

Our Team

杉本茂樹

すぎもと・しげき 専門分野:理論物理学

IPMU 教授

この世はいったい何でできているのだろうか？この素朴な疑問に答えるのが、素粒子論の重要な目標の一つです。現在のところ、あらゆる物質はクォークやレプトンと呼ばれる素粒子から構成され、その間には4つの基本的な力（重力、電磁気力、強い力、弱い力）が働いていると考えられています。しかし、最近、これとは全く異なる別の可能性を垣間見させる糸口のようなものに出くわしました。標準的な素粒子の理論によると、陽子や中性子は3つのクォークが結合したもの、中間子はクォークと反クォークが結合したものであり、その間に働く強い力は量子色力学と呼ばれる理論によって記述されると考えられています。ところが、これと同じ内容の物理が、素粒子ではなく「ひも」を物質の基本的な構成要素と考える弦理論によって記述される



ことを示唆する証拠が見つかったのです。これによると、中間子は「ひも」で表され、陽子や中性子はDブレーンと呼ばれる一種のソリトンとして表されます。この記述に基づいて近似計算を行ったところ、さまざまな物理量が実験とうまく合うことが分かりました。まだまだ理論的に詰めなければならない課題は多いのですが、大変面白い可能性として、今後の展開に期待しています。

マーク・ヴェイギンズ

Mark Vagins 専門分野: 実験物理学

IPMU 教授

私は日本で14年にわたりニュートリノ実験に従事し、特に最近10年間はスーパーカミオカンデ実験で太陽ニュートリノ・超新星ニュートリノグループのアメリカ側コンビーナーを務めてきました。初の専任教授としてIPMUに着任することを名誉に思うと共に奮い立っています。

私の研究は新しいニュートリノ観測手段の開発に焦点を当てており、スーパーカミオカンデのように現存する測定器の能力向上と、将来の研究施設の設計・建設の両方を対象としています。私の主な目標の一つは、「過去の」超新星爆発による背景ニュートリノを初めて検出することです。

超新星爆発は最初の星が形成された時から起きており、歴史上の全ての超新星からのニュートリノが宇宙



を満たしています。このニュートリノを観測すれば宇宙の進化と平均星形成率、さらにはニュートリノの寿命についてさえ多くのことが分かります。

スーパーカミオカンデに水溶性のガドリニウムを加えれば、新しい実験装置を作らずに過去の超新星ニュートリノを検出できます。このスーパーカミオカンデの能力増強の結果、原子炉からの反ニュートリノの振動を高統計で調べるなど、他の新しい物理も可能となります。私のIPMUでの研究は、これらの新しい測定を実現することに集中します。

向山信治

むこうやま・しんじ 専門分野: 宇宙論

IPMU 准教授

現代宇宙論は、精密な観測データを背景に飛躍的に発展してきました。今や、宇宙を記述するパラメータの多くはかなりの精度で決まった、少なくとも決まりつつあると言えるでしょう。しかし、それらのパラメータの値が何を意味するのか、その多くは未だベールに包まれたままです。実際、現在の宇宙の殆どを占めていると考えられている、ダークエネルギーとダークマターの正体を私たちは知りません。また、宇宙がこれだけ大きいのは何故か？その大部分を説明すると考えられているのがインフレーションですが、その源となる真空のエネルギーが何によるものかも未だ分かっていません。豊富な精密観測データを誇る宇宙論の前には、ダークエネルギー・ダークマター・インフレーションという、3つの大きな謎が立ちまわっている



のです。

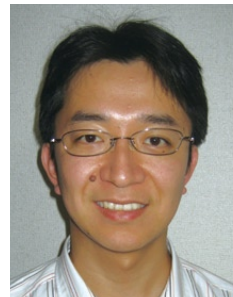
私はこれまで、ブレーンワールド宇宙論、弦理論的宇宙論、重力のヒッグス機構、時空地平線の熱力学などの研究を通じて、宇宙の謎に挑んできました。これからも、一般相対性理論、素粒子物理学、超弦理論など、あらゆる手段を用いて挑戦し続けます。

Our Team

高田昌広 たかだ・まさひろ 専門分野: 天文学

IPMU 准教授

私の主たる研究テーマは、観測的宇宙論で、特に宇宙階層構造がどのように形成してきたのかを理解することに関心があります。現在の標準的な構造形成シナリオは、インフレーション宇宙などの初期宇宙で生成された原始密度ゆらぎが、主として暗黒物質による重力の不安定性で成長し、宇宙階層構造を形成してきたというものである。また、宇宙の加速度膨張を引き起こしている暗黒エネルギーも、宇宙膨張を通して構造形成過程に影響を及ぼし得る。さらには、質量を持つことが判明しているビックバン背景ニュートリノも構造形成に特徴的な痕跡を残す。すなわち、宇宙観測で得られる様々な観測量の精密測定から、宇宙構造形成の形成過程および時間進化を復元することで、「暗黒物質」、「暗黒エネルギー」、「ニュートリノ」の性質を



制限することが可能になる。これが私の現在進めている研究の最終ゴールです。

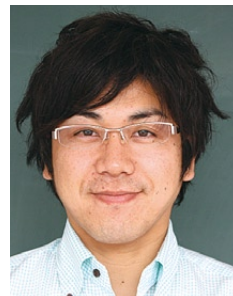
これまでの主な研究成果としては、①宇宙大規模構造による重力レンズ効果の測定から暗黒エネルギーを制限する方法の提案、②すばる望遠鏡のデータを用い、銀河団における暗黒物質の空間分布の復元、③有限質量ニュートリノが及ぼす構造形成への影響の研究、などがあります。

前田啓一 まえだ・けいいち 専門分野: 天文学

IPMU 助教

超新星は現在の宇宙における最も激しい爆発現象の一つです。私は、観測・理論双方向からの研究により、①爆発時の極限的な状況下での物理の解明、②宇宙論研究・宇宙の進化の研究に適用する際の標準光源としての性質の評価、を研究テーマとしています。

現在までは、重い星を起源とする重力崩壊型超新星爆発における元素合成の研究、実際に爆発した星がどのように見えるかをシミュレートするための放射機構の研究、すばる望遠鏡での観測研究を行ってきました。これにより、観測結果を用いて爆発の状況を理解することができます。①重力崩壊型超新星爆発においては球対称を破るような物理過程が重要であること、②その効果は爆発エネルギーが大きくガンマ線バーストを引き起こすような超新星においてより大きいこと、な



どを明らかにしました。

現在は、Ia型超新星と呼ばれる白色矮星を起源とする超新星爆発の研究を主に行っています。大規模数値計算をもとにした元素合成と放射機構の理論研究とすばる望遠鏡等による観測研究の両面から、Ia型超新星の正体を解明し、標準光源としての適用範囲を拡大し精度を上げる手法を開発することを目指しています。

高橋史宜 たかはし・ふみのぶ 専門分野:理論物理学

IPMU 助教

私の専門分野は素粒子論的宇宙論です。何故どのように宇宙が生まれ、そして現在観測される様な宇宙の姿になったのか、こうして得られる宇宙像が示唆する素粒子物理は何か、という基本的な問いに答えたいと思い研究をしています。宇宙初期においては、日常生活で起きる自然現象とは全く性質を異にする、それ故に面白い現象が生じ得ます。例えば、宇宙初期にインフレーションと呼ばれる猛烈な宇宙膨張の時期があった事が確実視されています。この様な宇宙初期の現象が宇宙背景輻射の揺らぎの観測結果から分かる一方で、インフレーション終了後に如何にして様々な粒子が生まれたのか、物質と反物質の非対称性がどのように生じたのか、など十分に明らかになっていない事も多くあります。最近私は、超重力理論におけるインフ



レーション模型において、標準理論の粒子のみならずグラビティーノと呼ばれる超対称性粒子が一般に生じることが指摘しました。この発見が宇宙の熱史を理解していく際の重要な突破口となると期待しています。標準理論の先にある物理と宇宙論が描く世界を明らかにしたいと考えています。

戸田幸伸 とだ・ゆきのぶ 専門分野:数学

IPMU 助教

代数多様体とは多項式の零点集合で定義される幾何の対象で、放物線や円の様にその性質は古くから研究されてきました。一方、近年カラビーヤウ多様体と呼ばれる特殊なクラスの代数多様体が超弦理論において重要な役割を担っており、更に超弦理論の側からミラー対称性予想という興味深い予想が提唱されています。これは見かけ上異なる数学的对象（代数多様体とシンプレクティック多様体）の間に対称性が存在するというもので、現在この予想は三角圏という抽象的な言語を用いて記述されています。代数多様体側に対応する三角圏は連接層の導来圏ですが、私はこの導来圏について研究してきました。

最近の主な仕事は、ある種の導来圏上の安定性条件の空間の記述、その上の（半）安定対象達のモジュラ



イ空間の構成、等です。安定性条件とは超弦理論におけるBPSブレインを数学的に定式化している概念で、導来圏及びその上の安定性条件を調べることで、ミラー対称性以外にも様々な興味深い対称性を観察することが出来ます。導来圏をベースとした幾何学を構築し、安定性条件の理論を発展させることでこれらの対称性を統一的に理解できるのではと考えています。

Our Team

アレクサンドル・コズロフ Alexandre Kozlov 専門分野: 実験物理学

上級博士研究員

十分に遮蔽された深い地下実験室に設置された大型の検出器を用いると、種々のユニークな手段でダークマターの反応、核子の崩壊、二重ベータ崩壊等の稀な現象を探索できる。私の参加しているカムランド共同実験グループは、ニュートリノ振動の研究を主要な目的として世界最大の液体シンチレーター検出器を建設したが、カムランドはさらに新しい物理の探索を可能とする非常にクリーンな環境も与えてくれる。将来、カムランド検出器の有感部にゼノン¹³⁶ガスを導入すれば、ニュートリノを出さない二重ベータ崩壊を探索

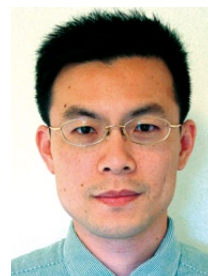


することができる。この崩壊が発見されれば、ニュートリノ質量の絶対的スケールとその起源について、問題解決に役立つであろう。

陳 傳仁 チェン・チュアンレン 専門分野: 理論物理学

博士研究員

近い将来、世界最大の陽子・陽子衝突加速器LHCから、標準模型を超える物理についてのヒントが得られるでしょう。私の現在の主な研究対象は、衝突加速器がもたらすであろう新しい物理の現象論と、LHCのデータを用いて異なる模型をどのようにして区別するか調べることです。LHCだけでなく、宇宙論的観測からも暗黒物質や宇宙のバリオン数の非対称など新しい物



理の直接的な証拠が得られています。私はLHCの現象論と宇宙論の相互関係を調べることに大変興味をもっています。

原下秀士 はらした・しゅうし 専門分野: 数学

博士研究員

私は数学者で、私の研究分野は整数論及び代数幾何学です。今まで正標数の体上の偏極アーベル多様体のモジュライ空間の構造を調べてきました。このモジュライ空間にはNewton Polygon stratificationとEkedahl-Oort stratificationという2つの階層構造が入っており、現在それぞれのstratificationの構造及びNP-strata と EO-strata の交叉に興味を持っています。



これらの研究が整数論や代数幾何学（また将来物理学に）大きな貢献をしてくれると期待しています。

菅野優美 かんの・すくみ 専門分野: 宇宙論

博士研究員

ストリング理論は究極の基礎理論の有力な候補です。一方、インフレーション理論は現象論的に非常に成功をおさめています。そして現在、ストリング宇宙論という新しい分野が生まれ、インフレーションを幾何学的に記述しようとしています。初期宇宙の現実的なモデルへのアプローチには、ストリング理論的アプローチ、一般相対論的アプローチ、そして宇宙論的アプローチの3つがあります。私は、それぞれのアプロ



ーチの長所を取り入れて、ストリング宇宙論の研究を行っています。

加用一者 かよう・いっしゃ 専門分野: 天文学

博士研究員

宇宙にとっても沢山ある銀河が形作る有機的な構造、「宇宙大規模構造」に魅せられ、Sloan Digital Sky Surveyのデータ解析やN体シミュレーションなどを通じて、その構造の背後にある情報を引き出すべく研究をしています。最近では、銀河や大規模構造の重力の影響で、遠くの天体が複数に見えたり歪んで見えたりする重力レンズ現象にも興味を持ち、ハワイのマウナケア山に登って重力レンズクエーサーの探査観測を行っ



たりもしています。IPMUの刺激的な雰囲気奮い立たされているところです。

近藤 智 こんどう・さとし 専門分野: 数学

博士研究員

整数論の研究をしています。グロタンディークが創始したモチーフの理論が動機になっており、代数体上の代数多様体のモチビックコホモロジーとハッセ・ヴェイユL関数を結びつけるベイリンソン予想に特に興味があります。代数体上の多様体を扱いたいかねてより思っていますが、現実には有限体上の曲線の関数体上の対象を扱っています。これまでには、ドリinfeld加群のモジュライの高次K群、関数体上の楕円



曲線の低次K群、有限体上の楕円曲面のモチビックコホモロジーの計算を行いました。

Our Team

佐野友二 さの・ゆうじ 専門分野: 数学

博士研究員

研究の主題は、アインシュタイン計量を含むケーラー多様体上の標準計量の存在問題についてです。アインシュタイン計量の場合には第一チャーン類が負、または零の場合には常に存在することが示されている一方で、正の場合には存在するための障害があることがわかっています。このことから、アインシュタイン計量などの標準的なケーラー計量が入るような多様体はどのような性質を満たすかが問題になります。現在では、そのような多様体は幾何学的不変式論の意味で



の多様体の安定性を満たすという予想がなされています。この予想は微分幾何の対象と代数幾何の対象を結びつけるという点において興味深いと思い、研究しています。

清水康弘 しみず・やすひろ 専門分野: 理論物理学

博士研究員

私はこれまで素粒子物理学の標準模型を越える物理と実験での検証に興味を持ち、研究を行ってきました。LHC実験がいよいよ2008年から稼働し、電弱ゲージ対称性の破れを引き起こしている機構や標準模型を越える物理に対して、何かしらのデータが得られると期待されます。私は現在、超対称模型に興味を持ち研究を行っています。超対称性模型は、ゲージ階層性問題



や一番軽い超対称粒子が宇宙の暗黒物質の候補になるなど、標準模型をこえる物理を記述する模型としては最も有望だと思います。

和南城伸也 わなじょう・しんや 専門分野: 天文学

博士研究員

私の主要な研究テーマは、星の進化や超新星爆発などにおける元素合成と銀河の化学進化です。特に、鉄より重い元素の約半分（金、銀、プラチナ、ウランなど）を合成したと考えられているrプロセス（速い中性子捕獲反応過程）に興味をもっています。この50年来の謎であるrプロセス元素の起源を明らかにするために、最近では、超新星爆発における元素合成およびそのダイナミクスの数値計算を行っています。また、rプロセス元



素を利用した銀河化学進化および宇宙核年代学の研究により、宇宙初期の星や銀河の形成史を探ることを試みています。