

遍歴電子メタ磁性転移体 $\text{LaFe}_{12}\text{B}_6$ 化合物の 低温・磁場中 X 線回折

藤枝 俊*, 三井好古**, 小山佳一**, 深道和明***, 鈴木 茂*

(*東北大学 多元研, **鹿児島大学 理工, ***東北大学 名誉教授)

X-ray diffraction measurements at low temperatures under magnetic fields
for itinerant-electron metamagnet $\text{LaFe}_{12}\text{B}_6$ compound

S. Fujieda*, Y. Mitsui**, K. Koyama**, K. Fukamichi*** and S. Suzuki*

(*IMRAM Tohoku University, **Graduate school of science and engineering Kagoshima University,
***Professor Emeritus Tohoku University)

背景

$\text{SrNi}_{12}\text{B}_6$ 型構造の $\text{LaFe}_{12}\text{B}_6$ 化合物の単相作製は容易でなく、もっぱら強磁性不純物相を含む試料で研究されていたが、最近、我々は強磁性不純物相を含まない試料の作製に成功した[1]。その磁気的性質を調べ、ネール温度 $T_N = 35$ K 近傍では反強磁性状態および常磁性状態から強磁性状態への遍歴電子メタ磁性転移が生じることを明らかにした。さらに、メタ磁性転移に伴い大きな磁気熱量効果が生じることも報告した。従って、水素や天然ガスなどのエネルギー関連ガスの液化冷凍のための磁気冷凍材料として応用が期待される。本研究では、磁気熱量効果の制御および応用において重要な知見となる相転移に伴う結晶構造変態の有無を明らかにするために、強磁性不純物相を含まない良質の $\text{LaFe}_{12}\text{B}_6$ 化合物試料を用いて低温・磁場中 X 線回折測定を行った。

実験方法

各元素を Ar 雰囲気下でアーク溶解して得られた凝固試料を石英管に真空封入した後、1173 K で 10 日間の均質化熱処理を施して $\text{LaFe}_{12}\text{B}_6$ 化合物を作製した。メノウ乳鉢で調製した粉末試料について、室温での X 線回折測定により強磁性不純物相を含まないことを確認し、低温・磁場中 X 線回折装置を用いて測定した。

実験結果

Fig. 1 に異なる温度で測定した無磁場中での X 線回折パターンを示す。また、 $\text{SrNi}_{12}\text{B}_6$ 型構造のブラッグ反射の位置を下部に黒棒で示す。65 K において Cu 製試料ホルダーによる回折ピークが観測されるが、その他の全ての回折ピークは $\text{SrNi}_{12}\text{B}_6$ 型構造で指数付け出来ることを確認した。同様の回折パターンはネール温度 $T_N = 35$ K 以下においても観察される。従って、常磁性状態から反強磁性状態への相転移において、結晶構造は不変である。同様の結果は、最近、低温中性子回折の実験でも報告されている[2]。15 K における磁場印加の場合の回折パターンを Fig. 2 に示す。3.5 T 以上の磁場印加により、矢印で示すように $\text{SrNi}_{12}\text{B}_6$ 型構造では指数付け出来ない新たな回折ピークが観察された。15 K の磁化曲線の変曲点から求めたメタ磁性転移磁場は 3.2 T であった。さらに、同様の磁場印加による回折パターンの変化は T_N 以上でのメタ磁性転移においても観察された。従って、反強磁性状態あるいは常磁性状態から強磁性状態へのメタ磁性転移は結晶構造変態を伴うことが示唆される。

参考文献

- 1) S. Fujieda et al.: J. Magn. Magn. Mater. **421** (2017) 403.
- 2) L. V. B. Diop et al.: Phys. Rev. B **93** (2016) 014440.

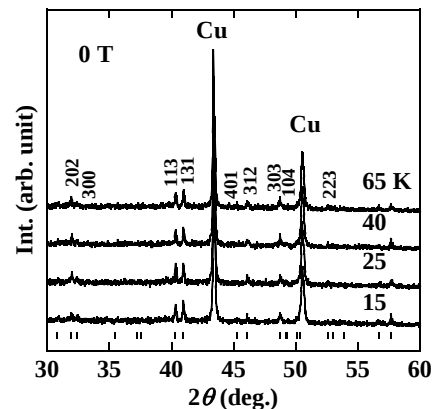


Fig. 1 X-ray diffraction patterns at various temperatures under zero magnetic field. The vertical short bars below the patterns indicate the calculated Bragg diffraction peaks of $\text{SrNi}_{12}\text{B}_6$ -type structure.

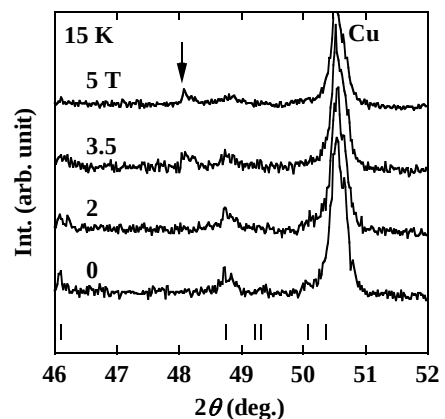


Fig. 2 X-ray diffraction patterns at 15 K under various magnetic fields.