

- 1) G. Remenyi et al., J. Mag. Mag. Mat. 31-34 (1983) 407.
- 2) A. Sumiyama et al., J. Phys. Soc. Jpn. 55 (1986).
- 3) N. Kawakami and A. Okiji, J. Phys. Soc. Jpn. 55 (1986) 2114.
正の磁気抵抗に対する大川の議論も参照(本研究会報告)。
- 4) A. Yoshimori and H. Kasai, J. Mag. Mag. Mat. 31-34 (1983) 475; Solid State Commun. 58 259.
- 5) P. Nozieres, J. Low Temp. Phys. 17 (1974) 31,
K. Yosida and K. Yamada, Prog. Theor. Phys. 53 (1975) 1286.
- 6) T. M. Rice and K. Ueda, Phys. Rev. Lett. 55 (1985) 995.
- 7) D. Jaccard and J. Flouquet, J. Mag. Mag. Mat. 47 & 48 (1985) 45.
- 8) C. Bastide and C. Lacroix, Solid State Commun, 59 (1986) 121.

11. 重い電子系に対する不純物効果

東大・工 上 田 和 夫

希土類金属や、アクチナイドにみられる重い電子系を記述する理論的基礎は周期的アンダーソン模型にあると考えられる。高温での局在スピンの振舞いから、温度をさげるにしたがってコヒーレンスが成長しフェルミ液体を形成する。その過程および、低温での状態を正しく記述するのは簡単ではない。しかし $1/N$ 展開, フェルミ流体理論, 変分計算などが登場しおよそその輪郭は出来つつある。とくに基底状態のエネルギー, 低温での比熱, 帯磁率などの静的な物理量に関しては第零近似のレベルではあるがコンセンサスが形成されつつある。 f -電子間の強いクーロン斥力により f -電子は局在する傾向をもつが, 伝導電子とのミキシングによるエネルギーの得は, 非解析的で, 純粋なシステムでは低温で常にコヒーレンスが成長し f -電子は結晶中を動き始めると考えられる。この非解析的エネルギーの利得は近藤温度のような関数形を持っている。

重い電子系のコヒーレンスを理解する上で重要な問題は, 不純物効果である。ここでは上に述べた energetics から考えてみたい。簡単のため disorder が伝導電子に対して存在するとしよう。もっとも簡単な取扱は, 不純物による life time $1/\tau$ をセルフコンシステントに扱う平均

場近似である。この平均場近似では、コヒーレンスの失われる不純物散乱の強さは、

$$1/\tau = T_K$$

で与えられる。この criterion は disorder が f -電子に対するものであっても同じである。平均場近似では、各 site での f -電子の数が等しいとの仮定が置かれている。しかしそれを仮定すると、ミキシングによるエネルギー利得は不純物が存在しないときと変わらないことを示すことが出来る。言い替えれば、超伝導に対する Anderson の定理と同様、vertex correction が重要である。

それではコヒーレンスが失われる目安になるのは何かという問題になる。siteあたりの f -電子数の 1 からのずれが、ミキシングの実効的値を決めるのに重要であることから、不純物ポテンシャルによる f -電子の電荷の揺らぎが $1 - n_f$ を越えないことが criterion になると考えられる。既に述べた基底状態に関する理論により、我々は電荷の感受率を知っているのでこの感受率を上条件に当てはめると、伝導電子の disorder に対する次の criterion を得る。

$$1/\tau_c = D$$

ここで D はバンド巾で、 τ_c は伝導電子にたいする disorder による life time である。この結果は、重い電子系に対する不純物効果が通常の程度であって、特に不純物に対して敏感にはなっていないことを意味する。 f -電子に対する disorder に対する結果は

$$1/\tau_f = 2V^2/D$$

で与えられる。この条件は、伝導電子に対する criterion よりはもちろんはるかにきついが、相互作用によって条件が強められたりはしていない。

これらの結果は重い電子系のコヒーレンスが不純物に対して敏感であろうとの我々の期待、及び CeAl_3 に対するドーピングの実験事実と反している。その原因のひとつとしては、上で用いた電荷の感受率は、局所的なものではあるが、分極の空間変化は平均されていることが挙げられる。もしこの空間変化を考えれば、コヒーレンスに対する条件はもう少しきつくなると期待される。不純物によるコヒーレンスの喪失は、その成長過程を理解する上でも重要である。よりミクロな立場からの理論の発展が望まれる。