

高周波スピントロニクスデバイスの研究

High frequency spintronic devices

京都大学 化学研究所 材料機能化学研究系 ナノスピントロニクス領域 森山 貴広

研究成果概要

本研究では、京都大学化学研究所スーパーコンピュータシステムを利用し、反強磁性体における磁気ドメインの形状や振舞について予想できるシミュレーションプログラムの開発を行った。

反強磁性体は、原子スケールでマイクロな磁気モーメントを有するが、隣り合う磁気モーメントが互いに打ち消しあうように整列しているため、全体として自発磁化を持たない。その性質から、強磁性体に比べて、磁化方向を制御・検出することが一般的に困難であると考えられてきた。これらの性質は反強磁性体のスピントロニクスデバイス応用において致命的欠陥であり、スピン自由度に起因した基礎物理現象をとらえるうえでも重大な障害であった。しかしながら、最近の研究結果から、強磁性体と同様に、スピン流と反強磁性体の磁化との相互作用(スピントルク効果)が存在することが示唆され、スピン流による反強磁性体のネールベクトル方向の制御、磁気抵抗効果、磁化のダイナミクスの励起などの研究が活発に行われている。これらの研究の進展を踏まえて、反強磁性体が次世代スピントロニクスにおける新材料として認識されつつある。

しかしながら、反強磁性体の磁気的ダイナミクス(磁気ドメインの振舞など)は、強磁性体のそれに比べて十分に理解されておらず、実験結果を十分に説明できていないのが現状である。そこで、本研究では反強磁性体磁気ドメインの形状や振舞について予想できるシミュレーションプログラムを開発することを目的とした。

系の磁気的および結晶学的な自由エネルギーに基づいて有限要素法的に計算する手法を考案し、実際に磁気ドメインの外部磁場に対する振舞をシミュレートし、XMLD-PEEM法による反強磁性磁気ドメインの実験観察結果と一致することを確認した。本研究課題で開発した計算手法およびシミュレーションプログラムは反強磁性体の磁気ダイナミクスの仮想実験を行ったり、様々な実験結果を理解する上で礎になるものである。

発表論文(謝辞あり)

- 1) T. Moriyama, L. Sánchez-Tejerina, K. Oda, T. Ohkochi, M. Kimata, Y. Shiota, H. Nojiri, G. Finocchio, and T. Ono, "Micromagnetic understanding of evolutions of antiferromagnetic domains in NiO" submitted to Physical Review Letters.