

【公開版】

提出年月日	令和2年7月31日	R25
日本原燃株式会社		

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

安全審査 整理資料

第 22 条：重大事故等の拡大の防止等

目 次

1 章 基準適合性

1. 規則適合性

1. 1 適合のための設計方針

1. 2 有効性評価

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

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

2. 2 重大事故の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

2. 4 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処（要旨）

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処 （要旨）

2. 6 必要な要員及び資源の評価 （要旨）

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

3. 1 概要

3. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件

3. 3 個々の重大事故の発生の仮定

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 臨界事故

3. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

3. 4. 3 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

- 3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定の方法
- 3. 6 重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定
- 3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定
- 3. 8 重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件による重大事故の発生を仮定する機器の特定
- 4. (欠番)
- 5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方
 - 5. 1 評価対象の整理及び評価項目の設定
 - 5. 2 評価に当たって考慮する事項
 - 5. 2. 1 安全機能を有する施設の安全機能の喪失に対する想定
 - 5. 2. 2 操作及び作業時間に対する仮定
 - 5. 2. 3 環境条件の考慮
 - 5. 2. 4 有効性評価の範囲
 - 5. 3 有効性評価に使用する計算プログラム
 - 5. 4 有効性評価における評価の条件設定の方針
 - 5. 4. 1 評価条件設定の考え方
 - 5. 4. 2 共通的な条件
 - 5. 5 評価の実施
 - 5. 6 評価条件の不確かさの影響評価方針
 - 5. 7 重大事故等の同時発生又は連鎖
 - 5. 8 必要な要員及び資源の評価方針
 - 5. 8. 1 必要な要員
 - 5. 8. 2 必要な資源

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止
対策

6. 1. 2 閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資
源

6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

6. 3 参考文献

7. (欠番)

8. (欠番)

2章 補足説明資料

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

1 章 基準適合性

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

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

2. 1. 1 重大事故に対する基本方針

設計上定める条件より厳しい条件の下において、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模並びに重大事故の同時発生を重大事故の発生を仮定する機器として特定し、有効性を評価する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たっては、重大事故の発生を仮定する条件を設定し、これによる安全上重要な施設の機能喪失の範囲を整理することで重大事故の発生を仮定する機器を特定し、重大事故が単独で、同時に又は連鎖して発生することを仮定するとともに、それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

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

2. 1. 2 重大事故を特定する際の考え方

(1) 外的事象の考慮

設計基準対象施設では、設計基準事故に対処するための設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、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、発生頻度が極めて低い、発生するが安全機能の喪失の要因となる規模に至らないもの等を除外した。また、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に対しては降下火砕物を除去すること、積雪に対しては除雪を行うこと、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うこと、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）に対しては工程停止、送排風機停止等を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であることから除外した。

この結果、設計基準より厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。地震により機能喪失するとした安全上重要な施設の条件は、基準地震動を上回る地震力を想定する。具体的には、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮し、機能を維持でき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混合酸化物燃料（以下、「MOX」という）の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が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、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能を喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、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。

(2) 内の事象の考慮

内の事象については、設計基準事故において考慮した動的機器の単一故障に対して、設計基準事故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。）を設定した。

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

また、内の事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、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亀裂や全周破断は想定されない。溢水、内部発生飛散物については、設計基準事故の選定の際の条件を超える条件が物理的に想定されないことから、機能喪失の要因として考慮しない。内部火災については、発生防止の確認においては、

火災によって安全機能が機能喪失しないよう設計することから、機能喪失の要因としないが、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、火災は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。

(3) 事象の重ね合わせ

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

(4) 個々の重大事故の発生の仮定

重大事故の発生を仮定する機器等は、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等で同時に発生するものとして、外的事象を要因とした場合又は内的事象を要因とした場合の重大事故の発生を仮定する機器等を特定した。

① 臨界事故

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

外的事象発生時では、貯蔵施設等において、基準地震動の1.2倍の地震動によって設備が損傷等することを想定したとしても、臨界事故が発生する物理的条件が成立しないため、臨界

事故の発生は想定できない。

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

以上のことから、臨界事故は重大事故として特定しない。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質の形態等を踏まえると、外部への放出に至る状態になるものとしてはMOX粉末があり、その閉じ込め機能を担うものとしてはグローブボック

スがあることから、それらを対象として、外的事象及び内的事象を要因として、外部への放出に至る事故の発生の可能性を評価する。

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

a. グローブボックスの破損

(a) 地震の場合

地震により基準地震動の 1.2 倍の地震動に対して機能維持するとしているグローブボックスは損傷等しないが、それ以外のグローブボックスについては損傷等する可能性があり、それによってMOX粉末が工程室に漏えいする可能性がある。

グローブボックス排風機が運転している場合には、外部への放出の駆動力になって、グローブボックス排風機への経路が主たる経路となり、工程室の漏えいは極めて少なく、また、平常時の公衆への影響評価に用いている粉末が落下した際の気相への移行率で気相に移行するため、この事象の影響は平常時運転と同様であり、外部への多量の放射性

物質を放出には至らない。

また、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスの負圧が維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが、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、外部への放出に繋がる駆動力がないため、公衆への影響が平常運転時と同程度であり、外部への放射性物質の放出には至らない。

(b) 動的機器の多重故障の場合

グローブボックス内で容器を取り扱う安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設の多重故障により、容器の落下防止機能の喪失が発生し、容器が落下したとしても、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない。

b. グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

(a) 地震の場合

地震により基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持するとしているグローブボックスでは内部の機器につい

でも同様に 1.2 倍の地震動に対して機能維持することから MOX 粉末の飛散は発生しないが、それ以外のグローブボックス内での MOX 粉末の飛散が発生する可能性がある。グローブボックス排風機が運転している状態では、グローブボックス排気設備を経由して外部に放出されるが、平常時の公衆への影響評価において粉末が落下した際の気相への移行率を用いており、この移行率は火災による気相への移行率と比べて 2 桁程度小さく、この事象の影響は平常時運転と同様であり、外部への多量の放射性物質を放出には至らない。

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

(b) 動的機器の多重故障の場合

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

容器が落下又は転倒することでグローブボックス内に MOX 粉末が飛散したとしても、上記(a)と同様に、平常運

転時と同等の放出量であることから、多量の放射性物質を外部へ放出する事故には至らない。

c. 外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生

(a) 地震の場合

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないことなどの発生防止を講じており、外的事象によって、動的機能の多重故障を想定してもそれ以外の基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とする静的機器により、外部に放出する状態に至る駆動力となる火災が発生する条件が成立しないことから、その発生は想定できない。

しかしながら、火災が発生した場合には、静置された MOX 粉末が上昇気流により気相中に移行すること、雰囲気の温度が上昇し、MOX 粉末を含む気体が体積膨張し、これを駆動力として MOX 粉末が外部へ放出される可能性があることから、外的事象発生及び内的事象発生時に、関連性が認められない偶発的な事象の同時発生を考慮して、燃焼の 3 要素が同時に満足され、火災が発生することを仮定する。技術的な想定を超えて、追加で想定する条件は以下のとおり。

i. 窒素循環設備のダクト等の破断及びグローブボックス排風機の運転継続

ii. 過電流による機器内の潤滑油の温度上昇

iii. 温度上昇した潤滑油の漏えい

iv. ケーブル等によるスパークの発生による潤滑油への着火

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

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

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

この火災については、上述のMOX粉末の飛散やグローブボックスの破損の事象とは、火災が駆動力になることから、グローブボックス排風機が停止した場合であっても、火災の影響によって、外部への放出経路が遮断されない限り、外部への放出の可能性を否定できないという違いがある。

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

重大事故の特定に係る検討の結果として、MOX燃料加工施設は、通常のMOX粉末等の取扱い状態では核燃料物質は静置された状態で、外部に放射性物質を放出させるた

めには駆動力が必要であり，グローブボックス排風機等を停止することにより，安定な状態に移行できるとともに，駆動力となる火災を発生させるためにはグローブボックス排風機の運転や動力電源の供給が必要であることから，排風機の停止や動力電源の遮断によって，駆動力となる火災の発生及び外部への放出を防止し，施設を安定な状態に移行することが可能であるが，重大事故の特定では，想定しがたい火災の発生など外部への放出に繋がる厳しい条件を設定する。

(b) 動的機器の多重故障の場合

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

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

d. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る異常事象の同時発生

「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「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3事象について、これらの事象が同時に発生した場合の影響について以下に示す。

(a) 地震の場合

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

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

工程室に漏えいしたMOX粉末を外部へ放出する駆動力として想定される工程室における火災については、工程室の火災源となる可能性のある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は、金属筐体で覆われておりMOX粉末に上昇気流の影響を与えることはないこと、潤

滑油の温度上昇，温度が上昇した潤滑油の漏えい，ケーブル等によるスパークの発生という偶発的事象の重ね合わせが必要であり火災の発生は想定されないこと等から，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。

(b) 動的機器の多重故障の場合

a. から c. で整理した通り，動的機器の多重故障の場合，共通要因で「グローブボックスの破損」，「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」の3事象の組み合わせが同時に発生することは想定されない。

(5) 重大事故が同時に又は連鎖して発生する場合の仮定

① 重大事故が同時に発生する場合

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

重大事故の発生を特定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失については，同種の重大事故が同時に発生する場合として，上記のとおり 1 基のグローブボックスで火災の発生条件が成立することは想定しがたいが，さらに想定しがたい事象として，外的事象の地震により，露出した状態でMOX粉末を取り扱い，火災源となる潤滑油を保有している 8 基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。

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

② 重大事故が連鎖して発生する場合

重大事故が連鎖して発生する場合の想定については、ある重大事故が発生した場合における温度、圧力及び放射線等の変化等が、その他の重大事故の発生の要因となりえるものかどうかを確認する。

なお、重大事故として特定した、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至るグローブボックス内の火災の発生により、臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOX粉末の集積等が発生することはないことから、火災による連鎖での臨界の発生は想定されず、連鎖による異種の重大事故の発生はない。

2. 2 重大事故の対処に係る有効性評価の基本的な考え方（要旨）

2. 2. 1 概要

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

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

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

2. 2. 2 評価対象の整理及び評価項目の設定

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

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

2. 2. 3 評価に当たって考慮する事項

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

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

2. 2. 4 有効性評価に使用する計算プログラム

有効性評価において、計算プログラムは使用していない。

2. 2. 5 有効性評価における条件設定

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

2. 2. 6 評価の実施

有効性評価における解析は、発生を想定する重大事故の影響を把握し、設備の健全性を確認するとともに、対策の実施により事故は収束することを確認し、その結果を明示する。

2. 2. 7 評価条件の不確かさの影響評価

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

2. 2. 8 重大事故等の同時発生又は連鎖

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

2. 2. 9 必要な要員及び資源の評価

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

2. 3 臨界事故への対処（要旨）

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

2. 4 核燃料物質等の閉じ込め機能の喪失への対処（要旨）

2. 4. 1 事故の特徴及びその対策

(1) 事故の特徴

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

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

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MOX粉末を外部に放出する状態に至る。

グローブボックス内の体積膨張により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備が運転継続している場合は、当該設備を經由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を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、グローブボックス内の負圧が維持できなくなるため、グローブボックス給気系、グローブボックス排気設備、グローブボックスのパネルの隙間等から工程室に漏れ出し、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經由して大気中に放出され，設計基準の状態よりも多量の放射性物質を外部に放出する状態に至る。

(2) 有効性評価の代表

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

具体的には，以下のとおりである。

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

(3) 対策の考え方

設計基準対象施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能，グローブボックス消火装置の消火機能の喪失を確認した場合には，重大事故等の発生防止対策として，

核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持するため、全工程停止を行うとともに、火災の発生を未然に防止するため、全送排風機の停止及び動力電源の遮断の対応を行う。

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

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

(4) 具体的対策

設計基準の感知・消火機能の喪失等を確認した場合は、火災の影響を受けるMOX粉末の対象を限定すること等により、外部への放出に至ることを防止することを目的とし、発生防止対策として、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持するため、地上1階の中央監視室で、全工程の停止を行うとともに、窒素雰囲気グローブボックスを空気に置換するために必要な条件であるグローブボックス排風機を含む全送排風

機の停止及び着火に必要な条件である潤滑油の温度上昇やスパークの発生を防ぐために、火災源を有する機器の動力電源の遮断の状態確認（又は、停止等の操作）を行う。

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

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

可搬型グローブボックス温度表示端末により確認した火災状況確認用温度計の指示値が 60℃を超える場合は、当該グローブボックスで火災が発生していると判断し、火災によるMOX粉末の飛散の拡大を防止するとともに、グローブボックスが設置されている地下3階から地上階へ放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末を移動させる駆動力を止めるため、拡大防止対策として、火災の発生が確認されたグローブボックスに対して、中央監視室近傍から遠隔手動操作により、地下3階廊下に設置された代替消火設備である遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物）を放出する。

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

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

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

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

また、回収作業の一環として、設計基準施設であるグローブボックス排風機を復旧し、必要に応じて、当該排風機を運転することにより、回収作業に係る作業環境の確保を行うための回復作業を行う。回収作業の実施期間中は、排気モニタにより常時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、直ちにグローブボックス排風機を停止する。

万一、グローブボックス排風機の復旧ができない場合に備えて、念のための措置として、可搬型排風機付フィルタユニット等をグローブボックス排気設備に接続し、工程室からグローブボックス排気経路への気流を確保することが可能なよう必要な設備を整備する。また、可搬型排風機付フィルタユニット等を用いる場合には、可搬型排気モニタリング設備の可搬型ダストモニタで常時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、遠隔消火装置等を常設重大事故等対処設備として設置するとともに、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ、グローブボックス排気閉止ダンパ、工程室排気閉止ダンパ等を常設重大事故等対処設備として位置付ける。また、可搬型グローブボックス温度表示端末、可搬型ダンパ出口風速計、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型ダストサンプラ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータ等を可搬型重大事故等対処設備として整備する。

回収作業に用いる濡れウエス等は、資機材として整備する。

2. 4. 2 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価

(1) 評価手法

① 評価の考え方

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

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

b. 回収及び回復に係る対処については、作業の着手等の判断が明確化されていること、作業の実施方法等に係る手順を評価する。

c. 有効性評価を実施する際のグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ下流側の風速の評価については、流路の圧力損失や気体の定積変化等の簡便な計算で実施する。

② 事故条件

本評価における事故条件は、以下のとおり。

- a. 露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基で同時に発生することを仮定する。
- b. 基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に、機能維持できるとしているもの以外は機能喪失するものとする。地震の影響に加え、技術的想定を超えて、(a)窒素循環設備のダクト等の破断及びグローブボックス排風機の運転継続による窒素雰囲気への空気への置換、(b)過電流の発生及び過電流による機器内の潤滑油の温度上昇、(c)温度上昇した潤滑油の漏えい及び、(d)ケーブル等のスパークの発生による潤滑油への着火を考慮することで、燃焼の3要素は同時に満足され、火災が発生することを仮定する。

③ 機器条件

本評価における機器条件は、以下のとおり。

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

d. 工程室内の壁面やグローブボックスの内装機器等によるヒートシンク効果については、評価上考慮せず、断熱として取り扱うものとする。

④ 操作条件

本評価における操作条件は、以下のとおり。

a. 地震発生直後、要員は自らの身を守るための行為を実施し、揺れが収まったことを確認してから、安全機能が維持されているかの確認を実施するため、地震の発生を起点として、その後 10 分間は要員による対処を期待しない。実施発生の 10 分後から、要員による安全系監視制御盤等の確認により安全機能の喪失を把握し、重大事故等への対処を実施するものとする。

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

⑤ 放出量評価の条件

放出量評価の条件は、以下のとおり。

a. グローブボックス内で発生する火災の規模及びグローブボックスにおけるプルトニウム取扱量については、機器条件と同様とする。

b. 火災影響により粉末容器からグローブボックス気相中への移行率，グローブボックス排気系への移行率，グローブボッ

クス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への移行率及び工程室排気設備への移行率として、1%/hを用いる。

c. グローブボックス内からの移行経路として、グローブボックス排気系、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への漏えいを想定し、各経路への移行割合は、グローブボックス排気系を經由する割合を約25%、グローブボックス給気系を經由する割合を約74%、及びグローブボックスパネル隙間を經由する割合を約1%と設定する。

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

⑥ 判断基準

本重大事故の拡大防止対策の有効性評価の判断基準は、以下のとおり。

a. 拡大防止対策については、遠隔消火装置の作動により火災を消火でき、これによりグローブボックス内の温度上昇が抑

制され、グローブボックス内温度が通常状態に戻ることで、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの手動閉止により、外部への経路が遮断でき、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の風速が0になること。

b. 総放出量については、火災の消火及び外部への放出の遮断の対策完了までに、外部へ放出される放射性物質の放出量がセシウム-137換算で100TBqを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

(2) 評価結果

グローブボックス内で火災が発生することにより、雰囲気温度が上昇し始め、火災状況確認用温度計の指示値が60℃を超えた時点で当該グローブボックスにおいて火災が発生していると判断し、中央監視室近傍から遠隔手動により遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物）を放出し、火災を消火する。
これにより、当該グローブボックス内の雰囲気温度は低下傾向を示すとともに、火災の影響により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末を外部への放出駆動力である体積膨張が停止し、以降、当該グローブボックスの雰囲気温度は通常状態の温度で安定する。上記と並行して、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。当該ダンパ閉止後、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工

程室排風機入口手動ダンパの下流側の風速が0になっていること
をもって事態の収束と判断する。

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

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

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

(3) 不確かさの影響評価

① 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

a. 事故の発生要因の違い

内的事象で発生する閉じ込める機能の喪失に至る火災は、
1基のグローブボックスで単独で発生するため、対処が必要
な対象が限定される。一方、重大事故における有効性評価は、
8基のグローブボックスで同時に火災が発生する場合の対策
の成立性を(2)で確認していることから、評価結果は変わ
らない。また、内的事象で発生する「動的機器の多重故障」
を要因とした場合は、初動での状況確認、アクセスルートの

確保等の作業において、外的事象の「地震」を要因とした場合と比較して、早い段階で重大事故等対策に着手できるため、対処の時間余裕が大きくなることから判断基準を満足することに変わりはない。

b. 火災の規模，火災による影響を受けるMOX粉末

潤滑油による火災については，潤滑油を収納する箇所に設置しているオイルパン上での燃焼面積による火災の燃焼時間の不確かさがあり，燃焼面積が放出量評価の条件とした条件よりも小さい場合は，放出量の下振れが見込まれる。火災の影響により気相部に移行するMOX粉末の量は，容器中に収納されるMOX粉末全量としているが，火災源と容器の位置関係から容器に収納されたMOX粉末全量が火災の影響を受けない場合は，外部への放出量において1～2桁程度の下振れが見込まれる。

c. 外部への放出経路の違い

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

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

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

工程室から工程室排気設備への移行において、隣接する工程室に給気系等を経由して移行した場合には、外部への放出の観点では、隣接する工程室の空間でのMOX粉末の希釈や空気への放熱による体積膨張雰囲気収縮などにより、放出量としては1桁未満の下振れが見込まれる。

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

(a) 操作の条件の不確かさの影響

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

(4) 重大事故等の同時発生又は連鎖

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

「2. 1 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」で示すとおり、本重大事故が8基のグローブボックスで同時に発生するものとして評価した。

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

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

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

これらの通常時からの状態変化等を踏まえた場合において

も、臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOXの集積等が発生することはないことから、本重大事故から臨界事故への連鎖は想定できない。

(5) 必要な要員及び燃料等

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

2. 5 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処（要旨）

2. 5. 1 重大事故等の同時発生

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

2. 5. 2 重大事故等の連鎖

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

2. 6 必要な要員及び資源の評価（要旨）

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

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

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

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

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

3. 1 概要

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

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

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

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

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

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

外的事象については、設計基準対象施設では、設計基準事故に対処するための設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、発生頻度が極めて低い、発生するが安全機能の喪失の要因となる規模に至らないもの等を除外した。また、火山の影響（降下火砕物による積載荷重）に対しては降下火砕物を除去すること、積雪に対しては除雪を行うこと、森林火災及び草原火災に対しては消火活動を行うこと、火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり）に対しては工程停止、送排風機停止等を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であることから除外した。

この結果、設計基準より厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故の要因となるおそれのある事象として地震を抽出した。地震により機能喪失するとした安全上重要な施設の条件は、基準地震動を上回る地震力を想定する。具体的には、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮し、機能を維持でき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混合酸化物燃料（以下、「MOX」という）の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が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、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能を喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、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」における火災による閉じ込め機能の不全を設計基準事故として選定した。

このため、内の事象については、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する長時間の全交流電源喪失については、

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

また、内的事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、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亀裂や全周破断は想定されない。溢水、内部発生飛散物については、設計基準事故の選定の際の条件を超える条件が物理的に想定されないことから、機能喪失の要因として考慮しない。内部火災については、発生防止の確認においては、火災によって安全機能が機能喪失しないよう設計することから、機能喪失の要因としませんが、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。

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

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

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

3. 2 重大事故の発生を仮定する際の条件

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

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

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

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

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

重大事故の要因となる事象に進展する場合には、その事象が設計基準事故で想定した規模を超える事象となる可能性があるかを整理し、設計基準

事故で想定した規模を超える事象を重大事故として選定する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定フローを第1図に示す。

(1) 考慮するMOX燃料加工施設の特徴

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

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

- ① MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は、ウラン及びウランとプルトニウムの混合酸化物であり、化学的に安定している。
- ② 燃料製造における工程は乾式工程であり、有機溶媒等の化学薬品を多量に取り扱う工程はなく、化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスはないことから、工程における核燃料物質は安定な状態である。
- ③ MOX燃料加工施設では、密封形態の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扱うとともに、MOX粉末を取り扱うグローブボックスを燃料加工建屋の地下3階に設置する。

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

3. 2. 1 外的事象

自然現象及びMOX燃料加工施設敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等のうちMOX燃料加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）（以下これらを「自然現象等」という。）に対して、設計基準においては、想定する規模において安全上重要な施設の安全機能が喪失しない設計としている。

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

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

① 検討の母集団

外部からの影響として、国内外の文献から抽出した自然現象等を対象とする。

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

a. 自然現象等の発生及び規模の観点からの選定

①のうち、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる可能性のある自然現象等として、以下の基準のいずれにも該当しない自然現象等を選定する。

基準1 : 重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる自然現象等の発生を想定しない

基準1-1 : 自然現象等の発生頻度が極めて低い

基準1-2 : 自然現象等そのものは発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生を想定しない

基準1-3 : MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない

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

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

選定の結果、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象等は、地震、森林火災、草原火災、火山の影響（降下火砕物による積載荷重、降下火砕物によるフィルタの目詰まり）及び積雪である。

b. 自然現象等への対処の観点からの選定

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

発生規模に関しては、「設計上の安全余裕により、安全機能を有す

る施設の安全機能への影響がない規模」，「設計上の安全余裕を超え，重大事故に至る規模」，「設計上の安全余裕をはるかに超え，大規模損壊に至る規模」をそれぞれ想定する。

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

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

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

③ 重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる

自然現象の組合せ

重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる可能性がある自然現象については、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と、機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象に分類できる。これらの自然現象を組み合わせることによって想定する事態がより深刻になる可能性があることを考慮し、組合せの想定の可否を検討する。

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

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

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

重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象と他の自然現象の組合せの検討結果を第3表に示す。検討の結果、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因

となる自然現象に対して組合せを考慮する必要のある自然現象はない。

b. 機能喪失に至るまでに対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

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

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

いずれの場合においても、重大事故の要因となる自然現象の組合せによる影響はないことから、重大事故の起因となる安全上重要な施設の機能喪失の要因となる自然現象として地震を選定する。

3. 2. 2 内の事象

(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の喪失を内の事象で想定する機能喪失の要因として想定し、これらの中で動的機器の単一故障を機能喪失の条件として想定した。また、発生防止対策の故障、誤作動及び誤操作が設計基準事故の誘因にならないことの確認の際には、動的機器の単一故障の他に短時間の全交流電源の喪失についても想定し、発生防止対策の故障、誤作動及び誤操作が設計基準事故の誘因とならないことを確認した。このため、閉じ込め機能の不全として、火災が発生し、火災の拡大防止対策等の動的機器が単一故障した状態を設計基準事故として選定した。

(2) 重大事故の起因として想定する内の事象

(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た。

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

障を想定する。

② 溢水

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

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

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

③ 内部発生飛散物

設計基準事故の選定においては、内部発生飛散物としての回転体の飛散又は重量物の落下については発生防止対策をして居ることから、機能喪失の要因とはならないとした。

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

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

④ 内部火災

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

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

しかし、グローブボックス内の火災に対して、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、外部への放射性物質の放出の駆動力となることから、設計基準事故の選定において考慮したことを踏まえ、火災自体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、高温、高圧の流体を取り扱わないこと、腐食性の流体を取り扱わないこと、多量の化学薬品を取り扱わないことから、配管破断は機能喪失の要因として想定しなかった。

上記の発生の想定に対する厳しい条件として、MOX燃料加工施設における流体の取扱いが変わることはないことから、配管破断により安全上重要な施設の機能が喪失することは考えられない。また、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亀裂や全周破断は想定されない。

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

⑥ 全交流電源の喪失

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

上記の発生の想定に対する厳しい条件として、長時間の全交流電源の喪失が想定される。しかしながら、長時間の全交流電源の喪失については、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ため、重大事故が発生することはない。また、MOX燃料加工施設においては、取り扱う核燃料物質による崩壊熱の影響も小さく、製造プロセスにおいて化学的変化も発生しないことから冷却機能等の常時機能を必要とする動的機器はない。

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

しかしながら、動的機器の多重故障の範囲が最も多くなる要因と

して、全交流電源の喪失があることから、間接的な機能喪失の要因として、長時間の全交流電源の喪失を想定する。

3. 2. 3 重大事故の発生を仮定する際の条件

前項までにおいて想定した，重大事故の起因となる機能喪失の要因となる外的事象及び内的事象について，想定する機能喪失の状況を詳細化するとともに，機能喪失を想定する対象設備，また同時に機能喪失を想定する範囲を明確にすることで，それぞれの外的事象及び内的事象としての機能喪失の状態を「重大事故の発生を仮定する際の条件」として設定することにより，重大事故の発生を仮定する機器を特定するとともに，それぞれの重大事故についての有効性評価の条件とする。

(1) 外的事象 地震

① 発生する外力の条件

基準地震動を超える地震動の地震を想定する。

② 発生する外力と施設周辺の状況

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

③ 影響を受ける設備

全ての設備の安全機能について，外力の影響により喪失の可能性がある。

④ 外力の影響により喪失する機能

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計により維持する静的な機能は，地震の外力（加速度）による機能喪失を

想定しない。これら以外の機能は、全て機能を喪失する（地震の加速度により、機器が損傷し、機能を喪失する）。

動的機器については、動力源、制御部、駆動部と多くの要素から構成され、復旧に要する時間に不確実性を伴うことから、全ての動的機器に対して機能喪失を想定する。

⑤ 外力による機能喪失の影響による機能喪失

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

⑥ 外力の影響による機能喪失後の施設状況

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計により維持する機能に該当しない静的な機能の喪失により、溢水が発生することに加え、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計により維持する機能に該当しない静的な機能は、継続して長時間の機能喪失を想定する。また、電源を必要とする機器は全て機能喪失に至るものとすることから、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混合酸化物燃料の形態のうち、MOX粉末は飛散し、気相中に移行しやすいことから、これを取り扱うグローブボックスは燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置されている。MOX粉末が外部へと放出される場合には、MOX粉末が気相中に移行し、かつこれを外部への放出する駆動力が必要である。このため、動的機器については、動力である電源の有無、機能の維持又は喪失といった設備の状態として想定される条件に対し、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難いことから同時に機能を喪失しない。また, 動的機器の多重故障は, 静的機器の損傷の要因にはならないことから, 静的機器の機能喪失は想定しない。

② 動的機器の多重誤作動

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

動的機能の誤作動として以下の事象を想定する。

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

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

③ 多重誤操作

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

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

- a. 安全上重要な施設の動的機器の操作

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

b. 安全上重要な施設の警報吹鳴に対する運転員対応

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

(3) 重大事故の発生を仮定する際の条件のまとめ

以上より、重大事故の発生を仮定する際の安全上重要な施設の条件として、外的事象と内的事象のそれぞれについて、機能喪失を想定する対象設備、同時に機能喪失を想定する範囲を以下のとおり設定する。上記の検討より、重大事故の発生を仮定する際の条件として、外的事象と内的事象それぞれについて、機能喪失を想定する安全上重要な施設の対象設備及び同時に機能喪失を想定する範囲を以下のとおり設定する。また、内的事象の考慮において、外的事象と同様に、動的機器については、動力電源の有無、機能を維持する又は機能喪失するといった設備の状態として想定される条件に対し、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。

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

① 外的事象（地震）

安全上重要な施設の動的機器及び全交流電源の機能は復旧に時間を要することを想定し全て長時間機能喪失する。また、安全上重要な施設の静的機器の機能は長時間機能喪失する。ただし、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とした安全上重要な施設の静的機器は機能を維持する。動的機器については、動力電源の有無、動的機器の機能を維持する又は機能喪失といった設備の状態として想定される条件に対し、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、設計基準事故の選定においては、火災の感知・消火機能を安全上重要な施設に設定していること、MOX粉末が火災の有する駆動力の影響を受け、平常運転時を超えて大気中に放出される事象を想定したことから、閉じ込め機能の不全として選定した。このため、火災に係る重大事故の発生を仮定する際の条件としては、動的機器の多重故障の想定に加えて、火災の発生防止対策が機能喪失して火災が発生している状態を、想定される異常事象として考慮する。

(4) 外的事象及び内的事象の同時発生

外的事象及び内的事象のそれぞれの同時発生については、外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え、外的事象と内的事象は関連性の

認められない偶発的な事象となることから考慮する必要はない。

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

3. 3 個々の重大事故の発生の仮定

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

(1) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析

① 対象の整理

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

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

② 重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せの特定

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

(2) 安全機能喪失状態の特定

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

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

(3) 重大事故の発生を仮定する機器

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

① 事故発生の判定

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

② 重大事故の判定

上記①において、評価によって事故に至らないことを確認できない場合には、事故の収束手段、事象進展の早さ又は公衆への影響をそれぞれ評価する。

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

喪失時の公衆への影響が平常運転時と同程度であれば、設計基準として整理する事象に該当する。

いずれにも該当しない場合には、重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

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

3. 4 重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 4. 1 臨界事故

(1) 臨界事故

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

① 地震の場合

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

また、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない貯蔵施設が過大に変形又は破損することを想定した場合においても、貯蔵施設の構成部材が喪失することは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一箇所に集積することは考えられない。また、仮想的にこれらの構成部材による間隔よりも核燃料物質が接近することを想定した評価の結果、いずれの貯蔵施設においても臨界に至ることはない。

なお、基準地震動を超える地震動による地震の発生により、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としないグローブボックス等が損傷することを想定しても、質量管理を行う単一ユニットは運転管理の上限値以下で核燃料物質質量を管理すること、同一室内に単一ユニットが複数存在しても、単一ユニットを構成するグローブボックスが分散配置されていることから、地震によりグローブ

ボックス等の機能が喪失したとしても核燃料物質が一箇所に集積することはなく、事故の発生は想定されない。

【補足説明資料3-19】

② 動的機器の多重故障の場合

臨界を防止するための動的機器として、安全上重要な施設はないため、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設である、誤搬入防止機能を有する機器が多重故障により機能喪失することを想定する。しかし、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）は、ID番号読取機による搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに運転員による搬入許可といった、複数の機器による確認及び運転員による確認を行っている。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を喪失することは想定されないことから、核燃料物質が誤搬入されることはなく、事故の発生は想定されない。

臨界事故は気体状の放射性物質及び放射性エアロゾルが発生し、大気中への放射性物質の放出量が増加すること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有していることから、
臨界事故が発生した場合には直ちに対策を講じる必要がある。 このため、設計基準事故の選定においては、発生防止対策である誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の単一故障では核燃料物質

の誤搬入が発生しないことから、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）を構成する複数の機器の機能喪失及び運転員の誤操作により、核燃料物質の1回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しないことを確認した。

重大事故の発生を仮定する際の条件下では、上記のとおり臨界事故の発生は想定されない。また、関連性が認められない複数の機器が同時に機能を喪失することは想定しにくい。しかし、技術的な想定を超えて、関連性が認められない偶発的な事象の一定程度の同時発生を考慮し、設計基準事故の選定で想定した、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の全てが喪失した状態が継続し、共通要因では起こり得ない機器の故障及び運転員の誤操作が複数回続けて起こるとい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、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへ核燃料物質を搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体 2.5cm、球形モデルにて計算した中性子実効増倍率が 0.95 以下となる質量であり、MOXの集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。

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

また、上記の多重の故障、誤操作による繰り返しの誤搬入に要する時間

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

a. 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 μ Sv/h～数十 μ Sv/hを想定している。また、万一、未臨界質量まで核燃料物質が異常に集積した場合は、約500 μ Sv/h～約2mSv/hと想定している。

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

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

これらの対応は、保安規定に基づく作業手順書に定めることとする。

b. 目視による異常な集積の有無の確認

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

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

以上より、MOX燃料加工施設においては、臨界事故に至るおそれはない。

【補足説明資料3-19】

3. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

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

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

【補足説明資料3-25】

【補足説明資料3-26】

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

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

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

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

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

施設において発生する可能性がある駆動力を有する事象としては、火災と爆発が考えられる。しかしながら、爆発については、MOX燃料加工施設において想定される爆発の要因としては、水素・アルゴン混合ガスがあるものの、燃料加工建屋内において取り扱う水素濃度が9 vol%以下であること、燃料加工建屋内へ水素濃度が9 vol%を超える水素・アルゴン混合ガスが流入することは生じ得ないことから、爆発が発生することは想定できない。また、水素・アルゴン混合ガスを使用してペレットの焼結を行う焼結炉等においては、焼結炉等への空気の混入防止対策、熱的制限値の設定といった爆発の発生を防止する設計をするとともに、仮に空気が混入した焼結炉内で水素濃度が9 vol%以下の水素・アルゴン混合ガスが燃焼した場合においても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、爆発の発生を防止するとともに、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、「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生（火災）」である。このため、これら3事象が、重大事故の発生を仮定する際の条件により発生し、外部へ多量の放射性物質の放出に至る事故につながるかを整理する。

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

燃料物質等を閉じ込める機能の喪失となり得る3事象それぞれについて、地震及び動的機器の多重故障により、これらの安全機能が損なわれる可能性について整理する。

(1) グローブボックスの破損

グローブボックスが破損することにより、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいし、平常運転時とは異なる経路から放射性物質が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力と、重量物の落下が考えられるが、グローブボックスの直近には重量物を取り扱うクレーン等の機器はないことから、グローブボックス外の重量物落下によりグローブボックスが破損することは想定されない。このため、想定する外力としては、地震による地震力及びグローブボックス内で取り扱う重量物である容器の落下を考慮し、グローブボックスの破損の可能性を評価する。

① 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックス内の機器で、重量物である容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）が喪失することが考えられるが、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製である

ため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはない。

また、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としているグローブボックスは地震により損傷等しないが、それ以外のグローブボックスについては破損が想定され、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏えいする可能性がある。

グローブボックス排風機が運転を継続している場合は、MOX粉末の外部への放出経路はグローブボックス排気設備が主たる経路となり、MOX粉末の工程室への漏えい量は極めて少ない。グローブボックス排気設備が放出経路であれば、平常運転時における放射性物質の放出経路と同じであるため、公衆への影響は平常運転時と同程度である。なお、平常運転時の公衆への影響評価は、ウラン粉末を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おり、グローブボックスが破損したとしてもMOX粉末に駆動力は生じないことから、駆動力の有無の観点からも公衆への影響は平常運転時と同程度であるといえる。

【補足説明資料3-27】

また、グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスの負圧が維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいしたとしても、地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ、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運転時と同程度であり、外部への放射性物質の放出には至らない。

地震により「グローブボックスの破損」と「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生した場合、グローブボックス外にMOX粉末が漏えいすることが想定されるが、地震時には工程室排風機が機能喪失する又は運転員の操作により工程室排風機を停止することから、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、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックスには火災源となる潤滑油がないことから、同時発生は想定されない。

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

② 動的機器の多重故障の場合

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

容器を取り扱う動的機器が多重故障により落下防止機能を喪失して容器が落下する場合、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置さ

れており，落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから，グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため，事故の発生は想定されない。

(2) グローブボックス内でのMOX粉末の飛散

グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器が落下又は転倒することにより、グローブボックス内にMOX粉末が飛散することでグローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇し、平常運転時よりも多量の放射性物質が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、地震及びグローブボックス内で容器を取り扱う機器の故障、誤作動を想定する。

① 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としているグローブボックスは、当該グローブボックスの内装機器についても地震に対して同様に機能維持できる設計としていることからMOX粉末は飛散しない。しかし、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックス内に設置する動的機器が、容器の落下防止機能及び転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが想定される。

グローブボックス排風機が運転している状態では、グローブボックス排気設備を経由して放射性物質は外部に放出されるが、平常運転時の放射性物質の年間放出量は、MOX粉末の気相中への移行率としてウラン粉末を1mの高さから落下させた際の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と、この移行率は火災による

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

【補足説明資料3-27】

グローブボックス排風機が停止している場合には、グローブボックスを負圧に維持できなくなり、グローブボックスから工程室へMOX粉末が漏えいするが、MOX粉末を取り扱う地下3階から地上1階までMOX粉末を上昇させ外部へ放出させ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。

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多量の放射性物質の放出には至らない。

地震による「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」と「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、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックス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に設置する安全上重要な施設以

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

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

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

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

(3) 外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生

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

駆動力となる事象として、グローブボックス内における火災を想定する。取り扱うMOX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、気相中に移行し、外部への放出に至るおそれがある。また、粉末であっても、蓋付きの容器に収納された状態又は機器内に収納された状態であれば、内部の粉末が火災による上昇気流の影響を受けることは想定しにくい。そのため、火災による閉じ込める機能の喪失の発生を仮定する対象となる設備として、蓋のない容器により露出した状態でMOX粉末を取り扱う設備・機器を有するグローブボックスとする。

また、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、ウエス、遮蔽の観点でグローブボックス内で使用するポリエチレンがある。

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

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

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

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

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

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

可燃物としては、機器内の潤滑油が、過電流遮断器が機能喪失した状態において発生した過電流の影響で潤滑油の温度が上昇し

た状態で、潤滑油を収納した機器に亀裂が発生し、温度が上昇した潤滑油が漏えいすることにより、火災源となり得る可燃物が生じることが想定される。

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

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

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

これらの偶発的な事象の同時発生は想定しにくい。しかしながら、外的事象及び内的事象発生時に、技術的な想定を超えて、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、露出したMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおける火災の発生を仮定する。この火災については、「(1)グローブボックスの破損」や「(2)グローブボックス内でのMOX

粉末の飛散」の事象との違いとしては、火災は駆動力となる事象であることから、グローブボックス排風機が停止した場合であっても、火災の影響により、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。

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

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

なお、いずれのグローブボックスにおいても、平常運転時は窒素雰囲気であり、潤滑油は機器内に収納する等、火災の発生防止対策として施していることは同じである。

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

① 地震の場合

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

しかし、火災は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、さらに想定しにくい事象として、地震により露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有する8基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。

【補足説明資料3-28】

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

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

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

② 動的機器の多重故障の場合

火災源として特定したグローブボックス内の潤滑油による火災が発生するためには、グローブボックス内において、燃焼の3要素である可燃物、酸素及び着火源が揃う必要があります。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、動的機器の多重故障として、「火災の感知・消火機能」が同時に機能喪失することにより、火災が継続し、火災による駆動力により、大気中へ多量の放射性物質の放出に至ることを仮定する。

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

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

大気中への放射性物質の放出の経路としては、グローブボックス排気設備の他、グローブボックスからグローブボックス給気系を経

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。

(4) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る異常事象の同時発生について

「グローブボックスの破損」、 「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」及び「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3事象について、これらの事象が同時に発生した場合の影響について以下に示す。

① 地震の場合

地震により、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックス自体が、地震により破損するとともに、容器の落下防止機能及び転倒防止機能の喪失により、容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することで、「グローブボックスの破損」と「グローブボックス内でのMOX粉末の飛散」が同時に発生することが想定される。この場合、グローブボックス外にMOX粉末が漏えいすることが想定されるが、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックスには火災源がなく、グローブボックス外にMOX粉末を移行させる駆動力はないことから、漏えいするMOX粉末量は極めて少ないと想定される。

工程室にMOX粉末が漏えいしたとしても、地震時には工程室排風機が機能喪失する又は運転員の操作により工程室排風機を停止するこ

とから、外部への放射性物質の放出に至らない。

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

② 動的機器の多重故障の場合

(1) から (3) で整理した通り、動的機器の多重故障の場合、共通要因で「グローブボックスの破損」、「グローブボックス内の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3事象の組み合わせが同時に発生することは想定されない。

3. 4. 3 同時発生又は連鎖を仮定する重大事故

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

同種の重大事故が複数の機器で同時に発生する場合の仮定については、3. 4. 1 及び 3. 4. 2 の検討の結果、8 基のグローブボックスにおいて発生した火災が消火されずに継続する事象を重大事故の発生を仮定する機器として特定した。3. 4. 2 に記載のとおり、1 基のグローブボックスにおいても火災の発生の条件が成立することは想定しにくいが、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保有している 8 基のグローブボックスで同時に火災が発生することを仮定する。なお、内的事象発生時では、8 基のグローブボックスのうち 1 基において単独で火災が発生することを仮定する。

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

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

なお、重大事故として特定した、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至るグローブボックス内の火災の発生により、臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOX粉末の集積等が発生することはないことから、火災による連鎖での臨界の発生は想定されず、連鎖による異種の重大事故の発生はない。

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

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

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

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

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

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

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

○：基準に該当する自然現象

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

×

×

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

○：基準に該当する自然現象

×：基準に該当しない自然現象

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

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

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

○：基準に該当する自然現象

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

×：基準に該当しない自然現象

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

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：自然現象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

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

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

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

○：基準に該当する人為事象

×：基準に該当しない人為事象

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

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

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1-1：人為事象の発生頻度が極めて低い。

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

基準1-3：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない。

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

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

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

※1： 重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象

※2： 他の自然現象

<凡例>

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

第4表 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

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

※1： 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象

※2： 他の自然現象

<凡例>

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

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

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

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

※1：基準地震動の1.2倍の地震動に対して機能維持できる設計としない設備・機器の機能喪失を想定する。
 ※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。
 ※3：安全上重要な施設以外の施設が有する機能として誤搬入防止機能があるが、複数回の誤搬入でも臨界に至らないことを確認している。

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

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

○：あり
 ×：なし

○：機能喪失あり
 ×：機能喪失なし
 —：判定対象外

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

第5表 重大事故の選定結果（3/24）
 【安全に係る距離の維持機能（単一ユニット相互間の距離維持）】（2/2）

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

○：あり
 ×：なし

○：機能喪失あり
 ×：機能喪失なし
 —：判定対象外

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い		可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1			多重故障※2
					有無	形態					
プル ト ニ ウ ム の 閉 じ 込 め の 機 能	スクラップ 処理設備	再生スクラップ受払 装置グローブボク ス	静的	スクラップ処理室	○	MOX 粉末、 ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		容器移送装置グロ ープボックス	静的	スクラップ処理室 分析第3室	○	MOX 粉末、 ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	粉末調整 工程搬送 設備	原料粉末搬送装置 グローブボックス	静的	粉末調整第1～3室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		再生スクラップ搬送 装置グローブボク ス	静的	スクラップ処理室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		添加剤混合粉末搬 送装置グローブボ ックス	静的	ペレット加工第1室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		調整粉末搬送装置 グローブボックス	静的	粉末調整第1～7室 粉末一時保管室 ペレット加工第一室	○	MOX 粉末	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

第5表 重大事故の選定結果 (12/24)
【プルトニウムの閉じ込めの機能】 (9/10)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定 結果	
					核燃料物質の 取り扱い	可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
プルトニウムの閉じ込めの機能	スクラップ貯蔵設備	スクラップ貯蔵棚グローブボックス	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	MOX粉末, ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	静的	点検第3, 4室	○	MOX粉末, ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	静的	ペレット・スクラップ貯蔵室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	静的	点検第3, 4室	○	ペレット	×	○	—※3	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	静的	分析第3室	○	MOX粉末, ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
		小規模プレス装置グローブボックス	静的	分析第3室	○	MOX粉末, ペレット	×	○	—※3※4	地震によりプルトニウムの閉じ込め機能が喪失した場合、核燃料物質が工程室に漏えいするが、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

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

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (16/24)
【排気機能】 (1/1)

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

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 重大事故事象
× : 重大事故事象選定対象外

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

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第5表 重大事故の選定結果 (17/24)

【事故時の排気経路の維持機能及び事故時のMOXの捕集・浄化機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/ 動的)	設置室	内包物		起因事象による 機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の 取り扱い		可燃物の 有無 (潤滑油)	地震※1			多重故障※2
					有無	形態					
MOXの捕集・浄化機能 事故時の排気経路の維持機能及び事故時の	—	・以下の部屋で構成する区域の境界の構築物 原料受払室, 原料受払室前室, 粉末調整第1室, 粉末調整第2室, 粉末調整第3室, 粉末調整第4室, 粉末調整第5室, 粉末調整第6室, 粉末調整第7室, 粉末調整前室, 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
— : 判定対象外
○ : 重大事故事象
× : 重大事故事象選定対象外

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

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 重大事故事象
× : 重大事故事象選定対象外

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

※2 : 動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○：あり
 ×：なし

○：機能喪失あり
 ×：機能喪失なし
 —：判定対象外

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○ : あり
× : なし

○ : 機能喪失あり
× : 機能喪失なし
— : 判定対象外

○ : 重大事故事象
× : 重大事故事象選定対象外

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

第5表 重大事故の選定結果 (22/24)
【焼結炉等内の負圧維持機能】 (1/1)

機能	設備	安全上重要な施設	機能の特性 (静的/動的)	設置室	内包物		起因事象による機能喪失の有無		重大事故に進展する可能性	選定結果	
					核燃料物質の取り扱い	可燃物の有無 (潤滑油)	地震※1	多重故障※2			
											有無
焼結炉等内の負圧維持機能	焼結設備	排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	動的	ペレット加工第2室	×	—	×	○	○	地震及び多重故障により焼結炉等内の負圧維持機能が喪失したとしても、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×
	小規模試験設備	小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	動的	分析第3室	×	—	×	○	○	地震及び多重故障により焼結炉等内の負圧維持機能が喪失したとしても、核燃料物質を地下階から地上まで放出する駆動力を有さないため重大事故に進展しない。	×

○：あり
×：なし

○：機能喪失あり
×：機能喪失なし
—：判定対象外

○：重大事故事象
×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

○：あり
 ×：なし

○：機能喪失あり
 ×：機能喪失なし
 —：判定対象外

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

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

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

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

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

※2：動的機器の多重故障を想定する。静的機器の破損・故障は想定しない。

第6表 重大事故の選定結果（1／2）

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

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

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

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

第6表 重大事故の選定結果（2／2）

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

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

○：重大事故事象
 ×：重大事故事象選定対象外

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

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

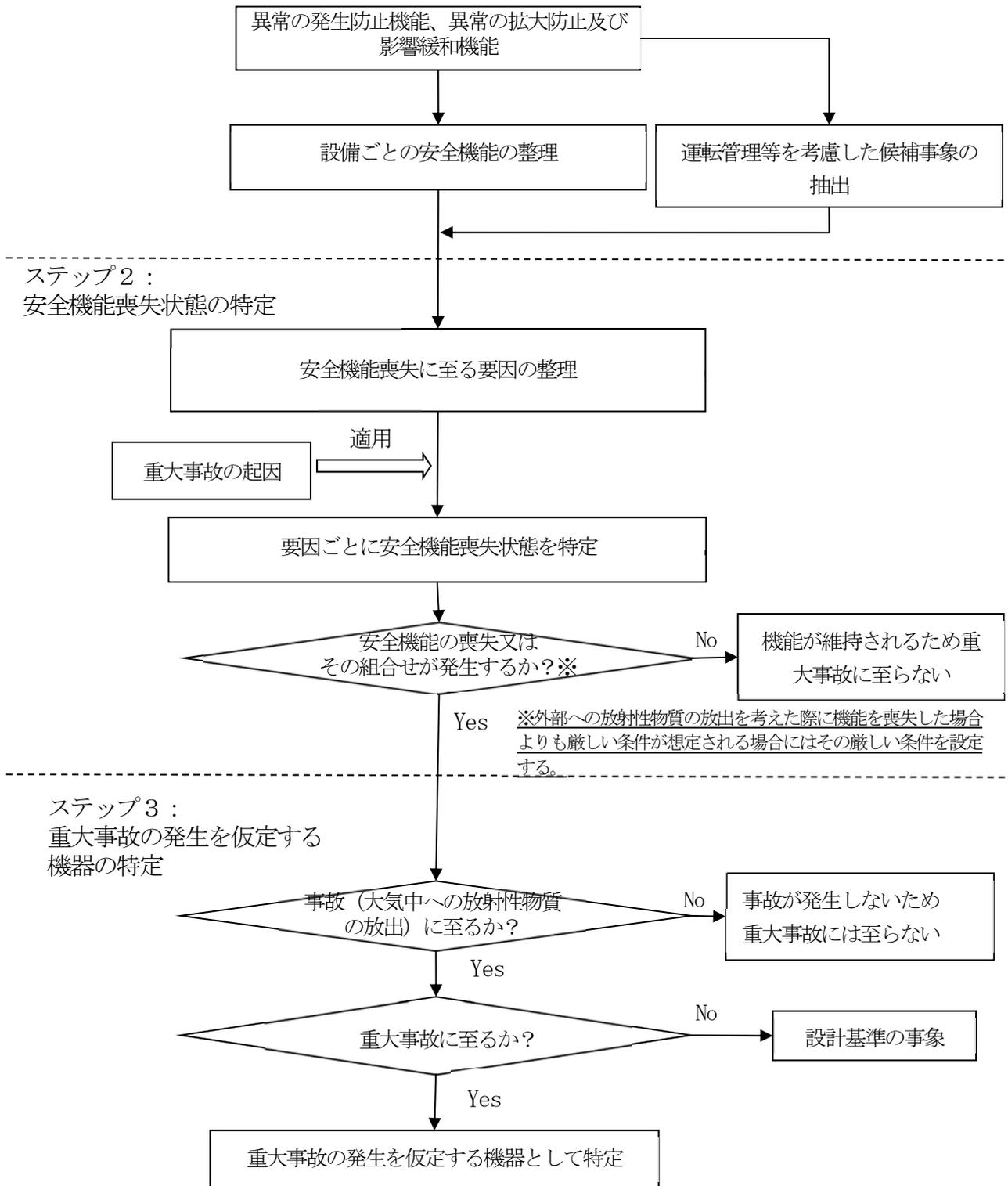
第7表 重大事故の発生を仮定する機器の特定選定結果

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

○：重大事故の起因として想定する事象

×：重大事故の起因とならない事象

ステップ1：
設備ごとの安全機能の整理と
機能喪失により発生する事故の分析



第1図 重大事故の発生を仮定する機器の特定フロー

重大事故の発生を仮定する機器の特定結果

3. 5 重大事故の発生を仮定する機器の特定の考え方

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

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

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

(1) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析

① 対象の整理

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

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

生防止対策の確認という観点から、安全上重要な施設以外の安全機能の喪失を想定する。

② 重大事故に至る可能性がある安全機能の喪失又はその組合せの特定

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

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

(2) 安全機能喪失状態の特定

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

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

(3) 重大事故の発生を仮定する機器の特定

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

① 事故発生 の 判定

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

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

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

② 重大事故 の 判定

上記「① 事故発生 の 判定」において、安全機能の喪失又はその組合せに対して、評価によって事故に至らないことを確認できない場合には、事象の収束手段、事象進展の早さ又は公衆への影響をそれぞれ評価する。安全機能の喪失又はその組合せの発生に対して、その結果想定される状況が設計基準対象の施設で事故の発生を防止し事象の収束が可能である又は事故が発生するとしても設計基準対象の施設で事象の収束が可能である場合は、安全機能の喪失という観点からは設計基準の想定範囲を超えるものであるが、機能喪失の結果発生する事故の程度は設計基準の範囲内であるため、設計基準として整理する事象に該当する。

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

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

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

これらのいずれにも該当しない場合は、重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

「(1) 設備ごとの安全機能の整理と機能喪失により発生する事故の分析」で特定した重大事故を発生させ得る安全機能の喪失又はその組合せごとに、重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を「3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定」に示す。

3. 6 重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

加工規則に定められる重大事故に関して、それぞれの発生を防止する安全機能を整理することにより、重大事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せを抽出する。

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

(1) 臨界事故に至る可能性のある機能喪失又はその組合せの特定

臨界事故の起因となり得る安全上重要な施設の機能喪失について整理する。

① 発生防止対策

a. 核的制限値（寸法）の維持機能

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

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

核的制限値(寸法)の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6 - 1 表に、搬送する核燃料物質の制御機能

の喪失後の事象進展により発生する可能性がある重大事故を第3.6-2表にそれぞれ示す。

第3.6-1表 核的制限値(寸法)の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

第3.6-2表 搬送する核燃料物質の制御機能の喪失後の事象進展により発生する可能性がある重大事故

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

b. 安全に係る距離の維持機能(単一ユニット相互間の距離維持)

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

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

単一ユニット相互間の距離の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大事故を第3. 6-3表に示す。

第3. 6-3表 単一ユニット相互間の距離の維持機能の喪失により発生する可能性のある重大事故

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

③ 誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）

誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）は、誤搬入防止に係る機器それぞれが健全に機能することにより、計画外の核燃料物質の搬送が発生した場合においても、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を超えることがないように誤搬入を防止するものである。

誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）を構成する全ての機能が損なわれた場合には、計画外の核燃料物質の搬送が発生した場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を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のある事象を第3. 6-4表に示す。

第3. 6-4表 誤搬入防止機能の喪失により発生する可能性がある
事象

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

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

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

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失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。

「グローブボックスの破損」に係る安全機能としては、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。）及び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。）がある。

「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、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。）がある。

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

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、核燃料物質が当該閉じ込めの機能を有する機器から漏えいする可能性がある。

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

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

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

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

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

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

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

第3. 6-6表 排気機能の喪失と同時にプルトニウムの閉じ込めの機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

b. 排気経路の維持機能

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

排気経路の維持機能が単独で機能を喪失しても、排気機能を有する設備が機能を維持していれば、内包する放射性エアロゾルが漏えいすることはない。ただし、排気機能を有する設備が機能を喪失し、かつ排気経路の維持機能が損なわれた場合には、排気経路外に放射性エアロゾルが漏えいするが、外部に放射性物質を放出する駆動力がなければ、外部への放出には至らない。

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

第3. 6-7表 排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある

重大事故

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

第3. 6-8表 排気機能の喪失と同時に排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

c. MOXの捕集・浄化機能

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

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

MOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-9表に示す。

第3. 6－9表 MOXの捕集・浄化機能の喪失により
発生する可能性がある重大事故

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

d. 排気機能

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

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

排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2－9表に示す。

第3. 6－9表 排気機能の喪失により発生する
可能性のある重大事故

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

e. 熱的制限値の維持機能

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

熱的制限値の維持機能が単独で機能を喪失しても、「温度の制御機能」があるため、焼結炉等内が異常な高温になることはなく、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する「温度の制御機能」の喪失と同時に熱的制限値の維持機能が喪失した場合、焼結炉等内に空気が混入し、高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気の反応により爆発に至ることが考えられる。しかし、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。このため、燃料加工建屋においては、

爆発が発生したとしても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。

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3.6-10表に示す。

第3.6-10表 熱的制限値の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

f. 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉等の排ガス処理に係る系統及びグローブボックスが該当する。

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

焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-11表に、排気機能の喪失と同時に焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-12表に示す。

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

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

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

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

g. 焼結炉等内の負圧維持機能

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

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

焼結炉等内の負圧維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-13表に示す。

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

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

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

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

扱う水素ガスは、水素濃度が9 vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであり、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、外部への放出には至らない。

小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 2-18表に示す。

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

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

i. 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）

本事象は設計基準事故の選定において発生の可能性との関連において抽出した異常事象である。安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設ではあるが、グローブボックス内の重量物である容器の落下防止機能が喪失して容器が落下し、落下の衝撃によりグローブボックスが損傷することにより、グローブボックスから工程室に核燃料物質が漏えいし、外部へ多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。

容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-16表に示す。

第3. 6-16表 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）	重量物である容器がグローブボックス内で落下することで、グローブボックスが破損する可能性がある。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

j. 容器の落下防止機能，転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）

本事象は設計基準事故の選定において発生の可能性との関連において抽出した異常事象である。安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設ではあるが，グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器を取り扱う機器が有する落下防止機能，転倒防止機能が喪失した場合，グローブボックス内でMOX粉末を収納した容器の転倒又は落下により，容器からグローブボックス内へMOX粉末が飛散し，グローブボックス内の放射性物質の濃度が上昇することにより，外部へ多量の放射性物質の放出に至る可能性がある。

容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 6-

17 表に示す。

第3. 6-17 表 容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
容器の落下防止機能, 転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）	グローブボックス内でMOX粉末が飛散し, グローブボックス内の気相中の放射性物質の濃度が上昇する。	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

② 拡大防止対策等

a. 事故時の排気経路の維持機能及びMOXの捕集・浄化機能

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

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

第3. 6-18表 事故時の排気経路の維持機能の喪失及び
 事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失により発生する
 可能性がある重大事故

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

第3. 6-19表 プルトニウムの閉じ込めの機能を有する設備及び排気機
 能を有する設備の機能喪失並びに事故時の排気経路の維持
 機能の同時喪失により発生する可能性がある重大事故

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

b. 非常用電源の供給機能

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

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

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

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

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

c. 混合ガス中の水素濃度の維持機能

焼結炉等に供給される水素・アルゴン混合ガスの水素濃度が爆発が発生する濃度である9vol%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9vol%以下である水素・アルゴン混合ガスしか燃料加工建屋内に受け入れないことから、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇

を伴うものではないことから、放射性物質の外部への放出には至らない。

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

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

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

d. 火災の感知・消火機能

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

火災の感知・消火機能が単独で機能を喪失しても、核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生していなければ、放射性物質の大気中への放出には至らない。ただし、核燃料物質を取り扱う設備において火災が発生した状態で、火災の感知・消火機能が喪失していれば、火災が継続することにより、外部への放射性物質の放出に至る可能性がある。

火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-22表に、安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する火災の発生防止の機能の喪失と同時に火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-23表にそれぞれ示す。

第3.6-22表 火災の感知・消火機能の喪失により発生する
可能性がある重大事故

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

第3. 6-23表 安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設が有する火災の発生防止の機能の喪失と同時に火災の感知・消火機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

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

e. グローブボックス給気側のMOXの捕集機能

グローブボックス給気側のMOXの捕集機能として、プルトニウムの閉じ込めの機能を有するグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲が該当する。事故時においてグローブボックスから核燃料物質が工程室に漏えいするとき、グローブボックス給気側を漏えいの経路とすることにより、経路上の給気フィルタを通過することで漏えいする核燃料物質量を低減することができる。

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

グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-24表に、グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失と同時に排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.6-25表にそれぞれ示す。

第3.6-24表 グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
グローブボックス給気側のMOXの捕集機能	異常が発生していないことから、単独で機能を喪失しても放射性物質の大気中への放出には至らない。	—

第3. 6-25表 グローブボックス給気側のMOXの捕集機能の喪失
と同時に排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能喪失後に 想定する 施設状態	事象進展に 対する拡大 防止機能	発生する 可能性がある 重大事故
グローブボックス 給気側のMOXの 捕集機能	グローブボックス から工程室に放射 性物質が漏えいす る	排気機能	核燃料物質等 を閉じ込める 機能の喪失

以上より、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せは第3. 6-26表のとおり整理できる。

第3. 6-26表 重大事故に至る可能性がある機能喪失
又はその組合せ

重大事故	重大事故に至る可能性がある機能喪失 (又はその組合せ) ※1		
	安全機能1	安全機能2	安全機能3
臨界事故	搬送する核燃料物質の制御機能 (安全上重要な施設以外の安全 機能を有する施設)	核的制限値(寸法)の維持 機能	
	単一ユニット間の 距離の維持機能		
	誤搬入防止機能(安全上重要な 施設以外の安全機能を有する施 設)		
核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失	プルトニウムの 閉じ込めの機能	排気機能	
	プルトニウムの 閉じ込めの機能	排気機能	事故時の 排気経路の 維持機能
	焼結炉等の閉じ込めに関連す る経路の維持機能	排気機能	事故時の 排気経路の 維持機能
	排気経路の維持機能	排気機能	
	MOXの 捕集・浄化機能		
	焼結炉等の閉じ込めに関連する 経路の維持機能	排気機能	
	グローブボックス給気側のMO Xの捕集機能	排気機能	
	容器の落下防止機能(安全上重 要な施設以外の施設)		
	容器の落下防止機能又は転倒防 止機能(安全上重要な施設以外 の施設)		
	火災の発生防止の機能(安全上 重要な施設以外の安全機能を有 する施設)	火災の感知・ 消火機能	

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

3. 7 重大事故の発生を仮定する機器の特定

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

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

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

○：重大事故の発生を仮定する機器として特定

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

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

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

3. 7. 1 臨界事故

臨界事故に至る可能性がある機能喪失又はその組み合わせは以下のとおりである。

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

以下、これらについてそれぞれ重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 7. 1. 1 「搬送する核燃料物質の制御機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の同時喪失

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

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない機器の搬送機能が喪失した場合、同時に核燃料物質の搬送機能も損傷し、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない（一）。

(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（一）。

3. 7. 1. 2 「単一ユニット間の距離の維持機能」の喪失

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

(1) 地震の場合

「単一ユニット間の距離の維持機能」は貯蔵施設が該当する。貯蔵施設は、原料粉末を受け入れてから成形、被覆、組立を経て燃料集合体とするまでの各工程間の貯蔵及び燃料集合体出荷までの貯蔵を行う施設であり、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成部材で隔離されている。

このため、貯蔵施設については、基準地震動を超える地震動による地震により基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない貯蔵施設が過大に変形又は破損することを想定した場合においても、貯蔵施設の構成部材が喪失することは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一箇所に集積することは考えられない。また、仮想的にこれらの構成部材による間隔よりも核燃料物質が接近することを想定した評価の結果、いずれの貯蔵施設においても臨界に至ることはない。

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

ことはなく、臨界に至ることはない（一）。

【補足説明資料 3-19】

(2) 動的機器の多重故障の場合

「単一ユニット間の距離の維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない（一）。

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

「誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失した状態で核燃料物質が搬送された場合、搬送先の単一ユニットにおいて核的制限値を逸脱することにより、臨界事故に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない機器の誤搬入防止機能が喪失した場合、同時に核燃料物質の搬送機能も損傷し、核燃料物質の搬送ができなくなることで、核燃料物質の異常な集積は発生しないことから、臨界事故は発生しない（一）。

(2) 動的機器の多重故障の場合

誤搬入防止機能を有する機器が多重故障により機能喪失する可能性がある。しかし、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）は、ID番号読取機による搬送対象となる容器のID番号が一致していることの確認、秤量器による容器の秤量値に有意な差がないことの確認、運転管理用計算機及び臨界管理用計算機による確認、誤搬入防止シャッタの開放並びに運転員による搬入許可といった、複数の機器による確認及び運転員による確認を行っている。これら異なる機器の全てが多重故障により同時に機能を喪失することは想定されないことから、核燃料物質が誤搬入されることはなく、臨界事故は発生しない（一）。

3. 7. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

- ・「プルトニウムの閉じ込めの機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「プルトニウムの閉じ込めの機能」、「排気機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」の同時喪失
- ・「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」、及び「排気機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」の同時喪失
- ・「排気経路の維持機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「MOXの捕集・浄化機能」の喪失
- ・「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び「排気機能」の同時喪失
- ・「容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の施設）」の喪失
- ・「容器の落下防止機能又は転倒防止機能（安全上重要な施設以外の施設）」の喪失
- ・「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」及び「火災の感知・消火機能」の同時喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の発生を仮定する機器の特定結果を示す。

3. 7. 2. 1 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失及び「排気機能」の喪失

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

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としているグローブボックスは地震により損傷等しないが、それ以外の「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等については破損が想定されるとともに、動的機器である「排気機能」も喪失する。基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない安全上重要な施設とするグローブボックス等は損傷等する可能性はあるが、これらのグローブボックス等は耐震重要度分類がSクラスであるため地震により大規模に損壊することは想定しにくく、グローブボックスから工程室への核燃料物質の漏えいは限定的である。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の機器は地下階に設置すること、グローブボックス等内で取り扱う核燃料物質の形態として粉末、グリーンペレット及びペレットの状態を取り扱うが、グリーンペレット及びペレットの状態は容易に気相へは移行せず、粉末の形態であっても駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らない。このため、「プルトニウムの閉じ込めの機能」及び「排気機能」が喪失し、グローブボックス等からMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても、駆動力がないため放射性物質の大気中への放出には至らない(一)。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない(一)。

3. 7. 2. 2 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失並びに「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失

「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失並びに「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」の喪失, 「排気機能」の喪失及び「事故時の排気経路の維持機能」の喪失により, 工程室からの排気経路外に放射性エアロゾルが漏えいする可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「プルトニウムの閉じ込めの機能」, 「排気機能」, 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失する。しかし, MOX燃料加工施設の特徴として, 「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等の機器は地下階に設置すること, グローブボックス等内で取り扱う核燃料物質の形態として粉末, グリーンペレット及びペレットの状態を取り扱うが, グリーンペレット及びペレットの状態は容易に気相へは移行せず, 粉末の形態も駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らない。このため, 「プルトニウムの閉じ込めの機能」, 「排気機能」, 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「事故時の排気経路の維持機能」が喪失し, グローブボッ

クス等からMOX粉末が工程室に漏えいしたとしても、駆動力がないため大気中への放出には至らない(一)。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「プルトニウムの閉じ込めの機能」,
「事故時の排気経路の維持機能」及び「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない(一)。

3. 7. 2. 3 「排気経路の維持機能」の喪失及び「排気機能」の喪失

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

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「排気経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失し、室内に放射性エアロゾルが漏えいする可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時にはグローブボックス排風機を含む送排風機を停止することから、大気中への放射性物質の放出には至らない(一)。

(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（一）。

3. 7. 2. 4 「MOXの捕集・浄化機能」の喪失

「MOXの捕集・浄化機能」の喪失により、高性能エアフィルタにより捕集される放射性エアロゾルが捕集されずに放出されることにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「MOXの捕集・浄化機能」が喪失し、高性能エアフィルタにより捕集される放射性エアロゾルが捕集されずに放射性物質が大気中へ放出される可能性があるが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時にはグローブボックス排風機を含む送排風機を停止すること並びに駆動力を有する事象が発生しないことから、大気中への放射性物質の放出には至らない(一)。

(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(一)。

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

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

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失するが、地震（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）が発生した場合には全工程を停止するため放射性物質の大気中への放出が抑制される。また、焼結炉等内の核燃料物質の形態はグリーンペレット又はペレットであり、これらが粉碎され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。このため、「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」及び「排気機能」が喪失したとしても、放射性物質の大気中への放出には至らない(一)。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」

は喪失しない（一）。

3. 7. 2. 6 「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び 「排気機能」の喪失

「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」の喪失及び「排気機能」の喪失により、排気機能喪失時に核燃料物質が工程室へ漏えいする可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「グローブボックス給気側のMOXの維持機能」及び「排気機能」が喪失するが、MOX燃料加工施設の特徴として、「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有するグローブボックス等の機器は地下階に設置すること、核燃料物質を取り扱う設備は主に地下階に設置すること、グローブボックス等内で取り扱う核燃料物質の形態として粉末、グリーンペレット及びペレットの状態で取り扱うが、グリーンペレット及びペレットの状態は容易に気相へは移行せず、粉末の形態も駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らない。このため、「グローブボックス給気側のMOXの捕集機能」及び「排気機能」が喪失したとしても、駆動力がないため放射性物質の大気中への放出には至らない(一)。

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

「排気機能」は喪失するが、「グローブボックス給気側のMOXの維持機能」を構成する機器は静的機器であるため、機能を喪失しない（一）。

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

「容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失により容器が落下してグローブボックスが破損し、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

① 地震の場合

グローブボックス内に設置する基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない機器の容器の落下防止機能（安全上重要な施設以外の施設）が喪失することが考えられるが、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない（一）。

② 動的機器の多重故障の場合

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

容器を取り扱う動的機器が多重故障により落下防止機能を喪失し、

容器が落下した場合、落下する容器はグローブボックス内の内装機器に衝突するためグローブボックスへの衝撃が緩和されること、グローブボックス缶体はステンレス製であるため容器が落下しても缶体は破損しないこと、グローブボックスのパネルは側面に設置されており、落下した容器が直接パネルに衝突することはないことから、グローブボックス内の容器の落下によりグローブボックスが破損することはないため、事故の発生は想定されない（一）。

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

「容器の落下防止機能，転倒防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」の喪失により容器が落下，転倒し，グローブボックス内にMOX粉末が飛散し，グローブボックス内の放射性物質の濃度が上昇し，核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

(1) 地震の場合

基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計ではない動的機器のグローブボックス内の容器の落下防止機能及び転倒防止機能（安全上重要な施設以外の施設）が喪失し，容器が落下又は転倒することでグローブボックス内にMOX粉末が飛散することが考えられる。しかしながら，平常運転時の放射性物質の年間放出量は，核燃料物質の気相中への移行率としてウラン粉末を1mの高さから落下させた際のエアロゾル生成割合である 7×10^{-5} を使用して算出している。

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

【補足説明資料3-27】

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

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

3. 7. 2. 8 「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）」及び「火災の感知・消火機能」の喪失

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

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粉末を露出した状態での取り扱い、潤滑油を有する機器を設置するグローブボックスを対象とする。

(1) 地震の場合

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

しかしながら、技術的な想定を超えて、設計基準事故で想定した

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

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

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

(2) 動的機器の多重故障の場合

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

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

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

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

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

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

臨界事故は気体状の放射性物質及び放射性エアロゾルが発生し、大気中への放射性物質の放出量が増加すること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有していることを踏まえ、以下の考え方に基づき重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件を定めて重大事故の発生を評価する。

「3. 7. 1 臨界事故」に示すとおり、地震の場合は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない静的機器は機能喪失するものの、工程も停止し核燃料物質の移動も行われなことから重大事故に至らない。

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

設計基準事故の選定においては、発生防止対策である誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）の単一故障では核燃料物質の誤搬入が発生しないことから、誤搬入防止機能（安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設）を構成する複数の機器の機能喪失及び運転員の誤操作により、核燃料物質の1回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しないことを確認した。

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

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

具体的には、核燃料物質が収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、当該グローブボックスに設定された核的制限値

を超えて核燃料物質が集積する状況を想定する。この際、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が0.95以下となる質量であり、MOXの集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。

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

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

(1) エリアモニタによる線量当量率の上昇検知

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

工程室のエリアモニタ付近の空間線量率は平常時で数～数十 μ Sv/hを想定している。また、万一、未臨界質量まで核燃料物質が異常に集

積した場合は、約 500 μ Sv/h～約 2 mSv/h と想定している。

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

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

これらの対応は、保安規定に基づく作業手順書に定めることとする。

(2) 目視による異常な集積の有無の確認

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

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

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】

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

6. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

(1) MOX燃料加工施設における火災の特徴

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

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

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MOX粉末を外部に放出する状態に至る。

グローブボックス内の体積膨張により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備が運転継続している場合は、当該設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を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、グローブボックス内の負圧が維持できなくなるため、グローブボックス給気系、グローブボックス排気設備、グロー

グローブボックスのパネルの隙間等から工程室に漏えいし、グローブボックス排気設備よりもフィルタ段数が少ない工程室排気設備を経由して大気中に放出され、設計基準の状態よりも多量の放射性物質を外部に放出する状態に至る。

グローブボックスから大気中へ繋がる経路としては、グローブボックス排気系及び工程室排気系のほか、工程室給気系及び工程室の扉を介した経路が考えられる。

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MOX燃料加工施設の地下3階であること、工程室給気系には逆流を防止する逆止ダンパが設置されていること及び工程室の扉に生ずる隙間から仮に漏えいした場合においても、漏えいを想定する工程室が地下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ため駆動力が失われることを踏まえると、火災によりグローブボックス内に飛散した放射性エアロゾル及び工程室に漏えいした放射性エアロゾルがグローブボックス排気系及び工程室排気系以外の経路から大気中へ移行することはない。

MOX粉末を大気中へ移行させる駆動力が温度上昇による体積膨張であることを踏まえると、火災の消火により新たに気相中に放射性エアロゾルが移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、大気中へ繋がる経路が閉止された状態となり、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはない。

【補足説明資料6-1】

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処の基本方針

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

設計基準対象施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合には、重大事故等の発生防止対策として、MOX粉末をグローブボックス内に静置した状態を維持するために全工程停止を実施するとともに、火災の発生を未然に防止するため、全送排風機の停止（気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気及び空調を行う設備の停止）及び火災源を有する機器の動力電源遮断を行う。

また、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス（以下、「重大事故の発生を仮定するグローブボックス」という。）で火災が継続した場合、MOX粉末の飛散又は漏えいが継続することから、重大事故の拡大防止対策として、火災を消火する対策を整備する。

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内又は工程室に飛散又は漏えいした放射性エアロゾルは、火災の温度上昇によって生ずる体積膨張により大気中に放出されることから、これを防止するため、グローブボックス排気系又は工程室

排気系に移行する放射性エアロゾルを高性能エアフィルタで低減し，排気経路上のダンパ閉止により，放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める対策を整備する。

火災の消火により新たに気相中へ放射性エアロゾルが移行することを防止し，排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は，MOX粉末を外部へ放出する駆動力がなく，外部へ繋がる経路が閉止された状態であるため，放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく，事態としては収束した状態となる。

ただし，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生すると，グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間を介して，グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいしている可能性がある。このため，重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収する対策を整備する。

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

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

① 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の発生防止対策

設計基準対象施設として機能を期待するグローブボックス温

度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合には、火災の影響を受けるMOX粉末の対象を限定すること等により、外部への放出に至ることを防止することを目的とし、発生防止対策として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、地上1階の中央監視室で全工程停止を行うとともに、窒素雰囲気グローブボックスを空気に置換するために必要な条件であるグローブボックス排風機を含む全送排風機の停止及び着火に必要な条件である潤滑油の温度上昇やスパークの発生を防止するために、火災源を有する機器の動力電源の状態確認（又は、停止等の操作）を行う。

本対策は、設計基準対象施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失を認知した場合、直ちに実施する。

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

本対策により、火災の発生条件の成立を防ぐことができ、重大事故への進展を未然に防止できる。

なお、地震の発生により、グローブボックスの負圧異常、酸素濃度異常に係る警報を確認した場合には、異常時の対応手順

に従い，全送排風機停止，全工程停止，火災源を有する機器の動力電源の遮断を行うことにより，燃焼の3要素を防ぐことができ，重大事故への進展を未然に防止できる。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策

a. 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策

「グローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能」が機能喪失している状態において，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災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MOX粉末の飛散の拡大を防止するとともに，グローブボックスが設置されている地下3階から地上階へ放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末を移動させる駆動力を止めるため，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. 核燃料物質等の放出を抑制するための対策

火災の影響により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末は，火災によるグローブボックス内の温度上昇に伴う体積膨張を駆動力として，グローブボックスが設置されている地下3階から地上階まで放射性エアロゾルが上昇し，外部へ

の放出に至るが、放出防止設備である高性能エアフィルタで外部へと放出される放射性物質を低減する。

上記と並行して、消火により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末が移動するための駆動力がなくなれば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、放出防止設備であるグローブボックス排気系及び工程室排気系の経路上に設置するダンパを閉止する。当該ダンパ閉止後、排風機の下流側ダクトの風速を測定し、有意な風量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

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

回収作業の実施前には作業環境を確保することを目的としてグローブボックス排風機を復旧し、工程室からグローブボックス排気系への気流を確保するが、これらは気相中に移行した放射性エアロゾルが十分沈降していることを確認した後に実施する。

万一、グローブボックス排風機が復旧できない場合は、代替グローブボックス排気系による気流の確保を行う。

d. 閉じ込める機能を回復するための対策

閉じ込める機能の回復は、設計基準施設であるグローブボックス排風機の復旧を前提とするが、万一、グローブボックス排

風機の復旧ができない場合に備えて代替グローブボックス排気系を整備する。

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

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 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策

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

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

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

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

(1) 可搬型グローブボックス温度表示端末による温度監視の着手及び実施判断

中央監視室において安全機能に係るパラメータの監視を実施し、「グローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能」の機能喪失を確認した場合、中央監視室において可搬型グローブボックス温度監視端末による重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度監視の実施を判断し、以下の(2)に移行する。常設の火災状況確認用温度表示装置が機能を維持している場合は、これによる重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度監視の実施を判断し、以下の(2)に移行する。

(2) 可搬型グローブボックス温度監視端末による温度監視の実施

中央監視室にて、グローブボックス内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。

(3) 遠隔消火装置による消火の実施判断

火災状況確認用温度計に接続した可搬型グローブボックス温

度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置の指示値が 60℃以上であることを確認した場合、遠隔消火装置による消火の着手及び実施を判断し、以下の(4)へ移行する。

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

なお、火災判断に用いる温度 (60℃) については、グローブボックス内温度の設計上の上限値である 40℃に対し、グローブボックス内の換気が停止した場合における機器及び粉末容器内のプルトニウムの崩壊熱を考慮し、火災による温度変化を早期に検知する観点で設定した。また、火災試験の結果より、火災源近傍の温度は速やかに 100℃以上に上昇することから、火災発生時には確実に感知できる。

(4) 遠隔消火装置による消火の実施

地上 1 階中央監視室近傍から弁の手動操作により、地下 3 階廊下に設置された遠隔消火装置の消火剤 (ハロゲン化物) を火災源に対して放出する。

(5) 火災の消火の成功判断

可搬型グローブボックス温度表示端末又は火災状況確認用温度表示装置の指示値が60℃未満であることを、消火の成功の判断とする。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。

6. 1. 1. 1. 2 核燃料物質等の放出を抑制するための対策

火災の消火により，放射性物質の大気中への放出は停止するが，グローブボックス排気系は外部と繋がった状態であることを踏まえ，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する。

中央監視室の操作盤が健全な場合は，グローブボックス排気閉止ダンパを遠隔で閉止する。

また，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の気相中に移行した放射性エアロゾルは，グローブボックスに接続されたグローブボックス給気系又はグローブボックスパネルの隙間から工程室内に漏えいする可能性がある。工程室排気系は外部と繋がった状態であることを踏まえ，工程室排風機入口手動ダンパを閉止する。

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。

グローブボックス排風機入口手動ダンパ（又はグローブボックス排気閉止ダンパ）及び工程室排風機入口手動ダンパ（又は工程室排気閉止ダンパ）の閉止後は，これらの下流側に可搬型ダンパ出口風速計を設置し，有意な風量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放射性エアロゾルが移行することを防止し，排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了するまでの間，火災の影響によりグローブボックス排気系又は工程室排気系の排気経路を経由して大気中に放出される放射性エアロゾルは，グローブボックス排気系又は工程室排気系の排気経路上の高性能エアフィルタにより除去することで，大気中への放射性物質の放

出を低減する。

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

- (1) グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止の着手判断

設計基準対象施設として機能を期待するグローブボックス温度監視装置の感知機能又はグローブボックス消火装置の消火機能が喪失した場合には、発生防止対策と並行し、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止に着手するため、地下1階排風機室に移動する。

- (2) グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止の実施判断

発生防止対策として実施する全送排風機の停止操作により、グローブボックス排風機及び工程室排風機の動作が停止したことを確認した後、以下の(3)へ移行する。

- (3) グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止の実施

排風機室にて、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び

工程室排風機入口手動ダンパを現場手動操作により閉止する。

また、中央監視室から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操作が可能な場合は、遠隔操作により閉止する。

(4) グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止の成功判断

グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止後、グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに可搬型ダンパ出口風速計を設置し、有意な風量がないことにより、排気経路の遮断に成功したことを判断する。排気経路の遮断に成功したことを判断するために必要な監視項目は、グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトのダンパ出口風速である。

6. 1. 1. 1. 3 核燃料物質等を回収するための対策

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合、グローブボックスの給気フィルタ及びグローブボックスパネルの隙間を介して、放射性エアロゾルが工程室に漏えいする可能性がある。このため、工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収する。

また、回収作業の一環として、作業を実施するための作業環境を確保するために回復に係る作業を実施する。

火災の消火により新たに気相中へ放射性エアロゾルが移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放

放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、MOX粉末を外部へ放出する駆動力がなく、外部へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。このため、回収作業については、対策開始までの時間制約を設けず、気相中に移行した放射性エアロゾルが十分沈降したことを確認の後に実施する。

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

対策の概要を以下に示す。また、第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-5図に、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図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-17図に示す。

(1) 回収作業の着手判断

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の消火を確認し、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ閉止により排気経路の流路を遮断した後、回収作業の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。

(2) 回収作業の実施判断

工程室内の空気を可搬型ダストサンプラによりサンプリングし、アルファ・ベータ線用サーベイメータにより気相中の放射性物質濃度を確認する。放射性物質濃度が検出下限値未

満の場合及び作業環境確保のための閉じ込める機能の回復がなされた場合，回収作業の実施を判断し，以下の（2）へ移行する。

放射性物質が検出された場合には，数時間の間隔を置いた後に再度気相中の放射性物質濃度を確認する。気相中の放射性物質濃度に変動が無くなるまで確認を繰り返し，十分に放射性エアロゾルが沈降したと確認した後に，以下の（2）へ移行する。

なお，工程室に放射性エアロゾルが飛散した場合，放射性エアロゾルが床面に沈降するまでには4時間～24時間を要すると想定されることから，これらの沈降に要する時間経過を可搬型ダストサンプラによる測定開始の目安とする。

【補足説明資料6-11】

（3） 回収作業の実施

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

（4） 回収作業の成功判断

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

6. 1. 1. 1. 4 閉じ込める機能を回復するための対策

閉じ込める機能の回復は，核燃料物質等の回収作業の一環として

作業環境の確保のために実施するものであり、設計基準施設であるグローブボックス排風機の復旧を前提とするが、グローブボックス排風機の復旧ができない場合に備えて代替グローブボックス排気系を整備する。

回収作業で実施する放射性エアロゾルの沈降を確認した後に、代替グローブボックス排気系による換気を実施することにより、グローブボックス内の雰囲気を閉じ込める機能の回復を図る。また、本対策により、工程室の気流の流れを確保する。

代替グローブボックス排気系による換気を実施する場合は、グローブボックス排気ダクトに対し、可搬型ダクト、可搬型フィルタユニット及び可搬型排風機付きフィルタユニットを接続し、代替グローブボックス排気系を構築し、グローブボックス内の雰囲気を閉じ込める機能を回復する。

この際、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、直ちには可搬型排風機を停止する。

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

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

対策の概要を以下に示す。また、第6-2表に示す機器への対策の概要を以下に示す。また、対策の系統概要図を第6-6図に、アクセスルート図を第6-7図から第6-10図に、対策の手順の概要を第6-14図に示す。また、対策における手順及び設備の関係を第6-3表に、必要な実施組織要員及び作業項目を第6-17図に示す。

(1) 閉じ込める機能を回復するための対策の着手判断

核燃料物質の回収で実施する放射性エアロゾルの沈降の確認により、気相中の放射性物質濃度が検出下限値未満であること又は継続的な確認を行い、測定結果に変化が生じないことを確認した場合、かつ、設計基準対象施設であるグローブボックス排風機の復旧ができない場合、閉じ込める機能を回復するための対策の着手を判断し、以下の(2)へ移行する。

(2) 閉じ込める機能を回復するための対策の実施判断

グローブボックス排気ダクトに対し、可搬型ダクト、可搬型フィルタユニット及び可搬型排風機付フィルタユニットを接続する。また、可搬型電源ケーブルを用いて、可搬型発電機に可搬型排風機付フィルタユニットを接続する。これらの準備が整った後、閉じ込める機能を回復するための対策の実施を判断する。

(3) 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。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。

(4) 閉じ込める機能の回復の成功判断

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

この際、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を停止する。

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

6. 1. 1. 2. 1 有効性評価

(1) 代表事例

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

これらの要因において、核燃料物質を閉じ込める機能の喪失の範囲、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時に想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、外的事象の「地震」を要因とした場合が厳しい結果を与えることから、外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実施する。

外的事象の「地震」を要因とした場合の、核燃料物質を閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生箇所は、8基のグローブボックスである。

(2) 代表事例の選定理由

① 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の範囲

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

ルトツリーを第6-18図に示す。

フォルトツリー分析において明らかにしたとおり、グローブボックス内火災の継続は、外的事象の「地震」において、火災の発生防止として期待する機能が喪失し、火災源に何らかの要因で引火した状況下で、火災の感知・消火機能であるグローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置の動的機器の直接的な機能喪失並びに全交流電源の喪失による動的機器の間接的な機能喪失により発生する。

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

以上より、機能喪失の範囲の観点では、外的事象の「地震」を要因とした場合が、動的機器の機能喪失及び全交流電源の喪失が同時に発生し、機能喪失する機器が多く、その範囲も広い。

② 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、火災の感知・消火を行うために必要な設備等により対応でき、かつ、重大事故に至る可能性がある複数の火災源で火災が発生した場合においても対処が可能となるような対策を選定している。

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

整備した重大事故等対策が、外的事象の「地震」を含むすべ

ての要因で想定される機能喪失をカバーできており，重大事故等への対処の種類観点から，外的事象の「地震」以外の要因に着目する必要性はない。の種類は同様であるが，重大事故等対策が必要な範囲が広い。

③ 重大事故等への対処時の環境条件の観点

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

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

また，これらを要因とした場合に，建屋外の環境条件が悪化することはない。

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

(3) 有効性評価の考え方

外的事象の「地震」を要因とした場合に，火災によるMOX

粉末の飛散又は漏えいを防止するために、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基全てに対する火災を消火し、火災の影響を受けるMOX粉末の範囲、対象を限定できるかについて確認するため、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の雰囲気温度の推移を確認する。

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

火災の消火により新たに気相中へ放射性エアロゾルが移行することを防止し、排気経路上のダンパ閉止により飛散又は漏えいした放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込めるための対策が完了した後は、MOX粉末を外部へ放出する駆動力がなく、外部へ繋がる経路が閉止された状態であるため、放射性物質が大気中へ放出されるおそれはなく、事態としては収束した状態となる。

このため、回収及び回復に係る対処については、作業の着手等の判断が明確化されていること、作業の実施方法等に係る手順を評価する。

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

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の評価は、火災が鎮火し、グローブボックス排気系及び工程室排気系

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

有効性評価を実施する際のグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパ下流側の流速の評価については、流路の圧力損失や気体の定積変化等の簡便な計算で実施する。

(4) 機能喪失の条件

外的事象の「地震」を要因とした場合の安全機能の喪失の想定は、基準地震動を1.2倍にした地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失するものとし、また、全ての動的機能の喪失を前提として、外部電源も含めた全ての電源喪失も想定していることから、さらなる安全機能の喪失は想定しない。

(5) 事故の条件及び機器の条件

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

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への置換、過電流の発生及び過電流による機器内の潤滑油の温度上昇、温度上昇した潤滑油の漏えい及びケーブル等のスパークの発生による潤滑油への着火を考慮することで、燃焼の3要素は同時に満足され、火災が発生することを仮定する。

全交流電源は、ケーブル等によるスパークによる潤滑油への着火により火災が発生した段階で喪失するものとし、地震の発生から10分程度の時間遅れが考えられるが、評価上は地震の発生を起点として要員による対処を期待しない10分及びその後の火災の消火の対処に要する時間10分を考慮し、火災の継続時間を20分として設定する。

火災規模は、火災試験の状況等を踏まえ、火災源である潤滑油を内包する機器に設置されているオイルパンに対して燃焼面積50%に相当する発熱速度及び燃焼継続時間で火災が継続することを仮定する。

【補足説明資料6-13】

火災の温度上昇による体積膨張等の評価の際は、工程室内の壁面やグローブボックスの内装機器等によるヒートシンク効果については評価上考慮せず、断熱として取り扱うものとする。

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、火災影響を受ける粉末容器は、各グローブボックスで一度に取り扱う可能性があるプルトニウム量の最大値を設定する。重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の容器又は機器が保有

する放射性物質量を第6-4表に示す。

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

① 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災を消火するための対策に係る機器の条件

a. 遠隔消火装置

遠隔消火装置は以下に示す消火剤容量を有し、消火を実施する場合には、中央監視室近傍からの遠隔手動操作により弁を開放することにより、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源に対し、燃焼面積に応じて以下に示す設定値以上で消火剤を放出する。

(a) 検証試験結果を基に算出する場合

・放出方式 : 局所放出方式

・必要消火剤量^{※1} :

予備混合装置グローブボックス 約 5.0kg

均一化混合装置グローブボックス 約 5.0kg

造粒装置グローブボックス 約 1.7kg^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約 5.0kg

添加剤混合装置Aグローブボックス 約 5.0kg

添加剤混合装置Bグローブボックス 約 5.0kg

・潤滑油量 :

予備混合装置グローブボックス 約 3.0L

均一化混合装置グローブボックス 約 6.0L

造粒装置グローブボックス 約 1.0L^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約 3.0L

添加剤混合装置Aグローブボックス 約3.0L

添加剤混合装置Bグローブボックス 約3.0L

・オイルパン面積 :

予備混合装置グローブボックス 約0.45m²

均一化混合装置グローブボックス 約0.27m²

造粒装置グローブボックス 約0.17m²^{注)}

回収粉末処理・混合装置グローブボックス 約0.45m²

添加剤混合装置Aグローブボックス 約0.45m²

添加剤混合装置Bグローブボックス 約0.45m²

注) 造粒装置グローブボックスは火災源が2箇所存在し、
そのうちの一つ

※1 : 消火剤として使用するハロゲン化物(FK5-1-12)は

※2 に示す消火剤量の比率より必要な補正を実施

必要消火剤量(kg) =

オイルパン面積(m²)×6.3^{※2}(kg/m²)

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

(b) 消防法施行規則第20条に基づき算出する場合

・放出方式 : 全域放出方式

・必要消火剤量^{※1} :

造粒装置グローブボックス 約 1.7kg^{注)}

プレス装置A (プレス部) グローブボックス 約7.5kg

プレス装置B（プレス部）グローブボックス 約7.5kg

・潤滑油量：

造粒装置グローブボックス 約22L^{注)}

プレス装置A（プレス部）グローブボックス 約2.2L

プレス装置B（プレス部）グローブボックス 約2.2L

・オイルパン面積：

造粒装置Aグローブボックス 約0.72m²注)

プレス装置A（プレス部）グローブボックス 約0.79m²

プレス装置B（プレス部）グローブボックス 約0.79m²

・防護容積：

造粒装置Aグローブボックス 約0.46m³注)

プレス装置A（プレス部）グローブボックス 約2.84m³

プレス装置B（プレス部）グローブボックス 約2.84m³

注) 造粒装置グローブボックスは火災源が2箇所存在し、
そのうちの一つ

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

防護容積(m³) = グローブボックス又は筐体容積(m³) -

グローブボックス又は筐体内装機器占有容積(m³)

開口部補正量(kg) =

グローブボックス接続部等開口面積(m²) × 開口補正

6.3(kg/m²)

$$\begin{aligned} \text{必要消火剤量(kg)} &= \text{防護容積(m}^3\text{)} \times 0.84(\text{kg/m}^3\text{)}^{*2} \\ &+ \text{開口部補正量(kg)} \end{aligned}$$

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

b. 火災状況確認用温度計

可搬型グローブボックス温度表示端末及び火災状況確認用温度表示装置との接続により温度を確認する。

② 核燃料物質等の放出を抑制するための対策に係る機器の条件

a. グローブボックス排風機入口手動ダンパ

グローブボックス排風機入口手動ダンパを現場手動閉止することにより、グローブボックス排気系から外部へ繋がる流路を遮断する。

b. 工程室排風機入口手動ダンパ

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

c. グローブボックス排気閉止ダンパ

グローブボックス排気閉止ダンパを遠隔閉止することにより、グローブボックス排気系から外部へ繋がる流路を遮断する。

d. 工程室排気閉止ダンパ

工程室排気閉止ダンパを遠隔閉止することにより、工程室

排気系から外部へ繋がる流路を遮断する。

e. グローブボックス排気フィルタ

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

f. グローブボックス排気フィルタユニット

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

g. 工程室排気フィルタユニット

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

h. 可搬型ダンパ出口風速計

常設ダクトの測定口に可搬型ダンパ出口風速計の検出部を挿入することにより、ダクト内の風速を測定する。

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

④ 閉じ込める機能を回復するための対策に係る機器の条件

a. 可搬型排風機付フィルタユニット

可搬型排風機付フィルタユニットは、1段当たり 1×10^3 以上 (0.15 μm DOP 粒子) の除染係数を有する高性能エアフィルタ 1 段と可搬型排風機で構成する。

b. 可搬型フィルタユニット

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

(6) 操作の条件

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

地震発生直後、要員は自らの身を守るための行為を実施し、揺れが収まったことを確認してから、安全機能が維持されているかの確認を実施するため、地震の発生を起点として、その後10分間は要員による対処を期待しない。

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。

地震発生直後に火災が発生することを仮定した場合、地震発生後から15分後に火災の発生を認知する。遠隔操作による火災の消火は、操作時間が5分であり、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経路上のダンパ閉止による放射性エアロゾルの閉じ込めは、操作時間が5分であ

り、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閉じ込める機能の回復については、操作に係る時間制限を設けない。作業と所要時間を第 6-15 図から第 6-17 図に示す。

(7) 放出量評価に関連する事故、機器及び操作の条件の具体的な展開

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

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

① 火災規模、燃焼継続時間の設定

火災規模に係るパラメータのうち、潤滑油量は設計上の上限値で設定できるが、オイルパン上での燃焼面積については、時間経過による燃焼面の広がりや潤滑油の漏えい状況に依存する。

これらの条件により、火災の継続時間が変動する。

放出量評価においては、火災試験の状況等を踏まえ、それぞれの火災源にて燃焼面積 50%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ことを仮定する。

【補足説明資料 6-13】

② グローブボックスに内包する放射性物質量

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の容器又は機器が保有する放射性物質量は、「(5) 事故の条件及び機器の条件」に記載したとおりである。

③ 火災の影響を受ける割合

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

重大事故の発生を仮定するグローブボックスで取り扱う粉末容器は、J60（最大プルトニウム富化度 33%，最大取扱量 65 kg MOX）又は J85（最大プルトニウム富化度 18%，最大取扱量 90 kg MOX）であり、各グローブボックスで一度に取り扱う可能性がある粉末容器中の放射性物質量の最大値を設定する。

④ 火災に伴い粉末容器から気相中に移行する放射性物質の割合

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

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

上記の実験において確認されている流速は、粉末が火災源直上にある状態での値であるのに対し、実機では火災源の直上に粉末容器はないため直接火炎にさらされることはなく、さらに、粉末容器の形状を踏まえると、開口部が限定されており、気流の影響を受けにくいいため、実機での粉末容器の位置関係と実験での条件との違いを踏まえ、火災影響によるMOX粉末の気相中への移行率として1m/sの流速による移行率である1%/hを用いる。

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

⑤ 放射性エアロゾルの移行経路及び移行割合

グローブボックス内から系外への移行経路として、グローブボックス排気系へ直接移行する場合、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介して工程室排気系へ移行する場合を想定する。

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

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

工程室から系外へ移行する経路として、給気ダクト及び排気ダクトを通じた隣室への移行が考えられるが、隣室への移行がある場合は、空気が冷却されることにより駆動力が失われる。

また、工程室外へ繋がる経路として扉があるが、前室と合わせて 2 重の扉があること、仮に扉からの漏えいがあっても、漏えいを想定する工程室が地下 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ため、駆動力が失われる。

このため、評価上は重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された工程室から工程室排気系を通じてそのまま外部へ放出されるとして評価する。

【補足説明資料 6 - 10】

⑥ 大気中への放出経路における除染係数

1 %/h で気相中に移行した放射性エアロゾルが、各経路の圧力損失を踏まえた移行割合に基づき、グローブボックス排気設備又は工程室排気設備を経由して大気中へ放出されることを想定する。

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

また、経路上の高性能エアフィルタは1段当たり 1×10^3 以上(0.15 μ m DOP粒子)の除染係数を有する。また、通常時の環境における健全な高性能エアフィルタ3段の除染係数は 1×10^{11} 以上という測定試験結果⁽³⁾がある。

グローブボックス排気設備の経路中にはグローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計4段設置されている。グローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットは、基準地震動を超える地震動の地震を考慮しても機能が期待できる設計であり、重大事故における放出量評価においては、高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 とする。

工程室排気設備の経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計2段設置されている。工程室排気フィルタユニットは、基準地震動を超える地震動の地震を考慮しても機能が期待できる設計であり、重大事故における放出量評価においては、2段の除染係数を 1×10^5 とする。

グローブボックス給気側の高性能エアフィルタ1段を経由し、工程室排気系から放出する場合には、高性能エアフィルタ3段

を經由する。グローブボックス給気側の高性能エアフィルタは、基準地震動を超える地震動の地震を考慮しても機能が期待できる設計であり、重大事故における放出量評価においては、3段の除染係数を 1×10^7 とする。

【補足説明資料6-4】

(8) 判断基準

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 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源に対して消火剤を放出することで、火災の消火が可能であること。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。

② 核燃料物質等の放出を抑制するための経路の遮断

放出経路上のダンパ閉止をすることで、空気の流路を遮断した状態を継続して維持し、グローブボックス排気ダクト及び工程室排気ダクトの流速がゼロとなること。

消火及びダンパ閉止による事態の収束までに大気中へ放出される放射性物質の総放出量が、セシウム-137換算で 100TBq を下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いこと。

③ 核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復

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

6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果

(1) 有効性評価の結果

① 核燃料物質の飛散又は漏えいの原因となる火災の消火

グローブボックス内で火災が発生することにより，雰囲気温度が上昇し始め，可搬型グローブボックス温度表示端末の指示値が 60℃を超えた時点で当該グローブボックスにおいて火災が発生していると判断し，中央監視室近傍から遠隔手動により遠隔消火装置を起動させ，消火剤（ハロゲン化物）を放出し，火災を消火する。これにより，当該グローブボックス内の雰囲気温度は低下傾向を示すとともに，火災の影響により放射性エアロゾルとして気相中に移行したMOX粉末の外部への放出駆動力である体積膨張が停止し，以降，当該グローブボックスの雰囲気温度は通常状態の温度で安定する。

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

② 核燃料物質等の放出の抑制

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入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの下流側の流速が0になっていることをもって事態の収束と判断する。

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

対策実施時のパラメータの推移として、グローブボックス内圧力及び工程室圧力トレンドを第6-19図及び第6-20図に、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トレンドを第6-21図及び第6-22図に示す。

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

事態の収束までに事業所外へ放出する放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、約 8.5×10^{-7} TBqであり、100 TBqを十分下回る。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、 4.6×10^{-5} mSvである。核種ごとの放射性物質の放出量を第6-5表に、放射性物質の大気放出過程を第6-23図に示す。

【補足説明資料6-5】

③ 核燃料物質等の回収及び閉じ込める機能の回復

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

である。

また、回収の際には工程室に入室するが、工程室の線量率はグローブボックスの直近でも 5 mSv/h であり、被ばく管理を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

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

一方、重大事故における有効性評価は、グローブボックス 8基で同時に閉じ込める機能の喪失に至る火災が発生する場合の対策の成立性を確認していることから、評価結果は変わらない。

内的事象で発生する「長時間の全交流電源喪失」による感知・消火の機能喪失の場合、初動対応での状況確認等の作業において、外的事象の「地震」と比較して早い段階で拡大防止対策等に着手できるため、対処の時間余裕が大きくなることから、早期に対処を完了することが可能である。

内的事象で発生する「動的機器の多重故障等」の場合、共通要因で故障等が発生しない設計基準対象施設の使用が可能であり、中央監視室での遠隔操作で操作を行うため、外的事象の「地震」と比較して早い段階で拡大防止対策等に着手、完

了できるため、対処の時間余裕が大きくなることから、早期に対処を完了することが可能である。

b. 火災規模の違い

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

c. 火災の発生状況

有効性評価においては、地震と同時に火災が発生することを想定している。

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

これらを考慮した場合には、対処の時間余裕が大きくなることから、早期に対処を完了することが可能である。

【補足説明資料 6-1】

② 放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさ

事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は、火災の燃焼継続時間、気相中に

移行する放射性エアロゾルの移行割合，圧力損失を踏まえた各経路への移行割合，放出経路における放射性物質の除染係数等に不確かさがある。非安全側な影響として，グローブボックスの給気側経路が健全であり，かつ，グローブボックスパネルに隙間がある場合，グローブボックスパネル隙間からの漏えい割合が相対的に大きくなり，放出量が大きくなる可能性がある。一方，安全側な影響として，粉末容器の構造を踏まえたMOX粉末が火災影響を受ける割合等を考慮すると，放出量がさらに小さくなることが想定される。このように不確かさを有するものの，これらを考慮した場合でも判断基準を満足することには変わりはない。不確かさを考慮した各パラメータの幅を以下に示す。

a. 火災の発生を仮定する設備・機器が保有する放射性物質質量

設備・機器が保有する放射性物質質量のうち，粉末容器が保有する放射性物質質量は，運転管理値上の上限値を基に設定していることからこれ以上の上振れはない。

粉末容器が保有するMOX粉末のプルトニウム富化度は，粉末容器で取り扱う可能性がある最大プルトニウム富化度として33%又は18%として評価しているが，これより低いプルトニウム富化度で製造している場合，1桁未満の下振れが考えられる。

b. 火災により放射性物質が気相に移行する割合

粉末容器中のMOX粉末が，火災による上昇気流の影響に

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

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

c. 気相中に移行した放射性エアロゾルの移行経路

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

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

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

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

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

上記のようにグローブボックスパネル隙間を経由する場合、高性能エアフィルタを経由する段数が少なくなり、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が、仮にグローブボックスパネルに大開口が生じ、グローブボックスから直接工程室へ移行し、工程室排気系を経由する経路が支配的となった場合、経由する高性能エアフィルタが1 段減るため、2 桁の上振れが見込まれる。その場合であっても、100Tbq を十分下回る。

d. 工程室に漏えいした後の移行率

放出量評価においては、1 %/h にて各経路を経由して外部へ放出されることを想定したが、グローブボックスから工程室に漏えいした後は、直接火災の上昇気流を受けるわけではない。放射性エアロゾルが工程室に漏えいした後の駆動力としては、工程室の温度上昇に伴う体積膨張が考えられる。

1 %/h で工程室に移行した放射性エアロゾルが当該工程

室に均一に分布すると仮定し、工程室温度上昇による体積膨張分が工程室排気系に移行すると仮定すると、1桁未満の下振れとなる。

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

e. 大気中への放出経路における除染係数

グローブボックス排気設備の経路中には、グローブボックス排気フィルタ及びグローブボックス排気フィルタユニットとして、高性能エアフィルタが4段設置されている。

工程室排気設備の経路中には工程室排気フィルタユニットとして高性能エアフィルタが計2段設置されている。また、グローブボックス給気側には高性能エアフィルタ1段が設置されており、これを介して工程室排気設備を經由して放出される場合には、高性能エアフィルタを3段經由する。

健全な高性能エアフィルタは、1段当たり 1×10^3 以上の除染係数を有しており、高性能エアフィルタ3段の除染係数として 1×10^{11} との結果⁽³⁾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 1×10^9 、高性能エアフィルタ3段の除染係数として 1×10^7 及び高性能エアフィルタ2段の除染係数として 1×10^5 と安全余裕を見込んで設定していること、グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排

気フィルタユニット，グローブボックス給気フィルタ及び工程室排気フィルタユニットは，基準地震動を超える地震動の地震及び重大事故時における環境条件を考慮しても機能が期待できる設計としていることから，これ以上の上振れはない。

【補足説明資料 6－6】

③ 操作の条件の不確かさの影響

a. 実施組織要員の操作

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

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

b. 作業環境

遠隔消火装置の操作及び送排風機入口手動ダンパの操作は工程室外で行われるため，火災による工程室内の作業環境悪化の影響を受けない。

また，遠隔消火装置の操作は，地上 1 階の中央監視室近傍で実施することから，地下 3 階の工程室内における放射性エアロゾルの飛散による放射線の影響を受けない。ダンパの閉止操作は，地下 1 階の排風機室で実施するが，排風機室に設

置するグローブボックス排気設備及び工程室排気設備の排気ダクトは基準地震動の1.2倍の地震力に対して機能維持する設計とすることから、排気ダクトから排風機室内への放射性エアロゾルの漏えいはなく、また、排気ダクト内を通過する放射性エアロゾルは微量であることから、排気ダクト内の放射性エアロゾルからの放射線の影響を受けない。

6. 1. 1. 2. 3 重大事故等の同時発生又は連鎖

(1) 重大事故等の事象進展，事故規模の分析

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で火災が発生した場合，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室は平常運転時と比較して温度の上昇傾向，圧力の上昇傾向及び火災によるばい煙の発生が想定されるが，それ以外の項目については平常運転時と大きく変わるものではない。

① 温度

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で潤滑油を火災源とした火災が発生した場合，グローブボックス内の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た室内の温度は、最大でも 100℃である。

工程室外については、十分な壁厚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】

② 圧力

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内火災の温度上昇による圧力上昇は、系外へ繋がる経路へ避圧される。経路として想定するグローブボックス排気系、グローブボックス給気系及びグローブボックスパネルの隙間の圧力損失を考慮すると、最も潤滑油量が多い箇所での火災を想定した場合、断熱計算で求めた空気の膨張率を与えても、火災発生直後に初期圧力に対して最大でも 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、十分な壁厚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】

③ 湿度

火災の発生により蒸気は発生しないため、湿度は変動しない。

④ 放射線

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

⑤ 物質（水素，蒸気，ばい煙，放射性物質及びその他）及びエネルギーの発生

潤滑油の燃焼により，重大事故の発生を仮定するグローブボックス内にばい煙が発生する。また，重大事故の発生を仮定するグローブボックスに隣接する基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としないグローブボックスの損傷により，重大事故の発生を仮定するグローブボックスが設置された室内にばい煙が漏出する可能性がある。

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

火災の発生によるばい煙以外の物質の生成はない。

⑥ 落下又は転倒による荷重

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

⑦ 腐食環境

火災の発生により腐食の要因となる物質は生成しない。

(2) 重大事故等の同時発生

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。

火災は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基の全てで同時にグローブボックス内火災が発生する可能性があり、本評価は同時発生するものとして評価した。

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

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

(3) 重大事故等の連鎖

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

これらの通常時からの状態変化等を踏まえた場合においても、臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOXの

集積等が発生することはないことから、本重大事故から臨界事故への連鎖は想定できない。

6. 1. 1. 2. 4 判断基準への適合性の検討

核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策として、火災の消火によりMOX粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパを閉止することにより放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める対策及び事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の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、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止により、放射性エアロゾルが大気中に放出される経路を遮断し、放射性エアロゾルを燃料加工建屋内に閉じ込める対策を実施できることを確認した。

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

これらの対策に係るアクセスルートについては、可能な限り 2ル

ート確保することにより、対策を確実に実施することが可能である。

火災が継続した場合、火災の継続時間に比例して、放射性物質の大気中への放出量が増加することが想定される。このため、重大事故等の対処においては、大気中への放射性物質の放出量を可能な限り低減させる方針に基づく対策の検討の結果、火災の消火により M O X 粉末が飛散又は漏えいすることを防止し、排気経路上のダンパ閉止による 放射性エアロゾル を燃料加工建屋内に閉じ込める対策は基準地震動を超える地震動の地震による火災発生後 20 分で完了できる。

上記のとおり、確実に機能する対策手段を講ずること及びアクセスルート可能な限り 2 ルート確保することから、対策は有効に機能すると評価する。

また、事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量（セシウム-137 換算）は、約 8.5×10^{-7} TBq であり、放射性物質の放出量評価に用いるパラメータの不確かさの幅を考慮しても、100TBq を十分下回る。また、火災の発生から事態の収束までの期間における敷地境界における公衆の被ばく線量は、 4.6×10^{-5} mSv である。

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

以上のことから核燃料物質等の閉じ込める機能が喪失したとしても、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を実施できる。

また、有効性評価で示す事故の発生以降、事態が収束するまでの放射性物質の総放出量は基準値以下であり、大気中への放射性物質の異常な水準の放出を防止することができる。

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

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

6. 1. 2 閉じ込める機能の喪失の対策に必要な要員及び資源

閉じ込める機能の喪失の対策に必要な実施組織要員及び資源を以下に示す。

(1) 必要な要員の評価

外的事象を想定した核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に必要な要員は、MOX燃料加工施設対策班の班員として合計10人である。これに対し、MOX燃料加工施設における事故対処を実施する実施組織要員は21人であり、対処が可能である。なお、内的事象を要因とした場合では、外的事象の「地震」を要因とした場合より環境条件が悪化することなく、同人数で対応できる。

(2) 必要な資源の評価

① 水源

本重大事故への対処において消費する水量はなく、水源を要しない。

② 燃料

MOX燃料加工施設において、拡大防止対策を7日間継続して実施するのに必要な軽油は、合計で4m³である。また、再処理施設において拡大防止対策に必要な軽油は、重大事故の同時発生を考慮しても約87m³である。これに対し、第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計800m³の軽油を確保していることから、外部支援を考慮しなくても7日間の対処の継続が可能である。

③ 電源

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失についての拡大防止対

策に必要な負荷としては、可搬型ダストモニタの約1kVA及び可搬型排気モニタリング用データ伝送装置の約0.5kVAである。また、可搬型排風機付フィルタユニット（約4.8kVA）を使用する場合には、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。

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

6. 2 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

「3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定」において示したとおり、重大事故として特定したのは火災による閉じ込める機能の喪失のみであり、異種の重大事故の同時発生は生じない。また、同種の重大事故の同時発生については「6. 1. 1. 2. 2 有効性評価の結果」に整理した。

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

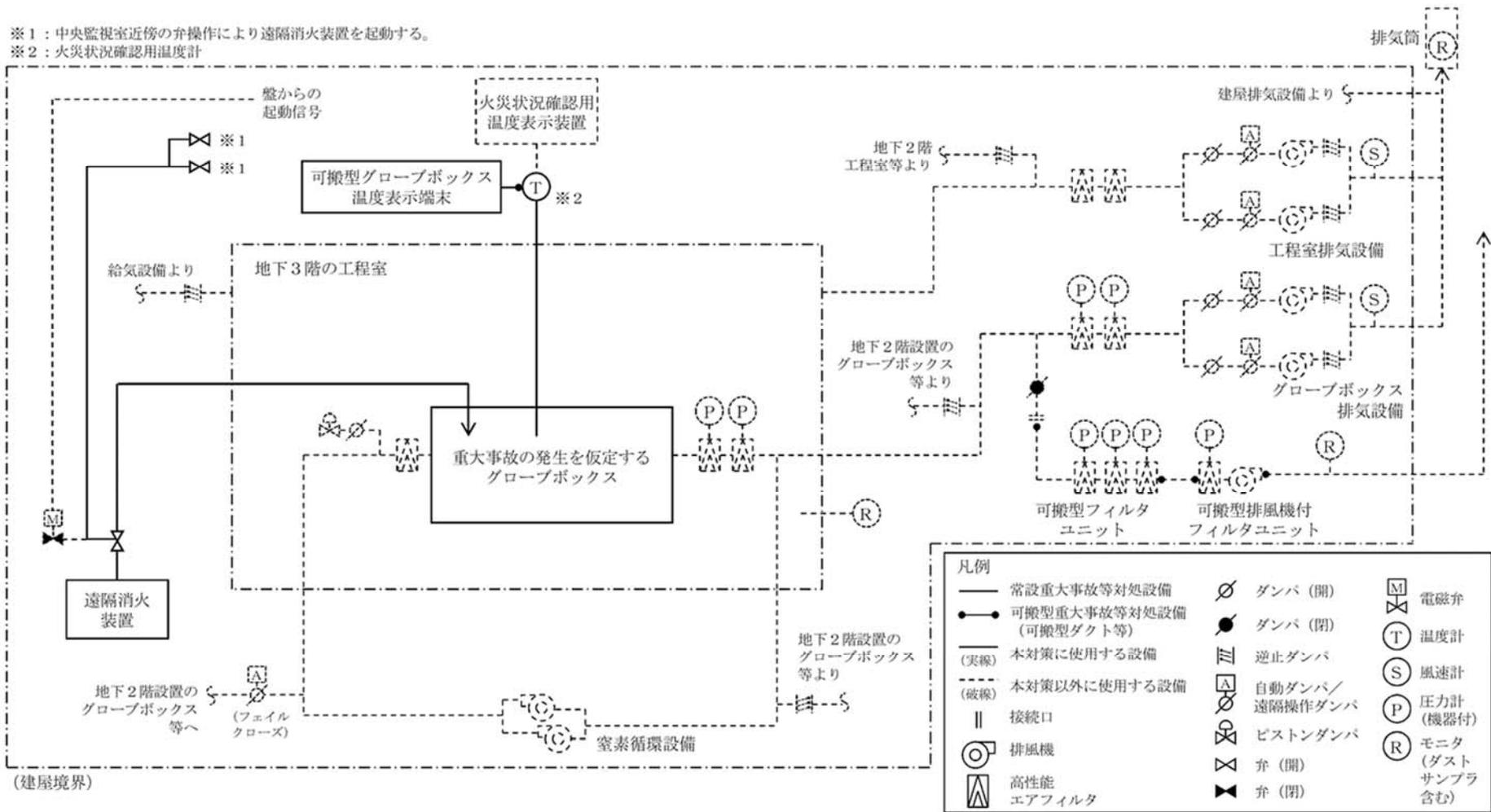
6. 3 参考文献

- (1) J. MISHIMA, L. C. SCHEWENDIMAN, C. A. RADASCH. PLUTONIUM RELEASE STUDIES III. RELEASE FROM HEATED PLUTONIUM

BEARING POWDERS, BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE PACIFIC
NORTHWEST LABORATORY, 1968, BNWL-786.

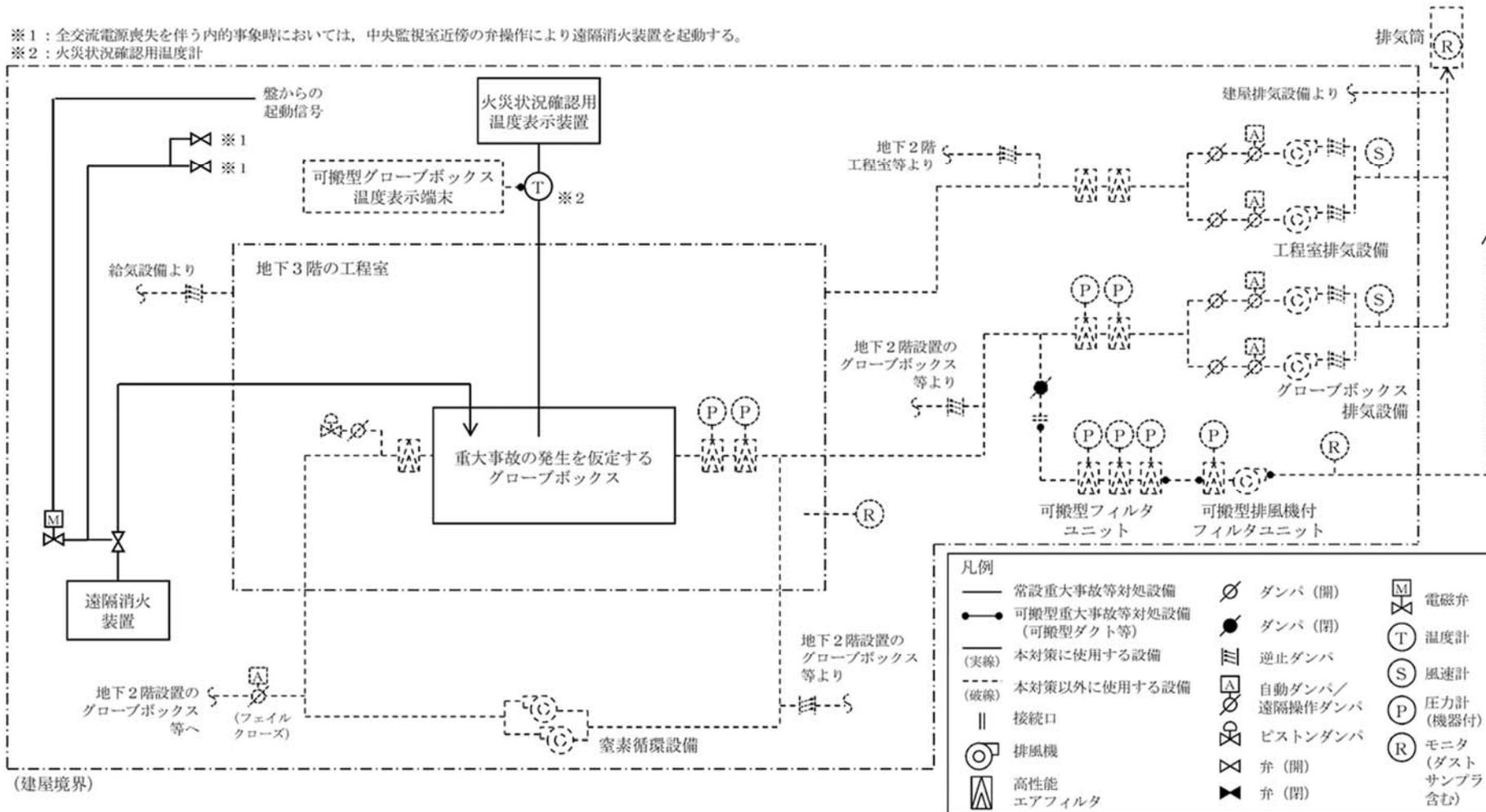
(2) 長谷川 浩治, 小島 正臣, 松橋 哲. 煙およびガスの流動拡
散性状に関する研究. 消防科学研究所報 11号, 1974, p.
29-38.

(3) Seefeldt, W. H. et al. Characterization of Particulate
Plutonium Released in Fuel Cycle Operations. Argonne
National Laboratory, 1976, ANL-75-78.



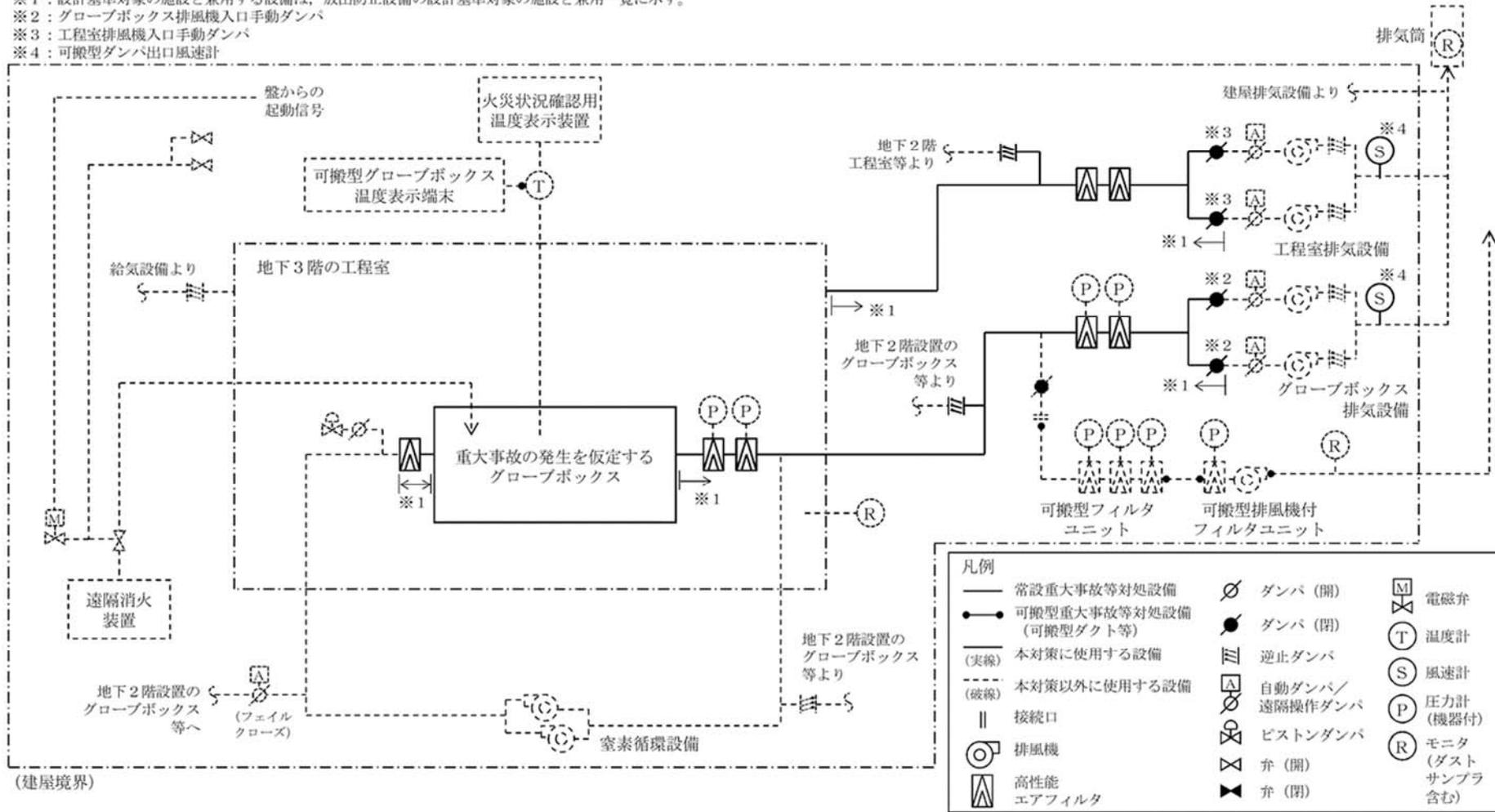
第6-1図 代替消火設備及び代替感知設備の系統概要図 (外的事象の対処時)

※1：全交流電源喪失を伴う内の事象時においては、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：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 (内の事象の対処時)

- ※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は，放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
- ※2：グローブボックス排風機入口手動ダンパ
- ※3：工程室排風機入口手動ダンパ
- ※4：可搬型ダンパ出口風速計



第6-3図 放出防止設備の系統概要図 (外的事象の対処時) (その1)

放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブ ボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブ ボックスからグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの範 囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室か ら工程室排風機入口手動ダンパまでの範囲)

第6-3図 放出防止設備の系統概要図(外的事象の対処時)(その2)

※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は、放出防止系の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。

※2：グローブボックス排風機入口手動ダンパ

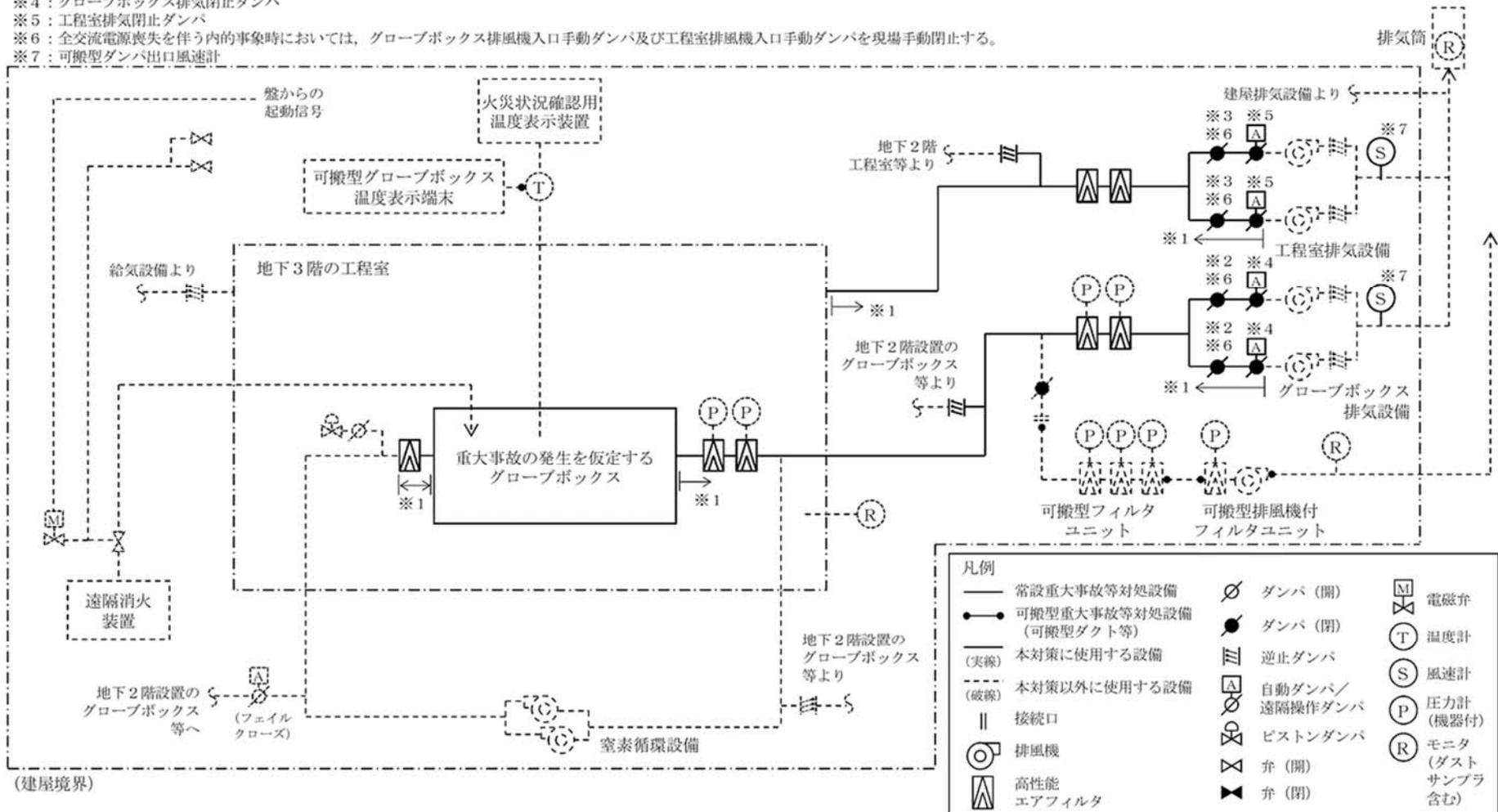
※3：工程室排風機入口手動ダンパ

※4：グローブボックス排気閉止ダンパ

※5：工程室排気閉止ダンパ

※6：全交流電源喪失を伴う内の事象時においては、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを現場手動閉止する。

※7：可搬型ダンパ出口風速計



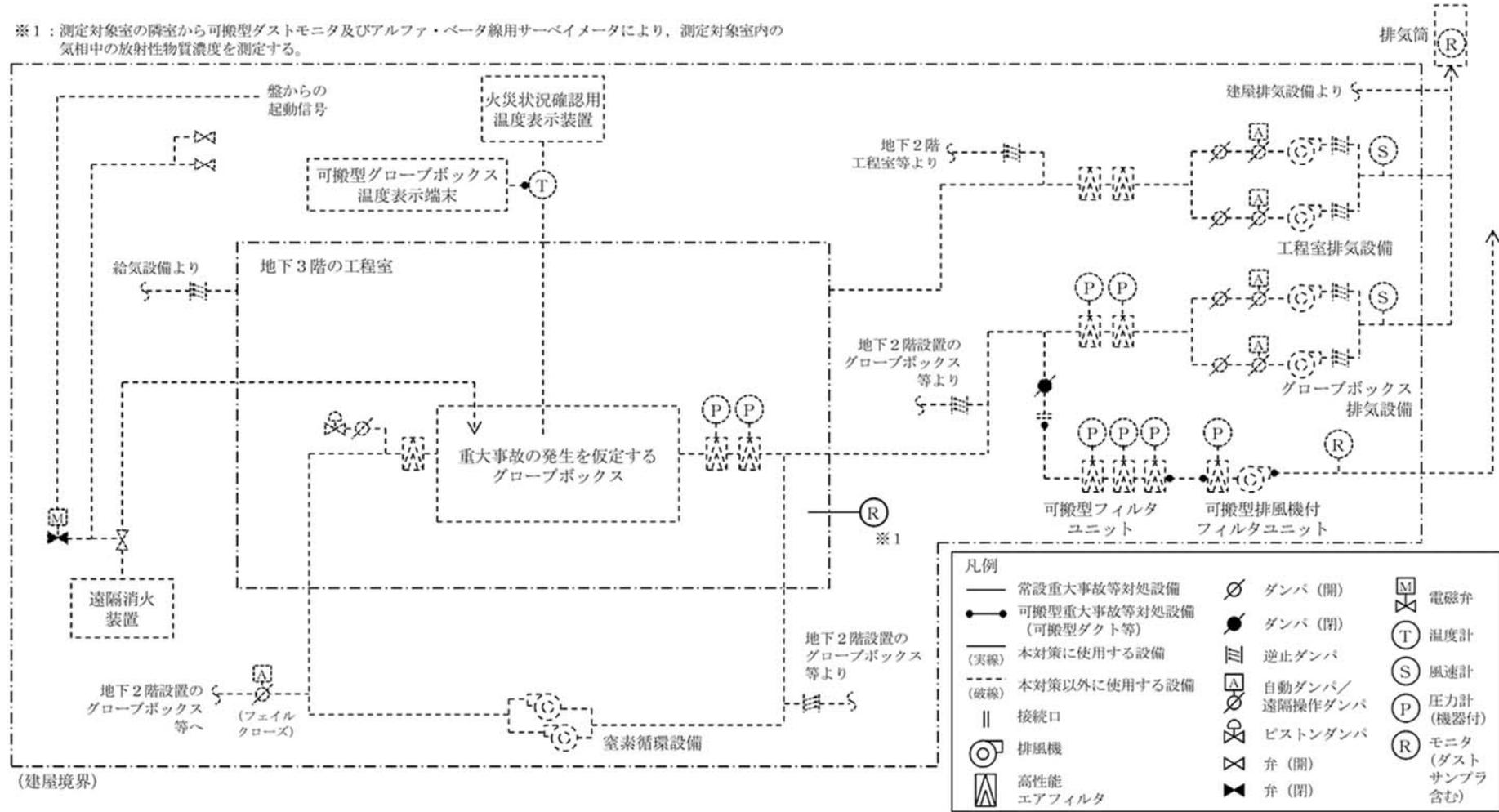
第6-4図 放出防止設備の系統概要図 (内的事象の対処時) (その1)

放出防止設備の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ
	設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブボックスからグローブボックス排気閉止ダンパまでの範囲)
	気体廃棄物の廃棄設備 工程室排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する室から工程室排気閉止ダンパまでの範囲)

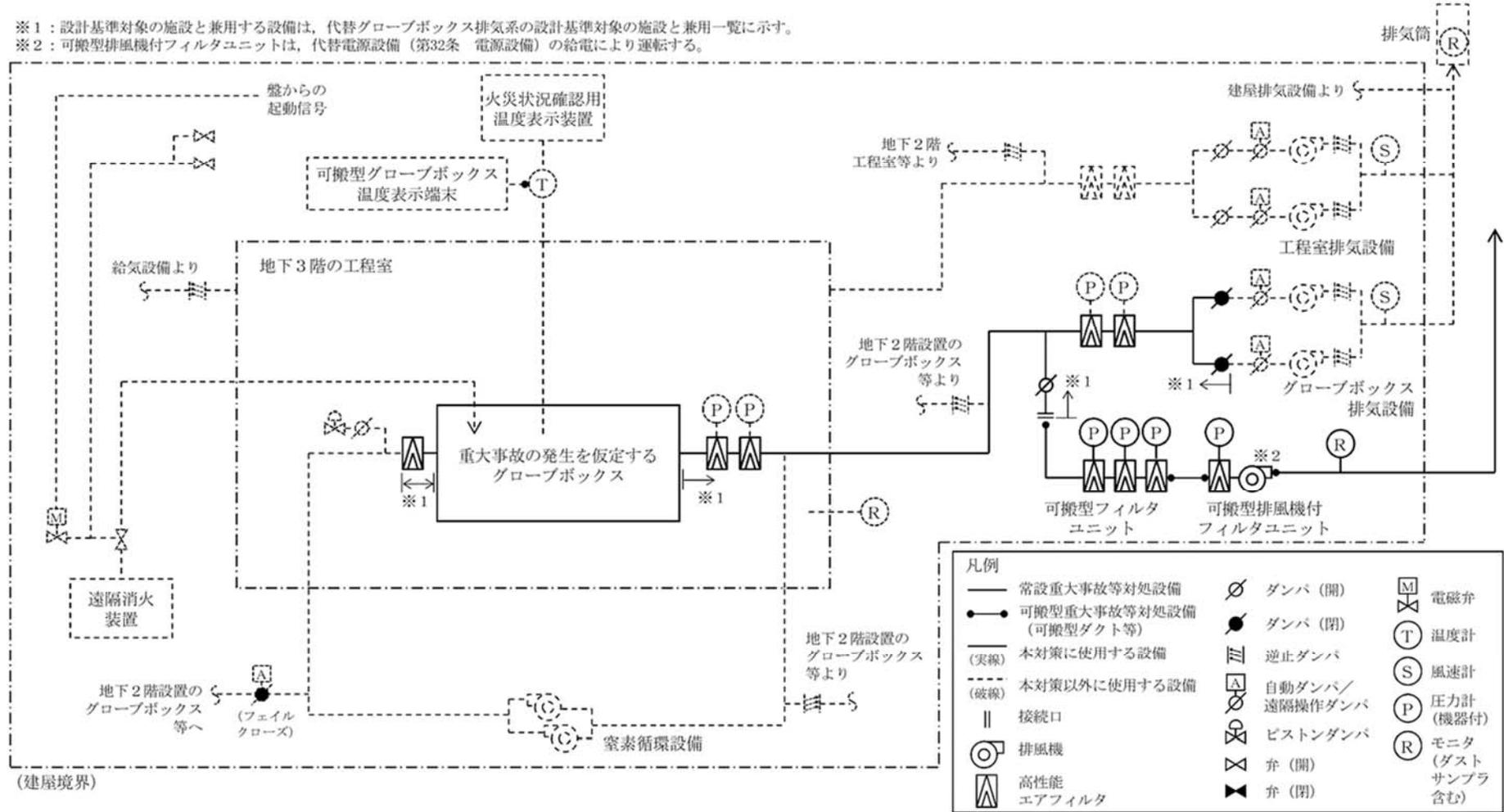
第6-4図 放出防止設備の系統概要図 (内的事象の対処時) (その2)

※1：測定対象室の隣室から可搬型ガストモニタ及びアルファ・ベータ線用サーベイメータにより、測定対象室内の気相中の放射性物質濃度を測定する。



第6-5図 工程室放射線計測設備の系統概要図

※1：設計基準対象の施設と兼用する設備は、代替グローブボックス排気系の設計基準対象の施設と兼用一覧に示す。
 ※2：可搬型排風機付フィルタユニットは、代替電源設備（第32条 電源設備）の給電により運転する。

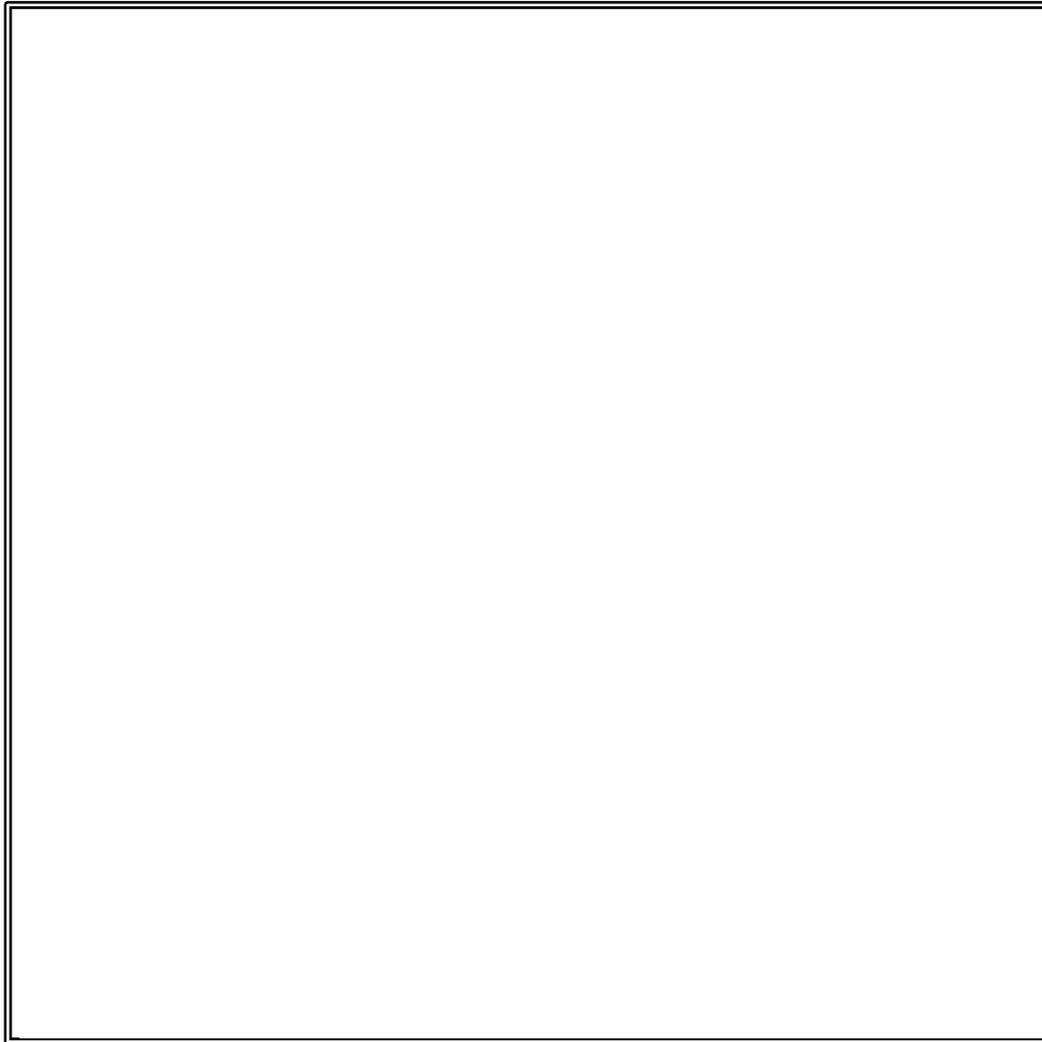


第6-6図 代替グローブボックス排気系の系統概要図 (その1)

代替グローブボックス排気系の設計基準対象の施設と兼用一覧

建屋	※1 ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ 設備名
燃料加工建屋	気体廃棄物の廃棄設備 グローブボックス排気設備 (重大事故の発生を仮定するグローブボックスに係るグローブ ボックス給気フィルタ及び重大事故の発生を仮定するグローブ ボックスからグローブボックス排風機入口手動ダンパまでの範 囲)

第6-6図 代替グローブボックス排気系の系統概要図 (その2)



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

※ 核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復の着手判断となる工程室内の放射性物質濃度の測定は地下3階の廊下等の測定対象室以外の室から実施

 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-7図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下3階)



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

 は核不拡散上の観点から公開できません

第6-8図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地下2階)



【凡例】

- : アクセスルート (第1ルート)
- - - : アクセスルート (第2ルート)
-  : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

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

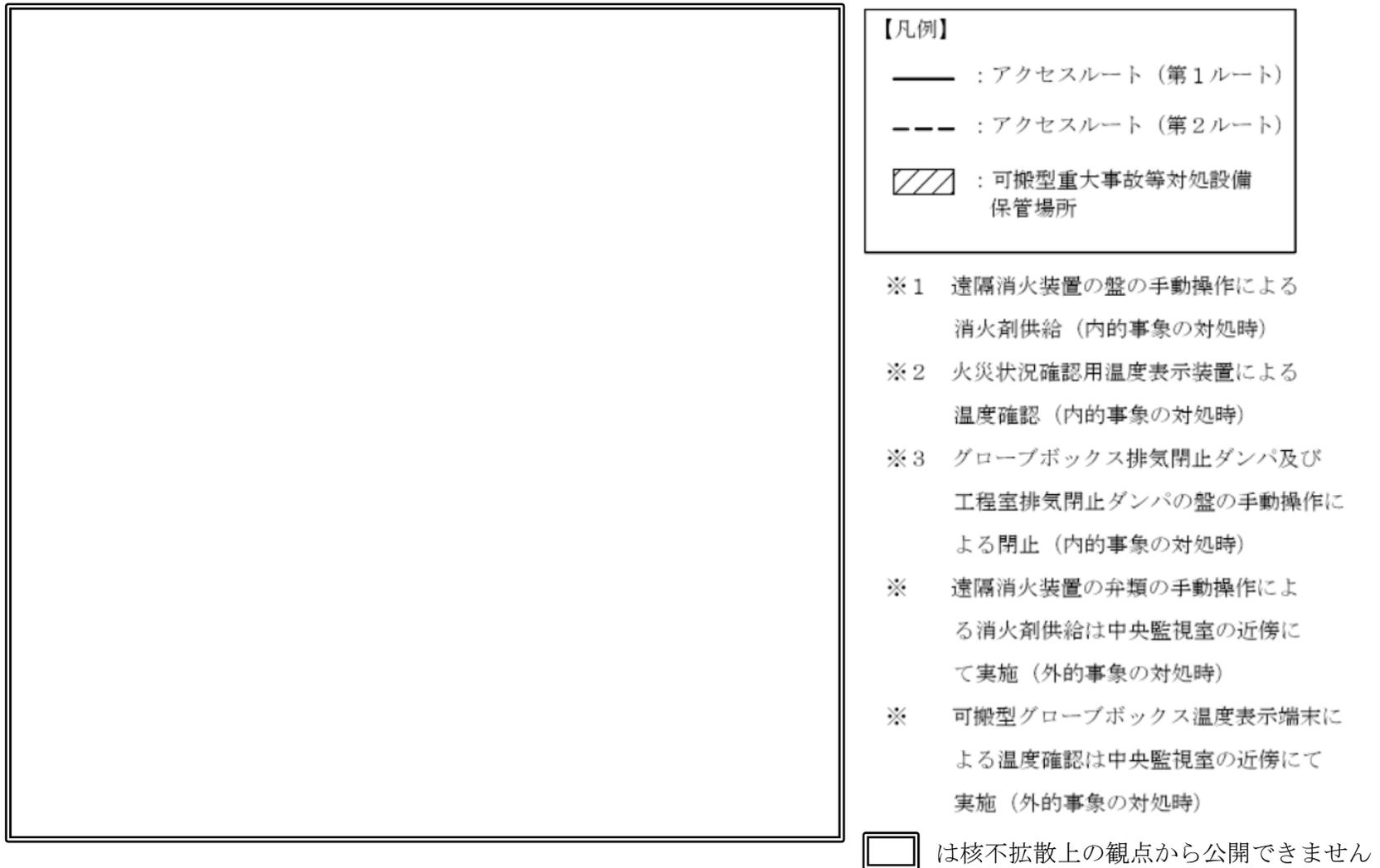
※2 可搬型風速計の設置

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

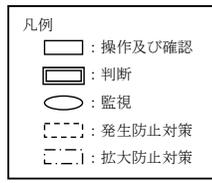
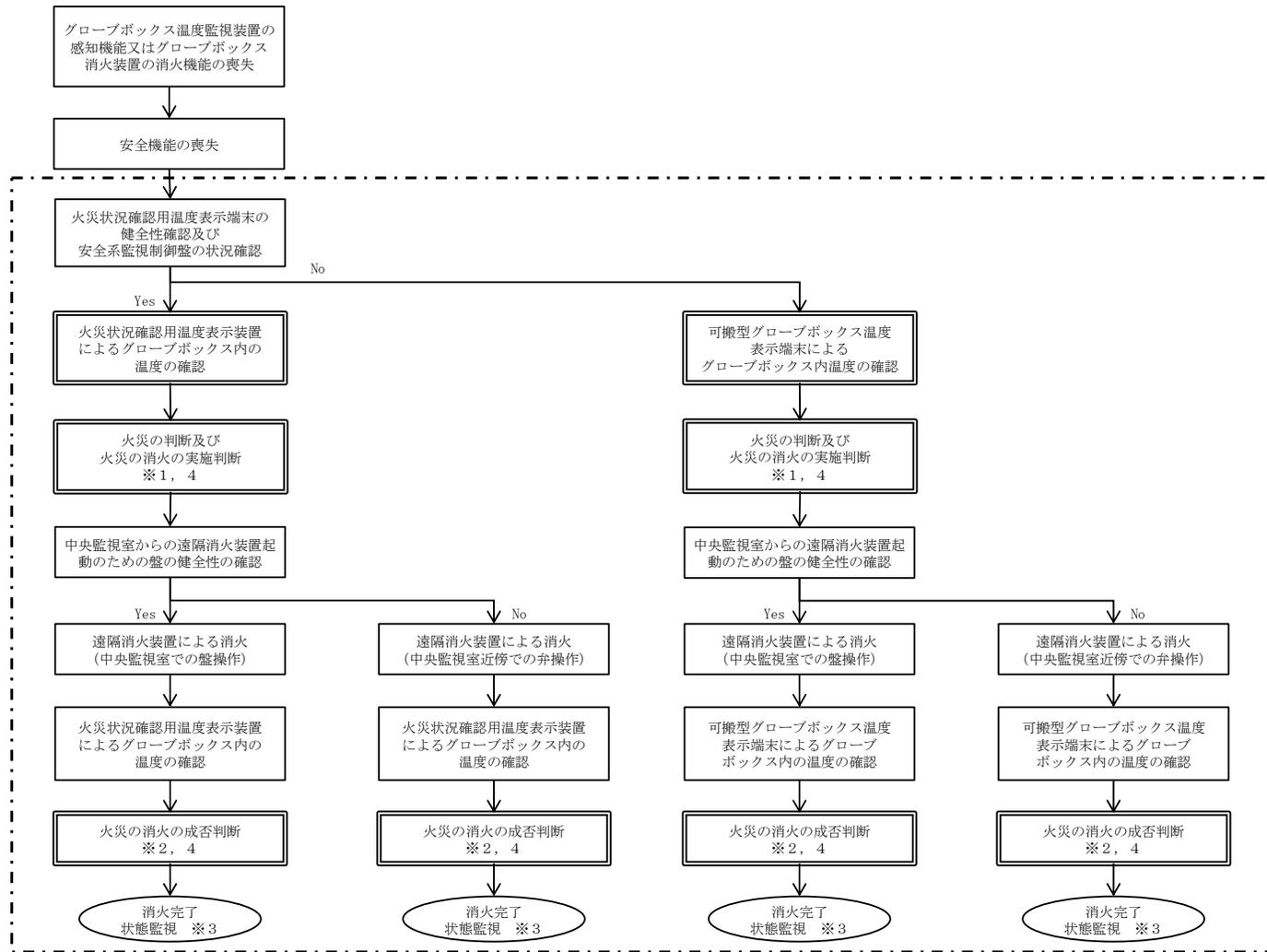


は核不拡散上の観点から公開できません

第6-9図 拡大防止対策のアクセスルート(燃料加工建屋 地下1階)

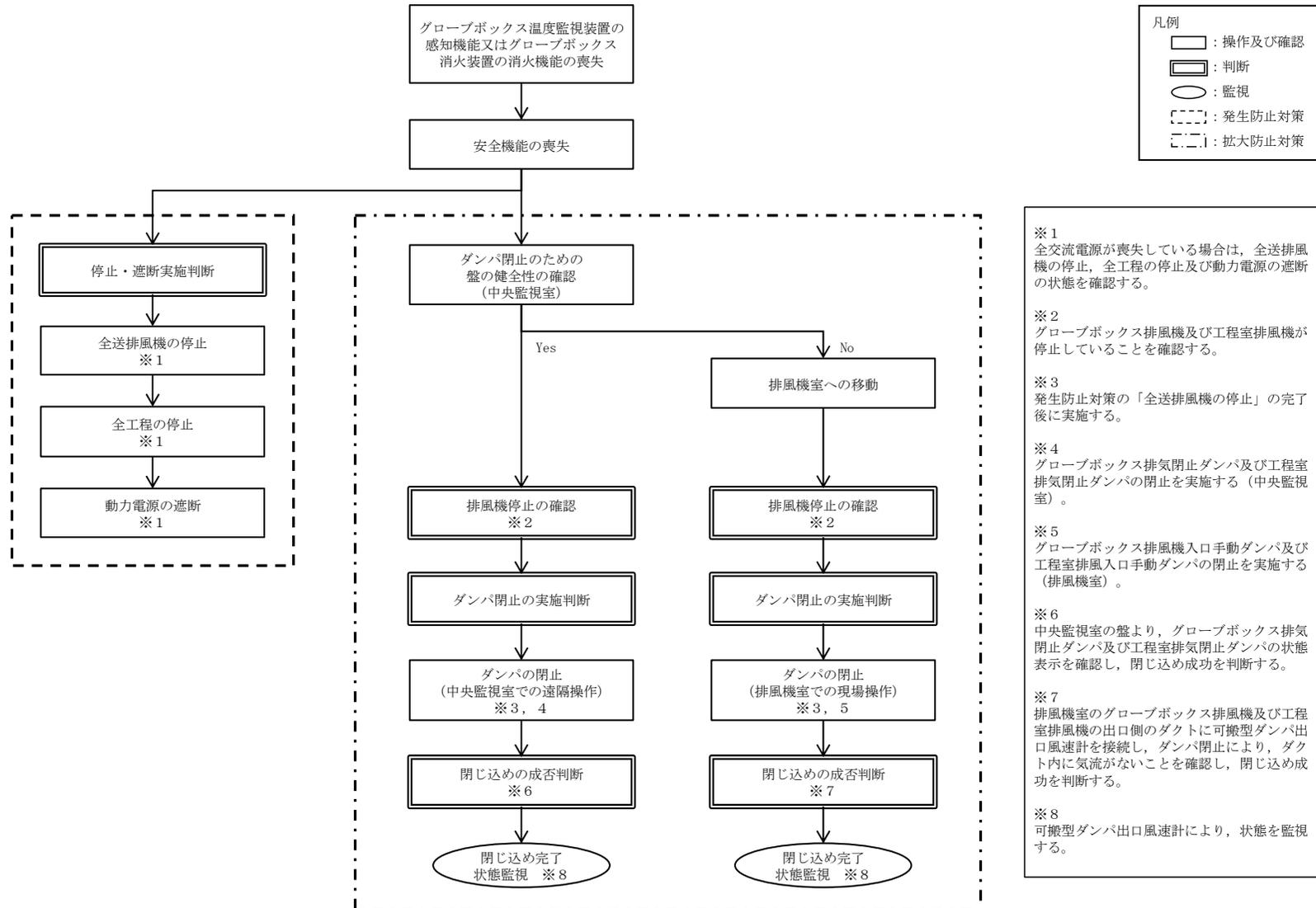


第6-10図 拡大防止対策のアクセスルート (燃料加工建屋 地上1階)



- ※1 火災状況確認用温度計の指示値が60℃以上であることを確認した場合に火災と判断する。
- ※2 火災状況確認用温度計の指示値が60℃未満であることを確認した場合に火災の消火成功を判断する。
- ※3 火災状況確認用温度計により、状態を監視する。
- ※4 火災状況確認用カメラ及び可搬型火災状況監視端末が使用可能な場合は、グループボックス内の状況確認結果を参考に、火災又は火災の消火を判断する。

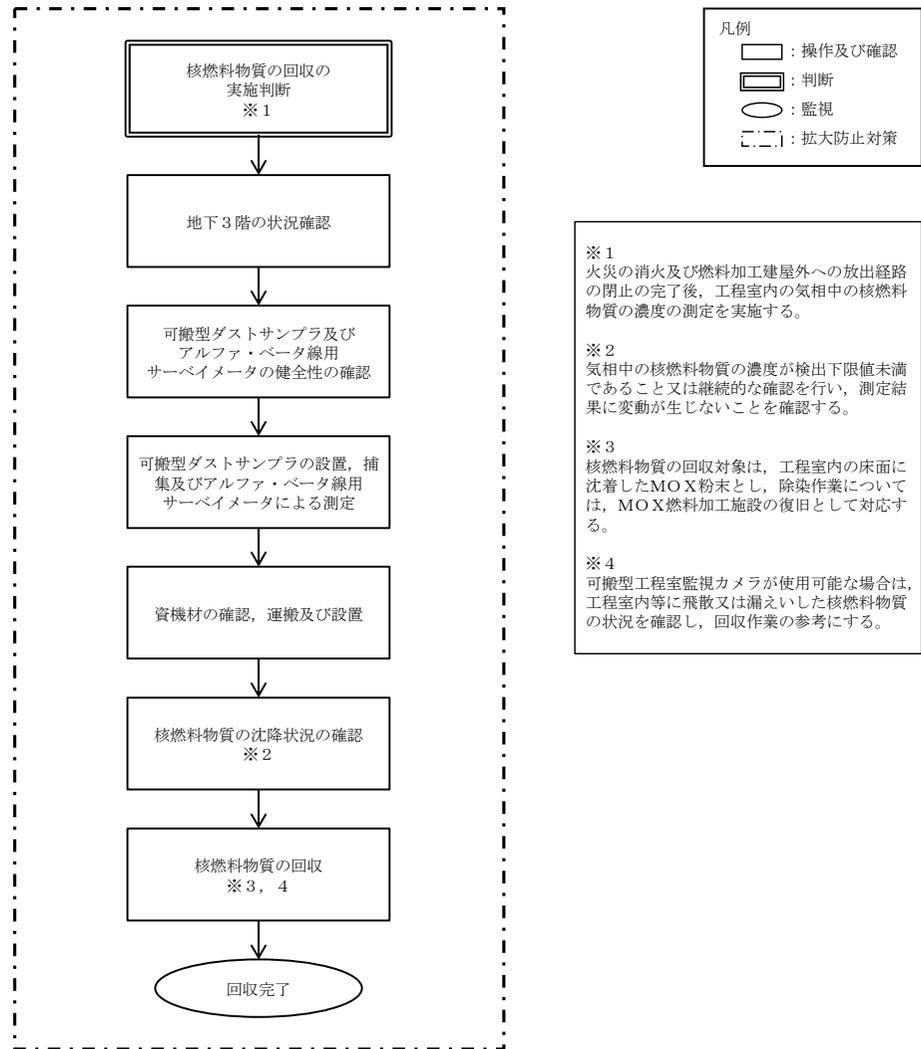
第6-11図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要 (消火)



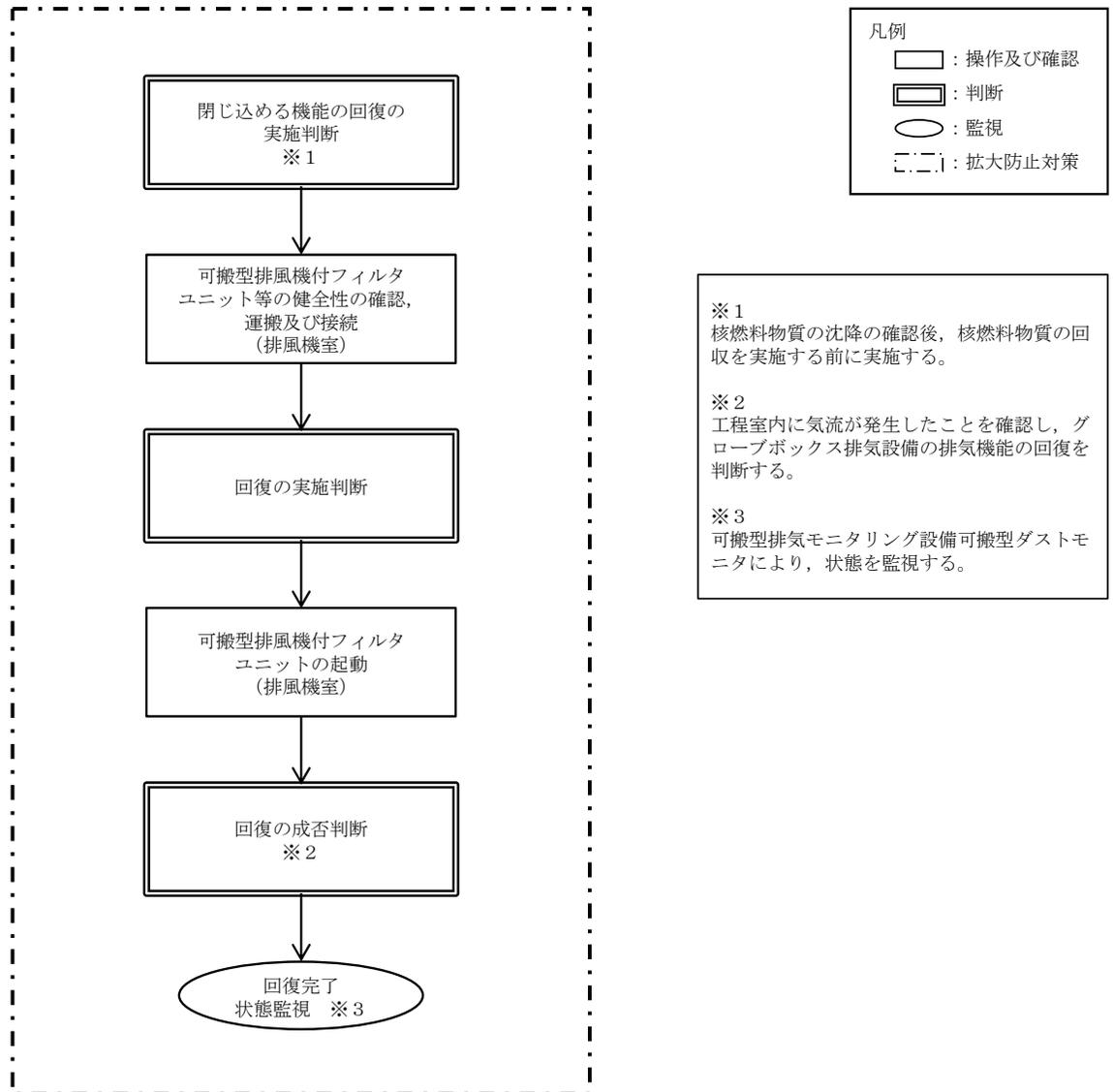
- 凡例
- : 操作及び確認
 - ▭ : 判断
 - : 監視
 - [] : 発生防止対策
 - [] : 拡大防止対策

- ※1 全交流電源が喪失している場合は、全送排風機の停止、全工程の停止及び動力電源の遮断の状態を確認する。
- ※2 グローブボックス排風機及び工程室排風機が停止していることを確認する。
- ※3 発生防止対策の「全送排風機の停止」の完了後に実施する。
- ※4 グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの閉止を実施する（中央監視室）。
- ※5 グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施する（排風機室）。
- ※6 中央監視室の盤より、グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの状態表示を確認し、閉じ込め成功を判断する。
- ※7 排風機室のグローブボックス排風機及び工程室排風機の出口側のダクトに可搬型ダンパ出口風速計を接続し、ダンパ閉止により、ダクト内に気流がないことを確認し、閉じ込め成功を判断する。
- ※8 可搬型ダンパ出口風速計により、状態を監視する。

第6-12 図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（放出防止）



第6-13図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（核燃料物質の回収）



第6-14図 閉じ込める機能の喪失の対策の手順の概要（閉じ込める機能の回復）

対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※1	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)												備考		
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00		2:10	
						↓地震による不感時間 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	-	▽地震発生 体制移行														
		情報管理班 (再処理)		3	-	▽地震発生 体制移行														
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-	▽地震発生 体制移行														
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-	▽地震発生 体制移行														
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-	▽地震発生 体制移行														
						▽地震発生 全交流電源喪失・火災発生														
火災状況確認	1	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 1 班	2	0:05		1 班													伝送開始まで適宜温度を確認する。
発生防止	2	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 3 班	2	0:05		3 班													
	3	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断 (中央監視室) 又は状態の確認	MOX燃料加工施設対策班 3 班	2	0:05		3 班													
拡大防止	核燃料物質の閉じ込め	4	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 2 班	2	0:10		2 班												移動時間含む
		5	工程室排風機入口手動ダンパの現場手動閉止 (B1F 排風機室)	MOX燃料加工施設対策班 4 班	2	0:10		4 班												移動時間含む
	火災の消火	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 2, 4 班	4	0:10			2, 4 班											伝送開始まで適宜風速を確認する。
	7	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 3 班	2	0:05			3 班												
伝令	8	体制移行の伝令 (PA建屋⇔AG建屋)	MOX燃料加工施設対策班 5 班	2	0:35				5 班											

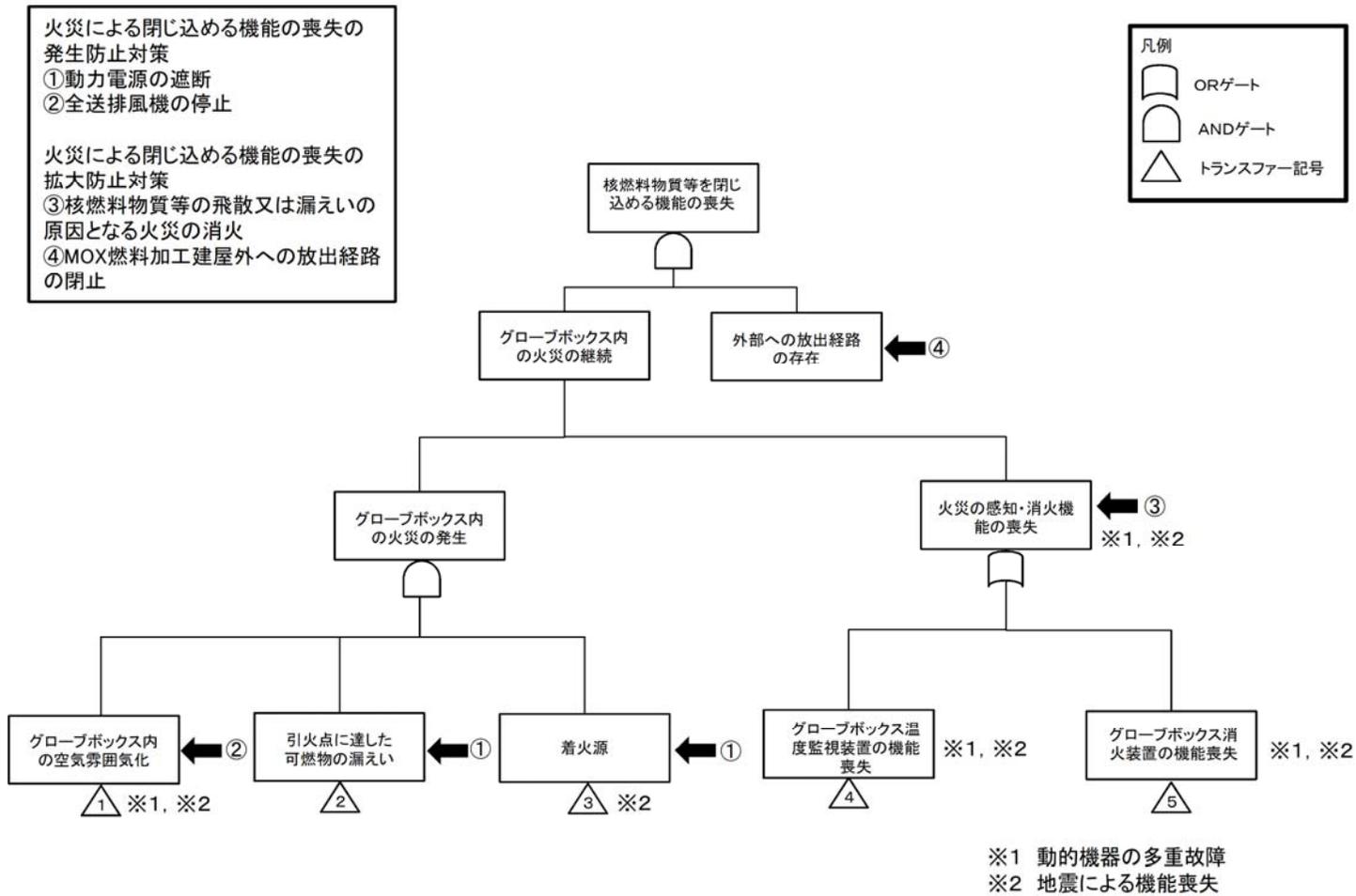
※1：重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、外的事象の「地震」を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の10名である。

第6-15図 重大事故対処におけるタイムチャート (外的事象を起因とした場合)

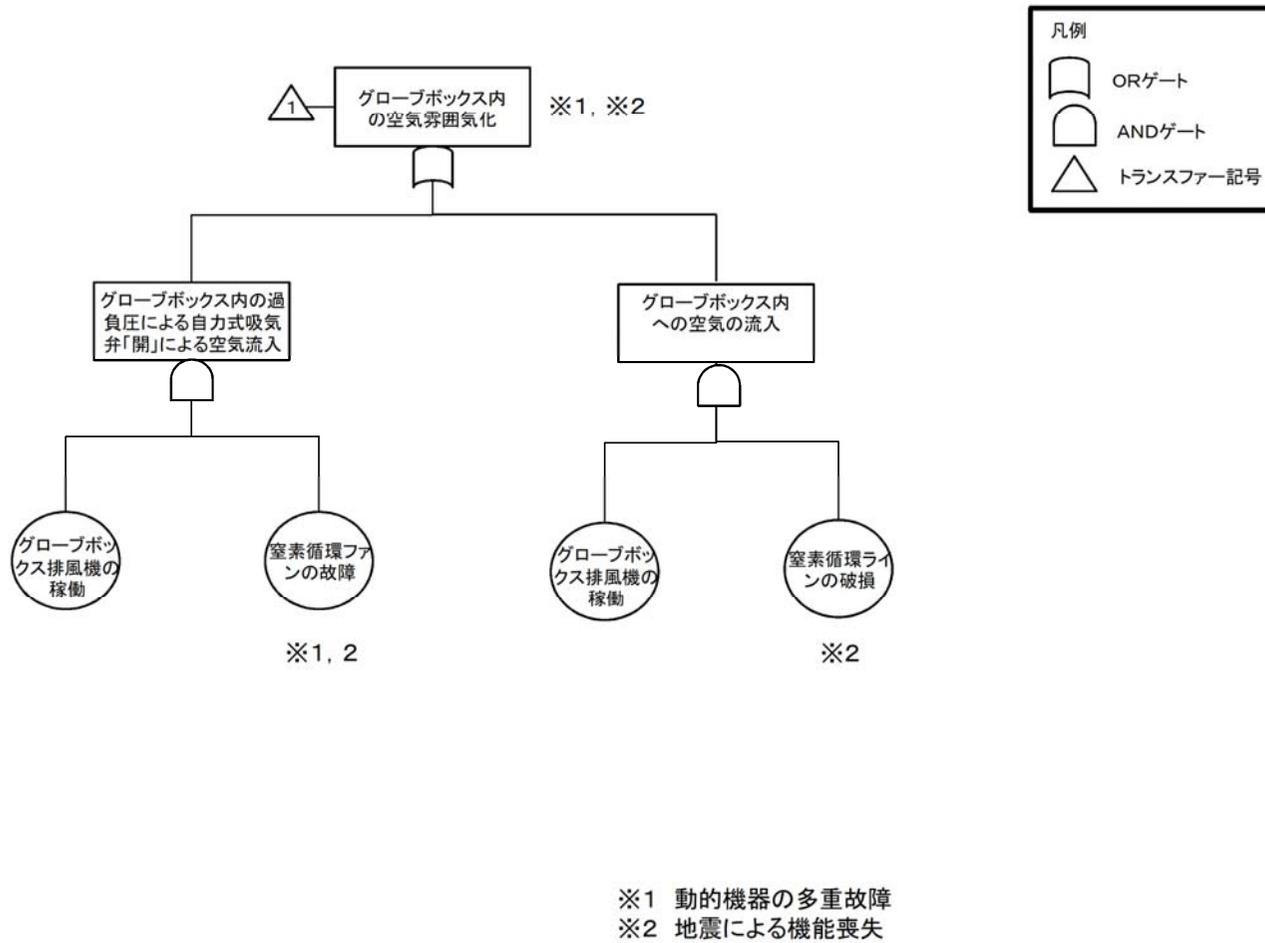
対策	作業番号	作業	作業班	要員数 ※2	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)												備考
						0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	2:00	
		実施責任者(再処理)		1	-	▽体制移行												
		情報管理班(再処理)		3	-	▽火災確認												
		MOX燃料加工施設対策班長		1	-													
		MOX燃料加工施設現場管理者		1	-													
		MOX燃料加工施設情報管理班長		1	-													
火災状況確認	1	安全系監視制御盤の状況及び火災状況確認用温度表示装置の確認(1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:03	1班												
発生防止	2	全送排風機の停止(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:03	2班												
	3	全工程の停止、火災源を有する機器の動力電源の遮断(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:03	3班												
拡大防止	4	グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの遠隔手動閉止(1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:01	2班												
	5	可搬型ダンパ出口風速計の設置、測定	MOX燃料加工施設対策班2,4班	4	0:13	2,4班												移動時間含む
	6	遠隔消火装置の遠隔手動起動(1F 中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班3班	2	0:01	3班												

※2: 重大事故における拡大防止対策に必要な要員は、内的事象を要因とした場合、MOX燃料加工施設対策班の班員の8名である。

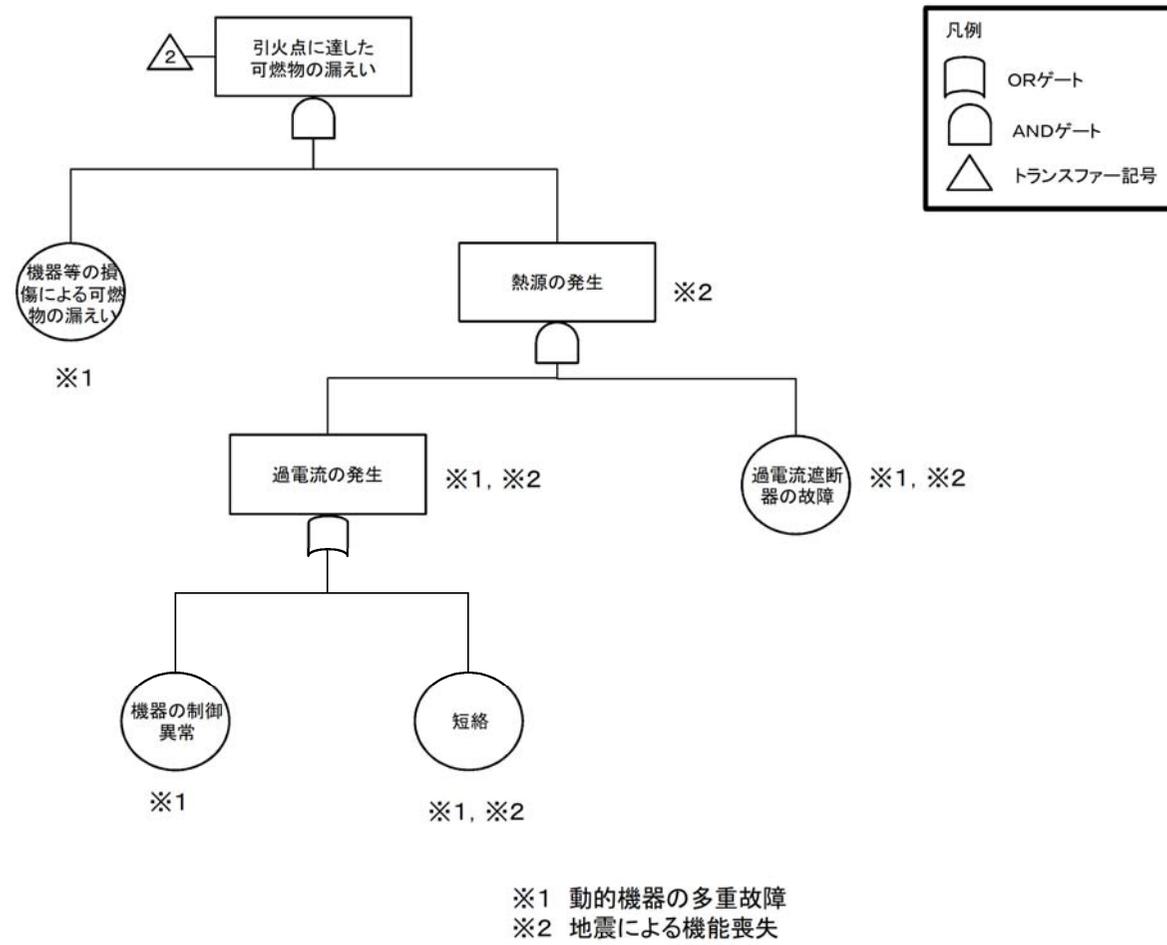
第6-16 図 重大事故対処におけるタイムチャート(内的事象を起因とした場合)



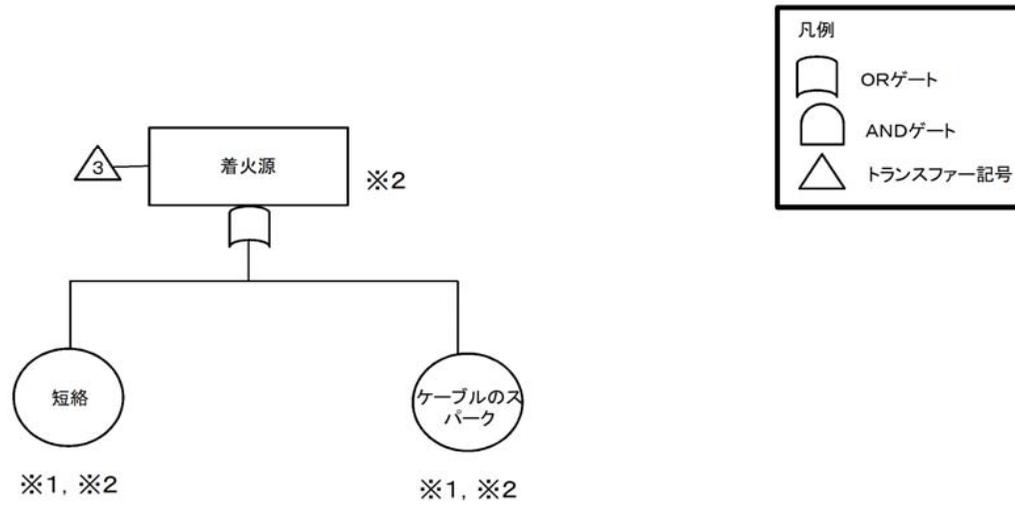
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (1/7)



第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (2/7)

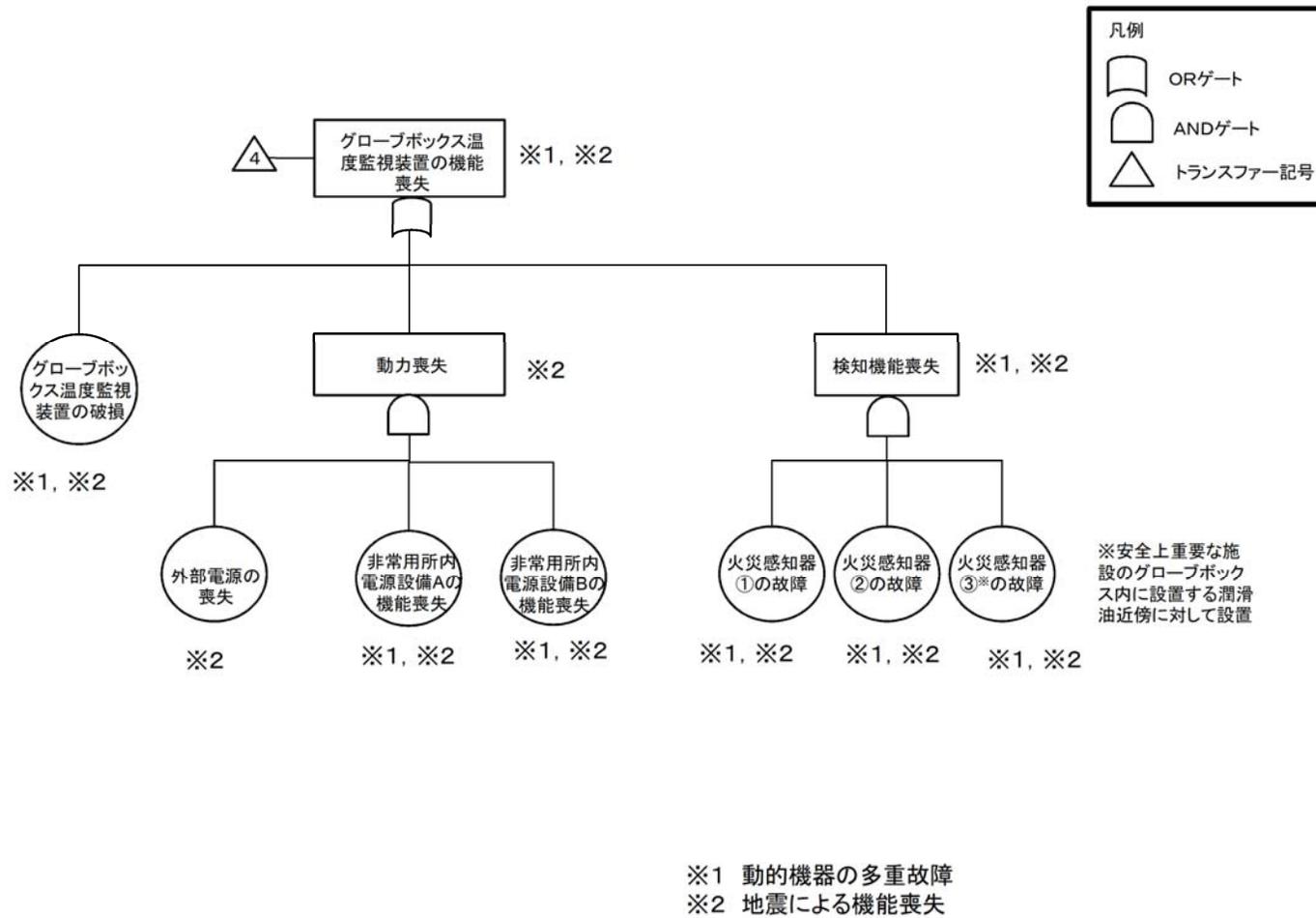


第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (3/7)

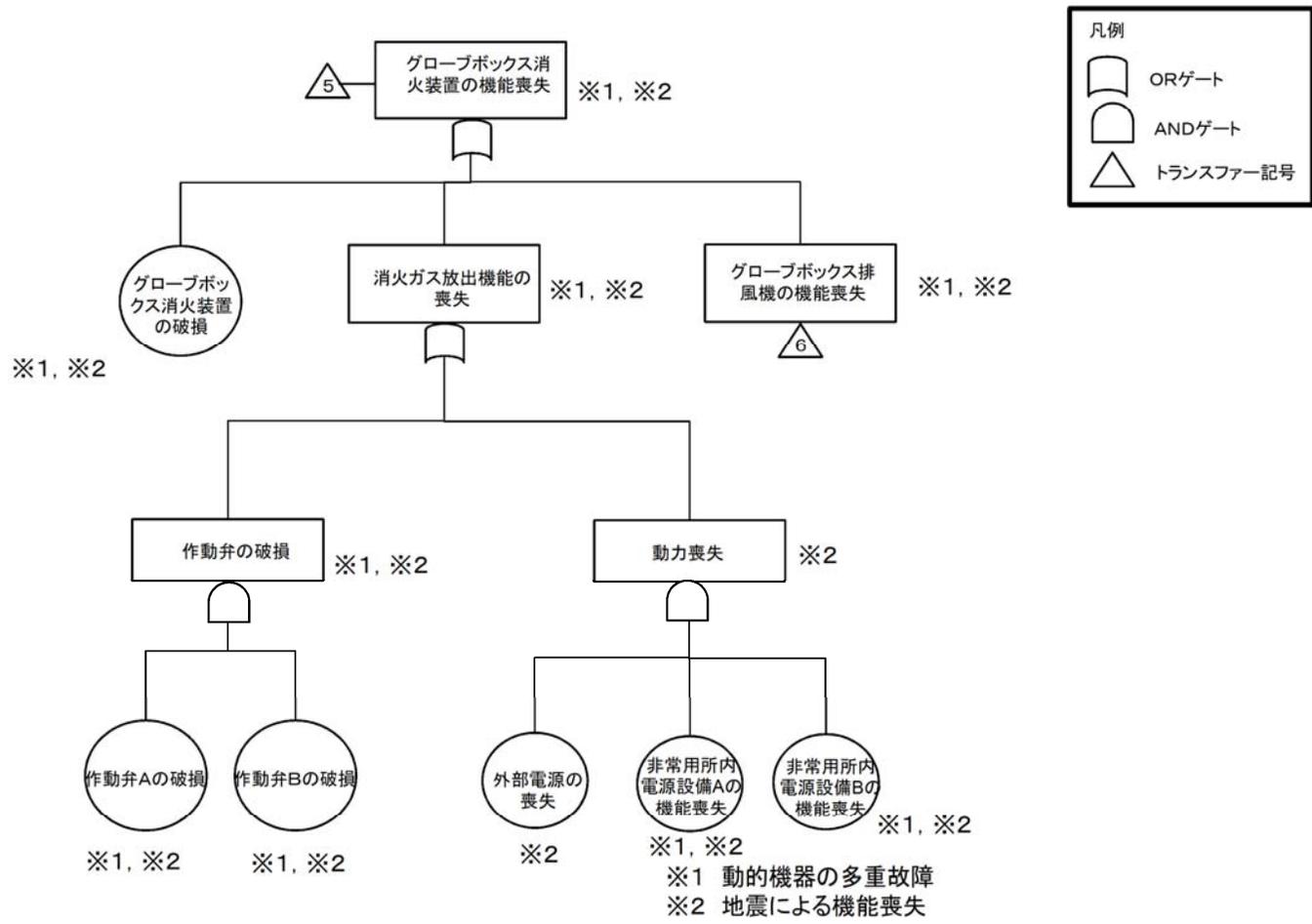


※1 動的機器の多重故障
 ※2 地震による機能喪失

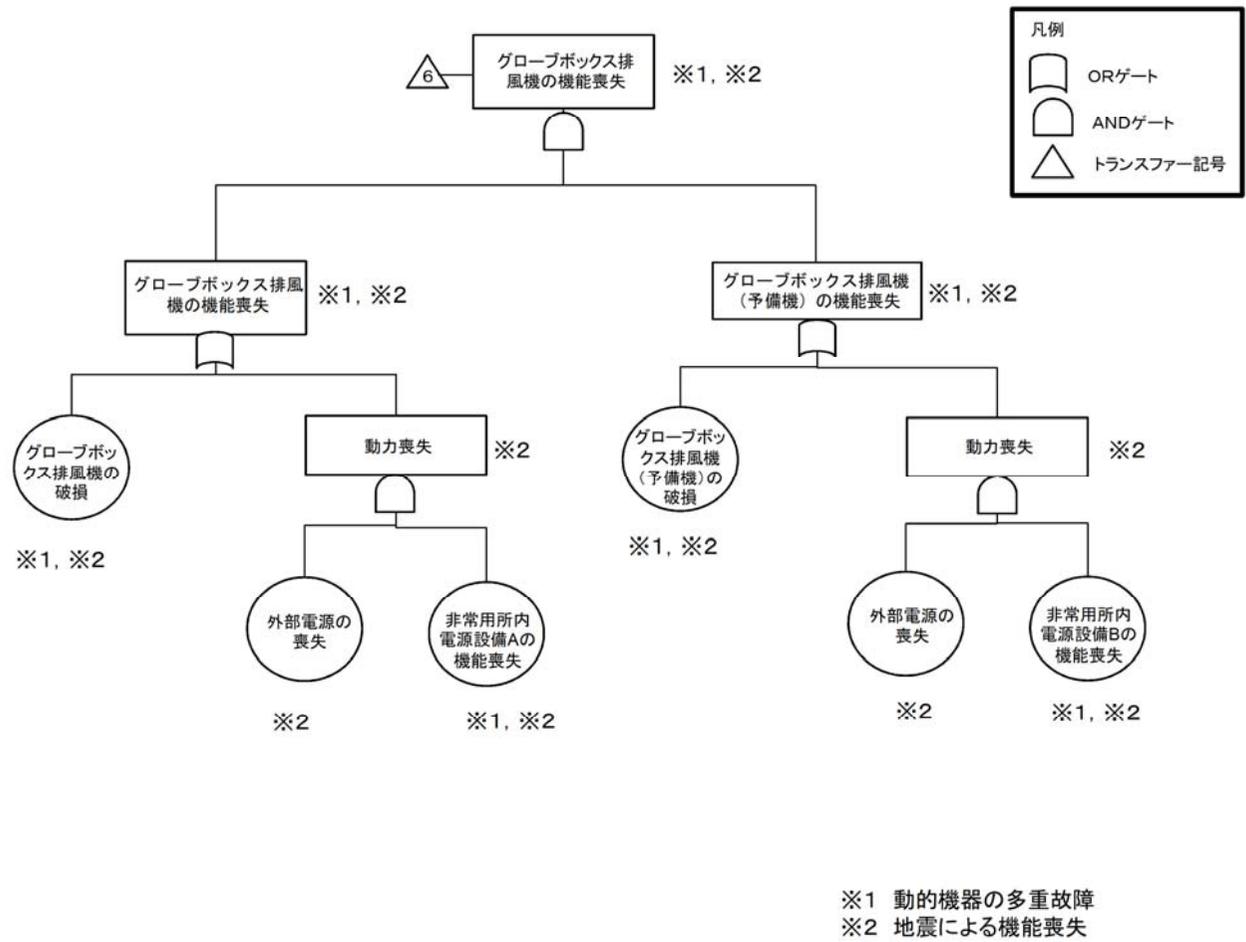
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (4/7)



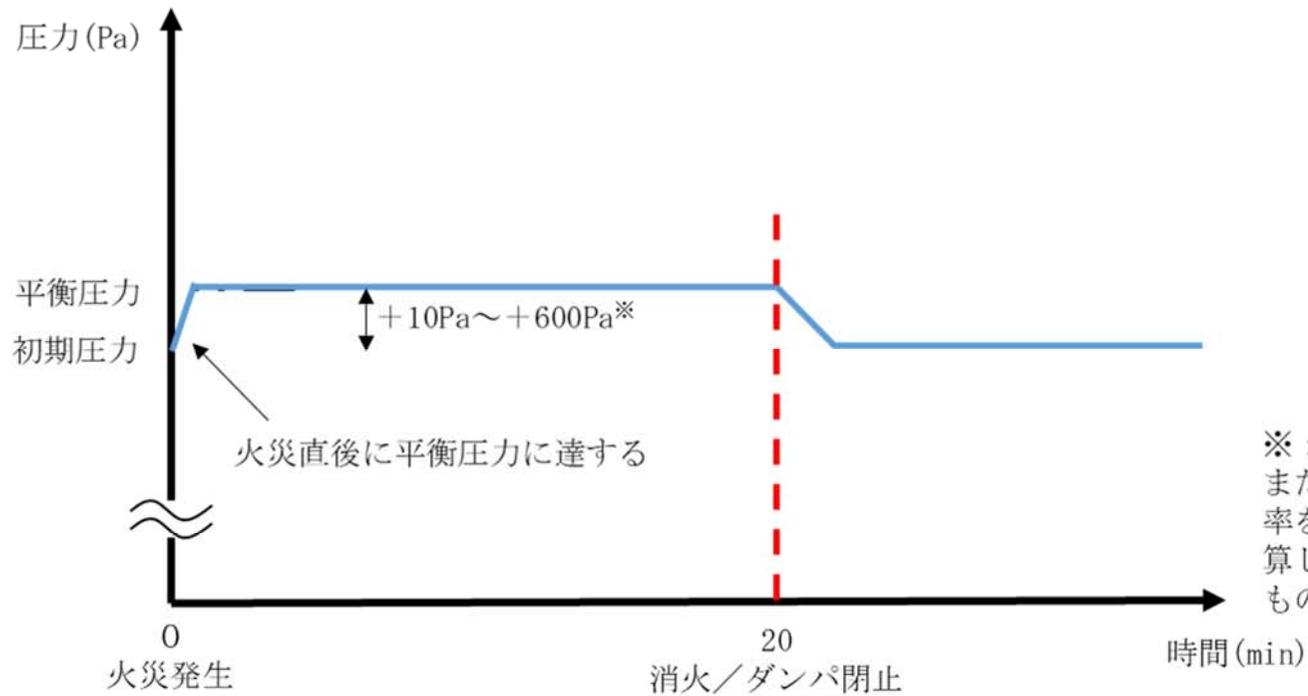
第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (5/7)



第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (6/7)

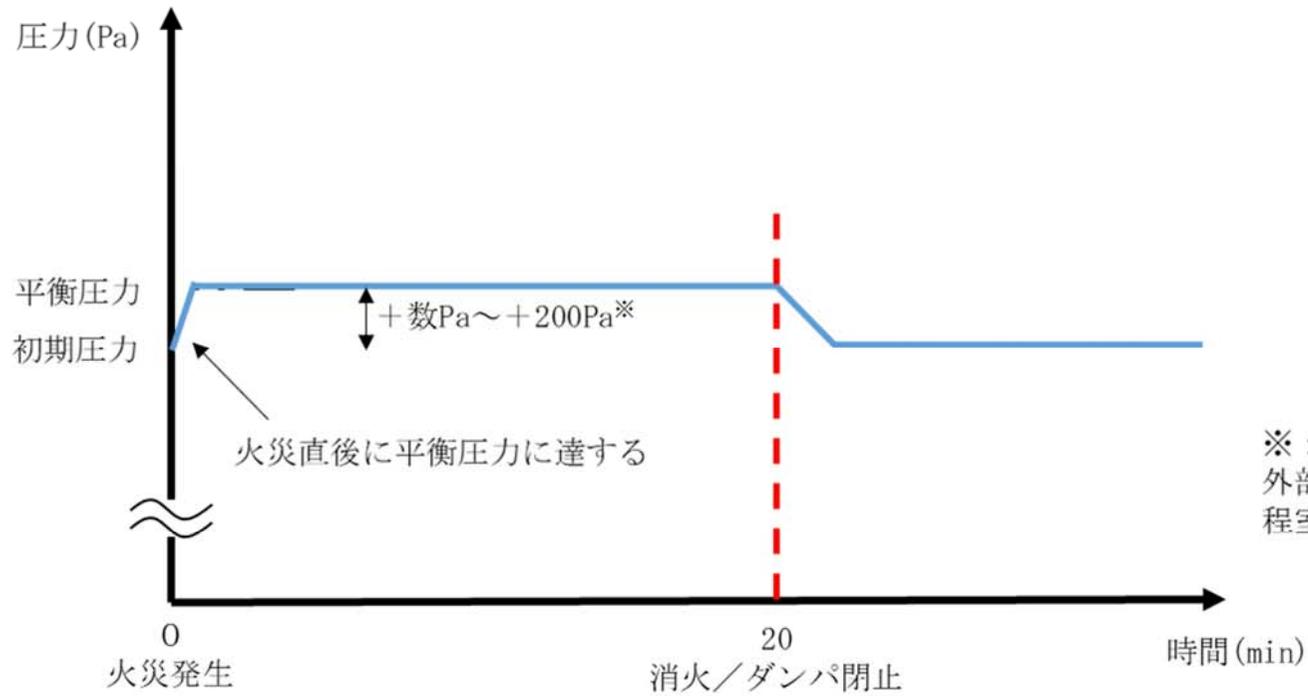


第6-18図 火災による閉じ込める機能の喪失のフォールトツリー分析 (7/7)



※：火災源により平衡圧力が異なる。
また、本評価値は、設計上の漏えい率をグローブボックス隙間長さに換算し、さらに隙間を10倍と仮定したものの。

第6-19図 グローブボックス圧力トレンド



※：火災源により平衡圧力が異なる。
外部への放出へ繋がる経路として工
程室排気系のみを考慮した場合。

図 6 - 20 図 工程室圧力トレンド

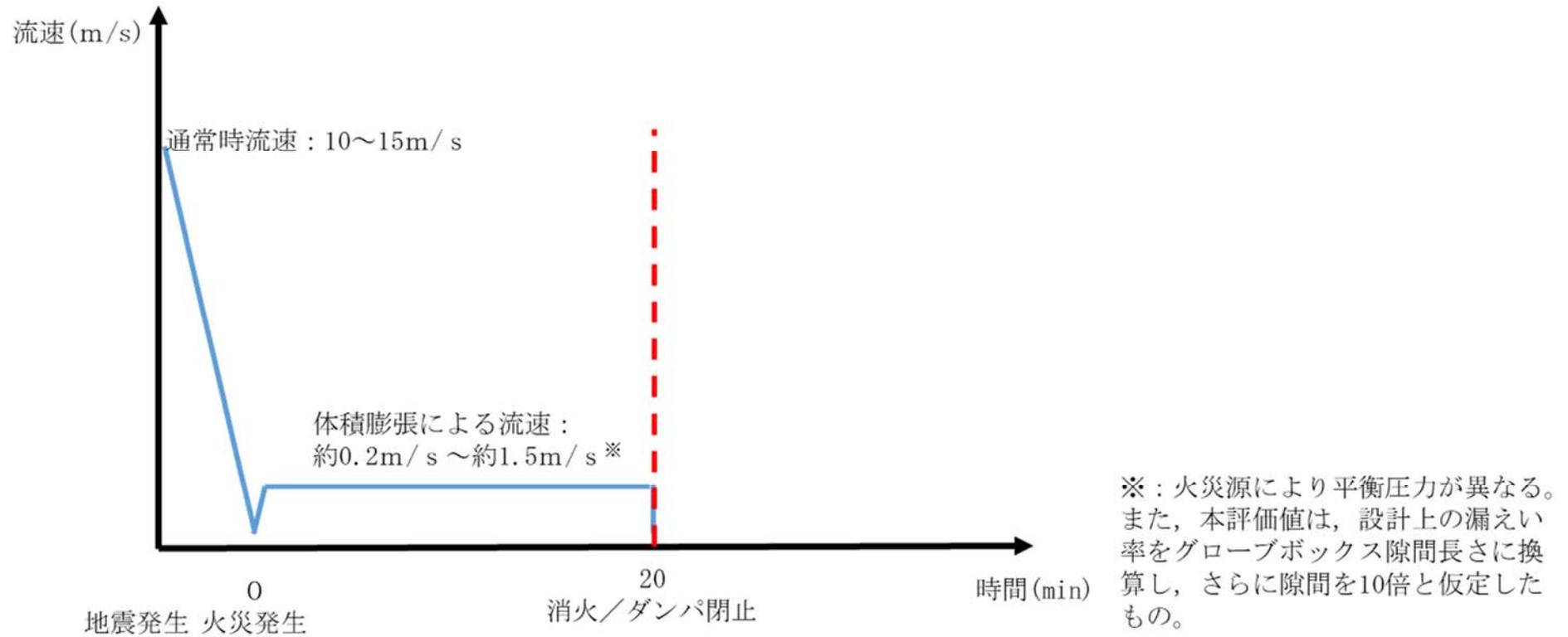
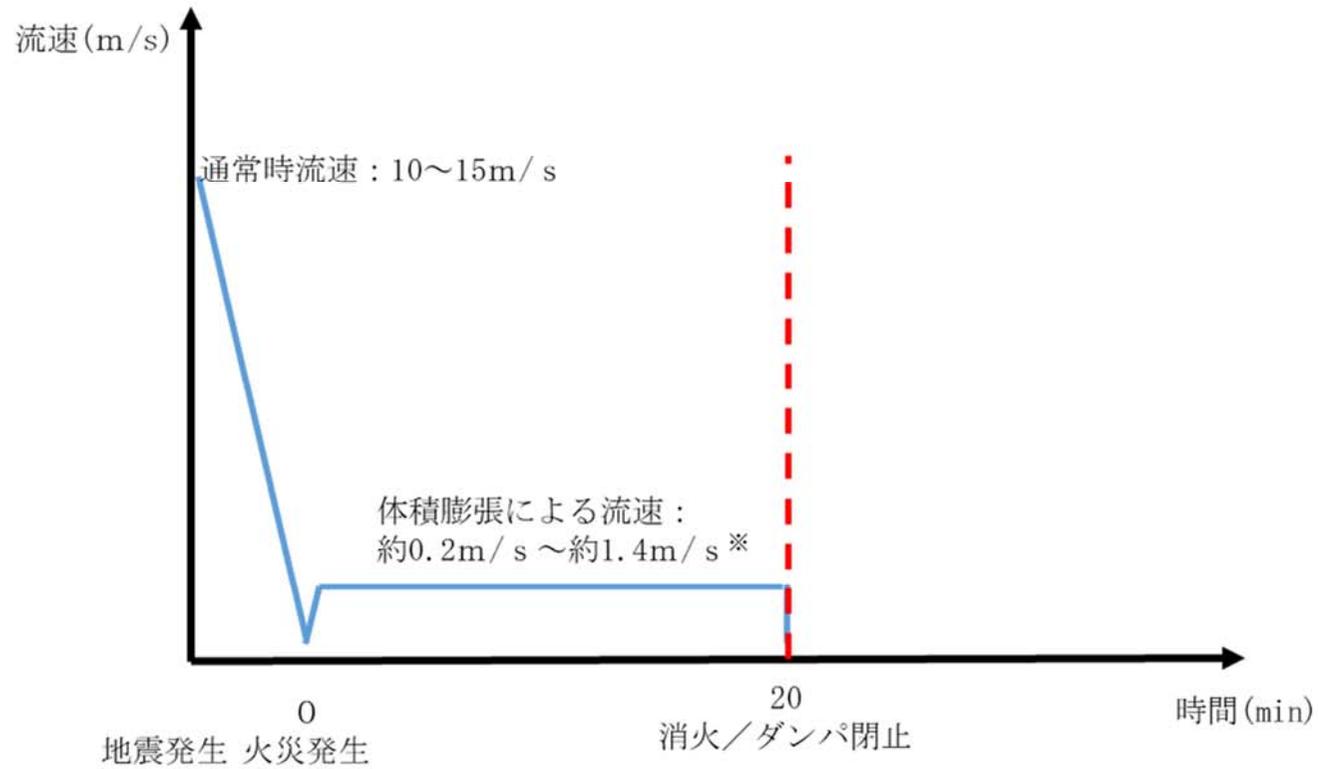
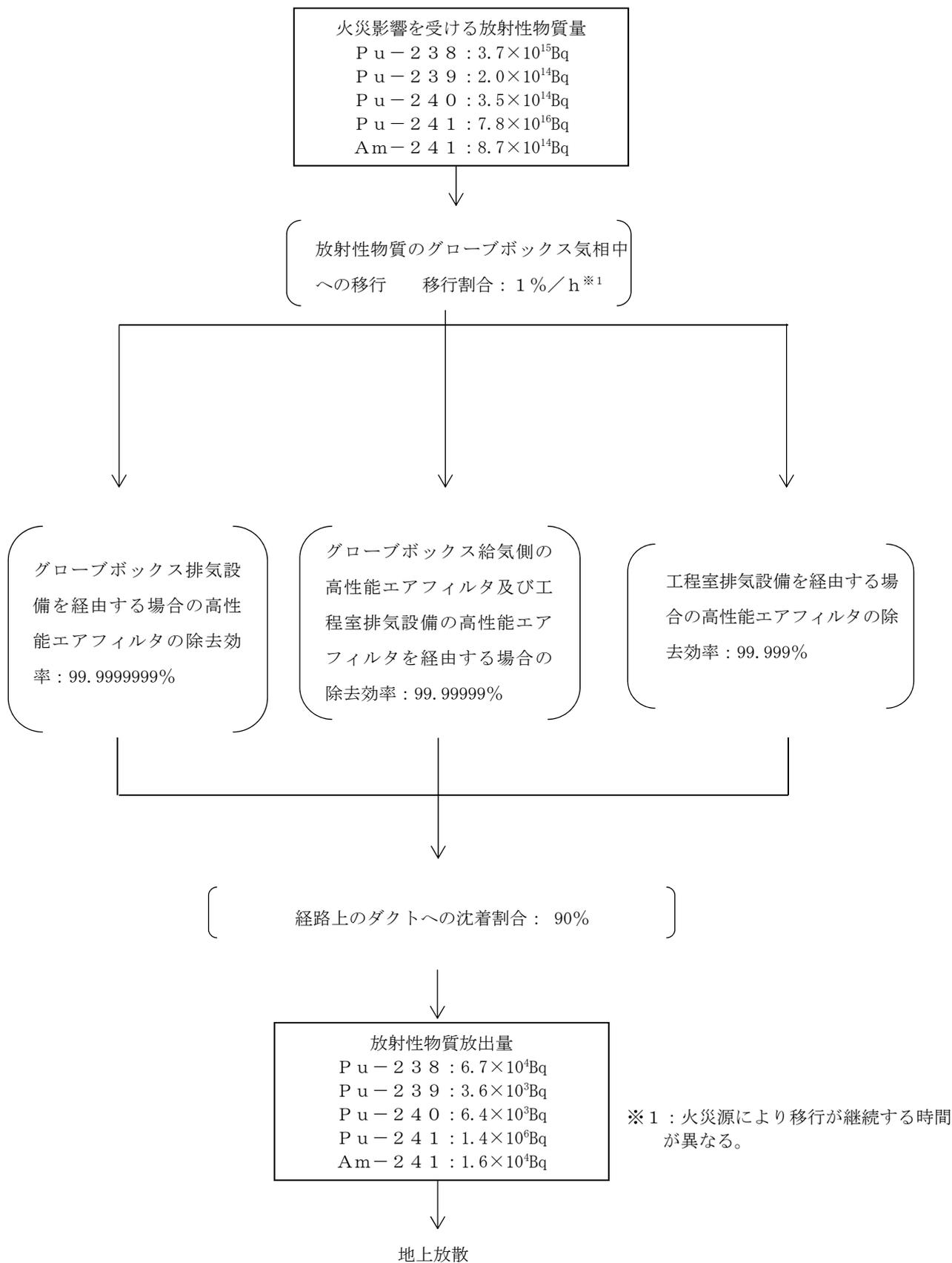


図6-21 図 グローブボックス排気ダクトの流速トレンド



※ : 火災源により平衡圧力が異なる。
外部への放出へ繋がる経路として工
程室排気系のみを考慮した場合。

図 6 - 22 図 工程室排気ダクトの流速トレンド



第6-23図 放射性物質の大気放出過程

第6-1表 重大事故の発生を仮定するグローブボックス一覧

部屋名称	グローブボックス名称
粉末調整第2室	予備混合装置グローブボックス
粉末調整第5室	均一化混合装置グローブボックス
	造粒装置グローブボックス
粉末調整第7室	回収粉末処理・混合装置グローブボックス
ペレット加工第1室	添加剤混合装置Aグローブボックス
	プレス装置A（プレス部）グローブボックス
	添加剤混合装置Bグローブボックス
	プレス装置B（プレス部）グローブボックス

第6-2表 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する設備
(1/2)

重大事故等対処設備			常設/可搬型の区分	
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	核燃料物質等の飛散の原因となる火災を消火するために使用する設備	代替消火設備	遠隔消火装置	常設
			重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{※1}	常設
		代替火災感知設備	火災状況確認用温度計	常設
			火災状況確認用温度表示装置	常設
			可搬型グローブボックス温度表示端末	可搬
	燃料加工建屋外への放出経路を閉止するために使用する設備	放出防止設備	グローブボックス排風機入口手動ダンパ	常設
			工程室排風機入口手動ダンパ	常設
			グローブボックス排気閉止ダンパ	常設
			工程室排気閉止ダンパ	常設
			ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ	常設
可搬型ダンパ出口風速計			可搬	
重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{※1}			常設	
飛散した核燃料物質を回収するために使用する設備	工程室放射線計測設備	可搬型ダストサンブラ	可搬	
		アルファ・ベータ線用サーベイメータ	可搬	
閉じ込める機能を回復するために使用する設備	代替グローブボックス排気系	ダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ	常設	
		可搬型排風機付フィルタユニット	可搬	
		可搬型フィルタユニット	可搬	
		可搬型ダクト	可搬	
		重大事故の発生を仮定するグローブボックス ^{※1}	常設	

※1：予備混合装置グローブボックス、均一化混合装置グローブボックス、造粒装置グローブボックス、回収粉末処理・混合装置グローブボックス、添加剤混合装置Aグローブボックス、プレス装置A（プレス部）グローブボックス、添加剤混合装置Bグローブボックス及びプレス装置B（プレス部）グローブボックス

第6-2表 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」に対処する設備
(2/2)

重大事故等対処設備			常設/可搬型の区分	
閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策に使用する設備	常設重大事故等対処設備に給電するための設備	受電開閉設備	受電開閉設備	常設
			受電変圧器	常設
		高圧母線	6.9kV 運転予備用主母線	常設
			6.9kV 常用主母線	常設
			6.9kV 運転予備用母線	常設
			6.9kV 常用母線	常設
		低圧母線	460V 運転予備用母線	常設
			460V 常用母線	常設
	可搬型重大事故等対処設備に給電するための設備	代替電源設備	可搬型発電機	可搬
			可搬型電源ケーブル	可搬
			可搬型分電盤	可搬
	補機駆動用燃料補給設備に給油するための設備	補機駆動用燃料補給設備	第1軽油貯槽	常設
			第2軽油貯槽	常設
			軽油用タンクローリ	可搬
放射性物質濃度の測定のための設備	代替モニタリング設備	可搬型排気モニタリング設備 可搬型ダストモニタ	可搬	
	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	可搬	

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

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

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

	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設	
			常設重大事故等対処設備	可搬型重大事故等対処設備
③-1	ダンパの閉止操作	<ul style="list-style-type: none"> ①にて、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内における火災を確認した場合、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを排風機室にて手動閉止する。 中央監視室よりグローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパの操作が可能である場合は遠隔閉止する。 	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排風機入口手動ダンパ 工程室排風機入口手動ダンパ 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 	-
③-2	ダンパ閉止状況の継続監視	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計をグローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに接続し、気流の流れにより経路の遮断に成功したことを確認する。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダンパ出口風速計
④	拡大防止対策（回収・回復）の開始の判断	<ul style="list-style-type: none"> ②-2及び③-2により火災の消火及び経路の遮断に成功し事態が収束したと判断した後、工程室の気相中の放射性物質濃度を確認する。 気相中に飛散したMOX粉末が十分沈降したことを確認した後、閉じ込める機能の回復及び回収を判断する。(⑤-1, ⑤-2へ移行) 	-	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ アルファ・ベータ線用サーベイメータ
⑤-1	排風機の起動	<ul style="list-style-type: none"> 既設のグローブボックス排風機の復旧を基本とするが、回収時の作業環境確保のため、代替グローブボックス排気系を構築し、グローブボックス内の雰囲気を開じ込める。また、本作業により、工程室の気流の流れを確保する。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダクト 可搬型排風機付フィルタユニット 可搬型フィルタユニット
⑤-2	MOX粉末の回収	<ul style="list-style-type: none"> 工程室気相中のMOX粉末が十分沈降し、排風機の起動により作業環境を確保した後、濡れウェス等の資機材により工程室内に飛散したMOX粉末を回収する。 	-	-

表 6-4 重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の放射性物質質量

グローブボックス名称	グローブボックスの インベントリ (kg・Pu)	火災影響を受けるMOX粉末量 ^{※1}			
		グローブボックス で一度に取り扱う 可能性がある容器	容器内MOX重量 (kg・MOX)	容器内Pu 富化度 (%)	容器内 Pu 重量 (kg・Pu)
予備混合装置グローブボックス	46.0	J60	65	33	18.9
均一化混合装置グローブボックス	90.5	J85	90	18	14.3
造粒装置グローブボックス	20.3	J85	90	18	14.3
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス ^{※2}	54.1	J60	65	33	18.9
		J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Aグローブボック ス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置A (プレス部) グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3
添加剤混合装置Bグローブボック ス	33.0	J85	90	18	14.3
プレス装置B (プレス部) グローブボックス	38.9	J85	90	18	14.3

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

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

第6-5表 閉じ込める機能の喪失時の放射性物質の放出量

核種	放出量 (Bq)
Pu-238	6.7×10^4
Pu-239	3.6×10^3
Pu-240	6.4×10^3
Pu-241	1.4×10^6
Am-241	1.6×10^4

2章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
 第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-1	重大事故の起因となる機能喪失を発生させる可能性がある自然現象等の選定根拠	7/8	2	
補足説明資料3-2	自然現象に対して実施する対処について	7/8	1	
補足説明資料3-3	自然現象の発生規模と安全機能への影響の関係	7/8	2	
補足説明資料3-4	重大事故等の特定	1/23	1	選定方法を変更したため欠番。
添付資料1	MOX燃料加工施設における核燃料物質の取扱い	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
添付資料2	各異常事象に対する発生防止対策について	2/26	0	選定方法を変更したため欠番。
補足説明資料3-5	SCALEコードシステムの概要	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-6	混合機の容積制限について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-7	未臨界質量の評価について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-8	未臨界質量に至る所要時間の算定について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-9	水配管の破損による溢水の想定について	2/26	1	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-10	燃料棒貯蔵設備における貯蔵マガジン落下時の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-11	燃料集合体貯蔵設備の没水の可能性について	12/26	0	第15条の説明内容に移動。
補足説明資料3-12	設計基準より厳しい条件等の同時発生	5/25	4	
補足説明資料3-13	近接原子力施設からの影響	7/22	1	
補足説明資料3-14	グローブボックス排気設備停止時におけるグローブボックスの温度評価	7/22	1	
補足説明資料3-15	安全上重要な施設の系統図	3/18	1	
補足説明資料3-16	フォールトツリー	7/17	3	

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

第22条: 重大事故等の拡大の防止等(3. 重大事故の発生を仮定する際の条件の設定及び重大事故の発生を仮定する機器の特定)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料3-17	フォールトツリー(重大事故の発生を仮定する際の条件毎の安全機能喪失の特定)	7/17	2	
補足説明資料3-18	系統図(重大事故の発生を仮定する際の条件毎の安全機能喪失の特定)	7/8	1	
補足説明資料3-19	臨界の発生可能性の検討	<u>7/31</u>	<u>9</u>	
補足説明資料3-20	安全上重要な施設の選定結果	7/8	1	
補足説明資料3-21	常設重大事故等対処設備に期待する耐震裕度の根拠について	7/8	1	
補足説明資料3-22	運転管理の上限値の設定について	4/13	0	
補足説明資料3-23	重大事故の発生を仮定する機器の特定結果	7/8	3	
補足説明資料3-24	高濃度の水素・アルゴン混合ガスの誤供給の可能性について	<u>7/31</u>	<u>4</u>	
補足説明資料3-25	混合酸化物貯蔵容器の取扱高さ制限について	7/8	0	
補足説明資料3-26	燃料集合体の取扱高さ制限について	7/8	0	
補足説明資料3-27	MOX燃料加工施設の平常時の放出量及びグローブボックス内の容器落下又は転倒時の放出量について	<u>7/31</u>	<u>2</u>	
補足説明資料3-28	グローブボックス内における火災の発生について	7/17	0	
補足説明資料3-29	MOX燃料加工施設におけるグローブボックスの整理	7/17	0	
補足説明資料3-30	MOX燃料加工施設における火災について	7/17	0	

令和2年7月31日 R9

補足説明資料3-19 (22条)

臨界の発生可能性の検討

1. 重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件における臨界の発生可能性の検討

重大事故の発生を仮定する際の条件を想定してもMOX燃料加工施設において臨界事故の発生は想定されないことから、重大事故の発生を仮定する際の条件を超える条件において核燃料物質の集積を想定し、臨界の発生可能性を検討する。

外的事象として基準地震動を超える地震動による地震が発生した際に、機器が損傷することを想定して、臨界の発生の可能性を評価する。また、火山の影響及び全交流電源の喪失については、工程が停止することから、核燃料物質の集積はなく、臨界には至らない。

このため、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、内的事象により複数の異常が同時に発生するとともに、臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定することにより、臨界の発生の可能性を評価する。ただし、直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合の失敗は想定しない等の理由により更なる事象進展の可能性がない場合は、それ以上の事象進展は想定しない。

この事象進展の想定に係る詳細を第1表に、さらに補足説明を第2表に示す。

なお、臨界評価コードを用いた評価に当たっては、臨界ベンチ

マーク実験の解析により，その信頼性が確認され，MOXに対する推定臨界下限中性子実効増倍率が0.97と検証されている計算コードシステムSCALE-4のKENO-V.aコード又はKENO-V.aコードと同等であるKENO-VIコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて解析を行い，統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が，この推定臨界下限中性子実効増倍率に裕度を見た0.95を下回る場合，臨界に至らないと判定する。

(a) 外的事象

基準地震動を超える地震動による地震が発生した際に設備が損傷し，MOXが集積する状況を想定し，臨界の発生可能性を検討する。

なお，臨界の成立条件には減速条件の違いが大きく関わってくることから，検討は2段階に分けて実施する。具体的には，乾式工程が維持できて減速条件に変化がない条件と地震により水配管及び堰が破損し，発生した溢水が室内に浸入して着目するMOXの減速条件及び反射条件が変化する可能性がある条件に分けて行う。

I 乾式工程が維持できて減速条件に変化がない場合

質量管理を行う単一ユニットは，運転管理の上限値以下で核燃料物質量を管理し，仮に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，基準地震動を超える地震動による地震が発生し，グローブボックスの

機能が喪失した場合においても核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることとはなく、臨界に至ることとはない。そのため本検討においては、MOXを一か所で大量に取り扱う貯蔵施設を対象に評価を行う。

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るが、これらの施設はピット又は棚構造であり、貯蔵される核燃料物質間は施設の構成部材で隔離されている。基準地震動を超える地震動による地震により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とは考えられず、核燃料物質の接近の障壁となり一か所に集積することとは考えられないことから、臨界に至ることとはない。しかしながら、念のための検討として、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臨界評価を行う。

評価対象の貯蔵施設は、以下の6施設とする。なお、スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、最大貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

- ・貯蔵容器一時保管設備
- ・原料MOX粉末缶一時保管設備
- ・粉末一時保管設備

- ・スクラップ貯蔵設備
- ・燃料棒貯蔵設備
- ・燃料集合体貯蔵設備

i. 貯蔵容器一時保管設備

貯蔵容器一時保管設備の一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器を一時保管するため4行8列のピットを配置し、32体の保管容量を有する設計である。

一時保管ピットは、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても混合酸化物貯蔵容器がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、混合酸化物貯蔵容器同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に一時保管ピットが破損して、混合酸化物貯蔵容器が落下し、集積した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

最大保管量である32体の混合酸化物貯蔵容器が全て床面に落下し、2行8列2段に近接した状態を想定して臨界解析を行う。

混合酸化物貯蔵容器の上部のフランジ部の直径は、胴部（粉末缶を収納する部分）の直径より大きくなっているため、混合酸化物貯蔵容器が落下しても全ての混合酸化物貯蔵容器の胴部が密接した状態となることはないが、ここではより厳しい評価となるように混合酸化物貯蔵容器の胴部

が密接した状態で評価する。また、貯蔵容器一時保管設備の床面は、全ての混合酸化物貯蔵容器を横にした状態で1段に並べることができるだけの面積を有するが、ここでは混合酸化物貯蔵容器が密接した状態で2段に積み重なった状態を想定する。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.825 であり、混合酸化物貯蔵容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

ii. 原料MOX粉末缶一時保管設備

原料MOX粉末缶一時保管設備の原料MOX粉末缶一時保管装置は、粉末缶を一時保管するため2行12列のピットを配置し、24缶の保管容量を有する設計である。

本設備で取り扱う粉末缶は、ネジ込み蓋を有することから、内包するMOX粉末が容易に飛散することはない。また円筒形状であることから、仮にピットから飛び出した場合においても複数段積み上がることはない。原料MOX粉末缶一時保管装置は、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、粉末

缶同士が接触することは考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に原料MOX粉末缶一時保管装置が破損し、粉末缶同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

原料MOX粉末缶一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末缶が2行無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.883 であり、粉末缶の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iii. 粉末一時保管設備

粉末一時保管設備の粉末一時保管装置は、容器を一時保管するため、47行2列のピットを配置し、94容器の保管容量を有する設計である。

粉末一時保管装置で取り扱う容器は全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではなく、ピットが破損した場合においても、ピットの部材が障壁となり、容器同士が接触すること

は考えられない。さらに、粉末一時保管装置グローブボックスの高さは、パネル面から東西の壁までの距離を上回っているため、仮に設備が破損した場合においても空間的に横転することはなく、容器がピットを飛び出して内部のMOX粉末が漏えいすることはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に粉末一時保管装置が破損し、容器同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

粉末一時保管装置の構成部材が喪失することを仮想し、粉末一時保管装置で取り扱う容器であるJ60又はJ85が2列無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステムSCALE-4のKENO-V.aコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.807であり、容器の近接を想定しても臨界に至ることはない。

iv. スクラップ貯蔵設備

スクラップ貯蔵設備のスクラップ貯蔵棚は、CS粉末、CSペレット、RS粉末又はRSペレット入りのCS・RS保

管ポットを積載した9缶バスケットを貯蔵するため、1台当たり6段7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で210容器の貯蔵容量を有する設計である。

スクラップ貯蔵棚で取り扱う9缶バスケットは収納パレットに収納された状態で保管し、CS・RS保管ポットは落下しても容易にMOXが漏えいしないよう蓋を設ける設計とすることから、本設備の棚から落下した場合においてもMOXが密に集積することはない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮にスクラップ貯蔵棚が破損し、グローブボックス床面に隙間なく集積することを想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

スクラップ貯蔵棚から収納パレットが全数落下し、グローブボックス底面積から貯蔵棚の設置面積を除いたスペースに、直方体形状に焼結ペレットが集積した状態を想定して臨界解析を行う。

CS・RS保管ポットに貯蔵する焼結ペレットは9缶バスケットに収納され、さらに収納パレットに収納された状態で保管することから、落下した場合これらの構造部材により本来空隙が生じるが、ここではより厳しい評価となるようにMOXが隙間なく堆積するとして評価を行う。また、焼結ペレットは円筒形状であることから、最密に集積した場合でも必ず空隙が生じるが、本評価においてはより厳しい評価となるようにこれも無視する。解析モデル及び解析条件を第3表に

示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IVライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.674であり、焼結ペレットがグローブボックス床面に隙間なく集積することを想定しても臨界に至ることはない。

v. 燃料棒貯蔵設備

燃料棒貯蔵設備の燃料棒貯蔵棚は、貯蔵マガジンを保管するため、4段10行及び4段8行の2台で構成し、72基の貯蔵マガジンを貯蔵する設計である。なお平常時の寸法は、貯蔵マガジンの外寸は横方向36cm以上（実設計 \square cm）、上下方向36cm以上（実設計 \square cm）であり、燃料棒貯蔵棚では貯蔵マガジンの中心間距離は横方向75cm以上（実設計 \square cm）、上下方向70cm以上（実設計 \square cm）である。

燃料棒貯蔵棚はスライド式の蓋を備えており、貯蔵マガジンが容易に飛び出す構造ではなく、棚が破損した場合においても、燃料棒貯蔵棚の部材が障壁となり、貯蔵マガジン同士が接触することは考えられない。

\square については商業機密の観点から公開できません。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料棒貯蔵棚が破損し、貯蔵マガジン同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

(i) 評価モデルの設定

燃料棒貯蔵棚の構成部材が破損することを仮想し、貯蔵マガジンが4段積み重なった状態で行方向無限配列に近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデルにおいて貯蔵マガジン間は、上下方向は密着した状態(36cm)とし、横方向は燃料棒貯蔵棚の構造材(厚さ cm の支柱が地震時に破損したとしても構造材が消失するわけではないので6cm程度を期待する)を考慮して貯蔵マガジンの中心間距離を42cmとして設定する。解析モデル及び解析条件を第3表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の3倍を考慮した中性子実効増倍率は最大0.948であり、貯蔵マガジンの近接を想定しても臨界に至ることはない。

については商業機密の観点から公開できません。

vi. 燃料集合体貯蔵設備

燃料集合体貯蔵設備の燃料集合体貯蔵チャンネルは、220チャンネルを設け、1チャンネル当たりBWR燃料集合体4体又はPWR燃料集合体1体を貯蔵する設計である。

燃料集合体貯蔵チャンネルには蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても燃料集合体がチャンネルから飛び出すことはなく、チャンネルが破損した場合においても、ステンレス鋼製のガイド管及び外管が障壁となり、燃料集合体同士が接触することは考えられない。なお平常時の寸法は、燃料集合体貯蔵チャンネルの外管の外寸は東西方向 39.65cm 以上（実設計 \square cm）、南北方向 39.65cm 以上（実設計 \square cm）であり、燃料集合体貯蔵チャンネルの中心間距離は東西方向 75cm 以上（実設計 \square cm）、南北方向 75cm 以上（実設計 \square cm）である。また、燃料集合体貯蔵チャンネルは支持架台を通じて地下1階床面に、遮蔽蓋の支持架台を通じて地上1階床面に固定されているため、基準地震動を超える地震動による地震により貯蔵チャンネルの外管同士が接触するまで近接することも考えられない。

しかしここでは、基準地震動を超える地震動による地震により、仮に燃料集合体貯蔵チャンネルが破損し、燃料集合体貯蔵チャンネル同士が近接した状態を想定して臨界の発生可能性を検討する。

\square については商業機密の観点から公開できません。

(i) 評価モデルの設定

燃料集合体貯蔵チャンネルの構成部材が破損することを仮想し、燃料集合体貯蔵チャンネルが南北方向に 10 個、東西方向に無限配列で近接した状態を想定して臨界解析を行う。解析モデルにおいて燃料集合体貯蔵チャンネル間は、東西方向は密着した状態 (39.65cm) とし、南北方向は燃料集合体貯蔵チャンネルの構造材 (厚さ \square cm の外側フランジが地震時に破損したとしても構造材が消失するわけではないので 3cm 程度を期待する) を考慮して燃料集合体貯蔵チャンネルの中心間距離を 42cm として設定する。解析モデル及び解析条件を第 3 表に示す。

(ii) 評価の判定基準

計算コードシステム SCALE-4 の KENO-V.a コード及び ENDF/B-IV ライブラリを用いて計算した結果、統計誤差として標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率が、0.95 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

(iii) 評価結果

上記の条件で計算した結果、標準偏差の 3 倍を考慮した中性子実効増倍率は最大 0.949 であり、燃料集合体貯蔵チャンネルの近接を想定しても臨界に至ることはない。

\square については商業機密の観点から公開できません。

II 地震により水配管及び堰が破損した場合

本検討ではまず、燃料加工建屋内の水配管及び堰が破損し

て、溢水が発生する状況を想定し、そのとき工程室内の水位を算定する。算定した溢水水位を用い、集積したMOXと水の接触を考慮したモデルにより臨界評価を行う。

水配管は工程室から可能な限り排除する設計としていることから、溢水経路としては、発生した溢水が工程室外の階段及びエレベータシャフトを通過して下階に落水し、一旦廊下に拡散した後緩やかに工程室に浸入するものと推定され、特定の工程室の水位が過渡的に上昇することは考えられない。また、地下3階より低い場所に位置する床ドレン回収槽室は約340m³の空間体積を有し、燃料加工建屋の保有水全量を収納することができることから、地下3階の工程室に溢水が滞留することはない。

本評価の詳細については、添付資料4にて後述する。

したがって、地震により水配管及び堰が破損し溢水が発生した場合を想定してもMOXの減速条件に変化はなく、評価結果はIに包絡される。

以上の結果より基準地震動を超える地震動による地震が発生した際に設備が損傷し、MOXが集積する状況を想定しても臨界に至ることはない。

(b) 内の事象

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、誤搬入防止機構の機能が喪失し、核燃料物質が制限なく搬入可能な状態となった場合に、核燃料物質量の逸脱が発生

する可能性があることから、MOXが収納された容器が貯蔵施設からグローブボックスに継続的に搬入され、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。

具体的には、各グローブボックスへMOXを搬送する容器のうち、1回あたりの搬送量が最も大きい容器を用いて、未臨界質量まで搬入し続けることを想定する。ここで未臨界質量とは、水反射体 2.5cm、球形状モデルにて計算した中性子実効増倍率が 0.95 以下となる質量であり、MOXの集積量が未臨界質量を超えなければ、いかなる集積状態においても臨界に至ることはないと判定する。

安全上重要な施設に選定している全てのグローブボックスを対象に評価を行った結果として、第4表にグローブボックス毎に未臨界質量に達するまでの時間と誤搬入に係る誤作動・誤操作回数を示す。

この結果、臨界防止機能の喪失から臨界に至る可能性のある状態に到達するまでの時間余裕が長く、その間に複数の運転員により行われる多数回の設備の状態の確認により異常を検知し、異常の進展を防止できることから、臨界事故は発生しない。

さらに、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確認手段によって、MOX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、直ちに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。

a. 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指示されるとともに、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。また、測定値は連続的に記録計で記録され、前回の測定値からの変動を容易に確認できる。エリアモニタの配置とグローブボックスの関係を第1図に示す。

MOXからは、プルトニウム及び子孫核種からのガンマ線及び中性子線が発生している。エリアモニタにより指示される線量当量率は、MOXの移動等により変動するものの、平常運転時に取り扱うMOXの質量には上限があるため、エリアモニタによる線量当量率についても上限がある。

MOX粉末の取扱量が最も多い機器である均一化混合機が設置される粉末調整第5室のエリアモニタ付近の空間線量率は平常時で約 $10 \mu\text{Sv/h}$ 程度と評価しており、その他の工程室では数～数十 $\mu\text{Sv/h}$ を想定している。また、万一、未臨界質量までMOXが異常に集積した場合は、粉末調整第5室で約 $500 \mu\text{Sv/h}$ 、その他の工程室では約 $500 \mu\text{Sv/h}$ ～約 2mSv/h と想定している。

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

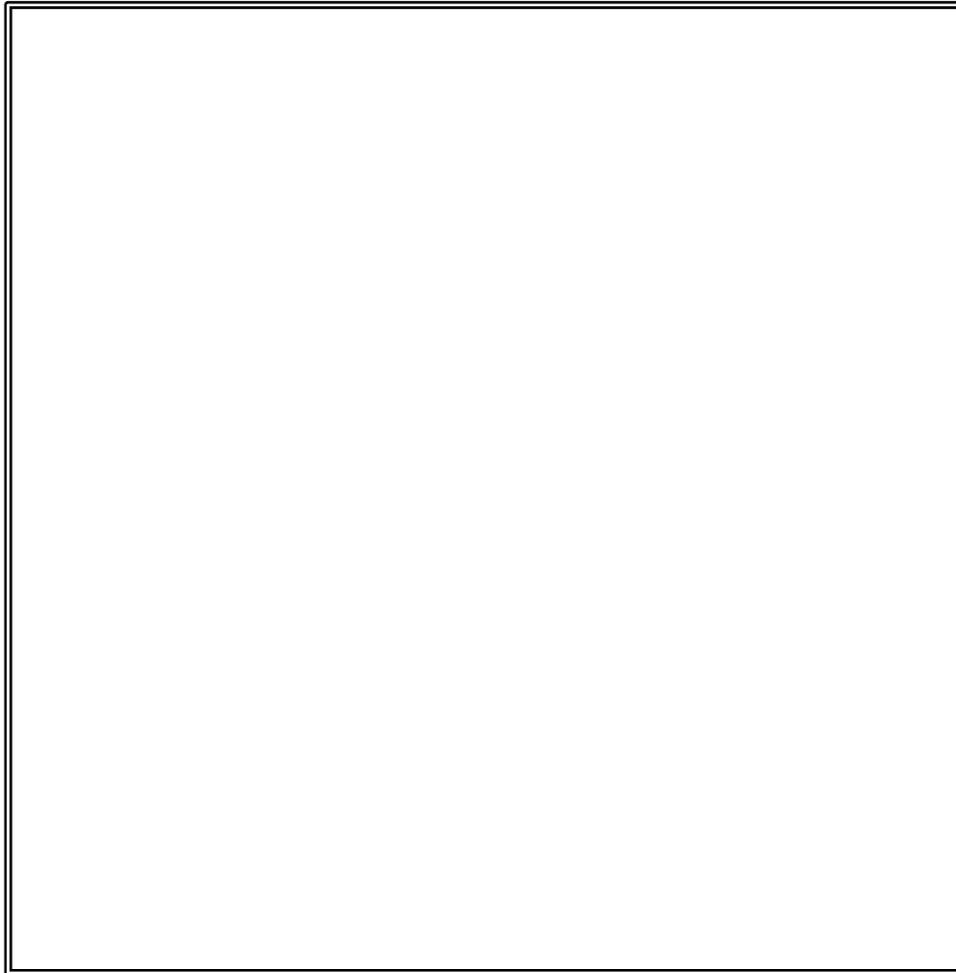
このため、エリアモニタが警報を発した場合は、設備の状態確認を開始することができ、核燃料物質の異常な集積の有無を確認し、異常な集積が生じている場合には、工程を停止する等の措置を講ずることができることから、臨界事故は発生しない。

これらの対応は、保安規定に基づく作業手順書に定めることとする。

b. 目視による異常な集積の有無の確認

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

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



- 凡例
-  :ガンマ線エリア モニタ
 -  :中性子線エリア モニタ
 -  :安全上重要な施設に
選定しているグローブ
ボックス

第1図 エリアモニタの配置とグローブボックスの関係（地下3階）

 については核不拡散上の観点から公開できません。

第1表 臨界防止機能に係る機能喪失の想定の方

<p>重大事故の発生を 仮定する際の条件</p>	<p>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、臨界の発生可能性における想定（左記に対する追加部分）</p>
<p>単一の機能を担う動的機器のみの機能喪失（多重故障）</p>	<p>臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定する。 ただし、関連性のない複数の起因事象の同時発生及び形状寸法管理を維持する機能の喪失は想定しない。 (イ) 臨界に至ることを防止する機能が喪失した場合に想定される設備の状態において処理運転が停止又は停止させ、それ以降の処理運転の継続が困難な場合（作業環境的に不可能な場合を含む） (ロ) 直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合 (ハ) 多様性を有する手段などにより複数の要員が多数回の設備・プロセスの状態を確認することで異常を検知できる場合 (ニ) 臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失、誤操作等を必要とする場合 (ホ) 独立した信頼性の高い運転管理及び関連する操作において複数の要員が多数回の設備の状態の確認を行うことで異常を検知できる場合</p>

1

2

上記の臨界防止機能に係る機能喪失の想定の方に係る補足説明を第2表に示す。

第2表 臨界防止機能に係る機能喪失の想定のおえ方に係る補足説明

No.	想定条件	左記の想定条件の説明及び妥当性
1	<p>「(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合」の失敗は、想定しない</p>	<p>計器（計算機や秤量器を含む）等による監視については、計器の故障（指示値のズレ等）により正しい判断がなされない可能性があるが、直接目視又は間接目視（カメラ等を介して行う運転員の目視）により設備の異常（漏えいの有無や搬送容器の数が明らかに多い等）を容易に確認できる場合は、計器の故障による判断誤りを排除できる（間接目視で使用するカメラの故障は画面の確認で判断可能）とともに、複雑な判断を要しない。また、複数の当直における運転員が確認を行うことで、同一の運転員の認識誤りを排除できる。</p> <p>このような確認を複数の要員が多数回行うことで異常を検知し、事象の進展を防止できることから当該措置の喪失（失敗）は想定しない。</p>
2	<p>「(二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失、誤操作等を必要とする場合」は、臨界に至ることを想定しない</p>	<p>臨界に至る条件に達するまでに、特定の機能を喪失した状態での操作を数十回と繰り返す必要がある場合は、複数回の状態の確認、複数の当直における運転員の関与により異常に気づくことができる。</p>

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (1 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>貯蔵容器 一時保管 設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 3 体を収納 ステンレス鋼 0.55cm ・粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 1.8~4.0×10³kg/m³ アルミニウム 0.55cm ・混合酸化物貯蔵容器の配列 2段×8列×2行 ・雰囲気中水密度 0~0.001×10³kg/m³ ・反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>■ 混合酸化物貯蔵容器 ■ 普通コンクリート □ 雰囲気中水密度 (0~0.001×10³kg/m³)</p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 混合酸化物貯蔵容器は密閉構造であることから、溢水時においても水の浸入は想定されず、容器内部の粉末の含水率が変動することはない。また、容器内の雰囲気中水密度を0×10³kg/m³とする。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (2 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>原料MOX 粉末缶一時 保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 粉末缶 質量 15.1kg・MOX (13.3kg・(U+Pu)) Pu 富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.5% MOX密度 1.8~5.0×10³kg/m³ 直径 20.4cm 粉末缶の配列 1段×2行 (列方向無限) 雰囲気中水密度 0~0.001×10³kg/m³ 上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p style="text-align: right;">[単位 : cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮しても粉末缶内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より保守側となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (3 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
粉末一時 保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 33% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 2.5% MOX密度 1.8~5.0×10³kg/m³ 外径41cm×内径19cm ・ J 85 質量 90kg・MOX Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 3.5% MOX密度 1.8~7.9×10³kg/m³ 外径47cm×内径13.5cm ・ J 60または J 85の配列 1段×2列 (行方向無限) ・ 雰囲気中水密度 0~0.001×10³kg/m³ ・ 上下方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>■ J60</p> <p>■ 普通コンクリート</p> <p>□ 雰囲気中水密度 (0~0.001×10³kg/m³)</p> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 溢水を考慮しても J 60及び J 85内に水が浸入することは考えられないことから、含水率が変動することはない。 2) 溢水を想定しない場合の反射条件は反射体なしの場合より保守側となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

[単位 : cm]

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル（4／6）

設備	計算モデル	モデル図	備考
スクラップ 貯蔵設備 / 製品ペレット 貯蔵設備 / ペレット 一時保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・焼結ペレット Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ペレットの配列 厳しい評価となるようペレット間の空隙を無視する。 高さ 6.5cm(スクラップ貯蔵設備) ・雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・上下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<div style="text-align: center;"> <p>行方向 280</p> <p>列方向 600</p> <p>80</p> <p>100</p> <p>平面図</p> <p>280</p> <p>100</p> <p>330</p> <p>100</p> <p>6.5</p> <p>断面図</p> <p>■ 焼結ペレット ■ 普通コンクリート □ 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> <p style="text-align: right;">[単位: cm]</p> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 設備の構造及び収納物が類似していること並びに同一の階に設置されていることから、最大貯蔵能力の最も大きいスクラップ貯蔵設備で代表して評価を行う。 2) 反射条件は反射体なしの場合より厳しい評価となるよう核燃料物質の周囲に水2.5cm反射とする。

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (5 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料棒 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 貯蔵マガジン 添5第6表に示す貯蔵マガジンと同一形状 ただし長さ400cm 貯蔵マガジンの配列 4段×1列(行方向無限) 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 段方向及び列方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p> 貯蔵マガジン 普通コンクリート 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) </p> <p>[単位 : cm]</p>	<p>1) 反射条件は反射体なしの場合より 厳しい評価となるよう核燃料物質の 周囲に水2.5cm反射とする。</p>

第3表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (6 / 6)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>燃料集合体 貯蔵設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> 燃料集合体貯蔵チャンネルの貯蔵量 PWR燃料集合体1体または BWR燃料集合体4体 燃料集合体 添5第6表に示すBWR燃料集合体又は PWR燃料集合体と同一形状 燃料集合体貯蔵チャンネルの配列 1段×10行(列方向無限) 雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 上下方向及び行方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>平面図</p> <p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p>	<p>1) 反射条件は反射体なしの場合より 厳しい評価となるよう核燃料物質の 周囲に水2.5cm反射とする。</p>

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
1	原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	原料MOX粉末缶取出ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (ニ)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
2	原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	原料MOX粉末秤量・分取ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	
3	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×33回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×33回 ③計算機による核的制限値以下の確認×33回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×33回 ⑤運転員の搬入許可×33回	165	0	132	33	発生しない	約39時間	
4	予備混合装置グローブボックス	予備混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約13時間	
5	一次混合装置グローブボックス	一次混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約22時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
6	一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	一次混合粉末秤量・分取ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約10時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が複数回実施する場合に該当 (ニ)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
7	均一化混合装置グローブボックス	均一化混合ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×18回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×18回 ③計算機による核的制限値以下の確認×18回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×18回 ⑤運転員の搬入許可×18回	90	0	72	18	発生しない	約21時間	
8	造粒装置グローブボックス	造粒ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×16回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×16回 ③計算機による核的制限値以下の確認×16回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×16回 ⑤運転員の搬入許可×16回	80	0	64	16	発生しない	約15時間	
9	添加剤混合装置グローブボックス	添加剤混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×16回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×16回 ③計算機による核的制限値以下の確認×16回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×16回 ⑤運転員の搬入許可×16回	80	0	64	16	発生しない	約41時間	
10	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	原料MOX分析試料採取ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×12回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×12回 ③計算機による核的制限値以下の確認×12回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×12回 ⑤運転員の搬入許可×12回	60	0	48	12	発生しない	約12時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
11	分析試料採取・詰替装置グローブボックス	分析試料採取・詰替ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末の質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可（通常時閉止），⑥誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑦運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×24回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×24回 ③計算機による核的制限値以下の確認×24回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×24回 ⑤運転員の搬入許可×24回	120	0	96	24	発生しない	約43時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
12	回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	回収粉末処理・詰替ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末の搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×33回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×33回 ③計算機による核的制限値以下の確認×33回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×33回 ⑤運転員の搬入許可×33回	165	0	132	33	発生しない	約30時間	
13	回収粉末微粉碎装置グローブボックス	回収粉末微粉碎ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約22時間	
14	回収粉末処理・混合装置グローブボックス	回収粉末処理・混合ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×8回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×8回 ③計算機による核的制限値以下の確認×8回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×8回 ⑤運転員の搬入許可×8回	40	0	32	8	発生しない	約17時間	
15	再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	再生スクラップ焙焼処理ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回	600	0	480	120	発生しない	約151時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
16	再生スクラップ受払装置グローブボックス	再生スクラップ受払ユニット	【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可×120回	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回	600	0	480	120	発生しない	約151時間	(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当
17	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス プレス装置（プレス部）グローブボックス グリーンペレット積込装置グローブボックス	プレス・グリーンペレット積込ユニット	【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末又はMOXペレットの搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。	①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×5回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×5回 ③計算機による核的制限値以下の確認×5回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×5回 ⑤運転員の搬入許可×5回	25	0	20	5	発生しない	約13時間	
18	空焼結ポート取扱装置グローブボックス	空焼結ポート取扱ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×43回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×43回 ③計算機による核的制限値以下の確認×43回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×43回 ⑤運転員の搬入許可×43回	215	0	172	43	発生しない	約33時間	
19	焼結ポート供給装置グローブボックス 焼結炉 焼結ポート取出装置グローブボックス	焼結炉ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×43回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×43回 ③計算機による核的制限値以下の確認×43回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×43回 ⑤運転員の搬入許可×43回	215	0	172	43	発生しない	約44時間	
20	焼結ペレット供給装置グローブボックス 研削装置グローブボックス 研削粉回収装置グローブボックス ペレット検査設備グローブボックス	ペレット研削・検査ユニット		①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×79回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×79回 ③計算機による核的制限値以下の確認×79回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×79回 ⑤運転員の搬入許可×79回	395	0	316	79	発生しない	約32時間	

第4表 臨界の可能性検討に係る機能喪失想定に基づく事象抽出（つづき）

No.	グローブボックス名称	ユニット名称	設備の使用方法及び想定事象の概要	臨界防止機能（故障は赤，誤作動は緑，誤操作は青）	臨界が発生するまでの障壁数	臨界に至るまでの障壁数の内訳			臨界発生可能性の想定結果	想定時間余裕	想定根拠
						故障	誤作動	誤操作			
21	小規模粉末混合グローブボックス 小規模プレス装置グローブボックス 小規模焼結処理装置グローブボックス 小規模焼結処理装置 小規模研削検査装置グローブボックス 資材保管装置グローブボックス	小規模試験ユニット	<p>【運転，臨界管理の概要】 当該ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，誤搬入防止機構を用いて行う。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。</p> <p>【想定事象】 当該ユニットへ質量制限を超えるMOX粉末又はMOXペレットの搬入を行うことで，臨界となる条件に達する。</p>	<p>①（搬送容器の）ID番号の一致の確認×120回 ②秤量器の一致の確認（有意な差のないことの確認）×120回 ③計算機による核的制限値以下の確認×120回 ④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）×120回 ⑤運転員の搬入許可×120回</p>	600	0	480	120	発生しない	約151時間	<p>(ロ)直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合に該当 (二)臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合に該当</p>

SCALEコードシステムの概要

1. SCALEコードシステムの概要

SCALEは、米国オークリッジ研究所（ORNL）で開発された公開コードシステムであり、核燃料物質、構造材等の幾何形状を入力とし、中性子の飛程を乱数を使用して確率的に計算し、各中性子が吸収されて消滅するか、体系外に漏れるまでの反応過程で発生する核分裂中性子数を計算し、これらの比から中性子実効増倍率を求めるものである。

2. MOX燃料加工施設で使用する臨界計算コード

MOX燃料加工施設の臨界安全評価では、SCALE-4コードシステムに含まれるKENO-V.aコード又はKENO-VIコード及びENDF/B-IVライブラリを用いる。KENO-VIコードは、KENO-V.aコードで入力できない幾何形状に対して使用する。また、KENO-VIコードは、KENO-V.aコードと同等であることは文献⁽¹⁾により確認されている。

3. 臨界計算コードの妥当性及び推定臨界下限中性子実効増倍率

SCALE-4コードシステムの臨界ベンチマーク評価は、以下のとおりであり、MOXに対する推定臨界下限中性子実効増倍率が0.97と検証⁽²⁾されている。

(1) PuO₂均質系

PuO₂均質系として、16ケースについて評価を行っている。
実験の体系は、PuO₂-ポリスチレンコンパクトを用いたもので、この中には、溶液の体系も含まれている。

(2) MOX均質系

MOX均質系として、49ケースについて評価を行っている。実験の体系は、PuO₂-UO₂-ポリスチレンコンパクトを用いたもので、Pu富化度は、約8~30%のものについて実施している。

(3) MOX非均質系

MOX非均質系として、138ケースについて評価を行っている。実験の体系は、正方格子に配列した燃料棒に対し、様々な反射体を用いたものとなっている。

(4) ベンチマーク計算結果及び誤差評価

下表にPuO₂均質系、MOX均質系及びMOX非均質系の推定臨界中性子実効増倍率及び推定臨界下限中性子実効増倍率を示す。

第1表 ベンチマーク計算結果及び誤差

体系	ケース数	推定臨界 中性子実効 増倍率	推定臨界下 限中性子実 効増倍率	標準偏差
PuO ₂ 均質系	16	1.0183	0.9969	0.0065
MOX均質系	49	1.0073	0.9723	0.0136
MOX非均質系	138	1.0103	0.9971	0.0058

4. 参考文献

- (1) P. B. Fox and L. M. Petrie. Validation and Comparison of KENO-V.a and KENO-VI. Oak Ridge National Laboratory. 2002. ORNL/TM-2001/110.
- (2) 動力炉・核燃料開発事業団. MOX取扱施設臨界安全ガイドブック. 1996, PNC TN1410 96-074.

質量管理による核的制限値の管理方法

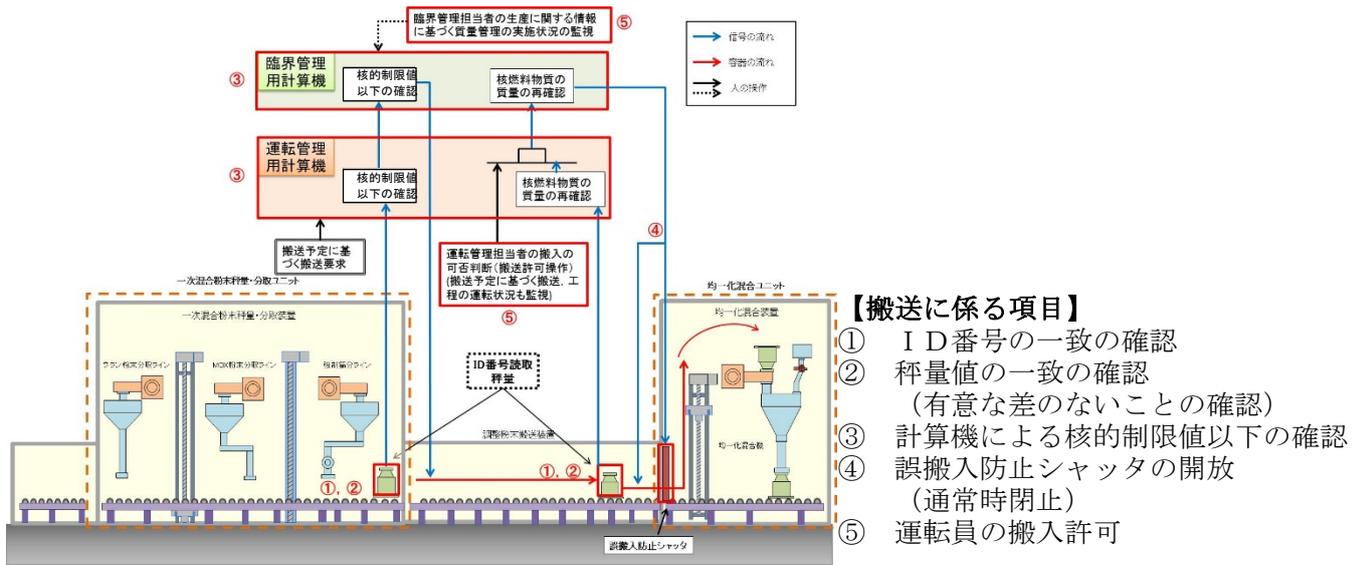
1. 質量管理による臨界防止

質量管理は、臨界管理用計算機、運転管理用計算機等を用いて行い、各単一ユニットの核燃料物質の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握することにより行う。

(1) MOX質量、Pu*質量及びPu富化度の管理方法

質量管理ユニットにおける核的制限値による管理（搬送装置による核燃料物質の誤搬入の防止）には、誤搬入防止機構を用いる。核燃料物質の搬送管理は、①ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤搬入防止シャッタ（又はストッパ）から構成される誤搬入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の核燃料物質の搬送に対して、上記①～⑤の搬送に係る項目を全て満たさない限り、搬送先へ搬入されない設計であり、上記の搬送に係る項目が一つでも異常があれば核燃料物質は搬送されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。

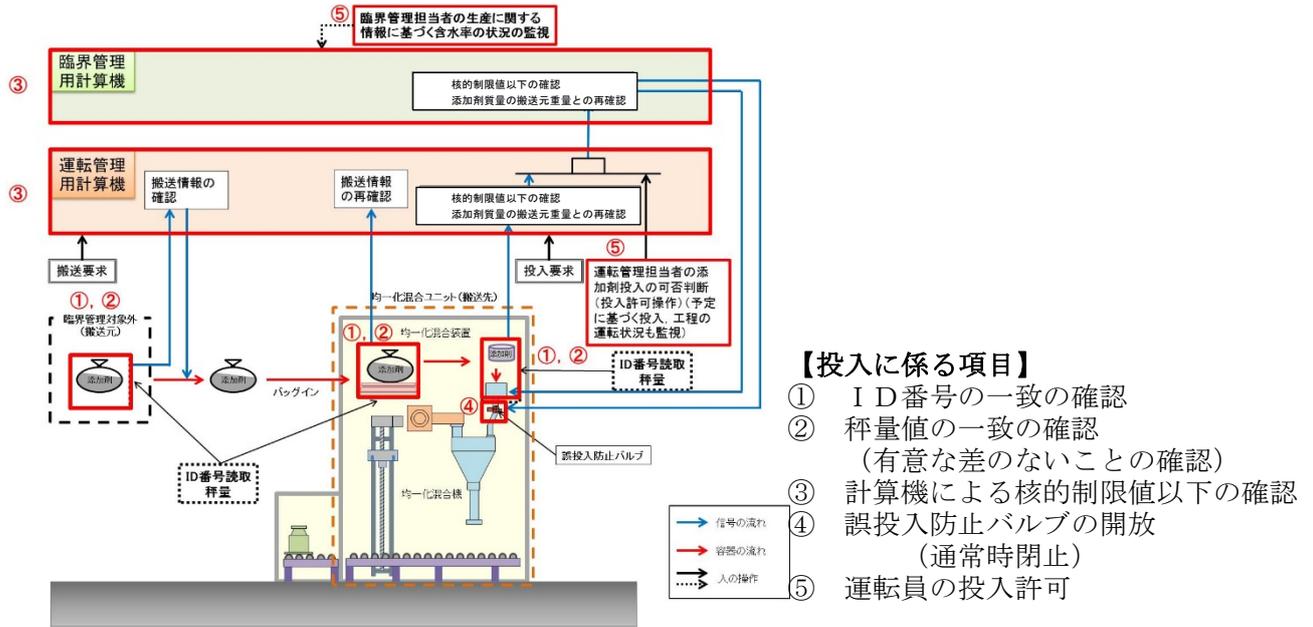


【誤搬入防止機構（例：一次混合粉末秤量・分取ユニットから均一化混合ユニットへの搬送）】

(2) 含水率の管理方法

質量管理ユニットにおける含水率の管理（添加剤の誤投入防止）には、誤投入防止機構を用いる。添加剤の搬送及び投入管理は、① ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤投入防止バルブから構成される誤投入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の添加剤の投入に対して、上記①～⑤の投入に係る項目を全て満たさない限り、投入先へ投入されない設計であり、上記の投入に係る項目が一つでも異常があれば添加剤は投入されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。



【誤投入防止機構（例：均一化混合機への投入）】

臨界に係る検討対象事象の特定

「基本方針」

起回事象名	重大事故の発生を仮定する際の条件	基本方針
内的	動的機器の機能喪失 又は誤操作	<p>臨界の発生起因となる異常の発生防止及び当該異常の進展防止機能について、複数の動的機器の機能喪失（多重故障）及び運転員が行う操作の誤操作（異常検知に係る認知・判断ミスを含む）を想定する。</p> <p>ただし、関連性のない複数の起回事象の同時発生及び形状寸法管理を維持する機能の喪失は想定しない。</p> <p>(イ) 臨界に至ることを防止する機能が喪失した場合に想定される設備の状態において処理運転が停止又は停止させ、それ以降の処理運転の継続が困難な場合（作業環境的に不可能な場合を含む）</p> <p>(ロ) 直接目視又は間接目視により設備の状態の確認を複数の要員が多数回実施する場合</p> <p>(ハ) 多様性を有する手段などにより複数の要員が多数回の設備・プロセスの状態を確認することで異常を検知できる場合</p> <p>(ニ) 臨界となる条件に達するまでに非常に多数の機能喪失，誤操作等を必要とする場合</p> <p>(ホ) 独立した信頼性の高い運転管理及び関連する操作において複数の要員が多数回の設備の状態の確認を行うことで異常を検知できる場合</p>

<p>外的</p>	<p>基準地震動を超える地震動の地震</p>	<p>基準地震動を超える地震動の地震の発生に伴う全交流電源の喪失による動的機器の機能喪失を想定する。核燃料物質の搬送に使用する電源は、一般系の電源であり、安全上重要な施設である非常用所内電源系統に比べて耐震性が低く、非常用所内電源系統が喪失するような状況においては、一般系の電力供給は喪失し処理運転が停止することが考えられるが、一部の設備で電力供給が継続される可能性があることから、強い地震を検知した場合には工程停止の処置を講じることにより核燃料物質の搬送は停止する。</p>
-----------	------------------------	--

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 原料MOX粉末缶取出設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	原料MOX粉末缶取出ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し，同工程室には回収粉末微粉碎装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し，これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合，MOX粉末は広い範囲に飛散し，一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから，臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 一次混合設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	原料MOX粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第2室及び粉末調整第3室に設置し、粉末調整第2室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを、粉末調整第3室にはウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第3室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
予備混合装置グローブボックス	予備混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であること</p>

グローブボックス名 称	ユニット名称	想定結果
		<p>から、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：予備混合装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
一次混合装置グローブボックス	一次混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：一次混合装置グローブボックスは粉末調整第6室及び粉末調整第7室に設置し、粉末調整第6室には回収粉末処理・詰替装置グローブボックスを、粉末調整第7室には回収粉末処理・混合装置グローブボックス設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 二次混合設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	一次混合粉末秤量・分取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：一次混合粉末秤量・分取グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には分析資料採取・詰替グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
均一化混合装置グローブボックス	均一化混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：均一化混合装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には造粒装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
造粒装置グローブボックス	造粒ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：造粒装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には均一化混合装置グローブボックスを設置する。</p>

グローブボックス名 称	ユニット名称	想定結果
		<p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
添加剤混合装置グローブボックス	添加剤混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：添加剤混合装置グローブボックスはペレット加工第1室に設置し、同工程室にはプレス・グリーンペレット積込装置グローブボックス、空焼結ポート取扱装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 分析試料採取設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	原料MOX分析試料採取ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：原料MOX分析試料採取装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	分析試料採取・詰替ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：分析試料採取・詰替装置グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（粉末調整工程 スクラップ処理設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	回収粉末処理・詰替ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末処理・詰替装置グローブボックスは粉末調整第6室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
回収粉末微粉碎装置グローブボックス	回収粉末微粉碎ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末微粉碎装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	回収粉末処理・混合ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：回収粉末処理・混合装置グローブボックスは粉末調整第7室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。</p>

グローブボックス名 称	ユニット名称	想定結果
		<p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
再生スクラップ焙焼 処理装置グローブボ ックス	再生スクラップ焙焼 処理ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ受払装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>
再生スクラップ受払 装置グローブボク ス	再生スクラップ受払 ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり、MOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。</p> <p>外的：再生スクラップ受払装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスを設置する。</p> <p>基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 圧縮成形設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	プレス・グリーンペレット積込ユニット	<p>内的：プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
プレス装置（プレス部）グローブボックス		
グリーンペレット積込装置グローブボックス		
空焼結ボート取扱装置グローブボックス	空焼結ボート取扱ユニット	<p>内的：質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 焼結設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
焼結ボート供給装置 グローブボックス	焼結炉ユニット	<p>内的：焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックス等を設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックス等が機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
焼結炉		
焼結ボート取出装置 グローブボックス		

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 研削設備及びペレット検査設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
焼結ペレット供給装置グローブボックス	ペレット研削・検査ユニット	<p>内的：焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
研削装置グローブボックス		
研削粉回収装置グローブボックス		
ペレット検査設備グローブボックス		

臨界に係る検討対象事象の特定（ペレット加工工程 圧縮成形設備）

グローブボックス名称	ユニット名称	想定結果
小規模粉末混合グローブボックス	小規模試験ユニット	<p>内的：小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定した場合においても，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。</p> <p>外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。</p>
小規模プレス装置グローブボックス		
小規模焼結処理装置グローブボックス		
小規模焼結処理装置		
小規模研削検査装置グローブボックス		
資材保管装置グローブボックス		

原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX粉末缶取出装置は、混合酸化物貯蔵容器からの粉末缶の取出し、混合酸化物貯蔵容器への粉末缶の収納及び粉末缶の一時保管を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には回収粉末微粉碎装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第1室に設定する原料MOX粉末缶取出ユニットの運転管理の上限値は50kg・MOX、回収粉末微粉砕ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX粉末秤量・分取装置は、原料MOX粉末を秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第2室及び粉末調整第3室に設置し、粉末調整第2室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを、粉末調整第3室にはウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回することは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設定する原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOX、予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOXである。また、粉末調整第2室に設定する原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置は、原料ウラン粉末又は回収粉末を各々、秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックスは粉末調整第3室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに165回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第3室に設定するウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOX、原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

予備混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：予備混合装置は、各々、秤量及び分取した原料MOX粉末、原料ウラン粉末又は回収粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：予備混合装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX分析試料採取装置グローブボックス及び原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設置する予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOX、原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

一次混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：一次混合装置は、予備混合した粉末をウラン合金ボールを用いて微粉碎混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：一次混合装置グローブボックスは粉末調整第6室及び粉末調整第7室に設置し、粉末調整第6室には回収粉末処理・詰替装置グローブボックスを、粉末調整第7室には回収粉末処理・混合装置グローブボックス設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第6室に設定する一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、回収粉末処理・詰替ユニットの運転管理の上限値は247kg・MOXである。また、粉末調整第7室に設定する一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、回収粉末処理・混合ユニットの運転管理の上限値は186kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：一次混合粉末秤量・分取装置は、一次混合した粉末の強制篩分、強制篩分した粉末の秤量及び分取並びに原料ウラン粉末の秤量及び分取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：一次混合粉末秤量・分取グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には分析資料採取・詰替グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第4室に設定する一次混合粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOX、分析試料採取・詰替ユニットの運転管理の上限値は213kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

均一化混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：均一化混合装置は、一次混合後に強制篩分した粉末、強制篩分した回収粉末、原料ウラン粉末又は添加剤を混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：均一化混合装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には造粒装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに90回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOX、造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

造粒装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：造粒装置は、均一化混合した粉末を粗成形及び解砕する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：造粒装置グローブボックスは粉末調整第5室に設置し、同工程室には均一化混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに80回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOX、均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

添加剤混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：添加剤混合装置は、均一化混合した粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：添加剤混合装置グローブボックスはペレット加工第1室に設置し、同工程室にはプレス・グリーンペレット積込装置グローブボックス、空焼結ボート取扱装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに80回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、ペレット加工第1室に設置する添加剤混合ユニットの運転管理の上限値は208kg・MOX、プレス・グリーンペレット積込ユニットの運転管理の上限値は246kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損して、MOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

原料MOX分析試料採取装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：原料MOX分析試料採取装置は、原料MOX粉末の分析試料を採取して核燃料物質の検査設備の分析設備に払い出す。また、燃料製造条件の調整を目的とする燃料製造工程を模擬した少量試作試験（以下、「小規模試験」という。）用の分析試料の採取を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：原料MOX分析試料採取装置グローブボックスは粉末調整第2室に設置し、同工程室には原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス及び予備混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに60回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第2室に設定する原料MOX分析試料採取ユニットの運転管理の上限値は32kg・MOX、原料MOX粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は60kg・MOX、予備混合ユニットの運転管理の上限値は87kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

分析試料採取・詰替装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：分析試料採取・詰替装置は、原料MOX粉末以外の粉末の分析試料を採取して核燃料物質の検査設備の分析設備に払い出す。また、各装置のグローブボックスより回収されたCS粉末の容器への詰め替えを行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：分析試料採取・詰替装置グローブボックスは粉末調整第4室に設置し、同工程室には一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに120回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第4室に設定する分析試料採取・詰替ユニットの運転管理の上限値は213kg・MOX、一次混合粉末秤量・分取ユニットの運転管理の上限値は258kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末処理・詰替装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末処理・詰替装置は、回収した粉末、ペレット等の粗粉碎処理又は回収粉末の詰替えを行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末処理・詰替装置グローブボックスは粉末調整第6室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに165回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第6室に設定する回収粉末処理・詰替ユニットの運転管理の上限値は247kg・MOX、一次混合ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末微粉碎装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末微粉碎装置は、回収粉末の粗粉碎粉末又は予備混合粉末を、ウラン合金ボールを用いて、微粉碎混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末微粉碎装置グローブボックスは粉末調整第1室に設置し、同工程室には原料MOX粉末缶取出装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第1室に設定する回収粉末微粉碎ユニットの運転管理の上限値は96kg・MOX、原料MOX粉末缶取出ユニットの運転管理の上限値は50kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

回収粉末処理・混合装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：回収粉末処理・混合装置は、各装置から回収されたCS粉末に添加剤を加えて混合する装置である。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：回収粉末処理・混合装置グローブボックスは粉末調整第7室に設置し、同工程室には一次混合装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに40回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、粉末調整第5室に設置する均一化混合ユニットの運転管理の上限値は311kg・MOX、造粒ユニットの運転管理の上限値は128kg・MOXである。基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：再生スクラップ焙焼処理装置は、各工程から回収したスクラップの焙焼処理、焙焼した粉末の解砕及び磁気分離による不純物の除去を行い、焙焼処理した粉末に原料ウラン粉末及び添加剤を加えて混合を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ受払装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、スクラップ処理室に設定する再生スクラップ焙焼処理ユニットの運転管理の上限値は38kg・MOX、再生スクラップ受払ユニットの運転管理の上限値は63kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

再生スクラップ受払装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：再生スクラップ受払装置は、各工程から回収したスクラップの受払い及び一時保管を行う。臨界安全設計においては質量管理を行う単一ユニットであり、MOX粉末質量の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握し、核的制限値以下であることが確認されなければ搬入が許可されないインターロックを有する誤搬入防止機構を設ける。

仮にMOX粉末の過剰搬入を想定した場合においても、未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから、臨界に至ることはない。

外的：再生スクラップ受払装置グローブボックスはスクラップ処理室に設置し、同工程室には再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックスを設置する。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏れ出した場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

MOX粉末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、MOX粉末が集積する状況を想定した場合においても、未臨界質量を

超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

平常運転時に取り扱うMOX粉末の質量は未臨界質量以下であり、スクラップ処理室に設定する再生スクラップ受払ユニットの運転管理の上限値は63kg・MOX、再生スクラップ焙焼処理ユニットの運転管理の上限値は38kg・MOXである。

基準地震動を超える地震動による地震を想定し、これら単一ユニットのグローブボックスが破損してMOX粉末がグローブボックス外に漏えいした場合、MOX粉末は広い範囲に飛散し、一か所に集積して未臨界質量を上回ることは考えられないことから、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス
プレス装置（プレス部）グローブボックス
グリーンペレット積込装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス，プレス装置（プレス部）グローブボックス，グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニットへのMOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。

プレス・グリーンペレット積込ユニットの取扱形態であるペレット1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには、約13時間かかる。

MOX粉末又はMOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに25回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス、プレス装置（プレス部）グローブボックス、グリーンペレット積込装置グローブボックスからなるプレス・グリーンペレット積込ユニット内で平常運転時に取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は、245kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、基準地震動を超える地震動による地震を想定し、グローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないため、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることは

ない。

空焼結ボート取扱装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。

ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

空焼結ボート取扱ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

空焼結ボート取扱ユニットの取扱形態であるペレット1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには，約35時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては，別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに215回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

空焼結ボート取扱ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、36kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、グローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

焼結ボート供給装置グローブボックス

焼結炉

焼結ボート取出装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックス等を設置する室には3ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックス等が機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

焼結ボート供給装置グローブボックス，焼結炉，焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

焼結炉ユニットの取扱形態であるペレット-1及びペレット-2の未臨界質量のうち，小さい方であるペレット-1の未臨界質量である450kg・MOXを超えるまでには，約46時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに215回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

焼結ボート供給装置グローブボックス、焼結炉、焼結ボート取出装置グローブボックスからなる焼結炉ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、411kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、3ユニットが配置されるが、グローブボックス等が機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス等内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

焼結ペレット供給装置グローブボックス
研削装置グローブボックス
研削粉回収装置グローブボックス
ペレット検査設備グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

焼結ペレット供給装置グローブボックス，研削装置グローブボックス，研削粉回収装置グローブボックス，ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニットへのMOXペレットの過剰搬入を想定する。

ペレット研削・検査ユニットの取扱形態であるペレット－2の未臨界質量である850kg・MOXを超えるまでには、約34時間かかる。

MOXペレットの搬入に当たっては、別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して、①搬送容器のID番号の確認、②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認）、③計算機による核的制限値以下の確認、④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止）、⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り、搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって、未臨界質量を超えて臨界に至るまでに395回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

焼結ペレット供給装置グローブボックス、研削装置グローブボックス、研削粉回収装置グローブボックス、ペレット検査設備グローブボックスからなるペレット研削・検査ユニット内で平常運転時に取り扱うMOXペレットの質量は、301kg・MOX以下であり、地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また、当該単一ユニットが設置される室には、2ユニットが配置されるが、グローブボックスが機能喪失したとしても、分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので、臨界に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

小規模粉末混合グローブボックス
小規模プレス装置グローブボックス
小規模焼結処理装置グローブボックス
小規模焼結処理装置
小規模研削検査装置グローブボックス
資材保管装置グローブボックスの評価結果

1. 特定結果

内的：小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットは，質量管理を行うユニットであり，MOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。ユニット内のMOX粉末又はMOXペレットの質量は，秤量値の積算により管理するとともに，秤量値は複数の運転員が確認すること及び取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は運転管理の上限値以下であり，未臨界質量を超過するためには複数回の誤搬入が必要であることから，臨界に至ることはない。

外的：該当するグローブボックスを設置する室には2ユニットが存在する。基準地震動を超える地震動による地震を想定し，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界に至ることはない。

2. 特定結果の詳細説明

2. 1 内的について

小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニットへのMOX粉末又はMOXペレットの過剰搬入を想定する。

小規模試験ユニットの取扱形態であるペレット－3の未臨界質量である380kg・MOXを超えるまでには，約160時間かかる。

MOX粉末又はMOXペレットの搬入に当たっては，別添2に示す誤搬入防止機構を用いて確認する。1回の核燃料物質の搬送に対して，①搬送容器のID番号の確認，②秤量値の一致の確認（有意な差のないことの確認），③計算機による核的制限値以下の確認，④誤搬入防止シャッタの開放（通常時閉止），⑤運転員の搬入許可といった搬送に係る5項目を全て満たさない限り，搬送先の単一ユニットへ搬送されない設計である。

したがって，未臨界質量を超えて臨界に至るまでに600回の誤作動・誤操作を要することから検討対象外とする。

2. 2 外的について

小規模粉末混合グローブボックス，小規模プレス装置グローブボックス，小規模焼結処理装置グローブボックス，小規模焼結処理装置，小規模研削検査装置グローブボックス，資材保管装置グローブボックスからなる小規模試験ユニット内で平常運転時に取り扱うMOX粉末又はMOXペレットの質量は，103kg・MOX以下であり，地震による漏えいを想定しても臨界に至ることはない。また，当該単一ユニットが設置される室には，2ユニットが配置されるが，グローブボックスが機能喪失したとしても，分散配置されたグローブボックス内の核燃料物質が一か所に集積して未臨界質量を上回ることはないので，臨界

に至ることはない。

また、基準地震動を超える地震動による地震により溢水が発生した場合においても、地下3階の工程室に溢水が滞留することはないため、当該グローブボックスに収納されたMOXの減速条件の変化は想定されず、臨界に至ることはない。

MOX燃料加工施設の臨界安全性について

目次

1. はじめに.....	補-3-19-添 4-2
2. MOX燃料加工施設の臨界安全管理の特徴.....	補-3-19-添 4-2
3. 検討単位の整理.....	補-3-19-添 4-2
4. 過酷状態の想定.....	補-3-19-添 4-4
5. 外的事象により臨界事故が発生するか否かの検討.....	補-3-19-添 4-6
5.2.1 分類1に係る説明.....	補-3-19-添 4-7
5.2.2 分類2に係る説明.....	補-3-19-添 4-15
5.2.3 分類3に係る説明.....	補-3-19-添 4-21
5.2.4 分類4に係る説明.....	補-3-19-添 4-29
5.2.5 分類5に係る説明.....	補-3-19-添 4-35
5.2.6 分類6に係る説明.....	補-3-19-添 4-37
5.2.7 分類7に係る説明.....	補-3-19-添 4-45
6. 燃料加工建屋での溢水発生源及び溢水水位について.....	補-3-19-添 4-50
6.1 燃料加工建屋における溢水源について.....	補-3-19-添 4-50
6.2 燃料加工建屋における溢水の滞留時の影響について.....	補-3-19-添 4-51
7. 設計等における担保事項.....	補-3-19-添 4-55
8. 結論.....	補-3-19-添 4-56
9. 臨界計算に係るモデル図及び計算結果.....	補-3-19-添 4-57
10. 補足.....	補-3-19-添 4-72

1. はじめに

本資料は、MOX燃料加工施設における臨界安全に関する評価を取りまとめることにより、重大事故等の想定における条件はもとより、重大事故等の想定を超える厳しい条件を適用した場合でも臨界事故が発生しないことを示すものである。

2. MOX燃料加工施設の臨界安全管理の特徴

MOX燃料加工施設においては、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、臨界防止に係る管理として、質量管理及び形状寸法管理を採用している。

一方で、大規模損壊時の想定に見られるように、平常運転時から核燃料物質を内包する機器の形状や環境条件が大きく変化した状態を考えると、平常時のそれらの管理が損なわれることも予想される。

特に、質量管理に係る核的制限値は、MOX燃料加工施設が乾式プロセスであり、取り扱われる核燃料物質に含まれる水分を適切に管理することを前提として設定していることから、万一、核燃料物質と水とが接触し、減速比及び反射条件が変化した場合には、核的制限値の設定条件を逸脱し、臨界安全に影響を及ぼすこととなる。

MOX燃料加工施設は、非密封の核燃料物質はグローブボックスで取り扱われ、密封された核燃料物質は容器等に封入して取り扱われる。

3. 検討単位の整理

MOX燃料加工施設の臨界管理対象の機器は、核燃料物質の取り扱い形態及び保管形態に基づき、次表に示す7つに大別できる。

臨界事故への進展の可能性の判断基準である実効増倍率は、これらの核燃料物

質の形態に依存することから、検討においてはこれらの分類ごとに発生の可能性を検討する。

表：検討単位の整理表

分類	性状	取扱形態	臨界管理手法	主要な機器 ^{※1}
1	粉末	容器	形状寸法管理 又は 質量管理	混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 J60 J85
2	粉末	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	一時保管ピット 原料MOX粉末缶一時保管装置 粉末一時保管装置
3	粉末	混合機などの機器 (GB内)	質量管理	予備混合機 一次混合機 均一化混合機 添加剤混合機 回収粉末混合機 ホッパ
4	ペレット	容器及び機器 (GB内) 焼結炉 ^{※2}	質量管理	焼結ボート ペレット保管容器 プレス装置 焼結炉 研削装置 スタック編成装置
5	ペレット	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	ペレット一時保管棚 スクラップ貯蔵棚 製品ペレット貯蔵棚
6	燃料棒及び 燃料集合体	機器	形状寸法管理	ヘリウムリーク検査装置 X線検査装置 燃料集合体第1検査装置 燃料集合体第2検査装置 組立クレーン
7	燃料棒及び 燃料集合体	貯蔵庫	形状寸法管理 (複数ユニット)	燃料棒貯蔵棚 燃料集合体貯蔵設備

※1 貯蔵庫関係（分類2，5，7）は全ての装置名称を挙げた。プロセス機器（分類1，3，4，6）は代表的な機器を挙げた。

※2 粉末を取り扱う機器の大部分は臨界管理単位がグローブボックスであるが、

焼結炉については、自機器が質量管理対象である。

4. 過酷状態の想定

過酷状態として以下の内的事象による状態変化と外的事象による状態変化を考
える。

4.1 内的事象による核燃料物質の異常な集積

内的事象による核燃料物質の異常な集積については、本資料の別項にて取りま
とめたとおり、臨界事故が発生するまでの障壁の数が多く、また、時間余裕も長
いから臨界にならない。

4.2 外的事象による核燃料物質の異常な集積等

外的事象の前提として、最も条件が厳しくなる条件である地震の発生を想定す
る。

4.2.1 形状寸法管理からの逸脱

基準地震動を超える地震力が作用した場合には、形状寸法管理として設定して
いる核的制限値（寸法）が変化する可能性があり、さらに厳しい条件として基準
地震動の1.2倍を超える地震力が作用した場合には機器のみならず建屋についても
一定程度損傷することにより、核的制限値（寸法）が維持できなくなる可能性が
ある。

基準地震動を超える地震力が作用した場合の臨界発生の可能性については、本
資料の別項にて取りまとめたとおり、臨界事故に進展することはないことから、
本書では、基準地震動の1.2倍を超える地震力が作用した場合の臨界事故への進展
について検討する。

4.2.2 質量管理の前提としている核的制限値への影響

質量管理における核的制限値（質量）を設定するうえで関連する因子は以下のとおりである。

- a. 核燃料物質中の水の存在（減速比）
- b. 核燃料物質の周囲の水の存在（反射条件）
- c. Pu 富化度
- d. 核分裂性 Pu 及び U 割合

上記因子のうち、c. 及び d. はプロセスにおける核燃料物質の希釈又は混合以外に変化を伴わず、地震によってその値が変化するものではない。

一方、a. 及び b. については、通常存在しない水が外部から侵入してくることでより変化し、その変化は外的事象により水配管等の損傷が生じた場合に想定される。なお、内的事象による水の侵入については設計基準において施設している堰により核燃料物質との接触が防止されるため、考慮しない。

上記より、地震によって、a. 及び b. が変化することを想定する。

5. 外的事象により臨界事故が発生するか否かの検討

5.1 概略

前記した分類ごとに、臨界事故の発生の有無について以下に結論を概略する。

分類	取り扱い 形態	保管 形態	形状維持 水変化あり	形状損傷 水変化なし	形状損傷 水変化あり
1	粉末	容器	○	○	○
2	粉末	貯蔵 庫	○	○	○
3	粉末	混合 機	△ (浸水防護)	○	△ (浸水防護)
4	ペレット	容器 及び 機器	○	○	○
5	ペレット	貯蔵 庫	○	○	○
6	燃料棒及 び燃料集 合体	機器	○	○	○
7	燃料棒及 び燃料集 合体	貯蔵 庫	○	○	○

凡例

○：臨界事故の発生の可能性が考えられない

△：臨界事故の発生の可能性を否定できないが、対処により臨界事故の発生の可能性を否定できる。

上記のとおり、4. で示したとおり過酷な状態を想定した場合、一部の機器において臨界計算結果が未臨界判断基準（実効増倍率 ≤ 0.95 ）を超過するが、設計等の一部見直しにより、過酷な状態においても未臨界を維持できることから、臨界事故の発生は考えられない。

5.2 分類ごとの説明

5.2.1 分類1に係る説明

分類1に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、核燃料物質を収納する容器であるため、その種類ごとに説明する。

a. 混合酸化物貯蔵容器

混合酸化物貯蔵容器は再処理施設からMOX燃料加工施設に原料MOX粉末を搬送する際に使用し、混合酸化物貯蔵容器内には粉末缶（3缶）が内包される。混合酸化物貯蔵容器の最大収容量は $40\text{kg}\cdot(\text{U}+\text{Pu})$ である。（MOX量に換算すると約 $45\text{kg}\cdot\text{MOX}$ ）

また、混合酸化物貯蔵容器は蓋をボルトにより固定しているとともに、各種つり上げ高さからの落下試験により、その構造が頑健であることを確認している。

臨界管理においては、単一の貯蔵容器において未臨界が維持できることはもとより、貯蔵庫において複数の混合酸化物貯蔵容器が保管されている場合においても未臨界が維持できることを確認している。

混合酸化物貯蔵容器の外形図を図 5.2.1-1 図に示す。

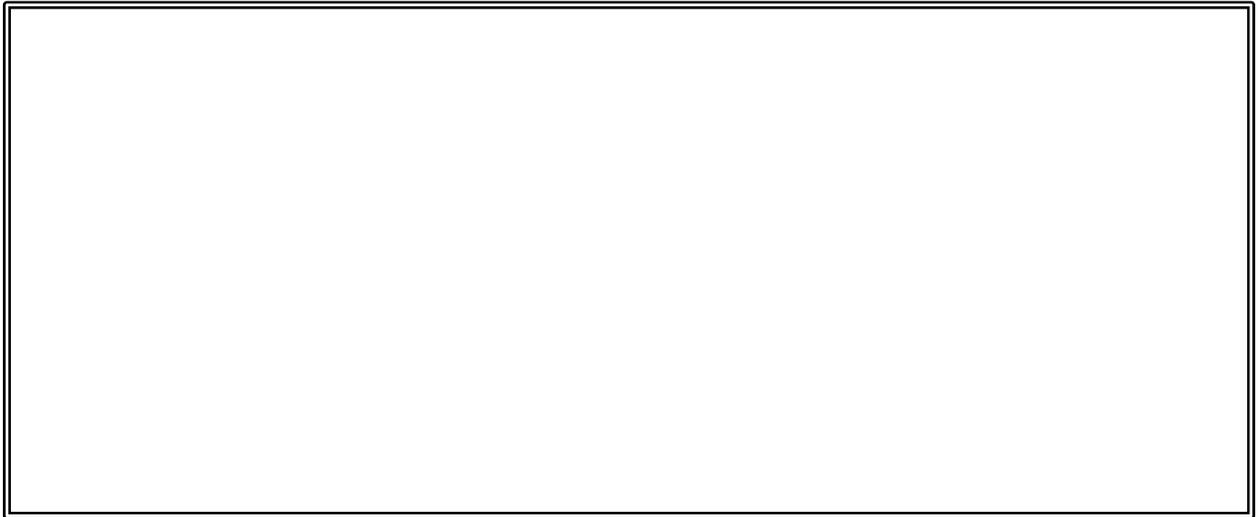


図 5.2.1-1 図 混合酸化物貯蔵容器（ピット収納状態）

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

混合酸化物貯蔵容器は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

混合酸化物貯蔵容器内に存在する核燃料物質量は未臨界質量（170kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

また、混合酸化物貯蔵容器は 1 体ずつ取り扱うことから、複数の容器から漏えいした核燃料物質が集積することは考えられない。

そのため、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化し

た場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、混合酸化物貯蔵容器は頑健な構造であることに加え、仮に貯蔵容器に水が浸入したことを想定し、さらに粉末缶内部に水が侵入した場合においても未臨界が維持できる。

b. 粉末缶

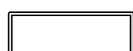
粉末缶には、再処理施設にて原料MOX粉末が充填され、この粉末缶を3缶収納した混合酸化物貯蔵容器の形態で再処理施設からMOX燃料加工施設に搬送される。粉末缶はネジ込み蓋を有することから、内包するMOX粉末が容易に飛散することはない。粉末缶の最大収容量は $13.3\text{kg}\cdot(\text{U}+\text{Pu})$ である。(MOX量に換算すると約 $15\text{kg}\cdot\text{MOX}$)

臨界管理においては、粉末缶と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

粉末缶の外形図を図 5.2.1-2 図に示す。



図 5.2.1-2 図 粉末缶（ピット収納状態）

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

粉末缶は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ粉末缶内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

粉末缶に存在する核燃料物質量は未臨界質量（170kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、粉末缶に内包するMOX粉末が漏えいし、水の流入による影響を受けた場合においても、取扱量が小さいため未臨界が維持できる。

c. J60

J60 は、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、回収粉末（プルトニウム富化度 18%以下）を収納する容器であり、粉末一時保管装置で一時保管される単位であるとともに、質量管理ユニット間の搬送容器の役割も果たす。J60 の最大収容量は 65kg・MOXである。

臨界管理においては、J60 と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

J60 の外形図を図 5.2.1-3 に示す。

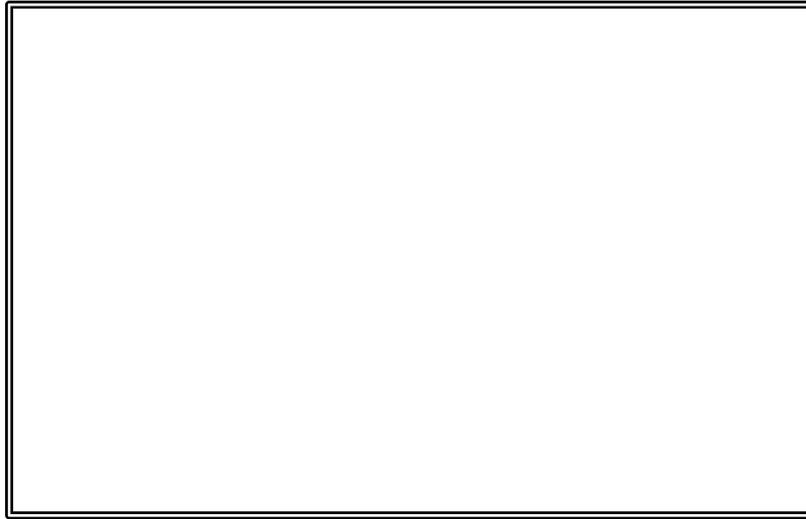


図 5.2.1-3 J60 外形図

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

J60 は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ J60 内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

J60 に内包する核燃料物質量は未臨界質量（470kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、J60 が機器又は搬送コンベアから外れ、転倒することで内部の粉末が漏えいすることが想定される。

ただし、J60 を取り扱うグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床

面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 3.1cm であり、プルトニウム富化度 33%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 6cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面にMOX粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、容器下部には容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

d. J85

J85 は、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末、回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を収納する容器であり、粉末一時保管装置で一時保管される単位であるとともに、質量管理ユニット間の搬送容器の役割も果たす。J85 の最大収容量は $90\text{kg}\cdot\text{MOX}$ である。

臨界管理においては、J85 と内包するMOX粉末を取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

J85 の外形図を図 5.2.1-4 に示す。

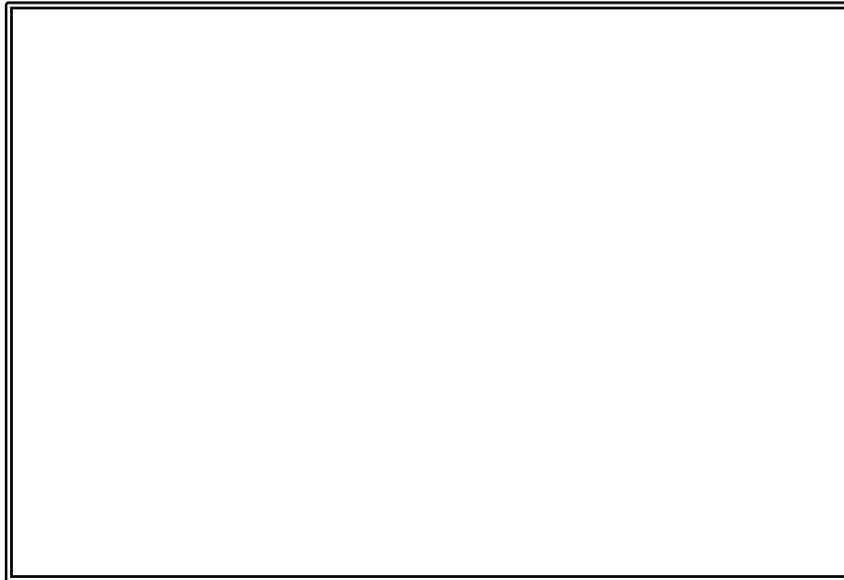


図 5.2.1-4 J85 外形図

については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

J85 は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ J85 内に水の侵入があった場合でも未臨界が維持されることを確認している。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

J85 に存在する核燃料物質量は未臨界質量（430kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、J85 が機器又は搬送コンベアから外れ、転倒することで内部の粉末が漏えいすることが想定される。

ただし、J85 を取り扱うグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 4.3cm であり、プルトニウム富化度 18% 以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面にMOX粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、容器下部には容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

5.2.2 分類2に係る説明

分類2に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、核燃料物質を収納した容器をピット構造で静置した状態で保管する設備であり、その設備ごとに説明する。

a. 一時保管ピット（貯蔵単位＝混合酸化物貯蔵容器）

一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器を保管するため、4行8列のピットを配置し、32基の保管容量を有する。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（4行×8列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、一時保管ピットは基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

一時保管ピットの外形図を図 5.2.2-1 に示す。



図 5.2.2-1 一時保管ピットの外形図

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

一時保管ピットは、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

一時保管ピットは、混合酸化物貯蔵容器をピット内に立て、各ピットの上端部には蓋を設けているため、鉛直方向の加速度を受けても混合酸化物貯蔵容器がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、混合酸化物貯蔵容器同士が接触することは考えられない。そのため、設計基準よりも厳しい条件を想定しえず、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、一時保管ピットは頑健な構造であることから、本想定は1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

b. 原料MOX粉末缶一時保管装置（貯蔵単位＝粉末缶）

原料MOX粉末缶一時保管装置は、粉末缶を保管するため、2行12列のピットを配置し、24缶の保管容量を有する。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（2行×12列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、原料MOX粉末缶一時保管装置は基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

原料MOX粉末缶一時保管装置の外形図を図5.2.2-2に示す。

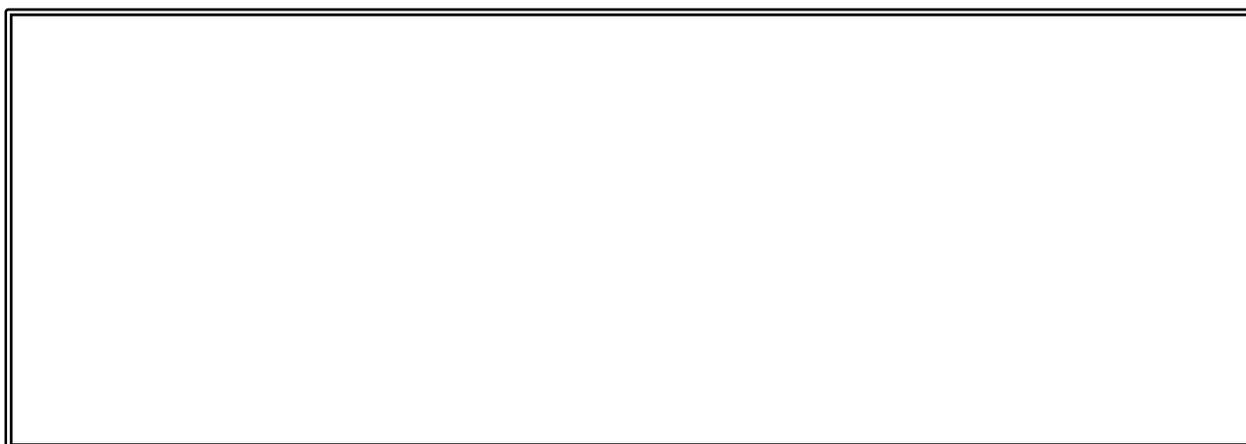


図5.2.2-2 原料MOX粉末缶一時保管装置の外形図

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

原料MOX粉末缶一時保管装置は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、粉末缶に水の侵入がない場合には未臨界が維持されることを確認している。

一方、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ粉末缶に水の侵入がありMOX粉末の含水率が上昇した場合、核的に厳しい結果を与える。

しかしながら、原料MOX粉末缶一時保管装置の実際の形状として、設計基準の臨界安全設計でモデル化している構造材以外にも、粉末缶相互間に、遮蔽材として、表面をステンレス鋼でライニングされたポリエチレンが設けられており、さらに、粉末缶の材質である、アルミニウムをモデル化した場合には、実効増倍率は 0.95 を下回る。

以上より、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

原料MOX粉末缶一時保管装置は、各ピットに蓋を備えており、鉛直方向の加速度を受けても粉末缶がピットから飛び出すことはなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、粉末缶同士が接触することは考えられない。そのため、設計基準よりも厳しい条件を想定しえず、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、原料MOX粉末缶一時保管装置は頑健な構造であることから形状の損傷は想定しえない。そのため、本想定は 1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

c. 粉末一時保管装置（貯蔵単位＝容器）

粉末一時保管装置は、原料ウラン粉末、予備混合した粉末、一次混合した粉末、均一化混合した粉末、造粒した粉末、回収粉末を次工程に払い出すまでに一時的に保管するため、47行2列のピットを配置し、94容器的保管容量を有する。これらの粉末は、保管容器であるU85、J60、J85、5缶バスケット及び1缶バスケットに収納され、一時保管される。

臨界管理においては、貯蔵単位の配列（47行×2列）が核的に安全な配置となるよう単一ユニット相互間の距離を維持することにより臨界を防止する。また、粉末一時保管装置は基準地震動 S_s による地震力に対して過大な変形が生じないように設計する。

粉末一時保管装置の外形図を図 5.2.2-3 に示す。



図 5.2.2-3 粉末一時保管装置の外形図

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

粉末一時保管装置は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、保管容器に水の侵入がない場合には未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

また、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ保管容器に水の侵入があり MOX 粉末の含水率が上昇した場合でも、実効増倍率は 0.95 を下回り、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

粉末一時保管装置で取り扱う容器は、全数ピットに保管され容易に飛び出す構造ではなく、ピットが破損した場合においても、ピットの構造材が障壁となり、容器同士が接触することは考えられない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、粉末一時保管装置は頑健な構造であることから形状の損傷は想定しえない。そのため、本想定は 1) の条件を超えず、未臨界が維持できる。

5.2.3 分類3に係る説明

分類3に該当する設備においては、原料MOX粉末（プルトニウム富化度 60%以下）、予備混合した粉末、一次混合した粉末（いずれもプルトニウム富化度 33%以下）、均一化混合した粉末、添加剤混合した粉末及び回収粉末（いずれもプルトニウム富化度 18%以下）を取り扱う。

本設備は、粉末を取り扱う機器をグローブボックスに収納して取り扱う。取扱量が最大となる均一化混合機とそれ以外の機器に分けて説明する。

a. 均一化混合機

均一化混合機は、所定のプルトニウム富化度（18%以下）に均一化された粉末とするため、一次混合後の粉末（プルトニウム富化度 33%以下）、回収粉末（プルトニウム富化度 18%以下）、原料ウラン粉末及び添加剤を混合する装置である。取扱量の最大値は J85（1 缶あたり最大 90kg・MOX）3 缶分の 270kg・MOX である。

臨界管理においては、均一化混合機をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

また、均一化混合装置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するグローブボックスであるため、均一化混合機に対しても基準地震動の1.2倍を考慮した際に波及的影響を及ぼさない設計としている。

均一化混合機概念図を図5.2.3-1に示す。また、均一化混合機が設置されたグローブボックス概念図を図5.2.3-2に示す。

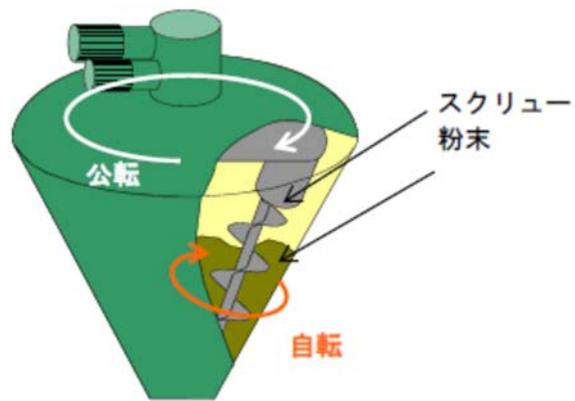


図 5. 2. 3-1 均一化混合機 の 概念 図

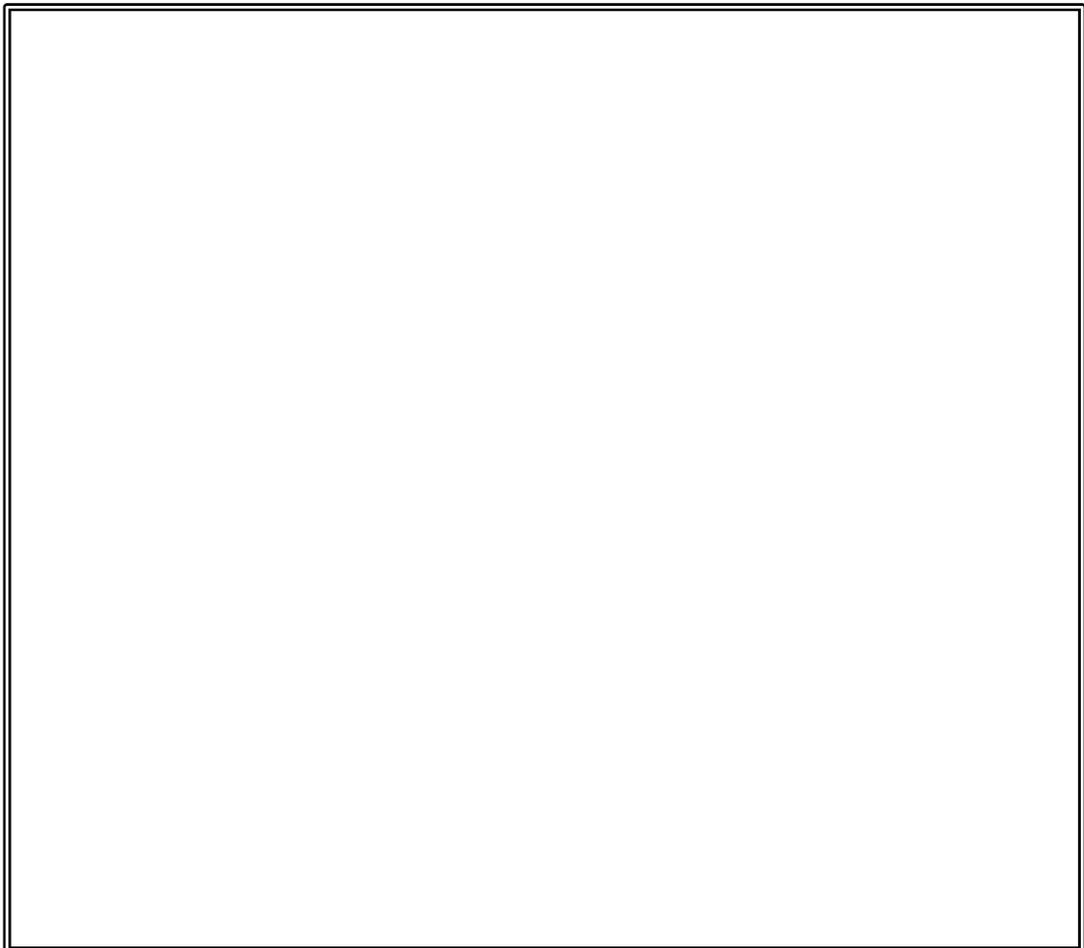


図 5. 2. 3-2 均一化混合機が設置されたグローブボックスの概念図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、均一化混合機に水の侵入がない場合は、設計基準の核的制限値の評価条件の範囲内であるため、未臨界を維持できる。

また、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合で、かつ均一化混合機内に水の侵入があり、MOX 粉末の含水率が上昇した場合、未臨界判定値を超える可能性が考えられる。

これについては、均一化混合機の開口部のうち、弁等により閉止されていない開口部について、容易に水が入りがたい構造に設計を見直す。具体的には、開口部に対し、外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設ける。

これらの措置により、均一化混合機が被水するような状況においても、内部に水が入りがたく、未臨界性は維持される。均一化混合機の上蓋における開口状況を図 5.2.3-3 に示す。



図 5.2.3-3 均一化混合機の上蓋における開口状況

 については商業機密の観点から公開できません。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

均一化混合機が損傷し粉末が漏えいした場合であっても、均一化混合機が収納されたグローブボックスを超えてMOX粉末が他のグローブボックスに移行し、集積することは考えられないことから、本条件は設計基準の核的制限値（質量）を超えず、未臨界を維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

形状損傷時においてMOX粉末が漏えいするケースとしては、均一化混合機の下部に設けられているロータリーバルブが損傷し、重力によって粉末が落下することや、均一化混合機をグローブボックスの梁に固定しているボルトが破断するとともに、均一化混合機の胴部が損傷し、粉末が飛散することが想定される。

上記の想定のうち、ロータリーバルブの損傷による漏えいモードとしては、ロータリーバルブからのMOX粉末の抜き出しが、外的事象による外力を受けた場合であっても継続し、粉末が通常運転時のように少量ずつグローブボックスに漏えいすることは、ロータリーバルブの構造上考えられないため、ロータリーバルブが均一化混合機から外れ、均一化混合機内部の粉末の流量が制限されず、グローブボックス内に漏えいするモードが想定される。

その場合、損傷によって一度に多量の粉末がグローブボックス内に落下するため、落下した粉末が安息角をもって堆積することは考えられない。

さらに、容器下部には秤量器及び容器搬送用の搬送コンベアが設置されており、均等に粉末が堆積できない構造になっている（図 5.2.3-4 参照）。

そのため、現実的な状況を考慮すると、粉末は均一化混合機下部に分散して配置されると予想されるが、評価においては、より厳しい結果を与えるよう、グロ

ープボックス内の構造材を考慮せず，グローブボックス下部にMOX粉末が一様に集積したことを考慮する。

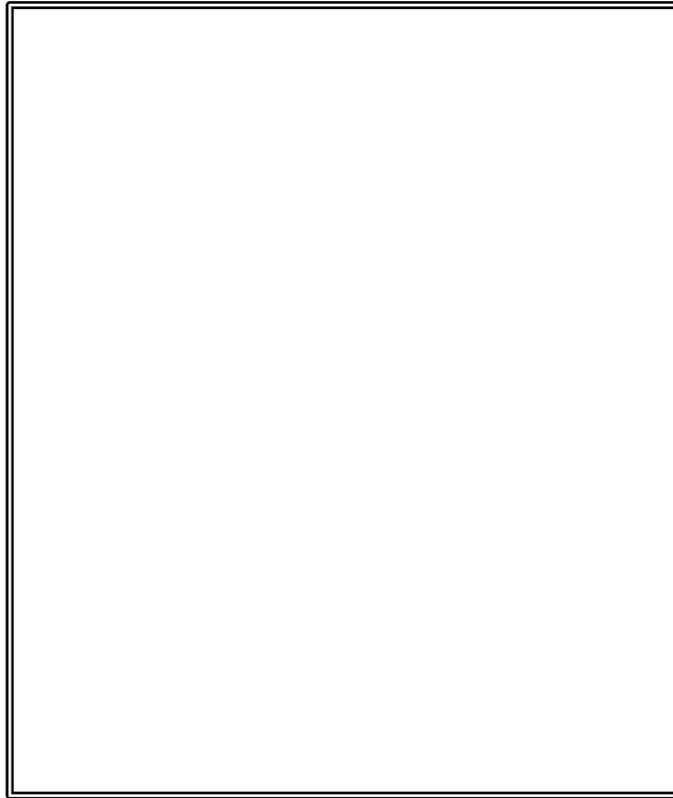
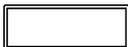


図 5.2.3-4 均一化混合機下部の構造概念図

 については商業機密の観点から公開できません。

劣化ウラン粉末の落下試験に関する文献¹⁾によれば，3 m 高さから一度に 1000 グラム (1kg) の粉末を落下させたところ，粉末は直径 2.9m の試験タンク全体に広がり，試験タンク壁からも落下粉末が回収された結果が報告されている。MOX 粉末と試験に用いられた劣化ウラン粉末の飛散性は，粒径と密度を比較すると，粒径は MOX 粉末の方が小さく飛散しやすいと考えられ，密度は MOX 粉末の方が大きいため飛散しにくいと考えられ，これらが相殺して，飛散特性は同等と考えられる。粉末落下後の飛散面積が位置エネルギー（落下高さ）に比例すると想定

すると、粉末の到達距離は落下高さの平方根に比例することとなる。

これらを踏まえて粉末の到達距離を保守的にこの試験タンクの半径（1.45m）と仮定し、均一化混合機のロータリーバルブ取付位置高さ 1.8m（図 5.2.3-2 参照）より、MOX粉末の到達距離は、 $\sqrt{1.8/3} \times 1.45 \doteq 1.12\text{m}$ となる。これよりMOX粉末が散らばる面積は、 $\pi \times 1.12^2 \doteq 4\text{m}^2$ となる。

ただし、均一化混合機グローブボックスの短辺方向の奥行は約 1.3m（図 5.2.3-2 参照）とMOX粉末の到達距離の2倍である約 2.24m より短いことから、上記面積全体に粉末が薄く堆積すると考えるのではなく、平均的にMOX粉末が堆積する面積の有効割合を 50%とした、約 2m^2 で粉末堆積高さを考える。このとき、 $270\text{kg} \cdot \text{MOX}$ の堆積高さは約 6.5cm となり、プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm を下回るため、未臨界が維持できる。

なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内でMOX粉末が一か所に集積することはない。さらに、均一化混合機の胴部が損傷してMOX粉末が漏れいするようなモードにおいては、粉末の落下高さがさらに高くなるため、より広範囲にMOX粉末が飛散することとなり、検討において設定した堆積高さを超えない。

また、均一化混合機内部に一部の粉末が残存した場合においては、1) で示すとおり、容易に水が入りがたい構造としているため、1) と同様に未臨界が維持できる。

／ 1 ／ Aerosols Generated by Free Fall Spills of Powders and
Solutions in Static Air NUREG/CR-2139

b. その他の混合機，ホッパ

粉末を取り扱うその他の混合機及びホッパについて説明する。取扱量の最大値

は J85 容器 1 缶分である 90kg・MOX を超えることはない。

臨界管理においては、MOX 粉末を取り扱う機器をグローブボックスに収納し、質量管理を行う。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

周囲の水密度を 1.0 (没水) とした場合で、混合機又はホッパに水の侵入がない場合は、設計基準の核的制限値の評価条件の範囲内であるため、未臨界を維持できる。

また、周囲の水密度を 1.0 (没水) とした場合で、かつ混合機又はホッパ内に水の侵入があり、MOX 粉末の含水率が上昇した場合、未臨界判定値を超える可能性が考えられる。

これについては、混合機及びホッパの開口部のうち、弁等により閉止されていない開口部について、容易に水が入りがたい構造に設計を見直す。具体的には、開口部に対し、外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設ける。

これらの措置により、混合機及びホッパが被水するような状況においても、内部に水が入りがたく、未臨界性は維持される。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

混合機又はホッパが損傷し粉末が漏えいした場合であっても、混合機又はホッパが収納されたグローブボックスを超えて MOX 粉末が他のグローブボックスに移行し、集積することは考えられないことから、本条件は設計基準の核的制限値 (質量) を超えず、未臨界を維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、含水率及び空間水密度が変化し

た場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

損傷モードとしては、前記の均一化混合機と同様であり、損傷によって一度に多量の粉末がグローブボックス内に落下するため、落下した粉末が安息角をもって堆積することは考えられない。

混合機又はホッパが収納されるグローブボックスの床面積を包絡できる面積として、床面積が 1m^2 のグローブボックス内に漏えいし、均一に堆積した場合の高さは約 4.2cm であり、プルトニウム富化度 18% 以下の MOX 粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さ約 7cm に対し余裕があるので未臨界が維持できる。なお、グローブボックス底面には傾斜やくぼみは設けられておらず、グローブボックス内で MOX 粉末が一か所に集積することはない。

ここで、 1m^2 の範囲に粉末が漏えいするとした設定については、漏えいが発生する状況として、大規模地震を考えていることから、床面に MOX 粉末が静かに流出する状況は考え難く、また、グローブボックスには容器を保持する機構や容器を移動する機構が存在し、粉末は一か所に偏らず、分散すると予想される。また、仮にグローブボックス内に水が浸入し堆積した粉末が濡れた場合には、粉末の流動性が高まるため、平板状に近づくことが予想されることから、実現象を踏まえた設定となっている。

5.2.4 分類4に係る説明

分類4に該当する設備においては、添加剤混合した粉末（プルトニウム富化度18%以下）を圧縮成形したグリーンペレット及びペレットを所定の密度の焼結体とするため、グリーンペレット（プルトニウム富化度18%以下）を焼結したペレットを取り扱う。

分類4に該当する設備は、核燃料物質を容器に入れて取り扱うことから、まず、グリーンペレット及びペレットと取り扱う容器の種類毎の説明をし、次に質量管理としている機器のうち、グリーンペレット及びペレットを収納する容器数が最大である焼結炉を代表として説明する。

a. 焼結ボート

焼結ボートは、グリーンペレット及びペレットを約10kg・MOX積載し、装置内及び装置間搬送に用いる。

臨界管理においては、質量管理として、焼結ボートを取り扱う装置内の核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

焼結ボートの外形図を図5.2.4-1に示す。

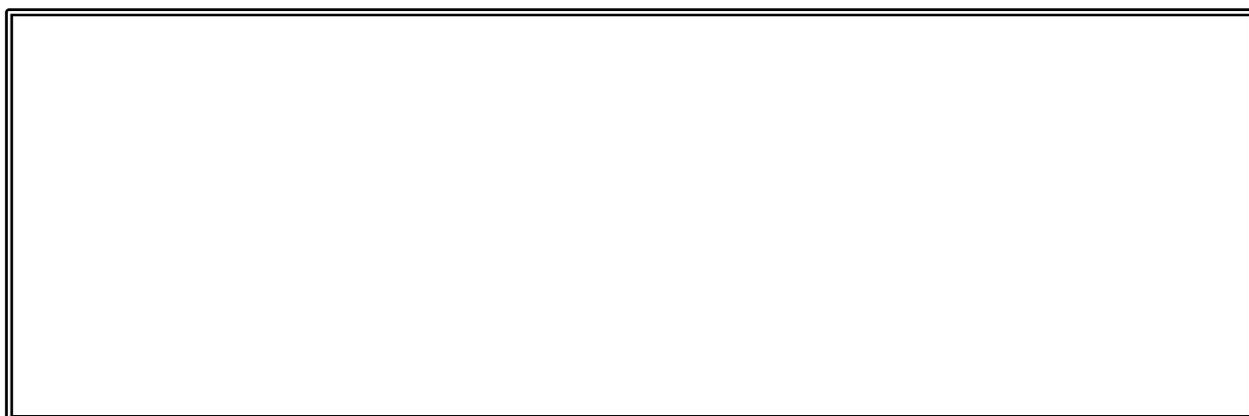


図5.2.4-1 焼結ボートの外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

焼結ポートは、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

焼結ポートに存在する核燃料物質量はグリーンペレットの未臨界質量（430kg・MOX）及びペレットの未臨界質量（790kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質がグローブボックス内に散乱しても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

焼結ポートに積載されているグリーンペレット及びペレットは円筒形状であるため、焼結ポートの形状が損傷した場合には、核燃料物質であるグリーンペレット及びペレットがグローブボックス内に散乱する。また、グリーンペレット及びペレットは圧縮成形体、焼結成形体であるため、内部への水の侵入は緩慢あるいはほとんどなく、また、グローブボックス内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

b. ペレット保管容器（搬送容器）

ペレット保管容器は、ペレットを約 24kg・MOX 積載し、装置内及び装置間搬送に用いる。

臨界管理においては、質量管理として、ペレット保管容器を取り扱う装置内の核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

ペレット保管容器の外形図を図 5.2.4-2 に示す。

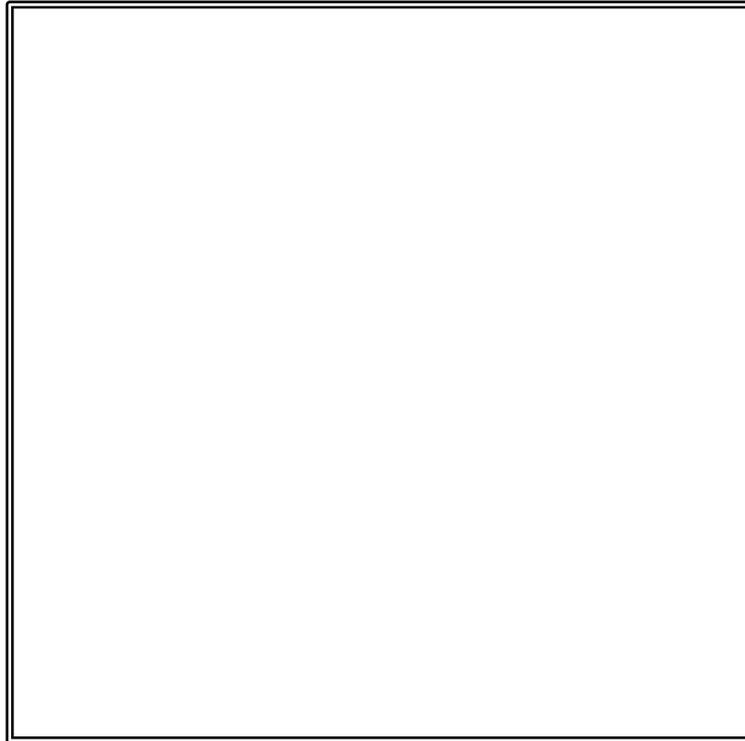


図 5.2.4-2 ペレット保管容器の外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

ペレット保管容器は、周囲の水密度を 1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

ペレット保管容器に存在する核燃料物質量はペレットの未臨界質量（790kg・M OX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

ペレット保管容器に積載されているペレットは円筒形状であるため、ペレット

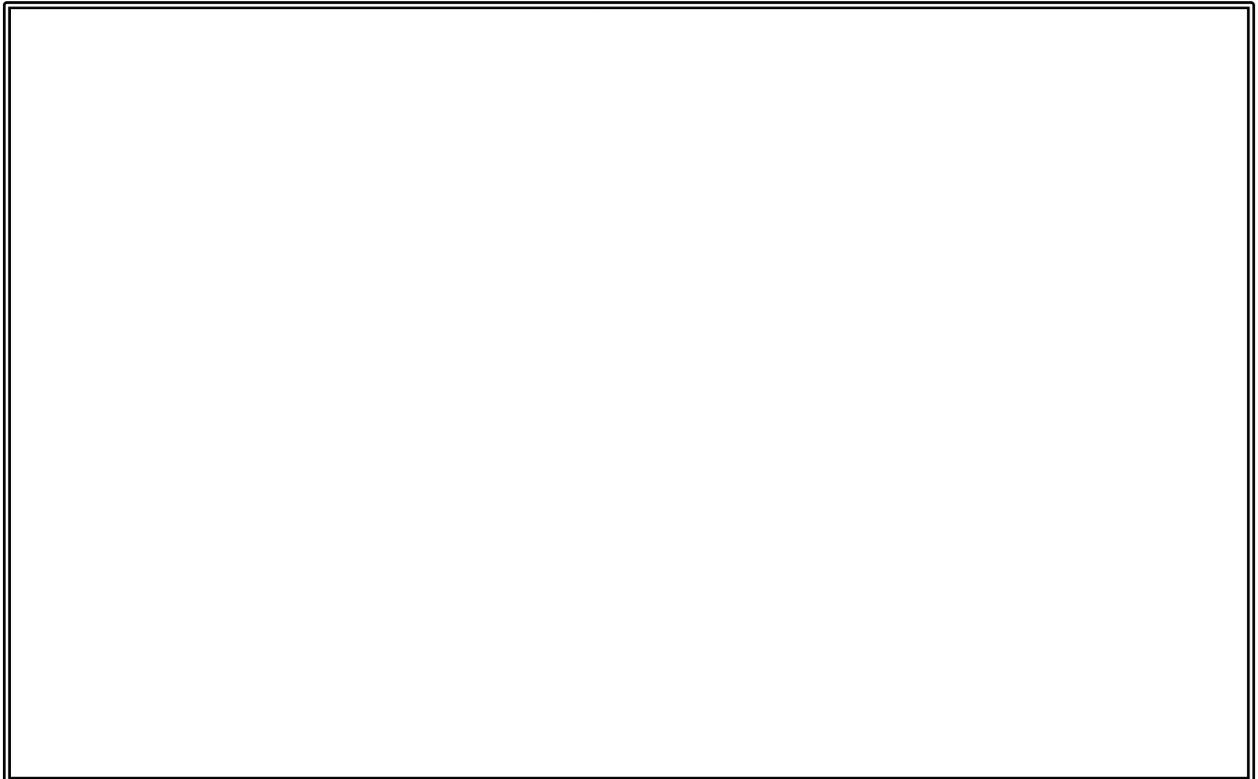
保管容器の形状が損傷した場合には、核燃料物質であるペレットが散乱する。また、ペレットは焼結成形体であるため、内部への水の侵入はなく、また、グローブボックス内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

c. 焼結炉

焼結炉は、グリーンペレット及びペレットを約 10kg・MOX 積載した焼結ポートを最大 34 ポート（約 340kg・MOX）取り扱う。

臨界管理においては、質量管理として、核燃料物質量が核的制限値を超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

焼結炉の構造及び外形図を図 5.2.4-3 に示す。



については商業機密の観点から公開できません。

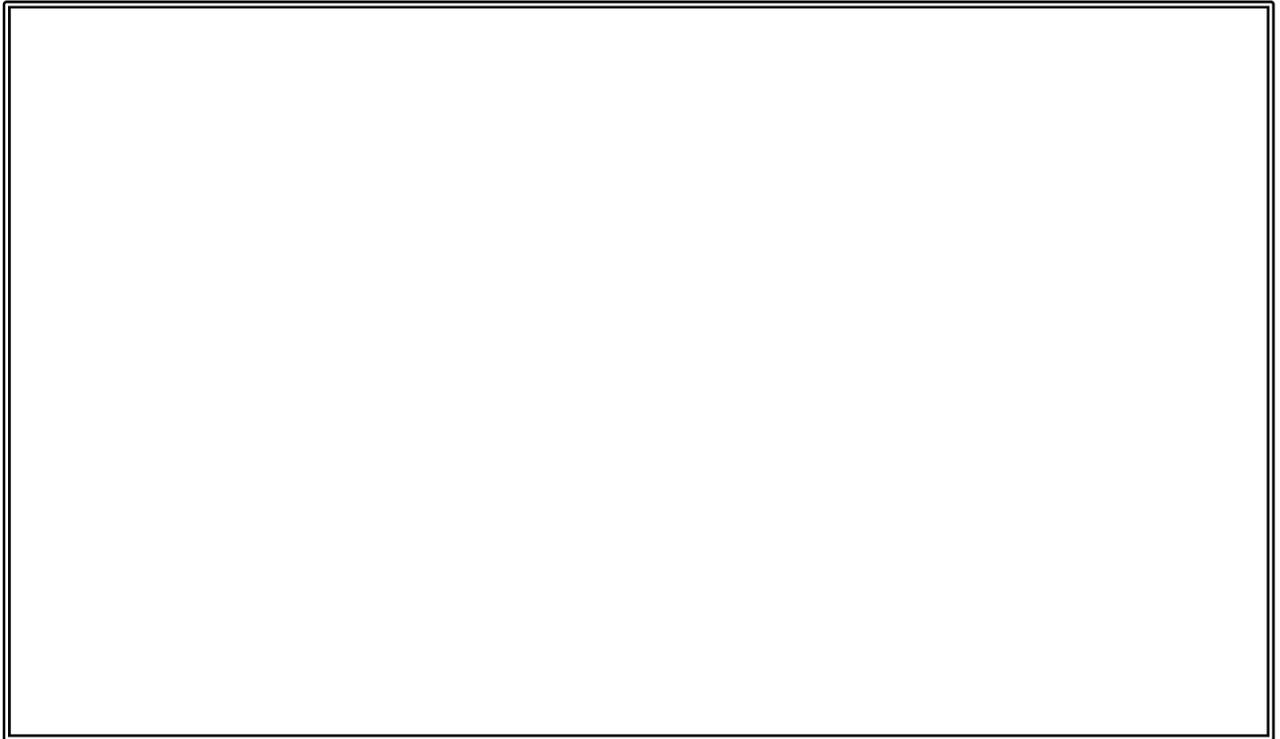


図 5.2.4-3 焼結炉の構造及び外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の未臨界性

焼結炉は、構造的にペレットを4段（ペレット高さ合計約4cm）積載した焼結ボートを取り扱い、周囲の水密度を1.0（没水）とした場合でも未臨界が維持できることを確認している高さ（9cm）以下であることから、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

焼結炉に存在する核燃料物質量はグリーンペレットの未臨界質量（430kg・MOX）及びペレットの未臨界質量（790kg・MOX）を下回っているため、形状が損傷し、内包する核燃料物質が漏えいしても未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

焼結炉で取り扱う焼結ボートに積載されているグリーンペレット及びペレット

は円筒形状であるため、焼結ボートの形状が損傷した場合には、核燃料物質であるグリーンペレット及びペレットが散乱する。また、グリーンペレット及びペレットは圧縮成形体、焼結成形体であるため、内部への水の侵入は緩慢またはほとんどなく、また、焼結炉内に散乱した状態においてペレット間隔が最適減速条件となることは考えられず、1)の状態よりも核的に厳しい結果となることはないため、未臨界が維持できる。

5.2.5 分類5に係る説明

分類5に該当する設備においては、プルトニウム富化度 18%以下のグリーンペレット又は焼結したペレットを積載した焼結ボート及びペレット保管容器、CS粉末（再利用可能な粉末、クリーンスクラップ）若しくはCSペレット又はRS粉末（再利用に適さない粉末、リサイクルスクラップ）若しくはRSペレットを収納したCS・RS保管ポットを積載した9缶バスケット又はペレットを収納したペレット保管容器を収納パレットに収納した状態で貯蔵する。

- ・ペレット一時保管設備は、1台当たり8段×8列の棚を有し、3台の保管棚で192容器の保管容量（最大貯蔵能力1.7t・HM）を有する。（貯蔵単位：焼結ボート、ペレット保管容器）

- ・スクラップ貯蔵設備は、1台当たり6段×7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で210容器の貯蔵容量（最大貯蔵能力10t・HM）を有する。（貯蔵単位：9缶バスケット、ペレット保管容器）

- ・製品ペレット貯蔵設備は、1台当たり10段×7列の棚を有し、5台の貯蔵棚で350容器の貯蔵容量（最大貯蔵能力6.3t・HM）を有する。（貯蔵単位：ペレット保管容器）

スクラップ貯蔵設備、製品ペレット貯蔵設備及びペレット一時保管設備については、評価方法が同様であるため、貯蔵能力が最も大きいスクラップ貯蔵設備を代表として評価を行う。

a. スクラップ貯蔵設備

スクラップ貯蔵設備の臨界管理においては、貯蔵単位間の相互間の距離を維持することにより、未臨界が維持できることを確認している。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

スクラップ貯蔵設備は、周囲の水密度を1.0（没水）とした場合でも未臨界が維

持されることを確認しているため、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

スクラップ貯蔵設備の形状が損傷し、核燃料物質が落下する場合、収納パレット及び容器も同時に落下することから、核燃料物質のみが密に堆積するような形状になることは考えにくいですが、グローブボックス下部に全量堆積することを想定する。この場合でも、同一室内の他のグローブボックスから漏えいした核燃料物質が一か所に集積することはないことから、質量管理の核的制限値を超えず、臨界に至ることはない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2)の状態において、没水した場合においても、スクラップ貯蔵設備が収納されるグローブボックス内（有効床面積 3.2m^2 ）に漏えいし、均一に堆積した場合のペレット堆積高さは約6.5cmであり、未臨界を維持できる高さ約9cmに対し余裕があるので未臨界が維持できる。

5.2.6 分類6に係る説明

分類6に該当する設備においては、ペレットを燃料棒に封入した以降、燃料棒及び燃料集合体として取り扱う。

本設備は、燃料棒又は燃料集合体を装置内にて取り扱うことから、装置の種類ごとに説明する。

a. 燃料棒（ヘリウムリーク検査装置，X線検査装置，ロッドスキヤニング装置及び外観寸法検査装置）

本工程のヘリウムリーク検査装置等は、燃料棒検査設備を構成し、複数本の燃料棒を取り扱い、燃料棒を燃料集合体として組み立てる前に種々の検査を行う。

燃料棒は、装置内及び装置への搬入経路において搬送機（コンベア）上に1段で整列し、搬送される。

臨界管理においては、形状寸法管理として、燃料棒が平板厚さ15cmを超えないこととすることにより、未臨界が維持できることを確認している。

ヘリウムリーク検査装置の外形図を図5.2.6-1に示す。

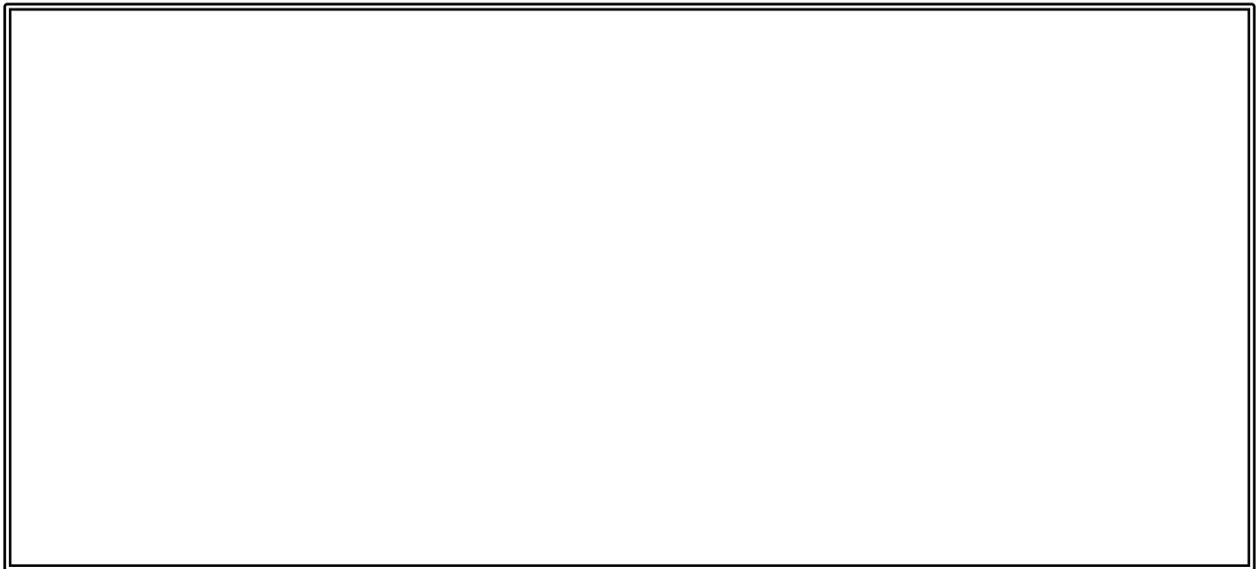
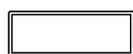


図5.2.6-1 ヘリウムリーク検査装置の外形図

 については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料棒の形状維持状態として、装置内又は搬送機上に燃料棒が装荷された状態における臨界安全性を確認する。

燃料棒は、高さ 15cm の空間に 5 段の燃料棒が均一の間隔で分散した場合において、空間水密度を 1.0 とした場合でも、実効増倍率が 0.95 を下回ることを確認している。したがって、燃料棒を 1 段で取り扱う本工程の機器においては、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料棒の損傷については分類 4 及び 5 に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒が床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

しかし、燃料棒は長尺（約 4 m）であり、その燃料棒が床面に対して鉛直方向に積層することは考え難く、仮に、5 段にわたって積層した場合においても核的制限値である 15cm に到達しないことから、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。ただし、1) で記載したとおり、空間中に 5 段の燃料棒が積層した場合においても未臨界が維持でき、燃料棒の構造的な特徴を踏まえればその条件を超える積層が発生することは考えられないため、未臨界が維持できる。

b. マガジン編成装置

マガジン編成装置は貯蔵マガジンと組立マガジン（以下、「マガジン」という。）を取り扱う装置であり、複数の燃料棒を収納したマガジンを 1 基取り扱う。

マガジンは装置内及び装置への搬入経路において搬送機（マガジン台）上で1基ずつ搬送される。

貯蔵マガジンは燃料棒を最大256本収納できる構造であり、組立マガジンは燃料集合体と同一の構造である。

臨界管理においては、形状寸法管理として、マガジンを1段として取り扱うことで未臨界が維持できることを確認している。

マガジンの概念図を図 5.2.6-2 に、マガジン編成装置を含む工程概念図を図 5.2.6-3 に示す。

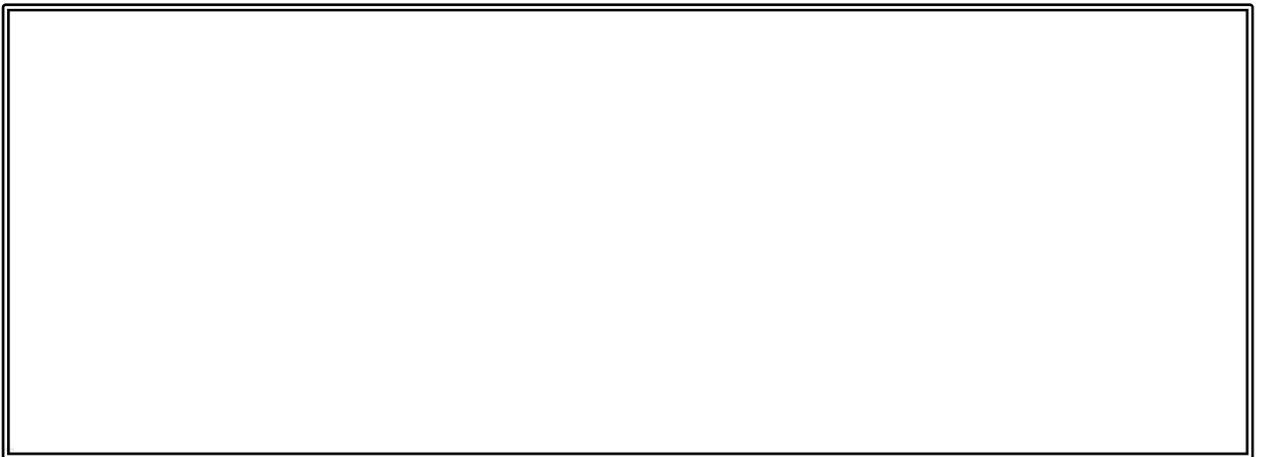


図 5.2.6-2 マガジンの概念図

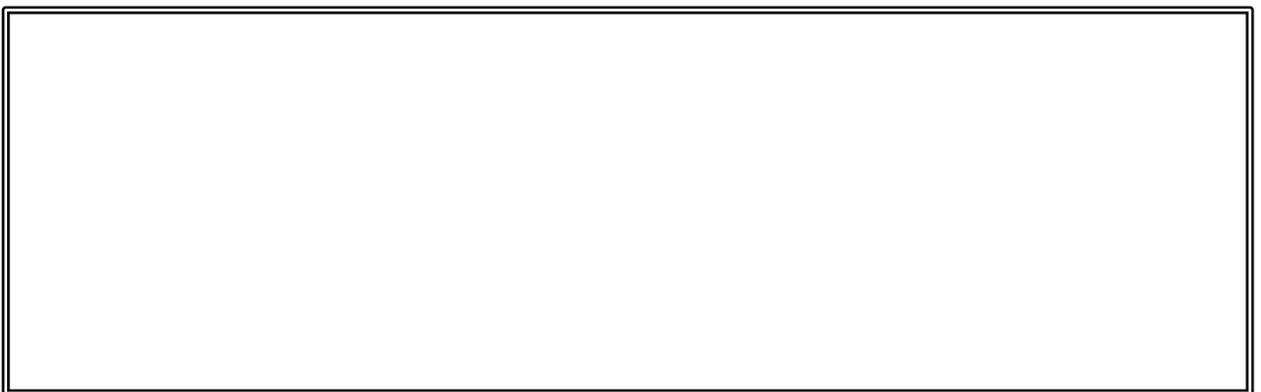


図 5.2.6-3 工程概念図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

マガジンの形状が維持された状態下において、装置内又はマガジン台にマガジ

ンが1基装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

同条件において、水没を想定した場合においても、組立マガジンは燃料集合体と同一の形状であり、1基を取り扱う場合には未臨界が確保される。

一方、貯蔵マガジンについては燃料棒ピッチが燃料集合体よりも広く、水没を想定した場合の中性子の減速効果が燃料集合体の場合よりも大きく、核的に厳しい結果を与える。しかしながら、貯蔵マガジンの実際の形状を考慮すると、設計基準の臨界安全設計でモデル化している構造材以外にも、燃料領域間に中性子吸収材を含む構造材（ほう素入りステンレス鋼）が挿入されており、同中性子吸収材による中性子吸収効果を考慮できる。本中性子吸収材は、いかなる場合でも挿入されているものであるため、現実的な条件としてモデル化において見込むと、実効増倍率は0.95を下回る。

以上より、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

マガジン内に挿入されている燃料棒の損傷については分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒が挿入されたマガジンが床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

しかし、マガジンは燃料集合体と同様に長尺（約4 m）であり、上下に積層することは考え難く、また、同一室内にはマガジンは最大で5基存在するものの、水平方向については設計基準の臨界安全設計においてマガジンが無限に配列された場合でも未臨界を維持できることを確認していること及びマガジンはマガジン編成装置やマガジンを装荷したマガジン台で取り扱われ、それらの装置の構造物により集積が阻害されることから、一か所に集積することは考えられない。

以上より、未臨界が維持できる。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

この場合であっても、2) に記載したとおり、マガジンを取り扱う装置の構造的な特徴を踏まえれば、マガジンが、マガジン間の中性子の相互干渉を考慮すべき距離（約 30cm 以下）を超えて、一か所に集積することは考えられない。そのため、本想定は 1) の想定を超えることはないため、未臨界が維持できる。

c. 燃料集合体（燃料集合体洗浄装置，燃料集合体第 1 検査装置，燃料集合体第 2 検査装置，組立クレーン等）

燃料集合体洗浄装置，燃料集合体第 1 検査装置，燃料集合体第 2 検査装置，組立クレーン等は，燃料集合体を 1 体取り扱う設備である。燃料集合体は，装置内及び装置への搬入経路において組立クレーンにおいて取り扱われる。

燃料集合体は，マガジンから挿入された燃料棒が，1 体あたり最大 264 本装荷されている。

燃料集合体は各装置において床面に対して垂直に取り扱われる。

臨界管理においては，質量管理として，燃料集合体を 1 体ずつ取り扱うことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料集合体第 1 検査装置及び燃料集合体第 2 検査装置の外形図を図 5.2.6-4 に示す。



燃料集合体第1検査装置

燃料集合体第2検査装置

図 5.2.6-4 燃料集合体第1検査装置及び燃料集合体第2検査装置 外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料集合体の形状が維持された状態下において、装置内に燃料集合体が1体装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

本条件は、未照射燃料として原子炉に装荷された状態と同一であり、燃料集合体1体においては水反射条件等が変化した場合においても臨界になることはない。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料集合体内に組み込まれている燃料棒の損傷については分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料集合体が床面に落下し、また、床面において積み重なることを想定する。

燃料集合体は長尺（約4m）であり、同一室内には燃料集合体は最大で4体存

在する（燃料集合体洗浄検査室）ものの、水平方向については各装置の構造的な特徴を踏まえれば、それらの装置の構造物により集積が阻害され、一か所に集積することは考えられない。（燃料集合体洗浄検査室における機器の配置を図 5.2.6-5 に示す。）

仮に、それらの構造物を一切考慮しない場合においても、水平方向については組立マガジンの設計基準の臨界安全設計の計算モデルに見られるように、水平方向に無限に集積した場合でも未臨界が維持される。

以上より、未臨界が維持できる。



図 5.2.6-5 燃料集合体洗浄検査室における機器の配置

 については商業機密及び核不拡散上の観点から公開できません。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

その場合であっても、2) に記載したとおり、燃料集合体を取り扱う装置の構造的な特徴である、装置が燃料集合体を取り囲んでいることを踏まえれば、燃料集

合体が中性子の相互干渉を考慮すべき距離（約 30cm 以下）を超えて，一か所に集積することは考えられないため，未臨界が維持できる。

5.2.7 分類7に係る説明

分類7に該当する設備においては、マガジン及び燃料集合体を複数体取り扱う。

本設備は、マガジン又は燃料集合体を保管棚等の設備にて取り扱うことから、保管に用いる設備の種類ごとに説明する。

a. 燃料棒貯蔵棚

燃料棒貯蔵棚は、貯蔵マガジンに収納した燃料棒を燃料集合体に組み上げるまでの間一時的に貯蔵する設備である。

燃料棒貯蔵棚は、4段×10列及び4段×8列の貯蔵棚を有し、72基のマガジンを収納できる構造である。燃料棒貯蔵棚への貯蔵マガジンの収納は、貯蔵マガジン入出庫装置により行い、燃料棒貯蔵棚へは横方向から貯蔵マガジンを収納する構造である。

臨界管理においては、形状寸法管理として、貯蔵マガジン間の間隔を一定に保つことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料棒貯蔵棚の外形図を図5.2.7-1に示す。

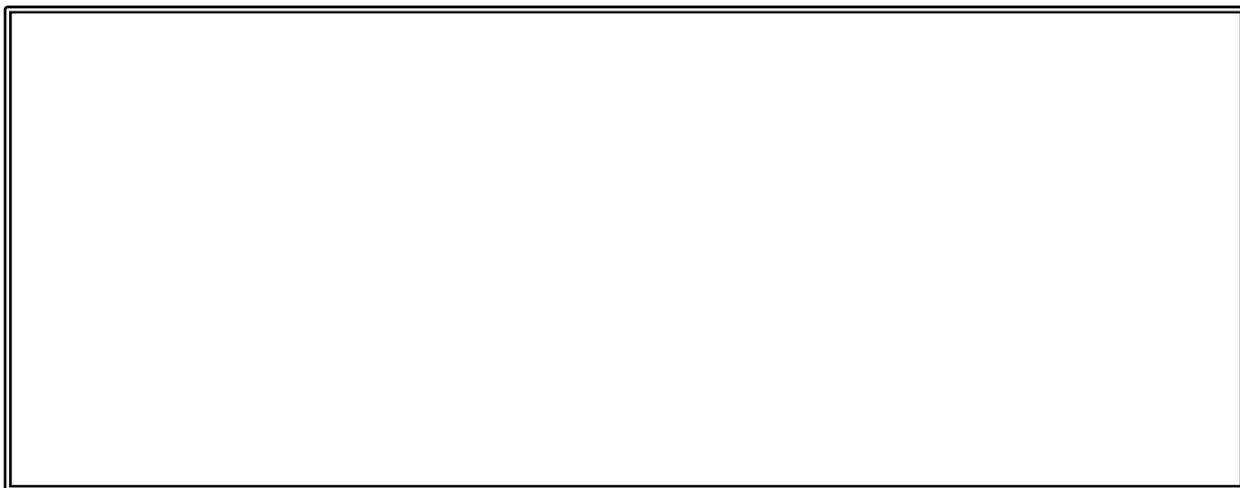


図 5.2.7-1 燃料棒貯蔵棚の外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料棒貯蔵棚の形状が維持された状態下において、燃料棒貯蔵棚内に貯蔵マガジンが設計上最大量装荷され、それらが水没した場合の臨界安全性を確認する。

その場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づくが、燃料棒貯蔵棚の形状が維持され、また、現実的な条件として分類6において示した貯蔵マガジンの構造材による中性子吸収効果を見込んだ場合、没水した場合でも実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の臨界安全性

燃料棒貯蔵棚に収納されている貯蔵マガジンの損傷については、分類4及び5に包絡されるため、損傷モードとしては燃料棒貯蔵棚の変形を考慮する。

燃料棒貯蔵棚は頑健な構造であり、容易に変形が想定されるものではないが、想定される最も過酷な状態として、水平方向については燃料棒貯蔵棚の構造材である鋼材の間隔（10cm）とし、垂直方向についてはマガジンを積載する構造物及び燃料棒貯蔵棚の構造物の間隔（約20cm）までマガジンが近接したことを想定する。

この場合においても、燃料棒貯蔵棚の実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の臨界安全性

2) の状態において外部からの水の流入により、空間水密度が変化した場合、中性子の減速・反射効果が増大することで、核的に臨界に近づく。

しかしながら、1) に示した貯蔵マガジンの中性子吸収材の存在及び、貯蔵マガジンに収納される核燃料物質は燃料棒の形状であり、燃料棒の被覆管の材質であ

るジルコニウムを計算モデルに組み込んだより現実的な計算モデルにおいては、燃料棒貯蔵棚の実効増倍率は未臨界判定値を超えず、未臨界が維持される。

b. 燃料集合体貯蔵設備

燃料集合体貯蔵設備は、組立、検査の終わった燃料集合体を出荷までの間貯蔵する設備である。

燃料集合体貯蔵設備は、燃料集合体貯蔵室に位置し、地下1階と地上1階の間に地面に対して垂直に貯蔵チャンネルとして燃料集合体を保持する管を設け、貯蔵チャンネル内に燃料集合体を保管する。

貯蔵チャンネルは建屋の上下階の構造物で保持し、燃料集合体貯蔵設備には220チャンネルを設けている。

1チャンネルにはPWR用燃料集合体1体若しくはBWR用燃料集合体4体が装荷される。

臨界管理においては、形状寸法管理として、燃料集合体間の間隔を一定の距離以上に保つことで未臨界が維持できることを確認している。

燃料集合体貯蔵設備の外形図を図5.2.7-2に示す。



図 5. 2. 7-2 燃料集合体貯蔵設備及び貯蔵チャンネルの外形図

については商業機密の観点から公開できません。

1) 形状維持・水変化ありの場合の臨界安全性

燃料集合体貯蔵設備の形状が維持された状態下において同貯蔵庫が水没した場合の臨界安全性を検討する。

BWR 燃料については、燃料間距離が水中での中性子の移動距離に相当する距離程度であるため、中性子の相互干渉を考慮する必要があるが、空間中の水密度を 1.0 とした場合においても未臨界が維持できることを臨界計算により確認している。

PWR 燃料については、燃料中心間距離が 75cm に維持され、燃料棒の最小距離が水中での中性子移動距離（約 30cm）以上であるため、燃料集合体 1 体が水没した状態と同じである。

燃料集合体 1 体では臨界に至らないことについては、分類 6 で記載したとおりであり、未臨界が維持できる。

2) 形状損傷・水変化なしの場合の未臨界性

燃料集合体貯蔵設備は、貯蔵チャンネルにより燃料集合体を保持しているが、貯蔵チャンネルは構造において説明したとおり、建屋の構造材により支持されているため、容易に変形が想定されるものではない。そのため、燃料集合体貯蔵設備については形状の損傷を想定しえず、臨界に至ることはない。

3) 形状損傷・水変化ありの場合の未臨界性

2) に記載したとおり、燃料集合体貯蔵設備は形状の損傷を想定しえない。そのため、本条件は、1) と同じ結果であり、未臨界が維持できる。

6. 燃料加工建屋での溢水発生源及び溢水水位について

5. では、前提を置かずに核燃料物質と水が接触することによる核的な変化について、臨界安全性への影響を考察したが、本項では燃料加工建屋における溢水源及び溢水が生じた場合の溢水水位について検討する。

6.1 燃料加工建屋における溢水源について

4. で設定した過酷条件下において、燃料加工建屋において想定される溢水源は、燃料加工建屋の保有水、エネルギー管理建屋の保有水、再処理施設（ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋）の保有水であり、合計で約 400m³ の溢水が発生する。詳細を次項に示す。

（1）燃料加工建屋の保有水

燃料加工建屋内には、工業用水、飲料水、冷却水、蒸気等の貯槽及び配管が存在する。設計基準においては、溢水量低減の観点から、溢水源となる機器の耐震性の確保及び緊急遮断弁の設置により、設計基準及び重大事故の条件下においては、溢水量は約 70m³ である。

ただし、過酷条件下においては緊急遮断弁の機能が喪失しているものと仮定し、さらに燃料加工建屋内の配管も破損することで、燃料加工建屋内の保有水が全て溢水するものとする。その場合の溢水量は、地下3階で約 230m³ である。

（2）外部からの流入

燃料加工建屋にはエネルギー管理建屋から工業用水、飲料水、冷却水、蒸気等を供給する配管が接続されている。また、再処理施設の消火水供給設備から消火水を供給する配管が接続されている。

それらの供給は蒸気を除きポンプにより圧送されるが、耐震性を確保する設計

又は緊急遮断弁の設置により、設計基準及び重大事故の条件下においては、建屋外部から流入する溢水量は0 m³である。

ただし、過酷条件下においては緊急遮断弁の機能が喪失しているものと仮定し、エネルギー管理建屋に接続される配管が燃料加工建屋内で破損し、配管内保有水が溢水するものとする。その場合の外部からの流入量は約 40m³である。ここで、過酷条件下においては耐震性を有しないポンプは損傷或いは駆動源が喪失することによって移送機能が喪失しているものとする。

(3) 再処理施設からの流入

燃料加工建屋は貯蔵容器搬送用洞道を介してウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋と接続する。ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋で発生した溢水はウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋に設けられた堰により貯蔵容器搬送用洞道に流入しない設計としている。

ただし、過酷条件下においてウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋に設けられた堰が損傷した場合には、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋で発生した溢水が燃料加工建屋へ流入するおそれがあり、その場合の流入量は約 130m³である。

6.2 燃料加工建屋における溢水の滞留時の影響について

燃料加工建屋は地上2階、地下3階構造であり、核燃料物質は地下3階から地上1階に存在する。

地下3階には、ドレン水を貯留するための貯槽を設置したピットが設けられており、上層階において発生した溢水は階段等を経由し下層階に伝播し、床ドレン配管によって地下3階のピットに流入する。

ピットが溢水で満たされた場合、地下3階の溢水水位が上昇するが、核燃料物

質を取り扱う室（以下「工程室」という。）の入口には堰が設けられているため、工程室には水は流入しない設計としている。

本項では、溢水の滞留時の影響を推定する。

(1) 地下3階のピットにおける溢水の貯留可能量

燃料加工建屋内で発生した溢水は床ドレン配管により地下3階のピットに設けられた床ドレン回収槽第1室及び第2室の床ドレン回収槽に回収される。床ドレン回収槽は12基設置されており、同貯槽の容量を超えた場合、オーバーフローし同貯槽が設置された室に滞留する（図6.1に概念図を示す）。

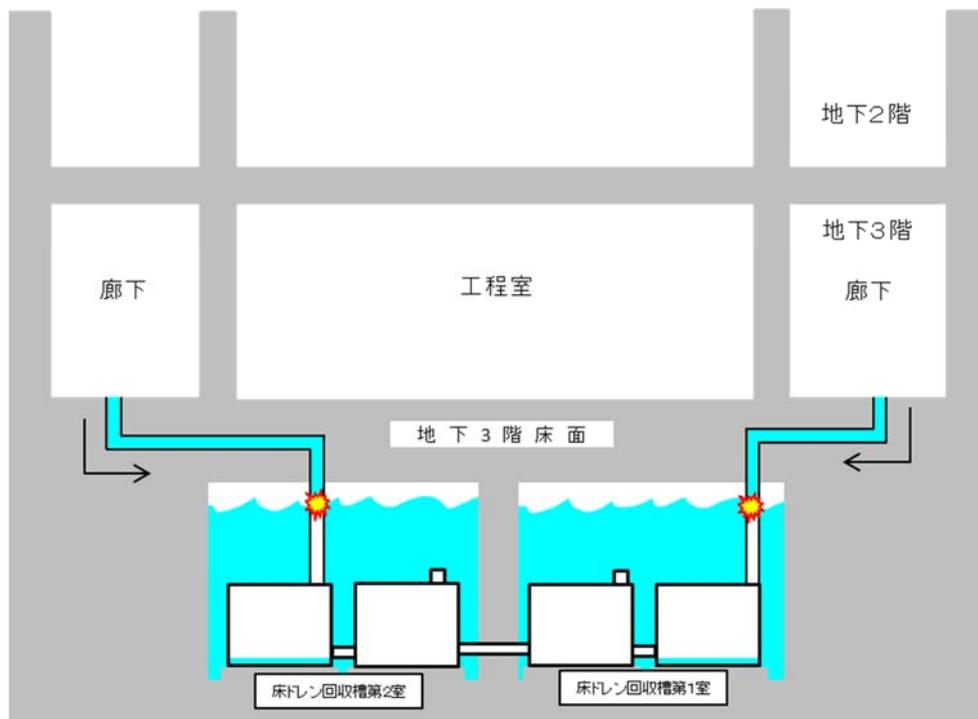


図 6.1 地下3階のピットにおける溢水の滞留概念図

ただし評価においては、床ドレン回収槽について保守的に空き容量を期待せず、床ドレン回収槽第1室及び第2室から同貯槽の容積を除いた有効容積約 340m³ を貯留可能量とする。

(2) 地下3階の滞留面積

地下3階のピットの貯留可能量を超える溢水は地下3階に滞留する。過酷条件下においては、設計基準において工程室への溢水の流入防止対策として設置する堰が損傷することを仮定し、廊下から工程室内に溢水が流入し、流入した溢水は扉の隙間から隣接する工程室に伝播する。

溢水が滞留する有効床面積は、地下3階廊下周りで約 $1,200\text{m}^2$ 、地下3階工程室で約 $1,400\text{m}^2$ である。

(3) 地下3階の溢水水位

6.1において示した溢水量（約 400m^3 ）が発生した場合、地下3階のピットの容量（約 340m^3 ）を超える溢水（約 60m^3 ）が地下3階の廊下及び工程室に広がる。この場合、地下3階の溢水水位は約 3 cm である。

非密封の核燃料物質はグローブボックスにおいて取り扱われ、過酷条件下においてもグローブボックスの支持構造物は一定の強度を有していることを踏まえると、核燃料物質はグローブボックスの機器内からグローブボックスの底面に堆積している可能性があり、最も低い位置のグローブボックスの底板の高さ（約 20cm）を超えた場合には、核燃料物質と溢水が接触する可能性が生ずる。

しかし、上記のとおり、溢水が発生した場合においても溢水水位（約 3 cm）はグローブボックスの底板の高さ（約 20cm）を超えないことから、核燃料物質と溢水は接触しない。

また、核燃料物質の質量が最大となる機器（均一化混合機）については、床上約 210cm に位置するため、溢水と接触する可能性はない。

さらに厳しい条件として、何らかの要因により地下3階に設置するピットにて溢水が貯留できない場合には、地下3階の溢水水位は約 15cm となるが、グローブボックスの底面高さは超えない。

なお、燃料加工建屋内に設置する堰が全て健全な場合においては、発生した溢水は廊下から先の工程室内に流入するおそれはないことから、核燃料物質は水に接触しない。

7. 設計等における担保事項

本資料における検討では、以下の設備の水没評価において、設計基準の臨界安全評価では考慮していないものの、実際の設備設計を踏まえると考慮できる構造材をモデル化している。

- ・原料MOX粉末缶一時保管装置

粉末缶相互間に配置している遮蔽材（ポリエチレンの表面をステンレス鋼で覆っている構造）のうち、ステンレス鋼部分及び貯蔵単位である粉末缶の材質であるアルミニウム

- ・J60 及び J85

容器のステンレス鋼

- ・貯蔵マガジン単体及び燃料棒貯蔵棚

貯蔵マガジンの構造材（ボロン入りステンレス鋼）及び燃料棒被覆管の材質であるジルコニウム

設計基準の臨界安全評価において上記構造材を考慮することは、実効増倍率を低下させる効果となることが明らかであり、また他の安全設計に悪影響を与えないことから、設計基準における臨界安全評価において上記構造材を踏まえた再計算をする必要はない。

ただし、本資料で検討したとおり、過酷状態を踏まえた場合でも未臨界が維持できる根拠であることから、本検討で見込んだ遮蔽材及び構造材について設工認において、構造材の材質、厚さ、構造材間の間隔等を外形図にて示す。

また、均一化混合機などMOX粉末を65kg・MOX以上取り扱う混合機及びホッパについては、開口部に対し、外部からの水の流入を防止する機構として逆流防止弁等を設けることにより、容易に水が入りがたい構造とし、設工認において同

設計方針を示す。

8. 結論

MOX燃料加工施設において保有する核燃料物質に対し、取り扱い上の形態等を踏まえ過酷な状態を想定した場合における臨界安全性を検討した。

その結果、現実的な条件を踏まえれば、溢水の影響を受けた場合においても臨界事故に進展する可能性は考えられないことを確認した。さらに、溢水の発生量及び溢水の滞留範囲を考慮した場合、核燃料物質が溢水と接触することがないことを確認した。

9. 臨界計算に係るモデル図及び計算結果

本資料においては、臨界事故の発生に係る判定について現実的な条件を適用することとし、既存の臨界安全設計において採用したモデルを一部見直している。

以下に、より現実的な条件を適用して再計算した機器に係る臨界計算モデル及び実効増倍率を整理する。

9.1 共通的な条件

臨界計算において適用した条件のうち、共通的な条件を下記に示す。

項目	本検討での設定値	既許可での設定値	設定の妥当性
MOX粉末密度	2.1×10^3 kg/m ³	$4 \sim 7.9 \times 10^3$ kg/m ³	既許可においては密度が高いほうが保守的な結果を与えるため、MOX燃料加工施設内の運転においてタップ密度で取り扱われることはないがタップ密度までを包絡する値を設定していたが、水没時の検討においては低密度側に設定する方がより保守的な結果を与える。 MOX粉末のかさ密度が $2.1 \sim 2.3 \times 10^3$ kg/m ³ である ¹⁾ ため、現実的な条件として 2.1×10^3 kg/m ³ とする。
MOX粉末の含水率	理論最大含水 (約 28%)	0.5～3.5%	没水状態を想定しても、含水率の上昇は一定程度の範囲に収まると推測されるが、評価においてはMOX粉末密度 2.1×10^3 kg/m ³ において空間中に最大で存在しうる水分量を考慮した場合の含水率を設定する。
貯蔵マガジンを評価する際の燃料棒型式	PWR 17×17 型	BWR 8×8 型	既許可においては燃料棒径が太いBWR 8×8 型が一番厳しい結果を与えるため。 水没時の検討においては燃料棒径が細いPWR 17×17 型が厳しい結果を与えるため、現実的な条件として採用する。

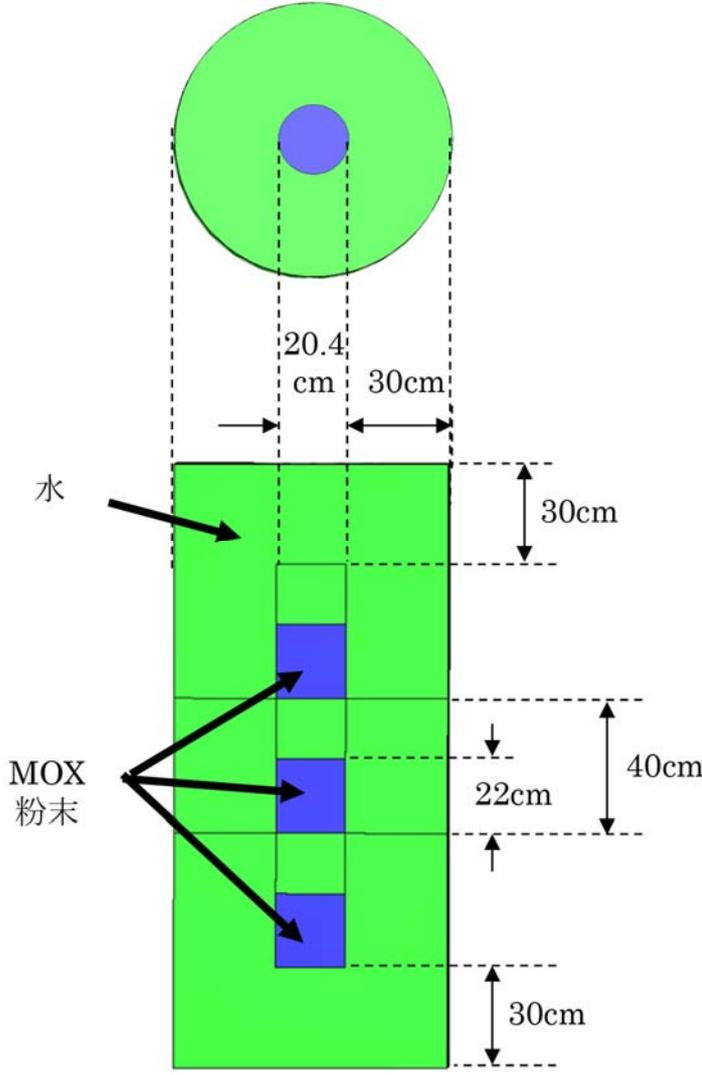
1) 青木 実他 MOX燃料技術開発の動向 (3) プルトニウム転換技術開

9.2 臨界計算モデル及び計算結果

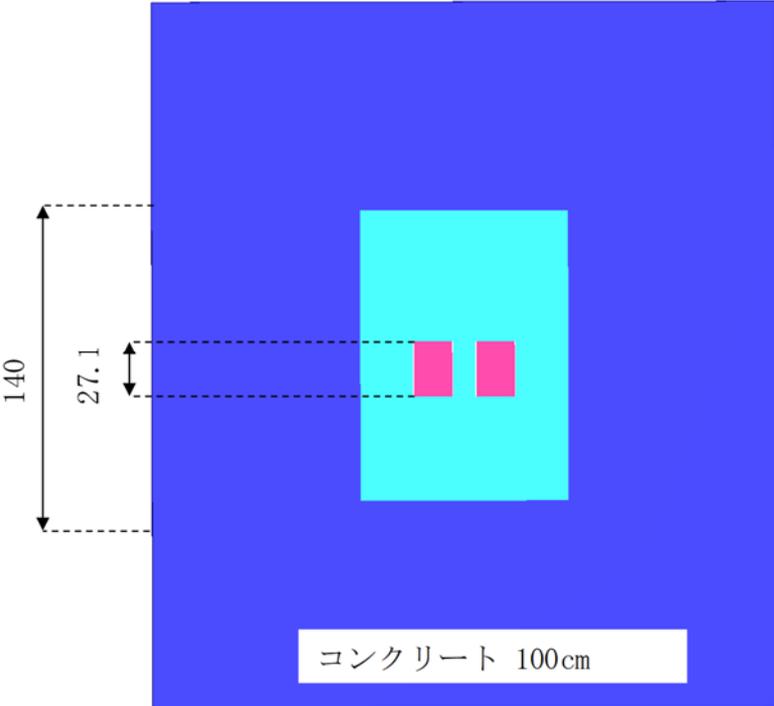
現実的な条件を設定して再計算した臨界計算項目を下表に取りまとめる。

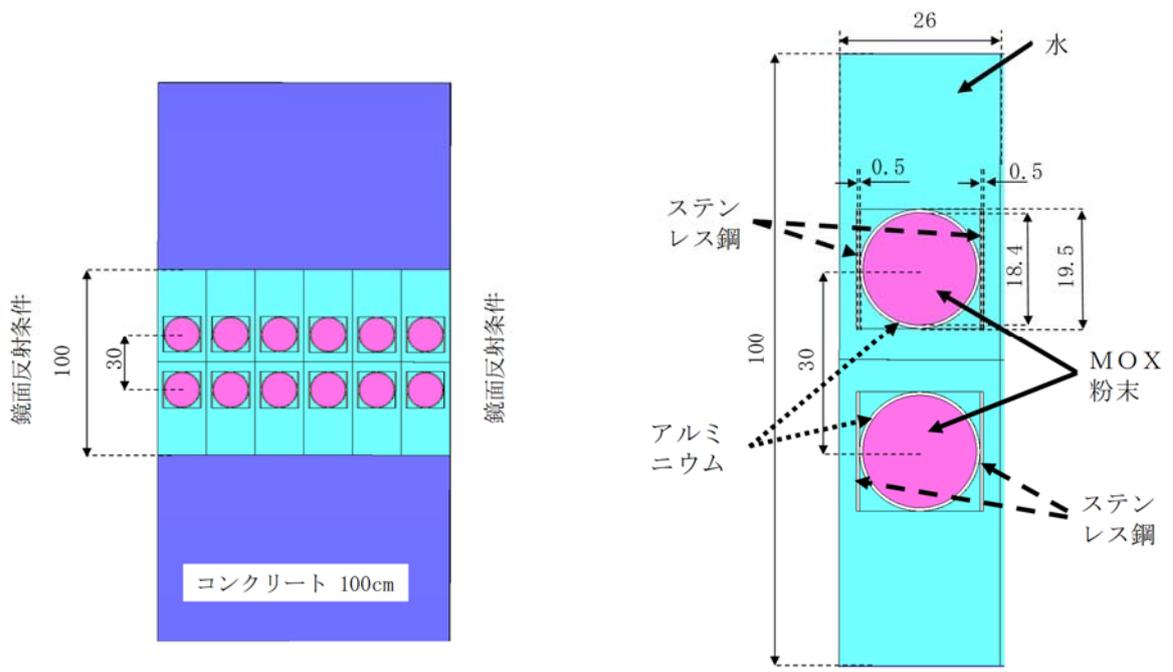
検討対象機器	参照先
混合酸化物貯蔵容器の水没	臨界計算根拠- 1
原料MOX粉末缶一時保管設備の水没	臨界計算根拠- 2
J 60の水没	臨界計算根拠- 3
J 85の水没	臨界計算根拠- 4
貯蔵マガジンの水没	臨界計算根拠- 5
燃料棒貯蔵設備の水没	臨界計算根拠- 6
燃料棒貯蔵設備の水没（形状損傷考慮）	臨界計算根拠- 7

混合酸化物貯蔵容器の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • 混合酸化物貯蔵容器 粉末缶 3 体を収納 • 粉末缶 質量 15.1kg・MOX Pu 富化度 60% 核分裂性 Pu 割合 83% U 中の U-235 含有率 1.6% 含水率 28% MOX 密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 粉末缶の容器高さ寸法 40cm • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.887$ • 計算モデル  <p>The diagram illustrates the criticality calculation model. It consists of two parts: a top-down view and a side view. The top-down view shows a circular canister with a central hole. The diameter of the central hole is 20.4 cm, and the outer diameter of the canister is 30 cm. The side view shows the canister submerged in water. The water layer above the canister is 30 cm high. The canister itself is 40 cm high and contains three segments of MOX powder, each 22 cm high. The water layer below the canister is also 30 cm high. Arrows point to the water and MOX powder segments.</p>

原料MOX粉末缶一時保管設備の水没時の臨界計算モデルと結果

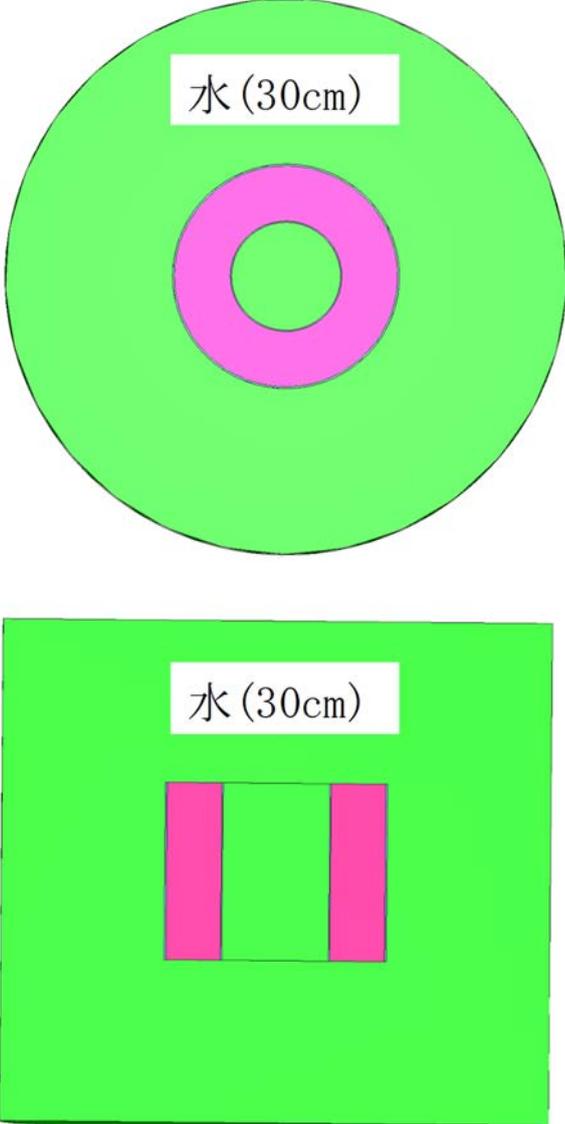
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・粉末缶 質量 15.1kg・MOX Pu富化度 60% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ アルミニウム 0.55cm ・原料MOX粉末缶一時保管装置 ステンレス鋼 0.5cm ・反射体条件 コンクリート 100cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.938$ ・計算モデル  <p style="text-align: center;">計算モデル(立面図)</p> <p style="text-align: right;">単位 (cm)</p> <p style="text-align: right;">桃色 : MOX粉末 水色 : 水</p>

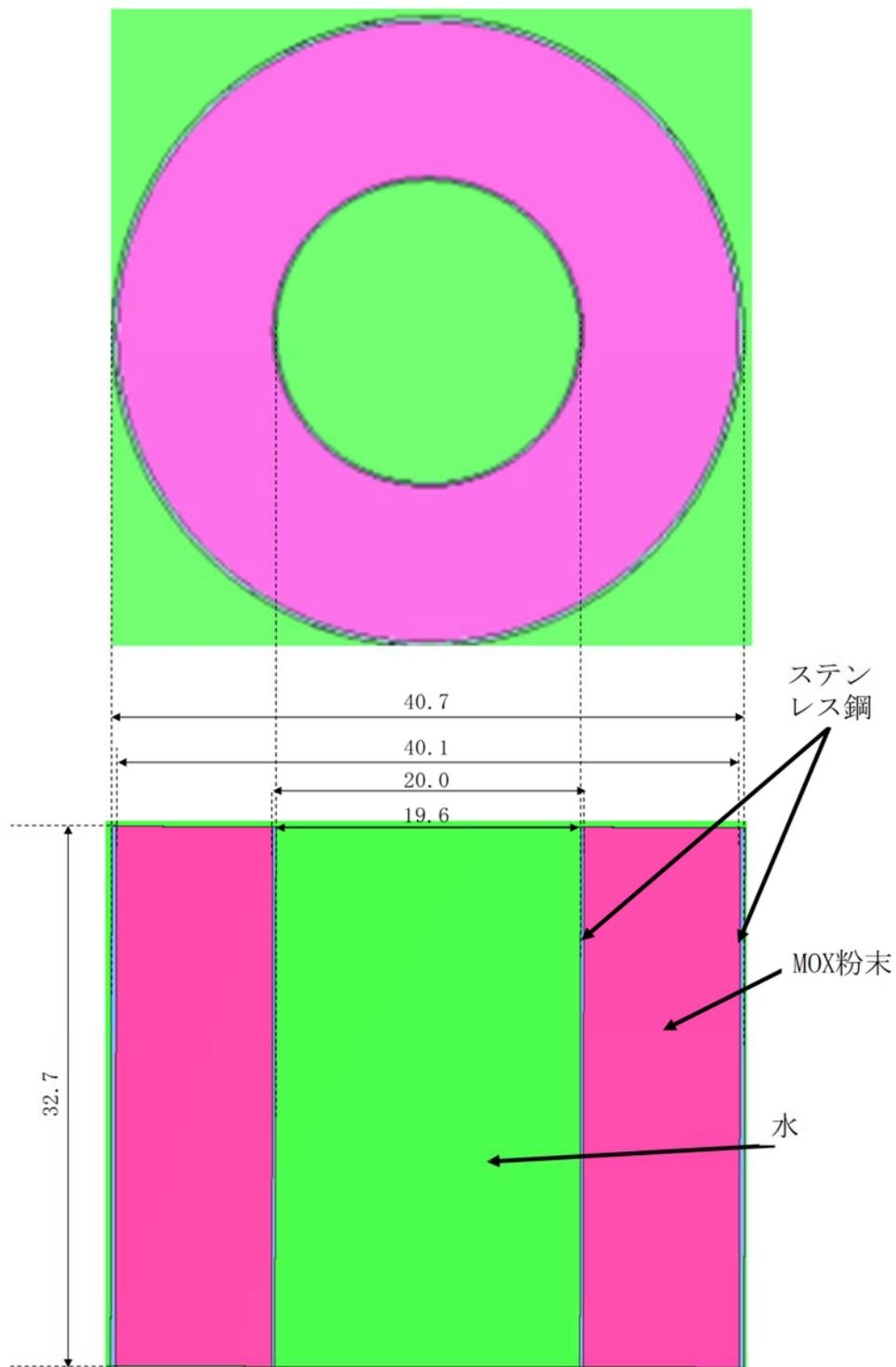


・原料MOX粉末缶一時保管設備の水没時の計算モデル(断面図)

単位 (c m)

J 60の水没時の臨界計算モデルと結果

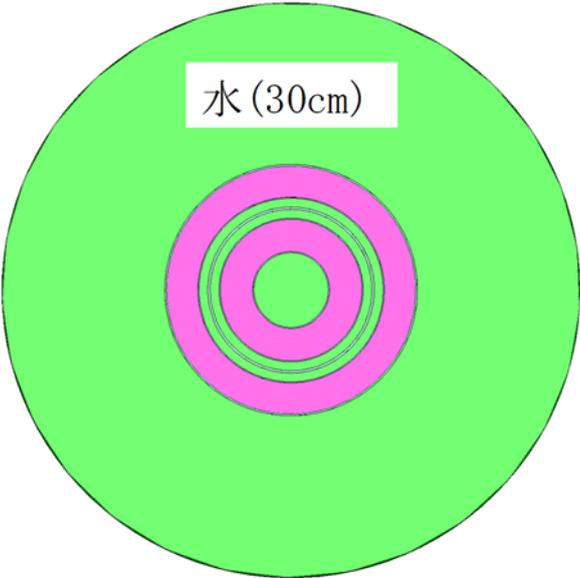
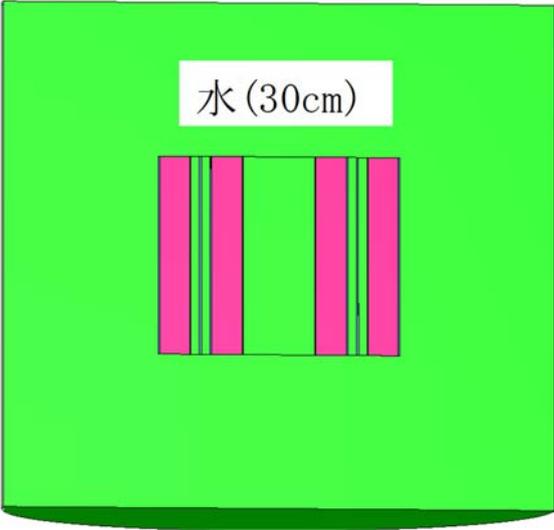
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 33% 核分裂性Pu 割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 2.1×10³kg/m³ ステンレス鋼 0.2cm(内側) ステンレス鋼 0.3cm(外側) • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{eff}+3\sigma=0.921$ • 計算モデル <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">水反射体の配置 (断面図、立面図)</p>

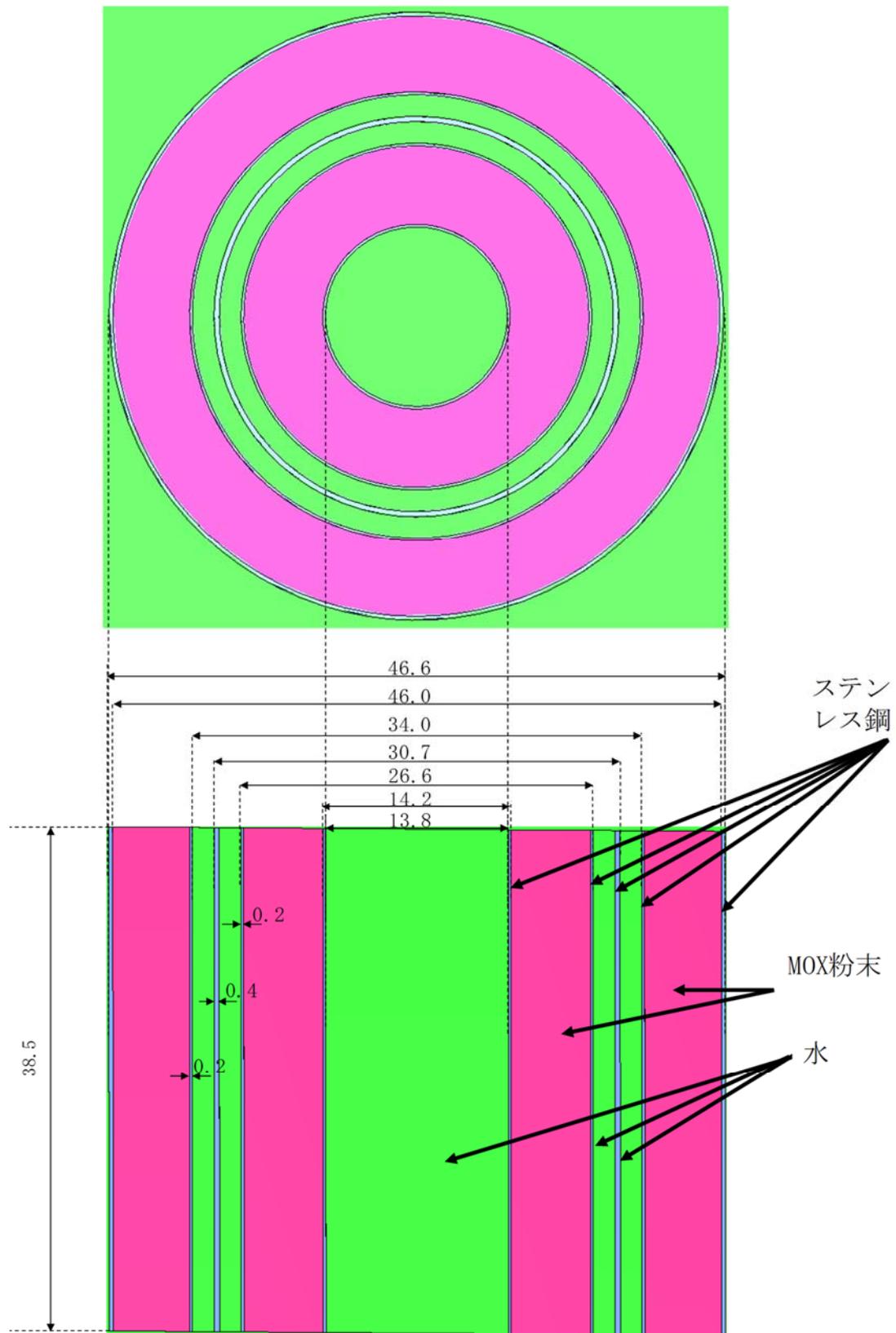


・ J 60 の水没時の計算モデル(断面図、立面図)

単位 (c m)

J 85の水没時の臨界計算モデルと結果

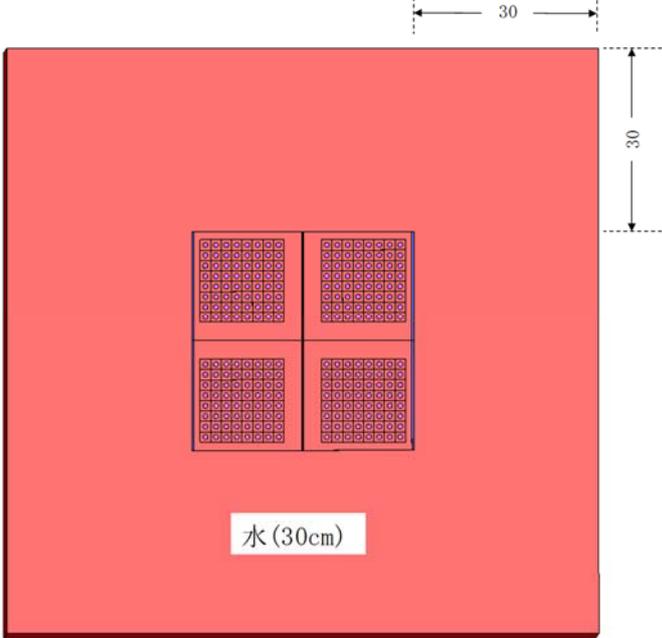
計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> • J 85 質量 90kg・MOX Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 28% MOX密度 $2.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ステンレス鋼 0.2cm(内側) ステンレス鋼 0.3cm(外側) ステンレス鋼 0.4cm(放熱フィン) • 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • 計算結果 $K_{\text{eff}}+3\sigma = 0.942$ • 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p>水 (30cm)</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>水 (30cm)</p> </div> <p style="text-align: center;">水反射体の配置 (断面図、立面図)</p>



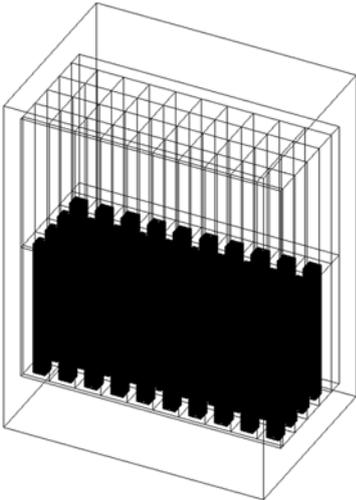
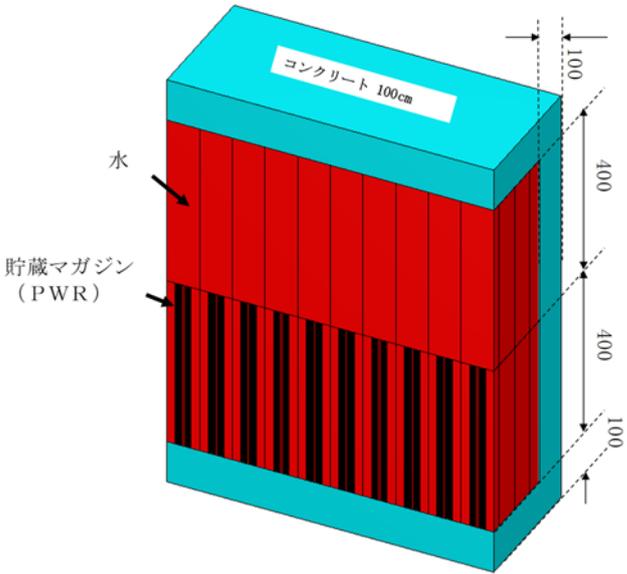
・ J 85 の水没時の計算モデル(断面図、立面図)

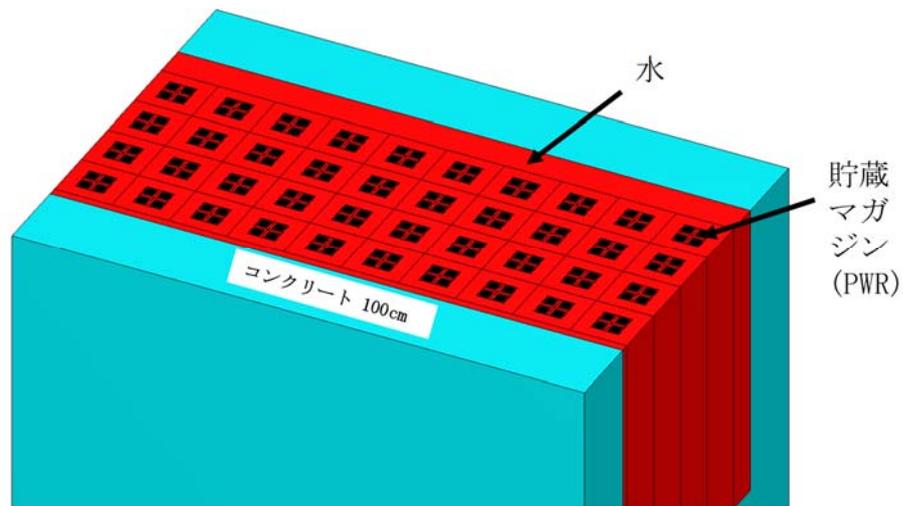
単位 (c m)

貯蔵マガジンの水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵マガジン 36cm×36cm ・ 燃料棒 PWR17×17型 Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235 含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ 中性子吸収材の配置 中性子吸収材を 両側面及び 中央に配置 ・ 中性子吸収材の 厚み ほう素（質量百分率で0.8%） 入りステンレス 鋼厚さ0.3cm ・ 反射体条件 水 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算結果 $K_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.940$ ・ 計算モデル <div style="text-align: center;">  <p>貯蔵マガジンの長さ：400cm</p> <p>貯蔵マガジン周囲30cm に水反射体</p> <p>水(30cm)</p> <p>水(30cm)</p> </div> <p style="text-align: center;">水反射体の配置（断面図、立面図）</p> <p style="text-align: right;">単位（cm）</p>

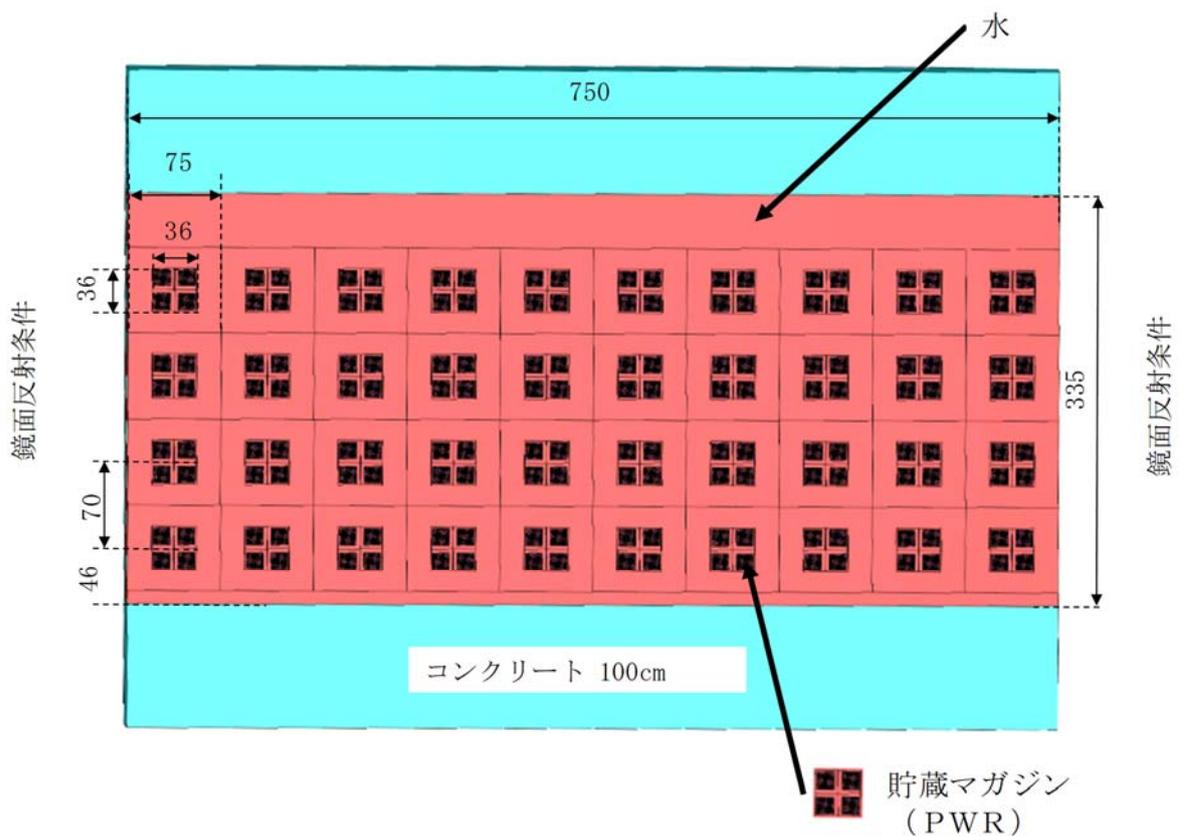
燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵マガジン 臨界計算根拠 -5で示した 貯蔵マガジン ・貯蔵マガジン の中心間距離 段方向：70cm 行方向：75cm ・反射体条件 コンクリート 100cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・計算結果 $K_{eff}+3\sigma=0.941$ ・計算モデル <div style="text-align: center;">  <p>透視図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>立面図</p> </div> <p style="text-align: right;">単位 (c m)</p>



燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデル（断面図）

単位（c m）

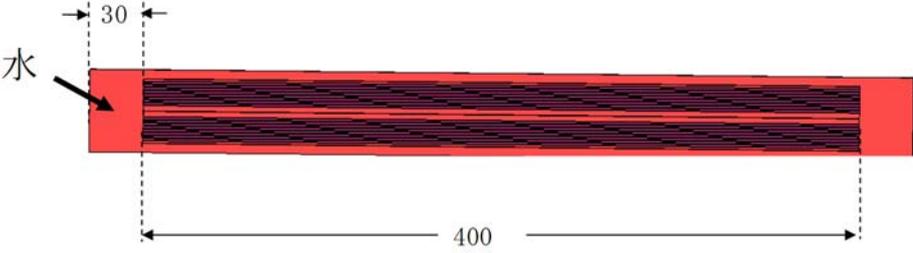


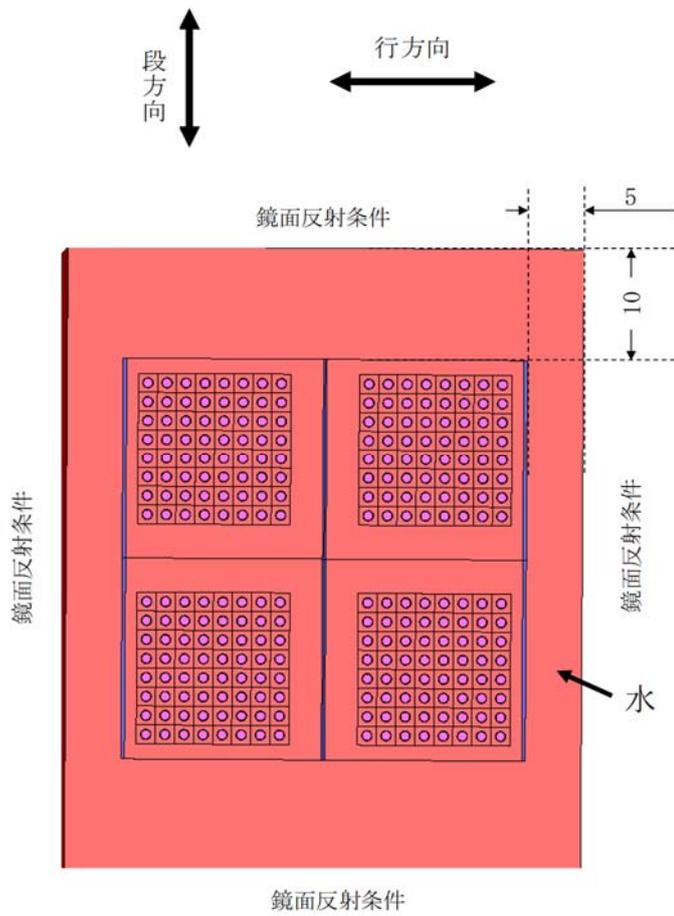
燃料棒貯蔵設備の水没時の臨界計算モデル（断面図）：貯蔵マガジン（P

WR）のモデルは臨界計算根拠-5 参照

単位（c m）

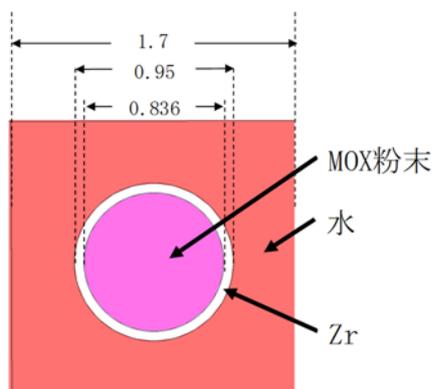
燃料棒貯蔵設備（形状損傷考慮）の水没時の臨界計算モデルと結果

計算条件	計算モデルと計算結果
<p>・貯蔵マガジン</p> <p>臨界計算根拠-5で示した貯蔵マガジンに被覆管としてジルコニウムを考慮</p> <p>・貯蔵マガジンの面間距離</p> <p>段方向：20cm</p> <p>行方向：10cm</p>	<p>・計算結果</p> <p>$K_{eff}+3\sigma=0.943$</p> <p>・計算モデル</p> <p>燃料棒の長さ：400cm</p> <p>マガジン 手前、奥側（燃料棒軸方向）に 30cm 水反射体</p>  <p>立面図</p> <p>単位 (cm)</p>



(断面図) : 貯蔵マガジン (PWR) のモデルは臨界計算根拠-5 参照

単位 (c m)



燃料棒周辺拡大図

単位 (c m)

10. 補足

10.1 粉末落下試験文献に係る補足

分類3の検討において、劣化ウラン粉末の落下試験に関する文献 NUREG/CR-2139を参照しているが、その参照内容を以下にまとめる。

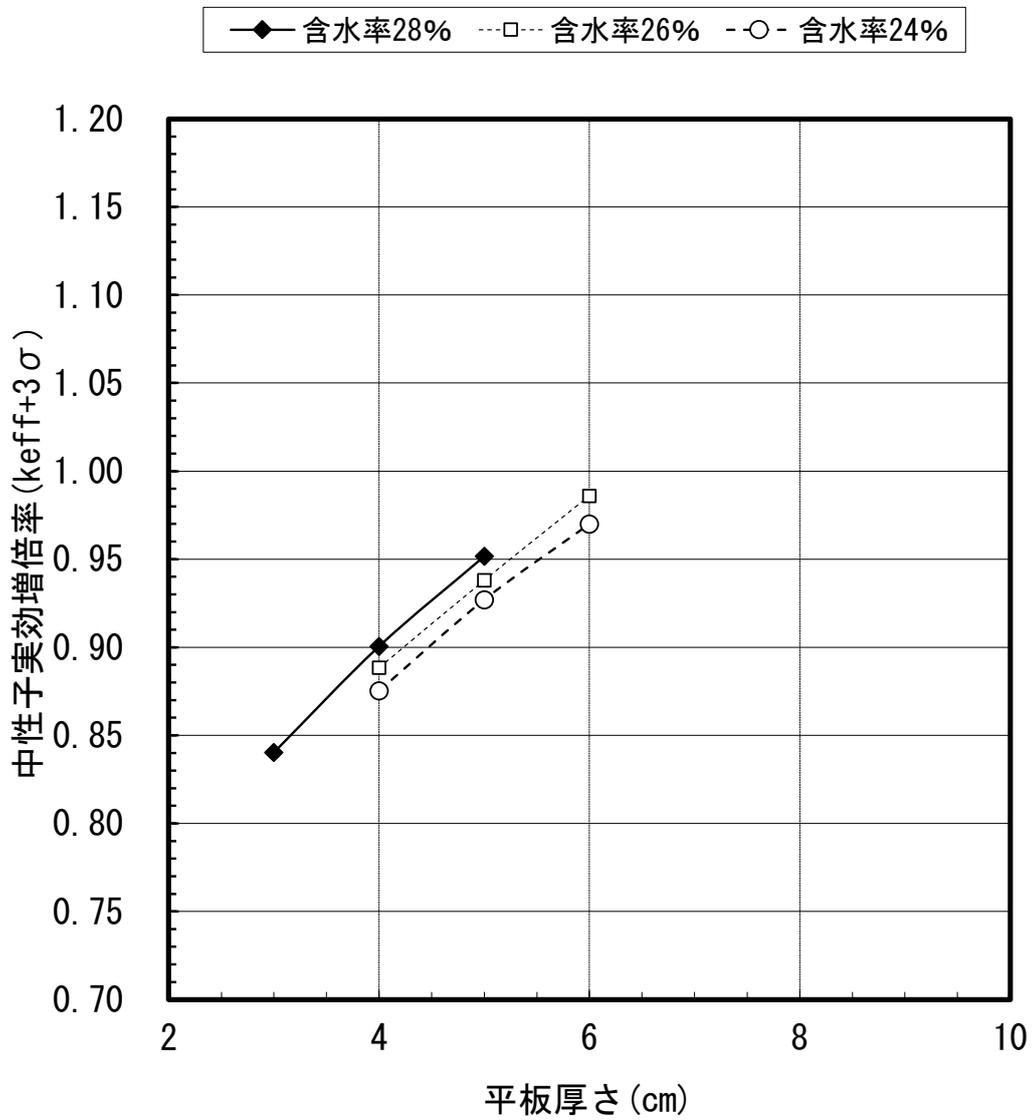
落下試験 参照内容のまとめ

項目	参照内容（記載場所）
・試験タンクのパラメータ	・ステンレス鋼製，高さ約3m，直径約2.9m，体積約20m ³ (p. 6)
・粉末落下試験マトリクス	・粉末種類： 劣化ウラン ・粉末落下量： 100グラム ～ 1000グラム ・落下高さ： 3m, 1m (Table 4, 6 他)
・劣化ウラン粉末性状	・粒子径（質量中央径）： 1.0 μm ・密度： 1.5g/cc (Appendix C)

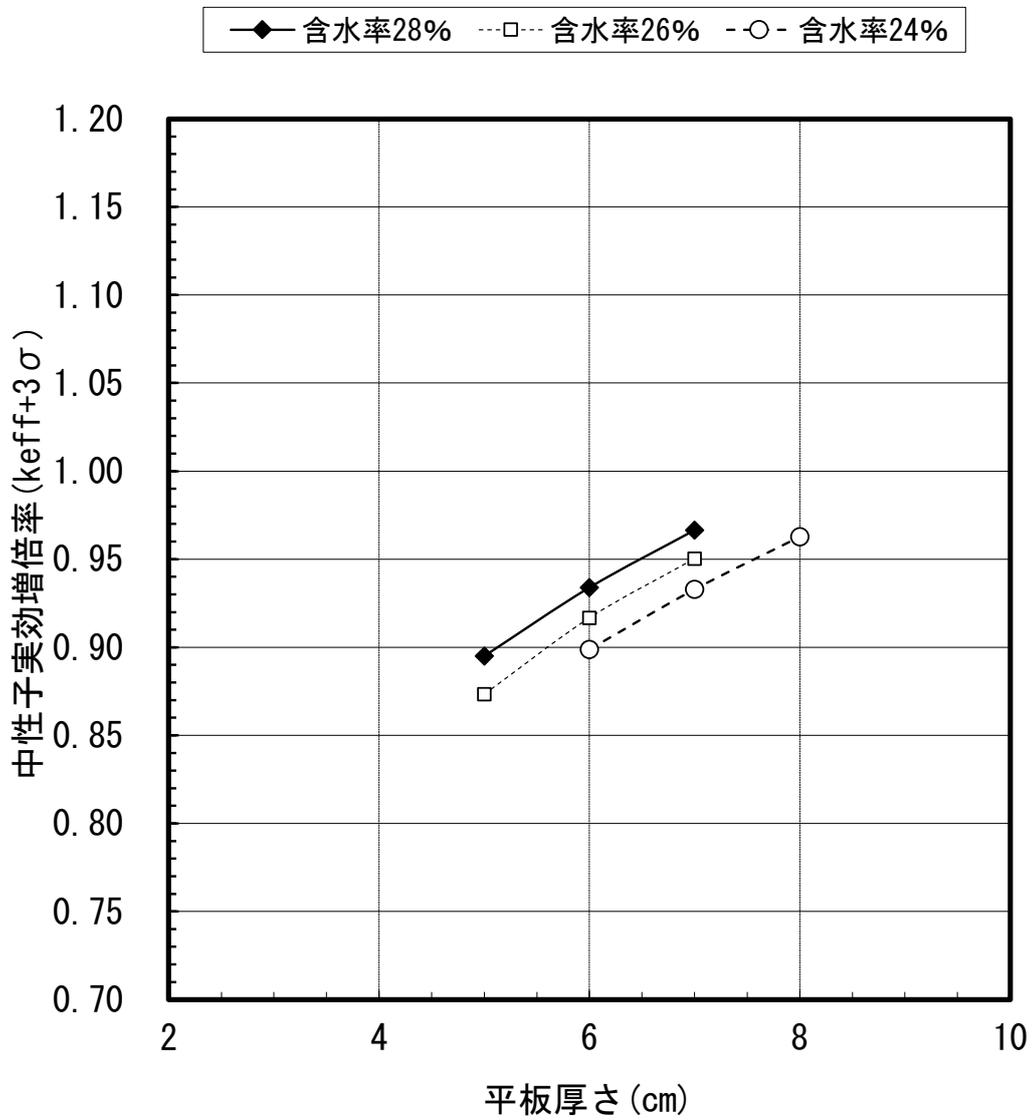
10.2 臨界計算に係るパラメータサーベイ

分類1及び分類3の検討において、粉末が没水した際に未臨界を維持できる高さを示しているが、パラメータサーベイとして、MOX粉末の没水時の含水率の上昇が仮に緩やかであった場合に未臨界を維持できる高さも評価しているので、その結果を示す。

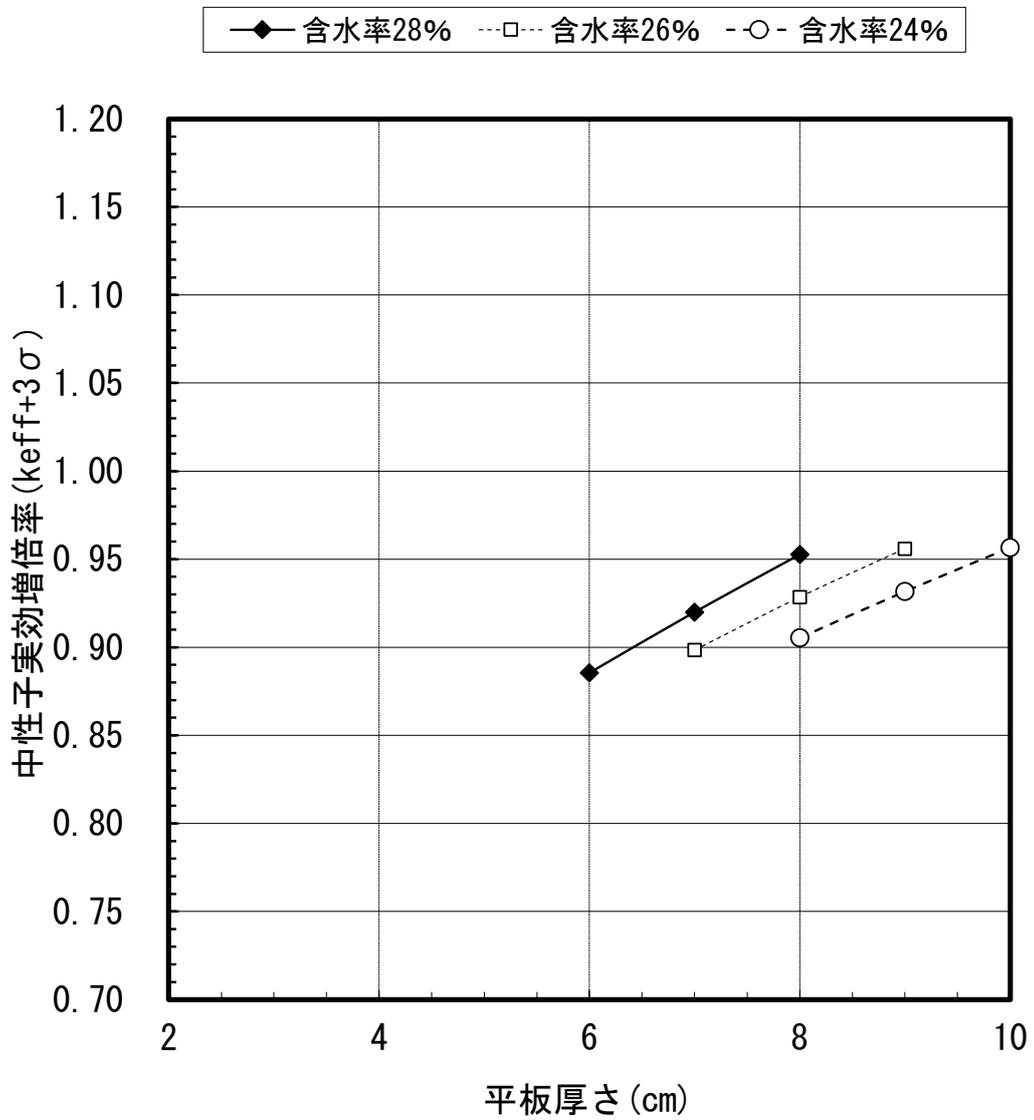
評価条件			結果
Pu富化度	含水率	MOX粉末高さ	
60%	24, 26, 28%	3～6 cm	グラフ1
33%		5～8 cm	グラフ2
14%		6～10 cm	グラフ3



グラフ1 Pu 富化度 60%のサーベイ結果



グラフ2 Pu 富化度 33%のサーベイ結果



グラフ3 Pu富化度14%のサーベイ結果

令和2年7月31日 R4

補足説明資料 3-24 (22条)

目次

1. 高濃度の水素・アルゴン混合ガスの誤供給の可能性について	1
1. 1 検討内容.....	1
1. 2 結論.....	12
2. 水素ガス燃焼時の燃料加工建屋への影響.....	13
2. 1 水素ガスの燃焼による影響.....	13
2. 2 水素ガスの燃焼による重大事故対処への影響.....	13

1. 高濃度の水素・アルゴン混合ガスの誤供給の可能性について

燃料加工建屋へ水素濃度が9.0vol%を超える水素・アルゴン混合ガス（以下「混合ガス」という。）が供給された場合には、燃料加工建屋内にて漏えいした混合ガスにより、爆轟が生ずることで重大事故等に至るおそれがある。

このため、重大事故等において、水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスの供給が想定される事象が生じ得るか、外的要因、内的要因の観点より整理した結果、内的事象として、多重の故障等を想定した場合に燃料加工建屋へ供給する混合ガスの水素濃度が9.0vol%を超えて上昇するケース数として4ケースを特定した。

しかし、混合ガスの水素濃度が9.0vol%を超えて上昇するためには、多重の障壁が無効となることが必要であり、燃料加工建屋へ水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスが供給されることは発生し得ない。以降に具体的な検討内容を示す。

1. 1 検討内容

混合ガスの製造に必要となる原料水素及びアルゴンガスを供給する水素ガス設備及びアルゴンガス設備から焼結炉までの系統において、外的事象及び内的事象により、爆轟に至る可能性のある水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスを供給する可能性について整理した。

(1) 外的要因

外的事象として地震、火山の影響等により、混合ガス製造工程の設備が損傷する可能性が想定される。その場合においても、燃料加工建屋に混合ガスを供給している混合ガス貯蔵容器内の水素濃度は

9.0vol%を超えず、混合ガス製造工程と混合ガス貯蔵容器は切り離されているため、混合ガス製造工程における異常が燃料加工建屋に伝播することはない。

(2) 内的要因

内的事象として、混合ガス製造工程に係る機器の故障、誤作動又は運転員の誤操作を想定した場合において、燃料加工建屋に水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスが供給される可能性を検討した結果、燃料加工建屋に水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスが供給される想定ケースは表4に示すとおり4ケースである。

検討においては、関連する水素濃度維持機能の数を障壁数とし整理した。また、燃料加工建屋に水素濃度が9.0vol%を超えた混合ガスが供給されるまでの時間余裕を踏まえ、運転員による確認に期待できる回数を障壁数として整理した。

表1 混合ガスの水素濃度の上昇に係る想定ケースの概要

ケース名	概要
ケース1. 原料水素の誤供給 (表2並びに図1及び図2)	水素濃度が9.0vol%以下に調整された混合ガスを充填した混合ガス貯蔵容器を燃料加工建屋に接続する際に、水素ガス貯蔵容器を誤操作により燃料加工建屋への供給系統に接続する。
ケース2. 希釈用アルゴンガスの流量低 (表3及び図3)	混合ガス製造工程において混合するアルゴンガスの流量が低下していることに気づかず、混合比を誤った状態で混合を継続し、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスを充填する。
ケース3. 原料水素の流量高 (表4及び図4)	混合ガス製造工程において混合する水素ガスの流量が規定値よりも大きいことに気づかず、混合比を誤った状態で混合を継続し、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスを充填する。
ケース4. 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給 (表5及び図5)	希釈用アルゴンは液化した状態で貯槽に貯留するが、液化アルゴンと液化水素をとり間違え、液化アルゴン貯槽に液化水素を供給することで、混合ガス貯蔵容器に水素濃度が9.0vol%を超える混合ガスを充填する。

① ケース1. 原料水素の誤供給

ケース1での事象の発生箇所を図1に示す。

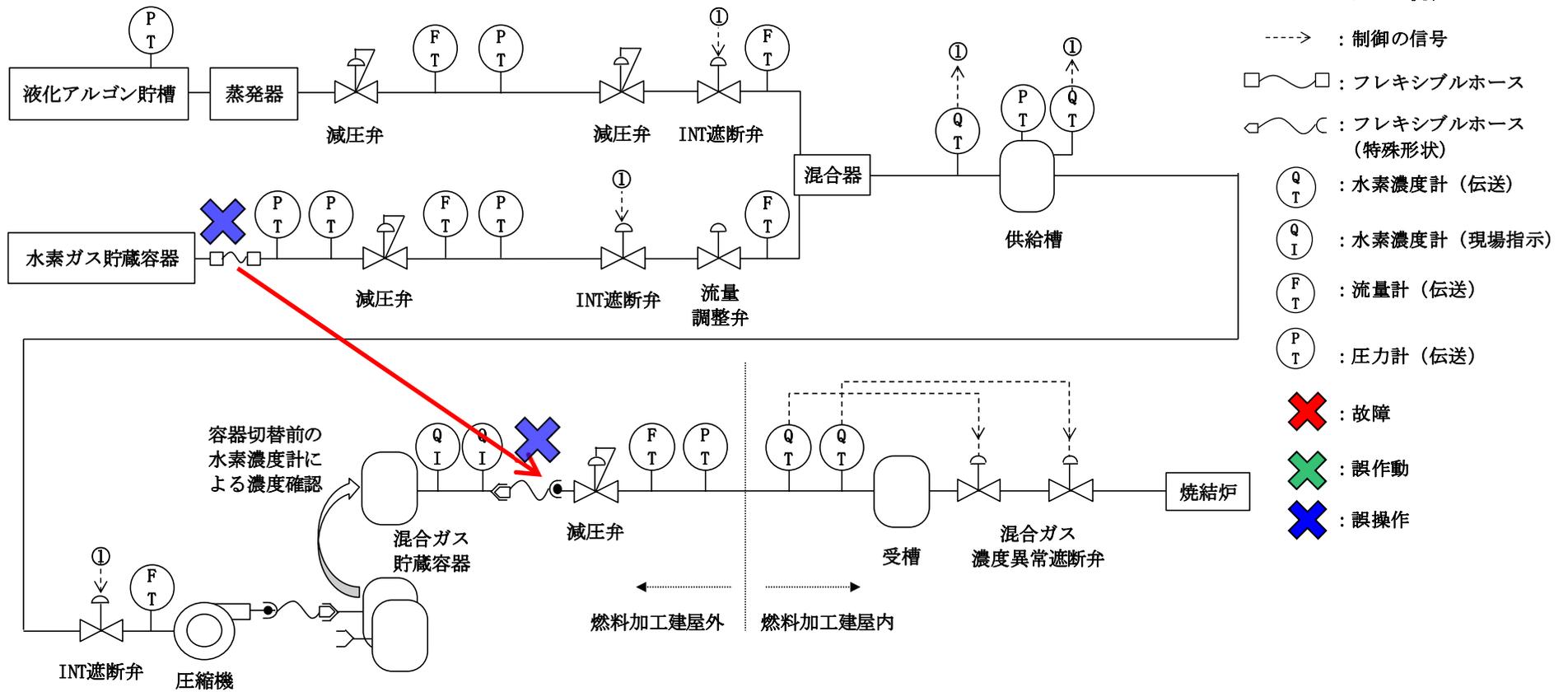


図1 ケース1. 原料水素の誤供給 想定事象発生箇所

原料水素が燃料加工建屋へ供給されるまでの障壁数を表2に示す。

表2 ケース1. 原料水素の誤供給における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤, 誤作動：緑, 誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
燃料加工建屋への原料水素の誤供給	(設備の配置上の制約(図2)及び構造上の制約により、水素ガス貯蔵容器を燃料加工建屋への供給系統に接続できない)	—	—	—	—	—	直接接続することが物理的に困難であり想定できない。

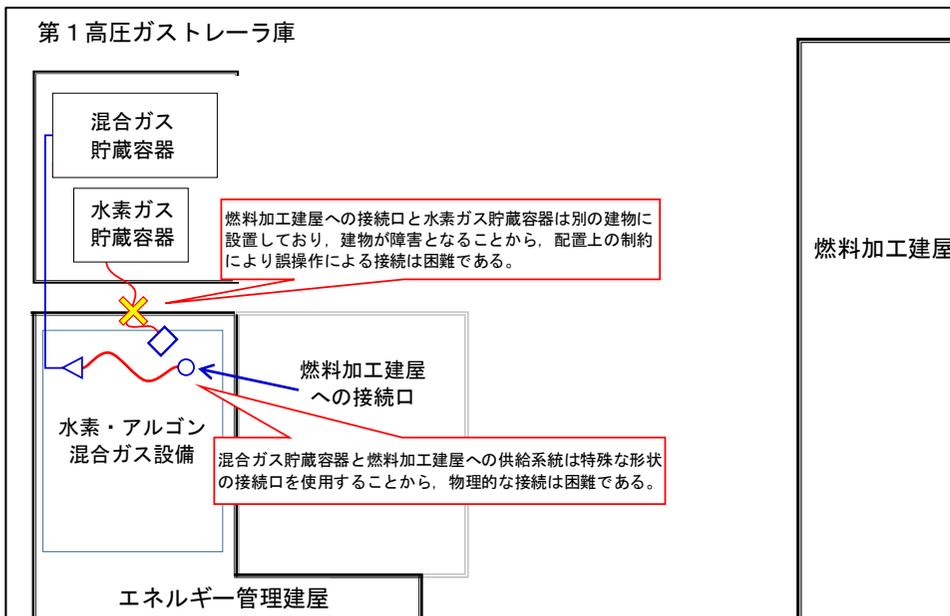


図2 設備配置イメージ図

原料水素の誤供給を想定した場合においても、表2に示すとおり、物理的な接続が困難であることから、原料水素の誤供給は想定し得ない。

② ケース2. 希釈用アルゴンガスの流量低

ケース2での事象の発生箇所を図3に示す。

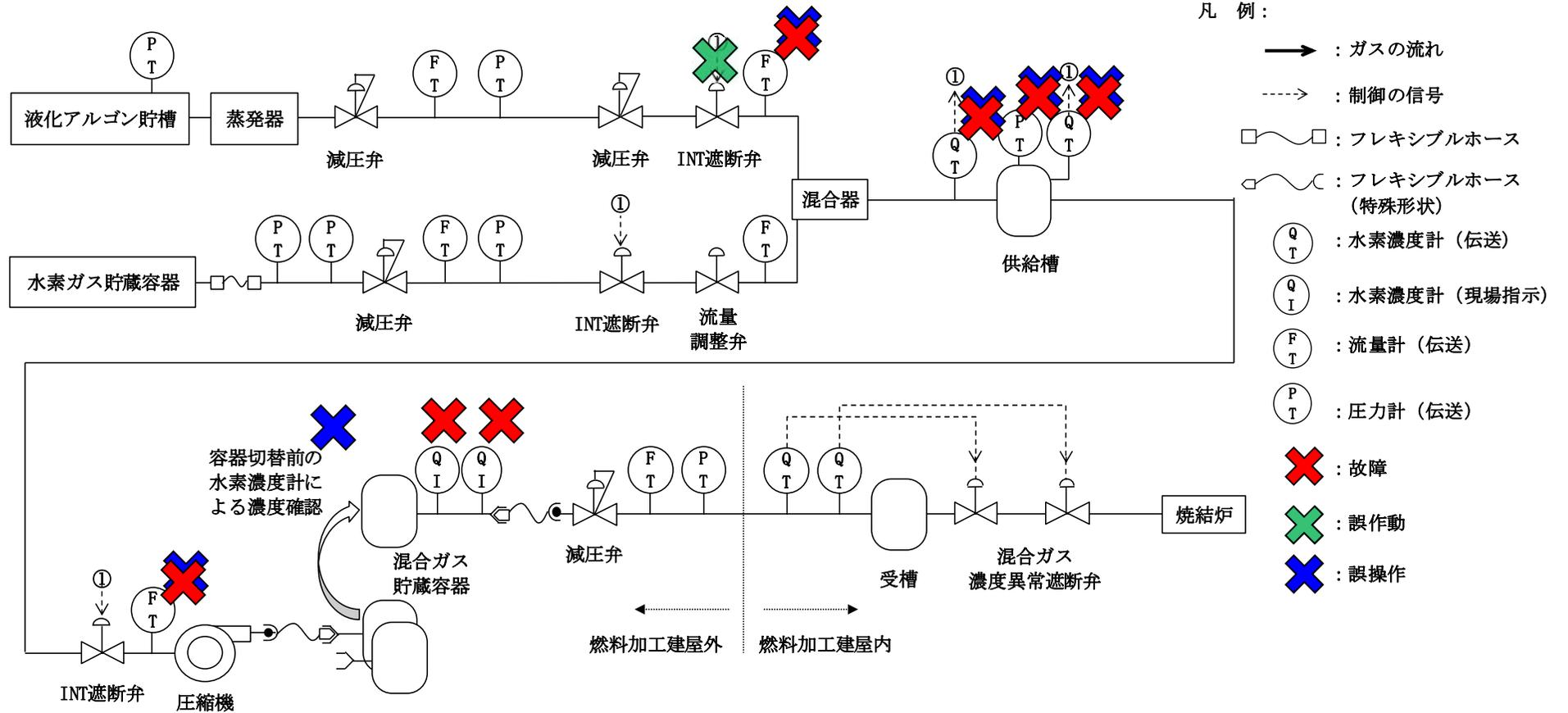


図3 ケース2. 希釈用アルゴンガスの流量低 想定事象発生箇所

水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが燃料加工建屋へ供給されるまでの障壁数を表3に示す。

表3 ケース2. 希釈用アルゴンガスの流量低における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
希釈用アルゴン 流量の低下 かつ 水素濃度計全数 故障 かつ 容器切替時の濃 度確認の失敗	<ul style="list-style-type: none"> ・アルゴン INT 遮断弁の誤作動 (閉) : 1 ・系统中的の流量計の故障 : 2 ・系统中的の水素濃度計の故障 : 4 ・系统中的の圧力計の故障 : 1 ・運転員による上記計器の指示値確認 : 1 回/時間*10 時間/バッチ* (計器数 : 1 セット) =10 回 ・容器入替前の水素濃度の確認 : 1 回* 2 人 = 2 ・供給開始時の水素濃度の確認 : 1 回* 1 人* 2 計器 = 2 	22	7	1	14	10 時間 (貯蔵容器 1 基あたりの充填時間)	充填完了までの時間が長く、障壁数も 20 回以上であるため、アルゴン流量低を想定してもその状態が継続することはない。また、本プロセスは連続ではなくバッチであり、容器切替前に水素濃度を確認してから次工程に進むものであるため、発生の可能性はない

希釈用アルゴンガスの流量低を想定した場合においても、表3に示すとおり、障壁数は 20 枚以上であり、供給はバッチ単位のため直ちに供給されず、供給前に濃度を確認して供給することから、水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが供給される事象は生じ得ない。

③ ケース3. 原料水素の流量高

ケース3での事象の発生箇所を図4に示す。

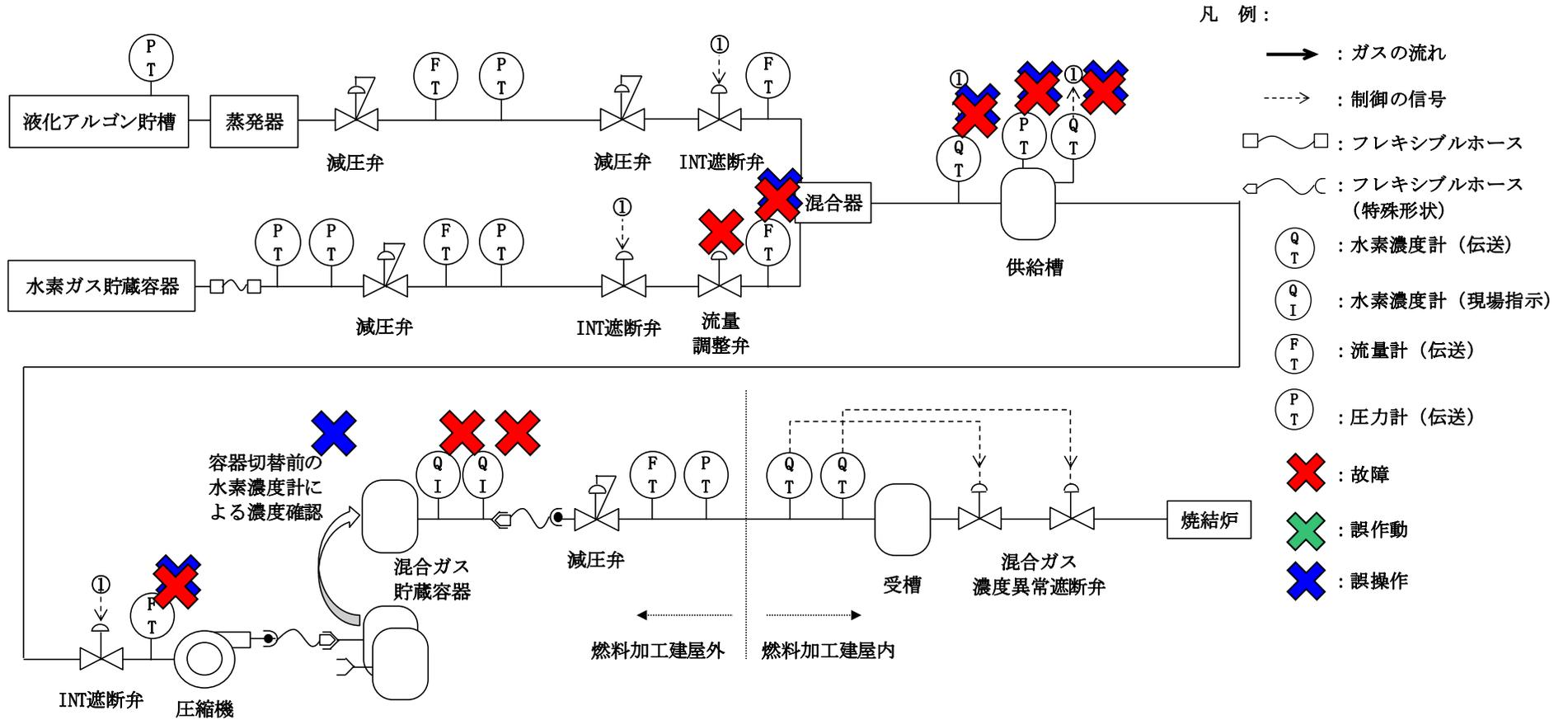


図4 ケース3. 原料水素の流量高 想定事象発生箇所

水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが燃料加工建屋へ供給されるまでの障壁数を表 4 に示す。

表 4 ケース 3. 原料水素の流量高における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
水素流量超過 かつ 水素濃度計全数 故障 かつ 容器入れ替え前 の濃度確認の失 敗	<ul style="list-style-type: none"> • 水素流量調整弁の故障：1 • 系统中的の流量計の故障：2 • 系统中的の水素濃度計の故障：4 • 系统中的の圧力計の故障：1 • 運転員による上記計器の指示値 確認： 1 回/時間*10 時間/バッチ* (1 セット) =10 回 • 容器入替前の水素濃度の確認： 1 回*2 人=2 • 供給開始時の水素濃度の確認： 2 	22	8	0	14	10 時間 (貯蔵容器 1 基あたりの充填時 間)	充填完了までの時間が長 く，障壁数も 20 回以上で あるため，水素流量高を 想定してもその状態が継 続することはない。 また，本プロセスは連続 ではなくバッチであり， 容器切替前に水素濃度を 確認してから次工程に進 むものであるため，発生 の可能性はない

原料水素の流量高を想定した場合においても，表 4 に示すとおり，障壁数は 20 枚以上であり，供給はバッチ単位のため直ちに供給されず，供給前に濃度を確認して供給することから，水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが供給される事象は生じ得ない。

④ ケース4. 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給

ケース4での事象の発生箇所を図5に示す。

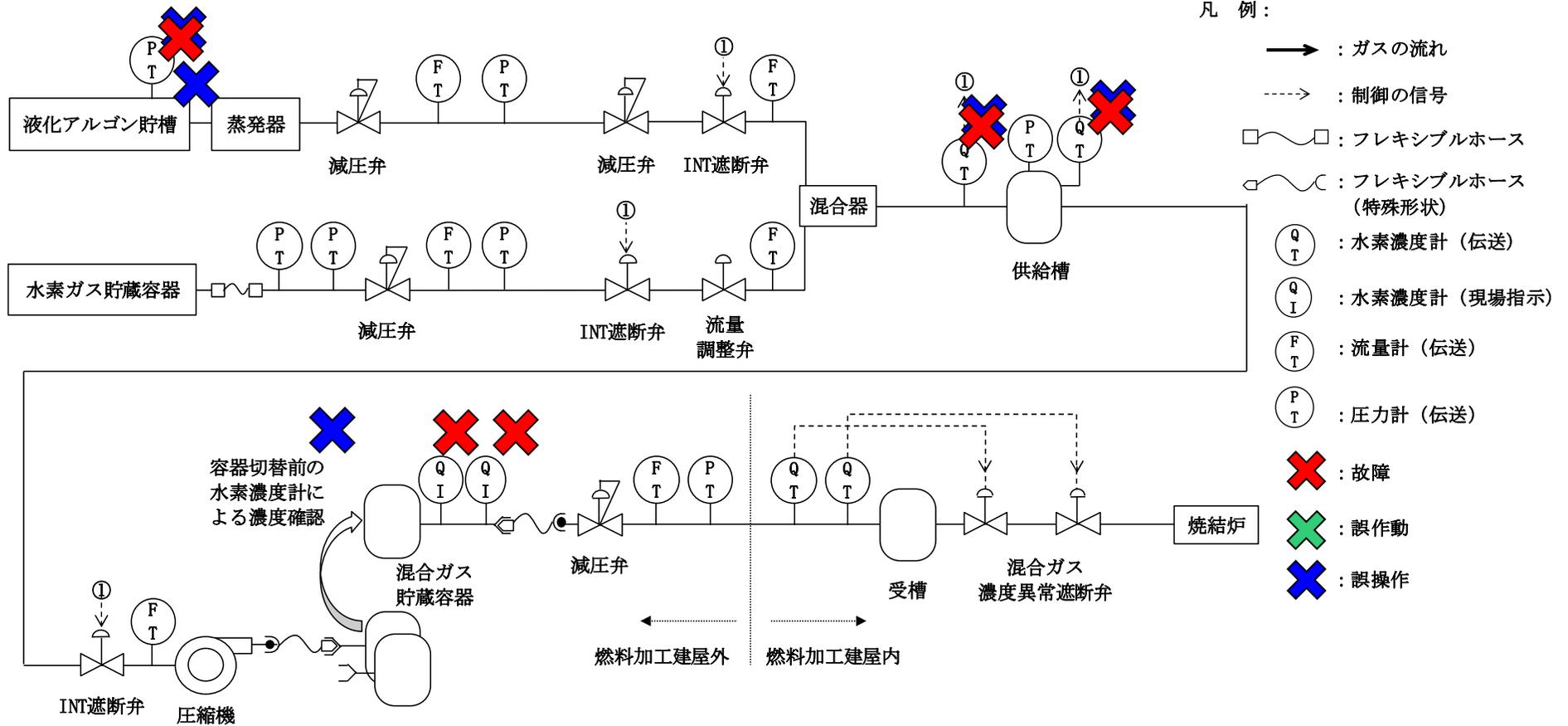


図5 ケース4. 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給 想定事象発生箇所

水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが燃料加工建屋へ供給されるまでの障壁数を表5に示す。

表5 ケース4. 液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給における障壁数

想定事象の概要	水素濃度維持機能 (故障：赤，誤作動：緑，誤操作：青)	高濃度水素 供給までの 障壁数	障壁数の内訳			想定時間余裕	想定根拠
			故障	誤作動	誤操作		
液化アルゴン貯槽に誤って液化水素を充填することによる水素濃度高	<ul style="list-style-type: none"> ・液化アルゴン貯槽への液化水素の誤充填：1 ・系統中の水素濃度計の故障：4 ・系統中の圧力計の故障：1 ・液化水素投入時の圧力計指示値確認：1回 ・運転員による上記計器の指示値確認： 1回/時間*10時間/バッチ*計器数(1セット)=10回 ・容器入替前水素濃度の確認： 1回*2人=2 ・供給開始時の水素濃度の確認： 2 	21	5	0	16	10時間 (貯蔵容器1基あたりの充填時間)	液化アルゴン貯槽へ液化水素を誤って供給した場合，液体の沸点の差により，供給した水素が速やかに蒸発し，液化アルゴン貯槽内の圧力が異常を示すことに加え，アルゴン供給系統上に設けられた安全弁が作動し，ガスが噴出することから，目視により異常を確認でき，それ以上異常が進展しない

液化アルゴン貯槽への液化水素の誤供給を想定した場合においても，表5に示すとおり，障壁数は20枚以上であり，供給はバッチ単位のため直ちに供給されず，供給前に濃度を確認して供給することから，水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが供給される事象は生じ得ない。

1. 2 結論

混合ガスの水素濃度が 9.0vol% を超えた混合ガスが供給されるケース数として4ケースを想定し、それぞれのケースごとに物理的に発生し得る可能性及び発生し得る場合での、異常の発生防止及び拡大防止に係る障壁数を算定した。

その結果、最も障壁数が少ないと見積もられるケースにおいても、障壁数は20以上であり、水素濃度が 9.0vol% を超える混合ガスが供給される事象は発生し得ないと評価した。

2. 水素ガス燃焼時の燃料加工建屋への影響

2. 1 水素ガスの燃焼による影響

第1 高圧ガストレーラ庫において水素が漏えいした場合には、水素ガスは拡散性が高いこと、第1 高圧ガストレーラ庫の開放面から大気中にすぐさま放出されることから、漏えいした水素ガスにより爆轟に至ることは考え難い。

仮に、第1 高圧ガストレーラ庫において水素ガスが漏えいし、漏えいした水素ガスに着火した場合の燃料加工建屋への影響については、「整理資料 第9条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災） 補足説明資料5－4 敷地内の危険物貯蔵施設等の爆発に対する影響について」にて評価を実施しており、第1 高圧ガストレーラ庫の危険限界距離 55mに対し、燃料加工建屋の離隔距離は62mであるため、万一、第1 高圧ガストレーラ庫において爆発が発生した場合でも燃料加工建屋へ影響を及ぼすことはない。

なお、原料水素ガスは第1 高圧ガストレーラ庫に配置されるため、エネルギー管理建屋において水素ガスが多量に漏えいすることは考え難いが、仮にエネルギー管理建屋において水素ガスが漏えいし、爆発が生じた場合においても、エネルギー管理建屋と燃料加工建屋は 55m以上の離隔を有し、また、混合ガスの製造設備を設置する区画の壁面は鉄筋コンクリート造かつ天井面が軽量屋根であり、爆発圧力が上方に逃げる設計であるため、燃料加工建屋へ影響を及ぼすことはない。

2. 2 水素ガスの燃焼による重大事故対処への影響

重大事故対処中は、燃料加工建屋周辺の屋外のアクセスルート上で作業を行っている可能性があり、同作業中の作業員に与える影響を考慮する。

第1 高圧ガストレーラ庫及びエネルギー管理建屋において漏えいした水素ガスにより爆発が生じた場合、同建屋の水素ガスが滞留する範囲において構造上最も脆弱な部分から圧力が開放されることとなるが、第1 高圧ガストレーラ庫及びエネルギー管理建屋は爆発圧力が上方に逃げる設計であることから、地表面で作業をしている作業員に直接与える影響はない。

同建屋からの飛散物については、建屋屋上方向に飛散し、その後落下すると予想されるものの、屋根は薄い折板の軽量屋根であり、飛散時に燃料加工建屋に有意な影響を与えることは考え難く、また、飛散物はホイールローダで容易に撤去が可能であり、障害となることは想定し難い。

以上より、万一爆発が発生した場合においても重大事故対処に与える影響は小さい。

以 上

令和2年7月31日 R2

補足説明資料3 - 27 (22条)

MOX燃料加工施設の平常時の放出量及びグローブボックス内の容器落下又は転倒時の放出量について

1. MOX燃料加工施設における平常時の放出量

MOX燃料加工施設における核燃料物質の平常時の年間放出量は、各設備における核燃料物質の年間取扱量、核燃料物質の気相中への移行率（ARF (Airborne Release Factor)）及びフィルタの除染係数を乗じて算出している。

年間放出量の算出に使用する核燃料物質の気相中への移行率として、粉末の場合は 7×10^{-5} 、焼結ペレットの場合は 3×10^{-7} を使用している。

粉末については、文献(1)を参考にしている。文献(1)では1 mの高さから UO_2 粉末を落下させ、空気中への移行率を求めている。検証の結果、1 mの高さから落下しても、空気中への移行率は最大 $7 \times 10^{-3}\%$ であったことから、 7×10^{-5} の値をARFとして設定している。

ペレットについては、文献(2)を参考にしている。文献(2)においては、高密度(86%)のペレットを $1300^{\circ}C$ 及び $760^{\circ}C$ において43m/sから86m/sまでの衝撃をかけた際の $10\mu m$ 以下の破片の発生割合を求めている。検証の結果、衝突速度43m/s、 $760^{\circ}C$ の際の破片発生割合は $2.5 \times 10^{-3}\%$ であった。破片発生割合及び文献(1)での3 m落下による空気中への移行率 $7 \times 10^{-2}\%$ を用いて焼結ペレットの落下時における空気中への移行率を求めた結果、 $2.1 \times 10^{-5}\%$ であったことから、 3×10^{-7} の値をARFとして設定している。

以上より、平常時の年間放出量の評価において、粉末又は焼結ペレットの落下時の移行率を使用して算出していることから、グローブボックス内の粉末容器の落下等によるMOX粉末の飛散事象は、平常運転時の放

出量に包含される。

2. グローブボックス内の容器落下又は転倒時における放出量

2. 1 はじめに

MOX燃料加工施設において、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異常事象として、グローブボックス内での容器の落下又は転倒によるMOX粉末の飛散があげられる。しかしながら、グローブボックス内でMOX粉末が飛散し外部へ放出されたとしても、平常運転時と同等の放出量であることから、多量の放射性物質を外部へ放出する事故には至らないとしている。このため、グローブボックス内の容器の落下又は転倒によるMOX粉末の外部への飛散における外部への放射性物質の放出による公衆への影響を確認する。

2. 2 評価の考え方

グローブボックス内において容器が落下又は転倒した際に、容器から漏えいしたMOX粉末がグローブボックス排気系を經由して外部へ放出される量を算出し、被ばく線量に換算し公衆への影響を確認する。

ただし、グローブボックス内での取扱時において、蓋が付いている状態の容器については、容器が落下又は転倒した場合でも、容器内からMOX粉末が漏えいすることはないため、放出量を算出する対象としない。また、グリーンペレット及びペレットについても、安定な成型体であるため、対象としない。

上記を踏まえ、評価の対象とするグローブボックスはMOX粉末を取り扱う15のグローブボックスとする。

2. 3 評価の条件

2. 3. 1 外部への放出量の算出に用いる条件

外部への放出量を算出するに当たり必要となる条件は以下のとおり。

- ・ グローブボックス内にて取り扱う P u 量
- ・ グローブボックス内の気相への移行率 (A R F)
- ・ 排気経路における除染係数 (L P F)

(1) グローブボックス内にて取り扱う P u 量

放出量評価に使用する、グローブボックス内にて取り扱う放射性物質量は、 運転管理の上限値を基に設定する。各粉末容器のMOX粉末量を2. 3. 1-1表に示す。

2. 3. 1-1表 グローブボックス内で取り扱う粉末容器のMOX粉末量

<u>容器名称</u>	<u>MOX量 (kg・MOX)</u>	<u>Pu 富化度 (%)</u>	<u>HM 換算係数</u>	<u>インベントリ (kg・Pu)</u>
<u>原料MOX粉末缶</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>0.882</u>	<u>8.467</u>
<u>J60</u>	<u>65</u>	<u>18</u>	<u>0.882</u>	<u>18.919</u>
<u>J85</u>	<u>90</u>	<u>18</u>	<u>0.882</u>	<u>14.288</u>
<u>C S・R S保管ポット</u>	<u>3</u>	<u>33</u>	<u>0.882</u>	<u>0.476</u>
<u>C S・R S保管ポット</u>	<u>3</u>	<u>18</u>	<u>0.882</u>	<u>0.873</u>

(2) グローブボックス内の気相への移行率 (A R F)

放出量評価に使用する容器の落下又は転倒におけるグローブボックス内の気相中への移行率として、 1. で用いた文献(1)を参考に算出した 7×10^{-5} とする。

(3) 排気経路における除染係数 (L P F)

グローブボックス内の気相中へ移行したMOX粉末はグローブボックス排気系から放出される。放出量評価に使用する排気経路における除染係数として、平常時の放出量評価に用いている高性能フィルタ4段の除染係数を用いて算出する。平常時の放出量評価に用いる高性能フィルタ4段は、1段目：99.97%，2段目：99.9%，3段目以降：99%とし、99.99999997%の捕集効率とする。

2.3.2 被ばく線量への換算

平常運転時との被ばく線量を比較するに当たり、2.3.1において算出した放出量を基に、被ばく線量へ換算する。各グローブボックスからの放出量、再処理する使用済燃料の燃焼条件（燃料型式、初期濃縮度、燃焼度、比出力等）及び冷却期間をパラメータとし、ORIGEN-2コードで吸入による被ばくが保守側となるように設定したプルトニウム核種の組成及び比放射能を用いて放射性物質質量 (Bq) を算出し、相対濃度、呼吸率及び実効線量換算係数を用いて被ばく線量を算出する。換算に用いるそれぞれの条件を2.3.2-1表に示す。

2.3.2-1表 被ばく線量に用いる換算係数

核種	原料組成 (wt%)	比放射能 (Bq/g・HM)	相対濃度 (χ/Q)	呼吸率 (m^3/s)	実効線量 換算係数 (sv/Bq)
Pu-238	3.8	6.342×10^{11}	8.1×10^{-5}	3.33×10^{-4}	1.6×10^{-5}
Pu-239	55.6	2.297×10^9	8.1×10^{-5}	3.33×10^{-4}	1.6×10^{-5}
Pu-240	27.3	8.4×10^9	8.1×10^{-5}	3.33×10^{-4}	1.6×10^{-5}
Pu-241	13.3	3.827×10^{12}	8.1×10^{-5}	3.33×10^{-4}	1.7×10^{-7}
Am-241	4.5	1.271×10^{11}	8.1×10^{-5}	3.33×10^{-4}	1.6×10^{-5}

2. 3. 3. 評価の結果

地震時の容器の落下又は転倒におけるMOX粉末の外部への放出に至った際の被ばく線量は、約 $5.8 \times 10^{-9} \text{ mSv}$ ($5.8 \times 10^{-6} \mu\text{Sv}$) であり、平常時の気体廃棄物の廃棄設備からの放射性物質による年間の被ばく線量である、約 $3.0 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ と比較して小さいと言える。

3. 参考文献

- (1) Sutter, S. L. et al. “Aerosols Generated by Free Fall Spills of Powders and Solutions in Static Air” . Pacific Northwest Laboratory, NUREG/CR-2139(1981)
- (2) Baker, R. D. comp. General-Purpose Heat Source Project, Space Nuclear Safety Program, and Radioisotopic Terrestrial Safety Program, 1977, LA-7091-PR

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

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料6-1	本施設における火災の特徴について	7/17	4	
補足説明資料6-2	冷却期間の変更における影響			補足説明資料5-3と重複するため。
補足説明資料6-3	火災の消火について	4/27	2	
補足説明資料6-4	重大事故等への対処に使用する設備の有効性について	5/25	5	
補足説明資料6-5	事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価	<u>7/31</u>	<u>8</u>	
補足説明資料6-6	不確かさの設定について	7/22	7	
補足説明資料6-7	要員及び資源等の評価			1章 基準適合性に記載したため。
補足説明資料6-8	核燃料物質の回収時の作業環境について	7/15	3	
補足説明資料6-9	核燃料物質の回収に要する作業時間について			集塵装置を取りやめ、自然沈降を待つこととしたため。
補足説明資料6-10	放出経路上の圧力損失を踏まえた移行割合の設定について	7/17	1	
補足説明資料6-11	工程室内に飛散したMOX粉末の沈降について	7/15	0	
補足説明資料6-12	重大事故時の環境条件(温度)について	7/17	0	
補足説明資料6-13	火災規模の設定根拠について	<u>7/31</u>	<u>0</u>	新規作成。

補足説明資料6-5(22条)

目 次

1. 放出量評価における共通事項
 1. 1 線量評価を実施する範囲及び評価の考え方
 1. 2 大気中への放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価
 1. 3 セシウム-137 換算係数
 1. 4 火災の継続, 消火の完了及び核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置が完了するまでの時間
 1. 5 重大事故の発生を仮定するグローブボックスが保有する放射性物質質量
 1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合設定
 1. 7 放射性物質の移行経路

2. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価 (外的事象)
 2. 1 インベントリ及び火災による影響を受ける割合
 2. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定
 2. 3 評価に使用したパラメータのまとめ
 2. 4 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
 2. 5 評価結果

3. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価 (内的事象)
 3. 1 インベントリ及び火災による影響を受ける割合
 3. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

- 3. 3 評価に使用したパラメータのまとめ
- 3. 4 評価結果
- 4. 各種設定値について
 - 4. 1 火災による気相中への移行率について
 - 4. 2 高性能エアフィルタの除染係数について
- 5. 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
 - 5. 1 想定するウランの同位体組成
 - 5. 2 ウラン核種の評価結果
- 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大気中への放出量及び敷地境界における被ばく線量を評価する。

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

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

(1) 外的事象発生時における評価の考え方

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

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

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

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

被ばく線量[Sv]

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

燃焼面積が50%の際の各火災源における火災継続時間を1.

4-1表に示す。なお、火災継続時間は米国NRCで開発された火災評価ツールFDTs (Fire Dynamics Tools) 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。

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放射性物質質量は，運転管理上の上限値を基に設定する。各グローブボックス内で保有する放射性物質のうち粉末容器で取り扱う放射性物質質量を1. 5-1表に示す。

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

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

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

1. 6 火災により気相中に移行する放射性物質の割合の設定

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

1. 7 放射性物質の移行経路

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

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

(1) 外的事象発生時の移行経路

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

(2) 内的事象発生時の移行経路

グローブボックス排気系 (25%)、グローブボックス給気系 (75%)

2. 事態の収束までの放出量評価及び被ばく線量評価（外的事象）

2. 1 インベントリ及び火災により影響を受ける割合

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

これらの全量が火災影響を受けることを仮定する。

2. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

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

(1) グローブボックス排気系からの放出

グローブボックス排気系へ移行したMOX粉末は除染係数として、ダクト： $DF=10$ 、高性能フィルタ4段： $DF=10^9$ 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隙間から工程室に移行する際には、放射性物質の低減を見込まない。

グローブボックスパネル隙間から工程室へ移行したMOX粉末は、工程室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	
インベントリ	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
大気中への放出経路における低減割合	グローブボックス排気系	1.0×10 ⁻¹⁰
	工程室排気系 (グローブボックス給気フィルタ経由)	1.0×10 ⁻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大気中への放出量（セシウム-137 換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価を 2. 4 - 1 表に，評価結果を 2. 4 - 2 表に示す。

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

2. 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]
8.5×10^{-7}	4.6×10^{-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 インベントリ及び火災により影響を受ける割合

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

これらの全量が火災影響を受けることを仮定する。

3. 2 大気中への放出経路における低減割合の設定

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

(1) グローブボックス排気系からの放出

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

(2) 工程室排気系からの放出（グローブボックス給気系経由）

グローブボックス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 = 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	
インベントリ	14.3 kg・Pu (重大事故の発生を仮定する造粒装置グローブボックス)	
火災により影響を受ける割合	1	
火災により放射性物質がグローブボックス内の気相に移行する割合	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
大気中への放出経路における低減割合	グローブボックス排気系	1.0 × 10 ⁻¹⁰
	工程室排気系 (グローブボックス給気系経由)	1.0 × 10 ⁻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大気中への放出量（セシウム-137 換算）及び放出期間中の敷地境界における被ばく線量評価を 3. 4-1 表に、評価結果を 3. 4-2 表に示す。

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

3. 4-1表 事態の収束までの放出量（セシウム-137 換算）（内的事象）

GB（火災源）名称	移行経路	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]
4.4×10^{-8}	2.4×10^{-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

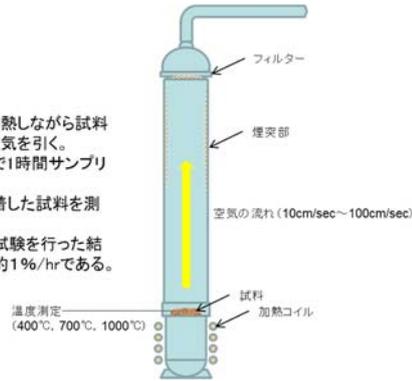
文献⁽²⁾による実験の結果、最も気相中への移行率が高いのは、風速100cm/sでシュウ酸プルトニウムを700℃で1時間加熱した場合であり、フィルタ及びライナーへの付着量の合計は約1%/hという結果である。

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 (in wt%/hr)

Temperature, °C	Sample Type	Nominal Air Velocity Through Chimney		
		10 cm/sec	50 cm/sec	100 cm/sec
Ambient	A	<0.004	<0.004	<0.004 0.073
	B	<0.004	<0.004	0.38 0.54
400	A	--	--	0.48
	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含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%を占め、~50 μmで残りを含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。

粉末の粒径が細かい場合、粒径が大きい粉末と比較し、より多くの数の粒子が気相へ移行することが考えられるが、重量割合で粉末の粒径が大きい粉末と同等の移行率を得るためには、より多くの粒子が必要とも言える。

また、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。

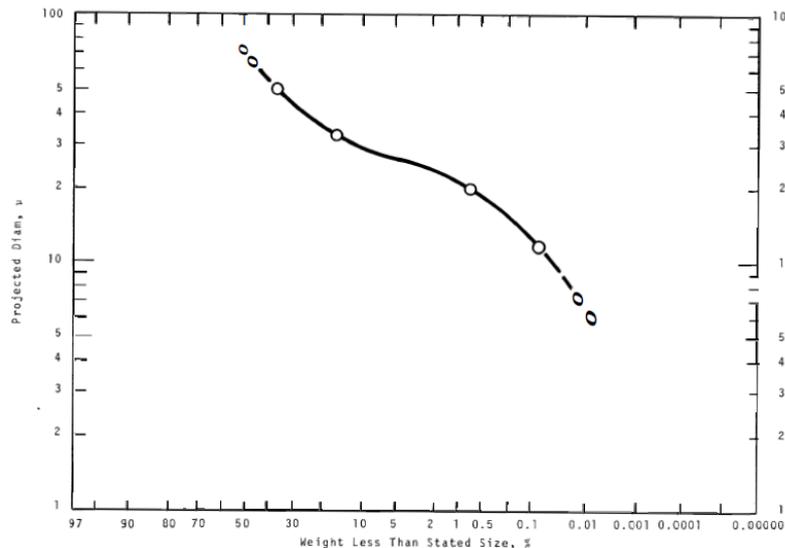


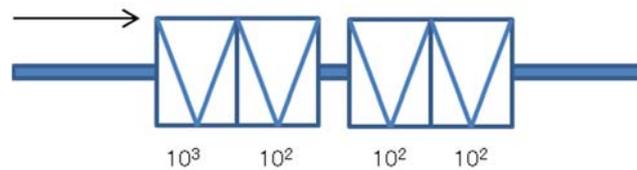
FIGURE 10. Size Distribution of Plutonium Oxalate Used in Release Runs. (855 particles sized at 100X)

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

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



4. 2-1 図 健全な状態の高性能エアフィルタの除染係数の設定の考え方

TABLE 9.1. Filter Penetration Data Used for Reference

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

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カシウム核種由来）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カ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	2.0×10^{-12}	4.0×10^{-11}
プルトニウム核種及び アメリカシウム核種由来 (重大事故における放 出量評価)	8.5×10^{-7}	4.6×10^{-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.

令和2年7月31日 R0

補足説明資料6-13(22条)

火災規模の設定根拠について

1. はじめに

火災規模の設定は、事故対処の前提条件となる情報である。

このうち、発熱速度及び燃焼継続時間は、潤滑油量及び燃焼面積に依存するパラメータであり、米国 NRC で開発された火災評価ツール FDTs (Fire Dynamics Tools) で評価した結果、最長で約 10 分で潤滑油が燃え尽きるとの結果が得られた。

これは、計算上の理想的な燃焼に基づく評価であり、実現象としては潤滑油が何らかの要因により引火点まで加熱される時間が必要であるほか、火災の燃焼については、徐々に火災の範囲が広がっていき、全面的な火災が継続して徐々に燃え尽きていくことが考えられる。

過去の火災試験結果を基に、「燃焼面積 50%」に相当する燃焼継続時間の設定が妥当と考え、潤滑油量が最も多い火災源については 20 分以上火災が継続すると評価したが、過去の火災試験を補完するデータを取得したので、本資料に取りまとめた。

2. 試験内容

2. 1 目的

潤滑油を用いた火災試験により、計算上の燃焼継続時間と実現象としての燃焼継続時間の比較を実施する。

2. 2 試験方法

オイルパン (17.5 cm×13.5 cm) に、実機で使用予定の潤滑油 (引火点 : 252°C) を約 130ml 投入した。

これをホットプレートで加熱し、着火後から燃焼が終了するまでの時間を測定した。

2. 3 試験結果

試験結果について時系列で整理する。

(1) 潤滑油の加熱

- ✓ ホットプレート（出力 1500W）を、装置の最大設定温度（350℃）に設定し、オイルパン上の潤滑油を加熱した。
- ✓ 徐々に潤滑油温度は上昇するが、温度上昇に伴い潤滑油温度の上昇率は低下し、20分加熱時点において260℃程度で平衡状態となった。
- ✓ カタログ上の引火点を超えたことから、油面に種火を近づけたが、引火しなかった。
- ✓ このため、ガスバーナーで油面の加熱を実施した。



(2) 潤滑油への引火（燃焼開始）

- ✓ ガスバーナーで1分程度加熱の後、潤滑油に引火した。この時点潤滑油の燃焼開始とする。
- ✓ この際の潤滑油温度は、280℃程度まで上昇していた。



(3) 潤滑油への引火後（15秒～30秒後）

- ✓ 潤滑油へ引火した後は、火炎により潤滑油自体が加熱され、燃焼面が広がっていく様子を確認された。（左：引火後15秒，右：引火後30秒）



(4) 潤滑油への引火後（2～3分後）

- ✓ 引火から2～3分後には火炎の勢いが増し、油面表面にプツプツとした気泡のような発生も見られ、(3)の引火当初よりも明らかに火勢が増した。（写真は2分15秒時点）



(5) 潤滑油への引火後（6分後）

- ✓ 引火から6分程度経過すると、潤滑油の消費がかなり進み、火勢が弱くなり始めた。



(6) 潤滑油への引火後（7分後）

- ✓ 引火から7分で潤滑油を燃やし尽くし、徐々に鎮火した。
- ✓ 最終的に、7分30秒で完全に火炎が焼失した。（写真は7分後時点）



3. 評価

本試験で用いたオイルパンサイズ及び潤滑油量から求められる計算上の燃焼継続時間は、約 110 秒である。

これに対し、実際の火災の継続は、7 分 30 秒であり、計算上の燃焼継続時間に対しおよそ 4 倍の時間、燃焼が継続した。

火災規模の設定として燃焼時間を計算値の 2 倍（燃焼面積として 50%を設定）として見積もることは、実現象を包含する条件といえる。

また、潤滑油を引火させるためには、相当の加熱時間と熱量が必要であることが改めて確認された。

4. 参考

4. 1 過去の火災試験

- ✓ 潤滑油への着火が困難であったため、スポンジを投入し、ガスバーナーで着火した。（写真は引火から 8 分後）
- ✓ 引火から 10 分時点でも燃焼が継続していた。（消火試験の性能確認のため、途中で消火を実施しており、燃え尽きるまでのデータ無し）



4. 2 燃焼面積と発熱速度及び燃焼継続時間の関係（計算値）

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	631／595	244／1191	92／2382
造粒装置 GB②	85／115	31／229	10／459
回収粉末処理・混合装置 GB	332／130	126／260	47／520
添加剤混合装置 GB A/B	332／130	126／260	47／520
プレス装置 GB A/B	715／54	277／109	105／217

以上