

## 論文内容の要旨

〔 題 名 〕

Single Crystal Growth and Magnetic Properties of RRhIn<sub>5</sub> Compounds

(R: Rare Earths)

RRhIn<sub>5</sub> (R: 希土類元素) 化合物の単結晶育成と磁性

学位申請者      グエンバンヒュウ      印

RRhIn<sub>5</sub> (R: 希土類元素)は正方晶の結晶構造をとり、RIn<sub>3</sub>とRhIn<sub>2</sub>が[001]方向(c軸)に積層した結晶構造である。希土類イオン(原子)は正方晶の角を占めるので[100]方向と[001]方向で磁気的な異方性が期待される。また、これまでLaRhIn<sub>5</sub>やCeRhIn<sub>5</sub>のドハース・ファンアルフェン効果やエネルギーバンド計算の研究から、この物質系の電子状態はRhIn<sub>2</sub>層のエネルギーバンドがいわば絶縁層を形成することが分かっている。つまり、RIn<sub>3</sub>の伝導層とRhIn<sub>2</sub>層の絶縁層が積層した電子状態とすることができる。したがって、フェルミ面はシリンダー状の準2次元電子系である。このような単純な電子状態で、磁気異方性が期待できる物質系は、希土類イオンの4f準位を研究する上で理想的である。そこで本研究はYRhIn<sub>5</sub>、及びLaRhIn<sub>5</sub>からYbRhIn<sub>5</sub>までEuRhIn<sub>5</sub>を除き13種類のRRhIn<sub>5</sub>の単結晶をシリーズで育成し、その磁性を系統的に研究した。実験として結晶構造、電気抵抗、比熱、磁化率・磁化及びドハース・ファンアルフェン効果の測定を行った。明らかになったことを要約すると次の通りである。

- 1) Inをフラックスに用いたフラックス法によりシリーズでRRhIn<sub>5</sub>の単結晶育成に成功した。いずれの化合物も測定には十分の大きさで良質な単結晶であった。大きな単結晶は10mm四方ぐらいの大きさがあつた。
- 2) LaRhIn<sub>5</sub>からTmRhIn<sub>5</sub>まで、4f電子数の増大につれて格子定数のaとcの値は減少した。これは良く知られたランタノイド収縮である。ところがYbRhIn<sub>5</sub>はそれからおおきくずれ、かつ大きな値を示した。つまりYbRhIn<sub>5</sub>は2価で他のRRhIn<sub>5</sub>は3価であることが分かった。
- 3) 電気抵抗、比熱、磁化率から磁気秩序温度を決定した。それらの化合物は反強磁性体であることを明らかにした。ただし、YRhIn<sub>5</sub>、LaRhIn<sub>5</sub>、PrRhIn<sub>5</sub>、YbRhIn<sub>5</sub>は磁気秩序は持たないことも分かった。
- 4) PrRhIn<sub>5</sub>の磁性状態を磁化率・磁化の異方性と磁気比熱から求めたエントロピーを基にして、4f準位の結晶場を決定し、一重項基底状態であることを明らかにした。同時にPrRhIn<sub>5</sub>以外に、PrCoIn<sub>5</sub>とPrIrIn<sub>5</sub>の単結晶を育成し、良質な単結晶であったため、これまでLaRhIn<sub>5</sub>で見出せなかったバンド13の正孔フェルミ面の全ての軌道の検出に成功し、フェルミ面を明らかにした。
- 5) CeRhIn<sub>5</sub>からTmRhIn<sub>5</sub>までの4f準位を、PrRhIn<sub>5</sub>と同じような結晶場解析を行い、明らかにした。全体の4f準位の大きさはCeRhIn<sub>5</sub>で一番大きく330K、最小はErRhIn<sub>5</sub>の44Kで、4f電子数の増大とともに減少していく傾向を見出した。
- 6) 4f準位の結晶場解析から、RRhIn<sub>5</sub>の磁気異方性を明らかにすることができた。結晶場パラメータのB<sub>2</sub><sup>0</sup>が負のときは、[001]方向が反強磁性の容易軸であり、正值のときは[100]方向が容易軸となることが分かった。
- 7) RRhIn<sub>5</sub> (R: Nd, Tb, Dy, Ho)で磁化過程に2段のメタ磁性転移を発見した。希土類イオン間に3種類の交換相互作用を設定し、有効スピンハミルトニアンを導入して、その特異な磁化過程を解明した。

以上のように、シリーズのRRhIn<sub>5</sub>の研究から結晶場を基にした4f電子の磁性を解明した。