

若手励起プログラム報告

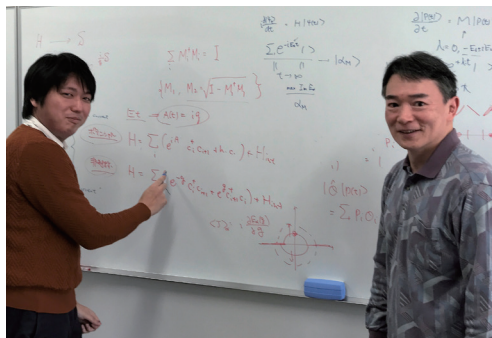
高三 和晃

京都大学 大学院理学研究科 博士課程 2年

指導教員：京都大学 大学院理学研究科 川上 則雄 教授 (D01)

受入研究者：東京大学 大学院 理学系研究科 上田 正仁 教授 (D01)

受入期間：2017年12月11日(月)～12月22日(金)



上田先生(右)と議論。

私は、レーザー照射などにより非平衡状態に駆動された強相関電子系に興味を持って研究しています。こうした系は、平衡状態では現れない多彩な現象、トポロジカル相を含む多様な物質相の現れる舞台として、理論・実験の発展にともない、近年注目を集めています。

強相関電子系における非平衡現象の典型として、Mott 絶縁破壊(電場誘起 Mott 転移)が知られています。Mott 絶縁体に強い電場を印加すると、ある閾値を境に金属化する現象です。実は、これを理解するために、右に飛ぶホッピングと左に飛ぶホッピングの大きさの異なる「非対称ホッピング模型」(に Hubbard 相互作用を加えた模型)が有用であることが知られています [1,2]。左右のホッピングの大きさの比を大きくしていくと、ある閾値で Mott ギャップ(の実部)がゼロになり、これが Mott 絶縁破壊に対応すると考えられています。

非対称ホッピング模型のハミルトニアンは、ホッピングの大きさが非対称であるため、非エルミートです。この模型で記述される系として他に、傾斜磁場下の超伝導体の渦糸系などが知られていますが [3]、これも現象論的な対応であり、非対称ホッピング模型が微視的に実現されている系は知られていません。この背景には、非エルミート量子多体系を実現する舞台が、これまで非常に限られていたことが挙げられます。

一方で近年になって、冷却原子系に粒子の散逸を導入することで、非エルミート量子多体系を実現することが可能になりつつあり、理論・実験の両面から精力的に研究されています [4]。私は、自身の研究に現れる非対称ホッピング模型が、冷却原子系の文脈においても興味深い研究対象になり得るのではないかと思い、ぜひ冷却原子系の研究者と議論したいと考えました。それには、冷却原子系における非エルミート量子多

系について、世界をリードする研究が行われている上田研究室が最適であると考え、今回の滞在に至りました。

滞在中は、①非対称ホッピング模型の冷却原子系における実現方法を見つける、②非対称ホッピング模型と非平衡現象の関係を探る、③自身のこれまでの研究に関する議論を深める、という3つの方向性のもと、上田先生や研究室メンバーとの議論を多数させていただきました。①に関しては、Gong 君 (D1) との議論を通して、現実的な実現方法を見出すことが出来ました。これをきっかけに Gong 君が主著として執筆中の論文の著者に私も加わり、上記の内容を論文に盛り込むことになりました。②に関しては、交通流などの非平衡流を記述する古典模型として知られる ASEP(Asymmetric Simple Exclusion Process) との関係性について、濱崎君 (D1)・藤本さん (PD) を含めて議論させていただき、今後の共同研究の方向性をいくつか見出すことが出来ました。③に関しては、非エルミート・ハミルトニアンを用いた1次元系の絶縁破壊に関連する自身の研究について、蘆田くん (D2)・古川さん (助教) から有用なコメントをいただきました。上記以外にも多くの方と議論させていただき、大変有意義な滞在となりました。

最後になりましたが、このような貴重な機会を与えていただいた本プログラムに感謝いたします。そして、受け入れていただいた上田先生、研究室メンバーの皆さんに感謝いたします。ありがとうございました。

[1] T. Fukui and N. Kawakami, Phys. Rev. B, **58**, 16051 (1998).

[2] T. Oka and H. Aoki, Phys. Rev. B, **81**, 033103 (2010).

[3] N. Hatano and D. R. Nelson, Phys. Rev. Lett., **77**, 570 (1996).

[4] A. J. Daley, Adv. Phys. **63**, 77 (2014).