

ロボットはコンピュータの夢をかたちにするか？

竹中司+岡部文/アンズスタジオ



fig.1 アルタミラ洞窟の壁画

Do Robots Realize Computational Dream? **ROBOTICS**

はじめに

……芸術作品は作る者や見る者という二本の電極からなっていて、ちょうどこの両極間の作用によって火花が起るような、何ものかを生み出すのだ。(マルセル・デュシャン)

薄暗く低い天井。ひんやりとした洞窟を進んだ先に、その絵が描かれている。ウンやインシン、ウマなどの姿が、岩の凹凸に合わせるようにして立体的に描写された様は、壁画というよりも彫刻的で力強く、その線は驚くほどに躍動的だ。何者かが、何かのために記録した、約一八〇〇年前の絵画である。スペイン北部、サンタンデルから西へ三〇kmほどのサンテリャーナ・デル・マル近郊にある、**アルタミラの壁画**だ。(註1)。ここでも、純粋な、のびやかな草原に、こころもいと現れる小さな丘。入り口に行んだ木々が、まるで洞窟を守っているかのようにも見受けられた。

洞窟壁画は、人間の知能の誕生と非常に深い関係にあるのだという。対象を抽象化しようとする意識や、美しさを捉えようとする行為は、人間と動物を区別する最も大きな要因だからだ。旧石器時代に生きた私たちの祖先が、この暗い洞窟の壁面に触れながら描きだした動物たちの様は、ダイナミックで、息を呑むほどに美しかった。

芸術とは何か。美術とは何か。そもそも、美しきとは何か。それらは、とても感覚的なものであり、かつ直感的で、説明することが困難な、極めて扱いにくいものとされてきた。何故ならば、それらの本質は、対象物を客観的に「見る」ようにする視点と、私たち自身の感覚に宿る主観的な視点との、相互の対話

から生まれるものだからである。それでもなお、人はそのメカニズムを探求しようと努力する。そうした潮流が美学という分野を切り開いてきた。そして近年では、これを科学的に解明しようとする「**神経美学**(Neuroaesthetics)」という分野にも注目が集まってきた。

昨年、**ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン(UCL)の神経生物学研究所**から発表された論文²⁾によると、「美」を感じる脳の部位が発見されたことだ。人は美しいと感じた時に、「内側眼窩前頭皮質」と呼ばれる領域で血流量が増加し、その働きが平均で約三五%活発化するという。感覚的感情は客観的に測定できないとされてきた科学の世界に、大きな衝撃が走ったのである。

○「エントロピーと芸術」

芸術、あるいは美しさを論理的に説明しようとする試みは、一九六〇年代から七〇年代にかけて多くの事例が集中している。ちょうどバートン・コンピュータが発明する前後のこと、建築界においては、モダニズムが終盤を迎え、ポストモダニズムが姿を現してきた頃である。人と機械との関わりが深くなるにつれ、人は、人を人たらしめる芸術の「**根源にある感覚**」を読み解こうと考え始めるのかもしれない。

そうした事例のひとつに、心理学者**ルドルフ・アルンハイム**氏の「秩序と無秩序に関する考察」がある。氏の考え方は、一九七一年に出版された「**エントロピーと芸術**」³⁾と題した本にまとめられ、当時のアメリカで二万部の売上げを記録するほどに、大きな注目を集めた。エントロピーとは、簡単に言えば「**複雑さ**」の尺度である。もともと

とは、ドイツの物理学者**ルドルフ・クラウジウス**氏が一八六五年に導入した熱力学における概念で定義したものだ。これを芸術の世界に引用し、**円熟した美しさ**に宿る「秩序づけられた複雑さ」の存在意義を説いている。

熱力学第二法則によると、人類がお手本としてきた自然界の「**生物**」のシステムは、**無秩序**(エントロピー)増大の方向に進んでいるという。この事実に対して、アルンハイム氏は、我々人類が創造する「**無生物**」の目指すべきは秩序なのか、あるいは無秩序なのかと問いかけるのだ。注目すべきは、彼が導き出した「**秩序づけられた複雑さ**」という言葉である。芸術の美しさに宿る真の秩序は、複雑さからなる秩序であり、単なる単純さを目指した「**秩序らしさ**」とは区別されるべきものだと言っている。

○「シェイン・グライマー」

青、赤、オレンジ、黄色の四色のアクリル絵の具で描かれた、幅約一四五cm、高さ約七六cmの抽象絵画。この一枚のキャンパスの前に立つ二人の若者たちと、後に「建築界に大きな影響を与えた」となる「**シェイプ・グラマー**」という言葉を生み出した人物たちである。(註2)。

「**シェイプ・グラマー**」は、心理学者が出版された一年後の一九七二年、数学的視点から絵画や彫刻を生み出す思考のプロセスを可視化しようとする試み「**絵画と彫刻におけるシェイプ・グラマーとジェネレーティブ・スペシフィケーション**」と題した論文が発表された。その著者が、**ジョージ・スタイナー**氏と**ジェームス・シッフス**氏である。彼らは言語学者である**ノーム・チョム**



fig.5 コンピュータプログラムによって生成されたトポシカル・グリッド

スキー氏が唱えた句構造文法を用い、文章が言葉と文法によって組み立てられるように、形も要素と文法によって構成されているのではないかとする新たな理論を展開した。そして形を生成する文法を、シェイプ・グラマー形態文法と名付けたのである。

○形の可能

松川氏は、このトポシカル・グリッドを用いて、かたちのデータベースを制作中だ。かたちのデータベースとは「膨大な形の可能態を情報環境にデータベース化したもの」であり、我々が頭のなかで描いていた多様な可能態。これに「コンピュータの力を加算することによって、その可能性をさらに拡張し、思考のパターンを全列挙した。いわば関係性の図書館なるものをつ

くつたトポロジーと位相的關係性トポロジー(位相幾何学)とは、柔らかから幾何学である。ユークリッド幾何学と異なり、相対的な位置関係から形を捉えようとする幾何学だ。簡単に言えば、形を粘土のように扱ってこがえる。こつた位相的概念を、要素間の關係性を描いたタイプアップラムに持ち込んだのが、先に紹介したトポシカル・グリッドである。松川氏によれば、トポシカル・グリッドとは「位相的隣接關係を内包したグリッド」であり、「形を作り出す根本的枠組」と定義されている。具体的には、単位空間同士の相互關係をマトリクスで表現し、これに隣接關係のあるなしを割り当てる隣接グラフと、その双対グラフである直方体分割グラフを合わせたこつたトポシカル・グリッドだ。

トポシカル・グリッドは、しばしば面白い結果を導く。例えば、まったく異なる形の建築であっても、空間關係性の枠組みが「トポシカルに同じ」場合が見えてくるのだ。さらにには、各々の建築家が無意識のうちに導き出している空間の扱い方に、ある種のスタイルを見い出すこともできる。

化する数学的手法の提案に留まるとなく、論文の冒頭に投げかけられた「芸術において、いったい何が美しいか」というものを生み出しているのか」という問いと美とつねに捉えようがないものに対して計算力を用いて正面から立ち向かおうとする、真摯な姿勢にある。形を生成する思考のプロセスを文法化し、その手続を繰り返す中で、いったい何に芸術の本質が隠れているのかを探ろうと試みたのである。論文の終盤に記された「Aesthetics」と題された章において、彼は表層的な形の裏に隠れた秩序の存在を指摘し、「これについて以下のように述べたい。」

PROJECT 02 Digital Grotesque

真つ白で単純な立方体。このシンプルな形が瞬間に変化してゆく。まるで青虫からサナギへ、サナギから蝶へと変化するように、その姿容は驚くべき進化を遂げる。それは、部分も全体も繊細な表情を織り成している雄大な地形のようでもある。あるいは「シック建築の美しさ」を彷彿とさせる荘厳な構築物にも見受けられる。——数えきれないほどのサーフェイスを持ち、人が識別できる緻密さの限界を越え

くつたトポロジーと位相的關係性トポロジー(位相幾何学)とは、柔らかから幾何学である。ユークリッド幾何学と異なり、相対的な位置関係から形を捉えようとする幾何学だ。簡単に言えば、形を粘土のように扱ってこがえる。こつた位相的概念を、要素間の關係性を描いたタイプアップラムに持ち込んだのが、先に紹介したトポシカル・グリッドである。松川氏によれば、トポシカル・グリッドとは「位相的隣接關係を内包したグリッド」であり、「形を作り出す根本的枠組」と定義されている。具体的には、単位空間同士の相互關係をマトリクスで表現し、これに隣接關係のあるなしを割り当てる隣接グラフと、その双対グラフである直方体分割グラフを合わせたこつたトポシカル・グリッドだ。

トポシカル・グリッドは、しばしば面白い結果を導く。例えば、まったく異なる形の建築であっても、空間關係性の枠組みが「トポシカルに同じ」場合が見えてくるのだ。さらにには、各々の建築家が無意識のうちに導き出している空間の扱い方に、ある種のスタイルを見い出すこともできる。

法について以下のように述べている。「デザインとは、要求された形の情報 (shape information) をつくりだすために形の代数 (shape algebra) における計算 (computation) を実行することであり、形態文法の規則はこの計算を実行するための方法を指示する。」その中には、このような概念から生まれた数学的設計プロセスが形態上のタイプに陥りがちなことを批判した上で、最終的にこれを選択するかのセンスは、その建築家の設定するシンプルな文法にこそ存在し、それこそをデザインの「スタイル」と呼ぶべきものだと結論付けているのである。

PROJECT 01 Topological grid

今回の連載では、シェイプ・グラマーの観点から、表層的な形の裏に隠れた秩序、あるいは文法の扱い方に焦点をあててみよう。コンピュータの計算力によって、手の力を超越しようとして試みているプロジェクトの紹介を通して、形をデザインするこつた行為の根本に立ち戻ってみたいと思ふ。

今回、松川氏は「自己組織性」という概念を、簡単なルールから自律的に「秩序を持つ構造」をつくり出す現象のことである。こつた現象は、自然界の中に様々な事例を見付けることができる。例えば、雪の結晶の形、鳥やアリの群れの形、さらには脳の細胞やDNAの構造などがあげられる。単純なルールを繰り返すこつたこつた結果には複雑さの中に秩序だった状態を生成することが可能なのだ。複雑系の分野では「カオスの縁 (Edge of Chaos)」と呼ばれる、秩序と無秩序のバランスがとれた状態である。ハンスマイヤー氏は、こつた自然界の形の生成原理に目を向ける。まるで樹木が小さな枝分かれを繰り返すこつたこつた、形が源となる根本的な文法を設定することによって建築の全体像を自ずと導き出すのだ。単純なメッシュからスタートし、これにメッシュ・グラ

たディテール (fig.6, 7)。これをくり出したのは、形の裏に隠れた自己組織的なプロセスと、メッシュ・グラマーと名付けられた文法であった。

○自己組織性

これを手がけたのは、建築家のマイケル・ハンスマイヤー氏とハンジヤミン・ティレンバーガー氏。その複雑で重厚な作品群に目が行きがちだが、彼らの哲学は表層的複雑さには存在していない。複雑なものをデザインしようとする意識から形を操るのではなく、細胞分裂を繰り返すこつた無限大の形を生み出してきた自然界の創発的なプロセスに注目している。結果的に導き出されたのは、コンピュータを用いた、自己組織型の生成文法であった (fig.8)。

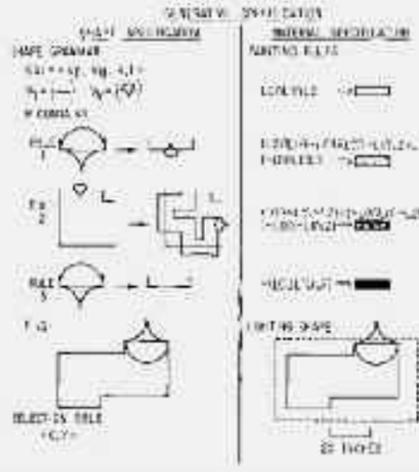


fig.4 ジェネレーティブ・スペシフィケーションの概念図

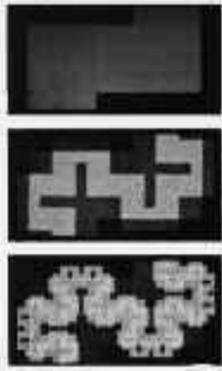


fig.3 シェイプ・グラマーによる制作工程



fig.2 スタイニー氏とジップス氏 (1970年)

「思考の可視化」 スタイニー氏とジップス氏は、こつた概念を応用して抽象絵画を描く実験を行った。二次元形状のプリミティブなルールを記した形態指示書であるシェイプ・グラマー (S) の形状のこつたま方を描いた、ペイントするためのスキーマ・グラマー (M)、キャンパス上に描かれる位置とスケールの指示書。これらで構成されたジェネレーティブ・スペシフィケーションによって描かれたのが、先に紹介した抽象絵画なのである (fig.3, 4)。つまり、形を全体から操作しながら描くのではなく、要素同士の關係性とそれのこつたまから、全体の姿を生成してゆくアプローチだ。頭のなかで思考していた、プリミティブなプロセスを可視化した手法だとと言えるだろう。

こつたユニークな挑戦における彼らの真意は、形態操作の手続きを記号

「建築におけるシェイプ・グラマー」 建築におけるシェイプ・グラマーに関する研究においては、先進建築学の重鎮であるウイリアム・ミッチェル氏の指摘に注目すべきだろう。氏は、著書「建築の形態言語」の中で形態文

法について以下のように述べている。「デザインとは、要求された形の情報 (shape information) をつくりだすために形の代数 (shape algebra) における計算 (computation) を実行することであり、形態文法の規則はこの計算を実行するための方法を指示する。」その中には、このような概念から生まれた数学的設計プロセスが形態上のタイプに陥りがちなことを批判した上で、最終的にこれを選択するかのセンスは、その建築家の設定するシンプルな文法にこそ存在し、それこそをデザインの「スタイル」と呼ぶべきものだと結論付けているのである。

PROJECT 01 Topological grid

全体を眺める。まるで繊細な抽象絵画のようである。幾つあると分からない、無数の小さなグリッドが集結している。そのこつたこつたを眺めてみると、何やら全平が異なる不思議なグリッドによって描かれているこつたこつた。——トポシカル・グリッドと名付けられた要素の關係性を作図したグリッドを、組み合わせが可能な数だけ全列挙したものである (fig.5)。

このプロジェクトを手がけたのは、建築家である松川昌平氏。日本ではいち早くコンピュータを用いたデザイン手法に注目してきた人物のひとりである。

