

# Many-impurity problems に 於けるグリーン関数

京大基研 武 野 正 三

団体内の電子, phonon, magnon, exciton 等の quasi-particle に対する多数の不純物の影響を調べた。不純物はすべて同種類, その空間的配置はランダムであると仮定してグリーン関数  $G(E)$  の満す式

$$G(E) = g(E) + g(E) V G(E) \quad (1)$$

の解を調べた。(1) に於て  $g(E)$  は完全結晶の場合の single-particle グリーン関数,  $V$  は不純物の影響を表わす摂動ポテンシャル,  $E$  はエネルギーパラメーターを表わす。(1) を解くするには, 色々の方法があるが, Feenberg-Feshbach の方法を適用することを試みた。此方法の詳細は Morse-Feshbach の text book にのっている。不純物の配置について平凡操作を行った  $G(E)$  の値  $\langle G(E) \rangle$  が問題になるが, 此場合不純物の作る pairs, triplets, quartets 等不純物の濃度の fluctuation を無視すると, quasi-particle の自己エネルギー  $\Sigma(k, E)$

$$\Sigma(k, E) = c \cdot T_r (\Phi W(k)) \quad (2)$$

の形に表わされることを示した。但し  $k$  は運動量,

$$\Phi = (\Phi(\Delta, \Delta')), \quad W(k) = \left( \sum_{\Delta''} \exp [ik(\Delta - \Delta'')] V(\Delta'' \Delta') \right) \quad (3)$$

は  $(z+1) \times (z+1)$  の行列で, 此处に  $\Delta$  は不純物の位置を原点とした場合, 不純物の影響が及んでいる格子点の位置ベクトル,  $z$  は不純物の直接の影響下にある格子点の数,  $c$  は濃度である。(3) と同様に  $\langle G(E) \rangle$  の座標表示  $G(E; \Delta \Delta')$  より作られる

$$\langle G \rangle = (G(E; \Delta \Delta')) \quad (4)$$

を導入すれば  $\Phi$  は次の式を満す

$$\phi \Phi^2 \langle G \rangle V + \Phi (I - \langle G \rangle V) - I = 0 \quad (5)$$

但し  $I$  は  $(z+1) \times (z+1)$  unit matrix である。(2), (3), (5) が得られた結果の主なものである。

得られた結果は、電子の場合 Yonezawa-Matsubara phonon の場合 Taylor, Leath Frenkel exciton の場合の Onodera-Toyozawa 等の結果と一致する。但し此等の結果は何れも  $\delta$ -function 型の不純物ポテンシャル乃至は不純物ポテンシャルが一つの格子点のみに零でない値を持つと云う specific な場合であった。此処で得られた結果は、此等のものの“拡がった不純物ポテンシャル”の場合への一つの拡張となっている。

もし  $\Phi$  を

$$\Phi = (I - \langle G \rangle V)^{-1} \quad (6)$$

と近似するならば、これは Davies-Langer の結果の拡張となっている。

(6) を (2) に代入すれば自己エネルギーの別の表式として

$$\Sigma(k, E) = N_i \langle k | t | k \rangle \quad (7)$$

が得られることを示す事が出来る。但し  $t$  は one-impurity problem の際現われる  $t$ -行列で、そこに出て来る  $g$  を  $\langle G \rangle$  で置きかえたものである。(7) 式は可成一般的な結果で不純物に対する exclusion effect を考慮しなければ、不純物の clustering の影響を代入する時、有用と思われる。また (7) 式は自己エネルギーと散乱の問題との関聯を取扱うのに有用であろうと思われる。

具体的な個々の問題への適用に於ては、(5) 式は (7) に結晶格子の point symmetry による群論的考察をすると、自己エネルギーの対称性等につき述べる事が出来、(5), (7) はもっと簡単なものに reduce 出来る。この議論の詳細な点は省略する。此処に得られた結果を phonons, magnons 等の諸問題に適用することが出来るが、詳細な議論は省略する。其他 impurity-induced luminescence につき簡単なとび入りの話をした。

研究会をふり返ってみると、閉鎖的であったことを心残りに思っている。

また、別の特徴として、簡単なモデルのより厳密な数学的側面を深く追求する人達を深刻派、グリーン関係をよく用いる人々をプラグマティスト或は樂觀派とする考えが研究会の表面に出て来た。筆者はこのような分類は必ずしも出来ないと思っている。可成遠慮のない意見が両方の側から出て来たようである。研究会のもう一つの面は、実験事実と密接した話が全くなかったことである。

最近少し感じることは、研究会そのものが反省の時期に来ているのではないだろうかということである。研究会が同一グループの会合的色彩なきにしもあらずで、それよりも、もっと個人レベルでのじっくりした研究が重視されるべきであろう。此意味に於て、例えば基研の流動研究員のワクをもっと積極的に増大することも必要ではないかと思われる。