

「物活論」と「形態発生」: 先端芸術表現に見られる意味と展開

Hylozoism and Morphogenesis : meanings and developments in the advanced art and design

沖 啓介

Keisuke Oki

1. はじめに

人工的な自動機械 (artificial automata) が知能や自己増殖などに於いて生物と同様な条件を備えることを構想したのは、ノイマン型と呼ばれる現在のコンピュータの「父」とされる数学者フォン・ノイマンである。彼の「自己複製機械」のアイデアは、その後、人工知能、人工生命、あるいはロボティクスなどの研究や技術開発の背景に常に影響を及ぼしている。

生命の無い物質が、人間の手で開発されることによって、生物学的な特徴を帯びてくるという観念は、19世紀末以降の技術進歩から次第に顕著になっていることである。しかし一方で、物質と生命とを区別しないという考えは、古代ギリシャに生まれた自然哲学に始まり、その後、磁力や重力の発見に象徴される近代の科学成立の時点まで続いた物活論の系譜にも見ることができる。また生物学で論じられる形態発生論も、生命活動によって、有機的な形態が生じることに注目することで、生命と物質のあり方を考察する重要な事柄である。

現代の哲学などの先端の思想状況は、すっかりテクノロジーとライフサイエンスの交差した領域に集中せざるをえないほどである。その思想状況に伴って、20世紀の現代芸術の思想の核を成していた「言語」、「記号」などを巡る言説はすでに知的なダイナミズムを失った過去のものとして言えるほど、現在は、生命を巡って思想的に転換点に差しかかっている。

本稿は、最先端のアート、デザイン、建築などを含めた造形分野で、物質と生命の境界上にある事象を追求する科学的な概念と、それに喚起された表現の文化的、技術的、歴史的な背景に焦点をあてて、さらにその発展の線上でアート、デザインのなかで語られている「物活論」と「形態発生」について論じるものである。

2. 静止から生命的躍動へ: イメージの転換

静止した画像が動くというイメージの大転換は、19世紀末の映像moving imageの発明によってもたらされた。「アニメート」することの始まりである。animateは、ラテン語のanimatus「息を吹き込まれた」ということを語源とし、「生命を吹き込む」ことや、「動物のように動く」ことの意味であり、動物を意味するanimalとも関連している。

映像は、静止したイメージを時間軸に沿って連続させることによってイメージが生きているかのように表現されたり、時間そのものの



図1 マレーが撮影した連続写真
(public domain image)



図2 写真銃
(Copyright © 2006 David Monniaux, GNU Free Documentation License)

変化によってもたらされる事象を記録する技術である。静止イメージが連続することによって生命的な一つのイメージとして躍動が見られる技術は、それ以前には存在しない。

映画がその代表であるが、映画の登場以前に、すでにアメリカのエドワード・マイブリッジやフランスのエチエンヌ=ジュール・マレーが、連続写真(図1)を使って人間や生物の動きをとらえることを試みていた。

マイブリッジの場合、撮影した連続イメージは、エジソン、ルミエール兄弟を経て、まさに映画へと連なっていく。

一方、対象を連続イメージで撮影した点では、結果としてマイブリッジに似通っているのだが、マレーが意図していたものは、大きく異なっている。マレーは、撮影装置である「写真銃photographic gun」(図2)を製作したことで知られるが、もともと彼は生理学者であり、動物の行動の観察のためにこの装置を発明した。

このマイブリッジとマレーの技術開発には、それぞれが間接的にだが影響を与えあっていた。マイブリッジが連続写真を手がけるきっかけには、マレーが動物の連続する動きを生理学的な観

点から研究発表した「アニマル・メカニズム」Animal Mechanism (1873)を知った仕事上の得意先(リーランド・スタンフォード、元カリフォルニア州知事、企業家)からの依頼であった。そしてそのマイブリッジが開発した連続した写真のイメージを、今度はマレーが知るようになる。¹⁾

マレーは、映像という手法を使い始める前には、ドイツの実験生理学者たちが行っていた生物の動作を機械的に記録する装置を使った生体の計測方法に影響されて、例えば、鳥の身体に装置を取り付けて生体の動きを捉えようとしていた。しかし、装置をつけることによって身体が拘束されるため、実際に鳥の飛翔などの様子を捉えるのは困難であった。そのため、装置をつけずに、実際に飛翔する鳥の様子を捉えるのに映像装置としての「写真銃」を発明したのである。

マレーによって、生物の行動を映像として記録することが始められたのだが、映像と生理学の結びつき、つまり科学技術を持って生物をシステムチックに理解するということが、さらに前進することとなった。

そしてさらに、この純粋な生理学研究のイメージは、やがてジャコモ・バッラの「綱につながれた犬」の絵に見られる様なスピードと動きのダイナミズムを表現に取り入れた未来派や、マルセル・デュシャンの「階段を降りる裸体」に見られる20世紀初頭の前衛芸術に影響を与えていった。

3. 神経系機能と情報の流れ

現代のアートやデザインに於ける生物モデルを語るにあたって、科学技術あるいはその核となっているコンピュータ技術との関連を見ずに語ることはできない。またこれらの技術がいかに生物学的なモデルを想定していたのかということも重要である。

通信工学という観点から、機械と生物の関係に焦点をあてたのは、ノーバート・ウィーナー Norbert Wienerである。彼の1948年に出版されたCybernetics : communication and control in animal and machineという本のなかで提唱した「サイバネティクスCybernetics」という考えは、「サイバネティック・アート」という芸術を生み出したほど、文化領域でも強い影響を与えたものだ。またさらには、80年代に「サイバーパンク」のキャラクターを登場させた空想科学小説のベストセラーから社会的に一般化した「サイバー」という言葉の源でもあり、この小説の中に描かれた「サイバー空間」はヴァーチャルリアリティのような先端的なコンピュータ視覚表現技術の前兆のイメージとなっていた。

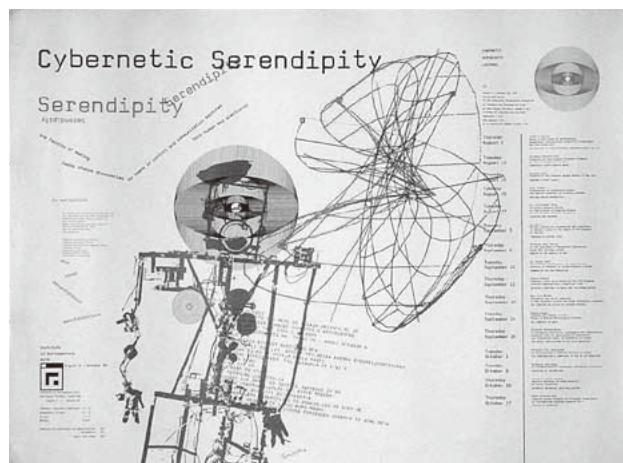


図3 Cybernetic Serendipity展ポスター
<http://www.medienkunstnetz.de/exhibitions/serendipity/>

サイバネティクスは、もともと複合的な分野で、機械の自動制御や動物の神経系機能の類似性や関連性をテーマに研究する、生物学、物理学、数学、人類学等を包括した科学の総称であった。ウィーナーで完結するのではなく、その後の人工知能、人工生命、さらにインターネットの情報通信技術のなかにひきつかれていった。

サイバネティクスは、もともと「舵手」を意味するギリシャ語のキベルネテス(*Κυβερνήτης*)にちなんで、ウィーナーによって命名されたもので、情報の流れのなかで操作が決められていくことを意味している。

サイバネティック・アートは、1968年にロンドンのICA(現代芸術研究所)で開催された展覧会サイバネティック・セレンディピティ展Cybernetic Serendipityに典型的な内容を見ることができる。(図3)

サイバネティック・セレンディピティ展の企画者であるヤシャ・ライハートJasia Reichardtは、この展覧会のプレスリリースで、サイバネティクスについて以下の様に語っている。

「サイバネティック装置は、外部からの刺激に反応し、その代わりに、部屋の冷たさに反応して暖房のスイッチを入れて、温度を変えるサーモスタットのように、外部環境に影響を及ぼす。このプロセスはフィードバックと呼ばれる。展覧会での展示物は、サイバネティック装置(コンピュータ)か、それらの中にあるサイバネティック装置のどちらかで作られている。それらは、環境のなかにあるもの、あるいは、人間や機械のどちらかに対応し、反応して、音、光、動きを創り出す」²⁾

これは、まさに最初のエレクトロニク・アートの展覧会であった。またエレクトロニクアートが、いわゆるメディア・アートとは文脈を異にする点を見ることもできる。そこには生物と情報とコンピュータが当初から関わっていたのである。

4. アルゴリズムに見る生物の行動と形態について

数学者フォン・ノイマンと、1940年代に、ロスアラモス国立研究所 Los Alamos National Laboratory で一緒に働いていた数学者スタニスラウ・ウラム Stanislaw Ulam は、セル・オートマトン Cellular Automaton を考案した。もともとウラムは、結晶の成長を研究しており、その際に格子状の土台を使っていた。一方、ノイマンは、自己複製機械を研究していた。ノイマンがもともと機械（ロボット）での複製を考えていたのだが、技術ならび予算的な困難に直面していた時に、ウラムが数学的に抽象化した設計を示唆し、自身の格子を使った結晶の成長研究のモデルの利用を提案した。格子をセルとして使うことから、この結果に誕生したのが2次元のセル・オートマトンで、その中に自己複製機械がアルゴリズム的に埋め込まれた。隣接する4つのセルのみを考慮し、1つのセルあたり29の内部状態を持っている。このモデルでノイマンは自己複製機械として動作するパターンをデザインし、それが無限に自己複製を繰り返すことを数学的に証明した。これは数学、コンピュータ技術での研究から、生命モデルへとつながっていく第一歩である。

その後、コンピュータ・プログラムのアルゴリズムによって生物の生態を表すものに、イギリスの数学者ジョン・ホートン・コンウェイの「ライフゲーム」(Conway's Game of Life)がある。これは、1970年に、生命の誕生、進化、淘汰などのプロセスを簡易的なモデルで再現したシミュレーションゲームであり、アメリカの科学誌サイエントフィック・アメリカンで発表されて大きな話題を呼んだ。³⁾

ライフゲームは、生物集団では、過疎でも過密でも個体の生存に適さないという個体群生態学的内容を持ち、各セルが隣接するセルとの関係で決まる以下のルールがあてはめられている。

誕生: 死んでいるセルの周囲に3つの生きているセルがあれば次の世代では生きる(誕生する)。

維持: 生きているセルの周囲に2つか3つの生きているセルがあれば次の世代でも生き残る。

死亡: 上以外の場合には次の世代では死ぬ。

このライフゲームは、セル・オートマトンの発展形であり、世代の経過によって、格子状の平面を様々な形態や行動形態を持つ生命が生まれるものである。

そして、コンピュータの普及にともなって、多くの人の関心を得た。その後、人工生命の研究は、90年代に生態学者のトム・レイ Thomas S. Ray の Tierra ティエラのような生態学的な要素が加わったものなどが登場した。そして、人工生命のアプローチは、アート表現にもつながっていく。

ここまで見てきた様に数学者などによって行われた研究とは異なるアプローチから、生物の行動に関する興味深い発見がある。

それはアートからの発見とも言うべきもので、アーティスト、この場合コンピュータ・グラフィクス制作者によって行われ、映像技術から人工生命の領域に影響がもたらされた。映像作家のグレッグ・レイノルズは、鳥の群れを映像で表現することを追及し、1986年に BOIDS という群れを表す人工生命のシミュレーション・モデルを発明した。

そのモデルを成すルールは以下の三つである。⁴⁾

1. 衝突回避: 近くにある群れの仲間との衝突を避ける
2. 速度調整: 近くにある群れの仲間と速度と方向を合わせようとする
3. 群れの中心へ: 近くの群れの仲間の近くに居続けようとする

彼は、鳥が群れを作って飛び立つのを観察していて、そこには指揮をする鳥はいないので、何か単純なルールがあると想定して、この三つのルールにたどり着いた。このルールを基にして、プログラミングした結果、きわめてリアリティが高い生物の「群れ」が創り出された。個体はまるで意思があるかのように独立して動く群れを形成する。この発見は、すぐにハリウッドの娯楽映画で採用され、生物の群れのみならず、コンピュータ・グラフィクスで人間の群集シーンを描くのにも有効な表現手法となっている。短期間で映画の重要な技術となり、アニメーションを含めて、あらゆる映像シーンで使われている。

これは発見的な手法で行われたものである。レイノルズは、鳥の群れをアニメーションで表そうとして、各個体に動きを与えて群れを表現することを試みていたのだが困難で、実現できなかった。それが、上のルールをあてはめたところ、個体を群れとして行動させることを成功させたものだ。

またこのことは、アルゴリズムを用いて描写して表現することで生物の生態を再現できるということは、アルゴリズムというものが、芸術表現にとっていかに重要なものであるかを示しており、さらに

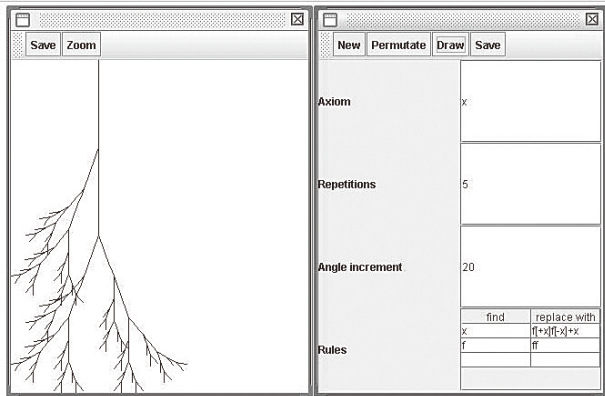


図4 L-systemsを用いて描いた二次元のイメージ

(Java Lindenmayer Systems使用)

アート、デザインの表現技術としてさらに重要性を増していくと考えられる。

動物の行動のルール的一端がBOIDで表されたように、コンピュータによる植物の成長や形状の生成についても様々な試みが行われてきた。プログラミング方法としては、大きくわけて二つあり、一つは手続き的な方法(procedural)であり、もう一つは規則に基づく手法(rule-based)である。後者の方が主流であるが、前者の要素を取り入れつつ発展している。

このような技術背景をもとに、植物の形態を理論的な枠組みで捉えたものにリンデンマイヤー・システム(Lindenmayer systemsあるいはL-systems)がある。(図4)

リンデンマイヤー・システム(以下L-systems)は、植物成長の数学理論として知られる。これは1968年に、ハンガリーの理論生物学者、植物学者のアリステイド・リンデンマイヤーが提唱したものである。彼は、酵母や糸状菌、藍藻類などの様々な生物の成長パターンを研究していた。

その骨子となるのは、「リライティング・システム」rewriting systemである。リライティング・システムとは、リライティングして置換するルール、あるいはその生成の組み合わせを用いて、シンプルな元々のオブジェクトの部分の連続して置換することによって、複雑なオブジェクトを定義する手法である。その再帰的な方法によって、植物やその他の自然物の構造を定義する。再帰呼び出しの回数を増やすことによって、植物が成長し、複雑化していくのを見せるものである。⁵⁾

リライティング・システムは、他にもいくつかのパターンがあり、グラフを描くためや、先述したセルオートマトン、ライフゲームの格子状のセル・グリッドでも見られ、これは植物分布などを表すのに使わ

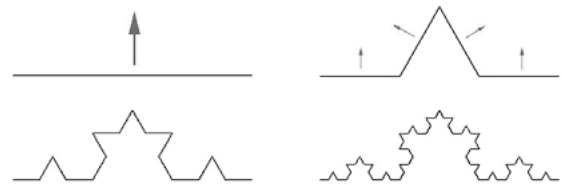


図5 コッホ曲線

(public domain image)

れたり、また言語学ではテキストの文字、公準、生成の文法的な置換でも使用されている。図形的なリライティング・システムはすでに同システムの古典とも言っているコッホ曲線を見るとわかりやすい。これはスウェーデンの数学者ヘルゲ・フォン・コッホ(Helge von Koch)が考案した。線分を3等分し、分割した2点を頂点とする正三角形の作図を無限に繰り返すことによって得られる図形である。

一般的にコッホ曲線は、フラクタル図形の代表的なものとして知られている。フラクタル図形は、海岸線や、樹木の枝分かれなど、自然界では随所で見られ、コンピュータグラフィクスでは、地形や植物の自動生成のアルゴリズムとしても用いられているものである。L-systemsも、フラクタル幾何学との関連で語ることができる。

コッホ曲線を見てみると、リライティングがグラフィック的に行われるのが見て取れる。与えられた幾何形体のそれぞれの稜線が、稜線のくりかえしによって置き換えられている。(図5)

L-systemsでは、このリライティング・システムを原理的に用いて、枝分かれや、枝葉の空間的配置などを、変数で表していくものである。例えば、自然界で見られる比率である黄金比などを与えるなど、多くの方法でリアリティーが実現していくものである。

L-systemsは、植物の生成を三次元コンピュータグラフィクスで表すための、もっとも代表的な技術であるが、この分野では、ほかにも様々なアプローチが行われている。基本的には、位相幾何学的であり、また再帰的な方法が多いのだが、ほかにもコンピュータグラフィクスの視覚効果技術から発想されたものなど多様である。

植物の成長や生態に数学的なルールを発見することができたのは、コンピュータによって形状をシミュレートし、時間などの諸条件を加えることによってパターンを見ることができるようになった結果である。

このように人工生命や植物の生成をアルゴリズムで表現する方法は、エレクトロニク・アートの世界では、とりわけ90年代に衝

撃的に登場した。カール・シムズKarl Sims、ウィリアム・レイサム William Lathamなどを代表とするアーティストたちが、進化、感覚機能、運動、自己組織化などのアルゴリズムを取り入れて、植物や生物を、コンピュータ・グラフィクスで表現する作品を発表した。

また90年代までは、映像シミュレーションとしてのみ可能だったものが、マイクロコンピュータ、センサーなど含めたロボティクス技術の発達によって、実際の空間のなかで生命的な動きを実現するようになってきている。そしてそれは、建築などを含む人工物や人工環境の内容を変えつつある。

5. 「物活論」と現代

テクノロジーなテーマを取り入れた芸術分野では、美術、デザイン、建築、音楽、パフォーマンスなどに、従来のジャンルを越境した表現が見られる。エレクトロニクス技術の幅広い応用ということに多様な関心が集まっているが、そのなかでも形状や空間概念との関連では、建築や環境的な表現でとりわけ興味深い試みが行われている。

カナダの建築家、アーティストのフィリップ・ビーズリー Philip Beesleyの作品“Hylozoic Soil”は、枝状になった部分が観客の動きに反応して、全体が一個の生命体のように動く、大がかりなインスタレーション作品である。この作品は、エレクトロニクス・アート、人工知能をテーマにしたアートの展覧会で発表されたものだ。

ビーズリーは、もともと森のなかの地表を、木の枝を使ったユニットを織物の様に敷きつめていく環境的な作品を発表していた。さらにその後は、2003年の「オルゴン・リーフ」(Orgone Reef)という作品に始まるセンサー入力に応じて駆動する人工樹脂製のユニットを組みあわせた大規模なインスタレーション作品のシリーズを展開している。初期のものを含めて、これらを総じて「ジオテキスタイル・インスタレーション」というシリーズとしているが、電子的な技術の利用の有無によって内容を変えている。

電子的な技術を使用したシリーズの代表的な作品「ハイロゾイク・ソイル」(Hylozoic Soil)は、2007年にモントリオール美術館で最初に発表された。(図6～9)この作品は、マイクロコンピュータがセンサーからの入力に対応して、植物の蔓や生物の触手の様にして動く単体のユニットが集合して全体として大きな生命体の如く動くものである。センサーとマイコンとの組み合わせによる一つ一つのユニットでは、単純な「刺激」あるいは「入力」に対する「反応」のくり返しという動作だけで機能しているのだが、それらが組み合わされて、全体として巨大な生命体のように動くものである。単細胞生物を含めたあらゆる生物が外部環境からの刺

激に応じて対応するという様々な生命活動と同じ構造でできており、そのことがインスタレーション作品に生物、あるいは生命があるものの様に振舞わせている。

ビーズリーは、「ハイロゾイク・ソイルは、環境のなかで、占有者の動きに反応する機械的なコンポーネントによる動きのパターンを提示する。マイクロプロセッサで操作されたシステムは、操作ボードで拡張されたarduinoのハードウェア、形状記憶合金製作動装置、配置されたインタラクティブなシステム内の空間センサーで構成されている⁶⁾と説明している。

この作品のタイトルでも使用されているHylozoicという言葉は、そもそもHylozoism(物活論)に由来している。物活論は、初期ギリシャ哲学の七賢人の一人であるミレトスのタレスに発している。タレスは、ギリシャの最初の哲学者であり、原初的ではあるが、初めて科学観を持った人物と考えられている。タレスは「万物は水からできている」と言い、水を「始源物質(アルケー)」とした。つまり、移り変わる自然を、それ自体は変わらない物質があることから説明するという科学的な自然の説明の初源的な端緒となったものだ。

タレスの思想は、現代の科学とはかなり隔たったものだが、もののあり方、原理を、超自然的な力に求めずに考え始めたことで、ギリシャの科学史のはじまりに位置している。

もともと「科学」scienceは、近代の概念である。しかしながら、物活論は、近代の科学の黎明期でも見られるもので、物質と生命は不可分ではないと主張するものである。

ここで「生命」という言葉を使ったが、もともとギリシャ語では「プシュケー」である。これは「靈魂」とも訳されることが多いが、ラテン語ではanimalに相当し、英語ではsoulと訳されたり、日本語では「靈魂」「精神」とも訳されるが、「現代英語ではsoulとlifeさらにはmindという茫洋とした意味をもち、「生命的なもの」全般ないし、「生命原理」そのものを指すものを指す」と考えられている。⁷⁾

科学の分野で物活論が近代に見られる例としては、次のウィリアム・ギルバートが典型である。そこには、ギリシャ初期の哲学に見られる物活論が再生されている。

十六世紀末に近代電磁気学の出発点に位置すると言われる「磁石論」を著したウィリアム・ギルバートは、地球が磁石であることを発見したのだが、「磁力は靈魂を有する、もしくは靈魂に似ている」と語り、「タレスが磁石は靈魂を持つと主張したのは理由がなくはない」とした。⁸⁾

また物活論の考え方は、さらに内容を変えて現代に至っているとも言えるだろう。それは物質に生命があるかということ

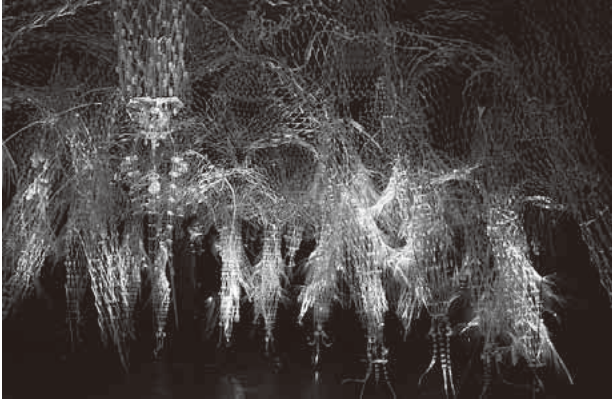


図6 Hylozoic Soil全体

Philip Beesley氏より許可を受けて転載、ミネソタ大学バイオアート説明より

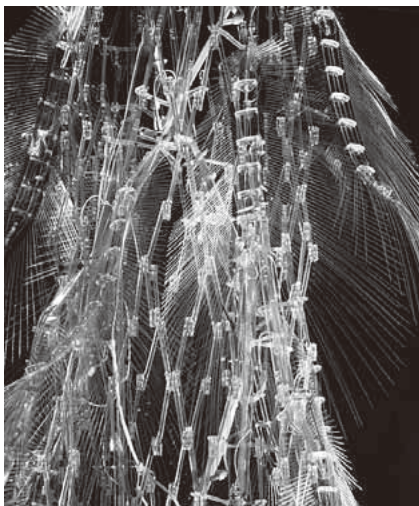


図7 Hylozoic Soil、“Hylozoic Soil-geotextile installations 1995-2007”

Philip Beesley氏より使用許可を受けて転載

から発展して、さらに知能のレベルにまで至っている。これは冒頭でも述べた、人工物である自動機械が自己増殖し、知能を持ちうることを述べたノイマンの説が顕著である。しかし、もっと身近な日常レベルでも進行している。

例えば、いわゆるテレビ・ゲーム、コンピュータ・ゲームなどに見ることができる。マサチューセッツ工科大学の社会心理学者のシェリー・タークルSherry Turkleは、その研究の中で、幼児がコンピュータは生物ではないが、何かそれに準じるものであると思っていることを挙げている。つまりゲームなどをやると自分を打ち負かしたりするコンピュータは、毛などに覆われていないが、生物のように知能を持っているという印象を持つわけである。タークルは、かつてフ

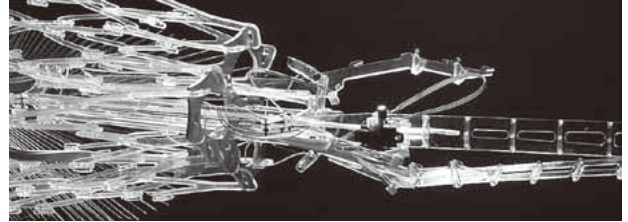


図8 Hylozoic Soil

同上

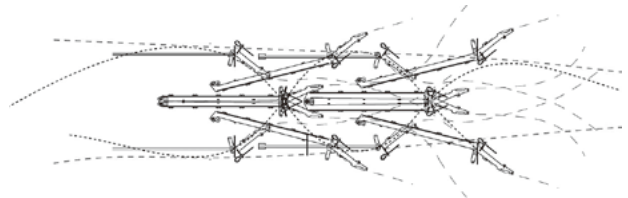


図9 Hylozoic Soil

同上

ランスの発達心理学者のジャン・ピアジェが、子供は成長するにつれて「動くもの」の判別を通じて、生物と非生物を区別できるようになると指摘したことについて、コンピュータの時代には、その区別がわかりにくくなっていると新たに指摘している。コンピュータは、明確に位置づけられない「境界上の物体」(marginal object)である。⁹⁾

機械が「知能」を持つというのは、ノイマンに見られるようにコンピュータの登場時から想定されていたことで、現在では、それがどのレベルの生物の進化段階に照応するかということだけが問われるだけであるとも言えるだろう。つまり、人間の知能のレベルに達したり、上回ったりするかどうかは別にして、機械が知能を有することは自明の理であるだけでなく、すでに現代社会に於いて、我々は、生活のなかの相当の部分を機械の知能に任せている。

6. 形態発生について

「形態発生Morphogenesis」は、生物の器官や骨などの形態がどのように形成されるかという発生現象を示すものである。胎児の発生、成長から、甲殻類の殻や、生物が自発的に形作る形態のシステムである。

自然は自ら周囲の環境とのインタラクションを通して、様々な形態を発生させてきた。一方、人間が製作するもの、つまり人工物は、多くの場合、自然物とは明らかに異なった「人工的」な形状をしている。この自動的な形態の発生というメカニズムには、背後に

生物の行動や形状と同様にアルゴリズム的な理解が必要であり、これらにあらためて注目してみることによって、人工物の新たなあり方を考えることができる。

「この数年間の、デザインの新しい戦略や、素材や大型建造物の製作のための新技術が登場し、それらは自然素材形状が作られたプロセスの生物学的なモデルをベースにしている」¹⁰⁾と建築家でAAスクールのマイケル・ウェインストックが言うように、形態発生が、建築、デザイン分野で、注目され、すでに応用されている。

例えば、生物の形態発生の具体的な例として脊椎動物の「骨」を見るならば、骨の繊維の断面には多くの孔がある。骨自身の構造は、運動などの負荷で圧力などが加わることによって、より密になる。重力やその他の力を受けながら骨は身体とともに成長する。そして長い間身体を使わなかったり、加齢が進むと、孔が大きくなり、骨の密度は低減する。同様な現象は、宇宙船などの長期滞在によって、無重力の状態にあると、「老化現象」のように骨の構造が弱くなっていくことに見ることができる。

この現象は、泡の構造変化によく似ていることが指摘されている。例えば、高分子素材、スチレンのような人工的な素材では、気泡が密なものは弾力性があり、気泡が大きくなるとろくなる。

2008年の北京オリンピックの競泳会場となった施設 Watercubeは、そのシャボン玉の塊の様なデザインは刺激的であったが、建築設計を担当したPIW Architects社とArup社が、気泡構造を建造物の設計に取り入れたものである。これは、「ウィアとフェランの気泡の配列」(Weaire-Phelan Equal-Volume Foam)として知られる多面体の配列法から展開されている。¹¹⁾

これはケルビン問題という1887年に提起された「等体積のしゃぼん玉を詰めて空間分割するとき、どんな並べ方をすればシャボン膜の面積が最小になるか」というもので、最も効率よく空間を充填する多面体を使うことで、アイルランドの物理学者デニス・L・ウィア Denis L. Weaireらが1994年に答えたものである。また気泡の構造は、ランダムな見た目に関わらず、構造は極めて合理的であると同時に経済的でもある。

液体と気体の力学的なバランスの上で形成される気泡の構造が、骨のような身体器官に存在すること自体ですでに驚きなのだが、それだけでは自然の営為にただ感服するだけに終止してしまう。これまでは、これらの自然のなかで見出される構造を模倣することで、デザインや意匠に使ってきた。しかし、現在は、その構造がどのようにして発生するのかということに関心が寄せられている。つまり、生物がこのような構造を自己組織化、発生させていることが焦点である。

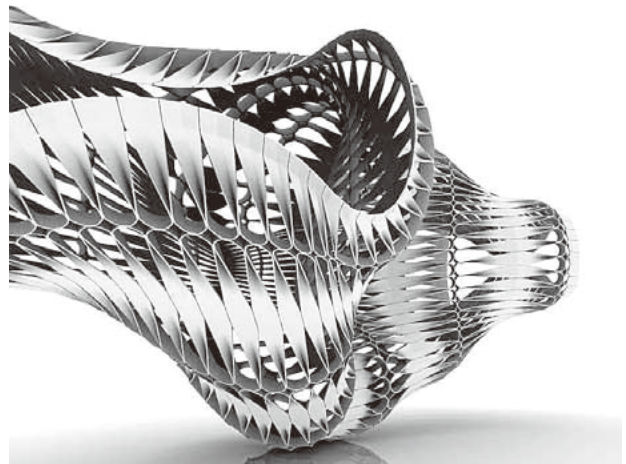


図10 デザインに於けるPolymorphismの例

Achim Menges氏より使用許可を受けて転載

シュットガルト大学建築科のコンピューターショナル・デザイン研究所のアキム・メンゲスAchim Menges教授は、「異形同源システムhomologous system」から「多型性種polytypic species」までの形態発生的なデザインの実験として、以下の様に、形態発生の特徴を持つ五通りのケースを分類している¹²⁾：

1. 連続値を持つ変数による結合parametric association
2. 差動的な作動differential actuation
3. ダイナミックな応力緩和dynamic relaxation
4. アルゴリズムによる定義algorithmic definition
5. 状態を数値化できる成長digital growth

メンゲス教授は建築家であり、彼自身もこれらに基づく具体的な形状を立体物のインスタレーションや三次元コンピュータグラフィクスで制作している。(図10)

これらの実験に共通することは、「自己組織化」ということで、生物が形状を生み出すシステムを取り入れていくということにある。例えば、植物のコンピュータ上の生成モデルで、先述したL-Systemを建築素材の形状の創出に利用することなどが行われていたりする。

この様な試みは、例えば「ロータス効果」 Lotus effectとして知られるものだが、ハスの葉の様に撥水性や自浄性を持ち、それらの植物は葉の表面にある細かい毛によって、水をはじいているのだが、その毛の生成のメカニズムは、水をはじく素材の開発にもつながっている。

7. 生物を模倣すること：結論にかえて

生物から学ぶことは、人間が歴史のなかで常に行ってきたものである。進化した高等生物から原始的な構造の生物までの様々な形状や機能は、人工物の中にも取り入れられてきた。このことに立ち返りながら、新しい視点での取り組みがあり、これまでに述べてきた研究やデザイン、アート分野でも活かされている。

生物学、化学、物理学、数学、コンピュータサイエンス、デザイン、建築なども含めて、それぞれ独立しながら、全体としては緩やかだが、大きな領域を形成している。この様な流れを、文化的な観点からも含めて総称しうる概念の例として、生物模倣=バイオミミクリbiomimicryがある。

biomimicryは、生物学者、作家のジャーニーン・ベニユスJanine Benyusが提唱した言葉である。語源としては、ギリシャ語でbiosは「生命」を、mimesisは「模倣する」であり、生物を研究し、その性質、構造などをエミュレートし、技術やデザインに活かし、サステナビリティを実現していくものである。そして、この言葉は、新しいキーワードとなり、一つの越境的な領域を形成しているし、また影響は様々な方面に広がっている。¹³⁾

人間は、多くのものを自然から学んできたし、またそれをモデルとしてきた。それは、本稿でも言及したような常に時代の先端を切り拓いてきたコンピュータサイエンス、映像、アート、デザインでも、生物がモデルになっていることにも、その一端を見ることができるだろう。

ここでとりあげた「物活論」と「形態発生」は、最近のアート、デザインのなかで見られたコンセプトの例である。これらのことが登場してきた背景を歴史的にたどってみると、生物や自然と強く結びついているのがわかる。

生物の38億年の歴史は長く、地球の環境と合理性をもって存在してきた。このことに注目し、体系化するのはまだ始まったばかりである。しかし本稿でも採り上げたように、映像にしる、コンピュータにしる、新素材にしる、19世紀末から20世紀を通して21世紀に至る現代社会を構成するものかなりのものが、すでに生物と何かしら関連しているものである。

古代の思想に見られる自然への尊敬と畏怖の入り混じった感情は正しかったのであり、この僅か数百年ほどの産業社会で失われてきた自然への思考や方法からの転換が、先端のアート、デザインでも顧みられているのである。

この芸術表現に見られる一連の流れは単なる自然回帰ではなく、われわれの生存に関わりながら発展する原理的なものと考えられる。

文献

- 1) François Dagognet, "Etienne-Jules Marey: A Passion for the Trace", English translation by Robert Galeta with Jeanine Herman, ZONE BOOKS, 1993
- 2) Cybernetic Serendipity, Press Release for the exhibit curated by Jasia Reichardt at the ICA London August 2nd to October 20th, 1968 <http://www.medienkunstnetz.de/exhibitions/serendipity/>
- 3) Gardner, M. "Mathematical games", 1970 Scientific American, 223 October, pp.120-123
- 4) Craig W. Reynolds, "Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model", SIGGRAPH '87 Conference Proceedings, 1987
- 5) Oliver Deussen, Bernd Linterman, "Digital Design of Nature", Springer, 2002, pp.64-65
- 6) Philip Beesley, "Hylozoic Soil geotextile installations 1995-2007", Architectural Press, 2007, pp.157
- 7) 山本義隆、「磁力と重力の発見」I、みすず書房、2003年、pp.18
- 8) 同上書、PP.55
- 9) Sherry Turkle, "The Second Self Computers and the Human Spirit, Twentieth Anniversary Edition", The MIT Press, 2005
- 10) Michael Weinstock, "Self-Organization and Material Constructions" Architectural Design Vol 76 No2 Wiley, 2006, pp.35
- 11) Michael Weinstock, "Self-Organization and Material Constructions" Architectural Design Vol 76 No2 Wiley, 2006 pp.40-pp.41
- 12) Achim Menges, "Polymorphism" Architectural Design Vol 76 No2 Wiley, 2006 pp.79
- 13) Janine M. Benyus, "Biomimicry" Harper Perennial, 1997