22aSC-1

二次元 d-p モデルにおけるストライプと非一様スピン密度波 II

電総研　　柳沢孝，小池聡，山地邦彦

Stripes and non-uniform spin density wave in 2D d-p model

Electrotechnical Laboratory

T. Yanagisawa, S. Koike and K. Yamaji

酸化物高温超伝導体における超伝導とアンダードープ領域での異常金属状態は多体相関が本質的な現象である。超伝導の起源はオンサイトのクーロン相互作用にあると考えられ、スピンがアップとダウンの電子による二重占有状態はエネルギーを損するため電子は隣接するサイトに避け合うことになり、有効的に引力が生じる。これは Gutzwiller の演算子により表すことができる効果である。U が大きければ、有効相互作用は t-J モデルにおける J の項により表されるであろう。アンダードープ領域における異常金属状態が超伝導の起源と関係するかは明らかでない。電子ドープ系の高温超伝導体で擬ギャップなど異常金属相に特徴的なことが見つかっていないため、超伝導の起源と異常金属状態とは関係がない可能性もある。Tc が高いことと異常金属相が存在することとに相関がある可能性もある。Gutzwiller の演算子を数値的に取扱い変分法により多体電子系のモデルの相図を調べることができる。それによると、ハーフフィリングの近くでは反強磁性の相関が非常に強いことがわかる。純粋な d 波の状態は可能であるがその領域は狭いという結果が得られる。[1,2] これは電子ドープの高温超伝導体には当てはまるがホールドープ系の相図とは異なっている。ホールドープ量が少ない領域でも超伝導が可能であるためには、何らかの反強磁性秩序のある状態と超伝導の共存状態を考える必要がある。そこで、低ドープ域で安定なスピン密度波の状態を調べ、d 波との共存が可能であるかどうかを研究する。酸化物高温超伝導体はアンダードープ領域で非一様なスピン構造があるらしいことが実験によって示唆されている。インコメンシュレートで非一様なスピン密度波の状態をつくることにより、ホールの運動エネルギーも得をすることができる。この状態はストライプとよばれている。 我々は高温超伝導体の基底状態を 3 バンドのハバードモデルである d-p モデルに基づいて非一様な反強磁性状態について研究する。ホールドープ量が 1/8 の時、ストライプが 4 格子にひとつ存在する状態が安定となるが、酸素間のトランスファーを大きくすると一様な SDW が安定になる。電子ドープ系では 4 格子にひとつのストライプは常にエネルギーが高くなり安定になり得ない。すなわち、酸素の役割は無視できない。ストライプの間隔はホールドープ量に依存して変化する。これらのストライプは d 波と共存できるかどうかについても議論する。

図 1 にいろいろな反強磁性状態のエネルギーを酸素間のトランスファー t_{pp} の関数として示す。4 格子のストライプが安定なパラメーター領域が存在する。

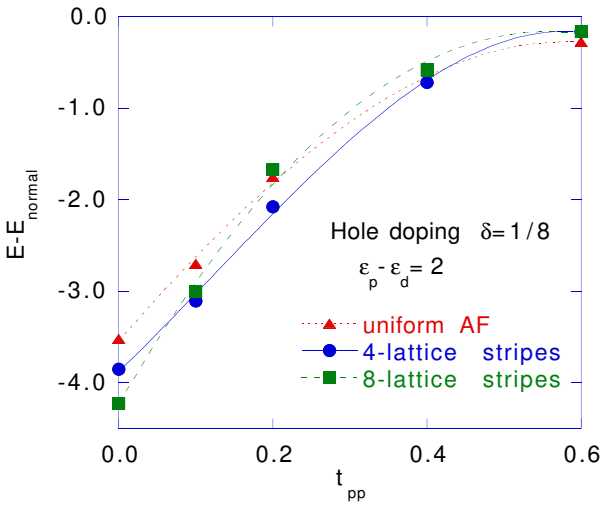

図 1

References

1)T. Yanagisawa, S. Koike and K. Yamaji: Physica B284-288(2000)467; preprint.

2)K. Yamaji, T. Yanagisawa and S. Koike: Physica B284-288 (2000) 415; *Advances in Superconductivity XI*, pp.343 (1999).