



第17号
March 2024

空間のレシピを描く

新聞

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



Q10 研究者へ10の質問!

まずは数学の大学院に進学して最先端の研究に触れることです。

宇宙人っていますか?

毎日会っています。

好きな数式は何?

最近は今研究で使っている、古典群のべき零軌道に対応するヤング図形です。

あなたを図形や記号にたとえると何?

えびら 筋多様体です。

他分野の研究をどのくらい知っていますか?

物理におけるゲージ理論の研究をある程度フォローしていますが、他分野と言えるかという微妙です。

研究者にならなかったら、何になっていた?

ソフトウェアエンジニアかな?

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

研究以外のことでもできること。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何?

両方お酒です。嫌いなのは、飲み過ぎるから。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

他人と違うことをしたいと思うところ。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

研究以外のことでもできること。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何?

好きな食べ物は、ビスケット、チョコレート、ラーメン、寿司。嫌いなものは、特にありません。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

集中力。自然に対する好奇心。

自分研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何?

好きな食べ物は、ビスケット、チョコレート、ラーメン、寿司。嫌いなものは、特にありません。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

集中力。自然に対する好奇心。

自分研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

中島 啓

なかじま・ひらく ● Kavli IPMU 教授。専門は幾何学的表現論。理論物理学に起源を持つゲージ理論の数学的なアプローチと、その表現論への応用が中心テーマ。特に、ゲージ理論に現れるさまざまなモジュライ空間のホモロジー群を幾何学的表現論とよばれる手法を用いて研究している。2023年から国際数学連合の総裁を務める。

Q10 研究者へ10の質問!

物理学者になるには、どうすればいい?

論文を読んで、じっくり考えることが一番だと思います。

宇宙人っていますか?

はい、いると思います。

好きな物理定数は何?

ヤコビの三重積公式。この数式は、数学の基本原則の1つである「同じものを異なる視点から見る」ことをよく表しています。

あなたを図形や記号にたとえると何?

わかりません...

研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

集中力。自然に対する好奇心。

自分研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

集中力。自然に対する好奇心。

自分研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

自分研究者に向いていると思うのは、どこか?

集中力。自然に対する好奇心。

自分研究者にならなかったら、何になっていた?

エンジニアかコンピュータープログラマー。

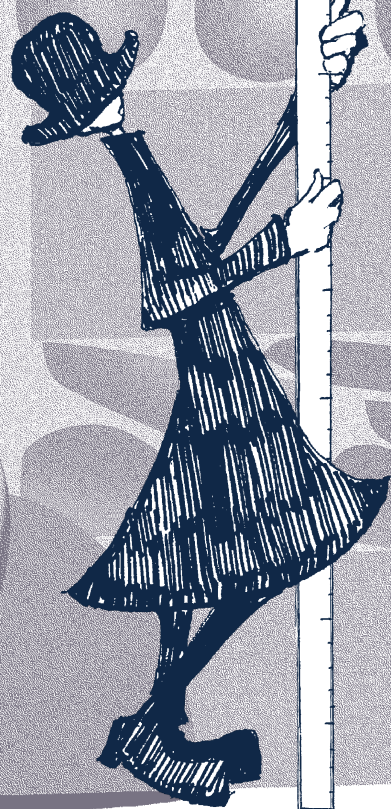
コミュニケーションスキルの欠如。同僚とのコミュニケーションに苦労することがあります。

じょう・いへお ● Kavli IPMU 特任研究員。専門は数理物理学。現在は共形場理論や可積分モデルなど、場の量子論における代数的構造を研究中。物理学、幾何学、そして表現論の間の境界領域に焦点をあてた研究を行っている。

周 业 浩

数学者の「空間」

数学では、取り扱う図形のことを「空間」と総称する。私たちが住んでいる一般的な意味での空間も、その図形の一つの例だ。私たちが住む空間よりずっと複雑な図形も「空間」と呼ぶ。



「真空」というと何も無い空っぽな空間を思い浮かべるかもしれない。しかし物理

空間のレシピを描く

するために考えられたものだ。その理論では、エネルギーが高い状態から低い状態まで非常に大きな空間を取り扱う。

現できる。「数学と物理学の神秘的な結びつき」と語るKavli IPMUの数理論物理学者、周業浩さんもその一人で中島さんとよく議論しているという。レシピを描いたことで、これまではっきりとしていなかったクローン枝と「ビッグス枝」との関連も見えてきた。これがまた数学的にとっても面白いと中島さん。近年、多くの研究者の関心が集まる分野だ。

いたようなもの。そう語るのは、Kavli IPMUの数学者、中島啓さんだ。中島さんが描いたのは、ゲージ理論という物理学の理論にある材料をもとに「クローン枝」という料理をつくるためのレシピである。

学では、真空とは最もエネルギーの低い状態と説明される。さらに真空は複雑な構造をしており、その中にクローン枝などの空間がたくさん存在している。

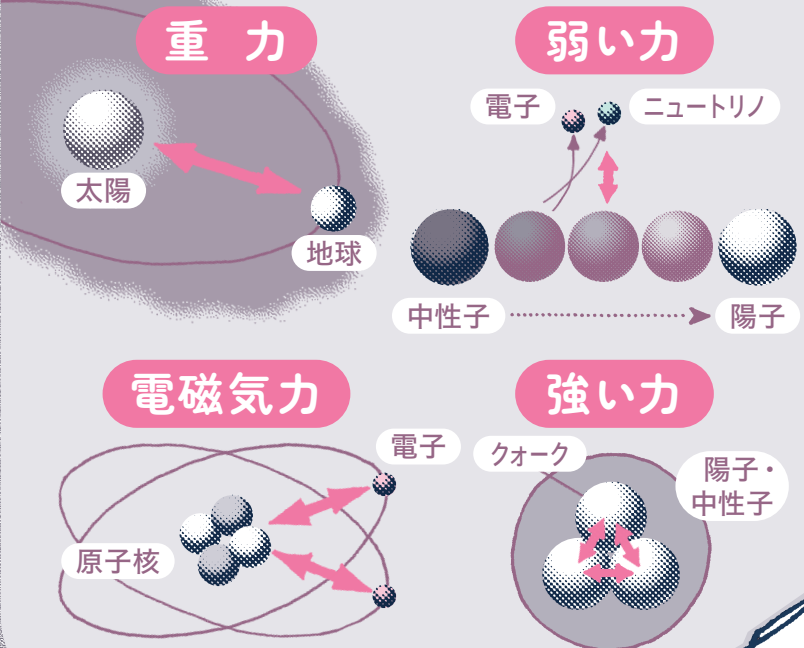
学的にどう定義したらよいのかを見出した。上手な人ならレシピがなくても、料理をつくることができる。だがレシピがあれば、多くの人が再

「料理にたとえるとレシピを描

ゲージ理論

素粒子にはたらく力を記述するための理論。宇宙には「重力」「電磁気力」「弱い力」「強い力」という四つの力が存在している。物理学の「標準理論」は、それらのうち電磁気力と弱い力、強い力についての理論を統一的にゲージ理論のことで表したものだ。もともと、ゲージ理論には数学の表現論が使われており、両者は密接な関係にある。表現論のツールを使うと、ゲージ理論に出てくる「分配関数」という概念が計算できる例が多くあり、現在、周さんはそのような構造に興味をもって研究を進めているという。

【ものにはたらく力】



表現論

数学では、あるものを行列で表すことを「表現」と呼ぶ。表現論は、あるものを行列でどのように表すことができるのかを考えたり、複数の表し方があったときにその間にどのような関係があるのかを調べたりする数学の分野だ。行列は数が長方形に並んでいるもので、数学の中では具体的な対象であるとみなされ、扱いやすい。その一方で、行列ではABとBAのような掛ける順番によって答えが異なり、扱いが難しい。中島さんが扱うのは、行列を幾何学的手法を用いて扱って「表現」を構成する幾何学的表現論と呼ばれる分野で、20世紀の後半に大きく発展した。



第17号
March 2024
2024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