

見えないものを見ようとして望遠鏡を磨き上げた



若 者

谷 口 赳 夫*

Trying to See the Invisible, I Polished My Telescope

Key Words: Metabolism, Bioengineering, Autobiography, Analytical biotechnology

はじめに

私は2016年に大阪大学工学部応用自然科学科へ入学し、2025年3月に大阪大学大学院情報科学研究科で博士号を取得しました。学位取得後の2025年度は、ご縁にも恵まれ、学部生から博士後期課程まで所属していた研究室で特任助教として勤務し、さらに幸運なことに、2026年4月からは助教として同研究室で引き続き研究・教育に携わらせていただいています。研究者としてはまだ駆け出しであり、日々新しいことを学びながら、右も左も分からないまま目の前の業務や研究、学生指導と向き合っています。そのような私に、このような執筆の機会をいただきましたことを、大変光栄に思うとともに、心より感謝申し上げます。せっかくいただいた機会ですので、本稿では私自身のこれまでの歩みを知っていただきながら、私が生命に感じている魅力についてお伝えしたいと思います。まだまだ若輩者ではありますが、私の体験談が生命システムを解き明かす面白さに興味を持っていただく一つのきっかけになれば幸いです。

生物がもつシステムとブラックボックスに惹かれて

振り返ってみると、私は昔から「システムを利用して結果を導き出す」ことが好きな人間でした。中学生や高校生の頃は、受験勉強の中でいろいろな教科を勉強していましたが、その中では数学が比較的

好きでした。しかし、今思うと、純粋に数学が好きというより、定義や定理というルール(システム)を利用して、答えを導き出すという行為に惹かれていたのだと思います。そんな中、私が生物工学を志す小さなきっかけがありました。それは、授業中に生物の先生が語ってくれた雑談でした。それは、生物が持つ仕組みをうまく利用すれば、環境に優しいものづくりや人工的には作れない複雑な物質の生産、さらには寿命の延伸さえも可能になるかもしれない、という内容です。ただ、これを実現するためには解き明かさないとはいけない謎がまだまだいっぱい存在する、というものでした。それを聞いて、当時の私は「生物ってそんなことができるのか、すごいな」と純粋にワクワクしていましたが、今振り返ると、高校数学で感じていた「システムを応用して答えを出す楽しさ」がそのまま生物の世界にも当てはまり、しかもその根底にあるシステム自体に未だブラックボックスな部分が多く、とてもチャレンジングなものだと感じていたのではないかと思います。自宅が吹田にあった私は、昔から進学するのは大阪大学工学部だと勝手に思い込んでいたので、この雑談を経て、さっそく大阪大学工学部の中で生物が学べる場所を調べてました。そこで行き着いたのが、応用自然科学科の応用生物工学コース(現バイオテクノロジーコース)でした。今振り返ればずいぶんあっさり進路を決めたなあと思いますが、あの時の雑談がこの場所への進学を決める明確なトリガーです。

大学に入学してからは、生物についてさまざまな事柄を学びましたが、その中でも特に興味を引かれたのが「代謝」でした。一般に「代謝」と聞くと、汗をかくことかな? と思い浮かべる方も多いかもしれませんが、私たちが定義する代謝というのは、細胞の中で起こる化学反応のネットワークのことです。細胞は栄養(糖やアミノ酸など)を取り込み、それ



* Takeo TANIGUCHI

1997年9月生まれ
大阪大学大学院 情報科学研究科 バイオ情報工学専攻博士後期課程(2025年)
現在、大阪大学大学院 情報科学研究科 バイオ情報工学専攻 助教 情報科学博士
TEL: 06-6879-7433
FAX: 06-6879-7433
E-mail: takeo_taniguchi@ist.osaka-u.ac.jp

をエネルギーや細胞の材料 (タンパク質や細胞膜など) へと化学反応を通じて変換しながら生きています。細胞の中で行われるこれらの一連の化学反応は決して無秩序に起こっているわけではなく、熱力学や反応を触媒する酵素の性質など、さまざまなシステムによって精密に制御されています。生物が生きるために、無数の物質が様々な道筋を流れ続けているのです。生物学において、代謝をしていることは「生きていること」と同義であり、生命の根源的な定義でもあります。そんな根源的な現象であるにも関わらず、代謝は生物や細胞の種類、置かれた培養条件によって変化します。どのようにエネルギーを獲得し、どうやって生き延びるかという生存戦略の一部が、この代謝のネットワークの動かし方に現れます。

さらに、この代謝がもつ仕組みをうまく利用すれば、糖などの石油由来ではない原料から有用な物質を作ることや、細胞の状態や運命を制御することができる可能性があります。まさに代謝は環境低負荷なものづくりや寿命の延伸を実現するシステムのひとつだったのです。そこで、代謝を分析することでその仕組みを読み解く研究を行って大阪大学大学院情報科学研究科バイオ情報工学専攻の松田史生研究室の門をたたきました。

ブラックボックスを見るために望遠鏡を磨く

かつてガリレオ・ガリレイが自ら望遠鏡を開発し、その測定データによって地動説を証明したように、科学の歴史において現象を正しく理解するためには、切れ味抜群の測定技術を作ることが不可欠です。私は、どれほど壮大な理論があっても、それを見るための眼 (技術) がなければ結局ブラックボックスのままだと考えています。

もっとも、研究室に入ったばかりの当時の私は、そんな本質を深く理解していたわけではなく、「研究室では代謝の研究をし〜よおっと」くらいの気持ちでした。しかし、そもそも細胞の中の代謝の流れを測ること自体がとても難易度の高いことでした。前述の通り、代謝は確かに化学反応のネットワークですが、細胞の中で物質がどのルートをどれくらい移動しているのかといった道筋が目で見えるわけでも、一般的な分析装置を使って簡単に測れるわけでもありません。システム (ネットワーク) の回路図は教科書に載っていても、実際にその中のどこに電気

が流れているのかが条件ごとに変化する。この流動性こそが、生命システムをブラックボックスたらしめている原因のひとつでした。だからこそ、生命というシステムを暴くためには、代謝状態を測定することができる切れ味抜群の測定技術を作ることが必要でした。私の所属する松田研究室では、この見えない流れを捉えるために、炭素の安定同位体 (^{13}C) を使った最先端の分析技術と、情報科学によるシミュレーションを組み合わせたとても複雑なアプローチをとっていました。配属当初のテーマは、岡橋伸幸准教授が研究を進めていた「細胞内代謝の流れを可視化する技術の免疫細胞への拡張」でした。当初は、「研究室で構築された既存技術を免疫細胞に転用するだけだろう」と高をくくっていましたが、実際にやってみると、免疫細胞から得られたデータは先行研究のモデルでは全くシミュレーションがフィットしないという壁にぶち当たりました。結局、モデルを根本から再構築することになり、泥臭く試行錯誤を繰り返しました。この「測定技術の切れ味を磨き上げる」という経験を通じて、岡橋先生から技術を研ぎ澄ませることが、システムがどのように動いているのかを覗く望遠鏡の入手につながるということを知りました。こうして技術開発の土台を培った私は、博士後期課程に進学後、その切れ味をさらに高めるべく、これまでよく調べられていた「中心的なエネルギー生成の代謝経路」から、これまで全く研究がなされていなかった「アミノ酸の合成経路」へと、この可視化技術の適用範囲を拡張し、新たな生命システムを覗き見るという研究に励みました。

磨いた望遠鏡で未知の生命システムを覗き込む

現在、私は助教という立場になり、自らが磨き上げてきた「望遠鏡」をさらに進化させる、2つの新しい技術開発に挑んでいます。一つは、代謝の測定を圧倒的なスピードでこなす分析手法の開発です。細胞というブラックボックスの中に隠された複雑なシステムを見つけ出すには、数万通りにも及ぶ「遺伝子の組み替え」や「環境の変化」に対して、生命がどう反応するかを網羅的に観察する必要があります。これまでは測定の遅さがボトルネックとなり、システムのごく一部の断片しか覗き見ることはできませんでした。分析を圧倒的に高速化し、膨大な条件下のデータを一挙に取得できるようにすることで、暗

闇の中に隠れているシステム全体の構造やルールを、データ科学の力で鮮明に見ようとしています。そしてもう一つは、ヘテロ(不均一)な集団の代謝を測る方法の開発にも取り組んでいます。細胞の集団は、一見するとどれも同じように見えますが、一細胞レベルで覗き込むと実は驚くほど多様な個性を持っていることがわかってきています。これまでは集団全体の「平均値」としてしか見えなかった代謝の流れを、一細胞レベルで解き明かすという、まだ世界でも誰も成し遂げていない、ブラックボックスの中のさらに微細な仕組みを覗き見る技術開発にも乗り出しています。

おわりに

振り返れば、私の歩みは「システム」との向き合い方の変化そのものでした。中高生の頃の私は、あらかじめ用意された定義や定理というルール(システム)を使い、目の前の問題を解くことにただ純粋な楽しさを感じていました。しかし大学で代謝という

生命システムに出会ったことで、その視点は大きく変わりました。社会課題を解決や、環境に優しいものづくりの実現には、まだ誰も知らない生命システムを解き明かす切れ味抜群の分析技術、つまり見えないものを見るために望遠鏡を磨き続けることが重要です。始まりは、高校数学のルールに惹かれた等身大のワクワク感でした。それが工学部での学びを経て、情報科学という強力な武器と出会い、今では社会のブラックボックスに挑むための確かな原動力へと昇華しています。これからも私は、まだ見ぬ生命のシステムを解き明かすため、そしてその成果を未来へ還元するために、望遠鏡をどこまでも研ぎ澄まし、ブラックボックスなシステムの解明に挑み続けていきたいと思っています。

謝辞

最後になりますが、本稿執筆の機会を与えて下さいました工学研究科の藤山和仁教授、及び「生産と技術」関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

