

令和4年3月4日

国土交通省住宅局長 殿

令和3年度 BIM を活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業
(パートナー事業者型)

検証結果報告書

BIM を活用した建物ライフサイクル情報管理とデジタルツイン及び
ソフトウェア・エコシステムによる支援の検証

採択事業者名： 鹿島建設株式会社

事業関係者： 鹿島建物総合管理株式会社、 株式会社グローバル BIM

本モデル事業の目的：

本モデル事業は、令和3年度 BIM を活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業（パートナー事業者型）として、「BIM を活用した建物ライフサイクル情報管理とデジタルツイン及びソフトウェア・エコシステムによる支援の検証」を行うものである。このために 1. BIM データの活用・連携に伴う課題の分析 2. BIM の活用による生産性向上、建築物・データ価値向上、様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証をテーマに据えて、それぞれにおいて以下の2つの課題 A と B を設定し取り組みを行った。

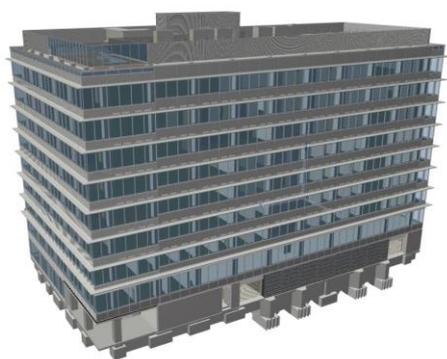
課題 A) 運営維持段階へ引き渡す BIM の作成、資産情報モデル (AIM) の整備と情報共有プロセスの最適化

課題 B) 運営維持段階で活用するライフサイクル BIM の整備、情報の充実化、更新、情報価値の向上

物件概要：

両課題について、新築、既存物件の場合において検討ができるよう、新築物件である「博多コネクタ」と既存物件である「両国研修センター」を、対象物件とした。

新築物件



博多コネクタ

場所	福岡県福岡市(博多区)
建物用途	オフィス
竣工	2021年6月
延床面積	21,449.28m ²
主要構造	S造(柱CFT・付加制震)

新築物件である博多コネクタ（旧名：博多駅前四丁目）は、鹿島建設が中長期的に所有している賃貸オフィスビルであり、敷地は博多駅四丁目に位置している。この施設は、ビル管理業務（以下 BM 業務）と不動産管理業務（以下 PM 業務）の双方を、鹿島建物総合管理が実施しており、所有者である鹿島建設は、当該物件の BM・PM 業務の状況について、定期的に報告を受ける体制を築いている。このため、事業主である鹿島建設開発事業本部による当該物件に関わる要求に基づき、鹿島グループが連携して組織・AIR を整理し、データベースの構築を行うことが可能な物件である。

既存物件



両国研修センター

場所	東京都墨田区
建物用途	教育
竣工	2019年3月(リニューアル)
延床面積	1,743.180m ²
主要構造	S造

既存物件で改修工事を行う両国研修センターは、鹿島建物総合管理が所有者で、社員の運営維持管理業務の研修のために利用している施設である。鹿島建設は鹿島建物総合管理とともに、グループ連携の一環として、オープン BIM を活用した FM ソリューションや、鹿島のスマート BM（以下スマート BM）との連携等を開発する対象物件として、両国研修センターを3年前に選定した。その過程において、当該物件の施設管理の最適化の検証に着手している。

本モデル事業のプロジェクトと概要：

両物件を用いた本モデル事業においては、それぞれの物件概要を踏まえて、以下の3つのシナリオを想定し、プロジェクトを進めることとした。

新築物件

シナリオ① 設計段階から維持管理 BIM を並行して作成する

既存物件

シナリオ② 竣工 BIM を編集して FM 向けに最適化する

シナリオ③ BIM がないため、新規で作成する

博多コネクタのプロジェクトは新築物件であるため、本モデル事業では、ライフサイクルコンサルティング業務の一貫として、BIM モデル作成に初期段階から関与することに合意し、検討を進めた（シナリオ①の採用）。ここでは、建設業務のモノづくりの考え方である一定期間内で目標達成に取り組む考え方に対し、運営維持管理はより長期的で戦略的な考え方を有するという、根本的に異なる考え方の共存が課題として生じる。実際の状況では、施設の運営維持管理（以下 FM 業務）と建設は別の業務として捉える方が現実的であ

ると判断した。その上で、こうした業界の違いを踏まえ、施工 BIM との違いを把握しながら、維持管理 BIM 作成に関するグループ内の密接な打合せを定期的に行うことで本モデル事業を遂行可能とした。今後は、本モデル事業を一つの足掛かりに、単独のプロジェクトで不可能な組織変革管理（**Change management**）、すなわち、情報の収集、解析、伝達プロセスを改善しながら、組織体制を現在の状態から望ましい将来の状態へと変換させる、体系的な手法をさらに検討していく必要がある。

既存物件の場合は、両国研修センターのように竣工時の BIM モデルが存在し、それを編集する場合（シナリオ②の採用）と、あるいは、既存物件でも BIM モデルを新しく作成する必要がある場合（シナリオ③の採用）がある。シナリオ②と③は共に、設計、施工の情報要求を参考にしながら、完全に維持管理に特化した BIM の作成が可能となる。

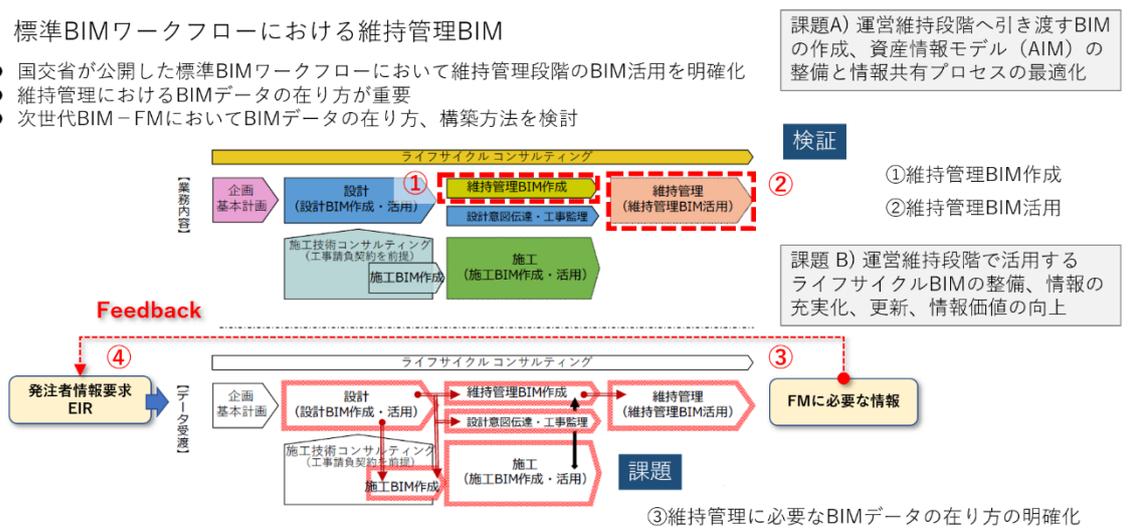
本モデル事業においては、両物件は鹿島グループ内のプロジェクトであるため、発注者は鹿島建設、及び、鹿島建物総合管理であって、国交省の標準ガイドラインを参照すると、発注者の位置づけは以下の国交省が示す 2 パターン（②及び②'）に沿っている。

パターン②：設計・施工・維持管理段階で連携し BIM を活用する
博多コネクタ、両国研修センター

パターン②'：事業の企画段階で、建築主が事業コンサルティング業者と契約する
*（ただし、今回は契約ではなく、グループ連携の形でプロジェクトを推進）
（図 1 参照）
主に博多コネクタ

標準BIMワークフローにおける維持管理BIM

- 国交省が公開した標準BIMワークフローにおいて維持管理段階のBIM活用を明確化
- 維持管理におけるBIMデータの在り方が重要
- 次世代BIM-FMにおいてBIMデータの在り方、構築方法を検討



参照：BIM標準ガイドライン 2020年3月（国土交通省 建築BIM推進会議）

鹿島建設株式会社

図 1 標準 BIM ワークフローにおける維持管理 BIM

以上の三つのシナリオを BIM 作成の費用の観点から考えると、シナリオ①（新築 BIM）ではフロントローディングの一環として、要求する情報を明確にかつ、合理的に定義し、項目数を必要最低限に抑えることが重要である。シナリオ②（既存 BIM 編集）の場合は、編集に専用テンプレートを利用することによって、編集作業の自動化を行うことができる。このテンプレートの使い方によって、低コストで維持管理 BIM の構築が可能になる。また、シナリオ③（既存物件の新しい BIM）では、純粹に維持管理に特化した BIM、すなわち、

維持管理 BM（主に設備）＋不動産管理 PM（主に建築）＝FM 向け BIM

の要件定義と作成手法を確立することがカギとなる。

所有者である鹿島建設の鹿島グループの役割は、それぞれの物件の資産価値を向上させることである。両物件を長期的に所有し、利用する予定であるため、不動産の証券化や売買する目的で資産価値を把握して向上するのではなく、施設の長寿命化の意味における価値向上を目指している。施設の売却を予定しないことは、今回、情報の収集、解析の過程にも影響するため、条件定義をする段階からこの点を念頭に入れた。

建物を長期的に所有しない場合、例えば5年後に売買する場合は、資産の市場価値の最大化を目指し、施設の質を維持しながら、中期的な施設投資にかかる費用の最小化を優先する。それに対し、建物を長期的に所有する場合は、施設投資のみならず、施設の長寿命化、運営、維持、改修、廃棄まで含めたライフサイクル全体のコストを削減することが優先される。本モデル事業は、この長期的所有における目標の達成に関わる、施設のライフサイクルデータの意味を追求した。なかでも、とりわけ BIM の活用方法を明確にししながら、データそのものの価値を向上に焦点を当てた。

また、建物に含まれている製品の平均寿命を考慮すると、施設ライフサイクルの間においては15年以上活用するデータもあり、データの有効性を保つようにその標準化や抽象化を行うことが重要である。こうした一連の状況を踏まえ、本モデル事業は、国際標準オープン BIM の IFC データを中核にすえ、統合されたソフトウェア・エコシステムの長期的で、ダイナミックな情報管理モデルを検証した。

これから IoT、AI 等の技術の建設、FM 業務への影響が増し、そのツールやソリューションの進化が加速すると期待され、オープンスタンダードは必須であると考えられる。今回の検証の出発点として、IFC モデルサーバーを立てて、その上で BIM データの作成、編集のツール、さらには、IoT プラットフォーム等と連携する次世代 BIM-FM ソリューション（鹿島の名称：スマート FM）の活用と、データ管理プロセス全体を整理した。

冒頭で述べた課題 A と課題 B の検討を、それぞれ行えるように、プロジェクトのフェーズ①、及び、フェーズ②を設定した。フェーズ①においては、「維持管理 BIM 作成」に、そしてフェーズ②においては「維持管理 BIM 活用」に焦点を当てており、ライフサイクルコンサルティング業務の一貫としての、情報管理プロセスを検討した。報告書の構成を合わせて、テーマ①、及び、テーマ②のそれぞれの 9 項目、合計 18 項目に分けて整理した。

維持管理に必要な BIM データの在り方を明確にし、これから BIM ワークフロー上流における BIM 発注者情報要求 (EIR) に、その内容を反映させていけるように展開したいと考えている。また、ライフサイクルを通して BIM モデルをデジタルツインとして活用できるように、BIM を常に最新の状態に保つための BIM 更新プロセスと共に、それを実施する為の体制づくりと役割分担、さらに、それを支えるビジネスモデルを考えた。BIM モデルの価値を考える際に、当然、そのモデルの品質管理、リスク、責任と権限の課題も検討する必要があるので、本報告書の中にも述べている。

次は、ソフトウェア・エコシステムにより、データの入力、更新作業を最小限に抑えるような仕組みを検討した。具体的なソフトウェア機能のデータ管理上の意味を考慮にして、それぞれの例を取り上げた。例えば、BIM を作成する前に、オーソリングツール (CAD 等) に Add-on でリンクしているデータ管理ツールを利用して、資産情報要求に基づいてデータを定義する。その際に、オーソリングツールの特有なファイル形式、データモデルとオープン BIM (IFC) のデータモデルの両方を比較検討した。特に BIM は既に存在していた施設の場合は、出力された IFC ファイルを直接編集して、維持管理 BIM モデルとして最適化を行った。

BIM データと、FM データの間の双方向更新が可能になるように、今回は IFC サーバーと API 連携している FM ソリューションである MainManager を選択した。両物件のライフサイクルを通して、BIM データの有効性、恒久性、拡張性、公共性を維持することを目的としたため、BIM の情報管理に関する国際標準 ISO19650 の概要に沿って、本プロジェクトを実施した。組織の情報要件 (以下 OIR)、AIR (以下 AIR) を明確にし、資産情報モデル (以下 AIM)、すなわち建物に関するすべての基本情報、意思決定等に必要な情報を、構造化して FM ソリューションの建物アーカイブに格納した。将来的に、この AIM に必要な情報要件を、プロジェクトの初期段階で確定し、情報交換要件 (EIR) および、BIM 実行計画 (BEP) にも反映させる、業務フローを展開したいと考えている。ただし、今回の両国研修センターは引き渡し後、博多コネクタは建設途中に、本検証を開始したため、結果を直接に設計、施工段階の情報要件に反映しなかった。

施主と管理会社の OIR を把握する為に、鹿島建物総合管理の全国の支店から集まったメンバーで、数回、BIM-FM ワークショップを行った。業務フローの分析、改善点、BIM の活用方法について意見交換し、最終的に当時の業務フローに対して、保全業務の理想の業務フローを特定することが出来た。オーナー、管理者、及び、保全作業者のコミュニケーションニーズ、情報の流れ、及び、報告内容についての結果報告書まとめた。 詳細について、次の「1. BIM を活用した管理領域、OIR の定義」の章で説明する。

次に資産情報の定義を行い、AIR に応じて、BIM 要素の属性情報を整理した。その結果、FM システムで台帳管理項目をまとめて、必須項目と、努力項目に区分している。さらに、設備系統情報、QR コード、360 度写真等の関連ドキュメント、スマート BM の機器 ID を含めた説明書を作成し、BIM を作成する設計、施工チームと定期的に打ち合わせを行い、データの入力作業を行った。

情報要件整理の際に明らかになったのは、施主と管理者が必要な情報が最新の状態ですぐに取り出せるように、共通の名称や分類コードが重要であることである。FM 業務での活用を前提に、ライフサイクル情報を扱うための分類コード体系として、現在、英国の Uniclass2015 を利用している。その日本積算協会の翻訳を参考に、鹿島グループの独自の和訳を作成して、資産情報の分類を行っている。建設業務を支援する各種 Uniclass2015 コードがあるが、その中でも、製品 (Pr)、システム (Ss)、機能別のコード (EF) の三つのみを属性情報として BIM に追加している。空間の分類は IFC で十分に定義されているため、当分 Uniclass2015 を利用しないと判断した。

さらに、Uniclass2015 だけでは不十分な詳細度をあげるために、Uniclass を製品の型番と組み合わせて利用している。資産台帳の中核には、Uniclass コード、及び、型番で定義した製品規格 (定型製品タイプ) を位置づけて、その製品規格のサブデータとして、共通のドキュメント、標準作業、コスト情報等を登録した。通常はポートフォリオ全体に渡って、同製品のドキュメント、法定作業が同一であり、それに製品規格を利用すれば、一か所で管理することができる。新しい施設を追加する時に、データ入力、ドキュメント、作業と資産の紐づけ、その他の設定作業等が節約できると思われる。

プロジェクト詳細について順番に、次の「1-② BIM を活用した管理領域、OIR」から説明する。

テーマ1 BIM データの活用・連携に伴う課題の分析について

課題 A) 運営維持段階へ引き渡す BIM の作成、資産情報モデル (AIM) の整備と情報共有プロセスの最適化

維持管理 BIM を、設計・施工の BIM をベースとして入力し、情報管理する。それをオープン BIM (IFC) サーバー (Bimsync) に保存して、運営維持管理の BIM-FM ソリューション

(MainManager) や、その他のソフトと API 連携させる。鹿島グループ内ライフサイクルコンサルティング業務の一貫として、施工段階で確定する維持管理・運用に必要な情報 (AIR) の優先順位、利用、そうして、情報メンテナンスを検討して、情報の整理、体系化を行う。形状詳細度

(LOD) に加えて、情報詳細度 (LOI) を適正に設定し、BIM 作成以外の情報を収集して、情報共有のプロセスとソフトソリューション

(Bimsync, dRofus, BIM ロジ) を最適化する。また、情報を構造化するために、国内、及び、国際的な標準規格、分類体系を適応する。

1. BIM を活用した管理領域、OIR の定義
2. ライフサイクルコンサルティング業務
3. ISO19650 プロセスと情報要件定義 (AIR)
4. 国際標準、オープン BIM、IFC の説明
5. ソフトウェア・エコシステムの俯瞰
6. 共通データ環境 CDE-BIMsync の説明
7. CDE の位置付け (鹿島用途)
8. 設計、属性情報の管理プロセス (dRofus)
9. 引渡、FM 向け、レコードモデルの比較 (SimpleBIM の利用)

テーマ2 BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上、様々なサービスの創
出等を通じたメリットの検証について

課題 B) 運営維持段階で活用するライフサイクル BIM の整備、情報の充実化、更新、情報価値の向上

また、運営維持管理段階で得られる知見、洞察を維持管理 BIM に反映させる。BIM そのものの価値を向上させるためには、運営維持管理データ等の多様な情報を、BIM の情報構造（位置、形状、分類情報）に紐づけて蓄積させることによって、ライフサイクルの情報の一元管理する BIM-FM ソリューション（MainManager）を整備する。特にセンサー等の生データを BIM に登録することによって、最新状態を把握し、デジタルツインを構築する。このように構築した情報基盤に蓄積した多種多様な情報の関連性、相乗効果の検証を行う。

10. ライフサイクル BIM 更新プロセス

11. BIM を活用した FM

12. - 検証 A) 建物アーカイブのデータベース構築、更新作業の削減

13. - 検証 B) BIM を活用したファシリティーコスト評価

14. - 検証 C) BIM に紐づけた FM 業務データの相乗効果による付加価値

15. - 検証 D) BIM を活用した状態基準維持管理による作業効率向上

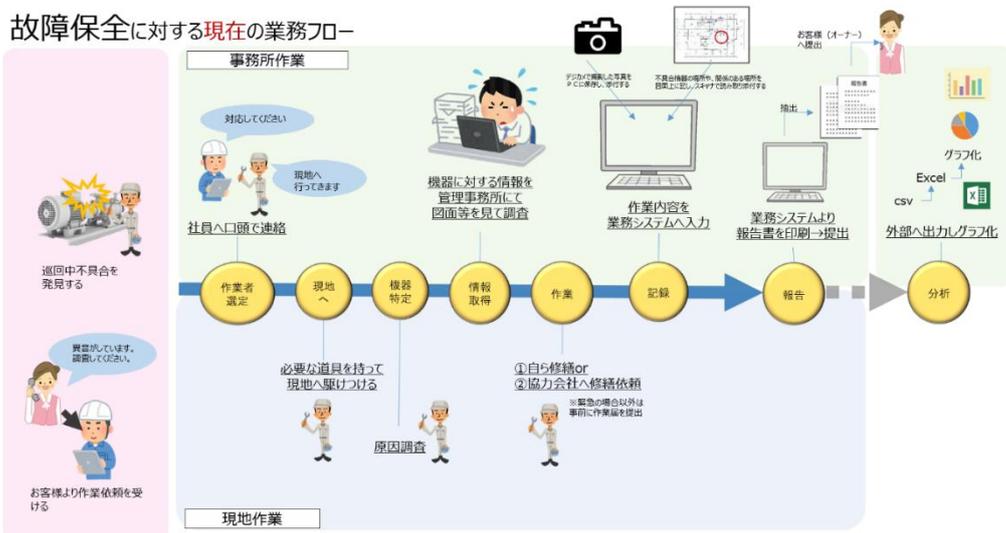
16. - 検証 E) BIM を活用したスペース管理の効率化

17. - 検証 F) BIM に基づくドキュメント管理の有効性

18. - 検証 G) 完全に統合されたソリューションによる情報管理の満足度向上

1. BIMを活用した管理領域、OIRの定義

本プロジェクト体制は、鹿島グループの発注者、設計者、施工者、及び、管理会社といった諸組織から構成されており、それらの関係性を組織全体で捉えることが可能な典型例である。このため、今回の二つの物件に限らず、本プロジェクトレベルを超えて、ライフサイクル業務のポートフォリオ最適化、プロセス最適化を目指して、将来の諸プロジェクトにも反映できるように組織全体の情報要件（OIR及びAIR）をまとめている。今までの経験から、OIRとAIRを確立する一番良い方法は、組織のニーズを詳細に理解している、組織内の専門家とのワークショップを通じて開発することである。維持管理プロセスに関して、数回のワークショップを行い、まずBIMを活用した管理領域、OIRの定義に関わる既存の業務フロー、情報伝達、報告のあり方を、以下の説明と図表が示すように明確にした。

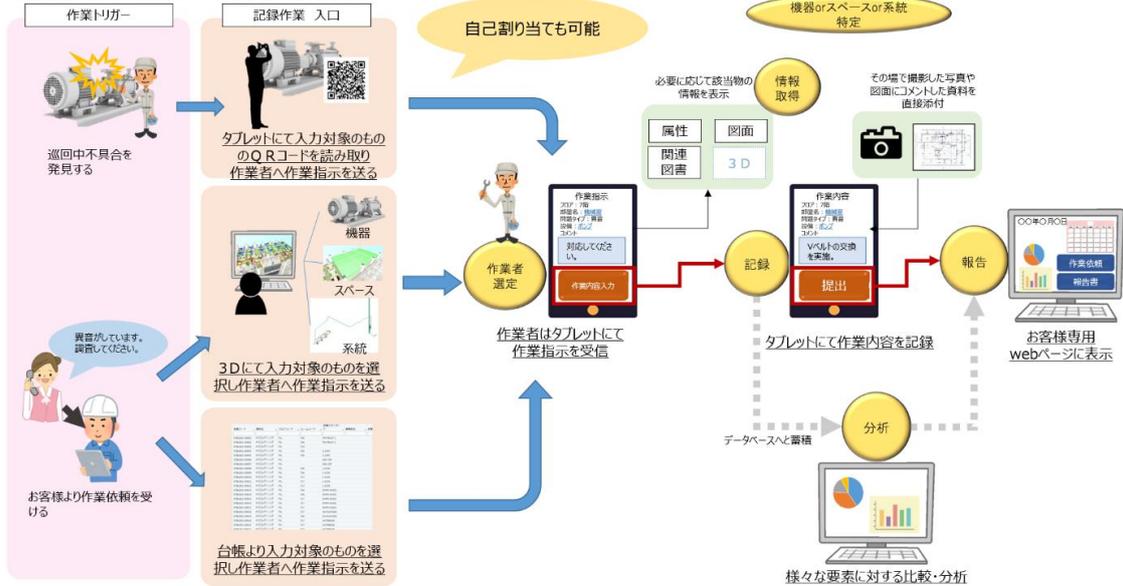


計画保全に対する現在の業務フロー

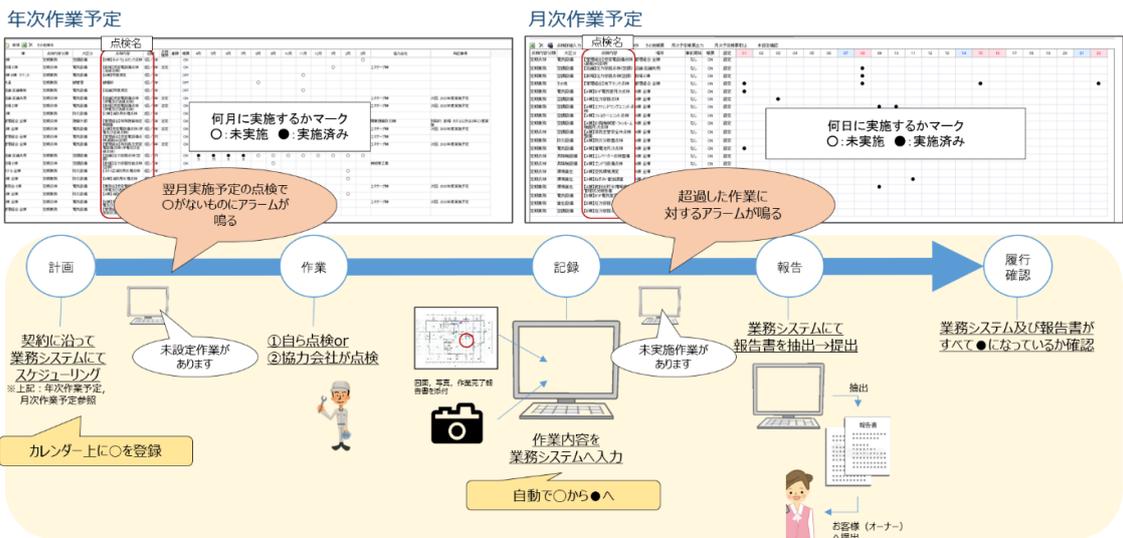


次に、既存業務上の課題の特定を行った。例えば、故障保全の場合、機器に対する情報を管理事務所にて図面を見て調査してきたものの、これにはかなりの時間と労力が要ることが分っている。

故障保全に対する理想の業務フロー



計画保全に対する理想の業務フロー



維持管理以外に、施設内で行われる管理プロセスに対する情報要件も検討した。FM ユー
ズスペースを考慮し、20 年間の業界経験に基づいて開発された FM ソリューションの機能を
参考にしながら、両方の物件で適応できる範囲を確定した。業務を支援するサービスメ
ニューの組み合わせが可能で、そのメニューの一覧は以下の通りである。

1. **資産管理**
建物・部屋台帳、建物要素と設備の資産台帳を利用した資産管理
2. **ドキュメント管理**
説明書、マニュアル、仕様書、写真等の整理と一括管理
3. **清掃管理**
清掃面積の自動計算、他システム（例：部屋予約、空調・照明システム）との連携
4. **防災・BCP**
防火・防災に関する多角的かつ迅速な対応、BCP の策定及びテナントへの支援
5. **SDGs・環境管理**
SDGs 実現に向けた環境保全や廃棄物削減などの計画・管理
6. **外構・道路・植栽管理**
GIS 連携によるデジタル化による施設全体の管理効率化・総合的な最適化
7. **外注委託業務管理**
委託業務との連携による人・設備の最適配置
8. **スペース管理・什器備品管理**
共用部管理、組織配置、OA 機器、家具等の資産管理、及び、清掃、空調・照明シス
テム、エネルギー管理等との連携
9. **賃貸区画管理**
賃貸可能エリアの管理効率化
10. **総務・予算管理**
賃料・水光熱費等の課金・請求の効率化、外注委託費、長期修繕計画の管理
11. **維持運営・保安全管理**
データに基づく統合的な維持管理保全の管理・分析
12. **不具合対応・連絡窓口**
遠隔地からの建物構造、設備機器などの配置・稼働状況の把握
13. **予知保全**
建物診断、センサーデータによる劣化状況の把握、その修繕作業の管理
14. **エネルギー管理**
建物自動制御システムやエネルギー管理システムのセンサー情報とエネルギー分析・
管理の連携

両国研修センターでは、上記メニューから次の項目を選んで組み合わせを行った。

1. 清掃管理 d
2. 外注委託業務管理
3. スペース管理・什器備品管理
4. 維持運営・保全管理
5. 不具合対応・連絡窓口
6. 予知保全

博多コネクタでは、上記メニューから次の項目を選んで組み合わせを行った。

1. 清掃管理
2. 外注委託業務管理
3. スペース管理・什器備品管理
4. 賃貸区画管理
5. 総務・予算管理
6. 維持運営・保全管理
7. 不具合対応・連絡窓口

ただし、上記メニューからの選定を含め、ソフトウェアはデータを収集、格納する場所ではあるものの、将来ソフトが置き換えられる可能性もあるため、その情報要件を制限すべきものではない。

普遍性を担保するために、管理業務内容と目標を検討する際には、より一般的な資産管理に関する国際標準規格である ISO 55001 の以下の知見も参考にした。

a) 財務的実績の改善

投資収益率（ROI）の改善とコスト削減を可能にする
資産価値を維持しつつ、短期的または長期的な組織目標を達成する

b) インフォームド・アセット・インベストメントの意思決定

組織の意思決定の改善を可能にする
コスト、リスク、機会、パフォーマンスのバランスを効果的に行う

c) リスクの管理

財政的損失の削減、健康と安全の改善、評判
環境や社会への影響を最小限に抑えることで、保険料等の削減

d) サービスとアウトプットの改善

資産のパフォーマンスを保証し、サービスを改善する
顧客やステークホルダーの期待に応え、それを上回る品質を提供する

e) 社会的責任を示す（ESG）

責任ある倫理的な商慣行と管理
排出量を削減、資源を節約し、気候変動に適応することで社会に貢献する

f) 法的コンプライアンス

法的、および規制に透過的に準拠
要件を遵守するだけでなく、資産管理の標準、戦略、プロセスを遵守することで、
コンプライアンスを確保

g) 評判の向上（ブランディング）

信頼性、顧客満足度の向上、ステークホルダーの意識を向上する

h) 組織の持続可能性の改善（レジリエンス）

短期的および長期的な影響を効果的に管理する
支出と業績を含めて事業と組織の持続可能性を改善する

i) 効率性と有効性の向上

プロセス、手順、および資産パフォーマンスは効率性と有効性を向上させ、
組織目標の達成を向上させる

また、スマート FM ソリューションの場合、FM とスマート BM (BAS,BEMS) 間の連携が必要になる。このため、それぞれのソリューションの活用方法、BIM、CAFM、その他 IoT システム等によって対応できる課題をまとめた。

No	対応する課題	BIM	CAFM	IoT	備考
課題1 ヒューマンエラーの防止・安全作業の実現					
1	作業台や作業スペースを BIM 上で確認	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能
2	BIM 上で作業台の選定や搬出入ルート等を確認	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能
3	作業台の適正配置	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能
4	過去労災事例の参照		○		
5	作業の急所の表示		○	△	
6	設備不具合時の影響範囲が即座に表示される	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能
7	高温配管等の注意表示	○	△		BIM ビューアーの設定による
8	有害化学物質の危険表示		○		CAFM 側で対応が可能
9	配管・ダクト内の方向表示	○	△		BIM ビューアーの設定による
10	巡回点検ナビ	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能
11	酸欠注意表示	○	△		BIM ビューアーの設定による
12	機器と電源ブレーカの表	○	△		BIM ビューアーの設定による
13	バルブやブレーカー、ダ		○		CAFM 側で対応が可能
14	中長期修繕計画との紐づけ		○		CAFM 側で対応が可能
15	危険箇所表示 (今後の展望)		○		CAFM 側で対応が可能
課題2 設備の見える化・見せる化					
1	重要度により設備の色を変えて表示 (レイヤー活用)	○	△		BIM ビューアーの設定による
2...	入室上の注意点などの表	○	△		BIM ビューアーの設定による
.34	BIM 上でキープランの登	○	△		BIM ビューアーの設定による
35	法・規定の見える化 (レイヤー活用)	○	△		Solibri/Navisworks 等で可能

上記の BM 業務に必要な情報以外に、博多コネクタについては、PM 業務用情報の検討も行った。組織の情報要件を定義する際に、ステークホルダー間の報告義務を把握することは極めて重要で、グループ内で行われる報告内容、頻度を確認した。例えば、鹿島建物総合管理が鹿島建設に提出する月次貸借レポートの内容は、次のようになっている。

1. 物件概要
2. 稼動状況
3. 運用推移
4. 運用詳細
5. スタッキングプラン
6. レントロール1、駐車場テナント一覧
7. 損益計算書
8. 予算
9. 実績
10. 新規・増床テナント一覧
11. 更新・改定テナント一覧
12. 解約・減床テナント一覧
13. 駐車場テナント一覧
14. 工事一覧（オフィス棟）

この月次貸借レポートの詳細については、さらに、「15.- 検証D) BIMを活用した状態基準維持管理による作業効率向上」の章で説明する。

組織・資産情報の徹底的な検討、定義づけに基づいて収集したデータを、最終的に FM ソリューションで利用できる必要があるため、情報要件定義と同時に、BIM の有効活用ができる FM システムの比較も実施した。

(A 社と B 社は日本の FM ソフトであり、それ以外は海外のソリューションである。)

大区分	中区分	優先度	実施項目	A	B	C	D	E	備考
				社のFMソフト	社のFMソフト	社のFMソフト	社のFMソフト	社のFMソフト	
維持管理業務での活用	日常管理	高	年間・月次作業予定の把握（作業不履行防止）	○	○	○	○	○	
		高	作業履歴の蓄積（機器台帳と紐づく）	○	○	○	○	○	
		高	作業時撮影の画像蓄積	○	○	○	○	○	
	安全作業の 確立	高	作業上の注意点の把握	△	○	○	○	○	
		高	1アクションによる影響範囲の把握	※	△	○	※	○	アイテムが通知を送信できる場合、または読み取り値に対して上下限を設定できるメータ/ゲージである。これにより、MAINMANAGER にインシデントが生成される。 MAINMANAGER インシデントの BIM ビューアは、モデルにフィードバックを表示するように設定する必要があるかもしれないが、これはすでに作業オーダーに、延期されたタスクを表示する作業の期日に対して機能する。
		低	危険個所の強調表示	※	△	※	※	○	ハザードテキストや HES（健康環境保護）テーマのマーキングは、スペースやオブジェクトに対して設定し、BIM モデルのオブジェクトのアイコンや色で視覚的に表示することができる。
		低	ヒヤリハット箇所の記録	△	○	※	※	○	
	情報収集	高	機器・スペースの簡易検索	○	○	※	○	○	検索結果はリストに表示され、モデル内の検索結果オブジェクト/データがハイライトされる。
		中	機器親子関係の把握	※	△	○	※	○	理想的には、これは IFC ファイルに組み込まれる。 MainManager で BIM モデルに基づいて作成されたオブジェクトには、FM システムの要求に応じた親子関係が含まれる。

管理品質	高	関連図書の閲覧（承認図・仕様書等）	○	○	○	○	○	BIM 要素をクリックすると、ユーザーはすべての情報を含む登録フォームを取得する。	
	高	Web 接続によるメーカーからの情報収集	△	○	△	△	○	BIM 要素をクリックすると、この Web リンクが利用可能な登録フォームが表示される。	
	中	作業指示の明確化（システマチック化）	※	△	○	○	○	作業オーダーに定義された役割。	
	中	残案件のアラート機能	○	○	○	○	○	ステークホルダーに送信される電子メールとシステム内の可視通知。	
	高	機器劣化・不具合状況の見える化	※	△	○	△	○	オブジェクトの状態は、BIM モデル内のオブジェクトの色分けによって視覚的に示される。	
	中	最新図面、3D データの管理	○	△	○	○	○	モデル機能を更新する機能がある。再輸入時に特定された品目を特定し、除外することができる。現時点ではビューアにはグラフィカルに表示されていないが、MAINMANAGER が新しいものを理解しているので、これが可能でなければならない。	
	コスト意識	低	維持管理業務にかかるコストの明確化	※	※	○	○	○	これは作業指示書に登録されている。このデータは、システム内で分析および視覚化することができる。
業務効率化	既存技術との統合	低	点検入力システムとの連携（数値記録）	※	※	※	※	○	さらに詳しい説明が必要であるが、チェックリストは既存の詳細を更新するためのメカニズムとして使用することができる。
	高	360° カメラの活用	※	○	○	○	○	○	可能であれば、さらなる説明と視覚的な例が必要である。
	低	社内システムとの連携	※	※	※	※	※	○	ODBC による SQL 統合が可能である。MAINMANAGER には、基本的な統合のための API もある。
	現地での作業（スマートデバイス）	中	スマートデバイスとの連携	※	△	※	※	○	スマートデバイスのメイン Web インターフェイス経由で利用できる。現在のところ、基本モバイルアプリでは利用できない。

	低	スマートデバイス 3D モデル上での故障機器の点滅	※	△	※	※	○	スマートデバイスのメイン Web インターフェイス経由で利用できる。モバイルアプリでは利用できるが、3D ビューでは利用できない。	
	高	スマートデバイスによる機器情報の表示	※	○	△	△	○	スマートデバイスのメイン Web インターフェイス経由で利用できる。モバイルアプリによる開発中。	
	高	スマートデバイスによる情報の入力	※	○	△	○	○		
	高	QR コードの活用	△	※	△	※	○	モバイルアプリでは、QR コードをスキャンしてオブジェクトや部屋を選択して情報を取得したり、インシデントを作成したり、検査などを行うことができる。	
研究的取組	先進技術との統合	中	AR/MR 技術	—	—	—	—	※	モデルの正確な表示を可能にするスマートロケータをビルドに組み込んださらなる開発が必要である。
	低	AR/MR 上での対象機器の点滅	—	—	—	—	—	※	
	低	3D スキャナーによる実施工後の図面補正	—	—	—	—	—	※	
	低	センシングによるデータ測定・記録	※	※	○	※	○		
	高	遠隔地からの作業指示	※	※	△	※	○	タブレット/ノートのインターフェイスを使用して、3D なしでモバイルアプリを使用する。	
	低	エネルギーシミュレーション	※	△	※	※	○	EPD データは MAINMANAGER で取り込むことができる。開発時にモデル化する視覚的なフィードバックを想定する。	
その他	顧客にもメリットがある機能	高	業務報告（ペーパーレス化）	○	△	○	○	○	利用可能な Web レポートフォーム。ダッシュボードビューは、スマートデバイスのメインインターフェイスまたはマイページの使用時に設定できる。
	既存 FM システム	中	CAFM へのデータインポート	○	※	※	※	○	これが何を意味するのかわかっていない。 MAINMANAGER は、必要に応じてデータを簡単にエクスポートできる BIM 対応 CAFM システムである。

○	ソフトの基本機能
△	部分的に可能
※	開発が必要
ー	他のツールを利用

* この比較は鹿島グループの観点からの検討であり、ソフトの評価ではない。

以上の比較検討の結果、鹿島グループの FM システムとしてのすべての条件に対応可能な共通データ環境 (BIMsync)、それに連携している FM ソリューション (MainManager) を選択した。また、既述のとおり、建物の BM・FM 業務の他にも実施可能な管理業務があるか否かを確認し、扱われる情報を OIR の定義に反映した。

以上を通じて構築された BIM を活用した FM ソリューションの利用によって、さまざまなメリットが見込まれる。ここでは、①管理者 BM、②テナント・来館者、③所有者・PM 業務における、3つの観点からメリットを明らかにした。

①管理者 BM

- ・管理者は効率的な施設管理業務を通じ、SDGs 対応、環境改善、コスト削減、快適性向上、利便性向上、安心・安全に向け努力している。建物管理における最大のメリットは施設管理と改修保全関連の業務フローと共に、関連のデータや書類が随時蓄積されることである。それにより、コスト削減と効率化を目指すことが可能となる。ビル管理スタッフのタブレットからの報告内容が、リアルタイムで共有されることにより、対応指示の迅速化や対応状況の確認がその場で行われ、現場対応力も強化される。
- ・保全業務については蓄積された建物の維持管理データを分析、活用することによって業務の効率化・省人化が可能になる。蓄積データから自動的に作成されるシナリオの比較分析を通じて、最適な保全計画が立案可能となる。
- ・予知保全については、BIM-FM のデータを活用することで、従来の予防保全から脱し、保全の考え方を根本から変化させ、無駄のない「予知保全」への移行が可能になる。
- ・エネルギーについては、モバイルを活用した検針作業の効率化に加え、BAS のデータや賃貸区画情報など、複眼的な分析を行うことで、ライフサイクルコスト低減を目指すことができる。また、カーボンニュートラル実現に向けた次世代のビル管理の基礎データの収集・分析が可能となる。

②テナント・来館者

- ・テナントや来館者向けとしては、安心・安全や利便性、快適性向上のため、施設側の情報の活用や施設とテナント、来館者との双方向のデータ連携を目指すことが可能となる。これは、まずテナントや来館者への情報発信と情報収集をビルアプリとの連動により実現する。
- ・さらに、ユーザーとの双方向のコミュニケーションが、ビルからエリア全体に広がるようになる。例えば、ビル敷地内に出店するキッチンカーの人気投票などビルと市民の関係強化を図ることができる。
- ・ビル内における、ユニバーサルデザインの実現にも役立つ。例えば、AEDの設置場所をアプリで案内する。また誰でもトイレの空き状況や案内ルートの提供、車いすのお客様とエレベーターの連動制御など、BIM-FMを通してすべての利用者に優しいビル運営を目指すことが可能となる。
- ・安全安心と事業継続に関する、情報発信と利用者支援ができる。建物安全度の見える化、テナント、来館者への情報発信、BIMデータに基づく、バーチャル避難訓練など、BIMデータを活用したレジリエンス向上が見込まれる。

③所有者・PM業務

- ・建物所有者にとっては、資産価値の最大化に向けた施策の検討及び実施に役立つ。建物所有者やPMが施設の管理状況や賃貸契約などを一元的に把握するために、ダッシュボード機能が不可欠となる。複数の機能の一元管理を通じて、ライフサイクルコストの最適化や施設の価値向上に向けた施策の立案が容易になる。
- ・賃貸事業の収益最大化に向けて区画管理、スペース管理の最適化を図る。区画利用状況の分析により、館内のテナント移動による収益アップのシナリオ検討など、施設が持つ複数の情報の有機的な活用を目指すことが可能となる。
- ・賃貸借契約に加え、付帯施設の活用や清掃、セキュリティなどの関連サービス駐車場利用などをBIM-FMのデータベース上で一元管理することで、更なる収益向上を目指すことができる。
- ・環境関連では、空気質などの空間環境データに加え、ビル全体のCO2排出量などの環境負荷情報また廃棄物の数量管理など、企業のSDGS実現に向けた各種データの蓄積と分析、利活用を行える。
- ・不動産の出口戦略を検討する際には、デューデリジェンスが不可欠であるが、BIM-FMのデータを活用することで、リアルタイムでの資産評価が可能になる。施設のハード情報に加え、リーシングのトラックレコードも活用できる。
- ・財務管理システムとの連携によって請求書発行、入金といった月次の経理業務だけでなく、経営資源としての不動産のリアルタイムでの評価が可能になる。

以上、組織の情報要件（OIR）を検討する取り組みについてまとめた。

2. ライフサイクルコンサルティング業務

本プロジェクトの両物件はグループ内の共同研究開発であり、発注者は、各フェーズを含めたグループ内外のライフサイクルコンサルティングを利用する位置付けにあった。ライフサイクルコンサルティングには、2段階があると捉えている。まず、初期段階では、設計、施工データを作成する際に、フロントローディングを行う。その後の段階では、定期的なデータ更新のフェーズでもステークホルダー間のコミュニケーション、コンサルティングが必須である。

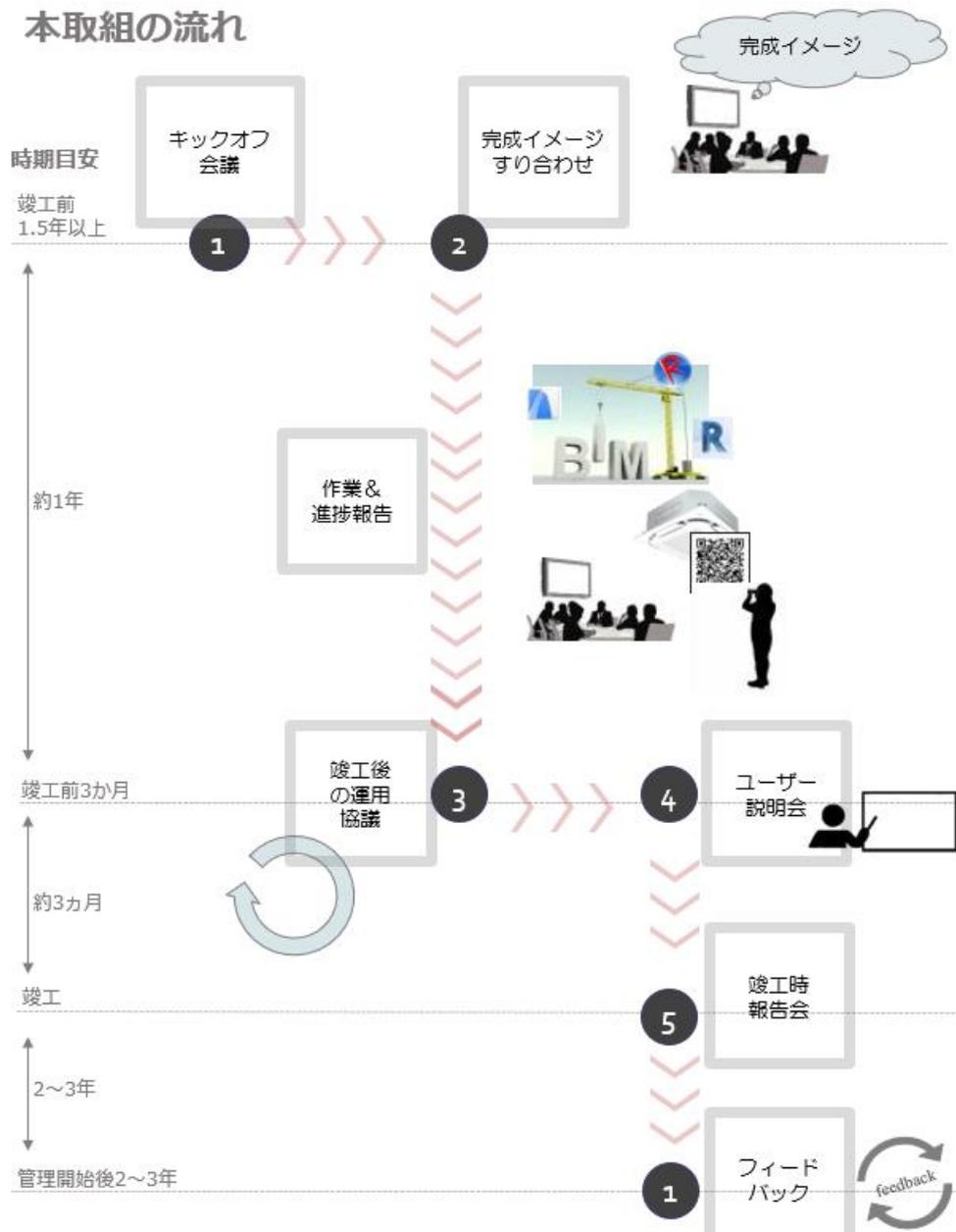
ライフサイクルコンサルティング業務の重要課題としては、正確なコスト情報の取得、更新に基づいた資産価値、ライフサイクルコスト分析、及び、維持管理業務のデータ解析に基づいたメンテナビリティがある。ここでは、BIM標準ガイドラインのライフサイクルコンサルティング業務を参考にした。「一貫BIM作成業務」により、施工者へ、設計図書に基づくデータが円滑に受け渡されるだけでなく、改修等を含む運用段階への、設計BIM及び維持管理に必要なデータが円滑に受け渡される。これにより、ライフサイクルで一貫してBIMが活用される。

理想的には上記のように同じBIMモデルをライフサイクルで作成、更新することによって、作業効率化の期待できるが、まずは、FM用BIMモデルを別に作成する必要がある。また、BIM標準ガイドラインにおいて定義されたライフサイクルコンサルティング業務を実施し、次の物件でも検証を引き続き継続する予定である。

「維持管理で必要と想定されるBIMの情報を事前に検討し、設計者・施工者と当該情報及びモデリング・入力ルールを共有する。そのために、維持管理の方向性を事前に検討することとなる（例えば、ビル管理会社の選定とそれに応じた引き継ぐべきBIMの検討、テナント誘致やオペレーションの確認等に必要なBIMの検討があげられる）。また、当該の方向性を見据えた設計等を行うために技術的な協力を行う（例えば、温熱環境や清掃費用等を事前に見据えた設計を行うなどがあげられる）。施工中は維持管理で必要とされる情報が正しく入力されるよう技術的に協力する。

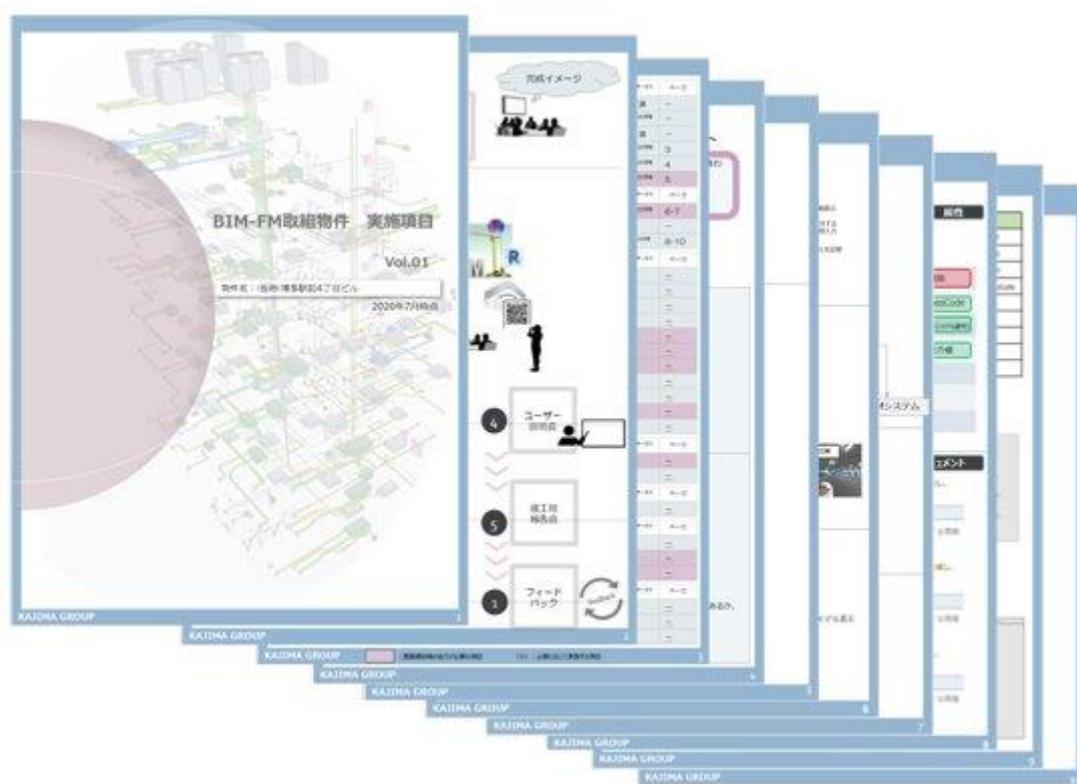
その他の留意点としては、「一貫BIM作成業務」の①の施工者の情報提供について、施工BIMの詳細度とも異なることから、BIMに限らず、2D Document等効率的な連携を図る必要性があげられる。ただし、より効率的に、建築物の更新を含めた維持管理・運用段階を見据えたコスト低減や、他の物件との一括管理手法等の提案などを行なうためには、全般的な関与も求められる（維持管理・運用における「フロントローディング」）

本ワークフローに基づき、業務を行う場合であっても、例えば当該情報を入力するための分類体系が統一的に整備されていなければ、各主体がバラバラに情報入力を行うこととなり、受け渡された情報を円滑に活用することはできない。また、情報の連携手法を確立し、真正性確保等を行わなければ、情報を受け渡すことも難しくなる。BIM標準ガイドラインに基づいて、ライフサイクルコンサルティング業務の弊社の取り組みを以下でまとめた。設計、施工、維持管理の担当者の定例会議の流れ、アジェンダを次のようにした。



	セッション	担当	ステータス	ページ
1	キックオフ会議			
	1 BIM/FMコンセプト	弊社より説明	済	—
	2 体制の確認	弊社より説明	7/20予定	—
	3 これまでの取組報告	弊社より説明	済	—
	4 今後の取り組み内容とスケジュールについて	弊社より説明	7/20予定	3
	5 対象物件BIMデータの現状	弊社よりヒアリング	7/20予定	4
	6 共有フォルダの作成	協議	7/20予定	5
2	取り決め事項1	担当	ステータス	ページ
	1 完成系の確認(付加機能実施の有無)	協議	7/20予定	6-7
	2 BIMデータ展開報告(建物規模、管理機器数 など)	弊社より説明		—
	3 設備に与える属性項目、収集するドキュメント	弊社より説明	7/20予定	8-10
3	作業/定期報告会	担当	ステータス	ページ
	1 スケジュール作成	弊社より提案		—
	2 管理対象部材の仕分け	弊社より提案		—
	3 QRコード付与機器の仕分け(※)	弊社より提案		—
	4 FM用BIMデータの作成方法と注意点説明(※)	弊社より説明		—
	5 QRコード貼付(貼り付け情報送付)(※)	鹿島様(弊社サポート)		—
	6 360度画像撮影(※)	要相談		—
	7 FM用BIMデータ作成	鹿島様作業		—
	8 FM用BIMデータ整備	弊社作業		—
	9 BIM-FMシステム構築	弊社作業		—
	10 竣工時機器取扱説明会 動画撮影	要相談		—
11 O工事スケジュールヒアリング	弊社よりヒアリング		—	
4	取り決め事項2	担当	ステータス	ページ
	1 BIMデータ更新(ランニング)の体制確認	協議		—
	2 CAFMとの関係について	弊社内協議		—
5	管理常駐者BIM/FM説明	担当	ステータス	ページ
1 弊社常駐管理者に向けたMainManager操作説明、立ち上げ準備	弊社作業		—	
6	竣工時まとめ	担当	ステータス	ページ
	1 MainManager構築内容レビュー	弊社より説明		—
	2 各フェーズ作業時間・費用・労力の算出	全体		—
	3 問題点・課題・改善点の確認	全体		—
7	管理開始後まとめ・フィードバック	担当	ステータス	ページ
	1 蓄積データの確認	弊社内作業		—
	2 現場ユーザーヒアリング	弊社内作業		—
	3 効果まとめ	弊社より報告		—

資産情報要件（AIR）のドキュメントをまとめ、現場向けの説明資料を以下のように作成した。



FMハンドオーバーの難しさは、設計・施工と維持管理あるいはFMのプロセス間で必要なデジタル情報が異なることにある。例えば、施工段階に作成される詳細度の高い形状情報、数量・コスト情報は維持管理BIMには必要だが維持管理で使用される設備・機器の法令性能、耐用年数、保証期間といった情報は施工には必ずしも必要ではない。また、IoTによるセンシング情報の格納場所など、運用時のユースケースに応じて、追加的に必要となる情報もある。このように、維持管理BIMは用途に応じて、設計・施工BIMからのデータと補足情報を組み合わせて作成される。FMハンドオーバーを確実にかつ効率的に行うことを考えれば、維持管理・運用に必要な情報を誰がどのタイミングでどのように入力するのかについて、プロジェクト関係者間で事前に協議し合意を得ることが重要となる。

BIM標準ガイドラインでは、情報整理を支援するライフサイクルコンサルティング業務を新たに設けており、FMハンドオーバーにおいても中心的な役割を担うことになるが、現時点でその役割を受託する企業像は明確になっていない。また、データの帰属や著作権などにも様々な課題が残っている。

BIMの情報管理に関する国際標準ISO19650 では、維持管理のためのBIMデータをAIM (Asset Information Model: 資産情報モデル) と呼ぶ。AIMは、顧客側の要求をまとめたAIR (Asset Information Requirement: AIR) により定義されるとし、AIRは、必要な属性名、属性値、データタイプ、属性の説明、プロパティセットの属性などを表現した内容となる。

鹿島建設では、維持管理段階におけるBIMデータ活用のため、BIMデータとFMシステムから成るデータプラットフォームの構築に取り組んでおり、そのプロセスでAIR文書をIFC形式に翻訳することを試みた。そこから得た知見から、FMハンドオーバーの標準化・効率化へとつながる手掛かりを3点に整理して共有したい。

1つ目は、IFCスキーマによるAIR情報の再整理である。今回のAIRのデータテーブルは、大きく付属設備情報、設備運転情報に分かれている。それらをIFCスキーマの階層(図3)に応じて分類し直すことにより、結果として各設備やその運転情報は、建物、フロア、部屋に体系的に紐づけられた。整理されたデータ構造は機械可読性が高く、IoTのセンシング情報をはじめとしたリアルタイム情報と連携すれば、正に建物のデジタルツインの実現といえる。

2つ目は、部屋(スペース)情報の必要性である。付属設備にそれらが位置するロケーション情報(部屋IDなど)を持たせることにより検索性が高まり、例えば、系統図から探すよりも早く位置の特定が可能である。また、いうまでもなく、部屋情報はテナント管理などにも有用である。

3つ目は、国際標準に準拠した建築情報分類体系の適用である。欧米で広く採用されるUniclassやOmniClassなどの分類体系は、工種だけでなくロケーション情報(空間)や建築の構成要素、製品、系統などの分類情報も含んでおり、維持管理業務に応じた効率的な情報の集計が可能である。また、分類情報が維持管理タスク並びにコストとも結び付くことで、精度の高いライフサイクルコストの予測も可能になる。

以上の事柄は、AIRやユースケースにかかわらず考慮すべき内容であり、建築業界とFM業界は、このような共通項を整理し、協力して標準化に取り組んでいく必要がある。また、維持管理BIMの要件定義においては、国内においてもAIRを適用し、明示された顧客要件に立脚した維持管理BIMの構築を目指すべきである。維持管理BIMの利用主体は顧客であり、故に維持管理BIMを継続性のあるものにする際には、顧客の目的に適うようにしなければならない。その点でAIRは顧客の目的を明文化する機会であり、FMハンドオーバーの合意形成における指標として重要な意味を持つことになる。加えて、AIRの策定で

は、顧客の意図を解釈しBIMの共通言語に落とし込む作業が求められ、これこそ、ライフサイクルコンサルティング業務の本質的な役割であると考えられる。その一翼を、鹿島建設子会社「グローバルBIM社」のように、設計から維持管理、設備に至るまでBIMを扱った経験と知恵を有する専門業者が担うと考えている。

3. ISO19650 プロセスと情報要件定義 (AIR)

上記では OIR を明確した上で、資産情報項目を特定し、定期的に更新する方法を検討した。一般的に、引渡の際に、資産情報モデル (AIM) は三つの要素から構成される。

1. ドキュメント
2. 数値データ
3. 3D モデル

この三要素について AIR の資料にまとめて、施工段階で BIM 作成チームと定例会議を行う形で、資料の内容を説明した。また、同時に BIM モデル作成の進捗確認、品質管理を行った。AIR の定義を行う際に、注意事項として以下の3点が明らかになった。

第一に、過剰に情報を要求しないことである。実際に管理上利用しない項目を要求した場合、BIM 作成に必要な時間と費用が過剰になり、BIM 作成者の抵抗感につながってしまう。

第二に、一方で、日常的な業務で必要な情報を定義することは必須である。情報の利用頻度により、優先度もある程度明確になるので、データ収集、更新に費やす時間を上回る価値があるかどうかの判断がしやすくなる。

第三に、資産情報を一方的に要求するよりも、設計者、BIM 作成者との対話形式で、内容を確認しながら合意形成した方が必要なデータを確実に収集できることである。そのために、本プロジェクトでは定期的に会議を開催した。

資産情報の観点から、新規物件、既存物件の違いを考慮した。維持管理段階で必要な情報は、物件が新規か既存かにかかわらず、建物の機能と管理項目によることが多い。両者が大きく違うところは、資産情報の詳細度にある。設計、施工を目的にした PIM は、維持管理に不要な情報も沢山含む為に、データ量が多く、BIM も重くなりがちである。また、沢山の属性情報の中から必要な情報を探すことには、時間が掛かる。

従って、引渡 BIM と並行でより簡略化された FM 向け BIM も作成するか、引渡 BIM の中から、不要な情報を削除するかのどちらかの対策が肝要であった。削除の際に、削除する情報の意味をよく理解することがポイントとなる。管理者、FM ソフトのユーザーにとって意味がなくても、データモデル上重要な情報 (例えば、GUID、BE-Bridge の系統情報等) まで削除すると、BIM モデルの問題が発生することもあるので、要注意である。

BIM 要素とその属性項目を決めるために、IFC の標準的なデータスキーマに基づいてそれぞれのカテゴリを定義することは合理的である。IFC は、特定の知識・実践分野に関連するさまざまな概念間の関係の全体的な計画である。標準的なオブジェクトタイプ、プロパティのネーミング規則、分類等を使って、そのようなスキーマを形成できる。

勿論、BIM だけでは、データリポジトリとして施設の管理のすべての側面を完全に管理するには不十分である。そのため、IFC と並行し、可能な限り IFC スキーマと協調しながら、他のスキーマと分類体系を使用する必要がある。スキーマ全体の開発と BIM 以外のデータセットのリンクにより、プロセスの自動化が可能になり、データの入力とリンクの手作業の大幅な削減が期待される。本プロジェクトでは、Uniclass2015 の資産分類をスキーマ全体のサブセットとして検討した。この文脈では、資産情報の分類は、運営維持管理作業の要件に関連して、資産の詳細度を定義するために役立っている。また、維持管理の標準作業(例えば、英国の標準作業台帳である SFG 20 等)のマッピングや標準化されたコストカテゴリ (NRM 等) にも関連する。上記のスキーマ、分類にオブジェクトカテゴリ一、及び、属性項目を一度設定した後に、繰り返し検討を続けてきた。

表 3-1 建築オブジェクト・属性項目【案】

種 別	属 性 情 報									
	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質・厚み	防火性能	色番号			
天井	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質	防火性能	色番号			
床	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質	防火性能	色番号			
壁	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質	防火性能	色番号			
腰 壁	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質	防火性能	色番号			
巾 木	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地材質	防火性能	色番号			セキュリティ上問題あり?
扉	製品名	メ-カ	ドアクローザー型番	仕様	寸法	ドアノブ型番	形式 (片開き等)	電気錠の有無		鍵番号
窓	製品名	メ-カ	製造番号	ガラスシ-ル材質	仕上げ仕様	ガラス仕様	ガラス厚み	ガラスフィルム有無		材質
屋 上	仕上げ	防水種別	断熱材	目地仕様・仕上げ	手すり仕様・仕上げ	笠木仕様・仕上げ	水勾配	ドレイン径		
階 段	踏面	蹴上	ノンスリップ有無							
外 壁	製品名	メ-カ	製造番号	表面仕上げ	下地					
マンホール等	製品									
外 構	舗装種									
植 栽	種類									
フェ-ンス	製品									
門 扉	製品									
シャッター	製品名	メ-カ	製造番号	仕様						
										赤字：文字情報として必要
										黒字：資料として添付

社外秘



図 3-1 設備オブジェクト・設備属性項目、ドキュメント【案】

必要情報詳細度 (LOIN - Level Of Information Needed)

維持管理 BIM モデルの要件をまとめる時に、グラフィックデータの詳細度 (LOD) は課題となる。維持管理段階において、BIM モデルを製造に利用せずに、建物管理、不動産管理等を行えるように、製品を認識できる比較的低い詳細度で十分だが、オーソリングソフトによって、LOD の設定や変更等が簡単にできない場合が多い。理想的には、メーカーのきめ細かい幾何学情報まで含むライブラリを利用せずに、LOD の低い簡略モデルを作成することが推奨される。しかし、メーカーが提供する製品詳細情報が BIM にしか記録されていない場合、その情報を BIM ライブラリから抽出し、簡略 BIM ないし、資産情報モデル (AIM) に反映させる必要がある。



図 3-2

今回は、両国研修センターの要素数と詳細度は BIM ビューアーのパフォーマンスに殆ど影響を与えなかった。一方、博多コネクタの要素数は 15 万個以上と比較的多く、特に設備モデルの詳細度も高かったため、FM ソリューション内に BIM を表示したらパフォーマンスの課題が発生した。BIM の詳細度によって現れた BIM ビューアーのパフォーマンスの課題に対する解決策として、以下のことを実施した。

1. 可能な場合は BIM オブジェクトの詳細度を下げた
2. IFC の統合モデルを利用して、建築と設備を分けて、階毎に BIM を作成した
3. 分けた BIM の表示を簡単に切り替えられる機能を BIM ビューアーに追加した
4. 開発者と協力して BIM ビューアーそのもののレンダリング方法を改善した

図 3-3 博多コネクタの 6 階の設備 BIM モデルの例

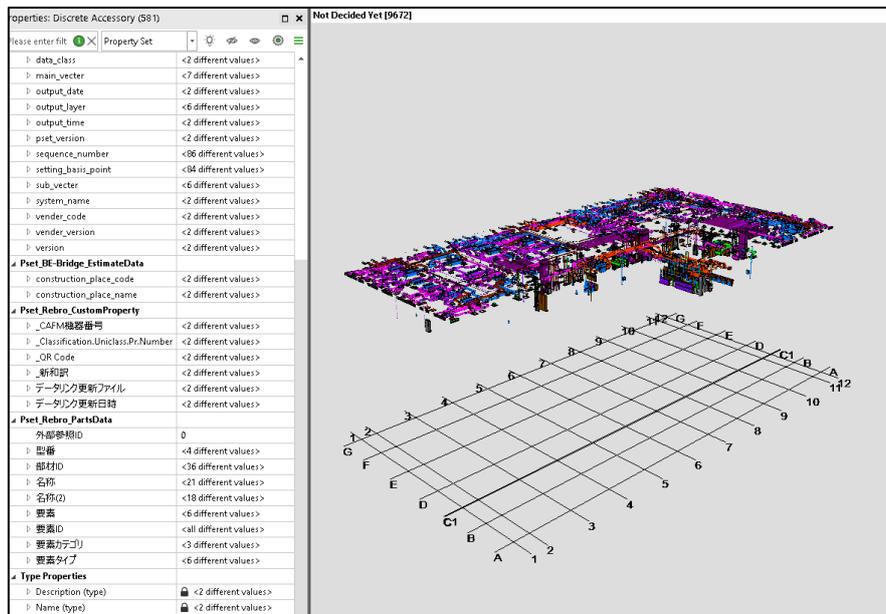
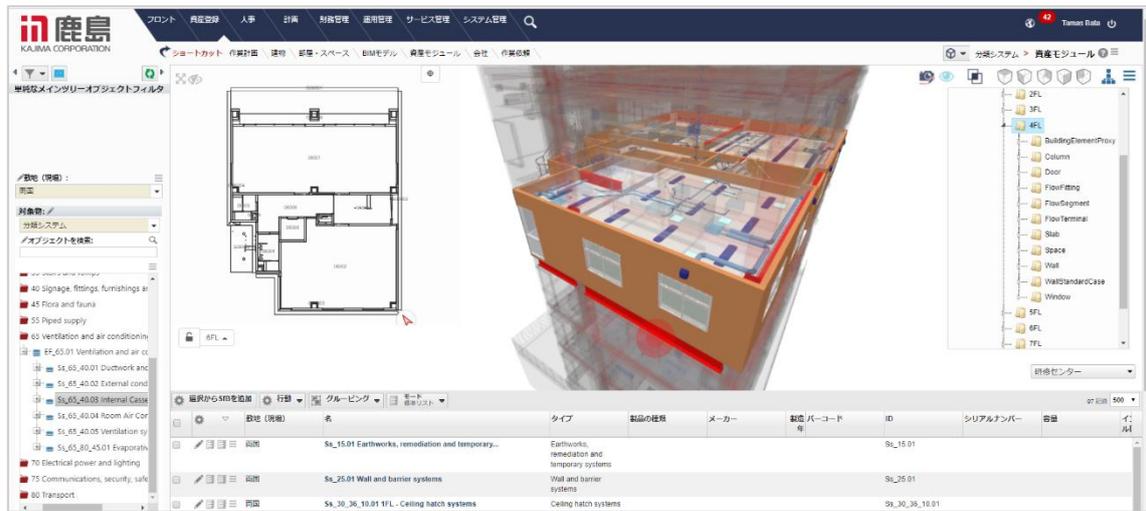


図 3-4 両国研修センターの 4 階の BIM モデルを FM ソフトで選択、表示する例です。



また、資産情報の重要な部分は資産同士の関係性を整理することにある。次のオブジェクトの関係性を整理できるようにグループ化を行った。

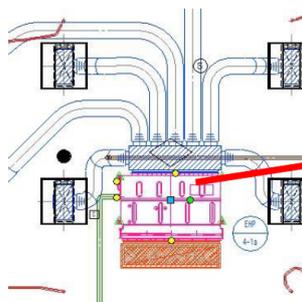
1. 設備要素と系統の関係性
2. スペース要素とゾーンの関係性
3. 機能 (EF)、製品群 (Ss)、製品 (Pr) の関係性

1. 設備要素と系統の関係性

IFC 系統は Rebro を利用して、建物、階、部屋の配置場所をもとにして、設備の親子関係を整理してモデリングした。

Rebroデータ内「機器・器具、配管、ダクト」に与える系統情報

(7ページ「系統の見える化、中央監視との連携」を実施する場合)



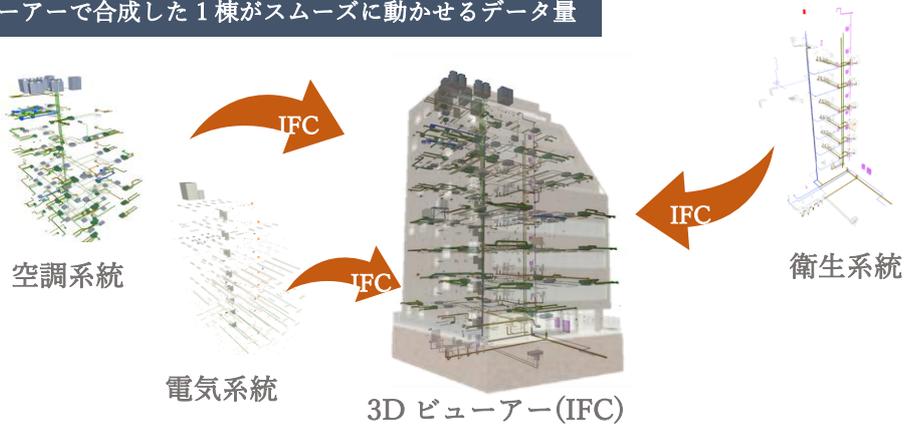
空調機カスタムプロパティ

目録	カスタム
盤名称	4TL-1
回路番号	401
空調系統(1)	EHP-4-1
空調系統(2)	EHP-4-1a
空調系統(3)	
衛生・消火系統(1)	
衛生・消火系統(2)	
データリンク更新日	2019/6/7 18:31:26
データリンク更新ファイル	整備用(【合成】4F Rebroデータ) - 190606.xlsx
電気系統(縦)	低圧電灯盤(23)
幹線No.	BD6
警報区域(縦)	
排煙区域(縦)	
排煙区域(縦)	
排煙区域(縦)	
衛生・消火系統(1)	
衛生・消火系統(2)	

空調系統(1) :
空調系統(2) :
空調系統(3) :
電気系統(縦) :
盤名称 :
回路番号 :

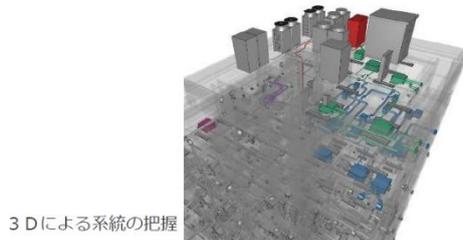
システム設定の目的は、システムの FM ソリューション内の見える化、中央間システムとの連携にある。

3Dビューアーで合成した1棟がスムーズに動かせるデータ量



【系統の見える化(保留案件)】

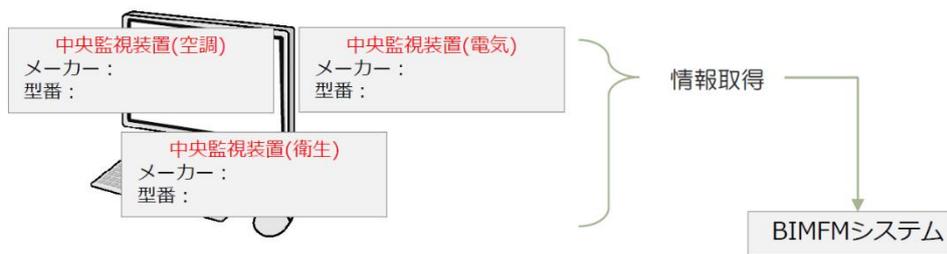
実施(O/x)



3Dによる系統の把握

【中央監視連携(保留案件)】

実施(O/x)



中央監視からデータを取得・蓄積し、予防保全、交換時期の把握などを行う

設備システムを資産登録する時の FM システムの課題として、二点があがった。一つは、系統の親子関係（システム⇔ サブシステム）の情報を IFC のネスティング（親子関係）情報から、効率的に FM データベースにも登録できる機能の開発が必要であった点である。追う一つは、IFC スキーマで定義するシステム（系統）、及び、Uniclass2015 の分類体系によって定義するシステム（製品群）のコンセプトを整理し、その二つのシステムをリンクするソフトの機能の開発が必要であった点である。

図 3-5 設備系統の見える化、Uniclass2015 への紐づけ



2. スペース要素とゾーンの関係性

両施設はテナント管理を行っているため、ゾーンを以下の四種類に合わせて定義した。

・共用部、テナント専用部とオーナー専用部のゾーン

●共用部と専用部（テナント毎）とオーナー専用部

共用部	鹿島貸出ゾーン	研修センターゾーン	すくすくゾーン													
1階	ショールーム No.1	ショールーム No.2	ショールーム No.3	すくすく事務所	駐車場	消火水槽・アラーム弁室	階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ	内部廊下	多目的トイレ	ゴミ置き場
2階	2階 北	建物管理 展示エリア	消火ポンプ室				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
3階	3階 北	3階 南					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
4階	会議室	研修室No.41	男子 ロッカー室	女子 ロッカー室	研修センター 事務所		階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
5階	研修室No.51	研修室No.52					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
6階	研修室No.61	研修室No.62					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
7階	研修センター 機材庫	清掃資機材庫	研修室No.71				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
8階	研修室No.81						階段	外部階段	廊下	EV	EPS					

・入室可能な時間、曜日の指定のあるゾーン

●入室可能な時間、曜日に指定のある部屋

平日夜間・休日入室可能ゾーン	入室客先要相談ゾーン															
1階	ショールーム No.1	ショールーム No.2	ショールーム No.3	すくすく事務所	駐車場	消火水槽・アラーム弁室	階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ	内部廊下	多目的トイレ	ゴミ置き場
2階	2階 北	建物管理 展示エリア	消火ポンプ室				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
3階	3階 北	3階 南					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
4階	会議室	研修室No.41	男子 ロッカー室	女子 ロッカー室	研修センター 事務所		階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
5階	研修室No.51	研修室No.52					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
6階	研修室No.61	研修室No.62					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
7階	研修センター 機材庫	清掃資機材庫	研修室No.71				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
8階	研修室No.81						階段	外部階段	廊下	EV	EPS					

・入室に立ち合いが必要なゾーン

●入室に立会いが必要なゾーン

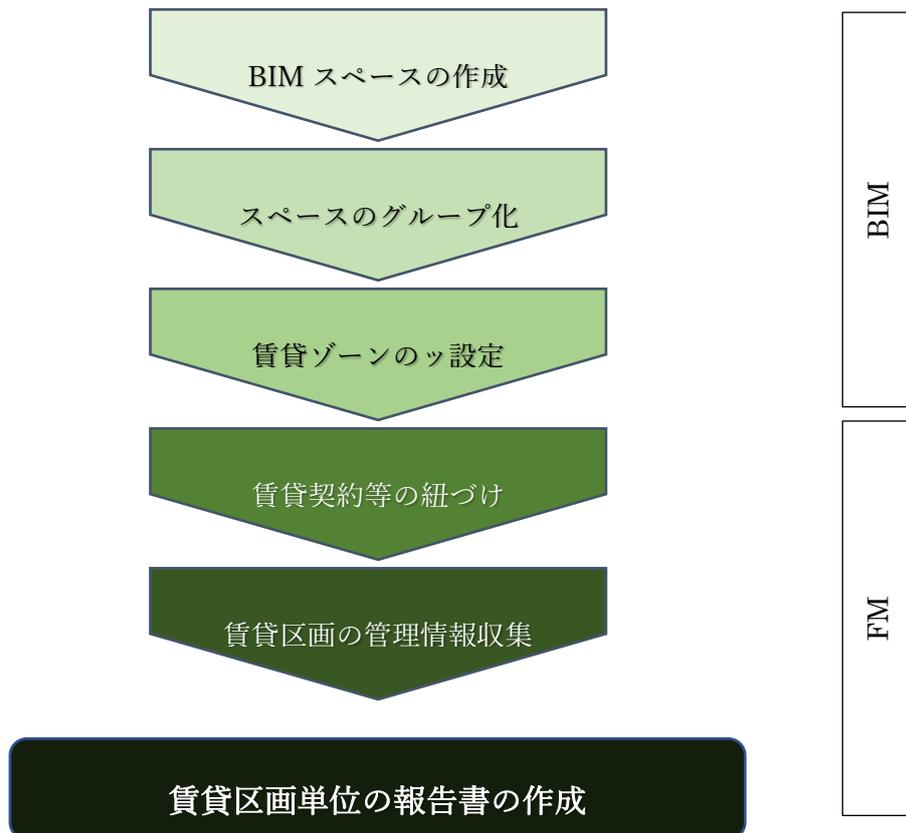
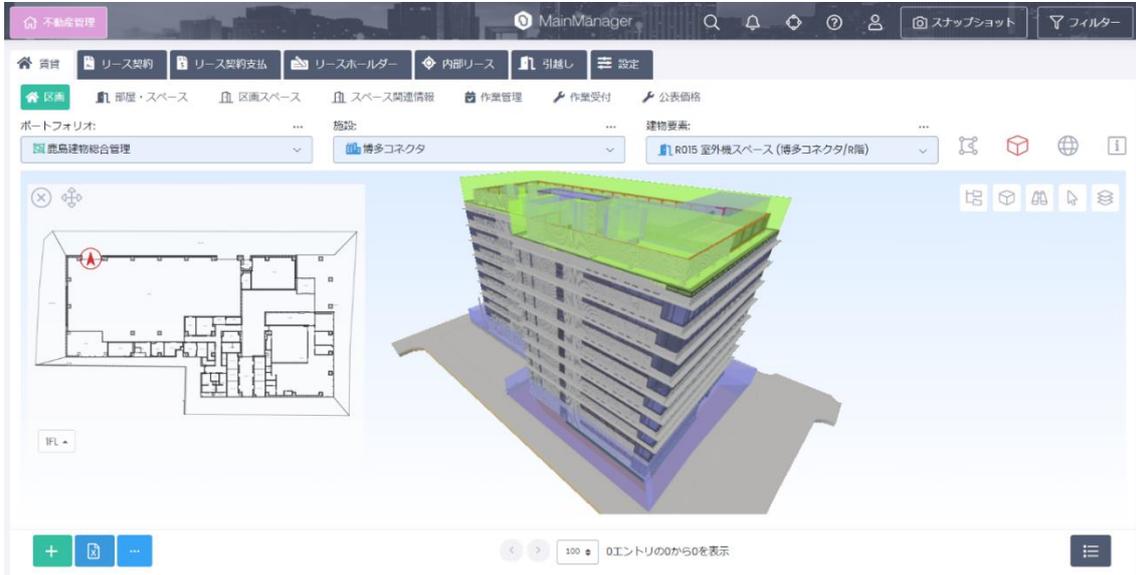
立会必要	立会不必要															
1階	ショールーム No.1	ショールーム No.2	ショールーム No.3	すくすく事務所	駐車場	消火水槽・アラーム弁室	階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ	内部廊下	多目的トイレ	ゴミ置き場
2階	2階 北	建物管理 展示エリア	消火ポンプ室				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
3階	3階 北	3階 南					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
4階	会議室	研修室No.41	男子 ロッカー室	女子 ロッカー室	研修センター 事務所		階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
5階	研修室No.51	研修室No.52					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
6階	研修室No.61	研修室No.62					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
7階	研修センター 機材庫	清掃資機材庫	研修室No.71				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
8階	研修室No.81						階段	外部階段	廊下	EV	EPS					

・セキュリティゾーン

●セキュリティゾーン

セキュリティキー無し	鹿島建物セキュリティキー					鹿島建設セキュリティキー										
1階	ショールーム No.1	ショールーム No.2	ショールーム No.3	すくすく事務所	駐車場	消火水槽・アラーム弁室	階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ	内部廊下	多目的トイレ	ゴミ置き場
2階	2階 北	建物管理 展示エリア	消火ポンプ室				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
3階	3階 北	3階 南					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
4階	会議室	研修室No.41	男子 ロッカー室	女子 ロッカー室	研修センター 事務所		階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
5階	研修室No.51	研修室No.52					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
6階	研修室No.61	研修室No.62					階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
7階	研修センター 機材庫	清掃資機材庫	研修室No.71				階段	外部階段	廊下	EV	EPS	男子トイレ	女子トイレ			
8階	研修室No.81						階段	外部階段	廊下	EV	EPS					

ゾーン設定を賃貸区画の表示にも利用する。この区画設定はOIRで述べたテナントレポートの単位になるため、BIMと報告プロセスの関係性を代表する。



将来的には、例えば空調系統と空調ゾーンを参照して、系統のスペースへの影響範囲を把握し、系統の不具合、設定変更に対して、スペース、ゾーンの環境状況を測定し、分析を行う予定である。センサーの利用範囲も拡大するが、その際のセンサーとゾーンの紐づけ方法は、これからの課題の一つである。また、IFC 系統とゾーンを合わせて使用すると、空調系統のシャットダウンによって影響を受ける空調ゾーンを簡単に識別できるなどの利便がある。これらにより、設備の故障の際に影響を受けるスペース、及び、配置されている組織が確認可能となる。

3. 分類体系

両物件では国内外の分類体系（BELCA,C-CADEC 等）の利用を検討した結果、Uniclass2015 の標準分類コードを使用して情報を体系化することとした。その理由は、本プロジェクトに関係する包括的な計画を開始した 2019 年当時、Uniclass2015 のように一つの分類体系内に包括的に全施設情報がまとまったものがあまりなく、他の断片的な分類は定期的な更新がなかったためである。また、英国に限らず海外においても主流になっている資産分類体系を利用すると、それに標準的なコストコード NRM 3（RICS による）、標準維持管理作業の SfG20（BESA）等を連携させることも可能となる利便性がある。さらに ISO 19650 は、Building Information Modeling (BIM) を使用して、建設された施設のライフサイクル全体にわたる情報を管理するための国際規格である。これを使用することで、多くのプロジェクトで再現可能な結果が得られると期待されている。Uniclass2015 は建設業向けの統一分類体系として、建物のみならず、ランドスケープ、土木、インフラまで含めた 1 つの統一されたスキーマである。このように同じ標準分類体系である Uniclass2015 を一律に使用することで、資産ライフサイクルを通して複数の業界、システム間の相互運用性が可能になり、より大規模で包括的なスマートシティ展開まで考えられる。



Uniclass 2015 はすでに IFC スキーマに統合され、これを使用して、建築、設備だけでなく、建物の構造、系統、ゾーン、その他ライフサイクル中に必要となる多くの情報ポイントについて、資産ベースの階層を定義し整理することが可能となっている。SFG20 は、標準的なメンテナンス作業の優れた基礎情報を形成し、ポートフォリオを持つ大規模な組織の作業台帳の作成に役立つ。

課題は、色々な分類体系、例えば Uniclass 2015 と SFG20 のカテゴリが必ずしも一対一で一致するわけではないことである。例えば、Uniclass では、設計に必要な出力やその他の仕様を持つ、特定のタイプのボイラーを選択することができる。これで設計意図が満たされている。そして、設計要件を満たすボイラメーカーを複数選定することができる。選定可能なボイラーの中には 多くの異なるタイプがあり、それぞれが似通っているが、実際は同一ではないサービス体制を必要とする。一方、SFG20 を設計・施工時の資産階層として使用するには、調達ルートが完成し、正確な製品を確認する必要がある。これは明らかに非現実的であり、調達ルートや数量などが変更された場合、設計を通して大量のデータの再作成を必要とする危険性がある。

Uniclass 2015 を使用することで、設計チームは、最終的なメーカーやモデル、サービス要件に関係なく、仕様レベルで製品タイプを選択できるための十分な情報が得られる。IFC で必要とされる基本データに影響を与えることなく、設置まで異なる機器タイプの調達が可能である。これらにより、コストや手間のかかる再モデリングや、再入力作業を減らすことができる。

MainManager の BIM 処理機能に SFG20 の API を組み込むことは、情報価値を向上させる進行形のサイドプロジェクトである。法的、技術的な要件の変更に関わる対応を自動化し、不動産のコンプライアンスと安全性の維持ができるようになる。階層を定義するために Uniclass 2015 を使用することで、大規模な建物のポートフォリオ全体にわたってモデリングするための反復可能なデータ構造ができ、一方で製品タイプを標準作業、及び、ライフサイクル評価に関連付けることが可能になる。BIM の FM システム内の処理を前提として、分類に Uniclass2015 を使用し、維持管理情報のコードに SFG 20 等の標準データを使用し、建物ライフサイクル管理を行うことが推奨される。

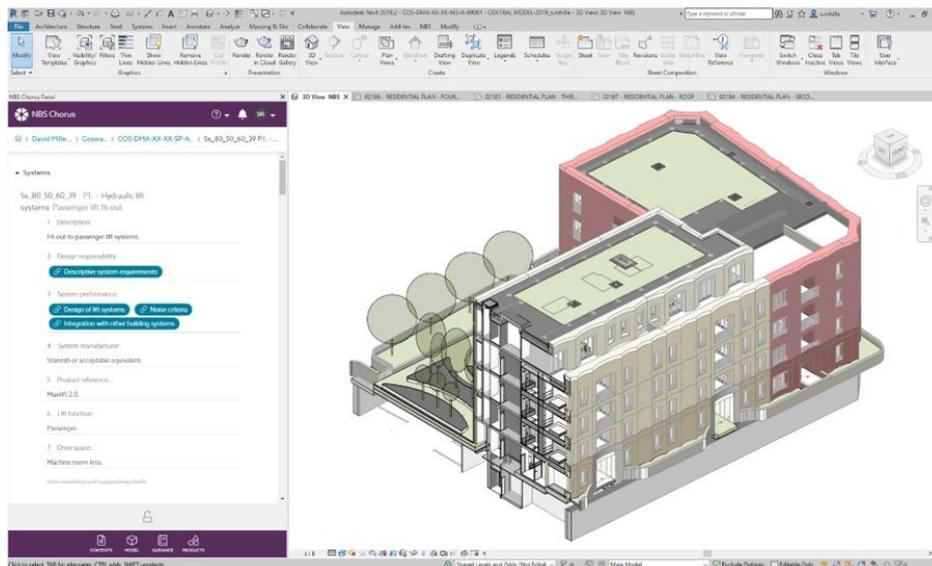
FM アプリケーション内にマスター・コンセプトを作成する前に、データの入力を自動的に行う手法について精査し、データの構造化を検討した。建築、設備モデルの作成はそれぞれ ArchiCAD と Rebro で行った。同時に、標準分類体系 (Uniclass2015) のコードを EF、Ss、Pr の順で適用し、大、中、小分類として、親子関係を定義した。

階層・数値	EF	名称 (英語)	名称 (日本語)	Sa	名称 (英語) 2	名称 (日本語) 3	Pi	名称 (英語) 3	名称 (日本語) 2
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_60_60	Heating and cooling source products	冷暖房源製品
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_65_52	Pipe, tube and fitting products	パイプ、チューブと付属品
空調設備	EF_65_70	Water supply	給水	Sa_55_70_38	Hot and cold water supply systems	温水・冷水供給システム	Pi_65_53	Pump products	ポンプ製品(温水・冷水)
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_65_53	Pump products	ポンプ製品(空調換気)
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_65_54	Valve products	バルブ製品
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_65_57	Filter products	フィルター製品
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_65_65	Ductwork products	ダクト製品(空調)
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_40	Ventilation systems	換気システム	Pi_65_65	Ductwork products	ダクト製品(換気)
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_40	Ventilation systems	換気システム	Pi_65_67	Air and fume distribution products	空気およびヒューム分配製品
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_70_60	Space heating and cooling products	暖房および冷房製品
空調設備	EF_65	Ventilation and air conditioning functions	空調換気機能	Sa_65_80	Air conditioning systems	空調換気システム	Pi_80_51	Measuring and metering products	計器類(計量製品)
電気設備	EF_40_40	Equipment	機器	Sa_40_15	General fittings, furnishings and equipment (FF&E) systems	一般家具、備品、設備 (FF&E) システム	Pi_40_10	Signage products	サインage製品
電気設備	EF_40_40	Equipment	機器	Sa_40_15	General fittings, furnishings and equipment (FF&E) systems	一般家具、備品、設備 (FF&E) システム	Pi_40_20	Sanitary fittings and accessories	衛生器具および付属品
電気設備	EF_40_40	Equipment	機器	Sa_40_15	General fittings, furnishings and equipment (FF&E) systems	一般家具、備品、設備 (FF&E) システム	Pi_40_50	Furnishings	家具
電気設備	EF_40_40	Equipment	機器	Sa_40_15	General fittings, furnishings and equipment (FF&E) systems	一般家具、備品、設備 (FF&E) システム	Pi_40_70	Equipment	機器
電気設備	EF_70_10	Electrical power generation	発電	Sa_70_10_35	High-voltage transmission systems	送電システム	Pi_60_70	Power supply products	電源製品(送電システム)
電気設備	EF_70_10	Electrical power generation	発電	Sa_70_10_85	Stand-alone photovoltaic systems	太陽光発電設備(単独型)システム	Pi_60_70	Power supply products	電源製品(太陽光発電設備(単独型)システム)

この分類体系を BIM プロパティに入力する作業のパターンは少なくとも五つある。

- ① ユニクラスプロパティを追加して手入力する
- ② オーソリングツールの分類機能 (IFC Classification Reference) を使う
- ③ NBS Chorus のプラグインを使う
- ④ メタデータ管理ツール (dRofus 等) を使う
- ⑤ 出力した IFC ファイルを SimpleBIM で編集し、分類コードを追加する

パターン①、及び、パターン②について CAD マニュアルを参照していただきたい。
パターン③の NBS Chorus (Uniclass2015 プラグイン) を使用すると、直接 BESA のウェブサービスから分類とそれ以外の情報を得られる。しかし、残念ながら、現時点では英語のプラグインしかない。

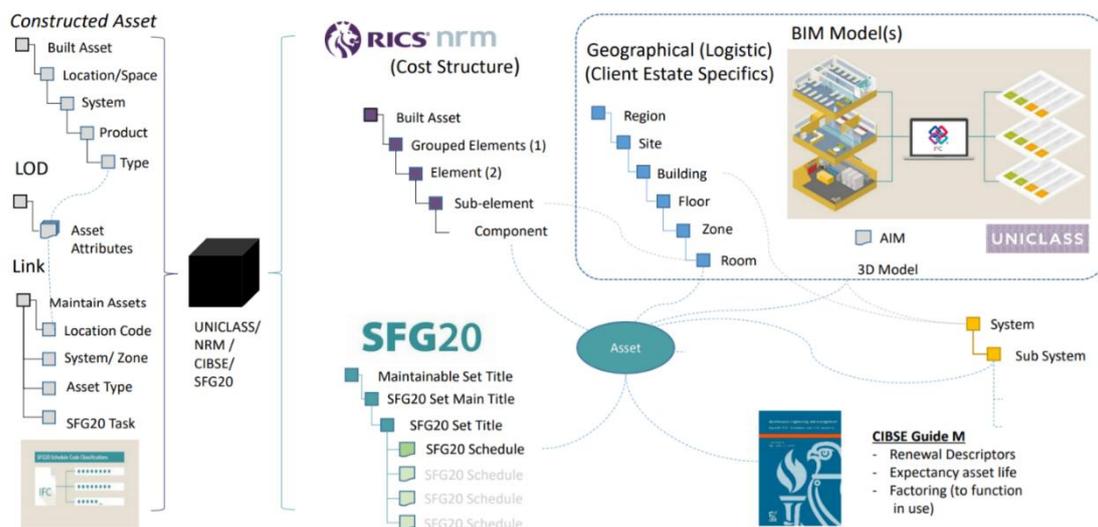


パターン④の dRofus を利用することによって、維持管理担当者が設計や BIM を理解しなくても、オブジェクトの自動分類が可能になる。たとえば、管理者は、システムの主要部分と必要なサービス体制を理解している。しかし、複雑なシステムを構成するために必要なすべてのコンポーネントを理解するための設計者の技術的知識を持っていない場合がある。また、3D モデリングとデータ管理プラグインを併用することで、分類の自動化が可能になり、手動で作成した場合に避けられないヒューマンエラーが除去される。

パターン⑤の SimpleBIM については、後程詳細に説明する。ここでは、IFC 出力した後も、BIM 属性情報の追加、削除、編集が可能になるため、SimpleBIM の活用について確認していく。参考として、Uniclass2015 は NBS のウェブサイトにおいて次のように紹介されている。「Uniclass は、建設業界のすべての分野で一貫した分類構造である。鉄道などの大規模施設からその駅の CCTV カメラなどの製品まで、あらゆる規模の項目を分類した表が含まれている。これは、プロジェクトに関係する膨大な量の情報を特定して管理するために不可欠な方法であり、BIM プロジェクトの要件であり、BS・EN・ISO 19650 シリーズの規格で定められている。」 (<https://www.thenbs.com/our-tools/uniclass-2015> last accessed 26/07/2021)

NBS のウェブサイトからは、すべてのテーブルに無料でアクセスし、ダウンロードすることができる。これらのテーブルは定期的に更新され、時間の経過とともに、テーブルに含まれる細分性が向上している。以前のバージョンでは、Uniclass システムは、Uniclass コードを SFG 20、BOMA、CIBSE Part M などと照合する際に FM に必要な粒度が不足していた。2015 ではこの問題が改善され、その後も改善が継続しているが、SFG 20 等との間で効果的で一貫性のあるマッピングを可能にするにはさらなる作業が必要となっている。

図 3- 6： CIBSE Guide M-2nd edition 2014、標準分類体系の関係性



仕上げ情報の定義と入力先

FM 業界が建築資材の管理を対象外とすることは、かつては珍しいことではなかった。BIM の活用活用法によって、より効果的な方法で、建物の仕上げをオブジェクトおよびプロパティとして指定できる。従って、仕上げ情報のよりよい入力方法についても検討を行った。例えば、壁の仕上げ、巾木、廻縁のように各仕上げ要素の BIM を作成し、建物の仕上げ BIM をモデリングする案も出された。しかし、仕上げは建築要素と異なり、部屋単位で設計されることが多く、仕上げ BIM を作成すると、必要な時間、労力と費用が比較的に大きいと明確化した。このため今回の二つの物件においては、仕上げ情報の入力として次の三つの方法が採用可能であると判断した。

入力先について

- パターン①：それぞれモデリングして、床、巾木、壁、天井、廻り縁に入力する
- パターン②：スペースに表中の全項目を入力する
- パターン③：BIM 上には入力せず表中の項目が記載された仕上げ表(Excel)を用意する

本プロジェクトでは最終的に、FM ソリューションの BIM ビューアーで仕上げ情報を直接確認できるように、スペースの属性情報の一種類として、スペースに仕上げを登録することとなった。

図 3-7 仕上げ表

部屋(スペース・ゾーン)								
部屋名	番号	天井高	床(製品名)	巾木(製品名)	壁(製品名)	天井(製品名)	廻縁(材質/仕上)	備考 1
		防火性能	床(メーカー)	巾木(メーカー)	壁(メーカー)	天井(メーカー)	廻縁(形状)	備考 2
			床(仕上)	巾木(仕上)	壁(仕上)	天井(仕上)	廻縁(天井/壁付)	備考 3
			床(色番号)	巾木(色番号)	壁(色番号)	天井(色番号)		
			床(厚)	巾木(高)	壁(厚)	天井(厚)		
			床(断熱材)		壁(断熱材)			



社外秘

属性情報入力値の注意点

英数字、記号は半角、カタカナは全角

【¥ / : * ? " < > | \ .】は使用しない
「-」ハイフンに変更

番号：ファイル名「参考①ルームコードルール.xlsx」参考

今後、仕上げ情報の編集、更新も参考にすると、パターン③の BIM に入力せずに、エクセル表で管理することも視野に入れている。直接 FM データベースのなかに、技術情報の登録ができ、これを BIM スペースに紐づけて仕上げ表のまま管理する方法は、将来の改

修工事の際に役に立つと考えられる。また、オーソリングソフトのプラグインを利用して
仕上げ情報を管理する方法について、後述の dRofus の詳細の説明の際に触れている。

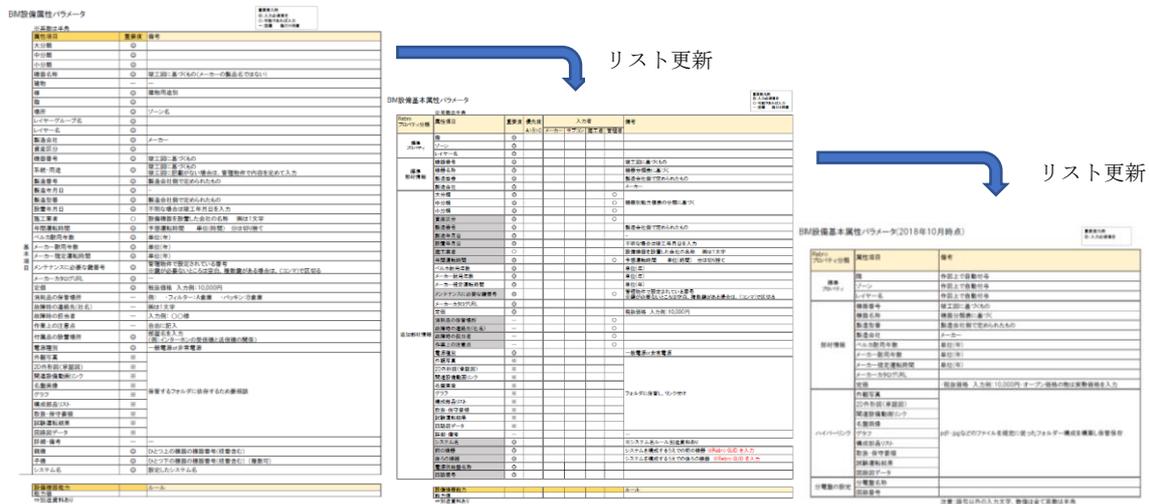
AIR に含まれる属性項目の進化について

BIM に属性情報を入力する際の課題は、できる限り早期の段階で定義づけが必要であるこ
とであり、固定したリストではなく、設計、施工の過程で継続的に更新され、進化するリ
ストとすることにある。そのために、属性情報を定義するダイナミックな手法を考えなが
ら、それを支援するツール (dRofus や SimpleBIM) を含めて検討した。属性情報を確定
する過程で項目数が減り、最低限必要なリストに絞ることとした。

バージョン① 3月

バージョン② 7月

バージョン③ 10月



このように、プロジェクトごとに BIM に入力する属性情報を減らす背景には、データ更
新の課題がある。本プロジェクトで参考にした Australasian BIM Advisory Board のガイド
ラインによると、情報利用の最終目的を考えることは、AIR の定義と優先度の設定に役立
つ。属性情報の重要性を把握し、組織にとって最も有用な BIM プロパティの特定が可能
となる。プロパティタイプは、優先順位にそって大まかに並べることができる。

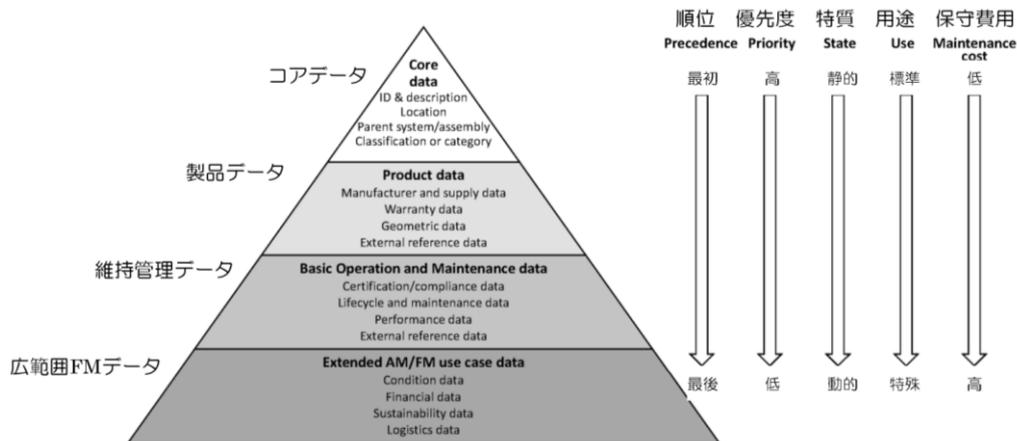


図 3-8 Australasian BIM Advisory Board の 「Asset Information Requirements Guide」
に基づく資産プロパティタイプ

- この文脈での優先順位とは、他のプロパティが意味をなすために、いくつかのプロパティを最初に配置する必要があることを意味する。
- この文脈における専門性とは、いくつかの資産が基本的な業務活動を支援する一方で、資産管理に対するより戦略的なアプローチに関わる活動が必要となることを意味する。一般的に、戦略的な目的のためには、より多くのデータが必要となり、より多くの種類のデータを異なる方法で組み合わせる必要がある。

この優先順位の設定には、ライフサイクルを通じたデータ管理コストも反映される。ピラミッドの最上部にある「コアデータ、製品データ」の項目は、一般的に変化の影響を受けにくい。これに対し、最下部にある「維持管理データ、広範囲 FM データ」の項目は、より動的で専門化され、データ管理に必要な組織的リソースもより多く必要とされる。なお、いち資産あたりの項目数が増加すると、管理すべき総項目数は指数関数的に増加する。

コアデータのプロパティは、他のすべてのデータに不可欠な基盤としてのフレームワークを提供する。資産に関するより詳細な情報は、これらのデータが特定されるまで実際は追加できない。一方、コアデータは通常、プロジェクトの初期段階で入力できる。

コアデータには以下の情報が含まれる。

- 資産 ID や資産名、一般的な識別データ。
- ロケーションデータ：階の ID、スペース ID、スペース名。
- システム（系統）：資産間の関係。（例えば、冷却装置とポンプの関係性）
- 分類またはカテゴリデータ:(例えば、ファンは製品の一種である、Uniclass2015 相当)

製品データのプロパティは、基本的な製品情報を提供する。通常、資産を指定して、取り付

ける施工段階で入力することとなる。一般的に頻繁な修正や更新を必要としないデータで構成すると共に、引渡し後の FM 活動に必要な、より動的なデータの基礎を形成する。

製品データには、次の情報が含まれる。

- 製造、供給データ： 製造業者名、製品番号、仕入先名。
- 保証データ： 保証終了日、保証期間（部品も）。
- 寸法データ： 面積（スペース/部屋）、高さ、長さ、幅、厚さ（製品）。
- 組成データ： 材料、色、仕上げ。
- 外部参照データ、製品データシートや保証への参照等

今回の両国研修センター、博多コネクタの物件には、BIM プロパティとしてここまでの項目を要求し、それ以外の維持管理データ、広範囲 FM データの属性情報は、BIM に入力せず、日常的な更新がより簡単な FM システムに直接登録することとした。その理由は、施設資産管理の重要な情報の一部、例えば、財務情報は、データ量が膨大になるためである。データの範囲や FM システムと財務管理システムのどちらでどのデータを管理すべきか、システム間でどのように情報を交換すべきか等を決定する際には、こうした注意が必要となる。FM システムに、断片的で管理されていない方法で入力されたデータは役立たないものとなる。また、データのメンテナンスをサポートする適切な組織体制がない場合、データを要求しても意味がないため、まず、組織の長期的なデータ管理戦略を立てることが重要となる。

同ガイドラインによる AIR を決定する際には、次の事項を参考とした。「目的を念頭に置いて開始することが重要である。必要な情報を決定する最も簡単な方法は、データを利用する担当者に尋ねることである。量より質を優先する。構造化されていない信頼性の低い大量のデータよりも、検証され、信頼性のある、よく構造化されたデータセットの方が望ましい。通常図面や仕様書等に含まれている設計段階から入力可能なデータから始める。資産データ適合性、無駄のないアプローチを重視する。すぐに利用できるデータであっても、単にデータを追加するだけではなく、予測可能な FM ニーズの 80~90%を満たす、最も緊密なデータセットを特定する。現実的なニーズと「持っている便利なもの」との違いを明確にする。必要以上のデータを要求しない。すべてのデータには「オーバーヘッド」が伴う。データが多ければ多いほど、データの管理と維持に費やすリソースも多くなる。余分なデータが多ければ多いほど、本当に必要なデータを検索する際に、データをフィルタリングする手間が増える。特定のデータセットを要求する意味を理解する。データは単独で存在するのではなく、より大規模なシステムの一部である。例えば、資産状況のモニタリングには、点検と評価を実施する要員、プロセス全体を管理することが必要である。」

資産価値

AIRには、消耗品や低価格品などのマイナーな資産と、ライフサイクル価値を持つ主要な資産の区別を行うことが望まれる。施設の所有者が運用とメンテナンスに重要となる資産を特定できるよう、以下の基準が使用できる。

- 定期的な点検、保全、および交換を必要とする、使用頻度が高く消耗が激しい資産
- 換気、空調、排水系統、建物の基本的なサービスに直接リンクされている資産
- 安全衛生等に特定の情報を必要とする資産

また、資産の故障に関連する全体的なリスクの特定が不可欠で、理想的には、組織の資産管理戦略（AMS）をサポートするためにAIRを開発する必要がある。AMSは、ISO 55001:2014-資産管理のマネジメントシステム等の規格に従うことが推奨される。

レポート要件

AIRを定義する際には、オブジェクトを識別するために必要な資産情報だけでなく、ステークホルダーに意味あるレポートを提供するために必要なデータについても、十分に考慮する必要がある。AIRは理想的には、組織の情報ニーズを理解した上で資産管理戦略を支援したものであることが求められている。このため、例えば、パフォーマンス情報がステークホルダー間でどのように伝達されるかについて検討を行った。パフォーマンス管理の基本的な前提条件は、レポートに何を含めるかを明確に定義である。報告とダッシュボードの要件には、顧客と共有しようとする情報、管理者が施主に報告する情報、当局や専門機関に報告されている情報（火災、環境、安全衛生、アクセシビリティなど）が理想的には含まれることとなる。レポートの情報要件の詳細については、検証Eにて後述する。

本プロジェクトは二つの物件において要件定義を行ったが、これらは他の物件でも繰り返し行われうる作業であり、将来のプロジェクトにおいてその内容の大半を活かせるように、ポートフォリオ管理の観点から情報の整理を行っている。そのため、できる限り標準的な方法で、業界の知見を活かしながら、鹿島グループの実務経験に基づいて内容を作成した。本プロジェクトを、設計、施工段階で反映させるための打ち合わせを繰り返し、そこで洗い出された課題に連携体制を構築しながら対応した。今後も課題への対応を設計、施工に反映させて、運営維持管理データのフロントローディングを行うように展開していく予定である。

4. 国際標準、オープン BIM、IFC の説明

維持管理フェーズの BIM 活用に関しては、長期間にわたる建築ライフサイクルにおいて出現する様々なサービスとの BIM データ連携が鍵となる。FM、資産管理、不動産取引、ロボット、ドローン、屋内外の位置情報を用いた IoT システムなど、多様なサービスとの連携が考えられるため、恒久性、拡張性のある BIM データとしてオープンな仕様の国際標準の活用が重要となる。

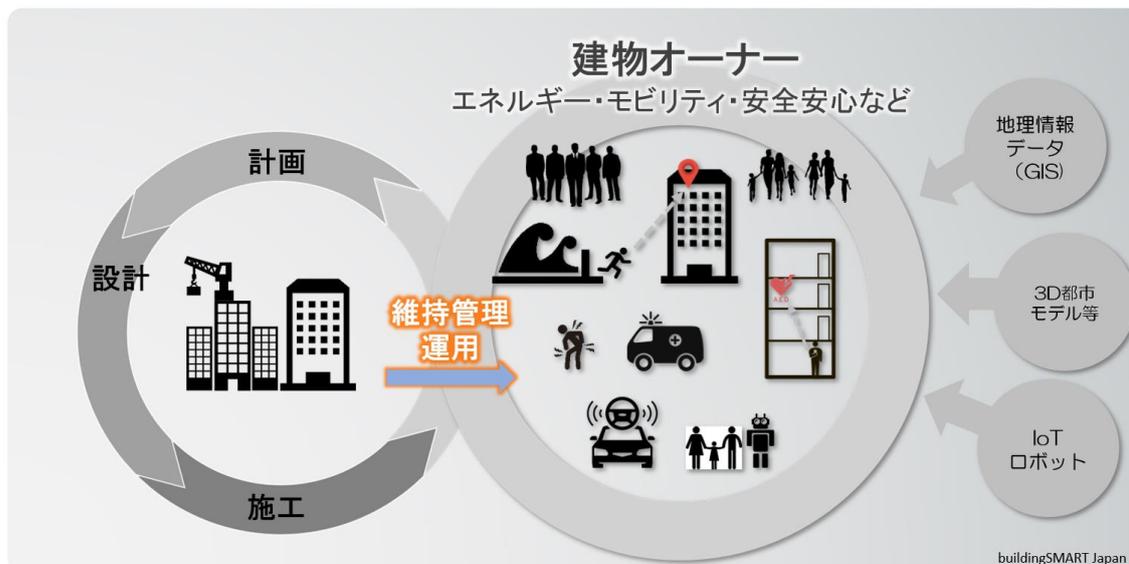


図 4-1 ライフサイクル全体への BIM 活用イメージ

FM 分野における BIM 活用に関しては、以下の 2 つのデータ活用場面があると想定される。1 つは FM システムの資産台帳初期データ入力への維持管理 BIM データ活用、2 つ目は FM システム上での BIM 活用がある。維持管理 BIM データの構築においては、意匠 BIM モデル、設備 BIM モデルなどの複数の分野 BIM データから維持管理 BIM データを作成する際の共通データ形式の必要性、そして長期間にわたる FM 運用フェーズにおける維持管理 BIM データの恒久性を担保するため、BIM データの国際標準 IFC の役割が BIM-FM 分野において重要となる。

(1) FM システムへの建物情報・資産台帳情報データ連携：

FM への BIM 活用の第一段階といえる分野で、海外事例でも一番進んでいる分野である。建物所有者・管理者が使用している FM システム、米国では CMMS(Computerized Maintenance Management System)とも呼ばれるソフトウェアシステムに入力する必要がある、建物階・部屋・ゾーンなどの空間構成要素、窓・ドアなどの建築要素、空調機器・配管などの設備機器要素などの建物の基本情報を BIM データからインポートすることを目的とする。今後は、BIM データが含む、建材の属性データ、設備機器の系統情報など、より詳細

な属性情報が CMMS、FM システムへ伝達される可能性が広がってきている。FM システム側のデータベースに必要な情報を BIM モデルから伝達するためのデータ仕様として、IFC が定義するデータ範囲から FM システムに関連する部分を抽出した COBie と呼ばれるデータ形式が策定され、BIM-FM データ連携の一つの参照仕様となっている。

(2) FM フェーズ BIM 活用：

もう一つの BIM 活用場面は、BIM-FM データ連携により FM システム側へ渡ってきた BIM データの FM 運用上の活用分野である。活用する場面としては FM 計画立案、現場での維持管理業務など、様々な状況における建物情報の 2D 表現、3D 表現、資産情報一覧などの BIM 活用が想定される。Web アプリケーションとして動作する FM システムの場合、Web ブラウザ、モバイル端末上で動作するアプリなど、様々な形態のアプリケーションに、IFC データによる 2D ビュー、3D ビュー、オブジェクト要素一覧などの表示ソリューションが可能となっている。

このように、維持管理フェーズへの BIM データ連携および活用の場面へ、IFC の活用が展開されてきている。以下に、BIM データの国際標準 IFC と、維持管理 BIM 分野における IFC に関連するユースケースについて述べる。

BIM においては、3 次元建物情報モデルが含む壁・柱・窓のような建築要素、空調・電気・衛生機器のような設備要素、鉄骨・鉄筋のような構造要素、それら要素の寸法・面積・体積・材質や仕様、コスト、スケジュール、維持管理情報等の様々な属性を含んだオブジェクトデータの集合を、データベースのように建物ライフサイクル全般で活用してゆく。

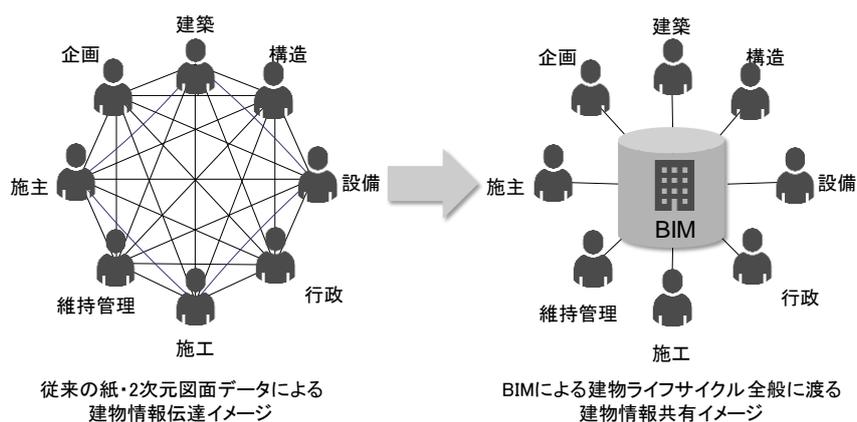


図 4-2 BIM による建物情報共有イメージ

BIM データ国際標準 IFC

buildingSMART は 1996 年の発足以降、国際標準化機構（ISO）のプロダクトモデルデータ交換標準 ISO-10303 を策定している ISO TC184/SC4 委員会と協調して IFC 策定を進めてきた。建築分野において、IFC は下記に示すように数々のリリース（バージョン）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定を繰り返して完成度を上げ、2013 年 3 月に正式な国際標準 ISO 16739：2013 として発行された。

- IFC Release 1.0 (1997 年 1 月)：パイロット版
- IFC Release 2.0 (1999 年 4 月)：実証実験本格化
- IFC 2x (2000 年 10 月)：現在の IFC 2x3 および IFC 4 の原型となるバージョン
- IFC 2x3 TC1 (2007 年 7 月)：現時点で BIM アプリケーションに採用されているバージョン
- IFC 4 Official Release (2013 年 3 月)
- ISO 16739：2013 (2013 年 3 月)
- 2013 年以降：土木・インフラ分野への IFC 拡張

IFC は、建築物や土木構造物を構成する要素をオブジェクトモデルとして表現するための仕様である。例えば、ドアの形状、特性などの情報を、IFC で定義された仕様でデータ化することにより、人間と機械がそのデータを同じドアと認識できるようになる。現在では、多くの BIM ソフトウェアに IFC 形式でのデータの入出力機能が備わってきている。このことから、IFC は BIM ソフトウェアの中間データフォーマットとして用いられてもいるが、本来は BIM のオブジェクトを表現するためのデータモデル仕様である。

IFC の全体像

IFC は、建物・インフラ構造物のライフサイクルにおける三次元建物情報モデルのオブジェクトデータのクラス定義である。IFC の C (Classes) は、このクラス定義を示しており、EXPRESS で定義された IFC のデータモデルを IFC スキーマと呼称することもある。

IFC を構成しているクラス定義には、建物の空間情報を表現する空間要素情報として敷地、建物、建物階、部屋オブジェクト、建築要素として壁、開口、ドア、窓、梁、柱、階段などのオブジェクト、設備要素としてダクト、制気口などのオブジェクトがある。これらの情報が IfcSite (敷地)、IfcBuilding (建物)、IfcBuildingStorey (建物階)、IfcWall (壁)、IfcOpeningElement (開口)、IfcDoor (ドア)、IfcWindow (窓)、IfcBeam (梁)、IfcColumn (柱)、IfcSpace (空間) などのクラスとして定義されている

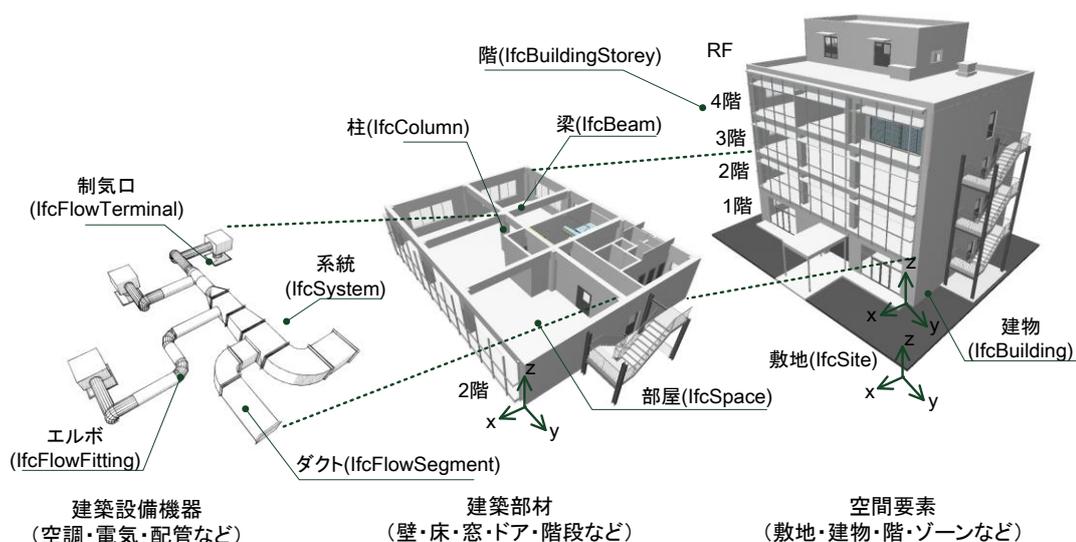


図 4-3 IFC の主要な建築分野オブジェクト例

IFC が定義しているクラスの対象は、建築および土木分野のライフサイクルに関連する、以下のような情報項目を含んでおり、維持管理フェーズにおいても活用できる項目が存在する（例：部屋、建築要素、設備要素、系統情報、数量情報、分類コードなど）

- プロジェクト情報：プロジェクト名称・使用単位・真北方向などのコンテキスト情報
- 空間構造：敷地・建物・階・部屋など
- 建築要素：意匠モデルに含まれる壁、柱、窓、扉など
- 構造要素：構造モデルに含まれる鉄骨、鉄筋など
- 設備要素：設備モデルに含まれる空調・衛生・電気・制御機器など
- 土木要素：土木モデルに含まれる道路・橋梁・鉄道など
- 幾何情報：2D、3D 幾何形状を表現するソリッドモデル表現、トポロジー表現等
- オブジェクト関係性情報：要素同士の包含、接続関係
- 系統情報：設備システム、機能別グループなど
- 属性情報：プロパティセットと呼ばれる属性情報付加の仕組み
- 数量情報：個数、長さ、面積、体積などの属性情報付加の仕組み
- 分類コード：建築分類体系情報
- その他：構造解析、アクター（人・組織）、4D、5D、資産管理など

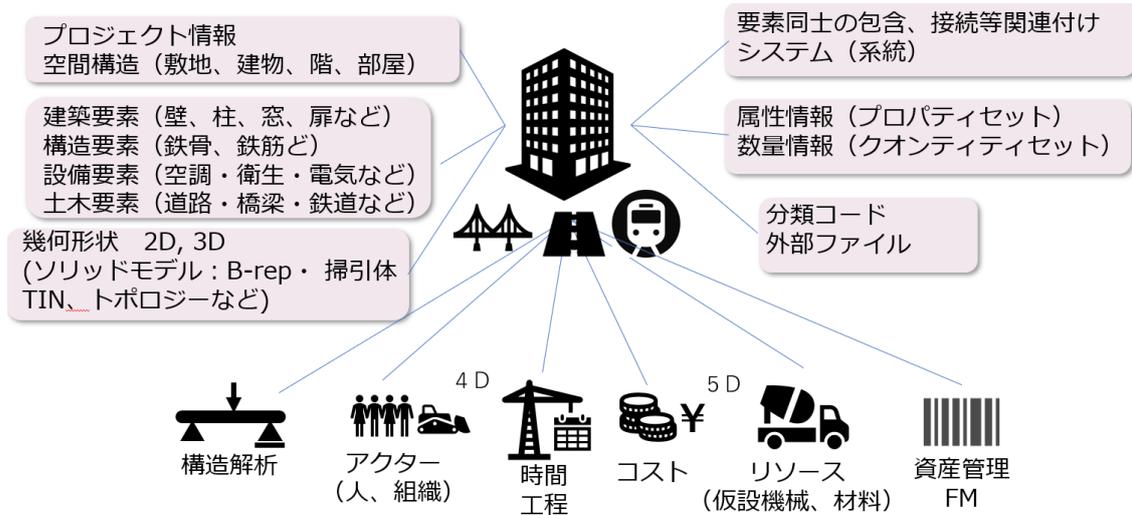


図 4-4 IFC で表現できる情報 (参考: IFC4.3)

BIM データのデータ構造を定義している IFC は、意匠、構造、説部分野の BIM ソフトウェアによって、各分野 BIM モデルとして IFC 形式のデータとして出力される。IFC データは、敷地、建物、階、部屋などの基本的な建物の空間構造を表現する部分、建築要素、構造要素、設備要素などの BIM オブジェクトを表現する部分、より詳細な属性（プロパティ情報、数量情報）をふくむプロパティセットの部分などから構成される。

このような IFC のデータ構造から、FM に必要な部分を定義し、意匠モデル、設備モデルなどに関連するオブジェクトや属性情報を入力するワークフローを構築することが、FM に必要な維持管理 BIM モデルを構築する際に必須となる。

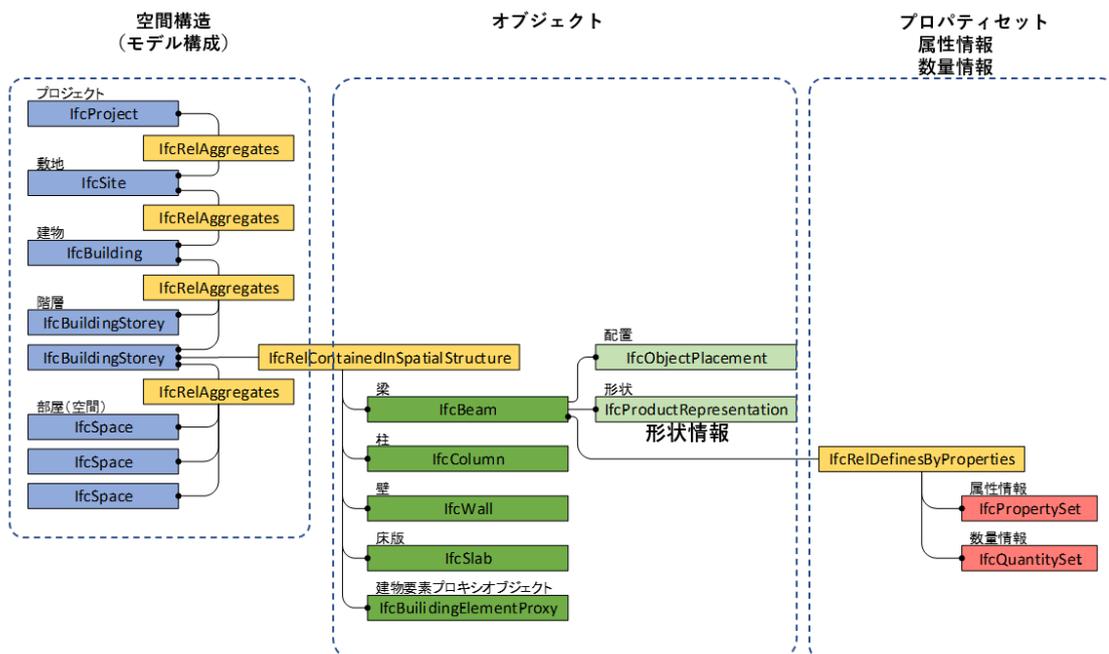


図 4-5 IFC データの基本構造

buildingSMART では、データ連携シナリオ（例：FM への BIM データ連携）に必要な情報を伝達するための IFC 定義の必要な部分集合を記述する手法として、MVD(Model View Definition)というドキュメント形式を定めている。MVD は、データ連携シナリオを記述する、プロセスマップや情報交換要件を含んだ IDM(Information Delivery Manual)の内容を取り込み、IDM の内容に必要な IFC 定義の部分をクラスの単位で記述した MVD コンセプトというドキュメントから構成される。

現在、国内外の BIM ソフトウェアの大半が対応しているのは、意匠・構造・設備の各分野モデルを重ね合わせして干渉チェックなどで調整するための、Coordination View 2.0(CV2.0)と呼ばれる MVD である。bSj では、この CV2.0 に対応した MVD コンセプト集が整備されており、2014 年から開始された IFC ソフトウェア検定により活用されている。

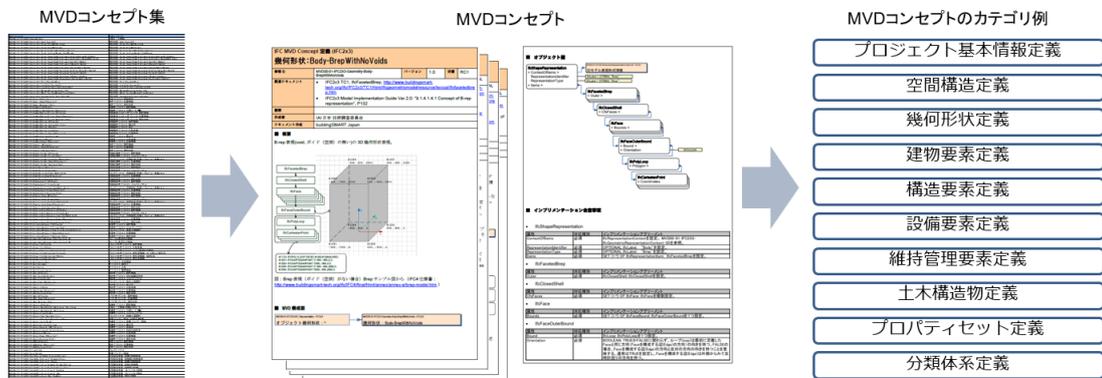


図 4-6 MVD を構成する MVD コンセプト

FM への BIM データ連携を行うには、この IDMMVD によって BIM-FM データ連携のシナリオを定義し、どのような情報が FM 側にわたるかを明確にする必要がある。ISO19650 において定義されている、維持管理フェーズの情報（AIM：資産情報モデル）として、FM に必要な情報要件が定義されることになれば、それに対応した IDMMVD に対応した BIM データ連携を行うことにより、維持管理フェーズへ必要な情報を伝達していくことが可能となる。

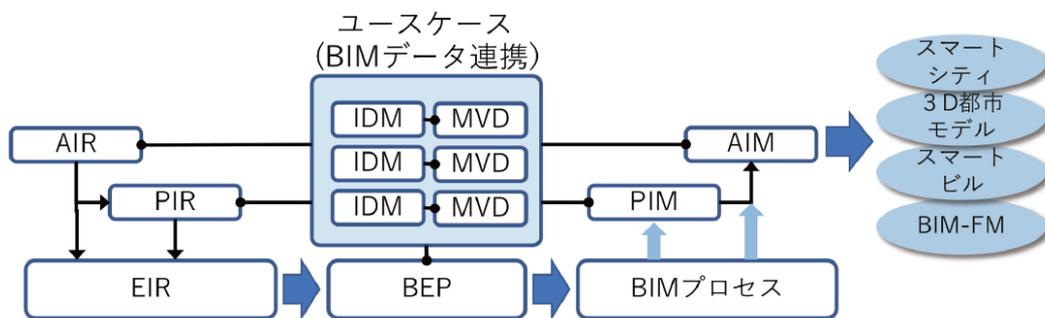


図 4-7 ISO19650 と IDM MVD の関係

維持管理フェーズの AIM に対して、スマートビル、スマートシティ、3D 都市モデル
などの各分野の IDM/MVD 策定ができれば、建築・土木ライフサイクルにおける BIM デ
ータ活用が展開できると考えられる。

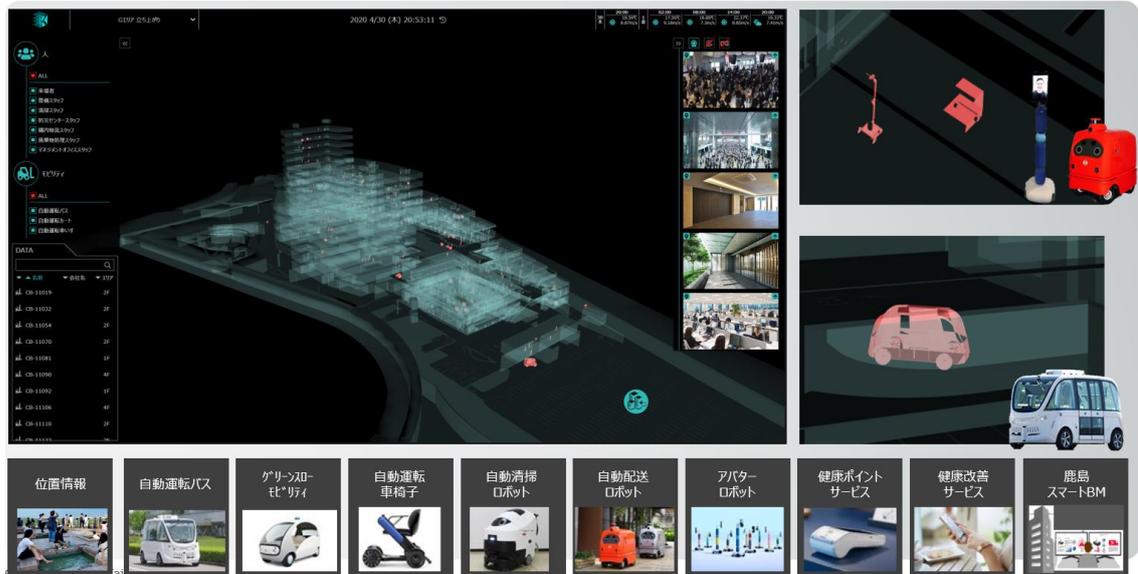


図 4-8 3D 都市モデル・スマートシティへの BIM 活用イメージ (羽田イノベーション
シティ：鹿島建設)

5. ソフトウェア・エコシステムの俯瞰

前章では、BIM の国際標準 IFC をはじめとした中立的でオープンに利用可能な標準を情報交換／共有に使用すること、すなわちオープン BIM プロセスによりデータの相互運用性や恒久性を担保できると述べた。

オープン BIM では、IFC がサポートされているソフトウェアの中から業務や用途に最適なソフトウェアを選択し、互いに独立しているソフトウェアを組み合わせることでシステム基盤を構築することが出来る。目的に応じてソフトウェアを組み合わせられるという点で拡張性が高く、BIM ソフトウェア以外にも、センサーアプリケーションや公的データベースなど外部データとの連携も可能だ。弊社では、ワークフローや課題に応じて柔軟にソフトウェアやツール、外部データベースを組み合わせ、最適なソフトウェア・エコシステムを実現することを目指している。

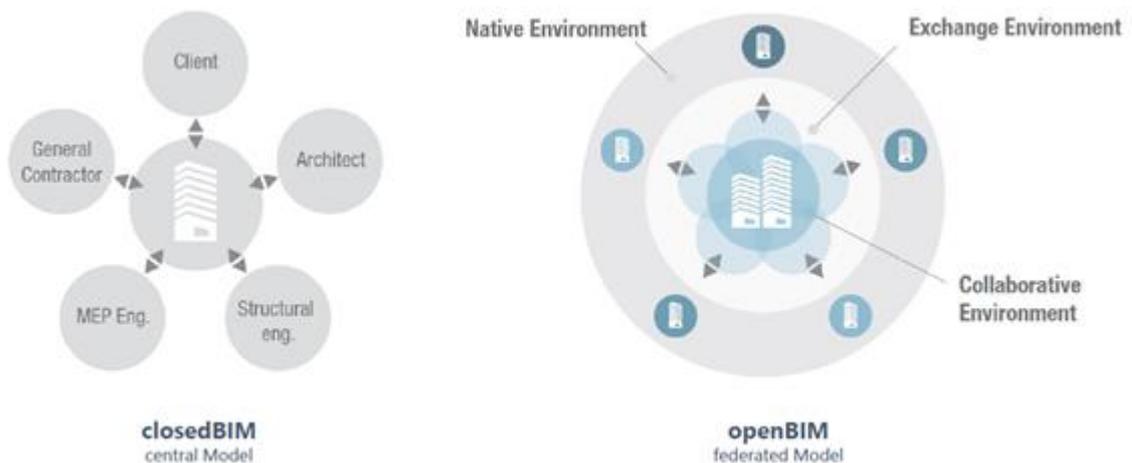


図 5-1 オープン BIM

当事業では、日本国内の設計・施工、維持管理の建物ライフサイクル全体に渡るワークフローと整合するソフトウェア・エコシステムの検討を進めてきた。

建物ライフサイクル全体における BIM データは、その利用のされ方によって大きく 2 種類に分けられる。一つは主に設計・施工フェーズに生成され、頻繁に変更されるプロジェクト情報モデル (PIM)、運用維持管理で使用される資産情報モデル (AIM) であり、フローデータとも呼ばれる。もう一方は、ストックデータと呼ばれる、他分野との BIM データ連携や恒久性・拡張性の確保を目的とした BIM データである。今回のソフトウェア・エコシステムでは、社内における設計・施工 BIM の連携を実現し、竣工後の建物 OS、スマートシティーなど、デジタルツインへの展開を見据え、フローデータとストックデータを扱うデータプラットフォームを分け 2 階建てで構築することとした。

フローデータについては、オーサリング・ソフトウェアにより作成されたネイティブフォーマットの BIM モデルを使用することを想定し、BIMcloud サーバーや BIM360 などプロジェクト毎に選択される BIM プラットフォームを中心としたシステム基盤を構築。ARCHICAD や Revit、その他 TEKLA をはじめとする鉄骨専用 CAD や Rebro といった設備 CAD など、各分野に最適なソフトウェアを選択できる環境となる。一方、ストックデータについては、IFC データを軸としたデータ連携を想定し、IFC モデルサーバーを立てるとともに、各種ソフトウェアとの API 連携を機能開発した。IFC モデルにより恒久性を担保するとともに、維持管理ソフトウェア MainManager や自社開発の進捗管理システム、VR アプリ等とのデータ連携基盤を構築した。

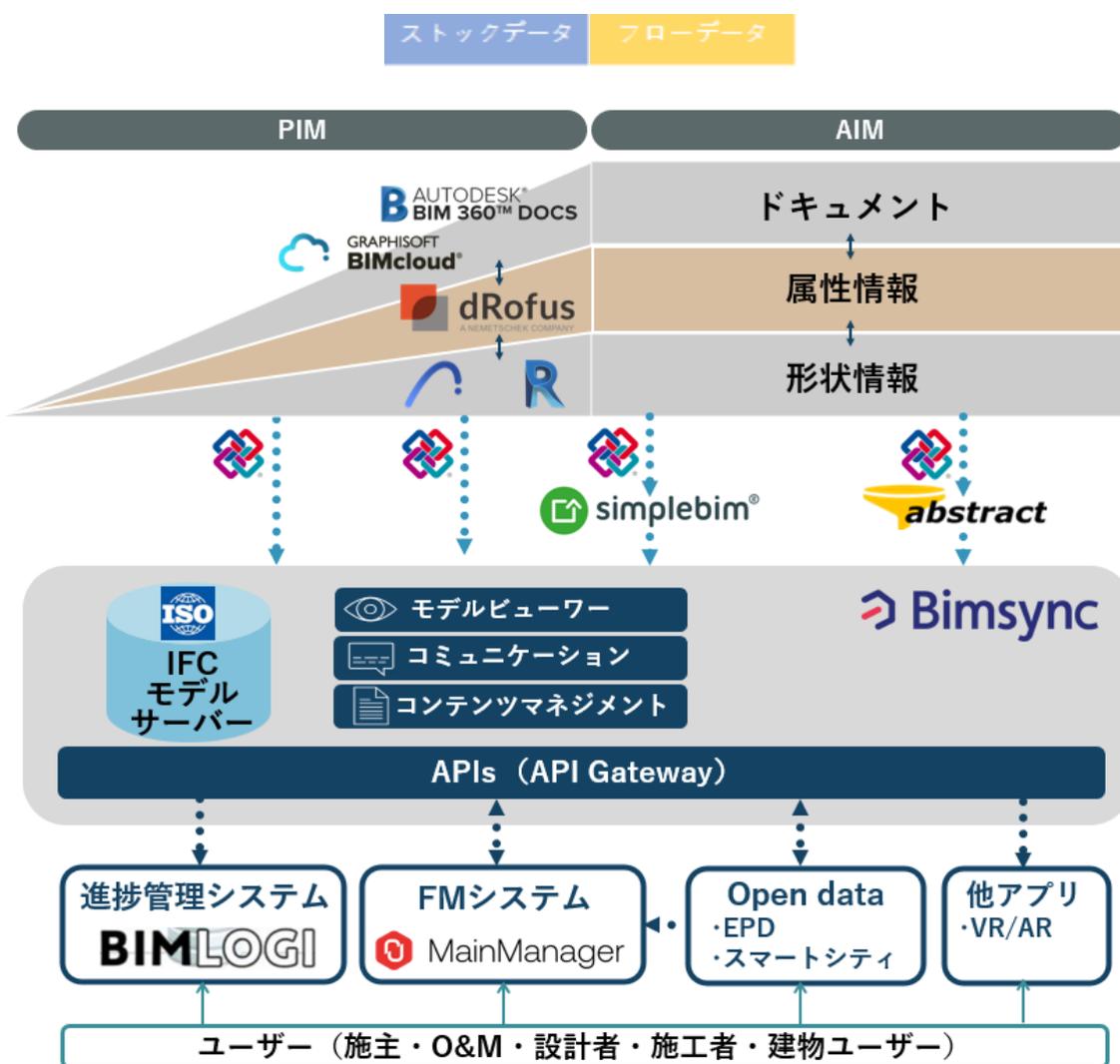


図 5-2 ソフトウェア・エコシステム案

なお、フローデータである PIM には形状情報、属性情報、ドキュメントが含まれ、プロジェクト引き渡し時に、PIM をもとに AIM が作成されることとなるが、PIM と AIM とでは必要なデジタル情報が異なる場合が少なくない。例えば、施工段階に作成される詳細度の高い形状情報、数量・コスト情報は維持管理には必要なく、維持管理で使用される設備・機器の法令性能、耐用年数、保証期間といった情報は施工には必ずしも必要ではない。また、IoT によるセンシング情報の格納場所など、運用時のユースケースに応じて、追加的に必要となる情報もある。このように、AIM は用途に応じて、設計・施工 BIM からのデータと補足情報を組み合わせて作成する必要があることから、属性情報をメタデータとして一元管理し、各フェーズにおいて必要な属性情報を push・pull することにより PIM から AIM へのデータの引き渡しの効率化を図ることを検討した。また、AIM では PIM のような形状情報の詳細度は必要なく、データの操作性を考慮すると、LOD を下げることが望ましい。海外では、用途に応じて形状情報の詳細度を下げる変換ツールが少しずつリリースされ始めている。

6. 共通データ環境 CDE-BIMsync の説明

前章で登場した BIMcloud、BIM360、Bimsync といったプラットフォームは CDE (Common Data Environment=共通データ環境) と呼ばれる。本項では、CDE の概要と、当事業における CDE 採用の判断基準の 2 点についてそれぞれ紹介する。

CDE は BIM 情報管理の国際標準 (ISO19650) で、BIM モデルや図面・仕様書など建設業に必要な情報を受け渡す場や、BIM のワークフローを効率化するためのデータプラットフォームのことを指す。建設プロジェクトの関係者は CDE にアクセスすることで、プロジェクトに必要な情報を入手したり、自分の情報を共有したり、モデリングや種々の調整業務を効率的に行うことができる。

CDE に格納されるデータには①「作業中」、②「共有」、③「公開」の 3 つのステータスがある。①「作業中」はタスクチーム (ある BIM モデルを編集するユーザーのまとまり) が作業している状態、②「共有」は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共有した状態、③「公開」は確定・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プロジェクト外に公開した状態である。各メーカーから公開されている CDE は、これら 3 つのステータスのデータを効率的に利用するための機能 (それぞれ「作業用機能」「共有機能」「公開機能」とする)、データの作業履歴を記録する機能 (「アーカイブ機能」とする)、他システムとのデータ連携を実現する「データ連携機能」のすべてもしくは一部を備えている。各機能について下記にて補足する。

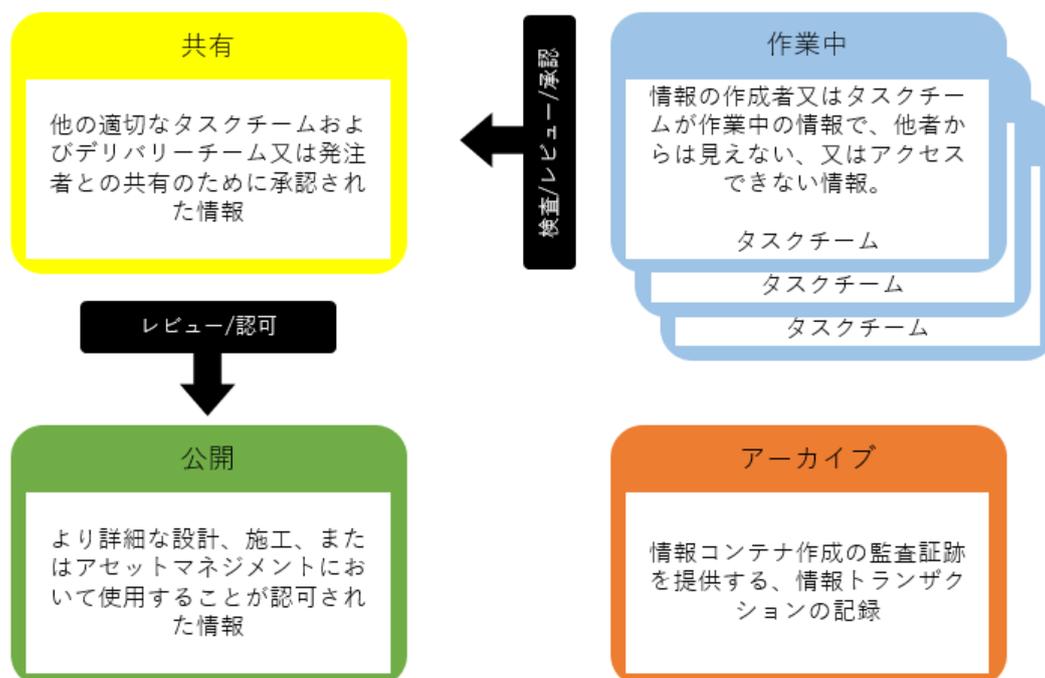


図 6-1 共通データ環境 (CDE) の概念

「作業用機能」は「チームワーク機能」と「問題管理機能」に分けられる。

「チームワーク機能」は CDE 内に保存された BIM モデルを複数人で同時に閲覧・編集する機能である。この機能はオーサリング・ソフトウェアの開発社が提供している CDE に限定される傾向があり、例えば、ARCHICAD 用のチームワーク機能は GRAPHISOFT 社の BIMcloud、Revit 用のチームワーク機能は Autodesk 社の BIM360 のみが搭載している。

「問題管理機能」は BIM モデル上で干渉などの問題が発生したときに、その問題の概要、担当者、問題へのコメントなどを問題リストで集約管理する機能である。問題リストは CDE 上で直接編集したり、各ソフトウェアのアドオンや API を用いて編集したり、BCF ファイル（問題データの標準形式）をインポートして登録することができる。また CDE によっては、プロジェクト内の問題を俯瞰するダッシュボード画面を提供したり、割り当てられた担当者にメール等で通知することで、問題是正が遅れるのを防いだりすることができる。

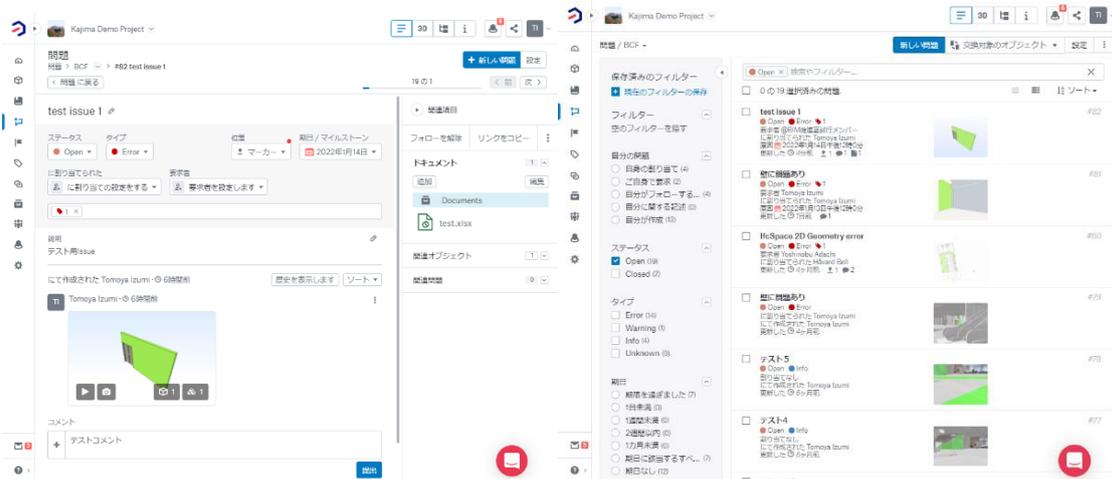


図 6-2 Bimsync の問題管理機能 1（左；問題作成画面、右；問題リスト画面）

「共有機能」は Box や Dropbox、SharePoint に代表されるストレージサービスをイメージすると分かりやすい。CDE 選択においては、単純なファイル置き場を提供するだけでなく、ファイルのバージョン管理を行う機能や、ウェブブラウザ上で BIM モデルを表示する「モデルビューワー機能」を備えているかが判断材料となる。

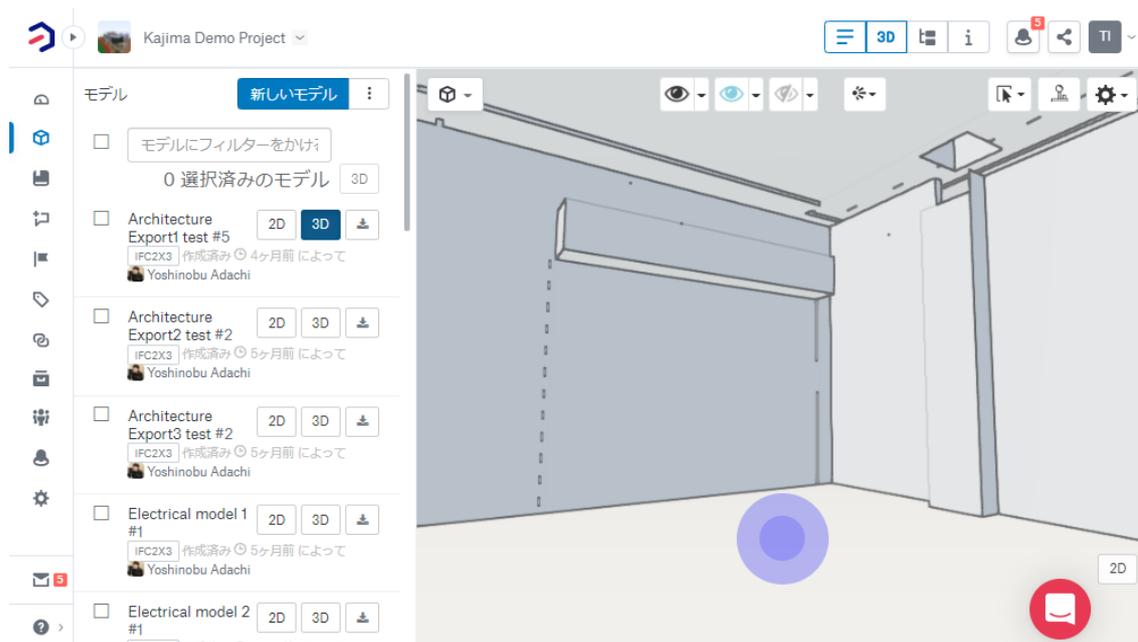


図 6-3 Bimsync のモデルビューワー機能

「公開機能」は共有されたデータのうち確定したものを、別の用途で利用するためタスクチーム以外に公開する機能である。この機能は、「公開」データ専用のフォルダを作成して該当するファイルを都度移動する運用で実現することが多いが、BIM360 のように選択したファイルを公開データ用の領域に転送する専用機能を備えている CDE もある。

「アーカイブ機能」はデータの変更履歴をログやファイルのタイムスタンプとして保存する機能である。「作業中」データではモデルの編集履歴 (Push/Pull の履歴) や問題のログ、「共有」データではモデルやドキュメントのバージョン、「公開」データでは公開されたモデルやドキュメントのバージョンをそれぞれ保存できることが望ましい(「バージョン管理機能」)。また、これらの BIM ワークフローの記録とは別に、CDE へのアクセスログやユーザーアカウントの登録履歴などのログも残せると良い(「ログ管理機能」)。

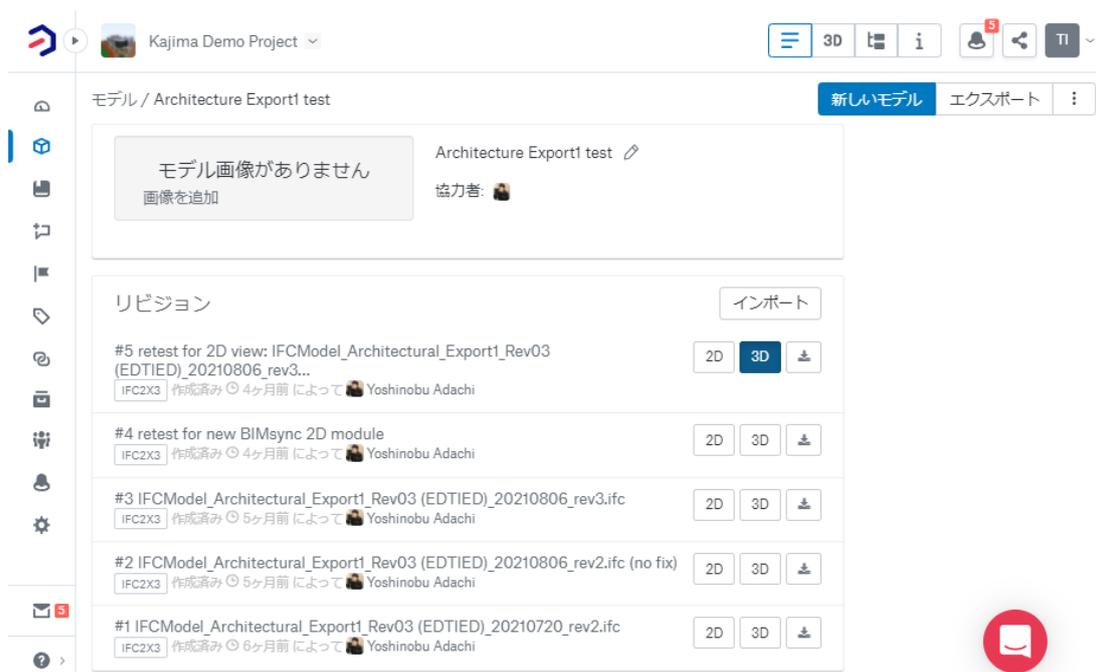


図 6-4 Bimsync のモデル変更履歴管理機能

「データ連携機能※」は、他の CDE もしくは既存サービスとシステム間連携を構成するための機能であり、主に API として提供される（CDE API）。BIM モデルや問題データに含まれる情報は BIM ソフトウェアや CDE なしで取り出すにはある程度の開発技術が求められる。また、オーサリング・ソフトウェアや IFC の仕様変更が定期的に行われるため、ユーザーにとって情報を取り出す仕組みを構築・更新する負担は大きい。そのためシステム間連携を検討しているユーザーにとって、CDE API を利用することは有力な選択肢となる。CDE API を利用することで、前章で述べたような、CDE どうしでデータ転送する仕組みや、ユーザーが利用する維持管理アプリケーションや VR アプリケーション等にデータを受け渡す構築を比較的簡単に実現することができる。当プロジェクトにおける具体的な CDE API の利用例は次章の「CDE の位置付け（鹿島用途）」で述べる。

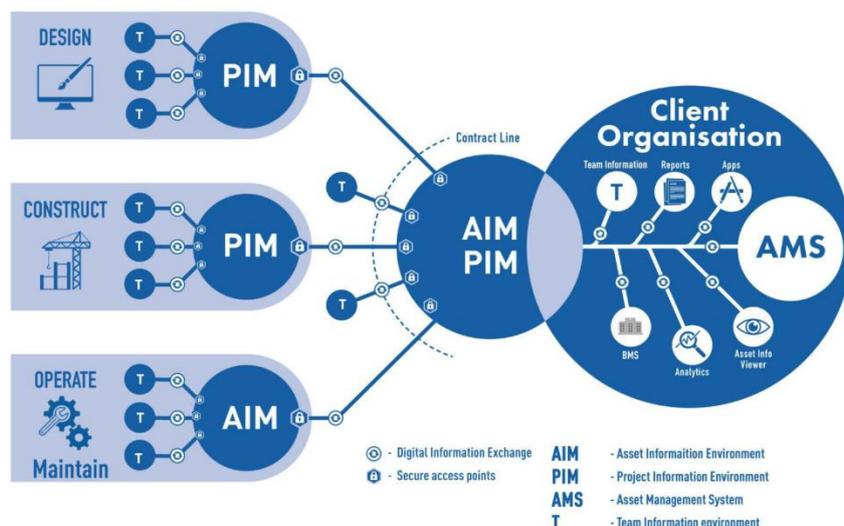


図 6-5 CDE – In context with asset life cycle www.pcsf.co.uk

前章で述べたようにプロジェクトを進めるときは、OpenBIM の思想に則り、1 つの CDE にすべての情報を集約するというはせず、フェーズや管理対象、利用ソフトウェアに応じて柔軟に環境を使い分けると良い。当事業では、フローデータ用の CDE として GRAPHISOFT 社の BIMcloud と Autodesk 社の BIM360、ストックデータ用の CDE として Catenda 社の Bimsync を採用したが、それぞれの採用に際して考慮した点を下記にまとめる。

I. どのような機能を備えているか

上記で述べた「作業用機能」「共有機能」「公開機能」「アーカイブ機能」「データ連携機能」のうちどの機能を重要視するか、どの機能が必須かを考えた。ただし、「作業用機能」は「チームワーク機能」と「問題管理機能」、「アーカイブ機能」は「バージョン管理機能」と「ログ管理機能」に分けて評価した。

フローデータ用の CDE では、モデルの編集作業を効率的に行うための「チームワーク機能」、「問題管理機能」、「共有機能」、作業状況を確認したり、データ不備が発生したときロールバックを行うための「バージョン管理機能」、不正アクセスの確認を円滑に行うための「ログ管理機能」を必須項目とし、残りの機能は任意項目とした。

ストックデータ用の CDE では、フローデータ用 CDE から転送されたデータを蓄積する「共有機能」、ファイルの更新履歴を記録するための「バージョン管理機能」、不正アクセスの確認を円滑に行うための「ログ管理機能」、他システムでデータを利用するための「データ連携機能」を必須項目とした。一方、「チームワーク機能」、「問題管理機能」、「公開機能」については、フローデータ用の CDE から公開されたデータを格納すれば良いので任意項目とした。

II. 「ネイティブデータ軸」か「IFC データ（オープン BIM）軸」か

前章で述べたため詳細は割愛するが、ポイントは次の 2 点である。

- ① フローデータ用にはオーサリング・ソフトウェア専用の機能を利用するため、「ネイティブデータ軸」の CDE を採用する。
- ② ストックデータ用には、他システムとの連携や恒久性担保を重視し、「IFC データ軸」の CDE を採用する。

上記 I と II の判断基準をもとに CDE 選定を行った結果を次表に示す。

表 6-1 フローデータ用 CDE およびストックデータ用 CDE の評価と採用結果

項目	フローデータ用 CDE の要件	ストックデータ用 CDE の要件	BIMcloud	BIM360	Bimsync
作業用機能 - チームワーク機能	必須 ※専用 CDE がない オーサリング・ソフトウェアに対しては 任意とする	任意	○ ARCHICAD の同時編集機能	○ Revit の同時編集機能	×
作業用機能 - 問題管理機能	必須	任意	○	○	○
共有機能	必須	必須 モデルビューワー機能あり	○	○ モデルビューワー機能あり	○ モデルビューワー機能あり
公開機能	任意	任意	×	○	×
アーカイブ機能 - バージョン管理機能	必須	必須	○	○	○
アーカイブ機能 - ログ管理機能	必須	必須	○	○	○
データ連携機能	任意	必須	×	○ Autodesk Forge として API 公開	○ Bimsync API として API 公開
データ軸	ネイティブデータ軸	IFC データ軸	ネイティブデータ軸	ネイティブデータ軸	IFC データ軸
採用結果			ARCHICAD フローデータ用	Revit、IFC フローデータ用	ストックデータ用

7. CDE の位置付け（鹿島用途）

本項では、前章までの検証でストックデータ用 CDE として採用した Catenda 社の Bimsync について、公開されている API（Bimsync API）の機能を踏まえた上で、当事業における活用方法を紹介した。

I. Bimsync API について

Bimsync API は次の 6 種類の API 群で構成されている。

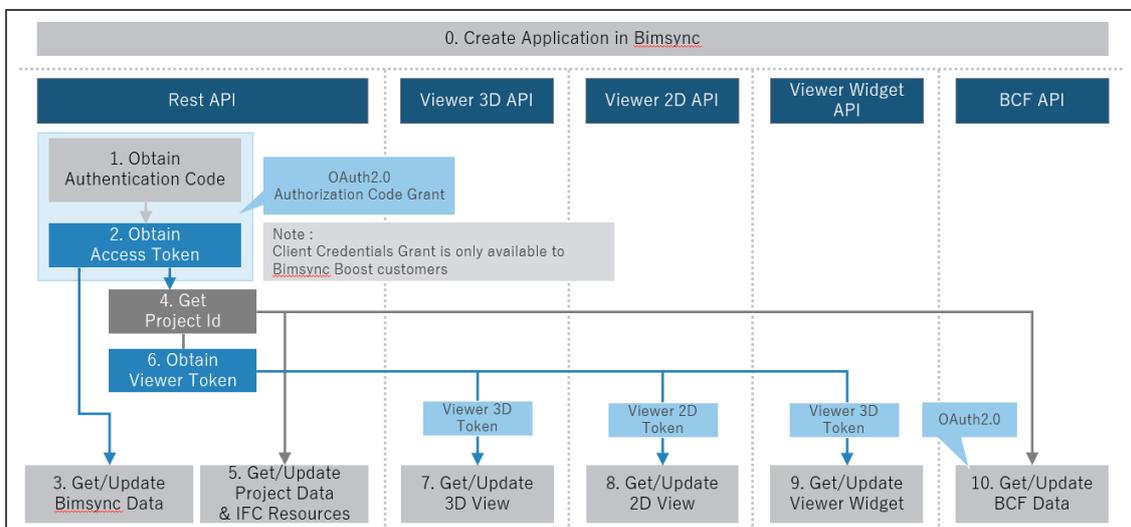


図 7-1 Bimsync API の利用フロー

1. Bimsync Rest API

認証や、プロジェクト・ユーザー・IFC・ドキュメントの取得・更新を行うコア API。REST API 形式（Web API の標準形式）で定義されている。

API で取得できる情報は直感的に分かりやすい階層構造をしており、例えば組織（orgs）→組織のメンバー（members）→ユーザー（user）のように体系的にデータを検索することができる（図 7-2）。また、プロジェクト配下に格納されている IFC データは、1つ1つの BIM オブジェクトを取得するだけでなく、特定の条件を満たすオブジェクトの数量を算出したり、オブジェクトに設定されているプロパティを変更したりすることができる。

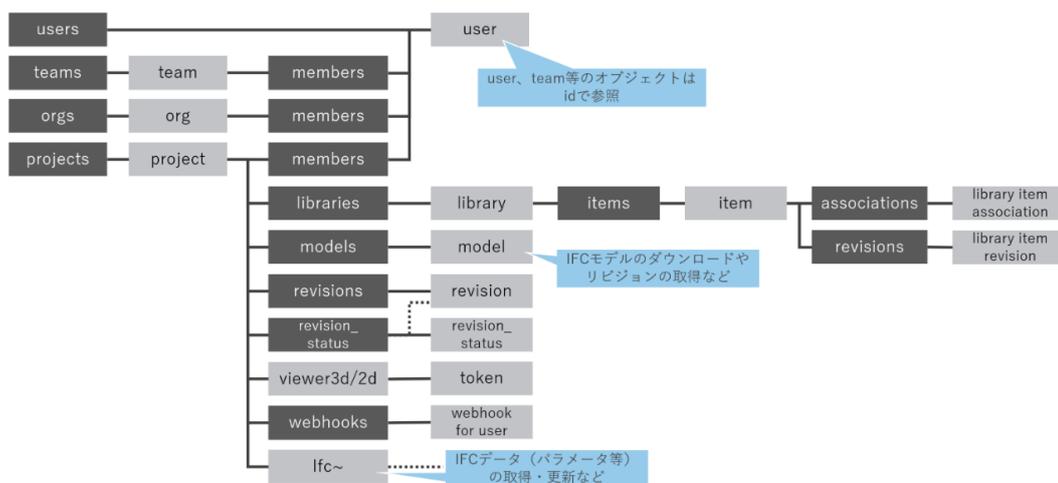


図 7-2 Bimsync Rest API で取得できる情報の階層構造

2. Viewer 3D API

ブラウザで BIM モデルの 3D ビューワーを表示する API。ウェブページのソースに html タグを埋め込んで作成したビューワーを jQuery で制御して用いる。API で作成したビューワーでは Bimsync 標準の操作（マウスによるオブジェクトの選択、ビューのズームや回転、メジャー機能による計測など）を行えるだけでなく、オブジェクトごとに色や透明度を変更したり、モデルの位置やスケールを変更するなど標準外の機能を追加したりすることができる。

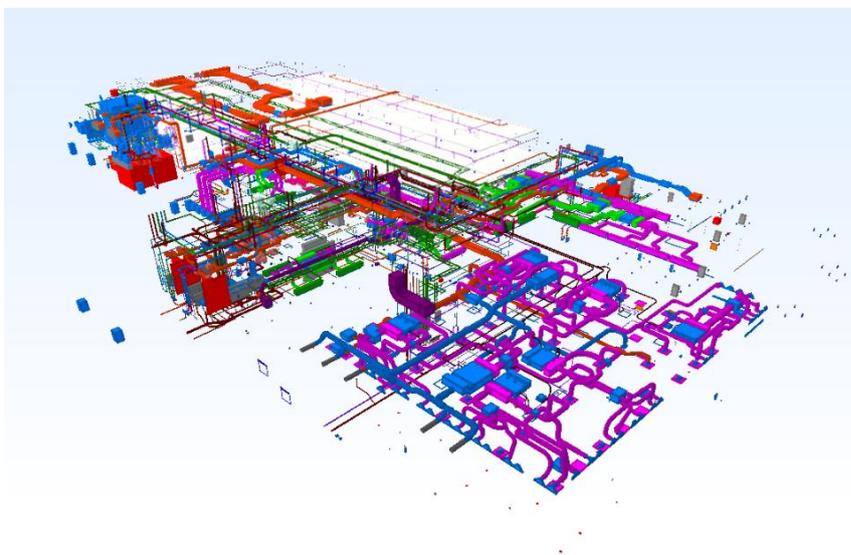


図 7-3 Viewer 3D API で作成したモデルビューワー

3. Viewer 2D API

ブラウザで BIM モデルの 2D ビューワー（平面図・立面図・断面図）を表示する API。ウェブページの html タグを埋め込んで作成した図面ビューワーを javascript で制御して用いる。Viewer 3D API と同様に、Bimsync 標準の図面ビューワーの操作（ズーム、パンなど）が行えるビューを作成することができる。

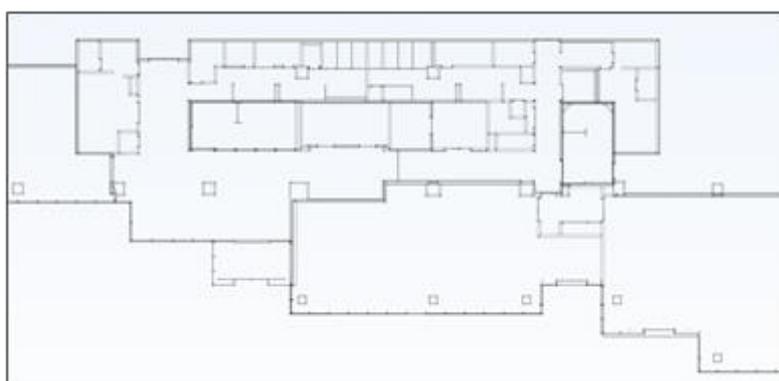


図 7-4 Bimsync Viewer 2D API で取得した平面図

4. Viewer Widget API

Viewer 3D API で呼び出したビューワー用のウィジェットを表示・制御する API。ビューワー上に表示したジョイスティックによるカメラの操作、右クリックでオブジェクトの表示／非表示などを制御するコンテキストメニューを作成することができる。

5. BCF API

プロジェクトに登録された BCF データを取得・更新するための API。building Smart が定義した BCF REST API をベースで作成されている。

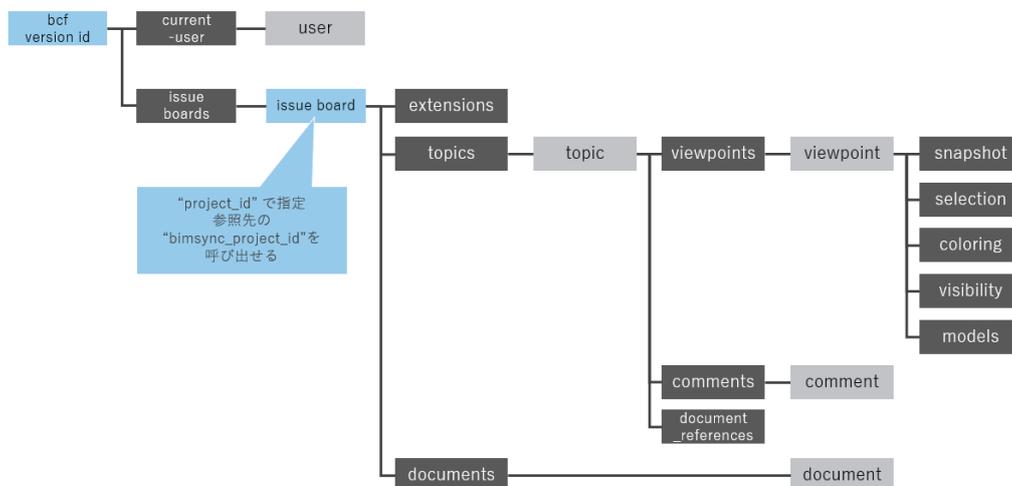


図 7-5 BCF API v2.0 で取得できる情報の階層構造

II. 鹿島における Bimsync および Bimsync API の活用方法

当社では、施工フェーズでの進捗確認用システム「BIMLOGI」と、維持管理フェーズのアセット管理システム「Mainmanager」で Bimsync のデータ連携機能を活用している。本項ではそれぞれのシステムにおける Bimsync の活用方法を紹介する。

BIMLOGI は当社が開発した工事の進捗管理アプリケーションである。BIMLOGI では、部材ごとに付与された固有の ID と BIM を紐づけることで、部材ごとの製作から出荷・運搬、現場での受け入れ、施工、検査までの予定と実績を管理する。工事進捗は、例えば出荷された部材は緑色、現場で荷受けされた部材は青色など、部材ごとに色付けされた IFC モデルのビューとして確認することができる。



図 7-6 BIMLOGI の概念図

上述した IFC モデルビューワーは、Bimsync Rest API と Viewer 3D API を用いて実装されている。まず BIMLOGI アプリケーションは Bimsync Rest API で Bimsync の認証を行い、現在作業している BIMLOGI プロジェクトに紐づけられた IFC モデル内のオブジェクトを取得する。ここで取得した各オブジェクトデータは、オブジェクト毎の進捗状況を管理している BIMLOGI のデータベース（以後、「BIMLOGI データベース」）と連携している。ユーザーは BIMLOGI アプリケーションの進捗入力画面を通して、BIMLOGI データベースに最新の進捗情報を入力していく。BIMLOGI アプリケーションの IFC モデルビューワーは Viewer 3D API で作成されており、BIMLOGI データベースを参照しながら API の機能で各オブジェクトを進捗状況に対応した色に塗り替えながらレンダリングする。

8. 設計、属性情報の管理プロセス (dRofus)

第 5 章において、オーサリングソフト以外で属性情報を一元管理するツールを活用することにより、PIM から AIM へのデータの引き渡しの効率化を目指していると述べた。ここではまず、属性情報をメタデータとして一元管理することの利点を改めて整理した上で、検証内容について報告したい。

これまで弊社では、企画から施工まで共通のモデルを作り込んで行く、いわゆるワンモデル BIM ではなく、フェーズおよび用途に応じて各々の BIM モデルを作成するワークフローを選択してきた (図 8-1)。その目的は、各フェーズや分野において適切なツール、用途に応じた LOD (Level of Development) を選択することを可能とし、モデリングを最小限とすることでデータ量の増大を抑制するとともに、責任の所在を明確にするためである。

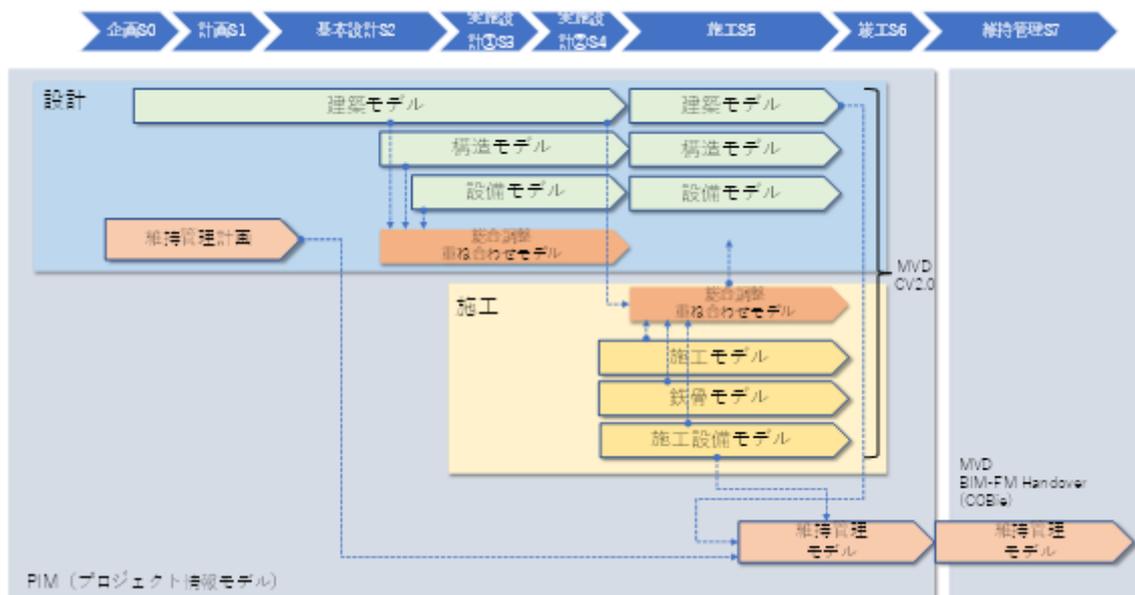


図 8-1 BIM ワークフロー

当ワークフローでは、モデルを分けた分野間の調整を分野毎の IFC モデルを重ね合わせるなどにより行ってきたが、例えば意匠設計モデルから躯体施工モデルへ、構造設計モデルから鉄骨製作モデルへといった、フェーズ間のデータの調整・引き渡しに関しては、2D 設計図を介して行われてきたのが現状である。その背景には、2D 設計図があくまで正であり、BIM モデルは参考扱いとなっていることや、施工モデルを一から生成しても大きな手間とならないなどの理由が挙げられている。しかし、モデル入力の二重手間が発生していることには変わりはなく、前工程で入力されたプロパティ情報が有効活用されることはない。一方で、維持管理モデルは設計・施工モデルデータをベースに構築されるのが一般的だが、設計・施工は各プロセスの目的に応じてデータが作成されるため、維持管理に必要な情報が十分でないケースが多く生じている。

これらの課題への対処として、設計・施工モデル（PIM）から維持管理モデル（AIM）までの属性情報をメタデータ管理ツール dRofus にて一元管理することを検証した。各フェーズにおいて、dRofus のデータベースから必要な属性情報をオーサリングツールに PUSH & PULL し、最適な PIM・AIM を構築・更新していくワークフローを目指した。

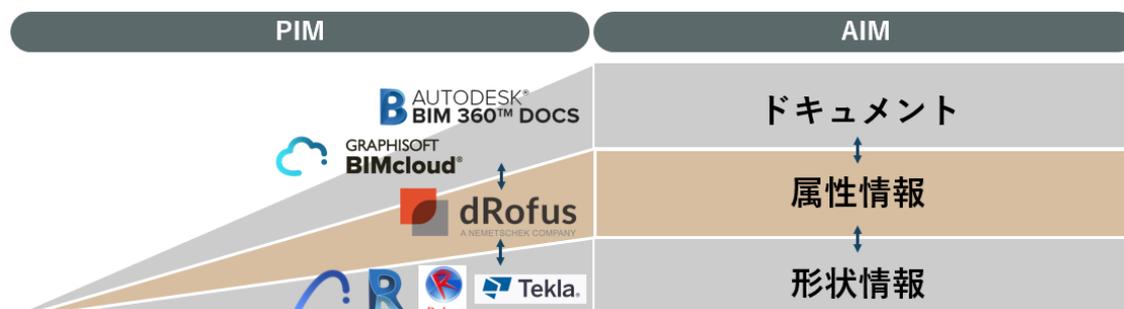


図 8-2 PIM・AIM 構築更新ワークフロー

まずメタデータ管理ツール dRofus について、簡単に紹介したい。dRofus は、建物の要件定義、部屋単位の仕様に関するデータを計画・管理・更新することができる単一のクラウドベースのデータベースである。ArchiCAD, Revit, IFC と双方向のデータ同期機能を持ち、各オーサリングツールおよび dRofus クライアントソフト、Web ブラウザから建物のライフサイクル全体にわたる建物情報へのアクセスを提供している。

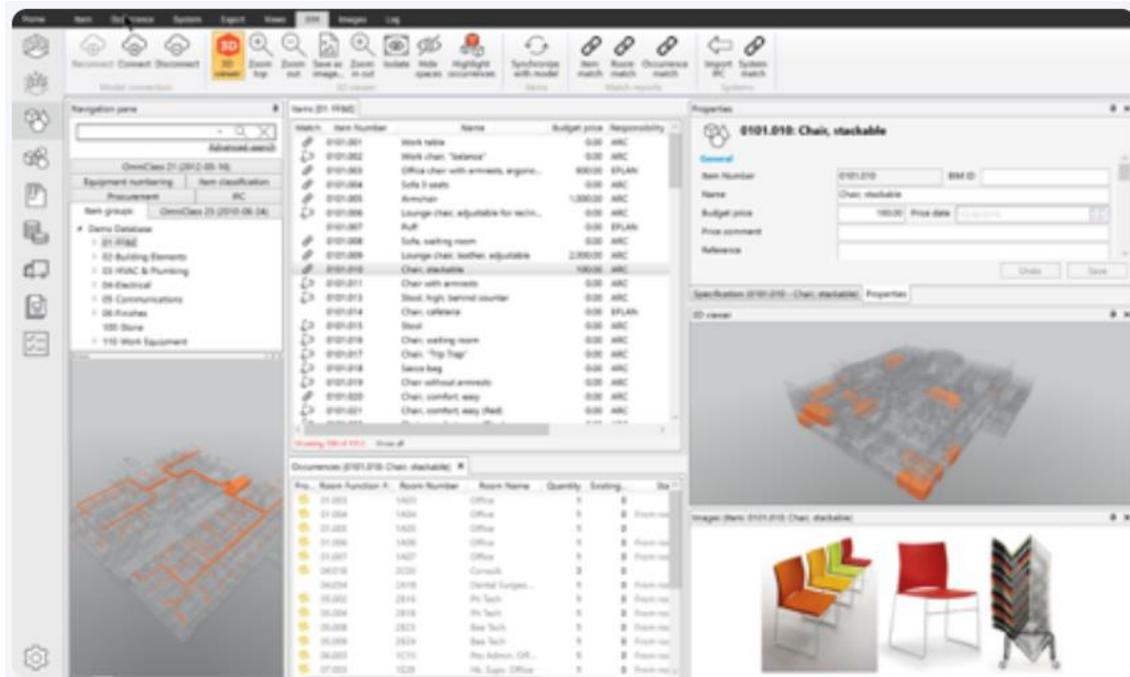


図 8-3 dRofus UI

一般的な設計プロセスでは、プロジェクトの要件はスケッチや部屋・エリアリストの Excel、技術的事項が記載された PDF など、様々な形式で保管・共有される。確定された

プロジェクト要件に基づき BIM オーサリングツールを使用して 3D モデルを構築し、モデルの検証と修正を重ねて精度を高めていく。この設計プロセスは Model-Driven Design と呼ばれ、今や建設業界の主流となり、オーサリングソフトやモデル共有基盤である CDE など、BIM モデルを中心としたソフトウェア開発やデータ連携が展開されてきた。

これに対して dRofus は、モデリング前にプロジェクト要件と建物データを同一データベースにて定義し、それらを基に予算と面積、各種仕様の観点から検証を行うツールである。このことにより、BIM モデルによる検証および修正を最小限に抑え、設計プロセスの効率化を図ろうとするものであり、dRofus はこのプロセスを Data-Driven Design と位置付けている。建物に関する情報を BIM モデルやドキュメントの形でまとめる従来のプロセスに対し、幾何形状情報以外の情報を中央データベースに集約する点でプロジェクト推進手法の考え方が大きく異なっている。

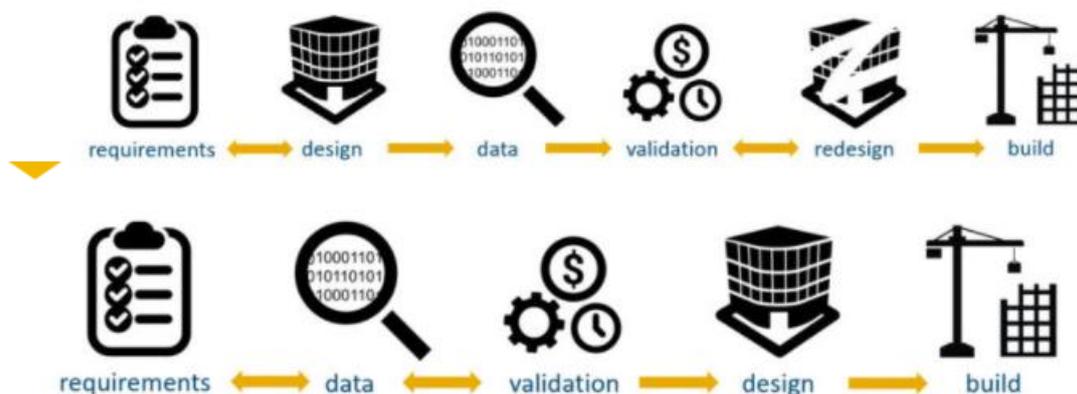


図 8-4 Model-Driven Design から Data-Driven Design へ

dRofus において建物データベースを作成した。部屋単位で面積、仕上げ、各種設備、建具などの仕様を定義した。

また、維持管理において資産分類や資産運用の意思決定に用いる分類体系 (Uniclass2015、OmniClass 等) を dRofus で整理した。

今回の対象物件で分類体系として採用した Uniclass2015 は英国の NBS (National Building Specification) が管理している建設情報分類体系であり、施設の構成要素を 12 の分類テーブルで整理したものである。その内、製品オブジェクトは EF (構造や機能) 全 76 種類、Ss (システム) 全 2,086 種類、Pr (材料や部品) 全 6,870 種類の 3 つのテーブルの中からそれぞれのコードを持たせることにより記述することができる。

分類体系の整理については、プロジェクトの建築仕様に応じて① 分類システムマスターを整理し、それらを② BIM モデル入力するという手順に分けることが出来るが、誰がどのタイミングで①を整理し誰がどうやって②を入力するかについての確立された方法論や知見がなく、議論が分かれている。本実証研究では、先行事例をもとに、①と②について、誰がどのタイミングで整理しどのように入力するのかを下表にまとめた。

表 8-1 分類システム構築・BIM モデル入力 事例

PJ	海外論文 (ケンブリッジ大学)	海外実証PJ	国内実証PJ
Step 1 分類システム構築 Who/When	資産管理者・O&M担当者 ／初期設計前	施主 ／竣工後	鹿島建物管理 ／竣工後
Step 2 BIMモデルに分類シ ステム入力 Who/Tool	設計者 ／Revit	鹿島 ／Simplebim	鹿島GB社 ／dRofus

海外論文の事例では、運用維持管理フェーズに BIM の採用が限定的な理由として BIM が資産管理や運用保守の情報要件に十分に対応できていないことを挙げ、その要因は BIM の構築プロセスに O&M 担当者が関与していないことにあるとした。そこで、初期設計段階に資産管理チームおよび O&M 担当者がワークショップを開催し、資産台帳を含む資産管理文書を見直し、維持運用されている資産の種類を把握し分類システムを構築し、そのマスターデータをもとに、設計 BIM モデルを構築することを試みた。

2 つ目の海外実証 PJ は、BIM による竣工後の建築資産のデジタル化と維持管理・運用の高度化に取り組んだプロジェクトである。竣工後に維持管理 BIM を作成することになったため、施主が分類システムを構築し、弊社が IFC 編集ソフトウェアを用いて As-Build モデルへ分類システムを追加した。

3つ目の国内の事例は、本実証実験の対象プロジェクトである。本案件でも施工中・竣工後に維持管理モデルの作成に着手したため、施工フェーズ以降に分類システムを構築し BIM モデルへそれらを追加した。2つ目の海外実証 PJ との違いは、分類システムを建物管理者がまとめた点と、BIM モデルの入力を属性管理ソフトウェアにより行いその情報を BIM モデルと同期させた点である。

それらの事例をもとに、推奨パターンと代替案を表 8-2 にまとめた。

表 8-2 分類システム構築・BIM モデル入力 パターン

パターン	① 推奨	② 代案 1	③ 代案 2
Step 1 分類システム構築 Who	資産管理者・O&M担当者・設計者 (NBS利用)	資産管理者・O&M担当者・施工者、設計者	資産管理者・O&M担当者
Step 1 分類システム構築 When	初期設計前	Whenever	竣工後
Step 2 BIMモデルに分類システム入力 Who	設計者など	Anybody	BIM-FMベンダー？
Step 2 BIMモデルに分類システム入力 Tool	Authoring Software	dRofus ⇄ Authoring Soft, IFC	dRofus / Simplebim ⇄ IFC

分類システムの構築は、設計モデル作成前に海外論文のとおり資産管理者や O&M 担当者、設計者を交えて検討することが望ましい。本実証実験では、竣工後に BIM モデルのオブジェクト名称から資産管理者・O&M 管理者が Pr と Ss を類推することで分類システムマスターデータの構築を試みたが、同じオブジェクト名称でも複数の系統や用途に渡って使われている場合があり、Pr と Ss のマッピングは容易ではなかった。設計モデル作成前に、必要な Pr と Ss をマッピングしたマスターデータを作成し、設計者がオーサリング・ソフトウェアを用いて BIM モデルに入力していくことが効率的な方法だと考える。また、BIM モデルへの入力については、dRofus にコードを入力し、その値をオーサリング・ソフトウェアと同期するという方法も可能だ (図 8-6)。必ずしもオーサリング・ツールを使用する必要が無い場合、設計者以外の関係者が入力作業を行うことも可能になる。

Properties

Item: KJM-M.208: ヒートポンプチリングユニット3 (インポート)
Created 21/12/2021 2:47:18 PM Shoichi Kimoto
Updated 20/01/2022 3:39:13 PM Ai Yamamoto

General

Item Number: KJM-M.208 BIM ID:

Name: ヒートポンプチリングユニット3 (インポート登録)

Budget price: Price date:

Price Comment:

Reference:

To be modeled: ASE

Connections

Responsibility: MECH - 機械技師 / Mechanical Engineer

Budget:

Tender Group:

Default Product:

Note

Classification

UniClass 2015 _ EF:

UniClass 2015 _ Pr: Pr_70_60_37 - Heat pumps

UniClass 2015 _ Ss: Ss_65_80 - Air conditioning systems

Item numbering:

図 8-6 dRofus による Uniclass コード設定

本実証実験では、dRofus を用いて、施設管理に用いるセキュリティ、入室可能な時間・曜日、入室立会の要否、共用部／専用部など、ゾーニング要件を各部屋に設定した。

Properties

Room 101.6FL.05 / 06001 研修室NO.61
101.6FL.2: 両国研修センター / Sixth Floor / 研修センターゾーン
Created: 12/07/2021 4:39:15 PM Ai Yamamoto
Updated: 9/12/2021 5:00:48 PM Ai Yamamoto

ゾーン説明 / Zone Description:

Zone ExtSystem:

Zone ExtObject:

Zone ExtIdentifier: 2_BiYvqj7NQ5ajqevxige

床仕上: 複層ビニール床タイル (ア) 2.0

壁仕上: ビニールクロス張替え

天井高: 2700

天井仕上: ジフトーン張り

Note

Groups

セキュリティ: 鹿島建物セキュリティキー

入室可能な時間・曜日指定: 平日夜間・休日入室可能ゾーン

入室立会の要否: 立会必要

共用部／専用部: 研修センターゾーン

Areas and Measurements

Programmed Area:

Designed Area:

Ceiling Height:

Perimeter:

図 8-7 dRofus による複数のゾーニング設定

維持管理 BIM を作成するために設計・施工から維持管理への情報の引き渡しを確実にかつ効率的に行うには、維持管理に必要な属性情報を定義し、誰が入力するのかについて、プロジェクト関係者間でコンセンサスをとることが重要である。本実証実験では、社内で運用保守に必要な設備属性情報について整理し、dRofus においてパラメーターを設定し、属性情報の入力を行った。

Item: KJM-M.208: ヒートポンプチリングユニット3 (インポート登録)

Previous Next Copy Item Data from Copy Item Data to Show Log Overwritten values Print

General **空冷ヒートポンプチラー** 全熱交換器 送風機 EHP パッケージ室内機 Images Documents

基本情報		電気仕様	
機器番号	KHH-3	電源電圧	200.00 V
機器名称	ヒートポンプチリングユニット	電源容量	175.30 kW
系統	外調機系統	圧縮機モータ	135.00 kW
係数	1	ファンモータ	10.80 kW
設置場所	屋外設備置場	クランクヒータ	1.35 kW
備考測定メーカー (相当品)	東芝RUA-TBP1803HN	冷温水ポンプ	22.20 kW
取付・仕上		電源種別	一般電力
コンクリート基礎	7000W*3500D*200H	起動方式	直入
防振	スプリングパッド	制御	-
耐震	水平耐震	操作	遠方
補助電気ヒータ	法定冷凍20トン以上は機器外	表示	運転/故障
機器仕様・付属品		三相コンデンサ/高調波	要
型式	空冷スクロール形	維持管理	
容量	1,700.00 kW(単位なしのため)	分電盤位置	機械室
冷却能力	630.00 kW	分電盤番号	P-1-4
加熱能力	620.00 kW	回路番号	101
冷房COP	5.00 -	必要鍵	TAKIGEN
暖房COP	4.80 -	製造番号	GHI
冷水入口温度	15.00 °C	製造会社	KT株式会社
冷水出口温度	7.00 °C	バルク耐用年数	20 年
冷水量	1,200.00 m3/h	メーカー耐用年数	20 年
温水入口温度	37.00 °C	メーカー規定運転時間	2,500.00 時間
温水出口温度	45.00 °C	メーカーカタログURL	
温水量	1,100.00 m3/h	定価	0.00 円
最小保有水量	500.00 l	構成部品リスト	

Save Close

図 8-7 dRofus による必要パラメーターの整理

9. 引渡、FM 向け、レコードモデルの比較 (SimpleBIM の利用)

維持管理 BIM モデル構築に関連する設計・施工モデルの概要

ここでは、維持管理 BIM モデルを作成する際、どのような分野別の BIM モデルから構築されるのか、その BIM ワークフローの一例について説明をする。

下記図に、標準 BIM ワークフローを時間軸として、建築設計と建築施工の分野で、どのような分野モデルがワークフローとして存在しているか、一般的な事例を示している。

設計領域では、以下のような分野モデルが想定される。

- 建築（意匠）モデル：部屋、壁、床、柱、梁、天井、階段などを含む
- 構造モデル：構造計算から得られた構造要素（柱・梁・床など）を含む
- 設備モデル：空調・衛生・電気などの設備要素を含む

施工領域では、以下のような分野モデルが想定される。

- 施工モデル：施工計画、施工図情報などを含む
- 鉄骨モデル：構造要素として、鉄骨材要素を含む
- 施工設備モデル：空調・衛生・電気など製品情報を含む設備要素

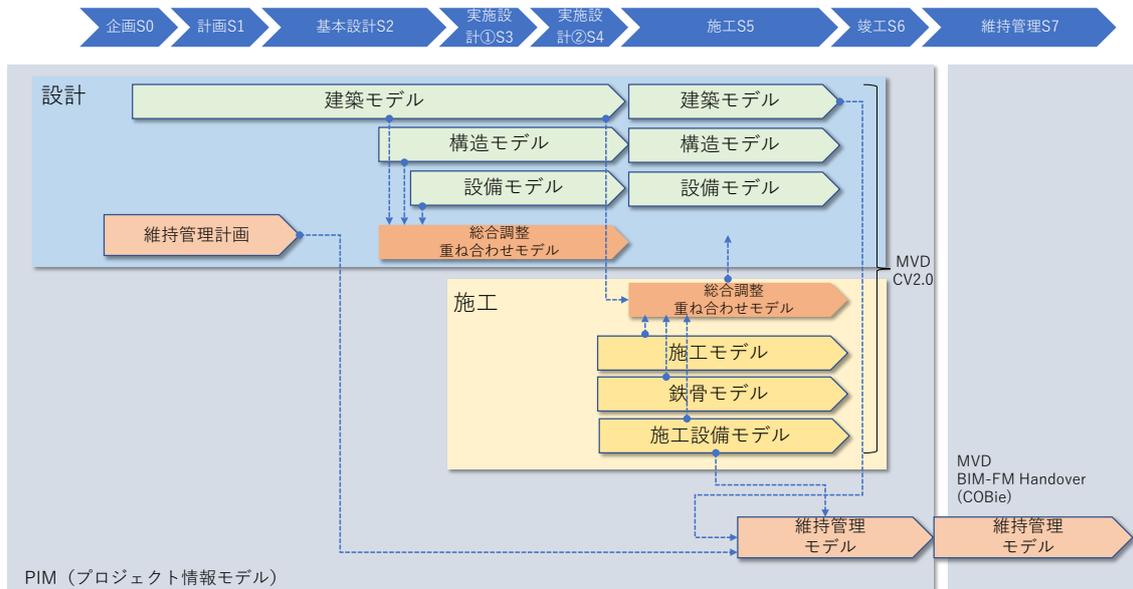


図 9-1 維持管理 BIM モデルを作成する際の BIM ワークフロー例

設計、施工の各分野モデルは、必要に応じて重ね合わせされ、干渉チェックなどを行って分野モデル間の調整（コーディネーション）を行われます。これらの分野モデルは、Coordination View(CV2.0)と呼ばれる MVD に準じた IFC データによって、重ね合わせられ、調整に使用される。これまで、FM システムに入力するための建物情報を BIM データから伝達するための COBie¹仕様が公開され、BIM-FM データ連携において、活用または参照されてきている。COBie に含まれる建物情報は、幾何形状情報が省略された、建築要素、設備要素の属性情報であり、BIM-FM ハンドオーバー（提出）向け MVD と同等のデータ形式といえる。

維持管理 BIM モデルの構築には、部屋や建築要素を含む、建築領域の建築（意匠）モデル、そして、設備の製品情報を含む施工設備モデルが含む情報が必要となる。必要に応じて、各要素に建築分類コードや、設備機器の系統情報、建物運用上必要なゾーン情報などを、各分野 BIM モデルを作成する際に、効率的に設定することが求められる。これらの情報を各分野 BIM モデルに効率的に設定するには、適切な LOIN（Level Of Information Need）、および BEP（BIM 実行計画）を策定することが重要である。

上記のように、設計、施工段階におけるデータの入力をできる限り求めた。そのために、要求する BIM 属性情報を減らして、優先順位を付けました。それでも、入力が難しかった項目があって、BIM モデルを FM チームに渡した後も修正や編集、情報の追加作業が必要であった。また、維持管理を行う管理会社しか理解していない内容もある。

どこまで BIM に情報を持たせるかは、課題として残っています。フロントローディングができれば、BIM 関連作業と費用の削減ができ、後程説明がある検証課題 A-F で特定した作業節約、コスト削減のメリット、及び、BIM の編集に必要な作業、費用負担は、お互いを相殺するとも言える。

¹ Construction-Operations Building information exchange:

特にFMシステムの資産台帳データベースへデータ連携するためのデータ形式。

BIM 編集の効率化とコスト削減の為に、IFC ファイルを直接編集できるソフトである SimpleBIM を利用した。SimpleBIM のコアコンセプトは以下のとおりである。

標準化・充実化 (Standardize and Enrich)

- 不必要なオブジェクト・プロパティのトリミング
- プロパティの編集・追加
- 任意のグループ分け
- モデル・オブジェクトの移動、色の変更

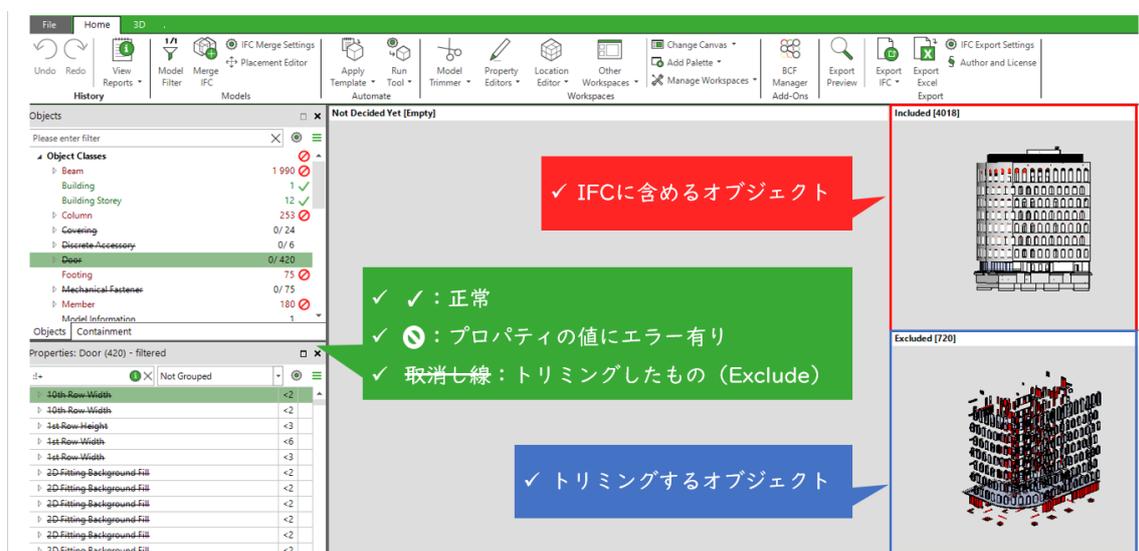


図 9-2 SimpleBIM IFC 編集画面

基本機能は以下の通りである

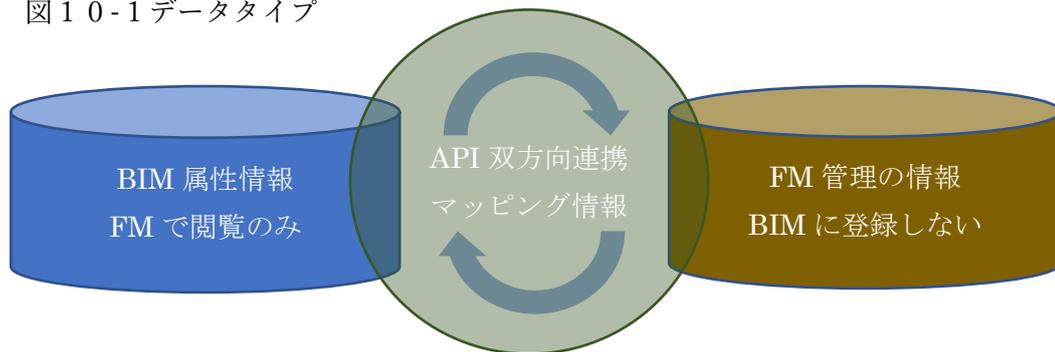
1. ファイルサイズが飛躍的に小さくなる
2. モデルの信頼性・信用性が高まる
3. 案件ごとの情報の所在を統一化することで、データを分析等に活用しやすくなる…いずれは、AI の活用も…?

10. ライフサイクル BIM 更新プロセス

両国研修センターの BIM を、当初より維持管理向けに作成したために、引き渡しから BIM 更新が必要になるまでには、一定の期間があるとの期待がある。一方、フロントローディングの形で、維持管理情報をなるべく設計、施工段階から追加するように取り組んできた博多コネクタの BIM は、管理対象項目も多く、PM 向けの報告書の開発も同時並行で進めたため、竣工後に BIM 更新がすぐに必要となった。この経験を契機に、FM 業務で活用する BIM の更新に関わる課題が多少明らかとなった。

まず、FM ソリューションに登録した BIM から情報を得るためのプロセスの確立は、BIM 更新の際にも役立つことである。MainManager は BIMsync サーバーに双方向に連携するため、作成した維持管理 BIM、及び、FM データベースのどちらかでデータを変更すると、もう一方のデータも自動的に更新される。BIM サーバーと FM データベースには、以下の3種類のデータが存在している。

図 10-1 データタイプ



もしも、この IFC サーバーに格納されている BIM をオーソリングツールに戻して、BIM 更新を行えば、その内容は FM データベースに反映される。逆に FM データベース側で更新した情報は IFC ファイルにマッピングされて、BIM を最新の状態に保つことができる。問題は、IFC を使わず、直接オーソリングソフトで作成した (Revit, Rebro, ArchiCAD の) ネーティブ BIM モデルを更新する時に生じる。API 連携によって自動的かつ継続的に更新された IFC ファイルと異なり、ネーティブ BIM モデルは竣工後にはそのままとなる。このため、引き渡しからのすべての更新情報をネーティブ BIM モデルに反映させることは、追加作業と費用を意味することとなる。そもそも FM 管理会社は BIM を活用するメリット、及び、デメリットを評価するため、BM-FM システム構築を行うために、BIM 更新の負担が発生すると、BIM を使う魅力がなくなる場合も想定される。

一方、通常は複数のオーソリングツールを利用するため、設計、施工段階からのネイティブ BIM モデルのみならず、IFC 形式でデータをエクスポート・インポートするプロセスも確立されている。そのプロセスを引渡 BIM にも拡張して実施すれば、ライフサイクルを通して IFC を中心に BIM 更新を行うことができる。

また、ネイティブ BIM モデルのバージョン管理が課題になり、BIM を作成してから数年立つと、同じ CAD ソフトでも読み込めないケースが過去に何度か見受けられている。このため、FM から BIM への情報更新、及び、ネイティブ BIM モデルのバージョン管理の両方の観点から、IFC データを利用することが合理的であると考えられる。以下の図はその全体像を表している。



図 1 0-2 BIM-FM 連携

また、BIM 更新のための組織体制、費用負担も未解決の課題である。両国研修センター、博多コネクタの BIM 更新がこれから徐々に必要となるため、その時の対応策をこれから検討していく予定である。一言で更新と言っても、実際は以下の三つのシナリオが考えられる。

1. BIM 属性情報の更新

これについては MainManager のマッピング機能を利用すれば、わざわざオーソリングツールを使わなくても対応可能となる。双方向連携によるデータ更新については、以下の説明のとおりである。

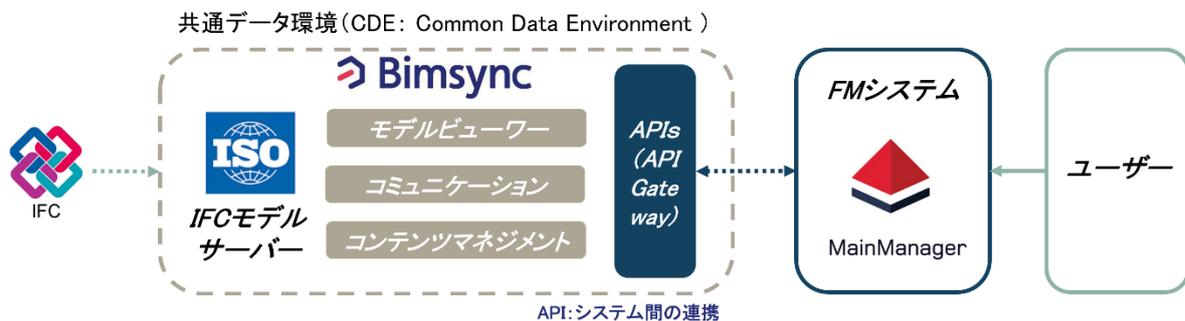
2. BIM 幾何学情報（形状）の更新

部分的に形の異なる製品等を交換する場合、その製品を含む IFC ファイルの在り方はカギとなる。例えば、階ごとに専門分野別の IFC ファイルを作成すると、BIM ビューアー側で表示する柔軟性のみならず、BIM 更新にも役立つ。その部分モデルを更新する作業は比較的簡単で、IFC のファイル融合機能を利用して、FM 側の情報更新も可能となる。

3. 大規模工事の場合の BIM 作成

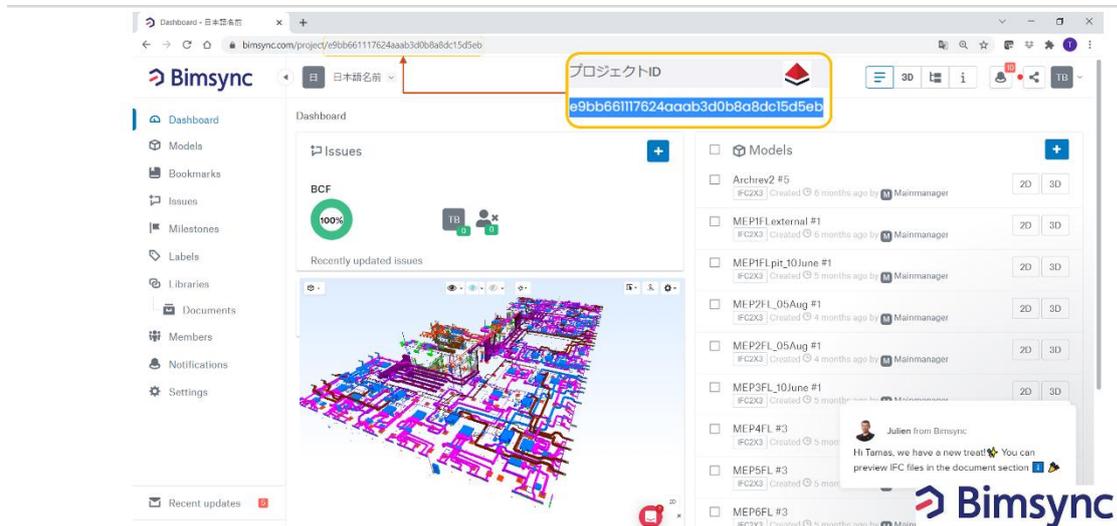
このシナリオは、主にテナントが出入りする時の改修工事に該当する。その時に d 工事の対象外となるスケルトンと賃貸区画ごとのインフィルを、できる限り、別々のモデルとして作成することが望ましい。

データ更新の全体像を把握するために、次に CDE と FM ソリューションの具体的な連携方法を説明する。以下の図は、今回利用した MainManager 側に連携されている Bimsync という共通データ環境との関係性を示している。MainManager 経由で IFC データを Bimsync という CDE にアップロードし、API を通じて BIM から情報を読み込んでいる。



MainManager の「BIM プロジェクト」機能を使い、新しい【BIM プロジェクト】を作成してプロジェクト ID を取得する。プロジェクト ID を取得すると、Bimsync に IFC を保存する準備が完了となる。次に「BIM モデル」機能を利用し、IFC ファイルを Bimsync にアップロードする。IFC モデルのインポートが完了したら、「BIM 要素」で属性情報を確認し、それを FM の管理項目に紐づけて MainManager にマッピングする。

Bimsync にログインしたら、MainManager からアップロードした IFC モデルの確認ができる。このように【Bimsync】と【MainManager】は双方向連携関係になっているため、片方で変更された内容はもう一方に更新される。



必要に応じて、スケルトンとインフィルモデル、建築、構造、衛生、空調、電気や階毎に IFC ファイルを作成して、登録、更新する。



今回の『福井本店ビル』BIMモデルは**専門領域**ごとにBIMモデルを分割して登録

- 例
- 建築BIMモデル スケルトンモデル
インフィルモデル (例:テナントビルの場合)
 - 【設備】衛生・消火
 - 【設備】排水・廃棄物処理
 - 【設備】熱源・冷却・冷凍
 - 【設備】通信、セキュリティ、安全と保護
 - 【設備】空調
 - 【設備】電気・照明
 - 【設備】昇降機等

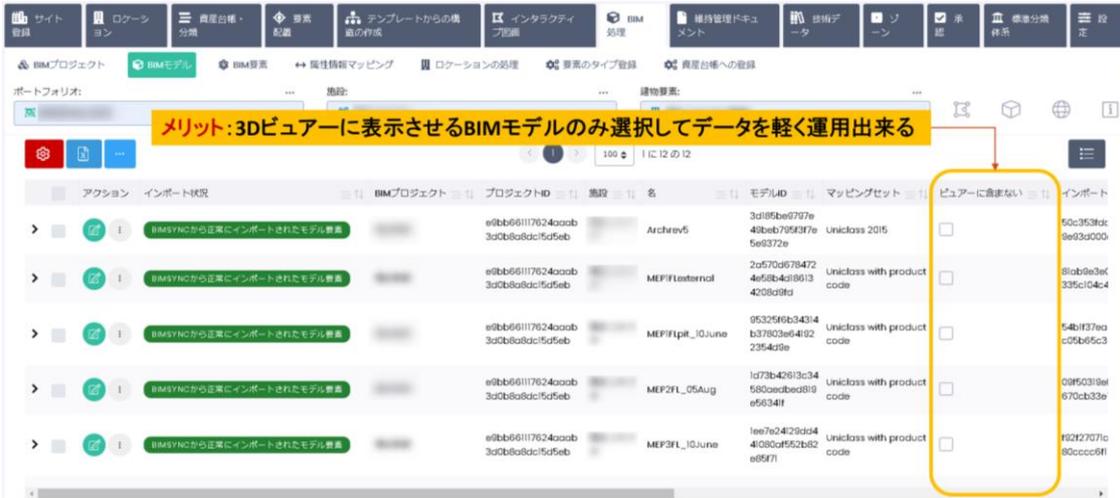
BIM モデルの構成

IFCファイルを分割して登録する際に考える必要がある2点

- IFCファイル更新の場合
 - MainManagerのメリット:IFCモデルを何度でも更新することが可能
モデルを更新する場合を考えてモデルを分割する必要があります。
例:改修工事がある、IFCモデルを更新するなど
- データを軽く運用できるファイルサイズ(規模が大きい案件の場合)



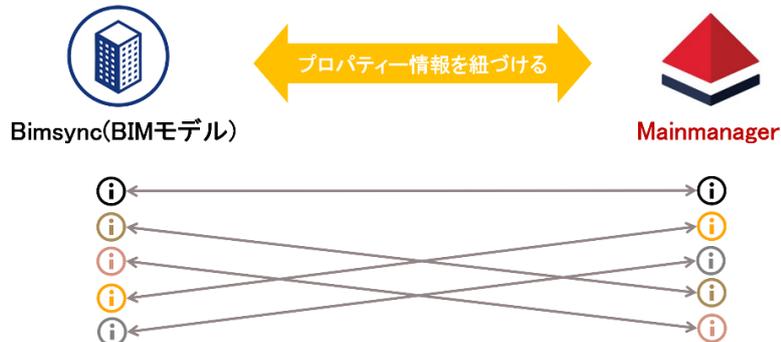
IFC ファイルを BIIM ビューアに含む・含まないとする機能がある。この機能を使用し、必要なモデルだけを選択して 3D ビューアで表示することによって、現場での FM システムのパフォーマンスを向上させることができる。



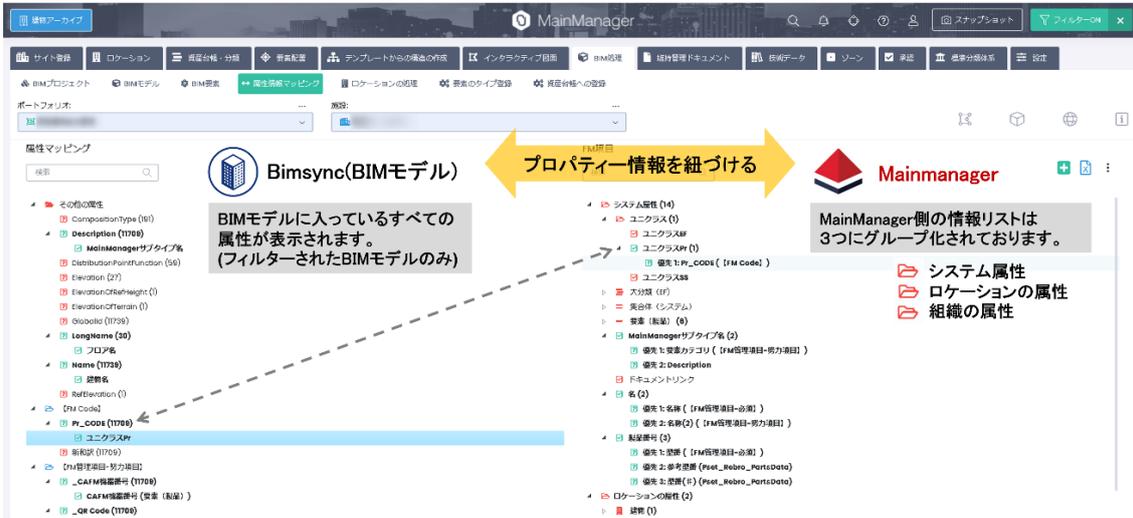
IFC の新しいバージョンに更新したら、MainManager 画面上に「IFC バージョン」及び、更新回数が表示される。



「属性情報マッピング」機能は、BIM モデルの属性情報を MainManager の FM 管理項目に紐付けることである。MainManager 側で入力する情報項目は必ずしもすべて手入力するのではなく、既に BIM モデルに入力されている情報を、「属性情報マッピング」の機能を使って紐付けることが可能となっている。



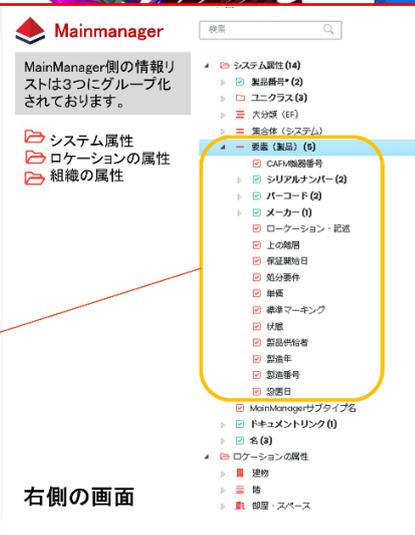
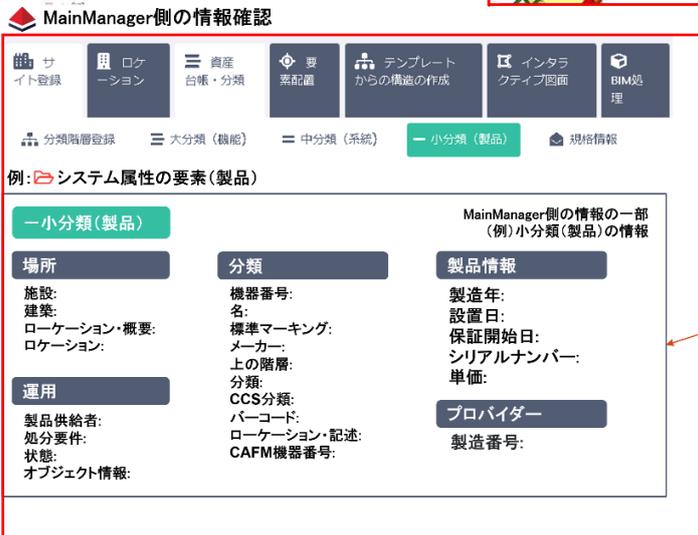
BIM プロパティ⇔FM 管理項目マッピング画面



BIM プロパティ、FM 管理項目の解釈



左側の画面



右側の画面

BIM の属性情報を FM 管理項目として登録する時の課題として、BIM 作成者、オーソリ
ングソフトによって、使用している属性情報名が異なり、カスタム属性情報も設定されて
いることがあげられる。FM システムが特定の BIM の属性情報を検索できるよう正しく統
一した名称を指定する必要がある。このため、本プロジェクトでは、複数のマッピングセ
ットの作成を行った。将来的には、ライフサイクルコンサルティング業務の一環として、
BIM 作成者、オーサリングツールによらず、統一した BIM を作成して、属性情報の定型
化を行う予定である。

BIM を選択せずに、FM 項目を直接入力している組織は、BIM の作成（フロントローディ
ング）、及び、BIM 更新にかかる労力と費用を、使用を選択しない第一の理由として述
べています。BIM を最新の状態に保つために、責任と権限を明確にし、説得力のあるビジネ
モデルを提案していく時期に来ている。また、法的な観点から、引き渡し後の BIM を使
用する権利、及び、知的財産権で保護される情報を施主が編集する権利を、契約によって
明確しなければならない。これは、特に施主がデータ更新を行う場合に重要となる。施主
ないし FM 担当者が情報要件に対応できない場合には、BIM モデルは維持管理段階で価値
を生み出しにくい状況を導くこととなる。このため、施主がデジタル化から最大の利益を
得るように、施主のトレーニング、BIM 戦略と体制作りの意識向上が必要であり、また、
BIM を管理する CDE を導入が大切となる。

1 1. BIM を活用した FM

情報管理に利用した MainManager の特徴は、BIM サーバーに格納した IFC ファイルを処理し、運営維持段階のコアデータになる建物アーカイブ（施設資産台帳）に登録するところにある。その他の施設管理業務、例えば、不動産管理、計画保全、エネルギー管理等は、このコアになる資産台帳を利用して行うこととなる。

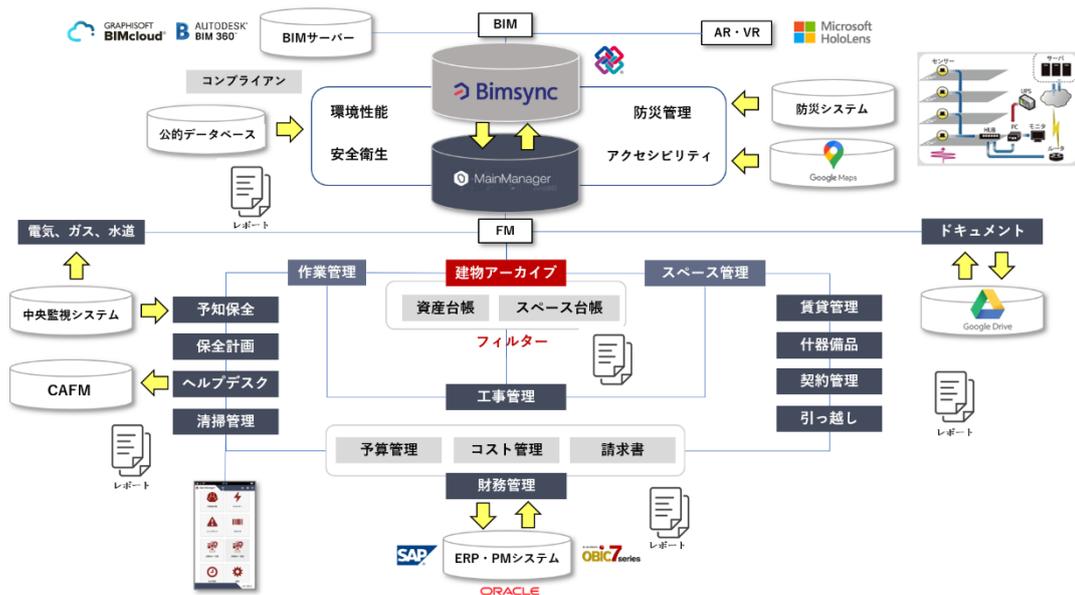


図 11-1 MainManager プロセスチャート

BIM 処理は7ステップに分けられており、これらを順番に実行した。空間構造を登録した後に、製品の規格・タイプを定義し、資産台帳を作成した。

- ① BIMプロジェクト ② BIMモデル ③ BIM要素 ④ 属性情報マッピング ⑤ ロケーションの処理 ⑥ 要素のタイプ登録 ⑦ 資産台帳への登録

7ステップを順番ごとに実行していきます

- | | |
|--------------|--|
| 1. BIMプロジェクト | Bimsyncサーバーに新しいプロジェクトを登録する |
| 2. BIMモデル | MainManagerからBimsyncへ直接BIMモデルをアップロードする |
| 3. BIM要素 | BIMモデル要素の属性情報を確認する |
| 4. 属性情報マッピング | BIMモデルの情報とMainManager側の情報を結び付ける |
| 5. ロケーションの処理 | BIMモデルの空間構造をMainManager側に登録する |
| 6. 要素のタイプ登録 | 要素タイプ、規格を定義する |
| 7. 資産台帳へ登録 | BIM要素から資産台帳を作成する |

IFC は構造図の左側に示している通り、順番にプロジェクト<IfcProject>、敷地<IfcSite>、施設<IfcBuilding>、階<IfcBuildingStorey>、スペース<IfcSpace>、及び、スペースに配置されている要素<Element>によって構成されている。これを MainManager の建物アーカイブにそのまま登録する。



「交差する BIM 要素を処理」する機能とは、スペースと建築要素の関係を計算して、設備要素が、どちらのスペースに位置しているかを確認する機能である。



「ロケーションの処理」をした後に、MainManager の各モジュールで表示され、ナビゲーションに利用できる。



BIM 要素の規格登録では、BIM 要素の分類コードと型番を組み合わせ、MainManager の分類体系構造にマッピングして登録する。規格には、製品の取扱説明書、写真、図面等のドキュメントと、法定点検の標準作業を登録する。ポートフォリオで利用可能な情報、ドキュメント、標準作業は、新しい物件情報を追加するにつれて、規格情報として蓄積される。また、既存の情報を利用できるため、登録作業の削減ができる。



2.規格登録
2-1.規格リスト作成

①BIMから読み込んでいる要素
②MMで登録されている規格

要素のタイプ登録
ルールを決定

【右パネル規格登録のルール】
例
③建築系
⇒Pr番号+Pr名称
④設備系
⇒Pr番号+製品型番+ Pr名称

2.規格登録
2-1.規格リスト作成

処理は一度に1つの要素のタイプしか処理できません。

①左パネルの▶を開くと #Pr+型番が表示される

②#Pr+型番を右にドラッグして、規格を新規登録するか、既存規格に割り当てる。以降に手順記載

③右側にこれから登録する規格がない場合⇒新規登録

2.規格登録
2-2.規格情報登録

①名称を変更したい項目を右クリック

②「開く規格登録」を選択

続いて、対応年数、保証期間、単価等の資産サブデータを入力する。

2.規格登録

- ③【規格登録のルール】に従い、規格番号、規格名を変更
- ④ドキュメントを登録する
(ドキュメントファイルは外観写真、外形図、仕様書、取扱説明書、マニュアル等が挙げられます、図の場所にドラッグ&ドロップで登録可能)
- ⑤対応年数[年]、保証期間[年]標準マーキング[年]、更新期間[年]を入力
- ⑥単価、資産サブグループを入力
(例: KLEADコードを参照)
- ⑦保存を押す、完了

BIM オブジェクトを FM データベースに登録するために、維持管理対象グループを作成する。例えば、設備のポンプと照明器具等の製品は、単独に管理され、一個ずつ修理、点検されるため、資産台帳には単独で登録する。コンセントや配管などは系統ごとに、修理、点検されるので、系統単位で資産台帳に登録する。壁、床、柱、天井は、部屋ごとに修理・点検するので、部屋単位で資産台帳に登録する。

シナリオのインポート

適用可能な<シナリオ>を決定

- ・各要素を資産登録
(BIM要素の個別)
- ・タイプごとに資産登録
(分類体系: Ss系統データ, Pr製品データ)
- ・各タイプごとに作成されたオブジェクト
(タイプとロケーションごとに作成されるオブジェクトロケーション)

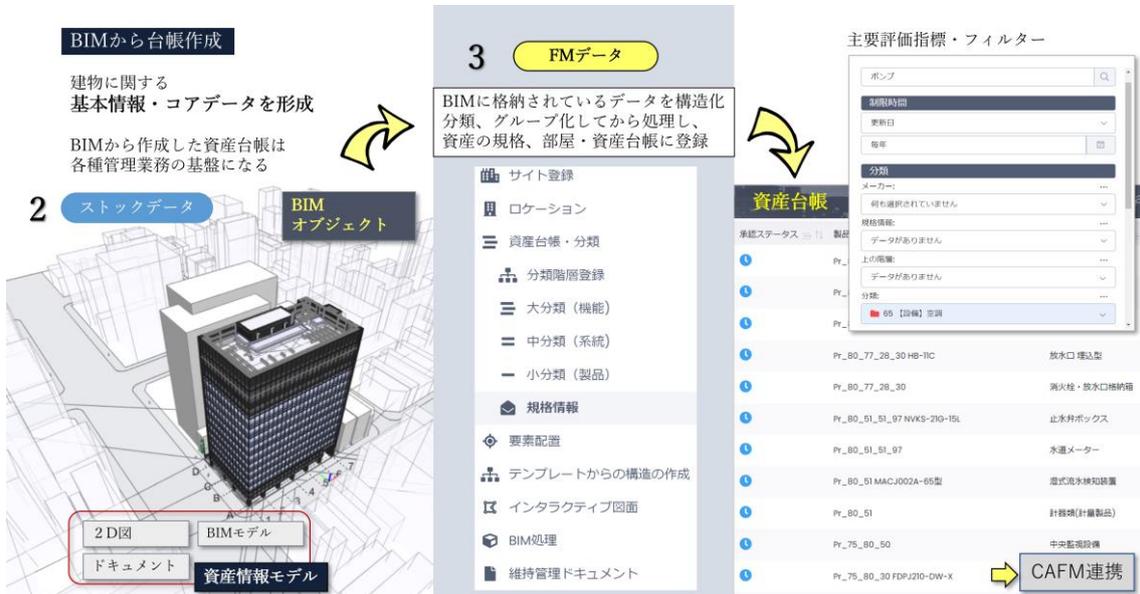
※要素ごとに登録する管理単位を整理しておく

例	MainManager資産登録単位 (管理対象ごとにシナリオを考える)
各オブジェクト	ポンプ、照明器具、センサー、インターホン
系統	コンセント、配管類、ダクト、バルブ製品・弁類、電気製品・配線付属品・ケーブル・ケーブルラック
階	構造、梁、基礎、スリーブ、LAN
部屋	壁、床、柱、天井
登録しない	外部雑工事製品、型鋼、吊りボルト

ポンプ、照明器具は個別で修理・点検するので、**個別単位**に資産台帳へ登録しましょう。
コンセント、配管類は維持管理する際に系統ごとに修理・点検するので、**系統単位**で登録しましょう。
壁、床、柱、天井は特にテナントビルの場合、部屋ごとに修理・点検するので、**部屋単位**に資産台帳へ登録しましょう。

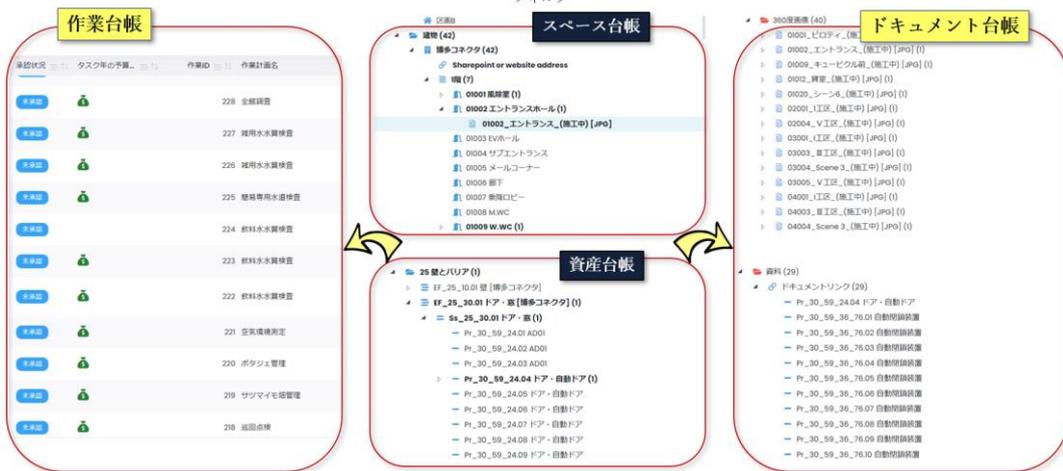
※維持管理する際に管理対象になるグループを考える

「資産台帳へ登録」作業が終わると、BIM処理は完了し、その結果として、資産台帳、スペース台帳を、MainManagerの各FM業務プロセスに活用できる。

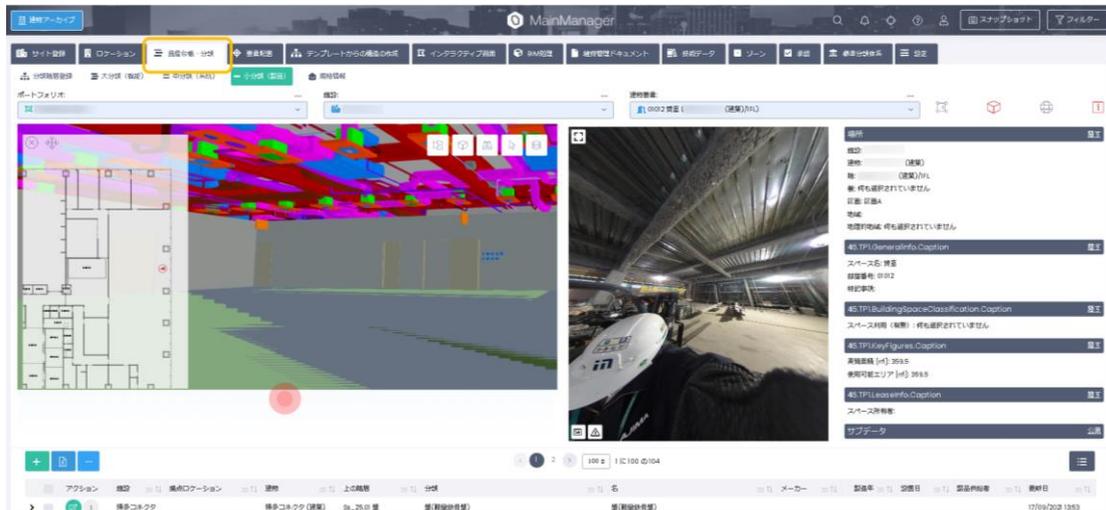


スペース・資産に紐づけたドキュメント、標準作業

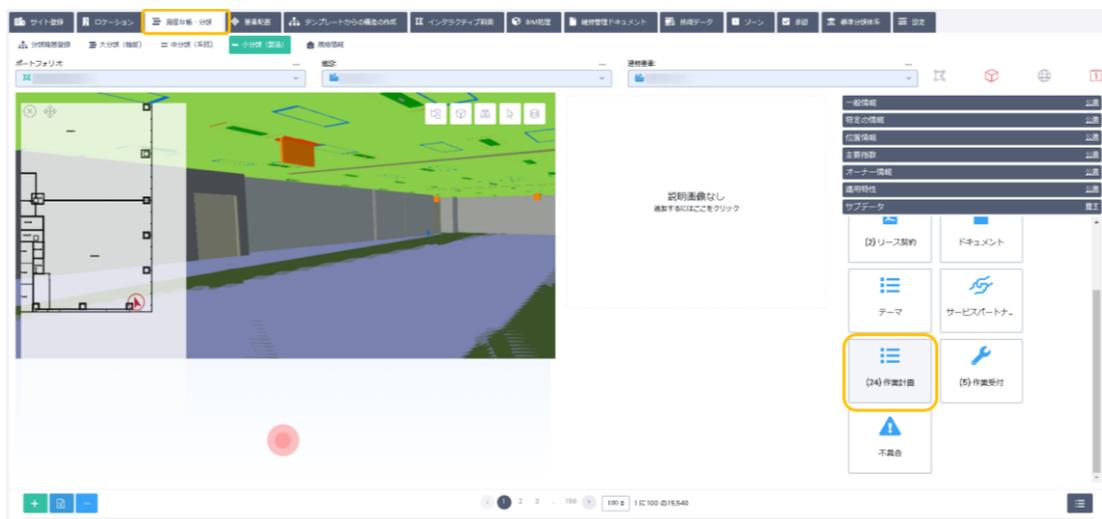
ポータルフォリオから部品までの詳細度で台帳の検索が可能

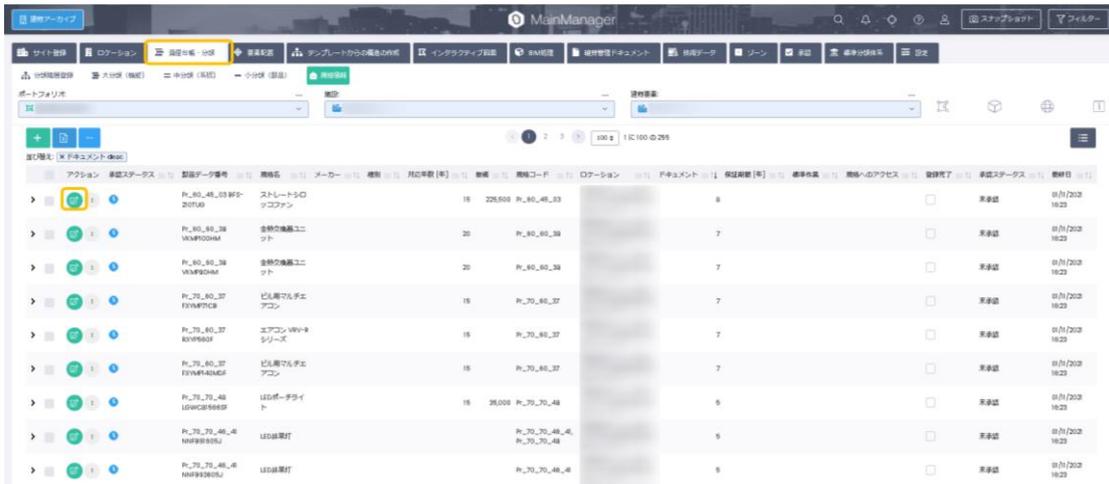


例えば、「資産台帳・分類」のフィルタで特定のスペースを選択すると、そこに登録されている 360 度の写真やその他の情報等の確認ができる。



さらに、作業計画に登録されている作業リストも BIM 要素ごとに確認できる。
以下は、規格登録された情報を確認している画面である。





BIM 処理が完了すると、MainManager のさまざまなモジュールに使用できる。



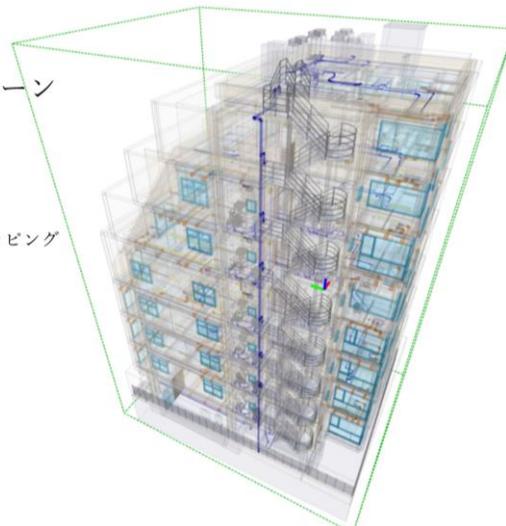
MainManagerの運用を開始する

BIM を活用した FM システムの意義として、3D のフル活用や見える化だけでなく、データの情報源としての BIM の活用があげられる。

FM業務におけるBIMの位置付け

現在、BIM活用にはいくつかのパターンがあります。

- ① 施設内外のナビゲーションの為にBIM
- ② 2D、3Dの関係性を考えるBIM
- ③ BIMに格納されている情報のFM台帳への登録、マッピング
- ④ ドキュメント・作業台帳の構成となるBIM
- ⑤ テナント管理を支援するスペース、区画の見える化
- ⑥ その他のBIMゾーンの管理業務における活用
- ⑦ 維持管理を支援する設備系統の見える化
- ⑧ センサーや作業等の情報をBIMで見える化
- ⑨ 階、分野ごとの維持管理の為にBIM分割
- ⑩ 修繕やA・B・C工事等の情報をBIMからFMへ更新



本プロジェクトの検証AからGまでの進捗、及び、結果は、以下のとおりである。

1 2. - 検証 A) 建物アーカイブのデータベース構築、更新作業の削減

既述のように、建物に関するすべての基本情報を構造化して格納した。ライフサイクルコンサルティングに基づいて適正に作成したBIMデータの利用によって、運営維持管理段階の初期設定、建物アーカイブの構築に費やす時間、労力と費用が節約できる方法を検証した。

検証Aの目標は、建物アーカイブの構築とデータ更新に費やす

時間、労力と費用を10%節約する

設定であった。

データ入力・更新作業に必要な時間及び費用（人工）を以下の二つのシナリオで求めた。

シナリオ①（比較基準）マニュアルデータ入力・更新

シナリオ②BIMアップロードとAPI連携による自動入力・更新

シナリオ1は、従来の方法で、鹿島建物総合管理が施設情報（資産台帳、作業台帳）の管理に利用しているこれまでの FM ソフトを用いて部屋・設備台帳を作成する作業とした。この従来型 FM ソフトは包括的に資産情報、あらゆる作業に関連する情報を管理する優れたソフトではあるものの、このソフトが BIM を利用しないことは MainManager との大きな違いであり。従って、従来型 FM ソフトと MainManager を、それぞれ BIM 無と有のシナリオとして比較検討した。従来型 FM システムと MainManager の間の連携は行われている。

- 質：・図面から部屋や機器を拾っていた
- ・ただし主要機器のみ

（理由：①数が多く網羅できないため ②照明器具などは×30 台というデータベースにしていた(型番、名称、メーカーなど登録されている情報が物件によって異なっていた)

■費用と労力(博多・研修センター)

【部屋・設備台帳を作成する作業】 従来

博多コネクタ : 建物概要
用途: オフィスビル
延べ床面積: 約21000平米
フロア数: 1階=銀行 2階~9階以上=事務所
空調: ビル用マルチ(個別空調)

台帳作成方法
平面図より拾い出し
⇒CAF/M初期入力シートに記入
⇒4半期に1回の取り込みのタイミン
グで本社へ依頼



【拾い対象機器】
消火水櫃、盤類、給湯器、ITV関係、エレベーター、ゴンドラ、照明器具、誘導灯、衛生器具、シャワー設備、水栓類、洗面台、貯水櫃、加湿器、全熱交換器、空調ポンプ類、衛生ポンプ類、空調機類、排煙機類、水蓮花製品類、排水処理設備、火災報知器、便器類、消火器、中央監視設備、消火ポンプ類、メーター類、消火栓、放水口、シンク、マンホール、ハンドホール

MainManager 建物アーカイブ

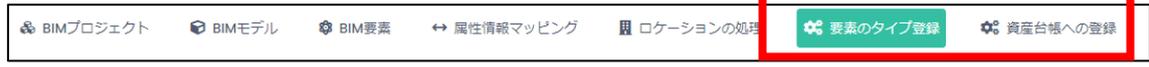
■労力
①建築: 新和訳付与⇒5工数
②部屋: 拾い出し⇒0 設定⇒0
③設備: 新和訳付与⇒5工数、拾い出し⇒0
規格登録⇒3.5工数、資産登録⇒7工数

■費用 (※建管作業のみ(赤枠))
BIM作業含む : 45000×20.5=約922,500円
BIM作業含まない: 45000×10.5=約472,500円

検証結果は、以下のとおりである。

建管作業:

BIM 整備: **新和訳 (建築・設備)** ⇒ Pr 付与 ⇒



【博多コネクタ】

■労力

- ①建築: 新和訳付与⇒5 工数
- ②部屋: 拾い出し⇒0 設定⇒0
- ③設備: 新和訳付与⇒5 工数 拾い出し⇒0 規格登録⇒3.5 工数 資産登録⇒7 工数

■費用 (※建管作業のみ(赤枠))

BIM 作業含む : 45000×20.5=約 922,500 円
BIM 作業含まない: 45000×10.5=約 472,500 円

【研修センター】

■ 労力

- ① 建築：新和訳付与⇒ 1 工数
- ② 部屋：拾い出し⇒ 0 設定⇒ 0
- ③ 設備：新和訳付与⇒ 1 工数 拾い出し⇒ 0 規格登録⇒ 1 工数 資産登録⇒ 1 工数

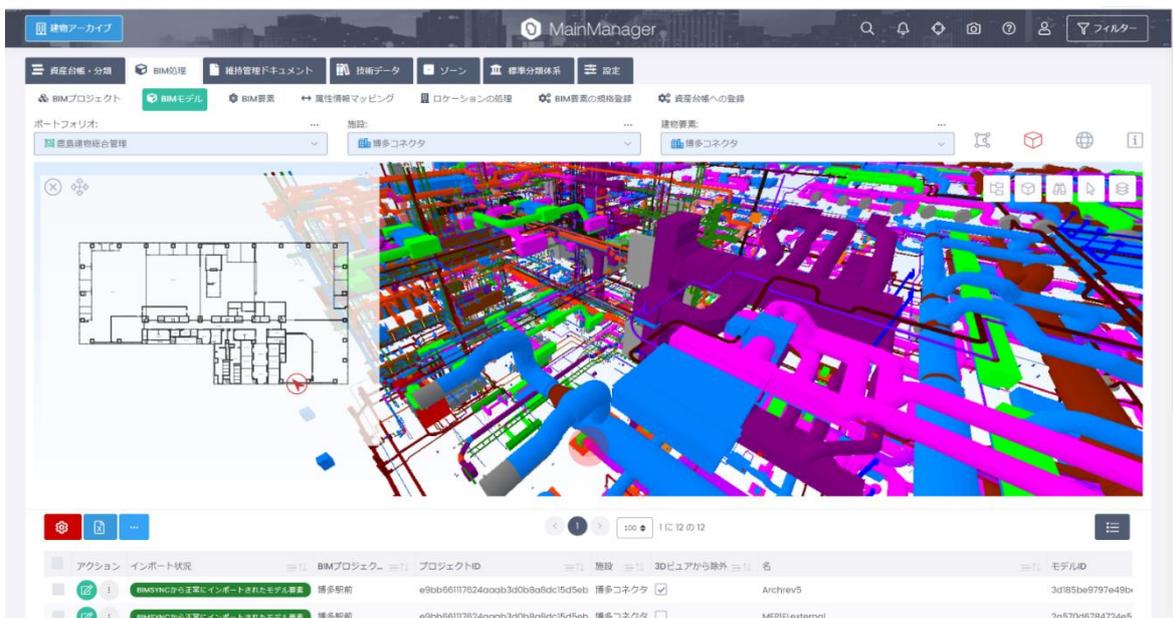
■ 費用 （※建管作業のみ(赤枠)）

BIM 作業含む ：45000×2 =約 90,000 円
 BIM 作業含まない：45000×4=約 180,000 円

MainManagerの建物アーカイブには、BIM処理機能があり、IFCファイルに格納されている属性情報を規格登録、資産登録に利用できる。このため、何万個のBIM要素の情報を一括して登録し、属性マッピングの設定まで適切に行えば、情報更新は自動的に行う。一方、純粋に資産情報登録、更新のみを比較すると、実際に掛かる労力にはならないため、資産登録の為に必要なBIM編集（例えばUniclassコードの追加等）も計算に含めた。

今回は単独建物の場合として、規格登録、資産登録に必要な作業を比較した。一方、特に規格登録はポートフォリオレベルで行う作業であるため、データベースに追加する物件数が増えれば増えるほど、既存のデータを利用可能で、新規登録の項目数が減る。BIM と共に分類体系を利用するポートフォリオにおいては、あらゆる情報管理効率化が可能となる。

建物、階、スペース、屋外エリアの登録は、データの構造化や見える化等に役立ち、ユーザーインターフェースで直観的に操作ができるようになる。



1 3. - 検証 B) BIM を活用したファシリティークスト評価

BIMをファシリティークスト評価に利用する際の、次の二点を検討した。まず、コスト情報の追加作業の労力、及び、コスト情報の精度と有効性についてである。ライフサイクルコンサルティング業務の一環として、建物アーカイブに登録したBIM要素に、設計、施工段階でコスト情報を加えた。ただし、設計施工段階で明確となるコスト情報、例えば、製品の仕入価格や、法定対応年数に基づいて計算する減価償却等以外に、運営維持管理段階で徐々に追加するコスト情報も多種多様にある。

アクション	施設	資産グループ	資産サブグループ	資産番号	資産名	保証期間	購入日	減価償却日	再投資額	減価償却後価額
>	博多コネクタ	器具備品	家具電気ガス機器家庭用品	14127	家具電気ガス機器家庭用品_その他家具(その他その他)	01/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	1,140,000	1,140.0
>	博多コネクタ	【奥】建物_SRC造RC造_事務所、美術館	SRC造RC造	14223	事務所、美術館、下記以外	03/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	3,469,819,236	3,469,819.2
>	博多コネクタ	建物付属設備	電気設備(照明設備を含む)	14225	電気設備(照明設備を含む)_その他のもの	03/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	797,993,895	797,993.8
>	博多コネクタ	建物付属設備	給排水又は衛生設備及びガス設備	14307	給排水又は衛生設備及びガス設備	04/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	199,554,329	199,554.3
>	博多コネクタ	建物付属設備	冷房、暖房、通風又はボイラー設備	14309	冷房、暖房、通風又はボイラー設備_その他	06/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	710,774,302	710,774.3
>	博多コネクタ	建物付属設備	昇降機設備	14310	昇降機設備_エレベータ	07/01/2030	30/06/2021	30/06/2021	188,041,580	188,041.5

図13-1 資産台帳

コストカテゴリを次のように設定し、勘定項目としてMainManagerに登録した。

1. 建設費（見積書、請求書等）
2. 減価償却費（仕入れ価格、対応年数から計算）
3. 建物管理費（計画保全の契約）
4. 不動産管理費（不動産管理契約による）
5. 光熱費（検針データによる）
6. 地代家賃
7. 保険料

アクション	番号	名	勘定キーサブグループ
	3000	工事費	30
	4151	不動産管理費	40
	4411	営業日	40
	6120	動力用水光熱費	61
	6220	地代家賃	62
	6230	保険料	62
	6240	減価償却費	62
	6310	従業員給与手当等	62
	6420	事務用品費	62

図13-2 勘定項目

設計、施工段階でライフサイクルコスト評価を行うように、今回は鹿島建設のKLEAD® (KAJIMA Lifecycle Economic Analysis & Diagnosis) ツールを利用して、比較的単純な計算方法で、仕入れ価格を係数で掛け算した値を求めた。KLEADはBIMが必要ないために、財務情報のみを利用して計算ができる。一方、維持管理段階のコスト情報の予測であるため、精度と有効性が十分とはいえない。従って、検証Bの目標は建物アーカイブを利用したファシリティコスト評価となる。

コスト算出に必要な時間を半減する

ように設定した。実際は時間節約よりも精度の向上に効果があることが明確となった。コスト算出の迅速化による業務量の削減効果を図る為に、二つのシナリオを設定しました。

シナリオ① (比較基準) 通常のコスト計算方法

シナリオ②BIMを活用した財務管理の時間とコスト

FM では、経営資源を効率的に運用するために長期修繕計画を策定することが重要となっている。長期修繕計画は、建物の機能を維持していくために将来的に必要な修繕・更新工事の時期と費用を予測し、計画に基づいて定期診断や修繕・更新、改修を行うことにより、ファシリティコストの最小化や投資効果の最大化、資産価値の維持向上を目指している。

官庁建物や住宅以外の民間建物の長期修繕計画において従来から採用されている算出方法は、非営利団体ロングライフビル推進協会 BELCA が定める考え方を基礎としている。BELCA は、ビルのロングライフ化を目指し、大手デベロッパー、大手設計組織、大手ゼネコン、設備会社など幅広い分野にわたる会員会社が参画し、人材育成やビルのロングライフ化関連基準策定等の活動を中心に行っている団体である。BELCA が 2008 年に初刊を発行した書籍『建築物のライフサイクルマネジメントデータ集』は、長期修繕計画計算方法の指針として国内のバイブル的存在となっている。



図 13-3 『建築物のライフサイクルマネジメントデータ集』

BELCA の長期修繕計画算出方法は、新築等の見積の項目・数量を利用し、各々の修繕・更新時期を設定するとともに、その費用を新築時の見積単価に既定の係数をかけ算出する。すなわち、10 年毎や 30 年毎などの一定間隔で修繕・更新が発生することを想定し、建物の仕上げと設備機器ごとに、新築時の工事見積書を基に係数を掛け算出した同じ金額が一定のインターバルで計上される仕組みである。計画書は通常、縦軸を建物全ての仕上げや設備機器の項目、横軸を時間軸とした表形式となっており、項目と該当する年が交差する箇所に更新費・修繕費の予測値をプロットすることにより、表全体の費用を足し合わせればライフサイクル全体に係る更新費と修繕費の総費用 (Life Cycle Cost) が集計できる (図 13-4)。

項目	大分類	中分類	小分類	更新・修繕内容	1年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度	12年度	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度	19年度	20年度				
外部	屋根	屋根	屋根 アスファト防水 (外断熱) 歩行用	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			屋根 アスファト防水 (外断熱) ハット立上	修繕修理	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			屋根 アスファト防水 (外断熱) ハット立上	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) 歩行用	修繕修理	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) 歩行用	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) 歩行用	修繕修理	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) ハット立上	トップコート	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) ハット立上	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) ハット立上	修繕修理	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	26
			屋根 露出アスファト防水 (外断熱) ハット立上	トップコート	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
			屋根 露出塗膜防水	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			屋根 露出塗膜防水	修繕修理	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
内部	防水	防水	屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	修繕修理	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
			屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	修繕修理	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	更新	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
屋根 防水外巻線 (アスファト防水上)	修繕修理	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4			

図 13-4 長期修繕計画書

BELCA では、仕上げと設備機器は 800 種類以上に分類され、最小単位の分類ごとに見積単価に掛ける係数が固定値として決められている。分類は、大分類、中分類、小分類の階層構造／入れ子構造になっており、大分類として、外部仕上げ、内部仕上げ、構築物、電気、空調、衛生、搬送設備に分けられ、その中に中分類が各々数種類～数十種類、さらにその中に小分類として数種類～数十種類が決められている。

長期修繕計画算出の主な流れは、以下のとおりである。

- ① 建物の全ての仕上げと設備機器を拾い、「部位・部材・設備機器別データ一覧」(図.)を基に分類する。
- ② 新築工事の見積書を用意して、仕上げと設備機器毎に掛かった工事金額を見積書から集計する。工事金額は材料費、施工費、運搬費など下地処理から表面仕上げ等までの全工程に係る費用であり、それらを見積書の中から探し出して足し合わせる必要がある。
- ③ ②で算出された結果に「部位・部材・設備機器別データ一覧」において該当する係数を掛け、更新費と修繕費を算出して計算結果を表に書き込む。

No.	大分類	No.	中分類	No.	小分類	単位	寸法・仕様	更新			修繕 (Bの更新周期による)							
								更新			修繕内容	修繕周期	対象 客単 係数	修繕 単価 係数				
								更新 周期	従法 耐用 年数	更新 単価 係数								
A	B	C																
1	外部仕上	01	屋上床	01①	アスファルト防水 (保護層有)	m ²	押えコンクリート					部分修理						
				01②	アスファルト防水 (保護層有)	m ²	押えコンクリート+タイル						部分修理					
				01③	アスファルト防水 (保護層有)	m ²	コンクリート平板							部分修理				
				02	アスファルト露出防水	m ²	地縁工法							保護塗装 部分修理				
				03①	露出シート防水 (加硫ゴム系)	m ²	接着工法 t=1.2mm							保護塗装 部分修理				
				03②	露出シート防水 (塩化ビニル樹脂系)	m ²	接着工法 t=2.0mm							部分修理				
				04①	塗膜防水 (ウレタンゴム系)	m ²	従来工法							保護塗装 部分修理				
				04②	塗膜防水 (FRP系)	m ²	t=2.0mm							保護塗装 部分修理				
				05	木製床 (ウッドデッキ)	m ²	再生木材 t=30mm							部分修理				
				06①	屋上緑化	m ²	中低木植栽、土壌450mm								灌水設備部分修理			
				06②	屋上緑化	m ²	h=90cmツツグ								灌水設備部分修理			
				02	屋上立上り	01	防水立上 (保護層有) 押出成型型枠	m	H=500							部分修理		
						02	防水立上 (露出) ①アスファルトシート防水	m	H=500							保護塗装 部分修理		
						03	防水立上 (露出) ②露出シート防水 (塩化ビニル系・厚2mm)	m	H=500 接着工法 t=2.0mm							部分修理		
						04	防水立上 (露出) ③塗膜防水 (ウレタンゴム系)	m	H=500							保護塗装 部分修理		

図 13-5 部位・部材・設備機器別データ一覧表 (抜粋)

企業によって独自の算出方法を使用する場合があるが、基本的な考え方や計算方法はBELCAを踏襲している。このように広く普及しているBELCAであるが、幾つかの留意点がある。1点目は、新築工事の見積書の内容を基にしているため、見積書に記載のないものは算出対象にならないことである。実際の工事では、追加変更工事や別途工事で機器類が設置されることが少なくないが、これらは算出対象にならない。また、中古購入物件など新築工事時の見積書が存在しない場合は論外となる。2点目は、この方法で計画書を作成できるのは竣工後10年程度までが標準であり、築10年超の場合には、劣化状況を更新パラメーターに考慮する必要が生じる。3点目は、実際の更新工事では、高性能なものに入れ替えたり、簡易な工法に変えたりと元とは異なるものに変えることがあるが、計算上は元と同じ仕上げ・機器に入れ替えるものとして算出することである。4点目が夜間や休日に工事を行う場合の労務費の割増しや、仮設費を考慮しないことである。長期修繕計画やLCCの精度を高めるには、これらのBELCAの算定に含まれない項目についても考慮が必要となる。

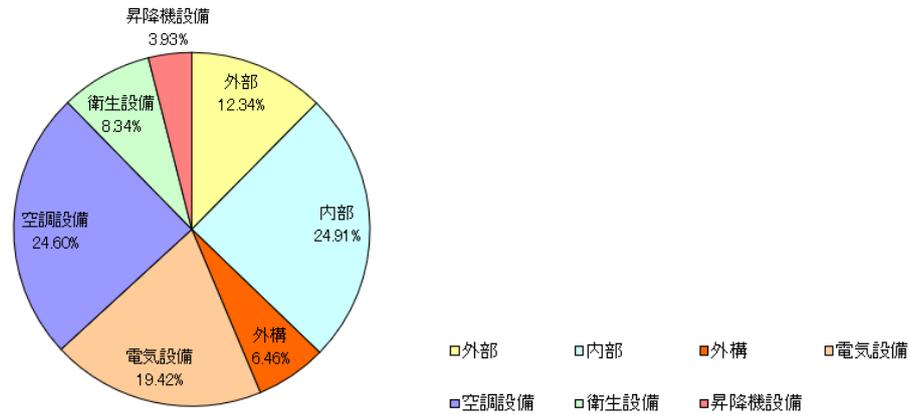


図 13-6 工事種別修繕費の割合 (50 年間)

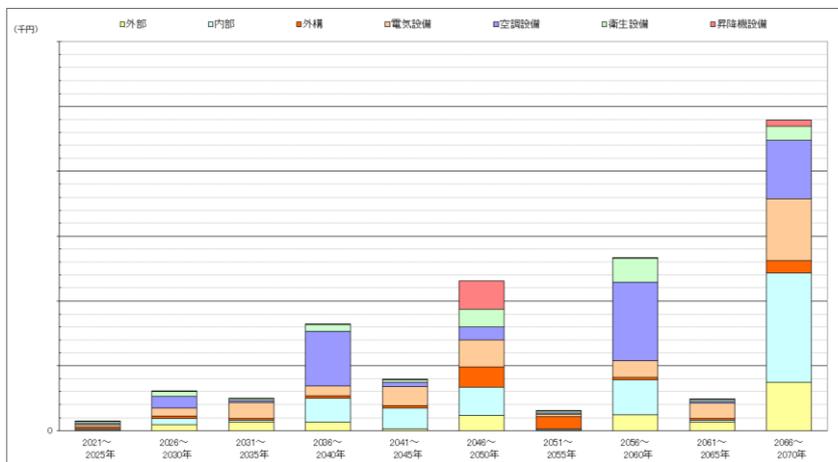


図 13-7 工事種別修繕費の費用推移 (50 年間)

◇サイクル表-全体 修繕及び更新費用 (2021年~2070年)

区分	項目	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年	2036年	2037年	2038年	2039年	2040年	2041年	
		計画1年度	計画2年度	計画3年度	計画4年度	計画5年度	計画6年度	計画7年度	計画8年度	計画9年度	計画10年度	計画11年度	計画12年度	計画13年度	計画14年度	計画15年度	計画16年度	計画17年度	計画18年度	計画19年度	計画20年度	計画21年度	
建 築	外部																						
	外壁																						
	外窓																						
	外扉																						
	外階段																						
	外廊																						
	外廊(専用部)																						
	外廊(専用部)																						
	外廊(専用部)																						
	外廊(専用部)																						
設 備	昇降機																						
	電気設備																						
	照明																						
	空調設備																						
	衛生設備																						
	給排水設備																						
	防犯設備																						
	防災設備																						
	その他																						
	計																						
計																							
計																							
計																							

図 13-8 修繕及び更新費用 (50 年間)

MainManagerの財務管理機能は、建物所有者の財務会計（ERP）システムに連携する仕組みになっている。したがって、MainManagerに登録済みのポートフォリオ情報と、財務会計システム内の勘定科目との間を紐づける必要がある。これにより、ユーザーは、MainManager内の適切な建物および建物要素にリンクされているコストを確認できる。ポートフォリオ内の異なる視点やレベルのコスト情報の収集により比較検証が可能になり、修繕や改装工事、建て替えなどの条件や、ライフサイクルに関連する管理上の意思決定を行う際のトレンドの識別に役立つこととなる。すべての資産項目のコストステータスを常に最新の状態に保てば、精度よくコスト管理が行える。製品からポートフォリオまでのレベルで、さまざまなコスト関連情報が利用可能となる。

使用可能な財務情報は次のとおりである。

- ライフサイクル予算
- 残存価値（減価償却済）と再調達価格
- 帰属原価
- 剰余
- 収入
- 経費
- 勘定科目
- 原価タイプ
- 取引情報
- 請求書

この検証の結果については、当初に目標としたライフサイクルコスト評価に必要な時間の半減は未達成となりました。KLEADとMainManagerにおいては、コスト情報の入力にほぼ同じ時間が掛かりました。しかし、大きな違いが、次の二つありました。

- BIMにコスト情報が登録され、FMデータベースにマッピングすると、KLEADのような簡略版ライフサイクルコスト評価の結果をダッシュボードで表示することが即時にできる。
- MainManagerでは運営維持管理段階で実際に掛かるコストをより精度よく評価できる。

1 4. - 検証 C) BIM に紐づけた FM 業務データの相乗効果による付加価値

次に、建築アーカイブに紐づけたデータによる付加価値、及び、管理活動の相乗効果等の検証を実施した。

目標としてBIM データを通じた

全データの収集、解析による付加価値はシステム導入、管理コストを30%上回る

ことを設定した。

また、情報管理に必要な時間及び費用（人工）について二つのシナリオを考えた。

シナリオ①（比較基準）個別データベースで管理

シナリオ② BIMに連携した完全に統合されたデータベースで管理

本来、相乗効果として全モジュールの関係性を検証するはずだが、時間的な制限があるため、二つの例を取り上げた。一つ目は、建物アーカイブと作業台帳の紐づけによって得られる効果についてである。

従来は日記帳のような使い方をしており、作業の記録と設備が紐づいていなかった。設備台帳を整備したとはいえ、未成熟なものであったと思われる。統計や建物の性能を評価するまでは至らない状況にあり、データベースの質が良くない状態にとどまっていたと言える。

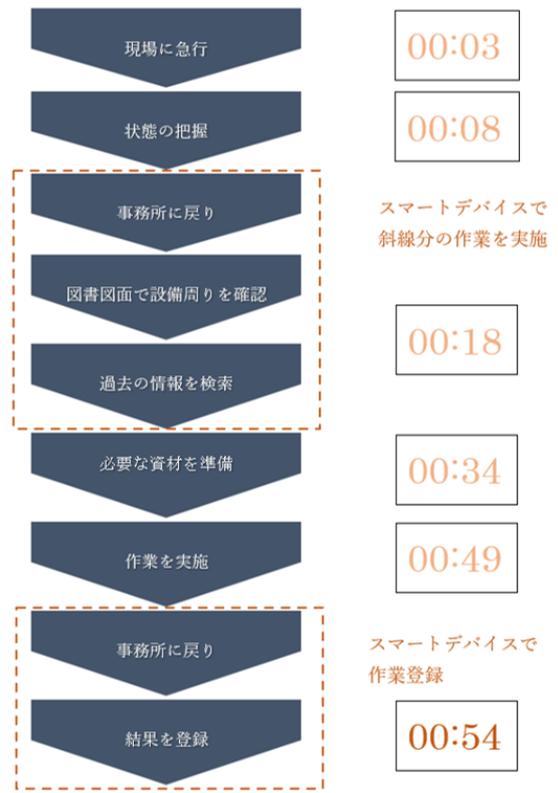
MainManager を導入したことで、以下が可能となった。

- ・建物の傾向の分析をする上でひとつの機器に多くの情報が格納されているため、あらゆる角度での分析や統計ができるようになった
- ・設備台帳が整備されているため、作業の検索が容易になった
- ・設備台帳が整備され、点検に設備が紐づいているため保全作業のやり漏れがなくなった
- ・建物にどの設備が何台あるか集計が簡単に出来るようになった
- ・データ規則を整備するきっかけとなった
- ・3D、2D と紐づく直観的な操作が管理のしやすさを向上させた
- ・経験の浅い社員の教材の役割にもなった
- ・スマートデバイスでのデジタル管理によって現場で済ませる管理ができるようになった

■従来のプロセス（所有時間）



■BIM-FM プロセス（所有時間）

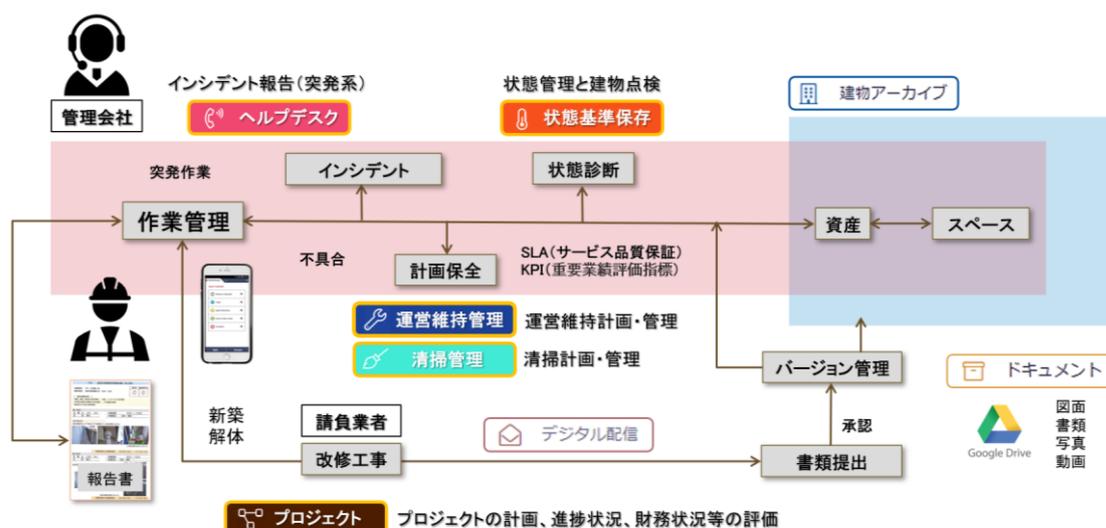


★結果 1時間14分 ⇒ 54分に短縮 20分削減

27%

1 5. - 検証 D) BIM を活用した状態基準維持管理による作業効率向上

次に、BIMの建物アーカイブの資産に点検情報、センサーデータを登録し、建物全体の状態をリアルタイムに追跡することについて検証した。建物のリアルタイムでの物理的な調査がシステム上一目瞭然分かるようになるためのビューアー開発も行った。最終的に、劣化状況を把握する上で必要最小限の維持作業のみを特定して実施することとなり、これが作業効率化に繋がることを検証中である。

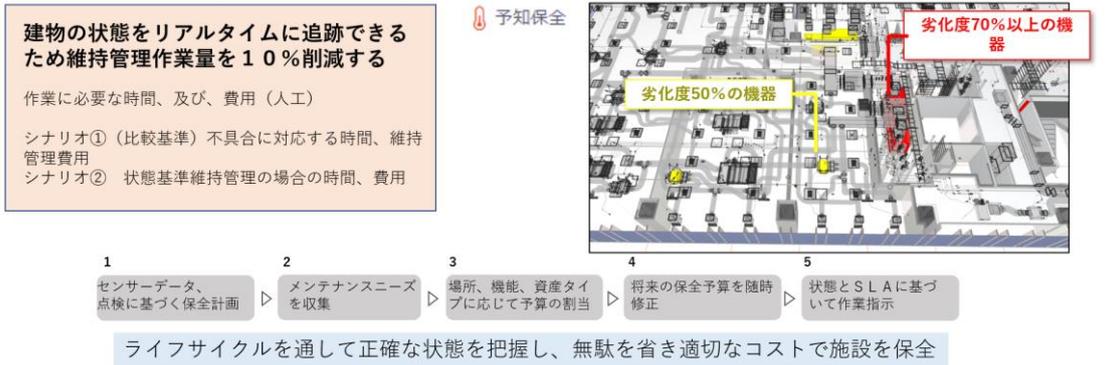


本検証の具体的な目標として、BIMの建物アーカイブの資産に点検の結果や、センサーデータを資産の状態として登録し、
建物の状態をリアルタイムに追跡できるため維持管理作業量を10%削減することを設定した。

前の検証と同様、作業に必要な時間、及び、費用（人工）を二つのシナリオで検討した。

- シナリオ① (比較基準) 不具合に対応する時間、維持管理費用
- シナリオ② 状態基準維持管理の場合の時間、費用

従来の方で、劣化度を把握するには、中央監視から設備の運転時間を抜き出して、当該設備の耐用年数を調べた上で、単純な劣化度を調べる作業が都度必要であった。



設備の劣化度の把握に加えて、部屋の環境情報のモニタリング、施設の環境目標の設定とそのフォローアップに使用される。ユーザーはリスク分析を行ない、材料の環境損傷を評価し、その結果を建物要素と資産の保全計画に反映する。中央監視データ連携によるリアルタイム劣化度管理、部屋のモニタリング機能は、現在開発中で、結果を中長期保全計画に反映するまで時間が掛かる。従って、実際の作業を行う時の効果の測定、比較までには至らなかった。システム上に必要な情報が入り、表現されることにより、上記の労力が削減できると可能性があるが現在準備段階にあり、これができれば、目標の10%どころか、**90%近くが削減できると**想定できる。さらに、ビルオーナーとの設備修繕・更新検討の際の合意形成の根拠資料作成等の軽減にもつながると考えられます。



1 6. - 検証 E) BIM を活用したスペース管理の効率化

次にスペースに関する検討を行い、BIM データによる不動産流通の促進を検証した。運営段階のPM業務に関連するスペースデータをBIMで管理して、可視化した。AIRで定義したBIMゾーンを賃貸区画や共有エリアの設定等に利用した。その上で、テナントとの交渉、契約までの意思決定と合意形成の円滑化に伴う業務量の削減効果を検証した。この検証の目標は、PM業務に関連するスペースデータの利用によって、テナントと交渉、契約までの意思決定と合意形成の業務量を大幅に減らすことであった。

作業効率向上を次の二つのシナリオで把握した。

シナリオ①（比較基準）通常の図面上でレイアウトを検討する時間とコスト

手入力、手作業で行う

シナリオ②BIM-FMを活用したスペース管理の時間とコスト

データの検索は簡単で、報告書、請求書の出力はほぼ自動的に行う



賃貸区画、及び、テナント関連情報は、不具合報告、作業指示、運用計画の作成時にも使用した。BIM を活用することによって、ユーザーは、次の項目をグラフィカルに表示できる。

- スペース使用率
- スペース用途のシナリオ
- 組織の配置
- スペース内の資産配置
- 運営の最適化のため、使用可能な部屋タイプ、什器備品

BIMを活用した建物アーカイブにあらゆる情報を紐づけたことによって可能となる不動産

管理の例として、本報告書のOIRの説明で既述した、テナントレポートがある。このレポートは、鹿島建物総合管理が鹿島建設に月次に提出するものとして用意されている。賃貸区画、契約の状況、賃貸エリアのエネルギー消費、維持管理作業情報、駐車場やイベントの情報が含有するレポートである為、通常は情報入力に時間が掛かっている。このためこのレポート、及び、賃貸関連請求書を自動に出力できるように開発しました。各モジュールを利用して業務上入力したデータをレポートに反映させて、手入力作業が大幅に削減できた。MainManagerは統合システムであるため、一か所で入力したデータは全モジュールで反映可能となっている。レポートにに利用した情報は、以下のとおりである。



17. - 検証 F) BIM に基づくドキュメント管理の有効性

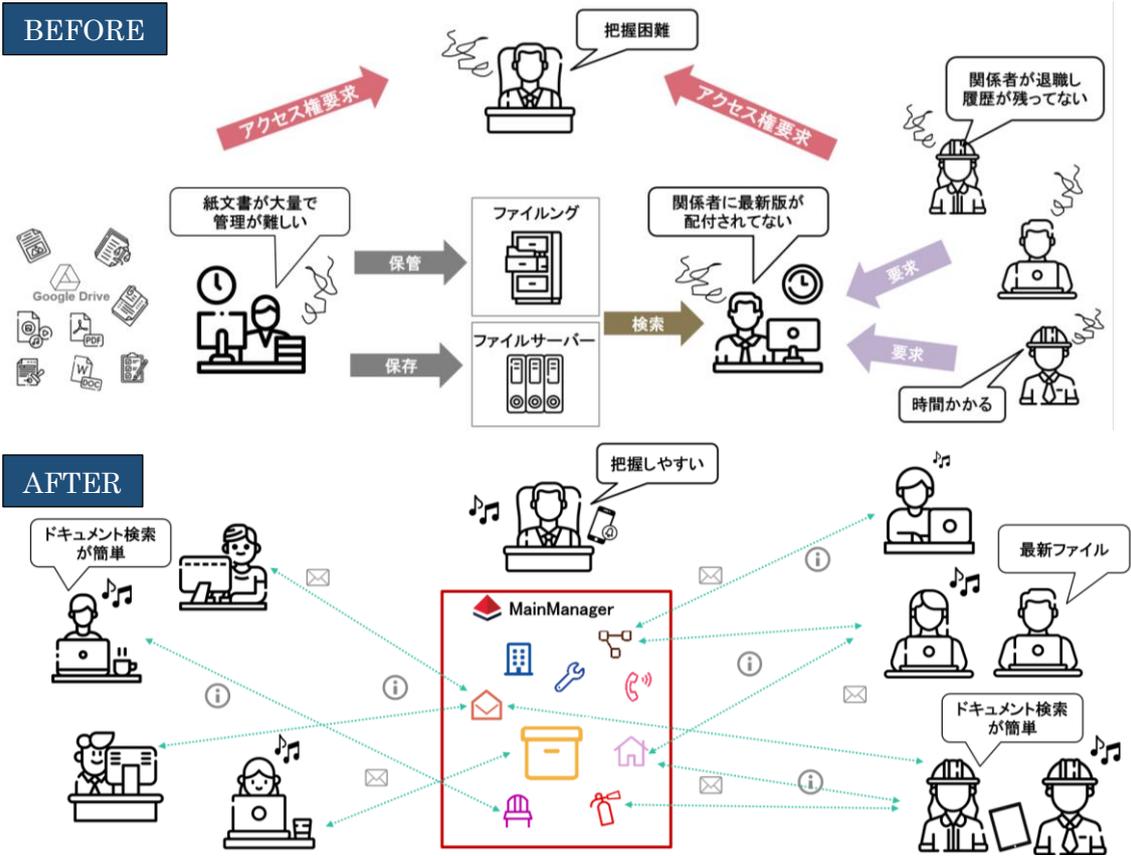
資産情報モデル (AIM) を形成するためには、BIM以外に、例えばドキュメント情報の整理も必要となる。建物アーカイブにドキュメント (取扱説明書、手順書、画像、360度画像、動画、図面等) を紐づけると管理が容易になる。ドキュメント管理には、以下が含まれている。

- ドキュメントのバージョン管理
- ドキュメントの履歴から過去のバージョンのダウンロード
- Google ドライブへアップロード・ダウンロード
- ドキュメントのコンテンツ検索
- ドキュメントをメールアドレスに自動送信

サプライヤーや請負業者は、このモジュールを使用して、製品仕様書、納品書、取扱説明書等のドキュメントを提出する。特定のユーザーロールを設定して、特定の建物要素の情報にアクセス権を与えることができる。具体的な目標として、バージョン管理、ドキュメント提出と承認プロセスが自動化されるため、**エラー数が減り、提出、承認、検索等の時間を半減**することを設定した。

- ドキュメント管理に必要な時間及び費用 (人工)
- シナリオ①**単独アプリケーションで管理する場合**
- シナリオ②**BIM (建物アーカイブ) に登録してマスター管理**

日常業務では、写真、図面や仕様書、報告書などの数多くの種類が発生する。また、改修工事の下請け業者との書類や工事履歴のやりとりも必要になる。これらを紙ベースで運営すると、コストも時間もかかる。FMシステムを導入する前と後の状況を、図で表すと以下のようなになる。



ただし、FM システムを導入する前に、準備がとても重要となります。特に、ここで挙げている「ドキュメント」については、どの種類を、誰が、どこにアップロードして管理するか、といったことを十分に検討し、決定しておく必要があります。

課題



写真、図面、取り扱い説明書、報告書、仕様書、契約書、作業手順書、チェックリスト、仕上げ表、エクセル等



MainManagerへ登録する**ドキュメントの準備**

様々な種類の**ドキュメント**を**誰**が、どの**モジュール**にアップロードして整理するか？

「ドキュメント」を管理するにあたり使用できる「6つのモジュール」がある。

★ **ドキュメント** 全種類のドキュメントを統括管理するところ ドキュメント、図面、モデル、画像などを含むすべてのFM関連ファイル

📁 様々な種類のドキュメントを誰が、どのモジュールにアップロードして整理するか？

★★ **建物アーカイブ**

BIM処理	各オブジェクトや製品データの規格登録するところ	製品の取り扱い説明書、外観写真、外形図、仕様書、取扱説明書、マニュアル等
資産台帳・分類	製品データのマスター台帳を作成するところ(物件関係なし)	
ロケーション	ロケーションに関する情報を入力するところ	工事中の写真・天井の360度画像(設備確認用)、仕上げ表等
維持管理ドキュメント	モノの修繕の時に使う維持管理ドキュメント等を登録するところ	施工中の写真、作業手順書、チェックリスト、オーダーシート等
什器備品	什器備品情報を入力・管理可能なところ(スペースモデルに紐づけて管理する)	備品の取り扱い説明書、設置説明書、基本情報説明書、備品写真等
火災安全	火災安全に関するドキュメントを登録するところ	火災安全法令・指針、説明書・手引書、火災訓練関連資料 等
不動産管理	不動産管理に関するドキュメントを登録するところ	テナント契約書、テナント管理書類等
デジタル配信	社外のサプライヤや請負業者がドキュメントを提出するところ	報告書、製品の取り扱い説明書、基本情報説明書、製品写真等

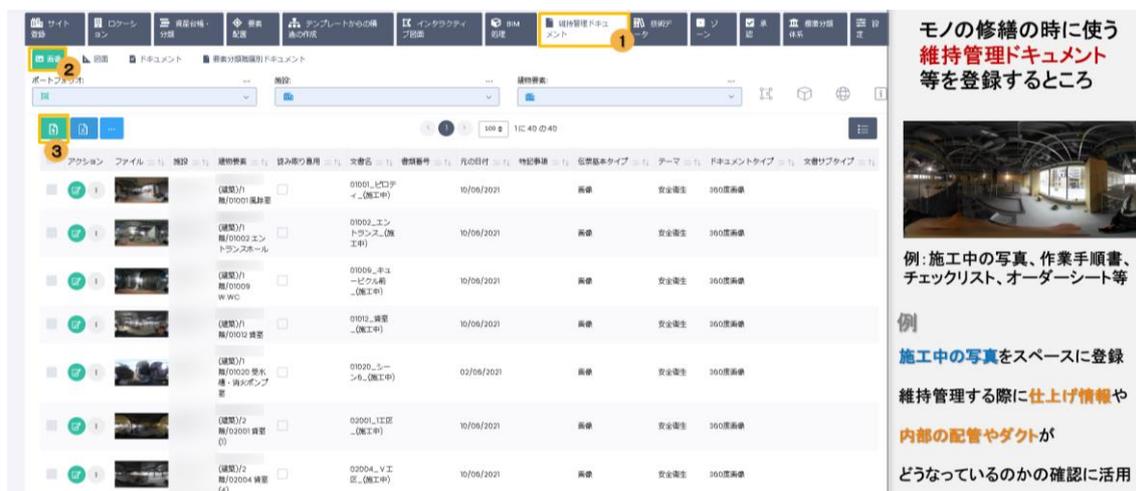
続いて、「ドキュメントの検索」について説明する。MainManager の検索機能を利用して、例えば、2022年1月10日に登録した点検写真を検索したい場合、ドキュメントに日付や「点検写真」といったキーワードを登録すると、そのドキュメントを簡単に検索することができるようになる。

※登録したドキュメントを検索、フィルタリングし維持管理する際に情報を利用します。

- **メタデータで検索**
右側のフィルターでは、ドキュメントのさまざまなメタデータを検索します。したがって、リストは**ドキュメントタイプ**でフィルタリングします。
- **ファイルコンテンツを検索する**
フィルタの検索フィールドでは、**ファイル名を検索**します。また、必要に応じて、**ファイルの内容を検索**も行います。(※大量のファイルを検索する場合には時間を要する場合がありますのでご注意ください)

例: 特定の日に登録した、写真のみフィルタリングする場合

「維持管理ドキュメント」に維持管理に関わるドキュメントを登録する。ドキュメントの種類は、施工中の 360 度写真や作業の手順書、チェックリスト、オーダーシート等があげられる。例えば、施工中の 360 度写真をスペースに登録し、維持管理の際に仕上げ情報や、壁内の配管やダクトの状況を確認するために使用できる。



労力と時間の定量的な測定事例)

シナリオ①

従来、平面図や機器の取り扱い説明書などは、施工者から引き継ぐ完成図書として、紙でファイリングし、管理室の戸棚に保管している。有事の際は戸棚から関係書類を探して利用している。

シナリオ②

システム上で機器(BIM)と紐づいてドキュメントを管理できるため、ピンポイントでほしい情報を即座に検索して引き出せ、作業性の向上につながる。

【発生例】

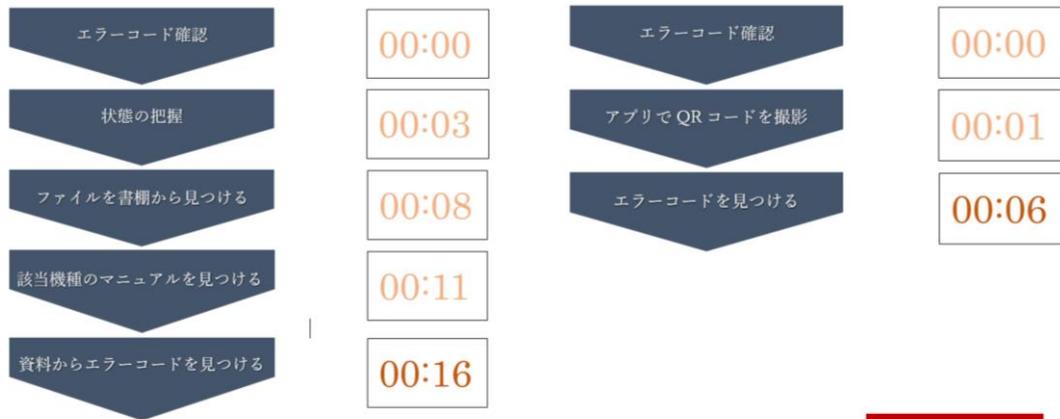
巡回時に RF の冷温水発生機のエラーコードを確認する。そのエラーコードがどのような事象か確認する事例となる。

【トラブルが発生した例】

事象：7階の小便器の洗浄水が流れない 原因：センサーの電池切れ、管理室は1階

■従来：※この現場に詳しい人限定の数値

■これから：※現場をよく知らない人でも可能



★結果 16分 ⇒ 6分に短縮 10分削減

62.5%

18. - 検証 G) 完全に統合されたソリューションによる情報管理の満足度向上

BIM に連携した、ユーザーエクスペリエンス (UX) を中心とする開発ソリューションとして、BIMとGISの利用によるコミュニケーションの円滑化に伴う、業務方法の改善効果を検証する。目標として、BIM に連携した、ユーザーエクスペリエンス (UX) を中心に開発されたソリューションの利用者の満足度を評価と、満足度の向上について設定した。

ソリューションの利用者の満足度

シナリオ① (比較基準) BIMを利用しないコミュニケーション

シナリオ②BIM を利用するコミュニケーション

シナリオ①

テナント・オーナーとのコミュニケーションはメール、電話、報告書、定期的な会議での周知、共有、相談を図る手段が主である。

シナリオ②

建物利用者がアプリでつながり、建物外部のトラブルを地図上で選択し管理者へ送信し、また3D でトラブルを送信できることで、管理者として具体的な場所の特定やリアルタイムの情報の取得が可能となる。システムを通じて時と場所を選ばず、建物利用者に対して様々な周知をリアルタイムで共有できるようになる。また、このような取り組みは利用者にとって有益であるかそうでないかを図るためのアンケート機能を駆使することにより、より満足度の高いサービス提供するためのPDCAサイクルを築けると考えます。

まとめ

本事業は、施設の運営維持管理における長期的で戦略的な考え方を基軸に据えて、ライフサイクルコンサルティング業務のあり方を試行錯誤を重ね検討してきた。このため、BIM モデル作成に初期段階から関与する体制を事業の遂行にあたり検討し、構築した。ただし、組織の本格的なチェンジマネジメントを行わない限り、現状では諸組織をまたがる課題がいくつか残る。特に BIM の最適化、更新を含む情報管理プロセスを製錬しながら、業界変更に俊敏に対応できる組織体制を築く必要があることが明らかになった。

BIM については、作業負担と費用を軽減するために、鹿島グループを始めとして、協力会社、専門組織と協議しながら情報要件の定義づけを継続して行った。また、情報管理関連のあらゆる作業の自動化の可能性を探求した。全体として、BIM 属性情報を定義するダイナミックな手法を考えながら、それを支援するツール（dRofus や SimpleBIM）を含めた検討を実施した。当該の検討は今後も継続し、より良質で低コストの維持管理 BIM を目指していく。

施設の長寿命化を促進するために、データの価値を向上し、その有効性を保つように、諸データの標準化や抽象化について検討した。IoT、AI 等の発展に対応し、オープン BIM のデジタルツインとしての活用ができるように、BIM データの帰属や著作権やリスク等の課題を整理しながら、これから BIM-FM のビジネスモデルを成熟させていく必要がある。こうした取り組みを通じて、BIM 関連作業が軽減され、管理者への負担よりもメリットの方を強調できるようになる。

IFC スキーマと協調しながら、他のスキーマと分類体系（Uniclass2015、SfG20 等）を使用した。このことにより、Uniclass2015 を国内の類似の分類コードに比較し、建物ライフサイクルを通してステークホルダーによってより使いやすい分類体系を開発することも可能となってきた。一方で、BIM を利用して、FM ソリューションを検証した際に、パフォーマンスの課題が現れた。BIM の詳細度（LOD）に関連する課題を解決するために、情報量（LOI）を充実化し、幾何学情報を簡略した BIM モデルの検討がさらに必要であることが分かった。

検討したソフトウェア・エコシステムでは、社内における設計・施工 BIM の連携を実現し、竣工後の建物 OS、スマートシティなど、デジタルツインへの展開を見据え、データプラットフォームの構築を目指した。ストックデータについては、IFC データを軸としたデータ連携を想定し、各種ソフトウェアとの API 連携を機能開発した。IFC モデルによって恒久性を担保するとともに、維持管理ソフトウェアや自社開発の進捗管理システ

ム、VR アプリ等とのデータ連携基盤を構築した。センサーの利用範囲の拡大が期待され、例えば、センサー、機器と環境情報の関係性の整理に着手することができた。

くわえて、ISO 19650 等の国際規格を使用することで、全体的に再現可能な結果が得られた。資産ライフサイクルを通して複数の業界、システム間の相互運用性が可能になり、より大規模で包括的なスマートシティ展開まで視野に入れることができるようになった。

BIM を活用した FM ソリューションを利用して、台帳を作成する作業時間の削減について検証した。BIM 作成に必要な時間も加算すると全体的な削減が難しかったため、まず効率的な BIM 作成がカギとなることが分かった。また、維持管理段階で BIM に紐づけたコスト情報に基づいて、より包括的な財務管理が可能であり、入力作業時間が増えるものの、精度の高いライフサイクルコスト評価ができる。中央監視データ連携によるリアルタイム劣化度管理、部屋のモニタリング機能は、現在開発中で、実際の作業を行う時の効果の測定、比較までには至らなかったが、結果的に 90% 近くが削減できると想定される。各種情報を BIM 中心に連携させると、相乗効果が発揮でき、例えば、テナントとの交渉、契約までの意思決定と合意形成の円滑化、ドキュメント管理の自動化、それに伴う業務量の削減の効果があることが明らかになった。これらの検証を継続し、定性評価に加え、残りの定量評価を完成させ、情報管理プロセスに包括的に反映させていく予定である。

事務連絡先	氏名	バタ タマーシュ
	所属	鹿島建設株式会社建築管理本部 BIM 推進室
	住所	〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-1
	電話	090-3201-7609
	FAX	03-5544-1713
	E-mail	bata@kajima.com

[会社名]

施工 BIM 実行計画書

BIM Execution Plan for Construction BIM

改定履歴					
改定	内容	ステータス	発行者	承認者	日付
01	初回発行【契約後】				
02					
03					
04					
05					
06					

鹿島建設株式会社 支店

2021年11月1日

目次

0	はじめに.....	2
0.1	BEP 記入・編集規則.....	3
0.2	設計 BIM 実行計画書.....	3
1	概要.....	3
1.1	施工 BIM 実行計画書概要.....	3
1.2	施工 BEP の位置付け.....	3
2	プロジェクト情報.....	4
2.1	工事概要.....	4
2.2	物件ステージの定義.....	5
2.3	ライフサイクルで引き継ぐ BIM データ.....	5
2.4	専門用語の定義.....	7
3	組織体制.....	8
3.1	役割と責任.....	8
3.2	体制.....	10
4	BIM の使用目的と範囲.....	11
4.1	BIM の使用目的.....	11
5	運用プロセス.....	12
5.1	BIM データ調整方針.....	12
5.2	会議体.....	12
5.3	データ共有.....	12
6	技術的要件.....	13
6.1	ソフトウェア環境.....	13
6.2	BIM データ交換フォーマット.....	13
7	作成データ・成果物の定義.....	14
7.1	プロジェクト成果物.....	14
8	BIM の基本設定.....	15
8.1	ゾーニング.....	15
8.2	Level of Development (LoD).....	16
8.3	基準点.....	17
8.4	命名規則.....	18
8.5	干渉チェック.....	19
8.6	共同作業.....	19

0 はじめに

「BIM 実行計画書」と書くと、難しいものに聞こえてしまうかもしれませんが、簡潔に言うと「BIM 運用での約束事」や「関係者の役割と責任」などをまとめたルールブックのことです。建設業の業務プロセスでは、多数の関係者が関与します。関係者間の協働方法のひとつとして BIM モデルを作成することで総合調整が誰でも把握しやすくなります。その結果をアウトプットすることで施工図がまとまります。これらのプロセスの中で、BIM データの使い方、使用するソフトウェアやデータ環境などをあらかじめ記載しておくことで、関係者間の意識統一を図り、設計施工間の情報連携や、各協力会社との契約やその後の業務を確実に進めることが出来ます。

本資料は設計施工 BIM 連携を主目的として、施工者の立場から施工 BIM 実行計画を記載するものです。設計 BIM 実行計画書は設計者（AE または支店設計が主体、AE デジタルデザイン統括が支援）が作成しますので、関係者間ですり合わせを行うようにしてください。

特に設計施工 BIM 連携の目的を下記に示します。

1. 設計精度の向上
2. 建設価格の精度向上
3. 設計品質、施工品質の確保
4. 着工前の主仕様決定と不整合排除
5. 着工前の施工計画、総合図、施工図の完結

設計施工 BIM 連携の目的において、“関係者間での情報共有、情報連携”が最も重要なポイントであり、モデルデータはそれに付随する手法、データ形式のひとつであるに過ぎません。モデルデータの完成が目的ではないことに留意してください。

最近では外資系事業主を中心に、事業主から EIR（Employers Information Requirements：発注者要件）や指定の BIM 実行計画（ひな形 BEP）が課せられるケースも出て来ています。このようなケースでは、BEP の書き方が変わりますので、BIM 推進室へご相談ください。

2021 年 7 月 建築管理本部 BIM 推進室

0.1 BEP 記入・編集規則

以下の規則に従い個別プロジェクトごとに本 BEP を作成、編集すること。

- 1) プロジェクトごとに記入して頂く箇所：(必須・任意)
- 2) BEP 更新する回数を低減するため、一部の項目を別資料とすることがある。

0.2 設計 BIM 実行計画書

ファイルリンク先	作成者

設計 BIM 実行計画書は、社内設計の場合、建築設計本部、支店設計部で作成を行う。

1 概要

1.1 施工 BIM 実行計画書概要

本施工 BIM 実行計画書(BIM 実行計画書 : BIM Execution Plan 略して BEP)は、施工者の立場から****プロジェクト(以下本物件とする)における緊密な共同作業・連携を行うためのロードマップ、ガイドラインとして位置付ける。

まず「初期設定」として、本物件の概要情報や言葉の定義、物件ステージの定義を行い、本物件の BIM の目的と組織体制を明記する。次に「技術的要件」として、ソフトウェア環境や共通データ(CDE)環境やデータ変換方式、各工程での Level of Development や属性情報をマトリクスにて定義する。つづいて、「管理的要件」として本物件における設計施工連携のためのワークフロー、詳細度や成果物を定義する。

以上から、本物件における BIM 運用の全体像を明らかにし、関係各位のコミュニケーションを円滑化することを目的としている。

1.2 施工 BEP の位置付け

本施工 BEP は「随時更新文書」として扱い、プロジェクトチームが運用しながら、改善すべき点が生じた場合は、施工 BIM マネージャが速やかに意見を収集して改訂を行い、本物件関係者へ周知を行う。

2 プロジェクト情報

2.1 工事概要

工事名称	*****		
発注者	*****		
設計者	*****		
着工日	20YY/MM/DD	竣工予定日	20YY/MM/DD
階数	*****		
建物用途	*****		
主要構造	*****		
延べ床面積	*****		
工事場所	*****		

2.2 物件ステージの定義

国土交通省「建築 BIM 推進会議ガイドライン 標準ワークフロー」に準じて、8つのステージ（業務区分 S0 から S7 まで）に区分する。各ステージにおける成果物の詳細は、表 7.1 を参照のこと。

表 2.2 各ステージにおけるデータ活用目的の概要

各ステージにおけるデータ活用目的の概要			
本物件のステージ区分			内容
企画	S0	企画	事業計画の検討・立案
	S1	基本計画 概略設計	条件整理のための建築計画の検討・立案
設計	S2	基本設計 予備設計	基本的な機能・性能の検討・設定
	S3	実施設計 1 詳細設計	機能・性能に基づいた一般図（平面、立面、断面）、一覧表、部材表、機器表、および建築・構造・設備間の整合性確保 見積を的確に行うことが可能な設計図書の作成
	S4	実施設計 2 詳細設計	見積・確認申請・契約・工事を、的確に行うことが可能な設計申請図書の作成
施工	S5	施工等	本体工事設計意図伝達・工事監理、施工
引渡し	S6	引渡し	設計変更等を反映した完工時点の記録
維持管理	S7	維持管理・運用	維持管理・運用で採用されるソリューションへのデータ準備

2.3 ライフサイクルで引き継ぐ BIM データ

国土交通省「建築 BIM 推進会議ガイドライン 標準ワークフロー」に示されているように、生産性向上を図るため、企画・基本設計から維持管理・運用等を含めた建築物のライフサイクルにおける、各プロセス間で必要なデジタル情報を受け渡す仕組みを構築する。

設計 BIM モデルと施工 BIM モデルでは、モデル構築の目的が異なるため、設計から設計変更等を反映させた竣工モデル作成への流れと、施工での詳細検討/モノ決め/施工計画/建設 ICT への利活用の二つに区分し、相互に連動しながら運用する。

維持管理 BIM モデルに関しては、発注者が採用する維持管理ソリューションや各種シミュレーションに合わせたデータ編集が必須となるため、維持管理対象や目的の明確化など、契約後に発注者と協議することで詳細内容を決定する。

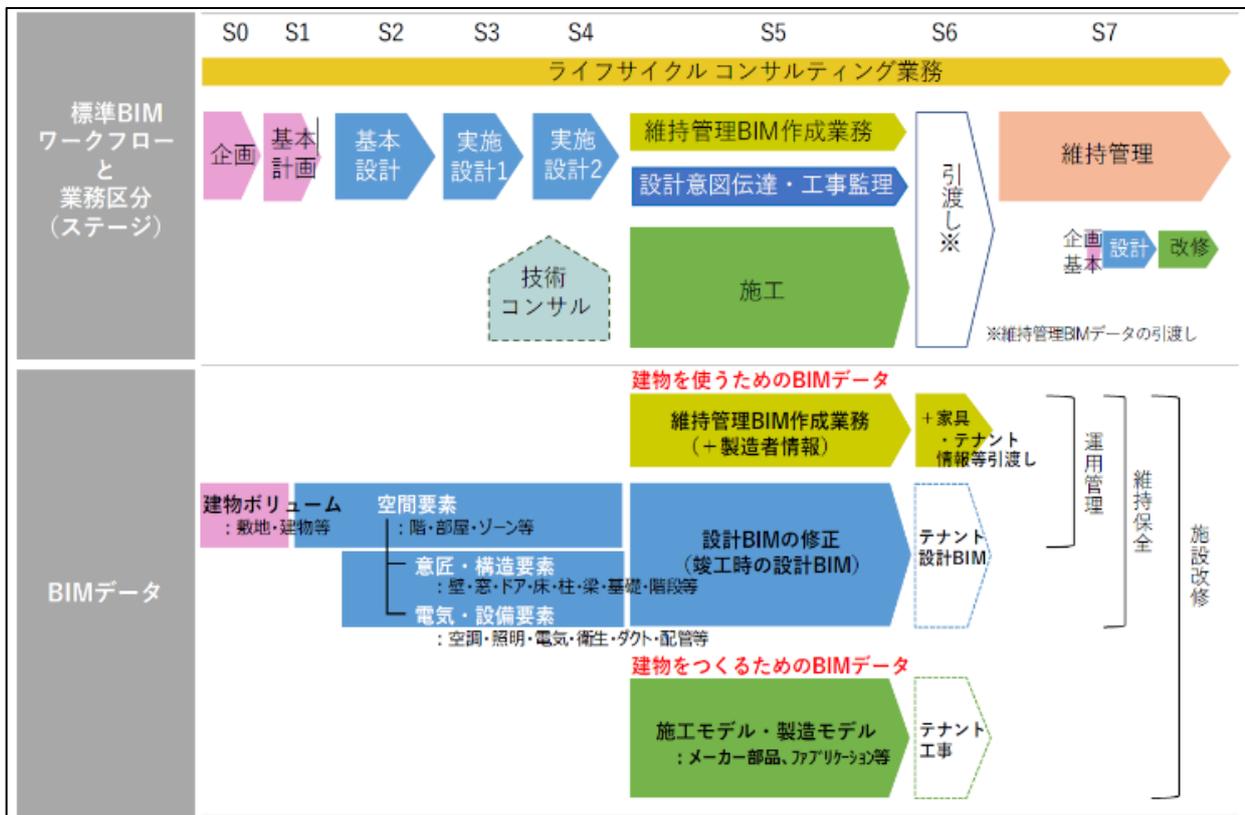


図 2.3 各プロセスと BIM データとの関係

2.4 専門用語の定義

表 2.4 本 BEP における専門用語一覧表

専門用語	定義
BIM Building Information Modeling	コンピュータ上に作成した主に 3 次元の形状情報に加え、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システム
LoD Level of Development	モデルエレメントの詳細度を表現する指標。3D オブジェクトの詳細度 Level of Geometry(LoG)と情報の詳細度 Level of Information(LoI)に区分し、詳細度を示す。
EIR Employer's / Exchange Information Requirements	発注者が作成する情報要求要件書で、個別プロジェクトの納入させる BIM データの詳細度、プロジェクトの過程、運用方法、契約上の役割分担等を定める。
PIM Project Information Model	主に設計者や施工者が作成する設計図・施工図のためのモデル。
AIM Asset Information Model	資産情報モデル。発注者の建物運用、維持管理を目的としたモデルへ発展させるための元モデル。建築・構造設計モデル + 設備施工モデル程度の内容となる場合が多い。
Record Model (設計者による管理、竣工図に近い)	各ステージの成果物として記録・保存する BIM モデル。S5 ステージでは最新の変更を反映させた設計 BIM モデルをレコードモデルとして記録する。
As-Built Model (施工者による管理、施工図に近い)	レコードモデルの一部（主に設備情報）を、施工図レベルまで詳細化し、プロジェクトの完工事の状況を反映した成果物として記録・保存する施工 BIM モデル。
IFC Industry Foundation Classes	building SMART が策定している BIM データの国際標準で、建物ライフサイクル全体をカバーする 3 次元建物情報モデルのデータ構造やデータファイル形式などの定義。国際標準規格 ISO 16739:2014 を認証取得している。

3 組織体制

3.1 役割と責任

BIMに関する業務を円滑に実行するため、下記要領にて業務範囲を示す。各役割を担当するものは、相互に適切な連携を実施するものとする。

表 3.1 役割と業務範囲一覧

役割	業務範囲
プロジェクト統括責任者	現場代理人が兼務する。施工者の立場から、プロジェクト全体の管理や BIM プロセスの管理などの統括を行う。発注者との調整などを含めてプロジェクトを円滑に遂行する。
設計コーディネータ	プロジェクト全般における設計者の立場での BIM プロセス・アウトプットの責任を負う。BEP の内容を理解し、ステージに沿った BIM の使用用途案（段階と範囲）、ツールの決定、作成するモデルの整合性管理、スケジュール案の決定を行う。
施工 BIM マネージャ	プロジェクト全体における施工者の立場での BIM プロセス・アウトプットの責任を負う。EIR の内容及び発注者の要件を理解し、BEP の管理を行う。ステージ毎の BIM 活用案、ツールの決定、作成するモデルの整合性管理とスケジュール案の決定を行う。
施工 BIM コーディネータ	プロジェクト全般における施工者の立場での BIM プロセス・アウトプットの策定、立案を行う。
施工 BIM インプリメンター	プロジェクトで活用するシステムやソフトウェアの運用における技術的支援を行う。
施工 BIM アドミニストレータ	施工 BIM マネージャが決定したツールの導入、CDE 環境(BIMcloud, BIM360,KSS 等)のファイル管理、ユーザー管理を行う。
BIM モデラー	各 BIM モデルの作成を担う。各 BIM マネージャの指示に基づき、CDE 環境に BIM モデルの構築を行う。

本物件の BIM 体制図は図 3.1 の通りとする。

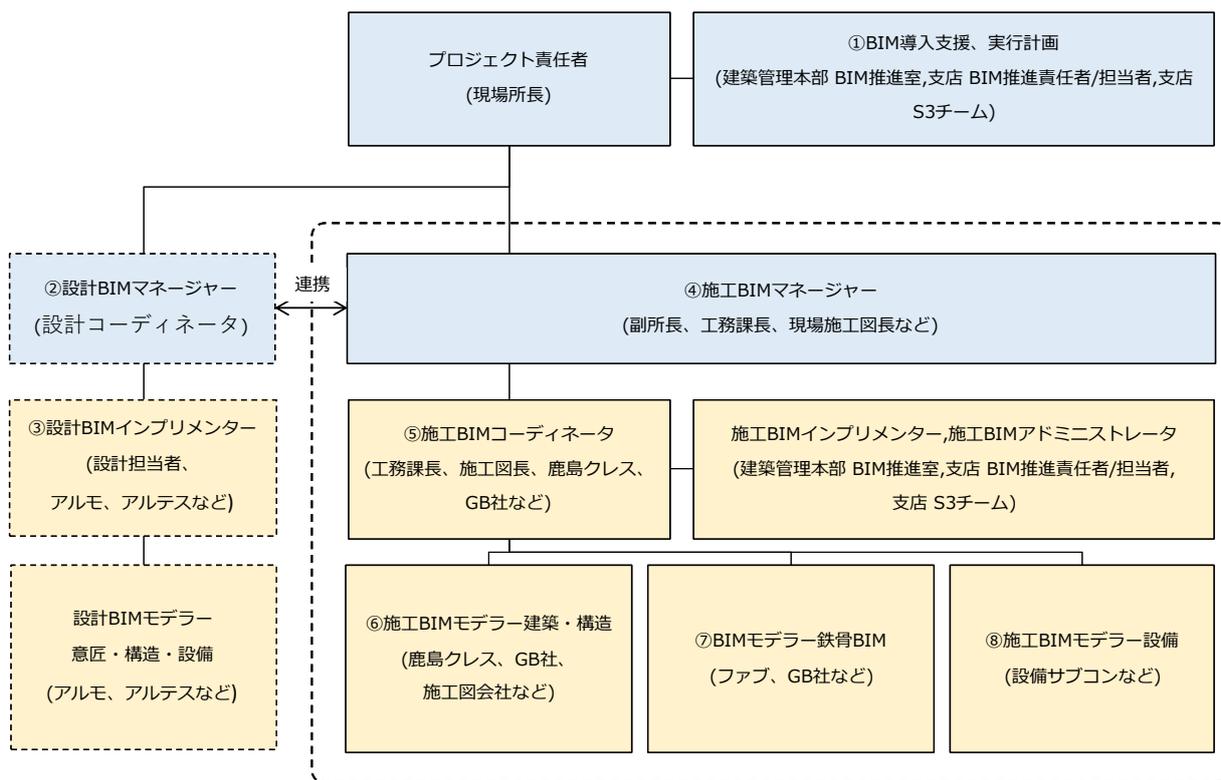


図 3.1 実施体制図 (例)

3.2 体制

本物件の主要メンバーリストを記載する。BIM 運用についてはそれぞれ設計者と施工者が主体となり、各分野の BIM モデルのデータ管理責任者を置き、BIM モデルとプロセスの品質確認を行う。プロジェクト運営は長期間に渡るので、責任者の変更については適宜修正・追記を行い管理すること。担当者リストを以下に記す。氏名、所属会社・役職、メールアドレス等は契約後、担当者決定次第記入する。

表 3.2 プロジェクトの主要メンバーリスト

役割	ステージ	氏名	所属会社・役職	メールアドレス
プロジェクト統括責任者 ex) 現場代理人				
施工 BIM マネージャ ex) 工務課長、施工図長等				
施工 BIM コーディネータ ex) 工務課長、施工図長等				
施工 BIM インプリメンター ex) 建管本 BIM 推進室、支店 BIM 推進責任者/担当者、S3 チーム等				
施工 BIM アドミニストレータ ex) 建管本 BIM 推進室、支店 BIM 推進責任者/担当者、S3 チーム等				
BIM モデラー 建築・構造 ex) 施工図会社等				
BIM モデラー 空調電気衛生設備 ex) 施工会社等				
BIM モデラー 昇降機 ex) 施工会社等				
BIM モデラー 鉄骨 ex) ファブ等				

4 BIMの使用目的と範囲

4.1 BIMの使用目的

施工 BIM の使用目的は、主として下記表の通りとする。使用目的に合わせて適宜追記・削除する。

表 4.1 BIM の使用目的と成果物

モデル	利用目的	成果物
基本モデル	敷地や簡易外装を含む、構造設計図を基に作成するモデルで、様々な目的に合わせたモデルへと発展させる <input type="checkbox"/> 構造設計図の齟齬確認、特異点の抽出 <input type="checkbox"/> 納まりや施工性の検討、方針決定 <input type="checkbox"/> 主要部材の数量把握	基本モデル
施工計画モデル	基本モデル+仮設部材 <input type="checkbox"/> 施工検討、施工計画の立案、伝達 <input type="checkbox"/> 主要施工数量の把握	ステップ図 総合仮設計画図
簡易内装モデル	基本モデル+間仕切り、天井、建具 <input type="checkbox"/> 建築-構造の不整合確認 <input type="checkbox"/> 建築-構造の大まかな調整、課題把握、方針決定 <input type="checkbox"/> 建築-設備の大まかな調整、課題把握、方針決定	
設備プロットモデル	簡易内装モデル+設備プロット <input type="checkbox"/> 建築-設備のプロット確認、総合図モデル <input type="checkbox"/> 各設備機器間のレイアウト確認	プロット図 総合図
躯体モデル	基本モデル→詳細化 <input type="checkbox"/> 躯体の整合性確保 <input type="checkbox"/> 仕上げ・設備との調整 <input type="checkbox"/> 各種製作図との総合調整	躯体施工図
仕上げモデル	簡易内装モデルの詳細化 <input type="checkbox"/> 躯体・設備との調整、納まりの検討 <input type="checkbox"/> 各種製作図との総合調整	施工平面詳細図 製作図への指示書
設備施工モデル	躯体モデル、仕上げモデルを下敷きにした設備モデル <input type="checkbox"/> 施工性、納まりの検討 <input type="checkbox"/> 建築-構造-設備の総合調整 <input type="checkbox"/> 設計スペックの確認	設備施工図
重ね合わせモデル	総合調整用に各種モデルを重ね合わせ <input type="checkbox"/> 建築-構造-設備間の干渉チェック <input type="checkbox"/> 免震層のクリアランス確認 <input type="checkbox"/> 梁貫通スリーブの確認	干渉チェック 総合調整
部分詳細モデル	躯体モデルや仕上げモデルの部分詳細化 <input type="checkbox"/> 複雑部位の納まり確認 具体的な部位： <input type="checkbox"/> その他納まりが気になる箇所リスト	納まり検討図 矩計詳細検討図 配筋検討図
鉄骨製作図モデル	鉄骨専用 BIM を用いた鉄骨製作モデル <input type="checkbox"/> 鉄骨重量、ボルト本数、溶接長などの数量詳細積算 <input type="checkbox"/> 設備貫通スリーブとの調整 <input type="checkbox"/> 一般図-詳細図の整合性確保、鉄骨製作図出力	鉄骨製作図一般図 鉄骨製作図詳細図

5 運用プロセス

5.1 BIM データ調整方針

定期的な調整会議を開催して、BIM モデル間の整合性を確保するとともに、関係者間の BIM モデルの相互理解と活用の促進を図る。各工種のモデルを重ね合わせしたものを活用することが効率的である。重ね合わせソフトウェアは 6.1 を参照のこと。

5.2 会議体

会議体と出席者は以下とする。会議方法は直接のほか、Teams 等ビデオ会議を活用する。

表 5.2 BIM 活動関連会議体一覧

会議名	目的	対象メンバー	頻度
BIM モデル活用方針会議	BIM の目標を明確化、 BEP 内容の周知	設計 BIM マネージャ、 施工 BIM マネージャ・担当者、 協力業者等	開催日
施工総合調整会議	重ね合わせモデルを活用 した工種間の総合調整、 干渉の解決	施工 BIM マネージャ、 コーディネータ、協力業者、 必要に応じて設計者	2 週 1 回程度
鉄骨調整会議	鉄骨関係の調整	施工 BIM マネージャ、 コーディネータ、協力業者、 必要に応じて設計者	2 週 1 回程度

5.3 データ共有

データ共有は **KSS クラウド**で行う。施工 BIM マネージャは **KSS クラウド**内に必要なフォルダを作成し、参加者の業務に応じた権限付与を行う。最新版データを保存する場合は以前のデータを「古い」フォルダへ移動すること。ファイル名は 8.4 命名規則を参照。

【KSS-Cloud ファイルパス】

¥L_図面¥040_総合図（施工図）

¥001-総合図モデル検討¥【区分】

¥KJM_躯体モデル 20XX0720.ifc

【区分】名称

001_統合

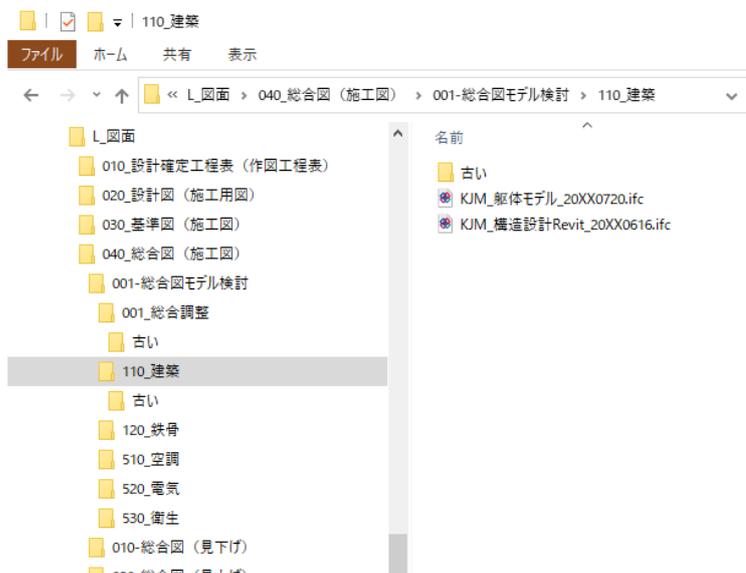
110_建築

120_鉄骨

510_空調

520_電気

530_衛生



6 技術的要件

6.1 ソフトウェア環境

表 6.1 ソフトウェア環境

	建築	設備	構造
BIM 作成			
モデル閲覧			
2D 作図			
共通データ環境			
ドキュメント			
統合モデル作成			
製作承認図作成等			

※上記を参考に実際に使用するソフトウェアを記載すること

※設計から受領するモデルやデータについては、設計 BEP を参照すること

6.2 BIM データ交換フォーマット

表に示したネイティブデータ形式および IFC でのデータ提供を基本とする。

表 6.2 使用するデータ形式

No	対象データ	ネイティブデータ形式	交換フォーマット
1	BIM データ		
2	2次元図面データ		
3	PDF文書		
4	Word文書		
5	Excel文書		

7 作成データ・成果物の定義

7.1 プロジェクト成果物

以下の表に示す納品データについて、主要マイルストーンのタイミングに共有・納品する。

表 7.1 プロジェクト成果物

各ステージのデータ納品概要				
本物件の ステージ区分			納品データ	モデルに保持する情報
企 画	S0	企画		
	S1	基本 計画		
設 計	S2	基本 設計		
	S3	実施 設計 1		
	S4	実施 設計 2		
施 工	S5	施工		
引 渡 し	S6	引渡 し		
維 持 管 理	S7	維持 管理		

8 BIMの基本設定

8.1 ゾーニング

モデリング範囲は計画敷地とする。ゾーンを幾つかに区分し、略称を命名する。追記・変更が生じた場合は本施工 BEP に記載し、関係者に周知を行う。

表 8.1 ゾーニング略称一覧

略称	内容

8.2 Level of Development (LoD)

LoD の定義は、「Level of Development」として捉えるか「Level of Detail」で捉えるか等、各国・国際団体等で様々な議論がなされており、2021 年現在において、国際的なコンセンサスには至っていない。本物件では、最新の「AIA BIM Protocol Document, G202-2013, Building Information Modeling Protocol Form」及び「BIM FORUM「LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2020」を参照しつつ、LoD の構成要素を、3D モデルエレメントと情報に区分し、それぞれ「LEVEL OF GEOMETRY (LoG)」、「LEVEL OF INFORMATION (LoI)」と呼称し、施工 BIM で運用する LoG を定義する。

表 8.2-1 建築物における 3D モデル詳細度の目安

レベル	LoG の目安
100	モデル要素は、シンボルまたは一般的な図形的な表現がされるが、形態、大きさあるいは正確な位置を示す情報ではない。
200	モデル要素は、一般的なオブジェクトとしての幾何情報を持ち、おおよその数量・サイズ・形状・位置・方向を情報として持つ。空間を確保するためのボリュームと認識しても良い。
300	モデル要素は、数量・サイズ・形状・位置・方向を持つオブジェクトとして表現される。注記情報や寸法などのモデル化されていない情報を参照せずに、設計された数量・サイズ・形状・位置・方向はモデル要素から直接計測可能である。 プロジェクトの原点が定義され、要素がプロジェクト原点に対して正確に配置される。
350	モデル要素は、数量・サイズ・形状・位置・方向を持つシステム、オブジェクトまたはアセンブリとして表現され、近接あるいは隣接した要素同士を調整するのに必要な要素部品がモデル化されている状態。注記情報や寸法などのモデル化されていない情報を参照せずに、設計された数量・サイズ・形状・位置・方向はモデル要素から直接計測可能である。これらの要素部品は、必要に応じて支持材や接合部材なども含む。
400	モデル要素は、数量・サイズ・形状・位置・方向・設置・製造・組み立てに関する情報を持つシステム、オブジェクトまたはアセンブリとして表現される。モデルまたはモデル要素を製作するのに十分な詳細度と正確さでモデリングされる。注記情報や寸法などのモデル化されていない情報を参照せずに、設計された数量・サイズ・形状・位置・方向はモデル要素から直接計測可能である。非図形情報もモデル要素に設定することが可能。日本ではいわゆる製作承認図にあたる。現状、当てはまるのは「鉄骨 BIM」のみである。
500	モデル要素は、数量・サイズ・形状・位置・方向について、現地で確認・検証されたシステム、オブジェクトまたはアセンブリとして表現される。 BIM Forum “Level of Development Specification” (version2020)において、LoD500 は現地の状況を示す内容であり、モデルエレメントの詳細度の高さを示すものではないと捉えており、同仕様では例証されていない。いわゆる出来形記録と捉えられ「記録写真」や「点群計測」にあたるものであり、通常モデル化は行わない。

表 8.2-2 LoD と LoG の関係性

Level of Development	Level of Geometry	備考
	施工 BIM	
100	採用しない	
200	部分的に採用	施工計画図など
300	300	施工図作成で採用
350	350	部分詳細検討で採用
400	採用しない	鉄骨 BIM のみ採用、その他は 2D 作図
500	採用しない	

LoG については、物件後半になるにつれデータが重くなり、作業が煩雑になることを避けるため、必要最小限の軽いモデルとなるよう心掛けること。発注者や設計者からの過剰な詳細度の要求は安易に受け入れないよう注意すること。

LoI について、LoG のような 100,200 といった数値で定義することは困難であるため現状は採用しない。

8.3 基準点

1. プロジェクト基準点

各モデルの統合作業を円滑に行うために、基準点を以下の通りに揃える。予備として、ASMEP 重ね合わせ基準のための、「基準オブジェクト」をそれぞれのモデルに配置する。

表 8.3-1 プロジェクト基準点

プロジェクト基準点	
共通オブジェクト(基準高さ)	
通り芯からの距離(X 軸)	
通り芯からの距離(Y 軸)	
通り芯の交点(符号)	

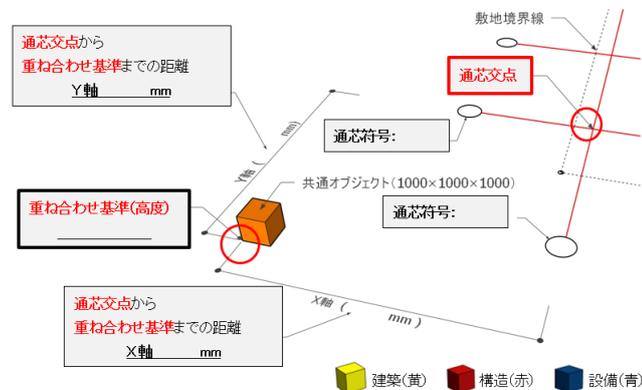


図 8.3 基準点概念図

2. ローカル基準点

1 プロジェクトに複数建物がある場合、建物毎に1つ設定し、プロジェクト基準点に対する各ローカル基準点を設ける。それぞれの位置を下記リストに記載する。ASMEP 各モデルでローカル基準点を統一し、建物毎の重ね合わせを容易に行えるようにする。

表 8.3-2 ローカル基準点一覧

建物名称ゾーン名称	X 座標(通り芯)	Y 座標(通り芯)	共通オブジェクト(基準高さ)	角度(時計回り)

8.4 命名規則

モデルの命名規則を下記の要領で規定する。追加・修正が生じた場合は、BEP を更新し、関係各所に周知を行う。

※ファイルのバージョンを統一すること。

ex). ifc(2x3 or 4) dwg,dxf(AutoCAD2018 形式など)

【ファイル名称 (例)】

会社名略称(アルファベット 3 文字)_データ内容_年月日 (更新日西暦 8 桁).拡張子

KJM_躯体地下 1 階_YYYYDDMM.ifc

KJM_仕上全階_YYYYDDMM.ifc

〇〇〇_鉄骨_YYYYDDMM.ifc

〇〇〇_空調 1 階_YYYYDDMM.ifc

〇〇〇_空調 1 階_YYYYDDMM.reb

〇〇〇_衛生 5 階_YYYYDDMM.ifc

【会社名略称 (例)】

鹿島建設 → KAJIMA → KJM

横森階段 → YOKOMORI → YKM

8.5 干渉チェック

各モデルの干渉チェックを実施する際は、共通の原点設定に基づく重ね合わせモデルを作成して確認を行う。設計期間中における施工担当者の早期参画とフロントローディングにより、設計確度向上を目指す。

なお、干渉チェックの結果、不整合が生じた場合、5.2 会議体で示した「施工総合調整会議」で早急に問題解決にあたる。

表 18 干渉チェック

ソフトウェア及びバージョン	
実施のタイミング	S2～S4 計画、設計の協議段階、施工総合調整会議、設計変更時
責任の所在	各 BIM マネージャ
アウトプット	
干渉解決プロセス	干渉チェックを行い不整合が確認された場合は上記 SMC 形式または BCF 形式に書き出し CDE 環境に保存する。 設計、施工それぞれの総合調整会議で方針決定を行い記録する。

8.6 共同作業

別紙、「スケジュール」を参照

本施工 BEP とは別に作成すること

- ・ スケジュール
- ・ モデル構成表