

鹿野 豊（特任准教授（若手独立フェロー））（2012年2月16日着任）

A-1) 専門領域：光物性物理学, 量子光学

A-2) 研究課題：

- a) 固体中の準粒子ダイナミクス
- b) マクロ量子振動基底状態
- c) 操作的観点による物理学理論の再構築および情報理論の発展

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 超短パルスレーザーを用いて固体中での原子の運動および原子からの発光を観測し、そのダイナミクスを定量的に取り扱う理論を構築している。これまで知られていたレーザー発振メカニズムではないレーザー発振メカニズムを理論的に提示し、半定量的にはあるものの理論を支持出来る可能性のある実験結果を得た。また、原子のコヒーレントな運動はマクロ物理量で記述することが出来るため、過渡反射率を計測することでラマン過程の物理を詳細に調べる理論を構築し、実験で検証することが出来た。
- b) マクロな物質の振動基底状態はどのように実現されるのかという点に関しては冷却能力の物理的限界が色々と示されており、新しい冷却メカニズムを提示しなければ大きな質量を持つマクロな物体の振動基底状態は実現することは難しい。2重振りの原理を応用することで冷却能力の物理的限界を下げる事が出来るということを理論的に示すことが出来た。
- c) 熱力学と統計力学はどちらもマクロな物理を取り扱う理論であるがその対応関係は明確になっていなかった。そこで、平衡状態において情報科学的見地を用いて操作論的に統計力学を定義し直し、もともと操作論的に定義されてきた熱力学との対応関係を情報理論的エントロピーを用いて明らかにした。そして、少数サンプルに対する情報量に関する研究に着手した。また、情報幾何学を用いたアプローチも同時に進め、数理物理的解釈を得た。

B-1) 学術論文

T. HORIKIRI, M. YAMAGUCHI, K. KAMIDE, Y. MATSUO, T. BYRNES, N. ISHIDA, A. LÖFFLER, S. HÖFLING, Y. SHIKANO, T. OGAWA, A. FORCHEL and Y. YAMAMOTO, “Erratum: High-Energy Side-Peak Emission of Exciton-Polariton Condensates in High Density Regime,” *Sci. Rep.* **6**, 35094 (2016).

S. GOTO, “Contact Geometric Descriptions of Vector Fields on Dually Flat Spaces and Their Applications in Electric Circuit Models and Nonequilibrium Statistical Mechanics,” *J. Math. Phys.* **57**, 102702 (41 pages) (2016).

Y.-X. ZHANG, S. WU, Z.-B. CHEN and Y. SHIKANO, “Ground-State Cooling of a Dispersively Coupled Optomechanical System in the Unresolved Sideband Regime via a Dissipatively Coupled Oscillator,” *Phys. Rev. A* **94**, 023823 (11 pages) (2016).

K. G. NAKAMURA, K. OHYA, H. TAKAHASHI, T. TSURUTA, H. SASAKI, S. UOZUMI, K. NORIMATSU, M. KITAJIMA, Y. SHIKANO and Y. KAYANUMA, “Spectrally Resolved Detection in Transient-Reflectivity Measurements of Coherent Optical Phonons in Diamond,” *Phys. Rev. B* **94**, 024303 (7 Pages) (2016).

T. HORIKIRI, M. YAMAGUCHI, K. KAMIDE, Y. MATSUO, T. BYRNES, N. ISHIDA, A. LÖFFLER, S. HÖFLING, Y. SHIKANO, T. OGAWA, A. FORCHEL and Y. YAMAMOTO, “High-Energy Side-Peak Emission of Exciton–Polariton Condensates in High Density Regime,” *Sci. Rep.* **6**, 25655 (11 pages) (2016).

S. GOTO, R. W. TUCKER and T. J. WALTON, “The Dynamics of Compact Laser Pulses,” *J. Phys. A: Math. Theor.* **49**, 265203 (11 pages) (2016).

S. GOTO, R. W. TUCKER and T. J. WALTON, “Classical Dynamics of Free Electromagnetic Laser Pulses,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* **369**, 40–44 (2016).

B-3) 総説, 著書

鹿野 豊, 「新著紹介, 今野紀雄, 量子ウォーク (森北出版, 2014)」, *日本物理学会学会誌* **71**, 711 (2016).

B-4) 招待講演

Y. SHIKANO, “Discrete-time quantum walk with feed-forward quantum coin,” 4th-Yokohama Workshop on Quantum Walks at Yokohama National University, Minatomirai Campus, Yokohama, 2016年10月.

Y. SHIKANO, “Visualizing Quantum State by Weak Measurement,” 2nd International Conference on Quantum Foundations 2016 (ICQF16), National Institute of Technology, Patna (India), October 2016.

Y. SHIKANO, “Phonic Interference in Bulk Solid Diamond,” International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science 15 (ISUILS15), Cassis Convention Center “Oustatu Calendal,” Cassis (France), October 2016.

鹿野 豊, 「全体総括と弱測定の未来」, 2016年日本物理学会秋季大会 (物性領域) 「量子測定・弱測定の理論・実験の深化～量子情報・量子基礎論・量子統計への展開～」 (領域1, 領域11), 金沢大学, 金沢, 2016年9月.

鹿野 豊, 「量子動力学シミュレーション入門～量子ウォークを例にして～」, 第61回物性若手夏の学校 (集中ゼミ), ホテルシャレードイン志賀, 山ノ内町, 2016年7月.

鹿野 豊, 「光渦ビームを用いた量子状態の可視化」, 2016年第41回光学シンポジウム, 東京大学生産研究所, 東京, 2016年6月.

Y. SHIKANO, “Observation of Aharonov-Bohm effect with quantum tunneling,” Conference on Concepts and Paradoxes in a Quantum Universe, Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo (Canada), June 2016.

Y. SHIKANO, “Visualizing Quantum State,” EMN Quantum Meeting 2016, Holiday Inn Resort Phuket, Phuket (Thailand), April 2016.

Y. SHIKANO, “On Nonlinear Quantum Walk,” 2016 Joint Mathematics Meetings “AMS Special Session on Quantum Walks, Quantum Markov Chains, Quantum Computation and Related Topics,” Washington State Convention Center, Seattle (U.S.A.), January 2016.

B-6) 受賞, 表彰

鹿野 豊, 平成25年度公益財団法人光科学技術研究振興財団研究表彰 (2014).

Y. SHIKANO, 2013 Quantum Information Processing Top Reviewers 受賞 (2014).

Y. SHIKANO, FQXi Essay Contest “It from Bit or Bit from It” Fourth Prize (2013).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

科学技術振興機構主催 Gender Summit 10 組織・運営委員会部会委員 (2016-).

電子情報通信学会量子情報技術時限研究専門委員会委員 (2014-).

日本物理学会男女共同参画推進委員会委員 (2014-).

学会の組織委員等

British Council 主催 Global Innovation Lab. Workshop, パネリスト (2010).

STeLA (Science and Technology Leadership Association) JAPAN Kick off Meeting 総括責任者 (2007).

世界物理年共同主催事業「物理チャレンジ2005」組織委員 (2005).

世界物理年記念春のイベント「物理・ひと・未来」部会委員 (2005).

世界物理年春休みイベント「めざせ! 未来のアインシュタイン」運営補助員 (2005).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

総合研究大学院大学先導的共同研究ワーキンググループ委員 (2015-).

文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター専門調査員 (2014-).

学会誌編集委員

Interdisciplinary Information Sciences, Special Issue “Quantum walk and quantum simulation,” Guest Editor (2016–2017).

Scientific Reports, Editorial Board Member (2015-).

Advances in Mathematical Physics, Special Issue “The Theory of Quantum Simulation, Quantum Dynamics, and Quantum Walks,” Guest Editor (2014).

Frontier in Mathematical Physics, Review Editor (2013-).

Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, Special Issue “Theoretical and Mathematical Aspects of the Discrete Time Quantum Walk,” Guest Chief-Editor (2013).

Quantum Information Processing, Special Issue on Quantum Walk, Guest Editor (2012).

その他

岩手大学基礎自然科学系公開講演会「20歳からの海外放浪記～私の人生を変えた出来事～」(2016).

東京工業大学大学院理工学研究科基礎物理学専攻・物性物理学専攻キャリアパス講演会 (2016).

総合研究大学院大学先導的共同研究企画ワーキンググループ委員 (2015-).

青森県立三本木高等学校出前授業「どうやって安全に通信しようか?」(2015).

橘学苑高等学校進路懇談会 (2014).

早稲田大学本庄高校出前授業「どうやって小さい現象を観るのか?——光で観える限界がある!?!——」(2013).

小布施×Summer School by H-LAB 「小布施WEEKENDカフェ」登壇者 (2013).

岡崎市立城北中学校出前授業「観自然～「もの」を観る様々な方法～」(2012).

World Physics Year Launch Conference “Physics for Tomorrow” 日本代表派遣学生 (2005).

B-8) 大学での講義, 客員

東京工業大学応用セラミック研究所, 客員准教授, 2015年4月–2016年3月.

チャップマン大学量子科学研究所, 客員助教授, 2011年11月-.

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B),「量子トンネル効果中の測定理論の構築」, 鹿野 豊 (2016年–2018年).

大幸財団,「量子動力学シミュレータの原理の理論的探究」, 鹿野 豊 (2014年–2015年).

科研費若手研究(B),「微小共振器ポラリトン凝縮体生成過程の量子ダイナミクスの解析」, 鹿野 豊 (2013年–2015年).

日本学術振興会優秀若手研究者海外派遣事業,「時間とエネルギーに対する量子測定モデルの確立」, 鹿野 豊 (2009年–2011年).

科研費特別研究員奨励費,「時間とエネルギーに対する量子測定モデルの確立」, 鹿野 豊 (2009年–2012年).

C) 研究活動の課題と展望

若手独立フェローとしての任期も残りわずかとなり、固体中の準粒子ダイナミクスに関する理論と実験に関する結果が出始めている。しかし、今後、どのような方向性に研究を発展させていくのか? 残された任期の中で中長期的な研究の方向性を定めていくことが課題である。一方で、直近の課題としてはヒューマンリソースが極めて少ない中で海外からのインターンシップ学生と共に新しく研究の方向性を推進してきた。これらの研究結果をどのようにまとめていくのか? ということに関しても同様に課題が残っている。