

## 炉物理解析コードシステム CBZ の放射線遮蔽計算への適用

Application of a reactor physics code system CBZ to radiation shielding calculations

\*千葉 豪<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北大

炉物理解析コードシステム CBZ の適用範囲の拡張の一環として行った放射線遮蔽計算の結果を示す。

**キーワード**：決定論的手法、中性子輸送計算、FRENDY、CBZ

**1. 背景** 北海道大学・原子炉工学研究室では、炉物理解析を主な用途とするコードシステム CBZ の開発を進めており、高速炉の炉心計算や軽水炉の燃料集合体計算などを対象に、機能の拡充や検証などを行っている。また、より広範な研究開発に活用することを目指した検討も進めており、その一環として放射線遮蔽問題への適用と精度の検証を進めている。

**2. CBZ の概要** CBZ は C++ で開発された決定論的手法に基づくコードシステムであり、炉物理解析に必要なデータ・計算手法をクラスとして定義する。これらクラスのインスタンスを有機的に結合させて、ユーザーが実施したい計算手続きを構築することで、多様な炉物理解析が実現される。CBZ には、多群の中性子輸送方程式を解くためのソルバーが複数実装されており、放射線遮蔽解析では主に SN 法に基づくソルバーを用いる。現時点では、SN 法に基づくソルバーとして、球、円柱、 $(r, \theta)$ 、XYZ、Triangular-Z 座標系向けのものが開発済みである。いずれのソルバーも空間離散化にはダイヤモンド差分を用いる。また、いくつかのソルバーには加速法（空間スイープのための拡散合成法や上方散乱反復のための Two-grid 加速法）が実装されている。

**3. 計算例** BWR の原子炉遮蔽壁までをモデル化した 1 次元球体系の問題[1]の計算結果を例として示す。固有値問題を対象とし、参照解は連続エネルギーモンテカルロコード MVP-3 により得た。体系を構成する媒質の多群断面積は、CBZ のモジュールでも計算可能であるが、異なる核種間の共鳴干渉効果をより精度良く取り扱えることから FRENDY コードにより計算したものをを用いた。図 1 に、压力容器内の高速中性子束（左）、コンクリート遮蔽壁内とその外側鋼板における熱中性子束（右）の参照解に対する相対誤差を示すが、4,000 群程度の計算により参照解を良好に再現することが分かる。このような計算により、VITAMIN-B7 の 199 群構造や BUGLE-B7 の 47 群構造を用いた場合の計算精度の定量的な評価が可能となる。

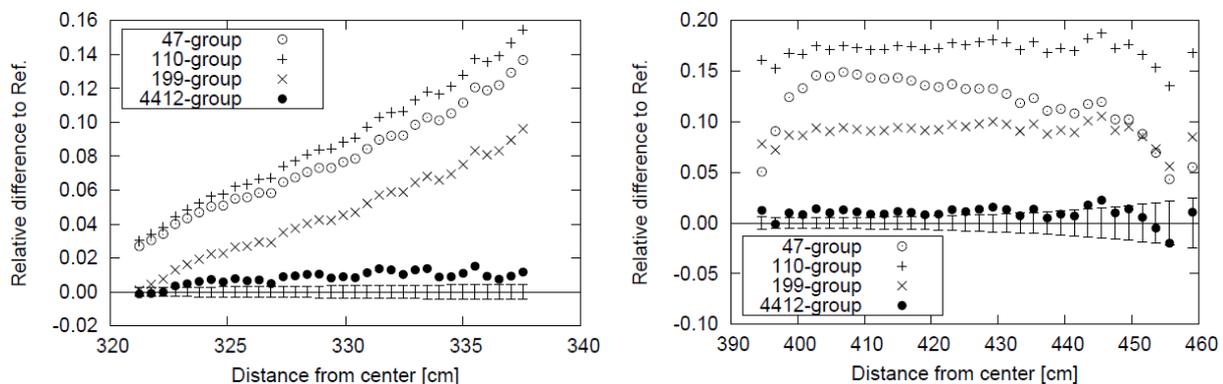


図 1 中性子束の誤差（左：压力容器の高速中性子束、右：遮蔽壁の熱中性子束）

**参考文献** [1] 千葉、2024 年春の大会。

\* Go Chiba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hokkaido University