

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Relaxation Effects in Antiferromagnetic Resonance                                 |
| Author(s)    | Yamazaki, Hitoshi   |
| Citation     | 大阪大学, 1967, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/2379">https://hdl.handle.net/11094/2379</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|         |  |
|---------|--|
| 氏名・(本籍) | 山 嵯 比 登 志<br>やま ざき ひ と し                               |
| 学位の種類   | 理 学 博 士  |
| 学位記番号   | 第 1 1 3 3 号  |
| 学位授与の日付 | 昭 和 4 2 年 3 月 2 8 日                                    |
| 学位授与の要件 | 理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻<br>学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当         |
| 学位論文題目  | 反 強 磁 性 共 鳴 の 緩 和                                      |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教 授 伊 達 宗 行<br>(副査)<br>教 授 川 村 肇 教 授 金 森 順 次 郎 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の反強磁性共鳴の種々の緩和時間が実験的に決められた。160 ミリワットのパルス及び連続マイクロ波を  $1.4^\circ\text{K}$  で  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の単結晶に加えることによって、反強磁性共鳴によって誘起される磁化のため成分  $M_z$  及び横成分  $M_{x,y}$  の立上り及び立下り時間、共鳴線のシフト、高周波帯磁率  $x'$  及び  $x''$  が詳細に調べられた。その結果 3 種類の緩和時間が決められた。

1.  $k=0$  のスピン波から  $k \neq 0$  のスピン波への緩和時間は非常に短く  $< T_2 \sim 10^{-8}$  sec である。これは  $M_{x,y}$  の緩和時間から決められたが、共鳴線幅から計算した  $T_2$  は  $6 \times 10^{-8}$  sec でよい一致を示している。

2. たて成分  $M_z$  は  $T_{1a} \sim 10^{-7}$  sec で緩和する。これは  $T_2$  にくらべて十分長く、スピン—格子緩和、いいかえると  $k \neq 0$  スピン波の緩和時間に相当する。 $2.0^\circ\text{K}$  と  $1.4^\circ\text{K}$  の間での  $T_{1a}$  の温度変化として次の実験式が得られた。

$$T_{1a} = (1.1 \pm 0.1) \times 10^{-6} T^{-(5 \pm 0.5)}$$

3. 最後に格子—bath 間の緩和時間  $T_{1b}$  は  $10^{-3} \sim 10^{-5}$  sec のオーダーであると決められた。

### 論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

反強磁性共鳴はかなり以前に永宮—Kittel によって基本的な性格が明らかとなっているが、それは主として共鳴の固有モードを示したものであってこの共鳴がどんな緩和現象を示すかという問題については現在までに若干の研究が行なわれてきているがほとんど不明のままにもち越されてきている。山嵯君はこの反強磁性緩和現象に対してつぎのような新しい方法を考案して研究を行なった。すなわ

ちまず反強磁性共鳴の線幅の極めてシャープな物質として  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  をえらび、その単結晶における残留線幅が  $70\text{e}$  と今までに知られているものの中で一番せまいものを作り、これをマイクロ波空どうの中にセットすると共に、その磁化を正確に知るために2つのコイルを用いて磁化の  $z$ 、および  $x$ 、 $y$  成分を直接キャッチできるようにして、パルスマイクロ波 ( $10\text{ Gc/sec}$ ) を加えて共鳴を起させたときに見られる磁化の変化をくわしく追求した。その結果  $M_x, y, z$  つまり磁化の構成成分は約  $10^{-8}$  秒で、また  $z$  成分  $M_z$  はそれより長い  $10^{-7}$  秒で緩和することをつきとめ、これらの温度変化をも合せて求めた。更に  $M_z$  については  $10^{-7}$  秒よりも長く、 $10^{-3} \sim 10^{-5}$  秒程度で緩和する部分があることを見出したが、これは格子—He バス間の緩和時間を意味することを立証した。これらのことから山崎君は反強磁性体ではマイクロ波による励起によってまず  $k=0$  のマグノンが発生するが、これは  $10^{-8}$  秒のライフタイムで  $k \neq 0$  のマグノン系に移り、さらにそれが、 $10^{-7}$  秒の時間で  $M_z$  を保存しない、すなわちスピン—格子緩和現象を示すこと、そしてそのエネルギーは  $10^{-3} \sim 10^{-5}$  秒の間に格子から逃げて He バスに流出するという、エネルギー伝達過程をはじめて明らかにすることができた。この研究はまだ世界中を見てもどこでも行なわれていないユニークなものであり、得られた成果も明快で博士論文として十分の価値が認められる。