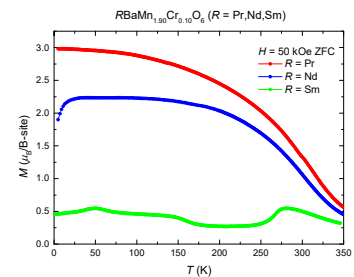


## 磁気物性学教室

1 Cr 置換が  $R\text{BaMn}_2\text{O}_6$  の磁気特性が与える効果

佐藤 篤矢

ペロブスカイト Mn 酸化物  $R\text{BaMn}_2\text{O}_6$  ( $R = \text{希土類}$ ) は室温で超巨大磁気抵抗 (CMR) 効果を示すことが期待される物質である。しかしながら、 $R\text{BaMn}_2\text{O}_6$  の電荷・軌道秩序絶縁体相が磁場に対して堅牢であるため、CMR 効果は生じない。先行研究では  $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$  の Mn サイトの一部を Cr で置換することにより電荷・軌道絶縁体相から強磁性金属相への磁場誘起相転移が起こることが報告された。本研究では  $R$  サイトに Nd と近いイオン半径を持つ  $R\text{BaMn}_2\text{O}_6$  ( $R = \text{Pr, Sm}$ ) の Cr 置換が磁気特性に与える効果を調べた。Cr 置換することで  $\text{PrBaMn}_2\text{O}_6$  では  $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$  と同様に磁場誘起相転移が見られたが、 $\text{SmBaMn}_2\text{O}_6$  の方ではそのような振る舞いは見られなかった。

2 A サイトの秩序度が  $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$  の磁気特性に与える効果

濱井 徳晴

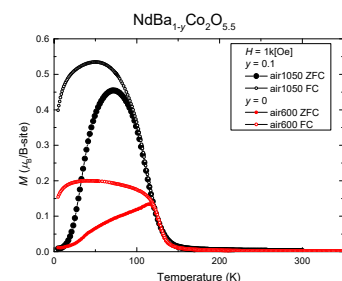
$R\text{BaMn}_2\text{O}_6$  ( $R = \text{希土類}$ ) は室温付近で電荷・軌道秩序相、強磁性金属相、A 型反強磁性相が多重臨界点を形成しているため室温超巨大磁気抵抗効果 (CMR 効果) の発現が期待される。多重臨界点付近の物性は  $R/\text{Ba}$  の規則構造の秩序度の影響を受けやすいので、本研究では多重臨界点付近にある  $\text{NdBaMn}_2\text{O}_6$  の A サイトの秩序度を変化に伴う磁気特性の変化を調べた。その結果、試料作成の際の中間生成物の酸素量が異なると磁化が大きく変化する。この結果、中間状態の酸素量を変えることで秩序度が変わることがわかった。

図等  
(自由に)

3  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+x}$  の Ba 欠損効果

本多 駿一

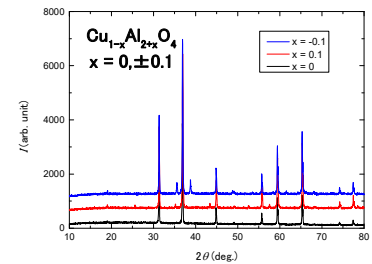
$R\text{BaCo}_2\text{O}_{5+x}$  ( $R = \text{希土類}$ ) は A サイト秩序型ペロブスカイト構造を持っており、金属-絶縁体転移やスピン状態転移などの物性を示す。本研究では  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+x}$  の Ba 欠損量の変化に伴う結晶構造や磁気特性の変化を X 線回折や磁化測定、ヨウ素滴定を行う事で調べた。先行研究の  $\text{EuBaCo}_2\text{O}_{5+x}$  では Ba 欠損の限界量は 5% であることが報告されたが、本研究により  $\text{NdBaCo}_2\text{O}_{5+x}$  では Ba 欠損限界は 10% になることがわかった。 $R = \text{Eu}$  の試料と比較して  $R = \text{Nd}$  の Ba 欠損量の限界値が増加したのは、 $\text{Eu}^{3+}$  に比べて  $\text{Nd}^{3+}$  のイオン半径が大きい事が影響していると考えられる。また、Ba 欠損や Ar 焼成を行う事で、大きな磁化の変化が見られた。



#### 4 スピネル型酸化物 $\text{Cu}_{1-x}\text{Al}_{2+x}\text{O}_4$ の磁気特性

山下 雅弘

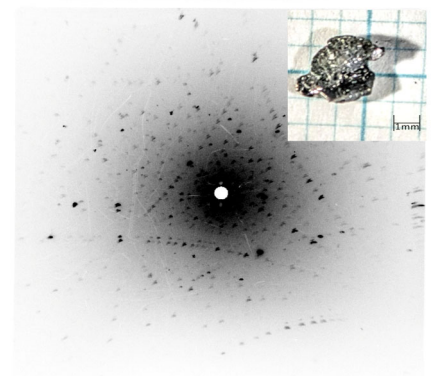
スピネル型酸化物  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  はヤーンテラー活性のイオン( $\text{Cu}^{2+}$ )を持っているにもかかわらず、立方晶構造を保っている。その原因については判明していないが Cu と Al の相互固有に関係がある可能性が指摘されている。また、 $\text{Cu}^{2+}$  は強いスピン軌道相互作用のため、特殊な磁性イオン( $J_{\text{eff}}=1/2$ )を持つことを指摘されていることから注目されている。本研究では四面体サイトの Cu の占有率が結晶構造や磁性に与える効果についての研究を行った。 $-0.02 \leq x \leq 0.06$  の範囲で試料を作成することに成功した。また、 $x=-0.02$  の磁化測定を行ったが、構造転移は見られなかった。

図: $x \pm 0.1$  の X 線回折結果

#### 5 トポロジカル半金属 $\text{Dy}_2\text{Zn}_{17}$ の単結晶育成

田口寛都

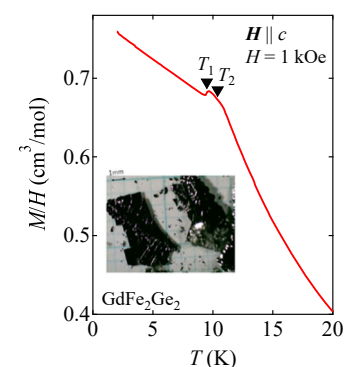
$\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$  型構造を持つ希土類金属化合物  $R_2\text{Zn}_{17}$  ( $R$ : 希土類元素) は、結晶構造の対称性に起因した非自明なトポロジーを有する電子バンド構造と磁性の相関によって磁気秩序を伏せ持つ系であり、非自明なトポロジーと磁性の相関によって生じる物理を解明していく舞台として有力な候補の一つである。本研究では低温で非単調な磁化の磁場依存性が報告され、複雑な磁気秩序が実現していると期待される  $\text{Dy}_2\text{Zn}_{17}$  を対象とし、二元系相図に基づく単結晶育成を行った。その結果、真空封入下における金属フラックス法で育成された 3 mm 以上のサイズを持つ試料は、粉末 X 線回折パターン及びラウエ写真から、純良な単結晶試料である事が確かめられた。磁気輸送特性をはじめとする将来的な物性測定により磁性とトポロジーの相関を明らかにする。

図.  $\text{Dy}_2\text{Zn}_{17}$  のラウエ写真  
(インセット)育成した結晶

#### 6 磁性トポロジカル半金属 $R\text{Fe}_2\text{Ge}_2$ ( $R = \text{Gd}, \text{Dy}$ ) の単結晶育成

橋本凌太

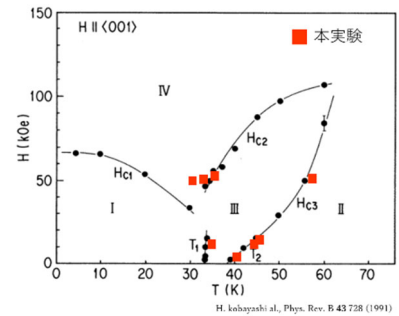
$\text{ThCr}_2\text{Si}_2$  型構造は三元系化合物がとる典型的な構造の一つであり、重い電子系、超伝導、量子臨界点の存在など多彩な物性を示す系として知られる。本研究で対象とする  $R\text{Fe}_2\text{Ge}_2$  ( $R = \text{希土類}$ ) も  $\text{ThCr}_2\text{Si}_2$  型構造をとる金属間化合物であり、その結晶対称性に起因するトポロジカルに非自明な電子バンド構造と希土類元素が示す磁性を併せ持っている。この様な系において発現するトポロジカルに非自明な物性の探索のため、真空封入下金属フラックス法による単結晶育成を試みた。得られた 5 mm 程度を越える大型試料は、 $R = \text{Gd}$  に関しては粉末 X 線回折実験による構造及び磁化測定による磁性の観点から、 $R = \text{Dy}$  に関しては構造の観点からそれぞれ純良結晶であると評価する事ができ、今後の新奇物性の探索に資する成果が得られた。

Gd $\text{Fe}_2\text{Ge}_2$  の帯磁率温度依存性  
(内挿図: Gd $\text{Fe}_2\text{Ge}_2$  結晶の写真)

## 7 層状磁性ワイル半金属 $DyMn_2X_2$ ( $X=Si, Ge$ ) 及び $DyMnSi$ の合成

中山智哉

2次元電子系の特異な超伝導など、電子系の次元性が発現する量子物性に顕著な影響を与える事が知られている。電子系の次元性の制御方法としては、試料育成時に物理的に制御する方法やバルク状態から剥離する方法の他に、自然に合成される積層構造(自然超格子)に頼る方法が挙げられ、特に後者の方法による試料合成は清浄な電子系を実現可能であるという事から近年注目を集めている。本研究では、異なる積層構造を有する磁性トポロジカル半金属  $RMnX$  及び  $RMn_2X_2$  ( $R = \text{希土類}, X = \text{Si, Ge}$ ) を対象に、電子系の次元性-トポロジー-磁性の相関に起因する新奇物性の発現と解明を目的とする研究を行った。真空封入下における金属フラックス法による結晶育成を試み、粉末 X 線回折実験及び磁化測定によって評価した結果、大型の  $DyMn_2Ge_2$  単結晶試料の育成に成功した。

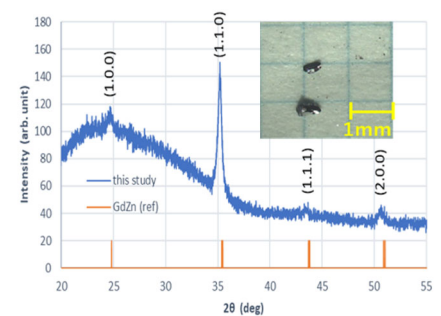


DyMn<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>の磁性相図の比較 (黒点: 文献値、赤点: 実験値)

## 8 3次元フラットバンド物質 $RZn$ ( $R = Ho, Gd, Nd$ )の単結晶育成

吉野 剛志

エネルギーが波数に依存しないフラットバンド系では運動エネルギーがクエンチされるため、物性の発現に電子間の相互作用効果が本質的な役割を果たす。このような物理は *twisted bilayer graphene* をはじめとする2次元系で精力的に研究されているが、3次元系における実験的研究例は少なく、物質開発や3次元系特有の物理の解明が注目を集めている。本研究では、Fermi エネルギー近傍にフラットなバンド構造を持つことが理論的に示されている3次元系金属間化合物  $RZn$  を対象に、フラットバンドの存在と、それに起因する電子相関と  $RZn$  の持つ磁性により発現する物理の観測、解明を最終的な目的として、その第一歩目となる単結晶試料の育成を試みた。二元系相図に基づき複数の方法で結晶育成を行った結果、 $R = Gd, Nd$  の物質については真空封入下における金属フラックス法によって単結晶を育成することに成功し、今後の相関物性の研究に繋がる成果が得られた。



GdZnの粉末X線回折ピーク (Inset: 得られたGdZn結晶写真)

## 9 磁化プラトーを有するトポロジカル半金属の輸送特性

山田詩音

非自明なトポロジーと磁性とを併せ持つ系においては、磁気秩序に伴う対称性の低下がトポロジカルな物性に与える効果についての理解は進んでいるものの、磁性とトポロジーの本質的な相関により創発する物性に関しては未解明である。本研究ではその相関を明らかにするため、フェルミ準位近傍にワイル点を有するとともに非自明な磁気状態をもつ  $DyAgGe$  と  $HoAgGe$  を対象とし、単結晶育成と磁場中における輸送係数の測定を行った。その結果、 $HoAgGe$  は磁性転移に伴い電気抵抗率  $\rho_{xx}$  の増大とホール抵抗率  $\rho_{yx}$  の傾きの変化を示す事が明らかになった。これらは、磁性転移近傍におけるスピン揺らぎや磁氣的ドメイン揺らぎの増大によって電子散乱が増大する事、及び磁気秩序毎に大きさの異なる交換分裂を持つ事に由来して磁性転移に伴う電子構造の変化を示す事に起因するものと考えられる。

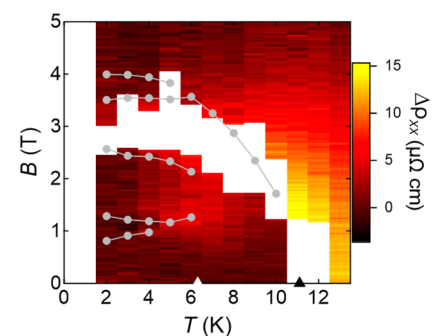


図.  $HoAgGe$  の磁性転移に伴う電気抵抗率の増大  $\Delta\rho_{xx}$