O-28

C15 型ラーベス化合物 ACo₂ (A = Zr,Hf,Y,Nb,Ta)における遍歴フラストレート磁性の探索

Exploration for itinerant frustrated magnetism in C15-type Laves compound ACo_2 (A = Zr, Hf, Y, Nb, Ta)

○齋藤理貴¹, 小野拓海², 風間拓人², 村井亮太², 前田穂³, 高瀬浩一³, 高野良紀³, 渡辺忠孝³ *T. Saitou¹, T.Ono², T.Kazama², R.Murai², M. Maeda³, K. Takase³, Y. Takano³, T. Watanabe³

Abstract: C15-type Laves compounds ACo_2 (A = transition elements) are expected to be itinerant geometrically-frustrated magnets. We synthesized poly-crystalline ACo_2 (A = Zr, Hf, Y, Nb, Ta) and investigated the structural, electrical, and and magnetic properties.

1. はじめに

近年,磁性物理学の分野では幾何学的フラストレー ト磁性体と呼ばれる物質群が注目を集め活発に研究が 行なわれている.幾何学的フラストレーションとは, 磁性体において磁性イオン間に強い磁気相互作用が働 くにも関わらず,結晶構造の幾何学的制約により磁気 相転移が出来ない状況を指す.このような幾何学的フ ラストレート磁性体では,非常に強いスピン揺らぎが 生じる為,新奇かつ多彩な量子現象と基底状態が創出 する.

C15型ラーベス化合物 AB₂は, Figure 1 に示す様な立 方晶 (空間群 Fd3m)の結晶構造を有する化合物であり, その *B* サイトは頂点共有の正四面体から構成されるパ イロクロア構造を形成する.このパイロクロア構造は, 非常に強い幾何学的フラストレーションを生じる構造 として知られている. 我々は、C15型ラーベス構造を有 するコバルト化合物 ACo₂ (A = 遷移元素) に注目し, フラストレート磁性の研究を行っている. ACo₂ につい ては、TiCo₂が T_N ~ 45 K で反強磁性転移を示す磁性体 であることが 1966 年に報告されているが[1], TiCo2を 含めたACo2全般について、フラストレート磁性という 興味からの物性研究はこれまで行われていなかった. 今回我々は, TiCo2のTiを他の3,4,5族の元素に置き換 えた物質に着目した. その中で, Zr, Hf, Y, Nb, Ta に置き 換えた ACo₂ (A = Zr, Hf, Y, Nb, Ta) の多結晶試料を作製 し、物性評価を行ったので、その結果を報告する.



Figure 1. Cubical crystal structure of C15-type Laves compound AB_2

2. 実験方法

ZrCo₂, HfCo₂, YCo₂, NbCo₂, TaCo₂の多結晶試料はア ルゴンガス雰囲気中でのアーク溶融法により作製した. 原材料には, Zr インゴット(99.9%), Hf インゴット (99.9%), Yインゴット(99.9%), Nb インゴット(99.9%), Ta インゴット(99.95%), Co パウダー(99.99%) を使用し た. 試料作製手順としては,まず化学量論比に従い Zr, Hf, Y, Nb, Ta を秤量し, Co パウダーの圧粉成形を行っ た. 次に,この Co 圧粉体を化学量論比の Zr, Hf, Y, Nb, Ta インゴットとアーク溶融し凝固させた. その後,不 純物の除去と結晶構造を安定化を目的として, 1050°C で 2 週間アニール処理を施した (Figure 2).

作製した多結晶試料は,粉末 X 線回折測定で結晶構 造評価を行い,電気抵抗率および磁化率の温度依存性 を測定し物性を評価した.

1:日大理工・学部・物理 2:日大理工・院(前)・物理 3:日大理工・教員・物理



Figure 2. Annealing condition of poly-crystalline ACo₂

- 3. 実験結果
- 3-1. 粉末 X 線回折回折測定

Figure 3 は,作製した NbCo₂多結晶の as-grown 試料 およびアニール試料における粉末 X 線回折測定の結果 である.as-grown 試料では,主相として C15 型ラーベス 相が得られているものの,不純物とみられるピークが 確認できる.一方,アニール試料では不純物ピークが 消失し単相の C15 型ラーベス相が得られていることが わかる.これらの結果より,純良な NbCo₂ 多結晶を作 製するためにはアニール処理が必要であることがわか る.粉末 X 線回折測定より得られた NbCo₂の格子定数 は,0.677 nm であった.



Figure 3. Powder XRD patterns of poly-crystalline NbCo2

3-2. 電気抵抗率測定

Figure 4 に, NbCo₂多結晶アニール試料の電気抵抗率の温度依存性を示す.降温とともに電気抵抗率が減少する金属的な振舞いを示すが,降温と昇温で履歴を示していることが分かる.また,60 K において相転移と思われる異常が見られる.



Figure 4. Temperature dependence of electrical resistivity in poly-crystalline NbCo₂

3-3. 磁化率測定

Figure 5 に NbCo₂多結晶アニール試料の磁化率の温 度依存性を示す.降温とともに磁化率が増加する振舞 いがみられるが、350 Kから ~ 200 Kまでの温度領域に 比べて、~ 200 K以下の低温領域では降温に伴う磁化率 の増加率が抑制されていることがわかる.このことは、 ~ 200 K以下の低温領域において電子の局在性が抑制 されていることを示唆している.また、磁化率には45 Kに相転移と思われる異常が見られる.



Figure 5. Temperature dependence of magnetic susceptibility in poly-crystalline NbCo₂

当日の発表では、NbCo₂に加えて他の試料の詳細な 実験結果を報告する予定である.

4. 参考文献

[1] Y. Aoki *et al.*, J.Phys.Soc.Japan, Vol.21, Issue 3, pp.565-566, 1966