

Title	Dynamics of Magnetic Ordering in Pulsed Magnetic Field
Author(s)	Karaki, Yoshitomo
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2378
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	柄 木 良 友
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 8 8 5 号
学位授与の日付	昭 和 6 0 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	パルス磁場下における磁気秩序形成のダイナミクス
論文審査委員	(主査) 教授 長谷田泰一郎 (副査) 教授 中村 伝 教授 山田 安定 助教授 松浦 基浩 助教授 宮城 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はパルス磁場のもつ高速掃引性を利用した磁性のtransient な性質の研究をまとめたものである。本論文は4章より成っている。

第1章は緒論で本研究の概要を述べている。

第2章はパルス断熱消磁について述べている。反強磁性化合物 Cs_3CoCl_5 の秩序状態形成過程及び磁気緩和を研究するために定常磁場にパルス磁場を重畳させパルスの断熱消磁を行なった。常磁性状態から反強磁性秩序配列への時定数は $1 \sim 100 \mu\text{sec}$ である。初期磁場 10 kOe のもとでは $T_i \leq 1.8 \text{ K}$ で急激にこの時定数は長くなる。また高磁場で低エントロピー状態にある Cs_3CoCl_5 に対し、高速で磁場反転を行うと負磁化の状態が出現した。この負磁化の状態は磁場反転に対し負磁化が維持される。負磁化の状態は負のスピンの温度をもつ系であると考えられ、この負磁化をもつ初期状態からのパルス断熱消磁を試みた。しかし初期磁化が小さいため負の温度でのスピン秩序は見られなかった。負磁化が2段階の緩和で正の平衡磁化に回復するのが観測された。第1段階はスピン系内(4準位)での交差緩和であり緩和時間は磁場値に大きく依存している。第2段階はスピン系と外部系(格子及び液体 He^4)との緩和であり、緩和時間は磁場にあまり依存しない。

第3章はパルス磁場を用いた $HoVO_4$ の断熱磁化冷却及び磁場中相転移について述べている。 $HoVO_4$ は交差磁場 $H_c \sim 11 \text{ T}$ をもつ基底一重項物質であり交差磁場近傍でのスピン秩序が見られた。パルス磁場の掃引速度がスピン格子緩和時間に比べて十分速いので格子系から孤立したスピン系の相転移である。 $\frac{\partial M}{\partial t}$ に見られた4つのpeakは単純な反強磁性体の分子場近似では説明できず、 Ho^{3+} 電子スピンと核スピンとの強いhyperfine相互作用によるものと思われる。

第4章は $\text{NaNiAcac}_3\text{benzene}$ の励起状態のスピン秩序について述べている。この化合物の Ni^{2+} イオンは基底状態は doublet $|\pm 1\rangle$ で励起状態は $|0\rangle$ である。 $|0\rangle$ と $|+1\rangle$ level は磁場中で励起状態で交差している。この系に高速パルス磁場を加え励起二準位の断熱磁化冷却を行ない、交差磁場近傍で、励起状態のスピン秩序を観測した。この秩序状態は励起二準位内で定義されたスピン温度で支配されており、基底状態との磁気緩和によって破壊される。

論文の審査結果の要旨

磁気相転移現象の研究は、ここ40年間非常に大きい進展があった。転移点極近傍の臨界現象は平衡系の挙動としては殆んど解明されたといえる。本研究は極短時間パルス磁場掃引を利用して、磁気相転移のダイナミクスに全く新しい視点からの実験研究を行ったものである。まず第一は常磁性の無秩序状態にあるスピン系が磁気相転移によって規則配列状態に移行するに要する時間間隔をはじめ測定した。断熱消磁法による冷却と規則配列の実現という過程を超伝導ソレノイドによる一定磁場中で、逆向きに発生させたパルス磁場によって一瞬の間に実現する。このパルス磁場掃引時間を短くしていくことによって遂に常磁性から規則配列への移行が不可能となる掃引速度の存在を見出し、 Cs_3CoCl_5 という結晶において、上記時間の測定に成功した。マイクロ秒/ガウスというこの速度および、その温度依存性は今後の理論的課題を提供した。次に高速磁場掃引によって基底二重項の上位準位の占有スピン数をそのままに保って励起準位に接近させ、高磁場下励起二準位間におけるスピン系の冷却と一瞬の間の規則配列状態の実現を目指す実験を試み、見事な成功を収めた。更に高速度磁場反転過程によって Cs_3CoCl_3 結晶中の Co^{+2} 系について、電子スピン系負温度をはじめ実現したのも重要な寄与である。

以上のように本論文は高速磁場掃引を巧みに利用して磁気相転移現象に従来にはない新しい視点を展開したもので学位論文として価値あるものと認める。