

## 高機能ハイエントロピー合金の耐照射特性評価

Evaluation of Irradiation Resistance in High-performance High Entropy Alloy

山下 真一郎<sup>1)</sup> 井岡 郁夫<sup>1)</sup> 橋本 直幸<sup>2)</sup> 岡 弘<sup>2)</sup>

Shinichiro YAMASHITA Ikuo IOKA Naoyuki YASHIMOTO Hiroshi OKA

<sup>1)</sup>原子力機構 <sup>2)</sup>北海道大学

### (概要)

先進的高機能材料として原子力分野での応用が期待されている低放射化ハイエントロピー合金（HEA）に着目し、HEAの耐照射性に及ぼす核変換ガスの影響評価を最終の目標に据え、R6年度はそのベースデータとなる8MeV Au<sup>4+</sup>シングルイオン照射データと8MeV Au<sup>4+</sup>+600keV He<sup>+</sup>デュアルイオン照射データを取得した。

**キーワード**：低放射化ハイエントロピー合金、イオン照射、耐照射性、核変換ガス

### 1. 目的

ハイエントロピー合金（HEA）は、熱的安定性、硬度、高温強度、疲労強度、耐食性等の諸特性に優れ、様々な産業分野への適用が検討されている。近年では、原子力分野への利用に適した構成元素の組み合わせ最適化が図られつつ、照射試験を通じたHEA構成原子の拡散挙動や欠陥形成挙動における特異性、高温での照射損傷に対する優位性等が報告されている[1-3]。一方、原子力材料への3Dプリンティング技術の適用を目指した照射研究も幾つか報告[4]されており、3Dプリンティングを用いた原子力用低放射化HEAの実現に大きな期待が寄せられている。

表1 照射特性評価の試験マトリックス

| 照射モード<br>照射量<br>材料 ID | Au <sup>4+</sup> ・Single Ion Beam |         | Au <sup>4+</sup> + He <sup>+</sup> ・Dual Ion Beam |         |
|-----------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------------------------------|---------|
|                       | 6.1dpa                            | 60.9dpa | 6.1dpa                                            | 59.3dpa |
| SUS316L               | ○                                 | ○       | ○                                                 | ○       |
| ODS-316L              | ○                                 | ○       | ○                                                 | ○       |
| 0Y                    | ○                                 | ○       | ○                                                 | ○       |
| ODS-HEA               | ○                                 | ○       | ○                                                 | ○       |
| Mn 0.4                |                                   |         |                                                   | ○       |
| Mn 1.0                | ○                                 | ○       |                                                   | ○       |
| Mn 1.5                |                                   | ○       |                                                   | ○       |
| Mn 1.3 Ni 1.3         |                                   |         |                                                   | ○       |

HEAの照射特性については、特にはじき出し損傷に関する実験研究が比較的多く、核変換ガスの効果については機構論をはじめ十分な理解に至っていない。そこで本研究では、高機能HEAの耐照射性に及ぼす核変換ヘリウム（He）ガスの影響を評価することを目的に、金（Au）イオンとHeイオンのイオン同時照射実験を高損傷量まで行い、照射後の微細組織変化から耐照射性を評価する。

### 2. 実施方法

アーク溶解法にて作製した低放射化HEA合金と参照用SUS316Lの短冊状試料を準備し、イオン照射試験に供した。イオン照射は、表1に示した試験マトリックスに従い、300℃で8MeV Au<sup>4+</sup>シングルイオン照射と8MeV Au<sup>4+</sup>+600keV He<sup>+</sup>デュアルイオン照射を実施した。

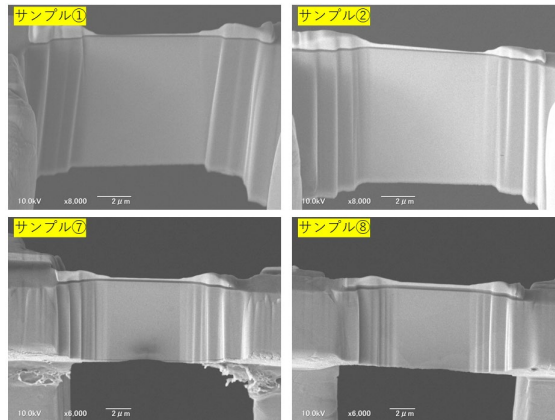


図1 イオン照射後にFIB加工で薄片化したSUS316L（サンプル①②）、及び低放射化HEA（サンプル⑦⑧）のSEM

イオン照射試験後の試料は、集束イオンビーム加工装置（FIB）にて透過型電子顕微鏡（TEM）用試験片に加工した。

### 3. 結果及び今後の展開等

アーク溶解法にて作製した低放射化 HEA 合金と参照用 SUS316L の薄片化試料を図 1 に示す。2025 年度はこの薄片化した試験片を用いて TEM 観察を行い、照射に伴う微細組織変化（照射下組織安定性評価）を行う予定である。

### 4. 引用(参照)文献等

- [1] N. A. P. K. Kumar et al., Acta Mater. 113 (2016) 230-244.
- [2] C. Li et al., J. Nucl. Mater. 527 (2019) 151838.
- [3] W-Y Chen et al., J. Nucl. Mater. 539 (2020) 152324.
- [4] S. Li et al., Scripta Materialia 178 (2020) 245-250.