

磁性体光物性の諸問題 (II)

N H K 基礎研 青 柳 淳

§ 1 稀土類磁性体の光スペクトル

(I) に述べられているように (菅野氏の講演要旨参照), 光スペクトルに励起子の分散や Davydov 分裂またはマグノン・サイドバンド (exciton-magnon 吸収) などが見いだされたのは, YCrO_3 や MnF_2 など, ほとんど鉄族磁性体 (鉄族イオンを磁性イオンとして含む絶縁物磁性体) であつた。これに対して稀土類 (絶縁物) 磁性体の光スペクトルの大体の様子は単一イオンのスペクトルとして解釈できる。一般に結晶中の稀土類イオンの可視から近赤外域の吸収スペクトルは, 幅が数 cm^{-1} ~ 数 10 cm^{-1} のかなり鋭い吸収線群からなっており, それらは $4f^n$ 電子配置内の遷移によるもので, 稀土類磁性体の場合にも磁性イオン間の相互作用の効果は, 分子場として取り入れれば理解できる場合が多い。鉄族磁性体と稀土類磁性体の此の相異は, 本質的には価電子の違いに起因しているのであろうが, 大ざつばには磁性イオン間の相互作用の大きさの相異によるといふことができる。例えば $\text{Dy}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ はガーネット構造の反強磁性体であるが, Néel 点は 2.5°K であるから, この結晶中のマグノンの分散は高々数 cm^{-1} 程度と考えられる。従つてマグノン・サイドバンドの問題はスペクトルの微細構造の議論の際に初めて現われてくる。一般的にいうと, 微細構造やサテライト・ラインとしては, ① フォノン・サイドバンド, ② マグノン・サイドバンド, ③ 励起子の分散や Davydov 分裂, ④ 不純物イオンや格子欠陥に関係したもの, または ⑤ cooperative-excitation などが考えられているが, まだ実験的積み重ねが必要な段階にあると思われる。稀土類イオンの場合特に試料の純度 (普通 $99.9 \sim 99.99\%$ 程度) を良くすることが困難であるという事情が, 微細構造の解析をむずかしいものになっている。

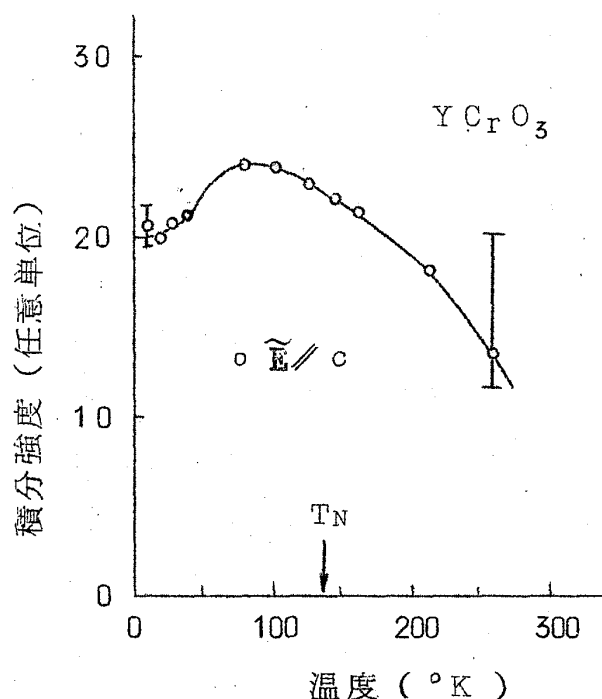
また或る種の稀土類磁性体では, 特定の磁性イオン間の相互作用のために, スペクトル線に多重構造が現われる場合がある。例えば DyAlO_3 は歪んだペロブスカイト型の反強磁性体であるが, C 軸に沿つた 2 個の最近接 Dy^{3+} イオンと特に強い Ising 型の交換相互作用をもつために, すべての吸収線が 3 重

青柳 淳

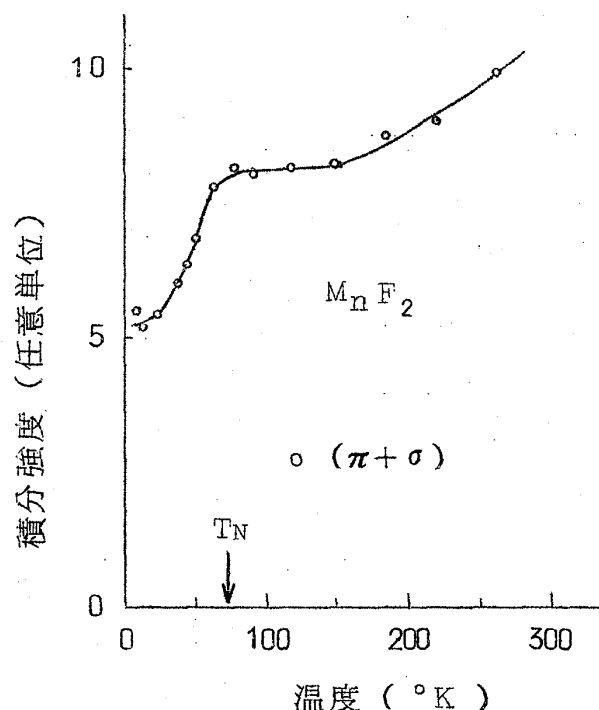
構造を示している。このような解釈を Ising spin cluster 近似というが、分子場近似の特別の場合である。この場合のように、稀土類磁性体の特徴の一部は磁性イオンの Ising 性による様に思われる。

§ 2 マグノン・サイドバンドの温度依存性

反強磁性体の光吸収スペクトルにおいて、マグノン・サイドバンドと考えられている吸収帯が Néel 点の数倍の温度でも残っているということが、数年前から注目され始め、我々のグループでも次の2つの物質について、吸収強度の温度依存性を測定した。(第1図)は YCrO_3 の R と R' 吸収線のマグノン・サイドバンドの積分強度の温度変化で、約 70°K で極大となり、以後室温まで徐々に減少するが、途中 Néel 点で特別の変化が見られない。なお高温における大きな測定誤差は U 吸収帯との重なりが大きくなるため、ベース・ラインの取り方の不確定さによるものである。また(第2図)は MnF_2 の ${}^6\text{A}_{1g} \rightarrow {}^4\text{E}_g$, ${}^4\text{A}_{1g}$ 吸収帯のマグノン・サイドバンドの場合で、 $70^\circ\text{K} \sim 160^\circ\text{K}$ の間ではほぼ一定であるが、その後再び増加している。このような傾向は、近距離秩序の問題とも関連して興味が深く、理論的解決が望まれる。



(第1図)



(第2図)