

粒子宇宙論

量子宇宙物理理論研究室

Quantum Cosmology and Gravity

HP : <https://cosmologykyushu.wixsite.com/index>

コアタイム：なし（金曜日の研究室会議は全員出席）

研究キーワード：宇宙論・量子情報科学・重力・曲がった時空上の場の量子論

粒子宇宙論

粒子物理学

物性基礎論

量子物性

複雑物性



Member

教授	山本一博
准教授	菅野優美
助教	松村央 倉持結（特プロ助教） ギャロック芳村健祐（特プロ助教）
博士3年	杉山祐紀（量子フェロー）
博士2年	三木大輔（DC1）
修士2年	西田到生 銚之原恒平 西村郁哉
修士1年	柏木海翔 谷将樹 谷口彰 山崎優樹
学部4年 （特別研究生）	畠山広聖 福澄諒太郎 廣谷知也 山崎眞尋



教員プロフィール

山本一博 教授

宇宙論や曲がった時空上の場の量子論を研究してきましたが、現在は重力の量子性の検証に関わるテーマに取り組んでいます。量子重力の出発点である「重力が量子力学の枠組みに従うかどうか」という問題は、古くはファインマンやペンローズの奥深い考察の歴史があり、量子情報や量子技術の発展と一般相対論が結びつく非常に面白いテーマです。重力相互作用が作る量子もつれと場の量子論としての重力との関係やそれを実験で検証するための理論研究を行なっています。この研究を軸にした将来研究構想の提案が、日本学術会議が募集した未来の学術振興構想（2023）のグランドビジョンの一つに選定されました。答えのわからない問題に対して考察を進める中でアイデアの閃きを得る過程が自分にとっての研究の魅力です。特別研究は、一般相対論と量子情報に関するテーマが多いです。



松村央 助教

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ました。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していきたいと思っています。

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。好きなことを仕事にできるのはとても幸せです。大学では、自分が将来何をしたいのかを考え、物理だけでなく様々な問題について、自分で考えて、自分の言葉で意見を言えるようになってほしいと思います。

倉持結 特プロ助教

量子情報・量子基礎論について、主に無限次元系を物理・数学の両面から研究しています。最近では保存則が測定可能な物理量に対して制限を与えるという Wigner-Araki-Yanase 定理の非有界な保存量に対する拡張などの結果を得ました。量子の世界は不可解ですが、少しずつですが数学の力で非自明なことが示せるのが魅力だと思っています。

ギャロック芳村健祐 特プロ助教

私は一般相対性理論、量子情報理論、場の量子論、そして量子熱力学の4つが交わる領域に関連する研究をしています。曲がった時空における量子場が持つエンタングルメントを複数の qubit を使って調べる方法や、qubit を使って量子場から熱力学的な仕事を得る手法を考えています。



アピールポイント

新しい研究に触れられる

弊研究室では量子情報と量子基礎論、重力、宇宙を組み合わせた比較的新しい分野の研究をしています。重力の量子性や宇宙論と量子情報科学の結びつきは近年注目されてきている分野で、実験可能性を常に考えながら理論構築をしています。比較的幅広い分野をカバーしているので、まだ分野を決めかねているけど理論物理学をしたいというような学生にお勧めです。

バックアップが手厚い

研究で息詰まることは多々あります。しかし先生や先輩方はいつでも質問を歓迎しており、議論してくださります。また、研究を始めると特研ゼミとは別に研究ゼミなどを設けていただき、議論や質問、研究の方向性を話し合うこともあります。また、粒子宇宙論研究室兼用のお茶部屋があり、コーヒーを飲みながら研究室の枠組みを超えてコミュニケーションができる環境があります。

研究の発表・交流機会

4年生でもやる気と計算力があれば早くから研究に参加することを認められる場合があります。うまくいけば学部うちに論文投稿や、学会発表できるかもしれません。夏の学校では院生が主体となって自身の研究やレビューを発表します。(4年生は院試と被るので参加は厳しいです。)また他大学の教員や学生との共同研究や議論・交流をすることもあります。研究が進めば物理学会や表や国際学会での発表もできるかもしれません。



イベント

年間スケジュール

4月	歓迎会
8月	天文・天体物理若手夏の学校／院試
9月	日本物理学会
12月	物理学会九州支部例会／忘年会
3月	物理学会／追いコン

定例イベント

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)
-------	-------------------------------

コロキウムでは、研究や関連論文に関して、研究室メンバーが交代で発表します。月に1回程度外部の方を招いて講演していただくこともあります。非常に議論が活発で質問がたくさん飛び交うので、理解を深めることができます。4年生は後期の最後に特別研究で研究したことや学んだ内容を発表してもらいます。



実績

研究

プレスリリース (杉山祐紀・山本一博)
https://www.nikkei.com/article/DGXZRSP632381_X10C22A5000000/
プレスリリース (松村央・山本一博)
https://www.kyushu-u.ac.jp/f/48874/22_0722_01.pdf
九大理学部ニュース (上田和茂・杉山祐紀)
https://www.sci.kyushu-u.ac.jp/koho/qrinews/qrinews_220831.html
また発表した論文は以下に掲載しています。
<https://cosmologykyushu.wixsite.com/index/news-and-events>
日本学術会議の「学術の中長期研究戦略」にも採択されています。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-t353-3-180.pdf>

進学先 (学部卒)

九大大学院／京大大学院／総研大など

進学先 (修士卒)

九大大学院／天文台／理研など

就職先 (修士卒)

英進館／日立製作所／ガンバリオン／建設コンサル／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

就職先 (博士卒)

ポスドクなど

ほとんどの学部生は修士課程に進学します。他学部学科・他大学に進学する人もいれば、他大学から進学してくる方もいます。修士課程で就職される場合はSE、メーカー、公務員などに就職される人が多いです。博士課程の方はそのままポスドクなどになり研究を続ける人が多いです。



研究内容

粒子宇宙論

粒子物理学

物性基礎論

量子物性

複雑物性

宇宙物理学は、宇宙の成り立ちの根源を問う学問であり、理論物理学、宇宙論、重力理論、天体物理学、計算科学、天文学といった多様な側面を持つ広い研究分野とテーマが特徴です。当研究室では、重力・宇宙論を中心に、宇宙はどのように始まり、進化してきたのか、加速膨張宇宙の起源は何か、インフレーション宇宙、重力波、量子科学と重力、といったテーマの研究を進めていて、宇宙を通した物理の基本原理の検証までを目指しています。

特に力を入れているのは、重力・宇宙と量子情報科学に関する研究です。この研究を特別研究にも取り入れたいと思っています。物理の根本的な基本法則は量子力学です。ミクロなスケールでは、量子力学が顕著になりますが、マクロなスケールでは、古典力学が力学系の有効な記述になります。インフレーション宇宙における場の量子揺らぎの研究は、重力と量子力学が同時に重要となる問題を含んでいます。例えば、重力波は重力理論を特徴づける固有の自由度で、インフレーション宇宙では、重力波が時空の量子揺らぎとして生成され、原始重力波として観測される可能性があります。曲がった時空における場の量子論を用いて量子重力波の生成を理論的に予言して、観測的帰結を検証することで、宇宙がインフレーションによって始まったのか、そして量子揺らぎが大規模構造の起源であったのかという検証にもつながります。これは、宇宙を用いた重力と量子力学の検証ということもできます。

量子力学の基本的前提は状態の重ね合わせの原理です。重力の量子性を一般相対論の観点からみると、時空の歪みが重ね合わせの原理に従うかどうかということになります。本当に自然は、時空の歪みの重ね合わせという性質を示すのでしょうか。量子もつれは、アインシュタインが量子力学の持つ不思議な性質として取り上げた EPR パラドックスの背後にある量子力学固有の性質です。この性質は実験により確かめられたため、現在ではパラドクスではなく EPR 相関と呼ばれています。量子もつれは、量子コンピューターや量子通信といった量子科学分野の根幹となる性質で、量子科学分野の概念は、量子重力の研究においても重要な役割を持ち始めています。ノーベル物理学賞を受賞したファインマンは、1957 年に重力の量子性を検証するための思考実験を提案しました。これまで単なる思考実験でしたが、最近の量子情報、量子制御技術の発展は、それを量子重力のテーブルトップ実験として可能にしつつあります。量子もつれは、非局所的な量子相互作用によって生まれるので、重力相互作用が量子もつれを発生させることを検出すれば、重力が量子力学に従うことが検証できます。この問題は、宇宙論にも重要なので、量子系がどのように重力相互作用をするのか理論的研究を進めています。

特別研究では、前期は基本的に週 2、3 回のゼミを行っています。宇宙論・相対論・量子論などの基礎的な内容について、テキストを用いて勉強しています。ゼミでは、担当者が黒板等を使いながらテキストの内容・数式などの解説を行います。後期は前期のゼミを更に進めたり、興味を持った研究分野の論文を読んだりします。時には難しい問題が出てくる場合もありますが、先生・先輩方が適切に助言して下さるので、4 年生でも十分やり遂げられると思います。また 23 年度からは学部生も研究に参加することもあり、早いうちから取り組みば 4 年生でも論文執筆・投稿までできます。年度末にはゼミや論文等で学んだ内容、または進めた研究内容を研究室内で発表してもらう予定です。

Message

- ・院試の勉強は早めからちゃんとやりましょう
- ・一般相対論を一発で全部理解できると思うな
- ・彼女作っても公開しないほうがいい
- ・就活は早めにやっておいたほうがいい
- ・井戸型ポテンシャル勉強しとけ
- ・iPad 買っときましょう
- ・Youtube Premium 入っとけ
- ・Surface Pro X は買うな (注 arm 系のチップだとできないことが多いからです)
- ・英語に耐性をつけておきましょう