



TOYRO 特別セミナー

いのちを知る

—大阪・関西万博「シグネチャーパビリオン」
プロデューサーとしての思い—

青山学院大学教授
米国ロックフェラー大学客員教授
大阪・関西万博 テーマ事業プロデューサー

ふくおか しんいち
福岡 伸一氏



はじめに

本セミナーでは、生物学者の立場から「いのち」をどのように考えるべきか、また、私自身が「いのち」をどのように捉えてきたかなどをお話したい。

現在、私は大阪・関西万博の8つのテーマ事業「シグネチャーパビリオン」の一つ「いのちを知る」の動的平衡館のプロデューサーとして、同館の完成を目指している。今回の万博のテーマは「いのち輝く未来社会のデザイン」であり、「いのち」を中心テーマにしている。そこで、同館では「いのちとは何か」などと問いかけることで、来館者の生命観を根底からやさしく揺さぶり、生きることや死ぬことの意味と希望を再発見していただけるようなパビリオンを作りたいと考えている。

昆虫少年から分子生物学者へ

私は、子供の頃から虫が大好きで、虫を育てたり観察したりしていた。特に蝶には興味があった。蝶は卵から幼虫が生まれ、その後、蛹になると幼虫の細胞が一旦溶けて跡形もなく消えてしまう。そして、その溶けたものから蝶が作り出され、やがて飛び立つ。この劇的な生命の変化を見て、私は子供心に「生命とは何なのか、なぜ、このように美しくできているのか」と感じた。これが自然の精妙さに感動した私の原体験である。

ただ、私は昆虫ばかりと過ごす内向的な少年でもあった。そんな私を案じたのか、両親は友達のところへ、彼らには何の異常も見当たらず、血液や細胞を調べても異常は見られなかった。寿命が短くなったわけでもなく、G P 2 遺伝子ノックアウトマウス同士から生まれた子や孫にも異常は現れなかった。つまり、私の仮説は完全に覆されたのである。

そこで私は、生命は部品が一つくらい足りなくても、機能するような仕組みになっているのではないか、そう考えるほうが生命の素晴らしさを理解できるのではないかと思うようになった。

生命は流れであり、「動的平衡」を保っている

G P 2 遺伝子ノックアウトマウスの実験結果によって、自分の立脚点が揺らぎ始めたとき、私はある研究者を思い出した。ルドルフ・シェーンハイマーというドイツ生まれのアメリカの生化学者である。彼は今から100年ほど前に「生命は機械ではない、生命は流れだ」と説いた。しかし、その後はすっかり忘れ去られていた。ただ、私は彼が行った実験を見直すことで、機械論に陥った生命の見方を、パラダイムシフトできるのではないかと考えるようになった。

彼の実験は、生物が「食べ続ける」ことの意味を問い直すというものだった。機械論的な生命観をみると、食べ続ける理由は、自動車が走り続けるためにガソリンが必要ということと同じだ。つまり生物は、生命を維持するために食べ物(ガソリン)を体内で熱エネルギーや運動エネルギーとして使用し、便や尿、息(排気ガス)として排出する。そのため補給が必要になる。

とのコミュニケーションのきっかけになればと、教育用の顕微鏡を買い与えてくれた。ところが私は顕微鏡のレンズの向こうに広がる小宇宙にすっかり魅せられ、ますます蝶の観察に没頭し、人間の友達を不要と思うようになった。顕微鏡で蝶の羽を見ると、小さな毛ザイクタイルのような鱗粉(りんぷん)が一枚一枚敷き詰められ、それらが蝶の模様や色を作り出していたのだ。

私が育った昭和の中頃には「オタク」という言葉はなかったが、私は間違いなく「虫オタク」「顕微鏡オタク」であり、「オタク」の多くに見られるように、興味の対象の源流を辿るようになった。その結果、オランダのデルフトに住むアントニ・レーウエンフックが、高性能の顕微鏡を最初に作り出した人だという事実に辿り着いた。彼が作った顕微鏡(図1)の倍率は現在の顕微鏡の「300倍」に匹敵する。彼はこの顕微鏡で堀の水や動物の血液を観察し、今という微生物や細胞、赤血球や白血球を発見した。さらに、彼はいろいろな動物から精子を取り出し、これが「いのち」のタネであることを見出した。1600年代のことである。

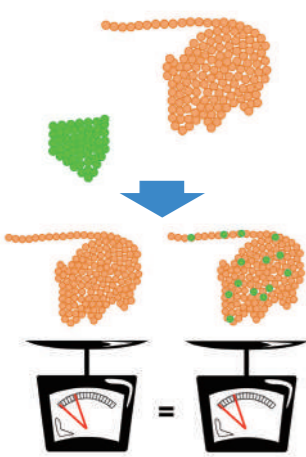
(図1) レーウエンフックが発明した顕微鏡(複製)



17世紀に発明されたこの顕微鏡の倍率は現在の顕微鏡の300倍に相当する。

こうした機械論に疑問を持った彼は、炭素の同位体(アイソトープ)を標識として含んだ餌をネズミに与える実験を行った。その結果、アイソトープは、ネズミの尻尾や頭、筋肉などいろいろな場所に散らばり、ネズミと一体化したことが分かった(図2)。自動車に例えれば、ガソリンの成分が散らばって座席やガラス、タイヤの一部になったということになる。機械ではありえないことが、生物の体内ではこのようになったのである。しかも、実験前と実験後のネズミの体重はまったく変わっていなかった。これは食べ物(ネズミ)の体の一部と入れ替わっていることを示す。そこで、彼はこの実験から、生物にとつて食べ続けるという行為は、食べ物と自分自身の体を入れ替え続ける、あるいは体を作り替える続けることと同じだと考えた。それが実感できるのは爪や髪だが、消化管の細胞も2〜3日で食べた物と体の細胞が入れ替わっている。便の主成分は実は食べかすではなく、自身の壊された消化管の細胞なのである。彼はこのような現象について、生きている

(図2)「ネズミが食べた餌が自身の体の一部と入れ替わったこと」を証明した実験



餌の中のアイソトープ(緑色の点)はネズミの体内に散らばり、餌を食べる前後で、体重の変化はなかった。

現代では、DNAに書かれた全ての情報までがデータベース化されている。つまりレーウエンフックの時代から進化してきた近代科学は、生物を細分化する方向へと進んでいった。私が大学に入学した1980年前後は生物をマイクロレベルで捉えて、生命現象を理解しようという「分子生物学」が世界を席巻し始めており、私も分子生物学者の道を進むことになった。分子生物学者は、遺伝子が作り出すマイクロなパーツ一つひとつを調べることで、生命現象を理解できると考えている。いわばコンピュータの基板のように、小さな部品が各々機能してこそ生命現象を発生せられると考え、生命を機械的に捉えている。このように細分化したパーツ全体で生命を考えることは「要素還元主義」とも呼ばれる。

私は生物学者の卵として、大学や大学院で研究するなかで、機械論、要素還元主義に立って、マイクロな生物学の道に進んでいった。

分子生物学者として私が発見した成果の一つに、「G P 2 (グリコプロテイン2型)」と名付けた遺伝子がある。私はこの遺伝子の機能を機械論的なアプローチで見つけようとした。具体的には、部品の欠損で機械が動かないのと同様に、G P 2 の遺伝子が欠けたマウス(G P 2 遺伝子ノックアウトマウス)には異変が起こるだろうという仮説を立てた。そこで、約3年の歳月と新車ポルシェ3台分ほどの費用を費やして「G P 2 遺伝子ノックアウトマウス」を作り、その成長を観察した。

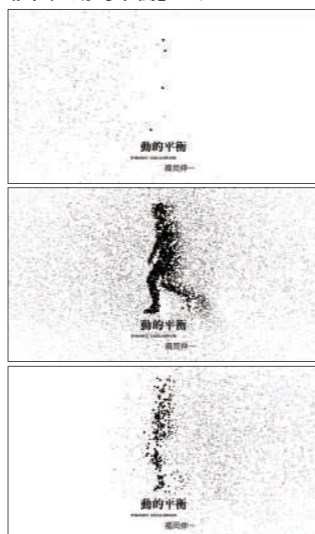
ことはダイナミックステート、つまり動的な状態にあると述べた。私はこれをさらに発展させて、「我々の体は常に新しいバランスを取り直している」「生命は常に流れている」として、「動的平衡」という言葉で表した。

この「動的平衡」は、作ること(合成)よりも壊すこと(分解)を優先し、絶えず自分自身を壊している。大きく変わらなないようにするために、少しずつ変わり続け、分解と合成の絶え間のない均衡を常に取り直しているのである。つまり、「G P 2 遺伝子ノックアウトマウス」はG P 2 が欠けても、新しい平衡状態を作り、健康を維持できるのだ。

パピリオンで伝えたい「動的平衡」

図3は、「動的平衡」を表した動画の一部である。環境から流れ込んだ粒子が一瞬、我々を形作ったあと、環境へと流れ出ていく。大阪・関西万博の「福岡伸一パピリオン」では、このように、生命の流れの中で、粒子が自分自身の体となったあと、溶け出していくイメージを体験していただこうと考えている。

(図3)「動的平衡」のイメージ



「動的平衡」は、大阪・関西万博の「福岡伸一パピリオン」で体験できる。

ではなぜ、私たちは自分自身を作って壊し続けているのだろうか。このことは、古来、さまざまな人が考えており、フランスの哲学者、アンリ・ベルクソンは、「生命には、物質が下る坂を登ろうとする努力がある」からだと言っている。物質、つまり形のあるものは形のない方向に向かうのが道理だ。どれほど壮麗に作られたピラミッドも、長い年月の間に風化し砂塵に変わる。これは宇宙の大原則で、「エントピー(混沌)増大の法則」と呼ばれている。ベルクソンは「生命はこの大原則を何とか逆向きに登り返そうとしている」と説いたのだ。

この理論を私は「動的平衡」で説明できないかと考えた。それをモデル化したのが「ベルクソンの輪」と名付けたものである(図4)。この輪は、坂に接している面で分解が進み、他端で合成が行われている。分解の量が合成の量よりも多くなると、輪の重心が左側に移動して輪は左向きに回転し、坂を登っていく。つまり「動的平衡」が行われているのだ。

また、合成する量よりも分解する量が多いことは、輪が次第に小さくなり、最後にはなくなることを意味する。つまり、これが老化によって死を迎えるという、「いのちの有限さ」を表している。

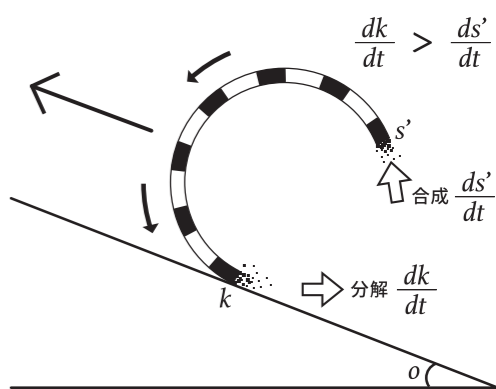
生命が自らを壊しながら一方で合成を続けることは、生命が持つ最も重要な営みと言える。それゆえに生命は輝くのである。また、生命は分解されながら、他の生命体に次々に手からデジタルデータを借りた。それらをクリーナップして描かれた当時の色や鮮やかさを再現したのち、原寸大のキャンバスに3Dプリンターで印刷したのだ。さらに各美術館のような額装を施し、10年ほど前に、本物に近い偽物37点による展覧会を銀座で開いた(図5)。

この美術展は「ニューヨークタイムズ」の記事となり話題となったので、ニューヨークでもこの美術展を開催した。すると、今度は、オランダにあるマウリッツハイス美術館という「真珠の耳飾りの少女」を所蔵する美術館から連絡があり、同館がリニューアルオープンするにあたり、フェルメールファン代表としてプロモーションビデオに出演してほしいというオファーがあった。

当時の私はロックフェラー大学の客員教授として、ニューヨークに小さなアパートを借り、壁には「真珠の耳飾りの少女」の偽物を飾っていた。私が出演したビデオは、私がオランダのマウリッツハイス美術館を実際に訪ね、フェルメールの展示室に入る。そこには、偽物の私のアパートの部屋が再現されていて、偽物の「真珠の耳飾りの少女」が飾られているはずの壁に本物が飾られているというウィットに富んだ作品に仕上がった。

私は、昆虫好きから始まり、顕微鏡オタクになり、分子生物学者となって「動的平衡論」を展開した。その一方で、フェルメールオタクになって、偽物のフェルメール作品による美術

(図4)ベルクソンの輪



「ベルクソンの輪」は「分解」が「合成」より進んで重心の位置が変わるため坂を登ることができるが、やがては消滅する。

渡されていく。このようにして個体の「いのち」は有限でも生命全体は無限に続いていくのである。

私のパピリオンでは、このようなモデルも実感できるようにしたいと考えている。自分の「いのち」は有限であり、死は怖いものだけれど、生命の大きな流れに参加する意味では、恐れることはない。むしろ死を前向きに捉えることができるようなメッセージを誰でも分かるようなかたちで発信したいと思っている。

私のパピリオンは、細胞膜のようなものに覆われたドーム型にする予定だ。柱は一つもなく、膜を支える枠のテンションだけで立ち上がるようなパピリオンで、中に入ると「動的平衡」のモデルや、生命哲学をあらゆる年齢の方々に体感いただけるような展示を目指している。

おわりに

最後に私の趣味を紹介したい。顕微鏡の父、レーウエンフックが生まれた街で彼とほぼ同じ時期に誕生したのが、画家のフェルメールである。私は早くにそのことに気づいていたが、レーウエンフックに夢中になるあまり、すっかり忘れていた。ところが、30歳代に入り、ニューヨークのロックフェラー大学で研究していた頃、フリック・コレクション美術館でフェルメールの絵を鑑賞する機会を得た。それらの作品は非常に精密に描かれていた。調べてみると、彼はカメラ・オブスクラという針穴写真機のような装置を使って、対象物を磨りガラスに映し出し、それをトレースして構図を決めていたという説を知った。「フェルメールは、どのようにして光学的な機器を知ったのだろうか」「レーウエンフックが彼に教えたのではないだろうか」と考えるようになり、フェルメールに親近感を強く持つようになった。

フェルメールは43歳でこの世を去るまでに37作品しか残していない。「37」が素数であることにも触発された私は、世界の有名美術館にある彼の作品を全て鑑賞したいと思うようになった。そして、20年ほどをかけて目標を達成した。夢が実現すると、今度はフェルメールの全作品を集めた美術展を開きたいと考えた。しかし、彼の作品は門外不出である。そこで、リ・クリエイト(再創造)した作品の展示会を企画し、オリジナルの作品を所蔵する美術館

(図5)リ・クリエイト(再創造)によるフェルメールの美術展



銀座で開催されたこの美術展は、国際的な高評価を得た。

展を開き、最後は本家本元のマウリッツハイス美術館からお墨付きをいただいた。何か一つ好きなことを、好きであり続けると「豊かな出会いがありますよ」というストーリーである。大阪・関西万博は是非ともご期待いただきたい。本日はどうもありがとうございました。

福岡 伸一(ふくおかしんいち)

生物学者。1959年東京都生まれ。京都大学卒業、同大学院博士課程修了。米国ハーバード大学医学部博士研究員、京都大学助教授などを経て現職。著書には、サントリー学芸賞を受賞し、88万部を超えるベストセラーとなった『生物と無生物のあいだ』(講談社現代新書)、『動的平衡』(木楽舎)などがある。また、大のフェルメール好きとしても知られ、世界中に散らばるフェルメールの全作品を巡った旅の紀行『フェルメール光の王国』『フェルメール 隠された次元』(共に木楽舎)を上梓。最新のデジタル印刷技術でリ・クリエイト(再創造)したフェルメール全作品を展示する「フェルメール・センター銀座」を監修し、館長もつとめた。

本稿は2023年7月6日に行われた「TOYRO特別セミナー」の要旨を編集部でまとめたものです。