



▶▶ 先端基礎物理学研究所

# 私たちはどこから来たか。答えは宇宙にある？

世界の成り立ちをたどると、日常的な直感では理解できないさまざまな事象に突き当たる。現代の物理学はその謎にどこまで迫れるのだろうか。

構成=福永一彦 写真=小林大介

## 宇宙の起源の解明には素粒子論が欠かせない

この世界の最終理論を素粒子論の研究で見つけたい

先進理工学部 物理学科 安倍博之 教授

あべ・ひろゆき 1975年生まれ。広島大学理学部物理学科卒。2003年同大学院理学研究科物理学専攻博士課程後期修了。博士(理学)。15年から現職。専門は素粒子理論。



安倍博之教授 先日、高校生に、物理学の観点で私たちの世界はどのように始まったのか、これからどうなっていくのかという話をする機会がありました。時間が足りなくて、宇宙の始まりを説明する前に終わってしまいました。

寄田浩平教授 宇宙の始まりは何かと聞くと、多くの人は「ビッグバン」だと答える。ただそこで思考停止して、ビッグバンとはどういう状態か、その前はどうかだったのかまではあまり考えません。

安倍 いままでの観測でわかっているのは、宇宙は膨張しているということ。つまり大昔はもっと小さくて、全宇宙のエネルギーがものすごく小さい領域に集中し

ていた。日常的な感覚とはまったく違うことが起きていたはず。そこで成り立つ物理法則は、一般相対性理論と、ミクロの世界を記述する素粒子論を導入しないと説明できません。

寄田 素粒子は物質の最小単位とされますが、実験が追いつかず理論先行の時期が続きましたね。

安倍 ところが宇宙がある凝縮した一点から始まったとすると、そ

の前がどうだったのかを理論でも予言することができません。私のような理論家は、その謎を解明するさらに統一的な理論の構築をめざしています。

寄田 現在、CERN(欧州合同素粒子原子核研究機構)のLHC(大型ハドロン衝突型加速器)で行われている素粒子実験では、その統一的な理論を解釈するための物理現象をどうえようとしています。

私の研究室は、この実験に参加しており、ヒッグス粒子の検証や暗黒物質の探索などを行っています。暗黒物質とは、宇宙空間に存在する謎の物質で、素粒子と宇宙をつなげる鍵になる粒子なのですが、まだ世界でも直接検出された例はありません。私たちはCERNでの実験と並行して、超高感度のアルゴン検出器で宇宙空間に漂う暗黒物質をとらえ、大昔の宇宙の情報を得る実験もしています。

## 宇宙で観測されるガンマ線は医療にも活用できる



先進理工学部 応用物理学科 片岡 淳 教授

かたおか・じゅん 1972年生まれ。95年東京大学理学部物理学科卒。2000年同大学院理学系研究科博士課程修了。博士(理学)。14年から現職。専門は高エネルギー宇宙物理、医学物理、放射線検出器開発など。

研究成果が医療、産業と多方面で生きてきます。

青木 人工衛星に載せる装置と医療機器の開発者が同じ人だとは思わないですよ。私も量子光学とは違う分野で使われる光デバイスを設計開発してきましたが、最近になって原子や光子1個の観察や操作までできるようになりました。

現時点では世界トップレベルの性能なので、量子コンピュータや量子通信、量子暗号の分野での活用が期待されています。

片岡 専門分野を突き詰めるほど見える範囲は狭くなってしまおうので、そこに閉じこもらずに外に目を向けることが大切ですね。宇宙物理の特殊な用途に思えても、じつは汎用性の高い技術が生きていることが多い。他分野の技術を過不足なく取り入れ、逆に宇宙が進んでいく部分は他分野に気前よく展開する姿勢が、科学全体の底上げにつながると思います。

寄田 そうですね。一般相対性理論で予言されていた重力波の直接観測を成功させたチームがノーベル物理学賞(2017年)を受賞しましたが、あれも宇宙観測に量子光学の手法を取り入れたら新しい

## いまの技術は原子や光子を一つずつ操作できる



先進理工学部 応用物理学科 青木隆朗 教授

あおき・たかお 1974年生まれ。東京大学工学部物理学科卒。2001年同大学院工学系研究科物理学専攻博士課程修了。博士(工学)。14年から現職。専門はナノフォトニクスデバイスを用いた量子光学など。

いものが見えたという例ですね。青木 重力波を検出したレーザー干渉計は、完全に私の専門である量子光学の研究成果の応用です。

安倍 最近、素粒子論の未来予想図は塗り替えられつつあります。

私は世界の成り立ちを解明する「最終理論を知りたい」一心で研究してきましたが、ほかの領域にも視野を広げておかないと。

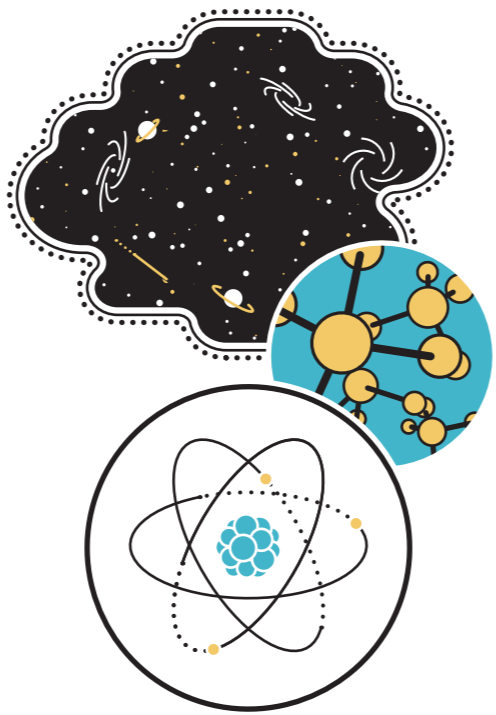
青木 実験技術の進歩にも、安倍先生のような理論家の協力が不可欠ですよ。いろんな理論的な仮説があれば、それをどういう実験で検証するかを考えることができるようになります。

寄田 「先端基礎物理学研究所」のコンセプトは「階層を超えた最先

端物理学」で、物理学の横のつながりも工学とのつながりもあり、新しい発見が期待できます。知ること、知ろうとすること自体に興味があることを、純粋科学を通じて改めて考える場にしたい。人類は、役立つものを作って便利になれば幸せになれるというわけではない。産業に寄与したくないという意味ではないですよ(笑)。

片岡 確かに知的好奇心を満たすためだけに研究することがあってもいい。この世がどうしてこうなっているのかを、いろんな側面から光を当てて探るのが、この研究所でやりたいことのひとつです。

寄田 実験物理学の人間は、どの論文にも書かれていない粒子を見つけたのが一番うれいんです。安倍 これだけ考えたのに、自然界はさらにその先を行っていた。寄田 自分で考えて知ることによる感動を、基礎科学の研究を通じて伝えたいですね。



青木隆朗教授 私が研究している量子光学は、同じミクロの世界でも素粒子よりは大きい原子と光子が相互作用する世界ですが、我々がいるマクロの世界では考えられない不思議なことが起きています。こうしたミクロの世界と私たちが知っているマクロの世界の境目はどこにあるのか、何がその違いをもたらすのかは謎のままです。

ルギー宇宙物理が専門で、人工衛星を使って素粒子や原子核が出すガンマ線を探る装置を開発しています。たとえば、超新星爆発で生じる核ガンマ線は重要なテーマですが、実は同じ核ガンマ線が、次世代医療のカギとして注目されています。つまり、ひとつの装置を開発すると、どちらの未来にも貢献できるのです。所属している応用物理学科は工学寄り、物理の

## 素粒子と宇宙の双方から暗黒物質の謎に挑む!

先進理工学部 物理学科 寄田浩平 教授

よした・こうへい 1976年生まれ。早稲田大学理工学部応用物理学科卒。2005年同大学院理工学研究科物理学及応用物理学専攻博士後期課程修了。博士(理学)。16年から現職。専門は高エネルギー素粒子実験、暗黒物質探索実験など。



## 知ることに意味がある。それが純粋科学