

平成23年度 トピックス

電子顕微鏡で原子レベルの電場観察に世界で初めて成功

東京大学 柴田 直哉、幾原 雄一

【研究目的】

近年、電子顕微鏡の高分解能化は目覚ましく、収差補正技術と観察条件の理論計算を組み合わせることで、全ての種類の原子が観察可能となりました。しかし、原子や原子群による材料の構造が観察できても、電場や磁場(電氣的、磁氣的な状態)などの観察は極めて困難でした。今回の研究では、顕微鏡法による電場や磁場の観察を実現することにより、応用面でも様々な機能材料の特性向上に寄与するものです。

【成 果】

柴田准教授らは最先端の収差補正走査透過型電子顕微鏡(図1)の検出器を4つに分割することで、試料原子周辺の電場によって影響を受けた電子線の進行方向の変化(角度や位置)を分かるようにしました(図2)。

この手法により、チタン酸バリウムの電場強度を観察し、単位構造中に形成された電気双極子の検出およびドメイン内部の電場を可視化することに成功しました(図3)。

また、理論計算手法を用いて、同材料の単位構造内にある電気双極子の検出が可能であることを検証しました(図3)。

これらにより、世界で初めて原子レベルの電場を直接観測可能とする電子顕微鏡を実現しました。

顕微鏡法による直接観測技術は、物理化学、生命科学、電子情報工学、材料科学などの先端的基礎研究分野のみならず、半導体デバイス、表面処理技術、高分子材料、バイオ科学、農学、先端医療、環境触媒、電池、洗剤・化粧品業界などの多様な産業分野においても活用されており、これらにおける、特にナノテクノロジー研究開発の水準と研究開発効率を格段に向上させるものと期待されます。

〔論文情報〕

Naoya Shibata, Scott D. Findlay, Yuji Kohno, Hidetaka Sawada, Yukihiro Kondo and Yuichi Ikuhara, "Differential phase-contrast microscopy at atomic resolution," *Nature Physics*, Online Edition: 2012/6/24 (Japan time), [doi: DOI: 10.1038/NPHYS2337](https://doi.org/10.1038/NPHYS2337).

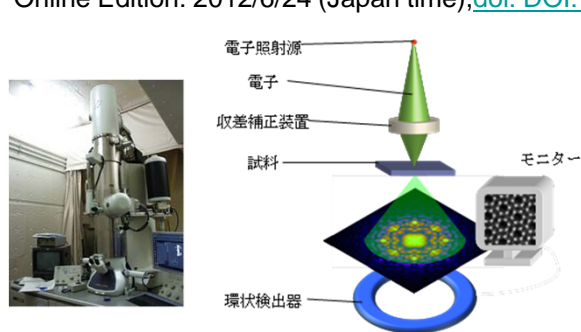


図1 走査透過型電子顕微鏡(STEM)とSTEM法の概要

図2 電子線による場の検出方法のイメージ(電子線と場の相互作用)

本手法で開発した分割検出器。4つの面に分割することにより、電子線がどちらの方向にどの程度シフトしたのか、微小な計測が可能。

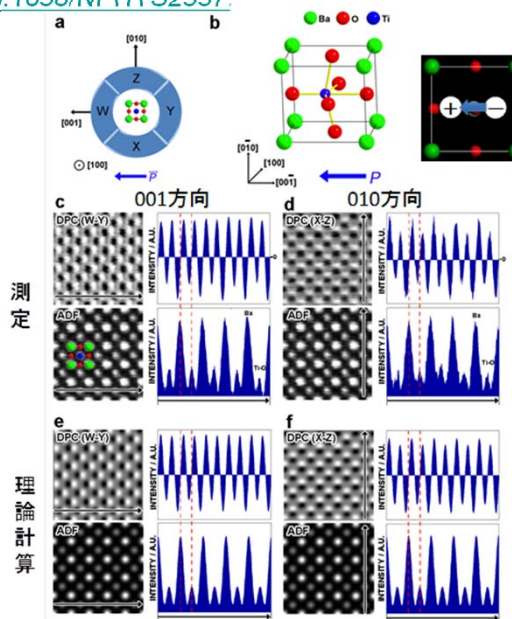
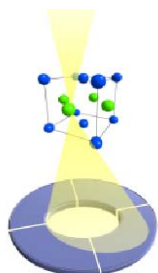


図3 チタン酸バリウムにおける電子線のシフトの計測(計測と理論計算)