

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) 振動基底状態を用いた量子基礎論
- 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) 光と固体の相互作用により、固体中に起こる光反応の結果として様々な準粒子ダイナミクスを解析することが出来る。電子とホールからなる励起子や固体中の整列した原子の集団振動であるフォノンの量子ダイナミクスを解析する実験系の提案とその解析に着手した。中でも超短パルスを用いたコヒーレント振動状態の生成理論に関して、パルス幅の影響を考慮した理論体系を構築することに成功した。
- b) 原子・分子での振動基底状態の実現はサイドバンド冷却と呼ばれるレーザー冷却技術を用いて実現することが出来る。しかし、物理系のスケールが大きくなるとサイドバンド冷却限界の上昇により、振動基底状態の実現が出来なくなる。そこで、共振器内に物理系を結合させることにより冷却ダイナミクスの変化が起こり、その変化を解析することによりサイドバンド冷却限界を超えた冷却領域が実現する。そのような冷却方法の開発およびマクロ量子系での基礎理論を構築する研究に着手した。
- 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た方法論を提示した。
- 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

**A. HOSOYA, K. MARUYAMA and Y. SHIKANO**, "Operational Derivation of Boltzmann Distribution with Maxwell's Demon Model," *Sci. Rep.* **5**, 17011 (9 pages) (2015).

**K. G. NAKAMURA, Y. SHIKANO and Y. KAYANUMA**, "Influence of Pulse Width and Detuning on Coherent Phonon Generation," *Phys. Rev. B* **92**, 144304 (7 pages) (2015).

**G. DI MOLFETTA, L. HONTER, B. B. LUO, T. WADA and Y. SHIKANO**, "Erratum to: Massless Dirac Equation from Fibonacci Discrete-Time Quantum Walk," *Quantum Stud.: Math. Found.* **2**, 253–254 (2015).

**G. DI MOLFETTA, L. HONTER, B. B. LUO, T. WADA and Y. SHIKANO**, "Massless Dirac Equation from Fibonacci Discrete-Time Quantum Walk," *Quantum Stud.: Math. Found.* **2**, 243–252 (2015).

**Y. TUREK, H. KOBAYASHI, T. AKUTSU, C. -P. SUN and Y. SHIKANO**, “Post-Selected von Neumann Measurement with Hermite–Gaussian and Laguerre–Gaussian Pointer States,” *New J. Phys.* **17**, 083029 (17 pages) (2015).

**Y. TUREK, W. MAIMAITI, Y. SHIKANO, C.-P. SUN and M. AL-AMRI**, “Advantages of Nonclassical Pointer States in Postselected Weak Measurements,” *Phys. Rev. A* **92**, 022109 (8 pages) (2015).

**S. GOTO**, “Legendre Submanifolds in Contact Manifolds as Attractors and Geometric Nonequilibrium Thermodynamics,” *J. Math. Phys.* **56**, 073301 (30 pages) (2015).

B-3) 総説, 著書

**Y. SHIKANO**, “These from Bits,” in *It From Bit or Bit From It?* Chapter **10**, 113–118 (2015).

B-4) 招待講演

**Y. SHIKANO**, “On Lesson from Material Databases,” Pacificchem 2015 symposium on “Machine Learning Meets First-Principles Simulation for Materials Discovery,” Hawaii Convention Center, Honolulu (U.S.A.), December 2015.

**Y. SHIKANO**, “Visualizing a quantum state,” International Conference on Quantum Foundations 2015 (ICQF15), National Institute of Technology, Patna (India), December 2015 ( VISA申請不備のためキャンセル )

**Y. SHIKANO**, “Visualizing a quantum state,” 17<sup>th</sup> SPVM National Physics Conference, Cavite State University, Indang (Philippines), October 2015.

鹿野 豊, 「量子動力学シミュレーション」2015年度日本数学会秋季総合分科会「量子ウォークと関連する話題」(応用数学分科会スペシャルセッション) 京都産業大学, 京都, 2015年9月.

鹿野 豊, 「弱測定による量子現象の可視化」東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究「量子測定の物理と情報通信」第1回研究会, 東北大学電気通信研究所, 仙台, 2015年9月.

**Y. SHIKANO**, “Lesson from Activities of Gender Equality Promotion by the Physical Society of Japan (JPS),” Association of Asia Pacific Physics Society—Women in Physics Workshop 2015 (AAPPS workshop 2015), Sofitel Ambassador Hotel, Seoul (South Korea), August 2015.

鹿野 豊, 「量子ウォークにおける確率」科学における確率, 統計数理研究所, 立川, 2015年7月.

**Y. SHIKANO**, “Toward Quantum Phononics—As an example of coherent phonon in diamond—,” The 3<sup>rd</sup> Awaji International Workshop on Electron Spin Science & Technology: Biological and Materials Science Oriented Applications (AWEST2015), Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji (Japan), June 2015.

**Y. SHIKANO**, “Introduction to Discrete-Time Quantum Walk,” Symposium on Computing Science, Mindanao State University, Iligan Institute of Technology (MSU-IIT), Iligan (Philippines), May 2015.

**Y. SHIKANO**, “Statistical analysis on Complex systems (Lectures),” Tropical School and Workshop on Analytic and Computational Methods for Complex Systems: The Case of Polymer Conformations, Research Center for Theoretical Physics, Central Visayan Institute Foundation, Jagna (Philippines), May 2015.

**Y. SHIKANO**, “Deformed Statistical Mechanics,” Tropical School and Workshop on Analytic and Computational Methods for Complex Systems: The Case of Polymer Conformations, Research Center for Theoretical Physics, Central Visayan Institute Foundation, Jagna (Philippines), May 2015.

鹿野 豊,「ダイヤモンド窒素格子欠陥中の電子スピンを用いた計測手法」第70回日本物理学会年次大会「スピン分光法の最近の現状と展望」(領域3,領域7,領域5)早稲田大学早稲田キャンパス,東京,2015年3月.

鹿野 豊,“Visualizing Quantum Nature,” Symposium on Quantum Fields in Dynamical Nature, on the occasion of Professor Izumi Ojima’s retirement, 京都大学北部キャンパス北部総合教育研究棟内益川ホール,京都,2015年3月.

鹿野 豊,「実験家の協働で見えてきた統計的考え方の重要性と期待」第9回日本統計学会春季集会,明治大学中野キャンパス,東京,2015年3月.

鹿野 豊,「量子計算機の現状と展望」Small-workshop on Communications between Academia and Industry for Security (SCAIS),九州大学西新プラザ,福岡,2015年1月.

#### 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

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

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

*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

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 ~ 」(2013).

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-.

チャップマン大学, 客員助教授, 2011年11月-.

#### B-10) 競争的資金

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).

科研費特別研究員奨励費, 「時間対称化された量子力学における弱値と文脈解釈による真値についての認識論的研究」杉尾 一 (2013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

分子科学研究所着任以前までに研究を行ってきた量子情報科学の一分野である量子測定理論や量子基礎論ではイメージング科学との融合により研究テーマとして発展した部分はある。しかし, 分子科学研究所着任以後に始めた振動状態に関する研究テーマに関しては結果が出始めているものの, 本格的な軌道にのせることは大変厳しい状況である。特に, 日常的に議論を行うために所内において理論と実験の協奏的關係を構築し, 分子科学研究所の基礎である振動状態分光に関する知見を取り込む必要がある。また, 研究グループとしての研究環境を向上するためにグループメンバーを増やすことに努めインターンシップの学生などを確保してきたが 数ヶ月単位の滞在では新しい研究テーマを展開するには短すぎる期間である。現在の研究グループの状況を踏まえ, グループリーダー鹿野の残された在任期間の中で恒常的な研究活動を維持・発展するための制度的・構造的欠陥を克服する戦略と実行力が現在の課題である。