

世界BIM紀行 BIMが建築生産にもたらすもの

—旅立ちの準備—

工学院大学建築学部 教授 遠藤 和義

1 はじめに

今回、本研究プロジェクトのメンバーとしてBIM (Building Information Modeling) を切り口に建築生産の現在を理解するためにいくつかの国をめぐる機会に恵まれた。初回、台湾での調査報告は、得られた事実に基づき別に稿が用意されるので、筆者は調査、紀行の意図を散文的にまとめる。

BIMとは、一般に「BIM = 3DCAD + 多次元データベース」と表現されることが多い。3D (3次元)CADは、2D (2次元)の線の集合によって建物を構成する要素、例えば、部位、部材、部品、空間などを直接3Dで表現し、配置するものである。そして、それらの要素と個々に紐付けられた多次元のデータベースには、必要に応じて、名称、用途、寸法、重量、コスト、耐用年数などの情報を収めることができる。データベース側から特定の条件で要素を検索することも可能である。

このBIMは、建築生産、特にコストマネジメント、プロジェクトマネジメント (PM)、ファシリティマネジメント (FM) などにいかなるインパクトを与えるのであろうか。筆者に予感はあるものの詳細はわからない。そして、BIM元年と言われた2009年から既に10年が経過しているが、誰に聞いても、それはまだ途上であるという。本稿では、筆者が建築生産の研究者として、旅立つ前にBIMに実際に触れた印象と今回の紀行の中で考えるべきポイントを整理したい。

2 『「わからない」という方法』の実践

唐突ではあるが、ちょうど今から1年前、団塊世代の知のカリスマ的存在であった、小説家、評論家の橋本治が亡くなった。お読みになった方も少なくないと思うが、彼が2001年、21世紀の幕開けに上梓した評論『「わからない」という方法』¹⁾を引く。筆者にとってよくわからないBIMに対して、建築生産の研究者としていかに対処すべきか、この評論が確かな視座を与えてくれたからである。

「人はこまめに挫折を繰り返す。一度手に入れただけの自信は、たやすく役立たずになり変わる。人はたんびたんびに「わからない」に直面して、その疑問を自分の頭で解いていくしかない—これは人類史を解く不変の真理なのである。自分がぶち当たった壁や疑問は、自分オリジナルの挫折であり疑問である。「万能の正解」という便利なものがなくなってしまった結果なのではない。それを「幻滅」と言うのなら、それは、「なんでも他人まかせですませておける」と思い込んでいた、不精者の幻滅なのである。」

まずは、BIMに触れなければならない。続けて同書から引く。

「結局のところ、「バカと言われることを顧みない度胸」だけが、二十世紀病に冒された日本社会の膠着を突破するのである」と筆者の背中を押す。そして、橋本本人が「わからない」に撤して、そこから知を立ち上げる企てを様々な対象に

展開してきた。知識ゼロからスタートして、最もわかりやすいと評判の編み物の教則本まで出版している。

筆者は、自分の専門に関わることについて、学識経験者として「わからない」と言いにくい立場にあるものの、わかったふりの辛さもよく知っている。筆者はこれまで、この「わからない方法」で、研究だけでなく、世間一般の事柄や趣味に関することまで、様々な「わからない」に対処してきた。

今回も筆者は建築生産分野の抱える様々な膠着を突破するために、「わからない」BIM、更にそれが建築生産に与える「わからない」インパクトについて、不精者として幻滅に陥らないように考えてみたい。

3 60の手習い

それ故、現在、筆者は勤務する工学院大学建築学部で3年生向けに開講されている「3DCAD・BIM演習」、105分×2コマ×13回を学生たちと一緒に聴講している。使用しているソフトウェアは、Autodesk社のAutodesk Revit（以下、「Revit」という）である。

筆者は1960年生まれなので、正に「60の手習い」ということになる。先人の教えのとおり、学問や習い事を始めるのに遅すぎることはないと思

じたいが、キャリアも晩年に差しかかり、目が霞んで小さなポイントのメニューはよく読めず、覚えるべき操作、手順も多く自動車の運転よりも難しい。ただし、主に技術系の研究室に所属する40名ほどの受講者は、問題なく操作をマスターし、筆者を導いてくれる。

2018年の同演習の受講者は、現在、卒論で図1に示すような本学キャンパス内の施設を3Dモデル化し、施工プロセスのCGによる再現、更にそれを工区分割して施工した場合の工程と工期のシミュレーション、シナリオに基づいた環境性能向上やLCC抑制のシミュレーションに取り組んでいる。これらはいずれ稿を改めて紹介したい。

筆者の世代は、定年を控えて実務の最前線から離れつつある一方で、マネジャーとしてBIMを始めとする建築生産プロセスのIT化に踏み出すか否かの意思決定に少なからず関わっているはずである。筆者も、若手の教員から「一定の年齢を超えるとBIMの習得は難しいみたいです」という労り、古手からは「教育サイドで頑張っても法規や実務の体制が整わないと普及は難しい」という話が聞こえてくる。

4 デジタルディバイドか、建築生産に対する理解の問題か

これは、世代によるデジタルディバイド（情報



図1 3Dモデル化した工学院大学八王子キャンパス新2号館（左が遠藤研究室BIMチーム+岩村雅人、尾門智志によるモデル、右が実物の写真）

格差)なのか、建築生産に対する理解の問題なのか、筆者にはわからない。

私たち、マネジャー世代が、大学、大学院に学んだ1980年代前半の建築教育を振り返ると、設計演習は手書きで、CADは導入されていなかった。その後、ご存じのとおりハードの高性能化とCADの高機能化による実務・教育への普及は目覚ましかったが、専門が建築生産の筆者にとって、CADとの付き合いは、フリーソフトを使って講義資料を作図する程度にすぎなかった。

当時は、パーソナルコンピュータ自体が出始めで、技術計算はフローチャート→コーディングシート→パンチカードという手順でプログラムとデータを大型計算機に入力して演算していた。今の学生たちには多分想像できない。その後も表計算ソフトMS-Excelが登場する1980年代後半までは、プログラム言語BASICで書いたプログラムでカンマ切データと格闘するのが建築生産研究の実態だったように思う。卒論レベルであれば、統計データや工数調査、アンケート結果の集計プログラム自体が成果の一部となった時代である。つまり、専ら教育・研究に携わってきた筆者個人の世界では冒頭に示した、「BIM=3DCAD+多次元データベース」なるイノベーションは起きなかった。

5 BIMを学ぶ私的な必要

既に述べたが、筆者の専門は建築生産で、社会貢献活動としては、公的発注者の入札監視、発注方式選定や総合評価における専門的知識の提供をフィールドとしている。

特に、設計者選定、施工者選定においては、建築界全体で取り組んでいる働き方改革、生産性向上に寄与する提案が、競争レンジが狭くなっている価格を代替する重要な競争要件になっている。BIMはそれを実現するツールとして、現在最も重要なキーワードの一つと言ってよい。

こうした総合評価の審査は、内部の複数のエキスパート、つまり、筆者と同世代のマネジャークラスが担当することが多い。そのプロセスには、

学識経験者の参加が義務づけられているので、筆者もいくつか参加してきたが、提案には「BIMの導入によって設計や施工の生産性を向上させる」「BIMモデルによって、竣工後の運営段階においても維持管理、FMにデータ活用を可能とする」などのフレーズが頻出する。建築生産の専門家であっても、この「BIM」と「生産性向上」の関係がすんなり腑に落ちる方はどれくらいおられるだろうか。

例えば、多くの公的発注者は、BIMの導入によって、公共工事で分離発注されることの多い建築と設備が干渉なく納まる図面を期待する。BIMを使えば、すべての要素が3Dで置かれているので、その干渉部分は簡単に明示できる。

ただし、他の技術同様、BIMも使い次第であり、それを精査せずに加点はできない。地方公共団体が発注する中小規模のプロジェクトでのBIM活用の実現性についても研究対象として興味がある。これが筆者の手習いの理由である。

6 「構法設計」から「3DCAD・BIM演習」へ

聴講中の3DCAD・BIM演習は、本学名誉教授で日本建築積算協会会長の吉田倬郎先生が担当されていた演習科目「構法設計」を筆者の考えでリニューアルしたものである。現在の担当講師は、実務の最前線にいて、BIM活用にも造詣の深い株式会社日本設計プロジェクト管理部副部長でBIM室長の岩村雅人先生に代表をお願いしている。

読者にはご存じの方も多と思うが、この特集にも登場する早稲田大学理工学術院創造理工学部建築学科講師の石田航星先生は、吉田先生が担当された建築構法の研究室を2018年度末まで4年間継いだ後、彼が学生時代に学んだ嘉納成男先生の後継として早大へ戻った。

石田先生は、過去の本誌への寄稿等^{2) 3)}からもわかるように、BIMのみならず既存建築の3Dレーザースキャン技術やVRを用いた安全教育ツールの開発、デジタルファブリケーションなど、建築生産分野をITで引っ張る若手のホープの一人である。我々の選球眼は確かであった。彼

と研究室を並べる中で筆者の世界も確実に広がった。今後、教育界だけでなく実務の世界においてもBIMのスキルを持つ人材の争奪戦が始まるはずである。石田先生が本学在籍中に開発した講義・演習の狙い、シラバスなどに引っ張られて、彼の後任選びのハードルは必然的に高くなり、結果的にベテランの岩村先生に白羽の矢を立て、演習名も「構法設計」から「3DCAD・BIM演習」にリニューアルすることになった。

7 BIM、Revitの第一印象、再び構法設計へ

演習に使用しているソフトウェアRevitは、描画する対象をプロジェクトと呼び、それは実際の工事目的物を3Dでモデリングしたものとなる。まず目の前にあるのは、まっさらのケント紙ではなく、まっさらなプロジェクトとなる。

まず、そのプロジェクトに通リ芯とレベルを引き、その3D空間に要素（これをRevitではファミリーと呼ぶ）を置いていく。ファミリーはメニューから選ぶ。壁であれば、構造種別、寸法などを選んで置いていく。デフォルトでメニューに示される要素（これを「システムファミリー」と呼ぶ）は、一般的なものが用意されている。Revit活用のエキスパートの設計事務所や施工者、住宅メーカーであれば、自社で標準的なファミリーを作成

し、蓄積しているはずである。

筆者は、この一連の操作が1960年代に当時、東京大学工学部建築学科の内田祥哉教授らによって提唱されたBE（Building Element、ビルディングエレメント）論をベースとした「構法」という概念に近いという印象を受けた。BE論とは、建築の空間を仕切る床・壁・天井といった要素に対して、各々に要求される性能を定義して、それにより要素を選択し、建物全体を構成する理論である。

構法には、井口洋佑⁴⁾による「建築の構法とは建物の組み立て方のシステムを意味し、構成部品、構成部品の組み合わせ方、構成方法の接合方法の三つによって説明される。ある建築の構法はいろいろなレベルの構法が組み合わされ、全体としてある一つのシステムが構成される」という定義がある。要素であるファミリーを選んで、組み合わせる建築全体を構成するプロセスは、構法計画や構法設計と呼ばれる内容と重なる。

図2は、学生たちが岩村先生の指導により描いた内部鉄骨階段を躯体に架ける仕組みを示したもので、正に構法の解説となっている。筆者も院生時代にこうした演習課題に取り組んだ記憶がある。

要素と要素の接合、BIM上でのファミリーの位置合わせは、ソフトが通り芯を認識しているのので、それをターゲットにして置けば簡単にできる。RC造であれば、柱も同様に通り芯上に置くと、

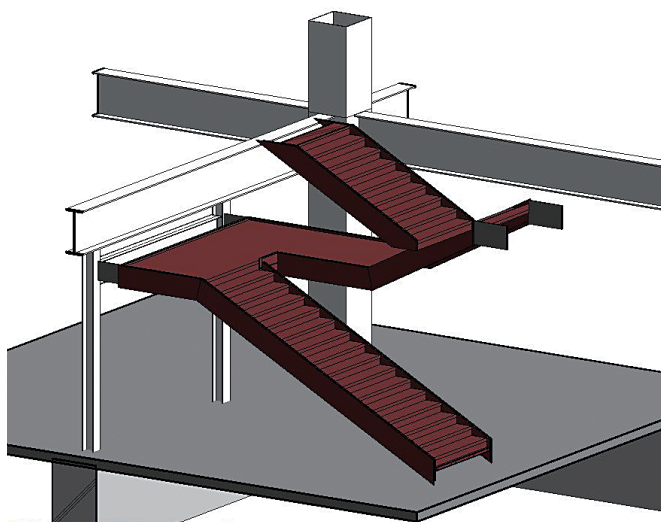


図2 内部鉄骨階段を支える構法を理解する図（左が遠藤研究室BIMチーム+岩村雅人、尾門智志によるモデル、右が実物の写真）

壁と一体化し、梁を置けば接合部が自動的に生成される。設定によって一体化の要否、重複部分の数量減算の要否などが選択できる。

要素と要素の一体化によって形成される要素、モジュールにおいても新たな要素としてBIM内部のデータ構成やルールが整合的に保持されることになる。

岩村先生によれば、このモジュールを適切に管理して標準化を進め、その部品化やプレファブ化、そのサプライチェーンを前提として設計、生産すればBIMの強みは更に増すという。

8 BIMと建築生産に橋を架ける

ユーザーは、新規作成したファミリに紐付けされた多次元データベース（Revitでは「プロパティ」と呼ぶ）に情報を付加していく。

完成した図面を基に構造計算を行い、構造種別や仮定断面の検証、RC柱であれば、配筋量、重量などを求める。LCCの計算が必要であれば、各ファミリの修繕周期や耐用年数、金額、LCA原単位、熱貫流率などの情報が必要となる。これらデータはユーザーが自由に追加できるので、BIMをどのような目的で使用するかに合わせてデータを構成する。このプロパティに盛り込む情報の社会的共有の仕組みづくりが重要なことは言うまでもない。

上杉啓⁵⁾は、構法にもう一つの定義を与えている。「[もの]としての構法も重要であるが、そのほかに生産的な部分、すなわちハードな要素を説明する上で必要な、材料・部品を建物に組み込むプロセス（生産過程）を含むものとして扱う」とする。

この拡張された構法の定義は、当時の我々にとって、建築構法分野と建築生産分野に橋を架けた。今後更にBIMの概念が拡張し、浸透すれば、この定義が再び注目されるはずである。実際にファミリは、法規や標準類による派生情報、メーカーの品番などのデータをまとめてモデリングされ、実物のサプライチェーン、生産プロセスに繋がっていく。

9 BIMフォビアに対して隈研吾の言説を紐解く

BIMに対するフォビア、アレルギーもあると聞く。建築の設計は、部材を選ぶことではないという意見もある。確かに一点もののディテールは、ファミリー化というプロセスを必要としないかもしれない。それでも、初めにモックアップありきの設計も、BIMにおけるモデリングのプロセスと何ら矛盾しない。

現在、我が国の建築界において、圧倒的なプレゼンスを獲得している建築家の隈研吾⁶⁾による30年以上前の言説を紐解く。隈は、「分業のその「分け方」にはさまざまなレベルが存在する。基本設計、実施設計、施工、監理という分業システムも存在するし、鉄骨工事、躯体工事、建具工事、内装工事という分業システム（サブシステム）も存在する。前者を仮に、施工システムにおける「垂直的サブシステム」、後者を「水平的サブシステム」と呼ぼう。今日の建築家、すなわち「全体構想」の提出者は、基本的にこれらのサブシステムのどちらに対しても手をつけることができない。これは建築家に限った話ではない。なんびとといえども、このサブシステムに対して手をつけることはできない。サブシステム同士の境界の設定、領分の設定に対しても、そしてサブシステム内部の仕事の質や、やり方に対しても口をはさむことができないのである。」としている。

この記述が示すように、本来、設計者は自由な設計内容を探求していると考えられるが、設計の多様さや設計内容の実現可能性は、技術や技能を持つ生産システムの有り様に強く影響され、多くの設計は社会に共有された部材や空間、施工体制やサプライチェーンを選択、組み合わせたものとなる。現在、求められている設計や施工、FMの生産性向上は、設計と施工・生産それぞれのあり方の追求が同期することによってなし得るはずである。

10 これから検証したいポイント

これから演習受講と紀行を並行させる中で、筆

者は現在未整理で網羅的ではないが以下のようなポイントを検証したいと考えている。読者にとっては素人の戯言、既に解決済、実践中であるかも知れない。

ポイント1：BIMのスキルをどのように教育するか

建築生産に関わる者に求められる「図面が読める」と言われてきたスキルの多くは、2Dの線の集合からBE、要素、ファミリを取り出すことであり、2DCAD時代の課題「隠線消去」に相当する。今後、3DCADやBIMの導入によって、それはあまり重要でなくなるかも知れない。

詳しくは別の稿で触れられているが、今回の台湾紀行で訪問した現場でBIMソフトのオペレーション担当者に建築の専門教育を受けている方はほとんどいなかった。労働市場の流動性が高いため、キャリアアップを目的にソフトウェアベンダーでの講習を受けて、スキルを身につけたという。この辺りの割り切りが、我が国におけるBIM普及とどのように関わるのか、今後の紀行の中で検証すべき内容だと思う。

ポイント2：BIMによる概算は可能か

公的発注者、積算関係者にとって非常に関心の高い事柄であろう。鉄骨のようにファミリが直接数量にリンクするものや、床・壁・天井などの求積結果とファミリの数量が一体となる内装仕上げなどの積算は、設計変更にも対応しやすく相当に省力化できることは演習でも体験した。

一方で、複数の材料、部材が複合する鉄筋コンクリート躯体などの概算の可能性は、モデリングの詳細さによる。例えば、配筋までモデリングすれば、実数量は求まるが、現状、作図の作業量、データ量の制約であり現実的ではない。これをどう解決するか。

加えて、発注者から求められることの多い代替案の用意とそのコストスタディは、RevitにアドオンできるDynamoというビジュアルプログラミングツールを用いて、設計プロセスをワークフローで表現し、代替案を生成できる。岩村先生の演習では、設計の生産性向上を意識して毎回後半をこのプログラミングの理解、修得にあてている。

ポイント3：BIMベースのPM、FMはどのようなものになるか

BIMによって、建物は統合された一つのデータベースとなる。揚重機の選定や設置場所の決定などは、揚重物の重量と施工位置の組み合わせの検索が有効となる。工程計画や工程表作成は、BIMとデータを共有して検討可能なソフトウェアもこれから試用する予定である。当然、発注者としては、BIMで作成した建物モデルを利用したFMへの期待がある。各要素の耐用年数を設定すれば、提唱されている、FCI (Facility Cost Index (残存不具合率) = 残存不具合額 / 施設複製価格) を用いて、リアルタイムに施設の管理状況や建替えの必要性が確認できる。

ポイント4：BIMはグローカリゼーションにどのように関わるか

建設プロジェクトは、適用される法規類、投入される材工のリソースについてはローカルに考えざるを得ず、これまで我々のソリューションはその制約を優先してきた。

しかしながら、先日、設計施工一貫案件もこなす地場ゼネコンから、BIM導入の相談を受けた。そのニーズは、人材難に対応して、設計業務の海外アウトソーシングや外国人雇用を進めるための手段として、海外で普及しているBIMを社内や協力会社のプラットフォームにすることと聞いた。

筆者は未だこうした動きにアドバイスすべき見識を持たないが、このままBIMの普及が進めば、普遍性のあるグローバルな課題であると認識を改めた。

今回は、その増城、シンガポールを訪ねる。

(参考文献)

- 1) 橋本治『「わからない」という方法』集英社新書、2001
- 2) 石田航星「建築コストをめぐる話題 [29]、仮想空間上で設計が完結する時代のマネジメント手法」『建築コスト研究』No.103、2018
- 3) 石田航星「ICT技術の進歩により生じる建築産業の変化について」『建築コスト研究』No.100、2018
- 4) 井口洋佑『プレハブ建築技術者教育テキスト 技術編』日本建築センター、1975
- 5) 上杉啓『新建築学大系24 構法計画』彰国社、1985
- 6) 隈研吾『私の建築印象記：別冊新建築 日本現代建築家シリーズ14』鹿島建設・建築設計本部、1989