

BIMの普及における現状の課題に関する研究

A Study on Current Challenges for Disseminating BIM

BIM 相互運用性 CPD
設計プロセス 認識的モデル

正会員 ○福原 涼平*
同 毛利 志保**
同 加藤 彰一***

FUKUHARA Ryohei
MORI Shiho
KATO Akikazu

1. 研究の概要

Building Information Modeling (以下 BIM と呼称) のコンセプトが建設業および関連するビジネスに導入されつつあり、計画初期段階からの各分野のコラボレーション、バーチャル施工、情報の可視化、建設後のファシリティマネジメントへの応用、などの点において期待されている。しかし、その普及には課題が取り残されている。本稿では、それら BIM の普及に関する現状の課題を明らかにすることを目的とし、今後の BIM 普及におけるの要点を示すものとする。

また本稿は、参考文献*1 の Chapter 2, “Necessity of Cognitive Modeling in BIM’s Future,” Ömer Akin, Carnegie Mellon Univ. 著、Chapter 13, “One BIM to Rule Them All; Future Reality or Myth?,” Brian R. Johnson, Univ. of Washington 著を翻訳した内容を用いており、本稿に示した参考文献は、用語の定義の情報源の明示および上記著書で取り上げられた事例の情報源を再掲するものである。

2. コンピューターの発展と BIM への着想

BIM のコンセプトである、建築に関するあらゆる情報を 1 つに統合した“統合モデル”への着想は、1960 年代にまでさかのぼる。このころのコンピューターの性能は、限られた建物情報の描写しかできず、またそれらを導入するコストも高かった。しかしこの世代において、“建築についてコンピューターによって何ができるか”が考えられるようになり、平面上のレイアウト、サーキュレーションの最適化、構造計算などといった、建物全体に関するコンピューターによる演算という発想に至っていた。

“統合モデル”へのコンセプトは、1970 年代から 1980 年代にかけてさらに発展した。現在呼称されている“Building Information Modeling”について、1986 年の Robert Aish による論文の中で、必要な情報を引き出し出力するためのデータベースとなる“統合モデル”を、初めて“Building Modeling”と呼称している。

しかし、当時の構想は、1980 年代におけるパーソナルコンピューター (以下 PC と呼称) の普及に伴う 2 次元 CAD の発展によって取って代わられることになる。1980 年代の PC は、初期の BIM 構想に必要な機能を満たすには出力不足であり、また高価で経理的にも普及が難しかった。

現在の BIM に近い初期の構想が再浮上するのは 1990 年代の PC の能力の急激な向上が起こってからになる。ハードウェアや RAM メモリなど PC 自体の能力の向上のほか、廉価なネットワーク接続環境の普及によって、“統合モデル”への着想に再び回帰することになる。

3. BIM の普及に関する課題

前項で現在の BIM 構想に至る経緯を述べたが、PC や 2 次元 CAD の普及などによって、BIM の普及を取り巻く状況は複雑性を増している。それらを含む現在の状況における BIM を取り巻く環境の複雑性について、1) 建築に関連する各分野の独自の発展による複雑性、2) データの互換性に関する複雑性、3) ソフトウェアの操作性に関する複雑性の、3 つに分けて述べる。

3-1. 建築に関連する各分野の独自の発展による複雑性

設計者、施工者、設備業者など、建築に関連する各分野において、それぞれ独自のモデルを作成している。各分野がそれぞれに自分たちに必要な経験的・分析的データから独自の“分析モデル”を構築している。“統合モデル”は BIM における重要なコンセプトのひとつであるが、“統合モデル”から各分野へデータを引き出す際には、それぞれの“分析モデル”にあたるデータを選択して引き出す必要がある。また、各作業に適切な情報を出力させるためのインターフェースも同時に必要となる。

3-1-1. Autodesk ボストン本社ビルの事例

適切なデータおよびインターフェースに関する事例として、Autodesk 社のボストン本社ビルの内装の改修計画^(*)を挙げる。そのプロジェクトにおいて本社ビルは自社

* 三重大学大学院工学研究科 博士前期課程

** 三重大学大学院工学研究科 助教・博士 (工学)

*** 三重大学大学院工学研究科 教授・博士 (工学)

Graduate Student, Graduate School of Eng., Mie Univ.

Assistant Prof., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

Prof., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

の BIM ソフトウェアである REVIT でモデリングを行っていた。しかし、干渉チェックのシミュレーションにおいて、REVIT 上では過大なデータ量が原因で検知できなかったが、同社のソフトウェアである Navisworks Manage では干渉チェックをおこなうことができた。Navisworks は主に建物の形態に関する幾何学的な情報を REVIT データから抽出し、出力するものであり、元の REVIT データと比べてその容量は軽量なものとなっている。この事例は、“統合モデル”から干渉チェックという目的において必要となる幾何学的情報を抽出した適切な“分析モデル”を用いることの意義を示していると言える。

3-1-2. 現在の状況における BIM モデルの在り方

建築に関連する各分野を取り巻く現在の状況において、BIM のコンセプトは 1 つの“統合モデル”だけでは達成できず、そのモデルから各分野の“分析モデル”とそれに伴う適切なインターフェースへとデータを抽出するシステムを構築することが必要となる。

3-2. データの相互運用性に関する複雑性

3-1 で述べたように、各分野において取り扱われているデータは、それぞれの分野に必要なデータによって独自のモデルが構築されており、データのフォーマットもそのデータによって異なるものが用いられていることがある。また近年、ソフトウェアメーカーによって次々に新しいソフトウェアが開発されている。BIM におけるコンセプトのひとつである他分野間のコラボレーションには、各分野間におけるデータの相互運用性 (Interoperability) が重要となり、そのためには取り扱われるデータの互換性が重要となる。しかし、いくつかの点でその互換性に問題が生じる場合がある。

3-2-1. 互換性の欠如による問題の事例

各分野間でのコラボレーションにおいて、データの互換性の欠如によって問題が生じた事例をについて、2 つの航空機開発計画を取り上げる。

エアバス社における AirbusA380 の開発計画^{(*)3}では、ドイツにある会社とフランスにある会社が共同で機体を開発した。使用しているソフトウェアに関しては、2 社とも Dassault Systems 社の CATIA (Computer graphics Aided Three dimensional Interactive Application) を使用していた。しかし、2 社の CATIA はバージョンが異なっており、かつ自動配線ソフトウェアとして使用されていたものが 2 社の間で異なっていた。これらが原因で、開発計画には相互の誤差の修正に多くの時間を費やすことになった。

ボーイング社における Boeing 787 の開発計画^{(*)4}においては、デジタルモデルのコラボレーションを機体開発におけるサプライチェーン全体で試みたが、アウトソーシ

ングによる部品が適合しないものが多く生じた。その原因として、データの互換性という面もあるが、各下請け会社が自らの持つ技術を他社に公開したくないという意図による、コラボレーションへの積極性の欠如ということが根本的な原因として在った。それらを修正するのに約 3 年かかり、かついくつもの下請け会社を本社に吸収合併するなど、開発計画に多くの不必要な時間と労力、コストを費やす結果となった。

3-2-2. 異なるソフトウェア間での互換性

現在では多くのソフトウェアメーカーが多種のソフトウェアを販売しており、そのそれぞれには基本的に独自のファイルフォーマットが存在する。それら独自のファイルフォーマットは、同社のソフトウェア間においては互換性があるが、異なるメーカーによって開発されたソフトウェア間の互換性は欠如している。

異なるフォーマットの 3 次元モデルデータにおける相互運用を可能にするために、IFC、XML、STEP などに代表されるフォーマットの標準化が進展している。しかし、これらは元のデータフォーマットで取り扱われている情報の必ずしも全てが変換されるわけではないことに注意が必要である。

3-2-3. 下位互換性

同じ種類のソフトウェアにおいても、旧バージョンとの互換性がない場合がある。特に、あるソフトウェアで作成したデータを旧バージョンで開くことができる“下位互換性”は、コラボレーションという点において、また建築のライフサイクルにおいて BIM データを使用するという点において重要となる。

コラボレーションにおける下位互換性については、3-2-1 の AirbusA380 の例で示したように、コラボレーションする各企業で使用しているソフトウェアが同種のものであっても、バージョンが異なることによって相互に情報の欠損や誤差が生じることがある。

また、BIM のコンセプトの 1 つとして建物のライフサイクルを通して BIM データを利用するということがあるが、建物のライフサイクルのスパンと、ソフトウェアの新バージョンが開発されるスパンを比較すると、前者の方が長いスパンであるのは明白である。したがって 1 つの建物に関する BIM データを長期的に利用するためには、そのデータフォーマットの下位互換性が重要となる。同様に、下位互換性の無いソフトウェアにおいて、旧バージョンのフォーマットを新バージョンのそれへと上書きする場合には、そのデータを旧バージョンのソフトウェア上で読み取れないことにも注意が必要である。

3-3. ソフトウェアの操作性に関する複雑性

BIM ソフトウェアのユーザーインターフェースは複雑なものが多く、特に BIM ソフトウェアを日常の業務において使用しない、またはソフトウェア自体の操作に慣れていない人にとって、その操作に複雑さを感じる人が多い。

BIM ソフトウェアに慣れていない人には、引き渡し後の建物の管理者など、設計プロセスにおいて BIM ソフトウェアを扱わない分野の人が挙げられる。これらの人が BIM データを十分に運用するためには、3-1 で述べたように、そのそれぞれの目的に必要なデータを抽出した“分析モデル”、およびそれに適したインターフェースが必要となる。

企業における BIM を含めた新ソフトウェアの導入においては、その操作を若い世代の社員に担わせる傾向が強い。逆に各プロジェクトの管理者であり知識や経験が豊富である年長の世代は、ソフトウェアの操作に慣れておらず、その導入に積極的でない場合もある。これら世代間の問題によって、熟練の知識とソフトウェア操作との間に溝が生じている。

BIM データの活用およびソフトウェア操作において、ユーザーへの教育が重要となる。またそれら教育において上述の問題を解決するためには、各分野において必要な情報を取り扱うこと、および社内で BIM を有効に取り入れることに焦点を置いた教育が必要となる。

4. 人間の設計プロセスと BIM による設計プロセス

2 項、3 項では BIM を取り巻く環境から生じる BIM の普及における課題について述べたが、ここでは人間の設計プロセスと BIM のコンセプトを達成するために求められるプロセスとの間にある際によって生じる課題について述べる。

4-1. Capital Project Delivery と認知的モデリング

“Capital Project” とは一般的に、1 年以上にわたってその価値が拡大する不動産・設備・システムについて、それらの獲得、および活用のための計画の策定・改善を行うことを指し^{(*)5}、Capital Project Delivery (以下、CPD と呼称) はそれらを供給することを指す。CPD プロセスには、人間が観念的レベルで思考している計画プロセスを見ることができる。

図 4.1 に CPD プロセスにおける、人間が観念レベルで認識している計画モデルを示す^{(*)6}。実際の環境下における CPD に基づくプロセスは、現状から背景となる情報を獲得し、それら情報から問題を定義し、それを具体化して基本となる計画構想を策定する。またその計画構想を具体的に構築して、実際の環境に適用する。このプロセ

スを観念レベルで考えると、情報を獲得し、それらを明確化して計画に投影する。またそれら情報が投影された計画を具体的に確定し、現実への適応のために計画を調節する。また、CPD プロセス全体を通して取り扱われる知識・情報は、具象的、推論的、発見的なものに分類される。人間と BIM システムとの相互作用をうまく働かせるためには、このような観念レベルの認識モデルを、BIM による設計プロセスに結び付ける必要がある。

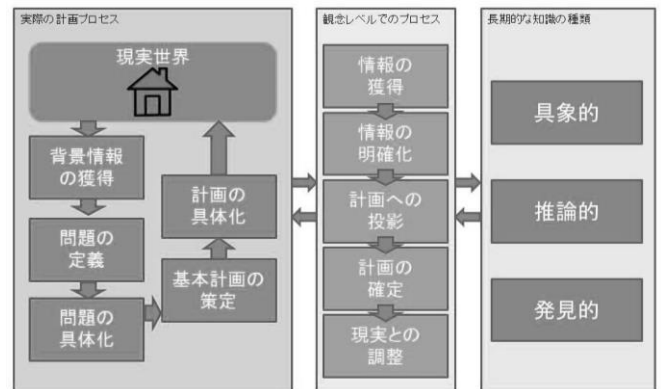


図 4.1 CPD プロセスにおける観念レベルの認識モデル^{(*)6}

4-2. 設計プロセスにおける人間と BIM の違い

人間による計画および設計プロセスと BIM のコンセプトに要求される設計プロセスとの間には、プロセス上において取り扱われる情報の正確性、およびそれらの決定が要求される段階において差異がある。ここではそれら差異について、人間の設計プロセスにおける認識的特徴とともに述べる。

4-2-1. 初期段階における意思決定

BIM の主要なコンセプトとして、IDP (Integrated Project Delivery) と、フロント・ローディングの達成があるが、それらには計画の初期段階における正確な決定が要求される。図 4.2 にプロセス上の各段階において計画の修正に必要なコストの比率をモデル化した図を示す。しかし、これまでの BIM を用いない設計プロセスにおいて、それらは抽象的な情報から徐々に具体的な形態の情報へと変換されていく。また、設計時に不完全な情報は、施工時に徐々に完全なものに修正されていく^{(*)7}。これらのことから、BIM を用いないこれまでの設計プロセスにおいては、その初期段階における正確な決定が要求されていないことが分かる。

上述の BIM の主要なコンセプトを達成するには、BIM のシステム上で初期段階における正確な意思決定を促すことが重要となる。またそのためのシステムを構築するには、設計段階において設計者がどのように設計における問題を分析し解決しているかを理解する必要がある。

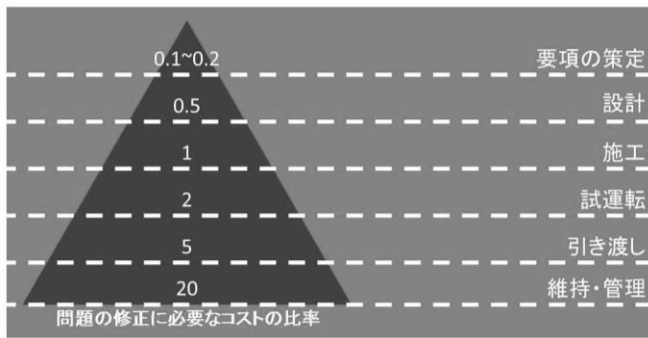


図 4.2 各段階にて計画修正に必要なコストの比率

4-2-2. 情報の獲得における選択性

人間の脳が一定量の情報を受けたとき、それらはまず短期記憶において取り扱われる。人間が一度に短期記憶において取り扱うことができる情報量は限られており、過剰な情報量を受けたとき、脳の認識システムを保護するため、必要な情報を選択し、自らの目的に必要なものに偏在した情報を保持する。

上記の認識システムにおける機能は、設計段階において要求される建築的問題に関する情報の獲得と、それらの選択・分解の過程にも通ずるものがある。図 4.3 にその過程の例を示す^{*8}。この例において、設計者はまず要求される問題を、その優先順序から3つに分解している。更にそれらを、デザインのコンセプト的問題、機能的問題、形態的問題、方針的問題の4つに分解している。また熟練の建築家は、この選択・分解の過程を他の職種の人間よりも多く繰り返し、問題を位置付ける。このように位置づけられた問題について、設計者はそのそれぞれに解答を出し、それら解答を統合し、1つのデザイン案を作り出す。

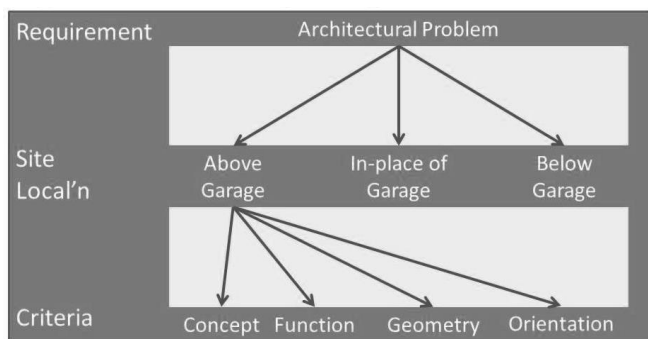


図 4.3 設計者による情報の選択・分解のプロセス^{*8}

4-2-3. 取り扱われる情報の正確性

4-2-2 で述べたように、人間が大量の情報を受けたとき、脳内で取り扱われる情報には偏りがある。同様に、人間が情報を処理する段階においても、不正確さや偏りなどが生じる。一方コンピューターによる情報処理は、取り扱われる情報全てを正確に処理することができる。情報

とその処理における正確性については、BIM のシステムによって補完することができ、BIM のコンセプトの1つである、2D 表現に出力される情報の正確性の確保、および正確な情報伝達による各段階間のシームレスな移行へとつながる。

4-3. 認識的モデリングに基づいた BIM システム

以上、設計プロセスにおける人間の認識的モデリングの特徴とそれに基づいた BIM システムに必要な機能について述べた。これらに基づいて BIM システムを構築することによって、設計者が期待する通りのソフトウェアのパフォーマンスの実現による設計品質の向上、初期段階における計画決定の促進、およびコストの削減につながる。

5. まとめ

BIM の普及に関する現状の課題について、2 項・3 項では BIM を取り巻く環境から、4 項では人間によるこれまでの設計プロセスとの差異から、それぞれ生じる課題とそれを解決するために必要な方針を、BIM ソフトウェアやデータフォーマットなどにおける点、および BIM を運用する体制における点において述べた。

今日の建築に関係するビジネスを取り巻く現況に適した BIM の在り方を追求するためには、各分野および分野間のコラボレーションに必要な事項、および観念的モデリングや設計者のこれまでの設計プロセスなど人間とコンピューターとの相互作用に関する事項を把握することが重要となる。また、コンピューターやソフトウェアの発展が BIM のコンセプト達成に必要なことを変化させたように、その在り方は市場や社会情勢の変化に大きく影響され得る。そのため今後における BIM の普及のための在り方は、それらの変化を踏まえて考える必要がある。

(参考文献)

- *1 Karen M. Kensek, Douglas E. Noble, “Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice”, Wiley, 2014 年 5 月。
- *2 Day, Martyn. “The Trouble with BIM”, AECMagazine. 2011 年 10 月, <http://aecmag.com/technology-mainmenu-35/450-the-trouble-with-bim>, (参照 2015 年 11 月 18 日)
- *3 “Airbus: First, Blame the Software”, Business Week, 2006 年 10 月, <http://www.bloomberg.com/bw/stories/2006-10-04/airbus-first-blame-the-software>, (参照 2015 年 11 月 18 日)
- *4 Rushe, Dominic. “Why Boeing’s 787 Dreamliner was a nightmare waiting to happen”, Guardian, 2013 年 1 月. <http://www.theguardian.com/business/2013/jan/18/boeing-787-dreamliner-gro-undled>, (参照 2015 年 11 月 18 日)
- *5 “Capital Project Delivery -Operation Division-”, Tufts University, <http://operations.tufts.edu/capital-project-delivery/>(参照 2015 年 11 月 17 日)
- *6 Ömer Akin. Psychology of Architectural Design. Pion. 2010 年
- *7 Simpson, Grant A., James B Atkins. 2005 年. “Best Practice in Risk Management: Your Grandfather’s Working Drawings”, AIArchitect, http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw0805/tw0805bp_risk.htm, (参照 2015 年 11 月 18 日)
- *7 Ömer Akin. Psychology of Architectural Design. Pion. 2010 年
- *8 Ömer Akin. “Variants and Invariants of Design Cognition”, Designing-Analysing Design Meetings. Taylor and Francis, 2010 年