

誰かに教えたくなる 科学技術の話 2

生物を教師とする バイオミミクリー



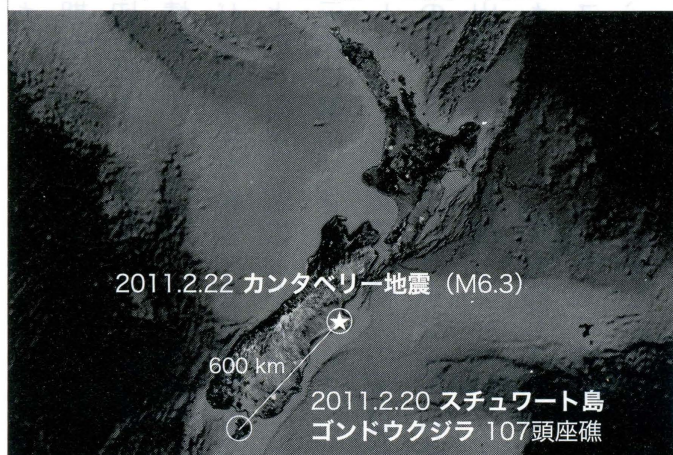
東京大学名誉教授 月尾 嘉男

万物の霊長ではない人間

万物の霊長という言葉がある。生物の分類の一種のようであるが、孔子が編纂したともされる中国最古の史書『書経』に登場する言葉であり、あらゆる生物のなかで人間が最高の能力をもつ生物という意味である。これは人間の独断による評価という問題もあるが、部分部分では人間をはるかに上回る能力を具備している生物は多数存在するということを無視していることでも問題である。

二〇一一年八月二十三日にアメリカ東

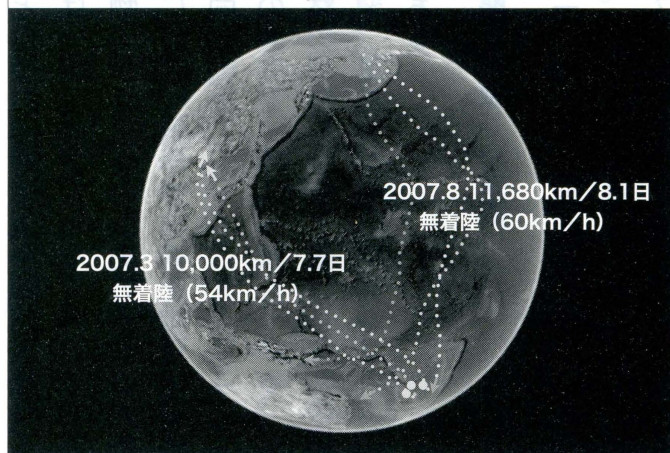
図1 クジラの座礁と地震の発生



部でM5・8の地震が発生したが、その十五分前から動物園内のキツネザルなどが異常行動をした。同年二月二十日にはニュージーランド南部の離島の海岸に一〇七頭のクジラが座礁し、その二日後に北東六〇〇キロメートルのクライスト・チャーチでM6・3の地震が発生した(図1)。因果関係は不明であるが、地震の前兆を感知していたのかもしれない。体長四〇センチメートル、体重三二〇グラム程度のオオソリハシギはアラスカで孵化した幼鳥が成長すると、晩夏に南方を目指して集団で出発し、一万二〇〇キロメートル彼方のニュージーランド付近へ、途中で着陸することなく八日をかけて到着する(図2)。人間の開発した旅客機がその距離を途中の給油なしで飛行できるようにしたのは二〇一〇年代になってからである。

さらに意外な事例もある。人々を愉快にし、かつ思考させる研究を対象とする「イグノーベル賞」が一九九一年に創設されている。二〇一〇年に日本人研究者が受賞した研究がある。関東地方の地図の主要都市に粘菌の好物を配置し、粘菌を東京に投入する。一日程度すると、粘菌は関東地方の鉄道路線とほぼ同一の形

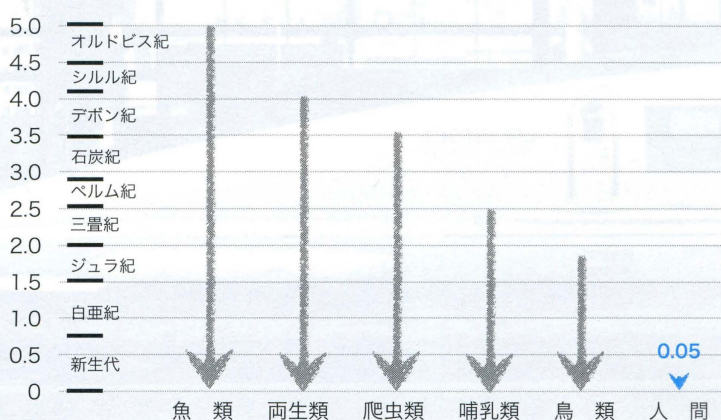
図2 オオソリハシギの飛行経路



状に分布する結果になった。因果関係不明であるが、不可思議な現象である。

これらは万物の霊長と自負する人間からは意外な現象であるが、地球という環境と生物の関係からすれば妥当な結果かもしれない。地球が誕生したのは四十六億年前、それから六億年が経過して海洋が出現し、さらに二億年が経過した三十八億年前に、あらゆる生物の共通の祖先である真正細菌が誕生した。以後、地球の表面全体が凍結するような環境の激変を経験しながらも生命は維持されてきた。そして約五億四千万年前に生物の爆発

図3 生物の登場 (億年)



と言われる現象が発生し、五億年前に魚類が水中に、四億年前に陸生植物や両生動物が陸上に、そして人類の祖先となる哺乳動物は二億五千万年前に登場した。人類は猿人から計算しても五百万年、直系の祖先の新人では二十万年しか地球上で生活していない(図3)。新人は三十八億年の生物の歴史の最後の〇・〇〇五%の時間に登場した新参である。

生物を教師とする学問の登場

人間のなかでも謙虚な人々は以前から

地球での先輩である生物を教師としてきた。レオナルド・ダ・ヴィンチは「鳥類の飛行についての手稿」で、どのような仕組で鳥類が飛行するかを研究しているが、それは人工の飛行物体を發明するためであり、オットー・リリエンタールは二十年間も鳥類の飛行を研究し、グライダーを開発した。ただし残念なことに墜落事故で死亡してしまった。

スポーツ分野でも謙虚な人々が存在する。一九三二年のロサンゼルス・オリンピック大会の三段跳で優勝、走幅跳で三位になった南部忠平選手は、頻繁に動物園通いをし、サルが樹木から樹木へと飛躍するときの空中の姿勢を観察し、それを真似することによって記録を發展させたといわれる。水泳のバタフライもイルカの泳法を真似したドルフィンキックで推進する競技である。

これらは生物の能力を模倣する前史であるが、最近、科学技術の先端分野として登場してきたのが「バイオミミクリー」である。バイオは生物、ミミクリーは模倣であり、万物の霊長である人間が下等な生物から謙虚に学習しようという学問である。一九九七年にアメリカの科学ライターのジャニン・ベニユスが命名した

言葉から、一気に注目される研究分野に発展した。

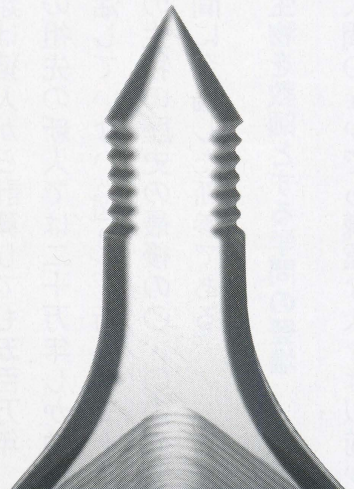
彼女は著書『自然に鼓舞される革新』（一九九七）により研究の動機を紹介している。現代の科学や技術の大半は十七世紀の科学革命から出発したが、それはフランス・ベーコンの「自然を拷問して秘密を吐露させた」成果であり、それにより人類は地球の太古の道筋から離脱してしまっただけではなく、地球の限界に接近している。それを本来の軌道に復帰させるための学問ということである。

著書によれば、現在の工学の問題解決手法と自然の問題解決手法が重複しているのは一割程度でしかなく、三十八億年の生物の栄枯盛衰の歴史の未知の九割を参考にして、科学や技術を地球に順応する方向に転換しようということである。転換の方向を三種に分類している。第一は自然の形態の学習、第二は生物の機能の学習、第三は自然の全体システムの学習である。

形態を模倣した技術

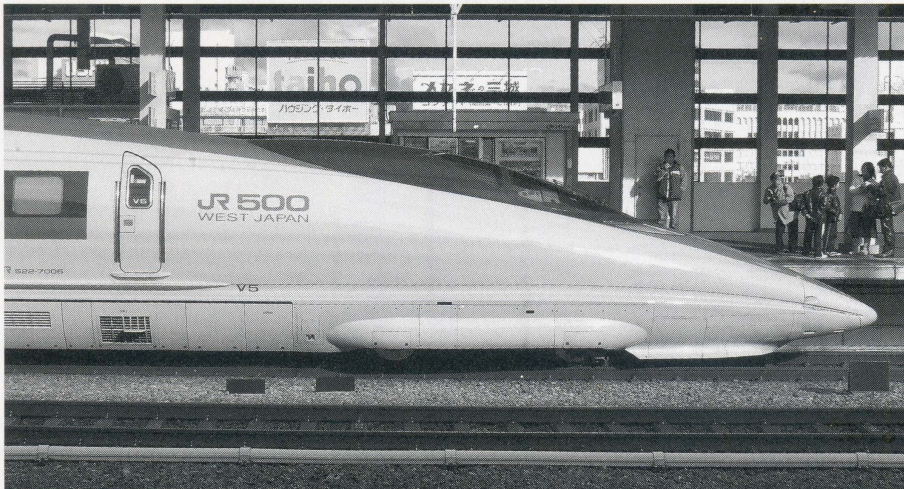
第一の形態の学習から事例を紹介していく。有名な古典は「ベルクロ」である。スイスの電気技師ジョルジュ・ド・メス

図4 蚊の針を参考にした注射針



(株)ライトニックス提供

図5 カワセミを参考にした新幹線先頭車



Wikimedia Commons

トラルが登山の最中に衣服に付着するオナモミの種子から発想し製品にした。蚊の針は拡大すると単純な管ではなく、先端がギザギザになっており、挿入時に皮膚との接触面積が減り、細胞の損傷が最低限のため痛みを感じにくいことが分かり、それを参考にした植物由来樹脂の注射針が世界で販売されている(図4)。

現在は定期運行していない「新幹線500系電車」の先頭の細長い形状はカワセミが水中に突入するとき、ほとんど飛沫が発生しないため、そのクチバシを模倣したものである(図5)。この電車のパンタグラフの支柱の表面に複雑な模様がある。フクロウが上空から降下するとき主翼の前縁の微小な鋸状の羽根に消音効果があることが判明し、それを真似した模様であるが、風切り音が三割減少した。

機能を参照した技術

第二の機能を参考にした事例も豊富である。北極に生息するホッキョクグマの体毛は中空であり、これが零下二〇度にもなる地域で生存できる秘密である。同様の構造の化学繊維で製造した防寒衣服は保温性能が格段に向上した。サメの表面は鋸状の鮫肌であるが、これが高速遊

泳の秘密である。それを真似した素材の水着は公式競技では使用禁止になるほどの高速水着になった。

ヤモリは垂直の壁面でも自由に歩行できるが、指先から粘液が浸出しているわけではなく、指先に数十万本の細毛があり、この繊維の分子と壁面の分子との分子間結合力の効果である。カーボンナノチューブを利用して同様の繊維を作成したヤモリテープが開発されているが、どのような材料にも接着効果があり、何度でも利用できるという特性を發揮する接着テープである。

全体システムを再現する技術

第三の自然の全体システムを応用している一例は「アグロフォレストリー」である。人間は森林を伐採し、湿地を干拓した農地で作物を栽培してきた、これは土地全体が特定の作物を生産するから効率率は抜群であるが、環境は破壊され、肥料を散布しなければ持続して耕作はできない。そこで森林の一部に作物を栽培する農法が登場した。自然の循環を維持しながら生産する仕組である。

究極の全体システムの模倣は「人工光合成」である。地球の環境は動物が発生

する二酸化炭素を植物が日光と水分を利用して酸素を生成、炭素を自身の枝葉に固定する光合成という仕組で循環している。最近では人間が排出する二酸化炭素が増加しすぎて自然の循環では処理できなくなり、地球環境問題の原因となっている。そこで人工の光合成をする仕組を世界が競争で開発している。

人間の能力を回復する必要

科学を研究し技術を開発してきた人間は地球の生物の歴史の一瞬という時間で



図6 サタワルの帆船（ミクロネシア）

人口を一〇〇〇倍に、エネルギー消費を一〇〇倍に増加させた。これは地球環境問題以上の二種の問題を人類にもたらしただ。第一は能力の低下である。ミクロネシアのサタワルの島民は計器も動力もない帆船で地図のない海上を自由に航海できるが(図6)、最新装備のヨットでもGPSや海図がなければ航海不能である。第二は自然への畏敬の精神の喪失である。アメリカ・インディアンのネスパーズ族に「どのような動物も、あなたよりはるかに多くのことを知っている」という言葉がある。アフリカゾウは砂漠でも数百キロメートル遠方の湧水の場所へ到達できる能力がある。かつて人間はそのような動物を崇拝していたが、現在では象牙の価値しか見出せなくなり、殺戮を繰返している。

バイオミミクリーは自然を模倣して効率のいい技術を開発する手段以上の存在である。人間が農業という技術を手中にしたのは一万年程度であり、これは地球の生物の歴史の最後の〇・〇〇三%の時間でしかないが、自身の生存の基盤である環境を破壊してきた。その見返りが地球規模の環境問題である。このような傲慢に気付くことこそがバイオミミクリーの本質である。