

「金属強磁性と電子相関」

講師 物性研 守谷 亨

遷移金属のバンド電子に対して、Hartree Fock 近似により強磁性出現条件が、種々のモデルにおいてどのように与えられるか、あるいは (\mathbf{q}, ω) に依存する H-F 近似、いわゆるストーナー理論ではどうか という概略が述べられた。

しかし、弱い強磁性合金では、静的帯磁率や比熱の T_c 近傍でのふるまいが上述の近似理論、つまりスピンのゆらぎの効果を無視した理論では説明できない事が述べられた。

スピンのゆらぎの効果は、実験的には、飽和磁化から求めたモーメント (p_s) と、帯磁率の Curie-Weiss 則から決めたモーメント (p_c)、及び p_c/p_s , T_c での比熱の跳び、free energy の電子間相互作用による部分の T^2 の係数、等として種々の強磁性金属、弱い強磁性又は反強磁性合金について調べられている。他方、理論的には動的帯磁率を評価する事で前述の物理量が計算できる。しかし今の場合、 $\chi_{\text{RPA}}(\mathbf{q}, \omega)$ を用いた理論は不十分であり、自己無撞着くり込み理論が紹介された。そこでは、磁気モーメントの関数としての free energy を vertex part を含まない diagram の和で表わした $\bar{\chi}$ で書き、それが $\partial^2 F / \partial M^2 = 1/\chi = (1 - I\bar{\chi})^{-1} \bar{\chi}$ の表式と static limit で一致するように決定する。ここに I はクーロン積分である。その結果、核磁気緩和 T_1 の温度依存性や T_c 又は T_N が適るべく与えられる事が示された。

次に、 F_e, N_i 等で観測される T_c 以上でのスピン波励起が、前述のスピンのゆらぎの理論を発展させて理解できる事も示された。それは手短かに言えば、スピンの長波長のゆらぎと短波長のそれらとの mode-mode coupling を考慮する事である。それは、 $\chi(\mathbf{Q}, \omega)$ をモードに分解し、それらの間の相互作用を cutoff をつけた長波長近似によって具体的に取り扱える事、また、static limit では、スピンのゆらぎによる励起エネルギーが解析的に求められる事等が示された。自己エネルギー部分の虚数部まで考慮してスピン波の damping やエネルギー・シフトも計算できる事が示唆された。以上の取り扱いを diagram 法と対応づけると、以前提晶された解の得られないものと等価である事も述べられた。

以上のように密度の高い講義内容であり，詳細においては時間の制約上理解が十分に及ばなかった感が残るが，実験で観測される磁性の動的側面を理論的に捉え得たところに，大いなる興味と展望を持つことができたと思う。聴講生の一人として蛇足を述べさせて頂きました。

文責 阪大理 宮田 宗一