

磁性半導体の磁性：ZnCr₂Se₄の場合

講師 阪大理 白鳥紀一

磁性半導体の「磁性」、特に（超）交換相互作用は、価電子帯や伝導電子帯の構造すなわちバンド構造と関係しているものと思われ、従って磁気的な性質にも絶縁体とは異なった特徴がでてくる可能性がある。ここでは1つの例として、Zr₂Cr₂Se₄をとり上げいくつかの実験によってその磁性を論じる。

ZnCr₂Se₄は、立方正スピネルの結晶構造をもつ。常磁性キュリー温度は、強磁性的相互作用の存在を示すにもかかわらず、秩序状態としては強磁性を示さない。中性子線回折¹⁾によると、20 K以下でスクリュースベクトル $\vec{R}_0$ が $\langle 100 \rangle$ に平行な所謂プロパースクリュースピン構造をとることが分った。整列状態での磁気共鳴は既に報告されている。²⁾ その結果、 $\vec{R}$ 空間で表わした交換相互作用は $\langle 100 \rangle$ 方向でかなり平らであり、 $\vec{r}$ 空間にひき直すと、少なくとも S_e^{2-} を3つ以上はさんだ遠く離れた C_r^{3+} イオン間に働く交換相互作用が無視できないことが明らかになっている。

それと同時に、磁化率・磁気共鳴周波数及び線巾・光吸収³⁾などのデータから、キュリー点以上でも、スピン間の短距離秩序が極めて発達した“低次元磁性”的な特徴を示すことも判明している。この様なことは、上記の様な特殊な交換相互作用の様子を考えれば、Random Phase 近似で定性的に説明することができる。

ZnCr₂Se₄のZnを微量のMnで置換すると、このMnはキュリー点以下では、スクリュース構造を歪め、キュリー点以上では周囲の C_r のスピン分極をひきおこすことが予想される。前者は、最近、中性子線回折によって調べられ、Mn- C_r 間の交換相互作用定数のR依存性が C_r-C_r 間のそれと似ているのではないかとの示唆が得られた。後者については、トルクによる磁気異方性の測定から、この分極の形が球形からかなりずれていることが知られたが、詳しい解析はまだ終了していない。

以上の結果、 C_r-C_r 間の交換相互作用の遠達性と、 C_r-C_r 間及びMn- C_r 間の相互作用の相似からZnCr₂Se₄の交換相互作用が半導体的な価電子帯又は伝導電子帯の電子構造と強く関係していることが期待される。実際同じ結晶構造をもつCdIn₂S₄につい

ての光吸収や輸送現象等の測定とバンドの計算⁴⁾は、 Γ 点以外に極大をもつ価電子帯の存在を示唆している。しかし ZnCr_2Se_4 について、その磁性と電子構造を直接に結びつけるような実験はまだ行なわれていない。

文 献

- 1) R. Plumier : C. R. Acad. Sci. (Paris) 260 (1965) 3348
- 2) K. Siratori : J. Phys. Soc. Japan 30 (1971) 709
- 3) G. Busch, B. Magyar and P. Wachter : Phys. Lett. 23 (1966) 438
- 4) S. Katsuki : J. Phys. Soc. Japan 33 (1972) 1561

文責 阪大基礎工 赤穂博司