

## 燃料デブリ水中落下時の臨界解析高速化

Improvement of criticality calculation speed in fuel debris falling down in water

\*三浦 拓也<sup>1</sup>, 西山 潤<sup>1</sup>, 小原 徹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東工大

確率論的幾何形状モデル STGM を用いて、燃料デブリ水中落下時の臨界解析を行った。領域分割数を多くすると、実効増倍率は Explicit の結果に近づくが、計算時間を要する。そこで、結合可能な隣接するメッシュを結合させて領域数を減らすことで、計算時間を短縮することが可能であることが明らかとなった。

**キーワード**：臨界安全，モンテカルロ計算，高速化，STGM，燃料デブリ

### 1. 緒言

燃料デブリ水中落下時のモンテカルロ計算は計算時間を要するので、計算精度を保ちつつ、計算の高速化が必要である。モンテカルロ計算で、確率論的幾何形状モデル STGM を用いて解析する場合、体系をメッシュで分割し、メッシュ内の燃料デブリ体積充填率によって燃料粒子の位置を中性子のパスに沿って確率論的に決定する。この場合、メッシュ分割数が少ないと精度が下がり、多いと精度は向上するが計算時間を要する。本研究の目的は、STGM に結合可能な隣合うメッシュを結合させるアルゴリズムを適用することで、臨界計算の十分な精度を保ちつつ、高速化が可能であることを明らかにすることである。

### 2. 解析

UO<sub>2</sub> (濃縮率 5wt%)、半径 1.0cm の球状デブリが体積充填率 30%で直径・高さ 90cm に分布している体系に対して解析を行った。球状デブリの体積充填率と無限増倍率の関係において、無限増倍率を最大値の 2% の幅で区切り、それぞれの無限増倍率の区間に対応する体積充填率の区間を決めた。さらに、体系の各メッシュにおいて、隣り合うメッシュの体積充填率が同じ区間にある場合、メッシュを結合させた。これにより体系の領域分割数を少なくし、モンテカルロコード MVP3.0 で STGM を用いて臨界解析を行った。なお、計算には東工大の Tsubame3.0 を用いて、総ヒストリー数 2500 万・100 並列で解析した。

### 3. 結果

解析結果を表 1 に示す。メッシュ結合アルゴリズムを用い、計算領域を減らすことで、メッシュを結合しない計算に比べて計算時間が短縮されることが分かる。そのため、ある程度の分割数を取りながら臨界計算の高速化が可能であることが明らかとなった。

また、Explicit は燃料デブリ粒子を 1つ1つすべてインプットに配置させた計算であり、これと比較すると STGM の計算時間は約 25 分の 1 となっている。一方、今回の体系では STGM の実効増倍率は Explicit に比べて 2%ほど過大評価しており、より安全側の評価となっている。

表 1 計算時間と実効増倍率

	125分割 (20cmメッシュ)		8000分割 (5cmメッシュ)	
	メッシュ結合なし	メッシュ結合あり	メッシュ結合なし	メッシュ結合あり
BODY数	125	65	8000	2783
計算時間	28s	24s	12m11s	3m43s
$k_{\text{eff}}$	1.4200	1.4198	1.4109	1.4114

\*Takuya Miura<sup>1</sup>, Jun Nishiyama<sup>1</sup> and Toru Obara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Tech.