

【公開版】

提出年月日	令和2年3月18日	R7
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

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び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の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. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処

8. 必要な要員及び資源の評価

1 章 基準適合性

令和2年3月18日 R2

1. 規則適合性

目 次

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

1. 規則適合性

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

一 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

(重大事故等の拡大の防止等)

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

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

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

(解釈)

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

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

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

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

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

5 上記3の有効性評価に当たっての前提条件は以下に掲げる条件をいう。

一 評価に当たっての条件

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

二 事故発生条件

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

生の可能性を想定する必要はない。

三 事象進展の条件

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

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

一 臨界事故

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

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

7 第3項に規定する「放射性物質の異常な水準の放出を防止す

る」とは、上記3の有効性評価において、放射性物質の放出量がセシウム137換算で100テラベクレルを十分下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことをいう。

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

1. 1 適合のための設計方針

加工規則第二条の二に定められる重大事故に対しては、対策を検討し、必要な設備、手順書、体制を整備し、それらの有効性を評価する。したがって、重大事故の想定箇所の特定として、重大事故の起因となる安全機能の喪失及びその同時発生の範囲、機能喪失後の事象進展、重大事故の発生規模並びに重大事故の同時発生の範囲を明確にすることが必要である。

重大事故の想定箇所の特定に当たっては、設計上定める条件より厳しい条件である以下の外的事象及び内的事象を要因とした場合の機能喪失の範囲を整理する。

(1) 外的事象

地震 : 基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としたもの以外は機能喪失する。

(2) 内的事象

① 動的機器の単一故障に加え、静的機器による発生防止機能が喪失する。

② 全交流電源の喪失が発生する。

③ 動的機器が多重故障（多重の誤作動，多重の誤操作を含む）により機能喪失する。

上記の設計上定める条件より厳しい条件により，重大事故の想定箇所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. 2 有効性評価

特定された重大事故の想定箇所に対し，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，評価の結果を踏まえて，設備，手順及び体制の有効性を評価する。

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

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

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

(1) 臨界事故

① 未臨界に移行し，及び未臨界を維持すること。

② 臨界事故の影響を緩和できること。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

① 核燃料物質等の飛散又は漏えいを防止し、飛散又は漏えいした核燃料物質等を回収することができること。

② 核燃料物質等を閉じ込める機能を回復することができること。

「安全審査 整理資料 第 22 条：重大事故等の拡大の防止等」では、「3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定」において、重大事故の想定箇所を特定する。

「4. 重大事故の同時発生、連鎖の想定」においては重大事故の同時発生の範囲の特定及びその発生条件を整理する。「5. 重大事故等の対処に係る有効性評価の基本的な考え方」において、有効性評価の基本的考え方を整理する。これらの整理された結果に対する重大事故等対策の有効性評価を6. において実施する。

「6. 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処」では、3. で特定した重大事故ごとに、重大事故等対策の有効性評価を実施する。

「7. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」では、6. の有効性評価の結果を基に、4. において特定された重大事故の同時発生の範囲に対して、重大事故が同時発生した場合の有効性評価を実施する。

「8. 必要な要員及び資源の評価」では、6. 及び7. の有効性評価において明らかにした必要な要員及び資源を基に、重大事故等対策に付帯するその他の作業に必要な要員及び資源を考慮に加えた上で、外部からの支援を考慮せずとも、7日間対処を継続できるこ

とを評価する。

上記の要旨を、「2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）」に整理する。

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

目 次

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の事象選定

2. 1. 1 重大事故の起因となる外的事象

2. 1. 2 重大事故の起因となる内的事象

2. 1. 3 重大事故の選定結果

2. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

2. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処

2. 重大事故等の拡大の防止等（要旨）

2. 1 重大事故の事象選定

外部からの影響による機能喪失（以下「外的事象」という。）及び動的機器の故障，静的機器の損傷等による機能喪失（以下「内的事象」という。）に分けて設計上定める条件より厳しい条件による施設への影響を想定し，重大事故を選定した。

2. 1. 1 重大事故の起因となる外的事象

外的事象については安全機能を有する施設の設計において想定した地震，火山等の55の自然現象と，航空機落下，有毒ガス等の24の人為事象に対して

- ・発生頻度が極めて低い事象
- ・重大事故をひきおこす規模の事象が想定されない事象
- ・MOX燃料加工施設周辺では起こりえない事象
- ・設計基準を超える厳しい条件を施設に与えても重大事故の要因とならないことが明らかな事象

を除いた上で，設計基準を超える厳しい条件を施設に与えた場合に重大事故等の誘因となるおそれのある事象として地震を選定した。

2. 1. 2 重大事故の起因となる内的事象

内的事象としては，設計基準事故の想定において考慮した安全機能を有する動的機器の単一故障及び運転員の単一誤操作に対して，その条件を超える条件として，

- ・全交流電源の喪失
- ・動的機器の多重故障（多重の誤作動、多重の誤操作を含む）

を，設計上定める条件より厳しい条件とした。

2. 1. 3 重大事故の選定結果

上記のとおり、MOX燃料加工施設でMOXを取り扱う設備を対象に設計上定める条件より厳しい条件による重大事故への進展の可能性を網羅的に検討した。重大事故選定の結果は次のとおり。

(1) 臨界事故

検討の結果、設計上定める条件より厳しい条件を想定しても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。このため、核燃料物質の集積を想定し、臨界事故の発生可能性を検討したが、MOX燃料加工施設においては臨界事故の発生は想定されない結果となった。このため、臨界事故に至るおそれがある事故は発生しない。

(2) 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失の選定

重大事故に至るおそれのある事故として、燃料加工建屋外への放出のおそれのある火災を選定した。

2. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失への対処

2. 2. 1 火災による閉じ込める機能の喪失への対処

① 火災による閉じ込める機能の喪失の発生を防止するための措置

基準地震動を超える地震動の地震により、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックス内で火災が発生した場合、消火剤を供給し消火する。

② 火災による閉じ込める機能の喪失の拡大を防止するための措置

基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合、給排気経路上に設置するダンパを閉止することにより、核燃料物質を燃料加工建屋内に閉じ込める措置を講ずる。

3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の
想定箇所の特定

目次

- 3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及びおよび重大事故の
想定箇所の特定
 - 3. 1 概要
 - 3. 2 設計上定める条件より厳しい条件
 - 3. 2. 1 外的事象
 - 3. 2. 2 内的事象
 - 3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定
 - 3. 3 重大事故の想定箇所の特定の考え方
 - 3. 4 重大事故の想定箇所の特定結果
 - 3. 5 まとめ

3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の 想定箇所の特定

3. 1 概要

重大事故は、核燃料物質の加工の事業に関する規則第二条の二において、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であって、次に掲げるものとされている。

一 臨界事故

二 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

これらの重大事故に対しては、対策を検討し、必要な設備、手順書、体制を整備し、それらの有効性を評価する。したがって、重大事故の事象選定として、設計上定める条件より厳しい条件により、どの安全機能が喪失した際に、どのように進展し、最終的に重大事故に至るか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喪失を想定する。

重大事故の事象選定に当たっては、設計条件より厳しい条件として、安全機能を有する施設の設計において想定した設計条件より厳

しい条件を要因とした場合の機能喪失の範囲を整理し、重大事故とその想定箇所の検討を行った。

その際に、設計基準より厳しい条件として、外部からの影響による機能喪失（以下「外的事象」という。）と動的機器の故障、静的機器の損傷等による機能喪失（以下「内的事象」という。）及びそれらの同時発生を考慮した。

外的事象については、安全機能を有する施設の設計において想定した地震、火山の影響等の 55 の自然現象と、航空機落下、有毒ガス等の 24 の人為事象（故意によるものを除く。）に対して

- ・発生頻度が極めて低い自然現象等
- ・発生するが、重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となる規模の発生を想定しない自然現象等
- ・MOX燃料加工施設周辺では起こりえない自然現象等
- ・発生しても重大事故の起因となる安全上重要な施設の安全機能の喪失の要因となるような影響が考えられないことが明らかな自然現象等

を除いた上で、設計基準を超える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、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等）、森林火災、草原火災及び積雪が残り、当該自然現象等によって機能喪失するおそれのある安全上重要な施設を抽出して、重大事故の発生の有無を検討する。

その結果として、積雪に対しては除雪、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及び森林火災並びに草原火災に対しては消火活動を行うことにより、重大事故に至る前までに対処が可能であり、安全上重要な施設の機能喪失に至ることを防止でき、大気中への放射性物質の放出に至ることはない。

したがって、地震及び火山（フィルタの目詰まり等）については、設計基準より厳しい条件により重大事故の発生を想定する。

地震で考慮する機能喪失の条件、つまり設計上定める条件より厳しい条件は、以下のとおりである。

地震：常設の機器の機能は、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たもの以外は全て機能喪失する。

火山（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）：

外部電源及び屋内の外気を吸い込む常設の動的機器の機能は、降下火砕物によるフィルタ目詰まり等により全て機能喪失する。

上記の前提により、安全上重要な施設の機能喪失に至り重大事故が発生する。

また、内的事象としては、発生防止対策の機能喪失を前提とし、設計基準事故の想定において考慮した外部電源の喪失及び動的機器の単一故障による機能喪失を超える条件として、

- ・独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対して、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作

あるいは運転員による繰り返しの誤操作による機能喪失及び外部電源の喪失

を、機能喪失の条件、つまり設計上定める条件より厳しい条件とする。

臨界事故については、上記の設計基準事故の想定において考慮した外部電源の喪失及び動的機器の単一故障による機能喪失を超える条件を想定しても事故に至るおそれのある事象の発生は想定されな
いため、設計基準事故の選定において想定した、核的制限値を超えて核燃料物質を搬入することを防止するための機器が複数誤作動し核的制限値を超えて核燃料物質が搬入された状態を超える想定として、核的制限値を超えた核燃料物質の搬入が継続し、さらに生産系のインターロックも誤作動を繰り返し、グローブボックス内に粉末容器が配置可能な限り配置されることを想定する。

また、動的機器の多重故障の想定においては、共通要因故障が発生するおそれのない機器における関連性が認められない偶発的な同時発生は想定しない。

また、異なる機能喪失の重ね合わせについては、以下のとおり考慮する必要はない。

- ・ 内の事象同士の同時発生

内の事象発生時には速やかに対処を行うことに加え、それぞれの内の事象は関連性の認められない偶発的な事象となることから考慮する必要はない。

- ・ 外的事象と内的事象の同時発生

外的事象は、発生頻度が極めて低いことに加え、それぞれの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。

具体的には、「3.2 設計上定める条件より厳しい条件」において、重大事故の起因となる安全機能の喪失に至るような施設の損傷状態を想定し、「設計上定める条件より厳しい条件」を設定する。

上記のとおり定めた設計上定める条件より厳しい条件により、発生のおそれがある重大事故の想定箇所を特定する。

安全上重要な施設の安全機能は、安全上重要な施設に該当する設備毎の系統図を整理することで、フォールトツリーとしてその安全機能の喪失に至る要因を整理することが可能である。安全上重要な施設の安全機能の喪失は、系統図及びフォールトツリーの設備が、要因毎に機能喪失に至るか否かにより想定できる。

また、安全上重要な施設の安全機能について、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で、上記の2つの重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組み合わせを整理することが可能である。各要因によって、重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せが発生し得るかどうかを、それぞれの系統図及び安全機能のフォールトツリーから判定する。

重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せが発生する場合には、重大事故発生の可能性がある箇所毎に評価を行う。事象

進展において公衆への影響が平常時と同程度のものについては，安全機能の喪失に対して復旧等の措置で対応する。

これらの重大事故の事象選定の考え方を「3. 3 重大事故の想定箇所の特定の方法」で具体化する。

上記の重大事故の想定箇所の特定の方法に基づき，核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失として，火災による閉じ込める機能の喪失の発生を想定するグローブボックスとして8基を特定した。

「3. 4 重大事故の想定箇所の特定結果」に，それぞれの重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 2 設計上定める条件より厳しい条件

重大事故の想定箇所の特定に当たり、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、設計上定める条件より厳しい条件を設定する。

3. 2. 1 外的事象

外部からの影響として考えられる自然現象等に対して、設計基準においては想定する規模において安全上重要な施設の安全機能が喪失しない設計としている。

重大事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せを特定するためには、設計基準を超える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

① 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 3.2.1-1 表に、人為事象に関する選定結果を第 3.2.1-2 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は、地震、森林火災、草原火災、火山の影響及び積雪である。

【補足説明資料 3-1】

【補足説明資料 3-13】

第3. 2. 1-1表 重大事故の起因となる外的事象（自然現象）の選定結果（1/3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
1	地震	×	×	×	×		レ
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。	—
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。	—

第3. 2. 1-1表 重大事故の起因となる外的事象（自然現象）の選定結果（2/3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
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 1～5 m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	×	×	×	×		レ
28	草原火災	×	×	×	×		レ
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しない。	—
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しない。	—
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	×	×	×	×		レ
40	熱湯	×	×	○	×	敷地周辺に熱湯の発生源はない。	—
41	積雪	×	×	×	×		レ
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。	—

第3, 2, 1-1表 重大事故の起因となる外的事象（自然現象）の選定結果（3/3）

No.	自然現象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
44	動物	×	×	×	○	動物によりMOX燃料加工施設が影響を受けることはない。	—
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。	—
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。	—

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の発生は想定しない

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

○：基準に該当する

×：基準に該当しない

注2：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に関しては、以下のとおり。

レ：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

一：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らない

第3.2.1-2表 重大事故の起因となる外的事象（人為現象）の選定結果（1/3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		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ではなく、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。	—
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方向に開放されること及び離隔距離を確保していることから、安全機能の喪失は考えられない。	—
10	工場事故 （爆発，化学物質の漏えい）	×	×	○	○	敷地内での工事は十分管理されることからMOX燃料加工施設に影響を及ぼすような工事事故の発生は考えられない。また、敷地外での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燃料加工施設への影響はない。	—
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。	—

第3. 2. 1-2表 重大事故の起因となる外的事象（人為現象）の選定結果（2/3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
12	土木・建築現場の事故 （爆発，化学物質の漏えい）	×	×	○	○	敷地内での土木・建築工事は十分管理されることからMOX燃料加工施設に影響を及ぼすような工事事故の発生は考えられない。また，敷地外での土木・建築現場の事故は敷地境界からMOX燃料加工施設まで距離があることから，MOX燃料加工施設への影響はない。	—
13	軍事基地の事故 （爆発，化学物質の漏えい）	×	×	×	○	三沢基地は敷地から約28km離れており影響を受けない。	—
14	軍事基地からの飛来物 （航空機を除く）	○	×	×	×	軍事基地からの飛来物は，極低頻度な事象である。	—
15	パイプライン事故 （爆発，化学物質の漏えい）	×	×	○	×	むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上移送配管は，1.2m以上の地下に埋設されるとともに，漏えいが発生した場合は，配管の周囲に設置された漏油検知器により緊急遮断弁が閉止されることから，火災の発生は想定しにくい。	—
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。	—

第3. 2. 1-2表 重大事故の起因となる外的事象（人為現象）の選定結果（3 / 3）

No.	人為事象	除外の基準 ^{注1}				除外する理由	要因 ^{注2}
		基準 1-1	基準 1-2	基準 1-3	基準 2		
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。	—

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の発生は想定しない

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

○： 基準に該当する

×： 基準に該当しない

注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に関しては、以下のとおり。

レ： 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

一： 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らない

② 自然現象等への対処の観点からの選定

上記①における検討の結果、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可能性がある自然現象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、フィルタの目詰まり等）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ことから、重大事故の起因となる機能喪失の要因となる自然現象として選定しない。

したがって、地震及び火山の影響（フィルタの目詰まり等）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。

【補足説明資料 3-2】

【補足説明資料 3-3】

(3) 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。これらの自然現象に対して、他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、組合せの想定の要否を検討する。

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

① 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み合わせ

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、ほか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含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3.2.1-3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。

② 機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象と他の自然現象の組合せ

機能喪失に至る前に対処が可能な自然現象として選定された森林火災，草原火災，火山の影響（降下火砕物による積載荷重，フィルタの目詰まり等）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含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3. 2. 1－4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及び

火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）を選定する。

これら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自然現象の結果としての機能喪失の想定を、「設計上定める条件より厳しい条件における外的事象」と整理し、その想定を3. 2. 3にて具体化する。

第3. 2. 1-3表 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他の自然現象の組合せの検討結果

他 ^{※2} 要因 ^{※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, フィルタ の目詰まり等)	積雪
地震		a	a	c
火山の影響 (降下火砕物に よるフィルタの 目詰まり等)	a	a		b

※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3. 2. 1-4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)	積雪
森林火災 及び 草原火災	a		a	b
火山の影響 (降下火砕物による 積載荷重)	b	a		d
積雪	b	b	d	

※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

3. 2. 2 内の事象

(1) 設計基準における想定

設計基準においては、内の事象として以下を想定している。

a. 発生防止対策の機能喪失

MOX燃料加工施設の特徴を踏まえると、動的機器の機能喪失のみを考えただけでは、外部に放射性物質を放出するような事象には至らないことから、事故に至るおそれのある事象の発生防止対策の機能喪失を想定する。

① 単一故障，単一誤作動又は単一誤操作

MOX燃料加工施設における設計基準事故の評価においては、設計基準事故が発生した際に、外部電源の喪失及び安全上重要な施設の動的機器の単一故障を想定し、その場合でも安全上重要な施設の安全機能が喪失しないよう、独立した系統で多重化又は多様化を講じている。また、単一誤作動及び単一誤操作によっても安全上重要な施設の安全機能を喪失しないような系統構成及び運転手順としている。

② 外部電源の喪失

MOX燃料加工施設における設計基準事故の評価においては、外部電源が喪失した環境を想定している。

(2) 重大事故の起因として想定する内の事象

(1)で整理した設計基準における想定を踏まえ、設計基準としては喪失を想定していない安全機能を喪失させる条件として、動的機器の機能喪失を以下のとおり想定する。

なお、MOX燃料加工施設の加工工程においては、取り扱う核燃料物質は固体で取り扱い、腐食性を有する液体を取り扱わ

ないため、静的機器の機能喪失は想定しない。

① 動的機器の多重故障，多重誤作動又は多重誤操作の組合せ

外部電源の喪失に加え，単一故障，単一誤作動又は単一誤操作を超える条件として，独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対して，多重故障，多重誤作動又は多重誤操作による機能喪失を想定する。

また，外部電源の喪失に加え，非常用所内電源設備の多重故障による機能喪失を想定することで，全交流電源の喪失を想定する。

設計基準の条件として想定する機能喪失と設計基準より厳しい条件として想定する機能喪失を第3.2.2.1表に示す。

	設計基準の条件として想定する機能喪失	設計基準より厳しい条件として想定する機能喪失
動的機器の機能喪失	<u>外部電源の喪失</u> ± <u>動的機器の単一故障，単一誤作動又は単一誤操作による機能喪失</u>	<u>外部電源の喪失</u> ± <u>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</u>

第3.2.2.1表 設計基準の条件として想定する機能喪失と設計基準より厳しい条件として想定する機能喪失

「設計上定める条件より厳しい条件」については，3.2.3.にて具体化する。

3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定

前項までにおいて想定した，外的事象及び内的事象の要因となる設計基準より厳しい条件について，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，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「設計上定める条件より厳しい条件」として設定することにより，重大事故の想定箇所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

a. 地震による機能喪失

(a) 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。

(b) 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。

(c) 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。

(d) 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)。

なお、重大事故等対処施設の一部を再処理施設と共用することを踏まえ、設定する条件は再処理施設と同様とした。

(e) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失影響を受ける設備

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、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する機器以外の動的機器は全て機能喪失に至るものとする。

(f) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失影響を受ける設備

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、継続して機能喪失を想定する。また、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する機器以外の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機能（非常用所内電源設備、焼結炉等の冷却水系）についても、継続して機能喪失を想定する。

b. 火山の影響（降下火砕物によるフィルタの目詰まり等）（以下、「火山の影響」という。）

(a) 発生する外力の条件

火山により降下火砕物の発生を想定する。

(b) 発生する外力と施設周辺の状況

火山により降下火砕物が発生する。降下火砕物は、敷地内外を問わず、周辺の設備に対しても一様に影響を与える。したがって、送電線の碍子に降下火砕物が堆積すること等により外部電源が喪失する可能性がある。

(c) 影響を受ける設備

外気を取り込む機器に関しては、降下火砕物によりフィルタが目詰まりすることにより、機能喪失に至ることを想定する。

(d) 外力の影響により喪失する機能

外部電源の喪失に加えて、非常用所内電源設備の給気系統に設置するフィルタが、降下火砕物により目詰まりすることにより、機能喪失に至ることを想定する。

(e) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失影響を受ける設備

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、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する機器以外の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。

(f) 外力による機能喪失からの波及による機能喪失影響を受ける設備

静的機器については機能喪失を想定しないが、蓄電池、充電機、乾電池といった電源を有する機器以外の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（非常用所内電源設備，小規模焼結処理装置の冷却系）についても，継続して機能喪失を想定する。

（２） 内の事象

① 動的機器の多重故障，多重誤作動，多重誤操作

a. 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。

上記以外の動的機器については，互いに関連性がない動的機器が同時に多重故障に至るとは考えにくいことから同時に機能を喪失しない。

b. 動的機器の多重誤作動

独立した系統で構成している同一機能を担う安全上重要な施設の動的機器に対して多重誤作動を想定する。その際，互いに関連性がない動的機器が同時に多重誤作動に至るとは考えにくいことから多重誤作動の同時発生は考慮しない。

i. 異常停止（起動操作時に起動できないことを含む）

ii. 異常起動（停止操作時に停止できないことを含む）

iii. 出力低下

iv. 出力過剰

v. インターロック（警報）不作用

vi. インターロック（警報）誤作用

上記のうち，i., iii. 及びv. は機器の故障と同一の事象として整理できる。また，vi. 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ii.、及びiv.とし、具体的には流量の増加（供給流量又は換気風量の増加）を想定する。

c. 多重誤操作

MOX燃料加工施設においては、安全上重要な施設が有する安全機能に対して運転員の操作を要するものはないことから、多重誤操作の考慮は不要である。

② 全交流電源の喪失

外部電源の喪失時に、非常用所内電源設備が多重故障により起動しないことを想定する。このため、電源により駆動する動的機器の動的機能は、蓄電池、充電池、乾電池といった電源を有する機器以外の動的機器は全て機能喪失を想定する。当該機器が電源以外で駆動する場合であっても、その駆動源を供給する機器が電源を要する場合には、機能喪失を想定する。

(3) 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、以下のとおり考慮する必要はない。

① 外的事象同士の同時発生

外的事象はそれぞれ発生頻度が極めて低いことに加え、火山の影響による機能喪失の範囲は地震による機能喪失の範囲に包含されることから考慮する必要はない。

② 内的事象同士の同時発生

内的事象の発生時は速やかに対処を行うことに加え、それぞ

れの内的事象は関連性の認められない偶発的な事象となるため、同時発生を考慮する必要はない。

③ 外的事象と内的事象の同時発生

外的事象は発生頻度が極めて低いことに加え、外的事象と内的事象は関連性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。

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、適切に重大事故の想定箇所を特定することが可能である。

【補足説明資料 3-12】

3. 3 重大事故の想定箇所の特定の考え方

3. 3. 1 基本的考え方

重大事故は、加工規則にて、臨界事故、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失、の2つが定められている。

これらは、それぞれの発生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、以下のとおり、設備毎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、設計上定める条件より厳しい条件による安全機能喪失状態を特定することで、その重大事故の想定箇所を特定する。整理の全体フローを第3. 3. 1-1-1図に示す。

(1) 設備毎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（ステップ1）

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の喪失を考慮することで、重大事故に至る可能性を整理できる。

なお、安全上重要な施設以外の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。

したがって、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。

【補足説明資料 3-15】

【補足説明資料 3-16】

② 設備毎の安全機能の整理

「安全審査 整理資料 第 14 条：安全機能を有する施設」の「安全上重要な施設」（以下「安全上重要な施設表」という。）に記載の施設に関して、安全上重要な施設の有する安全機能及び他の安全上重要な施設の安全機能とのつながりがわかるように系統図を作成する。

a. 機器単独で安全機能を有する場合

機器毎に、安全上重要な施設として有する安全機能、耐震設計を整理した上で、系統図として、グローブボックス／工程室／建屋の三重の閉じ込め、機器からの排気系、機器に供給しているユーティリティ（冷却水、圧縮空気等）、工程室・建屋からの排気系等の、喪失時に重大事故の起因となり得る安全機能及び事故の進展を防止するための安全機能に関連する設備並びに安全上重要な施設の安全機能喪失時にバックアップとして機能する設備を記載する。

b. 系統として安全機能を有する場合

系統毎に、安全上重要な施設として有する安全機能を整理した上で、共通の系統として、当該系統の構成に加えて、電源の供給や冷却水の供給等、当該機能の喪失の要因に関連す

る他の系統との関連性を記載する。また、各機器に対してユーティリティを供給している系統、各機器からの排気系については、供給先や排気対象を示す。

c. 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主な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 (ステップ2)

① 安全上重要な施設のフォールトツリー分析による安全機能喪失に至る要因の整理

上記(1)②の系統図を参照し、設備毎に、安全上重要な施設の安全機能が喪失する要因をフォールトツリーにて分析する。

② 要因毎の安全機能喪失状態の特定

a. フォールトツリー上での機能喪失の明確化

フォールトツリー上で、要因毎に安全機能喪失状態（どの起因を想定した結果機能喪失に至るか）を特定する。フォールトツリー分析において、安全機能を構成する各要素が機能喪失に至るか否かは、3.2.3に示す設計上定める条件より厳しい条件を適用して判定する。

b. 系統図上での機能喪失の明確化

それぞれの設備の系統図上で、要因毎に機能喪失を想定する対象を特定する。ここで、他の設備が有する安全機能

の喪失は記載を変えて区別する。系統図において、各設備が機能喪失に至るか否かは、3. 2. 3に示す設計上定める条件より厳しい条件を適用して判定する。

③ 安全機能の喪失又はその組合せの発生の判定

上記(1)③で整理した、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) 重大事故の想定箇所の特定 (ステップ3)

(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毎に重大事故に至るかを評価し、重大事故の発生を想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。

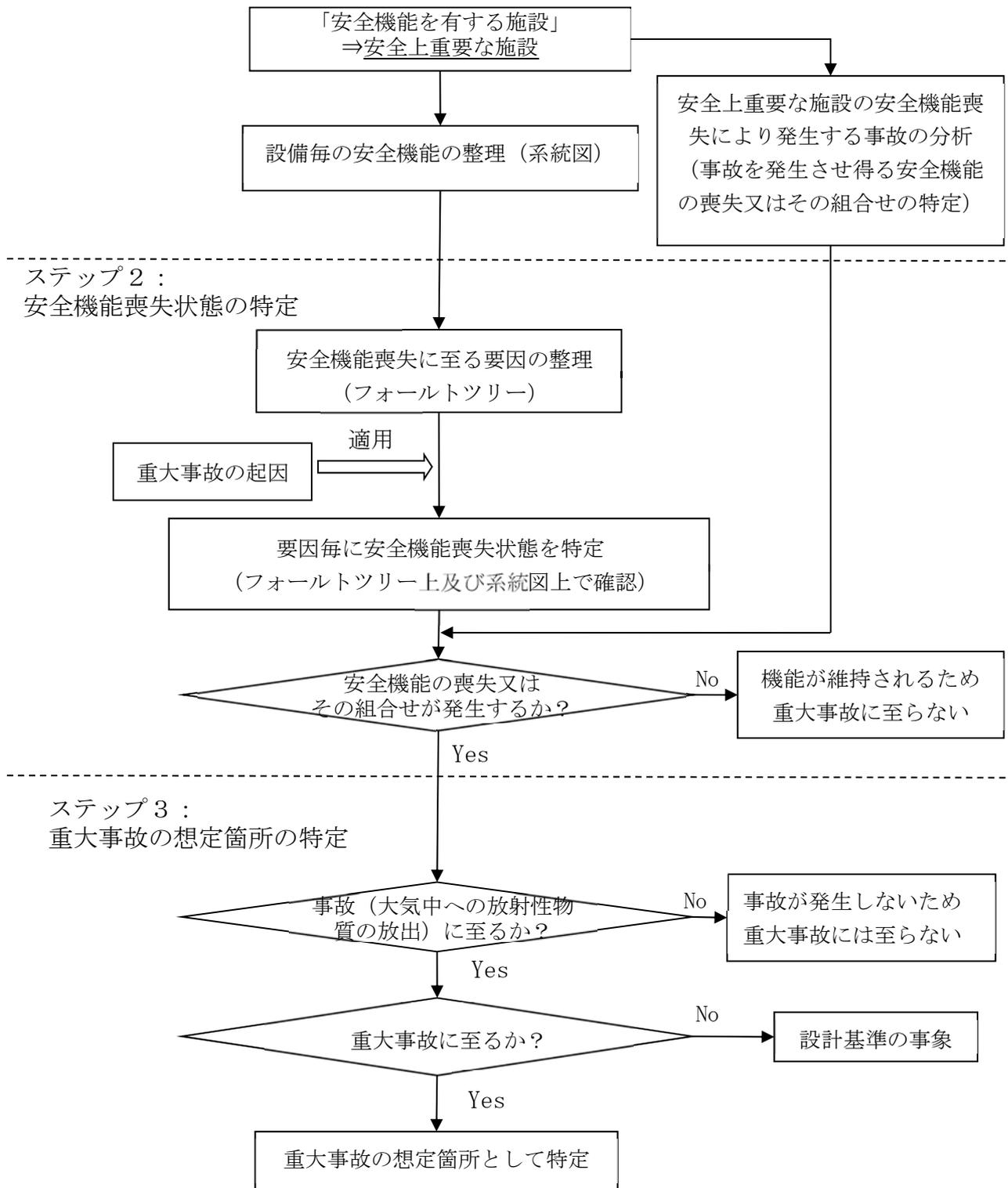
具体的には、安全機能の喪失又はその組合せが発生したとしても、設計基準の設備で事象の収束が可能である、安全機能の喪失から事故に至るまでの間に喪失した安全機能の復旧が可能である、又は機能喪失時の公衆への影響が平常時と同程度であれば、設計基準として整理する事象に該当する。

いずれにも該当しない場合には、重大事故の想定箇所として特定する。

また、重大事故の同時発生 of 想定においては、機能喪失の要因との関連において、同種の重大事故が複数箇所で同時に発生する場合と、異種の重大事故が同一箇所又は複数箇所で同時に発生する場合をそれぞれ特定する。

有効性評価においては、異種の重大事故が同時に発生した場合の相互影響を考慮する。

ステップ1：
設備毎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3.3.1. - 1 図 重大事故の想定箇所の特定フロー

3. 3. 2 重大事故の想定箇所の特定

3. 3. 2. 1 設備毎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（ステップ1）

3. 3. 2. 1. 1 系統図による設備毎の安全機能の整理

(1) 機器単独で安全機能を有する場合

機器毎に、以下を記載する。

① 安全上重要な施設として有する安全機能

当該機器が安全上重要な施設として有する安全機能を記載する。

② 耐震設計

3. 3. 2. 2. 3において、設計上定める条件より厳しい条件のうち地震の影響における機能喪失の判定に用いるために、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か否かを記載する。

③ 系統図の作成

喪失時に重大事故が発生する可能性がある安全機能及び事故の進展を防止するための安全機能に関連する設備、並びに安全上重要な施設の安全機能喪失時にバックアップとして機能する設備を記載する。

a. 放射性物質の閉じ込め

放射性物質を内包する機器の場合は、放射性物質に対する三重の閉じ込めとして、当該機器、それを設置する工程室及び工程室を収納する燃料加工建屋を示す。放射性物質を内包

しない機器の場合は，機器を設置する室及び室を収納する燃料加工建屋を示す。

b. 排気系

グローブボックス等のように，動的閉じ込めを必要とする機器の場合は，その排気系を示す。

また，工程室の排気系を記載する。

c. 機器に供給しているユーティリティ

機器に対して，共通系統からユーティリティ（冷却水等）を供給することにより，冷却等を行う場合は，その系統を記載する。動的機器であれば，駆動源の供給系統を記載する。その際，供給する系統が複数ある場合は図上でも複数の系統を記載する。

d. 工程室・建屋からの排気系

a. において記載した，工程室及び建屋について，それぞれの排気系を記載する。

(2) 系統として安全機能を有する場合

系統毎に，以下を記載する。

① 安全上重要な施設として有する安全機能

当該系統が安全上重要な施設として有する安全機能を記載する。

② 系統図の作成

a. 当該系統の構成

当該系統を構成する機器を示すとともに、系統が複数ある場合には図上でも複数の系統を記載する。

b. 当該系統に関連する他の系統

当該系統が有する安全機能を喪失させ得るものとして、当該系統を構成する機器に対して供給されているユーティリティ（電源、冷却水等）の系統を記載する。系統が複数ある場合には図上でも複数の系統を記載する。

③ 供給先又は排気対象の整理

各機器に対してユーティリティ（冷却水等）を供給している系統については、その供給先を表で示す。

また、排気系については、排気対象の機器を表で示す。

3. 3. 2. 1. 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

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、事故が発生する可能性がある機能喪失又はその組合せを抽出する。

安全機能は、「安全審査 整理資料 第14条 安全機能を有する施設」の表「安全上重要な施設」及び表「安全上重要な施設の分類」から、安全上重要な施設に係る安全機能を第3. 3. 2. 1. 2-1表のように分類し、この分類に基づき、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で、機能喪失により発生する可能性がある事故を特定する。

第3.3.2.1.2-1表 安全上重要な施設に係る安全機能の分類（1/2）

分類	機能	設備	安全上重要な施設	安全機能の性質
①	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の閉じ込め機能	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	P S/MS
		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	P S/MS
			ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	P S/MS
			予備混合装置グローブボックス	P S/MS
			一次混合装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			ウラン粉末秤量・分取装置グローブボックス	P S/MS
			均一化混合装置グローブボックス	P S/MS
			造粒装置グローブボックス	P S/MS
			添加剤混合装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			分析試料採取・詰替装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			回収粉末微粉碎装置グローブボックス	P S/MS
			回収粉末処理・混合装置グローブボックス	P S/MS
			再生スクラップ焼結処理装置グローブボックス	P S/MS
			再生スクラップ受払装置グローブボックス	P S/MS
		粉末調整工程搬送設備	容器移送装置グローブボックス	P S/MS
			原料粉末搬送装置グローブボックス	P S/MS
			再生スクラップ搬送装置グローブボックス	P S/MS
			添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	P S/MS
		圧縮成形設備	調整粉末搬送装置グローブボックス	P S/MS
			プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	P S/MS
			プレス装置（プレス部）グローブボックス	P S/MS
			空焼結ポート取扱装置グローブボックス	P S/MS
		焼結設備	グリーンペレット積込装置グローブボックス	P S/MS
			焼結ポート供給装置グローブボックス	P S/MS
		研削設備	焼結ポート取出装置グローブボックス	P S/MS
			焼結ペレット供給装置グローブボックス	P S/MS
		ペレット検査設備	研削装置グローブボックス	P S/MS
			研削粉回収装置グローブボックス	P S/MS
			ペレット検査設備グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			ペレット保管容器搬送装置グローブボックス（一部を除く。）	P S/MS
			回収粉末容器搬送装置グローブボックス	P S/MS
		原料MOX粉末缶一時保管設備	原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	P S/MS
		粉末一時保管設備	粉末一時保管装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			焼結ポート受渡装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	P S/MS
		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	P S/MS
			ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	P S/MS
		小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	P S/MS
			小規模プレス装置グローブボックス	P S/MS
			小規模焼結処理装置グローブボックス	P S/MS
			小規模研削検査装置グローブボックス	P S/MS
資材保管装置グローブボックス	P S/MS			
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・機器の閉じ込め機能	焼結設備	焼結炉	P S/MS	
	貯蔵容器一時保管設備	混合酸化物貯蔵容器	P S/MS	
	小規模試験設備	小規模焼結処理装置	P S/MS	
②	排気経路の維持機能	グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機までの範囲及び安全上重要な施設のグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲	P S/MS
		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	MS
			窒素循環ファン	MS
	窒素循環冷却機		MS	
MOXの捕集機能	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。）	P S/MS	
排気機能		グローブボックス排気フィルタユニット	P S/MS	
		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。）	P S/MS	
③	事故時のMOXの過度の放出防止機能	-	・以下の部屋で構成する区域の境界の構築物 原料受払室、原料受払室前室、粉末調整第1室、粉末調整第2室、粉末調整第3室、粉末調整第4室、粉末調整第5室、粉末調整第6室、粉末調整第7室、粉末調整室前室、粉末一時保管室、点検第1室、点検第2室、ペレット加工第1室、ペレット加工第2室、ペレット加工第3室、ペレット加工第4室、ペレット加工室前室、ペレット一時保管室、ペレット・スクラップ貯蔵室、点検第3室、点検第4室、現場監視第1室、現場監視第2室、スクラップ処理室、スクラップ処理室前室、分析第3室	MS
	事故時の排気経路の維持機能	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	MS
	事故時のMOXの捕集・浄化機能		工程室排気フィルタユニット	MS
④	-	-	-	-
⑤	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能	非常用所内電源設備	非常用所内電源設備	MS
⑥	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	P S
			燃料棒立会検査装置 ゲート	P S
		燃料棒収容設備	燃料棒供給装置 ゲート	P S
	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	P S
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	P S	
⑦	-	-	-	-
⑧	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）	P S/MS
			排ガス処理装置	P S/MS
		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	P S/MS
			小規模焼結炉排ガス処理装置	P S/MS

第3. 3. 2. 1. 2-1表 安全上重要な施設に係る安全機能の分類（2/2）

分類	機能	設備	安全上重要な施設	安全機能の性質
⑧	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）	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）	MS
	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能（焼結炉及び小規模焼結処理装置内の負圧維持）	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。）	PS/MS
		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。）	PS/MS
	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	PS
		原料MOX粉末缶一時保管設備	原料MOX粉末缶一時保管装置	PS
		粉末一時保管設備	粉末一時保管装置	PS
		ペレット一時保管設備	ペレット一時保管棚	PS
		スクラップ貯蔵設備	スクラップ貯蔵棚	PS
		製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚	PS
		燃料棒貯蔵設備	燃料棒貯蔵棚	PS
		燃料集合体貯蔵設備	燃料集合体貯蔵チャンネル	PS
	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）	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	PS
	設計基準事故(火災)の拡大防止機能	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	MS
火災防護設備		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）	MS	

注1 分類は、次のとおりとする。

- ① プルトニウムを非密封で取り扱う設備・機器を収納するグローブボックス及びプルトニウムを非密封で取り扱う設備・機器であってグローブボックスと同等の閉じ込めの機能を必要とするもの
- ② 上記①の換気設備
- ③ 上記①を直接収納する構築物及びその換気設備
- ④ ウランを非密封で大量に取り扱う設備・機器及びその換気設備（本事項について安全上重要な施設に該当する施設はない。）
- ⑤ 非常用電源設備及び安全上重要な施設の機能の確保に必要な圧縮空気的主要な動力源
- ⑥ 核的，熱的制限値を有する設備・機器及び当該制限値を維持するための設備・機器
- ⑦ 臨界事故の発生を直ちに検知し，これを未臨界にするための設備・機器（本事項について安全上重要な施設に該当する施設はない。）
- ⑧ その他上記各設備・機器の安全機能を維持するために必要な設備・機器のうち，安全上重要なもの

(1) 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。）

放射性物質を内包するグローブボックス・設備・機器は、き裂や破損がなく機器が健全であることで機器内に放射性物質を保持することが可能である。

プルトニウムの閉じ込めの機能が損なわれた場合には、内包する放射性物質が機器外に漏えいする。漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行し、大気中への放射性物質の放出に至る。

また、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（酸素）の反応により爆発に至る可能性がある。

プルトニウムの閉じ込め機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.3.2.1.2-1表に、プルトニウムの閉じ込めの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3.3.2.1.2-2表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-1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	内包する放射性物質がグローブボックス・設備・機器の外に漏えいする（漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行し、大気中への放射性物質の放出に至る）	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失

第3. 3. 2. 1. 2-2表 プルトニウムの閉じ込めの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

プルトニウムの閉じ込めの機能を喪失する機器	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
焼結炉等	高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）が反応する	-	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失（爆発）

(2) 排気経路の維持機能

放射性物質を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、グローブボックス排気設備の系統並びに窒素循環設備の系統が該当する。

これらは、破損することなく各機器が形状を維持することによって機能が維持される。したがって、排気経路の維持機能が損なわれた場合には、放射性物質が漏えいする。漏えいした放射性物質は、本来の放出経路上で期待できる捕集・浄化を経ずに大気中に放出される。

排気経路の維持機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3. 3. 2. 1. 2-3表に示す。

第3. 3. 2. 1. 2-3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	放射性物質が漏えいする	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

(3) MOXの捕集機能

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

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

MOXの捕集機能の喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.3.2.1.2-4表に示す。

第3.3.2.1.2-4表 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
MOXの捕集機能	排気中に含まれる放射性物質が捕集されずに排気経路から大気中に放出	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失

(4) 排気機能

排気中に含まれる放射性物質を捕集した気体を排気するための機能であり、この機能を有する安全上重要な施設としてグローブボックス排風機が該当する。したがって、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には、通常の放出経路以外の経路から、「(3) MOXの捕集機能」を有する機器を介さずに放射性物質が大気中に放出される。

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3.3.2.1.2-5表に示す。

第3.3.2.1.2-5表 排気機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
排気機能	通常の放出経路以外の経路から、放射性物質の捕集及び放射性物質の浄化を介さずに放射性物質が大気中に放出	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失

(5) 事故時の排気経路の維持機能及び事故時のMOXの捕集機能
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、グローブボックスからの排気系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。

なお、グローブボックスからの排気系が機能を喪失した場合、本機能の維持又は喪失によらず事故の可能性がある。

事故時の排気経路の維持機能及び事故時の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3.3.2.1.2-6表に示す。

第3.3.2.1.2-6表 事故時の排気経路の維持機能及び事故時の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
事故時の排気経路の維持機能, 事故時の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。	—

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

外部電源系統からの電気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を確保するために必要な設備が使用できる非常用所内電源設備が該当する。

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施設の異常の発生防止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, 異常の発生防止を有する設備が機能を喪失し, かつ外部電源の喪失と同時に非常用電源の供給機能が喪失していれば, 事故に至る可能性又は事故の規模が拡大する可能性がある。

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3.3.2.1.2-7表に, 異常の発生防止及び外部電源の機能喪失と同時に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3.3.2.1.2-8表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-7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	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3.3.2.1.2-8表 異常の発生防止及び外部電源の機能喪失と同時に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

喪失する機能①	①に関連して喪失する異常の発生防止機能②	①と関連のない異常の発生防止機能③	非常用電源の供給機能の喪失により喪失する機能	発生する可能性がある重大事故
外部電源	—	火災の発生防止機能（安全上重要な施設以外）	設計基準事故（火災）の拡大防止機能（火災の感知及び消火機能）	火災（核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失）
外部電源	—	温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）	熱的制限値の維持機能 設計基準事故（爆発）の拡大防止機能（圧力の監視及びダンパの閉止機能）	爆発（核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失）
外部電源	排気機能	—	—	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

(7) 熱的制限値の維持機能

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

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施設が有する「温度

の制御機能」の喪失と同時に警報又は停止回路が有する熱的制限値等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。

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3.3.2.1.2-9表に、温度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3.3.2.1.2-10表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-9表 熱的制限値等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
熱的制限値等の維持機能	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3.3.2.1.2-10表 温度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
温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）	焼結炉等の温度異常になる	熱的制限値の維持機能	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失
プルトニウムの閉じ込め機能	高温状態の焼結炉等内の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）が反応する	—	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（爆発）

(8) 焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能

放射性物質を管理放出するための経路の維持機能であり、この機能を有する安全上重要な施設として、焼結炉及び小規模焼結処理装置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。

これらは、破損することなく各機器が形状を維持することによって機能が維持される。したがって、経路の維持機能が損なわれた場合には、放射性物質が漏えいする。漏えいした放射性物質は、本来の放出経路上で期待できる捕集を経ずに大気中に放出される。

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3.3.2.1.2-11表に示す。

第3.3.2.1.2-11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	放射性物質が漏えいする	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

(9) 安全に係るプロセス量等の維持機能（混合ガス中の水素濃度）（以下「水素濃度の維持機能」という。）

焼結炉等に供給される水素・アルゴン混合ガスの水素濃度が爆ごうが発生する濃度である9.0vol%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。

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。ただし、異常の発生防止機能を有する設備が機能を喪失し、同時に水素濃度の維持機能が喪失していれば、事故に至る可能性がある。

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3.3.2.1.2-12表に、異常の発生防止と同時に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3.3.2.1.2-13表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-12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。	—

第3.3.2.1.2-13表 異常の発生防止機能の機能喪失
と同時に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

喪失する機能①	喪失する機能②	①②と関連して喪失する機能③	喪失する機能④	水素濃度の維持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
焼結炉等の温度制御機能 (安全上重要な施設以外の施設)	熱的制限値の維持機能	プルトニウムの閉じ込め機能(焼結炉等)	水素濃度の維持機能(安全上重要な施設以外)	焼結炉等へ供給される水素濃度が平常運転時を超える	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失(爆発)

(10) 安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能(焼結炉及び小規模焼結処理装置内の負圧維持)(以下「焼結炉等内の負圧維持機能」という。)

焼結炉等から気体を排気することにより運転中の焼結炉等の負圧を維持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。したがって、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。

焼結炉等内の負圧維持機能が損なわれた場合には、焼結炉等内の負圧が浅くなることにより、通常の放出経路以外の経路から、放射性物質が大気中に放出される可能性がある。

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3.3.2.1.2-14表に示す。

第3.3.2.1.2-14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	通常の放出経路以外の経路から、放射性物質が大気中に放出	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失

(11) 安全に係るプロセス量等の維持機能（閉じ込めに関連する温度維持）（以下「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」という。）

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

小規模焼結処理装置の加熱停止機能が損なわれた場合には、小規模焼結処理装置のプルトニウムの閉じ込めの機能が喪失し、通常の放出経路以外の経路から、放射性物質が大気中に放出される可能性がある。

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3.3.2.1.2-15表に示す。

第3.3.2.1.2-15表 小規模焼結処理装置の加熱停止機能の喪失により発生する可能性がある重大事故

安全機能	安全機能の喪失時に想定する施設状況	発生する可能性がある重大事故
小規模焼結処理装置の加熱停止機能	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。内包する放射性物質が漏えいする（漏えいに伴い気相中に放射性物質が移行し、大気中への放射性物質の放出に至る）	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失
小規模焼結処理装置の加熱停止機能	プルトニウムの閉じ込めの機能の喪失後、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（酸素）が反応する。	核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失（爆発）

(12) 設計基準事故（火災）の拡大防止機能（以下「火災の感知及び消火機能」という。）

設計基準事故（火災）への対処として、発生した火災の感知及び消火のための設備である、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が該当する。

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。ただし、異常の発生防止機能を有する設備が機能を喪失し、同時に火災の感知及び消火機能が喪失していれば、事故の規模が拡大する可能性がある。

火災の感知及び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3.3.2.1.2-16表に、異常の発生防止と同時に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3.3.2.1.2-17表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-16表 火災の感知及び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
火災の感知及び消火機能	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3.3.2.1.2-17表 異常の発生防止の機能喪失と同時に火災の感知及び消火機能の喪失により発生する可能性がある

重大事故

機能を喪失する機器	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	火災が発生する。	火災の感知及び消火機能	火災（核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失）

(13) 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。

単独で機能を喪失しても核的制限値（寸法）の喪失には至らない。ただし、安全上重要な施設以外の施設が有する「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3.3.2.1.2-18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3.3.2.1.2-19表にそれぞれ示す。

第3.3.2.1.2-18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。	二

第3.3.2.1.2-19表 搬送容器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施設)	核燃料物質が搬送先で核的制限値(寸法)の維持が喪失する。	核的制限値(寸法)の維持機能	臨界事故

(14) 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喪失により発生する可能性がある重大事故を第3.3.2.1.2-20表に示す。

第3.3.2.1.2-20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
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

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3.3.2.1.2-21表のとおり整理できる。

重大事故の想定箇所の特定においては，系統図及びフォールトツリーにより，これら以外の事故の発生の可能性がないことを確認する。

第3.3.2.1.2-21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	安全機能4	安全機能5
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				
	排気経路の維持機能				
	MOXの捕集機能				
	排気機能				
	温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）	熱的制限値の維持機能			
	小規模焼結処理装置の加熱停止機能				
	焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能				
	焼結炉等内の負圧の維持機能				
核燃料物質等を閉じこめる機能の喪失（火災）	外部電源＋非常用電源の供給機能	火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）	火災の感知及び消火機能		
	火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）	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（爆発）	プルトニウムの閉じ込めの機能				
	焼結炉等の温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）	熱的制限値の維持機能	プルトニウムの閉じ込めの機能（焼結炉等）	水素濃度の維持機能（安全上重要な施設以外の施設）	水素濃度の維持機能
	外部電源＋非常用電源の供給機能	爆発の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）	爆発の検知及びダンパ閉止機能		
	小規模焼結処理装置の加熱停止機能				
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				

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

3. 3. 2. 2 安全機能喪失状態の特定（ステップ2）

3. 3. 2. 2. 1 フォールトツリーによる安全機能喪失に至る要因の整理

系統図を参照し、設備毎に、安全上重要な施設の安全機能が喪失する要因をフォールトツリーにて分析する。なお、ここでのフォールトツリーは、安全機能の喪失に至る要因を分析することを目的としていることから、発生頻度、確率を定量化するような詳細な基事象まで展開せずに作成する。

3. 3. 2. 2. 2 要因毎の安全機能喪失状態の特定

(1) フォールトツリー上での機能喪失の明確化

全てのフォールトツリーに対して、重大事故の要因毎に3. 2. 3で定めた「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、安全機能の喪失に至る原因を示す。

具体的には、フォールトツリー上に、「設計上定める条件より厳しい条件」において機能喪失を想定する設備があれば、当該設備に記号として「※」を記載し、どの要因で安全機能が機能喪失するかを示す。

下流（機能喪失の要因となる設備）で「※」が記載される場合には、上流にも同じ「※」を記載し、最終的には、最上流である安全機能の喪失がどの要因で機能喪失するかを示す。

(2) 系統図上での機能喪失の明確化

それぞれの設備の系統図に対して、重大事故の要因毎に3. 2. 3で定めた「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、機能喪失を想定する対象を示す。

具体的には、当該設備が有する安全機能のフォールトツリーを参照し、設計上定める条件より厳しい条件により機能喪失に至る場合は、系統図上に赤で「×」を記載する。

この「×」を記載する系統図は、重大事故の要因毎に分ける。さらに、要因として動的機器の多重故障を想定する場合には、どの動的機器に多重故障を想定するかによって機能喪失する箇所が異なることから、それぞれでケース分けして「×」を記載する。

(地震、火山の影響、全交流電源の喪失の場合は、「×」を記載した機能は全て同時に喪失する)

また、系統図に記載している当該安全上重要な施設以外の系統については、当該安全上重要な施設のフォールトツリーだけでは判定できない。したがって、その関連する系統のフォールトツリーを参照し、その結果機能喪失に至るのであれば、系統図上に黒で「×」を記載する。

機器単独で安全機能を有する場合の系統図であれば、機器に供給しているユーティリティ（冷却水等）、駆動源（電源）、排気系がこれに該当する。

系統として安全機能を有する場合であれば、当該系統を構成する機器に対して供給されているユーティリティ（電源、冷却水等）が該当する。

3. 3. 2. 2. 3 安全機能の喪失又はその組合せの発生 の判定

第3.3.2.1.2-20表に示した、重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せが、設計上定める条件より厳しい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。

具体的には、重大事故に至る可能性がある主な機能喪失又はその組合せ毎に、それぞれの系統図及びフォールトツリーから、どの要因で機能喪失に至るか、また組合せの場合はそれらが同時に発生するかを設備単位で判定し、重大事故の想定箇所 の特定結果としてまとめる。

3. 3. 2. 3 重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）

3. 3. 2. 3. 1 事故発生の判定

3. 3. 2. 2. 3において、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（放射性物質の大気中への放出）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。この場合、重大事故の想定箇所の特定結果においては、その根拠（評価結果）を示した上で「△」として記載する。

3. 3. 2. 3. 2 重大事故の判定

3. 3. 2. 3. 1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、設計基準の設備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の設備で事象の収束が可能であれば、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が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れば、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、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。

これらのいずれにも該当しない場合は重大事故の想定箇所として特定することとし、重大事故の想定箇所の特定結果においてはそれぞれ以下のとおり記載する。

○ : 重大事故の想定箇所として特定

× 1 : 設計基準の設備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時と同程度であるため，設計基準として整理する事象

個々の重大事故の想定箇所の特定結果については，次項にて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毎に示す。

また，重大事故の同時発生の想定においては，機能喪失の要因となる事象との関連において，同種の重大事故が複数箇所で同時に発生する場合と，異種の重大事故が同一箇所又は複数箇所で同時に発生する場合が考えられる。

同種の重大事故が複数箇所で同時に発生する場合は，機能喪失を想定する対象によってその範囲が異なることから，次項にてその対象を明確化し，同時発生の範囲を特定する。

異種の重大事故が同一箇所又は複数箇所で同時に発生する場合は，複数の安全機能が同時に機能喪失する要因である外的事象（地震，火山による影響），内的事象（全交流電源の喪失）について，安全機能喪失の範囲から重大事故の同時発生の想定箇所を特定する。また，動的機器の多重故障については，関連性がある安全機能の喪失を考慮し，その範囲から重大事故の同時発生の想定箇所を特定する。

3. 4 重大事故の想定箇所の特定結果

前項までの検討を踏まえ、ここでは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毎に「安全機能喪失状態の特定（ステップ2）」、「重大事故の想定箇所の特定（ステップ3）」を行った。重大事故の想定箇所の特定の結果を以下に示す。

3. 4. 1 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失

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

- ・「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失
- ・「排気経路の維持機能」の喪失
- ・「MOXの捕集機能」の喪失
- ・「排気機能」の喪失
- ・「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「熱的制限値の維持機能」の同時喪失
- ・「小規模焼結処理措置の加熱停止機能」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
- ・「焼結炉等内の負圧の維持機能」の喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 4. 1. 1 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失

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

① 地震の場合

基準地震動の 1.2 倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計としない「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、核燃料物質等が「プルトニウムの閉じ込めの機能」を有する機器から漏えいして放射性物質が大気中へ放出される可能性がある。しかし、MOX燃料加工施設の特徴として、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、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、ペレット及びペレットを燃料棒に収納した状態で取り扱うが、粉末以外の形態では及び粉末は駆動力を有する事象を伴わなければ大気中への放出には至らないことから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 2 「排気経路の維持機能」の喪失

「排気経路の維持機能」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」が喪失し、通常の排気経路以外の経路から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工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震の発生時には送排風機を停止することから、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「排気経路の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「排気経路の維持機能」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

「排気経路の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 3 「MOXの捕集機能」の喪失

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

① 地震の場合

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

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「MOXの捕集機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「MOXの捕集機能」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

「MOXの捕集」は喪失しない。

3. 4. 1. 4 「排気機能」の喪失

「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

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、駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、「排気機能」は喪失するが、駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器の「排気機能」が喪失するが、駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

④ 全交流電源の喪失の場合

「排気機能」が喪失するが、駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公

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

3. 4. 1. 5 「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」
の喪失及び「熱的制限値の維持機能」の喪失

「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失し、焼結炉等の温度が異常に上昇するとともに、「熱的制限値の維持機能」の喪失により、温度の異常な上昇が継続することにより、焼結炉等が損傷することにより、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に至る可能性がある。

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「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」が停止し、焼結炉等の温度は上昇しないため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失には至らない。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「熱的制限値の維持機能」は喪失するが、焼結炉等の加熱も停止するため、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」が喪失した状態で、「熱的制限値の維持機能」が喪失した場合、温度の異常な上昇が継続することにより、焼結炉等の「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失する可能性があるが、焼結炉等内の核燃料物質の形態はグリーンペレット又はペレットであり、これらが粉碎され粉末状になるような事象及び駆動力を有する

事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。
したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

⑤ 全交流電源の喪失の場合

電源の喪失により「温度の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」が停止するため、焼結炉等の温度は上昇せず、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失には至らない。

3. 4. 1. 6 「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」 の喪失

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

① 地震の場合

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」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、これらが粉砕され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

③ 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。

④ 全交流電源の喪失の場合

静的機器である「焼結炉等の閉じ込めに関連する経路の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 1. 7 「焼結炉等内の負圧の維持機能」の喪失

「焼結炉等内の負圧の維持機能」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「焼結炉等内の負圧の維持機能」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、これらが粉砕され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、「焼結炉等内の負圧の維持機能」は喪失するが、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、これらが粉砕され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって、公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器の「焼結炉等内の負圧の維持機能」が喪失し、焼結

炉等内の負圧が浅くなり，通常の経路以外の経路から放射性物質が大気中に放出される可能性がある。しかし，焼結炉等内の核燃料物質の形態はグリーンペレット又はペレットであり，これらが粉碎され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって，公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

④ 全交流電源の喪失の場合

「焼結炉等内の負圧の維持機能」が喪失し，焼結炉等内の負圧が浅くなり，通常の経路以外の経路から放射性物質が大気中に放出される可能性がある。しかし，焼結炉等内の核燃料物質の形態はグリーンペレット又はペレットであり，これらが粉碎され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはない。したがって，公衆への影響が平常時と同程度であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

3. 4. 1. 8 「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」の喪失

「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」の喪失により、小規模焼結処理装置が有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、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「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失するが、地震により小規模焼結処理装置の温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）も喪失し、小規模焼結処理装置の温度は低下する。このため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失には至らない。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」は喪失するが、小規模焼結処理装置の加熱も停止するため、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「小規模焼結処理装置の炉殻の冷却機能」が喪失した前提で動的機器の「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失した場合、小規模焼結処理装置が有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」を喪失する可能性がある。しかし、小規模焼結処理装置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、これらが粉砕され粉末状になるような事象及び駆動力を有する事象がなければ放射性物質が大気中に放出されることはな

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

⑤ 全交流電源の喪失の場合

動的機器の「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失するが、全交流電源の喪失により小規模焼結処理装置の加熱も停止するため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失には至らない。

3. 4. 1. 9 「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」の喪失

「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」の喪失により、工程室からの排気が維持できなくなる可能性がある。

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「事故時の排気経路の維持機能」が喪失するが、「事故時の排気経路の維持機能」の喪失を要因として、閉じ込める機能の喪失には至らないことから、公衆への影響が平常時と同等であるため設計基準として整理する事象（×3）に該当する。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、静的機器である「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」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「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」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

静的機器である「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」は喪失しない。

3. 4. 1. 10 「非常用電源の供給機能」の喪失

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「非常用電源の供給機能」が喪失するが、その影響は各機能における「全交流電源の喪失の場合」に包含される。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、外部電源が喪失するとともに、フィルタの目詰まりにより非常用所内電源設備の運転が不可になるが、その影響は各機能における「全交流電源の喪失の場合」に包含される。

③ 動的機器の多重故障の場合

「非常用電源の供給機能」は喪失するが、その影響は各機能における「全交流電源の喪失の場合」に包含される。

④ 全交流電源の喪失の場合

「非常用電源の供給機能」は喪失するが、その影響は各機能における「全交流電源の喪失の場合」に包含される。

3. 4. 2 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（火災）

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は以下のとおりである。

- ・「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「火災の感知及び消火機能」の同時喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 4. 3. 1 「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「火災の感知及び消火機能」の喪失

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

① 地震の場合

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「火災の発生防止の機能」「火災の感知及び消火機能」が喪失することで、火災による閉じ込める機能の喪失が発生する。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工程を停止すること、基準地震動を超える地震動の地震が発生した場合には送排風機を停止するが、地震により発生した火災の影響を受けた放射性物質が大気中に放出される可能性があるため、重大事故として特定する。

MOX燃料加工施設の特徴を考慮すると、取り扱う核燃料物質の形態のうち、粉末の状態であれば、火災による影響をうけることにより、火災による上昇気流を駆動力として放射性物質が大気中への放出に至る可能性がある。

また、重大事故として発生を想定する火災源として、グローブボックス内に設置する機器が有する潤滑油が該当する。

以上を踏まえ、重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスとして、8基のグローブボックスを重大事故の想定

箇所として特定する。

② 火山の影響の場合

火山の影響により，外部電源の喪失及び非常用所内電源設備の「非常用電源の供給機能」が喪失するため，グローブボックス消火装置の「火災の感知及び消火機能」が喪失するが，火山の影響がある場合は全工程停止を実施することにより機器の運転の停止により，想定される火災の着火源となる機器の動力電源がないため，火災は発生しない。したがって，核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（火災）には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器の「火災の感知及び消火機能」が喪失するが，「火災の発生防止の機能（安全上重要な施設以外の施設）」は喪失しないため火災は発生しない。

⑤ 全交流電源の喪失の場合

動的機器の「火災の感知及び消火機能」が喪失するが，全交流電源の喪失により，機器の運転は停止し，想定される火災の着火源となる機器の動力電源がないため，火災は発生しない。したがって，核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（火災）には至らない。

3. 4. 3 核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（爆発）

核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（爆発）に至る可能性がある機能喪失は以下のとおりである。

- ・「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失
- ・「焼結炉等の温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」、「熱的制限値の維持機能」、「プルトニウムの閉じ込めの機能」、「水素濃度の維持機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「水素濃度の維持機能」の同時喪失
- ・「小規模焼結処理装置の炉殻の冷却機能（安全上重要な施設以外の施設）」「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」の同時喪失
- ・「爆発の発生防止の機能」及び「爆発の検知及びダンパ閉止機能」の同時喪失

以下、これらについてそれぞれ重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 4. 3. 1 「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失

焼結炉等の「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失により、損傷した焼結炉等内の高温状態の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）が反応することにより爆発が発生する可能性がある。

① 地震の場合

焼結炉等は基準地震動の 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ているため、焼結炉等自体は地震による損傷はない。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

静的機器である「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しない。

3. 4. 3. 2 「焼結炉等の温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」、「熱的制限値の維持機能」、「プルトニウムの閉じ込めの機能」、「水素濃度の維持機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「水素濃度の維持機能」の同時喪失

3. 4. 4. 1と同様に、焼結炉等の「プルトニウムの閉じ込めの機能」の喪失により、損傷した焼結炉等内の高温状態の水素・アルゴン混合ガスと空気（酸素）が反応することを想定するが、さらに「水素濃度の維持機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「水素濃度の維持機能」が同時に機能を喪失することにより、3. 4. 4. 1よりも爆発の規模が大きい爆発（爆ごう）による核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失が想定される。

① 地震の場合

焼結炉等は基準地震動の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ているため、焼結炉等自体は地震による損傷はない。

② 火山の影響の場合

火山の影響により、「水素濃度の維持機能」は喪失する可能性があるが、焼結炉等の「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しないため、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

動的機器である「水素濃度の維持機能」が喪失したとしても、「プルトニウムの閉じ込めの機能」は喪失しないため、焼結炉

等に空気（酸素）が混入することはなく，（爆ごう）の発生は想定されない。

④ 全交流電源の喪失の場合

静的機器である「プルトリウム閉じ込めの機能」は喪失しない。

3. 4. 3. 4 「小規模焼結処理装置の炉殻の冷却機能（安全上重要な施設以外の施設）」及び「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」の同時喪失

「小規模焼結処理装置の炉殻の冷却機能（安全上重要な施設以外の施設）」の喪失を前提として「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」の喪失により、小規模焼結処理装置が有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」が喪失し、小規模焼結処理装置内の高温の水素・アルゴン混合ガスが反応し、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失（爆発）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「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失するが、地震により小規模焼結処理装置の温度制御機能（安全上重要な施設以外の施設）も喪失し、小規模焼結処理装置の温度は低下する。このため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（爆発）には至らない。

② 火山の影響の場合

火山の影響による全交流電源の喪失により、「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失するが、小規模焼結処理装置の加熱も停止するため、核燃料物質等の閉じ込める機能の喪失には至らない。

③ 動的機器の多重故障の場合

「小規模焼結処理装置の炉殻の冷却機能」が喪失した前提で動的機器の「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失した

場合、小規模焼結処理装置が有する「プルトニウムの閉じ込めの機能」を喪失し、小規模焼結処理装置に生じた損傷部から空気（酸素）が混入する可能性がある。しかし、小規模焼結処理装置内に設置する酸素濃度計で炉内への空気の混入を検出した場合には、所定の制御室及び中央監視室に警報を発するとともに、ヒータ電源を遮断し、アルゴンガスで掃気をすることから、爆発は発生しない。したがって、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失（爆発）は発生しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

動的機器の「小規模焼結処理装置の加熱停止機能」が喪失するが、全交流電源の喪失により小規模焼結処理装置の加熱も停止するため、核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失には至らない。

3. 4. 4 臨界事故

臨界事故に至る可能性がある機能喪失又はその組合せは以下のとおりである。

- ・「搬送する核燃料物質の制御機能（安全上重要な施設以外の施設）」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

以下、これらについてそれぞれ重大事故の想定箇所の特定結果を示す。

3. 4. 4. 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施設）」及び「核的制限値（寸法）の維持機能」の喪失

「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，工程も停止することから，核燃料物質は搬送されず臨界事故は発生しない。

② 火山の影響の場合

火山の影響により，「核的制限値（寸法）の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「核的制限値（寸法）の維持機能」は喪失し
ない。

④ 全交流電源の喪失の場合

工程が停止するため、核燃料物質は搬送されず臨界事故は発
生しない。

3. 4. 4. 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

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が損傷し、核燃料物質間の距離が制限された条件から逸脱したとしても、臨界事故は発生しないことを確認した。

【補足説明資料 3-19】

② 火山の影響の場合

火山の影響により、静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

③ 動的機器の多重故障の場合

静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

④ 全交流電源の喪失の場合

静的機器である「単一ユニット間の距離の維持機能」は喪失しない。

3. 4. 5 設計上定める条件より厳しい条件を超える条件による重大事故の想定箇所の特定

上記の整理の結果、設計上定める条件より厳しい条件においては、「臨界事故」については、重大事故の想定箇所として特定されない。

しかし、臨界事故は、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、以下に示すとおり設計上定める条件より厳しい条件を超える条件を定めて事故の発生を評価する。

(1) 基本的考え方

過去に他の施設において発生していること、臨界事故の発生に対しては直ちに対策を講ずる必要があること及び臨界事故は核分裂の連鎖反応によって放射性物質が新たに生成するといった特徴を有していることを踏まえ、以下の考え方に基づき設計上定める条件より厳しい条件を超える条件を定めて重大事故の発生を評価する。

前記に示すとおり、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機器は機能喪失するものの、工程が停止することから事故に至らない。また、火山の影響及び全交流電源の喪失の発生時には工程が停止することから、事故に至らない。

動的機器の多重故障の場合、臨界事故に至るような機能喪失は発生しない。

そこで、内的事象により複数の異常が同時に発生し、かつ、それらを検知して工程を停止するための手段が機能しない状況

に至るような設計上定める条件より厳しい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を想定することにより、臨界事故の発の可能性を評価し、重大事故の想定箇所を特定する。

(2) 想定する事故シナリオの考え方

設計上定める条件より厳しい条件を超える条件として、MOX燃料加工施設における臨界の発生防止対策である誤搬入防止機構の機能が喪失するとともに、当該機能喪失が継続することにより、核燃料物質が異常に誤搬入される状況を想定する。

内の事象として、誤搬入防止機構の機能の喪失が継続することから、取り扱う核燃料物質及び核燃料物質の滞留に関わらない設備については、平常運転時と同様であることを想定する。具体的には、各設備に誤搬入される核燃料物質の組成や形状は、平常運転時と同様の組成や容器の状態であることを想定する。

誤搬入された核燃料物質は、核燃料物質を収納した容器が異常に搬入されとともに、混合機及びホッパ内に核燃料物質が過剰に投入されるものを、事故シナリオに設定する。

① 内の事象における臨界の発生可能性

a. グローブボックス内への異常搬入の想定

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

する状況を事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

(a) MOXが収納された容器を搬送装置の可動域内で物理的に可能な範囲で最密に配置する。

(b) MOXが混合機及びホッパ内に満杯に投入された場合のグローブボックス内に入り得るMOXの最大集積量を以下を合算して算定する。

i. MOXの最大集積量の算定は、当該グローブボックス内に設置する搬送装置の構造から乗載可能な容器数を算定する。

ii. 搬送装置以外の機器で取扱いが可能な容器数を算定して、グローブボックス内に入り得る容器数を算定する。

iii. 粉末回収装置で回収し得るMOX粉末量並びに混合機及びホッパに満杯に投入された場合のMOX量を算定する。

(c) 各グローブボックスのMOXの最大集積量とMOX形態ごとの未臨界質量※を比較し、MOXの最大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。

※想定する核燃料物質性状で、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、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る質量

(d) 評価結果

評価の結果、以下のグローブボックスにおいてMOXの最大集積量が未臨界質量を超える結果となった。

このため、設計情報に基づいた分散配置モデルで別途解析を実施する。

グローブボックス	容器数	MOX集積量 (kg・MOX)
原料MOX粉末缶取出装置 グローブボックス	粉末缶：29 容器 原料MOXポット：1 缶	440
原料MOX粉末秤量・分取装置 グローブボックス	粉末缶：13 缶 J 18：2 基 分取ホッパA 分取ホッパB 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	500
予備混合装置 グローブボックス	J 60：7 基 予備混合機 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	1050
一次混合粉末秤量・分取装置 グローブボックス	J 60：16 基 CS・RS保管ポット：1 缶 篩分粉末ホッパ 粉末回収装置 一次混合粉末ホッパ	1610
均一化混合装置 グローブボックス	J 85：8 基 CS・RS保管ポット：1 缶 均一化混合機 粉末回収装置	2600
回収粉末処理・詰替装置 グローブボックス	J 60：3 基 ペレット保管容器：6 基 9 缶バスケット：9 基 CS・RS保管ポット：11 缶 粉末回収装置 反転装置付ホッパ 粗粉碎機 ポット反転装置	2020
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス	J 60：10 基 CS・RS保管ポット：1 缶 回収粉末ホッパ（強制篩分機） 回収粉末混合機 粉末回収装置	1510

b. 分散配置したモデルによる臨界評価

未臨界質量は、MOXが一箇所に球形状に集積したと仮定した条件で算定した値である。実際にはグローブボックス内のMOXは分散して存在していることから、グローブボックス内の総MOX量が未臨界質量を超えたとしても必ずしも臨界が発生するわけではない。このため、MOXの異常搬入の想定において、MOXの最大集積量が未臨界質量を超える結果となったグローブボックスに対して、設計情報に基づいた分散配置モデルによる臨界解析を実施する。

(a) 分散配置モデル設定の考え方

搬送コンベア上にモデル化する球の間隔は、容器同士が接したときの中心位置と同じ間隔で配置し、また、物理的に搬送コンベア上に乗載できる粉末容器以上の球を配置する。

(b) 評価結果

評価の結果、全てのグローブボックスにおいて中性子実効増倍率が0.97を下回ることから、臨界に至ることはない。

<u>グローブボックス</u>	<u>中性子実効増倍率</u>
<u>原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス</u>	<u>0.658</u>
<u>原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス</u>	<u>0.763</u>
<u>予備混合装置グローブボックス</u>	<u>0.933</u>
<u>一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス</u>	<u>0.780</u>
<u>均一化混合装置グローブボックス</u>	<u>0.944</u>

回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	0.851
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	0.931

(3) まとめ

(2)より、MOX燃料加工施設においては、設計上定める条件より厳しい条件を超える条件を定めた場合においても、臨界事故は発生せず、臨界事故については、重大事故に至るおそれのある事故は発生しない。

【補足説明資料 3-19】

3. 5 まとめ

上記の整理にもとづき、要因毎に特定した重大事故の想定箇所として、地震を要因として発生する火災による閉じ込める機能の喪失を、重大事故として特定した。

これらをまとめた結果を、第3. 5 - 1表から第3. 5 - 4表に示す。

第3. 5-1表 重大事故の想定箇所の特定結果（地震）（1 / 4）

設備	機器	地震	臨界	機械	火災	負圧維持機能
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	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	一次混合装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	ウラン粉末秤量・分取装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	分析試料採取・詰替装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	回収粉末微粉碎装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	再生スクラップ受払装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	容器移送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	再生スクラップ搬送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	調整粉末搬送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—

第3. 5-1表 重大事故の想定箇所の特定結果（地震）（2/4）

設備	機器	地震	臨界	機械	火災	負圧維持機能
圧縮成形設備	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	X3	—	○	—	—
	空焼結ボート取扱装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	グリーンペレット積込装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
焼結設備	焼結ボート供給装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	焼結ボート取出装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
研削設備	焼結ペレット供給装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	研削装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	研削粉回収装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
ペレット検査設備	ペレット検査設備グローブボックス	X3	—	○	—	—
ペレット加工工程搬送設備	焼結ボート搬送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	ペレット保管容器搬送装置グローブボックス（一部を除く。）	X3	—	○	—	—
	回収粉末容器搬送装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
原料MOX粉末缶一時保管設備	原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
粉末一時保管設備	粉末一時保管装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	焼結ボート受渡装置グローブボックス	X3	—	○	—	—

第3. 5-1表 重大事故の想定箇所の特定結果（地震）（3/4）

設備	機器	地震	臨界	機械	火災	負圧維持機能
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	X3	—	○	—	—
	スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	小規模プレス装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	小規模焼結処理装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	小規模研削検査装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
	資材保管装置グローブボックス	X3	—	○	—	—
焼結設備	焼結炉	X3	—	○	—	—
貯蔵容器一時保管設備	混合酸化物貯蔵容器	X3	—	○	—	—
小規模試験設備	小規模焼結処理装置	X3	—	○	—	—
グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機までの範囲及び安全上重要な施設のグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	窒素循環ファン	X3	—	○	—	—
	窒素循環冷却機	X3	—	○	—	—

第3. 5-1表 重大事故の想定箇所の特定結果（地震）（4/4）

設備	機器	地震	臨界	機械	火災	負圧維持機能
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。）	X3	—	○	—	—
	グローブボックス排気フィルタユニット	X3	—	○	—	—
	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。）	X3	—	—	—	○
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	X3	—	—	—	○
焼結設備	排ガス処理装置グローブボックス（上部）	X3	—	○	—	—
	排ガス処理装置	X3	—	○	—	—
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	X3	—	○	—	—
	小規模焼結炉排ガス処理装置	X3	—	○	—	—
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○
火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	○	—	—	○	—
火災防護設備	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）	○	—	—	○	—

第3. 5-2表 重大事故の想定箇所の特定結果（火山）

設備	機器	火山	臨界	機械	火災	負圧維持機能
グローブボックス廃棄設備	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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○

第3. 5-3表 重大事故の想定箇所の特定結果（多重故障）

設備	機器	動的多重故障	臨界	機械	火災	負圧維持機能
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○
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	X3	—	○	—	—

第3. 5-4表 重大事故の想定箇所の特定結果（全交流電源の喪失）

設備	機器	全交流電源喪失	臨界	機械	火災	負圧維持機能
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○
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。）	X3	—	—	—	○

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. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定)

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	2/26	1	
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	12/26	0	
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	2/26	1	
補足説明資料3-4	重大事故等の特定	1/23	1	
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	
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	
補足説明資料3-5	SCALEコードシステムの概要	2/26	4	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	4	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	4	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	4	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	燃料集集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	設計上定める条件より厳しい条件等の同時発生	3/10	1	
補足説明資料3-13	近接原子力施設からの影響	2/26	0	
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	2/26	0	
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	3/18	1	
補足説明資料3-17	フォールトツリー(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	
補足説明資料3-18	系統図(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)	3/18	0	
補足説明資料3-19	臨界の発生可能性の検討	3/18	0	

令和2年3月18日 R1

補足説明資料 3-15 (22 条)

安全上重要な施設の系統図

安重表に記載の施設に関して、設備毎に系統図を作成する。安重施設は、系統として安全機能を有することから以下の方針で系統図を作成する。

1. 作成方針

系統毎に、安重施設として有する安全機能を整理した上で、共通の系統として、当該系統の構成に加えて、電源の供給等、当該機能の喪失の要因に関連する他の系統との関連性を記載する。また、各機器に対してユーティリティを供給している系統、又は各機器からの排気系については、供給先や排気対象を示す。

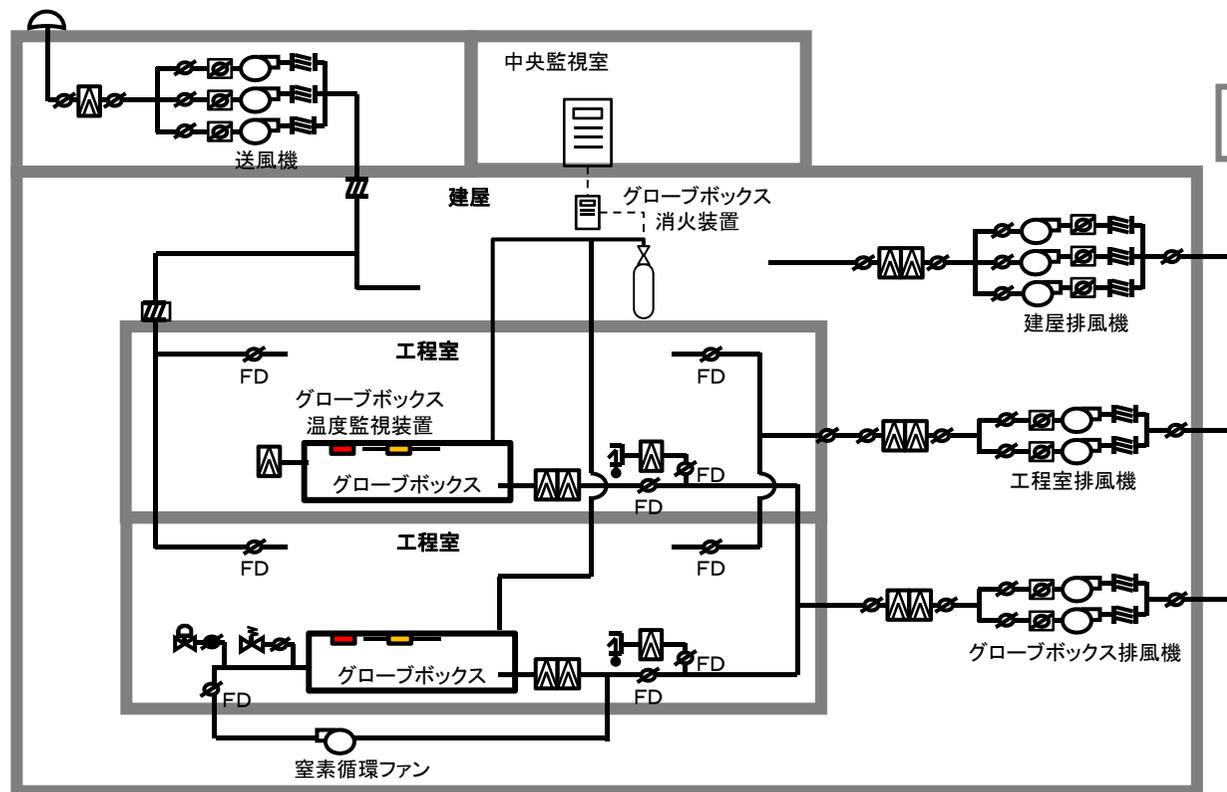
また、グローブボックス排気設備及び工程室排気設備については、それぞれの設備で系統図を作成せずにまとめて系統図を作成する。

以 上

安全機能の凡例

分類	機能
①-1	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の閉じ込め機能
①-2	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・機器の閉じ込め機能
②-1	排気経路の維持機能
②-2	MOXの捕集機能
②-3	排気機能
③-1	事故時のMOXの過度の放出防止機能
③-2	事故時の排気経路の維持機能
③-3	事故時のMOXの捕集・浄化機能
④	-
⑤	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能
⑥-1	核的制限値(寸法)の維持機能
⑥-2	熱的制限値の維持機能
⑦	-
⑧-1	閉じ込めに関連する経路の維持機能
⑧-2	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)
⑧-3	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能(焼結炉及び小規模焼結処理装置内の負圧維持)
⑧-4	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)
⑧-5	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)
⑧-6	設計基準事故(火災)の拡大防止機能

I. グローブボックスに関連する系統概要図



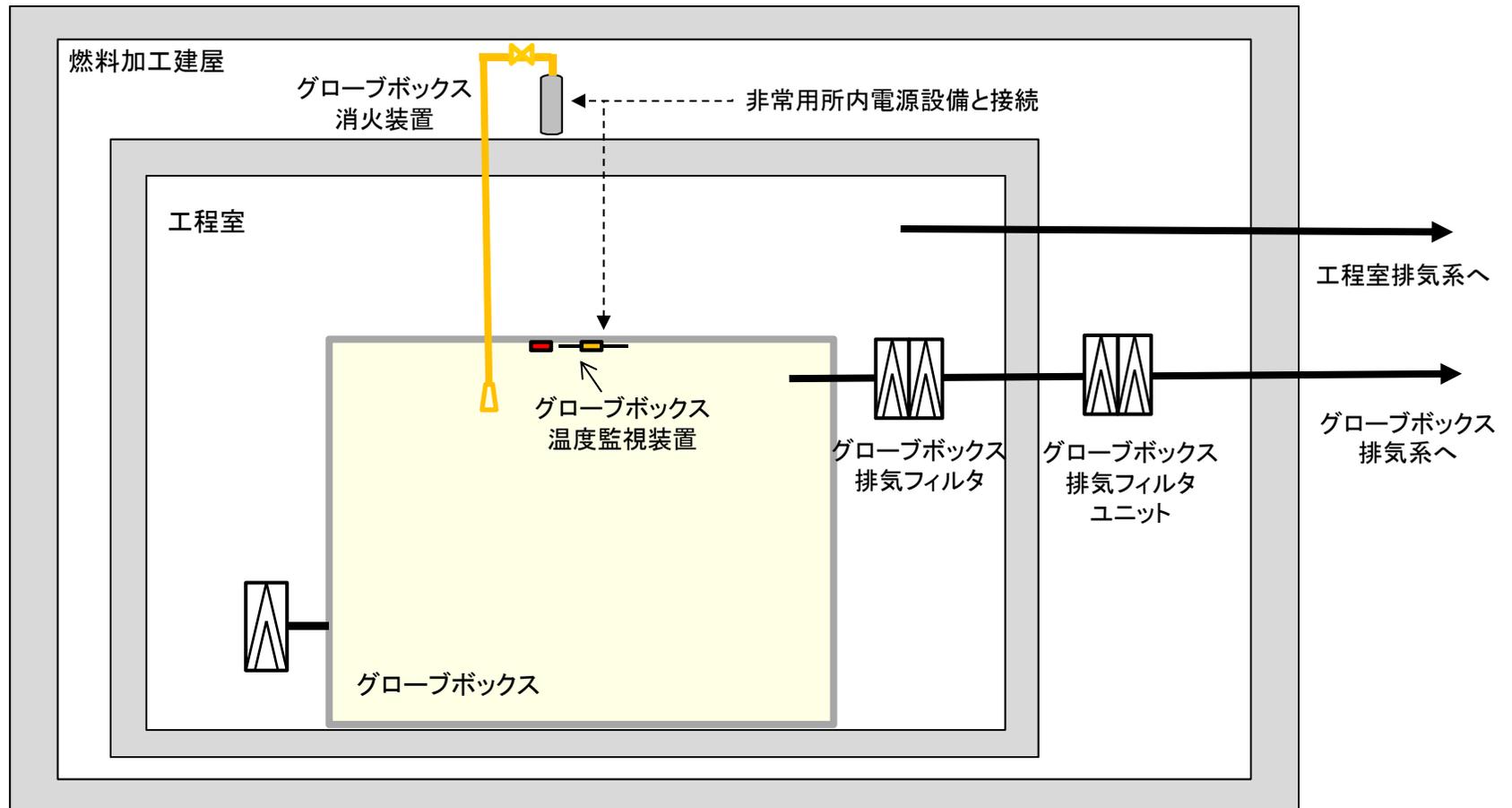
【凡例】

- FD: 延焼防止ダンパ
- : 高性能エアフィルタ
- : 手動ダンパ
- : 閉止ダンパ (遠隔手動)
- : 逆止ダンパ
- : カウンタバランスダンパ
- : 手動弁
- : 逆止弁
- : ピストンダンパ
- : 自力式吸気弁

I -1 火災防護設備に関連する系統図



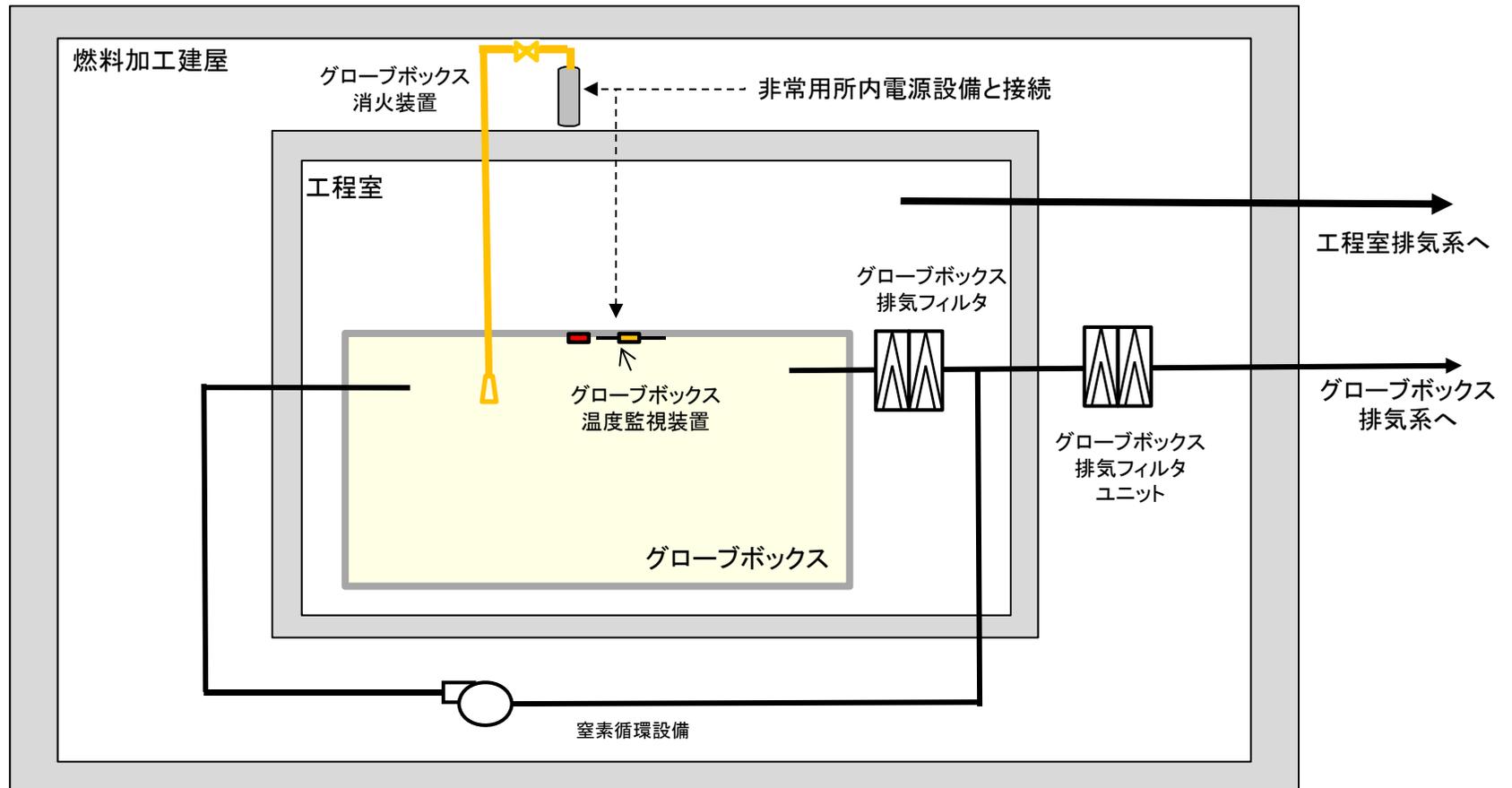
安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×



I -2 窒素循環設備に関連する系統図



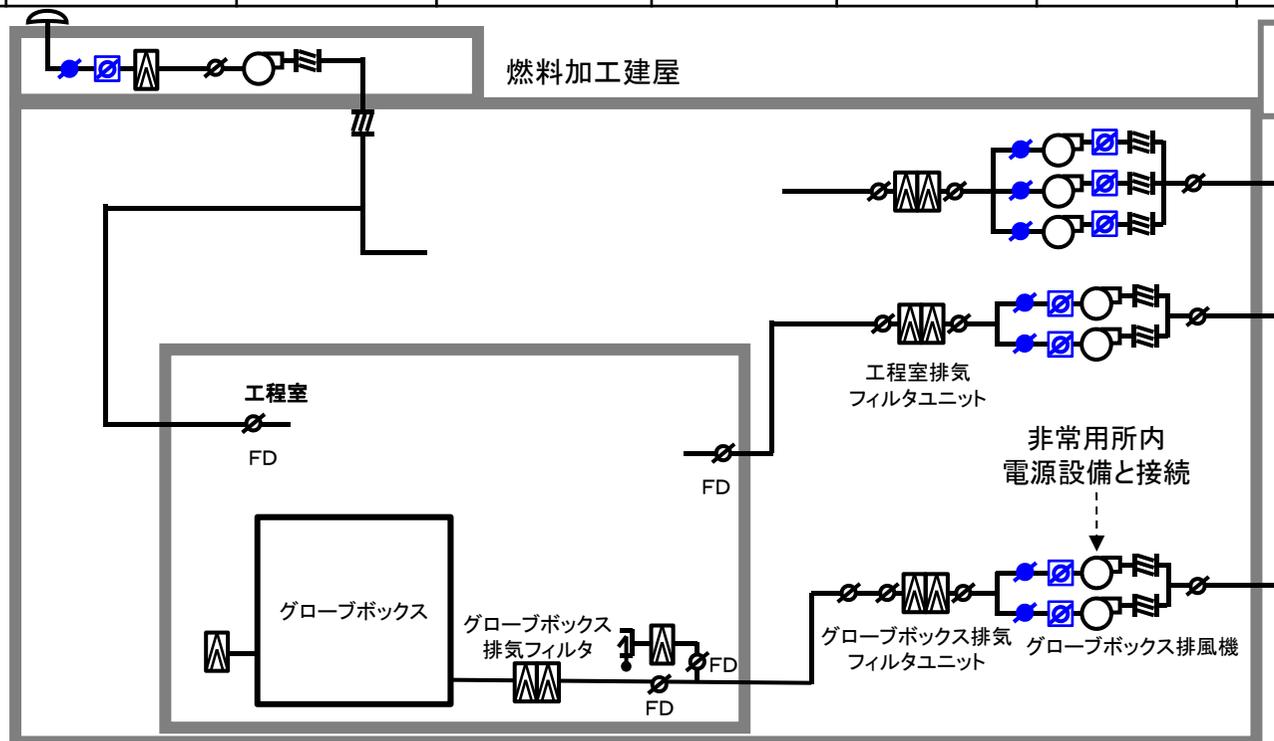
安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×



I -3 排気設備に関連する系統図



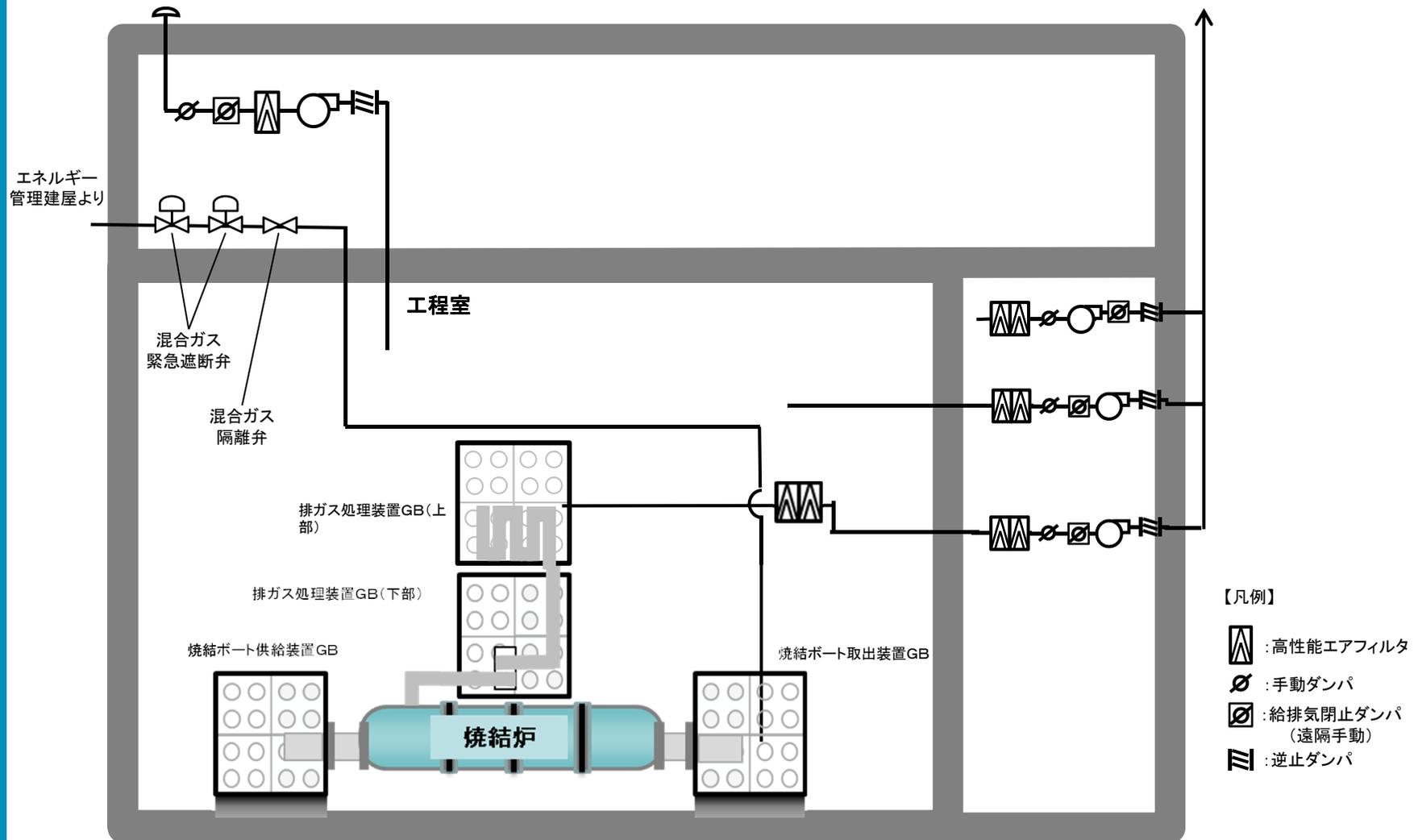
安全上重要な施設	グローブボックス排気設備(安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機までの範囲)	グローブボックス排気設備(安全上重要な施設のグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲)	グローブボックス排風機(排気機能の維持に必要な回路を含む。)	安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室から工程室排気フィルタユニットまでの範囲	工程室排気フィルタユニット	グローブボックス排気フィルタ(安全上重要な施設のグローブボックスに付随するもの。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×



【凡例】

- : 延焼防止ダンパ FD
- : 高性能エアフィルタ
- : 手動ダンパ「開」
- : 手動ダンパ「閉」
- : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
- : 逆止ダンパ
- : バランスダンパ

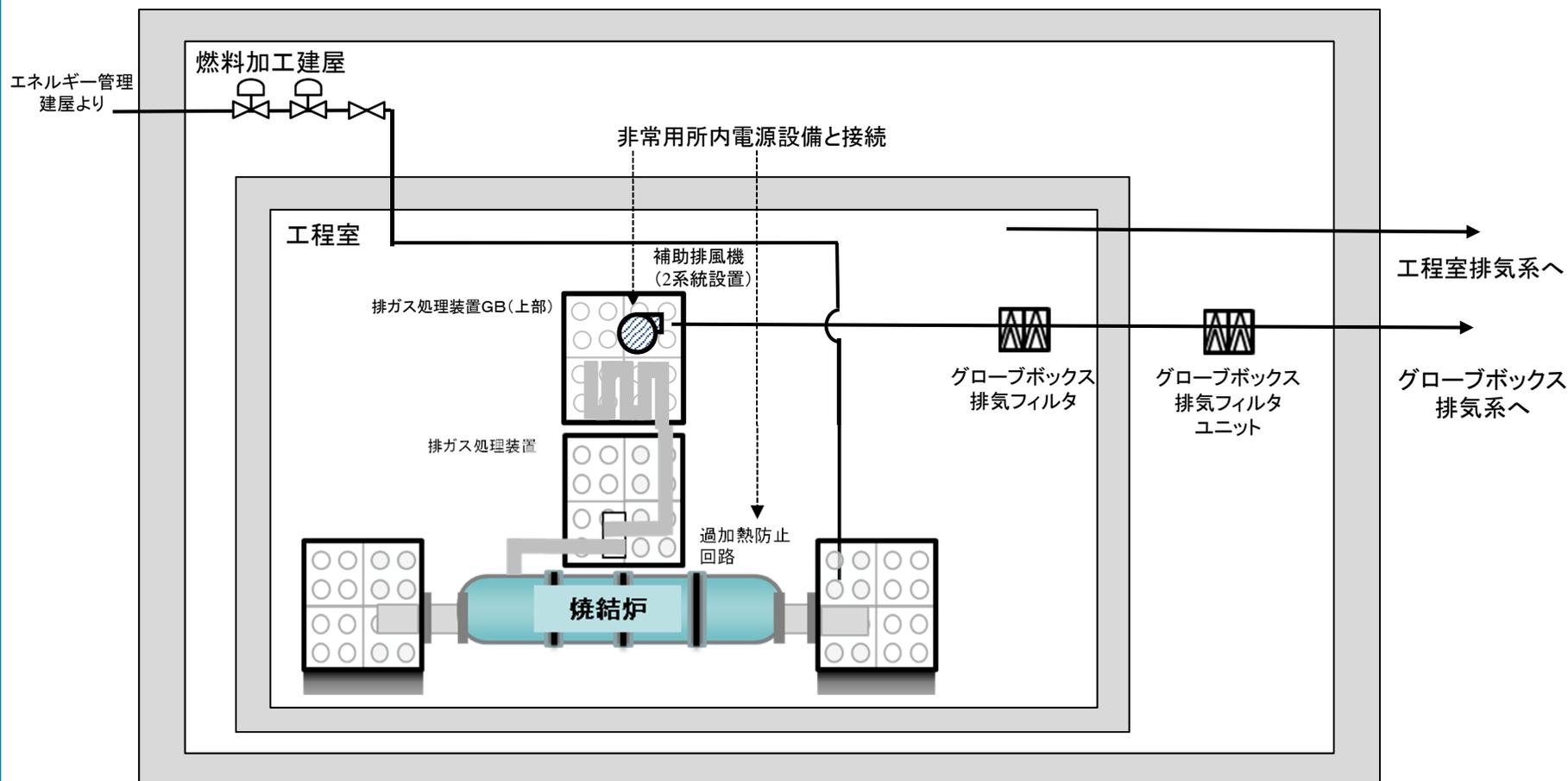
Ⅱ. 焼結炉及び小規模試験設備に関連する系統概要図



II-1 焼結設備に関連する系統図



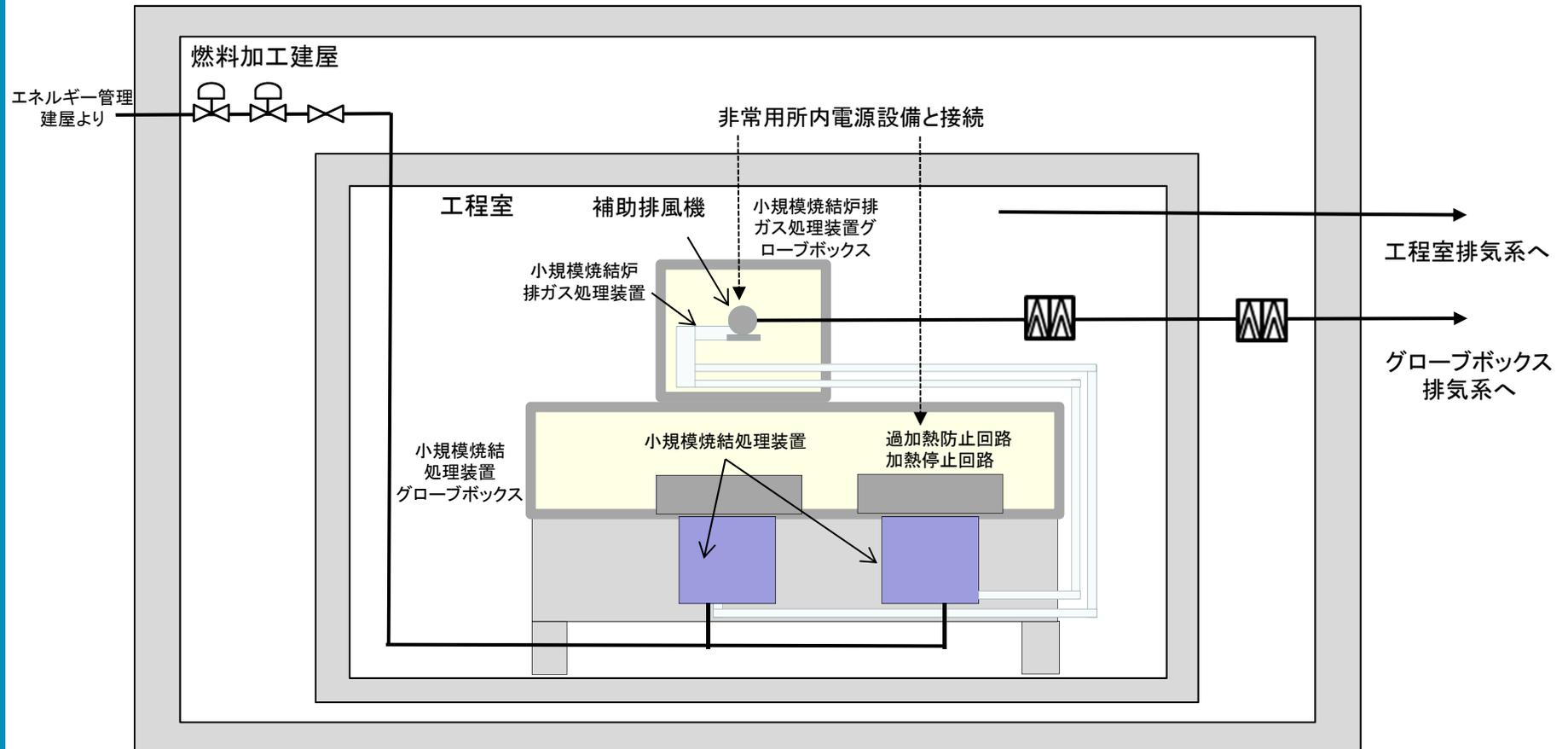
安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	排ガス処理装置の 補助排風機(安全 機能の維持に必要な 回路を含む。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×



II-2 小規模試験設備に関連する系統図



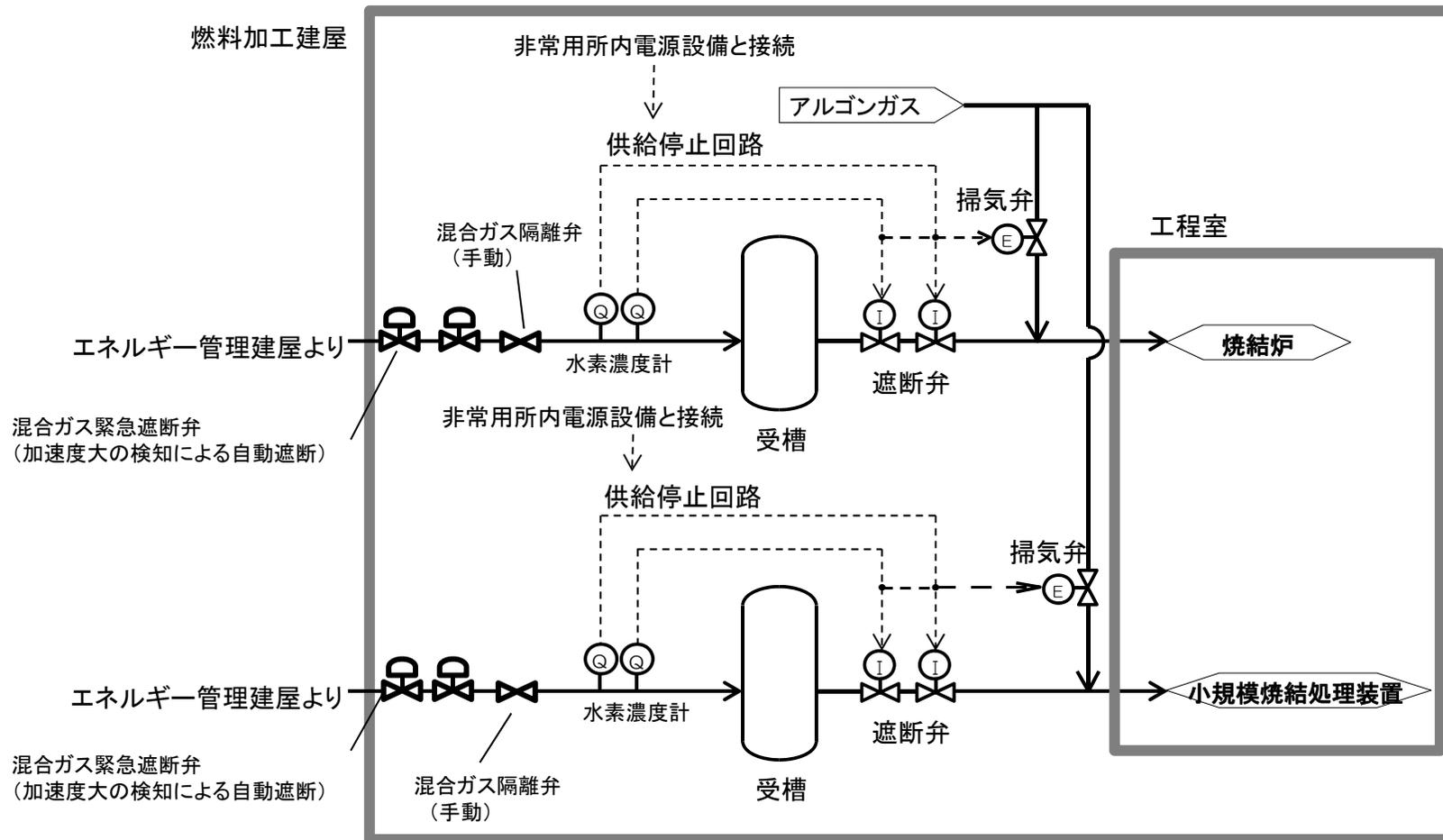
安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	小規模焼結処理装置への冷却水流量低による加熱停止回路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×



II-3 水素・アルゴン混合ガス設備に関連する系統図



安全上重要な施設	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)	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	×	×



令和2年3月18日 R1

補足説明資料 3-16 (22 条)

フォールトツリー

1. 作成方針

安全上重要な施設の安全機能が喪失する要因を分析するため、フォールトツリーを作成する。ここでのフォールトツリーは、安全機能の喪失に至る原因を分析することを目的としていることから、発生頻度、確率を定量化するような詳細な基事象まで展開せずに作成する。

また、工程室及び燃料加工建屋は、重大事故の対処において有意な損傷がないことを前提としていることから、これらが有する安全機能に関するフォールトツリーの作成は省略する。

以 上

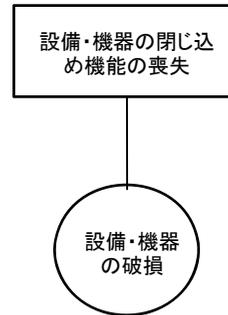
グローブボックスの閉じ込め機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



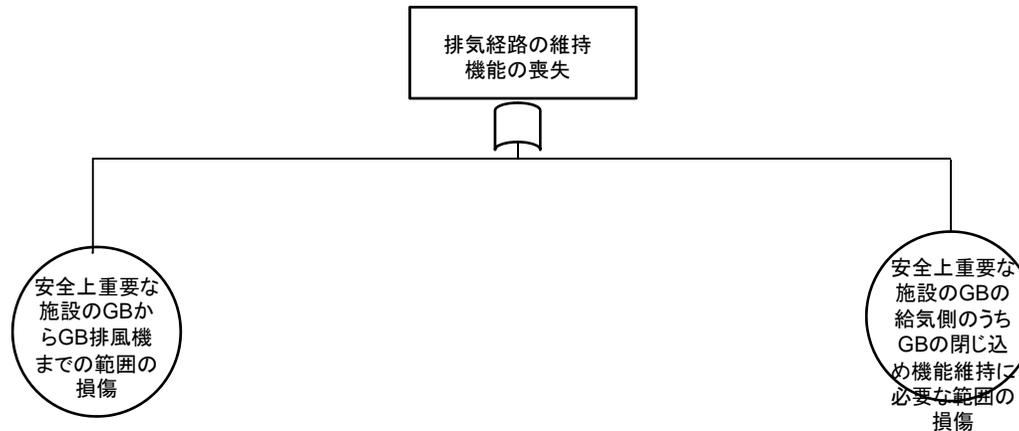
設備・機器の閉じ込め機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



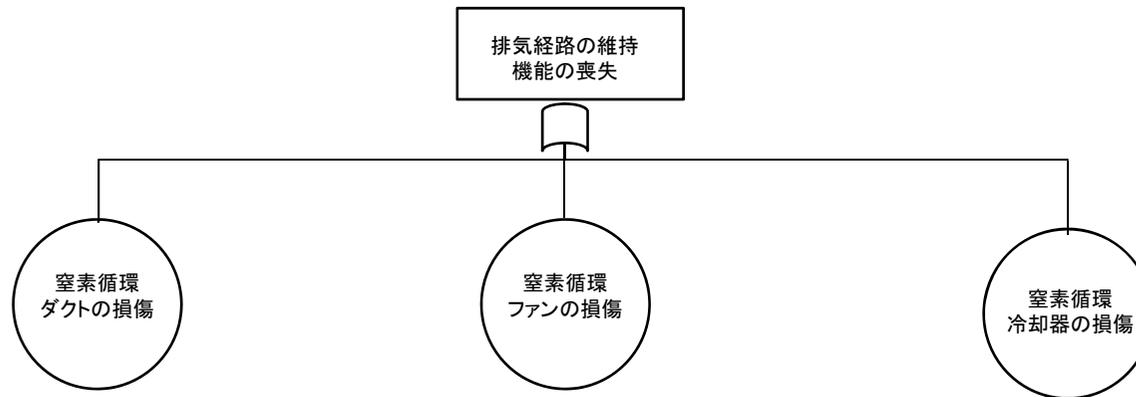
グローブボックス排気設備の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



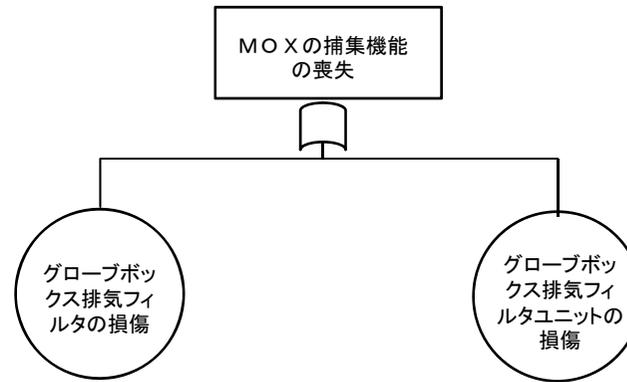
窒素循環設備の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



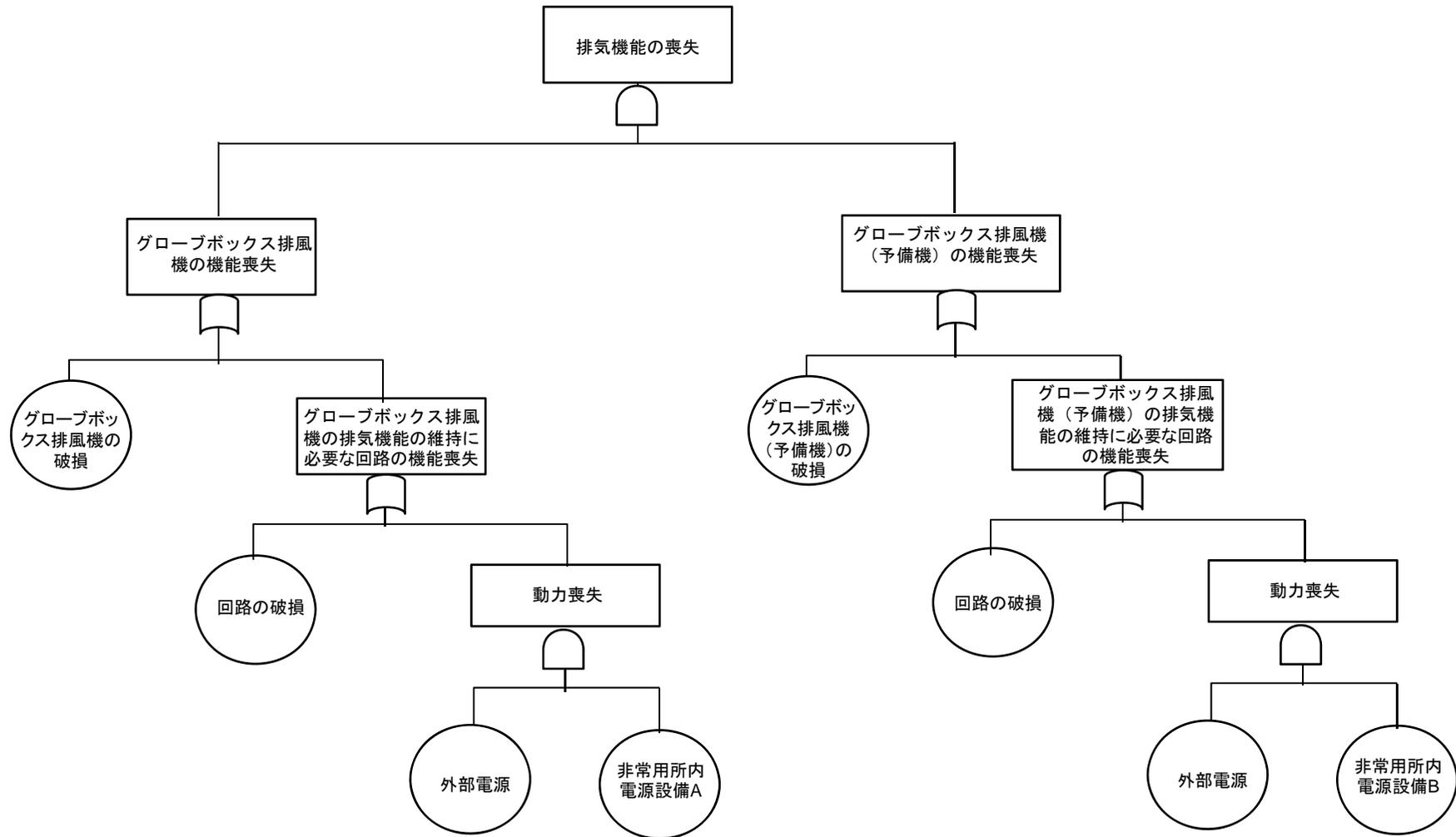
グローブボックス排気設備のMOXの捕集機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



グローブボックス排気設備の排気機能の喪失に関するフォールトツリー

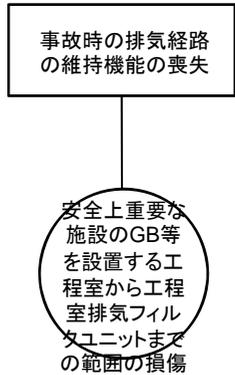


補-3-16-7



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

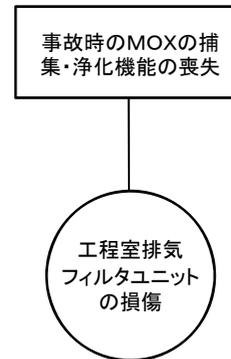
工程室排気設備の事故時の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



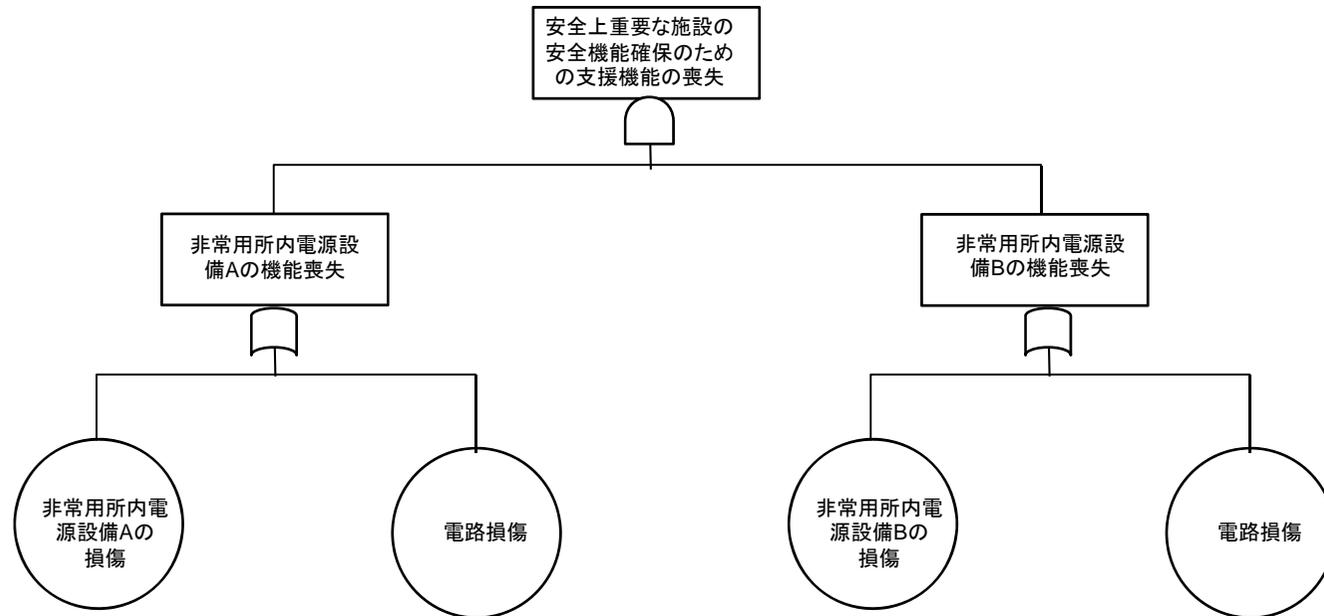
工程室排気設備の事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



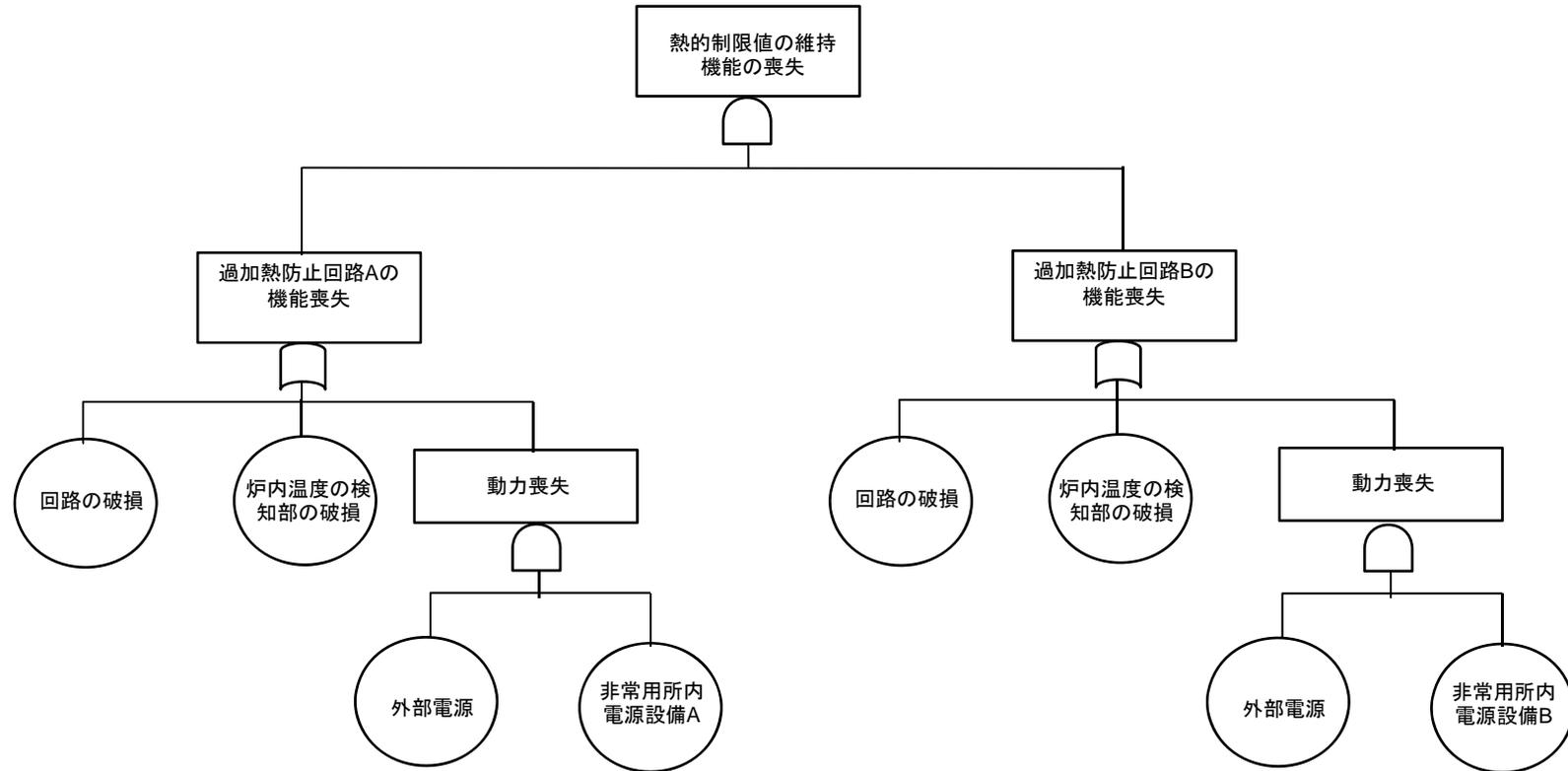
非常用所内電源設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能の喪失に関する フォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



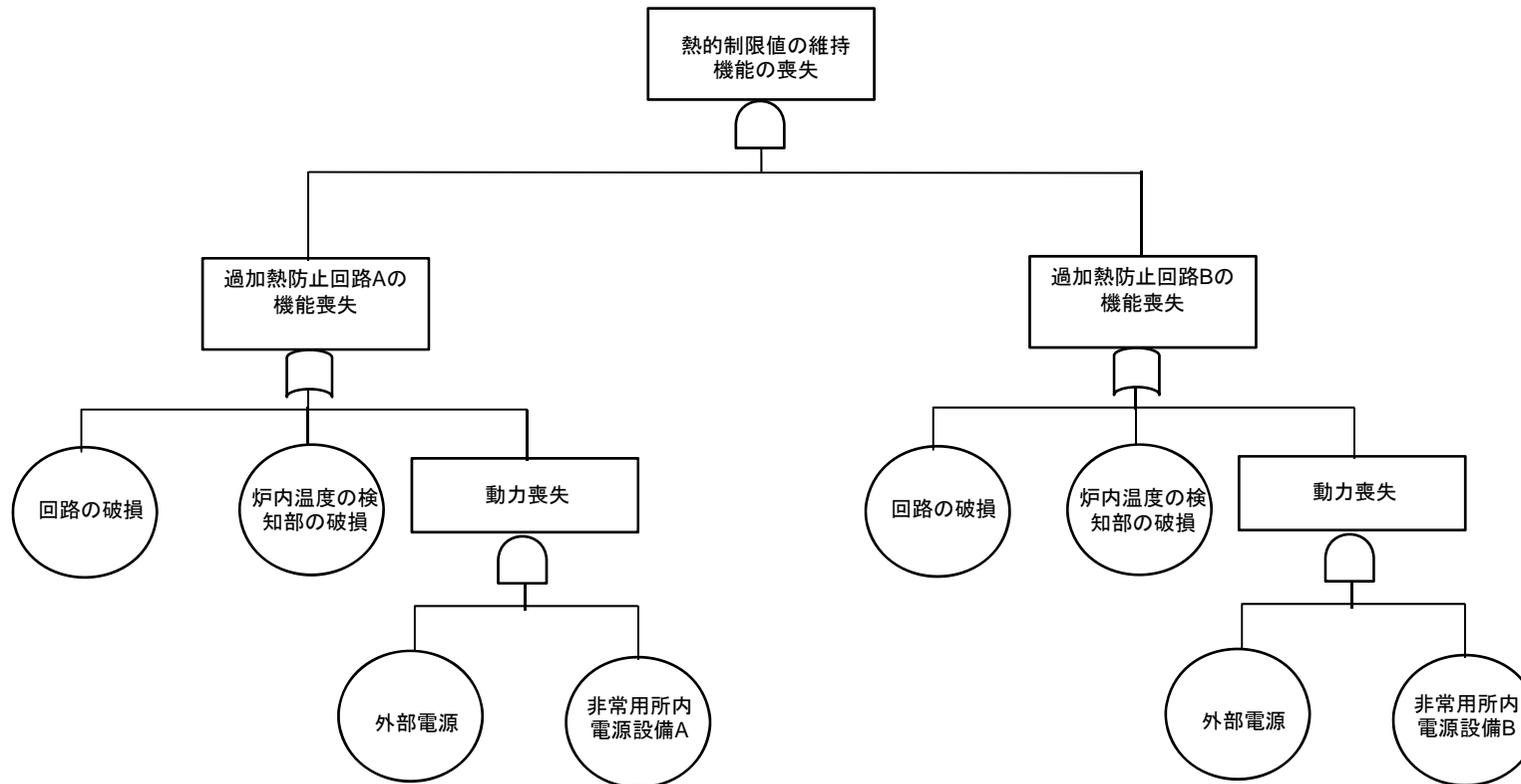
焼結設備の熱的制限値の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



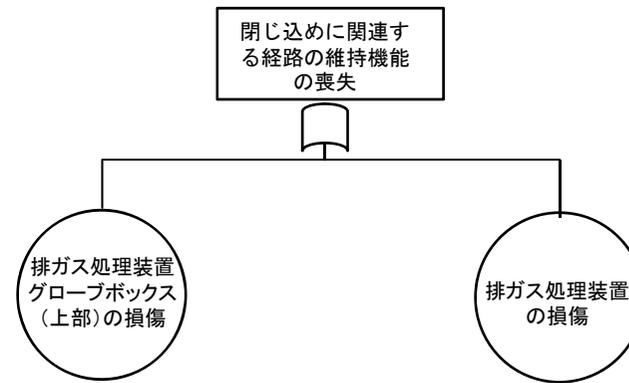
小規模試験設備の熱的制限値の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



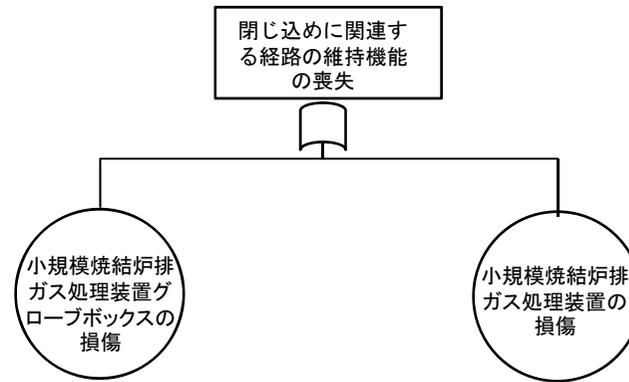
焼結設備の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



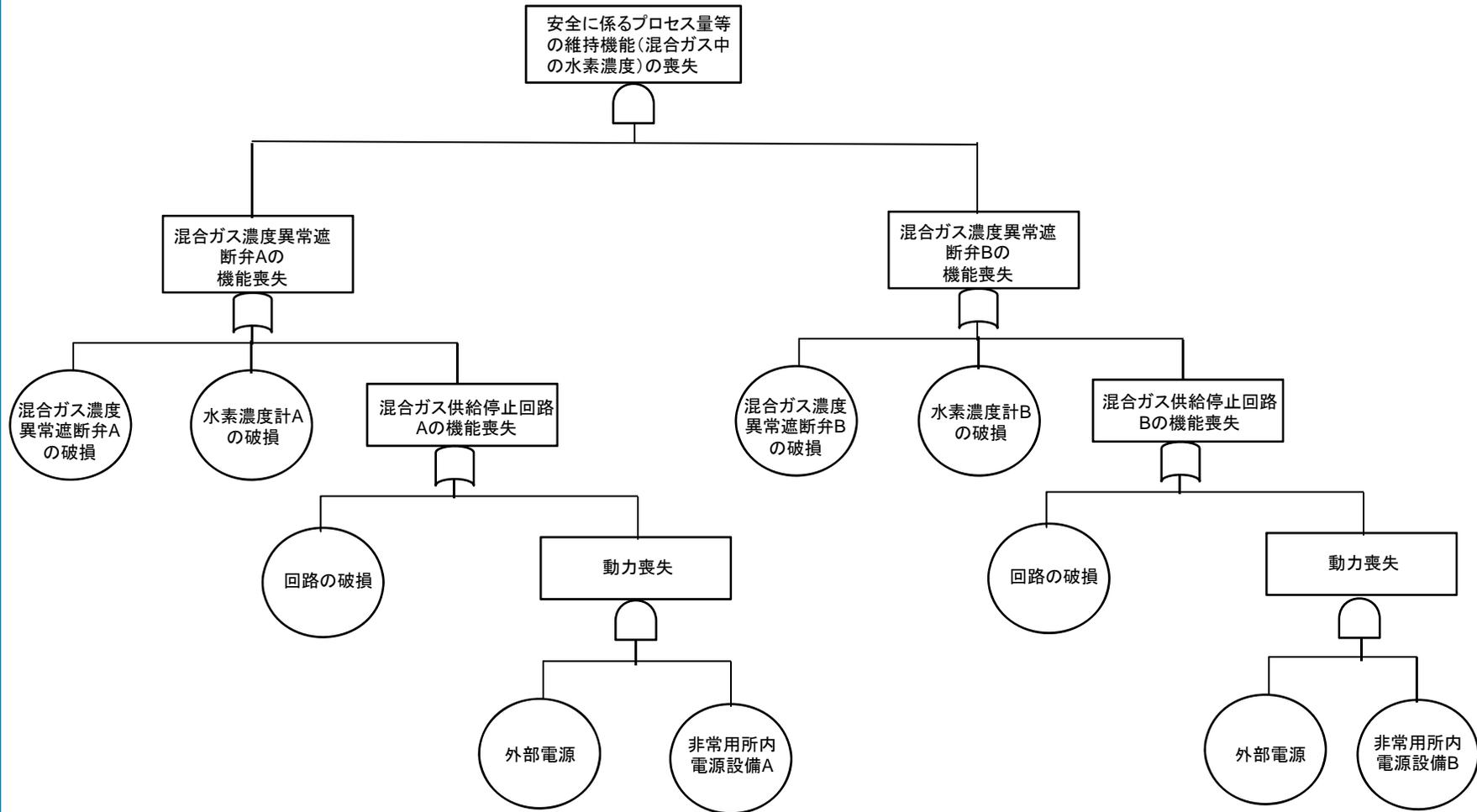
小規模試験設備の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



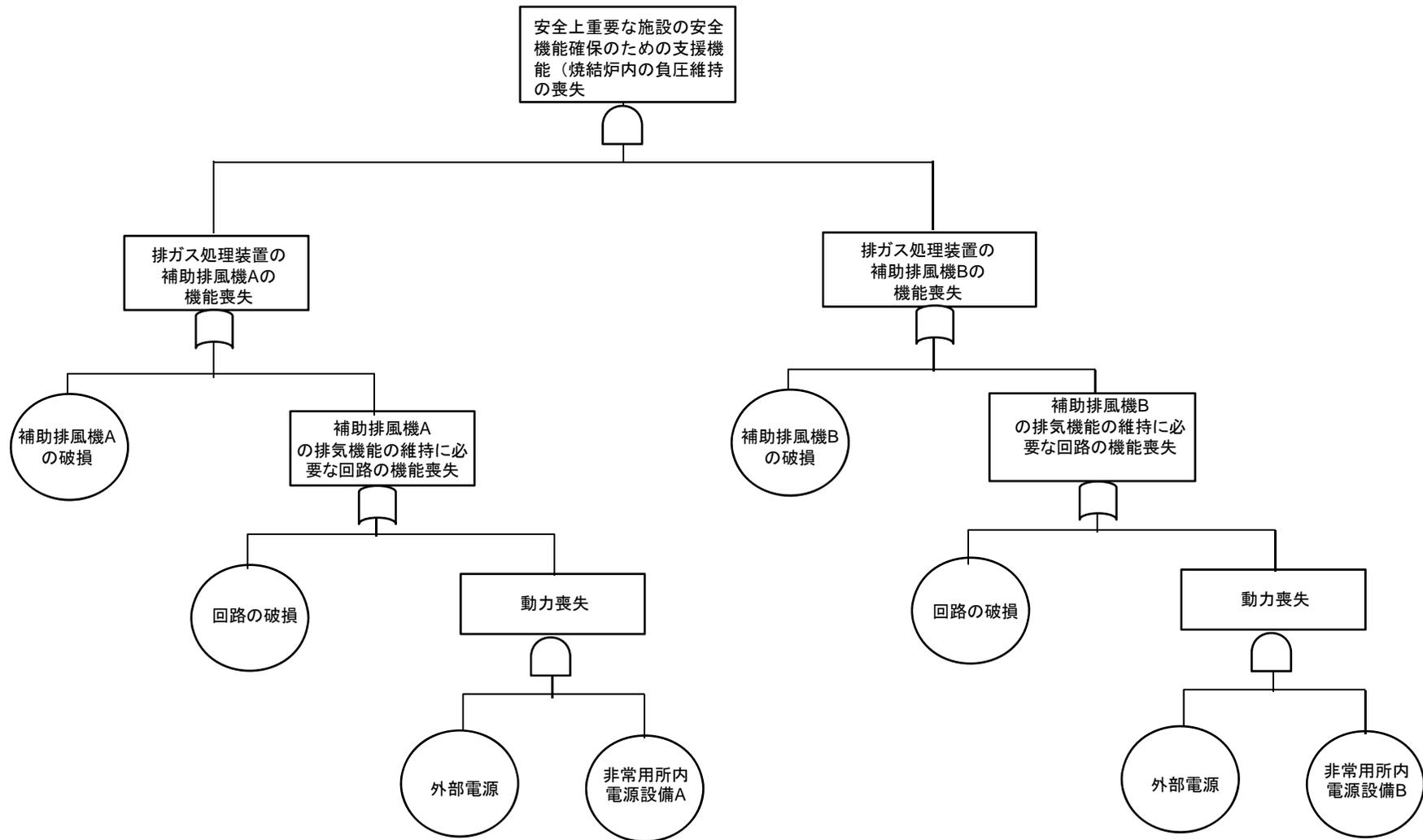
水素・アルゴン混合ガス設備の安全に係るプロセス量等の維持機能(混合ガス中の水素濃度)の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



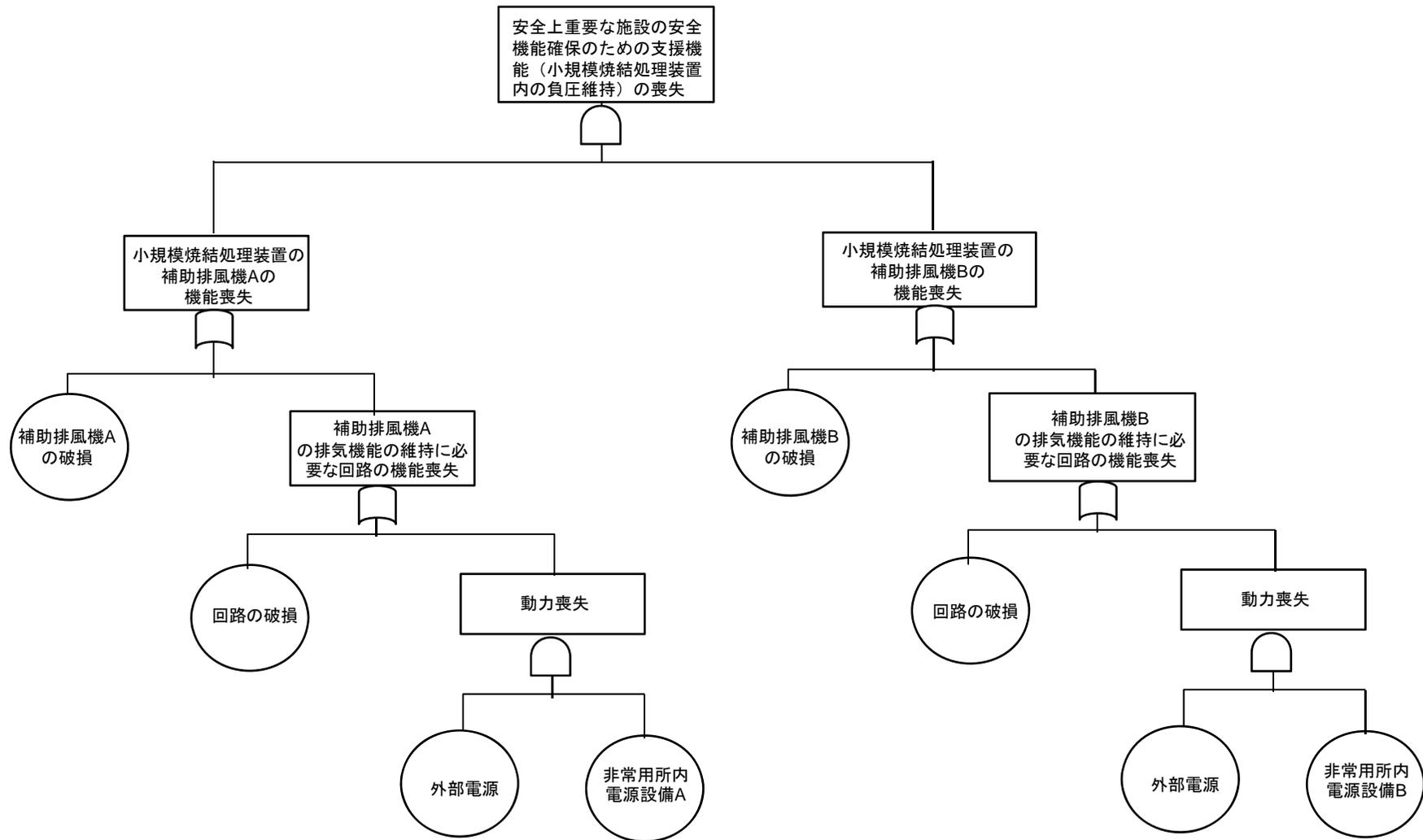
焼結設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能（焼結炉内の負圧維持）の喪失に関するフォールトツリー



 ANDゲート
 ORゲート

※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

小規模試験設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能 (小規模焼結処理装置内の負圧維持) の喪失に関するフォールトツリー

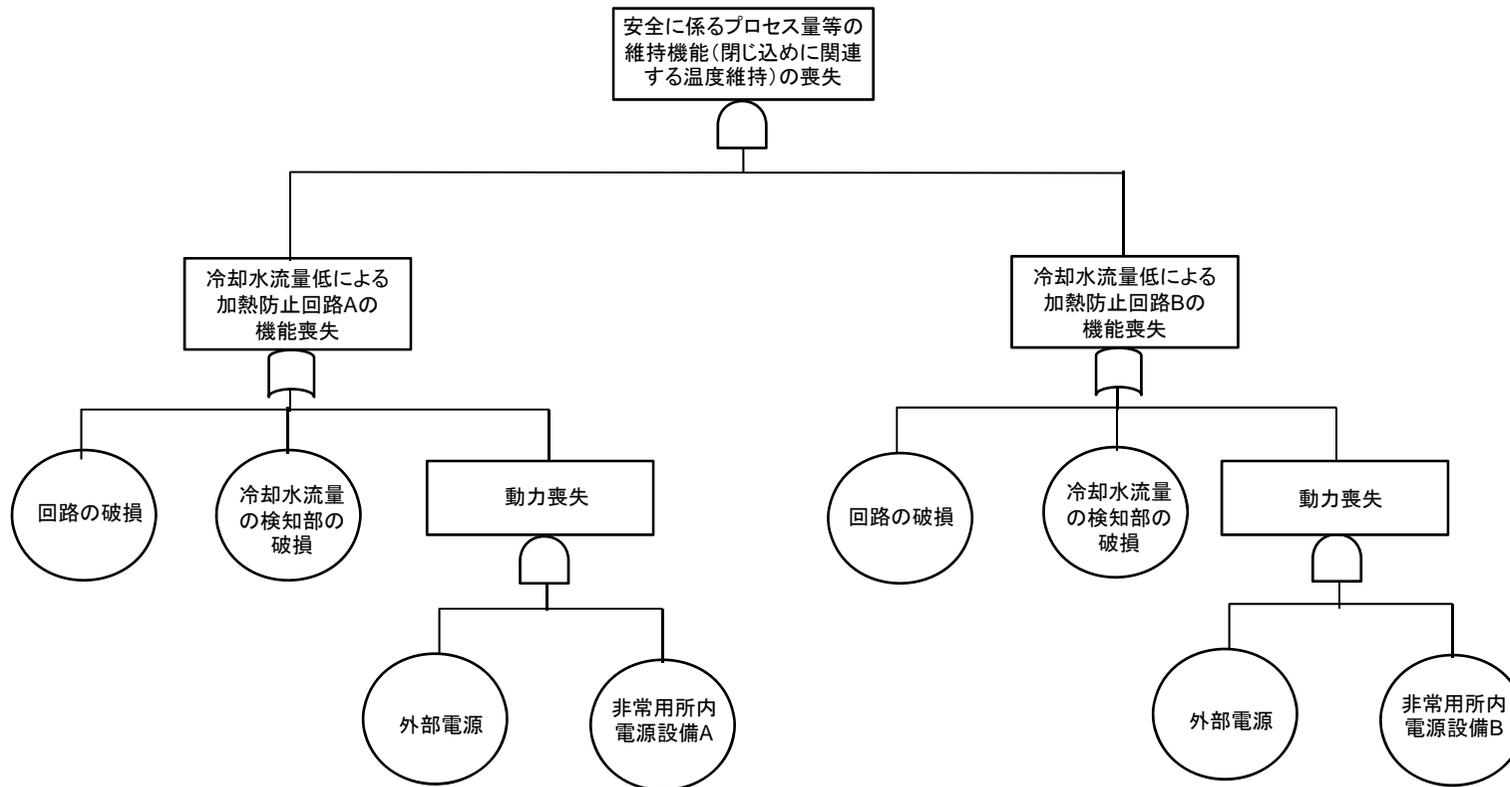


補-3-16-17



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

小規模試験設備の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)の喪失に関するフォールトツリー

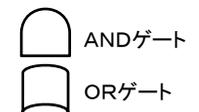
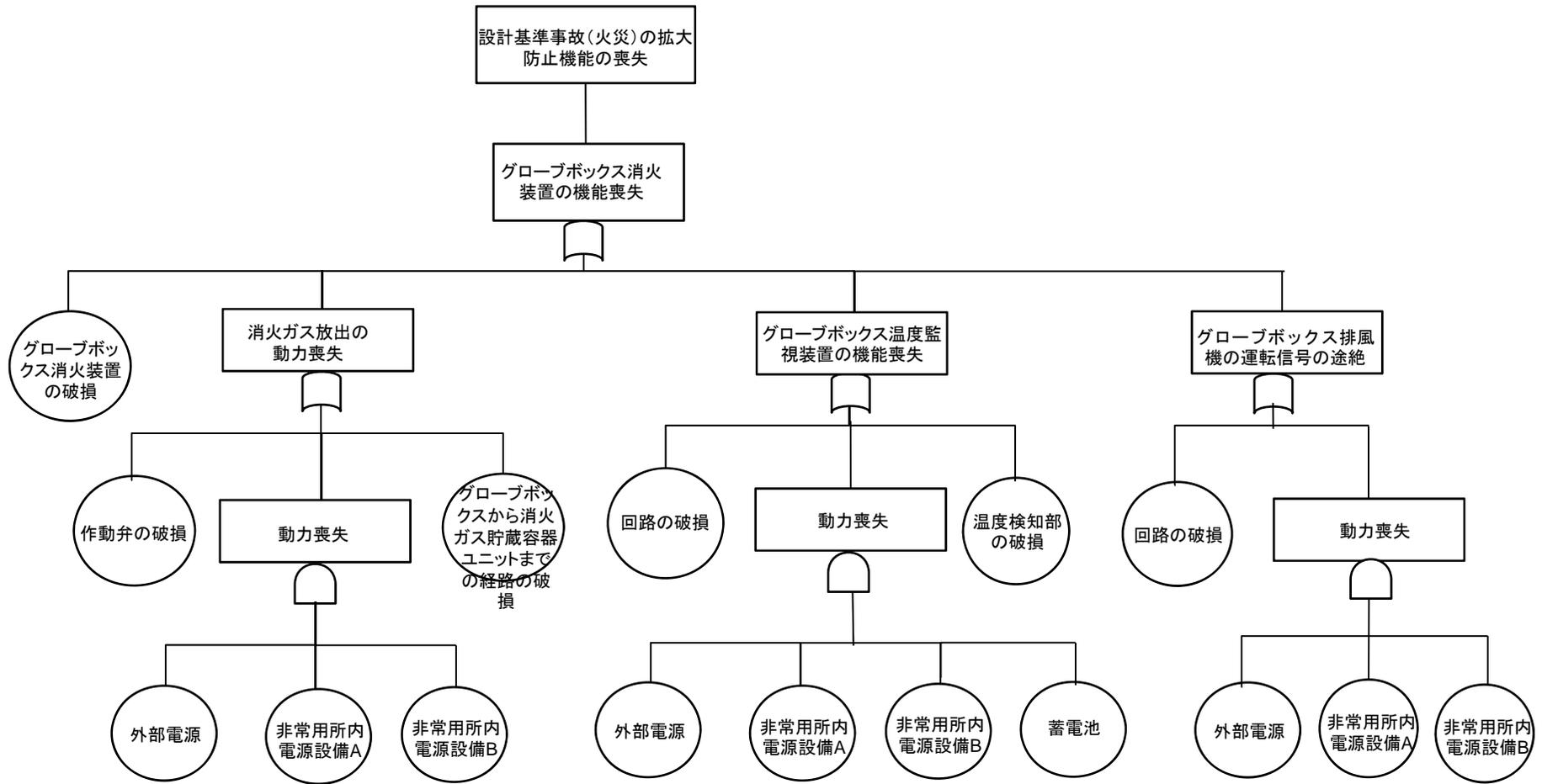


補-3-16-18

※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



火災防護設備の設計基準事故(火災)の拡大防止機能の喪失に関するフォールトツリー



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

令和2年3月18日 RO

補足説明資料 3 - 17 (22 条)

フォールトツリー

(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)

補足説明資料 3 - 16 に示す全てのフォールトツリーに対して、整理資料本文「3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定」で定めた下記の「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、安全機能の喪失に至る原因を示す。

設計上定める条件より厳しい条件

動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作	動的機器が多重故障 (多重の誤作動、多重の誤操作を含む) により機能喪失する。
全交流電源の喪失	外部電源の喪失時に、非常用所内電源設備が多重故障により起動しないことを想定する。
地震による機能喪失	常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て喪失する。常設の静的機器の機能は、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たもの以外は機能喪失する。
火山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の給気系統に設置するフィルタが、降下火砕物により目詰まりすることにより、機能喪失に至ることを想定する。

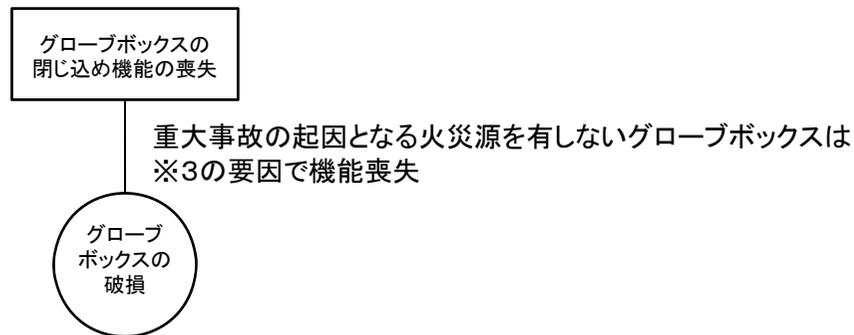
具体的には、フォールトツリー上に、設計上定める条件より厳しい条件において機能喪失を想定する設備があれば、当該設備に記号として※を記載し、

どの設計上定める条件より厳しい条件で安全機能が機能喪失するかを示す。

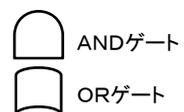
また、下流（機能喪失の要因となる設備）で※が記載される場合には、上流にも同じ※を記載し、最終的には、最上流である安全機能の喪失がどの設計上定める条件より厳しい条件で機能喪失するかを示す。

以 上

グローブボックスの閉じ込め機能の喪失に関するフォールトツリー（機能喪失状態の特定）

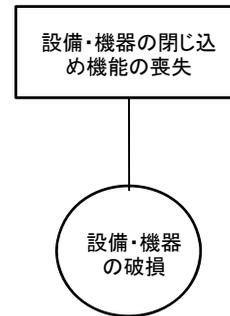


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

設備・機器の閉じ込め機能の喪失に関するフォールトツリー（機能喪失状態の特定）

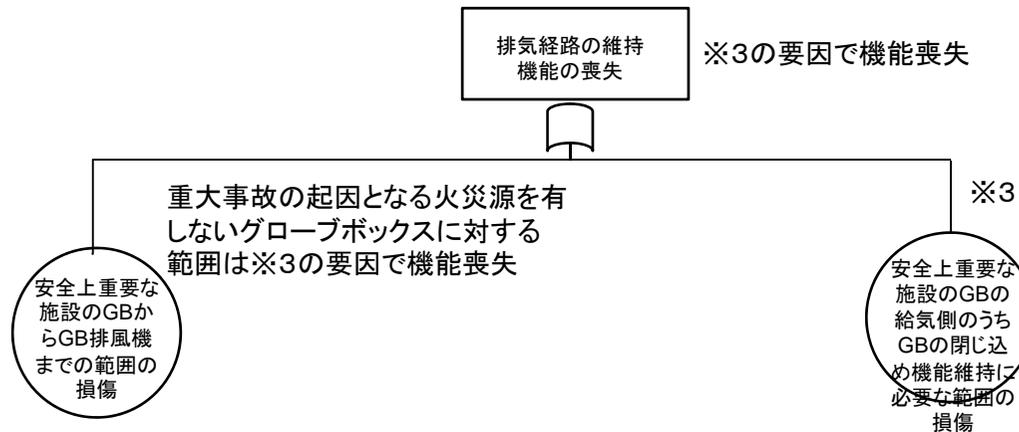


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

グローブボックス排気設備の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

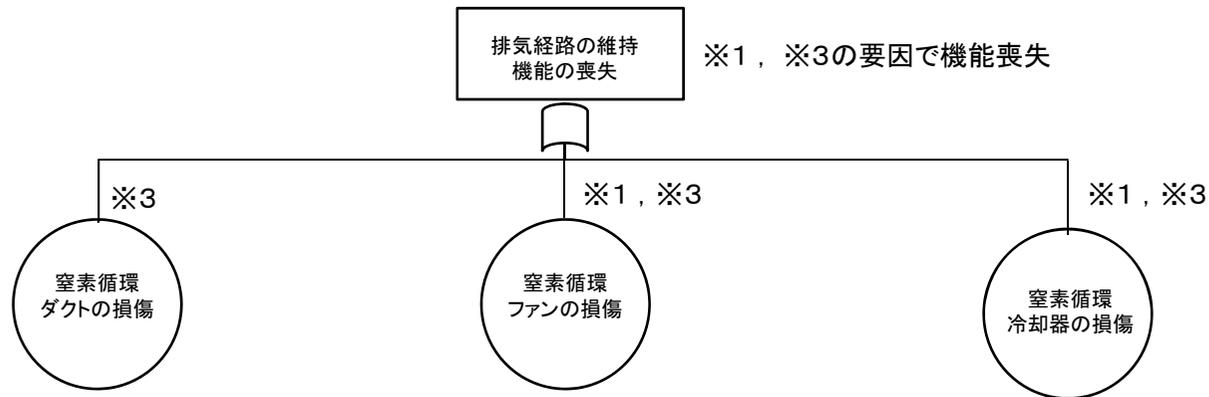


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

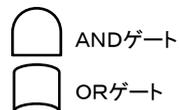


- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

窒素循環設備の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

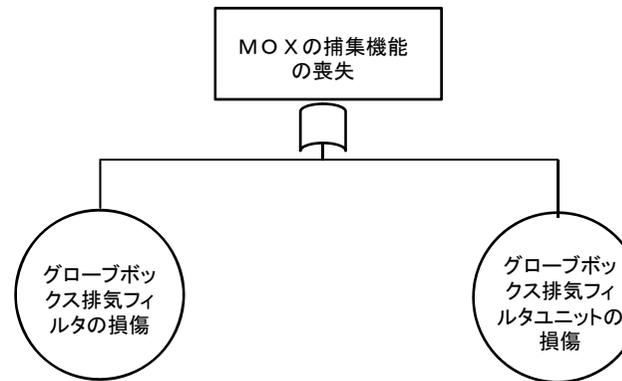


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

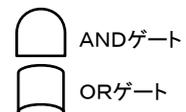


- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

グローブボックス排気設備のMOXの捕集機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

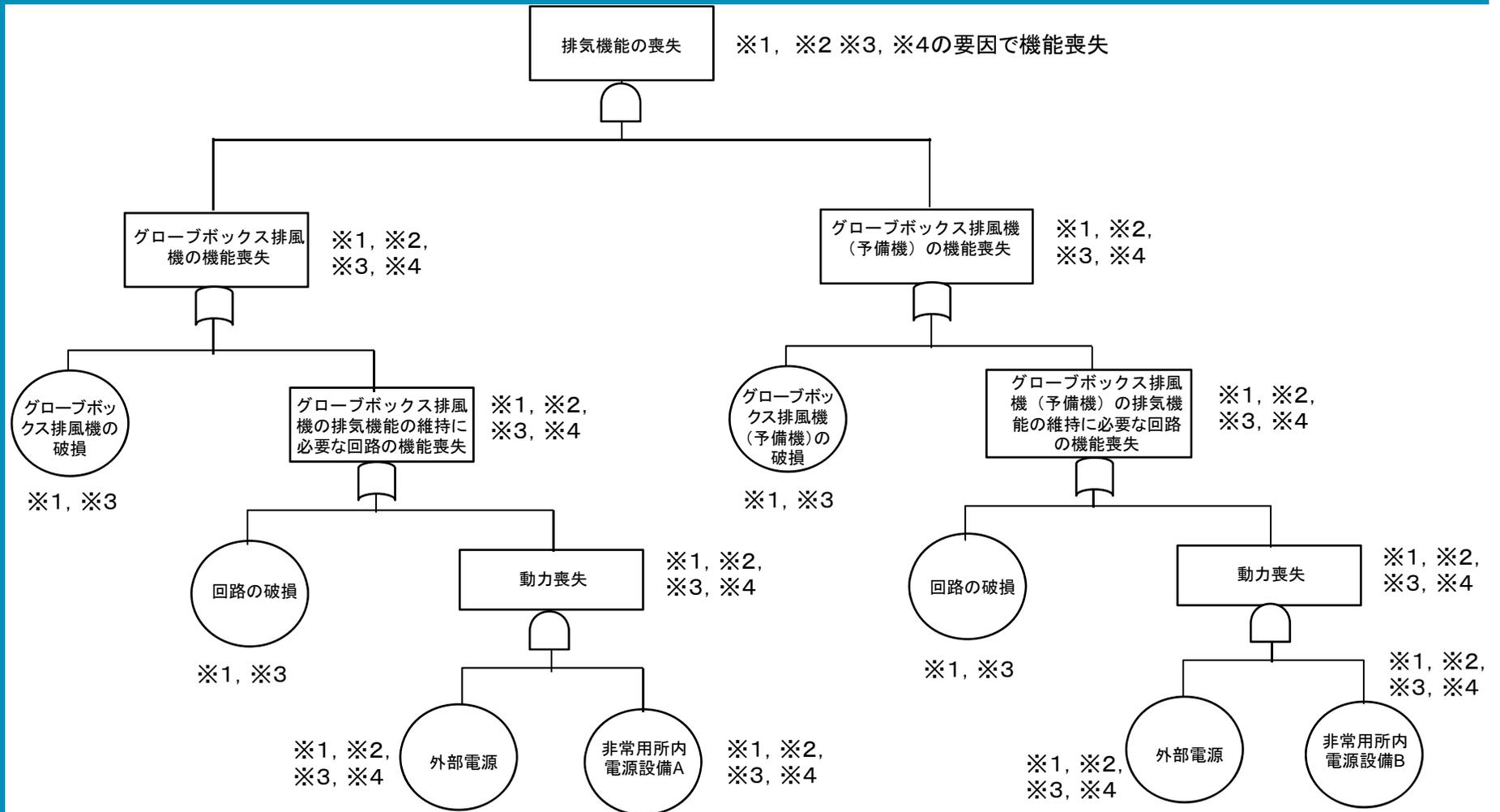


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

グローブボックス排気設備の排気機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

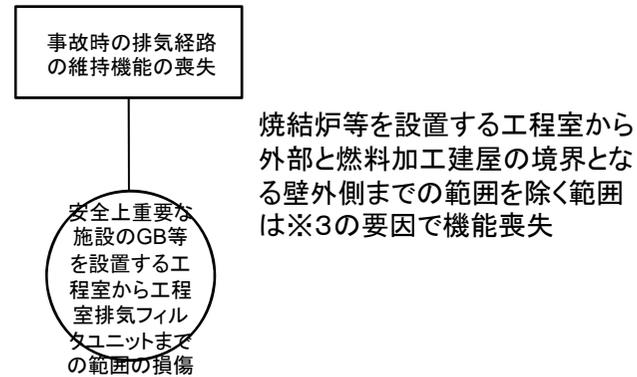


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

工程室排気設備の事故時の排気経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

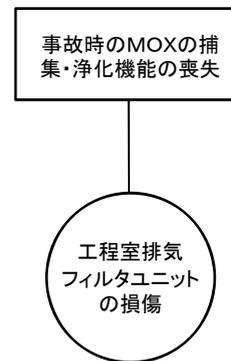


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

工程室排気設備の事故時のMOXの捕集・浄化機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

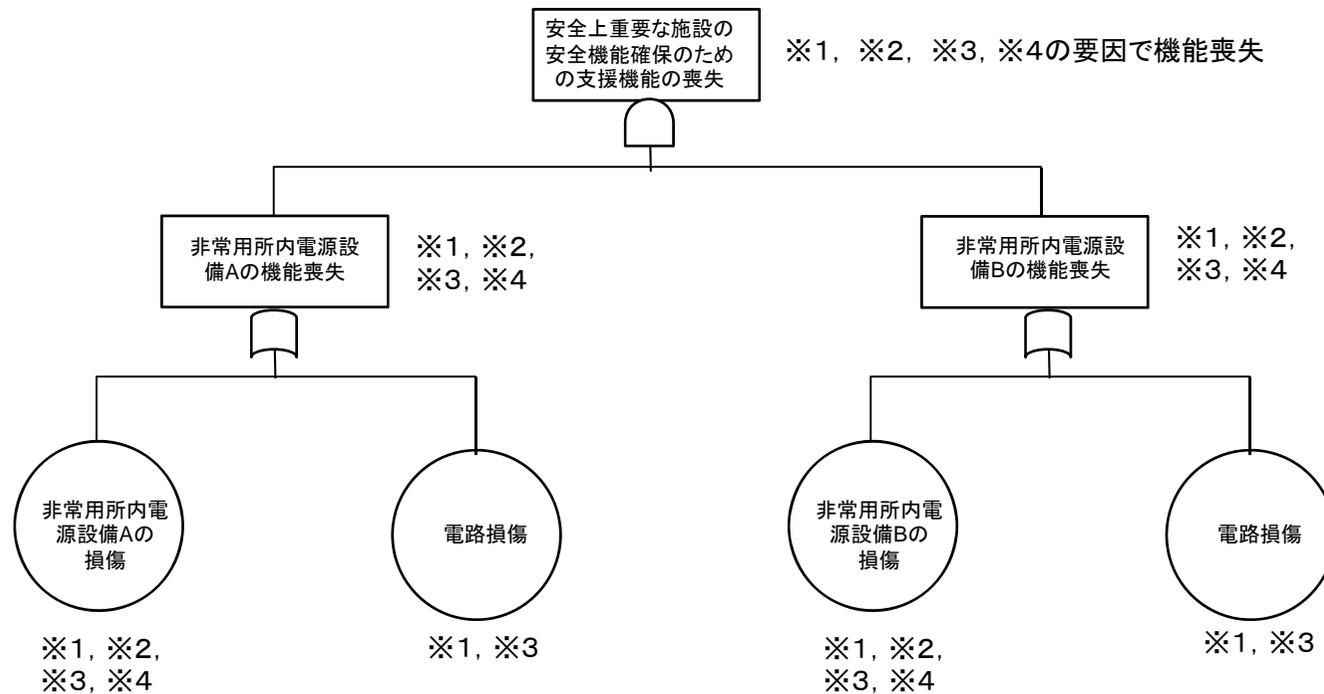


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

非常用所内電源設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能の喪失に関する フォールトツリー（機能喪失状態の特定）



※1, ※2, ※3, ※4の要因で機能喪失

※1, ※2,
※3, ※4

※1, ※2,
※3, ※4

※1, ※2,
※3, ※4

※1, ※3

※1, ※2,
※3, ※4

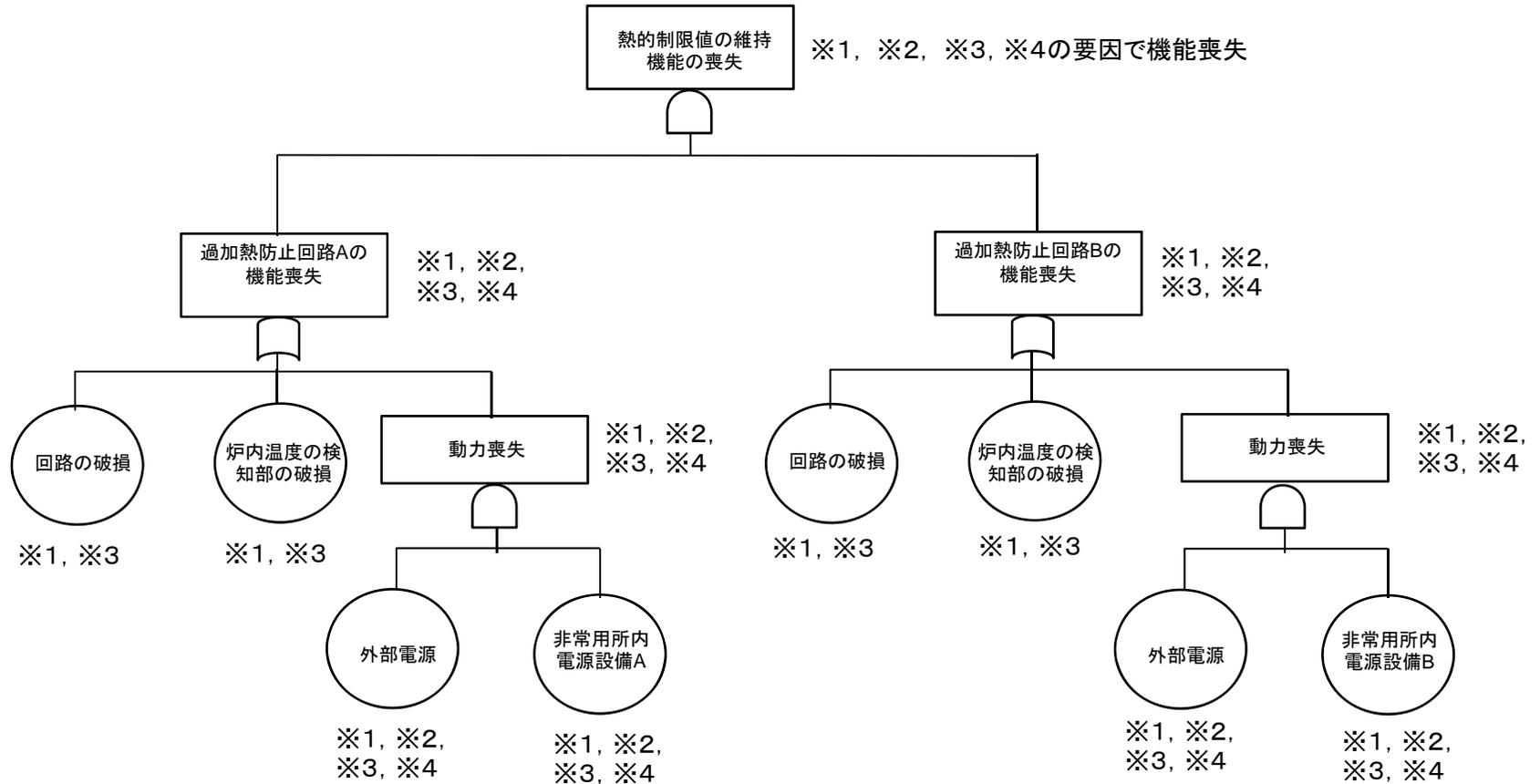
※1, ※3

※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

焼結設備の熱的制限値の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

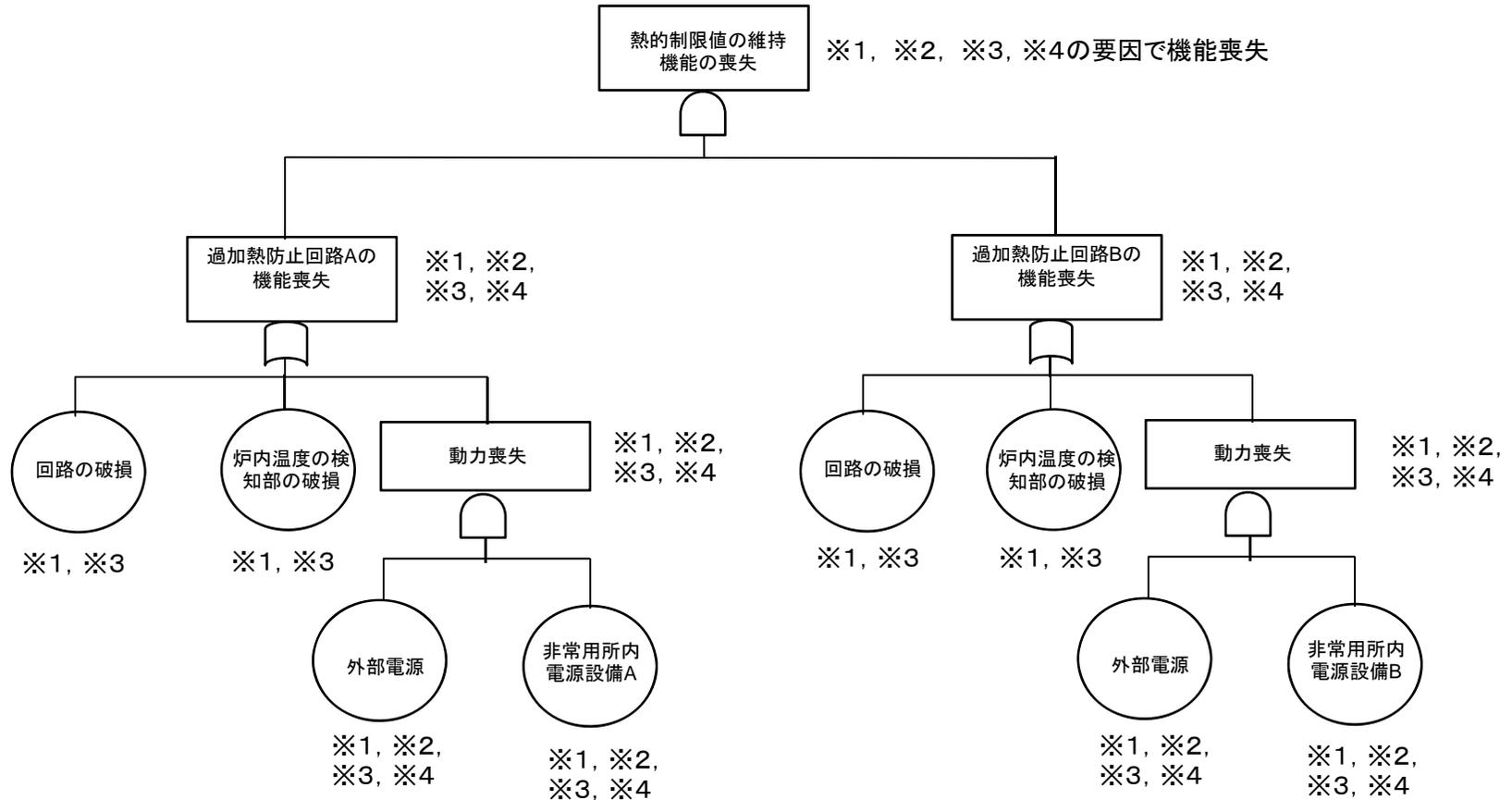


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失



小規模試験設備の熱的制限値の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

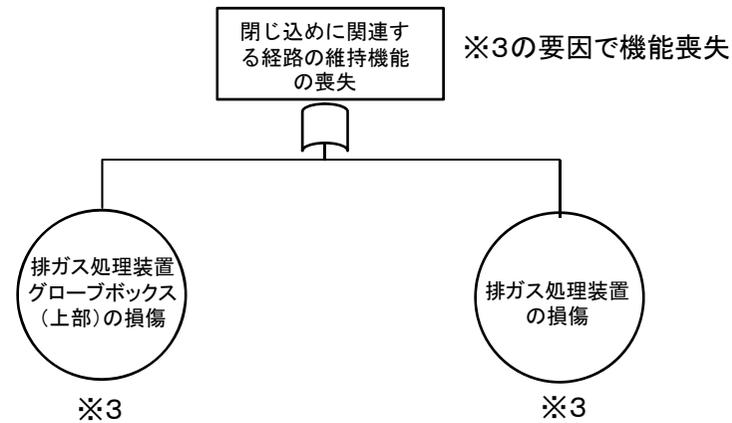


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

焼結設備の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

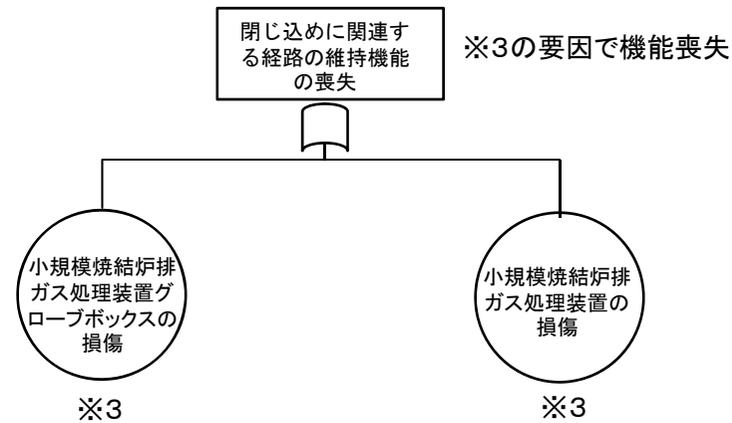


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

小規模試験設備の閉じ込めに関連する経路の維持機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

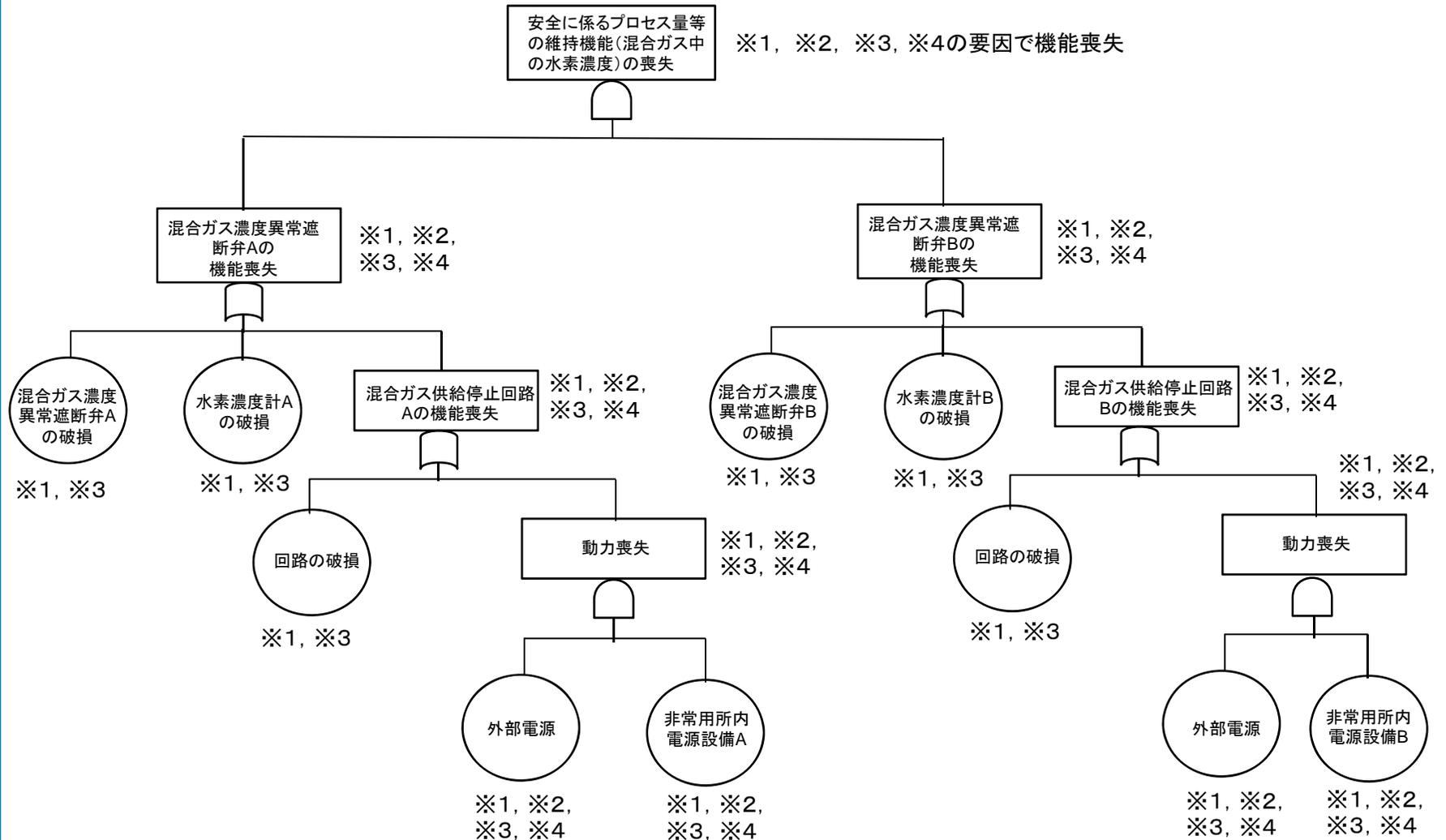


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

水素・アルゴン混合ガス設備の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)の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

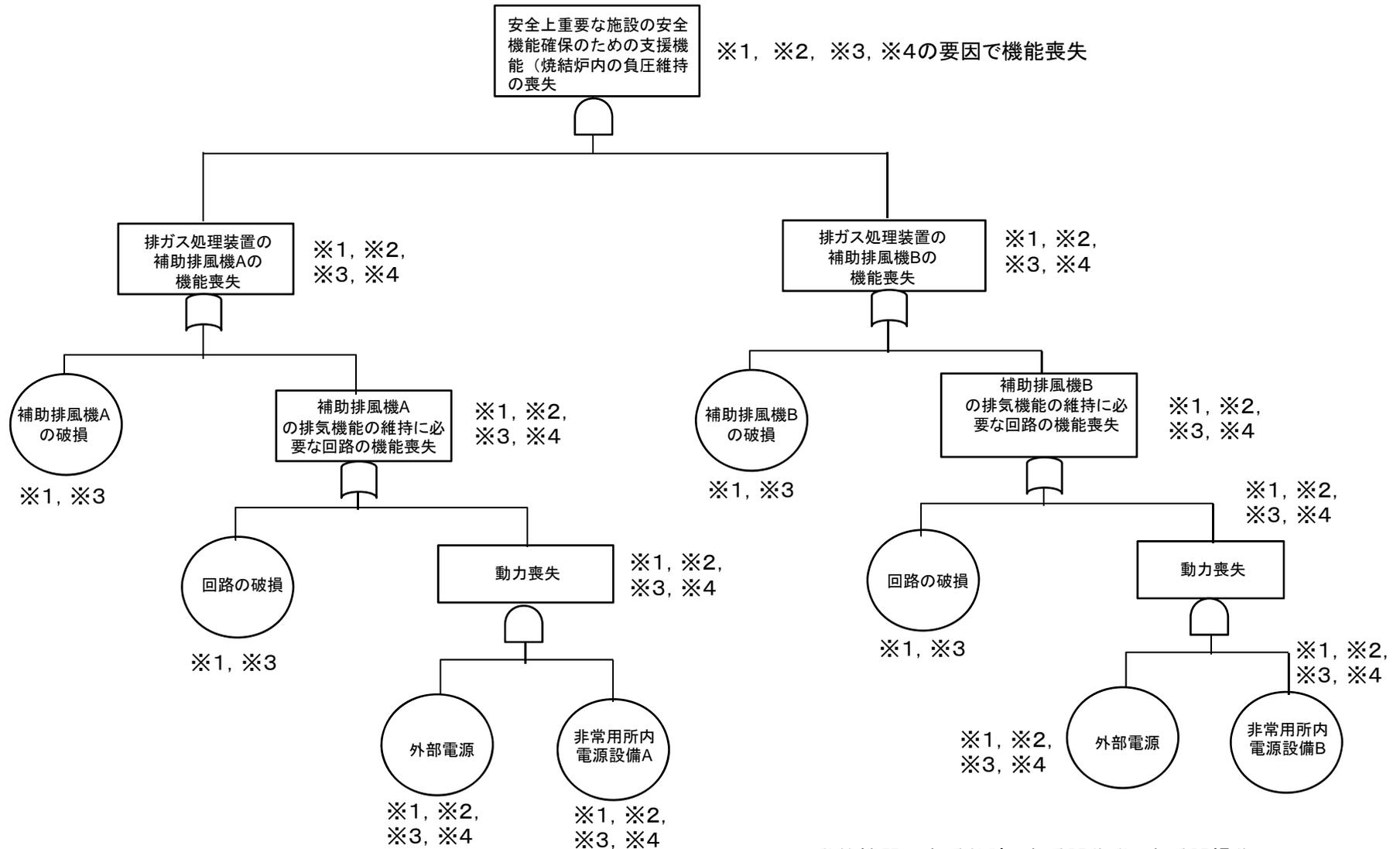


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

焼結設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能（焼結炉内の負圧維持）の喪失に関するフォールトツリー（機能喪失状態の特定）

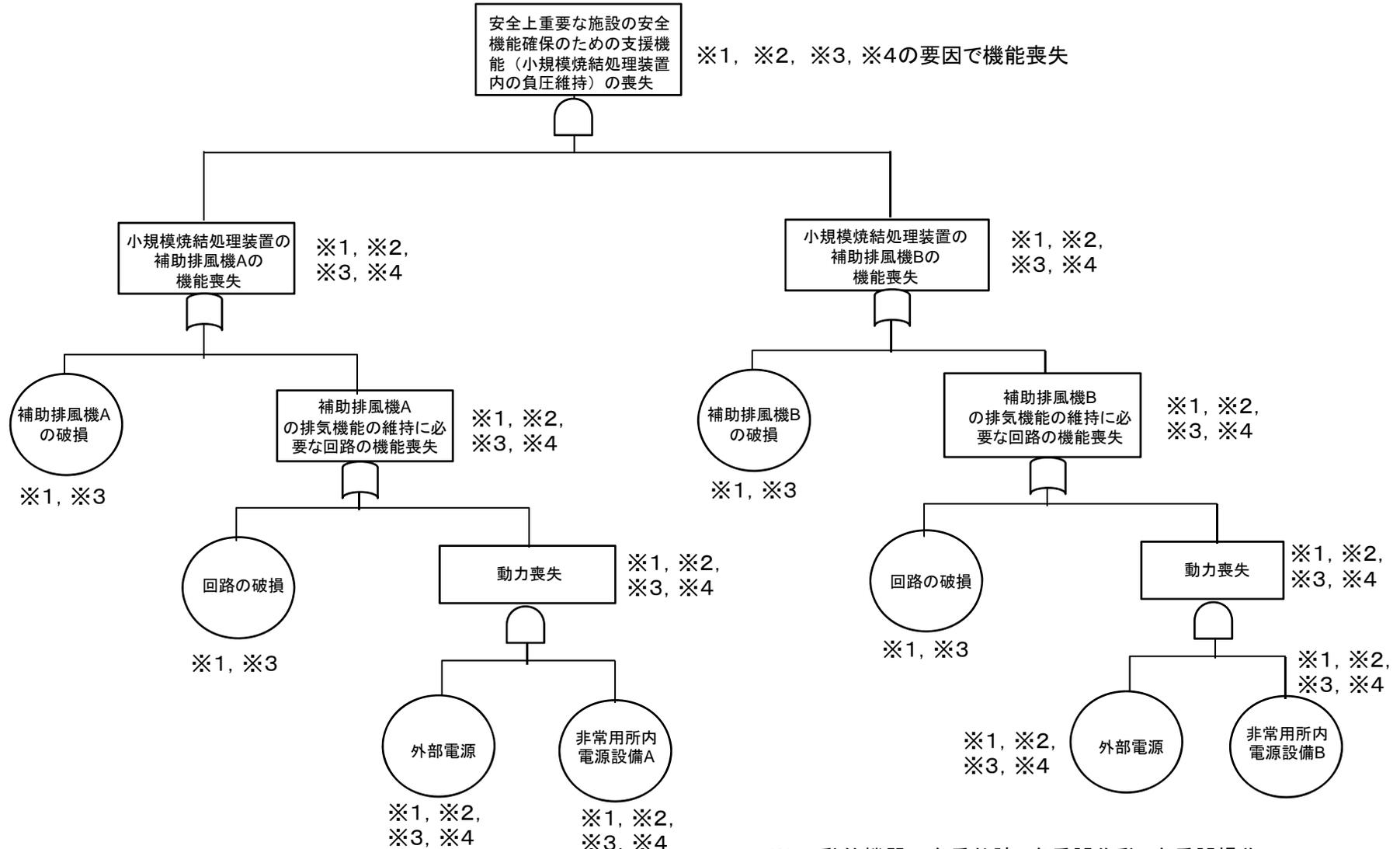


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

小規模試験設備の安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能 (小規模焼結処理装置内の負圧維持)の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

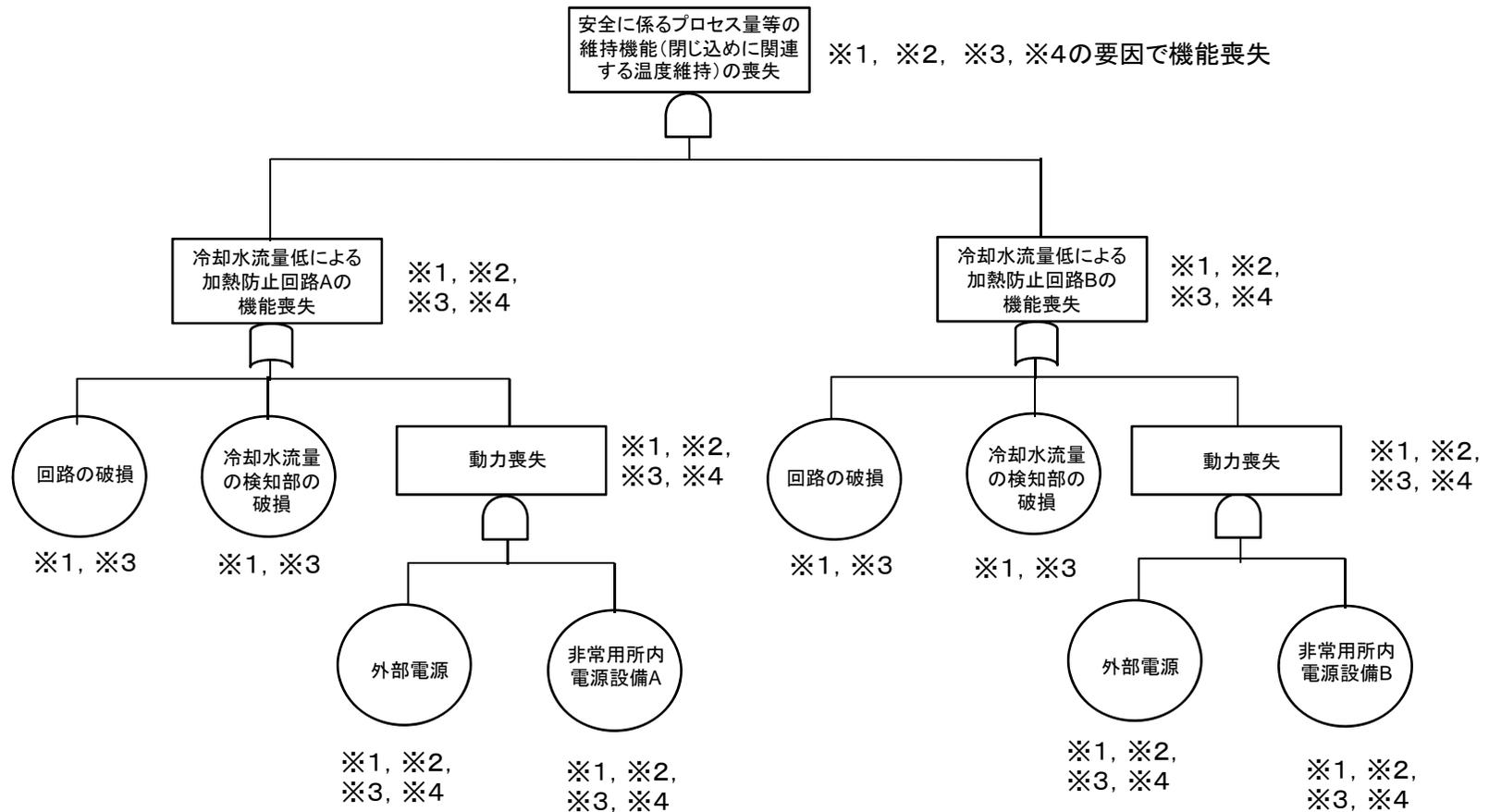


- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

小規模試験設備の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)の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)

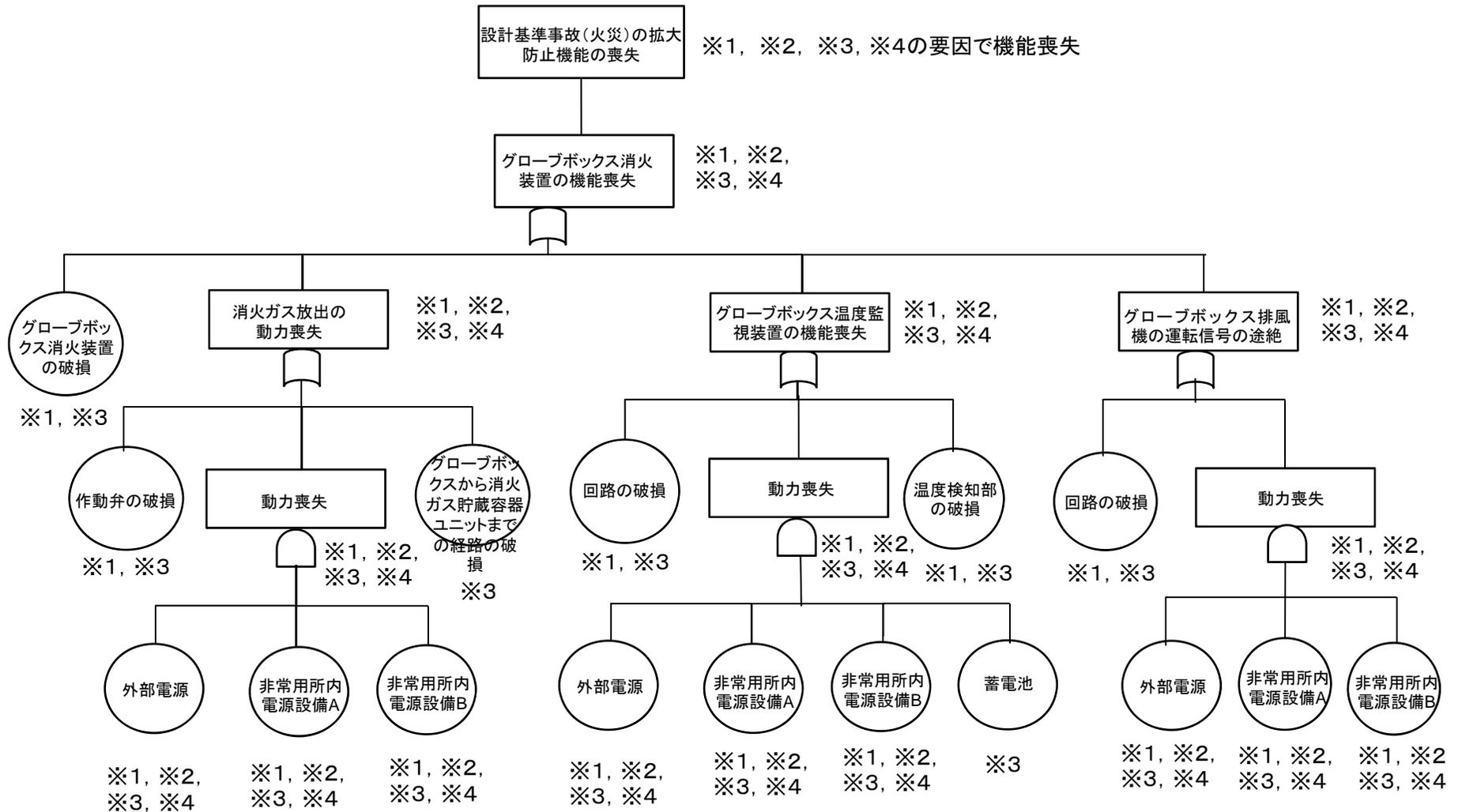


※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。

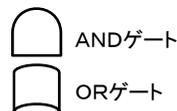


- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

火災防護設備の設計基準事故(火災)の拡大防止機能の喪失に関するフォールトツリー (機能喪失状態の特定)



※基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計の場合は、機能喪失しない。



- ※1 動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作
- ※2 全交流電源の喪失
- ※3 地震による機能喪失
- ※4 火山による機能喪失

令和2年3月18日 RO

補足説明資料 3 - 18 (22 条)

系統図

(設計上定める条件より厳しい条件毎の安全機能喪失の特定)

補足説明資料 3 - 15 に示すそれぞれの設備の系統図に対して、整理資料本文「3. 2. 3 設計上定める条件より厳しい条件の設定」で定めた下記の「設計上定める条件より厳しい条件」を適用することにより、機能喪失を想定する対象を示す。

設計上定める条件より厳しい条件

動的機器の多重故障, 多重誤作動, 多重誤操作	動的機器が多重故障(多重の誤作動、多重の誤操作を含む)により機能喪失する。
全交流電源の喪失	外部電源の喪失時に、非常用所内電源設備が多重故障により起動しないことを想定する。
地震による機能喪失	常設の動的機器と交流動力電源の機能は復旧に時間を要することが想定されることから全て喪失する。常設の静的機器の機能は、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たもの以外は機能喪失する。
火山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の給気系統に設置するフィルタが、降下火砕物により目詰まりすることにより、機能喪失に至ることを想定する。

具体的には、当該設備が有する安全機能のフォールトツリーを参照し、設計上定める条件より厳しい条件により機能喪失に至る場合は、系統図上に赤で×を記載する。

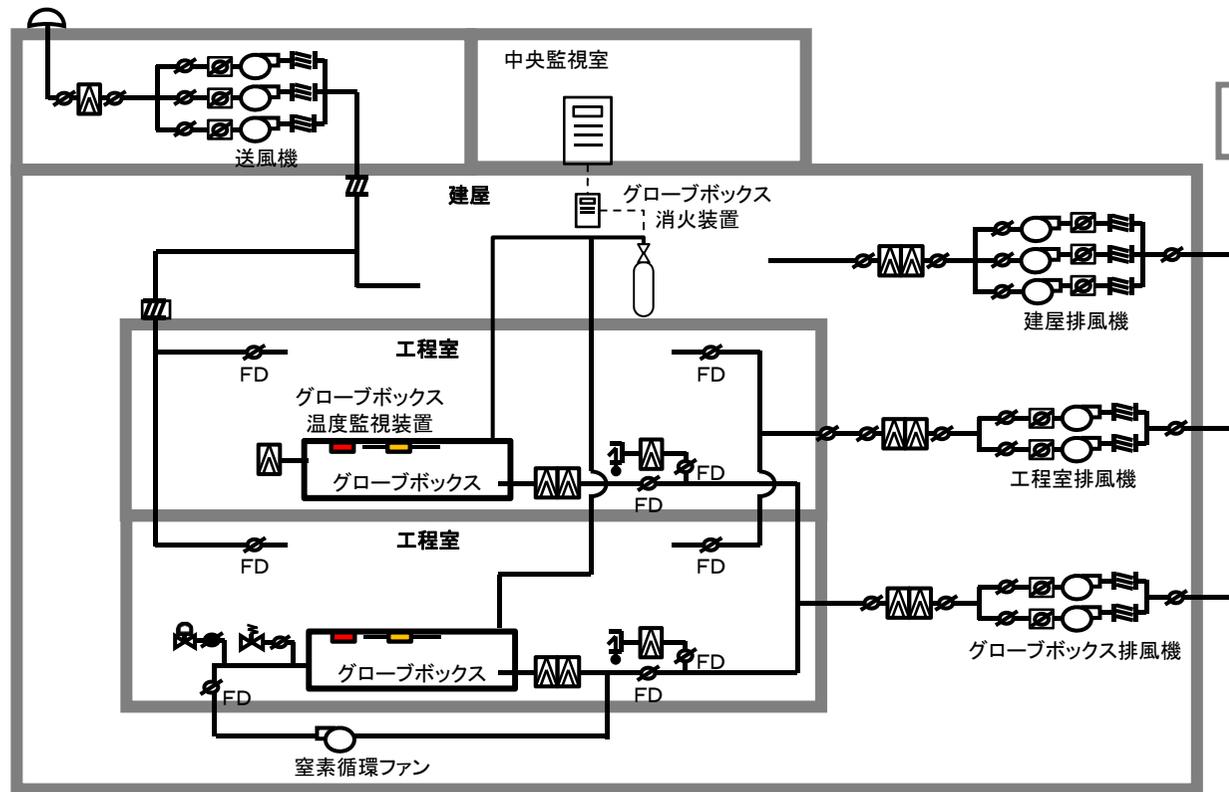
この×を記載する系統図は、重大事故の起因毎に分ける。さらに、起因として動的機器の多重故障を想定する場合には、どの動的機器に多重故障を想定するかによって機能喪失する箇所が異なることから、それぞれでケース分けして×を記載する。

以上

安全機能の凡例

分類	機能
①-1	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の閉じ込め機能
①-2	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・機器の閉じ込め機能
②-1	排気経路の維持機能
②-2	MOXの捕集機能
②-3	排気機能
③-1	事故時のMOXの過度の放出防止機能
③-2	事故時の排気経路の維持機能
③-3	事故時のMOXの捕集・浄化機能
④	-
⑤	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能
⑥-1	核的制限値(寸法)の維持機能
⑥-2	熱的制限値の維持機能
⑦	-
⑧-1	閉じ込めに関連する経路の維持機能
⑧-2	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)
⑧-3	安全上重要な施設の安全機能確保のための支援機能(焼結炉及び小規模焼結処理装置内の負圧維持)
⑧-4	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)
⑧-5	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)
⑧-6	設計基準事故(火災)の拡大防止機能

I. グローブボックスに関連する系統概要図



【凡例】

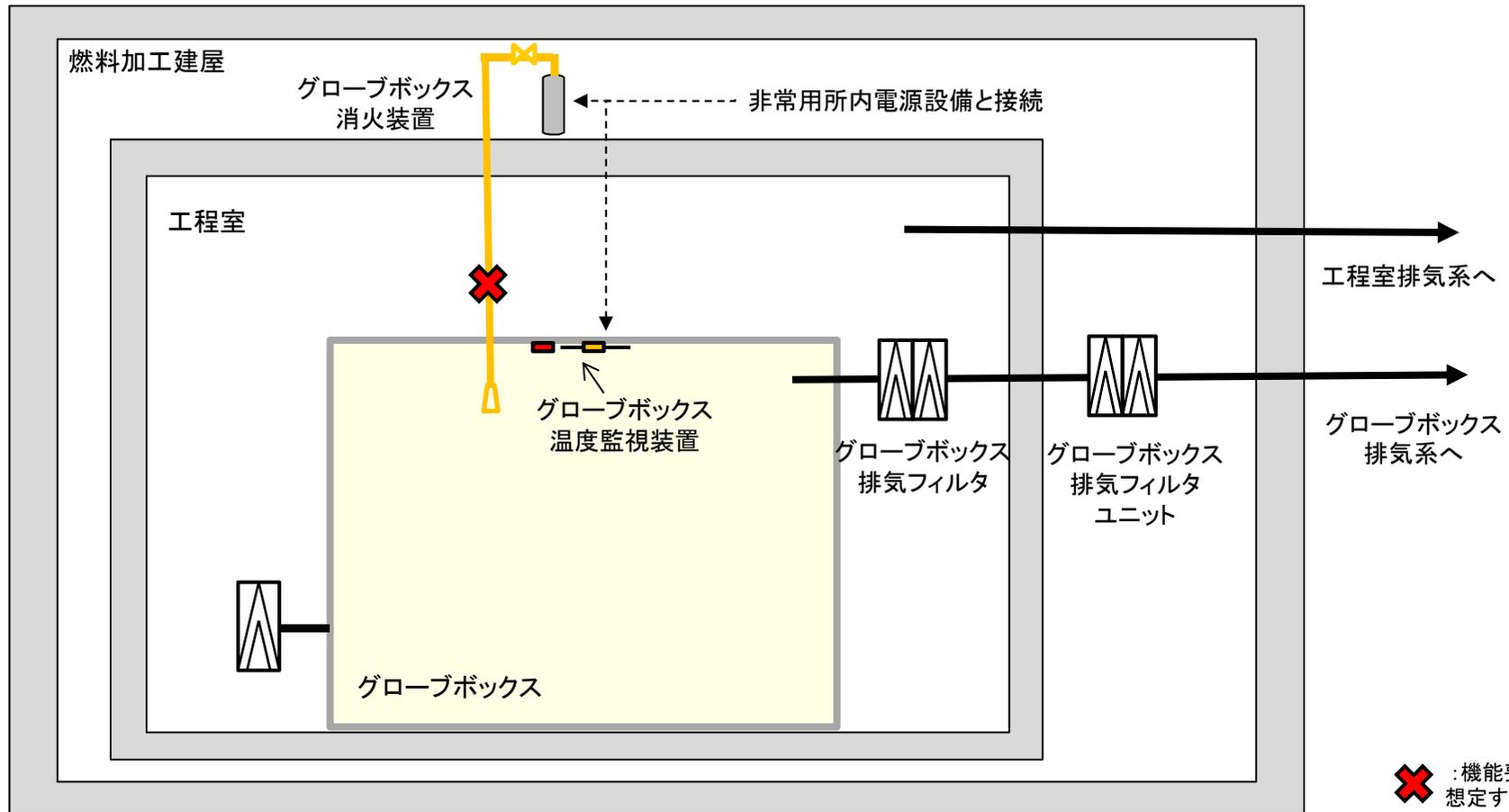
- 延焼防止ダンパ
- FD
- :高性能エアフィルタ
- :手動ダンパ
- :閉止ダンパ
(遠隔手動)
- :逆止ダンパ
- :カウンタバランス
ダンパ
- :手動弁
- :逆止弁
- :ピストンダンパ
- :自力式吸気弁

I-1 火災防護設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(グローブボックス消火装置)



安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

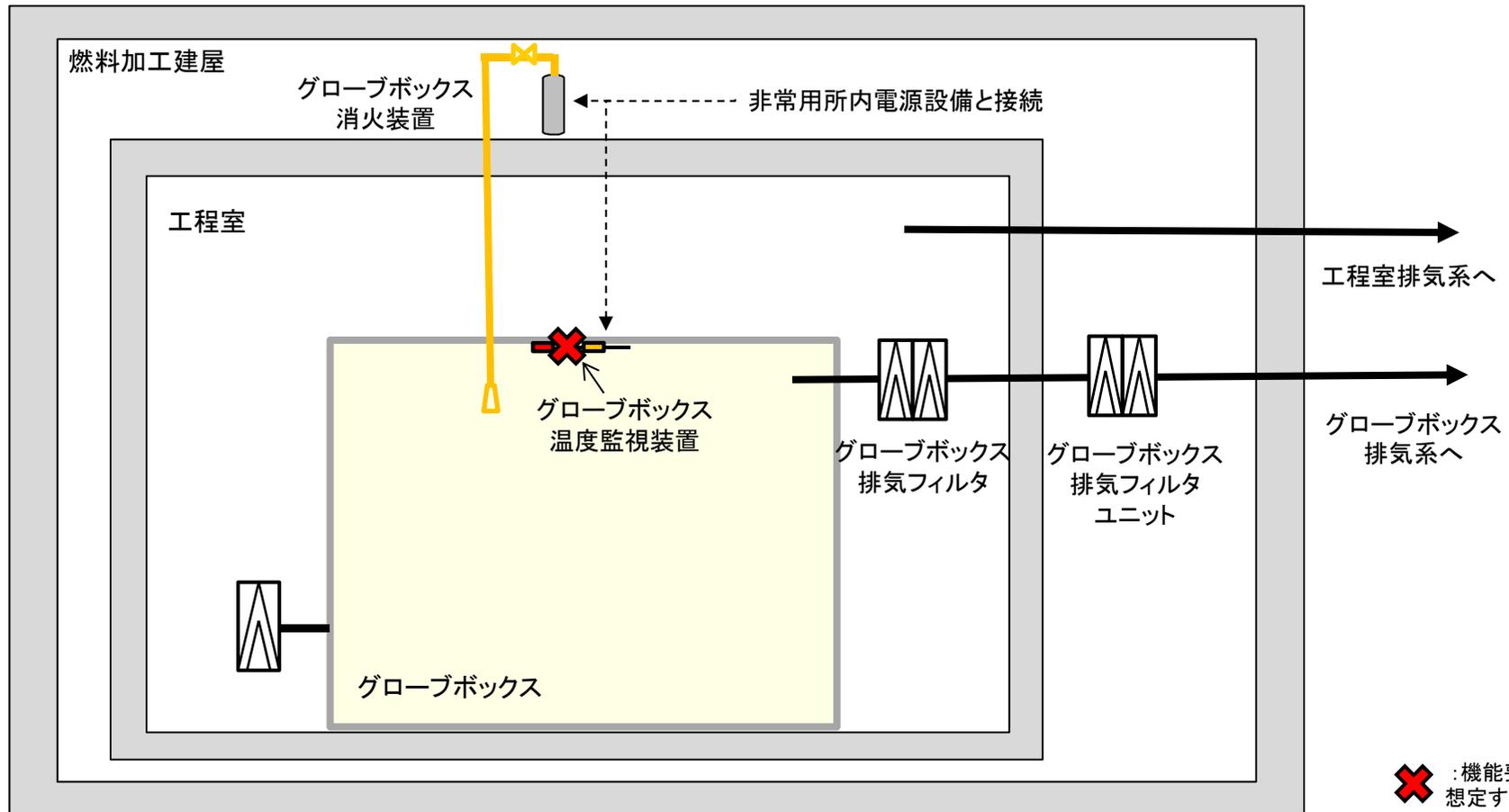


I-1 火災防護設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(グローブボックス温度監視装置)



安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

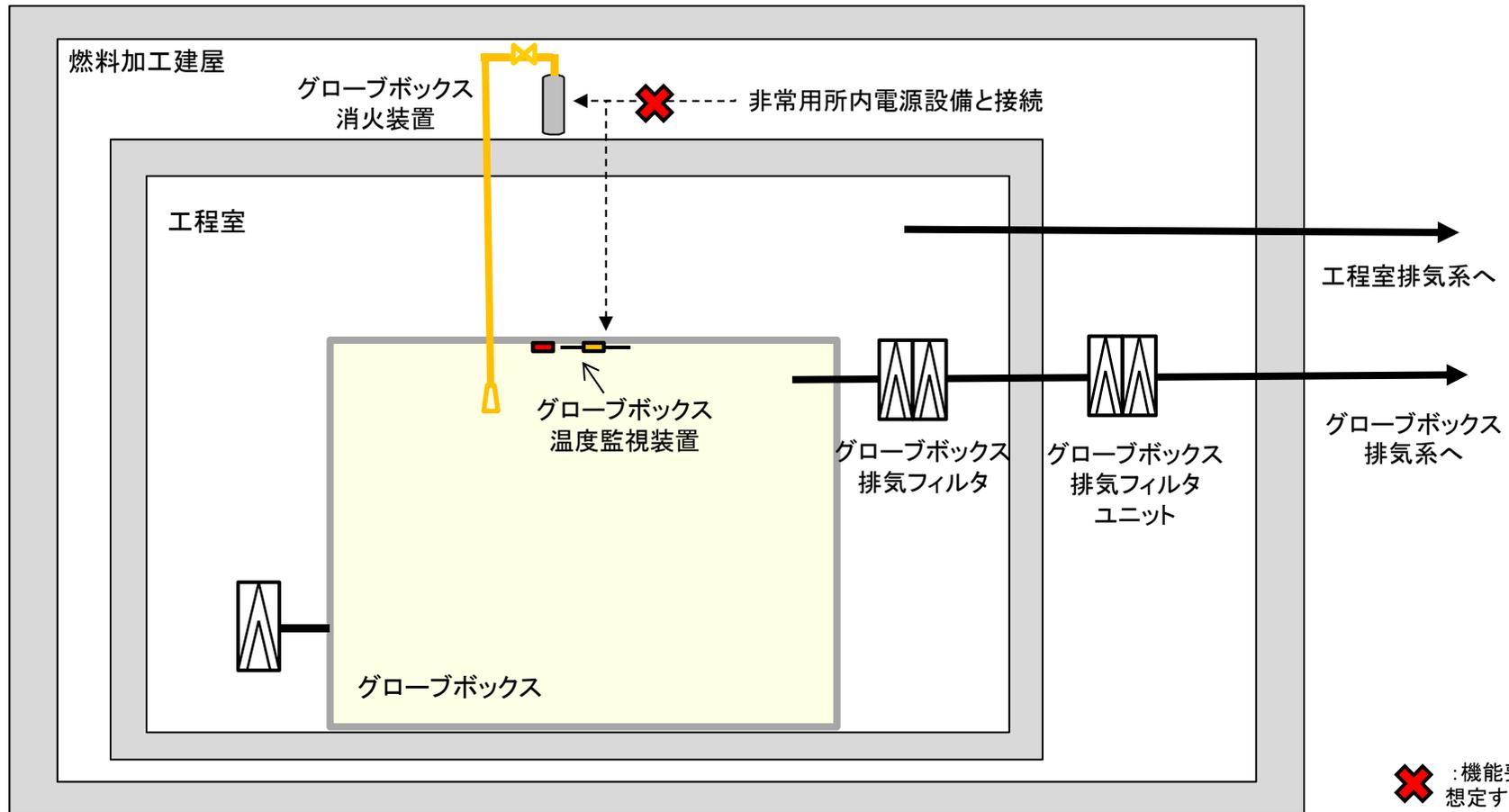


I-1 火災防護設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(非常用所内電源設備)



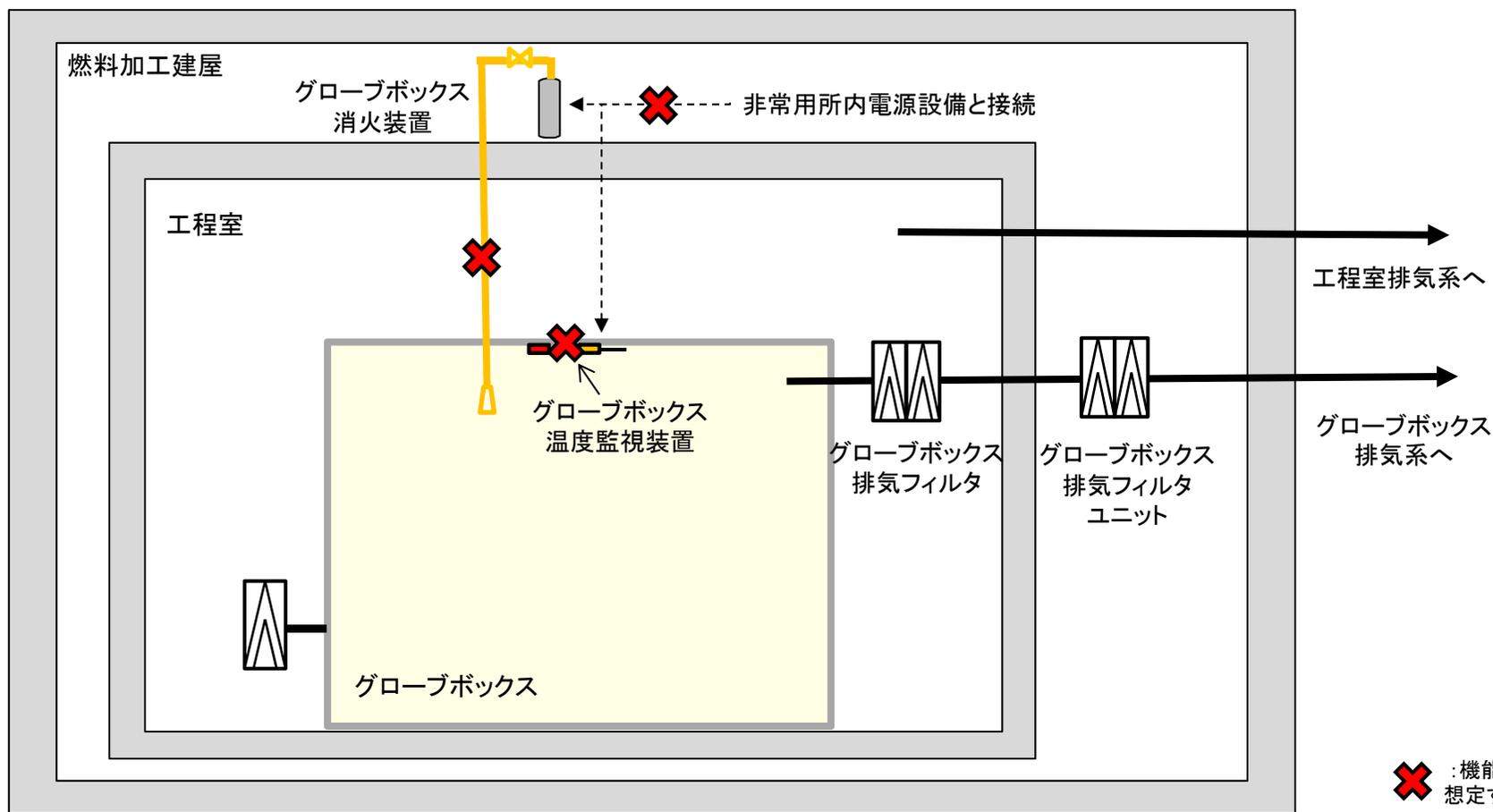
安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×



I -1 火災防護設備に関連する系統図

※2 全交流電源の喪失

安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

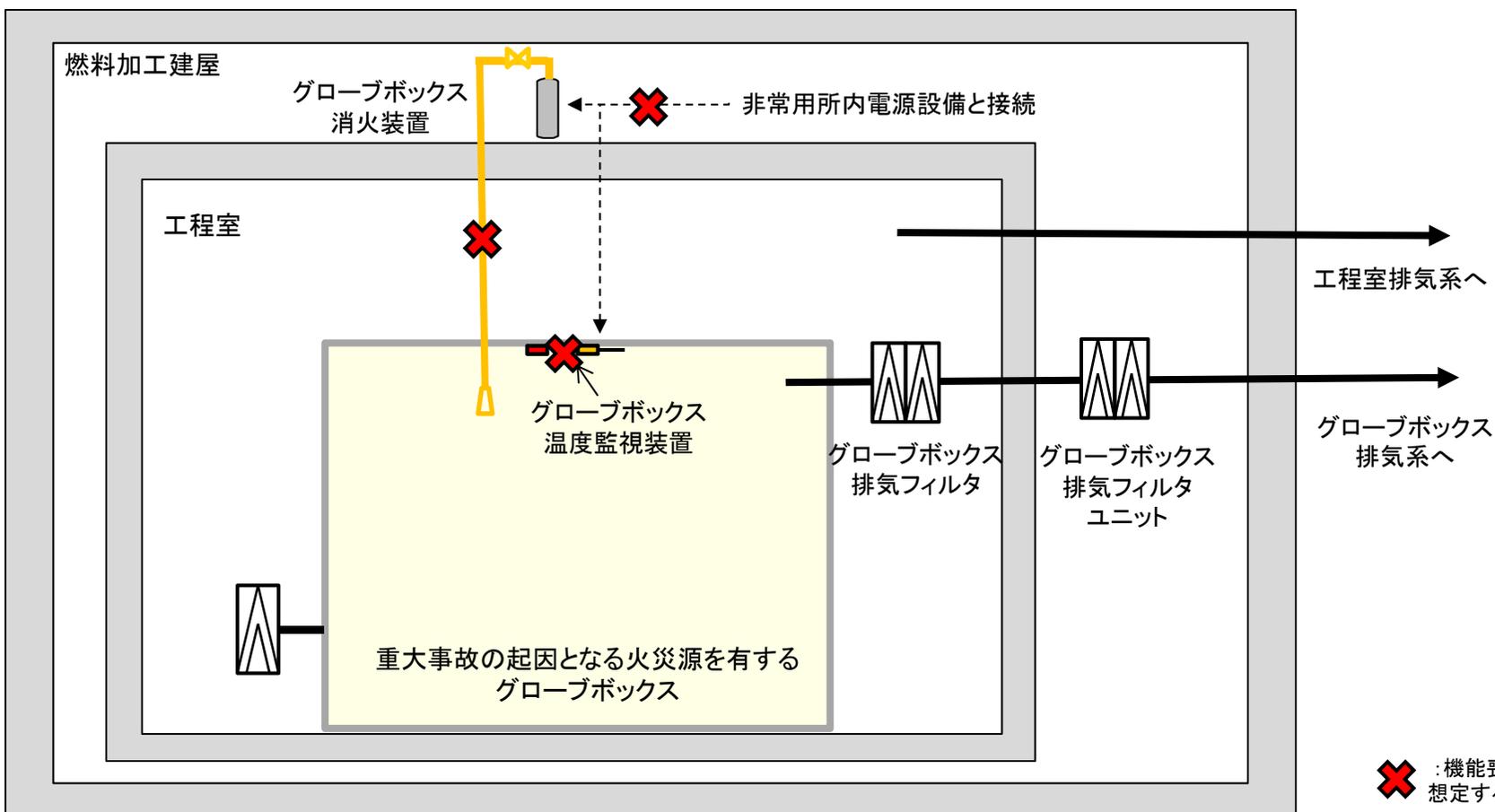


I -1 火災防護設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失(重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックス)



安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

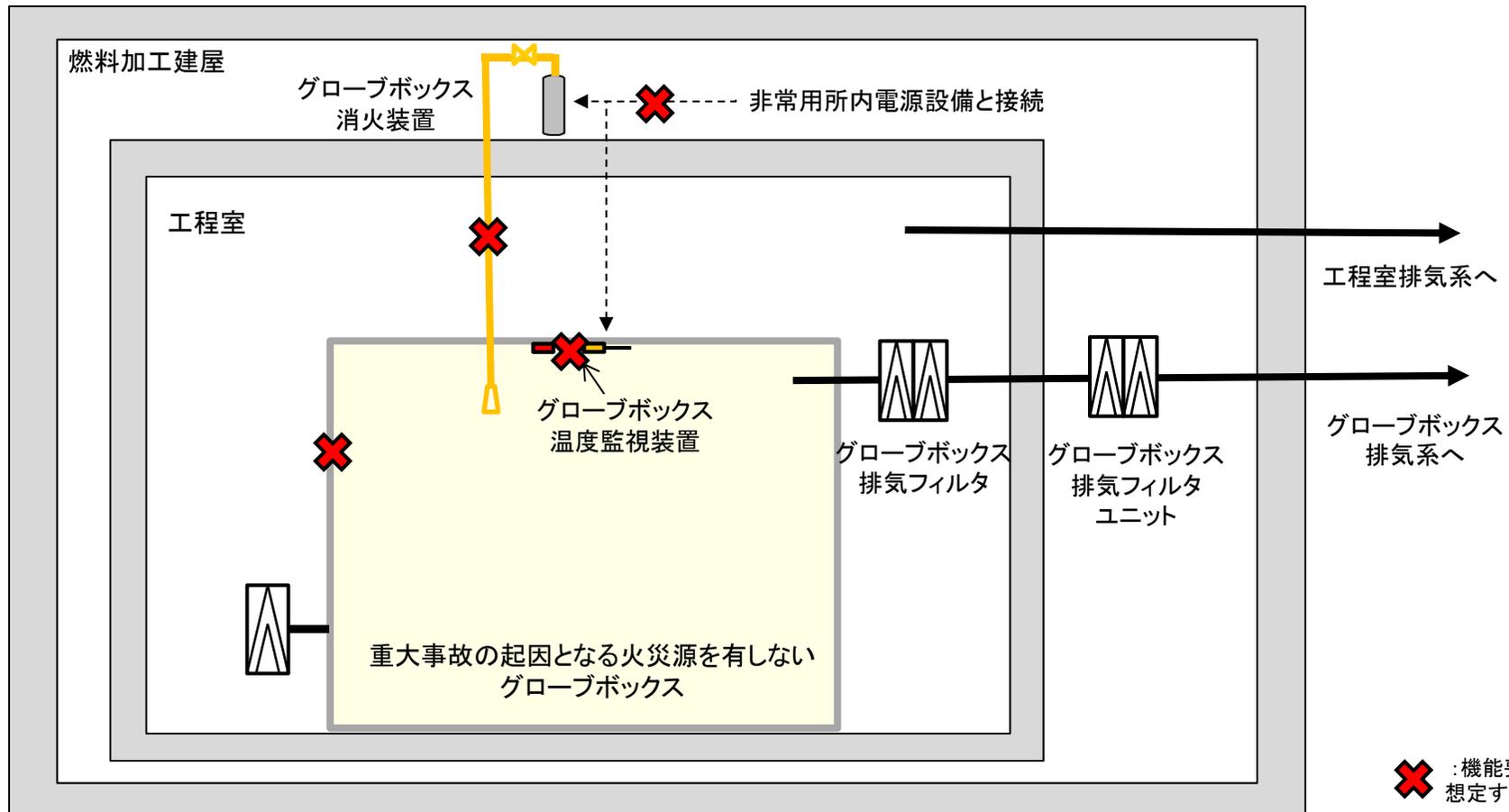


I -1 火災防護設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失(重大事故の起因となる火災源を有しないグローブボックス)



安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

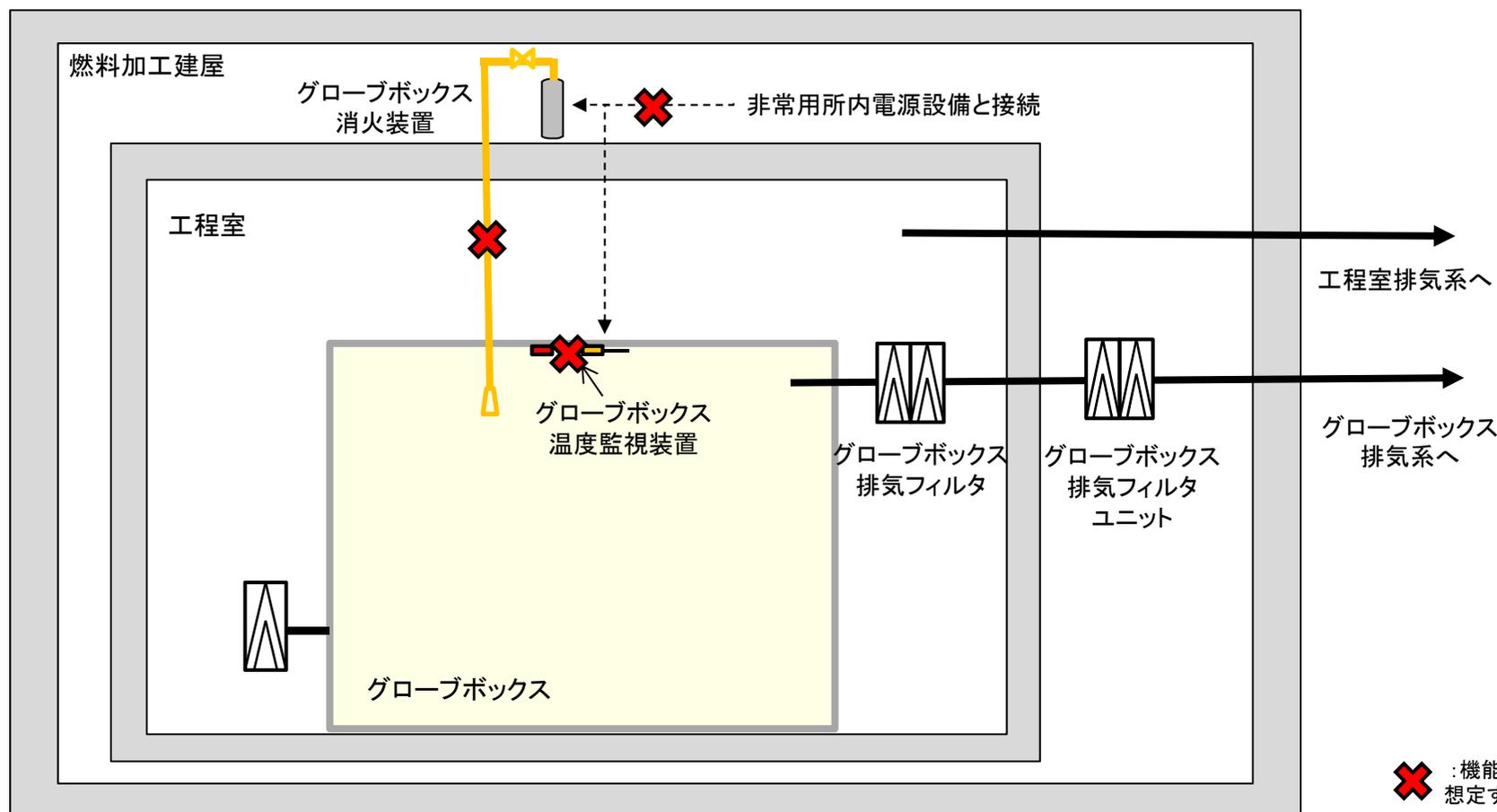


I -1 火災防護設備に関連する系統図

※4 火山による機能喪失



安全上重要な施設	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有する)	グローブボックス (重大事故の起因となる火災源を有しない)	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	非常用所内電源設備
安全機能	①-1	①-1	⑧-6	⑧-6	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×

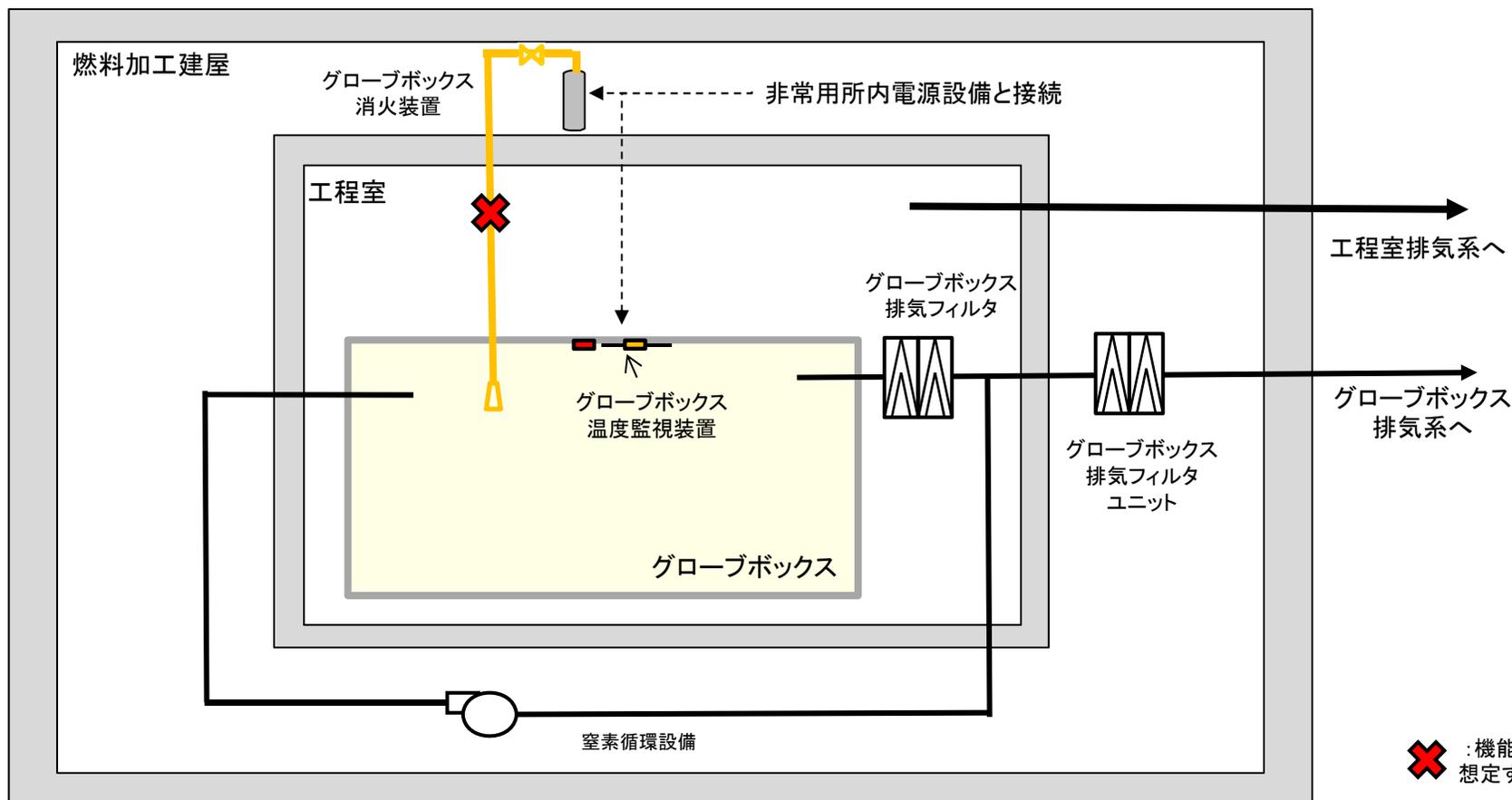


I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(グローブボックス消火装置)



安全上重要な施設	グローブボックス消火装置	グローブボックス温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	×	×	×	×

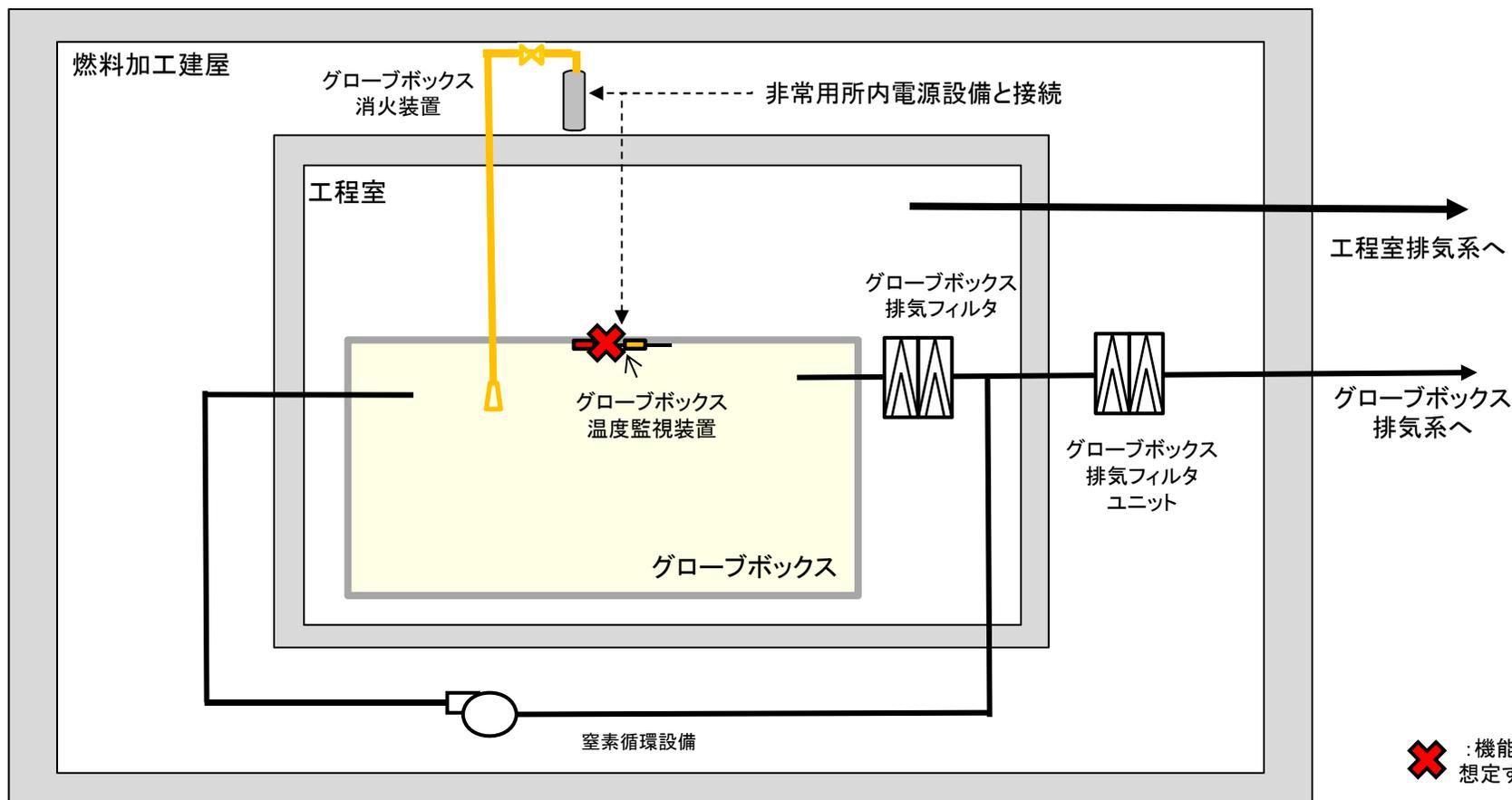


I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(グローブボックス温度監視装置)



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×



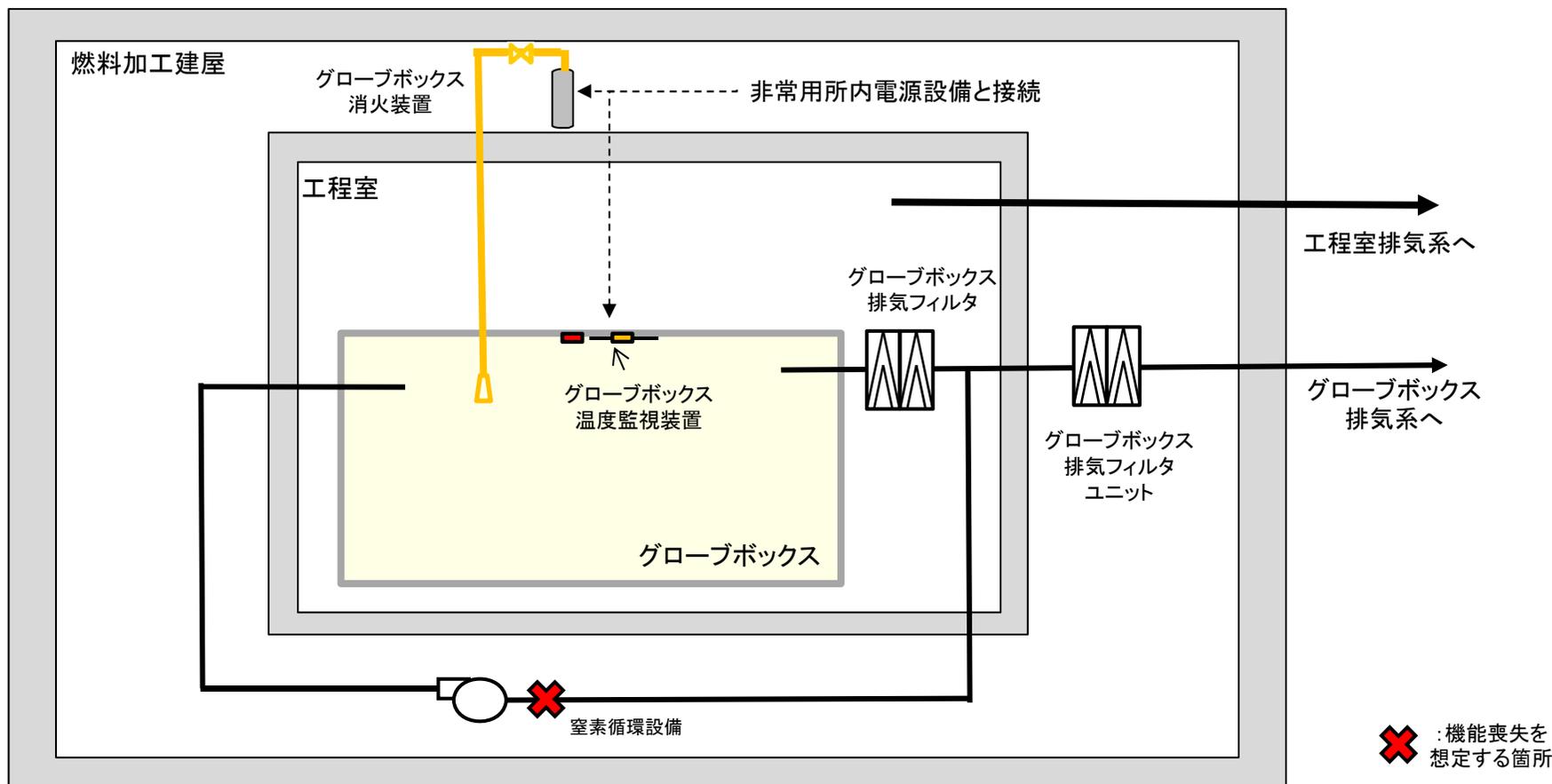
✖ :機能喪失を
想定する箇所

I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(窒素循環設備)



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×

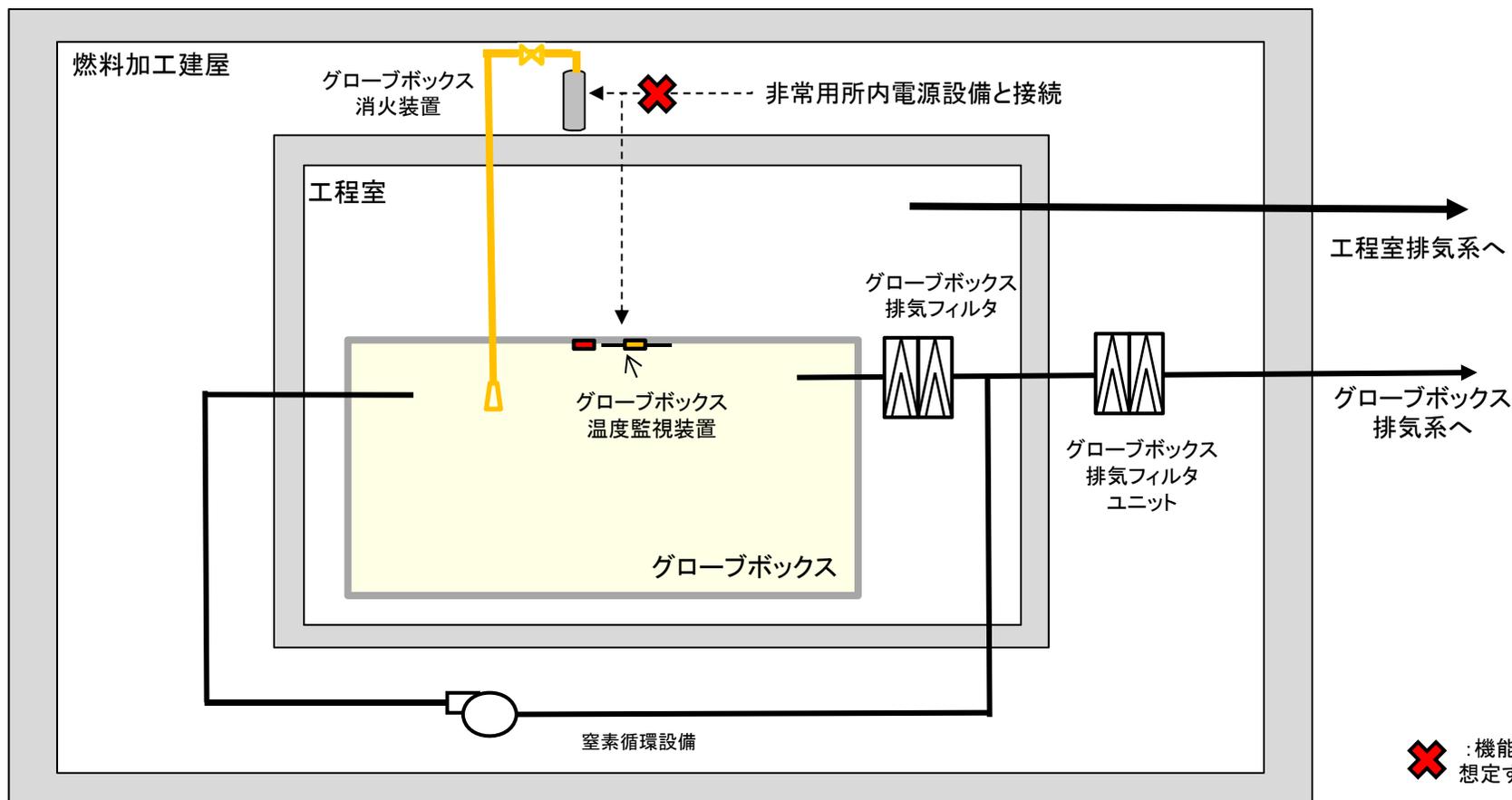


I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(非常用所内電源設備)



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×

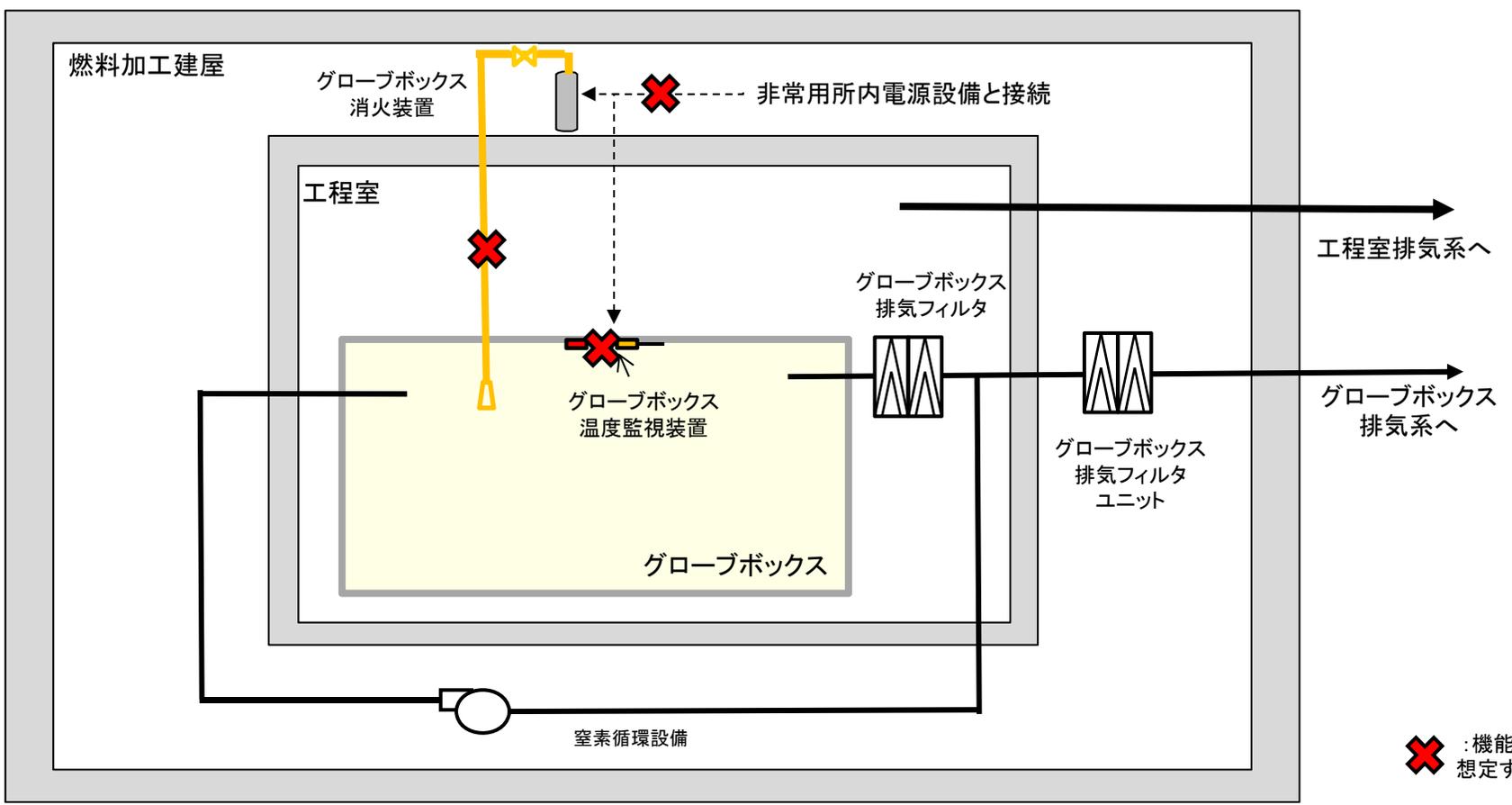


I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※2 全交流電源の喪失



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×



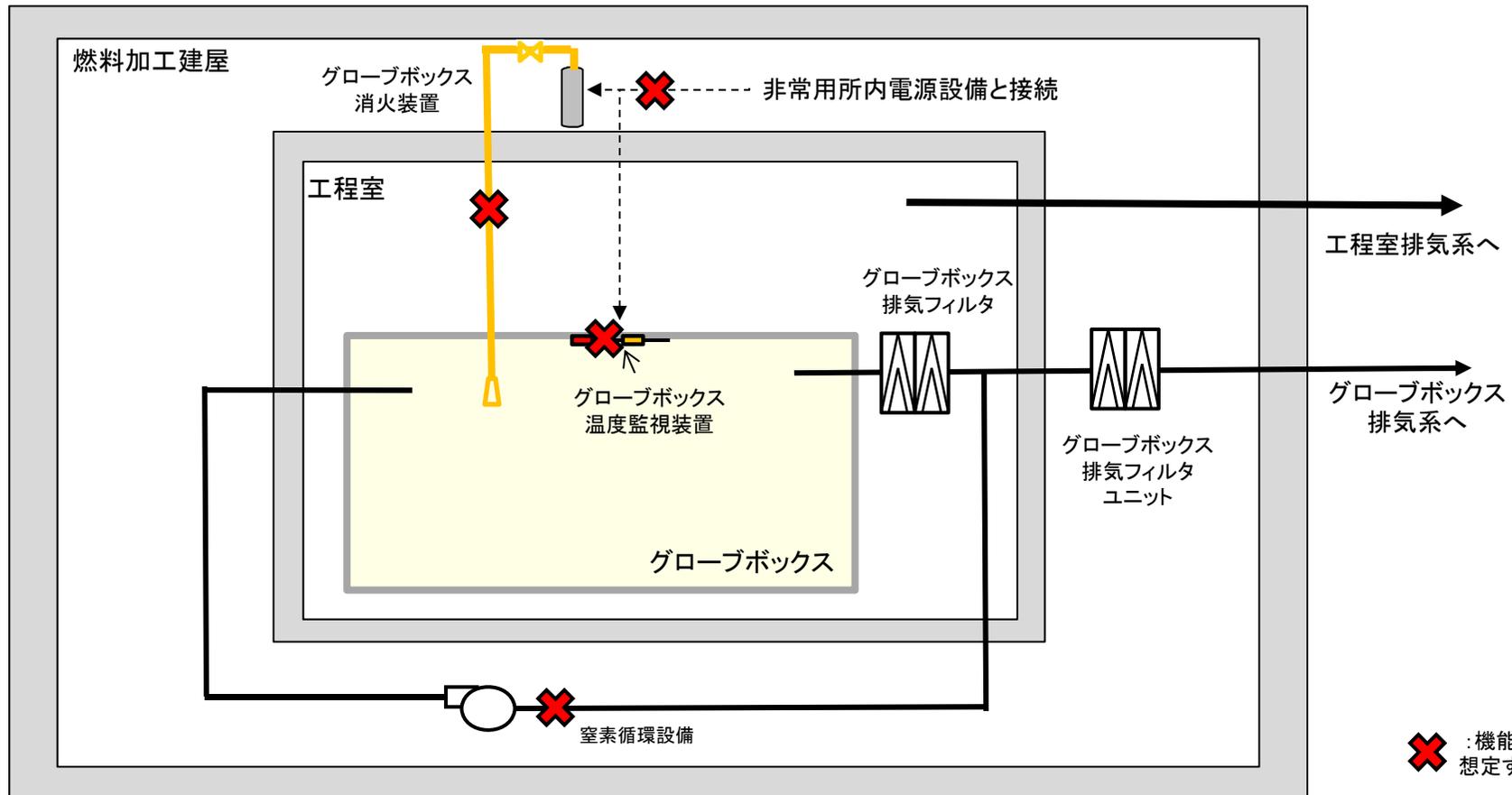
✖ :機能喪失を想定する箇所

I-2 窒素循環設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×

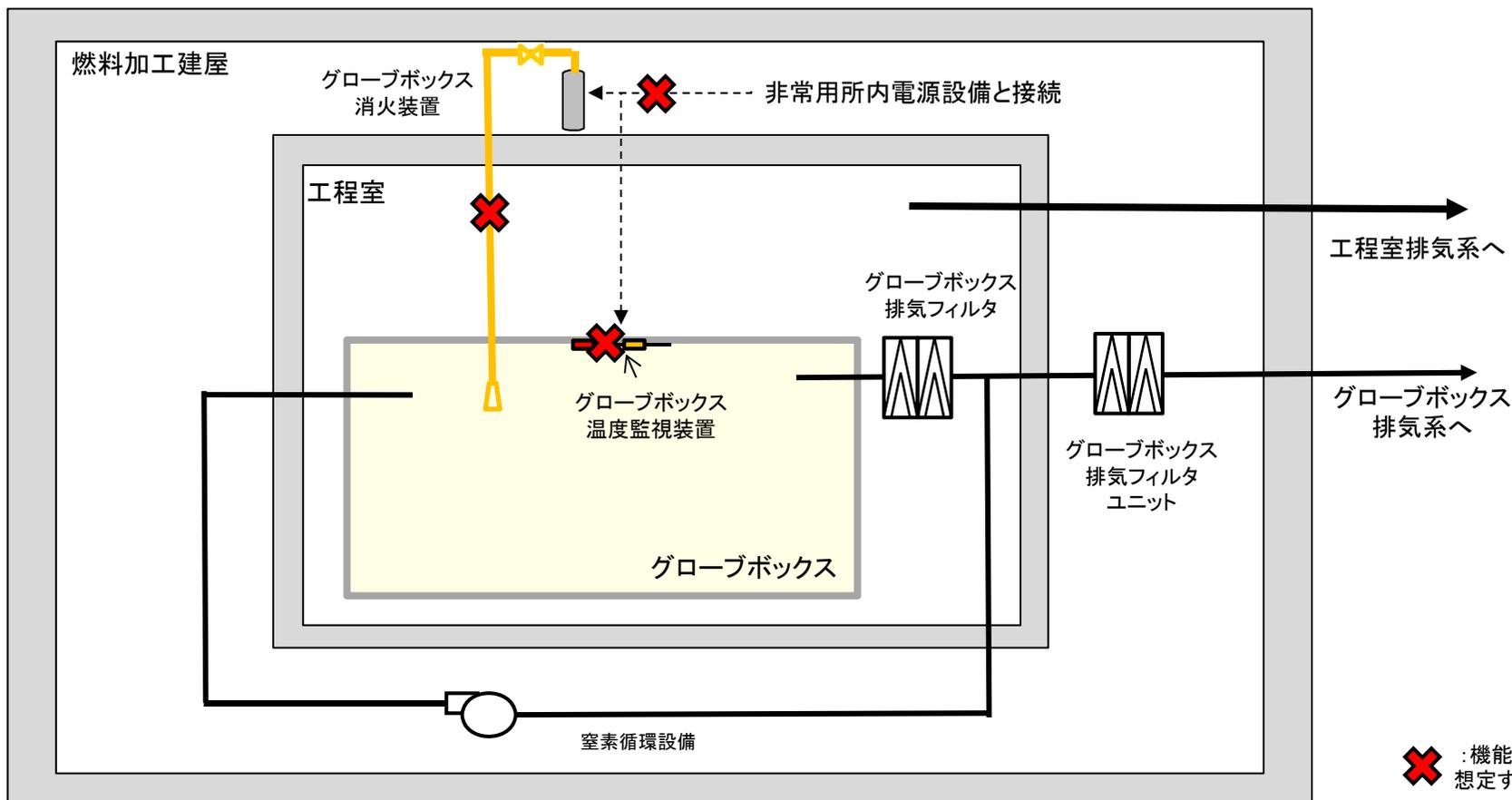


I -2 窒素循環設備に関連する系統図

※4 火山による機能喪失



安全上重要な施設	グローブボックス 消火装置	グローブボックス 温度監視装置	窒素循環設備	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-6	⑧-6	②-1	⑤
基準地震動を1.2倍にした 地震動の考慮	×	×	×	×



I-3 排気設備に関連する系統図

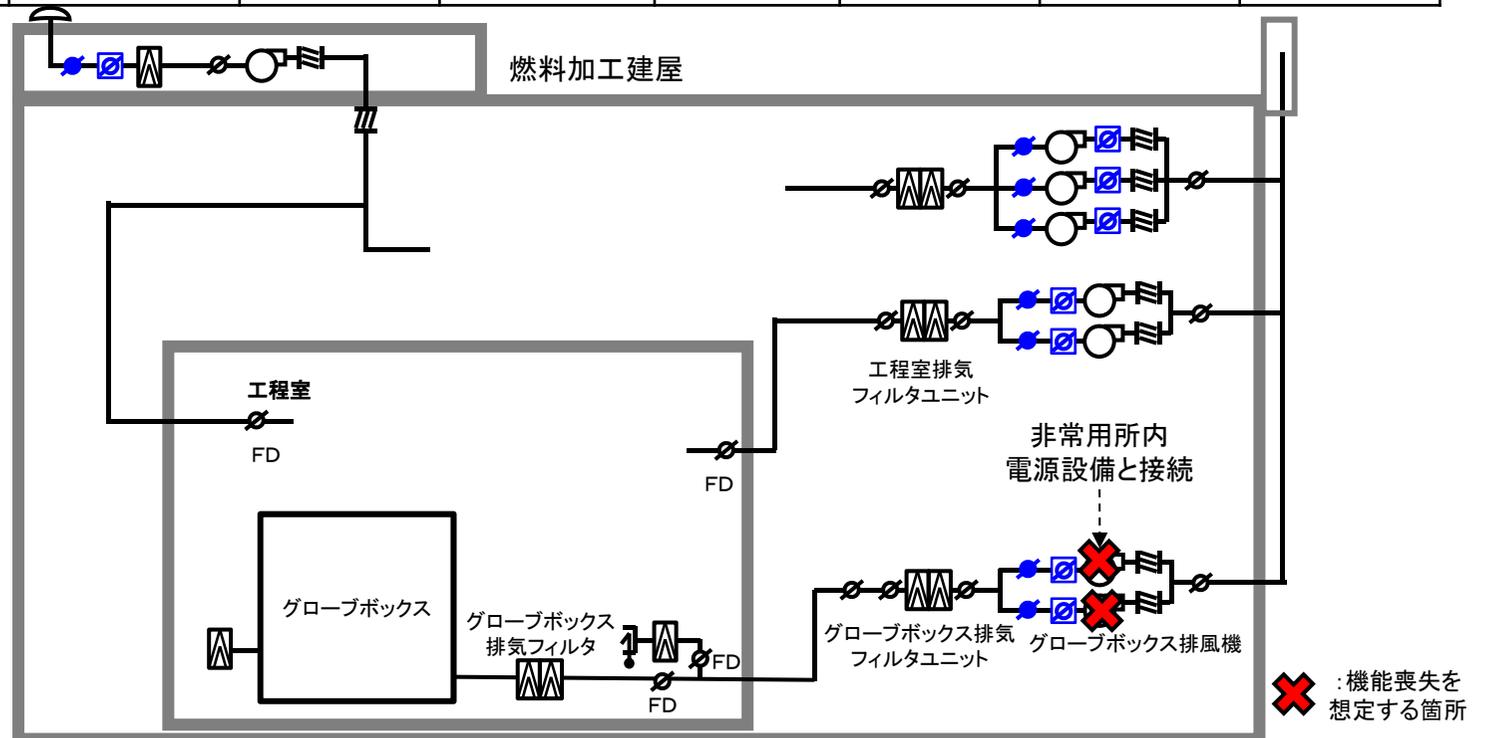
※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(グローブボックス排風機)



安全上重要な施設	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)	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)	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。)	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	工程室排気フィルタユニット	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。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×

【凡例】

- : 延焼防止ダンパ FD
- : 高性能エアフィルタ
- : 手動ダンパ「開」
- : 手動ダンパ「閉」
- : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
- : 逆止ダンパ
- : バランスダンパ



I-3 排気設備に関連する系統図

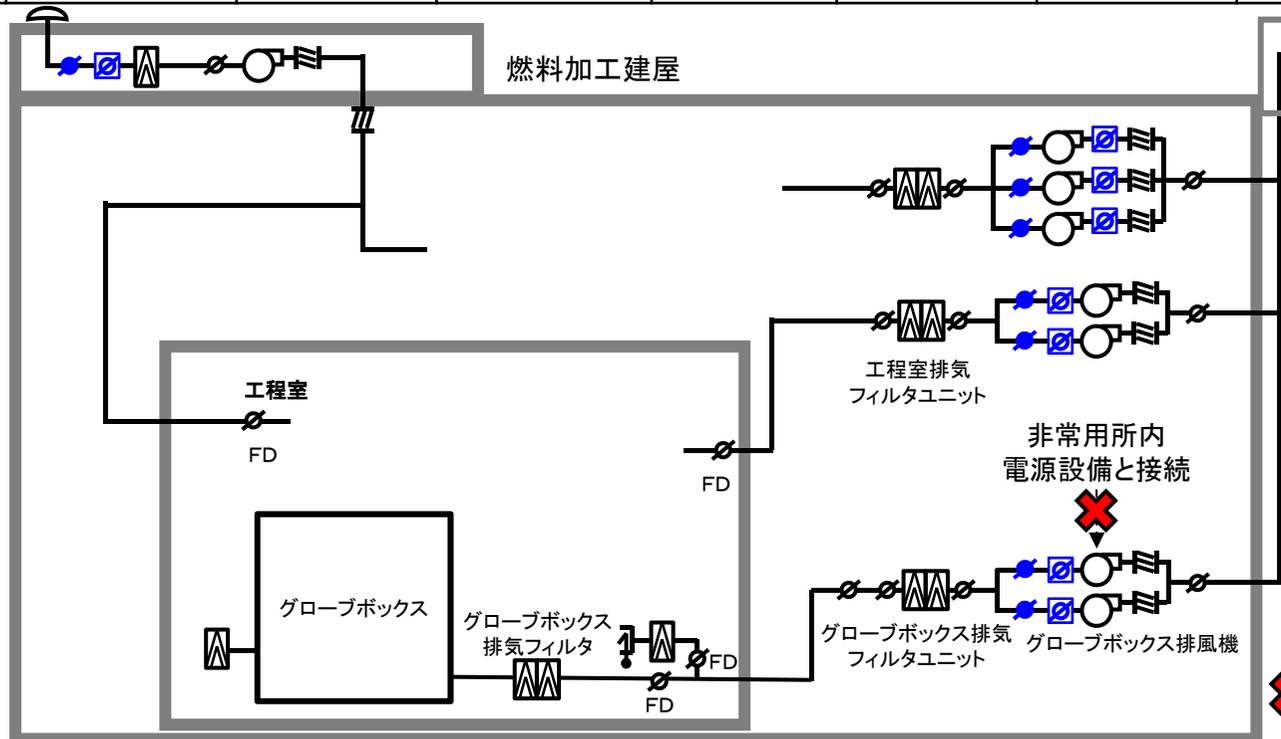
※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(非常用所内電源設備)



安全上重要な施設	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)	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)	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。)	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	工程室排気フィルタユニット	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。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×

【凡例】

- : 延焼防止ダンパ FD
- : 高性能エアフィルタ
- : 手動ダンパ「開」
- : 手動ダンパ「閉」
- : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
- : 逆止ダンパ
- : バランスダンパ



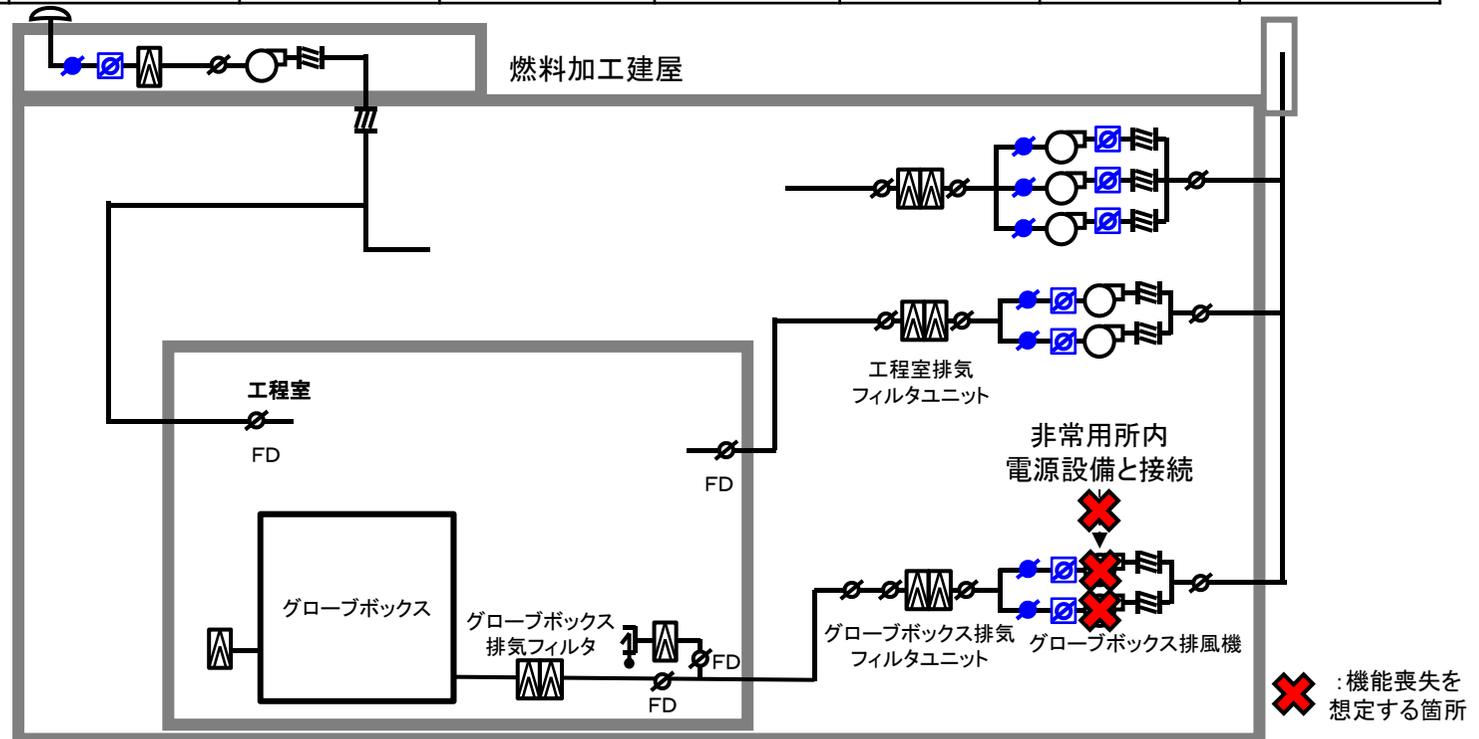
: 機能喪失を想定する箇所

I-3 排気設備に関連する系統図

※2 全交流電源の喪失



安全上重要な施設	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)	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)	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。)	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	工程室排気フィルタユニット	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。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×



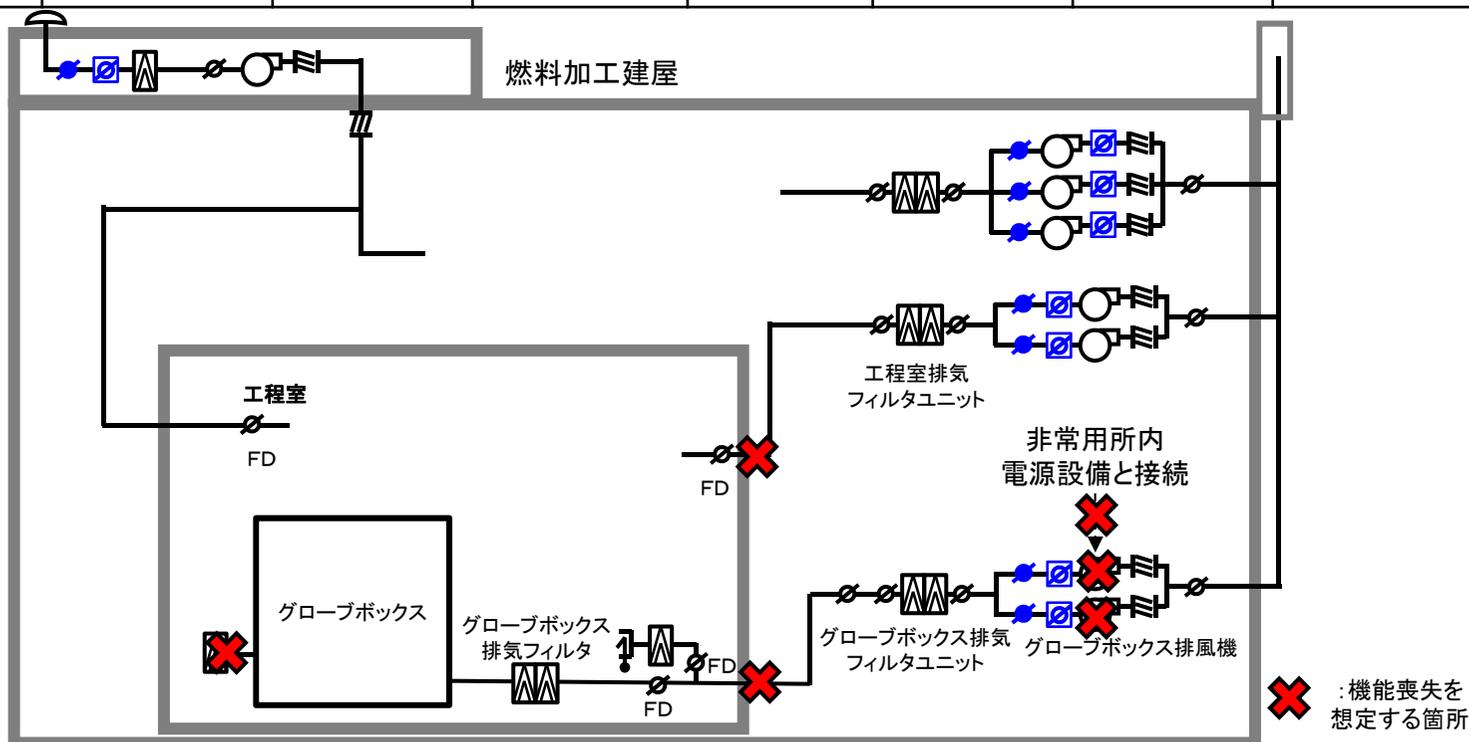
I-3 排気設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失

安全上重要な施設	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)	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)	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。)	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	工程室排気フィルタユニット	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。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×

【凡例】

-  : 延焼防止ダンパ FD
-  : 高性能エアフィルタ
-  : 手動ダンパ「開」
-  : 手動ダンパ「閉」
-  : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
-  : 逆止ダンパ
-  : バランスダンパ



I -3 排気設備に関連する系統図

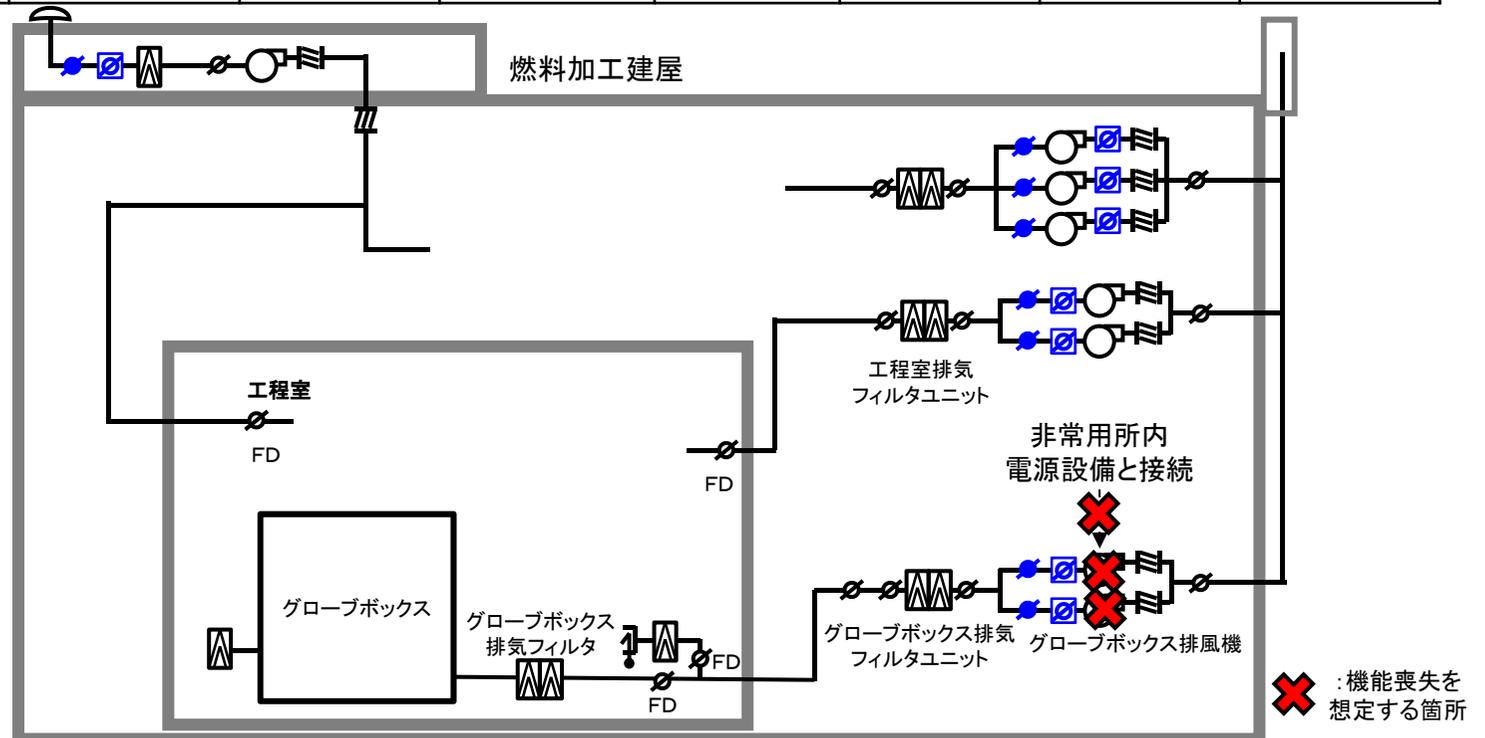
※4 火山による機能喪失



安全上重要な施設	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)	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)	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。)	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	工程室排気フィルタユニット	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。)	グローブボックス排気フィルタユニット	非常用所内電源設備
安全機能	②-1	②-1	②-3	③-2	③-3	②-2	②-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	×	経路の維持機能のみ○	焼結炉等を設置する工程室から外部と燃料加工建屋の境界となる壁外側までの範囲は○	○	重大事故の起因となる火災源を有するグローブボックスに対して設置する範囲は○	○	×

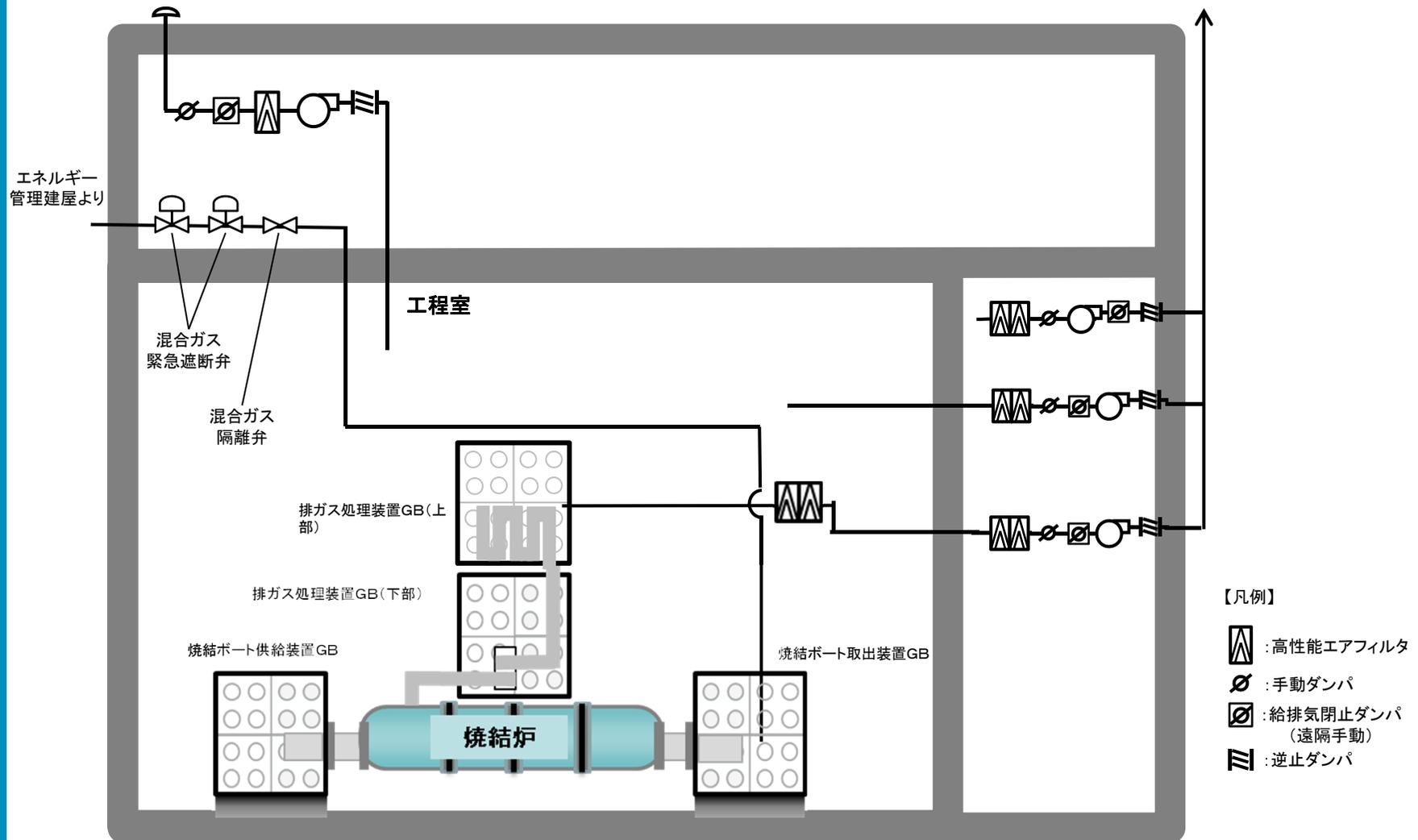
【凡例】

- : 延焼防止ダンパ FD
- : 高性能エアフィルタ
- : 手動ダンパ「開」
- : 手動ダンパ「閉」
- : 給排気閉止ダンパ (遠隔手動)
- : 逆止ダンパ
- : バランスダンパ



: 機能喪失を想定する箇所

Ⅱ. 焼結炉及び小規模試験設備に関連する系統概要図

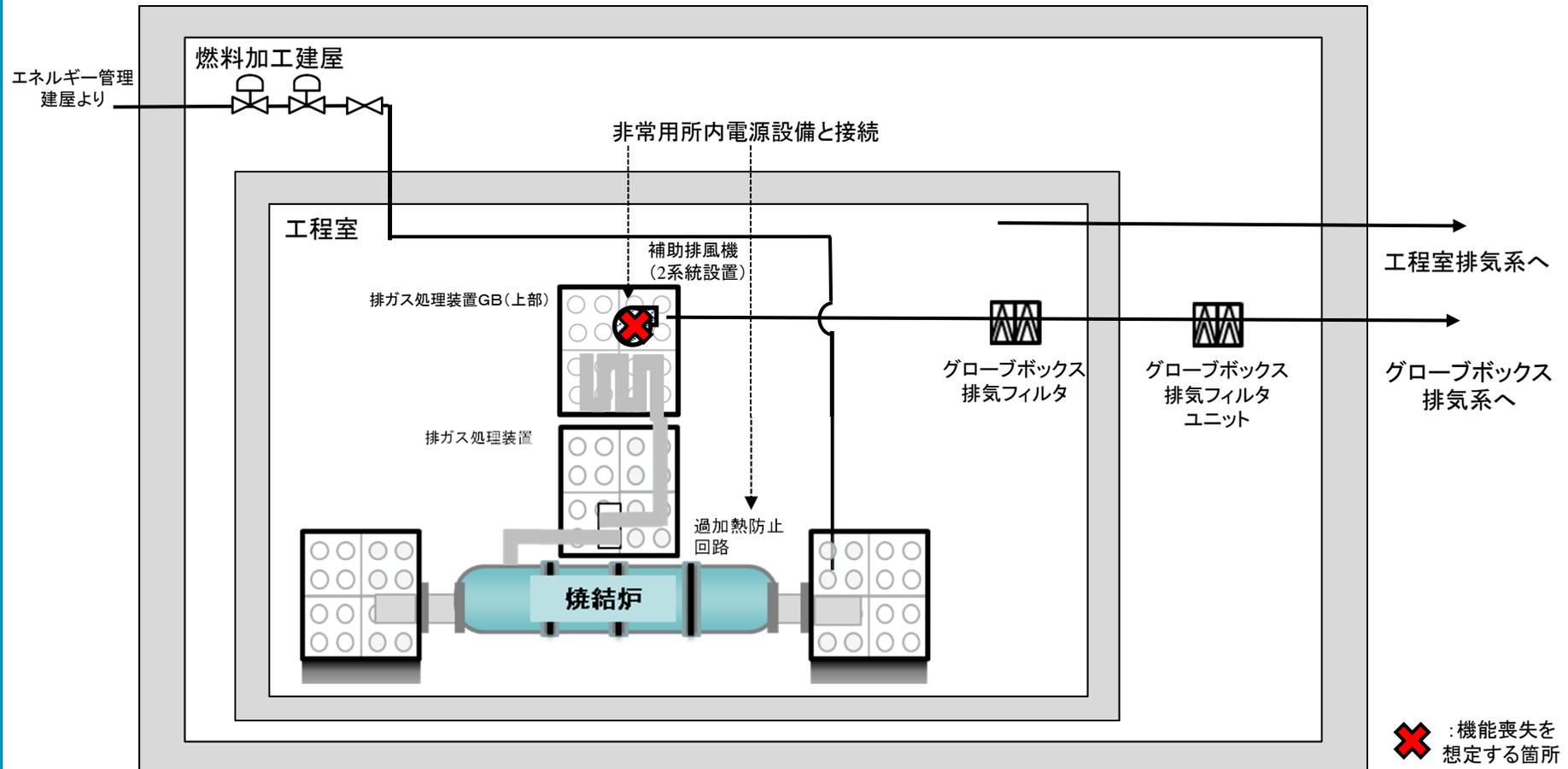


II-1 焼結設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(排ガス処理装置の補助排風機)



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

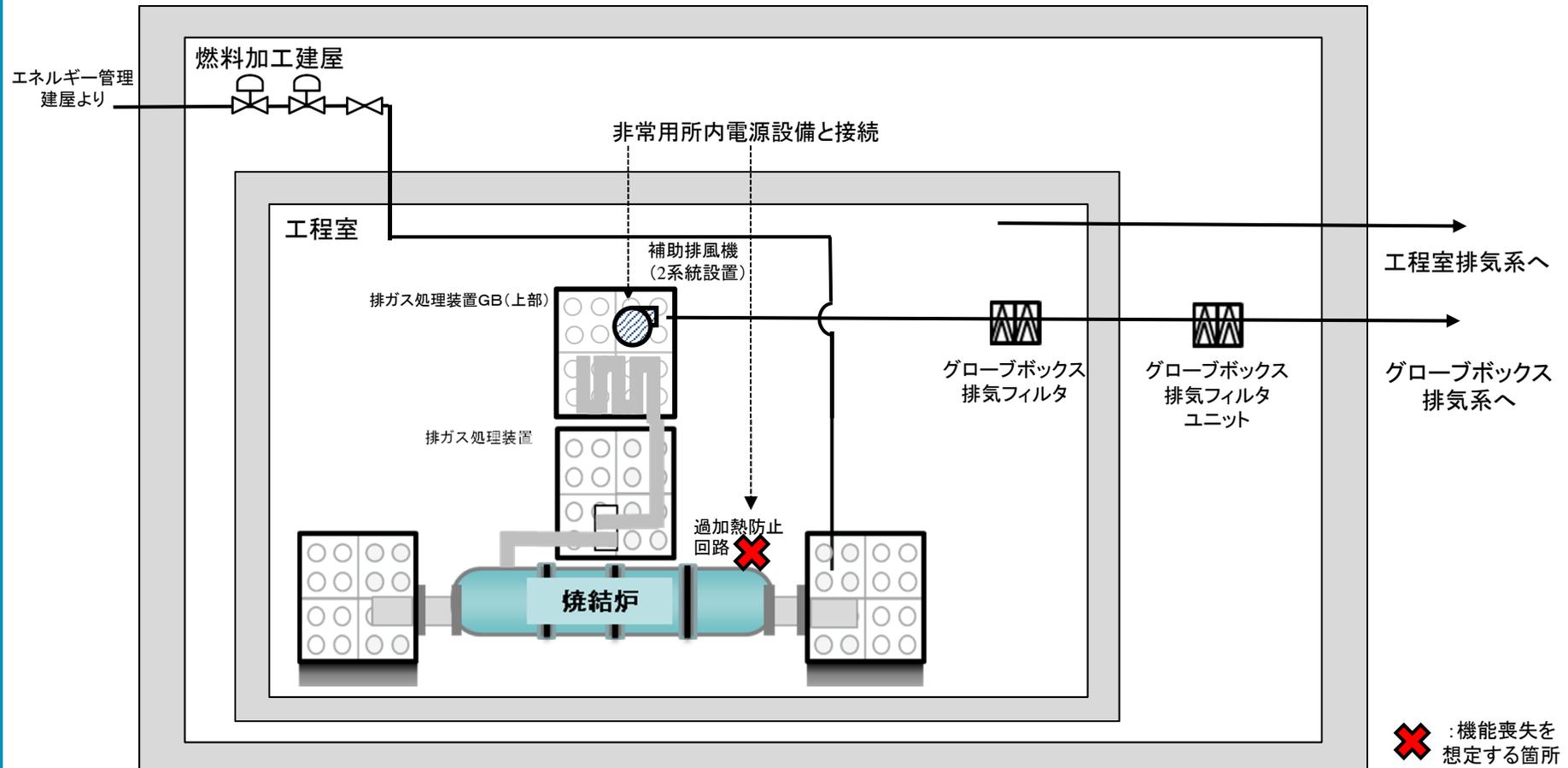


II-1 焼結設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(過加熱防止回路)



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

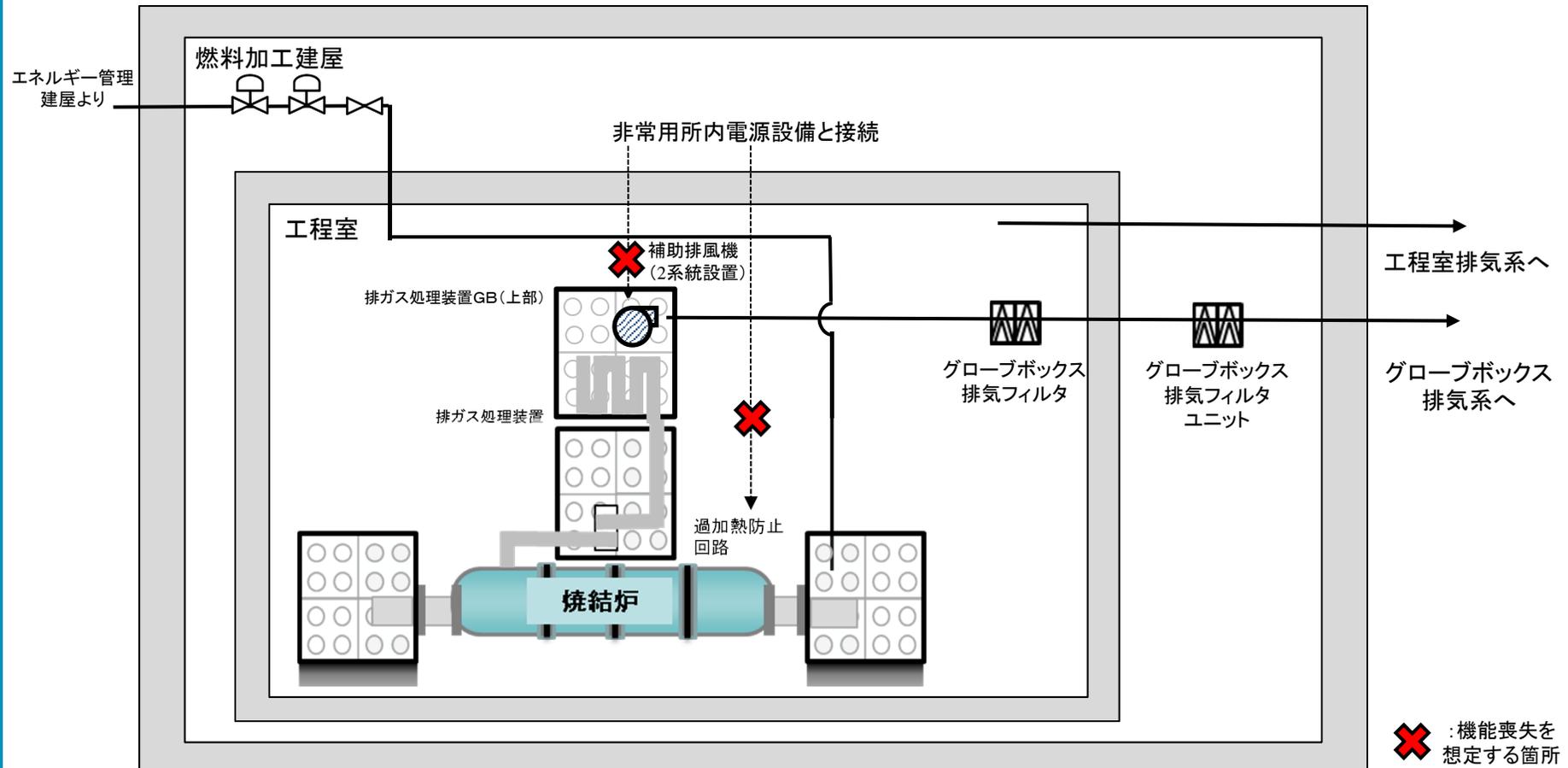


II-1 焼結設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失（非常用所内電源設備）



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

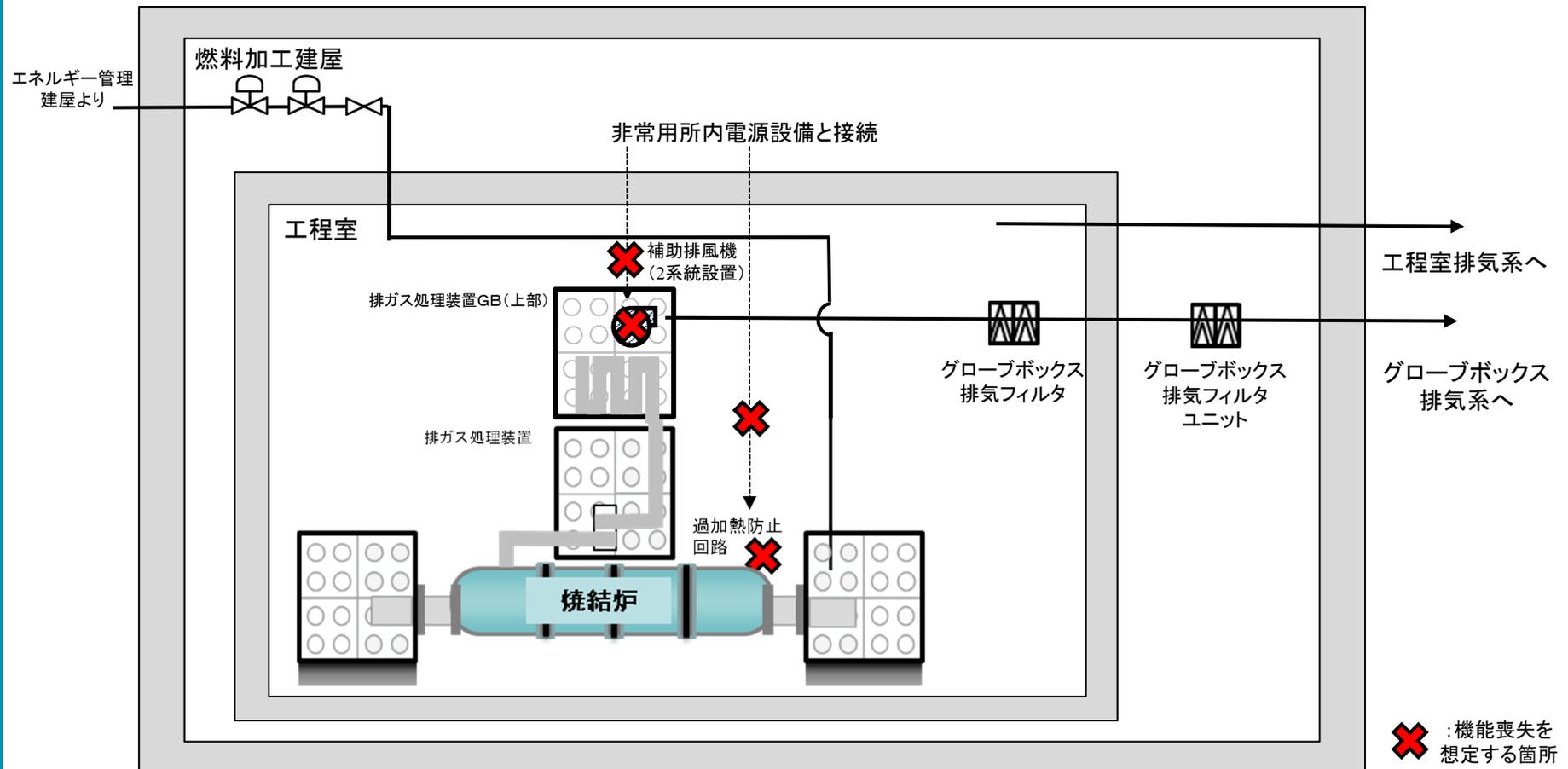


II-1 焼結設備に関連する系統図

※2 全交流電源の喪失



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

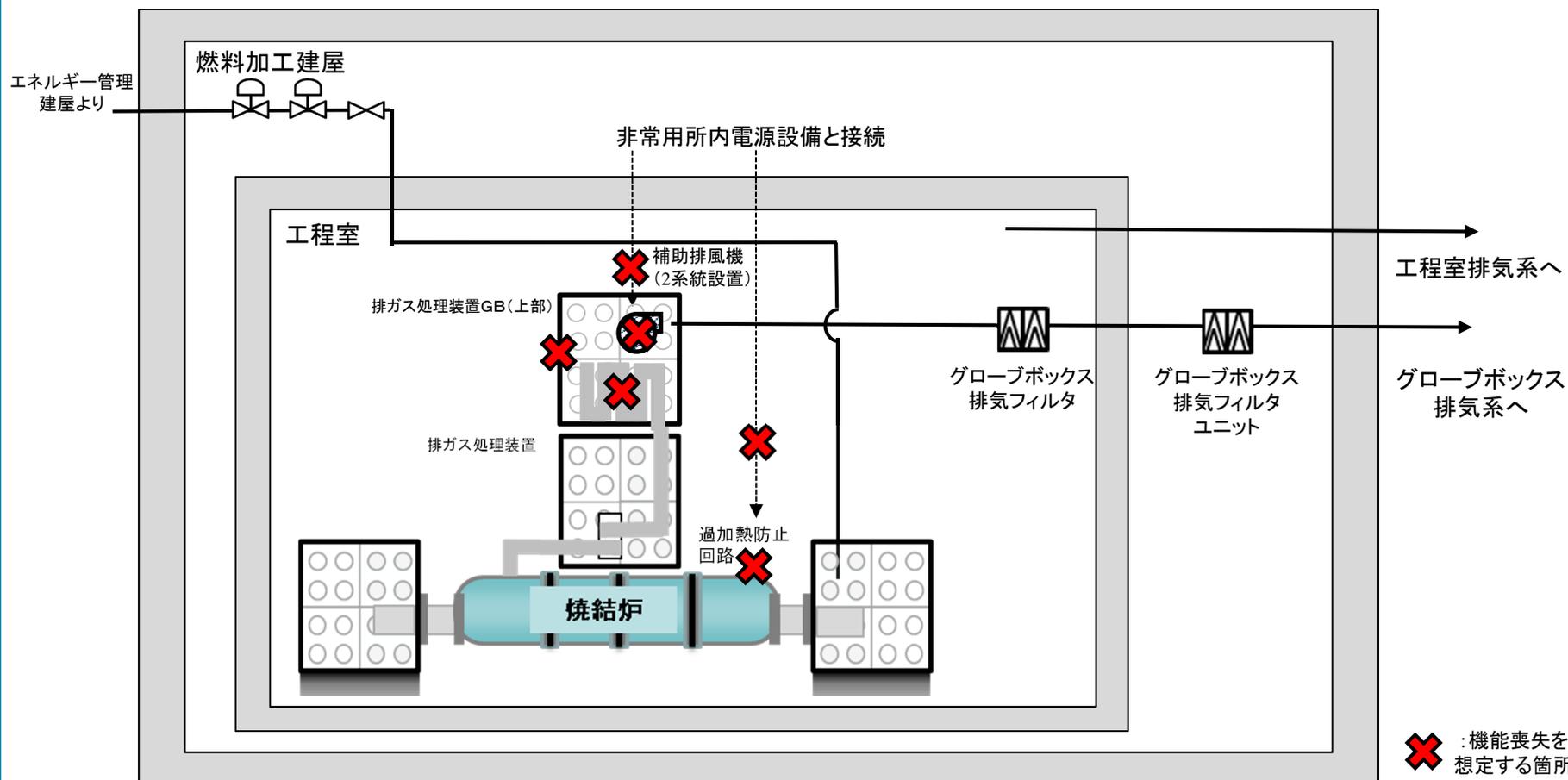


II-1 焼結設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

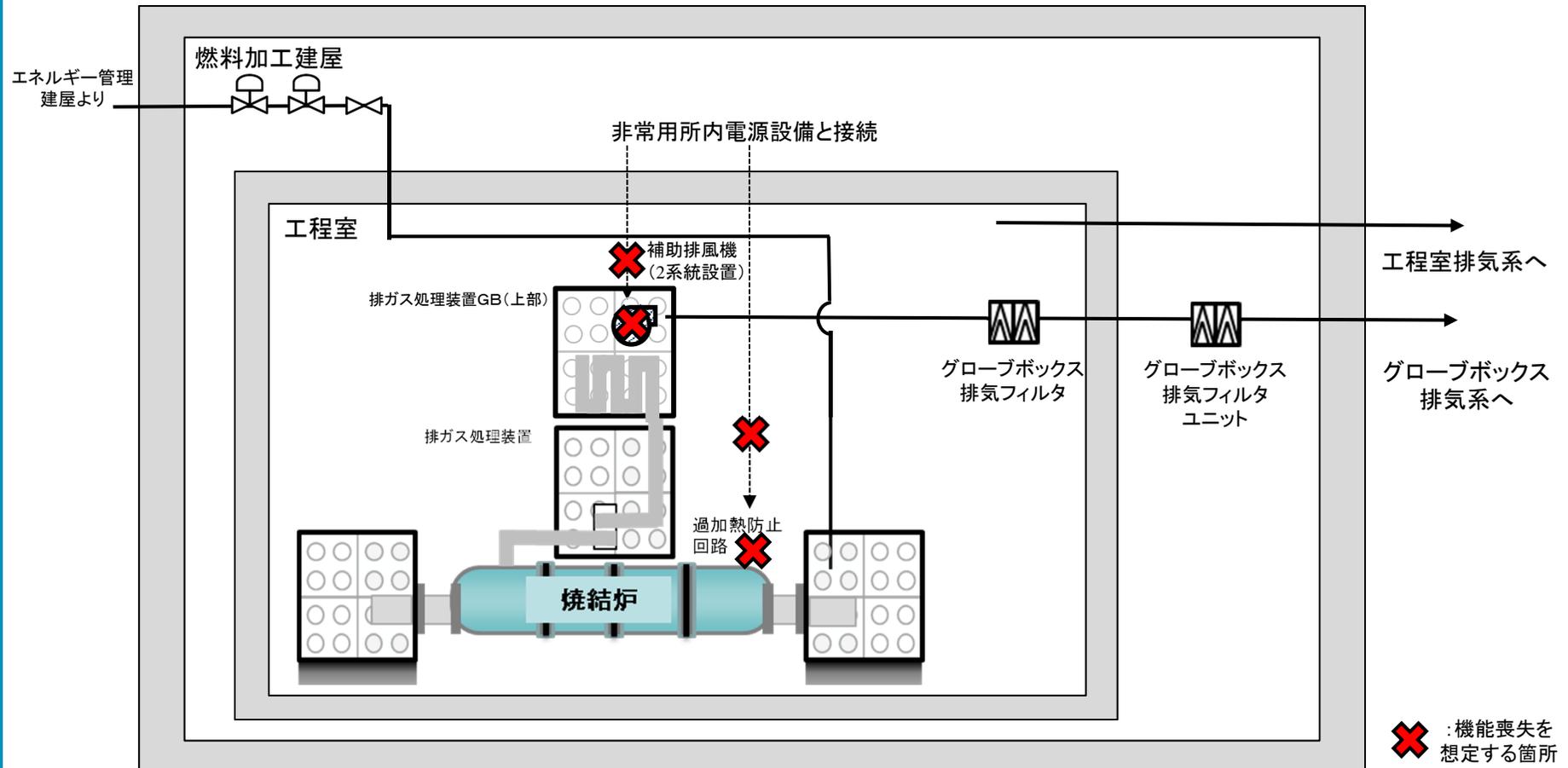


II-1 焼結設備に関連する系統図

※4 火山による機能喪失



安全上重要な施設	焼結炉	排ガス処理装置 グローブボックス (上部)	排ガス処理装置	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。)	焼結炉内部温度高 による過加熱防止回 路	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑤
基準地震動を1.2倍 にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×

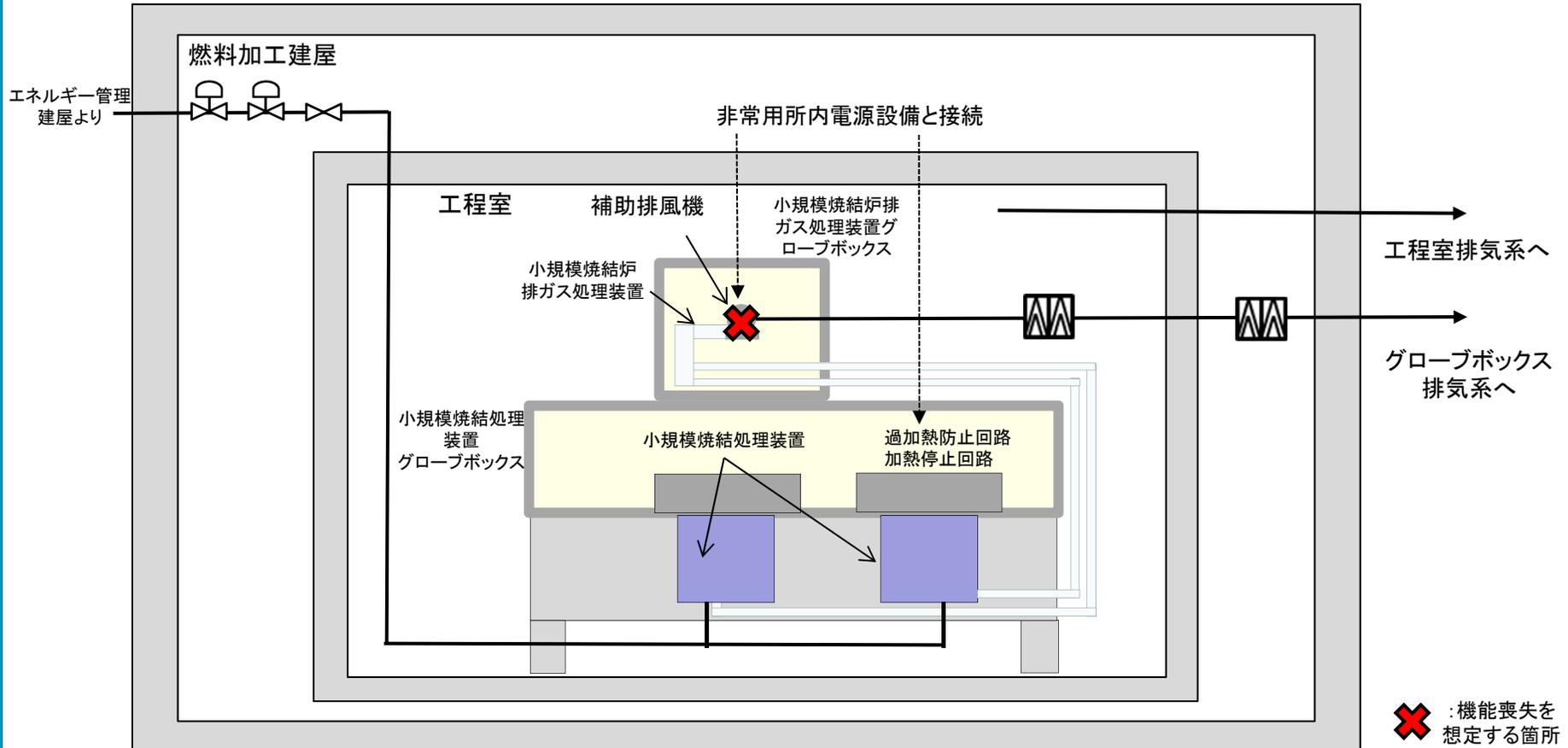


Ⅱ-2 小規模試験設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機)



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

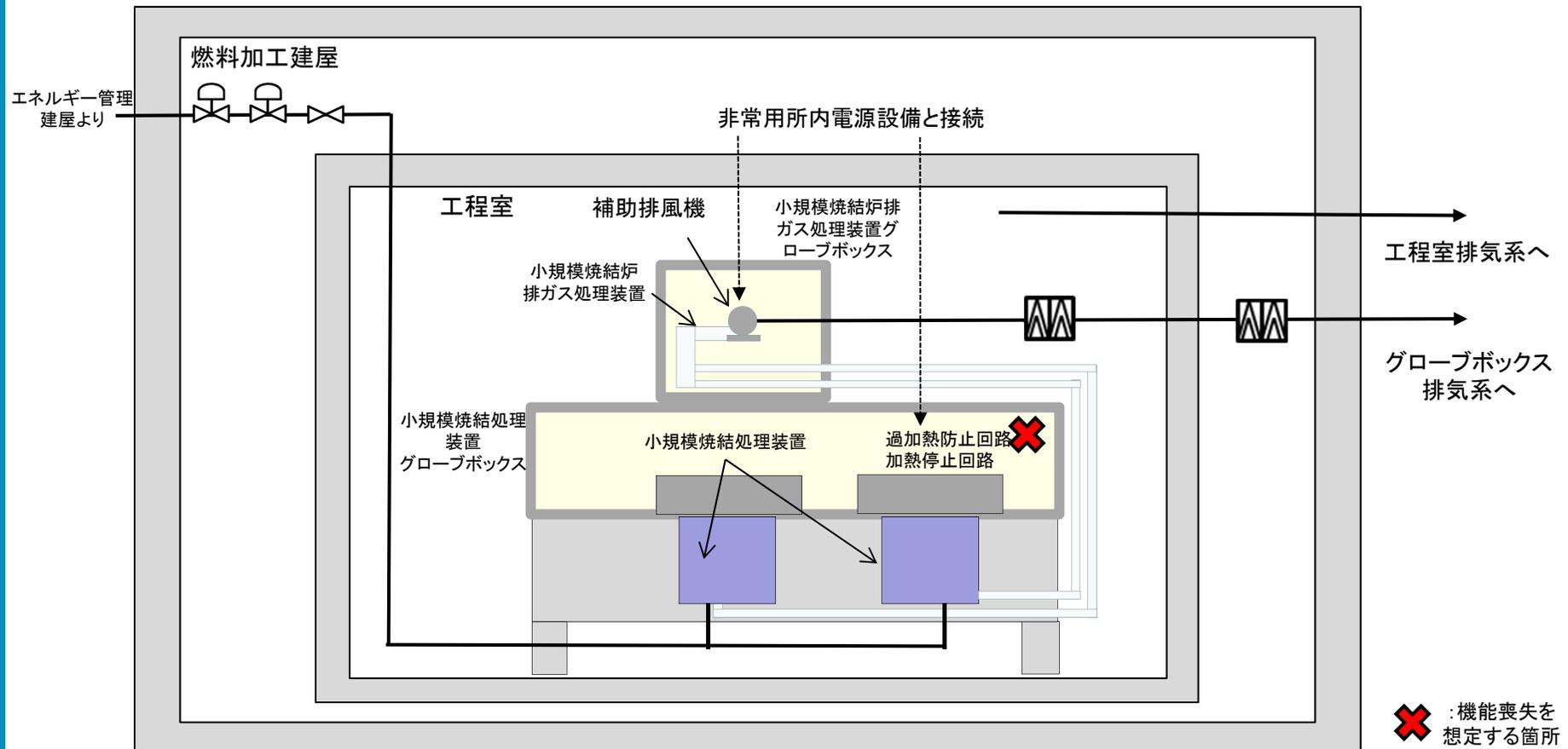


II-2 小規模試験設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(過加熱防止回路)



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

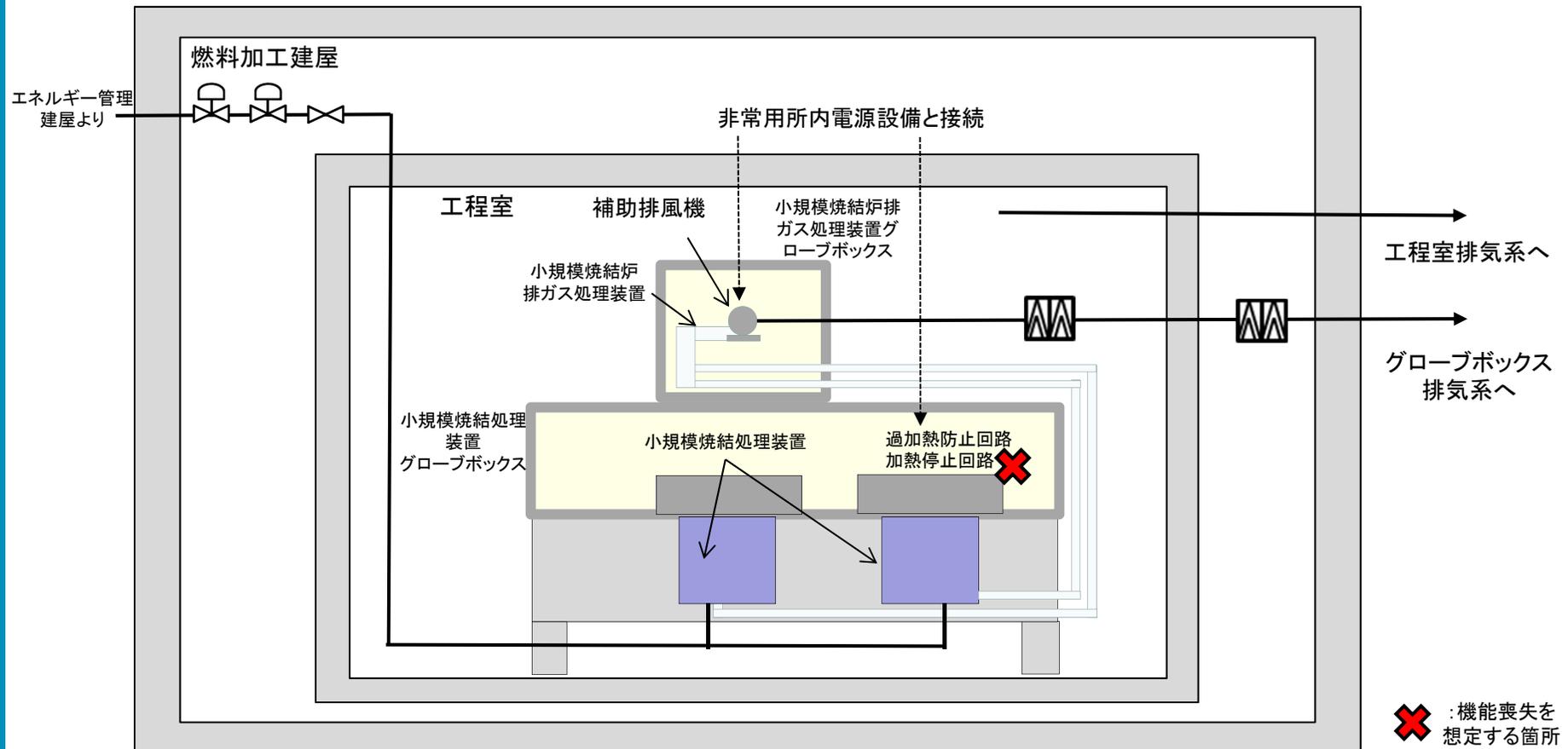


II-2 小規模試験設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(加熱停止回路)



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

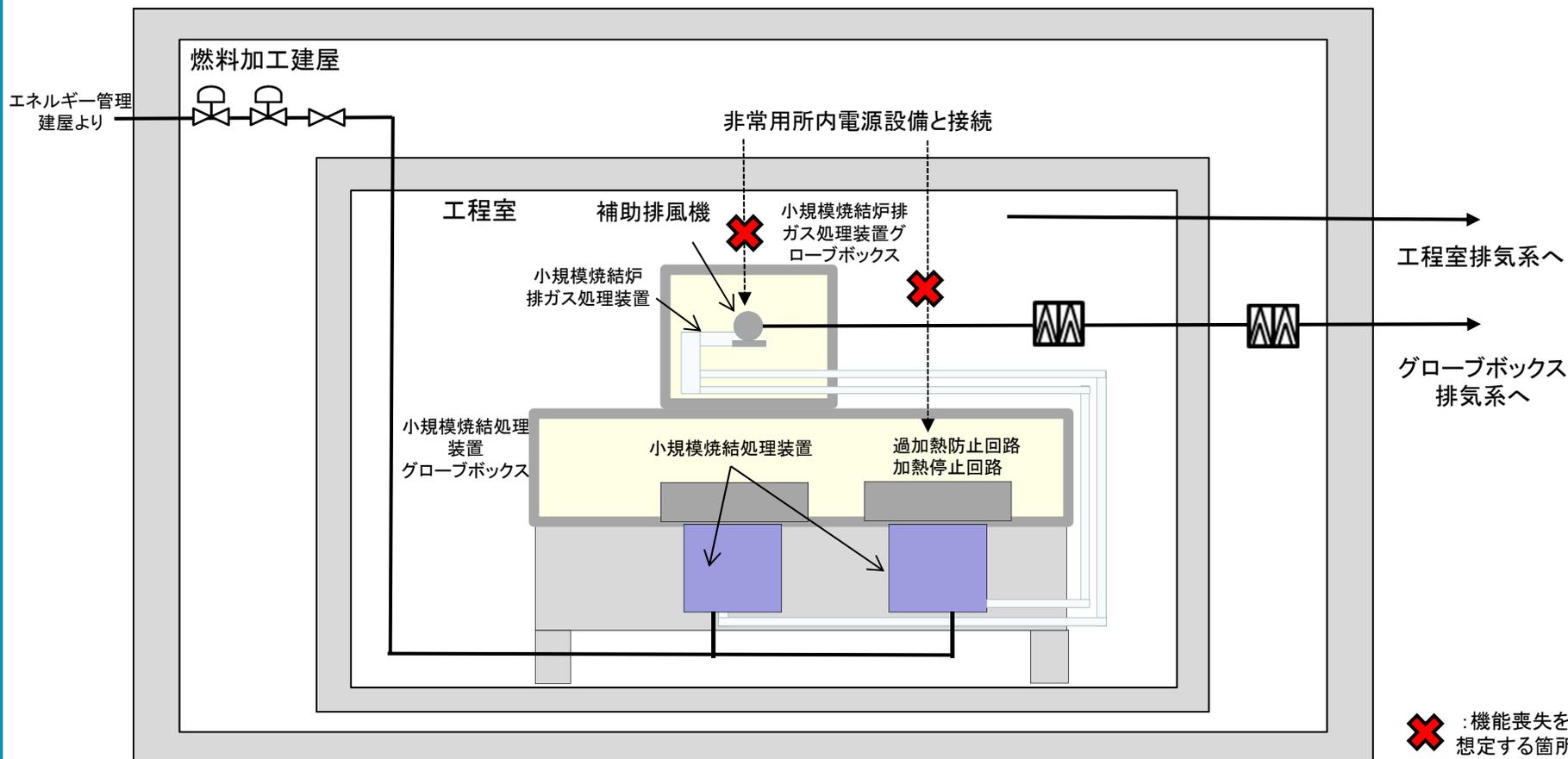


II-2 小規模試験設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(非常用所内電源設備)



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

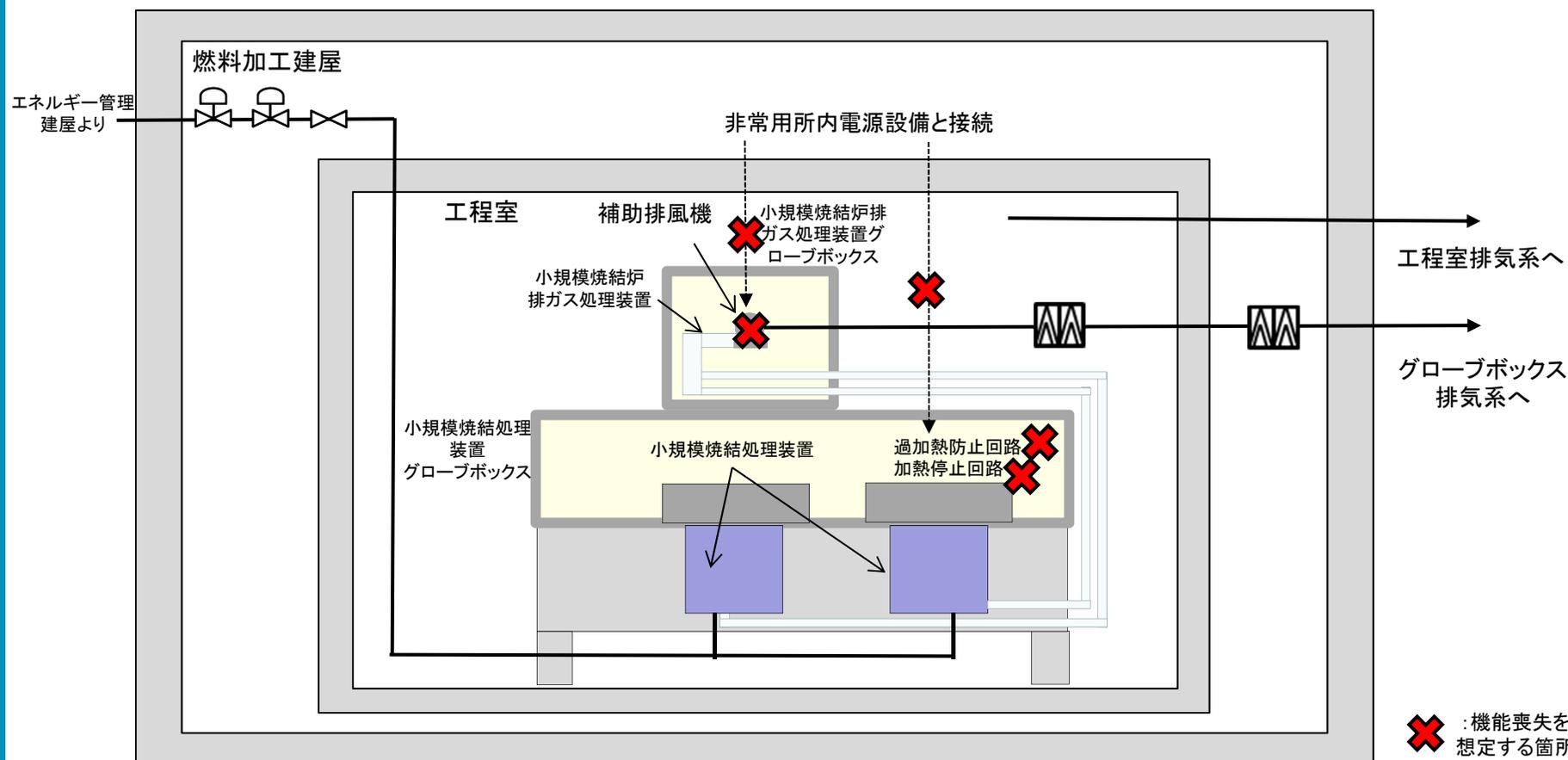


Ⅱ-2 小規模試験設備に関する系統図

※2 全交流電源の喪失



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

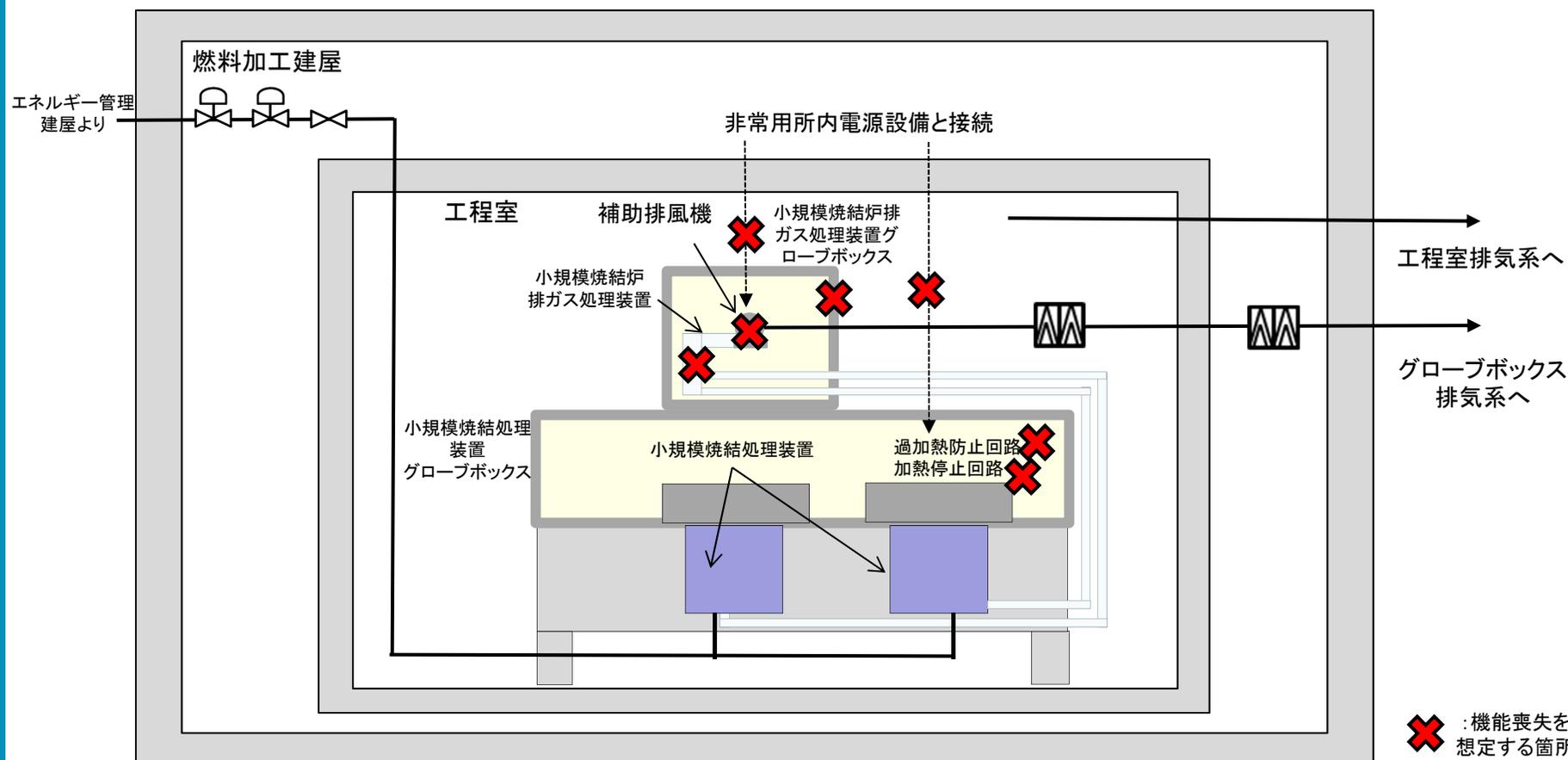


Ⅱ-2 小規模試験設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×

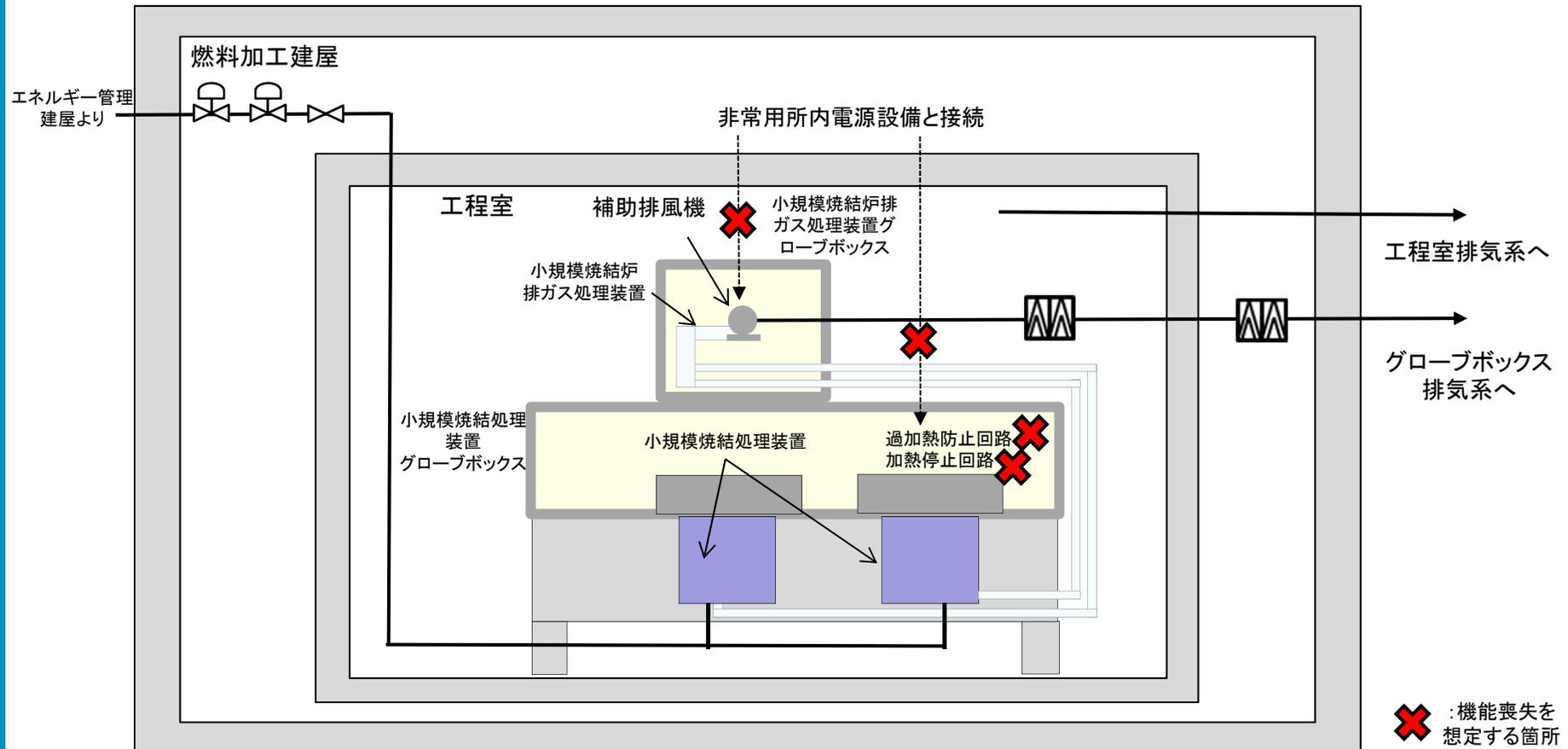


Ⅱ-2 小規模試験設備に関連する系統図

※4 火山による機能喪失



安全上重要な施設	小規模焼結処理装置	小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	小規模焼結炉排ガス処理装置	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。)	小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	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	非常用所内電源設備
安全機能	①-2	⑧-1	⑧-1	⑧-3	⑥-2	⑧-5	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	○	×	×	×	×	×	×



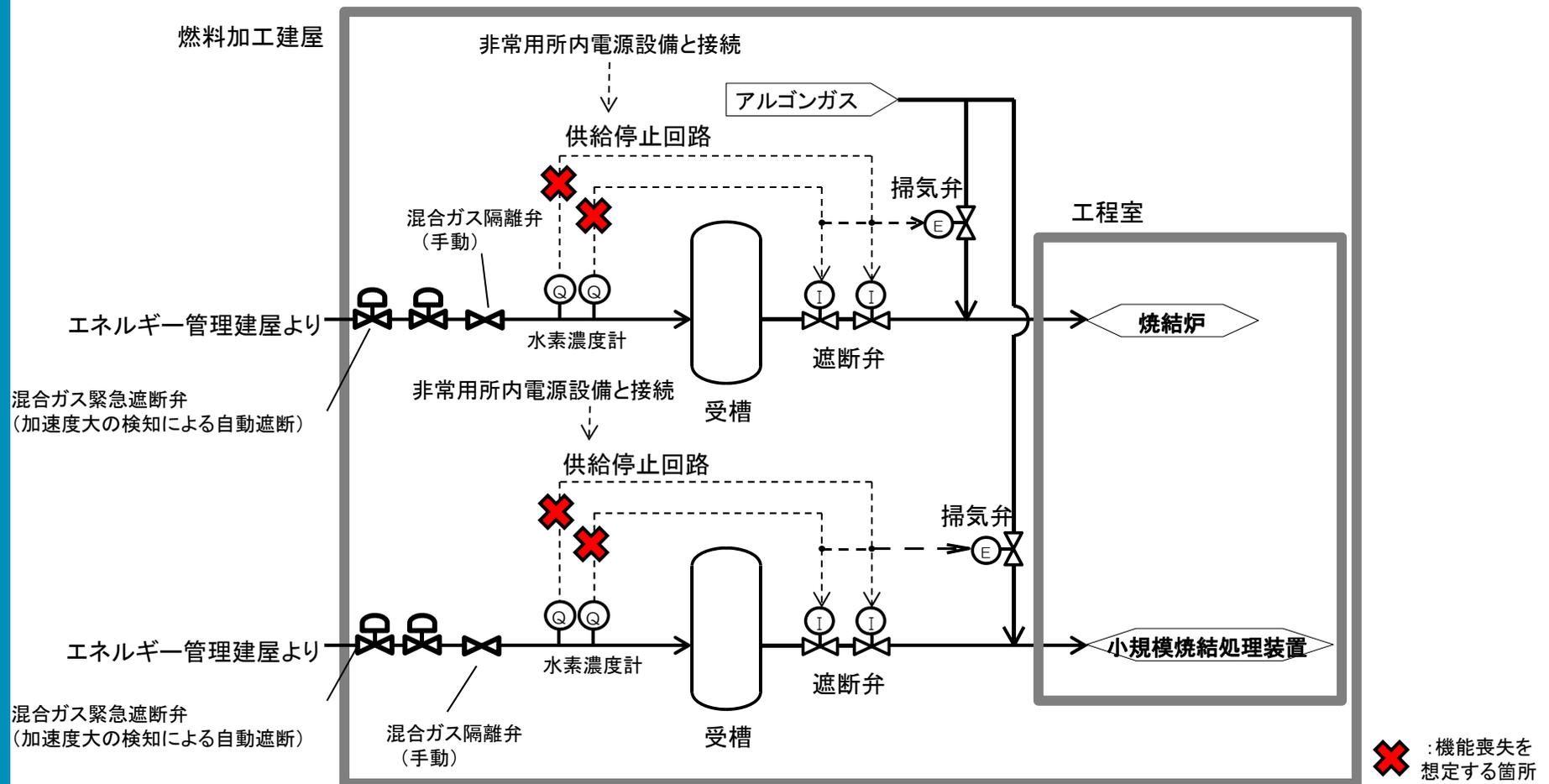
✖ :機能喪失を想定する箇所

II-3 水素・アルゴン混合ガス設備に関連する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失(混合ガス供給停止回路)



安全上重要な施設	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)	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	×	×

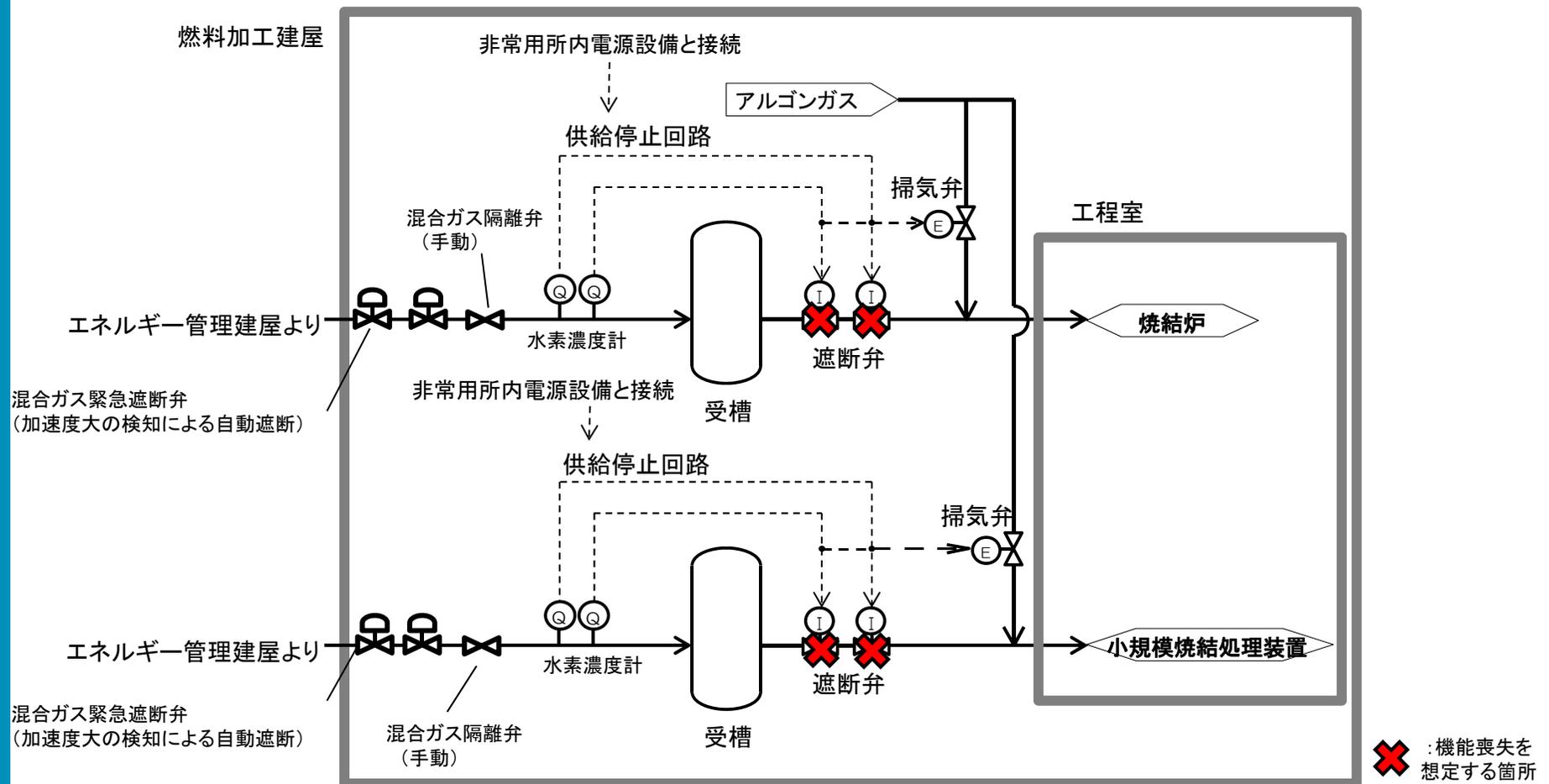


II-3 水素・アルゴン混合ガス設備に関する系統図

※1 安全上重要な施設の動的機器に対する、設備・機器の多重の破損、故障、誤動作あるいは運転員による誤操作による機能喪失（混合ガス濃度異常遮断弁）



安全上重要な施設	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）	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	×	×

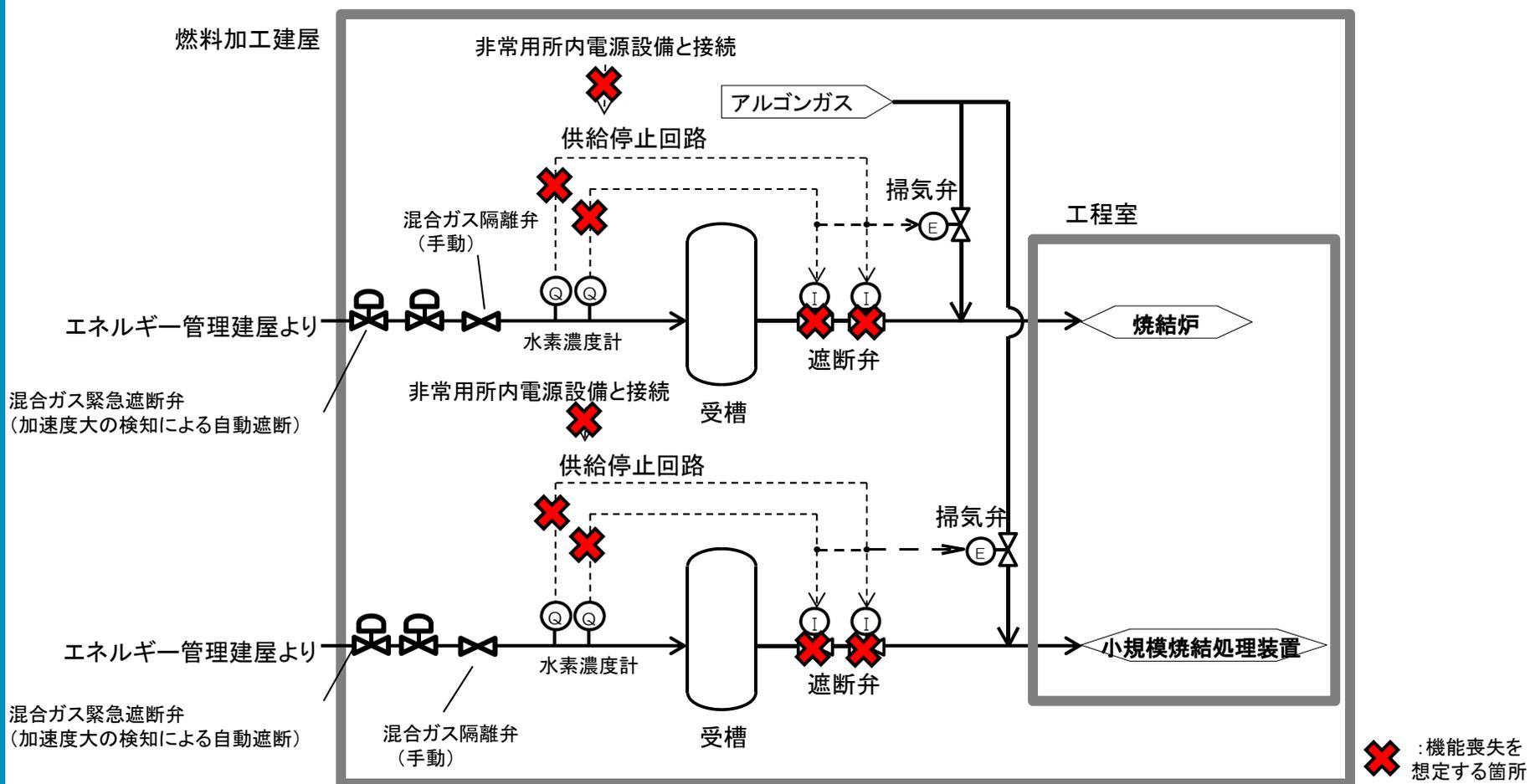


Ⅱ-3 水素・アルゴン混合ガス設備に関連する系統図

※3 地震による機能喪失



安全上重要な施設	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)	非常用所内電源設備
安全機能	⑧-2	⑤
基準地震動を1.2倍にした地震動の考慮	×	×



令和2年3月18日 R0

補足説明資料3-19 (22条)

臨界の発生可能性の検討

1. 設計上定める条件より厳しい条件を超える条件における臨界の発生可能性の検討

設計上定める条件より厳しい条件を想定しても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、設計上定める条件より厳しい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。

地震が発生した場合は、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機器は機能喪失するものの、核燃料物質の搬送機能は喪失するため、臨界には至らない。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、設計上定める条件より厳しい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、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を想定することにより、臨界事故の発生の可能性を評価する。評価の前提条件として各MOX形態の初期値を核的制限値に基づき設定する。

なお、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う。

(1) 想定する事故シナリオ

上記検討のとおり、厳しい条件として、設備・機器の多重の故障及び誤動作並びに繰り返しの誤操作を想定した結果、逸脱する可能性がある評価条件として核燃料物質量の逸脱を想定する。

(a) 内の事象

核燃料物質量の逸脱は、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事故シナリオとする。

(b) グローブボックス内への容器の異常搬入並びに混合機及びホッパ内へのMOXの過剰投入

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事故シナリオとし、臨界の発生可能性を検討する。

本検討においては、MOXが収納された容器を搬送装置の可動域内で物理的に可能な範囲で最密に配置し、さらにMOXが混合機及びホッパ内に満杯に投入された場合のグローブボックス内に入り得るMOXの最大集積量を算定する。MOXの最大集積量の算定は、当該グローブボックス内に設置する搬送装置の構造から乗載可能な容器数を算定し、次に搬送

装置以外の機器で取扱いが可能な容器数を算定して、グローブボックス内に入り得る容器数を算定する。また、粉末回収装置で回収し得るMOX粉末量並びに混合機及びホッパに満杯に投入された場合のMOX量を算定し、これら全てを合算してグローブボックス内に入り得るMOXの最大集積量とする。

次に、算定した各グローブボックスのMOXの最大集積量とMOX形態ごとの未臨界質量を比較する。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推定臨界下限増倍率 0.97 以下となる質量であり、MOXの最大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。未臨界質量の評価条件を第1表に、評価結果を第2表に示す。

全てのグローブボックスを対象に評価を行った結果、以下のグローブボックスにおいてMOXの最大集積量が未臨界質量を超える結果となった。各グローブボックスのMOXの最大集積量を第3表に示す。

- ・原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス
- ・原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス
- ・予備混合装置グローブボックス
- ・一次混合粉末秤量・分取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
- ・回収粉末処理・詰替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

i. 分散配置したモデルによる臨界評価

未臨界質量は、MOXが一箇所に球形状に集積したと仮定した極めて厳しい条件で算定した値であり、実際にはグローブボックス内のMOXは分散して存在していることから、グローブボックス内の総MOX量が未臨界質量を超えたとしても必ずしも臨界が発生するわけではない。そこで、MOXの集積量が未臨界質量を超えるグローブボックスに対し、MOXを分散配置したモデルにより臨界評価を行う。

ii. 評価モデルの設定方法

分散配置したモデルは、容器及び機器にMOXが収納された単位で体積が等価な1つの球としてモデル化し、設備の構造に基づき配置することを基本とする。

ここでは、均一化混合装置を代表例として、当該設備の構造に基づきMOXを分散配置したモデルの考え方を以下に示す。

- (i) 均一化混合装置グローブボックスで取り扱うJ85 1容器に収納されたMOXを体積が等価な1つの球にモデル化する。J85のMOX質量の核的制限値 $90\text{kg}\cdot\text{MOX}$ と粉末密度 $5\times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ から球半径を16.3cmと設定する。
- (ii) 粉末回収装置で回収するMOX粉末は少量であるため、最も大きい球に合算して考慮する。均一化混合装置グローブボックス内でMOX量が最大となる満杯時の均一化混合機 $1850\text{kg}\cdot\text{MOX}$ に、CS・RS保管ポット $3\text{kg}\cdot\text{MOX}$ 、粉末回収装置のカップ $10\text{kg}\cdot\text{MOX}$ 及び $13\text{kg}\cdot\text{MOX}$ を加えた合計 $1876\text{kg}\cdot\text{MOX}$ と粉末密度 $5\times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ から球半径を44.8cmと設定する。

(iii) 搬送コンベア上に配置する球の間隔は、容器同士が接したときの中心間距離と同じ間隔で配置し、J85 容器下部の搬送板の外寸が  であることから、J85 をモデル化した球の中心間距離も  として配置する。

また、搬送コンベア上に配置する球の数は、設計上搬送装置に乘載可能な数ではなく、より厳しい評価となるようにグローブボックス長手方向の外寸を超える数の球を配置する。均一化混合装置グローブボックスにおいて搬送コンベアに物理的に乘載可能な J85 は6 容器であるが、グローブボックス長手方向の外寸が  であることから J85 をモデル化した球を一行に 10 個配置する。

(iv) 混合機をモデル化した球と各容器をモデル化した球は当該設備の構造に基づいて配置するが、表面間の距離が 30cm より大きい場合は、混合機をモデル化した球と各容器をモデル化した球は表面から 30cm の離隔距離を取り配置する。

(v) 最も低い位置及び最も高い位置にある球の表面から 50cm 離れた位置を床及び天井とし、厚さ 1 m のコンクリートを配置する。また、最も外側にある球の表面から 1 m 離れた位置の四方を壁とし、厚さ 1 m のコンクリートを配置する。

iii. 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、標準偏差の 3

 については商業機密の観点から公開できません。

倍を考慮した中性子実効増倍率が、推定臨界下限増倍率 0.97 を下回る場合、臨界に至らないと判定する。

iv. 分散配置したモデルによる臨界評価結果

MOXの集積量が未臨界質量を超えるグローブボックスの臨界解析結果を以下に示す。また、各グローブボックスを分散配置したモデルを第1図に示す。

評価の結果、全てのグローブボックスにおいて中性子実効増倍率が 0.97 を下回ることから、MOXが収納された容器が搬送装置の可動域内で物理的に配置可能な範囲でグローブボックス内に搬入され、さらにMOXが混合機及びホッパ内に満杯に投入されることを想定した場合においても臨界に至ることはない。

グローブボックス	中性子実効増倍率
原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	0.658
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	0.763
予備混合装置グローブボックス	0.933
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	0.780
均一化混合装置グローブボックス	0.944
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	0.851
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	0.931

第1表 未臨界質量の評価条件

MOX形態		Pu富化度 (%)	含水率 (%)	密度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	核分裂性 Pu割合 (%)	ウラン中のウラン-235含有率 (%)
粉末	原料MOX粉末	60	0.5	4.0	83	1.6
	一次混合粉末	30	1.0	5.0		
	二次混合粉末	14	1.5	5.0		
	添加剤混合粉末	14	2.5	5.0		
ペレット	グリーンペレット	14	2.5	7.9		
	焼結ペレット	14	0.1	11.1		

第2表 未臨界質量の評価結果

MOX形態	未臨界質量 (kg・MOX)	$k_{eff}+3\sigma$
原料MOX粉末	300	0.932
一次混合粉末	650	0.951
二次混合粉末	2200	0.968
添加剤混合粉末	1500	0.960
グリーンペレット	600	0.956
焼結ペレット	850	0.965

第3表 各グローブボックスのMOXの最大集積量

グローブボックス	容器数	MOX集積量 (kg・MOX)
原料MOX粉末缶取出装置 グローブボックス	粉末缶：29 容器 原料MOXポット：1 缶	440
原料MOX粉末秤量・分取装置 グローブボックス	粉末缶：13 缶 J 18：2 基 分取ホッパA 分取ホッパB 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	500
予備混合装置 グローブボックス	J 60：7 基 予備混合機 原料MOXポット：1 缶 粉末回収装置	1050
一次混合粉末秤量・分取装置 グローブボックス	J 60：16 基 CS・RS保管ポット：1 缶 篩分粉末ホッパ 粉末回収装置 一次混合粉末ホッパ	1610
均一化混合装置 グローブボックス	J 85：8 基 CS・RS保管ポット：1 缶 均一化混合機 粉末回収装置	2600
回収粉末処理・詰替装置 グローブボックス	J 60：3 基 ペレット保管容器：6 基 9 缶バスケット：9 基 CS・RS保管ポット：11 缶 粉末回収装置 反転装置付ホッパ 粗粉碎機 ポット反転装置	2020
回収粉末処理・混合装置 グローブボックス	J 60：10 基 CS・RS保管ポット：1 缶 回収粉末ホッパ（強制篩分機） 回収粉末混合機 粉末回収装置	1510

第4表 未臨界質量に至るまでに要する時間

核燃料物質の堆積が可能なグローブボックス	搬送容器	未臨界質量 (kg・MOX)	未臨界質量に至る時間 (h)
原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	粉末缶	300	20
予備混合装置グローブボックス	J60	650	17
ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	J60	650	12
一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	J60	650	13
均一化混合装置グローブボックス	J85	2200	31
回収粉末処理・混合装置グローブボックス	J60	650	21
添加剤混合装置グローブボックス	J85	1500	43
回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	ペレット保管容器	850	32
分析試料採取・詰替装置グローブボックス	5缶バスケット	650	79

第5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (1 / 9)

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 $1.8 \sim 4.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 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 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 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 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) </p> <p>ステンレス鋼 0.55 0.55 アルミニウム</p> <p>混合酸化物貯蔵容器 (粉末缶1缶分) 18.4</p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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 $0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とする。 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5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (2 / 9)

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 $1.8 \sim 4.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 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 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・上下方向及び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5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (3 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>粉末一時保管設備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ J 60 質量 65kg・MOX Pu 富化度 30% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 1.0% MOX密度 $1.8 \sim 5.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 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 2.5% MOX密度 $1.8 \sim 5.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 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 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ 上下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> J60 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>	<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5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (4 / 9)

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 	<p style="text-align: center;">平面図</p> <p style="text-align: center;">断面図</p> <p style="text-align: right;">[単位: cm]</p>	<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層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5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (5 / 9)

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 style="text-align: right;">[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5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (6 / 9)

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>列方向 39.65</p> <p>行方向 750</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>380</p> <p>100</p> <p>100</p> <p>燃料集合体貯蔵チャンネル</p> <p>普通コンクリート</p> <p>雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)</p> <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>

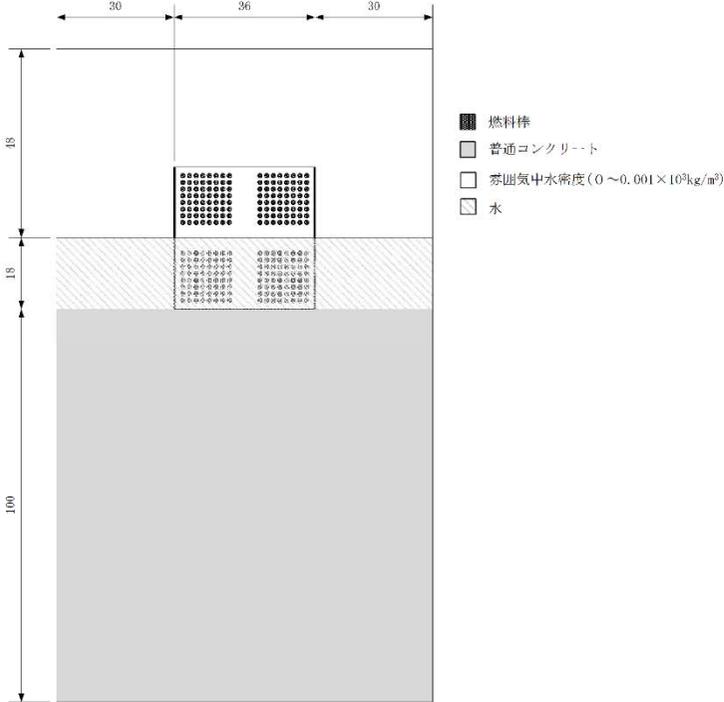
第5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル（7／9）

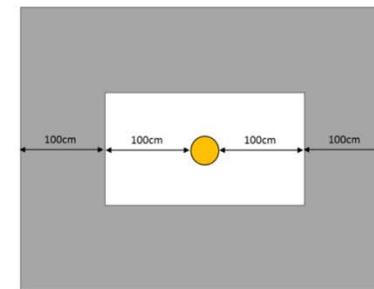
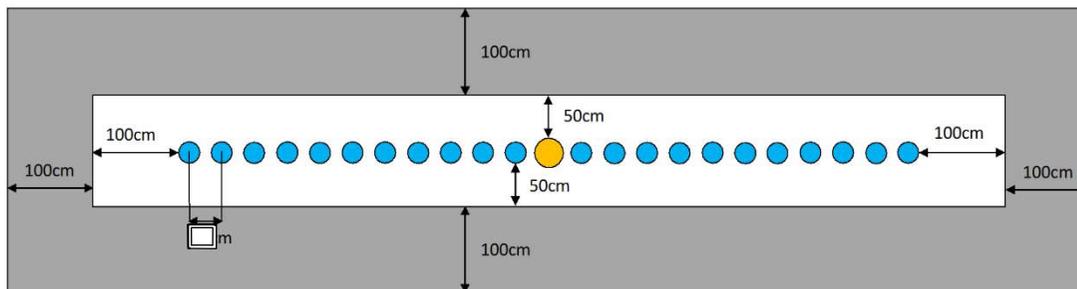
設備	計算モデル	モデル図	備考
スクラップ 貯蔵設備 ／ 製品ペレ ット貯蔵設備 ／ ペレット一 時保管設備	<ul style="list-style-type: none"> ・焼結ペレット Pu 富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% 含水率 0.1% MOX密度 $11.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・ペレットの配列 正方配列 高さ 5.3cm ・下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p style="text-align: center;">平面図</p> <p style="text-align: center;">断面図</p> <p style="text-align: center;">正方配列 [単位 : cm]</p>	<p>1) ペレットの配列については、空隙を無視した形状、正方配列、六方配列のうち、最も実効増倍率が高い正方配列とした。</p>

第5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (8 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>均一化混合装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> MOX粉末 <ul style="list-style-type: none"> 形状 円すい 質量 270kg・MOX Pu富化度 14% 核分裂性Pu割合 83% U中のU-235含有率 1.6% MOX粉末密度 $1.8 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 含水率(浸水部) 32% 含水率(乾燥部) 1.5% 安息角 50° 雰囲気中水密度 $0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 上下方向の反射体条件 コンクリート 100cm 	<p>モデル図</p> <p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p> <ul style="list-style-type: none"> MOX粉末(乾燥部) MOX粉末(浸水部) 普通コンクリート 雰囲気中水密度 ($0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$) 水 	

第5表 外的事象を起因とする臨界評価モデル (9 / 9)

設備	計算モデル	モデル図	備考
<p>貯蔵マガジン / 組立マガジン / 燃料集合体</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 ・燃料棒の長さ 無限長 ・雰囲気中水密度 $0 \sim 0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ・床面の反射体条件 コンクリート 100cm 	 <p>断面図</p> <p>[単位: cm]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 貯蔵マガジン, 組立マガジン, 燃料集合体のうち, 最も実効増倍率が高い貯蔵マガジンのモデルとした。 2) 被覆管としてジルカロイを考慮。

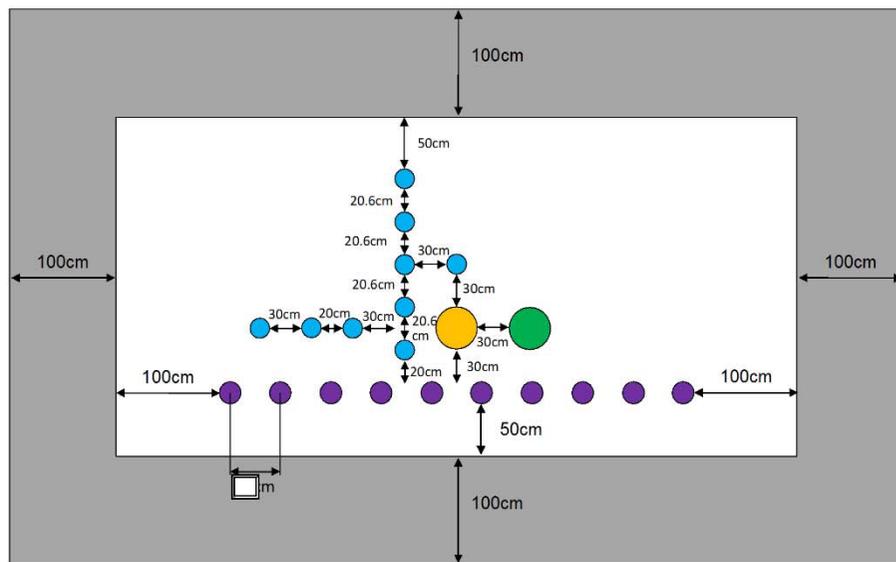


- 粉末缶5缶分と粉末回収装置を合わせた球 $r=16.7\text{cm}$
- 粉末缶2缶分を合わせた球 $r=12.2\text{cm}$
- 普通コンクリート
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)

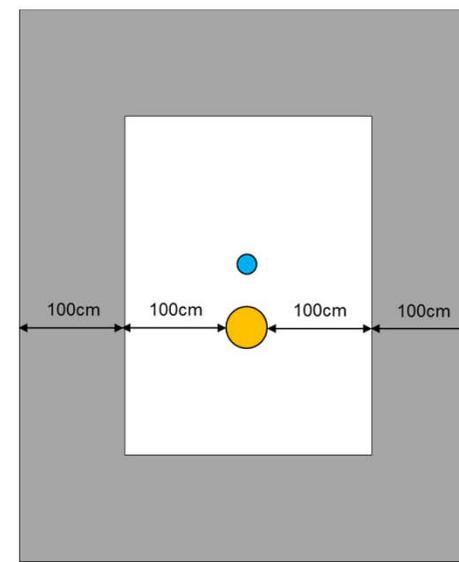
評価条件
 プルトニウム富化度：60%
 含水率：0.5%
 密度： $4.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

□□ については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス）（1 / 7）



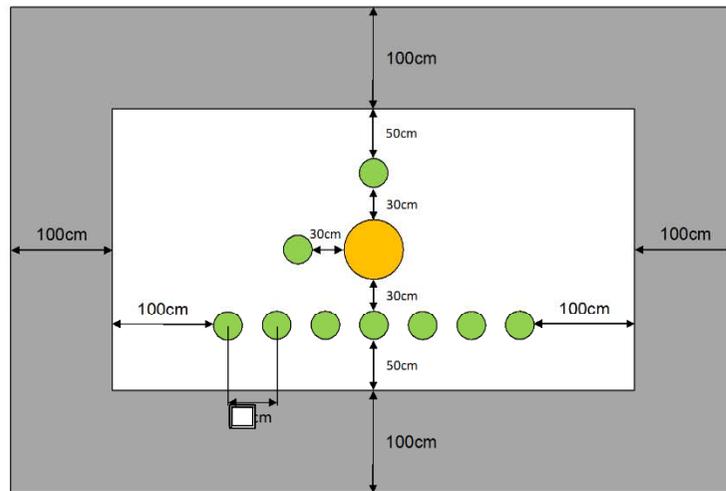
- 分取ホッパA $r=20.2\text{cm}$ ● J18 $r=10.7\text{cm}$ ■ 普通コンクリート
- 分取ホッパB $r=19.4\text{cm}$ ● 粉末缶 $r=9.7\text{cm}$ □ 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



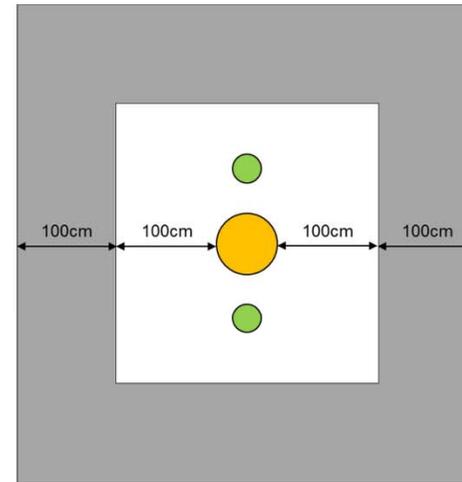
評価条件
 プルトニウム富化度：60%
 含水率：0.5%
 密度： $4.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

□□ □については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス）（2 / 7）



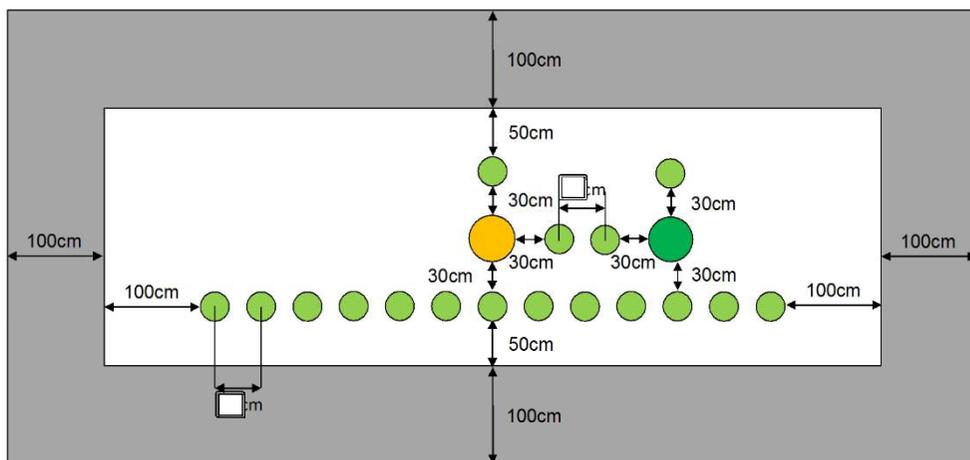
● 予備混合機 $r=30.4\text{cm}$ ● J60 $r=14.6\text{cm}$
 普通コンクリート 霧団気中水密度 ($0.001 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)



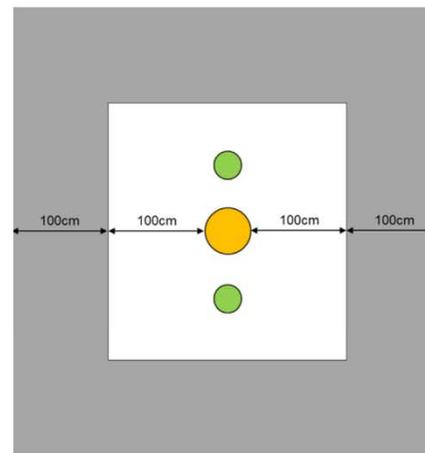
評価条件
 プルトニウム富化度：30%
 含水率：1.0%
 密度： $5.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（予備混合装置グローブボックス）（3 / 7）



- 一次混合粉末ホッパ $r=24.3\text{cm}$
- 篩分粉末ホッパ $r=23.3\text{cm}$
- J60 $r=14.6\text{cm}$
- 普通コンクリート
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



評価条件

プルトニウム富化度：30%

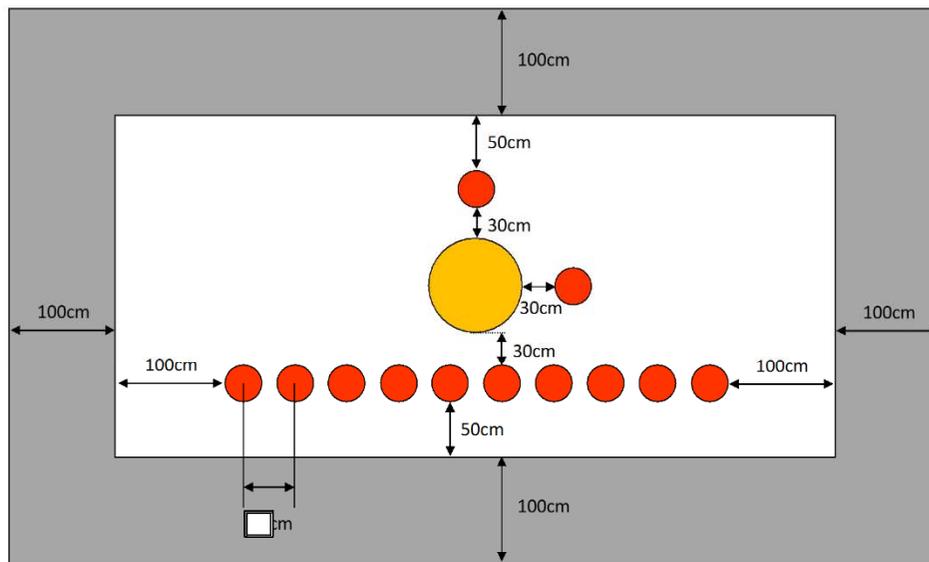
含水率：1.0%

密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

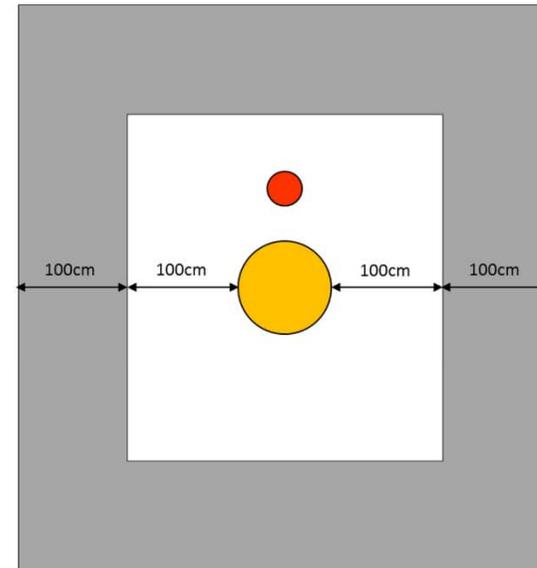


については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス）（4 / 7）



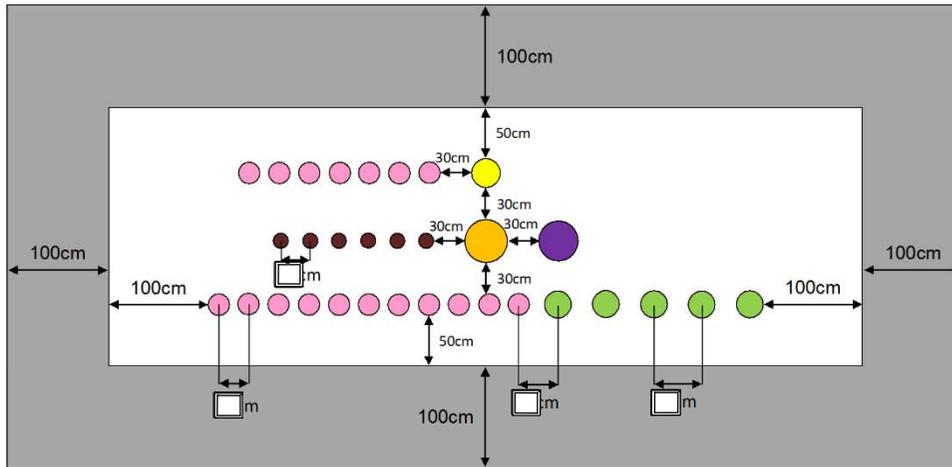
- 均一化混合機 $r=44.8\text{cm}$
- J85 $r=16.3\text{cm}$
- 普通コンクリート
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



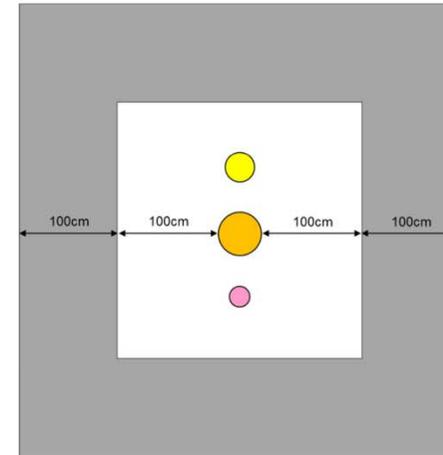
評価条件
 プルトニウム富化度：14%
 含水率：1.5%
 密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

 については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（均一化混合装置グローブボックス）（5 / 7）



- ポット反転装置付ホツパ $r=21.8\text{cm}$
- 粗粉碎機 $r=20.5\text{cm}$
- 反転装置 $r=15.1\text{cm}$
- 普通コンクリート
- J60 $r=14.6\text{cm}$
- 9缶バスケット $r=11.1\text{cm}$
- ペレット保管容器 $r=8.1\text{cm}$
- 雰囲気中水密度 ($0.001 \times 10^3\text{kg/m}^3$)



評価条件

【J60】

プルトニウム富化度：30%

含水率：1.0%

密度： $5.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$

【J60 以外】

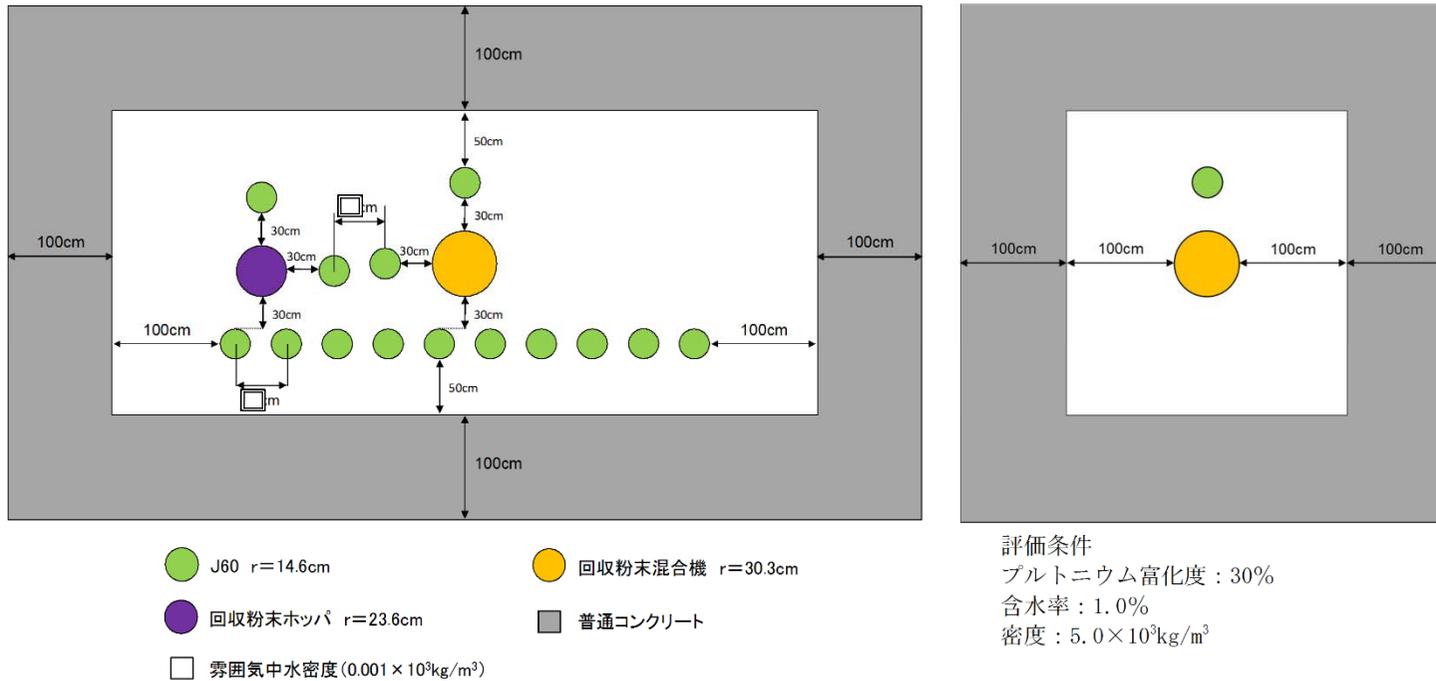
プルトニウム富化度：14%

含水率：0.1%

密度： $11.1 \times 10^3\text{kg/m}^3$

□ については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（回収粉末処理・詰替装置グローブボックス）（6 / 7）



□ については商業機密の観点から公開できません。

第1図 分散配置モデル（回収粉末処理・混合装置グローブボックス）（7 / 7）

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.

混合機の容積制限について

1. 設計の考え方

質量管理を行う設備では、通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても臨界に至ることはないが、添加剤の投入が可能で、設計上定める条件より厳しい条件の下において含水率の逸脱が想定される混合機については、MOX粉末及び添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定した場合においても臨界が発生することがないように設計する。

2. 評価方法

SCALE-4のKENO-V. aコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて臨界解析を行う。MOX粉末と添加剤の和の質量を固定し、その範囲でMOX粉末と添加剤の割合を変化させて解析を行い、すべての領域で推定臨界下限増倍率0.97以下となる場合、設定したMOX粉末と添加剤の和の質量では、いかなる割合においても臨界に至らないと判断する。

3. 評価条件

以下の条件で、プルトニウム富化度30%及びプルトニウム富化度18%のMOX粉末を対象として臨界解析を行う。詳細条件を第2-1表及び第2-2表に示す。

(1) モデル形状

評価モデルは、中性子の漏れが最も少ない球形状とする。

(2) MOX質量

プルトニウム富化度30%のMOX粉末については、10～782kg・MOXの範囲で評価を行う。プルトニウム富化度18%のMOX粉末については、

10～1850kg・MOXの範囲で評価を行う。

(3) プルトニウム富化度

プルトニウム富化度60%以下の原料MOX粉末を取り扱う設備は、添加剤を添加する構造となっていないことから対象外とし、プルトニウム富化度30%及びプルトニウム富化度18%のMOX粉末を評価対象とする。

(4) 中性子反射効果

容器や機器による中性子の反射を考慮し周囲を2.5cmの水とする。

(5) MOX粉末密度

希釈混合時のMOX粉末密度は、 $4 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ に設定した原料MOX粉末、これと同等である原料ウラン粉末及び $6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ に設定した回収粉末を混合することを考慮し、 $5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ に設定する。

(6) 核分裂性プルトニウム割合

再処理施設からプルトニウム中のプルトニウム-240含有率が17%以上の粉末のみを受け入れることから、核分裂性プルトニウム割合の最大値として83%を設定する。プルトニウム同位体組成は、再処理施設の臨界計算条件と同じ同位体組成（プルトニウム-239：プルトニウム-240：プルトニウム-241=71：17：12）を適用している。

(7) ウラン中のウラン-235含有率

再処理施設からMOX中のウラン-235含有率が1.6%以下の粉末のみを受け入れ、工程中では、ウラン中のウラン-235含有率が天然ウラン以下(0.72%以下)の原料ウラン粉末の希釈混合を行うことから、ウラン中のウラン-235含有率の最大値として1.6%を設定する。

4. 評価結果

評価結果を第2-1図及び第2-2図に示す。

プルトニウム富化度30%のMOX粉末については、評価範囲における中性子実効増倍率（ $K_{eff}+3\sigma$ ）の最大値は0.932となり、MOX粉末が600kg・MOX以下、つまり混合機の容積を120L以下で設計することでMOX粉末及び添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定した場合においても臨界が発生することはない。

プルトニウム富化度18%のMOX粉末については、評価範囲における中性子実効増倍率（ $K_{eff}+3\sigma$ ）の最大値は0.937となり、MOX粉末が1850kg・MOX以下、つまり混合機の容積を370L以下で設計することでMOX粉末及び添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定した場合においても臨界が発生することはない。

5. 対象混合機

以上の結果から以下の混合機の容積を制限する設計とする。

(1) 容積を120L以下に制限する対象機器

- ・ 予備混合機

(2) 容積を370L以下に制限する対象機器

- ・ 均一化混合機
- ・ 添加剤混合機
- ・ 回収粉末混合機

第2-1表 プルトニウム富化度30%のMOX粉末に対する評価条件

項目	計算条件
使用計算コード及び核データライブラリ	SCALE-4 の KENO-V. a コード及び ENDF/B-IV ライブラリ
核燃料物質の形状	球形状
混合機容積	120 L
Pu 富化度	30%
核分裂性Pu割合	83%
ウラン中のウラン-235含有率	1.6%
核燃料物質質量	10～600kg・MOX（混合機内の残りの空間は添加剤充填）
含水率	81.0～1.0%
密度	$0.09 \sim 5.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$
反射条件	水 2.5cm
中性子実効増倍率（ $K_{\text{eff}}+3\sigma$ ）	0.932（核燃料物質質量：600kg・MOX）
評価結果	中性子実効増倍率は、推定臨界下限増倍率 0.97 未満であるため未臨界

* 120L 以下に容積を制限する対象混合機は、予備混合機である。

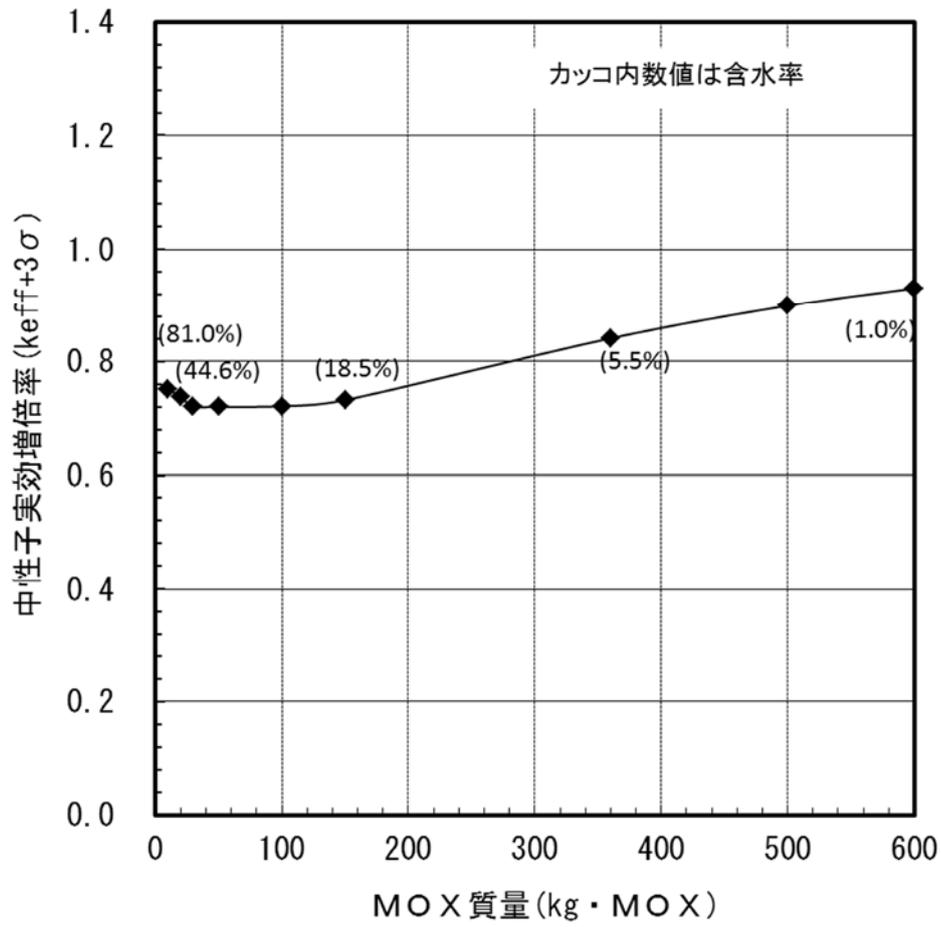
第2-2表 プルトニウム富化度18%のMOX粉末に対する評価条件

項目	計算条件
使用計算コード及び核データライブラリ	SCALE-4 の KENO-V. a コード及び ENDF/B-IV ライブラリ
核燃料物質の形状	球形状
混合機容積	370 L
Pu 富化度	14% [※]
核分裂性Pu 割合	83%
ウラン中のウラン-235 含有率	1.6%
核燃料物質量	10~1850kg・MOX (混合機内の残りの空間は添加剤充満)
含水率	93.0~1.5%
密度	0.03~5.0×10 ³ kg/m ³
反射条件	水 2.5cm
中性子実効増倍率 (Keff+3σ)	0.937 (核燃料物質量 : 1850kg・MOX)
評価結果	中性子実効増倍率は、推定臨界下限増倍率 0.97 未満であるため未臨界

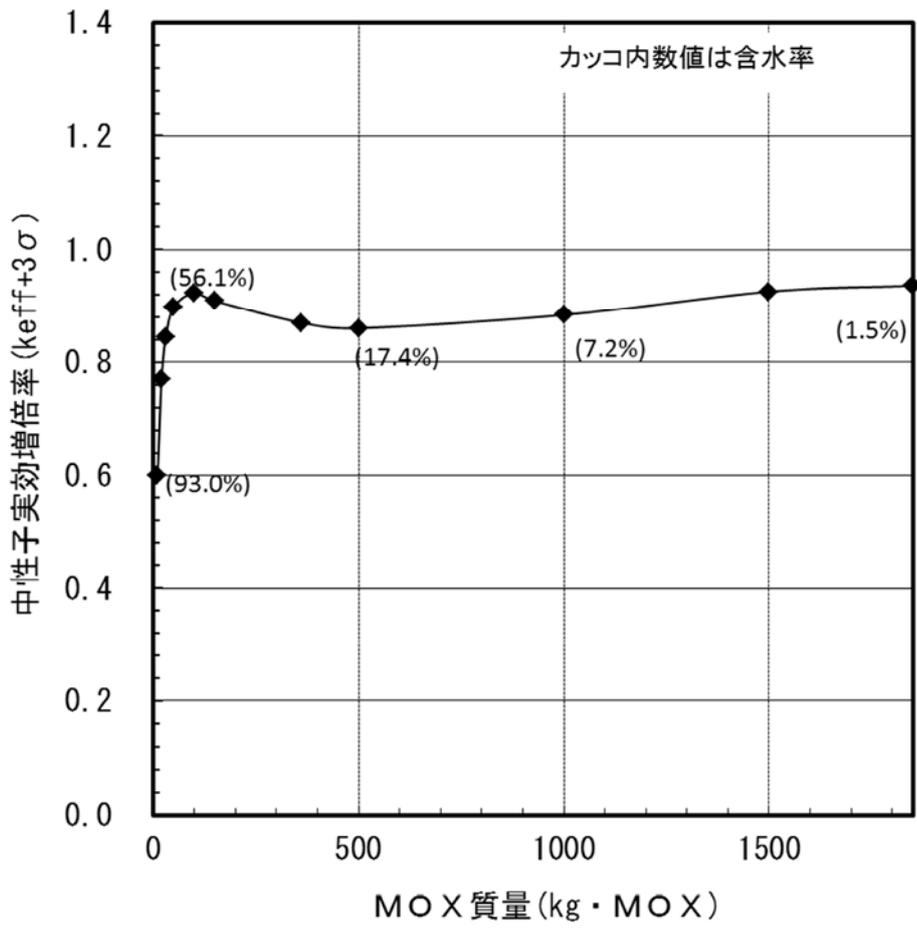
※次の範囲に対して厳しい評価となる条件を設定する。

- 1) 核分裂性Pu 富化度 : 11.6%以下
- 2) Pu 富化度 : 18%以下

臨界評価上は、核分裂性Pu 富化度 11.6%及び核分裂性Pu 割合 83%との組合せから、Pu 富化度を 14%とする。



第 2 - 1 図 プルトニウム富化度30%のMOX粉末に対する評価結果



第2-2図 プルトニウム富化度18%のMOX粉末に対する評価結果

未臨界質量の評価について

1. 未臨界質量について

未臨界質量とは、想定する核燃料物質性状において、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、推定臨界下限増倍率0.97を下回る質量である。中性子の漏れが最も少ない球形状において推定臨界下限増倍率が0.97以下であれば、そのMOX粉末量以内においてグローブボックス内でいかなる状態で集積しても臨界に至ることはないと言える。

2. 評価条件

SCALE-4のKENO-V.aコード及びENDF/B-IVライブラリを用いて、第1表の条件に基づきMOX形態ごとに臨界解析を実施し、推定臨界下限増倍率が0.97以下となるMOX質量を算定し、それを未臨界質量とする。

第1表 MOX形態ごとの評価条件

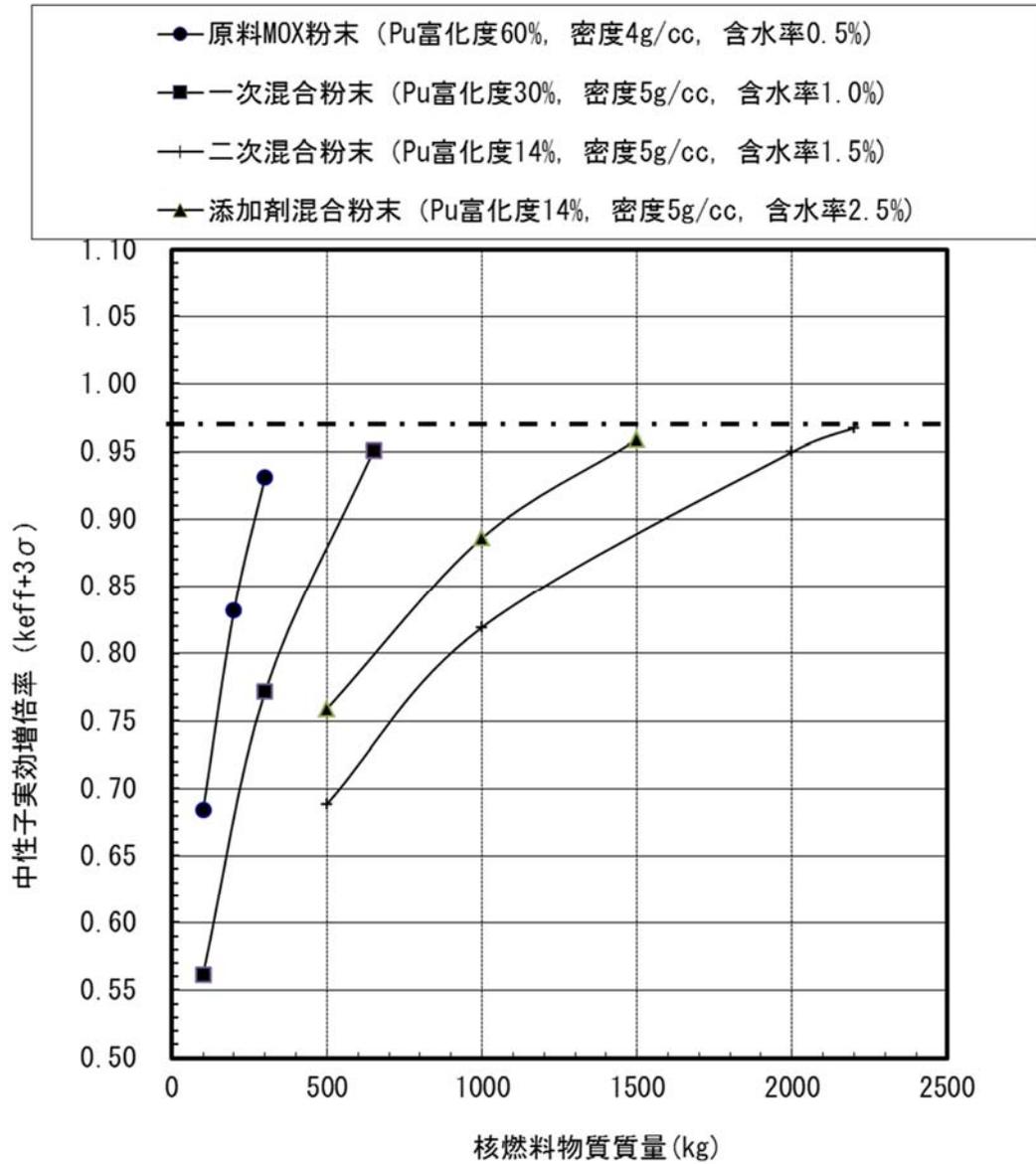
MOX形態	Pu 富化度 (%)	含水率 (%)	密度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	核分裂性 Pu 割合 (%)	ウラン中のウラン-235含有率 (%)
原料MOX粉末	60	0.5	4	83	1.6
一次混合粉末	30	1.0	5		
二次混合粉末	14	1.5	5		
添加剤混合粉末	14	2.5	5		
グリーンペレット	14	2.5	7.9		
焼結ペレット	14	0.1	11.1		

3. 評価結果

評価結果を第2表に示す。また、MOX形態ごとの質量と中性子実効増倍率の推移を第1図及び第2図に示す。

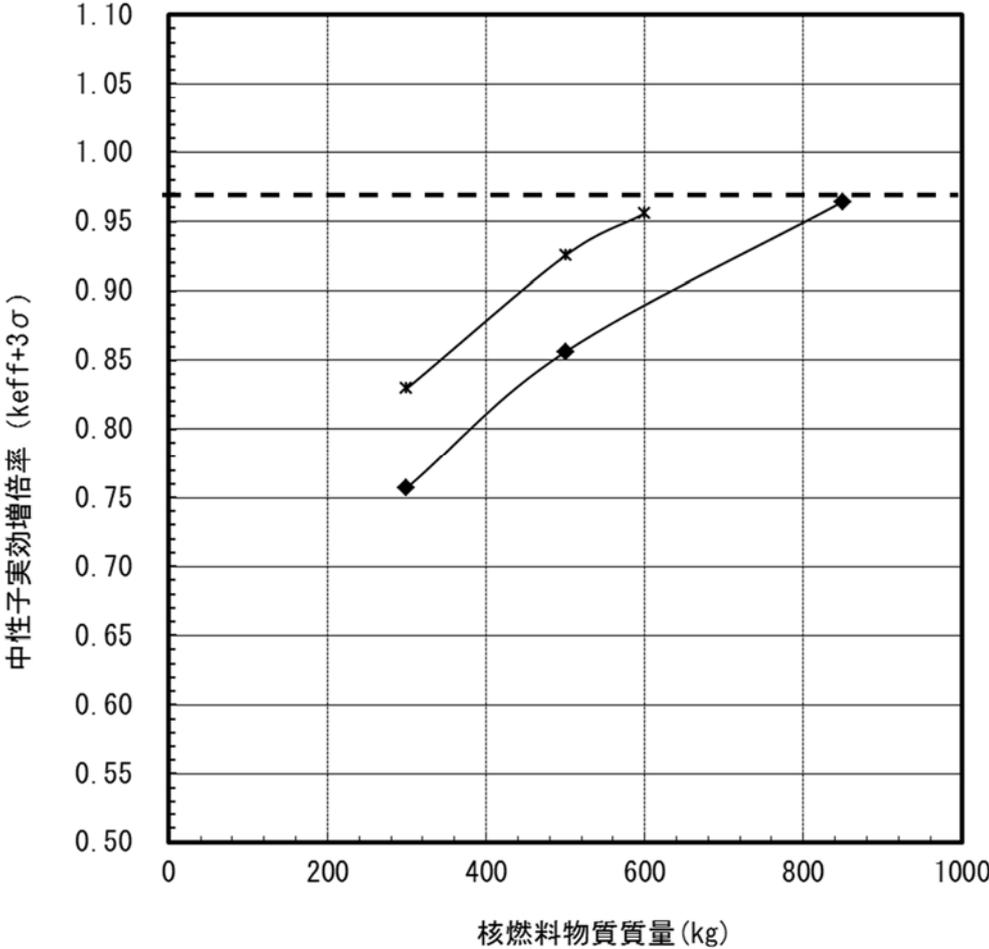
第2表 MOX形態ごとの未臨界質量

MOX形態	未臨界質量 (kg・MOX)	$K_{eff}+3\sigma$
原料MOX粉末	300	0.932
一次混合粉末	650	0.951
二次混合粉末	2200	0.968
添加剤混合粉末	1500	0.960
グリーンペレット	600	0.956
焼結ペレット	850	0.965



第1図 MOX形態ごとの質量と中性子実効増倍率の推移
(MOX粉末)

* グリーンペレット (Pu富化度14%, 密度7.9g/cc, 含水率2.5%)
 ◆ 焼結ペレット (Pu富化度14%, 密度11.1g/cc, 含水率0.1%)

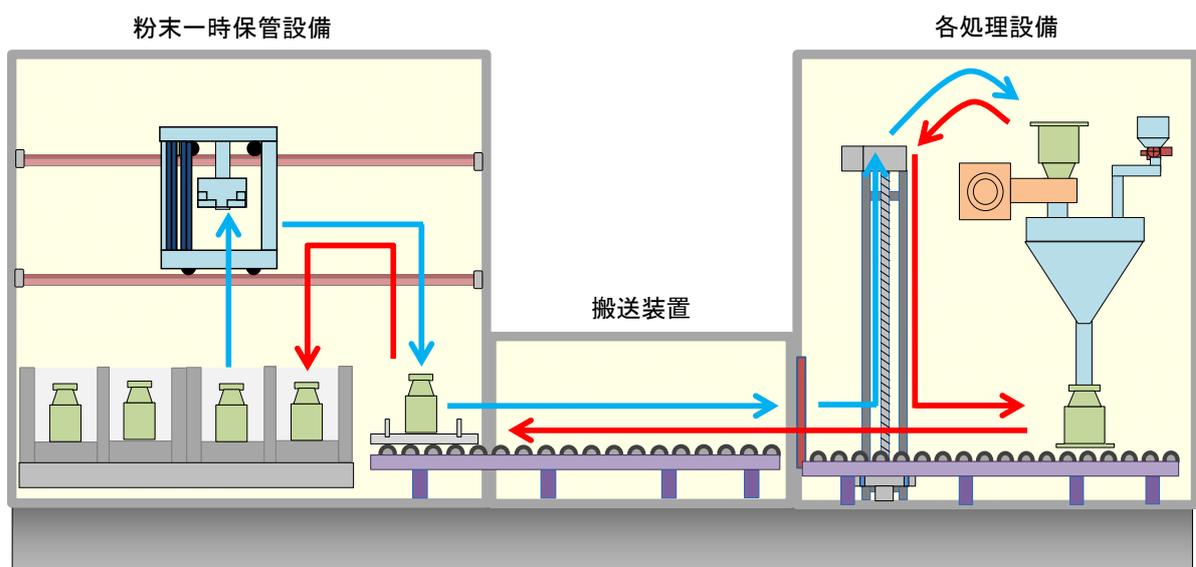


第2図 MOX形態ごとの質量と中性子実効増倍率の推移
 (ペレット)

未臨界質量に至る所要時間の算定について

MOX燃料加工施設の粉末調整工程はバッチ処理であり、基本的に粉末容器単位で混合等の処理を行う。仕掛品のMOX粉末を収納した粉末容器は、粉末一時保管設備に保管し、混合等の処理を実施する際は、各処理設備に粉末容器を1容器単位で搬送し、粉末容器を反転し処理装置に投入する。処理後のMOX粉末は再び同じ粉末容器に収納し、粉末一時保管設備に返送する。

上記のとおり、粉末容器は1容器単位で粉末一時保管設備と各処理設備間を行き来することから、搬送装置において粉末容器同士がすれ違うことが出来ない設計であり、よって未臨界質量に至る所要時間の算定にあたっては粉末容器の返送時間も見込んで評価をおこなう。



第1図 粉末一時保管設備から処理設備間の搬送