

Title	SPIN CONFIGURATIONS OF MAGNETIC IONS ON B-SITES IN NORMAL CUBIC SPINELS
Author(s)	Akino, Toshiro
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/942
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

[1]

氏名・(本籍)	あきのとしろう 秋濃俊郎
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 2985 号
学位授与の日付	昭和49年1月21日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	正スピネル構造のB位置における磁性イオンのスピン配列
論文審査委員	(主査) 教授 永宮 健夫 (副査) 教授 中村 伝 教授 伊藤 順吉 助教授 望月 和子

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、正スピネル構造のB位置にのみ磁性イオンをもつ物質の基底状態におけるスピン配列を理論的に求めたものである。我々はまず一般的立場から、スピン配列を表わす wave vector を $[001]$ 、 $[110]$ 、 $[111]$ の3方向に限り、それらのうち1つの wave vector あるいは2つの wave vector で表わされるすべてのスピン配列を考えた。ここでは4つの相異なる superexchange 相互作用をもつハイゼンベルグ・モデルを基礎とした。上記の3方向に限って作られたすべてのスピン配列に対して、ブリリュアン・ゾーン内のすべての wave vector に関する安定性を調べた。その結果、 $(0, 0, k)$ の wave vector をもつ helix は、exchange パラメーター・スペースのある領域で、厳密に基底スピン状態であることが示された。 $(k, k, 0)$ helix、 (k, k, k) helix、さらに $[111]$ Yafet-Kittel 型の各スピン配列は、我々が作ったすべてのスピン配列のうち最小のエネルギーをもつことが示されたが、安定性を調べた結果、それらの3つのスピン配列は基底状態になりえないことがわかった。つぎに新しいスピン構造として、2つのサブ・ラティスで cone 構造をもち、他の2つのサブ・ラティスで helix 構造をもつ $[110]$ cone-helix のスピン配列が、2つの wave vector をもつスピン配列のうち最小のエネルギーをもつことがわかったが、厳密に基底状態であることを示せなかった。さらに我々が得た理論結果と中性子線回折実験結果の比較検討を行った。

以上は一般的立場からのアプローチであったが、つぎは以上を基礎として、長年、基底スピン状態が不明であった亜鉛フェライトに注目し、そのスピン配列を理論的立場で研究した。ここでは5つの相異なる superexchange 相互作用を仮定している。その結果、 $Q = (2\pi/a, 0, \pi/a)$ の wave vector をもつ縮退した3つの種類のスピン構造が、2次元 exchange パラメーター・スペース (他の2つのパラメーターは固定) の直線上で厳密に基底状態であることを示した。さらに異方性エネルギーとして磁気双極子相互作用をとり入れて考えると、4つの特殊な noncollinear 反強磁性のスピン構造が最小のエネ

ルギーをもち、上記の直線上に限られた安定領域はその巾が拡がることがわかった。我々の4つの特殊なスピン構造に対して計算した中性子線散乱強度分布は、König達の実験結果と良く一致した。

論文の審査結果の要旨

フェライト、クロマイトの研究の一環として、スピネル構造をもつ結晶のB席に磁性イオンがありA席には非磁性イオンがあるような物質について、種々の研究が行なわれているが、本論文では、まず第一部で、この磁性イオンのスピンの配列に対する一般論を展開し、特にスピン配列を記述する波動ベクトルが $[100]$ 、 $[110]$ 、 $[111]$ のいずれかの方向にある場合をくわしく調べ、スピン配列の安定性を論じた。理論で予言される種々の配列は、諸種の物質で観測されている。この研究の中で、 $[110]$ -cone-helixと名づけられた構造が、 $[\frac{\pi}{2} \ 0 \ \frac{\pi}{4}]$ 付近の波動ベクトルの構造を付加したとき、安定性を失うという可能性が見出されたので、第2部では $[\frac{\pi}{2} \ 0 \ \frac{\pi}{4}]$ 構造に限ってその安定性の条件をくわしく研究した。波動ベクトルが $[\frac{\pi}{2} \ 0 \ \frac{\pi}{4}](4a)^{-1}$ の場合であるが、この場合、なお種々のスピン配列が可能であるので、磁気双極子相互作用が最小になる配列を決定した。これは ZnFe_2O_4 の中性子回折結果を説明する。