

## 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. 設計基準事故の評価方針

MOX燃料加工施設において取り扱う核燃料物質の形態、取扱方法等を踏まえ、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のうち1基のグローブボックスにおいて単独で火災が発生、グローブボックス内のMOX粉末が飛散し、火災の駆動力で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した。

選定した設計基準事故の評価に当たっては、技術的に妥当な解析モデル及びパラメータを採用して解析を行うこととし、その際には、解析の結果が最も厳しくなる動的機器の単一故障を仮定する。

設計基準事故の判断基準は、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。

#### 2. 評価の代表事例

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、設計基準事故の評価に当たっては、公衆への放射線被ばくのリスクが最も厳しくなるグローブボックスとして、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として評価する。

グローブボックス内において、核燃料物質は機器又は粉末容器に収納されており、直接火災影響を受けることはないが、粉末容器は開口部があることを踏まえて、グローブボックス内で取り扱う粉末容器が保有するMOX粉末が火災影響を受けることを想定する。

#### 3. 事故の特徴

グローブボックス内において潤滑油を火災源とした単一火災が発生

し、設計基準対象施設（安全機能を有する施設）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、グローブボックス排風機による排気を維持した状態で、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し、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。グローブボックス内への窒素ガス放出完了後、自動で延焼防止ダンパを閉止し、グローブボックス排風機を停止操作により停止する。

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、火災が消火されるまでの間、グローブボックス排気系を経由して大気中に放出される。

#### 4. 設計基準事故の想定シナリオ

設計基準事故における拡大防止対策は、グローブボックス温度監視装置による火災の感知とグローブボックス消火装置による火災の消火である。消火の際にはグローブボックス排風機による排気を維持することから、グローブボックス排風機が稼働していることはグローブボックス消火装置の起動条件となる。また、ピストンダンパ及び延焼防止ダンパを閉止することで、消火ガス放出後のグローブボックス内の窒素雰囲気を持し、グローブボックス排風機を停止する。

消火ガス放出完了までの間は、影響緩和対策としてグローブボックス排気系に設置する高性能エアフィルタ4段により排気中のMOX粉末を捕集する。

設計基準事故では、予備混合装置グローブボックス内で火災が発生してグローブボックス内の温度が上昇し、グローブボックス温度監視装置の感知器がグローブボックス内の火災を感知し、グローブボックス消火装置の起動信号が出るが、解析の結果が最も厳しくなる条件として、消火装置の一部であるグローブボックス排風機の単一故障を想定すると、グローブボックス消火装置の起動条件が整わない。

しかし、予備機のグローブボックス排風機が起動することで、排風機の起動信号を受けて、グローブボックス消火装置の起動条件が成立し、グローブボックス消火装置が起動することで消火ガスが放出される。

#### 5. 設計基準事故の評価条件

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ことを想定する。

消火が完了するまでの時間を、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約 6 分（予備機のグローブボックス排風機が起動するまでの時間約 1 分を含む）に対し、放出量の評価上は火災継続を 10 分と設定し、その間に火災によりグローブボックス内の気相中に移行するMOX粉末の割合は文献値を踏まえて 1%/h とし、経路上のダクトへの沈着により、1/10 がグローブボックス排気設備の高性能エアフィルタに到達する。

高性能エアフィルタ 4 段の低減割合を  $10^{-9}$  とする。

放出するプルトニウム核種の組成は、吸入による被ばくがより厳しい評価となるよう設定し、その組成を基に放出量を求める。

#### 6. 設計基準事故の評価結果

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  $5.4 \times 10^{-8}$  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 5 mSv 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. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的考え方

重大事故の拡大防止対策が有効であることを示すため、特定した重大事故に対し、その特徴を明確にし、有効性評価を実施する代表事例を、機能喪失の範囲及び生じる環境条件を考慮し選定する。

また、重大事故等対処の有効性を評価するために、事故条件、機器条件、操作条件、放出量評価の条件及び判断基準を明確にし、拡大防止対策が有効に機能することを確認する。

確認にあたっては、種々の不確かさの影響について考慮するとともに、必要な要員及び資源の観点でも拡大防止対策が有効であることを確認する。

### 2. 重大事故として選定した火災の特徴及びその対策

#### 2. 1 重大事故の特徴

重大事故の発生を仮定する露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有している8基のグローブボックス内において、核燃料物質は機器又は粉末容器に収納されており、直接火災影響を受けることはないが、粉末容器は開口部があることを踏まえて、グローブボックス内で取り扱う粉末容器が保有するMOX粉末が火災影響を受ける。

重大事故等対処施設による手動での消火までの間に、火災の上昇気流によりグローブボックス内の気相へ移行したMOX粉末は、火災による上昇気流によりグローブボックス排気設備の高性能エアフィルタ4段を経由する経路、工程室を経て工程室排気設備の高性能エアフィルタ2段を経由する経路により外部へ放出される。

グローブボックスから工程室への漏えいは、グローブボックス内の空気の膨張により、グローブボックス給気部からフィルタを経由する。地震の影響によりグローブボックスの損傷がある場合、この損傷部から直接工程室へ漏えいする。

設計基準事故と重大事故の事故進展のシナリオを添付1に示す。

また、火災源となる潤滑油は引火点が高く、周囲へ放熱されることにより潤滑油自体が引火点を維持することが困難であり、全面火災が継続することは考え難く、現実的にはオイルパン上における潤滑油の部分的な燃焼が長時間継続する。(添付2参照)

## 2. 2 有効性評価の代表

重大事故の起因のうち内的事象としては、設計基準対象施設の感知・消火機能が、動的機器の多重故障により機能喪失した状態での火災を想定する。

動的機器の多重故障は、「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の多重故障，多重誤作動又は多重誤操作による機能喪失」であり，設計基準の感知・消火を構成する機器である，グローブボックス温度監視装置・グローブボックス消火装置，グローブボックス消火装置の起動条件であるグローブボックス排風機の多重故障に分類される。

グローブボックス温度監視装置・グローブボックス消火装置の多重故障の場合，グローブボックス排風機を稼働させながら，代替消火設備による消火を実施することで，MOX粉末の移行経路はグローブボックス排気設備に限定され，高性能エアフィルタ4段を経由する放出となることから，事故規模としては設計基準事故と同等ととらえることができる。

グローブボックス消火装置の起動条件であるグローブボックス排風機が多重故障した状態で火災が発生した場合，MOX粉末の移行経路としては，グローブボックス排気設備のほかに，グローブボックス給気フィルタを経由して工程室へ移行する経路が考えられる。

工程室に移行した核燃料物質は，工程室排気設備を経由して外部へ放出されるため，この経路の高性能エアフィルタ段数は，給気フィルタと工程室排気設備と合わせて3段となる。

また，これらの動的機器が全て機能喪失する長時間の全交流電源喪失が火災の発生と合わせて発生することを想定した場合，MOX粉末の移行経路としては，上記と同様に工程室排気設備を経由して外部へ放出されるとともに，機能喪失の範囲が内的事象としては最も大きくなる。

このため，内的事象の代表事例としては，長時間の全交流電源喪失の状態における火災となる。

重大事故の起因のうち外的事象としては地震が想定され，基準地震動を超える地震力により，動的機器が全て機能喪失することから，設計基準対象施設の感知・消火機能を構成する全ての機器が機能喪失する。

また，重大事故の発生を仮定するグローブボックスについては，重大事故等対処施設による消火を目的とし，基準地震動の1.2倍の地震力を考慮した場合においても支持構造を維持する設計であるが，火災影響により気相へ移行したMOX粉末が，グローブボックスのパネル部分や，

他グローブボックスとの接続箇所における損傷部から工程室に漏えいする状況が想定される。

この場合、工程室排気設備の高性能エアフィルタ 2 段を経由した放出となり、内的事象における重大事故と比較し、放射性物質の放出量が増加する。

さらに、外的事象を起因とした場合には、重大事故の発生を仮定するグローブボックス 8 基同時の火災を想定することから放射性物質の放出量はさらに増加する。

上記の放射性物質の放出量の観点のほか、地震時においては、機器の機能喪失の範囲が広く、対処のための作業環境の悪化が想定されることを踏まえ、有効性評価の代表としては地震を想定する。

## 2. 3 対策の考え方

グローブボックス内で火災が発生した際に、設計基準対象施設の感知・消火機能が喪失した場合、火災が継続することにより、グローブボックス内にMOX粉末が飛散し、さらに火災の駆動力により、MOX粉末が外部へ放出されるおそれがある。これを防止するため、速やかに火災の消火を実施し、外部への放出の原因となる駆動力の発生を抑制する。

また、火災の影響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粉末を建屋内に可能な限り核燃料物質を閉じ込めるため、経路上のダンパを閉止することにより、外部と繋がる移行経路を遮断する。

上記の対策の実施までの間に、排気経路を経由して移行するMOX粉末については、排気経路上に設置する高性能エアフィルタにより捕集し、外部への放出量を低減する。

駆動力となりうる火災の消火及びダンパ閉止による経路の遮断により、放射性物質の外部への放出は停止し、事故としては収束した状態になるが、グローブボックス内及び工程室の気相中には、MOX粉末が浮遊している可能性があり、万一、新たな駆動力が発生した場合には容易に外部へ放出されるおそれがあることから、これらの回収を実施する。

また、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捕集・浄化機能を有するフィルタを通して外部に放出していることから、回収作業の後に、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し、管理された状態での放出管理を行う。

## 2. 4 具体的対策

平常運転時においては、中央監視室におけるパラメータの監視及び現場巡視点検により監視を実施し、異常が発見された場合には警報対応手順書に基づく回復操作を実施するが、この状態を超えるものとして、グローブボックス温度監視装置・グローブボックス消火装置の多重故障、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により設計基準対象施設の感知・消火機能の機能喪失が確認された場合には、火災の発生箇所を最小限に留めるため、加工工程の全工程での運転を停止し、火災源を有するグローブボックス内機器の動力電源を遮断する。

また、全交流電源喪失等により設備の状態監視ができない状況においては、全工程の停止及び火災源を有するグローブボックス内機器の動力電源が遮断されていることを安全系監視制御盤により確認する。

本対策を発生防止対策として位置付ける。(添付3：平常運転時の監視から対策開始までの基本的な流れ)

また、地震により、設計基準対象施設の感知・消火機能が喪失した場合は、拡大防止対策の準備として、重大事故の発生を仮定するグローブボックスの火災源に設置された火災状況確認用温度計の指示値を、中央監視室近傍にて可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより火災の発生を確認する。可搬型グローブボックス温度表示端末により、60℃を超える温度が確認された場合、火災が発生していると判断し、中央監視室近傍より、地下3階廊下に設置された遠隔消火装置を起動させることにより、消火剤を放出し火災を消火する。

消火剤放出後、可搬型グローブボックス温度表示端末の監視により、火災源の温度が60℃未満となったことをもって消火が完了したと判断する。

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の換気が停止した場合における機器及び粉末容器内のプルトニウムの崩壊熱を考慮しても、火災による温度変化を早期に検知する観点で設定した。

上記対策と並行し、設計基準対象施設の感知・消火機能が喪失したことを確認した後に、地下1階において、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。

消火の完了の後、重大事故の発生を仮定するグローブボックスに対しては、可搬型グローブボックス用集塵装置のホースを当該グローブボッ

クスに接続し、グローブボックス内の気相中に浮遊しているMOX粉末の回収を実施する。

また、重大事故の発生を仮定するグローブボックスを設置する工程室に対し、可搬型ダストサンプラによる工程室雰囲気のスAMPLINGの結果、汚染が確認された場合には、可搬型工程室用集塵装置を室内に設置し、工程室内の気相中に浮遊しているMOX粉末の回収を実施する。

上記の対策は、定期的に集塵装置の給気部から可搬型ダストサンプラにより雰囲気中の放射性物質量をスAMPLINGし、雰囲気中の放射性物質濃度に変化が見られなくなるまで回収作業を実施する。

上記作業の後、濡れウェス等により拭き取ることで、工程室床面のMOX粉末の回収を実施する。

回収作業の完了の後、回復作業として、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グローブボックス排気ダクトに接続し、排風機の起動により、工程室開口部の気流を確保する。

気流の確保は、工程室境界扉部において、スモークテストにより確認する。また、排風機の起動中は、目詰まり監視のためにフィルタ差圧の監視を行う。

核燃料物質の回収及び閉じ込め機能の回復に使用する装置については、可搬型発電機からの給電により使用する。

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。

上述の各作業に使用する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。

### 3. 評価手法及び結果並びに不確かさの影響評価

#### 3. 1 評価手法

##### (1) 評価の考え方

重大事故の収束に向けた対策の有効性評価として，MOX粉末が気相へ移行し，外部へ放出されることを防止するため，駆動力となりうる火災の検知及び消火が早期に実施可能であること及び火災による潤滑油の発熱速度を踏まえた温度及び工程室雰囲気の体積膨張を評価する。

火災により気相へ移行した核燃料物質を可能な限りグローブボックス及び工程室内に留めることができるかについて確認するため，経路上のダンパを早期に閉止し，その状態を維持できることについて評価する。

重大事故の収束の後に施設をより安定な状態とするため，核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復が実施できることを評価する。回収にあたっては，気相中のMOX粉末濃度の推移も評価する。

上記の対策を踏まえて，放射性物質の気相への移行量，放出経路の除染係数等を考慮し，総放出量を評価する。

放出量評価の範囲は，核燃料物質の回収作業時には外部へのMOX粉末の放出が無いこと，閉じ込める機能の回復時には気相中のMOX粉末は回収され，高性能エアフィルタ4段を経由する排気経路を構築することから，MOX粉末を外部へ放出する駆動力を生み出す火災の発生から消火までの期間とする。

また，有効性評価を実施する際の温度評価，空気の体積膨張量の評価については，空気の比熱等を用いた簡便な計算で実施する。

##### (2) 事故条件

有効性評価は，重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基で地震と同時に火災が発生することを想定する。この際，基準地震動の1.2

倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としているもの以外は機能喪失を考慮し、動的機器は耐震性によらず機能喪失を想定する。

放出量評価にあたっては、理想的な燃焼による発熱速度を求め、対処が完了するまでの期間において燃焼が継続することを仮定する。

### (3) 機器条件

消火に使用する遠隔消火装置は、消火剤としてハロゲン化物消火剤を使用し、消火対象の面積等に応じて必要な消火剤量を放出する。

排気経路上に設置するダンパは、閉止することにより空気の流れを遮断できる性能を有する。

気相中に移行した核燃料物質の回収に用いる集塵装置は、高性能エアフィルタを有し、気相中の核燃料物質の回収に必要な風量を有する。

閉じ込める機能の回復に用いる排風機は、対象範囲のグローブボックス及び工程室の気流を確保するための排気風量を有する。

工程室の温度評価にあたっては、工程室の天井及び壁からの一定程度の放熱を見込む。

火災影響を受けるMOX粉末量については、各グローブボックスで取り扱う粉末容器中のプルトニウム量の最大量とし、放出するプルトニウム核種の組成は、吸入による被ばくがより厳しい評価となるよう設定し、その組成を基に放出量を求める。

### (4) 操作条件

地震発生を起点として10分間は要員による対処を期待しない。

火災発生箇所の特定制及び消火は、4名で作業着手後10分にて完了する。また、排気経路上のダンパ閉止は、火災箇所の特定制及び消火と並行して実施し、2名で作業着手後10分にて完了する。これらの操作により、放射性物質の外部への放出は停止する。

核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復操作は、上記の対策により重大事故が収束した後に実施するものであり、対処の着手時期により外部への放射性物質の放出が増えるものではないことから時間の制限は設けないが、消火の完了次第着手する。

### (5) 放出量評価の条件

放出経路としては、グローブボックス排気設備を経由することも考えられるが、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

気ダクトを通じて、火災の熱影響により膨張した分の工程室の空気が外部へ放出されることを想定する。

工程室に漏えいしたMOX粉末を含む空気は、直接的に火災の上昇気流を受けるものではなく、この際の空気中のMOX粉末の濃度として文献を参考に、 $100\text{mgMOX}/\text{m}^3$ と設定する。

工程室の空気膨張は、オイルパン上で潤滑油が理想的に燃焼した場合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全量与えた際の温度上昇量から、時間あたりの体積膨張率として設定する。

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 $10^5$ を設定する。また、ダクト長を踏まえた除染係数10を設定する。

放射性物質の放出量は、セシウム-137換算を行う。

#### (6) 判断基準

可能な限り早期に火災の消火及びダンパ閉止ができること、核燃料物質の回収及び閉じ込める機能の回復が実施できることを確認する。

また、火災の発生から消火までの間の放射性物質の放出量が $100\text{TBq}$ 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により対処の有効性を判断する。

### 3. 2 評価結果

#### (1) 拡大防止対策の有効性

火災の消火は、重大事故の発生を仮定する全てのグローブボックスでの同時火災を考慮しても地震発生後20分以内に完了が可能であり、消火対象の面積等に応じて必要な消火剤量を供給することから、火災規模に依らずに確実に消火が可能である。

ダンパ閉止操作についても、火災の消火と同様に地震発生後20分以内に完了可能であり、ダンパは閉止状態を維持できる構造であることから、本操作により外部への放射性物質の放出経路を遮断できる。

気相中に移行した核燃料物質を回収するための集塵装置は、微粒子であるMOX粉末を捕集可能な高性能エアフィルタを有しており、気相に移行したMOX粉末を回収可能である。また、集塵する対象の空間に対して十分な風量を有することから、浄化完了までの時間は初期の空気中MOX粉末濃度に依存するものの、集塵装置の運転を継続することで、平常時のグローブボックス内雰囲気と同等の濃度まで回収が可能である。

閉じ込める機能の回復は、対象範囲のグローブボックス及び工程室

の気流を確保するための排気風量を有することから、気流の確保が可能である。

火災発生から消火及びダンパ閉止までの20分間において、評価した工程室の体積膨張量は、約7600m<sup>3</sup>である。MOX粉末を含む体積膨張分が、工程室排気設備を経由して外部へ放出される。

なお、消火時に放出する消火剤容量については、最も消火剤容量が大きい遠隔消火装置においても1m<sup>3</sup>以下であり、消火剤の放出による体積影響等により外部へのMOX粉末の放出の観点で有意に影響するものではない。

重大事故の発生を仮定するグローブボックス8基全ての火災を想定しても、外部への放出量は約4.6×10<sup>-5</sup>TBqとなり、100TBqを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低い。(添付5参照)

### 3. 3 不確かさの影響評価

内的事象による重大事故の発生では、火災の発生自体は偶発的な事象であることから、重大事故等の対処が必要な設備の範囲は、重大事故の発生を仮定するグローブボックス1基に限定される。当該有効性評価では、外的事象の「地震」を要因として、8基全ての重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で同時に火災が発生することを前提に対策の成立性を確認していることから、有効性評価の結果は変わらない。

内的事象における環境条件では、長時間の全交流電源喪失による動的機器の多重故障等が想定されるものの、外的事象で想定する物理的な設備の損傷は想定されないことから、内的事象における対処は外的事象を要因とした場合の影響に包含され、対処時間に与える影響はない。

放射性物質放出量に影響する不確かさとしては、移行経路や空気の体積膨張量に不確かさが想定される。

具体的には、以下のような不確かさがあるが、判断基準を満足することには変わりはない。

- ✓ グローブボックスの損傷の程度によっては、高性能エアフィルタ2段の工程室排気設備ではなく、高性能エアフィルタ4段を経由するグローブボックス排気設備を経由することが支配的となる可能性がある。

- ✓ 放出量評価上は、工程室空気の膨張量を理想的な燃焼が潤滑油量に係らず継続するものとして求めているが、添付2に示した火災規模を想定すると工程室の温度上昇はほとんどなく、グローブボックスから工程室にMOX粉末が漏えいしたとしても、当該室内にMOX粉末は留まる。

操作の不確かさの観点では、遠隔消火装置の遠隔手動起動及びダンパの閉止操作は、簡易な操作であるため、確実に作業を完了することができるため、作業時間に影響はない。

また、核燃料物質の回収は、経路上のダンパ閉止及び核燃料物質を気相へ移行させる駆動力となる火災の消火後に実施する作業であり、回収作業の開始時間及び回収継続時間によって大気中への放出量が変動するものではないことから、不確かさとして考慮する必要はない。

#### 4. 必要な要員及び燃料

##### (1) 必要な要員

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燃料加工施設の要員が21名、再処理施設の要員が41名の合計62名であり、これに対しMOX燃料加工施設に常時駐在する実施組織要員が21名、再処理施設に常時駐在する実施組織要員が161名であることから、必要な作業が可能である。内的事象を想定した場合にも、必要な要員数は同様である。(添付6参照)

##### (2) 必要な資源

###### a. 水源

拡大防止対策の実施にあたり、水源は必要としない。

###### b. 燃料

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として合計で1.5m<sup>3</sup>である。第1軽油貯槽及び第2軽油貯槽に合計800m<sup>3</sup>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。

なお、拡大防止対策に重油は必要としない。

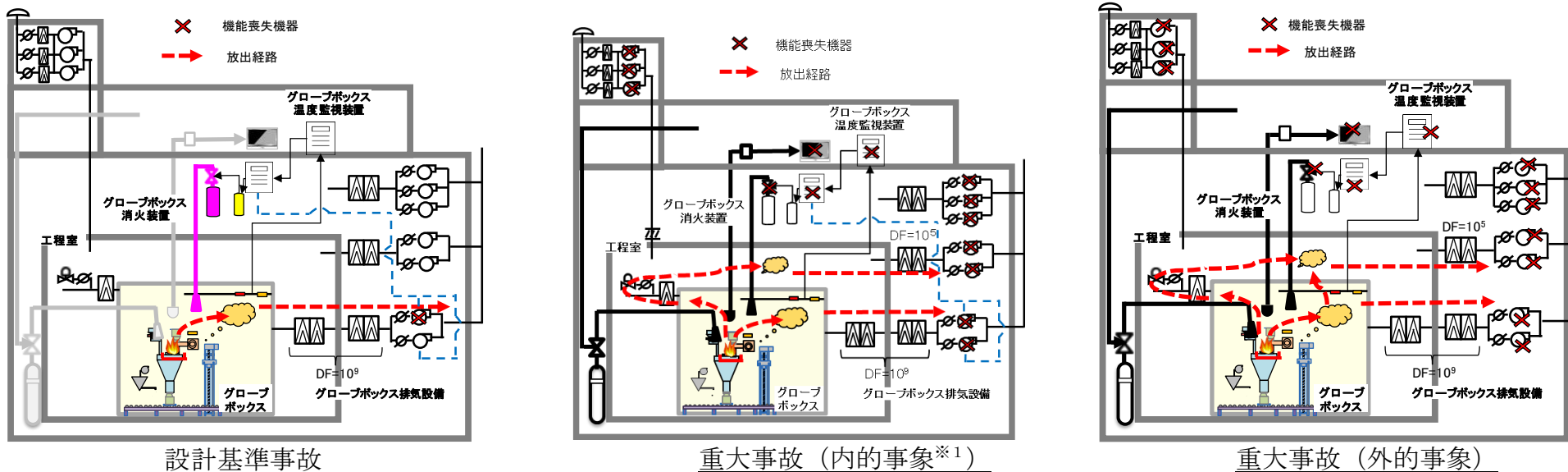
###### c. 電源

可搬型発電機に接続する機器には、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モニタがある。代替通信連絡設備可搬型発電機に接続する機器には、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がある。

MOX燃料加工施設の可搬型発電機の給電容量は約 50kVA、代替通信連絡設備可搬型発電機の給電容量は約 3kVA であり、必要負荷に対する電源供給が可能である。

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 <sup>※1</sup> ）	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 <sup>※2</sup>	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。

これを踏まえ，火災規模としては，オイルパン上における潤滑油の部分的な燃焼が長時間継続する状況を想定する。





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）

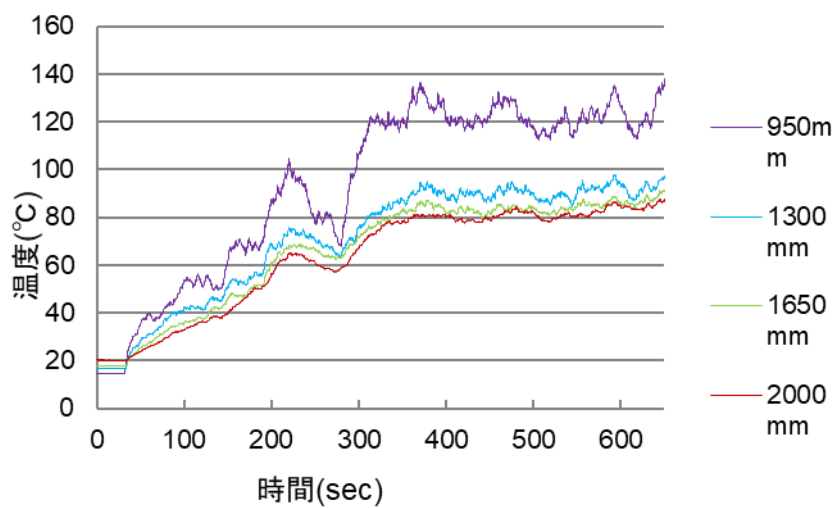
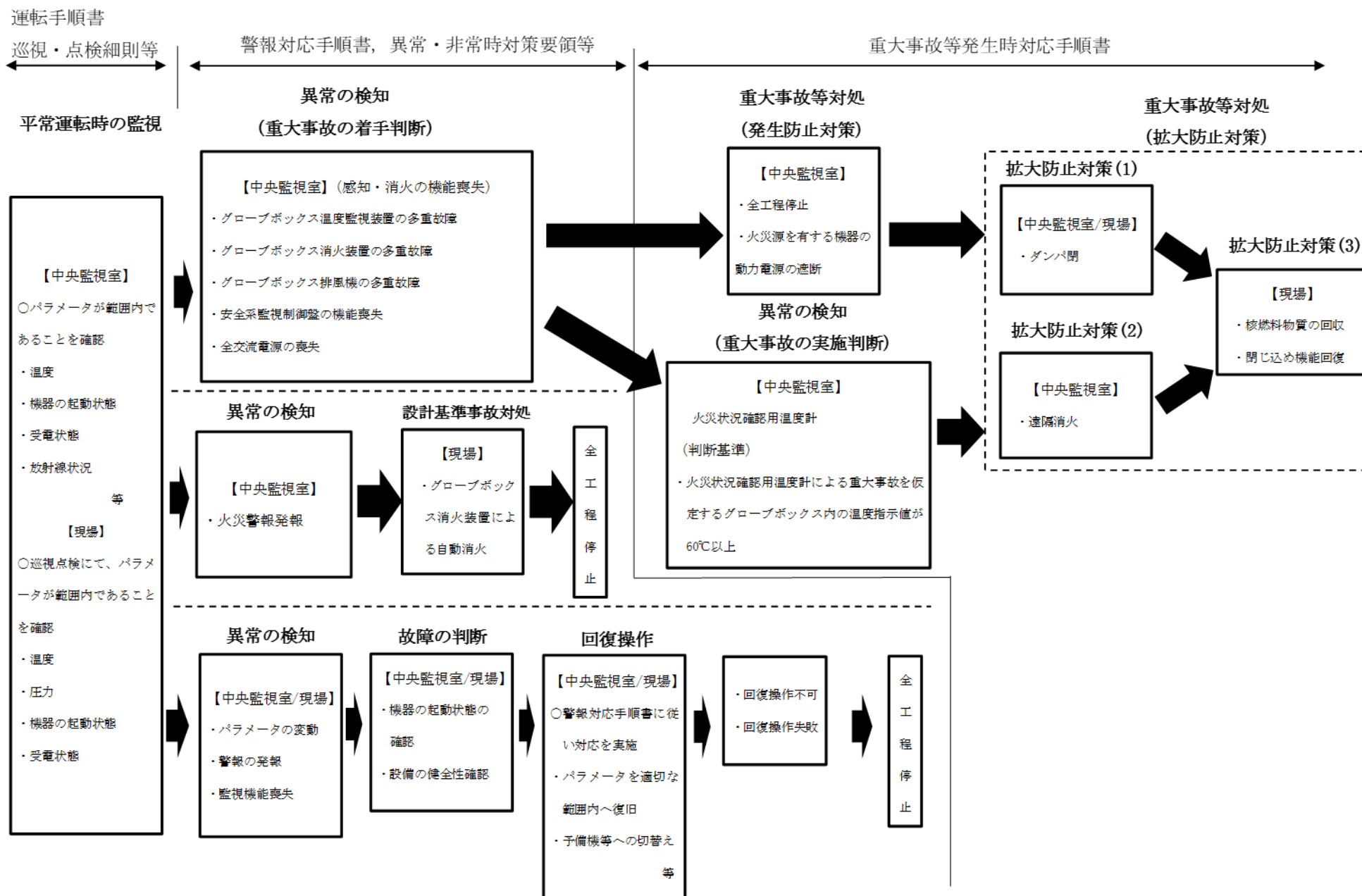


図3 火災試験の結果（スポンジにオイルを含侵）

平常運転時の監視から対策開始までの基本的な流れ

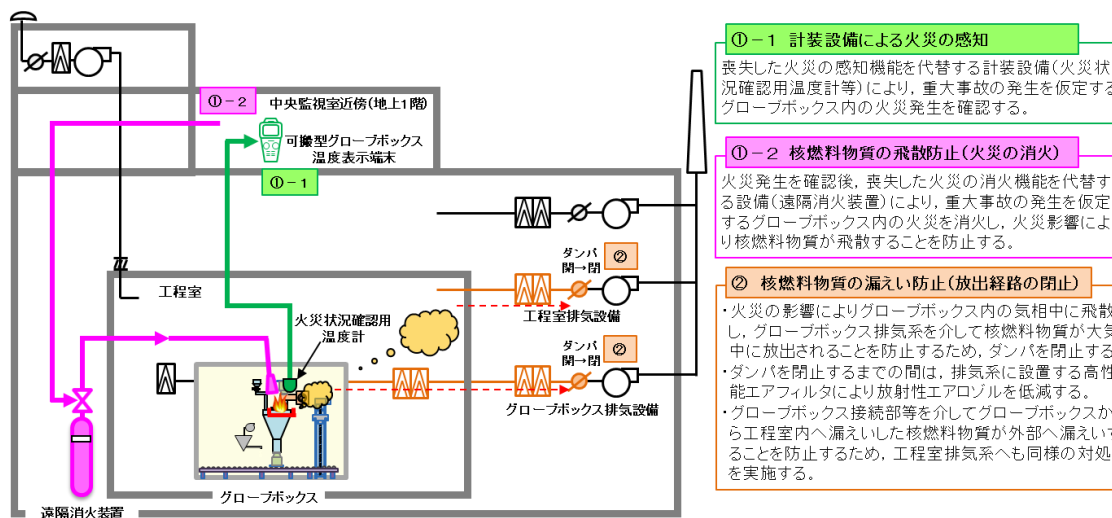


重大事故対処(外的事象)にて用いる重大事故等対処設備及び監視パラメータ (1 / 2)

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	
								中制	緊急
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	—	—	—	—

中制：再処理施設中央制御室 緊急：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。



## 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	
								中制	中制
③	核燃料物質の回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型グローブボックス用集塵装置</li> <li>可搬型工程室用集塵装置</li> </ul>	火災の消火及び核燃料物質の閉じ込めの成功	グローブボックス内：回収作業に必要な準備の完了 工程室内：空気中の放射性物質濃度の測定により漏えいを確認	放射性物質濃度の均衡を確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローブボックス内の放射性物質濃度</li> <li>工程室内の放射性物質濃度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型ダストサンブラ(グローブボックス用/工程室用)</li> <li>アルファ・ベータ線用サーベイメータ</li> </ul>	— ※1	— ※1
④	閉じ込める機能の回復	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローブボックス排気設備のダクト・ダンパ</li> <li>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</li> </ul>	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"> <li>回収作業の成功</li> <li>回復作業に必要な準備の完了</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フィルタ差圧の確認</li> <li>廊下等から工程室方向への気流確保の確認※2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>代替グローブボックス排気系のフィルタ差圧※3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型フィルタ差圧計</li> </ul>	○ ※4	○ ※4

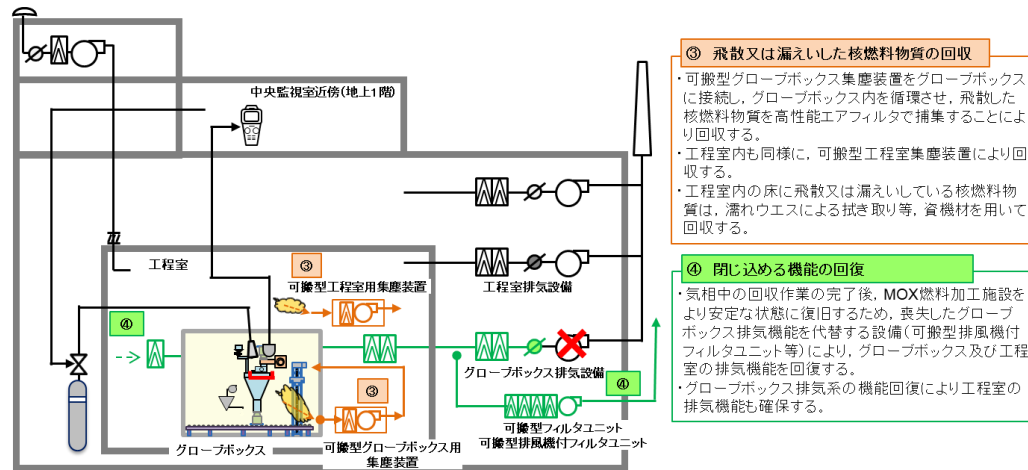
中制：再処理施設中央制御室 緊急：緊急時対策所

※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。



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

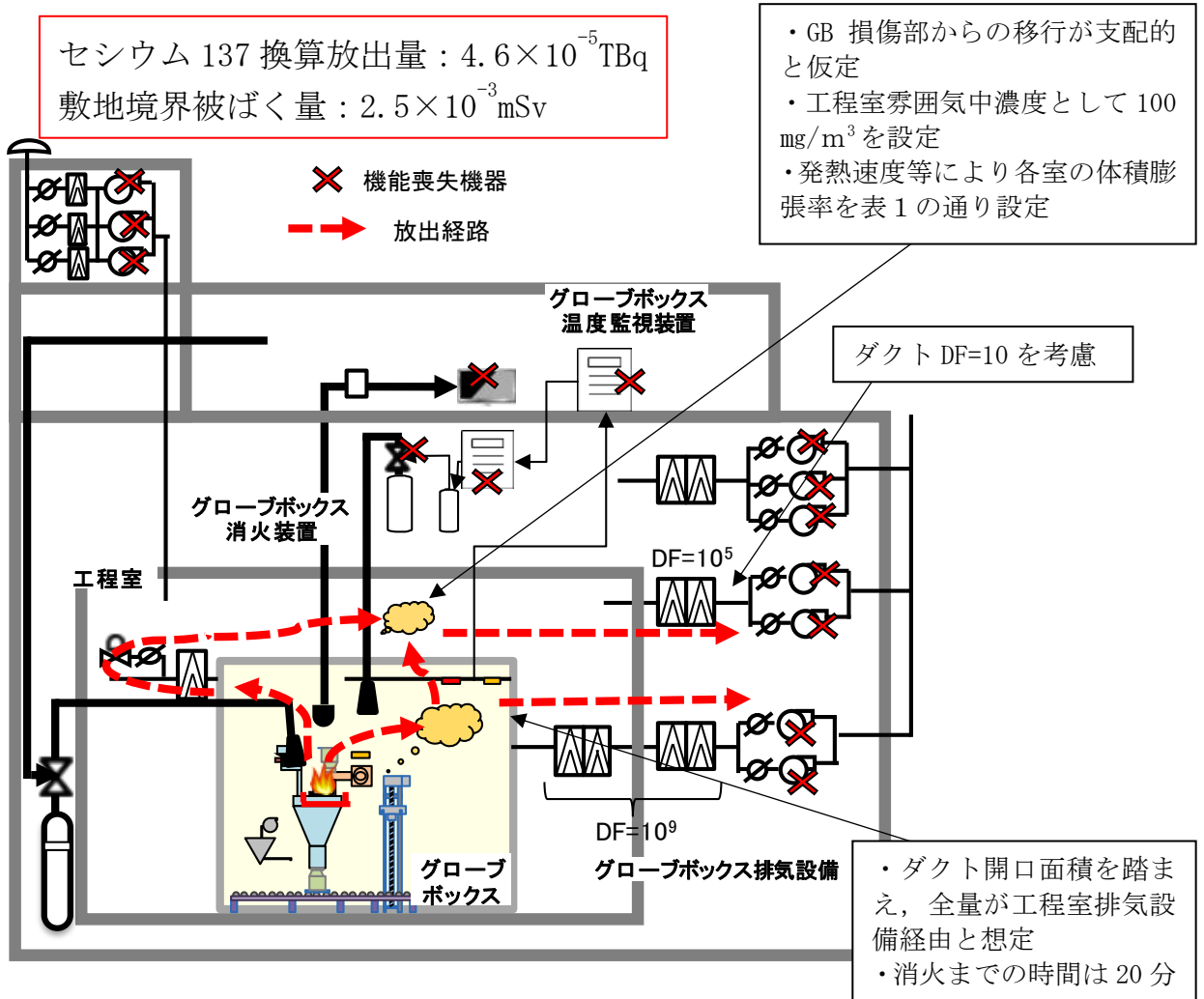
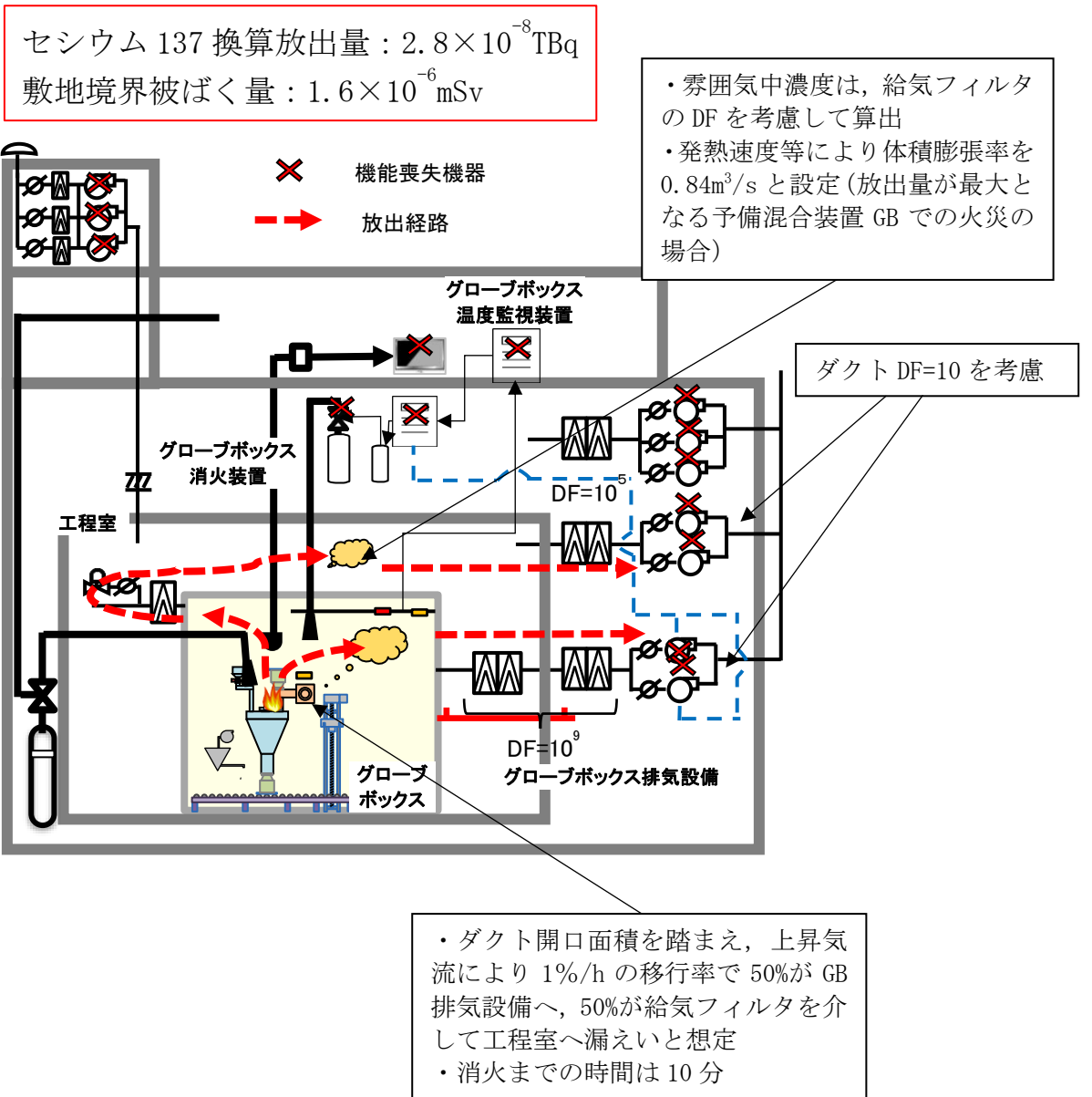


表 1 各工程室の体積膨張率

部屋名称	体積膨張率 (m <sup>3</sup> /s)
粉末調整第 2 室	0.84
粉末調整第 5 室	1.45
粉末調整第 7 室	0.87
ペレット加工第 1 室	3.19

※各火災源の理想的な燃焼時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算出

2. 内的事象が起因となる場合（長時間の全交流電源喪失）



## 重大事故対処に必要な要員の人数と役割（再処理施設との同時発災時及びMOX単独発災時）

MOX燃料加工施設

## 同時発災時

名称	人数
MOX燃料加工施設対策班長	1人
MOX燃料加工施設現場管理者	1人
MOX燃料加工施設情報管理班長	1人
MOX放射線対応班	2人
燃料加工建屋建屋対策班員	16人
合計	21人

## MOX単独発災時

名称	人数	MOX単独発災時に期待する役割
MOX燃料加工施設対策班長	1人	MOX燃料加工施設の活動状況の把握、実施責任者への活動結果の報告
MOX燃料加工施設現場管理者	1人	燃料加工建屋における現場指揮、対策の作業進捗管理
MOX燃料加工施設情報管理班長	1人	MOX燃料加工施設の作業進捗の管理
MOX放射線対応班	2人	建屋周辺モニタリング、風向・風速測定、捕集した排気試料の放射能測定
燃料加工建屋建屋対策班員	16人	燃料加工建屋における各種事故対策作業の実施（建屋放水、流出抑制対策の実施）
合計	21人	-

再処理施設

名称	人数
実施責任者	1人
建屋対策班長	7人
現場管理者	6人
要員管理班	3人
情報管理班	3人
通信班長	1人
放射線対応班長	1人
放射線対応班員	14人
建屋外対応班長	1人
建屋外対応班員	19人
建屋対策班班員	105人
合計	161人

実施組織合計 182人

\* 常時駐在は予備要員を入れて185人

名称	人数	MOX単独発災時に期待する役割
実施責任者	1人	重大事故等対策の指揮、支援組織への支援要請等
情報管理班員	3人	時系列管理表の作成、作業時間の管理等
通信班長	1人	制御建屋における通信連絡設備敷設の指揮
放射線対応班長	1人	放射線対応班の指揮、放射線監視盤の状態確認及び管理
放射線対応班員	14人	可搬型環境モニタリング設備及びデータ伝送装置の設置、緊急時環境モニタリング等
建屋外対応班長	1人	建屋外対応班の指揮
建屋外対応班員	9人 (22人)	可搬型設備への燃料補給、建屋外対応における情報整理等（水源からの水供給、流出抑制対策）
建屋対策班員	11人	制御建屋における通信連絡設備の敷設、可搬型情報収集装置等の設置、可搬型発電機の設置
合計	41人 (54人)	-

実施組織合計 62人(75人)

( )内は建屋放水実施時の活動内容又は要員数を示す。建屋放水では予備要員が建屋外対策班員に加わる。

## 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"> <li>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。</li> <li>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</li> <li>全量がグローブボックス排気設備へ移行する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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</li> <li>50%がグローブボックス排気設備へ移行する。</li> <li>50%が給気フィルタを経由して工程室に漏えいし、消火までの10分間、体積膨張により工程室排気設備へ移行する。(雰囲気濃度は給気フィルタ経路を考慮)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>工程室の雰囲気濃度として、100mgMOX/m<sup>3</sup>を設定する。</li> <li>消火までの20分間、体積膨張により工程室排気設備へ移行する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>工程室の雰囲気濃度として、100mgMOX/m<sup>3</sup>を設定する。</li> <li>火災が1時間継続することを仮定し、体積膨張により工程室排気設備へ移行する。</li> </ul>
③放出経路による低減割合	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローブボックス排気設備経由：10<sup>-9</sup></li> <li>経路上のダクトへの沈降：10<sup>-1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローブボックス排気設備経由：10<sup>-9</sup></li> <li>工程室排気設備経由：10<sup>-7</sup>（給気フィルタの低減込み）</li> <li>経路上のダクトへの沈降：10<sup>-1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程室排気設備経由：10<sup>-5</sup></li> <li>経路上のダクトへの沈降：10<sup>-1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程室排気設備経由：10<sup>-5</sup></li> </ul>
④放出量（セシウム137換算）	1.0×10 <sup>-9</sup> TBq	2.8×10 <sup>-8</sup> TBq	4.6×10 <sup>-5</sup> TBq	1.4×10 <sup>-3</sup> TBq
⑤敷地境界被ばく線量	5.4×10 <sup>-8</sup> mSv	1.6×10 <sup>-6</sup> mSv	2.5×10 <sup>-3</sup> mSv	8.7×10 <sup>-4</sup> mSv <sup>※</sup>

※：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