

中性子非弾性散乱によるスピンドイナミックスの研究

東北大理 遠藤康夫

夏の学校の全体講義として、約4時間にわたって、中性子散乱の基礎から、その磁性体の研究への応用、特に非弾性散乱によるスピン波励起の研究の入門と二、三の例を遠藤先生に話していただきました。

以下にその内容を述べます。話は大体次の三つからなっています。中性子の性質及び散乱の一般論、中性子非弾性散乱の測定技術、中性子のスピン波による非弾性散乱について。

まず、最初は、熱中性子のエネルギー、波長、磁気モーメント、電気的中性の物性研究の手段としての利点と中性子の磁性体による散乱の断面積についてであった。

次に、中性子非弾性散乱の測定技術についての話は、TOF法と三軸法の簡単な原理とそれぞれの特徴についてと分解能のとりあつかいについてであった。

最後のスピン波散乱についての話は、まずHeisenberg model及びitinerant modelで非弾性散乱断面積はどうなるかということで、Heisenberg modelについてはsingle magnonの中性子非弾面積の導出を行ない、それと帯磁率の関係よりスピン波のエネルギーは、帯磁率の極と定義した。また、itinerant modelではHubbard Hamiltonianを用いた。RPAで帯磁率を求め、その極からスピン波の分散を求めた。この場合spin波以外に個別励起としてのstoner励起も起こる。Heisenberg model及びitinerant modelについての実験例について最後に話があった。まず、Heisenberg 強磁性体についてであるが、それにあてはまる試料では、スピン波スペクトルより直接Exchange parameterが決まる。特に磁気相互作用が長距離にわたる場合、スピン波スペクトルが、Exchange parameterの唯一の決定手段である。そのことを用いて、次のようなことがわかった。rare earth metalでは、effective Heisenberg Hamiltonianでエネルギー Spektrumが説明でき、距離とともに相互作用の符号が変わり、相互作用が遠距離にわたっているのがわかった。またEuchalcogenideでのsecond neighbor interactionの重要性についてのKasuyaの指摘を裏づけた。Heisenberg modelでの有限温度の場

合, two magnon過程までの範囲で, RPAを用いた self-consistent な計算は Heisenberg 強磁性体の Mn-Heusler のエネルギースペクトルをかなり定量的に説明する。また, 有限温度でのスティフネス常数, 磁化の温度変化を Mn-Heusler についての実験をかなり定量的に説明する。itinerant 強磁性の例としては Fe を用いた。0Kにおけるエネルギースペクトルについては, RPAでのスティフネス常数の計算値と実験値はかなりはずれる。有限温度では, スティフネス常数に熱的に励起された電子との相互作用による T^2 の項が加わる。これは実験的に確認されている。High-energy 領域でスピン波強度の減少が観測されるが, Stoner 励起の状態密度の大きいところにはいるためと考えることもできる。

文責 阪大理 保崎 一生