



第18号
October 2024

新聞 ブラックホールは いつできたか

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?

だれもが小さいときに一度は思うような素朴な疑問ですが、答えはまだわかつていません。

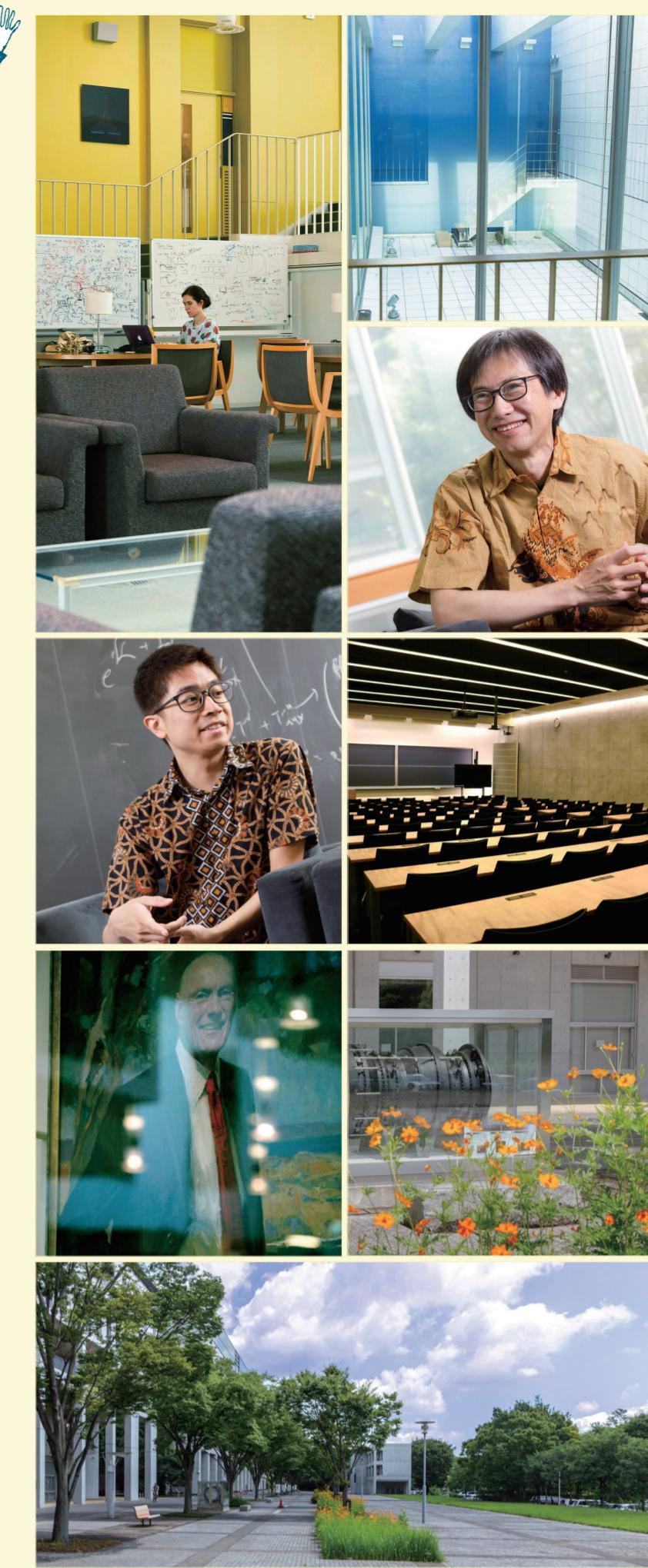
たとえば、宇宙のエネルギーのなかで、私たちが知っている物質(水素とか炭素とか)ははじつは5%にも満たないことがはつきりしています。残りの27%は得体の知れない「ダークマター」、さらに摩訶不思議な宇宙の68%を占めるのが「ダークエネルギー」。どちらも名前はついているものの、その正体はまったくわかつていません。いったい、宇宙は何でできているのでしょうか。

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、私たちと一緒にぎやかなティータイムを過ごす未来が来ることが私の夢です。

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



QIO 研究者へ10の質問!

山本義隆先生の『新・物理入門』。

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。

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、記憶力が悪いと頭の回転が鈍いのでなかなか氣の利いたコメントができず、忸怩たるものがあります。

历史と地理。
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。

政治・国際関係アナリスト。

横山順一

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?
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?
ヨーシーの積分公式。

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。

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?
懐疑的なところです。

自分が研究者にならなかったら、何になっていた?
完璧主義者であること。

横山順一

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。

Jason Kristiano

Kavli IPMU 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

a v l i I P M U 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れており、宇宙初期に形成されると考えられ

らぎがもとになつ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ろ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

いつできたか ブラックホールは

これまでの常識

現在、宇宙背景放射のわずかなゆらぎを測定される温度のゆらぎは、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

らぎがもとになつて形成されると考えられている。

宇宙背景放射

宇宙誕生まで、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、電子にじや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をたとえようと、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。そのデザインしたいで、原始ブラックホールを作ることができるモデルを作ることができる。



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してきた。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ながら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んに行われるようになってきた。