

フォーラム特別講演

生命というキーワードで考える変革

JT 生命誌研究館副館長
中 村 桂 子

要 旨

20世紀は「進歩」を価値の基本としたので効率、均一、量を重視し、構造や機能を解明し「部分」に注目してきた。機械論的世界である。21世紀に必要な生命論的世界観は、「進化」という多様に展開するプロセスに注目し質を重視する。そこでは「全体」が大事になる。「部分」と「全体」や多様と均一のように、対立する見方を統合する具体的な切り口としてゲノムに注目することにより、科学技術と自然（含むヒト）がトータルで考えられるようになった。自然の中に人工を取り込むことが巧みな日本人は、生物をモノとエネルギーと情報のシステムとしてとらえ活用する新しい技術社会づくりに向いていると思う。生物は多様かつ共通、安定かつ変化など矛盾を抱えているがゆえに柔軟かつダイナミックな存在となる。21世紀には、時計の時間だけでなく、私たちのゲノムにある生命の起源からの長い時間も共に考える必要がある。生命をシステムとして知る知識と生き物感覚としてもつ知恵の両者による「統合の知」をもとに、社会システムや科学技術をつくりあげることが、本当の変革になると思う。

20世紀のキーワードは「進歩」でした。科学技術が非常に進展し、機械の進歩はすばらしいものでした。20世紀型の進歩では、自然は、保護しなければならないという非常にスタティックな対象でした。しかし、生命というキーワードで考えると、生物はダイナミックに動いています。それを「進化」と呼びます。

進化を考え出したイギリスのダーウィンが使った言葉は“evolution”で「展開する」という意味です。つまり、一本調子に行くのではなく、様々に展開するということです。

進歩は、効率よく事を進めることを求め、その結果、大量に均一にモノを作ることができま

した。そこでできた機械にとって大事なものは、その構造と機能です。一方、生物は多様で、イヌもネコも人間も植物も虫もいるわけです。進化が問題にするのは質であり、お互いがどういう関係にあるか、どういう流れでモノができてきたかという点です。

もちろん、生物も機械としての面があります。現代生物学では、生物を物質でできた1つの機械だとして、遺伝子でどういうふうに体が動いているかを研究します。しかし、構造と機能だけでは生物の本質は見えません。プロセスに注目することが大事です。つまり20世紀の機械論的世界観に対して、生命論的世界観を持つのが

Forum

21世紀ではないかと考えます。

機械論は、「部分」の改善には、向いています。自動車を作る場合、能率よく大量に性能が均一のものをどんどん作らなければいけません。しかし、交通システムを動かす場合、部分だけでなく全体が問題となってきます。生命論は、「全体」を考えることでもあります。

これまで述べてきた均一と多様、量と質、部分と全体などは、これまでは対立した概念でした。ところが20世紀の終わりになって、生物研究の中からこれらの対立を統合する具体的な切り口が出てきました。それがゲノムです。

ある生物の細胞が持つ DNA のすべて、別の表現をすると遺伝子のすべてをゲノムと言います。ゲノムを全部分析すると、どういう遺伝子を持ち、それらがどういう構造で、どういう働きをしているかが分かります。同時に、ゲノムの起源を遡ると、生命の起源まで戻ります。つまりゲノムには、それぞれの生命の歴史と関係が入っているわけです。ヒトゲノム・プロジェクトとは、構造と機能を実験室で調べることを主としますから、同時に歴史と関係も重要と思い、私は生命論（biohistory）を始めました。

ゲノムは、全体を表わしながら、しかも全部分析可能です。このようなものは人類史上初めてです。手に入ったといってもよい。この物質を、特許を取って薬を作って儲けることに使うだけではなく、多くの遺伝子を統合する面や、両親が結婚しなければ私はいないという偶然の部分も含めてゲノムを見ていくことで、科学技術と自然をつなげる基本として考えることが重要です。

自然を考える場合の面倒な点の1つとして階層という問題があります。たとえば、人間は、心臓や、肺、肝臓などからできていますが、単

なる臓器の集まりではなく、「人間」という1つの存在になります。階層です。社会の場合も、個人に良いことが必ずしも国にとって良くなかったり、国全体のことを考えると個人のことが考えられないということになるなど、階層性の問題があります。

生物を階層という切り口で見ると、分子という物質のレベルまで全部バラバラにできますが、その中にゲノムという存在があります。分子が集まった細胞が、生物が生きているということの単位です。細胞の中にゲノムがあり、それがその細胞の性質を決めます。次いで細胞が集まった臓器。そこでもゲノムが、脳では脳らしく働き、心臓では心臓らしく働くということをやっています。個体を決めるのもゲノム。すべての生物をゲノムで調べれば、お互いの関係を知ることができ生態系がわかります。つまりゲノムは、階層を下から上までつなげる「お団子の串」の役割をします。このような役割を持つものもこれまではありませんでした。

社会の場合、どういう切り口を持てばよいかは分かりませんが、生物に関しては、ゲノムにより生物全体を見渡すことができ、生物学という学問が全体としてつなげられるようになりました。自然をただ観察したり、守ろうというのではなく、ゲノムを通してシステムとして見るにより、科学技術とつながった形で自然をとらえることができるようになったのです。

20世紀型の科学技術や制度は、自然を上手に利用して、なるべく自分のコントロール下に置いた上で、自然からはなるべく離れて、人間と自然の間に人工を入れていくという世界です。

ゲノムで分かることは、私たちがヒトという生物だということで、100%自然の一部です。生物としてのヒトは、何もできませんが、二足

歩行をして、脳が大きくなり、手が使えて、言葉が話せるようになって、科学技術などを作れるようになったから、幸せに暮らしていただけるのです。私たちは、人間という形で、人工の世界も作れる存在であるわけです。

日本の場合、都市の中に里山や水田があるというのが、私たちの自然、あるいは暮らしてきたところです。面倒くさいことはありますが、そういう里山的なものを自分のコントロールの中に入れて、常に近くに持ちたいという気持ちはあるし、人間がずっと生き続けていくためには、その選択しかないと思います。

昔は、人間は生物として自然の中で暮らしてきました。ところが、物質革命が起こって、産業革命あたりから、モノづくりというのを自分たちの手の内に入れました。モノに関してはコントロール下に置く、そこで技術というものを作り上げていくということになりました。

生物は、全部モノでできていて、太陽のエネルギーを上手に使っています。遺伝子やゲノムは情報ですから、生物とは、モノとエネルギーと情報とをシステム化したものです。物質やエネルギーや情報を生産したり使用したりすることを、別々にやるのではなくトータルとして一緒にしたのが、生命システムなのです。生命システムをゲノムという切り口で見ると、科学技術の目で全部を見ることができます。実は、自然というのが生命システムだったわけですから、ヒトが間に入って自然と人工を融合させていくことは、可能なはずです。

その時、日本人は得ではないかと思います。

オランダのブリュッゲルが描いた「地上の楽園」という絵では、動物たちと一緒に暮らしている人間が鞭を持っています。自然は面倒くさいからコントロールするという考え方です。ペ

ルーの絵では、神様の罰が当たらないように、他の生物たちのことも考えて、全体を壊さないように生きる人間が描かれています。ヒトが自然の中にはまりこむという考え方です。

伊藤若冲は、庭の池の周りに様々な生物がいる「池辺群虫図」という絵で、一番幸せな暮らし方を描きました。この池は本当の自然ではありません。人工的だけれど、自然らしく作って、全体として上手に生きていけるシステムを作るという考え方です。典型的なのが水田で、完璧に人間が作ったものですが、生態系と上手に合って、しかも人間の気持ちが落ち着きます。日本人はそれを長い間につくってきたわけです。

日本人は、自動車やコンピューターは割合上手に受け入れるのですが、臓器移植や遺伝子操作作物への抵抗感は、よその国の人より強いと思います。日本人は、自然がある限り、それを自分の中に上手に取り込まないとなかなか納得できません。臓器移植や遺伝子操作などに反対の方たちは、「不自然だから嫌だ」と言います。欧米では、あまりこういう言い方はしません。

医療としての臓器移植から、臓器を作るという流れになると思いますが、それを拒否するのか、それとも自然の中に組み込んでいくのかというテーマが日本人にはあると思います。その答えは「時間」だと思います。臓器移植はあまりにも急速で、自然の時間との差が大きい。日本人は、水田を作ってきたように、上手に自然の中に人工を取り込む本質を持っています。生物の持つ時間をきちんと考えながらやっていけば、ほとんどの方が納得する形でできるのではないのでしょうか。

生物は、矛盾した存在です。エントロピーがどんどん増えていくように宇宙はできています。ところが、生物は、エントロピーを減らさない

Forum

と生物になりません。放っておけば秩序だったものが生まれるという存在です。

生物が世の中全体と違うことをしているのは、ゲノムが情報を出してシステムティックにやっているからです。私たちの体内の物質は、糖分からエネルギーを作るところから始まって、様々な物質を作る反応の連鎖によってできていて、どの反応も全体とつながっています。

ある物質が足りなくて病気になっているときに、この物質を入れて、その病気に関係する反応だけがかわれば良いのですが、その物質は他の反応にも影響していますから、何か別のことが必ず起きます。ゲノムが解けて、遺伝子が分かれば、簡単に薬を入れれば良い、というものではありません。

ゲノムは、DNA という意味では地球上にいる生物全部に共通ですが、地球上にいる生物1つ1つが持っているゲノムはそれぞれ違います。ですから、「多様で共通、共通で多様」という矛盾した性質をゲノムは表現しないといけないわけです。

もう1つの矛盾は、「安定で変化、変化して安定」ということです。DNA は遺伝を行うわけですから、ゲノムは安定していないと困ります。ところが、全然変わらなければ、最初に生まれた生物が今でもずっと続いていたはずですが。DNA は、紫外線が当たるなど様々なことで変化しやすいのです。あまり変化すると困るので、私たちは、その変化を直すための遺伝子をたくさん持っていて、変化したら一生懸命に直しています。

日常の私たちの技術や制度でこのような矛盾があれば困ります。生物は、矛盾した部分を全部組み込んでいて、そのシステムの元締めをしているのがゲノムです。社会や技術についても、

そういう矛盾を上手に組み込むように、私たちの考え方が変わっていくと面白いと思います。

機械的な物の考え方は、一直線の進歩で、過去を捨てて新しいことをやっていくものです。ところが、生物は、前のものを組み込んで、システムにしていくわけです。ですから、例えば21世紀を考えるのに、今という時代だけではなくて、長い時間を頭の中に入れて考えるのがよいのではないのでしょうか。

大ざっぱに言えば100億年の単位で考えられるのが宇宙の誕生です。50億年前のレベルで地球が誕生し、生命が誕生します。地上の生物たちが登場したのが、約5億年くらい前です。5000万年前は、一番栄えていた恐竜が滅びた時です。500万年くらい前に、ヒトが登場しました。50万年くらい前から火を使用するようになって、5万年くらい前に、私たちの祖先、現代人が登場しました。5000年くらい前に文明ができてきます。500年前には、コロンブスがアメリカ大陸に着き、今のグローバル化への出発点です。DNA の二重螺旋が、ちょうど50年前に発見されて、今の DNA 研究、ゲノム研究につながっています。こう眺めると長いように見える時間も実は今とつながっているのです。

物質でいえば、宇宙の誕生の時に、私たちの体の中にある物質のほとんどはできています。DNA は、生命の誕生の時にできていて、今も私たちの中に同じ形であるわけです。現代人になると、私たちと全く同じ脳を持って言葉を話し、科学技術を生む基本となりました。

生命システムが物質とエネルギーと情報のシステムであることは、20世紀に分かったことです。けれども、私たちの DNA の中にはそのずっと前からの記憶が入っています。これは、生物感覚、生まれつき持っている知恵と言ったほ

うがいいかもしれません。

知識の学問と生物感覚を両方持った「統合の知」が、次の時代をつくるのではないかと思っています。20世紀の様々な学問を統合して、統合の知をつくり上げて、それをもとに社会システムや科学技術などをつくれたら、本当の意味の変革になると思います。

（文責：富士通総研）
