

卒業論文概要書

Graduation Thesis Summary

Date of submission: _____ / _____ / _____ (MM/DD/YYYY)

所属学科 Department	物理学科	氏名 Name	田中 快	学籍番号 Student ID number	1Y22A038-1
研究題目 Title	ルチル型 $\text{Mo}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_2$ の作製と物性			指導教員 Advisor	勝藤 拓郎 教授

1. 研究背景・目的

MoO_2 , NbO_2 はどちらも歪んだルチル構造として知られる。 NbO_2 は、辺共有をする c 軸方向で隣り合う $\text{Nb}^{4+}(4d^1)$ が接近することで二量体を形成し、非磁性絶縁体となる。一方、 MoO_2 は $\text{Mo}^{4+}(4d^2)$ を持つ金属であり、Nb をドープすることによって金属-絶縁体転移(MIT)を起こすことが期待される。

混晶系 $\text{Mo}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_2$ について、 $x = 0.2, 0.3$ で結晶構造の変化が確認されている。また、磁化率の温度依存性から、Pauli 常磁性と Curie 常磁性の混在が示唆されている [1]。

これまでの研究では、封管による多結晶試料のみが作製・物性測定されてきた。そこで本研究では、単結晶試料を作製し、金属-絶縁体転移を調べることを目指した。

2. 実験方法

封管により $\text{Mo}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_2$ ($x = 0.25, 0.35, 0.5, 0.65$) 多結晶試料を作製し、Mini-Flex2 で X 線回折を行う。その後 Floating Zone 法により単結晶作製を行う。SQUID により磁化率、4 端子法により電気抵抗率の温度依存性をそれぞれ測定した。

3. 実験結果と考察

封管により作製した試料の磁化率を図 1 に示す。Floating Zone 法のために必要な多結晶試料の棒状成型は、 $x = 0.35, 0.5, 0.65$ において成功したので、Floating Zone 法での試料の融解を試みた。 $x = 0.35, 0.5$ では出力を最大にしても融解しなかったが、 $x = 0.65$ では融解した。しかし、粉末 X 線回折をしたところ、分解溶融により不純物 Nb_2O_5 が含まれていることが判明した。よって、単結晶作製を諦め、Floating Zone 炉にてより高温で焼結した $\text{Mo}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_2$ ($x = 0.35, 0.5$) 試料を作製した。 $x = 0.35$ について、封管と高温焼結した試料、および MoO_2 ($x = 0$) との比較を行ったのが図 2 である。

図 1 から、磁化率は x の値の変化によって系統的に変化していないことから、磁化率の変化は作製によって偶発する結晶構造の欠陥によってのみ起き、 x 依存性が作製方法に依存すると考えられる。また、図 2 では高温焼結した $x = 0.35$ が MoO_2 を下回っていることから、状態密度により変化する Pauli 常磁性以外の、スピンに依らない磁性の関与が考えられるが、その特定については今後の課題である。

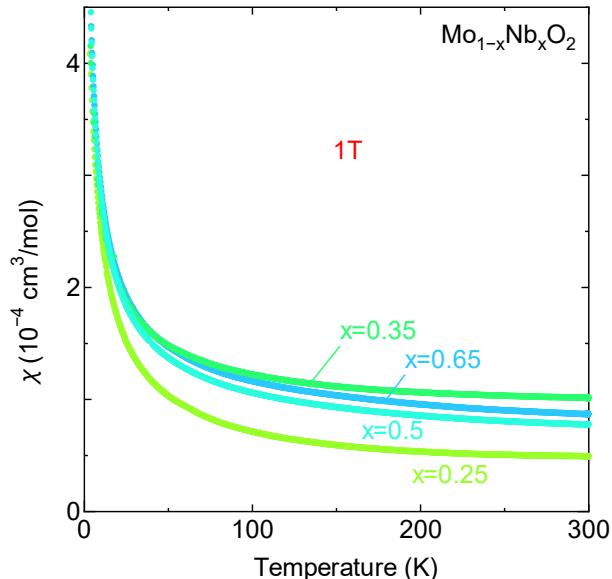


図 1 封管した $\text{Mo}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_2$ の磁化率

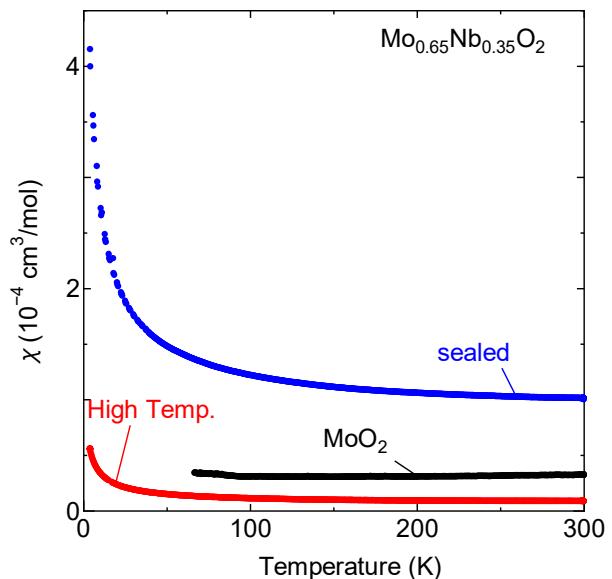


図 2 $\text{Mo}_{0.65}\text{Nb}_{0.35}\text{O}_2$ と MoO_2 の磁化率の比較
(青: 封管 赤: 高温焼結 黒: MoO_2)

4. 参考文献

- [1] Yu Ji, et al., J. Solid State Chem. 327, 124285 (2023).
- [2] B.-O. Marinder et al., Acta Chem. Scand. 16, 293-296 (1962).
- [3] 三河, 早稲田大学修士論文 (2024).