

TRU 廃棄物処分におけるガス移行連成挙動評価手法の開発（その2） ーガス移行評価シナリオの構築と根拠の拡充ー

(公財) 原環センター 正会員 古賀 和正, 大和田 仁
(株)大林組 正会員 志村 友行
mcm japan フェロー会員 ○河村 秀紀

1. はじめに

本報告は、公益財団法人原子力環境整備・資金管理センター（以下「原環センター」）が平成 25 年度から実施している「ガス移行連成挙動評価手法の開発¹⁾」のうち、「ガス移行評価シナリオの構築と根拠の拡充」に関する成果を取りまとめている。

2. ガス影響評価シナリオ設定と評価体系

TRU 廃棄物からは放射性及び非放射性ガスが発生し、その発生速度と発生量の推定には、多くの不確実性があることが平成 26 年度までの検討で明らかとなっている¹⁾。発生源の不確実性の影響は、その後の評価シナリオ設定・ガス移行媒体の状態変遷・モデル化やパラメータ設定にも及び、特にシナリオ設定におけるシナリオ分類に大きな影響を及ぼす。一方、モデル化やパラメータ設定では、ガス発生量や速度は変数として取り扱うことができ、第 2 次 TRU レポート³⁾では保守的な設定により対応している現状がある。本検討では、不確実性の存在を明確にできる評価体系構築を行い、評価上重要な要素とそれに係わる不確実性を分析することで、セーフティケース作成に結び付けていく方法論の確立を目指した研究を実施した(図-1)。

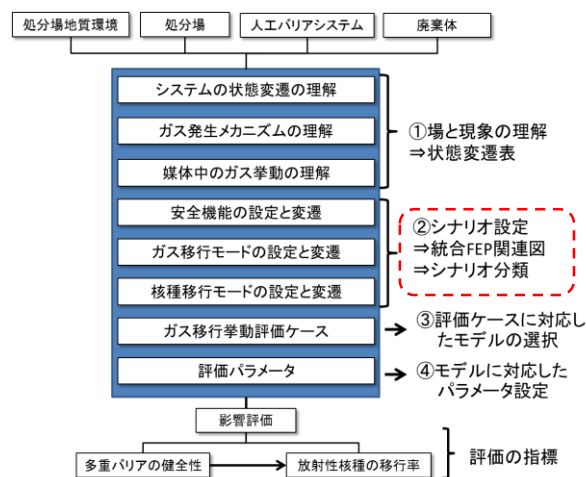


図-1 評価の流れとシナリオ設定の位置づけ¹⁾

3. 不確実性の伝播とシナリオ設定の果たす役割

評価体系の要素における不確実性伝播の分析結果を図-2 に示す。シナリオ構築における不確実性の大きな（重要な）因子として分類できるものは、発生源の不確実性に伴うガス破過シナリオと評価ケースでの扱い、不均一・異方性のある異なる媒体の状態変遷に伴うガス移行モードのシナリオ上での扱いとなる。

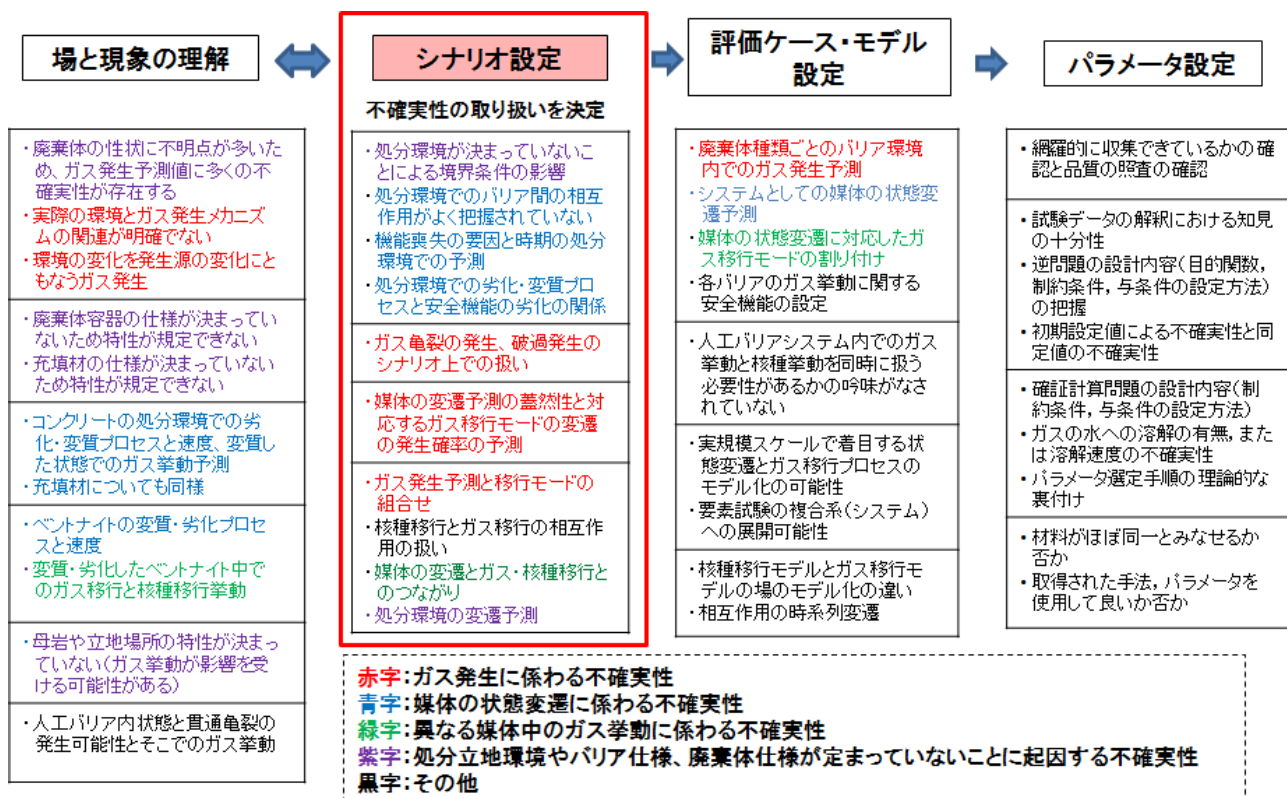


図-2 評価要素間の不確実性の伝播とシナリオ設定の位置づけ

キーワード: TRU 廃棄物処分, ガス移行, シナリオ, 評価体系, セーフティケース

連絡先: 〒154-0016 東京都世田谷区 4-33-5 Tel.090-9975-4936 e-mail: kawamura.hideki@mcmjapan.net

4. シナリオ設定での不確実性への対応

これらの不確実性に対し、ガス移行モードの変遷（基本シナリオが状態変遷とともに転位していくという固有の特性）²⁾をシナリオと評価ケース設定上でどのように扱うのかが課題となる。図-2 の場と現象の理解に係わる不確実性は、現象の蓋然性とその影響の大きさで設定されるシナリオ分類とも関連し、シナリオ設定を含めた不確実性への対応が評価ケースやモデル選定及びパラメータ設定への指標を示すことになる。

ガス移行媒体の機能維持の変遷（①容器の閉じ込め性が確保されている段階、②ベントナイトによる核種の閉じ込め機能が確保されている段階、③天然バリアの機能が確保されている段階）におけるガス移行と核種移行の統合 FEP から作成される統合 FEP 関連図に着目し、シナリオ設定時の作業における重要要素に付随する不確実性分析から（図-3 参照）、不確実性低減に向けての技術課題を設定したのち、その重要度、緊急度を評価し、不確実性低減策として効果のあると推定される優先度の高い課題を抽出した。

その結果、人工バリアシステムの状態変遷に伴うガスと核種移行モードの変化の内、ベントナイト中の二相流的なガス移行と核種移行の関係、ガス昇圧による亀裂や破過発生におけるガスと核種移行の関係など、複合的な現象のシナリオ上での取り扱い、およびそれぞれのプロセスモデルを組み合わせた評価モデル（連成モデル）の整備が重要な課題であることが判明した（表-1 参照）。

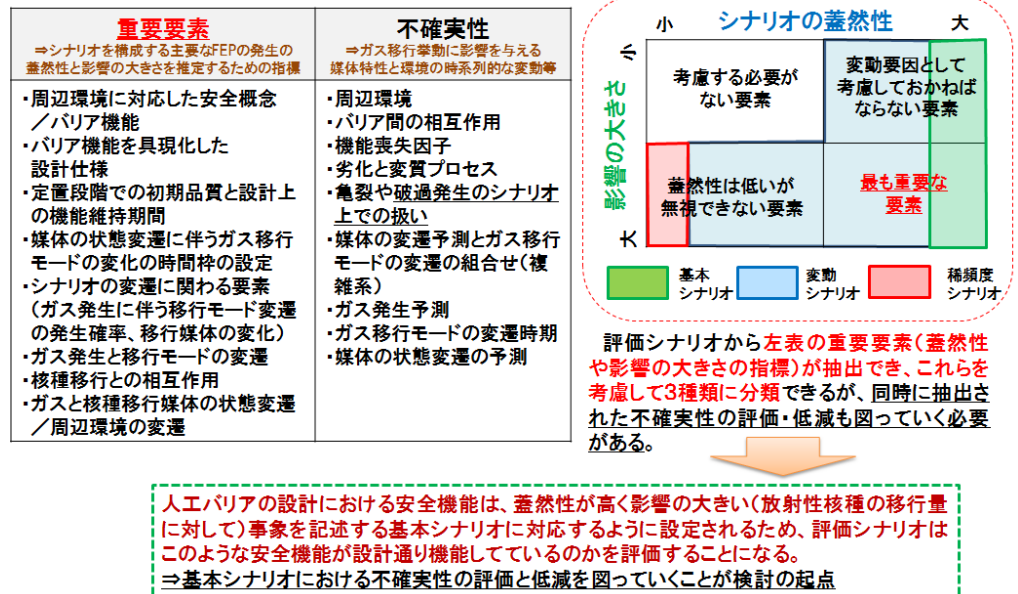


図-3 シナリオ設定での重要要素と不確実性

表-1 シナリオ設定での不確実性分析と技術課題の分類

②シナリオ設定作業	不確実性	技術課題	重要度	緊急度	優先度
a. 安全機能設定	・処分環境が決まっていないことによる境界条件の影響 ・処分環境でのバリア間の相互作用がよく把握されていない ・機能喪失の要因と時期の処分環境での予測 ・処分環境での劣化・変質プロセスと安全機能の劣化の関係	⇒代表的な環境の設定による環境の違いによる影響度の把握 ⇒異なる環境条件での人工バリアシステムの相互作用挙動の把握（劣化・変質、力学連成、安全機能の喪失に係わる特性の時系列的な変化）	Ⅲ Ⅲ	Ⅱ Ⅱ	Ⅱ Ⅱ
b. シナリオ構築	・ガス亀裂の発生、破過発生のシナリオ上での扱い	⇒システムの状態変遷と統合FEP関連図におけるガス移行・核種移行の相互作用の把握	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
c. シナリオ分類	・媒体の変遷予測の蓋然性に対応するガス移行モードの変遷の発生確率の予測 ・ガス発生予測と移行モードの組合せ ・核種移行とガス移行の相互作用の扱い ・媒体の変遷とガス・核種移行とのつながり ・処分環境の変遷予測	⇒ガス発生の影響シナリオ分類の考え方の整理、影響の大きさの推定 ⇒シナリオ展開上での発生ガスの種類と量の扱い方の定型化 ⇒統合FEP関連図を用いた移行挙動モード変遷時期の推定 ⇒ガス移行挙動媒体の変化のシナリオ上での扱い方の整理	Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ	Ⅱ Ⅱ Ⅱ Ⅱ	Ⅱ Ⅱ Ⅱ Ⅱ

優先度の高い技術課題	課題解決に向けた対策の検討方針
②シナリオ設定作業 ✓システムの状態変遷と統合FEP関連図における、ガス移行・核種移行の相互作用（影響）の把握	⇒ 統合FEP関連図を媒体の時系列的な状態変化と組合せ、ガス移行と核種移行の各プロセスモデル（既存の二相流モデル等）を統合した評価モデル（連成モデル）の概念を構築

重要度：不確実性を削減することでガス影響評価全体の精度や信頼性が向上（Ⅰ⇒Ⅱ⇒Ⅲ）
緊急度：セーフティケース構築にむけ、不確実性削減に取組む速度（Ⅰ⇒Ⅱ⇒Ⅲ）
優先度：重要度、緊急度のともに高くなる項目（Ⅰ⇒Ⅱ⇒Ⅲ）

5. まとめ

TRU 地層処分におけるガス発生影響評価体系中の不確実性の伝播に着目し、シナリオ構築における不確実性への対応策を系統的に分析・評価した結果、ガス移行媒体の境界面を含む状態変遷を考慮した統合 FEP 関連図の精度を高めるとともに、核種移行との連成を考慮し、評価ケースとモデルと連携したシナリオ設定の必要性を示唆した。

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である平成 27 年度地層処分技術調査等事業（TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発）の成果の一部である。

参考文献

- 古賀他(2016):TRU 廃棄物処分におけるガス移行連成挙動評価手法の開発(その1), 土木学会第 71 回年次学術講演会
- 古賀他(2015):TRU 廃棄物処分におけるガス影響シナリオに係る不確実性の検討, 土木学会第 70 回年次学術講演会
- 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ー第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発の取りまとめ