

論文の内容の要旨

論文題目 The Research and Application of Rule-Based Emergent Patterns into Computational Design Tools for Architecture
(ルールベースによる創発的パターンのコンピューテーショナル・デザイン・ツールへの適用とその設計への応用の研究)

氏 名 小 濑 祐 介

本研究は、創発的パターンに基づいたコンピューテーショナル・デザイン・ツールを発展させる上で必要なデザインと評価の適応型システムを提案するものである。コンピューターが一般的な設計実務に使用され始めてから十年が経った現在、建築のコンピューテーショナル・デザインの問題は、ツール不足ではなく、むしろ急増するツールを整理するシステムの欠如である。もはや批評的な評価無くして開発されたツールの全体像を理解し、効率的に応用することは不可能である。

1. 研究目的

1.1 主要目的

- 1) コンピューテーショナル・デザイン・ツールを使った適応型設計の開発
 - 2) コンピューテーショナル・デザイン・ツールを使った適応型設計を評価する基準の体系化
- これらは、適応的かつボトムアップ型の設計システムと評価基準の開発を通じて試みられる。浮き彫りになった基準は、建築の言説と実用性への有効性を判断する上で役立つ (図1)。

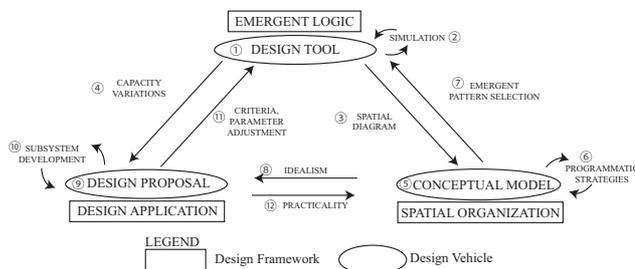


図1. 適応型デザイン過程と開発した評価システムを重ね合わせる

1.2 二次的目的

- 1) デザインツールを開発する上で必要となる創発的理論の研究
 - 2) 空間を組織化するタイプの創造
 - 3) 組織化されたタイプとデザインツールのポスト・フォーディズムの建築的要求への応用
- デザインツールは、さらに異なるデザインツールと概念レベルでの空間組織化のツールを発展させるものであり、ここで提案される評価基準を基に評価され、分類される。

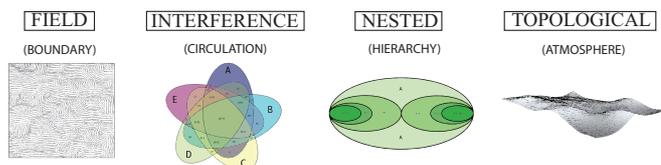


図2. コンピューテーショナル・デザイン・ツールによって生成された空間組織化の諸タイプ

以上の研究目的は、適応型コンピューショナル・デザイン・ツールの設計開発、評価及び分類を可能にするシステムの提案を検証することによって探求される。本研究は、11のケース・スタディを提示し、図2にみられる四つの空間タイプに従って組織化される。

2. 空間タイプ（1）：フィールド的組織化

フィールド的組織化とは、連続的な変形の順序として分布する多数のユニットからなる高度に適応的かつ動的な空間組織化である。局所的に異なる密度によって特有に定義される境界を生成し、建築との関連性を示す。

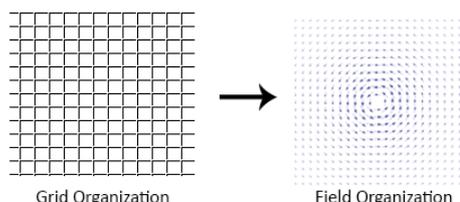


図3. フィールド的組織とグリッド組織との比較

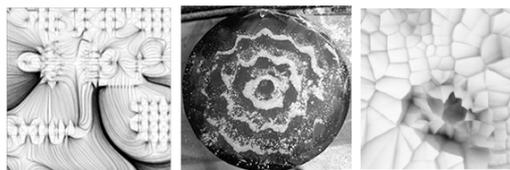


図4. フィールド型のツールの代表的イメージ

フィールド的組織化を生成するツールは、形式的なヴァリエーションに加えて質的な意味のあるヒエラルキーを設定することが可能である。本研究では3つの手法を提示する(図4)。「フラックス」プロジェクトは磁場を用いてゾーンの境界を指定し、動線や用途空間を示す。「サイマティックス」は音波の振動によって粒子を動かした結果できる高度に微分された時間的境界を探る。「ヴォロノイ」プロジェクトは都市に点在する重要な点を使用し、経路と構造を内包したシステムを提案する。

3. 空間タイプ（2）：干渉型組織化

干渉型組織化は、元の領域に属さない複数の領域が重層することによって織りなされる。新しい領域は包括的で、重層する空間に適応可能であり、相互作用する性質によって新しい空間を発生させる。干渉型組織を示すデザインツールは新しい接続を可能にする。それは、あらかじめ設定された動線経路を用いるデカルト型グリッド組織と異なり、諸要素の局所的相互作用を介して生成される(図5)。それは特定のコンテキストに適合した固有の循環を生成することで、異なる用途や構造的な要求に適応する。

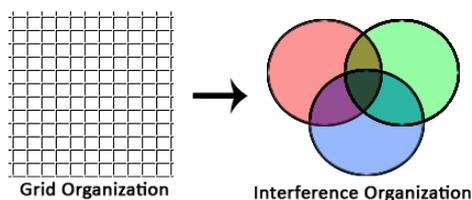


図5. グリッド組織と干渉型組織の比較

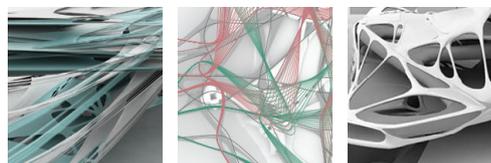


図6. 干渉型ツールの代表的イメージ

各デザインツールの研究プロジェクトは、特定の建築的コンテキストで生じる異なる創発的パターンが生成する循環システムを探求する(図6)。「アトラクター」は、一連の三次元ループを生成する数学的性質を持ったストレンジ・アトラクターの方程式を採用し、反復性の高いプログラムに対応する。「ブレイド(三つ編み)」は都市の速度領域を分析し、「結び目」群

を生成することで循環ネットワークを形成する基盤を提案する。「最小限動線」ツールは、フライ・オットーの素材実験を応用することで三次元的な垂直動線計画をつくり出す。

4. 空間タイプ（3）：入れ子型組織化

入れ子型組織化は、一つの要素や領域が常に他を包含しているという原則を明らかにする。入れ子型組織化を示すデザインツールは、パブリックとプライベートが複雑に交錯する関係性をもつ空間を生成することができる。入れ子型組織化においては、システムを構成するそれぞれの要素の規模が変更可能となる。規模が変換可能な入れ子構造により、複雑な到達可能性をもった階層が生成する。

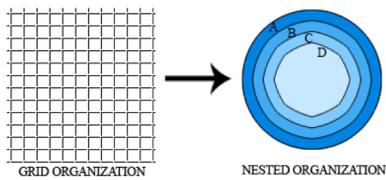


図7. 入れ子型組織とグリッド組織の比較

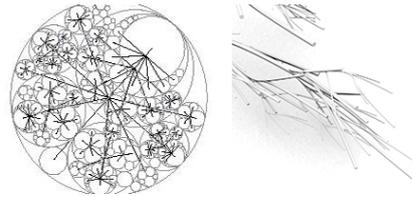


図8. 入れ子型ツールの代表的イメージ

ここで紹介する二つのデザインツールは、入れ子型組織を生成しうる異なったパターンを提示する（図8）。「サークルパック」プロジェクトは、異なるスケールをもつ円形が効率的に配分されることで複雑な用途的ヒエラルキーを生成する。「L-システム」プロジェクトは分岐ロジックに焦点をあて、それを三次元に適用することで循環性を内包した入れ子型組織を生成する。

5. 空間タイプ（4）：トポロジカルな組織化

トポロジカルな組織化は、量的に定義できる寸法や形状の代わりに、変形した幾何学的構造が織り成す空間の質に重点をおく。トポロジカルな表面は、視覚的連続性を維持した頭上構築物や水平天井面による空間などとして描かれる。そこでは空間は壁ではなく高さ調整によって定義されるが、屋根と壁に明確な区別はなく、それらは質的ヴァリエーションを生み出す二次元表面の幾何学的変形によって調整される。

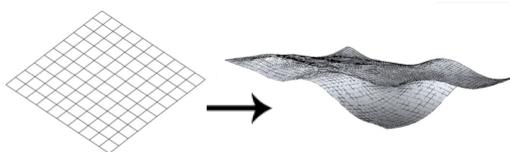


図9. グリッド組織とトポロジカルな組織の比較



図10. トポロジカルなツールの代表的イメージ

ここでは三つの手法を紹介する（図10）。「膜テンセグリティ」は、引張と圧縮の要素を組み合わせることで局所的に分化したトポロジカルな表面を生成する。「安息角」プロジェクトはフライ・オットーの素材実験を拡張し、何百万もの粒がドームのような起伏ある屋根形状を生み出す。「織り」デザインツールは、局所的な要素ごとに引張・圧縮の力がかかることでグローバルの趣を調整する織物システムを実装する。

6. 結論

6.1 主要目的の結論

創発的パターンは、適応的かつボトムアップのデザインシステムと評価基準の開発に応用されることが明らかになった。評価基準は、設計プロセスを飛躍させるために利用され、特定のツールと建築分野との関連性を明らかにし、実用性が示された（図11）。

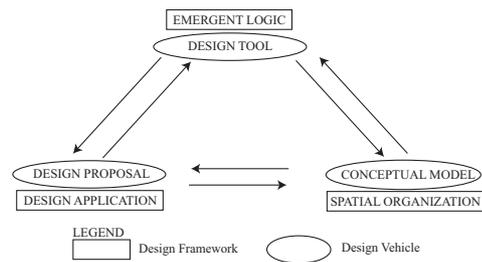


図11 適応型設計プロセスの開発と応用

本研究の手法は、設計ツール、組織的要求、デザイン応用における変化に対応する能力をもつため、現代建築の挑戦と関連性をもっている。本研究では、デザイン開発のフェーズ毎に評価システムの実施をおこない、適応型設計プロセスの応用性を明らかにした。デザイン開発の各段階は、三つの基準——創発的理論、空間的組織化、設計における応用——において評価された。

評価基準の応用を分析すると、評価の問題群の中で、特に空間的組織化の項目を調整する必要があるかもしれない。開発された各ツールの空間的組織化は、四つの異なるカテゴリーの組織を生成するが、これらの組織はそれぞれに適合した固有の基準によって評価されなければならない。つまり、一般化された評価基準は、デザイン開発の空間的組織化タイプに関連した問題に対応することができず、むしろ空間的組織化の特徴に基づいた評価の問題群をその都度構築することによって、ツールを効率的に分析、発展させることができると思われる。

本研究に含まれている評価基準は、可能な限り客観性を重視して作成された。また、評価基準は固有の空間的要求に適合させるために可能な限り具体的に作成された。ただし、評価基準のファクターは常に文脈的・環境的な影響に左右される。これは、どのような創造的な設計過程にも起こりうることである。しかし、設計開発の途中で問題が発生した場合、評価プロセスを様々な文脈に応用することで、効率的に結果に行き着くことができるだろう。

本研究の一つの目標は、アマチュアでもプロの建築家やデザイナーでも応用できる評価システムを作成することであった。デザインの才能は、個人やデザイン自体に帰属するものではなく、開発された評価基準をもとに醸成できる。全てのデザイナーは、評価システムの応用によって、より最適化されたデザイン成果を達成することが可能となる。

6.2 二次的目的の結論

本研究は、創発的パターンがいかにフォーディズムの手法に代わりうるものかを明らかにした。つまり、全ての設計要素の相互関係が、ヴァリエーションを派生させる大きな可能性を内包した非常に適応性の高い成果を生み出す。また、コンピューショナル建築には、四つの基本的な空間組織化のタイプが存在することも明らかになった（図2参照）。

7. 今後の応用と社会的貢献

提案したツールは建築の領域を超えた広い文脈に応用しうる。組織化、分配、そして空間理論の原理は、関係性の最適化や人間の相互作用といった現代人の生活の各所に応用できる。本研究は、高密度・高性能な設計システムが複雑な問題をシンプルに解決できるような包括的システムであることを明らかにしたが、これにより、専門家や学生が今後のデザインにおける評価や意思決定に応用することが可能となるだろう。