

現象をカタチにするデザイン手法とその事例

○竹中 司*1 岡部 文*2

キーワード：現象 情報 環境解析 データスケープ コンピュータショナルデザイン

1. 現象をとらえる

「観察する」という行為は、モノを創造するプロセスにおいて根源的行為であると言えるだろう。例えば、芸術家がある対象物を描こうとするとき、制作は観察から始まると言っても過言ではない。彼らは単にモノの輪郭をなぞろうとしているのではない。モノの存在、そのモノとその周りとの関わり、実体としてのモノのふるまい方。目には映らない、とらえどころのないものを感受しようと絶えず思考錯誤を繰り返しているのだ。

建築家として同じである。建物を単なるカタチとして成立させようとしているのではない。まわりの自然環境、都市とのかかわり、時間軸に対する変化など、多層化した周囲の情報を注意深く観察し、それをカタチに翻訳しようと試みている。「風景としての建築」「あいまいな建築」といったフレーズをよく耳にするのもまた、そうした広い視点からである。

そもそも建築は、場所との関係性がとても強いことが特徴である。そのため、建築家たちは周囲の環境に対して鋭い観察力を働かせている。まわりの様子に目を向けることは、必要不可欠だと考えているのだ。そうした眼差しは、先人たちが残したスケッチやそれに添えられた走り書きからも読みとることができる。

モダニズムの巨匠ル・コルビュジェも例外ではない。自然界と建築界の共通点を探そうと努力していたひとりであった。カタチを「独立した形態」としてとらえるのではなく、カタチの裏に隠れた「見えないもの」をなんとかして観察し、まわりと共存する建築を創造しようと試行錯誤をくり返していた。そんな姿は代表的著書「モデュール」や「輝く都市」の中からも読み取ることができる。

『花、草、木、山などは1つの環境の中に立って生きている。もしある日それがまことに落ち着いた貴い姿をしていると見えるならば、それはそのものだけが独立しているようで、しかも周囲に共鳴を生ぜしめているからに他ならない。かくも自然のつながりがあるのに感じて私たちは立ち止り、これほど多くの空間が、それほど交響楽のように合致しているのに感激して眺める。』

『人間の作り出したものと、自然の作り出したものとを支配する統一を新たに探求し、ふたたび見出し、再発見すること。(中略) すべてに調和がいきわたるようにするには、人間の精神の作業にも、自然の仕事にあるのと同じ精

神を与えなくてはならない。人間の仕事、それを自然の仕事とびったり密着したものにしなければならない。』

本報告書では、「建築とその周囲環境」をテーマに、コンピュータショナルデザインの技術を通して「カタチのつくり方」と「観察する手法」について再思考してみようと思う。

2. カタチのふるまい

近年、3次元CADソフトウェアのライブラリやSDKなど開発環境が提供され始め、開発コードを用いて比較的簡単にツールをカスタマイズできる環境が整ってきている。こうした開発環境の充実を背景に、プログラミングを用いてカタチを生成する手法にふたたび関心が集まってきていることに注目したい。

では、プログラミングを用いてカタチを生成する手法とはどのような手法か。従来のカタチのつくり方と何が違うのか。この手法を用いることで何が可能になるのか。簡単な具体例をあげながら順を追って説明しよう。

例えば、コンピュータで葉っぱのようなカタチを描こうとする。従来の手法では、マウスを用いて「線」ツールを選択し、6つの点をクリックして線を閉じるという手順だ。この基本作業をプログラムに置き換えてみよう。

まずは、6点の座標を定義し、その関係性をコード化する。先に定義した6点の座標が変数によって定義されることで、カタチを相対的に扱うことが可能になる(図1)。6つの点は宙に浮いたような状態で、それらの関係性だけがデザインされている。こうしたカタチのふるまいが、従来のカタチの扱い方と大きく違っているのは明らかである。マウスを用いて点をクリックし「完成形のカタチ」を描くことを目的としていた従来のカタチの描き方に対し、相対的な関係性によって「カタチのふるまい」を定義することができるようになった。かつての建築形態の描き方とは大きく異なった、コンピュータならではの手法だと言えるだろう。我々はこの手法を「パラメトリカルなデザイン手法」と呼んでいる。

では、パラメトリカルなデザイン手法が切り開くデザインの可能性とは、どのようなものだろうか。

注目すべきは、パラメトリカルに生成された「カタチのふるまい」は植物に似た特徴をもっているという点だ。つまり、種の特徴を保ちながら、まわりの環境に適応してカタチを変化させることができるのである。こうすることで、

より複雑で多様なカタチを描くことが可能となるのである。(図2)。単に自然界のオーガニックな形態を追従するのではなく、周囲の環境に潜む自然界のメカニズムをカタチに呼応させることができるようになる。

次の章ではとりわけ、デザインと環境解析に注目し、コンピューテーションが切り開くデザインの可能性を模索する。

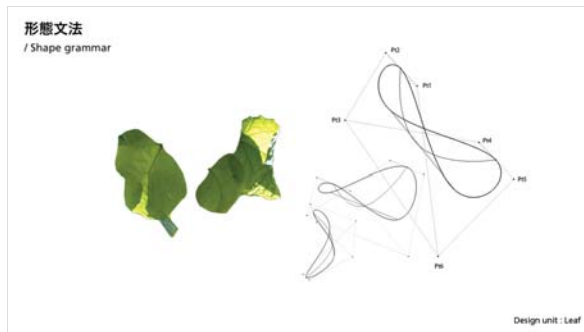


図1：6点の変数で定義されたカタチのふるまい



図2：パラメトリカルなデザイン手法が可能にする多様で複雑なふるまい

3. 観察する手法とデータスケープ

近年の計算機性能の向上に伴い、環境解析、都市解析、構造解析、音響解析などをはじめとする様々な分野において、解析技術が著しく向上した。かつては長い時間と労力を要していた解析作業が効率化され、また解析結果を可視化するソフトウェア環境も充実してきている。その結果、これまで目には見えなかった周囲環境の様子を、解析プロセスを介して垣間見ることができるようになった。つまり、従来の手法と比較して「観察する」行為が正確さを増し、かつては扱うことが難しかった大量のデータ群として取得することが可能になったのである。我々はこうして工学的に観察されたデータの集合体を、データスケープと呼んでいる。

データスケープには、多層化された情報が格納されている(図3)。時間軸を含んだこれらの情報は、いわば場所のもつ遺伝子だと言えるだろう。場所特有の自然環境、都市環境、人間環境、音環境など、時間と共に刻々と変容する現象を工学的に可視化した情報群である。言うまでもなく、

これらの情報は大変魅力的である。風のカタチが草木のたなびきによって可視化されたときのように、ダイナミックで繊細な現象を目の当たりにすることができる。

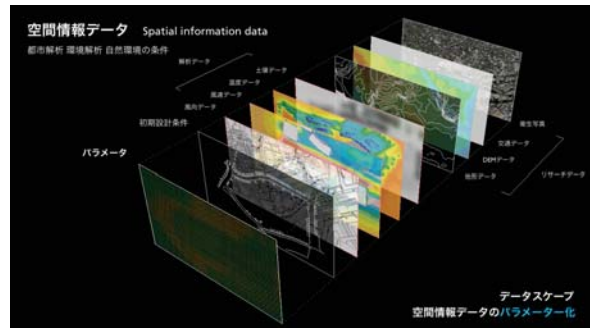


図3：多層化された情報が格納されたデータスケープ

例えば、生物学の分野にアルゴリズム・ボタニーと名づけられた研究グループがある。カナダのカルガリー大学で発足した本グループは、多様な自然現象に共通する「原則」を見つけだすことを目的に、カタチやパターンの生成原理についてコンピュータサイエンスを用いて探求している。植物の群生のつくり方、木々同士の自然配置にみられるルール、根の張り方のルールなどを生物学的に探求し、コンピューテーションで再現を試みている。とりわけ自然環境が豊富なカナダやドイツを中心に、こうした学際的試みを数多くみることができるようになってきた。

では、こうした豊富なデータスケープをデザインプロセスに取り込むにはどのようにしたらよいだろうか。

従来の設計手法では、解析情報とデザインを結びつけることは非常に困難であった。何故ならば、デザインは意匠であり、カタチは設計者の感覚的な意図に強く支配されていたからである。その結果、デザインのプロセスと解析のプロセスは個々の作業として扱われ、解析データがデザインを成立させるための必要不可欠な要素になることはありえなかったのである。

では、先の章で述べたパラメトリカルなデザイン手法を用いばどうだろうか。とりわけ「カタチのふるまい」を定義する形態生成プログラムと、解析データとの直接のやりとりが可能になればどうだろうか。これまでの感覚的な意匠としてのカタチに代わって、解析データを引数に計算されたパラメトリカルな形態モデルとしてカタチを扱うことが可能になるのではないかと。筆者らのスタジオでは、こうした仮説のもとコンピューテーションの技術を駆使し独自のデザイン手法を開発している。手の仕事を超越したコンピュータならではのデザイン手法をもちいて、分野を越えた「工学としてのデザイン」を目指している。

次の章では、この手法を実践的に用いた建築作品事例をいくつか紹介しよう。

4. デザイン事例

4-1. 「自然さ」をデザインする

まず最初のプロジェクトは、「自然さ」をデザインするランドスケープ計画（ソニーシティ大崎のランドスケープ計画、建築設計・ランドスケープ：日建設計、2011年春竣工）である。

人はどのような状態を「自然だ」と感じるのだろうか。都市環境における自然さとは何だろうか。どこかの森を模倣し、それを都市に配してもそれは自然とはいえない。それは突如都市に現れた箱庭的緑化エリアとしか感じることはできないだろう。では、都市に開いてゆくオープンな自然さをつくることはできないのだろうか。

そこで我々が開発したのが、「種まきプログラム」である。自然界に見られる自然さを単に模倣するのではなく、森がつけられるプロセスをコード化し、森の成長過程で様々な都市・自然解析データを反映させるパラメトリカルなデザイン手法だ。つまり、先に「森のふるまい」を定義し、全体のカタチは場所のもつデータスケープと呼応しながら緩やかに立ち現れてくる仕組みだ。データスケープには、光・日照・風の流れ・地形・地質などの自然環境情報、人の流れや街のコミュニティ、交通量・建物の寸法体系などの都市環境情報、法律などの社会環境情報、選定した樹木が好む自然環境・成長スピード・開花時期といった生物学的な情報が組み込まれている。

さらに特質すべきは、最適化のプロセスである。森がその成長プロセスによって最適化されると同時に、デザイナーによる意匠的最適化も加えてゆく。その結果生成された植栽図は、いわば場所の情報とデザインが共鳴する「自然な」ネットワーク図とも言えるだろう（図4）。

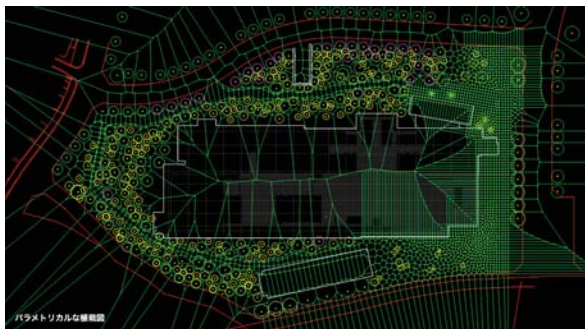


図4：パラメトリカルな植栽図

4-2. 「こもれび」をデザインする

次の事例は、「こもれび」をデザインするプロジェクトである。本手法は、小学館神保町3・3ビル、及び銀座の第一御幸ビルのファサードデザインで実践的に用いられた。

両プロジェクト共に、都市型のオフィスビル計画である。周囲には所狭しとビルが建ち並び、視界や光環境も良いとは言えない。とりわけ第一御幸ビルの敷地には、小学校が

隣接しており、厳しい視界制限がある。そうした複雑な都市環境状況の中で、ファサードデザインを駆使して心地よいオフィス環境が提供できないか、というのがクライアント側からの要求であった。

そこで我々は「木漏れ日プログラム」を開発した。まわりのひかり環境を最大限に取り込み、オフィスの内部空間にやわらかい影を落とすためのデザインである。生成される影は、自然界にみられるような不均一さを持ち、且つ秩序あるリズム感を感じるものでなくてはならない。さらには、まわりの都市環境の特徴に呼応した自然さを持ってはならない。こうした考えのもと、自然物の構造を記述・表現できるアルゴリズム L-system（エルシステム）と、これによって生成される影のシュミレーションプログラムを用いてこもれびプログラムを制作した（図5上）。

前者のプロジェクトでは、ビルのもつ自然換気システムが起こす気流データ、敷地の光環境データに加え、当初より計画されていたダブルスキンファサードがもたらすモアレの効果もデータ化した。一方で後者のプロジェクトでは、敷地の自然環境データに加え、隣接する小学校からの視界データを数値化した。

こうして得られたデータスケープに呼応させながら、木漏れ日プログラムによって定義された「カタチのふるまい」のルールの下、個々のプロジェクトに沿った形態文法を割り当てていった（図5下）。

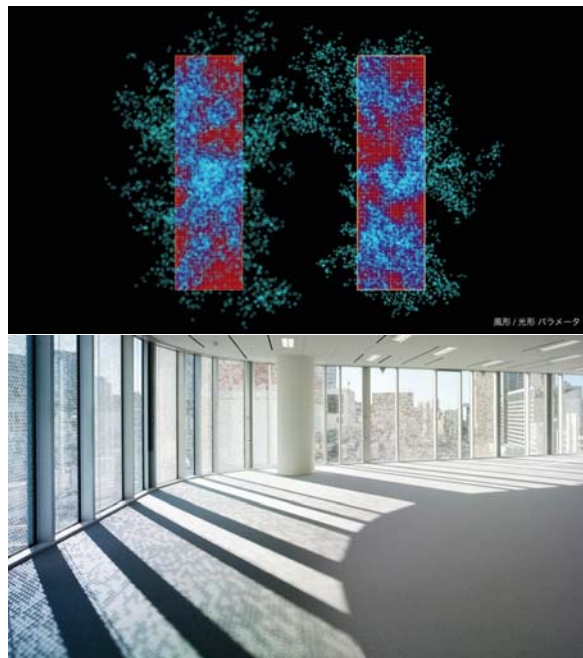


図5：上）木漏れ日プログラム、下）生成されたやわらかな光

こうしたパラメトリカルなデザイン手法は、自然環境解析や都市環境解析とデザインとの融合を促しただけではなく、音響解析や構造解析を始めとするエンジニアリング

分野との連携も可能にしてくれる。次の事例では、音響解析とデザインの融合を試みた作品を紹介する。

4-3. 折り紙で「音」をデザインする

最後の事例は、折り紙で「音」をデザインするプロジェクト、嬉野市社会文化体育館のコンサートホールプロジェクト（建築設計：SUEP 末光弘和+末光陽子、2014年春竣工予定）である。

演奏者から放たれ、ホールいっぱいに広がる見えない音を可視化し、その特徴をうまく捉えながら、音響効果の高い折り紙形状のホールを生成するにはどのようにしたらよいか。

まずは、様々な折り形状を生成することができる「折り紙プログラム」を制作した。形態は、折り紙のルールによってパラメトリカルに定義される。折数、折角度、折の長さ、折の繰り返し数など、全てが連動してカタチが生成される。さまざまな折り形状を作成し、意匠側のイメージ合ったパラメータを探り出した。

次に、音響解析を行う「幾何音響シミュレーションプログラム」を制作する。これを先の折り紙プログラムと連動させ、音響ホール形状を模索していった。最適化プロセスでは、音響設計の専門家による「初期の反射音ができるだけ均質に広がるものが好ましい」との経験値をデザインプロセスに取り込むため、音の均一さを計る「デザインのための最適化プログラム」を連動させ、数百に及ぶモデルの中から最終形状を導き出した（図6）。

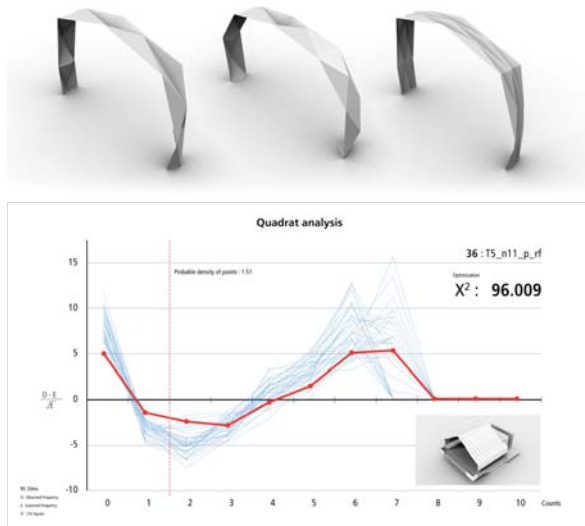


図6：上) 折り形状のバリエーション例、下) 最適化の過程

5. 描く技術とその重要性

1974年にパーソナルコンピュータが登場して以来、製図版とT定規を用いていた手書きの製図作業がコンピュータの作業に置き換えられていった。こうしてコンピュー

タは、描く作業に正確さと複製がもたらす効率化を促した。しかしその反面、「発想を描くための表現技術」に傾ける建築家たちの情熱が希薄化したようにも感じられる。手書きのドローイングを通して独自の表現手法を探求してきた従来の思考のプロセスが、CADツールの進化に反して枯渇してきていると言っても過言ではないだろう。

では、手の仕事と比較して、コンピュータは効率化や生産性に特化したツールとしての役割だけに留まってしまうのだろうか。そんなことはないはずだ。

『勿論、画は技術である。しかし教わった技術は役に立たない。（中略）自分の技術は最大な努力をしなければならぬ。いかにゴッホの技術でもセザンヌの技術でも自分の役には立たない。自分の発想には自分の新しい技術がある。』洋画家、中川一政はそう語る。

独自の発想には独自の新しい技術が必要不可欠なのである。我々は、コンピュータとは、独自のデザイン技術を開発できる環境装置、「デザイン技術を創造する道具」であると考えている。いうなれば、発想や情報・価値をつなぐ思考の道具なのである。

筆者らが主宰するアンズスタジオ（AnS Studio）では、建築（Architecture）とn次元の周囲の環境（nSurroundings）をテーマに、さまざまなデザイナーや他分野の研究者と共同しながら、コンピューテーションの力を用いて、パラメトリカルなデザイン技術を開発を行っている。かつての巨匠たちが、頭の中に描きながらも表現することが難しかった「現象をカタチにするデザイン」を実現するため、新しい技術を駆使した工学としてのデザインを目指している。

アナログ vs. デジタル論争の空転議論を終えて、コンピュータの能力を最大限に活用した新しい時代へと飛躍し、これが生み出す豊かなデザインの再来にワクワクせずにはいられないのである。

【参考文献】

- 1) ル・コルビュジエ：モデュロール，鹿島出版，1976年
- 2) ル・コルビュジエ：輝く都市，鹿島出版，2007年
- 3) Okabe A., Takenaka T., Wojtowicz J.: Beyond surface, Proceedings of the critical digital 2008, p.195-204, 2008
- 4) Algorithmic botany: <http://algorithmicbotany.org/>, 閲覧，2012.10.11
- 5) Takenaka, T. and Okabe, A: Development of the seed scattering system for computational landscape design, IJAC, Vol.9, Issue 4, pp421-436, 2011
- 6) 中川一政：うちには猛犬がいる，中央公論新社，1988年

- *1 豊橋技術科学大学、アンズスタジオ
*2 豊橋技術科学大学、アンズスタジオ