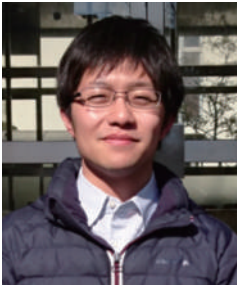


■GA 担当教員 研究等紹介③



九州大学大学院
 総合理工学研究院 物質科学部門
 助教

赤嶺 大志

先端電子顕微鏡による 物質情報の可視化と新規材料開発への応用

2017年のクライオ電子顕微鏡のノーベル化学賞受賞が示すように、近年の電子顕微鏡の進化は目覚ましく、「物質情報の可視化」を通して基礎・応用を問わず広く材料研究の進展に寄与してきました。例えば、材料の力学特性や電磁気特性はその材料組織と強い関わりをもっており、現在多くの実用材料において「組織の最適化」を指針とした製造プロセスの開発が行われています。また、最先端の材料研究においてはナノスケールの現象が問題となることが多く、そのようなミクロな情報を直接可視化できるという点において電子顕微鏡は重要な役割を果たしています。

私たちの研究室では主に、機能的金属材料や永久磁石材料を対象として、先端的な電子顕微鏡法を駆使した材料開発を行っています。また、電子顕微鏡による先進的なイメージング技術確立に向けた研究も行っています。本稿では、後者について紹介したいと思います。

走査電子顕微鏡によるドメイン構造の可視化

強磁性体や強誘電体を有する材料は内部に特有の磁氣的・電気的ドメイン構造を有しており、それらのドメイン構造を外場(外部磁界・電界)により制御することで記録媒体などのデバイスに应用することができます。精緻なドメイン制御を実現するためには個々の材料におけるドメイン構造の理解および外場応答に関する研究が不可欠となります。しかしながら、通常の組織観察法に比べてドメイン構造の観察法は未だ発展途上にあります。

私たちの研究室では走査電子顕微鏡(SEM: Scanning electron microscope)を用いたドメイン観察法について研究を行っています。SEMは細く絞った電子線を試料表面で走査し、物質との相互作用を経て返ってきた電子を検出することにより像を構築します。大きな特徴は、サブミクロンからミリメートルまでの広範なスケールの組織観察を一度に行う「マルチスケール観察」が可能である点です。さらに近年では、3次元観察に加えて、化学組成など多様な情報の同時取得、冷却・加熱に伴う動的な組織変化をその場観察することも可能となっています。このようにSEMは空間情報に加えて、組成情報や時間変化などを組み合わせた「多次元イメージング」が可能な観察手法として発展を遂げてきました。しかし、ドメイン構造の可視化は未だ発展途上です。

私たちの研究室では、環状の特殊な電子検出器を利用することで磁区構造や強誘電ドメイン構造がSEMにより可視化可能であることを見出しました。現在は、種々の材料の観察を通してドメイン構造の

コントラストがいかんにして形成されるのかについて研究を進めています。これが解明されれば、より広範な材料への適用が可能となり工学的にも非常に有用なツールとなるものと期待しています。

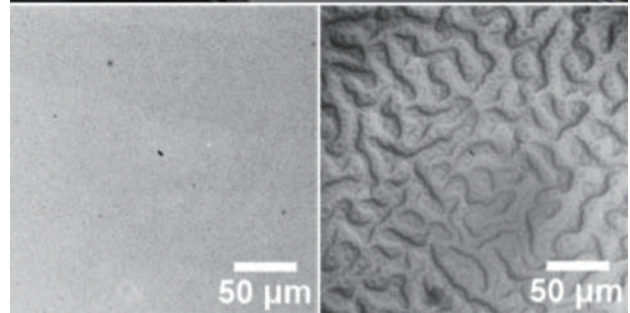
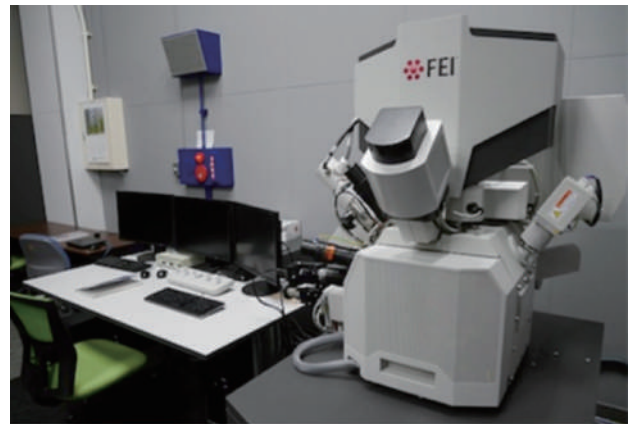


図1 SEMの写真(上)
 Fe-Pt合金の同一視野における表面凹凸像(左下)と磁区構造像(右下)

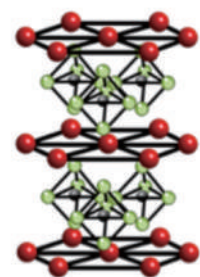
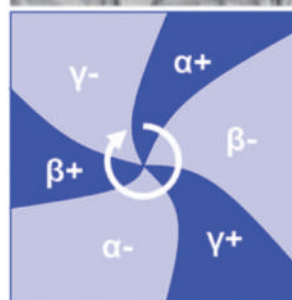
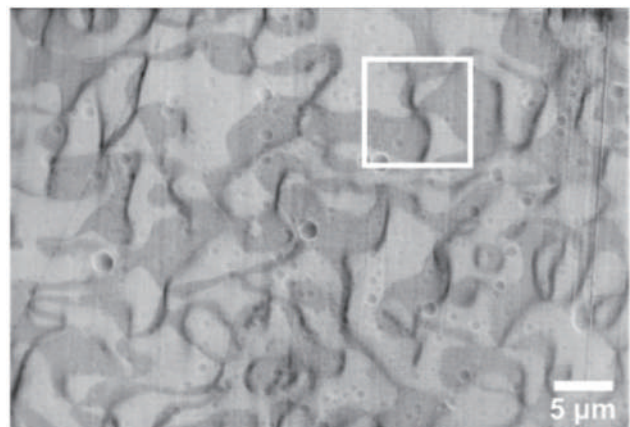


図2 HoMnO₃マルチフェロイック材料のSEM像(上)
 ボルテックス構造を有する強誘電ドメインの模式図(左下) 結晶構造(右下)