

鹿野 豊 (若手独立フェロー (特任准教授))(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) 非平衡凝縮体の生成および検出
- b) ハイブリッド量子系における制御理論
- c) 光信号増幅の技術開発
- d) 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) 半導体中のマイクロ共振器系における共振器ポラリトンはそのフォトルミネッセンスを検出することから凝縮体を形成することが知られている。これが平衡状態に近い系で知られているボーズ・アインシュタイン凝縮体として捉えられるかどうか問題であった。低密度励起領域では、近似的にボーズ・アインシュタイン凝縮体として解釈しても問題でないということを明らかにし、高密度励起領域では、従来のレーザー発振とは違う領域が存在することを理論的に予言し、実験でもその理論予言がサポートされる結果を得た。これを契機に新しいレーザー発振の原理や新しい準粒子の凝縮体生成メカニズムへの研究に着手した。
- b) 近年、量子情報処理を中心に注目されている異なる物理系に実現された有限次元の量子力学系をハイブリッド量子系と呼ぶ。近年、実験に成功されたダイヤモンド中の窒素・格子欠陥中心と超伝導量子ビットとの結合系において、そのマグノン制御のための条件を明らかにした。
- c) 1分子光検出などで必須の技術である微弱信号の増幅技術を量子力学の干渉効果をうまく用いることにより明らかにすることが出来た。具体的には、ビームプロファイルをガウスモードではなく非ガウスモードを用いることにより、より大きな効果の信号増幅が出来ることを示した。また、非ガウスモードの典型例であるラゲールガウスモードを用いて光の偏光状態を推定する方法を提案し、実装した。
- d) 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。

B-1) 学術論文

Y. SUSA, Y. SHIKANO and A. HOSOYA, "Reply to "Comment on 'Optimal Probe Wavefunction of Weak-Value Amplification'"", *Phy. Rev. A* **87**, 046102 (2 pages) (2013).

T. HORIKIRI, Y. MATSUO, Y. SHIKANO, A. LOGGLER, S. HOFLING, A. FORCHEL and Y. YAMAMOTO, "Temperature Dependence of Highly Excited Exciton Polaritons in Semiconductor Microcavities," *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 084709 (10 pages) (2013).

A. U. HARDAL, P. XUE, Y. SHIKANO, O. E. MUSTEAPLIOGLU and B. C. SANDERS, “Discrete-Time Quantum Walk with Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond Coupled to a Superconducting Flux Qubit,” *Phys. Rev. A* **88**, 022303 (11 pages) (2013).

Y. SHIKANO, E. SEGAWA, A. PEREZ and J. WANG, “A Special Issue on Theoretical and Mathematical Aspects of Discrete Time Quantum Walks,” *J. Comput. Theor. Nanosci.* **10**, 1555–1556 (2013).

Y. SHIKANO, “From Discrete Time Quantum Walk to Continuous Time Quantum Walk in Limit Distribution,” *J. Comput. Theor. Nanosci.* **10**, 1558–1570 (2013).

M. GONULOL, E. AYDINER, Y. SHIKANO and O. E. MUSTEAPLIOGLU, “Survival Probability in a Quantum Walk on a One-Dimensional Lattice with Partially Absorbing Traps,” *J. Comput. Theor. Nanosci.* **10**, 1596–1600 (2013).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

Y. SHIKANO, “Counter-factual Phenomenon in Quantum Mechanics,” in *Quantum Bio-Informatics V*, Springer, pp. 463–472 (2013).

B-4) 招待講演

鹿野 豊, 「データ駆動型科学研究の将来像」第2回 NINS Colloquium セッション2 : ピックデータと仮説形成 : 複雑系の理解に向けて, ヤマハリゾート「つま恋」掛川, December 2013.

Y. SHIKANO, “光渦を使った量子トモグラフィ,” Symposium on New Frontiers of Quantum Photonic Network, 電気通信大学, 調布, November 2013.

Y. SHIKANO, “On Fluctuation-Dissipation Theorem in Non-equilibrium Steady State,” ELiTES thermal noise workshop 2, Jena University, Jena (Germany), August 2013.

鹿野 豊, 「反転分布のないレーザー発振に向けて」NAIST グリーンフォトンクス研究会「有機レーザーを目指して」奈良先端科学技術大学院大学, 生駒, August 2013.

Y. SHIKANO, “On the Signal Amplification—From Weak-Value Amplification—,” Summer Workshop on “Physics, Mathematics, And All That Quantum Jazz,” Kinki University, Higashiosaka, August 2013.

Y. SHIKANO, “How to implement the discrete time quantum walk in the hybrid quantum system?”九州大学 Math-for-Industry 研究所共同利用研究会「量子ウォーク数理の新展開 : 物質制御への応用」九州大学, 福岡, June 2013.

Y. SHIKANO, “Quasi-Magnon Dynamics on Hybrid Superconducting Qubit and Nitrogen Vacancy Centers in Diamond,” 1st Awaji International Workshop on “Electron Spin Science & Technology: Biological and Materials Science Oriented Applications,” Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji (Japan), June 2013.

鹿野 豊, 「弱値を巡る量子測定理論と量子論の解釈」第2回つくば量子情報サロン, 産業技術総合研究所, つくば, 2013年5月.

Y. SHIKANO, “Nonlinear (Discrete Time) Quantum Walk and Porous Medium Equation,” RCPAM-CMRU勉強会 “Quantum Walks and Dynamics on Metric Graphs,” Tohoku University, Sendai, March 2013.

Y. SHIKANO, “Introduction to Quantum Optics—Toward well understanding the nano-scale science (chemistry)—,” 2013 Asian Core Winter School “Advances in Nanomaterials Chemistry—Theory and Experiment,” Hanwha Resort Haeundae, Busan (Korea), January 2013.

Y. SHIKANO, "On Inhomogeneous Quantum Walks," Joint Mathematics Meeting 2013, San Diego Convention Center, San Diego (U.S.A.), January 2013.

Y. SHIKANO, "Exciton-polariton condensation in high excitation density regime," The 72nd Okazaki Conference on "Ultimate Control of Coherence," Okazaki Conference Center, Okazaki (Japan), January 2013.

B-6) 受賞, 表彰

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

学会の組織委員等

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).

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 (2009).

その他

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

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 ~ 」(2013).

B-8) 大学での講義, 客員

チャップマン大学, 客員助教授, 2011年 11月-.

B-10) 競争的資金

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-2014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

新しく始めた小さな研究の種を大きくするためには, ビジネス三原則でもある「ヒト・モノ・カネ」の三拍子が揃わなければならない。これまで共同研究を増やすという形でヒューマンリソースの確保を行ってきたが, それでは限界があるということに気付いた。今後, この小さな研究の種を成長させるためには, グループとして多様な人材を確保することに加え, 人材を適切に受け入れるだけの土壌を整備しなければならない。