

BIM/CIM を活用した歴史的景観の保存・再生手法に関する研究 A Study on Preservation and Restoration of Historic Landscape Using BIM and CIM

○鈴木 哲朗*¹, 中澤 公伯*²

Tetsuro SUZUKI*¹ and Kiminori NAKAZAWA*²

*1 日本大学 生産工学研究科 建築工学専攻

Graduate Student, Department of Architecture, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University

*2 日本大学 生産工学部 創生デザイン学科 教授

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

キーワード : BIM; GIS; デジタルツイン; 歴史的景観; 保存再生; 点群データ

Keywords: BIM/CIM; GIS; digital twin; historical landscape; save playback; Point cloud data.

1. 研究の背景と目的

本研究は、板橋区加賀公園を事例として、点群データを含む地理空間情報を活用した歴史的景観の3次元モデルの構築と管理手法を検討したものである。

歴史的建造物や景観の保存・再生は、近年都市間競争が激化するなかにあつて、その地域のアイデンティティの醸成や観光アイテムとして他地域との差別化に繋がるため、街づくりの有力なツールとして注目されている。しかし、歴史的景観の保存・再生には自治体等に少なくない負担がかかるため、保存しながら再生を図る歴史的建造物・景観の動態保存や、VR や AR など、デジタルツールを使用したバーチャル空間を援用した保存再生手法が検討されている。著者らは、板橋区加賀公園内にて保存再生が進む東京第二陸軍造兵廠板橋製造所遺構の点群データから BIM モデルを構築し¹⁾、動態保存の啓蒙のためのレンダリングモデルやウォークスルー動画、詳細模型を区民に公開した。本稿は同じく加賀公園全域を包含する広域な地理空間情報を用いて、動態保存の啓蒙を目指した歴史的景観の3次元モデルの構築と管理手法を検討する。

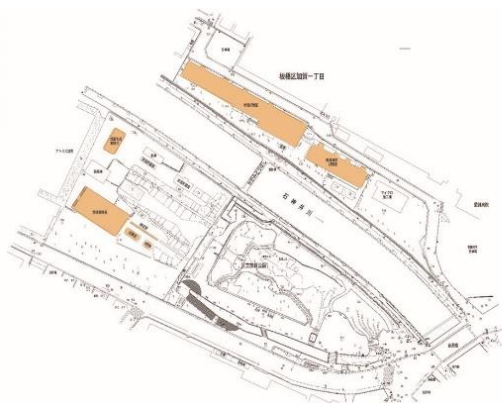


Fig.1 加賀公園敷地図

2. 研究の方法

2.1. 研究対象領域

研究対象領域は、Fig.1 に示す通り、東京第二陸軍造兵廠板橋製造所遺構を含む加賀公園全域及び周辺地域とする。当地は、江戸期は加賀班前田家が江戸下屋敷として、後期には大砲の製造、明治9年から昭和20年までは陸軍板橋火薬製造所および火薬研究所が稼働しており、これら施設が遺構・歴史的建造物の中心として保存されている。戦後は、跡地に野口研究所と理化学研究所がともに入居しており、ノーベル物理学賞を受賞した湯川秀樹氏、朝長振一郎氏らが使用していた。その後の昭和46年、この土地に板橋区が加賀公園を設置した。このように、江戸期、戦前期、戦後期と、異なった使われ方がされてきたのが当地の大きな特徴となっている。

2.2. 使用システム

GIS: ESRI ArcGIS, CIM: Autodesk Infra Works, Civil 3D, BIM: Autodesk Revit 2021, レビューソフトとして Autodesk Navisworks, またレンダリングソフトとして Epic games Unreal Engine を使用した。

2.3. CIM 利用の検討

本稿では歴史的景観の保存・再生手法について CIM を用いる。位置情報をベースに属性情報を管理できる CIM を用いることにより、BIM, GIS データとの連携により、BIM モデルの属性情報、また地理的位置情報を1つのプラットフォームとして一管理できる。既往研究では、年代別それぞれのモデルを作成し、それぞれが別のデータとなっていた。CIM を用いることにより、対象地モデルをタイムライン表示することが可能となるため、歴史的背景においてどこでどのような変化が起こっているのかという過程を可視化して区民に提供することが可能となる。また、今後の保存計画について、設計、施工、維持管理に繋ぐことができると期待できる。

2.4. 使用データ

現況モデルの作成をはじめ、研究のベースとして、東京都板橋区から提供される対象領域における点群データ、国土交通省基盤地図情報：基本項目、同：数値標高モデルの各データを使用した。また、歴史的側面から、国土地理院地図・空中写真閲覧サービスより、旧1万地形図・王子〔1909, 1937（大日本帝國陸地測量部）、1957（地理調査所）〕を使用した。

2.5. 歴史的景観の構成

細井ら（2019）は、VR化を想定したランドスケープのBIMモデル化に当たり、「地形」の他、椅子や水のみ、遊具など個々の「ランドスケープエレメント群」からランドスケープモデルが構成できるとした。本研究において歴史的景観を構成するエレメントとして、「地形」、「ランドスケープエレメント群」に加えて、「周辺街区」「建築物」の4群から構成することとした。ただし、「建築物」については、別途報告しておく²⁾、詳細は本報告から除外する。Table.1に、再現モデル作成にあたってのソース（情報源）と目標とするLODを示す。なお、LODはCity GMLのLevel of Detailに従う。

Table.1 モデル化ソースと LOD

	現状モデルソース	過去モデルソース	LOD
地形	点群	現状モデル+図面、写真等	LOD 3
ランドスケープエレメント群	点群	現状モデル+図面、写真等	LOD 3
建築物	点群	現状モデル+図面、写真等	LOD 4
周辺街区	基盤地図	現状モデル+地形図	LOD 1

本対象領域は一時軍事施設であったこともあり、図面等資料が不足している。本研究では、まず点群データをもとにした現状モデルを作成した上で、現状モデルから読み取れるヒントから、複数の歴史的資料をもとに過去モデルを構築していく。

3. 現状モデルの構築

3.1. 地形

本対象地は、爆薬試験室を含むため、各試験室を取り囲む土塁が特徴的であり、重要な歴史的遺構要素となっている。現存する土提は一部だが、土塁を含む地形の現状モデルを構築することにより、資料と合わせ過去モデルの再現に繋がるため、点群をもとに詳細、慎重にモデル化する必要がある。点群データを CIM ソフトである CIVIL3D に読み込み、サーフェス化することで点群を繋ぎ合わせ、精密な地形 3D モデルを作成した（Fig.2, Fig.3）。

3.2 ランドスケープエレメント

ランドスケープエレメントをモデリングするにあたり、パッチ、コリドー、樹木においてモデリング手法を分別し



Fig.2 地形の点群データ



Fig.3 地形サーフェス

た。弾道管、ベンチ、街灯、ブランコ、石碑等のパッチは、点群データをもとに、トレースを行い、Revit で BIM モデル化した上で（Fig.4, Fig.5）、パーツごとにマテリアルを付加した。道路、縁石等のコリドーについては点群データをもとに、Civil 3D でモデル化し（Fig.6, Fig.7）、マテリアルを設定した。樹木については、ArcGIS で樹木マップを作成し、それをもとに Infracworks を用いて樹木モデルを適正な位置に配置した。



Fig.4 弾道管の点群データ

3.3. 周辺街区

現状街区モデルは、国土交通省基盤地図情報：建築物の外郭線を用いて立ち上げを行い、BIM モデルとして Civil 3D に読みこみ、他のモデルと合わせたものを Fig.8 に示す。

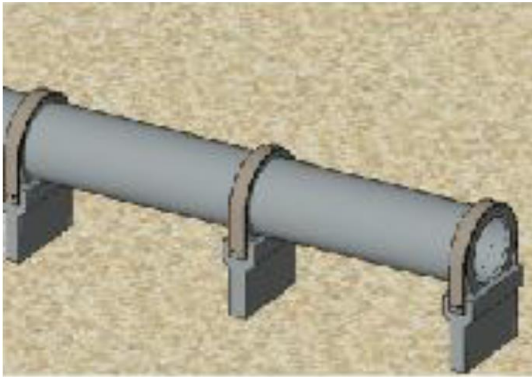


Fig.5 弾道管の BIM モデル

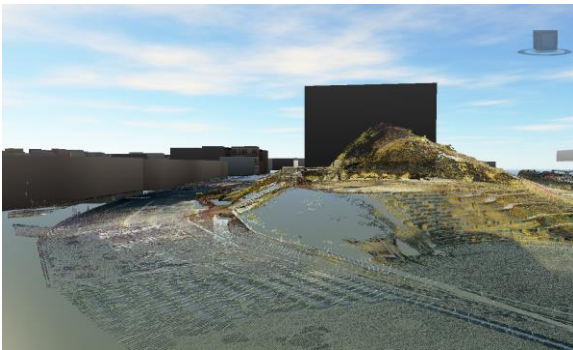


Fig.6 道路の点群データ



Fig.7 道路のコリドーサーフェス

4. 過去モデルの作成

4.1. 過去の推定

上述した通り本研究では、歴史的景観の 3 次元モデル化にあたり、「地形」、「ランドスケープエレメント」、「建築物」「周辺街区」の 4 群に切り分けてモデル化をしている。現状モデルは高精度の点群データをベースに詳細なモデル化が可能であるが、過去モデルの作成には、現状の点群データが存在しない限り、古地図、写真、図面、資料等から推定するしかない。一方、本研究対象領域は複数年代で異なった使われ方をしていたということ特徴から、「地形」、「ランドスケープエレメント」、「建築物」、「周辺環境」それぞれの空間に複数の履歴が確認でき、



Fig.8 現状モデル

一部空間を他の空間の過去モデル作成のヒントとすることが可能である。例えば、「地形」を構成する土塁は、1943 年時点で最も多く構築されていたが、現在ではほとんどが除去されたものの、一部遺構として残存している。残存している土塁の点群データと資料を基に、過去モデルの構築が可能である。一方、ベンチ等のランドスケープエレメントについては、消火栓や避雷針石柱等、一部が残存したいえるものの、ランドスケープデザインの観点から過去の配置図等が不足しているため、完全な過去モデルの再現は現在のところ不可能である。

周辺環境については、この地域の 1/10000 地形図が閲覧可能なため、LOD1 の精度であれば過去モデルの作成が可能である。

以上から本稿では、研究の第 1 段階として、「地形」及び「周辺街区」に絞った過去モデルの作成を行う。

4.2. 地形モデル

Fig.9 に、現状モデルのコンタ図に昭和 18 年の土塁の状況 7) (赤字) を重ね合わせたものである。中央部分で、一部の土堤が現存していることがわかる。また、完全に残存していなくとも、コンタ図からその形跡が読み取れることがわかる。これを参考に、過去モデル (1943) をモデル化した。

4.3. 周辺街区

周辺街区については、GIS を用いて、2014 年版の基盤地図情報 - 基本項目により作成した周辺街区マップ (Fig.9) を参考に、これと 1937 年版 1/10000 地形図から周辺街区マップ (Fig.10) を作成し、Revit により過去の周辺街区モデルを作成した (Fig. 11)。

5. CIM の活用による情報の一括管理化

本稿では、「地形」、「ランドスケープエレメント」、「建築物」、「周辺環境」と歴史的景観を 4 つの要素に切り分けて作成し、CIM に統合した。それぞれのモデルを CIM に取り込むことで BIM モデルに位置情報を参照して配置することができるほか、インフラのモデリングを詳細、

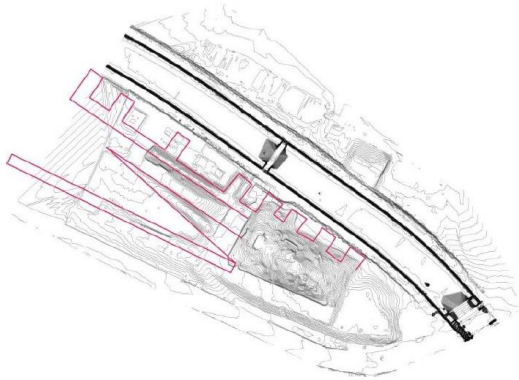


Fig.9 土塁の検討



Fig.12 過去モデル

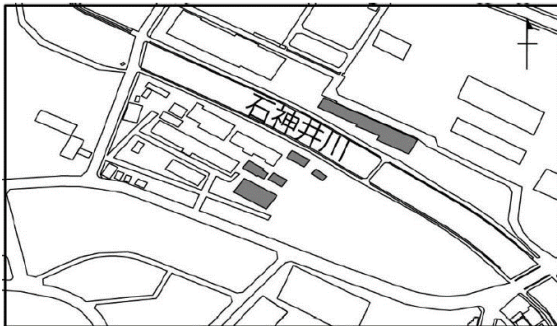


Fig.10 周辺街区マップ 2016



Fig.11 周辺街区マップ 1937

正確にモデリングすることができ、1つのプラットフォームに情報を集約し、忠実な歴史的景観の3次元モデルを作成することができた。(Fig.12)

また、歴史的遺構はすべてが同じ年に変化しているのではなく、1つ1つが別の年に変化をしてきたが、レビューソフト Navisworks を通すことで、各年代の景観を点ではなく線で確認することが可能となった。

6.まとめ

以上本稿では、点群データを含む地理空間情報を活用した歴史的景観について、「地形」、「ランドスケープエレメント」、「建築物」、「周辺環境」別々にモデル化した。過去モデルを作成するにあたり、現在モデルのソースとしている点群データと同じ制度の資料を揃えるのは

不可能であり、その他資料の精度も悪い。そこで本研究では、対象空間の切り分け、及び現状モデルを活用することによって過去モデルを構築した。3次元による詳細な現状モデルの作成は、その空間の履歴情報も読み取ることができ、歴史的建築物の動態保存の重要な資料ともなることが確認できた。一方、対象が広域であるため、データが散逸してしまっており、今後、歴史的景観を BIM や GIS に集約して管理する手法を構築していくことが今後の大きな課題である。

補注

City GML の LOD は、LOD1: 建築+高さ情報, LOD2: LOD1+屋根形状, LOD3: LOD2+外構 (開口部), LOD4: LOD3+室内としている。

謝辞

本研究は東京都板橋区教育委員会生涯学習課、株式会社 TOPCON 様の連携・協力のもと行われている。

【参考文献】

- 1) Caterina MORGANTI・中澤公伯・Cristiana BARTOLOMEI・加藤愛・坂本健：A Study on Preservation Method of Historic Buildings in Itabashi, Tokyo, Using BIM and GIS, 第42回情報システム・利用・技術シンポジウム論文集 pp220 - 223, 2018
- 2) 渡辺美幸・眞瀬寛人・深水彩花・中澤公伯：歴史的建造物の動態保存を目的としたBIMの活用手法に関する研究—歴史的建造物の特異性を考慮したBIMの応用に関する検討, 第44回情報システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.447-450, 2019
- 3) 細井大佑・中澤公伯・小林新・鳥潟佑樹：BIMを活用したランドスケープ・インフォメーション・モデリング, 第42回情報システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.181-191, 2019