

放射性廃棄物処分における認識論的不確実性と偶然的不確実性を考慮した確率論的安全評価手法の開発

○中林 亮 (電中研), 杉山 大輔 (電中研)

1. はじめに

第二種廃棄物埋設施設の規制基準では内在する不確実性を考慮して、将来起こりうるシナリオの発生の可能性、及びその影響の大きさを勘案したリスク論的考え方に基づく段階的な線量めやす値（基本シナリオ：10 $\mu\text{Sv/y}$ 、変動シナリオ：300 $\mu\text{Sv/y}$ ）が設けられているが、具体的な安全評価方法は示されていない。放射性廃棄物の安全評価における不確実性は、「偶然的不確実性」と「認識論的不確実性」に分類することができる。前者はデータの本質的なばらつきに起因するものであり、データの統計的処理により正規分布等の確率分布として表現される。後者は情報や知識の不足に起因するものであり、専門家判断により確率分布として表現できる。本研究では、これらの不確実性を勘案した確率論的な線量評価手法を確立し、基本シナリオと変動シナリオの防護基準に対する遵守判断手法を提案する。

2. 確率論的安全評価手法の開発

開発した確率論的安全評価手法の手順を図 1 に示す。定量化した確率分布を、モンテカルロ計算が可能な核種移行評価コード (GoldSim) に入力し、最大被ばく線量の確率密度関数 (PDF) 及び累積確率分布 (CDF) を算出する。基本シナリオの防護基準に対する遵守判断としては、基本シナリオの評価目的を鑑み、PDF の最頻値と CDF の 50 パーセンタイル値の大きい値を評価値として採用し、10 $\mu\text{Sv/y}$ と比較する。変動シナリオの防護基準に対する遵守判断としては、ICRP の Pub. 101「代表的個人の考え方」を参考に、CDF の 95 パーセンタイル値を評価値として採用し、300 $\mu\text{Sv/y}$ と比較する。

3. 例題演習

開発した確率論的安全評価手法の適用性を確認するため、余裕深度処分を例題とした安全評価の試算を実施した。例題では人工バリアの劣化時期に係る不確実性（認識論的不確実性）と天然バリアの透水係数に係る不確実性（偶然的不確実性）を考慮した。対象核種としては評価上重要とされる ^{14}C を考慮し、その核種量や各バリア材のパラメータ値等は原子力学会標準（余裕深度処分の安全評価手法：2008）を参照した。その結果、本手法を活用することにより、正規分布等で表現される偶然的不確実性のみならず、多様な分布型で表現される認識論的不確実性を考慮しても、基本シナリオ及び変動シナリオの基準適合性を提示可能な見通しを得ることができた。

【参考文献】

R. Nakabayashi and D. Sugiyama, Development of methodology of probabilistic safety assessment for radioactive waste disposal in consideration of epistemic uncertainty and aleatory uncertainty, Journal of Nuclear Science and Technology, <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00223131.2016.1179138> (2016)

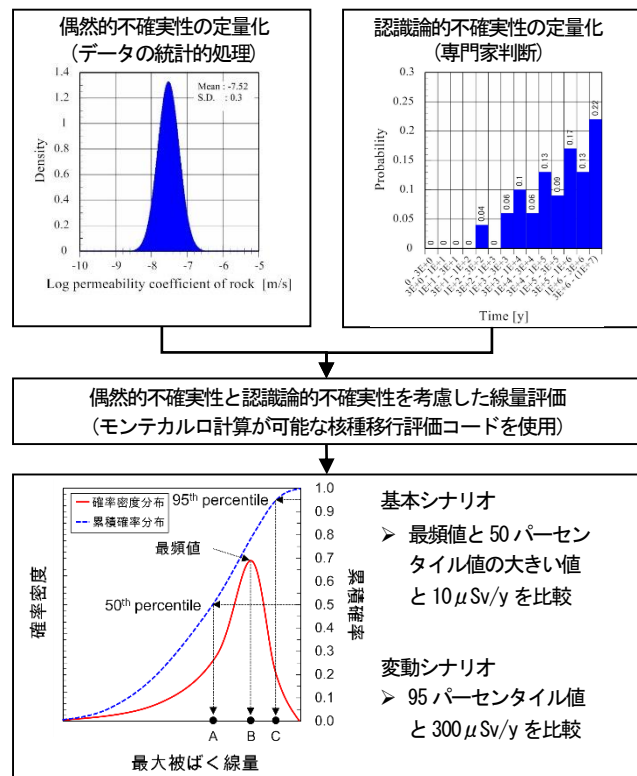


図 1 確率論的安全評価手法のフローチャート