

【公開版】

設計基準事故及び重大事故の評価の考え方

【設計基準事故】

1. 設計基準事故に対する基本方針

MOX燃料加工施設において、取扱う核燃料物質の形態、取扱方法等を踏まえて、技術的に想定される異常事象を抽出、その中から設計基準事故を選定し、安全設計の妥当性を確認する。

安全設計の妥当性とは、設計基準事故時において、安全上重要な施設の機能により、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないことを確認することである。

2. 設計基準事故の選定

2. 1 設計基準事故の評価事象

事業許可基準規則を踏まえ、核燃料物質を取扱う各工程における、放射性物質を外部に放出する可能性のある事象として、「核燃料物質による臨界」と「閉じ込め機能の不全」を設計基準事故の評価事象とし、その分類ごとに、発生が想定される異常事象を抽出し、その中からMOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出するおそれがある事象を設計基準事故として選定する。

設計基準事故の評価において安全設計の妥当性として確認する事項は、発生防止対策が設計基準事故の誘因にならないことに加え、拡大防止対策等の安全設計の妥当性である。

2. 2 設計基準事故の発生を想定する際の条件の考え方

外的事象については、設計基準で想定される規模に対して機能喪失しない設計とすることから安全機能の機能喪失の要因とならないとし、内的事象については、発生防止対策の確認においては、短期間の全交流電源喪失及び動的機器の単一の故障、誤動作及び誤操作（以下、「単一故障等」という）を、想定される異常事象を抽出する際には、動的機器の単一故障等を考慮し、それ以外の事象については、条件としては考慮しない。

2. 3 設計基準事故の選定

(1) 核燃料物質による臨界

発生防止対策の信頼性が十分に高く、異常事象の発生が十分に防止できることから、臨界は設計基準事故として選定しない。

(2) 閉じ込め機能の不全

外部に放出する状態に至る駆動力となる事象の発生との関連で、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおいて火災が発生、グローブボックス内のMOX粉末が飛散し、外部に放射性物質が放出される事象を設計基準事故として選定する。

3. 評価対象の整理及び評価項目の設定

「2. 2 設計基準事故の発生を想定する際の条件の考え方」において考慮した事故の発生の条件をもとに、事故評価を行う代表事例を選定し、安全設計の妥当性を確認する。

4. 評価にあたって考慮する事項

設計基準事故の評価は、設計基準対象施設（安全機能を有する施設）による対処を対象とする。

5. 評価の条件設定

評価の条件設定については、「4. 評価にあたって考慮する事項」における事項を考慮するとともに、設計値等の条件を設定することを基本とする。

6. 設計基準事故の評価

設計基準事故の評価は、発生を想定する事故等の影響を把握し、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が収束することを確認するとともに、事故の収束までの外部への放出量を確認する。

6. 1 事故の特徴

露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおいては、火災の発生防止対策として、グローブボックス内を窒素雰囲気とする、潤滑油を機器に収納する、着火源を排除する等の設計を講じているが、技術的想定を超え、これらの発生防止対策が機能喪失し、何らかの理由により火災が発生することにより、火災の影響によりグローブボックス内の核燃料物質が気相中に移行する。

気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備を經由して外部に放出される。

6. 2 具体的対策

グローブボックス内において潤滑油を火災源とした火災が発生し、消火を実施せず火災が継続した場合には、火災の影響によりグローブボックス内の核燃料物質が気相中に移行し、気相中に移行した核燃料物質が、グローブボックス排気設備を経由して火災の継続状況に応じて外部に放出されるため、設計基準対象施設のグローブボックス温度監視装置の感知器により火災を感知し、グローブボックス消火装置により消火ガスである窒素ガスを自動で放出することで、グローブボックス全体を窒息状態にすることにより消火する。

設計基準対象施設による火災の消火は、グローブボックス内には設計基準事故で火災源とした潤滑油以外にケーブル等があり、火災源がグローブボックス全体に存在するため、グローブボックス全体を窒息状態にすることにより消火する。

この際、グローブボックスに消火ガスを放出して早期に窒息状態にするためには、グローブボックスから空気を抜き出すことによりグローブボックス内を消火ガスと置換する必要があるため、グローブボックス排風機により排気を維持した状態とする。

グローブボックス内への窒素ガス放出完了後、グローブボックス内の窒息状態を維持するため、延焼防止ダンパを閉止する。

グローブボックス内にある飛散し易いMOX粉末が、火災により発生する気流によって気相中へ移行し、消火ガスの放出及び延焼防止ダンパが閉止されるまでの間、グローブボックス排気設備を経由して大気中に放出される。

6. 3 評価

(1) 代表事例

閉じ込め機能の不全に至る火災の発生する範囲及び対処内容を考慮し、予備混合装置グローブボックスを代表事例として選定する。

(2) 代表事例の選定理由

選定した設計基準事故は、8基のいずれのグローブボックスで発生しても、事象の進展が同様であるとともに、拡大防止等として期待する設備は、いずれのグローブボックスにおいても同じであることから、公衆への放射線被ばくのリスクの観点で、グローブボックス内で取り扱う粉末容器中のプルトニウム量が最も多い、予備混合装置グローブボックスを代表事例として選定する。

(3) 有効性評価の考え方

設計基準事故の評価は、事故の発生後、拡大防止対策等が機能するこ

とによる、外部に放出される放出量を対象とする。

(4) 事故の条件及び機器の条件

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基のうち、1基のグローブボックスで単独で発生することを想定する。

火災の消火に使用する消火ガスは、対象となるグローブボックス全体を窒息状態にするために必要な量を使用する。

また、設計基準対象施設の拡大防止対策等における動的機器の単一故障等を評価条件とし、火災の感知・消火に関係する全ての設備を対象として、火災の感知から消火完了までの時間が最も長くなる単一故障等を想定するものとする。

火災の感知に関連する設備は、火災感知器に多様性を有しており、単一故障等を想定しても、他の感知器により火災の感知が可能であるため、時間遅れは生じない。

消火に関連する設備のうち、消火ガスの放出に必要な起動用ガスの弁が多重化されており、単一故障等を想定しても、時間遅れなくもう一方の弁が作動するため、時間遅れは生じない。

消火に関連する設備のうち、消火ガスの放出の条件となるグローブボックス排風機は多重化されており、単一故障等を想定した場合、故障を検知してもう一方の排風機が起動するため、消火ガスの放出に必要な条件の成立に時間遅れが生じる。

そのため、火災の感知から消火完了までの時間が最も長くなる単一故障等として、グローブボックス排風機の単一故障等を想定する。

ただし、グローブボックス排風機の単一故障等を想定しても、もう一方の排風機が起動することにより消火の条件が成立し、自動で消火ガスが放出されるため、火災の消火が可能である。

(5) 操作の条件

設計基準事故に対する対処は、設計基準対象施設により自動で行われるため、運転員による操作は必要としないが、グローブボックス排風機の単一故障等を想定した場合、火災を感知してから、グローブボックス内の酸素濃度が消炎濃度に達する時間は、約6分である。

(6) 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

予備混合装置グローブボックス内で取り扱う粉末容器に収納しているMOX粉末の全量である65kg・MOX(19kg・Pu)が火災影響を受けるものとし、消火が完了するまでの時間約6分に対し火災継続を10分

と設定し、その間に火災によりMOX粉末が1%/hでグローブボックス内の気相中に移行することとする。

放出経路構造物への付着等による除染係数は10とする。

高性能エアフィルタ4段の除染係数を 10^9 とする。

(7) 判断基準

設計基準事故時において、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこととし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事象当たり5mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。

6. 4 評価の結果

評価の結果、敷地境界における吸入による内部被ばくの実効線量は約 5.4×10^{-8} mSvであり、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が、判断基準とした5mSvを超えることはなく、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

【重大事故】

1. 重大事故に対する基本方針

設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する重大事故に対し、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。

そのため、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模並びに重大事故の同時発生の範囲を重大事故の発生を仮定する機器として特定する。

重大事故の発生を仮定する機器の特定に当たっては、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。

特定された重大事故の発生を仮定する機器に対し、重大事故の発生防止対策及び重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、評価項目を設定した上で、設備、手順又は体制の有効性を評価する。

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、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各重大事故の事故影響を明らかにするとともに、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。

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

2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定

(1) 重大事故の評価事象

重大事故の評価事象は、事業許可基準規則を踏まえ、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以下のものとする。

- 一 臨界事故
- 二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

(2) 重大事故の発生を仮定する際の条件の考え方

外部からの影響による機能喪失（外的事象）と動的機器の故障等による機能喪失（内的事象）を考慮する。

外的事象の考慮として、設計基準より厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故の要因となる可能性があり、かつ、重大事故に至る前までに

対処が実施できない自然現象等として、地震を考慮するものとする。設計基準より厳しい条件として、基準地震動を上回る地震力を想定し、基準地震動の1.2倍の地震力を考慮した際に、機能を維持できない静的機器の機能喪失、全ての動的機器の機能喪失を考慮し、重大事故の発生を想定する。

内的事象は、設計基準事故で想定した動的機器の単一故障等を超える条件として、動的機器の多重故障等を考慮する。

また、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。

(3) 重大事故の発生を仮定する機器の特定

1) 臨界事故

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倍の地震力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として、機器の故障と人による誤操作の重ね合わせにより、複数回の誤搬入を想定しても、臨界は発生しない。さらに、技術的想定を超えて、誤搬入を繰り返し行うことを想定したとしても、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

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基において、技術的想定を超えて、発生防止対策の機能喪失及び異常事象が発生することに加え、動的機器の機能喪失として、感知・消火設備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、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。

外的事象発生時では、地震により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、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。

また、内的事象発生時には、動的機器の多重故障等として感知・消火設備の機能喪失を条件とするが、多重故障等では共通要因で故障する可能性のある範囲を特定したうえで機能喪失を想定する。その場合、感知・消火設備の多重故障による機能喪失、感知・消火設備と連動するグロー

ブボックス排風機の多重故障による機能喪失, 全交流電源喪失によるこれらの機器の機能喪失が想定されるが, 動的機器の多重故障等の範囲が最も多くなる条件として, 発生防止対策の機能喪失及び異常事象の発生に加えて全交流電源喪失が発生することを起因として想定する。

(4) 連鎖による異種の重大事故の発生

重大事故として特定した, 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。

3. 評価対象の整理及び評価項目の設定

「2. 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として考慮した設計上定める条件よりも厳しい条件をもとに, 重大事故等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, 重大事故等対策の有効性を確認するための代表事例を選定して, 対応する措置の有効性評価を行う。

「2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定」では, 各機能喪失の要因となっている事象ごとに機能喪失の範囲が整理されることから, 有効性評価を実施する代表事例は, 「2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定」で体系的に整理した情報をもとに, 機能喪失の範囲, 生じる環境条件等を考慮し選定する。

拡大防止対策の有効性を確認するため, 重大事故等のそれぞれについて有効性を確認するための評価項目を設定することとし, 評価項目は重大事故等のパラメータ又はパラメータの推移とする。

4. 評価にあたって考慮する事項

有効性評価は, 重大事故等対策として, 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, 通信連絡設備等のその他の重大事故等対策との関係を含めて必要となる水源, 燃料及び電源の資源や要員を整理したうえで, 安全機能の喪失の仮定, 環境条件を考慮して, 事態が収束する時点までを対象とする。

代表事例で想定される機能喪失の範囲に加え, さらなる機能喪失を重ね合わせることが合理的な場合には, 代表事例では想定されない安全機能の喪失を加えて仮定し, 有効性評価を実施する。

また, 操作及び作業時間に対する仮定として, 外的事象の「地震」では, 地震の発生から10分以降, 要員による安全系監視制御盤等の確認を実施し, その結果により安全機能の喪失を把握し, 重大事故等への対処を実施するものと仮定する。

内的事象では、安全系監視制御盤等の情報から安全機能の喪失又は事故の発生を把握するためには、一つの指示情報だけでなく複数の指示情報から判断する必要があるため、安全系監視制御盤等により安全機能の喪失を判断するための情報を把握した時点を起点として、安全機能の喪失の判断に10分間を要するものと想定し、重大事故等への対処は、安全機能の喪失を判断するための情報の把握から10分以降に実施するものと仮定する。ただし、判断に用いる指示情報が安全系監視制御盤等に集約されており、事故の発生を直ちに判断できる場合においては、上記の設定によらず、操作可能な時間を設定する。

環境条件への考慮として、「2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定」において整理する自然現象の組み合わせをもとに、設計基準において想定した規模の自然現象の発生を想定するが、対処により事象を収束させるまでの時間が短い場合には、その間に自然現象が発生する可能性が十分に低いと考えられることから、対処実施中の自然現象の発生は想定しない。

なお、重大事故等の同時発生又は連鎖の有効性評価において、解析コードは使用しない。

5. 有効性評価における評価の条件設定

有効性評価における評価の条件設定については、「4. 評価にあたって考慮する事項」による仮定等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。

上記設計値等の現実的な条件として、崩壊熱、機器等に内包するMOX粉末量等は、設計条件や運転管理上管理する値として定めるものを使用することとし、外部へのMOX粉末の放出過程における除染係数は、ダクト等の放出経路の流路全体で10を設定する。

また、放射性物質のセシウム-137換算係数については、外部への放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて算出する。

6. 評価の実施

有効性評価における評価は、発生を想定する重大事故等の影響を把握し、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が収束することを確認し、その結果を明示する。

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、運転員等の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重大事故等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。

8. 重大事故等の同時発生又は連鎖

「2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定」の結果に基づき、重大事故等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、起因となる重大事故等の事象進展、事故規模を分析し、事故の影響によって顕在化する環境条件の変化を明らかにし、事故影響が安全機能に及ぼす影響等を評価する。

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

連鎖により発生する重大事故等は、「2. 重大事故の発生を仮定する機器の特定」で重大事故等を対象として検討することとし、重大事故の発生による環境条件等によって、その他の重大事故等が連鎖して発生するかを分析する。

9. 重大事故等に対する対策の有効性評価

9. 1 事故の特徴

露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスにおいては、火災の発生防止対策として、グローブボックス内を窒素雰囲気とする、潤滑油を機器に収納する、着火源を排除する等の設計を講じ、火災の発生を防止している。

MOX粉末を非密封で扱うグローブボックス、グローブボックスが設置される工程室及び工程室を取り囲む建屋は、それぞれグローブボックス排気設備、工程室排気設備及び建屋排気設備により換気され、グローブボックス内の圧力を最も低くし、次いで工程室、建屋の順の圧力を低くできる設計としている。

技術的想定を超え、発生防止対策が機能喪失し、何等かの理由により火災が発生し、設計基準対象施設である感知・消火設備が機能喪失することにより、火災が継続した場合には、グローブボックス内の核燃料物質が火災により発生する気流によってグローブボックス内の気相中へ移行することで、大気中へ放出される放射性物質の量が増加する。

気相中に移行したMOX粉末は、グローブボックス排風機が運転状態を維持している場合には、MOX粉末がグローブボックス排気設備を経由して移行することで、大気中へ放出される核燃料物質の量が増加する。

グローブボックス排風機等が停止することでグローブボックス内の負圧が維持できなくなっている場合には、火災によるグローブボックス内雰囲気の体積膨張の影響で、グローブボックス内雰囲気中のMOX粉末の一部がグローブボックス排気設備へ移行し、残りのMOX粉末はグローブボックス給気系、グローブボックスのパネルの隙間等を経由して

グローブボックスを収納する工程室に漏えいする。

グローブボックス排気設備に移行したMOX粉末は、グローブボックス排気設備を経由して移行するし、また、工程室に漏えいしたMOX粉末は、火災によるグローブボックス内雰囲気の影響及びグローブボックスから工程室への放熱による工程室内雰囲気の影響により工程室排気設備を経由して移行することで、大気中へ放出される核燃料物質の量が増加する。

MOX粉末は酸化物であり、火災の影響によってその性状が変化するものではないことから、火災による上昇気流及びグローブボックス及び工程室雰囲気の影響が停止した後は、MOX粉末の大気中への放出は停止する。

上記のグローブボックス内で発生する潤滑油による火災の規模は、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依存し、火災の規模によって燃焼時間やグローブボックス及び工程室内雰囲気の体積膨張率が変動する。

燃焼面積は、潤滑油の温度、グローブボックス内の酸素濃度等の影響を受け、火災が継続するためには、潤滑油の温度は引火点である200℃以上を維持することが必要であり、グローブボックス内の酸素濃度は12.5vol%以上を維持する必要がある。

火災発生時におけるこれらのパラメータを含むグローブボックス内の状態を特定することは困難だが、理想的な状態の下でオイルパン全面で火災が発生した場合には、潤滑油を最も多く保有するグローブボックスにおいて火災継続時間が10分となる。また、燃焼継続時間は燃焼面積と反比例する関係にある。

設計基準事故と重大事故の事故進展のシナリオの比較を添付1に示す。また、潤滑油火災の規模について添付2に示す。

9. 2 対処の基本方針

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

設計基準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、重大事故の発生防止対策として、核燃料物質をグローブボックス内に静置した状態を維持し、火災の発生を未然に防止するため、気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備の停止、全工程停止及び常用電源系統について電源の遮断の対

応を行う。

露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスで火災が発生し、継続した場合、MOX粉末の飛散又は漏えいが継続することから、重大事故の拡大防止対策として、気相中に移行したMOX粉末が外部へ放出されることを可能な限り防止するため、感知・消火設備が機能喪失及び火災の発生を確認後、速やかにグローブボックス排気設備及び工程室排気設備の流路を遮断する対策を整備する。

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

以上の拡大防止対策により事態の収束を図る。

グローブボックス内で火災が発生すると、グローブボックス内のMOX粉末が火災発生に伴う気流によってグローブボックス内に飛散する。さらにグローブボックスが構造的に損傷している場合には、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に漏えいする可能性がある。

以上を考慮し、万一、新たな駆動力となる事象が発生した場合には、グローブボックス内及び工程室内に飛散又は漏えいしたMOX粉末が外部への放出に至るおそれがあるため、火災の再燃がないことの確認等の対策班員に対する安全確保策を講じた上で、グローブボックス内又は工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末を回収する。

また、グローブボックス内又は工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末の回収が完了した後、平常時においてはグローブボックス及び工程室は排気機能との組み合わせにより負圧に維持することで限定された区域に閉じ込めていることから、常設の排気機能を復旧するまでの間、可能な限り燃料加工建屋からの経路外放出のリスクを低減するため、可搬型排風機付フィルタユニット等の排気機能を代替する設備を用いて排気機能を回復することにより、グローブボックス及び工程室から排気経路への気流を確保する。

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

9. 3 具体的対策

(1) 発生防止対策

通常運転時は、安全系監視制御盤で加工工程の各パラメータやグローブボックスの火災の感知・消火設備に異常がないことを監視するとともに、グローブボックスにおける火災警報が発報していないことを確認

し、火災警報が発報を確認した後は、自動で消火設備が起動し、消火が完了したことを確認する。また、加工工程の運転を停止し、さらなる火災の発生を防止するための措置を講じる。

上記状態を超える状態として、安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失、安全系監視制御盤の機能喪失を確認又はこれらの機能喪失の要因となる全交流電源喪失の発生を確認した場合、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、火災により外部へのMOX粉末の放出に至ることを防止するため、発生防止対策として、加工工程の停止、動力電源の遮断を行う。

平常運転時の監視から対策開始までの基本的な流れを添付3に示す。

(2) 拡大防止対策

安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失等の確認を受け、火災の発生を確認するため、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源に設置された火災状況確認用温度計の指示値を、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより確認する。

火災状況確認用温度計により、火災状況確認用温度計の指示値が60℃を超える温度を確認した場合は、火災の影響により気相中に移行した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、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。

また、上記対策と並行して火災の発生が確認されたグローブボックスは、中央監視室近傍からの遠隔手動操作により、地下3階廊下に設置された遠隔消火装置を起動させ、消火剤を放出する。

上記拡大防止対策実施後、火災の再燃がないことの確認等の対策班員に対する安全確保策を講じた上で、グローブボックス内及び工程室内に火災の発生により飛散又は漏えいしたMOX粉末を可搬型グローブボックス用集塵装置及び可搬型工程室用集塵装置により回収する。

可搬型工程室用集塵装置によるMOX粉末の回収は、可搬型ダストサンプラ（工程室用）により工程室内雰囲気を実験室用サーベイメータで測定することにより、汚染が確認された場合に行う。

なお、工程室床面に付着等したMOX粉末は、濡れウェス等により拭き取ることで回収する。

回収作業が完了し、可搬型ダストサンプラ（グローブボックス用）、可搬型ダストサンプラ（工程室用）及びアルファ・ベータ線用サーベイメータによりグローブボックス内及び工程室内の放射性物質濃度が低

減したことを確認した後、常設の排気機能を復旧するまでの間、可能な限り燃料加工建屋からの経路外放出のリスクを低減するため、可搬型フィルタユニット、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型ダクトをグローブボックス排気ダクトに接続し、可搬型排風機付フィルタユニットを運転することで、工程室からグローブボックスを経由してグローブボックス排気経路までの気流を確保する。

回収及び回復作業に使用する設備については、可搬型発電機により給電する。

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ダクト等を常設重大事故等対処設備として位置付ける。また、可搬型グローブボックス温度表示端末、可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置、可搬型ダストサンプラ（グローブボックス用）、可搬型ダストサンプラ（工程室用）、アルファ・ベータ線用サーベイメータ、可搬型フィルタユニット、可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型ダクト、可搬型発電機等を可搬型重大事故等対処設備として配備する。

上記の対処に必要な監視パラメータについて添付4に整理する。また、これらの拡大防止対策におけるタイムチャートを添付5に示す。

9. 4 有効性評価

(1) 代表事例

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

外的事象の「地震」を要因とした場合、閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生箇所は、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基である。

(2) 代表事例の選定理由

閉じ込める機能の喪失は、外的事象の「地震」において、発生防止機能の喪失、潤滑油の火災の発生に加え、動的機器の多重故障等により、感知・消火設備が機能喪失することで発生する。

また、内的事象の「長時間の全交流電源喪失」において、発生防止機能の喪失、潤滑油の火災の発生に加え、動的機器の間接的な機能喪失により、感知・消火設備が機能喪失することで発生し、内的事象の「動的機器の多重故障等」において、一部の動的機器の直接的な機能喪失によ

り感知・消火設備が機能喪失することで発生する。

外的事象の「地震」により発生する閉じ込める機能の喪失の場合、機能喪失する機器が多く、環境条件の悪化も想定されることから、重大事故等対策としては厳しくなることから、有効性評価の代表としては、外的事象の「地震」による閉じ込める機能の喪失を選定する。

(3) 有効性評価の考え方

拡大防止対策に係る有効性評価は、閉じ込める機能の喪失に至る露出した状態で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の火災発生後、消火剤を放出することで速やかに火災の消火できること、また火災によるMOX粉末の外部への放出を速やかに遮断できることを評価する。

外部へのMOX粉末の放出量は、回収作業により放出に寄与するMOX粉末量は低減されるものの、工程室からグローブボックスを経由してグローブボックス排気経路までの気流を確保することに伴って、外部にMOX粉末が放出されることから、MOX粉末の外部への放出を速やかに遮断するまでに放出される放射性物質に加えて、回復作業によって放出される放射性物質を対象とする。

また、回収作業については、気相中に移行したMOX粉末を平常時と同等の放射性物質濃度まで回収できることを、回復作業については、工程室からグローブボックスを経由してグローブボックス排気経路までの気流を確保できることを評価する。

(4) 機能喪失の条件

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

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

(5) 事故の条件及び機器の条件

本重大事故は、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基で同時に発生することを仮定する。火災規模としては、機器が保有する潤滑油全量がオイルパン上に漏れいし、オイルパン全面で火災が継続することを仮定する。

火災の消火に使用する消火剤は、消火性能確認の試験によって消火性能が確認されたものを使用するとともに、その量は、それぞれのグローブボックスの火災源となる潤滑油に対して設置したオイルパンの表面

積に対して必要な消火剤量に余裕を考慮して設定し、火災源ごとに消火設備を1セット使用する。

(6) 操作の条件

閉じ込める機能の喪失に至る火災に対する消火は、安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失等を確認した後、火災状況確認用温度計による火災の発生の確認と併せて20分で完了する。

外部へのMOX粉末の放出の防止に係るグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの手動閉止は、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分で完了する。

(7) 放出量評価に関連する事故、機器及び操作の条件の具体的な展開

閉じ込める機能の喪失に至る火災によって外部へ放出されるMOX粉末の放出量の評価は、火災によるグローブボックス内の体積膨張により工程室に漏えいし、工程室排気設備を介して放出される量と、回復作業によって放出される量に分けられる。

回復作業によって放出される量については、回収作業によって気相中にあるMOX粉末や工程室床面に付着等したMOX粉末が回収されることを踏まえると、平常時を超えないことが想定される。そのため、放出量としては、火災によるグローブボックス内の体積膨張により工程室に漏えいし、工程室排気設備を介して放出される量の評価する。

なお、火災によるグローブボックス内の体積膨張により外部への放出に至る経路としては、グローブボックス排気設備と工程室排気設備があるが、外部へ繋がる経路のうち支配的な開口面積を有する工程室排気設備を放出経路として評価を行う。

工程室に漏えいしたMOX粉末は、文献を参考に $100\text{mg}\cdot\text{MOX}/\text{m}^3$ と設定し、オイルパン上で理想的に潤滑油が燃焼した際の発熱速度と燃焼継続時間から求めた熱量を工程室空気に与えた際の温度上昇量から体積膨張量を算出し、MOX粉末の濃度を乗じたMOX粉末を想定し、放出量进行评估する。

放出経路の構造物への付着等による除染係数は10とする。

工程室排気設備の高性能エアフィルタ2段による除染係数は 10^5 とする。

(8) 判断基準

閉じ込める機能の喪失の拡大防止対策の判断基準は、消火剤を放出することで速やかに火災の消火できること、また火災によるMOX粉末の

外部への放出を速やかに遮断できること及び外部へ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。

回収作業については、火災が発生したグローブボックス内及び工程室内に飛散したMOX粉末を回収することで平常時と同等の放射性物質濃度まで低減できることを、回復作業については、工程室からグローブボックスを経由してグローブボックス排気経路までの気流を確保できること。

9. 5 有効性評価の結果

(1) 拡大防止対策

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

また、安全系監視制御盤で感知・消火設備の機能喪失等を確認した後、20分以内にグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動で閉止できるため、火災が継続している場合にMOX粉末の外部への放出を遮断できる。

評価の結果、外部への放出量は、 1.1×10^{-5} TBqであり、100TBqを十分下回る。

また、閉じ込める機能の喪失に至る火災の発生により、グローブボックス内に飛散、工程室に漏えいしたMOX粉末は、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを閉止することにより、可能な限り外部に放出されないよう措置することから、実行可能な限り低い。

回収作業については、気相中に移行したMOX粉末を回収する対象となるグローブボックス及び工程室の容積に対して十分な風量を確保した集塵装置の運転を継続することで平常時と同等の放射性物質濃度まで低減できる。(添付6参照)

回復作業については、対象となるグローブボックス及び工程室の容積を考慮し、必要な排気風量を確保することから、工程室からグローブボックスを経由してグローブボックス排気経路までの気流を確保できる。

(2) 不確かさの影響評価

1) 事象、事故の条件及び機器の条件の不確かさの影響

重大事故の発生を仮定する際の条件における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、対処が必要な設備が限定される。

代表事例においては、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基で同時に閉じ込める機能の喪失に至る火災が発生する場合の対策の成立性を確認していることから、評価結果は変わらない。

内的事象で発生する「長時間の全交流電源喪失」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、操作の時間に余裕を与える影響はなく、評価結果は変わらない。

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るため、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、操作の時間に余裕を与える影響はなく、評価結果は変わらない。

「9.1 事故の特徴」で示したようにグローブボックス内で発生する潤滑油による火災については、潤滑油を収納する箇所に設置しているオイルパン上での燃焼面積による、火災の燃焼時間や火災による体積膨張率の不確かさがある。

燃焼面積を限定した場合、燃焼面積と反比例して燃焼時間は長くなり、消火及びタンパの閉止により放出が抑制されるため、外部へ放出される放出量はさらに小さくなる。

このような火災規模の不確かさを有するが、有効性評価については最も厳しい条件として全面火災時の体積膨張による放出を考慮しており、火災規模の不確かさがあっても100TBqを十分下回ることに変わりはない。

また、外部へ放出される放出量は、放出する経路において不確かさがある。外部へ繋がる経路のうち支配的な開口面積を有する工程室排気設備を放出経路としたが、グローブボックス排気設備を放出経路とした場合には、高性能エアフィルタが4段あり、工程室排気設備を放出経路とした場合よりも放出量が低くなるため、不確かさの影響はない。

2) 操作の条件の不確かさの影響

遠隔消火装置による消火及びダンパ閉止による外部への放出経路の遮断に係る操作については、燃焼面積を全面と仮定した場合は、その操作が完了するまでに火災が燃焼しきるが、対策の実施により火災の再燃に対しては有効であることから、有効であることに変わりはない。

(3) 重大事故等の同時発生又は連鎖

1) 重大事故等の同時発生

本重大事故は、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックス8基で同時に火災が発生するものとして評価した。

2) 重大事故等の連鎖

本重大事故の事象進展、事故規模の分析により明らかとなった通常運転時からの状態の変化等は、火災によるグローブボックス内の温度上昇、グローブボックス内の体積膨張及びそれによるグローブボックスから工程室へのMOX粉末の漏えい、工程室内の体積膨張がある。

これによって臨界に係る安全上重要な施設の安全機能の喪失やMOXの集積等が発生することはないことから、臨界事故は生じない。

(4) 必要な要員及び資源

1) 要員

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

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

2) 資源

①電源

可搬型排風機付フィルタユニット、可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置及び可搬型ダストサンプラへの給電は、可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。また、その他の重大事故等対処として用いる可搬型排気モニタリング用データ伝送装置及び代替通信連絡設備への給電は、代替通信連絡設備可搬型発電機を敷設するため、対応が可能である。

②燃料

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

再処理施設において拡大防止対策に必要な軽油は、重大事故の同時発生を考慮しても約87m³である。

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。

また、拡大防止対策に重油は必要としない。

【重大事故等対処設備の設計方針】

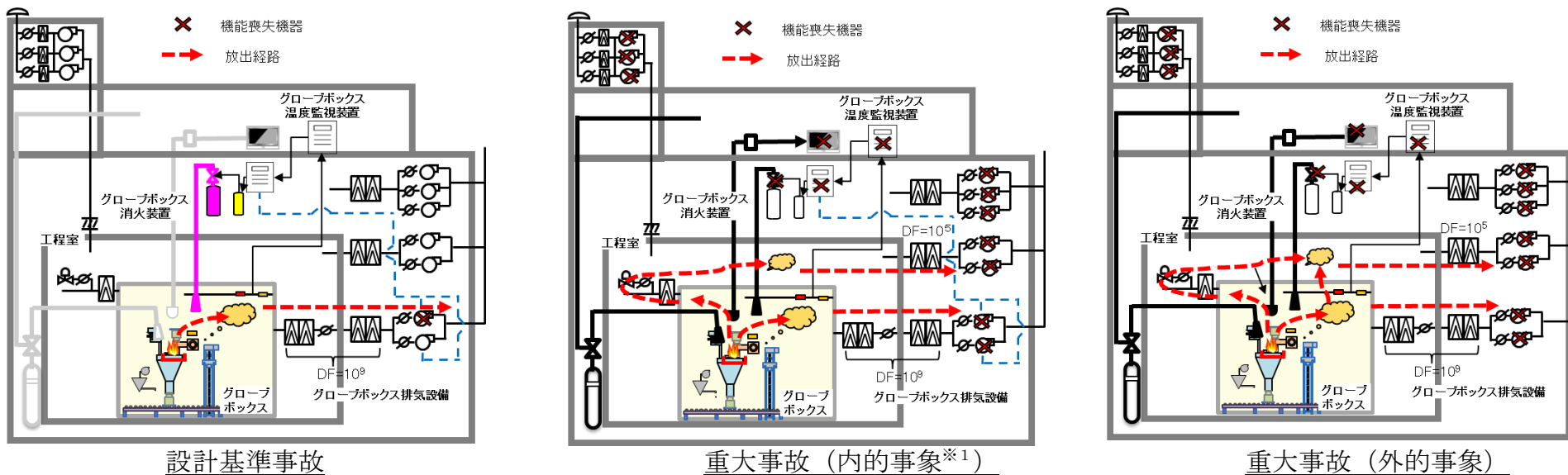
1. 重大事故等対処設備の設計条件

重大事故等対処設備は、共通要因の特性を踏まえ、想定する外的事象を要因とした場合に用いる設備と内的事象を要因とした場合に用いる設備に区分し、考慮すべき要求で関連性のあるものとして、多様性、位置的分散、悪影響防止、個数及び容量、環境条件等、操作性並びに試験・検査性に分類し、設計方針を定める。

MOX燃料加工施設における重大事故の特徴を踏まえた主な設計方針としては、以下のとおりである。

- ✓ 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遠隔消火装置は、設計基準事故に対処するための設備と共通要因によって同時にその機能を損なわないよう、設計基準対象施設とは異なる構成及び内蔵する蓄電池から給電により、多様性を有する設計とする。
- ✓ 遠隔消火装置は、火災を消火するため、燃焼面の単位面積、グローブボックス又は金属筐体で覆う容積に必要な消火剤量を有する設計とする。また、重大事故の発生を仮定する火災源ごとに、重大事故等への対処に必要な設備を確保する設計とする。
- ✓ 火災状況確認用温度計、遠隔消火装置は、耐熱性を有する又は火災による温度上昇の影響を受けない場所に設置することで、火災により上昇する温度の影響を考慮しても、機能を損なわない設計とする。
- ✓ 可搬型グローブボックス温度表示端末及び遠隔消火装置は、操作に支障がないように、線量率が高くなるおそれの少ない場所の選定、放射線の影響を受けない異なる区画又は離れた場所から操作可能な設計とする。

設計基準事故，重大事故（内的事象），重大事故（外的事象）の比較



	設計基準事故	重大事故（内的事象 ^{※1} ）	重大事故（外的事象）
事故規模	単一グローブボックス火災	単一グローブボックス火災	8基のグローブボックスの同時火災
火災の感知	グローブボックス温度監視装置による感知	可搬型グローブボックス温度表示端末による感知 ^{※2}	可搬型グローブボックス温度表示端末による感知
火災の消火	グローブボックス消火装置による窒息消火	遠隔消火装置による局所消火	遠隔消火装置による局所消火
排気経路	グローブボックス排気系から排気	グローブボックス排気系及び工程室排気系（グローブボックス給気フィルタ経由）から排気	グローブボックス排気系及び工程室排気系から排気
機能喪失の範囲	感知・消火に関する安全上重要な施設の単一故障	動的機器の機能喪失	動的機器の機能喪失及び静的機器の損傷

※1：長時間の全交流電源喪失の場合

※2：長時間の全交流電源喪失の場合以外は火災状況確認用温度表示装置により感知

重大事故等対処で想定される火災規模について

各機器が保有する潤滑油量，燃焼面積（オイルパン面積），潤滑油の物性値より，発熱速度及び燃焼時間を求めると，表 1 のとおり短時間で燃焼が完了する結果が得られた。本結果は，燃焼面積全面で理想的に火災が継続した場合である。

表 1 発熱速度及び燃焼時間の評価

GB 名称	潤滑油量 [L]	発熱速度 [kW]	燃焼時間 [s]
予備混合装置 GB	3.0	332	130
均一化混合装置 GB	6.0	163	433
造粒装置 GB	22.0	631	595
	1.0	85	115
回収粉末処理・混合装置 GB	3.0	332	130
添加剤混合装置 A GB	3.0	332	130
プレス装置 A（プレス部） GB	2.2	715	54
添加剤混合装置 B GB	3.0	332	130
プレス装置 B（プレス部） GB	2.2	715	54

潤滑油の引火点は 200℃以上であり，自社における火災試験の結果，図 1 及び図 2 に示す通り潤滑油は容易に引火せず，表 1 で求めた理想的な燃焼が継続することは考え難い。

また，スポンジにオイルをしみこませて強制的に燃焼させた場合，燃焼は緩やかな温度上昇とともに継続し，図 3 に示す通り，火災源直上の 950mm の位置においても 140℃程度であった。



図1 ブロアオイルを約1分ガスバーナで炙った様子（引火せず）



図2 可燃物（スポンジ）にブローオイルを浸み込ませてガスバーナで炙った後の様子（引火から約8分後）

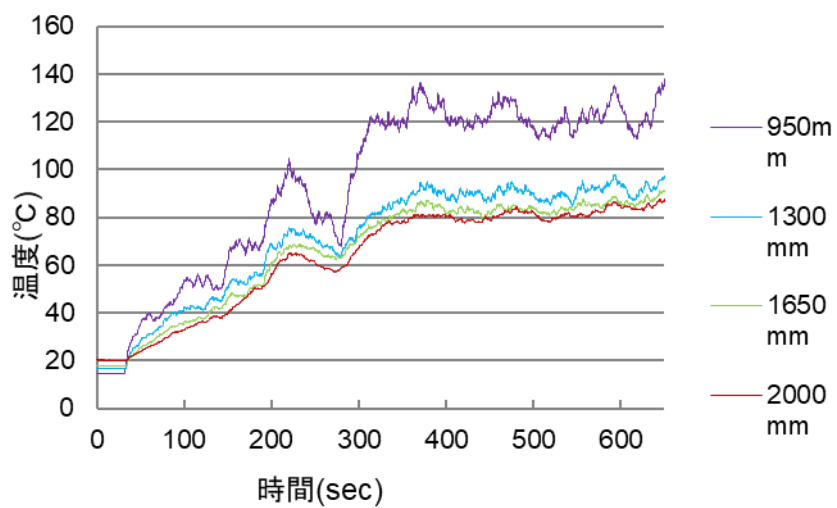


図3 火災試験の結果（スポンジにオイルを含侵）

運転手順書

巡視・点検細則等

警報対応手順書, 異常・非常時対策要領 等

重大事故等発生時対応手順書

平常運転時の監視

【中央監視室】

- パラメータが範囲内であることを確認
- ・温度
- ・機器の起動状態
- ・受電状態
- ・放射線状況

等

【現場】

- 巡視点検にて、パラメータが範囲内であることを確認
- ・温度
- ・圧力
- ・機器の起動状態
- ・受電状態

異常の検知 (感知・消火の機能喪失)

【中央監視室】

【重大事故等対処の着手判断】

- ・グローブボックス温度監視装置の多重故障
- ・グローブボックス消火装置の多重故障
- ・グローブボックス排風機の多重故障
- ・安全系監視制御盤の機能喪失
- ・全交流電源の喪失 (地震時又は内的事象)

重大事故等対処 (発生防止対策)

【中央監視室】

- ・全工程停止
- ・火災源を有する機器の動力電源の遮断

異常の検知 (火災)

【中央監視室】

- ・火災警報発報
- ・現場確認 (発生箇所)
- ①対象グローブボックス※
- ②それ以外の箇所

対処 (消火)

【現場】

- ・消火
- ①対象グローブボックス※ → 固定式消火 (自動)
- ②それ以外の箇所 → 固定式消火又は消火器

全工程停止

拡大防止対策の準備・実施判断

【中央監視室】

- ・火災状況確認用温度計による火災の確認
- 【拡大防止対策の実施判断基準】
- ・対象グローブボックス※の温度指示値が 60℃以上

重大事故等対処 (拡大防止対策)

拡大防止対策 (1)

【中央監視室/現場】

- ・ダンバ閉

拡大防止対策 (2)

【中央監視室】

- ・遠隔消火

拡大防止対策 (3)

【現場】

- ・核燃料物質の回収
- ・閉じ込め機能回復

異常の検知 (火災以外)

【中央監視室/現場】

- ・パラメータの変動
- ・警報の発報
- ・監視機能喪失

故障の判断

【中央監視室/現場】

- ・機器の起動状態の確認
- ・設備の健全性確認

回復操作

【中央監視室/現場】

- 警報対応手順書に従い対応を実施
- ・パラメータを適切な範囲内へ復旧
- ・予備機等への切替え

等

- ・回復操作不可
- ・回復操作失敗

全工程停止

※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グローブボックス (対象 8 基)

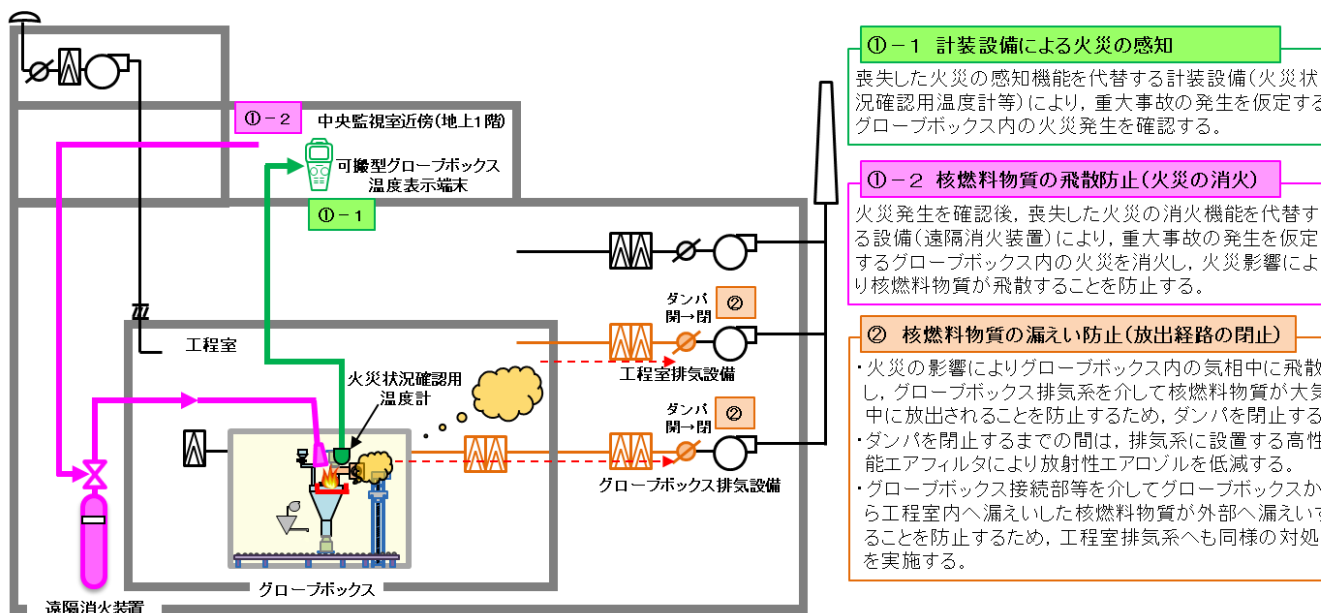
重大事故対処(外的事象)にて用いる重大事故等対処設備及び監視パラメータ (1/2)

No.	手順	使用する主な重大事故等対処設備	着手判断	実施判断	成功判断	判断に関連する監視パラメータ	使用する計装設備	監視パラメータの伝送		関連する監視測定設備(第33条)の手順
								中制	緊対	
①-1 ①-2	火災の消火	・遠隔消火装置	安全系監視制御盤の機能喪失等の確認	火災源近傍温度 60℃以上を確認	火災源近傍温度 60℃未満を確認	・火災源近傍温度	・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	○ ※1	○ ※1	—
②	核燃料物質の閉じ込め	・グローブボックス排気設備のダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ ・工程室排気設備のダクト・ダンパ・高性能エアフィルタ	安全系監視制御盤の機能喪失等の確認	安全系監視制御盤の機能喪失等の確認	現場でのダンパ閉止確認により判断	— ※2	—	—	—	建屋周辺のモニタリング又は可搬型環境モニタリング設備によるモニタリング

中制：再処理施設中央制御室 緊対：緊急時対策所

※1：情報把握計装設備が設置されるまでの間は、代替通信連絡設備等を用いて連絡する。

※2：ダンパ閉止に関連して変動するパラメータがないことから、監視に必要なパラメータはない。建屋外への放出がないことについては、監視測定設備(第33条)による建屋周辺のモニタリング等を実施する。



重大事故対処(外的事象)にて用いる重大事故等対処設備及び監視パラメータ (2/2)

No.	手順	使用する主な重大事故等対処設備	着手判断	実施判断	成功判断	判断に関連する監視パラメータ	使用する計装設備	監視パラメータの伝送		関連する監視測定設備(第33条)の手順
								中制	中制	
③	核燃料物質の回収	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型グローブボックス用集塵装置 可搬型工程室用集塵装置 	火災の消火及び核燃料物質の閉じ込めの成功	回収作業時のリスク低減を目的とした必要な準備(酸素呼吸器等の防護具の準備, 現場の状況確認, 工程室入口へのグリーンハウス設置, 消火器等の資機材の準備等)の完了	放射性物質濃度の均衡を確認	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス内の放射性物質濃度 工程室内の放射性物質濃度 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型ダストサンプラ(グローブボックス用/工程室用) アルファ・ベータ線用サーバイメータ 	※1	※1	建屋周辺のモニタリング又は可搬型環境モニタリング設備によるモニタリング
④	閉じ込める機能の回復	<ul style="list-style-type: none"> グローブボックス排気設備のダクト・ダンパ 可搬型フィルタユニット, 可搬型排風機付フィルタユニット, 可搬型ダクト 	火災の消火及び核燃料物質の閉じ込めの成功	<ul style="list-style-type: none"> 回収作業の成功 回復作業に必要な準備の完了 	<ul style="list-style-type: none"> フィルタ差圧の確認 廊下等から工程室方向への気流確保の確認※2 	<ul style="list-style-type: none"> 代替グローブボックス排気系のフィルタ差圧 ※3 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型フィルタ差圧計 	※4	※4	可搬型ダストモニタによる排気モニタリング

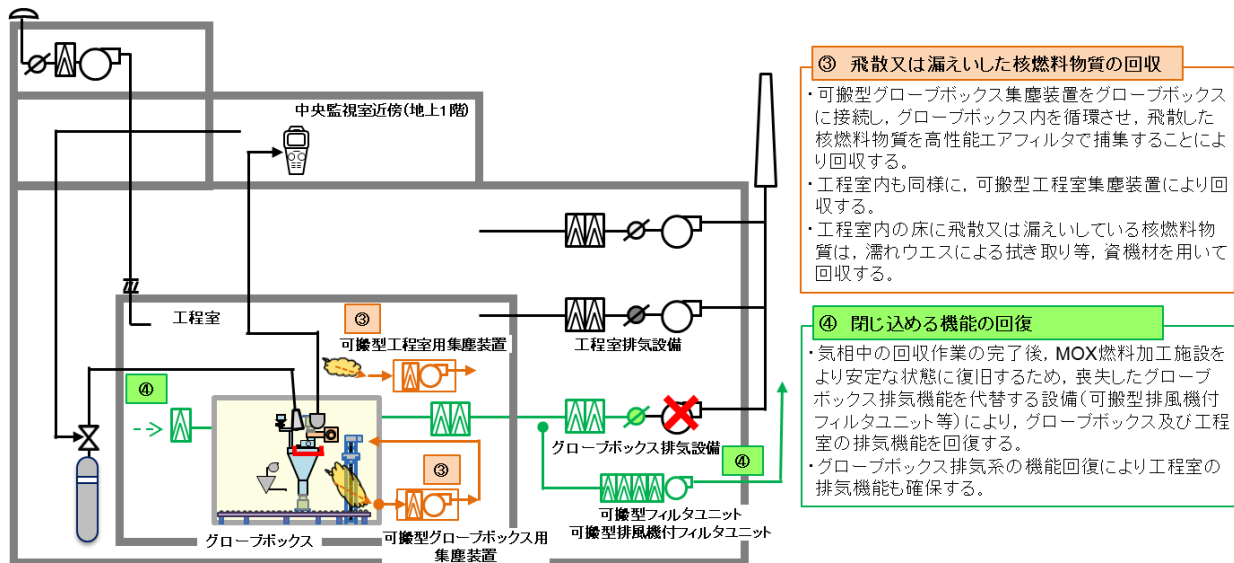
中制：再処理施設中央制御室 緊対：緊急時対策所

※1：回収作業中のみに計測するパラメータであり、継続監視しないため伝送しない。

※2：現場でのスモークテスト等による確認

※3：回復作業の成功後、代替グローブボックス排気系のフィルタ差圧を継続監視し、フィルタの目詰まりが確認された場合は、フィルタの交換を実施する。

※4：情報把握計装設備が設置されるまでの間は、代替通信連絡設備等を用いて連絡する。



対策	作業番号	作業	作業班	要員数	所要時間 (時:分)	経過時間 (時:分)																		備考	
						1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00								
						↓地震による不感時間 △火災確認 ▽事象発生(地震発生・全交流電源喪失・火災発生)																			
		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	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(中央監視室)	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:05	1班 → 作業9																			
放射線物質の閉じ込め	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の現場手動閉止(B1F排風機室)	MOX燃料加工施設対策班5,6班	4	0:10	5班 → 作業6(5班) 6班 → 作業7(6班)																			
	3	遠隔消火装置の遠隔手動起動(中央監視室近傍)	MOX燃料加工施設対策班4班	2	0:05	4班 → 作業8																			
核燃料物質等の回収	4	可搬型発電機、可搬型分電盤及び可搬型電源ケーブルの運搬、設置及び敷設	MOX燃料加工施設対策班2,7班	4	1:00	2,7班 → 作業7(7班)																			
	5	可搬型発電機の起動	MOX燃料加工施設対策班2班	2	0:30	2班 → 作業9(2班)																			
	6	地下3階(工程室外)の状況確認	MOX燃料加工施設対策班5班	2	1:30	5班 → 作業9																			
	7	使用する資機材の確認及び運搬	MOX燃料加工施設対策班6,7班	4	1:30	作業2(6班) → 6,7班 → 作業9 作業4(7班)																			
	8	可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置及び可搬型ダストサンプラの運搬(屋外保管庫→燃料加工建屋)	MOX燃料加工施設対策班3,4班	4	1:30	作業3(4班) → 3,4班 → 作業9																			
	9	可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置及び可搬型ダストサンプラの運搬	MOX燃料加工施設対策班1,2,3,4,5,6,7班	4	0:30	作業1(1班) → 1,2班 → 4工程室分繰り返し 作業5(2班)																			
	10	可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置及び可搬型ダストサンプラの設置	MOX燃料加工施設対策班1,2,3,4,5,6,7班	4	0:30	作業5(5班) 作業8(3,4班)																			
	11	可搬型グローブボックス用集塵装置、可搬型工程室用集塵装置の起動	MOX燃料加工施設対策班1,2,3,4,5,6,7班	4	0:10	作業7(6,7班)																			
	12	可搬型ダストサンプラによる測定	MOX燃料加工施設対策班1,2,3,4,5,6,7班	4	2:30	作業13(1,3,4班) 作業15(6,7班)																			
	閉じ込める機能の回復	13	可搬型ダクト、可搬型排風機付フィルタユニット及び可搬型フィルタユニットの運搬	MOX燃料加工施設対策班1,3,4班	6	0:30	作業12(1,3,4班) → 1,3,4班 → 14:10																		
		14	可搬型ダクトの接続並びに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	MOX燃料加工施設対策班1,3,4班	6	2:30	1,3,4班 → 1,3,4班 → 作業16(3,4班) 作業17(1班)																		
		15	可搬型排気モニタリング設備の設置	MOX燃料加工施設対策班6,7班	4	1:30	作業12(6,7班) → 6,7班 → 作業15(6班)																		
16		建屋内の状況確認	MOX燃料加工施設対策班3,4,6,7班	8	1:30	作業14(3,4班) 作業15(6,7班) → 3,4,6,7班																			
17		可搬型排風機付フィルタユニットの起動	MOX燃料加工施設対策班1班	2	0:10	作業14(1班) →																			
18		可搬型放出管理分析設備による測定	MOX燃料加工施設放射線対策班	2	0:40	作業20 → MOX放射線対策班 → 定期的に測定																			
給油	19	重大事故等対処設備への給油	MOX燃料給油班	1	-	MOX給油班																			
放射線管理	20	管理区域への入退状況の確認、帯域者の支援、建屋周辺モニタリング及び風向・風速測定	MOX燃料加工施設放射線対策班	2	-	MOX放射線対策班																			

注1: 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、対策班長、現場管理者、情報管理班長、1班2名、2班2名、3班3名、4班2名、5班2名、6班2名、7班2名、給油班1名、放射線対策班2名の計21名である。

注2: 作業番号6から18(点線内)については、建屋の状況、核燃料物質の飛散又は漏えいの状況を踏まえ、安全確保を万全にしてから作業を実施する。

放出量評価の算出について

1. 外的事象が起因となる場合

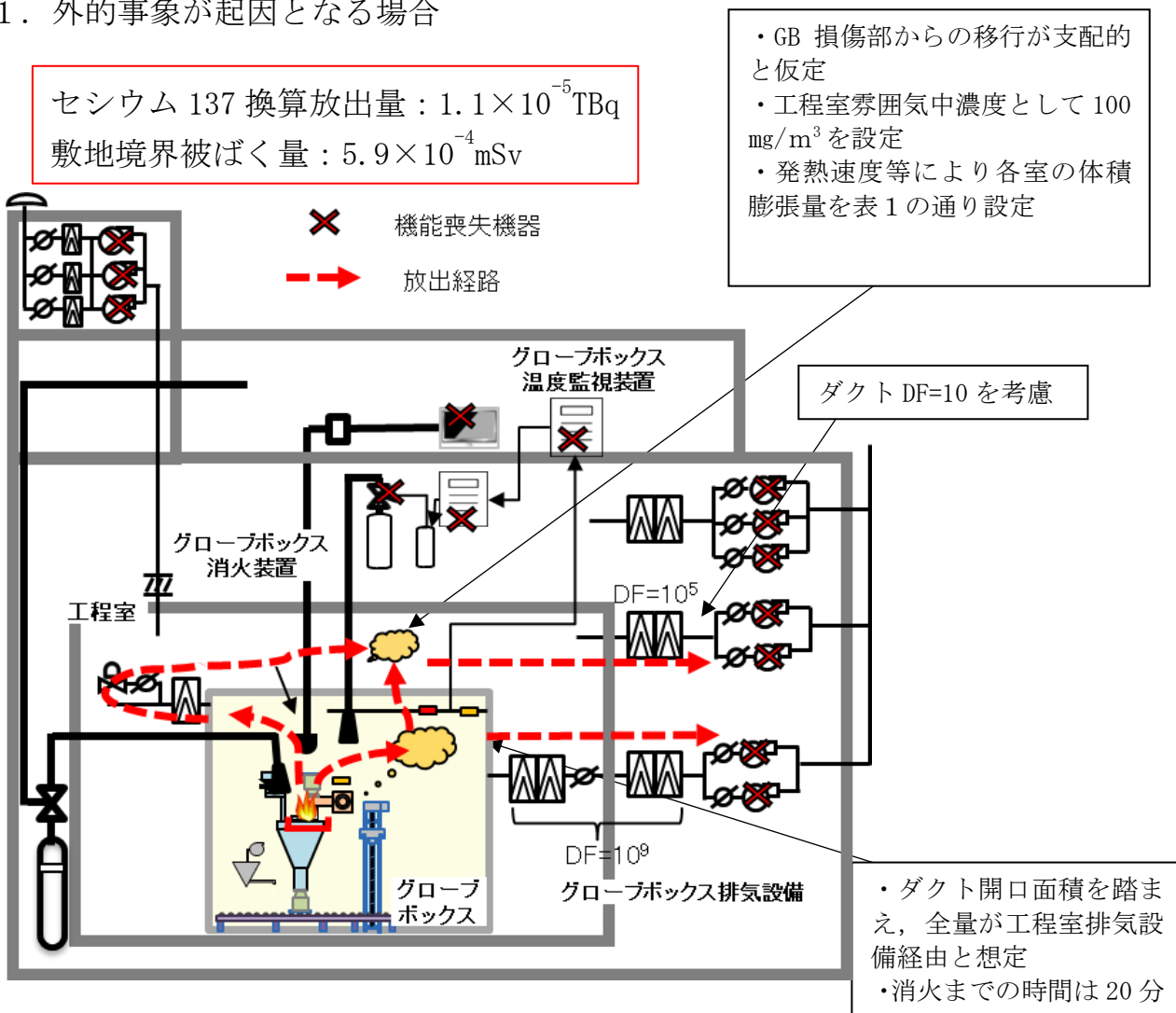
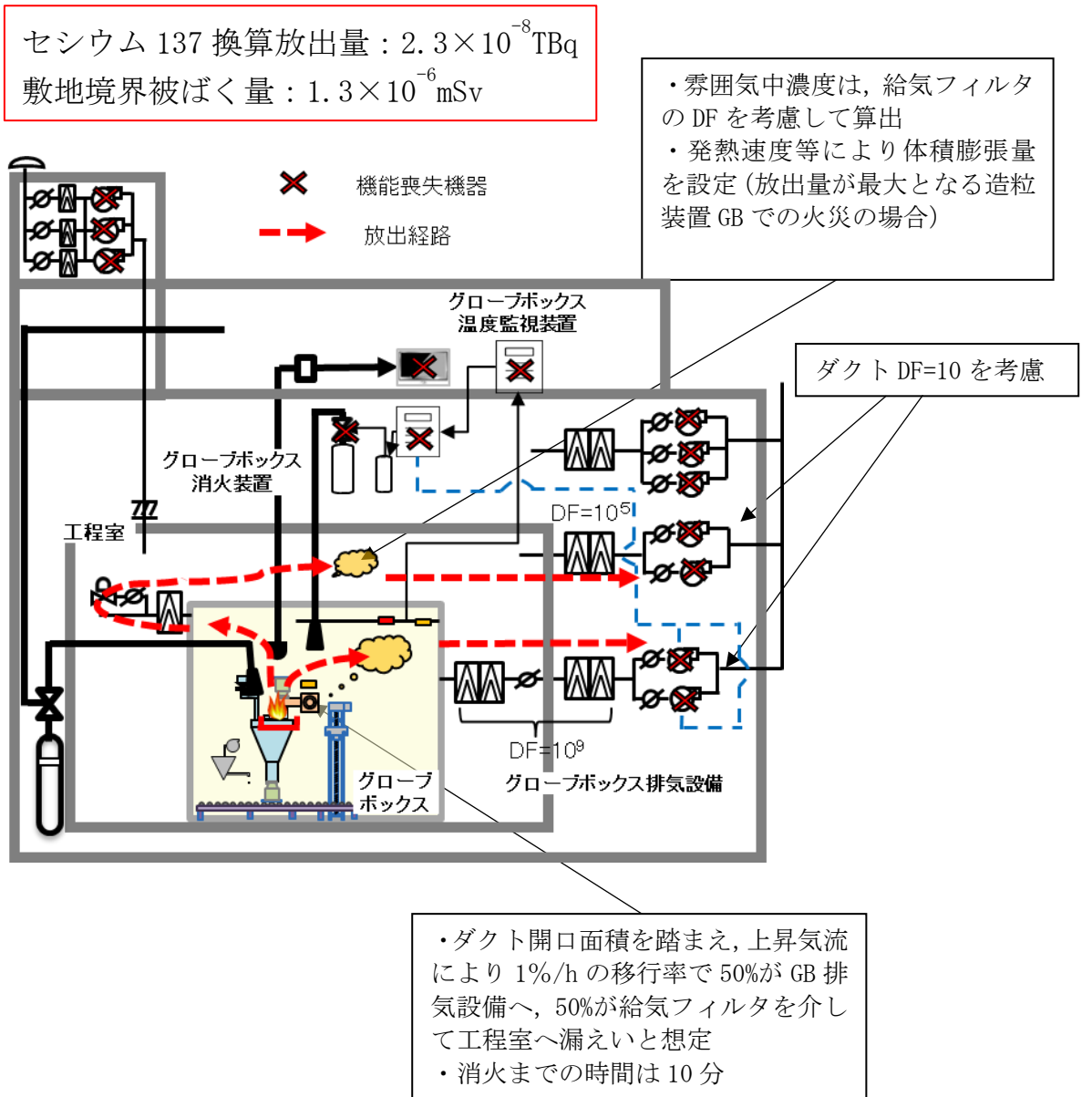


表1 各工程室の体積膨張量

部屋名称	体積膨張量 [m ³]
粉末調整第2室	121
粉末調整第5室	1289
粉末調整第7室	123
ペレット加工第1室	463

※：各火災源にてオイルパン全面で理想的に燃焼した場合の発熱速度及び燃焼継続時間から求めた工程室温度より、各部屋の体積膨張量を算出した。発熱量の計算は断熱条件で実施した。

2. 内的事象が起因となる場合（長時間の全交流電源喪失）



放出量比較一覧

項目	設計基準事故	重大事故（内的）	重大事故（外的）	緊急時対策所居住性
①評価対象グローブボックス	予備混合装置グローブボックス	予備混合装置グローブボックス	重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックス	重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックス
②放出シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・粉末容器に収納しているMOX粉末の全量である65kg・MOX(19kg・Pu)が火災影響を受ける。 ・1%/hの移行率にて消火までの10分間、気相への移行が継続 ・全量がグローブボックス排気設備へ移行する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・粉末容器に収納しているMOX粉末の全量である65kg・MOX(19kg・Pu)が火災影響を受ける。 ・1%/hの移行率にて消火までの10分間、気相への移行が継続 ・50%がグローブボックス排気設備へ移行する。 ・50%が給気フィルタを經由して工程室に漏えいし、体積膨張により工程室排気設備へ移行する。体積膨張については、全面火災時の温度上昇を考慮する。(雰囲気濃度は給気フィルタ経由を考慮) 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災影響により、気相に移行したMOXが工程室に漏えいする。 ・工程室の雰囲気濃度として、100mgMOX/m³を設定する。 ・体積膨張については、全面火災時の温度上昇を考慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災影響により、気相に移行したMOXが工程室に漏えいする。 ・工程室の雰囲気濃度として、100mgMOX/m³を設定する。 ・全面火災を仮定し、体積膨張により工程室排気設備へ移行する。
③放出経路による低減割合	<ul style="list-style-type: none"> ・グローブボックス排気設備経由：10⁻⁹ ・経路上のダクトへの沈降：10⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> ・グローブボックス排気設備経由：10⁻⁹ ・工程室排気設備経由：10⁻⁷（給気フィルタの低減込み） ・経路上のダクトへの沈降：10⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> ・工程室排気設備経由：10⁻⁵ ・経路上のダクトへの沈降：10⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> ・工程室排気設備経由：10⁻⁵
④放出量（セシウム137換算）	1.0×10 ⁻⁹ TBq	2.3×10 ⁻⁸ TBq	1.1×10 ⁻⁵ TBq	1.1×10 ⁻⁵ TBq
⑤敷地境界被ばく線量	5.4×10 ⁻⁸ mSv	1.3×10 ⁻⁶ mSv	5.9×10 ⁻⁴ mSv	4.1×10 ⁻⁴ mSv [※]

※：緊急時対策所における対処要員の7日間における被ばく線量