

2020年度 第15回凝縮系科学賞受賞者業績紹介

「実験部門」

業績題目：イッテルビウム冷却原子を用いた凝縮系物理の量子シミュレーション

受賞者：田家 慎太郎（たいえ しんたろう）氏（京都大学 理学研究科）

学歴

2008年3月 京都大学理学部 卒業

2010年3月 京都大学大学院理学研究科 修士課程修了

2013年3月 京都大学大学院理学研究科 博士課程修了（博士（理学））

職歴

2010年4月－2013年3月 日本学術振興会特別研究員（DC1）

2013年4月－2014年4月 京都大学大学院理学研究科 特定研究員

2014年5月－2018年3月 京都大学大学院理学研究科 特定助教

2018年5月－ 京都大学大学院理学研究科 特定研究員（現職）

授賞理由

量子シミュレーションとは、物質中で起きる複雑な量子現象を、人工的に用意した制御性の高い系を用いて模倣し、新たな理解を目指す研究手法のことです。この手法を用いることによって、ハバード・モデルのような現実的なサイズでの計算が難しい系の振る舞いを、様々なパラメータを制御しながら詳細に調べることが可能になると期待されています。

田家慎太郎氏は、イッテルビウム冷却原子を用いて、スピンと軌道の自由度に着目した独自の量子シミュレーション研究を展開してきました。まず、同氏は、 $SU(6)$ という高い対称性をもつイッテルビウム冷却原子を光格子に導入し、2重占拠数を評価することでモット絶縁体の形成を示唆する励起スペクトルのギャップを観測しました。また、この現象には、フェルミ原子の持つスピン自由度が本質的な役割を果たすポメランチュク冷却機構が $SU(2)$ に比べて $SU(6)$ で増強されていることが重要な寄与を果たしていることを示しました。同氏はまた、複数の光格子を組み合わせることによってリープ格子を設計し、phase imprinting 法を用いて平坦バンドへのボーズ粒子の励起を行うことによって、リープ格子のタイトバインディングモデルと矛盾しないバンド占拠数の時間依存性を観測しました。さらに、リープ格子の持つ平坦バンドの特性を活かして、粒子が中間地点を経由せずに空間的に離れた地点間を移動する空間断熱移送という量子現象の実現に成功しました。

これらの成果は、同氏ならではの独創的な視点と高度な技術力によって、難易度の高い実

験を成し遂げることによって初めて得られたものです。同氏の開発した種々の技術と得られた成果は、今後の量子シミュレーション研究に資する波及効果の高いものであり、凝縮系科学賞に相応しい業績です。

参考文献

- [1] S. Taie, R. Yamazaki, S. Sugawa, and Y. Takahashi,
“An SU(6) Mott insulator of an atomic Fermi gas realized by large-spin
Pomeranchuk cooling”,
Nature Physics **8**, 825 (2012).
- [2] S. Taie, H. Ozawa, T. Ichinose, T. Nishio, S. Nakajima, and Y. Takahashi,
“Coherent driving and freezing of bosonic matter wave in an optical Lieb lattice,”
Science Advances **1**, e1500854 (2015).
- [3] S. Taie, T. Ichinose, H. Ozawa, and Y. Takahashi,
“Spatial adiabatic passage of massive quantum particles in an optical Lieb lattice,”
Nature Communications **11**, 257 (2020).