

| | |
|---------|---|
| 氏名・(本籍) | こう ぎ まさ ふみ 神 木 正 史 |
| 学位の種類 | 理 学 博 士 |
| 学位記番号 | 理 第 6 6 1 号 |
| 学位授与年月日 | 昭和56年5月27日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第2項該当 |
| 最終学歴 | 昭和45年3月 大阪大学大学院理研究科 (修士課程)物理学専攻修了 |
| 学位論文題目 | 中性子散乱による反強磁性体のスピンドイナミクスの研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教 授 石 川 義 和 教 授 槽 谷 忠 雄 助 教 授 遠 藤 康 夫 |

論 文 目 次

- I. 序 論
- II. 熱中性子散乱技術
- III. MnOのスピンドイナミクス
- IV. FePt₃のスピンドイナミクス
- V. 緒 言
- 謝 辞
- 文 献

論文内容要旨

中性子の非弾性散乱の方法を用いて、反強磁性体 MnO 及び FePt₃ のスピンドイナミクスを詳しく研究した。研究の目的は、局在性の強い物質から遍歴性の強い物質に到るまでの、磁性体のスピンドイナミクスの変化と共通性を調べ、特に、金属磁性の理解に役立てようとするもので、それを反強磁性体において研究したものである。

MnO については、これを局在スピンの一典型として、そのスピン波を低温から高温 ($T \leq T_N$) まで測定した。低温における分散曲線の解析から、反強磁性相における格子の大きな歪み及び部分格子磁化の特異な温度変化が、最近接 Mn 原子間の交換相互作用の大きな距離依存性によるものであることを明らかにした。

スピン波の温度変化については、スピン波間相互作用を RPA 近似でとり入れたスピン波理論 (RSW 理論) で解析した結果、この理論が十分高温 ($T \leq 0.7T_N$) まで、分散曲線の測定値を再現することができることを明らかにした。

FePt₃ については、Fe の 3d 電子に対して期待される局在性と、Pt の 5d 電子に対して期待される遍歴性が、実際にどのように統一されているか、また 3d の金属の反強磁性体とどこに共通性をもっているか、等を明らかにする目的で、低温から高温 ($T \leq 4T_N$) までのスピンドイナミクスを測定した。その結果、低温におけるスピン波の分散は、RKKY 型の相互作用で基本的には理解できるが、スピン波に有限の巾があるという、RKKY モデルでは説明のつかない現象も見出された。またスピン波分散の温度変化は、MnO で成功した RSW 理論によってはうまく説明できないこと、しかし、高温 ($T > T_N$) における $\chi(Q, \omega)$ ($Q=2\pi/a(1/2, 1/2, 0)$ は系の反強磁性構造を規定する波数ベクトル) の振舞いは、 $\chi(0)$ がそうでないのに反し、上記の RKKY モデルでよく表わされることが明らかになった。また $\chi(0)$ から求めた Fe 原子あたりの有効磁化の大きさは、0 K における飽和磁化の大きさの約 2 倍であった。これらの実験事実、局在スピンの存在だけでは、この系のスピンドイナミクスを完全にあらわすことができないことを示している。

これに対し、Fe 原子の 3d 電子は比較的局在しているが、Pt 原子の 5d 電子は遍歴しており、かつ周囲の Fe の局在モーメントのつくる交換分子場の方向に強く分極するというモデルをたてることによって、定性的にはあるが上述のような FePt₃ のスピンドイナミクスをうまくあらわすことができることを明らかにした。

なお、金属磁性体(特に反強磁性体)のスピンドイナミクス研究の現状について簡単なレビューを行った。

論文審査の結果の要旨

神木正史提出の上記題目の論文は、中性子非弾性散乱法により 2 種の反強磁性体 MnO と Pt₃Fe のスピンド動特性の研究を行い、これら物質の有限の温度の磁性を理解するための重要な知見を与えたものである。

同氏はこの研究に際し、非弾性散乱実験用 3 軸型中性子分光器の建設に参加し、当時としてはわが国で最初のコンピューターオンライン化に重要な貢献を行い、以下の測定を容易ならしめた。

次にまず典型的絶縁体反強磁性体 MnO のスピン波分散関係を最低温度ブリュアン区域で測定し、この物質の磁気相互作用常数を定めると共に、この物質の歪が相互作用の距離依存性による事を確認した。次に有限の温度でのスピン波分散関係の測定を行い、またスピン波間の相互作用を考慮したスピン波理論を展開し、部分磁化、スピン波分散関係および結晶歪の温度変化が上記理論で統一的に説明される事を示した。

同氏は続いて秩序合金反強磁性体 Pt₃Fe に対してもスピン波分散関係を全ブリュアン区域に亘って測定する事に成功し、磁気相互作用常数を決定し、これが MnO と異って長距離に及んでいる事、この定数から求めたフーリエ変換 $J(K)$ は反強磁性波数ベクトル $K=Q$ で最大となる等矛盾しない結論を得た。同氏は更に測定を有限温度に拡張し、その結果を MnO で成功した局在スピン系に対するスピン波理論で説明を試みたが、スピン波分散の温度変化、部分磁化の温度変化共にこれら理論が期待する変化より著しい事を見出した。

神木氏は中性子非弾性散乱測定を常磁性領域にまで延長し、一般化磁化率 $\chi(K)$ の依存性、 $K=Q$ での温度変化および $\chi(Q, \omega)$ を極めて高温(ネール温度の 4 倍)まで求める事が出来た。その結果、 $\chi(Q)$ および $\chi(Q, \omega)$ の温度依存性は、この物質中 Fe 原子のみが定まった磁気モーメントを持つとする上記局在スピンモデルでほぼ不都合なく説明出来る事、上記理論との相違は $K=0$ の $\chi(0)$ においてのみ著しい事を見出した。また同氏はこれらの結果と先に述べたネール温度以下での理論と実験の不一致は反強磁性状態では無視されていた Pt 原子の磁化が $K=0$ では重大になると考えるとうまく説明出来る事を示唆した。

以上神木正史は金属反強磁性体に対して世界で始めて $\chi(K)$ の K 依存性の測定等精度高い測定を行い、これと最も進んで近似の理論を比較する事により、これら物質の理解を一步前進させる事が出来た。このように本論文は反強磁性体スピンドダイナミックスの理解に貢献すると共に金属磁性の理解にも重要な知見を与えており価値ある論文である。よって神木正史提出の論文は理学博士の学位を与えるに応わしいものと判定し合格とした。