

確率論的アプローチによる放射性廃棄物処分施設設計の最適化手法
—線量の経時変化を取り入れた最適化手法の改善策—

Optimization Methodology for Facility Design of Radioactive Waste Disposal Using Probabilistic Approach:
A Measure to Improve the Optimization Methodology Involving the Change in Dose over Time

*田中 真悟, 中林 亮, 黒田 知眞, 杉山 大輔
電力中央研究所

放射性廃棄物処分の施設設計最適化手法について、確率論的安全評価で得られる最大ピーク線量の最頻値と不確実性幅に加え、線量の経時変化を新たな指標として、より説明性の高い手法とする方策を提案する。

キーワード：放射性廃棄物処分, 確率論的安全評価, 施設設計最適化, 線量の経時変化, 長期的リスク

1. 緒言

電中研では第二種廃棄物埋設で求められる ALARA（合理的に達成可能な限り低く）と BAT（利用可能な最善の技術）の概念に基づいた施設設計を具体化するため、確率論的アプローチによる施設設計の最適化手法を提案している。これまで、施設設計の選択肢の比較において、確率論的安全評価で得られる最大ピーク線量の最頻値をバリア性能の指標、不確実性幅を品質管理の指標とすることを検討してきた^[1]。一方で諸外国の事例調査により、線量の経時変化から長期的リスク（長期的に比較的高い線量が持続すること）に関する情報を得られることが分かった^[2]。そこで本報ではこれらの指標に加えて、線量の経時変化の不確実性を新たに指標とすることで最適化判断の説明性向上に有用となるかを検討した。

2. 評価方法

日本原子力学会標準^[3]に準拠した被ばく評価モデルを汎用シミュレーションコード GoldSim により構築し、仮想的な中深度処分施設を例題とした確率論的な線量評価を実施した。施設設計の選択肢として、主要な人工バリアである低透水層と低拡散層の性能が異なる組合せを設定し、透水係数と実効拡散係数を評価パラメータとした。評価対象核種は、重要核種かつセメント系材料への収着性が異なる I-129 および C-14 とした。

3. 結果と考察

図に低透水層の初期および長期の性能が異なる施設設計(A, B)の結果を示す。この例題では性能が比較的高いが実績不足のために長期性能の不確実性が大きいと想定せざるを得ない材料(A)と、性能が比較的低いものの十分な品質保証の見込みがあり長期性能の不確実性が小さい材料(B)を仮想した。A, Bともに 1000 年以内の線量ピークは I-129 由来、約 1 万年後の線量ピークは C-14 由来である。A では、確率分布の 50%ile（白点線）が低くなる一方で、長期の線量の確率分布は広がる。これは、評価パラメータの不確実性を小さくする必要性やその目標を定量的に示す結果と言える。このように線量の経時変化の不確実性を指標に加えることで、処分システムの安全性を長期的リスクの低減まで含めて総合的に評価できることになり、施設設計の最適化の説明性を高められると考える。

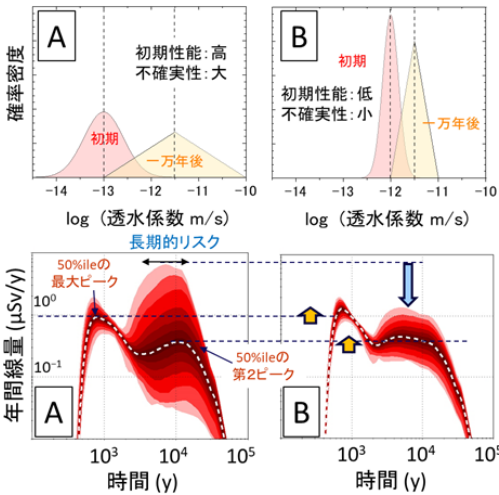


図. 施設設計と安全評価結果の比較例
(赤色の濃淡は確率の高低を表す)

参考文献 [1] Nakabayashi and Sugiyama, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **55**:3, 335-347 (2018). [2] 田中ほか, 電力中央研究所報告 L20004 (2021). [3] 日本原子力学会標準 AESJ-SC-F012 (2008)

* Shingo Tanaka, Ryo Nakabayashi, Kazuma Kuroda and Daisuke Sugiyama
Central Research Institute of Electric Power Industry