

放射性廃棄物処理処分及び廃止措置等に関する国際的な研究開発協力の現状

1. 放射性廃棄物処理・処分研究開発

(1) 地層処分研究開発(参考1)

高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る研究開発には、国際的に共通な課題があることから、核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)は、各国との間で熱力学データの整備、地下研究施設を利用した調査技術開発、モデルの妥当性検討、地下水の止水技術の実規模試験などを進めている。その研究成果は、平成11年11月に取りまとめられた技術報告書「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—」(以下、「第2次取りまとめ」)にも反映されている。また、国際ワークショップあるいは個別専門家グループとの会合を通じて、「第2次取りまとめ」の詳細な技術レビュー、意見交換を実施し、技術的な信頼性の向上を図っている。

① 熱力学データ整備と性能評価モデルの妥当性検討

地層処分システムの性能を十分な信頼性をもって評価するためには、地層処分で想定される物理・化学現象を示すモデルの妥当性、及び、データの信頼性と品質保証が重要である。性能評価上特に重要な放射性物質の移行に関するデータについては、放射性物質を使用して体系的に取得することが重要であり、そのため、国内外の設備を活用して取得してきた。例えば、サイクル機構及び原子力環境整備センター(以下、原環センター)では、以下のような研究が行われている。

<熱力学データ整備>

- アクチニド元素の吸着データの取得や溶解に関する研究(サイクル機構-NEPNNL)
- アクチニド元素の溶解度データの取得・評価(原環センター-ISTCプログラム)
- 放射性核種の熱力学データベースの更新(OECD/NEA/TDB)

<性能評価モデルの妥当性検討>

- 岩石などの不均質な媒体中での水の動きや物質移動に関する研究(サイクル機構-MLBNL)
- 熱-水-応力の相互作用を考慮したモデルの開発・検証(DECOVALEX)
- 岩盤の熱-応力解析用データの取得・評価(原環センター-ISTCプログラム)

② 地下研究施設を利用した試験研究

地層処分研究開発において、地下研究施設は非常に重要であるが、わが国では地下研究施設が未だ建設されていない。このため、サイクル機構、日本原子力研究所(以下、原研)、電力中央研究所(以下、電中研)及び原環センターでは、海外の地下研究施設を利用して以下のような試験研究を行ってきた。

- 地下水の止水技術の実規模試験(サイクル機構-カナダAECL)
- 地下水流動や物質移動モデルの妥当性検討(サイクル機構-スイスNAGRA、原環-カナダAECL、サイクル機構・電中研-スウェーデンSKB)
- ガス移行挙動解析モデルの妥当性検討(原環センター-スイスNAGRA)

③技術報告書のレビュー

サイクル機構が「第2次取りまとめ」を作成する過程において、スイス放射性廃棄物管理協同組合(NAGRA)、米国エネルギー省(DOE)の5国立研究所及びカナダ原子力公社(AECL)との国際協力を通じ、それらの機関による「第2次取りまとめ」の技術レビューが行われた。

(2) 浅地中処分研究開発

原研は、中国輻射防護研究院(CIRP)において、低レベル放射性廃棄物の浅地中処分の安全評価手法に係る共同研究として、放射性核種を用いた浅地中の核種移行試験を実施している。(1995～2001)。

(3) ガラス固化技術開発

サイクル機構は、独カールスルーエ研究センター(FZK)と高レベル放射性廃液のガラス固化技術に関する情報交換を行っている(1981～2001)。

2. 原子力施設の廃止措置(デコミッショニング)の技術開発

経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)では、各国における原子力施設の廃止措置の科学技術情報の交換を目的として「原子力施設デコミッショニング・プロジェクトに関する科学技術情報交換協力」を実施している。1985年から1期5年で始まった計画は、現在、3期目の活動に入っており、本年9月から4期目に入る予定である。12か国、35プロジェクトが対象となっており、わが国では、原研の動力試験炉(JPDR)及び再処理特別研究棟(JRTF)の解体プロジェクトが対象となっている。本協力では、二国間で個別に特別取り決めを締結して協力を進めることを認めており、原研は仏国原子力庁(CEA)及び英国原子力公社(UKAEA)とそれぞれ取り決めを締結して、情報交換を実施している。

(財)原子力発電技術機構は、米国エネルギー省(DOE)と廃止措置に係る建屋床汚染の自動サーベイシステムの開発についての協力を実施している。また、(財)原子力施設デコミッショニング研究協会は、スロヴァキアのボフニチェ発電所A-1炉のデコミッショニング計画において、計算コードを用いた解体手法の評価についての協力を実施している(1996～2000)。

3. 長寿命核種の分離変換技術の研究開発(参考2)

分離変換技術の研究開発では、放射性物質を用いた試験が実施できるホットセル施設や、高速中性子の照射試験施設など、大型の試験施設が必要となる分野もあることから、原研、サイクル機構及び電中研では、積極的に各国との協力を進め、効率的に研究開発を進めている。主な研究項目としては、分離技術では新抽出剤開発や乾式分離の要素技術開発、変換技術ではマイナーアクチニド含有燃料の物性試験や照射試験による物性・核データの取得・評価がある。

OECD/NEAでは、わが国の提案で1989年から、分離変換技術に関する情報交換と核データのデータベース整備等を進めており、1990年から2年ごとに情報交換会議も開催している。また、分離変換技術全体についてのシステムやシナリオの研究及びベンチマーク計算を行っている。

放射性廃棄物の地層処分研究開発における国際協力の概要

協力機関	実施期間	研究内容
1. 核燃料サイクル開発機構		
(1) 米国 ○エネルギー省の国立研究所 -ローレンスバークレー (LBL) -パシフィックノースウエスト (PNNL) -サンディア (SNL) -ロスアラモス (LANL) -ローレンスリバーモア (LLNL) ○カリフォルニア大学バークレー校	1997-2000 1993-2000 1998-2001 1998-2000 1998-2000 1995-2002	性能評価モデル検討 (不均質媒体中での水の動きや物質移動に関する研究) 熱力学データ整備 (アクチノイド元素の吸着データ取得、溶解に関する研究) 性能評価モデル検討など (核種移行に関するモデル開発、性能評価における品質保証手法の研究、不確実性評価の研究) 地質環境条件の調査研究 (火山活動が地質環境に及ぼす影響の評価手法の開発) 性能評価モデル検討 (オーバーパックの腐食挙動とベントナイトの長期的影響評価モデルの開発) 性能評価モデル検討 (ベントナイトの岩盤への浸透挙動評価モデルの開発)
(2) カナダ ○カナダ原子力公社 (AECL)	1994-2001	地下研究施設での試験研究 (地下水の止水技術の実証試験)
(3) フランス ○原子力庁 (CEA) ○放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)	1991-2001 1999-	熱力学データ整備 (地下水中のコロイドと有機物の研究) 地層処分に係る包括的技術協力協定を昨年5月に締結
(4) スイス ○放射性廃棄物管理協同組合 (NAGRA)	1993-2003	地下研究施設での試験研究 (地下水流動や物質移動モデルの妥当性検討)
(5) スウェーデン ○核燃料廃棄物管理会社 (SKB)	1994-2002	地下研究施設での試験研究 (地下水流動や物質移動モデルの妥当性検討、処分施設の建設・操業・閉鎖の実証試験)
(6) イギリス ○AEAテクノロジー	1997-2002	熱力学データ整備 (核種の移行特性データの取得)
(7) 多国間協力 ① DECOVALEX (SKI主催ワークショップ) ② VALUCLAY (SKB主催ワークショップ) ③ Mt. Terri (NAGRA, スイス地質調査所, ANDRA, SCK/CEN (ベルギー), JNC) ④ GAMBIT CLUB (SKB主催, AEAテクノロジー, ANDRA, NAGRA, POSIVA (フィンランド), JNC) ⑤ Crystalline Club (AECL, NAGRA, POSIVA, SKB, JNC) ⑥ IAEA ・ BIOMASS ⑦ OECD/NEA ・ PAAG/IPAG ・ PAAG/SEDE/GEOTRAP ・ TDB ・ Sorption	1995-2002 1996-1998 1996- 1996-1999 1991- 1996-2001 1995-2000 1996-2000 1998-2000 1996-2001	性能評価モデル検討 (熱-水-応力連成モデルの開発・検証) 性能評価モデル検討 (緩衝材中の熱-水-応力連成モデルの開発・検証) 地下研究施設での試験研究 (スイスのモンテリ地下研究施設を利用した地下水流動及び地層化学に関する研究) 性能評価モデル検討 (緩衝材中のガス移行モデル開発) 結晶質岩を対象とする地層処分に關し、毎回テーマを設定 (不定期に情報交換会を開催) 性能評価モデル検討 (放射性核種による人間環境への影響評価手法の開発) 性能評価モデル検討など (科学現象と性能評価モデルの関係の明確化手法等に関する情報交換) 地下研究施設での試験研究 (地下研究施設での地下水流動特性等の調査技術に関する情報交換) 熱力学データ整備 (放射性核種の熱力学データベース更新) 性能評価モデル検討 (放射性核種の吸着モデル開発)
2. 日本原子力研究所		
(1) カナダ ○カナダ原子力公社 (AECL)	1994-1998	地下研究施設での試験研究 (地下水流動や物質移動モデルの妥当性検討)
3. 電力中央研究所		
(1) 米 ○サンディア国立研究所 (SNL)	1999-	放射性廃棄物処分技術に関する情報交換
(2) スウェーデン ○核燃料廃棄物管理会社 (SKB)	1991-2002	地下研究施設での試験研究 (地下水流動や物質移動モデルの妥当性検討、処分施設の建設・操業・閉鎖の実証試験)
(3) イギリス ○AEAテクノロジー	1997-2002	熱力学データ整備 (TRU核種のセメントへの吸着試験)
4. 原子力環境整備センター		
(1) 米国 ○サンディア国立研究所 (SNL)	1999-	放射性廃棄物処分技術に関する情報交換
(2) フランス ○放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)	1999-	放射性廃棄物処分技術に関する情報交換
(3) スイス ○放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)	1997-2003	地下研究施設での試験研究 (ガス移行挙動解析モデルの妥当性検討)
(4) ロシア ○国際科学技術センター (ISTC) プログラム	1998-2000	熱力学データの整備 (アクチノイド元素の溶解度データの取得・評価) 性能評価モデル検討 (岩盤の熱-応力解析モデルデータの取得・評価)

長寿命核種の分離変換技術研究開発における国際協力の概要

協力機関	実施期間	研究内容
1. 日本原子力研究所		
(1) 米国 ○オークリッジ国立研究所 (ORNL)	1987-2002	照射試験による核データの取得・評価 (マイナーアクチニド [*] の核データ評価、燃料物性データの整備等)
(2) フランス ○原子力庁 (CEA)	1992-2002	新抽出剤開発 (マイナーアクチニド [*] 及び長寿命核分裂生成物の分離) 乾式分離の要素技術開発 (溶融塩技術の開発) など 分離変換技術のシナリオ研究 新型燃料の開発 (窒化物燃料、不活性母材の照射データの評価) 核変換システムの設計・開発 (加速器駆動炉を含む核変換システム及び陽子加速器の開発) 照射試験による核データの取得・評価 (高エネルギー領域の核データ評価)
(3) オランダ ○オランダ原子力コンサルタントグループ (NRG)	1999-2004	新抽出剤開発 (マイナーアクチニド [*] 、希土類元素の分離) 熱力学データの取得 (アクチノイド [*] 塩化物の熱力学データ取得) 照射試験による核データの取得・評価 (TRU核種及び長寿命核分裂生成物の核データ評価)
(4) ロシア ○国際科学技術センター (ISTC) プログラム	1995-2000	照射試験による核データの取得・評価 (マイナーアクチニド [*] の核データ測定及び評価)
2. 核燃料サイクル開発機構		
(1) フランス ○原子力庁 (CEA)	1991-2001	新抽出剤開発 (マイナーアクチニド [*] 及び長寿命核分裂生成物の分離、計算化学手法による分子設計) 照射試験による核データ等の取得・評価 (蒸気炉でのマイナーアクチニド [*] の核データ及び崩壊熱の測定、フェニックス炉でのマイナーアクチニド [*] 添加燃料照射試験 (準備中) 等) 新型燃料の開発 (マイナーアクチニド [*] を添加した不活性母材等の製造技術開発及び特性データ取得) 分離変換技術のシナリオ研究 (分離変換技術を含めたFBR導入シナリオの検討)
(2) ロシア ○国際科学技術センター (ISTC) プログラム	1997-1999	核変換システムの設計・開発 (マイナーアクチニド [*] 燃焼のための炉心概念等の研究)
(3) スイス ○パウル・シェーラー研究所 (PSI)	1995-2006	燃料製造技術の開発 (振動充填法によるネプツニウムを添加したMOX燃料の製造に関する共同研究)
3. 電力中央研究所		
(1) EU ○超ウラン元素研究所 (ITU)	1997-2003	乾式分離の要素技術開発 (プロセス実証試験の実施) 照射試験による核データの取得・評価 (TRU含有金属燃料の照射試験、CEAの協力の下、フェニックス炉で照射予定)
(2) イギリス ○AEAテクノロジー	1997-2000	乾式分離の要素技術開発 (使用済酸化燃料の金属への還元技術開発) 物性データの取得 (金属燃料の物性試験)