

# サステイナブル・ビルディングにおける BIM の活用に関する研究

○末松 祐希\*<sup>1</sup> 宮崎 隆昌\*<sup>2</sup>  
中澤 公伯\*<sup>3</sup>

キーワード：サステイナブル・ビルディング BIM インテリアデザイン

## 1. はじめに

本稿は、近年注目されているサステイナブル・ビルディングの一例：既存建築物の用途転換（コンバージョン）において、BIM の効果について考察したものである。

産業革命以降、化石燃料をはじめとするエネルギー資源や物質資源を利用しながら、利便性や快適性の向上を目指してきた。近年、地球規模の環境問題が引き起こされ、注目されているのが「サステイナブル・ビルディング」である。中でも、建築躯体を残し、インフィルの改装により用途を転換し再利用するコンバージョンは、建築物の長寿命化と有効利用の面で非常に評価が高い。

一方、IT 化の遅れが指摘されているわが国の建設業界においても、昨今、BIM (Building Information Modeling) の速やかな導入と実践が叫ばれている。2次元図面の3次元モデル化が実現しているだけでなく、建物のライフサイクルデータベースとしての側面もあり、セキュリティ業界や IT 業界など他産業からの参入が予測されるなど、業界を根本から変化するものとして注目されている。しかし、現在のところ BIM の利活用は未だ黎明期にあり、どのような場面で活躍できるのか不明瞭な点が多い。

そこで本研究では、既存建築物の用途転換における建築設計において、BIM の利用がどのような影響を与えるのか整理するために、BIM の特徴と照らし合わせながら、コンバージョン事例 58 例をまとめるとともに、コンバージョン設計における BIM 活用シミュレーションを行い、その効果を検討することを目的としている。

## 2. サステイナブル・ビルディング

近年、サステイナブル・ビルディングの普及において、様々な手法が試みられている。例として、リノベーション、コンバージョン、リファイン、修繕・改修が挙げられる。どの手法も、既存建築物を活用し、行なう手法である。

本研究では、この中でも、建物の再利用だけでなく、用途を変換することで建物の新たな可能性を生み出すコンバージョンについて、建築ストック余剰時代を脱却するひとつの手法として着目した。

## 2-1. コンバージョン概要

コンバージョンは、既存の使われなくなった建物を用途転換する手法である。その特徴を整理すると、①建築資材、産業廃棄物の大幅な削減、②設計・施工の低コスト化、プロジェクト短縮などが挙げられる。

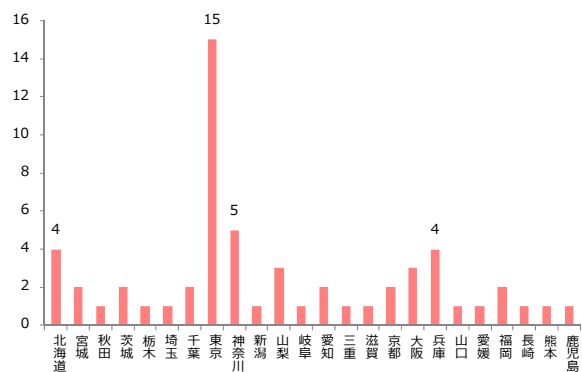


Fig. 1 所在地 (件)

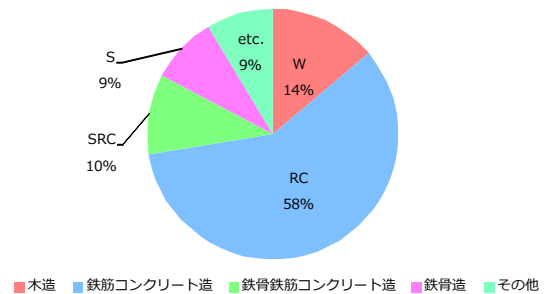


Fig. 2 建築構造の割合 (%)

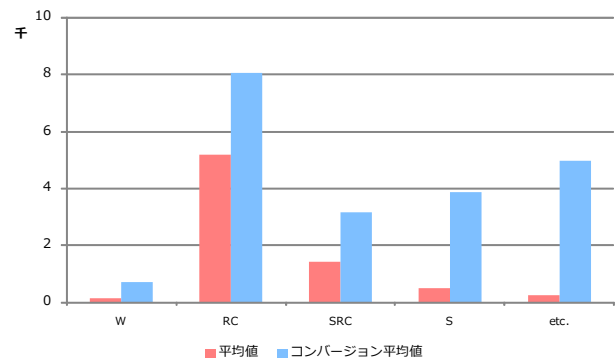


Fig. 3 構造別の延床面積平均 (m<sup>2</sup>)

## 2-2. コンバージョン事例調査

コンバージョン委員会により 2004 年に刊行された『建築コンバージョン事例集 100』を調査対象にした。

調査対象の建築作品データ抽出項目は、作品名／所在地／敷地面積・建築面積・延床面積／建築構造／用途／竣工年とする。

### (1) 所在地 (Fig.1)

今回調査した事例の中で、コンバージョンが最も多く行なわれていた都道府県は、東京都 (25%) だった。次に、神奈川県 (8%)、北海道・兵庫県 (6%) と続く。

### (2) 構造 (Fig.2)

最もコンバージョンが行なわれていたのは、鉄筋コンクリート造 (58%) だった。次いで、木造 (14%)、鉄骨鉄筋コンクリート造 (10%) だった。

### (3) 面積 (Fig.3)

平成 23 年建築着工統計調査報告による新築建物の延べ床面積の平均と調査対象の延床面積の平均を構造別に比較したところ、コンバージョンが行なわれている建物は規模が大きい。

### (4) 用途 (Fig.4)

コンバージョンの対象となる建物には、事務所 (26%) や学校の校舎 (24%) が多い。また、使われなくなった工場 (12%) や倉庫 (5%) も行なわれることが多い。元々住宅である建物がコンバージョンされる例は、2% と少ない。

一方で、コンバージョンにより転換された用途は、店舗 (19%) や病院や診療所 (5%) などが多かった。他に、マンション等へのコンバージョンが多く見られたが、居住目的だけでなく、店舗と結合している複合施設 (9%) であった。

### (5) 竣工年

既存建物は、主に 1960~1980 年代に建てられた建物であり、これらは 2001 年以降盛んにコンバージョンされている。また、コンバージョンの対象となる建物には経過年数ごとに要因がある。1~20 年 (24%) は用途の不適合、20~40 年 (28%) は設備の劣化、40~60 年 (2%) は建物の老朽化であり、60 年以上 (22%) 経過している建物は建物自体の文化財としての保存が目的と考えられる。

### (6) まとめ

得られた調査結果より、東京都心部における建設ラッシュからビルの供給過剰をきっかけにコンバージョンが普及したことが考えられる。また、用途の変更において、商業施設や病院、老人ホームなど、建物内部の「維持管理」が必要な建物へと変えられていることがわかった。

これらの事と、BIM の特徴から、プロジェクト全体を管理することが可能であり、建設工法の最適化を図れる BIM を利用することで、設計段階や管理の場面でより潤滑に作業を行なうことが可能である事から、コンバージョンに非常に有効である事が明らかである。

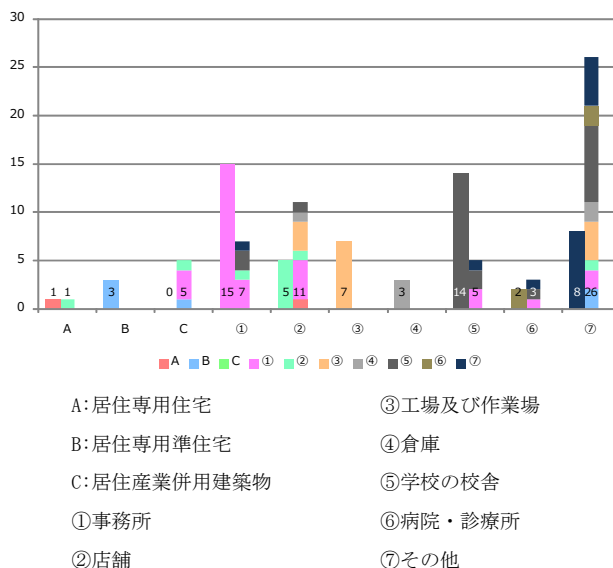


Fig. 4 用途の比較 (件)

Table 1 建物概要

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 名 称       | Hビル                  |
| 所 在 地     | 東京都某所                |
| 建 築 規 模   | 地上7階・地下1階・塔屋1階       |
| 施 工 年 月 日 | 昭和63年7月1日            |
| 建 築 構 造   | 鉄骨鉄筋コンクリート造          |
| 用 途       | 事務所・店舗               |
| 建 築 面 積   | 704.7m <sup>2</sup>  |
| 延 床 面 積   | 3703.9m <sup>2</sup> |
| 敷 地 面 積   | 1087.7m <sup>2</sup> |
| 容 積 率     | 340.50%              |

Table 2 対象フロア概要

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 1 階 床 面 積 | 678.6m <sup>2</sup>  |
| 2 階 床 面 積 | 664.4m <sup>2</sup>  |
| 延 床 面 積   | 1343.0m <sup>2</sup> |

Table 3 コンバージョン案

|         | A                    | B                   | C                   |
|---------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 用 途     | サービス業                | 飲食店                 | 集会場                 |
| 店 舗 規 模 | 1,2階                 | 1階                  | 1階<br>2階吹抜          |
| 床 面 積   | 1118.6m <sup>2</sup> | 426.1m <sup>2</sup> | 978.7m <sup>2</sup> |

### 3. コンバージョン設計における BIM 活用事例 (シミュレーション)

#### 3-1. 対象建築物

本研究の対象建築物は、東京都某所に立地する事務所ビル H ビルとする。Table1 に示すように、昭和 63 年に竣工した SRC 造建築物で、1 階が店舗、2 階以上が事務所の複合ビルである。この内、Table2 に示すように、1 階及び 2 階をコンバージョン設計の対象とした。既存建築物の 3 次元モデルを Fig.6 に示す。

#### 3-2. BIM 活用シミュレーション

H ビルの 1,2 階のコンバージョン仮想案 3 案を Autodesk Revit Architecture 2011 により 3 次元モデル化した。Table3 のようなコンセプトで 3 次元モデル化したものが、Fig.7 (モデル A)、Fig.8 (モデル B)、Fig.9 (モデル C) である。モデル A はエステティックサロン (サービス業) へ、モデル B はレンタルキッチン (飲食店) へ、モデル C は多目的コミュニティ (集会場) へのコンバージョンを設定した。

モデル A、モデル B、モデル C の変更後床面積はそれぞれ、452.4 m<sup>2</sup>、426.1 m<sup>2</sup>、637.2 m<sup>2</sup> で、このうち改築分は、853.3m<sup>2</sup> (63.5%)、317.8m<sup>2</sup> (46.8%)、1128.5m<sup>2</sup> (84.0%) で、床面積ベースでは C、A、B の順で改築費がかさむことが予測される。

#### 3-3. 部材情報による検討

Table 4~Table 8 は、既存モデル 1,2 階部分の全部材の部材情報と、モデル A、モデル B、モデル C のそれぞれの部材情報を示したものである。BIM の集計表を活用し、天井、床、壁のそれぞれに係る部材群ごとに、解体された部材の体積、存置された部材の体積、新規に改築された部材の体積を整理した。モデル A、B、C の改築分はそれぞれ、302.0m<sup>2</sup> (55.8%)、97.5m<sup>2</sup> (36.6%)、177.m<sup>2</sup> (32.8%) であり、3-2 の結果 (順位) と異なったものとなった。

### 4. 考察

コンバージョンの設計において、建て替えに比べて費用が安価であることが重要である。本研究で得られた結果により、2 次元 CAD での面積計算によりコンバージョン費用を検討するよりも、BIM を用いて 3 次元上で材料の体積により算出する方がより正確な情報を得られる事が可能である。

本研究では、天井、床、壁のみでの計算によるもので、詳細に分析するためには、ドアや窓など建具の費用のデータも必要である。

また、BIM で設計することにより、3 次元モデル化が可能であり、部材に情報を加えることにより、解体された部材、存置された部材、改築された部材が瞬時に表示することが可能と考えられる。

今後の研究課題として、比較対象の拡大化、情報の追

加を行ない、より実践に近い形でシミュレーションを行い、更なる可能性を見出すことを目指している。

以上より、コンバージョン設計において、BIM を手法として取り入れることで、サステイナブル・ビルディングの更なる発展を期待したい。

Table 4 既存部材情報 (m<sup>3</sup>)

| 天井   |      |      | 床     |      |       | 壁     |       |       |
|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1FL  | 2FL  | 合計   | 1FL   | 2FL  | 合計    | 1FL   | 2FL   | 合計    |
| 28.5 | 33.3 | 61.8 | 105.6 | 99.8 | 205.4 | 131.9 | 142.3 | 274.2 |

Table 5 モデル A 部材情報

|    |     | A              |       |                |       |                |       |
|----|-----|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|    |     | 解体             |       | 既存             |       | 新規             |       |
|    |     | m <sup>3</sup> | %     | m <sup>3</sup> | %     | m <sup>3</sup> | %     |
| 天井 | 1FL | 15.9           | 55.6% | 12.7           | 53.4% | 11.1           | 46.6% |
|    | 2FL | 30.7           | 92.4% | 2.5            | 7.5%  | 31.1           | 92.5% |
|    | 合計  | 46.6           | 75.4% | 15.2           | 26.5% | 42.2           | 73.5% |
| 床  | 1FL | 49.8           | 47.2% | 55.8           | 50.9% | 53.8           | 49.1% |
|    | 2FL | 77.5           | 77.6% | 22.4           | 27.1% | 60.2           | 72.9% |
|    | 合計  | 127.3          | 62.0% | 78.1           | 40.7% | 114.0          | 59.3% |
| 壁  |     | 128.2          | 46.7% | 146.0          | 40.7% | 212.9          | 59.3% |
| 合計 |     | 302.0          | 55.8% | 239.4          | 39.3% | 369.0          | 60.7% |

Table 6 モデル B 部材情報

|    |     | B              |       |                |       |                |       |
|----|-----|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|    |     | 解体             |       | 既存             |       | 新規             |       |
|    |     | m <sup>3</sup> | %     | m <sup>3</sup> | %     | m <sup>3</sup> | %     |
| 天井 | 1FL | 16.1           | 56.4% | 12.4           | 45.8% | 14.8           | 54.2% |
| 床  | 1FL | 42.8           | 40.5% | 62.8           | 48.5% | 66.8           | 51.5% |
| 壁  |     | 38.6           | 29.2% | 93.1           | 69.1% | 41.6           | 30.9% |
| 合計 |     | 97.5           | 36.6% | 168.3          | 57.8% | 123.1          | 42.2% |

Table 7 モデル C 部材情報

|    |     | C              |       |                |        |                |       |
|----|-----|----------------|-------|----------------|--------|----------------|-------|
|    |     | 解体             |       | 既存             |        | 新規             |       |
|    |     | m <sup>3</sup> | %     | m <sup>3</sup> | %      | m <sup>3</sup> | %     |
| 天井 | 1FL | 22.1           | 77.5% | 6.4            | 41.7%  | 9.0            | 58.3% |
|    | 2FL | 0.0            | 0.0%  | 33.9           | 100.0% | 0.0            | 0.0%  |
|    | 合計  | 22.1           | 35.8% | 40.3           | 81.7%  | 9.0            | 18.3% |
| 床  | 1FL | 39.0           | 36.9% | 66.6           | 54.8%  | 54.9           | 45.2% |
|    | 2FL | 80.6           | 80.7% | 19.3           | 38.8%  | 30.3           | 61.2% |
|    | 合計  | 119.6          | 58.2% | 85.8           | 50.2%  | 85.2           | 49.8% |
| 壁  |     | 35.8           | 13.0% | 238.4          | 75.8%  | 76.1           | 24.2% |
| 合計 |     | 177.5          | 32.8% | 364.5          | 68.2%  | 170.30         | 31.8% |

Table 8 部材数

|    |     | 構造  | 天井 | 床  | 壁   | 建具 | 衛生設備 | 家具  |
|----|-----|-----|----|----|-----|----|------|-----|
| 既存 | 1FL | 59  | 19 | 16 | 73  | 23 | 9    | 134 |
|    | 2FL | 59  | 12 | 6  | 44  | 14 | 11   | 244 |
|    | 合計  | 118 | 31 | 22 | 117 | 37 | 20   | 378 |
| A  | 1FL | 60  | 16 | 16 | 61  | 26 | 14   | 76  |
|    | 2FL | 59  | 9  | 7  | 59  | 26 | 17   | 57  |
|    | 合計  | 119 | 25 | 23 | 120 | 52 | 31   | 133 |
| B  | 1FL | 59  | 18 | 17 | 53  | 37 | 14   | 86  |
|    | 2FL | 59  | 12 | 6  | 44  | 14 | 11   | 244 |
|    | 合計  | 118 | 30 | 23 | 97  | 51 | 25   | 330 |
| C  | 1FL | 59  | 17 | 17 | 66  | 18 | 6    | 116 |
|    | 2FL | 59  | 11 | 5  | 43  | 9  | 11   | 17  |
|    | 合計  | 118 | 28 | 22 | 109 | 27 | 17   | 133 |

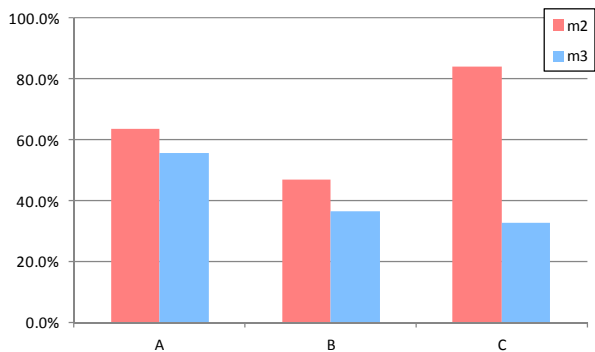


Fig. 5 既存建築ビルに対する解体面積 (m<sup>2</sup>), 解体体積 (m<sup>3</sup>) の割合 (%)

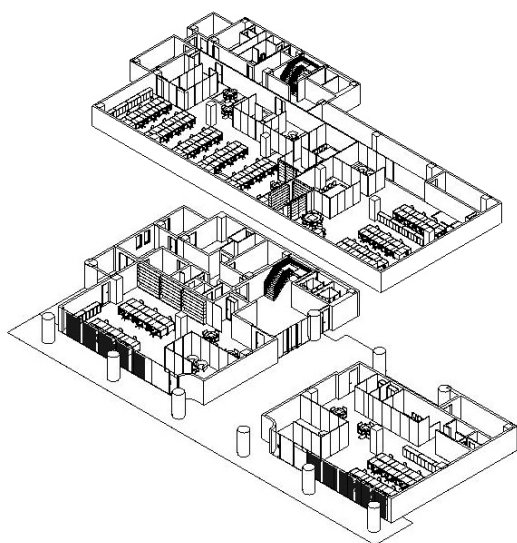
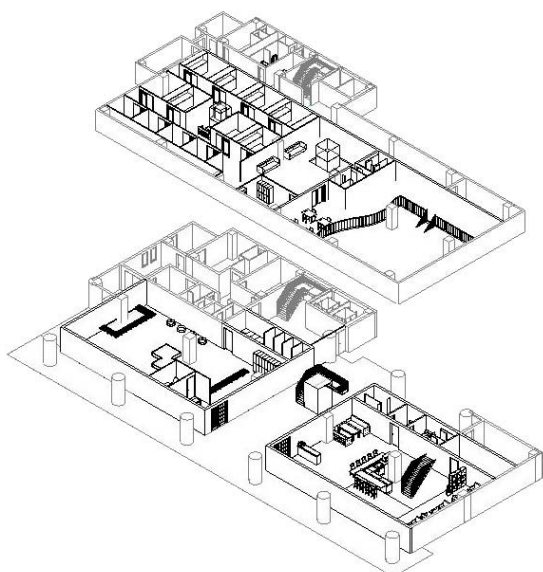
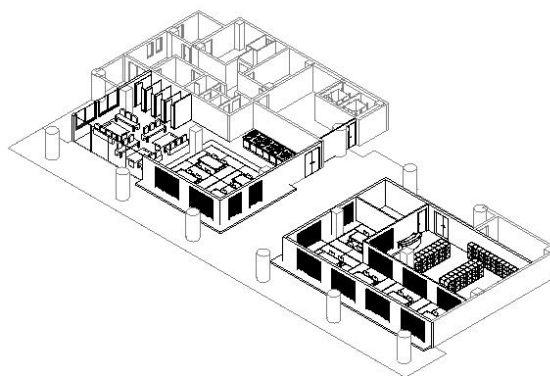


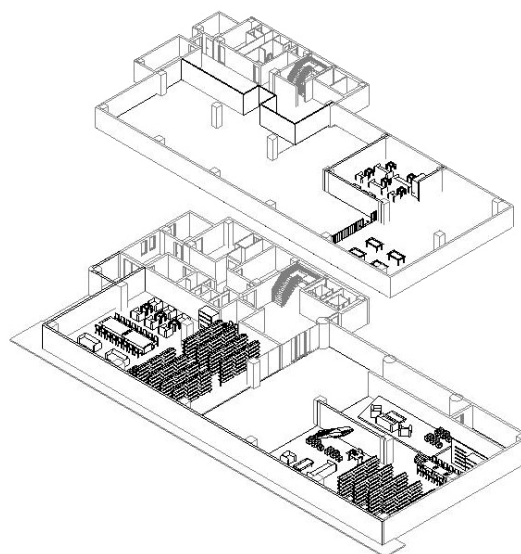
Fig. 6 既存モデル (3D)



■ 既存 ■ 新築  
Fig. 7 モデル A (3D)



■ 既存 ■ 新築  
Fig. 8 モデル B (3D)



■ 既存 ■ 新築  
Fig. 9 モデル C (3D)

[参考文献]

- 1) 岩松俊哉: 建築環境・都市環境に関わる持続可能性, 159p, 2010.03
- 2) 山梨知彦: 業界が一変する BIM 建設革命, 日本実業出版社, 256p, 2009.01
- 3) 吉川充: 建築業界変革論, 経営者新書, 幻冬舎, 166p, 2012.01
- 4) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室: 官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトについて, 建設マネジメント技術, pp25-28, 2011.12
- 5) 松村秀一: 建築コンバージョン事例集 100, テツアダー出版, 2004.06
- 6) 井松志郎: コンバージョン [計画・設計] マニュアル, 大日本印刷, 2004.03

- \*1 日本大学大学院生産工学研究科建築工学専攻  
 \*2 日本大学生産工学部創生デザイン学科 教授 工博  
 \*3 日本大学生産工学部創生デザイン学科 准教授 博士(工学)