

【公開版】

提出年月日	令和2年2月25日 R6
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9条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

1. 2 要求事項に対する適合性

1. 3 規則への適合性

2. 火山影響評価の基本方針

2. 1 概要

2. 2 火山影響評価の流れ

3. 立地評価

3. 1 MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

3. 2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

3. 3 影響を及ぼし得る火山事象

4. 火山事象に関する設計方針

5. 設計対処施設の選定

6. 設計条件

6. 1 降下火砕物の設計条件及び特徴

6. 2 降下火砕物で考慮する影響

7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子

7. 1 直接的影響因子

7. 2 間接的影響因子

8. 設計対処施設の設計

8. 1 直接的影響に対する設計方針

9. 火山影響等発生時における本施設の保全のための活動を行う体制の整備の方針

10. 実施する主な手順
11. 火山の状態に応じた対処方針

2 章 補足説明資料

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について，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。）及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針（以下「MOX指針」という。）の比較により，事業許可基準規則第九条において追加された要求事項を整理する。（第1－1表）

第1－1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（1／5）

事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）	MOX指針	備 考
1 安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 （解釈） 1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。 2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。 3 第1項に規定する「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。	指針1. 基本的条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。 1. 自然環境 （1）地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象 （2）地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等 （3）風向、風速、降雨量等の気象 （4）河川、地下水等の水象及び水理	追加要求事項

第 1－1 表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（2／5）

事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）	MOX指針	備 考
	指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮 1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。 2. これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。 3. 過去の記録、現地調査の結果等を参考にし、必要のある場合には、異種の自然現象を重ねて設計基礎とすること。	前記のとおり

第1－1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（3／5）

事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）	MOX指針	備 考
2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 （解釈） 4 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。 5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。	指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮 1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。 2. これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。 3. 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。	追加要求事項

第 1－1 表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（4／5）

事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）	MOX指針	備 考
3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。 （解釈） 1 第 9 条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。 6 第 3 項は、設計基準において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。	指針 1 基本的条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。 2. 社会環境 （1）近接工場における火災・爆発等 （2）航空機事故等による飛来物等 （3）農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用及び人口分布 （解説） 社会環境に関する事象として注目すべき点は、近接工場における事故及び航空機に係る事故である。 近接工場における事故については、事故の種類と施設までの距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、安全上重要な施設が適切に保護されていることを確認すること。 航空機に係る事故については、航空機に係る施設の事故防止対策として、航空機の施設上空の飛行制限等を勘案の上、その発生の可能性について評価した上で、必要な場合は、安全上重要な施設のうち特に重要と判断される施設が、適切に保護されていることを確認すること。	追加要求事項

第 1－1 表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（5／5）

事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）	MOX指針	備 考
7 第3項に規定する「加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であつて人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況を基に選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。なお、上記の「航空機落下」については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））等に基づき、防護設計の要否について確認する。		前記のとおり

1. 2 要求事項に対する適合性

(1) 外部からの衝撃による損傷の防止

安全機能を有する施設は、MOX燃料加工施設敷地の自然環境を基に想定される洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む組合せに遭遇した場合において，自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果としてMOX燃料加工施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。なお，MOX燃料加工施設敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑りについては，立地的要因により設計上考慮する必要はない。

上記に加え，安全上重要な施設は，最新の科学的技術的知見を踏まえ当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を，それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また，安全機能を有する施設は，MOX燃料加工施設敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等），ダムの崩壊，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス，船舶の衝突，電磁的障害等のうちMOX燃料加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。以下「人為事象」という。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお，MOX燃料加工施設敷地又はその周辺において想定される人為事象のうち，ダムの崩壊，船舶の衝突については，立地的

要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な安全機能を有する施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

（２） 火山の影響

安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の運用期間中においてMOX燃料加工施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 55cm、密度 1.3g/cm^3 （湿潤状態）の降下火砕物に対し、構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること
- ・ 構造物への粒子の衝突に対して影響を受けない設計とすること
- ・ 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入し難い設計とすること
- ・ 構造物、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）に対して磨耗し難い設計とすること
- ・ 構造物、換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響

(腐食) に対して短期での腐食が発生しない設計とすること

・電気系及び計装制御系の絶縁低下に対して、換気設備は降下火砕物が侵入し難い設計とすること

・降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去や換気設備外気取入口のフィルタの交換又は清掃並びに換気設備の停止又は循環運転の実施により安全機能を損なわない設計とすること

その他の安全機能を有する施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での補修を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

さらに、降下火砕物による間接的影響である長期間の外部電源喪失及び敷地内外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、MOX燃料加工施設の安全性を維持するために必要となる電源の供給が継続できるようにすることにより安全機能を損なわない設計とする。

十和田及び八甲田山は、MOX燃料加工施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い対処内容を決定する。

対処にあたっては、火山現象による影響が発生し又は発生するおそれがある場合において、保全のための活動を行うため、必要な資機材の準備、体制の整備等を実施するとともに、その時点の

最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行う。

1. 3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第九条 安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項及び第2項について

安全機能を有する施設は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対してMOX燃料加工施設の安全性を損なわない設計とする。また、安全上重要な施設は、想定される自然現象により作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮する。

(1) 火山の影響

安全機能を有する施設は、火山の影響が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される火山の影響により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮した設計とする。

【補足説明資料 1－1】

2. 火山影響評価の基本方針

2. 1 概要

原子力規制委員会の定める「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。

火山の影響によりMOX燃料加工施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価するため、火山影響評価を行い、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを評価する。

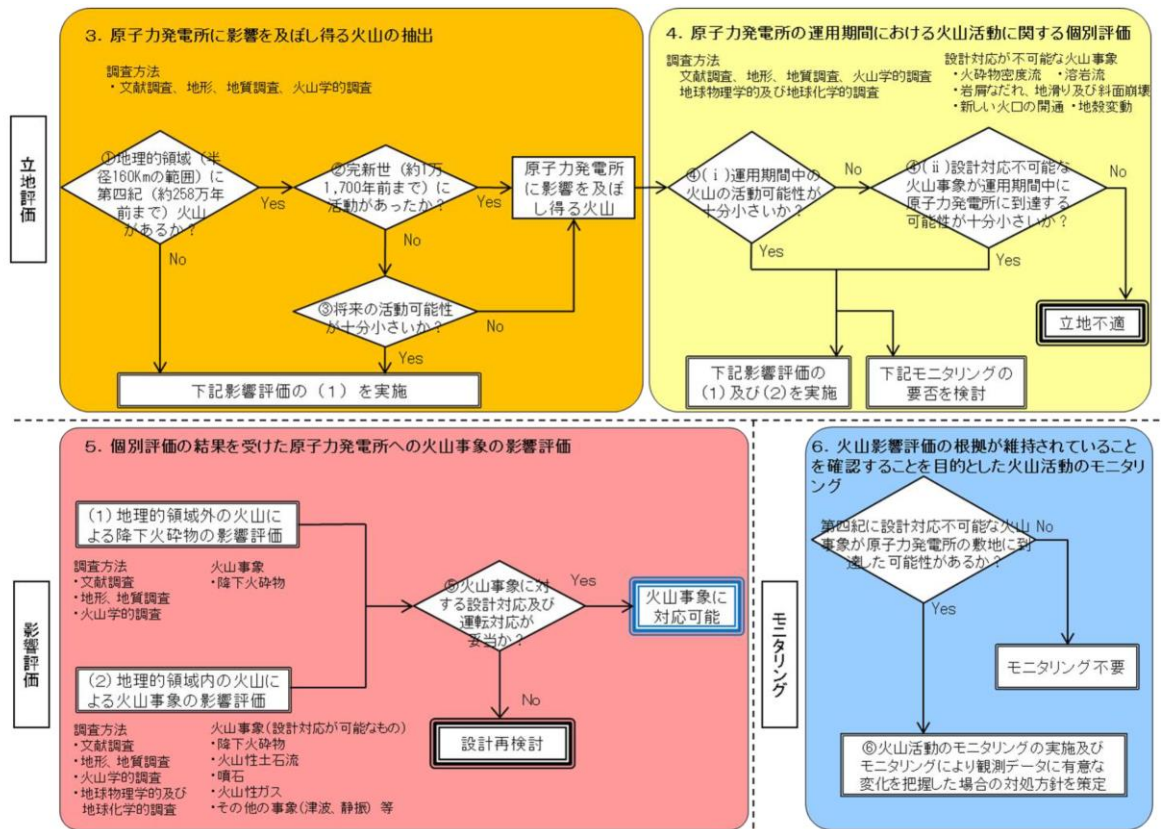
2. 2 火山影響評価の流れ

火山影響評価は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（平成25年6月19日 原規技発第13061910号 原子力規制委員会決定）（以下「火山影響評価ガイド」という。）を参照し、第2-1図の火山影響評価の基本フローに従い立地評価と影響評価の2段階で行う。

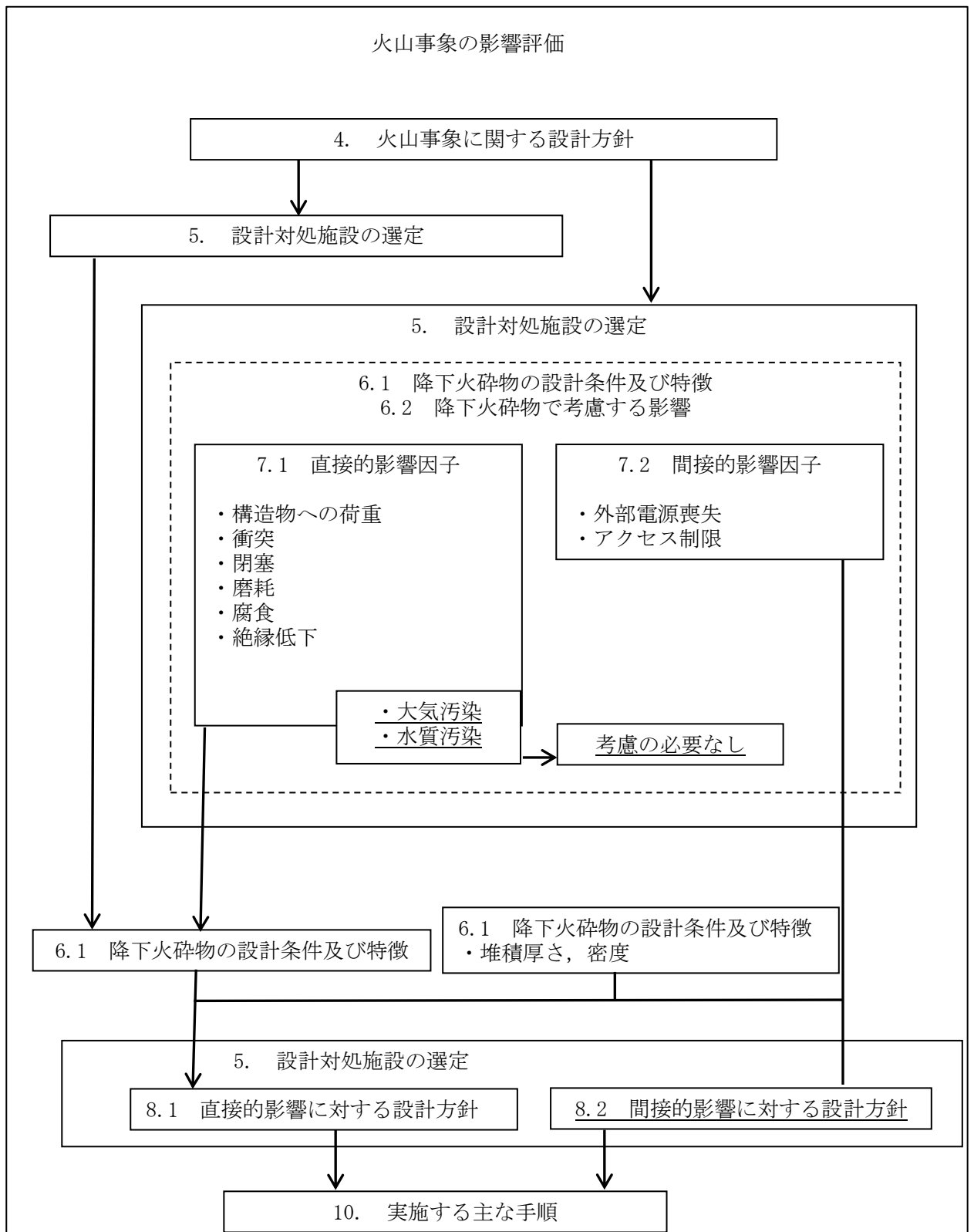
立地評価では、MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、その火山の火山活動に関する個別評価を行う。具体的には設計対応不可能な火山事象がMOX燃料加工施設の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれ、過去に巨大噴火が発生した火山については、「巨大噴火の可能性評価」を行った上で、「最後の巨大噴火以降の火山活動の評価」を行う。巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した場合でも、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。

影響評価では、MOX燃料加工施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について第2-2図の影響評価のフローに従い評価を行う。



第2-1図 火山影響評価の基本フロー



第2-2図 影響評価のフロー

3. 立地評価

3. 1 MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域（160km）に位置する第四紀火山（48火山）について、完新世の活動の有無、将来の活動性を検討した結果、MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山として、北海道駒ヶ岳、恵山、恐山、岩木山、北八甲田火山群、十和田、秋田焼山、八幡平火山群、岩手山、秋田駒ヶ岳、横津岳、陸奥燧岳、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、先十和田、玉川カルデラ、網張火山群、乳頭・高倉及び荷葉岳の21火山を抽出した。

3. 2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した21火山について、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）が影響を及ぼす可能性について個別評価を行った。

火砕物密度流については、十和田及び八甲田カルデラ以外のMOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山については、発生実績や敷地からの離隔等より、火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、敷地から50km以内に分布する恐山及び八甲田カルデラが評価対象火山となるが、恐山については、これらの堆積物は敷地周辺には分布しない。一方、八甲田カルデラについては、これらの発生実績が認められない。その他の19火山については、敷地から半径50km以内に分布しないことから、評価対象外である。したがって、これらの火山事

象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

新しい火口の開口，地殻変動については，敷地がMOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと並びに火山フロントより前弧側（東方）に位置することから，これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから，MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山（21火山）の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象については，発生実績や敷地からの離隔等から，過去最大規模の噴火を想定しても，MOX燃料加工施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと判断した。

火砕物密度流については，文献調査の結果，十和田及び八甲田カルデラの巨大噴火において，火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれるが，MOX燃料加工施設の運用期間中は，巨大噴火の可能性は十分小さいと判断した。また，最後の巨大噴火以降の火山活動の評価の結果，活動履歴，地質調査及び火山学的調査から，施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

ただし，十和田及び八甲田山を対象に，科学的知見を収集し，更なる安全性の向上に資するため，火山活動のモニタリングを行い，評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。

3. 3 影響を及ぼし得る火山事象

将来の活動可能性のある火山若しくは将来の活動可能性を否定できない火山について，MOX燃料加工施設の運用期間中の噴火規模

を考慮し，MOX燃料加工施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果，降下火砕物のみがMOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山事象となった。よって，降下火砕物による安全機能を有する施設への影響評価を行う。

4. 火山事象に関する設計方針

安全機能を有する施設は、MOX燃料加工施設の運用期間中に想定される火山事象である降下火砕物の影響を受ける場合においてもその安全機能を確保するために、降下火砕物に対して安全機能を損なわない設計とする。

その上で、降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を、全ての安全機能を有する構築物及び設備・機器とする。

降下火砕物から防護する施設（以下「降下火砕物防護対象施設」という。）としては、安全評価上その機能を期待する構築物及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び設備・機器を抽出し、降下火砕物により臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないよう機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な構築物及び設備・機器以外の安全機能を有する施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障がない期間での修復を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

火山事象の評価においては、「火山影響評価ガイド」を参考に実施する。

想定する火山事象としては、MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山事象として抽出された降下火砕物を対象とし、降下火砕物

の特性による直接的影響及び間接的影響を評価し、降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、十和田及び八甲田山は、MOX燃料加工施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。火山活動のモニタリングの結果、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があったか判断し、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い、対処内容を決定する。対処にあたっては、その時点の最新の科学的知見に基づきMOX燃料加工施設を安定な状態へ移行（全工程停止、送排風機の停止及びMOX燃料加工施設が保有するMOX粉末の燃料集合体への加工）及び燃料集合体の出荷による核燃料物質の搬出等の可能な限りの対処を行う方針とする。

5. 設計対処施設の選定

降下火砕物防護対象施設は、全て燃料加工建屋内に収納され、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。

外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備は建屋に収納され防護されるため、設計対処施設は、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設とする。

設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、燃料加工建屋が選定される。

設計対処施設のうち、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は、非常用所内電源設備が選定される。

【補足説明資料 5-1】

6. 設計条件

6. 1 降下火砕物の設計条件及び特徴

(1) 降下火砕物の設計条件

MOX燃料加工施設における降下火砕物の諸元については、給源を特定できる降下火砕物のうち、敷地に最も影響を与える甲地軽石の降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、敷地での層厚は55cmとする。

また、甲地軽石を対象とした密度試験の結果を踏まえ、湿潤状態の密度を 1.3g/cm^3 とする。

降下火砕物に対する防護設計を行うために、降下火砕物を湿潤状態とした場合における荷重、設計対処施設に常時作用する荷重及び火山と同時に発生し得る自然現象による荷重を組み合わせた荷重（以下「設計荷重（火山）」という。）を設定する。

また、火山と同時に発生し得る自然現象による荷重については、火山と同時に発生し得る自然現象が与える影響を踏まえた検討により、風（台風）及び積雪による荷重を考慮する。

設計対処施設に作用させる設計荷重（火山）には、設計基準事故時に生ずる応力の組み合わせを適切に考慮する設計とする。

安全上重要な施設は、想定される外部からの衝撃である自然現象又は自然現象の組合せにより安全機能を損なわない設計とすること、MOX燃料加工施設は大きな事故の誘因となり得る火山事象に対して、全工程及び送排風機を停止し施設を安定な状態に移行する措置を行うことから、火山事象と設計基準事故の因果関係及び時間的变化を考慮しても設計基準事故への進展は考えられない。また、さらに、設計基準事故発生時に降下火

砕物が到達したとしても、設計基準事故時に期待する影響緩和機能は、降下火砕物による影響を受けない設計とすることから、時間的变化による設計基準事故への影響を考慮する必要はない。したがって、火山事象と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。

【補足説明資料 6-1， 6-3， 6-4】

(2) 降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果により、一般的な降下火砕物の特徴は以下のとおりである。

- ① 火山ガラス片及び鉱物結晶片から成る。ただし、砂よりもろく硬度は小さい。
- ② 亜硫酸ガス、硫化水素及びふっ化水素の火山ガス成分（以下「腐食性ガス」という。）が付着している。ただし、直ちに金属腐食を生じさせることはない。
- ③ 水に濡れると導電性を生じる。
- ④ 湿った降下火砕物は、乾燥すると固結する。
- ⑤ 降下火砕物の粒子の融点は、一般的な砂と比べ約1,000℃と低い。

6. 2 降下火砕物で考慮する影響

「火山影響評価ガイド」を参考に、降下火砕物の特性による影響は、直接的影響として構造物への荷重、粒子の衝突、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁低下並びに間接的影響として外部電源喪失及びアクセス制限を想定し、これらに対する影響評価を行う。

【補足説明資料 6-2】

7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子

7. 1 直接的影響因子

(1) 構造物への荷重

「構造物への荷重」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設である燃料加工建屋の上に堆積し静的な負荷を与える

「構造物への静的負荷」である。降下火砕物の荷重は、堆積厚さ55cm、密度 1.3g/cm^3 （湿潤状態）に基づくとともに、火山以外の自然現象として積雪及び風（台風）による荷重との組合せを考慮する。

(2) 衝突

「衝突」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設である燃料加工建屋に対して、降下火砕物の降灰時に衝撃荷重を与える「粒子の衝突」である。

(3) 閉塞

「閉塞」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設に対して、降下火砕物の侵入による換気系、機器の給気系及び冷却空気の流路を閉塞させる「換気系、電気系、計装制御系に対する機械的影響（閉塞）」である。

(4) 磨耗

「磨耗」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設に対して、大気に含まれる降下火砕物により、動的機器を磨耗させる「換気系、電気系、計装制御系に対する機械的影響（磨耗）」である。

(5) 腐食

「腐食」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設のう

ち降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、腐食性ガスが付着した降下火砕物に接することにより接触面を腐食させる「構造物への化学的影響（腐食）」、換気系、電気系及び計装制御系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させる「換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」である。

（６） 大気汚染

MOX燃料加工施設は中央監視室において継続監視のために居住環境を維持する必要があるため、「大気汚染」の影響は考慮する必要がない。

（７） 水質汚染

MOX燃料加工施設には水を必要とする降下火砕物防護対象施設がないため、「水質汚染」の影響を考慮する必要はない。

（８） 絶縁低下

「絶縁低下」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設に対して、湿った降下火砕物が電気系及び計装制御系の絶縁部に導電性を生じさせることによる「電気系及び計装制御系の絶縁低下」である。

7. 2 間接的影響因子

（１） 外部電源喪失

降下火砕物によってMOX燃料加工施設に間接的な影響を及ぼす因子は、送電網への降下火砕物の影響により発生する長期間の「外部電源喪失」である。

（２） アクセス制限

降下火砕物によってMOX燃料加工施設に間接的な影響を及ぼす因子は、敷地内外に降下火砕物が堆積し、交通の途絶が発生することによる「アクセス制限」である。

【補足説明資料 7-1】

8. 設計対処施設の設計

「7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子」にて記載した因子に基づき，その影響を適切に考慮し，降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

8. 1 直接的影響因子に対する設計方針

(1) 構造物の静的負荷 n

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は，設計荷重（火山）の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の許容荷重が，設計荷重（火山）に対して安全余裕を有することにより，構造健全性を失わない設計とする。

降下火砕物の堆積荷重と組み合わせる自然現象として積雪及び風（台風）を考慮する。

【補足説明資料 8-1】

(2) 構造物への粒子の衝突

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は，降下火砕物の粒子の衝突の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，コンクリート構造物であるため，微小な鉱物結晶であり，砂よりも硬度が低い特性を持つ降下火砕物の衝突による影響は小さい。そのため，降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の構造健全性を損なうことはない。

なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包含される。

【補足説明資料 8-2】

(3) 換気系，電気系，計装制御系に対する機械的影響（閉塞）

建屋内に収納される換気系，電気系，計装制御系の降下火砕物防護対象施設及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備は，降下火砕物を含む空気による流路の閉塞の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，プレフィルタ，除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し，建屋内への降下火砕物の侵入を防止することにより，安全機能を損なわない設計とする。

非常用所内電源設備は，外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，設備内部への降下火砕物の進入を防止するため，給気系統には，ステンレス製ワイヤネットを設置し，さらに，燃焼用給気系統には，高性能エアフィルタを設置することにより，安全機能を損なわない設計とする。さらに，降下火砕物がフィルタに付着した場合でもフィルタの交換又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により閉塞しない設計とする。

【補足説明資料 8-3】

(4) 換気系，電気系，計装制御系に対する機械的影響（摩耗）

建屋内に収納される換気系，電気系，計装制御系の降下火砕物防護対象施設及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備は，降下火砕物による摩耗の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても，プレフィルタ，除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し，建屋内への降下火砕物の侵入を防止することにより，安全機能を損なわない設計とする。

非常用所内電源設備は，外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても，設備内部への降下火砕物の進入を防止するため，給気系統には，ステンレス製ワイヤネットを設置し，さらに，燃焼用給気系統には，高性能エアフィルタを設置することにより，安全機能を損なわない設計とする。さらに，降下火砕物がフィルタに付着した場合でもフィルタの交換又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により摩耗しない設計とする。

【補足説明資料 8-4】

(5) 構造物，換気系，電気系及び計装制御系への化学的影響（腐食）

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋，建屋に収納される降下火砕物防護対象施設，建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備は，

降下火砕物による腐食の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として、金属腐食研究の結果より、直ちに金属腐食を生じさせることはないが、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設、塗装又は腐食し難い金属を用いることにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、換気設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備は、プレフィルタ、除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し、建屋内への降下火砕物の侵入を防止することにより、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は外壁塗装及び屋上防水がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により短期的な影響を受けることはない。

また、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施することにより、建屋は安全機能を損なうことはない。

【補足説明資料 8-5】

(6) 電気系及び計装制御系の絶縁低下

電気系及び計装制御系のうち、外気から取り入れた屋内の空

気を機器内に取り込む機構を有する設備は、降下火砕物による絶縁低下の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、プレフィルタ、除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し、建屋内への降下火砕物の侵入を防止することにより、安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料 8-6】

8. 2 間接的影響因子に対する設計方針

(1) 外部電源喪失

送電網への降下火砕物の影響により発生する長期的な外部電源が喪失した場合に対し、非常用所内電源設備を2系統設置する設計とし、外部電源喪失により安全機能を損なわない設計とする。

また、外部からの支援を期待できない場合においても、電力の供給を可能とするため、非常用所内電源設備が3日以上連続で運転できる燃料タンクを設け、A重油を貯蔵する設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

なお、敷地内の道路に対して降灰後に除灰作業を実施し、必要に応じて敷地内の重油タンクからタンクローリーを用いて、燃料タンクにA重油を供給する。

(2) アクセス制限

敷地外で交通の途絶が発生した場合、安全上重要な施設に電

力を供給する非常用所内電源設備の非常用発電機の燃料油の供給を受けられないが、電力の供給を可能とするため、非常用所内電源設備が3日間以上連続で運転できる燃料タンクを設け、A重油を貯蔵する設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

敷地内において交通の途絶が発生した場合でも、安全上重要な施設の安全機能は燃料加工建屋内で系統が接続されることにより、交通の途絶の影響を受けない設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

また、敷地内の道路において降下火砕物が堆積した場合には、降灰後に除灰作業を実施し復旧することを手順等に定める。

【補足説明資料 8-7】

9. 火山影響等発生時におけるMOX燃料加工施設の保全のための活動を行う体制の整備の方針

火山事象による影響が発生し又は発生するおそれがある場合（以下「火山影響等発生時」という。）においてMOX燃料加工施設の保全のための活動を行う体制の整備に関し、以下の措置を講ずる。

（1） 計画の策定

火山影響等発生時においてMOX燃料加工施設の保全のための活動を行うための計画を策定する。

（2） 要員の確保

火山影響等発生時においてMOX燃料加工施設の保全のための活動として実施する各種対応を行うために必要な要員を確保する。

（3） 教育及び訓練

火山影響等発生時においてMOX燃料加工施設の保全のための活動を確実に実施するための教育及び訓練を年1回以上実施する。

（4） 資機材の配備

火山影響等発生時においてMOX燃料加工施設の保全のための活動として実施するために必要な資機材を配備する。

（5） 体制の整備

火山影響等発生時においてMOX燃料加工施設の保全のための活動を実施するために必要な体制を整備する。

（6） 定期的な評価

降下火砕物による火山影響評価について変更がないか定期的に確認し、変更が生じている場合は火山影響評価を行う。火山

影響評価の結果，変更がある場合はそれぞれの措置の評価を行い，対策の見直しを実施する。

10. 実施する主な手順

火山に対する防護については、降下火砕物による影響評価を行い、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないように手順を定める。実施する主な手順を以下に示す。

- (1) 大規模な火山の噴火があり降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合には、全工程停止、送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止により、施設が給電を要しない状態へ移行する措置を講ずる。ただし、屋外の降灰状況及び外部電源の復旧状況に応じて換気設備の運転を間欠的に再開する操作を実施する。
- (2) 降下火砕物の影響により建屋の給気フィルタの差圧が交換差圧に達した場合は、状況に応じ外気の取り込みの停止又はフィルタの清掃や交換を実施する。非常用所内電源設備の非常用発電機の運転時には、フィルタの状況を確認し、状況に応じてフィルタの清掃や交換を実施する。
- (3) 降灰後は設計対処施設への影響を確認するための点検を実施し、点検において降下火砕物の堆積が確認された箇所については、長期にわたり積載荷重がかかることを避け、安全機能を維持するために、降下火砕物の除去を実施する。
- (4) 全工程停止、送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止を実施した際には、必要に応じて施設の巡視を実施する。

【補足説明資料10- 1， 10- 2， 10- 3】

11. 火山の状態に応じた対処方針

十和田及び八甲田山の現在の活動状況は、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い、対処内容を決定する。

対処にあたっては、火山現象による影響が発生し又は発生するおそれがある場合において、保全のための活動を行うため、必要な資機材の準備、体制の整備等を実施するとともに、その時点の最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行う。

主な対処例を以下に示す。

- (1) MOX燃料加工施設を安定な状態へ移行（全工程停止、送排風機の停止及びMOX燃料加工施設が保有するMOX粉末の燃料集合体への加工）
- (2) 燃料集合体の出荷による核燃料物質の搬出

2 章 補足説明資料

第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(火山)

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1-1	火山影響評価ガイドとの整合性について	2/25	4	
補足説明資料1-2	外部事象に対する加工運転の停止について	2/17	4	6-4に移動。
補足説明資料5-1	降下火砕物防護対象施設及び設計対処施設の選定について	2/25	5	
補足説明資料5-2	外部事象における安全機能を有する施設の防護について	2/7	0	防護設計方針整理に伴い欠番
補足説明資料6-1	降下火砕物と積雪の重ね合わせの考え方について	1/23	1	
参考資料6-1-1	建築基準法における自然現象の組み合わせによる荷重の考え方	12/13	0	
補足説明資料6-2	降下火砕物による影響モード	12/13	0	
参考資料6-2-1	降水による降下火砕物の固結の影響について	2/7	2	
補足説明資料6-3	荷重の組合せ一覧表	2/7	1	
補足説明資料6-4	外部事象に対する加工運転の停止について	2/25	0	防護設計方針整理に伴い補足説明資料1-2から移動
補足説明資料7-1	影響モードによる加工施設への影響因子	2/25	2	
補足説明資料7-2	MOX燃料加工施設の特徴を考慮した措置について	1/23	4	1-2に移動したため
補足説明資料8-1	設計対処施設の設計方針(構造物への静的負荷)	2/7	1	
参考資料8-1-1	建屋に係る影響評価について	2/7	2	
補足説明資料8-2	設計対処施設の設計方針(構造物への粒子の衝突)	2/7	2	
補足説明資料8-3	設計対処施設の設計方針(換気系, 電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞))	2/25	0	
補足説明資料8-4	設計対処施設の設計方針(構造物, 換気系, 電気系及び計測制御系に対する機械的影響(磨耗))	2/25	0	
補足説明資料8-5	設計対処施設の設計方針(構造物への化学的影響(腐食))(換気系, 電気系及び計測制御系に対する化学的影響(腐食))	2/25	1	
補足説明資料8-6	設計対処施設の設計方針(電気系及び計装制御系の絶縁低下)	2/25	0	
補足説明資料8-7	設計対処施設の設計方針(外部電源喪失, アクセス制限)	2/25	0	
補足説明資料10-1	MOX燃料加工施設 運用, 手順説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止(火山)	2/25	3	

第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(火山)

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	
参考資料10-1-1	噴火速報及び降灰予報について	2/25	1	
補足説明資料10-2	降下火砕物の除去に要する時間及び灰置場について	1/23	1	
参考資料10-2-1	除灰時の人員荷重の考え方について	12/13	0	
補足説明資料10-3	降灰時の施設の監視について	2/25	2	

令和2年2月25日 R4

補足説明資料 1－1

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
1. 総則 本評価ガイドは、原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価のための方法と確認事項をとりまとめたものである。 1. 1 一般 原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」第6条において、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。 火山の影響評価としては、2009年に日本電気協会が「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）を制定し、2012年にIAEAがSafety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21)を策定した。近年、火山学は基本的記述科学から、以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展しつつあり、これらの知見を基に、原子力発電所への火山影響を適切に評価する一例を示すため、本評価ガイドを作成した。 本評価ガイドは、新規規制基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの評価方法の一例である。また、本評価ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。	1. はじめに 原子力規制委員会の定める「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。 火山の影響によりMOX燃料加工施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価するため、火山影響評価を行い、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを確認した。 ・立地評価 ・影響評価

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
1. 2 適用範囲 本評価ガイドは、実用発電用原子炉及びその附属施設に適用する。 1. 3 関連法規等 本評価ガイドは、以下を参考としている。 (1) 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号) (2) 使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「自然環境」の考え方について (平成 20 年 10 月 27 日 原子力安全委員会了承) (3) 日本電気協会 「原子力発電所火山影響評価技術指針」(JEAG4625-2009) (4) IAEA Safety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21, 2012)	

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
2. 本評価ガイドの概要 火山影響評価は、2. 1 に示す立地評価と影響評価の2段階で行う。 また、火山影響評価のほか、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、2. 2 のとおり、火山活動のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする。 本評価ガイドの基本フローを図1に示す。 2. 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ (1) 立地評価 まず、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う。すなわち、原子力発電所の地理的領域において第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出し（図1①）、その中から、完新世に活動があった火山（図1②）及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山（図1③）は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として4. の個別評価対象とする（解説-1）。具体的には、3. のとおりとする。 次に、3. で原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した火山について原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価を行う。すなわち、運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいとは評価できず（図1④(i)）、かつ、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいとも評価できない場合（図1④(ii)）は、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいとはいえず、原子力発電所の立地は不適となる（解説-2、3）。具体的には、4. のとおりとする。	2. MOX燃料加工施設に影響を及ぼす火山影響評価の流れ （ガイドどおり）

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
(2) 影響評価 4. の個別評価において立地が不適とならない場合は、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う（図1⑤）。 ただし、火山事象のうち降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。 具体的には、5. のとおりとする。 解説-1. 本評価ガイドにおける「地理的領域」とは、火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域をいい、原子力発電所から半径160kmの範囲の領域とする。 解説-2. IAEA SSG-21において、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火道の開通及び地殻変動を設計対応が不可能な火山事象としており、本評価ガイドでも、これを適用する。 解説-3. 「火山活動に関する個別評価」は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである。	

火山影響評価ガイドとの整合性について

補-1-1-5

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 調査方法 ・文献調査、地形、地質調査、火山学的調査 ①地理的領域(半径10kmの範囲)に第四紀(約250万年前まで)火山があるか? Yes ②先般世(約1万1,700年前まで)に活動があったか? Yes 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山 No ③将来の活動可能性が十分小さいか? Yes 下記影響評価の(1)を実施 No 4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 調査方法 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査、地植物学的及び地球化学的調査 設計対応が不可能な火山専門家・火砕物動態調査・沿道調査・避難ルート、地帯別及び経路別評価・開口・火口の閉鎖・地盤変動 ④(1)運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいか? Yes 下記影響評価の(1)及び(2)を実施 No ⑤(1)設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいか? Yes 下記モニタリングの要否を検討 No 立地不適 5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価 調査方法 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査 火山事象・降下火砕物 (1)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価 ⑥火山事象に設計対応が可能なか? Yes 火山事象に設計対応可能 No 設計再検討 (2)地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 調査方法 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査、地植物学的及び地球化学的調査 火山事象(設計対応が可能なもの) ・降下火砕物 ・火山性土砂流 ・噴石 ・火山性ガス ・その他の事象(津波、地震)等 6. 火山影響評価の根拠が維持されていることを確認することを目的とした火山活動のモニタリング ⑦設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地内に到達した可能性があるか? Yes ⑧火山活動のモニタリングの実施及びモニタリングにより観測データに有意な変化を把握した場合の対応方針を策定 No モニタリング不要 図1 本評価ガイドの基本フロー	

2. 2 火山活動のモニタリングの流れ

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
4. の個別評価により原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、第四紀に設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対しては、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする（図1⑥）。具体的には、6. のとおりとする。	
【立地評価】（項目名のみ記載）	

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 3. 1 文献調査 3. 2 地形・地質調査及び火山学的調査 3. 3 将来の火山活動可能性 4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 4. 2 地球物理学的及び地球化学的調査	【立地評価】 立地評価及び原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出の結果、降下火砕物のみがMOX燃料加工施設に、影響を及ぼし得る火山事象であるという結果となった。 よって、以降の評価は降下火砕物による影響評価について記す。

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価 4. 1において原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によって原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された火山について、それが噴火した場合に、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を表1に従い抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。 ただし、降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が固定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。 また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さく見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。(解説-17) 抽出された火山事象に対して、4.の個別評価を踏まえて、原子力発電所への影響評価を行うための、各事象の特性と規模を設定する。(解説-18) 以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。 解説-17. 文献等には日本第四紀学会の「日本第四紀地図」を含む。 解説-18. 原子力発電所との位置関係について 表1に記載の距離は、原子力発電所火山影響評価技術指針(JEAG4625)から引用した。JEAG4625では、調査対象火山事象と原子力発電所との距離は、わが国における第四紀火山の火山噴出物の既往最大到達距離を参考に設定している。また、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火	【影響評価】 5. MOX燃料加工施設への火山事象の影響評価 MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、敷地において考慮する火山事象として、降下火砕物の堆積量を評価した。 考慮すべき降下火砕物の層厚は、地質調査、文献調査及び降下火砕物シミュレーション結果から総合的に判断し、55cmとした。

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
山噴出物等の既往最大到達距離と噴出物の分布を参考にしてその位置を想定する。 例えば、噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があると考えられる。 5. 1 降下火砕物 (1) 降下火砕物の影響 (a) 直接的影響 降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。 降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等の堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性がある。火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分（塩素イオン、フッ素イオン、硫化物イオン等）が含まれている。 (b) 間接的影響 前述のように、降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼす。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。	5. 1 降下火砕物 (1) 降下火砕物の影響 (a) 直接的影響 降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、MOX燃料加工施設の通常運転を妨げる可能性がある。MOX燃料加工施設の構造物への静的負荷（降雨等の影響も含む。）、粒子の衝突等、降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子を網羅的に抽出・評価し、検討すべき影響因子を選定した。 影響評価において必要となる降下火砕物の密度については、地質調査及び文献調査を基に設定した。なお、降下火砕物の密度については降雨の影響を考慮した。 (b) 間接的影響 降下火砕物は広範囲に及ぶことから、広範囲にわたる送電網の損傷による長期の外部電源喪失の可能性やMOX燃料加工施設への交通の途絶の可能性も考慮し、間接的影響を確認した。

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
(2) 降下火砕物による原子力発電所への影響評価 降下火砕物の影響評価では、降下火砕物の降灰量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの発電用原子炉施設又はその附属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。(解説-19、21)	(2) 降下火砕物によるMOX燃料加工施設への影響評価 降下火砕物の影響評価を考慮すべき施設(設計対処施設)としては、安全上重要な施設を降下火砕物防護対象施設とし、降下火砕物防護対象施設は、全て燃料加工建屋に収納され、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。また、降下火砕物に対する防護設計にあたっては、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全排風機の停止及び吸排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることを考慮する。降下火砕物防護対象施設は、収納する建屋である燃料加工建屋により、降下火砕物から防護することで、降下火砕物防護対象施設の安全機能が損なわれない設計とする。このため、燃料加工建屋は、降下火砕物に対する設計対処施設(以下「設計対処施設」という。)とし、評価を行った。 設計対処施設について影響を評価し、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを確認した。

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
(3) 確認事項 (a) 直接的影響の確認事項 ① 降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること。 ② 降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しないこと。 ③ 外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持すること。(解説・20) ④ 必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れること。 (b) 間接的影響の確認事項 原子力発電所外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れること。	(3) 確認事項 (a) 直接的影響の確認事項 ①降下火砕物堆積荷重に対して、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の健全性が維持されることを確認した。 <u>②降下火砕物が外気取入口から侵入した場合であっても、防雪フード及びフィルタによって大部分が除去されることから、建屋の換気設備や非常用発電機等の安全機能を損なうことはならないことを確認した。</u> <u>③必要に応じて、設備及び建屋換気系のフィルタの清掃や交換が可能であることを確認した。</u> (b)間接的影響の確認事項 MOX燃料加工施設外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮した場合においても、<u>MOX燃料加工施設内に貯蔵されている燃料油等により、3日間はMOX燃料加工施設の安全上重要な施設に電力の供給であり、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを確認した。</u>

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
解説-19. 原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、次の方法により降灰量を設定する。 ✓ 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。 ✓ 対象となる火山の総噴出量、噴煙柱高度、全粒径度分布、及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として、原子力発電所における降下火砕物の数値シミュレーションを行うことより求める。数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ、及び類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができる。 解説-20. 堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて評価する。また、外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、添付 1 の「気中降下火砕物濃度の推定方法について」を参照して推定した気中降下火砕物濃度を用いる。堆積速度、堆積期間及び気中降下火砕物濃度は、原子力発電所への間接的な影響の評価にも用いる。 解説-21. 火山灰の特性としては粒度分布、化学的特性等がある。	

補-1-1-13

補-1-1-13

火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイド	ガイドへの適合性の確認結果
7. 附則 この規定は、平成25年7月8日より施行する。 評価方法は、本評価ガイドに掲げるもの以外であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その方法を用いることを妨げない。 また、本評価ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直していくものとする。	以上

令和 2 年 2 月 25 日 R 5

補足説明資料 5－1

降下火砕物防護対象施設及び 設計対処施設の選定について

安全機能を有する施設のうち、降下火砕物から防護する施設（以下「降下火砕物防護対象施設」という。）は、安全評価上その機能を期待する構築物及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び設備・機器を抽出する。

降下火砕物防護対象施設は、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。

降下火砕物防護対象施設に対する降下火砕物による直接的影響の影響モードである、荷重、衝突、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染、水質汚染、絶縁低下への対応について、第1表にまとめた。

第1表より、降下火砕物による直接的影響の影響モードに対して設計を行う設計対処施設は、降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋と外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備とする。

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（1 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
成形施設	粉末調整工程	原料 M O X 粉末缶取出設備	原料 M O X 粉末缶取出装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		一次混合設備	原料 M O X 粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			予備混合装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			一次混合装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		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	×	×	—	—	—	—	—	—
			ウラン粉末秤量・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	×	×	—	—	—	—	—	—
			造粒装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			添加剤混合装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		分析試料採取設備	原料 M O X 分析試料採取装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			分析試料採取・詰替装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（2 / 10）

施設区分	設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
			荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
成形施設	粉末調整工程	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	×	×	—	—	—	—	—
			回収粉末微粉碎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	×	×	—	—	—	—	—
			再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
			再生スクラップ受払装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
			容器移送装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
		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	×	×	—	—	—	—	—
			再生スクラップ搬送装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
			添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
			調整粉末搬送装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
	ペレット加工工程	圧縮成形設備	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—
			プレス装置（プレス部）グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—

○：評価対象

×

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（3 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
成形施設	ペレット加工工程	圧縮成形設備	空焼結ボート取扱装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			グリーンペレット積込装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		焼結設備	焼結ボート供給装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			焼結炉	×	×	—	—	—	—	—	—
			焼結炉内部温度高による過加熱防止回路	×	×	—	—	—	—	—	×
			焼結炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×	—	—	—	—	—	×
			焼結ボート取出装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			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。）	×	×	×	×	×	—	—	×

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（4／10）

施 設 区 分		設 備 区 分	安 全 上 重 要 な 施 設	(火 山) 設 計 項 目							
				荷 重	衝 突	閉 塞	磨 耗	腐 食	大 気 汚 染	水 質 汚 染	絶 縁 低 下
成 形 施 設	ペレット加工工程	研削設備	焼結ペレット供給装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			研削装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			研削粉回収装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		ペレット検査設備	ペレット検査設備グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		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	×	×	—	—	—	—	—	—
			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。）	×	×	—	—	—	—	—	—
			回収粉末容器搬送装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
被覆施設	燃料棒加工工程	燃料棒検査設備	燃料棒移載装置 ゲート	×	×	—	—	—	—	—	—
			燃料棒立会検査装置 ゲート	×	×	—	—	—	—	—	—
		燃料棒収容設備	燃料棒供給装置 ゲート	×	×	—	—	—	—	—	—
貯蔵施設		貯蔵容器一時保管設備	一時保管ピット	×	×	—	—	—	—	—	—

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

－：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（5 / 10）

施設区分	設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
			荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
貯蔵施設	貯蔵容器一時保管設備	混合酸化物貯蔵容器	×	×	—	—	—	—	—	—
	原料 M O X 粉末 缶一時保管設備	原料 M O X 粉末缶一時保管装置グ ローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		原料 M O X 粉末缶一時保管装置	×	×	—	—	—	—	—	—
	粉末一時保管設 備	粉末一時保管装置グローブボック ス	×	×	—	—	—	—	—	—
		粉末一時保管装置	×	×	—	—	—	—	—	—
	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	×	×	—	—	—	—	—	—
		ペレット一時保管棚	×	×	—	—	—	—	—	—
		焼結ボート受渡装置グローブボッ クス	×	×	—	—	—	—	—	—
	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	×	×	—	—	—	—	—	—
		スクラップ貯蔵棚	×	×	—	—	—	—	—	—
		スクラップ保管容器受渡装置グロ ーブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
	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	×	×	—	—	—	—	—	—

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（6 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
貯蔵施設		製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚	×	×	—	—	—	—	—	—
			ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
		燃料棒貯蔵設備	燃料棒貯蔵棚	×	×	—	—	—	—	—	—
		燃料集合体貯蔵設備	燃料集合体貯蔵チャンネル	×	×	—	—	—	—	—	—
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備（換気設備）	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	×	×	×	×	×	—	—	—
			工程室排気フィルタユニット	×	×	—	—	—	—	—	—
			工程室排風機（排気機能の維持に必要な回路を含む。）	×	×	×	×	×	—	—	×

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（7 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備（換気設備）	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	×	×	×	×	×	—	—	—
			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	×	×	—	—	—	—	—	—
			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。）	×	×	×	×	×	—	—	×
		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	×	×	—	—	—	—	—	—
			窒素循環ファン	×	×	—	—	—	—	—	—
			窒素循環冷却機	×	×	—	—	—	—	—	—
その他加工設備の附属施設	非常用設備	非常用所内電源設備	非常用所内電源設備	×	×	○	○	○	—	—	×
	主要な実験設備	小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（8 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
その他加工設備の附属施設	主要な実験設備	小規模試験設備	小規模プレス装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			小規模焼結処理装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			小規模焼結処理装置	×	×	—	—	—	—	—	—
			小規模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炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×	×	×	×	—	—	×
			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	×	×	×	×	×	—	—	×
			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。）	×	×	×	×	×	—	—	×
			小規模研削検査装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
			資材保管装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（9 / 10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	(火山) 設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
その他加工設備の附属施設	その他の主要な事項	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	×	×	×	×	×	—	—	×
			グローブボックス消火装置（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）	×	×	×	×	×	—	—	×
			延焼防止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）※	×	×	×	×	×	—	—	×
		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）	×	×	×	×	×	—	—	×

○：評価対象

×

—：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（10／10）

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	（火山）設計項目							
				荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
その他加工設備の附属施設	その他の主要な事項	—	・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	×	×	—	—	—	—	—	—

※焼結炉を設置するペレット加工第2室及び小規模焼結炉を設置する分析第3室の火災区域を形成する範囲に限る。

○：評価対象

×：評価対象外（降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋が評価対象）

—：評価対象外

令和2年2月25日 R0

補足説明資料 6－4

外部事象に対する加工運転の停止について

1. MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた異常時の措置

MOX燃料加工施設は、以下に示す特徴を有することから、加工運転を停止することで設備や核燃料物質は停止前の状態が維持され、焼結炉等の熱的制限値を設けている設備も過熱が停止することから、施設が安定な状態となる。

- (1) MOX燃料加工施設で取扱うMOXは化学的に安定な酸化物であり、焼結処理、焙焼処理及び一部の分析作業を除いて過渡的变化を伴う化学プロセスはない。
- (2) MOX燃料加工工程は、単位操作毎に処理（バッチ処理）するため、各処理は独立しており、異常が発生したとしても、事象の範囲は当該処理単位に限定される。
- (3) 非密封のMOXは、地下階に気密性の高いグローブボックス等に関じ込めている。
- (4) 設計基準事故の選定事象である露出したMOX粉末を取り扱うグローブボックス内における火災及び焼結炉等の水素爆発は、加工運転を停止し、動力電源を遮断することにより、それぞれの発生原因であるケーブルの過電流による発火可能性の低減及び焼結炉の異常な温度上昇を防止することができる。

また、通常運転時における核燃料物質の閉じ込めについては、燃料加工建屋、工程室、グローブボックスの順に気圧を低くすることで、放射性物質の漏えいの拡大を防止する設計としているが、大きな事故に進展するおそれのある事象に対しては、送風機及び排風機を停止し、地下階において、

気密性の高いグローブボックス等の中にMOX粉末を静置させることで、建屋外への放射性物質の放出を低減することができる。

また、事業許可基準規則において、加工施設は制御室等に対し、設計基準事故が発生した場合にMOX燃料加工施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるための防護措置は求められていない。

このため、大きな事故に進展するおそれのある外部事象及び居住性に影響を与える恐れのある外部事象が発生した際は、加工運転の停止及び送排風機の停止の措置を講ずることで、制御室及び中央監視室においてMOX燃料加工施設の安全機能を維持するために常時監視・操作を必要としない安定な状態に移行し、運転員は退避する。

本資料では、加工運転の停止、送排風機の停止措置を段階的にを行い、安定な状態に移行する状態において、事故の起因となる異常事象が進展し事故に至ることがないことを以下のとおり整理した。

2. 加工運転の停止の種類について

加工運転の停止の種類については、通常操作による設備停止及び非常停止操作による設備停止がある。また、加工運転の停止の停止範囲として、各制御室における各設備又は各工程単位での停止と中央監視室において行うことができる全工程の一括停止がある。送風機及び排風機の停止については、管理区域の送排風機の停止と非管理区域も含めた送排風機の停止がある。第6－4－1表に工程停止及び送排風機の停止の用語の種類と停止範囲を示す。

第6－4－1表 工程停止及び送排風機の停止の用語の種類と停止範囲について

用語	停止範囲	通常停止 操作場所	非常停止 操作場所
工程停止	換気設備等のユーティリティの停止を含まないの加工工程のうち任意の工程の停止を指す。 なお、加工工程とは、燃料製造、スクラップ処理、試験・分析、核燃料物質の貯蔵、その他作業(ただし、廃棄のうち、気体廃棄を除く)を示し、その工程に所属する設備全体を示す。	制御第1室 から 制御第6室	制御第1室 から 制御第6室
全工程停止	換気設備等のユーティリティの停止を含まない全ての加工工程の停止を指す。	制御第1室 から 制御第6室	中央監視 室
送排風機の 停止	気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに <u>燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備</u> の手動停止を指す。	中央監視 室	中央監視 室
全送排風機 の停止	<u>上記に加え</u> 気体廃棄物の廃棄設備のグローブボックス排風機の手動停止を指す。	中央監視 室	中央監視 室

3. 加工運転の停止等によるMOX燃料加工施設の安全性について

MOX燃料加工施設において、放射性物質を燃料加工建屋内に閉じ込めることが最も重要な安全機能であり、この閉じ込め機能の不全が発生する主要因として、下記a. からd. に分類される。この閉じ込め機能の不全に至るおそれのある異常事象に対し、新基準規則の「第四条 閉じ込めの機能」、「第五条 火災等による損傷の防止」及び「第十四条 安全機能を有する施設」において、発生防止対策を講じる設計としている。

a. 機械的破損

グローブボックス等、混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒が、物理的衝撃を受けて損傷することにより閉じ込め機能の不全に至るおそれのある事象を、機械的破損に分類する。

b. 熱的破損

グローブボックスが火災又は崩壊熱による温度変化により損傷することにより閉じ込め機能の不全に至るおそれのある事象を、熱的破損に分類する。

c. 爆発

水素ガスを取り扱う設備で水素爆発が発生することにより閉じ込め機能の不全に至るおそれのある事象を、爆発に分類する。

d. 負圧維持機能の喪失

グローブボックス等内の負圧を維持する機能が喪失することにより閉じ込め機能の不全に至るおそれのある事象を、負圧維持機能の喪失に分類する。

また、核燃料物質による臨界防止については、「第二条 核燃料物質による臨界の防止」において、核燃料物質による臨界の発生防止対策として

核的制限値の設定及び設備・機器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核燃料物質が臨界に達するおそれがないよう設計とする。

その他の安全機能として、工場等周辺及び工場等内における線量を低減できるよう、遮蔽の措置を講じている。

大きな事故に進展するおそれのある外部事象及び居住性に影響を与える恐れのある外部事象が発生した際に講ずる、加工運転の停止及び送排風機の停止の措置について、それぞれの措置により想定される異常事象が事故へ進展することはないことを以下に示す。

(1) 工程停止による閉じ込め、臨界及び遮蔽の安全機能への影響

MOX燃料加工施設の閉じ込め、臨界及び遮蔽等に係る安全機能のうち、設計基準事故の選定において検討した閉じ込め機能の不全及び臨界の発生の可能性に対し、事故の要因となる異常事象を抽出し、工程停止の措置によって、それぞれの異常事象がどのような状態に至るかを整理した。

その結果、第6-4-2表に示すとおり、閉じ込め機能の不全及び臨界の発生の要因となる異常事象は、工程停止すると、工程の状態が変化しない、又は、異常事象の発生防止対策が機能を損なうことはないため、閉じ込め機能の不全及び臨界の発生の要因となる異常事象は発生しない。よって、工程停止の措置により施設を安定な状態に移行することができ、MOX燃料加工施設の安全性は損なわれない。

なお、放射線の線量を低減するために設ける遮蔽機能についても、工程停止することで、停止前の状態から変化することはないため、安全機能が損なわれることはない。

第6-4-2表 工程停止による閉じ込め機能及び臨界防止機能への影響

(閉じ込め機能の不全に係る異常事象)

閉じ込め機能を有するもの	閉じ込め機能の不全の要因となる異常事象	閉じ込め機能の不全に至る事象	工程停止措置による異常事象への進展
グローブボックス、焼結炉、小規模焼結処理装置及びスタック乾燥装置	a. 内部発生飛散物の飛散（回転羽根の損壊）	グローブボックス、焼結炉、小規模焼結処理装置及びスタック乾燥装置の機械的破損（機械的破損によるグローブボックス等の閉じ込め機能の不全）	状態が変化しないことから想定される異常事象へ進展しない
	b. 内部発生飛散物の飛散（重量物落下）		
	c. 機器の逸走		
	d. 崩壊熱による温度上昇	グローブボックスの熱的破損（熱的破損によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全）	発生防止対策が機能を損なうことはないため異常事象は発生しない
	e. 火災		
	f. グローブボックス及びスタック乾燥装置の負圧維持機能の喪失	グローブボックス及びスタック乾燥装置の負圧維持機能の喪失（負圧維持機能の喪失による閉じ込め機能の不全）	発生防止対策が機能を損なうことはないため異常事象は発生しない
	g. 焼結炉及び小規模焼結処理装置への空気混入	焼結炉及び小規模焼結処理装置の水素爆発（水素爆発起因の焼結炉及び小規模焼結処理装置の閉じ込め機能の不全）	状態が変化しないことから想定される異常事象へ進展しない
	h. 焼結炉及び小規模焼結処理装置の負圧維持機能の喪失	焼結炉及び小規模焼結処理装置の負圧維持機能の喪失（負圧維持機能の喪失による閉じ込め機能の不全）	発生防止対策が機能を損なうことはないため異常事象は発生しない
混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒	i. 内部発生飛散物の飛散（回転羽根の損壊）	混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒の機械的破損（機械的破損による混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒の閉じ込め機能の不全）	状態が変化しないことから想定される異常事象へ進展しない
	j. 内部発生飛散物の飛散（重量物落下）		
	k. 燃料棒と機器の干渉		
	l. 混合酸化物貯蔵容器及び燃料棒の落下		

(臨界の発生の可能性として検討する異常事象)

臨界管理	臨界の要因となる異常事象	臨界に至る事象	工程停止措置による異常事象への進展
形状寸法管理又は質量管理する臨界管理ユニット（グローブボックス又は密封形態の核燃料物質を扱う設備）	複数の設備・機器の誤動作 複数の運転員の誤操作	質量管理 複数の運転員の誤操作により単一ユニット内に核物質を誤搬入する。	状態が変化しないことから想定される異常事象へ進展しない
		形状寸法管理 物理的に発生しない。	発生防止対策が機能を損なうことはないため異常事象は発生しない

(2) 送排風機の停止による閉じ込め機能への影響

前項（1）において、工程停止措置すると、異常事象の多くについては状態が変化しないことから想定される事故へ進展しないことを確認した。その他の異常事象のうち、工程停止した際に発生防止対策が機能を損なうことはないため異常事象は発生しないと整理した異常事象としては、崩壊熱による温度上昇、火災及び負圧維持機能の喪失がある。工程停止していることを前提に、グローブボックス排風機以外の送排風機を停止した場合、閉じ込め機

能の不全に至る事故に進展するかを確認した。

その結果、第6－4－3表に示すとおり、送排風機の停止措置を講じた場合であっても、火災の感知及び消火機能が維持されること、放射性物質をグローブボックス等によって限定した区域に閉じ込めることができることから、MOX燃料加工施設の安全性は損なわれない。

第6－4－3表 送排風機の停止による閉じ込め機能への影響

閉じ込め機能を有するもの	閉じ込め機能の不全の要因となる異常事象	閉じ込め機能の不全に至る事象	送排風機停止による異常事象への進展
グローブボックス排風機、排ガス処理装置の補助排風機小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機、窒素循環ファン、	d. 崩壊熱による温度上昇	崩壊熱除去機能の喪失によるグローブボックスの熱的破損（熱的破損によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全）	・換気による崩壊熱除去機能は停止するが、崩壊熱影響は緩慢であり、グローブボックス等によって放射性物質を限定した区域に閉じ込めることができる。
	e. 火災	グローブボックスの熱的破損（熱的破損によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全）	工程設備の動力電源を遮断することで、着火源は排除され火災の発生の可能性は十分に低減できる。 また、火災の感知、消火機能については、機能維持されるため、火災の発生は感知できる。
	f. グローブボックス及びスタック乾燥装置の負圧維持機能の喪失	グローブボックス及びスタック乾燥装置の負圧維持機能の喪失（負圧維持機能の喪失による閉じ込め機能の不全）	・グローブボックス排風機以外の送排風機を停止したとしても、グローブボックス排風機及びグローブボックス等によって放射性物質を限定した区域に閉じ込めることができる。
	h. 焼結炉及び小規模焼結処理装置の負圧維持機能の喪失	焼結炉及び小規模焼結処理装置の負圧維持機能の喪失（負圧維持機能の喪失による閉じ込め機能の不全）	・工程停止により、グローブボックス等が破損するような閉じ込め機能の不全には至らない。

4. 外部事象に対する加工運転の停止に係る基本的な考え方

前項において、MOX燃料加工施設は、全工程停止及び送排風機停止の措置を講ずることで施設を安定な状態に移行することができ、想定される異常事象についても進展または発生することがないことを確認した。

(1) 外部事象が発生した際の措置

事業許可基準規則において、加工施設は、制御室等に対し、設計基準事故が発生した場合にMOX燃料加工施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるための防護措置は求められていない。さらに、事業許可基準規則第九条の解釈では、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む、とされていることを受け、MOX燃料加工施設については、上記の措置を含めて施設の安全性を確保する方針とする。

このため、大きな事故に進展するおそれのある外部事象及び居住性に影響を与えるおそれのある外部事象が発生した際は、加工運転停止等の措置を講ずることで、制御室及び中央監視室においてMOX燃料加工施設の安全機能を維持するために常時監視・操作を必要としない安定な状態とし、運転員が退避可能な状態に移行する。

(2) 異常事象ごとの対処方針

(1)の考え方に基づいた、異常事象毎の対処方針を第6－4－4表に示す。なお、施設への影響及び事象の進展の度合い等状況に応じて、それぞれに通常停止操作又は非常停止操作を選択するものとする。ま

た、第6－4－1 図に示す通常運転の停止操作と非常時の停止操作に要する時間の目安を踏まえ、時間猶予及び復旧作業時の運転員の安全性を考慮して運転停止の方法を適切に選択する。

任意の工程の通常停止又は非常停止操作については、各制御室において、運転員により制御盤の操作によって実施する。また、施設全体への影響が大きい事象が発生していることを確認した場合は、中央監視室において、全工程を一括で停止する非常停止操作を実施する。時間猶予がない場合は、設備停止したうえで事象が収束した後に、状況に応じて核燃料物質を貯蔵設備に貯蔵する等の必要な措置を講ずる。

第6-4-4表 異常事象毎の対処方針

異常事象		運転停止の判断（目安）	時間猶予	対処
予測可能	竜巻	竜巻発生確度ナウキャストの発生確度2かつ雷ナウキャストの雷活動度3を確認した場合	10数min	・竜巻の気圧差による施設への影響を限定するため、全工程停止、送排風機の停止、工程室排風機後の手動ダンパ及びグローブボックス排風機後の手動ダンパの閉止を行う。
	外部火災（森林火災）	MOX燃料加工施設の敷地に森林火災が迫ってくる状態を確認した場合	数h	・森林火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を防止するため全工程停止、 <u>送排風機</u> の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	火山（降灰）	気象庁が発表する降灰予報で敷地内に「やや多量」以上の降灰が予想された場合	数10min	・降下火砕物の建屋内への侵入による設備・機器への影響を防止するため、全工程停止、 <u>送排風機</u> の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
予測不可能 (注1)	地震	中央監視室に表示される加速度計の指示値が、水素・アルゴン混合ガス及び水配管の遮断弁作動の設定加速度以上（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）を確認した場合	—	・施設の安全性を確保するため、全工程停止を行う。
	外部火災（敷地内タンク火災）	敷地内の重油タンクの炎上を確認した場合		・敷地内の重油タンクの火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を低減するため全工程停止、 <u>送排風機</u> の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	外部火災（航空機墜落火災）	敷地内に航空機の墜落を確認した場合		・敷地内の航空機墜落火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を低減するため全工程停止、 <u>送排風機</u> の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	有毒ガス	有毒ガスの発生等運転員へ影響を及ぼす兆候が見られた場合		・有毒ガスの建屋内への侵入による運転員への影響を低減するため、全工程停止を行い、不要な運転員を退避させる。また、 <u>送排風機</u> 停止及び手動ダンパの閉止を行う。

(注1) 異常事象の影響範囲を考慮して通常の設備停止と非常停止を選択する

停止操作	状態	安定度	停止作業の内訳	完了までの時間(目安)
非常停止操作	操作直後の状態を維持。 (容器等昇降動作の途中であっても途中の状態での強制停止。)	 高	中央監視室において非常停止ボタンを操作して全工程を停止させる。 ・所内へ非常停止操作を行うことをアナウンス ・非常停止ボタン操作 ・設備は停止前の状況(把持)を維持したまま直ちに停止 ・工程が停止したことを中央監視室で確認	数sec～数min
通常停止操作(全工程 or 当該設備)	操作後、搬送等一定の動作を完了して停止。 (容器等昇降動作の途中であれば昇降完了してから停止。)		制御第1室から制御第6室において、各設備の制御盤を操作して設備の運転を停止させる。 ・所内へ通常停止操作を指示 ・制御室において各設備の制御盤から停止の操作 ・設備は、動作中に制御盤からの停止信号を受け停止(停止前の状況を維持) ・設備の運転が停止したことを各制御室で確認	10数min
各工程通常停止操作後に貯蔵(※)	貯蔵施設に安定した状態で貯蔵している状態。		制御第1室から制御第6室において、バッチ処理完了後、各設備の制御盤を操作して設備の運転を停止させる。また、核燃料物質が貯蔵施設に入庫されたことを確認した上で、搬送設備の制御盤を操作して設備の運転を停止させる。 ・所内へ通常停止操作を指示 ・制御室において各設備の制御盤からバッチ処理終了を確認した後停止の操作 ・設備は、加工運転終了後制御盤からの停止信号を受け停止 ・設備の運転が停止したことを現場で確認 ・設備内に核燃料物質がないことを現場で確認 ・核燃料物質が貯蔵施設へ入庫された後に搬送設備の運転を停止	数10min～10数h

※バッチ処理完了までの時間猶予がある場合は、処理完了後に停止する。なお、新たな加工運転は行わない。

第6-4-1 図 非常停止操作と通常停止操作の完了までに要する時間について

令和 2 年 2 月 25 日 R2

補足説明資料 7－1

影響モードによる加工施設への影響因子

補足説明資料 6－2 で示す「想定される影響モード」によって発生するM
OX燃料加工施設への影響因子を第 1 表に示す。また、影響因子のうち直接的
影響については、その影響の内容により全ての降下火砕物防護対象施設に
対して評価する必要がある項目もあることから、降下火砕物防護対象施設と
直接的影響因子について第 2 表のとおり整理し、必要な評価項目を選定した。
各影響モードにおける評価対象となる設計対処施設の選定フローを第 1－1
図及び第 1－2 図に示す。

各設計対処施設に対する評価すべき影響モードについての整理表を第 3 表
に示す。

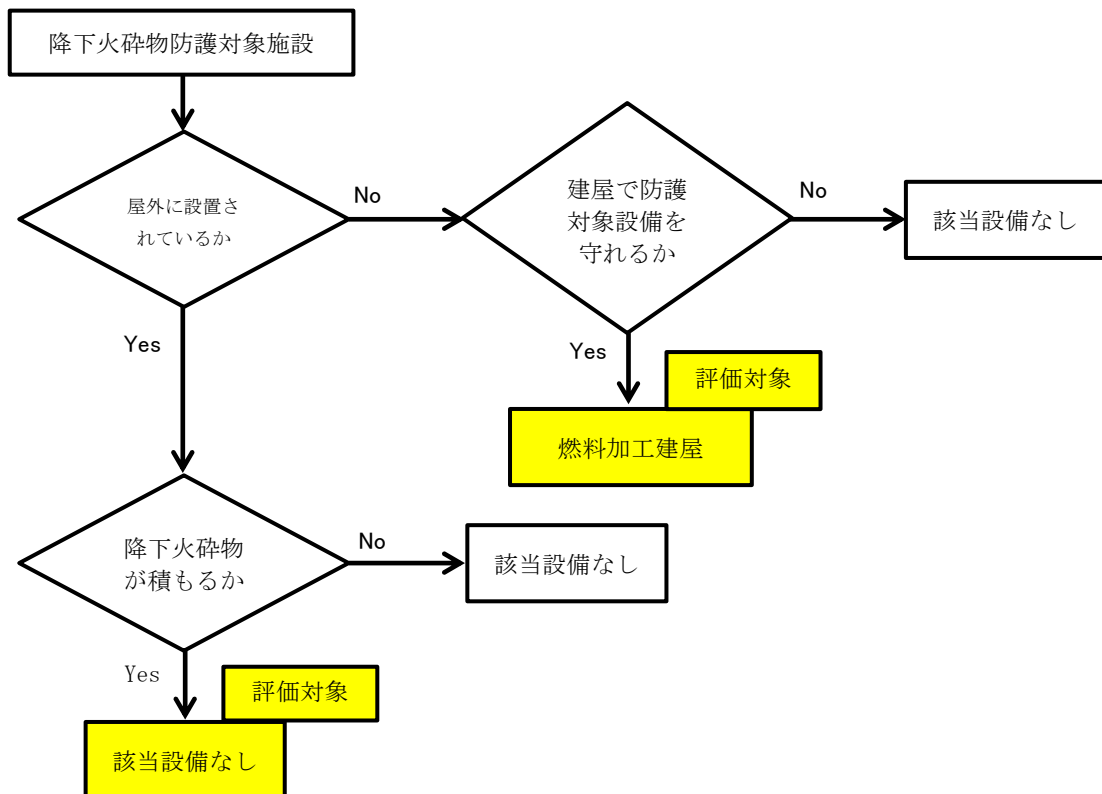
第1表 MOX燃料加工施設への影響因子

影響モード	影響因子
構造物への荷重	<構造物への静的負荷> 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、降下火砕物が堆積し静的な荷重負荷を与えることを考慮する。 降下火砕物の荷重は、堆積厚さ 55cm、密度 1.3g/cm³ (湿潤状態) に基づくとともに、火山以外の自然現象として積雪及び風（台風）による荷重の組合せを考慮する。
衝突	<構造物への粒子の衝突> 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、降下火砕物が降灰時に衝撃荷重を与えることを考慮する。
閉塞	<換気系及び電気系に対する機械的影響（閉塞）> 設計対処施設に対して、降下火砕物の侵入による閉塞、降下火砕物を含む空気による換気系及び機器の吸気系の閉塞を考慮する。
磨耗	<換気系、電気系に対する機械的影響（磨耗）> 設計対処施設に対して、大気に含まれる降下火砕物により、動的機器を磨耗させることを考慮する。
腐食	<構造物への化学的影響（腐食）> <換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）> 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、腐食性ガスが付着した降下火砕物に接することにより接触面を腐食させることを考慮する。換気系、電気系及び計装制御系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させることを考慮する。
大気汚染	<中央監視室の大気汚染> MOX燃料加工施設は中央監視室において継続監視のために居住環境を維持する必要がないため、「大気汚染」の影響は考慮する必要がない。
水質汚染	<取水源の水質汚染> 取水が必要となる降下火砕物防護対象施設がないため、水質汚染を考慮する必要はない。
絶縁低下	<電気系及び計装制御系の絶縁低下> 設計対処施設に対して、湿った降下火砕物が電気系及び計装制御系の絶縁部に導電性を生じさせることによる絶縁低下の影響を考慮する。
外部電源喪失	<外部電源喪失> 送電網への降下火砕物の影響により発生する長期間（7日間）の外部電源喪失を考慮する。
アクセス制限	<アクセス制限> 敷地内外に降下火砕物が堆積し、交通の途絶が発生すること考慮する。

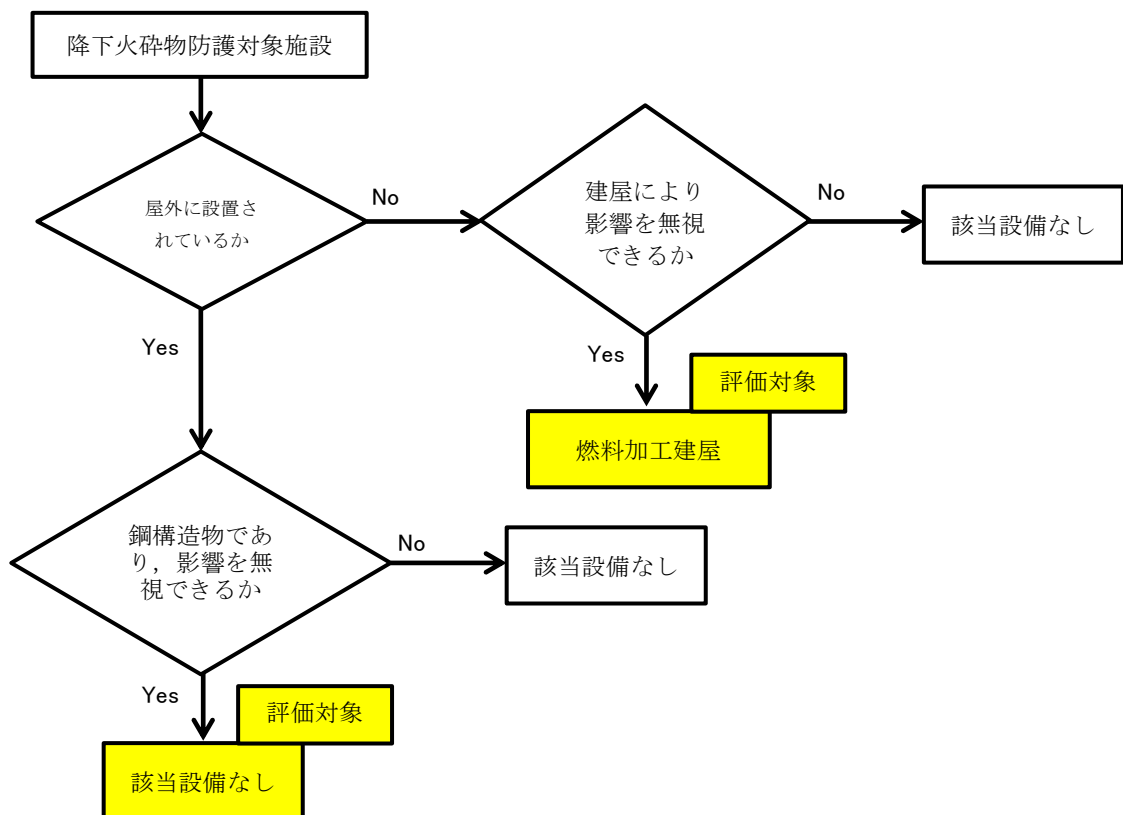
第2表 降下火砕物防護対象施設と降下火砕物による直接的影響の評価項目の整理表

影響評価項目 降下火砕物 防護対象施設		構造物への 静的負荷	構造物への 粒子の衝突	機械的影響 (閉塞)	機械的影響 (磨耗)	化学的影響 (腐食)	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
構造物	建屋	○	○	— ※2	— ※4	○	— ※5	— ※6	— ※7
換気系、電気系、計装制御系	換気系 ・換気設備の排気系 (排風機を含む)	— ※1	— ※1	○	○	○	— ※5	— ※6	— ※7, ※3
	・焼結設備等の補助 排風機	— ※1	— ※1	○	○	○	— ※5	— ※6	— ※7, ※3
	電気系 ・非常用発電機	— ※1	— ※1	○	○	○	— ※5	— ※6	— ※7
	・上記以外の非常用 所内電源設備	— ※1	— ※1	— ※3	— ※3	— ※3	— ※5	— ※6	○
	計装制御系 ・安全上重要な施設 の安全機能を維持す るために必要な回路 ・グローブボックス 温度監視装置	— ※1	— ※1	○	○	○	— ※5	— ※6	○
	・グローブボックス 消火装置 ・混合ガス濃度異常 遮断弁	— ※1	— ※1	○	○	○	— ※5	— ※6	○
建屋に収納されるその他の降下 火砕物防護対象施設 (グローブ ボックス, 貯蔵棚等)		— ※1	— ※1	— ※2	— ※3	— ※3	— ※5	— ※6	— ※7

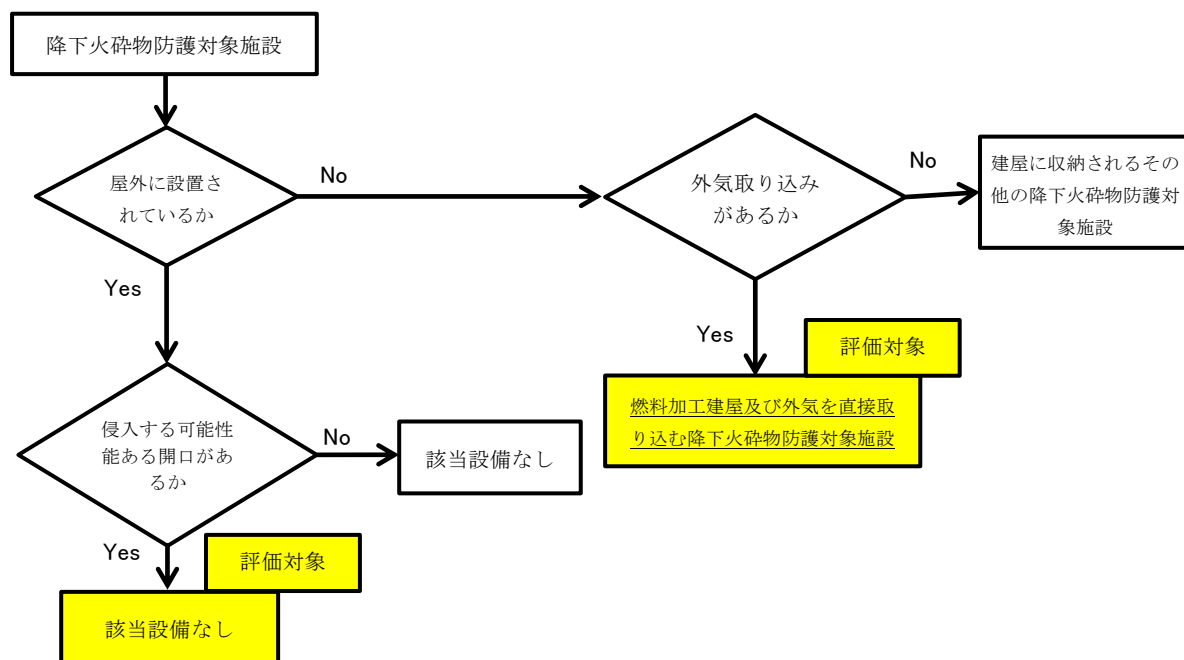
○：影響因子に対する個別評価を実施 —：評価対象外	【除外理由】 ※1 屋内設備であり，荷重及び衝突の影響を受けない ※2 閉塞の影響を受ける換気系，電気系，計装系の機能と直接関連がない ※3 換気系での降下火砕物の除去により，当該影響因子の影響はない ※4 磨耗と直接関連がない ※5 大気汚染と直接関連がない ※6 水質汚染と直接関連がない ※7 絶縁低下と直接関連がない
---------------------------------------	--



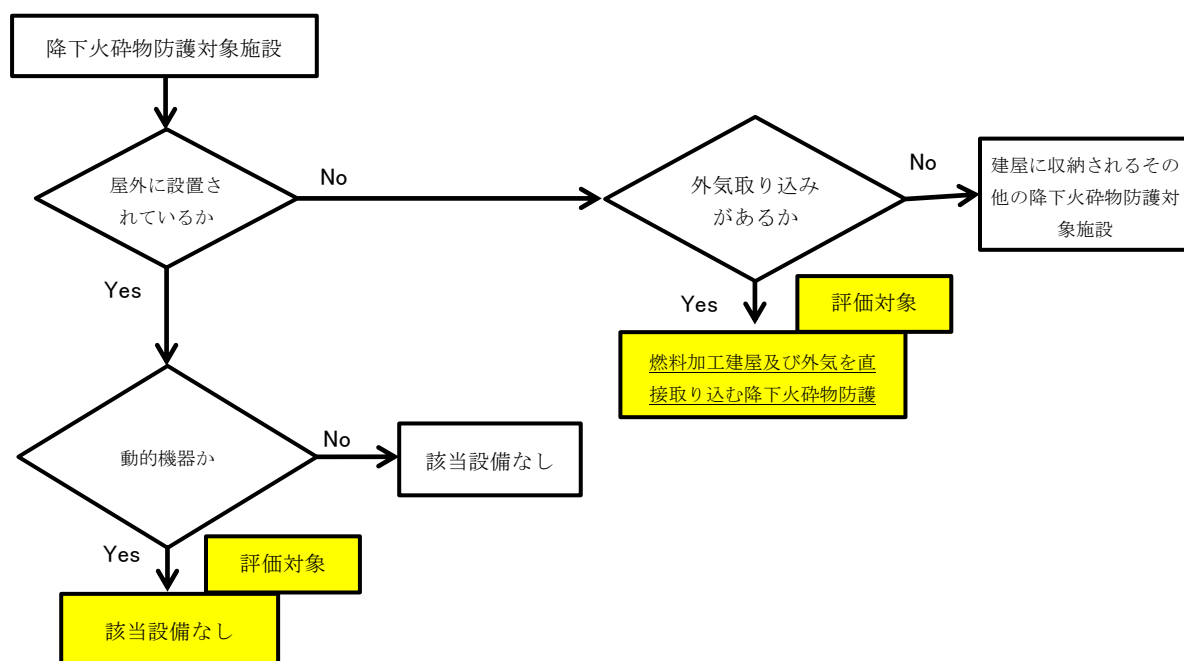
第 1－1 図 「構造物への静的負荷」に対し評価対象となる設計対処施設



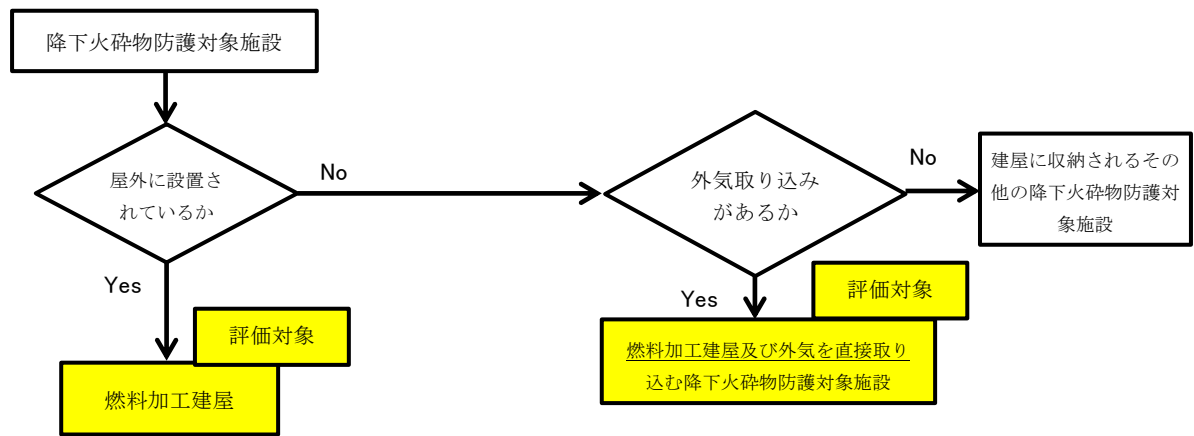
第 1－2 図 「構築物への粒子の衝突」に対し評価対象となる設計対処施設



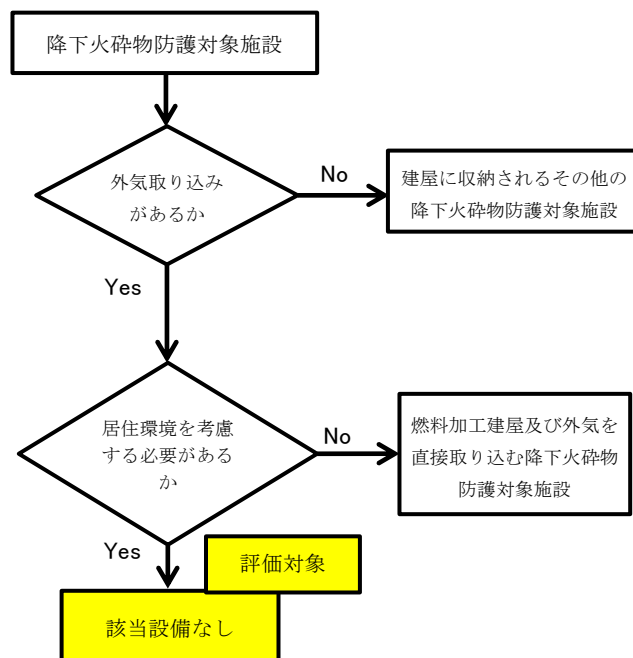
第 1－3 図 「換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）」
に対し評価対象となる設計対処施設



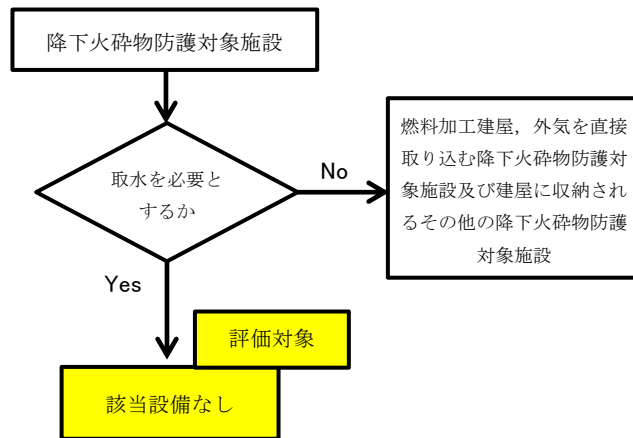
第 1－4 図 「換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（磨耗）」
に対し評価対象となる設計対処施設



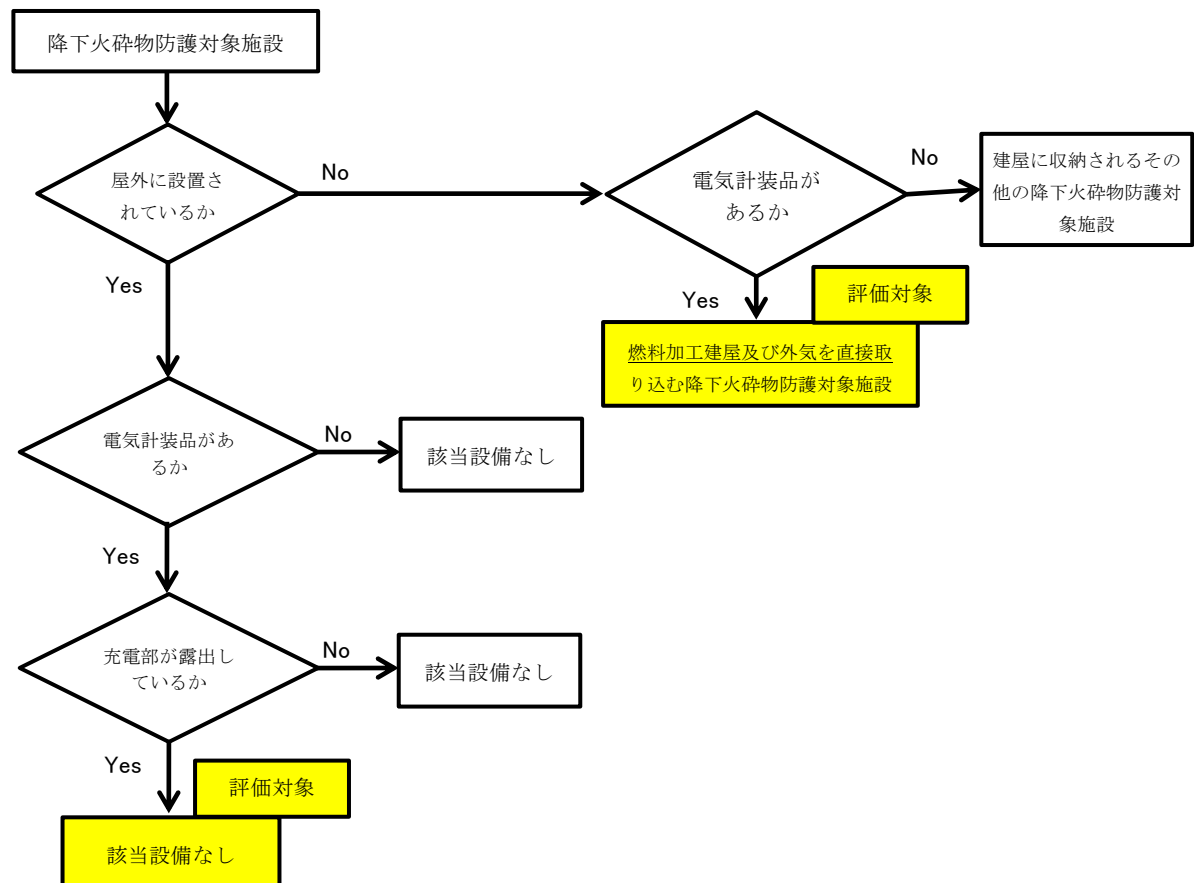
第 1－5 図 「構造物への化学的影響（腐食）」及び「換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」に対し評価対象となる設計対処施設



第 1－6 図 「中央監視室への大気汚染」に対し評価対象となる設計対処施設



第 1－7 図 「取水源の水質汚染」 に対し評価対象となる設計対処施設



第 1－8 図 「電気系及び計装制御系の絶縁低下」 に対し評価対象となる設計対処施設

第3表 設計対処施設に対する評価すべき影響モード

設計対処施設の選定結果		評価すべき影響モード							
		荷重	衝突	閉塞	磨耗	腐食	大気汚染	水質汚染	絶縁低下
降下火碎物防護対象施設を収納する建屋	燃料加工建屋	○	○	$\frac{\text{○}}{*2}$	$\frac{\text{○}}{*2}$	○	*3	*4	$\frac{\text{○}}{*2}$
<u>外気を直接取り込む降下火碎物防護対象施設</u>	<u>非常用所内電源設備</u> <u>非常用発電機</u>	<u>*1</u>	<u>*1</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>*3</u>	<u>*4</u>	$\frac{\text{○}}{*2}$

*1：建屋により影響を無視できるため考慮不要

*2：建屋内部に降下火碎物が取り込まれることによる影響を考慮する。

*3：居住環境を維持する必要がないため考慮不要

*4：水を使用する防護対象設備を有しないため考慮不要

令和2年2月25日 RO

補足説明資料 8－3

設計対処施設の設計方針

(換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）)

1. 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

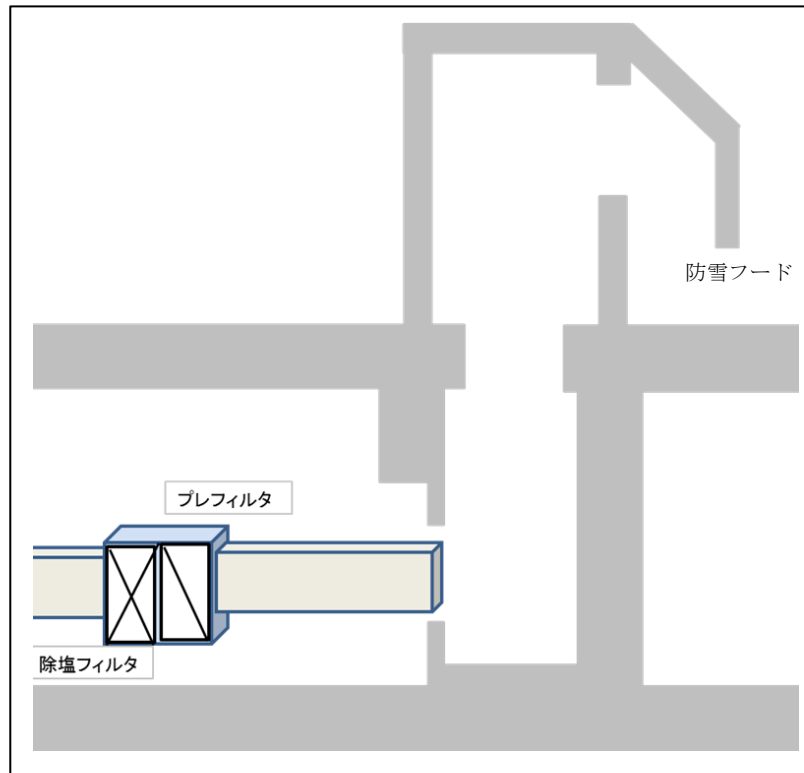
降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は，外気取入口にフードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，外気取入口には，プレフィルタ，除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。(第1図)

さらに，降下火砕物がフィルタに付着した場合でも交換又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により閉塞しない設計とする。

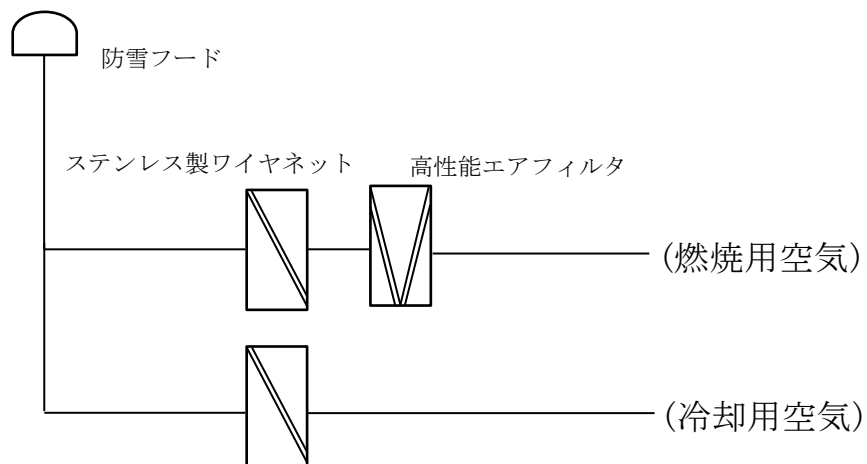
2. 建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設

建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設である非常用所内電源設備の非常用発電機は，外気取入口にフードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。また，非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系統には，ステンレス製ワイヤネットを設置し，さらに，燃焼用給気系統には，高性能エアフィルタを設置することにより，設備内部への降下火砕物の侵入を防止する。(第2図)

さらに，降下火砕物がフィルタに付着した場合でも交換又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により閉塞しない設計とする。



第 1 図 燃料加工建屋の外気取入口



第 2 図 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系

令和2年2月25日 RO

補足説明資料 8－4

設計対処施設の設計方針

(構造物，換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）)

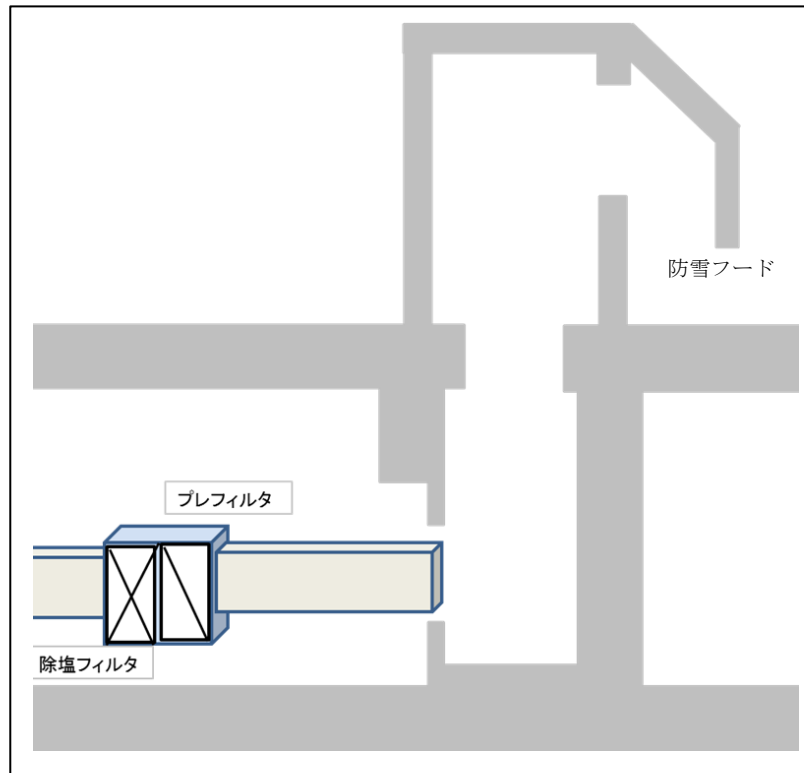
1. 建屋に収納される降下火砕物防護対象施設

建屋に収納される降下火砕物防護対象施設については，降下火砕物の磨耗の影響により安全機能を損なわない設計とする。

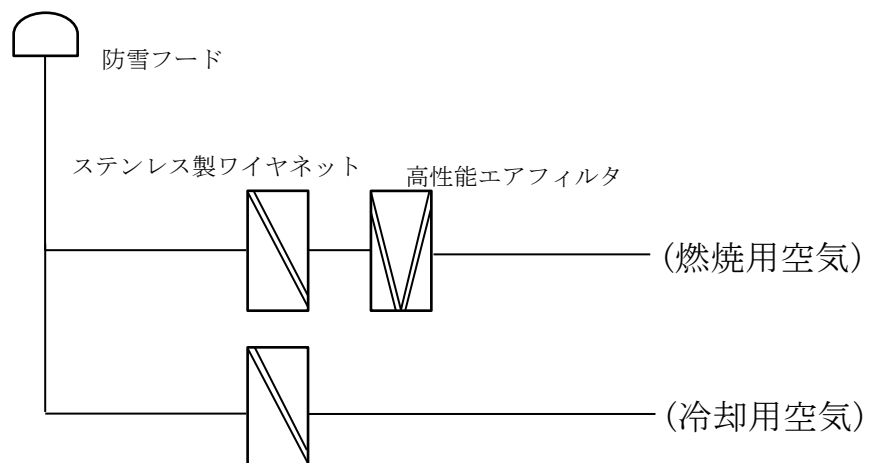
降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。また，換気設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備に，プレフィルタ，除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。(第1図)

2. 建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設

建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設の非常用所内電源設備については，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。また，降下火砕物を取り込まれたとしても，給気系統上に高性能エアフィルタ及びステンレス製ワイヤネットを設置し，非常用発電機内部への降下火砕物の侵入を防止する。(第2図)



第 1 図 燃料加工建屋の外気取入口



第 2 図 非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系

令和 2 年 2 月 25 日 R1

補足説明資料 8－5

設計対処施設の設計方針

(構造物への化学的影響 (腐食))

(換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響 (腐食))

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は、降下火砕物の腐食の影響により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として、金属腐食研究の結果より、降下火砕物により直ちに金属腐食を生じさせることはないが、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は、塗装又は腐食し難い金属を用いることにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の換気設備の給気設備及び非管理区域換気空調設備については、プレフィルタ、除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ、除塩フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は外壁塗装及び屋上防水がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により短期的に影響を及ぼすことはない。

また、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施する。

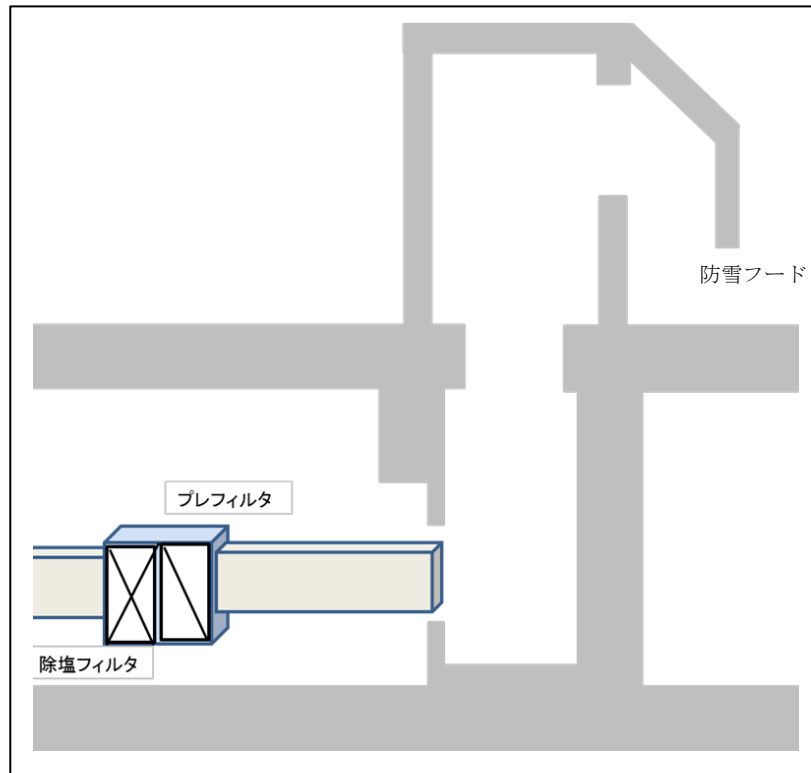
令和2年2月25日 RO

補足説明資料 8－6

設計対処施設の設計方針
(電気系及び計装制御系の絶縁低下)

電気系及び計測制御系のうち、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備は、降下火砕物による絶縁低下の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の外気取入口には、プレフィルタ、除塩フィルタ及び高性能エアフィルタ又はプレフィルタ及び除塩フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防ぐことで絶縁低下を防止する。(第1図)



第 1 図 燃料加工建屋の外気取入口

令和2年2月25日 RO

補足説明資料 8－7

設計対処施設の設計方針
(外部電源喪失，アクセス制限)

1. 外部電源喪失

送電網への降下火砕物の影響により，長期的に外部電源が喪失した場合に対し，非常用所内電源設備の非常用発電機を2系統設置する設計とし，外部電源喪失により安全機能を損なわない設計とする。

また，外部からの支援を期待できない場合においても，電力の供給を可能とするため，非常用発電機が3日間以上連続で運転できる燃料タンクを設け，A重油を貯蔵する設計とし，安全機能を損なわない設計とする。なお，敷地内の道路に対して降灰後に除灰作業を実施し，必要に応じて，敷地内の重油タンクからタンクローリーを用いて，燃料タンクにA重油を供給する。

2. アクセス制限

敷地外で交通の途絶が発生した場合，安全上重要な施設に電力を供給する非常用発電機の燃料の供給が外部から受けられないが，MOX燃料加工施設内に非常用発電機が3日間以上連続で運転できる燃料タンクを設け，A重油を貯蔵する設計とし，安全機能を損なわない設計とする。

敷地内において交通の途絶が発生した場合でも，安全上重要な施設の安全機能はMOX燃料加工施設内で系統が接続されることにより，交通の途絶の影響を受けない設計とし，安全機能を損なわない設計とする。

また，敷地内の道路において降下火砕物が堆積した場合には，降灰後に除灰作業を実施し復旧することを手順等に定める。

第 1 表 非常用所内電源設備の非常用発電機の仕様

項 目	非常用発電機
エ ン ジ ン 台 数 出 力 起 動 時 間 使 用 燃 料	2 883kW／台 35 秒以内 A 重 油
発 電 機 台 数 種 類 容 量 力 率 電 圧 周 波 数	2 横軸回転界磁 3 相 同期発電機 1,000 kVA／台 0.8 6.9 kV 50 Hz

第 2 表 非常用所内電源設備の燃料タンクの主要設備の仕様

項 目	燃料タンク
容 量 流体の種類 個 数 耐震クラス	60kL／基 A 重油 1 基 S クラス

令和 2 年 2 月 25 日 R3

補足説明資料 10－1

MOX燃料加工施設

運用，手順説明資料

外部からの衝撃による損傷の防止

(火山)

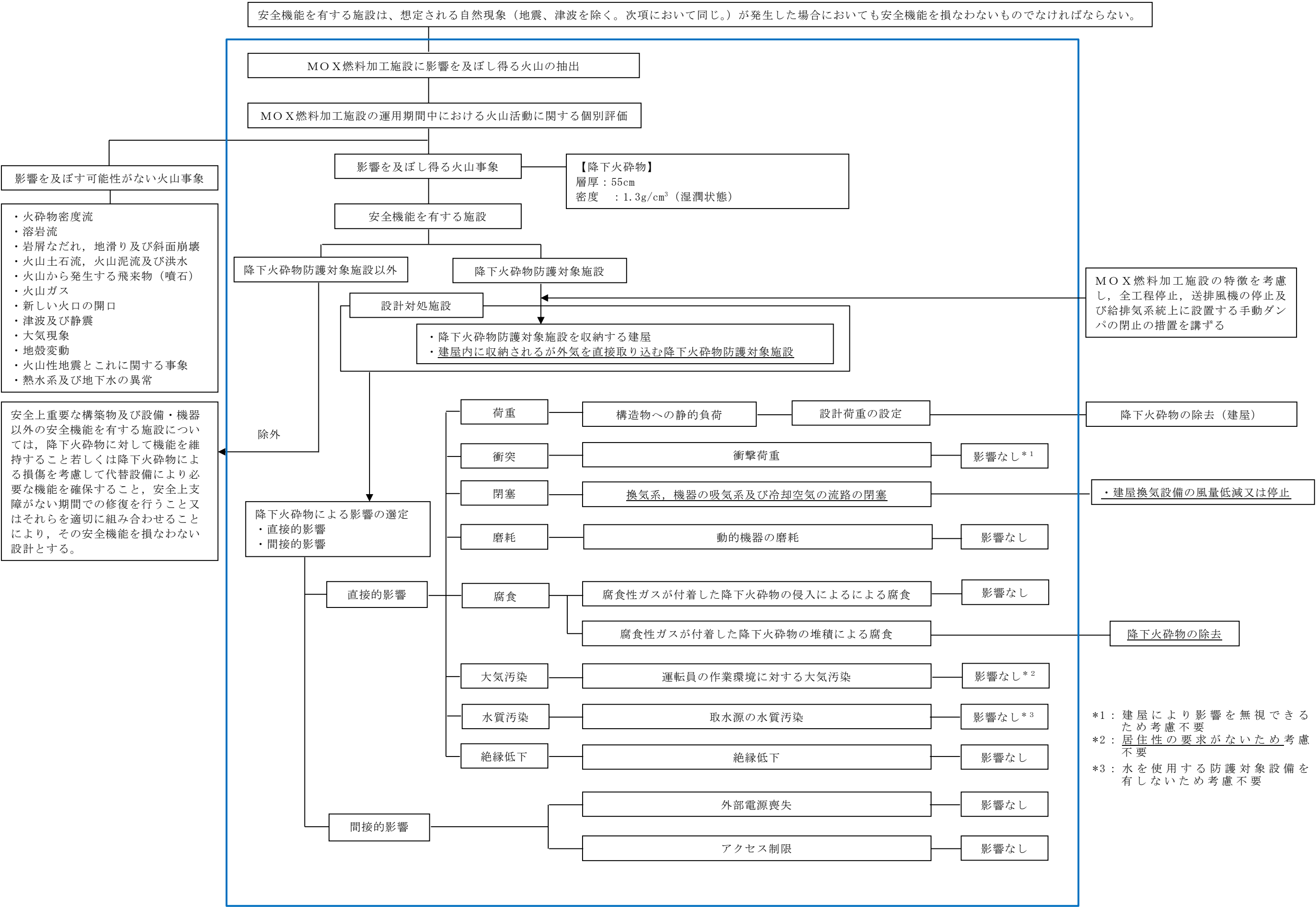
(第九条 火山)

安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

- 2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。



安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

MOX燃料加工施設の運用期間中における火山活動に関する個別評価

影響を及ぼす可能性がない火山事象

- ・火砕物密度流
- ・溶岩流
- ・岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊
- ・火山土石流、火山泥流及び洪水
- ・火山から発生する飛来物（噴石）
- ・火山ガス
- ・新しい火口の開口
- ・津波及び静震
- ・大気現象
- ・地殻変動
- ・火山性地震とこれに関する事象
- ・熱水系及び地下水の異常

影響を及ぼし得る火山事象

【降下火砕物】
層厚：55cm
密度：1.3g/cm³（湿潤状態）

安全上重要な施設

降下火砕物防護対象施設

設計対処施設

・降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

降下火砕物による影響の選定
・直接的影響

直接的影響

荷重

構造物への静的負荷

設計荷重の設定

降下火砕物の除去（建屋等）

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	対象項目	区分	運用対策等
第九条 外部からの衝撃による損傷の防止	降下火砕物の除去作業及び除去後における降下火砕物による静的荷重や腐食等の影響に対する保守管理	運用・手順	・設計対処施設において降下火砕物の堆積が確認された箇所については、長期間降下火砕物の荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、堆積した降下火砕物の除去を実施する。 ・降下火砕物による影響がみられた場合、必要に応じて保守及び修理を行う。
		体制	(保守・点検の体制) (降下火砕物確認時の体制)
		保守・点検	・日常点検 ・定期点検 ・火山事象時及び火山事象後の巡視点検
		教育・訓練	・運用・手順・保守・点検に関する教育
	降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合の対処	運用・手順	・大規模な火山の噴火があり降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合には、全工程停止、<u>送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止により、施設が給電を要しない状態へ移行する措置を講ずる。ただし、屋外の降灰状況及び外部電源の復旧状況に応じて換気設備の運転を間欠的に再開する操作を実施する。</u> ・<u>降下火砕物の影響により建屋換気設備の給気フィルタの差圧が交換差圧に達した場合は、状況に応じて外気の取り込みの停止又はフィルタの清掃や交換を実施する。</u> ・<u>非常用所内電源設備の非常用発電機の運転時には、フィルタの状況を確認し、状況に応じてフィルタの清掃や交換を実施する。</u> ・全工程停止、<u>送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずる際は、必要に応じて巡視に係る手順を整備する。</u>
			(運転員の当直体制) (降下火砕物確認時の体制)
		保守・点検	—
		教育・訓練	・運用・手順・保守・点検に関する教育

令和2年2月25日 R1

参考資料 10－1－1

噴火速報及び降灰予報について

火山の噴火が発生した場合には，気象庁が発表する噴火速報等を確認し，半径 160km の範囲内の火山の場合は六ヶ所対応会議を設置し，降灰に備える。

また，気象庁が発表する降灰予報で敷地内に「やや多量」以上の降灰が予想された場合は，予め定められた手順に基づき，本施設の全工程停止等の措置を講ずる。

1. 噴火予報とは

気象庁から発表される噴火速報は，登山者や周辺の住民に対して，噴火の発生を知らせる情報であり，火山が噴火したことを端的にいち早く伝え，身を守る行動を取るために発表されるものであるとしている。

噴火が発生した事実を速やかに知らせするため，火山名と噴火した時間のみの情報が発表されるとしている。

発表される情報の例は以下のとおり。

火山名 ○○山 噴火速報 平成△△年△△月△△日△△時△△分 気象庁地震火山部発表 **（見出し）** <○○山で噴火が発生> **（本文）** ○○山で、平成△△年△△月△△日△△時△△分頃、噴火が発生しました。
--

気象庁HPより

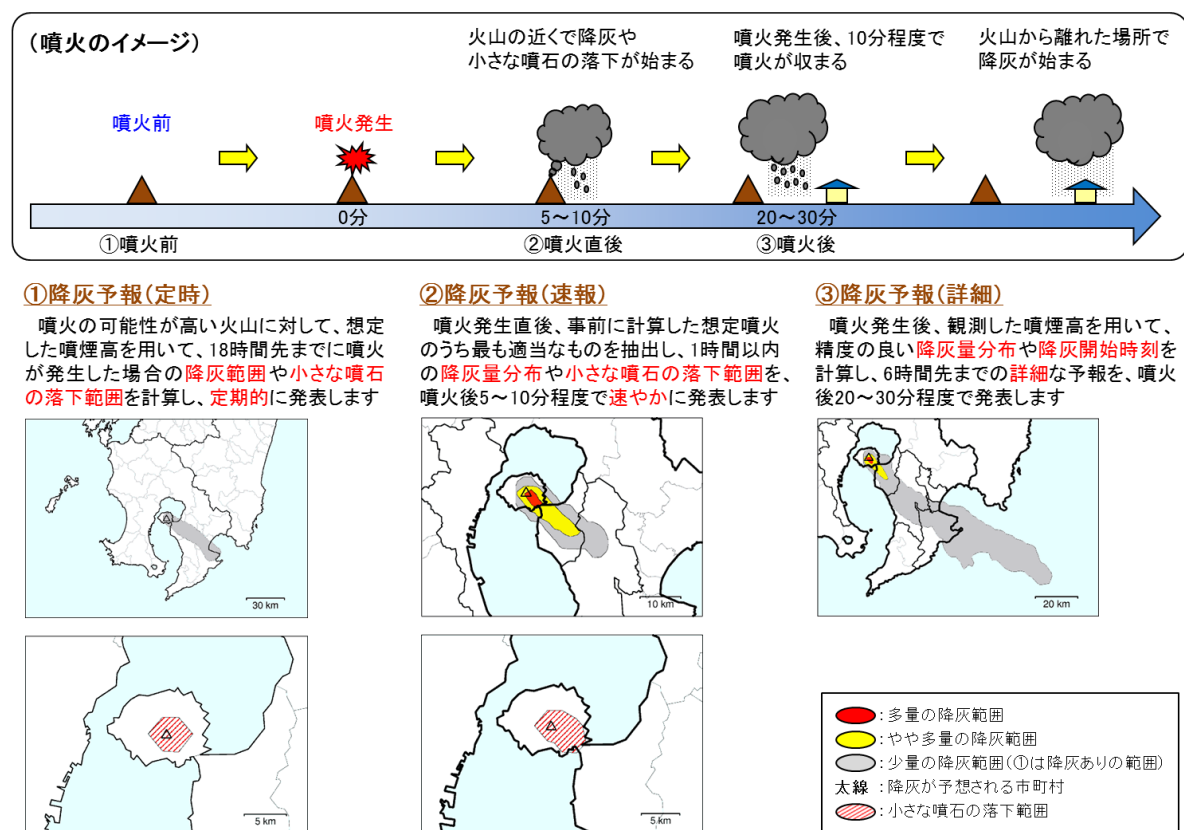
第 1 図 噴火速報の情報の例

2. 降灰予報とは

気象庁から発表される降灰予報には、「降灰予報（定時）」、「降灰予報（速報）」、「降灰予報（詳細）」がある。

ただし、「降灰予報（定時）」が発表されていない火山では、予測された降灰が「少量」のみであっても必要に応じて発表するとしている。

また、「速報」は事前計算された降灰予報結果から、噴火後速やかに（5～10分程度で）発表するとしている。



※上空の風が弱い場合、あるいは高度によって風向きが大きく変化している場合、降灰予報と実際の降灰範囲及び降灰量が異なることがあります。

気象庁HPより

第2図 降灰予報の発表の種類

降灰予報で使用する降灰量階級表

名称	表現例			影響ととるべき行動		その他の影響
	厚さ キーワード	イメージ※1		人	道路	
		路面	視界			
多量	1mm 以上 【外出を控える】	完全に覆われる 	視界不良となる 	<u>外出を控える</u> 慢性の喘息や慢性閉塞性肺疾患（肺気腫など）が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が出始める	<u>運転を控える</u> 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる	がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある
やや多量	0.1mm≦厚さ<1mm 【注意】	白線が見えにくい 	明らかに降っている 	<u>マスク等で防護</u> 喘息患者や呼吸器疾患を持つ人は症状悪化のおそれがある	<u>徐行運転する</u> 短時間で強く降る場合は視界不良の恐れがある 道路の白線が見えなくなるおそれがある（およそ0.1～0.2mmで鹿児島市は除灰作業を開始）	稲などの農作物が収穫できなくなったり※2、鉄道のポイント故障等により運転見合わせのおそれがある
少量	0.1mm 未満	うっすら積もる 	降っているのがようやくわかる	<u>窓を閉める</u> 火山灰が衣服や身体に付着する 目に入ったときは痛みを伴う	<u>フロントガラスの除灰</u> 火山灰がフロントガラスなどに付着し、視界不良の原因となるおそれがある	航空機の運航不可※2

※1 掲載写真は気象庁、鹿児島市、(株)南日本新聞社による

※2 富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による想定

気象庁HPより

第3図 降灰予報で使用する降灰量階級表

令和2年2月25日 R2

補足説明資料 10-3

降灰時の施設の監視について

降灰時は運転停止及び送排風機の停止を行うことで、施設を安定な状態に移行する。施設の状態監視に係る手順を以下に示す。

1. 全工程停止後の状態

エリアモニタ，グローブボックス温度監視装置及び過加熱防止回路等については，非常用所内電源設備から給電されることから，これらの盤を監視することによって，施設が安定な状態を維持していることを確認する。また，以降の監視継続のため体制構築及び装備の準備を行い，巡視により核燃料物質及び焼結炉等の設備の状態並びに火災が発生していないことを監視する。

2. 巡視に関する装備

放射線防護具類（防護マスク等）を着用し，可搬型照明，放射線サーベイ機器等の巡視に必要な装備を携行する。

3. 屋外の状況の監視及び状況に応じた措置

六ヶ所対応会議等の会議体の中で巡視による報告を基に施設が安定な状態を維持していることを確認する。

また，目視等による屋外の状況及び気象庁等の公的機関からの情報を踏まえ，平常状態への移行（換気設備の運転再開等）を判断する。

4. 異常が発見された際の措置

MOX燃料加工施設では全工程停止時において設備・機器の誤動作による機械的破損を起因とする閉じ込め機能の不全は起こりえない。また、全工程停止時には巡視以外の作業は行わないため、運転員の誤操作による閉じ込め機能の不全は想定されない。火災については、設備を停止することで発生可能性を下げる事が可能である。

上記の状況において、異常事象が発生することは想定しがたいが、万一、核燃料物質の工程室への漏えいが確認された際は、放射線サーベイ機器等による漏えい箇所の特定を行い、目張り等の処置により拡大を防止する。