

# Holstein 模型における局所保存量の不在証明

Saturday, 14 March 2026 13:40 (20 minutes)

量子多体系において、模型の持つ局所保存量の構造は熱平衡化や輸送現象に関わる重要な要素である。近年、局所保存量を網羅的に同定する厳密な手法が量子スピン系において開発され [1,2]、フェルミオン系 [3,4] やボソン系 [5] といった粒子系にも応用されている。

一方で、統計性の異なる種類の粒子を含む模型においては、局所保存量の構造は十分に解明されていない。これに対し、本講演では代表的な電子格子結合系である Holstein 模型 [6]

$$\hat{H} = t \sum_{i=1}^L (\hat{c}_i^\dagger \hat{c}_{i+1} + h.c.) + g \sum_{i=1}^L \hat{n}_i (\hat{b}_i^\dagger + \hat{b}_i) + \omega \sum_{i=1}^L \hat{b}_i^\dagger \hat{b}_i$$

について、 $t, g, \omega \neq 0$  のとき非自明な局所保存量が存在しないことを解析的に示す。この結果は、模型の量子カオス性 [7] や輸送特性 [8] に関する既存の結果と整合する。

また、講演では、電子間相互作用を追加した Holstein-Hubbard 模型

$$\hat{H} = t \sum_{i=1}^L \sum_{\sigma} (\hat{c}_{i,\sigma}^\dagger \hat{c}_{i+1,\sigma} + h.c.) + g \sum_{i=1}^L \sum_{\sigma} \hat{n}_{i,\sigma} (\hat{b}_i^\dagger + \hat{b}_i) + \omega \sum_{i=1}^L \hat{b}_i^\dagger \hat{b}_i + U \sum_{i=1}^L \sum_{\sigma \neq \sigma'} \hat{n}_{i,\sigma} \hat{n}_{i,\sigma'}$$

についても非自明な局所保存量の不在を議論する。これらの結果は、フェルミオン・ボソン結合系を含む、より一般的な系で局所保存量の構造を解析的に議論する足がかりになると考えられる。

[1]N. Shiraishi, EPL **128**, 17002 (2019).

[2]A. Hokkyo, arXiv:2501.18400 [cond-mat.stat-mech].

[3]K. Fukai, Phys. Rev. Lett. **131**, 256704 (2023).

[4]M. Futami, arXiv:2507.20106 [cond-mat.stat-mech].

[5]M. Yamaguchi and N. Shiraishi, in. prep.

[6]T. Holstein, Ann. Phys. **8**, 325 (1959).

[7]D. Jansen, J. Stolpp, L. Vidmar, and F. Heidrich-Meisner, Phys. Rev. B **99**, 155130 (2019).

[8]D. Jansen and F. Heidrich-Meisner, Phys. Rev. B **108**, L081114 (2023).

**Author:** 石井, 風雅 (東京大学教養学部)

**Presenter:** 石井, 風雅 (東京大学教養学部)

**Session Classification:** 物性