

氏 名	足 立 公 夫 あ だち きみ お
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 770 号
学位授与の日付	昭 和 57 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ESR Study of Quasi-One-Dimensional Ising-Like Antiferromagnet CsCoCl ₃ (擬 1 次元 Ising-like 型反強磁性体 CsCoCl ₃ の電子スピン 共鳴の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 広 田 襄 教 授 辻 川 郁 二 教 授 山 本 常 信

論 文 内 容 の 要 旨

擬 1 次元磁性体において、低温で短距離秩序が発達した状態は、磁気鎖中のスピン配列の局所的乱れを磁壁と見なした時、その非線形波動が、連続体近似の下で、sine-Gordon 方程式で記述され、磁気ソリトンとして注目されている。しかし実験的に磁気ソリトンの研究された例は少なく、実験的研究の発展が望まれている。磁壁が極端に薄くなった場合に相当する、 $S=1/2$ を持つ Ising に近い系のスピンダイナミックスは、熱的に励起された磁壁が鎖中を伝播するモデルで記述出来、一種のソリトンと見なし得る。申請者は電子スピン共鳴 (ESR) の手段により、1 次元 Ising-like 型反強磁性体の典型である CsCoCl₃ について、電子スピン共鳴 (ESR) の手段を用いて実験を行い、得られた結果を伝播磁壁による ESR 信号であるとして解析し、理論的に予測されるものと良い一致を得ている。

実験は単結晶試料で Xバンドの ESR 装置を用いて液体 He 温度以上で行い、微弱な信号を検出した。この信号の強度は温度と共に増大するが、共鳴磁場は温度に依存しない。吸収強度の温度変化は中性子非断性散乱等の実験から得られた交換相互作用の値を用いて、伝播磁壁による共鳴として理論的に予測されるものと良く一致することを見出している。さらにこの温度変化より、CsCoCl₃ の二つの磁気秩序相における鎖間相互作用による分子場を受けない鎖の数の相違が評価出来るが、その結果はラマン散乱による結果に近い。磁場を鎖軸方向から傾けると共鳴位置は高磁場側に移り、線巾は増大するが、これらの事実も上述の理論で良く説明される。すなわち吸収曲線を示す形状関数の発散点で吸収が起るとすれば、共鳴位置の角度変化は定量的に、線巾の増大は定性的に理解され得ることが示されている。

従来 Ising 型強磁性体の ESR はスピנקラスタ共鳴 (SCR) として理解されて来たことを考慮して、申請者はさらに観測された結果が SCR として説明され得ないかどうかについて詳しい検討を行った。その結果、信号の角度変化が異なること、SCR として予想される位置に共鳴が観測されないことにより、本研究で観測された信号は SCR としては説明出来ないことが明らかにされた。

以上のように実験結果と理論解析からの予測の詳しい比較検討から、申請者は一種のソリトンと見なし得る伝播する磁壁による ESR 信号の観測に初めて成功し、その信号について詳しい知見を得たと結論することが出来る。

参考論文13篇のうち1～4篇は本論文の基礎をなすもの、5～13篇は主として他の低次元磁性体や化合物の磁性、電子相関について磁気共鳴、中性子回析、熱測定の手段により研究したものである。

論文審査の結果の要旨

擬1次元磁性体において低温で十分短距離秩序が発達した状態は、磁気鎖中にスピン配列の局所乱れ(磁壁)が生じた状態ともいえ、その動的性質が連続体近似のもとで sine-Gordon 方程式により記述されることから、磁気ソリトンとして注目されている。しかし、これまで実験的には2, 3の物質について中性子非断性散乱、核磁気共鳴による研究例があるのみである。この磁壁が極端に薄くなった場合に相当する、 $S=1/2$ を持つ Ising に近い反強磁性体のスピンドイナミクスは、熱的に励起された磁壁が鎖中を伝播するモデルで記述出来る。申請者は電子スピン共鳴 (ESR) の手段を用いて Ising-like 型反強磁性体の典型とされる CsCoCl_3 について実験を行い、伝播する磁壁によると考えられる ESR 信号を観測することに初めて成功し、この信号の挙動を伝播磁壁のモデルを用いて理論的に予測されるものと比較検討しており、極めて興味ある価値の高い成果であると考えられる。

実験は単結晶試料で行われ、6～17Kの温度領域で微弱な ESR 信号を観測し、その強度の温度依存性、共鳴位置や線巾の磁場の方向による変化が詳しく調べられた。信号の温度変化は中性子非断性散乱等により得られた交換相互作用の値を用いて、伝播磁壁のモデルで理論的に予測されるものと極めて良い一致を示すことが明らかにされている。また、共鳴位置と線巾の磁場方向依存性も、上述のモデルで良く説明されることが示されており、観測結果は伝播磁壁による ESR 信号として理解され得ることが明確に示されている。

申請者は、さらに従来 Ising 型強磁性体の ESR がスピクラスターの共鳴で理解されてきたことを考慮して、観測結果がスピクラスターによる共鳴として理解し得る可能性について詳細に検討し、その可能性がないことを明らかにしている。以上のように、本研究は、伝播磁壁による ESR 信号を初めて観測しその理論的解析を与えたものとして独創性に富み、高く評価出来るものである。

参考論文13篇は低次元磁性体の磁気共鳴、中性子回析、磁気比熱についての研究に関するもので、いずれも申請者がこの分野ですぐれた研究能力と深い学識を持っていることを示している。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認められる。