

## ヘビのように進む

沢村達也

「ヘビはどのようにして進むのか？」高校生のころ読んだ本の1節が今でも頭に残っている。当時一流の物理学者の仲間たちがロゲルギストという名を借りて、R.ファインマンさながらに日常の諸現象を楽しく、しかし、あくまで科学的に議論・考察したエッセイ集「物理の散歩道」という本の中の一文である。ヘビの進む様子を見てみると奇妙奇天烈な体の動きからどのように目的に向かって進んでいるのか？はたしてそこに何らかの規則と言えるものが存在するのか？ということである。

この文でロゲルギストは、ある距離を進む前にヘビがAの形をしており、進んだ後にBの形をしているとすると、ヘビはAの形からBの形になるように、体のそれぞれの部分をくねらせているようだという。 $B = A + \Delta$ として、 $\Delta$ が極小であれば、ある意味当然のこの解釈も、 $\Delta$ をある程度の大きさとして、かつ、くねったヘビの様子を頭に思い描いてしまうと、もういけない。複雑なヘビの動きが、実は体の隅々まで随意的に動かした結果なのかとため息が出る。

こんな話が忘れられないのには理由がある。思考の癖として、何かの動きを考える時には、駆動する部分、例えば、ムカデの足や、車の車輪や、鳥の翼をまず考え、その単位となる動きの積算として、全体の動きを考えがちである。すなわち、特定の要素に答えを求め、その部分から全体を考えるというやり方である。ところがここでは、ヘビの体の部分に動きのための特定の要素を求めることができないので、全体としてとらえ、全体の変化の中に部分が包含されている。そのような通常とは逆の説明の仕方が、様々な思考法に慣れていない高校生の頭を強く刺激したのである。

医学・生物学の研究は、かなりの部分が要素還元主義で進んできた。あらゆる現象は、その最小単位にまで分解すれば、その要素の動きにより説明できるという考え方である。実際にこの考えは生化学、分子生物学的アプローチとして、機能を担う分子とその変化により、細胞の動きや反応だけでなく、感覚、記憶のような高次機能まで、多くの説明を提供してきた。つまり、この分野の研究と言えは多くの場合が分析・解析（つまり分解）＝analysisなのである。

このような要素還元主義的分析思考もゲノム解読によりすべての遺伝子が一応明らかになったことで1つの到達点に達した。種々の分析が容易になったため、これまでのアプローチは誰にでも可能で、分析だけならお金を払えばできてしまうという、サイエンスなのかビジネスなのかかわからないような領域さえ生まれている。

あらゆる遺伝子、様々な種のゲノムが明らかになったことにより、要素を組合せ、組立てていくことにより、仕組みを人工的に再構成、再現する、場合によってはもともとなかった仕組みさえ作り出そうという動きが始まっている。いわゆる合成生物学synthetic biologyである。ヒトの臓器や細胞に機器を組み込むman-machine interfaceについての技術開発は古くからあるが、今後はmachineの方にbiologicalなパーツを組み込む技術が発達するのではないだろうか。そんなことを考えている矢先に、人工生物の合成に成功したとい

う論文が発表された (Science 2016年 3月25日)。ゲノム解読で名を馳せた、J. Craig Venter のラボからの報告だ。誰もがわかっているにもかかわらず、どうだとばかりにやってみせるところは彼らしい。それはともかく、synthetic なアプローチが確実に進んでいる証左が早々と出てきた。

しかし、このような分子生物学的アプローチが向かないテーマがある。例えば、「いのち」とは何か、「意識」とは何かとか、「タンチョウ鶴の舞」のような autonomic なプログラムされているような現象は、仕組みや組み合わせそのものによって実現されているように見える。もちろんそのパーツとなる分子はある。分子生物学者も、saturation mutagenesis や遺伝子ノックアウトというような方法で、どのような分子がその現象に involve されているのかをとことん明らかにするというやり方でパーツ探しを行ってきた。

しかし、実質的な役割は、それがどのような分子であるかよりも仕組みの方が担っている。例えて言えば、時間を可視化する「時計」という装置は、時を刻む発振子と標準時、そして表示装置からなっていて、発振子がゼンマイ、クォーツ、振り子、ししおどし、太陽のどれなのか、表示がアナログなのかデジタルなのかは関係ない。

このようなテーマに関しては、トップダウン的アプローチを得意とする生理学者が活躍してきた。「こういうことが起こるためには、こういう仕組みがあるはずだ」という考え方である。特に神経科学分野で認知機構を探るには有効で成果を上げてきたと思う。しかし、このような高次機能にしても、1つ下の階層の現象で説明するという意味では、還元主義的であると言える。ただ、最もマクロな視点から眺めて解決しようという姿勢が、ボトムラインで勝負している分子生物学者との大きな違いである。

とはいえ、領域の垣根もほとんどなくなり、synthetic なアプローチにより生命とそのパーツを自在に操ることが実現しつつある時代である。自分の主義にかかわらず様々な考え方を自由に使えた方がいい。分子レベルの最小単位から、最上位の概念まで、ボトムからトップまで、analytic にも synthetic にも、双方向かつ一貫通貫でアプローチしたいものである。もっとも、それが本当に実現すれば、ラプラスの悪魔の出現ということになるのかもしれないが。

翻って、現実の社会や組織の中では、同時並行的に、時には互いに密接に関係しあい、時にはまるで独立しているかのように、多くの人が様々な動きをしている。組織をよくするにはどうすればよいか常に議論されるが、個々の要素にとらわれれば、マイクロマネジメントに陥り部分最適化となってしまうし、ビジョンばかりにこだわると、実行を伴わないただの不満分子と化してしまう。なかなか現実の生活でもマイクロからマクロまで一貫通貫とはいかないものである。

冒頭の話に戻せば、その時に、進むべき方向あるいは環境の変化が、AからBへのトランジションにあると認識できれば、ヘビの体節のごとく、それぞれがAの状態での形からBの状態での形に素早く変化すれば、AからBに勢いよく進むということになる。その進み方は、特定の駆動部分に引っ張られて直線的に動くようにわかりやすくはないが、最も全体最適化されているともいえる。そもそもインスタントに解決できる単一の方向性など、ほとんどの場合ない。悩ましい環境の変化に自身どのように動くべきか、ふと昔のことを思い出して、ヘビのように進みたいと考えた次第である。

(信州大学医学部生理学教室教授)