

近畿大学工学部 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  
2019年度 年次報告

2020年9月15日

# 目次

素粒子論・重力理論研究室	2
素粒子実験研究室	5
素粒子現象論研究室	8
ソフトマター物理学研究室	11
物性理論研究室	16
量子多体物理学研究室	22
量子制御研究室	28
固体電子物理研究室	33
生命動態物理学研究室	35
一般相対論・宇宙論研究室	39
宇宙論研究室	43

# 素粒子論・重力理論研究室

太田 信義 教授

加藤 大晶 (M2)

日笠山 越萌 (B4)、小林 大航 (B4)、清水 優衣 (B4)、

木村 龍星 ((B4)、服部 真依 (B4)

## 研究概要

- 重力を含む統一理論の研究

素粒子物理学の課題を場の量子論の手法で解明する。特に、量子論と重力理論を融合させた量子重力理論の研究を行っている。その第1の候補である超弦理論の背後にある基本的原理、統一的M理論の定式化、対称性の破れの機構、ブラックホールの量子論的物理、超弦とブレインを用いた通常の時空及び非可換時空の場の理論の非摂動的性質の解明、超弦理論の応用と検証としての宇宙論などを視野に入れた研究を行っている。

- 超弦理論低エネルギー有効理論によるインフレーション解など宇宙論

超弦理論の物理的裏付けを探る1つのアプローチとして、その低エネルギー有効理論である高階微分がある理論を用いて、宇宙初期のインフレーションを実現することを考えている。

- Asymptotic Safety による量子重力とその応用

繰り込み群により、重力の高エネルギーでの振る舞いを調べ、それが紫外固定点を持つと量子論的に意味のある理論を構築することが出来る。超弦理論と関係するかもしれないが、しない場合でもこのアプローチで量子重力が理解できるかどうかを考察している。この定式化におけるゲージ依存性や計量の形への依存性を調べて、物理的結果を得るためにはどのようにすべきかを調べている。また非摂動的くりこみ可能な理論として定式化する可能性を調べている。

## 学術論文 (査読付)

1. “Effective Action from the Functional Renormalization Group,” Nobuyoshi Ohta and Leslaw Rachwal, [arXiv:2002.10839 [hep-th]], to be published in European Physical Journal C

## 修士論文

- 「重力と相互作用するアーベルゲージ場のくりこみ群による解析」加藤 大晶

## 学士論文

- 「素粒子の標準模型と湯川秀樹の強い相互作用の理論」日笠山 越萌
- 「素粒子の標準模型と南部陽一郎の自発的対称性の破れ」小林 大航
- 「素粒子の標準模型と朝永振一郎の量子電磁気学」清水 優衣
- 「素粒子の標準模型とカミオカンデ実験のニュートリノ振動」木村 龍星
- 「素粒子の標準模型と小林・益川の CP 対称性の破れ」服部 真依

## 国際学会・研究会講演

1. Nobuyoshi Ohta (presenter): Invited talk  
“Asymptotic Safety and the dimension of the critical surface”, International workshop “Gravity and Other Fields Under Volcano”, Catania, Italy [10-12 June 2019]
2. Nobuyoshi Ohta (presenter)  
“Asymptotic Safety and the dimension of the critical surface”, International workshop “Strings and Fields 2019” 基礎物理学研究所 京都大学 京都市 [19-23 Aug. 2019]
3. Nobuyoshi Ohta (presenter)  
“Effective action for gravity interacting with charged scalar, Dirac and gauge fields from FRGE”, International workshop “Quantum gravity and matter”, Heidelberg, Germany [9-13 Sep. 2019]
4. Nobuyoshi Ohta (presenter): Invited talk  
“Quantum effective action for gravity interacting with charged scalar, Dirac and gauge fields from FRGE”, The inauguration of the United Center for Gravitational Wave Physics and the first International Meeting on Gravitational Wave Physics, Hanzhou, China [11-13 Oct. 2019]
5. Nobuyoshi Ohta (presenter): Invited talk  
“An Approach to Quantum Gravity – Asymptotic Safety –”, KEK International Theory Workshop, KEK, Tsukuba [3-5 Dec. 2019]
6. Other two invited talks, cancelled due to COVID-19 in March 2020.

## 国内学会・研究会講演

1. 太田 信義 (presenter)  
「Introduction to asymptotic safety」  
集中講義 (NITEP Lecture Series)、大阪市大、大阪市 [16-17 April 2019]
2. 太田 信義 (presenter)  
「Asymptotic Safety and the dimension of the critical surface」  
日本物理学会、山形大学、山形市 [17 Sept. 2019]

## 競争的外部資金

- 2016-2019 年度科学研究費 (基盤 C) 「漸近的安全性による量子重力理論の研究と検証」)  
研究代表者: 太田 信義 直接経費 800,000 円 (2019 年度)

## 運営

### 学内委員

- 自己点検・評価委員 (前、後期)

### 学外委員など

- FWO Post-doctoral projects - Evaluation (Belgium) 外部評価委員
- Advisory Board of Universe, MDPI

# 素粒子実験研究室

加藤 幸弘 教授

土井大貴 (B4)、佐々木遼平 (B4)、  
水野祐人 (B4)、内田堅斗 (B4)、  
長谷川真理 (B4)、吉田麟太郎 (B4)

## 研究概要

- **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。特に、電子増幅時に生成されたイオンの検出器内への広がりを抑制する新たなゲート装置を 2016 年度に開発し、性能調査を 2016 年 11 月にドイツ電子シンクトロン研究所 (DESY) の電子ビームを用いて行って、得られたデータの解析を継続している。

- **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い。2019 年度はこれまでに得られた結果を 6th International Conference on Micro Pattern Gaseous Detectors (MPGD2019) で発表するとともに、有感領域が 25cm $\times$ 25cm である大型 LTCC-GEM を製作した。そして、導電性透明フィルムをカソードに用いたアクリル製大型 GEM 用チェンバーを製作し、上方向と横方向から GEM の放電を観測できるようにした。

- **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、宇宙空間に一様に存在すると予言されている”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 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 を用いた自動温度制御装置の製作」 土井 大貴
- 「GEM の穴付近における電子の振る舞いについての研究」 佐々木 遼平
- 「Python を用いた電磁気学分野の電子教材の作成」 水野 祐人
- 「Python を用いた力学分野の電子教材の作成」 内田 堅斗
- 「高校物理 (波) における学習者用電子教材の作成」 長谷川 真理
- 「GEM を用いたガス飛跡検出器での電子増幅率の評価」 吉田麟太郎

## 国際学会・研究会講演

1. Yukihiro Kato(presenter)

6th International Conference on Micro Pattern Gaseous Detectors, MPGD19,  
La Rochelle, France [5 May. 2019]

## 国内学会・研究会講演

1. 加藤 幸弘  
「セラミック GEM の基本的特性について -ゲインの位置依存性と大型化」  
日本物理学会 2019 年秋季大会、山形大学、山形市 [18 Sep. 2019]

## 競争的外部資金

- 科研費 (基盤 C、2017-2019 年度 「絶縁体を用いた GEM の実用化への挑戦」)  
研究代表者:加藤 幸弘 直接経費 600,000 円 (2019 年度)

## 運営

### 学内委員

- 物理学コース ネットワーク委員
- 物理学コース主任 (9月まで)
- 理学科長 (9月まで)
- 総合理工学研究科理学専攻長 (10月より)



# 素粒子現象論研究室

大村 雄司 講師

## 研究概要

- 拡張された標準模型におけるフレーバー物理

現在フレーバー実験では、 $B \rightarrow D^{(*)}l\nu$ 、 $B \rightarrow K^{(*)}ll$  過程におけるレプトンフレーバー普遍性やミューオンの異常磁気モーメントで、素粒子標準模型の予言との不一致が指摘されている。さらには近年の理論計算の進展により、 $K$  中間子の強い CP の破れに関する物理量でも、標準模型の予言との不一致が報告された。そこで、これらの問題を解決する余剰ヒッグス模型に着目し、その模型の LHC 実験での検証可能性と LHC 実験の最新結果に基づいた現状、さらには将来実験への感度を調べた。

また、別のプロジェクトとして余剰対称性を持つ模型の枠組みで、トップ粒子に関係するフレーバーを破る結合に対して、実験的および理論的制限を論文 PRD **101**, no.5, 055015 にて研究した。

- 暗黒物質に関する研究

標準模型には、理論の対称性から許される項に関する微調整問題が数多くある。そのうちの1つである「強い CP 問題」と呼ばれる、CP を破る項をどのように観測事実と合うように抑えるか、という問題に取り組んだ。具体的には、現在高エネルギー実験で到達できるエネルギースケールよりずっと高いスケールでは、P 対称性が保たれていると仮定し、自発的にその大域的対称性が破れることで素粒子標準模型が導かれる、という解決策を提案した。この仮定が現状の実験結果と無矛盾であることを調べただけでなく、暗黒物質 (DM) が予言されることも発見し、論文 JHEP **1904**,162、並びに3つの国際学会で発表した。

また近年レプトンポータル DM 模型というものに着目し、LHC 実験、DM 物理、フレーバー物理を融合した検証を行なっている。レプトンポータル DM 模型は素粒子標準模型に DM を加えた非常に簡単な模型で、DM 模型を分類したときに代表的な一つに考えられる DM の相互作用が非常に単純化された模型である。非常に多くの新物理が有効的にフェルミオンポータル DM 模型に分類されることが知られているため、重要な模型であり、現在のこの DM 模型の現状を最新の実験結果と照らし合わせて検証を行なっている。この研究結果を国際学会で発表しており、2020 年度に研究成果を論文で公表する予定である。

## 学術論文（査読付）

1. “Top FCNC induced by a  $Z'$  boson,”  
S. Cho, P. Ko, J. Lee, Yuji Omura and C. Yu, Phys. Rev. D **101**, no.5, 055015 (2020)  
DOI:10.1103/PhysRevD.101.055015 (online publication on March 11, 2020)
2. “Spontaneous SUSY breaking in natural  $SO(10)$  grand unified theory,”  
N. Maekawa, Yuji Omura, Y. Shigekami and M. Yoshida, Phys. Rev. D **100**, no. 11, 115030 (2019)  
DOI:10.1103/PhysRevD.100.115030 (online publication on December 17, 2019)
3. “Testing the 2HDM explanation of the muon  $g - 2$  anomaly at the LHC,”  
S. Iguro, Yuji Omura and M. Takeuchi, JHEP **1911**, 130 (2019)  
DOI:10.1007/JHEP11(2019)130 (online publication on November 22, 2019)
4. “The direct CP violation in a general two Higgs doublet model,”  
Syuhei Iguro and Yuji Omura, JHEP **1908**, 098 (2019)  
DOI:10.1007/JHEP08(2019)098 (online publication on August 20, 2019)
5. “WIMP dark matter expected in the parity solution to the strong CP problem,”  
Junichiro Kawamura, Shohei Okawa, Yuji Omura and Yong Tang, JHEP **1904**, 162 (2019)  
DOI:10.1007/JHEP04(2019)162 (online publication on April 30, 2019)
6. “Test of the  $R(D^{(*)})$  anomaly at the LHC,”  
S. Iguro, Yuji Omura and M. Takeuchi, Phys. Rev. D **99**, no.7, 075013 (2019)  
DOI:10.1103/PhysRevD.99.075013 (online publication on April 12, 2019)

## 学術論文（査読なし）

1. “Interplay between the LHC and flavor physics”  
Yuji Omura, PoS KMI **2019**, 003 (2019)  
DOI: 10.22323/1.356.0003 (online publication on December 23, 2019)

## 国際学会・研究会講演

1. Yuji Omura  
“Summary of lepton portal dark matter,” KEK-PH 2020, KEK, Tsukuba, Japan, February 18-21, 2020.

2. Yuji Omura  
“Interplay between flavor physics and the direct search for new physics”,  
The 1st Asian-European-Institutes (AEI) Workshop for BSM and the KIAS  
Workshop on Particle Physics and Cosmology, Shilla Stay Jeju, Jeju Island,  
Korea, Nov. 4-8, 2019 (招待講演)
3. Yuji Omura  
“WIMP dark matter expected in the parity solution to the strong CP problem,  
” Scalars 2019, Univ. of Warsaw, Warsaw, Poland, September 11-14, 2019.
4. Yuji Omura  
“WIMP dark matter expected in the parity solution to the strong CP problem,  
” Summer Institute 2019 (SI2019), SANDPINE, Gangneung, Korea, August  
18-23, 2019.
5. Yuji Omura  
“WIMP dark matter expected in the parity solution to the strong CP problem,  
” The 25th regular meeting of the new Higgs working group, Osaka University,  
Osaka, Japan, May 11-12, 2019.

## 競争的外部資金

- 2019年-2023年 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」  
研究代表者:大村 雄司 直接経費 800,000円 (2019年度)
- 2019年-2020年 新学術領域研究(研究領域提案型)公募研究  
「荷電レプトンフレーバーの破れを用いたニュートリノ質量生成機構の解明」  
研究代表者:大村 雄司 直接経費 800,000円 (2019年度)
- 2019年-2020年 新学術領域研究(研究領域提案型)公募研究  
「新物理探索と暗黒物質物理に基づくフレーバー構造の起源の解明」  
研究代表者:大村 雄司 直接経費 900,000円 (2019年度)

## 運営

### 学内委員

- 図書広報委員(後期)

# ソフトマター物理学研究室

堂寺 知成 教授

中蔵 丈一郎 (M2)

高瀬 みこと (B4)、森本 康太 (B4)、山中 翔 (B4)

木村 千愛 (B4)、木村 智哉 (B4)、高山 宗 (B4)

## 研究概要

### 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ている。ソフトマター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 Zihnerl 博士と国際共同研究し、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ている。その成果は Nature、Nature Materials、Nature Communications に発表された。最近、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、さらに結晶物理学の革新を目指している。

### 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。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 の提案が最近の成果である。オーストラリアとの国際共同研究を始めた。

## 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。特に 20 世紀のエレクトロニクスを支えた半導体はすべてダイヤモンド構造であり、電子エネルギーにバンドギャップを持つ。21 世紀はオプトエレクトロニクスの時代となりつつあるが、光の半導体が求められている。

## メディア掲載

- 12 月 21 日、米国物理学会誌 Physics Today, “トニーの 18 回対称ステンドグラスの図掲載) ネイチャー論文 2014 のおまけ)”  
<https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.6.3.20191220a/full/>
- 10 月 15 日、ネイチャーのインスタに掲載  
<https://www.instagram.com/p/B3hA9E3BtRW/>
- 9 月 19 日、オプトロニクスオンライン, 他、財経新聞, 朝日新聞デジタル, “近畿大ら, 「金属比準結晶」の無限構成法を発見”  
<http://www.optronics-media.com/news/20190919/59957/>
- 9 月 18 日、Nature Communications on Twitter “A theoretical scheme to produce quasicrystalline tilings in two dimensions with 6-fold rotational symmetry that complements the established concept of periodic approximants”  
[https://twitter.com/NatureComms/status/1173979360086364167?fbclid=IwAR3V9vV\\_m9aKi](https://twitter.com/NatureComms/status/1173979360086364167?fbclid=IwAR3V9vV_m9aKi)
- 9 月 18 日、日本の研究 “無数の「金属比準結晶」を構成する方法を発見 パターンが少ないと思われていた準結晶の構造に新たな可能性”  
<https://www.kindai.ac.jp/news-pr/news-release/2019/09/017876.html>
- 9 月 17 日、本学プレスリリース “無数の「金属比準結晶」を構成する方法を発見 パターンが少ないと思われていた準結晶の構造に新たな可能性”  
<https://www.kindai.ac.jp/news-pr/news-release/2019/09/017876.html>
- 9 月 17 日、ネイチャー・コミュニティのブログ, “Behind the paper, Nature Research Device & Materials Eng. Community”  
<https://devicematerialscommunity.nature.com/users/297762-tomonari-dotera/posts/53215-metallic-mean-quasicrystals-as-aperiodic-approximants-of-periodic-crystal?fbclid=IwAR3GVd>

## 学術論文（査読付）

1. “Metallic-mean quasicrystals as aperiodic approximants of periodic crystals”  
J. Nakakura, P. Zihlerl, J. Matsuzawa & T. Dotera  
Nature Communications. **10**, 4235 (2019).  
doi.org/10.1038/s41467-019-12147-z

## 修士論文

- 「周期的結晶を近似する金属比準結晶と無数の準周期的タイリング構造」中蔵 丈一郎

## 学士論文

- 「イベント連鎖モンテカルロ法の再現と拡張」高瀬 みこと
- 「準結晶の秩序-無秩序転移について」森本 康太
- 「3角形によるジャイロイド構造の自己組織化」山中 翔
- 「高分子シミュレーションによる蝶ジャイロイド結晶の再現」木村 千愛
- 「ハイプレイン多面体」木村 智哉
- 「結晶固体中の原子の振動模型について」高山 宗

## 国際学会・研究会講演

1. Tomonari Dotera(presenter) (招待講演 Invited talk)  
“Metallic-mean quasicrystals: Sequences of quasicrystals that approach crystals”  
Interdisciplinary Symposium for Quasicrystals and Strongly Correlated Electron Systems (23-27 June, 2019, TOKYO ELECTRON House of Creativity 3F, Lecture Theater, Katahira Campus, Tohoku University [26 June 2019])
2. Joichiro Nakakura (poster)  
“Aperiodic tilings derived from the Ammann-Beenker tiling”  
Interdisciplinary Symposium for Quasicrystals and Strongly Correlated Electron Systems (23-27 June, 2019, TOKYO ELECTRON House of Creativity 3F, Lecture Theater, Katahira Campus, Tohoku University [26 June 2019])

3. Tomonari Dotera(presenter) (招待講演 Invited talk)  
 “Metallic-mean quasicrystals: Sequences of quasicrystals that approach crystals”  
 International Workshop on Soft Matter: Analysis, Computation, and Applications, Tianyuan Mathematical Center in Northeast China, Jilin University, Changchun, China [14-16 June 2019]
4. Tomonari Dotera(presenter) (招待講演 Invited talk)  
 “Metallic-mean quasicrystals: Sequences of quasicrystals that approach crystals”  
 The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14) (May 26-31, Kranjska Gora, Slovenia [30 May 2019]
5. Joichiro Nakakura (poster)  
 “Aperiodic tilings derived from the Ammann-Beenker tiling”  
 The 14th International Conference on Quasicrystals (ICQ14) (May 26-31, Kranjska Gora, Slovenia [28 May 2019]

## 国内学会・研究会講演

1. 堂寺知成(presenter) (招待講演 Invited talk)  
 「Geometry in Soft Mater Gyroid: From a Numerical Study Viewpoint」  
 日本化学会第 100 春季年会 (2020) 企画 51 : ジャイロイドの物質科学、[25 March 2020]
2. 中蔵丈一郎(presenter)、堂寺知成  
 「アンマン・ビーンカータイリングから派生する準周期的タイリング構造 II」  
 日本物理学会第 75 回年次大会 (17pA21-1)、名古屋大学、[17 March 2020]
3. 堂寺知成(presenter) (招待講演 Invited talk)  
 領域 12,3,4 合同シンポジウム: ジャイロイドの物質科学—最近の進展「ソフトジャイロイドの計算科学」日本物理学会第 75 回年次大会 (17aK36-2)、名古屋大学、[17 March 2020]
4. 堂寺知成(presenter) (招待講演 Invited talk)  
 「金属比準結晶と近似準結晶」離散幾何解析とその周辺 2019、名古屋大学、[7 Dec 2019]
5. 高瀬みこと(presenter)、堂寺知成  
 「2つの長さスケールを持つ斥力粒子系の結晶成長シミュレーション」  
 固液を区別するパラメータ—長距離秩序か配向秩序か—、大阪電気通信大学 エレクトロニクス基礎研究所)、[30 Nov 2019]

## 競争的外部資金

- 2019 年度科研費 基盤研究 (C) 研究代表者：堂寺知成  
ソフトマター準結晶と準周期タイリング理論の革新的展開 [課題番号 19K03777,  
配分総額 3,300,000 円 (2019-2021 年度)、31 年度配分額 500,000 円 (2019 年度)]

## その他

- 中蔵 丈一郎 (M2) 近畿大学 大学院学長賞 [19 March 2020].

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

1. オープンキャンパス、オープンラボ「エコエンジン：熱の物理学」2019 年 9 月 22 日。

### 学内委員

- 世界ランキングプロジェクトメンバー (前、後期)
- 21 世紀グローバル推進検討委員 (前、後期)
- コース主任 (後期)
- 教務委員 (前期)

### 学外委員など

- 日本物理学会領域 6 代表 (2019.4-2020.3)



# 物性理論研究室

笠松 健一 准教授

井原 康輔 (M2)

久茂田 倅 (M1)、町田 佳央 (M1)

大森 智弘 (B4)、田頭 雅仁 (B4)

橋本 匠 (B4)、中村 美緒 (B4)

小久保 治哉 (B4)、川端 佳甫 (B4)

## 研究概要

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系における量子多体現象やボース・アインシュタイン凝縮体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。

- **1次元における2成分量子ドロップレットの変調不安定性**

最近、2成分冷却原子気体の相互作用を制御することによって、平均場による相互作用エネルギーと Lee-Huang-Yang 量子補正のエネルギーの競合によって実現する新しいタイプの液滴状態が観測され、量子ドロップレットと呼ばれている。我々は1次元空間において、2成分の同成分間相互作用が非対称な場合の量子ドロップレットの構造と安定性、および一様な2成分気体がもつ変調不安定性により、ドロップレットが生じる動的過程の理論的解析を行った。

- **超流動-Mott 絶縁体転移における非一様 Kibble-Zurek 理論の適用**

光格子中の冷却原子気体の振る舞いを記述できる Bose-Hubbard Model を用いて、Mott 絶縁相から超流動相への急激な相変化の非平衡ダイナミクスの理論的解析を行った。先行研究では、一様系において急激な相転移により、任意の位相を持った超流動ドメインどうしの位相のミスマッチから生じる位相欠陥の密度がクエンチ時間に対してべき乗則に従うという Kibble-Zurek 機構とコンシステントであることが示された。今回は実際の実験を想定し、系に調和振動子ドラッグポテンシャルを導入することで、非一様系における Kibble-Zurek Mechanism 機構を考察し、超流動-Mott 絶縁体転移を与える相図の Mott-lobe 構造により、一様系と非一様系での相転移の起こり方に違いがあることを指摘した。

- **相分離した2成分ボースアインシュタイン凝縮体における対向流不安性の非線形ダイナミクス**

本研究では、流体界面の剪断流に対するケルビンヘルムホルツ不安定性が超流動体ではどのように発現し、どのような非線形ダイナミクスを示すか、という

問題に関して Gross-Pitaevskii 方程式による解析により、様々な系のパラメータ変化に対して系統的に調べた。外部ポテンシャルがない対向流を持つ相分離した 2 成分 BEC に対して、強い相分離領域における界面の非線型ダイナミクスの特徴や、界面幅を広げるように弱い相分離領域へパラメータを変化させていくと、ケルビンヘルムホルツ不安定性からクロスオーバー的に混合状態の対向超流動不安定性へと移り変わる非線形ダイナミクスとしての特徴を明らかにした。Bogoliubov-de-Gennes 方程式による安定性解析により、クロスオーバーの特徴として不安定固有モードのハイブリッド化というこれまで知られていなかった特徴を明らかにした。

## 学術論文（査読付）

1. “Modulational Instability, Inter-Component Asymmetry, and Formation of Quantum Droplets in One-Dimensional Binary Bose Gases”  
Thudiyangal Mithun, Aleksandra Maluckov, Kenichi Kasamatsu, Boris A. Malomed, and Avinash Khare,  
Symmetry **12**, 174 (23 Pages) (2020) (1 月号)  
DOI : <https://doi.org/10.3390/sym12010174>
2. “Disorderless Quasi-localization of Polar Gases in One-Dimensional Lattices”  
W. Li, A. Dhar, X. Deng, K. Kasamatsu, L. Barbiero, and L. Santos,  
Physical Review Letters **124**, 010404 (6 Pages) (2020) (1 月号)  
DOI : <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.010404>
3. “Transverse instability and disintegration of a domain wall of a relative phase in coherently coupled two-component Bose-Einstein condensates”  
Kousuke Ihara and Kenichi Kasamatsu,  
Physical Review A **100**, 013630 (8 Pages) (2019) (7 月号)  
DOI : <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.100.013630>

## 修士論文

- 「コヒーレントに Rabi 結合した 2 成分 Bose-Einstein 凝縮体におけるドメインウォールの不安定性および動力学」井原 康輔

## 学士論文

- 「マスインバランスを有する 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」大森 智弘

- 「ラビ結合した2成分ボース・アインシュタイン凝縮体における相対位相のキック-反キックの衝突」 田頭 雅仁
- 「対向流を持つ相分離した2成分ボース凝縮体における界面の非線形ダイナミクス」 小久保 治哉
- 「Lee-Huang-Yang 補正を含んだ Gross-Pitaevskii 方程式による量子ドロップレットの衝突の解析」 川端 佳甫
- 「スピノールボースアインシュタイン凝縮体における topological phase imprinting を用いた量子渦の生成実験の解析」 中村 美緒

## 国際学会・研究会講演

1. Kosuke Ihara (presenter),  
 “Transverse instability and disintegration of domain wall of relative phase in coherently coupled two- component Bose-Einstein condensates” [Poster]  
 The Fourth Kyoto-Beijing-Tokyo Workshop on Ultracold Atomic Gases, Kyoto Univ. Kyoto [2 Oct. 2019]
2. Yoshihiro Machida (presenter),  
 “Quench dynamics from a Mott insulator to a superfluid in the Bose-Hubbard model: Application of the inhomogeneous Kibble-Zurek mechanism” [Poster]  
 The Fourth Kyoto-Beijing-Tokyo Workshop on Ultracold Atomic Gases, Kyoto Univ. Kyoto [2 Oct. 2019]
3. Kenichi Kasamatsu (presenter),  
 “Transverse Instability and Disintegration of Domain Wall of Relative Phase in Coherently Coupled Two-Component Bose-Einstein Condensates”  
 Seminer at prof. Yongping Zhang’s group, Shanghai Univ, Shanghai, China [4 Sep. 2019]
4. Kousuke Ihara and Kenichi Kasamatsu(presenter)  
 “Transverse Instability and Disintegration of Domain Wall of Relative Phase in Coherently Coupled Two-Component Bose-Einstein Condensates”  
 28th Annual International Laser Physics Workshop, Gyeongju, South Korea [8 July 2019]
5. Y. Ozaki (presenter), K. Nagao, I. Danshita, K. Kasamatsu  
 “Semi-Classical Dynamics of a Dark Soliton in a One-Dimensional Lattice Bose Gas”  
 28th Annual International Laser Physics Workshop, Gyeongju, South Korea [8 July 2019]

6. Yoshihiro Machida(presenter), Kenichi Kasamatsu  
“Quench Dynamics From Mott Insulator to Superfluid in the Bose-Hubbard Model: Application of the Inhomogeneous Kibble-Zurek Mechanism”  
28th Annual International Laser Physics Workshop, Gyeongju, South Korea  
[8 July 2019]

## 国内学会・研究会講演

1. 小久保治哉, 笠松健一、竹内宏光  
「対向流をもつ相分離した2成分ボース凝縮体における界面の非線形ダイナミクス」  
日本物理学会 第75回年次大会 名古屋大学、名古屋市 [Mar. 2020: 現地開催中止のためスライド公開による発表]
2. 小久保 治哉  
「対向流をもつ相分離した2成分ボース凝縮体における界面の非線形ダイナミクス」  
QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [17 Jan. 2019]
3. 井原 康輔  
「Twist structure of the vortex molecule」  
QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [4 Dec. 2019]
4. 久茂田 倅  
「 $CP^1+U(1)$  lattice gauge model」  
QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [20 Nov. 2019]
5. 町田 佳央  
「The effect of a Mott lobe structure on a superfluid-Mott insulator transition」  
QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [6 Nov. 2019]
6. 小久保 治哉  
「相分離した2成分ボースアインシュタイン凝縮体における Kelvin-Helmholtz 不安定性と対向超流動不安定性の非線形ダイナミクス」  
QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [11 Oct. 2019]
7. 町田佳央, 笠松健一  
「超流動-Mott 絶縁体転移における非一様 Kibble-Zurek 理論の適応」  
日本物理学会 2019 年秋季大会 岐阜大学、岐阜市 [19 Sep. 2019]
8. 井原 康輔  
「Transverse instability and disintegration of domain wall of relative phase in

coherently coupled two-component Bose-Einstein condensates」

QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [24 July 2019]

9. 笠松健一

「Disorderless quasi-localization of polar gases in one-dimensional lattices」

QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [5 June 2019]

10. 町田 佳央

「Quench dynamics of a superfluid - Mott insulator of ultracold atoms in a two-dimensional optical lattice」

QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [29 May 2019]

11. 久茂田倅

「Quantum brain dynamics: Real time evolution of CP1+U(1) lattice gauge model」

QTP Seminer 近畿大学、東大阪市 [22 May 2019]

## 競争的外部資金

- 2018-2021 年度科学研究費(基盤 C) 「光格子中の長距離相互作用を有する冷却原子系における非平衡量子ダイナミクスの解明」  
研究代表者：笠松 健一 直接経費 700,000 円 (2019 年度)
- 2017-2019 年度科学研究費(基盤 C) 「複雑な秩序変数を持つ量子凝縮体におけるトポロジカル励起」  
研究代表者：中原 幹夫 分担 100,000 円 (直接経費 1,100,000 円) (2019 年度)

## その他

- 井原 康輔 (M2) 近畿大学大学院 総合理工学研究科長賞受賞 [19 March 2020]
- 中村 美緒 (B4) 近畿大学 理工学部長賞受賞 [21 March 2020]

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- 「物理教育を考える会 I (大学入試問題検討会)」  
大阪大学  
2019 年 7 月 6 日

## 運営

### 学内委員

- 就職対策委員会委員
- 学生活活性化委員会委員

### 学外委員など

- 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

後藤 慎平 (PD)

尾崎 裕介 (M1)

宇野 嵩 (B4)、横井 真理 (B4)

## 研究概要

- 量子多体系の数値計算手法の開発

量子多体系を厳密対角化法で解析すると、数値計算のコストが系のサイズに対して指数関数的に増大する。そのため、多くの場合現実的な実験と対応する結果を得るためには、より効率的な計算手法が必要である。

行列積状態とは一次元量子多体系の波動関数を効率的に記述する方法であるが、有限温度の量子状態への応用にはいくつかの障害があった。今年度の研究で、minimally entangled typical thermal states という行列積状態を用いて有限温度の量子状態を記述するアルゴリズムを大幅に改良し、有限温度の量子状態を効率よく記述する方法を開発した。開発した計算コードを用いて、光格子量子シミュレータによる近藤効果の解析方法を提案した。

クラスター平均場法では系全体から有限サイズのクラスターを切り出し、そのクラスター内の量子相関を厳密に扱い、クラスター内の量子（スピンや粒子）とクラスター外のそれとの相関には平均場近似を施す。そのようにして構成した、クラスター部分のハミルトニアンに対して量子状態を最適化することで基底状態や時間発展を得ることができる。今年度の研究で、クラスター部分のハミルトニアンの基底状態計算に従来の厳密対角化法でなく密度行列繰り込み群法を用いることで劇的にクラスターサイズを大きくし、定量性を向上することに成功した。それを用いて、横磁場下の三角格子上スピン  $1/2$  XXZ 模型の基底状態を初めて定量的に与えた。

- 量子シミュレータを用いて新奇な量子多体现象の実現する方法の提案

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、新奇な量子多体现象の発見に有用である。特に、精密な理論研究が予言した現象をほぼそのままの形で実現できることが大きな利点である。今年度の研究では、三角光格子中に閉じ込めた負の絶対温度を持つボース気体を用いてフラストレーションを持つ量子磁性体の量子シミュレーションを実行できることを理論的に提案した。

## メディア掲載

- 近畿大学、青山学院大学、JST 合同プレスリリース  
フラストレートした量子磁性体の量子シミュレーション方法を提唱 一負の絶対温度をもつ気体の有効利用ー  
<https://www.kindai.ac.jp/news-pr/news-release/2020/03/019641.html>  
2020年3月20日
- 近畿大学、JST 合同プレスリリース  
「近藤効果」の厳密な計算機シミュレーションに成功 「量子多体系」に関するさまざまな物理現象の謎の解明に期待  
<https://www.kindai.ac.jp/news-pr/news-release/2019/10/018010.html>  
2019年10月3日

## 学術論文（査読付）

1. “Frustrated quantum magnetism with Bose gases in triangular optical lattices at negative absolute temperatures”  
Daisuke Yamamoto, Takeshi Fukuhara, and Ippei Danshita, *Communications Physics*, **3**, 56 (2019) [10 pages]  
DOI:10.1038/s42005-020-0323-5
2. “Nonequilibrium steady states of Bose-Einstein condensates with a local particle loss in double potential barriers”  
Masaya Kunimi and Ippei Danshita, *Physical Review A*, **100**, 063617 (2019) [13 pages]  
DOI:10.1103/PhysRevA.100.063617
3. “Magnetism driven by the interplay of fluctuations and frustration in the easy-axis triangular XXZ model with transverse fields”  
Daisuke Yamamoto, Marmorini Giacomo, Masahiro Tabata, Kazuki Sakakura, and Ippei Danshita, *Physical Review B*, **100**, 140410(R) (2019) [6 pages]  
DOI:10.1103/PhysRevB.100.140410
4. “Quasiexact Kondo Dynamics of Fermionic Alkaline-Earth-Like Atoms at Finite Temperatures”  
Shimpei Goto and Ippei Danshita, *Physical Review Letters*, **123**, 143002 (2019) [6 pages]  
DOI:10.1103/PhysRevLett.123.143002
5. “Decay mechanisms of superflow of Bose-Einstein condensates in ring traps”  
Masaya Kunimi and Ippei Danshita, *Physical Review A*, **99**, 043613 (2019) [9



pages]  
DOI:10.1103/PhysRevA.99.043613

## 学士論文

- 「リドベルグ原子集団における反強磁性・縦横磁場イジング模型の量子相転移」 宇野 嵩
- 「二軌道ボース気体系における遍歴原子の超流動流の安定性解析」横井 真理

## 国際学会・研究会講演

1. Yusuke Ozaki, Kazuma Nagao, Ippei Danshita, and Kenichi Kasamatsu  
“Instability of a dark soliton by quantum fluctuations in a one-dimensional Bose gas in an optical lattice”  
EU-USA-Japan International Symposium on Quantum Technology, Kyoto Brighton Hotel, Kyoto, Japan [17 Dec. 2019], Poster.
2. Shimpei Goto, Koki Ono, Shunya Higomoto, Ippei Danshita, and Yoshiro Takahashi  
“Towards quantum simulation of Kondo effects with ultracold alkali-earth-like Fermi gases”  
EU-USA-Japan International Symposium on Quantum Technology, Kyoto Brighton Hotel, Kyoto, Japan [17 Dec. 2019], Poster.
3. Shimpei Goto and Ippei Danshita  
“Kondo dynamics in ultracold alkali-earth-like atoms at finite temperatures”  
The 4th Kyoto-Beijing-Tokyo Workshop on Ultracold Atomic Gases, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan [30 Sep. 2019], Invited.
4. Yusuke Ozaki, Kazuma Nagao, Ippei Danshita, and Kenichi Kasamatsu  
“Instability of a dark soliton by quantum fluctuations in a one-dimensional lattice Bose gas”  
The 4th Kyoto-Beijing-Tokyo Workshop on Ultracold Atomic Gases, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan [1 Oct. 2019], Poster.

5. Shimpei Goto and Ippei Danshita  
“Kondo Transport of Two-Orbital Fermi gases”  
The 28th Annual International Laser Physics Workshop, Hwabaek International Convention Center, Gyeongju, Korea [9 Jul. 2019], Invited.
  
6. Yusuke Ozaki, Kazuma Nagao, Ippei Danshita, and Kenichi Kasamatsu  
“Semi-classical dynamics of a dark soliton in a one-dimensional lattice Bose gas”  
The 28th Annual International Laser Physics Workshop, Hwabaek International Convention Center, Gyeongju, Korea [8 Jul. 2019], Oral.
  
7. Ippei Danshita  
“Kondo transport dynamics of alkaline-earth-like atoms at finite temperatures”  
The 5th Conference on Condensed Matter Physics, Hentique Hotels & Resorts, Liyang, China [29 Jun. 2019], Invited.
  
8. Ippei Danshita  
“Accurate real-time dynamics of the Kondo impurity model at finite temperatures”  
Emergent phenomena in ultracold atoms: merging topology, interaction, and dynamics, Kavli Institute for Theoretical Sciences, University of Chinese Academy of Science, Beijing, China [11 Jun. 2019], Invited.
  
9. Shimpei Goto and Ippei Danshita  
“Finite Temperature Dynamics of the Kondo Model in Ultracold Alkaline-Earth Atoms”  
50th Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, Wisconsin Center, Milwaukee, Wisconsin, USA [31 May 2019], Oral.
  
10. Yusuke Ozaki, Kazuma Nagao, Ippei Danshita, and Kenichi Kasamatsu  
“Semi-classical Dynamics of a Dark Soliton in One-dimensional Bose Gases in an Optical Lattice”  
Quantum Simulation of Novel Phenomena with Ultracold Atoms, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong [6 May 2019], Poster.

11. Shimpei Goto and Ippei Danshita  
“Diagnosing Kondo Effects of Fermionic Alkaline-earth Atoms through a Dipole Oscillation”  
Quantum Simulation of Novel Phenomena with Ultracold Atoms, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong [6 May 2019], Poster.

## 国内学会・研究会講演

1. 後藤 慎平, 段下 一平  
「Trotter ゲートを利用した minimally entangled typical thermal states 法の改良」  
日本物理学会年次大会, 名古屋大学, 愛知県名古屋市 [19 Mar. 2020], 口頭発表.
2. 後藤 慎平 (発表者), 段下 一平  
「冷却気体系における体積則状態と面積則状態の間の観測誘起型転移」  
日本物理学会年次大会, 岐阜大学, 岐阜県岐阜市 [11 Sep. 2019], 口頭発表.
3. 後藤 慎平, 段下 一平, 小野 滉貴, 天野 良樹, 肥後本 隼也, 高橋 義朗  
「光格子中における遍歴 1S0 原子・局在 3P0 原子間スピン交換ダイナミクスのモデル化と数値シミュレーション」  
日本物理学会年次大会, 岐阜大学, 岐阜県岐阜市 [11 Sep. 2019], 口頭発表.

## 競争的外部資金

- 2018-2020 年度 科学研究費 (基盤 C) 「ホログラフィー原理と光格子中の冷却気体の協奏による量子重力実現の提案」  
研究代表者:段下 一平 直接経費 1,100,000 円 (2019 年度)
- 2018-2022 年度 科学研究費 (基盤 S) 「光格子中超低温原子気体の軌道及びスピン自由度を駆使した新量子物性の開拓」  
研究代表者:高橋 義朗 (京都大学), 研究分担者:段下 一平 直接経費 150,000 円 (2019 年度)

- 2018-2022 年度 JST CREST 研究「冷却原子の高度制御に基づく革新的光格子量子シミュレーター開発」  
研究代表者:高橋 義朗 (京都大学), 主たる共同研究者:段下 一平 直接経費 5,000,000 円 (2019 年度)
- 2018-2027 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「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」  
研究代表者:大森 賢治 (分子科学研究所), 共同研究者:段下 一平 直接経費 484,112 円 (2018 年度)

## 運営

### 学内委員

- 学生委員 (前、後期)
- ロシアワーキンググループ委員 (前、後期)
- 1 年生担任 (前、後期)

### 学外委員など

- 国際研究会 “Quantum Simulation of Novel Phenomena with Ultracold Atoms” の組織委員
- 国際研究会 “The 4th Kyoto-Beijing-Tokyo Workshop on Ultracold Atomic Gases” の組織委員
- 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

Le Bin Ho (PD)

池田 直樹 (B4)、岩田 楓 (B4)

小林 堯弘 (B4)、舩本 唯一 (B4)

杉本 紗英 (B4)、谷口 世名 (B4)

吉井 隆介 (B4)

## 研究概要

- 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。

2017 年 10 月から、NTT の物性基礎研究所の斎藤志郎氏がチーム・リーダーの「超伝導量子ビットを用いた極限量子センシング」の CREST 研究の主た

る共同研究者になった。近畿大学では、「量子センサ実現に向けた理論の開発と NMR による原理実証」を行う。この予算で 2019 年度は博士研究員 (PD) Le Bin Ho 博士を採用した。

- 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. “Realization of controllable open system with NMR”,  
Le Bin Ho, Y. Matsuzaki, M. Matsuzaki, and Y. Kondo, New Journal of Physics **21** (9), 093008.
2. “Concatenated Composite Pulses Applied to Liquid-State Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy”,  
M. Bando, T. Ichikawa, Y. Kondo, N. Nemoto, M. Nakahara, Y. Shikano, Scientific Reports **10** (1), 1-10.

## 学士論文

- 「 $\pi$  の計算」 池田 直樹
- 「様々な関数の数値計算の理解」 岩田 楓
- 「回転変換におけるクォータニオンの利便性」 小林 堯弘
- 「ニューラルネットワークを活用した手書き数字識別モデルの作成」 舂本 唯一
- 「3D プリンターによる顕微鏡の作成」 杉本 紗英
- 「3D プリンターを用いた整った空気の流れを作る装置の製作と空気の流れの可視化」 谷口 世名
- 「学習支援のための物理シミュレータの製作」 吉井 隆介

## 国際学会・研究会講演

1. Hibino Yoshihiko, Sugahara Kengo, Muro Yoichi, Tanaka Hirokazu, Sato Toshiyuki, Yasushi Kondo  
“Field Inhomogeneity Compensation of the NMR Magnet System with Small Ferromagnetic Materials”  
CEFC2018, Hangzhou, Chin, [28 ~ Oct. 2018 ]
2. Le Bin Ho(presenter) and Y. Kondo  
“Quantum-enhanced metrology based on modular-value measurements with spin coherent pointers”  
18th Asian Quantum Information Science Conference, Nagoya, Japan, [8 ~ 12 Sep. 2018]
3. Le Bin Ho and Y. Kondo(presenter)  
“NMR system for studying a magnetic sensor in noisy environment”  
18th Asian Quantum Information Science Conference, Nagoya, Japan, [8 ~ 12 Sep. 2018]

## 国内学会・研究会講演

1. Le Bin Ho(presenter)、Y. Kondo  
Tradeoffs in postselection measurements  
20th Anniversary of Superconducting Qubits (SQ20th) [13 ~ 15 May 2019]
2. Le Bin Ho(presenter)、Y. Kondo  
Tradeoffs in multiphase estimation with postselection measurements  
19th Asian Quantum Information Science Conference (AQIS2019) [18 ~ 23 Aug. 2019]
3. 近藤 康(presenter)  
学生実験用 NMR 量子コンピュータの開発  
日本物理学会 2019 年秋季大会、岐阜大学 [9 ~ 13 Sep. 2019]
4. Le Bin Ho(presenter)、Y. Kondo、and S. Saito  
Multiparameter quantum metrology with postselection measurements  
EU-USA-Japan International Symposium on Quantum Technology (ISQT) [16 ~ 17 Dec. 2019]
5. 原頭 京彦、菅原 賢悟、近藤 康、矢野 博幸  
永久磁石の近傍磁場測定と TSVD 法を用いた内部磁化分布の評価 (マグネティックス研究会 パワーマグネティックス, 電力用磁性材料, 磁気応用一般)

電気学会研究会資料. MAG = The papers of technical meeting on magnetics, IEE Japan [22 Feb. 2019]

6. 原頭 京壺、菅原 賢悟、近藤 康、矢野 博幸  
永久磁石の近傍磁場測定に打切特異値分解法を用いた磁化推定法 (静止器 回転機合同研究会・電磁界数値計算技術とその応用)  
電気学会研究会資料. SA [6 May 2019]
7. 久木田 真吾、近藤 康(presenter)、中原 幹夫  
非マルコフ性を制御した緩和：実験と解析  
日本物理学会第 75 回年次大会、名古屋大学 [16 ~ 19 Mar. 2020] (コロナ・ウイルス感染拡大のため中止)

## 競争的外部資金

- 戦略的創造研究推進事業、研究タイプ「チーム型 (CREST)」  
研究領域「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出」  
研究課題「超伝導量子ビットを用いた極限量子センシング」  
期間「2017年10月1日より2022年3月31日まで (予定)」  
研究代表者「齋藤 志郎」  
研究題目「量子センサ実現に向けた理論の開発と NMR による原理実証」  
主たる共同研究者「近藤 康」  
2019年度直接経費「635万円」

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- SSH 泉北高校 大学訪問研修  
近畿大学  
令和元年7月17日
- 出張実験  
弥刀中学と若江中学  
令和元年9月6日、令和2年2月10日
- 小中高教員のための理科実験体験イベント  
近畿大学  
令和元年12月26日



## 書籍 (電子書籍含む)

- 基礎物理学「力学編」  
2019年4月30日(第1版)、学術図書出版社
- 理工系学生のためのエレクトロニクス  
2019年8月20日(第1版)、学術図書出版社
- 基礎物理学「熱・波・電磁気・原子編」  
2019年11月30日(第1版)、学術図書出版社

## 運営

### 学内委員

- 人権委員 (前)
- 4年生担任 (前、後期)
- 教員養成カリキュラム委員 (前、後期)
- 理学専攻物理学分野副専攻長 (前)
- 教務委員 (後期)
- 1年生物理世話人 (前、後期)

# 固体電子物理研究室

増井 孝彦 准教授

井上 智揮 (B4)、杉本 幹生 (B4)、

松山 泰明 (B4)、浅利 拓海 (B4)

## 研究概要

- 高温超伝導体 Y1248 のナノ ARPES 測定

銅酸化物高温超伝導体の中で、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  は化学量論的組成をとること、 $\text{CuO}$ -2重鎖をもつ点で特異な物質である。本研究ではこの物質の単結晶を作成し、ナノスケールの微小試料やドメインの顕微分光測定を可能にしたナノ ARPES 装置によって、電子状態を観察した。この物質の結晶表面には  $\text{CuO}$  鎖が露出した部分と  $\text{BaO}$  が露出した部分が混在しているが、これまでの分光測定ではこれらを平均化して観察してきたが、ナノ ARPES 装置を用いたことで、露出面の違いに由来した電子状態の違いを観察できるようになった。本研究により、表面に析出した  $\text{CuO}$  鎖 ( $\text{CuO}$  終端面) では電子が絶縁体的な振る舞いを示す一方で、物質内部に保護された  $\text{CuO}$  鎖 ( $\text{BaO}$  層) では、電子が金属的 (自由電子的) な振る舞いを示すことがはじめて直接的に明らかとなった。(Iwasawa et al. 2019 PRB)。

- 鉄カルコゲナイドの電析法による合成

近年では超伝導研究の一分野として鉄を含む超伝導体 (鉄系超伝導体) の研究が盛んになっている。本研究では鉄系超伝導体の二元素で構成される鉄カルコゲナイド  $\text{FeSe}$ 、 $\text{FeTe}$  に注目した。 $\text{FeSe}$  の構造の一つである  $\beta$ - $\text{FeSe}$  は転移温度が  $T_c \sim 8\text{K}$  で超伝導体となり、また  $\text{Se}$  サイトの一部を  $\text{Te}$  で置換すると、転移温度が  $T_c$  14K まで上昇することが報告されている。そこで本研究では  $\beta$ - $\text{FeSe}$  の  $\text{Se}$  サイトへの  $\text{Te}$  置換の前段階として、電析法による  $\text{FeTe}$  の合成を試みた。EDX を用いた元素の含有率測定の結果、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Te}$  ともに析出に成功していたが、薄膜 XRD を用いた化合物の同定においては  $\text{FeTe}$  化合物に合致する X 線回折ピークは確認できなかった。これは室温合成における  $\text{FeTe}$  系膜の構造がアモルファス状であることを反映しているものと考えられる。

## メディア掲載

- 広島大学、近畿大学、合同プレスリリース “銅酸化物の 内部に保護された電子の振る舞いを解明～高温超伝導研究に光明～”

2019 年 4 月 25 日

## 学術論文（査読付）

1. “Buried double CuO chains in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  uncovered by nano-ARPES”  
Hideaki Iwasawa, Pavel Dudin, Kyosuke Inui, Takahiko Masui, Timur K. Kim, Cephise Cacho,<sup>1</sup> and Moritz Hoesch, *Physical Review B* **99**, 140510(R) (2019)  
DOI:10.1103/PhysRevB.99.140510 (published 26 April 2019)

## 学士論文

- 「電析法を用いた鉄系超伝導体  $\text{FeSe}_{1-x}$  の合成」井上 智揮
- 「電析法による  $\text{FeTe}$  の合成」松山 泰明
- 「銅酸化物高温超伝導体 YBCO の Ni-Mg 同時置換効果の検証」杉本 幹生
- 「銅酸化物高温超伝導体 YBCO における Sr 置換限界の決定」浅利 拓海

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- 「テーマ：物質の磁性」出張授業  
東大阪市立弥刀中学校  
2019年9月9日

## 運営

### 学内委員

- 入学試験委員

# 生命動態物理学研究室

西山 雅祥 准教授  
上之家由美子 (研究員)

## 研究概要

- 真核生物鞭毛運動の活性化イメージング

単細胞緑藻クラミドモナスは2つの鞭毛をスイングさせることで、水の中をおよいでいる。ちょうど平泳ぎのように鞭毛を動かしていることになる。鞭毛は、数百種類のタンパク質を部品としてできている非常に精緻な運動装置であり、一部の部品を欠失してしまうと動かなくなる。今回、鞭毛中心部に位置する中心小管やスポークを欠失した動かないクラミドモナスの株を高圧力下で観察する実験を行った。60MPa（深海6000メートル相当の静水圧）をかけたところ、動かないはずの鞭毛が動き出し、細胞は溶液中を泳ぎ出すことが判明した。クラミドモナス鞭毛の構造は、ヒトを含めた哺乳類の精子鞭毛とほぼ同じ構造をとっている。今回得られた知見を応用すれば、疾患などによりなんらかの理由で動かなくなった精子鞭毛を駆動させる新しい不妊治療技術の創出が期待される。(Yagi and Nishiyama, Sci Rep (2020))。

- 細菌べん毛モーターの回転制御

細菌は表面に生やしたべん毛繊維を船のスクリューのように回転させて泳いでいる。このべん毛繊維を回転させているのが細胞膜に位置するべん毛モーターである。通常、細菌が遊泳運動を行う時、モーターは反時計方向に回転している。しかしながら、環境変化などの理由で泳ぐ方向を変えるとき、細胞内にある走化性応答制御因子 CheY がモーターに結合し回転方向を反転させている。本研究では、高圧力で CheY とモーターの結合力を弱めることで、モーターの応答がどのように変化するかを高圧力顕微鏡で観察した。また、CheY が結合するのはモーターを構成する FliM の N 末なので、複合体の MD 計算を行い、高圧力下では分子構造に大きな変化はなくても結合の自由エネルギーが顕著に低下していることを明らかにした (Hata et al., Sci Rep (2020))。

## メディア掲載

- 近畿大学、県立広島大学 合同プレスリリース “失った細胞機能を水圧で再生”  
2020年2月21日

- web 転載記事 52 件

## 学術論文（査読付）

1. “High pressure inhibits signaling protein binding to the flagellar motor and bacterial chemotaxis through enhanced hydration”  
Hiroaki Hata, Yasutaka Nishihara, Masayoshi Nishiyama, Yoshiyuki Sowa, Ikuro Kawagishi and Akio Kitao *Scientific Reports*, **10**, Issue 1, 2351 (2020)  
DOI: 10.1038/s41598-020-59172-3.
2. “ High hydrostatic pressure induces vigorous flagellar beating in Chlamydomonas non-motile mutants lacking the central apparatus”  
Toshiki Yagi and Masayoshi Nishiyama, *Scientific Reports*, **10**, Issue 1, 2072 (2020)  
DOI: 10.1038/s41598-020-58832-8.
3. “Cite Share  
“Tree of motility - A proposed history of motility systems in the tree of life”  
Makoto Miyata, Robert C Robinson, Taro Q P Uyeda, Yoshihiro Fukumori, Shun-Ichi Fukushima, Shin Haruta, Michio Homma, Kazuo Inaba, Masahiro Ito, Chikara Kaito , Kentaro Kato, Tsuyoshi Kenri, Yoshiaki Kinoshita, Seiji Kojima, Tohru Minamino, Hiroyuki Mori, Shuichi Nakamura, Daisuke Nakane, Koji Nakayama, Masayoshi Nishiyama, Satoshi Shibata, Katsuya Shimabukuro, Masatada Tamakoshi, Azuma Taoka, Yosuke Tashiro, Isil Tulum, Hirofumi Wada and Ken-Ichi Wakabayashi *Genes to Cells*, **25**, Issue 1: 6-21 (2020)  
DOI:10.1111/gtc.12737.
4. “ Increased hydrostatic pressure induces nuclear translocation of DAF-16/FOXO in *C. elegans*”  
Naoshi Watanabe, Masatoshi Morimatsu, Ayano Fujita, Mika Teranishi, Surabhi Sudevan, Masaru Watanabe, Hiroaki Iwasa, Yutaka Hata, Hiroyuki Kagi, Masayoshi Nishiyama, Keiji Naruse and Atsushi Higashitani *Biochemical Biophysical Research Communications*, **523**, Issue 4: 853-858 (2020)  
DOI:10.1016/j.bbrc.2020.01.047
5. “ Molecular dynamics simulation of proteins under high pressure: Structure, function and thermodynamics”  
Hiroaki Hata, Masayoshi Nishiyama and Akio Kitao *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, **1864**, Issue 2: 129395 (2020)  
DOI: 10.1016/j.bbagen.2019.07.004

## 修士論文

## 学士論文

## 国際学会・研究会講演

1. Toshiki Yagi and Masayoshi Nishiyama(presenter)  
“High hydrostatic pressure induces vigorous flagellar beating in Chlamydomonas non-motile mutants lacking the central apparatus”, 65th Biophysical Society Annual Meeting, San Diego, USA [19 Feb. 2020]

## 国内学会・研究会講演

1. Masayoshi Nishiyama (presenter)  
「Activation of the motility machineries using high-pressure techniques (招待講演)」  
日本生物物理学会、シーガイア、宮崎市 [24 Sep. 2019]
2. 西山 雅祥 (presenter)  
「静水圧を力学刺激とする生命操作技術の開発 (招待講演)」  
日本メカノバイオロジー研究会, 直島, [3 Sep. 2019]

## 競争的外部資金

- 2019-2021 年度科学研究費 (基盤 B) 「リズムカルな鞭毛運動を誘起する分子マシナリの力学制御」  
研究代表者:西山 雅祥 直接経費 4,400,000 円 (2019 年度)
- 2019-2020 年度科学研究費 (新学術) 「高圧と光圧の協奏によるナノ構造マニピュレーション」  
研究代表者:西山 雅祥 直接経費 1,800,000 円 (2019 年度)

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- 「顕微鏡下であやつる生命」出張授業  
大阪青凌高校  
2019 年 10 月 30 日

## 運営

### 学内委員

- 施設設備委員

### 学外委員など

- 日本生物物理学会 代議員
- 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

上田 航大 (D1), 山口 大輝 (D1)  
竹林 蒼真 (M1), 村島 崇矩 (M1),  
松本 怜 (M1),  
高島 智昭 (B4), 有永 雄星 (B4),  
田中 海 (B4), 矢崎 晶大 (B4),  
柳田 叡克 (B4), 上田 将聖 (B4),  
本多 貴士 (B4), 中村 拓人 (B4)

## 研究概要

- AdS/CFT 対応を用いた強結合場の量子論における光的エネルギー条件の考察  
AdS/CFT 対応の因果的観点からの妥当な条件として、バルクと境界の因果律の整合性がある。幾何学的には境界上の2点を結ぶ因果的曲線の内、境界上の非時間的光的測地線が「最速」であるとする Gao-Wald の定理がある。この定理の主張を指導原理として、新しい概念として境界上での共形不変な平均化された光的エネルギー条件を提案した。また、この定理の前提が成り立たない状況では、宇宙検閲官仮説が破れ裸の特異点が生じることを証明した。
- 有質量テンソル場の臨界ブラックホール上のマスター方程式  
暗黒セクターあるいは有質量重力理論をブラックホールを用いて検証する方法を考案する目的で、静的臨界ブラックホール時空上での有質量テンソル場について考察した。有質量テンソル場の力学自由度は曲がった時空上では複雑に結合するが、臨界ブラックホールの持つスケール極限における対称性を利用して、各力学自由度が分離した型のマスター方程式の導出に成功した。
- ブラックホールの面積エントロピーと量子重力の相対エントロピー  
ブラックホールはホライズン面積に比例する BH (ベッケンシュタイン・ホーキング) エントロピーを持つことで有名だが、その外部領域に存在する量子場も含めた系全体のエントロピーの振舞いを理解する目的で、BH エントロピーと BH 外部の量子重力の相対エントロピー、および光的無限遠方における重力波のエネルギー流の間の非自明な関係式を導出した。



## 学術論文（査読付）

1. “Conformally invariant averaged null energy condition from AdS/CFT”  
Norihiro Iizuka, Akihiro Ishibashi, Kengo Maeda  
JHEP 03 (2020) 161  
e-Print: 1911.02654 [hep-th]
2. “Massive tensor field perturbations on extremal and near-extremal static black holes”  
Vitor Cardoso, Takahisa Igata, Akihiro Ishibashi, Kodai Ueda  
Phys.Rev.D 100 (2019) 4, 044013  
e-Print: 1904.05109 [gr-qc]
3. “News versus information” Stefan Hollands and Akihiro Ishibashi  
Class.Quant.Grav. 36 (2019) 19, 195001  
e-Print: 1904.00007 [gr-qc]
4. “Achronal averaged null energy condition, weak cosmic censorship, and AdS/CFT duality” Akihiro Ishibashi, Kengo Maeda, Eric Mefford  
Phys.Rev.D 100 (2019) 6, 066008  
e-Print:1903.11806 [hep-th]

## 学士論文

- 「5次元宇宙とブレーンワールド」 高島 智昭
- 「球対称重力崩壊の相対論的方程式と接続公式」 有永 雄星
- 「真空泡の重力とダイナミクス：Minkowski、de Sitter、Anti de Sitter 時空内のバブル」 田中 海
- 「ペンローズ図で見るブラックホールの大域構造」 矢崎 晶大
- 「ダークエネルギーの問題点とシーソー機構」 柳田 叡克
- 「完全流体とスカラー場による宇宙の加速膨張」 上田 将聖
- 「4次元一様等方宇宙モデル・5次元一様非等方宇宙モデル」 本多 貴士
- 「静的球対称ブラックホール時空における光子球と準固有振動」 中村 拓人

## 国際学会・研究会講演

1. 石橋明浩  
“Information aspects of black holes, Gravitational radiation, and News”  
国際研究会 “General Relativity and Partial Differential Equation ” 近畿大学 2019年5月24日
2. 石橋明浩  
“Turbulence, Instability, and Singularities in General Relativity”  
国際研究会 “NITEP workshop Turbulence of all kinds ” 大阪市立大学 2019年4月26日
3. 石橋明浩  
“Black Holes in General Relativity Revisited ”  
国際研究会 “OIST workshop Recent development in AdS/CFT” OIST 2019年4月2日
4. 石橋明浩  
“Conformally invariant averaged null energy conditions from AdS/CFT duality”  
国際研究会 “GR in AdS ” 立教大学 2020年1月16日
5. 上田航大  
“Massive tensor field perturbations on extremal and near extremal static black holes”  
国際研究会 “GR22 and Amaldi13 ” スペイン Valencia, 2020年7月10日

## 国内学会・研究会講演

1. 石橋明浩  
“Quantum null energy condition, Weak cosmic censorship, and Holography”  
KEK Theory workshop 2019, KEK 2019年12月5日
2. 石橋明浩  
“Asymptotic Symmetries and Memory Effects”  
セミナー講演 名古屋大学 素粒子宇宙論研究室 2019年6月10日
3. 石橋明浩  
“ブラックホールの数理～その大域構造と安定性～ ”  
日本物理学会シンポジウム 招待講演, 九州大学 2019年3月15日

## 競争的外部資金

- 2019年度科研費 基盤研究(C) 研究代表者: 石橋明浩 高次元ブラックホールの安定性 (課題番号 15K05092, 配分額 910,000 円)
- 2019年度 年度科研費 基盤研究(C) 分担者: 石橋明浩 非線形物理現象への AdS/CFT 双対性の応用 (課題番号 23740200, 配分額 300,000 円)

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- 講演 西はりま天文台 「ホーキング博士の冒険: 宇宙のビッグバンからブラックホールへ」 2019年5月4日

## 運営

### 学内委員

- 理工学部 人権教育・ハラスメント防止委員会委員長
- 総合理工学研究科 大学院委員会委員
- 理工学部 基本構想推進委員会委員 (後期)
- 3年生担任

### 学外委員など

- 学術誌「General Relativity and Gravitation」(Springer 出版) 編集委員
- 日本物理学会大阪支部庶務係

# 宇宙論研究室

井上 開輝 教授

Anton Timur Jaelani (PD)、樋口 祐一 (PD)

村上 穂乃香 (M2)

小川 翔 (B4)、森木 康平 (B4)、木口 尚道 (B4)、

下出水 彩 ((B4)、黒星 実希 (B4)、岡野 裕介 (B4)

## 研究概要

- 遠方クエーサーにおけるブラックホールジェットと銀河ガスの相互作用  
銀河の中心部にある超大質量ブラックホールと銀河は共に進化してきていると考えられているが、その具体的なメカニズムの多くは未解明である。相互に進化するためのメカニズムとしては、銀河と銀河の衝突に伴うスターバースト、超大質量ブラックホールから吹き出すジェットや風、輻射などが挙げられる。中でもブラックホールから吹き出すジェットによるフィードバックに関する研究は近年盛んになってきているが、その観測的証拠は十分とはいえない。特に赤方偏移2以上の遠方クエーサーにおける超大質量ブラックホールのジェットと銀河の相互作用の直接観測は解像度の不足のため、これまで困難であると考えられてきた。しかし、天然の望遠鏡である重力レンズを用いればこの困難を克服できる。我々は重力レンズクエーサー MG J0414+0534(赤方偏移2.639)をALMAミリ波サブミリ波干渉計を用いて連続波と高励起一酸化炭素分子の輝線観測を行い、重力レンズのモデル化を行うことにより、像の再現を行った。その結果、クエーサーの中心部にあるジェットに沿って高励起一酸化炭素分子ガスの速度分散は秒速600kmにも達することが判明した。つまり、ジェットが周囲のガス雲と激しく相互作用を起こしていることを示している結果となった。このことは、クエーサーの輻射よりもジェットに伴う高速電離ガスの効果が銀河ガスのアウトフローの形成に寄与していることを示唆している。またジェットのサイズから、放出後数万年しか経っていない形成初期の若いジェットであるものと思われる (Inoue et al. 2020 ApJL 892, id.L18)。
- スーパーボイドの環境効果  
CMB コールドスポット (CS) を「自然」に説明するモデルとして半径200-300Mpcサイズのスーパーボイドの存在が提唱され (Inoue& Silk 2006)、その検証のため世界中で様々な観測が行われている。もし、スーパーボイドがあれば、その方向に比較的大きなボイドがクラスタリングしているはずであり、CSの視線方向のハローのカウント数や、ハローを含む大規模構造による弱い重力レンズ効果に影響をおよぼすものと考えられる。我々は数値シミュレー

ションを用いて、その効果を調べた。その結果、典型的な観測条件を仮定すると、宇宙の平均的な値に比べ、天の川銀河ハローより大質量のハローは $3\sigma$ 以上の有意性で、弱い重力レンズ効果で検出される正の射影質量密度場のピーク数は $5\sigma$ 以上の有意性で減少することが判明した。また、ハローの質量が増大するにつれて、減少の効果は弱まることが判明した。これにより、CS方向の銀河の赤方偏移の測定精度が悪くても、銀河団のカウント数を用いてCSの存在を間接的に確かめられることが判明した (Higuchi & Inoue 2019 MNRAS 488, pp.5811-5822)。

- **Subaru HSC サーベイによる重力レンズ天体の探査**

Subaru HSC サーベイとは日本の誇る Subaru 望遠鏡と広視野 Hyper Supreme Cam (HSC) という観測装置を用いた可視光・近赤外線領域における広視野サーベイである。我々は、HSC サーベイで得られた銀河マップを用いて、重力レンズ天体を探す試みを行っている。レンズ天体を用いて、レンズ銀河に付随するダークマターの制限を行ったり、光源となる銀河の像を再構築することによって、遠方銀河の詳細に迫ることができる。今回、我々は、重力レンズ天体の光源を再構築することにより、今まで知られていた天体よりサイズの小さいライマンブレイク銀河を発見した (Anton et al. 2019 MNRAS 494, pp. 5811-5822)。

## メディア掲載

- 近畿大学、ALMA 観測所、台湾中央研究院天文及び天文物理研究所、東京大学 合同プレスリリース “ALMA Resolves Gas Impacted by Young Jets from Supermassive Black Hole”  
2020年3月27日
- Science Daily, Science daily.com, <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/03/200327113755.htm>  
2020年3月27日
- Phys.org, <https://phys.org/news/2020-03-alma-gas-impacted-young-jets.html>  
2020年3月27日
- Astronomy.de, “ALMA zeigt Gas, das von jungen Jets aus dem supermassiven Schwarzen Loch getroffen wurde”, <https://www.astronomie.de/neuigkeiten/alma-zeigt-gas-das-von-jungen-jets-aus-dem-supermassiven-schwarzen-loch-getroffen-wurde/>  
2020年3月29日

- Universe Today, universetoday.com, “How were Supermassive Black Holes Already Forming and Releasing Powerful Jets Shortly After the Big Bang?”  
2020年3月30日
- TechNews 科技新報, 「ALMA 聯手「宇宙望遠鏡」, 解析力最大化」,  
<https://technews.tw/2020/03/31/alma-resolves-gas-impacted-by-young-jets-from-supermassive-black-hole/>  
2020年3月31日

## 学術論文（査読付）

1. “ALMA 50-parsec resolution imaging of jet-ISM interaction in the lensed quasar MG J0414+0534”  
Kaiki Taro Inoue, Satoki Matsushita, Kouichiro Nakanishi and Takeo Minezaki, *ApJL*, **892**, Issue 2, id.L18 (2020)  
DOI:10.3847/2041-8213/ab7b7e (online publication on March 27, 2020)
2. “Discovery of an unusually compact lensed Lyman-break galaxy from the Hyper Suprime-Cam Survey”  
Anton T. Jaelani, A. More, A. Sonnenfeld, M. Oguri, C.E. Rusu, K.C. Wong, J.H.H. Chan, S.H. Suyu, I. Kayo, C.-H. Lee and K.T. Inoue, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **494**, Issue 3: 5811-5822 (2020) (5月号)  
DOI:10.1093/mnras/staa583 (online publication on February 28, 2020)
3. “Environmental effects on halo abundance and weak lensing peak statistics toward large underdense regions”  
Yuichi Higuchi and Kaiki Taro Inoue, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **488**, Issue 4: 5811-5822 (2019) (8月号)  
DOI:10.1093/mnras/stz2150

## 修士論文

- 「ディープラーニングを用いた重力レンズ探査」村上 穂乃香

## 学士論文

- 「粒子ホライズンを越えた揺らぎから探る宇宙のトポロジー」岡野 裕介
- 「光赤外・電波カタログを用いた銀河のクロスマッチング」黒星 実希

- 「Java による 4 重像レンズクエーサー RXJ1131-1231 のモデリング」小川 翔
- 「Python による 4 重像クエーサー RXJ1131-1231 のモデリング」森木 康平
- 「クエーサーにおける燃料供給とジェットの駆動・収束方法」下出水 彩
- 「ステライルニュートリノの物理量に対する制限」木口 尚道

## 国内学会・研究会講演

1. Anton Timur Jaelani(presenter)  
“Finding New Strong Gravitational Lens Systems from HSC Survey”, 日本天文学会 熊本大学 熊本市 [13 Sep. 2019]
2. Kaiki Taro Inoue(presenter), Satoki Matsushita, Kouichiro Nakanishi and Takeo Minezaki  
“ALMA Resolves Jet-driven Molecular Outflows in the Lensed QSO MGJ 0414+0534”, 日本天文学会 熊本大学 熊本市 [12 Sep. 2019]
3. Yuichi Higuchi(presenter)  
“弱重力レンズ効果による Shapley Supercluster 領域の質量分布測定 ALMA Resolves Jet-driven Molecular Outflows in the Lensed QSO MGJ 0414+0534”, 日本天文学会 熊本大学 熊本市 [11 Sep. 2019]

## 競争的外部資金

- 2017-2020 年度科学研究費(基盤 B)「高解像度電波観測で切り拓く小スケール宇宙論の新展開」  
研究代表者:井上 開輝 直接経費 3,200,000 円 (2019 年度)
- 2018 年度 国立天文台チリ観測所 ALMA 共同科学研究事業「ALMA による暗黒矮小銀河とダークマターの解明」 区分 A 2018-07A  
研究代表者:井上 開輝 直接経費 1,000,000 円 (2019 年度)

## 教育業績

### 学外啓蒙活動

- 「第 12 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

2019年6月9日

## 運営

### 学内委員

- 図書広報委員、WEB委員会小委員長（前期）
- 図書広報委員会委員長、WEB委員会小委員長（後期）
- 物理学コースWEBサイト係（前、後期）
- 2年生担任（前、後期）
- 理工学部同窓会幹事（前、後期）