

逆ペロブスカイト窒化物 Mn_3SnN への元素置換による ワイル磁性的な磁気特性の発現

Exhibition of Wyle-magnet-like property in anti-perovskite nitride Mn_3SnN
by elemental substitution

静岡大院工 〇(M1) 白井 友晴, 川口昂彦, 坂元尚紀, 鈴木久男, 脇谷尚樹
Shizuoka Univ., Tomoharu Shirai, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto,
Hisao Suzuki, Naoki Wakiya

E-mail: kawaguchi.takahiko@shizuoka.ac.jp

【緒言】近年、 Mn_3X ($\text{X}=\text{Sn}, \text{Ge}$) やホイスラー合金 Co_2MnGa などワイル磁性が確認され、注目を集めている。しかしワイル磁性を発現する物質はいまだ限られており、材料選択性の観点では更なる物質探索が求められている。 Mn_3Sn ではカゴメ格子を組む Mn 磁気モーメントのフラストレーションがワイル磁性発現に重要であると報告されている[1]。そこで我々は、その窒化物である Mn_3SnN に注目した。六方晶の Mn_3Sn と異なり、 Mn_3SnN は立方晶逆ペロブスカイト構造を持つが (111)面内で $[\Gamma^{4g} + \Gamma^{5g}]$ 型の磁気三角格子を組むことが報告されており[2]、理論計算においてもワイル点を持つことが示されている[3]。ただし、これまでに報告された Mn_3SnN の物性ではワイル磁性を示唆するものは無い。そこで我々は、その原因が Mn_3SnN の軌道スピン相互作用が弱いことに起因していると考え、軌道スピン相互作用の強い Bi[4]の部分置換を試みた。その結果、得られた試料ではワイル磁性を示唆する特異な磁気特性が室温で観測されたので報告する。

【実験方法】 $\text{Mn}_3(\text{Sn}_{1-x}\text{Bi}_x)\text{N}$ は固相反応法によって作製した。 $\text{Mn}_2\text{N}_{0.66}$ 、Sn、Bi の粉末を出発原料として、その混合粉末を真空封入した石英管内において 800°C で 60 h 焼成した。得られた試料は X 線回折(XRD)や超伝導量子干渉磁束計(SQUID)を用いて評価した。

【結果と考察】 Fig. 1 に $x=0, 0.10$ の粉末試料の XRD パターンを示す。Bi 無し($x=0$)の試料では逆ペロブスカイト構造を持つ Mn_3SnN 単相となっていることがわかる。Bi あり($x=0.10$)の試料では Bi 相の析出が見られるものの、逆ペロブスカイト相の格子定数が変化し、 Mn_3SnN への Bi 置換は成功したと考えられる。また Fig. 2 に 300 K で測定された $M-H$ 曲線を示す。 $x=0$ の試料では常磁性的な振る舞いが観測されたが、 $x=0.10$ の試料では、明らかに異なるヒステリシスが観測された。このヒステリシスは、 $H=0$ 付近でくびれた特異な形状を示しており、ワイル磁性体である Mn_3Sn のヒステリシス形状の特徴とよく似ている[1]。すなわち、 $\text{Mn}_3(\text{Sn}, \text{Bi})\text{N}$ もワイル磁性を発現している可能性がある。当日はその他の Bi 置換量依存性も含めて議論する予定である。

【参考文献】

- [1] S. Nakatsuji *et al.*, *Nature*, **537**, 212-215 (2015).
- [2] D. Fruchart and E. F. Bertaut, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **44**, 781-791 (1978).
- [3] V. T. N. Huyen *et al.*, *Phys. Rev. B*, **100**, 094426 (2019).
- [4] Y. Niimi *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **115**, 196602 (2015).

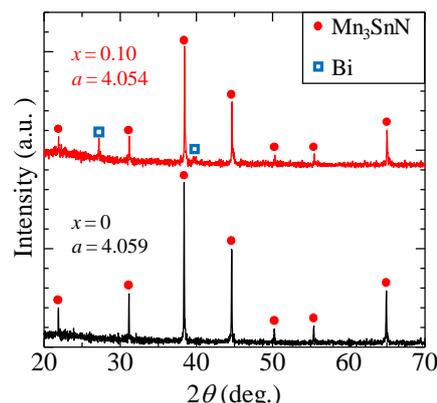


Fig. 1: XRD patterns of $\text{Mn}_3(\text{Sn}_{1-x}\text{Bi}_x)\text{N}$ powders with $x = 0$ and 0.10.

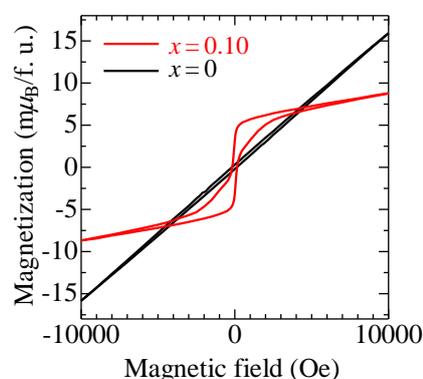


Fig. 2: $M-H$ curves of $\text{Mn}_3(\text{Sn}_{1-x}\text{Bi}_x)\text{N}$ with $x = 0$ and 0.10. at 300 K.