

近畿大学理学科物理学コース
2017年度 年次報告

平成30年7月2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・極限宇宙物理学研究室	8
凝縮系物理学研究室	10
物性理論研究室	12
ソフトマター物理学研究室	16
量子制御研究室	22
固体電子物理研究室	26
生物物理学研究室	28
一般相対論・宇宙論研究室	31
宇宙論研究室	35

素粒子論・重力理論研究室

太田 信義 教授

久常 大樹 (M2)

山口 大輝 (M1)、鎌田 翔勸 (M1)

中村 仁彦 (B4)、井原 康輔 (B4)

加藤 大晶 (B4)、奥野 真里 (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、超弦とブレー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るべきかを調べている。

学術論文 (査読付)

1. “Quantum Equivalence of $f(R)$ Gravity and Scalar-tensor Theories in the Jordan and Einstein Frames,” arXiv:1712.05175 [hep-th].
N. Ohta,
PTEP **2018** (2018) no.3, 033E02 [arXiv:1701.01506 [hep-th]].
DOI:10.1093/ptep/ptx020

2. “Path integral of unimodular gravity,”
R. de León Ardón, N. Ohta and R. Percacci,
Phys. Rev. D **97** (2018) no.2, 026007 [arXiv:1710.02457 [gr-qc]].
doi:10.1103/PhysRevD.97.026007

学士論文

- 「強い相互作用の理論と現象論」 中村 仁彦
- 「Glashow-Weinberg-Salam 理論」井原 康輔
- 「素粒子の電弱相互作用」加藤 大晶
- 「素粒子の標準模型とマヨラナニュートリノ」奥野 真里

国際学会・研究会講演

1. Nobuyoshi Ohta (presenter): (Invited talk)
“Renormalization Group Approach to Quantum Gravity”
The 2017 Annual meeting of Gravitation and Relativistic Astrophysics and
The Fifth Galileo-Xu Guangqi Meeting, Chengdu, China [24 June – 1 July,
2017]
2. Nobuyoshi Ohta (presenter)
“Gauge and Parametrization dependence in Renormalization group approach
to Quantum Gravity”
Strings and Fields 2017, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto [7 –
11 Aug. 2017]
3. Nobuyoshi Ohta (presenter): (Invited talk)
“Gauge and Parametrization dependence in Renormalization group approach
to Quantum Gravity”
String Theory, AdS/CFT, Theoretical and Observational Cosmology, Busan,
Korea [23 – 25 Aug. 2017]
4. Nobuyoshi Ohta (presenter): (Invited talk)
“Classical and Quantum Aspects of Unimodular Gravity”
The First Symposium of the BRICS Association on Gravity, Astrophysics and
Cosmology (BRICS-AGAC), Yangzhou University, China [18 – 20 Oct., 2017]

5. Nobuyoshi Ohta (presenter): (Invited talk)
“Quantum Equivalence of $f(R)$ Gravity and Scalar-tensor Theories in the Jordan and Einstein Frames”
International Conference on Quantum Gravity, Southern University of Science and Technology(SUSTech), Shenzhen, China [26 – 28 March, 2018]

国内学会・研究会講演

1. Nobuyoshi Ohta (presenter)
「Gauge and Measure in Quantum Gravity」
日本物理学会、宇都宮大学峰キャンパス、宇都宮市 [12 – 15 September 2017]
2. Nobuyoshi Ohta (presenter)
「Classical and Quantum Properties of Unimodular Gravity」
第7回 日大理工・益川塾連携 素粒子物理学シンポジウム [4–5 November 2017]
3. Nobuyoshi Ohta (presenter)
「Classical and Quantum Properties of Unimodular Gravity」
日本物理学会、東京理科大学野田キャンパス、野田市 [21 – 24 March 2018]

競争的外部資金

- 科研費 (基盤 C、2016-2019 年度 「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 900,000 円 (2017 年度)

学内委員

- 理学科物理学コース主任 (前期)
- 教員資格審査委員 (後期)
- 自己点検・評価委員 (後期)

学外委員など

- 京都産業大学益川塾学外指導教授
- 京都産業大学益川塾研究者育成部会構成員
- The Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) 研究費外部評価委員

素粒子実験研究室

加藤 幸弘 教授
栗原優弥 (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、2010 年代後半の実験開始を目指して加速器と検出器の研究開発が進められている。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トンチェンバー (TPC) の採用を目指して様々な研究を行っている。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た。得られたデータを 2017 年度に解析し、電子透過率は設計値に近い値 (80%) が得られていることがわかった。

- 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。2017 年度は有感領域が $6\text{cm} \times 6\text{cm}$ で 2 種類の厚さ ($100 \mu\text{m}$, $200 \mu\text{m}$) の LTCC-GEM を製作し、印加電圧と増幅率の関係や増幅率の一様性等を測定した。増幅率は 1 枚の GEM で 3000 倍まで増幅できたことを確認し、増幅率のばらつきは 10% 以内であることがわかった。

- 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想されている "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ですが、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。

学術論文（査読付）

1. “Combined Forward-Backward Asymmetry Measurements in Top-Antitop Quark Production at the Tevatron”
T. Aaltonen, *et al.*(CDF and D0 Collaborations)
Physical Review Letters **120**(4), 042001(12p)(2018), Jan. 24
2. “Measurement of the Inclusive-Isolated Prompt-Photon Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions using the full CDF Data Set”
T. Aaltonen, Y.Kato *et al.*(CDF Collaboration)
Physical Review **D96**(9), 092003(9p)(2017)
3. — “Measurement of the D^+ -meson production cross section at low transverse momentum in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.96$ TeV”
T. Aaltonen, *et al.*(CDF Collaboration)
Physical Review **D95**(9), 092006(8p)(2017)

学士論文

- 「GEM を用いたガス検出器での電子増幅率の評価」栗原 優弥

国内学会・研究会講演

1. 加藤 幸弘
「絶縁体にセラミックスを用いた GEM の基本的特性の研究」
日本物理学会、東京理科大学野田キャンパス、野田市 [15 Mar. 2018]
2. 加藤 幸弘
「セラミック GEM の基本的特性について」
第 14 回 MPGD 研究会、岩手大学、盛岡市 [2 Dec. 2017]

競争的外部資金

- 科研費(基盤 C、2017-2020 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 1,400,000 円 (2017 年度)

運営

学内委員

- 物理学コース ネットワーク委員
- 理工学部人権教育・ハラスメント対策委員会委員長（9月まで）
- 3年生担任
- 物理学コース主任（10月より）

素粒子・極限宇宙物理学研究室

千川 道幸 教授

李 健 (M1)

諫山 七海 (B4)、若宮 悠作 (B4)

黒田 幸 (B4)、長野 溪太 (B4)

七瀧 愛理 (B4)、藤原 千賀己 (B4)

岡本 峻 (B4)

研究概要

- 極限エネルギー宇宙粒子線の探索

当研究室では、素粒子物理学的な手法を用いて宇宙に於ける極限現象を解明するため、次の二つの国際共同プロジェクトに参加して研究を行っています。

1. Cherenkov Telescope Array (CTA) プロジェクト

超高エネルギーガンマ線天体の観測 "CTA プロジェクト" に参加し、Spain 領 La Palma に建設中の 2018 年 10 月に初号機を完成させるための R&D を行っています。将来的には観測天文台を南北両半球に 1 カ所ずつ建設します。

(1) 大型 Cherenkov 望遠鏡を構成する 198 枚の分割鏡の耐久性試験及び望遠鏡構造体の歪みによる分割鏡の光軸のずれを補正する AMC (アクティブミラー制御) を主として担当しています。

(2) CTA プロジェクトの性能を評価するため、ASWG に参加して CORSIKA による CTA に特化した sim_telarray のシミュレーションの計算を始めています。装置の性能評価や観測感度曲線の導出など多くの評価事項についてシミュレーションを行っています。

2. Telescope Array (TA) 実験：米国 Utah 州に観測装置

(1) 理論的な GZK cutoff の制限を超え、エネルギーが 10^{20} eV 以上ある、超高エネルギー宇宙線の存在を確認しようと試みています。また、宇宙的な起源の探究を行っています。

(2) 超高エネルギー宇宙線が宇宙のある領域から飛来する可能性を示唆するデータが得られた。ホットスポットの解明を行っています。

学術論文

近畿大学に於ける正式な論文登録 , Google Scholar (URL: <https://scholar.google.co.jp/>)
又は Research Gate (URL: <https://www.researchgate.net/>) を参照して下さい。

学士論文

- ・「CanSat R&D Raspberry P を用いた CanSat システムの構築」諫山 七海
- ・「IACT における CORSIKA シミュレーション 1 proton 事象解析 」若宮 悠作
- ・「赤外線観測データを用いた惑星系デブリ円盤の性質の研究」黒田 幸
- ・「IACT における CORSIKA シミュレーション 1 iron 事象解析 」長野 溪太
- ・「IACT における CORSIKA シミュレーション 1 gamma 事象解析 」七瀬 愛理
- ・「CTA プロジェクトでの CORSIKA による LST 感度の評価」藤原 千賀己
- ・「電磁シャワーによるチェレンコフ光のライトプール形成」岡本 峻

その他

仕事や研究の能力と人格は全く別なものです。偏差値では表せない、人としての価値や世の中の常識をバランス良く身につける事を目標にして、ゼミ生と共に厳しく且つ楽しく研究活動に臨んでいます。

凝縮系物理学研究室

松居 哲生 教授

坂根 真矢 (M2)

松田 知大 (B4), 仲座 優美 (B4)

入江 翔太 (B4), 市田宜大 (B4)

山本 裕希 (B4)

研究概要

多数の要素からなる集団 (凝縮系) は、要素一つ一つの性質からは思いもよらないような奇妙な振舞いを示します。本研究室では以下のようなさまざまな分野を対象に、主にゲージ理論に基づく数理モデルを構築し、解析的、数値的方法により、集団としての振る舞いを研究しています。

- 強相関電子系や冷却原子系の理論 (金属中の電子の集団や低温での原子の集団)
量子スピン系、高温超伝導体、分数量子ホール効果、等の強相関電子系や光学格子上での冷却原子系を対象に、量子統計力学に基づき、モデル化、ゲージ理論との対応、数値シミュレーション、等を通して集団の振る舞いを理論的に研究する。
- 脳の物理学 (脳：神経細胞がシナプス結合してできたネットワーク)
意識、学習、想起、等の脳の高次機能は物理学で理解できるのだろうか？ミクロな脳の中の量子論や意識の統合情報理論，量子ニューラルネットワークのモデルを作り、ゲージ理論との対応や数値シミュレーション、等により、その可能性を理論的に追求する。
- 時空の量子論 (宇宙：時空のかけらの集まり)
初期宇宙、人間原理、平行宇宙、等、時空の物理学で量子効果が果たすと期待される役割は大きい。ゲージ対称性を考慮したモデルの導入、数値シミュレーション、等を通して量子論的時空を理論的に研究する。

学術論文（査読付）

1. "Quantum simulation of (1+1)-dimensional U(1) gauge-Higgs model on a lattice by cold Bose gases", Yoshihito Kuno, Shinya Sakane, Kenichi Kasamatsu, Ikuo Ichinose, Tetsuo Matsui arXiv:1605.00333 Phys. Rev. D95, 094507(1-16) (2017). DOI: 10.1103/PhysRevD.95.094507.

修士論文、学士論文

- 「量子場脳理論：ゲージモデルとその時間発展」 坂根 真矢（修士論文）
- 「脳神経の Hodgkin-Huxley モデルとメモリスト」 仲座優美
- 「分離脳の非対称 $Z(2)$ ゲージニューラルネットモデル：相構造」 市田宜大
- 「分離脳の非対称 $Z(2)$ ゲージニューラルネットモデル：意識の統一」 入江翔太
- 「統合情報量の物理学的表現とゲージニューラルネットへの応用」 松田知大
- 「 $CP1 + U(1)$ 量子ゲージニューラルネットでの学習と想起」 山本祐希

国内学会・研究会講演

1. 「切断 Wigner 近似による U(1) 格子ゲージ・ヒッグスモデルの実時間発展」
坂根真矢, 松居哲生
23pK201-5 日本物理学会、東京理科大学 2018/03/23
2. 「グロス・ピタエフスキー方程式による U(1) 格子ゲージ・ヒッグス理論の時間発展」
坂根真矢, 松居哲生
14aS31-1 日本物理学会、宇都宮大学 2017/09/14

運営

学内委員

- 理工学部安全管理・衛生委員会委員（前、後期）
- 物理学コースネットワーク管理（前、後期）

物性理論研究室

笠松 健一 准教授

岡 裕樹 (B4)、西村 太一 (B4)、森川 理一郎 (B4)

阪下 康平 (B4)、榎本 峻 (B4)、三野 巧 (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现象やボース・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。

- 一様系の超流体における 2 重量子渦の動的不安定性

超流体中では渦の循環はその巻き数に応じて不連続な値しかとり得ない。通常、超低温下の超流動現象を記述する際、巻き数 1 の量子渦がその基本的構成要素であると仮定されている。巻き数 2 の渦は、巻き数 1 の 2 本の渦に分裂した方がエネルギーが低くなるため、通常は不安定化する。ところが、散逸が無視できる超低温下において巻き数 2 の渦が安定であるかは長い間未解決であった。

本研究では、擬 2 次元一様系における Bose-Einstein 凝縮体中の巻き数 2 の量子渦が動的に不安定であることを理論的に明らかにした。Bogoliubov-de Gennes 方程式の大規模数値計算を実行することにより、巻き数 2 の渦の動的安定性の有限サイズ効果を調べ、回復長でスケールしたシステムサイズが十分大きくなると、不安定性を引き起こす素励起の振動数の虚部が有限の値に収束する。この結果は摂動論と複素固有値に拡張した WKB 近似に基づいた解析によってよく説明され、準固有振動によるフォノンの放射現象として理解することができた。

- 2 成分 Bose-Einstein 凝縮体における量子渦の蜂の巣格子構造

2 成分 Bose-Einstein 凝縮体は 2 成分の凝縮体波動関数で記述され、回転ポテンシャル中で凝縮体が形成する量子渦格子の構造は、2 成分間の相互作用によって多彩な構造を形成する。以前の研究では、異成分間の相互作用と同成分間の相互作用の大きさが等しいときには、量子渦格子の構造がストライプ構造や蜂の巣構造となり、どの構造が真の基底状態であるかは未解明であった。本研究ではこの構造が実現する領域を詳細に調べ、ストライプ構造と蜂の巣構造はグローバルな $SU(2)$ 変換における連続変形でつながっていることを明らかにした。密度分布で見える構造は異なるが、トポロジカルチャージ密度で見ると、それらは 2 重の巻き数をもつ半スカーミオンの 3 角格子構造と見なせることを示した。

メディア掲載

- 5月20日 近畿大プレスリリース 「初期宇宙の成り立ちに係わるゲージ理論を量子シミュレーションで解明へ – 初期宇宙で起きた現象を再現し、直接観測することをめざす –」近畿大 WEB サイト

学術論文 (査読付)

1. “Is a Doubly Quantized Vortex Dynamically Unstable in Uniform Superfluids?”
Hiromitsu Takeuchi, Michikazu Kobayashi, and Kenichi Kasamatsu
Journal of Physical Society of Japan **87**, 023601 (5 Pages), (2018) (2月号)
DOI:<https://doi.org/10.7566/JPSJ.87.023601>
2. “Quantum simulation of (1 + 1)-dimensional U(1) gauge-Higgs model on a lattice by cold Bose gases”
Yoshihito Kuno, Shinya Sakane, Kenichi Kasamatsu, Ikuo Ichinose, and Tet-suo Matsui
Physical Review D, **95**, 094507 (16 Pages) (2017) (5月号)
DOI:<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.95.094507>

著書

- “量子流体力学”
坪田 誠、笠松 健一、小林 未知数、竹内 宏光
丸善出版、2018年1月
ISBN: 978-4-621-30247-7

学士論文

- 「量子コンピュータを用いたショアの素因数分解アルゴリズムの検証」岡 裕樹
- 「スピン軌道相互作用をもつボース凝縮体における基底状態相」西村 太一
- 「2次元アンチドット型周期ポテンシャル中のボース凝縮体における超流動性」森川 理一郎
- 「2成分ボース・アインシュタイン凝縮体中における渦格子の蜂の巣構造」阪下 康平
- 「ボース凝縮体を用いた音響ブラックホールの実現」榎本 峻
- 「物性物理学におけるマヨラナ粒子」三野 巧

国際学会・研究会講演

1. Hiromitsu Takeuchi, Michikazu Kobayashi, Kenichi Kasamatsu
“Splitting instability of a doubly quantized vortex in homogeneous superfluids”
APS March Meeting 2018, Los Angeles, California, USA [6 March 2018]
2. Kenichi Kasamatsu
“Splitting instability of a doubly quantized vortex in homogeneous superfluids”
Ultracold Quantum Gases and Quantum Control, Shanghai Univ., China [24 Nov. 2017]
3. Kenichi Kasamatsu
“Unusual vortex dynamics in dilute atomic Bose-Einstein condensates”
BIT’s 1st Annual Conference of Quantum World-2017, Changsha, Hunan, China [16 Oct. 2017]
4. Hiromitsu Takeuchi, Michikazu Kobayashi, Kenichi Kasamatsu
“Splitting instability of a doubly quantized vortex in homogeneous superfluids”
ULT 2017: Frontiers of Low Temperature Physics, Heidelberg, Germany [20 Aug. 2017]
5. Kenichi Kasamatsu
“Dynamics of half-quantized vortices in two-component Bose-Einstein condensates”
28th International Conference on Low Temperature Physics, Gothenburg, Sweden [15 Aug. 2017]
6. Kenichi Kasamatsu
“Vortex dynamics in multicomponent Bose-Einstein condensates”
International Workshop on Topological Structures in Quantum Matter, Hana-holmen, Finland [15 June 2017]

国内学会・研究会講演

1. 竹内 宏光, 小林 未知数, 笠松 健一
「巻き数 2 の量子渦は動的に安定か？」
日本物理学会 第 73 回年次大会、東京理科大学野田キャンパス、野田市 [25 March 2018]
2. 笠松 健一, 大見 哲巨, 中原 幹夫
「有限磁場下における超流動 $^3\text{He-B}$ 相の渦芯構造と相図」
日本物理学会 第 73 回年次大会、東京理科大学野田キャンパス、野田市 [23 March 2018]

競争的外部資金

- 科研費(基盤 C、2014-2017 年度「ゲージ場が創成する冷却原子気体の量子ダイナミクスの解明」)
研究代表者:笠松 健一 直接経費 1,000,000 円 (2017 年度)
- 科研費(基盤 C、2017-2019 年度「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) (2017 年度)

教育業績

学外啓蒙活動

- 近畿大学オープンキャンパス ミニ講義 「極低温の世界」
近畿大学
平成 30 年 3 月 25 日
- 読売テレビ「大阪ほんわかテレビ」
「日常生活のイライラ解消術」でコメント
平成 29 年 10 月 13 日放送

その他

- 教員採用試験春季集中講座 一般および専門教養(物理)担当 平成 30 年 3 月 3 日

運営

学内委員

- 学生委員
- 学習支援室 物理学コース連絡担当

学外委員など

- Scientific Reports (Nature publishing group) Editorial board member

ソフトマター物理学研究室

堂寺 知成 教授

高橋 佑輔 (M2)、田中秀明 (M2)

西浦 智也 (M2)、荒牧 慧 (M1)

安田 有佑 (M1)、北口 有紀 (B4)

太田 勇輝 (B4)、川邊 司 (B4)

築地 佳純 (B4)、中蔵 丈一郎 (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 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。最近、従来準結晶概念を覆す新たな準結晶タイリング構造を発見した。

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、メソ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。

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。本研究室ではフォトニック結晶の計算研究も行っている。

メディア掲載

- Academist Journal に数式入り解説記事 [2017.11.30]
「青銅比準結晶？ - 黄金比でない準結晶を分子シミュレーションで生成」
- 近大ぴ〜ぷる vol.15、青銅比準結晶の記事 [2017.11.15]
- 読売新聞サイエンス欄（関西版）に青銅比準結晶の記事 [2017.11.10]
- ドイツ一般科学誌 Spektrum に青銅比準結晶の解説 [2017.8.18]
- 青銅比準結晶を発見（Bronze-mean quasicrystals, Nature materials）
本学プレスリリース [2017.8.15]
日刊工業新聞 8/15、財経新聞 8/15、マイナビ 8/17、excite ニュース 8/17、
グノシー 8/17、Biglobe 8/17、@nifty ニュース 8/17、日本の研究.com 8/17、
読売新聞デジタル 8/18、大学プレスセンター 8/19、河北新報デジタル 8/19、
サンケイ Biz 8/19、朝日新聞デジタル 8/19、CNETJapan 8/19、
新潟日報モア 8/19、fabcross for エンジニア 8/21、
大学ジャーナルオンライン 8/24

学術論文（査読付）

1. “Bronze-mean hexagonal quasicrystal”
T. Dotera, S. Bekku & P. Zihlerl
nature materials **16**, 987-992 (2017).
doi:10.1038/nmat4963

エディター（査読なし）

1. “Journal of Physics: Condensed Matter, Special issue: Soft quasicrystals”
Guest Editors: P. Zihlerl & T. Dotera
2017.6
<http://iopscience.iop.org/journal/0953-8984/page/soft-quasicrystals>

修士論文

- 「三重周期極小曲面上のアルダー転移及びコアシェル型スターポリマーの自己集合挙動」高橋 佑輔
- 「三重周期極小曲面上の規則構造とその自己組織化」田中 秀明
- 「3次元準結晶の生成起源の研究」西浦 智也

学士論文

- 「金属比タイリングについて」北口 有紀
- 「ハードコア-ソフトショルダー粒子系のつくる黄金樽タイリング構造」太田 勇輝
- 「青銅比準結晶タイリングの電子状態」川邊 司
- 「高分子モデルによるミセルの構造形成シミュレーション」築地 佳純
- 「青銅比準結晶から派生する非周期的タイリング構造」中蔵 丈一郎

国際学会・研究会講演

1. Tomonari Dotera(presenter) (招待講演 Invited talk)
「青銅比準周期タイリングとその拡張」“Bronze-mean quasicrystalline tiling and its extensions)”
AIMaP 研究会「結晶構造と準結晶の数理」、筑波大学、[27 March 2018]
2. Tomonari Dotera(presenter) (招待講演 Invited talk)
“Two extensions: Bronze-mean quasicrystal and crystals on saddle-shaped surfaces”
The 24th Congress & General Assembly of the International Union of Crystallography 2017, Hyderabad International Convention Centre, India [22 Aug. 2017]
3. Tomonari Dotera (poster), H. Tanaka, Y. Takahashi
“The magic numbers of equal spheres on triply periodic minimal surfaces”
The 10th Liquid Matter Conference (Liquids 17), The Cankarjev dom Cultural and Congress Centre in Ljubljana, Slovenia, [17 July 2017]

国内学会・研究会講演

1. 高橋佑輔(poster)、荒井規允、堂寺知成
「散逸粒子動力学法によるコアシェル型スターポリマーの自己集合挙動」
日本物理学会年次大会 (25aPS-74)、東京理科大学野田、[25 March 2018]
2. 田中秀明(presenter)、堂寺知成
「正6角形の自己組織化による切頭8面体の周期構造」
日本物理学会年次大会 (22pK701-12)、東京理科大学野田、[22 March 2018]
3. 川邊 司(presenter)、堂寺知成
「青銅比タイリングの電子状態」
日本物理学会年次大会 (22aK509-6)、東京理科大学野田、[22 March 2018]
4. 中蔵丈一郎(presenter)、堂寺知成、Primoz Zihel
「青銅比準結晶から派生する非周期的タイリング構造」日本物理学会年次大会
(22aK509-5)、東京理科大学野田、[22 March 2018]
5. 太田勇輝(presenter)、別宮進一、堂寺知成 and Primoz Zihel
「ハードコア-ソフトショルダー粒子系のつくる黄金樽タイリング構造」日本
物理学会年次大会 (22aK509-4)、東京理科大学野田、[22 March 2018]
6. 田中秀明(poster)、堂寺知成
「2種類の正6角形の自己組織化による切頂8面体のネットワーク構造」
第7回ソフトマター研究会 (p15)、京都大学 [23 Oct. 2017]
7. 高橋佑輔(poster)、田中秀明、堂寺知成
「剛体球によるP、G、D曲面上のアルダー転移」
第7回ソフトマター研究会 (p08)、京都大学 [23 Oct. 2017]
8. 田中秀明(presenter)、高橋佑輔、堂寺知成
「P、G、D曲面上の剛体球の相転移 I」
日本物理学会秋季大会 (24pN23-7)、岩手大学、[24 Sep. 2017]
9. 高橋佑輔(presenter)、田中秀明、堂寺知成
「P、G、D曲面上の剛体球の相転移 II」
日本物理学会秋季大会 (24pN23-8)、岩手大学、[24 Sep. 2017]

競争的外部資金

- 2017年度科研費 基盤研究(B) 研究代表者：堂寺知成
ソフトマター準結晶と複雑結晶のデザイン-ソフトマター結晶学の創成(課題番号16H04037, 配分総額13,900,000円(2016-2018年度)、29年度配分額3,300,000円(2017年度))

- 2017年度科研費 基盤研究 (C) 研究代表者：松澤淳一
結晶の対称性と極小曲面に関する研究 (分担) (課題番号 25400072、配分総額
1560,000 円 (2013-2017 年度) 29 年度配分額 28520 円 (2017 年度))

その他

- 田中 秀明 (M2) 交友会長賞 [20 Mar. 2018].
- 安田 有佑 (M1) 総合理工マスタース 2018 優秀ポスター賞 [26 Mar. 2017].
- 米国物理学会のメール配信ニュースレターのヘッダーに 2013 年から高分子準結晶の図が使用されている。

教育業績

非常勤

1. 放送大学大学院授業科目「現代物理学の論理と方法 ('13)」客員講師、第 6 回担当、地デジ 12ch (東京)、BS (大阪) などで放送。

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」2017 年 9 月 24 日。

学内委員

- 大学院委員 (通期)、運営会議委員 (通期)、大学院将来計画委員長
- 基本構想推進委員、広報活動の強化作業部会部会長
- 世界ランキングプロジェクトメンバー (通期)
- 21 世紀グローバル推進検討委員 (通期)
- 就職対策委員 (-h29.9)
- 教務委員 (h29.10-)

学外委員など

- 科学技術振興機構 さきがけ「超空間制御と革新的機能創成」領域アドバイザー (2013.6-).
- 物理学専門誌のゲスト編集者：ソフトマター準結晶分野の研究者の総結集.
Journal of Physics: Condensed Matter, Special Issue “Soft-matter quasicrystals” Guest editors: Tomonari Dotera and Primoz Ziherl.

量子制御研究室

近藤 康 教授

堀河 峻平 (B4)、笠原 崇史 (B4)

木下 和也 (B4)、金林 広敏 (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。

昨年度には、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 (K. Chonlathep, T. Sakamoto, K. Sugahara, and Y. Kondo, Journal of Magnetic Resonance 275 (2017) 114–119) 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。2018 年 4 月現在投稿中である。

- 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。

- 学生実験装置の開発
コンパクトで簡単だけれど、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。

メディア掲載

- 11月22日（水）5：00～6：45（の内の5分ほど）
朝日放送「おはようコールABC」
アーティストの大原櫻子さんが苦手なもの（ファンサービスのためのギターのピック投げ）を克服するという企画に、軽音楽部とフライングディスク部の学生が協力した。近藤は「ギターのピックを上手に投げるコツ」を解説した。

学術論文（査読付）

1. “Engineered noisy environment for studying decoherence”
Ai Iwakura, Yuichiro Matsuzaki, and Yasushi Kondo
Phys. Rev. A **96** (2017) 032303.

学士論文

- 「分子模型及び力学的エネルギー実験組み立てキットの作成」 木下 和哉
- 「カーボンナノチューブの構造と電気的特性」金林 広敏
- 「Global Positioning System の原理」笠原 崇史
- 「空中像表示装置の作成」堀川 峻平

国際学会・研究会講演

1. Yasushi Kondo
“NMR system for studying phase decoherence [invited]”
Workshop “2017 International Workshop on Quantum Information, Quantum Computing and Quantum Control”
December 19～21 (2017)

2. Yasushi Kondo

“NMR system for studying phase decoherence [poster]”

Workshop “Quantum Thermodynamics: Thermalization and Fluctuations”

September 27~30 (2017)

国内学会・研究会講演

1. 日比野 良彦 (発表者)、菅原 賢悟、近藤 康

「ケミカルシフト分解能を持つフェライト磁石製卓上 NMR」

電気学会、電磁界解析の精度化技術調査専委員会、回転機電磁界解析の实的総合評価技術調査専委員会、静止器/回転機合同研究会、(早稲田大学)

January 23~24 (2018)

2. 菅原 賢悟 (発表者)、黒川 卓人、日比野 良彦、近藤 康、矢野 博幸

「フェライト磁石の個体差分析のための磁化分布測定」

電気学会、電磁界解析の精度化技術調査専委員会、回転機電磁界解析の实的総合評価技術調査専委員会、静止器/回転機合同研究会、(早稲田大学)

January 23~24 (2018)

3. 菅原 賢悟 (発表者)、日比野 良彦、近藤 康、矢野 博幸

「特異値分解をいた磁石のモデリング方法」

電気学会、エネルギー変換の効率・機能化のための磁気応技術調査専委員会、マグネティックス研究会 (豊岡市城崎健康福祉センター 多機能ホール、兵庫県豊岡市)

March 8~9 (2018)

4. 近藤 康

「ノイズ下の磁気センサーの NMR シミュレーション [ポスター]」

第 16 回 京都大学 物性科学センター講演会・研究交流会

February 19 (2018)

5. 近藤 康、日比野 良彦、菅原 賢悟、室 洋一、田中 宏和、佐藤 利行

「学生実験用 NMR 装置の開発 [ポスター]」

応用物理学会 2018 年春期講演会 (早稲田大学)

March 17~20 (2018)

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「平成 29 年 10 月 1 日より 32 年 3 月 31 日まで」
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」
平成 29 年度直接経費「114 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
平成 29 年 7 月 12 日
- 近畿大学附属中学校訪問実験
近畿大学
平成 29 年 8 月 29 日
- 出張実験
弥刀中学と若江中学
平成 29 年 9 月 12 日、13 日、平成 30 年 2 月 20 日、27 日
- 小中高教員のための理科実験体験イベント
近畿大学
平成 30 年 3 月 26 日

運営

学内委員

- 予算委員（前期）
- 人権教育・ハラスメント防止委員（後期）
- 総合理工学研究科 理学専攻 副専攻長（物理学分野、後期）
- 第 2 学年担任

固体電子物理研究室

増井 孝彦 准教授

市山 由樹子 (M2)、大迫 彩花 (M2)
木村 咲紀 (M2)、長曾我部 崇伸 (M2)
金子 征司 (M1)、沖田 大輝 (B4)
平沼 拓也 (B4)、北森 風馬 (B4)
田中 将也 (B4)

研究概要

- 銅酸化物高温超伝導体 YBCO の K 置換効果

K (カリウム) は食塩をはじめとする食物に含まれるなど我々にとって身近な元素であり、銅酸化物の超伝導が発見されて以来、構成元素としての可能性が検証されてきたが、いまだに効果があきりしない元素である。その原因を検証した結果、原料として炭酸塩を用いると炭酸基が取り込まれ、物性に大きな影響を及ぼすこと、炭酸塩を排除した原料から合成した試料を X 線構造解析で検証したところ、K 原子が取り込まれる可能性があることが分かった。

- 銅酸化物高温超伝導体 YBCO の炭酸基効果

銅酸化物高温超伝導体は 2 次元的な面が積層した構造を取っており、その層間に入る構造には大きな自由度がある。YBCO については CuO 鎖層が炭酸基が入り込む位置として可能性が指摘されており、その存在の形態についても 2 通りの提案があった。それらの構造に適すると予想された方法で試料を合成し、結晶の局所的な構造に敏感なラマン分光法で確認したところ、炭酸基由来と思われる振動が観測され、その振動エネルギーは作り方を変えることで差が生じていることから、異なる構造が形成されたことが分かった。

修士論文

- 「ラマン分光による銅酸化物高温超伝導体 YBCO への CO₃ 導入の検証」
市山 由樹子
- 「銅酸化物超伝導体 YBCO の K 置換可能性の検証」大迫 彩花
- 「銅酸化物超伝導体 YBCO の Sr 置換位置の検証」木村 咲紀
- 「銅酸化物超伝導体の Mg 置換効果及び Zn 置換効果との比較」長曾我部 崇伸

学士論文

- 「面外乱れを制御した高温超伝導体 Bi2212 の作製」沖田 大輝
- 「NaCl フラックスを用いた銅酸化物高温超伝導体 Bi2212 の単結晶育成」北森 風馬
- 「YBCO の Ni-Zn 置換効果」田中 将也
- 「銅酸化物高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ の Ni-Mg 同時置換効果」平沼 拓也

教育業績

学外啓蒙活動

- 出張授業 (SPP)
タイトル: 「物質の磁性」
東大阪市立弥刀中学校
平成 29 年 9 月 13 日

その他

- 教員免許更新講習
タイトル: 「放射線について」
近畿大学
平成 29 年 8 月 5 日

運営

学内委員

- 施設設備委員 (前期)
- 入学試験委員 (後期)
- オープンキャンパス委員 (前、後期)
- 基礎物理科目世話人

生物物理学研究室

矢野 陽子 准教授

小林 修広 (B4)、小川 雄輔 (B4)、吉原 知宏 (B4)

多田 昂史 (B4)、川端 ゆり子 (B4)

研究概要

- 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。
- 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。

学士論文

- 「リン脂質を展開した水表面で観測される表面張力の自発振動」 小林 修広
- 「水表面上リン脂質単分子膜の相変化」小川 雄輔
- 「リン脂質を展開した水表面でのオクタノールの自発運動」吉原 知宏
- 「水表面で観測されるマランゴニ対流の流速の測定」多田 昂史
- 「赤外分光法による様々な溶媒においてのタンパク質の変性構造の観察」川端 ゆり子

国内学会・研究会講演

1. Yohko F. Yano (presenter)
”Protein Unfolding at the Air-Water Interface”
日本生物物理学会、熊本大学、熊本市 [19 Sep. 2017]
2. Yohko F. Yano (poster), Yusuke Inoue, Yuto Nitta
「アルコール/水界面で生じるマランゴニ対流」
溶液化学シンポジウム、イーグレひめじ、姫路 [18 Oct. 2017]
3. Yohko F. Yano (presenter)
「マランゴニ対流生成消滅に伴う自己組織化膜形成ダイナミクスの観測」
薄膜・多層膜の埋もれた界面の X 線・中性子解析ワークショップ 2018、物質
材料研究機構、つくば市 [21 Jan. 2018]

競争的外部資金

- 科研費 (基盤 C、2017-2020 年度「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」)
研究代表者: 矢野陽子 直接経費 1,560,000 円 (2017 年度)

教育業績

学外啓蒙活動

- 滋賀県立虎姫高校 SSH フィールドワーク受け入れ「放射線について」 [17 Nov. 2017]
- 近畿大学オープンキャンパス「細胞膜の物理学」 [19 Aug. 2017]
- 近畿大学オープンキャンパス リケジョ応援企画「私が活躍できる理系分野の選び方」 [23 Jul. 2017]

その他

- 平成 29 年度 教員採用試験春期集中講座 一般および専門教養 (物理) [2-3 Mar. 2018]

運営

学内委員

- 予算委員（後期）
- ハラスメント防止相談員
- 33号館物理学実験室世話人

学外委員など

- SPring-8 ユーザー協同体「ソフト界面科学研究会」副代表
- 溶液化学研究会 第40回溶液化学シンポジウム実行委員
- Outstanding reviewer - Journal of Molecular Liquids (Elsevier)

一般相対論・宇宙論研究室

石橋明浩 准教授

上田 航大 (M 1)、奥村 貴司 (M 1)

南川 朋輝 (M 1)

有川 友悟 (B4)、海野 ころこ (B4)

杉山 幸平 (B4)、木村 優斗 (B4)

田中 咲好 (B4)

研究概要

漸近平坦な時空の光的無限遠は、ミンコフスキー時空の対称性ではなく BMS 対称性とよばれる無限次元の拡大された対称性を持つことが知られています。近年、この BMS 対称性と重力波のメモリー効果および軟重力子の関係が指摘され、それを用いたブラックホール情報問題への示唆などが議論されています。今年度は、この BMS 対称性とメモリー効果を高次元時空で再考し、それが 4 次元時空に特有の性質であることを示しました。また、時空次元（の逆数）を摂動パラメーターとみなすことで高次元重力の特徴を解析的に研究する方法を用いて、宇宙検閲官仮説の問題に取り組みました。また、ホログラフィー理論を用いて、高次元の回転ブラックホール内部のコーシー地平の量子論的不安定性を示すことで、強い宇宙検閲官仮説に対する量子論的示唆を得ました。

卒業研究では、時空の特異点とブラックホールの安定性およびブラックホールの一意性という、ブラックホール時空の数理的な基本性質について先行研究をまとめてもらいました。

学術論文（査読付）

1. “Cosmic Censorship at Large D: Stability analysis in polarized AdS black branes (holes)”
Norihiro Iizuka, [Akihiro Ishibashi](#), Kengo Maeda,
JHEP 1803 (2018) 177
2. “Holographic stress-energy tensor near the Cauchy horizon inside a rotating black hole” [Akihiro Ishibashi](#), Kengo Maeda, Eric Mefford,
Phys.Rev. D96 (2017) no.2, 024005
3. “The Memory Effect for Particle Scattering in Even Spacetime Dimensions”
David Garfinkle, Stefan Hollands (Leipzig U.), [Akihiro Ishibashi](#), Alexander

Tolish, Robert M. Wald
Class.Quant.Grav. 34 (2017) no.14, 145015

4. “BMS Supertranslations and Memory in Four and Higher Dimensions”
Stefan Hollands, Akihiro Ishibashi, Robert M. Wald.
Class.Quant.Grav. 34 (2017) no.15, 155005

著書

- 「ブラックホールの数理～その大域構造と微分幾何～」
石橋明浩 サイエンス社 2018年1月

学士論文

- 「宇宙のビッグバンとブラックホールの特異点」 有川友悟
- 「宇宙のブラックホールの不安定性」 海野こころ
- 「ブラックホールの個性を伝える QNMs」 杉山幸平
- 「Kerr-AdS ブラックホールの不安定性」 木村優斗
- 「ブラックホールの熱力学と No-hair 定理」 田中咲好

国際学会・研究会講演

1. 石橋明浩
“Asymptotic symmetry and Memory effects”
招待講演 国際研究会「Infrared physics of gauge theories and quantum dynamics of inflation」琵琶湖クラブ 2018年1月20日
2. 石橋明浩
“BMS Supertranslations and Gravitational Memory”
研究会「Black Holes and Strong Gravity Universe」近畿大学 2017年9月21日
3. 石橋明浩
“BMS Supertranslations and Gravitational Memory”
招待講演 延世大学、大韓民国 ソウル市 2017年4月11日

国内学会・研究会講演

1. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力波メモリー”
セミナー講演 神戸大学 2017年4月26日
2. 石橋明浩
“BMS Supertranslations and Gravitational Memory”
セミナー講演 北海道大学 素粒子論研究室 2017年5月26日
3. 石橋明浩
“BMS Supertranslations and Gravitational Memory”
セミナー講演 大阪大学 素粒子論研究室 2017年5月16日
4. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力メモリー”
セミナー講演 大阪市立大学 宇宙論・重力理論研究室 2017年5月19日
5. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力メモリー”
セミナー講演 東京大学 駒場 素粒子論研究室 2017年5月24日
6. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力メモリー”
セミナー講演 日本大学 素粒子論研究室 2017年9月27日
7. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力メモリー”
セミナー講演 立教大学理学部物理学科 談話会 2017年11月9日
8. 石橋明浩
“BMS 対称性と重力メモリー”
セミナー講演 京都大学 素粒子論研究室 2017年12月20日
1. 奥村貴司
「重力波のリングダウンは事象の地平面の存在証拠か？」
口頭発表
第47回天文・天体物理若手の会 夏の学校、長野県 7月27日
2. 上田 航大
「ブラックホール時空の有質量ベクトル場」
ポスター発表
第47回天文・天体物理若手の会 夏の学校、長野県 7月27日

3. 南川 朋輝

「極限ブラックホールからの光子放出」

口頭発表

第 47 回天文・天体物理若手の会 夏の学校、長野県 7月 28 日

競争的外部資金

- 2017 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)
- 2017 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

- 集中講義 立教大学大学院 2017 年 11 月
- マリー・キュリー財団・欧州諸国との人材交流プログラム RISE 企画参画 . EU 諸国の研究者 7 名を本学に招へい、講演会開催

運営

学内委員

- 教務委員 (前期)
- 就職対策委員 (後期)

学外委員など

- 学術誌「General Relativity and Gravitation」(Springer 出版) 編集委員
- 学位外部審査委員 (韓国) 延世大学大学院 2017 年 4 月

宇宙論研究室

井上 開輝 准教授

茂野 智幸 (M2)、堀口 康男 (M2)

北山 義大 (B4)、鈴木 啓隼 (B4)、谷河 那美 (B4)

藤田 由希穂 (B4)、村上 穂乃香 (B4)

研究概要

- 局所銀河群に所属する銀河方向にある月質量サイズ以下のコンパクト天体の検出

始原ブラックホールや浮遊矮惑星などの月質量サイズ以下のコンパクト天体 (SULCO) が、銀河系のハローの相当程度を占める可能性が考えられている。SULCOを検出するため、局所銀河群に所属する銀河の星を短いタイムスケールでモニタリングすることを提案する。M33に所属する星を8メートルクラスの望遠鏡を用いて分スケールの露出時間でモニタリング観測すると、10のマイナス7乗から10のマイナス9乗太陽質量のコンパクト天体のレンズ効果による増光現象を検出することができる。また、10のマイナス9乗太陽質量以下の軽いSULCOでは光源である星の有限サイズの効果が重要となってくるため、あまり強い制限は得られないことが判明した。

- 4重像重力レンズによる超寿命荷電重粒子ダークマターモデルの制限
クェーサーと呼ばれる遠方の天体の光の軌道が重力によって曲げられる「重力レンズ」現象の解析と最新のコンピューターを用いた宇宙シミュレーションの結果から、超寿命荷電重粒子 (CHAMP) と冷たいダークマター (CDM) 粒子の混合モデルに対し、次のような観測的な制限をつけた (Kamada, Inoue, Kohri and Takahashi JCAP 11 id008, 2017)。1) CHAMP がダークマター質量に占める割合が100%のとき、CHAMPの寿命は0.96年以下。2) CHAMPの寿命が10年のとき、CHAMPがダークマター質量に占める割合は50%以下。
- 弱い重力レンズで探るスーパーボイド
宇宙マイクロ波背景放射のコールドスポットの原因としてスーパーボイドの存在が提唱されている。我々は、N体シミュレーションのデータを用いて、宇宙に存在するボイドによる弱い重力レンズ効果を評価した。その結果、以下のことが判明した。1) 弱いレンズ効果のシグナルはボイド単体で3シグマ程度の有意性で検出可能である。2) ボイドの半径が200Mpc/hでかつ密度コントラストが-0.3程度あれば、4シグマ以上の有意性で検出可能である。3) 負のコ

ンバージェンスがピークである方向では多くの巨大ボイドがクラスタリングしている。

学術論文（査読付）

1. “Probing supervoids with weak lensing”
Yuichi Higuchi and Kaiki Taro Inoue
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **476**, (1): 359-365 (2018)
(1月電子出版)
DOI:10.1093/mnras/sty205
2. “Detecting sub-lunar mass compact objects toward the Local Group galaxies”
Kaiki Taro Inoue
New Astronomy, **58**, 47-52 (2018) (1月号)
DOI:10.16/j.newast.2017.07.006
3. “Constraints on long-lived electrically charged massive particles from anomalous strong lens systems”
Ayuki Kamada, Kaiki Taro Inoue, Kohri Kazunori and Tomo Takahashi
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Issue 11, article id. 008
(2017) (11月号)
DOI:10.1088/1475-7516/2017/11/008

修士論文

- 「重力レンズ効果の数値的解法」 茂野 智幸
- 「クェーサー MG0751+2716 の重力レンズモデル」 堀口 康男

学士論文

- 「CMB を用いた宇宙のトポロジーの制限」 北山 義大
- 「重力レンズクェーサー MG0414+0534 の電波画像解析」 鈴木 啓隼
- 「重力レンズの基本構造と時間遅延効果」 藤田 由希帆
- 「重力レンズ天体の模型の作成」 谷河 那南
- 「ニューラルネットワークの学習」 村上 穂乃香

国内学会・研究会講演

1. Kaiki Taro Inoue (presenter), Tomoaki Ishiyama and Takashi Hamana
「トランスレンズによる 10kpc 以下の密度ゆらぎの制限」
日本天文学会、千葉大学西千葉キャンパス、千葉市 [14 Mar. 2018]
2. Yasuo Horiguchi (poster), Kaiki Taro Inoue
「クエーサー MG0751+2716 の重力レンズモデル」
日本天文学会、千葉大学西千葉キャンパス、千葉市 [14 Mar. 2018]
3. Kaiki Taro Inoue (presenter)
“Detecting Sub-lunar Mass Compact Objects toward the Local Group Galaxies”
理論研究部理論コロキウム、国立天文台三鷹キャンパス、三鷹市、東京 [21 Feb. 2018]
4. Kaiki Taro Inoue (presenter)
“Probing Dark Dwarf Galaxies with Gravitational Lensing”
ALMA long Baseline Workshop、メルパルク京都、京都市 [3 Oct. 2017]
5. Kaiki Taro Inoue (presenter) (招待講演)
「重力レンズで探る暗黒矮小銀河とダークマター」
ダークマター研究会、金沢劇場、金沢市 [2 Oct. 2017]
6. Tomoyuki Shigeno (poster) and Kaiki Taro Inoue
「広がった光源に対する重力レンズ効果のモデリング」
日本天文学会、北海道大学、札幌市 [11 Sep. 2017]
7. Yuichi Higuchi (presenter), Kaiki Taro Inoue
「弱重力レンズ効果による CMB Cold Spot 方向の質量分布測定」
日本天文学会、北海道大学、札幌市 [11 Sep. 2017]

競争的外部資金

- 科研費 (基盤 B、2017-2020 年度 「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 4,900,000 円 (2017 年度)

教育業績

学外啓蒙活動

- 「大阪市立科学館友の会総会」 講演
タイトル：「ALMAで迫る暗黒矮小銀河」
大阪市立科学館
平成29年5月20日
- 「第10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
平成29年6月11日

書籍

- 天文月報 2017年5月号 アルマ望遠鏡特集(3) p.341-349
「ALMAで迫る暗黒矮小銀河とダークマターの正体」

運営

学内委員

- 図書・広報委員（前、後期）
- 図書・広報委員会理工学部WEBサイト小委員長（前、後期）
- 物理学コースWEBサイト管理（前、後期）

学外委員など

- 国立天文台審査委員