

トポロジカル相を活用した光の時空間ダイナミクスの制御手法の開拓

小布施 秀明 / 北海道大学 工学研究院 助教

前回から引き続き本新学術研究の公募研究として、光学系に備わるトポロジカル相を活用することにより、古典光及び光子のダイナミクスを時空間で制御するための手法の開拓を目指した研究を行います。どうぞよろしくお願いいたします。

前回の公募研究においては、光学系における古典光や光子の流出効果に着目することにより、「開放系におけるトポロジカル相」の研究を重点的に研究いたしました。粒子やエネルギーの流出入がある開放系において、空間-時間反転対称性 (Parity-Time-reversal symmetry; 以下、PT対称性) がある場合、ある種の確率保存が成立したり、開放系特有の特異な現象が起こることが知られています。現在、古典光学系における実験が盛んに行われていますが、開放量子系においては、流出入効果の制御が困難であることから、PT対称性に関する実証実験が無い状況が続いておりました。この問題に対し、量子ウォークと呼ばれる人工量子系に対するPT対称性やトポロジカル相を調べることで、この系のエッジ状態のみがPT対称性を破ることを反映した特異な現象が起こることを理論的に示しました [1,2,3]、さらに、量子光学系においてPT対称な量子ウォークを実装することにより、実証実験に成功しました [4]。また、2次元系における量子ウォークのトポロジカル相に由来するカイラルなエッジ状態に関する研究も行いました [5]。

今回の公募研究では、前回の公募研究で行った、開放系におけるPT対称性や高次元系におけるトポロジカル相の研究をさらに発展させることに加え、トポロジカル相を動的に変化させることにより、エッジ状態を動的制御する手法に関する研究を行います。本年度は、開放系におけるPT対称性の発展研究として、以前の実験系 [4] に僅かな変更を加えるだけで、高次のトポロジカル数を有す



おぶせ・ひであき

1977年生まれ。長野県生まれ。2005年北海道大学大学院 工学研究科 量子物理工学専攻 博士後期課程修了。理化学研究所 古崎物性理論研究室 (基礎科学特別研究員)、京都大学大学院 理学研究科 凝縮系理論グループ (学振特別研究員)、ドイツ・カールスルーエ工科大学ナノテクノロジー研究所 (学振海外特別研究員) にて、トポロジカル絶縁体、アンダーソン転移、量子ウォークなどの理論研究に従事。2012年11月より現職。

る系に拡張が可能であることが分かり、その実証実験を行いました。

- [1] K. Mochizuki, D. Kim, and H. Obuse, Phys. Rev. A **93**, 062116 (2016).
- [2] K. Mochizuki and H. Obuse, Interdisciplinary Information Sciences **23**, 95 (2017).
- [3] D. Kim, K. Mochizuki, K. Kawakami, and H. Obuse, arXiv:1609.09650.
- [4] L. Xiao, X. Zhan, Z.H. Bian, K.K. Wang, X. Zhang, X.P. Wang, J. Li, K. Mochizuki, D. Kim, N. Kawakami, W. Yi, H. Obuse, B.C. Sanders, and P. Xue, Nature Physics, **13**, 1117 (2017).
- [5] T. Endo, N. Konno, H. Obuse, and E. Segawa, J. Phys. A **50**, 455302 (2017).