

近畿大学理工学部 理学科物理学コース
総合理工学研究科 理学専攻物理学分野
2023年度 年次報告

令和6年8月31日

目 次

素粒子実験研究室	2
素粒子現象論研究室	4
場の量子論・素粒子論研究室	7
ソフトマター物理学研究室	12
物性理論研究室	16
量子多体物理学研究室	19
量子制御研究室	24
固体電子物理研究室	27
生物物理学研究室	29
生命動態物理学研究室	32
一般相対論・宇宙論研究室	36
宇宙論研究室	40
高エネルギー天体物理学研究室	44

素粒子実験研究室

加藤 幸弘 教授
学部生 3 名

研究の概要

- MPGD を用いた ILD-TPC 検出器の開発

次世代電子陽電子衝突型加速器計画 (ILC) は国際協力実験計画であり、日本への誘致を目指している。本研究室では、荷電粒子の検出する飛跡検出器の研究開発を、ヨーロッパとアジアの研究者と共同で進めている。ILC で用いられる飛跡検出器は、非常に高精度 ($100\ \mu\text{m}$ 程度) で飛跡を同定しなければならないために、研究室が参加している ILD-TPC グループは、ガス増幅部に GEM (Gas Electron Multiplier) を用いたタイムプロジェクションチェンバー (TPC) の採用を目指して様々な研究を行っている。

- GEM を用いた荷電粒子検出器開発のための基礎研究

GEM を用いた荷電粒子検出器開発として、2016 年度より絶縁体に低焼結セラミックス (LTCC) を用いた GEM の開発を始めた。LTCC-GEM は放電耐性に優れているとともに 1 万倍を超える増幅率まで到達する。また、プラスチックよりも硬度があるのでたわみが少なく、物理的に孔を開けるために安価で自由に孔構造を変更することができる。この利点を生かして、ガス増幅によって大量に生成された陽イオンが検出部に侵入する (Ion Backflow) 割合を抑制する方法を検討している。孔配置が異なる 2 枚の LTCC-GEM を重ねてガス増幅部の電場構造に変化を与えることで、生成された陽イオンの GEM 極板での吸収割合を十分に増加させることがどうかを simulation を用いて評価している。

- 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索実験のための超電導光検出器の開発

これまでに行われたニュートリノ振動観測実験によって、ニュートリノは質量をもっていることが確認された。3 種類のニュートリノには質量差があるので、重いニュートリノは軽いニュートリノへと輻射崩壊する。宇宙には宇宙初期に生成され、宇宙空間に一樣に存在すると预言されている "宇宙背景ニュートリノ" がある。ニュートリノの寿命は非常に長い、宇宙背景ニュートリノが崩壊すれば、崩壊によって微弱なエネルギーをもつ光子 ($35\ \text{meV}$ 程度) が生成される。このような微弱なエネルギーをもつ光子を検出することによって、ニュートリノ崩壊を観測できる。微弱なエネルギーの光子を検出するためには、エネルギーギャップの小さい超伝導光検出器が必要であり、そのために超伝導光検出器の開発を行っている。

学士論文

- 「Arduino を用いた自作炊飯器モデルの温度制御」
- 「Arduino を用いた環境の測定とエアコンの制御」
- 「GEM の電場ゆがみと位置分解能の関係」

学外活動

- 附属中学校理科体験実験、8 月 28 日

その他

- 教員採用試験春期集中講座「理科実験・理科実験指導案作成」を担当

学内委員

- ネットワーク委員
- 自己点検・評価委員
- 専任教員資格選考委員

素粒子現象論研究室

大村 雄司 准教授
修士 3 名 学部生 5 名

研究の概要

- 暗黒物質模型に関する研究

近年、暗黒物質 (DM) がレプトンと相互作用する模型 (lepton portal dark matter model) の現象論を研究している。現在、DM は直接探索実験等により探索が続けられているが DM のシグナルと断定できる結果は発表されていない。WIMP と呼ばれる DM は、標準模型を超える理論の多くが予言し、発見が期待されているが、DM 探索実験の結果により、それらの理論の多くが棄却、もしくは強い制限を受けている状況である。この研究で着目するレプトンと相互作用する DM は、核子との相互作用が小さく、DM 探索実験からの制限が非常に弱い。さらに、DM の質量が 10GeV 以下といった軽い領域を想定すると実験的に許されるパラメータ領域がかなり広がる。この広いパラメータ領域を定量的に示すだけでなく、この DM 模型の検証方法として LHC 実験でも DM を終状態に伴うシグナル (mono-Z など) を解析することで、近い将来検証が可能であることを本研究では明らかにした。

- $B \rightarrow D^{(*)}\tau\nu$ に関する研究

B 中間の崩壊過程、 $B \rightarrow D^{(*)}\tau\nu$ が BaBar 実験、Belle 実験、LHCb 実験で調べられ、標準模型の予言値からのズレが報告されている。このズレの原因に関して様々な可能性が指摘されているが、本研究では今まであまり注目されていなかった $SU(2)_L$ 2 重項の leptoquark (LQ) による可能性を研究した。この LQ の $B_s \rightarrow \tau\bar{\tau}$ 、 $B \rightarrow K\tau\bar{\tau}$ といった過程による検証方法を提案するだけでなく、LQ を予言する高エネルギー理論の構築を論文 JHEP11,084(2023)で行っている。

- di-Higgs production に関する研究

宇宙の真空構造を実験的に検証する必要がある。標準模型にはヒッグス場が一つしかないが、標準模型の拡張を考えるとスカラー場が複数存在していて宇宙の真空構造はもっと複雑である可能性が高い。この研究では、その真空構造に関連するスカラー場の結合定数の、LHC 実験における検証可能性を di-Higgs production (スカラー粒子が 2 つ生成される過程) に焦点を絞り、余剰ヒッグス場がある模型で研究した。その断面積の大きさの数値結果を論文 Phys. Rev. D 107, no.7, 075017 (2023) でまとめ、最近の CMS 実験の結果との整合性も併せて検証可能性を議論している。

学術論文（査読付）

1. “A closer look at isodoublet vector leptoquark solution to the $R_{D^{(*)}}$ anomaly,”
S. Iguro and Y. Omura,
JHEP **11**, 084 (2023)
doi:10.1007/JHEP11(2023)084
2. “Chasing the two-Higgs doublet model in the di-Higgs boson production,”
S. Iguro, T. Kitahara, Y. Omura and H. Zhang,
Phys. Rev. D **107**, no.7, 075017 (2023)
doi:10.1103/PhysRevD.107.075017

修士論文

- 「Left-Right Symmetric Model の構築と余剰ヒッグス粒子の研究」
- 「有限温度における有効ポテンシャルの解析」
- 「スカラー暗黒物質模型の現象論的研究」

学士論文

- 「暗黒物質の直接探索について」
- 「ヒッグス場と対称性の破れ」
- 「ファインマンダイアグラムと湯川相互作用」
- 「弱い相互作用と WIMP について」
- 「量子電磁気学における微分散乱断面積」

国際学会・研究会講演

1. Yuji Omura (presenter), Syuhei Iguro, Shohei Okawa
「Light lepton portal dark matter meets the LHC」
Higgs as a Probe of New Physics 2023 (HPNP2023) [8 Jun. 2023]

国内学会・研究会講演

1. Yuji Omura (presenter), Syuhei Iguro, Shohei Okawa
「Light lepton portal dark matter meets the LHC」
日本物理学会 第 78 回年次大会 [17 Sep. 2023]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 2019 年度-2023 年度 科学研究費 (基盤 C)
「暗黒物質模型の分類分けに基づく真空構造の解明」19K03867
研究代表者:大村 雄司

学内委員

- 学生委員 (前期)
- 人権教育ハラスメント防止委員 (後期)
- 基礎物理学世話人 (前、後期)
- 3 年生担任 (前、後期)

学外委員

- 「基研研究会 素粒子物理学の進展 2023」世話人 (連絡責任者)

場の量子論・素粒子論研究室

三角 樹弘 准教授

博士 1 名 (研究指導委託学生) 学部生 6 名

研究の概要

- トポロジカル量子力学におけるリサージェンス構造

リサージェンス理論とは場の量子論の摂動級数をボレル変換・ボレル和により再定義することで非摂動効果の解析を行う体系を指す。本研究では、 $(2+1)$ 次元チャーン・サイモンズ理論の量子力学版とみなせるトポロジカル量子力学におけるリサージェンス構造を詳しく調べた。最初に、この理論はレフシェッツシンブル分解と呼ばれる経路積分の経路分解が厳密に実行できることを発見し、その際に重要になる交叉数と呼ばれる量を実際に計算可能であることを示した。次に、摂動級数のボレル和の不定性を見ることで物理量の非摂動寄与が正しく推定できることを確認した。最後に、トランス級数と呼ばれる形式でこの理論の任意の物理量を厳密に記述できることを示した。この成果は量子力学・場の量子論における完全なレフシェッツシンブル分解とリサージェンス構造を示した貴重な結果であり、今後のトポロジカル場の理論におけるリサージェンス構造研究の指針になると考えられる (PRD 107(10), 105011)。

- グラフ理論の観点に基づく格子場の理論の理解

格子場の理論は時空間を格子化し、素粒子に対応する変数である「場」を格子上に定義することで、数学的に厳密に場の量子論を定式化する理論である。本研究では、格子場の理論を代数学におけるグラフ理論として捉え直し、格子理論の諸々の問題をグラフ理論の問題に焼き直して詳しく調べた。その結果、格子上の自由スカラー場のゼロモード数が理論が定義されている時空間のトポロジを表す第 0 ベッチ数と等しくなること、格子上の自由フェルミオン場のゼロモード数が時空間のベッチ数の総和 (第 0 から第 $d-1$ までの和) と等しくなることを発見しそれらを定理として証明した。また、 Z_2 ゲージ場と結合したフェルミオン場のゼロモード数とベッチ数の関係を示すことで、格子ゲージ理論に対してもグラフ理論的視点を導入できることを示した (PTEP 2023(09), 093B01; 2024(02), 023B03)。

- Exact-WKB 法を用いた超対称量子力学系の解析

Exact-WKB 法はシュレディンガー型微分方程式をストークス現象と呼ばれる現象に基づいて解く手法であり、我々の研究グループを中心に物理現象への応用が進んでいる。特に、Exact-WKB 法におけるストークス図を調べることに

よってボーア・ゾンマーフェルト量子化条件を厳密化した「厳密量子化条件」が導出されることは重要な事実である。本研究では、一般のポテンシャルを持つ量子力学系において、エネルギーの値に関係なく全てのエネルギー領域で厳密量子化条件が得られることを Airy 型、Weber 型と呼ばれる 2 種類 Exact-WKB 法において示した。特に、ポテンシャル上端よりエネルギーが大きい場合と小さい場合の間に S 双対性と呼ばれる構造が現れることを発見した。

- 機械学習への位相幾何学的アプローチ

機会学習とは、学習データの入力から出力までのプロセスを多数の学習パラメータで表現し、これらのパラメータを変分によって最適化することを手法を意味する。このような機会学習は、過学習を避けつつより一般性のある関数空間を扱える表現とベクトル空間内で複雑な構造を持った学習データに対する適切な最適化、という 2 つの要素によってその「優秀さ」が決まる。本研究では、前者の「表現」に対するアプローチとしてゲージ場の理論の様々なテクニック (経路積分的視点の導入など) を用いる一方、後者の「最適化」のための入出力データが内在するトポロジカルな特徴に着目することによって機械学習の改良を進めている。

学術論文 (査読付)

1. “Equivalence of lattice operators and graph matrices”
Jun Yumoto, Tatsuhiro Misumi
Progress of Theoretical and Experimental Physics, **2024**(02), 023B03 (2024)
(2 月号)
DOI:10.1093/ptep/ptae009
2. “New conjecture on exact Dirac zero-modes of lattice fermions”
Jun Yumoto, Tatsuhiro Misumi
Progress of Theoretical and Experimental Physics, **2023**(09), 093B01 (2023)
(9 月号)
DOI:10.1093/ptep/ptad109
3. “All-order resurgence from complexified path integral in a quantum mechanical system with integrability”
Toshiaki Fujimori, Syo Kamata, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, and Norisuke Sakai
Physical Review D, **107**(10), 105011 (2023) (5 月号)
DOI:10.1103/physrevd.107.1050

著書

- 「コア・テキスト 量子力学 基礎概念から発展的内容まで」
三角樹弘 サイエンス社 ISBN:9784781915708

博士論文

- “Lattice fermions based on graph theory and topology”
湯本 純 (秋田大研究指導委託学生)

学士論文

- 「格子上のスカラー場理論とゲージ理論」
- 「シュレディンガー・ニュートン方程式を用いた重力場の量子力学的理解」
- 「ニュートリノ振動の原理と実験に基づく質量推定」
- 「Physics-Informed Neural Network(PINN) を用いた量子系の時間発展」
- 「機械学習を用いた量子 Heisenberg 模型の基底状態の導出」
- 「量子暗号の原理と量子誤り訂正」

国際学会・研究会講演

1. Tatsuhiro Misumi (Invited speaker)
“More on resurgence in quantum theory”
SISSA Theoretical Particle Group Seminar, SISSA, Trieste, Italy [13 Mar. 2024]
2. Tatsuhiro Misumi (Invited speaker)
“Research on QFT beyond the high-symmetry regime -resurgence, lattice and graph-”
KEK Theory Workshop 2023, KEK(高エネルギー加速器研究機構), Tsukuba, Japan [29 Nov. 2023]
3. Tatsuhiro Misumi (Invited speaker)
“Memories of the collaboration on resurgence theory with Prof. Sakai”
Supersymmetry, Soliton and Resurgence, Tokyo Institute of Technology(東京工業大学), Meguro, Tokyo, Japan [5 Aug. 2023]

4. Tatsuhiko Misumi (Invited speaker)
“Resurgence in quantum field theory”
Invitation to Recursion, Resurgence and Combinatorics, OIST(沖縄科学技術
大学院大学), Okinawa, Japan [13 Apr. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 湯本純 (presenter)、三角樹弘
「グラフ理論とトポロジーに基づく fermion species に関する定理」
日本物理学会 2023 年春季大会 講演番号 19aS2-7 オンライン [19 Mar. 2024]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2023 年度-2026 年度「リサージェンス理論に
基づく相転移現象・強結合物理の研究」 23K03425
研究代表者:三角 樹弘 直接経費 1,200,000 円 (2023 年度)
- 科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) 2022 年度-2027 年度「学習物理学の
創生：機械学習への位相幾何学的アプローチ」 22H05118
研究代表者:福嶋 健二 直接経費 1,250,000 円 (2023 年度)

書籍・出版物 (電子書籍・電子出版物含む)

- 「コア・テキスト 量子力学 基礎概念から発展的内容まで」
三角樹弘 サイエンス社 ISBN:9784781915708

その他

- 教員採用試験春期集中講座「講義」担当
- 近畿大学理工学部 大学で学ぶ学問を分かりやすく解説するシリーズ 物理
学編 動画作成

学内委員

- 理工学部図書広報委員、SNS 小委員会委員長 (前、後期)
- 物理学コースオープンキャンパス係 (前、後期)
- 物理学コース 1 年担任 (前、後期)

学外委員

- 日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員・卓越研究員候補者選考員会書面審査委員及び国際事業委員会書面審査委員
- 素粒子論グループ 素粒子論委員

ソフトマター物理学研究室

堂寺 知成 教授
修士 1 名 学部生 5 名

研究の概要

- ソフト準結晶 — 学問分野の創成 「準結晶」の発見は 20 世紀後半の物質科学上の大発見で 2011 年にノーベル賞が与えられた。本研究室では「高分子準結晶」を理論的に予測、さらに実験的に発見した。2011 年ノーベル化学賞発表の際にも高分子準結晶は言及され、学問の発展に貢献した。準結晶の普遍性と物性の理論的研究をさらに推進し、21 世紀の準結晶物理学の新たな潮流を創造することが本研究室の重要な目標である。スロベニアのステファン研究所と国際共同研究し、ソフトマター準結晶を通して凝縮系物理学の基礎的概念の新たな構築を目指した。その成果は Nature、Nature Materials、Nature Communications に発表、中蔵丈一郎氏（2020 年大学院卒）は従来の準結晶概念を覆す「青銅比タイリング構造」とその仲間を発見し、2 回の日本物理学会学生優秀発表賞、近畿大学院大学院学長賞を受賞した。また、「青銅比タイリング」に関連して英国ラフバラ大学、リーズ大学との国際共同研究を行なった。現在、さらなる準結晶学の革新を目指し、東京工業大学と共同研究を行っている。
- ラビリンス — 世にも奇妙なソフトマターの自己組織化現象 ソフトマター物理学は、20 世紀末に成立した新しい物理学の 1 分野である。ソフトマターとよばれる物質群には、高分子、コロイド、液晶、界面活性剤、生体物質などがあるが、本研究室ではソフトマターの自己組織化現象に注目している。これまでアルキメデス相、高分子準結晶、モザイク準結晶、メゾスコピックダイヤモンド相、双曲タイル構造など常識を打ち破る構造を次々に発見し、その統計物理学的計算研究を推進している。近年は特に Schoen 博士の発見した Gyroid 曲面を例としたソフトマター 3 重周期極小曲面、周期的ラビリンス（迷路）構造に興味を持っている。3 重周期極小曲面上の Hexagulation Number の提案が近年の成果である。

2023 年度は、田中秀明氏（2018 年大学院卒）の研究を発展させ、シドニー大学 & オーストラリア国立大 Hyde 博士との国際共同研究を行った成果として、ナノテクノロジーを利用してナノ多角形が、通路や部屋のある無限多面体の建築に自ら組み上がることを計算機実験で明らかにした（ACS Nano, IF 18.027）。

2024 年 11 月に近畿大学で開催する国際会議「Alan Schoen 100th birth anniversary - Gyroid is everywhere」を組織している。

<https://www.phys.kindai.ac.jp/gyroidiseverywhere/>

- 分野を越えた横断的研究 ソフトマター物理学だけでなく、固体物理学、光学、ナノテクノロジー、結晶学、数学、化学などとの境界領域を横断的に研究することも本研究室の特徴である。学内では建築学部、菅原研究室（音響学）と共同研究している（国際会議 inter-noise 2023）。

学術論文（査読付）

1. “Programmable Self-Assembly of Nanoplates into Bicontinuous Nanostructures”

Hideaki Tanaka, Tomonari Dotera, and Stephen T. Hyde

ACS Nano. **17**, 15371-15378 (2023).

<https://doi.org/10.1021/acsnano.2c11929>

修士論文

- 「ジャイロイド曲面上の球のキラルな規則的配置」

学士論文

- 「三角格子から生成される準結晶タイリングの研究」
- 「ジャイロイド上での剛体球の規則的配置」
- 「Tübingen triangle tiling 準結晶の電子状態」
- 「チュービンゲン三角形タイリングの電子状態」
- 「ジャイラングルの製作と遮音効果測定」

国際学会・研究会講演

1. Tomonari Dotera, Hideaki Tanaka, Stephen T. Hyde
“Programmable Self-Assembly of Nanoplates into Bicontinuous Nanostructures”

APS March Meeting 2024, Session N57: 50 Years of Gyroid Structures in Materials and Tissues - in Honor of Alan Schoen I, Minneapolis, USA [16 Mar. 2024]

2. Hideaki Tanaka, Tomonari Dotera (Poster), Stephen T. Hyde
 “Programmable Self-Assembly of Nanoplates into Bicontinuous Nanostructures”
 The 7th International Soft Matter Conference (ISMC2023), Osaka, Japan [7 Sept. 2023]
3. Tomonari Dotera (Invited Talk)
 “Metallic-mean Quasicrystals as Aperiodic Approximants”
 26th Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography (IUCr 2023) Melbourne, Australia [28 Aug. 2023]
4. A. Sugahara, T. Dotera “A basic study on sound absorption characteristics of disordered hyperuniform periodic structures”
 The 52nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (inter-noise 2023), Makuhari, Japan [21 Aug. 2023]
5. Hideaki Tanaka, Tomonari Dotera (Poster), Stephen T. Hyde
 Programmable Self-Assembly of Nanoplates into Bicontinuous Nanostructures
 28th International Conference on Statistical Physics (Statphys28), Tokyo, Japan [8 Aug. 2023]
6. Kana Yamamoto (Poster), Tomonari Dotera
 “Hexagulation numbers: the Magic numbers of equal spheres on the Gyroid surfaces”
 28th International Conference on Statistical Physics (Statphys28), Tokyo, Japan [8 Aug. 2023]
7. M. Takase, K. Morimoto, T. Dotera (Poster)
 “Quasicrystals formed by extended hard-core/square-shoulder potentials”
 The 15th International Conference on Quasicrystals (ICQ15), Tel Aviv, Israel [20/22 June 2023]
8. T. Matsubara, A. Koga, S. Coates, and T. Dotera
 “Hexagonal metallic-mean tilings as aperiodic approximants of the honeycomb lattice”
 The 15th International Conference on Quasicrystals (ICQ15), Tel Aviv, Israel [21 June 2023]

国内学会・研究会講演

1. 松原虎之介, 古賀昌久, 堂寺知成
 “(19pF1-7) 準結晶と不整合変調構造を繋ぐ近似準結晶”
 日本物理学会春季大会、オンライン [23 Mar 2024]

学内委員

- 総合理工学研究科理学専攻副専攻長（前期）
- 理工学部入学試験委員会委員（後期）

学外委員など

- 日本学術振興会 WPI 拠点作業部会委員

その他

情報学部、Kindai i-CORE での動画作成（YouTube）

- Nano Architecture 1: Programmable Self-Assembly of the Petrie-Coxeter Polyhedron @ Kindai i-CORE
<https://youtu.be/dKEV8u3SV0I>
- Nano Architecture 2: Programmable Self-Assembly of the Hart Gyrangle Polyhedron @ Kindai i-CORE
<https://youtu.be/-aSdfpjeTn4>

物性理論研究室

笠松 健一 教授
博士 1 名、修士 1 名、学部生 4 名

研究の概要

本研究室では、ナノケルビン (10^{-9} K) の超低温まで冷却された中性原子気体における量子多体现象や、ボース・アインシュタイン凝縮した体系で起こる超流動現象に関する理論的研究を行っている。本年度の成果は以下のとおりである。

- 調和ポテンシャル中のボース・アインシュタイン凝縮体における渦放出の臨界速度に対する密度不均一性の影響
調和ポテンシャルに閉じ込められた Bose-Einstein 凝縮において、移動するガウス障害物によって量子渦が生成される際の臨界速度を Gross-Pitaevskii 方程式の数値解析により研究した。特に、捕獲ポテンシャルによる大域的な逆放物型プロファイルと、ガウス障害物周辺の局所的な密度抑制の影響に伴う密度不均一性に注目した。ガウス障害物の幅が大きい場合は非一様性の影響を大きく受け、臨界速度は上記の 2 つの寄与を考慮した密度で評価される局所音速で説明できることを示した。また、臨界速度は、Gross-Pitaevskii 方程式の非線形係数の影響に対する依存性は強くないことを示した。
- 板状の障害物のまわりを流れる超流体における量子渦形成の臨界速度
擬 2 次元の均一なボース・アインシュタイン凝縮中を動く板状の障害物の大きさに対する量子渦形成の臨界速度の依存性を理論的に調べた。Gross-Pitaevskii 方程式の数値シミュレーションにより、臨界速度は板の長さが凝縮体の回復長よりはるかに大きい場合には長さのルートに反比例することが明らかになった。このべき乗の振る舞いは、板の長さが大きい極限において古典流体力学のポテンシャル流理論によって定量的に説明されることを示した。

学術論文（査読付）

1. “Impact of Density Inhomogeneity on the Critical Velocity for Vortex Shedding in a Harmonically Trapped Bose-Einstein Condensate”
Haruya Kokubo, Kenichi Kasamatsu
Journal of Low Temperature Physics, **2024**(03), 427-441 (2024) (3 月号)
DOI:10.1007/s10909-024-03054-9

学士論文

- 「質量比の異なる 2 成分ボース・アインシュタイン凝縮体における量子渦格子の構造」
- 「エネルギーバンド構造とバンドマッピング」
- 「2 成分 Bose-Einstein 凝縮体における渦輪の伝播速度」
- 「Physics-informed Neural Network による運動方程式の解の推定」

国際学会・研究会講演

1. Haruya Kokubo, Kenichi Kasamatsu, Hiromitsu Takeuchi,
“Critical velocity for quantized vortex formation in a superfluid wake with a plate obstacle”
International Conference on Quantum Fluids and Solids 2023, Manchester, UK [12 Aug. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 小久保治哉、竹内宏光、笠松健一
「板型障害物を用いた量子渦形成臨界速度の形状依存性の評価」
日本物理学会 2023 年春季大会 講演番号 19aA2-2 オンライン [19 Mar. 2024]
2. 小久保 治哉
「Critical velocity for quantized vortex formation in a superfluid wake with a plate obstacle」
2023 年 量子物性若手交流研究会 [23 Aug. 2023]
3. 安藤 京介
「機械学習による二次元正方格子 XY モデルの解析」
2023 年 量子物性若手交流研究会 [21 Aug. 2023]

学内委員

- 理工学部予算委員会委員（前期）
- 理工学部施設設備委員会委員（後期）
- 総合理工学研究科大学院委員

学外委員

- 日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員・卓越研究員候補者選考員会書面審査委員及び国際事業委員会書面審査委員（2022年6月から2024年6月まで）
- 大阪公立大学フェロースシップ創設事業量子分野 アドバイザリー委員
- Scientific Reports (Nature publishing group) Editorial board member
- Condensed matter (MDPI) Editorial board member

量子多体物理学研究室

段下 一平 (准教授)

鏡原 大地 (PD)

Mikkelsen, Mathias (PD)

Sidharth Rammohan (PD)

修士 2 名 学部生 4 名

研究の概要

- Bose-Hubbard 模型における量子多体傷跡状態

可積分でもなく乱雑ポテンシャルも存在しない系における非エルゴード的なダイナミクスの起源として、量子多体傷跡状態が近年注目を集めている。量子多体傷跡状態は、高エネルギーセクターに例外的に存在する熱的でないエネルギー固有状態である。標準的な Bose-Hubbard 模型は量子多体傷跡状態を持たないことがよく知られているが、本研究では、強い 3 体ロス項を持つ Bose-Hubbard 模型がゼノ効果によって最大局所占有粒子数 2 の Bose-Hubbard 模型になり、この変形された Bose-Hubbard 模型が量子多体傷跡状態を持つことを解析計算から明らかにした。また、この量子多体傷跡状態の実現方法も提案した。

- 光格子中の冷却気体の物性

光格子中の冷却気体系からなるアナログ量子シミュレータは非常に制御性と清浄性が高いため、新奇な量子多体現象の発見に有用である。京都大学量子光学研究室が $SU(N)$ ハバード模型の量子シミュレータで光格子実験史上最低温度を実現したのを受けて、その低温で発現が期待される磁氣的秩序を同定するための観測量であるノイズ相関関数（運動量空間における密度密度相関関数）を解析した。解析計算によって、 $SU(N)$ ハバード模型の Mott 絶縁体極限において、スピン構造因子とノイズ相関関数の関係を導き出した。さらに、令和 3 年度までに作成した $SU(N)$ ハバード模型を空間 1 次元において、厳密に古典シミュレーションするための計算コードを用いてスピン構造因子とノイズ相関関数を数値的に計算することで、この関係式を確認し、さらに Mott 絶縁体極限からある程度離れてもその関係式が近似的に成り立つことを示した。

学術論文（査読付）

1. “Quantum many-body scars in the Bose-Hubbard model with a three-body constraint”
Ryui Kaneko, Masaya Kunimi, and Ippei Danshita
Physical Review A **109**, L011301 (2024) (1 月号)
DOI:10.1103/PhysRevA.109.L011301
2. “Persistent-current states originating from the Hilbert space fragmentation in momentum space”
Masaya Kunimi and Ippei Danshita
Physical Review A **108**, 063316 (2023) (12 月号)
DOI:10.1103/PhysRevA.108.063316
3. “Higgs and Nambu-Goldstone modes in condensed matter physics”
Naoto Tsuji, Ippei Danshita, and Shunji Tsuchiya
Encyclopedia of Condensed Matter Physics (2nd Edition), 174-186 (2023).
DOI:10.1016/b978-0-323-90800-9.00256-0
4. “Dynamics of correlation spreading in low-dimensional transverse-field Ising models”
Ryui Kaneko and Ippei Danshita
Physical Review A **108**, 023301 (2023) (8 月号)
DOI:10.1103/PhysRevA.108.023301
5. “Relation between the noise correlation and the spin structure factor or Mott-insulating states in $SU(N)$ Hubbard models”
Mathias Mikkelsen and Ippei Danshita
Physical Review A **107**, 043313 (2023) (4 月号)
DOI:10.1103/PhysRevA.107.043313

修士論文

- 「Disorder-free Bose-Hubbard 模型における非エルゴード的ダイナミクスの量子シミュレーション」

学士論文

- 「双極子・双極子相互作用を有する Rydberg 原子から成るスピン二量体における量子相転移」

- 「Rydberg 原子系の XY 強磁性状態におけるスピン波励起のトンネル効果の理論解析に向けて」
- 「Rydberg 原子配列を用いた量子コンピュータの量子ゲート操作に生じるエラーの要因」

国際学会・研究会講演

1. Ippei Danshita (Invited speaker)
 “Dynamics of correlation spreading in cold-atom systems”
 International Conference on Quantum Photonics 2023, Narada Hotel, Jinhua, Zhejiang, China [26 Nov. 2023]
2. Daichi Kagamihara, Ryui Kaneko, Shion Yamashika, Kota Sugiyama, Ryosuke Yoshii, Shunji Tsuchiya, and Ippei Danshita (Invited speaker)
 “Quench Dynamics of Rényi Entanglement Entropy in Non-Interacting and Strongly-Interacting Bosons”
 YIPQS long-term workshop “Quantum Information, Quantum Matter and Quantum Gravity”, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan [29 Sep. 2023]
3. Kantaro Honda, Yosuke Takasu, Hironori Kazuta, Masaya Kunimi, Shimpei Goto, Ippei Danshita, and Yoshiro Takahashi (Poster)
 “Quantum simulation of non-ergodic behavior of a disorder-free Bose-Hubbard system”
 YIPQS long-term workshop “Quantum Information, Quantum Matter and Quantum Gravity”, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan [28 Sep. 2023]
4. Ryui Kaneko, Masaya Kunimi, and Ippei Danshita (Poster)
 “Quantum many-body scars of the Bose-Hubbard model with strong three-body losses”
 YIPQS long-term workshop “Quantum Information, Quantum Matter and Quantum Gravity”, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan [28 Sep. 2023]
5. Ippei Danshita (Poster)
 “Dynamics after a quantum quench in Bose-Hubbard systems: Correlation spreading and disorder-free localization”
 Bose-Einstein Condensation 2023, Hotel Eden Roc, Sant Feliu de Guixols, Spain [13 Sep. 2023]

6. Daichi Kagamihara, Ryui Kaneko, Shion Yamashika, Kota Sugiyama, Ryosuke Yoshii, Shunji Tsuchiya, and Ippei Danshita (Oral)
 “Quench dynamics of Rényi entanglement entropy of free bosons starting from insulating states”
 28th International Conference on Statistical Physics, University of Tokyo, Tokyo, Japan [7 Aug. 2023]
7. Ippei Danshita and Ryui Kaneko (Oral)
 “Dynamics of correlation spreading after a quantum quench in low-dimensional transverse-field Ising models”
 The 54th Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, Spokane Convention Center, Spokane, Washington, USA [7 June. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 鏡原大地、金子隆威、段下一平 (一般口頭発表)
 “自由 Bose 粒子系における von Neumann エンタングルメントエントロピーの時間発展”
 日本物理学会 2024 年春季大会, オンライン [2024 年 3 月 19 日]
2. 段下 一平 (一般口頭発表)
 “冷却気体系のフロンティア”
 凝縮系物理のフロンティア – 強相関電子系と量子計算 –, ホテル ラヴィエ川良, 静岡県伊東市 [2024 年 12 月 26 日]
3. 鏡原大地、金子隆威、望月健、段下一平 (一般口頭発表)
 “非エルミート開放系のボソンサンプリングダイナミクスの古典シミュレーション”
 日本物理学会第 78 回年次大会, 東北大学, 宮城県仙台市 [2023 年 9 月 17 日]

競争的外部資金

- JST 創発的研究支援事業 2021 年度-2027 年度「テンソルネットワーク法と量子シミュレータで切り拓く新奇量子多体现象」JPMJFR202T
 研究代表者:段下 一平 直接経費 104,83,000 円 (2023 年度)
- 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 2021 年度-2023 年度「強相関冷却原子気体を用いた開放量子多体系の実験的研究」22H05118
 研究代表者:高須 洋介, 研究分担者:段下 一平, 直接経費 400,000 円 (2023 年度)

- 光・量子飛躍フラッグシッププログラム 基礎基盤研究 2018 年度-2027 年度「アト秒ナノメートル領域の時空間光制御に基づく冷却原子量子シミュレータの開発 と量子計算への応用」 JP-MXS0118069021
研究代表者:大森 賢治, 共同研究者:段下 一平, 直接経費 427,327 円 (2023 年度)

学内委員

- 入学試験委員 (前期)
- 就職対策委員 (後期)

学外委員

- 学術論文誌 Journal of the Physical Society of Japan の編集委員

量子制御研究室

近藤 康 教授
修士 1 名 学部生 5 名

研究の概要

- 核磁気共鳴 (NMR) 装置の開発と応用

NMR は比較的簡単な装置で量子力学的な対象 (原子核のスピン) を操作し測定できる実験手法である。その応用分野は広く、医療における MRI (Magnetic Resonance Imaging) から最先端の物性研究まで幅広い分野で使われている。

2018 年には、電気電子工学科の菅原先生と協力して開発したフェライト磁石を用いた静磁場による NMR 装置を改良して、化学シフトが検出できるまで磁場の均一度を向上させた。

次の項目にも関係するが、これらの卓上型 NMR 装置による量子アルゴリズムの実装にも成功している。

- 量子コンピュータ、特に NMR 量子コンピュータ

古典コンピュータが 0 と 1 を用いた 2 進数を使って論理演算を行うのに対し、量子コンピュータは量子力学に基づき、 $|0\rangle$ と $|1\rangle$ と見なすことができる二つの状態を論理演算の基礎に置く。量子コンピュータの研究と言っても、その本質は量子力学の研究である。

今、量子コンピュータの分野は非常に面白い。まるで、アメリカの西部開拓時代のようにちょっと危ない雰囲気がある (詐欺師まがいの研究者がいたり、早撃ちの決闘のようにできるだけ早く論文を出さないと競争に負ける、などのことがある)。しかしながら、とても「元気」のある領域である。

化学分析に用いる NMR 装置を用いて、実験的にアルゴリズムの研究を行ってきた。簡単な Deutsch-Jozsa のアルゴリズムからスタートして「量子テレポーテーション」の実験にも成功している。2008 年度から装置の開発も始めた。

最近、溶液中の分子を近似的な孤立系とみなして、緩和の研究を行っている。2021 年度には基盤研究 (C) にも採択され、継続中である。

- 学生実験装置の開発

コンパクトで簡単に操作できるけれど、教育的な価値のある実験が行える装置を「開発」し、それを用いた実験の指導法を「研究」している。

これまでに、等電位線、光の干渉、コンデンサーの充放電、相互誘導、高温超伝導、共振回路などの実験を行う装置を作ってきた。「開発」した装置による実験手引き書は私のホームページにて閲覧可能である。また、「物理学実験教育の新しい試み（近畿大学理工学部通信、第31号）」も参照のこと。

学術論文（査読付）

1. “Lower bound on operation time of composite quantum gates robust against pulse length error”
Shingo Kukita, Haruki Kiya and Yasushi Kondo,
J. Phys. A: Math. Theor. 56 485305
DOI 10.1088/1751-8121/ad0804

修士論文

- 「最短所要時間の複合量子ゲートの探索」

学士論文

- 「ラプラスの魔女」
- 「太陽電池を電源とするデータロガーの作製」
- 「LEGO マインドストームを用いた倒立振子の制御と PID 制御」
- 「Jetson-nano によるじゃんけんの手の画像認識」
- 「NMR に使用可能な均一磁場の作成」

国際学会・研究会講演

1. Yasushi Kondo
“Model Open System realized with Molecules in Solvent”
1st International Workshop on Quantum Information Engineering (QIE2023),
Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), Japan [12 Oct. 2023]
2. Yasushi Kondo, Haruki Kiya, and Shingo Kukita
“Model Open System realized with Molecules in Solvent”
POS & BYD, Sapporo, Japan [20 Aug. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 久木田真吾，木屋晴貴，近藤康
「オフレゾナンスエラーに耐性を持つ複合量子ゲートの時間最適化」
日本物理学会 2023 年春季大会 講演番号 20aA1-7 [20 Mar. 2024]
2. 木屋晴貴(presenter)，久木田真吾，近藤康
「系統誤差に耐性を持つ 1 量子ビットゲートと球面上の多角形」
日本物理学会 第 78 回年次大会 講演番号 16pB204-1 [16 Sep. 2023]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2021 年度-2023 年度「NMR 量子コンピュータの手法による開放系の研究」 21K03423
研究代表者:近藤 康 直接経費 1,000,000 円 (2023 年度)

学内委員

- 物理学コース主任 (前期)
- 理学科長 (前期)

固体電子物理研究室

増井 孝彦 准教授

学部生 3 名

研究の概要

- Pr123 の超伝導性の検証

$R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ の化学式で表される 123 系銅酸化物超伝導体の R 部分には代表的なイットリウム (Y) をはじめとする希土類元素のほとんどが導入可能で、90 K 付近での超伝導転移を示す。唯一プラセオジウム (Pr) を R 位置へ導入した場合のみ超伝導性が損なわれることが知られているが、その理由については未だはっきりしない。この問題が複雑なのはプラセオジウムを導入した $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ で超伝導が発現するという報告がいくつかあることで、合成時の何らかの影響が超伝導性の発現の有無を決定づけているように思える。この研究では $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ において超伝導性が発現しそうな条件を、元素比のずれや焼成温度の違いに注目して試料を作り分けることで検討し、超伝導性が検出しやすい電気抵抗測定によって確認した。

- YBCO の二酸化炭素効果

銅酸化物高温超伝導体の原料には炭酸塩が多く用いられる。炭酸塩を含んだ原料で銅酸化物を合成する場合、高温焼成することで炭酸基は二酸化炭素として物質外へ排出されるが、炭酸基が物質内に残る可能性、また合成後のアニール処理によって炭酸基が結晶内へ取り込まれる可能性が指摘されている。ただ、これまでの報告は格子定数などの間接的な測定による評価が中心で炭酸基の存在を直接検証した例はほとんどない。そこで本研究では二酸化炭素を導入した $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ について、炭酸基特有の原子振動を直接検証可能なフォノンラマン分光によって確認した。

学士論文

- 「Pr 系高温超伝導体における VRH 伝導の検証」
- 「YBCO の CO_2 置換効果」
- 「FeTe の電気化学的合成と評価」

競争的外部資金

- 2023-2024 年度二国間交流事業「角度分解光電子分光による銅酸化物高温超伝導体における電子・格子相互作用の解明」
研究分担者：増井 孝彦

学外活動

- 近畿大学附属中学理科体験実験担当

その他

- 教員採用試験春期集中講座「理科実験」担当

学内委員

- 教務委員（後期）、教員養成カリキュラム委員（前、後期）
- 33 号館物理実験室世話人（前、後期）

生物物理学研究室

矢野 陽子 教授

研究補助者 1 名 修士 1 名 学部生 4 名

研究の概要

- マランゴニ対流生成消滅にともなう自己組織化膜形成ダイナミクスの研究
マランゴニ対流は、表面張力が場所によって異なる場合に自発的に生じる対流のことである。一般に界面で自己組織化膜が形成されるとき、しばしばマランゴニ対流を伴う。本研究では、マランゴニ対流によって、界面に生成消滅する自己組織化膜の形成過程を、表面張力および時分割 X 線反射率測定によって観測する。界面の電子密度分布の時間変化から、両親媒性分子の自己組織化機構を分子レベルで理解することを目指す。
- タンパク質の界面吸着ダイナミクスの観測
タンパク質は非常に複雑で多種多様の構造を持つ。これは、個々のタンパク質分子が生体内中に存在する何千という異なる分子をわずかな三次元的相互作用で認識することで、その機能を発現するというしくみによる。本研究では、タンパク質が熱力学的な最安定構造（ネイティブ状態）から、外部環境の変化に応じて変性（アンフォールド状態）する際の構造変化を追跡することで、最安定構造を決めるファクターについて検討している。放射光施設の高輝度 X 線を用い、構造変化の様子を実時間計測する手法の開拓も行っている。

学術論文（査読付）

1. “Two-dimensional metal-organic nanosheets composed of single-molecule magnets: structural modulation and enhanced magnetism utilizing the steric hindrance effect”
Ikumi Aratani, Yoji Horii, Yoshinori Kotani, Hitoshi Osawa, Hajime Tanida, Toshiaki Ina, Takeshi Watanabe, Yohko F Yano, Akane Mizoguchi, Daisuke Takajo, Takashi Kajiwara
Journal of Materials Chemistry C, **12**(02), 724-735 (2024) (2 月号)
DOI:10.1093/D3TC03360K

修士論文

- 「マランゴニ対流下におけるリン脂質単分子膜のミクロ構造の観測」

学士論文

- 「懸滴法を用いた表面張力計の開発」
- 「生体膜におけるコレステロールの役割」
- 「マランゴニ対流による表面張力の自発振動に対する電解質の影響」
- 「分子動力学シミュレーションによる脂質単分子膜の表面張力-分子専有面積等温線測定」

国際学会・研究会講演

1. Yohko F. Yano (poster), Yusuke Inoue, Ryo Kubota, Wolfgang Voegeli, and Etsuo Arakawa
“Periodic Elastic Motion in a Self-Assembled Monolayer induced by Marangoni instability”
The 7th International Soft Matter Conference, ISMC2023, Osaka, Japan [6 Sep. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 矢野陽子 (キーノート講演)
「マランゴニ対流が誘発する水面上脂質単分子膜の周期的な弾性運動」
第 74 回コロイドおよび界面化学討論会 [12 Sep. 2023]
2. 矢野陽子 (招待講演)
「放射光を使ったソフト界面の動的構造解析：タンパク質の吸着構造」
第 47 回 食品の物性に関するシンポジウム [16 Sep. 2023]
3. 高橋祐都 (ポスター) \ 矢野陽子
「マランゴニ対流下におけるリン脂質単分子膜のミクロ構造の観測 2」
日本物理学会 2023 年秋季大会 講演番号 17pPSB 東工大 [17 Sep. 2023]
4. 矢野陽子 (招待講演)
「マランゴニ対流が誘発する振動現象の微視的観測」
第 4 回非平衡相律研究会 [9 Dec. 2023]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「マランゴニ対流を利用した脂質ラフト形成機構の研究」
研究代表者:矢野陽子 直接経費 370,000 円 (2023 年度)

その他

- 東大阪市体験学習会 「表面張力を利用して船を走らせよう」 (2023 年 8 月 22 日)

学内委員

- 理工学部 安全管理衛生委員長
- 理工学部 教務委員 (後期)
- 体育会フィギュアスケート部部长

学外委員

- SPring-8 ユーザー協同体「ソフト界面科学研究会」代表
- SPring-8 利用研究課題審査委員主査
- 大阪府原子炉問題審議会委員

生命動態物理学研究室

西山 雅祥 准教授
修士 1 名, 学部生 2 名

研究の概要

- 高圧力顕微鏡を用いた深海微生物の運動観察
遠洋海域で生息する原核生物のうち約 4 分の 3 は深海から採取される。深海は高い静水圧と低温を特徴とし、栄養源にも乏しい。自らの生存をはかるためには、よりよい環境へと移動する能力はより一層もとめられるであろう。本研究では、これまで開発してきた高圧力顕微鏡を利用して、深海にみられる高圧・低温環境を構築し、深海微生物の運動観察を行った。Halomonas と Alcanivorax はメキシコ湾の水深 1500m にある海洋鉱床付近から採取された菌体である。顕微鏡下でこれらの菌体の遊泳運動を観察した所、遊泳運動を行う細胞の割合や速度は圧力増加と共に低下することが判明した。以上の知見から、今回測定した海洋性細菌は菌体採取時の環境に適応しきれていないことが示されたことになる (Mullane et al. Front Mar Sci (2023))。
- 非生理的な静水圧が生み出す心筋細胞の収縮反応
心臓は収縮と弛緩を繰り返すことで血圧を変化させている。こうした心臓の形態と機能には密接な関わりがあることは、古くから知られている。しかしながら、圧力が負荷された状況で心筋細胞の動態などを観察する技術がなかったので、詳細なメカニズムは不明なままであった。本研究では、高圧力顕微鏡を用いて非生理的な圧力 (~ 10 MPa) が心筋細胞に与える影響を調べた (Yamaguchi et al., Biophys J. (2022))。高圧力下では、アクチンによる収縮機能が有機され、筋原繊維に沿った収縮がはじまることが明らかになった。以上の知見を和文解説記事としてまとめた (細胞 55(14), 36-38 (2023))。

学術論文 (査読付)

1. “Compounding Deep Sea Physical Impacts on Marine Microbial Motility”
Kelli K. Mullane, Masayoshi Nishiyama, Tatsuo Kurihara, and Douglas H. Bartlett
Frontiers in Marine Science, **10**, 1181062 (2023)
DOI:10.3389/fmars.2023.1181062

学術論文（査読なし）

- 「高圧力顕微鏡による心筋細胞の収縮イメージング」
西山雅祥, 山口陽平, 金子智之, 森松賢順
細胞, 55(14), 36-38 (2023)

著書

- 「極限環境微生物の先端科学と社会実装最前線」
分担執筆 西山雅祥・八木俊樹（1-5-5 極限環境で復活する鞭毛運動）エヌ・
ティー・エス ISBN:4860438485

学士論文

- 「大腸菌圧力応答の観察と運動解析」
- 「大腸菌忌避応答の力学変調イメージング」

国際学会・研究会講演

1. Masayoshi Nishiyama (Invited speaker)
“Viewing the swimming motion of a unicellular organism in extreme environmental conditions.”
Exploration and Application of Extracellular Membrane Vesicle-Producing Bacteria as a Basic Technology for Aquaculture Augmentation, UCSD, San Diego, USA [26 Jan. 2024]
2. Masayoshi Nishiyama
“High-pressure microscopy for tracking the swimming motion of single bacterial cells”
2024 Sensory Transduction in Microorganisms Gordon Research Conference, LA, USA [24 Jan. 2024]
3. Seichiro Kinoshita, Masayoshi Nishiyama
“REAL-TIME IMAGING OF PRESSURE RESPONSE OF BACTERIAL MOTILITY”
2024 Sensory Transduction in Microorganisms Gordon Research Conference, LA, USA [22 Jan. 2024]

国内学会・研究会講演

1. Masayoshi Nishiyama (Invited speaker)
“Depressurization microscopy”
第 61 回日本生物物理学会年会, 名古屋 [15 Nov. 2023]
2. 西山雅祥
“静水圧で躍動する分子マシナリ”
第 1 回関西生物物理学研究会, 大阪 [18 Mar. 2024]
3. 木下誠一郎, 西山雅祥
“大腸菌運動能の力学変調イメージング”
第 1 回関西生物物理学研究会, 大阪 [18 Mar. 2024]
4. 西山雅祥
“減圧力顕微鏡の開発とバクテリアの運動観察”
2023 年度べん毛研究交流会, 仙台 [15 Mar. 2024]
5. 木下誠一郎, 西山雅祥
“圧力変化による大腸菌の忌避応答”
2023 年度べん毛研究交流会, 仙台 [15 Mar. 2024]
6. 木下誠一郎, 西山雅祥
“大腸菌べん毛モーターの圧力変調イメージング”
生体運動研究合同班会議 2024, 神戸 [5 Jan. 2024]
7. 木下誠一郎, 西山雅祥
“圧力変化によるべん毛モーターの回転コントロール”
メカノバイオ討論会 2023, オンライン [14 Dec. 2023]
8. 木下誠一郎, 西山雅祥
“圧力変化によるべん毛モーターの回転コントロール”
第 61 回日本生物物理学会年会, 名古屋, 11 月, 2023 [14 Nov. 2023]
9. 木下誠一郎, 西山雅祥
“大腸菌べん毛モーターの圧力変調イメージング”
第 64 回高圧討論会, 柏, [1 Nov. 2023]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 2022 年度-2024 年度「高圧力で誘起する鞭毛振動活性化イメージング」 22H01922
研究代表者: 西山 雅祥 直接経費 2,900,000 円 (2023 年度)

- 科学研究費補助金 学術変革領域研究(A) 2022年度-2023年度「熱水噴出孔のジオラマ再現と極限環境微生物の生存戦略」 22H05697
研究代表者:西山 雅祥 直接経費 2,200,000 円 (2023年度)
- 科学研究費補助金 挑戦的研究(萌芽) 2022年度-2023年度「麻酔薬圧拮抗作用の実時間イメージング」 22K19946
研究代表者:西山 雅祥 直接経費 2,700,000 円 (2023年度)
- 科学研究費補助金 基盤研究(A) 2021年度-2023年度「新規メカニカル負荷装置の開発を通じた次世代メカノメディスンへの挑戦」 21H04960
研究代表者:成瀬 恵治 直接経費 400,000 円 (2023年度)
- 科学研究費補助金 基盤研究(B) 2023年度-2025年度「近赤外光応答性フレキシブル酸化窒素放出ナノ材料の創成とその応用」 23H01804
研究代表者:小阪田 泰子 直接経費 700,000 円 (2023年度)
- 科学研究費補助金 国際共同研究加速基金(海外連携研究) 2023年度-2025年度「新規ナノ材料開発の基盤となる外膜小胞生産細菌の探索と応用」 23KK0110
研究代表者:川本 純 直接経費 350,000 円 (2023年度)

書籍・出版物(電子書籍・電子出版物含む)

- 「極限環境微生物の先端科学と社会実装最前線」
分担執筆 西山雅祥・八木俊樹(1-5-5 極限環境で復活する鞭毛運動) エヌ・ティー・エス ISBN:4860438485

学内委員

- 理工学部就職対策委員(前期)
- 理工学部予算委員(後期)
- 物理学コース4年担任(前、後期)

学外委員

- 日本高圧力学会 評議員
- 日本生物物理学会 分野別専門委員

一般相対論・宇宙論研究室

石橋 明浩 教授

研究員 2 名，博士 1 名，修士 6 名，学部生 3 名

研究の概要

- 極限ブラックホールのアトラクター機構の問題ホーキング温度がゼロとなる漸近 AdS の極限ブラックホールの「アトラクター機構」という地平面近傍の特殊性の研究を行った。静的荷電極限ブラックホールに対するアトラクター機構を、回転による極限ブラックホールの場合に一般化し、特に地平面近傍の時空が Myers-Perry ブラックホール解のそれと一致しなければならないことを示した。
- 漸近安全量子重力理論とブラックホールの問題厳密繰り込み群を用いる漸近安全量子重力理論におけるブラックホールについても、昨年度の研究の発展として量子補正を受けたブラックホールの解空間の構造を精査し、量子補正を受けた漸近ドジッター (dS) や反ドジッター (AdS) ブラックホールの引き起こす新たな相転移を発見した。
- 極限宇宙の問題重力に量子効果を取り入れるための半古典アインシュタイン方程式を、ホログラフィー原理を用いて定式化する方法を提案した。それを用いて AdS 時空の共形境界としての AdS 時空上の摂動を考察した。ホログラフィー原理 (AdS/CFT 対応) を用いることで、境界 AdS 時空上の強結合 CFT の反作用を取り込むことができ、特に境界 AdS 時空に対する量子場の効果の強さが閾値を越えると、境界 AdS 時空が摂動不安定となることを 3 次元の場合に証明した。さらに、その摂動不安定な 3 次元境界 AdS 時空の熱力学的不安定性も確認し、量子場の効果による AdS 時空上のある種の自発的対称性の破れを指摘した。量子重力理論の構築には程遠くても、低エネルギーにおいては重力の量子効果を作用積分に高階微分項を含めた有効理論で記述することができる。その様な理論ではエネルギー条件とそれに伴う光線束の収束性が一般に破れ、一般相対論において確立したブラックホール諸定理が成立しないが、エネルギー条件や収束性に修正をくわえることで、ブラックホールの剛性定理を証明した。また、一般時空次元において、様々な完全流体で記述できる物質場に関する静的ブラックホールの無毛定理および短毛定理を証明した。

学術論文（査読付）

1. “Phase Structure of Quantum Improved Schwarzschild-(Anti)de Sitter Black Holes”
Chiang-Mei Chen, Yi Chen, Akihiro Ishibashi, and Nobuyoshi Ohta
Classical and Quantum Gravity **40** (2023) 215007 e-Print: 2303.04304 [hep-th]
2. “Semiclassical Einstein equations from holography and boundary dynamics”
Akihiro Ishibashi, Kengo Maeda, and Takashi Okamura
JHEP 05 (2023) 212 e-Print:2301.12170 [hep-th]
3. “A Stationary Black Hole Must be Axisymmetric in Effective Field Theory”
Stefan Hollands, Akihiro Ishibashi, and Harvey S. Reall
Commun.Math.Phys. 401 (2023) 3, 2757-2791 e-Print: 2212.06554 [gr-qc]
4. “Flows of rotating extremal attractor black holes”
Norihiro Iizuka, Akihiro Ishibashi, and Kengo Maeda
JHEP 2023 (2023) 177 e-Print: 2206.04845 [hep-th]
5. “A note on no-hair properties of static black holes in four and higher dimensional spacetimes with cosmological constant”
Ishibashi Akihiro, Matsumoto Satoshi, Yoneo Yuichiro
Classical and Quantum Gravity **41** (2024) 085010
6. “Symmetry breaking of 3-dimensional AdS in holographic semiclassical gravity”
Akihiro Ishibashi, Kengo Maeda, and Takashi Okamura
JHEP 2024 (2024) 146

学術論文（査読なし）

1. 理工学総合研究所紀要 第34号, 8-17, 2023 解説記事 「漸近安全な量子ブラックホールと熱力学との整合性」

修士論文

- 「Null bit threads and holographic principle」
- 「様々な時空における漸近対称性と重力メモリー効果」
- 「時空の漸近対称性と共形図による時空の大域構造の可視化」
- 「No-hair 定理ならびに有毛ブラックホールの力学的考察」

学士論文

- 「アインシュタイン方程式の線形近似による天体の質量および角運動量の定義」
- 「Kerr 時空における測地線」
- 「ブラックホールからのエネルギー抽出機構」

国際学会・研究会講演

1. Quantum Effects in Gravitational Fields (Leipzig University, Leipzig, Germany August 28th 2023)

招待講演 ”Semiclassical Einstein equations from holography and boundary dynamics”

国内学会・研究会講演

1. 日本物理学会 2024 年 3 月 (M2 大学院生 2 名による発表)
 - 「宇宙項をもつ高次元静的ブラックホールに対する No-hair 定理」
 - 「ヌルビットスレッドと 3 次元ホログラフィック原理」
2. 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校 2023 年 8 月 1 日-4 日 東京大学・本郷キャンパス (M1 大学院生 2 名による発表)
<http://astro-wakate.sakura.ne.jp/ss2022/materials>
 - 「正則ブラックホールは本当に正則か？」
 - 「エネルギー条件から見る正則ブラックホールの妥当性」
3. 研究会 「時空と重力」 大阪工業大学 2024/3/4 (M1 学生による発表)
「Island and Quantum focusing conjecture」
4. 研究会 「Quantum Foundations 2024」 芝浦工業大学 2024/3/12 (M1 学生による発表) 「2 次元量子ブラックホールにおけるアイランドと量子収束仮説」
5. 研究会 「The 2nd youngresearchers' workshop of the Extreme Universe Collaboration」 from 2/19/2024 to 2/23/2024 at Shirahamaso, Shiga, 滋賀県 M1 院生 2 名、M2 院生 1 名、PD1 名による発表
 - 「Regular black hole with energy conditions and possibility of observing」

- 「Island and Quantum focusing conjecture」
- 「Timelike bit threads and dS/CFT correspondence」
- 「Islands in Schwarzschild black holes」

競争的外部資金

- 学術変革領域研究 (A) 「量子情報を用いた量子ブラックホールの数理解明」
研究代表者 石橋明浩 直接経費 14,300,000 円 (2023 年度)
- 学術変革領域研究 (A) 「極限宇宙の物理法則を創る - 量子情報で拓く時空と物質の新しいパラダイム」(研究代表者 高柳匡) 研究分担者 石橋明浩 100,000 円 (2023 年度)

学外活動

- 集中講義 於 名古屋大学 2023 年 10 月 31 日-11 月 2 日 ブラックホールの物理

学内委員

- 物理学コース主任 (後期)
- 基本構想推進委員会 (前期)

宇宙論研究室

井上 開輝 教授
修士 2 名 学部生 3 名

研究の概要

- アストロメトリックレンズング B モードによるハローの視線距離の測定
多重レンズ像間の相対的なアストロメトリックシフト (天体の位置シフト) は、銀河間空間に存在するハローを調べるための貴重なツールとなり得る。強い重力レンズ系において主レンズによって生成される多重レンズ像の相対的な位置が、視線方向の小質量ハローの重力によりわずかに変化する場合は、主レンズと小質量ハローの視線距離が十分大きいと、主レンズ面に引き戻されたレンズ像の位置シフトに B モード (磁気モードまたは回転モード) が生じる。B モードと E モード (電気モードまたは回転なしモード) の両方を測定することで、視線距離比と、主レンズがない場合の収束とシアの摂動を決定することができる。しかし、視線距離比のスケール変換は、背景レンズ面における質量シート変換につながり、視線距離比に不定性をもたらす。これは、重力レンズ像間の時間遅れを測定することで大幅に改善することができる。さらに、主レンズとなるハローと副レンズとなるハローの両方の赤方偏移の値を、多重レンズ像間の時間遅延とともに得ることができれば、B モードは前景レンズ面と背景レンズ面の両方における質量シート変換に関する縮退を破ることができる。したがって、B モードを測定することは、ハッブル定数を決定する際の不確定性を大幅に減少させる可能性がある (arXiv:2309.10750)。
- レンズングシフトパワースペクトルを用いた混合ダークマターモデルの探査
我々は、アストロメトリックシフトのレンズングパワースペクトル (レンズングシフトパワースペクトル) が、銀河系スケールでのダークマターのクラスター形成の性質を調べる有力な手段であることを論じた。まず、レンズングシフトパワースペクトルを用いてダークマターの性質を探るための形式を与えた。そして、赤方偏移 2.639 の重力レンズクエーサー MGJ0414+0534 に対する約 1 秒角スケールのレンズングシフトパワースペクトルの最近の測定結果を利用して、温かいダークマター (WDM) 粒子の質量と、WDM と冷たいダークマター粒子 (CDM) が共存する混合ダークマターモデル (MDM) における WDM と CDM の質量の割合に制約を与える。上記の重力レンズ系から導かれる制限は、既存の制限ほど強くないが、レンズングシフトパワースペクトルは、将来の観測によって WDM と MDM モデルに対するより厳密な制限を得る大

きな可能性を持っており、精度を向上させるためには系統誤差をよく制御することが重要であることを示している (arXiv:2312.17536)。

- 畳み込みニューラルネットワークを用いた重力レンズ天体の探査
ハイパースプリームカムすばる戦略計画 (HSC-SSP) サーベイの多バンドイメージングにおいて、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) に基づく新しいモデルを重力レンズ銀河候補天体の同定に適用した。学習されたモデルは、HSC-SSP Public Data Release 2 の約 800 平方度の HSC ワイド領域から選ばれた 2350061 個の銀河からなる親サンプルに適用された。HSC ワイド領域に含まれる銀河は、マルチバンド等級、恒星質量、星形成率、拡がり限界、測光赤方偏移範囲などの厳しい事前選択基準に基づいて選ばれた。当初、CNN は 0.9 以上のスコアを持つ 20241 個の切り出しを提供したが、その後、人間の目による更なる検査のために、明確な非レンズを取り除くことによって、この数は 1522 個に減少した。その結果、43 個の確定的レンズと 269 個のレンズ候補が発見された。その内 97 個はこれまでに知られていない新しいレンズであった。さらに、880 個のレンズ候補のうち、289 個の既知のレンズ系を確認した。また、SuGOHI (HSC 撮像における重力レンズ天体サーベイ) からは、285 個の銀河規模の重力レンズ候補を再確認することができた。銀河群スケールや銀河団スケールの重力レンズ系がトレーニングデータに含まれていないにもかかわらず、32 個の SuGOHI-c (銀河群/銀河団スケール) のレンズ候補サンプルを再発見した。これらの発見は、すばる望遠鏡の主焦点分光器プロジェクトのような、現在進行中あるいは計画中の分光サーベイにおいて、重力レンズと天体の赤方偏移を測定し、詳細なレンズモデリングを可能にするために有用である (arxiv:2312.07333)。

メディア掲載

- 日本経済新聞朝刊 p.19 「暗黒物質、宇宙でまばらに存在」
2023 年 9 月 15 日
- WEB ニュースサイト: 日本経済新聞電子版 「宇宙の暗黒物質、まばらに存在 近畿大など」
2023 年 9 月 14 日
- WEB ニュースサイト: Sky and Telescope “Dark Matter Clumps Float Between Galaxies, Data Shows”
2023 年 9 月 14 日
- WEB ニュースサイト: アstroArts 「ダークマターの小さな「むら」をアルマ望遠鏡で初検出」
2023 年 9 月 8 日

- WEB ニュースサイト: Inverse “New Map of Dark Matter Could Finally Solve a Cosmic Mystery”
2023 年 9 月 8 日

学術論文（査読付）

1. “ALMA Measurement of 10 kpc Scale Lensing-power Spectra toward the Lensed Quasar MG J0414+0534”
Inoue, Kaiki Taro, Minezaki, Takeo, Nakanishi, Koichirou, and Matsushita, Satoki,
The Astrophysical Journal, **954** 197 (2023) (9 月号)
DOI:10.3847/1538-4357/aceb5f

修士論文

- 「GAN を用いた重力レンズ天体の探査」

学士論文

- 「宇宙の中性化と再イオン化」
- 「強い重力レンズと弱い重力レンズの比較」
- 「21cm を用いたバリオン音響振動の観測」

国際学会・研究会講演

1. Kaiki Taro Inoue (presenter)
“Exploring 10kpc-scale Cosmological Matter Density Fluctuations with Gravitational Lensing”
国際ワークショップ “Dark Matter in the Universe: The present and future of Galactic Archaeology and Near-field Cosmology”、宮城県宮城郡、松島センチュリーホテル [1 Mar. 2024]
2. Kaiki Taro Inoue (presenter)
“Measuring Line-of-sight Distances to Haloes with Astrometric Lensing B-mode ”
JGRG32、名古屋市、名古屋大学 [28 Nov. 2023]

国内学会・研究会講演

1. Kaiki Taro Inoue (presenter), Takumi Shinogara, Teruaki Suyama, and Tomo Takahashi
“レンジングシフトパワースペクトルを用いた温かい暗黒物質と混合暗黒物質モデルの制限”
日本物理学会、オンライン [21 Mar. 2024]
2. Kaiki Taro Inoue (presenter), Koushi Takata, Anton Timur Jaelani, Anupreta More, Kenneth C. Wong
“深層学習による強い重力レンズ候補天体の探索”
日本天文学会、東京都文京区、東京大学 [12 Mar. 2024]
3. Kaiki Taro Inoue (presenter)
“アストロメトリックレンジング B モードによるダークハローの視線距離の測定”
日本天文学会、名古屋市、名古屋大学 [20 Sep. 2023]

学外活動

- 「第 16 回宇宙（天文）を学べる大学」合同進学説明会 講演
大阪市立科学館 2023 年 6 月 4 日

学内委員

- 理工学部図書広報委員長、WEB 委員会小委員長（前、後期）
- 物理学コース WEB サイト係（前、後期）
- 総合理工学研究科理学専攻物理学分野副専攻長（後期）
- 理工学部同窓会幹事（前、後期）
- 教員採用試験春期集中講座「講義」担当

学外委員

- 日本学術振興会 科研費審査委員

高エネルギー天体物理学研究室

信川 久実子 講師
修士 7 名 学部生 4 名

研究の概要

- 日本の次期 X 線天文衛星 XRISM 搭載の X 線 CCD 検出器の開発
本研究室では、日本の次期 X 線天文衛星 XRISM (クリズム) に搭載する X 線 CCD 検出器 (SXI) の開発を行ってきた。XRISM 衛星は、2023 年 9 月 7 日に種子島宇宙センターから H-IIA ロケットで無事に打ち上げられた。打ち上げ後の 5 ヶ月間はクリティカル運用とコミッショニングに充てられた。すなわち、衛星バス機器や観測装置を立ち上げ、問題がないかを確認した。また観測装置の較正も行った。その後 2024 年 2 月から初期性能確認観測を開始した。我々は、コミッショニング期に SXI が取得したデータを解析し、性能が地上試験時と変化していないかを確認した。我々の SXI 開発への貢献は JAXA/XRISM チームから評価され、2023 年 7 月に信川が『Outstanding Contribution award for young researchers』を受賞した (2022 年 10 月に続いて 2 度目)。また、修士 2 年の学生 1 名も、SXI の較正に関して自身が主著の査読付論文を出版した業績から『Outstanding Contribution award for students』を受賞した。開発に貢献した学生グループの 1 人として、修士 1 年の学生 1 名も表彰された。衛星打ち上げ後には、JAXA から本学へ感謝状が送られた。
- 国際宇宙ステーションへの搭載を目指す超高層大気専用の観測装置の開発
高度 100 km 付近の超高層大気は、地球温暖化により密度変化するなど、気候変動を予測する上で重要な研究対象である。一方、太陽や下層大気の影響によっても膨張収縮し密度が変化する。超高層大気の変動を引き起こすメカニズムは複雑であり、未だ全容解明されていない。近年、X 線天文衛星が偶然地球を向くわずかな観測時間を利用し、宇宙 X 線の大気減光を用いて超高層大気密度の鉛直分布を測定できることが実証された (Katsuda et al. 2021)。そこで我々は、本研究室がこれまで独自に開発してきた SOI-CMOS イメージセンサ「SOIPIX」を用いて X 線カメラを製作し、国際宇宙ステーション (ISS) に搭載することで、超高層大気を長時間観測することを発案した。実現すれば、世界で初めて大気 X 線観測の専用装置となる。本年度から、本研究テーマは科学研究費助成事業 基盤研究 (A) に採択され、プロジェクトを具体的に進められるようになった。まず本プロジェクトの名前を検討した。近畿大学で開発した装置として宇宙を「泳いで」ほしいという願いを込め、「SUIM (スイム;

Soipix for observing Upper atmosphere as Iss experiment Mission の略) 」と名付けた。2022 年 12 月に ISS から放出した超小型衛星「SpaceTuna1」で共同研究を行なった縁で、「SUIM」でも株式会社エクセディとの共同研究を行うことになった。観測装置の筐体部分を共同で開発する。本年度は他にも、観測装置に搭載する CPU 基板やカメラ基板の設計を開始し、一部は製作にも取り掛かった。また、基板に搭載する IC の放射線耐性を調べる実験を行なった。

- X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 W63 の観測研究

超新星残骸 W63 (G 82.2+5.3) は、はくちょう座にある天体で、年齢は 1 万年程度と考えられている。ROSAT 衛星やあすか衛星が取得したスペクトルでは、ケイ素の輝線のみが顕著であり、それ以外の元素については、統計量とエネルギー分解能の問題で輝線が検出されていなかった。そこで、すざく衛星の W63 の観測データを解析し、そのプラズマ状態や元素組成の測定を行なった。その結果、ケイ素に加えてマグネシウムと硫黄の輝線を検出した。またスペクトルは、星間物質由来で低温 (温度 $kT \sim 0.3$ keV) の電離平衡プラズマと、爆発噴出物由来で高温 (温度 $kT \sim 0.5$ keV) の電離非平衡プラズマで説明できることがわかった。W63 は視直径 $\sim 1^\circ$ の天体だが、すざくの視野は $17'.8 \times 17'.8$ なので、天体の一部しか観測できていない。しかし観測範囲だけでも、爆発噴出物由来のプラズマは 1 太陽質量よりも大きな質量を持つことがわかった。W63 は、大質量星を親星とする重力崩壊型超新星爆発の残骸かもしれない。

メディア掲載

- 新聞: 読賣新聞 「衛星『マグロ』泳ぐ姿見たい」
2023 年 7 月 21 日朝刊 p.13

学術論文 (査読付)

1. “Suzaku spectral analysis of an X-ray emitting plasma in the supernova remnant G352.7–0.1”
A. Fujishige, S. Yamauchi, K. K. Nobukawa, M. Nobukawa
Publications of the Astronomical Society of Japan, **75**(5), 907–912 (2023)
DOI: 10.1093/pasj/psad048
2. “Simulation Study of Pulse Height Difference Between Pixel Patterns of X-ray CCDs Onboard the XRISM Satellite”
Y. Aoki, K. K. Nobukawa, Y. Ito, M. Nobukawa, Y. Kanemaru, K. Miyazaki, K. Kusunoki, K. Mori, T. Yoneyama, T. Tamba, H. Tomida, H. Nakajima, H. Matsumoto, H. Noda, K. Hayashida, T. G. Tsuru, H. Uchida, T. Tanaka,

H. Suzuki, T. Yoshida, H. Murakami, M. Yamauchi, I. Hatsukade, K. Hagino, T. Kohmura, S. B. Kobayashi, J. S. Hiraga, H. Uchiyama, K. Yamaoka, M. Ozaki, T. Dotani, H. Tsunemi and XRISM/Xtend team
Proceedings of 10th International Workshop on Semiconductor Pixel Detectors for Particles and Imaging, 36 (2023)

3. “Spectral study of the Galactic ridge X-ray emission with Suzaku: Comparison of the spectral shape with point sources”
K. Yamamoto, S. Yamauchi, M. Nobukawa, K. K. Nobukawa, H. Uchiyama
Publications of the Astronomical Society of Japan, **75**(3), 522–528 (2023)
DOI: 10.1093/pasj/psad016
4. “Initial state of the recombining plasma in supernova remnant W 28”
R. Himono, M. Nobukawa, S. Yamauchi, K. K. Nobukawa, N. Suzuki
Publications of the Astronomical Society of Japan, **75**(2), 373–383 (2023)
DOI: 10.1093/pasj/psad005

修士論文

- 「XRISM 搭載 CCD 検出器におけるイベントパターンの違いによる波高値差の原因究明とその補正」
- 「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 3C 400.2 のプラズマ状態と X 線未同定天体 Suzaku J1937.4+1718 の調査」
- 「ISS 曝露部搭載の超高層大気観測用 X 線カメラの地上試験システムの構築」
- 「超新星残骸における低エネルギー宇宙線起源の中性鉄輝線の探査」

学士論文

- 「XRISM 衛星搭載軟 X 線撮像検出器 SXI の初期運用における健全性評価」
- 「X 線分光撮像衛星 XRISM による超新星残骸 N132D を用いたエネルギー校正精度の調査」
- 「X 線天文衛星 NuSTAR による Sgr A*からの硬 X 線放射観測」
- 「宇宙 X 線による超高層大気の密度測定に向けた観測効率の検証とコリメータ開発」

国際学会・研究会講演

1. Kumiko Nobukawa (Invited speaker)
“Suzaku Observations of Fe K-shell Lines in the Supernova Remnant W51C and Hard X-ray Sources in the Proximity”
Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources - XIV, Palermo, Italy [12–17 Jun. 2023]
2. Kumiko Nobukawa (Invited speaker)
“XRISM observations of the GC”
Galactic Center Workshop 2023, Granada, Spain [24–28 Apr. 2023]

国内学会・研究会講演

1. 信川久実子 (ポスター)
「ISS 曝露部搭載の X 線 SOI ピクセル検出器による超高層大気の観測計画」
第 23 回高宇連研究会+博士論文発表会, 京都大学 [2024 年 3 月 27–29 日]
2. 青木悠馬 (presenter), 伊藤耶馬斗, 福田開大, 木山穂乃香, 信川久実子, 信川正順, 森浩二, 富田洋, 中嶋大, 野田博文, 鈴木寛大, 小林翔悟, 萩野浩一, 内田裕之, 米山友景, 田中孝明, 村上弘志, 幸村孝由, 鶴剛, 松本浩典, 小高裕和, 山内誠, 廿日出勇, 山岡和貴, 内山秀樹, 吉田鉄生, 金丸善朗, 水野恒史, 他 XRISM/Xtend team
「X 線天文衛星 XRISM 搭載 X 線 CCD 検出器 SXI におけるフレームデータとノイズ性能の評価」
日本天文学会 2024 年春季年会, 東京大学 [2024 年 3 月 11–15 日]
3. 岸本拓海 (presenter), 伊藤耶馬斗, 桑野慧, 河邊圭寿, 青木悠馬, 木山穂乃香, 信川久実子, 勝田哲, 山脇鷹也, 武田彩希, 森浩二, 眞方恒陽, 黒木瑛介, 鶴剛, 内田裕之, 中澤知洋, 信川正順
「ISS から観測する大気透過 CXB を用いた大気密度測定の精度見積もり」
日本天文学会 2024 年春季年会, 東京大学 [2024 年 3 月 11–15 日]
4. 正嶋大和 (presenter), 信川正順, 信川久実子, 信川正順, 竹内清香, 山内茂雄, 内山秀樹
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 G82.2+5.3 の観測」
SNR Workshop 2024, 長良川国際会議場 [2024 年 2 月 29 日–3 月 1 日]
5. 森川朋美 (presenter), 信川久実子, 小沼将天, 信川正順, 山内茂雄, 内山秀樹, 松本浩典
「超新星残骸における低エネルギー宇宙線起源の中性鉄輝線の探査」
SNR Workshop 2024, 長良川国際会議場 [2024 年 2 月 29 日–3 月 1 日]

6. 小沼将天 (presenter), 信川久実子, 信川正順, 山内茂雄, 内山秀樹
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 3C 400.2 のプラズマ状態と近傍 X 線未同定天体の調査」
SNR Workshop 2024, 長良川国際会議場 [2024 年 2 月 29 日–3 月 1 日]
7. 木山穂乃香 (presenter)
「X 線分光撮像衛星 XRISM による超新星残骸 N132D を用いたエネルギー較正精度の調査」
2023 年度 SXI 修論発表会, 奈良カレッジズ交流テラス [2024 年 2 月 21–22 日]
8. 福田開大 (presenter)
「XRISM 衛星搭載軟 X 線撮像検出器 SXI の初期運用における rFrame の健全性評価」
2023 年度 SXI 修論発表会, 奈良カレッジズ交流テラス [2024 年 2 月 21–22 日]
9. 青木悠馬 (presenter)
「XRISM 搭載 CCD 検出器におけるイベントパターンの違いによる波高値差の原因究明とその補正」
2023 年度 SXI 修論発表会, 奈良カレッジズ交流テラス [2024 年 2 月 21–22 日]
10. 岸本拓海 (ポスター), 伊藤耶馬斗, 桑野慧, 河邊圭寿, 青木悠馬, 木山穂乃香, 信川久実子, 勝田哲, 山脇鷹也, 武田彩希, 森浩二, 眞方恒陽, 黒木瑛介, 鶴剛, 内田裕之, 中澤知洋, 信川正順
「ISS に搭載予定の X 線検出器による超高層大気の観測計画」
京都大学宇宙総合学研究ユニット 第 17 回シンポジウム, 京都大学 [2024 年 2 月 10–11 日]
11. 岸本拓海 (presenter), 信川久実子, 武田彩希, 勝田哲, 鶴剛, 中澤知洋, 森浩二, 内田裕之, 信川正順, 眞方恒陽, 河邊圭寿, 黒木瑛介, 桑野慧
「ISS の MISSE モジュール搭載 XRPIX による超高層大気の観測プロジェクト」
XRPIX 研究会, 京都大学 [2024 年 1 月 10–11 日]
12. 岸本拓海 (presenter), 信川久実子, 武田彩希, 勝田哲, 鶴剛, 中澤知洋, 森浩二, 内田裕之, 信川正順, 眞方恒陽, 河邊圭寿, 黒木瑛介, 桑野慧
「ISS の MISSE モジュール搭載 XRPIX による超高層大気の観測プロジェクト」
SOIPIX 量子イメージング研究会 2023, 東京理科大学 [2023 年 12 月 21–22 日]
13. 森川朋美 (presenter), 信川久実子, 信川正順, 山内茂雄, 内山秀樹, 松本浩典
「超新星残骸 G304.6+0.1 と G346.6–0.2 からの中性鉄輝線放射の起源」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]

14. 小沼将天 (presenter), 信川久実子, 信川正順, 山内茂雄, 内山秀樹
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 3C 400.2 のプラズマ状態と近傍 X 線未同定天体の調査」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]
15. 正嶋大和 (presenter), 信川正順, 信川久実子, 信川正順, 竹内清香, 山内茂雄, 内山秀樹
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 G82.2+5.3 の観測」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]
16. 青木悠馬 (ポスター), 信川久実子, 伊藤耶馬斗, 信川正順, 森浩二, 金丸善朗, 丹波翼, 米山友景, 小高裕和, 中嶋大, 松本浩典, 野田博文, 林田清, 内山秀樹, 萩野浩一, 内田裕之, 村上弘志, 富田洋
「X 線天文衛星 XRISM 搭載 CCD 検出器における Goffset のシミュレーション (2)」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]
17. 伊藤耶馬斗 (ポスター), 信川久実子, 青木悠馬, 釜谷智哉, 丹波翼, 米山友景, 小高裕和, 信川正順, 森浩二, 松本浩典, 野田博文, 富田洋, 中嶋大, 内田裕之, 村上弘志, 内山秀樹
「X 線分光撮像衛星 XRISM 搭載 CCD 検出器における撮像モード間の X 線検出率の比較」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]
18. 河邊圭寿 (ポスター), 信川久実子, 武田彩希, 勝田哲, 鶴剛, 中澤知洋, 信川正順, 内田裕之, 森浩二, 眞方恒陽, 岸本拓海, 黒木瑛介, 桑野慧
「ISS 曝露部に搭載する超高層大気観測用 X 線カメラの概要と開発状況」
日本天文学会 2023 年秋季年会, 名古屋大学 [2023 年 9 月 20–22 日]
19. 信川久実子 (presenter), 武田彩希, 勝田哲, 鶴剛, 中澤知洋, 森浩二, 信川正順, 内田裕之, 眞方恒陽, 河邊圭寿, 岸本拓海, 黒木瑛介, 桑野慧
「ISS 曝露部搭載の X 線 SOI-CMOS ピクセル検出器 XRPIX で探る超高層大気の観測計画」
日本物理学会 第 78 回年次大会, 東北大学 [2023 年 9 月 16–19 日]
20. 河邊圭寿 (presenter)
「ISS に搭載する超高層大気観測用 X 線カメラの概要と開発状況」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1–4 日]
21. 青木悠馬 (ポスター)
「X 線分光撮像衛星 XRISM 搭載 CCD 検出器における Goffset の原因究明」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1–4 日]

22. 伊藤耶馬斗 (ポスター)
「X 線分光撮像衛星 XRISM 搭載 CCD 検出器における撮像モード間の X 線検出率の比較」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1-4 日]
23. 岸本拓海 (ポスター)
「ISS に搭載予定の X 線検出器による超高層大気の観測計画と荷電粒子バックグラウンドの推定」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1-4 日]
24. 小沼将天 (presenter)
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 3C400.2 のプラズマ状態と近傍 X 線未同定天体の調査」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1-4 日]
25. 森川朋美 (presenter)
「超新星残骸 G304.6+0.1 と G346.6-0.2 からの中性鉄輝線放射の起源」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1-4 日]
26. 正嶋大和 (presenter)
「X 線天文衛星すざくによる超新星残骸 G82.2+5.3 の観測」
2023 年度 第 53 回天文・天体物理若手夏の学校, 東京大学 [2023 年 8 月 1-4 日]
27. 信川久実子 (招待講演), XRISM GC チーム
「XRISM で探る銀河中心領域」
銀河系中心研究会 2023, 国立天文台 [2023 年 8 月 3-4 日]
28. 信川久実子 (presenter)
「ISS 曝露部搭載の X 線 SOI ピクセル検出器による超高層大気の観測計画」
宇宙物理と超高層大気物理の融合研究会, 埼玉大学 [2023 年 6 月 30 日]

競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 2023 年度-2027 年度「ISS 搭載の世界初の
大気 X 線観測専用装置で実現する超高層大気の膨張収縮の研究」23H00151
研究代表者:信川 久実子 直接経費 39,520,000 円 (2023 年度)
- 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2021 年度-2023 年度「超精密 X 線分光を用
いた運動測定とプラズマ診断による銀河中心領域の活動史の解明」21K03615
研究代表者:信川 正順 直接経費 1,430,000 円 (2023 年度)
- 第 54 回 (2023 年度) 三菱財団自然科学研究助成 若手助成「超小型衛星による
X 線観測を用いた新手法で実現する低エネルギー宇宙線の測定と起源解明」
研究代表者:信川 久実子 直接経費 4,000,000 円 (2023 年度)

学外活動

- 大阪府立北野高等学校 第一学年 課題研究に関する講演会
「課題研究の進め方」
2024 年 1 月 19 日
- 大阪府立花園高等学校 探求活動における宇宙観測等に関する講話
2023 年 10 月 12 日
- 第 16 回「“ 宇宙（天文）を学べる大学 ” 合同進学説明会」
大阪市立科学館 2023 年 6 月 4 日

その他

- 2023 年度附属中学校理科体験実験
2023 年 8 月 28 日
- 2023 年度東大阪市教育委員会体験学習
2023 年 8 月 22 日

学内委員

- 理工学部施設設備委員, 人権教育ハラスメント防止委員（前期）
- 理工学部学生委員（後期）
- 物理学コース 2 年担任（前, 後期）

学外委員

- 公益社団法人日本天文学会 天文月報 編集委員