

【公開版】

提出年月日	令和2年4月2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 15 条 : 設 計 基 準 事 故 の 拡 大 の 防 止

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. 設計基準事故に係る方針

2.1 安全評価に関する基本方針

2.2 設計基準事故の選定

2.3 解析に当たって考慮する事項

2.4 設計基準事故の評価

2.5 結論

2.6 参考文献

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

設計基準事故の拡大の防止について、事業許可基準規則とウラン・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15条において追加された要求事項を整理する。（第1表）

第1表 事業許可基準規則第15条とMOX指針 比較表 (1 / 3)

事業許可基準規則	MOX指針	備考
<p>(設計基準事故の拡大の防止) 第十五条 安全機能を有する施設は、設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。 (解釈) 1 第15条に規定する「設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないもの」とは、設計基準事故を選定し、解析及び評価を行った結果、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないことが確認できるものをいう。 2 上記1の「公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えない」とは、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5mSvを超えないことをいう。ICRPの1990年勧告によれば、公衆の被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることもあり得るとなっている。これは通常時の放射線被ばくについての考え方であるが、これを発生頻度が小さい事故の場合にも適用することとし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。なお、発生頻度が極めて小さい事故に対しては、実効線量の評価値が上記の値をある程度超えてもそのリスクは小さいと判断できる。</p>	<p>(MOX指針) 指針3. 事故時条件 MOX燃料加工施設に最大想定事故が発生するとした場合、一般公衆に対し、過度の放射線被ばくを及ぼさないこと。</p>	<p>追加要求事項</p>

第1表 事業許可基準規則第15条とMOX指針 比較表 (2 / 3)

事業許可基準規則	MOX指針	備考
<p>(解釈)</p> <p>3 上記1の評価は、核燃料物質が存在する加工施設の各工程に、機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から設計基準事故を選定し評価することをいう。設計基準事故として評価すべき事例は以下に掲げるとおりとする。</p> <p>一 核燃料物質による臨界</p> <p>二 閉じ込め機能の不全（火災及び爆発並びに重量物落下を含む。）</p>	<p>指針3. 事故時条件</p> <p>1. 事故の選定</p> <p>MOX燃料加工施設の設計に即し</p> <p>(1)水素ガス等の火災・爆発</p> <p>(2)MOX粉末等の飛散、漏えい</p> <p>(3)核燃料物質による臨界</p> <p>(4)自然災害</p> <p>等の事故の発生の可能性を技術的観点から十分に検討し、最悪の場合、技術的にみて発生が想定される事故であって、一般公衆の放射線被ばくの観点からみて重要と考えられる事故を選定すること。</p>	<p>追加要求事項</p>

第1表 事業許可基準規則第15条とMOX指針 比較表 (3/3)

事業許可基準規則	MOX指針	備考
<p>(解釈)</p> <p>4 上記1の放射性物質の放出量等の計算については、技術的に妥当な解析モデル及びパラメータを採用するほか、以下の各号に掲げる事項に関し、十分に検討し、安全裕度のある妥当な条件を設定すること。</p> <p>一 放射性物質の形態、性状及び存在量</p> <p>二 放射線の種類及び線源強度</p> <p>三 閉じ込めの機能（高性能エアフィルタ等の除去系の機能を除く。）の健全性</p> <p>四 排気系への移行率</p> <p>五 高性能エアフィルタ等の除去系の捕集効率</p> <p>六 遮蔽機能の健全性</p> <p>七 臨界の検出及び未臨界にするための措置</p>	<p>(MOX指針)</p> <p>指針3. 事故時条件</p> <p>2. 放射性物質の放出量等の計算</p> <p>1で選定した事故のそれぞれについて、技術的に妥当な解析モデル及びパラメータを採用するほか、次の事項に関し、十分に検討し、安全裕度のある妥当な条件を設定して、放射性物質の放出量等の計算を行うこと。</p> <p>(1) 放射性物質の形態・性状及び存在量</p> <p>(2) 放射線の種類及び線源強度</p> <p>(3) 事故時の閉じ込め機能（高性能エアフィルタ等の除去系の機能を除く。）の健全性</p> <p>(4) 排気系への移行率</p> <p>(5) 高性能エアフィルタ等除去系の捕集効率</p> <p>(6) 遮蔽機能の健全性</p> <p>(7) 臨界の検出及び未臨界にするための措置</p>	<p>変更無し。</p>

1. 2 要求事項に対する適合性

(イ) 基本的考え方

設計基準事故は、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設（MOX燃料加工施設）から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものである。設計基準事故の選定、評価は、核燃料物質が存在するMOX燃料加工施設の各工程において機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作等（以下「破損、故障等」という。）によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、事象が発生した際の拡大防止及び影響緩和の安全設計の妥当性を確認するという観点から実施する。

(ロ) 設計基準事故の選定

設計基準事故の選定にあたり、MOX燃料加工施設的全設備・機器から、核燃料物質を取り扱う設備・機器を抽出する。また、MOX燃料加工施設の外的事象で起因として想定されるものを踏まえ、施設の特徴を踏まえて発生の可能性を考慮し、発生の可能性のある異常事象を選定する。発生の可能性のある異常事象について、核燃料物質を取り扱う設備・機器の破損、故障等を考慮し、異常事象に進展するかを整理する。その際には、核燃料物質を取り扱わない設備・機器が、核燃料物質を取り扱う設備・機器に与える波及的影響についても考慮する。異常事象に進展するものの中で、公衆に放射線被ばくの影響を与えるおそれのある事象を設計基準事故として選定する。

設計基準事故の選定フローを第1図に示す。

(1) 設計基準事故の選定対象となる設備・機器

設計基準事故の選定にあたっては、MOX燃料加工施設の各工程における

設備・機器全てを対象として、その中から核燃料物質を取り扱う設備・機器を抽出する。核燃料物質を取り扱わない排風機や非常用電源設備の故障等については、その故障等が核燃料物質を取り扱う設備・機器に対して与える波及的影響を、(5)項「設備・機器の破損、故障等により想定される事象の洗い出し」において確認する。

核燃料物質の取扱い対象外となる設備・機器を第2表に示す。

(2) MOX燃料加工施設で想定される異常事象

設計基準事故がもたらすMOX燃料加工施設周辺の公衆への放射線障害としては、内部被ばく及び外部被ばくが考えられる。内部被ばくは、MOX燃料加工施設から飛散又は漏えいした核燃料物質による影響であり、事象としては核燃料物質による臨界及び閉じ込め機能の不全が該当する。外部被ばくは、MOX燃料加工施設から漏えいした放射線による影響であり、事象としては核燃料物質による臨界及び遮蔽機能の喪失が該当する。

MOX燃料加工施設においては、核燃料物質のほかに可燃性物質及び可燃性ガスの取り扱いがあることを考慮すると、MOX燃料加工施設で発生が想定される事象としては、火災及び爆発の発生も想定される。

非密封の核燃料物質はグローブボックス等で取り扱うため、グローブボックス等内における核燃料物質の漏えいが想定される。

電源喪失により、MOX燃料加工施設において電源を駆動源とする設備・機器が全て停止することが想定される。

(3) 異常事象発生の起因となる外的事象の抽出

外的事象については、MOX燃料加工施設の設計にあたり、国内外の文献等から地震、火山の影響等の55の自然現象を抽出し、さらに航空機落

下、有毒ガス等の24の人為事象（故意によるものを除く。）を抽出し、それらに対して設計対応が必要な事象として、地震、風（台風）、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、塩害、森林火災、航空機落下、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、敷地内における化学物質の漏えい、電磁的障害を抽出した。これらの外的事象については、地震を除きそれぞれ設計対応を行うことで、異常事象発生の起因とならないことを確認した。地震については、耐震重要度分類がSクラス又は基準地震動により損傷しない設計とする設備・機器以外は、その破損、故障等を考慮する。

異常事象発生の起因となる外的事象の抽出結果を第3表に示す。

(4) MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性

(2) 項でMOX燃料加工施設において発生が想定される事象として整理した、火災、爆発、臨界、グローブボックス等内における核燃料物質の漏えい、閉じ込め機能の不全、遮蔽機能の喪失及び電源喪失の各事象について、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえて事象の発生の可能性について整理し、発生の可能性がない事象については、設計基準事故の選定対象から除外する。

臨界については、MOX燃料加工施設では、核燃料物質を形状寸法管理又は質量管理で行い、異常時には工程停止等により核燃料物質の移動を停止させることで臨界に至ることはない。さらに、発生防止対策の機能を喪失させ、核燃料物質の誤搬入が一度発生しても臨界には至らない。また、溢水が発生しても堰等により核燃料物質を取り扱う設備・機器に影響が及ぶことはなく、臨界に至ることはないため設計基準事故の選定対象から除外する。

遮蔽機能の喪失については、建屋により外部への放射線影響を防護する設計であり、建屋の耐震設計により、基準地震動による地震においても建屋は損傷しない設計とすること、外部衝撃により建屋が損傷しない設計とすることから、建屋の遮蔽能機が損なわれることは想定されないため、設計基準事故の対象から除外する。

MOX燃料加工施設で取り扱う可燃性ガスとしては水素ガスがあるが、取り扱う水素ガスは、水素濃度が9vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであること、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから、爆発は設計基準事故の選定対象から除外する。

電源喪失については、MOX燃料加工施設の加工工程の設備・機器は、電源を喪失したとしても、機器の駆動が停止するだけであり、それ以上に事象が進展しないことから設計基準事故の選定対象から除外する。

以上より、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえると、発生の可能性のある事象としては、火災、グローブボックス等内における核燃料物質の漏えい及び閉じ込め機能の不全（熱的破損、機械的破損、負圧維持機能の喪失）が想定される。

ただし、可燃物を内包しない設備・機器の火災、耐震重要度分類Sクラスの設備・機器の外的事象（地震）による火災、漏えい及び閉じ込め機能の不全並びに燃料棒溶接工程以降の工程での漏えいによる発生を想定しない。

MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性の整理結果を第4表に示す。

(5) 設備・機器の破損、故障等により想定される事象の洗い出し

(1) 項で抽出されたMOX燃料加工施設において核燃料物質を取り扱う設備・機器を対象に、重量物の落下、設備・機器の停止等、それら設備・機器の破損、故障等により想定される事象を洗い出す。この洗い出しに際しては核燃料物質を取り扱わない設備・機器による波及的影響の評価も含める。また、当該設備・機器が停止するのみで他の設備・機器に波及的影響を与えないものは除外する。

(3) 項で異常事象発生の起因となる外的事象として抽出された地震による設備・機器の故障等の想定においては、耐震重要度分類がSクラス又は基準地震動により損傷しない設計とする設備・機器以外は損傷するものとして事象の洗い出しを行う。この事象の洗い出しに当たっては、その事象に至ることを防止するためのインターロック等は考慮しない。

(6) 異常事象への進展の有無

(5) 項で洗い出した設備・機器の故障等により想定される事象について、それらが(4)項で整理した異常事象に進展し得るかを検討し、異常事象に進展し得る事象を抽出する。

(7) 公衆への影響の可能性の有無

抽出した異常事象の中から、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえて公衆への放射線被ばく影響の可能性があるものとして、気相への移行率が高い露出したMOX粉末を取り扱う設備・機器における、地下階から地上まで放射性物質を上昇させる駆動力を有する事象を設計基準事故として選定する。ただし、取り扱う核燃料物質が少量であり、公衆に著しい被ばくのリスクを与えないことが明らかな事象は除外する。

(8) 選定された設計基準事故

(1) から (7) で検討・整理を行った結果、設計基準事故としては、露出したMOX粉末を取り扱う設備・機器における火災による閉じ込め機能の不全が選定された。選定された設計基準事故は、事象の進展を踏まえても類似の事象であり、拡大防止及び影響緩和のための安全設計が同種のものといえることから、設計基準事故の評価にあたっては、最も厳しい事象を代表として評価する。設計基準事故の評価においては、各グローブボックスが連結していることを踏まえて、火災が発生したグローブボックスを設置する室内において、当該グローブボックスと連結しているグローブボックスは、火災による駆動力の影響を受けるものと仮定して評価を行う。評価対象とする室については、取り扱う核燃料物質量及び想定される放出経路より、選定された設備・機器のうち、最も公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与える可能性のあるグローブボックスを設置する室における火災として、ペレット加工第1室内に設置するグローブボックス内における火災を想定する。

(9) 判断基準

設計基準事故の判断基準は、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないこととし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5 mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。また、評価にあたっては、異常事象を速やかに収束させ、またはその拡大を防止し、あるいはその結果を緩和することを主たる機能とする系統についてはその機能別に異常事象の結果が最も厳しくなる動的機器の単一故障及び外部電源の喪失を仮定する。

(ハ) 設計基準事故の評価

「ペレット加工第1室における火災によるグローブボックスの閉じ込め

機能の不全」について、拡大防止及び影響緩和のための対策を踏まえて、以下のとおり、事故解析を行った。

(1) ペレット加工第1室における火災によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全

① 拡大防止対策及び影響緩和対策

a. 火災の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内における火災の発生、継続、消火を確認する対策及び発生した火災を消火する対策を以下に示す。

(a) グローブボックス温度監視装置による火災の感知

(b) グローブボックス消火装置による消火

なお、火災が発生しても、耐火能力を有する防火シャッター（開状態の場合、容器の搬送終了後に閉止）及び延焼防止ダンパの閉止による延焼防止により、発生した火災の影響は当該火災区域に限定される。

b. 火災による閉じ込め機能の不全の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内で火災を感知してグローブボックス消火装置により消火ガスを放出する場合における、火災による閉じ込め機能の不全に対する拡大防止対策及び影響緩和対策を以下に示す。

(a) 送風機の停止

(b) 建屋排風機の停止

(c) 工程室排風機の停止

(d) 窒素循環ファンの停止

- (e) 防火シャッタの閉止（開状態の場合に容器の搬送終了後に閉止）
- (f) 避圧エリア形成用自動閉止ダンパの閉止
- (g) 延焼防止ダンパの閉止
- (h) グローブボックス排気設備の高性能エアフィルタによる核燃料物質の捕集

なお、グローブボックス消火装置からの消火ガスの放出完了後、運転員の操作によるグローブボックス排風機を停止する。

c. 設計基準事故に対処するために必要な施設

想定された事象に対処するために必要な施設の安全機能のうち、解析に当たって考慮する設備を以下に示す。

- (a) グローブボックス温度監視装置
- (b) グローブボックス消火装置
- (c) グローブボックス排気フィルタ
- (d) グローブボックス排気フィルタユニット
- (e) グローブボックス排気設備の排気系統
- (f) 非常用所内電源設備

② 事故シナリオ

公衆への影響を評価するために、ペレット加工第1室のグローブボックス内で火災が発生することを想定する。

火災の発生と同時に外部電源が喪失するものとする。

解析の結果が最も厳しくなる動的機器の単一故障として、グローブボックス温度監視装置及びグローブボックス消火装置に影響を与えることから、非常用所内電源設備の単一故障を仮定する。

ペレット加工第1室においてMOX粉末を取り扱う単一ユニットである、添加剤混合ユニットA、添加剤混合ユニットB、プレス・グリ

ーンペレット積込ユニットA及びプレス・グリーンペレット積込ユニットBの取扱量の全量である906kg・MOXが火災影響を受けることを想定する。

火災影響を受ける放射性物質量の100分の1がグローブボックス内の気相中に移行することを想定する。また、グローブボックス内面に付着している放射性物質の気相中への移行量として、放射性物質量の100分の1がグローブボックス内の気相中に移行することを想定する。

グローブボックス内で火災が発生した場合、感知器によりグローブボックス内の火災を感知し、グローブボックス消火装置が起動する。グローブボックス消火装置の起動と連動して避圧エリアの窒素循環ダクトに設置する延焼防止ダンパ、避圧エリアの給気ダクトに設置する延焼防止ダンパ及びフロア境界の工程室排気ダクトに設置する避圧エリア形成用自動閉止ダンパが閉止する。グローブボックス消火装置からの消火ガスの放出が完了し、グローブボックス排気ダクトに設置する延焼防止ダンパが閉止するまでの間に、グローブボックス内の気相中に移行した放射性物質の全量を含む雰囲気グローブボックス排気設備の高性能エアフィルタに到達し、高性能エアフィルタ（4段）を通じた経路から燃料加工建屋外へ放出されることを想定する。高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 とする。

火災に対しては上記の対策により感知・消火を実施することにより、発生した火災が大規模な火災に至ることは想定しにくいことから、グローブボックスを含めたグローブボックス排気システムは健全である。

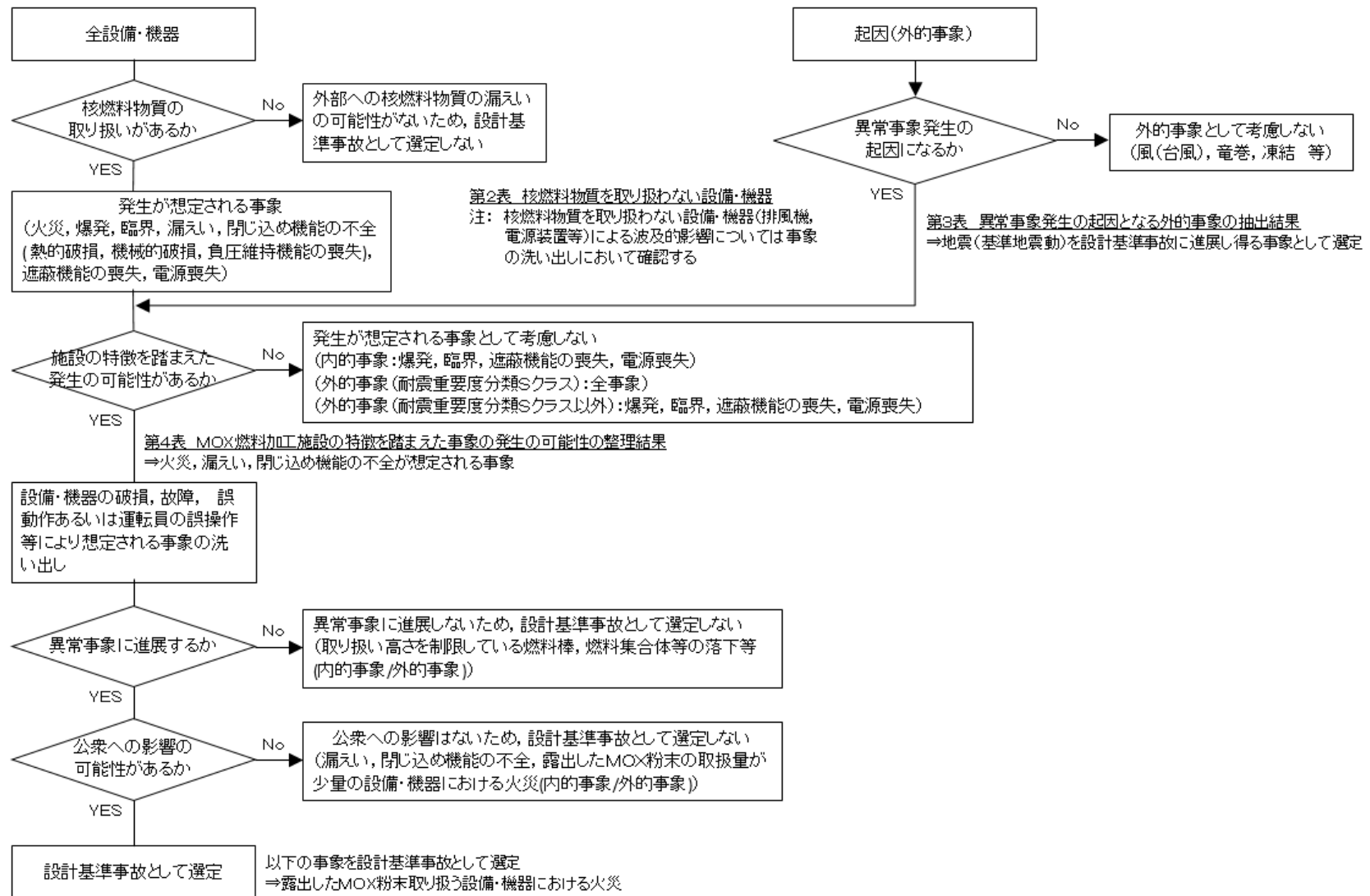
放出するプルトニウム核種の組成は、吸入による被ばくがより厳しい評価となるよう、以下のとおりとし、各プルトニウム核種の放出量を求める。

核種	質量割合 (%)
P u -238	3.8
P u -239	55.6
P u -240	27.3
P u -241	13.3
A m -241	4.5
合計	104.5

実効線量の評価に当たり、敷地境界外の2013年4月から2014年3月までの1年間の観測資料を使用して求めた相対濃度に放射性物質の全放出量を乗じて求める。

③ 評価結果

評価の結果、敷地境界における吸入による内部被ばくの実効線量は約 4.9×10^{-5} mSvであり、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5 mSvを超えることはなく、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。



第1図 設計基準事故の選定フロー

第2表 核燃料物質の取扱い対象外となる設備・機器

設備	機器
建屋排気設備	建屋排気ダクト
	建屋排気フィルタユニット
	建屋排風機（排気機能の維持に必要な回路を含む。）
工程室排気設備	工程室排気ダクト
	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。）
グローブボックス排気設備	グローブボックス排気ダクト
	グローブボックス給気フィルタ
	グローブボックス排気フィルタ
	グローブボックス排気フィルタユニット
	グローブボックス排風機（排気機能の維持に必要な回路を含む。）
給気設備	給気ダクト
	給気フィルタユニット
	送風機
	C1, C2系コイルユニット
	C3系コイルユニット
	加湿系コイルユニット
	冷却系コイルユニット
窒素循環設備	窒素循環ダクト
	窒素循環ファン
	窒素循環冷却機
排気筒	排気筒
放射線監視設備	エリアモニタ
	ダストモニタ
	エアスニファ
	放射線サーベイ機器
	臨界検知用ガスモニタ
放射能測定設備	放射能測定装置
	フード
出入管理設備	退出モニタ
	除染室（手洗い場, シャワー）
排気モニタリング設備	排気モニタ
放出管理分析設備	放射能測定装置
	フード
非常用所内電源設備	非常用発電機
	非常用直流電源設備（充電器）
	非常用直流電源設備（蓄電池）
	非常用無停電交流電源装置
	非常用配電設備
自動火災報知設備	火災感知器
工程室局所消火装置	-
工程室火災対処配管	-
消火設備	屋内消火栓
	屋外消火栓
	消火器
	連結散水装置
	防火水槽
	消火水供給設備
避難・誘導設備	通路誘導灯
	避難口誘導灯
	運転保安灯
	非常用照明

設備	機器
可搬型照明設備	-
核燃料物質の計量設備	ID 番号読取機
	秤量器
	運転管理用計算機
	臨界管理用計算機
火災防護設備	グローブボックス温度監視装置
	防火シャッター
	防火扉
	窒素消火装置
	グローブボックス消火装置
	二酸化炭素消火装置
	延焼防止ダンパ (ダンパ作動回路を含む。)
	避圧エリア形成用自動閉止ダンパ (ダンパ作動回路を含む。)
溢水防護設備	自動火災報知設備 (二酸化炭素消火装置および安全上重要な施設の窒素消火装置への火災信号移報回路 (火災感知器を含む。))
	緊急遮断弁 (加速度大による緊急遮断弁作動回路を含む。)
受変電設備	堰
	受電開閉設備
	受電変圧器
	6.9kV 常用主母線
常用所内電源設備	6.9kV 運転予備用主母線
	6.9kV 常用母線
通信連絡設備	6.9kV 運転予備用母線
	所内通信連絡設備
冷却水設備	所外通信連絡設備
	-
給排水衛生設備	工業用水設備
	飲料水設備
空調用冷水設備	-
空調用蒸気設備	蒸気遮断弁
窒素循環用冷却水設備	-
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
空調用蒸気設備	混合ガス濃度異常遮断弁 (焼結炉系, 小規模焼結処理系)
窒素循環用冷却水設備	水素ガス漏えい検知器
アルゴンガス設備	-
窒素ガス設備	-
水素ガス設備	-
グローブボックス負圧・温度監視設備	-
荷役設備	入出庫クレーン
	設備搬入用クレーン
	エレベータ
	垂直搬送機

第3表 異常事象発生の原因となる外的事象の抽出結果

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
1	地震	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	異常事象発生の原因となる可能性があるため、耐震重要度分類Sクラス又は基準地震動により損傷しない設計とする設備・機器以外は破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作等により想定される事象を考慮する。	○
2	地盤沈下	×	○	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、地盤沈下による影響はない。	×	—	—
3	地盤隆起	×	○	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、地盤隆起による影響はない。	×	—	—
4	地割れ	×	○	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、地割れによる影響はない。	×	—	—
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、MOX燃料加工施設は標高約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	×	○	×	×	×	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、MOX燃料加工施設は標高約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。	×	—	—
7	液状化現象	×	×	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、液状化現象による影響はない。	×	—	—
8	泥湧出	×	×	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、泥湧出による影響はない。	×	—	—

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
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	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は標高約55mに位置しているため、津波による影響を受けない。	×	—	—
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に位置するため、静振による影響を受けない。	×	—	—
13	高潮	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、高潮による影響を受けない。	×	—	—
14	波浪・高波	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、波浪・高波による影響を受けない。	×	—	—
15	高潮位	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、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	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は、低潮位による影響を受けることは考えられない。	×	—	—
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)	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	台風によって建屋の安全機能が損なわれない設計としているため、異常事象の起因とならない。	×
19	竜巻	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	竜巻によって建屋の安全機能が損なわれない設計としているため、異常事象の起因とならない。	×
20	砂嵐	×	○	×	×	×	敷地周辺に砂漠や砂丘はない。	×	—	—

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
21	極限的な気圧	×	×	×	○	×	想定する竜巻による気圧差荷重に対して十分な強度を有する設計とすることから、気圧により、MOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×	—	—
22	降水	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	降水の侵入は建屋によって防止する設計としているため、異常事象の起因とならない。	×
23	洪水	×	○	×	×	×	MOX燃料加工施設は標高約55mに位置しており、二又川は標高約5mから約1m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	×	×	×	○	×	竜巻及び降雹が同時に発生する場合においても、設計飛来物の運動エネルギーと比べて十分小さいため、降雹による影響は受けない。	×	—	—
26	落雷	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	落雷については、想定される落雷の規模においても安全機能を損なわない設計とするため、異常事象の起因とならない。	×
27	森林火災	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料としているため、異常事象の起因とならない。	×
28	草原火災	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料としているため、異常事象の起因とならない。	×
29	高温	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料としているため、異常事象の起因とならない。	×

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
30	凍結	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	八戸観測所及びひまわり観測所で観測された最低気温を考慮し、安全機能を損なわない設計とするため、異常事象の起因とならない。	×
31	氷結	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、氷結による影響を受けない。	×	—	-
32	氷晶	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、氷晶による影響を受けない。	×	—	—
33	氷壁	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、氷壁による影響を受けない。	×	—	—
34	高水温	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、高水温による影響を受けない。	×	—	—
35	低水温	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、低水温による影響を受けない。	×	—	—
36	干ばつ	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水設備はないため、干ばつによる影響を受けない。	×	—	—
37	霜	×	×	×	○	×	霜によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×	—	—
38	霧	×	×	×	○	×	霧によりMOX燃料加工施設に影響を及ぼすことはない。	×	—	—
39	火山の影響	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料としているため、異常事象の起因とならない。	×
40	熱湯	×	○	×	×	×	敷地周辺に熱湯の発生源はない。	×	—	-
41	積雪	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は積雪による荷重を考慮した設計としているため、異常事象の起因とならない。	×
42	雪崩	×	○	×	×	×	敷地周辺の地形から雪崩は発生しない。	×	—	—
43	生物学的事象	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	換気設備及び非常用所内電源設備の外気取入口には、対象生物の侵入を防止又は抑制する	×

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
									ための措置を施し、安全機能を損なわない設計とするため、異常事象の起因とならない。	
44	動物	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	換気設備及び非常用所内電源設備の外気取入口には、対象生物の侵入を防止又は抑制するための措置を施し、安全機能を損なわない設計とするため、異常事象の起因とならない。	×
45	塩害	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	換気設備の給気フィルタユニットには除塩フィルタを設置し、屋内の施設への塩害の影響を防止する設計とするため、異常事象の起因とならない。	×
46	隕石	○	×	×	×	×	隕石の衝突は、極低頻度な事象である。	×	—	—
47	陥没	×	○	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、陥没による影響はない。	×	—	—
48	土壌の収縮・膨張	×	○	×	×	×	周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置するため、土壌の収縮・膨張による影響はない。	×	—	—
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	海水による川の閉塞	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水施設はないため、海水による川の閉塞による影響は考えられない。	×	—	—
53	湖若しくは川の水位降下	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設には取水施設はないため、湖若しくは川の水位降下による影響を受けない。	×	—	—

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
54	河川の流路変更	×	○	×	×	×	敷地周辺の二又川は谷を流れており、河川の大きな流路変更が発生することはない。	×	—	—
55	毒性ガス	×	○	×	×	×	敷地周辺には毒性ガスの発生源はない。	×	—	—
56	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、船舶事故による油流出の影響を受けない。	×	—	—
57	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、船舶事故(爆発, 化学物質の漏えい)の影響を受けない。	×	—	—
58	船舶の衝突	×	×	×	○	×	MOX燃料加工施設は、海岸から約5km離れており、船舶の衝突の影響を受けない。	×	—	—
59	航空機落下	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	安全機能を有する施設のうち、安全上重要な施設を収納する建屋を対象に、航空機落下確立を評価した結果、防護設計は必要なく、異常事象の起因とならない。	×
60	鉄道事故(爆発, 化学物質の漏えい)	×	○	×	×	×	敷地周辺には鉄道路線はないため、鉄道に関する事故は発生しない。	×	—	—
61	鉄道の衝突	×	○	×	×	×	敷地周辺には鉄道路線はないため、鉄道に関する事故は発生しない。	×	—	—
62	交通事故(爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	○	MOX燃料加工施設は、幹線道路から500m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、「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に包含される。	×	—	—
					爆発	化学物質の漏えい			—	—
63	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、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	×	—	—

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
							り、安全機能に影響を与えるような衝突は考えられない。			
64	爆発	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	爆発した際に発生する爆風が上方方向に解放されることを妨げない設計とする。MOX燃料加工施設のLPGボンベ庫は、屋内に設置しており、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造としていることから、異常事象の起因とならない。	×
65	工場事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	×	○	「爆発」, 「近隣工場等の火災」及び「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に含まれる。	×	—	—
66	鉱山事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	○	×	×	×	敷地周辺には、爆発・化学物質の漏えいの事故を起こすような鉱山はない。	×	—	—
67	土木・建築現場の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	×	×	○	×	敷地内での工事は十分に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土木・建築現場の事故の発生は考えられない。	×	—	—
68	軍事基地の事故 (爆発, 化学物質の漏えい)	×	○	×	×	×	最寄りの三沢基地は敷地から約28km離れており影響を受けない。	×	—	—
69	軍事基地からの飛来物	○	×	×	×	×	軍事基地からの飛来物は、極低頻度な事象である。	×	—	—

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
70	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等が閉止されることから, 火災の発生は想定しにくい。	×	—	—
71	敷地内における化学物質の漏えい	×	×	×	×	×	発生により, MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため, 設計上考慮する。	○	敷地内において化学物質を貯蔵する施設については化学物質が漏えいし難い設計とするため, 影響はない。	×
72	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。	×	—	—
73	ダム の 崩 壊	×	○	×	×	×	敷地周辺にダムはない。	×	—	—
74	電磁的障害	×	×	×	×	×	発生により, MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため, 設計上考慮する。	○	落雷によって生ずる電磁的障害電氣的又は物理的な独立性を持たせる設計とすることから, 異常事象の起因とならない。	×
75	掘削工事	×	×	×	○	×	敷地内での工事は十分に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事故の発生は考えられない。	×	—	—
76	重量物の落下	×	×	×	○	×	重量物の運搬等は十分に管理されているため, MOX燃料加工施設に影響を及ぼすことは考えられない。	×	—	—
77	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。	×	—	—
78	近隣工場等の火災	×	×	×	×	×	発生により, MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため, 設計上考慮する。	○	MOX燃料加工施設は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料としているため, 異常事象の起因とならない。	×

No.	事象	除外の基準 ^{注1}					設計上の考慮を除外する理由	設計上の考慮 ^{注2}	設計基準事故に進展し得ると判断する理由	設計基準事故に進展し得る事象 ^{注3}
		基準1	基準2	基準3	基準4	基準5				
79	有毒ガス	×	×	×	×	×	発生により、MOX燃料加工施設へ影響を与える可能性があるため、設計上考慮する。	○	敷地内において化学物質を貯蔵する施設については化学物質が漏えいし難い設計とするため、影響はない。	×

注1：除外の基準は、以下のとおり。

- 基準1：発生頻度が極低頻度と判断される事象
- 基準2：MOX燃料加工施設周辺では起こり得ない事象
- 基準3：事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象
- 基準4：MOX燃料加工施設に影響を及ぼさない事象
- 基準5：他の事象に包含できる事象

注2：設計上の考慮

- ：設計上考慮する外的事象
- ×

第4表 MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性の整理結果

番号	発生が想定される事象	施設の特徴を踏まえて発生を想定するか ○：想定する ×：想定しない	発生を想定しない理由
①	火災	○ ^{※1} (内的事象/外的事象 ^{※2})	※1：火災源である潤滑油を保有しない設備・機器については、発生を想定しない。 ※2：耐震重要度分類Sクラスの設備・機器については、外的事象(地震)による発生を想定しない。
②	爆発	× (内的事象/外的事象)	MOX燃料加工施設で取り扱う水素ガスは、水素濃度が9vol%以下である水素・アルゴン混合ガスであること、高温の炉内で燃焼したとしても、拡散燃焼しか発生せず、急激な圧力の上昇を伴うものではないことから除外する。
③	臨界	× (内的事象/外的事象)	MOX燃料加工施設では、核燃料物質を形状寸法管理又は質量管理で行い、異常時には工程停止等により核燃料物質の移動は停止させる。さらに、発生防止対策の機能を喪失させ、核燃料物質の誤搬入が一度発生しても臨界には至らない。また、溢水が発生しても堰等により核燃料物質を取り扱う設備・機器に影響が及ぶことはなく、臨界に至ることはないため除外する。
④	漏えい	○ ^{※3} (内的事象/外的事象 ^{※2})	※2：耐震重要度分類Sクラスの設備・機器については、外的事象(地震)による発生を想定しない。 ※3：燃料棒溶接以降の工程では燃料棒内に核燃料物質を閉じ込めており、燃料棒の破損を閉じ込め機能の不全と想定するため漏えいは想定しない。
⑤	機能喪失		
⑤—1	閉じ込め機能の不全(熱的破損, 機械的破損, 負圧維持機能の喪失)	○ (内的事象/外的事象 ^{※2})	※2：耐震重要度分類Sクラスの設備・機器については、外的事象(地震)による発生を想定しない。

⑤—2	遮蔽機能の喪失	× (内的事象/外的事象)	MOX燃料加工施設から外部への放射線に係る遮蔽機能は燃料加工建屋に持たせている。燃料加工建屋は耐震設計により地震により損傷しない設計とすること及び外部衝撃により損傷しない設計としていることから除外する。
⑥	電源喪失	× (内的事象/外的事象)	MOX燃料加工施設の加工工程の設備・機器は、電源を喪失したとしても、機器の駆動が停止するだけであり、それ以上に事象が進展しないことから除外する。

1. 3 規則への適合性

事業許可基準規則第十五条では、以下の要求がされている。

(設計基準事故の拡大の防止)

第十五条 安全機能を有する施設は、設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。

適合のための設計方針

MOX燃料加工施設に関して技術的に見て想定される異常事象の中から設計基準事故を選定し、以下のとおり安全対策の妥当性を評価する。

設計基準事故の拡大の防止の観点から、安全機能を有する施設は、設計基準事故時において、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであることを満たす設計とする。

設計基準事故の評価については、放射性物質が存在するMOX燃料加工施設内の各工程に、機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から、設計基準事故を選定し評価する。

2. 設計基準事故に係る方針

2.1 安全評価に関する基本方針

設計基準事故は、MOX燃料加工施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものである。設計基準事故の選定、評価は、核燃料物質が存在するMOX燃料加工施設の各工程において機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作等（以下、破損、故障等とする。）によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、事象が発生した際の拡大防止及び影響緩和の安全設計の妥当性を確認するという観点から実施する。

2.2 設計基準事故の選定

設計基準事故の選定に当たっては、以下に示すMOX燃料加工施設の特徴を考慮する。

- ① MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は、プルトニウムの酸化物であり、化学的に安定している。また、燃料製造における工程は乾式工程であり、有機溶媒等を多量に取り扱う工程はなく、化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスはないことから、臨界事故が発生しない限り取り扱う核燃料物質以外の放射性物質は発生しない。
- ② MOX燃料加工施設では、非密封の核燃料物質としてMOX粉末及びウラン粉末並びにグリーンペレット、ペレットを取り扱う。また、密封形態の核燃料物質として燃料棒及び混合酸化物貯蔵容器がある。これらのうち、MOX粉末及びウラン粉末は飛散しやすく、気相中へ移行しやすい。
- ③ MOX燃料加工施設で取り扱うMOXは崩壊熱が小さく、送排風機による除熱を期待しなくても、閉じ込め機能が損なわれて外部に核燃料物質を放出する事故には至らない。
- ④ MOX燃料加工施設における加工工程は、バッチ処理であり、各処理は独立していることから、異常が発生したとしても工程停止の措置を講じれば停止時の状態が維持でき、異常の範囲は当該処理単位に限定される。そのため、核燃料物質の移動も停止することから、核燃料物質が異常に集積して臨界に至ることはない。また、地下階のグローブボックス等の中にMOX粉末が静置されるため、建屋外への放射性物質の放出を抑制することができる。
- ⑤ ①を踏まえ、MOX燃料加工施設において、可能な限りMOXと水が直接接触しないようにするとともに、取り扱う核燃料物質質量等を制限し、

物理的に臨界事故が起こらないようにする。

⑥ MOX燃料加工施設では核燃料物質が飛散・漏えいすることにより、公衆及び従事者に被ばく影響を与えないために、核燃料物質を限定した区域に閉じ込める設計とする。

⑦ ②を踏まえると、非密封のMOX粉末を取り扱うグローブボックス等は、燃料加工建屋の地下3階及び地下2階に設置することから、燃料加工建屋外に放射性物質を放出する事象は、火災及び爆発のように地下階から地上へとMOX粉末を移動させる駆動力を有する事象に限定される。

⑧ ⑥を踏まえ、MOX燃料加工施設においては、MOX粉末を取り扱う箇所における火災及び爆発の発生防止、拡大防止及び影響軽減の対策を重点的に講じる。

設計基準事故の選定においては、MOX燃料加工施設の全設備・機器から、核燃料物質を取り扱う設備・機器を抽出する。また、MOX燃料加工施設で想定される事象について、施設の特徴を踏まえて発生の可能性を考慮し、発生の可能性のある異常事象について、核燃料物質を取り扱う設備・機器の破損、故障等により想定される事象が、それらの異常事象に進展するかを整理する。異常事象に進展するものの中で、公衆に放射線被ばくの影響を与えるおそれのある事象を設計基準事故として選定する。

設計基準事故の選定フローを第1図に示す。

【補足説明資料1-1】

(1) 設計基準事故の選定対象となる設備・機器

設計基準事故の選定にあたっては、MOX燃料加工施設の各工程における設備・機器全てを対象として、その中から核燃料物質を取り扱う設備・機器を抽出する。核燃料物質を取り扱わない排風機や非常用電源設備の故障等については、その故障等が核燃料物質を取り扱う設備・機器に対して与える波及的影響を、(5)項「設備・機器の破損、故障等により想定される事象の洗い出し」において確認する。

核燃料物質の取扱い対象外となる設備・機器を第2表に示す。

(2) MOX燃料加工施設で想定される異常事象

設計基準事故がもたらすMOX燃料加工施設周辺の公衆への放射線障害としては、内部被ばく及び外部被ばくが考えられる。内部被ばくは、MOX燃料加工施設から飛散又は漏えいした核燃料物質による影響であり、事象としては核燃料物質による臨界及び閉じ込め機能の不全が該当する。外部被ばくは、MOX燃料加工施設から漏えいした放射線による影響であり、事象としては核燃料物質による臨界及び遮蔽機能の喪失が該当する。

MOX燃料加工施設においては、核燃料物質のほかに可燃性物質及び可燃性ガスの取り扱いがあることを考慮すると、MOX燃料加工施設で発生が想定される事象としては、火災及び爆発の発生も想定される。

非密封の核燃料物質はグローブボックス等で取り扱うため、グローブボックス等内における核燃料物質の漏えいが想定される。

電源喪失により、MOX燃料加工施設において電源を駆動源とする設備・機器が全て停止することが想定される。

(3) 異常事象発生の起因となる外的事象の抽出

外的事象については、MOX燃料加工施設の設計にあたり、国内外の文献等から地震、火山の影響等の55の自然現象を抽出し、さらに航空機落下、有毒ガス等の24の人為事象（故意によるものを除く。）を抽出し、それらに対して設計対応が必要な事象として、地震、風（台風）、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、塩害、森林火災、航空機落下、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、敷地内における化学物質の漏えい、電磁的障害を抽出した。これらの外的事象については、地震を除きそれぞれ設計対応を行うことで、異常事象発生の起因とならないことを確認した。地震については、耐震重要度分類がSクラス又は基準地震動により損傷しない設計とする設備・機器以外は、その破損、故障等を考慮する。

異常事象発生の起因となる外的事象の抽出結果を第3表に示す。

(4) MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性

(2) 項でMOX燃料加工施設において発生が想定される事象として整理した、臨界、閉じ込め機能の不全、遮蔽機能の喪失、火災、爆発、グローブボックス等内における核燃料物質の漏えい及び電源喪失の各事象について、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえて事象の発生の可能性について整理し、発生の可能性がない事象については、設計基準事故の選定対象から除外する。

臨界については、MOX燃料加工施設では、核燃料物質を形状寸法管理又は質量管理で行い、異常時には工程停止等により核燃料物質の移動は停止させることで臨界に至ることはない。さらに、発生防止対策の機能を喪失させ、核燃料物質の誤搬入が一度発生しても臨界には至らない。また、溢水が発生しても堰等により核燃料物質を取り扱う設備・機器に影響が及

ぶことはなく、臨界に至ることはないため設計基準事故の選定対象から除外する。

遮蔽機能の喪失については、建屋により外部への放射線影響を防護する設計であり、建屋の耐震設計により、基準地震動による地震においても建屋は損傷しない設計とすること、外部衝撃により建屋が損傷しない設計とすることから、建屋の遮蔽機能が損なわれることは想定されない、設計基準事故の対象から除外する。

MOX燃料加工施設で取り扱う可燃性ガスとしては水素ガスがあるが、施設で受け入れる際の水素ガス濃度を9 vol%以下とすること、水素ガスを使用する焼結炉等は運転中高温状態であるため、仮に炉内に空気が流入したとしても直ちに局所的な燃焼を起こすだけであり爆発には至らないため、爆発は設計基準事故の選定対象から除外する。

電源喪失については、施設の特徴として、MOX燃料加工施設で取り扱う核燃料物質は崩壊熱が小さく、核燃料物質は異常な高温状態にならないため、換気が停止したとしても、崩壊熱による閉じ込め機能の喪失には至らないこと並びに異常な過渡変化がなく、異常が発生したとしても、工程を停止することにより、施設を安定した状態に維持できることから、仮に電源が喪失し、動的機器が全て停止したとしても、それが事故の起因となることはないため、設計基準事故の選定対象から除外する。

以上より、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえると、発生の可能性のある事象としては、火災、グローブボックス内における核燃料物質の漏えい及び閉じ込め機能の不全（熱的破損、機械的破損、負圧維持機能の喪失）が想定される。ただし、可燃物を内包しない設備・機器については火災の発生は想定しない。

MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた事象の発生の可能性の整理結果を

第4表に示す。

(5) 設備・機器の故障等により想定される事象の洗い出し

(1) 項で抽出されたMOX燃料加工施設において核燃料物質を取り扱う設備・機器を対象に、重量物の落下、設備・機器の停止等、それら設備・機器の破損、故障等により想定される事象を洗い出す。この洗い出しに際しては核燃料物質を取り扱わない設備・機器による波及的影響の評価も含める。また、当該設備・機器が停止するのみで他の設備・機器に波及的影響を与えないものは除外する。

(3) 項で異常事象発生の起因となる外的事象として抽出された地震による設備・機器の故障等の想定においては、耐震重要度分類がSクラス又は基準地震動により損傷しない設計とする設備・機器以外は損傷するものとして事象の洗い出しを行う。この事象の洗い出しに当たっては、その事象に至ることを防止するためのインターロック等は考慮しない。

(6) 異常事象への進展の有無

(5) 項で洗い出した設備・機器の故障等により想定される事象について、それらが(4)項で整理した異常事象に進展し得るかを検討し、抽出する。抽出にあたっては、(4)項で整理した異常事象に進展しないことが明らかな事象は除外する。

(7) 公衆への影響の可能性の有無

抽出した異常事象の中から、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえて公衆への放射線被ばく影響の可能性のあるものを抽出する。

気相への移行率が高い露出したMOX粉末を取り扱う設備・機器における、

地下階から地上まで放射性物質を上昇させる駆動力を有する事象を設計基準事故として選定する。ただし、取り扱う核燃料物質が少量であり、公衆に著しい被ばくのリスクを与えないことが明らかな事象は除外する。

(8) 選定された設計基準事故

(1) から (7) で検討・整理を行った結果、設計基準事故としては、露出したMOX粉末を取り扱う設備・機器における火災が選定された。設計基準事故の評価においては、各グローブボックスが連結していることを踏まえて、火災が発生したグローブボックスを設置する室内において、当該グローブボックスと連結しているグローブボックスは、火災による駆動力の影響を受けるものと仮定して評価を行う。評価対象とする室については、取り扱う核燃料物質量及び想定される放出経路より、選定された設備・機器のうち、最も公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与える可能性のあるグローブボックスを設置する室における火災として、ペレット加工第1室内に設置するグローブボックス内における火災を想定する。

設計基準事故で想定する主要な工程室におけるMOXの取扱形態を第2図に、設計基準事故で想定する主要な工程室におけるMOX質量を第3図に示す。

(9) 判断基準

設計基準事故の判断基準は、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないこととし、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5mSvを超えなければリスクは小さいと判断する。また、評価にあたっては、異常事象を速やかに収束させ、またはその拡大を防止し、あるいはその結果を緩和することを主たる機能とする系統についてはその機能別に異常事象の結果が最も厳しくな

る動的機器の単一故障及び外部電源の喪失を仮定する。

2.3 解析に当たって考慮する事項

設計基準事故の評価に当たっては、加工運転の状態を考慮して評価条件を設定するとともに、事象が発生してから収束するまでの間の設備・機器の作動状態及び運転員の操作を考慮する。また、使用するモデル及びパラメータは、評価の結果がより厳しい評価となるよう選定する。

2.4 設計基準事故の評価

MOX燃料加工施設の安全設計の妥当性を確認するため、MOX燃料加工施設において発生する可能性のある設計基準事故に係る事象に対して、その発生原因、拡大防止対策及び影響緩和対策を考慮し、事故経過の解析及び結果の評価を行い、MOX燃料加工施設の安全性がいかに確保されるかを確認する。

(1) 火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内における火災による閉じ込め機能の不 全

① MOX燃料加工施設の火災に関する特徴

設計基準事故の想定においては、以下のMOX燃料加工施設における火災に関する特徴を考慮する。

a. MOX燃料加工施設においてMOX粉末又はグリーンペレットを取り扱うグローブボックス、乾燥後のペレットを取り扱うグローブボックス及び分析設備を収納する一部のグローブボックスは、窒素ガス雰囲気中で運転を行うため、窒素ガス雰囲気下において火災は発生しない。主要な工程室におけるMOXの取扱形態及びグローブボックス内雰囲気を第4図及び第5図に示す。

b. MOX燃料加工施設の燃料製造における工程は乾式工程であり、焼結処理で水素・アルゴン混合ガスを使用するほかには、有機溶媒等の可燃性物質を多量に取り扱う工程はなく、有機溶媒等による大規模な火災は発生しない。

c. MOX燃料加工施設において、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備・機器は、不燃性材料又は難燃性材料を使用する。このため、グローブボックス等の設備・機器による大規模な火災は

発生しない。

② 火災の発生シナリオ

火災の発生要因は酸素，着火源及び可燃性物質であることから，火災の発生の想定において，これらが揃うことを想定する。

a. グローブボックス内への酸素の混入の想定

MOX粉末を取り扱う工程のうち，分析設備及びスクラップ処理設備の一部を除き，粉末の調整又は圧縮成形を行う工程のグローブボックスは品質管理の観点から窒素ガス雰囲気で行う。また，一定の酸素濃度（12.5vol%以下に設定）を超えた場合には，万一，火災が発生した場合の公衆への影響を考慮し，速やかに酸素濃度の異常を検知した範囲の設備の運転を停止する。停止後は，酸素濃度が上昇したグローブボックス及びグローブボックス内機器の健全性を確認し，核燃料物質を貯蔵施設に退避させる。このため，粉末の調整又は圧縮成形を行う工程のグローブボックス内における火災は，窒素ガス雰囲気下である限り発生することはなく，グローブボックス内で火災が発生したとしても，運転時に取り扱う核燃料物質全量が火災影響を受けるような事故に至ることは考えにくい。また，粉末の調整又は圧縮成形を行う工程以外のグローブボックスについては，取り扱う核燃料物質が少量であること又は取扱形態がグリーンペレット若しくはペレットであり，MOXが飛散しにくいことから，万一，グローブボックス内で火災が発生したとしても公衆への影響は小さい。

ただし，窒素循環設備が機能喪失に至った場合，グローブボックス内の過負圧時に自力式吸気弁から吸気する場合又は設備・機器の更新を行う場合には，グローブボックス内に空気が混入することが

考えられることから、グローブボックス内が空気雰囲気になることを想定する。また、窒素雰囲気型グローブボックス内が空気雰囲気になったとしても、グローブボックス内の核燃料物質を貯蔵施設へ退避していない状態であるものとする。

b. 着火源の想定

グローブボックス内機器のケーブルの過電流による発火を想定する。過電流遮断器等を設置することを発生防止対策としているが、過電流遮断器等が機能せず、過電流が発生し、ケーブルが発火することを想定する。

c. 火災源としての可燃性物質の想定

核燃料物質を取り扱う火災区域に設定する工程室に設置するグローブボックス内において想定する火災源には、除染作業に使用するアルコール及びウエス並びに機器の駆動に使用する潤滑油がある。グローブボックス内で使用する機器のうち、火災源となり得る潤滑油を内包するものは漏えいしにくい構造とすること、除染作業用のアルコール、ウエス等の可燃性物質は必要最小限とし、グローブボックス内に保管する場合は金属製の容器等に収納することから、火災源となることは想定しにくい。潤滑油を内包する機器から潤滑油が漏えいすることを想定する。

以上より、MOX燃料加工施設においては、グローブボックス内の火災の発生は想定しにくい。グローブボックス内で火災が発生することを想定する。

また、MOX燃料加工施設においては、管理区域及びグローブボックス内に持ち込む可燃性物質は必要最小限とすること、グローブボックス内に可燃性物質を保管する場合は金属製の容器等に収納

すること、グローブボックス内機器の主要な構造材は不燃性材料又は難燃性材料を使用すること及びグローブボックスについても主要な構造材は不燃性材料又は難燃性材料を使用することから、火災が発生してもその火災規模は小さく、グローブボックスの閉じ込め機能の不全が発生するほどの火災になることは考えにくい。また、酸素濃度を監視するグローブボックスにおいて一定の酸素濃度（12.5vol%以下の設定）を超えた場合には、速やかに酸素濃度の異常を検知した範囲の設備の運転を停止する措置を講ずること、仮に核燃料物質を貯蔵施設に退避していなかったとしても、グローブボックス内では核燃料物質を金属製の容器又は機器内で取り扱うため露出が少ないことから、グローブボックス内の火災が発生したとしても、火災により核燃料物質が火災影響を受けることは考えにくい。しかし、設計基準事故の評価としては、取り扱うMOX粉末の全量が火災影響を受けることを想定する。

③ 拡大防止対策及び影響緩和対策

a. 火災の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内における火災の発生、継続及び消火を確認する対策並びに発生した火災を消火する対策及び火災を当該火災区域内に限定するための対策を以下に示す。

(a) 火災の感知及び消火（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）

安全上重要な施設のグローブボックス内の火災に対して、火災の感知が可能なようにグローブボックス温度監視装置を設置する設計である。安全上重要な施設のグローブボックス内には、火

災区域に設定する室のうち、グローブボックスごとに3個以上の感知器を設置する設計である。また、グローブボックス内の火災を消火できるよう、グローブボックス消火装置を設置する設計である。グローブボックス消火装置は、連結したグローブボックス内で組み合わせて設置した感知器のうち、2個以上の感知器で火災を感知したい場合に、自動で消火ガスを放出する設計である。

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による火災の感知及び消火は、火災の感知としては、グローブボックス内には温度異常（60℃以上）を感知する温度測定検出器及び温度異常（15℃/min以上）を感知する温度上昇検出器の2種類を組み合わせて3個以上設置するとともに、火災の消火ガス放出のための起動用ガスは2系統設ける設計である。また、これらの火災の感知及び消火に関する制御回路は自己診断機能により自らの故障を検知する機能を有している。このため、火災の感知及び消火の対策は信頼性を有することから、設計基準事故時においても火災の感知及び消火の機能を期待できる。

(b) 火災区域による火災の影響の軽減

火災区域境界は、火災区域を越える火災の伝播を防止するため、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁（壁、耐火シール、防火扉、防火シャッタ及び延焼防止ダンパを含む。）により、他の火災区域及び火災区画と分離し、火災発生時には延焼防止ダンパを閉止し、開状態の防火シャッタは容器の搬送終了後に閉止することにより、延焼防止を行い、火災の影響を軽減する設計である。

火災区域境界を構成する設備のうち、防火シャッタ及び延焼防止ダンパを除いた設備は静的機器であるため、装置自体が高い信

頼性を有することから、設計基準事故時においても機能が期待できる。

防火シャッターは、容器搬送時を除き、通常時は閉止状態であることから、設計基準事故時においても機能が期待できる。

延焼防止ダンパは、グローブボックス消火装置から発せられる閉止信号を受けて、自動で窒素ガスにより閉止する設計であり、構造が単純なエアシリンダを用いる機構であるため故障しにくい構造であるとともに、延焼防止ダンパが閉止するときは複数設置する作動用の窒素ガスボンベの開放弁を同時に開放する設計であり、信頼性を有することから、設計基準事故時においても機能が期待できる。

以上より、火災区域の形成については、信頼性を有することから、設計基準事故時においても機能が期待できる。

上記の(a)及び(b)の火災の拡大防止対策及び影響緩和対策並びに「② 火災の発生シナリオ」を考慮すると、火災が発生したとしても感知及び消火の対策があるため火災の規模は小さいことから、グローブボックス内で火災により核燃料物質が火災影響を受けることは想定しにくい。設計基準事故の評価では、核燃料物質が火災影響を受けるものとする。また、火災が発生しても、火災防護設備による延焼防止により火災は当該火災区域内に限定されることから、火災によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全についても、当該火災区域内に限定されるとともに、グローブボックスを含めたグローブボックス排気系統は健全であるものとして評価する。

また、安全上重要な施設のグローブボックス内に設置する機器が

有する潤滑油が漏えいして火災が発生した場合、グローブボックス局所消火装置により消火されることも想定される。グローブボックス局所消火装置の起動のみで消火されるような火災は、火災の規模が小さく、核燃料物質の飛散も少ないと考えられる。このため、設計基準事故の評価としては、グローブボックス消火装置が起動するような規模の火災が発生することを想定する。

b. 火災による閉じ込め機能の不全の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災は核燃料物質を燃料加工建屋外に放出するおそれがあることから、送排風機を停止するとともに、ダンパを閉止することで、核燃料物質を限定した区域内に閉じ込めることを基本方針とする。

火災に伴う温度上昇による圧力上昇により、意図しない経路から核燃料物質が燃料加工建屋外に放出されるおそれがあることから、消火ガスを放出して火災を消火することにより、火災に伴う温度上昇を抑制し、意図しない経路から核燃料物質を燃料加工建屋外に放出することがない設計である。また、消火ガスの放出が完了するまでの間においては、火災の規模並びにMOXの取扱形態及び取扱量に応じて、グローブボックス排気設備から高性能エアフィルタを介して燃料加工建屋外に放出する経路を形成することで、消火ガス放出区域の圧力上昇を抑制し、意図しない経路から核燃料物質を燃料加工建屋外に放出することがない設計である。

上記の設計を踏まえた火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内で火災を感知してグローブボックス消火装置により消火ガスを放出する場合における火災による閉じ込め機能の不全に対する具体的な拡大防止対策及び影響緩和対策を以下に示す。

(a) 火災を感知した際の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災区域に設定する工程室内に設置するグローブボックス内の火災を感知し、グローブボックス消火装置により消火ガスを放出する際は、送風機、建屋排風機、工程室排風機及び室素循環ファンを停止し、避圧エリアの給気ダクト、避圧エリアの室素循環ダクト及び避圧エリアのグローブボックス排気ダクトのバランスダンパ下流に設置する延焼防止ダンパ並びに工程室排気設備のフロア境界の工程室排気ダクトに設置する避圧エリア形成用自動閉止ダンパを閉止する設計である。また、開状態の防火シャッターは、容器の搬送終了後に閉止する設計である。

(b) グローブボックス消火装置による消火ガスの放出完了後の拡大防止対策及び影響緩和対策

火災区域に設定する工程室内に設置するグローブボックス内のグローブボックス消火装置による消火ガスの放出完了後は、当該火災区域に設定する工程室のグローブボックス排気設備のグローブボックス排気ダクトに設置する延焼防止ダンパを閉止する設計である。

なお、消火ガスの放出が完了して火災が消火されることにより、室内の圧力上昇の要因がないと当直長が判断した場合は、運転員の操作によりグローブボックス排風機を停止する。

上記の(a)及び(b)の対策について、「③a. 火災の拡大防止対策及び影響緩和対策」としての機能も有している設備である、防火シャッター及び延焼防止ダンパは、同様に信頼性を有することから、設計基準事故時においても機能が期待できるとともに、「③a. 火災の拡大防止対策及び影響緩和対策」に記載したように、大規模な火災

に至ることは想定しにくいことから、これらは設計基準事故時においても機能が期待できる。

以上より、火災区域に設定する工程室内に設置するグローブボックス内で火災が発生し、火災によりグローブボックスが閉じ込め機能の不全に至ったとしても、グローブボックス消火装置による消火ガスの放出が完了するまではグローブボックス排気設備から排気を継続することから、グローブボックス内のMOX粉末が工程室に飛散することはない、火災影響を受けて気相中に移行したMOX粉末はグローブボックス排気設備を経由し、高性能エアフィルタを介して除去することができる。

④ 事故経過

公衆への影響を評価するために、ペレット加工第1室のグローブボックス内で火災が発生することを想定する。ペレット加工第1室のグローブボックス内は窒素ガス雰囲気であること、過電流遮断器等によりケーブルの発火を防止していること及び可燃性物質は金属製の容器等に収納していることから、グローブボックス内の火災は発生しにくい、火災が発生することを想定し、ペレット加工第1室の添加剤混合装置グローブボックス、プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス又はプレス装置（プレス部）グローブボックス内で火災が発生することを想定する。

火災の発生と同時に外部電源が喪失するものとする。

解析に当たって事故の拡大防止対策、影響緩和対策のうち、放射性物質の放出経路及び放出量に影響を与えるものとして考慮する機能は、発生した火災の感知及び消火に関する機能を有するグローブボッ

クス温度監視装置及びグローブボックス消火装置である。このため、解析の結果が最も厳しくなる単一故障として、これらいずれにも影響を与えるものである非常用所内電源設備の単一故障を仮定する。

MOX粉末は金属製の容器又は機器内で取り扱うため露出が少ないことから、火災時に核燃料物質の全量が火災影響を受けることは考えにくい。ペレット加工第1室においてMOX粉末を収納した容器の反転、混合等の処理を行う添加剤混合ユニットA、添加剤混合ユニットB、プレス・グリーンペレット積込ユニットA及びプレス・グリーンペレット積込ユニットBの核的制限値の全量が火災影響を受けることを想定する。

グローブボックス内で火災が発生したとしても、火災の感知後速やかに消火することからグローブボックス内のMOX粉末が火災影響を受けて気相中に移行する量は極めて少ないと考えられるが、火災影響を受けるMOX粉末の100分の1⁽¹⁾が気相中に移行するものとする。また、グローブボックス内面に付着しているMOX粉末の100分の1が気相中に移行することを想定する。グローブボックス内面へのMOX粉末の付着量は少ないと考えられるが、グローブボックス内面へのMOX粉末の付着量の不確かさを考慮し、評価上はより厳しい評価となるようMOX粉末の全量と仮定する。発生した火災に対して、感知器によりグローブボックス内の火災を感知し、グローブボックス消火装置が起動する。グローブボックス消火装置は、消火ガス放出のための起動用ガスを2系統設ける設計であるため、火災を感知した場合には、確実に消火ガスを放出することが可能である。グローブボックス消火装置の起動に伴い、グローブボックス排風機を除く送排風機が自動停止するとともに、避圧エリアの窒素循環ダクトに設置する延焼防

止ダンパ、避圧エリアの給気ダクトに設置する延焼防止ダンパ、避圧エリアのグローブボックス排気ダクトのバランスダンパ下流に設置する延焼防止ダンパ及び工程室排気設備のフロア境界の工程室排気ダクトに設置する避圧エリア形成用自動閉止ダンパが閉止し、グローブボックス内に消火ガスを放出する。また、消火ガスの放出と同時にピストンダンパが閉止する。

グローブボックス消火装置からの消火ガスの放出が完了し、グローブボックス排気設備のグローブボックス排気ダクトに設置する延焼防止ダンパが閉止するまでの間に、気相中に移行したMOX粉末の全量がグローブボックス排気設備の高性能エアフィルタ（4段）に到達し、捕集されるものとする。

消火ガスの放出完了後、当該室のグローブボックス排気設備のグローブボックス排気ダクトに設置する延焼防止ダンパが閉止する。また、消火を確認後、運転員の操作によりグローブボックス排風機を停止する。

高性能エアフィルタ1段当たりの除染係数は 1×10^3 以上であり、火災により高性能エアフィルタの機能が喪失することはないが、その除染係数は低下しないが、評価上は高性能エアフィルタ4段の除染係数を 1×10^9 と設定する。高性能エアフィルタに捕集されなかったMOX粉末は、燃料加工建屋外へ放出されるものとする。

火災による閉じ込め機能の不全への対処に使用する設備の系統図を第6図に示す。

グローブボックスが火災により閉じ込め機能の不全に至ったとしても、MOX粉末を燃料加工建屋外へ放出するおそれのある火災による温度上昇は消火により停止していることに加え、当該室の延焼防止ダ

ンパ、避圧エリアの窒素循環設備の窒素循環ダクト及び給気設備の給気ダクトに設置する延焼防止ダンパ並びに工程室排気設備のフロア境界の工程室排気ダクトに設置する避圧エリア形成用自動閉止ダンパを閉止していることから、MOX粉末が燃料加工建屋外へ移行することはない。

⑤ 放射性物質の放出量及び線量の評価

燃料加工建屋外への放射性物質の放出量は、火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量、火災に伴い気相中へ移行する放射性物質質量の割合、燃料加工建屋外への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

a. 火災が発生したグローブボックスを設置する室内で保有する放射性物質質量

ペレット加工第1室におけるMOX粉末を取り扱う単一ユニットの合計量 ($143.8\text{kg} \cdot \text{Pu}$) と設定する。

b. 火災により放射性物質が気相へ移行する割合

(a) 1×10^{-2} と設定する。

(b) グローブボックス内の付着分として放射性物質質量のうち100分の1がグローブボックス内の気相中へ移行すると想定し、 1×10^{-2} と設定する。

c. 大気中への放出経路における低減割合

(a) 高性能エアフィルタ4段の除染係数より 1×10^{-9} と設定する。

(b) (a)に同じ。

放出するプルトニウム核種の組成を以下のとおりとし、各プルトニウム核種の放出量を求める。

アメリカシウム-241 は、再処理後の蓄積を考慮し、プルトニウム質

量に対する比で 4.5%と設定する。また、ウラン、不純物として含まれる核分裂生成物等については、プルトニウム（アメリシウム-241を含む。）に比べて、公衆の被ばくへの寄与が小さく無視できる。

核種	質量割合 (%)
P u - 238	3.8
P u - 239	55.6
P u - 240	27.3
P u - 241	13.3
A m - 241	4.5
合計	104.5

【補足説明資料 1-3】

【補足説明資料 1-5】

【補足説明資料 1-10】

MOX粉末が気相中に移行し、浮遊したMOX粉末が高性能エアフィルタを通過して放出されるMOX粉末の放出量を評価する。

大気拡散の計算に使用する放出源は、排気口の地上高さ及び排気口からの吹上げを考慮せずにより厳しい評価となるよう地上放出とする。

空気中に浮遊し、燃料加工建屋外に放出されたMOX粉末が大気拡散して敷地境界に到達し、吸入により体内に取り込まれるとしたモデルを用いて実効線量の評価を行う。

具体的には、以下の式により、敷地境界における吸入による内部被ばくの実効線量を算出する。

$$D_m = R \times \chi/Q \times \sum \{Q_i \times (H_{50})_i\}$$

ここで,

D_m : 吸入による実効線量(Sv)

R : 呼吸率(m^3/s)

成人の活動時の呼吸率を $1.2m^3/h^{(2)}$ とする。

χ/Q : 相対濃度(s/m^3)

地上高 10m (標高 69m) における 2013 年 4 月から 2014 年 3 月までの 1 年間の観測資料を使用して求めた $8.1 \times 10^{-5}s/m^3$ を用いる。

Q_i : i 核種の大気放出量(Bq)

$(H_{50})_i$: i 核種の吸入摂取による 50 年の預託実効線量係数 (Sv/Bq)

「ICRP Publication 72」⁽³⁾の実効線量係数を用い、MOX燃料加工施設で取り扱うMOXは不溶性の酸化物であることから吸収タイプSを適用し、以下の値を用いる。

核種	実効線量係数 (Sv/Bq)
Pu-238	1.6×10^{-5}
Pu-239	1.6×10^{-5}
Pu-240	1.6×10^{-5}
Pu-241	1.7×10^{-7}
Am-241	1.6×10^{-5}

【補足説明資料 1-3】

【補足説明資料 1-7】

【補足説明資料 1-8】

【補足説明資料 1-9】

⑥ 評価結果

評価の結果、敷地境界の実効線量は、約 4.9×10^{-5} mSv であることから、拡大防止対策及び影響緩和対策である、火災の感知及び消火、ダンプの閉止及び送排風機の停止並びに消火ガス放出時の高性能エアフィルタを通じた経路からの燃料加工建屋外への排気によって、ペレット加工第1室での火災によるグローブボックスの閉じ込め機能の不全により、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が5 mSv を超えることはなく、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

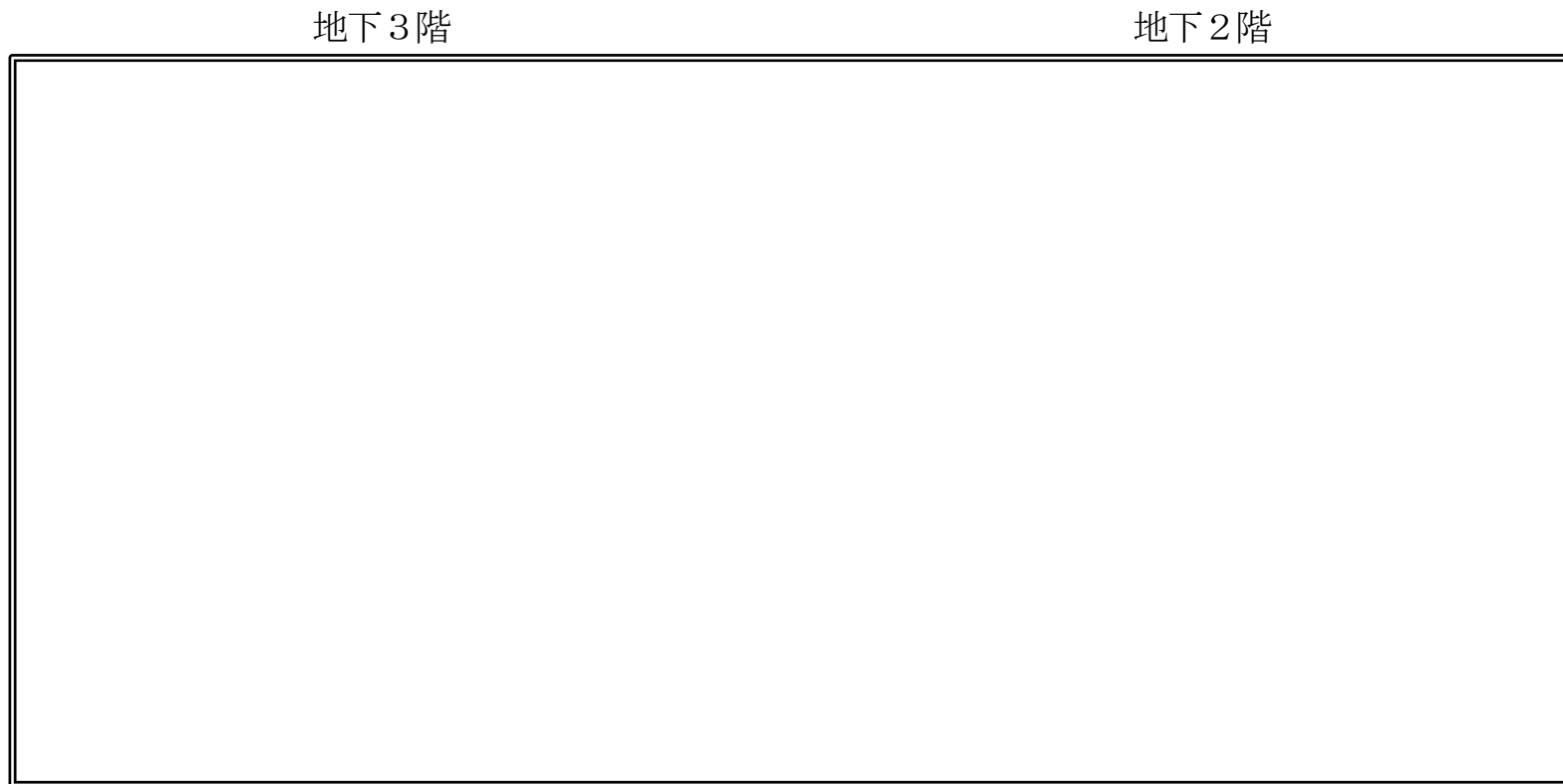
なお、火災によりグローブボックスの閉じ込め機能の不全が発生したとしても、MOX粉末はグローブボックス内に留まるとしているが、より厳しい条件としてグローブボックス外へのMOX粉末の漏えいを想定したとしても、フロア境界の工程室排気ダクトに設置する避圧

エリア形成用自動閉止ダンパの閉止及び工程室排風機の停止により燃料加工建屋外へのMOX粉末の放出には至らないため、実効線量の評価結果が本評価を上回ることはない。また、再処理後のMOX粉末の長期間の貯蔵により、プルトニウムの崩壊に伴うアメリシウムの増加が考えられることから、さらに厳しい評価となる組成としてプルトニウム核種の組成をそのままとし、アメリシウム-241含有率を最大である11.9%として評価を行ったとしても、敷地境界の実効線量の評価値は約 6.0×10^{-5} mSvとなり、評価値が大きく変わることはない。

本事象が、火災区域に設定する工程室においてMOX粉末を露出した状態で取り扱うグローブボックス内における火災のうち、実効線量が最大となる事象であることから、火災による閉じ込め機能の不全に係る他の事象においても、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

2.5 参考文献

- (1) ANSI N46. 1-1980 : 1981. American National Standard Guidance for Defining Safety-Related Features of Nuclear Fuel Cycle Facilities.
- (2) 原子力安全委員会. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針. 1990.
- (3) ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72. 1996.



主なMOXの取扱形態	
	グリーンペレット
	粉末
	粉末を密封した混合酸化物貯蔵容器
	燃料棒
	ペレット






火災区域



工程室

は核不拡散上の観点から公開できません。

第2図 設計基準事故で想定する主要な工程室におけるMOXの取扱形態







MOX質量	
	200kg・MOX未満
	~300kg・MOX
	~400kg・MOX
	~500kg・MOX
	500kg・MOX~




 火災区域
 工程室

 は核不拡散上の観点から公開できません。

第3図 設計基準事故で想定する主要な工程室におけるMOX質量







主なMOXの取扱形態	
	燃料棒（燃料集合体）
	ペレット
	グリーンペレット
	粉末




グローブボックスの種類	
	窒素雰囲気型グローブボックス（窒素循環型）
	窒素雰囲気型グローブボックス（窒素貫流型）
	空気雰囲気型グローブボックス

 は核不拡散上の観点から公開できません。

第4図 主要な工程室におけるMOXの取扱形態及び
グローブボックス内雰囲気（地下3階）

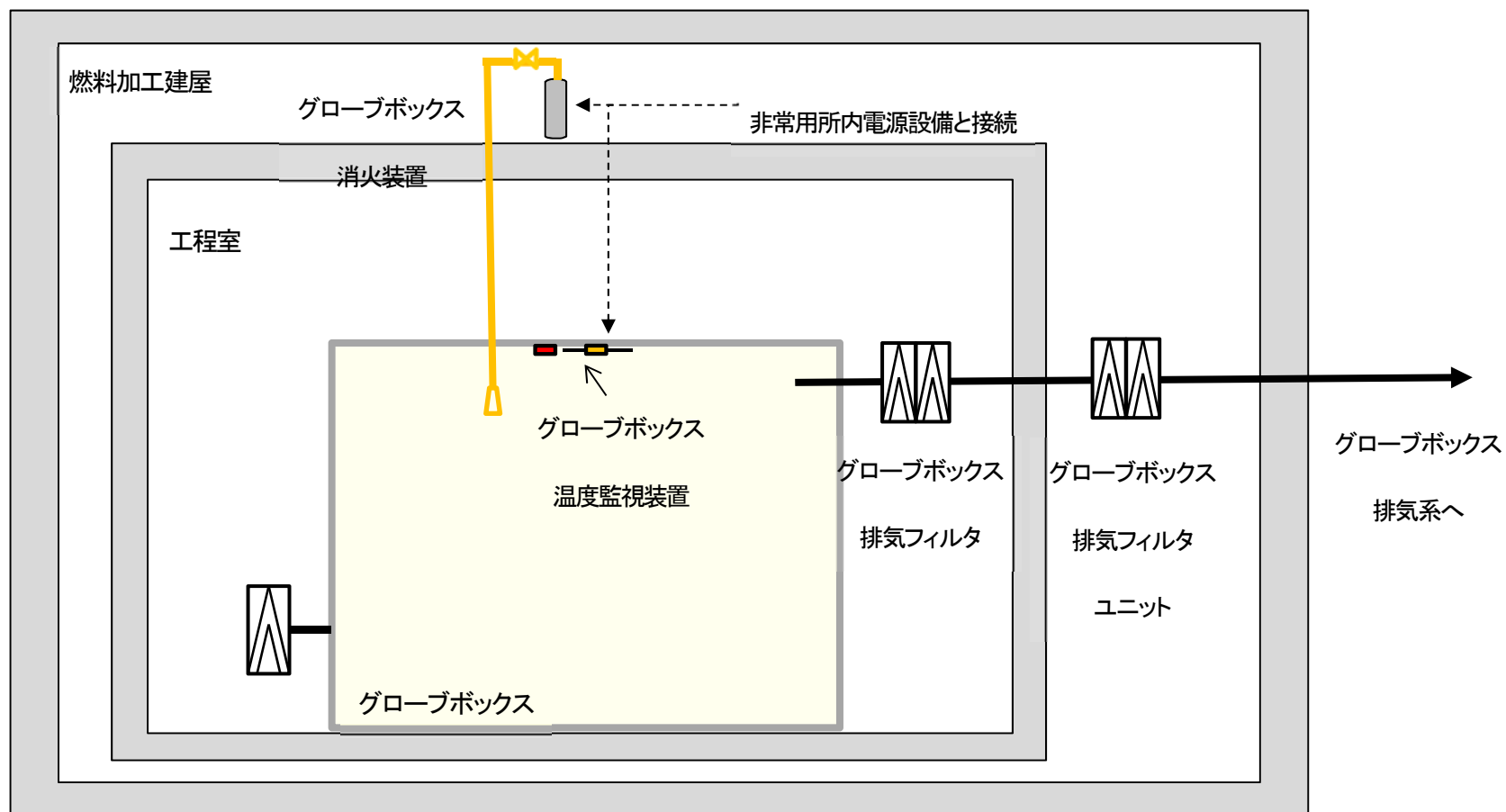


主なMOXの取扱形態	
	燃料棒 (燃料集合体)
	ペレット
	グリーンペレット
	粉末

グローブボックスの種類	
	窒素雰囲気型グローブボックス (窒素循環型)
	窒素雰囲気型グローブボックス (窒素貫流型)
	空気雰囲気型グローブボックス

 は核不拡散上の観点から公開できません。

第5図 主要な工程室におけるMOXの取扱形態及び
グローブボックス内雰囲気 (地下2階)



第6図 設計基準事故（火災による閉じ込め機能の不全）への対処に使用する設備の系統図