

12. Hubbard 模型の理論的研究

大 橋 洋 士

Hubbard 模型は電子相関の強い系に対するモデルの一つであるが、ここではこのモデルについてその基本的性質、および 1 次元基底状態の計算方法について考える。

まず、基本的性質については次の三点について議論する。

- (1) 2-site モデルを用いて熱力学的性質を考え、磁氣的励起及び電荷励起と呼ばれる 2 種類の励起が存在することを示す。
- (2) Bogoliubov の不等式を用いて磁気秩序の可能性について論じ、有限温度においては 1 次元、2 次元 Hubbard 模型には自発磁化が存在しないことを証明する。
- (3) 電子間の Coulomb 斥力が無限大である場合、磁化が自由 spin のそれに等しいことを示す。

上記の議論に続いて 1 次元基底状態の扱い方を考え、Block 近似と呼ぶ方法を提案する。この近似では、2 つのサイトを 1 つの単位としてエネルギーやスピン相関関数等を計算する。そして Hubbard 模型に対して、この方法は厳密解やその他の手法で得られている結果をよく再現することが示される。

更に、ここではこの手法をその他いくつかのモデルに適用することもある。先ず初めに 2 次元 Hubbard 模型に適用する。2 番目として 1 次元 $t-J$ 模型を考え、相図を作成する。また、 $t-J-U$ 模型と呼ぶ、交換相互作用を持った Hubbard 模型についても適用することを考える。