

卒業論文概要書

2021年2月5日提出

所属学科	応用物理学科	氏名	室井 利彦	学籍番号	1Y17B094-7
研究題目	二次元磁性体 $\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ の面内磁場応答			指導員	勝藤 拓郎 教授

1. 研究背景

$\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ は遷移金属元素Moを中心とする正八面体 MoO_6 が正方格子を組んでいる。 ab 面内には $\text{Mo}^{4+}(S=1)$ と $\text{Mo}^{5+}(S=1/2)$ が市松模様に配置しており、面間は非磁性の Mo_2O_{10} クラスターで繋がっている。また、 $\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ は a 軸と c 軸のなす角が約95°である单斜晶系の結晶であり、結晶群は $C2/m$ である。また、隣接するMoイオンとその間にあるOイオンのなす角 $\angle \text{Mo}^{4+}\text{O}^{2-}\text{Mo}^{5+}$ は、 a 軸方向について155.5°、 b 軸方向について180°である。^[1]

$\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ は、190K以上では ab 面内及び面間は常磁性であるが、190K以下では ab 面内がフェリ磁性となる。60K以上かつ190K以下において、面間は c 軸方向の磁場の大きさが0.5T以下の時反強磁性、0.5T以上の時は強磁性となる^[2]。また、60K以上190K以下では0.5Tでメタ磁性転移する影響で負の磁気抵抗が生じる^[3]。

これまで行われてきた $\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ に関する研究は、磁場を c 軸方向に印加して行われて来た。本研究においては、磁場を ab 面内に印加した時のスピンの挙動について、磁化及び磁気抵抗の測定を用いて解明する。

2. 実験方法

原料である MoO_3 と La_2MoO_6 を化学量論比で混合し、還元剤である純Moとともに真空中に封管して、1250°Cで12時間焼成して多結晶 $\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ を作製した。その後 Floating Zone 法によって単結晶 $\text{La}_5\text{Mo}_4\text{O}_{16}$ を作製した。X線回折や背面ラウエ法によって試料評価を行った。また、SQUID磁束計により磁化測定を、超電導マグネットによって磁気抵抗測定を行った。

3. 実験結果および考察

図1は、 a 軸および b 軸方向に磁場をかけた時の磁化の温度依存性のグラフである。 a 軸と b 軸には磁化に異方性が見られた。図2は、 a 軸および b 軸方向に磁場をかけた時の150Kにおける磁化の磁場依存性のグラフである。 b 軸に磁場をかけた時の磁化は磁場に比例したが、 a 軸に磁場をかけた時は3.5T付近で磁化に異常が見られた。次に、装置の都合上、 a 軸に磁場をかけた時は a 軸方向の磁化しか測定できないので、 c 軸方向のスピンの整列を確かめるために磁場を a 軸方向に印加しながら c 軸方向の磁気抵抗を二端子法により測定した。150Kにおける磁気抵抗測定の結果は図3に示した通りである。磁化の磁

場依存性の測定で磁化に異常が見られたのと同じ3.5Tで、抵抗率の低下を見ることができた。

二端子法で測定した結果と、四端子法で測定した結果により、 a 軸方向に磁場をかけた時は図4のようなスピンの配置になっていると推測される。

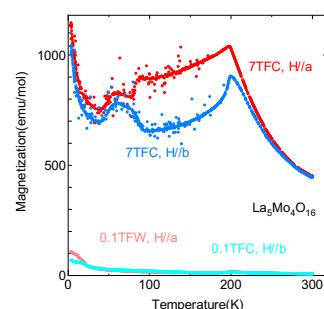


図1：磁化の温度依存性

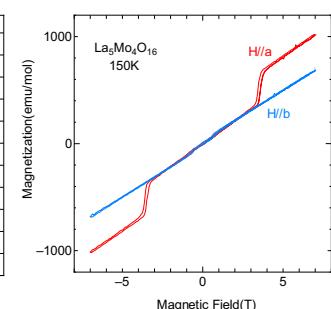


図2：磁化の磁場依存性

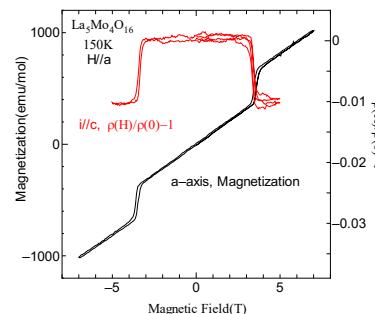


図3：磁気抵抗測定

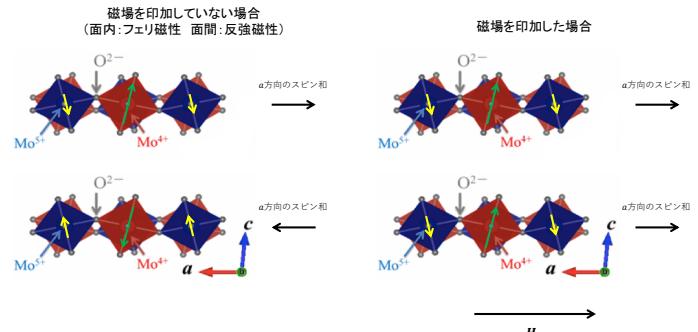


図4：予想されるスピン図

4. 参考文献

- [1] M. Ledesert, et al. J. Solid State Chem. 105, 143(1993).
- [2] K.Kobayashi and T.Katsufuji, Phys. Rev. B83, 10411(R)(2011)
- [3] Y.Mizuno, T.Hasegawa, and T.Katsufuji, Phys. Rev. B95, 224436(2017).