

# マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

## ARIM User's Report

[Release : 2025.06.10] [Update : 2025.05.19]

### 課題データ / Project Data

|   |  |
|---|--|
| 課題番号<br>Project Issue Number                | 24HK0069   |
| 利用課題名<br>Title                              | 原子炉炉心材料用粒子分散型合金の創製   |
| 利用した実施機関<br>Support Institute               | 北海道大学 / Hokkaido Univ.   |
| 機関外・機関内の利用<br>External or Internal Use      | 内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)  |
| ARIM半導体基盤PF<br>関連課題<br>Related to ARIM-SETI | 指定なし / No Designation  |
| 横断技術領域<br>Cross-Technology Area             | 計測・分析/Advanced Characterization  |
| 重要技術領域<br>Important Technology Area         | 革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion   |
| キーワード<br>Keywords                           | 光学顕微鏡/ Optical microscope,X線回折/ X-ray diffraction,エネルギー貯蔵/<br>Energy storage,電子顕微鏡/ Electronic microscope,イオンミリング/ Ion milling,<br>電子回折/ Electron diffraction,集束イオンビーム/ Focused ion beam |

### 利用者と利用形態 / User and Support Type

|   |   |
|---|---|
| 利用者名 (課題申請者)<br>User Name (Project Applicant)   | 岡 弘   |
| 所属名<br>Affiliation  | 北海道大学大学院工学研究院材料科学部門                                     |
| 共同利用者氏名<br>Names of Collaborators<br>Excluding Supporters in<br>the Hub and Spoke<br>Institutes | 小出隼司、河上竜也、橘川和真  |
| ARIM実施機関支援担当者<br>Names of Supporters in<br>the Hub and Spoke<br>Institutes                      | 遠堂敬史、澤厚貴、原田真吾、平岩健聖                                      |
| 利用形態<br>Support Type  | 機器利用/Equipment Utilization,技術代行/Technology Substitution |

### 利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 利用した主な設備<br>Equipment ID & Name | HK-101 : ダブル球面収差補正走査透過型電子顕微鏡<br>HK-103 : マルチビーム超高压電子顕微鏡<br>HK-301 : 環境セル対応透過電子顕微鏡<br>HK-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置<br>HK-403 : 集束イオンビーム加工装置 |
|---------------------------------|--|

## 報告書データ / Report

|  |  |
|--|--|
| 概要 (目的・用途・実施内容)<br>Abstract (Aim, Use Applications and Contents) | 次世代原子炉構造材料における課題は、中性子照射による原子はじき出しを起源とする体積膨張（ボイドスウェリング）である。ハイ/ミディアムエントロピー合金(H/MEA)は、格子ひずみ効果及び遅い拡散効果を有するとされ、はじき出し損傷による照射欠陥の形成及び移動、ならびに材料構成原子の拡散挙動は従来合金と異なる可能性があり、原子炉構造材料へ応用するための基礎研究が活発化している。さらに、照射損傷に対する抵抗性を高めるための材料組織設計として、照射による点欠陥の消滅場所すなわちシンクサイト（結晶粒界、転位及び母相/粒子界面等）を材料中に導入するアプローチも有効である。本研究では、Coフリーの単相FCC型MEAであるCrFeMnNi系MEAを母材とし、照射による欠陥の消滅場所となるナノサイズ粒子を材料内部に微細かつ高密度に分散した酸化物分散強化型MEA（ODS-MEA）の開発を試みた。 |
| 実験<br>Experimental   | CrFeMnNi系MEAの合金粉末、Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 及びTiを遊星型ボールミルによってメカニカルアロイングし、放電プラズマ焼結にて固化することで、材料中にY系酸化物を分散させたバルク体（ODS-MEA）を得た。各試料の機械特性及び微細組織を、室温引張試験、XRD、SEM-EBSD、STEM-EDSを用いて評価した。また、北海道大学の超高压電子顕微鏡（JEM-ARM1300）を使用して、電子線照射その場観察実験を行うことにより、ナノサイズ粒子のシンク効果を調査した。シンク効果の精査にあたっては、316Lステンレス鋼を母相とするODS-316Lを別途作製し、ODS-MEAと比較することで考察した。   |
| 結果と考察<br>Results and Discussion                                  | 電子線照射によって形成したボイドのサイズ及び数密度からボイドスウェリングを評価した結果、MEAをODS化することによりスウェリングは増加した。一方、ODS-316L中に生じたスウェリングは316Lと比較して減少した。これは、ODS-316L中の酸化物/母相界面が格子間原子と空孔の再結合サイトであることに由来すると推察されるとともに、本照射条件においては、ODS-MEA中の酸化物/母相界面におけるシンク効果はODS-316L中のそれとは異なる可能性を示唆している。  |
| 図・表・数式<br>Figures, Tables and Equations                          |  |
| その他・特記事項（参考文献・謝辞等）<br>Remarks(References and Acknowledgements)   |  |

## 成果発表・成果利用 / Publication and Patents

|  |   |
|--|---|
| DOI (論文・プロシーディング) [1]<br>DOI (Publication and Proceedings) | Haotian Sun, Role of aging temperature on thermal stability of Co-free Cr <sub>0.8</sub> FeMn <sub>1.3</sub> Ni <sub>1.3</sub> high-entropy alloy: Decomposition and embrittlement at intermediate temperatures, <i>Materials Characterization</i> , <b>210</b> , 113804(2024).<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.matchar.2024.113804">DOI: 10.1016/j.matchar.2024.113804</a> |
| 口頭発表、ポスター発表<br>および、その他の論文[1]<br>Oral Presentations etc.    | H. Oka, T. Niino, K. Ono, N. Hashimoto, The 21st International conference on Fusion reactor materials (ICFRM-21), 2023/10/22, Granada, Spain  |
| 特許出願件数<br>Number of Patent Applications                    | 0件  |

|  |    |
|--|----|
| <b>特許登録件数</b><br><b>Number of Registered Patents</b> | 0件 |
|--|----|