



Title	Single Crystal Growth and Magnetic Properties of RRhIn ₅ Compounds (R: Rare Earths)
Author(s)	Nguyen, Van Hieu
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/47647
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	グエンバンヒュウ NGUYEN VAN HIEU
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 20852 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Single Crystal Growth and Magnetic Properties of RRhIn ₅ Compounds (R : Rare Earths) (RRhIn ₅ (R : 希土類元素) 化合物の単結晶育成と磁性)
論文審査委員	(主査) 教授 大貫 惇睦 (副査) 教授 田島 節子 教授 竹田 精治 教授 野末 泰夫 助教授 杉山 清寛

論文内容の要旨

RRhIn₅ (R : 希土類元素) は正方晶の結晶構造をとり、RIn₃ と RhIn₂ 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 LaRhIn₅ や CeRhIn₅ 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 RhIn₂ 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、RIn₃ の伝導層と RhIn₂ 層の絶縁層が積層した電子状態と言うことができる。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 4*f* 準位を研究する上で理想的である。そこで本研究は YRhIn₅、及び LaRhIn₅ から YbRhIn₅ まで EuRhIn₅ を除き 13 種類の RRhIn₅ 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 RRhIn₅ 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と良質な単結晶であった。大きな単結晶は 10 mm 四方ぐらいの大きさがあつた。
- 2) LaRhIn₅ から TmRhIn₅ まで、4*f* 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 YbRhIn₅ はそれからおおきくずれ、かつ大きな値を示した。つまり YbRhIn₅ は 2 価で他の RRhIn₅ 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、YRhIn₅、LaRhIn₅、PrRhIn₅、YbRhIn₅ は磁気秩序は持たないことも分かった。
- 4) PrRhIn₅ 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、4*f* 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 PrRhIn₅ 以外に、PrCoIn₅ と PrIrIn₅ の単結晶を育成し、良質な単結晶であつたため、これまで LaRhIn₅ で見出せなかつたバンド 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) CeRhIn₅ から TmRhIn₅ までの 4*f* 準位を、PrRhIn₅ と同じような結晶場解析を行い、明らかにした。全体の 4*f* 準位の大きさは CeRhIn₅ で一番大きく 330 K、最小は ErRhIn₅ の 44 K で、4*f* 電子数の増大とともに減少していく傾向を見出した。

6) 4*f* 準位の結晶場解析から、RRhIn₅ の磁気異方性を明らかにすることができた。結晶場パラメーターの B_0^2 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) RRhIn₅ (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 RRhIn₅ の研究から結晶場を基にした 4*f* 電子の磁性を解明した。

論文審査の結果の要旨

RRhIn₅ (R: 希土類元素) は正方晶の結晶構造をとり、RIn₃ と RhIn₂ 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。そこで本研究は、YRhIn₅、及び LaRhIn₅ から YbRhIn₅ まで EuRhIn₅ を除き 13 種類の RRhIn₅ 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。

CeRhIn₅ から TmRhIn₅ までの 4*f* 準位を、結晶場解析を行い、その磁性を明らかにした。全体の 4*f* 準位の大きさは CeRhIn₅ で一番大きく 330 K、最小は ErRhIn₅ の 44 K で、4*f* 電子数の増大とともに減少していく傾向を見出した。また、4*f* 準位の結晶場解析から、RRhIn₅ の磁気異方性を明らかにすることができた。結晶場パラメーターの B_0^2 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。さらに、RRhIn₅ (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。

よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。