

安全性向上評価（再処理・MOX）の取組みについて

2021年9月9日
日本原燃株式会社

1. はじめに



2021年8月2日の再処理施設及びMOX燃料加工施設の安全性向上評価の取組みに係る面談において受けた指摘事項について、方針を説明する。

【指摘事項】

- (1)安全性向上評価に関する体制について、保安規定でのQMSによる継続的改善等の活動との関係を踏まえて具体的に整理すること。
- (2)確率論的リスク評価の取組状況について、現状と第1回目の安全性向上評価での取扱い、長期的な整備方針等を整理すること。
- (3)リスク評価に関しては、事業変更許可時に設計基準事故や重大事故の事象選定で発生確率や影響程度を取り上げているところ、定性的な評価や概略評価で検討すべき事象等を抽出するなど、第1回目の安全性向上評価において実施できる事項及び第2回目以降に繋がる対応について検討すること。
- (4)安全裕度評価に関しては、事業変更許可時に大規模損壊対処で想定している事象等を踏まえた設計想定を超えた場合の影響について分析することなどを検討すること。
- (5)安全性向上評価ガイドにおいて届出書記載事項としている「追加措置の内容」や「自主的に講じた措置の調査及び分析」での記載内容について、実用炉の例も踏まえつつ、日本原燃で検討している平常時の放射性物質の放出量抑制の効果の確認、重大事故に伴う一般公衆の放射線被ばく線量の評価等の取扱いを整理すること。
- (6)見込んでいる安全性向上評価に係る社内要領整備の期間について、重大事故等対処設備に関する工事や要領整備との関係を整理すること。

2.指摘事項に対する対応方針(1)



(1)安全性向上評価に関する体制について、保安規定でのQMSによる継続的改善等の活動との関係を踏まえて具体的に整理すること。

①安全性向上評価の取り組み体制

自主的・継続的な安全性向上への取り組みについては、保安規定に基づく品質マネジメントシステムに基づき行うことを基本とする。

再処理施設及びMOX燃料加工施設の安全性向上評価の実施体制（保安規定に定める保安に関する組織と同じ）を図1及び図2に示す。

なお、安全性向上評価における役割は、以下のとおり。

- ・各課長は、職制における責任、権限に基づき、担当業務に係る評価項目の調査、評価および改善を実施
- ・保安管理課長は、事務局として全体調整、届出書のとりまとめ
- ・副事業部長は、統括管理者として全体の統括管理
- ・核燃料取扱主任者は、届出書の確認
- ・安全委員会、品質・保安会議は、届出書の審議

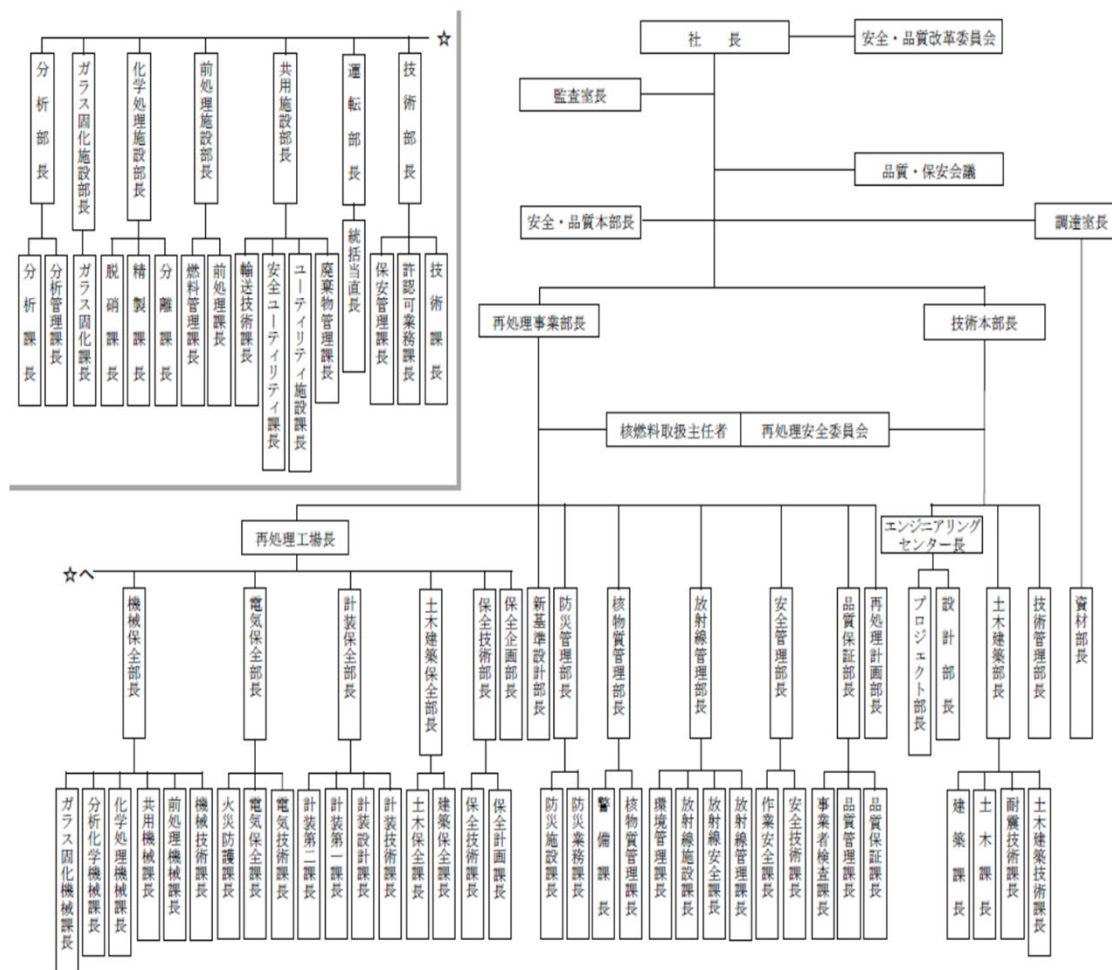


図1 再処理施設の安全性向上評価の実施体制
(保安規定に定める保安に関する組織と同じ)

2.指摘事項に対する対応方針(1)

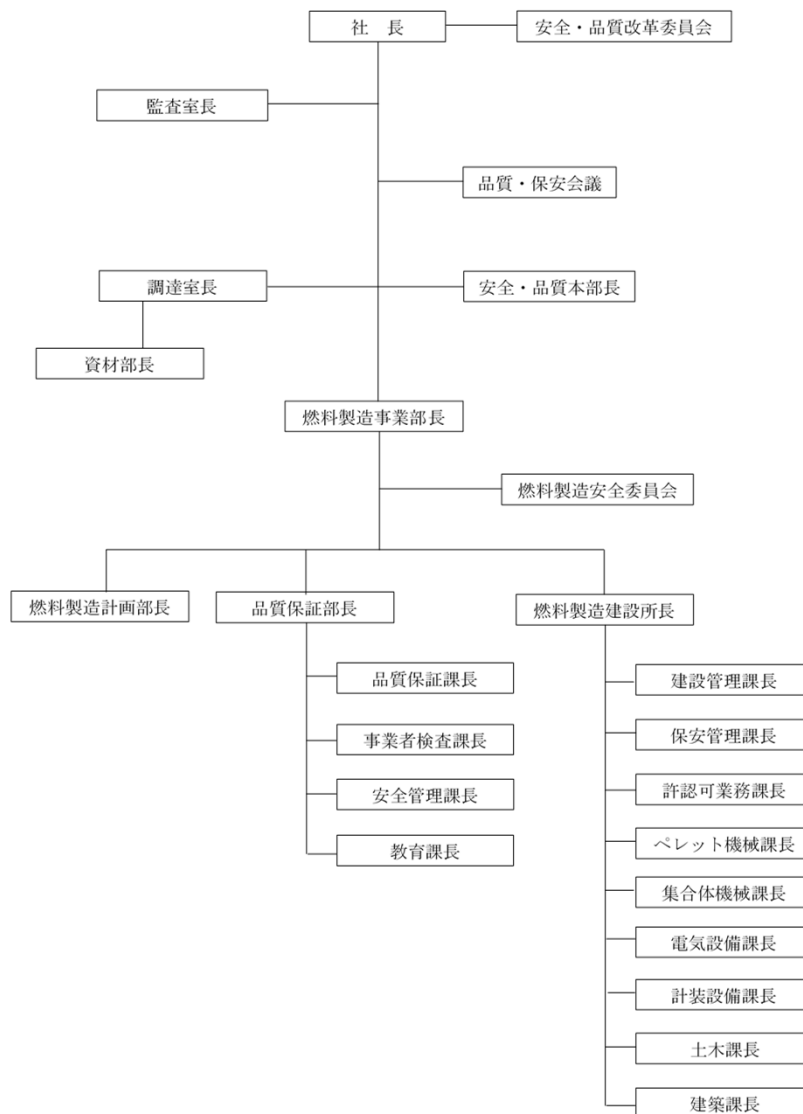


図2 MOX燃料加工施設の安全性向上評価の実施体制
(保安規定に定める保安に関する組織と同じ※)

※建設段階の組織であり、運転段階において組織改正を行う

2.指摘事項に対する対応方針(2)



(2)確率論的リスク評価の取組状況について、現状と第1回目の安全性向上評価での取扱い、長期的な整備方針等を整理すること。

【再処理施設】

確率論的リスク評価の長期的な整備方針としては、これまで発電炉以外で本格的なPRAの実績がなく、評価に当たっての課題を解決しながらの実施には相当の期間を要するため、事象別にグループ化し優先度を定めて評価可能な範囲から順次評価を進めていく。具体的には、潜在的影響の大きい冷却機能の喪失による蒸発乾固、放射線分解により発生する水素爆発の2事象を【グループ1】として優先的にPRA整備を行ない、その他の事象（臨界など）を【グループ2】として【グループ1】のPRA整備後に評価を実施する予定である。

現状は、【グループ1】(蒸発乾固、水素爆発)の設計基準設備(DB範囲)の評価を実施し、今後は重大事故対策(SA範囲)に対する評価に着手する段階である。【グループ1】、【グループ2】これらの事象を一通り評価するには5年程度の期間を要する。(図3：PRA全体工程参照)

このため、第1回目の安全性向上評価では、PRAの整備計画および実施状況について報告する。

(参考) 再処理施設のPRA研究について

- 1990年頃より、内的事象PRAの試行評価を通じて、モデル構築等の検討を進めてきた（主に設計基準設備の機能喪失）。
- 2010年頃より、地震PRAの試行評価を通じてモデル構築・フラジリティ評価手法などの検討を進めてきた（主に設計基準設備の機能喪失）。
- 近年では、HRA手法について、最新手法（HRA-Calculator）による試評価を通じて適用性を確認した。
- 現在は主に以下について検討を進めている状況である。
 - ・運転実績に基づく機器故障率の整備（2006年～2019年のCR登録情報に基づき整備。なお、故障率の整備範囲についてはPRAの対象機器との紐づけが必要となるため、PRAの成熟状況に応じて順次拡大していく）。
 - ・地震PRA高度化研究（機器フラジリティ高度化など）
 - ・事故時の放出量評価に係る放射性物質の移行挙動研究（Ruの移行挙動など）

2.指摘事項に対する対応方針(2)



		2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
安全性向上 評価届出時期						☆竣工▽初回届出	▽2回届出	▽3回届出	▽4回届出	▽5回届出
グループ 1	蒸発乾固 水素爆発	設計基準(DB 範囲)の評価		重大事故対策(SA範囲) に対する評価						
グループ 2	その他事象 (臨界など)						その他(臨界など)の事象 (DB,SA範囲)			

図3 PRA全体工程

2.指摘事項に対する対応方針(3)



(3)リスク評価に関しては、事業変更許可時に設計基準事故や重大事故の事象選定で発生確率や影響程度を取り上げているところ、定性的な評価や概略評価で検討すべき事象等を抽出するなど、第1回目の安全性向上評価において実施できる事項及び第2回目以降に繋がる対応について検討すること。

【再処理施設】

後述する対応方針(5)等の状況から第1回目の評価では、評価時点（新規制基準適合完了確認時点）での施設の状態に対する安全評価として重大事故対策を実施した場合の一般公衆に対する被ばく線量の評価、重大事故対策が有効に機能しなかった場合の影響の分析等を示すこととする。

なお、確率論的リスク評価については、対応方針(2)に示す。

第2回目以降の評価では、第1回目の評価に基づき策定した安全性向上計画に基づき実施した追加措置等の有効性や整備中のPRA等を活用した施設の安全性評価等を実施していく。

【MOX燃料加工施設】

事業変更許可では、MOX燃料加工施設における重大事故（閉じ込める機能の喪失）は技術的な想定を超えた状態を仮定して評価した事故であり、臨界事故は重大事故として想定できないとしているため、第1回目の安全性向上評価では、定性的な方法で重大事故の発生可能性について確認した結果を詳細に記載する。第2回目以降は、増設や改造工事等により設備の構成が変わる都度、再評価を行う。

2.指摘事項に対する対応方針(4)



(4)安全裕度評価に関しては、事業変更許可時に大規模損壊対処で想定している事象等を踏まえた設計想定を超えた場合の影響について分析することなどを検討すること。

【再処理施設】

重大事故に関しては、安全機能が喪失した場合に、発生防止対策を講じることで放射性物質の放出に至ることを防止するとともに、これらの措置が有効に機能せず放射性物質を放出する事故に至ったとしても、事故の拡大を防止するとともに、放射性物質の放出を抑制するための拡大防止措置を実施する。

安全裕度評価は、これら対策の脆弱点を見出し、それに対する改善策を講じ、事故時の対策の信頼性を向上させることで施設の安全性向上を図ることが目的である。

ただし、安全裕度評価については、現在PRAの整備と並行して検討を進めているところであるため、まずは、重大事故対策が有効に機能しなかった場合の影響の分析等を実施し、重大事故対策の中で改善に取り組むべきポイントの把握に努める。

【MOX燃料加工施設】

MOX燃料加工施設における重大事故（閉じ込める機能の喪失）は、シナリオが複雑ではなく、使用する重大事故等対処設備も多くないため、耐震裕度評価に代えて、大規模損壊時のMOX燃料加工施設の状態を定性的に評価し、大規模な火災時の消火活動および工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための放水作業時等にて想定される状態を分析し、作業手順を最適化する。

2.指摘事項に対する対応方針(5)



(5)安全性向上評価ガイドにおいて届出書記載事項としている「追加措置の内容」や「自主的に講じた措置の調査及び分析」での記載内容について、実用炉の例も踏まえつつ、日本原燃で検討している平常時の放射性物質の放出量抑制の効果の確認、重大事故に伴う一般公衆の放射線被ばく線量の評価等の取扱いを整理すること。

【再処理施設】

新規制基準適合に係る事業変更許可においては、重大事故が発生した場合にも一般公衆に対する被ばく線量を可能な限り低減できるよう対策を講じることとし、その結果、重大事故に対する拡大防止対策を講じることによって大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は $1\text{E}-3\text{TBq}$ オーダーとなっている。

一方、再処理施設においては、放射性物質を非密封で取り扱うことから、使用済燃料の再処理の実施により平常時においても大気中への放射性物質の放出を伴うとの施設の特徴を有する。

これらの施設の特徴を踏まえると、保安活動に対する再処理施設に対する届書記載事項とされている「追加措置の内容（安全性向上のため自主的に講じた措置）」としては重大事故に限らず平常時を含む広く改善策を講じていくことが安全性向上に資すると考えられる。

追加措置の検討に当たっては、保安活動の実施状況の調査・分析や国内外の最新の科学的知見及び技術的知見の調査・分析などを通じて行っていくことを基本とするが、新規制基準に係る安全審査の経験を踏まえ、現段階で優先的に検討していく項目としては、以下のものが考えられる。

- ①長期冷却燃料の処理を優先する再処理施設運用の検討
- ②高レベル廃液、Pu濃縮液の保有量管理（抑制）に係る運用検討
- ③重大事故等対処手順における操作信頼性向上の検討

2.指摘事項に対する対応方針(5)



【再処理施設】（続き）

前頁の検討によって見出された「安全性向上のため自主的に講じた措置の調査及び分析」の手法としては、定性的な評価や、被ばく線量評価、確率論的リスク評価（PRA）、安全裕度評価などが考えられる。

「安全性向上のため自主的に講じた措置」として実施する項目により期待される効果が異なることから、措置の有効性の調査及び分析を行うにあたっては、確率論的リスク評価（PRA）、安全裕度評価等に限らず、措置の実施で得られる効果にあわせて多様な手法の中から適切な手法を採用して行う。

「安全性向上のため自主的に講じた措置」とその調査及び分析手法との関係を表1及び表2に示す。

なお、対応方針(2)および(4)の状況並びに上述の施設の特徴を踏まえ、第1回目の安全性向上評価においては、重大事故対策が有効に機能した場合の一般公衆の被ばく線量と平常時の線量との比較、重大事故対策が有効に機能しなかった場合の影響の分析等を行うことで重大事故時／平常時を含むどのような活動に対して安全性向上措置を講じていくことが効果的であるかを確認する。

参考までに、実用炉の安全性向上評価届出書では、第2章に自主的に講じた措置を記載し、第3章では、自主的に講じた措置などに基づく決定論的安全評価の変更有無の確認結果、自主的に講じた措置のPRAによる効果の確認結果などが記載されている。

表 1 安全審査実績を踏まえた安全性向上評価取組項目



新規制基準適合に係る安全審査を踏まえ、今後、安全性向上評価として取り組んでいくことが考えられる届出書記載事項としている「追加措置の内容」や「自主的に講じた措置の調査及び分析」を以下に示す。

追加措置の内容		自主的に講じた措置の調査・分析
安全性向上の取組内容	目的（期待される効果）	
①長期冷却燃料の処理を優先する再処理施設運用の検討	使用済燃料の再処理に伴い発生する気体廃棄物中の放射エネルギー（FP等）の抑制 ⇒一般公衆の被ばく影響の低減	○一般公衆の被ばく評価（平常時）
	使用済燃料の再処理に伴い発生する高レベル廃液中の放射エネルギー（FP等）、崩壊熱の抑制 ⇒重大事故対応における時間裕度の長期化、拡大防止措置実施時等における放出放射エネルギーの低減	○一般公衆の被ばく評価（事故時） ○重大事故時の対策信頼性評価（例：時間余裕の比較等の定性的な評価／PRA等の確率論的評価）
②高レベル廃液、Pu濃縮液の保有量管理（抑制）に係る運用検討	液体状態で保有する放射エネルギーの低減 ⇒重大事故の拡大防止措置実施時等における放出放射エネルギーの低減	○一般公衆の被ばく評価（事故時）
③重大事故等対処手順における操作信頼性向上の検討	事故対策を実施する上で重要な操作を特定し、当該操作に対する信頼性を向上 ⇒重大事故対策の確実な実施	○重大事故時の対策信頼性評価（例：訓練結果等による評価／PRA等の確率論的評価）

表2 安全性向上評価活動目的の整理

表1で示す安全性向上のための措置により期待できる効果を発生頻度（発生の可能性）、発生した場合の影響（被ばく線量）との関係の整理を以下に示す。

		発生頻度	一般公衆影響	従事者影響
放射線安全	平常時		再処理①	—
原子力安全	設計基準事故	—	再処理①	—
	重大事故	再処理① 再処理③	再処理① 再処理②	(再処理①※) (再処理②※)
	大規模損壊	(分析・評価手法 の整備)	再処理① 再処理②	(再処理①※) (再処理②※)

※：冷却期間長期化による放射能濃度の低減、事故時の放出放射エネルギーの抑制により屋内外での作業中の放射性物質による影響軽減が見込まれる。

2.指摘事項に対する対応方針 (5)



(5)安全性向上評価ガイドにおいて届出書記載事項としている「追加措置の内容」や「自主的に講じた措置の調査及び分析」での記載内容について、実用炉の例も踏まえつつ、日本原燃で検討している平常時の放射性物質の放出量抑制の効果の確認、重大事故に伴う一般公衆の放射線被ばく線量の評価等の取扱いを整理すること。

【MOX燃料加工施設】

MOX燃料加工施設の特徴として、飛散しやすい粉末を取り扱うこと及び作業員がグローブボックスを介して高線量の核燃料物質を近傍で取り扱うことが挙げられる。このため、「追加措置の内容」については、放射線業務従事者に対する通常時及びトラブル時の被ばく低減の観点から、グローブボックスのクリーン化（特に面線源となるパネル付着粉の除去）等を優先的に検討することが考えられる。

この場合の「自主的に講じた措置の調査及び分析」では、放射線業務従事者に対する被ばく評価等によりその効果について評価を行う。

重大事故や大規模損壊については、前述の対応方針(3)、(4)のとおり行う。

2.指摘事項に対する対応方針(6)



(6)見込んでいる安全性向上評価に係る社内要領整備の期間について、重大事故等対処設備に関する工事や要領整備との関係を整理すること。

安全性向上評価では、第1章で評価時点における施設の状態を示す必要があるが、このうち構築物、系統としては、事業許可、設工認、保安規定の許認可範囲を基本とし、最新の施設の状態を整理したものを記載する。

安全性向上評価に係る社内要領類の整備を行う時期としては、許認可申請の中でも物量の多い設工認の記載内容が明確となった段階で整備に着手することが効率的である。

このため、設工認の認可取得時点から要領類の整備に着手し、工事期間中に整備を完了させ、評価時点（しゅん工時点）での施設の状態に対して安全性向上評価を実施する予定である。

なお、現在のしゅん工計画に基づけば、MOX燃料加工施設に対し再処理施設の安全性向上評価を先行して実施する見通しである。

3 .MOX燃料加工施設の初回評価時期について



核燃料物質の加工の事業に関する規則（令和2年4月1日施行）に基づき、新設であるMOX燃料加工施設の安全性向上評価届出書第1回目の評価実施時期は以下のとおり、竣工から6月以内が原則となる。

第九条の三の二

法第二十二條の七の二第一項の原子力規制委員会規則で定める時期は、定期事業者検査が終了した日以降六月を超えない時期とする。ただし、加工施設の工事の後、定期事業者検査を行っていないものにあつては、その使用が開始された日以降六月を超えない時期とする。

しかしながら、MOX燃料加工施設は竣工後に初めて核燃料物質を用いた試験（設備の作動および製品品質の確認）を開始し、本格運転に入るまでに相当の時間を要することから、MOX燃料加工施設の安全性向上評価の第1回目の届出時期を「施設の使用が開始された後、最初に行う定期事業者検査が終了した日以降六月を超えない時期」として頂きたい。