

## 模擬溶融コリウム中のガドリニウムおよび鉄の凝固時偏析に係る基礎検討

Fundamental study on the solidification morphology and segregation of Gd and Fe in simulated molten corium

\*須藤 彩子<sup>1</sup>, イゴール ポズニャック<sup>2</sup>, 佐藤 拓未<sup>1</sup>, 永江 勇二<sup>1</sup>, 倉田 正輝<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>レジュ研究センター

溶融燃料凝固過程の解析モデル妥当性評価のため、U-Zr-Gd-Fe-O 系模擬溶融コリウムの凝固試験を実施した。固化後の試料の分析を行うことによって燃料デブリ中の Fe および Gd の偏析傾向を評価した。

キーワード：コリウム，圧力容器下部ヘッド，コールドクルーシブル誘導加熱，凝固時偏析

**1. 緒言** 過酷事故時に圧力容器内で形成される溶融燃料(コリウム)は、表面が固化した後も内部では対流や崩壊熱等の影響を受けつつ長時間かけて凝固し、成分や相の偏析が起こることが予測される。特に、溶融コリウム中に含まれる Gd、Fe の偏析傾向の把握は再臨界の観点から非常に重要である。本研究では溶融燃料凝固過程の解析モデル妥当性評価のため、模擬溶融コリウムの凝固試験を行い、Gd および Fe の偏析傾向を評価した。

**2. 実験** 炉心溶融物の構成材料として、 $\text{UO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$  の粉末試薬を用いた。No.1 ではさらに小片の金属モリブデンを加え、No.2 では模擬 FP 酸化物( $\text{MoO}_3$ 、 $\text{NdO}_3$ 、 $\text{SrO}_2$ 、 $\text{RuO}_2$ )の粉末試薬を加えた。(重量~900g) それぞれの組成を表 1 に示す。模擬コリウム試料は最大出力 60kW のコールドクルーシブル誘導加熱炉を用い、金属 Zr (5g)を誘導体とし空气中で加熱した。溶融プール出現後、試料表面温度は約 2400°Cまで達し、その後試料ステージを徐々に発熱源より下降させることにより徐冷した。固化後、試料インゴットの SEM/EDX での元素分析を行い試料内部の生成相および組織の調査を行った。

**3. 結果・考察** No.1 では試験中、Mo 蒸発時に溶融物がらつばから飛び散ったため、固化後は 266.3g、高さ 2.8cm のインゴットとして得られた。試料上部から下部にかけサンプリングを行い、それぞれ点分析を行ったところ、平均組成は  $\text{U}_{0.59}\text{Zr}_{0.37}\text{Gd}_{0.03}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_2$  であった。Mo は試料中には検出されなかった。No.2 では固化後、757.8g、高さ 3.2cm のインゴットとして得られ、試料の平均組成は  $\text{U}_{0.67}\text{Zr}_{0.3}\text{Gd}_{0.02}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_2$  であった。Mo、Nd、Sr は試料中には検出されず、Ru は金属として析出した。

インゴット高さ方向による Fe 濃度の変化を図 1 に示す。Fe 濃度は No.1 では、最終凝固位置に近いと予測される試料中心部(1.5cm)で最大となり(0.8wt%)、上部クラスト部分(2.5cm)で最小となった。一方、No.2 では試料上部(3.0cm)で最大となった。No.2 は No.1 に比べ溶融物の量が多く、最終凝固位置が 2.0cm~2.5cm 付近であると考えられ、上部がより最終凝固位置に近かったためと考えられる。

JAEA 内で行っている凝固解析モデルでは燃料デブリ中の Fe は最終凝固位置上部で濃化することが予測されており[1]、今回の実験結果とおおよそ一致している。

### 参考文献

[1] 佐藤他, シビアアクシデント時の燃料破損・溶融過程解析手法の高度化(1)(その7)凝固モデル整備, 日本原子力学会 2018 年秋の大会 1H07 (2018).

表 1 出発材料組成(wt%)

	$\text{UO}_2$	$\text{ZrO}_2$	$\text{Gd}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	Mo(metal)	Sim-FPs
No.1	68.4	28.6	2	0.7	0.3	-
No.2	67.1	28	2	0.6	2.3	2

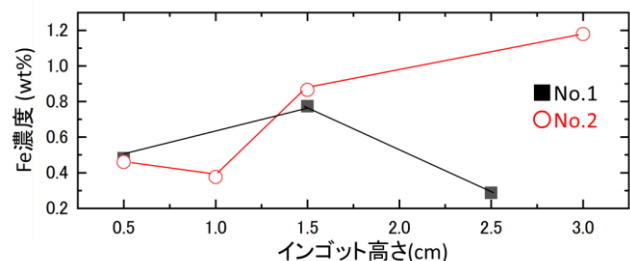


図 1 高さ方向による Fe 濃度の変化(wt%)

\*Ayako Sudo<sup>1</sup>, Igor Poznyak<sup>2</sup>, Takumi Sato<sup>1</sup>, Yuji Nagae<sup>1</sup> and Masaki Kurata<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Rez Research Center.