブボックス内の排気以外は生じないことから、公衆への影響は平常時と同程度であるといえる。また、グローブボックス排風機が運転しているため、グローブボックスから工程室へ漏えいするMOX粉末の量は、平常時における公衆の線量評価に寄与するほどの有意なものではなく、極めて少ない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

なお、「排気機能」の喪失によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス等内を負圧に維持できなくなり、MOX粉末を取り扱うグローブボックスから工程室へMOX粉末が

漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

なお、「排気機能」の喪失によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス等内を負圧に維持できなくなり、MOX粉末を取り扱うグローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

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、グローブボックスから排気経路外にMOX粉末が漏えい
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「排気経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失し、室内にMOX粉末が漏えいする可能性があるが、地震が発生した場合には工程を停止すること及び基準地震動を超える地震動の地震の発生時には全送排風機を停止することから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

3. 7. 2. 4 「MOXの捕集・浄化機能」の喪失

「MOXの捕集・浄化機能」の喪失により、高性能エアフィルタにより捕集されるMOX粉末が捕集されずに放出される可能性がある。

(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MOX粉末が捕集されずに放射性物質が外部へ放出される可能性があるが、地震が発生した場合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全送排風機を停止すること及び駆動力を有する事象が発生しないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

3. 7. 2. 5 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失

「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により、焼結炉等の閉じ込めに関連する経路外にMOX粉末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「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、焼結炉等内の核燃料物質の形態は、安定な形態であるグリーンペレット又はペレットであり、これらが粉砕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外部に放出されることはない。このため、「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失したとしても、外部への放射性物質の放出には至らない。

なお、地震により「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、「排気機能」が喪失しなかった場合、焼結炉等内に存在する核燃料物質は安定な形態であるグリーンペレット又はペレットであるため、核燃料物質が焼結炉等外に漏えいすることはない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

なお、「排気機能」が喪失したとしても、焼結炉等内に存在する核燃料物質は安定な形態であるグリーンペレット又はペレットである

ため、核燃料物質が焼結炉等外に漏えいすることはない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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。

なお、「排気機能」が喪失したとしても、焼結炉等内に存在する核燃料物質は安定な形態であるグリーンペレット又はペレットであるため、核燃料物質が焼結炉等外に漏えいすることはない。

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の捕集機能」及び「排気機能」が喪失するが、「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ため、グローブボックス等内で取り扱う核燃料物質の形態のうち、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外部への放射性物質の放出には至らない。このため、「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び「排気機能」が喪失したとしても、駆動力がないため外部への放射性物質の放出には至らない。

なお、地震により「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」は喪失し、「排気機能」が喪失しなかった場合は、「排気機能」を有するグローブボックス排風機があるグローブボックス排気設備が主たる外部への放出経路であり、通常時と同じ放出経路であることから、公衆への影響は平常時と同程度であるといえる。

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「グローブボックス給気側のMOXの

捕集機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない。

なお、「排気機能」の喪失によりグローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

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

3. 7. 2. 7 「容器の落下防止機能，転倒防止機能」の喪失（グローブボックス内でのMOX粉末の飛散）

「容器の落下防止機能，転倒防止機能」の喪失により容器が落下又は転倒し，グローブボックス内にMOX粉末が飛散することにより，グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇し，平常時を超えて外部へ多量の放射性物質が放出される可能性がある。

(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，平常時の放射性物質の年間放出量は，核燃料物質の気相中への移行率としてウラン粉末を1mの高さから落下させた際のエアロゾル生成割合である 7×10^{-5} を使用して算出している。

このため，グローブボックス内で容器の落下又は転倒によりMOX粉末が飛散したとしても，平常時と同程度の放出量であることから，設計基準として整理する事象(×2)に該当する。

なお，グローブボックス排風機が停止している場合には，グローブボックス内を負圧に維持できなくなり，グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが，グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため，MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放

出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

【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を取り扱う機器に安全上重要な施設はないことから、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時と同程度であるため、設計基準として整理する事象(×2)に該当する。

なお、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内を負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいする可能性があるが、グローブボックス排風機が停止した場合には工程室排風機がインターロックにより停止する又は地震により工程室排風機も停止するため、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部への放出に至る駆動力がないことから、外部への放射性物質の放出には至らない。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

安全上重要な施設とするグローブボックス内で容器を取り扱う機器は、電源を喪失しても取扱中の容器を安全に保持することから、グローブボックス内の容器の落下又は転倒によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

3. 7. 2. 8 「容器の落下防止機能，転倒防止機能」の喪失（グローブボックスの破損）

「容器の落下防止機能，転倒防止機能」の喪失により容器が落下又は転倒してグローブボックスが破損し，核燃料物質が工程室に漏えいする可能性がある。

(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としない機器の容器の落下防止機能又は転倒防止機能が喪失することが考えられる。しかし，グローブボックス缶体はステンレス鋼製であるため，容器が落下又は転倒してもグローブボックス缶体は破損しない。また，落下又は転倒した容器が内装機器の架台等による干渉や容器を取り扱う機器とパネルの間の距離の確保により，グローブボックスのパネルに直接衝突することがないことから，容器の落下又は転倒によりグローブボックスが破損することはないため，事故の発生は想定されない。

(2) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス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，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が考えられる。しか

し、グローブボックス缶体はステンレス鋼製であるため、容器が落下又は転倒してもグローブボックス缶体は破損しない。また、落下又は転倒した容器が内装機器の架台等による干渉や容器を取り扱う機器とパネルの間の距離の確保により、グローブボックスのパネルに直接衝突することがないことから、容器の落下又は転倒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) 長時間の全交流電源喪失の場合

安全上重要な施設とするグローブボックス内で容器を取り扱う機器は、電源を喪失しても取扱中の容器を安全に保持することから、グローブボックス内の容器の落下又は転倒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. 9 「火災の発生防止の機能」及び「火災の感知・消火機能」の喪失

「火災の発生防止の機能」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、外部へ放射性物質が放出される可能性がある。

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

(1) 地震の場合

潤滑油を内包する安全上重要な施設とするグローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないこと等の発生防止対策を講じていることから、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倍の地震動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）により、火災が発生する条件が成立しない。また、火災が発生するためには窒素循環設備の系統が破損した状態でグローブボックス排風機の運転の継続によりグローブボックス内が窒素雰囲気から空気に置換されるとともに、潤滑油の温度上昇及び着火源となるスパークの発生が必要であり、このためには偶発的な事象が同時に発生することが必要であるため、火災が発生することは想定できない。

しかしながら、火災が発生した場合には、静置されていたMOX粉末が上昇気流により気相中に移行すること及び雰囲気の温度が上昇することにより気体が体積膨張し、これを駆動力としてMOX粉末

が外部へ放出される可能性があることから、技術的な想定を超えて、設計基準事故で想定した異常事象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、設計基準事故に対処するための設備である「火災の感知・消火機能」を有する設備が地震により機能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、外部へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

グローブボックス排風機が運転している場合には、外部への放射性物質の放出の駆動力となり、MOX粉末の外部への放出はグローブボックス排気設備が主たる放出経路となるが、火災が継続することにより設計基準事故の想定を超えて放射性物質が外部に放出される。

しかし、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックス内の負圧が維持できなくなることから、火災により気相中に移行したMOX粉末の一部が工程室に漏えいする可能性がある。このため、火災による温度上昇に伴い、グローブボックス内及び工程室内の雰囲気体の体積膨張を駆動力として、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放射性物質が外部に放出される可能性がある。

(2) 動的機器の多重故障の場合

潤滑油を内包する安全上重要な施設とする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及び着火源がないこと等の発生防止対策を講じており、動的機器の多重故障を想定しても、火災が発生するためには窒素循環設備の系統が破損

した状態でグローブボックス排風機の運転の継続によりグローブボックス内が窒素雰囲気から空気に置換されるとともに、潤滑油の温度上昇及び着火源となるスパークの発生が必要であり、このためには偶発的な事象が同時に発生することが必要であるため、火災が発生することは想定できない。

しかしながら、技術的な想定を超えて、設計基準事故で想定した異常事象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、設計基準事故に対処するための設備である「火災の感知・消火機能」を有する設備が機能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、外部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及び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、全交流電源喪失が発生した場合、すべてが機能を喪失する。

グローブボックス排風機が運転している場合には、外部への放射性物質の放出の駆動力となるため、MOX粉末の外部への放出はグローブボックス排気設備が主たる経路となるが、火災が継続することにより設計基準事故の想定を超えて放射性物質が外部に放出され

る。

グローブボックス排風機が停止している場合においては、グローブボックス内の負圧が維持できなくなることから、火災により気相中に移行したMOX粉末の一部が工程室に漏えいする可能性がある。このため、火災による温度上昇に伴い、グローブボックス内及び工程室内の雰囲気気体膨張を駆動力として、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放射性物質が外部に放出される可能性がある。

外部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を経由する経路の他、グローブボックス給気系を経由して工程室に漏えいし、工程室排気設備を経由する経路が想定される。

(3) 長時間の全交流電源喪失の場合

火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があり、そのためには機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい、グローブボックスの空気雰囲気化及びケーブル等のスパークによる着火が発生する必要がある。しかし、全交流電源喪失が発生した場合、これら燃焼の3要素が揃うために必要である電源も喪失することから、火災は発生しないため、事故の発生は想定されない。

また、全交流電源喪失時にはグローブボックス排風機が停止し、外部への放射性物質の放出に至る駆動力がなくなるとともに、グローブボックス内の窒素雰囲気が一定期間維持されることから、火災が発生することはない。

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及び事故発生時に考えられる影響とそれらの対処を踏まえて、以下に示すとおり重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件を定めて事故の発生を評価する。

臨界事故は、気体状の放射性物質及び放射性エアロゾルが発生し、外部への放射性物質の放出量が増加すること、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こと及び放射性物質が直ちに外部に放出され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、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、誤搬入防止機能を構成する複数の機器の機能喪失及び運転員の誤操作により、核燃料物質の1回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しないことを確認している。

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

このため、設計基準事故の選定で想定した、誤搬入防止機能の全てが喪失した状態が継続し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員の誤操作が複数回続けて起こるという重ね合わせにより、核燃料物質のグローブボックス内への誤搬入が複数回継続する状況を想定することで、臨界の発生の可能性を評価する。

具体的には、核燃料物質が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに設定された核的制限値を超えて核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回当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回を超える多重の故障、誤操作の発生による誤搬入に至らなければ臨界の発生は想定できない。

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

(1) エリアモニタによる線量当量率の上昇検知

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

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

これを踏まえて警報設定値は、平常時に想定される放射線レベルの

変動を考慮した上で、未臨界質量の核燃料物質が集積した状態における放射線レベルより低く設定する方針である。

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

これらの対応は、保安規定に基づく下位規定に定める。

(2) 目視による異常な集積の有無の確認

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

MOX燃料加工施設においては、設備の健全性を確認するために、交代勤務者の運転直の切り替え時に複数の運転員が設備の状態を目視により確認することとしており、仮に通常運転時の取扱量を超えて集積が発生している場合には、目視により異常を検知できる。

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9月18日 R12

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

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燃料加工施設で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、各重大事故の事故影響を明らかにする。また、各重大事故の事故影響が他の安全機能へ及ぼす影響を連鎖として評価する。

5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」では、フォールトツリー分析により、各機能喪失の要因となっている事象ごとに機能喪失の範囲が整理されている。

有効性評価を実施する代表事例は、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で体系的に整理された上記情報を基に、機能喪失の範囲、講じられる対策の網羅性及び生ず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、外部への放射性物質の放出量に関する有効性については、重大事故の同時発生又は連鎖を仮定する重大事故による外部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想定

重大事故等への対処のために実施する操作及び作業を開始する時間は、安全機能の機能喪失の要因となる事象によって異なり、事象の特徴を踏まえて以下のとおり想定する。

(1) 外的事象の地震における想定

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

(2) 内的事象における想定

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

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

(3) 外的事象及び内的事象に共通する想定

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

5. 2. 3 環境条件の考慮

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」に整理される自然現象の組合せを基に、設計基準において想定した規模の自然現象の発生を想定する。ただし、対処により事象を収束させるまでの時間が短い場合には、その間に自然現象が発生する可能性が十分に低いと考えられることから、対処実施中の自然現象の発生は想定しない。

5. 2. 4 有効性評価の範囲

有効性評価の範囲は、事態が収束するまでの期間を対象として実施する。

5. 3 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

5. 4 有効性評価における評価の条件設定の方針

5. 4. 1 評価の条件設定の考え方

有効性評価における評価の条件設定については、事象進展の不確かさを考慮して、設計値及び運転状態の現実的な

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

5. 4. 2 共通的な条件

有効性評価に必要な共通的な条件を以下のとおり定める。

(1) プルトニウム富化度

粉末容器内のMOX粉末のプルトニウム富化度は設計値に基づき、第5. 4. 2-1表のとおり設定する。

第5. 4. 2-1表 MOX中のプルトニウム富化度

粉末容器	プルトニウム富化度 (%)
J60	33
J85	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、セシウム-137 換算による放出量が最も厳しくなる条件となるよう、再処理する使用済燃料の燃焼の条件及び冷却期間をパラメータとして、燃料加工建屋外へ放出するプルトニウムの同位体組成を第5. 4. 2-2表のとおり設定する。

第5. 4. 2-2表 MOX中のプルトニウムの同位体組成

核種	質量割合 (%)
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

【補足説明資料 5-2】

【補足説明資料 5-3】

(3) 火災の影響を受けるMOX粉末量

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

第5. 4. 2-3表 火災影響を受けるMOX粉末量

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

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

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

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

(5) 外部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、高性能エアフィルタの捕集効率を 1 段目：99.9%，2 段目以降：99% とする。また、高性能エアフィルタが事故の影響を受けることが想定される場合は、事故の特徴に応じて個別に除染係数を設定する。

【補足説明資料 5 - 1】

② グローブボックス排気設備等の流路

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

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

(6) 放射性物質のセシウム-137 換算係数

外部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、外部への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を算出する。セシウム-137 への換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 に示される、地表沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊した放射性物質の吸入摂取による内部被ばくに係る実効線量への換算係数を用いて、セシウム-137 と着目核種との比から算出する。ただし、プルトニウム等の一部の核種は、化学形態による影響の違いを補正する係数を乗じて算出する。

セシウム-137 換算係数

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

5. 5 評価の実施

有効性評価は、発生を仮定する重大事故の特徴を基に重大事故の進展を考慮し、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、評価及び解析以外の方法で施設が安定状態に導かれ、事態が収束することが合理的に説明できる場合はこの限りではない。

5. 6 評価の条件の不確かさの影響評価方針

評価の条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操

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

評価の条件のうち、初期条件、事故の条件及び機器の条件並びに有効性評価の前提となる各安全機能の機能喪失の要因となる事象の違いに起因する不確かさについて、運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響を確認する。なお、評価の条件である操作の条件の不確かさについては、重大事故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」に起因して生ず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 重大事故の同時発生又は連鎖

5. 7. 1 重大事故の事象進展，事故規模の分析

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

(1) 温度

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

(2) 圧力

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

(3) 湿度

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

(4) 放射線

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

(5) 物質（水素，蒸気，ばい煙，放射性物質及びその他）

及びエネルギーの発生

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

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

蒸気，ばい煙及び放射性物質の発生は、当該環境にさ

らされる機器の材質及び機器が有する機能との関係から脆化等が発生し得るかを分析する。

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

(6) 落下又は転倒による荷重

落下又は転倒物の衝突及び衝突に伴い発生する荷重の影響を分析する。

(7) 腐食環境

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

5. 7. 2 重大事故の同時発生

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」の結果を基に、同じ種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理する。また、各安全機能の機能喪失の要因となる事象がもたらす機能喪失の範囲に基づき、異なる種類の重大事故がどの範囲で発生するかを整理する。

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

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

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

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

5. 7. 3 重大事故の連鎖

5. 7. 3. 1 重大事故の連鎖の整理の考え方

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

5. 7. 3. 2 重大事故の連鎖に係る検討方針

連鎖して発生する重大事故の特定は、以下の流れに沿って実施する。

(1) 起因となる重大事故の抽出

起因となる重大事故は、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で抽出された重大事故を対象に検討を行う。

(2) 事故進展により自らのグローブボックスにおいて発生する重大事故の特定

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

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

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

5. 8 必要な要員及び資源の評価方針

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

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

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

5. 8. 1 必要な要員

MOX燃料加工施設として、評価項目を満たすために必要な要員を確保できる体制となっていることを評価する。

5. 8. 2 必要な資源

(1) 水源

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

(2) 燃料

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

(3) 電源

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

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の特徴

MOX燃料加工施設において、非密封、露出したMOX粉末はグローブボックス内で取り扱うこととしており、グローブボックス内は窒素雰囲気とすること、潤滑油を機器に収納すること、着火源となる動的機器の設置を限定すること等の火災の発生防止を講ずるとともに、設計基準対象の施設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を設置している。また、火災源となりうる潤滑油を内包する機器を有し、露出したMOX粉末を取り扱うグローブボックスは、燃料加工建屋の地下3階に設置する設計である。

非密封のMOX粉末を取り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気設備、工程室排気設備及び建屋排気設備により換気され、グローブボックス内の圧力を最も低くし、次いで工程室、建屋の順に圧力が低くなるよう設計している。

グローブボックス内で火災が発生し、静置された状態のMOX粉末が火災の影響を受け、気相中に移行する。

グローブボックス温度監視装置又はグローブボックス消火装置が機能喪失している場合には、火災の継続によりMOX粉末の気相中への移行が継続し、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張によって、地下3階から地上階までMOX粉末が上昇する駆動力が生じ、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を外部へ放出する状態に至る。

グローブボックスから外部へ繋がる放出経路としては、グローブボックス排気系のほか、グローブボックスからグローブボックス給気系やグローブボックスパネルの隙間等から、火災の発生を仮定するグローブボックスが設置される工程室に漏えいした後に、工程室排気系、工程室給気系及び工程室の扉を介する経路が考えられる。

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

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

また、MOX粉末の一部は、当該工程室に漏えいすることが考えられる。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失は、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有する8基のグローブボックス（以下「重大事故の発生を仮定するグローブボックス」という。）で発生する。

【補足説明資料6-1】

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処の基本方針

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処として、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十二条及び第二十九条に規定される要求を満足する核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策を整備する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能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、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持するために全工程停止を実施するとともに、グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するための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非管理区域換気空調設備（以下「全送排風機」という。）の停止及び着火源排除のための火災源を有する機器の動力電源遮断により、火災の発生を未然に防止する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスで火災が継続した場合、MOX粉末が気相中へ移行し、グローブボックス内に飛散又は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る工程室へ漏えいする状態が継続することから、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するため、核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策を整備する。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内に飛散又は当該工程室に漏えいしたMOX粉末は、火災によるグローブボッ

クス内空気の温度上昇及びグローブボックスからの熱伝導による当該工程室内空気の温度上昇によって生ずる体積膨張による駆動力によって外部に放出されることから、これを防止するため、放出経路上のダンパ閉止により、燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策を整備する。また、ダンパ閉止までの間にグローブボックス排気系又は工程室排気系を經由して放出されるMOX粉末については、放出経路上の高性能エアフィルタで低減する。

火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、飛散又は漏えいしたMOX粉末を放出経路上のダンパ閉止により燃料加工建屋内に閉じ込めることにより、事態を収束させ、放射性物質が外部へ放出されるおそれがない状態を維持する。

ただし、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生すると、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して、グローブボックス内のMOX粉末が当該工程室に漏えいしている可能性がある。このため、当該工程室に漏えいした核燃料物質等を回収するための対策を整備する。

また、核燃料物質等の回収を実施する際に作業環境を確保するため、当該工程室内の気流の確保が必要であるため、代替グローブボックス排気設備による核燃料物質等を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 重大事故等の発生防止対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能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、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持することで火災の影響を受けるMOX粉末を限定するため、地上1階の中央監視室で全工程停止を行うとともに、グローブボックスが空気雰囲気となることを防止するために全送排風機を停止する。また、着火の原因となる潤滑油の温度上昇やスパークの発生を防止するため、火災源を有する機器の動力電源の状態を確認し、電源がある場合には火災源を有する機器の動力電源の遮断を行う。

本対策は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の喪失を確認した場合、直ちに実施する。

設計基準対象の施設の消火機能の一部であるグローブボックス排風機の多重故障による消火機能の機能喪失を確認した場合には、連動して停止する設計としている工程室排風機も含めて設備が停止していることを確認するとともに、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、放出経路上のダンパを閉止する。

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

なお，地震の発生により，グローブボックスの負圧異常，酸素濃度異常に係る警報を確認した場合には，異常時の対応手順に従い，全送排風機停止，全工程停止及び火災源を有する機器の動力電源の遮断を行うことにより，燃焼の3要素が成立することを防止し，重大事故への進展を未然に防止する。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策

a. 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失している状態において，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合には，消火ができない状態が継続することから，代替火災感知設備による確認を実施する。火災が発生していると判断した場合は，火災による上昇気流によりMOX粉末が気相中へ移行することを防止し，グローブボックスが設置されている地下3階から地上階へMOX粉末を上昇させる駆動力である体積膨張の原因となる温度上昇を止めるため，地上1階の中央監視室近傍からの代替消火設備の遠隔操作により，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源に対して消火剤を放出し，火災を消火する。

b. 燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策

火災の影響により気相中に移行したMOX粉末は、火災によるグローブボックス内空気の温度上昇に伴う体積膨張を駆動力として、グローブボックスが設置されている地下3階から地上階まで上昇し、外部への放出に至るが、外部放出抑制設備である高性能エアフィルタによりMOX粉末を除去することで、外部へ放出される放射性物質を低減する。

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

c. 核燃料物質等を回収するための対策

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

これらは、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復により作業環境を確保し、当該工程室内の雰囲気安定した状態であることを確認した後に実施する。

d. 核燃料物質等を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、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る工程室内の気流の確保が必要であるため、核燃料物質等の回収を実施する前に核燃料物質等を閉じ込める機能を回復する。

核燃料物質等を閉じ込める機能の回復は、設計基準対象の施設であるグローブボックス排風機の復旧等に時間を要することが想定されることから、代替グローブボックス排気設備により実施する。

この際、排気中の放射性物質濃度を測定し、異常があった場合は作業を中断する。

- 6. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策
- 6. 1. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の具体的内容
- 6. 1. 1. 1. 1 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源近傍に設置された火災状況確認用温度計を可搬型グローブボックス温度表示端末に接続することにより、温度を確認する。常設の火災状況確認用温度表示装置が機能を維持している場合は、これにより温度を確認する。

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

消火剤の放出後は、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温度監視を継続し，消火の成功を判断する。

対策の概要を以下に示す。また，対策に使用する設備を第6-2表に，対策の系統概要図を第6-1図から第6-2図に，アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に，対策の手順の概要を第6-11図に，対策における手順及び設備の関係を第6-3表に，必要な実施組織要員及び作業項目を第6-14図及び第6-15図に示す。

(1) 火災の消火の着手判断

重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の機能喪失を確認した場合，MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための手順に着手し，以下の(2)に移行する。

(2) 火災状況確認の準備

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

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

(3) 火災の判断及び消火の実施判断

火災状況確認用温度表示装置により，重大事故の発生を仮定

するグローブボックス内の温度を確認する。グローブボックス内温度の設計上の上限値である 40℃に対し、グローブボックス内の換気が停止した場合における機器及び粉末容器内のプルトリウムの崩壊熱を考慮し、火災源近傍の温度指示値が 60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、以下の(4)へ移行する。

火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認し、上記と同様に火災源近傍の温度指示値が 60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、以下の(4)へ移行する。

火災の判断及び消火の実施判断のために必要な監視項目は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源近傍温度である。

(4) 火災の消火の実施

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

(5) 火災の消火の成否判断

火災状況確認用温度表示装置により、火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が 60℃未満であり、安定してい

ることを確認し、グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。

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

消火を判断するために必要な監視項目は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源近傍温度である。

また、火災の消火後は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度状況の監視を継続する。

6. 1. 1. 1. 2 燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策

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

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックスに接続されたグローブボックス給気系又はグローブボックスパネルの隙間から、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る工程室内に漏えいする可能性がある。工程室排気系は外部と繋がった状態であることを踏まえ、外部への放出経路を遮断するために工程室排風機入口手動

ダンパを閉止し，中央監視室の操作盤が健全な場合は，工程室排気閉止ダンパを遠隔で閉止する。

放出経路上のダンパ閉止後は，グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側に可搬型ダンパ出口風速計を設置し，有意な風速がないことを確認することにより，放出経路の遮断を確認する。

火災の消火により新たに気相中へMOX粉末が移行することを防止するための対策及び放出経路上のダンパ閉止によりグローブボックス内に飛散又は当該工程室に漏えいした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放出経路を經由して外部に放出されるMOX粉末は，グローブボックス排気系又は工程室排気系の放出経路上の高性能エアフィルタにより除去することで，外部への放射性物質の放出を低減する。

対策の概要を以下に示す。また，対策に使用する設備を第6-2表に，対策の系統概要図を第6-3図及び第6-4図に，アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に，対策の手順の概要を第6-12図に，対策における手順及び設備の関係を第6-4表に，必要な実施組織要員及び作業項目を第6-14図及び第6-15図に示す。

(1) 燃料加工建屋外への放出経路の遮断の着手判断

設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の喪失を確認した場合，燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための手順に着手し，以下の(2)に移行する。

(2) 燃料加工建屋外への放出経路の遮断の実施判断

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

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

(3) 燃料加工建屋外への放出経路の遮断の実施

中央監視室から遠隔閉止操作によりグローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパを閉止し、放出経路を遮断する。

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

(4) 燃料加工建屋外への放出経路の遮断の成否判断

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

可搬型ダンパ出口風速計により、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクト内に有意な風速がないことを確認することにより、燃料加工建屋外への放出経路が遮断されて

いると判断する。

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

また、放出経路の遮断後は、ダクト内の風速の監視を継続する。

6. 1. 1. 1. 3 核燃料物質等を回収するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して、MOX粉末が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る工程室に漏えいする可能性がある。このため、当該工程室に漏えいしたMOX粉末を回収する。

また、核燃料物質等の回収の一環として、作業環境を確保するために核燃料物質等を閉じ込める機能の回復を実施する。核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に係る対策等について、「6. 1. 1. 1. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するための対策」に示す。

火災の消火により新たに気相中へMOX粉末が移行することを防止し、ダンパ閉止により燃料加工建屋外への放出経路を遮断す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遮断された状態であるため、放射性物質が外部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については、対策開始までの時間制約を設けず、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る工程室内の雰囲気安定した状態であることの確認の後に実施

する。

なお、当該工程室にMOX粉末が漏えいした場合、当該工程室内の雰囲気安定した状態となるまでには4時間～24時間を要すると想定されることから、この時間経過を回収作業開始の目安とする。

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

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-5図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-13図に、対策における手順及び設備の関係を第6-5表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

【補足説明資料6-11】

(1) 核燃料物質等の回収の着手判断

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火及び燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策が完了し、時間経過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る工程室内の雰囲気が安定した状態であると推定される場合に、核燃料物質等の回収の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。

(2) MOX粉末の漏えい状況の確認

可搬型ダストサンプラにより、当該工程室内の気相中のMOX粉末を捕集し、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより、

放射性物質濃度を測定する。

(3) 核燃料物質等の回収の実施判断

可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、当該工程室内の雰囲気安定した状態であることを確認し、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の完了をもって、当該工程室に漏えいしたMOX粉末の回収の実施を判断し、以下の(4)へ移行する。

(4) 核燃料物質等の回収の実施

MOX粉末の気相中への舞い上がりに注意し、ウエス等の資機材によりMOX粉末を回収する。

6. 1. 1. 1. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するための対策

核燃料物質等を閉じ込める機能の回復は、核燃料物質等の回収作業の一環として、核燃料物質等の回収に係る作業環境を確保するために行う。

核燃料物質等を閉じ込める機能の回復は、設計基準対象の施設であるグローブボックス排風機の復旧等に時間を要することが想定されることから、代替グローブボックス排気設備により実施する。

代替グローブボックス排気設備による換気を実施する場合は、グローブボックス排気ダクトに対し、可搬型ダクト、可搬型フィルタユニット及び可搬型排風機付フィルタユニットを接続し、燃料加工建屋可搬型発電機から可搬型排風機付フィルタユニットに給電する

ことにより、グローブボックス排気系の換気機能を回復する。これにより、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る工程室の気流を確保し、核燃料物質等の回収に係る作業環境を確保する。

この際、可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタにより常時外部への放出状況を監視し、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機付フィルタユニットを停止する。

なお、火災の消火により新たに気相中にMOX粉末が移行することを防止し、ダンパ閉止により燃料加工建屋外への放出経路を遮断す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遮断された状態であるため、放射性物質が外部へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。このため、本対策については、対策開始までの時間制約を設けず、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る工程室内の雰囲気安定した状態であることを確認の後に実施する。

対策の概要を以下に示す。また、対策に使用する設備を第6-2表に、対策の系統概要図を第6-6図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-13図に、対策における手順及び設備の関係を第6-6表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-16図に示す。

(1) 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の着手判断

可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、重大事故の発生を仮定するグローブボックス

が設置される工程室内の雰囲気安定した状態であることを確認した後、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の着手を判断し、以下の（２）へ移行する。

（２） 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の準備

可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット及び可搬型ダクトを排風機室のグローブボックス排気ダクトに接続する。燃料加工建屋可搬型発電機から可搬型排風機付フィルタユニットに給電する。

（３） 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の実施判断

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

（４） 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の実施

可搬型排風機付フィルタユニットの排風機を起動する。

（５） 核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の成否判断

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

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

この際、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機付フィルタユニットを停止する。

また、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットに附属する差圧計によりフィルタ差圧の監視を行う。

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

6. 1. 1. 2. 1 有効性評価

(1) 代表事例

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の前提となる要因は、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で示したとおり、外的事象の「地震」及び内的事象の「動的機器の多重故障」である。

これらの要因において、核燃料物質等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、核燃料物質等を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有する8基のグローブボックスである。

(2) 代表事例の選定理由

① 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の範囲

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となる要因は、「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において、フォールトツリー分析により明らかにした。核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の要因となるグローブボックス内火災の継続を頂上事象とした場合のフ

フォールトツリーを第6-17図に示す。

フォールトツリー分析において明らかにしたとおり、グローブボックス内火災の継続は、火災源に何らかの要因で引火した状況下で、火災の感知・消火機能であるグローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置の動的機器の直接的な機能喪失並びに全交流電源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「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喪失が同時に発生し、機能喪失する機器が多く、その範囲も広い。

② 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、グローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置の動的機器並びに動的機器を起動させるために必要な電気設備等の多岐の設備故障に対応でき、かつ、複数の設備故障が発生した場合においても対処が可能となる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図のフォールトツリーのうち、拡大防止である火災の感知・消火機能である。

整備した重大事故等対策が、外的事象の「地震」を含むすべての要因で想定される機能喪失をカバーできており、重大事故等への対処の種類観点から、外的事象の「地震」以外の要因

に着目する必要性はない。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると、外的事象の「地震」を要因とした場合には、基準地震動を 1.2 倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷及び動的機器の機能喪失が想定される。建屋内では、溢水及び内部火災のハザードが発生する可能性があり、また、全交流電源喪失により換気及び空調が停止し、照明が喪失する。建屋外では、不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化が想定される。

内的事象の「動的機器の多重故障」においては、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の発生は想定されず、また、これらを要因とした場合に、建屋外の環境条件が悪化することはない。

以上より、外的事象の「地震」が建屋内外の作業環境を最も悪化させる可能性がある。

(3) 有効性評価の考え方

外的事象の「地震」を要因とし、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基全てで火災が発生した場合に、火災を消火できることを確認する。火災発生時の、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内及び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る工程室の雰囲気温度の推移を評価し、グローブボックス内及び当該工程室内の空気の体積膨張及びこれに付随する圧力上昇を評価する。

グローブボックス内の温度上昇に付随する体積膨張及び圧力

上昇は、グローブボックスの内装機器や当該工程室の壁面等によるヒートシンク効果を考慮せず断熱として評価し、解析コードを用いず、空気の定圧比熱等を用いた簡便な計算に基づき算出する。ただし、グローブボックスの構造材等への現実的な影響を見極める観点から、グローブボックス内温度は火災試験における火災源近傍温度により評価する。

グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを閉止し、外部への放出経路を遮断できることを確認する。この際の、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクト内の流速の推移を評価する。

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

火災の消火により新たに気相中へMOX粉末が移行することを防止し、ダンパ閉止により燃料加工建屋外への放出経路を遮断す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遮断された状態であるため、放射性物質が外部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。

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では、事態の収束までに事業所外へ放出する放射性物質の放出量（以下「総放出量」という。）を評価する。

外部への放射性物質の総放出量（セシウム-137換算）の評価は、火災を消火し、グローブボックス排気系及び工程室排気系の放出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る工程室内の気相中のMOX粉末を外部へ移行させる駆動力が無いことから、火災の消火及び放出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MOX粉末の割合、圧力損失を踏まえた各経路への移行割合及び高性能エアフィルタによる除染係数を考慮する。

(4) 有効性評価の評価単位

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

(5) 機能喪失の条件

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

(6) 事故の条件及び機器の条件

本重大事故は、重大事故の発生を仮定する 8 基のグローブボックスにおいて同時に火災が発生することを仮定する。これらのグローブボックス内の火災源は合計 9 箇所である。

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

潤滑油の量は、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が内包する設計値を基に設定し、火災試験の状況等を踏まえ、それぞれの火災源にて燃焼面積 50% で火災が継続することを仮定する。

火災影響を受ける MOX 粉末量及びプルトニウム富化度は、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の設計値を適用する。

(7) 操作の条件

火災が継続した場合、火災の継続時間に応じて、外部への放射性物質の総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、外部への放射性物質の総放出量を可能な限り低減させるため、火災の確認後には速やかに継続している火災に対して遠隔操作による消火対策を実施するとと

もに、ダンパ閉止により燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための措置を実施する。

火災発生の認知及び遠隔消火による火災の消火は、地震発生後 20 分で完了する。グローブボックス排気系及び工程室排気系の放出経路上のダンパ閉止による放出経路の遮断は、地震発生後 20 分で完了する。

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核燃料物質等を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 6-14 図から第 6-16 図に示す。

(8) 放出量評価に関連する事故、機器及び操作の条件の具体的な展開

有効性評価における外部への放射性物質の総放出量は、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 MOX 粉末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、外部への放出経路における除染係数の逆数を乗じて算出する。

火災影響を受ける MOX 粉末の取扱量及びプルトニウム富化度は、各グローブボックスで一度に取り扱う可能性がある粉末容器の設計値を基に設定する。

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

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

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

【補足説明資料6-13】

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

① グローブボックスに内包するMOX粉末量

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の粉末容器又は機器が保有するMOX粉末量、MOX粉末のプルトニウム富化度は、第6-7表に示す設計値とする。

② 火災の影響を受ける割合

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

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

③ 火災に伴い粉末容器から気相中に移行するMOX粉末の割合

火災によるMOX粉末の気相への移行については、火災の熱で生ずる上昇気流を駆動力とし、この上昇気流と触れるMOX粉末表面から気相中へ移行していく現象と整理できる。4種類のプルトニウム粉末を用い、温度と風速をパラメータとした文献⁽¹⁾によると、最も気相中への移行率が高いのは、風速100 cm/s (1 m/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。また、シュウ酸プルトニウムとMOX粉末の粒径の違いも考えられるが、実機での粉末容器の位置関係と実験での条件との違いを踏まえ、火災影響によるMOX粉末の気相中への移行率として 1 m/s の流速による移行率である $1\%/h$ を用いる。

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

④ MOX粉末の放出経路及び移行割合

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

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

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

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る工程室から外部への放出経路として、工程室給気ダクト及び当該工程室から廊下へ繋がる扉を経由する経路が存在する。

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

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

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

評価上は当該工程室から工程室排気系を通じてそのまま外部へ放出されるものとして評価する。

【補足説明資料6-10】

⑤ 外部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MOX粉末が、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外部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MOX粉末の沈着による除染係数は10とする。

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

DOP粒子)の除染係数を有し、グローブボックス排気設備の経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。重大事故における放出量評価においては、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 10^9 とする。

工程室排気設備の経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計2段設置されている。重大事故における放出量評価においては、2段の除染係数を 10^5 とする。

グローブボックス給気側の高性能エアフィルタ1段を経由し、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。重大事故における放出量評価においては、3段の除染係数を 10^7 とする。

【補足説明資料6-4】

(9) 判断基準

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

① 拡大防止対策

a. 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源に対して消火剤を放出することで、火災の消火が可能であること。火災の消火により、グローブボックス内温度が 60°C 未満に低下すること。

b. 燃料加工建屋外への放出経路の遮断

放出経路上のダンパ閉止をすることで、外部への放出経路

を遮断した状態を継続して維持し、グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトに有意な風速がない状態となること。

c. 核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復

対処に必要な設備及び手順等が整備されていること。資機材、要員等が確保され対処できること。

② 放出量

消火及びダンパ閉止による事態の収束までに外部へ放出される放射性物質の総放出量が、セシウム-137 換算で 100TBq を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

① 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火に係る対策は、4人（2人/班×2班）にて、地震発生後20分で完了できる。

グローブボックス内で火災が発生することにより、雰囲気温度が上昇し始め、可搬型グローブボックス温度表示端末の指示値が60℃を超えた時点で当該グローブボックスにおいて火災が発生していると判断し、中央監視室近傍から遠隔手動により遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出

し、火災を消火する。これにより、当該グローブボックス内の雰囲気温度は低下傾向を示すとともに、火災の影響により気相中に移行したMOX粉末を外部へ放出する駆動力である体積膨張が停止し、以降、当該グローブボックスの雰囲気温度は 60℃未満で安定する。

なお、火災が発生している間、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度上昇による圧力は、系外へ繋がる経路へ避圧され、経路の圧力損失を考慮すると、火災発生直後に初期圧力に対して最大でも 600Pa の圧力上昇で平衡する。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る工程室については、初期圧力に対して最大でも 200Pa の圧力上昇で平衡する。

対策実施時のパラメータの推移として、試験を基にしたグローブボックス内温度推移を第 6-18 図に、火災源の発熱速度を基にした温度上昇及びグローブボックス内雰囲気の体積膨張から算出したグローブボックス内圧力及び工程室圧力の推移を第 6-19 図及び第 6-20 図に示す。

② 燃料加工建屋外への放出経路の遮断

燃料加工建屋外への放出経路の遮断に係る対策は、4人（2人/班×2班）にて、地震発生後 20 分で完了できる。

火災の消火と並行して、外部への放出経路を遮断するため、拡大防止対策として、中央監視室から移動し、地下1階の排風機室において、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。火災の消火と合わせて、当該ダンパ閉止後、グローブボックス排風機及び工程室排

風機の下流側ダクトに有意な風速がない状態になっていることをもって事態の収束と判断する。

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

事態の収束までに事業所外へ放出する放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、約 9×10^{-7} TBq であり、100TBq を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、約 5×10^{-5} mSv である。核種ごとの放射性物質の放出量を第6-8 表に、放射性物質の外部への放出過程を第6-23 図に示す。

【補足説明資料6-5】

③ 核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復

可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより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る工程室内の放射性物質濃度を測定し、当該工程室内の雰囲気が安定した状態であることを確認した上で作業に着手すること及び作業実施に対して時間的な制約はないことから、実行可能である。

また、核燃料物質等の回収の際には当該工程室に入室するが、

当該工程室の線量率はグローブボックスの直近でも約 5 mSv/h であり、床面からの線量率はグローブボックスからの線量率に比べて十分低く、被ばく管理を実施することで対応可能である。

【補足説明資料 6－8】

(2) 不確かさの影響評価

① 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

a. 想定事象の違い

内的事象の「動的機器の多重故障」を要因として発生する核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る火災は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基のうち、いずれか 1 基のグローブボックスで単独で発生するため、対処が必要な対象が限定される。

一方、重大事故における有効性評価は、グローブボックス 8 基で同時に核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る火災が発生する場合の対策の成立性を確認していることから、評価結果は変わらない。

内的事象の「動的機器の多重故障」を要因として感知・消火の機能が喪失した場合、共通要因で故障等が発生しない設計基準対象の施設の使用が可能であり、中央監視室から遠隔で操作を行うことから、外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して早い段階で拡大防止対策を完了できる。

b. 火災規模の違い

潤滑油による火災については、潤滑油を収納する箇所に設

置しているオイルパン上での燃焼面積による火災の燃焼時間の不確かさがあり，燃焼面積が放出量評価の条件とした条件である 50%よりも小さい場合は，火災の影響による体積膨張の程度が小さくなる。

また，体積膨張の評価については，火災による発熱量の全てが重大事故の発生を仮定するグローブボックス又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る工程室の空気に与えられると仮定した上で，温度上昇を断熱計算で評価しており，周囲への放熱を考慮すると，体積膨張の程度が小さくなる。

② 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

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，気相中へのMOX粉末の移行割合，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，総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，総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。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

a. グローブボックスに内包するMOX粉末量

火災影響を受ける粉末容器が保有するMOX粉末量は、設計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粉末容器内のMOX粉末表層に限定され、粉末容器内の大半の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、シュウ酸プルトニウムとMOX粉末の粒径の違いを踏まえても、火災の上昇気流を受ける範囲を粉末容器の表層に限定した場合、1桁～2桁の下振れが想定される。

c. 気相中に移行したMOX粉末の放出経路

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、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る工程室へ繋がる弁が開いている又は配管が破断している

ことを仮定し、それぞれの圧力損失を考慮した経路ごとの分配割合を「グローブボックス排気系：25%、グローブボックス給気系：74%、グローブボックスパネル隙間：1%」としている。

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

グローブボックスパネルの隙間を経由する放出経路は、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、放出経路がグローブボックス排気系及びグローブボックス給気フィルタを介した工程室排気系経由と限定されるため、1桁未満の下振れとなる。

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

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

なお、グローブボックスパネルの隙間等からの漏えいについては、グローブボックスが地震に対して一定の機能維持が

できる設計としていることから、大開口が生ずることは想定しにくい。また、火災試験の結果からも、火災影響によりグローブボックスパネルが損傷することは想定しにくい。仮に、地震又は火災の影響により、グローブボックスパネルに大開口が生じ、MOX粉末がグローブボックスから直接当該工程室へ移行し、工程室排気系を経由する経路が支配的となった場合、経由する高性能エアフィルタが1段減るため、2桁の上振れが見込まれる。その場合であっても、100TBqを十分下回る。

【補足説明資料6-12】

d. 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る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、重大事故の発生を仮定するグローブボックスから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る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粉末が当該工程室に漏えいした後の駆動力としては、当該工程室の温度上昇に伴う体積膨張が考えられる。

1%/hで当該工程室に移行したMOX粉末が当該工程室に均一に分布すると仮定し、当該工程室の温度上昇による体積膨張分が工程室排気系に移行すると仮定すると、1桁未満の下振れとなる。

また、隣室に工程室排気系又は工程室給気系を経由して移

行した場合には、外部への放出の観点では、隣室の空間での MOX 粉末の希釈や空気への放熱による体積膨張雰囲気収縮などにより、総放出量として 1 桁未満の下振れが見込まれる。

e. 外部への放出経路における除染係数

グローブボックス排気設備の経路中には、グローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして、高性能エアフィルタが 4 段設置されている。

工程室排気設備の経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計 2 段設置されている。また、グローブボックス給気側には高性能エアフィルタ 1 段が設置されており、これを介して工程室排気設備を経由して放出される場合には、高性能エアフィルタを 3 段経由する。

健全な高性能エアフィルタは、1 段当たり 10^3 以上の除染係数を有しており、高性能エアフィルタ 3 段の除染係数として 10^{11} との結果⁽³⁾があるが、評価で使用した高性能エアフィルタ 4 段の除染係数として 10^9 、高性能エアフィルタ 3 段の除染係数として 10^7 及び高性能エアフィルタ 2 段の除染係数として 10^5 と安全余裕を見込んで設定している。グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニット、グローブボックス給気フィルタ及び工程室排気フィルタユニットは、基準地震動を超える地震動の地震及び重大事故時における環境条件を考慮しても機能が期待できる設計としていることから、これ以上の上振れはない。

また、高性能エアフィルタ 1 段当たり 10^3 の除染係数を考慮した場合には、外部への総放出量として 1 ～ 2 桁程度の下振れが見込まれる。

【補足説明資料 6 - 6】

③ 操作の条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

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

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

b. 作業環境

遠隔消火装置の操作、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操作は工程室外で行われるため、火災による工程室内の作業環境悪化の影響を受けない。

また、遠隔消火装置の操作は、地上 1 階の中央監視室近傍で実施することから、地下 3 階の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る工程室内における MOX 粉末

の飛散による放射線の影響を受けない。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操作は、地下1階の排風機室で実施するが、排風機室に設置するグローブボックス排気設備及び工程室排気設備の排気ダクトは基準地震動の1.2倍の地震力に対して機能維持する設計とすることから、排気ダクトから排風機室内へのMOX粉末の漏えいはなく、また、排気ダクト内を通過するMOX粉末は微量であることから、排気ダクト内のMOX粉末からの放射線の影響を受けない。

【補足説明資料6-8】

6. 1. 1. 2. 3 重大事故の同時発生又は連鎖

(1) 重大事故の事象進展、事故規模の分析

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合、拡大防止対策として遠隔消火装置から消火剤を放出する。また、放出経路上のダンパを閉止することで、外部へ繋がる経路を遮断する。

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

① MOX粉末の状態

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

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

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

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失によって生ずる事故時環境

a. 温度

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

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

グローブボックス缶体及び接続されているダクトは不燃性素材、グローブボックスパネルは難燃性素材であることから、重大事故の発生を仮定するグローブボックス外へ火災が延焼することはない。

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

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

【補足説明資料 6-12】

b. 圧力

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

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された工程室内に、最も潤滑油量が多い箇所での火災を想定した場合の断熱計算で求めた空気の膨張率を与えても、火災発生直後に初期圧力に対して最大でも 200Pa の圧力上昇で平衡する。

工程室外については、十分な空間があることから通常時と同等の圧力である。

【補足説明資料 6-10】

c. 湿度

火災の発生により蒸気は発生しないため、湿度は変動しない。

d. 放射線

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

工程室には、グローブボックスから漏えいしたMOX粉末が浮遊している可能性がある。

e. 物質（水素，蒸気，ばい煙，放射性物質及びその他）及びエネルギーの発生

潤滑油の燃焼により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内にばい煙が発生する。また、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに隣接する基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としないグローブボックスの損傷により、工程室内にばい煙が漏出する可能性がある。

火災の発生によるばい煙以外の物質の生成はない。

f. 落下又は転倒による荷重

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

g. 腐食環境

火災の発生により腐食の要因となる物質は生成しない。

(2) 重大事故の同時発生

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

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

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

(3) 重大事故の連鎖

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

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

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

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

以上より, 臨界事故が発生することはない。

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

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

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

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

また, 形状寸法管理を行うための機器については, 重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置される工程室とは別の工程室に設置されており, 想定される温度, 圧力等の環境条件よりも条件が厳しくなることはない。さらに, 形状寸法管理

を行うための機器については、ステンレス鋼等の材質であり、これらの条件によって健全性は損なわれることはないため、臨界事故が発生することはない。

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る要因は火災の発生であり、既に重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した状態を想定していることから、環境条件の温度に着目し、火災の延焼により連鎖して他のグローブボックスで火災が発生する可能性を評価する。

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

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

また、グローブボックス内で発生する火災により、グローブボックス内温度や圧力が上昇するが、圧力はグローブボックス排気設備への避圧等により平衡状態に達し、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る工程室内への温度上昇の影響は

小さく、延焼の可能性はないため、当該工程室内で火災等の事象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

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策として、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、ダンパ閉止により燃料加工建屋外への放出経路を遮断する対策及び事故の発生以降、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、MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火できることを確認した。

また、MOX粉末が外部に放出される経路を遮断するために、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止により、燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策を実施できることを確認した。

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

火災が継続した場合、火災の継続時間に比例して、外部への放射性物質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、外部への放射性物質の総放出量を可能な限り低減させる方針に基づく対策の検討の結果、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策は、地震発生後 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 9×10^{-7} TBq であり、放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100TBq を十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、約 5×10^{-5} mSv である。

評価の条件の不確かさについて確認した結果、想定事象の違いを考慮しても対策に影響がないこと、火災規模によらず消火が可能であること、地震時においても作業環境の影響を受けないこと、実施組織要員の操作時間に与える影響はないこと及び放射性物質の総放出量（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、核燃料物質等を閉じ込める機能が喪失したとしても、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、燃料加工建屋外への放出経路を遮断し、事態を収束できる。また、有効性評価で示す事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は、実行可能な限り低く、外部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。

核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復に

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

以上より、「6. 1. 1. 2. 1(9) 判断基準」を満足する。

6. 1. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資源

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の対策に必要な実施組織要員及び資源を以下に示す。

(1) 必要な要員の評価

外的事象を想定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に必要な要員は、MOX燃料加工施設対策班の班員として合計10人である。これに対し、MOX燃料加工施設における事故対処を実施する実施組織要員は21人であり、対処が可能である。なお、内的事象を要因とした場合では、外的事象の「地震」を要因とした場合より環境条件が悪化することなく、同人数以下で対応できる。

(2) 必要な資源の評価

① 水源

本重大事故への対処において消費する水量はなく、水源を要しない。

② 燃料

MOX燃料加工施設において、拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で4m³である。また、再処理施設において拡大防止対策に必要な軽油は、重大事故の同時発生を考慮しても約87m³である。これに対し、第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計800m³の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくても7日間の対処の継続が可能である。

③ 電源

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失についての拡大防止対策に必要な負荷としては、可搬型ダストモニタの約1kVA、可搬型排気モニタリング用データ伝送装置の約0.5kVA、可搬型排風機付フィルタユニットの約4.8kVAであり、これらを使用する場合には、燃料加工建屋可搬型発電機から給電を行う。

上記の前提において、必要な給電容量は、可搬型排風機の起動時を考慮しても約37kVAである。

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

6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において示したとおり、重大事故として特定したのは火災による核燃料物質等を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核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のみであり、「6. 1. 1. 2. 3 重大事故の同時発生又は連鎖」に整理したとおり、火災による核燃料物質等を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はない。

6. 3 参考文献

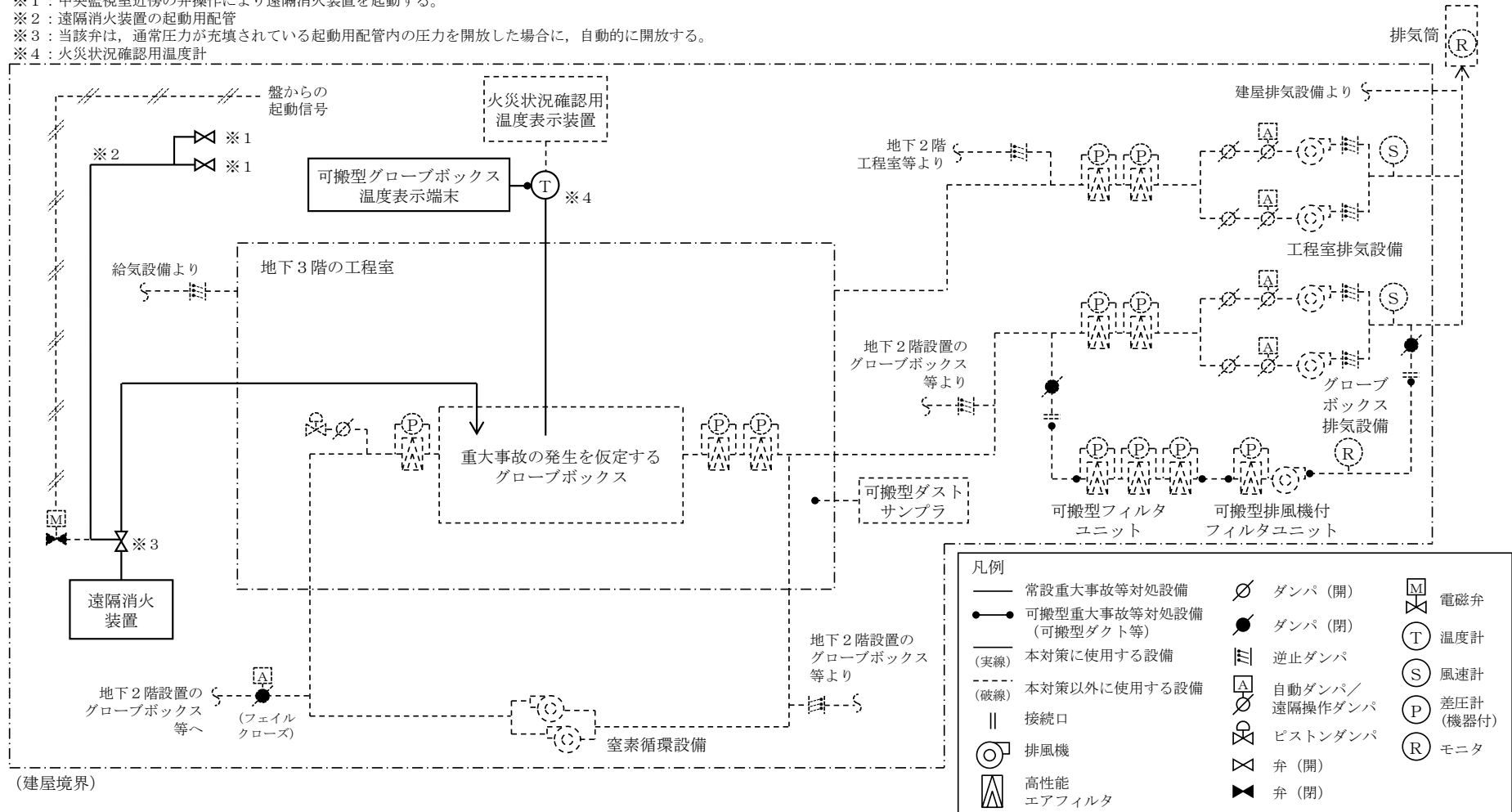
- (1) J. MISHIMA, L. C. SCHEWENDIMAN, C. A. RADASCH. PLUTONIUM

RELEASE STUDIES III. RELEASE FROM HEATED PLUTONIUM BEARING POWDERS, BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE PACIFIC NORTHWEST LABORATORY, 1968, BNWL-786.

(2) 長谷川 浩治, 小島 正臣, 松橋 哲. 煙およびガスの流動拡散性状に関する研究. 消防科学研究所報 11号, 1974, p. 29-38.

(3) Seefeldt, W. H. et al. Characterization of Particulate Plutonium Released in Fuel Cycle Operations. Argonne National Laboratory, 1976, ANL-75-78.

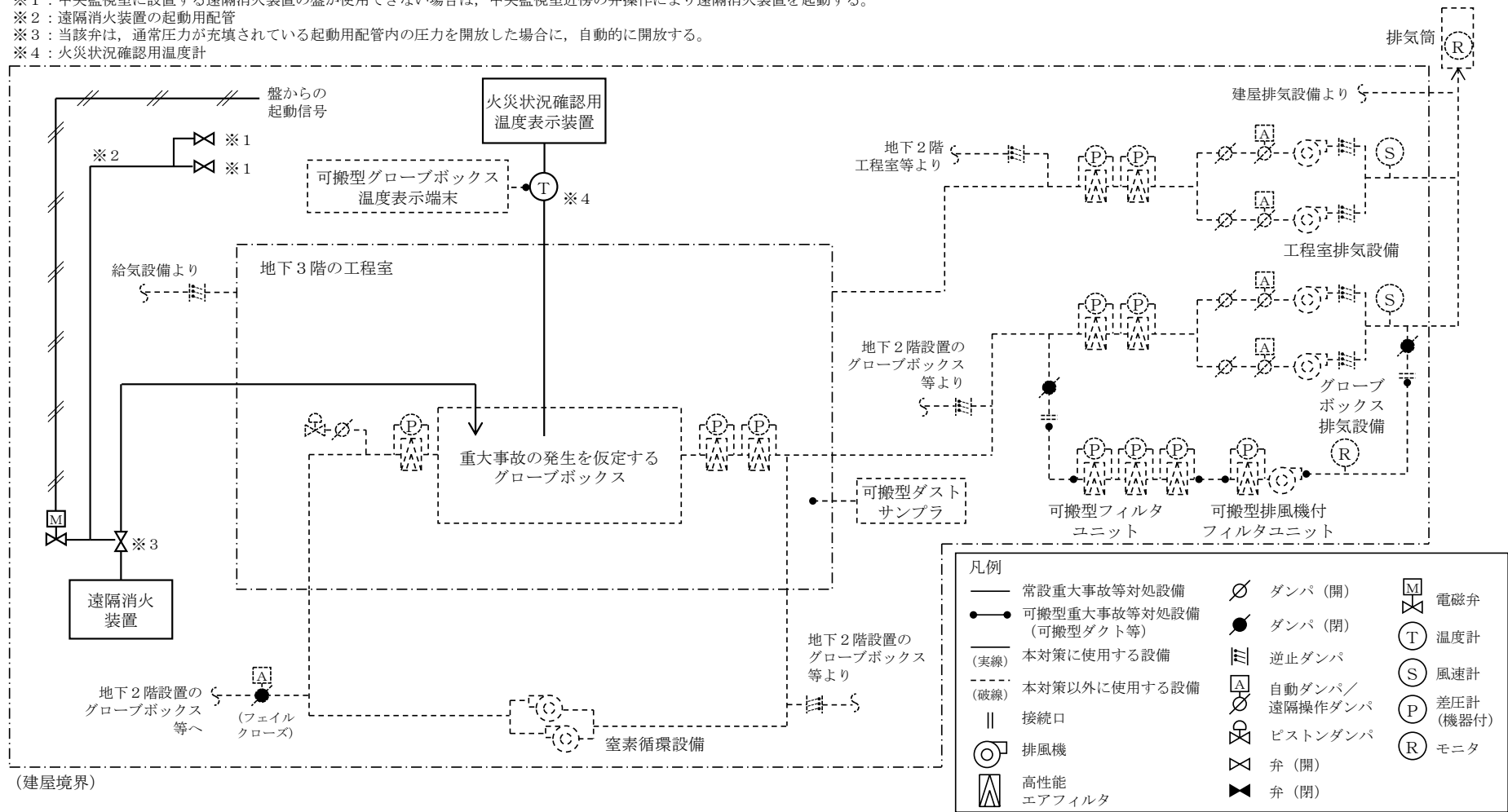
- ※1：中央監視室近傍の弁操作により遠隔消火装置を起動する。
- ※2：遠隔消火装置の起動用配管
- ※3：当該弁は、通常圧力が充填されている起動用配管内の圧力を開放した場合に、自動的に開放する。
- ※4：火災状況確認用温度計



凡例					
— (実線)	常設重大事故等対処設備	○ (開)	ダンパ (開)	⊞	電磁弁
— (破線)	本対策以外に使用する設備	● (閉)	ダンパ (閉)	○ (T)	温度計
— (実線)	可搬型重大事故等対処設備 (可搬型ダクト等)	⊞	逆止ダンパ	○ (S)	風速計
— (破線)	本対策以外に使用する設備	⊞ (A)	自動ダンパ/遠隔操作ダンパ	○ (P)	差圧計 (機器付)
	接続口	⊞ (R)	ピストンダンパ	○ (R)	モニタ
⊞	排風機	⊞ (開)	弁 (開)		
⊞ (高性能)	高性能エアフィルタ	⊞ (閉)	弁 (閉)		

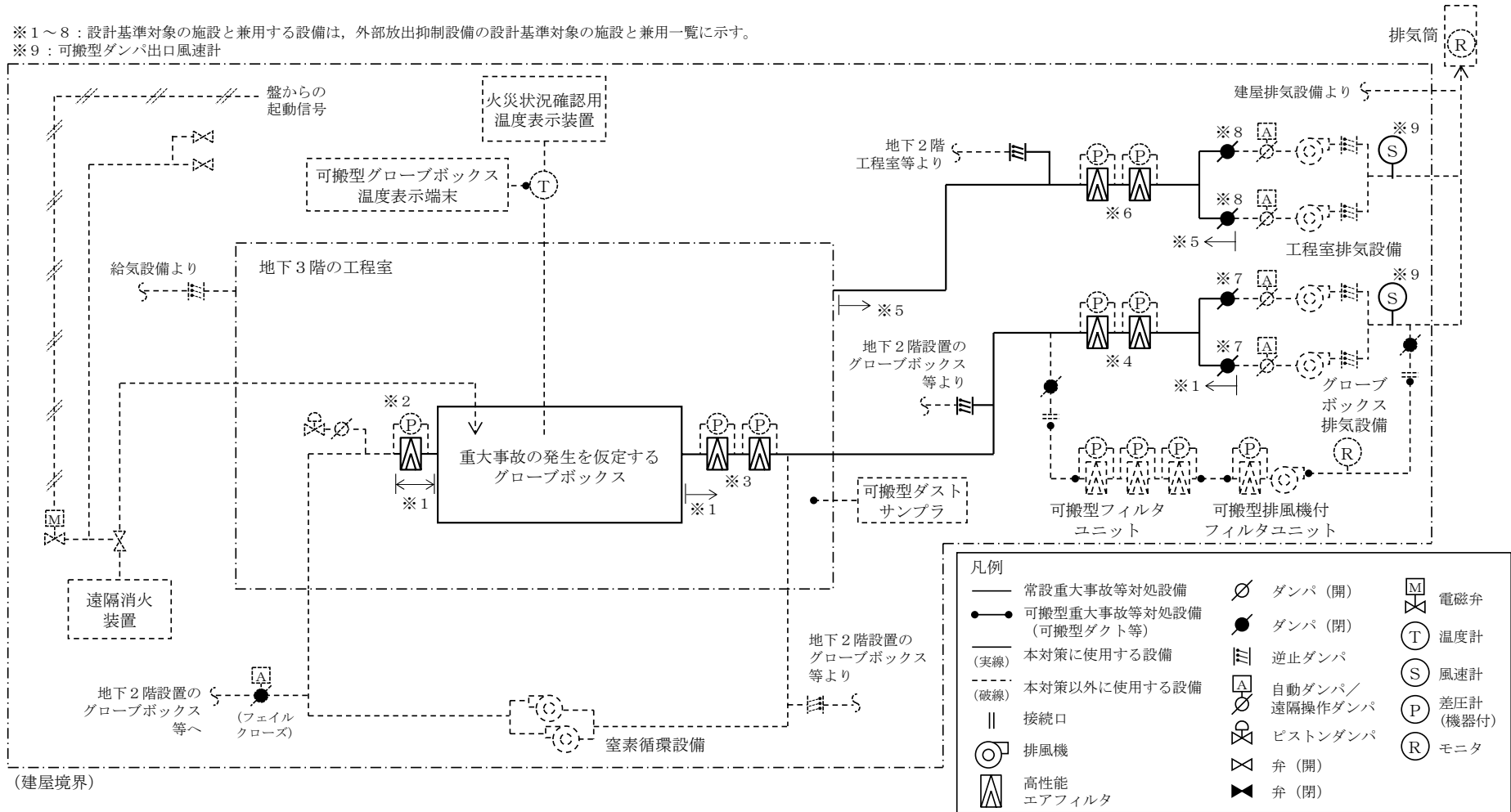
第6-1図 代替消火設備及び代替感知設備の系統概要図 (外的事象の対処時)

- ※1：中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤が使用できない場合は、中央監視室近傍の弁操作により遠隔消火装置を起動する。
- ※2：遠隔消火装置の起動用配管
- ※3：当該弁は、通常圧力が充填されている起動用配管内の圧力を開放した場合に、自動的に開放する。
- ※4：火災状況確認用温度計



第6-2図 代替消火設備及び代替感知設備の系統概要図 (内的事象の対処時)

※1～8：設計基準対象の施設と兼用する設備は、外部放出抑制設備の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
 ※9：可搬型ダンパ出口風速計



第6-3図 外部放出抑制設備の系統概要図（外的事象の対処時）（その1）

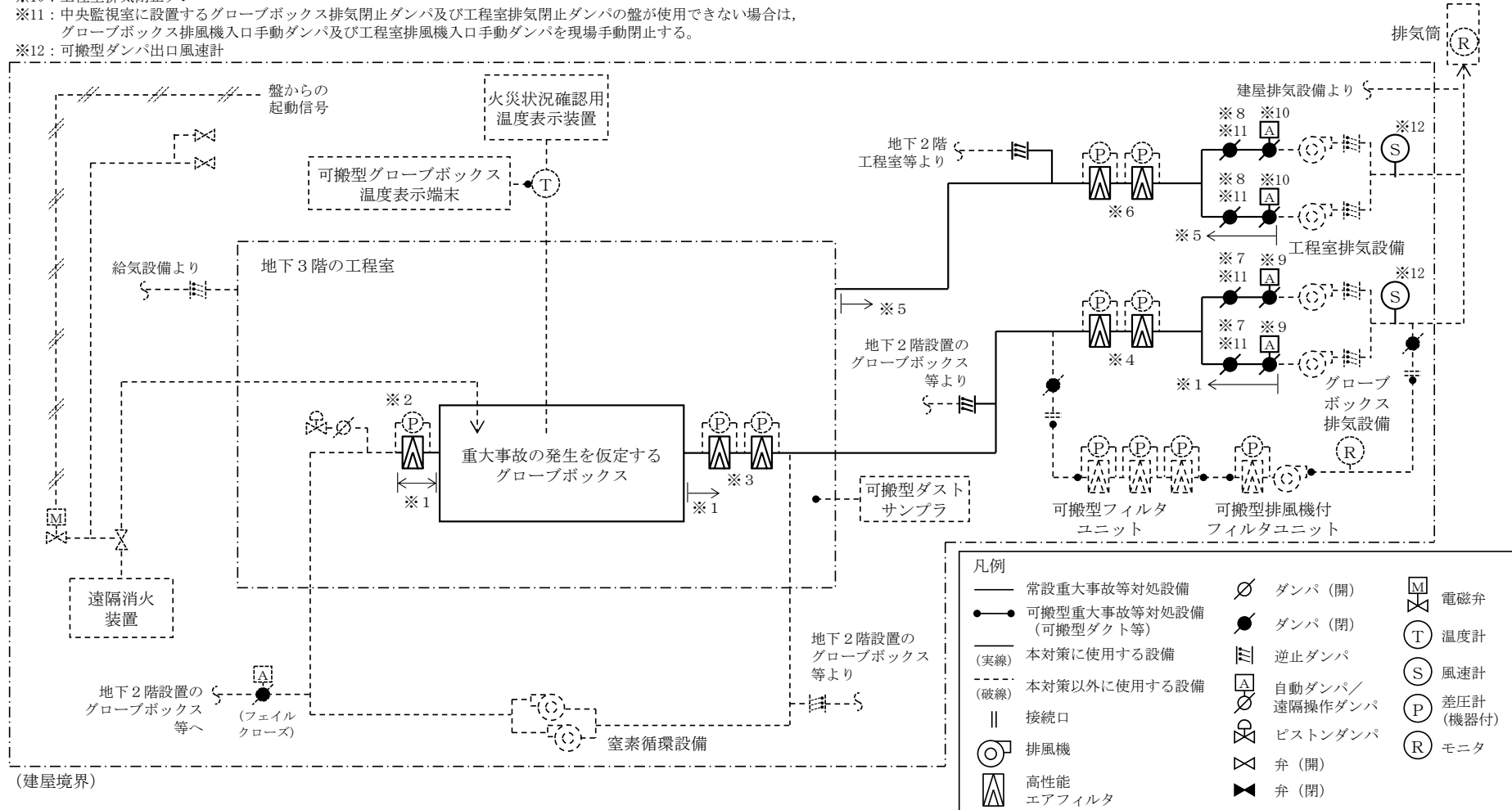
外部放出抑制設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

機器名	兼用する設計基準対象の施設
※1 グローブボックス排気ダクト ^{注)}	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から重大事故の発生を仮定するグローブボックス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流路)
※2 グローブボックス給気フィルタ	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)
※3 グローブボックス排気フィルタ	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排気フィルタ)
※4 グローブボックス排気フィルタユニット	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備
※5 工程室排気ダクト ^{注)}	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流路)
※6 工程室排気フィルタユニット	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備
※7 グローブボックス排風機入口手動ダンパ	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備
※8 工程室排風機入口手動ダンパ	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備

注) 流路のみを設計基準対象の施設と兼用する。

第6-3図 外部放出抑制設備の系統概要図 (外的事象の対処時) (その2)

- ※1～8：設計基準対象の施設と兼用する設備は、外部放出抑制設備の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
- ※9：グローブボックス排気閉止ダンパ
- ※10：工程室排気閉止ダンパ
- ※11：中央監視室に設置する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盤が使用できない場合は、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。
- ※12：可搬型ダンパ出口風速計



第6-4図 外部放出抑制設備の系統概要図 (内的事象の対処時) (その1)

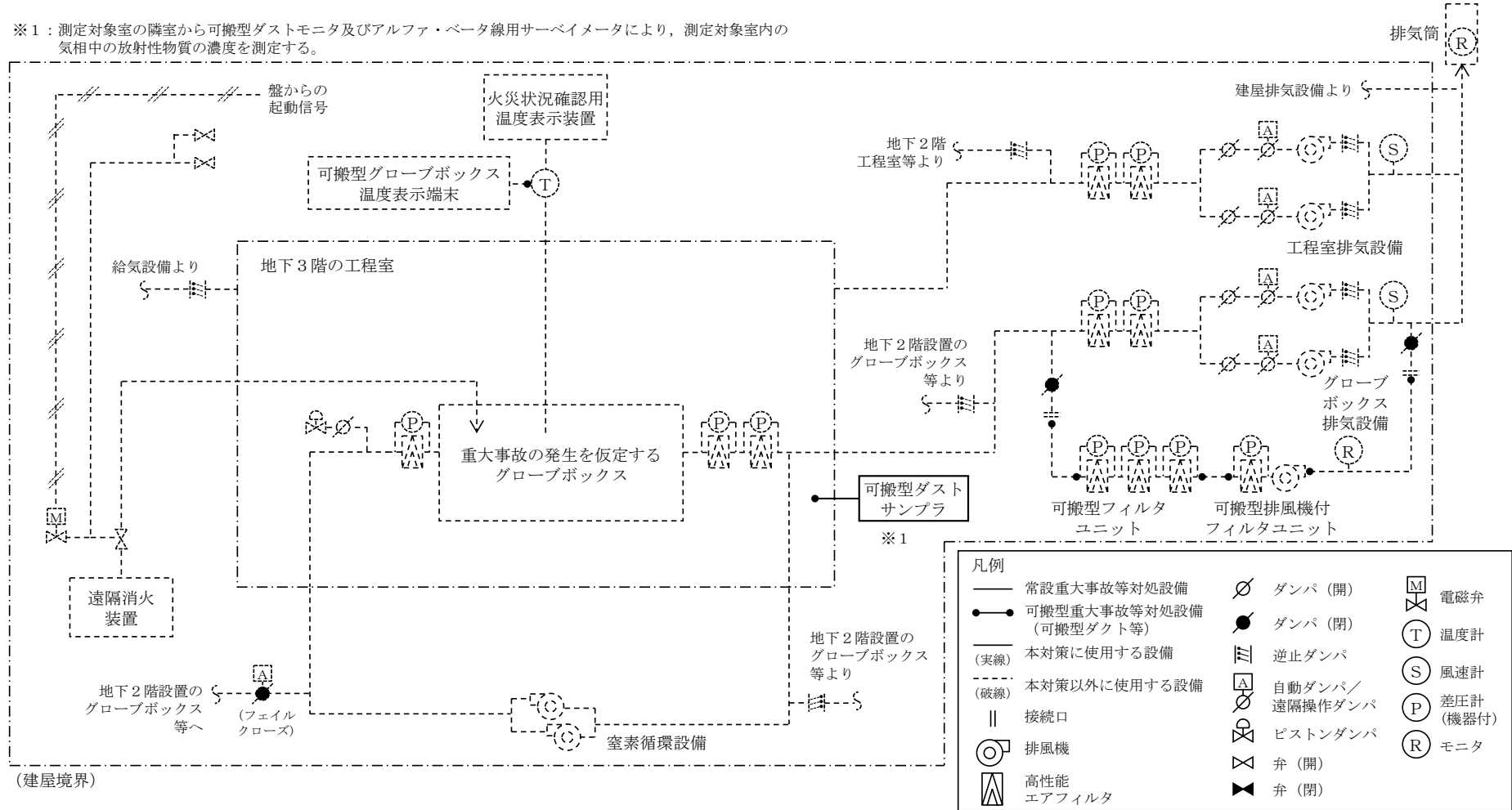
外部放出抑制設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

機器名	兼用する設計基準対象の施設
※ 1 グローブボックス排気ダクト ^{注)}	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から重大事故の発生を仮定するグローブボックス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流路)
※ 2 グローブボックス給気フィルタ	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)
※ 3 グローブボックス排気フィルタ	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排気フィルタ)
※ 4 グローブボックス排気フィルタユニット	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備
※ 5 工程室排気ダクト ^{注)}	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流路)
※ 6 工程室排気フィルタユニット	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備
※ 7 グローブボックス排風機入口手動ダンパ	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備
※ 8 工程室排風機入口手動ダンパ	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備

注) 流路のみを設計基準対象の施設と兼用する。

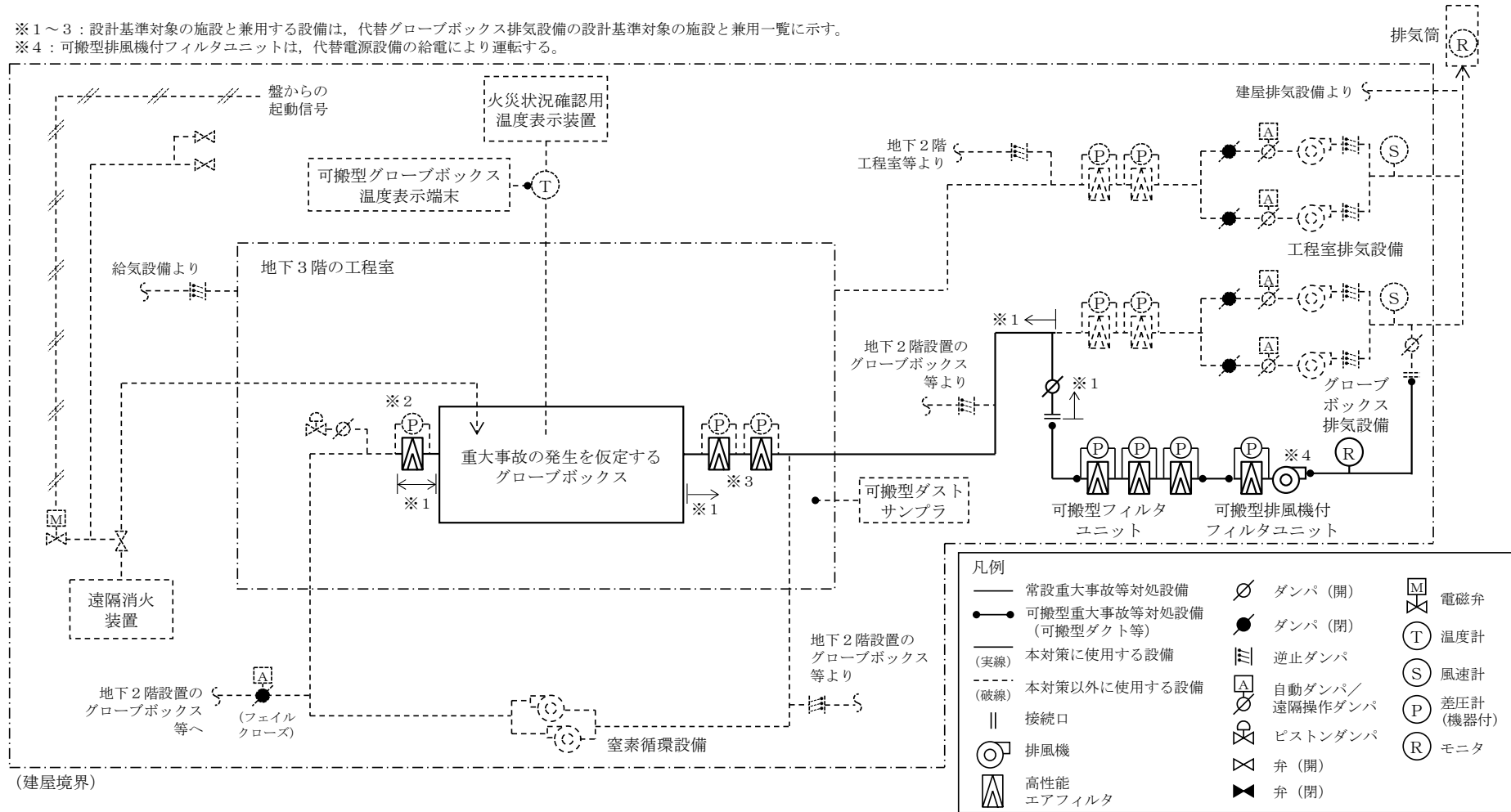
第 6 - 4 図 外部放出抑制設備の系統概要図 (内的事象の対処時) (その 2)

※1：測定対象室の隣室から可搬型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、測定対象室内の気相中の放射性物質の濃度を測定する。



第6-5図 工程室放射線計測設備の系統概要図

※1～3：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設備の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
 ※4：可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備の給電により運転する。



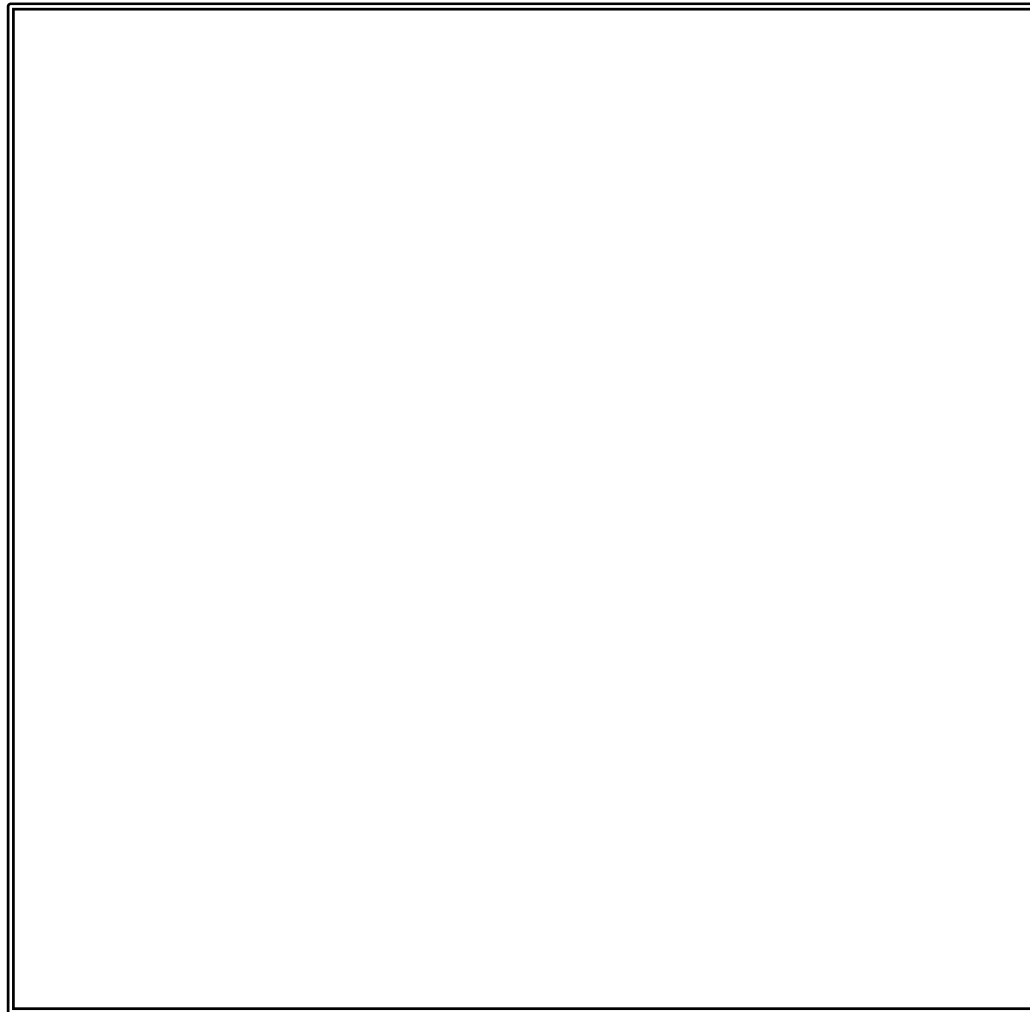
第6-6図 代替グローブボックス排気設備の系統概要図 (その1)

代替グローブボックス排気設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

機器名	兼用する設計基準対象の施設
※1 グローブボックス排気ダクト ^{注)}	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から重大事故の発生を仮定するグローブボックス及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスから可搬型ダクトとの接続口までの流路)
※2 グローブボックス給気フィルタ ^{注)}	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)
※3 グローブボックス排気フィルタ ^{注)}	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排気フィルタ)

注) 流路のみを設計基準対象の施設と兼用する。

第6-6図 代替グローブボックス排気設備の系統概要図 (その2)




【凡例】

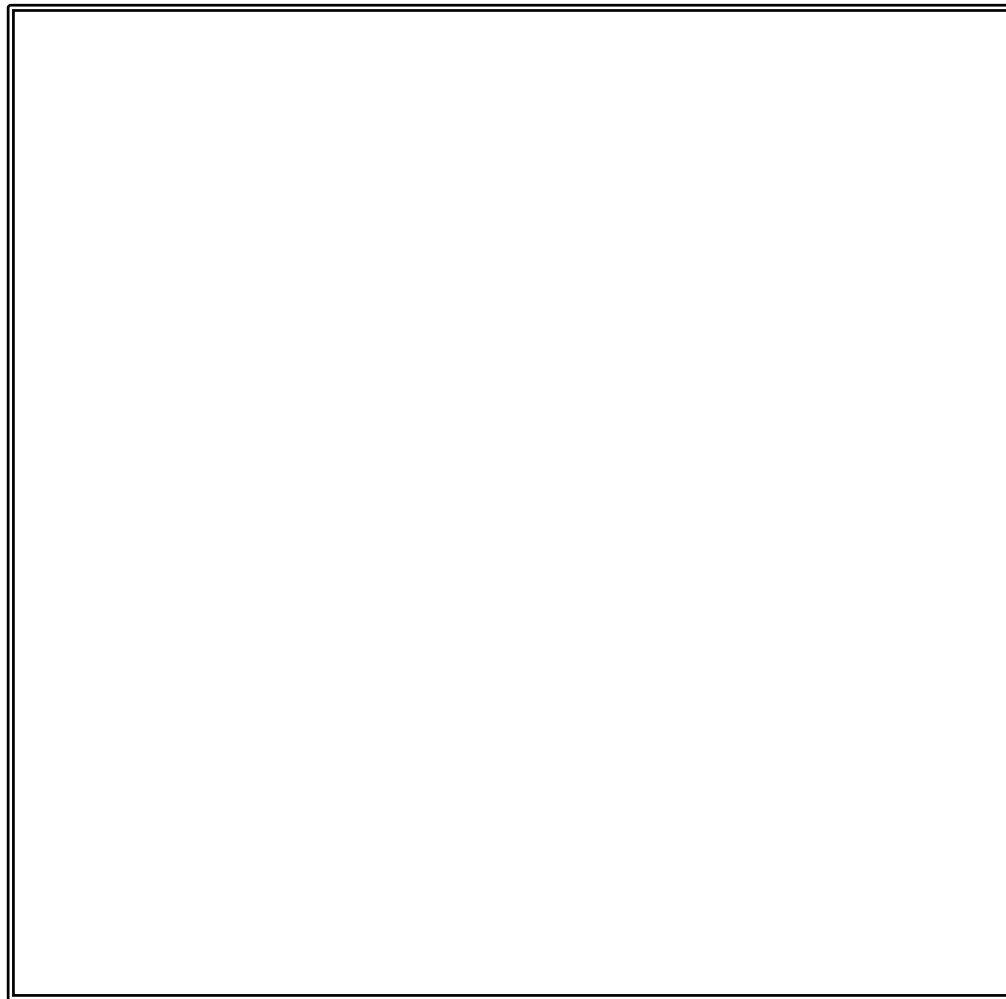
—— : アクセスルート (第1ルート)

--- : アクセスルート (第2ルート)


※ 核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を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

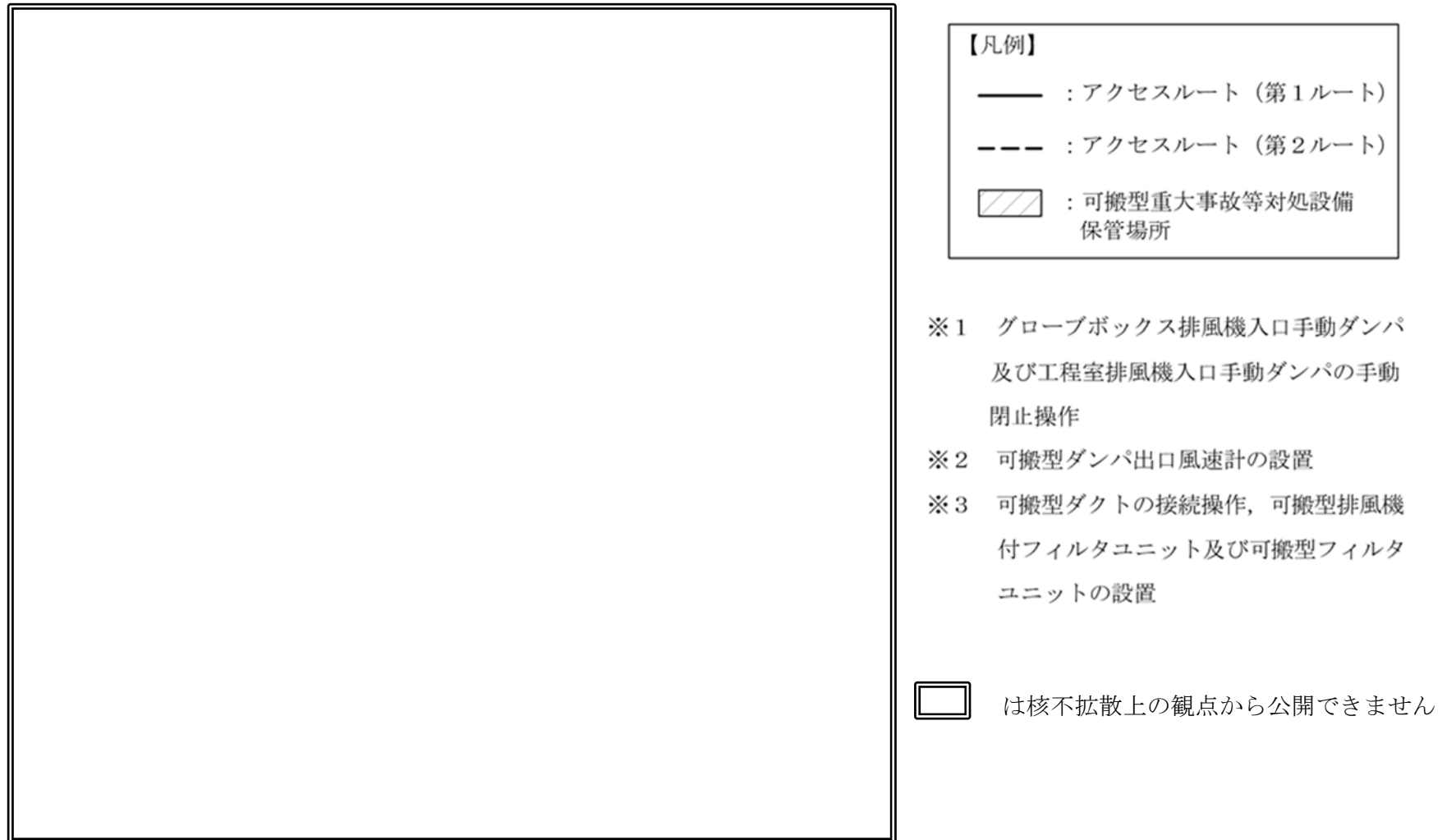
第6-7図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策のアクセスルート
(燃料加工建屋 地下3階)



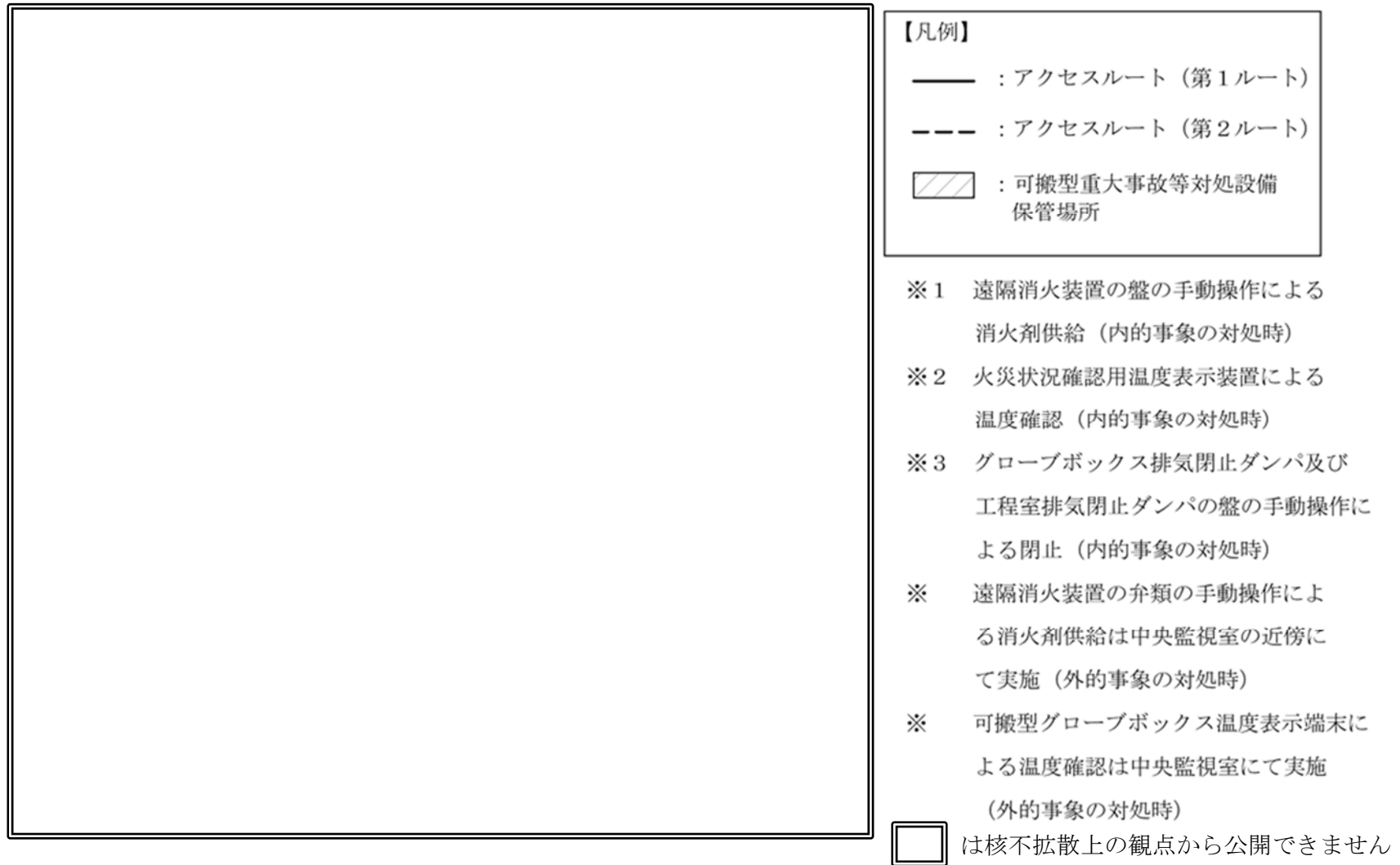
【凡例】
—— : アクセスルート (第1ルート)
--- : アクセスルート (第2ルート)

 は核不拡散上の観点から公開できません

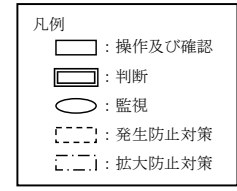
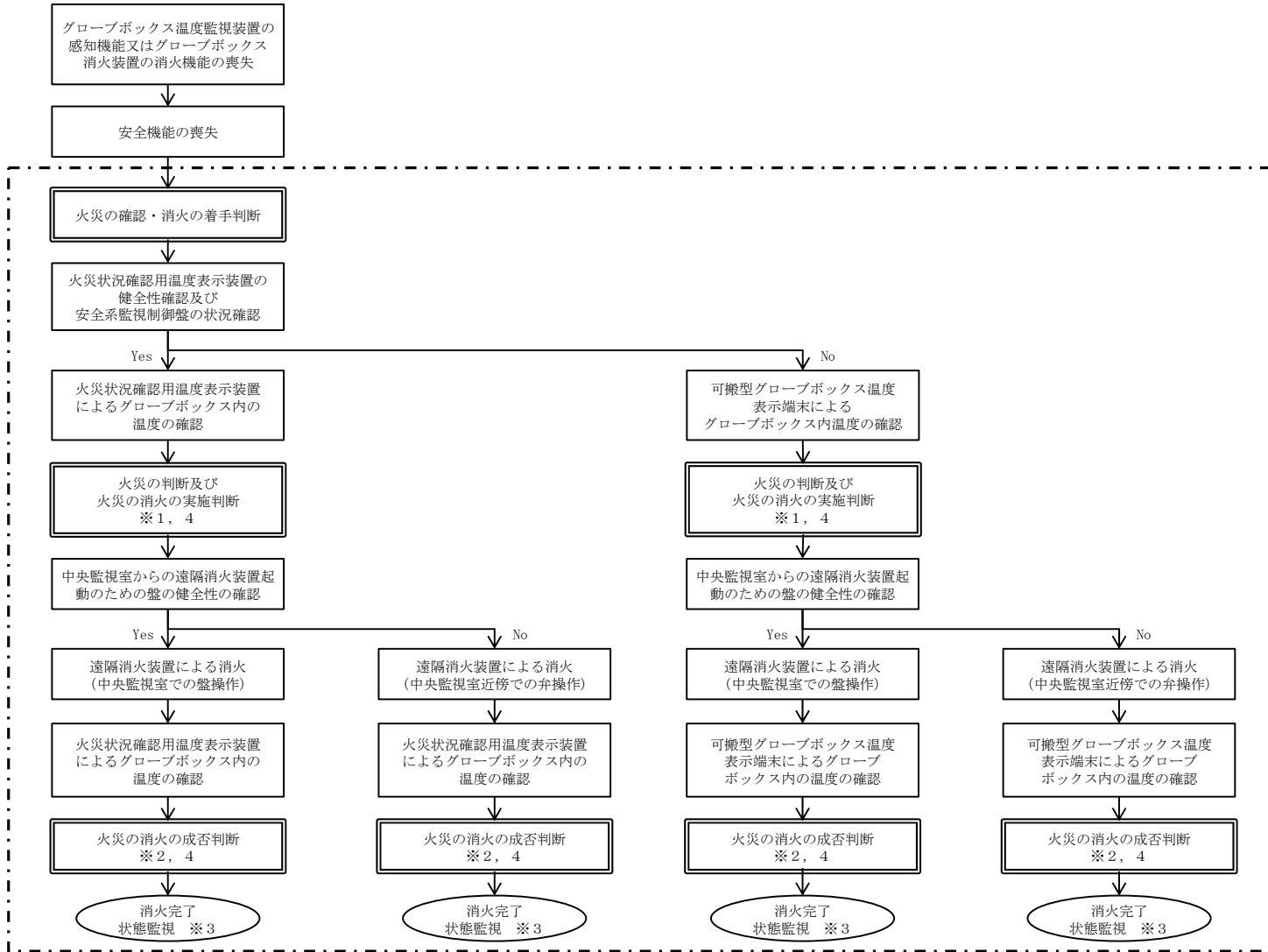
第6-8図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策のアクセスルート
(燃料加工建屋 地下2階)



第6-9図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策のアクセスルート
(燃料加工建屋 地下1階)



第6-10図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の拡大防止対策のアクセスルート
(燃料加工建屋 地上1階)



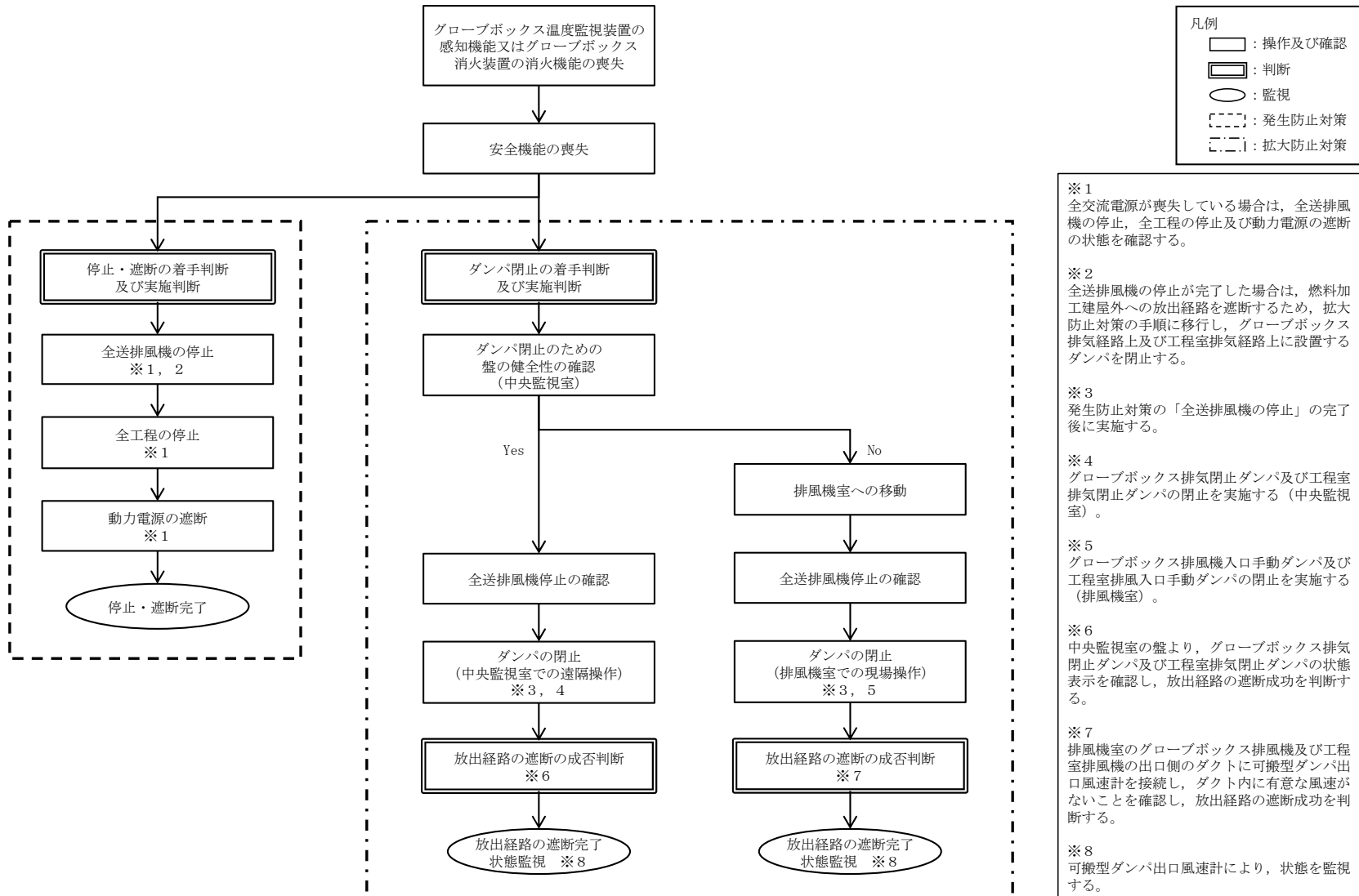
※1
火災状況確認用温度計の指示値が60℃以上であることを確認した場合に火災と判断する。

※2
火災状況確認用温度計の指示値が60℃未満であることを確認した場合に火災の消火成功を判断する。

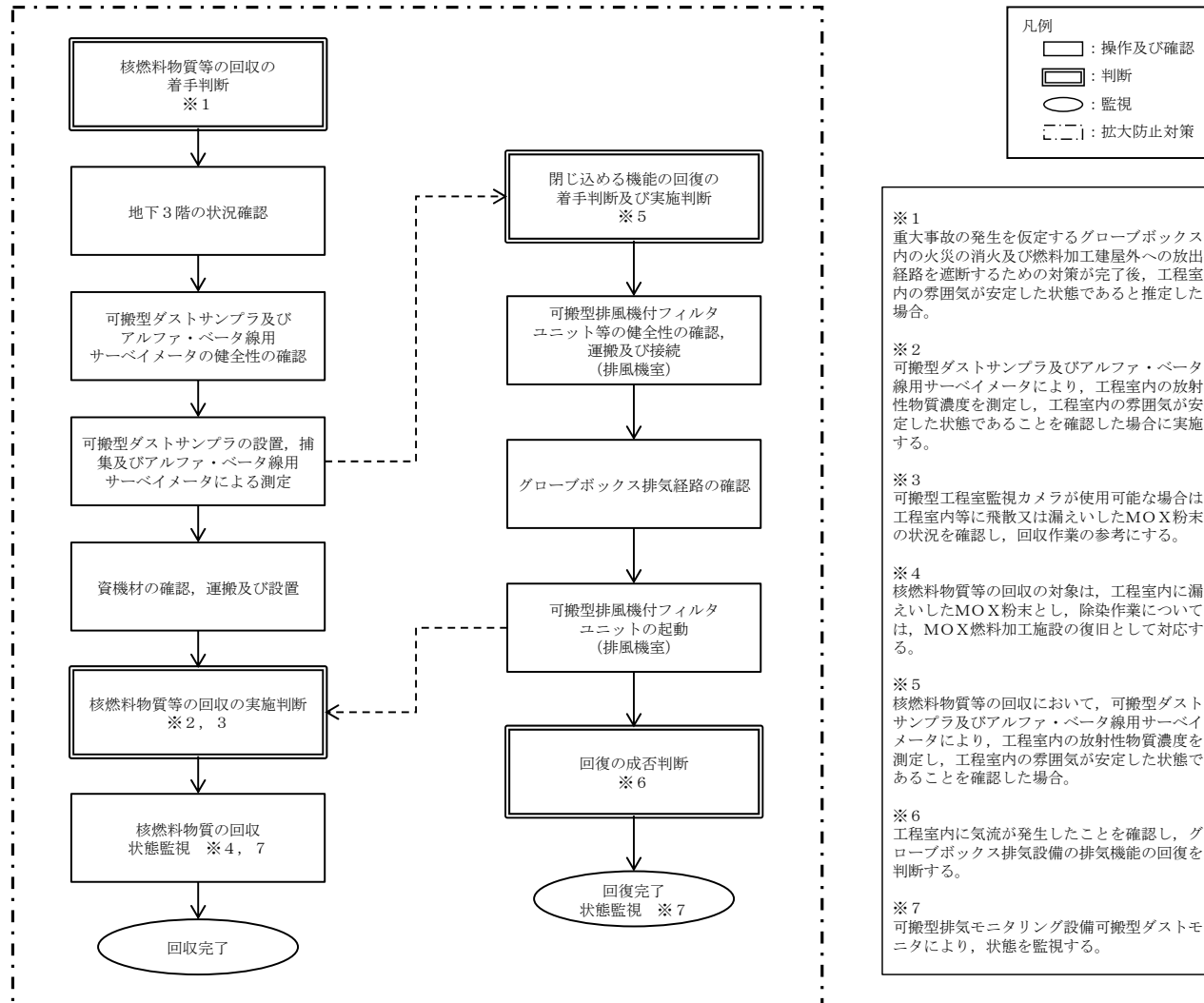
※3
火災状況確認用温度計により、状態を監視する。

※4
火災状況確認用カメラ及び可搬型火災状況監視端末が使用可能な場合は、グローブボックス内の状況確認結果を参考に、火災又は火災の消火を判断する。

第6-11図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要（消火）



第6-12 図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要（外部放出抑制）



凡例
 □ : 操作及び確認
 □ (二重線) : 判断
 ○ : 監視
 □ (点線) : 拡大防止対策

※1 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消火及び燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策が完了後、工程室内の雰囲気安定した状態であると推定した場合。

※2 可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、工程室内の放射性物質濃度を測定し、工程室内の雰囲気が安定した状態であることを確認した場合に実施する。

※3 可搬型工程室監視カメラが使用可能な場合は、工程室内等に飛散又は漏えいしたMOX粉末の状況を確認し、回収作業の参考にする。

※4 核燃料物質等の回収の対象は、工程室内に漏えいしたMOX粉末とし、除染作業については、MOX燃料加工施設の復旧として対応する。

※5 核燃料物質等の回収において、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、工程室内の放射性物質濃度を測定し、工程室内の雰囲気が安定した状態であることを確認した場合。

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

※7 可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタにより、状態を監視する。

第6-13 図 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の対策の手順の概要
 (核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復)

対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※1	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)																備考	
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00	2:10					
		実施責任者(再処理)		1	—	↓地震による不感時間																	
		MOX燃料加工施設対策班長		1	—	↓地震発生																	
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	—	↓火災確認																	
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	—	▽事故発生(全交流電源喪失・火災発生)																	
						体制移行																	
発生防止	1	全送排風機の停止(中央監視室)又は状態の確認	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:05	1班																	
	2	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断(中央監視室)又は状態の確認	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:05	2班																	
拡大防止	火災状況確認及び消火	3	可搬型グローブボックス温度表示端末の運搬、接続及び確認(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:05	3班																伝送開始まで適宜温度を確認する。
		4	遠隔消火装置の遠隔手動起動(1F中央監視室近傍)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:05	1班																
	燃料加工建屋外への放出経路の遮断	5	グローブボックス排風機入口手動ダンパの現場手動閉止(B1F排風機室)	MOX燃料加工施設対策班4班	2	0:10	4班																移動時間含む
		6	工程室排風機入口手動ダンパの現場手動閉止(B1F排風機室)	MOX燃料加工施設対策班5班	2	0:10	5班																移動時間含む
		7	可搬型ダンパ出口風速計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班4,5班	4	0:10	4,5班																伝送開始まで適宜風速を確認する。
伝令	8	体制移行の伝令(PA建屋⇔AG建屋)	MOX燃料加工施設対策班7班	2	0:35	7班																	

※1: 重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、外的事象の「地震」を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の10名である。

第6-14図 重大事故対処におけるタイムチャート(外的事象を起因とした場合)

対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※2	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)												備考	
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00		2:10
-	-	実施責任者(再処理)		1	-	▽火災確認													
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-	▽体制移行													
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-														
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-														
発生防止	1	全送排風機の停止(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:03	1班													
	2	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:03	2班													
拡大防止	火災状況確認及び消火	3	安全系監視制御盤の状況及び火災状況確認用温度表示装置の確認(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:03	3班												
		4	遠隔消火装置の遠隔手動起動(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:01	1班												
	燃料加工建屋外への放出経路の遮断	5	グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔手動閉止(1F中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班4班	2	0:01	4班												
		6	可搬型ダンパ出口風速計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班4,5班	4	0:13	4,5班												移動時間含む

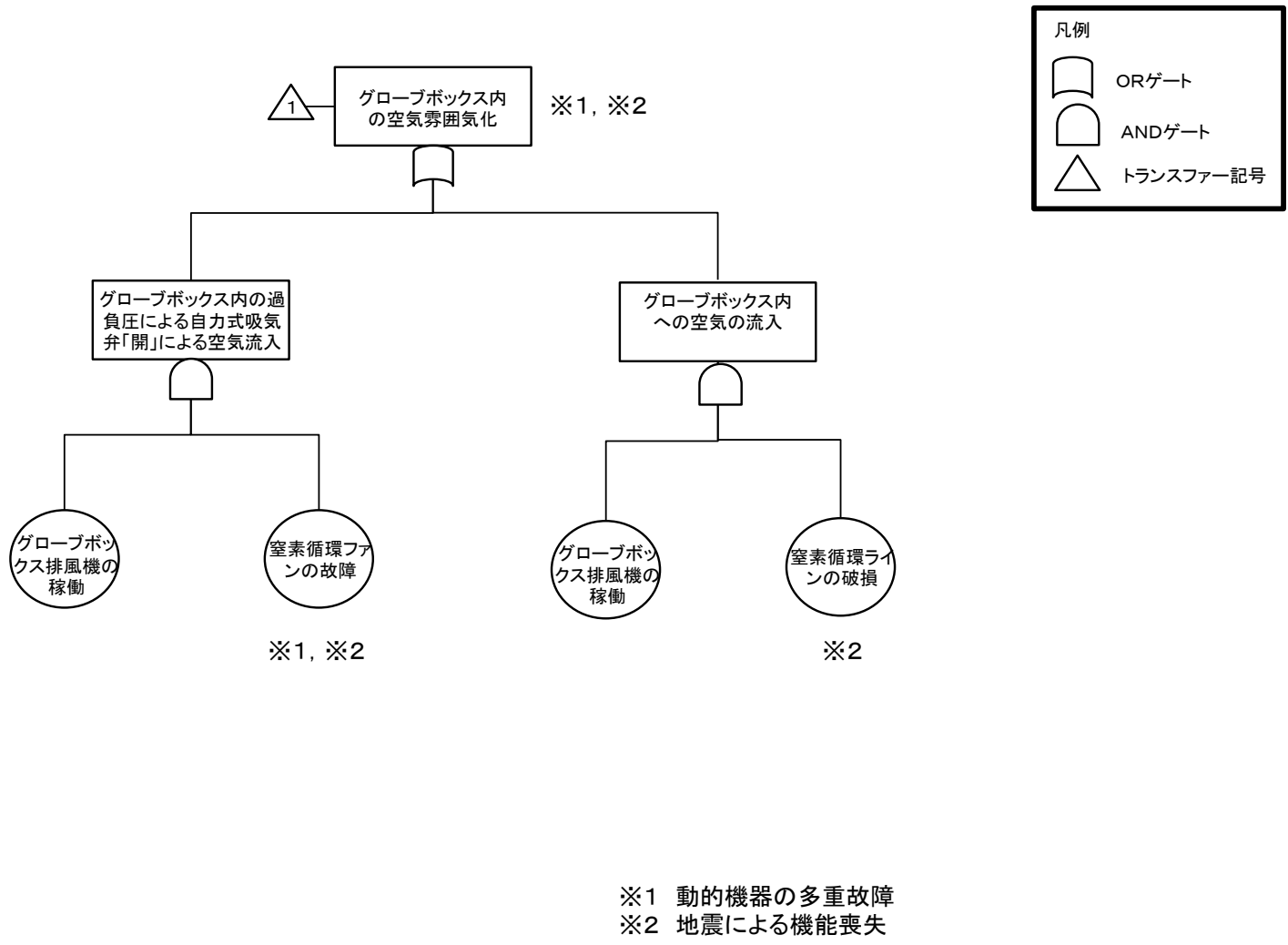
※2：重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、内的事象を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の8名である。

第6-15図 重大事故対処におけるタイムチャート(内的事象を起因とした場合)

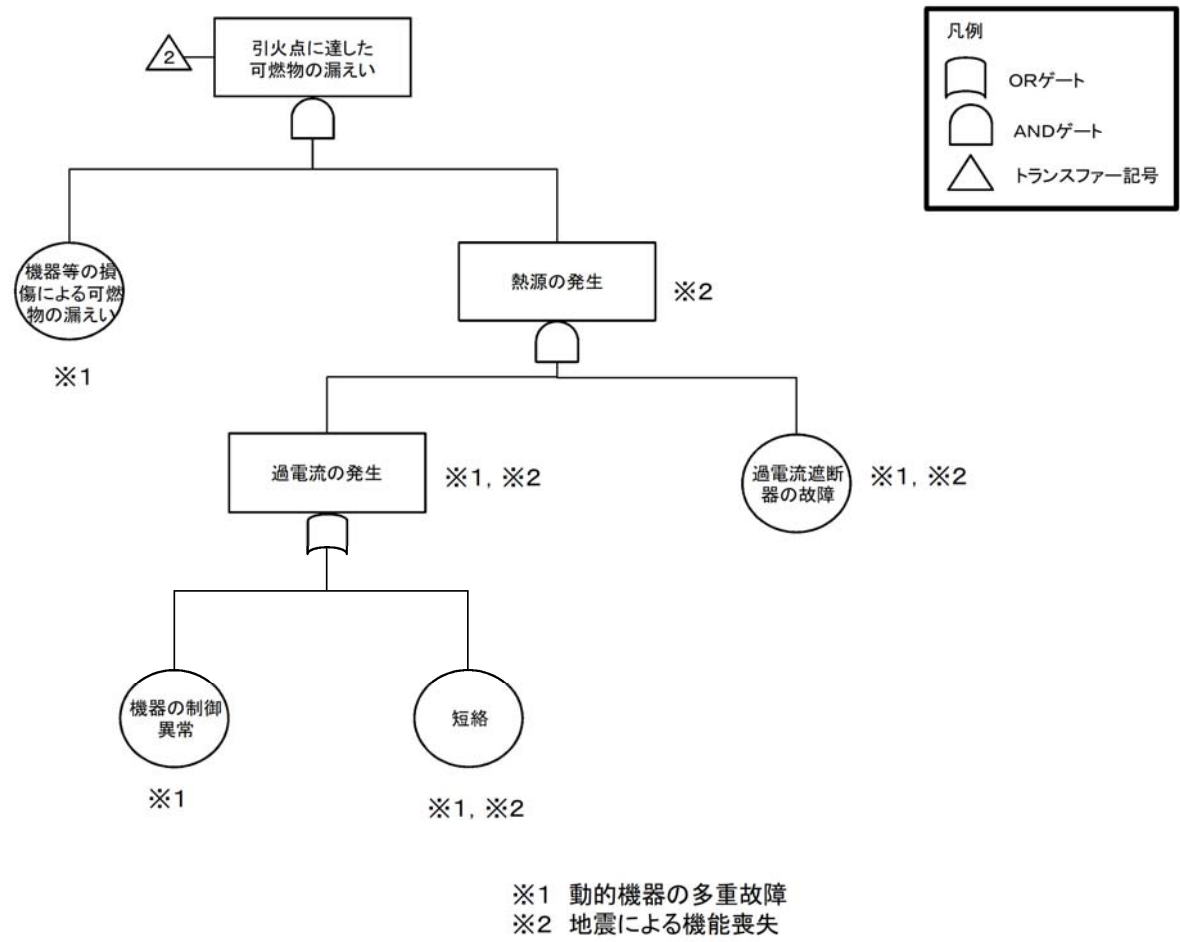
対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時:分)	▽回収着手判断 ▽回復着手判断 (可搬型ダストサンプラにより、工程室内の雰囲気安定した状態を確認) 回収実施判断▽										備考
						0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	
核燃料物質等の回収	1	地下3階の状況確認、可搬型ダストサンプラの運搬、設置、起動、測定及び沈降確認 (地下3階廊下又は工程室)	MOX燃料加工施設対策班	-	-											適宜測定
	2	ウエス等の資機材の確認、運搬、設置 (地下3階廊下)	MOX燃料加工施設対策班	-	1:30											
	3	核燃料物質等の回収 (地下3階工程室)	MOX燃料加工施設対策班	-	-											
核燃料物質等を閉じ込める機能の回復	4	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運搬、設置、グローブボックス排気系の状況確認及び起動 (地下1階排風機室)	MOX燃料加工施設対策班3, 4, 5班	6	9:30											

注) 核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係る核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火及び燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策の完了後に実施し、MOX粉末を外部へ放出する駆動力がなく、外部への放出経路が遮断された状態であり、事象進展を伴うものではないため、作業時間に制限はない。

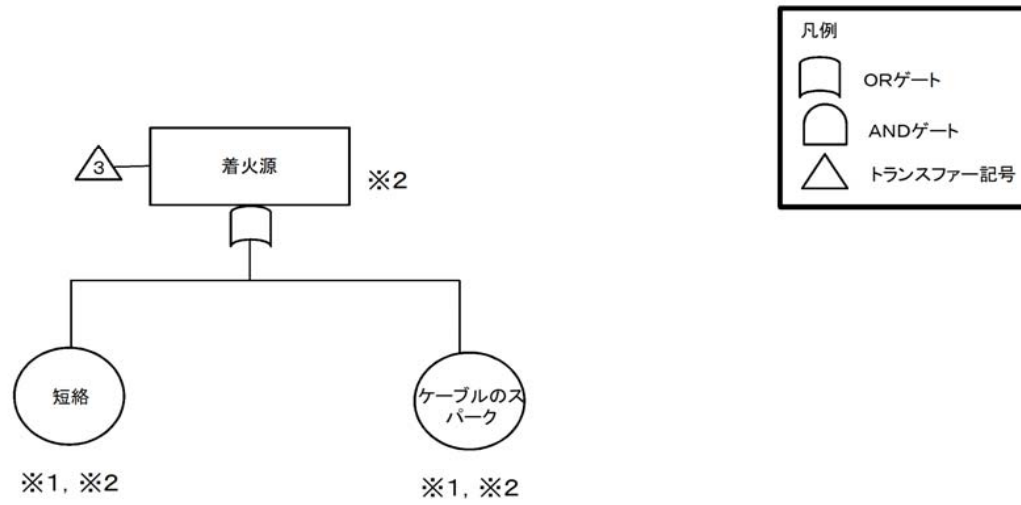
第6-16図 重大事故対処におけるタイムチャート
(核燃料物質等の回収及び核燃料物質等を閉じ込める機能の回復)



第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (2/7)

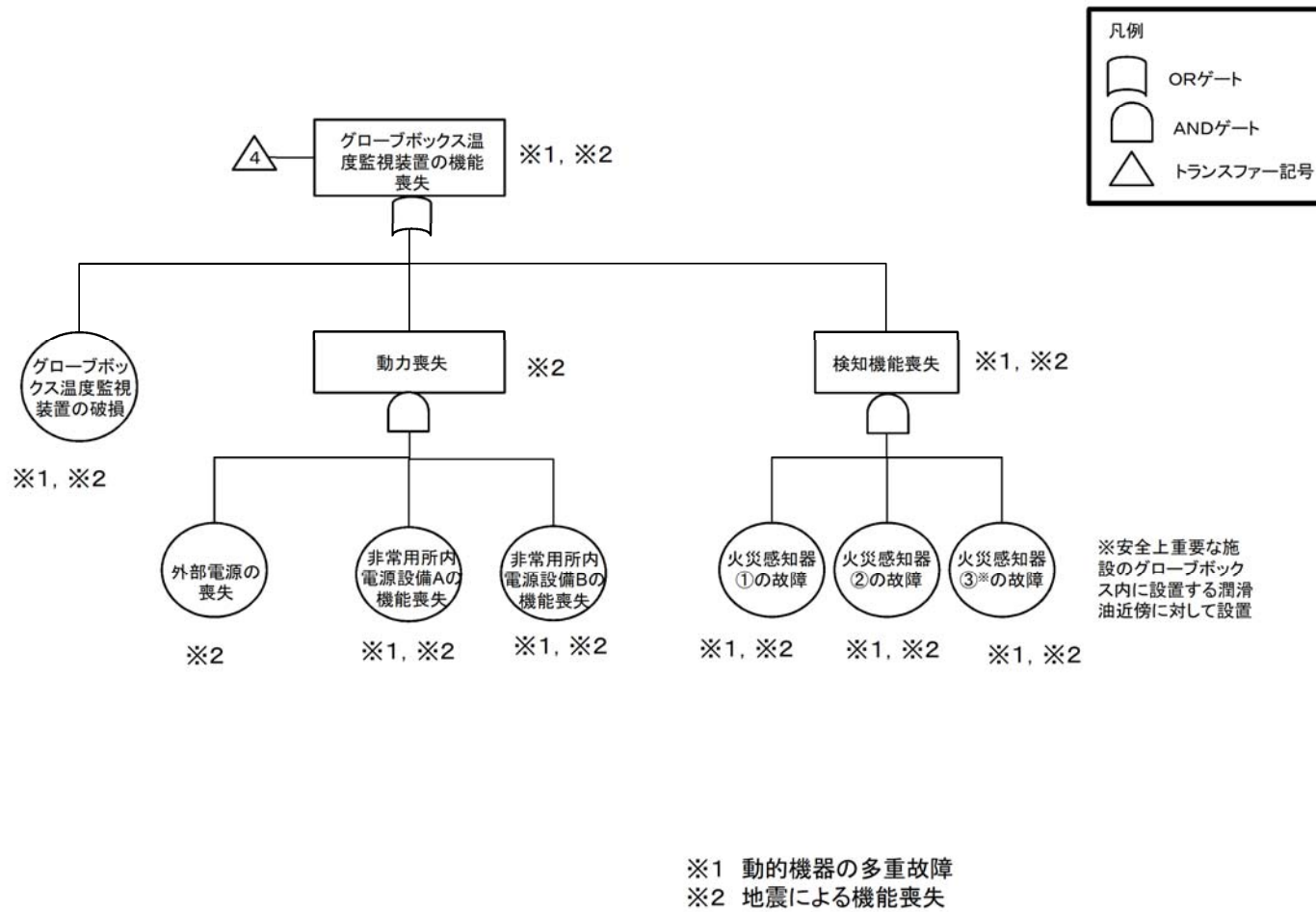


第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (3/7)

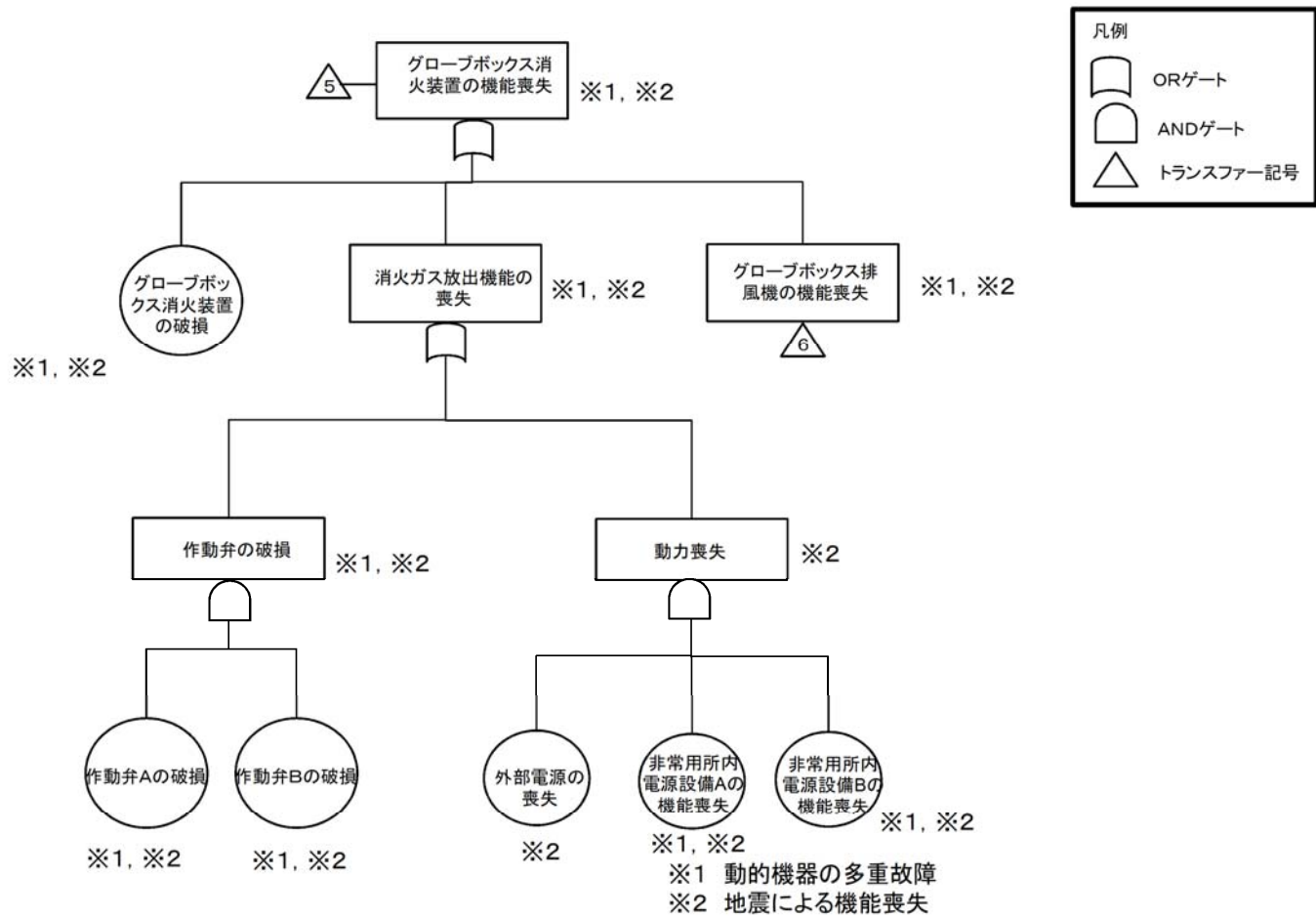


※1 動的機器の多重故障
※2 地震による機能喪失

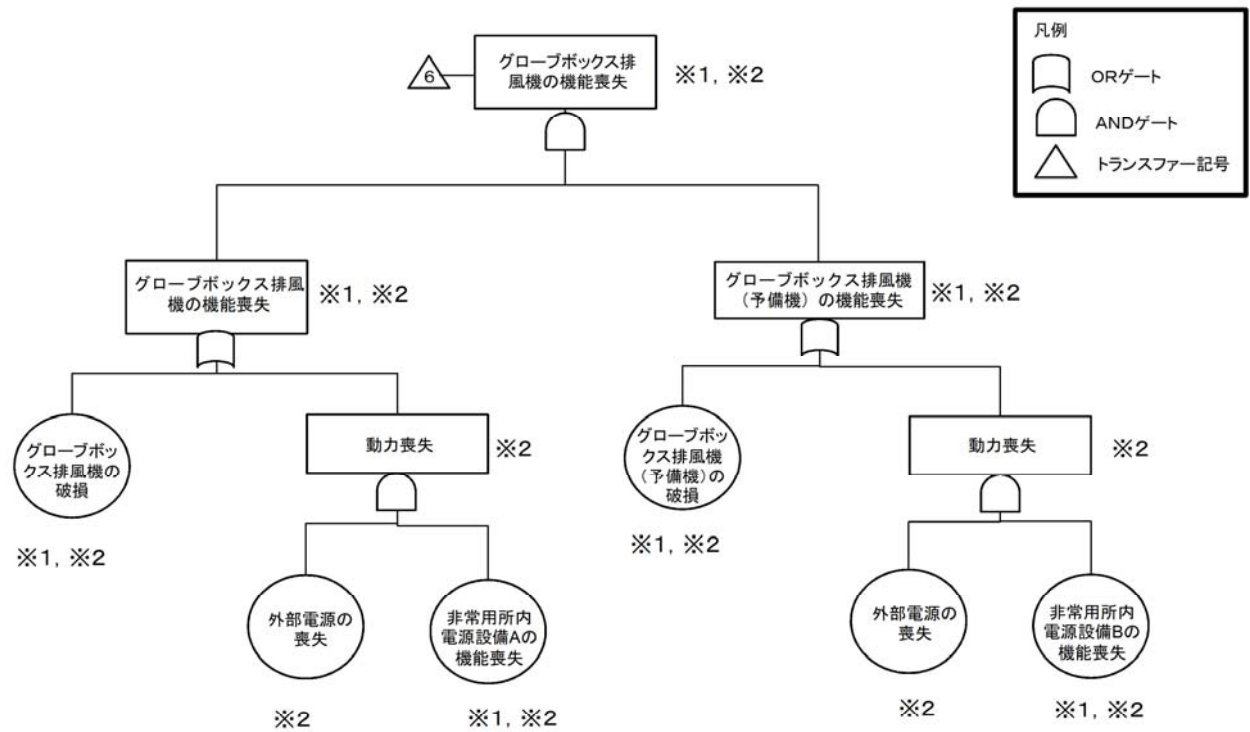
第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (4/7)



第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (5/7)



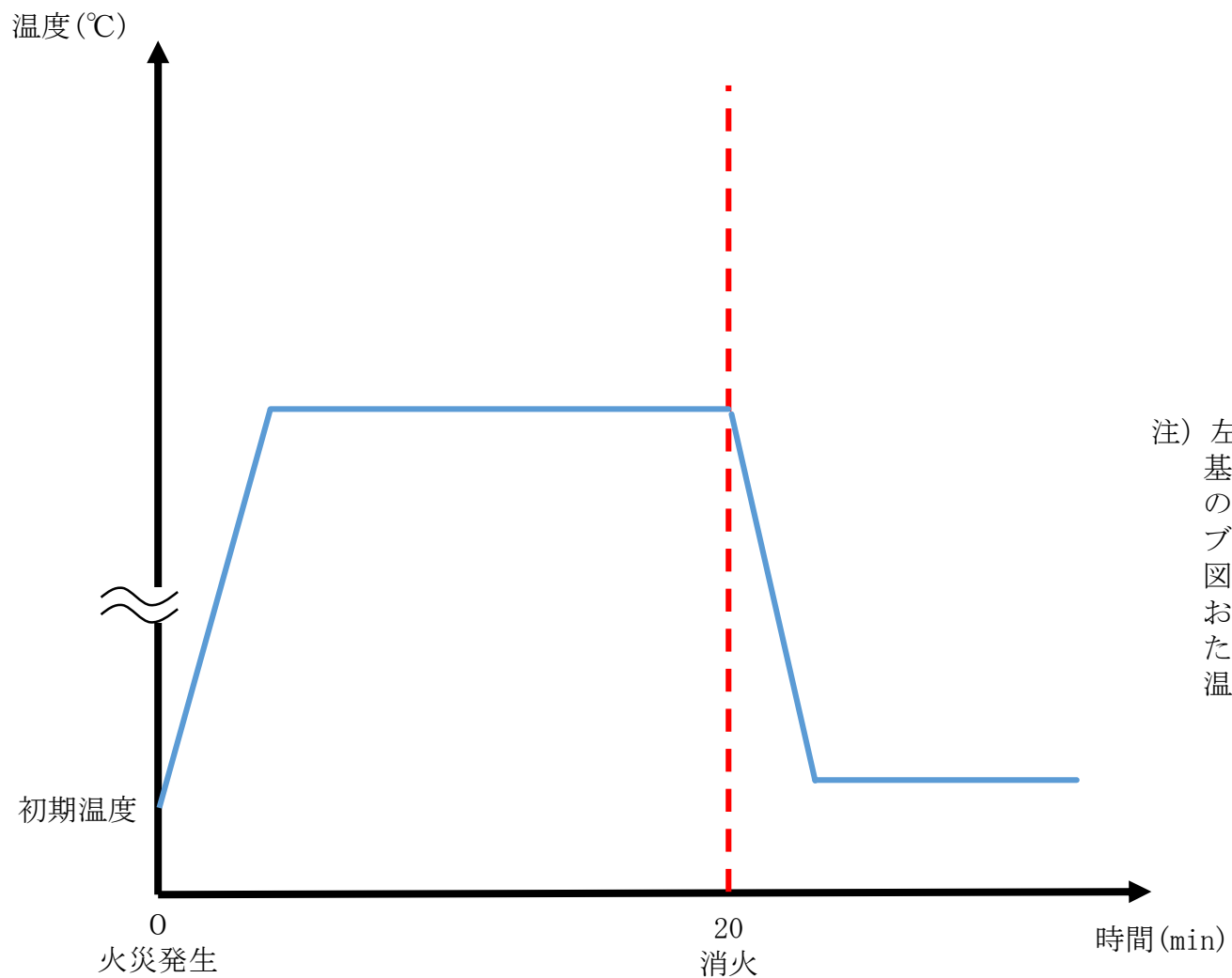
第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (6/7)



※1 動的機器の多重故障
 ※2 地震による機能喪失

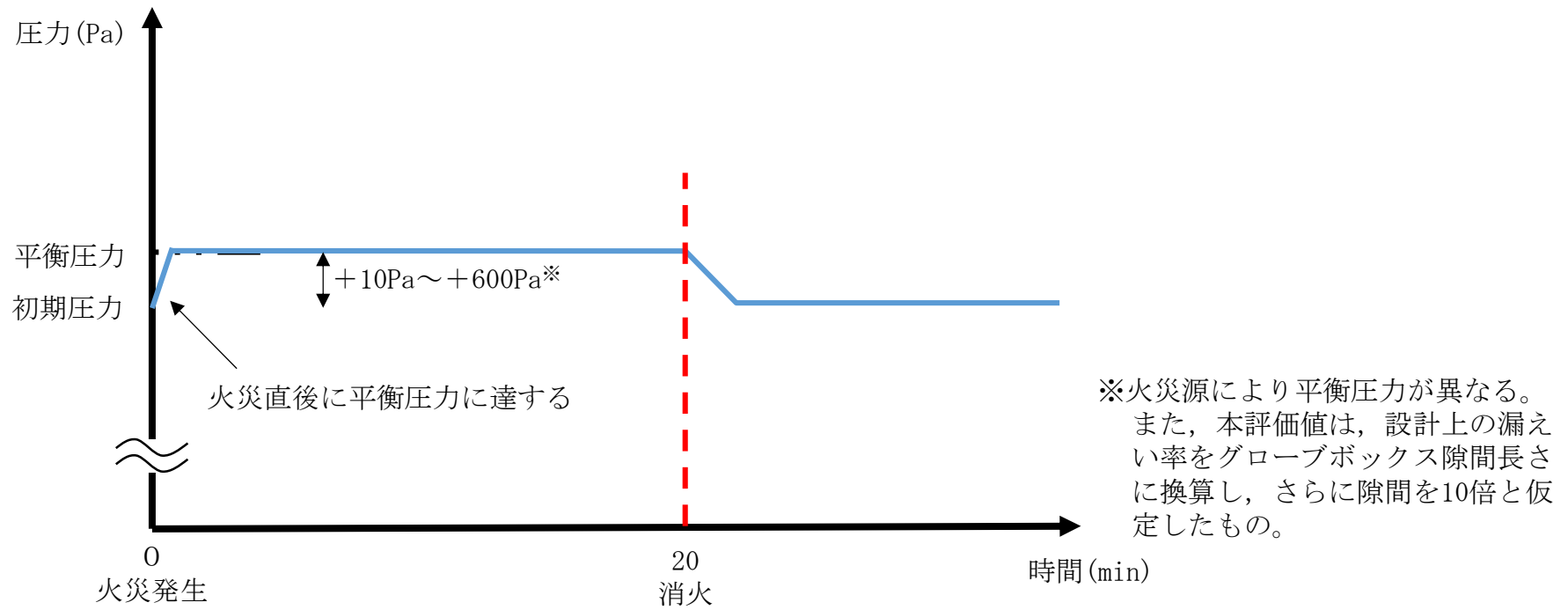
第6-17図 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (7/7)

6-82

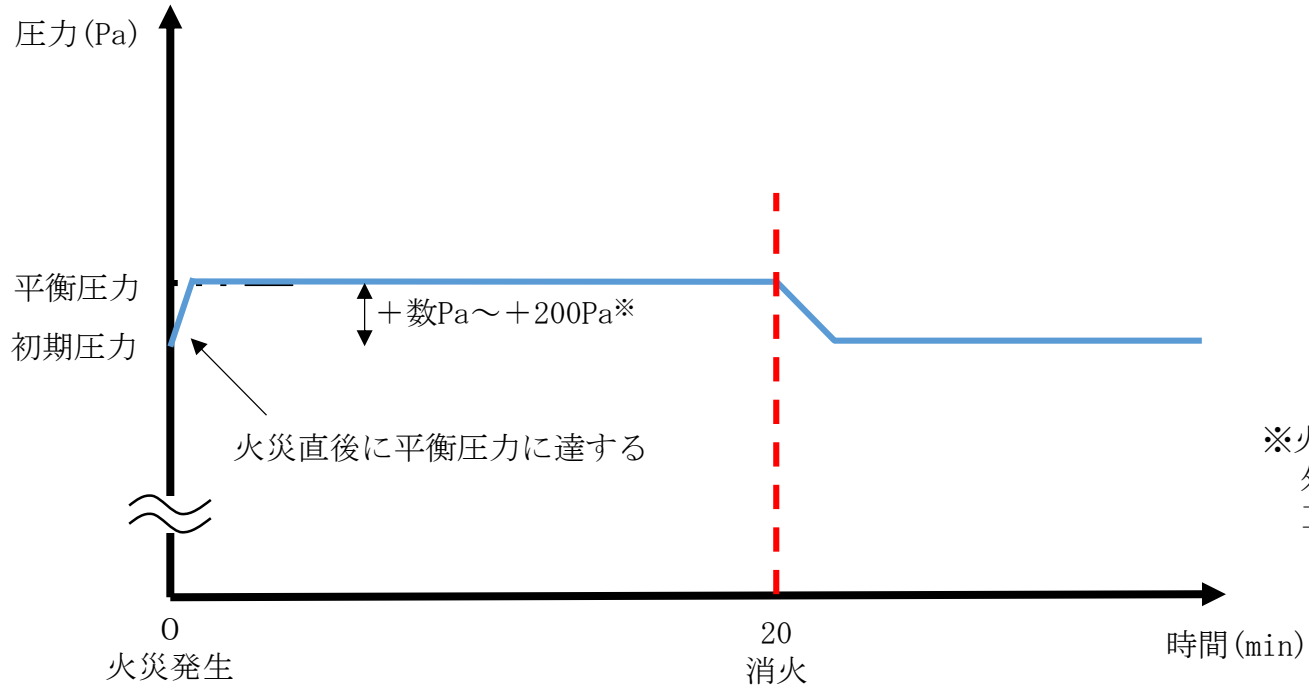


注) 左図は、火災試験の結果に基づくグローブボックス内での潤滑油火災発生時のグローブボックス内温度推移の概念図である。なお、火災試験において、最も高い温度を示した火災源直上350mmでの最大温度は450°C以下であった。

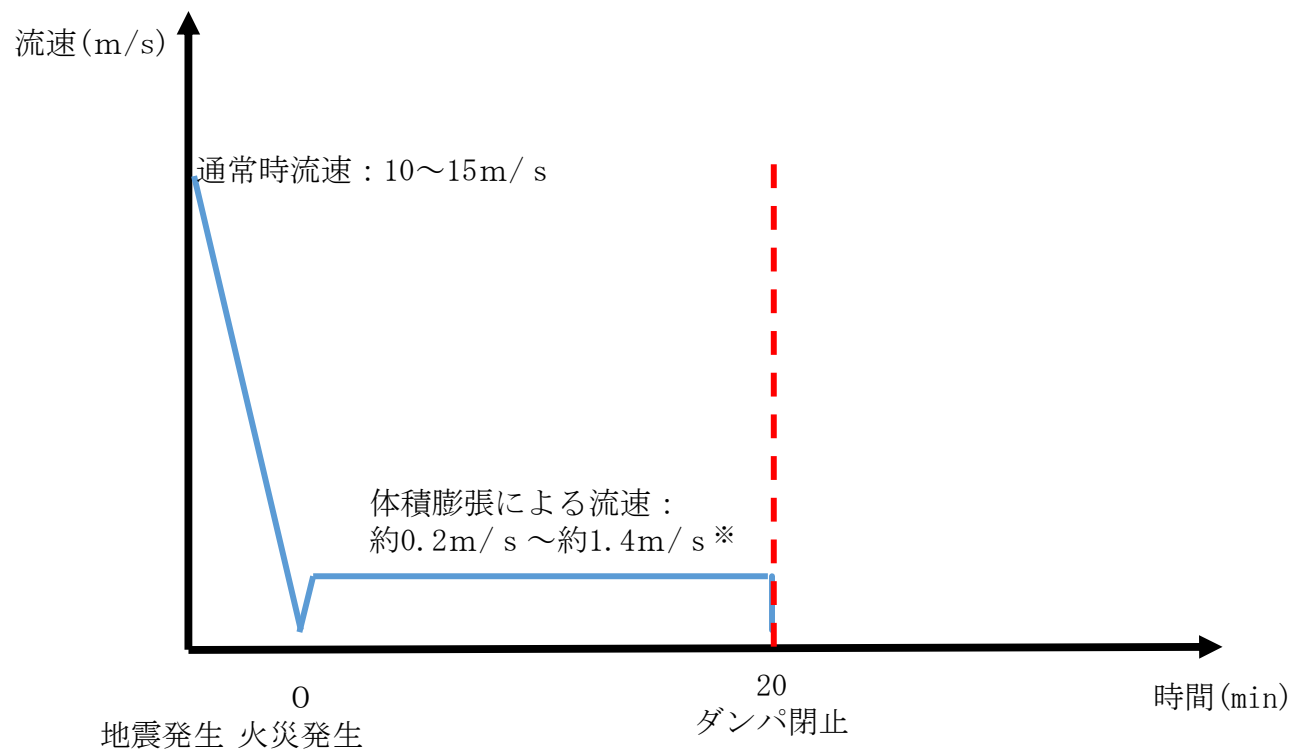
第6-18図 グローブボックス内温度推移



第6-19図 グローブボックス内圧力推移

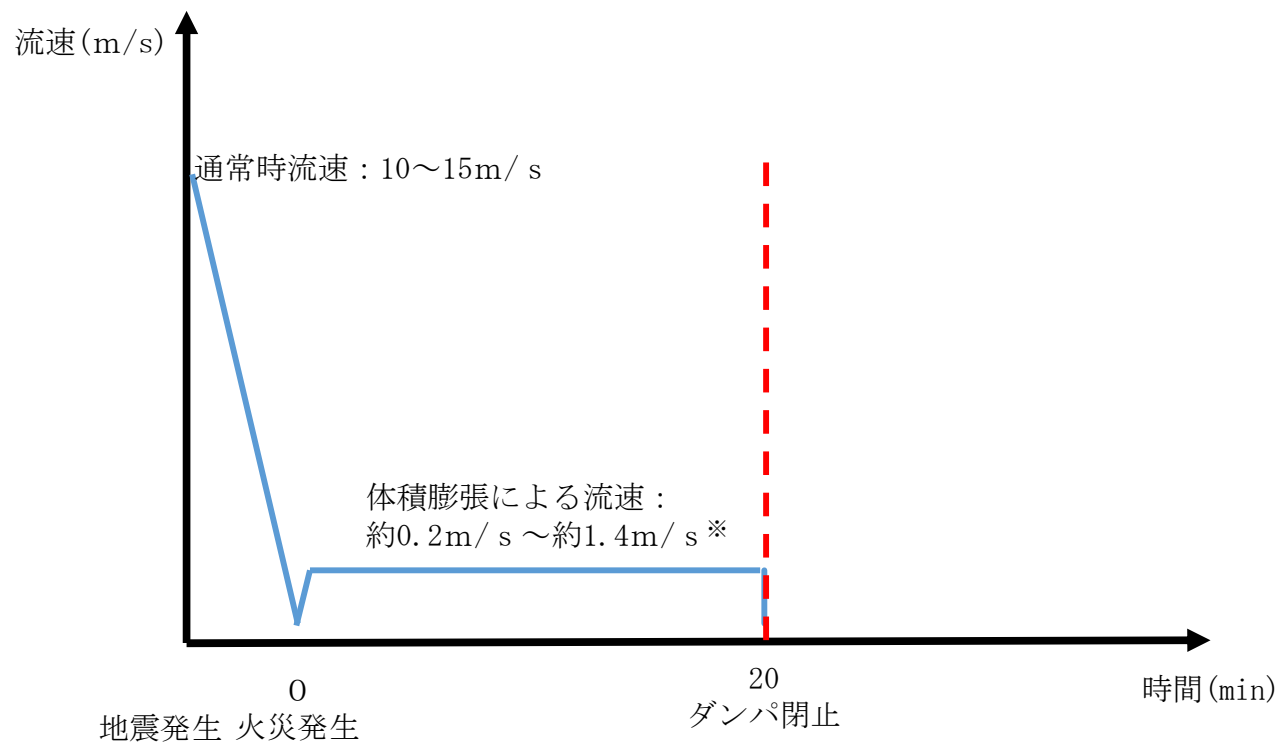


第6-20図 工程室内圧力推移



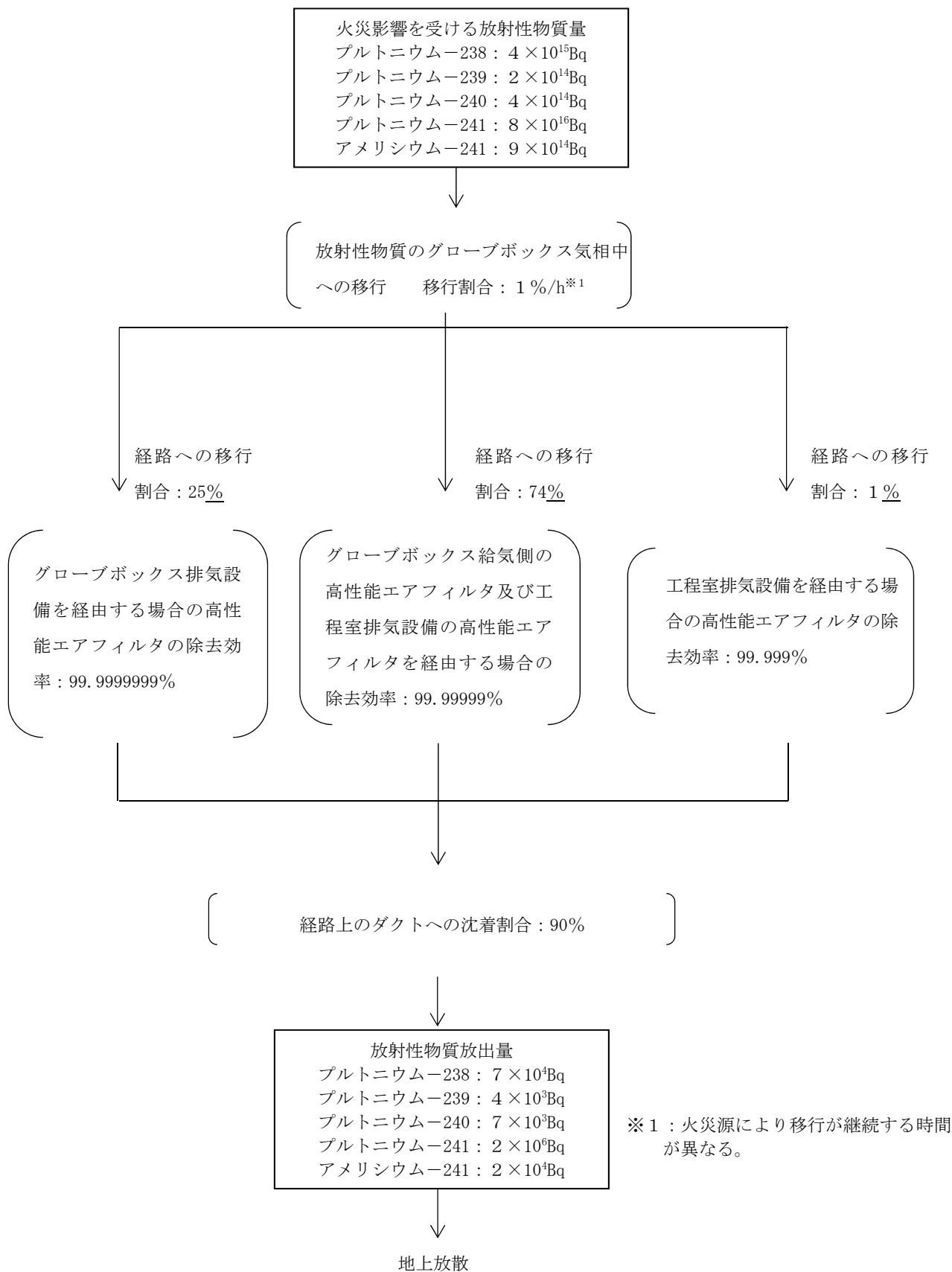
※火災源により平衡圧力が異なる。
また、本評価値は、設計上の漏えい率をグローブボックス隙間長さに換算し、さらに隙間を10倍と仮定したものの。

第6-21 図 グローブボックス排気ダクト内の流速推移



※火災源により平衡圧力が異なる。
外部への放出へ繋がる経路として
工程室排気系のみを考慮した場合。

第6-22 図 工程室排気ダクト内の流速推移



第6-23図 放射性物質の外部への放出過程

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 ^{注)}
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

注)：火災源となる潤滑油を内包する機器が2箇所存在する。

第6-2表 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する
設備(1/2)

設備		核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策			
設備名称	構成する機器	火災の消火	外部放出抑制	核燃料物質等の回収	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復
代替消火設備	遠隔消火装置	○	×	×	×
代替火災感知設備	火災状況確認用温度計	○	×	×	×
	火災状況確認用温度表示装置	○	×	×	×
	可搬型グローブボックス温度表示端末	○	×	×	×
外部放出抑制設備	グローブボックス排気ダクト ^{※1}	×	○	×	○
	グローブボックス給気フィルタ ^{※1}	×	○	×	○
	グローブボックス排気フィルタ ^{※1}	×	○	×	○
	グローブボックス排気フィルタユニット ^{※1}	×	○	×	×
	工程室排気ダクト ^{※1}	×	○	×	×
	工程室排気フィルタユニット ^{※1}	×	○	×	×
	グローブボックス排風機入口手動ダンパ ^{※1}	×	○	×	×
	工程室排風機入口手動ダンパ ^{※1}	×	○	×	×
	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	×	○	×	×
	可搬型ダンパ出口風速計	×	○	×	×
	重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{※1※2}	×	○	×	○
	工程室放射線計測設備	可搬型ダストサンブラ	×	×	○
アルファ・ベータ線用サーバイメータ		×	×	○	×
代替グローブボックス排気設備	グローブボックス排気ダクト ^{※1}	×	○	×	○
	グローブボックス給気フィルタ ^{※1}	×	○	×	○
	グローブボックス排気フィルタ ^{※1}	×	○	×	○
	可搬型排風機付フィルタユニット	×	×	×	○
	可搬型フィルタユニット	×	×	×	○
	可搬型ダクト	×	×	×	○
	重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{※1※2}	×	○	×	○

※1：設計基準対象の施設と兼用

※2：予備混合装置グローブボックス、均一化混合装置グローブボックス、造粒装置グローブボックス、回収粉末処理・混合装置グローブボックス、添加剤混合装置Aグローブボックス、プレス装置A（プレス部）グローブボックス、添加剤混合装置Bグローブボックス及びプレス装置B（プレス部）グローブボックス

第6-2表 「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する
設備(2/2)

設備		核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策			
設備名称	構成する機器	火災の消火	外部放出抑制	核燃料物質等の回収	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復
受電開閉設備	受電開閉設備	○	○	×	×
	受電変圧器	○	○	×	×
高压母線	6.9kV 運転予備用主母線	○	○	×	×
	6.9kV 常用主母線	○	○	×	×
	6.9kV 運転予備用母線	○	×	×	×
	6.9kV 常用母線	○	×	×	×
	6.9kV 非常用母線	×	○	×	×
低压母線	460V 運転予備用母線	○	×	×	×
	460V 常用母線	○	×	×	×
	460V 非常用母線	×	○	×	×
代替電源設備	燃料加工建屋可搬型発電機	×	×	×	○
	可搬型電源ケーブル	×	×	×	○
	可搬型分電盤	×	×	×	○
補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽	×	×	×	○
	第2軽油貯槽	×	×	×	○
	軽油用タンクローリ	×	×	×	○
代替モニタリング設備	可搬型排気モニタリング設備 可搬型ダストモニタ	×	×	×	○
代替試料分析関係設備	可搬型放出管理分析設備 可搬型放射能測定装置	×	×	×	○

第6-3表 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための手順と重大事故等対処施設(1/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(1)	火災の消火の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の機能喪失を確認した場合、MOX粉末の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するため手順に着手し、以下の(2)に移行する。 	—	—
(2)	火災状況確認の準備	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室にある火災状況確認用温度計に接続された火災状況確認用温度表示装置の健全性を確認する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、中央監視室にある火災状況確認用温度計に、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置 火災状況確認用温度計 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末
(3)	火災の判断及び消火の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認する。火災源近傍の温度指示値が60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、以下の(4)へ移行する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認し、火災源近傍の温度指示値が60℃以上の場合に火災が発生していると判断し、以下の(4)へ移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度計 火災状況確認用温度表示装置 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末

第6-3表 核燃料物質等の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための手順と重大事故等対処施設(2/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(4)	火災の消火の実施	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤の手動操作により、火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。 盤の手動操作ができない場合は、中央監視室近傍に設置する遠隔消火装置の弁の手動操作により、火災と判断したグローブボックスへ消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔消火装置 	—
(5)	火災の消火の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置により、火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が60℃未満であり、安定していることを確認し、グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。 火災状況確認用温度表示装置が使用できない場合は、可搬型グローブボックス温度表示端末により、火災が発生したグローブボックス内の火災源近傍温度が60℃未満であり、安定していることを確認し、グローブボックス内の火災が消火されていると判断する。 	<ul style="list-style-type: none"> 火災状況確認用温度表示装置 火災状況確認用温度計 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス温度表示端末

第6-4表 燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための手順と重大事故等対処施設(1/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(1)	燃料加工建屋外への排気経路の遮断の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象の施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能の喪失を確認した場合、<u>燃料加工建屋外への放出経路を遮断</u>するための手順に着手し、以下の(2)に移行する。 	—	—
(2)	燃料加工建屋外への排気経路の遮断の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤が健全である場合、全送排風機の停止を確認後に、グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止の実施を判断し、以下の(3)へ移行する。 	—	—
(3)	燃料加工建屋外への排気経路の遮断の実施	<ul style="list-style-type: none"> 中央監視室から遠隔閉止操作によりグローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパを閉止し、排気経路を遮断する。 中央監視室に設置するダンパの遠隔閉止をするための盤の健全性が確認できない場合、排風機室から手動閉止操作により、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施し、排気経路を遮断する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気閉止ダンパ 工程室排気閉止ダンパ グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ グローブボックス排気ダクト 工程室排気ダクト 	—

第6-4表 燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための手順と重大事故等対処施設(2/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(4)	燃料加工建屋外への排気経路の遮断の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計をグローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに接続する。 可搬型ダンパ出口風速計により、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクト内に有意な風速がないことを確認することにより、燃料加工建屋外への排気経路が遮断されていると判断する。 排気経路の遮断後は、ダクト内の風速の監視を継続する。 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計

第6-5表 核燃料物質等を回収するための手順と重大事故等対処施設(1/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(1)	核燃料物質等の回収の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火及び燃料加工建屋外への放出経路を遮断するための対策が完了し、時間経過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る工程室内の雰囲気安定した状態であると推定される場合に、核燃料物質等の回収の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。 	—	—
(2)	MOX粉末の漏えい状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラにより、当該工程室内の気相中のMOX粉末を捕集し、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより、放射性物質濃度を測定する。 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ アルファ・ベータ線用サーベイメータ
(3)	核燃料物質等の回収の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、当該工程室内の雰囲気が安定した状態であることを確認し、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の完了をもって、当該工程室に漏えいしたMOX粉末の回収の実施を判断し、以下の(4)へ移行する。 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ アルファ・ベータ線用サーベイメータ

第6-5表 核燃料物質等を回収するための手順と重大事故等対処施設(2/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(4)	核燃料物質等の回収の実施	<ul style="list-style-type: none"> MOX粉末の気相中への舞い上がりに注意しウエス等の資機材により、MOX粉末を回収する。 	—	—

第6-6表 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するための手順と重大事故等対処施設(1/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(1)	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の着手判断	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、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る工程室内の雰囲気安定した状態であることを確認した後、核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。 	—	—
(2)	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の準備	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型フィルタユニット及び可搬型ダクトを排風機室のグローブボックス排気ダクトに接続する。 燃料加工建屋可搬型発電機から可搬型排風機付フィルタユニットに給電する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気ダクト 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排風機付フィルタユニット 可搬型フィルタユニット 可搬型ダクト 燃料加工建屋可搬型発電機 可搬型電源ケーブル 可搬型分電盤
(3)	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の実施判断	<ul style="list-style-type: none"> 準備が整い次第、可搬型排風機付フィルタユニットの起動を判断し、以下の(4)へ移行する。 	—	—

第6-6表 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復するための手順と重大事故等対処施設(2/2)

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
(4)	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の実施	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排風機付フィルタユニットの排風機を起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気ダクト 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排風機付フィルタユニット 可搬型フィルタユニット 可搬型ダクト 燃料加工建屋可搬型発電機 可搬型電源ケーブル 可搬型分電盤
(5)	核燃料物質等を閉じ込める機能の回復の成否判断	<ul style="list-style-type: none"> 当該工程室内に気流が発生したことを確認し、グローブボックス排気設備の排気機能の回復を判断する。 可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタにより、可搬型ダクトからの排気をサンプリングし、外部へ放出される放射性物質濃度を監視する。この際、指示値に異常があった場合には、作業を中断するとともに、直ちに可搬型排風機付フィルタユニットを停止する。 可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットに付属する差圧計によりフィルタ差圧の監視を行う。 	—	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型排気モニタリング設備可搬型ダストモニタ

第6-7表 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内のMOX粉末量

グローブボックス名称	グローブボックス内のプルトニウム質量 (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のある容器	容器内MOX質量 (kg・MOX)	容器内プルトニウム富化度 (%)	容器内プルトニウム質量 (kg・Pu)
予備混合装置グローブボックス	46.0	J60	65	33	18.9
均一化混合装置グローブボックス	90.5	J85	90	18	14.3
造粒装置グローブボックス	20.3	J85	90	18	14.3
回収粉末処理・混合装置グローブボックス ^{※2}	54.1	J60	65	33	18.9
		J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Aグローブボックス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置A (プレス部)グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Bグローブボックス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置B (プレス部)グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3

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

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

第6－8表 核燃料物質等を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	7×10^4
Pu－239	4×10^3
Pu－240	7×10^3
Pu－241	2×10^6
Am－241	2×10^4

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(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	9/2	6	
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	8/24	3	
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	9/11	6	
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	9/18	11	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	9/18	9	
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			1章 基準適合性に記載したため。
補足説明資料6-8	燃料加工建屋外への放出経路の遮断時及び核燃料物質の回収時の作業環境について	9/18	7	
補足説明資料6-9	核燃料物質の回収に要する作業時間について			集塵装置を取りやめ、自然沈降を待つこととしたため。
補足説明資料6-10	放出経路上の圧力損失を踏まえた移行割合の設定について	7/17	1	
補足説明資料6-11	工程室内に飛散したMOX粉末の沈降について	7/15	0	
補足説明資料6-12	重大事故時の環境条件(温度)について	9/11	2	
補足説明資料6-13	火災規模の設定根拠について	8/11	1	

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
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）
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）
4. 各種設定値について
5. セシウム-137 換算の放出量におけるウラン核種の寄与について
6. 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外部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放出経路を遮断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、グローブボックス排気系から外部へ放出されるほか、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等から工程室へ漏えいし、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、グローブボックス排気系から外部へ放出されるほか、グローブボックス給気系から工程室へ漏えいし、工程室排気系より外部へ放出される。

1. 2 外部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

外部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、放出経路を遮断するための対策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、外部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、評価した外部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、外部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。

被ばく線量[Sv]

=外部への放射性物質の放出量[Bq]

×呼吸率[m³/s]×相対濃度 χ/Q [s/m³]

×線量換算係数[Sv/Bq]

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 消火及び放出経路を遮断するための対策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) を使用し、潤滑油量及び燃焼面積をインプットとして算出した。それぞれの火災源にて燃焼面積50%に相当する発熱速度及び燃焼継続時間での火災が継続するものとし、火災の継続時間を20分として設定する。

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 A/B グローブボックス	260
プレス装置 A/B（プレス部）グローブボックス	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MOX粉末量及びプルトニウム富化度は，粉末容器の設計値を基に設定する。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 質量 (kg・MOX)	Pu 富化度 (%)	HM 換算係数	プルトニウム 質量 (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 Pu 富化度及び MOX 粉末量の比より、Pu 富化度 24% (MOX 質量を 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 評価に用いる同位体組成

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、セシウム-137 換算による放出量が最も厳しくなる条件となるよう、再処理する使用済燃料の燃焼の条件及び冷却期間をパラメータとして、燃料加工建屋外へ放出するプルトニウムの同位体組成を 1. 7-2 表のとおり設定する。

なお、吸入による内部被ばくの観点においても、本同位体組

成が最も厳しくなる条件である。

1. 7-2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

1. 8 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^h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、火災の影響によるグローブボックス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グローブボックス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。

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 評価に用いるプルトニウム量及び火災により影響を受ける割合

評価に用いるプルトニウム量は、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 外部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）

グローブボックス給気系から工程室を介して工程室排気系から放出されるMOX粉末は、グローブボックス給気系の高性能エアフィルタ1段及び工程室排気系の高性能エアフィルタ2段を経由することから、除染係数としてダクト： $DF=10$ 、高性能エアフィルタ3段： $DF=10^7$ を想定する。

(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の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の隙間から工程室へ移行したMOX粉末は、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=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	
プルトニウム質量	137.5 kg・Pu (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
外部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 ⁻⁸
	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 重大事故の発生を仮定しないグローブボックスから飛散又は漏えいしたMOX粉末の影響

重大事故の発生を仮定しないグローブボックスについては、基準地震動を超える地震の影響により、グローブボックス内にMOX粉末が飛散する、あるいはグローブボックスの損傷により工程室にMOX粉末が漏えいする可能性がある。

各々のグローブボックスは防火シャッタ及び搬送用グローブボックスを介して連結しているが、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源との位置関係を踏まえると、重大事故の発生を仮定しないグローブボックス内に飛散したMOX粉末が、火災による上昇気流の影響を受けて、容器落下時の移行率以上に気相への移行率が増加することは考え難い。

また、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は 7×10^{-5} であるが、グローブボックスパネルに損傷があったとしても、グローブボックス内に火災源等の駆動力がなければ、工程室へ漏えいする割合は、気相へ移行した分のごく一部と考えられる。

評価においては、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内から工程室に漏えいした分の全量が工程室排気設備へ移行するとしており、仮に微量のMOX粉末が重大事故の発生を仮定しないグローブボックスから工程室に漏えいし、工程室空気の体積膨張等の影響を受けたとしても、相対的にその割合は無視できるといえる。

このため、評価においては、重大事故の発生を仮定するグロ

ーブボックス内の粉末容器のMOX粉末を対象とする。

2. 5 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外部への放出量（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. 5-1 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	火災継続時間(s)	MOX粉末量(kg)	HM換算係数	Pu富化度	Pu質量(kg)	Pu質量(g)	気相への移行率	経路への移行割合	GB給気フィルタ除染係数	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	260	65	0.882	0.33	18.9	18900	7.22E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	3.41E-10
		GB給気系	260	65	0.882	0.33	18.9	18900	7.22E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	1.01E-07
		パネル開口部	260	65	0.882	0.33	18.9	18900	7.22E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	1.37E-07
均一化混合装置GB	粉末調整第5室	GB排気系	866	90	0.882	0.18	14.3	14300	2.41E-03	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	8.60E-10
		GB給気系	866	90	0.882	0.18	14.3	14300	2.41E-03	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	2.55E-07
		パネル開口部	866	90	0.882	0.18	14.3	14300	2.41E-03	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	3.44E-07
造粒装置GB①	粉末調整第5室	GB排気系	1191	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.31E-03	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	1.18E-09
		GB給気系	1191	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.31E-03	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	3.50E-07
		パネル開口部	1191	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.31E-03	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	4.73E-07
造粒装置GB②	粉末調整第5室	GB排気系	229	90	0.882	0.18	14.3	14300	6.36E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	2.27E-10
		GB給気系	229	90	0.882	0.18	14.3	14300	6.36E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	6.73E-08
		パネル開口部	229	90	0.882	0.18	14.3	14300	6.36E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	9.10E-08
回収粉末処理・混合装置GB	粉末調整第7室	GB排気系	260	155	0.882	0.2429	33.2	33200	7.22E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	5.99E-10
		GB給気系	260	155	0.882	0.2429	33.2	33200	7.22E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	1.77E-07
		パネル開口部	260	155	0.882	0.2429	33.2	33200	7.22E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	2.40E-07
添加剤混合装置A GB	ペレット加工第1室	GB排気系	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	2.58E-10
		GB給気系	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	7.64E-08
		パネル開口部	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	1.03E-07
添加剤混合装置B GB	ペレット加工第1室	GB排気系	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	2.58E-10
		GB給気系	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	7.64E-08
		パネル開口部	260	90	0.882	0.18	14.3	14300	7.22E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	1.03E-07
プレス装置A GB	ペレット加工第1室	GB排気系	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	1.08E-10
		GB給気系	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	3.20E-08
		パネル開口部	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	4.33E-08
プレス装置B GB	ペレット加工第1室	GB排気系	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	1.08E-10
		GB給気系	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.74	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	3.20E-08
		パネル開口部	109	90	0.882	0.18	14.3	14300	3.03E-04	0.01	-	1.00E-05	-	1.00E-01	4.33E-08
													合計	2.75E-06	

2. 5-2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]
約 9×10^{-7}	約 5×10^{-5}

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 評価に用いるプルトニウム量及び火災により影響を受ける割合

評価に用いるプルトニウム量は、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質量とする。

これらの全量が火災影響を受けることを仮定する。

3. 2 外部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）

グローブボックス給気系から工程室を介して工程室排気系から放出されるMOX粉末は、グローブボックス給気系の高性能エアフィルタ1段及び工程室排気系の高性能エアフィルタ2段

を經由することから、除染係数としてダクト：DF=10、高性能エアフィルタ3段：DF=10⁷を想定する。

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	
プルトニウム質量	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	1.33×10 ⁻³	
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
外部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 ⁻⁸
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外部への放出量（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	火災継続時間 (s)	MOX粉末量 (kg)	HM 換算係数	Pu富化度	Pu質量 (kg)	Pu質量 (g)	気相への移行率	経路への移行割合	GB給気フィルタ 除染係数	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	480	90	0.882	0.18	14.3	14300	1.33E-03	0.25	-	-	1.00E-09	1.00E-01	4.77E-10
	GB給気系	480	90	0.882	0.18	14.3	14300	1.33E-03	0.75	1.00E-02	1.00E-05	-	1.00E-01	1.43E-07
合計													1.43E-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]
約 5×10^{-8}	約 3×10^{-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

(1) 流速の影響について

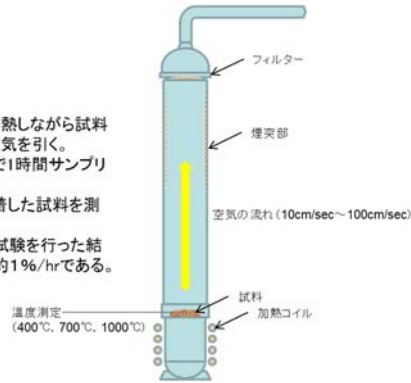
文献⁽²⁾による実験の結果、最も気相中への移行率が高いのは、風速100cm/sでシュウ酸プルトニウムを700℃で1時間加熱した場合であり、フィルタ及びライナーへの付着量の合計は約1%/hという結果である。

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 fin wt%/hr)

Temperature, °C	Sample Type	Nominal Air Velocity Through Chimney		
		10 cm/sec	50 cm/sec	100 cm/sec
Ambient	A	<0.004	<0.004	<0.004 0.073
	B	<0.004	<0.004	0.38 0.54
400	A	--	--	0.48
	B	--	--	0.016
700	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

(2) 粒径の影響について

文献⁽²⁾による実験で使用したシュウ酸プルトニウムの粒度分布を図4. 1-3図に示す。

この粒度分布はある粒径の重量割合を示したものである。5 μm~50 μm の粒径が重量割合で40%程度であり、それ以上の粒径が残りをおとめることが読み取れる。

自社にて取得したMOX粉末（均一化混合後粉末）の粒径としては、体積基準のデータとなるが、0.3 μm~1.0 μm で全体の70%をおとめ、~50 μm で残りをおとめる結果が得られている。

粒径測定方法として、文献では単眼顕微鏡による直径の測定と記載があるが、自社データはレーザー回折法による測定である。粒度分布は測定方法により得られる結果が異なることが一般に知られているが、本データからは、MOX燃料加工施設で取り扱うMOX粉末のほうがシュウ酸プルトニウムよりも粒径が細かい可能性が高い。

ただし、文献の条件は微量の粉末を上昇気流に晒しているのに対し、評価では粉末容器全体のMOX粉末に移行率1%/hを適用しており、実際には粉末容器中の粉末表層のみが上昇気流の影響を受けることを踏まえると、評価で用いる移行率は文献の条件を包含するといえる。

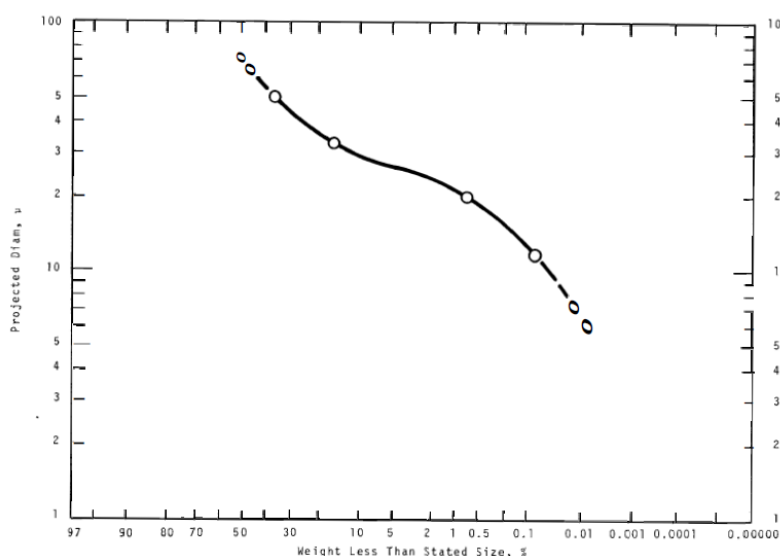


FIGURE 10. Size Distribution of Plutonium Oxalate Used in Release Runs. (855 particles sized at 100X)

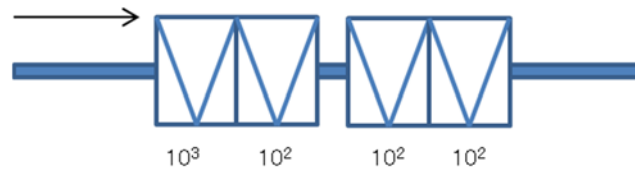
4. 1-3 図 シュウ酸プルトニウムの粒度分布

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 μ 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)	H ₁₃ PA 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}

4. 2-2図 フィルタ3段の除染係数について

5. セシウム-137 換算の放出量におけるウラン核種の寄与について

重大事故におけるセシウム-137 換算の放出量評価では、ウラン核種の寄与は非常に小さいため、記載を省略している。本項では、セシウム-137 換算の放出量におけるウランの寄与について述べる。

5. 1 想定するウランの同位体組成

再処理施設から受け入れるMOXに含まれるウラン中のウラン-235 含有率上限は 1.6%である。

このMOX中のウラン-235 は、ウラン-235 含有率が天然ウラン中の含有率以下であるウラン酸化物との混合により希釈されるため、ウラン中のウラン-235 含有率は 1.6%以下に変動するが、評価においては比放射能の関係で厳しくなる条件として、ウラン-235 含有率を 1.6%と設定する。

また、再処理施設から受け入れるMOXには、微量のウラン-234 が含まれる。原子力ハンドブックの記載を参考とし、評価におけるウラン-234 含有率を 0.001%と設定する。

残りについては、ウラン-238 であると設定する。

評価におけるウラン同位体組成を下表に示す。

第5-1表 ウランによる被ばく評価に使用したウラン同位体組成

核種	評価に使用した組成 (%)	(参考) 比放射能 (Bq/g・HM)
U-234	0.001	2.304×10^8
U-235	1.6	8.001×10^4
U-238	98.399	1.245×10^4

5. 2 ウラン核種の評価結果

ウラン核種のセシウム-137 換算における放出量を第5-2表に示す。また、参考として、敷地境界における被ばく線量も示す。比較のため、重大事故における放出量評価値（プルトニウム核種及びアメリシウム核種由来）も併記する。

第5-2表に記載の通り、ウラン核種の影響は、プルトニウム及びアメリシウム核種の影響と比較して5桁～6桁低く、評価上は無視できる。

第5-2表 ウラン核種を由来とした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)

考慮する核種	放出量 (セシウム-137 換算) [TBq]	放出期間中の 被ばく線量 [mSv]
ウラン核種由来	約 2×10^{-12}	約 4×10^{-11}
プルトニウム核種及び アメリシウム核種由来 (重大事故における放 出量評価)	約 5×10^{-7}	約 5×10^{-5}

6. 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.

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、「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」の発生時の外部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、設計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く、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, particulate release into building via filtered extract, single metal containment.	0.01
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の隙間がある。グローブボックスパネルの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。

グローブボックス給気フィルタを經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の隙間でそれぞれ、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系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の隙間からそれぞれ、97%：3%の割合で移行し放出される。上記のようにグローブボックスパネルの隙間を經由する場合、高性能エアフィルタを經由する段数が少なくなり、1桁未満の上振れとなる。

なお、グローブボックスパネルの隙間等からの漏えいについては、グローブボックスが地震に対して一定の機能維持ができる設計としていることから、大開口が生じることは想定しにくい。また、火災試験の結果からも、火災影響によりグローブボックスパネルが損傷することは想定しにくい。仮に、地震又は火災の影響により、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桁程度の上振れが見込まれる。その場合であっても、100Tbqを十分下回る。

(2) 下振れ効果

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

1. 4 工程室に漏えいした後の移行率

(1) 上振れ効果

工程室に漏えいしたMOX粉末は直接火災の上昇気流の影響を受けるわけではないが、放出量評価においては、火災の上昇気流による移行率である1%/hを、工程室から工程室排気系への移行率として適用しており、これ以上の上振れはない。

(2) 下振れ効果

工程室に移行したMOX粉末は直接火災の気流による影響を受けるわけではなく、外部への放出へと至る駆動力としては、火災による工程室の温度上昇、これに付随する体積膨張が想定される。

本項では、MOX粉末が1%/hにて工程室に漏えいすると仮定し、工程室容積と火災の燃焼が終了した時点における工程

室へ漏えいしたMOX粉末量から、工程室のMOX粉末濃度を設定し、このMOX粉末を含む空気が膨張した体積分、工程室排気系より外部へ放出されると評価する。

火災規模に関係するパラメータのうち、潤滑油量は潤滑油を内包する機器の設計値で設定できるが、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。また、これらの条件により、火災の継続時間（＝気相への移行が継続する時間）、火災影響による空気の膨張量等が変動する。なお、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し、発熱速度及び燃焼継続時間を設定する。発熱速度及び燃焼継続時間は下表のとおり。

放出量の算出に必要なとなる工程室体積及び容器の最大取扱量は下表のとおり。また、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を用いて算出する。

表 1. 4-1 発熱速度及び燃焼継続時間の関係

対象 GB (火災源)	発熱速度 [kW] / 燃焼継続時間 [s]		
	燃焼面積 100%	燃焼面積 50%	燃焼面積 25%
予備混合装置 GB	332 / 130	126 / 260	47 / 520
均一化混合装置 GB	163 / 433	61 / 866	22 / 1732
造粒装置 GB① ^{※1}	631 / 595	244 / 1191	92 / 2382
造粒装置 GB② ^{※1}	85 / 115	31 / 229	10 / 459
回収粉末処理・混合装置 GB	332 / 130	126 / 260	47 / 520
添加剤混合装置 GB A/B ^{※2}	332 / 130	126 / 260	47 / 520
プレス装置 GB A/B ^{※2}	715 / 54	277 / 109	105 / 217

※1：造粒装置 GB には火災源が 2 か所存在する

※2：添加剤混合装置 GB とプレス装置 GB は同一設計の A 系/B 系がある

表 1. 4-2 火災源が存在する工程室の情報

部屋名称	部屋容積[m ³]	対象 GB (火災源)
粉末調整第 2 室	910	予備混合装置 GB
粉末調整第 5 室	1790	均一化混合装置 GB
		造粒装置 GB①
		造粒装置 GB②
粉末調整第 7 室	1330	回収粉末処理・混合装置 GB
ペレット加工第 1 室	2380	添加剤混合装置 GB A/B
		プレス装置 GB A/B

表 1. 4-3 火災源を保有するグローブボックスでの
容器で取り扱う MOX 粉末の最大量

グローブボックス名称	取扱容器	容器の最大取扱量 (kg・MOX)
予備混合装置グローブボックス	J 60	65
均一化混合装置グローブボックス	J 85	90
造粒装置グローブボックス	J 85	90
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス*	J 60/ J 85	155
添加剤混合装置 A グローブボックス	J 85	90
プレス装置 A (プレス部) グローブボックス	J 85	90
添加剤混合装置 B グローブボックス	J 85	90
プレス装置 B (プレス部) グローブボックス	J 85	90

工程室雰囲気濃度 (グローブボックス給気経由)

= 容器の最大取扱量 [kg・MOX]

× 1 秒当たりの移行率 [%] × 給気フィルタ除染係数

× 給気フィルタからの移行割合 [%] ÷ 工程室体積 [m³]

工程室雰囲気濃度 (グローブボックスパネルの隙間経由)
= 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]
×グローブボックスパネルの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])
× 燃焼継続時間[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] ÷ 燃焼継続時間[s]

前述により求めた放出量評価に必要な諸条件を基に、放出量を算出した結果、約 2×10^{-7} TBq となり 1 桁未満の下振れとなる。

ただし、本評価方法については、以下の不確かさを有する評価である。

① 工程室体積について

工程室体積については、工程室内のグローブボックス、配管、ダクト、制御盤等の構造物の体積を考慮していない。構造物のない工程室体積で評価を実施しているため、工程室体積が過剰

に見積もられており、工程室の体積膨張量や工程室雰囲気濃度の不確かさを有する。

② 工程室濃度の上昇について

工程室は、火災の影響により移行したMOX粉末が工程室へ蓄積し、MOX濃度が徐々に上昇していく。しかし、本評価では火災の燃焼が終了した時点での工程室のMOX濃度を用いて燃焼継続時間中の放出量を算出している。そのため、グローブボックス内から工程室への移行が始まり、徐々にMOX濃度が上昇する場合の放出量で算出する場合との乖離が発生する。

③ 他経路への放出

グローブボックス内からの放出経路は、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であり、その他の経路への移行は考慮していない。しかし、火災源を保有するグローブボックスに隣接するグローブボックスへの移行も考えられ、この場合、火災による温度上昇や体積膨張の影響を受け難いことから、外部への放出が抑制され、グローブボックス外への移行又はグローブボックス排気系からの放出量が低減する。

また、グローブボックス外へ移行した場合においても、他工程室への移行も考えられるため、上記と同様の理由により放出量が低減する。

これらのMOX粉末の広がりにより希釈される効果や、空気への放熱などにより、放出量として1桁未満の下振れが想定さ

れる。

④ 工程室温度について

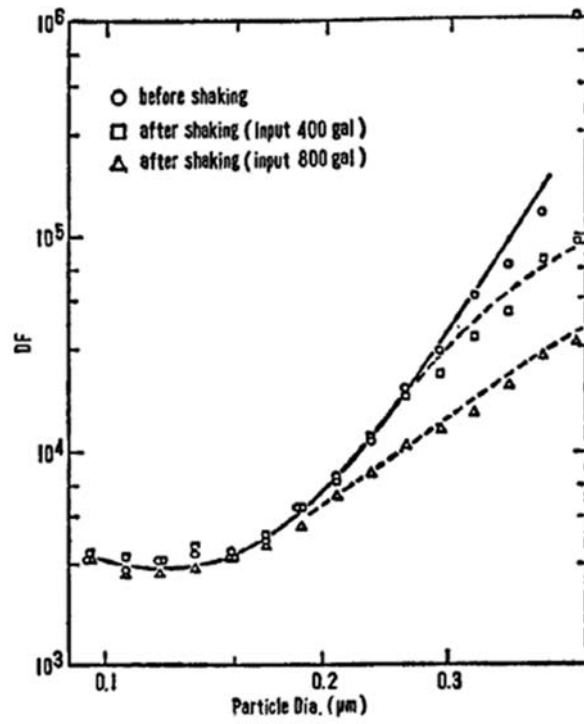
工程室温度については，工程室壁及び機器への放熱等は考慮しておらず，膨張体積等に不確かさを有する。

1. 5 外部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 10^9 ，3段の除染係数は 10^7 ，2段の除染係数は 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。



第1. 5-1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9月18日 R7

補足説明資料6－8（22条）

燃料加工建屋外への放出経路の遮断時及び核燃料物質の回収時の 作業環境について

1. はじめに

火災の消火により新たに核燃料物質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、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遮断された状態であるため、放射性物質が外部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工程室内には、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堆積している可能性がある。このため、MOX燃料加工施設をより安定な状態に復旧する観点からMOX粉末の回収作業を実施する。

本補足説明資料では、地下1階の排風機室にて実施するダンパの閉止作業及び地下3階の工程室にて実施するMOX粉末の回収作業における実施組織要員の被ばく線量を評価し、ダンパの閉止作業及びMOX粉末の回収作業の成立性を確認する。

2. 外部被ばく線量の管理基準

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

3. 外部被ばく線量の評価方法

3. 1 ダンパの閉止作業における外部被ばく線量の評価方法

ダンパの閉止作業においては、作業を実施する室での核燃料物質の直接的な取り扱いはなく、重大事故の発生を仮定するグローブボックスからの距離が離れており、状況に応じて適切な防護具を装備することから、ここでは核燃料物質の経口摂取による内部被ばくは考慮せず、外部被ばくを対象に評価する。

また、外部被ばくの対象は、グローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量を考慮した放射線とする。

以下に示す想定条件における線量率を計算し、外部被ばく線量の管理基準を満足する作業が可能であるかを評価する。

外部被ばく線量の解析にあたっては、1次元輸送計算コード ANISN を用いる。また、核定数ライブラリは JSD120 を用いる。

3. 1. 1 グローブボックス排気ダクト内の放射性物質からの外部被ばく

(1) 評価対象の選定

燃料加工建屋外への放出経路の遮断は、排風機室にてグローブボックス排気経路上及び工程室排気経路上のダンパの手動操作により行うため、評価対象は排風機室とする。

当該室に設置されたグローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量を表 3.1-1 に示す。

ここでは、外部へ放出される放射性物質の総量を踏まえて、排気

ダクトからの外部被ばく評価を実施する。

表 3. 1 - 1 ダンパ閉止作業を実施する室の放射性物質質量

部屋名称	放射性物質質量 (g・MOX)	Pu 富化度 (%)	放射性物質質量 (g・Pu)
排風機室	1.73×10^{-5}	18%	2.75×10^{-6}

(2) 線量評価方法

グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトは、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して、必要な機能が損なわれないように設計する方針である。

これを踏まえ、グローブボックス排気ダクト内及び工程室排気ダクト内を通過し、外部へ放出される放射性物質の総量に相当する放射性物質が球形状で存在する簡易的なモデルとし、また、実際には、排気ダクトを遮蔽体として見込むことができるが、本件では考慮しない。

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

解析の結果、排気ダクトから 1 m の距離における線量率は、約 $3 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ であった。

上記の線量率は、通常時の線量率と変わらないことから、ダンパ閉止作業は、通常時と同様に簡易な防護具で対応可能であると評価する。

3. 2 MOX粉末の回収作業における外部被ばく線量の評価方法

MOX粉末の回収作業においては、状況に応じて、適切な防護具を装備することにより、核燃料物質の経口摂取による内部被ばくは防止可能であることから、ここでは外部被ばくを対象に評価する。

外部被ばくの評価にあたっては、グローブボックス内に存在する核燃料物質及びグローブボックス内から工程室内に漏えいした核燃料物質からの放射線を評価する。

以下に示す想定条件における線量率を計算し、外部被ばく線量の管理基準を満足する作業が可能であるかを評価する。

外部被ばく線量の解析にあたっては、1次元輸送計算コード ANISN を用いる。また、核定数ライブラリは JSD120 を用いる。

3. 2. 1 グローブボックス内に存在する核燃料物質からの外部被ばく

(1) 評価対象の選定

MOX粉末の回収作業は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室で実施するため、各グローブボックスで取り扱うMOX粉末量及びプルトニウム富化度の設計値を踏まえて評価対象を選定する。

当該室に設置されたグローブボックスと設計値から求められるプルトニウム量を整理した結果を表3. 2-1に示す。

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

表3. 2-1 回収作業を実施する室のプルトニウム量の整理結果

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

(2) 線量評価方法

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

これを踏まえ、グローブボックス内で取り扱う設計値に相当する MOX 粉末が球形状で存在し、内装機器の構成材として SUS 2 mm で球の周囲を覆った状態を簡易的なモデルとする。

上記のモデルに対し、球表面から 1 m の距離における線量率を解析により求めた（解析条件は参考資料 2 参照）。

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

3. 2. 2 グローブボックス内から工程室内に漏えいした核燃料物質からの外部被ばく

(1) 評価対象室の選定

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

有効性評価における放出量評価では、火災影響により 1%/h で気相中に移行した MOX 粉末が、グローブボックス給気系から 74%、グローブボックスパネルから 1% の移行割合で工程室に漏えいし、全量が工程室排気設備を介して外部へ放出されるとしている。

単位面積当たりの MOX 粉末量の堆積状況の算出結果を表 3. 2

－ 1 に示す。

この想定において、単位面積当たりのMOX粉末量が最も大きくなる「粉末調整第5室」を、工程室内に漏えいした核燃料物質からの外部被ばく評価における代表として選定する。

表 3. 2-2 回収作業を実施する室の床面堆積量の整理結果

工程室名称	GB (火災源) 名称	移行経路	MOX粉末量 ^{※1} (kgMOX)	Pu富化度 ^{※1}	火災による気相 への移行割合	火災継続時 間(s)	経路への移 行割合	GB給気フィル タ除染効率	工程室漏えい量 (kgMOX)	工程室漏えい量 合算 (kgMOX)	工程室の有 効面積 ^{※2} (m ²)	部屋の有効床面積あ たりのMOX堆積量 (kgMOX/m ²)
粉末調整第2 室	予備混合装置GB	GB給気系	65	0.33	0.01	260	0.74	1.00E-03	3.47E-05	5.04E-04	84.8	5.95E-06
		パネル開口部	65	0.33	0.01	260	0.01	-	4.69E-04			
粉末調整第5 室	均一化混合装置GB	GB給気系	90	0.18	0.01	866	0.74	1.00E-03	1.60E-04	5.96E-03	154.4	3.86E-05
		パネル開口部	90	0.18	0.01	866	0.01	-	2.17E-03			
	造粒装置GB①	GB給気系	90	0.18	0.01	1191	0.74	1.00E-03	3.97E-05			
		パネル開口部	90	0.18	0.01	1191	0.01	-	2.98E-03			
	造粒装置GB②	GB給気系	90	0.18	0.01	229	0.74	1.00E-03	4.24E-05			
		パネル開口部	90	0.18	0.01	229	0.01	-	5.73E-04			
粉末調整第7 室	回収粉末処理・混 合装置GB	GB給気系	155	0.24	0.01	260	0.74	1.00E-03	8.28E-05	1.20E-03	129.6	9.28E-06
		パネル開口部	155	0.24	0.01	260	0.01	-	1.12E-03			
ペレット加工 第1室	添加剤混合装置A GB	GB給気系	90	0.18	0.01	260	0.74	1.00E-03	4.81E-05	1.98E-03	212.0	9.35E-06
		パネル開口部	90	0.18	0.01	260	0.01	-	6.50E-04			
	添加剤混合装置B GB	GB給気系	90	0.18	0.01	260	0.74	1.00E-03	4.81E-05			
		パネル開口部	90	0.18	0.01	260	0.01	-	6.50E-04			
	プレス装置A GB	GB給気系	90	0.18	0.01	109	0.74	1.00E-03	2.02E-05			
		パネル開口部	90	0.18	0.01	109	0.01	-	2.73E-04			
	プレス装置B GB	GB給気系	90	0.18	0.01	109	0.74	1.00E-03	2.02E-05			
		パネル開口部	90	0.18	0.01	109	0.01	-	2.73E-04			

※1：回収粉末処理・混合装置GBはJ60 (65kgMOX・Pu富化度33%)とJ85 (90kgMOX・Pu富化度18%)の2容器を同時に取り扱う可能性があるため、MOX粉末量を2容器分、Pu富化度を重量割合で案分して設定する。
 ※2：部屋の床面積からグローブボックスや盤の投影面積を除いた値。なお、保守性を持った評価となるよう、現設計の有効床面積に対して、0.8倍とした。

(2) 線量評価方法

MOX粉末が床面に堆積する状況については、飛散状況によりばらつきも考えられることから、(1)で算出したMOX粉末が球形状で1箇所を集まった場合を想定し、1mの距離における線量率を解析により求めた。(解析条件は参考資料3の通り。)

解析の結果、床面のMOX粉末から1mの距離における線量率は約103μSv/hであった。

3. 2. 3 回収作業の線量率まとめ

評価結果は以下のとおりである。

グローブボックス内の核燃料物質（球表面）から 1 m の距離の線量率	約 5 mSv/h
床面から 1 m の距離の線量率	約 103 μ Sv/h

上記の線量率はある仮定に基づき算出した概算値であり、実際の線量率は作業を行うグローブボックスからの距離による変動が想定される。

グローブボックス内の核燃料物質質量として、各グローブボックスにおける設計値を基に、MOX 粉末量及びプルトニウム富化度を設定したが、実際の製造はこれよりも少ない MOX 粉末量及び低いプルトニウム富化度の取り扱いであるため、本評価の線量率よりも低くなると考えられる。

床面からの線量率については、評価では一箇所に球形状として集めたが、実際には面的な広がりがあることから、これよりも低い線量率である。

また、回収作業は事態が収束した後の作業であることから実施組織要員の中での作業ローテーションが可能であり、個人線量計により被ばく管理を適切に実施することで、外部被ばく線量の管理基準とした「1 作業当たり 10mSv 以下」を達成可能と評価する。

以上

グローブボックス排気ダクト内の核燃料物質からの線量評価 入力条件

項目	設定値	備考
線源量	1.73×10^{-5} [g・MOX]	—
Pu 富化度	18 [%]	—
γ 線線源強度	2.31×10^4 [γ]	—
中性子線線源強度	7.15×10^{-3} [n]	—
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	壁面からの反射を考慮して線源中心から5 m位置に50 cmのコンクリートを設定。

グローブボックス内の核燃料物質からの線量評価 入力条件

項目	設定値	備考
線源量	311 [kg・MOX]	設計値
Pu 富化度	33 [%]	設計値
粉末密度	2.1 [g/cm ³]	—
等価球半径	33.5 [cm]	計算値
γ 線線源強度	8.10×10^{14} [γ]	—
中性子線線源強度	1.25×10^8 [n]	—
ステンレス鋼密度	7.8 [g/cm ³]	SUS304
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	壁面からの反射を考慮して線源中心から5 m位置に50 cmのコンクリートを設定。

グローブボックス排気ダクト内の核燃料物質からの線量評価 入力条件

項目	設定値	備考
線源量	5.96 [g・MOX]	—
Pu 富化度	18 [%]	—
γ 線線源強度	7.96×10^9 [γ]	—
中性子線線源強度	2.46×10^3 [n]	—
コンクリート密度	2.15 [g/cm ³]	壁面からの反射を考慮して線源中心から5 m位置に50 cmのコンクリートを設定。