

「物性実験グループ」(フロンティアセンター 物質構造物理)

<http://msp.fas.ibaraki.ac.jp/>

受入可能人数 2 名程度

☆ スタッフ

岩佐 和晃 (いわさ かずあき) : フロンティア応用原子科学研究センター(東海キャンパス)

kazuaki.iwasa.ifrc@vc.ibaraki.ac.jp

☆ 研究内容紹介

物質中の原子配列における「構造対称性」を知ることから新たな物性現象を探究しています。たとえば Na^+ と Cl^- がクーロン引力によって交互配列する対称性をもつイオン結晶である塩は電子が原子に束縛された絶縁体です。両イオンが交互配列する対称性を示します。私の研究グループでは、量子ビーム(中性子線・X線・ミュオン)を使って物質構造の対称性と直結している物性の特徴(特に電子の状態)を抽出する「構造物性物理学」を追究しています。

☆ メッセージ

物質のミクロな構造を「見る」物理学、すなわち物(もの)の理(ことわり)の追究を共に体験したいと思います。我々の目が可視光を感じ取って物体を認識するのと同じように、量子ビームがミクロな物質構造と電子の姿を見る最先端ツールです。東海サテライトキャンパスでは4~600ケルビンでの温度可変X線回折実験を行い、物質構造と電子状態の相転移を見ます。さらに中性子・ミュオン施設(東海村のJ-PARC[大強度陽子加速器施設]や海外施設)と放射光施設(つくばのKEK Photon Factoryや播磨のSPring-8)で詳細観測に挑みます。このような「見る」物性物理学を体感してみませんか!

☆ 卒業研究の内容

テーマ1「カイラル構造を持つ物質の結晶構造・磁性・超伝導」左手と右手はぴったり重なりませんが、両手とも同じ種類の指が規則正しい並び方をしています。物質の構造もこれに似て、同じ原子を含んでも左巻き/右巻きの対構造が現れることがあります。図1は、最近発見したそのような物質の結晶構造の模式図です(Phys. Rev. B **94** (2016) 075109, Phys. Rev. B **97** (2018) 235138)。

テーマ1では、その左巻き/右巻き構造中にある電子も左/右の性質を持つことを期待して、結晶構造・磁気構造・超伝導などの解明を目指します。

テーマ2「籠状物質における電子多極子の物理」電子は電荷とスピン(微小磁石)に加えて、原子核まわりの周回軌道運動による多極子も持ちます。多極子として強誘電体や磁石をもたらす双極子がよく知られていますが、さらに高次のテイラー展開を電子に施したものが多極子と言え、電子の性質が格段に多くなることが期待されています。テーマ2では、籠状物質の特殊な多極子をもたらす対称性の変化を量子ビーム実験で明らかにします。

テーマ3「量子ビーム散乱手法の開発」上記の構造物性物理学をおこなうため、中性子散乱や実験室X線散乱での手法開発を行います。図2は東海の実験室に設置された4軸X線回折計で、このような装置を使って研究します。

以上のいずれのテーマでも学生さん自身が量子ビーム実験を行います。理学部と東海サテライトキャンパスで物質合成から始まり、磁化や比熱に代表される基礎物性の測定もします。そして毎週の研究室ミーティング(基礎的な物性物理学の知識習得・研究論文の精読・自らの研究現状報告)で実験結果を議論し、参考文献を読みながら、自分の物質における対称性の意味を明らかにしていきます。

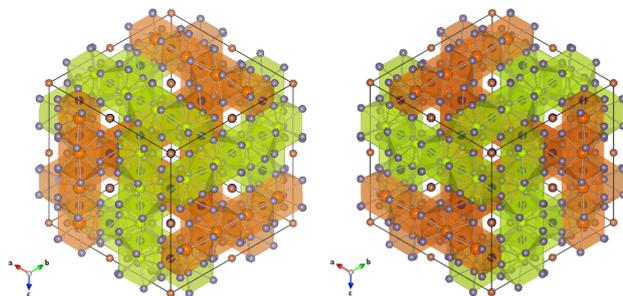


図1. $\text{Ce}_3\text{Co}_4\text{Sn}_{13}$ などでの左巻きと右巻きの結晶構造。



図2. 温度可変 X線 4軸型回折計