

1次元光格子冷却原子系に構築される U(1) gauge-Higgsモデルの研究

久野義人, 河木啓真, 笠松健一^A, 一瀬郁夫, 松居哲生^A

名工大院, 近大理工^A

1次元光格子冷却原子系Bose-Hubbardモデル



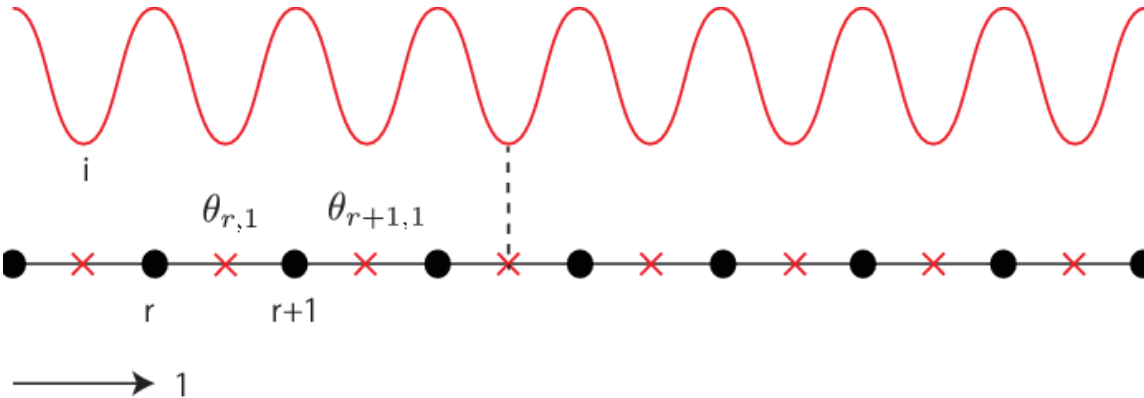
(1+1)D U(1) lattice gauge Higgsモデルの構築が可能

- 冷却原子系で現れる相構造はゲージ理論的な相と対応が付く。
- 原子系で現れる非平衡現象がゲージ理論の非平衡現象の予言を可能にする。
- 特に、閉じ込め-非閉じ込め相、それぞれにおける、動的なゲージ場の数値シミュレーションが可能であり興味深い現象を予言する。

1D extended Bose-Hubbard = (1+1)D gauge-Higgs model

NN interaction

$$H_{BH} = -J \sum_i \psi_i^\dagger \psi_{i+1} + \frac{U}{2} \sum_i \rho_i^2 + V \sum_i \rho_i \rho_{i+1} + \nu \sum_i \rho_i.$$



1D OL potential

● site of LGT

× link of LGT

Gauss law

$$\hat{\Psi}_{ri} = \sqrt{\hat{\rho}_{ri}} e^{i\hat{\theta}_{ri}} \quad \hat{\rho}_{ri} = \rho_0 + \hat{\eta}_{ri}$$

Low energy effective theory

Electric term

$$H_{GH} = \frac{V}{2} \sum_r (\eta_{r+1,1} + \eta_{r,1})^2 + \frac{U - 2V}{2} \sum_r \eta_{r,1}^2$$

Higgs coupling term

$$-2J \sum_r \sqrt{\rho_{0r+1,1} \rho_{0r,1}} \cos(\theta_{r+1,1} - \theta_{r,1}).$$

U: on-site interaction V: i.e. dipole-dipole interaction, J: hopping

No special interaction tuning

Feasible in cold atom system

Lattice QED model and Schwinger mechanism (1951)

Real-time dynamics of single electric flux

J. Schwinger, Phys. Rev. 714, 16 (1951).

By Tensor-Network

T. Pichler, et al., arXiv:1505.04440 (2015).

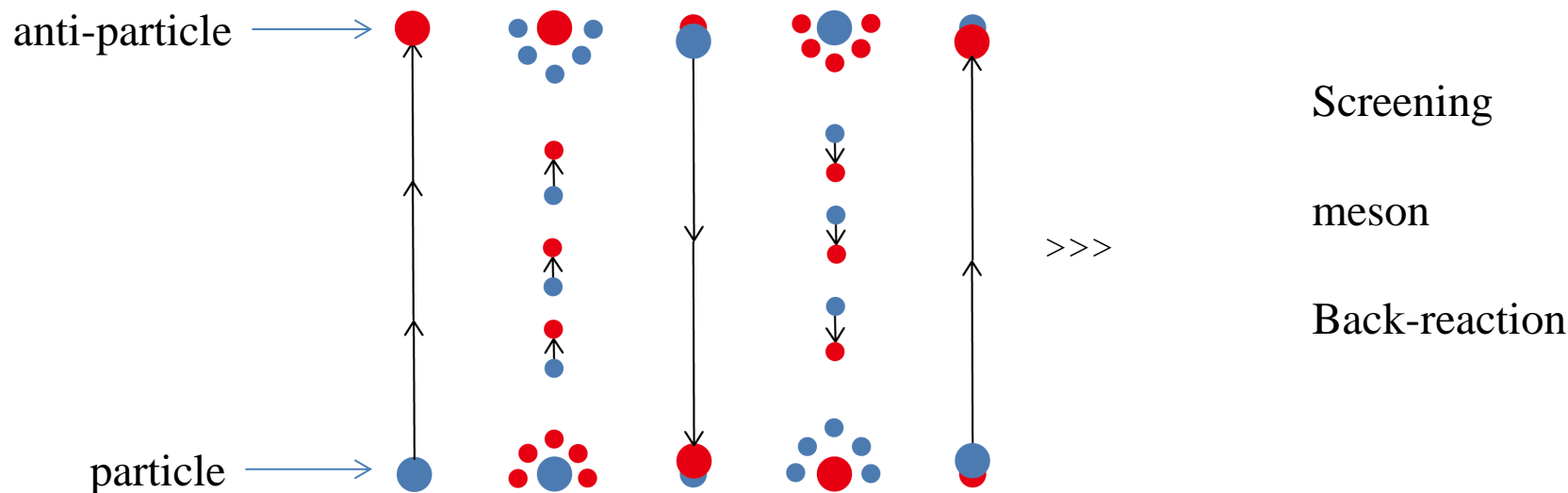
⇒ Quantum-Link modelによる冷却原子系QEDシミュレーション

By Functional Integral approach for lattice QED

F. Hebenstreit, J. Berges, and D. Gelfand, Phys. Rev. D **87**, 105006 (2013).

格子QEDの外部電場によるSchwinger mechanismの実時間計測

Schwinger pair productionを経由したstring-anti-string振動



Matter field mass が小さいほど揺らぎが大きく
string-anti-string振動が生じることが示唆されている