

# GIS と BIM を用いた 3 次元評価に基づく景観計画に関する研究 最適化による多面的評価方法

## A Study on Landscape Planning Based on 3D Assessment using GIS and BIM Examination of assessment method by optimization

○ 湯田坂 美晴<sup>\*1</sup>, 中澤 公伯<sup>\*2</sup>

Miharu YUDASAKA<sup>\*1</sup>, Kiminori NAKAZAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 日本大学大学院生産工学研究科建築工学専攻

Graduate Student, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University.

<sup>\*2</sup> 日本大学生産工学部創生デザイン学科 教授 博士 (工学)

Professor, Department of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University, Ph. D.

キーワード : GIS ; BIM ; Dynamo ; 城下町 ; 景観 ; 最適化

Keywords: GIS; BIM; Dynamo; castel-town; landscape; optimization

### 1. はじめに

本論の目的は、3次元GISを用いて長野県松本市の松本城城下町の特性を分析し、歴史的景観である城下町の景観形成手法を再考することである。

現在、複数の歴史的建造物が残る城下町の都市景観は日本各地で見られる。しかし、その数は減少傾向で、かつて2万5,000以上あった城郭も、現在一般見学できるのは200城ほどになっており、そのうち江戸時代以前からの天守が現存しているのはわずか12城である<sup>1)</sup>。

このような歴史的景観が失われつつある現状に加え、近年の都心回帰現象により、歴史的街並みを有している各地方都市においても中高層マンションや大型商業施設の建設が進み、価値ある歴史的景観の減少が加速している。

歴史的景観の保全だけでなく、各都市の活性化が見込める都市機能の維持・改善も可能にしながら、城下町という歴史的街並みの保全・活用ができる都市計画や景観形成手法を探っていく必要がある。既往研究としては、歴史的景観の保全に関して、城下町を対象にGISを利用した研究<sup>2)</sup>、幕末の絵図をGISに対応させる研究などがある<sup>3)</sup>。また、3次元GISを利用した研究においても、古墳からの景観に関する地理的な範囲の研究がある<sup>4)</sup>。さらにビジュアルプログラミングツールを用いた最適化によ

る都市の解析方法として鈴木ら<sup>5)</sup>の日照時間の最大化を目的とした研究では、中高層が立ち並ぶ都市部を想定したモデルを用いて解析を行っている。

本論では、地図データを基に実際の城下町の都市モデルを用いて、各建物からの城郭の見え方についてジェネレーティブデザイン<sup>6)</sup>による最適化を行い、2つの評価関数を目標とした複数の解決案の比較・検討を行う。加えて、自治体が定める建物の高さ制限を条件に加え、実際に活用できる都市の景観解析手法を検討する。城郭周辺の低層の建物や新しい中高層の建物が混在する城下町を3次元的に捉え、高さ制限下における最適な建物の高さを検討することで、単に建物高さを抑えるのではなく、都市機能向上にも繋がる都市景観を目指し、研究を行う。

### 2. 目的

本研究は城郭を有する歴史的観光都市を想定し、建築物の階高を調整することで対象建物の各階層から城郭の天守を望める視線の数を最大化させることを目的とする。

### 3. 研究方法

筆者らが行った既往研究「GISとBIMを用いた城下町の3次元景観評価に関する研究」において「壁面評価」と「街

路評価’を行った。これらは現状の建築物の階高に対して評価を行ったものである。本解析では、これらを基に多角的な評価を行うため、ジェネレーティブデザインを活用した最適化のグラフをDynamoによって作成し、多数の結果を検討することで評価を行う。ここでのジェネレーティブデザインとはRevit2021より利用開始されたツールであり、コンピュータの処理能力を活用したデザイン問題に対する多数の解決案をすばやく生成し、検討することができる。



図1 対象範囲内建築物の高さ制限

表1 対象範囲内建築物の高さ制限

	区画名	棟数
高さ制限区域	29.4m緩和有	467
	29.4m	1636
	25m	1113
	20m	800
	上記以下	475
重要区域	城内建物	22
	20m	178
	18m	53
	16m	197
	15m	448

### 3.1. 対象範囲

対象地域は国宝松本城を有する長野県松本市の城下町とし、解析に用いる建築物は松本城バッファ 1000mかつ都市機能誘導区域内の5389棟とした。松本城は現存12天守の中で唯一の平城であるため、城下町から天守を確認することが困難な地域である。

また、今回の解析は松本市が定めている建物の区画ごとの高さ制限を拘束条件として用いる(図1, 表1)。

### 3.2. 使用ソフト及びデータ

解析にはBIMソフトとしてAutodesk社の‘Revit’とそのプラグインである‘Dynamo’, および‘ジェネレーティブデザイン’を使用する。Dynamo上でジェネレーティブデザインを使用するためのグラフを作成する。

使用データは国土地理院が提供する基盤地図情報を使用し、ESRI ArcMap10.6によって建物の外周線を取得する。

### 3.3. 解析手法

対象建物の各フロアの壁面の中心点と城郭の天守閣とをつなぐベクトルを算出し、そのベクトルと周辺建物との交差が認められなければ、その壁面からは天守を望むことができると判断する。

### 3.4. 解析の流れ

はじめに最も棟数が少ない重要区域18m(53棟)を対象に解析を行う。この解析を以下モデル1とする。

#### 3.4.1. 最適化

本解析ではジェネレーティブデザインを用いて最適化を行う。評価関数1を「各建物壁面から天守への視線」、評価関数2を「対象建物の高さ合計値」とし、評価関数1は最大化、評価関数2は最小化を目指し最適化を行う。変数は「各建物の階高」であり、これらは条件下(重要区域18mの制限内)でランダムに調整されるよう設定する。城下町としてまち全体の建物高さを上げることなく天守への視線を確保できる都市モデルを検討する。

#### 3.4.2. スタディグラフの作成

ジェネレーティブデザインによって最適化を行うため

に、Dynamo 上でスタディグラフを作成する。

①：重要区 18m 区内の建物群 53 棟の建物外周線を読み込む。

②：53 棟を別々の入力ノードに分割する。

③：Number Slider ノードで各建物データに 18m 以下でランダムに階高を設定できるようにする。

このとき、ノードの設定を‘入力’にする。

※入力に設定したノードの値は最適化において‘変数’となる。

④：上記のデータを基に、対象建物を立ち上げる

⑤：立ち上げたモデルの壁面に地上から 2 m 間隔でポイントを配置する

⑥：天守に配置したポイントと⑤で配置したポイントを繋ぎ、各壁面から天守へのベクトルを取得する

⑦：得られたベクトルから天守方向と反対に面している壁面上のポイントを取り出し、有効なベクトルを抽出する

⑧：Does Intersect ノードで有効なベクトルが周辺建物と交差しているかを判定する。

※この判定では、以下に注意する。

True：周辺建物に視線を遮られる壁面

False：壁面から天守を望めるベクトル

⑨：Count False ノードで⑧で得られた判定内の False 項目を数える。(評価関数 1)

このとき、ノードの設定を‘出力’にする。

⑩：Count ノードで⑤で壁面に配置したポイントを数え、対象建物全体の高さを求める。(評価関数 2)

このとき、ノードの設定を‘出力’にする。

※出力に設定したノードの値は最適化において‘評価関数’となる。

#### 4. 結果及び考察

最適化によって得られた都市モデルの結果を以下に示す(図 2)。

解析によって得られた複数の最適化モデル分布図から 2 つの評価関数の関係がわかる。X 軸が評価関数 1、Y 軸が評価関数 2 となっている。評価関数 1 の増加に伴い、最小化を目指している評価関数 2 も増加している。評価関数 1 の最高値は 694 であり、これは現状の建物モデルにお

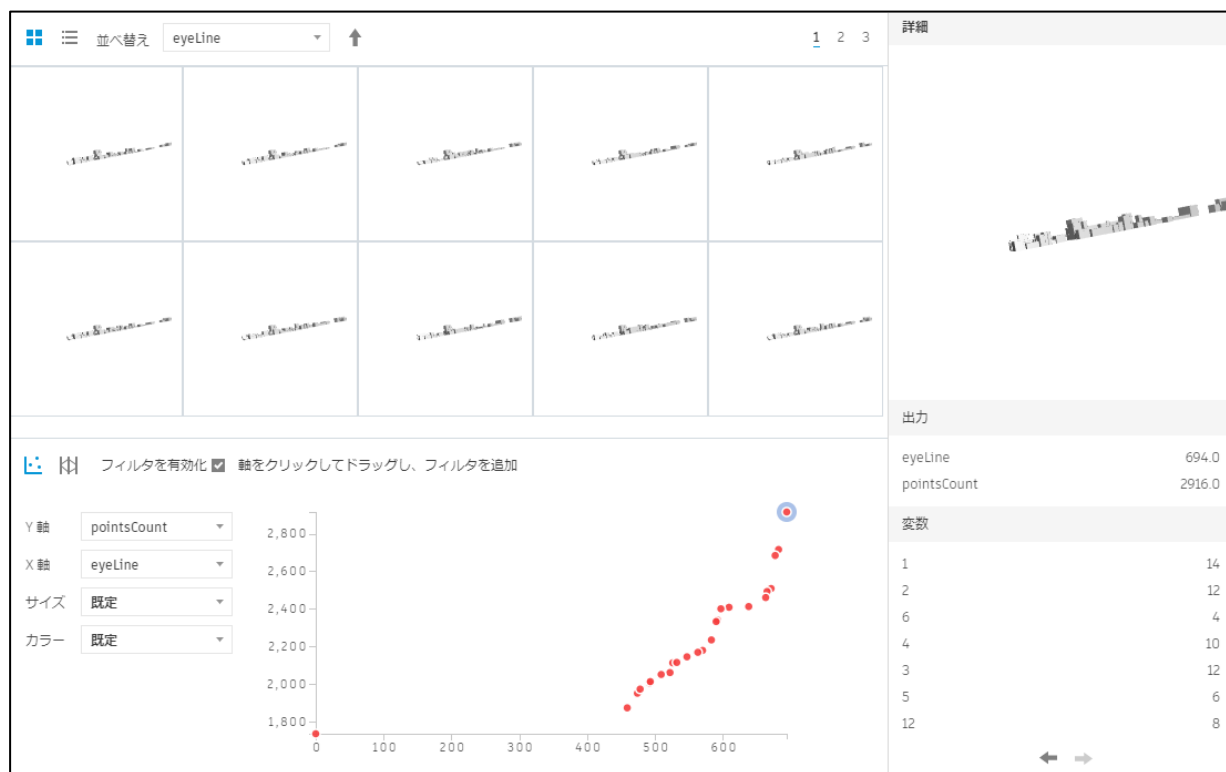


図 2 最適化によって得られた複数の都市モデル (評価関数によるモデルの分布グラフ)

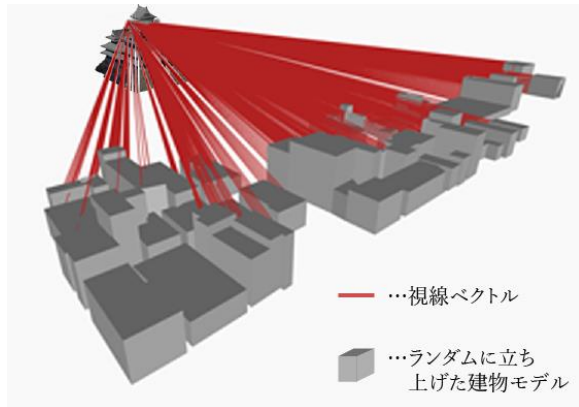


図3 評価関数1が最高値であった最適化モデル

る天守を望める建物壁面からの視線より 103 多い値となるモデルであった (図3)。しかし、どちらの評価関数も向上させるようなモデルは少なかった。

## 5. まとめ

最適化による解析結果より、松本市で定められている高さ制限内であっても大きく「各建物壁面から天守への視線」を増加させることができるということが分かった。また、いくつかの最適モデルの形状から、階高を高くすることで評価関数1を向上させようとする建物と、階高を低くすることで周囲の建物の評価関数1を向上させようとする建物とが存在すると分かった。

また、今回の解析では対象建物を細かく絞り、重要区域内の高さ制限が18mの建物のみを対象に行ったが、最適化の収束に約1日を要した。建物数は53棟であり、変数の数も53必要だったことが時間を要する原因と考えられる (図4)。今後は対象範囲内の全5389棟を対象に同様の解

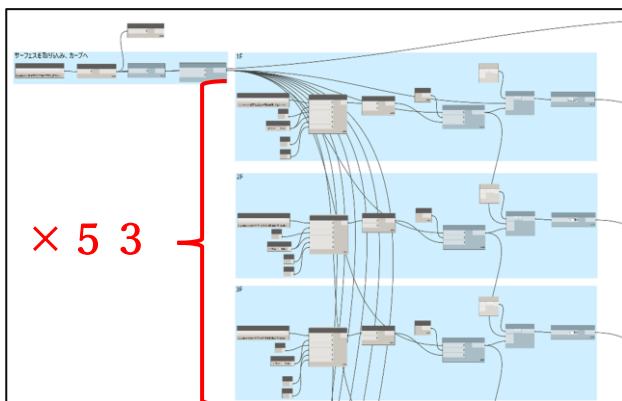


図4 Dynamoによるグラフと変数ノードの数

析を行うため、今回の方法ではより大きい都市モデルへの活用は困難であり、さらに多くの時間を要することは容易に考えられる。そのため、今後取り組むべき課題としては、変数を入力するグラフに Python Script ノードといったプログラミングノードを用い、より動かしやすいスタディグラフの作成を検討することである。

加えて、最適化における評価関数を増やすことでより多角的評価が可能になるよう、スタディを検討する。

## 参考文献

- 1) 公益財団法人日本城郭協会公認、城びと「セミナー第24回 現存天守はなぜ12城しか残っていないの？」閲覧日2021年9月 <https://shirobito.jp/article/395>
- 2) 佐藤滋氏、久保勝祐、菅野圭祐、椎野亜紀夫：GISを用いた城下町都市における道路中心ラインと山頂の位置関係に関する研究-山形県鶴岡市を対象として-、日本都市計画学会都市計画論文集 第49巻 第1号 pp71-pp76, 2014年
- 3) 高屋麻里子、藤川昌樹：歴史地図のGIS利用-町割りの変遷にみる江戸都市構造の成熟過程 その1-、日本建築学会学術講演会梗概集、F-2分冊、p1015, 2019年7月
- 4) 天島秀秋、岡崎甚幸：SfMによる高精細な3次元モデルと3次元GISを用いた終末期古墳から見た景観の可視化方法-お亀石古墳を対象として-、日本建築学会大会学術講演会概要集、F-1分冊、p525, 2019年7月
- 5) 鈴木友仁、遠藤陽希、中澤公伯、三井和男：GAEを用いた都市レベルでの日照時間最大化を目的とする初期設計手法の検討、日本建築学会九州支部研究報告集 第58号 pp509-pp512, 2019年3月
- 6) Autodesk, Revit, サポートとラーニング、ジェネレーティブデザインについて、閲覧日2021年9月 <https://knowledge.autodesk.com/ja/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/JPN/Revit-Model/files/GUID-22FE8E72-E791-4093-9517-7FA61F371AA7-htm.html>