

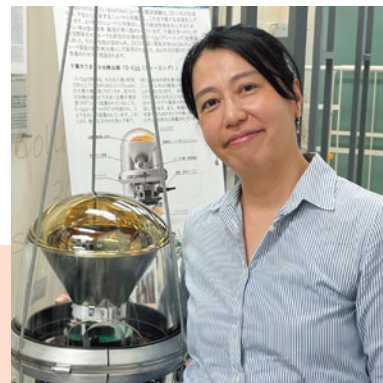
# 独創の原点

私の「特別研究員・海外特別研究員」時代

## 特別研究員-RPDの 自由な研究環境で 育児中に大発見！

石原安野 ハドロン宇宙国際研究センター  
千葉大学 大学院理学研究院 教授

高感度の新型光検出器D-Eggとともに



いしはら・あや

1974年生まれ。Ph.D.(物理学)米国テキサス大学大学院博士課程修了。2010年4月～13年3月、特別研究員-RPD。米国ウィスコンシン大学ポスドク、千葉大学ポスドク、千葉大学准教授を経て、2019年より現職。2017年猿橋賞、2019年仁科記念賞を受賞。

石原安野先生は、特別研究員-RPDの採用期間中に南極点にある観測施設IceCube(アイスクューブ)のデータから世界で初めて超高エネルギー宇宙ニュートリノを発見した。特別研究員-RPDは、出産・育児による中断から研究を再開(Restart)するポスドク(PD)を支援する制度で、年齢・性別は問わない。

「特別研究員-RPDにより、自分のペースで自由に研究ができるようになりました」と語る石原先生の独創の原点とは？

### — 物理に興味を持ったきっかけは？

高校物理の授業で、リンゴが木から落ちるのも、地球が太陽の周りを回るのも同じ物理法則が働いていることを知りました。一見、まったく異なる現象に共通する法則を見つけるところが面白いと思ったのです。

東京理科大学理学部第二部の物理学科に進み、4年生のとき、鈴木公教授の研究室(原子核物理)に入り卒業研究を行いました。それまでは、物理学の巨人たちが解明したことを学ぶ「勉強」でした。物理学における「研究」とは、まだ答えのない問題の中で、自分で解けそうなものを見つけ出して探究することです。もう少し研究を続けたいと、宇田川猛先生が教授を務められていた米国テキサス大学オースティン校へ留学しました。

大学院では、ブルックヘブン国立研究所で始まったばかりの「STAR」という加速器実験に参加しました。金などの原子核同士を高速で衝突させて宇宙初期のクォーク・グルーオン・プラズマという状態を再現する実験です。周囲のポスドクたちが楽しそうに研究をしている姿を見て私も研究者になりたいと思うようになり、2005年にウィスコンシン大学のポスドクとしてIceCube実験に参加しました。

### 誰も見たことのない超高エネルギー 宇宙ニュートリノに狙いを定める

### — IceCube実験を選択した理由は？

宇宙で実際に起きている高エネルギー現象を観測したいと思ったのです。IceCubeは、宇宙からやって来る素粒子ニュートリノを観測する施設です。ニュートリノは電荷を持たず、ほかの物質とほとんど相互作用しませんが、まれに物質と衝突して光が出ます。南極点にある1km<sup>3</sup>という巨大な氷でニュートリノを捕まえ、氷に埋め込んだ5160個の光検出器で観測しようというのがIceCubeのアイデアです。2005年当時は施設の建設が始まったばかりで、観測がうまくいかないリスクもある挑戦的な実験でしたが、誰も見たことのないものを見たいと、IceCube実験に加わりました。

### — ニュートリノ観測施設では、ノーベル物理学賞を受賞した小柴昌俊先生のカミオカンデ(岐阜県)が有名ですね。

小柴さんらは、地球から16万光年離れた大マゼラン雲にある超新星1987Aからのニュートリノをカミオカンデで捉えました。ただし、カミオカンデや現在のスーパーカミオカンデを含めて、太陽系外からのニュートリノを観測したのは超新星1987Aの1度だけ。主に観測しているのは、太陽からのニュートリノと、宇宙線が地球大気に衝突して発生するニュートリノです。それらに比べて遠方の宇宙から地球に到達する「宇宙ニュートリノ」は微量です。従来のニュートリノ観測施設は、水槽にためた水でニュートリノを捕まえますが、その水の体積は限られているため微量の宇宙ニュートリノと衝突する確率は極めて低いのです。そこで、南極点にある巨大な氷を使って微量の宇宙ニュートリノを高い確率で捉えようというのがIceCubeの目的です。

— どのような研究を進めたのですか。

千葉大学からIceCube実験に参加していた吉田滋さん(現・ハドロン宇宙国際研究センター長)に、ウィスコンシン大学でのワークショップで出会いました。吉田さんは $10^{20}$ (1兆×1億)eVといった超高エネルギー宇宙線の観測をしてきましたが、その発生源は大きな謎です。宇宙線は高速で飛ぶ陽子や原子核です。それらは電荷を持つので磁場で軌道が曲げられるため、到来方向を見ても発生源があるとは限りません。

超高エネルギーの宇宙線が宇宙を満たす光(宇宙背景放射)などと衝突すると、 $10^{16}$ eV以上の超高エネルギーニュートリノが出るはずですが。ニュートリノは電荷がなく真っすぐ進むので、到来方向を調べれば超高エネルギー宇宙線の発生源が分かる可能性があります。そこで吉田さんから、「 $10^{16}$ eVの宇宙ニュートリノを観測できないものか」と相談を持ちかけられました。しかしIceCubeは、それより1000分の1ほど低いエネルギーのニュートリノに最も感度が高くなるように開発が進んでいました。 $10^{16}$ eVの超高エネルギーは誰も狙っていなかったので面白いと思い、私は2006年9月に帰国して千葉大学のポスドクになりました。

子どものころからものづくりも大好きです。自分たちでつくった装置や解析手法で超高エネルギー宇宙ニュートリノを捉えることを目指しました。IceCubeの主な物理解析会議は日本時間の午前1時ごろから行われます。夜まで大学の仕事をし、深夜に会議、明け方に帰る生活を続けました。

## 自分が獲得した研究費で自由に研究できるメリット

— 2008年にお子さんを産まれました。

当時の私の雇用形態では育休は取得できなかったため、出産後8週間の産休明けから子どもを預けて研究に復帰しました。やはり育児をしながらの研究は大変で、当時の記憶はあやふやです。その後、特別研究員-RPDに採用され、2010年4月から3年間、子どもが1歳半から4歳半になるまで支援していただきました。

— 特別研究員-RPDはどのように役立ちましたか。

それまで研究グループの予算で雇用されていたので、失敗は許されず、成果を上げて研究グループの存続に貢献しなければ、という意識が強かったですね。特別研究員-RPDは自分で獲得した立場なので、自分のペースで自由に研究ができます。それが重要でした。失敗を繰り返すリスクの高い研究でも、自分の責任で挑戦するようになったのです。

2010年には、開発した装置を持って南極点のIceCubeに行くこともできました。南極点ではじっくりと考える時間の余裕もあり、そのとき浮かんだデータ解析のアイデアが2012年の発見につながりました。IceCubeでは完成した検出器による観測が2011年から始まりました。2012年5月に、直近2年分の観測データを解析する許可が初めて下りました。

独自技術で解析したところ、 $10^{15}$ eVを超える宇宙ニュートリノを2例見つけました。それは超新星1987Aのニュートリノより約1億倍も高いエネルギーです。世界で初めて超高エネルギー宇宙ニュートリノを発見したのです。特別研究員-RPDがなかったら、欧米の研究者に先を越されていたかもしれません。

— その後、どのように研究を発展させたのですか。

私たちの研究グループは、初めの2事象の発見につながった解析をベースとして、IceCubeで捉えた超高エネルギー宇宙ニュートリノの到来方向を世界中の天文施設に速報するシステムを2016年に築きました。

2017年9月22日、IceCubeで捉えた超高エネルギー宇宙ニュートリノの到来方向に約40億光年かなたの銀河が見つかりました。その中心に巨大ブラックホールがあり、そこから吹き出すジェットが地球に向いている「ブレイザー」と呼ばれる天体です。ただし、超高エネルギー宇宙線の発生源の大半はブレイザー以外のようです。その後私は、ニュートリノを高感度で捉え到来方向を正確に特定できる光検出器の開発などにも取り組んできました。

## 出産・育児からの研究復帰を考えている方へ

— 出産・育児からの研究再開に必要なものは？

研究を再開できるかどうか不安を抱えているポスドクは多いと思います。そのような方々にとって、特別研究員-RPDのような自由な研究環境や社会的な保育環境は、とても大切なものです。加えて、家族や研究室の人たちなど周囲のサポートが欠かせません。パートナーや研究室の上司から「特別研究員-RPDに応募して研究を続ければ」と一言あれば、とても心強いはずですが。

私は出産直後に特別研究員-RPDに申請しましたが採用されず、幸い2回目で採用され、家族のサポートも得られました。特別研究員-RPDは自ら獲得したものであることに加え、制約も少なかったため、自分のアイデアで研究を進められたことは、大変でしたがすごく楽しかったです。特別研究員-RPDをはじめとするさまざまな支援制度を通じて、多くの研究者がRestartできることを願っています。

(取材・構成：立山 晃 / フォトクリエイ)  
令和5年10月4日取材

2010年、南極点のIceCubeで作業を行う石原先生(右端)

