

Kavli IPMU

カブリ アイピーエムユー



第19号
March 2025

新聞

AIとともに宇宙を探る

こんにちは
Kavli IPMU
です。

私の名前は、東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)。2007年10月1日に千葉県柏市に設立されました。ここには世界中からたくさんの研究者が集まっていて、宇宙に関する5つの疑問に取り組んでいます。

- 宇宙はどのように始まったのか？
- 宇宙は何でできているのか？
- 宇宙はどんな運命を迎えるのか？
- 宇宙を支配する法則は何なのか？
- 私たちはなぜこの宇宙に存在するのか？

どれも小さいときに一度は思うような素朴な疑問ですが、答えはまだわかっていません。

たとえば、宇宙のエネルギーのなかで、私たちが知っている物質(水素とか炭素とか)はじつは5%にも満たないことがはっきりしています。残りの27%は得体的に知らない「ダークマター」、さらに摩訶不思議な宇宙の68%を占めるのが「ダークエネルギー」。どちらも名前がついているものの、その正体はまったくわかっていません。いったい、宇宙は何でできているのでしょうか。

これらの疑問にせまるために、Kavli IPMUには数学、物理、天文などの第一線の研究者が集まり、分野を超えて共同研究を行っています。毎日、午後3時になるとティータイムがあります。異なる分野の研究者たちが顔を合わせて、おしゃべりに興じます。仲間と情報交換し、他分野の研究に触れ、思いがけない方向の議論が新しい研究のアイデアにつながります。

そして5つの疑問を解くためには、新しい物の見方を生み出していくことが大事です。頭が柔らかく、ひとつの分野にとらわれない苦力が必要です。このKavli IPMUものしり新聞を読んでくれたあなたが宇宙の超難問に挑戦し、私たちにぎやかなティータイムを過ごす未来が来るのが私の夢です。

東京大学国際高等研究所
カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)
〒277-8583 千葉県柏市柏の葉 5-1-5
HP <https://www.ipmu.jp/ja>
Facebook <https://www.facebook.com/KavliIPMU/>
X(旧 Twitter) @KavliIPMU
Instagram @kavli_ipmu

【問い合わせ先】
TEL 04-7136-4940
FAX 04-7136-4941
MAIL inquiry@ipmu.jp



物理学者になるには、どうすればいい？

好奇心を持ち、たくさんの疑問を持つことです。

宇宙人っていますか？

存在する可能性は非常に高いと思います。

好きな法則や公式は何？

ベイズの定理が好きです。

ある事象が観測されたときに、その背後にある原因(理論モデルの確からしさ)の確率を見つけることができます。

いちばん知りたい宇宙の謎は何ですか？

宇宙の起源とその構成要素を理解したいです。

研究者にならなかったら、何になっていた？

建築家、ジャーナリスト、バレリーナ、弁護士、外科医、消防士、俳優、小説家... どれか一つを選ぶのは難しいです！

統計学とコンピュータープログラミング。

今の研究に役に立っている教科は何？

『Introduction to Cosmology (宇宙論入門)』。

おすすめの教科書は？

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

ドーナツ、アイスクリーム、ピザが好きで、野菜は苦手です。

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

好奇心と集中力です。

自分が研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

好奇心が強すぎるころ。楽しいアイデアに気をとられてしまうことがあります。

QIO
研究者へ10の質問!

物理学者になるには、どうすればいい？

決まった方法はありません！

自然に対する好奇心と多少の努力は必要でしょう。

宇宙人っていますか？

存在すると信じていますが、それがどのような姿をしているかは分かりません。

好きな法則や公式は何？

$S=A/4$
(ベッケンシュタイン=ホーキング・エントロピー)。

いちばん知りたい宇宙の謎は何ですか？

宇宙は加速膨張しているのに、なぜ銀河や星、惑星が形成しうる速度を保つのか？

研究者にならなかったら、何になっていた？

考古学者！

ランダウ=リフシツのシリーズです。

学び始めたころはファインマンの講義が楽しく、一般相対論はイヴォンス・ショケ=ブリュアの本で学びました。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

日本のカレーの作り方を学び、とても気に入っています。お好み焼きは苦手です...

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

頑固さと好奇心。

自分が研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

せっかちさ。

物理学、数学、心理学。

おすすめの教科書は？

QIO
研究者へ10の質問!

Jia Liu

じあ・りう ● Kavli IPMU 特任准教授。2023年に新設された「データ駆動型探究センター (CD3)」の初代所長。専門は理論数値計算宇宙論と観測的宇宙論。宇宙マイクロ波背景放射と銀河の宇宙観測と最先端の数値シミュレーションを組み合わせて、基礎物理学を解明する研究をしている。

Leander Thiele

りあんだ・ていれ ● Kavli IPMU 特任助教。データ駆動型探究センター (CD3) 特任助教。専門は、天体物理学。後期宇宙の非線形の側面や銀河-ハロー結合の研究をしている。宇宙論における機械学習の応用を解釈可能なモデルへと高められるよう努めている。



第19号
March 2025

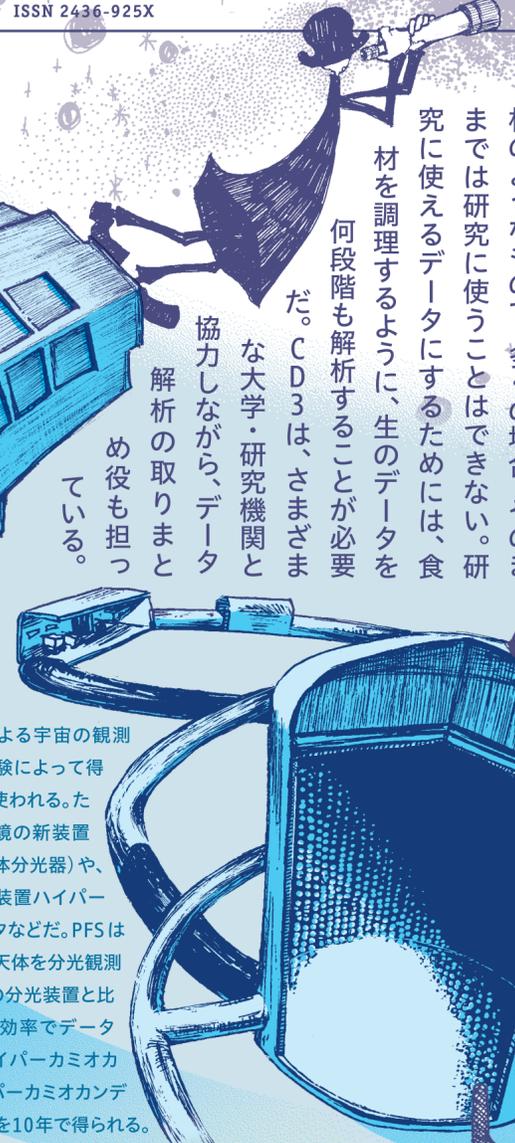
2025年3月30日発行
発行所 東京大学国際高等研究所
カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)
〒277-8583
千葉県柏市柏の葉5-1-5
電話 04-7136-4940
FAX 04-7136-4941
https://www.ipmu.jp/ja

天

文学や物理学の分野では、さまざまな観測プロジェクトが進行・計画中で、今後、従来より桁違いに膨大なデータが取得されるようになると思われる。そんな時代に対応するために Kavli IPMU が2023年に設立したのがデータ駆動型探索センター(CD3)だ。CD3では、膨大なデータを機械学習、AIを活用しつつ解析、研究を進めている。

たとえば物理学の研究には大きく二つの方法がある。一つはアインシュタインの相対性理論のように、基本法則から出発して理論を構築していく方法。もう一つは観測や実験のデータに基づいて理論を作っていく方法だ。「データ駆動型研究」とは、後者のアプローチによる研究のことをいう。

望遠鏡などの観測データは、食材のようなもので、多くの場合、そのままでは研究に使うことはできない。研究に使えるデータにするためには、食材を調理するように、生のデータを何段階も解析することが必要だ。CD3は、さまざまな大学・研究機関と協力しながら、データ解析の取りまとめ役も担っている。



研究には、望遠鏡による宇宙の観測データや、素粒子実験によって得られるデータなどが使われる。たとえば、すばる望遠鏡の新装置PFS(超広視野多天体分光器)や、ニュートリノの観測装置ハイパーカミオカンデのデータなどだ。PFSは一度に最大約2400天体を分光観測できる装置で、従来の分光装置と比べて1000倍以上の効率でデータを得られる。またハイパーカミオカンデは、現行のスーパーカミオカンデの100年分のデータを10年で得られる。そのほかさまざまな観測や実験によって得られる膨大なデータが利用される。

データ

シミュレーション

AIとともに宇宙を探る

得られた大量のデータや物理理論をもとに、宇宙を再現するための計算をコンピューターで行う。さまざまな値を仮定しながら計算を進め、現実の宇宙と同じような姿になるものを探していくのだ。現実の宇宙と同じ結果が出れば、仮定した値が正しいと考える。素粒子実験でも同様に、データや理論をもとに素粒子がどのような反応をするのかをコンピューターで計算して再現し、実際の実験データと比べていく。

「宇宙論だけではなく、素粒子実験についても貢献していきたい」とジアさんは語る。CD3では、ニュートリノという素粒子についても調べる予定だ。宇宙観測や素粒子実験のデータを組み合わせると、ニュートリノ振動の物理や質量がわかる。それらから正体不明のダークエネルギーや消えた反物質の謎、宇宙に存在する力の統一理論など、宇宙や物理のさまざまな問題に迫ることができるのだ。

AI、機械学習

2024年のノーベル物理学賞は物理学のツールを利用して機械学習の基礎を築いた研究者に、同じく化学賞はタンパク質の構造などを予測するAIを開発した研究者に贈られた。機械学習はAIの技術の一つで、コンピューターが読み込んだ大量のデータからそこに潜むルールや関係性を自ら学習する技術のことだ。近年ではさまざまな研究分野でAIや機械学習の活用が進んでおり、天文学や物理学の研究も例外ではない。たとえば天文観測や素粒子実験では近年、装置の進歩も相まって大量のデータが得られるようになってきた。今後はさらに桁違いのデータが得られる予定だ。それらは人の手で解析できる量ではなく、機械学習の活用が必要になってくる。

共同研究

AIや機械学習の分野の進歩のスピードは速く、教科書を読むような勉強の仕方では追いつけない。CD3では共同コーディングセッション(ハッカソン)などを開催し、他の研究者とつながりつつ新たなアイデアをつねに追求している。

- 宇宙インフレーション**
- ニュートリノ振動**
- ダークエネルギー**

宇宙には普通の物質は全体の約5%しかないと考えられている。残りは今のところ正体不明のダークマターやダークエネルギーだ。ダークエネルギーは後期宇宙の加速膨張を引き起こしている謎のエネルギーだ。

宇宙の誕生は約138億年前といわれている。宇宙は、誕生直後「インフレーション」と呼ばれる急激な加速膨張を経て、超高温・超高密度の「熱い火の玉宇宙」になったと考えられている。

ニュートリノが飛んでいる途中で別の種類のニュートリノに入れ替わる現象を「ニュートリノ振動」という。ニュートリノ振動の研究は、宇宙には反物質より物質の方が多いのなぜか、という謎の解明につながる可能性がある。

サイエンス