

Techno Online

「あなたの研究は技術だ。科学をやれ」と言われたことがある。そのような偏狭な考えが、新しい学問の展開をいかに阻害するかの歴史を今後のご参考までに紹介する。

私は1962年に東京大学理学部物理学教室に生物物理学研究室を開設した。生命科学は狭い生物学ではなく「高い視点と広い視野を持った総合科学技術」として推進しなければならぬと考えたからだ。そして70年代から、DNA（デオキシリボ核酸）の遺伝文章の大量解読をするための構想を始めた。

その結果、81年に私が主宰する国家プロジェクト「DNA高速自動解析」が走り始めた。冒険にあげたのは、そのときに医学畑のある人から言われた言葉である。「そんなものを作るぐらいなら、俺に予算をよこせ」「人が手でやれるのに、なんで機械にやらせるのだ」「機械は解析の名人にかなわない」「解析の一部だけを速くしても意味がない」等々、さんさん足を引っ張られた。科学技術の本質を考えようともせず、将来にわたる展望もない意見だ。

機械が得意とする複雑な繰り返し操作を、なぜ人間がやらなければならないのか。規格化された複数の機械による

平成 24 年 7 月 31 日

### 生命科学発展の要諦 高い視点と広い視野

エラー・チェックで精度向上を図るのは、計測のイロハではないか。名人と機械のすみ分けこそ、マン・マシン・システムで検討すべき恰好の課題だ。そもそも、名人が昼夜ぶっ通しで働けるものか。複雑な工程が縦につながるシステムの開発を、全体をはじめから一斉に速くすることだ、と無邪気に考えられてはたまらない。一連の解析過程の一部を速くすることで、残りの部分の開発意欲を刺激するのが開発戦略だ。

事実、私の話を聞いた先進国の人たちは「一部を速くすることが全体を加速するインセンティブを与える」と、生物系・医学系も含めてよく理解していた。残念ながら日本の関係者にはその戦略的発想がなかった。誰も20年後の遺伝情報大量解析時代の到来に全く気づいていなかった。

このシステム構築戦略の欠如は、長年物理学教室で大小を問わず計測装置や工学システムの建設を目の当たりにしてきた私にとり、大きな驚きだった。同時に生命科学は、科学技術が総力を挙げられる未開地であり、それは日本の得意とする分野だとの感を深くした次第である。

（東京大学名誉教授 和田昭允）

Techno Online

私は理学部化学科で物理学を勉強してから物理学教室に移り、「生命を物理学で理解する」研究をはじめた。こうしてサイエンス連邦の二大勢力、物理学と生命科学の辺境を探検し、多様な才能の人たちに接する幸運を得た。

この環境で、分野間の壁は学問発展に有害無益と悟ったので、長年の遍歴で体験した「物理帝国」と「生命王国」の学問風土を、一般講演などの折に触れて紹介してきた。

「帝国」の名前の由来は、法律（法則）が寸分の隙無く整備され、怖い宰相がそれを取り仕切っているから。

一方「王国」の方は、規則もはなはだ大ざっぱで、生き物の躍動感と美しさにはロマンがある。智の金銀財宝があるかもしれない、そんな感じだ。これを聞いたノーベル化学賞受賞者の野依良治さんが面白がって「それなら化学は連邦共和国だ」とビッタリの名前をつけてくださった。

本題に戻る。物理屋と生物屋の気質は分かれる。前者は森羅万象のモノ・コトの共通を探し回って「法則」にまとめ上げる。そこでの理解の筋道は、現象の観測→実体の把握→本質の解明、と深まってゆく。科学史に見られる、チコ・プラーエが星の動きを丹

平成 24 年 9 月 11 日

### 物理・生物学に学ぶ 相違・共通探り理解深める

念に観測→チコ・プラーエがそのデータから太陽系の諸惑星の動きに規則性を発見→ニュートンが万有引力法則で本質を解明、がその典型だ。

後者は生き物の相違を丹念に捜して大きく分け、それをさらにまた細分してゆく。こうして全体を、界・門・綱・目・科・属・種、と個体の一つ手前まできちようめんに分けて段階づけ、体系化する。

生き物は「種多様性」に加えて構造も階層的で複雑だから、集団、個体、器官、組織、細胞、細胞器、生体高分子、とサイズや形態、機能で階層化して研究する。

以上、物理学と生物学での理解の特徴を対比したが、考え方は同じだ。いずれも相違と共通の因果関係を探りながら、一方は宇宙誕生と素粒子に共通の根源を求め、他方は生命に共通するDNA（デオキシリボ核酸）から種多様性（相違）への理解を深めてゆく。

この自然科学の二大分野での常とう手段「相違と共通の両方をにらむ」は、問題の解決を目指し理解を発展させるコツだ。機械開発、市場の開拓、作業チームの編成など、どんな場合でも有効だ。

（東京大学名誉教授 和田昭允）

Techno Online

「機械は硬い」という理不尽な先入観を捨てれば、生物は真正正銘の機械だ。DNA（設計図）から出る指令によって力学素子の筋肉、化学反応素子の消化酵素、情報処理装置の脳の諸分子などを製造し、地球環境を生きる「柔らかい機械」だ。

生命の特徴を2つ挙げる。この文を読んでくださっている方の心臓は必ず動いているはずだ。その鼓動周期は約1秒だから1年で3153万回、人生80年とすれば25億回、さきようめんじくり返す強靱（きょうじゆん）な機械であるが、そもその源は卵子和精子の結合。あとは自己形成でこうなる。それだけの話だ。

夏になると蚊が出てくる。あの小さな体で空を飛ぶ装置を持ち、食物（血）のシグナル（体温）を感知するセンサーを備え、卵を産んで子孫を増やす自己増殖エンジンだ。これらの背景にあるエンジンアリンクは、人間とは①部品の最小単位がナノ（ナは10億分の1）メートルサイズと小さい②部品群が自己形成と自己修復の機能を持つ③の2点で根本的に違ふ。そして以下に述べるように、①は②であるための必要条件だ。

### ナノマシン進化 自己形成・修復の解明カギ

人工物は外から手を入れて作り上げてゆく。ピンセットで部品をつまんだり、粒子線ビームでたいて加工したりする。そのために、3次元空間のひとつの次元は残しておく必要がある、結果として製品は2次元となる。つまり今の人工物は2次元集積で、本当の3次元集積はできない。生物は違ふ。部品自身に自己形成と自己修復機能が備わっており、外部の加工装置はいらぬ。部品それぞれが自分で動き、はまるべき所に収まるからだ。そのためには部品は無動力で動けなければならぬ。そこは部品が小さいからこそ周りの水分子に小突かれて動く、いわゆるプラウ運動に頼ることができ。人類のエンジンアリンクは今も大躍進を遂げつつある。微小部品を使ったナノマシンは実現している。しかし、組み立てラインなしで機械が自分で組み上がってゆく夢のシステムのレベルにはほど遠い。そこに達するために解かなければならない課題が、ナノマシンの自己形成と自己修復だ。これさえできれば自己増殖はそのすぐ先にある。

（東京大学名誉教授 和田昭允）

平成 24 年 10 月 9 日