

建築生産サプライチェーンにおける BIM の活用戦略

○金多 隆 *1

キーワード：建築生産 サプライチェーン BIM 設計情報 生産設計 生産情報

1. はじめに

建築生産において BIM の活用可能性が注目されている。しかし、これまでの CAD と同様に BIM のシステム開発はベンダー主導で進められてきており、建築生産に関わる組織はユーザーとしてシステムに習熟する立場に置かれている。もともと、建築生産のサプライチェーンは、プロセス上の時系列的にも、組織的にも分断されており、契約／対価によって相互の接続を図り、設計・生産情報をリレーして完成建物を竣工させる流れで運用されてきた。そのため、現在の BIM に関する研究開発や事例報告も多くは分断された範囲の中での検討にとどまり、サプライチェーンを通貫させる形の議論が不足している。

本稿では、建築生産のサプライチェーンを概観しながら、各段階での組織と契約と BIM の関係を記述し、今後の検討課題を提起することを目的とする。なお、BIM の利用にかかわらず、現在の建築生産システムには脆弱性を含むとする立場から分析を行っている。

2. 建築生産プロセスの区分

以下では、建築生産プロセスと企画段階、設計段階、工事発注段階、施工段階、運用段階に区分する。それぞれの段階で標準的な調達方式でプロジェクトに関わると考えられる組織を列挙し、それらの契約関係や業務上の関係を図示する。情報の流れについては、BIM が一貫して利用されることを想定し、各段階での BIM の位置づけを示す。

3. 企画段階に関わる組織と BIM

建築プロジェクトの企画や事業計画は、本来は建築主が自ら行うべきものであるが、これが外部化される場合を考える。建築主に代わり、事業収支の概算、敷地の選定、建物規模や仕様の設定等を行う主体を、仮に「事業提案者」とする。事業提案者は、建築主と業務委託契約を結び、事業提案書を建築主に納める対価として業務報酬を得る。ここでは、簡単のために「事業提案書」としたが、そこに含まれる成果物はプロジェクトによって多岐にわたる。

企画段階の成果物は事業計画や資金計画に関わるものが多いと考えられるが、それでも敷地条件や各種建築規制に関する情報は BIM に収録されることになる。開発許可や許認可を要する事項は、その進捗状況まで BIM で確認できなければならない。

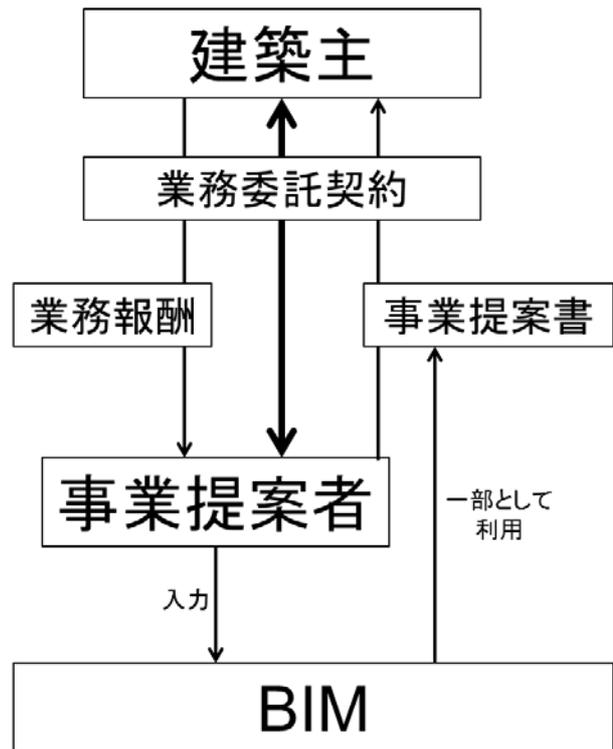


図1 企画段階に関わる組織と BIM

4. 設計段階に関わる組織と BIM

設計条件がまとまり、設計者選定が終了した後、建築主は設計者と設計・監理等業務委託契約（ここでは設計と工事監理を一体的に扱う）を結び、設計図書制作（および工事が設計図書のとおりに行われていることを確認すること）を求める対価として業務報酬を支払う。設計図書が著作物であるとする、その著作権は設計者に帰属すると考えられるが、建築主が業務報酬によって買い取っているとする考え方もあり、結論は定まっていない。設計図書は BIM の情報を紙媒体に取り出したものと言えるが、BIM の著作権については議論が深められるべきである。

一方、設計者の過失による建物瑕疵が生じた場合、その責任範囲に議論はあるものの、一定の設計者責任が発生する。設計者としては、時系列的に改変を繰り返される BIM の中で、どの範囲までを設計者責任の対象とすべきかが不明確であると、大きなリスクを負うことになる。

5. 設計チームと BIM

さらに、設計者内部組織について詳細化する。建築設計が複数者によるチームワークで行われることは周知の事実であり、設計図書に最終責任を負うものを仮に「統括設計者」とすると、一般的な建築設計を担当するもの（組織／個人）は「建築設計者」として統括設計者の下位に位置づけられる。構造設計と設備設計については、建築士法でも高度な専門技術として規定されている。インテリアや都市街区との関わりについては、専門の各種デザイナーが参画することがある。また、設計段階での数量積算や概算工事費算出のためには、積算事務所等の関与が必要であり、これを「積算者」とした。

それぞれの主体には、外注先や協力者（パートナー）が存在することも多く、これらを「補助者」とする。

特殊な部材や機器については、メーカーに参考図や見積書の提供を有償／無償に関わらず求めることがある。その取り付けに関しては、専門工事業者の知見を得ることもある。これらの主体も直接的あるいは間接的に BIM への入出力に關与することとなる。

6. 工事発注段階の BIM

競争入札によって施工者を選定する場合、候補者への設計図書の提供に加えて、BIM の閲覧を可能にする運用が考えられる。BIM の基本的特長であるが、各部の構工法

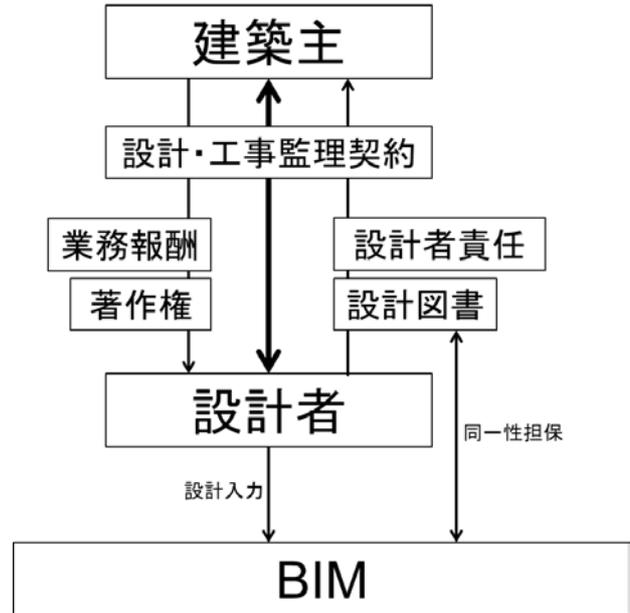


図2 設計段階に関わる組織と BIM

を3次元で確認でき、設計図書への理解が深まるうえ、BIM に数量情報が付随していれば、候補者側の見積作業の大幅な効率化が図られる。結果的に施工者の不確実性やリスク（コンティンジェンシーコスト）を低減できることが明確になれば、建設工事費の縮減も期待できよう。

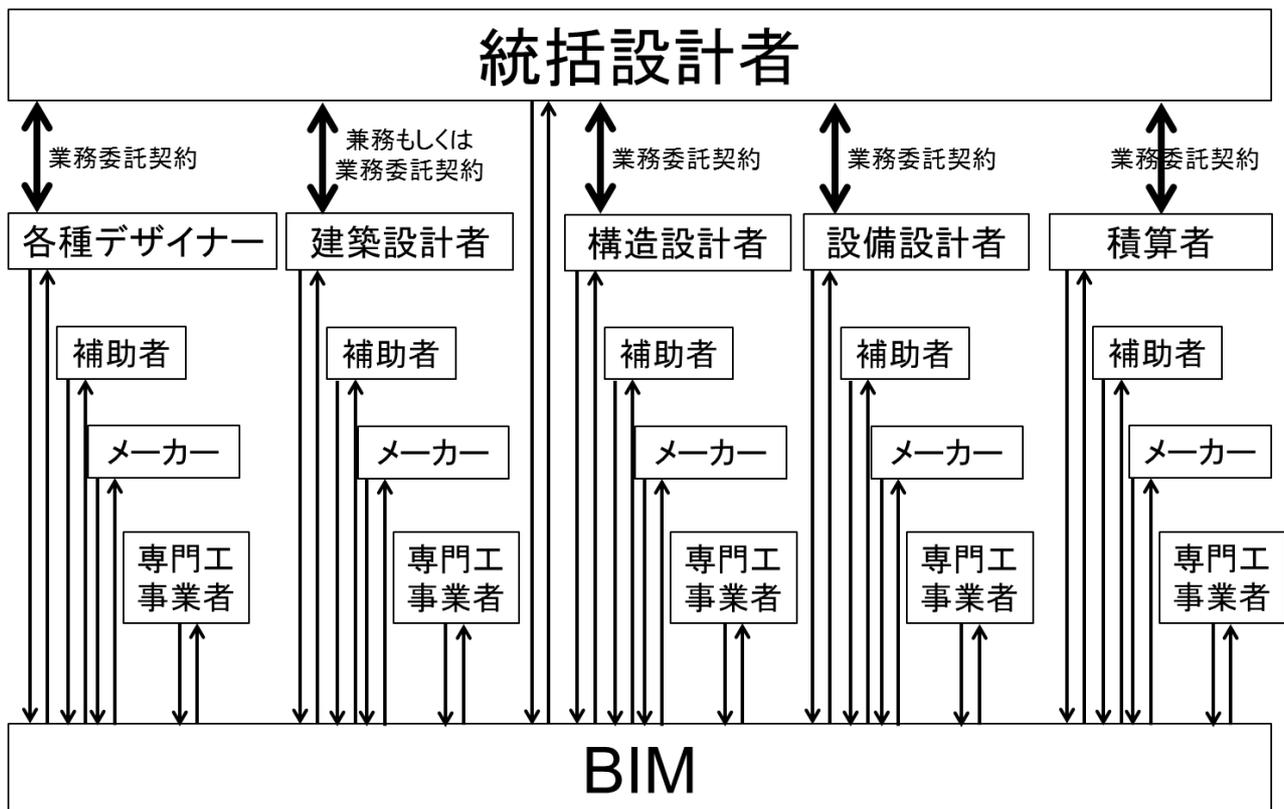


図3 設計チームと BIM

7. 施工段階に関わる組織と BIM

設計図書の完成を前提として、施工者選定が終了した後、建築主は元請となる総合工事業者（ゼネコン）と工事請負契約を結ぶ。総合工事業者は、完成建物の引き渡しの対価として請負代金を得る（代金の支払いは工事進行に応じた分割払いとなる）。工事請負契約書には設計図書が添付されるが、BIM を利用すれば、実質的には総合工事業者に BIM への入出力を可能にすることで設計図書の情報は伝達されるはずである。

設計者の場合と同様に、施工者の過失による建物瑕疵が生じた場合、施工者責任が発生する。さらに、設計図書のとおり施工すれば瑕疵を生じると知りながら、それを設計者や建築主に通告することなく施工して瑕疵を生じた場合には、施工者責任を問われることがあり、施工者には設計図書や BIM の内容について技術的な確認を行う法的義務が、事実上、存在している。

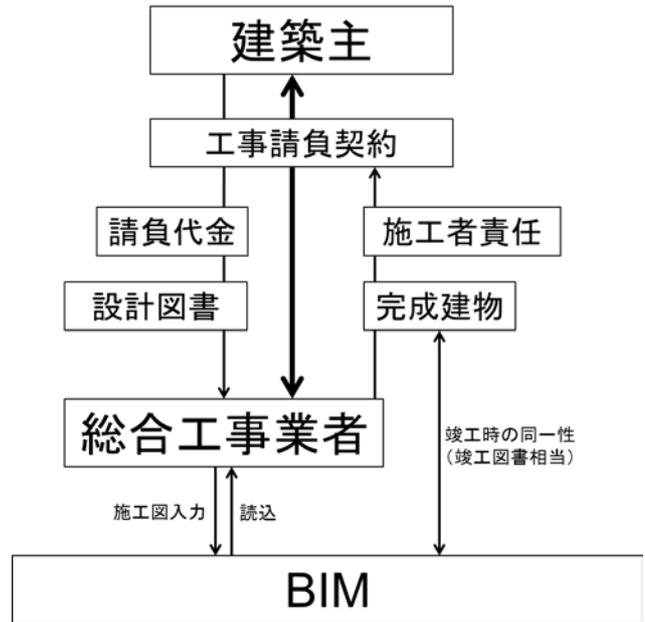


図4 施工段階に関わる組織と BIM

が求められる。過去にも建設現場でノートパソコン、PDA、タブレット等による CAD 情報の読み込みを行うシステムは開発されてきたが、通信速度や操作性が常に課題となってきた。さらに、ロボットやドローン等の機器を活用した施工/施工管理にも BIM との連携が不可欠であろう。

8. 施工チームと BIM

施工者の組織が重層下請構造を形成していることは、よく知られている。施工段階での BIM の活用には、元請の総合工事業者だけの BIM 入出力だけでは不十分で、専門工事業者や個々の職人が BIM に施工図情報を入力し、建設現場で携帯端末から BIM を図面化して閲覧できること

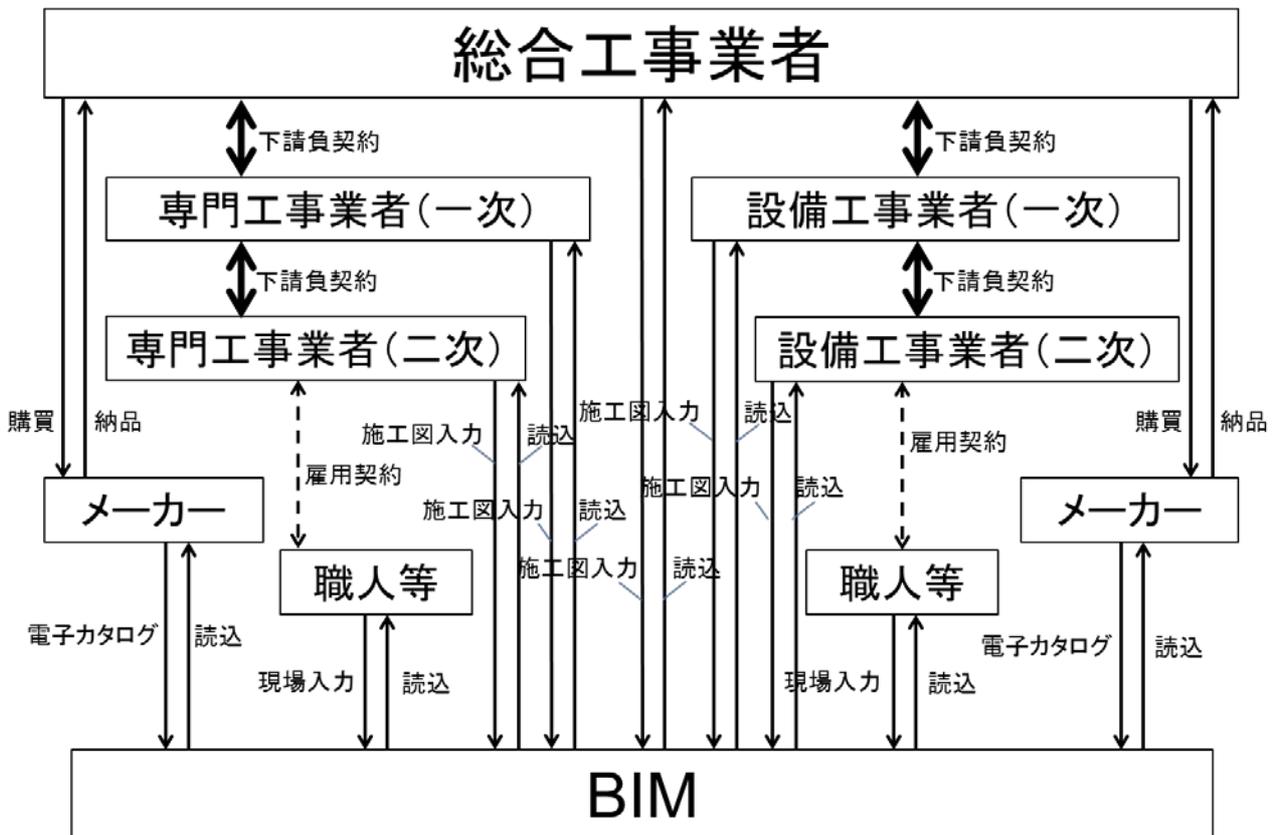


図5 施工チームと BIM

資機材や設備機器などはメーカーが BIM に対応した情報提供を行うかどうかで、効率性に大きく影響する。例えば、カタログの電子化がどこまで可能か、それをメーカー側の投資のみに頼ることができるかどうか、今後の動きが注目される。

特に、設備工事に関しては、建築工事からの独立性が高まっており、総合工事業者と設備工事業者が別個に建築主と工事請負契約を結ぶプロジェクトも多いことから、施工チームが分断されたときの BIM の取り扱いについても検討されるべきである。

9. 運用段階に関わる組織と BIM

建物竣工後の運用段階に関わる主体はファシリティ・マネジャー、プロパティ・マネジャー、マンション管理会社など多様であるが、簡略化すれば、建築主と「管理運営者」に集約される。両者は業務委託契約を結び、建築主が与条件として長期修繕計画を示し、業務報酬を支払う。管理運営者は、日常点検、定期点検、法定点検等を含む維持保全業務を実施するとともに、改修工事や大規模修繕工事にあたっては、発注支援業務を行う。これらの工事については、前述の設計、工事発注、施工のモデルの繰り返しとなる。

運用段階は長期間に及ぶうえ、原設計、元施工の直接の担当者が散逸してしまい、竣工図書等の情報に頼る面が大きい。これを BIM が代替するならば、交換、改修、修繕等の実績を間断なく BIM に反映させ、建物の現況と BIM の乖離を生じさせないことが重要である。そうすれば、建物所有者の移転や建物資産の流動化の際のデューデリジェンス（適正評価手続き）が大幅に効率化すると期待される。

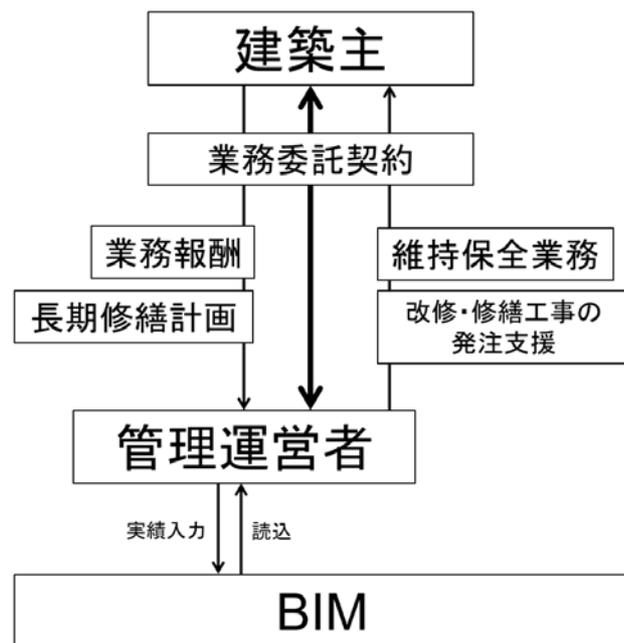


図6 運用段階に関わる組織と BIM

10. BIM の活用上の課題

以上のように建築生産プロセスの各段階での BIM の位置づけを考察したが、建築主以外にプロセスに一貫して関与する組織が欠如していることがわかる。すなわち、BIM の最大の受益者は建築主のほずであり、建築主が BIM 導入に関心を持ち、その価値を認めるかどうか BIM の普及に大きく影響すると考えられる。自ら BIM の入出力を行わない建築主に対して、一貫して BIM に責任を持つ新たな職能を創ることもあり得るが、これも建築主や市場のニーズに支配される。

BIM の電磁的記録データの所有権や知的財産権の帰属についても、あいまいな状態での運用は許されない。多数のプロジェクトの BIM をビッグデータとしての活用し、設計手法の合理化を図る可能性が考えられるが、当該建物や情報のセキュリティ、秘密保持への不安が残る。

さらに、権利／責任について契約と実態の乖離がある。プロセスモデル上は想定されないことが多いが、設計図書の完成度が低かったり、設計図書相互に齟齬がある場合の補完を、どの主体が、いつ、どのような契約上の根拠で行うべきか、またその対価（報酬）はどうあるべきかについて、実務界では長年にわたる議論が続けられてきたが、全体的な合意形成に至っていない。そのような状況で、施工段階で「設計図書」に相当するものとして入出力可能になる BIM の完成度についても、関係者の合意が図られている必要がある。原寸の3次元情報を格納する BIM では、図面間の不整合は発見しやすいはずであり、入力不足についても警告表示によってかなり低減できると期待される。しかし、単純ミスではなく、決定すべき事項の先送りに起因する完成度不足であれば、それを設計段階で補完するのは、かなりの負荷を要するか、技術的に不可能であるかもしれない。それを可能にするような組織的支援体系、生産設計への資源配分、設計期間や設計者の業務報酬の確保など、BIM 以前に解決されるべき課題が残存している。

11. まとめ

本稿では、建築生産プロセスの各段階での BIM の位置づけを示した。サプライチェーン全体に共通する存在は、建築主と BIM だけであり、これが俯瞰的な活用戦略の阻害要因となっている。英国など BIM への建築主の期待の高い国との比較検討も今後の課題となる。

【参考文献】

- 1) 古阪秀三編著：建築生産，理工図書，2009
- 2) 生島宣幸：BIM と連動した積算システム，建築と積算，第47巻，第477号，pp.15-18，2015.1
- 3) 山梨知彦：BIM 建設革命，日本実業出版社，2009

*1 京都大学産官学連携本部 准教授 博士(工学)