

【公開版】

提出年月日	令和2年2月17日	R5
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 (航空機落下)

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. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

3. 評価対象とする航空機落下事故

4. 標的面積の設定

5. MOX燃料加工施設への航空機落下確率

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。）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
<p>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。</p> <p>（解釈）</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>指針1. 基本的条件</p> <p>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。</p> <p>1. 自然環境</p> <p>(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</p> <p>(2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等</p> <p>(3)風向、風速、降雨量等の気象</p> <p>(4)河川、地下水等の水象及び水理</p>	<p>追加要求事項</p>

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
	<p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	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
<p>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。</p> <p>（解釈）</p> <p>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。</p> <p>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变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p>	<p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>追加要求事項</p>

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
<p>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。</p> <p>（解釈）</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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</p> <p>（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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>追加要求事項</p>

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
<p>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って人為によるもの（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。</p>		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、安全上重要な施設に対しては、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。）の組み合わせについては、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（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

また、MOX燃料加工施設は、加工運転を停止することで施設として安定した状態となる特徴がある。そのため、自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）については、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた運用上の措置を考慮した設計とする。

(2) 航空機落下

安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の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おそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、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、航空機落下確率を評価した結果、防護設計は必要ない。

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

省略。

第3項について

安全機能を有する施設は、MOX燃料加工施設内又はその周辺において想定される人為事象に対して安全性を損なわない設計とする。

想定される人為事象は、国内外の文献を参考に人為事象を抽出し、MOX燃料加工施設の立地及び周辺環境を踏まえてMOX燃

料加工施設の安全性に影響を与える可能性のある事象を選定した上で、設計上の考慮が必要な人為事象を想定する。

(1) 航空機落下

安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の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おそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、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、「実用発電原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）（平成14・07・29原院第4号）」（以下、「航空機落下評価ガイド」という。）を参考に、「計器飛行方式民間航空機の航空路を巡航中の落下事故」及び「自衛隊機又は米軍機の訓練空域周辺を飛行中の落下事故」の航空機落下確率を評価した。その結果、航空機落下確率は 2.1×10^{-8} （回/年）となり、判断基準である 10^{-7} （回/年）を超えないことから、防護設計は必要ない。

2. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

MOX燃料加工施設の航空機落下確率評価に当たっては航空機落下評価ガイドを参考として、施設に対する防護設計の要否を確認する。

安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の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おそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、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航空機落下確率の評価対象とする。

【補足説明資料 2－2】

2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

航空機落下評価ガイドを参考として、航空機落下に対する防護設計の要否を確認することとし、航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象として、安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の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おそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を選定する。

2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

航空機落下については、航空機落下評価ガイドを参考として、航空機落下事故の分類ごとに航空機落下確率評価の要否を確認する。

【補足説明資料 2－3】

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

- a. 飛行場での離着陸時における落下事故について、MOX燃料加工施設周辺に立地する三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れることから、航空機落下確率評価は不要とする。
- b. 航空路を巡航中の落下事故について、MOX燃料加工施設上空に航空法第37条に基づく航空路の指定に関する告示により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌（AIP）に掲載された直行経路MISAWA（MIS）－CHITOSE（ZYT）が存在することから、当該直行経路を計器飛行方式民間航空機が飛行することを想定し、航空機落下確率評価を行う。

(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

MOX燃料加工施設上空の三沢特別管制区は、航空法第94条の2により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、航空機落下確率評価は不要とする。

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

- a. 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故について、MOX燃料加工施設の上空に訓練空域は存在しないことから、

訓練空域周辺を飛行中の落下事故について、航空機落下確率評価を行う。

- b. 基地－訓練空域間往復時の落下事故について、MOX燃料加工施設は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないことから、航空機落下確率評価は不要とする。

3. 評価対象とする航空機落下事故

評価対象とする航空機落下事故は、国内における落下事故とし、対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成 11 年 1 月から平成 30 年 12 月※¹までの 20 年間、自衛隊機又は米軍機については平成 11 年 4 月から平成 31 年 3 月※²までの 20 年間とする。

※1 平成 11 年 1 月から平成 29 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 令和元年 12 月 原子力規制委員会」、平成 30 年 1 月から平成 30 年 12 月までの期間は「国土交通省 運輸安全委員会 報告書」検索結果による。

※2 平成 11 年 4 月から平成 29 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 令和元年 12 月 原子力規制委員会」、平成 30 年 1 月から平成 31 年 3 月までの期間は「文林堂 航空ファン (no. 783-798)」による。

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

対象期間において、航空路を巡航中の落下事故は発生していないが、安全側に事故件数を 0.5 回とする。

(2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

対象期間において、評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回及び米軍機 3 回となる。

【補足説明資料 3－1】

4. 標的面積の設定

MOX燃料加工施設の標的面積の設定に当たっては、防護設計の要否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋及び安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とする。

MOX燃料加工施設において安全上重要な施設を収納する建屋は燃料加工建屋であり、燃料加工建屋の水平断面積は 0.01km^2 以下であるため、MOX燃料加工施設の標的面積を 0.010km^2 とする。

5. MOX燃料加工施設への航空機落下確率

MOX燃料加工施設への航空機落下確率は、「計器飛行方式民間航空機」及び「自衛隊機又は米軍機」の航空機落下確率の総和とする。

(1) 計器飛行方式民間航空機

航空路（直行経路）を巡航中の計器飛行方式民間航空機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{f_c \times N_c \times A}{W} \\ &= \frac{(0.5 / 11497450753) \times 1825 \times 0.010}{14.816} \\ &= 5.4 \times 10^{-11} \text{ (回/年)} \end{aligned}$$

P_c : MOX燃料加工施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）

N_c : 評価対象とする直行経路の年間飛行回数 ; 1825（飛行回/年）（注1）

A : MOX燃料加工施設の標的面積 ; 0.010 (km²)

W : 航空路幅 ; 14.816 (km)

$f_c = G_c / H_c$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率
(回 / (飛行回・km))

G_c : 巡航中事故件数 ; 0.5 (回)

H_c : 延べ飛行距離 ; 11497450753 (飛行回・km)（注2）

(注1) 国土交通省航空局に問い合わせた結果（平成27年の札幌管制区のピーク日の交通量）を365倍した値。

【補足説明資料5－1】

(注2) 平成11年1月から平成29年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 令和元年12月 原子力規制委員会」, 平成30年1月から平成30年12月までの期間は「航空輸送統計調査」による。

【補足説明資料5-2】

(2) 自衛隊機又は米軍機

訓練空域周辺を飛行中の自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率を以下に示す。

【補足説明資料5-3】

$$\begin{aligned} P_{so} &= \frac{f_{so}}{S_o} \times A \\ &= \left(\frac{0.5}{294881} + \frac{0.15}{372472} \right) \times 0.010 \\ &= 2.1 \times 10^{-8} \text{ (回/年)} \end{aligned}$$

P_{so} : MOX燃料加工施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 : $10/20=0.5$ (回/年), 米軍機 : $3/20=0.15$ (回/年)

S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km²) ;

自衛隊機 : 294881 (km²), 米軍機 : 372472 (km²) (注1)

A : MOX燃料加工施設の標的面積 ; 0.010 (km²)

(注1)「航空機落下事故に関するデータ 令和元年 12 月 原子力規制委員会」による。

(3) MOX燃料加工施設への航空機落下確率

(1)及び(2)に示す計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率の総和は、 2.1×10^{-8} (回/年) となり、防護設計の判断基準である 10^{-7} (回/年) を超えないことから、防護設計は必要ない。なお、三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に落下する可能性は極めて小さいが、当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、MOX燃料加工施設における主要な建物は、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、安全確保上支障のない構造とする。

【補足説明資料5－4】