

電荷移動型マルチフェロイックス CrSbS₃ の構造物性研究 Study of crystal structure and magnetic/dielectric properties on charge-transfer multiferroic CrSbS₃

奥山大輔^{1,*}, Hung-Cheng WU²

¹ 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所, 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

² 国立中山大學, 高雄, 台湾

Daisuke OKUYAMA^{1,*} and Hung-Cheng WU²

¹Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

²Department of Physics, National Sun Yat-Sen University, Kaohsiung, Taiwan

1 はじめに

系の磁性によって出現する強誘電性はマルチフェロイックスと呼ばれ近年盛んに研究されている。マルチフェロイックスにおいて系の物性をコントロールするには、電荷、磁気相互作用、結晶格子の柔軟性等のパラメータ類が競合しており、またそれらの微細なバランスを調整することが重要である。そのようなパラメータが競合している系として、我々は擬2次元系物質 $MPnCh_3$ ($M = 3d$ 遷移金属; $Pn = P/Sb$; $Ch = S/Se$) 系に着目した。その中でも CrSbS₃ は高い磁気転移温度 $T_N \sim 90$ K を持ち、Cr で電荷移動が観測されていることに興味をもち研究をスタートした。Wu 氏により誘電特性測定が行われ T_N 以下では強誘電性が観測されたことにより、この物質における結晶構造の変化と物性の関係を探るため放射光 X 線回折実験を開始した。

2 実験

放射光 X 線回折実験は、大型 IP カメラが使用可能な BL-8B にて行われた。多数の回折線を観測するため、入射 X 線のエネルギーを 18 keV に調整した。低温での結晶構造の変化を捉えるため、粉末試料をキャピラリーに封入して He 循環型クライオスタットを使用して実験を行った。

3 結果および考察

実験の結果、図 1 のように磁気転移温度付近の 80 K よりも低温で $2\theta = 18$ deg 付近の回折線に変化が観測された。各温度での回折線を使ってリートベルト解析を行った。リートベルト解析により得られた CrSbS₃ の軸長と Cr と S の原子位置の距離から計算された Bond valence sum の温度変化は文献[1]に記載されている。転移温度 T_N 付近で Cr-S 距離は明瞭に変化しており、Cr の価数に変動があることがうかがえる。また、転移温度よりも低温で c 軸長は増大し a 軸長は減少している。一方で、転移温度付近での b 軸長の変化はほとんど観測されなかった。これ

らの結晶構造の温度変化は、中性子回折で得られた磁気構造から推定される磁気交換相互作用で期待される磁気弾性歪みで説明が可能であり、磁気秩序由来の結晶構造変化とそれに付随した強誘電性出現のモデルで観測された現象が説明できた。

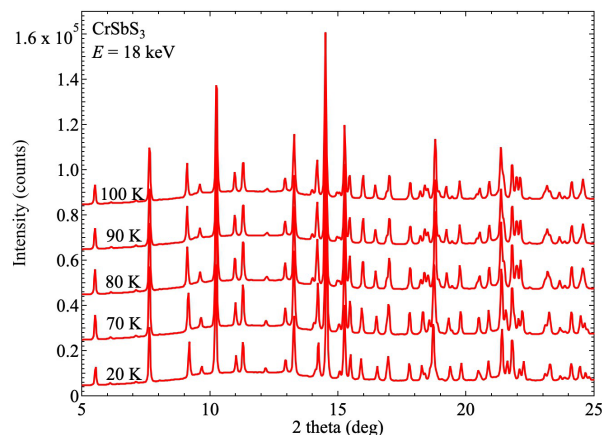


図 1 : CrSbS₃ で観測された回折線の温度変化

4 まとめ

擬2次元物質系で高い磁気転移温度を示す CrSbS₃ で観測された強誘電性の起源を議論すべく、構造物性研究を行った。放射光 X 線回折実験より得られた回折線を解析し、軸長と原子位置の温度変化を詳しく調べた。結晶格子やCrの価数変化は物性測定や系の磁気構造から期待される結果と一致しており、強誘電性の起源が磁気秩序由来であることを示した。

参考文献

- [1] H.-C. Wu, Y.-H. Liao, C.-C. Tsai, P.-Y. Yang, Y.-H. Chang, Y.-H. Liang, D. C. Kakarla, A. Tiwari, C. Dhanasekhar, C.-W. Wang, D. Okuyama, C.-N. Kuo, C.-S. Lue, T.-H. Weng, K.-H. Lin, J.-W. Chiou, C.-H. Lee, H.-D. Yang, *Advanced Science*, e23579 (2026).

* daisuke.okuyama@kek.jp