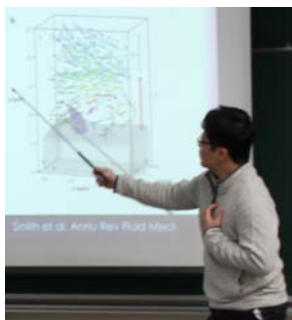


『研究者紹介』インタビューシリーズ

数学の力で生命現象を理解する

21 世紀の自然哲学者



数理科学研究科 応用数学・流体力学・数理生物学

石本健太 (いしもと・けんた) 特任助教、文部科学省卓越研究員

2010 年 京都大学理学部卒業（物理科学系）。12 年 同大学大学院理学研究科修士課程（数学・数理解析専攻）修了。15 年 同博士課程（数学・数理解析専攻）修了。京都大学白眉センター・特定助教、オックスフォード大学数学研究所・日本学術振興会海外特別研究員を経て 18 年 4 月より現職。

2014 年 日本流体力学会学会賞（論文賞）

2014 年 平成 25 年度 京都大学総長賞

2016 年 第 10 回（2016）日本物理学会若手奨励賞（領域 11）

2017 年 第 33 回（2016 年度）井上研究奨励賞

（2019 年 3 月 19 日取材、現職は取材当時のものです）

数式から微生物の世界が見えてくる瞬間が楽しい

石本さんの専門分野は「生物流体力学」。特に、微小生物の遊泳に興味をもって研究している。「微小生物は、その小ささゆえに、私たちとは全く異なる泳ぎ方をしています。私たちがプールで泳ぐときには、壁を蹴った『蹴伸び』の状態、ある程度まで進むことができますが、微生物が同じように壁を蹴ったとしてもすぐに止まってしまう」

それは、水の粘性の影響を受けているから。粘性の影響の受け方は、体の大きさによって異なる。私たちヒトが感じることはない水の粘性を、ミクロの生物はしっかりと感じ取る。彼らにとって、水中を泳ぐのは「ハチミツの中を泳ぐ」ようなもの。だから微小生物は「不思議な動き」をして泳ぐ。例えばゾウリムシは、繊毛と呼ばれる多数の毛をむちのように使って流体に力を与え、その反作用によって移動する。

人間からみたら不思議な動きであっても、粘性が効いているところでも泳ぐために必須の動きのはずである。「微小生物の動きを制限している流体の方程式の性質を理解し、解析していくと、小さな生き物がどんな気持ちで動いているかを感じられる瞬間があるのです」。それが面白くて研究を続けているという。

素朴な疑問が大きな発見につながる

この研究テーマに出会ったのは、大学院に入ってからのことである。流体力学を専攻す

ると決めたものの具体的な対象が見つからずに悩んでいたところ、指導教授から、生物に興味があるのならば研究してみてもどうか、と勧められた。「それまで私は、大学院の研究は『この研究室ではこういうことを研究する』というように、ある程度枠組みが決められていると思っ込んでいました。でも、教授の一言で、もっと自由に、大学に入る前からもっていた素朴な疑問や知りたいことを研究すればいいじゃないかと、世界が開けました」

そこから、指導教授と二人三脚での研究が始まった。生物の中でも、まわりの流体からの制限を大きく受けている微小生物を対象を定め、まずは既存の文献を勉強した。石本さんが調べた結果を発表し、教授が「ここがよくわからない」と指摘。そこを石本さんが調べる。そのうちに、まだ解明されていない問題が見えてきた。そこからは自分たちのオリジナルの研究になる。数学と物理を使って、解明されていない部分の論理を埋め、生物の世界を探求していった。2013年には「帆立貝定理」という、1976年から提唱され、流体力学のマイルストーンとなっていたものの誰も証明していなかった定理ⁱの証明に成功。生物の基礎研究へ寄与する功績として高く評価され、日本流体力学会学会賞（論文賞）を受賞した。

数学の力で実験と理論をつなぐ

生物の基礎理論の探求と並行し、生物学者との共同研究にも力を入れている。実験や観察の蓄積で得られたデータや仮説を数学的アプローチで解析することで、一気に解明されるプロセスも意外に多くあるという。

最近の成果のひとつに、精子の遊泳問題の解析がある。哺乳類の精子は卵子に到達する直前に泳ぎ方を変えることが観察から知られていた。当然「泳ぎ方を変えると卵に対する力が大きくなっているのではないか」「卵の殻を突き破って受精するために泳ぎ方を変えているのではないか」という仮説が立てられるが、実験ではそこまでは立証できない。そこで、数学の出番である。石本さんの理論解析によって、泳ぎ方を変えることにより、実際に卵に対する力が2～3倍が大きくなっているということがわかってきた。受精に必要な精子の力学的機能の理解が進めば、不妊治療の発展にも貢献できる。

「実験をしている研究者と話をすればするほど、実験の難しさを実感するようになりました」と石本さんは話す。生物の研究は再現性をとるのが難しく、様々なバイアスの可能性についても考慮しなくてはならないⁱⁱ。実験をする立場からしたらコントロールが難しい部分もある。そうした現実を把握し、実験と理論の橋渡しをしたり、あるいは、コンピュータにうまく計算させるための数値計算のスキームを考えたりという、他分野の基礎を担う研究のも数学の大きな役割ではないかと考える。

分化しない気持ちで自然をとらえたい

「自分のやっていることは数学と物理、生物の間のような感じで、『何学者ですか』と言われると、自分でもよくわからないのです」と微笑む。「現代版の『自然哲学者』を目指し

ている、とでも言っておきましょうか」。近代科学が分化する前の自然哲学者、ダヴィンチやガリレオ、ニュートンがしていたように、大きな枠組みで科学をとらえたい。自然がどのように作られているのかを、数学を使って理解したい。「ガリレオの言葉にも『自然は数学の言葉で書かれている』とありますから」

研究を始める前には、今やろうとしていることが「なぜ面白いのか」「なぜこのアプローチをとるのか」を徹底的に検討する。そこをはっきりさせておかないと途中で行き詰まるし、人にも伝わらない。「面白いというのは感覚的なものなので、私自身は『自分の感覚が正しい』などという自信はとて持てません。だから、理詰めで考えます」。過去の研究や歴史を踏まえ、自分の研究に本当に学問的価値があるのか吟味していく。「だからこそ、直感的に面白いと思えることは大事にしたいと思っています。なぜ面白いか考えるまでもなく面白い、と思えることは、自分の砦、心の支えになります」

研究を始めて10年。最初の頃よりは感覚も身につけてきたし、経験を重ねるごとに面白くなってきた。「ずっと続けるからこそ見えてくるものがあるような気がします」と話す。これから、もっとたくさんの面白い世界を見せてくれそうだ。

取材・執筆 梶浦真美（フリーランス・ライター）
日本数学会ジャーナリスト・イン・レジデンス

ⁱ Purcell の帆立貝定理 (the scallop theorem) : 帆立貝は殻の開閉という往復運動（行きと帰りが同じ動きをする運動）で移動できるが、微小生物が泳ぐときは、往復運動では前にも後ろにも進めない。

ⁱⁱ 例えば、顕微鏡を用いて観察した場合には、サンプルを載せる基盤やカバーガラスの条件によって結果が変わってくる可能性がある。実験から理論を導くうえでは、このような観察条件の影響も考慮することが重要である。