順透過スペクトル法の開発
（2）バルク遮蔽計算における視点

The forward-transmission spectrum method: a simplified dose calculation for gamma-ray bulk shielding
(2) Perspectives on bulk shielding calculation

*平尾 好弘[1]，松田 規宏[2]
[1]海技研，[2]原子力機構

γ線バルク遮蔽に対する簡易計算の研究を通覧して、新たに開発した「順透過スペクトル法」の位置付けを行う。本手法の点減衰核法に対する優位性を明らかにするとともに、遮蔽応用にとって重要な多重層問題や線量換算係数に対する研究展開の可能性について報告する。

キーワード： γ線線量評価，バルク遮蔽，簡易計算，順透過スペクトル法

1. 緒言

γ線バルク遮蔽に対する簡易線量計算の研究は、点減衰核法の予測精度を高精度で保証するビルドアップ係数（BF）に関するものを中心に、遮蔽性能評価の基礎・応用において、我が国研究者の多大な貢献とともに成熟してきた。既往研究を通覧して、新たに開発した順透過スペクトル（FTS）法の位置付けを行う。

2. 方法

国内を中心に展開した計算法として簡易な点減衰核法及び透過行列法、及びそれらを挟む形で詳細な Invariant Embedding（IE）法の原理と特徴をレビューし（表 1）、FTS 法の位置付けを行った。ここでいう簡易計算法とは、空間的・エネルギー的に、放射線の透過減弱に係るマクロな挙動と結びついた直感的理解、及び少ないパラメータで表現が可能な手法を指す。解の連続性は多少犠牲にされるが一義的に解釈可能である。

表 1　γ線バルク遮蔽に対する線量計算法のレビュー

	点減衰核法（簡易）	Ｉ Ｅ法（詳細）	透過行列法（簡易）
原理	非衝突線の線量に対して、多様な補正係数を考慮	光の反射・透過問題の行列解法をγ線の輸送問題に拡張	γ線のエネルギー領域を数個に分割した行列計算に基づく
特徴・応用	・パラメータが少なく理解容易 ・拡張性なく多重層問題は対処療法的	・ビルドアップ係数算出に利用 ・多重層問題へ拡張	・多重層問題に適用

3. 知見

簡易計算法は通例、パラメータを絞るために馴染み深いベースとそこからの変化やバイアスを表現する定数を用いた数式で表現される。ベース、及びベースと定数の関係性が複雑だと直感的理解を妨げるので、ベースとして現象を支配する放射線挙動の概念が、また関係性が線型になるようにベースと定数の独立性が考慮される。例えば点減衰核法はベースが非衝突線量で BF の独立性が高く、それらの次元も少ないことが広く利用される所以である。一方、遮蔽応用として重要な多重層境界の不連続な線量変化を説明しようとすると、点減衰核法に畳み込まれた情報では足りず、対処療法的な補正しかできない。そこで、スペクトルの主要な変動から説明できるように、新たに開発した FTS 法では次元を増やして行列要素を定数とする透過行列法の流れに回帰を試みた。また FTS 法は、媒質中の順透過スペクトルの（準）平衡性をベースとする点に新規性がある。非衝突線は平衡スペクトルでも表せるため、点減衰核法との親和性もある。今後、定数データの整備と遮蔽応用に対する研究展開を行って適用性を証明する。（科研費「16K06967」助成研究）

参考文献　[1]　松田他、順透過スペクトル法の開発（1）順透過スペクトル法の原理、2019 年秋の大会 (2019).

* Yoshihiro HIRAO[1] and Norihiro MATSUDA[2]
[1]National Maritime Research Institute, [2]Japan Atomic Energy Agency