

## 多種多様な燃料デブリの崩壊熱評価手法の開発

Development of a decay heat estimation method for various fuel debris

\*坂本 雅洋<sup>1</sup>, 寺島 顕一<sup>1</sup>, 松村 太伊知<sup>1</sup>, 藤田 学<sup>2</sup>, 奥村 啓介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>JPC

福島第一原子力発電所（1F）事故により発生した燃料デブリの取出し時の冷却方法の検討や輸送・保管時の容器の除熱評価に向けてデブリの崩壊熱を簡易に評価できる手法を開発した。

キーワード：福島第一原子力発電所、燃料デブリ、崩壊熱、放射性廃棄物

**1. 背景・目的** 2021年以降に予定されている燃料デブリの取出しに備え、事前にデブリがどの程度の崩壊熱を出すのかを予測し、冷却時の適切な注水量の設定など汚染水を過度に増やさないための措置を講ずる必要がある。しかしデブリの崩壊熱はデブリの重量、燃焼度、核種の放出割合、評価時期など多くのパラメータによって支配されるため、その評価をおこなうのは容易ではない。そこで、それらパラメータの変動を踏まえた多種多様なデブリの崩壊熱に適用できる計算手法を開発することを本研究の目的とする。

**2. 計算手法** 3次元中性子輸送・燃焼計算コードMOSRAを用いた燃焼度・ボイド率分布を考慮したインベントリ計算の結果[1]から、デブリの崩壊熱に寄与する核種の燃焼度変化に対する核種組成を多項式フィッティング式として表現する。任意の燃焼度における事故時の寄与核種の組成をコードに頼らず簡単に求められるようにした。その関数を利用し、デブリの崩壊熱評価式を作成した。(1)に一例を示す。

$$Q[W] = \sum_i \left(1 - \frac{f_i}{100}\right) \times E_i \lambda_i \frac{W_i(B)}{M_i} \cdot \frac{W_d \cdot u}{10^8} \cdot N_A \cdot e^{-\lambda_i t} \times g_i \quad (1)$$

式(1)中の各パラメータは $Q$ :デブリの崩壊熱[W]、 $f_i$ :核種 $i$ の放出割合[%]、 $E_i$ :核種 $i$ の崩壊による平均発熱量[J/Bq]、 $\lambda_i$ :崩壊定数[s<sup>-1</sup>]、 $W_i$ :多項式フィッティング式により算出した重量[g/tU]、 $M_i$ :原子量[-]、 $W_d$ :デブリの重量[g]、 $u$ :デブリ中のウランの重量割合[wt%]、 $N_A$ :アボガドロ数[ $\text{mol}^{-1}$ ]、 $t$ :事故からの経過時間[s]、 $g_i$ :分析値等による補正係数[-]である。崩壊熱評価式を表計算ソフトに組み込み、ユーザーがデブリの重量・燃焼度・評価時期など任意のパラメータを設定することで即座にデブリの崩壊熱を計算できるツールも作成した。

**3. 結果** 作成したツールで求めた1F2号機の2021年3月時点での全炉心崩壊熱（保守評価で $f_i = 0$ ）とその寄与核種の内訳を図1に、崩壊熱の経時変化を図2にそれぞれ示す。寄与核種のうち<sup>90</sup>Sr-<sup>90</sup>Yと<sup>137</sup>Cs-<sup>137m</sup>Baの放射平衡核種が取出し日から数十年までデブリ中の支配的な崩壊熱であることが予想される。発表ではツールを使用したパラメータの感度解析や分析値[2]と組み合わせた崩壊熱の評価についても報告する。

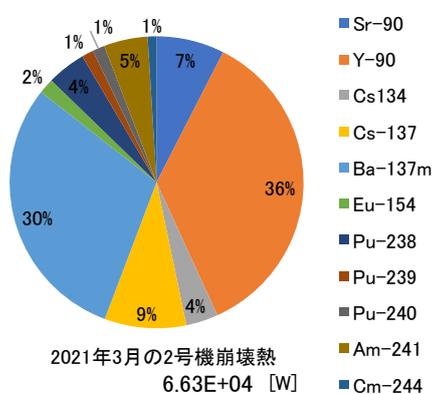


図1 デブリ崩壊熱に寄与する核種

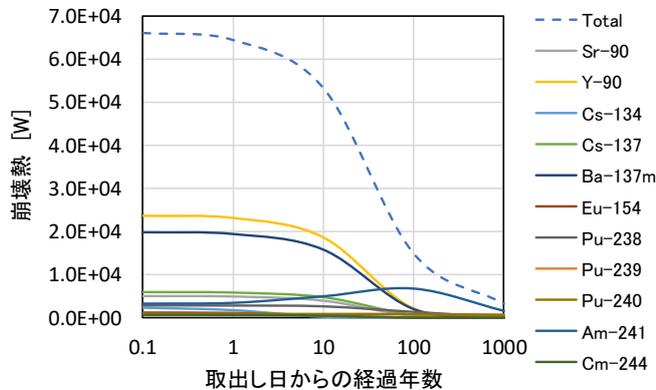


図2 デブリ崩壊熱の経時変化

参考文献 [1] K. Okumura, et al., JAEA-Conf 2013-002, pp.15-20(2013), [2] M. Asami, et al, JAEA-Data-Code-2017-001.

\*Masahiro Sakamoto<sup>1</sup>, Kenichi Terashima<sup>1</sup>, Taichi Matsumura<sup>1</sup>, Manabu Fujita<sup>2</sup>, Keisuke Okumura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>JPC