



Title	磁性体におけるスピン波不純物状態の理論的研究
Author(s)	田中, 稔次郎
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/922">https://hdl.handle.net/11094/922</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名・（本籍）	田 中 稔 次 朗
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 3 5 9 9 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	磁性体におけるスピン波不純物状態の 理論的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 庄 司 一 郎 (副査) 教 授 関 谷 全 教 授 池 田 和 義

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は置換型不純物スピンを含むハイゼンベルグ型フェリ磁性体および異方的交換相互作用磁性体におけるスピン波不純物状態について研究を行った成果をまとめたもので、次の 5 章から構成されている。

第 1 章は序論で、化合物磁性体におけるスピン波不純物問題に関する研究のこれまでの発展を述べ、この問題の物理的意義を明らかにし、本研究の位置づけを行った。

第 2 章では強磁性体における不純物問題を概観することによって、スピン波不純物状態の理論の構造を示し、不純物スピン波の物理像を明らかにした。

第 3 章ではフェリ磁性体の 2 部分格子模型において不純物状態の理論を線型スピン波近似の範囲内で展開し、反強磁性的および強磁性的不純物の場合についてスピン波不純物モードを考察した。数値計算は体心立方格子について行い、局在および共鳴モードのエネルギー準位等を詳しく調べ、不純物モードの描像を明らかにした。不純物による摂動が十分小さいとき、エネルギーギャップ内に局在 s 型モードがあるいは音響型バンド内に共鳴 S 型モードが出現することが示された。その結果は  $Mn^{2+}$  を不純物として含むフェリ磁性体  $Fe_3O_4$  の不純物状態を定性的に調べるために適用された。

第 4 章では交換相互作用が異方的な強磁性体および反強磁性体におけるスピン波不純物状態を、不純物—母体スピン間の交換相互作用が等方的または異方的な場合について詳細に研究した。不純物理論は任意の次元の結晶格子について展開したが、数値計算は 1 次元異方的強磁性体について行い局在 s, p 型モードのエネルギー準位とそれらの波動関数を求めた。異方的不純物の場合、エネルギーギャップ内およびスピン波バンドの上側に二つのタイプの s 型モードが存在することを見出した。これら

の結果を  $\text{Mn}^{2+}$  が不純物として含まれる異方的強磁性鎖  $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  に適用してその不純物状態を議論した。さらに、この系のスピン波比熱および不純物磁化等の温度依存性を考察し、低温におけるこれらの熱力学的量の振舞いにはギャップ内の局在 s 型モードが重要な役割を演じることを指摘した。第 5 章は結論で、本研究の諸結果を総括し、今後の問題について述べてある。

## 論文の審査結果の要旨

化合物強磁性体または反強磁性体に少量の不純物を入れたときのスピン波エネルギーの計算は従来もなされてきたが、本論文はこれをフェリ磁性物質および異方的交換相互作用をもつ物質に拡張して詳しくエネルギー準位を調べた。特にエネルギーバンドのギャップ内に生ずる不純物モードの描像を明らかにした。また一次元的異方性交換相互作用をもつ物質として  $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の  $\text{Co}^{2+}$  に少量の  $\text{Mn}^{2+}$  を置換した物質に対する比熱の濃度依存性の実験結果をほぼ説明することに成功した。

以上の様に本論文は磁性体の研究の発展に寄与するところ大であり、博士論文として価値あるものと認める。