

格子系と結合したモット絶縁体の光励起

京都大学 基礎物理学研究所 遠山 貴己¹

我々は、モット絶縁体を用いた新規ナノ光学素子に興味を持っている。その機能・特性を明らかにするには、モット・ギャップを超えた光励起状態の特徴と光照射後の緩和過程の理解が重要になる。そのため、一次元モット絶縁体を記述可能な模型（電子・格子相互作用を取り込んだ一次元拡張ハバード模型）を厳密に解く必要がある。その際、有限数の格子点からなる一次元強相関系を数値的に厳密に扱える手法として密度行列繰り込み群法が有効である。特に、光励起状態の特徴を明らかにするには動的に拡張された密度行列繰り込み群法が最適である。我々は、この動的密度行列繰り込み群法を用いて、ホルシュタイン型電子・格子相互作用を持つ一次元モット絶縁体（ハーフ・フィールドのハバード・ホルシュタイン模型）のスペクトル関数や線形光学応答感受率の計算、光照射により作られた励起状態の時間発展シミュレーションを行っている。

本講演では、これまでの研究成果のいくつかについて報告したい。(1) スペクトル関数におけるスピノン・ホロン励起 [1]: 格子系と結合することで、一次元系に特徴的なスピノンとホロンの励起スペクトルはなだらかになる。それとともに、 Γ 点近傍にディップ構造が現れる。これらの特徴は、電子・格子相互作用の下でも強相関効果によるスピンと電荷の波動関数の分離が近似的に成り立っているとすると理解できる。これは、電子・格子相互作用の効果が高エネルギー領域のキंक構造の増強という形で現れる二次元モット絶縁体 [2] とは異なった効果である。(2) 線形光学応答感受率 [3]: 電子・格子相互作用の結果、エキシトン・ピークは分裂するが、この分裂はモットギャップを決めるクーロン相互作用が大きくなればなるほど大きくなる。また、スピン励起も線形光学スペクトルの低エネルギー領域に明瞭に現れる [4]。(3) 光照射後の励起状態ダイナミクス [5]: 電子・格子相互作用の値が小さくても、光照射直後から多くのフォノンが励起され、励起直後の励起状態ダイナミクスにそれらが本質的な働きをしている。特にスピン自由度の励起ダイナミクスは電子・格子相互作用の存在によって大きく変化する。以上の数値シミュレーションの結果を、 Sr_2CuO_3 などの一次元モット絶縁体の実験結果と対応させて議論する。

本研究は、松枝宏明（仙台高専）、曾田繁利（京大基研）、前川禎通（東北大金研）各氏との共同研究である。

- [1] H. Matsueda, T. Tohyama and S. Maekawa, Phys. Rev. B **74** (2006), 241103(R).
- [2] J. Bonča, S. Maekawa, T. Tohyama, and P. Prelovšek, Phys. Rev. B **77**, (2008) 054519.
- [3] H. Matsueda, A. Ando, T. Tohyama and S. Maekawa, Phys. Rev. B **77** (2008), 193112.
- [4] T. Tohyama and H. Matsueda, Prog. Theor. Phys. Suppl. **176** (2008), 165; S. Sota and T. Tohyama, to be published.
- [5] H. Matsueda, T. Tohyama and S. Maekawa, to be published.

¹E-mail: tohyama@yukawa.kyoto-u.ac.jp