

“強磁場下半金属のエキトニック相転移”

講師 東北大理 都築俊夫

エキトニック相の存在は Mott によって予言された。いわゆる Mott 条件は、強磁場をかけ、電子正孔のバンドの Over lap $2G$ を減少させることで実現可能となる。他方強磁場極限では、電子の運動は一元次的となり、このような系での秩序相は存在しえない事になる。

今つぎのようなモデルを考える。強磁場下で電子正孔は最低のランダウレベルにあり、このレベルから他のランダウレベルへの遷移を無視する。又相互作用として $H_{int} = g \int d^3x \phi_a^+(\vec{x}) \phi_a(\vec{x}) \phi_b^+(\vec{x}) \phi_b(\vec{x})$

を考える。ここで a ; 電子バンド, b ; 正孔バンド

このような truncated system について Bogoliubov の不等式を用いオーダーパラメーター $\psi \equiv \phi_a(r) \phi_b^+(r)$ の相関関数 $1/\rho < \{ \psi(q), \psi(q) \} + >$ を評価すると $[\rho(q), \rho(q')] \neq 0$ ($\rho(q)$ は粒子密度) という性質によって、その値は有限、ただし強磁場極限において、その値は ∞ となり C 一次元的になるので) 秩序相は存在し得ない事を示す。つまりこの system で エキトニック相への転移温度 T_c は $B \rightarrow \infty$ で 0 とならねばならない。今分子場近似 CBCS-Gorkov 理論と同様の) において、 $T_{c0} \propto \{ g N_{\perp}(B) \}^2$ を得る。ここで $N_{\perp}(B)$ は磁場に垂直な面内での状態密度。この T_{c0} は $B \rightarrow \infty$ で正しい振舞をしない。正しい振舞を得るためには、ゆらぎの他の物理量への寄与を問題にしなければならない。そのときゆらぎの相関の大きさ及びゆらぎの利用できる位相空間の体積が問題となり、その大きさは、 $1/\xi_{\parallel} \xi_{\perp}^2$ (ただし ξ_{\parallel} ξ_{\perp} はそれぞれ磁場に平行、垂直なゆらぎの相関距離) は B に比例し ($\xi_{\perp} \approx \ell \equiv \sqrt{c/eB}$) ゆらぎの効果は磁場に比例して増大する。分子場のまわりの RPA によるゆらぎの相関関数を 0 次近似としてゆらぎの相互作用を取り込んだ Self-Consistent Hartree 近似による計算を行なうと、 $|G| \gg kT$ のとき $T_c \propto 1/\sqrt{B}$ $|G| \lesssim RT$ のとき $T_c \propto T_{c0}/10$ の結果を得る。 $|G| \lesssim kT$ の場合に正しい振舞をしない事からこの近似では不十分でさらにゆらぎのモード間の相互作用を取り込んだ理論が必要になる。実際この

相互作用の強さは $N_{\perp}(B)$ に比例し $B \rightarrow \infty$ で重要となってくる。

文責 阪大理 西川 哲