

# BIM マネージャー・コーディネーター 読本

<2024 追補版>



公益社団法人 日本建築士会連合会

Japan Federation of Architects & Building Engineers Associations



## はじめに

このテキストは、令和5年度に公益社団法人日本建築士会連合会が発刊した「BIM マネージャー・コーディネーター読本」を追補する目的で令和6年度に発刊しました。

追補版では、「BIM データ連携のための IFC の理解」と、「施工段階における BIM データ活用」について取り上げています。

BIM データは建築のプロセス全体において有効なもので、設計だけではなく、施工や維持管理に至るまで、建築のライフサイクル全体を支える情報のデータベースとなるものです。

この追補版では、設計 BIM データを施工段階で活用する事例をまとめました。設備や構造との連携、BIM データを加工機に転送し自動加工する技術は、大手ゼネコンや大規模なプロジェクトに限られた話題と考えられがちですが、建設業界の DX 化や人材不足の解消に向けて技術はめまぐるしく進歩していることを認識したいと考えました。

このテキストに触れた多くの皆さんと共に BIM の未来を創造できることを願っています。

末筆ながら、本テキストの作成にあたって多大なるご協力を頂いたすべての方々にこの場をお借りして御礼申し上げます。

公益社団法人 日本建築士会連合会

---

## 目次

1. 建設 DX を支える IFC 標準の基礎	.....	2
2. BIM を活用した情報基盤とその利用	.....	16
3. 設計業務フローにおける IFC を用いたデータ連携	.....	26
4. 各社における BIM のユースケースと運用体制	.....	32

---

BIM マネージャー・コーディネーター  
読本

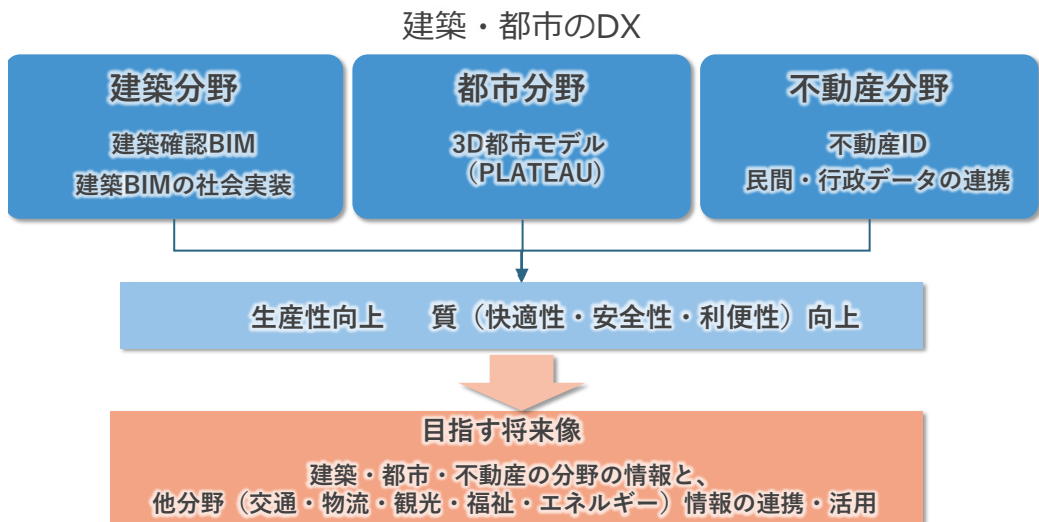
< 2024 追補版 >

## 建設 DX を支える IFC 標準の基礎

### 1-1. はじめに

BIM を活用するプロジェクト推進においては、効率的な情報共有と協働環境が求められています。建物の設計、施工、維持管理プロセスに関わるライフサイクル情報をデジタル化するため、建物の構成要素やそれらの関係性、属性、3次元形状といった情報を、オブジェクト指向に基づくデータモデル「IFC (Industry Foundation Classes)」として標準化する国際的な活動が行われてきました。これらの取り組みは、土木やインフラ分野にも広がっています。

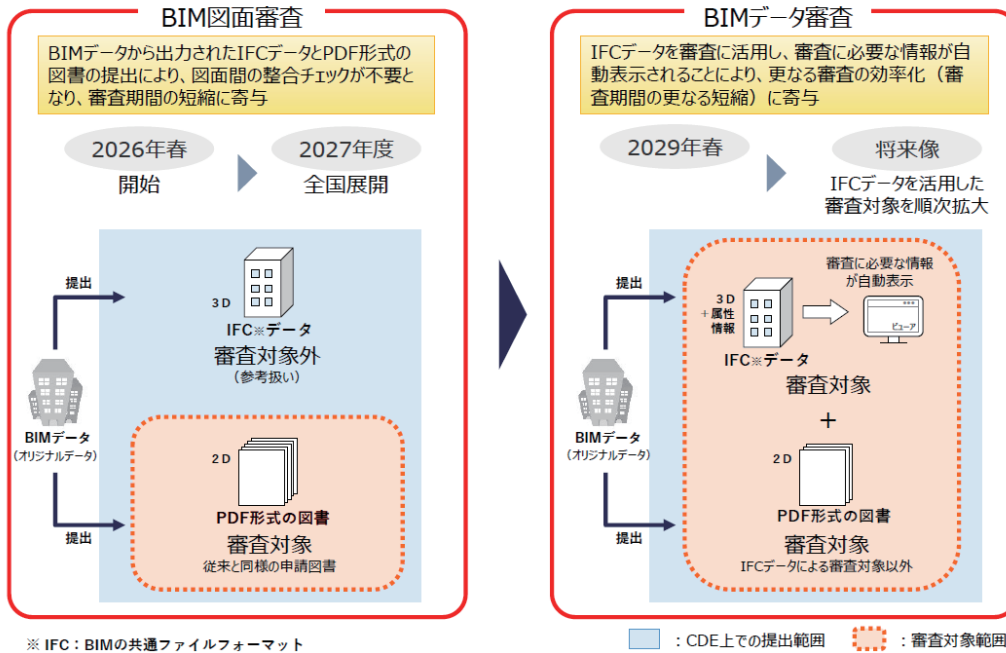
日本国内では、国土交通省が推進する建築・都市の DX (デジタルトランスフォーメーション) の一環として、都市レベルのデジタル化に向けた BIM の活用が官民連携の取り組みの中で進められています (図表 1-1)。



■ 図表 1-1 建築・都市の DX (出典：国土交通省資料)

建築・都市の DX において、建築分野での BIM の社会実装が進む中、建築確認プロセスにおける IFC の役割が注目されています。2026 年春以降、BIM を活用した建築確認のプロセスが段階的に高度化し、最終的には提出された IFC データを審査に活用する方向性が示されています。具体的には、国土交通省が公開した「建築 BIM の将来像と工程表 (増補版)」において、「BIM による確認申請」が位置づけられており、まずは「BIM 図面審査」が開始され、後に「BIM データ審査」へと発展していく予定です。「BIM 図面審査」では、BIM ソフトウェアから出力された整合性のある図面 (PDF) が審査の対象となり、BIM データは参考資料として扱われますが、IFC 形式での提出が求められています (図表 1-2)。

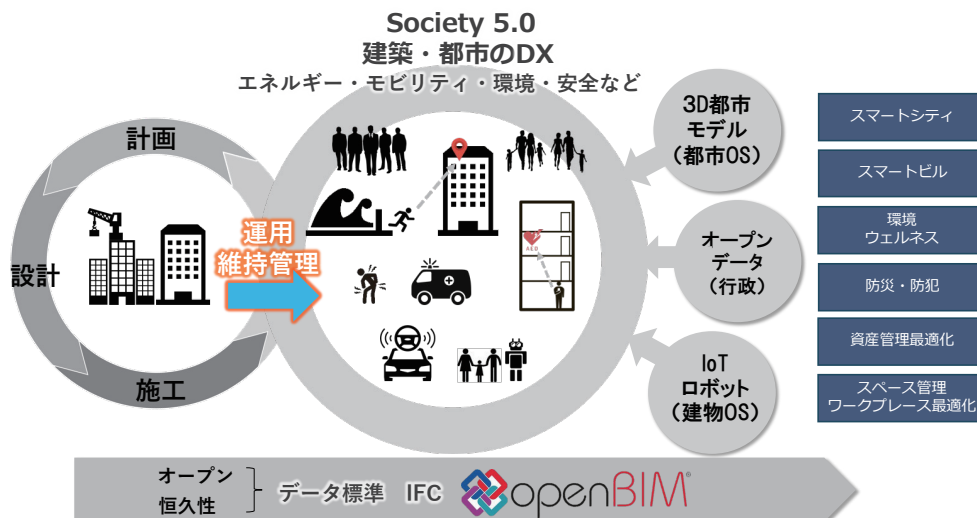
海外でも、建築確認プロセスにおける IFC 活用が各国で進められています。特にシンガポールでは、2000 年代から BIM を建築確認に活用してきましたが、2023 年には従来の建築確認プラットフォーム「CORENET」を「CORENET X」に更新し、IFC に基づく建築確認プロセスに取り組んでいます。シンガポールでは、建築申請



■ 図表 1-2 BIM による確認申請の概要 ※ 1)

に必要な情報要件を IFC 標準に基づいて定義し、自動法規チェックの仕組みを導入する計画です。

また、2016年に策定された第5期科学技術基本計画では、「Society 5.0」という、デジタル情報と現実空間を融合させた社会・産業基盤の将来ビジョンが公開されました。これは、狩猟、農耕、工業、情報社会に次ぐ、新しい知識集約型社会を目指すものであり、その実現には社会全体のデジタル化が重要なカギを握るとされています。Society 5.0 実現の第一歩として、都市空間と都市活動のデジタル化を基盤とするスマートシティの構築が進められています。国土交通省が推進する3D都市モデルプロジェクト「PLATEAU」では、IFCデータを3D都市モデルの標準形式であるCityGMLへ変換するための仕様やツールを公開しています※2)。また、スマートビルにおけるデータ相互運用性を向上させるため、スマートビルのデータ連携基盤であるビルOSに必要な建物のデジタルツインデータとIFCデータを連携させる試みも進行中です※3) (図表 1-3)。



■ 図表 1-3 建物ライフサイクルにおけるデータ活用と BIM(IFC) の方向性

※ 1) 建築 BIM の社会実装に向けた取組について (国土交通省 令和 6 年 7 月)

※ 2) PLATEAU [3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル]「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための BIM モデル IDM・MVD」(国土交通省 2023 年)

※ 3) スマートビルガイドライン 2023 年 (情報処理推進機構デジタルアーキテクチャ・デザインセンター IPA-DADC)

本章では、国内外で注目されている、BIM ワークフローで活用される国際標準規格である Industry Foundation Classes (IFC) について、その概論、および、ISO19650 ※ 1) における IFC データ連携の位置づけについて解説します。

## 1-2. IFC 概論

### (1) データモデルとデータフォーマット

BIM を活用してプロジェクトを推進している皆様は、業務で使用している BIM ソフトウェアの BIM モデルを他のソフトウェアとデータ連携する際、「IFC」という用語を耳にしたり、実際に利用したりすることがあるかと思います。一般的に、IFC は「BIM データの共通フォーマット」や「中間ファイル形式」と説明されることがあります。しかし、ここでは単なるファイル形式としての IFC の一面だけでなく、なぜ、BIM による建築確認や 3 次元都市モデル、さらには IoT やロボットシステムを含むデジタルツインとの連携において IFC が注目されているのかを理解するために、IFC のもう一つの重要な側面である「建設情報のデータモデル（データ構造定義）」としての役割について解説していきます。

建物や土木構造物、施工スケジュール、構造解析モデル、維持管理情報などをデジタル表現する際、それぞれの専門ソフトウェア※ 2) は独自のデータ構造を使用して情報を管理しています。一方、IFC は、建設ライフサイクルの様々な分野で基盤となる共通のデータ構造を定義する国際標準規格です。BIM ワークフローで使われる様々なソフトウェア間や、BIM の外部で使用されるソフトウェアとのデータ連携においても、中立的でオープンなデータ構造を提供します。

このように、IFC にはデータ構造を定義する「データモデル」という側面と、IFC ファイルに代表される「データフォーマット」という 2 つの側面があります。どちらも ISO（国際標準）に準拠しており、オープンで多様なソリューションが参画しやすく、データを長期間にわたり利用できる恒久性を持っています。

IFC のデータモデルには、製品モデルのデータモデル定義を行うための国際標準を使用した「IFC スキーマ」が存在し、これが IFC データモデルの基盤となっています。また、IFC スキーマと併存する形で、プロパティセットと呼ばれる属性情報の定義も含まれています（図表 1-4）。

- **IFC スキーマ**：建物や建設分野の構成要素（例えば壁や窓）の属性情報、形状、要素同士の関係性をどのようにデータとして表現するかを定義したものです。これは国際標準 (ISO16739) として制定されています。IFC スキーマの定義には、製品モデルデータを記述するための国際標準 (ISO10303-11 ※ 3) ) が使用され、オブジェクト指向によるデータモデリング手法を用いてデータの分類（クラス・エンティティ）、要素間の関係性を定義しています。
- **プロパティセット**：IFC で定義される構成要素に関連する属性情報（プロパティ）を柔軟に追加できる仕組みです。プロパティセット定義は、PSD (Property Set Definition) という XML 形式で設定されます。今後は、buildingSMART Data Dictionary (bSDD) を通じて、プロパティセットの定義が提供されていく予定です。

※ 1) ISO19650：建築及び土木分野における BIM を使用した情報管理の国際規格。2018 年に公開され、関連規格が ISO19650 シリーズとして順次公開されてきています。

※ 2) 例として、BIM モデルを作成する BIM ソフトウェア (BIM オーサリングツールと呼ばれることもあります)、BIM モデルチェッカー、ビューワ、CDE (共通データ環境) なども BIM ソフトウェアの一種であるといえます。

※ 3) ISO10303-11：「産業オートメーションシステム及びその統合—製品データの表現及び交換—第 11 部：記述法：EXPRESS 言語」

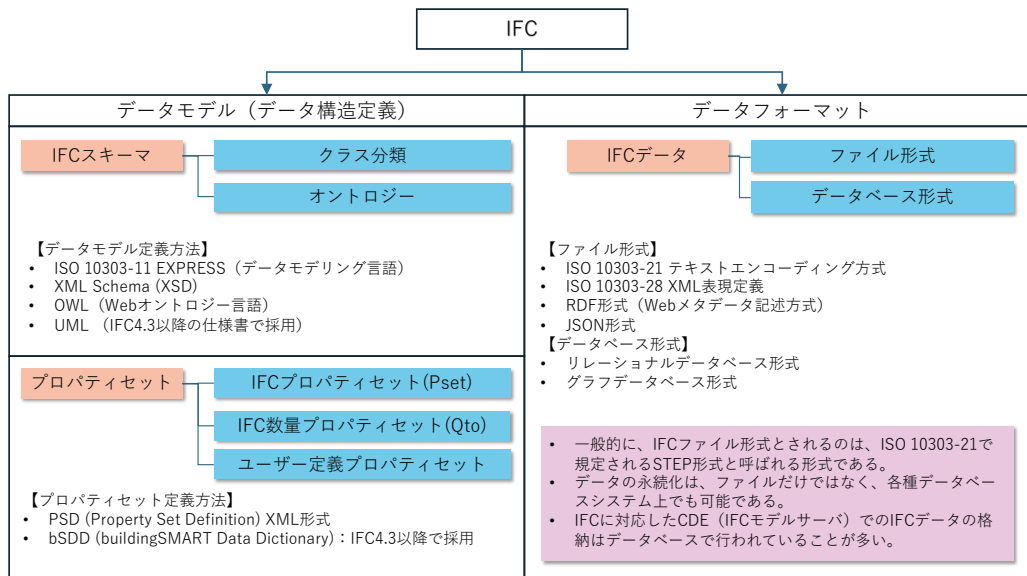


- IFC データ：幾何形状や属性情報値を含むデジタルデータを指し、データファイル、データベース等の形式で存在します。一般的に ISO10303-21 ※4) に準拠したファイル形式（STEP 形式）が使用されています。また、STEP 形式を圧縮した ifcZIP 形式、XML 形式、JSON 形式、Web オントロジー形式等の他のフォーマットも利用可能です。

※ 4) ISO10303-21：「産業オートメーションシステム及びその統合—製品データの表現及び交換—第21部：実装法：交換構造のクリアテキスト符号化」

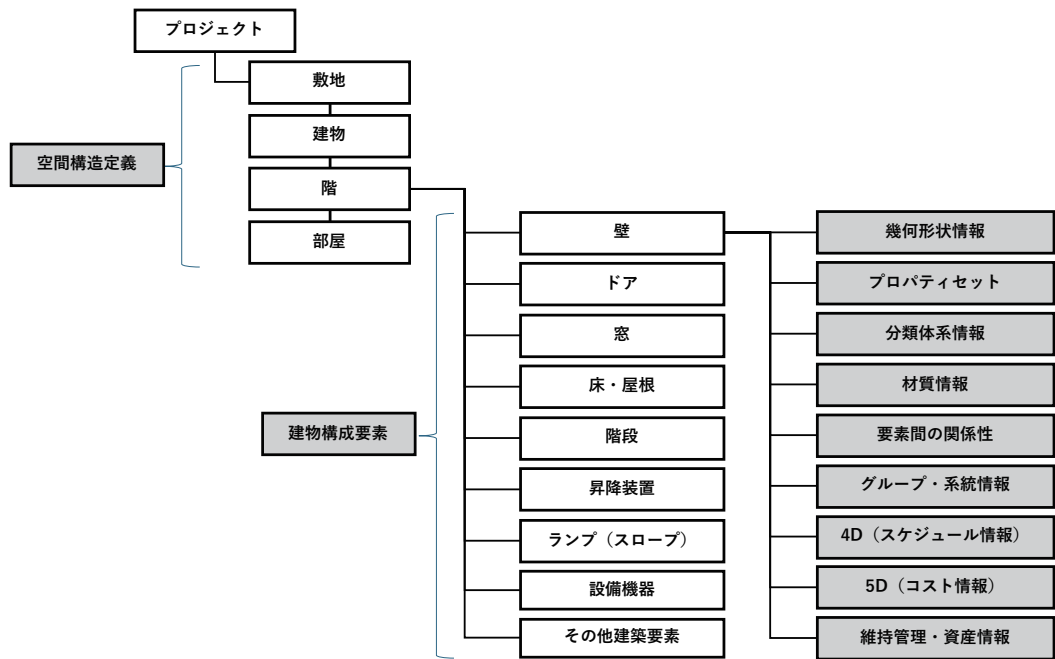
**オブジェクト指向によるデータモデリング：**  
 現実世界のモノやプロセス等を「オブジェクト」として表現し、それぞれのオブジェクトがどのような特性や属性を持ち、どのように他のオブジェクトと関係しているかを定義する方法です。例えば、建物の「ドア」や「窓」をオブジェクトとして扱い、それらの位置、形状、属性などを設定します。この方法を使うことで、データをより直感的に整理し、再利用や管理がしやすくなります。

**オントロジー (ontology) とは：**  
 元々は「存在とは何か」という哲学的なテーマを研究する学問用語でしたが、IT の分野では「データをどう整理し、共有・再利用するか」を示す概念として使われます。IFC は、建物やインフラ、維持管理等に関するデータを表現するための一種のオントロジーであり、異なるシステム間でデータをやり取りする際、建設分野を代表する共通言語として機能します。



■ 図表 1-4 IFC の全体像 (データモデルとデータフォーマットの2つの側面)

図表 1-5 は、IFC データを構成するオブジェクトデータの基本構造を示しています。一番目の情報は、プロジェクト情報、そして空間構造定義、建物構成要素定義、というような概念単位から構成されていることが分かります。



■ 図表 1-5 IFC のオブジェクトデータ基本構造の概念図

## (2) IFC の国際標準化の経緯

IFC は下記に示すように数々のリリース（バージョンアップ）を経て、BIM データ標準として BIM ソフトウェアへの実装と改善を繰り返して完成度を上げていきました。



- IFC Release 1.0 (1997年) : パイロット版
- IFC Release 2.0 (1999年) : 実証実験本格化
- IFC 2x (2000年) : 現在の IFC2x3 および IFC4 の原型となるバージョン
- ISO/PAS 16739 (2005年)
- IFC 2x3 TC1 (2007年) : 従来建築系の BIM ワークフローで活用されてきたバージョン
- IFC 4 Official Release (2013年)
- ISO16739:2013 (2013年)
- IFC 4.3 (2024年) : 土木・インフラストラクチャー分野へ拡張
- ISO16739-1:2024 (2024年)

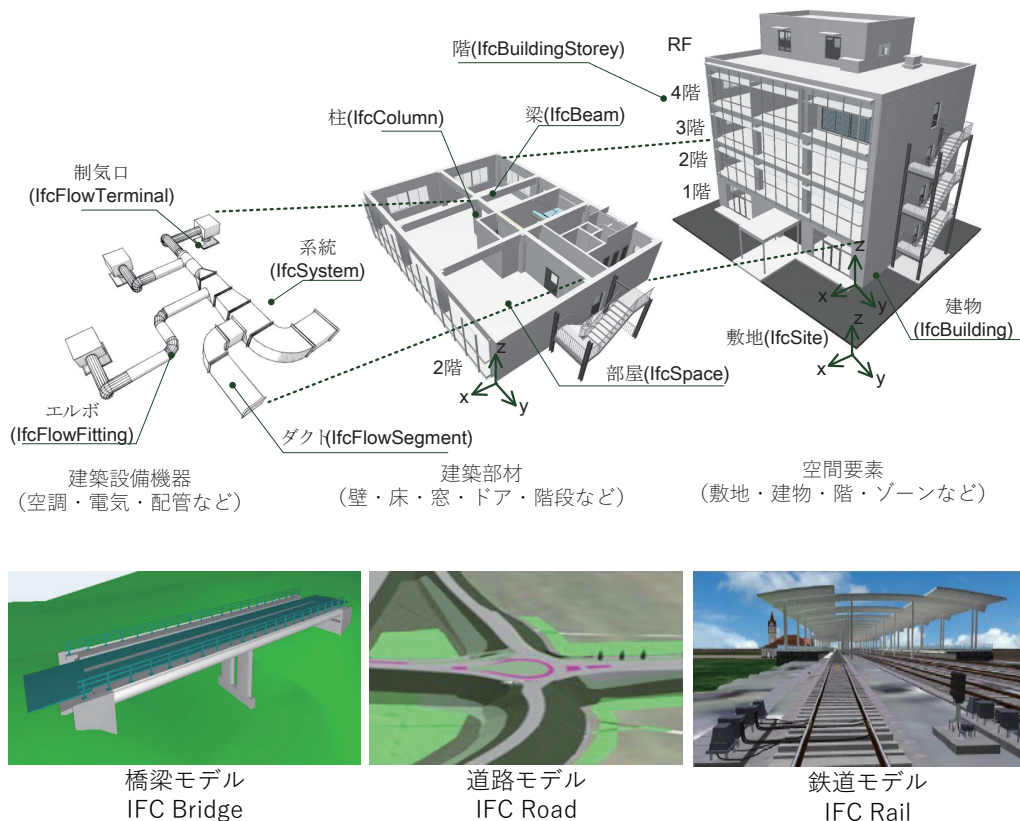
■ 図表 1-6 IFC 標準化の変遷

現時点で市販されている BIM ソフトウェアが対応しているのは IFC 2x3、および IFC 4 となっています。今後は、土木・インフラストラクチャー分野に拡張された IFC 4.3 への対応が進んでいくと考えられます。

### (3) IFC スキーマの全体像

IFC スキーマは、建物やインフラ構造物のライフサイクルにおける建設情報を、オブジェクト (要素) として分類するためのクラスを定義したものです。IFC の「C」は、こうしたオブジェクトのクラス定義を意味しています。

クラス定義とは、たとえば「壁」や「ドア」といった建物の要素 (オブジェクト) を生成するためのひな型となるものです。これらの要素は、たとえば敷地なら `IfcSite`、建物なら `IfcBuilding`、階は `IfcBuildingStorey`、壁は `IfcWall`、ドアは `IfcDoor`、窓は `IfcWindow`、梁は `IfcBeam`、柱は `IfcColumn`、部屋は `IfcSpace` というクラスで定義されています。また、IFC4.3 以降では、橋梁、道路、鉄道といった土木やインフラ分野の要素もこのクラス定義に追加されています (図表 1-7)。



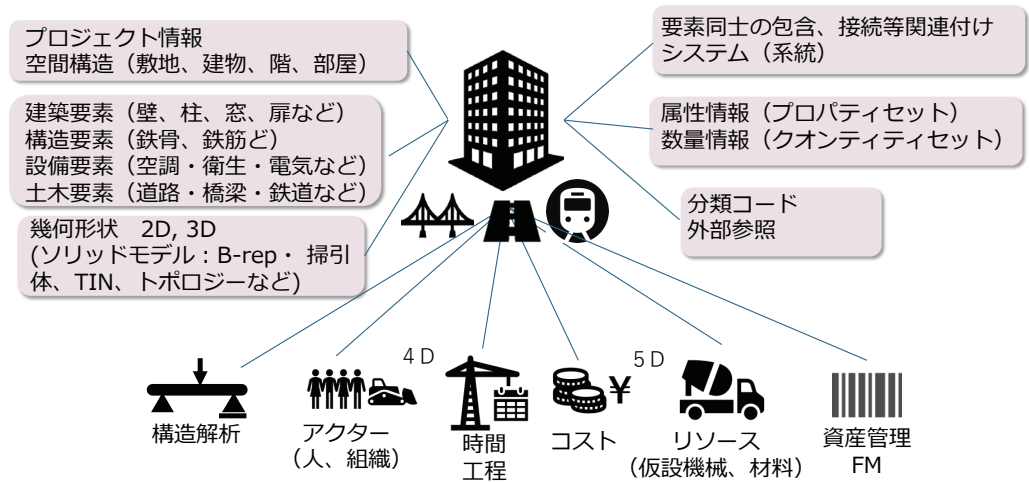
■ 図表 1-7 IFC スキーマで表現する建設情報のイメージ

IFC では、建物やインフラのライフサイクルに関連する様々な情報がクラスという形式で定義されています。主な情報は次のとおりです (図表 1-8)。

- プロジェクト情報 (単位系、座標系情報等)
- 空間構造 (敷地、建物、階、部屋など)
- 各分野の構成要素 (建築、構造、設備、土木などの構成要素)
- 2D、3D、トポロジー情報 (形状や位置関係を表す情報)
- 要素間の関係性 (例えば、ドアがどの壁に取り付けられているか、配管経路など)
- プロパティセット (オブジェクトの特性や属性情報)
- 分類コード情報 (要素に割り当てられた分類体系番号)

さらに、次のような建設ライフサイクルに関連するクラスも定義されています。

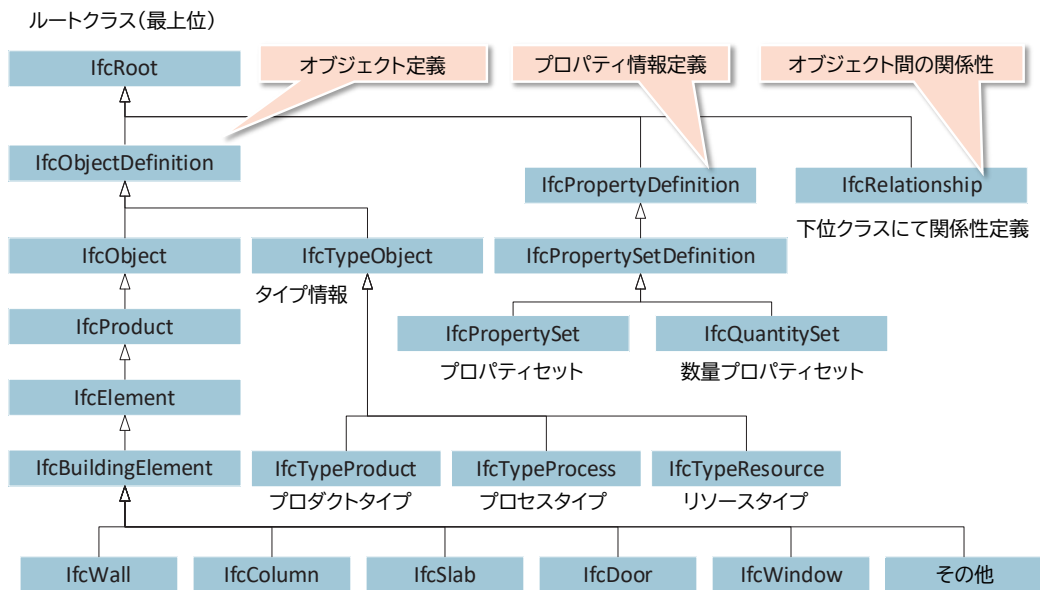
- 構造解析モデル（構造の強度や安定性を計算するためのモデル）
- 4D BIM 情報（プロジェクトの人員や組織、スケジュールなどの時間に関する情報）
- 5D BIM 情報（プロジェクトのコストやリソース管理に関する情報）
- 維持管理情報（資産管理、ファシリティマネジメント（FM）に必要な情報）



■ 図表 1-8 IFC が定義している情報の概要

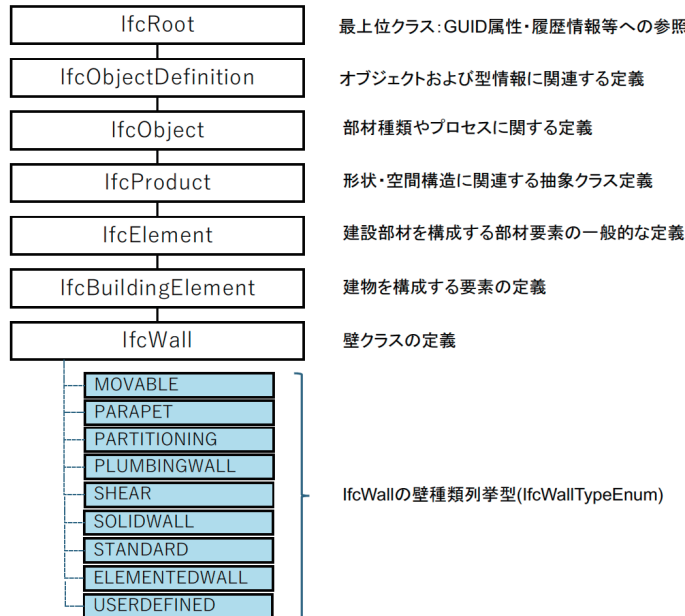
※ 1) クラス数  
 IFC2x3 TC1 : 653  
 IFC4 ADD2 TC1 : 776  
 IFC4.3 ADD2 : 876

IFC は、約 800 のクラスが定義されているデータモデルです※ 1)。建築分野に関連するクラスは図表 1-9 に示すように IfcRoot クラスを最上位とするクラス継承によって体系化されています。



■ 図表 1-9 IFC クラス継承構造の抜粋（参照 IFC4）

図表 1-10 は、壁クラス (IfcWall) に焦点を当てたクラスの継承関係を示しています。IFC スキーマでは、壁、ドア、窓といった主要な要素がクラスとして分類されています。クラスを細かく分類しようとする、国際的な標準から外れたり、クラスの数が増えすぎてしまう可能性があります。そのため、IFC では大まかな分類レベルのクラス定義で標準化されています。もしさらに細かい分類情報が必要な場合は、壁クラスの壁種類列挙型※2) から特定の壁の種類を選ぶことができます。また、IFC スキーマに含まれる分類情報オブジェクト (IfcClassification) に分類コードを設定することで、より詳細な分類が可能です※3)。



■ 図表 1-10 壁クラス (IfcWall) のクラス継承例 (参照 IFC4)

※2) 列挙型一覧から IFC スキーマとして定義されている種類を選択することができます。USERDEFINED (ユーザ定義種類) を選択することで、独自のユーザ種類 (文字列) を設定することができます。この場合、データ連携を行う関係者間でのユーザ種類 (文字列) についての合意が必要となります。

※3) 分類体系コードを活用する場合は、一般的には UNICLASS に代表される建築分類体系コード等を参照しそのコードを設定することとなります。

#### (4) プロパティセット定義の全体像

IFC のプロパティセット定義※4) の仕組みを活用することで、IFC データに詳細な属性情報 (プロパティ情報) を設定することが可能になります。プロパティセットは、図表 1-11 のような種類に分類することができます。

図表 1-12 に、壁オブジェクト (IfcWall) に関連する共通プロパティセットである Pset\_WallCommon がどのようなプロパティ情報を含むかを示しています。

プロパティセットの種類	特徴
プロパティセット	IFC データモデルの一部として定義されたプロパティ情報。プロパティセット名称の接頭語が "Pset_" となっている。
数量プロパティセット	IFC データモデルの一部として定義された数量 (面積、体積、長さ、重さ等) に関するプロパティ情報。プロパティセット名称の接頭語が "Qto_" となっている。
フォーラム標準プロパティセット	フォーラム (地域、業界等) で合意されたプロパティ情報。
ユーザ定義プロパティセット	ユーザ独自定義のプロパティ情報。

■ 図表 1-11 プロパティセットの種類

※4) IFC の プロパティセットは、IFC2x3 TC1 では 317、IFC4 ADD2 TC1 では 420、IFC4.3 では 645 が登録されています。

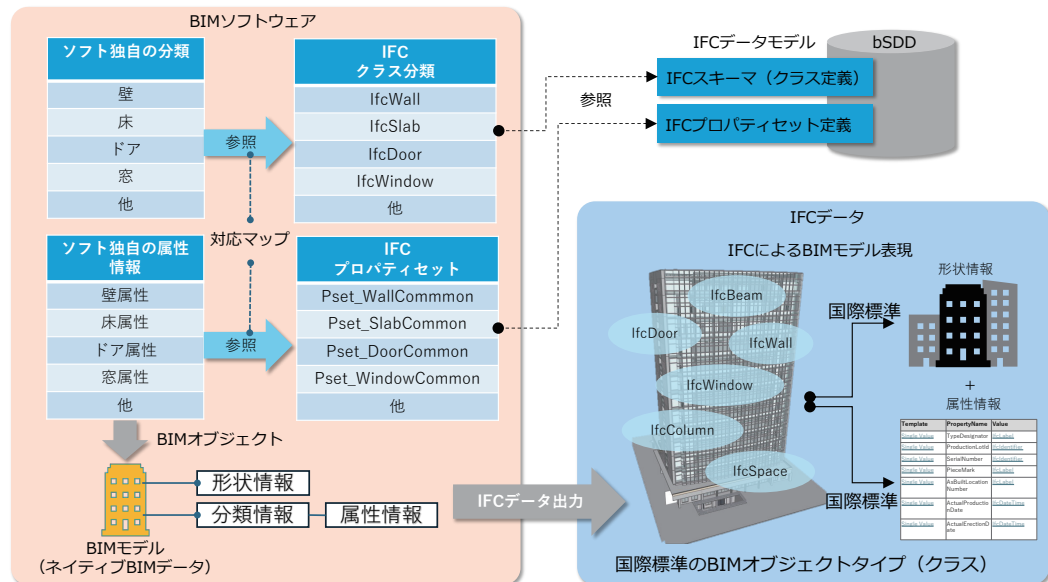
プロパティ名称	説明
Reference	プロジェクトにおける参照記号（例：A-1）。分類コードではなく内部で使用されるプロジェクトタイプとして使用されるもの。
Status	要素（主にリノベーションまたは改修プロジェクトにおいて）の状態
Acoustic Rating	遮音等級情報。関連する建築基準法を参照。
Fire Rating	耐火等級。関連する建築基準法、消防法などの国家基準を参照。
Combustible	部材が可燃性物質で作られているかどうかを示すブーリアン値。
Surface Spread Of Flame	部材の耐火性能等級。関連する建築基準法を参照。
Thermal Trancemittance	熱貫流率 U 値。
Is External	外部の部材かどうかを示すブーリアン値。もし True の場合、外部の部材で建物の外側に面している。
Load Bearing	荷重に関係している部材かどうかを示すブーリアン値
Extend To Structure	部材が上の構造へ拡張されているかどうかを示すブーリアン値。
Compartmentation	防火区画を考慮した部材かどうかを示すブーリアン値。

参 照：IFC4 ADD2 TC1, Pset\_WallCommon： [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/link/pset\\_wallcommon.htm](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/pset_wallcommon.htm)

■ 図表 1-12 壁の共通プロパティセット定義（参照：IFC4 Pset\_WallCommon）

## （5）BIM ソフトウェアと IFC の関係性

IFC のデータモデル定義には IFC スキーマ（クラス定義）とプロパティセットが含まれていることを紹介しましたが、それらが BIM モデルを作成する BIM ソフトウェア（BIM オーサリングツール）とどのように関係しているかについて解説します（図表 1-13）。



■ 図表 1-13 BIM ソフトウェアの独自データ構造（分類）と IFC の関係性

※ 1) 例えば、ArchicadではARCHICAD分類、Revitではカテゴリ、ファミリー、タイプ等がオブジェクト分類情報といえます。

BIM ソフトウェアで作成される BIM モデル（ネイティブ BIM データ）は、通常、そのソフトウェア特有のオブジェクト分類および属性情報を含んでいます※ 1)。IFC データとして出力する際には、BIM ソフトウェアが持つ独自のオブジェクト分類や属性情報を、IFC クラスやプロパティセットと対応づける「マッピング」が行われます。

マッピング設定が正確に行われることで、必要な情報が IFC データに変換され、他のソフトウェアやシステムとのスムーズなデータ連携が実現します。これは特に異なるソフトウェア間でのデータ交換において重要で、正確なデータ連携を行うために不可欠なプロセスです※ 2)。

### 1-3. ISO19650 における IFC の役割とは

BIM データフローを適切に管理するには、BIM プロジェクトにおける情報マネジメント標準 ISO19650 で定義される「共通データ環境 (CDE : Common Data Environment)」のワークフローと IFC の関係を理解することが重要です。CDE は、プロジェクト関係者全員がデータを適切に共有するための仕組みであり、この仕組みを活用することで、プロジェクトの透明性と効率が向上します。

IFC データ連携を CDE のワークフローに正しく組み込むことで、建築やインフラプロジェクトに関わる様々な専門分野の関係者が、標準化された形式で情報を共有し、データの一貫性や相互運用性を向上させることができます。これにより、設計、施工、維持管理の各段階で効率的なデータ流通が実現し、プロジェクト全体の情報共有が円滑に進むことが期待されます。

#### (1) CDE (共通データ環境) の 4 つのステータスと BIM データ連携の関係性

共通データ環境 (CDE) に格納される情報には、次に示す 4 つのステータス (状態) が定義されています※ 3) (図表 1-14)。

##### ① 作業中 (WIP : Work In Progress)

タスクチーム (受注者の作業チーム) が他のチームからはアクセスできない未承認の情報を扱う状態。設計チームや協力業者が、それぞれの分野における BIM モデルを作成、修正や変更をしている状態です。

##### ② 共有 (Shared)

作業が完了した後にプロジェクト内の他タスクチームと情報を共有する状態。各分野の BIM モデルの調整が行われる状況が一例です。

##### ③ 公開 (Published)

確定・承認された情報を別の新しいプロジェクトや資産運用などで利用するために公開した状態

##### ④ アーカイブ (Archive)

すべてのトランザクションおよび変更要求を含むプロジェクト履歴の記録を格納する。

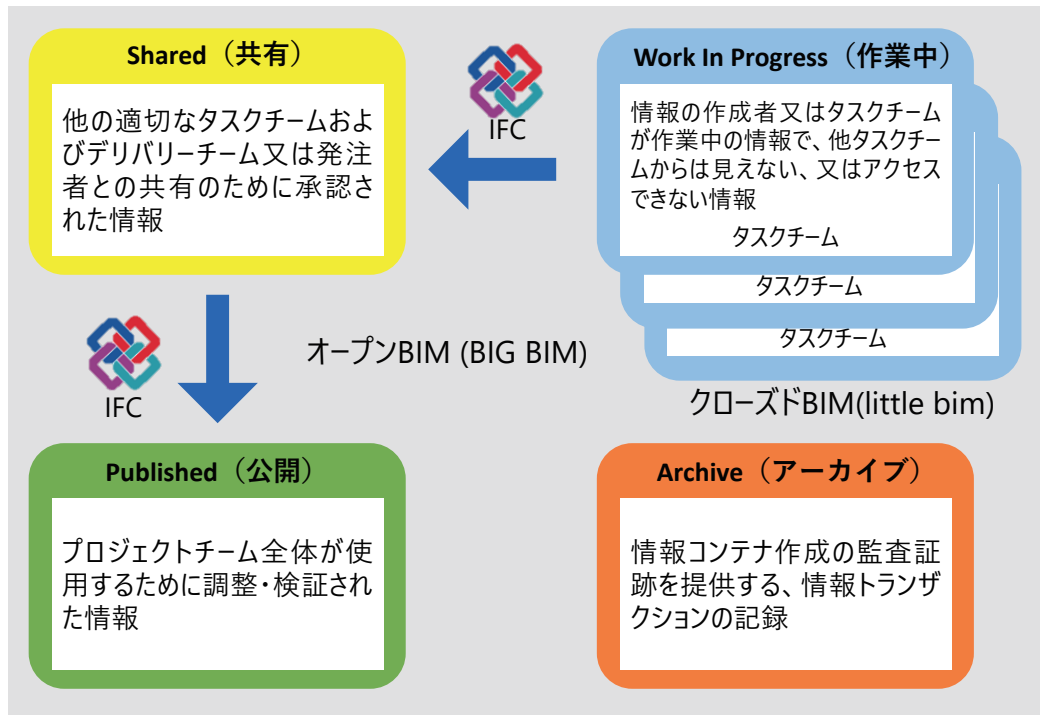
「作業中」ステータスの場合、各チーム (意匠、構造、設備、施工段階では多数の協力業者等) は、それぞれの業務に最適な特定の BIM ソフトウェアを使用します。この状況は「リトル BIM (little bim ※ 4))」と呼ばれ、個別のチームや会社が独自方法で BIM ワークフローを進めるプロセスを指します。

一方、「共有」ステータスに進むと、複数分野のプロジェクト関係者が関わるため、

※ 2) BIM データ連携シナリオについて、プロセスマップと交換情報要件をまとめたドキュメント形式を IDM (Information Delivery Manual)、IDM に基づいて IFC データへのマッピング情報を定義するものを MVD (Model View Definition) と呼びます。主要な MVD として BIM 調整の IFC2x3 の Coordination View 2.0、IFC4 の Reference View があります。

※ 3) ISO 19650-1 : Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling—Part 1: Concepts and principles

※ 4) Big BIM Little Bim : The Practical Approach to Building Information Modeling, 2007



■ 図表 1-14 ISO19650 における CDE (共通データ環境) の4つのステータス

情報の共有や調整が重要になります。この段階は「ビッグ BIM (Big BIM)」と呼ばれ、プロジェクト全体で様々な関係者が協働でデータを使用する状況です。

「リトル BIM」は、主に1つの会社や専門部署で行われる BIM のプロセスです。ここでは、自部署の業務に合わせてカスタマイズされた手法やソリューションを活用します。これに対し、「ビッグ BIM」は、プロジェクト全体の関係者が協働作業するための情報交換を行うプロセスです。

CDE の「作業中」ステータスではリトル BIM が行われ、「共有」以降ではビッグ BIM を基盤とした BIM プロセスが中心となります。BIM ワークフロー全体から見ると、リトル BIM とビッグ BIM は対立する概念ではなく、両方必要な BIM プロセスだといえます。BIM 実行計画 (BEP) の策定において、この両方をどのように効率的に組み合わせるかがプロジェクトの成功を左右するポイントとなります。

## (2) オープン BIM とクローズド BIM

ISO19650 に基づいた BIM ワークフローを考える際、「ビッグ BIM」と「リトル BIM」という概念が重要になります。そして、これらに関連して「openBIM (オープン BIM)」と「closedBIM (クローズド BIM)」の2つの BIM 推進アプローチが関係してきます。

- **openBIM** とは、建設ライフサイクル全体において多くの関係者が協力しやすくなるためのオープンな BIM 推進手法です。IFC や ISO19650 等の国際標準を活用し、異なるソフトウェアやソリューションが参加できる、長期的かつ持続可能な相互運用性を実現する、という特徴を持ちます。特に、CDE の「共有」や「公開」ステータスにおいて、openBIM を活用することで、異なるベンダーのツールを使用していても、すべての関係者がスムーズに情報にアクセスし、協力する



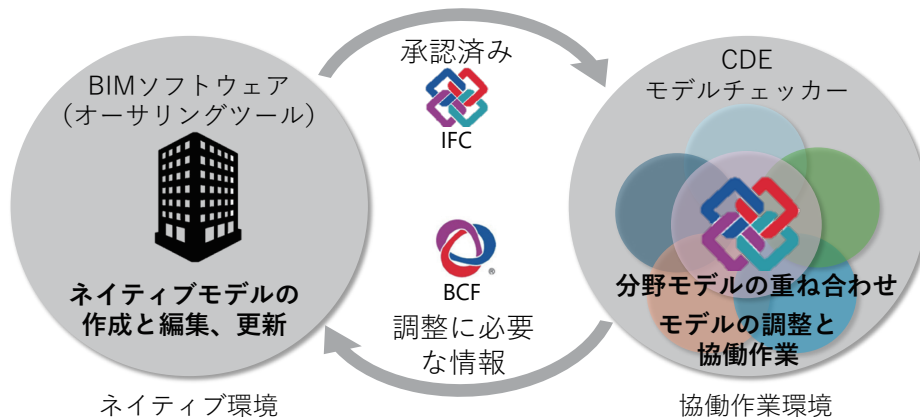
ことが可能となります。

- closedBIM とは、特定のソフトウェアや独自のデータ形式に依存した BIM プロセスを指します。このアプローチでは、同一のベンダー製ソフトウェアを使用するプロジェクト関係者が、効率的にデータを共有・編集することができますので「作業中」ステータスを中心に活用されることとなります。

ビッグ BIM はプロジェクト全体の効率化を目指し、その実現手段として openBIM が機能します。オープンなデータ交換を促進することで、プロジェクト関係者がシームレスに情報を共有し、全体のパフォーマンスを向上させることが期待できます。

「作業中」ステータスにおいては、特定の BIM ソフトウェアを活用するネイティブ環境での作業が行われます。ここでは、独自に開発した BIM オブジェクトライブラリやプラグインなどが活用されることもあり、競争領域の側面があります。

openBIM の基本的なワークフローでは、「共有」ステータス以降、CDE やモデルチェッカー※1) 等の協働作業環境となり、必要な情報要件を含む承認済みの IFC データが流通していくこととなります。特に、モデルチェッカーにおいては分野モデルの重ね合わせが行われ、BIM コーディネーション（調整）に必要な情報が BCF 形式※2) としてネイティブ環境へフィードバックされ、各タスクチームがそれを利用して調整を進めることとなります（図表 1-15）。



■ 図表 1-15 ネイティブ環境（左）と協働作業環境（右）

※ 1) Solibri や Navisworks が有名です。最近クラウド上でのソリューションも増えてきています。

※ 2) BCF (BIM Collaboration Format) : BIM 調整に関する問題箇所（イシュー、トピック）についてのコメント、スクリーンショット、カメラ位置などの情報を含むメッセージング情報の buildingSMART の標準フォーマット。

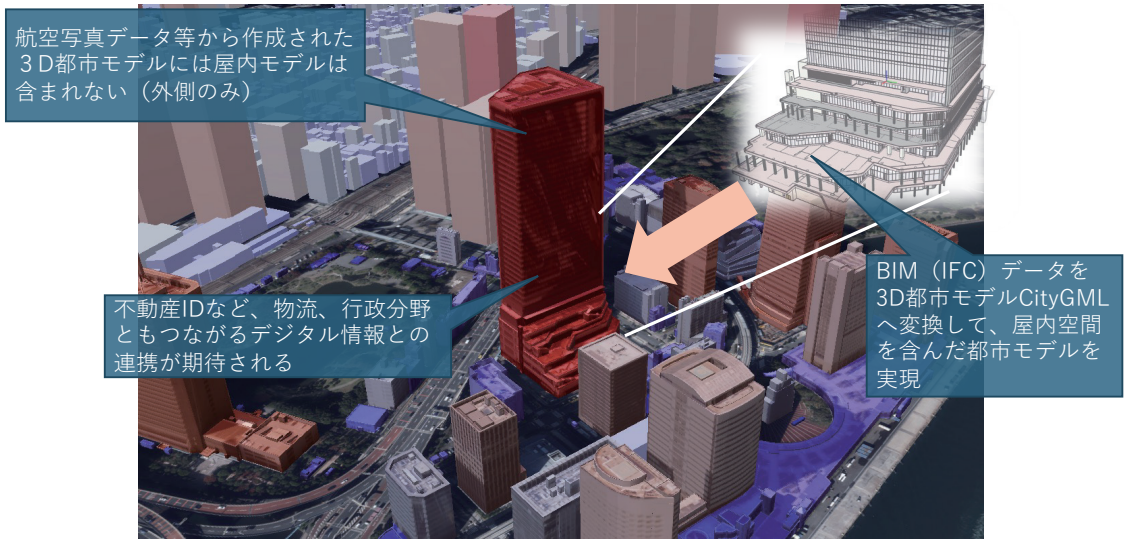
## 1-4. IFC の今後の展開

### (1) 建築・都市空間デジタル化への IFC 活用へ

BIM ワークフローが維持運用フェーズまで広がる中で、BIM データの属性情報をどのように活用するかを見据えた「データ管理」と「共通データ環境 (CDE)」の重要性が増しています。特に、建築・都市の DX における BIM による建築確認や、都市デジタルツインの実現には、私たちが視覚的に理解できる 3D 形状情報だけでなく、AI やロボットが理解しやすいデータモデルも必要です。

IoT センサーからのデータや、カメラによる画像認識を行う際には、IFC や CityGML (都市 3D モデル) といった建物や都市空間の標準化されたデータモデルが提供する背景情報が非常に有用です。これらの情報には、建物の分類コードや属性情報を適切に設定し、機械が読み取りやすい形式 (マシンリーダブル) で整備

されていることが求められます。このようなデジタル情報が整備された都市環境では、AI やロボットを使った先進技術の導入が加速化されていくでしょう。



■ 図表 1-16 3D 都市モデル (PLATEAU) における IFC から CityGML へのデータ連携イメージ

BIM データの活用は、形状情報中心から属性情報を活用したデータ連携のユースケースへと移行しつつあります。BIM データを環境性能情報、製造業情報、4D・5D 情報、維持管理情報などと連携させることで、データウェアハウス (DWH) やビジネスインテリジェンス (BI ツール) を用いたプロジェクト情報の解析、予測、学習等への活用が展開されています。オープン BIM 標準においても、IFC データの他システムとの連携を活性化させるために、データ連携情報要件定義手法や共通データ環境の API (アプリケーション・プログラミング・インターフェース) 等の標準化と普及が進展しています※ 1)。

## (2) おわりに

本稿では、BIM データ連携の要である国際標準 IFC について、データモデルとデータフォーマットの基本概念、ならびに ISO19650 における CDE (共通データ環境) での IFC データ連携の役割について解説しました。

IFC は、業界全体での情報の相互運用性を向上させ、効率的なプロジェクト運営を支える重要なデジタルデータ標準の一つです。今後、BIM を活用した DX が進展する中で、openBIM 標準のさらなる活用を通じて、実践的な事例の増加や新たな分野とのデータ連携が一層進むことが期待されます。

※ 1) buildingSMART 標準: IDS (Information Delivery Specification): データ連携の情報要件を定義し IFC データの検証に活用される標準。openCDE: CDE の IFC、BCF、PDF 等の各種データの共有や協働作業支援のデータ連携を行うことを目的とする API 標準。BIM ソフトウェアと CDE、CDE 間等のデータ連携が容易となります。

### 執筆者

足達 嘉信

博士 (工学) / 一般社団法人 buildingSMART 理事・国際委員会委員長 buildingSMART Fellow / 鹿島建設株式会社 建築管理本部 BIM ソリューション部

1997 年以降、IFC R2.0、IFC2x3、IFC4 の仕様策定や、IFC モデルサーバおよび IFC データ入出力ミドルウェアの開発、BIM 普及に携わり、2017 年には bSI Fellow の称号を授与される。現在は、BIM プロフェッショナル認証の国内導入、書籍翻訳、講演活動を通じて、openBIM の普及促進に取り組んでいる。



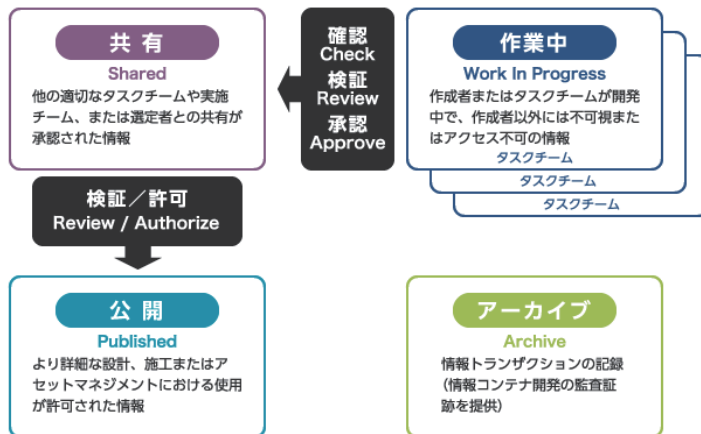
# 2

## BIM を活用した情報基盤とその利用

### 2-1. はじめに

高度な情報技術の開発により、近年 BIM は 3 次元モデルを活用したパースや干渉チェック、2 次元図面作成といった利用目的から、設計情報を施工や維持管理に活用する方向に向かっています。また、建築では専門分化により、それぞれの担当者がその専門に特化したソフトウェアを利用している実態があり、それらソフトウェア間の連携や情報管理を可能とする CDE ※ 1) (Common Data Environment) 環境の構築が必要な状況にあります。さらに、CDE を利用するための属性情報の標準化も急務と言え、各種団体や委員会活動でこうした標準化の整備が進んでいます。

CDEの運用方法



■ 図表 2-1 CDE の運用方法 ※ 2)

ここ 10 年ほどの間に、ソフトウェア間の連携はコンバーターの開発により可能となり、例えば一貫構造計算ソフトと BIM ソフトが連携し、構造設計での利用が進むなど、環境が整ってきた状況と言えます。一方、当初の連携は特定のソフトウェア間での連携に留まり、連携させたいソフトウェアに対応したコンバーターをそれぞれに用意する必要がありました。また、属性の標準化ができていないために、各社の整備した環境に合わせ、マッピングという形で同じ意味を持つ属性情報をつなぐ作業を予めする事により、連携を可能とするものでした。

こうした各社の解釈の違いや複数のコンバーターを必要とすることにより、特定の目的においては連携が進みましたが、効率の良い情報利用環境とは言えない状況が続いていました。国土交通省により 2019 年に開始した建築 BIM 推進会議 ※ 3) では、設計、施工、維持管理などの各プロセスの中で BIM が横断的に活用されおらず、データの断絶が起きていることが解決すべきテーマの一つとして取り上げられており、断絶の解消に向けた取り組みが現在行われています。また、近年ではクラウド環境 ※ 4) の構築により、BIM もクラウドの利用が可能になっており、共同編集はそれまでより一般化が進んでいる状況と言え、様々な連携が今後実現するものと思います。

※ 1) 情報管理のための共通データ環境 (Common Data Environment) のことであり、国際規格である ISO19650 にも記述される。JACIC 研究開発部 HP に ISO19650 と CDE について詳述される。

<https://www.cals.jacic.or.jp/CIM/cde/index.html>

※ 2) JACIC 研究開発部 HP より抜粋。  
<https://www.cals.jacic.or.jp/CIM/cde/definition.html>

※ 3) 官民が一体となって BIM の活用を推進し、建築物の生産プロセス及び維持管理における生産性向上を図るために国土交通省内に設置された委員会のこと。  
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/kenchikuBIMsuishinkaigi.html>

※ 4) 2006 年に Google の CEO であったエリック・シュミットにより提唱されたクラウドコンピューティングは、それまで一部の企業がオンプレミス型のサーバーを構築することにより実現していた協働編集環境を、少ない投資で実現することで一般化することに成功し、BIM も現在ではクラウド型による共同編集が一般化している。

## 2-2. 属性情報の標準化

連携にとって重要な要素の一つとして、属性情報の標準化が挙げられます。例えば、設計者の作成した BIM の情報を製作会社で活用するシーンを考えてみます。設計では、あるオブジェクトを表す属性として、「幅」と「高さ」で定義していたとします。受け取る側の製作会社では「A」と「B」で定義していたとすると、当然ながら「幅」は「A」であり、「高さ」は「B」であるということを認識し、読み替える必要があります。つまり、マッピングという作業が行われ、これにより連携が可能となり、これまでの連携はマッピングを利用することが多く行われてきました。

別の場合を考えてみます。先ほどとは違う設計者が、同じオブジェクトを表す属性として、「幅」と「せい」で定義していたとすると、製作会社はこの場合に「幅」を「A」とし、「せい」を「B」として読み替える必要があります。この場合、「B」については2つのパターンに対し対応する必要がありました。このように、情報を各社の定義した属性に対してマッピングすることが情報連携に対する効率化の阻害要因になってきました。

また、「幅」と「高さ」は、「幅」と「せい」と本当に同じ情報を表しているのか。例えば、同じ「幅」でも、同じ意味を持たなければ、当然ながら受け取る情報は違う意味を持つことになり、情報連携は難しくなります。こうしたことを避けるために属性情報の標準化が必要となりますが、BIM はこれまで 10 数年の間に各社が独自に環境を整備してきた状況であり、「名称」を統一することは非常に難しい状況と言えます。(図表 2-2)

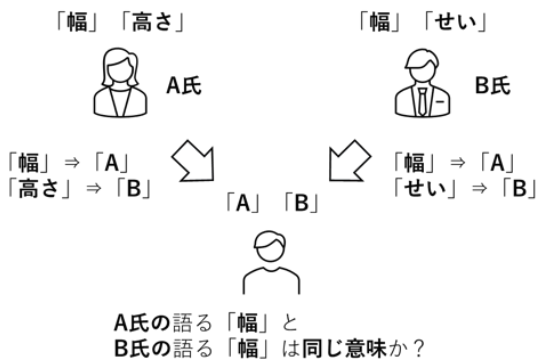
こうした中、情報の断絶を回避し活用するためには、何らかの手段により、その意味を解釈する必要があります。現在、国土交通省の建築 BIM 推進会議※5)の標準化 TF では、属性の標準化の議論として、各属性に「固有の ID」※6)を付与し、その属性の持つ「意味」を解説書として定義することで連携性を高めることを意図し、整備が進められています。この解説書は、言わば「辞書」としての役割を果たし、これまで各社が運用している環境下を尊重し、辞書に記載される属性を介することで、互いのソフトウェア間の連携を図ることを意図しています。(図表 2-3)

この「辞書」は、これまで各団体で公開されてきた属性情報を取り入れながら作成しており、新たな「標準」を公開することで、様々な「標準」が乱立することを意図したものではありません。また、建築物に係わるあらゆる属性を網羅的に記述することを意識していることから、「コード」や「分類」による並び替えを意図し

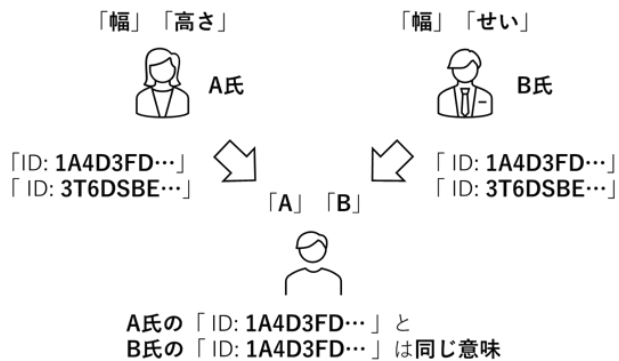
※5) 建築 BIM 推進会議は 2019 年に設置され、活動の成果を一般公開している。令和 6 年 10 月 30 日に開催された第 19 回建築 BIM 環境整備部会では、標準化 TF の活動成果として、BIM による属性情報の標準化の取組みに関する資料を公開した。

(※3)も参照

※6) ID そのものに何らかの意味を付与するコードや分類を意味するものではなく、無属性かつ一意に識別が可能となる固有の符号として、GUID (Globally Unique Identifier) を使用することが、この場合には推奨される。



■ 図表 2-2 マッピングを利用した情報連携



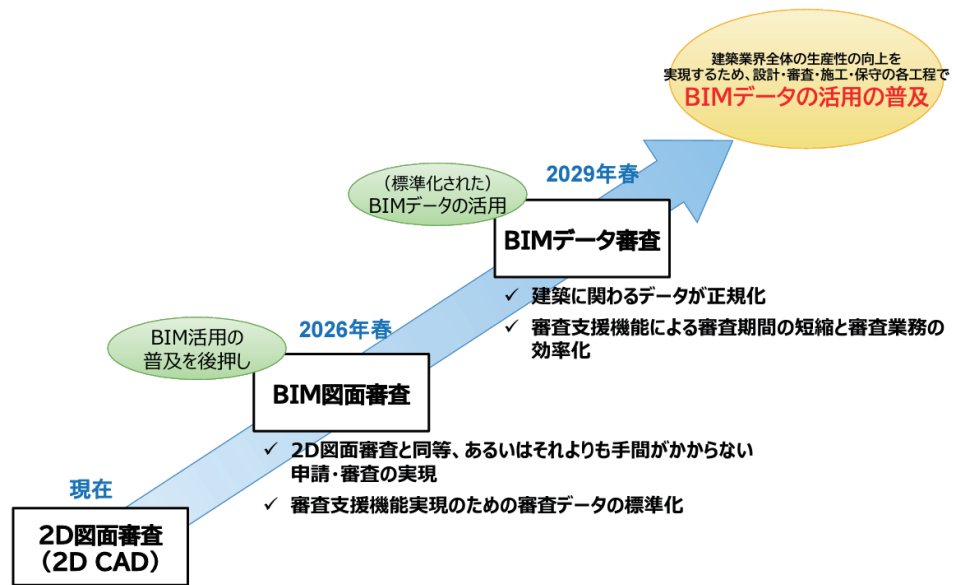
■ 図表 2-3 固有の ID を利用した情報連携

※ 1) 情報を利用する立場や、例えばフェーズやステージといった時期の違いにより、扱う情報の粒度が変化するため、属性を特定のカテゴリや区分で規定するのではなく、ユースケースごとに分類が変わることを想定している。

て作られていません。これは、「ユースケース」※ 1) に応じて本来必要な属性が変わるため、情報を受け取る側、もしくは出す側がどのような連携を望むかにより、その情報量が変化し、相応の属性リストが作られることを意図しています。また、分類もユースケースにより変わるため、異なるユースケースでも分類に左右されることのないように「辞書」は作成されています。

このように、情報基盤の基礎となる「辞書」が整備されることで、これまで連携が難しかった様々な分野をまたいだ情報活用が可能になります。その一方で、「辞書」は連携を考慮した改訂が必要となり、継続的な整備を行っていく必要があります。

2026年春にBIM図面審査が、2029年春にBIMデータ審査が開始されることが公表されています。このデータを用いた審査は、様々な企業で整備されたBIMを用いて行うことが想定されるため、「標準化」された属性情報の受け渡しは必須と言えます、「辞書」の存在は実現に向けた重要な要素になります。



■ 図表 2-4 BIM 活用の目指す姿 ※ 2)

BIM データ審査に向けては、法律のどの条文に関して審査を実施するか、標準仕様書や特記仕様書に代表される文章として記述されるものをどうデジタル化するか、そもそも BIM に何を記述しないといけないかなどの議論が必要です。また、設計者にとって法規的な確認が可能となるようなツール類の整備も、効率化を高めるためには必要だと思います。データ審査に向けてはまだ議論が始まったばかりと言える状況であり、今後の建築 BIM 推進会議の活動に注目していただきたいと思っています。

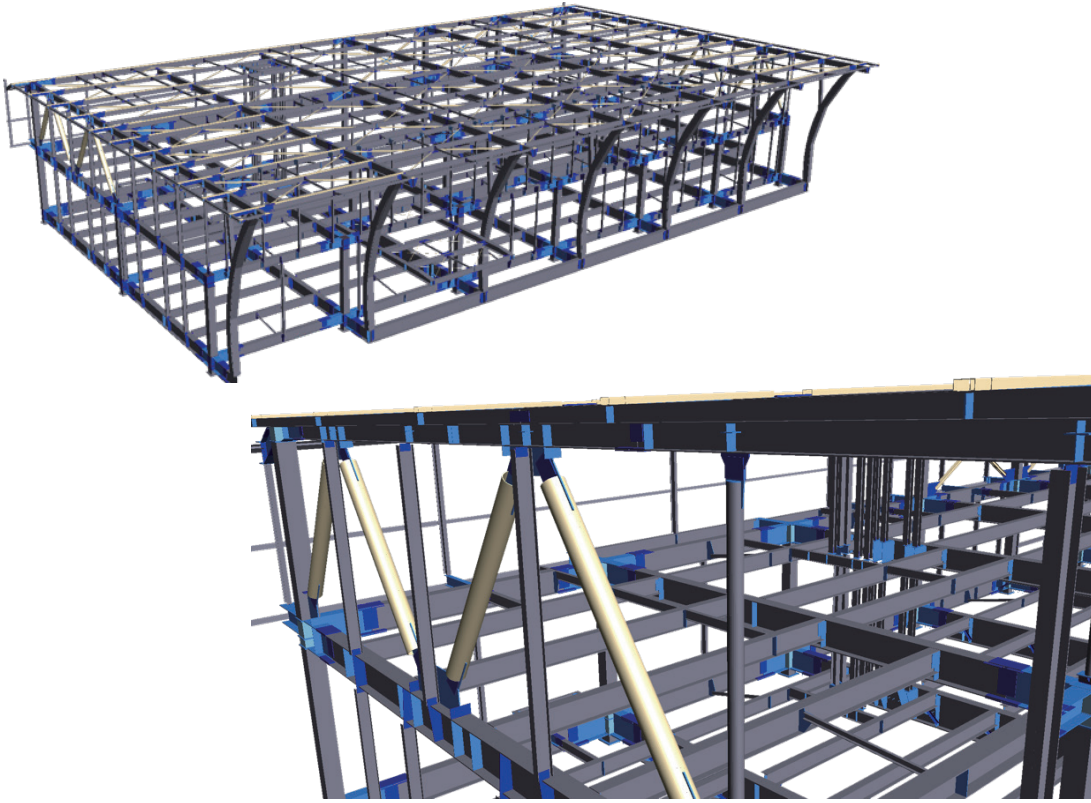
### 2-3. 設計情報の製作連携

現在の建設業を取り巻く情報技術の利用環境として、真っ先に思いつくのは「CAD」という人も多いのではないのでしょうか。現在一般に広く利用されている Autodesk 社の「AutoCAD」は、1982年に最初のバージョンが発売され、現在でも利用されています。鉄骨製作現場では、構造図を参照し、部材配置と共に仕様情報を入力することで、プレートやボルトなどの継手や仕口部材を自動生成する機

※ 2) 建築 BIM 推進会議では、BIM を利用した建築確認を行うことを公表し、実現に向けた活動が行われている。

<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001762769.pdf>

能を備えた「鉄骨専用 CAD」システムが多く利用されています。鉄骨専用 CAD の一つである「KAP システム」は、AutoCAD の発売よりも早く、1972 年に自社鉄工所の工作図と現寸作業の省力化を意図して開発を開始しました。また、この当時から 3 次元形状を意識して作成されたソフトウェアであったことから、開発開始から 50 年を経過した現在でも様々な場面で利用されています。



■ 図表 2-5 KAP システムの 3 次元表示 ※ 3)

構造設計では、早くから BIM の検討が進み、現在では一貫構造計算ソフトと BIM ソフトの連携が可能となり、一貫構造計算データを基に BIM モデルを作成しています。これに、解析モデルでは表現しない寄りやレベルなどの位置情報の修正や、一貫構造計算モデルでは入力しない庇などの付帯鉄骨の入力等を行い、構造モデルとしての BIM を完成させます。

現在の構造モデルは、継手や仕口廻りのプレートやボルトは表現せず、主材のみで構成される形が一般的であり、また、母屋や胴縁などの二次部材もモデル化をしないことが一般的です。それらの情報は、特記仕様書や基準図などの 2 次元図面により表現されるため、2 次利用が可能なメタデータ※ 4) として存在していないのが一般的です。

多くの鉄骨専用 CAD では現在、構造 BIM との連携が可能になっています。KAP では、Autodesk 社の Revit から直接構造データを連携することが可能な KAP for Revit と呼ばれるアドオンプログラム以外に、ST-Bridge※ 5) などのデータ連携も可能になっています。これらの連携により取り込まれた鉄骨データは、先に述べたような、2 次元図面に表現された特記仕様書や基準図の情報を追加入力することで、プレートやボルトなどの納まりを自動検討し、鉄骨製作モデルとして詳細部材をモ

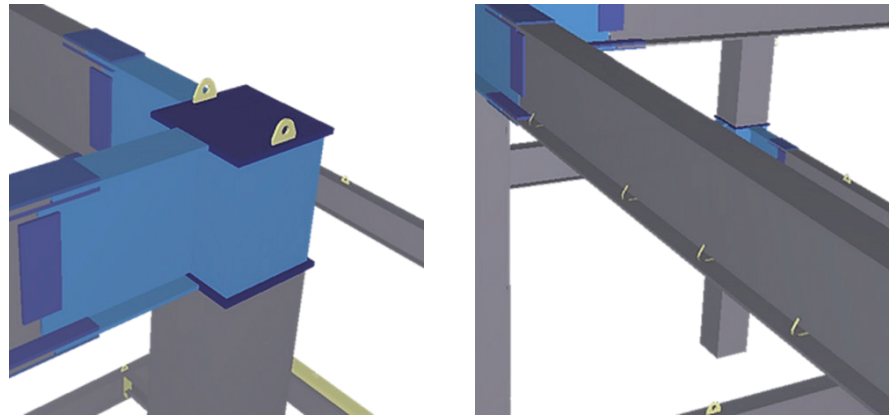
※ 3) KAP システムは鉄骨専用 CAD の 1 つに位置づけられ、作図以外にも、様々な生産管理のための機能を併せ持つ。現在ではクラウド上にモデルを置くことで、PC だけでなくタブレット端末など、様々な場所から確認が可能になっている。

<https://www.kapsystem.jp/>

※ 4) 分類や検索が可能となるようなデータ自身が自分を表す意味を持つデータのことであり、単なる文章やスキャナーで読み取っただけの画像ファイルなどはこれに含まれない。

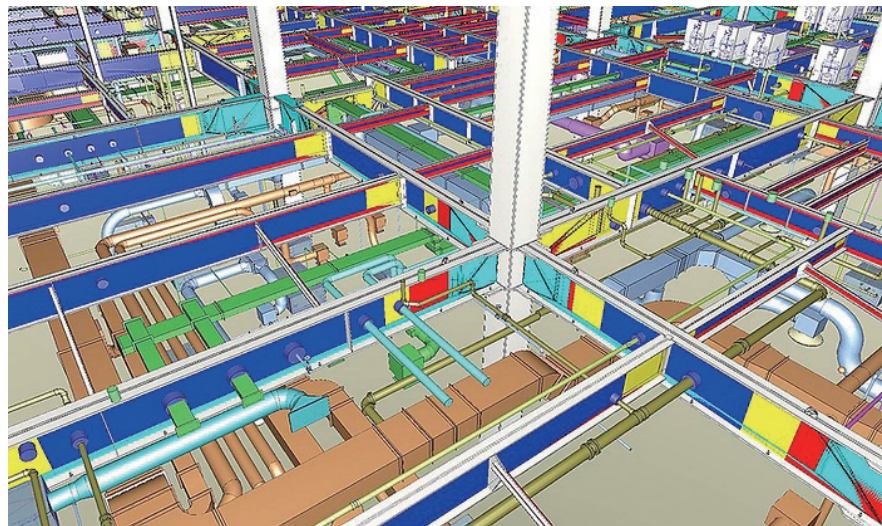
※ 5) ST-Bridge は、当初一貫構造計算プログラムとの連携を目的に、IFC (Industry Foundation Classes) では表現が難しい鉄筋の数値情報などを規定することが可能な、日本の建築構造分野での情報交換を目的とした標準フォーマットのこと。現在では、鉄骨詳細部材の連携を目的とした拡張なども実装している。

デル化します。鉄骨専用 CAD では、吊りピースやタラップ、水平ネット受けフックといった仮設部材の入力が可能であり、また、材料ごと、板厚ごと、加工形状ごとなどに集計が可能であるため、鉄骨製作モデルから数量算出が可能になっています。



■ 図表 2-6 仮設部材の入力

設備分野においても、現在では、主に施工段階で BIM の活用が進むようになりました。また、ST-Bridge などにより、鉄骨梁貫通孔補強に関する定義が可能になったことで、形状情報による干渉チェックのみならず、スリーブ可否についても鉄骨製作側だけでなく設備専門工事会社と相互に確認ができるようになりました。この機能により、設備で検討された配管の位置は KAP に取り込まれ、入力の省力化も可能になっています。

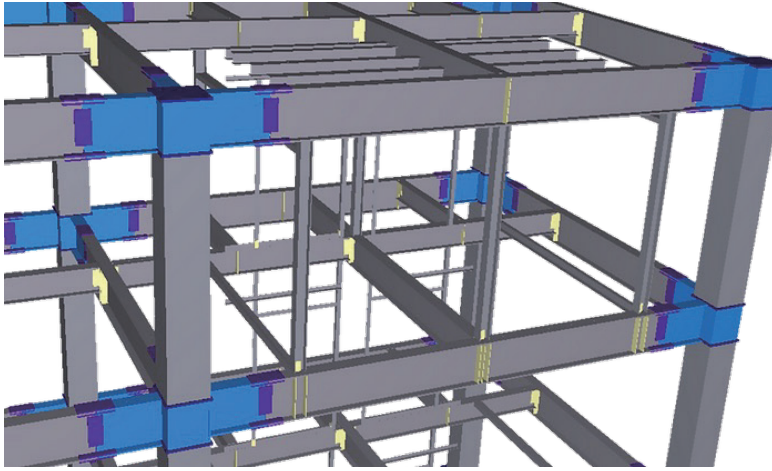


■ 図表 2-7 設備 CAD を介した鉄骨スリーブ検討

このように、鉄骨製作の現場では構造 BIM を活用し、さらに他業種との連携が進んでいます。鉄骨梁貫通孔以外にも、データ連携用のフォーマットが整備されることで、外装材ファスナーや昇降機との納まり検討など、業種をまたいだ連携が可能となり、一部ではその取り組みが始まっています。

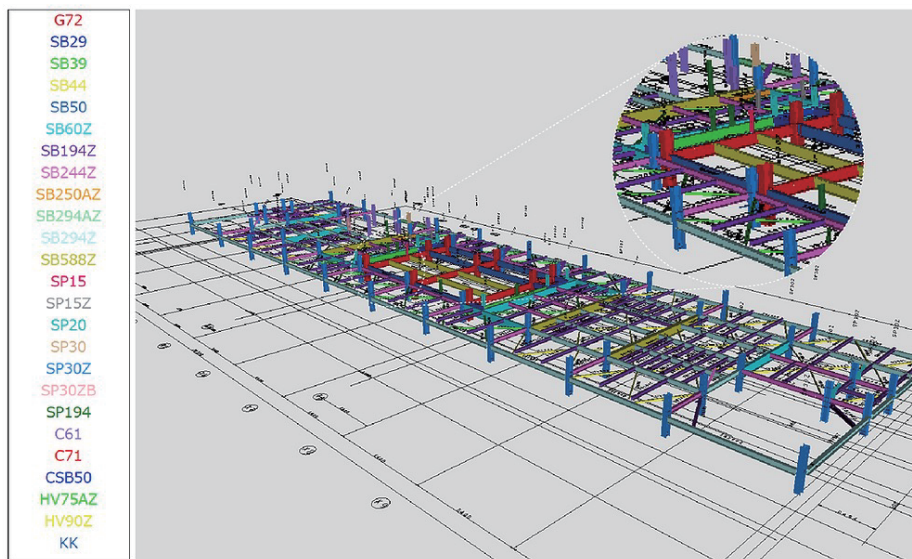
鉄骨専用 CAD では、集計機能と同様に色分け表示が可能になっており、符号ごとや材料ごとにその表示を切り替えることで、BIM モデル承認を可能とします。





■ 図表 2-8 エレベーターの納まり検討

現在は 2 次元図面によるチェックや承認が一般的であり、モデル承認が一般的な状態ではありません。一方、チェック作業はどこがどう変更されたかを漏れなく確認する必要があり、構造設計者と鉄骨製作会社では、工作図作成から承認までに大変な労力を要しており、チェックツールなどの整備により、将来、図面レスによるモデル承認が広く普及するものと思います。

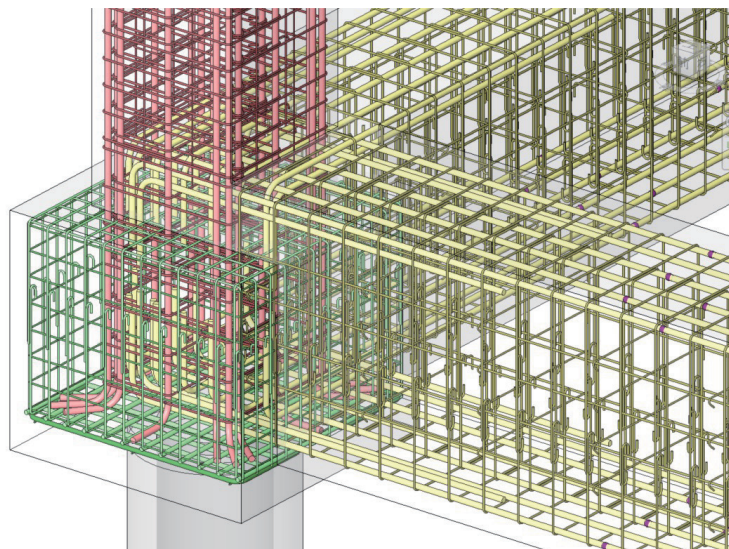


■ 図表 2-9 符号別の色分け表示

鉄骨と並び、構造 BIM を用いた製作連携として挙げられるものに、鉄筋があります。鉄骨部材と同様に、RC 部材についても一貫構造計算ソフトを用いた構造安全性の検証を行います。鉄筋についての計算は、種類の記号と JIS で規定される鉄筋の強度や径、本数、ピッチなどの情報を記載し、それぞれの鉄筋の位置を細かく指定してはいません。このため、例えば RC 断面リストにおいて、柱や梁の主筋の記載は、断面に対しバランスよく鉄筋を配置した形で図示してはいるものの、位置について明確には示してはいません。構造 BIM についても、鉄筋の情報は実際のオブジェクト配置による表現ではなく、一貫構造計算ソフトの情報を変換し、数値の情報として持つことが現在一般的に行われています。

鉄筋の納まりは、これまで、主に2次元CADにアドオン機能を追加したものや専用のシステムを鉄筋の専門工事が使用することで検討されてきました。このため、鉄骨の納まり検討と同様に、複数回の質疑と応答を繰り返すなど、効率的とは言えない状況が続いています。また、一部の専用のシステムでは、3次元による検討が可能ですが、多くは2次元で検討が行われており、特に、複雑な納まりとなる鉄骨柱脚と杭基礎が関係するパネルゾーンでは、詳細な検討に労力を要していました。

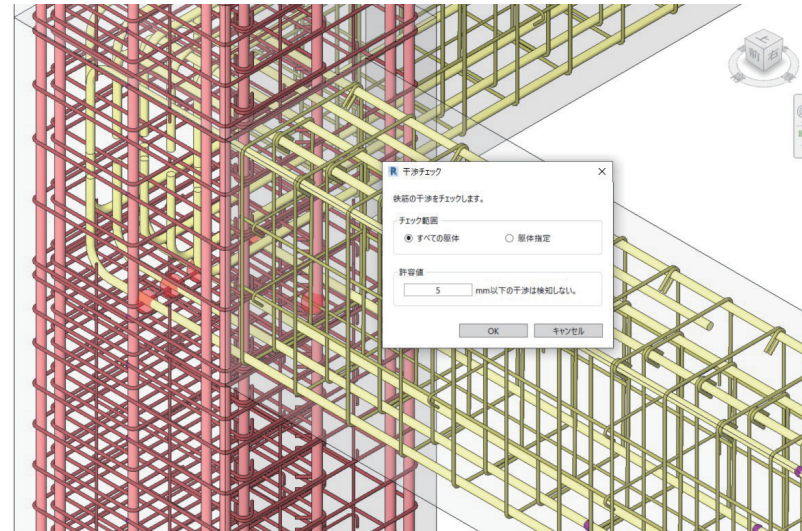
こうした従来の検討から脱却し、構造BIMに記述される鉄筋の情報をオブジェクト化し、鉄筋の納まり検討等に利用する取り組みが近年行われるようになってきました。鉄筋の納まりは、特記仕様書や基準図に記載される仕様情報と鉄筋の数値情報を基に決定されますが、システム化が進んでいない状態で鉄筋をモデル化することは、1本ずつ手作業で入力することになるため、膨大な時間を掛けることになり、これまで一般的ではありませんでした。一方、BIMを利用した鉄筋のオブジェクト化は、鉄骨専用CADと同様に仕様情報を予め入力しておくことで、ある程度の自動化が可能のため、効率的に鉄筋モデルを作成し、納まり検討を行うことが可能になります。



■ 図表 2-10 BIM ソフトを利用した鉄筋のモデル化

先述のように、構造設計段階では鉄筋の詳細な位置を決定していないため、鉄筋の納まり検討は、単純に鉄筋モデルを作成しただけでは完結しません。モデル化直後の鉄筋オブジェクトは、その多くが干渉している状態であることが想定されます。また、例えば、梁の主筋は隣り合うスパンで同径同強度の鉄筋が連続可能な場合、定着ではなく、伸ばして連続させることが多いため、納まりは隣接するスパンや連続する通り上を網羅的に確認する必要があり、単純な作業とはなりません。

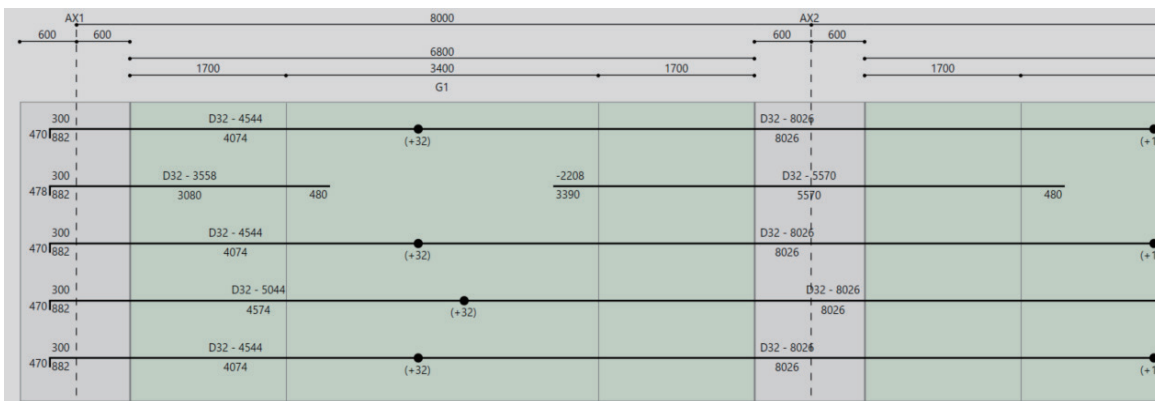
干渉箇所を確認し、その回避策を検討することは、納まり検討上必要な作業ですが、目視によりすべてを確認するのは容易ではないばかりか、時間を要するため、干渉箇所を自動チェックする機能が実装される必要があります。一方、細径の鉄筋はある程度位置の調整が可能のため、全ての鉄筋の干渉を確認する必要まではありません。このため、干渉チェック機能には、チェックする鉄筋の種類を設定できるなどの状態が望ましいと考えられます。



■ 図表 2-11 干渉チェック機能による干渉個所の表示

干渉なく配筋ができることが確認されると、設計意図を基にした必要長さの検討は終了と言えますが、納まり検討や製作にはもうひと手間が必要になります。例えば、実際の配筋の施工性を踏まえ、定着の折り曲げ位置を調整するなどがあります。また、日本ではほぼすべての鉄筋がバーインコイル※1)ではなく、直線状の決められた長さに切断された定尺の棒鋼を使用するため、ネスティングという作業が必要になります。ネスティングは、工場に搬入された幾つかの定尺長さの棒鋼から、切断後のロスの少ない組み合わせを検討しますが、検討の結果、端数が発生する場合があります。この端数が短く、他に使用可能な箇所がないような場合には、切断手間等を考慮し、鉄筋を長く加工する場合があります。

※1) 熱間圧延した棒鋼を長尺のままコイル状に巻いた鋼材のことであり、JIS G3112：2020の鉄筋コンクリート用棒鋼には、「コイル状のものを含む」との記述があり、コンクリートの補強に用いることが可能になっている。また、海外の多くの地域では、細径鉄筋にはバーインコイルが用いられると共に、加工には自動加工機が使用されている。



■ 図表 2-12 鉄筋編集機能による施工検討

こうした検討を経て、実際の加工がされることとなりますが、いくつかの鉄筋の専門工事会社では、自動加工機の導入が始まっています。一般的な加工機では、帳票や絵符と呼ばれる加工形状と加工する本数等を表したシートを用いて加工します。一方、自動加工機では加工用の情報を帳票等を参照し加工機に直接入力する他、所内回線を使用し直接加工機に送ることが可能で、こうした加工情報に基づき、自動加工機により送り出された鉄筋に曲げ加工を施して切断をすることで所定の鉄筋を製作することが可能になります。このように、鉄筋製作の現場では、一般的では

ないものの、一部の専門工事会社により情報活用が進められている状況と言えます。



■ 図表 2-13 鉄筋自動加工機

今後連携が進むと考えられる躯体関連業務に型枠があります。型枠は、コンクリート硬化後に脱型し場外に搬出するため、仮設部材としての役割を果たします。このため、鉄筋と同じく設計段階ではモデル化が行われておらず、施工段階でのモデル化の検討が必要です。型枠は、通常、躯体図を元に2次元作図により型枠展開図を作成し、更にパネル割などの詳細な検討を行っています。

躯体図は、そもそも、構造図に記載される必要断面に施工上の許容誤差を考慮してふかしを加え、施工上の躯体の外形を再作成する作業が必要です。このため、構造BIMに情報を付加し、モデルを完成させた後に展開図の作成が可能となります。

BIMを活用した展開図は、躯体外形を元にオブジェクトの側面と底面を計測し、面ごとに作成する必要があります。各面に対しては、パネルの割り付けを行い、割り付けに従い栈木やセパレーターなどの検討を行います。一方、型枠の製作は切断機により行われており、また、丸鋸を使った直線的な切断が主であるため、特殊な場合を除き加工機と直接データ連携はしていません。現在の型枠のデータ連携は、展開図作成までと言えます。

## 2-4. おわりに

近年、建設業界では設計段階で作成されたBIMの情報を活用し、生産性を向上することが望まれており、幾つかの職種では加工機まで含めた製作連携が実現しつつあります。その一つが、鉄骨や鉄筋などの躯体関連工事と言え、既に一部で情報技術を活用した製作の効率化が行われています。これは、近年の構造設計でのBIM普及によるものに他ならず、さらなる活用の段階に入ったと言えます。

専門工事会社では、古くからCADや専門のソフトにより、納まり検討や生産管理が行われていましたが、設計情報との連携ができていなかったことから、これまでは社内で閉じた仕組みであったと言えます。クラウドを活用した情報共有や標準化など、連携技術と情報基盤が確立されることで、一貫構造計算ソフトやBIMソフトを介した設計情報が連携可能になりました。情報共有が容易になることは、質疑

や応答といった繰り返しのやり取りを回避することにも期待が持てます。また、例えば、多重入力を回避することや納まり検討などの機能を加えること、チェックツールが整備されることで、今後より生産性の向上が期待されます。

## ◆ 執筆者

### 大越 潤

芝浦工業大学 SIT 総合研究所 客員研究員 / 国土交通省 建築 BIM 推進会議 標準化 TF サブリーダー / BIM ライブラリ技術研究組合 建築部会 構造 WG 主査 / Japan Revit User Group 副会長 / Autodesk Expert Elite Member / 清水建設株式会社 生産技術本部 BIM 推進部

2009 年より BIM に取り組み、一般社団法人 buildingSMART Japan の活動を通じて、日本における構造分野の BIM 標準「ST-Bridge」の策定や、一貫構造計算ソフト SS3 と Autodesk 社 Revit を連携するアドオンプログラム「SS3 Link」、構造断面リスト作成アドオンプログラムの開発などに参加。以降、鉄骨専用 CAD システムと Revit との連携プログラム「すける TON for Revit」や「Fast Hybrid for Revit」などの開発に携わる。現在は、標準化 TF の活動を通じて、建築全般の属性標準による情報化推進を目標に、関係団体等でも活動している。

### 3-1. はじめに

BIM を利用する設計業務では意匠、構造、設備設計の各部門で異なる BIM ソフトウェアを使用するプロジェクトが多いため、部門間の情報共有や干渉確認においてそれぞれの BIM データの「Building Model= 形状情報」や「Information Model= 属性情報」を共有するために共通のフォーマットが必要になります。そこで活用しているのが IFC 形式のデータです。この章では組織設計事務所である梓設計におけるデータ連携の取組みを紹介します。

当社では、構造設計ではほぼ全てのプロジェクトで Revit ※ 1) を使用していますが、意匠設計においては Revit のほか Archicad ※ 2) のプロジェクトも多く、それぞれの使用ソフトが異なる場合はソフト間の共通フォーマットとして IFC 形式を用いています。IFC 形式のデータでは決められたフォーマットの中で属性情報の受け渡しができますが、意匠、構造間のワークフローにおいて意匠設計側が構造設計の属性情報を必要とするケースがまだ少なく、形状情報のみのやり取りが中心になっています。例えば、基本設計後半に柱、梁のメンバーが決定した段階で SS7 ※ 3) などの構造計算ソフトから Revit に書き出された構造要素を IFC 形式のデータで意匠設計者に渡し、意匠設計で使用している BIM ソフトに取り込むフローが一般的です。

このほか干渉確認においては建電設、各部門の BIM データを IFC 形式で書き出し、Solibri Model Checker ※ 4) で 3D モデルを統合して干渉確認することを全案件義務付けています。構造設計の多くで Revit を利用している当社では、建電設の各部門が共通の BIM ソフトで統一する場合 Revit を使用するのが理想的です。この場合は Revit のクラウドプラットフォームである ACC や BIM360 を用いることで干渉確認を容易に行うことができます。しかし、現時点では設備設計が Tfas ※ 5) を使用していることもあり、複数のツールを使いながらそれを連携・統合する目的で IFC を活用しています。

### 3-2. 組織設計事務所における BIM の取組み

梓設計の BIM に対する取組みについてご紹介します。

当社は 2009 年の新宿労働総合庁舎の設計業務以降 BIM を活用した設計に取り組んできました。2018 年のパイロットプロジェクトでの BIM 設計を経て、2019 年 8 月には原則全社基本設計を BIM で行う方針を採用し、2020 年 8 月には原則として一般図を BIM で作成する方針を打ち出しました。(図表 3-1)

基本的なスタンスとして、設計担当者が BIM を使って設計する方針としましたが、設計担当者の業務内容が増加する中、BIM スキル向上に割ける時間が限られることから、全図面を BIM 作図は行わず、BIM の推奨範囲を設定しました。また、各プロジェクトに BIM に精通したサポート役の BIM コーディネーターを選任し、どの図面を BIM で作図するかはプロジェクト毎に判断しています。特に海外案件において発注者情報要件 (EIR) が施主により明確に定められており、BIM 実行計

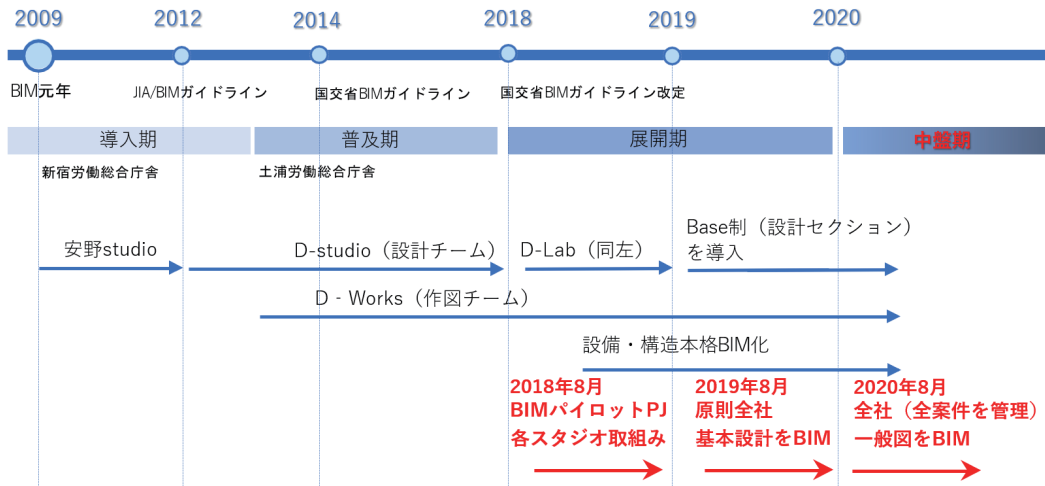
※ 1) Revit は、米国オートデスク社が開発した建築設計者、エンジニア、施工協力事業者などに幅広く使用されている BIM ソフトウェア。

※ 2) Archicad は、ハンガリー企業グラフィソフト社開発の Macintosh および Windows 用建築 BIM ソフトウェア。

※ 3) Super Build / SS7 は、ユニオンシステム株式会社が開発した構造設計の省力化を追求した一貫構造計算ソフトウェア。

※ 4) Solibri Model Checker は、ハンガリーに拠点を置く Solibri 社が開発したソフトウェア。建築 / 建設業界の標準ファイルフォーマットとして提唱される、IFC に準拠したアプリケーション。

※ 5) Tfas は、株式会社ダイテックが開発した空調衛生設備や電気設備の作図に適した 3DCAD ソフト。



■ 図表 3-1 梓設計の BIM の取り組み経緯

画書（BEP）の作成が求められる案件については社内で2名任命している BIM マネージャーをアサインし、プロジェクトの状況を把握し様々な環境整備やサポートを行っています。このほか、新入社員研修や社内講習会の実施、オンライン BIM 講習環境の整備、社内ヘルプデスクの設置などのインフラ整備を同時に行ってきました。

意匠設計においては下図、実施設計における BIM 作図範囲の推奨リストに示すように、DTP ※6）として優れる BIM の特性を活かした図面リストやアドインソフトやツールによって作成が容易になった求積図のほか、各室の空間情報を活かした仕上げ表や、三次元の形状情報を図面書式に合わせて二次元的に表現した平面図、立面図、断面図などの一般図については BIM 必須としています。

特に平面図は建具キープランや法チェック図など、他の図面のベースとなるため重要で、壁やオブジェクトなどの属性情報も表現できる平面詳細図も BIM を必須にしています。

※6) DTP(Desktop publishing、デスクトップ・パブリッシング)とは、日本語で卓上出版を意味し、書籍、新聞などの編集に際して行う割り付けなどの作業をパソコンで行い、プリンターで出力を行うこと。ここでは BIM を用いて各種図面を整備し、PDF 出力や印刷を行うことを指す。

図面名	使用ソフト	作成手段	BIM 使用	2D 使用
表紙	BIM	マスターレイアウト		
図面リスト	BIM	プロジェクトインデックス		
建築工事特記仕様書(1)~(3)	2D→PDF 貼付	マスターレイアウト		
建築工事補定仕様書(1)~(6)	2D→PDF 貼付	マスターレイアウト		
耐震・耐風圧 天井補強 特記・要領図	2D→PDF 貼付	マスターレイアウト		
家内図・配置図	BIM	ワークシート・3Dドキュメント		
敷地求積図	BIM, 2D→PDF 貼付			
地盤高算定図	BIM	平均地盤算ツール		
建物求積図	BIM	求積図ツール・ワークシート		
仕上げ表	BIM	一覧表		
平面図	BIM	平面ウィンドウ		
立面図	BIM	立面ツール・立面ウィンドウ		
断面図	BIM	断面ツール・断面ウィンドウ		
矩計図	BIM, 2D→PDF 貼付			
階段詳細図	BIM, 2D→PDF 貼付			
平面詳細図	BIM	平面ウィンドウ		
各室詳細図	BIM, 2D→PDF 貼付	平面ウィンドウ		
展開図	BIM	展開図ツール・立面ツール		
天井伏図	BIM	3Dドキュメント・平面図ウィンドウ		
建具キープラン	BIM	平面ウィンドウ		
建具特記仕様書				
建具表	BIM	一覧表		
建具詳細図	2D→PDF 貼付			

図面名	使用ソフト	作成手段	BIM 使用	2D 使用
部分詳細図	2D→PDF 貼付			
メーカー詳細図	2D→PDF 貼付			
壁指し図	BIM, 2D→PDF 貼付			
サイン図	BIM, 2D→PDF 貼付			
外構図	BIM, 2D→PDF 貼付	平面ウィンドウ・ワークシート		
外構詳細図	2D→PDF 貼付			
仮設図	BIM, 2D→PDF 貼付	平面ウィンドウ・ワークシート		
解体図	BIM, 2D→PDF 貼付	平面ウィンドウ・ワークシート		
現況図	2D→PDF 貼付			
日影図	BIM, 2D→PDF 貼付	ADS-BT・ADS-WIN		
法規チェック図	BIM	平面ウィンドウ・ワークシート		

  : BIM 必須  
  : BIM 推奨  
  : どちらでも可  
  : 2D→PDF 貼付

注意事項  
 ※2D→PDF 貼付はレイアウトブックに貼付し、図面管理はBIMでおこなうこと  
 ※平面詳細図を2Dで作成する場合は、必ず事前に相談すること  
 ※シンプルなツールと機能を使ってモデリングを進め、段階を経て情報を入力しながら次の工程へ移行すること

■ 図表 3-2 実施設計における BIM 作図範囲の推奨リスト

BIM を各部門間の連携に活用する際には、IFC 変換による形状情報の受け渡しフローのほか、意匠 BIM の各室面積などの属性情報を設備設計者に Excel 等のフォーマットで渡して設備設計のベースにすることで、部門間で重複していた作業や手戻りを少なくする工夫をしています。

### 3-3. BIM 設計フロー

梓設計における標準的な BIM 設計フローと干渉確認の時期の関係を示します。設計フローにおいて基本設計で 3 度、実施設計前半と後半で 1 度ずつ、計 5 度にわたり IFC 形式のデータで干渉確認を実施しています。

	基本設計		実施設計1	実施設計2		積算
	一般図素案	一般図総合化	一般図FIX	詳細図作成		
建築→設備	▼基本要素	▼仕上/建具/詳細スケッチ		▼一般図/法チェック図/仕上表/水廻り		
設備→建築	▲各分野条件	▲必要スペース	▲設備レイアウト	▲荷重条件/スリーブ		
干渉確認	LOD 100	LOD 150	LOD 200	LOD 250	LOD 300	
社内検証	DR-1	DR-2		DR-3	設計検証	

■ 図表 3-3 梓設計の BIM 設計標準フロー

#### (1) 基本設計

基本設計初期、意匠設計においてゾーニングプランや階高が決まり、天井高、床レベル、仕上・下地が属性情報として入力された段階で意匠から構造、設備に BIM モデルの受け渡しを行います。この情報に基づき構造設計では構造種別や架構計画の検討を進めつつ、設備設計では設備荷重などの条件を構造設計に伝達、メインダクトルートやシャフトスペースの検討を進めます。これらのスペースを意匠設計がゾーニングした段階で LOD100 による干渉確認を実施します。この段階では設計概要や方針を確認し、問題点や注意点を共有することに主眼が置かれます。

LOD	打合せ内容	PJ 責任者チェック及び対応の項目
100	<ul style="list-style-type: none"> <li>意匠・構造・設備の設計概要、方針を確認</li> <li>問題点、注意点を共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>階高設定の根拠</li> <li>機械室等の設備要求室の計画内容</li> <li>設備シャフトを考慮したプラン内容</li> <li>コア (EV、階段) トイレ計画の根拠</li> <li>適正なスパン設定</li> <li>上記が遅延している場合の修正スケジュールの有無の確認</li> <li>それに伴う残項目の打合せ日程の確認</li> </ul>

■ 図表 3-4 LOD100 における基本設計の内容

その後 LOD100 の結果を受けて修正を加えたゾーニングプランを構造、設備に共有し、法チェックや外構、ピットの検討を進めつつ、立面や断面といった情報を入力します。構造は意匠モデルをベースに部材メンバーを調整、構造解析により仮定断面、耐力壁の位置、ブレースの位置を設定して意匠に IFC データを渡します。設備設計においても諸元情報を調整し、ガラリ計画や法チェック図に関連する内容を意匠と調整、反映した IFC モデルを意匠に渡します。これら全ての要望や条件を反映したモデルをそろえた段階で LOD150 を実施します。この段階ではモデルは揃っていることが重要で、未調整で構いません。意匠構造間の柱、梁の違いを確



認し、設備モデルと耐力壁の貫通箇所を確認することがメインになります。

LOD	打合せ内容	PJ 責任者チェック及び対応の項目
150	<ul style="list-style-type: none"> <li>意匠・構造・設備の設計状況の確認（この段階ではすべての要望や条件を反映したモデルがそろっていないが未調整）</li> <li>意匠・構造間の柱、梁の違いを確認（ソリブリ色分け）</li> <li>設備と耐力壁の貫通箇所を確認（ソリブリ断面）</li> <li>相互に持ち寄った問題点を確認して共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOD 100 の打合せ内容の反映を確認</li> <li>プランへの施主要求の反映を確認</li> <li>プランへの構造図の反映を確認</li> <li>ガラリボリュームの反映の確認</li> <li>断面構成や干渉状況を統合モデルの確認</li> <li>上記が遅延している場合の修正スケジュールの有無の確認</li> <li>それに伴う残項目の打合せ日程の確認</li> </ul>

■ 図表 3-5 LOD150 における基本設計の内容

LOD150 の結果を受けて部門間の調整すべき課題を明確化した上で意匠設計においてはプラン調整を進めます。ガラリと外装デザインの調整を進め、法チェック図や建具表など各種範囲図などの作成を進めます。設備設計ではシャフト、機械室、ルートを調整し統合モデルに反映、意匠設計に必要なスペースなどの情報を共有します。最終的に概算チェックや省エネ計算などを経てプランを再調整し、統合モデルを更新します。

更新した統合モデルをベースに LOD200 では意匠・構造モデルの食い違いを検証し、メインダクトルートと構造、天井の干渉を検証、耐震壁開口の干渉確認など、これまでの干渉確認結果が BIM モデルに反映されていることを最終確認します。

LOD	打合せ内容	PJ 責任者チェック及び対応の項目
200	<ul style="list-style-type: none"> <li>意匠・構造の梁レベルの食い違い検証（置換後の変更対応）</li> <li>メインダクトルートと構造、天井の干渉検証</li> <li>耐震壁の開口（建具、設備）の干渉検証</li> <li>その他重要な不整合や計画に不備がないか空間をチェック</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LOD 150 の打合せ内容の反映を確認</li> <li>階高設定の根拠</li> <li>統合モデルの検証状況を確認</li> <li>外装デザインとガラリの検証をチェック</li> <li>省エネ計算（モデル建物法）の結果を確認</li> <li>プラン、建具とブレース、耐力壁の調整の確認</li> <li>上記が遅延している場合の修正スケジュールの有無の確認</li> <li>それに伴う残項目の打合せ日程の確認</li> </ul>

■ 図表 3-6 LOD200 における基本設計の内容

検証項目	LOD150	LOD200
<p><b>熱源機械室のスペース調整</b></p> <p>【検証の内容】 構造床下げを含む高さ方向のスペースを確保する検討を進めた。</p> <p>【検証の結果】 構造と調整した床レベル及び梁せいで機械室の計画が整合していることを確認することができた。</p>		
<p><b>梁とダクト及び空調機器</b></p> <p>【検証の内容】 空調機が構造の耐力壁や梁に干渉せず、適切なイチに計画されているかを検証する。</p> <p>【検証の結果】 構造のスラブ支持方法の変更や設備機器の移動によって相互を整合させることができた。</p>		

■ 図表 3-7 干渉チェックの事例

## (2) 実施設計

上記基本設計のプロセスに従った BIM による設計を進めることで、基本設計初期のゾーニングプランの段階から各部門との調整作業自体をフロントローディングでき、部門間の接触が増えます。そうすると、LOD ごとの干渉チェックの課題ボリュームは小さくなり、見逃しのリスクも小さくなることで、結果的に設計自体の品質が向上します。

実施設計では LOD250 と LOD300 を設定していますが、検証内容は LOD200 と同様です。諸元表を精査、調整した結果を LOD250 で確認し、最終的なスリープ位置などを調整した結果を LOD300 で確認します。

### 3-4. 設計 BIM データの施工 BIM への引渡し

弊社では、国交省による BIM モデル事業にて BIM 設計データの施工への受け渡しの検証を実施しました。ここではその概要について触れ、メリットや課題について触れていきます。本プロジェクトでは設計・施工フェーズで使用した BIM ソフトウェアは図表 3-8 に示すとおりです。建築・設備設計は、設計・施工フェーズで同じ BIM ソフトウェアを使用していましたが、構造のみ設計段階と施工段階で使用 BIM ソフトウェアが異なるため、Revit の構造設計データを IFC 形式に変換した上で施工会社に渡しました。

	基本設計	実施設計	受け渡し	施工
建築設計	ArchiCAD	----->	ArchiCAD	ArchiCAD
構造設計	Revit	----->	IFC変換	ArchiCAD
設備設計	T-fas	----->	T-fas	T-fas + Rebro

事前干渉チェック
施工干渉チェック

■ 図表 3-8 BIM ソフトウェアの使用状況

構造設計における取り組みでは、

- ① 施工図の作図に先立って統合モデルの干渉チェックを行う
- ② 事前に問題点を把握することで施工図に反映する
- ③ 施工図(躯体図)作成のベースとなる躯体図モデルへ構造 BIM モデルの利活用

上記 3 点の検証を行いました。その結果、①、②それぞれの取り組みにおいて施工図作図の初期段階における効率化、有効性を検証できました。

③の検証では基礎伏図にて施工図作成の効率化を検証した結果、従来の方法で 14 人工かかっていた作図が、IFC データをベースに作図した場合 BIM モデルから施工図自動作図 + 図枠整理等で 0.5 人工、施工図表現仕上げで 11.5 人工と、計 12 人工となり、15% 程度効率化することができました。

一方データ連携上の課題について、施工会社から見た問題点を梓設計構造設計者と双方で検証した結果、図表 3-9 の課題点が明らかになりました。

項目	件数	詳細	対策
Revit でのモデリング入力に関する項目	8	・ Revit にて梁フカシ寸法の入力の仕方により、ArchiCAD ではオブジェクトになる。	・ 設計者・施工者にてモデル入力ルールを合意してデータ連携を行う。
変換不可能な要素に関する項目	3	・ 特殊断面・ハンチ梁・スリット・スラブ開口などが変換できない。	・ 変換不可能な部材については、施工側にて構造図（2D）からモデル入力を行う。
部材符号の表記に関する項目	6	・ 施工図にするにあたり ID 情報の調整が必要になる。	・ 符丁情報は整理一覧表にて対応、データ上の符号名に他の情報を載せる場合は検索できるよう「:」等で分ける。
その他	1	・ 構造モデルにおいて Revit 上で干渉・包絡している部材は ArchiCAD ではオブジェクトに変換されてしまう。	・ Revit 側で干渉・包絡しないよう処理をして IFC 変換する。

■ 図表 3-9 施工会社との IFC によるデータ連携での課題と対策

### 3-5. まとめ

IFC 形式のデータは各部門設計者間や設計者・施工者間の異なるソフトウェアでデータ連携するために不可欠なフォーマットであると言えます。一方で IFC 形式のデータを形状情報のやり取りにのみ利用されるケースが多く、この場合属性情報の連携では Excel など他のフォーマットを使用しているため、BIM の形状情報と属性情報のシームレスな連携が図れているとは言えません。また異なる BIM ソフトウェア間では一部の情報は IFC 形式のデータでも連携することができず、この点にも課題があると言えます。例えば Revit から Archicad への構造モデルのデータ連携では、特殊断面やハンチ梁、スリット、スラブ開口などは正しく変換できませんでした。さらに個々にモデリング方法に違いがあることがデータ連携で不具合を生じさせることもあり、入力での課題も明らかになりました。

今後、施工会社との BIM データ共有による省力化のニーズの高まりや、確認申請 BIM の本格化に加え、BIM 利用による発注者の意思決定の迅速化や設計不整合の防止、建設プロセスの生産性向上、竣工後の BIM データの維持管理への活用などによる発注者メリットの認識が広まり、IFC を用いたデータ連携の必要性が高まっていくと考えられます。こうした現状において、設計 BIM データの施工 BIM への引き渡しで明らかになった課題を解決するために、EIR 及び BIM 実行計画書 (BEP) による IFC 変換範囲の明確化やモデル入力ルールの確実な合意形成が求められています。

また、BIM データに関する知的財産権について統一的な見解が示されていない現状にあり、梓設計としては独自に覚書を交わして運用してきました。今後早期に統一見解が示されることを期待します。

#### 執筆者

##### 松澤 亮

株式会社梓設計 アーキテクト部門 AX チーム アソシエイト DX 推進室 BIM 戦略室

2016年4月(株)梓設計入社。2016年9月～2019年3月 空港設計のチームにて地方空港の増改築設計に携わる。2019年4月～2022年6月 関西支社にてホテルの意匠監修業務、研究所の基本設計、庁舎の基本実施設計業務に携わる。2023年1月～ BIM 戦略室、AX チーム配属及び AIR に出向し、AIR-Plate 等の開発に携わる。ArchiCAD は 10 年の使用歴があり、経験を活かして社内の BIM 戦略策定に携わる。

# 4

## 各社における BIM のユースケースと運用体制

### ■ 外国の設計事務所等

Pinnacle Infotech	《インド・ジャイプール》 . . . . .	34
SMEC Holdings Limited / India	《インド・デリー》 . . . . .	38
TATA Projects Limited (NIA Project Office)	《インド・ノイダ》 . . . . .	44
Windover Construction	《米国・ボストン》 . . . . .	50

memo

# Pinnacle Infotech

《インド・ジャイプール》

Pinnacle Infotech（以下、Pinnacle社）は、世界中の建築、エンジニアリング、建設業界にBIMを提供する会社である。BIMオペレーション、BIMコンサルティング、建設可能性の確認、干渉チェック、バリューエンジニアリング、資材計画、建設管理、施設管理、デジタルツインなど、設計段階や建設時、施設の維持管理における各種BIMサービスを提供している。30年以上にわたり43カ国で15,000件以上のプロジェクトを行っている。

Pinnacleはインドのドゥルガプール、ジャイプール、コルカタ、マドゥライに大規模な最新のキャンパスを有している。それぞれの施設には800名を超えるエンジニアが在籍し、それぞれのキャンパスには、データセンターや研究開発センターのほか、ランチルームやレクリエーションゾーンなどの施設を有している。また、米国（ヒューストン、アトランタ、サンノゼ）、カナダ（トロント）、英国（ロンドン）、アラブ首長国連邦（ドバイ）、シンガポール、ドイツ（ミュンヘン）、および日本（東京）にグローバルデリバリーセンターを持っている。



Countries Served



■ 図表 4-1-1 Pinnacle 社のグローバル展開

## (1) 提供する技術サービス

Pinnacleは一貫したBIMサービスを提供している。3D、4D、5D、6D、7DのBIMを駆使し、プロジェクトの調整、コラボレーション、建設管理、リスクマネジメント、資材管理、コスト管理、資産管理をサポートしている。BIMコンサルティング、BIMエンジニアリング、BIMモデリング、施設の維持管理モデルデータの作成、デジタルツイン等のサービスを行う。

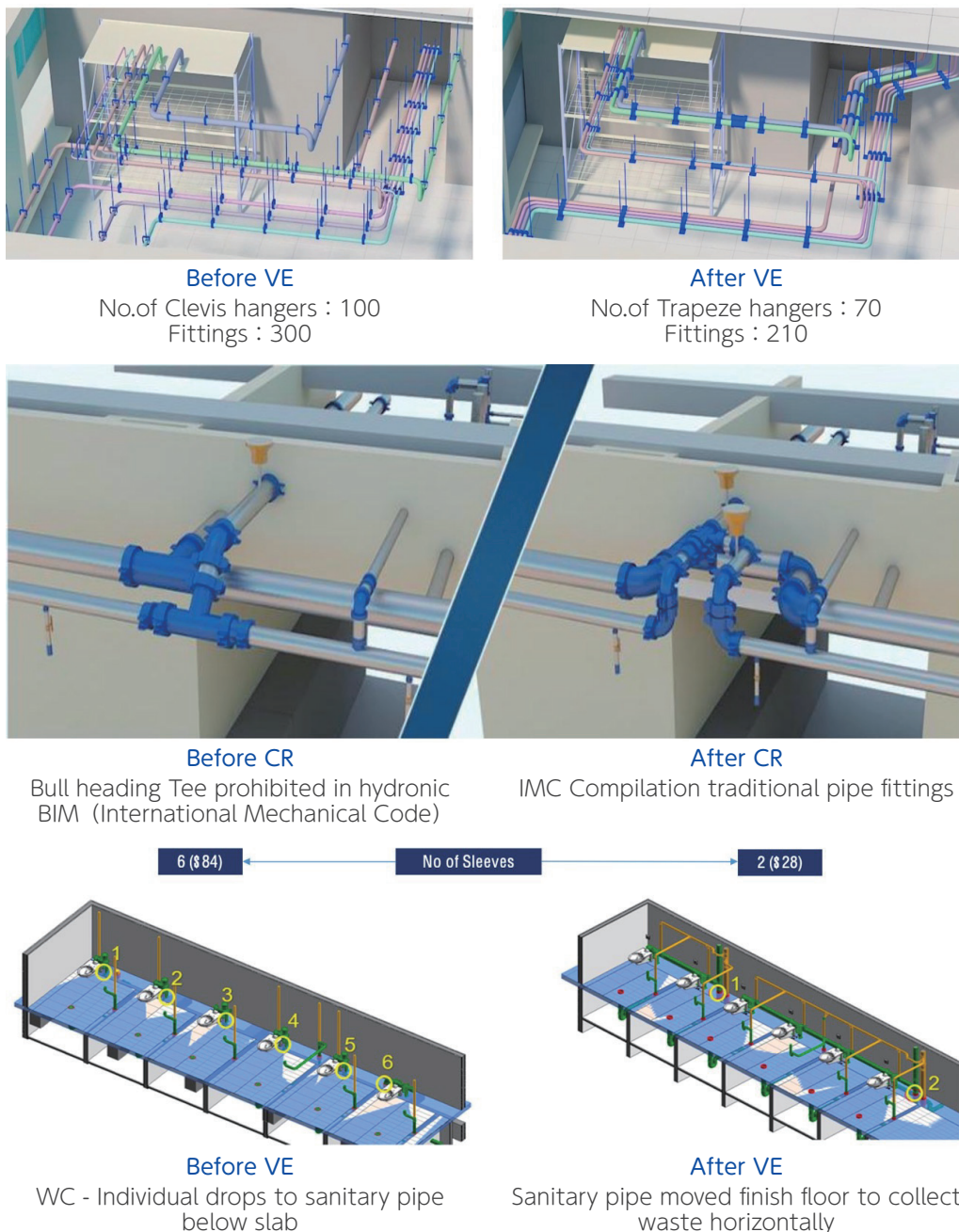
- **建築設計** : 経験豊富な建築専門のチームが設計者の意図を的確に捉え、基本計画、基本設計、実施設計段階と、各段階で最適なサポートを提供する。
- **構造解析、設計** : RISA、ETABS、STAD PRO、Tekla、HILTIなどの設計ツールを用い、曲げモーメント、応力ひずみ、横荷重などの構造解析を正確に提供している。かつ速やかに行う。

- **設備設計** : 詳細設計段階において、様々な入力情報を基に施工性の検証や設計内容の最適化、メンテナンス性向上を検証する。
- **エネルギーの最適化** : 低炭素で再生可能なエネルギー源に移行し、エネルギー効率の最適化を図る手助けをする。システムの統合やインフラストラクチャの詳細設計など建物の持続可能性を実現する最適な解決策の実現を検討する。
- **入札前の積算** : 各業界の基準に基づき行う正確な数量算出技術により、請負業者は入札時に適切な価格提案を行う。
- **3D モデリング** : 干渉部分の確認や解決策の提案も含めた BIM モデリングサービスにより、設計時や現場に入る前の段階で全ての干渉部分を確認する。工事内容を正確に 3D モデル上で視覚化できるため、プロジェクトの品質向上に役立つ。
- **施工性の確認** : 作業の進捗や質疑応答書などは全て文書化し作業の記録として残すため、定期的な会議に基づいて BIM モデル化作業を進める事ができる。工事の前段階で全ての施工性を確認・検証することができるデータを提供する。
- **干渉チェックと調認** : BIM の干渉調整サービスは、建設の前段階における干渉部分の検出に有効であり、干渉の検出・調整サービスを通し、完全に調整された BIM モデルを基に詳細情報を関係者と共有することが可能である。
- **施工図面、制作図面、アイソメ図**  
: 工場での制作図や、現場での施工のための図面を提供している。
- **施設管理** : 建物の所有者やプロジェクトマネージャーが設計情報や各コンポーネントの正確な情報をデータベース上から確認することができるように、COBie (Construction Operations Building Information Exchange) を基準としたデータ管理、維持管理スケジュール、機器情報等のデータを提供することができる。
- **デジタルツイン** : 建築物やインフラシステムを正確に BIM モデル化したデジタルツインは、維持管理や施工管理において有効であり、建設工事の各工程を事前にシミュレーションし、リアルタイムで工事状況を更新する事ができるようにデータを構築する。
- **施工性レビュー** : Pinnacle 社は BIM を含めた建築技術サービスを提供する会社である。とりわけ MEP の BIM サービスは日本の設備設計モデリングを力強くサポートする。施工段階における施工容易性レビューのサービスは、施工段階における工数の削減に寄与する優位性を持っている。事前に配管を詳細にモデリングするので、施工性検証の後、接続部分や吊り材の数を削減する提案を可能にした。また、水道と消防の配管を一つの空間に配置して干渉状態を確認することができる。

前述のとおり、Pinnacle 社では世界各国のプロジェクトの 3D モデリングに関わっている。訪問した Jaipur のキャンパスには 800 人のエンジニアが在籍している。意匠、構造、設備、土木等それぞれのセクションの専門家がモデリングを行っている。

Pinnacle 社の特徴は、丁寧な業務プロセスだ。それを次の 3 事例の画像（図表 4-1-2、設備モデリング）で紹介する。それぞれの画像に Before と After の画像がある。クライアントから提示された要件書にしたがってモデリングした結果を Before に、コストや施工性の検証を行った結果の提案を After に示している。それぞれの画像では、ハンガー金物や接続箇所の低減、施工やメンテナンスを考慮し配管経路の変更を提案している。

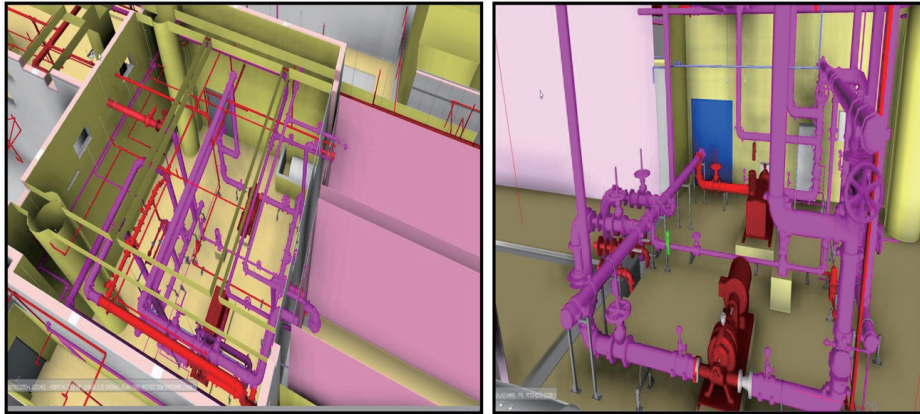
日本の設備設計図は、各設備のシンボル図形を平面図上に配置して設計意図を伝えることが多い、消防設備図では一部アイソメを使った作図が行われている。彼らの設計プロセスは、BIM による設計によって、構造と設備配管の干渉状況を確認することのほかに、配管を 3D でモデリン



■ 図表 4-1-2 設備設計モデリングの例 (1)



グすることにより、それを見ながら作業性を関係者で検証することができることである。これらの画像はあわせてコストの低減まで提案していることを特筆したい。



■ 図表 4-1-3 設備設計モデリングの例 (2)

## (2) Pinnacle Infotech Solutions (Pinnacle 社の Jaipur キャンパス) 訪問所感

Pinnacle 社は設計エンジニアリング会社である。今回の訪問で印象に残ったのは日本における設計モデリングサービスに力をいれているということだ。

写真のなかのインド人スタッフは建築技術者であり、現在日本語を学んでいる。ヒアリング当日は全員が日本語で挨拶をして、日本の仕事に関わることの大きな期待を寄せてくれた。日本における BIM 活用のニーズを把握し日本でサービスを提供することが楽しみだと話していた。

Pinnacle 社の Jaipur キャンパスには 800 名のインド人スタッフが在籍している。それぞれのセクションが世界中の仕事をしている。スタッフ全員が BIM ソフトを使ってモデリングし、データ統合ソフトを用いてそのデータを建物全体の BIM モデルと随時統合して干渉チェックをしながら作業をしている。彼らはチームで設計している。モデリングのスキルと同時に、それぞれの国の建築基準法令を学びながら技術を提供している。

世界中のプロジェクトをこの会社の若い技術者たちが支えているということを感じた。



■ 図表 4-1-4 日本語を学ぶ建築技術者との意見交換



■ 図表 4-1-5 モデリングデータの説明

### ヒアリングにご協力いただいた方々

#### Pinnacle Infotech Solutions

Apoorv Vashishtha 氏 (BIM Manager (MEP))

Ashish Negi 氏 (建築設計部 / 通訳) ほか

SMEC インターナショナル (SMEC Holdings Limited : 以下、SMEC) は、1949年に創業したオーストラリア・メルボルンに本社を置く設計コンサルタントである。現在は世界中の主要な輸送およびエネルギーインフラプロジェクトに関わり、世界中に5,800人を超える従業員を擁している。2016年からはシンガポール系コンサルタント会社であるスルバナ・ジュロン(Surbana Jurong : 以下、SJ) 社 (2015年設立) のグループ会社となった。

SJグループはエンジニアリング、建築、計画、設計、プロジェクト管理、施設管理など、同グループの多様な能力をもち、グローバルに事業を展開し、さまざまな分野のスペシャリストがチームを組んで大規模プロジェクトを実現している。

本稿では、SMEC社が取り組んでいる「ノイダ国際空港建設プロジェクト」におけるBIM活用の取り組みを中心に整理する。



■ 図表 4-2-1 「ノイダ国際空港建設プロジェクト」におけるBIM活用

## (1) 「ノイダ国際空港プロジェクト」における取り組み

### ① プロジェクトの概要

SMECは「ノイダ国際空港 (以下、NIA) 建設プロジェクト」において、事業主と設計・調達・建設(EPC)契約を締結した主要請負業者であるTATA Projects Limited(以下、TPL)を支えるリード設計コンサルタントである。

プロジェクトは4つのフェーズに分けられ、現在、ターミナルビル、ユーティリティ・ユニット、インフラ、滑走路の建設を含む第1フェーズが進行中である。第4フェーズまでを追えるとターミナルビルとその周辺施設が完成し、完成時にはインド、そしてアジア最大級の空港になることを目指している。(図表 4-2-2)

### ② BIMの導入と調整

SMECはプロジェクトにおけるBIM技術の導入と活用に積極的に取り組んでいる。すべての

**1 BIM SCOPE**

## 2. ANCILLARY & UTILITY BUILDINGS

- 1 Airport Surveillance Radar (ASR) - **A15**
- 2 Airport Maintenance and Ground Support Equipment Building (**57a-58a**)
- 3 Constant Current Regulator (CCR-East & West) - **U5a & U5b**
- 4 Main Receiving Substation (MRSS) - **U2a**
- 5 East Site Substation (ESS) - **U2a**
- 7 Distribution Substation Type 1&2 (DSS) - **U18a, U18b**
- 8 Water Treatment Plant (WTP) - **U1**
- 9 Sewage Treatment Plant (STP) - **U3**
- 10 Triturator (**U6**)
- 11 Portable Water Station (PWS) - **U10**
- 12 Gatehouse (East & West) - **A17a, A17b**
- 13 Check post: **L12A, L12B & L12C**
- 14 Parking Associated Facilities/Toilets (**L5**)
- 15 Watch Towers (**A26**)
- 16 IT Receiving Shelter (**U11**)
- 17 Navaid Structures (**A13, A14, A16**)
- 23 Crash Gate (**A18**)
- 24 Bomb Cooling Pit (**A12**)
- 25 Data Centre 2 (**U19b**)
- 26 ARFF + ATC Phase 1 (**A5**)
- 27 CUP + Utility Corridor (**U7**)
- 28 Office Block West (**S11**)

- Architecture design
- Interior (BOH)
- Structure design
- Signature and Way Finding

■ 図表 4-2-2 ノイダ国際空港プロジェクトの概要

作業は BIM プラットフォーム上で行われ、モデルの調整と干渉チェックのために Navisworks のようなツールを利用している。プロジェクトチームは、モデル開発、調整、納品に関する BIM 実行計画、基準、ワークフローを確立している。モデルの共有とレビューのために BIM360 や ACC (Autodesk Construction Cloud) のような CDE 環境プラットフォームを使用している。BIM プロセスにおける様々な利害関係者やベンダーの関与に注目している。

**3 NIA BIM STANDARDS**

## BIM STANDARDS

**BIM EXECUTION PLAN - EPC1**

"understand the methodology BIM Execution Plan and shall list the agreed targets for responsibility, timely delivery, exchange, reuse and final handover quality information and data to the client."

- PROJECT INFORMATION
- INFORMATION DELIVERY STRATEGY
- PROJECT GOALS AND BIM USES
- DELIVERY TEAM'S ORGANIZATIONAL STRUCTURE AND COMMERCIAL RELATIONSHIPS
- BIM DELIVERY TEAM'S COMPOSITION
- SUBJECT BIM DELIVERY
- FORMATION PRODUCTION METHODS AND PROCEDURES

**BIM EXECUTION PLAN - EPC2**

- STRATEGY FOR COORDINATION PROCESS and COORDINATION PROCESS
- COLLABORATIVE PROCESS ROAD MAP
- AS-BUILT MODEL VERIFICATION METHODOLOGY
- PIM TO AIM PLAN
- ELECTRONIC COMMUNICATION PROCEDURES
- STRATEGY FOR QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL
- TECHNOLOGY

**BIM & CAD Manual LINK**

"This manual describes the way BIM-models and drawings are made and handled in NIA Project. The procedures in this document are not intended as guidelines, but as a set of instructions, which must be followed."

**CnCP BIM360 LINK**

"The purpose of this document is to establish a procedural guideline for the organization to control and manage the transmittals and correspondence to and from the consultants/contractors"

■ 図表 4-2-3 BIM 実行計画・基準等

### ③ モデルのデリバリーと品質管理

SMEC は、モデルのデリバリーと品質管理のために確立されたプロセスとワークフローを実践している。多くの関係者によって作成される BIM モデルを適切に管理するため、SMEC では 60 項目以上におよぶ品質管理チェックリストに沿ってデータを作成している。効率的な調整とデリ

### BIM MODEL QUALITY CONTROL WORKSHOP OF BIM MODEL QUALITY CHECK (LINK B360)

Check Type	Description	Compliance Status	Comments
1	Check if the model is based on the correct BIM Execution Plan (BEP) and Project Information Model (PIM) files.	Yes	
2	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
3	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
4	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
5	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
6	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
7	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
8	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
9	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
10	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
11	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
12	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
13	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
14	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
15	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
16	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
17	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
18	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
19	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
20	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
21	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
22	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
23	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
24	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
25	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
26	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
27	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
28	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
29	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
30	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
31	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
32	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
33	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
34	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
35	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
36	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
37	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
38	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
39	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
40	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
41	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
42	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
43	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
44	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
45	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
46	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
47	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
48	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
49	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
50	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
51	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
52	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
53	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
54	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
55	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
56	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
57	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
58	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
59	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	
60	Check if the model is based on the correct project information (PIM) files.	Yes	

### QUALITY CONTROL

**LEVEL OF DETAIL (LOD)**

**ACS LOD DETAILS**

- LOD 200 - Approximate Geometry**
  - Approximate geometry
  - Approximate dimensions
  - Approximate materials
  - Approximate connections
- LOD 300 - Precise Geometry**
  - Precise geometry
  - Precise dimensions
  - Precise materials
  - Precise connections
- LOD 400 - Fabrication**
  - Fabrication details
  - Fabrication dimensions
  - Fabrication materials
  - Fabrication connections
- LOD 500 As-Built**
  - As-built details
  - As-built dimensions
  - As-built materials
  - As-built connections

**MEP LOD DETAILS**

- LOD 200 - Approximate Geometry**
- LOD 300 - Precise Geometry**
- LOD 400 - Fabrication Geometry**
- LOD 500 - Operational As-Built Models**

**Room & Color Scheme**

**View templates of 3D Views**

**Parking, Railing, Site Generic Models & others**

### DRAWINGS QUALITY CONTROL WORKSHOP OF DRAWING QUALITY CHECK (LINK B360)

**Drawing Check/Review Statement**

No	Aspect Reviewed	Originator   Checker Initials or 'N/A'	No	Aspect Reviewed	Originator   Checker Initials or 'N/A'
1	Project title, project no. and task code shown		14	Shadows/Notes checked	
2	Drawing title, no. and revision status shown		15	Status stamp	
3	North point shown		16	Callout, section & detail section standard shown	
4	Scale shown and correct		17	Spell check	
5	Appearance including fonts & lines acceptable		18	Check sheet standard size	
6	Drawing status indicator		19	References to other Drawings included	
7	Signed by originator		20	Delete unnecessary items	
8	Changes classified and described in the revision log		21		
9	Revision state		22		
10	Line weight/type matches the legend		23		
11	Directional size of hatching matches the legend		24		
12	Cut lines consistent with adjacent plans		25		
13	Notes & tagged correct/adequate				

**Review result:**

I have checked that the Drawing(s) are acceptable, are of the standard required and my comments have been acted upon.

I have reviewed the Drawing(s) which are acceptable, are of the standard required and my comments have been acted upon.

The level of review required before acceptance (Reviewer to circle as appropriate).

**Signatures**

Approved by: \_\_\_\_\_  
 Checked by: \_\_\_\_\_  
 Reviewed by: \_\_\_\_\_

**1:500 SCALE**

**EXTERNAL ELEVATIONS**

**INTERNAL ELEVATIONS**

**ELEVATION SYMBOLS**

**SECTION SYMBOLS**

**DETAIL SYMBOLS**

**DETAIL BOX**

**ORIG**

**LEVEL SYMBOL**

**DIMENSIONS**

**MISCELLANEOUS**

図表 4-2-4 BIM モデルの品質管理

バリーのためにプロジェクトをゾーンとレベルに分け、モデルを管理している。

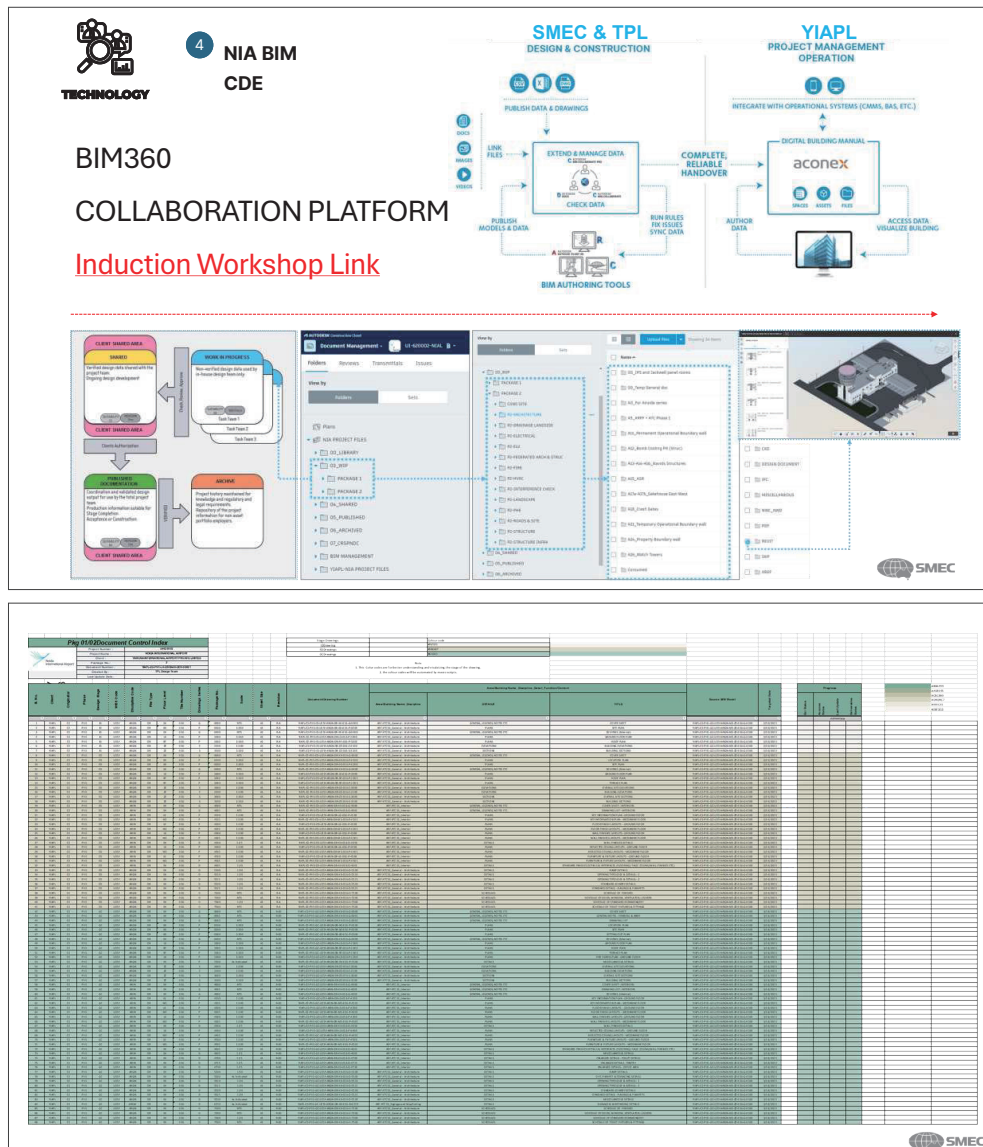
設計チームは、マスター情報デリバリー計画 (MIDP)、タスク情報デリバリー計画 (TIDP)、品質チェックリストを作成し、クライアントに提出する前にモデルが必要な基準を満たしていることを確認している。

また、Dynamo などの自動化ツール、ダッシュボード、標準化された命名規則を使用して、生産性を向上させ、プロジェクト全体の一貫性を維持している。

#### ④ ステークホルダーのコラボレーションとアセット・インフォメーション・モデリング

SMEC では、発注者、請負業者、ベンダー、設計事務所 (コンサルタント) を含む様々なステークホルダー間のコラボレーションが円滑に進められるよう、BIM モデルの調整とレビューにおける、パッケージ・マネージャーや BIM マネージャーなど様々なチーム・メンバーの役割の定義が必要と考えている。

さらに、資産情報モデリング (AIM) と設備管理データの BIM モデルへの統合についても取り上げ、将来の運用と保守のために、設備の性能特性やその他の非図形情報を正確に把握することを確実にすることが大切とのことであった。

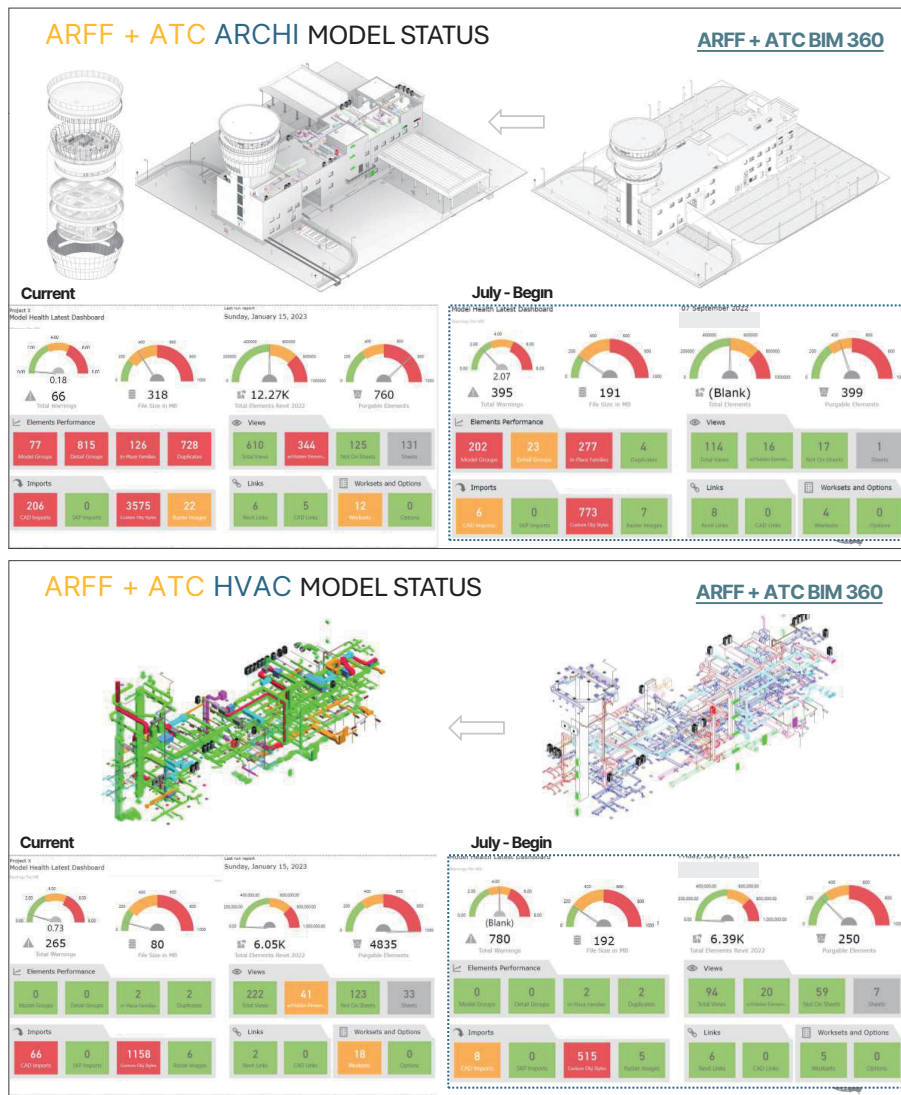


■ 図表 4-2-5 ステークホルダー間のコラボレーションプラットフォーム

## ⑤ プロジェクトの進捗状況と今後のフェーズ

SMEC では建設現場の 360 度写真と BIM モデルが統合されたクラウドシステムを活用してプロジェクトの進捗状況についてモニタリングし、最新情報を関係者で共有している。

ターミナルビルと滑走路を含むプロジェクトの第一段階は、比較的短期間で完成に近づいている。また、2 本目の滑走路の増設、ターミナルの拡張、ホテルやビジネス街などのインフラ整備など今後のフェーズも計画されている。プロジェクトは旅客数の増加に対応するよう設計されており、第 1 段階の年間旅客数は 1,200 万人、最終段階では 8,000 万人と予測されている。



■ 図表 4-2-6 プロジェクトの進捗状況の管理と共有

## (2) 設計コンサルタントが取り組む BIM

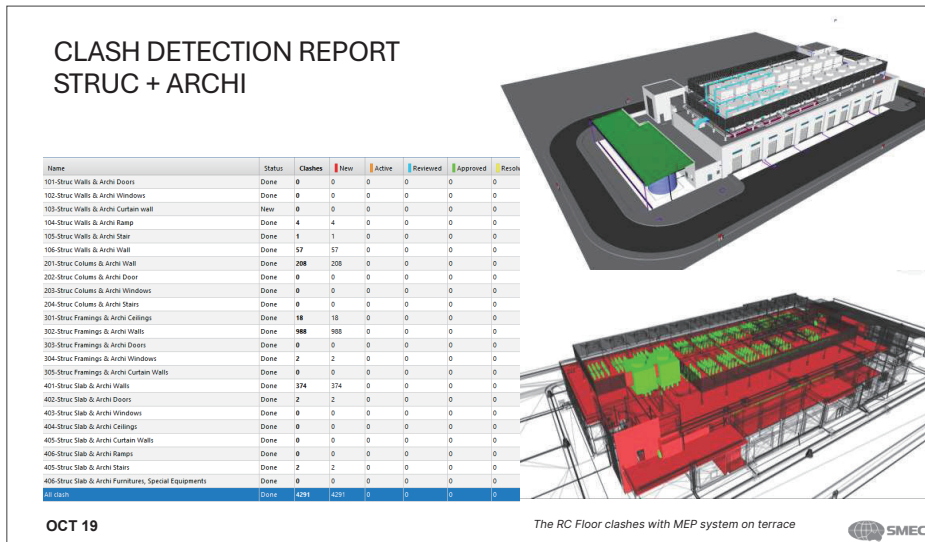
SMEC の Binh Duong 氏は建築の BIM Manager である。

NIA プロジェクトにおいて、SMEC の設計チームをサポートしているのが Pinnacle Infotech 社（本社：インド 西ベンガレ州ドゥルガプル）である。SMEC の設計チームは意匠と構造で合計 70 名のスタッフがアサインされており、その中には Pinnacle 社のメンバーも含まれている。

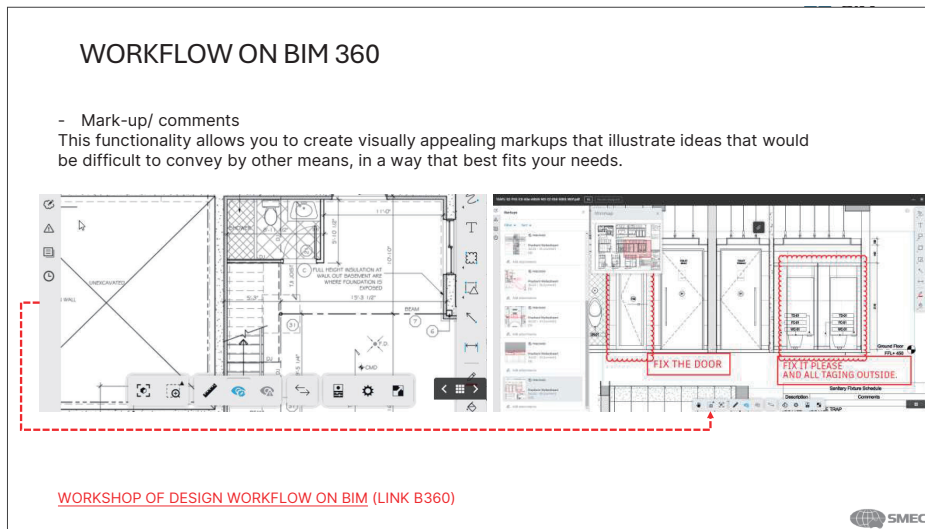
これらはマスター情報デリバリー計画（MIDP）によって示され、タスク情報デリバリー計画（TIDP）によってマイルストーンを設定する。クライアントに提出する前にモデルが必要な基準

を満たしていることを確認している。品質管理は関係者全員がワークショップを通じて周知を図っている。集計表や凡例の形状、3Dビューの表示状態の共通化など多岐にわたり、チェック機能の一部は Dynamo によって自動化されている。このように、プロジェクトは ISO19650 によってワークフローが定義されている。

データの共有は SMEC と TPL は BIM360 (Autodesk Construction Cloud) を用いている。チェックが終了したデータは Oracle Aconex を使って事業主である YIAPL へ提供されるため、1週間ごとにデータのデリバリー状況を BI ツールを使って管理している。



■ 図表 4-2-7 設計チームにおける意匠と構造の連携



■ 図表 4-2-8 BIM360 を用いたデータ共有と工程管理

ヒアリングにご協力いただいた方々

SMEC Holdings Limited / India

Siddharth Joshi 氏 (Chief EPC-1 Architect)

Binh Duong 氏 (BIM Manager) ほか

## TATA Projects Limited &lt;NIA Project Office&gt;

《インド・ノイダ》

2019年、スイス チューリッヒに本拠を置く空港運営会社チューリッヒ・エアポート・インターナショナル AG (Flughafen Zürich AG) は、インドのウッタール・プラデーシュ州、ニューデリーの南東約 20km に位置するノイダ国際空港 (以下、NIA) の開発の入札および運営権を獲得した。同社はセキュリティ・クリアランス (機密情報のアクセス制限) の設定、空港施設の運営、建築家の選定、マスタープランおよび開発計画の承認、財務管理、燃料ファームの設計、建設と運営事業者選定、インド航空庁と連携して空港交通システムサービス選定などを行うこととなった。

NIA は、4 段階に分けて開発される予定である。EPC 契約によると空港の第 1 期工事は 2025 年に完了する予定である。第 1 段階が終了すると、NIA は年間約 1,200 万人の旅客に対応できるようになる。この処理能力は、第 4 段階終了時には 7,000 万人まで増加する予定で、デリー国際空港に近いところにある主要なハブ空港のひとつになるといわれている。

この空港はグリーンインフラをコンセプトとしている。建築物の環境、雨水貯留、ゼロ廃水処理等について、電気以外は自給自足で供給することを目指して、インドのグリーンビルディング評議会 (Indian Green Building Council) の認証を受ける予定である。

NIA はチューリッヒ・エアポート・インターナショナル AG の子会社であるヤムナ国際空港社 (Yamuna International Airport Project Limited) (以下、YIAPL) が開発、運営を行うことになった。

また、インド ムンバイにあるインドの一大コングロマリット、タタ・グループの主要企業のひとつであるタタ・プロジェクト (TATA Projects Limited) 社 (以下、TPL) は、設計 (エンジニアリング)・調達・建設 (EPC) 企業として、新空港のターミナル、滑走路、エアサイド・インフラ、道路、ユーティリティ、ランドサイド施設、その他の付帯施設の建設が含まれ、ターミナルビルとランドサイド工事の土木インフラ、建築、構造エンジニアリングを行っている。

運営会社である YIAPL の BIM マネジメントチームが TPL と連携して ISO19650 に準拠した BIM プロセスを用いて、設計、検証を行っている。



■ 図表 4-3-1 NIA プロジェクト完成イメージ



## (1) NIA プロジェクトにおける BIM 活用

### ① プロジェクトの概要と BIM の導入

NIA プロジェクトは、複数の建物、滑走路、道路、ユーティリティ、支援施設の建設を含む大規模で複雑な事業である。このプロジェクトは、設計、調整、計画、建設、空港全体の運用開始を3年という短いスケジュールで行うことを目指している。この野心的な目標を達成するため、プロジェクトは効率的なコラボレーション、調整、情報管理のためにビルディング・インフォメーション・モデリング (BIM) に大きく依存している。このプロジェクトには約 1,000 の BIM モデルが含まれており、インドの航空セクターでは最大級の BIM 実装となっている。すべてのモデルはライブのクラウドプラットフォーム上でホストされており、さまざまなコンサルタントから約 200 人の制作メンバーがシームレスにコラボレーションできるようになっている。図面の約 80 ~ 90% は BIM モデルから直接作成され、現場での調整を確実にし、手戻りを最小限に抑えている。

### ② プロジェクト構造とステークホルダーのコラボレーション

このプロジェクトには、施主、経営陣、コンサルタント、請負業者、ベンダーなど、複数の利害関係者が関わっている。TPL は、旅客ターミナルビル(EPC-1)およびエアサイド、ランドサイド、関連工事 (EPC-2) の設計・調達・建設 (EPC) 契約を担当する主要請負業者である。このプロジェクトには 4 つの主要コンサルタントが関わっている：SMEC (建築・構造)、POPULOUS (インテリアデザイン)、PRISM (MEP および ICT システム)、RAMBOLL (飛行場インフラ) である。さらに、建設図面が発行される前に参加する業者もいれば、発行後に参加する業者もいる。これらの関係者間のコラボレーションと調整は、BIM モデルと共通データ環境 (CDE) を通じて促進される。プロジェクトは、情報管理のための ISO19650 規格に準拠しており、プロジェクトの要件に基づいてカスタマイズされている。

### ③ BIM ワークフローとデータ管理

このプロジェクトでは、コラボレーションとデータ管理に Autodesk の BIM360 プラットフォームを利用している。建築、構造、MEP のモデリングには主に Revit が使用され、道路やユーティリティなどの線形システムには Civil 3D が採用されている。構造用鋼材のベンダーは Tekla を使用し、データ交換はインダストリー・ファウンデーション・クラス (IFC) フォーマットを通じて行われる。

このプロジェクトでは、部門間の調整とデータ統合を毎週または隔週で実施し、干渉チェックをして調整を確実にしている。BIM モデルは、コンセプト設計の段階から様々な詳細レベルを通して活用され、最終的には資産管理情報を組み込むことを目標にしている。データ管理は、エクスポート設定、メタデータの完全性、ジオメトリの精度、衝突の検出、ファイルサイズ、パフォーマンスに重点を置いた重要な側面である。CDE 環境と一元化されたモデルファイルは、IFC データ、データ所有権、アクセス制御、命名規則、文書管理、モデルレビュープロセスを管理するための鍵となる。

#### ④ 施工統合と新技術

主な焦点は設計 BIM だが、プロジェクトでは BIM を建設プロセスに統合する方法を模索している。製作図や施工図に BIM モデルを使用しているベンダーもあれば、確立されたシステムに依存し、調整用にデータを BIM モデルに変換しているベンダーもある。変更管理と数量追跡は BIM モデルを通じて容易になり、設計の比較や材料数量の追跡が可能になる。

このプロジェクトでは、拡張現実 (AR)、仮想現実 (VR)、デジタルツインなどの新技術の使用を進めている。AR は現場でテストされ、現場のエンジニアが BIM モデルと実際の建設進捗状況を視覚化して比較できるようになっている。VR は視覚化とウォークスルーに活用され、標識の配置や乗客の動線分析などの意思決定プロセスを支援している。さらに、プロジェクトは BIM モデルを地理情報システム (GIS) や IoT データと統合し、環境分析、資産追跡、自動運転を可能にすることを目指している。

#### ⑤ 資産情報モデリングとメンテナンス

このプロジェクトの重要な側面は、効率的な運用と保守のために、BIM モデル内に包括的な資産情報を取り込むことに重点を置いていることだ。このプロジェクトでは、機械設備、給排水設備、電気部品、家具、ドア、窓など、20 棟の建物にわたって約 12,000 の資産を含む資産リストが作成された。仕様、位置、ゾーン、部屋番号、カテゴリ、取り付けタイプなどの資産情報は、設計段階で BIM モデル内に取り込まれている。この情報は、後の段階で、メーカーの詳細、保証期間、スペアパーツリストなどのデータでさらに強化される予定である。BIM モデルからの資産情報は、クライアントのコンピュータ化保守管理システム (CMMS) や資産管理ソフトウェアと統合されることになっている。

## (2) BIM 活用の取り組み

### ① 施主をサポートする立場で取り組む BIM

Thinakaran Chandrasekaran 氏は、NIA プロジェクトのクライアント側である YIAPL をサポートする BIM Expert である。複雑で大規模なプロジェクトにおいて、BIM を活用する理由は、水処理や廃棄物処理のプラントを含む 30 以上の空港建設物や滑走路、道路などの土木施設があり、それらをゼロから始めるにあたり BIM を活用することが最善だと考えた。

TPL はメインの建設業者だが、多くの設計事務所 (設計コンサルタント)、100 以上のサブコンがある。最大の課題は、安全な空港を設計するために多くの関係者との調整を非常に短いタイムラインで運用する必要がある。3 年という限られた工期でミッションを遂行するため高効率でハイレベルの技術を互いに連携するプロセスとして BIM は有効である。

彼らは 100 近くの BIM モデルを管理している。すべてクラウド上で管理され 200 人近い技術者がそれぞれの立場でデータにアクセスすることが可能になっている。

一方で現在でも建築図面は必要でこのプロジェクトでは現在までに 30,000 枚近い図面が発行されている。この図面の 80~90% は BIM から作成されている。彼ら YIAPL サイドのデザイナー、構造や設備担当者、メンテナンス担当者などはすべての建築技術者が BIM データにアクセスできる。施主が建設時だけでなくメンテナンスにおいても BIM データを活用することに大きなメリットがあることを理解しているので、建設時の BIM モデルを資産管理システムに統合することにしている。

このプロジェクトは今後フェーズ 4 までの段階を経て完成されるため、ペーパーレス化、タブレットによるデータアクセス、VR や AR にも取り組んでいる。これらについても施主がその利

点を理解している。

施主が BIM のメリットを理解していること、施主側にも BIM マネージャーがいることは、関係者間の責任が明確になり意思疎通がよりスムーズになる。

Thinakaran 氏はこのプロジェクトにおける BIM マネージャーのひとりである。彼の役割は戦略をたて行動することである。すべてのプロジェクト要件を理解し、このプロジェクトに参加するすべての人をその要件にあわせて調整することである。

Thinakaran Chandrasekaran 氏は IFC データの取り扱いに前向きである。

オープン BIM が進むにつれて、CDE 環境におけるデータの管理（データの所有権、アクセス権、命名規則の一貫性）がより容易になった。CDE 環境の選定が最も重要なのは、ドキュメント管理機能で IFC データをレビューすることや BIM ソフトを操作できない人たちが、そのモデルが持っているパラメーターデータへアクセスすることも重要だからである。

運用フェーズに関する情報モデル（Asset Information Model）（以下、AIM）の情報は、たとえば無停電電源装置（UPS）が建物のどのエリアのどのゾーンにあるか、そしてその部屋（部屋には番号が付してある）にあるのかという情報や機器の型番、電圧や定格出力、保障期間、スペアリスト、外観写真などを保存してあるコードである。LOD については、LOD-350 は GFC（Good for Construction）を発行するために必要な詳細レベル、LOD-400 は下請業者と材料情報の詳細、LOD-500 はモデルファイル内の竣工状況と資産管理情報としており、竣工状況と引き渡しの時点では、BIM モデルのすべての部分が LOD-500 で作成される。

重要なのはすべての設計情報は BIM モデルによって一元管理されているため、CDE 環境を通じて、施主側は AIM データが正確に設定されている状況を確認できることである。維持管理において施主が管理しなければならない情報は 1 万件以上におよぶ。モデルと ID を紐つけておけば、数回のクリックで、後から容易にそのモデルにアクセスすることができる。

本プロジェクトにおいて、クライアントは BIM でプロジェクトを展開することにメリットを見出しており、クライアントにとって将来のフェーズの開発にとっても BIM が非常に重要なツールであると考えられている。氏は、BIM を設計だけに活用するのではなく、AIM の資源とすることの重要性を伝えてくれた。

## ② 施工者がとりくむ BIM

Vino Ratheesh 氏は、NIA プロジェクトの請負業者側（施工者）である TPL NIA Project Office の BIM 統括マネージャーである。TPL は旅客ターミナルビル建設工事と水処理施設等の整備工事を EPC（請負）契約している。旅客ターミナルビル建設工事は TPL が請け負う工事の約 40% を占めている。残りの 60% は施設内の航空支援施設の全てで、水処理施設等の整備工事で、滑走路、誘導路、8 本の道路が含まれる。

貨物ターミナルやホテルなどの別棟施設やセキュリティクリーニング設備などは EPC-1 に含まれていないが、建設に伴う調整が必要である。

TPL をサポートしているのは以下の 4 つの主要なコンサルタントである。SMEC は建築設計を、POPULOUS はパッセージトンネルの設計を、PRISM は IT システムと IT を、そして RAMBOLL は航空機インフラシステムを担当している。

専門工事業者（ベンダー）がプレモデリングに対応できない場合もあり、TPL の BIM マネージャーは日常的に人員の配置などに目を光らせている。BIM コーディネーターは干渉チェックやデータの整合性の確認、第三者との分野間の協力、図面化などをサポートしている。本プロジェクトにおける TPL の BIM マネージャー、コーディネーターの役割は以下のとおりである。

- BIM マネージャー : BIM の技術的および管理的なタスクのため、BIM の全体的な導入と管理を監督し、プロジェクト内の BIM プロセス全体の導入と管理を監督する。
  - BIM 標準とプロトコル
  - コンプライアンス ISO19650
  - プロジェクトの設定と実施
  - 調整とコラボレーション
  - トレーニングとサポート
  - ソフトウェアとツール
  - データ交換と相互運用性
  - 品質管理と保証
  - モデル管理
  
- BIM コーディネーター : BIM マネージャーをサポートし、さまざまな分野にわたる BIM モデルの日々の運用と調整に責任を持つ。
  - モデルの統合
  - コンプライアンスチェック
  - 干渉チェック
  - データの整合性
  - コラボレーション
  - ドキュメンテーションの作成
  - テクニカルサポートと問題解決

YIAPL の発注者情報要件 (Employer Information Requirements) (以下、EIR) の戦略を、TPL における BIM 実行計画 (BIM Execution Plan) を策定し、クライアントの承認を得た上で、BIM のセットアップ、BIM モデリングに移行した。

2022 年から設計を始め、現在ではすべての建築情報がモデル内で共有されている。CDE 環境によってモデルのレビューと品質管理が行われている。2D-CAD のみの情報共有は行っていない。

また、TPL はクライアントのために保守運用、維持管理のデータも提供している。資産管理ソフトウェアへデータを移行するためモデル内に様々な情報を定義している。

各フェーズにおけるデータ入力の詳細度については、以下のとおりである。

クライアントから提供された LOD200 のコンセプトデザインをもとに TPL は LOD350 のレベルで入札用図面を作成する。専門工事業者の施工図を作成する中で LOD400 の実施フェーズに関する情報モデル (Project Information Model) データが作成される。最終的には AIM のデータを LOD500 で作成、組み込むことにしている。

TPL は CDE 環境として Autodesk Construction Cloud (以下、ACC) を用いてデータ統合している。Autodesk Revit (建築、設備 (MEP) および ICT) で建築 BIM モデルを作成し、Autodesk Civil 3D を使って敷地や道路をモデリングしている。データの統合には Navisworks を用いる。他のソフトウェアで作られたデータとの統合が必要な場合であっても、IFC データに変換したデータを Navisworks にインポートして干渉チェックなどを行うことが可能である。すべてのデータは ACC の環境下で 2 週間に一度統合され、レビューされている。

IFC データによる統合の際には、データの整合性、属性データやモデル形状が正しく変換され

ているかどうかを確認する必要がある。モデルの色が変わったり形状の一部が欠落したりすることがある。必ずしもこちらの思いどおりにならないことがあるため、データの統合には課題を感じているという。

TPL の Vino Ratheesh 氏によると、施工段階では 4D BIM（建設計画とスケジューリング）で活用している。構造物のうち完成した部分の色を随時変更したモデルをサーバ - で共有して、プロジェクトの進捗をリアルタイムで監視して関係者で共有している。生産性の管理において 3D モデルを確認しながら必要な工数と材料を投入することも可能で、5D BIM（建設コストの見積り）や、As-Build（竣工モデル）にも取り組んでいる。

建設現場で 360 度のカメラで写真を毎日撮影して関係者に共有している。現地を赴くことができない関係者はその画像をみて進捗を確認することができる。

プロジェクトは ISO19650 に準拠して遂行している。ISO19650 は BIM を用いて情報を管理するための国際規格である。建築資産のライフサイクルを通じて情報を管理するための枠組みを提供するもので、情報の整理とデジタル化に重点を置いているのは、このプロジェクトのライフサイクル全体を通じて資産管理情報のフレームワークを提供することも EIR に含まれているからである。

コラボレーションは原則が必要不可欠であり、それは ISO19650 に記載されたとおり、意思決定ポイントの重要性を関係者全員が理解していることである。情報の更新方法、変更の管理方法、および情報管理のコンプライアンスを確保する方法が決められており、情報要件、情報配信、情報検証、情報管理ルール、変更管理、情報管理のコンプライアンスが約束されている。ISO19650 は施工者にとっても大きな武器になっている。



#### ◆ヒアリングにご協力いただいた方々

##### NIA Project Office TATA Projects Limited

Thinakaran Chandrasekaran 氏	(BIM Expert)	
Vino Ratheesh 氏	(General Manager of BIM)	
Nirmal Swaminathan 氏	(Sr. Manager- BIM)	
Takeshi Hatakeyama (畠山 武) 氏	(Chief Design Manager)	ほか

Windover Construction（以下 Windover 社）社はマサチューセッツ州ボストン、ビバリーに本社を置くコンストラクション・マネジメント会社である。オーナーの立場で考え、行動するという理念のもと、多様なクライアントに包括的な建設前計画、見積り、設計施工、仮想設計施工、施工管理サービスを提供している。

主なサービスはプレコンストラクション（設計が完成した後、建物の建設が始まるまでに行われる全ての業務を指す）、現場の安全管理、そしてバーチャル設計、施工に関する取り組みである。今回ヒアリングをしたのは Windover 社で Chief Innovation Officer (CIO) を 7 年以上務める Amr Raafat 氏（以下 Amr 氏）である。



■ 図表 4-4-1 建設現場の Amr 氏

Amr 氏は建築、建設、エンジニアリングの業界で 20 年以上の経験を持ち、建設業界におけるプロジェクトの合理化や最先端テクノロジーのエキスパートである。彼は、Windover 社の VDC（同社では、BIM に対するアプローチを Virtual Design and Construction と呼んでいる）チームと、4D プランニング、MEP/BIM コーディネーション、レーザースキャン、ドローンマッピング、バーチャルとミックスリアリティ、DFMA、プレファブリケーション、ロボティクス、積層造形、自動化を提供するリーダーである。

Windover 社は米国をはじめ、アラブ首長国連邦（以下、UAE）、ドバイやオーストラリアで活動している。UAE では政府と共同でプロジェクトを行っている。Windover 社は 3ds Max、Autodesk Revit、Civil 3D、Tandem、Autodesk Takeoff や Unity といったソフトウェアを横断的に扱っている。この会社のソフトウェアのエコシステムは高い互換性があるため、Revit のデータを IFC ファイルに変換しワークフローに組み込むことも可能である。また、データ統合には Navisworks を使用している。IFC データを受け取ったときは Navisworks で統合することが多い。

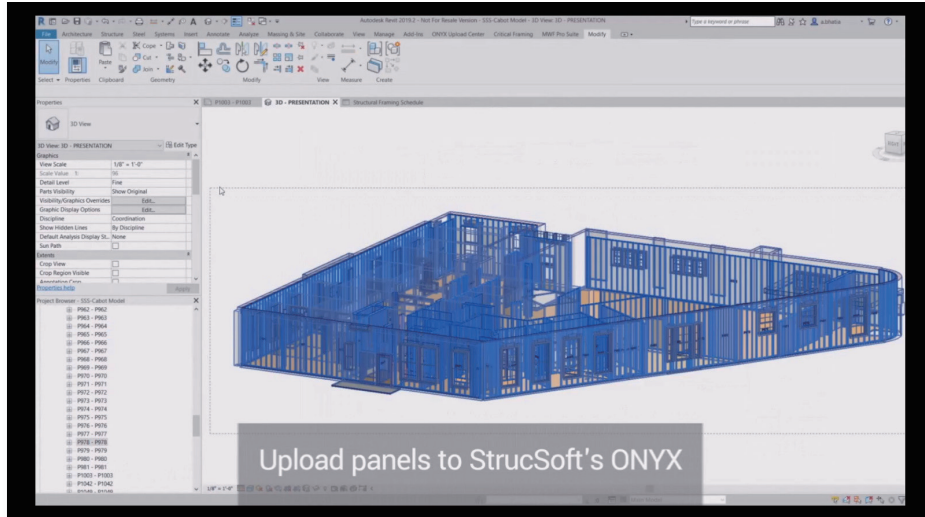
Windover 社は UAE のプロジェクトに関わる際に ISO19650 のプロセスを取り入れるようになった。米国では ISO19650 に注目している企業は多くなく ISO の各コンポーネントを耳にする機会はなかったようだ。しかし、UAE では ISO にしたがったプロセスでプロジェクトを遂行するようになった。Windover 社は過去 8 年間に構築した独自のガイドラインを持っている。これは ISO に準拠したものであり、常に建築家やパートナーと共有している。

## （1）BIM を活用した取り組み例

### ① 軽量鉄骨下地材を BIM モデルから自動生成し加工機を通して自動制作する取り組み

Amr 氏が数年前から取り組んでいるのが、BIM モデルの内壁モデルを解析し、壁下地材である軽量鉄骨下地の割付けと加工の自動化である。まず、壁データの長さ高さから軽量間仕切の

下地を自動生成する。この時点では、窓やドアといった開口部や腰壁、垂れ壁などの形状の違いにあわせて縦材を適切に割付けする。



Windover Construction, Inc. © 2023, All Rights Reserved

■ 図表 4-4-2 壁モデルで生成された軽量鉄骨フレーム（Revit 画像）

その後、割付けデータは加工用データに変換される。Windover 社は平板からチャンネル形状に変える加工機も所有している。加工機から、割付けデータどおりの長さの下地材が一本一本作成される。この加工機は可搬性があり施工場所のすぐ横に置くことができる。

Windover 社では点群スキャナのデータからリノベーションプロジェクトの改修モデルを作成することもある。この場合は現地と設計 BIM モデルのいわゆる誤差を解消するため、軽量壁下地の高さを 500 ミリほどスライドして調整できるようにしている。BIM モデルどおりに加工することもできるが、既存建物の状況に応じて調整ができるようになっている。



Windover Construction, Inc. © 2023, All Rights Reserved

■ 図表 4-4-3 加工機が間仕切を作成している様子

## ② 東海岸におけるモジュール建築のプロジェクト

Windover 社は東海岸の住宅困窮者にできるだけ短期間で住宅を供給するため、住宅をユニット化し工場で組み立てたものを現地に供給するプロジェクトに関わっている。

現在は 8 階建ての建物にもこの技術が応用されている。



Windover Construction, Inc. © 2023, All Rights Reserved

■ 図表 4-4-4 モジュール建築プロジェクトの例

## ③ ソリッド樹脂（ProHT）を使った外装装飾の復元

Windover 社は、自社で 3D スキャナを所有している。既存建物の妻壁に取り付けられた彫刻を点群測定し、その後、ソリッド樹脂（ProHT）で 3D プリントし改修後の建物の装飾に活用している。



Windover Construction, Inc. © 2023, All Rights Reserved

■ 図表 4-4-5 ProHT で外壁装飾を 3D プリントしている様子



## (2) これから BIM を始める方へのアドバイス

これから BIM を始める人に向けたアドバイスを Amr 氏にいただいた。まずは小さなスケールのプロジェクトで始める、そして、それを社内で成長させることが重要である。いきなり大きなプロジェクトから始めて多くの間違いを起こさないようにする。一方で少しくらいのリスクを冒すことも大切で、それこそが本当に学ぶことができる唯一の方法であると話していた。

### ◆ヒアリングにご協力いただいた方々

Windover Construction

Amr Raafat 氏 (Chief Innovation Officer (CIO))

BIM マネージャー・コーディネーターテキスト作成部会  
(BIM 追加テキスト作成・セミナー運営部会)

●委員（敬称略） ◎：主査

- ◎大石 佳知 公益社団法人日本建築士会連合会 情報部会長／建築 BIM 推進会議 委員  
有限会社アーキ・キューブ
- 吉田 浩司 公益社団法人日本建築士会連合会 青年委員会 委員長  
株式会社 ixrea
- 安野 芳彦 公益社団法人日本建築士会連合会 BIM タスクフォース部会長  
株式会社梓設計 プリンシパルアーキテクト
- 日高 陽子 株式会社梓設計
- 松澤 亮 株式会社梓設計／株式会社梓総合研究所
- 尾畑 貴司 株式会社パブリッチデザイン

●オブザーバー（敬称略）

- 泉 昌一郎 オートデスク株式会社
- 佐藤 和孝 ベクターワークスジャパン株式会社
- 志茂 るみ子 グラフィソフトジャパン株式会社
- 野路 皓平 福井コンピュータアーキテクト株式会社

●事務局

公益社団法人日本建築士会連合会

Printed in Japan

※本書の一部又は全部を無断で複写、複製、転載あるいは電子媒体等に入力することを禁じます。

## BIM マネージャー・コーディネーター 読本 < 2024 追補版 >

### ●編集・発行

公益社団法人 日本建築士会連合会

BIM マネージャー・コーディネーターテキ  
スト作成部会

〒108-0014

東京都港区芝 5-26-20 建築会館 5 階

TEL 03-3456-2061 (代表)

<https://www.kenchikushikai.or.jp/>

### ●発行年月

令和 6 年 11 月

