

名称	単著/共著	発行年月	出版社/雑誌	概要
一般ゲージ理論と共変解析力学	共 著	2020年 10月	現代数学社 全374頁	(全体概要) 質点系の解析力学から始め、電磁場、スカラー場、ディラック場、ゲージ場、重力場の古典論を解説した。また、「微分形式の微分形式による微分」を用いた、時間と空間を平等に扱う正準形式である共変正準形式について詳しく解説した。 (担当部分概要) 第1部から第4部 (pp. 3-322と pp. 343-356) を担当。 (著者名: 中嶋慧, 松尾 衛)
1 A note on the Feynman lectures on gravitation	単 著	2026年 2月	Phys. Scr. 101 , 071501 (2026)	重力場を平坦時空上のスピン2場としてとらえ、ファインマンの教科書に従って重力場の3次ラグランジアン密度を詳細に再検討した。その結果、教科書に示された3次の式に誤りがあることを指摘した。3次の式と近日点移動との関係も検討した。さらに、Wolfram言語のxActを用いて4次のラグランジアン密度を導出した。
2 Symmetric-logarithmic-derivative Fisher information for kinetic uncertainty relations	共 著	2023年 11月	Phys. Rev. E 108 , 054136 (2023)	(全体概要) GKSL量子マスター方程式に従う量子開放系のkinetic uncertainty relationを研究した。SLDフィッシャー情報量を有限時間かつ任意の初期状態について計算できる表式を導出し、従来計算が困難であった量子補正に対して、上下限を評価した。さらに、既存研究で導入された量の物理的意味を明らかにし、新たな量子速度限界を導出した。 (担当部分概要) 主な部分を担当。 (著者名: Satoshi Nakajima and Yasuhiro Utsumi) 【筆頭論文】
3 Noether currents and generators of local gauge transformations in the covariant canonical formalism	単 著	2023年 7月	J. Phys. Soc. Jpn. 92 , 084001 (2023)	共変正準形式において、局所ゲージ変換を含む広いクラスの変換に対する生成子を研究した。その結果、変換の生成子がネーターカレント形式と一致することを示した。特に、物質場と結合したゲージ場に対する局所ゲージ変換と、重力場における局所ローレンツ変換の生成子を詳しく調べた。
4 Speed limits of the trace distance for open quantum system	共 著	2022年 9月	New J. Phys. 24 , 095004 (2022)	(全体概要) GKSL量子マスター方程式に従う量子開放系について、全エントロピー生成に関する速度限界を研究した。相互作用描像でのトレース距離と変形されたアクティビティを用いて、新たな下限を導出した。この距離は従来用いられていた距離より小さくならないため、量子コヒーレンスが重要な場合などに、既存の速度限界を大幅に改善し得ることを示した。 (担当部分概要) 主な部分を担当。 (著者名: Satoshi Nakajima and Yasuhiro Utsumi) 【筆頭論文】
5 Asymptotic expansion of the solution of the master equation and its application to the speed limit	共 著	2021年 11月	Phys. Rev. E 104 , 054139 (2021)	(全体概要) 時間依存マスター方程式の解を遷移行列の擬似逆によって表す級数展開の性質を研究した。緩和時間モデルでは、この級数のボレル和が厳密解と一致し、2準位系では厳密解の漸近展開となることを示した。さらに、この漸近展開を速度限界の研究に応用し、白石・布能・齊藤による古典系の速度限界式について、等号が成立する具体例を初めて与えた。 (担当部分概要) 主な部分を担当。 (著者名: Satoshi Nakajima and Yasuhiro Utsumi) 【筆頭論文】

名称	単著/共著	発行年月	出版社/雑誌	概要
6 Excess entropy production in quantum system: Quantum master equation approach	共 著	2017年 10月	J. Stat. Phys. 169 , 902 (2017)	(全体概要) 量子マスター方程式を用いて、非平衡定常状態間をゆっくり操作した際の過剰エントロピー生成を研究した。先行研究における定式化および計算法の問題点を指摘し、時間反転対称性を仮定しない一般的な表式を導出した。さらに、時間反転対称性がなくエネルギー準位に縮退がある場合には、従来考えられていた以上に経路依存性が強くなり得ることを示した。 (担当部分概要) 主な部分を担当。 (著者名: Satoshi Nakajima and Yasuhiro Tokura) 【筆頭論文】
7 Theoretical studies on quantum pump and excess entropy production: Quantum master equation approach (博士論文)	単 著	2017年 3月	筑波大学	量子マスター方程式と完全計数統計を用い、量子ドット系における量子断熱ポンプと過剰エントロピー生成を理論的に研究した。電荷およびスピンのポンプ効果に対するクーロン相互作用の影響を一般的な相互作用強度について解析するとともに、非平衡定常状態間の操作に伴う過剰エントロピー生成について検討し、その性質を明らかにした。
8 Quantum adiabatic pumping by modulating tunnel phase in quantum dots	共 著	2016年 7月	J. Phys. Soc. Jpn. 85 , 084704 (2016)	(全体概要) 三角形状に結合した3重量子ドット系を対象として、量子断熱ポンプを理論的に研究した。量子ドット間を貫く磁束、すなわちトンネル位相をコントロールパラメータの一つとして周期的に変調した場合のポンプ効果を解析した。 (担当部分概要) 議論に参加し、計算をチェックした。論文のチェックと推敲をした。 (著者名: Masahiko Taguchi, Satoshi Nakajima, Toshihiro Kubo, and Yasuhiro Tokura)
9 Application of covariant analytic mechanics with differential forms to gravity with Dirac field	単 著	2016年 5月	Electron. J. Theor. Phys. 13 , 95 (2016)	時間と空間を平等に扱う正準形式である共変解析力学を、ディラック場と結合した重力場に適用した。微分形式を用いることで、従来の正準形式では拘束系となり取り扱いが複雑になる重力場とディラック場の結合系を、時空の共変性を保った形で記述した。これにより、共変解析力学を重力場とスピノル場の結合系へ適用する枠組みを示した。
10 Interaction effect on adiabatic pump of charge and spin in quantum dot	共 著	2015年 11月	Phys. Rev. B 92 , 195420 (2015)	(全体概要) 量子マスター方程式と完全計数統計を用いる量子ポンプの解析手法とreal-time diagrammatic approachとの等価性を証明した。クーロン相互作用をもつ1準位量子ドット系について、ポンプ電荷・スピンを解析し、クーロン相互作用が量子断熱ポンプに及ぼす効果を明らかにした。 (担当部分概要) 主な部分を担当。 (著者名: Satoshi Nakajima, Masahiko Taguchi, Toshihiro Kubo, and Yasuhiro Tokura) 【筆頭論文】
11 一般化量子マスター方程式による量子断熱ポンプの解析 (修士論文)	単 著	2014年 3月	筑波大学	量子マスター方程式と完全計数統計に基づき、外部バイアスを加えずに複数の制御パラメータをゆっくり周期変調することで電荷やスピンを輸送する量子断熱ポンプを理論的に解析した。クーロン相互作用のある1準位量子ドット系を対象として、パラメータの周期操作によって生じる電荷とスピンの量子断熱ポンプについて調べた。