

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 : 2025.06.26] [Update : 2025.06.20]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22TU0050
利用課題名 Title	超常磁性粒子-絶縁体複相構造材料の研究
利用した実施機関 Support Institute	東北大学 / Tohoku Univ.
機関外・機関内の利用 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 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	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed 次世代バイオマテリアル/Next-generation biomaterials
キーワード Keywords	微粒子, 薄膜, 電子顕微鏡/Electron microscopy

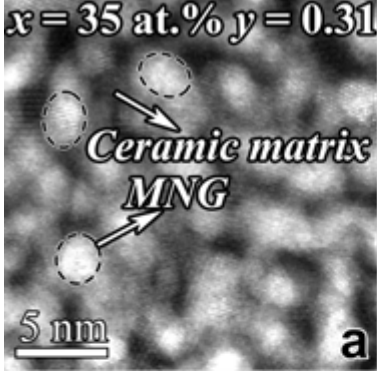
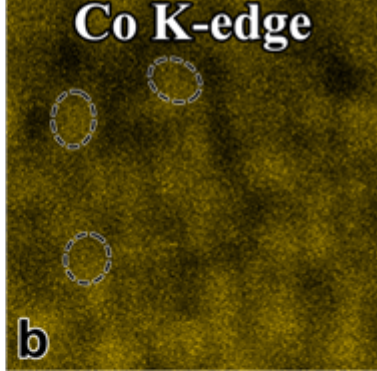
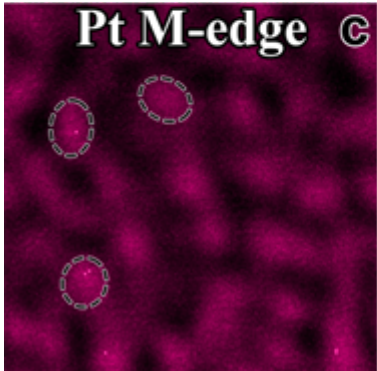
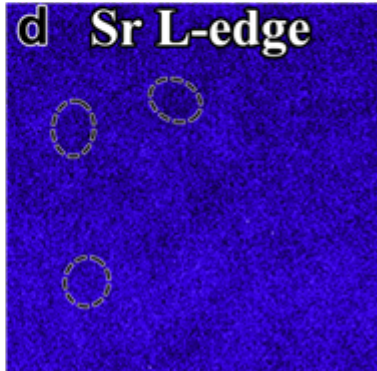
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	王 誠
所属名 Affiliation	東北大学 学際フロンティア研究所
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	伊藤俊
利用形態 Support Type	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 Equipment ID & Name	TU-504 : 超高分解能透過電子顕微鏡 TU-516 : 分析電子顕微鏡
---------------------------------	---

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>第5次産業革命のための次世代電磁材料の強力候補として、磁気電気材料の高性能化の開発が必須である。本研究室はナノグラニューラー薄膜で新たなトンネル型磁気電気効果、トンネル磁気誘電(TMD)効果を発見した。従来のカップリング型と比較して、より弱い磁場でも室温で使用できる。ナノグラニューラー薄膜とは超常磁性金属ナノ粒子(2~3nm)が絶縁体セラミックマトリクス中に分布する薄膜である。これまでの研究は、主にマトリクスの組成や構造に注目し、金属ナノ粒子の研究は着目されていなかった。本研究は、添加効果によって金属ナノ粒子のサイズや形状やスピン分極率に着目し、より高性能な膜を開発する。その内、金属ナノ粒子の組成を確認するため、STEM-EDSマッピングで元素の分布を確認することは不可欠である。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>スパッタ法で作製した薄膜試料を破壊し、断面をアラルダイトで接着し、表面を研磨機とサンドペーパー (#1000、#2000、#4000) で80~100 μmまで粗研磨し、0.8mmのメッシュを貼り付け、PIPSでシャトル形の穴を空け、電子顕微鏡観察用試料を作製した。試料の出来栄を分析電子顕微鏡 (EM-002B) で確認し、その後JEM-ARM200FのSTEM-EDSマッピングモードで金属ナノ粒子中の添加元素の存在を確認する。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>添加元素Pt (Fig.1)、Pd (Fig.2)、Fe (Fig.3)、Ni (Fig.4) のHAADFとEDSマッピングの結果より、ナノグラニューラー構造のナノ粒子とマトリクスを確認できた。今後、観察結果を磁気特性や誘電特性の結果と比べながら、添加効果を議論する。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>a</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>b</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>c</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>d</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Fig.1 Pt添加試料のHAADFとEDSマッピングの観察結果</p>

図・表・数式 2
Figures, Tables and
Equations 2

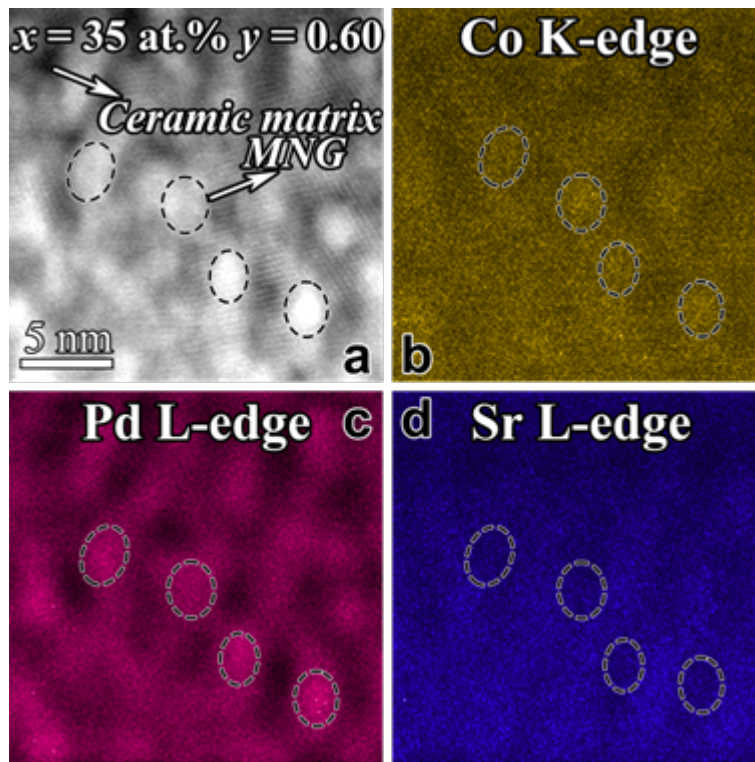


Fig.2 Pd添加試料のHAADFとEDSマッピングの観察結果

図・表・数式 3
Figures, Tables and
Equations 3

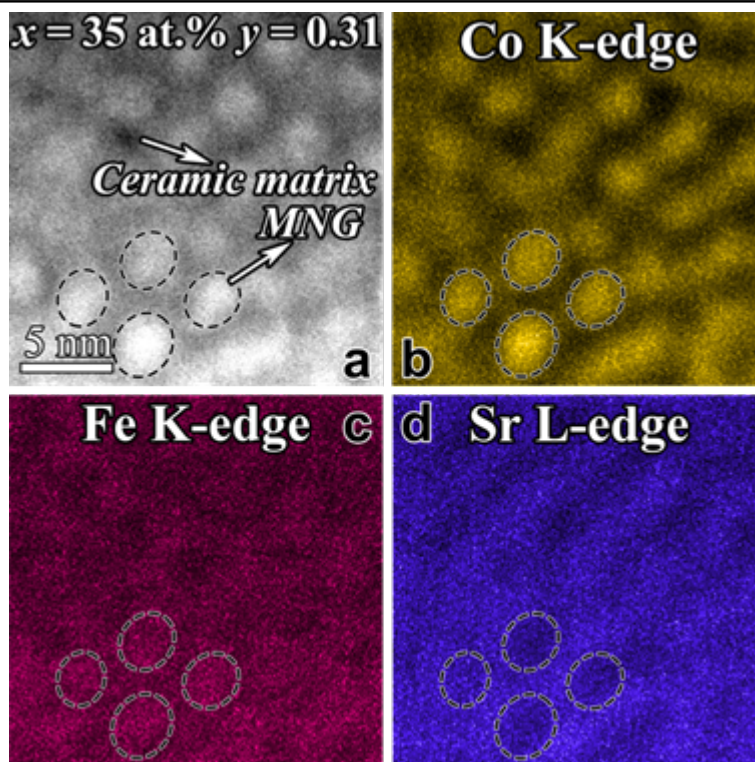
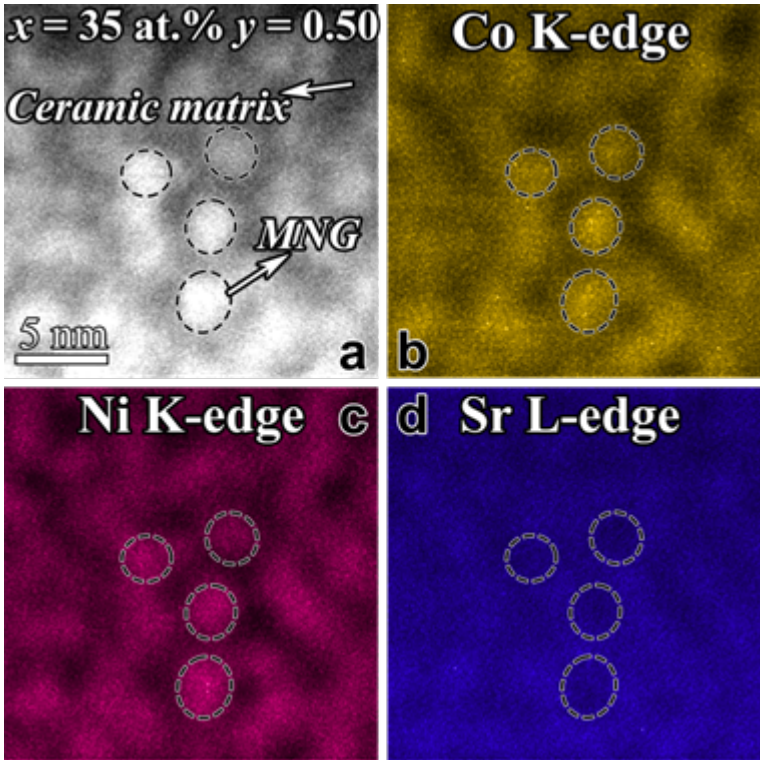


Fig.3 Fe添加試料のHAADFとEDSマッピングの観察結果

<p>図・表・数式 4 Figures, Tables and Equations 4</p>	 <p>Figure 4 shows the HAADF and EDS mapping results for Ni-added samples. Panel (a) is a HAADF image showing a ceramic matrix and MnG particles, with a 5 nm scale bar and composition $x = 35 \text{ at.}\%$ $y = 0.50$. Panels (b), (c), and (d) are EDS maps for Co K-edge, Ni K-edge, and Sr L-edge, respectively, showing the distribution of these elements in the sample.</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks (References and Acknowledgements)</p>	<p>Fig.4 Ni添加試料のHAADFとEDSマッピングの観察結果</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings)</p>	
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>王誠、“Enhancement of tunneling magneto-electric responses by Fe addition in Co-(Sr-F) nano-granular thin films” 金属学会-2022年秋期(第171回)講演大会, 令和4年09月21日</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.</p>	<p>王誠、“GHz near magnetoelectric effect in CoPt-SrF nanogranular thin films” セラミックス協会-2023年年会, 令和5年03月08日</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.</p>	<p>Cheng WANG、“Tunnel-type magneto-electric effect in Co-SrF₂ nanogranular thin films influence of metal additives and theory” InterMag2023, 令和5年05月16日</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	<p>0件</p>