Fermi粒子系における一つの非線型性

日大理工　　三　沢　節　夫

Fermi 粒子系で相互作用常数λと温度Tを与えたとき，$\lambda-T$面内でのphase diagram を書くことは，厳密な話しになると，定性的にも殆んど分っていない。数学的には，実変数関数論という制限のために問題が困難だとすると，λを複素変数にして，complex $\lambda-T$空間内での phase diagram を書くという方が問題を取扱い安くする可能性がある。例えば Overhauser の Spin density Wave（SDW）状態に現れる$\lambda=0+$での essential singularity が本物であるかどうか（相関を考慮しても消えないか？）は，有限温度で$\lambda<0$での状態和を計算し，それを$\lambda>0$に解析接続して確かめてみることも一つの方法だと思われる。

相関を考えない Hartree－Fock（HF）の範囲内でも，基底状態が何であるかは，実はそれ程はっきり分っていない。運動量空間の任意の分布は HF の解になっているが，実は，そのような空間的に一様な解の代りに，初めから正イオンに対応する無限小の分布のずれを仮定して，電子の（1体の）密度分布として Wigner 型の格子を組ませると，HF方程式は，本来そうであるように，正に非線型になる。実際このように作った ferromagnetic crystalline 状態は，電子系に対して$r_s\sim10$以上でHFの最低状態になり，また contact potential をもつ一次元系では SDW状態より，むしろ antiferro. crystalline 状態の方が，よりエネルギーの低い状態として実現される（S.F.Edwards et al.；沢田さんによると，このような crystalline state は，一般化された Overhauser state のなかに含めるべきだとのことである。）

空間的に均一な系から出発して，電子の localization（Wigner lattice）を出そうと思うと，今度は，2体の分布関数での空間的週期性を見出すという問題になる。RPA では$r_s\to\infty$にしても，このような性質は示さないので，当然 non－RPA の取扱いが必要になる。これは，Pines 達の表現を借りると，体系を誘電体と見たてたときの local field correction

を考えることに相当し，着目している電子の周りの他の電子密度の空間的時間的変動による誘電率へのはねかえりの効果を取り入れることに対応する。数学的には，local field correction は直ちに問題の非線型性に反映し，解くべき方程式は非線型積分方程式である。空間的変動の効果は Hubbard によって取り入れられ，RPAの弱点がかなり大巾に改善されることが示されている。これに時間的変動まで入れたとき，問題は更に難しくなり，数値積分を実行しうるという保証はないが，このような方向に議論を進めて，基底状態の性質とか Wigner lattice の問題を考えるべきだと思う。