

ひねり演算子を用いたSU(N)ハバード鎖の モット転移の解析

中村研究室 藤村悠人

近年、冷却原子系の研究などに触発され、SU(N)の自由度を持つ量子多体系の研究が盛んに行われている。SU(N)ハバード鎖とはハミルトニアンが

$$H = -t \sum_{j=1}^L \sum_{a=1}^N (c_{ja}^\dagger c_{j+1a} + \text{H.c.}) + \frac{U}{2} \sum_{j=1}^L \left(\sum_{a=1}^N n_{ja} \right)^2$$

で与えられるスピン自由度 N のモデルである。ここで c_{ja}^\dagger, c_{ja} は反交換関係 $\{c_{ia}, c_{jb}^\dagger\} = \delta_{ij}\delta_{ab}$ を満たすフェルミオンの生成・消滅演算子であり、 $n_{ja} = c_{ja}^\dagger c_{ja}$ は数演算子である。

SU(2)対称な通常の1次元ハバード模型の場合は $U = 0$ において金属絶縁体転移が起きることが分かっている。それに対して、SU(N)のハバード鎖 ($N > 2$) の場合は有限の U において相転移が起きるということをボゾン化法とモンテカルロ法による計算 [1] から議論されているが、その相転移点の正確な位置までは分かっていない。

本研究では、多体量子系のトポロジカル相を特徴づける指標であるひねり演算子

$$\exp \left[\frac{2\pi i}{L} \sum_{j=1}^L j n_j \right]$$

($n_j \equiv \sum_{a=1}^N n_{ja}$) の基底状態での期待値 z_L を用いてこのモット転移の解析を行った。まず、ひねり演算子の期待値 z_L を厳密対角化法によって数値的に解析した。さらに、相転移点の位置を調べるために、変分モンテカルロ法とレベルスペクトロスコピー法を組み合わせ解析を行った。

[1] R. Assaraf, P. Azaria, M. Caffarel and P. Lecheminant, Phys. Rev. B **60**, 2299 (1999)