



使用済燃料の直接処分研究開発の進捗状況

平成27年2月5日

バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所 基盤技術研究開発部

研究開発の位置づけ

■ エネルギー基本計画（平成26年4月 閣議決定）

高レベル放射性廃棄物の最終処分に向けた取り組みの抜本強化のための方策として「地層処分の技術的信頼性について最新の科学的知見を定期的かつ継続的に評価・反映するとともに、**幅広い選択肢を確保する観点から、直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究を推進する。**」としている。

■ 地層処分基盤研究開発に関する全体計画（平成25年度～平成29年度）

第1次取りまとめ（平成25年度迄を目処）

使用済燃料の直接処分の実現可能性及びその課題を提示

使用済燃料の直接処分の実現可能性について、その検討結果をまとめる。また、第1次取りまとめに向けた研究開発や技術的取りまとめを通して、**第2次取りまとめに向けた課題の抽出**等を行い、後続する研究開発計画の見直しや更なる具体化も実施。

第2次取りまとめ（レビュー版）（平成27年度迄を目処）

使用済燃料の直接処分の**技術的信頼性**を提示

第2次取りまとめに向けた研究開発は、第1次取りまとめで提示される課題等への対応を行うことで、使用済燃料の直接処分が技術的信頼性を持って実現できることを示すことを目標とする。なお、第2次取りまとめは、先行して実施されてきたHLW及びTRU廃棄物に関するこれまでの国の基盤研究開発成果も取り込みつつ、最新の知見や技術に基づき構築される。

← 国内外の有識者レビュー等

第2次取りまとめ（最終版）（平成29年度迄を目処）

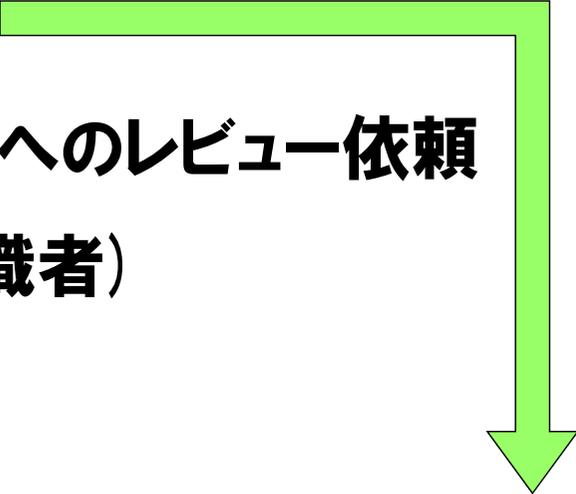
第1次および第2次取りまとめについて

『直接処分第1次取りまとめ』（10月末ドラフト）における記載

- **第1次取りまとめ（平成25年度迄を目途）⇒ドラフト完成 公開準備中**
 - ・使用済燃料の地層処分システムの予備的設計・安全評価を通じて、設計・安全評価のアプローチを構築
 - ・直接処分の実現可能性の見通しについての検討結果の取りまとめ
 - ・第2次取りまとめに向けた課題の抽出
- **第2次取りまとめ（レビュー版：平成27年度迄を目途，最終版：平成29年度迄を目途）**
 - ・直接処分第1次取りまとめにおける予備的な検討をより包括的なものとする。
 - ・考えられる地質環境条件や使用済燃料の多様性を考慮に入れたセーフティケースの検討を通して使用済燃料の地層処分システムの技術的信頼性を例示する。

『使用済燃料直接処分第1次取りまとめ』 に関する現在までの主要工程

- 平成25年度より使用済燃料の直接処分に関する研究に着手，同時に『直接処分第1次取りまとめ』に向けた作業を開始
- 平成26年2月：骨子についての専門家意見聴取
- 平成26年3月：第1次取りまとめ（ドラフト）完成
- 平成26年5月：タスクフォースメンバー，国内有識者へのレビュー依頼
- 平成26年6月：国内レビュー会合（タスクフォース有識者）
- 平成26年12月：国際レビュー会合



レビューコメントの反映等により適宜，ドラフト改定

『直接処分第1次取りまとめ』国際レビューワークショップ

● 日時：平成26年12月17日～18日

● 参加者：

国外（9名）

- スイス：放射性廃棄物管理共同組合（Nagra）、MCM社
- スウェーデン：スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB）
- 米国：サンディア国立研究所（SNL）
- 英国：放射性廃棄物管理会社（RWM）
- 韓国：韓国原子力研究所（KAERI）

国内（55名）

資源エネルギー庁，国内専門家（大学、研究機関等），
基盤調整会議タスクフォースメンバー（研究機関等），原子力機構

● 抽出された主要な課題

工学技術

- オーバーパック寿命（1000年）の再検討すべき
- 緩衝材の温度制限を再検討すべき
- 定置装置の設計にはより実用的観点からの検討すべき 等

安全評価

- 最新の現象理解を踏まえて，モデルの単純化の正当性などを丁寧に説明すべき。
- 不確実性を考慮したデータの設定の議論が重要であり，感度解析的アプローチも取り入れるべき 等

 第2次取りまとめに向けた課題として，対応策の具体化を進める。

直接処分第1次取りまとめで抽出された課題

直接処分第2次取りまとめに向けた課題を以下の3つの観点で整理した。

■ 直接処分第1次取りまとめにおける予備的な検討をより包括的なものとするための課題

- ・前提条件の拡大：地質環境条件, 燃料の多様性
- ・評価シナリオの拡充：変動シナリオ, 稀頻度事象の取り扱い 等
- ・様々な処分概念オプションの考慮：
処分場設計と安全評価のより緊密な連携
 - 相互の要求事項の整理と設計・安全評価間での繰り返しの試行
 - 安全評価シナリオに対応した処分概念オプションの適合性の検討
- ・セーフティケースの構築・活用の支援

■ 使用済燃料に特有の主な課題

➤ 工学技術

工学技術の全体的課題

- ・保障措置、核物質防護の要件に対応した地下施設／設備の設計検討
- ・廃棄体発熱量に起因する緩衝材制限温度等の設定の考え方の再検討

地下施設の設計に関わる課題

- ・燃焼度クレジットを考慮した臨界安全性評価の考え方・手法の整備
- ・多様な使用済燃料の条件を想定した設計、最適化
- ・C-14の閉じ込めを考慮したより長寿命の処分容器の検討
- ・廃棄体形状や重量を考慮した、定置方式に対応した坑道の設計

設計された人工バリアの埋設後の挙動に関わる課題

- ・廃棄体発熱等を考慮した処分システムの環境条件の変遷の理解

➤ 安全評価

安全機能に影響を与える可能性のある現象

- ・放射線や地下水化学の影響等を含めた燃料溶解メカニズム理解
- ・燃料タイプや照射履歴などに応じた照射後燃料の性状と核種放出挙動の理解
- ・燃料および放射化金属から放出されるC-14の化学形の理解
- ・廃棄体(燃料、構造材)からの核種放出メカニズムの理解
(特に被覆管表面の酸化膜中でのC-14の存在状態と放出メカニズム)
- ・安全評価に及ぼす放射線影響の評価・解析
- ・核分裂性物質の移行に伴う臨界可能性評価

■ ガラス固化体・TRU廃棄物と共通の主な課題

➤ 工学技術

- ・地下研究施設等での工学技術の実証
- ・処分場レイアウトの選択肢の拡充
- ・可逆性や回収可能性、モニタリング等を考慮した処分概念検討
- ・処分施設の最適設計

➤ 安全評価

- ・地質環境の多様性を考慮した安全評価技術の整備
- ・処分場設計のバリエーションを考慮した安全評価技術の整備
- ・コロイド・有機物・微生物の影響評価とモデル化
- ・緩衝材や岩盤の変形・変質と核種移行への影響

成果と抽出課題

使用済燃料直接処分の研究開発

| コアメッセージ | 成果ダイジェスト | 課題ダイジェスト | 必須の課題 |
|---|---|---|---|
| <p>【使用済燃料の直接処分研究開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●使用済燃料の地層処分システムの予備的設計・安全評価を通して、処分システム的设计・安全評価のアプローチを構築し、わが国における使用済燃料の直接処分の実現可能性の見通しについての検討結果を取りまとめた。 ●予備的設計・安全評価を通じて、直接処分の研究開発に係る、今後の課題を抽出・整理した | <p>工学技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料を対象とした地層処分システムの地下施設(人工バリアおよび坑道)の設計フローを提示するとともに、設計要件を整理し、レファレンスとする条件のもと坑道横置き方式を対象として、処分容器や緩衝材を含む地下施設の設計を行い、レファレンス仕様を提示した。 ・搬送・定置設備の概念設計を行った。 ・使用済燃料に特有の留意点等を明らかにしつつ、処分システムの設計のアプローチを構築し、今後の課題を抽出した。 <p>安全評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の直接処分に特有な現象について、既往の知見を整理し、レファレンスとする条件および地下施設仕様を対象として、地質環境の長期的な変遷を考慮に入れたリスク論的な考え方に基づく安全評価のアプローチを検討し、基本シナリオを対象とした安全評価を行った。 ・使用済燃料に特有の留意点等を明らかにしつつ、直接処分の安全評価のアプローチを構築し、今後の課題を抽出した。 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の特徴、実際の使用済燃料の多様性および地質環境条件の多様性を考慮した、設計のバリエーションの提示 ・設計の前提となる考え方(緩衝材温度制限等)の見直しと提示 ・保障措置、核セキュリティの要件に対応した地下施設/設備の設計上の留意点の整理と設計への反映 ・より長寿命な処分容器の設計 ・臨界安全性評価の考え方・手法の整備 ・廃棄体重量・形状および定置方式に対応した、搬送・定置設備、坑道、および地上設備の設計 <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の直接処分に特有な現象についての理解を深めつつ、地質環境の長期的な変遷など、不確実性を考慮したシナリオ区分とそれに基づく体系的なシナリオの設定 ・実際の使用済燃料の多様性および地質環境条件の多様性や不確実性を考慮した、評価モデルおよびパラメータの設定 ・使用済燃料からの核種の浸出挙動等に関する試験研究計画の策定 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の特徴および関連する現象についての理解深化に応じた地層処分システムの設計および安全評価の実施。 ・使用済燃料の地層処分システムの長期的性能に関する論拠等をセーフティケースの構成に沿い、前提条件の多様性も考慮しつつ整理・統合。 ・上記を通じて、使用済燃料直接処分の技術的信頼性を例示。 |