



Title	異方的不純物スピンによる磁気異方性の理論
Author(s)	浅田, 寿生
Citation	大阪大学, 1972, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30706
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【1】

氏名・（本籍）	あさ 浅 だ 田 とし 寿 お 生
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 2 6 1 8 号
学位授与の日付	昭和 47 年 6 月 10 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	異方的不純物スピンによる磁気異方性の理論
論文審査委員	(主査) 教 授 金森順次郎 (副査) 教 授 伊達 宗行 教 授 国富 信彦 教 授 山田 安定 助教授 三輪 浩

論 文 内 容 の 要 旨

等方的強磁性体中にドーピングされた 1 個の異方的不純物スピンによる磁気異方性を理論的に研究した。異方的スピが存在するさめに、外磁場を一般の方向にかけた場合に生ずるスピン方向の局所的な乱れの効果を取り入れた新しい理論を展開した。スピン方向の乱れのための自由エネルギーの増加を与える項は、母体スピン間の交換相互作用エネルギー、外場および不純物の最近接スピンの外場方向からの振れの角度の三つの変数のみによって簡略に記述され、最近接スピン以外の母体スピンの変数はすべて消去されてしまっている。展開した理論を用いて、トルク曲線およびスピン方向の空間変化などの系の静的な振舞が調べられた。不純物スピンからの距離が十分遠いところでのスピン方向の外場からの傾きの角度を与える漸近形は、よく知られたOrnstein-Zernike 型である。この系において観測されるトルクの最大値は母体スピンと不純物スピンとの間の交換相互作用にほぼ等しい。ここで得られた定式化を用いて、Tajima とChikazumi とによって実験的に研究されたガドリニウム希土類合金の磁気異方性エネルギーを論じた。その際 1 個の不純物の扱いで得られたトルク曲線に有限濃度のための補正を施したトルク曲線を実験で得られた曲線と比較した。重希土類元素不純物の場合には通常の結晶場理論から期待される微視的異方性定数を用いて計算されたトルク曲線は実験トルク曲線をかなり良く再現しているが、軽希土類元素不純物に対しては結晶場理論はあまり有効でないことが判明した。

論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

浅田君の論文は、磁氣的異方性の非常に小さい強磁性体に少量の磁氣的異方性の非常に強い不純物

を固溶させた場合の磁気異方性を理論的に考察することを主目的としている。このような磁気異方性は強磁性稀土類金属であるガドリニウムに他の稀土類金属 (Ce, Pr, Nd, Sm, Tb, Dy, Ho, Er, Tm) を少量固溶させた場合について実験的研究が行なわれている。磁場を磁気容易軸と異なる方向にかけたとき、不純物原子から遠く離れた Gd 原子の磁気モーメントは磁場方向に向くが、不純物原子の磁気モーメントはふつう実験に用いられる程度の外部磁場では磁気容易軸 (これは不純物原子の磁気異方性によって決定される) の方向からあまり傾がない。不純物原子の近傍の Gd 原子の磁気モーメントは不純物原子との交換相互作用によって不純物の磁気モーメントの方向と磁場方向との中間の方向を向き、その磁場方向からのズレは不純物原子からの距離の増加とともに指数関数的に減少する。浅田君は不純物原子からの距離の大きいところの磁気モーメントの振舞いは母体金属の性質によって決まることに着目し、全系の磁気的自由エネルギーは、かなり一般的に、不純物原子の磁気異方性と、不純物原子と隣接母体原子との交換相互作用に由来する部分および隣接原子の磁気モーメントの方向によってきまる自由エネルギーの和に書くことができることを示した。また母体原子の磁気モーメントの磁場方向からのズレの距離依存性を一般的に明かにした。さらに有限濃度の不純物原子の影響をとり入れる一般的な取扱いを展開した。これらの一般論は、今後の実験および理論的研究に指針を与えるものでその意義は高く評価することができる。浅田君は具体的な応用として前記 Gd 中の他の稀土類金属不純物の磁気異方性を論じ、実験によってえられるトルク曲線から、不純物原子の微視的磁気異方性エネルギーを定量的に決定した。Gd より重い稀土類金属不純物については、得られた結果は結晶場の理論からの予測とほぼ一致する。また Pr, Nd 等については上記一般論によってはじめてトルク曲線の振舞いが理解されることを示した。結論としてこの研究は一般論として重要な意義をもつ理論を与えるとともに稀土類金属の磁気異方性を解明する上でも重要な成果を収めたもので、理学博士の学位論文として十分な内容のものであると考えられる。