

流れといのち
—— 万物の進化を支配するコンストラクタル法則
目次

第1章 生命とは何か 16

コンストラクタル法則／貧しさよりも豊かさを／人間は機械と一体化した種になった／生命の捉え方／進化の捉え方／流動系とデザイン／非生命系の進化／なぜ地球は真っ平らにならないのか／水中翼船が現れた

第2章 全世界が望むもの 48

火と文明／熱の流れとかたち／地球全体におけるエネルギーの流れ／資源の持続可能性／力を我等に／経済活動の物理学／水の役割／生命には水の流れが必要だ／富の流れ／グローバル化のデザイン

第3章 目的を持った動きとしての富 84

より速く、より多く／階層制／少数の大きなものと多数の小さなもの／目的を持った動き／富を望む衝動、自由への衝動／流れに乗れ

第4章 テクノロジーの進化 110

動物の進化とテクノロジーの進化／小型化は自然に起こる／自ら動くものなどない／進化はしても退化はしない／進化とは物理の概念だ／飛行機の進化／二足歩行はテクノロジーの最大の革命である／テクノロジーの進化は私たちを解放する

第5章 スポーツの進化 145

体の大きさと速度／走者と泳者の進化を予測する／短距離走の勝者は誰か／高跳びの勝者は誰か／よくある専門家からの批判／動物のデザインは予測できる／動物があくびをする理由／スピード競技の速度に限界はあるか／球技におけるコンストラクタル法則／スポーツの将来を予言する水晶玉

第6章 都市の進化 177

都市は生きた流動系である／アトランタ空港で考える／芝地を渡る／移動しやすい都市のかたち／環状道路のデザイン／迅速で安全な避難のために

第7章 成長 201

成長はS字カーブを描く／成長の限界／S字カーブの特性に対する批判と応答／雪の結晶は一つひとつ違うのか／S字カーブが表すもの

第8章 政治、科学、デザイン変更 230

政治の流れとかたち／科学論文競争の物理学／誰もがより良い社会を望んでいる／統治機関の物理学／マルクスの失敗／ペンは剣よりも強し／世に問い質すこと／不満を抱えたソクラテスタレ／さらなる自由をもたらす良い流れ／遍在する階層制

第9章 時間の矢 272

マクスウェルの魔物／進化するデザインと時間／知は力なり／人工知能、文明、コミュニケーション／知識の流れとかたち／英語の支配／知能とは何か

第10章 死とは何か 308

なぜ大きな動物のほうが長生きするのか／ジェットとブルームのあいだ／河川の寿命／

車両の寿命／動物の寿命／転がる石の寿命／渦の死、人間の死

第11章 物理的現象としての生命と進化 332

法則は一つ、理論は多数／生命とは環境に影響を与えるものである／「より良い」の物理学／競争か共生か／楽観主義と希望／近年の論争／生命と進化への新たな視座／コンストラクタル法則の来歴／物理的現象としての生命と進化

謝辞 364

解説 木村繁男 366

訳者あとがき 375

第5章の補遺 383

原注 393

索引 401

【凡例】

〔 〕は訳者による注を示す。

*1は著者による注を示し、章ごとに番号を付し巻末に収録する。

流れといのち — 万物の進化を支配するコンストラクタル法則

ブックデザイン 鈴木成一デザイン室

序

生きるべきか死ぬべきか——それは問題でならない。生命は自然界における普遍的傾向だからだ。生命は、変化する自由を伴う物理的な動きだ。動くもの、流れるもの、突き進むものはすべて、配置や道筋やリズムを変えることによって、しだいに動きやすくなる傾向と、動き続ける傾向を示す。進化するこの流動構成とその終焉（死）こそが自然であり、生物・無生物の二領域を網羅する。

問うべきなのは、物理の観点に立ったとき、生命とは何か、だ。生命と死と進化はなぜ起こるのか。

本書で私はこの問いに答える。実際、その答えを知らなければ、生命とは何かにまつわるこの問いを立てることなどできなかつただろう。端的に言えば、いつでも、どこでも、自ずと起こることは何もかもが、自然——あるいは、ギリシア語で「自然の事物」を意味する単語 *physika* にもとをたどれる、物理的現象 (*physics*)——だ。はかない私たち人間のごく小さなレ

ンズを通して眺めれば、これは、万物は物理の諸法則に従うということを意味する。法則と言ってもおもに、私たちの誰もが中学や高校で学ぶ物理の法則で、幾世代にもわたり大多数の人が納得して受け容れてきたものだ。

自然界では、追いつたり、強いたり、押ししたり、引いたりされなければ、何一つ動かない。このような動きの背後にある力は、「燃料」を消費する膨大な数の自然の「エンジン」によって生み出される。「燃料」は、動物にとつては食物、自動車にとつてはガソリン、大気や海洋の循環や世界中の水の流れにとつては太陽エネルギーの加熱作用という具合に、多くのかたちをとる。生み出された動きは環境に入り込み、それを押しのけていくあいだに力をたちまち消耗させる（動きは力を「ブレイキ」の中へ散逸させる）。環境はその動きに抵抗するからだ。エンジンとブレイキはともに自然現象であり、地球そのものに劣らぬほど昔からある。

生命と進化という現象を通して力の生成と散逸が協働し、河川、風、動物、人間、機械など、地球上の生物や無生物のあらゆる動きを促進する。これは明瞭な現象で、物理の第一原理であり、「コンストラクタル法則 (constructal law)」〔生物・無生物を問わず、万物はより良く流れるかたちに進化するという、著者が一九九六年に発表した物理法則。原語の *constructal* は著者の造語。詳細は前作『流れとかたち』を参照〕という。

生命とは何かという問いを物理の観点に立って提起すれば、ダーウィンから継承した生命の

記述的物語に物理学を導入することになる。その物語からは物理学というテーマが抜け落ちて
いる。なぜ物理学を導入する必要があるかを理解するには、ある領域で動き、拡がるものの例
(動物、疫病、河川流域、鉱物の採取、ニュースなど)をいくつか考えてほしい。これらの拡がり方
は、よく知られたS字カーブをたどる。時の流れに沿って、最初はゆっくり、やがて速く、そ
して最後にはまたゆっくりと拡がる。既存のモデルはみなこの現象を、競争、すなわち、生存
と資源入手、繁殖率向上、縄張り拡張、機会獲得などのための闘いとして説明する。だがそれ
は、いったいどのような物理法則に即しているのか。実際問題として、三角州や、雪の結晶の
水の体積、科学論文の被引用数などの、ものが拡がるデザインに、生存や資源や繁殖のための
いったいどのような闘いが見られるというのか。

物理の観点から眺めると、生命と進化の現象は、最初は直観に反するように見える。物理学
のコンストラクタル法則は、地球上の生命の将来に関して、暗い見通しではなく、はるかに楽
観的な展望を提示する。だからこそ私はこの本を書いたのだ。さっそくいくつか例を挙げよう。
この世界はエネルギーや水が尽きかけてなどいいない。サハラ砂漠には太陽の熱がたっぷり降
り注ぎ、コンゴの熱帯雨林には豊富な降雨がある。この世界が動き続けるため(すなわち、生
きるため、「持続可能性」に到達するため)に必要なとしているのは、人間が居住する空間全体に有
効エネルギー(力)と飲料水の流れ、行き渡らせることなのだ。これは、まだ電気のない領域

にあらゆる種類の動力装置(より多くのエンジン)を置き、乾ききった地域の広大な土地に脱塩
した水を供給することを意味する。

今後、燃料の消費量を削減する集団などありはしない。豊かさよりも貧しさを望んだり、生
より死を好んだりする人はいないからだ。環境への影響を悪とするのは、動きを悪とするのに
等しい。それは生命そのものを悪とすることになる。

また、燃料の消費量は階層的であり続けるだろう。なぜなら、河川流域からグローバルな航
空交通まで、自然に現れる動きは階層的で、質量を動かす少数の大きなものと多数の小さなも
のがいっしょに流れているからだ。

人間の動きも含め、何であれ地球上を動くものの進化は、自ずと動きの階層制につながる。
この世界は、自らの階層制を通してそれぞれが際立つ多様な流れの「河川流域」が重なり合っ
た見事な織物だ。少数の大きな流路が多数の小さな流路とともに走り、互いに頼り合い、恩恵
を及ぼし合い、持続性を持って効果的に動いている。

流れには速いものと遅いものという二通りあったほうが、一通りしかない場合よりもはるか
に優る。速い流れは数が少なくて大きく、遅い流れは数が多くて小さい。これこそ、一つの平
面領域あるいは立体領域全体に流れを行き渡らせる方法だ。都市の交通から、肺における酸素
の運搬や、脳の流動構造における速い思考と遅い思考まで、いたるところでこの階層制が自然

に現れるのが見られる。

世界は制御不能に陥りかけてなどいない。なぜか。それは、有限の領域に拡がる流れはすべて、S字形の発達史を持つ定めにあるからだ。幼い流れはゆっくり拡がる。若い流れは勢い良く拡がる。成熟した流れはゆったり拡がる。何であれ、「指数関数的な」成長や「爆発的な」発展を遂げ続けることはありえない。

この世界の複雑性は、制御不能に陥って急激に増し続けてなどいない。複雑性はほどほどで、安定しており、予測可能だ。たとえば、人間の肺の気管が二三段階に分岐しているように。たしかに、大きな肺や大きな河川流域のほうが複雑だが、それは大きな空間ほど階層が多いのが自然だからだ。ニューヨーク市のほうがダラムよりも交通の流れが複雑になっている(ダラムは著者が教えるデューク大学の所在地で、人口はニューヨーク市の三〇分の一以下)。とはいえ、そのどちらでも複雑性が爆発的に増加してはいない。もしそんなことが起これば、中の流れはあらゆるスケールで死に絶えてしまうからだ。

大きさのおかげで速度が増し、寿命が延び、効率が上がる。動物、飛行機、河川、ジェット気流、転石、乱流の渦など、動くもののいっさいにそれが見られる。私たちはあらゆる種類のテクノロジーと運動競技でこの進化を目の当たりにする。たとえば、民間航空機は予測どおりに進化し、鳥に似てきた。飛行機とともにエンジンも積載燃料も重量を増し、翼幅は胴体の全

長に等しくなり、機体が大型化するにつれて航続距離も飛行時間も伸びている。

運動競技はというと、今日の一〇〇メートル走は、歩幅が大きく歩数が少なく済む長身の選手が優位を占めている。ウサイン・ボルトとカバの速さがほぼ同じなのは、前者の身長と後者の体高(地面から背中の上端までの高さ)がほぼ同じだからだ。とはいえ、大きくなるだけの傾向ではない。短距離走では、大きさに加えてピッチの速さも強みになる。一方、長距離走では正反対の進化の傾向(小型化)が勝利につながる。このような逆方向の傾向は、物理の観点からすべて予測できる。

都市は成長を続けるだろうが、その成長は自然のデザインによるもので、ランダムなものではない。デザインの特徴(時間、場所、大きさ)は、今や物理の原理のおかげで予測可能だ。少数の大きな通りが、多数の小さな通りや高速道路、環状道路につながっている。都市は自然に発生する。人間が図らずも展開する他のいっさいのデザインと同様だ。なぜなら、それらは人間の生活を促進するからで、火、力、発話、表記、科学、法規、貨幣、コミュニケーション、持続可能性など、すべてが自然に発生する。

良いアイデアは遠くまで広まり、そして広まり続ける。こうしてデザインが進化しながら流れることこそが、「良い」という言葉の意味するところだ。良いアイデアは物理的に測定することができる。そのアイデアが物理的に実践されることによって一か所で生み出される、人間

の動きを測ればいい。アイデアの物理的実践とは、流動デザインの変更であり、その時点におけるその場所での進化を言う。

物理的現象としての知識とは、アイデアであると同時に、行動でもあり、実際に活用された、より良いデザイン変更を意味する。うまく機能するものは維持される。だから良い変化は自然に広まる。これこそが進化の真髄であり、進化に終わりが無い理由でもある。

* * *

生命と進化は物理的現象だ。それは私たちが生物学で学ぶものよりも、はるかに広範に及ぶ、途方もなく重要な地球上の現象だ。ニュートンの運動の第二法則や熱力学の法則のように、最も有用な科学は、想像しうるかぎりの状況を議論の余地もないまでに網羅する。進化と生命の物理学は、まさにそのような科学なのだ。

みなさんはきっと、物理学のこの側面をすでにご存じだろうと思う——自己組織化、自己最適化、自然選択、自己潤滑化、創発をはじめとする、他の多くの呼び名のどれかでもかもしれないけれど。そして、このほうがなお確かだと思っただが、みなさんは自分が知っていることがどれほど普遍的な妥当性を持っているか気づいていないだろう。自ら起こすこと、自然になさ

れること、創発することは、紛れもない単一の現象で、物理の第一原理であり、それを今、ひとまとめにしたものがコンストラクタル法則にほかならない。

読者のみなさんにはぜひとも、自分自身が抱いている心的イメージについて語ったり書いたりして、本書に描き出された構図を完成させていただきたい。

二〇一六年三月 エイドリアン・ベジャン

解説

木村繁男(公立小松大学教授 生産システム科学部・学部長)

二〇一八年四月、まだ肌寒いフィラデルフィア郊外の雑木林はようやく芽吹き始めていた。冬枯れの木々に混じって数本の桜が丁度満開であり、その下ではレンギョウの花が盛りを迎えていた。ベジャン教授が「コンストラクタル法則」を含む機械工学に対する貢献によりベンジャミン・フランクリンメダルの受賞が決まり、この考えが世に認められようとしている状況を祝福しているかのようにであった。

四月十七日から十八日にかけて、ヴィラノヴァ大学で、米国国立科学財団(NSF)主催の「コンストラクタル法則——二十年の歩みと将来」と題されたシンポジウムが開催された。ベジャン教授のメダル受賞を記念してのものである。米国版ノーベル賞と言われる国際的学術賞の一つであり、受賞慣れしている彼にとっても、この賞は特別で感慨深いものであったに違いない。受賞理由は「熱力学と伝熱工学を融合させた熱設計の最適化、およびコンストラクタル法則による自然、工学、社会において出現する形態とその進化の予測に貢献した」と簡潔に記

されており、「コンストラクタル法則」の提唱も重要な受賞理由となっている(公式発表の文面では *constructural theory* と記載されている)。

本書は『*The Physics of Life: The Evolution of Everything* (St. Martin's Press, 2016)』の全訳である。一般読者向けの前作『流れとかたち』の続編であり、これまで発表された「コンストラクタル法則」についての研究成果を集大成したものとと言える。したがって、タイトルに使われている「生命」と言う言葉は、通常使われている「生物」に関連した意味ではない。生物、無生物に関わらず、流動するものという概念でとらえることが出来るすべての系システムを指す。それは生物内の流体循環であり、河川の流れであり、情報の流れであり、富の流れである。これらの流れを維持している体系がすなわち「生命」なのである。前作の『流れとかたち』に比べ論旨の展開がより系統的になっている点が本書の特徴である。扱っている話題にはいくつか重複が見られるものの著者の息づかいが直接感じられる文章と相まって、極めて説得力のある本に仕上がっている。「コンストラクタル法則」の提唱者単独による啓蒙書である点でも貴重である。

前作『流れとかたち』における、ノーベル賞受賞者イリア・プリゴジン教授の見解に対する戦闘的な反論で始まる幕開きと比較すると、本書はやや控えめな書き出しとなっている。それでも「生きるべきか、死ぬべきか。それは問題ですらない。(To live or not to live, that is not even

a question.)」という、『ハムレット』の有名なフレーズのパロディーから始まっている事実は注目に値する。日本では古くから「生きるべきか、死ぬべきか」と訳されているが、元来の意味は「存在すべきか否か (To be, or not to be, that is the question.)」ということである。しかし、ベジヤンにとって、「存在するか」ではなく、問題なのは「流れているか」だ。「コンストラクタール法則」の視点を、最初の数行で端的に表現しているのである。そして、本書の意図が具体的に記述されるにつれ、読者は著者が取り上げようとしているその遠大なテーマに否応なく引き込まれて行くことになる。

第1章では「生命」とは何かについて定義している。それに続く数章で、自然も社会も樹枝状構造と階層構造に満ちていることを示す。それらの構造は、自然現象にあっては、より抵抗なく流れて行きたいという自然の意志の現れである。そして、社会現象にあっては、自分を取り巻く世界をより良い状況にしたいという人間の願望の現れである。したがって、政治や経済などの種々の社会現象は、「富と自由」への人間の願望の所産である。そうであれば、政治、経済、歴史も「コンストラクタール法則」による理解が可能であるということになる。巷には様々な政治スローガンが満ち溢れている。しかしそれらは問題ですらない。政治システムは富と自由への願望が満たされるように、おのずから変容していくのである。民衆の見えざる意思

によって。

スポーツはベジヤンにとって特別な意味を持っているようだ。彼は故国ルーマニアではバスケットボールプレーヤーとして名を馳せた経験を持つ。しばらく前に、ボストン・レッドソックスに在籍していた野茂投手がノーヒットノーランを達成したときは、喜びに満ちた長文のメールを送ってきたこともあった。MIT時代からの熱烈なレッドソックスファンなのである。本書では「スケール解析」がしばしば用いられている。彼はこの手法をカリフォルニア大学バークレー校での研究員時代に、オーストラリアから訪れていた水理工学の著名な研究者、ヨルグ・インバーガー教授から学んだ。スケール解析は、気象学や地球物理学の分野で発達してきた手法である。しかし、ベジヤンの「スケール解析」は、これまでのものと比べ、より直感を重視する点で独創的である。それは、第5章「スポーツの進化」で遺憾なく発揮されている。大胆な運動の単純化により、短距離走や競泳などのスポーツ記録には限界があることを予言する。

第6章から第8章までは、全ての事象は勃興、成長そして衰退という一連のプロセスを取ることと述べる。それは、都市構造の変遷であり、経済の成長と衰退であり、帝国の興亡である。まさに万物は流転する。われわれはバブル期の時代を懐かしんでいる暇はない。次の成長の芽はあちこちに散らばっており、みな成長の機会を窺っている。ここには彼の楽天的思想が色濃

く反映されている。私が学生だった時、投稿した論文に厳しい査読結果が付いて返ってくるたびに、師であるベジジャンは、我々の仕事がいかに価値あるものかを説き、励ましてくれた。そのことが鮮明に想起される。過ぎ去った過去ではなく、来るべき未来を考えねばならない。抵抗を受けない学術論文は、すなわち独創性を欠く論文なのであると。

本書を通読して、私は彼の思想の根幹に、熱力学の諸法則の影響を見る。それが、最も明示的に述べられているのが最後の三つの章である。今日、熱力学の第一法則として知られているエネルギーの保存則は、力学的エネルギーと、一見それとは何の関係もなさそうに見える熱量が同一の物理量であることを主張する。また、熱の流れる向きには方向性があり、熱エネルギーと力学エネルギーとのあいだの変換は非対称となることを述べているのが熱力学の第二法則である。

「コンストラクタル法則」は、解析対象となる体系を流動機構と見ることに、これまで細分化され、各学問分野の異なる現象と見られていたものが、すべて統一された原理に支配されていることを主張する。それらのあいだにある違いは、駆動メカニズムの違いに過ぎない。また、その流動方向には一定の方向性がある。端的に言ってしまうえば、高いところから低いところへ、ということになる。

しかし、この場合の「高い」「低い」が意味するところは、対象としている現象により全く異なるものを意味する。例えば、河川の流れは高さから低きへ、重力ポテンシャルが減少する方向へ流れるが、知識や情報の流れは、より革新的なアイデアが生まれる場所からその他の場所へと流れる。決してその逆ではない。現在、情報科学の先端技術はシリコンバレーから世界各地へと拡散している。ただ、シリコンバレーの命運が尽きる日もいずれ必ずやってくる。それは世界のどこかに、より価値ある技術革新をもたらす拠点が形成されたときである。それはS字成長に終末期が必ず現れるようなものである。ちょうど、熱力学的体系内の拘束条件が外されたとき、この系は熱力学的死に向かって突き進むのに似ている。

これらの熱力学的考えがもっとも端的に見られるのが第9章「時間の矢」、第10章「死とは何か」である。第11章の最後の箇所、エントロピー極大の法則について、彼の考えが述べられていてなかなか興味深い。「エントロピー極大」という言葉に対してはかなり批判的な態度が見て取れるのだが、専門家のあいだでも分かれる議論であろう。いずれにしても、熱力学の第二法則のように、最も革命的な科学法則は、数式ではなく言葉で表現されなければならない。それがベジジャンの主張である。

今から二〇年ほど前に、ケンブリッジ大学出版局から刊行されたベジジャンの『かたちと構造

——工学から自然まで (Shape and Structure, from Engineering to Nature)』(Cambridge University Press, 2006)を初めて目にしたときの印象を私は良く覚えている。「何て奇妙なことを始めたものだ」というのが正直なところであった。ごく一部の人を除いて大方の専門家が同じ印象を持ったことは想像に難くない。実際、当時は、国内外の熱工学関係者のあいだでコンストラクタル法則に支持を表明する声をほとんど聞かなかった。ベジャン教授はまた何か奇妙なことを始めたらしいというのが大方の見方であり、この状況は、日本では今でもあまり大きく変化していないように思う。

しかし、「コンストラクタル法則」は、幸運にも(熱)工学系以外の様々な学問分野、すなわち生物学、政治学、経済学、情報科学、都市計画、地球科学などの諸分野で、多くの賛同者を獲得していった。おそらく我々工学者は既に検証され、存在する法則や手法をいかに利用し、要求された仕様のものを設計していくかという思考パターンに慣れすぎていたのかも知れない。自らが新しい「物理法則」を発見するなど夢想だに出来なかったのだ。

熱移動について解析するには、フーリエの熱伝導の法則、ニュートンの冷却の法則、ナヴィエ・ストークスの流体の運動方程式、放射についてのステファン・ボルツマンの式、分子動力学があれば十分であり、我々はこれらの方程式を駆使して解析するのが自らの仕事であると感じている。もし必要があれば、物理学や数学の分野で話題になった考え、例えばフラクタル、

カオスなどの考えを遅まきながら援用して少しスペースの効いた仕事をする。しかし、ベジャンの意図するところは明らかにこの範疇を逸脱している。やすやすと受け入れられるものではない。人間は多かれ少なかれ、みな保守性を有しているのである。革命的な思考を受け入れるまでには時間が必要だ。私も彼の「コンストラクタル法則」を抵抗なく受け入れるまでに、実に二〇年近く掛かったことを告白しなければならない。

これまで「コンストラクタル法則」に関する論文は、過去二〇年間の累計が五〇〇〇を超えたと報告されている。五年前には二〇〇か三〇〇と聞いていたから大変な増えようである。イギリス政府が、政府と国民のあいだの情報伝達問題についてベジャン教授に意見を求めたことも知られている。「コンストラクタル法則」に従えば、新しい考えや情報の拡散はS字カーブを描いて成長するという。いま、この法則の拡散はS字のどの段階にあるのだろうか。極めて興味ある問いである。本書の内容をどのように受容するかは、読者諸賢の判断に委ねられる。しかし、本書を読み終えた読者は、われわれを取り巻く自然や社会の諸問題を、これまでにならぬ極めてユニークな視点から眺める機会を持つことになる。そして、我々の未来について確固とした明るい希望を抱くことが出来るだろう。

最後になるが、本書の日本語版を企画し、この解説を書く機会を与えてくれた紀伊國屋書店

の和泉仁士氏に甚大なる感謝の意を表したい。また、ベジャンの極めて形象的言い回しの多い英語に悪戦苦闘されたと聞く、翻訳者の柴田裕之氏のご努力に最大限の敬意を表したい。

この書が多くの方の目に触れ、日本でも「コンストラクタタル法則」についての闊達な議論が広まることを切に祈念してやまない。

二〇一九年三月 金沢にて

訳者あとがき

前作『流れとかたち』は私にとって衝撃的だった。おおざっぱに言えば、こうなる。かつて、人間を別格と見なして他の生き物と切り離す世界観を、ダーウィンが進化論で刷新した。前作と本書『流れといのち』の著者エイドリアン・ベジンはそれをさらに推し進め、生物を別格と見なして無生物と切り離す世界観を、すべてのかたちの進化を支配するという独創的なコンストラクタル法則で崩し、森羅万象を物理によって一つにまとめ上げた。これほどまでの統合的な見方に、私は魅了された。

いや、魅了されただけではない。なるほど、と納得がいった。本文はもとより、二作に収録された写真や図が、著者の言わんとすることを雄弁に物語っており、一目瞭然、百聞は一見に如かずという思いを何度抱いたことか。また、生物と無生物に分け隔てなく働くそのような法則の存在は、直感的にも理に適っているように思えた。人間の登場以前から生物はいたのだし、生物の誕生以前から地球や宇宙はあったわけだし、他のいっさいのものと同じで、人間を含めて生物も物質から成り立っており、すべては同じ世界に存在しているのだから、万物が同じ普

遍的な物理法則に従っていることに何の不思議があるだろう。

生命（変化する自由を伴う物理的な流動）、そして死（その流動の終焉）という視点からこの世界を捉えた本作『流れといのち』を読んで、コンストラクタル法則を軸とする著者の統合的・俯瞰的な見方に、ますます納得がいった。私は物理に疎いので専門的な判断はできないが、著者がこれまでの二作で取り上げてきた範囲の広さや多様さ（目次を眺めるだけでわかる）を見ると、この法則には普遍性があるという主張には強い説得力があるように感じる。そして著者は、コンストラクタル法則は「事象を予測するもの」であると言い切っており（これまた潔いではないか。確かな反証が出てくれば自説撤回も辞さずという覚悟がうかがわれるのだから。それだけ自信があるということだろう）、前作と本書を読むかぎり、コンストラクタル法則に基づく予測は、これまでのところごとく的中しているようだ。

このコンストラクタル法則に劣らず魅力的なのが、著者の姿勢だ。権威と言われる人の言葉であろうが、学界の定説であろうが鵜呑みにせず、疑問に感じた事柄を放置しないで出発点とし、先入観にとらわれずに広い視野から考察や検討を重ね、特殊ではなく包括的な代替の説を提示して、それが斬新過ぎて簡単には受け容れてもらえなかったり批判を招いたりしても動じないで、証拠や裏づけを積み上げていくという著者の姿勢は、物理の世界に限らず、どんな分野でも範とすることができる。

その姿勢の根底にあるのが自由を愛する気持ち、自由の価値を重視する気持ちであり、それが著者の文章にあふれている。著者の経歴を考えれば、それもうなずける。著者は共産主義独裁政権下の母国ルーマニアの圧政が骨身に沁みており、そこを脱してアメリカで自由な学究環境に入った人なのだ。二〇年以上前に発表したコンストラクタル法則を変えるつもりはないものの、その定義に「自由」という言葉をつけ加えたいと本書で語っていることにも、著者の心情が鮮やかに表れている。「自由が与えられれば、新しい変化が起こり、さらに多くの選択肢が現れ出てきて、かつて最良だったものが死に絶え、先々最良となるものが生まれる。……もし、はるか以前に行なわれ、『最良』と呼ばれた選択がみな、硬直したかたちで取り入れられ、いつまでも変わらずに適用されているなら、今日の科学はどうなっているだろうか」と著者は言う（三三四ページ）。

母国で過ごした日々も、アメリカに移ってからも、けっして楽な思いをしてきたわけではないだろうが、著者は卑屈になることも恨みがましくなることもなく、言葉の端々からは、かちかちとした人柄が伝わってくる。前作刊行後の来日時にお目にかかったときも、その印象どおりの方だった。まさにコンストラクタル法則が働くさまを自ら体現しているかのようであり、そう思えば、本書を読むとわかるとおり、著者が将来に明るい希望を持って生きていることにも得心がいくし、こちらまで希望が湧いてくる。なにしろコンストラクタル法則自体が、流れ

を良くするように進化するという方向性をはっきり指し示しているのだから。

読者のみなさまにも、コンストラクタル法則という斬新なアイデアに触れ、この単純ですっきりした法則によってじつにさまざまな事象の説明や予測がつく爽快感を味わい、著者の姿勢や世界観に接して明るい気持ちになっていただければ幸いだ。そして、まだ前作『流れとかたち』をお読みになっていない方がいらっしゃれば、ぜひ、ご一読を勧めたい。本書を楽しんでくださった方であれば、多様な分野から多様な例を引きながらコンストラクタル法則をその原点から語る前作をお読みいただければ、本作同様、木村繁男先生の詳しい解説と相まって、なお興味と理解が深まり、ますます楽しめるはずだ。

最後になったが、私の質問に丁寧に答えてくださった著者、全文に目を通して問題点を指摘してくださり、また、この分野に詳しく、著者と親しい方にでなければとうてい望めない解説を書いてくださった木村先生、拙訳の至らぬ点の数々を補ってくださった紀伊國屋書店出版部の和泉仁士さんをはじめ、前作と本書の刊行にあたってお世話になった大勢の方々に、この場を借りて心からお礼を申し上げます。

二〇一九年三月 柴田裕之

エイドリアン・ベジャン
& J.ペダー・ゼイン

柴田裕之 = 訳
木村繁男 = 解説

流れと かたち

万物のデザインを決める新たな物理法則



「世界を動かすのは
愛やお金ではなく、
流れとデザインである」

四六判上製・428頁
本体価格 2,300円+税
2013年8月刊

革命的理論の誕生

樹木、河川、動物の身体構造、稲妻、スポーツの記録、社会の階層制、経済、グローバリゼーション、黄金比、空港施設、道路網、メディア、文化、教育 —— 生物・無生物を問わず、すべてのかたちの進化は《**コンストラクタル法則**》が支配している！

【目次】

第1章 流れの誕生／第2章 デザインの誕生／第3章 動物の移動／
第4章 進化を目撃する／第5章 樹木や森林の背後を見通す／第6章
階層制が支配力を揮う理由／第7章 「遠距離を高速で」と「近距離を
低速で」／第8章 学究の世界のデザイン／第9章 黄金比、視覚、認識
作用、文化／第10章 歴史のデザイン

紀伊國屋書店