

TRU 処分におけるガス移行挙動評価シナリオ構築手法に関する研究（その1）

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員○並木 和人、大和田 仁
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 菱岡 宗介
 株式会社 大林組 正会員 神徳 敬、河村秀紀

1. はじめに

TRU 廃棄物処分概念においては、地下水移行シナリオと同様にガスの影響を評価するためのシナリオ構築が不可欠となる。TRU 廃棄物処分技術検討書—第2次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめリー（以下、「TRU レポート」と称す）では、ガスによる影響は、地下水移行シナリオの変動シナリオとして扱われ、第二種廃棄物埋設事業に関する安全審査の基本的考え方²⁾（以下、「基本的考え方」と称す）では、ガス影響は、地下水移行シナリオと同様に蓋然性の高い基本ガス移行シナリオとしての取り扱いを規定している。いずれも安全評価に用いるシナリオ構築については、専門家の判断とし、追跡性を確保するプロセスは提示されていない。但し、高レベル廃棄物処分では、地下水移行シナリオを中心にその構築方法について検討され（「地層処分の安全確保（2010 年度版）」原子力発電整備機構³⁾）、網羅性と追跡性を追求する試みがなされている。

TRU 廃棄物として区分されている廃棄物には、金属や有機物などが含まれることから確実にガス（放射性、非放射性）が発生し、その挙動に関する研究も進められているが、安全評価の基本となるガス移行については、地下水移行に影響を与える事象の一つとしてしか着目されてこなかった。本研究では、この点を踏まえ、地下水移行シナリオと同様にガス移行に着目して、安全評価に用いるシナリオ構築の手法を開発すると共に現状の知見に基づくシナリオ設定を実施した。

2. トップダウンアプローチによるガス移行シナリオ設定

本研究で構築したガス移行シナリオ設定の流れを図-1 に示す。シナリオ設定は、処分システムの状態変遷の把握を出発点とするトップダウンの流れ（図-1 右側）とシナリオの網羅性を照査するための FEP に基づく検討（図-1 左側）の流れを統合してシナリオ作成までにつなげる作業からなる。

シナリオ設定において考慮すべき重要事項としては、ガスに関連する挙動が現状でどこまで把握されているかの確認、ガスの移行挙動が影響する事項（放射性核種の閉じ込め性や移行抑制といった安全機能など）を推定し、それらを検査するためのシナリオを蓋然性を考慮しつつ作成すること、及び FEP からシナリオ設定までのプロセスに、追跡性を担保するための方策を整備することにある。

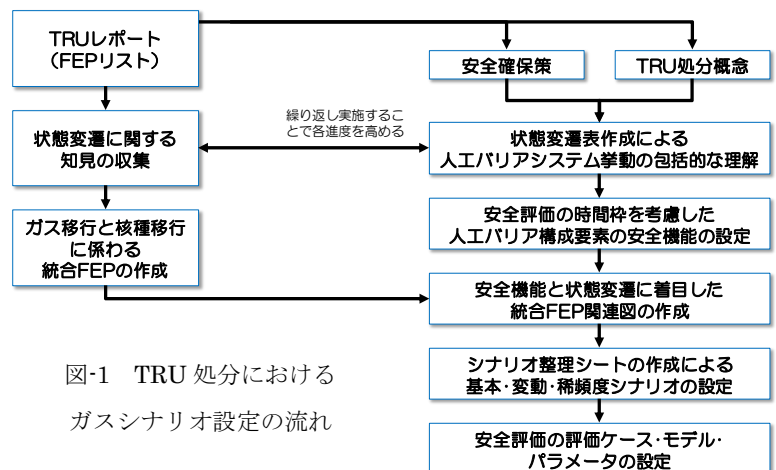


図-1 TRU 処分における
ガスシナリオ設定の流れ

シナリオ設定では統合 FEP をベースに、着目する評価期間として、閉鎖後過渡期、人工バリアが機能を維持する期間、人工バリアが機能を喪失し天然バリアが機能を維持する期間などを設定し、安全機能の状態変遷を考慮した関連図（シナリオ評価シート）を作成する。その上で、各期間の知見の状況から、蓋然性と不確実性を評価することでシナリオを分類し、対応する評価ケース、評価モデル、パラメータを設定する流れとした。

キーワード：TRU 処分、人工バリアシステム、ガス移行シナリオ、状態変遷、トップダウンアプローチ

連絡先 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター（略称 原環センター）〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 パシフィックマークス月島 03-3534-4543

3. 人工バリアシステムの状態変遷から統合 FEP 関連図作成

人工バリアシステムの状態変遷表における記述（表-1 参照。スタートは専門家の判断）と TRU レポートの FEP リスト（表-2）を比較した結果、FEP リストの項目が不十分であり、また、時間の経過を考慮した記述がされていないことが判明した。そこで図-3 に示す状態変遷表の詳細版を作成し、それぞれの枠組みでの記述に対する現状での知見を集約した FEP 根拠書を作成した。その結果、表-1 の赤字が示すように時間の経過と共に取得されていない知見が多数存在し、長期の評価において不確実性が増大することが想定された。

また、本研究では状態変遷表をベースにガス挙動と地下水挙動に係わる FEP をグループ化し、表-3 に示す統合 FEP を作成している。統合 FEP には媒体の変質等状態変遷に係わる事項、媒体中のガス挙動、ガス挙動による影響についての FEP を集約しており、これを用いて、人工バリアシステムと周辺岩盤中のガス移行と核種移行のおよび相互の関連性を整理し、統合 FEP 関連図を作成した（図-2 参照）。

表-2 TRU レポートでのガス関連 FEP

	廃棄体	充填材	構造躯体	緩衝材	グラウト・支保・埋戻材	岩盤
化学的特性・現象	WC-11 廃棄体中のガスの発生と影響	MC-10 廃棄体中のガスの発生と影響	SC-10 廃棄体中のガスの発生と影響	BC-10 廃棄体中のガスの発生と影響	XC-10 廃棄体中のガスの発生と影響	RC-10 廃棄体中のガスの発生と影響
核種移行特性・現象	WN-11 ガス影響による核種移行	MN-10 ガス影響による核種移行	SN-10 ガス影響による核種移行	BN-10 ガス影響による核種移行	XN-10 ガス影響による核種移行	RN-10 ガス影響による核種移行

表-1 TRU 人工バリアシステムの状態変遷表

表-3 ガス移行に係わる統合 FEP（ベントナイト）

記号	要素FEPs/FEPグループ
TBB0	ベントナイトの健全性／高pHブリームによるバリア機能の劣化
TBB1	拡散によるガスの移行 移流によるガスの移行 溶解によるガスの消失 化学反応によるガスの消失 微生物活動によるガスの消失 鉱物離溶によるガスの発生 化学反応によるガスの発生 微生物活動によるガスの発生 放射線分解によるガスの発生 放射線崩壊によるガスの発生
TBB2	押し出された汚染地下水の移行 化学反応による溶解核種の消滅 崩壊による核種の消滅 化学反応による溶解核種の生成 崩壊による核種の生成 核種と微生物との会合

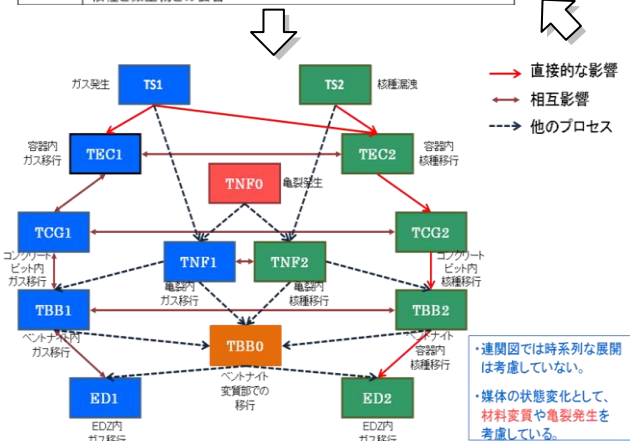


図-2 統合 FEP 関連図

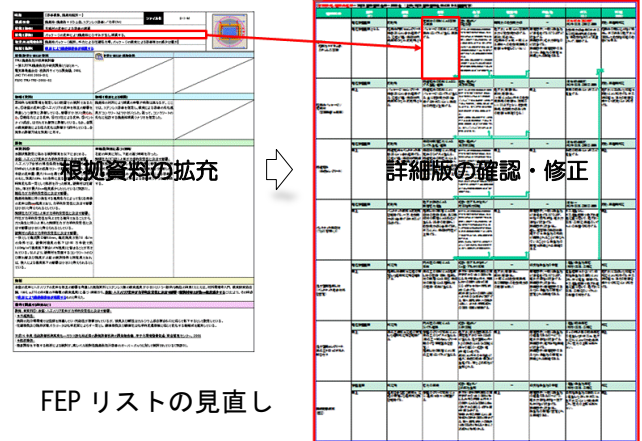


図-3 状態変遷詳細表と根拠資料の作成

4. まとめ

安全評価に用いるガス移行シナリオを作成するにあたり、基盤となる人工バリアシステムの状態変遷に関する最新の知見を整理し、有する不確実性を含め取りまとめた。その過程で蓋然性に着目した FEP を統合 FEP に集約し、状態変遷表との対応を考慮することで統合 FEP 関連図を作成した。この網羅性と追跡性を確保した一連の作業を通じて、シナリオ構築に向けての主要な構成要素の準備を整えることができた。

本報告は経済産業省から公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターが受託した「平成 24 年度 TRU 廃棄物処分技術：人工バリア長期性能評価技術開発 - ガス移行挙動の評価 -」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構（2005）、TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ、JNC TY1400 2005-002, FEPC TRU-TR2-2005-01
- 2) 原子力安全委員会（2011）、第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方
- 3) 原子力環境整備機構（2011）、地層処分事業の安全確保（2010 年度版） NUMO-TR-11-01