

# BIM を補完する 建築オープンソフトウェア環境

ユーザシステム開発部課長 森谷 靖彦

Keyword : BIM, 3次元CAD, ラビッドプロトタイピング, 3D スキャナ, 3D プリンタ, タブレット端末, スマートフォン

## 1. はじめに

2009年に日本への上陸が始まったBIM（Building Information Modeling）も、いよいよ普及期を迎え、大手ゼネコンや組織設計事務所を中心にBIMソフトウェアの導入が加速し、実務実績も多く聞かれるようになった。

BIMは、建物の3次元モデルにさまざまな属性情報を保持することが特徴である。建物3次元モデルをデータベースとして利用し、建築計画から施工、維持管理まで建物のライフサイクル全般にわたって建物情報の一元管理を行う試みがなされてきた。

しかし、建築の各フェーズで必要となる情報や精度がそれぞれ異なることや、すべての情報を3次元モデルに持たせることでデータ容量が肥大し、パフォーマンスの低下が問題となるなど、多くの課題も見えてきた。加えてBIMソフトウェアは一般に高価で操作も難しく、導入と習得に多くの時間とコストがかかる割に導入効果が見えにくいということも本格的な普及の妨げとなっている。

このため、最近では統合的な“大きなBIM”から、設計のフェーズごとにさまざまなツールと連携して作業を進めるなど、“BIMの分化”が試されるようになった。

## 2. 従来型CAD環境への回帰

こうした中、ハンドリングの軽快な従来型CADの利用が見直されている。

設計図とは、建物という3次元物体を、平面図・立面図・断面図、あるいは透視図等の2次元図面として表現することである。図面を描くということは、リアルな3

次元物体をバーチャルな2次元図面へ座標変換している作業であると言える。このとき、図面を描くという行為自体に必要なのは、BIMではなく操作性の良いCADなのである。

### 2.1 建築2次元CADソフトウェア

建築用の2次元CADソフトウェアで最も普及しているものは、フリーソフトとして長い歴史を持つJw\_cadであろう。Jw\_cadの歴史は古く、1990年にDOS版のフリーソフトウェアとして公開され、NIFTY-Serveの建築フォーラム（FARCHI）で多くのユーザの意見を取り入れながら改良を続け、1999年からはWindows版へと移行し、現在もバージョンを重ねている<sup>1)</sup>。

これまで、Jw\_cadは一貫してフリーソフトウェアとしての立場を堅持し、より使いやすく利用者本位の進化を続けてきた。いまや、建築業界でその名を知らない者はいないほどに普及し、いくつかの自治体では、このJw\_cadを標準CADと位置づけ、さまざまな公共工事でこれを活用している。Jw\_cadが、建築設計者に支持され利用され続けているのは、ひとえにその軽快な操作性にあると言える。さらにJw\_cadには、これまでにネット上の有志の方々の手による膨大な量の部品集やサンプルデータというノウハウが蓄積されており、使い方がわからなければ、コミュニティサイトに参加して質問をすれば、すぐに誰かが回答してくれる。そして本屋に行け

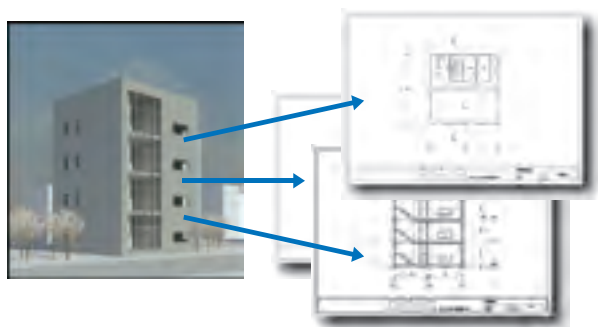


図1 動画を用いてJw\_cadの操作方法を説明した書籍の例(1)

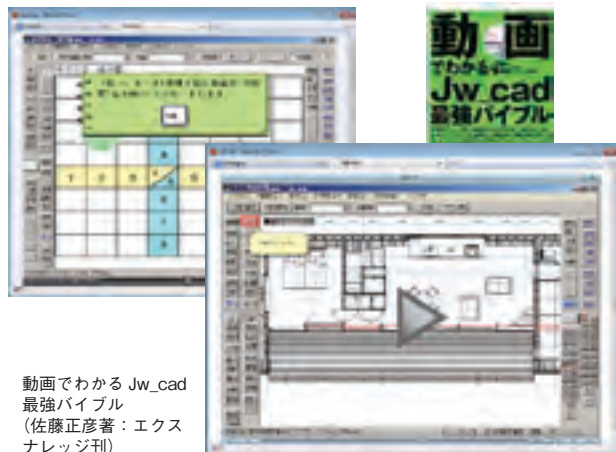


図2 動画を用いてJw\_cadの操作方法を説明した書籍の例(2)

ば、多くの解説本を手にすることができる。解説本の中には、ソフトウェアのインストールから実施図面の書き方まで、すべてナレーション付きの動画で解説したものもあり、まるでマンツーマンのレッスンを受けているような感覚でJw\_cadの操作を学習することができる。このようにサポート環境が充実していることは、初心者には心強い<sup>2)</sup>。

## 2.2 建築3次元CADソフトウェア

Jw\_cadは、フリーソフトウェアとして誰でも無料で自由に利用できるということが、その普及を加速させたが、2次元CAD同様に、3次元CADソフトウェアにも無料で利用できるものはいくつか存在する。このうち、建築デザイン用として多くのユーザの支持を集めているのが、SketchUp（スケッチアップ）というソフトウェアである<sup>3)</sup>。

SketchUpは、米国Google社が無料で提供し、全世界に普及した3Dデザインツールである。元々は、米国@Last Software社が開発と販売を行っていたソフトウェアだったが、Google社が同社を2006年3月に買収し、すべての権利を引き継いだ。その後2012年4月、Google社はSketchUpを米国Trimble社に売却したことを発表し、現在はTrimble社からSketchUpという無料版と、SketchUp Proという有料版の2つ製品が提供されており、世界中に数百万人のユーザがいると言われている。



図3 SketchUpのダウンロードサイトと紹介動画（YouTube）

## 2.3 ソフトウェアライセンス

Jw\_cadもSketchUpもともに無料で利用できるオープンソフトウェアとして公開されている。

Jw\_cadは、その公式サイトで「このプログラムはフリーソフトウェアです」と謳っており、著作権の定義に則った使用条件を遵守することで、誰でも無料で利用することができる。

SketchUpも同様に、その配布サイトには「誰でも使用できる直感的で楽しい無料アプリケーション」と書かれており、ダウンロード時に表示される「Google

SketchUp ライセンス」に同意することで、誰でも無料で利用することが可能だ。

BIMと銘打った高価なCADアプリケーションソフトウェアが建築CAD市場を席巻する昨今であるが、用途を限定すればこれらの無料ソフトウェアが、非常に有効なツールとして活用できる。

## 3. 建物点検ツールとしての3次元CAD

SketchUpは、主として水平・垂直線で構成される建物の作図などにおいて、プッシュ/プルと呼ばれるツールに代表される感覚的な3Dモデリングを得意とする。たとえば、2次元図面として描画した設備配管図等において、特定の配管を3次元化して表現することも簡単にできる。これは、煩雑でわかりづらい設備配管図などを明示的に視覚化することができ、ビルオーナー等クライアントに設備メンテナンスの説明を行う際などに非常に効果的である（図4）。

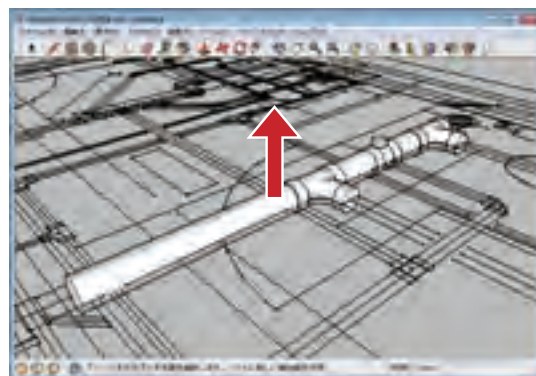


図4 SketchUpのプッシュ/プル機能による配管の3次元化イメージ

### 3.1 3次元化による隠れた部分の可視化

地中埋設物など、普段は見えない部分を可視化する際にも、3次元化は有効だ。2次元図面に書かれた数値だけでは把握しづらい状況に置かれたものでも、3次元化してさまざまな角度から対象物を確認することで、工事の段取りや作業工程の確認などに大変役立つ。作業者にこの画面を使って工事手順の説明を行えば、現場作業のスピードアップと同時に、事故の予防効果も期待できる（図5）。

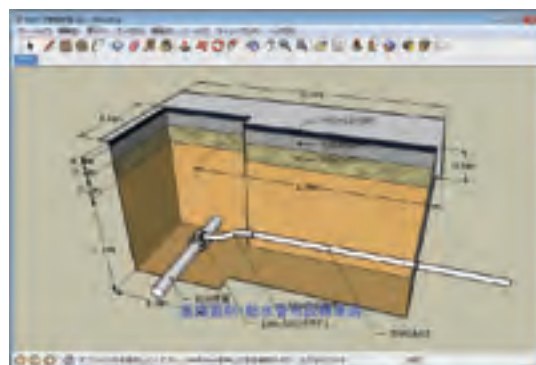


図5 地中埋設物の3次元化モデルイメージ



SketchUp のプッシュ / プル機能は、マウス操作で簡単に対象物の3次元化（立体化）ができることが魅力であるが、もちろん市販 CAD のように数値入力による正確なモデリングも可能である。数値入力を用いれば、メーターユニットなどの複雑な設備機器も正確にモデリングできる。さらに SketchUp の“X線”機能を利用すれば、まるでレントゲン撮影したように機器内部の様子が透けてモデリングされ、設備機器や建材等の点検に有効に活用できる（図6）。

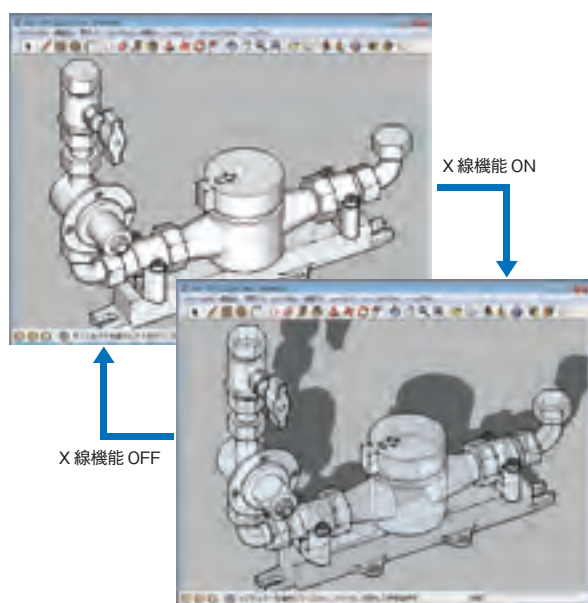


図6 SketchUpのX線機能を用いたモデリング例

SketchUp のモデルは、サーフェス系のポリゴンモデルであり、市販のソリッド系3次元 CAD ソフトウェアと比べると簡易ではあるが、レンダリングにより擬似曲面のモデリングも可能である。SketchUp の軽快な操作感は、データ量の大きな BIM モデルでは難しい、細かなモデリング作業などに有利であり、配電盤など電気設備の詳細なモデリング作業には最適である（図7）。



図7 SketchUpの詳細部品のモデリング例

また、テクスチャマッピング機能の面白い利用方法として、設備機器設置時に機器内部の写真を撮影しておき、これをモデリングデータに貼付けることで、点検時に対象物を分解することなく内容物の確認を行うこともできるようになる。こうしたちょっとしたアイデアも、日常点検業務の効率化に貢献できると考えられる（図8）。

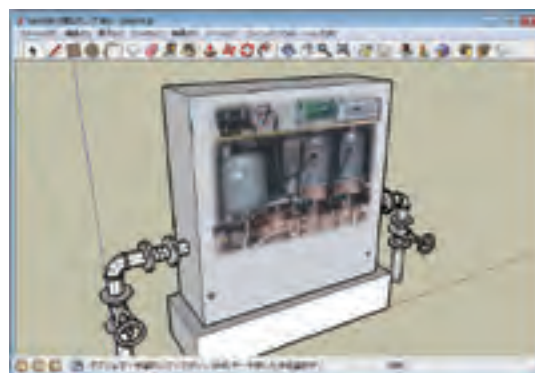


図8 SketchUpのテクスチャ機能を用いたモデリング例

反対に、大きなエリアの作図についても、3次元化することで、新たな視点を発見することができる。

たとえば、建物竣工後は通常目に触れることのない消火設備の配管経路なども、フロアごとに分断された部分的な表現ではなく、建物全体を俯瞰することで、点検業務の効率化を図ることが可能だ。

こうした普段は見えない部分の可視化により、建物の全体像を把握することが容易になり、特に設備機器の点検業務に携わる技術者への研修などで3次元モデルデータを利用することで、視覚的な理解を促進し教育効果の向上も期待できる（図9）。

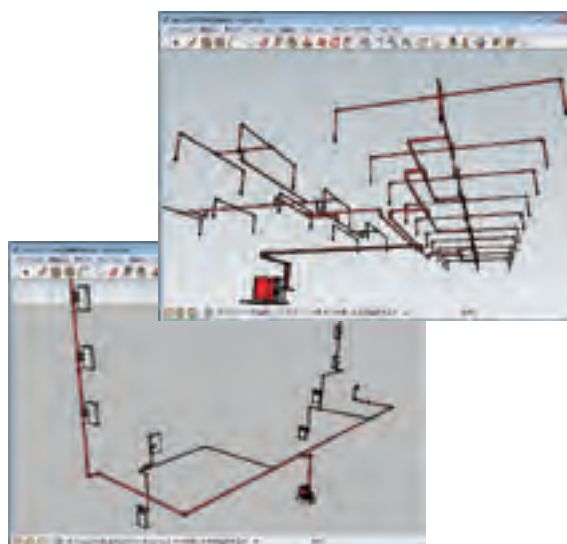


図9 建物全体の粉末消火設備配管図イメージ

### 3.2 建築3次元CADの教育利用

3次元 CAD は、教育現場での利用も効果的だ。たとえば木造の継手や仕口など複雑な形状を説明する際も、3次元モデルを効果的に利用することにより、全方位か

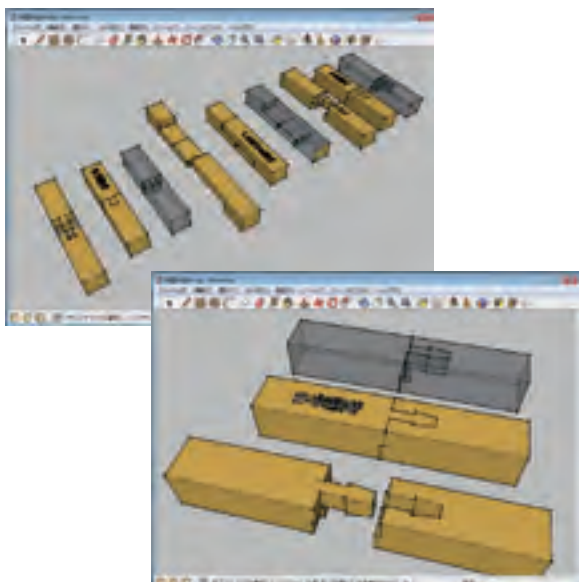


図10 3次元 CAD による継手の学習教材例

ら物体の形状把握を行うことができ、より短時間での学習効果が期待できる（図10）。

さらに SketchUp は誰でも無料で利用することができるため、主催者側のコスト負担が少なく、受講者側も自宅で予習や復習ができるなどメリットが大きい。

実際、SketchUp を設計製図演習などの授業に取り入れている建築系の大学や、新人研修等で採用している設計事務所もあると聞かすが、なかには SketchUp や Jw\_cad などの厳選フリーソフトを利用してゼロコスト設計を提案するというユニークなコンセプトを掲げる“CAD の学習塾”も存在する<sup>4)</sup>。

## 4. ラピッドプロトタイピング

ラピッドプロトタイピング（rapid prototyping）は、主に製造業の製品開発において用いられる試作手法であるが、BIM および 3 次元 CAD を活用することにより、建築業界でもその手法が試されるようになった。

### 4.1 3D スキャナと 3D プリンタ

3D スキャナという装置を使うと、大きな建築物や構造物を、まるごと 3 次元のデジタルデータとしてコンピュータに取り込むことができる。この装置は、建物などの対象物表面にレーザー光を当て、その反射を利用して対象物までの距離を測定するしくみで、スキャンした対象物を「点群」と呼ばれる 3 次元座標データとして記録する（図11）。

点群データは、計測する対象物の大きさやスキャン精度にもよるが、一般的な規模のビルの場合、数百万～数千万点の膨大な 3 次元座標点の集合として記録される。

データ量が膨大なため、これまではパソコンレベルの機器で扱うことが難しかったが、昨今の PC の高性能化に加え、CAD ソフトの技術進歩によって、今までより



図11 3D スキャンの実施風景（左が 3D スキャナ本体）

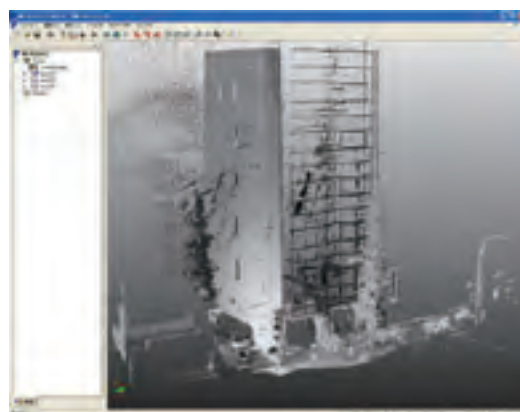


図12 3D スキャナでスキャンした点群データ

も簡単に扱えるようになってきた。点群データは、一見すると白黒写真のように見えるが、実は膨大な“点”の集合体である（図12）。

最近では、スキャナに内蔵されたデジカメで対象物の色情報を同時に取得し、カラー写真のような色つきの点群データを生成する 3D スキャナも登場し、さらに応用範囲が広がった。また、これまでは正確な 3 次元データの作成には測定の知識が必須であったが、GPS（Global Positioning System）を搭載した 3D スキャナが開発され、比較的容易に点群データを作成できるようになった。

さらに最近では、3D プリンタも普及価格帯に入ってきた。3D プリンタは、プラスチックや粉末材料を使って、正確な 3 次元模型を作成する装置である。これまでは数百万円程度の製品が一般的であったが、手のひらサイズの模型を出力する小型の 3D プリンタであれば、数十万円程度で入手できるようになった。

### 4.2 タブレット端末への対応

これまでの CAD ソフトは、ワークステーションや高性能 PC など、ハイスペックなハードウェア環境で利用するのが常識であったが、最近はスマートフォンやタブレット端末など、軽量でコンパクトな情報端末上で動作するものが登場し始めた。

これらのツールは、3 次元モデルの閲覧を主たる目的



とするもので、その多くはモデリング機能を有していない。しかし、フリーソフトとして無料で提供されているものが多く、こうしたオープンソフトウェアを活用して建物点検業務などの ICT 化を促進し、業務の効率化が期待されている（図13）。



図13 スマートフォンでの3次元 CAD データ閲覧イメージ

このように、3D スキャナで建物全体を3次元モデル化し、その点群データを3次元 CAD でモデリングして3D プリンタで出力、あるいはタブレット端末やスマートフォンに転送して建物点検業務に持ち出すという一連の流れを高速化し、製造業のラピッドプロトタイピングにならった活用を行うことで、建築業界の労働生産性は大きく改善されるであろう。

こうしたツールは今後も進化を続けると考えられ、今、我々はその活用方法を具体的に考える段階にあると言える。

## 5. 今後の展望

建築設計業務で CAD が一般的に利用され始めたのは、1980年代後半とされる。これは PC の普及時期と重なり、多くの建築設計技術者が PC とともに CAD の導入を始めた。しかし、当時の CAD はあくまでも手書き図面の清書用としての利用にとどまり、CAD 本来の目的である、コンピュータによる設計支援（Computer-Aided Design）とはほど遠いものであった。利用される CAD も2次元 CAD が中心で、紙への出力に重点が置かれたものであり、その後20年余りこうした状況が続いた。

一方、自動車や機械などの製造業でも建築業界と同時期に CAD の導入が始まったとされるが、こちらは当初から3次元 CAD の導入を進めてきており、1990年代

に発明された CAD / CAM（Computer-Aided-Design / Computer-Aided Manufacturing）の発達により、製造業はその労働生産性を飛躍的に向上させることになる。

CAD の導入による生産性の向上という観点では、製造業に大きくおくれを取った建設業界であるが、ここに来て BIM（Building Information Modeling）という概念が登場し、建設業界でもさまざまな取り組みが始まった。

こうした中、JFMA（公益社団法人日本ファシリティマネジメント協会）の BIM・FM 研究部会では、BIM と FM を連携することで、FM を高度化することを目的とし、「BIM・FM ガイドライン」の策定と新たなビジネスモデルの構築を目指している。シンガポールでは、2013年から段階的に建築確認申請に BIM を導入し、2015年には床面積5,000m<sup>2</sup>以上の建物に対して BIM による電子申請を義務付けることを決定した。これは、政府が BIM ソフトウェアやハードウェア、加えて教育にかかるコストを還元しているために実現できることである。

日本においても同様の政策が期待されるが、その動向に注目していきたい。

### 〔謝辞〕

本稿の執筆に当たり、横浜 CAD 設計<sup>4)</sup>の佐藤正彦氏に多くの有益な情報と、図4～10までの貴重なデータをご提供頂いた。ここに謝意を表す。

### 〔参考文献〕

- 1) Jw\_cad のページ <http://www.jwcad.net/>
- 2) 佐藤正彦：動画でわかる Jw\_cad 最強バイブル，エクスナレッジ刊，ISBN978-4-7678-0999-1
- 3) Trimble SketchUp Web サイト <http://www.sketchup.com/intl/ja/index.html>
- 4) 横浜 CAD 設計 Web サイト <http://www.yokohama-cad.co.jp/>



もりや やすひこ  
森谷 靖彦

ユーザシステム開発部課長  
データベース系システム、CAD システムおよび「たまた箱シリーズ」の開発、各種提案、ソフトサービス業務などに従事  
一級建築士、宅地建物取引主任者、CASBEE 建築・不動産評価員、CALS/EC インストラクター、二級知的財産管理技能士

## Synopsis

### Open Construction Software Environment to Supplement BIM

**Yasuhiko MORIYA**

We are finally beginning to see the spread of BIM (Building Information Modeling), a concept that first made its appearance in Japan in 2009, and the introduction of BIM software, mainly by major general contractors and architectural firms, is accelerating, with more and more examples of practical application being reported.

BIM is characterized by its ability to retain various types of attribute information in a 3D model of a building. The 3D model of the building is used as a database and has been applied in attempts to realize centralized management of building information throughout the entire building life cycle from the architectural design phase to construction and maintenance management.

However, a number of problems have become apparent including differences in the information and precision required at each phase of construction and degraded performance due to increasing volumes of data resulting from the inclusion all information in a 3D model. Moreover, BIM software is generally expensive and difficult to operate, necessitating considerable time and costs at the introduction and learning stages, all for benefits that may be difficult to perceive, and this is a stumbling block in the process of fully-fledged dissemination .

For these reasons, in a move from the large integrated BIM, experiments are now being conducted into BIM differentiation including the implementation of tasks using various tools linked to specific design phases.