

【2015 年度 研究活動報告】

早稲田大学・理工学術院・先進理工学部・物理学科 湯浅一哉

Kazuya YUASA, Department of Physics, Waseda University

■論文発表

- 1) Antonella De Pasquale, Paolo Facchi, Giuseppe Florio, Vittorio Giovannetti, Koji Matsuoka, and Kazuya Yuasa, “Two-Mode Bosonic Quantum Metrology with Number Fluctuations,” *Physical Review A* **92**, 042115 (2015).
- 2) Daniel Burgarth, Vittorio Giovannetti, Airi N. Kato, and Kazuya Yuasa, “Quantum Estimation via Sequential Measurements,” *New Journal of Physics* **17**, 113055 (2015).
- 3) Davide Orsucci, Daniel Burgarth, Paolo Facchi, Hiromichi Nakazato, Saverio Pascazio, Kazuya Yuasa, and Vittorio Giovannetti, “Hamiltonian Purification,” *Journal of Mathematical Physics* **56**, 122104 (2015).
- 4) Hiromichi Nakazato, Saverio Pascazio, Magdalena Stobińska, and Kazuya Yuasa, “Photon Distribution at the Output of a Beam Splitter for Imbalanced Input States,” *Physical Review A* **93**, 023845 (2016).

■学会・研究会発表

- 1) Kazuya Yuasa, Daniel Burgarth, Paolo Facchi, Vittorio Giovannetti, Hiromichi Nakazato, Davide Orsucci, and Saverio Pascazio, “Exponential Rise of Dynamical Complexity in Quantum Computing through Projections,” 8th Italian Quantum Information Science Conference (IQIS 2015), (Monopoli, Italy, September 10-12, 2015).
- 2) Giuseppe Florio, Antonella De Pasquale, Paolo Facchi, Vittorio Giovannetti, Koji Matsuoka, and Kazuya Yuasa, “Two-Mode Bosonic Quantum Metrology with Number Fluctuations,” 8th Italian Quantum Information Science Conference (IQIS 2015), (Monopoli, Italy, September 10-12, 2015).
- 3) 門内隆明・湯浅一哉, 「マイクロカノニカル状態における KMS 条件と熱力学極限」, 日本物理学会 2015 年秋季大会 (関西大学, 2015 年 9 月 17 日).

■研究成果の概要

1) 量子系を特徴付けるパラメータの値を測定可能量から推定する「量子パラメータ推定」の問題を議論している。通常は同じ実験を独立に多数回行って得られる独立同一分布に従う測定データから対象とするパラメータの値を推定するが、測定ごとに系をリセットすることなく連続的に測定を行ってデータを収集するスキームを検討した。得られるデータは独立同一分布に従わないが、計測過程が一定の条件を満足すれば測定データの平均値などに中心極限定理が成立してパラメータの

推定が可能になることを証明するとともに、データ間に存在する相関の情報を活用することによってパラメータの推定精度を向上できることを示した。

2) 量子技術の可能性の一つとして、量子効果を利用して古典的精度限界を超える「量子計測」を追究している。光子どうしの識別不可能性に起因して生じる量子効果である多粒子相関を利用する量子計測を検討し、一般の 2 モード線形光学回路に含まれるパラメータの値を推定する量子計測に対して最適なプローブ入力光状態を求め、量子力学的に許される計測精度限界を明らかにした。

3) 観測によって測定対象に引き起こされる状態変化をも制御手段として利用する「量子系制御」を研究している。前年度の研究で、互いに可換な制御で自明な時間発展しか実現できない設定でも測定による射影効果を組み合わせることで任意のユニタリー発展を実現できるようになることを示したが、逆に、いかなる量子ダイナミクスも高次元の Hilbert 空間中における可換な制御の組み合わせで実現される単純な時間発展を測定で射影したものとして記述できることを明らかにした。

4) 大自由度量子系の量子状態の「典型性」に注目して統計力学の基礎を議論している。多数の光子を約半数ずつビームスプリッターの 2 入力ポートに入力した場合の出力光子数分布が、入力光子数の配分が多少異なっても典型的に同じ分布になることを解析的に示した。