

量子ビームを用いた構造研究

結晶物理研究室(高橋研究室) 実験室 3G218,
教員名 高橋美和子 (講師) 教員研究室 F509

1. はじめに・・・

我々の研究室では負の熱膨張係数をもつインバー合金やゼロギャップ半導体 α -Sn 化合物、有機無機複合ペロブスカイト型半導体の結晶構造、およびフラストレーション磁性体の磁気構造を量子ビーム (X線、中性子線、放射光など) による回折手法を用いて調べ、局所的な構造ゆらぎや構造相転移、これに由来する特異な物性を明らかにし、物質の新機能性を探索することを目指しています。研究は試料作製とその評価から出発し、研究室での X線回折測定に加え、東海村の J-PARC や JAEA での中性子回折測定を行って構造を明らかにしていきます。また、同時に熱測定や磁化測定などの構造に由来する物性についての測定も行います。

2. 研究テーマ

2.1. インバー合金 Fe-Ni-Cu の格子歪波

中性子回折測定により局所的な格子歪による散漫散乱を観測し、インバー特性との関わりを調べています。

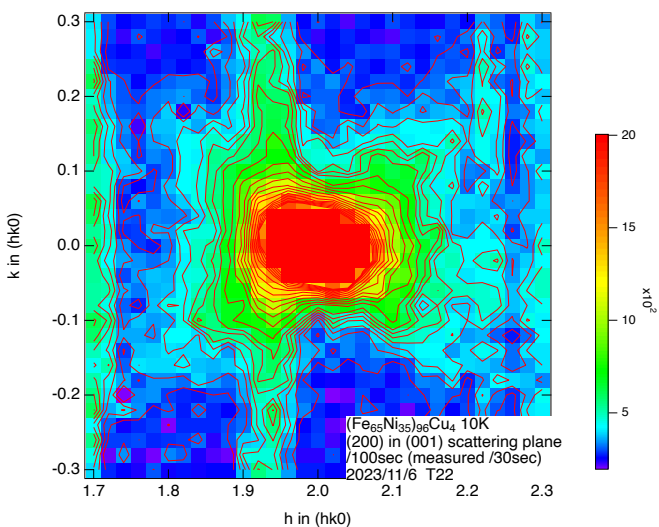


図1 : Fe-Ni-Cu 合金における 10K での散漫散乱^[1].

[1]M. Takahashi *et al.* : 日本物理学会年会 (2023) .

2.2. 鉛フリーペロブスカイト型化合物 MASnX_3 (MA: CH_3NH_3 , X=I, Br) の構造相転移

鉛フリーの太陽電池材料として期待されている MASnX_3 の結晶構造と相転移現象について X線・中性子線回折を用いて調べています。

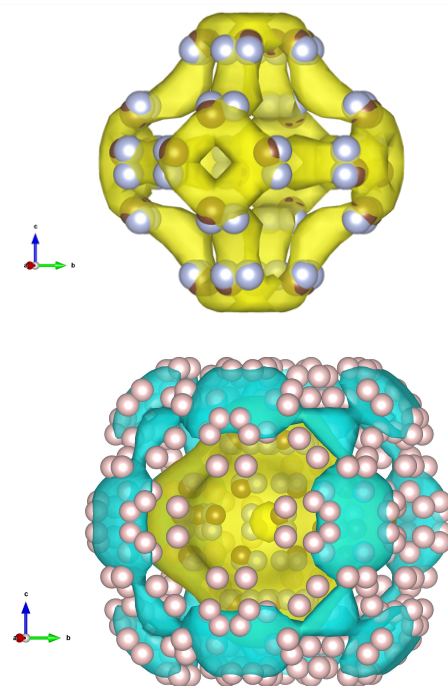


図2 : 中性子回折測定により得られた MASnBr_3 における炭素 C と窒素 N の原子位置とその原子核密度分布 (上 : 黄色の部分) と水素 H 原子の位置と核密度分布 (下 : 水色の部分) ^[2].

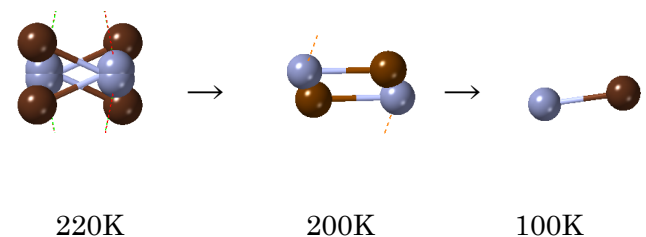


図3 : 中性子回折により明らかにされた MASnBr_3 における MA 分子の秩序化過程. 矢印の方向に低温となる。

[3]M. Takahashi *et al.* : AOCNS2023 (2023).

2.3. フラストレーション磁性体 Pt-Mn の磁気構造と磁気揺らぎ

Pt-Mn 合金の磁気構造と幾何学的フラストレーションに起因する磁気散漫散乱を観測し、その特異な磁性の解明を試みています。

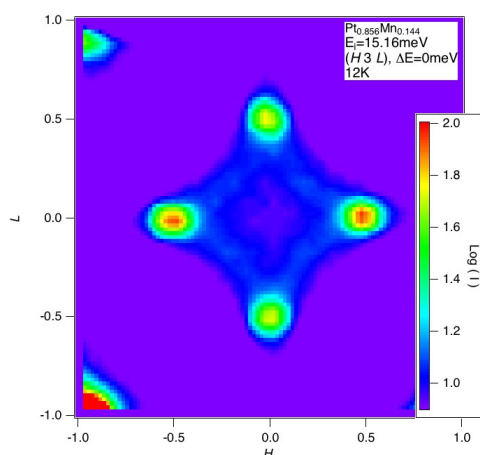


図 3 : Pt-Mn 合金の磁気散漫散乱。

[1]M. Takahashi *et al.* : 日本物理学会年会(2015). 4つのピークは磁気ブラッグ反射であり、その間をつなぐように磁気揺らぎによる磁気散漫散乱が観測される。

3. 実験装置

X 線

- 低温 X 線回折装置 (3G218)
回転対陰極型 4 軸回折装置 (低温室素吹付型)
- ラウエ回折装置 (IP 型/CMOS カメラ)



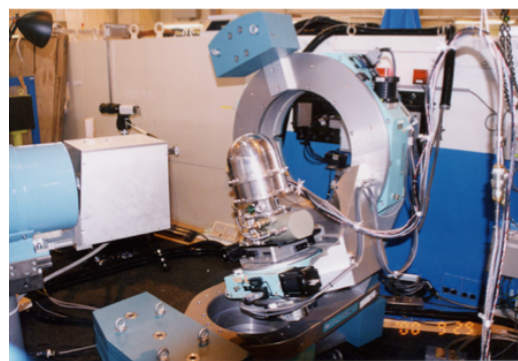
低温室素吹付け型 4 軸回折計 AFC7R(RIGAKU)

中性子線

- SENJU (J-PARC/MLF ^{注2})
: 特殊環境微小単結晶中性子構造解析装置
- SuperHRPD (J-PARC/MLF ^{注2})
: 超高分解能粉末回折装置

- FONDER (JAEA/JRR-3 ^{注1})

オフセンター型 4 軸回折計



注¹JAEA/JRR-3

日本原子力研究開発機構・研究用原子炉

注²J-PARC/MLF

大強度陽子加速器施設/物質・生命科学実験施設

試料作製装置

- ブリッジマン電気炉
- 横型管状電気炉 等

4. 担当授業

学類

- 回折結晶学 (3, 4 年生対象)
- 専攻実験 (3 年生/X 線回折)
- 専攻実験 (総合理工学位プログラム)

大学院; 結晶回折論

5. 共同研究

- 産業技術総合研究所(AIST)
- 東京大学物性研究所(ISSP)

6. 兼任

- JRR-3 FONDER 装置責任者
- J-PARC センター中性子利用セクション
嘱託研究員

7. 連絡先

実験室 : 3G218 (5049)

居室 : 3F509 (5288)

e-mail : takahasi@bk.tsukuba.ac.jp