

カブリ アイビーエムユー

Kavli IPMU

もの

第 18 号
October 2024

ブラックホールは

いつできたか

新聞

こんにちは
カブリ
アイビーエムユー
です。

Hello, we're Kavli IPMU

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(水素とか炭素とかです)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」。どちらも名前についてはいるものの、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れない若い力が必要です。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、私たちと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？

映画館に行って映画を見ること。研究の仕事は映画作りによく似ていると思うのです。

宇宙人っていますか？

もちろんいます。宇宙人がこの宇宙のことをどのように理解しているか、聞いてみたいものです。

好きな物理定数は何？

プランク定数
一言では説明できないから。

おすすめの教科書は？

山本義隆先生の『新・物理入門』。

他分野の研究をどのくらい知っていますか？

宇宙論は多くの分野と密接に関係した学問なので、いろんなことを勉強しましたが、記憶力が悪いのと頭の回転が鈍いのでなかなか気の利いたコメントができず、悩めるものがあります。

もっと勉強しておけば良かったと思う教科書は何？

歴史と地理。大学入試では暗記科目なので、ちょっと無理ですが。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

うなぎと鮎とメロン。嫌いなのはぶた肉の脂身。

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

粘り強いこと、細かいことを気にすること。

自分が研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

陰キャなこと。

研究者にならなかったら、何になっていた？

中学と高校の教員になっていたと思います。

QIO
研究者へ10の質問！

横山 順一

物理学者になるには、どうすればいい？

ファインマンが言ったように、「黙って計算しなさい」と。

宇宙人っていますか？

はい。

どの数式が一番好きですか？

ユーシーの積分公式。

おすすめの教科書は？

デイヴィッド・J・グリフィス著の電気力学と量子力学に関する物理学の教科書。

他分野の研究をどのくらい知っていますか？

高エネルギー理論の分野、特にAdS/CFTと散乱振幅に精通しようとしています。

もっと勉強しておけば良かったと思う教科書は何？

高校生の時から日本語を勉強しておけばよかったです。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

エビフライが好きで、生の食べ物全般が嫌いです。

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

懐疑的なところ。

自分が研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

完璧主義者であること。

政治・国際関係アナリスト。

QIO
研究者へ10の質問！

Jason Kristiano

よこやま・じゅんいち ● Kavli IPMU 機構長兼東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター長。理論に基づいて宇宙の創生と初期宇宙の諸現象を明らかにするトップダウン型手法と、観測データから宇宙の進化を逆算するボトムアップ型のアプローチを併用し、宇宙進化史の総合的な解明を目指している。

ジェイソン・クリスティアノ ● 博士課程学生。東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター所属。理論宇宙論を専門とし、宇宙のインフレーション期に生成される量子ゆらぎをはじめ、宇宙の最初期の構造進化に関する研究を行っている。

Kavli
IPMU

カブリ
アイビーエムユー

ものしり 新聞

第18号

October 2024

2024年10月10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



K

avli IPMUの研究者による「原始ブラックホール」に関する研究が、関係者の間でセンセー

ションを巻き起こしているという。大学院生のクリスティアーノさんと機構長の横山さんによる研究だ。原始ブラックホールとは、大質量星の進化の末にできるブラックホールとは異なり、宇宙初期に形成されると考えられているブラックホールのことだ。

宇宙は誕生直後、インフレーションと呼ば

らぎがもとになって形成されると考えられている。

これまで、インフレーションのこの量子論的な小さなゆらぎのふるまいは、宇宙背景放射のゆらぎに

はほとんど影響しないと思われていた。しかしクリスティアーノさん

ブラックホールは いつできたか

れる急膨張をへて、高温・高密度のビッグバン宇宙となった。ビッグバンの名残りは現在、宇宙背景放射として観測されている。宇宙背景放射の温度のゆらぎは、初期宇宙の密度のゆらぎに対応したものだ。宇宙背景放射のゆらぎは10万分の1ほどの凹凸しかない。

現在、宇宙背景放射のわずかなゆらぎを説明しつつ、かつ原始ブラックホールを作ることができるインフレーションモデルの研究が盛んに進められている。それによると原始ブラックホールは、インフレーションの

非常に小さな量子論的なゆらぎに仕込まれていた

ら、量子論的なゆらぎのぶつかり合う効果を考慮に入れて計算したところ、思ったより影響が大きいことが判明した。研究結果を当てはめると、モデルから導き出される宇宙背景放射の波の高さが観測事実より大きくなってしまう。一方、モデルを観測事実に合わせてしまうと、必要な数の原始ブラックホールが形成されなくなる。理論の見直しが必要で、原始ブラックホール自体が実際には形成されない可能性さえ出てきたのだ。

これまでの常識

宇宙背景放射

宇宙誕生の38万年後ごろまで、宇宙には原子核と電子がばらばらに存在し、電子にじゃまされて光は直進できなかった。宇宙誕生38万年後までに、自由に飛び交う電子が原子核に捕まって水素原子やヘリウム原子ができたことで光が直進できるようになった。そのころの光が現在、宇宙背景放射として観測されている。宇宙背景放射の温度はほぼ一様で2.725Kだが、2.725Kからの差が10万分の1ほどの温度ゆらぎが存在する。10万分の1をたとえていうと、水深100mの海の表面に1mmの波があるようなものだ。その温度ゆらぎは密度のゆらぎに対応している。わずかに密度の高いところは重力もわずかに強く、そこに物質やダークマターが集まってくることで星や銀河などの宇宙の構造が形成された。

「モデル」とは？

インフレーション理論にはさまざまなモデルが存在する。下のグラフは、インフレーションモデルの一例を示した模式図で、インフレーションを引き起こす位置エネルギーの変化を表している。インフレーション理論で「モデル」を作ることとは、単純化すれば多項式によってこのようなグラフの形をデザインすることだ。そのデザインしだいで、原始ブラックホールを形成できるモデルを作ることができる。



企画：Kavli IPMU 広報 デザイン：河原デザイン事務所 文：岡本典明 イラスト：coca
写真：大野真人 制作：株式会社 Gakken

今回の研究では…

大きな波

宇宙背景放射

小さな波

ビッグバン

原始ブラックホール

原始ブラックホールは なぜ注目？

原始ブラックホールは、2つの面で注目を浴びている。一つは重力波の観測だ。2015年にアメリカの重力波検出装置LIGOで初めて観測されて以来、ブラックホール同士の合体が起源とみられる重力波が数多く観測されてきた。それらのブラックホールのなかには、太陽の数十倍もの質量をもつものもある。そのような大質量のブラックホールは原始ブラックホールではないかとも考えられているのだ。もう一つは、存在することはわかっているが正体不明のダークマター（暗黒物質）の候補としてだ。ダークマターは何らかの素粒子である可能性がある一方、原始ブラックホールも候補の一つとなっている。LIGOによる重力波の発見以降、原始ブラックホールの研究がさかに行われるようになってきた。

Kavli IPMUは数学、物理学、天文学で宇宙の謎を研究している東京大学にある研究所です。