

磁気物性学教室

1 $\text{Eu}_{0.75}\text{TiO}_{3-\delta}$ の酸素不定比性と磁気特性

薄井 速飛

$\text{EuTi}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}_3$, $\text{EuTi}_{1-x}\text{Sc}_x\text{O}_3$ は $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ の混合原子価状態を持つ強磁性絶縁体であることが報告されているが、強磁性発現の詳細なメカニズムについては不明である。本研究では EuTiO_3 の Eu を欠損させることで、 $\text{Eu}^{2+}/\text{Eu}^{3+}$ の混合原子価状態を作り出し、 $\text{EuTi}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}_3$, $\text{EuTi}_{1-x}\text{Sc}_x\text{O}_3$ の磁気特性との比較研究を行った。 Eu^{2+} の単一原子価を持つ試料 $\text{Eu}_{0.75}\text{TiO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0.25$) と混合原子価を持つ $\text{Eu}_{0.75}\text{TiO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0.18$) を作成し、その磁気特性を調べた。しかし、予想に反して $\text{Eu}_{0.75}\text{TiO}_{3-\delta}$ は強磁性的振る舞いを示さず、反強磁性転移を示した。この結果は、 Ti^{4+} と Al^{3+} (Sc^{3+}) の固溶による乱れが強磁性相の発現に大きく影響しているという可能性を示唆している。

2 混合原子価を持つ Tb 酸化物 $\text{Ba}_{1-x}\text{Bi}_x\text{TbO}_3$ の合成と磁性

安住 太希

混合原子価を持つペロブスカイト型遷移金属酸化物は高温超伝導や超巨大磁気抵抗効果などの興味深い物性を示すことが知られている。しかし、希土類元素が混合原子価を持つペロブスカイト型酸化物は報告例が少なく、それが物性に与える効果についてはほとんどわかっていない。本研究では混合原子価を持つ Tb 酸化物 $\text{Ba}_{1-x}\text{Bi}_x\text{TbO}_3$ の作製を行い、その磁性について調べた。 $\text{Ba}_{1-x}\text{Bi}_x\text{TbO}_3$ ($x = 0$) は 32 K 以下で反強磁性的な振る舞いを示すが、 $0 \leq x \leq 0.2$ では x の値が大きくなるにつれて、10 K 付近以下でフェリ磁性的な成分が現れる。これは $\text{Tb}^{3+}/\text{Tb}^{4+}$ の混合原子価の影響だと考えられる。

3 焼成条件が $\text{NdBaMn}_{1.88}\text{Ti}_{0.12}\text{O}_6$ の磁性に与える効果

糸瀬 達也

RBaMn_2O_6 ($R = \text{希土類}$) は室温での超巨大磁気抵抗効果（磁場を印加すると電気抵抗が数桁以上減少する効果）の発現が期待されている物質である。本研究では $\text{NdBaMn}_{1.88}\text{Ti}_{0.12}\text{O}_6$ の焼成条件の違いがその磁性にどのような影響を与えるのかを調べた。焼成時間が 1.5 時間の試料の強磁性転移温度 $T_C = 280$ K、A 型反強磁性転移温度 $T_N = 260$ K であることが先行研究から分かっている。試料の焼成時間を長くすると、A サイト元素 (Nd , Ba) の秩序度が低下し、その結果、強磁性的挙動が抑制され、 T_C , T_N が低下することが分かった。

4 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Mg}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の磁気特性

井上 祐真

$(\text{Fe}_{1-x}\text{Zn}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ は電気分極を持つフェリ磁性体であることから、最近注目されている。一方、 Zn と同様に非磁性である Mg で置換した $(\text{Fe}_{1-x}\text{Mg}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の試料に関する研究報告はほとんどない。今回、 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Mg}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の $x = 3/6, 4/6, 5/6$ の試料を作成し、その磁気特性を調べた。 $x = 3/6$ の場合、15 K 付近で磁気転移が起き、フェリ磁性的な挙動が観測された。そして、 $x = 4/6$ においては磁気転移が 8 K 付近に低下した。今回観測した磁化の振る舞いは、過去の報告と多少異なっている。その理由は、試料の作成条件により Mg の四面体サイトの占有率が変化するためと考えられる。

5 反強磁性トポロジカル半金属 $\text{Ce}_2\text{NiGa}_{12}$ の単結晶育成

鵜飼 優輝

擬2次元的な結晶構造を持つ $\text{Ce}_2\text{NiGa}_{12}$ はトポロジカルに非自明な電子バンド構造を持つ反強磁性半金属であり、磁場印加に伴う磁気構造の変化とトポロジーの相関を実験的に観測する上で理想的な系である。本研究では、これまでに観測されている磁気抵抗効果を超えた、非自明なトポロジーと磁性の本質的な相関を解明する事を目的とし、単結晶の合成を試みた。その結果、目的相とは異なる磁性トポロジカル物質 CeGa_6 が育成された。育成条件の最適化を通じた目的相の合成と、本研究で得られた CeGa_6 の非自明なトポロジーの物性解明は今後の課題である。

6 非共線の磁気構造を持つトポロジカル半金属 HoNiAl の単結晶育成

小幡 智也

六方晶 HoNiAl は空間反転対称性のないトポロジカル半金属であり、常磁性-強磁性-非共線の磁気構造相へと逐次相転移を示す磁性体である。本系は、非自明な磁気構造の上で系のトポロジーがどのように発現するかを実験的に解明する上で良い舞台となっているが、磁気輸送特性をはじめとする「相空間における磁性とトポロジーの相関」は未だ明らかになっていない。

本研究では磁性とトポロジーの絡み合いにより創発される新奇物性を明らかにすることを目的とし HoNiAl の単結晶試料育成を試み、純良単結晶育成に向けての合成条件改善について議論した。

7 多重臨界点付近の $\text{Nd}_{1-x}\text{Sm}_x\text{BaMn}_{1.88}\text{Ti}_{0.12}\text{O}_6$ ($x = 0-1$) の物性

照沼 靖章

ペロブスカイト型 Mn 酸化物は磁場が印加されると電気抵抗が数桁以上減少する超巨大磁気抵抗(CMR)効果を示すため、新しい磁気デバイスへの応用が期待されている。本研究対象である RBaMn_2O_6 ($R =$ 希土類) は、CMR 材料の候補物質として期待されている。この物質の Mn を Ti で置換することで、Mn の平均価数が +3.5 から減少する (電子ドープに相当)。本研究では、多重臨界点付近にある $\text{Nd}_{1-x}\text{Sm}_x\text{BaMn}_2\text{O}_6$ に Ti 置換を行い、その物性に与える効果を調べた。Ti 置換の結果、多重臨界点の温度が低下し、低イオン半径側へシフトする (強磁性相が低イオン半径側に広がる) ことが分かった。

8 PtBi_2 の単結晶育成とフェルミオロジー

福原 迅士郎

本実験では、自己フラックス法を用いて三方晶の層状 PtBi_2 単結晶試料を育成した。この物質は三重縮退点を Fermi 準位に近い位置でもつことが知られており、その非自明なトポロジーに起因する新奇物性の発現に興味を持たれている。本研究では磁化測定を行い de Hass van-Alphen(dHvA)振動から 4.5 T 及び 43 T の2つの大きさの Fermi 面が観測され、三重縮退点が Fermi 準位近傍に存在することを支持する結果が得られた。これは更なる Fermi 準位の制御を通じた非自明なトポロジーに起因する物性の解明において重要な礎となるものである。

9 $(\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の試料合成と磁気特性

夜久 美月

カミオカイト型酸化物 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Zn}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ はマルチフェロイック特性を示すことから、最近注目されている。同じカミオカイト型構造を持つ、 $\text{Ni}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ は磁気転移を示さない常磁性体であると報告されている。今回、 $(\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の $x=0, 3/6, 5/6$ の試料を作製し、その磁気特性を調べた。過去の報告とは異なり、 $x=0$ では、7 Kで反強磁性転移が見られた。この違いの原因としては、組成ずれに起因する構造の乱れにより、反強磁性転移が誘起された可能性が考えられる。 x が増加すると、磁気転移温度は低温側にシフトしていき、 $x=3/6$ では反強磁性転移が観測されなかった。

10 $(\text{Fe}_{4/6}\text{Zn}_{2/6})_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の作製条件による磁気特性の変化

山田 瑞貴

$(\text{Fe}_{1-y}\text{Zn}_y)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ ($0 < y < 1$)は、温度や磁場の变化に対して複数の磁気転移(多段転移)を示すという興味深い振る舞いが報告されている。しかし、この磁化の多段転移の起源は、まだ明らかになっていない。本研究では、様々な条件で $(\text{Fe}_{1-y}\text{Zn}_y)_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ ($y=2/6$)試料を作製し、その磁気的性質を調べた。その結果、磁化曲線に大きな違いが見られた。飽和磁化が理論値よりも小さい試料では、磁化の多段転移が観測された。このことは、 Zn^{2+} と Fe^{2+} の四面体サイトの占有率が多段転移に関係していることを示唆している。