

## 教育用の核種生成・崩壊計算コード S-Decay の開発

Development of Nuclides Generation and Depletion Code "S-Decay" for Education

\*松村 哲夫<sup>1</sup>、亀山 高範<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東海大

使い勝手のよい核種生成・崩壊計算コード「S-Decay」を Microsoft Excel+VBA を用いて開発し、大学での授業に活用している。生成と崩壊の計算には Bateman 法を採用し、断面積ライブラリセット ORLIBJ40、JENDL/DDF-2015 から抽出した個別  $\gamma$  線放出データの利用も可能である。大学での授業で学生は S-Decay を用いて使用済燃料の線源強度を自ら計算し、計算結果と教育用モンテカルロ法光子中性子輸送計算コード「S-Monte」を組み合わせ、遮蔽計算の基礎の理解を深めている。

**キーワード**：核種生成崩壊、S-Decay コード、教育、使い勝手、コード開発

**1. 背景・目的** 核種生成・崩壊計算コードとしては ORIGEN2.2 などが広く利用されているが、多機能なため、学生などの初学者には習熟と利用者登録の手続などが必要になる。また、 $\gamma$  線放出のエネルギー構造が 18 群に固定されて不便な面もある。このため、Microsoft Excel VBA を用いた使い勝手のよい核種生成・崩壊計算コード「S-Decay」を開発し、大学の授業で容易に利用可能とする。

**2. 計算手法** 核種生成と崩壊の計算には簡便な Bateman 法を利用し、重根、多重根などの問題には崩壊定数に 1.0001 などを掛ける僅かな補正を行い、循環問題については、循環を含む Bateman 法の燃焼チェーンの計算段数を指定し、その影響を確認出来るようにして問題を回避している。断面積ライブラリセット ORLIBJ40<sup>1)</sup>などのデータを取り組み、JENDL 崩壊データファイル JENDL/DDF-2015<sup>2)</sup>から抽出した個別  $\gamma$  線放出データの利用も可能で、任意のエネルギー群の  $\gamma$  線放出量の計算も可能である。

**3. コードの検証** 燃焼度 60GWd/t。冷却期間 2000 日までの 4.7% の PWR 使用済燃料からの質量、崩壊熱、ガンマ線、中性子放出量（自発中性子、 $(\alpha, n)$  反応中性子）などについて、S-Decay の結果と ORIGEN2.2+ORLIBJ40 の計算結果を比較し、教育用として十分な計算精度を持つことを検証した（図 1,2）。なお、0.7MeV（8 群）以下のガンマ線放出量では ORIGEN 型  $\gamma$  線データよりも個別  $\gamma$  線データの計算結果 S-Decay(Dis.) が ORIGEN2.2 の計算結果とよく一致した。

**4. 授業での活用** 本コードを東海大学原子力工学科の授業で使用し、使用済燃料からの  $\gamma$  線および中性子放出量を学生は自ら計算し、計算結果と教育用モンテカルロ法光子中性子輸送計算コード「S-Monte」<sup>3)</sup>を組み合わせ、遮蔽計算の基礎の理解を深めている。Excel+VBA 上で動作し領域バランス加速を行う 1-3 次元中性子拡散計算コード「S-Dif」<sup>4)</sup>も活用し、教育訓練に活用するとともに、本コード<sup>5)</sup>も含め実践にも展開していきたい。

1) JAEA-Data/Code2012-032. 2) JAEA-Data/Code 2015-030. 3) 東海大学紀要工学部 Vol. 60, No. 1 (2020). 4) 東海大学紀要工学部 Vol. 60, No. 1 (2020). 5) 東海大学紀要工学部 Vol. 61, No. 1 (2021).

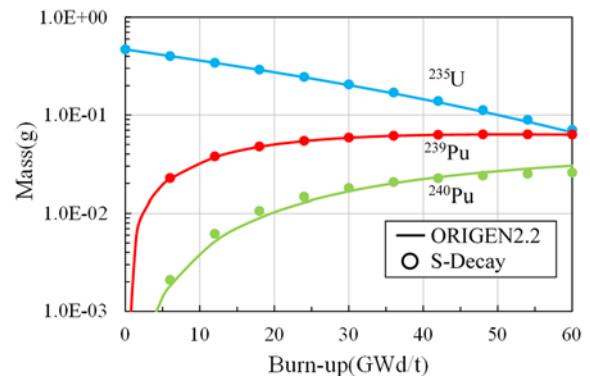


図 1 主要アクチニドの質量変化の比較

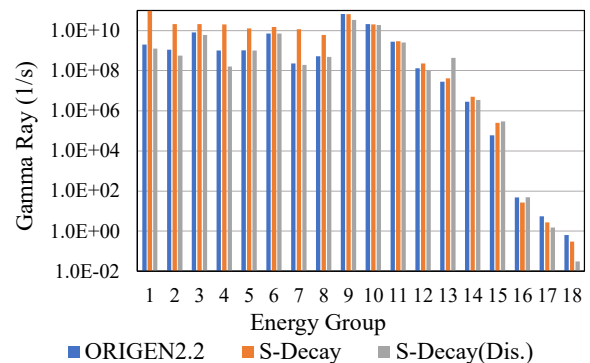


図 2 SF からの  $\gamma$  線放出データの比較

\* Tetsuo MATSUMURA<sup>1</sup> and Takanori KAMEYAMA<sup>1</sup> <sup>1</sup>Tokai University