

共鳴 X 線回折による多極子秩序観察と応用

田中良和

理化学研究所・放射光総合科学センター

この講演では、SPring-8、理研ビームラインにおいて取り組んでいる磁気カイラリティ、軌道カイラリティの観察について話をする。共鳴 X 線回折は、原子散乱長に偏光依存性があるため、通常の X 線回折とは異なる消滅則を持つ。原子との共鳴は、主に電気双極子遷移 (E1) が支配的であり、まれに E2 遷移が見られることがある。E2 遷移を利用すれば、4 階のテンソルまでの情報が得られる。例えば、以前報告した DyB_2C_2 の 16 極子秩序や $\text{La}_{0.3}\text{Ce}_{0.7}\text{B}_6$ の 8 極子秩序の観察が挙げられる。

磁気カイラリティ、軌道カイラリティによる秩序は、結晶の消滅則とは別の消滅則をもつため、共鳴回折で観察が可能であるが、カイラリティの右左を判別するためには、円偏光を使う必要がある。なぜなら、円偏光のヘリシティとスピンまたは軌道のカイラリティがお互いに結合して、回折強度に影響するからである[1]。BL17SU では、ミラー集光によるマイクロビームを利用している。マイクロビームは、ヘテロ構造の観察に非常に有効である。左下図 1 は、 $\text{DyFe}_3(\text{BO}_3)_4$ の単結晶の写真である。ラウエ写真では、単一相が見えるだけであるが、カイラリティ秩序が見える 001 反射において、円偏光マイクロビームを使って走査すると、図 2 のようにカイラリティドメイン構造が明瞭に観られる[2]。このように、マイクロビームによるマッピングによって通常の X 線回折では、見られないドメイン構造を観察することができる。この研究成果は、阪大基礎工木村研との共同研究の成果である。

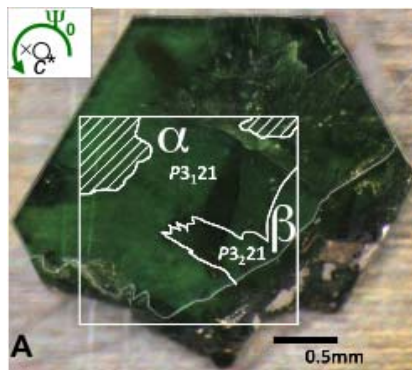


図 1 $\text{DyFe}_3(\text{BO}_3)_4$ の単結晶

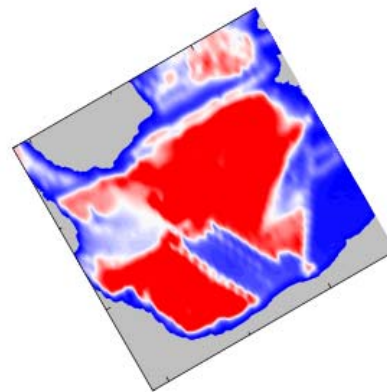


図 2 001 反射強度マッピング

[1] Y. Tanaka et al, PRL, **100**, 145502 (2008).

[2] T.Usui, et al. Nature Materials, **13**, 611 (2014).