

現在の常識を超える 未知の物理現象を 発見したい

高エネルギー加速器研究機構
加速器研究施設 准教授

三塚 岳さん MITSUKA GAKU

2004年3月 東京理科大学 理工学部 物理学科卒業。2006年3月に東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻修士課程修了、2009年3月に同博士課程修了。名古屋大学 太陽地球環境研究所 研究員、日本学術振興会 海外特別研究員、理化学研究所理研 BNL 研究センター研究員を経て、2018年4月に高エネルギー加速器研究機構に着任。特別助教、助教を経て2023年10月より現職。

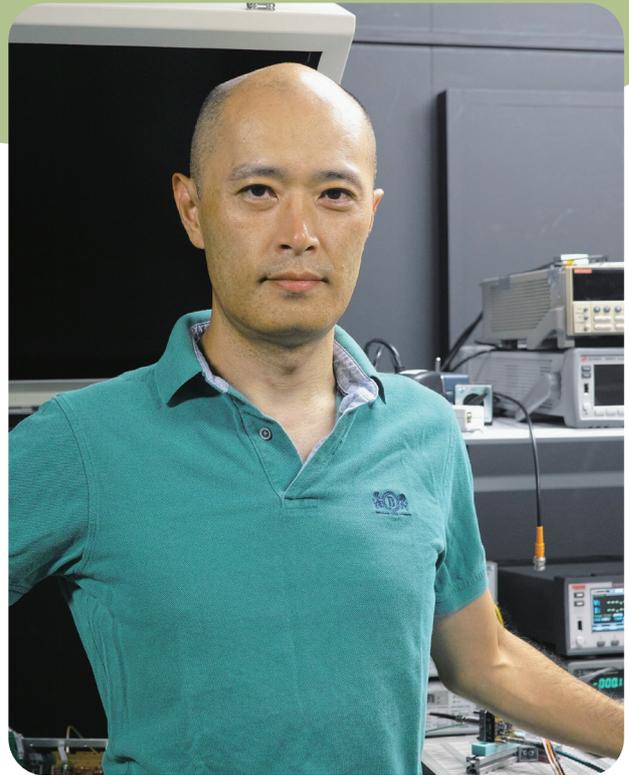
宇宙の始まりを探究する仕事

高エネルギー加速器研究機構の加速器研究施設で研究を行う三塚岳さん。加速器とは電子や陽子のような荷電粒子（電気を帯びた粒子）を人工的に生成し、光速近くまで加速して、高いエネルギーの状態（高エネルギービーム）にする装置のことを言う。

加速器には様々な大きさや種類があり、小型のものでは、X線検査機や電子顕微鏡も加速器のひとつだ。

三塚さんが研究対象としている SuperKEKB 加速器は地下11mの深さに作られた、1周3kmもの巨大なトンネル状のもので、国内では最大の大きさ。

「SuperKEKB 加速器の中で高エネルギービーム同士



を正面衝突させ、衝突によって発生する大量の中間子やタウレプトンなどの粒子を精密に研究することで、宇宙初期の謎を解明しようとしています」と三塚さん。そのためには膨大な量の衝突が必要なのだが、SuperKEKB 加速器での電子ビームと陽電子ビームの正面衝突頻度は、世界最高を記録しているという。

三塚さんの主な仕事は、「電子ビームや陽電子ビームの素性を精密にモニターする検出装置の研究開発や、ビーム同士を高頻度で衝突させるための加速器の運転などです。たとえば、前者の仕事は人体を診断するCTスキャン装置の研究開発、後者の仕事はスキャン精度を高めるためのCTスキャンのオペレーションと言えます。いずれも、SuperKEKB 加速器で中間子や



2~3歳の頃。母が大事に育てていた庭のチューリップを取って満足げな三塚さん。母にプレゼントして喜ばせたい一心だった。



子どもの頃よく通った科学博物館。右側が三塚さん。左側は3つ上の姉。



クラシック音楽にハマった中学生の頃。スピーカーを自作しているところ。



大学院生の頃。1996年に運転開始したスーパーカミオカンデ10周年を祝う式典で小柴昌俊博士と。



大学院生の頃。スーパーカミオカンデ内で作業をしているところ。壁面の電球のようなものは、光電子増倍管。

然と「大学院には行くもの」と意識するようになった。

得意だったのは工作。「カップラーメンの空きカップ内面にアルミホイルを貼り付け、そこに豆電球を取り付けヘッドランプとして遊んでみたり、モーターに

タウレプトンなどの粒子を大量に生成するために欠かせない仕事なのです」

三塚さんが現在主に開発を進めている検出装置は「ビームサイズモニター」という、電子ビームや陽電子ビームの太さを高精度で測定するものだ。

「SuperKEKB 加速器では性能を限界まで高めるために、ビームを可能な限り細くする必要があります。そして、どこまで細く絞ったかを正しく把握するためにビームサイズモニターが必要なのです。たとえば、前人未到の速度で飛行するロケットの速度を計測するには、前人未到の速度計が必要ですが、私の開発もそんなイメージです」

理科系が大の苦手な私にも理解できるように説明してくれる三塚さんなのだが、ここからの説明は割愛させていただいて、要するに三塚さんは、わずか20 μm程度（人間の髪の毛の5分の1くらい）の電子・陽電子ビームの太さを1 μmの精度で測定するために、ビームサイズモニターという装置を日々開発しているのだ。

「加速器の精度を上げることが宇宙の成り立ちを知ることにつながります。さらに高精度を達成するため、新しいアイデアを反映したり、試行錯誤を繰り返したり、非常にやりがいのある研究です」

パイロットが夢だった理科好き少年

「幼稚園の頃、絵本の影響でパイロットになりたいという夢を持っていた」と三塚さん。小学校では映画「トップガン」に憧れ、自衛隊の戦闘機パイロットになりたいと思うように。その後「自衛隊では日本国内しか飛べない」と知り「世界の空を飛べる民間ジェット機のパイロット」、さらには「航空宇宙工学のエンジニア」と夢が変遷。

その間、母親より「パイロットになるには大学院へ行って博士にならないとね」と誘導され、早くから漠

プロペラをつけて今で言う風力発電のように豆電球を光らせたり。誕生日のプレゼントは充電セットかマブチモーターでした。パイロットに憧れていたので飛行機のプラモデルもよく作っていました。祖父の誕生日には完成した零戦をプレゼントしたこともあります」

理科好き少年でもあった。小学校2年生の頃、アルコールランプやフラスコ、試験管などを買ってもらい、自宅で理科の実験の真似事をしていた。誕生日に買ってもらった望遠鏡で天体観測をするのも好きだった。

「地元の黒磯市（現那須塩原市）は星がきれいな町です。小学校4年生の頃、土星のリングが見えた時は感動しました」

両親に連れられ科学博物館や交通博物館には何度も通った。好きなことにはとことん熱中する一方、興味のないことには見向きもしなかった。

「普通の親なら、もっと外で遊びなさいとか、他の勉強もしなさいと言ったかもしれませんが、好きなようにさせてもらったのはありがたかったですね」と振り返る。好きなことにとことん集中したからこそ、今の三塚さんがあるのかもしれない。



大学院博士課程3年の頃（2008年）クロアチア - ザダルにて。4月～5月に3週間かけて東欧一人旅をした。今でも海外旅行は好き。



2020年、地下11mのSuperKEKBトンネル内で、同僚と一緒にビームサイズモニターの調整を行っているところ。

恩師の導きで東京理科大学に

小学校5年生の夏休みから塾に通い始め、私立の中高一貫校（作新学院）に進学。中学に入ると熱中の対象がクラシック音楽に変わった。CDやレコードを聴きまくり、この頃から収集しているCDやレコードは4000枚にも上る。工作は相変わらず得意だったので、CDの収納棚やスピーカーも手作りしていた。

趣味に夢中で全く勉強をしなかったため中学校の成績は下位クラス。しかし、理科だけは勉強をしなくても高得点を取っていた。

「作新学院は理科実験室が充実していて、生徒たちに自主的に実験をさせてくれました。『自分で手を動かして理解する』にはとても良い環境でした」

高校に進学してからも勉強をしないのは相変わらず。成績は下位グループのままだった。

しかし、転機が訪れた。

「当時『レコード芸術』という月刊誌を愛読し、そこに記事を書いていた音楽評論家の方々に憧れ、密かに評論家になりたいと思っていました。ところがその先生方のプロフィールを見て、みな高学歴であることに気づいたのです。やはり勉強に励まなければどの方向であっても夢はかなわないと悟り、ようやく高校2年の春からまじめに勉強に取り組み始めました」

大学進学で目指したのは、航空宇宙工学科のある国立大学。子どもの頃から宇宙やロケットに興味があったからだ。しかし自分の成績ではとうてい無理だともわかっていた。閉塞状態を打開してくれたのは、高校3年次の担任の先生だった。

「先生に『ロケットといっても、機械工学、制御工学、流体力学などいろいろな分野がある。君は何がやりたいのか』と聞かれて答えられなかったんです。ただ『好き』なだけでロケットのことを何も知らない自分に気づきました。『であれば物理学科へ行くといい。

ロケットにも応用できる知識が学べるし、その後の大学院や就職の選択肢が広がるぞ』と助言され、さらに『東京理科大学はしっかり教育してくれる』と勧められました。その先生は理科大出身だった。

大学で基礎物理の面白さに目覚め、大学院では実験物理学の道に進む

最初は物理学科にモチベーションを持てるか不安だったが、実際に理科大に入り講義を受けてみると、その不安は吹き飛んだ。

「大学の物理は、暗記中心の高校物理とは全く違いました。身の回りのすべての現象を理屈や計算で説明できると分かり基礎物理の面白さに魅了されました」

中高時代とは打って変わって勉学に目覚めた三塚さん。大学院に行くことは早くから決めていたのでこつこつと真面目に勉強をした。

4年次には、鈴木英之教授の研究室で天文物理学を学び、自分は理論物理学よりも実験物理学が向いていると感じた三塚さん。鈴木教授や実験物理の研究室を率いていた中井浩二教授のアドバイスを受け、修士課程からは東京大学宇宙線研究所に進んだ。

所属したのは、梶田隆章博士の研究室。あの、スーパーカミオカンデでニュートリノ振動を発見し2015年にノーベル賞を受賞したその人である（その前身のカミオカンデでは2002年に小柴昌俊博士がノーベル賞を受賞）。しかし2004年のその当時、それほどすごい研究とは知らず「梶田先生の気さくで優しい人柄に惹かれ、ここなら居心地がよさそうと思って研究室に入れていただきました」

この研究室でスーパーカミオカンデ実験に参加。大気ニュートリノの研究に取り組む一方「梶田先生からは研究に取り組む姿勢や研究の厳しさを学びました。まるで生まれたてのひよこが親鳥の後をついてまわるようにすべてを吸収しようとしていました」

梶田研究室で過ごした5年間は、三塚さんの研究者としての土台を築く貴重な5年間だった。しかし、「別の分野でも通用するか、自分を試したくなって」博士号を取得後は、梶田研究室を去ることを決意。次に向かったのは、名古屋大学太陽地球環境研究所だった。ここで、加速器を使った実験に参加する。

「これまでは自然界に存在する素粒子を観測してきました。名古屋大学では、加速器を使って人工的に高エネルギーの粒子を作りそれを観測する。似ているようで全く違う世界に興味を覚えました」



名古屋大学勤務の頃に富士山に登頂。このときの達成感から登山を始めた（写真左）。2023年1月に八ヶ岳の赤岳に登頂（写真右）。「黙々と頂を目指すのが研究と似ている気がする」（三塚さん談）

実験は名古屋大学ではなく、ジュネーブにある世界最大の大型ハドロン衝突型加速器を使って行った。そのため、1年の3分の1はジュネーブに行っていたという。名古屋大学では4年間務め、その後は、日本学術振興会 海外特別研究員としてイタリア・フィレンツェに。その後、米国ブルックヘブン国立研究所内の理化学研究所で、加速器の高度化のためのハードウェア開発に3年間携わる。

この頃、三塚さんには葛藤があった。海外の実験に参画し、どれだけ経験を積んでも日本では成果が認められず、定職に就くのが難しかった。いわゆる“高学歴ワーキングプア”の問題に直面していたのだ。この頃には結婚もして家庭を持っていた三塚さんは、帰国し日本で研究をする道を選ぶ。2018年に、縁あって現在の高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設に特別助教として迎えられ、助教を経て准教授となった。

現在は、冒頭で述べたように加速器のビームサイズモニターの開発に携わりつつ、准教授として大学院生の指導にもあたっている。

素粒子理論の常識を超える発明をしたい

三塚さんには、今、二つの夢があるという。

ひとつ目は、物理の世界で世の中の常識を変えるような新発明をすること。

「多くの発明は、これまで先人によって築かれたアイデアの延長線上にあります。現在開発を進めているビームモニターも同じです。しかし、これまででない高い精度のモニターを作るためには、先人の知恵だけ

でなく、全く新しい発想が必要だと感じています。自分独自のアイデアを導入して、歴史を塗り替える、教科書を書き換えるような独創的なモニターを発明することは私のひとつの夢ですね」

もうひとつの目標は、SuperKEKB 加速器の高度化だ。

「SuperKEKB 加速器での電子ビームと陽電子ビームの正面衝突頻度は現時点で

世界最高を記録していますが、目標値はさらに高く、現状の10倍以上を目指しています。高度化のネックとなっている箇所を一つ一つチームプレーで克服し、必ず目標値に達しさらに超越していきたいです」

三塚さんを突き動かすのは、おそらく全ての人があるどこかにもっている「宇宙の根源を知りたい」という思い。そして、素粒子理論の現在の常識（素粒子標準理論）を超える未知の物理現象を発見したいという思いだ。「これが世の中で何の役に立つかわからずよく分かりません。しかし、量子力学ができたときもそれが役に立つか誰にも分からなかった。アインシュタインが相対性理論を発見したときも『これが何に役立つのか』と悩んだのではないのでしょうか」

三塚さんの研究も、いずれは地球や人類の役に立つ応用が見えてくるのかもしれない。

研究者になってよかった

これまでを振り返って、「研究者になってよかった」と三塚さん。「進路や就職先は思いどおりにならないこともありますが、やってみれば面白いかも、自分の得意分野がひとつ増えるかも、新しい自分の発見があるかもとポジティブに捉えてがんばれば、将来そのがんばりが自分の道を切り開いてくれます。好きなことにとことん打ち込み、周りが見えなくなるくらいの集中を突き抜けた時、また別の世界が別の角度から見えてくるのではないのでしょうか」

今まさに加速器にとことん打ち込む三塚さん。その先にどんな世界が広がるのか。楽しみに見守りたい。

取材を終えて

日本のどこかに、地下深く巨大なトンネルがあって日々高エネルギー粒子がぶつかりあっているとは！
1 μm (0.001 ミリメートル) 単位の測定器が存在するとは！ と驚きの連続。教科書を塗り替えるような新発見、考えるだけでもワクワクします！

(フリーライター／石井栄子)