

Title	イットリウム・アルミニウム・ガーネットにおける Co <sup>2+</sup> イオンの常磁性共鳴
Author(s)	千葉, 芳明
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33166">https://hdl.handle.net/11094/33166</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ち	ば	よし	あき
	千	葉	芳	明
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	5	5	8号
学位授与の日付	昭和57年3月16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	イットリウム・アルミニウム・ガーネットにおける $\text{Co}^{2+}$ イオンの常磁性共鳴			
論文審査委員	(主査)	教授 伊達 宗行		
	教授	榎田 孝司	教授	邑瀬 和生
	助教授	本河 光博	教授	大塚 穎三

## 論 文 内 容 の 要 旨

イットリウム・アルミニウム・ガーネット(YAG)は典型的な酸化物として磁性、分光学等の分野で重要な素材として用いられているが、いくつかの常磁性イオンの基礎データが欠けており、その充足が望まれていた。コバルトイオン( $\text{Co}^{2+}$ )もその一つで、申請者はこれに注目して $\text{Co}^{2+}$ イオンをドーピングしたYAG単結晶について、マイクロ波(波長3cm)を用いて常磁性共鳴(Paramagnetic Resonance, ESR)の研究を行った。実験は液体ヘリウム温度から室温までの範囲で、詳細な角度変化の測定を中心に行われた。その結果、得られた知見はつぎの通りである。

### (1) Octahedral site の $\text{Co}^{2+}$ スピン共鳴

$\text{Al}^{3+}$ イオンを置換したOctahedral siteに最も多い $\text{Co}^{2+}$ スピンが存在することが明らかとなった。これは[111]軸方向に一軸性の異方性をもつもので、合計4種の各8本の超微細構造を持つセットが見出された。この $\text{Co}^{2+}$ の基底状態は有効スピン $S=1/2$ で、得られた $g$ 値は、 $g_{\parallel}=6.470$ 、 $g_{\perp}=3.050$ である。

### (2) Tetrahedral site の $\text{Co}^{2+}$ スピン共鳴

$\text{Al}^{3+}$ イオンの一部は、Tetrahedral siteを占めているが、 $\text{Co}^{2+}$ イオンがこのsiteにも入ることが明らかとなった。このsiteは[100]方向に一軸性の異方性を持ち、その $g$ 値は $g_{\parallel}=2.446$ 、 $g_{\perp}=2.176$ と求められた。

### (3) Interstitial site の $\text{Co}^{2+}$ スピン共鳴

本論文の最も重要なポイントはこの共鳴の解析にある。元来が3価のイオンである $\text{Al}^{3+}$ を $\text{Co}^{2+}$ イオンで置換したことによってcharge neutralityが崩れていることから、これを補償する機構がどん

ものかについてはいくつかの可能性はあるものの全く未知であった。しかし $\text{Co}^{2+}$ の濃度を1%にまで上げた所、極めて多数の複雑なESRシグナルが見出され、これを解析した結果、 $g_x=1.94$ ,  $g_y=3.80$ ,  $g_z=5.57$ の主値をもつ計24siteを占める $\text{Co}^{2+}$ スピンのものよることが明かとなった。これを解析した結果、2つのTetrahedral site  $\text{Al}^{3+}$ イオンの中間位置に入ったinterstitial site  $\text{Co}^{2+}$ スピンの存在が確定した。この結果、YAGは $\text{Al}_2\text{O}_3$ と同じくinterstitial  $\text{Co}_2^{+}$ イオンの存在によってcharge neutralityが保たれている事が明かとなった。この知見は同じくガーネット型の典型的結晶として磁性研究に重要なイットリウム・鉄・ガーネット(YIG)における磁性の高次の理解にも有用なモデルを提供するものである。

### 論文の審査結果の要旨

ガーネット系の各種化合物の物性は、この物質が磁性材料、あるいはレーザー素子など多くの応用面をも有している事もあってこれまで各種の研究が行われて来ており、これらを母体とした不純物の電子スピン共鳴もかなりの結晶について報告されている。しかしイットリウム・アルミニウム・ガーネット[YAG]における $\text{Co}^{2+}$ スピンについてはこれまで研究されていない。

本申請者はこの系について低温から室温まで単結晶の電子スピン共鳴の角度変化を詳細に調べた。その結果、2種の $\text{Al}^{3+}$ イオンを置換した位置に入る $\text{Co}^{2+}$ スピンの共鳴を見出し、これらのg-テンソル、および超微細構造定数の決定を行った。つづいて本申請者は $\text{Co}^{2+}$ スピンの濃度を変えて研究を進めた結果、極めて複雑な、しかし系統的な角度依存性を示す一群の弱い吸収線が $\text{Co}^{2+}$ スピン濃度を増加させる事によって現われる事を見出した。これを解析した結果、この吸収は結晶に24個の磁気的に非等価なinterstitial siteに入った $\text{Co}^{2+}$ スピン(有効スピン1/2,  $g_x=1.94$ ,  $g_y=3.80$ ,  $g_z=5.57$ )からくるものであることをつきとめた。これはまた $\text{Al}^{3+}$ を $\text{Co}^{2+}$ で置換したために生ずるCharge neutralityのズレが、若干の $\text{Co}^{2+}$ をinterstitial siteに配する事によって修復されている事を示すものであり、ガーネット系でこれまで知られていなかったcharge neutrality mechanismを初めて明かしたものとして高く評価される。以上のような新らしい知見をもたらした本論文は理学博士の学位論文として充分の価値あるものと認める。