

# 波動関数崩壊アルゴリズムを用いた設計手法に関する研究

— 学校モチーフ —

日大生産工(院) ○韓 天桐

## 1. まえがき

建築デザインは、構造、機能、芸術性、持続可能性、時空関連の変貌など、さまざまな要素の考慮が必要で複雑なプロセスである。伝統的な建築設計手法では、ある程度はこれらの要件を満たすことができますが、設計コンセプトが限定されていたり、設計ツールが柔軟でなかったり、設計上の欠陥があったりといった問題が存在する。GAやLSなどのアルゴリズムも取り入れて、機能的により合理的かつ設計効率が上がるコンピューターを利用した手法もある。しかし、設計結果に至る過程が不可視で、伝統的手法のように、調整しながらの設計が不可能であり、途中での条件変更もできない。両者の優れた所を結合できる手法はあるかと疑問を持ち上げた。

近年、ゲーム業界では、新たなバーチャル空間の構築方法として、波動関数崩壊が注目されている。これは量子力学の波動関数崩壊の原理に基づき発展してきたアルゴリズムである。ゲームのみならず、IT 技術の発展と共に、あらゆる分野で波動関数崩壊アルゴリズムが利用・発展してきた。娯楽などに関連するテレビ番組・映画など、バーチャルリアリティを実現する仮想都市や空間の生成はもちろん、人々の生活に欠かせない医療施設や都市開発、公害や環境問題、感染症に対処するためのシミュレーションを行う都市のデジタル化も生成過程のコンテンツ量の多さという課題の解決策として応用されてきた。しかし、波動関数崩壊アルゴリズムには、それ以外に多様性、拡張性、自由性などの性質も兼ね持つ。同時に、このアルゴリズムを使用して空間構築を行う際には、生成過程のセットバックが可能で、生成過程自体も可視という性質を持っている。

上記より、建築分野では、コレらが顕著に現れる可能性があると考えられ、新たな対話型設計手法模索の入り口である。

## 2. 研究方法

### 2.1 波動関数崩壊アルゴリズムについて

波動関数崩壊アルゴリズムは制約条件を基ついで、ランダム性を持ってある種のデータを生成するアルゴリズムである。その核心は、複数の既存（予備）パターンが各セルに対して、どの種類のパターンを持つかを確率で示す、エントロピーと名付けた数値である。パターンの配置は制約条件で制御し、隣接セルとの結ぶ方を定義するものである。アルゴリズムは、波動関数を順次に更新し、確率的に崩壊させてセルにパターンを配置する。セルごとに更新し、最も制約条件に一致するパターンを選択する。これにより、制約があるランダム性のデータを生成する。

### 2.2 設計モデルの選定

波動関数崩壊のアルゴリズムを使用した設計手法のメリットを確認するため、ある程度複雑な機能を持ち、成長する必要がある類の建物を選択する必要がある。本稿では、学校をモチーフにする。

従来の学校のデザインは、特定の学校ニーズに合わせて開発されていることが多く、それぞれのニーズに合わせてカスタマイズすることは困難である。デザインのパターンも固定されていることが多く、学校の変化に合わせて柔軟に調整・最適化にすることは難しいである。教育理念や方式、知識や技術の絶え間ない発展に従って、学校の需要や機能は変化し続け、短時間内での大きな変動も可能である。デザインもそれに伴って更新し、進化する必要がある。しかし、空間の構築とデザイナーの思考パターンが固定化しているため、複雑で時間がかかる変更や、ニーズの変化にタイムリーに対応することは難しい。イノベーションや設計段階で未知の需要を提供できないことが多い。デザインの限界は学校に大きな影響を与える。

このように、従来設計手法の限界を越えるため、本研究では、学校設計に波動関数崩壊アルゴリズムを導入する。波動関数崩壊アルゴリズムは、一定の柔軟性と適応性、多様性を持ち、

---

The Characteristics of Trial Production Equipment

— Comparison of the Characteristic by the System —

Taro NICHIDAI, Izumi NARASHINO and Shina TAKUMA

異なるニーズと変化、未来の可能性に応じて、設計案を調整し、最適化することが期待できる。波動関数崩壊アルゴリズムを学校設計に応用することで、学校ごとにカスタマイズされた設計が可能となる。また、波動関数崩壊のアルゴリズムは、需要の変化やある程度予測する未来に応じて、随時調整することができる。

また、波動関数崩壊のアルゴリズムの性質上、内部の空間構築のみならず、敷地も需要に応じて自由に設定し、それに適応するデザインができる。

### 3. 生成システム

有効性を検討するため、本研究は波動関数崩壊アルゴリズムを使用して事例である萩市立田万川中学校をunity上で再設計し、元の設計と比較する。これにより、波動関数崩壊アルゴリズムが設計中の実用性を確かめる。

まず、必要なアセットをインポートする。各教室や共有スペースのサイズを定義する。部屋の幅、奥行き、高さを指定、アセットのパラメータとする。次に制約条件を設ける。各種部屋の立地条件、日射および隣接関係をピックアップし、制約条件aとする。また、教室と共用エリアの配置関係を制約条件bとして設ける。

生成された配置を原設計図と比較し、どの条件が満たされているか否かを評価する。制約条件に違反している部分を特定し、コードを調整する。この過程はオリジナル設計時の調整と同様（セットバック）である。

結果として波動関数崩壊アルゴリズムの精度と効率を測ることによって、このアルゴリズムが学校設計の中で実際の応用価値を確かめることができる。アルゴリズムのモデルとパラメータの選択を最適化し続けることによって、アルゴリズムの精度と効率をさらに向上させることができ、学校のデザインの質を改善できる。これは学校の建物の機能性、快適性、持続可能性を高めることに役立ち、学生に良い学習環境を作ることにつながる。

### 4. 結論

制約条件の適切な設定が、波動関数崩壊アルゴリズムの成功に不可欠であることが明らかとなった。制約条件は、建築プロジェクトの実現可能性と合理性に重要な影響を与え、設計手法の効率を向上させる要因であることが示された。

### 5. まとめ

本研究では、波動関数崩壊アルゴリズムを建築設計の新たな手法について模索し、その有効性について議論した。波動関数崩壊アルゴリズムは、建築デザインの多様性とクリエイティビティを向上させる対話型手法であることが示された。当アルゴリズムを活用することで、短期間で多くの配置パターンから、不十分なところなどを速やかに修正し、効率よくより合理的かつ機能的な空間構成が得られる。人と人、ヒトとコンピュータの三角対話型設計手法である。

しかしこの設計手法では、制約条件の設置が最大の問題点である。機能性と設計自由度とのバランスを取ることは設計上重要である。過剰・過小な制約は創造性・合理性をなくす可能性があるため、これらの調整方法をさらに検討する必要がある。この研究は、波動関数崩壊アルゴリズムを建築設計に応用する可能性を示し、その利点と課題を明らかにした。

### 参考文献

- 1) C. Darui, H.Honglei. and F. Guangzheng., “Automatic Generation of Game Levels Based on Controllable Wave Function Collapse Algorithm”, (2021).
- 2) CJ Lin., “Topological Vision: Applying an Algorithmic Framework for Developing Topological Algorithm of Architectural Concept Design”, (2019).
- 3) B. Weber, P. Mueller, P. Wonka, and M. Gross., “Interactive geometric simulation of 4d cities. Computer Graphics Forum”, (2009).
- 4) 建築思潮研究所, 建築設計資料105学校3小学校・中学校・高等学校, p.4-31.
- 5) 新建築 2019年6月号, p. 109-131.
- 6) K. Hwanhee, L.Seongtaek, L.Hyundong, H.Teasung and K. Shinjin., “Automatic Generation of Game Content using a Graph-based Wave Function Collapse Algorithm”, (2019).
- 7) Christopher W.Totten, “An Architectural Approach to Level Design”, (2019), p.993-1057
- 8) H.Ferrone, “Learning C# by Developing Games with Unity 2020, 5<sup>th</sup> Edition”, (2021)