

施工BIM の すすめ



B U I L D I N G
I N F O R M A T I O N
M O D E L I N G

成功につながる施工BIMスタートアップガイド2017



一般社団法人 **日本建設業連合会**
JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION CONTRACTORS



施工BIMのすすめ

成功につながる施工BIM
スタートアップガイド
2017



一般社団法人 **日本建設業連合会**

JFCC

JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION CONTRACTORS

はじめに

一般社団法人日本建設業連合会(以下日建連)では、将来の建設業の担い手不足を補う目的で2016年4月に「生産性向上推進要綱」を策定し、テーマのひとつとして「施工BIM・ICTの活用による生産性の向上」を公表しました。建築生産委員会IT推進部会傘下の「BIM専門部会」では、目標達成に向け3つのワーキンググループが活動しています。その中の一つである「BIM展開検討ワーキンググループ(以下展開WG)」が、本書「施工BIMのすすめ」を編集しました。

2014年12月に、さきに活動を開始していた「専門工事会社BIM連携ワーキンググループ(以下連携WG)」が「施工BIMのスタイル」をリリースし、ゼネコンと専門工事会社とのデータ連携を中心とした施工BIMの実務を初めて解説しました。

昨今、施工BIMは急激な広がりを見せていますが、残念ながら企業間のBIM導入・展開のスピードの差は、広がる傾向にあるのが事実のようです。

一方で「生産性向上推進要綱」において、2020年度までに建築工事に携わる会員企業の100%が施工BIMを導入することを目標にしています。そのため、企業間の差を縮めBIM活用の裾野を広める目的で、2015年4月に展開WGを立ち上げ、本書「施工BIMのすすめ」を発売するに至りました。

本書は、施工BIMを推進するゼネコン技術者向けに、啓蒙書ではなくすぐに使える実用書を編集するという方針で、主にBIM推進部署に所属するゼネコンメンバーが執筆しています。施工BIMを社内展開していく上で、自らが乗り越えてきたハードルや、まさに現在直面している障害を明らかにすることで、同様の悩みを持つ技術者が問題を解決するヒントとなることを期待しています。

本書の執筆に先立ち、日建連会員企業(建築本部委員会所属会社)62社へアンケートを配布し、51社の企業から貴重なデータを頂きました。また、その中の7社にはヒアリングにご協力頂き、生の声を聞かせて頂きました。その結果は、本文中でも活用させて頂いています。この場を借りて、御礼申し上げます。

本書が日本の施工BIM活用の裾野を広げ、建築生産性向上の一助になれば幸いです。

2017年11月

一般社団法人 日本建設業連合会

IT推進部会BIM専門部会 主査 福士 正洋
BIM展開検討WG リーダー 吉村 知郎

目次

BIM導入済企業の方は3章(展開編)から読み始めても役に立ちます。

0 本書の構成

- 0-1 本書の位置づけ 6
- 0-2 本書の使い方・用語の解説 7

導入編

1 BIM入門

- 1-1 BIMとは 10
- 1-2 施工BIM活用法 12

2 BIMを始めよう

- 2-1 BIMの環境づくり 22
- 2-2 組織と人材 27
- 2-3 初期トレーニング 29
- 2-4 費用(導入コスト試算) 30
- 2-5 初めての物件の選び方 31
- コラム① 業界の動向 32

展開編

3 BIMを広めよう

- 3-1 BIM推進のコツ 34
- 3-2 阻害要因と解決策 44
- 3-3 BIM展開の事例 48
- コラム② 失敗事例から学ぶ 50

4 BIM導入・展開アンケート 2016

- 4-1 アンケート 52
- 4-2 企業ヒアリング 57
- 4-3 現状のまとめ 59
- コラム③ 情報コーナー 60

0

本書の構成

この章では、本書の構成と使い方について説明します。

0-1 本書の位置づけ	6
0-2 本書の使い方・用語の解説	
(1) 本書の使い方	7
(2) 用語の解説	8



0-1 本書の位置づけ

日建連BIM専門部会で下記のBIM関連の冊子を発刊しています。

①「**施工BIMのスタイル**」(2014年版)

②「**施工BIMのスタイル 事例集**」(2016年版)

①及び②は、ゼネコン(元請)・専門工事会社・設計事務所のBIM担当者を対象としています。

本書③「**施工BIMのすすめ**」(2017年版)は、これからBIMを導入するゼネコンや、BIMは導入したが上手く推進できていないゼネコンを対象としており、前者にとっては「はじめの一步」、後者にとっては「社内展開の光明」となるよう編纂してあります。

BIM関連セミナーや市販BIM解説書の多くは、BIMの長所だけを掲載する傾向にあり、「BIMを導入するだけで業務の効率化が図れる」、「設計から維持管理まで一貫してデータが有効活用できる」と勘違いされることがあります。実際はBIMツールを導入するだけで業務は改善されるものではなく、多くの企業で展開に苦慮しているのが実情です。

本書では、BIM活用の具体的な進め方とともに失敗事例等も掲載することで、先人(BIM先行企業)が築いてきたノウハウが伝わるようにしました。



①「**施工BIMのスタイル**」
(2014年版)



②「**施工BIMのスタイル事例集**」
(2016年版)



③「**施工BIMのすすめ**」
(2017年版)

①「**施工BIMのスタイル**」(2014年版)

<http://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=200>

②「**施工BIMのスタイル 事例集**」(2016年版)

<http://www.nikkenren.com/kenchiku/bim/zuhan.html>

③「**施工BIMのすすめ**」(2017年版)

http://www.nikkenren.com/kenchiku/bim_susume/index.html

0-2 本書の使い方・用語の解説

(1) 本書の使い方

1章「BIM入門」は、BIMとはどのようなもので、どのようなことができるのか、BIMツールが持つ基本機能など、BIMの基礎知識を解説しています。

2章「BIMを始めよう」では、これからBIMを導入するにあたって必要なものや必要なことについて、コンピュータ・BIMツール・人・組織・教育・費用等の項目ごとに分かりやすく解説しています。

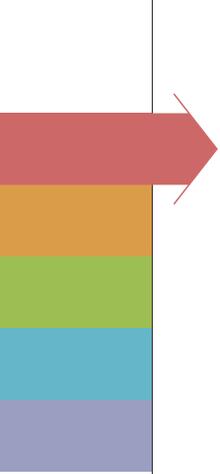
3章「BIMを広めよう」は、BIMを導入したもののその効果が発揮できていない企業の方に向けて、BIM活用を推進させるにはどのように工夫すれば良いのかを解説しています。阻害要因に対する解決策を示し、BIM展開の事例を使って実践に即して利用できるようにしました。

4章「BIM導入・展開アンケート」は、日建連加盟企業(建築本部委員会所属会社)に対して実施したアンケート結果を抜粋してグラフ化するとともに、回答に特徴のあった7社を抽出してヒアリングした結果を掲載しています。他社の動向や事例の参考にしてください。

1章から3章の本文で引用しているアンケート結果は、全てこのアンケートで得られた回答によるものです。(アンケート概要はP.52参照)

今導入を検討されている企業の方は1章から、すでに導入されている企業の方は、3章から読み始めても役に立つように編集しました。

BIM導入・展開の実用書として、活用してください。



(2)用語の解説

■BIM (Building Information Modeling) :

コンピュータ上に作製した3次元の形状情報に加え、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。

■BIMモデル：

コンピュータ上に作製した3次元の形状情報に加え、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いう。

■施工BIMモデル：

施工段階で作製するBIMモデル。

■BIMツール：

BIMモデルを使いこなすためのソフトウェア。BIMモデルを作製するものだけでなく閲覧用、重ね合わせ用、干渉チェック用などの目的に応じた様々なソフトウェアがある。

1

導 入 編

BIM入門

この章では、これからBIMを導入しようと計画している企業向けに、BIMとはどのようなものなのか、BIMでどんなことができるのか、またどのような効果があるのかについて解説します。

1-1 BIMとは

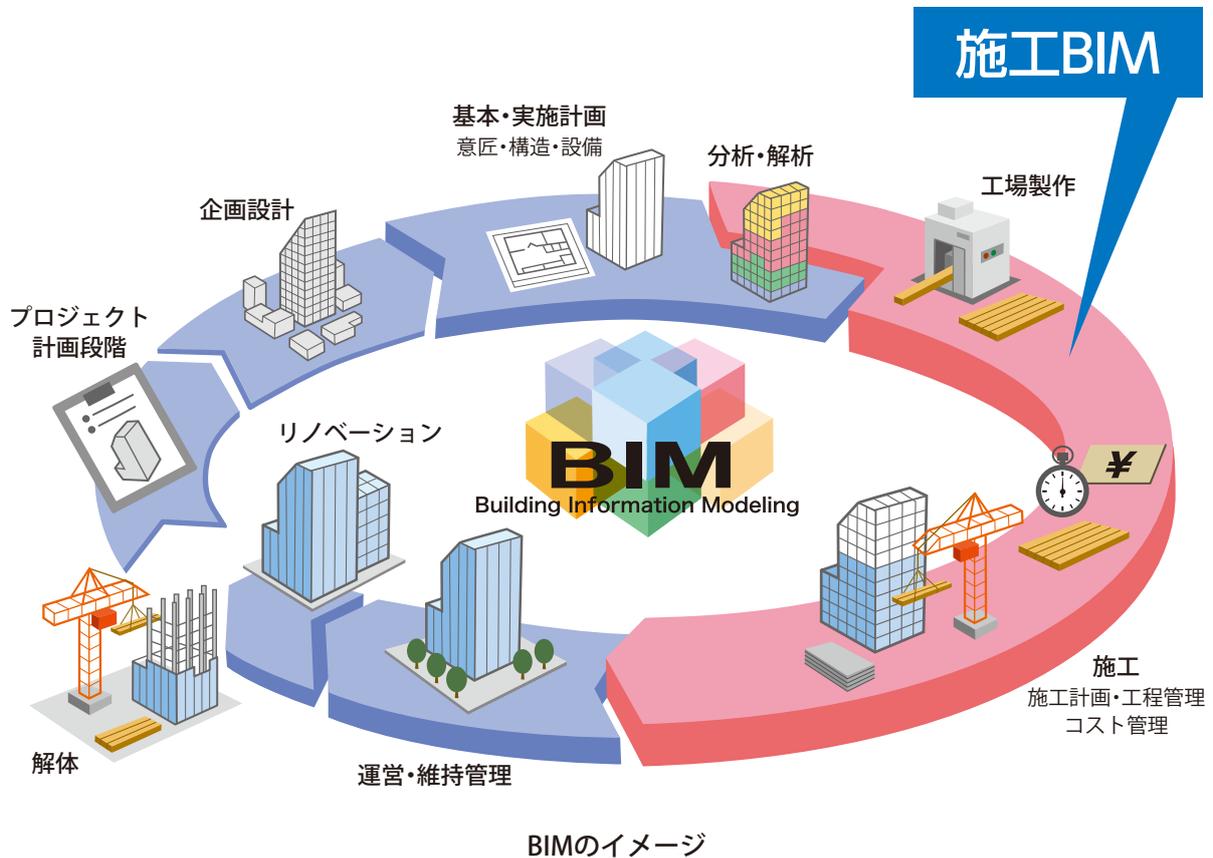
- (1) BIMとはどのようなものでしょう 10
- (2) 従来のCADとBIMはどう違う? 11

1-2 施工BIM活用法

- 施工段階で広がるBIM活用 12
- 施工段階からでも十分なメリット 12
- (1) 発注者・設計者との合意形成(もの決め検討) 13
- (2) 干渉チェック 14
- (3) 施工関係者間の合意形成(納まり確認等) 15
- (4) 施工手順の検討、確認/施工計画への活用 16
- (5) デジタルモックアップ作製 17
- (6) 施工図(躯体図、仕上げ詳細等) 18
- (7) 現場での数量算出 19
- (8) 点群データの活用 20

1-1 BIMとは

(1) BIMとはどのようなものでしょう



BIMは3次元の形状情報とそれに紐づいた属性情報を持つ

BIMとは、Building Information Modeling (ビルディング インフォメーション モデリング)の略称で、通常「ビム」と呼んでいます。

BIMは、コンピュータ上に作製した3次元の形状情報に加え、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し、企画、設計、施工、維持管理などのあらゆるフェーズで活用する仕組みです。

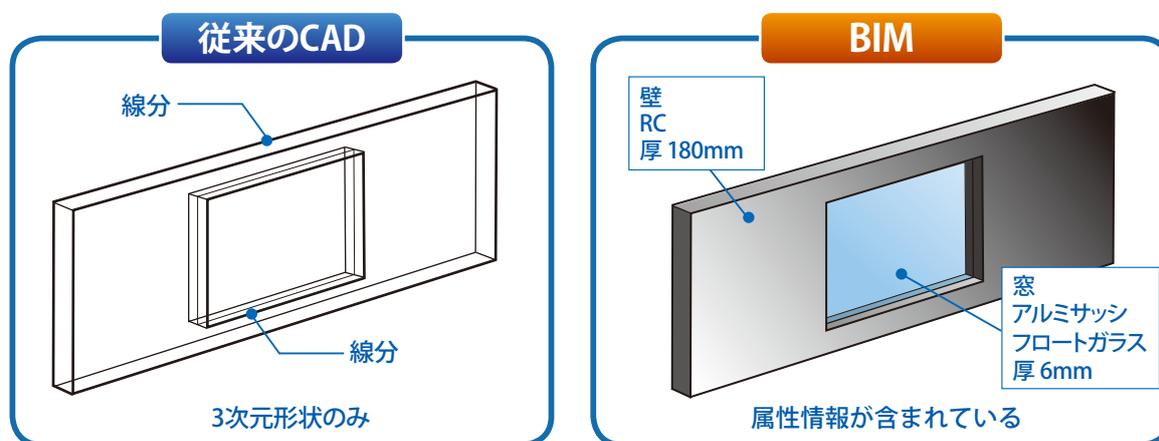
施工BIMとは施工段階で使うBIMのこと

施工BIMでは設計段階で作製したBIMモデルを利用することもあります。施工段階からBIMモデルを作製して取り組むケースも多くあります。

POINT

- BIMモデルから、さまざまな情報をアウトプットできる

(2) 従来のCADとBIMはどう違う？



従来のCADとBIMとの違い

属性情報や3次元化による効率化、整合性確保による不具合削減ができる

では、BIMは今までのCADやCGと何が違うのでしょうか。従来のCADデータは、手書きしていた図面の線を単純にデジタルデータに置き換えたもので、情報としては手書きの図面と変わりません。一方、BIMモデルは、3次元でビジュアルに表現できる形状の情報だけではなく、柱や壁、建具、部屋などに寸法や材質、空間などの属性情報を持たせていて、それらを活用することができます。例えば、BIMツール上で鉄骨を選択すると、鉄骨の種類や大きさ、比重などの情報が入っていて、集計すると建物全体の鉄骨重量が算出されるといったことも可能です。

また、これまではまず設計を2次元で行って、そこから3次元のCGやアニメーションを作製していましたが、BIMでは初めから3次元のモデルを作製します。このモデルから必要な部分を切り出して平面図や断面図など、図面間の整合が取れた2次元の図面やパース等が作製できます。

これらの特色を活かすことにより、図面間の不整合を防止し、業務の効率化に役立てることができます。

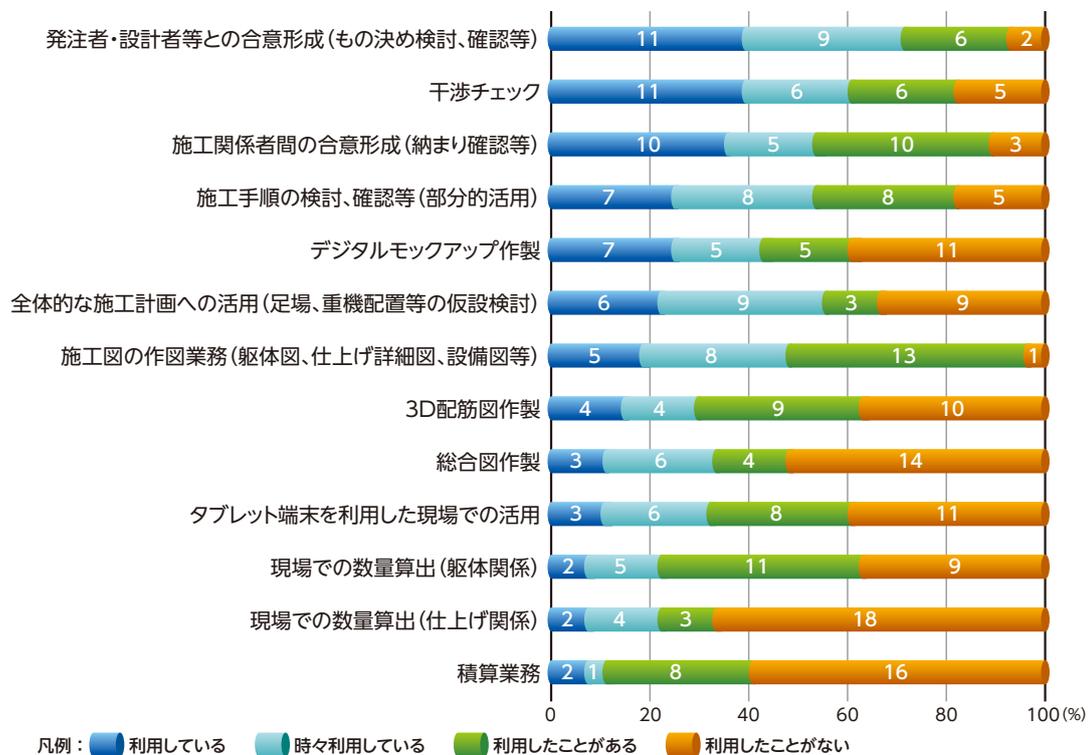
1-2 施工BIM活用法

施工段階で広がるBIM活用

設計、施工、維持管理などの各段階で、さまざまなBIMの活用方法が考えられます。施工段階ではアンケート結果から、「発注者・設計者等との合意形成」「干渉チェック」「施工関係者間の合意形成」で多く活用されています。「施工手順の検討、確認」「デジタルモックアップ作製」「全体的な施工計画への活用」「施工図の作図業務」などにもBIMが活用されていることがわかります。また、「3D配筋図」や「総合図作製」「現場での数量算出」「積算業務」に活用している事例も見られます。そしてこれらのBIM活用にはタブレット端末等が積極的に利用されています。このように施工段階のBIM活用は様々な場面に広がっています。

施工段階からでも十分なメリット

設計段階のBIMモデルがある場合はそれを利用することが考えられますが、施工段階で一からモデルを立ち上げ活用することでも、BIMによるメリットを十分享受できます。



アンケート結果「BIMを活用している業務」※1(施工段階でのBIM実施済み企業28社※2)

※1：アンケート結果「BIMを活用している業務」：詳細についてはP.53参照

※2：BIM実施済み企業28社：無回答の企業を除く(以下同じ)

POINT

- まずは可視化による合意形成が取り組み易い

(1)発注者・設計者との合意形成(もの決め検討)



備品配置のシミュレーション(右画像)と利用者との確認会(左上写真)



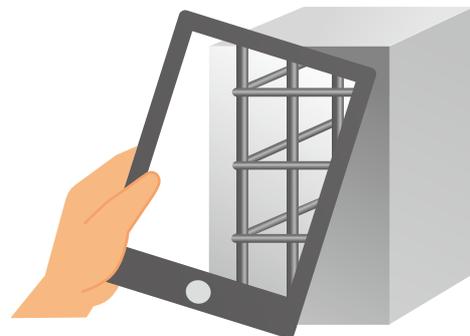
レンダリング^{※3}(Lumion)

様々なアングルから3Dで見ることにより合意形成が迅速化

施工段階のBIM活用で最も利用されているのが、発注者・設計者との合意形成(もの決め検討)です。3次元モデルを好きな角度から見たり、断面を必要な箇所で見ることが可能なため、形状の理解が早まります。パースやCGで表現することは従来から行われてきましたが、BIMモデルを使うことによりアングルを自由に設定でき、何度でも迅速な再修正と再確認が可能です。

また、BIMモデル内を仮想現実として歩き回る「ウォークスルー」と呼ばれる機能もあり、そのアニメーションをBIMツールで作製することが行われています。

最近では、BIMモデルを利用したVR^{※4}やAR^{※5}の活用も広がっています。これらのプレゼンテーションには、ウェアラブル端末やタブレット等が使用され、BIMツールに詳しくない人でも簡単に3次元の空間を体験できます。



※3：レンダリング：モデリングデータに材質や光源を与えてパース・動画等を作製する作業

※4：VR(Virtual Reality)：仮想現実

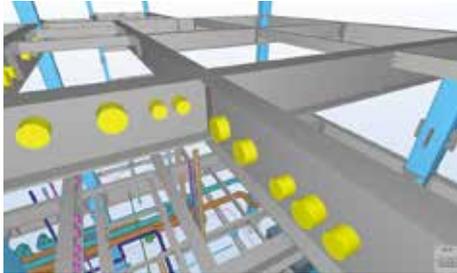
※5：AR(Augmented Reality)：拡張現実

1-2

POINT

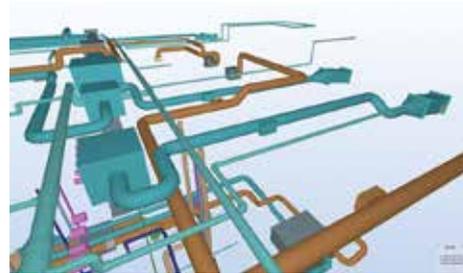
- 鉄骨と設備の干渉チェックは効果が出やすい

(2) 干渉チェック



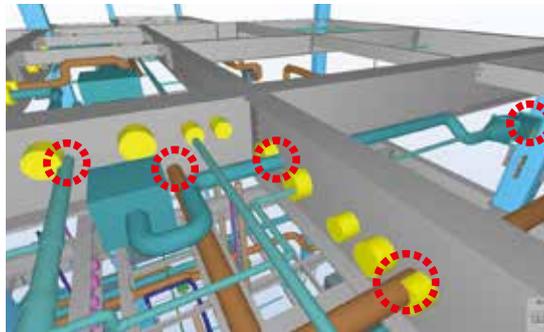
鉄骨・スリーブのモデル
(鉄骨ファブが作製:Real4)

IFC形式



設備のモデル
(サブコンが作製:CadWe'll Tfas)

IFC形式



鉄骨と設備の干渉チェック例

建築・設備モデルの
重ね合わせ
(ゼネコンが作製:
Solibri Model Checker)

建築と設備の干渉を事前に解決することができる

躯体や仕上げなどの建築工事と、ダクトや配管といった設備工事の取り合いを検討するのに、2次元では総合図を階ごとに作製し検証します。ところが、平面的にダクトや配管が何段も重なる部分やPSなど縦方向に貫通する部分などを、平面図と断面図から3次的に想像して検討するのは、労力を要するだけでなく精度も期待ができません。建築と設備のBIMモデルによる取り合いの確認は、建築モデルと設備モデルをIFC^{*1}形式等で重ね合わせることで容易になります。3次元で可視化されているので、それぞれのモデルが干渉している部分を確認しやすくなります。

また、建築と設備の干渉だけでなく、躯体と建具といった建築部材同士の取り合いや、仮設計画の際の足場と躯体や足場と仮囲いとの干渉確認などにも有効です。

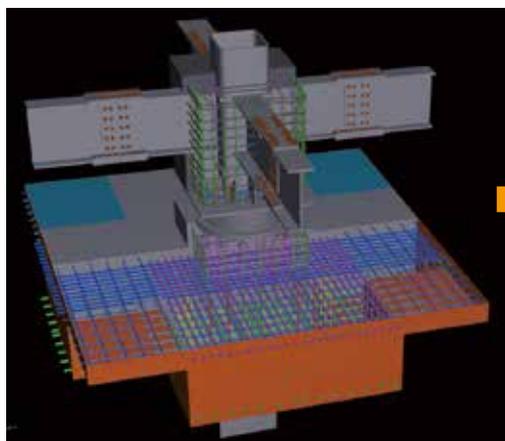
干渉チェックはBIMツール上で確認する他、物理的干渉などを機械的に検出するには干渉チェックツール^{*2}を利用します。

建築モデルや鉄骨モデルを設備サブコンに提供することで業務の効率化が図れます。

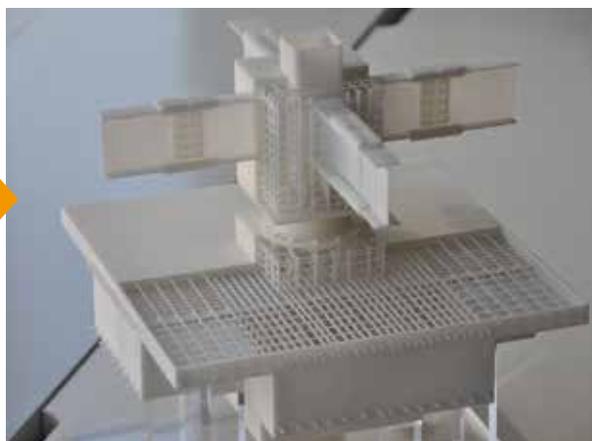
※1：IFC：Industry Foundation Classの略でbuilding SMARTが定めるBIMデータの国際標準仕様
異なるソフトウェア間でBIMデータの共有化、相互運用を可能にする為のデータ形式

※2：干渉チェックツール：2-1(1)「BIMツール」P.22参照

(3) 施工関係者間の合意形成(納まり確認等)



BIMモデル(TEKLA Structures)



3Dプリンターによる出力(3D Systems / Sinter station HiQ)



免震装置周辺の配筋納まり検討

複雑な納まりも一目で理解ができる

基礎や柱、梁などが交差する部分の鉄筋の納まり、RC躯体と外壁建具の取り合い、スロープの納まりなど、複雑な形状の納まりを2次元の図面を見比べながら検討するのは、かなりの時間や労力を要します。2次元の図面上で納まっているように見えても、実際は納まっていないこともあります。

BIMを利用すると、建物の形状や部位の位置等を忠実に表現し、あらゆる方向から検証できるため、関係者の理解が早く、問題点の抽出が容易で迅速な判断ができます。また、少し手間がかかりテクニックは必要ですが、BIMモデルがあれば3Dプリンターで模型を出力でき、施工品質の確保や効率化につながります。また、施工手順の説明や関係者間の迅速な合意形成にも有効です。BIMモデル上で納めて、施工スペースを含むクリアランスを事前に確認するなど、現場でスムーズな施工が可能となります。

1-2

P O I N T

- 工事計画や施工手順が容易に理解できる

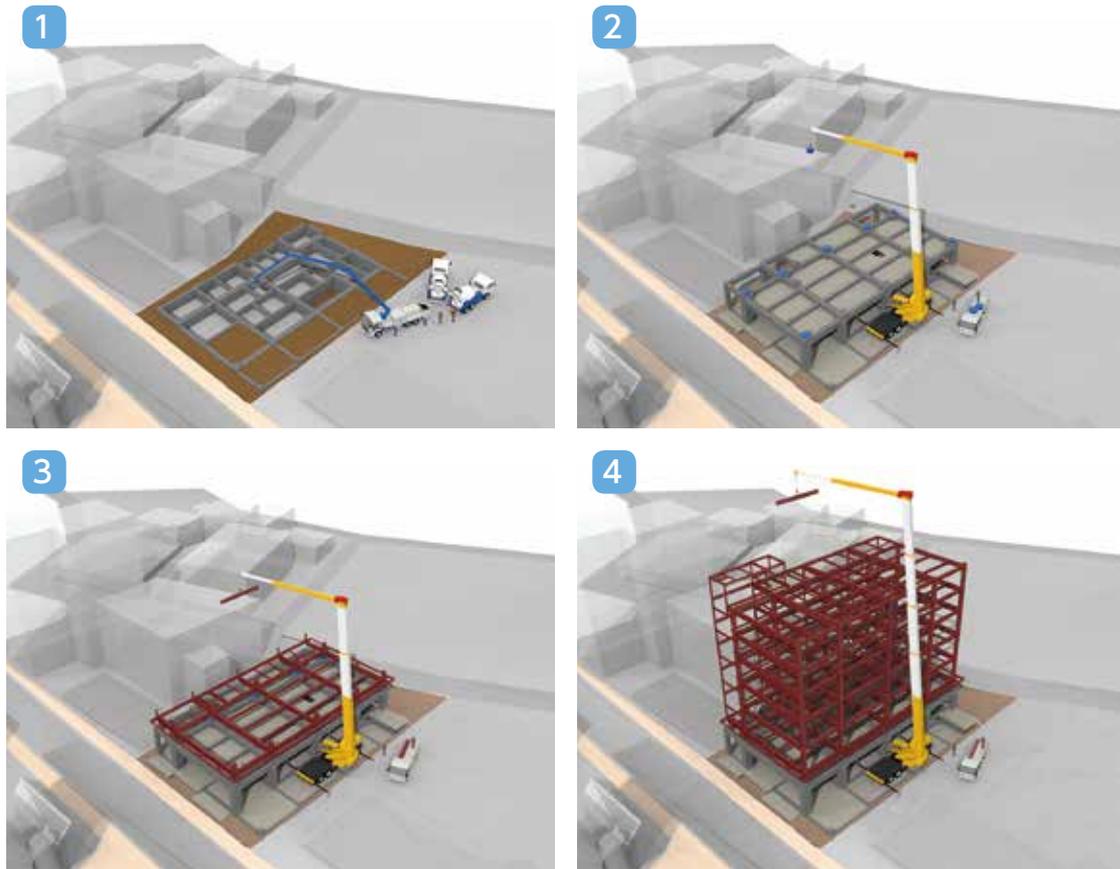
(4) 施工手順の検討、確認／施工計画への活用

作業の進捗が誰にでもわかりやすい

施工計画の検討や説明の際に、仮囲いや各所足場の仮設物、揚重機などを配置したBIMモデルを活用することで、施工時のイメージが掴みやすくなります。

複雑な施工手順をアニメーション化して、作業員と手順の確認をしたり、立体の仮設計画図を様々な視点から確認することで、狭い空間での揚重や取付作業の安全性を検討することもできます。

また、施工に詳しくない関係者に対し、従来の方法に比べわかりやすく工事計画の説明をすることができます。使用するモデルの詳細度は高くなくても良いことが多く、比較的取り組みやすい活用法です。



施工計画ステップ図の例

P O I N T

- 実物を作らなくても原寸の確認やテクスチャ変更ができる

(5) デジタルモックアップ作製

変更、修正が速やかで容易なモックアップを造ることができる

検討のために、先立って作る実物大の部分模型をモックアップと言いますが、デジタルモックアップとは、部屋や外装等の部分をBIMモデルとして作製するものです。

例えば、外装カーテンウォールのデジタルモックアップを使って鉄骨や設備配管との納まり検討、施工手順、足場の検討などができます。

実物の作製と違って、デジタルモックアップは変更、修正を何度でも速やかに行うことができます。また、天井裏、壁内、床下など通常のモックアップで見えないところがデジタルモックアップで見ることができます。室内や外装モデルのテクスチャを変更して、仕上材料を変えることによるイメージを何種類も作り、仕上げ材料選定時の打合せ、合意形成に使う例もあります。



従来のモックアップ



デジタルモックアップ

1-2

POINT

- 施工図の書き出しは
詳細表現の意識改革が必要

(6) 施工図(躯体図、仕上げ詳細等)



整合が取れた図面、パース、動画、数量

モデルから作製した図面やパースは整合が保たれる

BIMモデルから作製した躯体図・仕上げ詳細図などの図面間やパースでは、整合が保たれます。従って変更があった場合、モデルの修正により、アウトプットするあらゆる情報が追従するわけです。平面図は修正したのに断面図を修正し忘れた、といった不具合を防止し、現場で手戻りが発生しない施工図を作製することができます。

BIMモデルからの施工図作製は課題もある

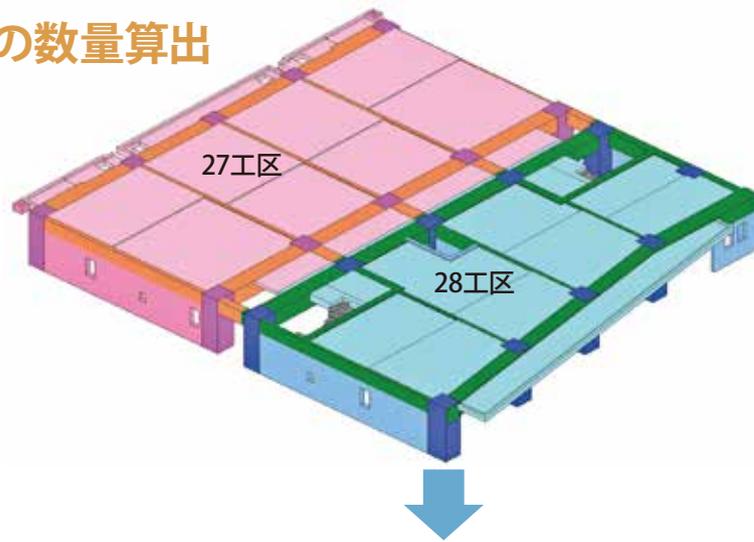
BIMモデルから施工図を作製する場合、従来の2DCADと全く同じ体裁の図面を作ろうとすると、2DCADより手間が掛かります。BIMを使って従来の工数と同等以下で施工図を作製するためには、施工図のLOD^{*1}を目的を絞って的確に設定することや、BIMモデル上で合意してから、決まった内容だけを2D図面として作製することなどが重要になります。BIMを使って効率よく施工図を作製するためには、従来のワークフローや図面表現を見直す必要があります。

※1：施工図のLOD：日建連HP『施工図のLODとBIM施工図への展開』に詳しい内容が掲載されている。
http://www.nikkenren.com/kenchiku/bim_lod.html

P O I N T

●数量算出は躯体数量から
やってみよう

(7)現場での数量算出



No27工区	コンクリート 数量	基準レベル	符号	タイプ	X方向	Y方向	強度
No27工区	3.45m ³	7SL	C1	1180×1000 C1	1180	1000	30
No27工区	3.45m ³	7SL	C1B	1180×1000 C1B	1180	1000	30
No27工区	3.45m ³	7SL	C1C	1180×1000 C1C	1180	1000	30
No27工区	6.51m ³	7SL	C4	970×1150 C4	970	1150	30
No27工区	3.26m ³	7SL	C5	970×1150 C5	970	1150	30
No27工区	6.42m ³	7SL	C6B	1100×1000 C6B	1100	1000	30
No27工区	2.26m ³	7SL	C8	970×1150 C8	970	1150	30
No27工区	3.02m ³	7SL	C9	900×1150 C9	900	1150	30
No27工区 ;		32.81m ³					
No28工区	コンクリート 数量	基準レベル	符号	タイプ	X方向	Y方向	強度
No28工区	3.50m ³	7SL	C1A	1200×1000 C1A	1200	1000	30
No28工区	3.42m ³	7SL	C2	1000×1200 C2	1000	1200	30
No28工区	3.42m ³	7SL	C2A	1000×1200 C2A	1000	1200	30
No28工区	5.38m ³	7SL	C3	970×950 C3	970	950	30
No28工区	2.69m ³	7SL	C3A	970×950 C3A	970	950	30
No28工区	3.21m ³	7SL	C6	1100×1000 C6	1100	1000	30
No28工区	3.21m ³	7SL	C6A	1100×1000 C6A	1100	1000	30
No28工区	2.69m ³	7SL	C7	970×950 C7	970	950	30
No28工区	2.69m ³	7SL	C7A	970×950 C7A	970	950	30
No28工区 ;		30.21m ³					

工区毎に部材ごとの数量算出を行った事例

BIMモデルから数量算出ができる

前述のとおり、BIMモデルは部材ごとに寸法や材質などの属性情報を持っています。BIMツールは集計機能も備えていますので、属性情報を使っていろいろな数量を算出することが可能です。

コンクリートや型枠、鉄骨の数量、壁や床、天井の面積、建具の数などさまざまな数量を自動的に算出できるので、現場での省力化につながります。BIMツールによってはコンクリートや鉄骨など躯体の数量は比較的算出が容易です。ただし仕上げの数量算出など現状ではまだ難易度が高い部分があります。

1-2

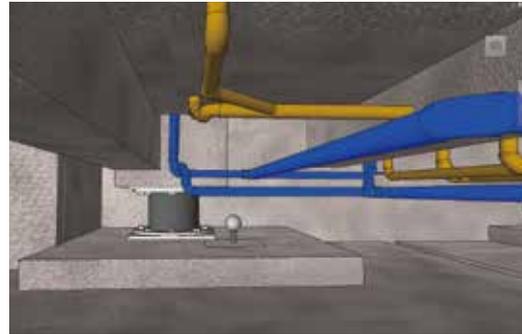
P-O-I-N-T

- 既存建物の改修計画で
大幅な省力化が可能

(8) 点群データの活用



レーザーキャナによる
点群データ



BIMモデル

点群データからBIMモデルを作製できる

3次元レーザーキャナで計測すると、対象物の表面を多数の3次元座標の点の集まり(=点群)としてファイルに出力することができます。例えば既存工場の内部を計測すると、設備や配管なども含めて表面の形状が点群で表示されます。データは座標値を持っているので、設備の大きさや設備間の間隔などをPC上でいつでも計測することができます。CADデータがない既存建物では、この点群データを利用してBIMモデルを作製することにより、従来の手作業による採寸、モデル化より大幅な省力化が可能になります。また、点群データから設備機器や配管等の位置が現状通りのBIMモデルを作製できるので、このモデルを活用して設備計画を行えば干渉がない計画ができ、設備機器の出し入れが可能かどうかなど、改修工事計画に威力を発揮し、現状に即した施工計画の検討も行うことができます。

2

導入編

BIMを始めよう

この章では、これからBIMを導入するにあたって必要なものや必要なことについて解説します。

2-1 BIMの環境づくり

- (1) BIMツール 22
- (2) パソコン 25
- (3) 打合せ用ディスプレイ・外部ストレージ 26

2-2 組織と人材

- (1) BIMを推進する体制の作り方 27
- (2) 必要な人材と役割 28

2-3 初期トレーニング 29

2-4 費用(導入コスト試算) 30

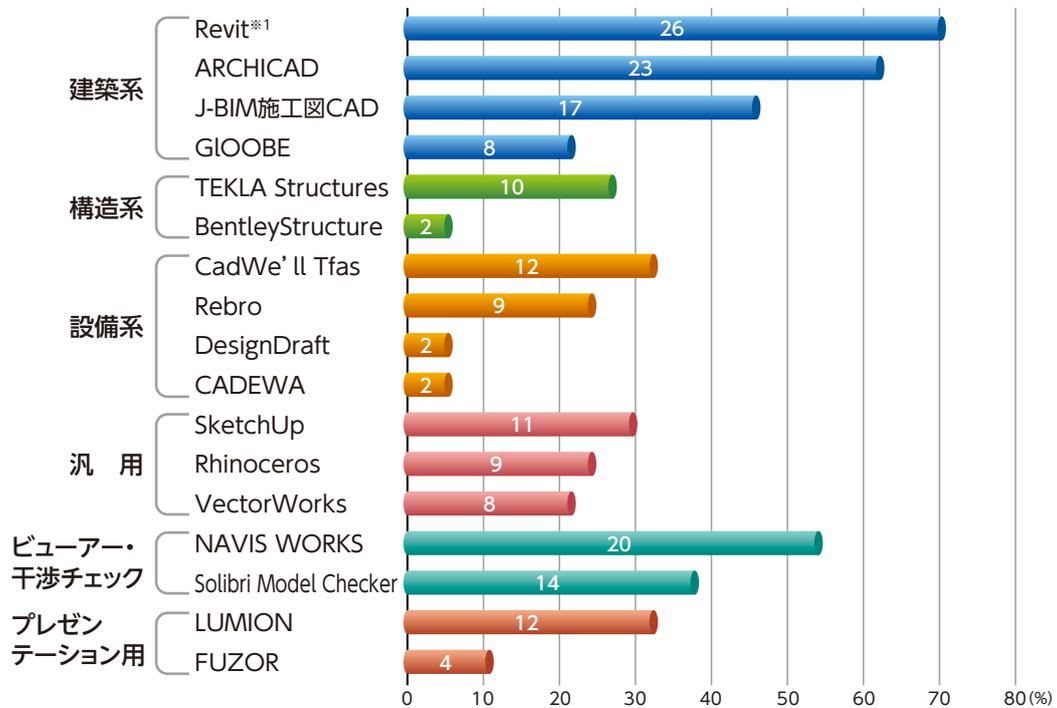
2-5 初めての物件の選び方 31

コラム① 業界の動向 32



2-1 BIMの環境づくり

(1) BIMツール



アンケート結果「どの様なソフトウェアを導入していますか」

メインのBIMツールを選ぶ

BIMを始めるにはまず、BIMモデルを作製するモデリングツールが必要です。モデリング用のBIMツールには、それぞれ特徴があります。

● ARCHICAD

レイヤーの概念を持ち、操作性や、他社のBIMツールとの連携に優れている。3Dオブジェクトやアドオンソフト等が充実している。

● GLOOBE

国産BIMツールであるため、日本の設計プロセスに基づいた設計機能や作図機能を豊富に備えている。モデルデータからの自動作図機能による2次元図面作製が容易。サポートが手厚い。

● Revit※1

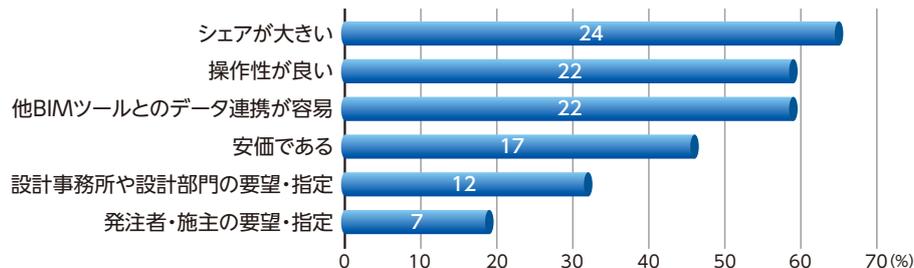
各パーツ(ファミリ)の持っているデータ情報を生かし、データベースとしてのBIM活用ができるBIMツール。意匠・構造・設備描画機能を持つ。

※1：Revit：オートデスク社Revit

●J-BIM 施工図CAD

躯体の部材データを基に、主に躯体図作製と積算・集計までを自動的に行うことができる、国産3D施工図作製システム。

先行企業のBIMツール選定理由



アンケート結果「BIM・3DCADソフトウェア選定理由について」

先行企業^{※2}が、どのような理由でBIMツールを選定したかアンケート結果から見ると、「シェアの大きさ」、「操作性のよさ」、「他BIMツールとのデータ連携が容易」、「コスト」を重視していることがわかります。

その他に企業からのヒアリングによると、「設計部門が使っているソフトとの連携」、「メーカー代理店のサポート体制」、「ユーザー会等の充実度」、「カスタマイズの柔軟性」等を比較した上で選定していることがわかります。

ただし、各社メインのBIMツール以外にも、目的別に複数のソフトを使い分けしていることが多いようです。

各ソフトとも、一長一短があり、優劣がつけがたいものです。各種情報や、体験版ソフトを入手して実際の操作感を比較し、各社の業務形態に合ったものを選定しましょう。

目的別BIMツールを選ぶ

●TEKLA Structures

様々な構造計算ツールとの互換性を持つ、構造設計BIMツール。

●CadWe'll Tfas

設備専門工事会社では普及率の高い設備専用BIMツール。

●Rebro

建築系BIMデータとの連携に優れた設備専用BIMツール。

※2：先行企業：BIM導入6年以上かつ施工BIM案件を10件以上経験している企業(以下「先行企業」と表記)

2-1

P O I N T

- 活用目的によってソフトを使い分けてBIMの効果を高めよう

作ったモデルを様々な活用する

●モデルチェックツール

干渉チェックはBIMツールでも可能ですが、精密な干渉箇所の検出や必要クリアランスの検証ができるモデルチェックツールがあります。設備配管・鉄骨の干渉チェックだけではなく、法規や扉の開閉範囲の障害物チェックなども行うことができます。

(例：NAVIS WORKS、Solibri Model Checker)

●ビューアー

BIMモデリングツールの無い環境でもBIMモデルを閲覧できるのがビューアーです。編集機能はありませんが、簡単にBIMモデルの回転や拡大・縮小をすることができ、任意の切断面も見ることができます。

また、3DPDF形式のデータを専用ツールで作製し配布すれば、Adobe Readerでモデルを閲覧することが可能です。

(例：NAVIS WORKS、Solibri Model Checker、BIM x、Tekla BIMsight、GLOOBE Model Viewer 全てフリー版があります。)

●プレゼンテーションツール

BIMモデリングツールでもレンダリング^{※1}機能をもっていますが、レンダリング専用ツールでは、BIMデータを活用してより高品質な質感に上げることができます。

さらに、ウォークスルーでBIMモデルの建物内を歩いたり、フライスルーで外観を自由に見たりすることができます。建物周りで人や車を動かすことにより、実際の風景の中の建物を感じる動画も作製することができます。

現場での活用例として、バーチャル安全パトロールによる危険箇所の事前チェック等が考えられます。

(例：FUZOR、LUMION、Unity、unreal、3dsmax)

※1：レンダリング：モデリングデータに材質や光源を与えてパース・動画等を作製する作業

POINT

- ユーザーの使用目的に適したスタイルや、スペックを持つパソコンを選ぼう

(2) パソコン

用途に応じたPCを選ぶ

BIMモデルは2DCADと比較して、データ容量が大きくなり、3次元表示などで高度な演算が行われるため、ストレスなく行うためには高い処理能力を有するPCが必要となります。高解像度のレンダリングや環境シミュレーションを行う場合は、より高い性能のPCが必要になります。

良い環境を求めると際限がありませんが、BIM用PCは用途に応じて、使い分ける必要があります。

また、作業用ディスプレイとして、24インチワイド程度以上の大型のディスプレイが望ましいでしょう。2つのディスプレイを並べる使い方もあります。

●一般BIM用PC(デスクトップ型)

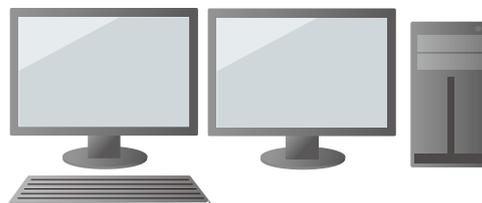
通常のモデリングや図面化、検討モデルの作製に使用される。



スペック例
CPU: Xeon E3-1225 v5
3.3GHz QuadCore
RAM: 8GB DDR-4
SDRAM(4GB×2)
ストレージ: 256GB
SSD+500GB HDD

●高性能BIM用PC(デスクトップ型)

大容量のBIMモデルを扱う場合、高解像度のレンダリングやアニメーションの作製、環境シミュレーション等に使用される。



スペック例
CPU: Xeon E3-1270 v5 3.6GHz QuadCore
RAM: 16GB DDR-4 SDRAM(8GB×2)
ストレージ: 256GB SSD+500GB HDD

●BIM用モバイルPC(ノート型)

プレゼンテーションとBIMツールを使いながらの打ち合わせを想定、処理能力とグラフィック性能だけでなく、バッテリー性能と重さも重要となる。



スペック例
CPU: Xeon E3-1505M v5
2.8GHz QuadCore
RAM: 16GB 2133MHz
ECC DDR-4
ストレージ: 256GB SSD

●閲覧用端末(タブレット型)

ノートPCと使用方法を区別して、現場で手軽に利用できる。様々な画面サイズがあるが大きい方が見やすい。



2-1

POINT

- 情報共有には、ともに見る・作る環境の整備が必要

(3) 打合せ用ディスプレイ・外部ストレージ

大型ディスプレイ、プロジェクターで快適会議

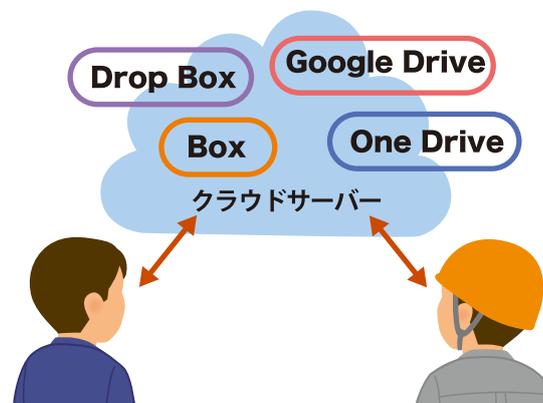
作業用ディスプレイの他に、部屋を暗くしないで多人数で打合せする場合は、50インチワイド程度の大型のディスプレイを会議室に用意すると良いでしょう。

プロジェクターは、多人数での打合せやプレゼンテーションに使用します。ディスプレイの様に発色の良さや明るい場所で見ることができる利点は有りませんが、環境によってディスプレイ以上の大画面にできます。また、機材を移動できる利点があります。



データ共有には外部ストレージの利用を

関係者間でデータを共有するために大容量データを保存できるサーバーとネットワーク環境を構築する必要があります。外部とデータを共有するためにクラウドサーバーがあるとより便利です。一般的に普及している外部ストレージを社内のセキュリティに応じて適切に選ぶ必要があります。



2-2 組織と人材

POINT

- 初期の取り組み体制は技術開発チームや社内WGから
- 外部コンサルタントのアドバイスを受ける

(1) BIMを推進する体制の作り方

BIMの運用を円滑に進めるためには体制作りが必要となります。この運用体制にはいろいろなパターンがありますので、いくつかの事例を紹介します。

導入段階での組織作り

BIMを初めて導入するには、まずBIM推進担当者を決めて、BIMオペレーターを配置しましょう。

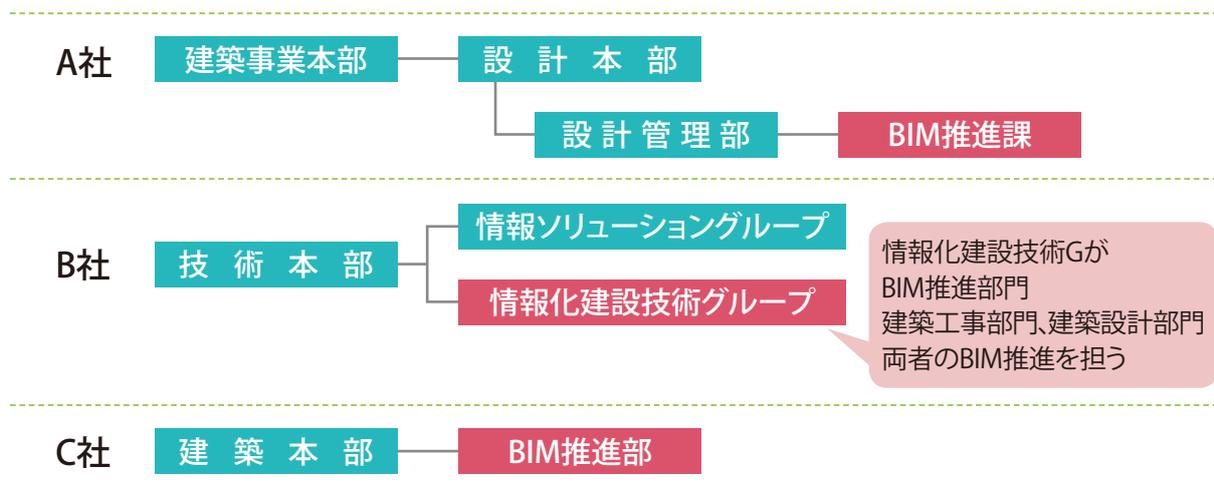
導入初期のプロジェクトでは、技術開発チームや社内ワーキンググループとして始めたり、外部のコンサルタントにアドバイスを受ける方法もあります。

普及段階からの組織作り

導入段階を経てBIMが普及段階に入れば、推進する部署を設置してその部署が中心となり全体の調整を図り、効果のあった事例や課題等を全社展開する役割をもちます。

下記に各企業がBIM推進部門を設置している例を挙げます。参考にしてください。

各社の推進部門の設置例



2-2

POINT

- 最初は社外スタッフの協力を得て、スタートを切る方法がある

(2) 必要な人材と役割

チームを組んでBIMを推進

BIMを用いたプロジェクトにおいては、規模によりますがチームを構成して取り組むことが多いです。

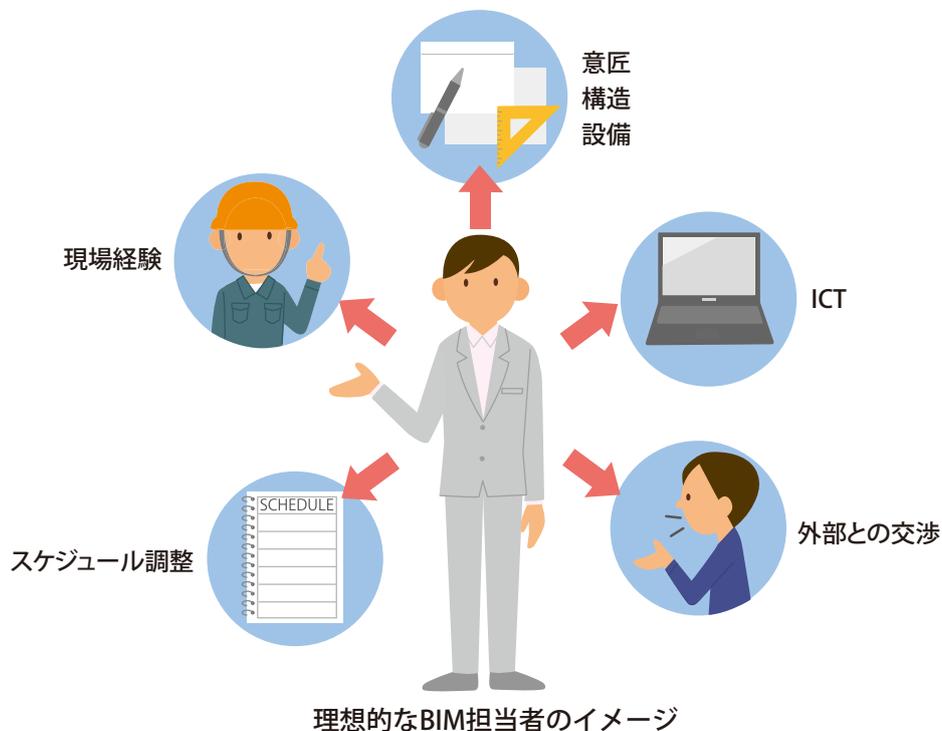
中心となるBIM担当者は、意匠、構造、設備に精通した人、ICTのスキルが高い人、現場の施工に明るい人、スケジュールの調整や外部との交渉を行い取り纏められる人が望ましいですが、このような人材を集めることはなかなか難しいのが現実です。最初は目的を定めて社外のスタッフに協力を得るなどの方法があります。

必要な人材と役割

BIM担当者：BIMを用いたプロジェクトにおいて、BIMの利用方針を定め、モデル作製利用計画を立案し、実施状況の把握やスケジュールの調整、外部との交渉等を統括する人

BIMオペレーター：BIM担当者の指示のもと、BIMモデルを作製する人

BIMコンサルタント等：運用や環境整備、テンプレート作製等の様々なBIM運用上の課題を明らかにし、解決に対して社外から助言をする人



2-3 初期トレーニング

POINT

- 最初にBIMツールの操作方法を習得
- 講習会、マニュアル等を有効に活用

BIMツールの操作を学ぶ

BIMを導入するにあたり、BIM担当者やBIMオペレーターとなる方は、まず最低限のBIMツールの操作方法を習得する必要があります。

各BIMツールには簡単なマニュアルが用意されているので、独学である程度は習得できますが、わからないところがあると行き詰ってしまうことがあります。急ぐ時は、ソフト開発元や代理店へ質問しながら解決します。モデリングのスキルアップには、講習会・セミナー等に参加したり、外部講師を招いて社内での講習会の実施も有効でしょう。

社外の情報を得てレベルアップ

講習会で基本操作を習得したあとは、より高度な習得のための講習会や各地で開催される事例発表会、PCを操作しながら受けるハンズオンセミナーなどへ積極的に参加すると社内にはない情報を得ることができます。

また、BIMツールのユーザー会もあるので、積極的に参加していろいろな情報を他のユーザーと共有することも有効です。

社内への教育展開

これらのトレーニングを受けたら、忘れないうちにできるだけ実務で使って身につけて、そのあとはBIM担当者が社内での教育係として利用者の輪を広げていきましょう。

社内の教育は、新入社員教育時や節目の年次教育時等の集合教育で開催している企業が多いようです。



2-4 費用(導入コスト試算)

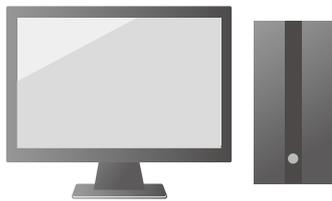
POINT

- 初年度イニシャルコストは約100～200万円程度

BIMを導入するにあたり必要な初期費用には、目的によりいろいろなパターンが考えられます。初期導入時の例を紹介します。

(金額は2017年7月調査時のものです)

■参考例：BIM担当者1名、BIMオペレーター 1名で社外の協力事務所等にモデル製作を依頼し、社内では確認程度を行う場合を想定



● PC

一般BIM用PC
(デスクトップ型、ディスプレイ含む、24インチ程度)
約30万円×2台=60万円



● ソフトウェア

BIMツール(保守料含む)
約50～100万円



● トレーニング費(社外講習受講)

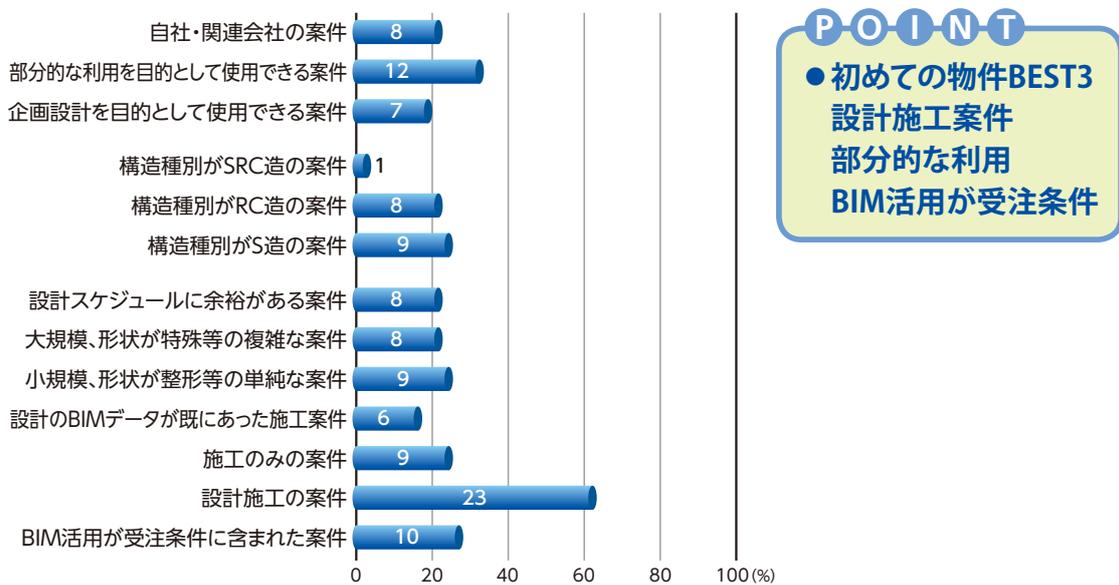
2人×2日間 約10万円

上記を合算したコストは、内容によりますが約100～200万円程度です。

その他にかかるもの

- BIMモデル外注費
- BIMオペレーター人件費(目安4万円～6万円/人・日)
- 導入後2年目以降は、保守料等のランニングコストとして、イニシャルコストの約20%が毎年かかります。

2-5 初めての物件の選び方



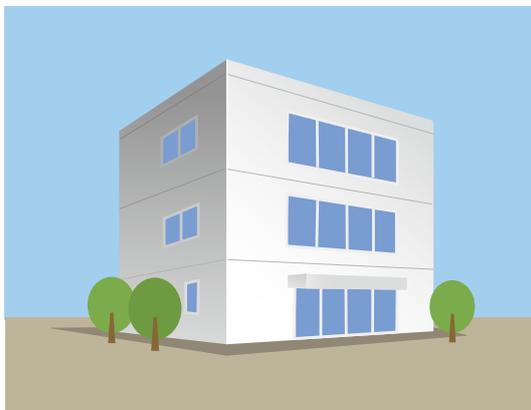
POINT
 ● 初めての物件BEST3
 設計施工案件
 部分的な利用
 BIM活用が受注条件

アンケート結果「どのような基準で決定しましたか」(37社)

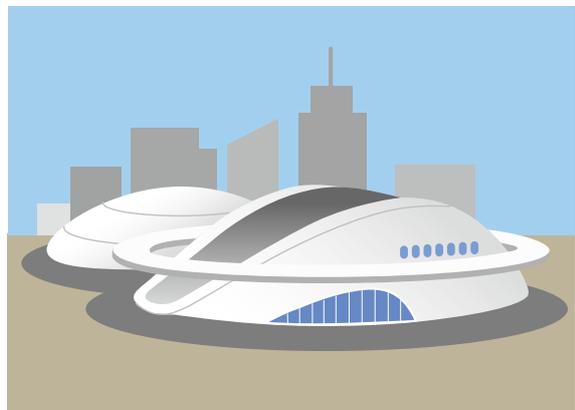
BIM導入後初めて取り組む物件は、どのようなものが良いかアンケート結果から見てみましょう。

一番多い回答は、「設計施工案件」での取り組みです。その次に「部分的な利用」を目的としたもの、ついで「BIM活用が受注条件に含まれた案件」での取り組みでした。

BIMを始めるに当たっては、できればスケジュールに依存しない過去物件を用いた試行を行ったのちに、実案件に取り組んでみることをお勧めします。その案件は、規模が小さく形状が複雑でないものを選定し、また工期に余裕のある物件等で、できるところから始めるのが良いでしょう。



取り組み易い建物イメージ



大規模、複雑な形状の建物イメージ

業界の動向

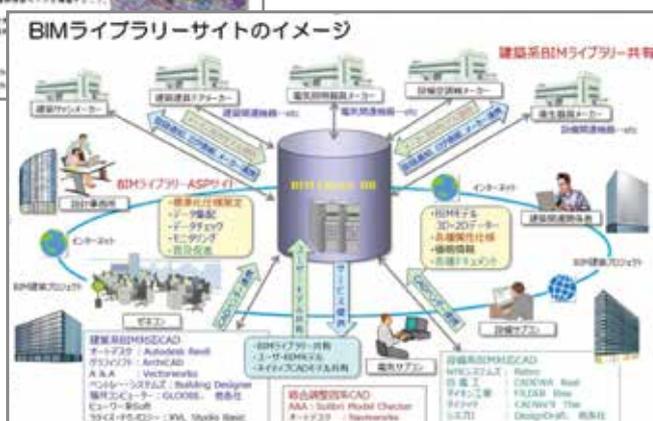
コラム①

日本では2009年がBIM元年と呼ばれ、BIMに関するセミナーやシンポジウムが頻繁に開催され、以降業界内にBIMの導入が進みました。その後、国土交通省大臣官房官庁営繕部が、2010年3月に「官庁営繕事業におけるBIM導入プロジェクトの開始について」を、2014年3月には「BIMガイドラインの策定とその運用について」を公表したことから、民間でも一気に導入に弾みがつきました。また、2015年10月には、BIM部品ライブラリー構築を目指すBLC (BIMライブラリーコンソーシアム) が設立され、業界から期待が寄せられています。

このような背景から、最近では、設計・施工の各段階でBIMの活用を条件とする案件や竣工BIMモデルの提出を求める案件が出てきており、この傾向が拡大している状況です。



国土省のBIMガイドライン



BLCのBIMライブラリーの概念図
(資料提供：BIMライブラリーコンソーシアム)

3

展開編

BIMを広めよう

この章ではBIMを導入したがうまく進まない企業、実務でもっとBIMを活用したい企業向けにBIMを広めるにはどうすればよいかを解説します。

3-1 BIM推進のコツ

- (1) BIMの実情を知る 34
- (2) 計画の立て方 36
- (3) BIMを広めるには 37
- (4) BIMの活用ワークフロー 38
- (5) BIMモデルの連携 40
- (6) 予算の立て方 42
- (7) 環境整備と教育 43

3-2 阻害要因と解決策

- (1) 社内の理解 44
- (2) 費用対効果 45
- (3) BIMツールの選定 46
- (4) モデリング 47
- (5) 情報収集 47

3-3 BIM展開の事例

- 事例1 重ね合わせ検討会を実施 48
- 事例2 施工技術の継承 49
- コラム② 失敗事例から学ぶ 50

3-1 BIM推進のコツ

(1) BIMの実情を知る

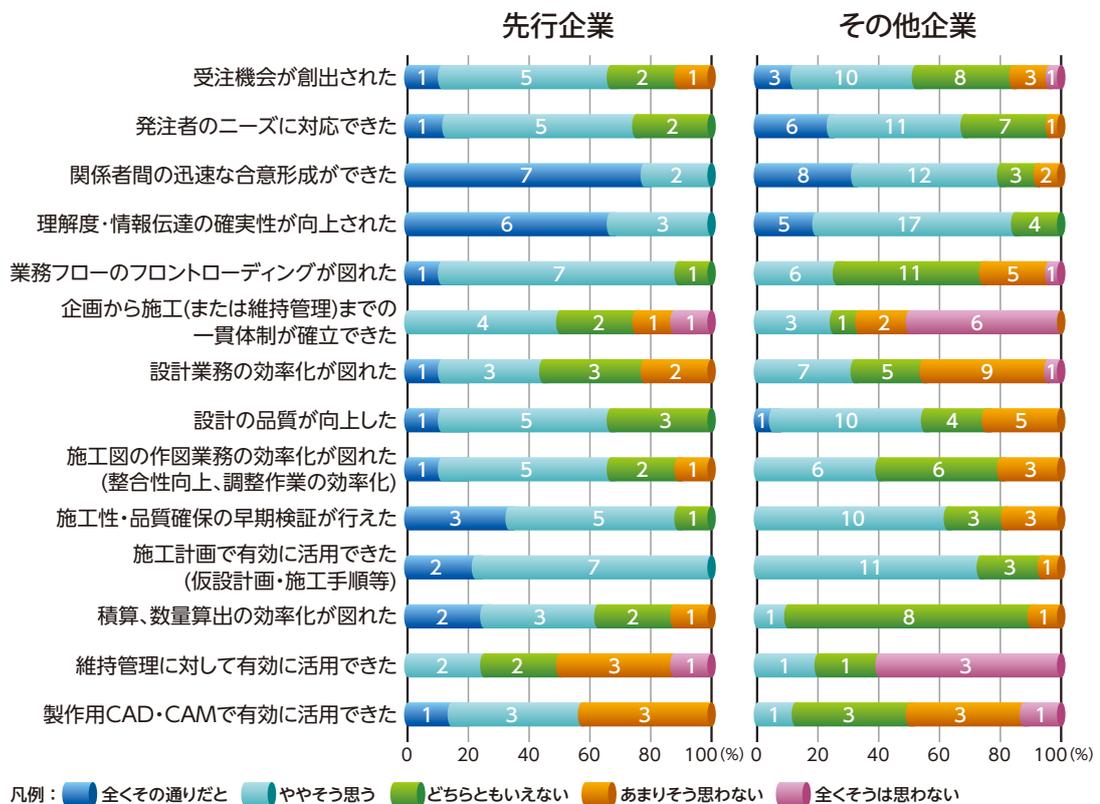
できること、できないことは何か

BIM推進のコツは、まずBIMについて知ることです。BIMを使ってできること、できないことを確かめ、効果的に利用することが重要です。施工段階の業務全てにおいてBIMを活用しようとする負担になるので、目的を絞りこむことが大切です。

効果があるのは、合意形成・情報伝達・施工計画

アンケートの結果から、効果の高い業務や効果の低い業務を引き出してみます。下のグラフは、先行企業^{※1}とその他企業^{※2}に分けて表記したものです。

多くの業務でBIM導入による効果が実感されています。特に「関係者間の迅速な合意形成」「理解度・情報伝達の確実性向上」「施工計画」では、全ての先行企業で効果が確認されている確実な活用例です。その他企業^{※2}で実感されている割合も高く、活用を続ければ、先行企業のようにその効果が現れるはずで、継続することが力になります。



アンケート結果「BIM導入の効果」(BIMを導入済みの37社^{※3})

※1：先行企業：BIM導入6年以上かつ施工BIM案件を10件以上経験している企業(以下「先行企業」と表記)

※2：その他企業：上記以外の企業28社(以下「その他企業」と表記)

※3：無回答を除く(以下同じ)。

P O I N T

- 合意形成に効果あり
- 積算・数量算出では課題も多い

フロントローディング、積算は難易度が高い

アンケートでは、先行企業とその他企業で顕著な差があらわれたのは、「フロントローディング」※4「一貫体制」「積算・数量算出」などです。一歩進んだ取り組みは、効果を見出すまでに時間がかかるため、実行計画を策定して長期的に取り組んだ方が良さそうです。

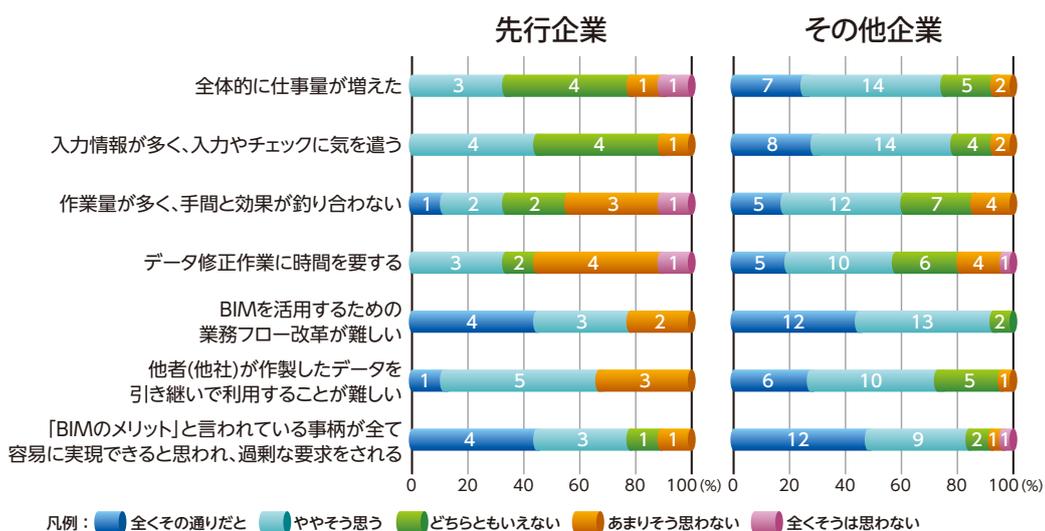
経験を重ねるほどマイナス面が減少

アンケートではBIMのマイナス面の設問がありますが、先行企業ではその他企業に比べて「仕事量が増えた」「入力やチェックに気を遣う」「手間と効果が釣り合わない」と感じる割合が少ないのが特徴的です。導入当初はマイナスでも、運用方法を見直すことで改善がその他企業に比べて先行企業に見られるようです。一方で「業務フロー改革」「データ引き継ぎ」も試されていますが、さらに経験が必要と考えられます。

活用目的を決め、LODを探る

BIMの効果を感じるまでには経験と工夫が不可欠です。活用目的(P.12～P.20参照)によりBIMモデルの詳細度(LOD※5)が変わります。BIMモデルを作製する前に活用方法を計画し、モデルの内容、活用場面、詳細度を事前に決め、BIMモデルを活用するメンバー全員で共有することが重要です。

関係者間の合意形成などでは効果が見えてきていますが、積算・数量算出などの一歩進んだ取り組みでは入力の手間がかかるなど課題が多いのが実情です。



アンケート結果「BIM導入がマイナスと感じる事項」(BIMを導入済みの37社)

※4：フロントローディング：後工程の業務を先行して検討することで業務全体の効率化をはかる手法

※5：LOD(Level of Detail/Development)：BIMモデルの部位毎の詳細度や進捗段階での部位毎の確かさを示す指標。米国BIM Forumが作製した「Level Of Development Specification」では「各マイルストーンで入力すべき標準的な3次元形状及び属性を部位毎に詳細に規定すること」と説明されている。

3-1

POINT

- 実施計画書を作製し共有する
- 目的を絞って取り組む

(2) 計画の立て方

BIM実施計画書を作製する

BIMの活用を進める上で重要なことは、あらかじめ目的を定め、具体的な計画を立てることです。「BIM実施計画書」に記入する項目の例を下記に示します。まずはBIM活用の目的を記載します。干渉チェック・工事関係者間の合意形成・施工図の作製・専門工事会社連携など目的を明確にし、発注者・設計者からの要望を記入します。

導入初期は目的を絞る

具体的で実行可能な目的を定めることで、BIM活用の手詰まりによる中断や活用中止に至るなどの失敗を防ぐことができます。導入初期では高度な目標を立てるよりも、「免震層など部分的なモデルでの干渉チェック」や「総合仮設計画でのBIM活用」など、目的を絞って取り組むのが成功へのコツです。

あらかじめLODを設定する

作製するモデルのおおまかな詳細度(LOD)を記入します。必要に応じて部位別に示します。あわせてモデルの作製手順などの具体的方策、スケジュールを記入します。

計画を立てずに始めると、BIMモデル入力が増え過ぎになり、2次元での検討に戻ったり、モデルの準備ができて現場が進んでいて手遅れになることもあります。また、専門工事会社連携を計画するには、『施工BIMのスタイル』(2014年版)に掲載されている「BIM連携計画書・実施報告書」を参考にしてください。

建築概要	建物規模、工期など
BIM活用の目的	干渉チェック、 工事関係者間の合意形成
BIMツール	モデル作製のソフトウェア、 統合ソフトウェアなど
LOD	LOD200
具体的方策	専門工事会社と連携し……
スケジュール	工事工程表に記載するなど
費用	ハードウェア、ソフトウェア、 人件費など
発注者の要望	竣工BIMモデルの提出
備考	設計BIMモデル有り

BIM実施計画書の項目例

BIM連携計画書		作成日	年	月	日	BIM実施報告書			作成日	年	月	日
1. 建築概要	建物規模、工期など					1. 実施概要						
2. BIM活用の目的	干渉チェック、 工事関係者間の合意形成					2. 実施内容						
3. BIMツール	モデル作製のソフトウェア、 統合ソフトウェアなど					3. 実施結果						
4. LOD	LOD200					4. 課題・改善点						
5. 具体的方策	専門工事会社と連携し……					5. 今後の見込み						
6. スケジュール	工事工程表に記載するなど					6. 備考						
7. 費用	ハードウェア、ソフトウェア、 人件費など											
8. 発注者の要望	竣工BIMモデルの提出											
9. 備考	設計BIMモデル有り											

BIM連携計画書・実施報告書
 (『施工BIMのスタイル』2014年版)

POINT

- 効果が見込めるところから取り組み成功体験を積み重ねる
- 作業所長が活用を率先する

(3) BIMを広めるには

まずは、コンクリート・鉄骨から取り組む

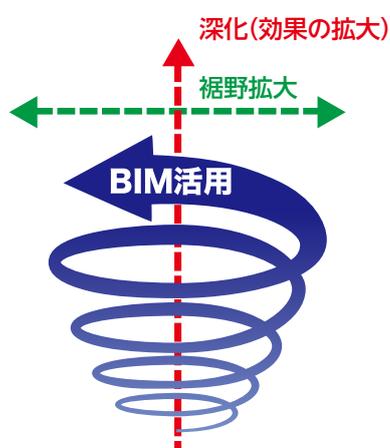
アンケート結果から、施工段階ではコンクリート躯体、鉄骨、施工計画のモデル活用などは、半数以上の企業で実施されていることがわかります。効果を発揮しやすい分野から着実に取り組みが進んでいます。その反面、BIMを使う必要性を感じない、活用のしかたがわからないというマイナスイメージがあるのも実状です。

BIM活用のメリットを体感する

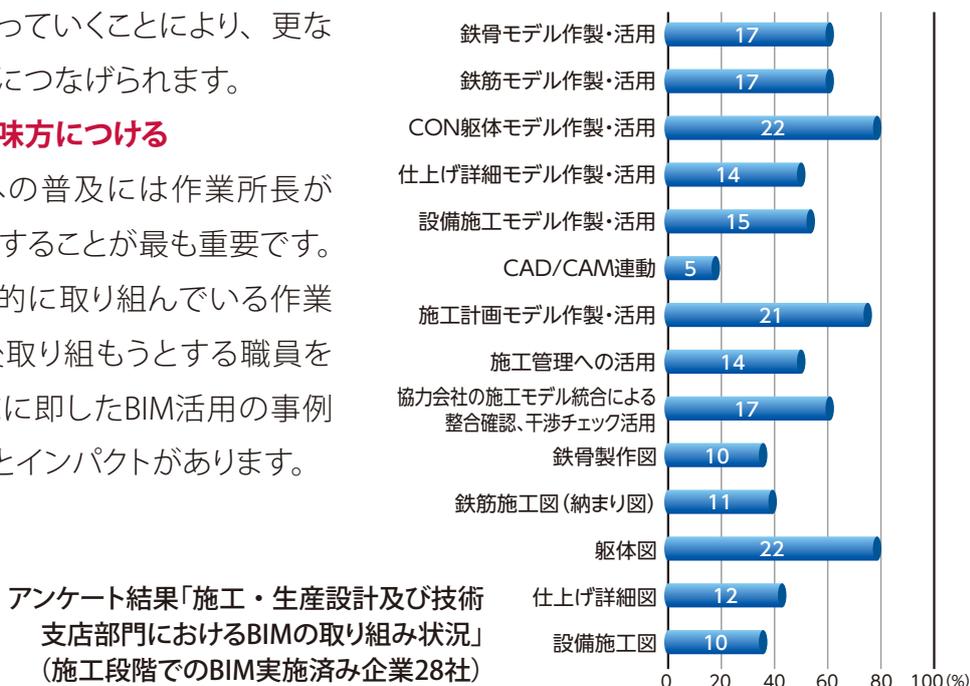
施工BIMでは、関係者間の情報共有と見える化を目的に、まずはあまり効果を追求せずに使ってみることが大切です。続いて合意形成、正確な数量積算、施工性や施工手順の早期検証など、生産性向上の効果が大きいところに狙いを絞り、BIM活用のメリットを体感していくことが重要です。成功体験をガイドとしてまとめ水平展開を図っていくことにより、更なる普及展開につなげられます。

作業所長を味方につける

作業所への普及には作業所長が活用を率先することが最も重要です。そして先進的に取り組んでいる作業所長が今後取り組もうとする職員を集め、実施に即したBIM活用の事例発表を行うとインパクトがあります。



スパイラルアップのイメージ



アンケート結果「施工・生産設計及び技術
支店部門におけるBIMの取り組み状況」
(施工段階でのBIM実施済み企業28社)

3-1

POINT

- 「BIMで完結」は簡単ではない
まずは「部分的なBIM活用」から始める

(4) BIMの活用ワークフロー



「全体的なBIM活用」に至るまでのイメージ

理想はすべてを「全体的なBIM活用」だが……

理想的なBIMの活用方法は「全体的なBIM活用」ですが、そこに至るための道のりは非常に厳しく、一朝一夕でたどり着けるものではありません。3-1の(1)～(3)でも述べてきたように、自社や周囲環境、ソフト・ハードの性能などの変化を見極め、状況や目的に応じて適切な目標を立てて、その時点において実施可能で有効な運用をすることが、BIM推進への近道です。

実案件でのBIM活用のワークフローは大きく分けると3種類

実案件でBIMを実施する際に効果が期待できるBIM活用のワークフローは大きく3種類に分けられます。

- ㊦ 部分的なBIM活用
- ㊧ 前半をBIM、後半は2DCAD
- ㊨ 全体的なBIM活用

BIMを使い続けるためには、一気にBIM活用を押し進めるのではなく、まずは部分的な活用から始め、障害となることを一つずつ解消しながら実績を積み上げていくことが大切です。まずは負担の少ない㊦部分的なBIM活用でBIM活用に関するノウハウや人材を増やしていきましょう。そして㊧前半をBIM、後半は2DCADでBIMモデル合意^{*1}等がスムーズにできる体制を整え、従来のワークフローをBIM活用に最適化していき、将来的に㊨全体的なBIM活用ができるワークフローを目指しましょう。

^{*1}: BIMモデル合意: BIMモデルを活用した合意形成。ただし承認行為は2次元図面を用いる。
詳細は『施工BIMのスタイル』の1章P.18を参照



BIM活用のワークフロー例

3-1

(5) BIMモデルの連携

効果的なBIM活用には連携が重要

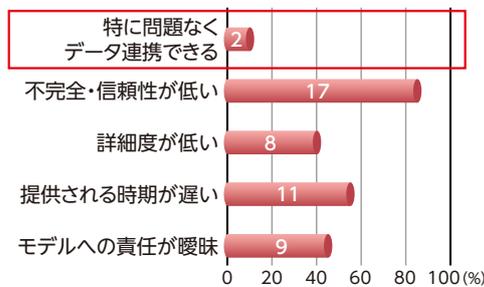
「BIMモデル連携の実施の有無」に関するアンケート結果からわかるように、BIM実施済みの多くの企業がBIMモデル連携を実施しています。これはBIM活用のメリットとして「BIMモデルの一貫的な活用」や「整合性の確保」があるためです。その実現のためには「①設計から施工へのモデルの引継ぎ」や、「②専門工事会社等とのモデルの重ね合わせ」など、BIMモデルのやりとりが必要になります。

①設計から施工へのモデルの引継ぎ

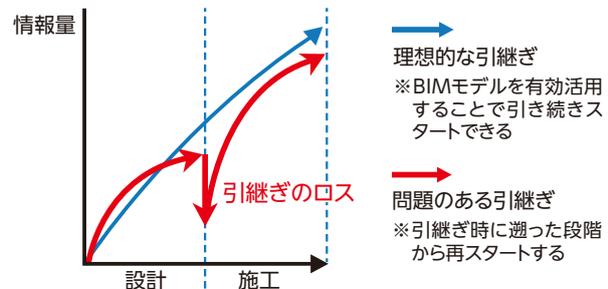
引継ぎはモデルだけでなく、「BIMモデル説明書」※1を書く

一般的に設計から施工へのBIMモデルの引継ぎを行う際に、一つのBIMモデルを一貫して利用すると、シームレスになると言われています。しかし、設計と施工の引継ぎに関するアンケートでは、多くの企業が引継ぎに問題があると回答しています。

これは、設計と施工で必要となる情報や詳細度が異なること、「引継ぐ情報の正確さ」や「提供される時期」「責任範囲の曖昧さ」などが原因として挙げられます。受け取ったモデルへ引き続き入力をするには、引継ぎ以前の情報が明確にされている必要があります。そのため、詳細な入力規則、責任範囲、精度、引継ぐ情報の整理など、多岐にわたり決めておくことが重要になります。そして、問題解決の一つとして、引継ぎ時にそれらを明記した「BIMモデル説明書(引継書)」※1をBIMモデルに添付することが考えられます。

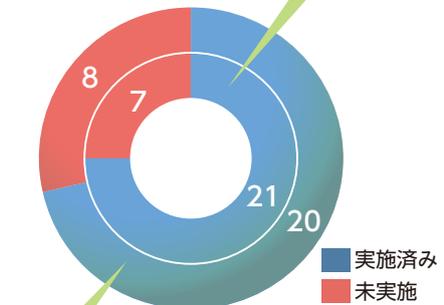


アンケート結果「BIMモデル連携の問題点」
(設計から引継ぎを行うことがある企業20社)



BIMモデルの引継ぎイメージ

施工段階で設計とのデータ連携



専門工事会社とのモデル連携

アンケート結果「BIMモデル連携」
(施工段階でのBIM実施企業28社)

※1：BIMモデル説明書(引継書)：『施工BIMのスタイル』P.30～35に、施工BIMにおけるBIMモデルの引継ぎについての留意点が解説されている。

POINT

- 「引継ぎ」と「重ね合わせ」は、事前に明確なルールを決めておくことが重要

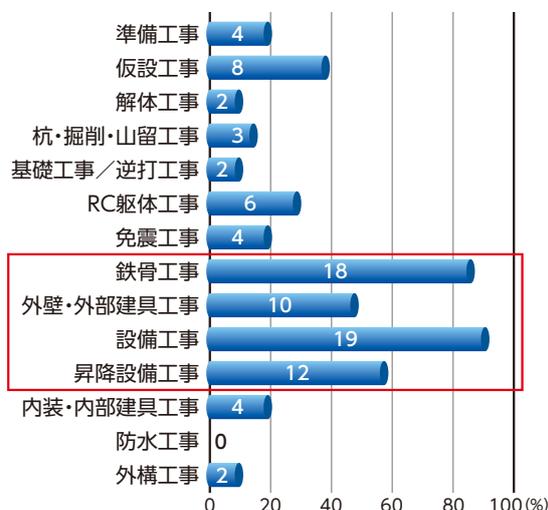
② 専門工事会社等とのモデルの重ね合わせ

「鉄骨工事」や「設備工事」の連携が多い

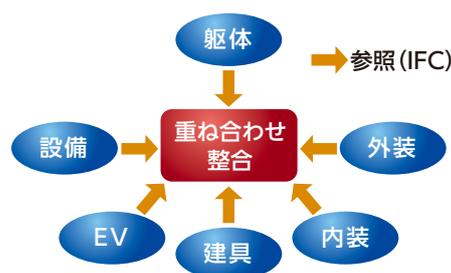
「モデル統合を行ったことのある工種」に関するアンケート結果をみると、3D化が進んでいる「鉄骨工事」や「設備工事」で多くの企業がBIMモデルの連携を実施していることがわかります。

統合ではなく重ね合わせ^{※2}を

このような異なる工種のモデルを連携させるためには「統合」や「重ね合わせ」などの手段が必要となります。「統合」は一つの「統合モデル」を作成するため、データの一元化が可能ですが、ファイルサイズの増大化や統合モデル作成後の修正が煩雑になるなど、他社との連携に関して課題があります。対して「重ね合わせ」は異なるモデルをモデル



アンケート結果「施工BIMモデル連携」
(施工段階でのBIM実施企業28社)



BIMモデル重ね合わせのイメージ

チェックツールに読み込んで干渉チェックなど連携を行うので、修正の度に統合モデルを作製する必要がなく、各モデルの責任の所在もはっきりとしているため、各社が担当部分に集中してBIMモデルを作製することができます。

■ 連携時の注意点

引継ぎ・重ね合わせの際は事前に明確なルールを決めておく

BIMモデルの作製方法やデータの持ち方は工種やBIMツールによって特色があるため、連携時は注意が必要です。使用するBIMツールが異なる場合もあるため、意識しないでBIMモデルを作製すると、連携の際に「モデルの位置が合わない」など手戻りが発生してしまうことがあります。そのようなトラブルを防ぐためには事前に「原点」「座標」「単位」「レイヤ」などについて連携ルール^{※3}を決めておくことが重要です。

※2：統合・重ね合わせ：明確な決まりはありませんが、本書では統合は1つのツールの中に合成すること、重ね合わせは、参照している状態を意味します。

※3：連携ルール：引継ぎ・重ね合わせ時に調整すべき項目の詳細は『施工BIMのスタイル』の2章P.34「原点・座標・単位・レイヤ」を参照。

3-1

POINT

- 教育やハード・ソフトの基盤整備は十分な予算額を確保する
- 実績のデータを蓄積する

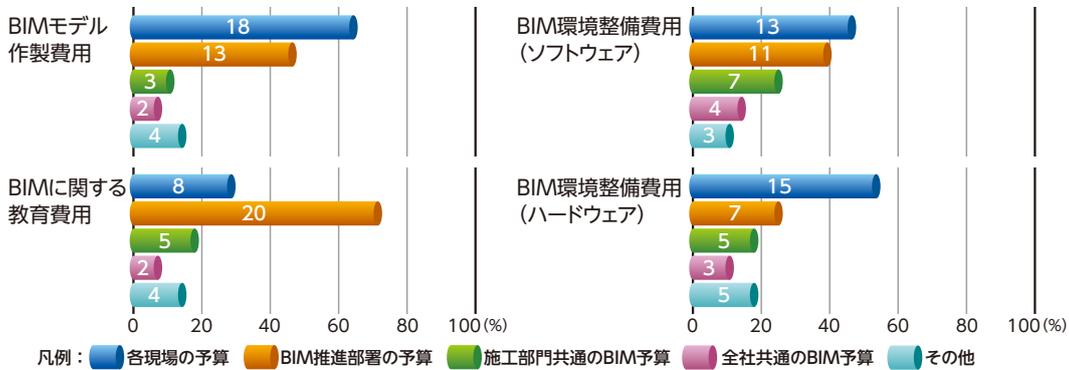
(6) 予算の立て方

先行企業ではBIM活用コストの工事原価への組み込みが定着

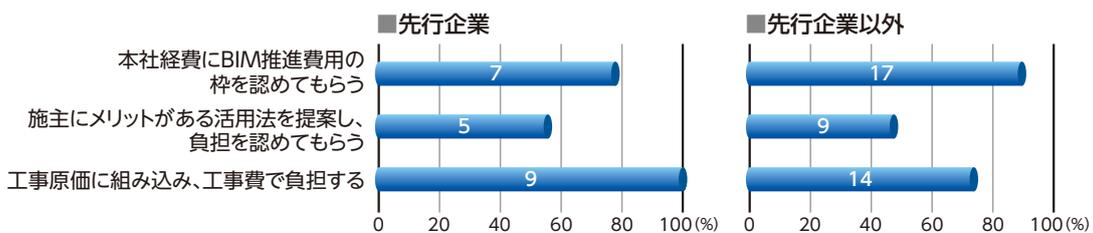
アンケートの結果から、導入初期における費用負担に関しては、モデル作製とBIM環境整備費用は各現場の予算に、教育費用はBIM推進部署の予算に計上する企業が多いです。BIM活用コストに関しては、先行企業では工事原価に組み込まれています。これ以外にも、部品やテンプレートの整備、BIM専用ホームページの運用、各種マニュアルやガイドの整備、サポート体制の構築、技術開発など、共通基盤に関する費用の確保も必要です。

共通基盤の予算確保と実績データの蓄積を

負担先は各社各様ですが、必要な予算を確保することが重要です。教育やハード・ソフトなどの基盤整備はBIM推進の最低必要条件であり、推進計画に沿って、十分な予算額を確保すべきです。作業所においては、モデル作製費用やマネジメント費用等を的確に計上しなければなりません。そのため推進部門で実績のデータを蓄積し、参考にできる類似の実施例を増やす必要があります。



アンケート結果「導入初期、施工部門でのBIMの運用に関する費用の負担先」
(施工段階でのBIM実施済み企業28社)



アンケート結果「BIMを活用するためのコストの獲得」(施工段階でのBIM実施済み企業28社)

P O I N T

- 社内外の協業にはクラウド環境の構築が効果的
- 教育はキャリア別のメニューとする

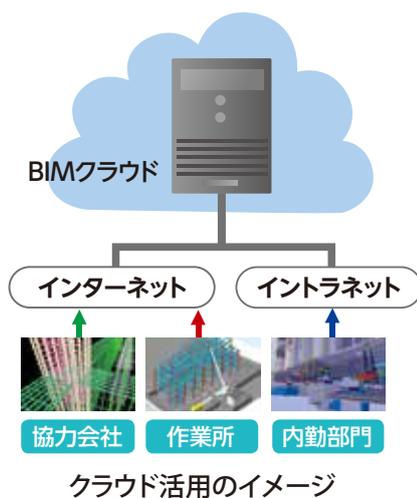
(7)環境整備と教育

多くの企業がBIM環境整備の重要性を認識

アンケートの結果から、「BIM運用ガイド」「部品集」及び「テンプレート」は約60%、「BIM専用ホームページ」は約40%の企業で整備が図られていて、各社積極的な環境整備が行われています。また、『施工BIMのスタイル』は80%で利用され、BIM実施計画書は約60%の企業で運用されています。

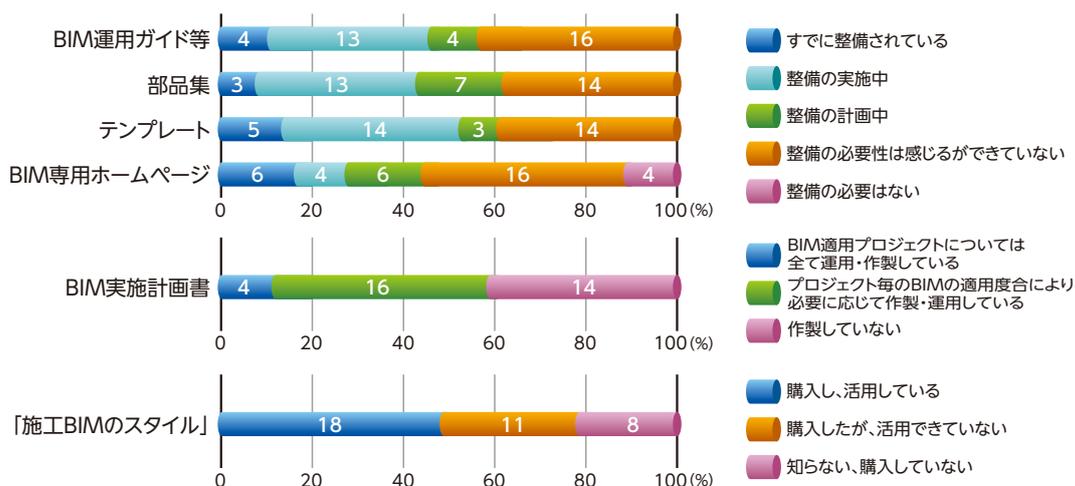
多くの関係者が協業できる環境を

BIM環境整備として、多くの関係者が協業できる共有サーバーとネットワーク環境を構築する必要があります。特に、専門工事会社を含め社内外で協業するには大容量のデータを扱えるクラウドの利用が効果的です。BIMツールの使用には、一つのライセンスを共有できるネットワークライセンスを取得するのが一般的です。



キャリアに合わせた教育を

BIM教育においては様々な啓蒙活動を組み合わせていくことが大切です。社内の所長会議、年次教育、イントラネット等を利用しBIMの概念やメリットを全社員に発信、浸透させていく方法があります。管理職にはBIMマネジメントのやり方、若手には効果的な実践方法を伝授するなど、キャリア別の対応を図っていくことも必要です。



アンケート結果「BIMに関する環境整備・運用状況」(BIMを導入済みの37社)

3-2 阻害要因と解決策

(1) 社内の理解

■ 阻害要因

- BIMの必要性が低いと認識され、関係部署の理解や支援が得られない
- 作業所では新たな負担への不安がある
- 新しいソフトを覚えるのが抵抗があり、3次元はハードルが高いと思われる

■ 解決策

まずはやる気のある作業所長に売り込む

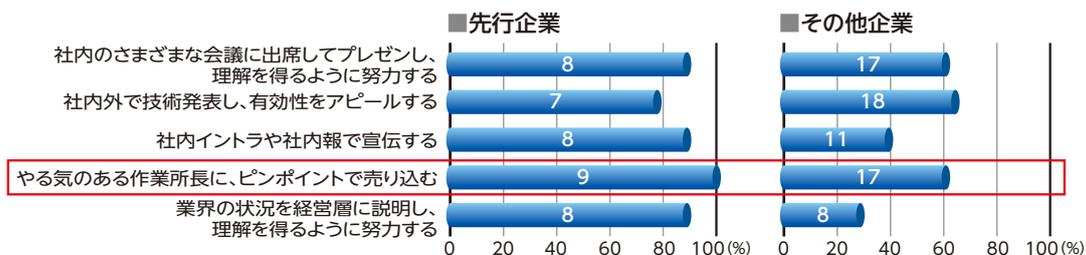
BIMの必要性を理解してもらい、作業所が自発的に採用するには、新しい取り組みへの不安を取り除き、メリットを正しく伝えることが重要です。アンケートの結果では、社内の理解を得るために様々な場面でプレゼンテーションを行う、やる気のある作業所長に売り込むといった活動が見られます。特に作業所長への売り込みは、先行企業ではより活発で、社内で普及させるために大切であると考えられます。

メリットだけではなくデメリットも伝えよう!

BIMを実施する作業所に対して説明する場合は、デメリットを含めた具体的な内容を提案すると良いでしょう。予想以上の負担や不測の事態、作業所の想定を下回る結果などが生じると、BIMに対するマイナスイメージをもたれてしまい、その後の展開で障害になることがあります。

他者の理解を得るためにはまず自分が理解

具体的な内容を提案するためには推進部門の担当者は、「自社で実施可能な内容」や「コスト」、「日数」、「作業所での作業負担」などをしっかりと把握する必要があります。十分に理解した上で、具体的に説明や提案ができればBIMに対して過度な期待や、抵抗感をもたれることなく、社内の理解も広がっていくでしょう。



アンケート結果「社内の理解に対する解決方法について」(BIMを導入済みの37社)

(2)費用対効果

■ 阻害要因

- 図面があればわかるため、3Dモデルは不要と考えられてしまう
- 具体的な費用対効果がわからない
- 作業所の予算にBIM活用が見込まれていなかったため、採用できなかった

■ 解決策

BIMのメリットに着目しよう

BIMのメリットとして生産性の向上が挙げられますが、個々の作図目的で考えると、2DCADを用いたほうが効率的かもしれません。しかし、BIMモデルを用いることで干渉チェック、図面間での整合性の向上、不具合の早期発見、理解度の向上といった効果を上げることができます。

個々の理解 ≠ 全体の理解

ベテランの技術者であれば図面を見れば理解できるため、3Dモデルは不要と判断されることもありますが、全員が同じイメージを持っているとは限りません。一個人が理解を深める目的もありますが、施主・設計・ゼネコン・専門工事会社等の関係者全員のイメージを共有するためと考えてください。

結果的に生産性が向上する

BIM活用の効果をコストに結び付けて、費用対効果を説明することは難しいのが実情ですが、全体で見れば図面の調整時間、不具合による预期せぬ手間や出費、打合せ時間などが削減されることになり、結果的に生産性が向上します。

まずはスモールスタートで実感を

最初は自社で可能かつ効率的なテーマに狙いを絞り、その目的に応じて必要最低限のBIMモデルを作製し、スモールスタートで目的を達成しましょう。実際にBIMを活用することで質疑応答に関する工数が削減できた実例もあります。費用対効果の数字を求めるより、利用者が少しでも効果を実感することが、後々の展開につながります。



3-2

(3) BIMツールの選定

■ 阻害要因

- データの互換性が低い
- 詳しいマニュアルや解説書が少ない
- BIM関連ソフトが高価である

■ 解決策

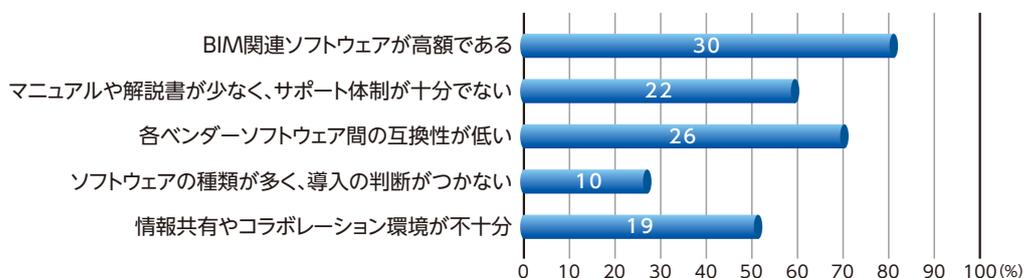
IFCなどBIM関連フォーマットを知る

BIMツールに関する阻害要因のアンケートによると、「データの互換性」に関して苦慮しているという回答が多く見受けられました。導入前に互換性があるか十分確認することが重要です。ネイティブ形式^{※1}で連携できるソフト同士では情報の欠落などの不具合も少なく、スムーズな連携ができますが、共通フォーマットなどに変換する場合は、欠落に注意が必要です。近年データの互換性は向上していますが、連携をする際は事前の検証やルールを決めることが重要です。

ユーザー会などに参加して情報収集を

「詳しいマニュアルや解説書が少なくサポート体制が十分でない」という点に関しては「BIM関連ソフトが高価」であり、2DCADと比較すると利用ユーザー数が少ないことが原因と考えられます。市販されている書籍やインターネット上の情報だけでなく、ユーザー会などに積極的に参加しましょう。また、導入前に目的にあったBIMツールを選定し、セミナー等から最新の情報を得ることも心がけましょう。(P.22参照)

BIMツールの開発元に改善点・実際の使用方法を伝達し、操作方法の改善を働きかけることも重要です。



アンケート結果「BIM導入・普及のBIMツールに関する阻害要因」
(BIM導入済み企業37社)

※1：ネイティブ形式：ソフトウェア独自の保存形式。ネイティブ形式で連携できない場合はデータをIFC形式などの共通フォーマットに変換してデータの受け渡しを行う。

(4)モデリング

■ 阻害要因

- BIMツールの動作が遅い、BIMモデルの表示に時間がかかる
- BIMモデルの修正に時間がかかりすぎて作業所の工程に乗らない

■ 解決策

BIMモデルのハンドリングに注意する

動作が遅い原因に、モデルが複雑でデータ容量が大きいことが挙げられます。工程検討や専門工事会社連携、プレゼンなど多くの目的を設定したくなりますが、BIMモデルを軽くする工夫も重要です。外部参照としてデータを分割したり、目的および入力範囲をしばりハンドリングの良いBIMモデルをつくるのが成功への秘訣です。



(5)情報収集

■ 阻害要因

- インターネットの情報を利用して取り組んだがうまくいかない
- 実例と同じソフトウェアを導入したが実務では使えなかった
- どの情報を信用したら良いかわからない

■ 解決策

成功事例を分析して自社に合わせる

BIM関連情報は、セミナーやベンダーの紹介記事、新聞、雑誌などから入手できます。成功事例には、時間をかけて検証された結果が多く、簡単には実現できない場合があります。ソフト・ハードの運用方法、BIMモデルを活用する場面など、会社の規模や得意分野により様々で、実践するには準備や体制づくりが必要になります。

日建連BIM専門部会のセミナーやBIMツールのユーザー会へ参加することで、有益な情報を入手できます。雑誌やインターネットなどのプラス面の情報だけでなく、マイナス面の情報も知り、成功事例を分析して自社にあった方法を模索しましょう。

3-3 BIM展開の事例

事例1 ▶ 重ね合わせ検討会を実施

設計施工の案件で会議体を効果的に活用した事例を紹介します。

キックオフミーティング

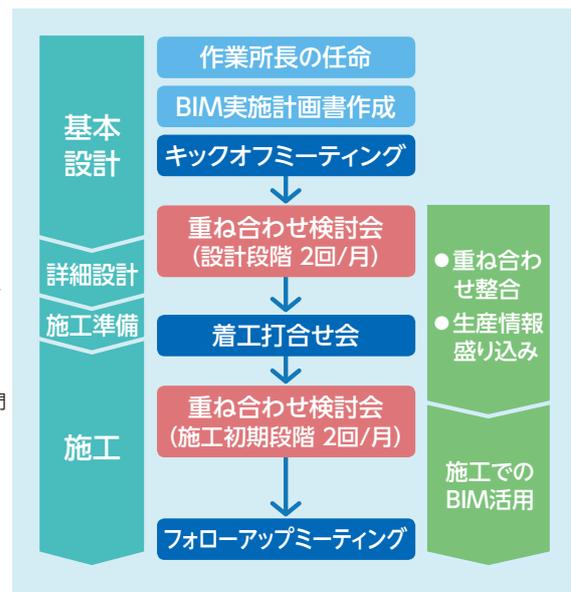
まず、BIM活用の方針、目的、体制、使用ツール、スケジュール等を記した「BIM実施計画書」を作製し、それを基に基本設計開始時に「キックオフミーティング^{※1}」を開催して設計、生産設計、作業所等の全関係者で協議・共有を図ることで目線合わせを行います。

重ね合わせ検討会

協業の中心として位置付けたのが「重ね合わせ検討会」です。設計段階では、意匠・構造・設備の干渉等の不具合を解消します。施工段階初期においても多工種のBIMモデルを重ね合わせることで、工事の進捗に応じた施工検討と手戻り防止を実現できます。紙の図面の打合せでは、不具合の見逃しや問題意識のズレが生じますが、関係者が最新のBIMモデルを共有することで、時期を逸せずに合意形成して工事を進められます。さらに、専門外への「気づき」があり、新たな意見や理解が生じるというメリットもあります。

フォローアップミーティング

竣工時には「フォローアップミーティング^{※2}」を開いて効果の確認や水平展開事項の集約、今後の課題と解決策の設定等を行い、次のプロジェクトへのフィードバックを図ります。



BIMに関する会議体のフロー例

※1：キックオフミーティング：『施工BIMのスタイル』P.42「キックオフミーティングの開催」を参照

※2：フォローアップミーティング：『施工BIMのスタイル』P.48「フォローアップミーティングの開催」を参照

事例2 ▶ 施工技術の継承

BIM推進は、近年めざましい発展を遂げているICT技術の有効活用という側面もありますが、施工教育や技術の継承というアナログ的な側面としても捉えられます。

建設業界では施工技術の継承が課題

建設業界が慢性的な人員不足にあるなかで、施工図作製においても技術の継承が課題となっています。施工図作製業務を外注することが多く、社内で施工図をBIM化することを目指しても無理が生じることもあります。

ある会社ではBIM施工図作製を教育に取り組むことを始めました。BIMツールには施工図の技術や情報が集積されたものがあり、それを施工図教育に活用しようというものです。継承したい納まりのポイント等をBIMファイル内に属性情報として記録しておくといよいでしょう。施工図作製技術の継承と共に、施工図BIMの推進を同時に進めることができます。

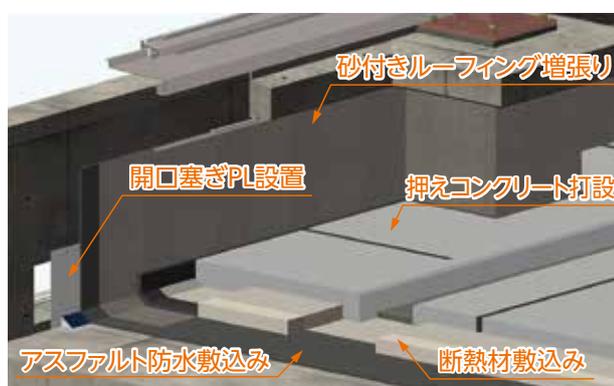
BIMを施工図教育に

BIMツールは、納まりが3次元で見えるので、若手職員への技術の継承にはぴったりのツールです。施工図作製の未経験者でも、ある程度ソフトのコマンドに従って作図することができます。ソフトによっては自動的に描く機能もあるため、施工図作製の能力が低下する、施工技術が身につかないという声も聞かれますが、ソフトの機能を利用して施工図を学ぶことも可能であると考えられます。

施工図作製のほか、専門工事会社連携や、現場検査、工程管理などBIMモデルを活用して施工技術を継承できる場面はほかにもあります。BIMは技術者が使う道具です。施工技術の継承とBIM推進を両立できれば理想的です。



BIM推進と施工技術継承の両立



施工モデルによる技術の継承

失敗事例から学ぶ

コラム②

過度なモデル入力と統合

過度なモデル入力による作業効率の低下

D社では、初めての施工BIMで、できるだけリアルなモデルを作製しようと考え、部材一つ一つまで詳細にオブジェクトを入力し、精度の高いモデルができました。この結果データ量が大き過ぎてスムーズに閲覧できない状態になり、他社との連携も大変でデータ編集の作業効率も極端に落ちてしまい、結局入力したモデルは画像にして協議するだけで、詳細な検討は2DCADで行いました。

BIMモデルを作製する前段階でBIM活用の目的を明確にしないで取り組むと、このような状態になりがちです。データ量も意識し、実施計画を立てて作製することが重要になります。(P.47参照)

統合によるデータ量の増大と業務の集中

E社では、意匠・構造・設備の各設計モデルを統合した上で、施工レベルの詳細度で情報を付加し、各製作物の専門工事会社のBIMモデルまで統合することで、設計・施工を通したモデルの一元化を図りました。作業所でのBIM打合せもスマートで、干渉部分の洗い出しを行うことができました。ところが、解決してBIMモデルを編集する段階になると、統合モデルの担当者に業務が集中して更新が進まず、次の打合せに間に合いません。結局、編集は2DCADで行うことになり、BIMモデルは置き去りにされてしまいました。

モデルの一元化に固執して統合を繰り返すとデータ量を増大させてしまいます。目的に応じて必要な重ね合わせを行い、各モデルの担当者がタイムリーに整合調整等の課題解決を行うことが重要です。

(P.41参照)



4 BIM導入・展開 アンケート 2016

この章では、さきに行った「BIM導入・展開に関するアンケート」の抜粋を掲載し、役立つ情報先をご紹介します。

4-1 アンケート

- (1) アンケート概要 52
- (2) アンケート結果 52

4-2 企業ヒアリング

- (1) ヒアリング概要 57
- (2) ヒアリング結果 57

4-3 現状のまとめ 59

コラム③ 情報コーナー

- (1) BIM関連諸団体 60
- (2) ガイドライン他 60

4-1 アンケート

(1) アンケート概要

① アンケートの目的

日建連会員企業各社のBIM導入状況や、導入後抱えている問題をモニタリングする。
「施工BIMのすすめ」編纂の基礎資料とする。

② 実施時期・方法

2016年6月1日～6月30日

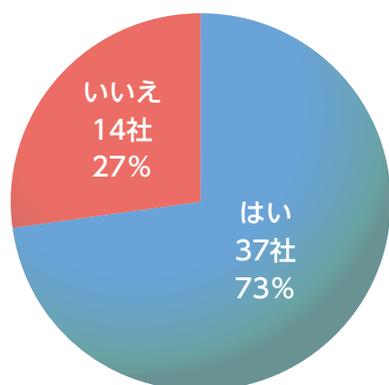
Eメールにて発信、回収(Excelシートに入力)

③ アンケートの回答

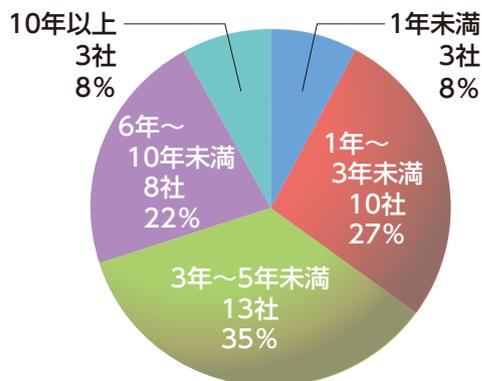
日建連会員企業62社(建築本部委員会、所属会社)に依頼し、51社(82%)から回答を得ました。

(2) アンケート結果

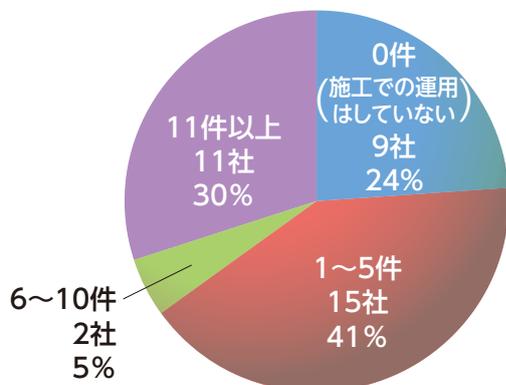
■ BIM導入の状況



■ BIMを導入してからの期間



■ 施工段階でのBIM活用件数



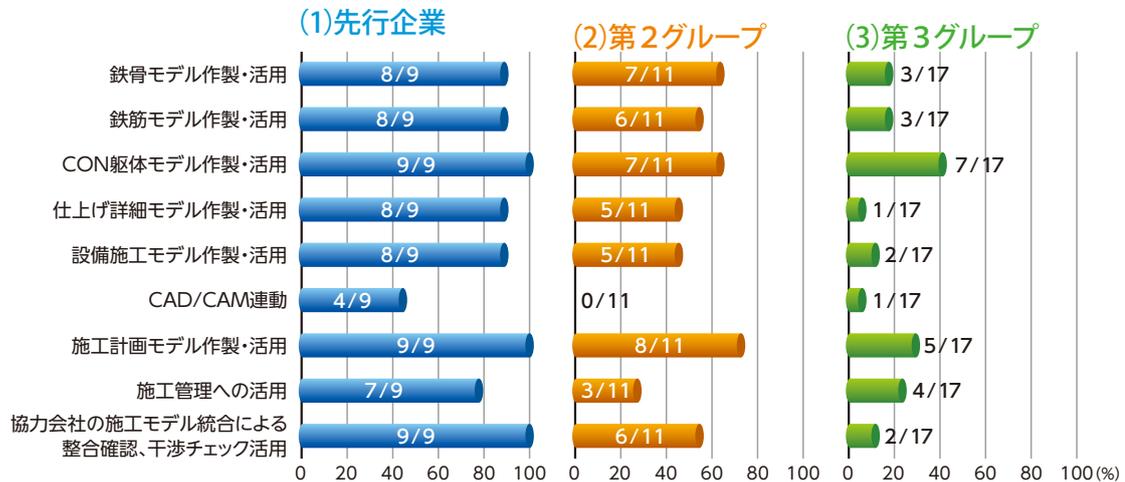
導入済企業が70%を超えているものの、導入から5年未満が70%、件数は10件までが70%を占める。また、施工での運用が0件の企業が1/4を占める。

■ 施工BIM取り組み状況

(1)先行企業：導入6年以上かつ施工での採用件数6件以上(9社)

(2)第2グループ：導入3～5年かつ採用件数1件以上(11社)

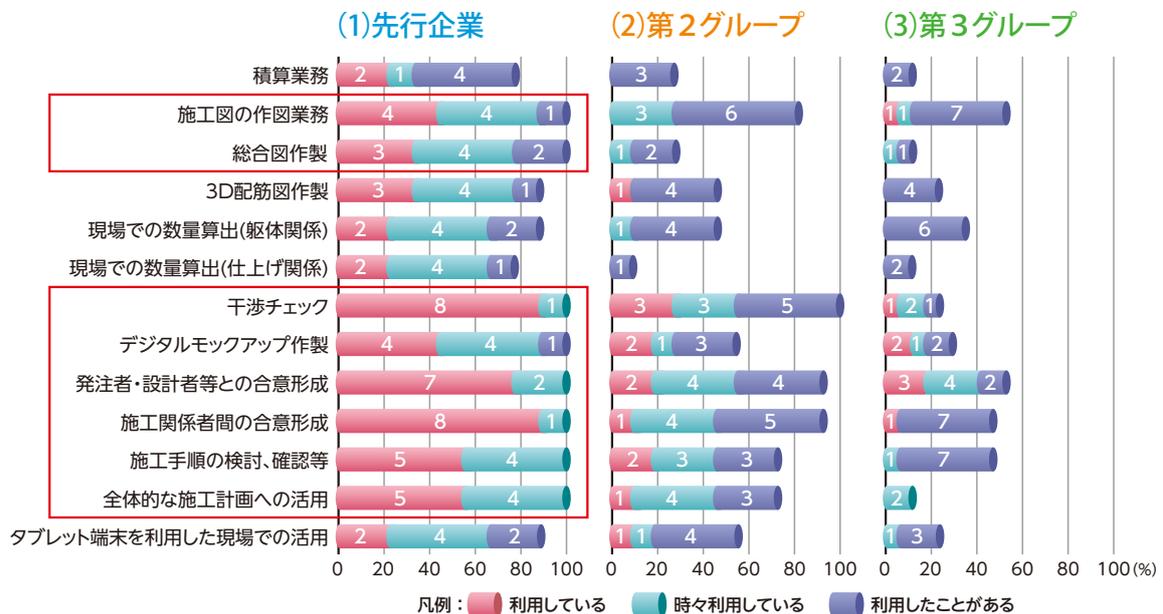
(3)第3グループ：導入期間3年未満または採用0件(17社)



先行企業ではCAD/CAM連動以外の各項目に80%以上が取り組んでいる。

全ての企業で何らかの取り組みがあるが、第2グループではその割合が50%程度に、第3グループは30%程度に下がる。

■ BIMを活用している業務

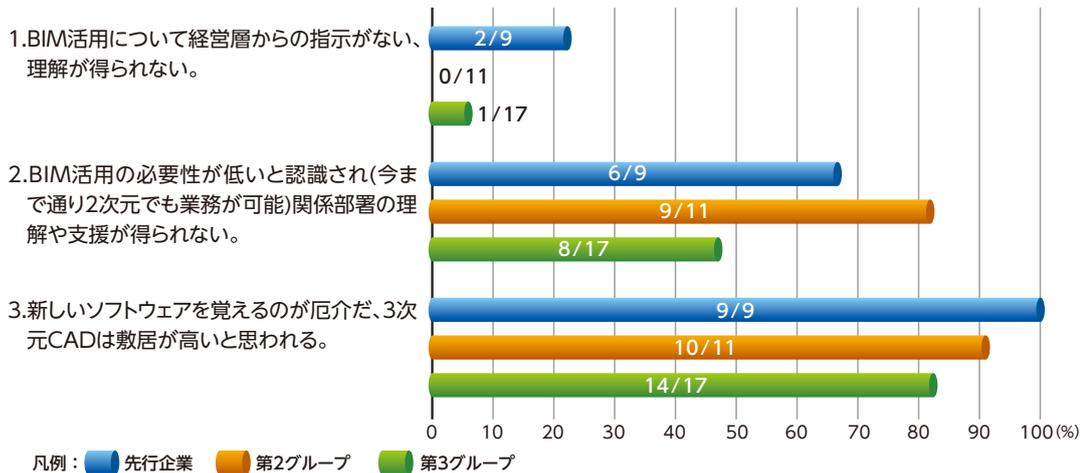


先行企業ほど多岐に渡って業務に利用している。特に合意形成や施工計画及び施工図作製における利用は100%という結果が出ている(グラフ赤囲い)。第2・第3グループとの差が大きい。

4-1

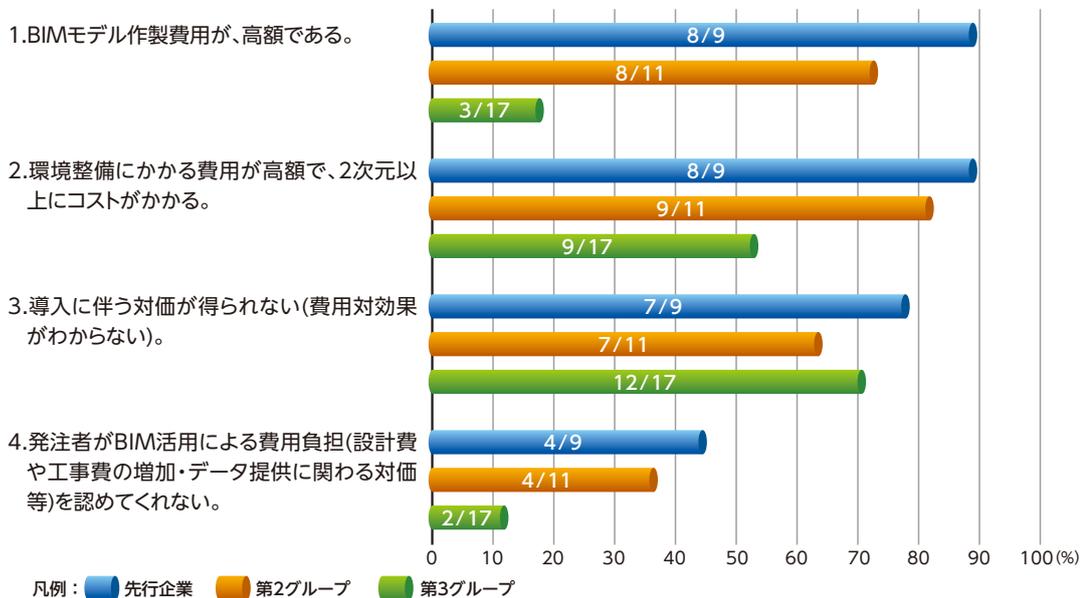
BIM導入・普及の阻害要因

Q1. 社内の理解



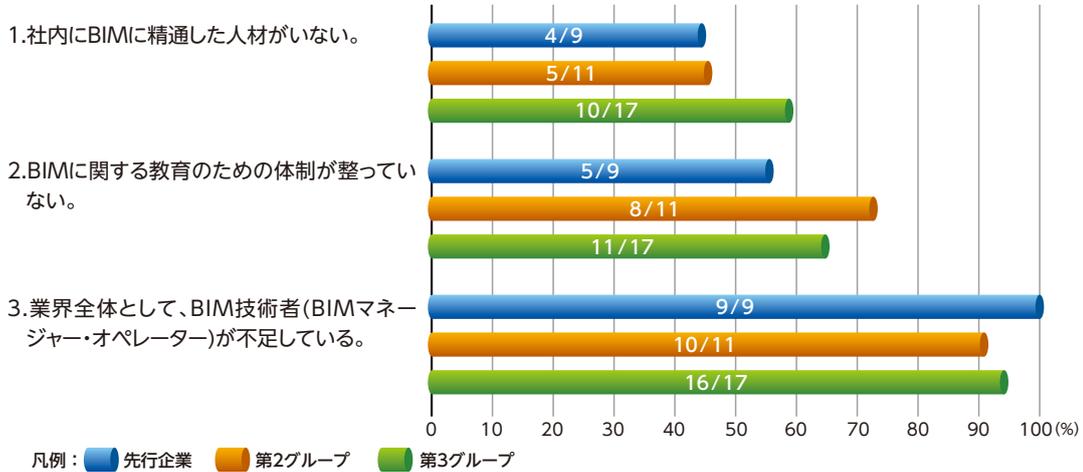
「1.経営者からの理解が得られない」が0または0に近いということは、経営側ではなく、むしろ実務側の理解が足りないのが阻害要因と読める。

Q2. コスト



先行企業、第2グループの傾向は似ている。第3グループでは、他のグループに比べ「1. BIMモデル作製費用が高額である」と感じる割合が低い。第3グループで比較すると、「3.費用対効果がわからない」ことが展開の最大の阻害要因となった。

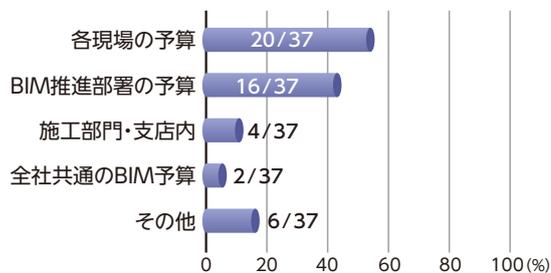
Q3. 人材・教育



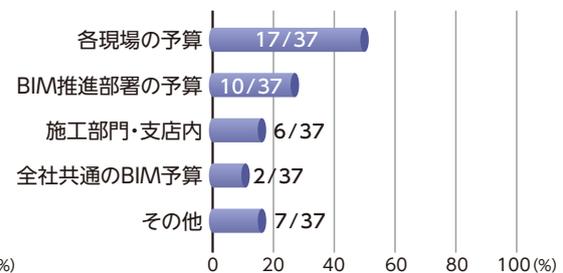
どのグループも傾向は似ている。「1.BIM技術者の不足」を90%以上、「2.教育体制の整備不足」を50～70%、「3.社内の人材不足」も40～60%の企業が感じている。

BIMに関する費用の負担先

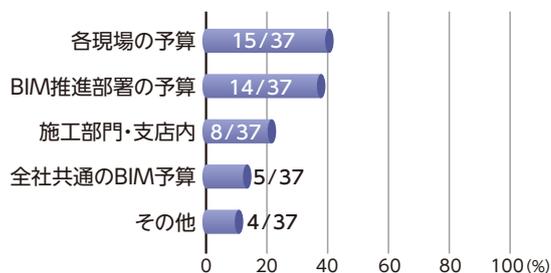
①BIMモデル作製費用



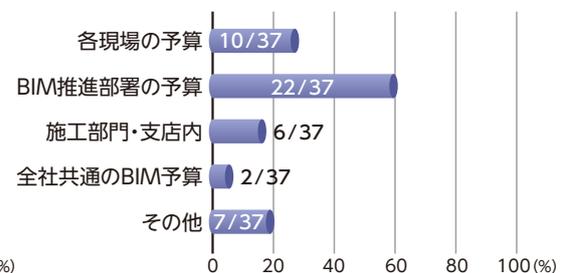
②BIM環境整備(ハードウェア)



③BIM環境整備(ソフトウェア)



④BIMに関する教育費用

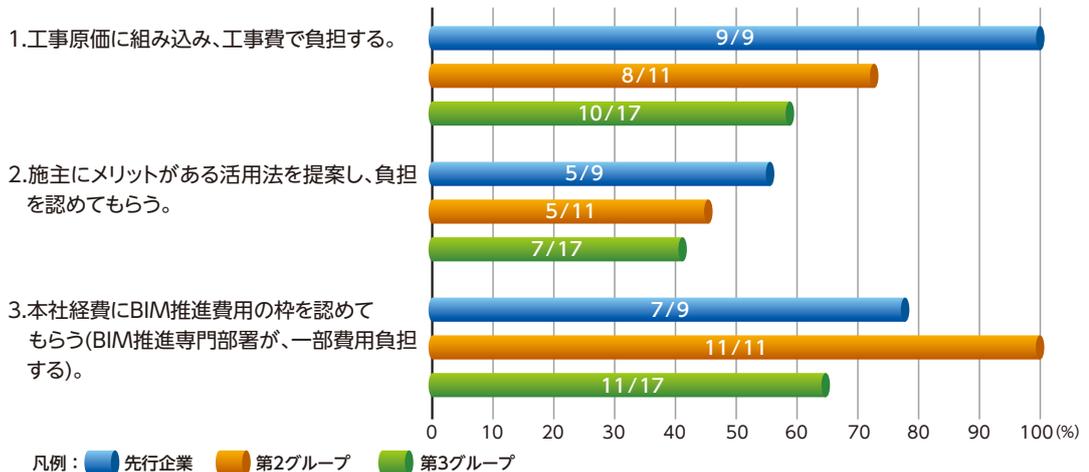


教育費用以外の各項目では現場の予算がトップで、BIM推進部署の予算が続く。教育費用ではBIM推進部署の予算がトップに入れ替わる。

4-1

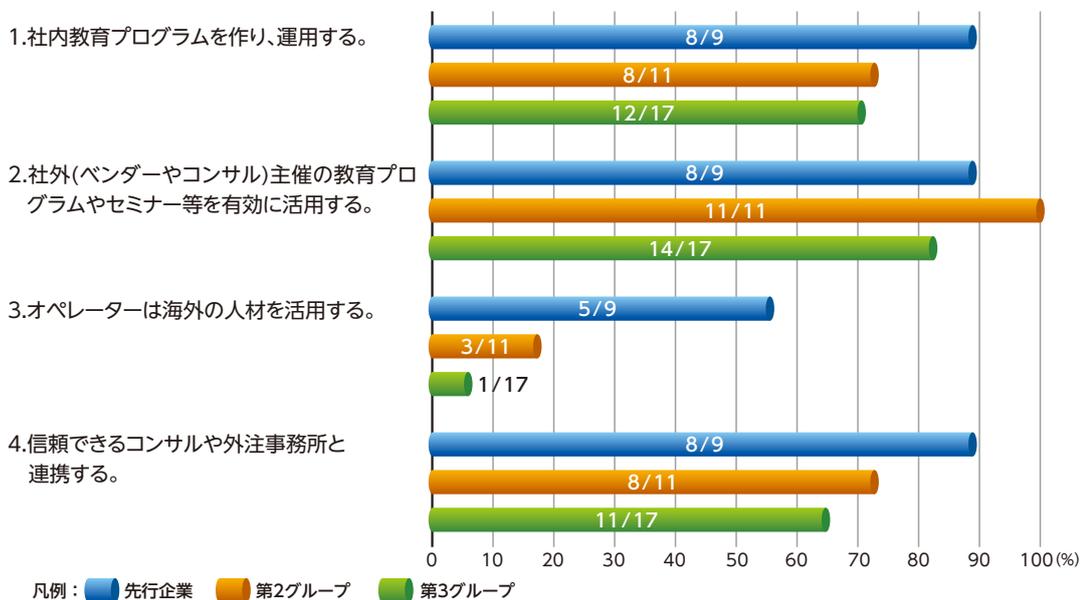
■ 阻害要因を克服する方法

Q1. コストの獲得



先行企業は「1.工事原価に組み込む」が100%、第2グループは「3.本経費で枠をみる」が100%で、何らかの財源を確保している。一方、第3グループは全ての項目が65%以下と低い。

Q2. 人材の確保・教育



「3.海外の人材を活用する」は先行企業でも約55%で、第2・第3グループでその比率は下がる。先行企業は他の各項目で90%に達している一方で、第2・第3グループの傾向は各項目70%程度で似ている。

4-2 企業ヒアリング

(1) ヒアリング概要

① ヒアリングの目的

- アンケートに興味深い回答を寄せて頂いた企業を訪問し、生の声を聞く。
- 取り組み内容などを深掘りする。

② 実施企業

- BIM先行企業、社内展開推進中、導入初期、導入計画中、中小規模から大企業まで、東京地区・大阪地区の合計7社。

(2) ヒアリング結果

■ 施工でのBIM活用

- 支援部署でモデリングし、現場は無償ビューアーで閲覧する。(第3グループ)
- 現場からというより、支店や統括所長レベルからの支援要請がある。(第3グループ)
- BIMだけで施工図を書き出した例はまだない。下図としての利用が主である。(第2グループ)
- 躯体図の作製を主眼として使用した。(第3グループ)
- コンクリートの数量が拾えて業務効率が上がった。職方への説明用のツールとして有効だった。(第3グループ)



4-2

■ デジタル環境

- VDI(仮想デスクトップ)を導入し、利用を検討。(第2グループ)
- 現場には高性能ワークステーションを配置、ソフトはネットワークライセンスを使用。(第2グループ)
- クラウドシステムをデータの置き場所にし、社外からのアクセスや無償のソフト利用を可能にしている。(先行企業)
- 希望者に高性能PCを配布、ソフトはWebページからダウンロードできる。(先行企業)
- BIMモデルを3D-PDFやXVLで出力して配布し、どのPCでも閲覧できるようにしている。(第3グループ)

■ 組織・体制

- 海外拠点を作り、基本モデルを作製して現場の初期段階に提供するしくみを作る予定。(第2グループ)
- 全ての現場のデータを海外拠点で立ち上げ、基本モデルとして現場に配る。現場では国内拠点に外注または作業所内製で、基本モデルを目的に合わせたいくつかのBIMモデルに進化させて活用する。(先行企業)

■ 教育または啓蒙・社内展開推進

- 支店とのローテーション制度：支店の生産設計部門社員を2年間の長期受け入れ、内外勤社員を1週間から3ヶ月の短期受け入れ。(第2グループ)
- 全国の本支店の所長会議等で、定期的に説明会を開催している。(第2グループ)
- 年次研修による教育、全国統一の教育プログラムあり。また実践的な教育は、実際にBIMを利用する現場で行っている。講師はBIM推進部署または外部講師に委託。(第2グループ)
- 教育は、年次研修とeラーニングによる。(先行企業)
- ソフト会社ユーザー会主催のハンズオンセミナー等の教育・講習会に参加している。(第3グループ)

4-3 現状のまとめ

4章のアンケート及びヒアリングの結果から、以下のように業界の状況が見えてきます。

1. 多くの企業でBIMは導入初期を終え普及の途上にあるが、未導入の企業が約1/4ある。
2. 施工BIMの取り組み内容は、先行企業と推進中企業の違いが生じている。
3. BIMによる合意形成・情報伝達の確実性で効果を上げているものの、設計との連携及び一歩進んだデータを活用しての業務における効果は、まだ確実とは言えない。
4. 人材不足と教育体制の構築が展開の足かせとなっている。
5. 先行企業ほど展開のための様々な対策を実行している。



情報コーナー

コラム③

(1) BIM関連諸団体

- 一般社団法人 日本建築学会(AIJ)
材料施工委員会 建築生産運営委員会 施工BIM小委員会
情報システム技術委員会 設計・生産の情報化小委員会
- 一般社団法人 建築保全センター(BMMC)
BIMライブラリーコンソーシアム
- 一般社団法人 公共建築協会(PBA)
次世代公共建築研究会 IFC/BIM部会
- 一般社団法人 buildingSMART Japan (bSJ)
- 公益社団法人 日本ファシリティマネジメント協会(JFMA)
BIM・FM研究部会
- 公益社団法人 日本建築家協会(JIA)
- 一般社団法人 日本建設業連合会
<http://www.nikkenren.com/>

(順不同)

(2) ガイドライン他

- 公益社団法人 日本建築家協会(JIA) BIMガイドライン 2012年7月発刊
<http://www.jia.or.jp/resources/news/000/225/0000225/p7NmnPji.pdf>
- 国土交通省 BIMガイドライン 2014年3月策定
https://www.mlit.go.jp/report/press/eizen06_hh_000019.html
- 公益社団法人 日本ファシリティマネジメント協会(JFMA) BIM・FM研究部会
「ファシリティーマネージャーのためのBIM活用ガイドブック」 2015年4月発刊
<http://jfma.or.jp/books/page1-new.html#J0075>
- 一般社団法人 公共建築協会(PBA)
次世代公共建築研究会 IFC/BIM部会
「主として設計者のためのBIMガイド」 2017年5月発刊

(順不同)

おわりに

昨今の施工BIMの普及は目覚ましいものがありますが、アンケート結果にあるとおり導入から5年未満の企業が7割を占め、本格的な運用はまだ始まったばかりだと言えます。しかし、生産性向上を目的とした施工BIMの取り組みは、急速に発展しつつあります。業界紙などでBIMという活字を見ない日はない、といっても過言ではありません。

そのような業界の動向がある一方で、快適なBIMの利用環境構築がまだ不十分であり、BIM活用のための新しいワークフローが完成されていないなど、施工BIMを取り巻く様々な理由から、社内展開に悩みを抱える企業が多いことが、アンケートやヒアリングの結果から読みとれました。

BIM展開のスピードから、各企業が置かれる環境の変化は早いと考えられます。今後も定期的にアンケートを実施し、モニタリングを継続していきます。

執筆にあたっては、先行企業の事例調査や自らの経験をふまえ、まわり道せずに問題解決できるような手法を紹介し、あえて失敗した事例も掲載しました。

本書を読まれる方々の業務のヒントとなり、施工BIM活用による生産性向上につながることを期待しています。

最後に、アンケートやヒアリングにご協力頂いた会員企業の皆様に、重ねて御礼申し上げます。

『施工BIMのすすめ』 —成功につながるBIMスタートアップガイド2017—

■執筆・編集

IT推進部会 BIM専門部会 BIM展開検討WG

リーダー	吉村 知郎 (東急建設株式会社)
サブリーダー	福士 正洋 (株式会社大林組)
サブリーダー	松野 義幸 (株式会社安藤ハザマ)
SWGリーダー	脇田 明幸 (株式会社奥村組)
SWGリーダー	波多野 純 (株式会社鴻池組)
	三輪 哲也 (株式会社竹中工務店)
	橋口 智志 (三井住友建設株式会社：～2017年3月)
	岩崎 元幸 (三井住友建設株式会社：2017年4月～)
	佐藤 永 (株式会社熊谷組：～2017年2月)
	山口 紘平 (株式会社熊谷組：2017年3月～)
	泉 覚 (株式会社銭高組)

施工BIMのすすめ
—成功につながるBIMスタートアップガイド2017—

2017年11月 初版第1刷発行

編者・発行 一般社団法人日本建設業連合会 建築生産委員会
IT推進部会 BIM専門部会 BIM展開検討WG
〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-5-1
☎03-3551-1119

©一般社団法人日本建設業連合会 2017
本書の無断複写・複製(コピー等)は著作権上の例外を除き、禁じられています。

制作・印刷・製本 株式会社光邦



BIM



これから施工BIMを導入する会社、
導入したものの普及に苦慮している会社の
悩みを解決します!!

