

# 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 Project Issue Number	24HK0071
利用課題名 Title	低放射化ハイエントロピー合金の高温腐食挙動に関する基礎研究
利用した実施機関 Support Institute	北海道大学 / Hokkaido Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	電子顕微鏡/ Electronic microscope,イオンミリング/ Ion milling,集束イオンビーム/ Focused ion beam,光学顕微鏡/ Optical microscope,X線回折/ X-ray diffraction,電子回折/ Electron diffraction,質量分析/ Mass spectrometry,表面・界面・粒界制御/ Surface/interface/grain boundary control

### 利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	重中 美歩
所属名 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 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	橋本直幸
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	橋本直幸
利用形態 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

<b>利用した主な設備</b> <b>Equipment ID &amp; Name</b>	HK-107 : 量子・電子制御ナノマテリアル顕微物性測定装置 HK-103 : マルチビーム超高压電子顕微鏡 HK-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置 HK-303 : 電界放出形電子プローブマイクロアナライザー HK-302 : 電界放出形走査電子顕微鏡
---	---

## 報告書データ / Report

<b>概要 (目的・用途・実施内容)</b> <b>Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</b>	先進型原子炉および核融合炉などの次世代型エネルギー炉の安全な稼働には、中性子あるいは高エネルギー粒子照射環境に十分な耐性を持つ構造材料が必要である。これまで水冷却配管材料としてオーステナイトステンレス鋼を基礎に材料開発が行われているが、高温水蒸気中酸化生成物の照射下挙動評価は検討すべき課題の一つである。一方、材料構成原子の拡散挙動や欠陥形成挙動について特異性を有するハイエントロピー合金(HEA)は、一部が高温領域で耐照射性を有する可能性が指摘され、このHEAの炉材料への応用研究が進められている。また、精巧な部品製造が可能な金属積層造形法は次世代型小型原子炉の部品への材料供給が期待されている。本研究では、複数のFCC型HEAの高温水蒸気酸化特性を評価し、既存の材料と比較しながら、冷却配管としての可能性について検討した。
<b>実験</b> <b>Experimental</b>	アーク溶解にて作製したHEA : Cr0.8FeNiMn, Cr0.8FeNi1.3Mn, Cr0.8FeNi1.5Mn, Cr0.8FeNi1.3Mn1.3, Cr0.8FeNi1.3Mn1.3Al0.4, Cr0.8FeNiMnCo0.5, Cr0.8FeNiMnCo およびレーザー積層造形(SLM)にて作製したCr0.8FeNi1.3Mn1.3, Cr0.8FeNi1.3Mn1.3Al0.4, 316L, 電子ビーム積層造形にて作製した316Lに対し、熱処理を実施した後、10mm×10mm×1mmの形状に加工して高温水蒸気酸化試験に供した。酸化試験はAr-20%H <sub>2</sub> O中、600°Cで計25時間行い、酸化前後の質量変化を測定した。また、走査型電子顕微鏡 (SEM)、エネルギー分散型X線分析 (EDS)、電子線マイクロアナライザー (EPMA) による表面観察および構造解析を行い、酸化試験による各試料の微細組織や構造変化について、316SS、Cantor系HEA : CoCrFeNiMn (Cantor)、CoCrFeNiAl0.3と比較した。
<b>結果と考察</b> <b>Results and Discussion</b>	本試験条件において、作製した全てのHEAの質量変化は既存316SSと比較して小さくなった。また、Ni含有量の多いHEAはCantor合金よりもより高い耐酸化性を示すことも判明した。一方、いずれのCoフリーHEAも、CoCrFeNiAl0.3ほどの高い耐酸化性を示さなかった。酸化試験後の各試料の断面観察および表面近傍の組成分析の結果、CoフリーHEAが高い耐食性を示さなかったのは、内層においてCrが十分に濃化せず内部酸化が進行しているためと推察される。また、Alを添加したHEAにおける酸化試験後の質量変化は比較的小さかった。当該試料の断面観察では、Alの濃縮および欠乏領域は確認できなかった。この結果は、Alには合金中での内部酸化進行速度を遅らせる効果があることを示唆している。
<b>図・表・数式</b> <b>Figures, Tables and Equations</b>	
<b>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等)</b> <b>Remarks(References and Acknowledgements)</b>	

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

<b>DOI (論文・プロシーディング)</b> <b>DOI (Publication and Proceedings)</b>	
--	--

口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件