

粒子宇宙論

量子宇宙物理理論研究室

Theoretical Quantum Physics,
Gravitation and CosmologyHP : <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 : 重力 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



Member

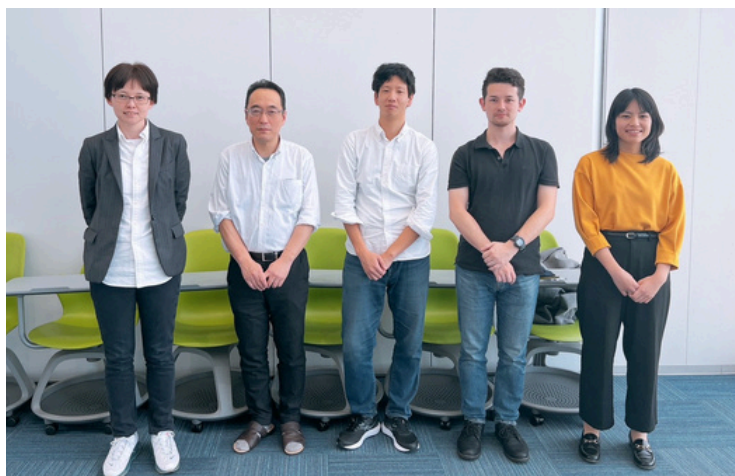
教授	山本 一博
准教授	菅野 優美
助教	松村 央 ギャロック芳村 建佑(特プロ助教) 平良 敬乃(特プロ助教)
博士3年	三木 大輔(DC1)
修士2年	柏木 海翔 谷口 彰(DC1予定) 谷 将樹 山崎 優樹
修士1年	上永 裕大 畠山 広聖 廣谷 知也 福澄 諒太郎
学部4年 (特別研究生)	池田 大樹 槻木 勇大 西木 友哉 萩原 巧 松隈 錬



教員プロフィール

山本 一博 教授

研究者としては、宇宙の始まりに起こったインフレーション宇宙論の研究からスタートし、その後観測的宇宙論、曲がった時空上の場の量子論を研究してきました。観測に基づいた宇宙の事実を知って、真に存在する世界の観測や実験を説明する理論を研究したいという気持ちと、また一方で面白い理論研究をしたいという気持ちの間で、研究テーマが少しずつ変化してきました。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。面白いというだけでなく九大独自の研究を発展させたいという思いとともに取り組んでいます。



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。最近では、原始重力波やアクシオンを使って、量子揺らぎの痕跡を探ろうとしています。また、理論から導いた予想を、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。

平良 敬乃 特プロ助教

量子力学は小さな世界の現象を説明するための物理で、今年で生誕100周年になります。たった100年のうちに半導体、レーザー、MRIといった重要な技術や、磁石がくっつく仕組み、金属の色などの、目にみえる疑問も解決してくれました。しかし小さな世界も私たちの住む世界の一部なので影響を受けるはずで。私は開放量子力学という、小さな世界が周りの大きな世界の影響を受けた際の奇妙で面白い現象を研究しています。

ギャロック芳村建佑 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。具体的には「相対論的量子情報」と呼ばれる研究分野に携わっていて、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量子ビットを使って調べる方法や、量子場から熱力学的な仕事を得る手法を考えています。(来年度離任予定)



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新しい研究をしています。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、実験可能性も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。新しい研究分野は、あまり他の人が研究していないので、良い研究テーマが沢山あるブルーオーシャンです。

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は可能です。学部の中に論文投稿や、学会発表している人もいます。
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。修士課程のうちに、物理学会や研究会で発表している人が多いです。国際学会で発表している人もいます。



イベント

年間スケジュール

4月	歓迎会
7月-8月	天文・天体物理若手夏の学校 院試
9月	日本物理学会
10月	院試お疲れ様会
11月	量子情報技術研究会 物理学会九州支部例会
12月	JGRG、忘年会
3月	物理学会 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)
-------	-------------------------------

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	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
表彰	天文・天体物理若手夏の学校オーラルアワード（2名） 日本物理学会学生優秀発表賞（2名）
進学先 (特研生)	九大院、東大院、京大院、KEK 等
進学先 (修士卒)	九大院 理研、国立天文台 等
就職先 (修士卒)	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 (博士卒)	(ポスドク研究院として) 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

直近の5年間に博士課程に在籍したまたは在籍中の学生は6名おり、うち4名が学振DC1またはCD2に採用されている。さらに博士学位を取得した学生5名は学位取得後に大学等研究教育機関に博士研究員として採用され、このうち一名は、後に常勤のポストに就職している。大半の博士学生は在学中に10編程度の論文を発表しており、アクティビティの高い研究活動を行なっている。



研究内容

研究室では、**重力・宇宙論**を中心に、重力の量子性、宇宙の始まりと進化、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おり、量子情報や量子技術の応用を、重力だけでなく広く基礎科学に応用することで生まれる研究を目指しています。特に力を入れているのは、**重力の量子性**に関する研究です。量子重力は理論研究が先行し多くの研究者が取り組んでいますが、その出発点である「**重力が量子力学の枠組みに従うのか**」という重力の量子性の問いは、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結びついて新しい物理の潮流が生まれています。このテーマは他の研究者がまだあまり取り組んでいないので未開拓の分野で、量子重力における実験と関わるテーマとしてとても面白いと思っています。また下で述べるように重力波観測と密接に関わる側面を持つので、宇宙論や宇宙物理学の研究へのフィードバックもあります。**インフレーション宇宙における場の量子揺らぎ**は、宇宙の構造の起源を説明し、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。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原始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といった問題や、重力の量子性の検証にもつながります。

重力波はアインシュタインの宿題とも呼ばれ、一般相対論が予言する重力固有の物理現象です。10年程前に初めて直接観測され、宇宙に存在するブラックホールや中性子星について情報をもたらしています。この重力波観測の基盤技術は、**オプトメカ系**と呼ばれるレーザー光と巨大な鏡振動子とで構成される干渉計にあります。オプトメカ系は、調和振動子と光が相互作用する簡単な理論模型で記述されますが、極限まで高感度にするため、巨視的な鏡振動子を量子状態に近づけられるようになってきています。このようなオプトメカ系は、重力波観測だけでなく、どこまでマクロな物体で量子力学が成立するのかという**量子と古典の境界**を明らかにする研究や、高感度のオプトメカ系によってダークマターを検出する実験プロジェクトへの応用もあります。さらに、高感度の重力計測によって地球や惑星の質量分布をモニターできるので地球惑星科学分野でも重要になってきています。研究室では、オプトメカ系の理論模型に基づいて、量子測定理論を応用した標準量子限界を超える計測方法や、それらを利用した重力波や重力の量子性の検証について理論的研究を行なっています。またこの研究で必要となる量子エンタングルメントや量子開放系といった**量子情報**、**量子技術**、**量子基礎**に関連する基礎研究も広く進めています。量子分野の発展を応用して新しい基礎科学研究を生み出すというコンセプトに基づいて、宇宙物理学研究の新テーマの開拓を目指しています。そして九大独自の学問の創出を目標にします。この取り組みに共感してもらえる人は、是非当研究室の門をたたいて下さい。新しい知識を勉強するのが好きな人、理論計算が好きな人、考えるのが好きで自分で考えて研究を進めたい人、実験が苦手といった人には良いかもしれません。最後に、オプトメカ系は当研究室の研究テーマの一つとして紹介しましたが、この他にも宇宙、重力、量子に関わる研究を行なっているので、興味のある人は研究室訪問等で尋ねて下さい。

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がありますが、先生・先輩方が適切に助言してくださるので、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

研究室にはなるべく来ましょう
ようこそ計算地獄へ
研究以外の心の支えを何か作りましょう
なるべく内部に残ってもらえると嬉しいです
博士に行く人歓迎
博士行かないと厳しいって
先輩優しいよ
英語に耐性を付けておきましょう
筋トレ器具揃ってます
全員分のPC、デスク揃ってます