

磁気物性学教室

1 フラットバンド構造を持つ3次元金属間化合物 La_2Ni_7 の単結晶育成

伊藤 翔

電子の運動エネルギー・運動量の関係において分散を生じないフラットバンドでは、運動エネルギーが抑制された結果、電子間相互作用が本質的な役割を果たし、様々な相関物性が現れる。本研究では、フラットバンドを持つ物質系の開発に向けて、カゴメ格子を含む積層構造をとり、密度汎関数法によるバンド計算からフェルミ準位近傍にフラットバンドを有すると期待されている三次元金属間化合物 La_2Ni_7 の単結晶育成を試みた。金属フラックス法の育成条件を改良しながら合成したが、いずれの場合も目的相以外の二元系合金が安定化されてしまったため、更なる合成条件の最適化が必要であることが分かった。

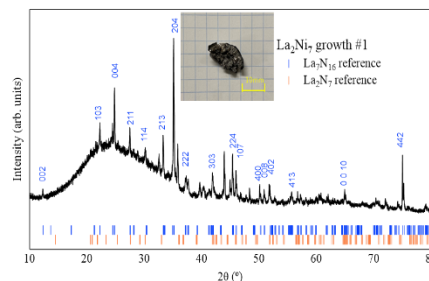


図. 合成した試料の粉末 X 線回折パターンの例 (Inset: 得られた結晶の写真)

2 極性 LiGaGe 型反強磁性体 $RAuSn$ ($R = Nd, Ho$) の単結晶育成

田口 はるか

空間反転対称性の破れた極性 LiGaGe 型構造の金属間化合物では、複数種のディラック点及びワイル点が共存した電子構造をとることが知られており、これまでにない量子物性が発現することが期待されている。本研究では LiGaGe 型化合物のなかでも、特に、磁化プラトーを伴う磁場誘起相転移を示すことが知られている RAuSn ($R=\text{Nd, Ho}$) の単結晶育成を試みた。金属フラックス法により育成条件を改良しながら育成を行ったが NdSb_3 や $\text{Nd}_3\text{Au}_6\text{Sn}_5$ といった相が安定化されてしまい、目的物質の単結晶試料育成には更なる合成条件の改良が必要であることが分かった。

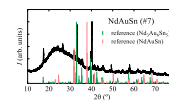


図. 合成した試料の X 線回折パターン(目的相 (ピンク)ではなく $\text{Nd}_3\text{Au}_6\text{Sn}_5$ (緑)のピークが見られた)

3 HfCuSi₂型希土類化合物 NdAgBi₂の磁気輸送特性

正方格子を有する希土類化合物は、格子構造に固有の非自明な電子系のトポロジと希土類イオンによる磁性を併せ持つ系として、新規量子物性が期待される系である。本研究では **Bi** 正方格子と磁性希土類イオン **Nd** を有する **HfCuSi₂** 型希土類反強磁性体 **NdAgBi₂** について、金属フラックス法による単結晶試料育成と磁場下での磁化及び輸送特性の測定を行った。反強磁性転移温度以下において、約 **4T** より高磁場中で、磁化及び電気抵抗率がともに磁場に対する線形な関係から逸脱する振舞が観測された。これは、磁場誘起相の磁気秩序が持つ強磁性成分により負の磁気抵抗効果が生じている為であると考えられる。

戸村 太軌

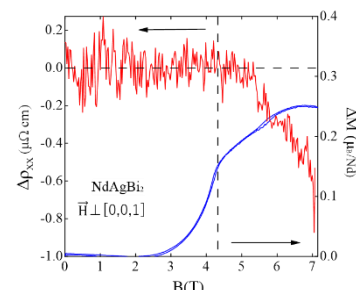


図. $T = 2\text{K}$ での電気抵抗率及び磁化の非線形線分の磁場依存性

4 磁場誘起相転移を示す反強磁性体 NdVSb₃の磁気輸送特性

鈴木 泰地

希土類金属間化合物 NdVSb₃は、僅かに歪んだ Sb 正方格子層と磁性及び電子相関を担う Nd-V-Sb 層が積層した層状物質であり、反強磁性相及び磁場誘起相で実現する複雑な磁気構造により、新規電子物性が発現する事が期待される。本研究では、単結晶育成と磁化及び輸送特性の測定を行い、反強磁性相において磁場印加に伴って生じる 1/2 磁化プラトー状態を介した強磁性秩序状態への転移において、電気抵抗率の急狭な増大を示す事を明らかにした。これは転移に伴うスピン散乱及び磁気ドメインの揺らぎの増大及びに 1/2 磁化プラトー状態における磁氣的ドメインの自由度によって電子が散乱されることによるものであると考えられる。

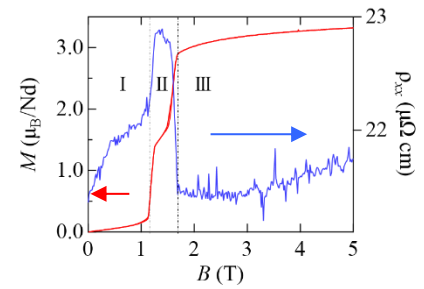
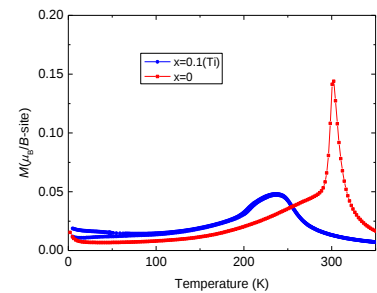


図. $T = 2\text{K}$ での磁化 M の及び電気抵抗率 ρ_{xx} の磁場依存性

5 NdBaMn₂O₆ の Fe 置換効果

道野 海斗

ペロブスカイト酸化物 RBaMn_2O_6 (R は希土類) は室温以上で強磁性金属(FM)相と電荷・軌道秩序絶縁体(CO/OOI)相が存在しているため室温での超巨大磁気抵抗(CMR)効果が期待できる物質である。CMR 効果を発現させるためには、電子ドーピングなどにより FM 相を安定化させることが重要である。本研究では電子ドーピングの効果を期待して、Mn よりも電子数一つ多い Fe で NdBaMn₂O₆ の Mn サイトを化学置換し、それが磁性に与える効果を調べた。その結果、予想に反して Fe 置換により FM 相が抑制されることがわかった。これは、置換した Fe が +3 価で存在しているためであると考えられる。



NdBaMn_{2-x}Fe_xO₆ の磁化の温度依存性

6 Ba 欠損が Sm_{1-x}La_{x+y}Ba_{1-y}Mn₂O₆ の磁気特性に与える効果

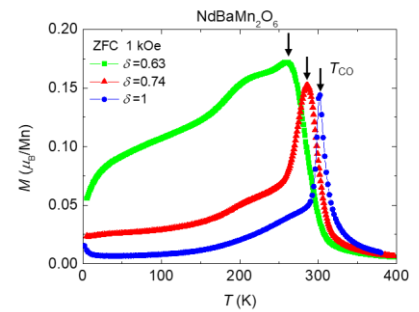
市原 明瑠

秩序型ペロブスカイト $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_{x+y}\text{Ba}_{1-y}\text{Mn}_2\text{O}_6$ は室温で超巨大磁気抵抗 (CMR) 効果の発現が報告されている。しかし、その磁気抵抗の変化は強磁場下かつブロードであるため実用化には至っていない。この原因は Ba サイトに La 置換 (電子ドーピング) を行ったことで、Ba 層に電荷の乱れが生じたためであると考えられる。本研究では、電荷の乱れを防ぐため、Ba 欠損をさせることで $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_{x+y}\text{Ba}_{1-y}\text{Mn}_2\text{O}_6$ に電子ドーピングを行った。その結果、Ba 欠損量が増加すると電荷・軌道秩序転移温度が低下した。これは Ba 欠損による電子ドーピング効果のためであると考えられる。

7 秩序型ペロブスカイト酸化物 $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$ の A サイト秩序度の制御

田丸 渉太

A サイト秩序型 $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$ は室温付近で電荷・軌道秩序絶縁相、強磁性金属相が多重臨界点を形成している。本研究では中間生成物 ($\text{NdBaMn}_2\text{O}_{6-\delta}$) の酸素欠損量 δ によって A サイト秩序度を制御し、秩序度の違いが臨界点付近の磁性に与える影響を調べた。その結果、中間生成物の δ が小さくなると A サイト秩序度が低下し、強磁性転移温度、電荷・軌道秩序転移温度が下がっていくことがわかった。中間生成物の δ が 0.63 では低温で強磁性的振る舞いが強く現れた。中間生成物の δ が 0.5 以下では A サイト秩序型構造ができなかった。



A サイト秩序度の異なる
 $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$ の磁化の温度依存性