

Title	HIGH FIELD ELECTRON SPIN RESONANCE IN THE HALDANE MATERIALS
Author(s)	Kindo, Koichi
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3090026
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	金 道 浩 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 0 3 5 0 号
学位授与年月日	平成 4 年 6 月 10 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	High Field Electron Spin Resonance in the Haldane Materials (ハルデン物質の強磁場 ESR)
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行 (副査) 教授 櫛田 孝司 教授 都 福仁 助教授 堀 秀信 助教授 山岸 昭雄

論 文 内 容 の 要 旨

Part I -パルス強磁場を用いたマイクロ波 ESR 装置の開発とその過程における実験技術を記述している。阪大強磁場の起源はパルス磁場 ESR にある。そのため、強磁場 ESR とマグネットの歴史を最初に述べている。開発の過程でのさまざまな工夫を次に述べる。現段階ではクライストロンで発振された 6mm 波 (50 GHz) と 8mm 波 (34 GHz) のマイクロ波が用いられている。システムは普通の反射型キャビティを採用している。パルスマグネットの最高磁場は 40 テスラ、パルス幅は 40 ミリ秒である。矩形キャビティと円筒キャビティをテストした結果、後者の方が良い結果を与えた。実際に標準サンプルの DPPH を用いたヘリウム温度での測定において、ノイズ問題が発生し、これを解決した。このシステムが有効であることを示す典型的な例をいくつか紹介する。CuO は酸化物高温超伝導体の母物質として注目を集めているが、大きな異方的交換相互作用のため線幅が広くなり、通常の装置では観測できない。強磁場 ESR での測定の結果、1.6 テスラの線幅をもった EPR が観測された。Nd₂CuO₄ は Ce をドーピングすると電子系の高温超伝導体となる物質で、その磁性に興味が持たれている。X バンドの測定では線幅が約 1 テスラのブロードな吸収の一部が見えており、この全貌を明らかにするために強磁場 ESR を行った。結果は、周波数に依存しないブロードな吸収が観測され、反強磁性共鳴の臨界磁場共鳴であることが明らかになった。最後の例として、不純物共鳴を挙げる。強磁場 ESR における不純物共鳴の効果は CoCl₂·2H₂O (CC2) での成果を見れば一目瞭然である。CsCoCl₃ は一次元的な強いイジング型の三角格子反強磁性体であるが、この系に Mn²⁺ をドーピングして測定を行ったところ、10 テスラまでに数十本の吸収が現われた。周波数変化を行い、これらの吸収線をいくつかのセットに分けたところ、CC2 で見られた以外のモードの存在も明かとなった。

Part II -前述の強磁場 ESR 装置を用いてハルデン物質 NENP と NINO の測定を行った。高温域ではブロードな常磁性共鳴が $g \sim 2$ の位置に見える。30K 以下では線幅 1 テスラの新しい共鳴が現われた。この共鳴は通常の基底状態の常磁性共鳴や反強磁性共鳴とは異なる。信号強度は温度を下げて行くと、極大を作りやがて減少する。そのため、この共鳴は基底状態からハルデンギャップだけ上の励起状態からの信号であると帰結される。角度変化は切り取った励起状態に対するスピンハミルトニアンで解析でき、異方性定数が求まった。ここから得られる重要な結果は基底状態

における異方性が容易面的であるのに対し、励起状態では逆転し容易軸的になることである。これはハルデン状態における素励起がスピン波的なものではなく、局在的であることを示している。つまり、スピン波的であれば基底状態の異方性を反映するからである。この矛盾を解決するモデルを局在した2スピンの束縛状態に求めた。このモデルによると励起状態の現象をうまく説明できる。

論文審査の結果の要旨

金道君は40テスラのパルス強磁場におけるマイクロ波 ESR 測定法を初めて導入し、「強磁場マイクロ波 ESR」技術を確立した。

さらにそれを用いて最近注目を集めているハルデン物質 NENP, NINO の強磁場 ESR 測定を行ない、ハルデンギャップにおける三重項の共鳴線を発見した。その角度依存性、温度依存性からこの ESR は2スピン結合型の局在励起という全く新しい現象であることを証明した。

以上の結果は卓越したものであり、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。