

シメオン・ヘラーマン Simeon Hellerman 専門分野: 理論物理学

IPMU 准教授

私は、時空の短距離構造が重要となるような状況（例えば初期宇宙）における重力のダイナミクスを研究しています。その手段として、重力の存在と量子力学の不確定性原理を統一した唯一の力学系であるストリング理論を用いています。

最近では、宇宙論的状況下において、ストリング理論の多様な相および異なる相の間に起こる転移を分類して精密に調べ上げる研究を行いました。これらの相転移は、理論の幾つかの特徴を劇的に変化させます。例えば、時空の次元数が変わることが可能です。また、相転移が超対称性という極めて安定な種類の秩序を回復させたり、あるいはストリングの力学的性質が完全に変わってしまったりするかもしれません。

この異なる相の間のネットワークによって初めて、



知られている全てのストリング理論を（本質的に宇宙論的なダイナミクスを通して）統一して理解できることが分かりました。

高柳 匡 たかやなぎ ただし 専門分野:理論物理学

IPMU 准教授

我々の世界を電子やクォークといったミクロな立場で理解するには量子論が必要になりますが、一方、宇宙や天体のようなマクロなスケールを記述するのは一般相対論です。この両者を統合することは、宇宙の起源を明らかにすると期待され、理論物理の究極的な目標の一つです。これを実現する理論（量子重力理論）の最も有力な候補が超弦理論なのです。ですから、私は、「超弦理論は量子重力理論として新たに何を予言するのか」を研究しています。

例えば私達は、完全に安定で厳密に解け、かつダイナミクスのある量子重力理論を初めて構成しました。これは、時空が二次元と低次元で、現実と比べるとかなり単純ですが、すべてを厳密に計算できる現在ほとんど唯一のモデルであり、タイプゼロ行列モデルと呼ばれています。これを用いると複数個の宇宙を同時に記述



したり、それらを量子力学的に重ね合わせるといったことも可能です。

最近、量子情報理論で重要なエンタングルメント・エントロピーという量が量子重力理論でどのように役立つのか研究しています。特に、量子情報理論の様々な性質を微分幾何学的に理解することに成功しました。また、この成果はブラックホールのエントロピーの量子力学的解釈にも役立ちます。

吉田直紀 よしだ なおき 専門分野:天体物理学

IPMU 准教授

大規模コンピューターシミュレーションを用いて宇宙の構造形成の理論的研究を行なっています。最近、特に初期宇宙での天体形成に着目し、宇宙最初の星がいつ、どのようにして生まれ、それまで暗黒だった宇宙をどのように照らしたのかについて明らかにしてきました。宇宙初期の天体形成については、2010年代の天文観測によって多くの事が明らかになると期待されており、その準備となる理論研究を行なっています。また、標準宇宙モデルに基づく高精度の数値シミュレーションから模擬観測カタログをつくり、進行中あるいは計画段階の大規模銀河観測プロジェクトのための研究も行なっています。誕生初期から現在の宇宙まで、そして星から宇宙の大規模構造にいたるまで、多様な天体の形成の歴史を解き明かすことが大きな目



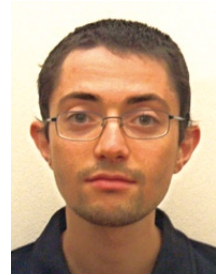
標です。IPMUでは興味の対象をさらに広げて、暗黒物質や暗黒エネルギーの謎について天体物理学のアプローチによって挑みたいと考えています。

Our Team

コシモ・バンビ Cosimo Bambi 専門分野:理論物理学

博士研究員

大まかに言えば、私は初期宇宙の物理、一般相対論の検証、および重力と素粒子物理の間の関係の研究に関心を持っています。現在は、物質の重力崩壊で到達する最後の状態は何かという問題に大変興味を持っています。一般相対論の枠組みと一見合理的な仮定の下ではブラックホールが形成されると期待されます。しかし、厳密に理論的な観点からは、ブラックホールは新しい物理を要求する挑戦的な問題であり、一方、天



体物理学的観測では未だにその存在を明確には確認できていません。

デイミアン・イーサン Damien Easson 専門分野:理論物理学

博士研究員

私の研究対象は素粒子物理学と宇宙論に共通するトピックであり、量子重力やスーパーstring理論における発見を利用して、宇宙の起源に関する根本的な問題に対する解答を追求しています。とりわけ興味を持っているのは、宇宙マイクロ波背景放射と宇宙の大規模構造の観測から得られる宇宙論的なデータを用いて、新しい物理の証拠を見いだすことです。現在の研究プロジェクトには、インフレーションモデルの構築、



暗黒エネルギーの正体の発見、重力理論の修正と加速膨張宇宙、空間の余剰次元は何を意味するか、暗黒物質とブラックホールの量子的側面、などがあります。

李微 リー・ウェイ 専門分野:理論物理学

博士研究員

私の研究はstring理論、特にその量子重力の側面に焦点を合わせています。ビッグバンの特異点は別として、ブラックホールは重力と量子物理の間で矛盾とはいえないまでも最も強い食い違いが存在する対象です。それゆえstring理論の持つ力を全面的に検証し解き放つのに最適な舞台を提供してくれます。従って私はstring理論を使ってブラックホールを微視的に理解する方法に興味を持っています。また、最



近3次元量子重力のToyモデルを研究していますが、これにより高次元の量子重力に関して何らかの洞察を得ることを期待しています。

野沢貴也 のざわ・たかや 専門分野:天文学

博士研究員

私は、宇宙初期におけるダスト（固体微粒子）の進化の研究をしています。宇宙空間に存在するダストは、星の光を吸収し熱放射として放出するため、観測から宇宙の進化を考察する際に決定的な影響を及ぼします。私はこれまでに、宇宙初期の超新星爆発時に形成されるダストの組成やサイズ分布、形成量や衝撃波により加熱されたガス中でのダストの破壊効率を明らかにしました。現在は、ダストの形成と破壊の素過程を



整合的に取り扱った初期宇宙におけるダスト進化モデルを構築し、ダストが観測に及ぼす影響を解明しようとしています。

ブライアン・パウエル Brian Powell 専門分野:宇宙論

博士研究員

私の主たる研究対象はインフレーション宇宙論で、観測から得られる帰結と理論的な起源の解明の両方に興味があります。最近のCMB（宇宙マイクロ波背景放射）とLSS（宇宙の大規模構造）のデータを用いて、パラメーターによらない方法でインフレーションのパワースペクトルに制限を与える可能性について研究しました。量子揺らぎを数値的に積分するフローフォーマリズムは、データがスペクトルに対して最も弱い制限を課す



スケールを見極めるための有効な手段です。また、私はパラメーター推定およびモデル選択の両方について、インフラトンポテンシャルに直接ベイジアン解析の方法を応用することにも興味を持っています。

王 凱 ワン・カイ 専門分野:理論物理学

博士研究員

標準模型は数百GeVのエネルギー領域までの豊富な実験事実の説明に、際だった成功を収めています。しかし、標準模型の彼方を示唆するヒントも未だ数多くあります。私達は依然としていくつかの基本的な疑問を解明しなければなりません。例えば、電弱対称性はどのように破られるのか、またヒッグスポソンは存在するのか；理論の基本的スカラー粒子が電弱スケールに存在することが自然であるのはなぜか；暗黒物質は何からつくられるのか；ニュートリノの質量がこんなに小さいのはなぜか、などです。これらの疑問が私の



研究の動機となっています。もうすぐLHCが稼働を開始すれば、TeVスケールの物理を探究する最高の機会が訪れます。私の研究は、LHCの現象論、とりわけ標準模型を超える新しい物理のシグナルに焦点を合わせています。

Our Team