

一次元金属における 1 電子スペクトル関数の包括的な振る舞い
Overall Behavior of the One-Electron Spectral Function in One-Dimensional Metals

前橋英明、高田康民

H. Maebashi and Y. Takada

東京大学物性研究所

Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo, Kashiwa Chiba 277-8581

固体電子論におけるバンド理論が成功するのは、相互作用する多電子系の素励起を殆ど自由な電子の集団として記述する自由電子描像が妥当なためである。この自由電子描像はフェルミ準位からずっと離れた高励起状態では次元によらずに常に正しいが、低励起状態についても、フェルミ液体理論で記述されるように、2 及び 3 次元系では相互作用系での励起状態と自由電子系でのそれとは一対一に対応するという意味で妥当な描像である。しかし、1 次元系での低励起状態は、スピンと電荷が分離したボゾン描像で捉えられるラッティンジャー液体の概念で記述され、そこでは自由電子描像が完全に破綻することが知られている。しかしながら、そのような特異な性質を持つ 1 次元金属系の 1 電子スペクトル関数 $A(p, \omega)$ といえども、3 次元自由電子描像に立脚して導かれた GWT 法と呼ばれる非摂動論的手法で正しく解析されることが本研究で明らかになった。

特に、この研究を通して我々は低エネルギー領域であってもスピン電荷分離に対応するスピノンとアンチホロンの 2 重ピーク構造に加えて、「擬電子 (pseudoelectron) 励起」とも呼ぶべきピークが $A(p, \omega)$ に出現していることを発見した。この擬電子に対応するピークの低エネルギーから高エネルギー領域への変遷の様子はラッティンジャー液体中を移動する不純物電子の問題に帰着されるが、これは GWT 法を適用することで何らの近似も導入せず解ける 1 つの例になっている。図 1 にその計算結果を示すが、この結果とスピノン・ホロンのピークに関する最近の研究の進展[1]を組み合わせると、フェルミ点からずっと離れた高いエネルギー領域では、スピノンのピークは消失しており、アンチホロンのピークは擬電子のピークに吸収されることによって自由電子描像が回復されていくことが分かった。このようにして、1 次元金属系におけるスピン電荷分離の物理から自由電子描像の物理への変遷を物語る $A(p, \omega)$ の全容が明らかになった。

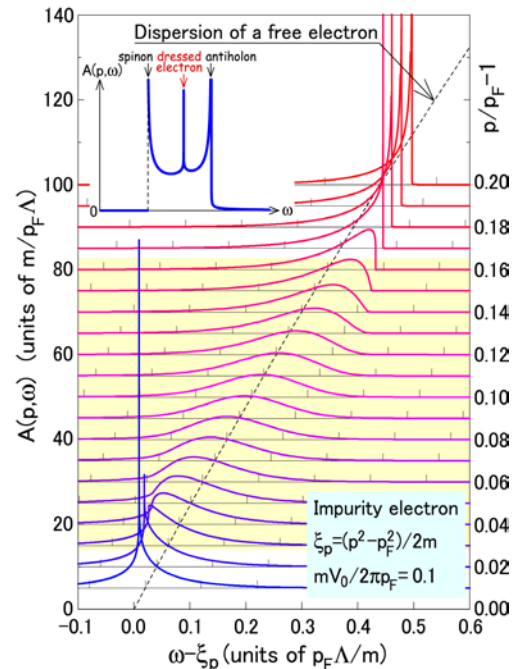


図 1：一次元系の 1 電子スペクトル関数における擬電子に対応するピークの変遷。挿図はフェルミ点近傍の 1 電子スペクトル関数の全体像を示す。

[1] A. Imambekov T. L. Schmidt, and L. I. Glazman, Rev. Mod. Phys. **84**, 1253 (2012).