

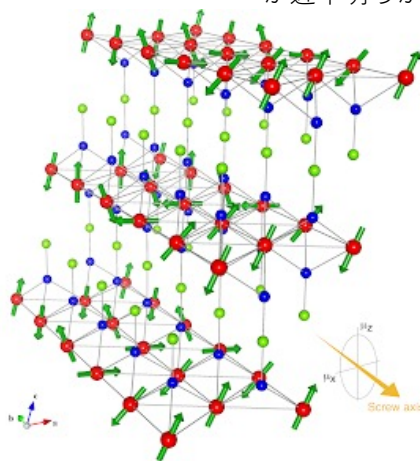
准教授 中島多朗

スピン配列の幾何学的性質が生み出す物性現象

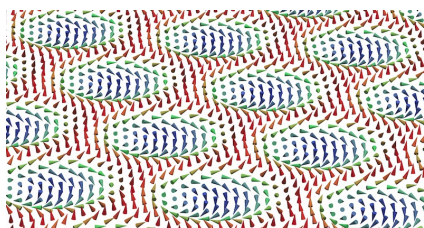
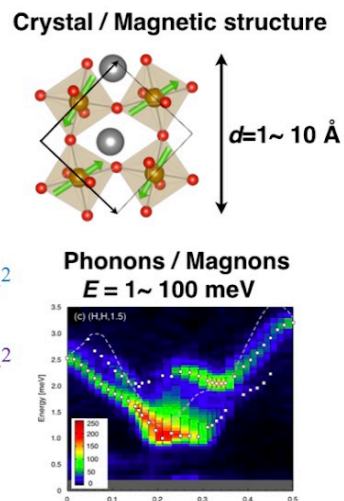
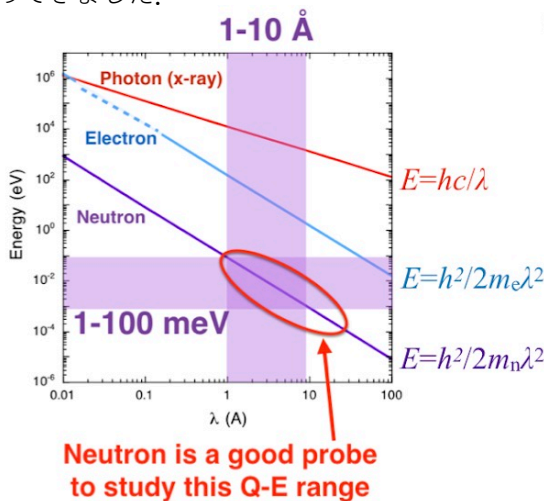
固体中のスピン配列は、これまで非常に古くから研究されてきました。例えば、我々人類が古くから利用してきた「磁石」では固体中のスピンの自発的に同じ方向に揃う「強磁性」が実現しています。

しかし、世の中には単純に同じ方向に揃うだけではない変わったスピン配列も存在しています。左下図は私が過去に研究した鉄酸化物の磁気構造ですが、結晶の特定の軸方向に進むにしたがって、スピン(緑色の矢印)がらせん階段のように回転して配列しています。これを「らせん磁性」と言います。

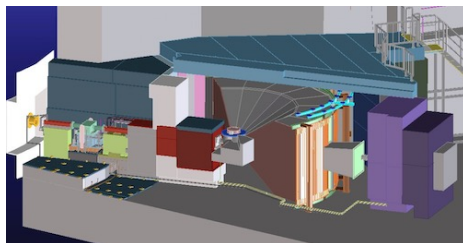
他にもスピンの渦状に配列した状態も存在し、これは特に「磁気スキルミオン」と呼ばれています。このように少し変わったスピンの並び方が、新しい物性現象を生む舞台として近年注目されています。例えばらせん磁気秩序では、右巻き・左巻きといった巻き方の自由度を持ち、空間反転対称性が破れることとなります。このようなスピン配列の幾何学的特性は、電気分極やホール効果と言ったスピン自由度以外のマクロ応答の起源となり得るということが近年明らかになってきました。



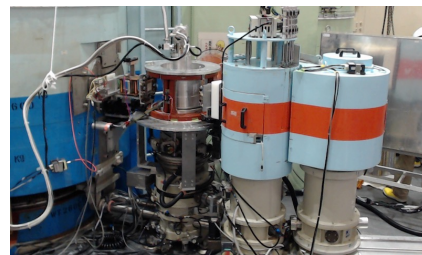
強誘電性を生むらせん磁気秩序



渦状スピン配列 磁気スキルミオン



HRC(BL12) in MLF J-PARC



PONTA(5G) in JRR-3

中性子散乱を用いた固体物性研究

中性子は電荷を持たずスピン1/2を持つ粒子です。これを物質に照射して散乱されるパターンを観測することで物質の結晶構造や磁気構造を決めたり、格子振動やスピン波などの励起現象を観測することができます。

右上に中性子、X線、電子線のエネルギーと波長の関係を表したグラフを示します。我々が研究対象とする固体中の原子や磁気モーメントが並んでいる周期はおよそ1~100 Åくらいです。またそれらが生み出す格子振動やスピン波のエネルギーは1~100 meVくらいです。中性子は(なんと都合が良いことに、電子よりも3桁程度大きな質量を持つおかげで!) 固体物性において重要な長さ/エネルギー領域にぴったり合った分散関係を持っており、これらの測定に非常に適しています。

我々は、茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設J-PARCや、研究用原子炉JRR-3に設置された中性子散乱装置群を用いて実験を行なっています。また、時には海外の中性子施設へ実験しに行くこともあります。これらに加えて、実験室でも様々な物性測定に取り組んでいます。

固体中のスピンの織りなす多彩な世界を中性子を使って一緒に探検してみましょう。

Tel: 04-7136-3417
E-mail: taro.nakajima@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A521

研究室見学はいつでも歓迎です。
詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://nakajima.issp.u-tokyo.ac.jp>