



第 7 号
 September 2019

宇宙の過去と未来
 を見通す

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(水素とか炭素とかです)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%は得体的に「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時になると全員参加のティータイムが始まります。異なる分野の研究者たちが顔を合わせて、おいしいお茶とパンを口にしながら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、私たちにぎやかなティータイムを過ごす未来が私の夢です。

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 <http://www.ipmu.jp/ja>
 Facebook <https://www.facebook.com/KavliIPMU/>
 Twitter @KavliIPMU

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



天文学者になるには、どうすればいい？

全部です。学校の勉強に無駄なものもなかったと思います。

おすすめの教科書は？

最近出た教科書ですが“Modern Classical Physics” (Thorne & Blandford)。

1500ページ以上あって分厚いので筋トレにもなります。

もっと勉強しておけば良かったと思う教科書は何？

英語です。英語が苦手だったのが理系に進んだ理由の一つだったので、大きな間違いであることが後に判明しました。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

好きな食べ物は多すぎて選べません。嫌いな食べ物は特にないです。

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

飽きっぽいところです。

研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

飽きっぽいところです。

天文学者になるには、どうすればいい？

いろいろな学んで、それを「自分の頭で考える」ことが大事なと思います。

宇宙人っていますか？

間違いなくいるとは思いますが、自分が生きている間に会えるとはあまり思いません。

自分を天体や天文現象にたとえると、何？

あまり目立たないという意味で「ダークマター」でしょうか。

他分野の研究をどのくらい知っていますか？

職場に違う研究をしている人が多いので天文学や宇宙物理の話題は幅広く学んでいます。

また、最近はデータサイエンスの話も聞く機会が多く、勉強しています。

Q10
 研究者へ
 10の質問!

大栗真宗

おおくり・まさむね ● Kavli IPMU 准科学的研究員。東京大学ビッグバン宇宙国際研究センター助教。専門は宇宙論、宇宙物理。ダークマター、ダークエネルギー、重力レンズに関係したものならなんでも研究している。日本天文学会 第23回 (2018年度) 林忠四郎賞受賞。

天文学は幅広いので、特に興味のある分野を考えてみてください。

基本的な物理や数学はどの分野でも必要ですが、宇宙の誕生に興味があれば素粒子物理、大規模な観測データを扱うなら統計学、太陽系外惑星の研究なら生物学との関わりが深く、分野によって学ぶべきことが変わってきます。

宇宙人っていますか？

いると思いますが、出会う確率はとても低いのではないのでしょうか。

生命進化に適した星は限られているうえ、他の星に宇宙人がいるかもしれないと考えられるレベルまで人類が成熟したのは、宇宙138億年の歴史に比べればごく最近のことだからです。

自分を天体や天文現象にたとえると、何？

ニュートリノ。とらえどころのないところが似ているかも。

他分野の研究をどのくらい知っていますか？

コロキウムや一般講演会で話を聞くことで、他の分野の研究の概要を知ることができます。

研究に直接役立つのは物理、数学。

ただ、論文やセミナーなど海外の研究者とのコミュニケーションに英語や国語力が欠かせないです。

今の研究の役に立っている教科書は何？

松原隆彦先生の『現代宇宙論——時空と物質の共進化』(東京大学出版会)と佐藤彦彦先生の『相対性理論』(岩波基礎物理シリーズ)です。

もっと勉強しておけば良かったと思う教科書は何？

詩。学生のころは全く理解できませんでしたが、以前は納豆が嫌いでしたが、今は毎日食べています。

好きな食べ物と嫌いな食べ物は何？

好きな食べ物は麺料理。特に沖縄ソバやベトナム料理やフォー。嫌いな食べ物は今はなし。以前は納豆が嫌いでしたが、今は毎日食べています。

自分が研究者に向いていると思うのは、どんなところ？

気になることは最後まで徹底的に調べるところ。

研究者に向いていないと思うのは、どんなところ？

気になることがあると集中してしまって、他のことが停滞してしまうところ。

Q10
 研究者へ
 10の質問!

日影千秋

ひかげ・ちあき ● Kavli IPMU 特任准教授。専門は宇宙物理学、特に宇宙論。宇宙マイクロ波背景放射や遠方銀河の観測データをもとに、宇宙の始まりやダークマター、ダークエネルギーの正体を探る研究を行っている。



第7号
September 2019

2019年9月27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
http://www.ipmu.jp/ja



宇宙の過去と未来を見通す

宇宙にはダークマターやダークエネルギーといった、正体不明の謎の物質やエネルギーが存在する。Kavli IPMUの大栗さんと日影さんは、すばる望遠鏡のデータをもとにダークマ

ターの分布地図を作り、宇宙の構造がどのように進化してきたのかを解析することで、ダークマターとダークエネルギーの謎に迫る研究を進めている。ダークマターは望遠鏡で見えることはできないが、まわりに重力を及ぼす。光は重力によって曲がるので、遠くの銀河と地球の間にダークマターがあれば、その重力によって銀河の形がわずかにゆがんで見える。そのゆがみを検出することで、ダークマターの濃い薄いという密度の分布、すなわち宇宙の構造を推定することができる。宇宙の構造は、時間とともに変化する。今回、

グーだ。ダークマターは重力を及ぼすので、宇宙の構造を成長させる方向にはたらくが、ダークエネルギーは空間を膨張させるので、構造の成長をおさえる方向にはたらく。そのため時代ごとの宇宙の構造は、そのせめぎ合いによって決まる。ダークエネルギーの勢いが強すぎると、宇宙はやがて原子までもがバラバラになってしまう(「ビッグリップ」と呼ばれる)。今後少なくとも1400億年はビッグリップが起きないことがわかったという。今回の研究に使われた観測データは、全観測計画の11%ほど。今後さらに解析を続ける予定だ。

ダークマターの3次元地図

大栗さんは、観測した1000万個の銀河を距離ごとに解析することで、奥行き方向も含めてダークマターがどのように分布しているのかを示す3次元地図を作った。地図を見ると、ダークマターの密度の濃淡の差は、遠くの宇宙よりも近くの宇宙のほうが大きい。光の速度が有限なため、遠い宇宙を見ることは昔の宇宙を見ることと同じだ。つまり昔に比べて今に近い時代のほうが、ダークマターの濃淡の差が大きくなっているのだ。

日影さんらは宇宙の構造を解析し、ダークマターの構造が時間の経過とともにどのように成長してきたかを調べ、構造の成長度合いを示す値を誤差3.6%という高精度で測定することに成功した。

一方、ダークエネルギーは、宇宙膨張を加速させているエネルギー

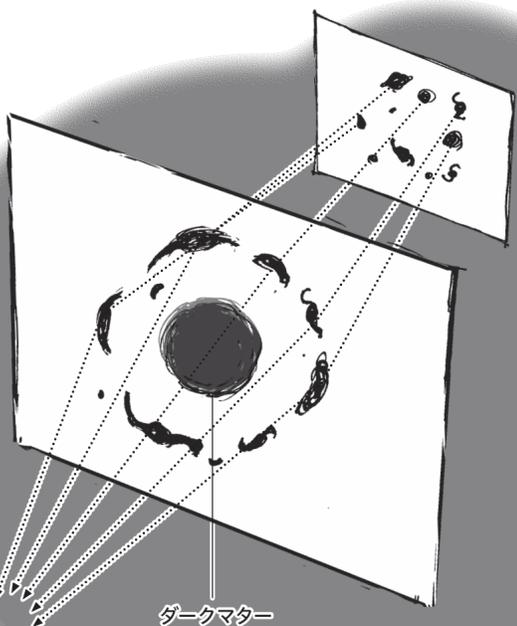
ダークマターについては本紙の第1号でも紹介しています。第1号はこちら。



せめぎ合う

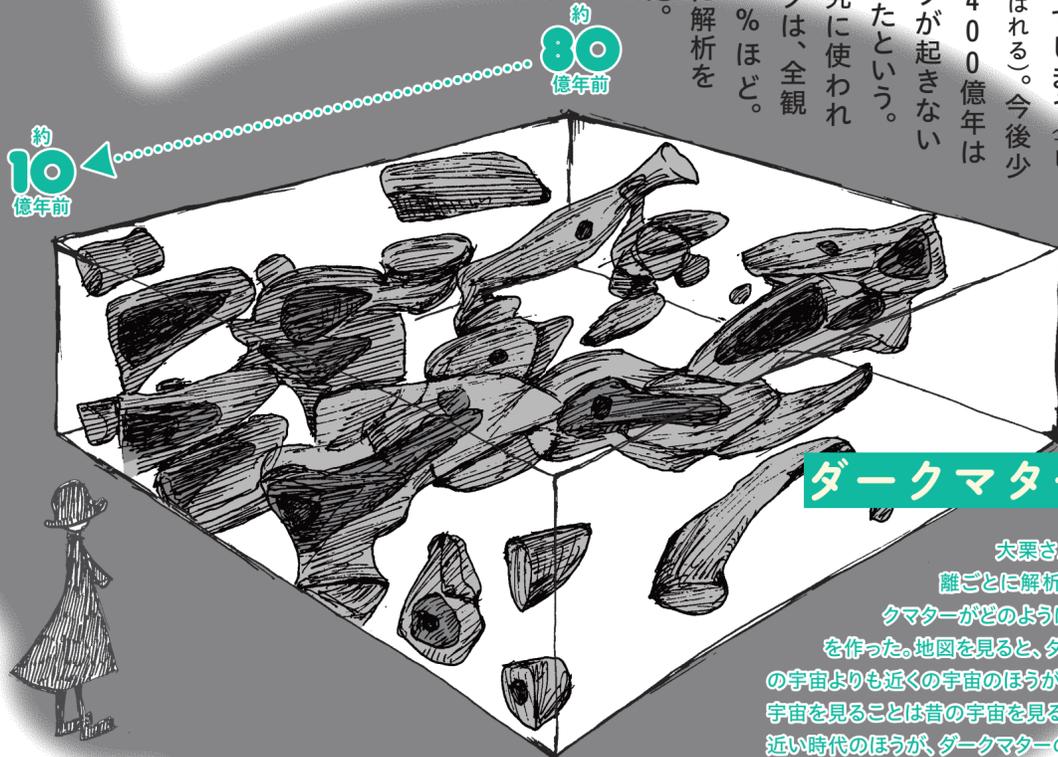
ダークマターとダークエネルギー

宇宙が誕生したころ、ダークマターの密度の濃淡の差は非常に小さかった。わずかに密度の高いところには、その重力に引き寄せられてまわりから物質が集まってくる。そのため時間が経つにつれて、ダークマターの濃淡の差は大きくなっていくことになる。一方で、ダークエネルギーは空間を膨張させるので、ダークマターの濃淡の差を小さくする方向にはたらく。宇宙の構造は、ダークマターとダークエネルギーのせめぎ合いによって決まっているのだ。



重力レンズ

重力によって光が曲がる現象を「重力レンズ」という。遠くの銀河と地球との間にダークマターがあれば、ダークマターの重力によって銀河の形がわずかにゆがんで見える。逆に銀河のゆがみを検出できれば、ダークマターの存在を推定できる。研究に利用した重力レンズは、1つの銀河を見ただけでは、ゆがんでいるのかどうか分からないほどの弱いものだった。そこで大量の銀河を観測して、統計的に処理することでゆがみを見出した。今回の研究で調べた銀河の数は1000万個に及ぶ。



約10億年前

約80億年前