Anomaly in Electrical Resistivity of Ferromagnetic Metals near T_c

萬　成　　勲（岡山大）

液体He のλ転移にともなう比熱の対数発散を指摘したFaibank等の詳細な実験を契機として，二次相転移を示す多くの物質においてその転移点で比熱か対数的に発散することが見出されて来た。従来，遷移金属の電気抵抗は温度の関数として見た場合磁性に密接な関連のある特徴的な振舞いを示すことが知られていた。

最近になって遷移金属（主としてFe，Ni）の電気抵抗の転移点近傍での温度依存性が詳しく測定された。それによると電気抵抗は別に異常性を示さぬか電気抵抗の温度微係数は対数発散を示すことか判明した。また実験は予備的な段階のものが多いが，現時点でみる限り電気抵抗の温度微係数には対数発散かありそうである。こゝでは以上の問題，即ち電気抵抗ρには転移点T_cで異常は現われぬがその温度微係数$d\rho/dT$にはTc で対数発散か現われることをｓ－ｄモデルの立場で考察する。

ｓ－ｄモデルでは電気抵抗ρを次の三部分に分けて考察する：フォノン散乱によるもの，不純物散乱によるもの，ｄスピン配列の不整によるもの。この内前二者は磁性には直接関係しないので考察外とする。最後のものをρ_{sd}と書くことにすると，適当な近似で次式を得る。

$$\rho_{sd} \propto \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \int_{-1}^{1} d(\cos\theta)\ (1-\cos\theta)\ \frac{\beta\omega}{\sinh\beta\omega}\ \langle Sq\cdot S_{-q}\rangle_{\omega} \text{-----} (1)$$

たゞしFermi面は球面であるとして$\underline{q}=2k_f \sin(\theta/2)$。上式においてs-d相互作用常数は波数$\underline{q}$によらぬと仮定してある。$\omega$，$\underline{q}$は伝導電子の散乱に際して，伝導電子と散乱系（ｄスピン）間で授受されるエネルギー，運動量である。$\langle Sq\cdot S_{-q}\rangle\omega$ はｄスピン相関関数のフーリエ成分である。

因子$1-\cos\theta$ のために前方散乱は問題にならぬから，もしも通常の金属における様にk_f か大きいと即ち$k_f^{-1} \simeq$格子常数ならば$\underline{q}^{-1}\simeq$格子常数

となり ρ_{sd} は d スピン相関の近距離的な部分で大体与えられことになり Tcにおいて異常は期待されない。しかし $d\rho_{sd}/dT$ は d スピンの四体相関関数を含みかつその中に長距離的な部分が存在しこれが $d\rho_{sd}/dT$ の Tc における発散を与えるものと考えられる。その表式は比熱のそれと本質的に同一のものと見做せるので，次式を得る。

$$d\rho_{sd}/dT = (2C_d/3Nk_B)(\rho_\infty/T) \quad \text{------------} (2)$$

Cd は d スピン系の比熱，ρ_∞ は $T \gg Tc$ での ρ_{sd} の値である。Cd, ρ_∞ に対して測定値を用い，比熱，電気抵抗に対するフオノンの影響の補正を考慮して Fe に対して次式を得る。

$$d\rho/dT = \binom{0.29}{0.25} - 0.068 \log|T-Tc| \qquad (\mu\Omega\, cm/dog) \text{----} (3)$$

これは実験結果と同一程度である。

D.C.Wallace et al., J.A.P. 31 (1960), 168.

Ya.A.Kraftmakher et al., Soviet Phys.- Solid State 9 (1967), 1459.

P.P.Craiq et al., P.R.L. 19 (1967), 1334.

Ya.A.Kraftmakher, Soviet Phys.-Solid State 9 (1967), 1199.

E.B.Amitin et al., ibid. (Russian Original) 9 (1967), 2731.

I.Mannari, Phys. Letters 26A (1968), 134.