

人類は太古から、仕事する力を自然界の水力・風力の自然エネルギーや、家畜の労働力などに頼ってきた。しかし18世紀のワットによる蒸気機関の発明以降は、石油・石炭・天然ガスや放射性物質からエネルギーを取り出して力に変える手段を獲得した。

とくに、貯蔵と運搬が容易な液体燃料を使用する内燃機関が、その汎用性・利便性と機構のコンパクトさから高く評価された。これらの条件をさらに満足する方向に改良・開発が一気に進み、自動車や飛行機などの輸送分野を中心に大きな発展をもたらした。内燃機関には燃焼ガスの膨張力を変えるレシプロエンジン(ピストンエンジン)と、高速流体となった燃焼ガスの運動量を変えるガスタージェットエンジンがある。

### 車の内燃機関 レシプロ式、他を圧倒

る点は共通している。なお、ジェットエンジンは出力タービンを巻き、燃焼ガスを一方に噴出させて直接推力を得ている。

タービンはその主要部がスムーズな回転運動なので構造が簡単だ。このため小型、軽量、高出力、低大気汚染、多種燃料、低振動という長所がある。反面、いかにせん負荷時の燃費が悪く、排気騒音が大きく、素早い加減速が苦手な急激な負荷変動への応答が悪い。

このため自動車への応用開発は、1950年代から現代まで世界各地で散発的に実施されているにすぎない。以前はタービンの軸出力を流体力式変速機で車輪に伝える方式が主流だったが、近年はガスタージェットエンジンを一定回転数で駆動して制御しやすい電流に変え、電動機で車輪を駆動する方式が増えつつある。

しかし残念ながら、前記の欠点が多い本当の実用化は難しいらしい。言い方を換えれば、レシプロエンジンがそれだけの優れたもので使いこなされていく、ほかのメカニズムの出番がないのだ。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

平成 29年 5月 9日

生物進化はいろいろな生物を作り、最後には人類という複雑怪奇なものまで現れた。40億年もの昔、地球に自分とよく似た構造体を作る、つまり自己複製する小さな分子集団が発生した。降り注ぐ太陽光に暖められ、多様な元素に恵まれた海の浅瀬だったのではないか。あるいは海底の、地球内部から豊富に元素が提供される熱水噴気孔の周辺かもしれない。いずれにせよ複製は完全では到底あり得ず、出来の悪いもの悪いものと、数多くの突然変異体が生じられた。

その中に地球環境で生き、次の世代を産める優れたものがあり、地球環境への適応が進んでいくことになる。こうして生命は自らの設計書に、地球環境への適合の条件を「結果として書き込んでいった。後に遺伝情報と呼ばれるようになるこの設計書は、地球環境に適切な対応するための指針書だ。

変異発生と環境選択のループを巡ることにより、環境への適合が年月とともに深まった。同時に「地球環境のパラエティ」に対応した生命の多様化」が地球上に広がっていった。その歴史的な時間経過の長大さは、以下のように実感できる。

### ダーウィン進化論 日本人が発展、理論確立

40億年を1年にたとえれば人生80年は0.6秒だ。あるいは時間を距離になぞらえて、40年を1歩だとすれば、40億年は東京と鹿児島間の距離である1000kmに相当する。これだけの余裕が与えられた進化と多様化の結果、進化系統樹という大木のこずえの一枝に今日の人類がある。その発展の原動力は何か。

1859年に出版された「種の起源」の中で、ダーウィンは自然淘汰つまり環境に不適なものは消されるとの考えを示した。いわゆるダーウィン進化論だ。それから約1世紀後に日本の国立遺伝学研究所の木村資生によって唱えられたのが「分子進化の中立説」で、共同研究者の太田朋子によって「ほぼ中立説」に発展した。

この考えは、生物集団内に蓄積されている遺伝的変異のほとんどは環境に対する有利不利の差はなく、進化の原動力は遺伝子の有利性による積極的選択ではなく確率的な偶然の結果だとするものだ。ダーウィンの説を日本人研究者がアウフヘーベン(止揚)し、理論が確立された。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

平成 29年 5月 16日

サイエンスは物や事の構造や振る舞いを、すでに確立されている知識体系の因果関係のつとつて説明する。しかし、世の中で説明といわれるものには、説明にならない説明が多い。一例として、昨年本欄で取り上げた、杉などの樹木はなぜあんなにまっすぐ立つのだろうかという疑問に対する以下の答えがある。

答え①樹木はまっすぐ伸びる方が安定がよい。重力があるので、曲がって伸びると倒れたりしやすい。それを避けるため、まっすぐ伸びる。

答え②樹木はその枝の生え方などからいって、軸対称になっている。つまり、特定の向きに枝が伸びるといわけではない。枝があると、その反対側あたりにも枝があり、重力バランスに役立っている。均等に枝が生え、葉が茂ることで、最大限に太陽の光を葉に受けることができる。

これら2つの答えは、樹木の突然変異と自然選択による進化を、目的論で言い換えているだけだ。本当に知りたいのは、杉の幹細胞がどのような重力検知機構と細胞間情報連絡網によって、まっすぐという結果を出しているかだ。説明にならない説明のタイプを整理すると、以下のようになる。まず、理由の逐次的説明の中の一部分しか上げないタイプだ。Q鳥はなぜ空を飛べるのか↓A翼を持っているから。Q太陽や星はなぜ光るのか↓A温度が高いから。

質問を別の言葉で言い返しているにすぎないタイプもある。日常語を物理の言葉で言い換えただけだ。Q火はなぜ熱いか↓A温度が高いから。Q木材はなぜ水に浮くか↓A比重が1以下だから。これらの回答は間違っていないが不十分だ。

### 世に言う因果関係 科学的説明にほど遠く

答えが全く見えないタイプも示す。Q水分子の構造は↓A液体である。Q地球を周回している宇宙船内ではなぜ重力がないのか↓A重力圏外にあるから。

関係はあるが、門外漢はそれを因果関係でつなげられないタイプはこんな感じだ。Qなぜ四季があるのか↓A地球自転の回転軸が地球の公転面に対して傾いているから。Q液体でなぜ模様が描けるか↓A分子が配列するから。

最後に、人や猿の手にはなぜ本の指があるのかに対するさまざまな答えを記す。目的論的答え↓ものがつかみやすいため。生気論的答え↓生命の原理に従って。宗教的答え↓創造主のおぼしめしの結果。いずれもサイエンスからはほど遠い。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

平成 29年 5月 23日