

BIM と GIS を活用したパラメトリックな 都市空間構成手法に関する研究

日大生産工(院) ○山崎 翼 日大生産工 中澤 公伯

1. はじめに

1.1 研究背景と目的

近年、都心では再開発などにより大規模な建築物が数多く建設されている。定住人口の都心回帰の流れにより、古いオフィス街の一部が中高層マンションに転用されるなど、住環境としての利用が増えており、老朽化した建築物の更新期が集中している地区では、容積率の緩和などの対策もつくられたこともあり、都心部の容積率は概ね増加傾向にある¹⁾。

2020 年には東京オリンピックを控えていることもあり、今後ますます住商が混在した高度な都心開発が進められていくことが予測される。住商のバランスがとれた複合的な都市空間の実現には様々な都市環境要素に配慮する必要がある。

この様な背景をふまえながら、都市として街区として調和のとれた形で長期にわたり誘導していく必要がある²⁾。

そこで本研究は、BIMとGISを活用し、都市環境に配慮しながら、住環境の質の維持・向上を図りつつ、都市の高密化の調和を図る、都市空間形成の為のパラメトリックなデザイン手法の検討を試みる。

1.2 既往研究との位置付け

BIM をテーマとした既往研究²⁾³⁾⁴⁾に続くものとして、著者らは BIM と GIS を連携した都心商業地域における日照シミュレーション手法の提案を行い、BIM と GIS の特徴を活用したパラメトリックな都市空間デザインの可能性を検討した⁵⁾。本研究では、東京都千代田区秋葉原駅周辺を事例とし、都市空間を構成していく上で、都市環境条件として風環境を切り口に、パラメータ操作による具体的なパラメトリックデザインを試みる。

2. 研究方法

2.1 BIMとGISの活用

3 次元モデリング・属性情報管理が主目的の BIM と、既に膨大な空間情報が整備され、広域分析が種目的の GIS とを連携することによって、都市スケールでのパラメトリックな都市空間デザインに活用することができる。

本研究では、BIM ソフトとして Autodesk 社の Revit 2016、GIS ソフトとして ESRI 社の ArcGIS 10.0 を使用する。

使用データとして、国土地理院が提供する基盤地図情報（町字界線、道路縁、道路構成線、建築物の外周線、標高）に加え、自作の建築物の階数データを使用する。これらの GIS データを BIM に取り込み、解析範囲の現状における 3 次元モデルを作成する。

研究対象領域内における標高差は、GIS による分析結果より 5.16m(5mメッシュ:全7, 508 ポイント)であり、ほとんど平地であるため風環境評価の際には影響しないと考える、そのため本研究において作成する 3 次元モデルでの地形は均一で作成する。

2.2 パラメトリックデザイン

パラメトリックデザイン (Parametric Design) とは、設計する要素を数値化したパラメータ (変数) を操作することで、設計者の意図を超えた膨大なパターン生成が容易になる。単なる設計段階での効率化には留まらず、総体的理解が可能となることで、その最適化や新たなパラメータの生成や設定など検討することにより、建築を検討する範囲を拡大させ、建築の新たな姿への発展を導くことが可能である⁶⁾。

本研究では、パラメトリック操作を、Revit のアドインソフトである Visual Algorithmic Editor : Dynamo を使用する。

A study on urban space composition and parametric design utilizing BIM and GIS

Tsubasa YAMAZAKI, Kiminori NAKAZAWA

2.3 研究対象領域

研究の研究対象領域として、東京都千代田区秋葉原駅周辺とする。また対象地域より、JR 秋葉原駅東側の 500m 四方の範囲を解析範囲とした（図 1）。

千代田区は、昭和 30 年代の高度成長に起因して業務地化が進行したことにより人口の減少が続いていたが、平成 13（2001）年以降の都心回帰の流れと共に、住宅関連の法整備や低金利などを背景に、マンションを中心に住宅の供給が活発化し、住宅戸数は増加しており、平成 12 年には 45 年ぶりに定住人口が増加に転じている。

対象地域の全域が商業地域（容積率 500～800%）である為、秋葉原駅付近を除くと、点在する築年数 40 年を超える低層商業ビルなどが中高層マンションに転用されるなど、今後もより多くのマンションが供給されることが想定される地域である。

実際に、表 1 を見ても分かるように、解析範囲内においても、定住人口の回復が見られた平成 12 年以降に建てられたマンションが多く存在している（図 2）。

2.4 風環境シミュレーション

本研究では、都市環境要素の一つとして風環境を切り口に、風環境シミュレーションを行う。表 2 のような初期設定の基、生成した解析パターンモデル同士での結果比較を行う。解析高度は、主な人間の活動高度である地上 1.5m より段階的に上げていき、都市内部で生活する際に影響を及ぼす風環境を検討していく。

3. 都市パターンモデルの生成

3.1 Revit の属性情報と Dynamo の活用

本稿では、より効率的に様々なパターンを生成する為に Revit のアドインソフトである Visual Algorithmic Editor : Dynamo を使用し、作成したモデルを基に変数操作をすることでパラメトリックなモデル生成を試みた。Revit に構築されたオブジェクトを認識させ、その中から条件を設定し要素の抽出や、蓄積された属性情報をパラメータに変数操作などを行った。Dynamo ではノードと呼ばれる様々な機能との組み合わせと、Python Script によるプログラミングとで、新規の建築物の各要素の決定を行った。

本稿において、モデル生成の際に Dynamo

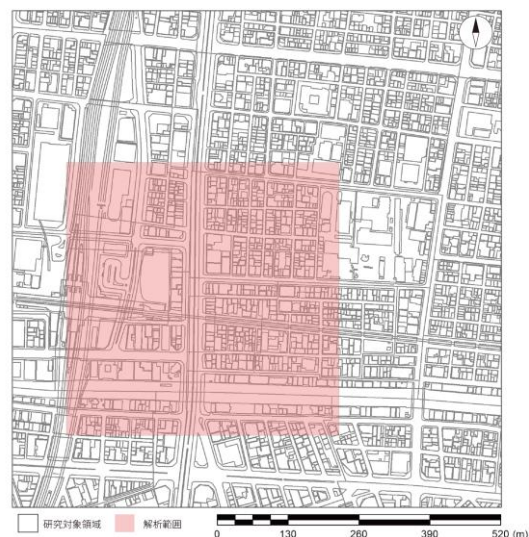


図 1-研究対象領域



図 2 - 解析範囲内既存マンション位置

表 1 - 解析範囲内既存マンション情報

名称	竣工年	建物階数	構造	面積 (㎡)	階数
ニュー千代田ビルアルテール秋葉原	1981年3月	地上10階/地下1階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	374	10
ライオンズマンション秋葉原	1986年6月	地上12階/地下1階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	92	12
グランドコート秋葉原	2000年1月	地上8階	RC(鉄筋コンクリート)	67	8
コートスクエア秋葉原	2000年3月	地上12階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	343	12
東武ビル秋葉原駅前	2000年10月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	156	9
パークフェリス秋葉原	2001年4月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	158	10
フェリス秋葉原	2001年6月	地上13階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	93	13
フェリス秋葉原	2001年6月	地上11階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	124	11
フェリス秋葉原	2001年6月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	98	9
フェリス秋葉原	2003年4月	地上12階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	338	12
クリンパーク秋葉原	2004年1月	地上12階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	115	12
フェリス秋葉原	2004年2月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	156	10
スカイコート秋葉原	2004年3月	地上13階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	170	13
フェリス秋葉原	2004年5月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	111	9
フェリス秋葉原	2004年7月	地上13階/地下1階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	385	13
フェリス秋葉原	2005年5月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	98	9
フェリス秋葉原	2005年10月	地上11階/地下1階	SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)	162	11
フェリス秋葉原	2005年12月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	118	9
フェリス秋葉原	2006年9月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	177	9
フェリス秋葉原	2006年9月	地上21階/地下1階	RC(鉄筋コンクリート)	517	21
フェリス秋葉原	2006年10月	地上12階	RC(鉄筋コンクリート)	191	12
フェリス秋葉原	2007年4月	地上12階	RC(鉄筋コンクリート)	124	12
フェリス秋葉原	2007年12月	地上8階	RC(鉄筋コンクリート)	68	8
フェリス秋葉原	2009年4月	地上8階	RC(鉄筋コンクリート)	192	8
フェリス秋葉原	2012年1月	地上8階	RC(鉄筋コンクリート)	239	8
フェリス秋葉原	2012年7月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	366	10
フェリス秋葉原	2013年1月	地上12階	RC(鉄筋コンクリート)	174	12
フェリス秋葉原	2013年6月	地上9階	RC(鉄筋コンクリート)	98	9
フェリス秋葉原	2013年7月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	187	10
フェリス秋葉原	2013年7月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	81	10
フェリス秋葉原	2013年10月	地上12階/地下1階	RC(鉄筋コンクリート)	709	12
フェリス秋葉原	2014年1月	地上10階	RC(鉄筋コンクリート)	293	10

表 2 風環境シミュレーション設定

時期	夏季
風向き (角度)	南 (180°)
流入風速 (m/s)	10・15 m/s
解析高度 (m)	1.5m, 5m, 10m

で決定した要素は新規の建築物が建てられる場所と、建築面積、高さ（階数）である。

3.2 解析パターンモデル生成の流れ

解析パターンモデルの生成の流れは、図3の通りである。この操作を繰り返し、計 15 パターンのモデルを生成した（図4）。以下に各パラメータの設定を示す。

■ 街区の選択

解析範囲内より、新規に中高層マンションへと転用する場所を選定していく。解析範囲内より選択される街区の対象を全 56 街区とした。この際に、新たな住環境としての転用性が低い街区に関しては、対象外とした。

街区を選択するパターンとして、街区の選択数を、5、10、15 箇所とした。

■ 建築物の選択

選択された街区内の建築物から、ランダムに1つ建築物を選択する。今回の設定では、築年数や使用用途、建築面積等などによる条件の重みづけは行わずに、街区内の建築物を一律に扱っている。

■ 新規・建築面積の決定（合筆面積）

既存マンションの建築面積を考慮し、新規の建築面積を 70 m²から 700 m²とし 10 段階に分け、それに建て替えのみを加えた 11 パターンよりランダムに決定する。既存の面積を超える場合は、複数の土地との合筆を行い、新規の建築物が建てられると想定する。また、街区の面積上ランダムで指定した建築面積を確保できない場合には、その街区内で最大面積を確保するものとした。

■ 新規建築物の作成

与えられた条件や値に合わせて、新規の建築物を作成していく。この作業は、著者が Revit により手作業で建築物の形状などを決定し作成をしている。

■ 新規建築物の高さの決定

作成した新規の建築物に対し、高さを与えていく。高さの条件としては、12 階~20 階とし、周辺環境に対しより影響を及ぼすと考えられる高層マンションを想定している。

■ 風環境シミュレーションへ

作成した解析モデルを、風環境シミュレーションを行う為に、Revit データからインポートデータと変換してからシミュレーションソフトへと移行していく。今回は、IFC データの形式へと変換させた。

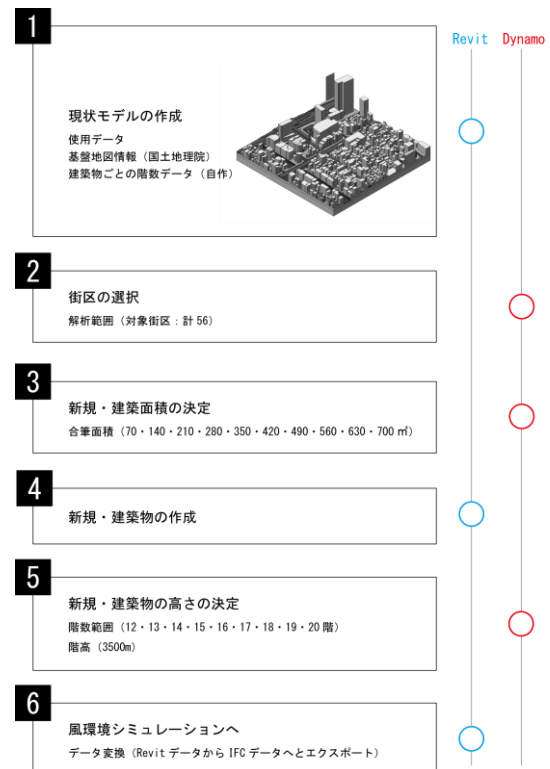


図3 - 解析モデル生成の流れ

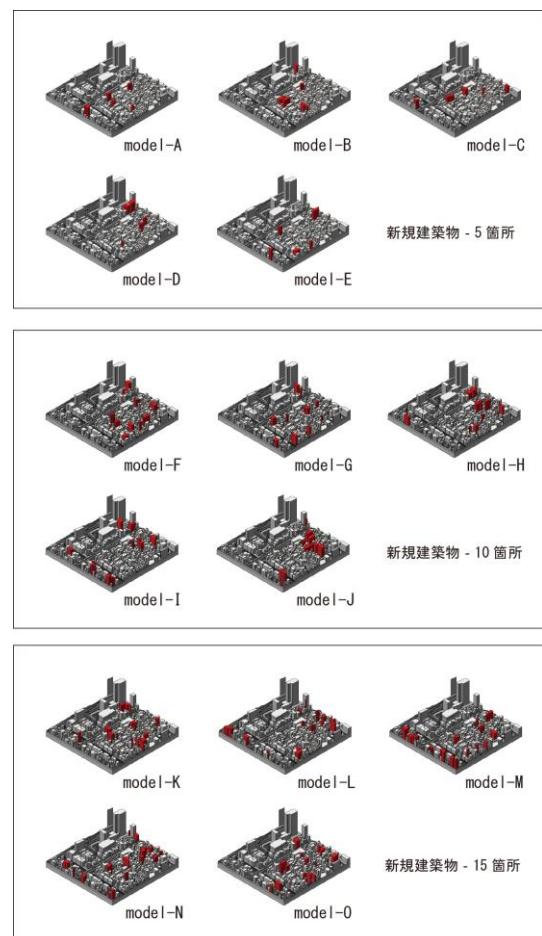


図4 - 解析パターンモデル

4.都市環境評価

4.1 風環境評価の基準

本稿では、シミュレーション結果の数値を気象庁風力階級表⁷⁾を用いて評価を行う。視覚的なシミュレーション結果を数値化し、ArcGISに取り込み、再分類を行う。その際に、本研究における快適な風環境を風力階級2にあたる風速1.6-3.4m/sと設定し、シミュレーション結果を比較、評価していく。

4.2 風環境評価

今回生成した現状モデル及び解析パターンモデル15個の解析結果を風力階級ごとに値の数をまとめ、解析範囲内がどのような風が占めているのかを比較していく。

今回の解析パターンでは結果に大きな変化が見られなかった。全モデルにおいて過半数以上が風力4以下の値で占められており、風害はみられないことが判明した。しかしmodel-Oにおいては、本稿において快適な風環境としていた風力2にあたる値の数が各解析高度において著しく減少しており、都市空間内部へ熱が滞留し、ヒートアイランド現象などといった風害とは異なる問題が起こることが考えられる。

5.おわりに

5.1 パラメトリックな都市モデルの生成

本稿では、BIMソフトであるRevitとそのアドインソフトであるDynamoを活用することで、属性情報を変数パラメータにし、解析パターンモデル、全15モデルの生成を行った。Dynamoを活用することで、本稿において設定した新規建築物の各要素を一連のフローで決定していくことが可能となり、作業の効率化を図ることができた。

また、今回使用した変数操作の為のパラメータは3次元モデルに蓄積されているものである為、簡易に諸条件の組み合わせが可能である為、より多くのシチュエーションに対応することのできるモデルの生成が可能であり、住・商が混在した複合的な都市空間の調和を誘導する上で有効的なデザイン手法と考える。

しかし、本稿のパターン生成においても、途中段階においてアナログ作業を有するなどまだ改良の余地があると言える。また、プログラムの最適化や、設定条件の再考なども考慮していく必要性がある。

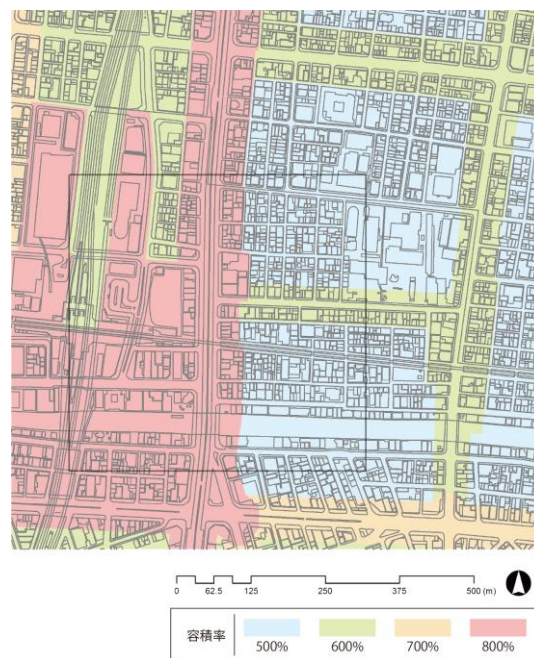


図5 - 研究対象領域における容積率

5.2 住みよい都市空間構成への応用

図5の様に研究対象領域には容積率が指定されている。今回の生成したモデルは、高層建築物になるように設定をしたため多くは、現在指定されている容積率をオーバーしている。しかし、解析結果の値で考えると新規の建築物によって、ビル風といった風害が見られなかった為、風環境という切り口だけで判断すると、容積率の緩和の可能性を示している。都市計画法においても諸条件による容積の緩和措置などがあるが、都市空間を一つの単位として都市環境に対応させた、柔軟な設定を考えることも可能である。BIMとGISを活用し、より多くの要素を組み合わせることで、包括的に都市を把握し、高密度化と住環境の質との調和を図る様な都市空間構成手法へと目指していく。

「参考文献」

- 1) 東京の土地利用 平成23年東京都部：東京都都市整備局，2013.5
- 2) 木本，片岡，高橋：BIMを用いた建築基準法適合判定に関する基礎研究 建築基準法適合判定のしくみと3次元建築物情報モデリングの方法論，日本建築学会計画系論文集 第76巻 第666号，pp.1443-1451，2011.8
- 3) 大西康伸，両角光男：3DCAD及び解析ソフトを活用した包括的建築教育プログラムの開発とその評価，日本建築学会計画系論文集 第76巻 第665号，pp.1337-1345，2011.7
- 4) 荒谷 亮：Web対応型都市景観検討支援システムの開発，日建築学会技術報告集 第22号，pp.533-537，2005.12
- 5) 藤澤範好，宮崎隆昌，中澤公伯：BIMとGISの連携による日照シミュレーション手法への応用に関する研究，日本建築学会技術報告集 第21巻 第47号，pp.355-360，2015.2
- 6) 日本建築学会：アルゴリズムデザイン 建築・都市の新しい設計手法，鹿島出版会，2009
- 7) 風の強さと向き：国土交通省 気象庁，2013.3