

## 照射ジルコニウム合金中の Fe クラスターと Fe 量の関係

Correlation between Fe content and formation of Fe (nano) clusters in irradiated zirconium alloys

\*澤部 孝史<sup>1</sup>, 園田 健<sup>1</sup>

<sup>1</sup>電力中央研究所

照射による析出物原子の溶出は、被覆管の耐食性に影響を及ぼすと考えられ、当所は照射ジルコニウム合金中の溶出原子の分布を調べている。本発表では、中性子照射されたジルコニウム合金の原子プローブ観察により得られた溶出 Fe 原子の分布と Fe 量の関係を報告する。

**キーワード：**ジルコニウム合金，燃料被覆管，金属析出物，中性子照射，原子プローブトモグラフィー

### 1. 緒言

当所は、これまで照射により析出物から溶出した Fe, Cr がナノサイズのクラスターを形成して、母相中に点在すること確認した[1]。クラスターの寸法および数密度は、照射量とともに増加する傾向があった。本研究では、新たに Fe 量の異なる照射ジルコニウム (Zr) 合金被覆管材に対して、原子プローブ (APT) 観察を実施し、Fe 量とクラスターの寸法および数密度との関係を調査した。

### 2. 試料と実験方法

高 Fe 材 (Fe 量 0.43 at%)、中 Fe 材 (0.29 at%)、低 Fe 材 (0.18 at%、既往研究[1]で使用) の Zr 合金を用いた。これらは BWR で照射され、最大の中性子照射量は  $15 \times 10^{25} / \text{m}^2$  ( $E > 1 \text{ MeV}$ ) であった。集束イオンビーム装置を用いて試料を作製し、原子プローブ (APT) 観察を実施した。APT データから三次元原子マップを構築して、TEM 観察結果と比較した。クラスター探索には Maximum Separation 法を用いた。

### 3. 結果

多くのクラスターは c 成分転位に沿って観察された。検出したクラスターは一定密度の球体と仮定し、図 1 に平均クラスター半径と照射量の関係を示す。照射量  $10 \times 10^{25} / \text{m}^2$  まで Fe 量の影響は見られないが、高照射量では高 Fe 材のみ、平均クラスター半径が増加した。図 2 にクラスター数密度と照射量の関係を示す。数密度は  $10^{23}$  個/ $\text{m}^3$  オーダーまで増加し、Fe 量の影響は見られなかった。また、クラスターを除く母相中の Fe 濃度は、およそ 0.1 at% と評価された。

### 参考文献

[1] T. Sawabe, T. Sonoda, S. Kitajima, Proceedings of WRFPM 2014, Sendai, Japan, Sep. 14-17, 2014, Paper No. 100139.

\*Takashi Sawabe<sup>1</sup> and Takeshi Sonoda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry

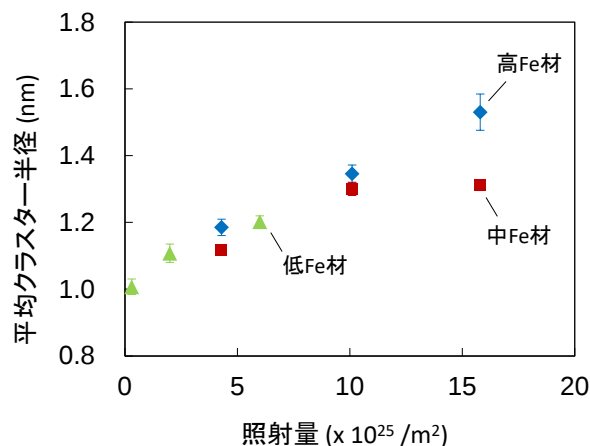


図1 平均クラスター半径と照射量の関係

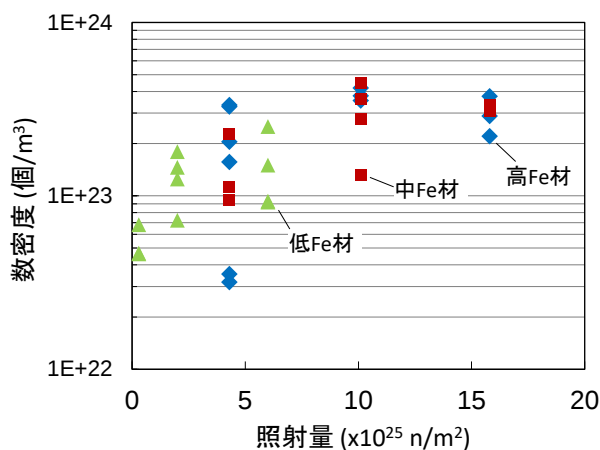


図2 クラスター数密度と照射量の関係