

開いた系の量子多体物理：測定と強相関効果

東大理

蘆田祐人

系のミクロな情報が得られる場合、その代償としてハイゼンベルグの不確定性関係に起因する測定の反作用がダイナミクスに本質的な影響を及ぼす。近年、量子気体系において量子多体ダイナミクスを 1 原子レベルでミクロに観測/制御する事が実現した。ミクロな運動の詳細は観測/制御できないという仮定のもとに成立してきた従来の多体系の枠組みは、このような状況では破綻し、異なる一般原理に基づいた基礎理論が必要となる。つまり、量子多体系の単一原子制御技術は統計力学・物性物理学を研究するための新しい舞台を提供しているといえる。

本講演では、このように外部環境からの影響が重要となる「開いた量子系」の多体物理について発表する。量子多体系の顕著で重要な性質として量子臨界性、非平衡ダイナミクス、そして熱化現象が挙げられる。講演の前半ではこれらの基礎的側面に着目し、ミクロな自由度の測定の反作用に伴い、それぞれのどのような修正を受けるかを説明する[1-5]。時間があれば位相幾何的側面にも触れる[6]。後半では環境と系の間の相関が強く、ダイナミクスが本質的に非マルコフとなる開放量子系を考える。特に、そのような系の最も原型的な例として近藤問題に代表される量子不純物系に着目し、環境との量子もつれを解く新しい正準変換に基づいた高効率な理論手法について紹介する[7-9]。これにより、最先端の計算手法 (MPS) でも計算が困難であった長時間領域のダイナミクスの計算が可能となると期待される。

開いた系の物理は、これまで量子光学で重要となるような少数自由度の系、あるいは平均場の記述が妥当な半古典領域の量子系、古典光学系などにおいて研究が多くなされてきた。これに対し、量子気体系で実現した革新的な単一量子制御技術は、開いた系の量子多体物理という新たなフロンティアを与えている。

- [1] Ashida, Furukawa and Ueda, *Nat. Commun.* **8**, 15791 (2017).
- [2] Ashida, Furukawa and Ueda, *Phys. Rev. A* **94**, 053615 (2016).
- [3] Ashida, Saito and Ueda, *Phys. Rev. Lett.* **121**, 170402 (2018).
- [4] Ashida and Ueda, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 185301 (2018).
- [5] Ashida and Ueda, *Phys. Rev. A* **95**, 022124 (2017).
- [6] Gong*, Ashida* *et al.*, *Phys. Rev. X* **8**, 031079 (2018) [*corresp.].
- [7] Ashida, Shi, Banuls, Cirac and Demler, *Phys. Rev. Lett.* **121**, 026805 (2018).
- [8] Ashida, Shi, Banuls, Cirac and Demler, *Phys. Rev. B* **98**, 024103 (2018).
- [9] Kanasz-Nagy, Ashida *et al.*, *Phys. Rev. B* **97**, 155156 (2018).