

建築業の生産性とBIM

ユーザシステム開発部担当部長 森 谷 靖 彦
ユーザシステム開発部主任 江 藤 久 美 子

Keyword : BIM, 労働生産性, CALS/EC, ICT, IPD

1. はじめに

2010年3月に国土交通省がBIM導入宣言を行い、この年が日本の「BIM元年」と呼ばれるようになってから早7年が経過した。

当初、BIMはCADの延長技術として捉えられていたが、その普及とともに国内外の活用事例が広く紹介されるようになり、今日ではBIMを労働生産性を改善するための情報共有プラットフォームとして利用する取り組みが活発に行われている。

しかし、BIMの導入によって直ちに労働生産性が改善されるということではなく、安易なBIMの導入がこれまで培ってきた業務ノウハウやワークフローに混乱を与え、逆に生産性を阻害する要因となる事態も起こり得る。

本稿では、建築業の生産性について再考し、BIMの活用とその可能性についてあらためて考察する。

2. 建設業の労働生産性

2.1 労働生産性の低迷

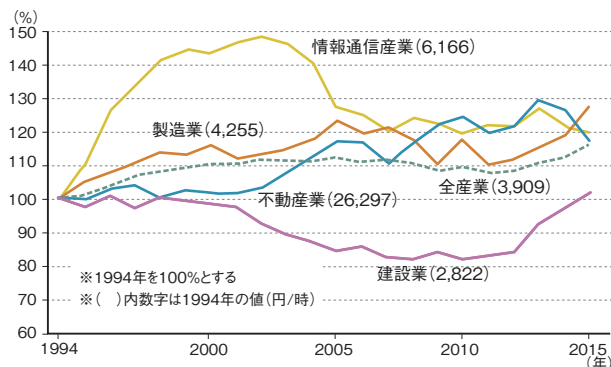
建設業は典型的な労働集約型産業で、他の業種との労働生産性を比較すると、その絶対値でも、数値の伸び率でも、全産業の平均より低調な傾向にあり、現代の労働集約型産業の代表といわれるサービス業と比較しても低い値となっている（図1、表1）。

建設業の労働生産性が低迷する理由はさまざま考えられるが、その根本的な原因の一つに、建設業はそのプロジェクト遂行の過程において、非常に多様な利害関係者

表1 主要産業の名目労働生産性(就業1時間当たり)の変化

分 類	1994年(A)	2015年(B)	上昇率(=B/A)
全産業	3,909.4	4,538.3	116%
農林水産業	1,108.9	1,230.0	111%
鉱業	4,261.4	3,943.8	93%
製造業	4,255.0	5,440.2	128%
電気・ガス・水道	13,898.2	12,914.2	93%
建設業	2,821.9	2,872.2	102%
卸売・小売業	3,195.7	3,924.2	123%
運輸・郵便業	3,535.0	3,433.7	97%
宿泊・飲食サービス業	2,448.3	2,650.3	108%
情報通信産業	6,166.1	7,398.8	120%
金融・保険業	7,134.3	8,246.4	116%
不動産業	26,297.3	30,840.9	117%
専門・業務支援サービス業	2,750.9	3,878.1	141%
公務	6,344.8	7,790.0	123%
教育	5,036.9	6,698.4	133%
保健衛生・社会事業	3,376.5	2,709.3	80%
その他のサービス	2,862.6	2,278.5	80%
サービス産業	4,234.6	4,588.9	108%

出典：日本生産性本部「生産性データベース」



出典：日本生産性本部「生産性データベース」

図1 主要産業の名目労働生産性(就業1時間当たり)の経年変化

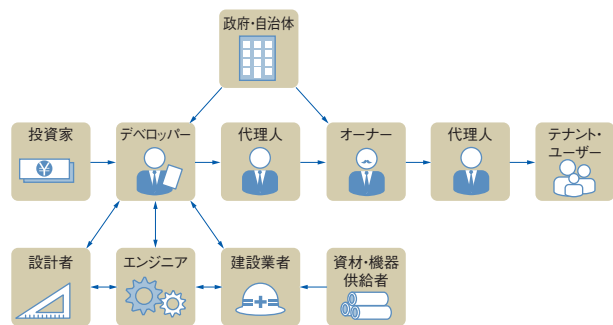
が介在するという産業構造がある。

マンションや戸建てなどの住宅では、近年ユニット化や規格化が浸透し、住宅の完成形を購入予定者にあまねく伝達することが可能になりつつあるものの、オフィスや商業施設、特殊建築物など非住宅部門の建築工事では計画の標準化が難しく、現在でも「単品受注生産」が一般的である。そのため、プロジェクト単位でその建設目的から設計コンセプト、予算や工期をすり合わせて合意していくことが求められ、作業の合理化が難しい。

しかも発注者側は一般的に建築の専門知識を持っていないため、相互の情報共有の巧拙により設計作業のやり直し、工事着工後の仕様変更、完成後のクレーム処理などが多発する状況にある（図2）。

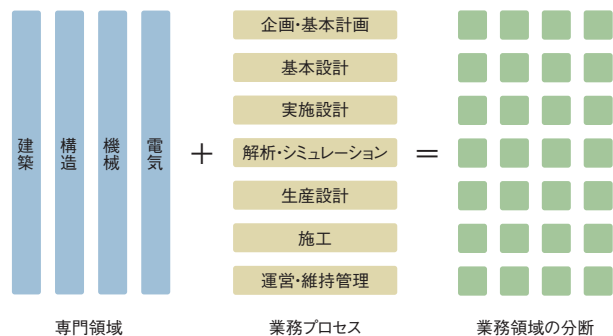
2.2 分断されている業務

建築物を設計し施工するには、高度な専門知識と経験が必要とされる。建築設計業務だけでも、建築設計、構



出典：日刊建設通信新聞社「BIMその進化と活用」

図2 建設産業の複雑性



出典：日刊建設通信新聞社「BIMその進化と活用」

図3 建築分野のさまざまな主体と業務

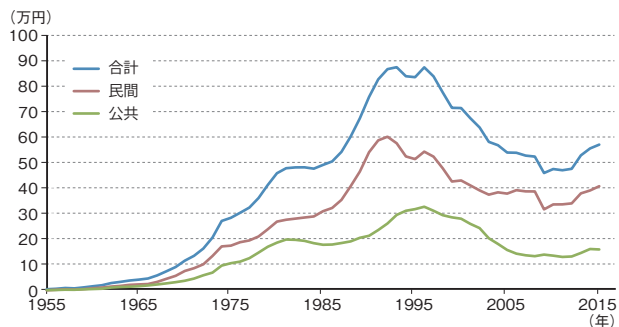
造設計、機械設備設計、電気設備設計などその専門領域は細分化されている。加えて、企画や基本設計などの予備設計から詳細設計（実施設計）、施工、運営・維持管理に至るまで、その業務主体が分断している場合が多い（図3）。

業務領域が分断されると、プロジェクトメンバー間で正しく情報伝達や情報共有を行うことが難しく、最新情報が全作業員に行き届かないなどの理由により、建築図と設備図に齟齬が生じるなどの諸問題が発生する。また、設計段階における建築図、構造図、機械図、電気図間の齟齬や不整合に対するチェックは、人海戦術に依存している場合が多く、膨大な作業のなかでミスが見逃されることもある。

また近年、地球環境や地域環境の側面から建築行為への制約や要望が急増しており、環境計画のような専門領域を横断する検討や分析が実施されることも多い。こうした中、業務主体間でプロジェクト全体の方針が共有されることは重要で、個別部位の具体的な性能水準などが正確に共有される必要がある。ところが各業務主体が多くの決定を同時並行で行っていく過程で、この共有作業をミスなく行うことが難しくなっている。

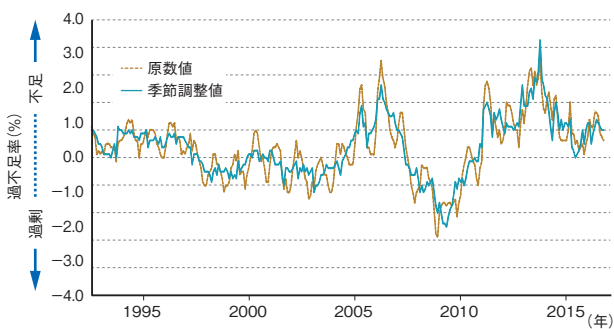
2.3 建築需要の成熟と建設技能労働者数の減少

日本の元請完成工事高は、1990年代のバブル景気崩壊後、「民間」「公共」とともに顕著な下落傾向となり、2008年に発生したリーマンショック後には、「民間」「公共」の合計が1993年のピークに対しておおむね半分にまで低



出典：国土交通省 総合政策局「建設工事施工統計調査報告（2015年度実績）」

図4 元請完成工事高（億円）



出典：国土交通省 土地・建設産業局「建設労働需給調査結果」

図5 建設技能労働者過不足率の推移（8職種計・全国）

下した。その後2011年の東日本大震災後の復興需要、2012年の安倍政権発足後の「国土強靱化計画」、2020年開催の東京オリンピック関連の建設投資増加などの追い風により、2010年の底から転じて増加の傾向にある。（図4）。

ところが、通常は建設需要の増加に伴って増加する建設技能労働者数が、建設需要が回復基調に転じた現在でも減少が続いており、建設技能労働者の高齢化や引退によって、今後も深刻な人手不足が続くことは想像に難くない。一向に解消しない人手不足によって、人件費の高騰も発生しており、それによって建設費の高騰や品質低下のリスクを高める要因となっている（図5）。

3. 管理業務でのICT活用

建築プロジェクトは、多くの関係者と多様な主体が責任と作業を分離・分割して進行する非常に複雑なプロセスである。間接部門では増え続ける管理業務を効率化するため、1990年代からICT（Information and Communication Technology）の導入がはじまった。

ICT導入当初は、経理を中心とする内勤部署による営業、工事、財務などの業務処理を目的としたシステム開発が主であったが、本社開発の画一的なシステムでは現場でリアルタイムに発生する設計変更や工程見直しなどの状況へ柔軟に対応することができず、重複管理による手戻りが発生するなど問題点も多かった。建設会社ではこれらの課題に対応するため、「発生源入力」という新しい発想のもとで統合システムを再構築し、建設現場と

内勤部署間での情報共有を推進するかたちでICT活用を本格化しはじめた。

時を同じくして、設計事務所や建設現場ではCADの導入がはじまり、設計業務の大幅な効率化がもたらされた。しかしCADによる図面情報はあくまで線と文字の集合体であり、図面作成と同時に発生する見積もりや伝票処理などの管理業務との連携には至らず、発生源入力を基本とする統合システムの普及段階でも、図面作成作業と管理業務は切り離されたままであった。

このような状況の中、国土交通省は1996年に時代にふさわしい電子情報システムの構築を目指して、「建設CALS整備基本構想」を立案し、現在でも公共土木工事を主体に活動が続けられているが、建築工事においては汎用的な仕組みとして普及しなかった。CALS/ECが建築業界で普及していない主な理由は、データ構造や概念定義の厳格化のみが追求され、設計者や施工者に過大な負担を強いたことであると考えられている。

そもそも機械業界などでは、CADの導入ニーズが、設計者が自ら行うさまざまな解析作業（CAE：Computer Aided Engineering）と直結しており、CAD化、さらに3次元化による作業効率の向上や解析を設計にフィードバックするなどの効用が具体的に見えていた。しかし建築業界におけるCAD活用の主目的は、成果品となる2次元図面の製図あるいはその清書であった。そのため、設計者とは別のオペレーターがCAD化作業を担う場合が多く、設計者自身がCADにメリットを見出すことができなかった。また積算や解析、維持管理業務などは、設計者とは別の主体に委ねられていたことも、この業界でCALS/ECやCADの普及が進まなかった要因となっていた。

管理業務の効率化と並行し、建設現場でもICTの活用がはじまっている。こちらは、今後も続くであろう深刻な現場の担い手不足を見据えたICTの活用策である。

遠隔地からでも24時間建設現場の様子を確認できるWebカメラの導入は、安全な現場を担保し、モバイル機器を利用した工事監理写真の撮影や点検ツールなどは、配置人員が少ない状況下での効率的な作業をサポートし、品質の良い建物を建てるために不可欠な道具である。

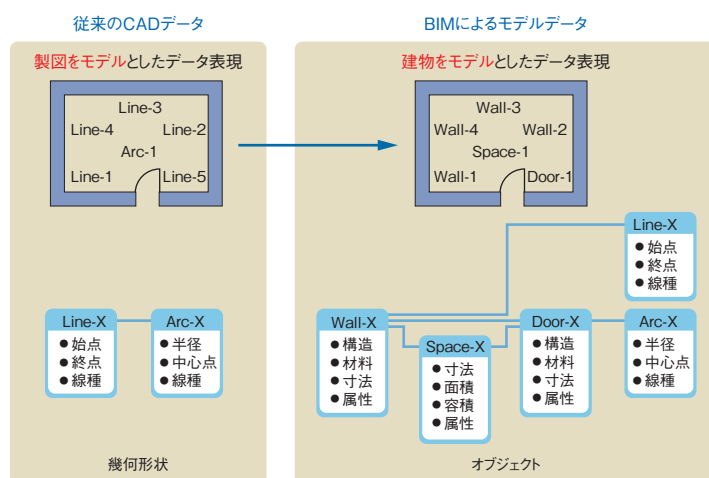
また現場で発生する騒音データや、工事の進捗に影響を及ぼす風速などの気象データをクラウド上で管理し、必要に応じて情報公開する仕組みは、工事の安全性を高めるだけでなく工事中の近隣トラブル対策にも有効な手段として、近年普及をはじめた建設現場のICT施策である。

4. BIMへの期待

CALS/ECの試みは、建築業界で普及することはなかったものの、建築ビジネスの環境にふさわしいICT化の必要性を業界全体に意識付け、建物情報を3次元モデルデータと一体的に扱う流れへと結び付けた。そして、1995年に米国でIAI (International Alliance for Interoperability: 現 buildingSMART) が設立されたことが、この流れの形成に大きな影響を与えた。

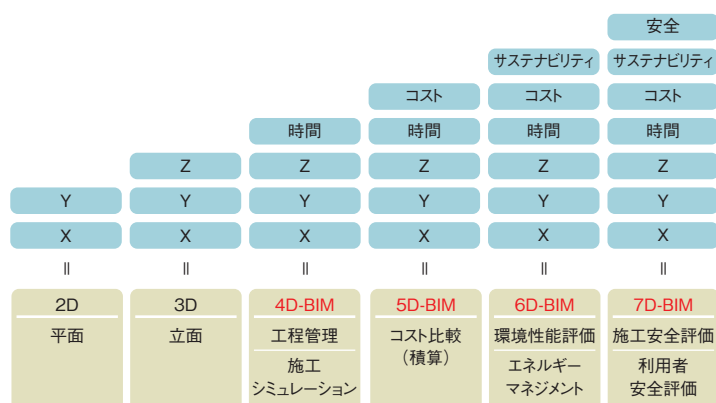
buildingSMARTは、建物の電子データを有効に活用するための標準化を進める団体である。buildingSMARTが建物情報の相互利用を可能とするための手段として検討し、推進してきたのがIFC (Industry Foundation Classes) である。IFCは、建物を線や文字といった幾何形状で構築する従来の製図モデルとは異なり、壁やドアといった建物を構成する各部材を、オブジェクトの組み合わせによって構築する新しいモデルデータの仕組みである（図6）。

この仕組みはデジタル空間に実際の建物を再現するものであり、各部材ごとに仕様や価格、性能などの属性情報を持たせることができるため、拾い作業や見積もり依頼、積算などの管理業務へ活用できるだけでなく、リスト系図面の自動作成や環境シミュレーション、構造と設備の



出典：日刊建設通信新聞社「BIMその進化と活用」

図6 BIMは建物の統合データベース



出典：日刊建設通信新聞社「BIMその進化と活用」

図7 BIMの活用範囲

干渉チェックなどをオートマチックに行うことも可能となる。このIFCの仕組みを使ったモデルデータが3D-BIMモデルであり、その活用に期待が高まっている。

さらにこの3D-BIMモデルに時間軸の次元を加え4D-BIMとすると、建築生産活動にかかる工程管理を扱うことができるようになる。資材や重機の搬入や施工手順のシミュレーションなど、さまざまな検討を設計段階から行うことで、資材調達や施工などの精度を向上させることが可能となる。建物モデルと工程情報を同時に工事関係者間で共有することで、プロジェクトの各段階でやるべき仕事が明確になり、人員や資材などのジャストインタイムを実現し、工期の遅れを予防しコストの削減に貢献することができる。

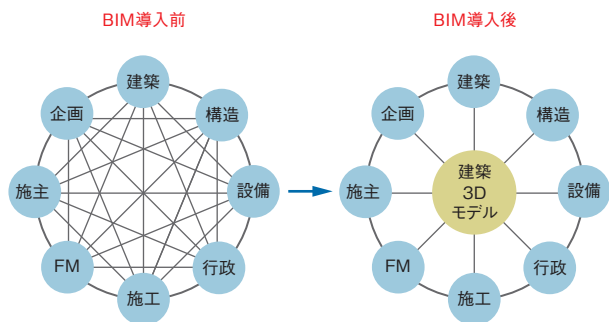
また4D-BIMにコスト情報を加え5D-BIMとすると、設計と工事の見積もりや原価など、積算や工事のキャッシュフローを時間軸に沿って扱うことができる。このようなかたちで情報が集約し統合化された場合、特に設計・施工段階の建築生産者側のメリットは大きいと考えられる。

さらに、5D-BIMに建物のサステナビリティに関する軸をプラスしたものを6D-BIMとすれば、建物完成後の運営や維持管理、LCC (Life Cycle Cost) などFM (Facility Management) 領域にBIMを活用しようとするものになり、環境性能評価やCO₂排出量の削減への効果が期待できる。この6D-BIMの概念は、建物の基本計画や設計段階で、建物竣工後の運用、維持管理を視野に入れ、建物のライフサイクル全般にわたってBIMを活用することであり、LCCの削減やエネルギーマネジメントの改善に大きく寄与できるとされ、建築生産者側だけではなく、発注者側のメリットも大きくなる。

また、6D-BIMに安全に関する軸をプラスしたものを7D-BIMとすると、施工中の安全評価はもちろん、防犯や災害が起きた際の避難経路など、竣工後の建物利用者の安全性を評価することで、建物のセキュリティ向上に貢献できるようになる。

従来の2次元CAD図面では、他システムとの情報連携や建物データの一元化は困難であったが、BIMを使えば建築物の計画時データ (BIMモデル) と施工中にスキャンした点群データを重ねて施工誤差や出来高を把握したり、BIMモデルと運用中の建物の点群データを比較し、経年変化を確認することもできる。またBIMと各種センサーによって取得したデータを連携することで、設備の稼働状況やエネルギー消費量を可視化したり、計画値と実績値の差異を把握し、そのデータを建物の適切な保全計画に活用することも可能になる。

BIMというプラットフォームに建物情報が集約されることで、各専門領域を横断する「サステナビリティ」や「安全」という建物の全体性能を管理することが可能とな



出典：日刊建設通信新聞社「BIMその進化と活用」

図8 関係者間における建築情報の共有

り、BIMはそれらの情報を関係者間で共有するためのコミュニケーションツールとしての活用も期待される。

5. おわりに

BIMはかつて「建築業界に革命をもたらす技術」といわれ、建築生産性の向上に直接影響を及ぼすある種のテクノロジーであると考えられていた。しかし今日では、BIMは建物のライフサイクル全般にわたる情報を一元管理し、情報の共有と協業の拡大に資するコミュニケーションツールであると捉えられている。

昨今日本でも検討がはじまったIPD (Integrated Project Delivery) という新たな契約形態は、BIMというコミュニケーションツールを活用し、設計、施工、運営・維持管理の各プロセスのステークホルダーが早い時期からプロジェクトに関与してビジョンを共有し、プロジェクト全体のフロントローディングを実現しようという考え方である。

日本の建設労働生産性の向上を図るには、設計部門と施工部門、そして運営・維持管理部門間に存在する情報流通の障壁を取り払うことが課題である。BIMの持つ建物情報プラットフォームとしての効果に注目し、建築プロセスの変革とともに進化するBIMの新たな活用方法を開拓していきたい。

【参考文献】

- 1) 日本生産性本部：生産性データベース，2017.3
- 2) BIMその進化と活用編集委員会編著：BIMその進化と活用，日刊建設通信新聞社，2016.9.15
- 3) 国土交通省 総合政策局：建設工事施工統計調査報告 (2015年度実績)，2017.3.31
- 4) 国土交通省 土地・建設産業局：建設労働需給調査結果，2017.3



もり や やすひこ
森谷 靖彦

ユーザシステム開発部担当部長
データベース系システム、CADシステムの開発、
各種提案、ソフトサービス業務などに従事
一級建築士、宅地建物取引士、CASBEE建築・不
動産評価員、情報セキュリティマネジメントシス
テム (ISMS) 審査員補、二級知的財産管理技能士



えとう くみ こ
江藤 久美子

ユーザシステム開発部主任
CADシステムの開発、BIMやFM関連システム調査、
ソフトサービス業務などに従事
CASBEE不動産評価員、認定ファシリティマネジャー、
三級知的財産管理技能士

Synopsis

The Productivity of the Building Industry and BIM

Yasuhiko MORIYA

Kumiko ETO

Compared with other industries, the construction industry has lower labor productivity and it can be said that it is representative of labor-intensive industries. One of the fundamental reasons for this is an industrial structure in which a very diverse stakeholder intervenes. Specialized areas such as architectural design, facility design and construction design work are segmentalized. In addition, business entities are often separated for each process, from basic design to implementation design, construction, operation and maintenance, and it is difficult to conduct sharing work without making mistakes. And aging of construction skills workers and serious shortage of manpower are one of the reasons that labor productivity is low.

In order to solve these problems, administrative work, ICT implementation on the job site, and CAD utilization are beginning to take place. In addition, BIM, which has been regarded as an extension technology of CAD, has been regarded as one of the communication tools that contributes to the sharing of information and expansion of cooperation, by integrally managing information over the entire life cycle of buildings, and labor. It came to be recognized as a platform for improving productivity.