

生命形態の進化を顔で見る

西原 克成

The Evolution of Viscerocranium in Vertebrates

—A Simple Theory in Life Science—

Katsunari Nishihara

This paper investigates the functions and biomechanical properties of the viscerocranium from the perspective of phylogenetic evolution. A new concept of the mechanical skeletal masticatory apparatus is proposed. Combines trilateral research in morphology (phylogeny-ontogeny), molecular genetics, and biomechanics, was reviewed in order to answer the question "What is the viscerocranium, i. e. face?" For this purpose consideration of the basic construction of vertebrates and evolution in vertebrate was studied. For an insight into the basic skeletal construction in the viscerocranium, especially in the masticatory structure, the biological and biomechanical properties of the tooth were also investigated.

Establishment of basic construction of the vertebrates was carried out during neoteny (larval form evolution) of the hemicordata, which integrated the respiration, nutrients, and excretion system into only one tube of the gut. Through evolution of the vertebrate, mammals evolved after four kinds of vertebrate-revolution. These evolutionary phenomena can be seen as revolutionary transformation of morphology in biomechanical responses to environmental changes. Through these evolutionary transitions, various kinds of concerns develop between morphology and the function of organs in the human body from the standpoint of basement construction of the vertebrates. Through this study immune system was studied and a new concept for immunology as cytological digestion system was also proposed.

はじめに

1. Virchow の罪

蕪村の句に「おそき日のつもりて遠き昔かな」というのがある。おそき日とは春の日のことである。太古の昔もひと昔も、ともに1日1日が積もって昔となるのは、あまりにも当然すぎて、ともすればこのことが忘れがちである。俳句は脳縁

系思考でないとうまく作れない。つまり大脳皮質の浅知恵を排さないと、この世の現象の実相がつかめないのである。図1に示す地球の大陸はデボン期の Gondwana 大陸である。この時期のサメが、1億年かけて本当に上陸したのである。この大陸が1年に約1cmほど移動すると、4億年後には今日の地球になる(図2)。従来の進化論では、太古の5億年前後の昔が、一時に一塊となってわれわれを押しつぶして襲いかかってきたのだが、実際には何億年間といえども、日1日の積み重ねでしか成り立っていない。進化学をこのような空論と

してしまった罪は Virchow にある。Virchow は数億年前の昔のことは、検証不能の夢物語であると決め込んだ。彼は細胞病理学を確立した偉大な医学者であり政治家でもあったから、この考えは100年間ライフサイエンスを荒廃させてしまった。彼の疾患の分類は病理組織学に基づくから、機能性の疾患が「その他」に分類されている。これらの疾患は「生体力学」によって生ずるから、病理組織像ではほとんど正常なリモデリング像しか示さない。今日の医学では多くの機能性疾患をほとんど治せなくなってしまうのは、Virchow の力があまりにも大きすぎたためである。ここで示すとおり、脊椎動物の進化は、まぎれもなく重力をはじめとする力学で起こる。したがって体の使い方つまり生体力学を誤れば、いとも容易に機能性の疾患を発症する^{1,2)}。

ここで述べる新しい進化学は、顔と顎口腔の臨床医学研究を出発点としている。動物の分類学を樹立し、哺乳類を定義した偉大な博物学者の Linne も、生命反復説を提唱した Haeckel もヤング率を見つけた英国の Young も、皆開業していた医師であった。また、形態学を創始した Goethe も、進化学を提唱した Lamarck もほとんど医者に近い仕事をしていた。あらゆるライフサイエンスの情報が開かれている今日、臨床家が昔の学者のように脊椎動物3つの謎に取り組むべきときが来ている。3つの謎とは、進化と免疫と骨髄造血の謎のことである³⁻⁷⁾。今日の自己・非自己の免疫学では人間の免疫疾患を説明することが困難になっているのである。著者は、脊椎動物を定義する物質である骨の人工合成物のヒドロキシアパタイト焼結体を用いてモデル実験を行った。その結果、人工骨髄造血巣を世界に先駆けて *in vivo* で誘導することに成功した⁸⁾。これにより3つの謎を一気に解明できそうな実験系を組むことができた⁹⁾。形態学と、生理・生化・代謝学と、リモデリングの遺伝学の3者を生体力学で統合した Trilateral Research とこれを系統発生学の各ステージに応用した実験進化学がこれである⁸⁻¹³⁾。

2. 顔と進化

顔とは何かといえば、顔とは内臓頭蓋のことであり、脊椎動物に特有のものである(図3)。顔が独立するのは、頸の成立による。頸は内臓頭蓋の起部に存在した丸太のような鰓が胸郭に移動した結果生じたくびれである。つまり水性の鰓腸呼吸器が、気管と食道の2種類の管に分離変容し、空気呼吸用の肺が胸郭に移動したのである。これにより首ができ、顔面頭蓋が独立したが、この顔の機能に引きずられて徐々に脳が発達し、やがて神経頭蓋を形成するほどに大きくなる。原始脊椎動物では、脳はまだ神経頭蓋と呼ぶにはあまりにも小さく、腹側の顔と頸の一体となった筒の背側に、太った脊髄のごとく存在している。

脊椎動物の形態の進化は、顔を用いるしか方法がない。首も胸郭も腹部も、原索類まで進化を遡ると、鰓を持った口の囊のムカシホヤに収斂してなくなってしまうからである(図4)¹⁻⁷⁾。脊椎動物の進化の表現形の様式は、形態と機能、代謝、免疫、リモデリングおよび分子進化の6つのカテゴリーの様式がそれぞれに別系統として存在する。形態進化の様式は、生物の骨格系物質の力学対応の様式によって異なる。本格的骨格物質は、間葉細胞の排出した産物によるから、多細胞系と単細胞系でも形態進化は当然異なる。アパタイト骨格には、力学対応システムとして Wolff の法則が知られている。これはハードの遺伝子の情報系のほか、ソフトの情報系(使い方)によっても形の変形が伝えられることを意味する。

進化が進むと、生命の営み(生命機能)の中軸である造血のジェネレーターが腸管内臓系からアパタイトの骨髄腔内に移動する。これは機能の進化の1つであり、重力刺激によって同時に胎児タンパク質が成体型に変換し主要組織適合抗原も自動的に誘導される。機能の進化は、環境の変化に従って場当たりの力学対応で生ずる。顔とは、命そのものであった鰓孔のある口の囊(生命の原器=顔の源)が、幼形進化(ネオテニー)して頭進した結果、重力の作用(慣性の法則)で、頭、頸、胸郭、腹部、尾・手足の五部分に分かれたものである。今日の哺乳類の顔は生命を代表する器官として位置付けられるものである(図5)。分子進

化は、ミトコンドリアの遺伝子で明らかなように、コピー上の錯誤で生ずる確率論的变化のほか、ウイルスその他の感染が原因と考えられる。したがって形態進化と免疫系の進化、機能系の進化などの原因を究明すれば、おのずから脊椎動物の進化が遺伝子（ホメオボックス）のハードの情報系と、Wolffの法則で代表されるソフトの情報系（環境因子）の二重支配であり、つまり Lamarck の用不用の法則に従うことが明らかとなる。本論文では実験進化学手法により脊椎動物の進化の法則性を研究したのでその結果を述べる⁸⁻¹³⁾。

3. 進化の表現形と実験進化学研究

前述のごとく、高等生命体の進化は、形態・機能・代謝・免疫系・リモデリング系の表現系と分子（遺伝子）のそれとで進化様式が全く異なる。脊椎動物の進化をこれらの様式について観察すると、Neo-Darwinism のような突然変異と自然選択による進化は、実際の動物の系統発生学や比較形態学のなかには事実として全く認められることはない。

生命現象の最も本質的作用である細胞レベルの呼吸・消化・代謝の要となる造血の場（従来これは免疫系と呼ばれた）の進化をみると、環境因子に依存して、生体内を比較的自由に造血の場が変化することがわかる。この変化は脊椎動物の第二革命の上陸劇で、見かけ上6分の1Gの水中から1Gの陸に上がったための重力対応による。この対応で免疫のジェネレーターの変化とともに同じ遺伝形質のまま形態が変化する(図5)。この形の変化が従来進化と呼ばれていたのである。形態進化と免疫系や機能の進化は別系統の現象であり、もとより分子進化は遺伝子のコピーミスなどで生ずるものであるから、当然これらと別系統の現象系である。

これらの観点から、形態と機能、免疫系、代謝系、リモデリング系、分子系を系統的に解析した新しい進化の学問について、力学対応進化学説を提唱し、本研究においてこれを3つの観点から究明した。

(1) 顔の源と考えられるホヤの幼形進化の人為的誘導とサメの楯鱗の源となる原器官のホヤにお

ける検索

(2) 進化のステージの異なる脊椎動物におけるアパタイト人工骨格による骨髓造血巣の異所性・異種性の誘導と実験進化学手法による高次機能組織の間葉系細胞からの生体力学刺激による誘導実験

(3) 原始脊椎動物のタンパク質と組織免疫特性の高等脊椎動物とのそれらとの比較研究

これらの実験から次の結果が得られた。

(1) ホヤの人為的幼形進化の誘導は、人工海水によりCaイオン濃度を低めるか、またはGdイオンの存在下で、世界で最初に実現することが可能であった(図6)。また、ホヤに楯鱗の原器が観察され(図7)、マイクロアナライザーで皮質内の硬物質の分布を観察することができた。

(2) 進化の各ステージの動物の筋肉内において、人為的に造骨と共軛した骨髓造血巣の誘導が、世界で最初に実現された(図8)。また、セメント質の誘導(図9, 10)と間葉細胞からの平滑筋細胞の人為的誘導が実験進化学手法により世界で初めて成功した¹⁴⁾。

(3) 円口類・軟骨魚類（原始脊椎動物）のタンパク質は胎児性のそれに相当することが明らかとなった。

これらの実験系から、ホヤ（ホヤの棘、図7）が幼形進化して棘魚類（→サメの楯鱗と歯、図11）が誕生し、顎の楯鱗が食物摂取の力学対応で歯となっており、脊椎動物の形態進化は、用不用の法則によることが検証された。また、原始脊椎動物の体を構成するタンパク質は、陸生動物の胎児性タンパクに相当することが発見された(1997)。これにより従来進化の謎と組織免疫の謎の主要部が解明されつつある。脊椎動物の進化様式は、突然変異を中心とする植物や珪藻のそれと完全に異なることが明らかとなった。

従来生物学の混迷は、ちょうど100年間生物学が量子力学の傍らで眠っていたようなもので、重力や電磁波、サトルイナジーの生体に及ぼす作用が全く考慮されていなかったためである。そのため、複雑系やスーパーシステム概念を必要としたようだが、生命現象にEinsteinレベルの物理学すなわち時間と重力と電磁波の物理学を導入

し、生命科学の統一理論 (Simple Theory) を提示することにより、これらの謎は従来型の思考法によって解明されることになる。

進化論と進化学

1. Wolff の法則と Lamarck の用不用の法則

一昨年の生物学会賞 (日本国天皇) の受賞者はスペインの Alberch で、「遺伝子の heterochrony の概念」による¹⁵⁾。これは Haeckel の「個体発生と系統発生」Recapitulation Theory (頭部が反復する説) (図 12, 13) をホメオボックスを持つ遺伝子の発現時期の変化によって説明するものである。形態を司る遺伝子の時間差発現で、共通した概略の遺伝形質を持った生命体の形態が変化するというものである。これが正しいならば Neo-Darwinism は成り立たないことになる。一方, Lamarck の進化学の「用不用の法則」は無脊椎動物の観察によって得られた経験的法則性として述べられているものである¹⁶⁾。生命体の形は外的要因と内的要因、つまり強いられた体の使い方や外界から作用する物理的・化学的・刺激の作用と、体の自発的な使い方によって形が変化し、この形態の変化は次代に伝えられるというものである。200 年前の進化学の概念の提唱とともに述べられた, Lamarck のこの言葉を正しく現代語に翻訳すると、まさに生体力学刺激で遺伝子の引き金が引かれることによる「heterochrony」の力学対応進化学ということになるのである¹⁰⁾。一方, 100 年前に臨床医学者の Wolff によって骨の形は機能に適した形に変化するという経験則の「Wolff の法則」が提唱された。この法則は深く考えると、これは Neo-Darwinism とは二律背反の法則性であることがわかる。つまり、遺伝的に遺伝子というハードの情報系によって伝えられる大まかな形は、それぞれの体の使い方 (局所の論理) や外的因子に従って、二次的に変化するということであるから、局所の論理、つまり、使い方というソフトの情報系を伝えさえすれば、そのソフトによって生ずる特徴的な形態を次代に伝えることができるのである。Wolff の法則は一代限りの力学刺激によるリモデリングのことをいっているのであるが、Lamarck

は代を隔てたりモデリング時の形態変容をいっているのである。この法則は同じ現象の異なる側面を見ているのである。つまり、時間の幅が違うだけのことであり、元来 Neo-Darwinism とは相いれることのないものである。

生命科学と社会科学では、科学者は物事を深く考えることを先人にゆだねたのが 20 世紀という時代であったらしい。翻って考えてみれば、Darwin の進化論も Marx の資本論も、ともに学術の洗礼をいっさい受けていないかたちで、かなり初歩的な観念論を述べているに過ぎないことがわかる。科学とは何か忘れられたまま 150 年間で過ぎてしまったのである。科学とは、錯綜する複雑な現象系の背後に潜む法則性をつかむことであるが、それには観察という事実に基づいて、そのなかから法則性を抽出するしか方法がないのである。

自然科学にも社会科学にも厳密な学問のヒエラルヒーがある。「学・術・論・法」である。今日では、統計法や有限要素法、文献引用法さえ用いられればすべて学問だと思っている人がいる。方法は何を用いてもよいが、正しい前提が科学には必須である。前提がいいかげんでは、どんな方法を用いても学問たり得ない。どのような方法を用いても論はできあがる。たとえば資本論の構築は「文献引用法」が用いられたのである。しかし、いくら文献を積んでもその文献自体がただの推論であれば、できあがった論も推論か空論に近いものとなる。資本論を科学にするには、学術の洗礼が必要である。つまり、構築すべき科学の対象となる現実の経済現象の厳密な観察術が必要となる。これで初めて医学における医術、芸術学における芸術、船舶学における航海術のレベルまで上げることができる。そしてこの術をさらに科学にするには、このなかから法則性を抽出して法則を樹立しなければならない。これでようやく学問、サイエンスに列せられるのである。資本論も進化論も、空論・観念論から観察術を経て法則性を樹立するまで関連する現象系を科学することを 150 年間怠ってきたのである。生命科学に関しては、Linne, Cuvier, Lamarck, Haeckel, Roux が正当に評価されていけば、20 世紀はこれほどまでに愚かしい世紀とは

ならなかったであろう。前代未聞の世界大戦争と大量殺りくと難民の時代になってしまったのは、Darwin の進化論や Marx の資本論が、サイエンスと勘違いされたところにあっただけらしい。Neo-Darwinism と Marxism は、それほどまでに脊椎動物の生命理解を誤っていたということができよう。

2. 生命体と時間

脊椎動物の進化は「顔」を用いなければわからない。内臓頭蓋を持った生き物は脊椎動物だけである(図 4, 5)。骨格系で生物を分類し、進化を眺めると、進化の様式が違うことがわかる。形態は骨格によって成り立つから骨格の力学特性を明らかにすれば、形態の時間の作用による変容の法則性が解明されるのである。これが進化の法則性の解明である。これまで生命科学において時間の作用が見落とされていたということができよう。

生命体は、一定の空間と時間、重力とエネルギー源とメンデレーエフの周期律表にみられる物質の化合物というクインテッセンスを私的に占有して初めて成り立つ、はかない存在である。すべての物質には aging があるから寿命がある。時間軸に従って物性に変化する原因は不明であるが、この作用を時の作用という。生命体は前述のごとく一定の半閉鎖系空間における物質系の反応によって成り立つ。つまり、周囲より体内に取り込んだ物質で体を作るとともに、取り込んだ物質を分解して得られるエネルギーによって運営される系が生命体であり、この過程すなわち、取り込み・同化・異化・代謝・呼吸・酸化・合成・貯蔵・排出の過程には反応時間が切り離すことのできない要因を構成する。したがって、生命体には時間の作用がことのほか顕著に表れる。生命体ほど時間の作用に依存する系は少ない。

一定空間における一定規模の物質系(生命体を含む)の間に見られる時間の作用を通常歴史と呼ぶ。進化とは、生命形態の時間の作用による変遷をいう。したがって生命の誕生前の化学物質の化学進化と、遺伝子レベルの分子進化と、脊椎動物における生命形態の進化、機能の進化とは前述したようにそれぞれ全く別系統のシステムというこ

とができる。多細胞の高等生命体は時間の作用ですべてをリモデリングさせなければ成立しない。生命体を構成する多数の構造体はすべて程度の差はあれ、このリモデリングを受ける。骨格系物質に力が長期に作用すると、前とは形が違って改造される。これを機能適応形態といい、Wolff の法則と呼ぶ。この特定の力(ソフトの情報系)さえ代々伝えられれば、遺伝子は変化しなくても形の変化が次代に変えられるのである。これが累代に及ぶ時間の作用で変形が代を隔てて伝えられる理由であり、脊椎動物の進化学の実相である。つまり形態の進化には、遺伝子のハードの情報系の変化は必要ではなくて、環境因子と呼ばれるソフトの情報系が変化した状態で次代、次々に伝えられれば、形の変化も伝えられるのである。形の変化が幾代にもわたって伝えられると、時間の作用でハードの遺伝子の情報系がコピーミスなどによって無目的に後追いついて変化する。これが分子進化であり、ミトコンドリアの遺伝子でこの種の進化がよく知られている。実は核の遺伝子の変化も、ミトコンドリアという寄生体の遺伝子の進化(分子進化)と同様と考えられる様式で進化しているのである。

生命体においては時間の占有も必須である。すべての物体には aging があるが、生命体の寿命もまた aging の一様態といえよう。時間はすべての物体に作用する。放射線物質には半減期があり放射能が時間の関数で減弱するが、類似した現象として鋼には時効硬化の aging がある。これらはすべて時間の関数で起こる反応である。つまり時間は空間と同等か、それ以上の物質性を帯びた物理作用を有しているのである。ただし生命の代謝や核酸のコピーという反応系は、低温や化石による凍結によって止めることができる。このとき、だいたいの物質の aging は止まる。つまりある低温域により、生命体は見かけ上時間が遅れたり止まったりするように見えることがある。植物の種や菌類の芽胞は、反応系を止めて時を乗り越えるシステムの一つと見ることができ、Einstein は、時間が光という物質に対して相対性の物理作用を有することを見いだした。また重力波と電磁波を物質としてとらえることにより、統一理論(simple

theory) を提唱した。ここで述べる「生命科学の統一理論」というのは、エネルギーをはじめとする物質はもとより、時間を光や重力と同様に物性を備えた物理作用因子としてとらえることにより、今世紀に入ってサイエンスの世界からちょうど1世紀、100年間遅れてしまった生命科学を、正統な流れに戻し、その流れのなかに Einstein レベルのサイエンスを導入するものである。これにより、脊椎動物の謎といわれた進化学と免疫学が、複雑系やスーパーシステムの新概念を導入する必要もなく解明されるのである。

生命の法則と進化の原因究明

1. 生命体のクインテッセンス

Schrödinger の提唱により、物理学者による物理学手法を用いた研究によって分子生物学が、コールドスプリングハーバーにおいて創始されたのが今から50年前であった。当時、物理学に行き詰まった若い Delbrück らは Schrödinger の呼びかけに応じてにわかに生物学に目を向けた。彼ら若い物理学者は、“A physicist looks at biology” を著し生物に最も本質的な現象は何かを深く考えて到達した結論が「遺伝現象」であった。そこで、還元主義手法により最もシンプルな細菌とそれに寄生するファージの系を用いた。そして、ウィルソンの霧箱の手法でバクテリアやファージの数を培地を用いて間接的に観察したのが始まりであった。しかし、考えてみれば、物理学者が考えた遺伝現象が果たして生命に最も本質的な現象なのであろうか。彼らよりももう少し深く考えると、Stoffwechsel (物質交換=代謝) とそれに共役したりモデリングが、生命体に最も本質的な現象であり、遺伝現象はリモデリングの一樣態にすぎないことがわかる。

生命現象はよく流れのなかの渦にたとえられてきた。渦は流れに存在するが、渦を構成する水と水に混入している物質は常に流れに従って入れ替わる。これが Stoffwechsel (物質の入れ代わり=代謝) に共役したりモデリングである。流れは「位置のエネルギー」によって維持されるが、生命体の流れに相当する生命活動の遂行は、高分子物質

の低分子物質への分解という「位置のエネルギー」に相当する力によって運営される。これは高等生命体の脊椎動物では、細胞レベル、組織レベルでの解糖と呼吸による。これが代謝である。代謝は Stoffwechsel, つまり入れ替わりの交換を必須とする。したがって一般にリモデリングと共軌する。代謝もリモデリングも基本的には局所細胞の遺伝子のコピーによって行われ、ともに時間の関数で作動する。リモデリングが代謝と共軌しているから、生命現象を支える最も本質的要素は時間の作用であり、同時に渦を作る空間の作用が共軌し、そのうえ渦を構成する物質の作用が共軌し、この渦を支えるエネルギー源が共軌し、さらに重力が必須となる。渦を構成する物質間に電位差が生じなければ生命の渦は動かないのであるが、そのためには重力の作用が必須となるのである。つまり、生命体にはクインテッセンス (時間・空間・物質・エネルギー源・重力) が必須なのである。従来の生命科学には本格的に重力をはじめとする量子力学が導入されていなかったことにわれわれはここでようやく気付いたのである。

脊椎動物の形態進化と機能進化を、人間の価値観を交えずに冷徹にサイエンスとして観察すると、脊椎動物の第二革命の上陸劇では、浮力に相殺された見かけ上6分の1Gの水中から地上の1Gへの変化と、同時に起こる水から空気呼吸への変化という上陸に伴う環境因子の激変に対する見事な力学対応がみられる。このときに遺伝子の変化のないままに形態が著明に変化するが、機能はかなり自由度を持って無目的に器官を替える。代償性に機能が代わるのである。光のない所では、触覚や嗅覚が眼に代わって発達するし、1Gが体に作用すれば、血圧を高められなければ生命体は死滅する。生き残った生物は、のたうち回って血圧を高めることができたものだけであり、ここに必然性が作用する。生命体は意志の力が作用するから、のたうち回ることを拒んで静止するものも出てくる。生存のチャンスとして、ここに偶然性が作用する。血圧が高くなると体を巡る血液で生ずる streaming potential が上がる。そうすると、軟骨を作っていた間葉系の細胞の遺伝子の引き金が自動的に引かれて、軟骨が硬骨化する。骨は反

復荷重で生ずる主応力線の走行に近似した液性の流動に沿って骨小柱を作る性質があるから、軟骨と異なり応力分布のない部分に空洞が形成される。これが骨髓腔である。

造血器官というのは、消化管からの栄養システムであるから、脊椎動物の原始型ではすべて腸管由来の臓器が造血を担当する。ところが陸棲となると腸管由来の脾臓で行っていた造血が自動的に骨髓腔に移動する。この一連の過程はすべて自動的に起こるから必然的な現象である。偶然性と自然淘汰がかかるのは生物が陸に上がったときに、のたうち回るか静かにするかの選択だけにかかっていることになる。動物には意志があるから静かにするほうを選んだ生命体は、意志故に死んでしまうことになるのである。

2. 生命進化の原因

一般に進化が論ぜられるのは形態である。形態を最も端的に示した物質に骨格がある。骨格には筋肉と関節が付属する。アパタイト骨格には力学的対応システムとして Wolff の法則が知られている。これは骨の機能適応現象 (functional adaptation) と呼ばれるもので、反復性の長期の力学負荷で骨の形はその荷重の性質に従って最も適した型に変化するというものである。この現象を先のクインテッセンスの観点からもう少し深く観察してみよう。従来は生物学に Einstein レベルの物理学つまり Roux のいうバイオメカニクスが導入されていなかったから、時間と重力の作用が完全に overlook されていた。それゆえ 20 世紀の生命科学は迷宮に踏み迷ってしまっていたのである。

先に生命現象の本質がリモデリングにあることを述べたが、リモデリングは局所を構成する細胞の遺伝子のコピーを必須とするから、したがって時間の作用でもある。このときに生命体に慣性の法則が作用する程度のスピードで力学が作用する場合と、作用しないときでは形に違いが出る。動く方向とは別に重力方向が作用すると慣性の法則により、時間軸に沿ってゆっくりと形の変化が進行する。つまりリモデリングの期間中に作用する個体の部分ないし全体の動きによって生ずる主応力線の走行と、重力の作用する方向との合成によ

り、リモデリングする器官の形が、肉眼レベルで変化するのである。これが 1 個体に表れたのが Wolff の法則と呼ばれる経験則であり、時間の作用が累々と代を重ねた場合が、Lamarck の用不用の法則すなわち、形態の進化という。したがって進化の法則性も、骨格物質の力学特性によって決まることになる。

Wolff の法則は、局所の細胞の力学的刺激による遺伝子の発現に依存する。つまり遺伝形質と生命体そのものや器官、組織、細胞の形態とは短絡することがあり得ないことを Wolff の法則は示しているのである。同じ遺伝子を持つ細胞でもその遺伝子の発現部位によって細胞の形も種類も変わるし、それらの集合体の個体も、体の使い方一つで (局所の論理で) 形を変えられるのである。サルを真っ平の所で真上を向いて寝かせれば椎骨から足に至るまで、ヒトと同じ形に変えることができる。サルが自発的に仔をこのように育てれば、これで亜種が分離する。つまり形態は遺伝子のハードの情報系と、使い方など環境因子と呼ばれるソフトの情報系の二重支配なのである。ソフトの情報系さえ代々伝えられれば形態は次世代に伝えられる。これは Lamarck の用不用の法則そのものである¹⁶⁾。Lamarck が今世紀に否定されたのは、後代の学者が勝手に法則の置き換えを誤って行ったためである。この法則はいともたやすく「獲得形質の遺伝」というとんでもない事象を表す言葉に置換された。Lamarck が聞けば直ちにその誤りを正すことができたであろう。彼の時代には、遺伝形質も環境も獲得形質も、概念から言葉に至るまでが存在しなかったが、この時期に用不用の法則が提唱されたのであった。Lamarck は彼の創始した進化学において、「内的要因と外的要因により動物の形態は変化する。この変化は次代に伝えられる」とのみ述べたのである。内的・外的要因は広義の生体力学 (physicochemical stimuli; 栄養, 酸素, 圧力, 温度, 重力, 光, 電流から体の使い方まですべてを含む) のことで、今でいう環境因子つまりソフトの情報系のことである。このソフトさえ次代に伝えられれば形は後代に伝えることができる。コンピュータ時代でなければ理解されにくい概念が、Lamarck によって 200 年

前に提示されていたのである。行動様式を変える
と形が変わるが、この行動様式さえ伝えれば変化
が次代に伝えられる。行動様式の変化で得られた
変化が、次代に伝えられることを後の世の凡人が
獲得形質の遺伝として短絡思考、つまり誤解した
のである。

一方、リモデリングの重要な様態の1つとして
生殖がある。これは次代へのリモデリングである
が、このときに高等生命体に必須の過程として遺
伝子がコピーされて、減数分裂する。この過程で
も同様に時間が作用する。その結果、遺伝子のコ
ピー上の錯誤が生ずることが時として起こる。コ
ピーミスや種々の錯誤などが時間の作用として生
ずる。これが突然変異と諸々の遺伝子上の変化と
考えられるものである。これは、ある一定の率で
発生する。したがって行動様式を変えて形が変わ
ると長い間には突然変異などにより遺伝子が後追
いして変化することになる。ミトコンドリアの遺
伝子と同様に核の遺伝子も形態とは短絡しないで
変化することがこれでわかる。これが分子進化で
ある。形態の進化と分子進化は全く別のもので
あったのである。従来の生物進化上の形態変容に
認められた進化の定方向性、すなわち定向進化や
収斂進化と呼ばれたものは、種が行動様式を変化
させると、その形はアパタイト骨格の唯一の法則
性、つまり Wolff の法則に従ってのみ変化するた
めに起こる現象であったということになる。つま
り、二種類の別系統の動物でも骨格物質が等しい
アパタイトであって、行動様式が近似していれば
形が類似したものになり、定向性ないし収斂す
るように見えるのである。クジラやイルカとサメは
大雑把に見れば形が似て見える。しかし実際には
陸棲を経験した哺乳類のクジラとシルリア紀から
水中を離れなかったサメでは、ヒレも尾も全く作
りが別のものとなっているのである。

本研究は文部省科研費重点領域創発システム「人工
生命システムに関する研究」と一般研究B「顔面形態
の環境因子による変形の解析と矯正訓練実施後の形
態変化の予測法の開発」、基盤研究A「人工骨髄の開
発・実用化と免疫学の新概念確立に関する研究」によ
るものである。

引用文献

- 1) 西原克成：顔の科学。第1版，日本教文社（東
京），1996。
- 2) 西原克成：呼吸健康術。第1版，法研（東京），
1996。
- 3) 三木成夫：生命形態学序説—根源形象とメタモ
ルフォーゼー。第1版：シェーマ原図29，うぶ
すな書院（東京），1993。
- 4) 三木成夫：脾臓と腸管二次静脈との関係—ニワ
トリの場合—。解剖学雑誌，40：329-391，1965。
- 5) 三木成夫：生命形態の自然誌。第1版，うぶす
な書院（東京），1991。
- 6) 三木成夫：生命形態学序説—根源形象とメタモ
ルフォーゼー。第1版，うぶすな書院（東京），
1993。
- 7) 三木成夫：胎児の世界。第1版，中央公論社（東
京），1983。
- 8) 西原克成，丹下 剛，松田良一，田中順三，広
田和士，樺沢 洋：人工骨髄造血巣の誘導実験
と新しい免疫系の概念—原索類・円口類・軟骨
魚と哺乳類の消化系・造血系の研究比較—。日
口診誌，9(2)：217-231，1996。
- 9) 西原克成，田中順三，広田和士：実験進化学手
法による力学対応進化学の検証。日口診誌，
9(2)：232-249，1996。
- 10) 西原克成，丹下 剛，松田良一，瀬野久和，梁
井 皎，藤井和子，田中順三，広田和士：実験
進化学手法によるハイブリッド型人工器官の開
発と新しい免疫学の概念。人工臓器，25(3)：753
-758，1996。
- 11) Nishihara, K. and Hirota, K. : Successful Pressure
Sintered of Hidroxyapatite-Collagen
Composite. Materials in Clinical Applica-
tions, 297-304, 1995.
- 12) 西原克成：ハイブリッド型人工骨髄造血巣誘導
へのアプローチ。人工臓器，24(1)：6-12，1995。
- 13) 西原克成：骨の生体力学特性と生体電流および
遺伝子発現。BME，9(5)：2-10，1995。
- 14) Nishihara, K., *et al.* : Comparative studies on
periodontal tissues around new type artificial
roots made of zirconium oxide, titanium and
hydroxyapatite. Phosphorous Research Bulle-
tin, 1 : 179-184, 1991.
- 15) Alberch, P. : Heterochrony ; Pattern or process?
Biodiversity and evolution, the 10th
inter symp on biology in conjunction with the
awarding of the international prize of biol-
ogy, 26, 27, 1994.
- 16) M. バルテルミ=マドール(横山輝夫，他訳) :
ラマルクと進化論。第1版，朝日新聞社(東京)，
1993。

別刷請求先：西原克成

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1
TEL 03(3815)5411
東京大学医学部口腔外科学教室

付 図 説 明

- 図 1 デボン期のゴンドワナ大陸
- 図 2 今日の地球
- 図 3 顔の進化
- 図 4 脊椎動物の進化
- 図 5 脊椎動物の源と顔の進化 (三木成夫原図)
- 図 6 ホヤの人為的幼形進化
- 図 7 ホヤの棘 (マボヤの肌)
- 図 8 人工骨髄チャンバーと造血巣の誘導 (日本猿, 12 カ月)
- 図 9 アパタイト人工歯根表面に誘導されたセメント質
上: 脱灰標本, 下: マイクロアナライザー用の SEM 像, AR: 人工歯根
- 図 10 アパタイト人工歯根表面に誘導されたセメント質
左: 脱灰標本, 中: 10 カ月経過時の AR 表面のセメント芽細胞の SEM 像, 右: 20 カ月経過時のセメント組織の SEM 像, AR: 人工歯根
- 図 11 ドチサメの楯鱗 (上) と車軸歯 (下)
- 図 12 Haeckel の個体発生図
- 図 13 胎児および鰓と臍の緒のある生命の象徴の勾玉

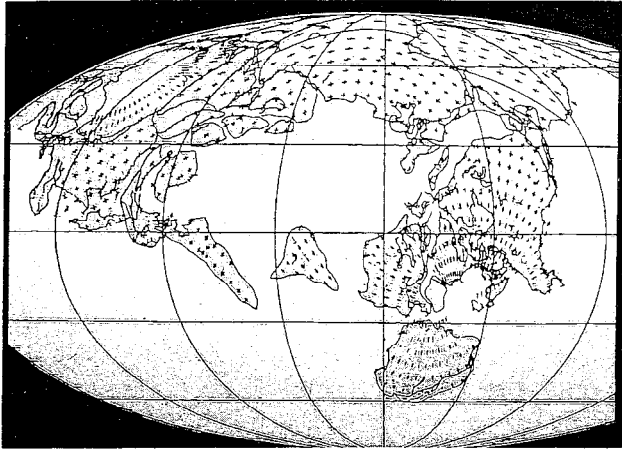


图 1

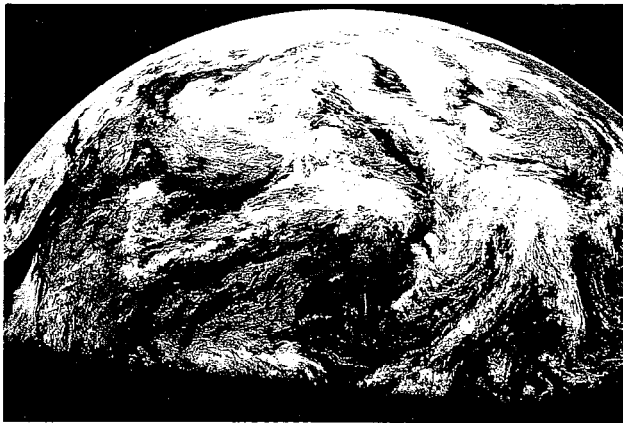


图 2



图 3

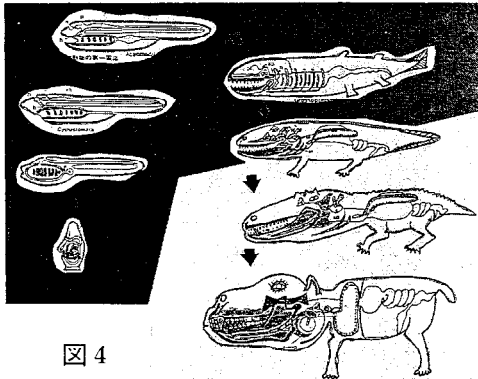


图 4

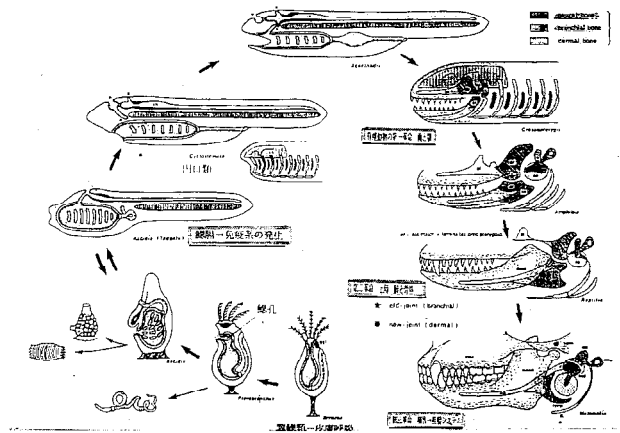


图 5

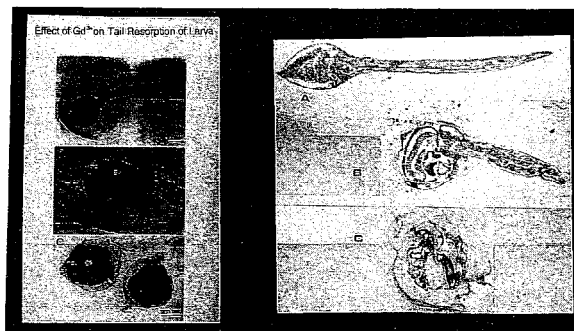


图 6



図 7

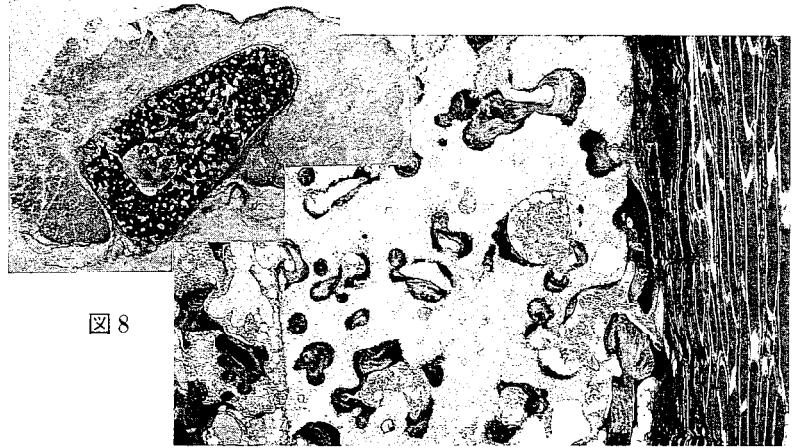


図 8



図 9

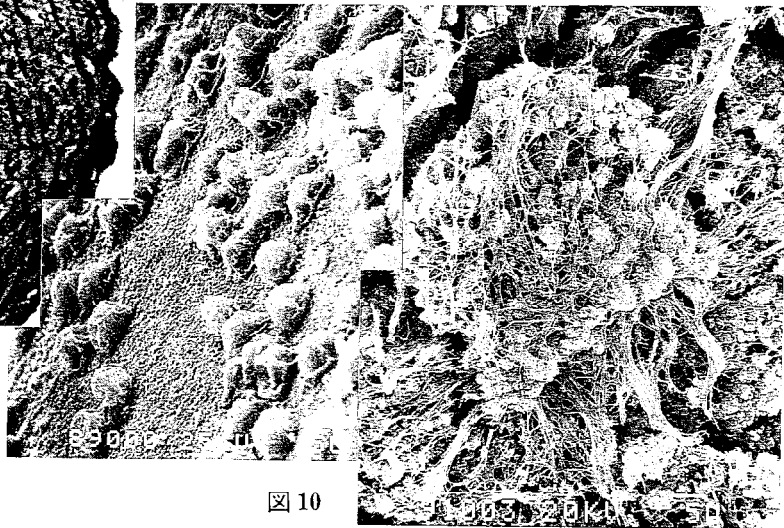


図 10

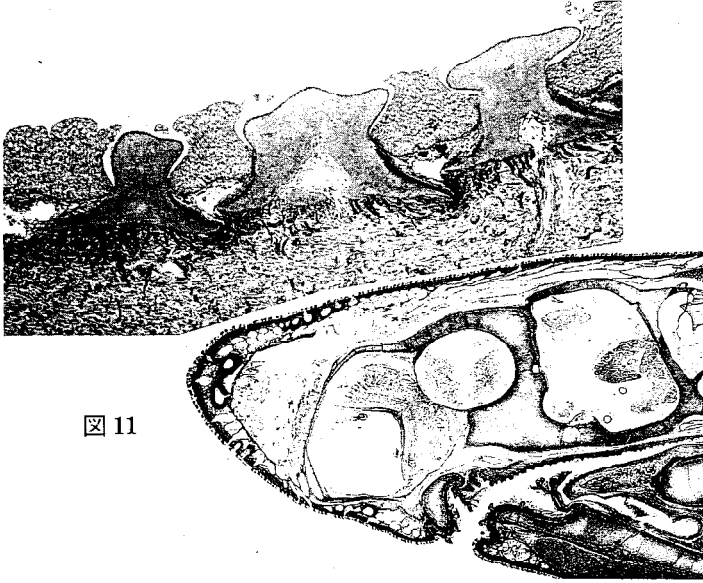


图 11



图 12

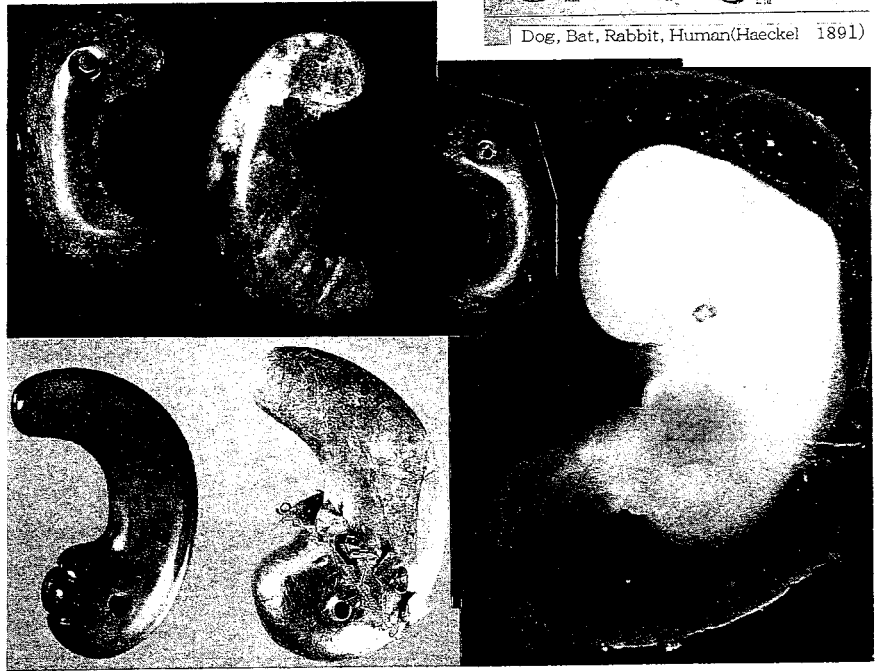


图 13