



|              |   |
|--------------|---|
| 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<br>理学研究科物理学専攻   |
| 学 位 論 文 名     | Field induced magnetic phase transitions under high magnetic field<br>(強磁場下の磁場誘起相転移) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 伊達 宗行<br>(副査)<br>教 授 邑瀬 和生 教 授 池谷 元伺 助教授 堀 秀信<br>助教授 山岸 昭雄               |

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 第一部

CsCl型結晶構造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ト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 ペアーあたり

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

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、 $J_1$ 、 $J_2$ と四重極相互作用パラメーター $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ を用いて表し、実験結果の値から各パラメーターを、

$J_1 S/g\mu_B = -32\text{kOe}$ 、 $J_2 S/g\mu_B = -6.1\text{kOe}$ 、 $Q_1/g\mu_B S = 6.8\text{kOe}$ 、 $Q_2/g\mu_B S = 3.4\text{kOe}$ 、 $Q_3/g\mu_B S = 0.5\text{kOe}$ 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  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$  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  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$  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  $\text{La}_2\text{NiO}_4$  型であり、スピンは共に〔110〕方向を向いている。Nd サイトにはCu イオンからのスタグ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 のスピントリップ現象が発見された。スピントリップ磁場は温度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。このことより、Ndの交換相互作用はCeドーピング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<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>について、Cuからのスタ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。