

近代化遺産の保存再生のための BIM モデルの活用に関する研究 A Study on Application of BIM for Conservation and Creation of Industrial Modernization Heritage

○眞瀬 寛人*¹, 渡邊 美幸*¹, 中澤 公伯*²

Hiroto MASE*¹, Miyuki WATANABE*¹ and Kiminori NAKAZAWA*²

*¹ 日本大学大学院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 博士 (工学)

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

キーワード : BIM ; 近代化遺産 ; 歴史的建造物 ; VR

Keywords: Building Information Modeling; structure; environment; planning; information; VR

1. はじめに

1.1. 研究背景と目的

著者らはこれまで、歴史的建造物の保存再生に向けた BIM モデルの構築方法について検討を行ってきており¹⁾ ²⁾ ³⁾, 本報はそれに続くものである。

歴史的建造物は、地域の歴史的事象や文化を継承し、文化創造の核となる大きなポテンシャルを有していることから、地域資源の一つとして各地で重要視されている。しかし、動態保存の導入、現在の地域住民ニーズを反映したコンバージョンの推進が課題として挙げられる。このような背景の中、昨今では歴史的建造物の利活用を推進するために、VR や AR を使用したデジタルコンテンツを活用した新しい取り組みが進められている (文化庁 (2017))。これらのベースとなるツールとして、歴史的建造物においても建設業界で導入が進む BIM の導入が有効とされている。

本研究では、歴史的建造物の中でも、現存する近代化遺産を対象とし、実験設備や家具を含む複数年代の BIM 再現モデルを構築することで、歴史的変化がどの程度反映するかという観点から、BIM モデルに時間軸情報を付加させることを目的とする。

1.2. 既往研究と本研究の位置付け

本研究は、建造物の持つ歴史的事象から、BIM モデルに時間軸情報を付加させる BIM の新しい構築手法を検討したものである。著者らは、既往研究において近代化遺産における空間利用の変化に対し、BIM モデル構成情報とその変化を数値的に分析した。その結果、BIM 上で最も情報の変化が多かった BIM モデルは、特殊設備であったことが明らかになった³⁾。本報では、研究対象領域及び対象年代を拡大することに加え、特殊設備の具体的な変化が起こった位置と歴史的事象との関連性を検討したものである。

2. 研究方法

2.1. 旧理化学研究所板橋分所

東京都板橋区加賀公園内に現存する旧理化学研究所板橋分所は、1876年に明治政府が設置した初の近代的な火薬製造所として建設された。当該地で行われた諸研究が、現在の板橋区における産業の発展を象る場所として、2017年に国史跡に指定された³⁾。本研究では、現存する資料から過去の使用状況が確認できた E 棟に限り調査し、BIM モデル化を行った (図 1)。

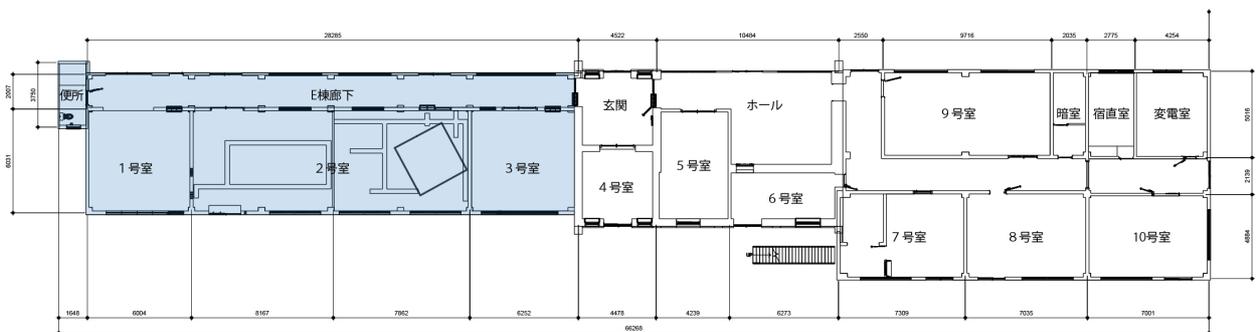


図 1 旧理化学研究所板橋分所 E 棟 : 平面図

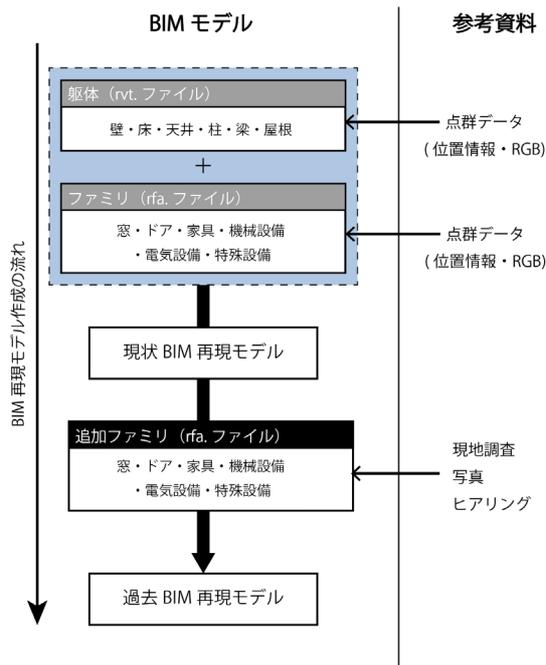


図2 BIM再現モデル作成の流れ

2.2. BIM 再現モデルの作成方法

BIM 再現モデル作成手順を図2に示す。本研究では2021年に測量した点群データ^{注1)}を用いてBIMモデルを作成した。点群データは、物体表面の位置情報と色彩情報を持っている点の集まりであり、見た目は3次元モデルである一方で、壁やドアといった属性に分かれていない。そこで、Autodesk社のReCap Pro 2022とRevit 2022を用いて点群データをトレースすることで、各属性情報を付加させたBIMモデルを作成した。点群より作成したBIMモデルを現在の建物と同じ状態に配置したものを“現状BIM再現モデル”とする。建築躯体そのものは旧陸軍板橋火薬製造所時代に竣工したものである。そこで、現状BIM再現モデルに、建造物使用者へのヒアリングや現地調査、写真を基に作成した実験施設や家具、什器を作成した‘追加ファミリー’を挿入することで、過去の姿を忠実に再現した。これを“過去BIM再現モデル”とする(図3)。

2.3. BIM 再現モデル対象年代と歴史的事象

本研究は、2015年・2005年・1996年・1981年・1966年の5年代を研究対象とした。対象敷地である旧理化学研究所板橋分所は、加賀藩前田下屋敷、旧陸軍板橋火薬製造所、そして理化学研究所板橋分所と、大きく3つの時代を有しているが、対象年代は全て理化学研究所板橋分所時代に属する。特殊法人理化学研究所が入所した1958年からの空間利用の変遷をまとめたものを図4に示す。図4より、各部屋が年代変化に伴い、用途変更があったことが分かる。

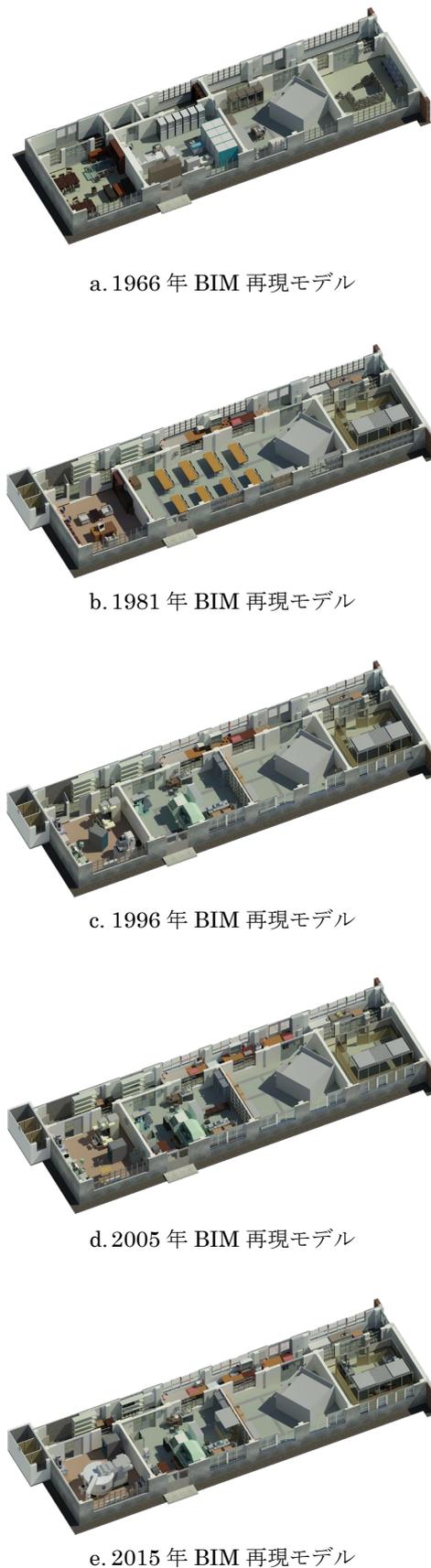


図3 過去BIM再現モデル

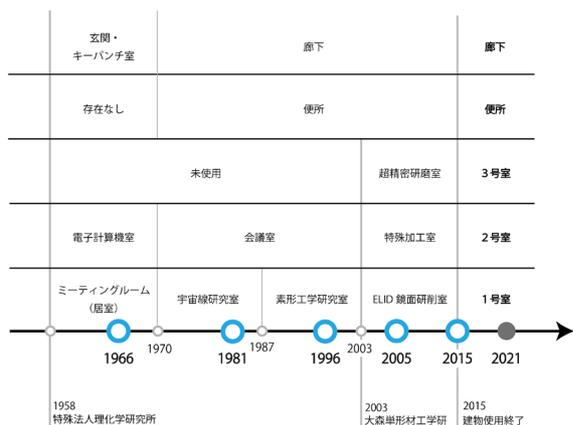


図4 旧理化学研究所板橋分所 (E棟) 空間利用変遷

2.4. 特殊設備

図4より、使用用途の変更が各部屋で見受けられる。これは、世相を反映した実験内容の変化に伴うものであり、実験で使用する特殊設備の種類や数もその都度大きく変化している。そこで本報では、近代化遺産の歴史的事象に大きく影響を受ける特殊設備に着目した分析を行った。複数年代間のBIM再現モデルの作成に伴った特殊設備のBIM上の変化は「設置」、「除去」、「移動」、「不変」の4種類であった。本研究では以上の4種類に着眼して分析した。BIMモデルの変化の様子を図5に示す。

2.5. BIMモデル変化量の発生位置

BIMモデルの変化量とその発生位置の関係性を明確にするため、研究対象領域を500×500mmのグリッドで分割し、特殊設備の変化が生じる箇所を考えた。グリッド内に存在した特殊設備の変化を種類別にして視覚化する(図6)。色の濃淡は変化量の大きさを示しており、色が濃いほど変化量が大きく、色が薄いほど変化量が小さいことを表す。また、表1は図6のグリッド数を年代別にしたものである。1マス分を1として、1マスに色が重なった場合、その重なり回数分の総計を算出した。

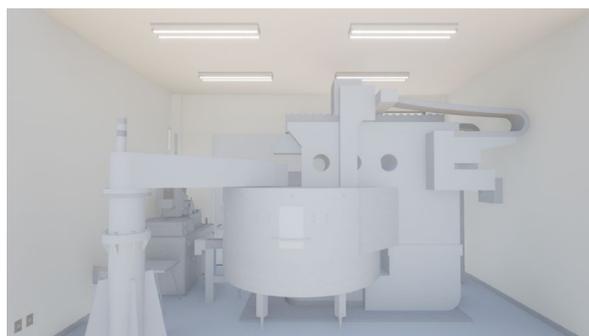
3. 結果と考察

3.1. BIMモデル変化量の位置関係と歴史的事象

図6は、各年代における特殊設備のBIM上の変化を「設置」、「除却」、「移動」、「不変」の種類別にその発生箇所を表したものであるが、これより、4種類の変化の中で、「設置」と「除去」が顕著であることが確認できる。また、部屋ごとに着目すると、特に1号室と2号室でBIM上の変化が盛んであったことが明確である。これは、1号室付近に搬入口の存在があるというシンプルな要因が関係している^{注2)}。以上より、搬入口の存在が特殊設備の搬入を容易にするため、歴史的価値の高い空間利用に関係する大きな変化に繋がっていることが判明した。



a. 2015年BIM再現モデル 1号室



b. 2015年BIM再現モデル 1号室

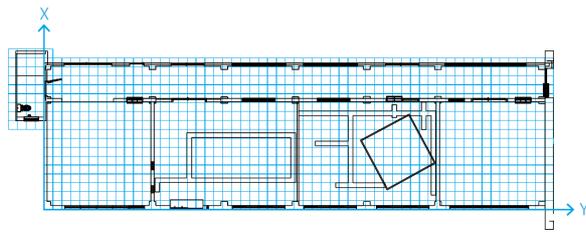


c. 2021年BIM現状モデル 1号室

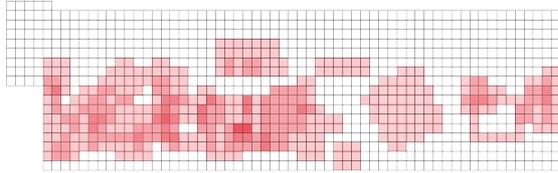
図5 BIMモデルによるレンダリング画像

3.2. 年代別BIMモデル変化量と歴史的事象

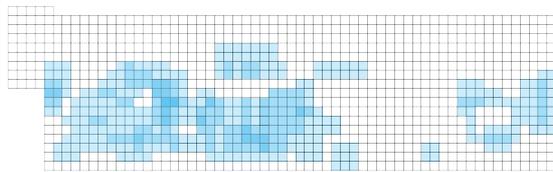
表1は、年代ごとのBIMモデル変化量を示したものであり、1966年:281, 1981年:121, 1996年:425, 2005年:233, 2015年:317, 2021年:287であり、1996年が最も多くの変化がみられることがわかった。これは、1981年から1996年代にかけて、宇宙線観測データ解析をはじめとする電子機器計算機の活用に関する研究からELID研削法による表面研削加工技術を中心とした研究内容に変わった^{注2) 5)}ことに起因していると考えられる。つまり、1996年における数値の向上は、歴史的価値の高い研究内容の変化に伴う、研究者や実験設備の変更によるものであることが証明された。



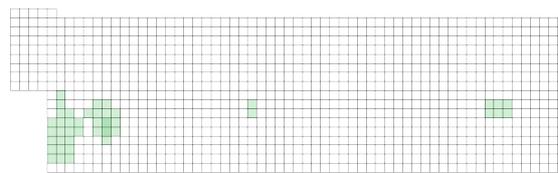
a. 平面図（グリッド線：500mm×500mm）



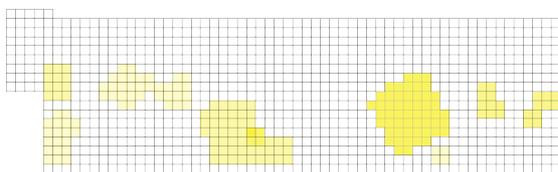
b. 設置



c. 除却



d. 移動



e. 不変

図6 BIMモデル変化量の位置関係

5. まとめ

以上本研究では、近代化遺産を対象としたBIMモデルに時間軸情報を付加させることを目的として、複数年代のBIM再生モデルを構築し、特殊設備の具体的な変化が起こった位置と歴史的事象との関連性を検討した。その結果、特殊設備に関する4種の操作の偏在と、関係する要因と結果から、歴史的事象との関係性を明らかにした。

本研究で対象とした旧理化学研究所板橋分所（E棟）では、実験設備である大型の電子計算機の小型化に伴い電気計算機の専有面積が減った結果、他の実験設備、工作機械の導入に結びついていた。一方で工作機械の導入は壁の破壊と再建をもたらした。これらの歴史的事象により、BIM再生モデルの変化は特殊設備の変化と躯体（壁）の一部変化が顕在化している結果となっている。

歴史的建造物の価値は、歴史的事象の反映の程度によ

表1 年代別BIMモデルの変化量

	1966年	1981年	1996年	2005年	2015年	2021年
設置	281	32	144	17	116	
除却		8	226	14	41	234
移動		4	2	19	19	0
不変		77	53	183	141	53
合計	281	121	425	233	317	287

り高まり、その部分の保存と顕在化が求められる。

現在、本研究の結果をもとに、各年代一つ一つのBIM再現モデルをデータのリンクするなど、BIMに時間軸の概念を導入した4次元化を進めている。この過程で、過去の姿のVRコンテンツの作成が来ているが、現状他のレンダリングソフトを経由しているため、経年変化における仕上げ材の‘劣化’をBIM上で情報管理する点において課題があげられる。そこで、今後の発展として劣化情報をBIMへ付加することで、VR化の自動化が可能になることが考えられる。歴史的事象との関連性の制度を向上させることで、歴史的建造物の今後の発展に少しでも寄与したい。

謝辞

本研究は、株式会社TOPCON、並びに東京都板橋区教育委員会生涯学習課の連携・協力により進められているプロジェクトの一部です。また、理化学研究所大森先生、坂田健板橋区長より有益な助言を得ました。

補注

- 1) 株式会社TOPCONが行った3次元点群測量を行った点群データを東京都板橋区より提供を受けた。
- 2) 当時の理化学研究者（大森氏）へのヒアリングによる。

【参考文献】

- 1) Caterina Morganti, Kiminori Nakazawa, Chisitiana Bartolomei, Ai Kato, Takeshi Sakamoto: A STUDY ON PRESERVATION METHOD OF HISTORIC BUILDINGS IN TABASHI, TOKYO, USING BIM AND GIS, 日本建築学会・情報システム技術シンポジウム第41回情報・システム・利用・技術シンポジウム2018, pp.220-223, 2018.12
- 2) 眞瀬寛人, 渡邊美幸, 中澤公伯: 近代化遺産の保存再生のためのBIMモデルの構築に関する研究 その1
- 3) 渡邊美幸, 眞瀬寛人, 中澤公伯: 近代化遺産の保存再生のためのBIMモデルの構築に関する研究 その2
- 4) 既存建築ストックの維持更新に向けたBIMによる設計図書電子化の検討, 日本建築学会技術報告集第20巻, 第45号, pp.795-798, 2014.6
- 5) 板橋区教育委員会: 近代化遺産群調査報告書, 2016
- 6) 理化学研究所(2018), “理化学研究所百年史”, <https://www.riken.jp/pr/publications/anniv/riken100/>参照 2021.09.29