

BIM と GIS を活用したパラメトリックな 都市空間デザインに関する研究

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 研究の背景と目的

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、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も増えている。今後も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。

生活上のサステナビリティのある街づくりを構築するためには、2次元による分析や法規上の処理からは読み解く事ができない、3次元モデルによる環境シミュレーションを経た都市空間デザインが有効であろう。そこで本研究では、BIM と GIS を活用しながら、都市環境を評価するパラメータ（数値）を基にした、新たな都市空間デザインの手法を検討することを試みる。

1.2 既往研究との位置付け

BIM をテーマとした既往研究¹⁾²⁾³⁾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⁴⁾。本研究では、東京都千代田区秋葉原駅周辺を事例とし、都市環境条件として風環境をパラメータにした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 GRAPHISOFT ArchiCAD、GIS ソフトとして ESRI 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、解析範囲の全 736 棟の高さをランダムに変化させた 10 パターンの 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⁵⁾。

本研究では、パラメータとしてビル風や通風など、生活上の問題としてたびたび取り上げられる風環境及び建築物の階数をパラメータとし都市空間モデルを検討するパラメトリックデザインを試みる。

A study on urban environmental and parametric design utilizing BIM and GIS

TSUBASA Ymamazaki, KIMINORI Nakazawa

2.3 研究対象領域

千代田区では既に区民の8割以上がマンションで生活しているが、今後も再開発等により多くの中高層マンションが供給されることが想定される東京都千代田区秋葉原駅周辺を対象とする（図1）。

2.4 風環境シミュレーション

ビル風問題や大気汚染，さらにはヒートアイランド問題などの諸問題に見られるように，人工的に作られた都市の中で生活をする上で，風環境を無視することは難しい。都市における風環境の特徴のひとつとして，風が強すぎても問題が発生するが，弱すぎても異なる問題が発生する状況である。

本研究では BIM と GIS の連携により，包括的に都市における風環境をとらえることができる。BIM と GIS によって生成した都市空間モデルを用いて風環境シミュレーションを行い，風環境の面からみた都市環境デザインについて考察を行う（図2）。

風環境の3次元シミュレーションとして，Autodesk Ecotect Analysis を使用する。

3. 風環境シミュレーション

3.1 都市空間パターンモデルの生成

自作の建築物の階数データを基に，現状の建築物のボリュームモデルをベースにし，Excel VBA（Visual Basic for Applications）を用いて，下記の条件下のもと乱数を用いて各建築物に階数を与え，パターンモデルの生成を行った（図3）。

VBA 式の条件としては，5階建て以上の中高層マンションが都心に増加するという今後の都市のボリュームの変化を想定した。研究対象領域における現状の総フロア数が200%となったときを想定しながら，建築物の階数をランダムに操作して10パターン都市空間パターンモデルを生成した。

乱数で階数を与える建築物は，現状の階数において15階以下の713個であり，駅舎や高層建築物は変化を与えず現状のボリュームのままとした。シミュレーション結果（風速）を表示する高度として人間の主な活動である地上1.5mと地上5m，10m，20m，30m，40mと段階的に上げていき表示する。初期設定と

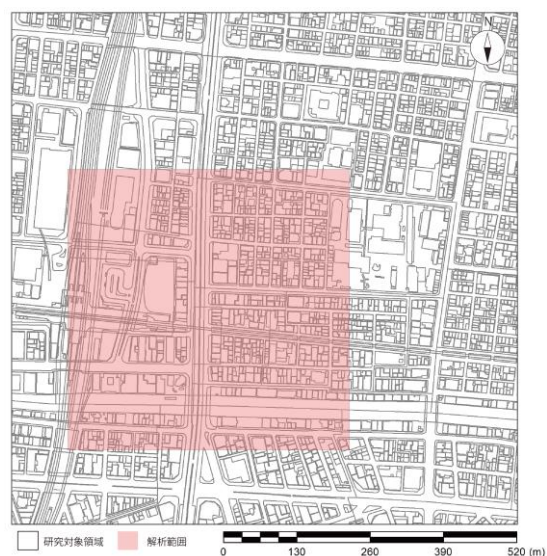


図1 - 研究対象領域

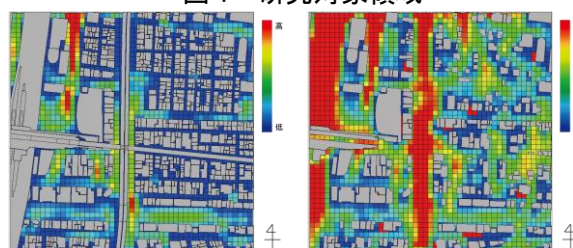


図2 解析結果 - 解析高度5mと20m（現状モデル）

表1 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）	15
解析高度（m）	1.5, 5, 10, 20, 30, 40

しては，表1の通りである。

3.2 風環境評価の基準

本稿ではケーススタディとして，気象データを2011年における夏至（6月21日）の東京の正午と設定する。

表示したシミュレーション結果を評価する基準として，気象庁風力階級表⁹⁾より風力階級2にあたる風速1.6-3.4m/sを快適な風環境だと設定し，シミュレーション結果を評価していく。今回，快適な風環境の値と設定している風速は，顔に風を感じ，木の葉が動く程度の軽風のことを想定している。また夏至における都市空間において風が通り心地よい環境が生まれると想定している。

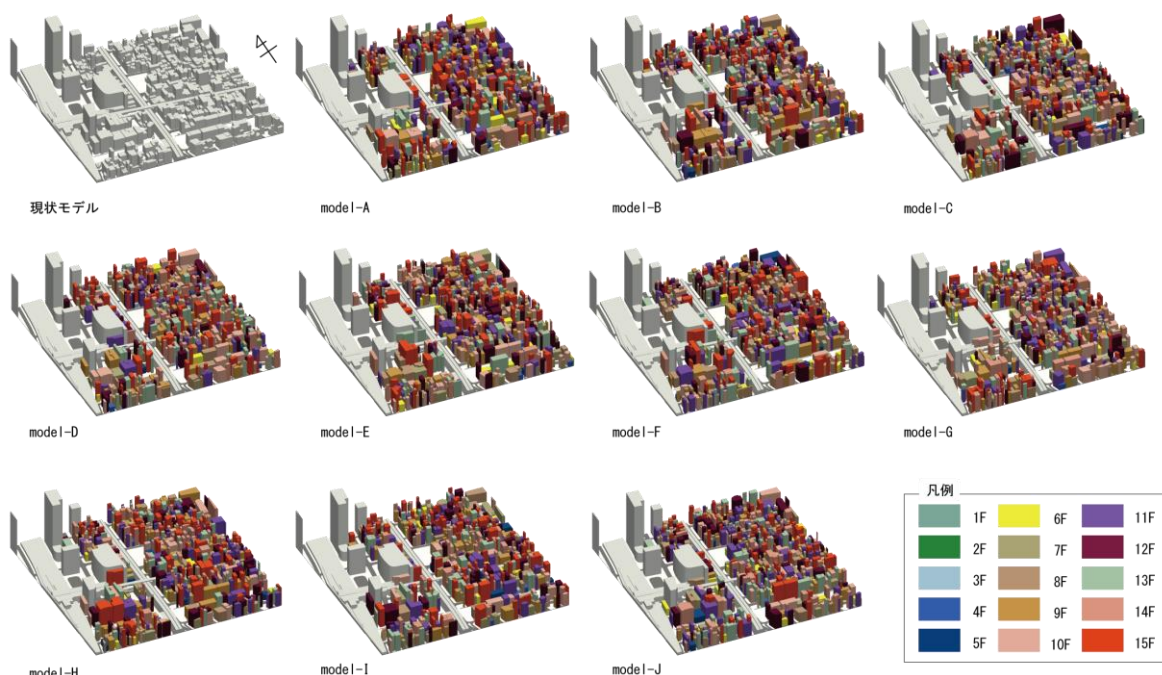


図 3-都市空間パターンモデルの生成

3.3 風環境評価

Autodesk Ecotect Analysis の風環境シミュレーションより得られた解析結果を基に生成した各モデルの風環境評価を行う。

評価方法としては、乱数によって生成した 10 パターンの解析モデルの各高度の解析結果はメッシュ数 50×50 の合計 2,500 の値とし ArcGIS に取り込み風環境評価に活用する。現状モデルと各解析モデルの解析結果を比較し良好な風環境モデルを考察する (図 4)。

3.4 現状の風環境

現状の解析結果を整理すると、最大値は観測高度 10m~40m における風力階級 6 の雄風 (10.8~13.8 %) である。これらは都市空間の所々で剥離流や谷間風が原因でやや強い風が発生していると考えられる。また、駅のホームや、河川、大きな道路などの上空など、風の障害となるものが少なく吹きさらしとなっていることが考えられる。

逆に、風力階級 0 である平穏 (0.0~0.2 %) の値の数が全 15000 中 6843 で 46%を占めている。これらは、建築物が密集しているために空間に入り込む風を妨げ、内部まで循環するような風が吹いていないことが確認できる。

4. パラメトリックな都市空間デザイン

4.1 良好な風環境と判断したモデル

生成した都市空間パターンモデル 10 パターンにおいて、良好な風環境であったモデルとして model-E, model-G, model-F と考えられる。表 2 より、風力階級 2 の数は現状モデルよりも減少しているものの、風力階級 3~5 においてどのモデルも現状のモデルよりも数が減少している。つまり本研究において基準としていた風力階級の値よりも強い値の風が減少しており他のモデルよりも良好な風環境に近づいていると考えられる。しかし都市のボリュームが高密度化したため風力階級 0~1 の値の数が増加している。より強い風力の値は減少したがそれと同時に都市内部まで風が届かない状況も生まれている。

4.2 悪影響を及ぼす風環境と判断したモデル

現状モデルの最大値より大きな値が生じてしまい、都市環境が都市空間における建築物のボリューム増加によって悪化してしまったモデルと判断したのが model-B, model-D である。共に建築物が密集したエリアで強い風が発生していることが確認することができる。

5. まとめ

本稿では、BIM と GIS を用いて、都市空間 3 次元モデリング、風環境シミュレーション

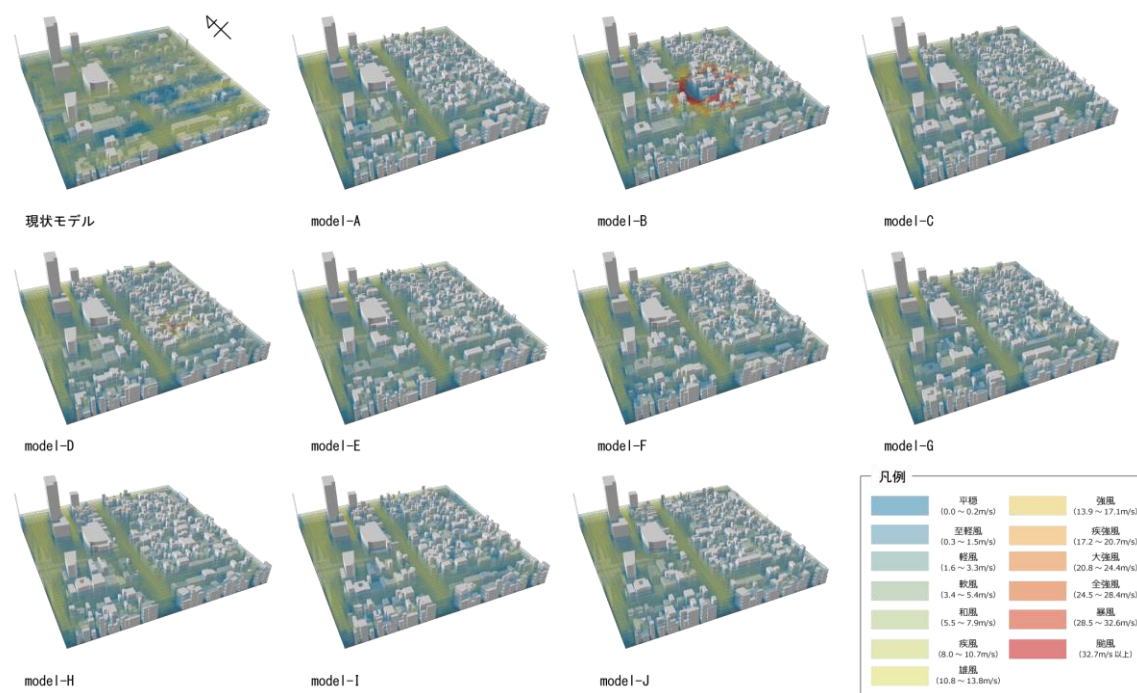


図 4-風環境シミュレーション及び評価結果

及び風環境評価を行うという一連の作業を行うことでパラメトリックな都市空間デザインを試みた。同一の条件下において生成した解析モデルの風環境変化の要因を考察し、それより新たなパラメータの作成を検討し、風環境に対応した新たに都市の変容を予測することができた。

以下に課題を述べる。

本研究では GIS データの活用が基盤地図情報のデータと自作の階数データのみであり、更なる GIS データの有効活用の余地があると考え。そのため今後は、様々な GIS データの空間情報の組み合わせや、結果データの管理、加工などが必要だと考える。また今回、建築物の三次元モデル作成、乱数によるランダムパターンモデルの作成や風環境評価などの過程で多くのアナログ作業を要した。BIM と GIS の連携には、システム上の問題や、操作者の技術の面など多くの課題があると考え。また、風環境をパラメータとした都市環境要素を切り口に、都市内の建築物の高層化などをはじめとする都市の発展と都市内部で生活を営む住民の生活環境の質の調和を目指し、簡易的にボリュームの変化によるシミュレーションを行った。今後は、ボリューム変

化のみに留まらず建築物の配置パターンやシミュレーションに加える要素の追加、解析技術の向上などから都市空間シミュレーションを通しての良好な都市形成ツールの提案を目指している。

「参考文献」

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 風の強さと向き: 国土交通省 気象庁, 2013. 3