

建築デザイン教育における建物情報モデル（BIM）の 活用に関する考察

Study on the Utilization of Building Information
Model(BIM) in Architectural Design Education

小	室	晴	陽	齊	藤	徹
Haruhi		KOMURO		Toru		SAITO
川	崎	剛	義			
Takeyoshi		KAWASAKI				

北翔大学生涯学習システム学部研究紀要
第 12 号 (2012)

建築デザイン教育における建物情報モデル（BIM）の 活用に関する考察

Study on the Utilization of Building Information
Model(BIM) in Architectural Design Education

小 室 晴 陽 齊 藤 徹
Haruhi KOMURO Toru SAITO
川 崎 剛 義
Takeyoshi KAWASAKI

1. はじめに

本研究は、近年建設業界の設計業務の分野において普及し、その活用が本格化し始めている BIM（Building Information Model）について、建築デザイン教育における活用の可能性を考察しようとするものである。

一般にBIMとは、建物本体や設備・家具、材質、敷地や法規制、価格など、建物の3次元形状データはもちろんのこと個々の要素の属性や相互の関係性を保持した3次元の建築情報モデルのことである。BIMの代表的な基幹システムとなるアプリケーションソフトには、ハンガリーの建築CADソフトウェアメーカー、グラフィソフト社が開発したArchiCADや米大手のCADメーカーのオートデスク社のAutodesk Revitなどがある。また、純国産のBIMソフトとしては、福井コンピューター社のARCHITRENDが挙げられ、特にこのソフトは木造住宅の3次元設計における機能が充実している。コンピュータを用いて建築設計をする場合（CAD設計）、従来の方法では、手描きによる製図と同様に平面図や立面図・断面図などをそれぞれに独立して別々に作図する。すなわち各図面間のデータは連動しておらず整合性がとれていないこともあった。しかしながらBIMソフトによる設計の場合は、基本的に図面データはすべて連動している。BIMソフトによる設計の概念は、中身を含め対象となる建物の3次元データを属性情報も含めて丸ごと作成し、そこから平面図や立面図・断面図などを切り出して表示（作成）しようというものである。BIMによる建築設計は、コンピュータ上で仮想の建築物を構築しながら設計する手法である。建物の3次元データが意味を持った部位の集合体として構築されているのであるから、建物の中身を様々に解剖しながら見せるなどして、建物そのものを理解するための道具としても援用可能なはずである。本研究ではそうした側面から建築デザイン教育への利用可能性について考えたい。

筆者らは、平成19～21年度の間、文部科学省からの委託事業として「社会人の学び直しニ

ズ対応教育推進プログラム（建築CAD/CGトレーニング講座）」を北翔大学北方圏学術情報センターを主会場として実施してきた。それを通じてAutodesk Revitが使用できる環境も構築して、Autodesk Revitの体験講座やBIMに関する講演、先進事例調査等を行ってきた。本研究では、筆者らが企画し実施してきた社会人向けのBIMの講演会や米大手設計事務所での先端的なBIM使用事例調査を紹介しつつ、建築デザイン教育における建物情報モデル（BIM）の活用について考察を行う。BIM専用アプリケーションソフトのオペレーション教育としてではなく、特に、建物の仕組みや空間構成、そのものを理解する道具としての活用法について、考察を深めようとするものである。



写真1 BIM体験セミナーを実施 (2009.3.12)



写真2 BIMに関する講演会を開催 (2009.11.2)

2. 実務におけるBIMの使われ方

2-1. 建築業界におけるBIM利用状況

建築業界におけるBIMの活用実態について、日経BPコンサルティング/ケンブリッツがまとめた“BIM活用実態調査レポート2011年版 (2011年2月1日発行)”から簡単にまとめておきたい。

・BIMが日本の建設業界で話題になり始めたのが2007年ころであり、2009年には後に日本のBIM元年と呼ばれるほどBIMを導入する企業が急速に増えた。

・2010年9月の調査（517件回答）では回答企

業の3分の1でBIMは導入済みで、BIMは単なるCG作成のツールではなく、建設業の生産性を向上させるツールとして普及が進むと企業は捉えている。

・BIMに対する考え方や経験として、「BIMび活用能力は企業の競争力だと思う（32%）」「今、ビジネスで成功するためにはBIMは重要だと思う（26%）」。BIM導入の利用として

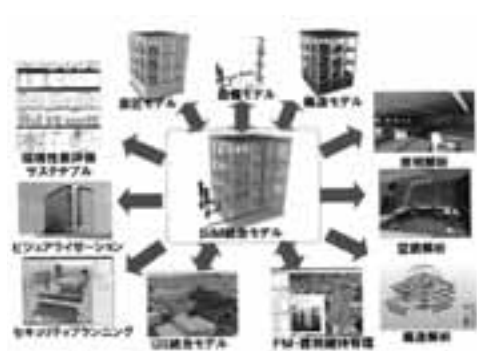


図1 BIM概要 (BIM活用実態調査レポートから引用, IAI日本)

2008年調査と2010年調査の比較では、「業務の効率化（23%→45%）」「CGパースなどのプレゼンテーションのため（68%→38%）」となっている。

・BIMを活用している作業では、「意匠設計のプレゼンテーション（81%）」「空間利用計画の検討（55.6%）」「部材の3次元干渉チェック（39%）」「設計内容のチェック（32%）」であった。

・BIM導入企業（171社）中のソフトの保有率をみると、ArchiCAD（46%）、Autodesk Revit（40%）、Vectorworks（18%）であり、BIM関連ソフトの保有率では3ds-Max（32%）が目立っている。また、BIM導入意匠設計事務所（62件）のBIMの評価内容としては、「3Dでの設計可視化によるコミュニケーションや理解度の改善（76%）」「図面間の整合性が取りやすくなった（34%）」「施主の設計・施工への参画によるコラボレーションが可能（23%）」が挙げられる。

2-2. 事例1：米大手設計事務所における利用例

サンフランシスコにある米大手設計事務所hok San Francisco（正式企業名：HELLMUTH OBATA + KASSABAUM）を訪問し3次元CADやCG、BIMの利用状況について、デザイナーや技術担当へのインタビューやスタジオ見学を行った。訪問者は、小室晴陽、浅井貴也、川崎剛義の3名、先方の参加メンバーはMario Guttman氏（Senior Vice President）、Paul S. Woolford氏（Senior Vice President, Director of Design）、Lee Miller氏（Associate）、Travis R. Schmiesing氏である。平成21年3月20日（金）午前10時00分～午後12時00分に行った。以下、要点をまとめる。

・hok社（正式企業名：HELLMUTH OBATA + KASSABAUM）は、世界25ヶ所に事務所を持ち、クライアント2,300件を有する、世界最大規模の大手設計事務所である。

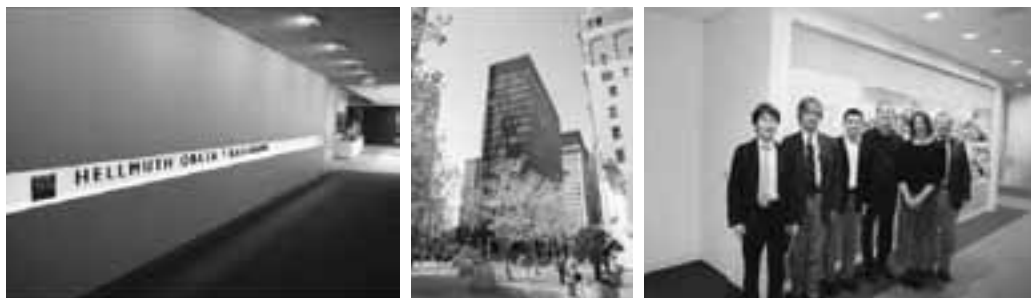


写真3～5 hok社サンフランシスコ事務所にて

【基本手法・見せ方の手法】

- ・建築物はAutodesk Revitにて作成し、周辺（外構など）は3ds-Maxにて作成している。
- ・フォトリアリスティックは変更できないと（クライアントに）感じさせる事が多いため、あえて絵画調に修正してプレゼンテーションする事が多い。
- ・CGの画像にもシナリオを持たせ、クライアントに分かりやすいプレゼンを心がけている。
- ・建築物を隠してしまう手前側の樹木を、半透明グラデーションで表示させ、建築物を見せる手法を用いている。

- ・BOXを用いて建築物内部を表現し、要素を明確にする手法を用いている。
- ・コの字型、ロの字型の建築物の場合、影となる部分にカメラを配置することになるため、手前側が暗く、奥側が明るい表現となる。これは、通常の“手前が明るく、奥に行くに従って暗くなる”表現と逆になるため、慎重が必要である。

【設計について】

- ・物件1件についてプロジェクトを組み、チームメンバーが設計を開始。この時、物件ごとに事務所内のレイアウトも変更される。プロジェクトが終了するとチームは解散し、新プロジェクトに再編成される。
- ・Auto CAD, Autodesk Revit, 3ds-Max, Mental Ray, Rhinoceros, Photoshop等のソフトウェアを使用している。3Dモデリングは主にAutodesk Revitと3ds Maxで行っている。
- ・現在注目しているソフトウェア：SketchUp, ArchiCADは使用していない
- ・紹介されたHokの事例：新ドーハ国際空港（カタール）、サンフランシスコ中心部に建設予定の高層ビル、サンマテオ市の住宅地区と商業地区、サンフランシスコ観光センター（旧造幣局）、ハワイ気象庁など
- ・Hok社内で3Dモデリング、レンダリングを行っており、製作に関する外注は行っていない。
- ・従来の手法よりも3次元画像を作成することにより一般の人でも完成形を理解しやすくなる。
- ・建物だけではなく環境やシチュエーションを提案することで実際の使用例が想像しやすくなる。
- ・デザイナー間の共通理解を容易にするためにビジュアライゼーションを行っている。
- ・写實的、リアルなもの、水彩やスケッチ風の表現方法などをクライアントの好みやタイプによって使い分けている。また時には混在させる。
- ・写實的なリアルさは時に判断を狭めてしまうため、表現方法を選択する場合には十分注意している。
- ・ビジュアライゼーションと同時に革新的な環境に対するソリューションの提供を心がけている。
- ・3Dモデルをもとにイラストレーションや写真画像等を付け加え完成させている。
- ・ビジュアライゼーションは3Dモデルやイラストレーション等を使い、実際の使用される光景を想像させることができる。人物が不在でも、存在感が伝わるようなストーリーを設定し、クライアントとのコミュニケーション時には有効である。
- ・通常、4、5枚の画像を約1週間で仕上げている。



写真6～8 hok社サンフランシスコ事務所にて

- ・ビジュアライゼーションは、建築設計プロセスの一部になっているためビジュアライゼーションのためだけの製作ではない。
- ・アニメーションを使ったプレゼンテーションも行っている。レンダリング専用マシンと社員のコンピュータを夜間使用している。
- ・720ピクセル×480ピクセルの画像を9分でレンダリングし、プレゼンテーション時に30fpsで1000フレーム程度を作成している。

2-3. 事例2：ArchiCADについて

筆者らはArchiCADに関する講演会を企画し、平成21年3月12日、15:50～17:00『ArchiCADを利用したBIMによるワークフロー -ArchiCADによるバーチャルモデリングの実際』と題して、Building Information Modelingという新たな方法についての講演会を北方圏学術情報センターで開催した。講演者は、グラフィソフトジャパン株式会社の飯田貴氏である。以下飯田氏の講演内容をまとめる。

まず、ArchiCADとは3次元に特化したBIMがコンセプトであり世界80ヶ国で使われ特にヨーロッパではもっともポピュラーなCADである。コンピュータ内に仮想の建築を作り上げ、平面図、断面図、仕様書などと双方向の情報共有があり入力変更は図面からでも可能となるソフトである。現在の設計作業では図面作成の間で違うソフトを使うことにより作り直し、変換などの作業が起こりデータ、時間のロスがうまれる。バーチャルビルディングとは「コンピュータ内に仮想の建築」を作り上げる。それにより平面図、断面図、仕様書などと双方向の情報共有があり入力変更は図面からでも可能となる方法である。ポイントとして「モデル、図面、数量表をほぼ同時に作り上げていく」「プレゼンテーションから基本設計、実施設計へのファイル連動させる」「スケールと図面標記の連動」などが行えるCADである。ArchiCADの効果としては「クライアント、設計者、施工者間の情報共有」「施工過程のロスを未然に防ぐ」「設備CADや構造のデータ、構造解析データも入れ込みが可能」「流体、温熱、環境シミュレーション（CASBEE）が可能」「3Dプリンターにはきだすことで模型が簡単に作成できる」などを紹介した。

また、事例紹介として「Build Live Tokyo 2009というBIMの普及を目的としたインターネット上の架空コンペ」の紹介や「フランク・ロイド・ライトのプロジェクト（50年前の無人島開発計画が中断されたものをオリジナルの図面を使い再度計画するプロジェクト）」「メルボルンのコンベンションセンター（大規模プロジェクトの事例）」「スイスのスタジアム」「中国のオリンピックテレビ塔」「ロシアの赤



写真9 ArchiCADに関する講演から2009.3.12

の広場のリッツカールトン」などを挙げた。引き続き飯田氏には「バーチャルモデリングの実際」として小室晴陽との質疑応答を行い、小室からは「教育機関にとっての ArchiCAD とは基本的に建築が出来る人が使うソフトである為、学生に使わせるには難しいが、建築とはどういうものかという説明に使うには機械や設備などのデータも全て含んでおり、適当なソフトではないか」とのコメントを述べた。

2-4. 事例3：Autodesk Revitについて

前記と同様に筆者らは Autodesk Revit に関する講演会を企画し、平成21年11月2日17:00～18:10、「RevitによるBIM設計の実際とMaxとの連携によるビジュアライゼーション」と題して、株式会社オートデスクソリューションコンサルタントの長瀬純氏に講演していただいた。会場は北方圏学術情報センターポルトである。コンピュータで設計することがあたりまえとなり、コンピュータでなければできないようなデザインや複雑な構造計算を必要とする中でできた新しいBIMという考え方について、また Autodesk Revit についての講演である。以下要点をまとめる。

・BIMという考え方の背景についてまずご説明したい。現在の建築業務においての課題として改正建築基準法により申請内容の変更が認められず申請作業量が増加していることは建築業務に携わっておられる皆さんも実感していることと思う。また、サステナブルデザインという環境に配慮した設計を視野に入れなければいけない世の中になっている。Autodesk社は1982年に発売した2次元CAD、AutoCAD Version1.0から25年以上の歴史を持っている。ソフトは格段に進歩したものの設計・施工業務に携わる様々な設計者や技術者がそれぞれに膨大な枚数の製図が必要なことには変わりがない。また、今までの2次元のCADでは作れないデザインの建物やコンピュータだからこそ可能となる作業、構造計算などが出てきている。

・以上のような背景で出てきたのがBIM = Building Information Modeling（建物情報モデル）である。計画の情報を一元的に管理し、必要な情報を必要な時に付加し用途に合わせて活用する。線画の情報だけでなく材料の分量や面積、また環境シミュレーションなどすべてを一元管理するシステムであり Autodesk がBIMソフトとしてリリースしているのが Autodesk Revit である。通常の設計手順である2D製図を行わずにまず、建物の部材・機器を配置して3Dを作成し「平面図」は水平断面、「立面図」は側面、「断面図」は垂直断面にするものである。データーの関連付けにより例えば「ドアのある壁を削除するとドアも削除される」や「階段の段数を減らすと上階の床や壁の位置も自動的に変わる」など変更が容易にできる。

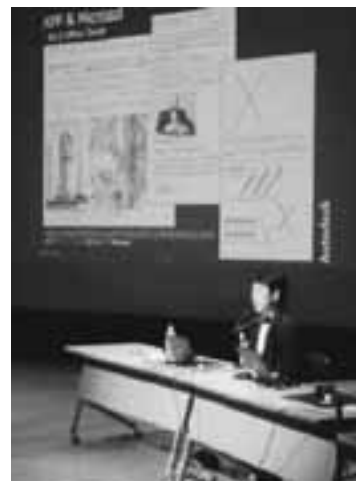


写真10 Revitに関する講演から
2009.11.2

・日影ソフトADS（生活産業研究所㈱）との連携やGoogle Earthから地理情報を取得することで環境シミュレーションに活かせる。Revitで作ったものをGoogle Earthに貼り付けることで施主がAutoCADやRevitを持っていなくても確認してもらえる。Wind Perfect（㈱環境シミュレーション）との連携では3次元熱流体解析を設計に反映することができる。その他Autodesk Ecotect（日本未発表）での日影・日射・照明・音響シミュレーションやAutodesk Navisworksで4Dプランニング、干渉チェック、ビジュアライゼーションに活用することもできる。dwg, dxf書き出しもできる。意匠設計だけでなくRevit Structure（構造設計者のためのRevit構造計算ソフトとの連携もできる）やRevit MEP（電器・給排水衛生・空調そのためのRevit）もあり意匠・構造・設備で情報を共有することができる。Revitを実際に使用した例としてNew YorkのOne World Trade Center-Freedom Towerなどを紹介した。最後に大手建設会社が設計施工をした横浜の病院建設のプロジェクトにおいてRevitを使用した各部門担当者の感想をビデオ上映して長瀬氏の講演を締めくくった。

3. 考 察

前述したようにBIMソフトによる設計の概念は、中身を含め対象となる建物の3次元データを属性情報も含めて丸ごと作成し、そこから平面図や立面図・断面図などを切り出して表示しようというものである。コンピュータ上に仮想の建築物を3次的に構築するもので、建物の3次元データが意味を持った部位の集合体として構築されているのであるから、建物の中身を様々に解剖しながら見せるなどして、建物そのものを理解するための道具としても援用可能なはずである。そうした側面から建築デザイン教育への利用可能性について考えたい。そこでの視点は、BIM専用アプリケーションソフトのオペレーション教育としてではなく、特に、建物の仕組みや空間構成、そのものを理解する道具としての活用である。

また、BIMが関係者相互の意思疎通の道具として利用され、効果的かつ適切にその計画案の意図するところが相手に伝達されているか、誤差少なく適切に相手に伝えるにはどの程度のBIMによるCG画像を作成していくべきか、について検討していくことも重要なことと考える。

3次元CADであるBIMは、設計図面の作成や修正に大きな威力を発揮し、効率的でかつ間違いの少ない製図作業を手助けしてくれる。しかし、BIMの利点はそうした図面作成の効率性にだけあるのではなく、中身の詰まった3次元の仮想建築がコンピュータ上に構築させるのであるから、空間把握・仕組みの理解・3次元思考支援といったさらに多くの可能性を持っている。BIMによる設計は3次元表示が容易となるが、建築空間を3次元CGで表現する場合、建物をいかに本物に近くリアルに見せるかということだけではなく、建物の各部位をコンピュータ上で分解・加工し空間の特性・機能性を抽象化して3次的に表現して、その建築空間のもつ特質を理解する手助けさせるということも重要であり有効な利用方法の一つであると

思われる。例えば、表現上邪魔となる部位をワイヤーフレームで表示したりあるいはゾーニング図や動線図を色分けして重ね合わせたりするなどのさまざまな表現方法が容易であり有効であると思われる。ひとたびBIM上に建物を作成してしまえば、その建物を分解して自分なりに加工し中身を確かめ見ることができる、知識として蓄えやすいように自分自身の情報に加工することができる、ということもBIMによるデータ化の大きな利点の一つである。

従来、ある建物のありようとその特色を把握するために、建築雑誌や図面集等の解説文・図面・写真などからその空間の状況を頭に描いてみたり、あるいは模型を作るなどしたりして建物を立体的に把握しようとしていた。また可能であれば現地に行って自分の目で見てあるいはその建物を撮影したVTRを見て、視点の動きの中からその空間のありようを確認しようとしていた。今後は、BIMを用いて建築空間の特色を理解する手法が建築デザイン教育の場でもより積極的に利用されていくと思われる。その方向の一つとしては、いかに現実感をもって仮想体験するかということと、もう一方には単にリアルさを求めるといったものではなく空間の機能や特質あるいは構造的・環境的な特性、設備的な仕組みの状況をわかりやすく可視化し3次元で表現するなど、科学や工学分野におけるCGを用いた可視化技術のような方向での利用が有効であると思われる。

本研究は、平成22～23年度北翔大学北方圏学術情報センター研究プロジェクトへの研究助成を受けて実施された。

参考文献

- 1) 日経BPコンサルティング/ケンブラッツ, BIM活用実態調査レポート2011年版, 2011年2月1日発行
- 2) 山梨知彦, 業界が一変するBIM建設革命, 日本実業出版社, 2009年2月1日発行
- 3) 小室晴陽ほか, 平成21年度社会人の学び直しニーズ対応教育推進プログラム委託事業成果報告書(職能団体連携によるデザインプレゼンテーション, ビジネススキル向上プログラム), 2009年3月