

NEWTON FEST.

Guide Book 2025



KYUSHU UNIVERSITY

Department of Physics

ニュートン祭の概要

ニュートン祭とは、偉大なる物理学者ニュートンの誕生日12月25日あたりに開かれる、九州大学理学部物理学科・九州大学大学院理学府物理学専攻・九州大学大学院理学研究院物理学部門構成員のみなさまの親睦を深め、この先の配属やコース選択などの手助けになるような機会を設けることを目的とした、交流期間および複数のイベントの総称です。例年、レクリエーション、研究室訪問、パンフレット制作、そして年末に懇親会を開催しております。

何を研究してみたいのかまだ決まっていない方も、自分の興味のある研究について知りたい方も、九大物理での交友関係を深めたい方も、ぜひ積極的に参加してみてください。



運営委員長挨拶

6月の運営委員会発足以来、私たちは「物理学科を盛り上げたい」「もっと多くの人を巻き込みたい」という一心で、準備を進めてまいりました。その為、今年度は特に広報活動に力を入れました。ニュートン祭の魅力をどう伝えるか、どうすれば皆さんに足を運んでもらえるかについて、委員一同で何度も議論を重ね、試行錯誤しながら、情報を発信し続けてきました。

ご参加いただいた皆様には、本イベントが進路選択の一助となり、また交友関係を新たに広げる貴重な場となることを願っております。ぜひこの機会を通じて新たな発見や知的な刺激を感じていただき、実りある時間を過ごしていただければ幸いです。

最後になりますが、今年度のニュートン祭が開催できているのも運営委員をはじめ、協力してくださった教員方、研究室の皆様、学生の皆様、ほか関わっていただいたすべての皆様の多大なるご支援のおかげです。この場を借りて深く感謝申し上げます。

そして個人的なことになりますが、運営委員長という大役を務めるにあたり、心の支えとなってくれた家族にも心より感謝の意を表します。

2025年度ニュートン祭運営委員長

高橋 和輝

運営委員会

副委員長

永光 野乃佳

パンフレット

佐藤 里奈

加来 郁海

会計

平松 夕佳

東山 空人

レク・懇親会

大造 晴

時安 秀平

広報

久保 涼香

永井 春香

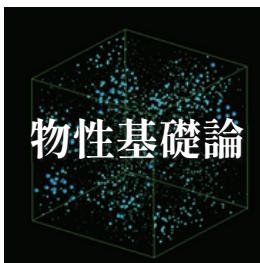
目次



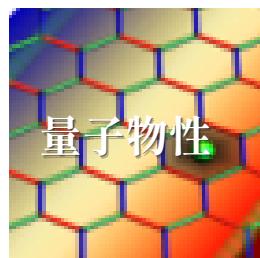
素粒子理論研究室	5
粒子系理論物理学研究室	10
理論核物理研究室	14
量子宇宙物理理論研究室	18



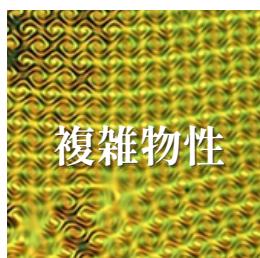
素粒子実験研究室	23
実験核物理研究室	27



物性理論研究室	32
統計物理学研究室	36
凝縮系理論研究室	40



磁性物理学研究室	44
光物性研究室	48
創発量子物性研究室	52
固体電子物性研究室	57



複雜物性基礎研究室	61
複雜生命物性研究室	66

研究室紹介

粒子宇宙論



理論の力で宇宙を理解したい

目次

素粒子理論研究室	.....	5
粒子系理論物理学研究室	.....	10
理論核物理研究室	.....	14
量子宇宙物理理論研究室	.....	18

粒子宇宙論

素粒子理論研究室

Elementary Particle Theory Group

HP : <https://sites.google.com/view/kyushu-het>

コアタイム：週に1回

研究キーワード：場の量子論、量子異常、格子ゲージ理論、厳密くりこみ群、標準模型を超えた物理、素粒子模型構築とその現象論・宇宙論、超弦理論、素粒子統一理論、カラビ・ヤウコンパクト化、機械学習、量子重力、AdS/CFT対応、量子エンタングルメント、共形ブートストラップ、二次元共形場理論、圈論的対称性、アノマリー、非超対称弦理論とブレーン



Member

教授	鈴木 博
准教授	津村 浩二、楠龜 裕哉、Justin Kaidi
助教	大塙 啓
学術研究員	古賀 勇一、Yuefeng Liu 古田悠馬、Yin Tang
共同研究員	大川翔平
名誉教授	井上 研三
博士3年	阿部 元一、西村 隼、宮尾 光
博士2年	小野田 壮真、甲斐 貴文、中嶋 陽平、Riasat Sheikh
博士1年	本田 大和
修士2年	原田 瓦、平崎 騎士、柳田 嶽太
修士1年	キム ウソン、北川 遥翔、永尾 空人
学部4年 (特別研究生)	田浦航大、安部泰輝、津曲慧、鈴山紘生

学生部屋の様子▼



▲新歓BBQの様子



教員プロフィール



鈴木博 教授

前期に電磁気学IIを担当していましたので、三年生の皆さんには既におなじみかと思います。素粒子理論の中でも、場の量子論の題材を主に研究しています。場の量子論は、その摂動論的領域はよく理解されているのですが、非摂動論的領域は広大な未開の地で、この領域の開拓を目指しています。くりこみ群、格子場の理論、対称性とアノマリー、などがキーワードです。



津村 浩二 准教授

素粒子実験や宇宙観測に関係した現象論的研究を行っています。最後に発見された素粒子であるヒッグス粒子や、未だ謎の多いニュートリノや暗黒物質をどうやって検証するのかを研究しています。特に対称性とその破れの観点から新物理模型を構築し、その模型の理論予言を調べて実験結果と突き合わせることを行っています。



大塚 啓 助教

超弦理論に基づく素粒子現象論および宇宙論に関する研究を行っています。特に、6次元余剰次元空間のコンパクト化やその幾何学的対称性がもたらす素粒子現象論に注目しています。また、機械学習を用いた素粒子理論・弦理論に関する研究にも取り組んでいます。



楠龜 裕哉 准教授

素粒子理論（フォーマル）の研究をしています。一昨年までCaltechでポスドクをしており、去年から九大に着任しました。研究内容は量子重力理論の理解に向けた数学的手法の開発・応用です。具体的には、AdS/CFT対応、共形ブートストラップ、エンタングルメントを用いた新しい解析手法の模索です。また、こうした手法を応用して量子多体系（場の理論）の分類問題にも取り組んでいます。



Justin Kaidi 准教授

2024年から素粒子理論研究室に所属しています。主な研究分野は場の量子論と超弦理論です。最近は圏論的対称性という、量子力学独特の対称性の研究を進めています。通常の対称性が現代物理学の基礎的な考え方の一つになったのと同様、圏論的対称性もいつか物理学の大きな進歩に繋がると期待されています。



アピールポイント

雰囲気

自由活発な雰囲気で、ゼミや研究室行事に関するここと以外は基本的に自由です。メンバー同士の交流が盛んで、今年度は院試が一段落してからは、修士学生と学部学生が一緒に自主ゼミに取り組む様子も見られました。素粒子物理学の内容を理解するにはじっくり勉強をする必要があるので、学問や研究に対して自主的に積極的に向かうと、より楽しく充実した生活が送れるでしょう。

人

物理好きはもちろん、皆さんが何かしらの好み・趣味を持っているため、ひとたび話が盛り上がりが止まりません。お話し好きが多いのでしょう。個性豊かで好奇心旺盛、というのが一番ピッタリな言葉です。

環境

文献紹介やセミナー等の行事では粒子宇宙論中講座の他の研究室との交流もあり、そちらの方々からも質問・アドバイス・指導を受けられるので、より一層充実した環境で研究ができると思います。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
5月	粒子宇宙論合同新歓コンパ
8月	原子核三者若手夏の学校
1月	博士論文公聴会
2月	修士論文発表会
3月	追い出しコンパ

定例イベント

不定期開催	文献紹介・セミナー
毎週金曜日	研究室会議

週に1回の頻度で研究室会議とセミナーを行っています。文献紹介では担当者が面白そうな論文を探ってきて皆に紹介します。セミナーでは外部から講師を招き、最新の研究内容について解説してもらいます。状況が許せば、セミナーの後に講師の方を交えて食事に行くこともあります。



実績

研究	https://inspirehep.net/literature?sort=mostrecent&size=25&page=1&q=rn%20KYU_SHU-HET%2A
就職先	公務員／三井住友海上火災保険／三菱スペース・ソフトウェア／ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング／大和証券／TIS 西日本／フソウ／昭和発酵キリン／インディアナ大学／株式会社 NS ソリューションズ西日本／住重加速器サービス株式会社／新潟大学／台湾国立交通大学／高エネルギー加速器研究機構／九州大学高等教育開発推進センター／アクセンチュア／NTT コムウェア／構造計画研究所／富士総研／日立エンジニアリング／NEC／野村総研／ニトリ／文部科学省／西教特許事務所／塾講師／予備校講師／高校教員など

学部学生のほとんどは大学院に進学し、修士卒業生は博士後期課程に進学する人、企業に就職する人がいます。博士後期課程に進学した人の民間企業への就職も概ね良好です。いつの時代も研究職への道は険しいですが、ポスドクとして海外で研究される方も多いです。



研究内容

素粒子とは全ての物質を構成するこの世界で最も基本的な存在であり、様々な種類のものが知られています。我々の観察する多種多様な現象は、全てこの素粒子の性質とその間に働く力がもとになって起こっており、従って素粒子物理学は我々が自然をより深く理解するためには欠くことのできない重要な研究分野です。素粒子の世界は我々の直感と相反するような不思議な世界であり、未だによく理解されていない部分が数多く残されています。当研究室ではそれら素粒子に関する謎の解明を目標とし、具体的には以下のようなことを研究しています。

1) 素粒子標準模型を超えた現象論

現在、実験的に検証されている限りで最も基本的な物理理論は**標準模型**と呼ばれるものであり、約10のマイナス18乗メートル（原子核の1000分の1）の大きさまでの物理を正しく記述します。2012年にはヒッグス粒子が発見され、LHC実験の最先端はヒッグス粒子の精密検証のフェーズへと移っています。一方で、実験・観測の進展により標準模型を超えたさまざまな現象が見つかってきています。なかでもニュートリノがゼロでない微小質量をもつことや**暗黒物質**の存在することは疑いないものとなっており、その起源を明らかにすることがますます重要になってきています。

特に我々は標準模型において全ての粒子の質量の起源となっている**電弱対称性の破れ**がどのように実現されているのかに興味を持って研究しています。標準模型においてヒッグス粒子の質量はパラメタですが、発見されたヒッグス粒子の質量は理論的に「自然な」値ではありません。この標準模型に内包された問題が電弱対称性の破れの起源に強く結びついていると考えられています。我々はそのような物理が何であるかについて想像を巡らし、それを実験や観測からどのように検証すればよいのかを考察しています。また比較的新しい考え方である、超高エネルギーでの境界条件による理解など新しい可能性についても模索しています。

2) 場の量子論の非摂動論的研究

素粒子を記述する基本言語が場の量子論です。ファインマンダイアグラムで表される場の量子論の摂動論は、摂動論的くりこみ理論により不定性なく定式化されており、とてもよく理解されています。一方、クォークの閉じ込めや**カイラル対称性**の自発的破れ、トンネル現象など、自然界には摂動論では理解できない非摂動論的現象があることが知られており、場の量子論の非摂動論的側面には多大の関心が持たれます。しかし、場の量子論の非摂動論的研究には一般的な処方箋が存在せず、広大な未踏の地が広がっています。我々のグループは、この場の量子論の非摂動論的側面の研究を可能にする枠組みの開発に取り組んでいます。場の量子論の非摂動論的計算手法としては、4次元時空間を離散化することでゲージ場の量子論の非摂動論的側面を解析する**格子ゲージ理論**が代表的なものですが、我々は**グラディエントフロー**という手法を用いて格子ゲージ理論におけるエネルギー運動量テンソルの構成に成功しました。この構成はスーパーコンピュータを用いた数値シミュレーションに実際に応用されています。また最近では**ゲージ対称性を保った厳密くりこみ群**の定式化にも成功し、これを用いてゲージ場の量子論の非摂動論的くりこみ固定点を探索する研究にも取り組んでいます。

3) 超弦理論に基づく素粒子現象論

自然界で観測されている4つの力（重力・電磁気力・強い力・弱い力）を量子論的に記述する統一理論の最有力候補が「**超弦理論**」です。超弦理論は、素粒子ではなく「**弦**」を基本要素とする理論で、我々が認識している4次元（空間3次元+時間1次元）に加えて6次元の余剰次元空間を予言します。この余剰次元空間は観測されない程度に小さくコンパクト化されていると考え、我々は直接認識できません。超弦理論の誕生後36年以上、**カラビ-ヤウ多様体**をはじめとする膨大な数の6次元コンパクト空間が調べられてきましたが、未だコンパクト化のルールの全貌は不明であり、素粒子標準模型の導出には至っていません。

6次元コンパクト空間の幾何学量や幾何学的対称性は、素粒子の世代数、世代構造、結合の強さ、CP対称性の破れ等を決定します。我々は、6次元コンパクト空間の持つ豊かな幾何学的構造に注目し、超弦理論に基づく素粒子現象論を研究しています。また、超弦理論に現れる6次元コンパクト空間とその真空構造の探索手法として、近年発展が著しい機械学習・深層学習等を用いた研究も行っています。

Message

- ・学生部屋が広く、各人に割り当てられた机の他にも、ソファー・冷蔵庫といった設備が充実しています。
(アイスが食べられますよ♪)

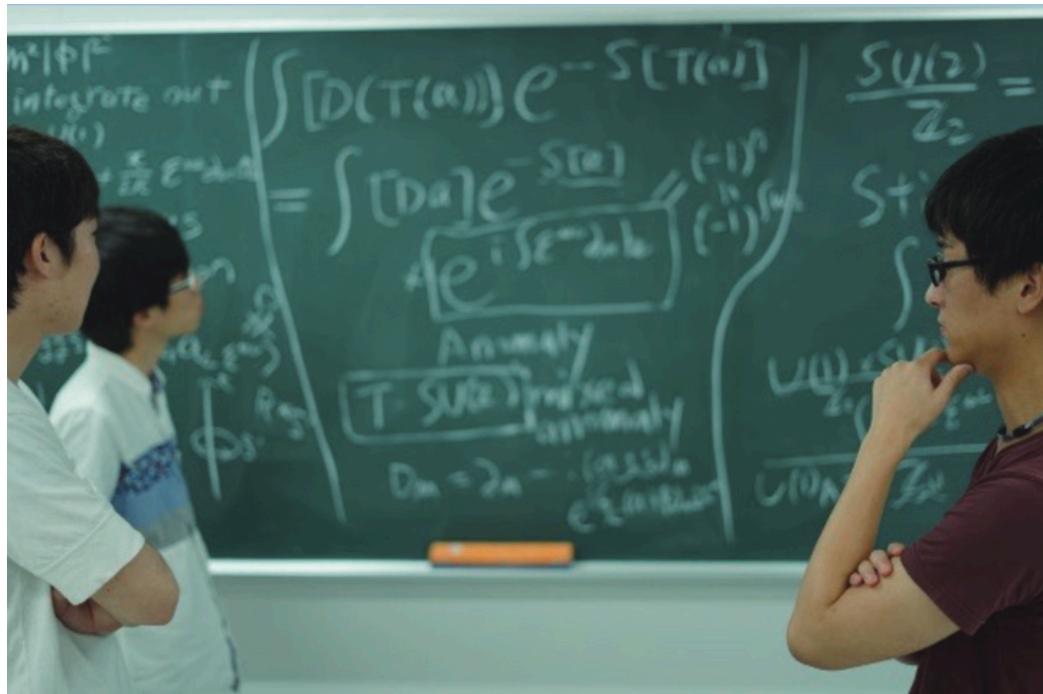
大きなホワイトボードも設置されており、議論がはかどります。

- ・学生部屋の近くにはお茶部屋があり、宇宙論の方々と交流する機会などもあります。

以下、修士学生の趣味など！

- ・APEXやりましょう。
- ・週一でアフタヌーンティーを嗜んでいます。(世界各地のスイーツもあります)
- ・仮面ライダー好きな人語りましょう。
- ・動画制作とか小説執筆とか、気ままに創作活動やっています。電車旅も好きです。
- ・YouTube鑑賞だいすき。ホロライブ大好き。
- ・好きな日本酒は作です。
- ・物理が趣味です (物理最高！)

ゼミの様子▼



粒子系理論

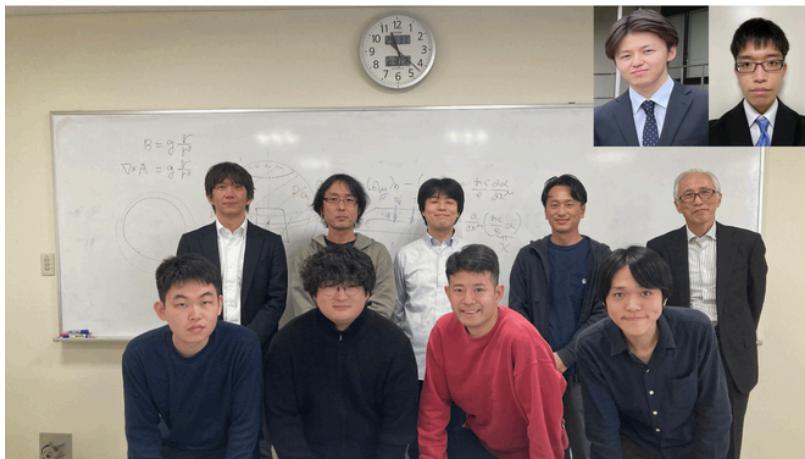
粒子系理論物理学研究室

Theory of Subatomic Physics and Astrophysics Group

HP : <https://physicsthkyushu.wixsite.com/mysite>

コアタイム：なし

研究キーワード：標準模型，大統一理論，超弦理論，素粒子論的宇宙論，超弦理論的宇宙論，有効場理論，超対称ゲージ理論と双対性，理論天文学・宇宙物理学，高エネルギー天体物理学，原子核理論



Member

教授	原田恒司 (Koji Harada) 大河内豊 (Yutaka Ookouchi)
准教授	小島健太郎 (Kentaro Kojima) 中里健一郎 (Ken'ichiro Nakazato)
助教	福井徳朗 (Tokuro Fukui)
博士1年	杉山龍汰 (Ryuta Sugiyama) 山本侑生 (Yuki Yamamoto)
修士2年	池部悠介 (Yusuke Ikebe) 緒方颯斗 (Hayato Ogata) 山崎真尋 (Mahiro Yamasaki)
修士1年	牛島紘裕 (Yusuke Ushijima)



教員プロフィール

原田恒司 教授



専門は「素粒子理論」と名乗っていますが、学生の頃からずっと超対称性や大統一理論が気に入らないというへそ曲がりです。「低エネルギー」（中国語では低能）物理学者となり、原子核理論を場の理論的に理解することなどをやっていました。最近は宇宙初期の相転移のことなどを学生に教えてもらっています。新しい科目開発にも取り組んでいます。

大河内豊 教授



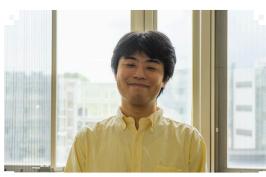
主に基幹教育を担当しています。物理を専門としない学生への教育は発見が多く、刺激的です。物理学科の学生にもTAなどを通して、この経験をしてもらいたいと思っています。専門に関しては、最近、特に統一理論の真空構造に興味をもっています。真空構造の理解はダークエネルギーの理解とも密接に結びついています。これまでの弦理論の進展から得られた情報を元に、新しい宇宙像に迫ることが当面の目標です

小島健太郎 准教授



主に素粒子理論に関する研究を行なっています。なかでも、高次元ゲージ理論、大統一理論、超対称性理論、宇宙論、素粒子のフレーバー構造などに関心を持って研究してきました。大学院生と一緒に勉強しながら、新しいトピックにチャレンジしつつ研究の幅を広げて行けたらと思っています。

中里健一郎 准教授



2015年、九州大学基幹教育院に着任しました。専門は理論宇宙物理で、現在はニュートリノや原子核といったミクロな物理過程と超新星爆発や中性子星といったマクロな天体現象をつなぐ研究を進めています。宇宙物理は物理学のごった煮とも言われ、宇宙のさまざまな階層でさまざまな物理が顔を出します。なので常に幅広い物理に興味を持ち、新しい研究にも挑戦し続けたいと考えています。

福井徳朗 助教



福岡→大阪→茨城→ナポリ→京都→埼玉と移動しながら、九大にきました。娘には、彼女が3歳のころから量子力学と相対論を吹き込んできました。「自然科学総合実験」の磁束密度実験を担当したときは、核力と中性子星の話をして、物理に興味の無い学生にも布教活動をしています。相撲が好きです。博多・天神落語まつりにも複数回行きました。物理学科メインの昼サッカーにも参加しています。



アピールポイント

教員の数が多い

理論研は学生に対して教員の数が多いという特徴があります。現在も学生6名に対して教員5名が在籍しており、手厚いサポートを受けながら研究に取り組むことができます。理論系の研究は地道な計算が多い上、途中の道のりも長く、気が滅入ってしまうこともあります。その際、様々な分野を専門とする教員の方々から多角的な視点でアドバイスをいただけるというのは他に類を見ない特色の1つです。

TA やアウトリーチに取り組めるチャンスが多い

理論研は基幹教育院に所属する研究室であるため、TAとして学部教育に参画するチャンスが多くあります。そのため物理教育などに興味のある方にとってはうってつけの研究室であると言えるでしょう。また、理論研では物理学を専門としない方々へ向けたアウトリーチも推奨されています。専門的な研究に邁進するだけでなく、物理の枠を超えて活躍する場が多く準備されている稀有な研究室です。

研究の裁量が大きい

理論研は他の理論系の研究室と比較して、研究に与えられる裁量が非常に大きい研究室です。修士1年生で自身の関心に応じたテキストを輪講し、以降は教員の専門と相談しながら主体的に研究を進めていくことになります。もちろん初めから研究の海に突き落とされるのではなく、きちんと指導教員から「泳ぎ方」を教わりながらです。しかし、どんな計算をしてどんな事が言えそうか、それらを考え提案し実行に移すのは（基本的に）学生自身に委ねられています。一歩ずつ着実に、自分の手で研究を育していくことのできる研究室です。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
9-10月	修論構想 (M2)
10月	文献紹介 (M1) / 博論構想 (D3)
11月	修論構想 2nd (M2)
12月	忘年会
1月	新年会
3月	リサーチレビュー (M1)

定例イベント・不定期開催イベントなど

毎週月曜休み	研究室ミーティング (ランチミーティング)
不定期開催	文献紹介 (月1~2回程度) 理論物理学セミナー

修論構想とは M2 の学生が研究の進捗や開催時点での修論の構想を研究室全体で共有する会のことを指します。博論構想も同様です。理論物理学セミナーとは学内外から講師をお招きしてご講演いただくものです。過去のイベントの様子は研究室 HP のイベント
(<https://physicstkyushu.wixsite.com/mysite/event>)
から閲覧できます。

当研究室は2017年に設立されたため、進学や就職に関しては、まだサンプル数がそれほど多くない。



実績

研究

Jun-ichiro Yasuda, Michael M. Hull, Naohiro Mae, Kentaro Kojima, "Chained computerized adaptive testing for the Force Concept Inventory," *Physical Review Physics Education Research* 21 (2) 020139 (2025)

Gen Uratsu, Tokuro Fukui, Kazuyuki Ogata, " Ξ NN three-baryon force from SU(3) chiral effective field theory: A femtoscopic study," [arXiv:2508.20498 \[nucl-th\]](https://arxiv.org/abs/2508.20498)

Ken'ichiro Nakazato, Hajime Togashi, Kohsuke Sumiyoshi, Hideyuki Suzuki, "Role of symmetry energy at subnuclear densities in protoneutron star crusts," [arXiv:2508.16120 \[astro-ph.HE\]](https://arxiv.org/abs/2508.16120)

S. L. Lyu, G. De Gregorio, T. Fukui, N. Itaco, L. Coraggio, "Realistic shell model for ordinary muon capture of sd-shell nuclei," *Physical Review C* 112 (2025) 5, 054314

Yoshiki Chazono, Tokuro Fukui, Futoshi Minato, Yukinobu Watanabe, Kazuyuki Ogata, "Phenomenological refinement of p-d elastic scattering descriptions towards the 3NF study in nuclei via the (p, pd) reaction," [arXiv:2506.14338 \[nucl-th\]](https://arxiv.org/abs/2506.14338)

Fumi Nakanishi, Ken'ichiro Nakazato, Masayuki Harada, Yusuke Koshio, Ryuichiro Akaho, Yosuke Ashida, Akira Harada, Masamitsu Mori, Kohsuke Sumiyoshi, Yudai Suwa, Roger A. Wendell, Masamichi Zaizen, "Observing Supernova Neutrino Light Curves with Super-Kamiokande. VI. A Practical Data Analysis Technique Considering Realistic Experimental Backgrounds," *Astrophys. J.* 992, 27 (2025)

Yudai Suwa, Ryuichiro Akaho, Yosuke Ashida, Akira Harada, Masayuki Harada, Yusuke Koshio, Masamitsu Mori, Fumi Nakanishi, Ken'ichiro Nakazato, Kohsuke Sumiyoshi, Roger A. Wendell, Masamichi Zaizen, "Neutrino Constraints on Black Hole Formation in M31," *Open Journal of Astrophys.* 8 2025

Shoya Ogawa, Tokuro Fukui, Jagjit Singh, Kazuyuki Ogata, "Determination of S18 from 9C breakup reaction within a four-body reaction model," [arXiv:2504.04026 \[nucl-th\]](https://arxiv.org/abs/2504.04026)

Qiang Yin, "Reconsidering the calculation of the false vacuum decay rate at zero temperature," [arXiv:2503.03185 \[hep-th\]](https://arxiv.org/abs/2503.03185)

Yoshiharu Kawamura, Eiji Kodaira, Kentaro Kojima, Toshifumi Yamashita, "Models with rank-reducing discrete boundary conditions on T2/Z4," *Journal of High Energy Physics* 2025 (149), 1-32 (2025)

表彰

第71回原子核三者若手夏の学校優秀発表賞 (杉山龍汰)
第55回天文・天体物理若手夏の学校オーラルアワード (山崎真尋)

進学

博士課程進学 (全て粒子系理論物理学研究室) 7名

就職先 (修士課程)

金融系, IT系, (株) NHKエデュケーション

就職先 (博士課程)

半導体系, IT系, JR九州システムソリューションズ (株), シンプレックス・ホールディングス (株), マイクロンメモリジャパン (株)



研究内容

粒子系理論物理学研究室（以下、理論研）では、素粒子理論（場の理論や超弦理論）、原子核理論、宇宙理論など、多角的視点で理論物理学の研究を行なっています。研究に関連するキーワードとしては以下のようないます。

標準模型

標準模型は自然界を記述する基礎的な理論の1つです。この理論は $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ という対称性（ゲージ対称性）に基づいており、これらは素粒子が受ける4つの力（重力、電磁力、強い力、弱い力）のうちの重力を除いた3つの力を表現しています。2011年には、理論の最後のピースであった **ヒッグス粒子** が実験的に発見され、この理論の成功がより強固なものとなりました。

大統一理論

3つの力を統一的に記述する試みとして大統一理論と呼ばれるものがあります。これは、標準模型よりも **大きなゲージ対称性** ($SU(5)$ や $SO(10)$ など) を持つ理論から、対称性の自発的な破れを通じて標準模型を実現するというシナリオに基づく理論です。大統一理論は、標準模型の背後にある、より基礎的な理論の候補として、さまざまな観点から研究が進められています。

素粒子論的宇宙論

誕生直後、まだ極小サイズだった宇宙では、**インフレーション** という指数関数的な膨張が起こったとされています。このインフレーションとその後の宇宙の発展には素粒子論が密接に関わっており、粒子がどのように結合し、どのような性質を持つかによって宇宙の発展が支配されます。また、現在の宇宙を構成するのは物質のみであり、反物質は自然に存在していません。この非対称性を生み出すメカニズムを理解するためにも素粒子論は不可欠です。加えて実験的に存在が示唆されている **ダークマターやダークエネルギー** についても、素粒子論の観点から理解する試みが進められています。

超弦理論/超弦理論的宇宙論

アインシュタインの一般相対性理論と量子論を両立するような量子重力理論の構築は素粒子理論の大きな研究テーマの1つです。これを4次元時空の理論で実現することは難しく、現状は時空を10次元に拡張した **超弦理論** が最有力候補とされています。この時、余計な6次元を十分小さなスケールまで（上手に）丸め込む（コンパクト化する）ことで、実際の観測と無矛盾な理論が得られると期待されています。とりわけブラックホールや初期宇宙といった、極めて重力の作用が大きいステージの物理を理解する上では、こういった **量子重力理論** の効果が重要になってきます。超弦理論を完全に扱うことは大変難しいですが、理論の中に存在する **紐状の物体** や **Dプレーン** のような高次元物体をうまく組み合わせることで初期宇宙のダイナミクスなどを調べることができます。

三体核力

3つの核子に働く力で、二体核力の組み合わせでは記述できません。**三体核力** は謎だらけで、その強さや原子核の構造・反応にどのように寄与するのかが解明されていません。この謎を解



図1

くために、**カイラル有効場理論** によって導出された二体核力と三体核力をインプットとして、核多体計算をスーパーコンピュータ上で実行することが現在の原子核理論研究の大きな潮流です。

超対称ゲージ理論と双対性

双対性とはある種の理論間の対応関係のことを指します。2つの異なる理論の間に対応関係があれば、片方の理論で解くのが難しい問題であっても、もう片方の理論で解析することが可能となります。このように、**双対性** は極めて強力な手法である一方、双対な理論を見つけることは一般的に非常に難しい問題です。その点、超対称性を保つ理論ではこの双対関係を調べやすく、結果として、**ゲージ理論の強結合領域** におけるダイナミクスや真空の相構造の解析が可能になります。これらの結果から強結合領域では閉じ込め現象に限らず多くの興味深い相が現れることが理解されるようになりました

超新星爆発

太陽より約10倍以上重たい星は、その進化の最後に自らの質量を支えきれなくなり **重力崩壊** を起こします。その結果、超新星爆発が起こって中性子星が残されたり、ブラックホールが形成されたりすると考えられています。しかし、その全容が理論的に解明され太陽より約10倍以上重たい星は、その進化の最後に自らの質量を支えきれなくなり重力崩壊を起こします。その結果、超新星爆発が起こって中性子星が残されたり、ブラックホールが形成されたりすると考えられています。しかし、その全容が理論的に解明されたとは言い難いのが現状です。特に重力崩壊した星の中心部は非常に高密度な状態となり、原子核や素粒子といった微視的な物理過程が爆発のダイナミクスにあらわな影響を与え、同時に大量の **ニュートリノ** を宇宙空間に放出することが知られています。よって、この現象を正しく理解するためには、大型検出器によるニュートリノ観測とともに、粒子系物理学に基づく理論研究の両輪が不可欠になってきます。



図2

ニュートリノ天文学

超新星爆発をはじめとする種々の高エネルギー天体から放射される **ニュートリノ** は、天体内部の情報のみならず宇宙における天体進化の歴史や、素粒子としてのニュートリノの性質についての情報をも我々にもたらしてくれます。また、過去に起こった大質量星の重力崩壊を起源とする背景ニュートリノ放射は、近い将来、検出が期待されているため、その理論モデルの構築と検出予測が重要な課題となっています。

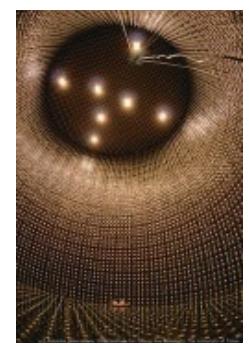


図3

有効場理論

場の量子論 の有用性は、素粒子の記述ばかりにとどまりません。場の量子論のもつ普遍的な性質によって、核子のような複合粒子の低エネルギーでの相互作用も系統的に扱うことができます。有効場理論を用いれば、モデルによらない一般的な解析を行うことができます

具体的な研究テーマをご紹介します。†がついているものが学生の参画している研究です。

・宇宙初期の1次相転移とバブルの運動†

宇宙初期に起こる電弱相転移が標準理論を超えた物理の影響で1次相転移であると仮定すると、宇宙バリオン数生成、ダークマターの生成などのシナリオに大きな影響を及ぼします。我々は有限温度での1次相転移の崩壊確率と、生成された真真空のバブルの速度を決定する方法について、先行研究における不備な点を改善すべく研究を行いました。

・フラックス背景場中の6次元ゲージ理論のスペクトルとその現象論†

6次元ゲージ理論において余剰次元方向の非自明なフラックスの存在を仮定すると、その影響が低エネルギー有効理論にも現れます。我々は、非可換ゲージ理論に基づく模型に注目し、運動方程式や場の境界条件と両立するフラックスおよびウィルソンラインの背景場を包括的に調べました。また、その結果に基づき、一般性のあるフラックスおよびウィルソンラインの背景場のもとで、4次元有効理論に生じる質量スペクトルを議論しました。

・ T^2/Z_N オービフォルド余剰次元模型におけるゲージ同値な境界条件の分類

コンパクトな余剰次元として T^2/Z_N ($N = 2, 3, 4, 6$) オービフォルドを仮定した高次元ゲージ理論に課される場の境界条件の性質を調べました。このようなゲージ理論では、ゲージ変換の自由度を用いて、場の境界条件を変化させることができます。これにより、境界条件に対して物理的に等価な同値類が定義できます。このことを用いて、ゲージ群の表現空間において境界条件を表す行列が、その同値類の中に常に対角型のものを含むかどうかを詳細に検討しました。

・超新星ニュートリノ

超新星爆発やブラックホール形成など大質量星の重力崩壊に伴って放出されるニュートリノ（超新星ニュートリノ）に関する研究を多角的に進めています。最近では、超新星ニュートリノの光度や平均エネルギーが核物質状態方程式にどのように依存するかに焦点を当てた数値シミュレーションを行いました。さらに実験研究者とも協力の下、既存の検出器スーパーKミオカンデを想定した観測予測を行って、実際に超新星ニュートリノが検出された際のデータから、核物質の性質や後に残される中性子星の質量などを探る手法を提唱しました。また超新星背景ニュートリノと呼ばれる、過去の超新星爆発によって宇宙に放出されたニュートリノに関する研究にも取り組んでいます。特に、最新の天文観測から示唆される銀河の化学進化モデルに基づいた星形成率も取り入れて、超新星背景ニュートリノのフラックスや検出数の予測を行いました。

理論研には特別研究生の配属がなく、大学院からの受け入れとなります。大学院では学生1人1人がそれぞれの興味関心に応じて主体的に研究に取り組んでいくことになります。参考までに最近の修了生の研究テーマを以下に列挙します。

- Study on Enhancement of Vacuum Decay in Higher-Dimensional Theory (2025年3月、博士論文)
- A new method for calculating the decay rate of the false vacuum at finite temperature by use of the saddle-point approximation (2025年3月、博士論文)
- Mass spectrum and vacuum structure of higher-dimensional non-abelian gauge theories with magnetic flux background (2024年9月、博士論文)
- Exploring Higher-Dimensional Gauge Theory: A Model of Early Dark Energy and A Non-Abelian Gauge Theory with Magnetic Flux Background (2024年3月、博士論文)
- Study of Kerr-AdS5 spacetime from the quasi-normal modes and catalytic effect of the vacuum decay (2023年3月、博士論文)
- 一様背景場中におけるトポロジカルソリトンの生成とその超対称性理論への応用 (2025年3月、修士論文)
- ヒッグスインフレーションにおけるツリーユニタリティの破れに着目した重力理論の拡張による模型構築 (2025年3月、修士論文)
- 特異点を含むバウンス解による5次元真空間の崩壊の解析 (2024年3月、修士論文)
- トフーフトフラックスを持つ6次元SU(N)ゲージ理論の構築と4次元低エネルギー有効理論における質量スペクトル (2023年3月、修士論文)
- 弦理論における準安定状態の崩壊と触媒効果 (2022年3月、修士論文)
- 複数の質量スケールを持つ系に対して有効場理論を用いて得られるRG改善有効ポテンシャルとその有限温度への拡張 (2022年3月、修士論文)
- CP対称性と一般化された大域的対称性を用いたSU(6)カイラルゲージ理論の相構造の研究 (2021年3月、修士論文)
- Λ CDMモデルにおけるハッブル定数の不一致問題と5次元ゲージ理論によるEarly Dark Energyの実現 (2021年3月、修士論文)

研究室HPにこれらの学位論文の概要が掲載されていますので、興味のある方は是非ご一読ください。

Message

院生部屋にはお菓子とお酒とデカいホワイトボードが常設されています (M1 牛島)

勉強不足は後から自分を追い詰めています (経験談) (M2 池部)

学部の勉強の重要さを痛感する日々です (M2 緒方)

今ある時間と毎日の学習を大切にして過ごしてください (M2 山崎)

不定期で「うまトマ会」を行っています。松屋でうまトマを食べましょう (D1 杉山)

これまで通り、言語化する努力を止めないことです (D1 山本)

粒子宇宙論

理論核物理研究室

Nuclear Theory Laboratory

HP : <https://sites.google.com/view/kyushu-nucl-th/>

コアタイム：研究室会議の日時以外、特になし

研究キーワード： 原子核・ハドロン・量子ダイナミクス



Member

教授	緒方 一介
准教授	湊 太志
スタッフ	小川 翔也、茶園 亮樹
博士1年	木田 浩樹
修士2年	宇都宮 颯斗、浦津 源、田中 峻
修士1年	近藤飛翔、立石 諒汰、平原 颯太
学部4年 (特別研究生)	上原 悠、林 宗良、 ホン ジュンヨン、三浦 一真



教員プロフィール



緒方 一介 教授

研究室主宰者の緒方一介（おがた かずゆき）です。九大出身（2000年度博士課程修了）で、3年前、しばらくぶりに母校に戻ってきました。私は原子核を中心に、量子系のダイナミクスを研究しています。見えない粒子どうしをぶつけたときに起きる現象の理解が目的です。9割は原子核が研究対象ですが、ハドロンの反応も扱っています。量子反応研究は、基本的には実験で測定される「粒子の数」を計算対象とするものなので、量子力学特有のモヤモヤしたところが少なく、理解の足場が作りやすいと思います。私自身の経験からいっても、ミクロの世界に興味をもちつつ、量子力学アレルギーに悩まされている人には、量子反応研究をお勧めです。趣味は動物との触れあいです。最近の推しはモモイロインコです。

湊 太志 準教授

准教授の湊太志（みなと ふとし）です。生まれは北海道です。10月下旬から寒くなりましたね。だけど僕はまだまだバリバリで半袖短パンです。しかし街中では短パンどころか半袖の人も少なくなりました。恥ずかしくなってきたので、来週から長袖を着ようと思います。専門は原子核構造の理論研究です。特に、原子核の中で弱い相互作用が引き起こす現象の研究に興味があり、 β 崩壊やミュオン・電子捕獲、ニュートリノ原子核反応などの研究をしています。これらの研究テーマは宇宙物理や工学・基礎物理などへ幅広く応用でき、様々な分野の人と交流できる研究生活を過ごしています。趣味は山登りです。一時期岩と氷登りにハマってなおりにしてきた百名山制覇を数年内に達成しようと思っています。おかげで甲信越地方へのロングドライブも慣れてきましたが、高速代がサイフに痛いです。でも残り27座です。

小川 翔也 特任助教

特任助教の小川翔也（おがわ しょうや）です。私は九州大学出身で、縁あって今も九大に所属しています。研究分野は原子核反応で、特に少数粒子が関与する反応を用いて元素合成や原子核の構造などを調べています。また、最近は散乱理論の基礎的な事にも興味があります。普段は7階の居室か院生部屋にいますので、研究分野に興味がある方は気軽にお尋ねください。趣味は読書ですが、紙の本の積読をなんとかしたいと思いつつ、最近はKindleで本を読むことにはまっています。

茶園 亮樹 特任助教

特任助教の茶園亮樹（ちゃぞのよしき）です。生まれてから2022年3月に博士号を取得するまで、ずっと大阪にいました。その後、2年ほど埼玉の理化学研究所でポスドクをさせていただき、縁あって2024年5月に理論核物理研究室に着任しました。研究分野は原子核反応で、特に原子核の構成要素を明らかにすることに適したノックアウト反応の理論を主軸として活動をしています（下記の【研究内容】をご覧ください）。また、九州大学に来てからは、3体核力に関連する研究にも取り組んでいます。物理以外では、各地域の神話や伝説などに興味があり、身近なものとの意外なつながりを楽しみながら、少しずつ勉強しています。



アピールポイント

理化学研究所や大阪大学 RCNP などの研究機関との共同研究

理論核物理研究室はその名の通り“理論”的に原子核を研究する理論物理のグループです。理論物理と聞くと1人で机に向かって黙々と計算している姿を浮かべるかもしれません、必ずしもそうとは限りません。本研究室では加速器施設を持つ大阪大学核物理研究センター（RCNP）や理化学研究所、九州大学総合理工学研究所との共同研究も行っています。理論研究で閉じることなく実験の研究者とも議論し、理論・実験が互いに刺激しながら原子核物理を推し進めています。

工学への応用

原子核物理は基礎研究の側面が強く見えるかもしれません、【研究内容】に記載してあるように工学分野へ応用することも私たちの重要な課題です。理学部は基礎研究を行う場所という見方もあるかもしれません、「応用研究をしたい」、「社会貢献に直結する研究がしたい」と考えている学生も少なくないと思います。そのような人たちには是非、ここを配属希望研究室のひとつに選んでもらえたらなと思います。もちろん、基礎研究がしたい人も大歓迎です。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
9月	物理学会
10月	博士論文構想
11月	修士論文中間報告
2月	博士論文公聴会、修士論文発表、卒業研究発表
3月	追い出しコンペ、物理学会

定例イベント

隔週の水曜日	研究室会議 インフォーマルセミナー (文献紹介や研究成果の報告)
不定期開催	九大原子核セミナー

隔週で「研究室会議」があり、主に研究室の今後の予定や運営について話し合います。その後、文献紹介や研究報告などの「インフォーマルセミナー」を行います。また、「九大原子核セミナー」が不定期に行われ、外部の研究者から最新の研究成果を紹介していただきます。さらに、基本的には年に1回「集中講義」があり、他大学の先生に専門的な内容を基礎から話していただきます。



実績

最近の論文

- F. Minato, Y.-F. Niu, K. Yoshida, "Correlations of Qb-values with symmetry energy and effective mass studied within Skyrme energy-density functionals", Phys. Rev. C 112, 044314 (2025).
 O. Morikawa and S. Ogawa, "Unified exact WKB framework for resonance - Zelevich/complex-scaling regularization and rigged Hilbert space", J. High Energy Phys. 2025, 49 (2025).
 G. Uratsu, T. Fukui, and K. Ogata, "3NN three-baryon force from SU(3) chiral effective field theory: A femtoscopic study", arXiv:2508.20498.
 Y. Chazono, T. Fukui, F. Minato, Y. Watanabe, and K. Ogata, "Phenomenological approach for introducing three-nucleon-force contributions into p-d elastic scattering cross section", arXiv:2506.14338.
 K. Ogata, "Reaction theory developments for breakup and quasifree knockout reactions", Nucl. Phys. A 1060 123098 (2025).

Hiroki Kida, "Effects of the Antisymmetric Spin-Orbit Force due to Three-Body Nuclear Force in Density Functional Theory", The 8th workshop on many-body correlations in microscopic nuclear model, October 3rd-5th 2025, Sado, Niigata, Japan

Futoshi Minato, "Nuclear responses against two-body external fields studied within a subtracted second RPA", NUCLEAR Exotic structures And Related phenomena, September 22nd-25th, 2025, Fudan University, Shanghai, China (Invited)

湊氏、小川氏、茶園氏、木田氏、浦津氏、田中氏、近藤氏、立石氏が日本物理学会第80回年次大会(広島大学)で講演

Kazuyuki Ogata, "Recent activities on quasifree knockout reactions", September 8th-12th, 2025, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam (Invited)

Shoya Ogawa, "Study on the astrophysical factor S18 of the $8B(p,\gamma)9C$ reaction via 9C breakup reaction with a four-body reaction model", September 8th-12th, 2025, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam

Futoshi Minato, "Study on the Collectivity of Particle-Hole Configurations and Spreading Width for Nuclear Resonances", 5th PANDORA Workshop 2025, September 4th-5th, 2025, IFIN-HH/ELI-NP Training Center, Bucharest, Romania (Invited)

木田氏、浦津氏、田中氏が国際サマースクール(蘭州大学)で講演とポスター発表

Futoshi Minato, "Study on the Collectivity of Particle-Hole Configurations and Spreading Width for Nuclear Resonances", The Workshop on Photonuclear Science in 2025, August 8th-11th, 2025, Fudan University, Shanghai, China (Invited)

近藤氏と立石氏が第71回原子核三者若手夏の学校で講演

木田氏と浦津氏がTOMOE Progress Meetingで講演

Futoshi Minato, "Theoretical Calculation of Muon-Nuclear Capture Reactions Toward Muon Nuclear Data", The 16th Nuclear Data for Science and Technology Conference (ND2025), June 22nd-27th, 2025, Madrid, Spain

Gen Uratsu, "Three-baryon forces probed by deuteron-Xi femtoscopy", Hadron in Nucleus 2025 (HIN25), March 2nd-4th, 2025, YITP, Kyoto, Japan

Kazuyuki Ogata, "Knock It Out of the Nucleus -Structure of Nuclei Revealed by Knockout Reactions", FRIB Theory Seminar, April 1st, 2025, MSU, America; YouTubeで動画配信

講演

進学・就職先(特研生)

九大や他大学の大学院に進学、公務員、IT系の民間企業 等

修士課程修了者

企業の研究所・研究部門、国家公務員、ソフトウェア会社の開発部門 等

博士課程修了者

各地の大学教員や研究員、高専および高校の教員、国家公務員 等

就職先(例)

富士通、HITACHI、NSソリューションズ西日本、東洋ビジネスエンジニアリング、楽天証券、NEC、SCSK、共立出版、気象庁、理化学研究所、高エネルギー研究所、日本原子力研究開発機構 等

理論核物理研究室は昔からありますが、3年前に教員が入れ代わって全く新しい研究室になりました。学生の数も増え、頑張って多くの成果を上げてくれています。今後ますます、新たに入ってくる皆さんたちと研究室を盛り上げていきたいと思っています。



研究内容

理論核物理が目指すもの

まず、理論核物理の基本的な目標を明確にしておきましょう。それは、陽子と中性子(総称して核子)からなる複合粒子系の在りよう(構造)と変転(反応)を解明することです。ただそう聞くと、次のような疑問をもつ人がいるかもしれません。

一陽子や中性子がクォークからできていることはとっくに知られているのに、なぜそれらを基本粒子として扱うのですか? それに、核子と核子の相互作用はよくわかっているのだから、単にそれらが集まっただけの原子核に謎なんてないのではないか?

答えは簡単です。基本構成要素と基本相互作用が完璧にわかっていても、その構成要素が複数集まつたときの振る舞いは予想できないからです。たとえば、バナナやハートの形をし

た原子核の存在が予言されていますが、誰もそれが本当かどうか知りません(そもそも原子核が存在する極微のスケールで形をどう定義するのかということ自体が、面白い問題です)。あるいは、原子核の中に、葡萄の房のような小さな原子核(クラスター)がたくさん浮かんでいるという説もあります(図1)。こういった姿は「核子が単に集まっているもの」とはまったく異なることがわかると思います。このように、核子という単一の構成要素が多数集まつた系は、大変豊かな物理と未知の性質を内包した、とても興味深い研究対象なのです。

原子核は我々の身近なところにも関係します。夜空を彩る星たちを輝かせているのは、原子核の変化です。我々のまわりにある元素は、主に星の中で、宇宙の始まりから現在までの間に、原子核の反応によって生み出されたものなのです。さらに、危険性の高い放射性廃棄物を現実的な時間とコストで消滅処理する、いわゆる核変換の研究も、突き詰めれば原子核の変転の解明に他なりません。原子核の研究は、**天の物理とも社会の物理とも繋がっている**のです。

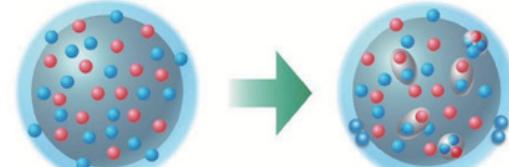


図1：原子核は「核子の一様な集団」ではなく、核子の海の中で、粒状のミニ原子核が浮かんでは消えているのではないか? この新しい仮説の検証が進められています。

最近の研究から

では、本研究室が取り組んでいる具体的な研究テーマをいくつか紹介しましょう。

(1) 量子だるま落とし反応を用いた原子核の全貌解明

先ほど述べた、原子核の豊かな構造を解明する手段として近年注目されているのが、ノックアウト反応です(図2)。これは、量子の世界におけるだるま落としにたとえられる反応で、主に高いエネルギーをもった陽子のハンマーで原子核を勢いよく振り抜き、原子核の構成要素(様々な粒子)を叩き出して捕まえます。観測した粒子の運動量分布を量子力学で分析すると、もとの原子核の中にその粒子がどのくらい存在して、どのように運動していたかがわかるのです。ごく最近、重い原子核の中にいる α 粒子(4He原子核)を初めて観測した仕事がScience誌に掲載されました。

一連のノックアウト反応研究は「**おのころプロジェクト**」と名付けられ、実験・理論の協力の下、推進されています。この名前は、古事記の国生み神話で日本発祥の地とされる「自凝島」からとられています(図3)。私たちのグループは、このプロジェクトで、ノックアウト反応の理論的な分析を担当しています。特に力を入れているのが、脆い粒を原子核から叩き出す反応の記述です。ガラス製のだるま落としを叩いたらどの程度ガラスは碎けるのか? また、碎けたガラスから、どうやってもとのガラスパーツの情報を引き出すのか? 量子力学的反応理論を駆使して、これらの問題に取り組んでいるところです。

(2) 核変換と元素合成への挑戦

原子力発電所でつくられる核廃棄物、特に10万年を超える期間にわたって管理が必要な長寿命放射性廃棄物の処理は、人類にとって極めて重要な課題です(図4)。この問題に対して、原子核反応を利用して核廃棄物の放射性レベルを低減化する試みがなされています。特に近年注目されているのが、重陽子を用いた処理です。重陽子は電荷をもっているため、加速器でのコントロールが比較的容易である上、陽子と中性子に分解しやすいという特徴を有しています。周回型の加速器で重陽子をコントロールし、標的核に何度も入射させると、やがて重陽子は陽子と中性子に分解します。中性子は電荷をもたないため、標的核に深く侵入し、高い確率で核変換をおこすことができると考えられています。

理論的には、分解の自由度を含めた重陽子の反応の記述が不可欠になります。九大グループが独自に開発した研究手法「**連続状態離散化チャネル結合法(CDCC)**」はこの手の分解反応を最も精度よく記述できるのですが、核変換に必要な反応(標的核が様々な核種に変化する過程)に直接適用することはできません。CDCCをベースとしつつも、抜本的な反応模型の改良が必要とされています。

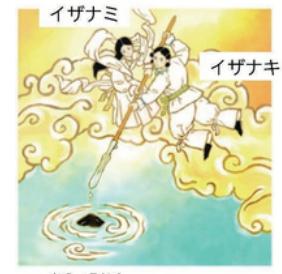
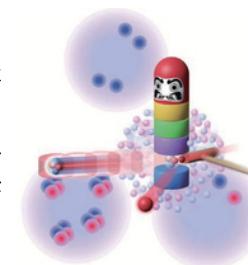


図2：量子の世界のだるま落とし反応で、原子核の全貌を暴きます。「叩けばわかる!」がキヤッチフレーズです。

図3：自凝島は古事記に伝わる日本発祥の地です。その漢字が意味する Self-Clustering というの、このプロジェクトを象徴する重要な概念です。

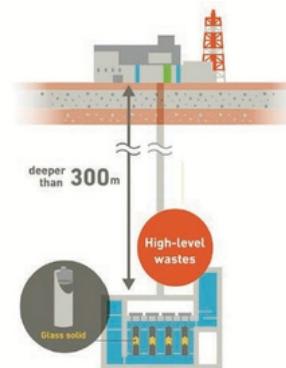


図4：現時点での核廃棄物の処理法は「地中深く埋める」です。その実行可能性については未だ議論中です。

他方、宇宙における元素合成に目を向けてみましょう。地上にある金(の一部)やウランは、原子核による中性子の捕獲と β 崩壊が、短時間で繰り返される過程によって生成されたと考えられています。その過程がおきる場所に関する学説が、この10年で大きく変わりました。現在、この過程は、中性子星同士の合体時におきると考えられているのです。しかし考えてみてください。中性子星の合体時、その場所には大量の中性子がいるはずです。原子核が中性子を捕まえる反応において、周辺の中性子はどんな役割を果たすのでしょうか? 私たちはごく最近、この環境中性子は反応中性子を加速し、元素合成の確率を有意に変化させ得ることを突き止めました。この結果をより一般化し、宇宙元素合成ネットワーク計算に組み込むことが今後の課題です。

(3)原子核反応を基軸とした量子系の時間階層進化の研究

最後に、少し毛色の違う話を紹介しましょう。一口に原子核反応といっても、実はその対象は千差万別で、時間スケールでいえば10⁻²³秒から10⁻¹⁶秒という極めて広い範囲にわたる現象を研究の対象としています。この時間の開きは、1秒と1年に相当します。反応のプロセスは、経過時間(反応の進行度)に応じて、**直接過程**、**前平衡過程**、**複合核過程**に大別されます。ここで面白いのは、直接過程から前平衡過程に至るとき、系の量子性が一部失われているようにみえることです。具体的には、放出粒子がどの角度にどの程度飛んできたかをみたとき、直接過程では干渉縞模様がみられ、前平衡過程ではこれが消失するのです。縞模様は、原子核の異なる場所で反応がおきるプロセスが干渉していることの証左ですから、縞模様が消失するということは、この干渉性(量子力学の重要な特質)が失われているということです。さらに反応が進行した複合核過程となると、系の時間発展は古典的なランジュヴァン方程式によく従うことが知られています。このことを以て系が古典化したといえるかどうかには慎重な分析が必要ですが、少なくとも系の量子性に何らかの変化が生じていることは間違いないでしょう。反応の進行度(時間の経過)に応じて系の量子性が変化していく様子を、私たちは「**時間階層進化**」と捉え、原子核の階層だけに閉じず、多くの研究者たちとこの物理について議論しています。

(4)原子核の中での弱い相互作用

基本相互作用の一つである弱い相互作用は、強い相互作用や電磁相互作用に比べると、その名の通りとても弱いものです。しかしこの理解は、あくまでも一つの粒子(バリオン)に着目した場合です。複数の陽子・中性子から構成される原子核が、弱い相互作用を通して反応を起こす場合、どのような変化が得られるでしょう? 典型的なもののひとつは β 崩壊です。例えば¹³²Snという原子核は約40秒で β 崩壊して¹³²Sbになります。これは中性子が単体で存在した場合の寿命の約15分より圧倒的に早いスピードです。なぜこのような違いが生まれるのか? その答えは、異なる原子核で束縛エネルギーの違いがあることと、陽子と中性子が複数集まつたときに生まれる「**集団性**」の効果が関与しています。このことは昔から定性的に理解されていましたが、理論モデルを用いて原子核の β 崩壊率の実験データを再現できるようになってきたのは最近のことです。『(2)核変換と元素合成への挑戦』では、中性子星の合体時に中性子捕獲と β 崩壊が繰り返されることで重い元素が作られていることを紹介しました。図7は、中性子星合体後1.49秒後の原子核の分布を示しています。原子核の分布は、中性子数が多い領域に集中していることが分かると思います。そのような中性子過剰核の性質を実験で測定することは難しいですが、 β 崩壊率を理論的に予測できるようになったことで、宇宙における元素合成のメカニズムの理解が進みつつあります。

より身近な原子核の弱い相互作用には、二次宇宙線であるミューオンを原子核が捕獲する反応があります。このミューオンは、1分間あたり1 cm²に1個飛んできています。そのため、ミューオン捕獲反応は身の回りのあちこちで起きており、電子機器を故障させたり、鉱物に当たってその元素量を変化させたり、と様々な問題を起こしています。これらの問題点の解決には、原子核の知識が必要とされており、我々は世界をリードする研究を行っています。

まとめ

本研究室では、原子核をはじめとする量子多体系の性質を、反応現象を通じて研究しています。特に重視しているのが、実験で観測されるデータを正しく解読することです。新しい物理を高い確度で引き出すべく、反応理論を日々磨いています。量子力学という“凄うだけどなんだか得体の知れない奴”が、ミクロの散乱実験で得られた結果を見事に記述する、“信頼できる友人”であることを体感できる研究室だと思います。国内外の実験研究者との議論も活発です。また、核変換という、社会に役立つ研究や、我々の身のまわりにある物質の起源に迫る宇宙元素合成研究もカバーしています。さらには、反応系の量子性の変化といった根源的な課題にも取り組んでいます。皆さんと一緒に研究できる日を、楽しみにしています。

Message

木田浩樹: 原子核理論では量子力学の具体例がたくさん出てきます。実際に触ることで量子力学への理解がきっと深まるはず。

浦津源: 比較的の自由に研究を進めることができる楽しい研究室です。

田中峻: 面白い研究ができる研究室です！！

宇都宮隼人: 囲碁打てる人、興味がある人募集します

近藤飛翔: 自由にのびのびと研究できます

立石諒汰: 議論にくらいについてくる後輩、心から歓迎します。

平原 嶋太: たのしんで学びましょう



図5: 中性子星合体(イメージ)。宇宙で重元素が生成される場所と考えられています。そこはまさに中性子の海です。

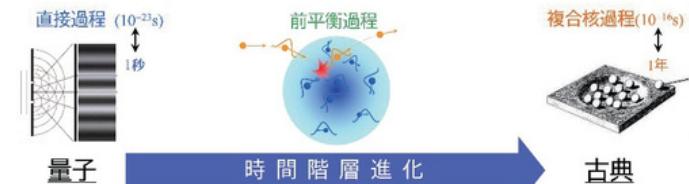


図6: 原子核反応の進行度に応じて、系の量子性は大きく変化すると考えら

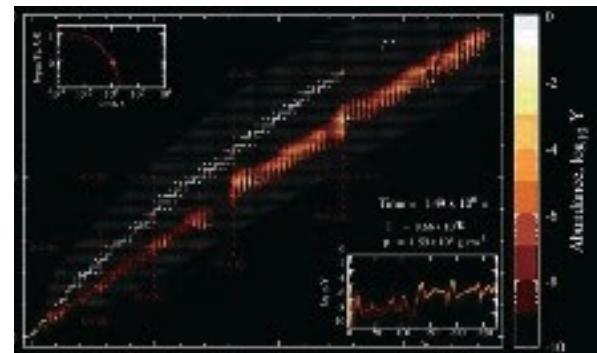


図7: 星の中の元素合成(r-process)を示した核図表。縦軸が原子番号で横軸が中性子数になっている。星の爆発の変化の1.49秒後にどのような原子核ができたかを示している。

粒子宇宙論

量子宇宙物理理論研究室

Theoretical Quantum Physics,
Gravitation and CosmologyHP : <https://sites.google.com/view/cosmologykyushu/home/> コアタイム：なし(金曜日の研究会議は全員出席)

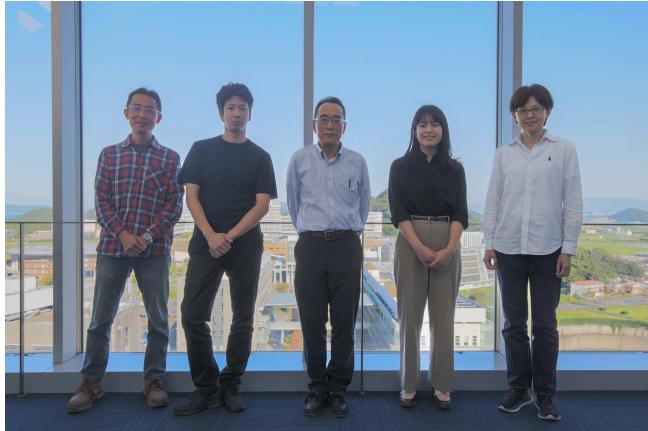
研究キーワード： 重力 宇宙論 量子情報 開放量子系 オプトメカ 曲がった時空上の場の量子論



教員プロフィール

山本 一博 教授

研究者としては、インフレーション宇宙論の研究からスタートし、観測的宇宙論、曲がった時空上の場の量子論等色々な研究をしてきました。現在は、重力の量子性に関する理論研究を行なっています。



Shih-Yuin Lin (林 世昀) Visiting researcher

My research lies at the intersection of relativity, field theory, and quantum information science. Currently I am working on quantum field theory in curved spacetime (QFTCS) within the framework of open quantum systems. I am particularly interested in applying QFTCS to experiments in quantum optics and electrodynamics, thereby identifying realistic physical conditions and developing a description of quantum measurement in QFTCS. (2026年1月末まで)

Member

教授	山本 一博
准教授	菅野 優美
助教	松村 央、平良 敬乃(特プロ助教)
Visiting researcher	Shih-Yuin Lin(林 世昀)
博士1年	柏木 海翔(DC2予定) 谷口 彰(DC1)
修士2年	上永 裕大、谷 将樹、畠山 広聖(DC1予定) 廣谷 知也、福澄 諒太郎
修士1年	池田 大樹
学部4年 (特別研究生)	上橋 周平、日隈 祥吾 藤井 宏太、村田 毅明

菅野優美 准教授

私たちの宇宙は量子揺らぎから始まったと考えられています。しかし宇宙の起源が確かに量子揺らぎだったという証拠は未だに見つかっていません。私は、初期の宇宙が本当に量子揺らぎから始まったのかを検証する方法を研究しています。最近は、原始重力波やアクションを使って、量子揺らぎの痕跡を探ろうとしています。また、理論から導いた予言を、どのように観測や実験に結びつけるかの研究も行っています。

松村央 助教

量子宇宙物理理論研究室に所属している助教の松村です。私は重力・宇宙・量子の3つのキーワードに興味を持って研究しています。最近では量子情報理論を応用して、重力の量子現象やそれを記述する理論について調べています。私が携わっている分野は比較的新しく、理論と実験の両面で発展してきています。重力理論や宇宙論だけでなく、量子論にも興味がある元気な学生たちと研究ていきたいと思います。

平良 敬乃 特プロ助教

量子技術が進歩する現代、基盤となる量子基礎論を改めて深く理解する重要性が高まっています。なかでも量子系ダイナミクスにおける「ノイズ」と「履歴」の扱いは未解明の課題です。これまで単なる「不要な雑音」として無視されてきたそれらの中に、実は「有用な資源」が潜むことが明らかになりつつあります。私が研究する非マルコフ開放量子系は、この「ノイズと履歴の中に眠る資源」を解き明かすための研究分野です。



アピールポイント

新たな研究、ここにあり

私たちの研究室では、量子情報・重力・宇宙を組み合わせた新しい学際分野の研究を行っています。重力の量子性や、宇宙論と量子情報の関係は近年特に注目されており、理論的枠組みの構築と実験的実現可能性の両面から探究しています。幅広い分野をカバーしているため、まだ専門を決めていないけど理論研究に興味があるという学生にもピッタリです。魅力的なテーマが数多く存在するブルーオーシャンを、共に切り拓いていきませんか？

語らいの中に物理の種あり

量子情報・重力・宇宙という様々な分野で研究されている方がいるので、自分にピッタリなテーマを決定できます。研究を進める中では行き詰まることもありますが、先生や先輩方はいつでも質問や議論を歓迎しており、研究戦略や方向性も含めて安心して雑談できる環境となっています。また、素粒子理論研究室と共用のお茶部屋があるため、コーヒーを飲みながら分野を越えて交流や議論ができ、人との繋がりからも新たな着想が得られる研究室です。

若き理論家たちにも活躍の舞台あり

理論の研究室ながら、やる気と計算力があれば学部4年生でも研究に参加することができ、学部生のうちに論文投稿や学会発表を行う人もいます。他大学との研究会も年に数回開催され、学生同士や教員との交流も盛んなため、自身の希望や進歩に応じて研究成果やレビューを発表する機会にも恵まれています。修士課程や博士課程へ進むと、物理学会や国際学会で発表する学生も多くなり、幅広い経験を積むことができます。



イベント



実績

年間スケジュール

4月	歓迎会
7月	天文・天体物理若手夏の学校
8月	院試
9月	日本物理学会年次大会
10月	院試お疲れSummer会
11月	量子情報技術研究会
12月	物理学会九州支部例会、忘年会
1, 2月	JGRG、卒業研究発表
3月	日本物理学会春季大会、追いコン

定例イベント・不定期開催イベントなど

毎週金曜日	研究室会議・コロキウム (飲み会も金曜日が多いです)
-------	-------------------------------

普段のコロキウムでは、自身の研究や関連論文を、研究室メンバーが交代で発表します。外部の方を招いて講演していただくこともあります。質問が多く飛び交い議論が活発なので、理解を深めることができます。学部4年生には、後期最後のコロキウムで「卒業研究発表」として、研究したことや学んだ内容を発表してもらいます。

なお、研究で成果を出すことができれば、上記以外の学会・研究会にも積極的に参加することができます。

研究	多くの研究を論文という形で発表しています。以下のURL先にて、整理して掲載していますので、ぜひご覧ください。 https://sites.google.com/view/cosmologykyushu/%E8%AB%96%E6%96%87
表彰	第80回年次大会日本物理学会 学生優秀発表賞（廣谷 知也） 第51回量子情報技術研究会 学生発表賞（廣谷 知也） 等
進学先（特研生）	九大院、東大院、KEK 等
進学先（修士課程）	九大院、理研、国立天文台 等
就職先（修士課程）	キャノン、日立製作所、ガンバリオン、建設コンサル、英進館、JCB、気象庁、三菱UFJインフォメーションテクノロジー、株式会社IHI、宇宙技術開発株式会社、株式会社西島製作所、株式会社ワークスアプリケーションズ、NTTデータ、広島銀行、株式会社データフォーシーズ、株式会社メディカルネット 等
就職先（博士課程）	（ポスドク研究員として）カリフォルニア工科大学、東大物性研究所、国立天文台、理研、神戸大 等

ほとんどの学部生は修士課程へ進学します。博士課程へと進む人も多いです。そのうち、来年度は、学振DC1またはDC2に採用された人の割合が博士全体の50%にも上ります。採択率が10%程度という現状を考えると、これは非常に高い水準にあると言えるでしょう。そしてそれに見合う優れた研究成果を皆が次々と挙げています。実際、2025年だけでも、研究室メンバーが関わった論文は15本も世界に発信されており、様々な領域の最先端を駆け抜けています。



研究内容

「重力理論と量子論は統一できるのでしょうか。」また、「宇宙はどのように始まり、どのように進化していくのでしょうか。」当研究室では、このような「世界の根源的な問い」への解決を目指して、量子情報理論とも融合させながら、理論的で挑戦的・刺激的な研究に取り組んでいます。

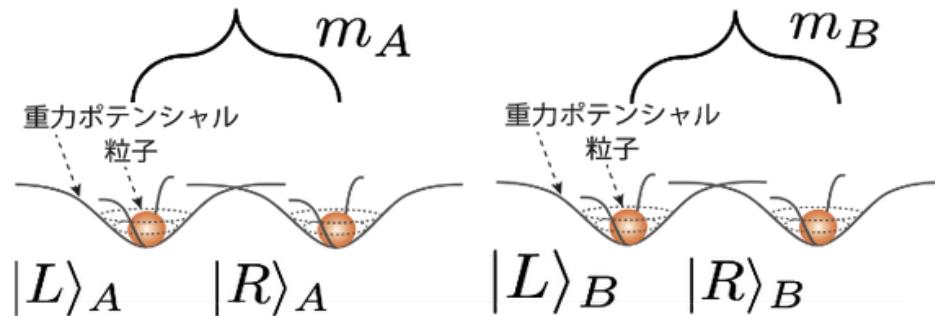


図1:時空の重ね合わせ

それを掘り下げて詳しく見ていくとき、特に力を入れており真っ先に紹介すべきが、**重力の量子性**に関する研究です。一般相対性理論は、理論と実験の間に明確なずれを生むこともなく、重力レンズ効果・ブラックホール・重力波などの観測結果を非常によく説明しています。しかし、これはあくまでのマクロなスケールでの話であり、重力は他の力に比べて極めて弱いため、量子力学的な効果が現れるようなミクロなスケールで重力の性質が本当に量子的なのか未だ確かめられていません。

近年、この重力の量子性を確かめる新しいアプローチとして、2017年にBoseらやMarlettoとVedralによって「重力による量子もつれ」に着目した実験提案が発表されました。もし重力が量子的に振る舞うなら、時空そのものが「重ね合わせ状態」になり、重力相互作用を介して二つの小さな物体の間に量子もつれが生じるはずです(図1)。そしてその量子もつれは量子的な相互作用でしか生まれないため、これを観測できれば重力が量子力学に従うことを直接的に示すことができます。さて、この実験を行うためには、重力が検出できるほどの質量をもつ物体を量子状態に保つ必要があり、その点において高度な量子制御技術が欠かせません。当研究室では、レーザー光でミクロな鏡の運動を精密に制御する**オプトメカニクス系**(図2)の理論を用い、現実的な実験環境で重力が引き起こす量子もつれを検出する方法を探っています。このような、量子情報・量子技術と結びつけて行う重力の量子性の研究は、まだまだ開拓途中の領域であり量子重力の実験的探求へ繋がる新しい物理の潮流を生み出しています。

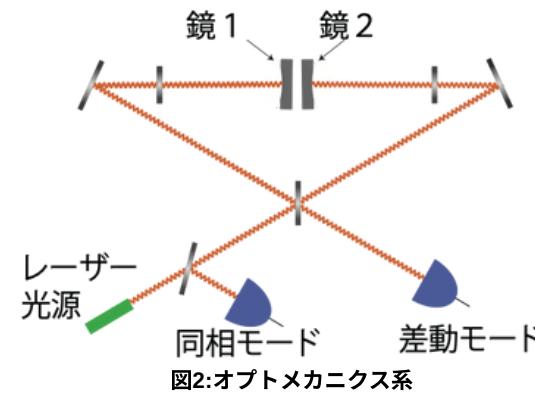


図2:オプトメカニクス系

また、**宇宙の起源と進化**を探る研究にも取り組んでいます。宇宙の始まりや構造形成を理解するには、宇宙が高温・高密度のプラズマ状態にあり光子が散乱を繰り返して自由に飛べなかった「宇宙の晴れ上がり以前」の情報に迫る必要があります。その手がかりを与えてくれるのが、アインシュタインからの宿題とも称され、その概念の提唱から100年後の2015年に初めて直接観測された、時空のさざ波である「重力波」です。

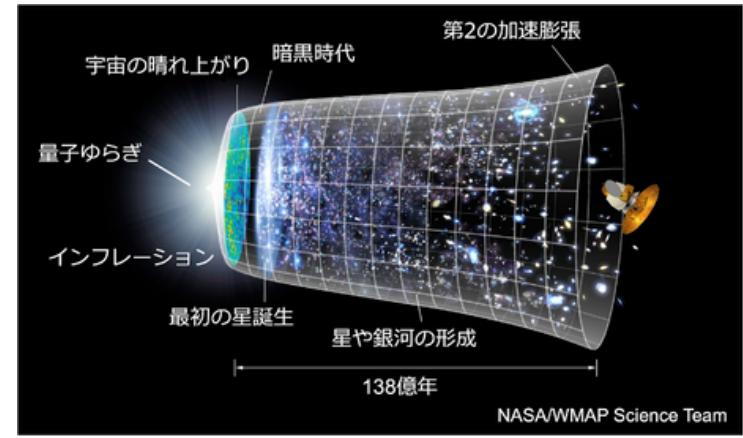


図3:宇宙の起源と進化

宇宙の始まりにはインフレーションと呼ばれる急激な加速膨張期が存在し、このとき生じた場の量子ゆらぎが現在の宇宙の大規模構造の起源になったと考えられており(図3)、このインフレーション期の時空の量子ゆらぎが、重力波の中でも特に原始重力波として捉えられるだろうと予測されているのです。しかし、重力波そのものはブラックホールの合体などを起源としてこれまでに200を超える観測がなされているものの、未だ原始重力波の観測には至っていません。そこで私たちは、曲がった時空における場の量子論を用いて原始重力波の生成を理論的に予言し、その観測的帰結を検証することで、インフレーション宇宙モデルや重力の量子性の検証に取り組み、初期宇宙の謎に迫っています。

さらに、これらの研究を支える基礎となっている分野にも幅広く取り組んでおり、**開放量子系**(図4)は我々の研究対象の1つです。学部で学ぶ量子力学では量子系をあくまでも「孤立系」として扱いますが、実際には環境系との相互作用が避けられないため、「開放量子系」の理解は欠かせません。開放量子系の理論は、レーザー動作やデコヒーレンスの理解に加え、環境変化に敏感な性質を活かして量子センサーとしても応用されており、様々な現象の理解に大きく貢献しています。当研究室では、これを重力波や暗黒物質の探索へ展開するとともに、相対論的開放量子系の理論を研究し、量子重力の解明に迫っています。

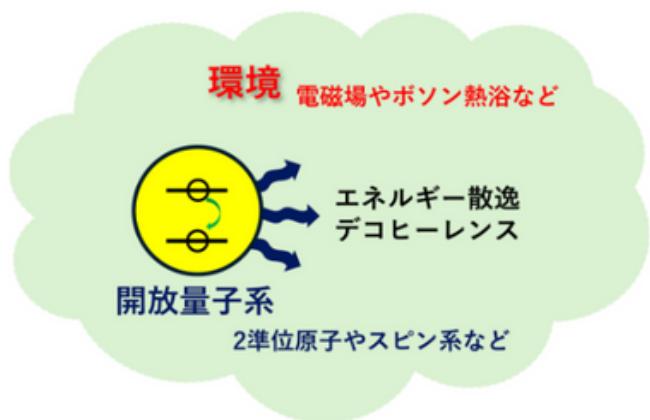


図4:開放量子系

特別研究

前期は、基本的に**週2～3回程度**のゼミを行い、宇宙論・相対論・量子情報の基礎的な内容について、担当者が黒板などを用いて解説しながら、参加者全員で学んでいきます。2025年度は、先生・先輩・後輩といった立場に関係なく希望者を募って機械学習のゼミが突発的に立ち上がるなど、**学生一人一人の意見**が通りやすく、**内容面で非常に自由度の高い**雰囲気になっていると思います。

後期は、前期のゼミを引き続き進めたり、興味を持った研究分野の先生を訪ねて論文を読んだりします。前期・後期ともに、時には難しい問題や計算に直面することもありますが、先生や先輩方が何度も丁寧に助言してくださるので、4年生でも十分やり遂げることができます。

また、2023年度からは、学部4年生の段階で本格的な研究に参加することも推奨されています。その時期から取り組み始めることで、理論の研究室でありながら、学部4年生や修士1年生といった早い段階から論文執筆・投稿まで進めることができます。

なお、学部4年生には、ゼミや論文などで学んだ内容、あるいは進めてきた研究内容を、「卒業研究発表」という形式で年度末に発表してもらう予定です。



図5:量子宇宙物理理論研究室のホームページ

総じて私たちは、九大独自の学問の創出を目指しています。この取り組みに共感してくださる方、一般相対性理論・量子情報理論・曲がった時空の場の量子論といった言葉にワクワクする方、新しい知識を学ぶのが好き方、理論研究に興味がある方、計算が好きな方、考えるのが好きでマイペースに研究を進めたい方など、ぜひ当研究室にお越しください。まずはホームページ(図5)を軽く覗いてみるだけでも構いません。私たちの分野に皆さんのが足を踏み入れてくれることを心より楽しみにしています。

Message

- ・一般相対論・宇宙論・量子論のプロが集っています。
- ・紙とペンはいくらでもあります。運が良ければiPadも借りられます。
- ・パソコンも全員分あります。
- ・自室でもどこでも研究ができます。
- ・コーヒーのプロ、います。ケーキ焼いてくれる人もいます。
- ・先輩は皆、フレンドリー。
- ・自然と博士に行く環境。
- ・TOEICは10回くらい受けるものです。
- ・院試は落ちます。気をつけてね。
- ・量子力学はある程度理解しておきましょう。あと相対論も。

我々の研究室HP



研究室紹介

粒子物理学



加速器で見る世界

目次

素粒子実験研究室 23

実験核物理研究室 27

粒子物理学

素粒子実験研究室

Experimental particle physics

HP : <http://epp.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム：なし

研究キーワード： 素粒子・新物理・ヒッグス粒子・超対称性・暗黒物質・余剰次元・ミューオン・放射線検出器



教員プロフィール



東城順治 教授

2011年12月から素粒子実験研究室で活動しています。LHC加速器の史上最高エネルギーの陽子-陽子衝突を用いたヒッグス粒子の研究や新物理の探索、J-PARC加速器の全く新しいミューオンビームを用いた新現象の探索に取り組んでいます。研究室の学生・スタッフや国内外の共同研究者と協力して、素粒子実験のフロンティアを推進しています。



音野瑛俊 准教授

CERN（歐州原子核研究機構）のLHC（Large Hadron Collider）を用いた世界最高エネルギーでの素粒子実験を推進しています。2012年に ATLAS 実験に加わり、2018年に FASER 実験を開始しました。現在稼働中の両実験はともに大幅なアップグレードを控えており、今後さらなる物理成果が期待できます。海外での実験に興味をお持ちの方にもぜひお越し頂けたらと思います。



森津学 助教

2022年10月に着任しました。これまで、国内の大学や高エネルギー加速器研究機構、中国の研究所に所属していました。研究では、国内でのミューオンの崩壊過程を利用した素粒子物理の研究をしています。物事を深く考えることが好きな人、モノづくりが好きな人、何かに"オタク"な人、是非一緒に研究しましょう！



調翔平 助教

2023年9月に着任しました。これまでスイス・ジュネーブの大学に所属し、LHCのATLAS実験に取り組んでいました。現在はATLAS実験とJ-PARCのミューオン実験で半導体検出器開発を行っています。学生時代にも過ごした研究室で皆さんと一緒に研究できるのを楽しみにしています



稻田知広 助教

2024年12月に先端素粒子物理研究センターに着任しました。これまで、東京大学宇宙線研究所、清華大学、CERNで研究に従事してきました。現在はATLAS実験とFASER実験に取り組み、エネルギー・フロンティアにおける暗黒物質・新粒子探索及びニュートリノ研究を行っています。素粒子という「極小」の世界の研究は、宇宙という「極大」スケールの理解にもつながる重要な手がかりを教えてくれます。みなさんと一緒に、こうしたフロンティアの研究に取り組めることを楽しみにしています！

Member

教授	東城順治
准教授	音野瑛俊
助教	森津学、調翔平、稻田知大
スタッフ	水野貴裕
博士2年	周逸行
博士1年	吉川大智、今村幹
修士2年	中村優、張皓瑞、土居俊介、東地雄大 大倉野広樹、平田吾一、田中翔琉、阿波克典
修士1年	新城匡人、榎原麻希、村松将吾、酒井了
学部4年 (特別研究生)	吳撰泳、本多玲士、五島征一朗 與猶恭晟、佐伯直哉、久戸瀬太一

アピールポイント

研究室の雰囲気

- みんな優しくてアットホームな雰囲気です。大居室にはコーヒーメーカーがあります。
- 研究に対してとても熱心で、先輩同士の議論を聴いているだけでも刺激的な毎日です。
- 居室では雑談がさかんで、いろいろな話題で盛り上がります。雑談を通して先輩方とも仲良くなれます。

新しく発展する研究室

本研究室は2011年4月に設置され、先端素粒子物理研究センター (RCAPP) 所属を含めて、教員・研究員・大学院生・特研生を構成員とする大きなグループに成長してきました。素粒子実験分野における実験・プロジェクトの進展や新しいメンバーの加入により、新しい段階に入りました。研究室全体で連携しつつ、各メンバーが色々なことに挑戦しています。新しく発展する本研究室の歴史を一緒に作っていきませんか。

設備

配属時、デスクに一人一台デスクトップPCがあります。また、大居室には研究内容に関連した書籍が多くあります。充実した環境で学習・研究活動が行えます。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
5月～6月	研究室旅行(一泊二日程度)

定例イベント・不定期開催イベント

毎週火曜 (現在)	週一ミーティング
週1、2回	ゼミ(特研生、院生)
不定期	<ul style="list-style-type: none"> 他大学、研究機関から講師を招いて素粒子実験セミナーを開催 研究室BBQ会

上記のほかにかなり頻繁に研究会や講演会を開催しています。その運営にも参加してもらいます。

- 素粒子物理に関する国内・国際研究会、研究打ち合わせ
- 一般向けのサイエンスカフェや講演会

Message

- 毎週の輪講や研究室ミーティングなどを除き、コアタイムはありません。時間の使い方は各人に任せています。
- スライドを作成して発表する機会が多くなります。また、徐々に英語に慣れておくことで、研究室での活動がスムーズに進むと思います。
- 困った時には先輩方やスタッフの方々が相談にのってくれます。多くの助言を頂きつつ、楽しく研究に取り組んでいます。



実績

就職先

2023	東芝エネルギーシステムズ、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング、日本電信電話、高校教員
2022	東北大学、インターネットイニシアティブ、イー・アンド・エム、中国電力、ソニーセミコンダクタソリューションズ、渡辺電機工業、ナフコ、システィナ
2021	高校教諭、富士通、ソニーLSIデザイン、東芝、日本原燃、南陽
2020	九州大学、中国電力、ニコン、ソニーLSIデザイン、東芝エネルギーシステムズ、東芝インフラシステムズ、トータル

卒業後の進路について

- 学部卒業後の進路は主に大学院進学ですが、民間企業などに就職する人もいます。
- 学士卒・修士卒・博士卒それぞれで、民間企業・公務員・教員等の就職実績があります。
- 大学院に進学して研究者を目指す人もいます。この研究室の先輩には、国内研究機関の教員・博士研究員・海外研究機関で活躍している研究員がいます。

特研生の研究室生活

ゼミ

週に2回、4年生全員で輪講をします。先生に指導を頂きつつ英語のテキスト ("Concepts of Elementary Particle Physics" - Michael E. Peskin と "Detectors for particle radiation -second edition" -Konrad Kleinknecht) を読み、素粒子物理学の基礎を学んでいます。



研究内容

素粒子から宇宙へ

本研究室では、最先端加速器を用いて、**素粒子と宇宙**に関する実験的研究を行います。

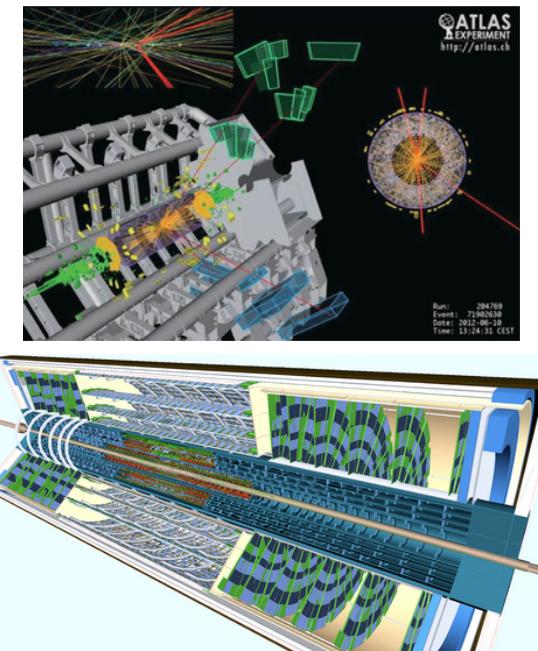
- 素粒子には、物質の基本的な構成要素である3世代のクォーク・レプトン、力を媒介するゲージボソン、質量の起源であるヒッグス粒子があります。それらで記述される標準模型を詳細に研究し、標準模型を超える**新粒子・新現象**を探します。
- 自然界の4つの力：強い力・電磁気力・弱い力・重力は統一できるのでしょうか？**電弱ゲージ対称性を破るヒッグス粒子**を研究して、**質量の起源**を解明します。
- 素粒子から宇宙へ：高エネルギー粒子の加速・衝突で、**宇宙初期**を再現し、宇宙の物質の大半を占める**暗黒物質**（ダークマター）や**時空構造**を研究します。

現在、本研究室は、以下の実験・プロジェクトに取り組んでいます。

- 1) CERN研究所・LHC加速器における素粒子実験：**ATLAS実験**、**FASER実験**
- 2) 革新的ミューオンビームを用いた素粒子実験：**COMET実験**、**g-2/EDM実験**
- 3) **新しい検出器の開発**

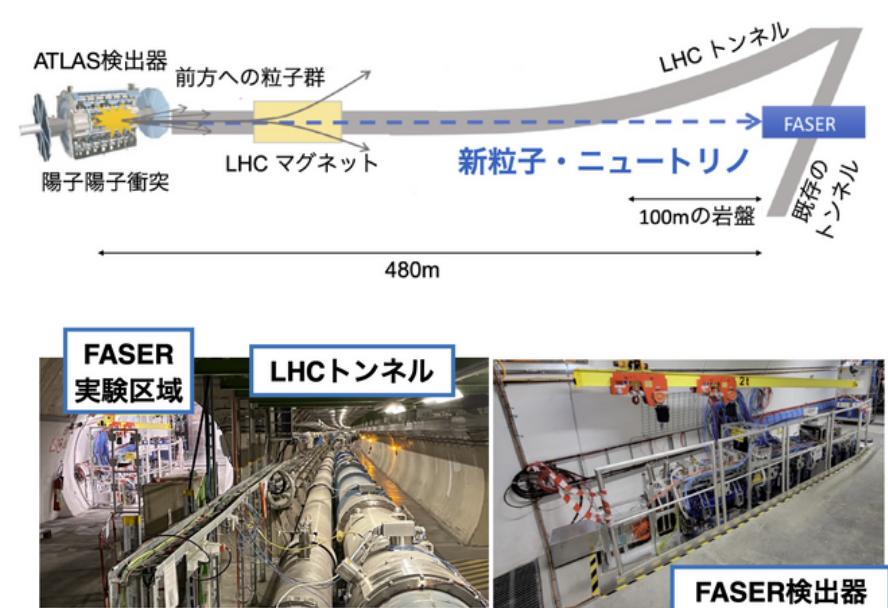
1) LHC加速器・ATLAS実験

LHCはスイスのCERNにある周長約27 kmの**世界最大**の衝突型加速器です。ATLAS実験はLHCの衝突点に設置した検出器の1つで、特に陽子-陽子衝突実験で生成する粒子の研究を、世界42カ国182研究機関からの**約1,200名**の大学院生を含む3,000名以上の研究者が協力して進めてきました。重心系エネルギー7、8 TeVで蓄積したデータを詳細に解析して、長年探索してきた**ヒッグス粒子**を遂に**発見**しました。2013年のFrançois EnglertとPeter Higgsのノーベル賞受賞に繋がっています。本研究室は**シリコン半導体製内部飛跡検出器**の運転を担当するとともに、電子とミューオンを使ったヒッグス粒子の探索に力を入れてきました。右上図はヒッグス粒子がミューオン4個に崩壊した事象です。LHCは重心系エネルギーを増強し、**13.6 TeV**で実験を進めているところです。ヒッグス粒子の詳細な研究はもちろん、宇宙の物質の大半を占めている暗黒物質の候補を予測する**超対称性模型**、4次元より高次元の時空を予測する**余剰次元模型**などの検証にも取り組んでいます。また、さらに感度を上げるために、右下図にある検出器のアップグレード計画も進行中です。皆さんも自分の興味に応じて、素粒子物理学の新しい世界を切り拓いてみませんか。



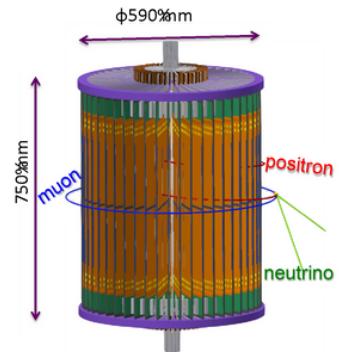
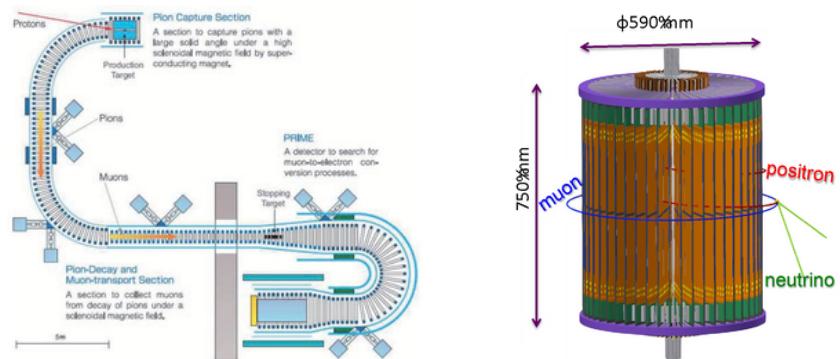
2) LHC加速器・FASER実験

LHCを従来にない形で活用するFASER実験にも取り組んでいます。LHCのビーム軸上には陽子の衝突によってハドロンが豊富に生成されますが、ビーム軸方向は厳しい放射線環境にあり、検出器の配置が進んでいませんでした。2017年にアメリカの理論研究者らが衝突点からビーム軸方向480 m地点に存在するトンネルを実験区域として検出器を配置する**FASER実験**を考案しました。そのポイントは、LHCと実験区域の間に約100 mの岩盤によって放射線が低減できることにあります。FASER実験の目的は、ハドロンが生成するMeVからGeVの質量をもつ**新粒子の探索**と**TeV**領域のエネルギーをもつ**ニュートリノ**の測定です。2022年よりデータ取得と開始し、すでに様々な成果を発表しています。本研究室では実験の飛跡検出器(ATLAS実験の内部飛跡検出器のスペアを活用)を担当し、さらに**SiGe BiCMOSプロセス**を用いた新型**シリコン検出器**によるアップグレードに取り組んでいます。



3) 大強度ミューオンビームを用いた素粒子実験

ヒッグス粒子の発見後、超対称性などの素粒子の標準模型を超える物理 (BSM) を発見する機運が益々高まっています。本研究室では、BSMの発見に感度が高い「荷電レプトンフレーバーの破れ」を探索する新しいCOMET実験(真ん中図)を、茨城県東海村の大強度陽子加速器施設J-PARC(左図)で行います。大強度の陽子ビームで生成するミューオンを原子核ターゲットに導き、そこで静止するミューオンが電子に転換する過程を探索します。また、ミューオンの異常磁気モーメントと電気双極子モーメントを精密に測定するg-2/EDM実験(右図)もJ-PARCで行います。過去の国外での実験で、ミューオン異常磁気モーメントの測定値が標準模型の予想値から有意にずれているという報告があり、新しい手法による超精密測定が望まれています。



4) 最先端検出器開発

現代的な素粒子実験では、検出器の技術が鍵となります。現在遂行中の実験や将来の実験に向けて、**最先端検出器の開発・製作**を行っています。検出器の開発は各実験で中心的なテーマで、本研究室で横断的に取り組んでいます。特にシリコン半導体を用いた検出器技術を得意としています。検出器を独自に開発・製作する設備を保有しており、継続的に増強・拡張を行っています。世界トップクラスの設備と技術を用いて、高実装密度・微細化・放射線耐性・高速応答・低物質量などの優れた特徴をもつ新しい検出器の開発を行っています。これからも新しいアイディアの検出器を開発し、新しい素粒子実験に挑みます。



特別研究 (学部4年)

研究内容

特研生がすぐに大規模な国際共同実験に参加するのは難しく、まずは素粒子実験の基礎を身につけることが大切です。そのため、英語で書かれた教科書の輪講(ゼミ)と最新論文の紹介(ジャーナルクラブ)で、素粒子物理学の基礎を学びます。新しい検出器の開発などで、実験技術の基礎を習得します。また、大学院に進学する前でも、研究室が関わる実験・プロジェクトの状況により、実際に研究するメンバーとして参加し、本格的な研究活動を開始することもできます。最後に、研究成果をまとめて発表会を行います。

粒子物理学

実験核物理研究室

Experimental Nuclear Physics Lab.

HP : <https://ne.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム：なし

研究キーワード： 新元素、エキゾチック核、EDM、九大タンデム、 3α 反応、レーザー分光

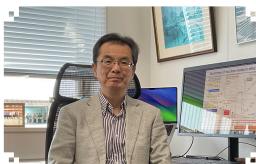
Member

教授	若狭 智嗣、坂口 聰志
准教授	寺西 高、市川 雄一、高峰 愛子
助教	庭瀬 晓隆
博士1年	山ノ内 邑希
修士2年	牛島 健成、北川 尚幸、坂本 健輔、清水 博光 永武 瞭、藤井 友喜、藤本 真広、松井 瑞生 松藤 陽菜、宮下 直人
修士1年	大塚 玄、佐藤 多恵、鹿田 涼介、清水 豪太 林田 昌大、宮内 優斗、渡辺 大翔
学部4年 (特別研究生)	秋葉 旺太、石堂 泰雅、内田 遥、久保田 里詩 佐藤 理一郎、鈴木 風羽、谷上 大知、角田 航誠 橋本 太一、浜村 大、黒川 友太朗
学術研究員 (高等研究院・ 特別主幹教授)	森田 浩介



教員プロフィール

若狭 智嗣 教授



富山県出身（散居村で有名）。本学・学外加速器施設で、陽子と中性子の「二成分」の量子系としての原子核に対して「スピン」を使って本質に迫ります。絵画鑑賞が好きですが、同じ景色（原子核）でも人によって見え方が違う点が似ています。このような多様性を有する原子核を観てみませんか？

坂口 聰志 教授



子供の頃、「自転車で走りながら鍵をかけたらどうなるだろう」と実験。自転車から放り出され顔から電柱にめり込んだ瞬間、物理やろう！と決めました。趣味は旅行（元バックパッカー。インド、東南アジア等）、出張先の美味しいもの、子育て、お酒（クラフトビール等）、スキー、ランニング、サッカーや将棋の観戦、宇宙飛行士。一緒にお酒や実験をenjoyしましょう！（写真:学生さん達とジンギスカン@北大学会）

寺西 高 准教授



出身：東京都。同居家族：妻と娘3人。趣味かどうかわからないが好きなこと：装置のソフト・ハードいじり、飲酒、旅行、読書。皆さんへ一言：実験研究の一環としてタンデム加速器系の開発にも力をいりています。実験核に興味を持った積極的な学生さんと一緒に研究を進めたり新しい知識や技能の習得がたりするうれしいです。

市川 雄一 准教授



九大に来て6年目になります。原子核のスピンを操る実験手法を使って、エキゾチックな原子核の性質を調べたり、基本対称性の破れの探索を行ったりしています。サッカーで粒子性を感じ、サーフィンで波動性を感じる量子力学的な日々を過ごしています。昨年に続き今年も福岡マラソンにエントリーしてしまい、九州の美食と美酒でため込んだ質量エネルギーを大解放中です。

高峰 愛子 准教授



ヘヴィメタルをこよなく愛する大阪生まれ東京育ちです。ゲーム、映画、読書、海外ドラマ、アニメ、お絵描きも好きなインドア派です。九大合気道部顧問です。ホッピーばかり飲んでいたら血圧下がりました。「神は細部に宿る」をスローガンに不安定核を精密分光しています。

庭瀬 晓隆 助教



九大で博士を取り2023年9月より九大に助教として戻ってきました。現在は質量測定から原子核の構造を探ることで、超重元素ないしは宇宙における元素の起源の解明を目指して研究をしています。趣味は野球(中日ドラゴンズ)、お酒（日本酒など）、電子工作、読書など。「よく食べ、よく飲み、よく学ぶ」をモットーに研究活動を送っています。



アピールポイント

コアタイムなし！！

朝から研究室に来て夕方に帰るもよし、昼からきて遅くまでいてもよし。
アルバイトや趣味と研究を両立させるなど、フレキシブルな時間帯で研究を進められます！

人数が多い！

勉強でも研究でも私生活でも、相談できる人が多いです！
誰かの実験にはみんなで参加するなど、助け合って研究室生活を送っています。



各地に出張に行く！

学会発表や実験参加、他のメンバーの実験の手伝いなど、各地に出張に行くことができます！
状況次第では海外での学会発表も！



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎BBQ
6月	タンデムドライブ
9月	後期も頑張ろうBBQ
12月	忘年会
2月	修論・博論打ち上げ

定例イベント

毎週火曜日	研究室コロキウム（院生）
毎週決まった曜日	研究グループ打ち合わせ（院生）
毎週決まった曜日	原子核物理に関する輪講（特研生）
毎週決まった曜日	一般物理に関する勉強会（特研生）



Message

単位は早めに取っておこう！

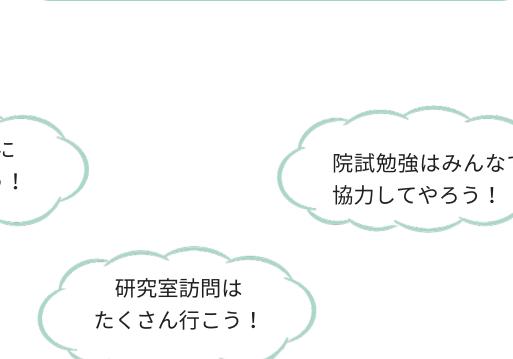
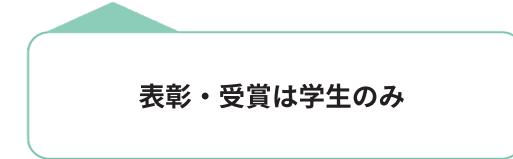
院試勉強はみんなで協力してやろう！

研究室訪問はたくさん行こう！

実績

表彰・受賞	日本物理学会若手奨励賞（第15回、第17回） 原子核談話会新人賞（第27回、第29回） 日本放射化学会奨励賞（2022年） 日本放射化学会討論会若手優秀発表賞（第62～65回） RIBF User Group Thesis Awards（2022年） SNP CNS Summer School Incentive Prize（2024年） ANPhA 2nd (Silver)（2024年） 13th SSRI CERTIFICATE（2025年）
進学先（特研生）	九大大学院（修士）
進学先（修士課程）	九大大学院（博士）
就職先（修士課程）	三菱重工業、パナソニック、住友重機械、NTT西日本、京セラ、筑紫台学園、AIG損害保険、Simplex、沖縄電力、富士通九州、三井倉庫九州、佐賀県庁、Qtnet、シスコシステムズ
就職先（博士課程）	オーストラリア国立大学 高エネルギー加速器研究機構

表彰・受賞は学生のみ





研究内容

1. 核力・核応答の研究 「核物性、およびその発現機構の解明」

核力・核物性の発現機構（若狭）

質量の大部分は、真空中にクオーカと反クオーカの対が凝縮しこれらがクオーカと相互作用する、という過程でダイナミックに生じるとされています。この凝縮の強さは密度依存を持ち、原子核中のような超高密度空間では真空中の2/3程度まで減少する（軽くなる）とされています。この変化に敏感な核力のスピン観測量の測定から、**質量の獲得機構**や、**核力に基づく核物性の発現機構の解明**を目指します。



核応答・集団運動（若狭）

原子核は比較的はっきりした表面を持つため、外場に対して形状が歪んだり、復元力により原子核全体が**集団的に振動**したりします。また、原子核特有の**新奇な変形**をしている可能性も示唆されています。このような原子核という量子系固有の現象やその創発機構を核反応により励起しその応答を見たり、高スピン・高励起の状態を作り出しそこから放出されるガンマ線などを測定したりすることにより研究しています。



2. 新元素・新原子核の合成 「人類未到の第8周期元素、および"安定の島"の探索」

新元素の探索（坂口・庭瀬）

この宇宙は全部で何種類の元素で構成されているのでしょうか。これは古くは四元素説に遡る、数千年にわたる人類の根源的な問いです。21世紀に入ってからの113番元素の発見、そして「ニホニウム」との命名を受け、現時点までに元素周期表の第7周期まで埋められました。現在私たちは、理化学研究所など国内外十数の研究機関との国際共同研究により、**人類未到の「第8周期」に位置する119番元素の合成実験**を進めています。新元素を人類史上初めて観測するのは貴方かもしれません！！



安定の島の探索（坂口・庭瀬）

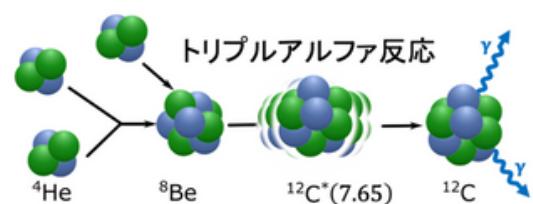
ニホニウムなど非常に重い原子核は一瞬で崩壊してしまいますが、既知核より中性子が数個多い同位体は寿命が桁違いに長くなり安定的に存在できると予言されています。この**「安定の島」という人類未到領域**への到達は核物理学者の夢ですが、これらの原子核は性質解明はおろか合成手法すら未知です。新しい原子核の合成手法、共に探しませんか？

3. 宇宙核物理 「身の回りの元素は宇宙のどこでどのように生まれたか？」

現在の宇宙における**元素の起源の謎**を解決することは、原子核物理が抱えている大きな課題の1つです。私たちは、原子核の質量や励起準位の性質等を加速器実験により測定し、天体核反応過程を解明する「宇宙核物理」に取り組んでいます。

安定核領域の元素合成過程（寺西）

ビッグバン元素合成や恒星中の準静的な核反応過程では、安定核領域の核反応が主要な役割をしています。私たちは、これらの核反応を支配する共鳴状態の性質を、主にタンデム加速器を用いて調べています。最近は特に、恒星進化と元素合成において重要な**「トリプルアルファ反応」**（三つの α 粒子から炭素12を生成する反応）の反応率の精密決定に取り組んでいます。



不安定核領域の元素合成過程（寺西・高峰・庭瀬）

恒星進化の末期の爆発的天体環境(超新星爆発、中性子星合体、X線バースト等)では、不安定核領域を核反応過程が進みます。このため私たちは理化学研究所のRIBF等において、不安定核のビーム(RIBF)を用いた実験を進めています。特に、 r -過程等に関与する不安定核の質量を**革新的な精密質量分光器 MRTOF**を用いて精密測定しています（高峰・庭瀬）。また、中性子や陽子捕獲反応率を支配する共鳴状態の測定に取り組んでいます（寺西）。



4. エキゾチック核の構造 「陽子と中性子の数がアンバランスな原子核の性質は?」

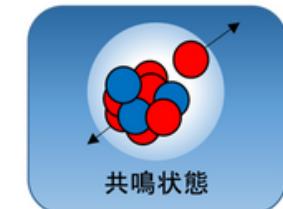
天然に存在する安定な原子核に比べて、陽子数と中性子数の比が大きく異なっているエキゾチック核の性質を研究しています。

共鳴状態の研究 (寺西)

ドリップライン近くのエキゾチック核は、中性子ハロー構造等の特異な構造を持つことが次第に明らかになっています。これらの原子核のエネルギー準位の多くが粒子放出に対して不安定な「共鳴状態」として現れます。構造、崩壊様式、天体核反応への寄与等を理解するために、RIビーム施設およびタンデム加速器施設において共鳴反応・散乱の実験を行い、**未知の共鳴状態の探索**を行っています。

スピン操作を利用した核分光研究 (市川・高峰)

エキゾチック核を加速器で人工的に生成して、状態のスピンパリティや核電磁モーメント、状態間の遷移強度などの測定を行います。エキゾチック核のこれらの性質を調べることで、原子核の奥に潜む本来の姿を見出し、元素創生の手がかりを探ります。原子核反応を使って**スピンの向きを揃えるユニークな手法や高精度レーザー分光や原子ビーム共鳴法**を駆使して実験を行います。実験は理化学研究所などの加速器施設で行っています。



精密質量分光による核構造研究 (高峰・庭瀬)

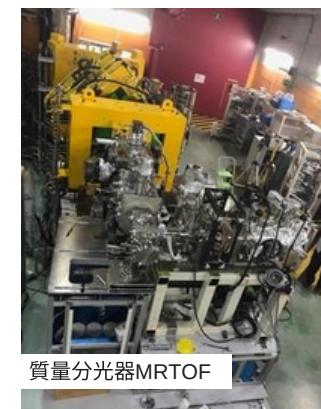
質量とエネルギーの等価性が示すように、原子核の質量は原子核の結合エネルギーを直に反映した量です。つまり原子核質量を測定することで、その原子核がどれだけ安定なのか知ることができます。私たちはMRTOF装置を使って**様々な原子核の質量を正確かつ精密に決定**し、中性子数や陽子数に対して結合エネルギーがどのように変化するかを精査します。その結果から、原子核の魔法数はどこまで成立するのか、原子核の変形の兆候があるかを探り、幅広い不安定核領域にわたって核構造を研究しています。



5. 基礎物理「原子・原子核を応用して、素粒子標準理論のその先へ」

基本対称性の破れ (市川・高峰)

宇宙初期でどのようにして物質が創生されたのか？その謎を解き明かすには、素粒子の標準理論に組み込まれているよりも格段に大きな**CP対称性の破れ**が必要です。身近な系では原子や原子核の電気双極子モーメント (Electric dipole moment, EDM) がその有力な候補です。わずかなEDMを大きく増幅しうる原子核の性質に注目し、核スピンの動きを制御・操作しながら精密測定することのできる核スピンメーターの装置を用いて、EDMの探索を行います。



標準理論を超える新粒子探索 (高峰・市川)

上記のEDM以外にも、標準理論を超える物理現象を生み出す**新粒子の候補**が予言されています。例えば「強いCP問題」の解決につながると期待されるアクション的粒子や、中性子と電子の間で交換される可能性のある新しいボゾンを、原子物理・原子核物理的手法を応用することで探索します。これらの探査実験は、加速器を使わないテーブルトップの実験装置を用いて行います。



6. 加速器系装置・技術の開発「巨大装置"加速器"、関連装置・技術の開発」

タンデム加速器関連装置・技術 (全員)

九州大学のタンデム加速器において、高度な核反応測定等を精密に効率よく行うために、**イオン源、本体、ビームライン、コンピューター制御系等の開発**を進めています。RIビーム生成法の開発や外部施設の大規模実験で用いる**検出器系の開発試験**も行っています。加速器系のすべての構成要素の原理を部品レベルから把握して改善を行っています。タンデム加速器実験には、研究の全過程（実験企画・装置開発・ビーム生成・反応測定・データ解析・成果発表）にすべて深く関わることができます。醍醐味があります。



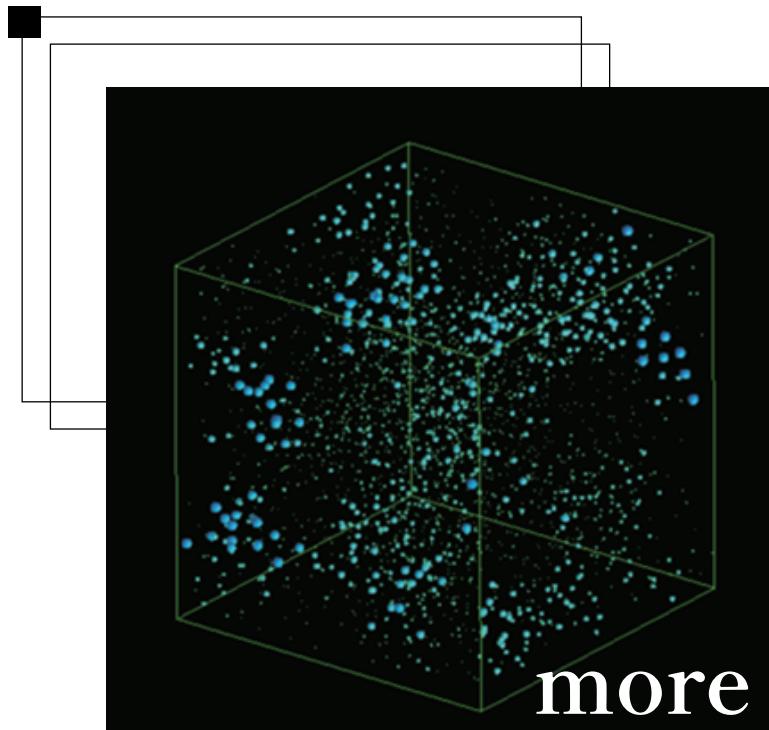
FFA加速器関連装置・技術 (全員)

FFA 加速器からの 100 MeV 級の陽子や (p, n) 反応からの中性子を用いた原子核の反応断面積測定や中性子照射による半導体の放射線耐性の測定、核融合反応による「安定の島」への到達等を目指して、**新ビームラインや実験装置の整備、新原子核合成のシミュレーション**を進めています。ビームラインから院生が携わることができるのは、加速器施設を有する九大・実験核の大きな利点です。



研究室紹介

物性基礎論



P. W. Anderson

目次

物性理論研究室	.....	32
統計物理学研究室	.....	36
凝縮系理論研究室	.....	40

HP : <https://cmt.phys.kyushu-u.ac.jp/ja/>

コアタイム：なし

研究キーワード：ソフトマター・液晶・高分子・ガラス・生命現象の物理



Member

教授	福田 順一
准教授	樋口 祐次
講師	松井 淳
助教	多羅間 充輔
研究生	米澤 弦起
博士3年	松清 洋輝
博士1年	中村 草平
修士1年	小田稜矢、片山大介
学部4年 (特別研究生)	井上早人、古賀夏生



教員プロフィール



福田順一 教授

ソフトマターと呼ばれる柔らかい物質群に関する理論的研究を、主に連続体理論とそれに基づく数値シミュレーションによって行っています。特に興味を持っているのが、液晶が形成する秩序構造とそのダイナミクス、および光学的性質です。国内外の実験系の研究者とも緊密な共同研究を行っています。これまでの具体的な研究テーマは、薄い液晶薄膜内における特異な秩序構造の形成メカニズムと光学的性質、コレステリックブルー相と呼ばれる複雑な秩序構造の相転移ダイナミクス、および共焦点顕微鏡像の計算、近年液晶の分野で注目を集めている強誘電性液晶の秩序形成、正弦波状の溝中の液晶がつくるトポロジカル欠陥の性質、パターンを施した表面を用いたトポロジカル欠陥のデザイン、コロイド粒子を含んだ液晶系などです。また過去には高分子の統計力学に関する研究も行なったことがあります。

松井淳 講師

平衡系・複雑系・不規則系で見られる様々な現象について、統計力学に基づく理論と計算機シミュレーションを用いて研究しています。近年は、ガラス転移の統一理論を中心に置き、多岐にわたるテーマに取り組んでいます。また、化学現象の理論的な研究を通して、統計力学の基本的な問題を調べています。その他に社会物理についても研究対象となっています。



多羅間充輔 助教

非平衡系の物理学に興味を持ち、主にアクティブマターと呼ばれる生き物のように自発的に運動するものを対象にした理論物理の研究を行なっています。理想化した状況での一般的な理論の構築を進める研究と並行して、生物学の研究者とも協力して、実際の生き物で見られる具体的な現象を対象とした研究を進めています。特に、生体分子・細胞・細胞集団の各スケールでの力学ダイナミクスとそれらの階層間の繋がりを解明することにより、生命現象を物理学の視点から理解することを試みています。また、複数のエレベータの同期を例に社会現象を対象とした物理の研究にも挑戦しています。このような学際領域の「新しい」物理学の研究を進める上で、ソフトマター物理学などで培われてきた粗視化の概念や統計物理学的解析手法、計算機シミュレーションは非常に強力なツールです。



アピールポイント

アットホームな研究室

教員と学生の間の垣根が低く、教員に気軽に質問・議論に行くことができます。
気さくな先輩が多いため、研究についてだけでなく生活面などについての相談もしやすい環境です

自由な研究環境

ある程度自由に学生側が研究テーマから研究活動の方針まで設定することができます。

設備や計算機

最新のCPU、GPUを搭載した計算機サーバーが利用可能です。個人に机とPCが割り当てられます。
お茶部屋には豊富な蔵書がある上に、コーヒーが一杯10円～20円で飲み放題です。



イベント

年間スケジュール

4月	全体ミーティング#、歓迎会 研究中間発表(博士)
6月	論文発表会(B4)*
8月	研究中間発表(M2)* 飲み会(院試激励&前期お疲れ様会)*
9月	サンマ会* (コロナとサンマ高騰のため、数年休止)
10月	研究中間発表(M1)*
11月	牡蠣会* (サンマ会に代わり、今年から実施)
12月	修論・特研中間発表*、忘年会*
1月	新年会、修論予備審査#
2月	修論発表会
3月	特研発表会(B4)# リサーチレビュー発表会(M1)# Farewell/パーティー*

#印：物性基礎論全体でのイベント *印：統計物理学研究室と合同で行うイベント

学生主導で突然的に飲み会、BBQなども行われています。
教員と学生で車を出して牡蠣小屋に行ったこともあります。

定例イベント

隔週月曜日	コロキウム
毎週水曜日	研究室ミーティング、論文速報(紹介)
毎週1回	輪読



実績

研究	プレス発表: 「液晶は渦を巻く～液晶の新たな秩序構造形成を理論、実験により初めて実証～」(https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/159) 「液晶がナノ構造をつくる際の新現象を発見」(https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/661) 「液晶の複雑な秩序構造の形成メカニズムを解明」(https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/1180)
表彰	福田: Outstanding Referee (アメリカ物理学会, 2020), 日本液晶学会論文賞(2019,2012) 日本物理学会若手奨励賞(領域12, 2008), 日本液晶学会奨励賞(2002) 多羅間: 日本物理学会若手奨励賞(領域12,2025)、第9回ソフトマター研究会ポスター発表賞(2019) , Presentation Awards for Young Scientist at the International Conference on Advances in Physics of Emergent orders in Fluctuations (2018), Richard M. Noyes Fund Fellowship (2014) , 未踏科学サマー道場ポスター発表優秀賞(2012)
進学先 (特研生)	九大大学院／東工大大学院
進学先 (修士課程)	九大大学院
就職先 (修士課程)	ゲーム会社、金融系企業、IT系企業、シンクタンク等
就職先 (博士課程)	九大／九産大

Message

- ・陸上部部員募集中です♡(私は今年で引退しますが)(松清)
- ・ソフトマターの研究をするハードな研究室です(松清)
- ・一緒に学食に行きましょう(中村)
- ・院試はしっかり勉強しましょう(中村)
- ・しっかりとした物理を研究している研究室です(米澤)
- ・物性理論最高!!!!(小田)
- ・時間を自由に使えます(片山)



研究内容

統計力学や熱力学の理論的研究は、2つに大別されます。1つは、学部で習う統計力学の内容（平衡状態とその近傍の揺らぎの線形応答性）を固体結晶に適用する研究であり、低温で出現する量子現象が主題となります。統計物理学研究室や凝縮系理論研究室がこの流れです。もう1つは、統計力学や熱力学そのものを発展させる研究です。物性理論研究室はこの流れになります。統計力学や物性物理学の講義を振り返ると、対象は気体や固体結晶ばかりで、そのほかのもの、たとえば、液体やクリスマスケーキのクリームやスポンジ類、生体細胞などは物理学の範疇ではないようにさえ感じます。しかし実際には、これらの系がもつ多彩な巨視的性質（フワフワ感やサクサク感、生命機能など）を対象とした物理学の研究は世界的な潮流の一つです。

物性理論研究室では、このような『ソフトマター』（柔らかい物質群の総称）を題材とした理論的研究に取り組んでいます。「柔らかい」とは、とても弱い外場（圧力など）を掛けただけで大きく変形し、また外場をなくすとゆっくり元の形状に復元し（復元しないこともある）性質です。この特徴は、固体結晶（ハードマター）の調和振動子（バネ）描像（平衡からのずれに比例した熱力学的な復元力がはたらく）とは対照的です。スケールの異なる波長や振動数の揺らぎが相互に関与し、それぞれの位相を変化させてエネルギーを別の揺らぎへ伝搬するというダイナミックで難しい研究課題です。またソフトマターの多様な例やその応用上の重要性から、物理学、数学、化学、工学、生物学などの多様な学問分野が融合して発展している学際的な研究分野です。対象の幅広さから非常に多くの興味深い課題があり、様々な観点で取り組むことが可能な魅力ある分野です。そのため、物性理論研究室のメンバーの研究テーマも非常に多様です。物性理論研究室では、学生の研究テーマ設定においても極力自主性を尊重しており、自らテーマを設定する学生も珍しくありません。以下に取り組んでいる研究テーマの例を示します。

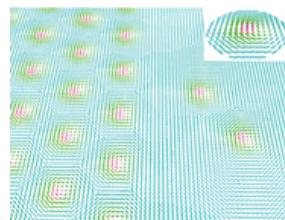


図1：ブルー相のスカーミオン構造

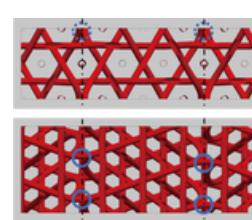


図2：ブルー相が示す双晶構造 左は構造の詳細、右2枚は双晶の時間発展の様子

液晶の秩序構造とその工学的性質

ソフトマターは様々ななかたち、空間スケールの秩序構造を自発的に形成すること（「自己組織的秩序構造」と呼ばれます）が興味深い性質の1つであり、液晶はそのような自己組織的秩序構造の宝庫です。また、秩序の不連続性として定義される位相欠陥という数学的概念が目に見える形で現れることも液晶が理論の立場から興味を持たれている理由の1つとなっています。主に連続体理論を用いて、それらの秩序構造の性質、形成メカニズムの解明に向けた研究を行っています。

ターゲットとしている系の1つは、鏡映対称性のないキラルな液晶が示す複雑な秩序構造であるコレステリックブルー相です（以下「ブルー相」）。ブルー相を示す液晶を薄い空間に閉じ込めると、素粒子物理学分野や他の凝縮系物理学分野で盛んに研究されているスカーミオンと呼ばれる渦状の秩序構造などが生じること（図1）を示したり、ブルー相の秩序が示す立方格子が異なる向きで接する双晶と呼ばれる構造、およびその形成メカニズム（図2）を明らかにしたりしてきました。他の研究例として、液晶を閉じ込める2枚の平らな表面上にパターンを施すことで液晶中に生じる位相欠陥をデザインできることを示したものがあります（図3）。また液晶の分野では近年強誘電性を有する液晶に強い興味が持たれており、層状の秩序と強誘電性を同時に有する液晶の秩序構造の研究も行なっています（図4）。

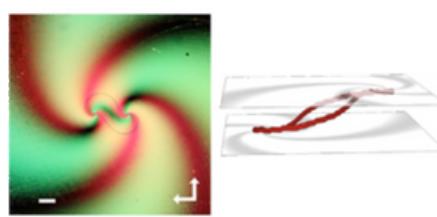


図3：位相欠陥のデザイン
(左:実験 右:数値計算)

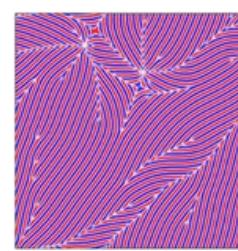


図4：層状の秩序と強誘電性を同時に有する液晶の秩序構造

またディスプレイへの応用からも容易に想像できるように、液晶の光学的性質に関する研究は非常に盛んに行われています。上述のスカーミオンを含む数百nmのスケールの秩序構造の光学顕微鏡像を数値計算により求め、実験結果を極めてよく説明できたこと（図5）、ブルー相に入射した光の反射特性を計算し、実験と良い一致を示したことなどが当研究室の成果として挙げられます。

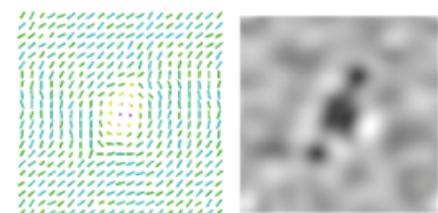


図5：左は液晶の秩序構造 右はその光学顕微鏡像
(いずれも数値計算で得られたもの)

ガラス

ガラスは、非晶質固体（面心立方や体心立方のような周期的配置ではなく、各分子の位置が乱雑なままの固体）に分類され、0Kにおいても分子配置が乱雑なためにエントロピーが消失しない、未だ統計力学や熱力学で取り扱うことが出来ていない研究対象です。通常の相転移でみられるような比熱の急激な変化が転移点で観測され、その機構や原因是諸説紛々としています。分子1つ1つの動きや集団的な運動の様子を計算機シミュレーションを用いて解析し、ガラス転移温度近くの分子運動の2つの特徴が明らかになりました。そこに、マジョリティーが支配するのではなく、マイノリティーが支配的になる新しいタイプの統計力学が見えてきました。

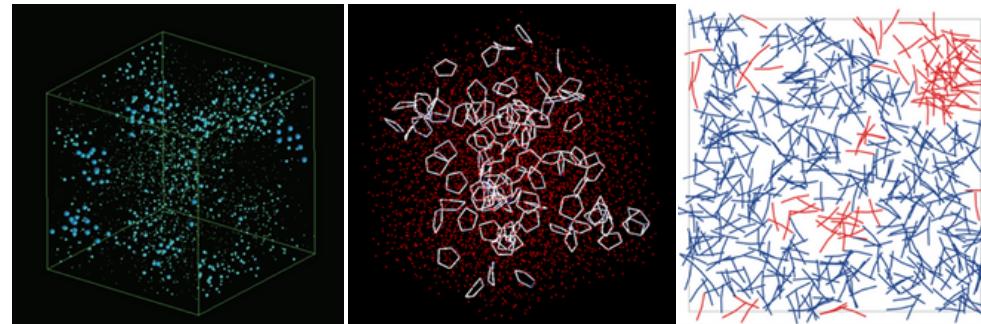


図6:計算機シミュレーションを用いた分子運動の解析;分子運動を可視化して、時間的あるいは空間的な不均一さを数値化します。

生命現象の物理

生命の最小単位である細胞は細胞骨格と呼ばれる分子などが生み出す力により能動的に運動します。細胞内では、細胞骨格分子がさまざまな動的高次構造を形成しており、その構造の形成原理と細胞ダイナミクスに対する影響は理論的に解明すべき課題です（図7）。また、このような生体分子の力生成の結果現れる細胞の運動を特徴づける基礎方程式の構築も研究課題の一つです。さらに、細胞から生体組織、器官、個体へと生き物が形成される上で重要な役割を担う細胞の協働ダイナミクスの背後に潜むメカニズムの解明には物理学の視点からの研究が必要とされています（図8）。

アクティブマター

生き物のように、外力に駆動されることがなくとも、自発的に運動するものをアクティブマターと呼びます。生物の他にも、コロイド粒子や液滴などを用いてより制御された非平衡条件下で自発運動を実現した人工系アクティブマターも数多く実現、研究されてきました。我々はアクティブマターの示す多彩なダイナミクスや集団運動などを理論的に研究しています（図9）。

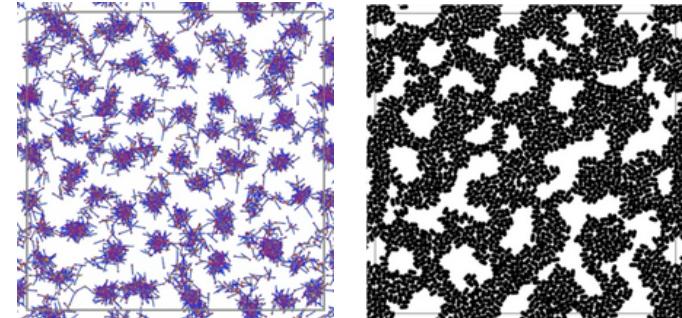


図7: アクチン細胞骨格が自己組織化するクラスター構造の再現
[Nat Commun (2024) 15:464]

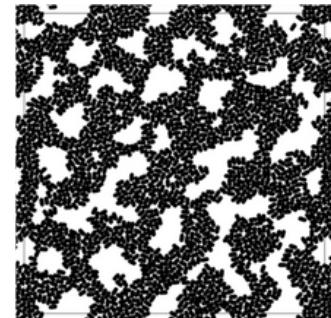


図8: 細胞運動の力学モデルを用いて再現された中胚葉細胞が自己組織化するネットワーク構造

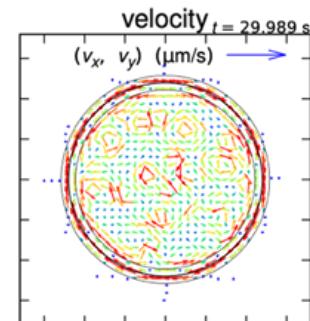


図9: 連続体シミュレーションを用いた、円形容器に閉じ込めたバクテリア集団が示すエッジカレントの研究[Phys. Rev. E 109, 054604(2024), 松清洋輝(修士論文)]

その他にも、以下のようなテーマに取り組んでいる大学院生がいます（いました）。

- ・環状分子からなる系の相転移
- ・温度勾配下での相分離のダイナミクス
- ・液晶の熱揺らぎに由来する擬似カシミール力
- ・液晶が示すソリトン構造のダイナミクス
- ・細胞組織のダイナミクス
- ・場の理論の手法を用いた高分子系の統計力学
- ・高分子系のマイクロレオロジー
- ・細胞運動の力学環境応答
- ・データを用いた自己推進液滴の運動方程式の推定

出典:

- 図1: <https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/159>
 図2: Phys. Rev. E 105, 044707 (2022), 修士論文（山下晃弘）
 PNAS 121, e2412476121 (2024).
<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/1180>
 図3: Nature Comm. 6, 7180 (2015)
 図4: Phys. Rev. E 112, 025408(2025), 修士論文（小田響己）
 図5: Nature Phys. 13, 1215 (2017)

物性基礎論

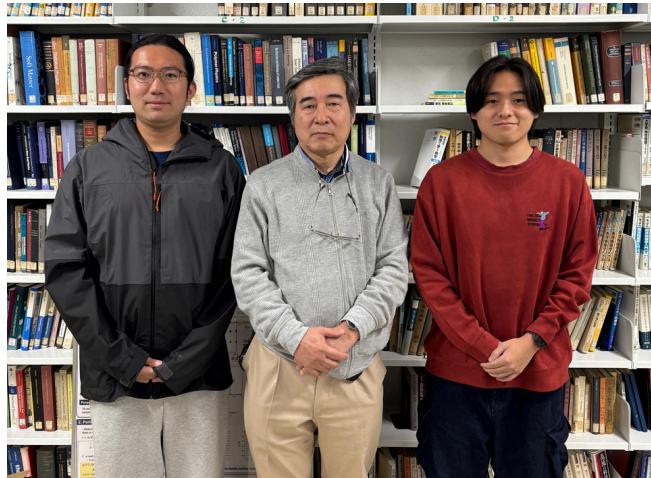
統計物理学研究室

Statistical physics

HP : <http://www.stat.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム：なし

研究キーワード：低次元量子多体系，相転移・臨界現象，場の理論，繰り込み群，共形場理論

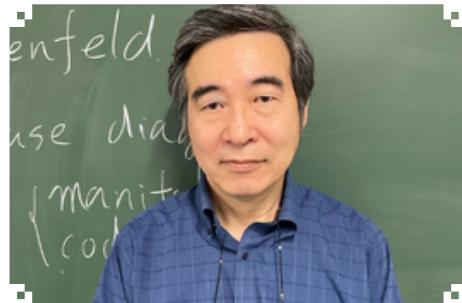


Member

准教授	野村 清英
博士1年	用松 大希
修士2年	小林 丈太郎



教員プロフィール



野村清英 准教授

私の趣味は歴史と動物観察。物理や数学も科学史という枠組みで捉え直すと一層興味が湧くかと思いますが、学部講義では時間不足で背景説明まで踏み込めてなくてすみません。個人的に数学に興味ありますが、必ずしも研究と直結しているわけではありません。当研究室の大学院生は様々な大学や、物理以外の学科からの進学者が多く、バライエティに富んでいます。本年度いっぱい定年退職します。



アピールポイント

学生間のつながり

当研究室では、学生が自発的に研究に必要な知識を学ぶために輪講を行う事があります。各々の必要に応じて参加したり、しなかったりします。輪講では先輩・後輩といった関係性関係なく疑問に思った事を皆で議論します。進みは速くないですが楽しいです。学生だけでは解決できない時は、先生に聞きに行ったりします。輪講なりミーティングなり、なんやかんやで学生間につながりができます。

議論の活発さ

「三人寄れば文殊の知恵」という言葉に沿うように教員と学生の議論が活発です。週一の統計研のミーティングやそれ以外でも教員と議論したり、そこに他の学生が加わって議論する事があります。研究室の雰囲気として教員にアクセスしやすいという環境が議論の活発さに結びついている気がします。

研究のペース

3つ目のアピールポイントとして、学生がそれぞれのペースで研究ができるという事が挙げられます。学生個々の気質がペースの違いに表れたりしているのかもしれません。



イベント

年間スケジュール

4月	物性基礎論新歓コンパ
6月	論文紹介(B4)
7月	中間発表(M2) , 飲み会 (院試激励 & 前期お疲れ様回)
8 - 9月	夏休み (物性若手夏の学校, 日本物理学会年次大会などに参加)
12月	修論・特研中間発表, 忘年会
1月	新年会
2月	修論発表会
3月	特別研究発表会, 中間発表 (M1, D)

定例イベント

隔週月曜日	コロキウム
毎週水曜日	ミーティング・論文速報(物性理論と合同) 進捗報告会(統計物理単独)
毎週金曜日	修士の輪読(洋書)

ここ数年の修士輪読で扱ったテキストは以下の通りです。

1. "Scaling and Renormalization in Statistical Physics" by J. Cardy : 臨界現象の普遍性、スケーリング、繰り込み群の流れなどを理解する上で重要な内容を扱いました。 2. "Quantum Physics in One Dimension" by T. Giannetti : 1次元量子スピン系とボソン化についての標準的テキスト。 3. "Thermodynamics of One-Dimensional Solvable Models" by M. Takahashi : Bethe Ansatzについての理解のために扱いました。



実績

研究	<ul style="list-style-type: none"> □ D. Yomatsu, K. Nomura, Gaussian fixed lines of $S=1/2$ XXZ chain with next-nearest-neighbor interaction and sl₂ loop algebra, arXiv:2509.10808, preprint (2025). [submitted] □ S. Shiraishi, K. Nomura, Multicritical point of an $S=1/2$ XXZ chain with single-ion anisotropy, Phys. Rev. B 111 024406 (2025). □ T. Mashiko, K. Nomura, Phase transition of an SU(3) symmetric spin-1 chain, Phys. Rev. B 104, 155405 (2021). □ T. Mashiko, S. Moriya, K. Nomura, Universality Class around the SU(3) Symmetric Point of the Dimer–Trimer Spin-1 Chain, J. Phys. Soc. Jpn. 90, 024005 (2021). □ N. Aiba, K. Nomura, Method to observe the anomaly of magnetic susceptibility in quantum spin systems, Phys. Rev. B 102, 134435 (2020). □ S. Moriya, K. Nomura, A New Method to Calculate a 2D Ising Universality Transition Point: Application near the Ashkin–Teller Multicritical Point, J. Phys. Soc. Jpn. 89, 093001 (2020).
表彰	<p>益子 通生流さん、守屋 俊志さん、大学院理学研究院 物理学部門の野村 清英准教授の論文が、日本物理学会の学術雑誌 <i>Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ)</i> の「Papers of Editors' Choice (注目論文)」に選ばれました(2021) 益子 通生流さんが2022年秋季大会 日本物理学会学生優秀発表賞を受賞しました(2022)</p>
進学先 (特研生)	<p>B4の学生の7割程度が大学院修士課程に進学しています。九大内の他学部や他大学に進む人もいますし、逆に他学部、他大学からこの研究室に入る人もいます。海外の大学院の修士課程に進学する人もいます。 研究室出身のここ数年の就職先は、ゲームメーカー、銀行、電子関係のメーカー、素材関連のメーカー、造船業、高校教員、証券会社などがあります。</p>
進学先 (修士課程)	修士課程を卒業した学生の多くが博士課程へ進学しています。
就職先 (修士課程)	卒業生(修士)には半導体メーカーに就職する人がいました。
就職先 (博士課程)	博士課程のあとはアカデミックなポジションにつく人もいます。近年では博士号取得者に対する企業からの需要も高まっています。博士課程でJAXAなど他分野の研究機関にインターンシップする学生もいます。研究で成果を残し博士号を取得することの意義はこれからも高まっていくと思われます。

Message

- ・古い分野ゆえに必要とされる基礎知識が多すぎるが、輪読・自主ゼミ大好きマンにはうってつけ。
- ・ゼミで激詰めはされないが、行間全部埋めるまで逃してくれない節がある。
- ・困ったときは先生の「落ち着いてやってください」を思い出すと、たいてい何とかなります(?)。
- ・物性基礎論陸上部があります。先生は散歩をよくされているみたいです。



研究内容

統計力学は、クォークや原子などミクロな構成要素が多数集まつたときにどのような現象が起こるかを理論的に扱う学問体系である。集団としての性質はミクロな構成要素の性質だけでは理解できない。水が氷に相転移することは一例だが、強磁性転移、超伝導・超流動など多くの巨視的（マクロ）にみられる現象がある。

磁性体のキュリー温度では比熱や帶磁率が発散する。これは臨界現象の例である。臨界現象はミクロとマクロなスケールを区別する相関距離が発散することによる（3年までの統計力学では相関距離は有限）。ミクロなモデルから、臨界現象に見られる発散を導く理論として繰り込み群が知られる。繰り込み群は素粒子理論で発展した手法だが、相転移の理解に威力を発揮する。逆に物性物理学で生まれた自発的対称性の破れのアイディアが、素粒子理論に応用されている。

具体的には以下のようなテーマを扱っている。

1. BKT転移とレベルスペクトロスコピー

低次元量子多体系は、量子細線やレーザー冷却した原子系等で研究が進んでいる。また量子情報分野へも展開されている。高次元では平均場近似が有効だが、低次元では量子揺らぎで秩序が破壊され易く、様々な量子臨界現象が現れる。例えば、広い領域で長距離秩序は無いが相関距離が発散している朝永・ラッティンジャー流体(TLL)や、Berezinskii-Kosterlitz-Thouless (BKT) 転移などがある。BKT 転移は有限サイズ補正が対数的に振る舞うので数値的な扱いが困難だったが、我々の開発した**レベルスペクトロスコピー法**で、精度良く BKT 転移点の決定と、ユニバーサリティクラスの同定ができるようになった。[文献：野村清英. BKT転移とその周辺(新奇な秩序を持つ系での相転移, 研究会報告). 物性研究. 2003, 79(5): 840-845]

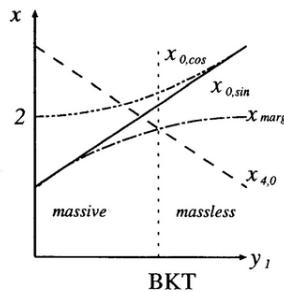


図 1 : BKT転移線近傍のスケーリング次元

2. Ashkin-Tellerモデルの多重臨界点

Ashkin-Teller モデルは、2つのイジングモデルが相互作用するもので、ボンド交代のある $S=1/2$ XXZ 鎖と等価である。2本のイジングユニバーサリティ臨界線が融合して TLL となる多重臨界点近傍では、複数の臨界現象が干渉するため数値的研究は大変難しい。我々は y 軸回りと z 軸回りのひねり境界条件 (y TBC- z TBC) のエネルギー固有値の準位交差を用いた方法が有

効であることを見出した。この方法では双対性を使うので、2次元イジングモデル(または対応する横磁場量子イジング鎖)では有限サイズ補正が無い。また、Ashkin-Teller 多重臨界点も正確に求められ、中間領域での収束性も大変良い。[文献：S. Moriya, K. Nomura, JPSJ 89, 093001 (2020)]

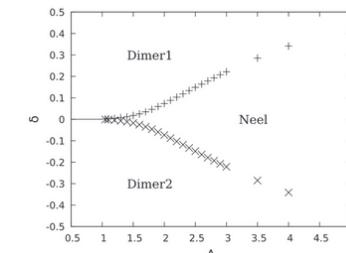


図 2 : Ashkin-Tellerモデルの相図

3. SU(3)とスピンネマチックTLL

通常の物質では $SU(N)$ 対称性は近似的にしか成立しないが、レーザー冷却した原子系で Yb 原子などでは $SU(N)$ 対称性がよく成立立つ。 $SU(3)$ 対称な系に $SU(2)$ 対称な摂動を加えた量子スピン鎖には BKT 的転移が起き、臨界相側ではスピンネマチック TLL と見なせる。 Dimer-Trimer モデルについて、我々は拡張した**レベルスペクトロスコピー法**で研究した。[文献：T. Mashiko, S. Moriya, K. Nomura, JPSJ 90, 024005 (2021)]

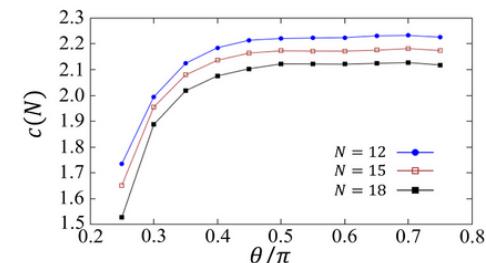


図 3 : 有効中心電荷 のパラメタ依存性

4. 非線形帶磁率

臨界現象では非線形感受率も重要だが、量子スピン系の**非線形帶磁率**については従来重視されていなかった。これは電子系での非線形伝導率とも関連する。非線形帶磁率は、実験的に重要な量であるが、従来数値計算では扱いにくかった。これについて我々は簡便かつ精度良く扱える方法を開発した。 $S=1/2$ XXZ モデルで調べたところ、帶磁率が 0 になる BKT 相転移点 ($\Delta=1$) と非線形帶磁率の発散の開始点 ($\Delta=1/2$) が別であることが分かった。非線形帶磁率の発散の開始点は超対称性を持っている。[文献：N. Aiba, K. Nomura, Phys. Rev. B 102, 134435 (2020)]

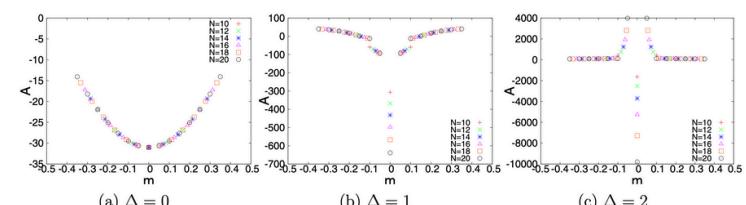


図 4 非線形磁化率の磁化依存性

5. ガウシアン固定線

レベルスペクトロスコピーを用いて、**ガウシアンユニバーサリティ臨界線**(ガウシアン固定線)をBKT転移の低温相(臨界相)内部にまで拡張して計算することが可能である。ガウシアン固定線上では、**ウムクラップ散乱**と呼ばれる非線形応答や量子輸送現象の理解に重要な散乱過程が打ち消され、系には弾道的な散乱のみ現れる。次近接相互作用のある $S=1/2$ XXZ鎖のガウシアン固定線を計算したところ、有限サイズ効果の消失する点がシステムサイズに線形な個数現れることを発見した。我々はこの点が**s12ループ代数**という特殊な代数構造によるものと結論づけた。

[文献：D. Yomatsu, K. Nomura, arXiv:2509.10808, preprint (2025).]

6. 1イオン異方性をもつ $S=1$ XXZ鎖の精密相図とマグノン束縛対励起

1イオン異方性を持つ $S=1$ XXZ鎖は、交換相互作用の異方性 Δ と1イオン異方性 D を変えることで、6つの多彩な量子相が現れる1次元量子スピン系である。従来の相境界判定法では相転移ごとに異なる相判定法を用いていたため、手法間で不一致が生じ、相境界の一部に曖昧さが残っていた。本研究では、共形場理論における普遍量である中心電荷と、基底状態エネルギーの有限サイズスケーリングを組み合わせた手法を用いることで、XY1・XY2・Néel・Haldane の4相が多重臨界点として1点で交わることを高精度に実証した*。さらに、2つのマグノンが引力的に相互作用して生じる「**マグノン束縛対**」に着目し、この束縛励起と量子相転移の関係を調べた。その結果、XY1/XY2・Néel/Haldane・Large-D/Néelの各相境界が、マグノン束縛対が出現する境界と一致する可能性が示唆された。

[*文献：S. Shiraishi, K. Nomura, Phys. Rev. B 111, 024406 (2025).]

[研究室の特色]

場の理論を使うようなやや数学的な勉強も可能ですし、数値計算を使った研究も可能です。3年生までの統計力学、物性物理学などで触れられなかった様々なテーマ(物理学とトポロジーとの関係、量子情報、孤立量子系の熱平衡化など)についての勉強も可能です。

[特別研究]

来年度の特別研究生の受け入れはありません。

[研究にあたって必要な知識・技能]

学部の授業を理解していれば充分です。むしろ大事なのは自主性です。研究で必要とされる新しい知識や技能は、ゼミや論文や数値計算などを通して研究室に入ってから身につけられます。なお、数値計算に頼らない理論研究も可能ですが、そういう研究でも補助手段として計算機を使うことはあります。英語は研究生活において、論文を読む場合も研究発表する場合も必要になりますが、研究活動の中で身につけてもらえれば良いと考えています。

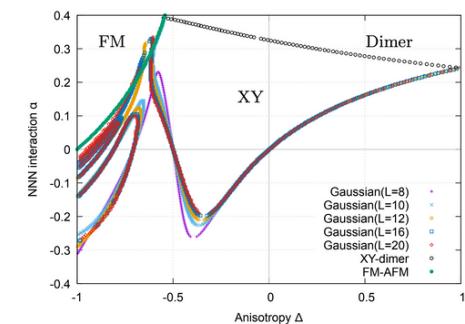


図 5：ガウシアン固定線のシステムサイズ依存性

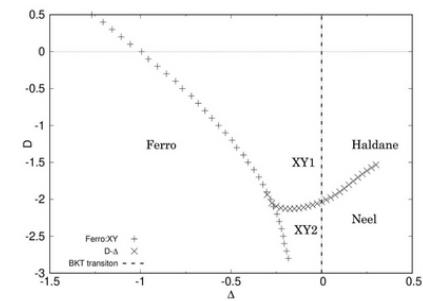


図 6：1イオン異方性をもつ $S=1$ XXZ鎖の多重臨界点

物性基礎論

凝縮系理論研究室

HP : <https://sites.google.com/view/mbp-phys-kyushu-u/home>

研究キーワード：トポロジカル物質、スピントロニクス、超伝導、磁性体

Many Body Physics Theory Group

コアタイム：なし



Member

教授	野村健太郎
准教授	磯部大樹
助教	工藤耕司、大橋良伊
博士1年	目黒智成
修士2年	古庄優汰、山崎一朗
修士1年	堤慎之介、前原啓人、渡邊光太
学部4年 (特別研究生)	下鶴直久、林田泰造



教員プロフィール



野村健太郎 教授

膨大な電子からなる凝縮系の理論研究、特にトポロジカル物質と呼ばれる比較的新しい分野を中心に磁性や超伝導、量子輸送現象など、不思議で面白い物理現象を探究しています。ここ数年は、物質中の電子があたかも相対論的粒子のように振る舞う、ディラック電子系の研究をしていて、電気と磁気が複雑に絡み合った新現象を明らかにしてきました。好奇心は強いう方で、興味を持っていることは数学（幾何学、トポロジー）と物理の境界分野からスピントロニクスや量子コンピュータなどの応用まで幅広いです。

この分野の研究の面白みは自由な発想と多彩なアプローチだと思います。また、比較的若い時期から、海外の研究者と論文を書いたり、実験研究者と共同研究したりと活躍の場が広がっていくことも良い点だと思います。当研究室のメンバーは話好きな人やスポーツ好きな人など、親しみやすい人ばかりなので気軽に遊びにきてください。



磯部大樹 准教授

2024年7月に九州大学に着任しました。これまで東大・MIT・理研で物性理論の研究を行ってきました。物性理論は、身近に存在し目で見て触れる、あらゆる物質を対象とする分野です。これまで金属、絶縁体、磁性体、有機物質などにおいて、主に電子が関わる現象を対象に、トポロジカル物性、超伝導、量子ホール効果など、さまざまな研究を行ってきました。身の回りのものについて不思議に思ったことはすべて研究テーマになります。研究ツールは自由で柔軟なアイデア、そして紙とペンです。これまで世界のいろいろなところで研究をしてきた経験を生かし、九州発でみなさんとまだ誰も知らない最先端の研究をしたいと考えています。



工藤耕司 助教

2023年4月に着任しました。初めての九州生活です。やはり福岡のご飯は美味しいですね！私は物性物理学、特にトポロジカル量子物性の研究を行っています。量子力学によると粒子はフェルミオンかボソンのいずれかがわですが、実は2次元系では「エニオン」と呼ばれる奇妙な粒子が存在できます。これは、量子力学のトポロジカルな視点から導かれる一つの帰結です。私はそのエニオンを伴う物質相を研究しています。趣味は音楽です。ピアノとオーボエを演奏できます！音楽好きな人、今度お話ししましょう！



大橋良伊 助教

名古屋大学で博士号を取得した後、大阪大学で研究員として勤務し、2025年2月から九州大学に着任しました。趣味はバイク、麻雀、サックスです。これまでトポロジカル超伝導体や、分数量子ホール効果といった系において、「エッジ状態」に着目した研究を進めてきました。私が凝縮系理論に強く惹かれる理由の一つは、数式や理論という抽象的な言語が、実験を通じて「見える」かたちで現実に結びつくことです。未解明な実験結果に理論的な筋道が加えられたり、理論から予測した現象が実際に観測されたりする場面では、言葉では表現しきれないような喜びと興奮があります。こうした研究の面白さや感動を、ぜひ皆さんとも共有できればと思っています。



アピールポイント

固体中の電子

物性基礎論研究グループの中でも、私たち凝縮系理論研究室はいわゆる固体物理の理論を研究対象にしています。統計物理学で有名な「More is different」という言葉があります。固体中の電子についても、アボガドロ数のオーダーの電子たちが相互作用しあって、普通の電子の振る舞いとは違った性質をみせます。Berry位相、"トポロジカルな"絶縁体、半金属...など一見ふしきに見える電子の世界を、私たちは調べています。

研究室内・外のメンバーの距離感

私たちは、毎朝10時に集まってミーティング(と称した雑談)をしたり、昼間に集まってフットサルをしたりと、研究室メンバーで交流する機会が多いです。朝のミーティングでは、最近こういう映画を見たとか、そろそろワールドカップの季節だとか、そういった話(本当に、ただの雑談)をしています。また昼間のフットサルでは、他の研究室や事務の方々も遊びに来るので、研究室内・外で様々な人と交流することができます。

フレッシュさ

我々凝縮系理論研究室は、東北大から移籍して令和4年度から発足した研究室です。故に研究室の決まり事などあまり無く、自由に勉強、研究することができます。また研究分野自体も新しく、ここ10年、20年ほどで発見されてきました(参考までに、研究対象の1つである磁性Weyl半金属が見つかったのは2017年です)。新しくできた研究室で、そして新しく形成されつつある研究分野で、共に研究しましょう！



イベント

年間スケジュール

4月	物性基礎論グループBBQ 新メンバー歓迎会
7月	論文紹介
8月	物性若手夏の学校、大学院入試試験
12月	牡蠣小屋BBQ、忘年会
3月	卒業研究発表会



実績

進学先 (特研生)	内部進学、東北大、京都大
進学先 (修士課程)	内部進学、海外
就職先 (修士課程)	電機、半導体、IT、自動車、鉄鋼、教職
就職先 (博士課程)	ポスドク(国内、海外)、企業研究生

定例イベント

輪講	週に一度、研究室全員でゼミを行います。過去には「量子ホール効果」や「経路積分」、「グリーン関数論」などに取り組みました。
チームミーティング	週に一度、研究の進捗報告やブレインストーミング、論文の紹介など、研究に関わることを活発に議論しています。
日課	朝のミーティング(AM10:00～)や昼休みのサッカー、筋トレ、ランニング、バレー、水泳、食事を通して、交流を深めています。

これまで、修士21名、博士8名の学生を指導し、卒業生は専門性を活かしつつ様々な業界で活躍しています。博士進学率の高さも特徴です。また在籍中に海外留学する人も多く、国際的な感覚を身に付けられます。

Message

■博士1年 目黒さん

「数学は体力だ」数学者André Weilの名言(迷言?)です。物理学も然りです。一に体力、二に体力、三、四がなくて五に体力です。「体力はちょっと...」安心して下さい。ウチに入れば体育会系になりますヨ... 敬具

■修士1年 堤さん

私は、量子力学を使って身近で多彩な物理現象に触れられるのが物性の魅力だと思い、この研究室を選びました。ここでは、セミナーや輪読を通じて研究室のメンバーと活発に議論でき、また、自分の興味に沿って研究に取り組めるのも凝縮理論研の良さだと思います。

■学部4年 下鶴さん

量子力学や統計力学が好きな方にとって、とても魅力的な研究室です。先生方や先輩方が親身にアドバイスしてくださるので、研究もスムーズに始められます。

今年で4年目になる研究室で、今後もどんどんイベントを増やしていく予定です！研究室に配属されたら、一緒にイベントを企画したりして、もっと研究室を盛り上げていきましょう！

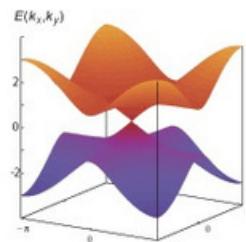
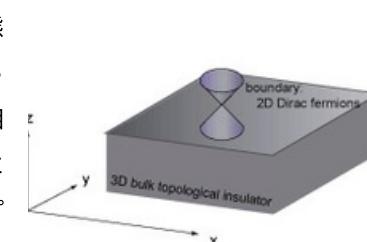


研究内容

我々の研究室では、**トポロジカル物質**と呼ばれる新奇物質の電子状態、輸送現象を理論的に研究しています。トポロジカル物質においては、**相対論的粒子(ディラック粒子、ワイル粒子、マヨラナ粒子)**がその物性を担い、既存のマクスウェル電磁気学では説明できない電磁応答が発現します。量子力学、相対論的量子力学、場の理論などに興味のある方は、是非我々の研究室をご検討ください。ここでは、特異な電子状態を持つトポロジカル物質について少しだけ紹介したいと思います。

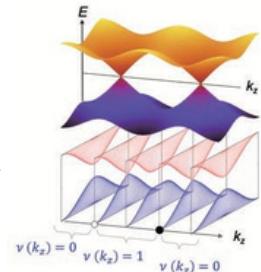
トポロジカル絶縁体：

物質内部ではバンドギャップ(禁制帯)が生じ、電流が流れない絶縁体状態になっていますが、表面・界面においてギャップが存在しない金属状態(**ギャップレスモード**)が存在します。このような特性はトポロジーによって特徴付けられます。3次元トポロジカル絶縁体の表面状態は2次元の相対論的波動方程式(ディラック方程式)で記述され、ディラック粒子に起因した通常の金属とは異なる特殊な性質を示します。我々のグループでは、トポロジカル物質の表面における電気伝導、特に乱れや相互作用の効果、および表面状態に起因したスピン-電荷変換などの電磁応答に関する理論的研究を行っています。



トポロジカル半金属：

物質内部に三次元の線形なエネルギースペクトルが存在する物質です。スピン縮退したものはディラック半金属、対称性が破れてスピン縮退がとけたものは**ワイル半金属**と呼ばれています。特にワイル半金属においては、その物性はワイル粒子が担い、**量子異常**に起因した特殊な電磁応答が現れます。我々のグループでは、近年発見されたカゴメ層状の強磁性ワイル半金属Co₃Sn₂S₂に注目し、有効模型の構築、輸送特性の解析を行い、ワイルバンドに起因した新規物性を明らかにしました。



トポロジカル超伝導体：

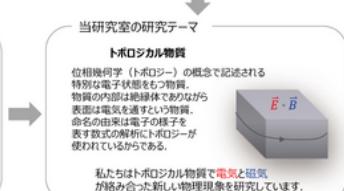
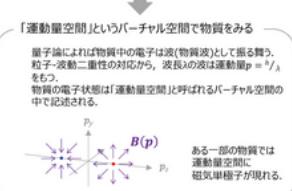
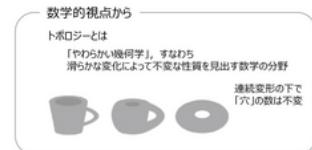
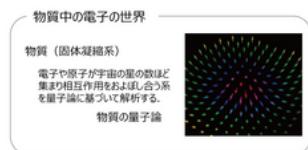
トポロジカル物質の概念は絶縁体に留まることなく、トポロジーによって特徴付けられる超伝導体、トポロジカル超伝導体の存在も提唱されています。3次元トポロジカル超伝導体の表面の電子の励起は**マヨラナ粒子**として記述されます。マヨラナ粒子とは自分自身が反粒子である粒子であり、非可換統計に従うなど奇妙な性質を示すことが知られています。近年、その性質が量子計算に応用できることが指摘され、量子コンピュータ実現の鍵として世界中で研究が進められています。我々のグループでは、トポロジカル超伝導体接合系などで見られる現象や基礎的な特性の理論的研究を行っています。

分数量子ホール絶縁体：

分数量子ホール絶縁体は、強磁場下で電子が2次元系に閉じ込められたときに現れるトポロジカルな量子状態である。この状態の準粒子は分数量子を持ち、フェルミ統計やボース統計とは異なる奇妙な統計性(**エニオン統計**)に従う。ある分数量子ホール絶縁体では、こうした準粒子の中にマヨラナ粒子などの**非可換エニオン**が含まれ、トポロジカル量子計算への応用が期待されている。さらに特定の条件下では、フィボナッチエニオンという非可換エニオンが現れ、これは量子計算の基本操作を全て安定して実現できる性質を持つ。我々のグループでは、トポロジカル量子計算を念頭に分数量子ホール絶縁体の基礎的な性質を研究している。



凝縮系理論研究室

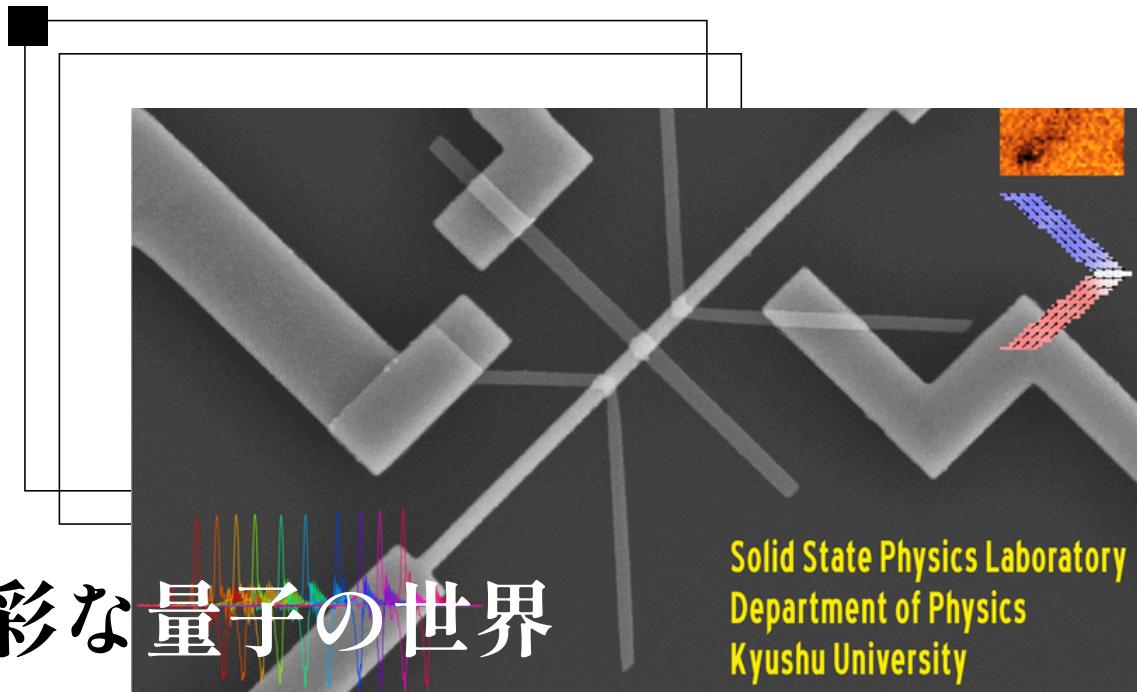


参考文献: 野村健太郎, 「トポロジカル絶縁体・超伝導体」丸善, 2016.



研究室紹介

量子物性



多彩な量子の世界

目次

磁性物理学研究室	.....	44
光物性研究室	.....	48
創発量子物性研究室	.....	52
固体電子物性研究室	.....	57

量子物性

磁性物理学研究室

Physics of Magnetism Laboratory

HP : <http://pom.phys.kyushu-u.ac.jp>

コアタイム：なし

研究キーワード： 磁性 固体物性 希土類元素 実験 試料作製 高圧 低温 強磁場



Member

准教授	光田暁弘
修士2年	大谷嶺人、松田悠太
修士1年	梶西幸平、成田悠馬
学部4年 (特別研究生)	高田悠剛



教員プロフィール



光田暁弘 准教授

愛知県出身ですが、親の仕事と家庭の都合で大阪、静岡でも育ちました。大学は、身の回りにある電化製品やPC等に使われるデバイスや材料に興味があったので工学部に進学しました。当時の大学では1, 2年生(私の大学では回生を使っていました)は教養部(九大の基幹教育院のような組織)で授業を受けることがほとんどだったのですが、そこで受けた物理学の授業が興味深かったのと、ある先生と教養部の物理学実験を通じて親しくなり、より基礎的なことに興味が移っていました。その先生からは、「君の学科なら○○先生の研究室が良いよ」と勧められて、私の所属学科にあった磁性物理学の研究室に所属することになりました。金属結晶中の電子や磁気モーメントの振舞を研究する研究室だったので、当初の興味とは少しずれていきましたが、より基礎的な所を掘り下げる研究という意味では繋がっていると思っています。その後、理学部的な研究室でPD研究員、助手を務めて九大物理に赴任しました。



アピールポイント

コアタイムについて

磁性物理学研究室では基本的にコアタイムと呼ばれる拘束時間はありません。
そのため、各自自由に計画を立てて自分の研究を行う事ができます。

先生方・仲間のサポート

研究で行き詰ったときや、サポートが必要な際は先生方、研究室メンバーに頼る事も可能です。
なかなか1人で研究を進められない場合、声をかけて頂けるとサポートします。

雑誌会

上半期、下半期に1回ずつ論文紹介があります。自分の研究に近い内容、興味のある内容の論文を、翻訳して研究室メンバー、先生方と議論し合います。様々な論文に触れられる機会だと捉えています。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
8月	大学院入試 院試お疲れ様会
12月	ニュートン祭 忘年会
3月	合同卒論発表会 追い出しコンペ

定例イベント

半期一回ずつ

雑誌会 論文の紹介をします



実績

研究

2025.3 量子物性分野特研発表会で梶西君、成田君が発表しました。
2025.2 修士発表会で木村君、田坂君が発表しました。
2024.3 量子物性分野特研発表会で大谷君と松田君が発表しました。
2024.2 修士発表会で中島君、横枕君が発表しました。
2023.3 量子物性分野特研発表会で菊本君、木村君が発表しました。
2022.3 和田先生の理学研究院長の任期が終了しました。
2021.3 大山耕平君が理学博士号を取得しました。

Message

院生1：外部施設で実験できます！

院生2：コアタイムがなく自分のペースで研究を進めることができる自由な雰囲気が魅力の研究室です。



研究内容

希土類元素(4f電子)や遷移金属元素(3d電子)が発現する磁性に興味を持って研究している。特に希土類元素の4f電子は5s,5p閉殻の内側に存在するため、結晶中でも周りの原子の影響を受けにくく安定に局在すると考えられてきたが、一部の化合物中で不安定になることがあり、4f電子数が揺らいだり、磁性が消失したりする。更にそれに伴って伝導電子の有効質量が増大したり、**非BCS超伝導**を引き起こしたり、通常の金属中の電子とは似ても似つかない振舞を示すことがある。我々は、このような振舞を示す物質を探索して純良試料を作製し、高圧・極低温・強磁場などの極限環境下に置くことで振舞の特徴を詳しく調べている。更に高度な測定技術をもつ世界中の研究者に試料提供したり、大型研究施設を利用した最先端の研究を行っている。

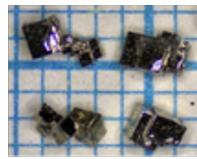


図1：当研究室で作製した単結晶試料。上はYbPd、下はEuNi₂P₂、1マスは1mm。



図2：試料に圧力をかける装置。上下のねじで圧力を閉じ込めて保持できる。測定手法によって使い分ける。長さは6cm、外径は1~2.5cm。中央の装置で3GPaの圧力を発生することができる。



図3：大型放射光施設SPring-8。蓄積リング(写真右、1周1400m)内で電子を光速に近い速度で運動させ、発生するX線を使って物質の性質を調べることができる。我々は物質の構造や値数を調べる測定を行ってきた。



図4：日本原子力開発機構のJRR-3内のT1-1ビームライン。原子炉から出でてくる中性子を利用してYbの磁気モーメントの配列の仕方を調べている。冷凍機(右側の水色の装置)で試料を0.3Kまで冷やして実験をしている。

1. 値数揺動・値数転移

希土類元素の1つのEuは、化合物中で2つの4f電子状態(4f⁷と4f⁶)を取ることが知られている。通常はどちらか一方の状態で安定であるが、ごく一部の化合物では2つの電子状態がエネルギー的に拮抗して不安定になり、時間的・空間的に揺らいだり、外部環境(温度、圧力、磁場)によって電子状態を大きく変化させることができる。このような現象をそれぞれ**値数揺動**、**値数転移**と呼んでいる。これら2つの電子状態は、4f⁷のとき大きな磁気モーメントを持ち、体積が大きいのに対し、4f⁶のとき磁気モーメントを持たず体積が小さいという対照的な性質を持つことから、値数転移に伴い大きな物性変化が期待される。また、絶対零度付近で値数揺動が臨界発散的に増大する場合に新奇な超伝導が出現することが理論的に指摘されており、この点からも興味を持たれている。我々はEuの値数転移現象を探索することを目的として4f⁷状態が安定な反強磁性体EuRh₂Si₂に圧力を加えたところ、1GPaの圧力で値数転移を示し反強磁性が消失することを見いだした。このときEuは非磁性の4f⁶状態に近い状態となっている。更にこの状態に磁場を印加すると4f⁷状態へと変化し、

再び磁気モーメントが出現することも見いだした。従来、このような現象を引き起こすのに非常に高い圧力、強い磁場が必要であったが、大学の研究室で容易に発生可能な圧力、磁場で値数転移現象を引き起こすことが可能になり、値数転移についてより多くの実験手法で研究することができるようになった。

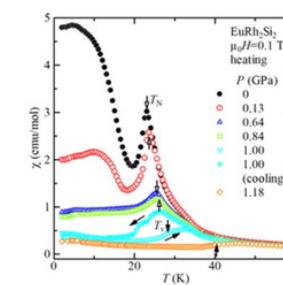


図6：EuRh₂Si₂に圧力を加えていくと反強磁性(TN)が抑制され、1GPa以上で値数転移(T_V)が出現する様子を示す。

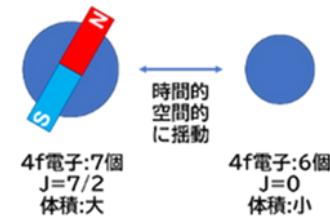


図5：Euの2つの4f電子状態。一部の化合物中では、両状態間に揺らいだり、外部環境によって一方から他方へ変化する現象が出現する。

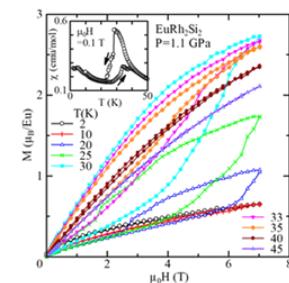


図7：1.1GPaの圧力を加えた状態で磁場をかけると、磁化Mに跳びが出現する様子を示す。これは磁場によって4f⁶→4f⁷状態への変化(値数転移)を示している。

2. 価数秩序

4f電子の不安定性に起因する現象として**価数秩序**にも注目している。YbPdは立方晶CsCl型のシンプルな構造を持つ化合物であり、Ybは4f電子を平均13.2個持つ価数揺動状態にあること、T=125K, 105Kで原因不明の相転移を示すことが報告されていた。我々はT=125Kで立方晶→正方晶への構造相転移し、T=105KでYbの2つの4f電子状態(4f¹³と4f^{13.4})がc軸方向に規則配列(これを価数秩序と呼ぶ)することを示した。またYbの4f¹³状態は磁気モーメントを持つことから低温で磁気秩序の出現が予想される。我々は日本原子力開発機構のJRR-3とJ-PARCのMLFにおいて中性子回折実験を行い、Ybは4f¹³状態のみ磁気モーメントを持ち、これが非整合サイン波構造という複雑な磁気構造を持つことを示した。これらの研究過程で、純良な粉末試料を得る必要があったが、従来の方法では原子配列を乱してしまう等の問題点があり、精密な中性子実験が困難であった。我々は出発原料や反応の手順を工夫することによって純良な粉末試料を得ることに成功し、この実験を実現できた。

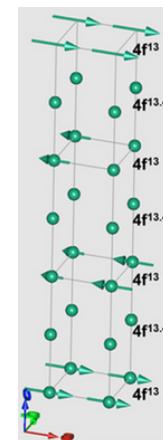


図8: T=0.59KにおけるYbPdの磁気構造。ここではPdは省略されている。矢印は4f¹³の磁気モーメントを示しており、4f^{13.4}は磁気モーメントを持たない。磁気モーメントはa軸方向を向き、波数ベクトル $k = [0.080 \ 0 \ 0.32]$ を持つ。磁気モーメントの大きさがサイン波的に変化するのは熱的揺らぎのためと考えられる。非常に複雑な構造であるが、磁気モーメントを持つ4f¹³は二次元正方格子を組んでいることから磁気の不安定性の強い状態と考えられている。T=0.5Kに機構不明な相転移が報告されているが、熱的揺らぎが抑えられることによる別の磁気構造(よりシンプルな磁気構造)が予測されている。

3. スピントロニクス素子の圧力効果

固体電子物性研究室と共同で、**スピントロニクス現象の圧力効果研究**を行っている。スピントロニクスはスピン自由度に着目したデバイス応用とその基礎研究を行う新しい分野であるが、圧力を利用した研究は僅かであった(九大物理の巨海玄道先生によるFe/Cr人工格子の巨大磁気抵抗効果の圧力効果研究が有名)。圧力は物質の状態を系統的に変化させるのに適しており、試料作製条件が物性に強く影響されるスピントロニクス素子の研究に適用できれば強力なツールとなる。我々は、強磁性/重金属素子を用いて**強磁性共鳴(FMR)**によるスピン注入現象を高圧セル内で観測することに初めて成功し、CoFeB/Pt膜において圧力とともにスピン注入が増大することを明らかにした。

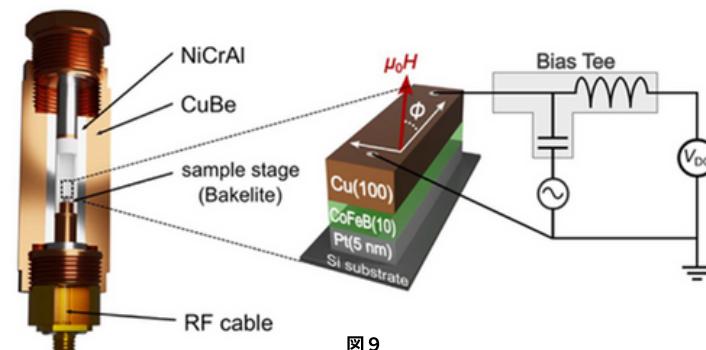


図9

量子物性

光物性研究室

Solid State Spectroscopy

HP : <https://hikari.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム : (なし)

研究キーワード : テラヘルツ・超伝導・低温



Member

准教授	中村 祥子
修士 2 年	高野 紘輔、李 柏諭、中村 駿
修士 1 年	小澤 悟朗、吉中 波瑠
学部 4 年 (特別研究生)	田中 海輝、中崎 隼、清水 鳩健



教員プロフィール



中村祥子 准教授

テラヘルツ波を用いて、物質の中の量子力学を研究しています。

趣味：ものづくり／好きなもの：工具、文房具、ハニー珈琲のアフォガート

<略歴> 福岡市出身。2008年 東京大学 理学部 物理学科 卒業、2010年 理学系研究科 物理学専攻 修士課程 修了、2013年 同博士課程修了、2013~2014年 東京大学 理学系研究科 特任研究員、2014~2022年 東京大学 低温科学研究所 特任助教、2022年11月より九州大学大学院 理学研究院 物理学部門 准教授。このうち 2021年10月~2026年3月 JSTさきがけ「革新光」研究員、2026年4月よりJST創発研究者（森パネル、内定）。



アピールポイント

テラヘルツ波は未来の電波

テラヘルツ波は、現在スマートフォンなどで使用されている5Gの次(beyond 5G)、さらに高速な通信を実現する6Gでの利用が期待されている周波数帯で、光のような直進性と、電波のような透過性の双方を兼ね備えた電磁波です。電波の利用、すなわち、電波を発信して伝送して受信するには、電波を高強度に発信して受信する技術や、電波を口吐き無く伝える素材、電波に敏感に反応する素材など様々な技術が必要です。未来のスマートな電波利用を目指し、基礎物理の方面から研究を進めています。

実験室の空気がきれい

光学実験や微細加工を行うので、常にHEPAフィルターが稼働しています。花粉症にはやさしい世界。

自主性・主体性を重んじる

研究は「与えられるもの」ではなく「つくるもの」です。未知の現象に自ら問い合わせを立て、答えを探す力を養います。わからないことは一緒に考え、新しい工夫やアイデアをふくらませましょう。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生が加わる
8月	夏休みの到来・大学院入学試験・ARIM学生研修など
9月	日本物理学会
10月	夏休みの終わり
12月	日本物理学会九州支部例会
1~3月	リサーチレビュー、特研発表会など
3月	日本物理学会、卒業・修了生が旅立つ

定例イベント

毎週1時間程度	輪読
毎週1時間程度	ミーティング
不定期	セミナー・講演会・講習会などの聴講や発表(年数回程度)
適宜	大学院集中講義の聴講

教員がアルコールを受け付けない体質のため、全員参加の飲み会は行っていませんが、交流の機会は多く、研究や日常の話を気軽にできる雰囲気です。



実績

研究	学生の発表： UAAT-KOOU Workshop at NTNU(台湾)：高野 UAAT-KOOU Workshop at KU(日本)：李 ARIM学生研修プログラム成果発表会：小澤
表彰	第6回（2025年）米沢富美子記念賞（日本物理学会）受賞：中村(祥)
進学先(特研)	九大物理
進学先(修士課程)	他大学大学院博士課程（予定）
就職先(特研)	IT関係、公務員、エンジニア
就職先(修士課程)	IT関係、エンジニア（予定）

Message

- 単位は4年前期までに取り切りましょう。
- 量子力学はちゃんとやろう。
- 計画を立てる癖をつけよう（せめて明日は何やろーくらい考える）



研究内容

光物理研究室では、光を用いて、物質の中の量子力学を研究します。

具体的な研究内容を、1. 光を「作る」、2. 光で「測る」、3. 光で「駆動する」に分けて、ご紹介します

1. 光を「作る」

光子は、周波数によって異なる光子エネルギーEを持ち ($E=h\nu$)、光子エネルギーの大きさによって励起できる素励起が変わります。ヒトと光の相互作用を考えると、赤外線ヒーターは暖かいだけですが、可視光だとまぶしくて、紫外線が当たると日焼けしますよね。同様に、物質と光の相互作用も、周波数によって変化します（図を参照）。そのため、調べたい物質・調べたい性質（素励起）に合わせて、ちょうどよい周波数の光を「作る」必要があるのです。固体物性において重要な素励起は、光の中で最も低エネルギーの「テラヘルツ波」と呼ばれるエネルギー帯に相当しています。そこで本研究室では、**近赤外のフェムト秒パルスレーザーを光源に、非線形光学結晶や光伝導スイッチを用いてテラヘルツ波を作る研究を行っています。**

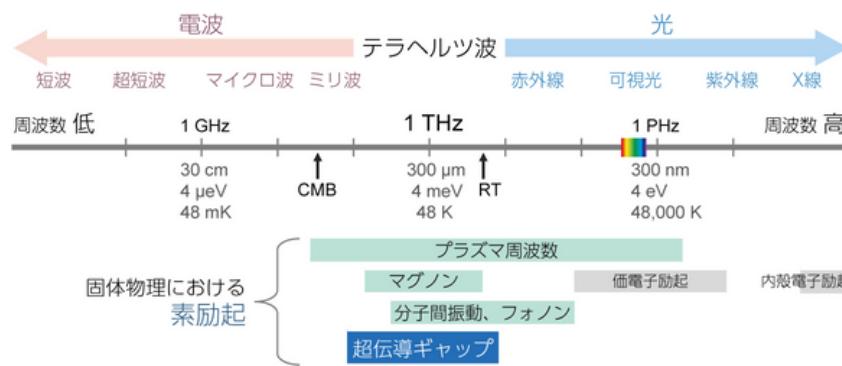


図 1

2. 光で「測る」

光と素励起のエネルギーがピッタリ一致すると、光をよく吸収する（共鳴する）ので、光の吸収の周波数依存性から、物質中の素励起のエネルギーを決定することができます。それだけでも十分すごいのですが、偏光を用いることで素励起の対称性が見えてきたり、短いパルスの光を使うことで超高速な変化が追えたり、物質の内側や、逆に表面だけの応答を抽出できたり、そこに非線形応答を加えると、物質の中の対称性の破れや、光の波長と異なる波長に相当するエネルギー帯も調べることができます。そのように、光と物質の相互作用には、測定するサンプルと照射する光、検出する光によって、多彩な物理が広がっています。



図 2



図 3

3. 光で「駆動する」

「測る」ときに興味があるのは、外場（光）が無いときの性質です。一方、ここでは、外場（光）があるとき特有の性質に着目します。半導体の光センサーは、光を照射して、励起されたキャリア（電子や正孔）が電荷を運ぶのを検出します。この場合に重要なのは光子のエネルギーですが、光が「**周期的に変化する電磁場**」であることに着目すると、実は、その周波数にも重要な意味があることがわかります。ブランコを周期的に押してあげるとき、リズム良く、つまり良い周波数で押すと大きく揺れますよね。このとき、よく揺れる周波数からブランコの性質（重力加速度？）がわかるのはもちろんですが、ブランコ

をおとなが押してあげることで、こどもが自分で漕ぐよりずっと高速で、かつ時間軸に周期性（結晶性）がある新しい状態を作り出したと考えることもできます。そんなふうに光を用いて、物質中のブランコ（振動子）を高速に駆動することで新たな物性の発現を目指します。

光を使って調べられる対象は多岐にわたるので、あれこれ模索中ですが、そのうちの1つ、超伝導体について紹介します。

・超伝導光物性

超伝導体は、冷却すると、磁場が内部に侵入できず（**マイスナー効果**）、電気抵抗がゼロという特徴的な物性を示す超伝導状態に相転移します。超伝導状態は、量子力学で学ぶ「**コヒーレント状態**」として、1つの波動関数 Ψ で表される状態です。 Ψ の絶対値の2乗は超伝導電子対の密度に対応し、サンプル全体というマクロ（巨視的）な領域に広がるので「**巨視的波動関数**」と呼ばれますが、転移温度以上ではゼロ、転移温度以下では有限で、超伝導秩序を端的に記述する物理量でもあるので、相転移の言葉を用いて「**超伝導秩序変数**」とも呼ばれます。

超伝導状態は、巨視的な数の電子が協力して作る状態なので、簡単には変化せず、遅いというのが定説だったのですが、最近、この超伝導秩序変数や、その**トポロジカル欠陥**である**量子渦**が、テラヘルツ波を用いると超高速に駆動できることがわかつてきました。電気抵抗測定では、電気抵抗が有限かゼロかによって、超伝導か超伝導でないか、を識別することができますが、テラヘルツ波なら、図に青い矢印で示した超伝導状態の中で、超流動密度の大きさ、超伝導秩序変数の対称性といった超伝導の特性を調べ、操作することができるのです。

超伝導転移における自発的対称性の破れや、秩序変数の振幅の振動、**トポロジカルソリトン**としての量子渦、相転移のダイナミクスは、理論的には素粒子・宇宙物理学とも関連しています（興味があれば、超伝導ヒッグスモード、キブル・ズーレック機構などをキーワードに探してみてください）。唯一無二の宇宙を高精度に観測して解き明かす人々と対比すると、量子物性は、温度、圧力、磁場、組成、電場といったパラメータを、定常的に、または超高速に変化させることで、いろんな宇宙をテーブルトップで作ったり壊したり温めたり冷やしたりできるのが特徴です。室温・大気圧中でははっきりしない物質中の量子力学を、低温・強電場（高強度光）という極限環境で引きずり出して、人類がまみえたことのない新しい宇宙を作り出しましょう！

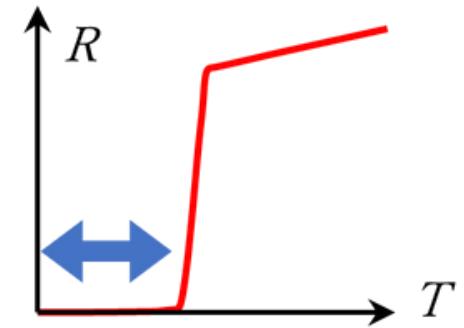


図4



図5：非線形光学結晶を透過した光が、目に見えない近赤外光から緑色の光になる第2高調波発生。

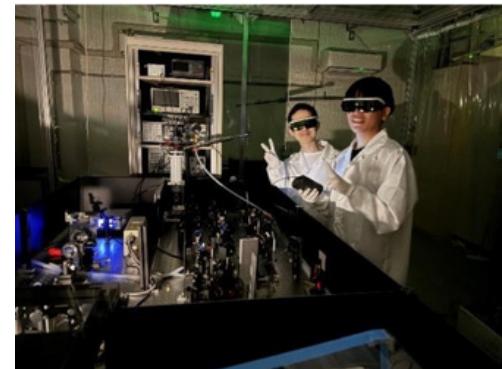


図6：光学実験の様子。近赤外光(1030 nm)は目に見えないのでモニタ付きのカメラを使用します。

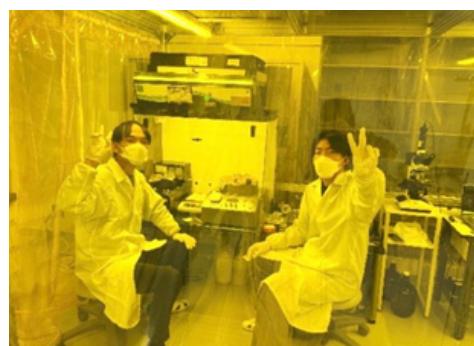


図7：微細加工の実験室。固体電子物性や磁性物理学の実験室、学内外の共同利用施設等も用いて、新しいテラヘルツ光学素子を開発しています。

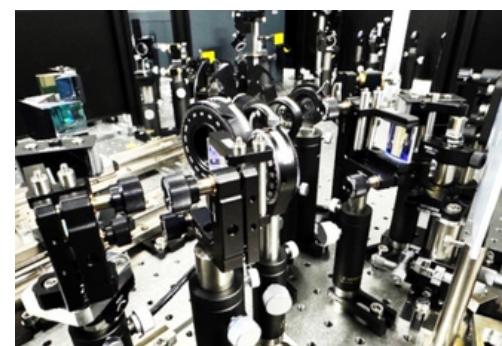


図8：大学院生の努力の結晶。現在テラヘルツ搜索中。

量子物性

創発量子物性研究室

Emergent Quantum Matter Group

HP : <https://sites.google.com/view/eqm-phys-kyushu-u/>

コアタイム : 特になし

研究キーワード : 強相関電子系、エキゾチック超伝導、量子スピン系、トポロジカル物性



Member

教授	笠原裕一
助教	村山陽奈子
博士1年	曹熙元
修士1年	今村健人 鈴木雅也 野上大輝 楊梓璇
学部4年 (特別研究生)	菊池戒 工藤智貴 藤岡優心 八木涉太
研究生	邵国恩



教員プロフィール

笠原裕一 教授

出身地 : 神奈川県逗子市

昨年の4月に着任しました。これまで九州とは縁もゆかりもありませんでしたが、新天地で私生活だけでなく研究／教育においてもたくさん刺激をいただいています。自身は学部4年生から一貫して超伝導や磁性を中心とした固体物理(凝縮系物理)の実験研究を行ってきました。まだ研究室は立ち上げ最中ですが、すぐに研究を軌道にのせてメンバーとともに独自の成果をあげていきたいと意気込んでいます。学部／修士／博士でそれぞれ異なる国立／私立の大学を卒業するというやや特殊な経歴をもっており、その後もさまざまな現場を見てきた経験から、フレキシブルに対応できるよう心がけながら思っています。物性実験の魅力は、思いがけない発見があったり自然界にない状態を人の手やアイディアで作り出せたりすることだと思います。研究テーマに沿って測定手法や物質開発の方法は最適なものを選択していくというのが研究室のスタイルであり、「型」にはまらない研究ができればと思います。研究内容を見て興味を持たれた方は、是非、研究室見学にお越しください。



村山陽奈子 助教

出身地 : 北海道札幌市

京都大学での学生生活、理化学研究所でのポスドク経験を経て、昨年の10月に着任しました。学生時代は極低温での熱測定等の物性測定を行っていましたが、ポスドクになってからは結晶合成にも取り組んできました。協力し合って大きなものを作り上げるのが実験系研究室の醍醐味だと思います。みんなで知恵を絞って面白い研究をしましょう！3年生実験ではBZ反応を担当しています。好きな食べ物はトマト、趣味は1歳の息子と週末に出かけることです。





アピールポイント

新研究室

本研究室は昨年度に発足しました。新しく研究室を立ち上げている最中です。そのため研究室の雰囲気や歴史は、これから配属される皆さんに作り上げていただくことになります。装置立ち上げは、さまざまなことを学ぶ貴重な機会であり、他にはできない経験ができます。

柔軟な研究スタイル

私たちが行うのは固体中の電子やスピンが示す物理現象の実験的研究です。研究のアプローチは精密測定を軸としつつ、物質合成、新物質開発、装置開発など多岐にわたっています。興味のある電子状態や物理現象に狙いを定めたら、その解明／発見に最短距離となる手法を吟味して選択し実験を行う、というのが基本的な研究スタイルです。特にコアタイムはなく、ゼミやセミナーは皆の都合の良い日程に合わせています。

スタンダードながら最先端を狙う

測定する物理量は聞いたことがあるようなスタンダードなもので、比熱、磁化、電気抵抗、熱伝導などになります。しかし測定技術を工夫して測定精度を世界最高水準まで高めることなどにより、大規模施設で行う実験では得られないような新しい知見が得られることがあります。そのため、装置開発などにも積極的に取り組みます。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
8月	前期打ち上げ/物性若手夏の学校/大学院入試
9月	日本物理学会
12月	忘年会
2月	卒論、修論、D論打ち上げ
3月	日本物理学会/アメリカ物理学会/送別会
随時	国際会議

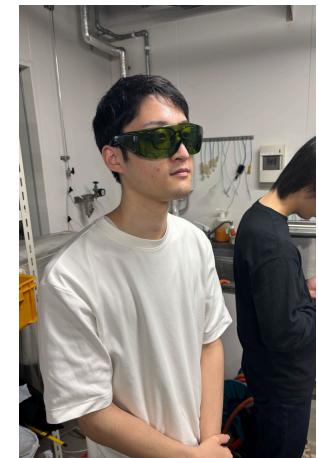
定例イベント

週一回 (通年)	研究進捗報告会/セミナー[論文紹介](全体)
週一回 (通年)	ゼミ[輪読](B4, M1) 磁性、超伝導、電子物性などから 興味のあるトピックスを学生中心に選択。 今年度は物性入門や超伝導。
不定期開催	量子物性セミナー(外部研究者)

研究進捗報告会／セミナー／ゼミは所属学生の予定に合わせて決めています。それぞれ1～2コマ分くらいを目安に行っています。昨年度発足したばかりの新しい研究室ですので、イベントはメンバーの活力になるようなものを次々と増やしていきたいと考えています。未来のメンバーの方々も含め、学生の皆さんにイベント等を通じて研究室の歴史と雰囲気を作り上げていただきたいと願っています。

Message

- 研究室について
教員と距離が近く、いつでも相談できる環境が整っています。
いろんな事に挑戦したい人や、なんでも自分でやってみたい人におすすめです。
私生活
最近はコンビニのおでんを毎日食べています。おすすめはあらびきウィンナーです。
- どうも、B2反応TAの今村です。「学部の物理（電磁気学・統計力学・量子力学など）を履修すれば物性なんてだいたいみんな一緒でしょ」と思うことありませんか？
そう思っているなら、**ちっちゃっ**ですね！
物性物理学は、実験・理論ともに世界中で研究されている奥深いトピックです！紙とペンで物理を味わう理論物理も素敵ですが、その理論上の現象を**目の前で発見させる**実験物理も非常に魅力的です。
我々と一緒に、**誰も知らない『物理』を『創発』させませんか？**
- 研究室選びに迷っている方は是非研究室に遊びに来てください！研究内容から普段の生活まで色々なことを聞けますよ（お菓子もあげちゃうかも）
- 物性実験の魅力は、現象を探るために計算・装置設計・プログラミングなど、さまざまなアプローチを組み合わせられる点にあると思います。理論と実験、手と頭の両方を使って、物質の性質を多角的に理解できるところに面白さを感じます。ぜひ創発量子物性研究室と一緒にいろんなことを学んでみてみましょう！

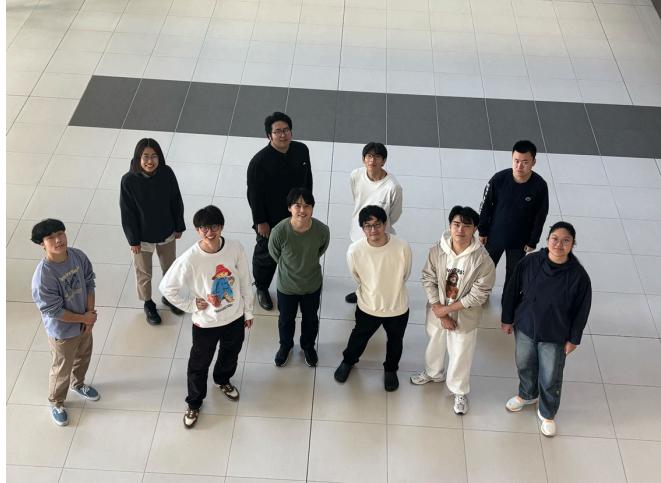




実績

研究	<ul style="list-style-type: none"> T. Yokoi, Y. Kasahara <i>et al.</i>, "Half-integer quantized anomalous thermal Hall effect in the Kitaev material candidate α-RuCl₃", <i>Science</i> 373, 568-572 (2021). プレスリリース：「量子コンピューターのワイルドカードとなる粒子を解明」 https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2021-08-02-0 H. Murayama, Y. Kasahara <i>et al.</i>, "Bond Directional Anapole Order in a Spin-Orbit Coupled Mott Insulator Sr₂(Ir_{1-x}Rh_x)O₄", <i>Phys. Rev. X</i> 11, 011021 (2021). プレスリリース：「物質中における極のないナノ電磁石の発見－原子間ループ電流が引き起こす新しい電子状態を観測－」https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2021-02-05-0 Y. Kasahara, T. Ohnishi <i>et al.</i>, "Majorana quantization and half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev spin liquid", <i>Nature</i> 550, 227-231 (2018). Hot Paper (Top 0.1%) & Highly Cited Paper (Top 1%), Web of Science/Clarivate Analytics プレスリリース：「幻の粒子「マヨラナ粒子」の発見－トポロジカル量子コンピューターの実現に期待－」https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2018-07-12
表彰	<p>第27回井上研究奨励賞(2010年／笠原) 日本物理学会若手奨励賞(2018年／笠原) 第6回ヤマト科学賞(2019年／笠原) 第13回京都大学たちはな賞(2021年／村山) 第39回井上研究奨励賞(2023年／村山)</p>
進学先 (特研生)	内部進学、東大
進学先 (修士課程)	内部進学(京大)
就職先 (修士課程)	パナソニック、キーエンス、富士通、新日鉄、村田製作所、三菱電機、日立製作所、NEC、IBM、他多数(京大)
就職先 (博士課程)	ポスドク[国内、海外]、助教[国内]、コニカミノルタ、東陽テクニカ、テルモ(京大)

上記は笠原の前職である京都大学の実績を含みます。これまで多数の修士／博士の学生を指導し、卒業生はアカデミックから企業の研究職など、さまざまな分野で活躍しています。博士課程の学生には、在学中の海外留学(半年から1年)を奨励し、渡航費などをできるだけ支援したいと考えています。





研究内容

本研究室では、固体中に存在する膨大な数の電子やスピンが示す量子力学的多体現象、具体的には**高温超伝導を含む非従来型超伝導**、**重い電子状態**、**量子臨界現象**、**量子スピン液体**、**トポロジカル現象**などに興味を持って研究しています。強く相互作用する量子多体系においては、電子やスピンといった構成要素の性質だけでは理解できないような質的に新しい性質や現象が出現することがあり、これが研究室名の由来でもある「**創発性**」になります。そして新しい量子現象や量子状態を実験的に開拓・解明することに挑戦しています。

研究分野はひとことで言うと「固体物理学」になりますが、上記の研究対象には「強相関」、「対称性の破れ」、「トポロジー」といった、現代物理学のエッセンスが詰まっています。また、研究テーマによっては統計物理、量子情報や量子計算、素粒子物理や原子核物理、さらには応用物理などさまざまな研究分野と密接な関係をもっていて、さまざまな展開が期待されることもこの研究分野の大きな魅力だと思います。

興味のある量子現象はしばしば低温で現れるため、数ケルビン以下の極低温環境を用い、強磁場や強電場により物質の状態がどのような応答を示すかを調べます。(図1, 2)したがって、**多重極限環境下における精密物性測定**が中心的な研究アプローチで、研究テーマに応じて電気輸送測定、熱輸送測定、熱力学量測定、磁気測定などのさまざまな測定手法を駆使しています。また、新しい実験手法および計測技術の開発や、物質開発にも取り組んでいます。従来の化学的な物質合成だけでなく、最先端の薄膜作製技術を用いた人工超格子により**自然界には存在しない物質系の作製**にも挑戦しています。



図1：無冷媒冷凍機（室温300 K - 2 K）



図2：希釈冷凍機 (<100 mK)

非従来型超伝導

超伝導はゼロ抵抗を示す状態であり、リニアモーターカーやMRIなどの応用に用いられていることはご存知の方も多いのではないでしょか。量子現象が巨視的(マクロ)なスケールで現れる物理学の中でも最も劇的な現象のひとつであり、電子が対(クーパーペア)を形成しボーズ・アインシュタイン凝縮することで起こります。発見から100年以上の歴史があるものの、現代物理の中心課題のひとつとして依然として活発な研究が行われています。超伝導の基礎的な理解は50年以上前に発表されたBCS理論により確立したものの、BCS理論の枠組みを超えて不思議な性質を示す**非従来型超伝導体**が次々と発見されています。非従来型超伝導体には銅酸化物や鉄系化合物における高温超伝導体も含まれており、その超伝導状態の理解や発現機構の解明は物性物理学における大きな課題です。

非従来型超伝導の研究における重要なキーワードは、「対称性の破れ」と「新奇超伝導状態」です。前者は物理学における重要かつ普遍的な概念であり、超伝導はゲージ対称性の破れた状態として特徴づけられます。しかし近年、ゲージ対称性以外の対称性が破れた超伝導が次々と発見されています。後者は**クーパーペアが重心運動量をもつ超伝導状態**(図3)や**トポロジカル超伝導体**があります。それぞれ現実物質における実現／実証は議論的になっています。なかでも重心運動量を持つクーパーペア形成は中性子星でも議論されるなど、原子核物理とも関連しています。精密物性測定により、対称性の破れを決定し新奇超伝導状態を探索します。

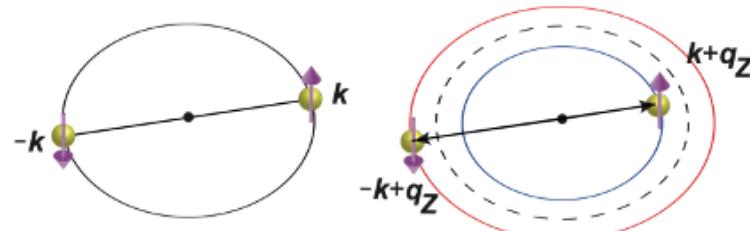


図3：(左) 通常のクーパーペア、(右) 重心運動量を持つクーパーペア

量子スピン液体

磁性体中のスピンは通常、温度を下げていくと物質と同様に凍結します。しかし量子揺らぎが支配的になるとスピンが絶対零度まで凍結せず液体状態にとどまり、このような状態は**量子スピン液体**と呼ばれます。磁性体におけるスピン励起を量子化した**準粒子**としてスピン波の量子化であるマグノンがよく知られていますが、量子スピン液体においてはさらにエキゾチックな準粒子の出現が提唱されており、自然界には存在しない未知の粒子ともみなせるため、それらの探索および解明を目的とした研究を行っています。一例として、我々の研究グループの最近の成果を紹介します。対象としたのは**キタエフ量子スピン液体**と呼ばれる特殊な量子スピン液体状態です。この量子スピン液体状態においては、粒子と反粒子が同一という特殊な性質を持つ中性フェルミ粒子、**マヨラナ粒子**が準粒子として現れるため、大きな注目を集めています。マヨラナ粒子に由来する**非可換エニオン**を利用した量子計算が提案され、ニュートリノがマヨラナ粒子の候補ともされていますが、理論的予言から80年以上もその存在の確証が得られていませんでした。我々はキタエフ量子スピン液体の候補物質である磁性絶縁体において**半整数熱量子ホール効果**を観測し、物質中にマヨラナ粒子が存在することを実験的に証明しました(図4)。量子ホール効果はトポロジカル現象の代表例であり、量子スピン液体においてトポロジーによって保護された量子状態が実現していることを初めて示したことになります。マヨラナ粒子の理解はまさにこれからであり、今後は発現機構や普遍性を探索します。さらに量子計算も含めた応用展開に向けて、マヨラナ粒子の検出技術の開発にも取り組んでいます。

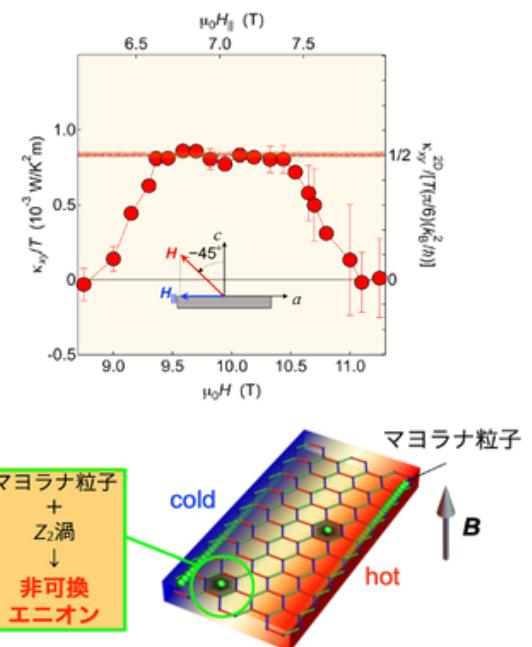


図4：キタエフ量子スピン液体候補物質において観測された半整数熱量子ホール効果とその模式図



図5：PLD装置



図6：MBE装置

物質合成、人工構造による物質開発

複数の種類の結晶格子の重ね合わせにより、その周期構造が基本単位格子より長くなった結晶格子は超格子と呼ばれます。これを人為的に異なる物質を交互積層したものが**人工超格子**です。人工超格子により、前例のない組み合わせの積層構造、すなわち**自然界に存在しない物質の作製**が可能となり、興味のある量子状態の次元性制御や空間反転対称性の破れの人工導入、さらには界面を通じた電子状態の変調により、各構成要素には見られなかった新奇な量子相の出現が期待されます。本研究室では、パルスレーザー堆積法(PLD)(図5)や分子線エピタキシー法(MBE)(図6)などによる原子層薄膜作製技術を駆使して、新物質開発に挑戦します(図7)。

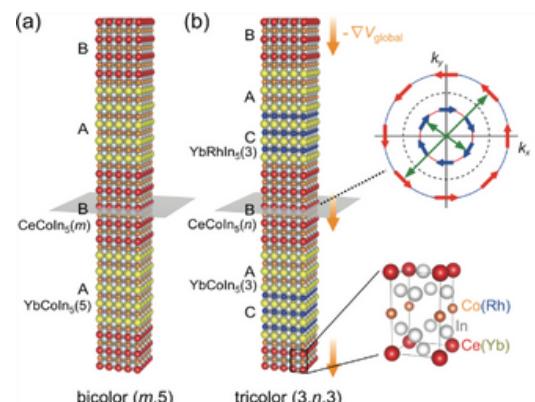


図7：人工超格子の例

量子物性

固体電子物性研究室

Solid State Physics Laboratory

HP : <https://ssp.phys.kyushu-u.ac.jp/index.html>

コアタイム：特になし

研究キーワード：ナノ構造磁性体、スピン依存量子伝導、スピンダイナミクス、スピンイメージング、メソスコピック系物理、低温


 教員プロフィール

木村 崇 教授

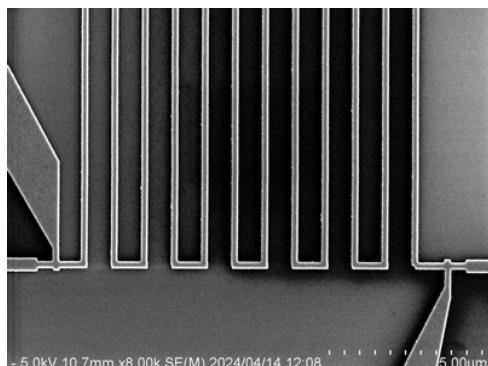
物理学科に着任してから10年以上が経過し、私は現在、物理学科に在籍する最も古い教員の一人となりました。研究室も発足から10年以上が経過し、多くの学生が卒業していきました。私自身、もうすぐ50歳を迎える、人生の折り返し地点を強く意識するようになりましたが、研究においては常に新たな課題や発見が現れ、やるべきことはまだまだ多く残されていると感じています。当研究室では、強磁性体、反強磁性体、超伝導体、半導体、強誘電体などの機能性物質をナノ構造で組み合わせ、電子が生み出す多彩な物性に基づく新奇物理現象を引き出し、それらを実験的に評価する研究を行っています。これらの研究は次世代エレクトロニクスへの応用が大いに期待されており、その可能性が示されれば、政府から開発資金が提供され、研究開発が加速します。さらに応用の可能性が広がれば、工学部にも同様の研究室が設立されるでしょう。そのため、理学部の物性実験研究室として、これらの研究を先駆的に進める意義は非常に大きいと考えています。



飯森 陸 助教

本年度、当研究室に着任いたしました。研究室では皆様の日々の活動を直接的にサポートしますが、安全を第一に、最新の実験的スキルを身に着けていただき、論文化までたどり着けますよう教育活動に邁進してまいります。実験屋としても人間としても一流になっていただけるよう、指導したいと思います。

趣味は古い自動車、実験装置の分解、テニス、歴史研究でして、好きな食べ物はアヒージョとお寿司ですので、研究や授業に限らずどうぞ気軽にお声がけください。





アピールポイント

豊富な実験装置

当研究室の一番の特徴は、実験装置の豊富さです。物質合成から、微細構造作製、微細構造評価、そして、デバイスの電気的、熱的、磁気的特性の評価を行うための最新鋭の装置がそろっています。種類が多いため、最初は覚えるのが大変かと思いますが、先輩たちが丁寧に教えてくれます。これら一連の装置は、就職してからも使用する可能性がある汎用性の高い技術です。大型実験装置も搬入されるため、最先端の物性実験を存分に堪能していただけます。

研究テーマは1人1テーマ

B4から研究テーマは基本的に「1人1テーマ」で研究を進めます。研究テーマは教員と学生で相談し、学生の個性・希望に応じて決定します。B4は1人1テーマに不安を感じるかと思いますが、教員だけでなく修士の先輩も付いて一緒に実験するので、安心です。

スケジュール調整が自由

スケジュール調整が簡単です。講義や教育実習、就活など予定に合わせて研究時間を調整することができます。また、昼休憩や空いている時間で研究室のメンバーや、他研究室メンバーとサッカーやキャッチボールをしたりもしています。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
9月 3月	国内学会参加（物理学会、磁気学会、応用物理学会）
3月	追い出しコンペ

定例イベント

毎週水曜日	論文紹介
毎週木曜日	輪講（磁性、金属輸送論、他） (修士学生は研究の進捗状況も発表します)

Message

- ・豊富な実験設備があります
- ・研究室見学だけでも来てください！
- ・みんなで野球観戦に行きましょう！！！
- ・昼ご飯は特研生・院生一緒に学食に行くことが多いです。タイミングが合えば先生も一緒に来てくれます。



低温実験の様子



新入生歓迎会の写真



実績

研究	<p>日本学術振興会特別研究員採択 (DC1) 2025 年度日本物理学会参加 2024 年度日本物理学会参加 2023 年度応用物理学会参加 2023 年度日本磁気学会参加</p>
表彰	<p>令和 6 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞研究部門</p>
発表論文 (2023年～2025 年)	<p>Taishiro Yamazaki, Sora Obinata, Riku Iimori, Kazumasa Yamada, Takashi Kimura: <i>"Significant enhancement of Rashba spin-orbit interaction using metastable heavy metal interface."</i> <u>APL Mater.</u>13, 061123(2025).</p> <p>Li-Jie Liaw, Zi-Qi Liu, Muhammad Raheel, Po-Wei Chen, Sora Obinata, Po-Chun Chang, Po-Hsiang Hsu, Yung-Yuan Hsu, Takashi Kimura, Yu-Cheng Shao, Wen-Chin Lin: <i>"Hydrogen absorption-induced rotation of magnetic anisotropy and tunable electrical transport in FePd alloy thin films."</i> <u>J. Alloys Compd.</u>1014, 178748(2025).</p> <p>Tomoyasu Taniyama, Yoshihiro Gohda, Kohei Hamaya and Takashi Kimura: <i>"Artificial multiferroic heterostructures—electric field effects and their perspectives."</i> <u>Sci. Technol. Adv. Mater.</u>25, 2412970(2024).</p> <p>Riku Iimori, Shaojie Hu, Akihiro Mitsuda, Takashi Kimura: <i>"Substantial enhancement of perpendicular magnetic anisotropy in van der Waals ferromagnetic Fe₃GaTe₂ film due to pressure application."</i> <u>Commun. Mater.</u>5, 235(2024).</p> <p>Sora Obinata, Troy Dion, Riku Iimori, Takashi Kimura: <i>"Thickness dependence on dynamical spin injection driven by thermal effects in CoFeB/Pt bilayer."</i> <u>Sci. Rep.</u>14, 24573(2024).</p> <p>Xiaomin Cui, Shaojie Hu, Yohei Hidaka, Satoshi Yakata, and Takashi Kimura: <i>"Magnetic vortex polarity reversal induced gyrotropic motion spectrum splitting in a ferromagnetic disk."</i> <u>J. Phys. D: Appl. Phys.</u>57, 395002(2024).</p> <p>Fupeng Gao, Shaojie Hu, Dawei Wang, Takashi Kimura: <i>"Optimization of thermo-spin voltage in vertical nanostructures by geometrical means."</i> <u>J. Phys. D: Appl. Phys.</u>57, 305001(2024).</p> <p>Troy Dion, Kilian D Stenning, Alex Vanstone, Holly H Holder, Rawnak Sultana, Ghanem Alatteili, Victoria Martinez, Mojtaba Taghipour Kaffash, Takashi Kimura, Rupert F Oulton, Will R Branford, Hidekazu Kurebayashi, Ezio Iacocca, M Benjamin Jungfleisch, and Jack C Gartside: <i>"Ultrastrong magnon-magnon coupling and chiral spin-texture control in a dipolar 3D multilayered artificial spin-vortex ice."</i> <u>Nat Commun</u>15, 4077(2024).</p> <p>Shuhan Liu, Shaojie Hu, Xiaomin Cui, and Takashi Kimura: <i>"Efficient Thermo-Spin Conversion in van der Waals Ferromagnet FeGaTe."</i> <u>Adv. Mater.</u>36, 2309776(2024).</p> <p>R. Kato, T. Yoshida, R. Iimori, Tai Zizhou, M. Shiga, Y. Inagaki, T. Kimura, and T. Kawae: <i>"Resistivity Measurements in Palladium-Hydride Film Prepared by Low-Temperature Hydrogen Absorption Method."</i> <u>J. Phys. Soc. Jpn.</u>93, 024703(2024).</p> <p>T.Chen, Y.Jinnno, I.Atsuta, A.Tsuchiya, S.Obinata, R.Iimori, T.Kimura, Y.Ayukawa: <i>"Synergistic Effect of Nano Strontium Titanate Coating and Ultraviolet C Photofunctionalization on Osteogenic Performance and Soft Tissue Sealing of poly(ether-ether-ketone)."</i> <u>ACS Biomater. Sci. Eng.</u>10, 825-837(2024).</p>
進学先 (特研生)	九大大学院
進学先 (修士課程)	九大大学院
就職先 (修士課程)	電機／半導体／インフラ／メーカー

今年、木村先生が文部科学大臣表彰を受賞されました！



研究内容

本研究室は **ナノスケールの微細構造・低次元物質を舞台に、磁性と電子物理の融合的研究**を行っています。近年、半導体産業が爆発的に発展しておりますが、既存の技術の延長での発展は頭打ちになりつつあります。このような背景のもと、本研究室では電子スピンを積極的に活用するスピントロニクス研究を行っております。単にデバイスの性能が向上した、既存エレクトロニクスにスピン自由度を付与したといった応用物理的研究ではなく、物理学的な側面からスピン自由度に関連した、新しくも信頼性のある量子現象・デバイスの創出を目指しています。以下に、本研究室の主要な研究について紹介させていただきます。

スピントロニクスに関する実験的研究：

電子の流れが創出するスピンの流れ“スピントロニクス”に関する物理現象を実験的に研究しています。量子力学的な自由度である電子スピンの影響が電気伝導に現れるスピン依存伝導現象を対象とする当分野は、**スピントロニクス**と呼ばれ、近年のナノテクノロジーの進歩により、急速に進展してきています。スピントロニクスが関連する物理現象に関する研究は、比較的新しい分野であり、未解明な現象や未開拓な研究領域などが数多く残されており、基礎物理学的に大変興味深い研究分野です。

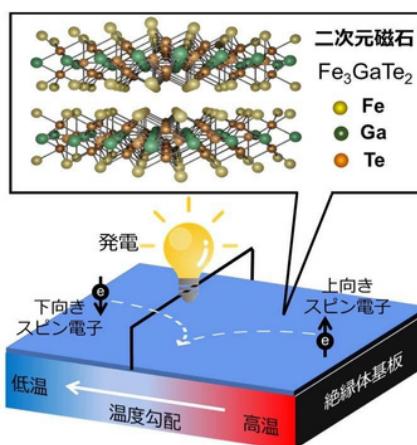
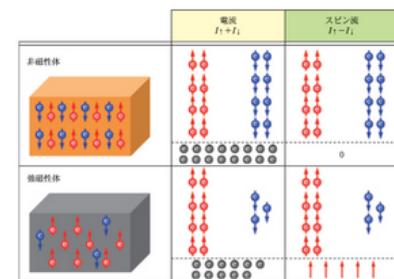
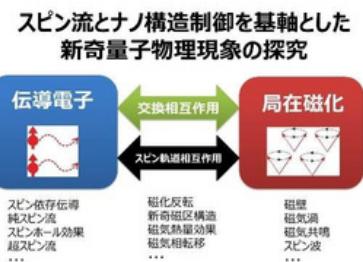
更に、スピントロニクスは、近年のエネルギー・環境政策に則った省エネルギー・エレクトロニクスとしても大きな応用の可能性を備えているため、産業界からも大いに注目されています。本研究室では、電荷と完全分離された純スピン流を信頼性高く生成することを得意としています。その技術を用いて、**純スピン流**と超伝導体・熱流等との相互作用現象を基礎的観点から研究しています。

スピンドイナミクスに関する研究：

磁石の中でねじれたスピンが波として伝搬するスピントロニクスは、伝搬時に電流が流れないとため、情報媒体として利用することで、消費電力の低減が期待できるとともに、10 GHzを超える高周波領域でも動作するため、スピントロニクストランジスタやスピントロニクス回路(※4)などへの応用が期待されています。本研究室では、近接したナノ磁石を二次元周期的に配置させることでスピントロニクスの伝搬を制御するマグノニクス結晶や人工スピンドライスなども精力的に取り組んでおり、これらの特性を活用した新しい脳型学習演算回路の実現を目指しています。

二次元物質におけるスピントロニクス：

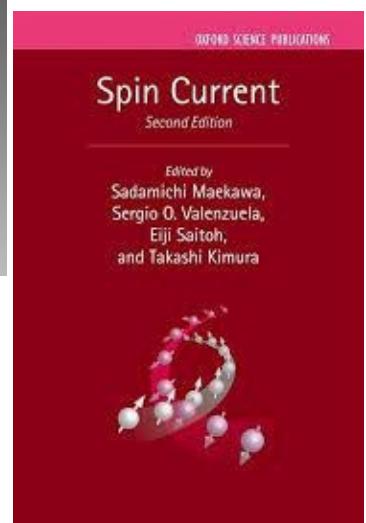
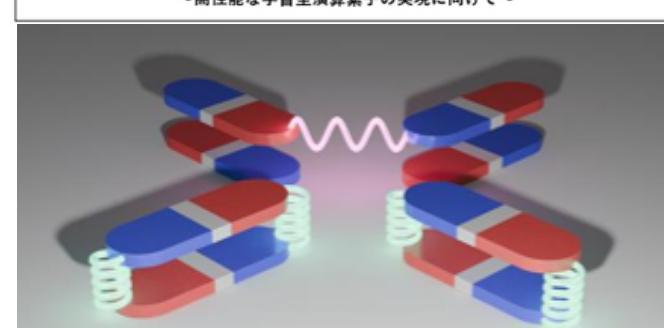
二次元材料は次世代エレクトロニクスの中核候補として精力的に研究が進む中、室温で安定な強磁性を示す層状物質の報告により、スピントロニクス・デバイスの新展開が現実味を帯びてきました。その中でも当研究室は2024年に、二次元強磁性材料の巨大な磁気熱電効果を世界に先駆けて発見し、高インパクトファクター誌であるAdvanced Materialsに報告しました。



PRESS RELEASE (2024/05/27)

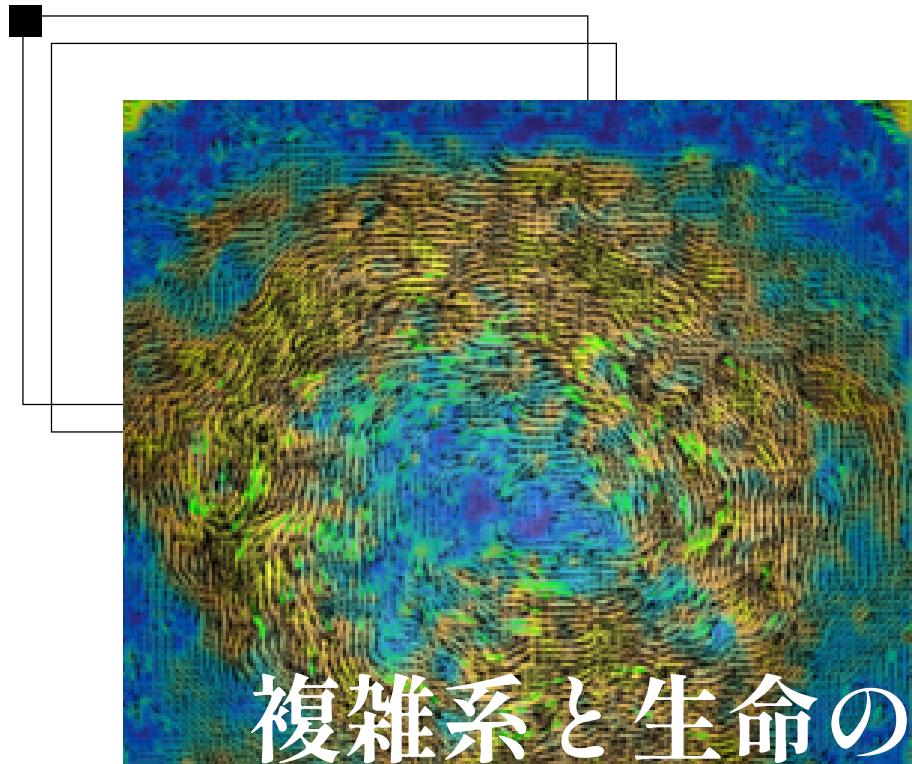
九州大学
KYUSHU UNIVERSITY

人工スピンドライスの三次元化によるスピントロニクス特性の向上 ～高性能な学習型演算素子の実現に向けて～



研究室紹介

複雑物性



複雑系と生命の物理学

目次

複雑物性基礎研究室 61

複雑生命物性研究室 66

複雑物性

複雑物性基礎研究室

Physics of Complex System

HP : <https://sm.phys.kyushu-u.ac.jp/~kimuralab/index.html> コアタイム：なし

研究キーワード： ソフトマター物理学・非平衡非線形物理学・実験物理学



Member

教授	木村康之
助教	小林史明
博士3年	Negi Archit
修士2年	貞松知里 河野太一 大谷僚平 久保凜音 海田萌々子 尾中裕紀
修士1年	田中僚 池上広征 宮内良門 朝枝響 李芝瑗
学部4年 (特別研究生)	柳田昂樹 高橋宏都 増田廉



教員プロフィール



木村康之 教授

神奈川県鎌倉市生まれ。県立湘南高校卒。東京大学工学部、工学系研究科修士修了。博士（工学）。東京大学工学系研究科助手、講師を経て、2004年から九州大学理学研究院教授。

専門：ソフトマター物理、実験物理学。共著に「非平衡系のダイナミクス入門」、「光散乱法の基礎と応用」などがある。

趣味：旅行、読書。

大学時代には物性物理と計測工学に興味を持ったために、理学部進学は考えなかったが、研究を進めるうちに社会問題解決のための学問より基礎研究が精にあうこと気に気づき、理学部で勤務することになりました。研究室の学生さんには、小さなことでよいので研究で「自分のオリジナルなこと」を成し遂げて卒業してもらいたいと思い、指導を行っています。



小林史明 助教

北海道札幌市生まれ、江別市育ち。(1990/09/12(32歳)) 北海道大学工学部卒、同大学院工学院応用物理学専攻修了。博士（工学）。

2022年10月1日に着任いたしました、助教の小林史明（こばやし ふみあき）です。専門はソフトマター物理学（実験）です。趣味は特にありませんが、出不精で基本的にモニターの前に座っています。学生時代は動画サイトやまとめサイトをよく見ていました。あとパソコンやその周辺機器に興味があります。出身地は北海道で、博士課程で北大を卒業するまでずっと北海道に住んでいました。その後、大分大学、東京大学で研究をしてきました。なので九州に赴任するのは2回目になります。研究室配属で皆さんにお会いできるのを楽しみに待っています。



アピールポイント

研究テーマについて

本研究室では、基本的に学生一人につき一つの研究テーマを担当します。まずは自分の興味のあるテーマを選び、やりたい研究に主体的に取り組むことができます。もし迷った場合は、教員と相談しながら候補の中から最適なテーマと一緒に決めていきます。また、当研究室では 理論にも実験にも取り組めるため、幅広い視点から研究を進められることも大きな魅力です

様々な学会に参加できる！

12月初旬に開催される日本物理学会九州支部例会をはじめ、その他にも多くの学会に参加可能です。その分発表練習などをしっかりと行い、サポートも充実しています。ただし、参加は強制ではなく、研究ベースに合わせることもできます。

教員からの手厚いサポート

先生方が優しく、研究に行き詰まつても一緒に考えてくださいます。先生との距離感が近く、雑談ベースで相談できます。



イベント

年間スケジュール

4月	新歓コンパ
6月	就職内定祝い
8月	院試壮行会
9月	院試お疲れ様会
12月	物理学会九州支部例会/忘年会
3月	追い出しコンパ

定例イベント

毎週金曜日	定例ゼミ
不定期開催	研究報告

Message

基本的に学生それぞれが独自の研究テーマを持ち、互いに刺激しあい、協力しあいながら研究を進めています。プライベートで一緒に趣味を楽しんだり、飲み会をすることもありますが、過ごし方はひとそれぞれ、研究室訪問はいつでも大歓迎ですので、具体的な環境や雰囲気を知りたい方はぜひ訪問して、院生や特研生から話を聞いてください！



実績

Optically driven liquid crystal rotator

Keita Saito and Yasuyuki Kimura,
Scientific Reports, **12**, 16623 (2022).

Ostwald ripening of aqueous microbubble solution

Sota Inoue, Yasuyuki Kimura, and Yuki Uematsu,
The Journal of Chemical Physics, **157**, 244704 (2022).

Slip of a liquid crystal droplet rotation in viscous fluids

Keita Saito and Yasuyuki Kimura,
Soft matter, **20**, 3066-3072 (2024).

Ubiquitous Preferential Water Adsorption to Electrodes in Water/1-Propanol Mixtures Detected by Electrochemical Impedance Spectroscopy

Haruto Iwasaki, Yasuyuki Kimura and Yuki Uematsu
Journal of Physical Chemistry C, **127**, 23382-23389 (2023).

Nanobubble-assisted formation of non-gaseous nanoparticles in water

Riku Miyazaki, Yasuyuki Kimura, Yuki Uematsu,
Physica A, **648**, 129932 (2024).

Self-propelled motion of induced-charge electrophoretic Janus particles in viscoelastic fluids

Keita Saito, Ryunosuke Kawano, Chisato Sadamatsu,
Yasutaka Iwashita, and Yasuyuki Kimura,
Physical Review E 111, 045409 (2025).

原著論文

学生の表彰

2023.4 斎藤圭太 : **The OMC Best Student Award** ,
“Slipping liquid crystal rotator in viscous fluids”

2023.9 斎藤圭太 : **Best oral presentation by a young researcher**, “Self-propelled motion of electrically driven Janus particles in complex fluids”

2023.9 井出健一郎 : **第74回コロイドおよび界面化学討論会ポスター賞**, 「電場駆動アクティブ粒子分散系の粘性測定」

2023.9 斎藤圭太 : **第74回コロイドおよび界面化学討論会若手口頭講演賞**, 「複雑流体中における電場駆動ヤヌス粒子の自走運動」

2024.10 貞松知里 : **日本物理学会学生優秀発表賞**、「運動性の異なる自己駆動粒子混合系の集団運動」

2025.11 河野太一 : **第13回ソフトマター研究会ポスター賞** 「クインケ粒子の集団運動が誘起する特異なレオロジー挙動」

2025.11 尾中裕紀 : **第13回ソフトマター研究会ポスター賞** 「流路の幾何学的非対称性によるクインケ粒子集団運動の制御」

就職先

修士課程修了後、技術系、情報系の企業、国や地方自治体の公務員、高等学校をはじめとする教育機関などへ就職しています。

最近の例：キヤノン、ニコン、オリンパス、レーザーテック、京セラ、ブリヂストン、テルモ、富士通、日立製作所、三菱電機、ソニーセミコンダクター、ダイキン、TOTO、日本電産、NTTデータ、NTTドコモ、パナソニックコネクト、日鉄日立システム、シンプレックス、凸版、藤倉電線、NTT研究所、住友化学、信越化学、大塚化学、ライオン、トヨタ自動車、ヤマハ、ニトリ、日本航空、かんぽ生命、JCB、高校教員、福岡市役所、大分県庁、経済産業省、理化学研究所、九州大学など



研究内容

生物を構成する重要な構成要素であり、われわれの日常生活の中で偏在しているソフトマターと呼ばれる物質の物性を物理学的視点から研究を行っています。さらに得られた情報をもとに、生物および生命現象を物理的に理解することを目指した研究を行っています。

(1) ミクロアクティブマターの集団運動

近年、鳥、魚、自動車のような巨視サイズの物体から、バクテリアや細胞のようなミクロサイズの物体まで、様々なサイズで自発運動する要素からなる系が「**アクティブマター**」として盛んに研究されています。ことに、ミクロスケールでは要素間に単純な相互作用しか存在しないにも関わらず、様々な特徴的な集団運動を示すことが知られています。例えば、図1に示すように魚が自発的に作り出す渦運動と同様の集団運動が電場で並進運動するミクロ粒子の集団でも発現します。我々は、人工的なミクロアクティブ粒子系を用いて集団運動を再現し、その動作原理を物理的に解明することを目指した研究を進めています。また、外部環境に反応してそれ自身の性質を変える物質を「**インテリジェントマター**」と呼ばれ、注目をされています。例えば、高分子溶液（ソフトマター）中で電場により並進運動する粒子系では、自走速度に依存して「直線運動」から「らせん運動」へと自発的に運動モードが変化することを発見しました。現在は集団運動を外部からあるいは自発的に制御する研究を進めて、**集団運動の普遍的原理**を探索しています。

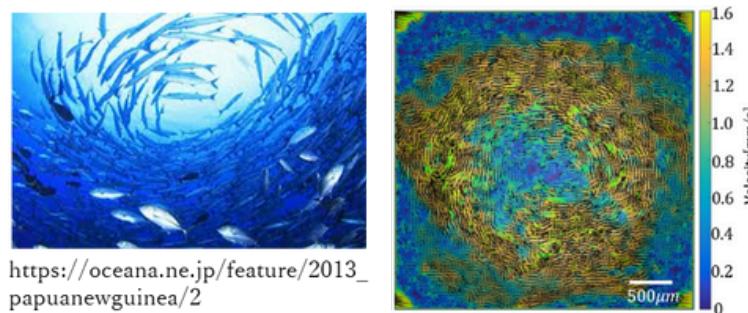


図1.(上)魚の群れ(下)電場駆動アクティブ粒子の示す渦運動.

(2) 光でミクロのソフトマターを「操る」・「測る」

回折限界程度のサイズまで強く絞ったレーザー光を用いて周囲の媒質より屈折率の高いミクロンサイズの物体を3次元的に捕捉し、自由に操作することができます（**光ピンセット**:2018年ノーベル賞）。我々は、ミクロの指である光ピンセットを用いてミクロンサイズのソフトマターを変形したり、動かしたり、構造を作成するなどの**ミクロ操作**を実現しています。また、光ピンセットをミクロなバネとして用いることで、ミクロンスケールの物体の間に働く**相互作用を直接測定**しています。さらに**光ホログラフィー**技術を用いてさまざまな空間パターンを作り出し(ホログラフィック光ピンセット)，多数の粒子の操作（図2）とこれを用いた粒子間相互作用を研究しています。最近は、顕微鏡を用いて撮影した2次元画像を用いて、ソフトマター複雑流体の3次元構造やダイナミクスの測定、さまざま物性量の**空間分布や時間変化のイメージング**に取り組んでいます。例えば、図3のように**ホログラフィック顕微鏡**を用いると2次元画像（図3の白黒画像）から沈降していく粒子の運動の3次元追跡が可能となりました。この研究では、ソフトマターの構造・ダイナミクスの不均一性をミクロスケールで可視化、定量測定することでその複雑な巨視的物性の解明を目指しています。

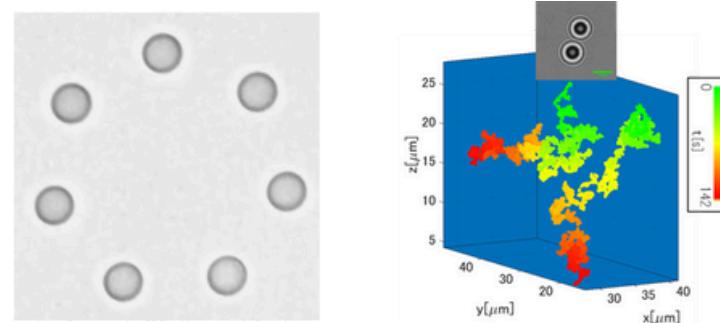


図2.ホログラフィック光ピンセットで同時にトラップされた粒子.

図3.ホログラフィック顕微鏡を用いた粒子運動の3次元追跡.

(3) ソフトマターの非平衡構造の解明とその普遍原理の探索

ソフトマターは、原子・分子系よりも大きな単位構造が小さな力で結合しているために、小さな刺激で大きく応答し、かつその応答が緩やかであるために、**非線形・非平衡系を容易に実現可能な系**です。例えば、液晶系に交流電場を印加すると定常的な電流の流れの発生に伴って例えば、液晶系に交流電場を印加すると定常的な電流の流れの発生に伴って規則的なパターンが発生します（図4）。電圧（非平衡度）を変化させると様々なパターンが発生する相転移が観測されますが、これらは平衡系の構造と異なりエネルギーの注入と散逸の**動的平衡**によって形成される非平衡構造です。**非線形非平衡系の物理**には未だにその原理となる法則が発見されておらず、未知の研究領域です。また、現在は、自己駆動粒子や液晶乱流のような**アクティブ流体**におけるメソスケールのダイナミクスと巨視的な流動との関係を明らかにする研究を進めており、これらの系で見られる”**負の粘性**”を解明する研究を進めています。負の粘性や負の屈折率のように一見すると物理的原理に反するような性質を材料が開発され、「**メタマテリアル**」と呼ばれています。我々はソフトマターの非平衡状態を用いた「**非平衡メタマテリアル**」の分野の開拓を目指して研究を進めています。

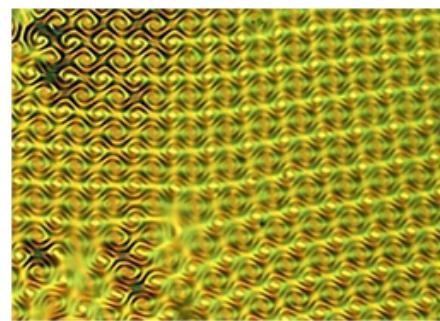


図4.液晶の電場下での非平衡構造。



複雑物性

複雑生命物性研究室

Biological Soft Matter Laboratory

HP : <http://bio2.phys.kyushu-u.ac.jp/index.html>

コアタイム : なし

研究キーワード : ソフトマター・マイクロレオロジー・細胞・非線形・非平衡



Member

教授	水野大介
助教	栗栖実
研究員	趙 松川
博士1年	田尾優樹
修士2年	濱田啓聖、富山尊清、浜勇二朗
修士1年	上村泰生、佐々木駿 本間奏宇、前田哲志
学部4年 (特別研究生)	白坂祐大、金山翔、竹田芽衣

 教員プロフィール


水野大介 教授

複雑生命物性研究室の水野大介(専門: ソフトマター・生物物理学)です。

私は、「物質に生命が宿るとはどういうことか」という問いに、物性物理学の立場から取り組んでいます。こうした現象は、ソフトマターからなる複雑系に特有の非線形・非平衡現象として現れ、「生命の創発」と呼ばれています。

この創発現象を理解するために、私は細胞内部の微細領域における非平衡揺らぎや力学特性を観測し、それらがどのように生命的ふるまいへつながるのかを調べています。特に注目しているのは、細胞質が粘弾性と非平衡ゆらぎの相互作用によって物理的な状態を決定づけられる、典型的な複雑系であるという点です。

誤解されがちですが、「複雑系」とは単に異なる性質の構成要素が混在している系のことではありません。むしろ、外部からのエネルギー供給の下で、構成要素同士が無数の協調的な運動状態を取りうるようになったシステムを指します。このような系は、単純化されたモデルでは「カオスの縁」と呼ばれる秩序と非秩序の境界で現れます。

細胞質もまた、固—液転移や相分離といった物理相の狭間に自律的に駆動され、多様なメソスケールの動的状態を遷移しうるようになります。私は、このような環境が生命現象の創発を可能にしているのではないかと考えています。

学部学生時代は漕艇部で年間300日を超える合宿生活を送りました。現在では体育会系の面影は失われて久しく、学生さんに腕力でもかないませんが、飲み会で酔いも深まると××な話題に当時の名残・片鱗が出てしまいます。特別研究で研究室に所属してからは、基本的に研究室で寝泊まりして実験に打ち込みました。合宿生活が好きなようです。学位取得後は、オランダのフライ(自由)大学と、ドイツのゲッティンゲン大学に3年半留学し、現在の研究の礎を築き、それ以降九州大学でお世話になっております。

多くの学生さんにとって、研究室に在籍する期間は僅か数年です。最初は勉強と研究のギャップに悩むと思います。真剣に打ち込むことで、必ず新発見の喜びや興奮に触れて人間としても成長できるので、研究生活の醍醐味に期待してください。



アピールポイント

生物物理学

水野研究室では生き物を物理の観点から理解する「生物物理学」分野の研究を行っています。物理学に馴染みのない生物学ですが、事前に知識が無くても問題ありません。興味があるという事の方がよっぽど重要です。研究室の勉強会で、要点を絞った集中講義が行われますので、そこで勉強することができます。

個々人での研究

研究テーマは基本的に1人1テーマで行います。テーマは先ずは個人で希望の研究を選択します。決まらなければ、先生と相談のうえでいくつかのテーマの中から決めてもらいます。特研生にも机・椅子そして個人用のPCが支給され、物理計測や解析を行うために必須である各種のソフトウェアの使用とプログラミング方法を学び、研究を進めていくので比較的個々人のスケジュールで行動することができます。

独自開発の装置

水野研究室では、細胞内部のようなミクロな環境や1分子の非平衡特性を調べるために世界でも他に類を見ない装置（光トラップやAFMの原理を用いた自作機器）を開発してきました。これらを利用しつつお互いにアイデアを出し合い、ソフトマターの非平衡特性を解明する最先端の実験的研究に取り組みましょう。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
6月	バーベキュー
8月	院試壮行会、お疲れ様会
12月	忘年会
1月	新年会
3月	お別れ会
不定期	出張のお土産で飲み会



実績

研究	New Journal of Physics誌、Physical Review Letters誌等掲載
表彰	各種研究会でポスター賞受賞等
進学先 (特研生)	九州大学大学院修士課程
進学先 (修士課程)	九州大学大学院博士課程
就職先 (修士課程)	光学系、生物系、化学物質系
就職先 (博士課程)	ポスドク、生物系

定例イベント

毎週火曜日	研究発表・ジャーナルリーディング
毎週金曜日	進捗報告会
12月	物理学会九州支部会
3月・9月	物理学会
その他	各種研究会・学会

私たちは生き物の中に潜む物理法則の解明にも取り組んでおり、生き物を物性物理学の観点から理解しようとしています。必要な予備知識や経験が比較的少ないために、「最先端の研究に触れるには博士まで進学して勉強し続けなければならない」といったこともありません。特別研究で得られた発見をもとに、複数の学生が国際学会での口頭発表や、学術論文の出版、学会での受賞をしてきました。物理学専攻ですが、光学系、生物系、化学物質系を扱っていて研究は多岐にわたっています。その為、就職先も多岐にわたります。近年は医療系、電気系、材料系などの研究職や営業職に就職したOBの方もいます。また、技術、研究職以外にも、公務員や学校教師を目指すメンバーもいます。

同じ実験グループである木村グループと合同で行うことが多いです。また、各出張、学会などの発表会終わりにメンバーのお土産のお酒などを持ち寄って、小規模の飲み会を開催しています。ニュートン祭の球技も、運動好きなメンバーが多いため、よく参加します。その他も研究室メンバー各自で運動を行ったり、居酒屋、バーなどに行ったりしています。

4年生でも研究を頑張っていれば物理学会や各種研究会で発表する機会があります。研究室の新入生は12月上旬にある物理学会九州支部会で研究発表します。



研究内容

私たち人間が作る機械は、主に金属やプラスチック、半導体等の硬い物質からなります。これらの硬い物質は外部環境の変化によりその性質や動きを変えることが殆どないために、個々の部品の特性から集団としての機械の動きを予測して設計することができます（要素還元主義）。他方で私たちの体は、柔らかく形も定まらない物質（ゲルやコロイド、脂質膜等のソフトマター）からなり、その性状は僅かな外場の印加やエネルギーの注入により多彩に変化します。そのために、個々の部品の特性を理解しただけでは、システム全体の振る舞いを理解することは困難です。他方で、柔らかい物質からなる生命システムが、しばしば人間が作る機械よりもはるかに高度な機能を発揮します。

ソフトマターは、細胞の内外で繰り広げられる多彩な生命の営みを担っていますが、その振る舞いに関する物質科学的研究は始まったばかりであり、まだ殆ど明らかになっていません。私たちは、生体ソフトマターに多彩な非平衡挙動が生み出される物理法則を探索するための実験を行うことで、生命現象の物理的理を深めることを目指しています。

当研究室では、生体の構成要素を力学的に操作してその運動性を調べるメソスケール技術（光捕捉やAFM、レーザー干渉法）を用いて、
1)実際に生きている培養細胞や生体組織

2)現実の生体システムよりも簡略でかつ制御しやすいモデルシステム（コロイドガラス、細胞抽出物など）

において、**ソフトマター（物質）の非平衡挙動が“生き物らしさ”を生み出すメカニズム**を研究しています。

混雑環境下における生体分子機械の振る舞いを理解する

生命の最小単位である細胞内部の微細な空間には、ソフトマターからなる様々な小器官（タンパク質、核酸など）が目一杯に詰め込まれて、押し合いへし合いしています。細胞内のタンパク質の濃度はあまりにも高いので、細胞の代謝活動（エネルギーの生産）を止めてしまうと、細胞内部は固まって流れなくなってしまいます。生きている細胞は代謝により積極的に細胞内部を流動化させていると考えられます（図1）、流動化を起こす実体はまだ分かっていません。

このような混雑した中で、例えばモーターたんぱく質と呼ばれる分子が私たちと同じようにレールの上を2足歩行して、細胞の運動や物質輸送を行うための力を生み出しています（図2）。このモーター蛋白質の機能や性質は、試験管内の水以外何も無い実験室環境で主に調べられてきました。ところが、この一見理想的に思われる環境よりも、生きている細胞の内部でモーター分子はもっとずっと速く、効率的に働くことができます（図3）。言わば、周りで誰も邪魔しない陸上競技場の中よりも、満員電車の中でより速く走れるわけです。一体何故このようなことが可能なのでしょうか？

私たちは、細胞内部の“揺らぎ”と“非平衡力学”（この場合は代謝活動にともなう流動化）が、この謎を解く鍵であると考えて研究を進めています。そこで、私たちは細胞から取り出した細胞質（細胞抽出液）に対して、栄養（生理活性物質）を外部から供給することで、長時間代謝活性を維持した細胞内部モデル（人工細胞質）を作成しています（図4）。この系を用いることで、1)細胞内で非熱的揺らぎや混み合いを生み出している分子集合体を同定し、2)非熱揺らぎの力学（周波数スペクトル）や統計分布の実態を明らかにすることを試みています。人工細胞質と微視的な力学応答測定装置を使って、**細胞内の機械である生体分子が、試験管内の環境よりも混雑した細胞内でなぜうまく働けるのか？**を明らかにすることを目指しています。

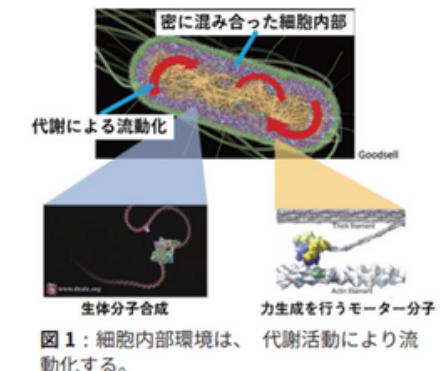


図1：細胞内部環境は、代謝活動により流動化する。

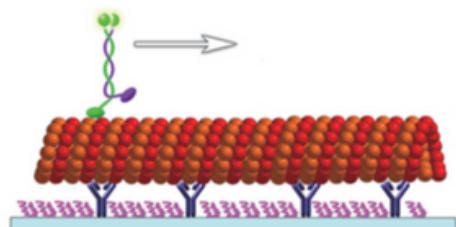


図2：細胞骨格上を歩くキネシンモーター (Sozanski et al. PRL. 2015)

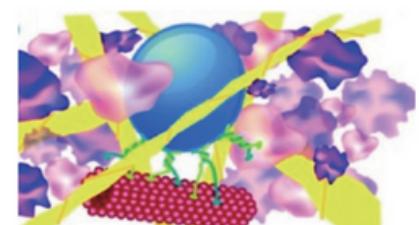


図3：巨大な非平衡揺らぎが存在する、混み合った細胞内部の方がキネシンモーターの移動速度は速い。(S. Granick)

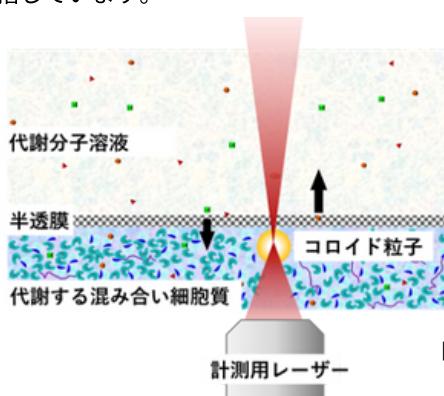


図4：代謝活動を維持した細胞抽出液の力学計測

遊走バクテリア懸濁液を用いた細胞質モデル

人工細胞質と同様に、栄養を常に交換する装置を用いることで、遊走する**バクテリア集団の非平衡力学**の計測を行っています（図5）。高濃度に濃縮したバクテリア懸濁液では、バクテリアが互いに押し合いへし合いしながら自ら動き回っています（図6）。細胞内でも、ぎゅうぎゅうに詰まった生体高分子が代謝に伴って自発的に動くことでミクロな流動が生み出されており、物理的にはよく似た非平衡現象が起こります。そのために細胞質とは一見全く異なるこのようなモデル系（遊走バクテリア懸濁液）を調べることで、細胞内の力学特性を決定する機構を調べることができます。

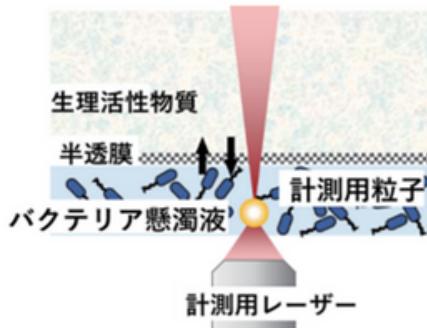


図5：バクテリア懸濁液の非平衡力学計測

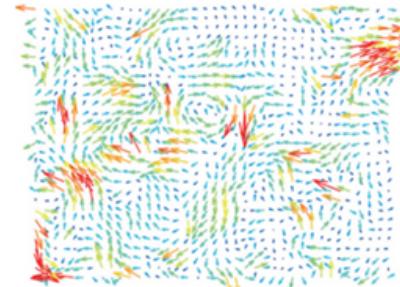


図6：高濃度に調整したバクテリア懸濁液の乱流。バクテリアの遊走速度をベクトルを用いて可視化したものの、バクテリアが渦を巻いて運動する様子が見える。

生きた細胞の非平衡力学測定

泳ぐバクテリアを詰め込んだ懸濁液が、何故細胞の性質が決定される非平衡機構を調べるためのモデル系になるのでしょうか？細胞内部では、代謝活動が生み出す非熱揺らぎが、モーターワン分子が感じる硬さや摩擦（粘弾性）を制御しています。生きた培養細胞に取り込ませたコロイド粒子（1μm程度の大きさの粒子）の運動性（揺らぎ・外力応答）を測定することで、その物理的機構を調べています（図7）。

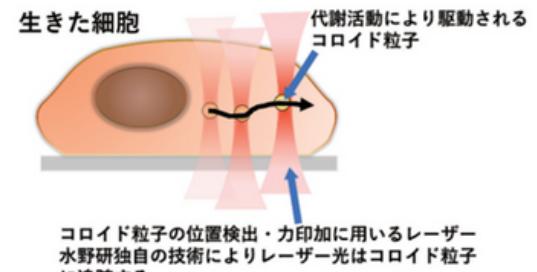


図7：細胞内の非平衡力学計測

コロイドガラスの微視的力学応答測定

液体を急速に冷却すると、融点以下でも結晶化せず、分子の配置がランダムなまま、流動性を失って固化するガラス転移が起こります。一般に、タンパク質などの高分子やコロイドなどの粒子も濃度が非常に高くなると、混み合いの効果からガラス転移が起こることが知られています。混み合いに伴うガラス転移現象は、100年以上に亘り非平衡統計科学の主要な問題であり続けていますが、混み合い媒質中の個々の構成要素に対して外場や揺らぎを印加した際の系の応答は殆ど調べられていません。私たちは、ガラス転移点付近のコロイド懸濁液中の単独のコロイド粒子に、光捕捉力を加え、粒子の周りの“揺らぎ”や粘弾性の測定を行っています（図8）。

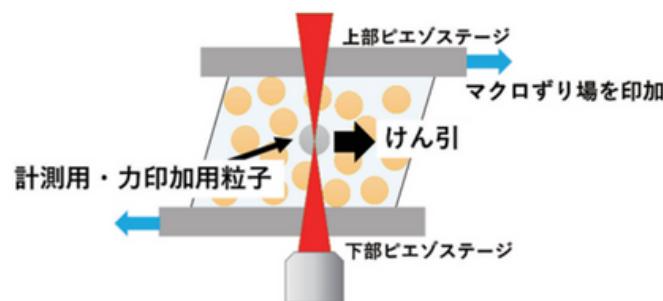


図8：コロイドガラスに巨視的ななすり場を印加すると、光捕捉により揺らぎが抑制されたコロイド粒子が輸送できるようになる。

機械学習を用いた画像・時系列解析

ガラス転移点近傍のコロイド懸濁液や細胞質中では、込み合ったコロイド粒子やタンパク質は自由に移動することが出来ません。粒子が互いの位置を変え（**構造緩和**）、流動するためには多数の粒子が共同的に運動する必要があります。このような共同運動は空間的に不均一で、構造緩和が起こる場所は時々刻々と変わります。では、混み合い系の流動を決める、構造緩和が起こる場所を予測することが出来るでしょうか？私たちは非常に複雑な現象から物理学的に有用な情報を得るための手法として**機械学習（ディープラーニング）**に注目しています。粒子や大腸菌集団の画像を用いた構造緩和の起こる場所の予測や、時系列データから非線形モデルを推定する手法への応用を考えています。

Message

色々な研究室を見に行って自分に合った研究室を見つけてください。

細胞、レーザー、エマルジョンのどれかに興味がある人はぜひ来てください。

物理、生物、化学など多様な学問に触れることが出来る研究室です。



編集後記

ニュートン祭2025パンフレット制作責任者、物理学科3年の佐藤里奈です。

この度は去年に引き続き運営に参加し、今年はパンフレット制作責任者として、編集に加え、各方面との連絡調整も担当させていただきました。

本年度は実際に制作責任者を務め、その業務量の多さから、運営委員の方々をはじめ、様々な形でご尽力されている全ての方々へ、改めて尊敬の念を抱きました。大変な時期もありましたが、各研究室の皆さん、運営委員の同期や後輩のあたたかなご協力のもと完成させることができました。この過程で各研究室の方々お一人おひとりのお気持ちを重んじ、丁寧に対応する大切さを学びました。

お忙しい中、幾度にもわたる修正やご確認にご対応いただき、誠にありがとうございました。心より感謝を申し上げます。

昨年度のレイアウトを基盤とし、Canvaを用いて制作いたしました。昨年度との違いとしては、目次・字体等のデザインを刷新し、より多くの方に手に取っていただけるよう、目次の視認性を向上させております。

研究室紹介ページにおいては、これから研究室を選択する物理学科の学部生にとって有益な情報を抽出し、視認性の高いフォント・色彩を用いて編集しました。このパンフレットが、学部生の皆さんに九州大学物理学科についてもっと深く知っていただき、その中からご自身の進みたい道を少しでも見つけるための一助となれば、編集者としてこれに勝る喜びはありません。

繰り返しになりますが、ニュートン祭2025パンフレットにご寄稿くださった物理学部門各研究室の皆様、また、編集を大いに手伝い、修正・アドバイスをしてくださったニュートン祭運営委員の方々に深く感謝を申し上げます。ニュートン祭を通じ、皆さんとお話し、様々な交流の機会を持てたことに感謝します。

最後までお読みいただき、ありがとうございます。この一冊が、皆さまの研究室選びの一助となり、九州大学物理学科での学びをより実りあるものとするためのお力になれたなら幸いです。

皆さまの選んだ道が幸せに満ちたものとなるよう心より祈っております。よいお年をお迎えください。

ニュートン祭 2025 制作責任者 佐藤里奈

九州大学 ニュートン祭 2025 パンフレット (印刷版)

The Brochure for Newton Fest. 2025,
Kyushu University

発行 2025年12月6日
原稿協力 九州大学物理学部門各研究室
制作責任者 佐藤 里奈

