



Title	Field induced magnetic phase transitions under high magnetic field
Author(s)	近藤, 修
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38086">https://hdl.handle.net/11094/38086</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	近 藤 修
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 10586 号
学位授与年月日	平成5年3月25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	<b>Field induced magnetic phase transitions under high magnetic field</b> (強磁場下の磁場誘起相転移)
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行 (副査) 教授 邑瀬 和生 教授 池谷 元同 助教授 堀 秀信 助教授 山岸 昭雄

## 論文内容の要旨

## 第一部

CsCl型結晶構を持つ金属間化合物 DyAg は、ネール温度56K の反強磁性体である。また、Dy イオンは、低温において四重極配列をしている。単結晶試料を用いて410kOeまでの磁化の測定をおこない、その結果、磁場を [111] 方向にかけたとき4段のステップ磁化を発見した。また、磁場を [110] と [001] 方向にかけたときそれぞれに2段と3段のステップ磁化を発見した。各方向100kOe前後のステップ磁化は、Dy の四重極配列を崩さずにスピンドリップで説明できる。また、[111] 方向の他の3段のステップ磁化は、強磁場下で四重極配列が消失するという新たなモデルを用いて説明できる。Dy ペラーあたり

$$U_{ij} = -1/2 (3 \cos 2\theta_{ij} - 1) Q_{ij}$$

と表せる四重極相互作用エネルギーを新たに導入し、これと、交換相互作用エネルギー、ゼーマンエネルギーとの和をとった全エネルギーを、各々のステップ磁化領域について計算した。これらから、各々の転移磁場を、交換相互作用パラメーター、J<sub>1</sub>、J<sub>2</sub>と四重極相互作用パラメーターQ<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>を用いて表し、実験結果の値から各パラメーターを、

J<sub>1</sub>S/gμ<sub>B</sub> = -32kOe, J<sub>2</sub>S/gμ<sub>B</sub> = -6.1kOe, Q<sub>1</sub>/gμ<sub>B</sub>S = 6.8kOe, Q<sub>2</sub>/gμ<sub>B</sub>S = 3.4kOe, Q<sub>3</sub>/gμ<sub>B</sub>S = 0.5kOe と決定した。この新しく導入したモデルによりDyAgの多段ステップ磁化をよく説明できる。

## 第二部

電子キャリア酸化物高温超伝導体 Nd<sub>2-x</sub>Ce<sub>x</sub>CuO<sub>4</sub>について、磁気相互作用にとくに注目し研究を行った。この物質の母物質である Nd<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> は、Nd、Cu のネール温度がそれぞれ1.7Kと255Kである反強磁性体である。スピンド構造は、中性子散乱により調べられており、Nd、Cu 共に低温ではLa<sub>2</sub>NiO<sub>4</sub>型であり、スピンドは共に [110] 方向を向いている。Nd サイトには Cu イオンからのスタッガード磁場が存在しており、Nd の磁性に影響を与えている。単結晶サンプルの強磁場磁化の測定を最高磁場360kOe、最低温度0.6Kまで行った。Cu の磁化は測定温度ではほとんど無視できるので、観測された磁化は、主に Nd イオンによるものであると考えられる。磁場を [110] にかけたときの磁化において Nd のスピンドリップ現象が発見された。スピンドリップ磁場は温度0.6Kにおいて5.3kOeである。この現象は Nd と Cu の相互作用を考慮に入れてほぼ説明できる。また、[110] 方向に磁場をかけたときの磁化において、温度1.3K で 2 つの新しい磁場誘起相転移が磁場20kOe と 40kOe に見つかった。これらの相転移は、Nd 間の交換相互作用

エネルギーと Nd サイトにおける Cu からスタッガード磁場のエネルギーとのフラストレーションを繰り込んだ分子場モデルで説明できる。0.9K 以下でさらに新しい相転移が発見された。3 つの転移磁場の温度変化をもとに求めた磁気相図は0.9K 以下で Nd の磁気構造が変化していることを示している。また、この系における磁性の Ce 濃度依存性について、転移磁場の変化をもとに調べた。その結果、転移磁場は Ce 濃度が増すにつれて減少することがわかった。のことより、Nd の交換相互作用は Ce ドープにより弱められると考えられる。

#### 論文審査の結果の要旨

強磁場を用いた磁気相転移の研究は磁性研究の重要な課題となっている。近藤君は 4 重極相互作用の強い DyAg について、強磁場下で 4 重極相互作用が破壊されていることをはじめて見出し、その解析を行った。また高温超伝導の母物質の一つである  $Nd_2CuO_4$  について、Cu からのスタッガード磁場が効くことによる奇妙な相転移を発見し、その定量的解析に成功した。これらの成果は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。