

建築 CAD 教育における BIM 導入に関する実践

Practice Report of Introducing BIM in Architectural CAD Education

渡辺 宏二¹

Koji Watanabe²

要旨

建築・建設業界では、CAD から BIM/ CIM への転換が図られてきているが、大学教育で BIM の導入が進んでいないと言われている。国際文化学部デザイン文化学科の建築 CAD 教育では、以前より CAD ソフトを使い BIM 的な考え方に沿って授業を運営してきたが、諸般の事情から本格的な BIM ソフトを導入することになった。アプリケーションソフトとして Graphisoft 社の ArchiCAD を選定し、今までの授業プログラムを修正して学科主専攻授業「3D-CAD」を実施した。学生の反応は概ね良好であったが、BIM を利用するには今までと比べより建築の基礎知識の理解が肝要であった。

キーワード: 建築デザイン教育, CAD, BIM

Keywords: Education of Architectural Design, Computer Aided Design, Building Information Modeling

1. はじめに

建築・建設業界では、ここ 10 年程の間に ICT (Information and Communication Technology) ツールとして CAD (Computer Aided Design) から BIM/ CIM への転換が図られてきている。筆者が所属する国際文化学部デザイン文化学科では学科の前身である芸術工学部の時代から独自の建築 CAD 教育を実施してきた。特に BIM という呼称はされておらず、一般的にプレゼンテーション機能の建築 CAD 教育が主流だった頃より、建築情報のプラットフォームとして CAD を位置付け、2D (2 次元)製図よりも 3D (3 次元)モデリングをベースにして、CAD ソフトを使用しながらも BIM 的な思考によるモデルの構築とデータの利活用を授業の中に盛り込んできた。

2018 年度秋学期より諸般の事情により、コンピュータ教室に今まで授業で使用してきた CAD ソフトのインストールができなくなり、BIM ソフトを導入することになった。BIM ソフトの選定、授業プログラムの見直し、授業運営、学生の反応の変化などについて述べる。

¹ 東海大学国際文化学部デザイン文化学科, 005-8601 札幌市南区南沢 5 条 1 丁目 1-1 ; E-mail: watanabe(a)tokai-u.jp

² Department of Design and Culture, School of International Cultural Relations, Sapporo Campus, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan; E-mail: watanabe(a)tokai-u.jp

2. BIM について

BIM (ビム) は Building Information Modeling の略称であり、土木の分野では CIM (Construction Information Modeling/Management) と称される。国土交通省による官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドラインでは「コンピュータ上に作成した 3D の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築することをいう」と定義しており、また、米国建築家協会では「プロジェクト情報データベースに連動したモデル技術」と定義している。一般には企画～基本設計～施工～維持管理にいたる建築情報を 3D 形状モデルと種々の属性情報を統合したデータベースとして構築し、ライフサイクルにおいてそのデータを管理・利活用するものとして理解されている。

BIM のコンセプトの源流には諸説あるが、米国ジョージア工科大学の C.M. Eastman が発案した「ビルディングインフォメーションモデル」に由来するともいわれておりアメリカが発祥である。日本では 2009 年に機運が高まり「日本における BIM 元年」と呼ばれ、翌年には国土交通省が官庁営繕事業において導入の開始が宣言された。それまで国土交通省は建設業界の ICT 化で 1995 年頃から「建設 CALS/EC」を推進してきたが、現在では設計情報構築に関して技術的には BIM ベースに置き換わっている。

国土交通省では、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入する i-Construction (アイ・コンストラクション) を進めており、平成 30 年に閣議決定された「未来投資戦略 2018」においては i-Construction を建築分野にも拡大する方針とともに、官庁営繕工事における施工 BIM 等の施工合理化技術の活用の試行、BIM ガイドラインの改定等について示された。

日本国内では BIM の普及のために様々な試行がおこなわれている。今までの建築業界における ICT 化が設計分野を中心におこなわれてきたが、施工工程における手戻りが大幅に削減されると期待されていることも影響して施工分野からの利用推進要請が強いと言われている。

BIM は技術的には CAD の延長上にあるが、図形处理的な利用を中心としている CAD とは異なり、最初から 3D 設計環境で、諸々の属性を含んだパーツ化された部品を組み立てて図形と属性を一体化したデータベースを構築し、3D モデルから 2D 図面を抽出して作成することでモデルに追従した設計図書の抽出・管理が可能になっている。2D 図面と 3D モデルが必ずしも連動しない状況にあった CAD モデルに対して、BIM モデルでは修正が関係する部分全てに自動反映され、図面間の整合性を保てるのが大きな特徴である。

3. デザイン文化学科における CAD 教育と BIM 導入の経緯

元々、東海大学国際文化学部デザイン文化学科の空間デザイン系の ICT 教育は、学科の前身となった芸術工学部建築・環境デザイン学科時代からの資源を受け継いでいた。2D 製図アプリケーションソフト Jw_CAD によるコンピュータ建築製図、3D スケッチアプリケーションソフト SketchUp 等によるコンピュータモデリングを経て、3D 対応の建築設計支援アプリケーションソフト Vectorworks による建築情報の属性管理と高度活用を目指していた。特に高度活用においては、2000 年頃から当時まだ一般的とは言えなかった 3D モデリングをベースにして図形处理的な利用法だけでなくデータベース機能を使った積算やアルゴリズムックデザイン入門的なプログラミング処理などを授業の中に盛り込んできた。Vectorworks には本格的な BIM

機能を搭載した Architect バージョンがあるが、授業で使用しているのは BIM 専門の機能を有しない Fundamentals バージョンである。BIM の普及が始まる以前から CAD ソフトを使用して BIM の考え方にそった授業をおこなってきた。

デザイン文化学科が授業で使用するコンピュータ教室では 2018 年夏季期間の機器のリプレースがおこわれた。コンピュータの OS のバージョンアップに伴うアプリケーションソフトのバージョンアップの必要性や、更には学科で所有していた Vectorworks のバージョンでグラフィック描画のシステムとして必須だった Apple 社の QuickTime for Windows の開発中止によって生じたネットワーク脆弱性に伴うコンピュータ教室からの同システムを排除する方針から、Vectorworks の継続的利用が困難となり、建築の企画設計における ICT の応用的利活用を目指した授業「3D-CAD」で利用するアプリケーションソフトの変更を余儀なくされた。CAD ソフトは各種検討の対象にしていたが、今までの授業運営の方向性を維持するために、本格的に BIM ソフトを導入する移行策をとることとした。

BIM ソフトの選定には、以下の 4 種類の日本国内における主要な BIM ソフトを検討対象とした。

- ・ AandA 社 Vectorworks Architect バージョン
- ・ Graphisoft 社 ArchiCAD
- ・ Autodesk 社 Revit
- ・ 福井コンピュータアーキテクト社 GLOOBE

この内、教育機関向け及び学生向けの無償版提供サービスをおこなっていることで、ArchiCAD と Revit に絞り込み、BIM と同義とされるバーチャルビルディングのコンセプトによって初めて開発されたアプリケーションソフトであること、直感的な操作体系を持っていること、学生個人向けの無償提供サービスを利用する際にサポートの必要性が少ないと考えられることを評価して、Graphisoft 社の ArchiCAD を採用した。

4. 授業プログラムと運用と学生の反応

ArchiCAD を導入して運用する 2018 年度秋学期の学科授業「3D-CAD」(100 分/コマ/週×2 コマ×14 週)では、前述の建築の企画設計における ICT の応用的利活用を目指すという観点から授業スケジュールを表 4.1 の様に定めた。

表 4.1 授業スケジュール

回数	授業内容	回数	授業内容
1	空間設計と CAD/CALS/BIM、基本操作	8	造形的応用モデリング演習
2	BIM と作業手順-1: 基本設定	9	プログラミング入門演習(ArchiCAD_GDL)
3	BIM と作業手順-2:1 層部モデル構築	10	軸組モデルの部材集計・積算演習
4	BIM と作業手順-3: 上層部モデル構築	11	住宅設計演習課題-1: 設計エスキース
5	BIM と作業手順-4: 図面抽出	12	住宅設計演習課題-2: モデルデータの入力
6	建築空間モデリング演習	13	住宅設計演習課題-3: 図面抽出とレイアウト
7	軸組構造モデリング演習	14	住宅設計演習課題-4: まとめ

全 14 週の授業の内、第 1 週目から第 5 週目までは BIM と作業手順の理解に充てた。第 1 週目は教科書購入が間に合わないため Graphisoft 社が無償提供するチュートリアル形式のテキスト「ArchiCAD Magic」の一部やクイックリファレンス資料を使って基本的操作の理解に努め、第 2 週目から第 5 週目までは教科書として購入した鈴木裕二他著, エクスナレッジ社「ARCHICAD 21 ではじめる BIM 設計入門 [企画設計編]」に沿って標準的な作業手順を理解した。

第 6 週目から第 10 週目までは課題演習として、安藤忠雄設計の「住吉の長屋」の建築モデリング、2 階建小住宅在来軸組の構造モデリング、応用的な造形モデリング方法の演習の他、ArchiCAD が持つプログラミング機能「GDL (Geometric Description Language)」を使ったプログラミング入門演習、データベース集計機能を使った軸組モデルの部材集計・積算演習をおこなった。部材集計・積算演習では ArchiCAD の出力データファイルを Microsoft Excel を使って処理し、アプリケーションの連携も経験した。

第 11 週目から第 14 週目までは学習の仕上げとして独立住宅の設計課題を実施した。当初計画では、学生が並行して履修している建築設計演習授業「空間デザイン A」の授業前半で課題提出している独立住宅の課題作品をデータ入力し設計変更を課す予定であったが、今年度の「空間デザイン A」のスケジュールでは未だ住宅設計課題が提出されていない状態だったため、急遽、エスキースの時間を取って指導をおこなった。結果的には「空間デザイン A」の課題エスキースの一端を担うこととなった。エスキースには専用のグリッド用紙を準備して標準的なサンプルを示し、最終的な図面化された PDF 形式のデータとして、エスキースに準じた出力が得られるよう指導した。

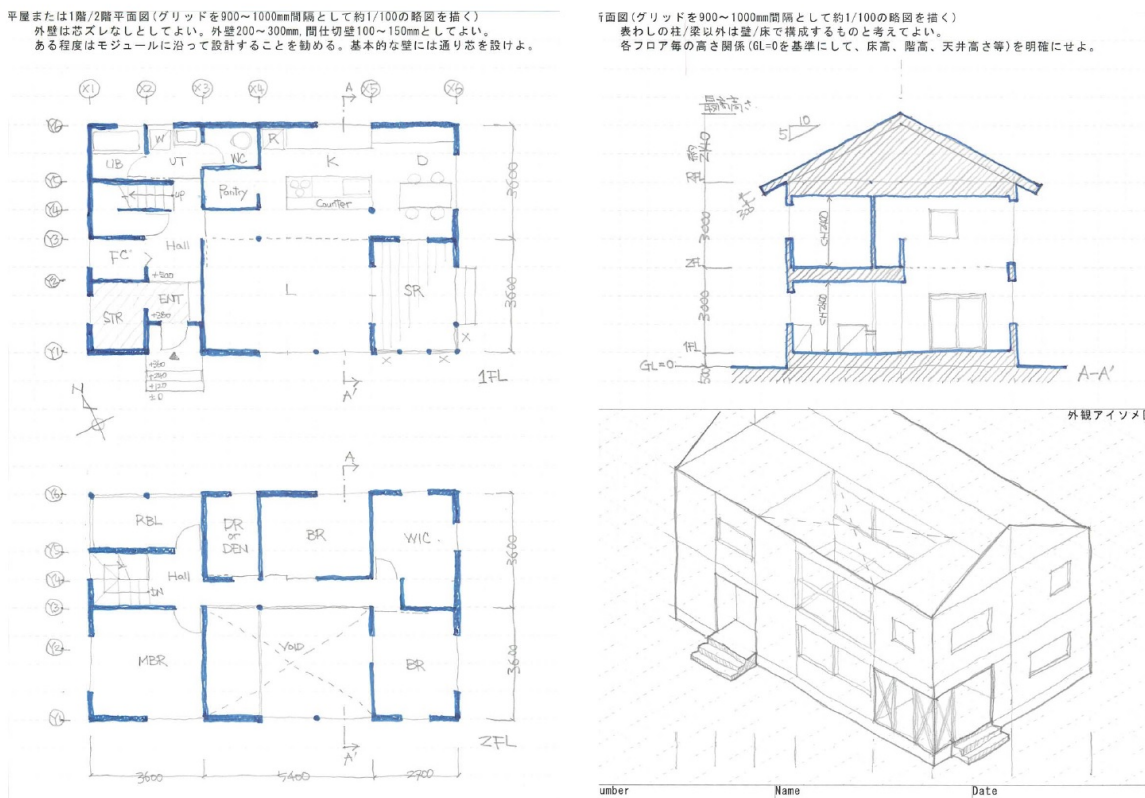


図 4.1 設計エスキースのサンプル画像



図 4.2 図面化 PDF データのサンプル画像

ArchiCAD は学生がこれまで経験してきた各種のアプリケーションソフトに比べて、視覚に頼ったインターフェースを有しているのが特徴である。また、建築モデルのデータ入力の際に階層情報(フロア設定)毎に管理し、基本構成要素となる柱・壁・床・屋根の高さを原則的にフロアレベルとの相対的位置で指定する等、直ぐには理解が難しい部分があった。これらに慣れるまで一部には混乱があったようだが、ポイントが理解できた後、学生の反応は概ね良好なものだった。昨年度までの Vectorworks を使った授業では建築空間を題材としながらも汎用 CAD の要素についても扱っていたので、履修者に空間デザイン系の学生以外のプロダクト系を中心とした他分野を志向する学生も含まれていた。今年度は BIM の採用で建築・インテリアの空間デザイン系を志向する学生が主な履修者になっており、ある程度の建築に関する知識の共有が成されていたこと、また、汎用 CAD 機能の操作学修をする必要がなくなり建築用の機能に利用が限定されるために覚える操作や内容が整理されたことが、学生の反応に影響を与えていると考えられる。

授業中盤の第 6 週目から第 10 週目までの課題演習は特に重要である。ArchiCAD の基本操作や概念を教科書に沿って学んだ内容を具体的な建築モデルを通して確認した。後半、学生が各自設計した独立住宅課題作品のデータ入力を円滑におこなえるかどうかの要であるが、想定していたよりも学生のモデリング操作習熟度は高いと感じられた。プログラミング入門演習は、小中学生のプログラミング教育が必修化される時流にも沿い、建築デザイン手法として利用されてきているアルゴリズムックデザインにも通じる。また、データベース集計機能を使った演習は、モデリング技能とは別物だが、作成したモデルを情報活用する BIM の学習としては重

要と考える。学生にとってはプログラミング入門演習が実務へとどの様に繋がるのかが分かりにくかったようであるが、データベース集計機能の演習では序盤に建築費概算の話を含んだことにより見積のイメージが持てたようである。

次年度以降の授業では、これらの今年度の学生の反応、習熟速度や理解の深さを考察し、授業運営や教材・資料の検討をおこない、改善を図りたい。

5. まとめ

ArchiCAD の導入は準備から半年から 1 年ほどの準備期間を得て、有効な資源にも恵まれ、学生の反応も良好でほとんどの学生が授業半ばで諦めることなく最後まで履修し単位取得した。結果的には大きな問題はなく授業運営できたと考えている。但し、以下の点で建築デザイン教育全般の再考が必要と考える。

- ・ BIM ソフトでは 3D モデルを構築するとほぼ自動的に平立断面図の図面抽出が可能である。学生が「図面としてここはこう表現すべき」という意識なしに図面を取り出してしまう。図面表現に対して、見やすい表現であるとか、設計の意図が表現されているとか、評価なしに結果として受け入れてしまう傾向がみられた。図面表現やプレゼンテーションに対する意識をより高める必要がある。
- ・ 建築情報に特化した機能を持つ BIM をうまく利用するには、建築のハードウェアとしての知識が不可欠である。CAD ソフトを使用していた授業では、初期の操作演習では建築のハードウェアの知識が不足していても中盤の演習を通して理解を深めるよう努めてきたが、BIM ソフトでは初期の操作演習の段階から建築のハードウェアの知識を必要とする。その知識の入り口となるのは本学科の授業では建築一般構造にあたる「住宅構法」であるが、この授業は標準履修セメスターが「3D-CAD」と同時期であるため、今後のカリキュラムを検討する際には、その履修順番を再考することが望ましい。

謝 辞

ArchiCAD を利用した建築デザイン教育に関する助言や資料提供をいただいた高原健一郎氏、建築 CAD 教育全般の助言をいただいた非常勤講師の青山哲夫氏に深く謝意を表したい。

参考文献

- 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室(2018), 「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン」, 国営施第 10 号
- 国土交通省「i-Construction」ウェブサイト(2019),
<<http://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>>, 採録 2019 年 2 月
- 大塚商会ホームページ「CAD Japan .com - BIM ナビ」ウェブサイト(2019),
<<https://www.cadjapan.com/special/bim-navi/>>, 採録 2019 年 2 月
- 八進ホームページ「BIM-JAPAN」ウェブサイト(2019), 「日本の BIM について」,
<<https://bim-japan.com/japan.html>>, 採録 2019 年 2 月
- 渡辺宏二(2007), 「北海道東海大学芸術工学部における建築 CAD 教育事例について-AandA EXPO 2006 エデュケーショントラック講演より」, 北海道東海大学紀要芸術工学部 第 26 号, p.55-60
- 家入龍太(2012), 「Vectorworks 教育シンポジウム 2012『テーマ:明日への襷(たすき)』(エアーランドエー) - 東海大学北海道キャンパスにおける建築 CAD 教育の取り組み」, 「建設 IT ワールド」2012 年 10 月 2 日掲載
- 『BIM その進化と活用』編集委員会(2016), 「BIM その進化と活用-建築を目指す人、BIM に取り組む人のガイドブック」, 日刊建設通信新聞社