

理学専攻
物理学分野

物性理論研究室

Condensed Matter Theory Lab.

准教授

associate Prof.

笠松 健一

Kenichi Kasamatsu

キーワード

ボース・アインシュタイン凝縮, 超流動, 冷却原子, 位相欠陥, 量子シミュレーション

Bose-Einstein condensation, superfluidity, cold atoms, topological defect, quantum simulation

研究内容

本研究室ではナノケルビン (10^{-9} K) の超低温まで冷却された中性原子気体におけるボース・アインシュタイン凝縮 (以下 BEC と略す) および超流動現象, また光格子にトラップされた原子気体における新規量子相の解明に関して理論的研究を行っている。現在取り組んでいるテーマは以下のとおりである。

[1] 原子気体 BEC における量子流体力学

超流体で起こる流体现象、特に量子渦によって支配される流体力学を量子流体力学と呼ぶ。本研究では、高い制御性を有する原子気体の BEC における様々な流体现象を理論・数値的に解明している。

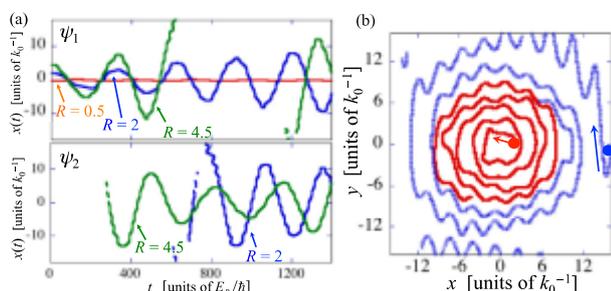


図1: スピン軌道相互作用をもった BEC における渦の動力学 (文献[3]より抜粋)

[2] 光格子中の冷却原子を用いた量子シミュレーション

多体量子系の数値的シミュレーションの実行は、現在の古典的計算機ではその容量的問題により原理的な困難がある。一方、興味となる量子多体系の模型を高い制御性を有する別の物理系で模倣することによって、量子多体問題をシミュレートできる可能性がある。このような問題解決のアプローチを量子シミュレーションと呼ぶ。量子シミュレーションが実行可能な系として光格子中の冷却原子系が注目されている。本研究ではこの系における新奇量子相の解明やゲージ理論の量子シミュレーターの提案を行っている。

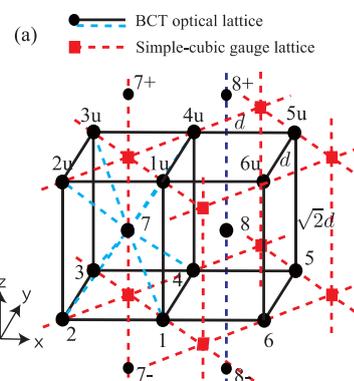


図2: 文献[1]で提唱した、光格子中の原子集団によって実現できる格子ゲージ理論の量子シミュレーターの外観。

最近の業績

- [1] Y. Kuno, S. Sakane, K. Kasamatsu, I. Ichinose, and T. Matsui: Atomic quantum simulation of a three-dimensional U(1) gauge-Higgs model, *Phys. Rev. A* **94**, 063641 (1-22) (2016).
- [2] K. Kasamatsu, M. Eto, and M. Nitta: Short-range intervortex interaction and interacting dynamics of half-quantized vortices in two-component Bose-Einstein condensates, *Phys. Rev. A* **93**, 013615 (1-16) (2016).
- [3] K. Kasamatsu: Dynamics of quantized vortices in Bose-Einstein condensates with laser-induced spin-orbit coupling, *Phys. Rev. A* **92**, 063608 (1-7) (2015).
- [4] Y. Kuno, K. Kasamatsu, Y. Takahashi, I. Ichinose, and T. Matsui: Real-time dynamics and proposal for feasible experiments of lattice gauge-Higgs model simulated by cold atoms, *New J. Phys.* **17**, 063005 (1-16) (2015).
- [5] E. Hosseini Lapasar, K. Kasamatsu, S. N. Chormaic, T. Takui, Y. Kondo, M. Nakahara, and T. Ohmi: Two-Qubit Gate Operation on Selected Nearest-Neighbor Neutral Atom Qubits, *J. Phys. Soc. Jpn.* **83**, (2014) (1-7) 044005.
- [6] H. Takeuchi and K. Kasamatsu: Nambu-Goldstone modes in segregated Bose-Einstein condensates, *Phys. Rev. A* **88**, 043612 (1-5) (2013).
- [7] K. Kasamatsu, H. Takeuchi, and M. Nitta: D-brane solitons and boojums in field theory and Bose-Einstein condensates, *J. Phys.: Condens. Matter* **25**, 404213 (1-14) (2013).
- [8] K. Kasamatsu, I. Ichinose, T. Matsui: Atomic Quantum Simulation of Lattice Gauge-Higgs Model: Higgs Couplings and Emergence of Exact Local Gauge Symmetry, *Phys. Rev. Lett.* **111**, 115303 (1-5) (2013).

■ 科学研究費 基盤研究(C)代表 (平成 26-29 年度 370 万円) .

■ アメリカ物理学会 Outstanding Referee (2013年) .

■ 第4回 日本物理学会若手奨励賞 (領域1) (2010年) .