

令和4年3月

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

検証結果報告書

採択提案名： エービーシー商会新本社ビルにおける、
建物運用・維持管理段階でのBIM活用効果検証・課題分析

採択事業者名： 株式会社安井建築設計事務所

日本管財株式会社

株式会社エービーシー商会

目次

(1) プロジェクトの情報	2 P
(2) 本事業を経て目指すもの、目的	6 P
(3) BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析等について	10 P
令和3年度の検証・分析の方針	
課題項目と検証項目の整理	
分析する課題1：【修繕・維持管理】BIMモデル整備の検証	
分析する課題2：【修繕・維持管理】LCRC(生涯修繕費用)算出の精度向上の検証	
分析する課題3：維持管理BIMに求められるモデルカテゴリの整理	
分析する課題4：【修繕・維持管理】BIMとビル管理業務管理システム間での重複入力解消 とデータ連携上の課題	
分析する課題5：【修繕・維持管理】修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間 可視化による設備更新のアドバイス	
分析する課題6：【建物運用】建物をBIM運用する対象の抽出 【建物運用】環境センサーによる空調運用のアドバイス 【建物運用】3Dモデルによるわかりやすい建物利用説明の検討・検証 【建物運用】ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーション検証	
(4) BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や	41 P
様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について	
(5) 結果から導き出される、より発展的にBIMを活用するための今後の課題	51 P
(6) BIM発注者情報要件(EIR)、BIM実行計画(BEP)の検証結果	55 P
(7) 参考資料(EIR・BEPのサンプルを含む)	

(1) プロジェクトの情報

(1) プロジェクト情報

1-1. プロジェクト概要

- ・ 本建物は、2020年6月に竣工した自社オフィスビルで、BIMによる設計・施工を行い、設計段階ではVRによるプレゼンテーションや設計から施工へのBIMデータ引継ぎ、施工段階でのフロントローディングや干渉チェック等も行っている。

対象建物の概要

エービーシー商会本社ビル

所在地 : 東京都千代田区永田町二丁目12番14号

用途 : 事務所

規模 : 建築面積 614.23 m² / 延床面積 5,297.76 m²

階数 : 地上9階 / 地下1階

構造 : S造 (CFT造) 一部SRC造 / RC造

設計期間 : 2017年01月～2018年8月

施工期間 : 2018年10月～2020年6月



写真 1-1-1 : エービーシー商会本社ビル

1-2. 試行・検証対象の概要

- ・ 応募各社が有する BIM 関連のシステム、維持管理関連の ICT 技術、執務環境分析技術を最大限活用することで、運用・維持管理段階において必要となるデータ、情報と BIM の連携方法とその効果を明確化し、BIM の普及に貢献する。
- ・ 延床面積 5,300 m²、設備員無人管理、用途がオフィスという極めて標準的なビルにおける維持管理段階の BIM 活用を検証することで、日本に多数存在する類似ビルへの水平展開、普及促進に寄与する。
- ・ BIM と IoT 環境センサーとの連携により、消費エネルギー量を縮減しつつ執務者の満足度や知的生産性を向上する等、ビルオーナーや建物利用者にとっての新たな BIM 活用のメリット拡大を図る。

1-3.実施内容とスケジュール案

実施内容	担当			令和3年度（2021年度）（※黄色網掛け部分は事業実施期間）											
	Y	N	A	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
BIMの活用による生産性向上等のメリットの検証															
▼進捗報告															
▼成果報告															
【維持管理BIM】															
検証項目の精査、評価指標の作成	○	◎													
業務別・作業別の効果測定・検証	◎	○													
【運営運用BIM】															
執務環境モニタリング・可視化・データ蓄積	◎	○													
センサーデータ等分析、設備運用提案	◎	○													
BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析															
▼進捗報告															
▼成果報告															
【維持管理BIM作成】（フェーズ①）															
維持管理で重要・必要な情報抽出	◎	○													
【維持管理BIM作成】（フェーズ②）															
維持管理用BIMの仕様検討・モデル作成	◎	○													
施工・ソフト間のデータ連携検討・整理	◎														
【維持管理BIM】（フェーズ③）															
データ連携範囲・ルール検討	○	◎													
情報連携・蓄積の必要性・発展性検討	○	◎													
【ライフサイクルコンサルティング】（フェーズ④）															
BEP・EIRのルール検討・作成	◎	○													
【運用BIM】（フェーズ③④）															
運用活用する対象の検討・整理	◎	○													
試行作成・仕様検討・活用事例の抽出	◎	○													
その他															
▼ 昨年度予定から追加項目															
建築BIM推進会議（予定）															
建築BIM環境整備部会（予定）															
ファンリテイナメント支援サービス															
定期的な維持保全計画書の見直し、改善	◎														
その他維持保全に関するお問合せ対応	◎														

図 1-3-1 令和3年度（2021年度）スケジュール

実施内容	担当			令和4年度（2022年度）（※黄色網掛け部分は事業実施期間）											
	Y	N	A	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
BIMの活用による生産性向上等のメリットの検証															
▼中間報告															
▼成果報告															
【維持管理BIM】															
検証項目の精査、評価指標の作成	○	◎													
業務別・作業別の効果測定・検証	◎	○													
【運用BIM】															
執務環境モニタリング・可視化・データ蓄積	◎	○													
センサーデータ等分析、設備運用提案	◎	○													
BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析															
▼中間報告															
▼成果報告															
【維持管理BIM作成】（フェーズ①）															
維持管理で重要・必要な情報抽出	◎	○													
【維持管理BIM作成】（フェーズ②）															
維持管理用BIMの仕様検討・モデル作成	◎	○													
施工・ソフト間のデータ連携検討・整理	◎														
【維持管理BIM】（フェーズ③）															
データ連携範囲・ルール検討	○	◎													
情報連携・蓄積の必要性・発展性検討	○	◎													
【ライフサイクルコンサルティング】（フェーズ④）															
BEP・EIRのルール検討・作成	◎	○													
【運用BIM】（フェーズ③④）															
運用活用する対象の検討・整理	◎	○													
試行作成・仕様検討・活用事例の抽出	◎	○													
その他															
令和4年度建築BIM推進会議（予定）															
令和4年度建築BIM環境整備部会（予定）															
ファンリテイナメント支援サービス															
定期的な維持保全計画書の見直し、改善	◎														
その他維持保全に関するお問合せ対応	◎														

図 1-3-2 令和4年度（2022年度）スケジュール案

1-4.本事業で検証したプロセス

BIM 標準ワークフローにおける取組み範囲：
パターン②「設計・施工・維持管理段階で連携し BIM を活用」

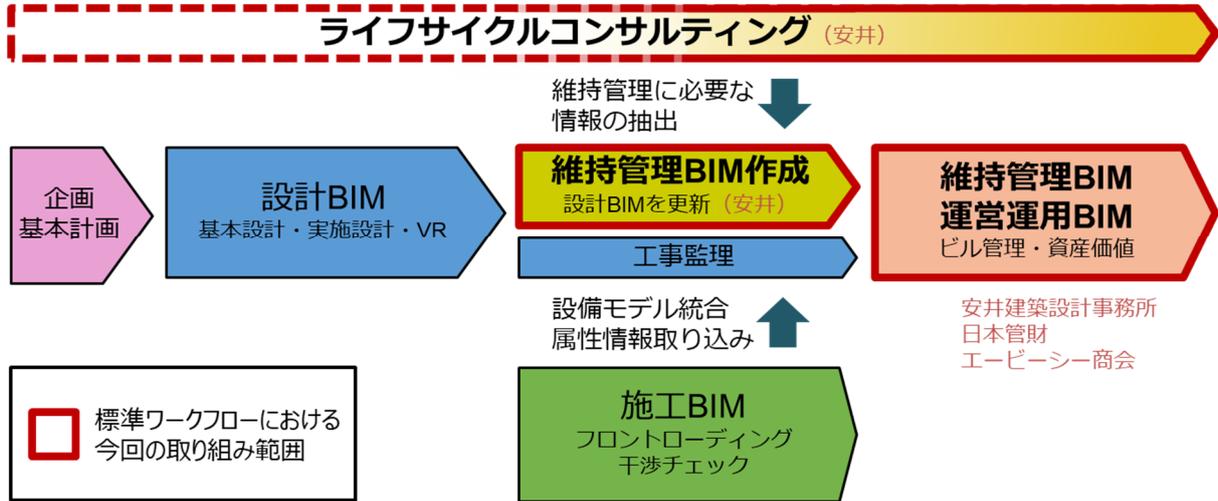


図 1-4-1 BIM 標準ワークフローにおける取組み範囲

1-5.各プロセスでのそれぞれの役割分担

- 体制と役割分担は以下の通りで、ビルオーナー・建物利用者として株式会社エービーシー商会が、ビル管理会社として日本管財株式会社が参画することで、建築生産側の意見やニーズだけではなく、より多面的かつ現実的な課題の分析や効果検証を行っている。

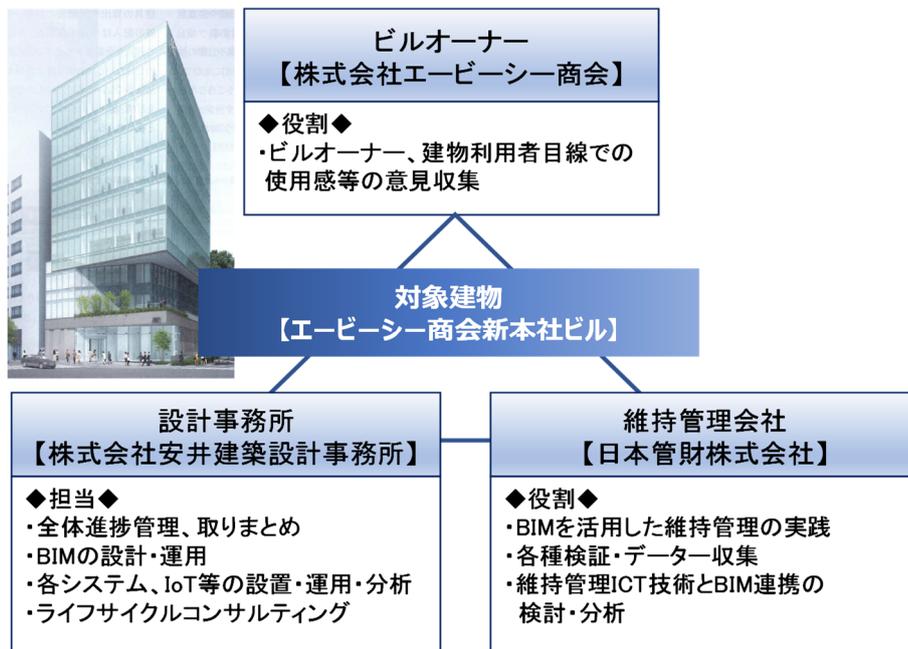


図 1-5-1 プロセスにおける担当・役割項目

(2) 本事業を経て目指すもの、目的

(2) 本事業を経て目指すもの、目的

1.事業の目的

1-1.事業の目的

- ・ 各社が有する BIM 関連のシステム、維持管理関連の ICT 技術、執務環境分析技術等を最大限活用することで、運用・維持管理段階において必要となるデータ、情報と BIM の連携方法とその効果を明確化し、BIM 普及に貢献すること。
- ・ 延床面積 5,300 m²、設備員無人管理、用途がオフィスという極めて標準的なビルにおける運用・維持管理段階の BIM 活用を検証することで、日本に多数存在する類似ビルへの水平展開、普及促進に寄与すること。
- ・ BIM と IoT 環境センサーとの連携により、消費エネルギー量を縮減しつつ執務者の満足度や知的生産性を向上する等、ビルオーナーや建物利用者にとっての新たな BIM 活用のメリット拡大を図ること。

1-2. 目的の指標（成果物など）

- ・ 維持管理会社が持続的に BIM 運用・活用が可能となる手法の確立・提案。
- ・ 運用・維持管理段階における BIM 活用によって得られる経済合理性等の数値化とそれらを進める上での課題抽出。
- ・ 消費エネルギー量を縮減しつつ、執務者の満足度や業務効率の向上につながるオフィス環境や設備運用改善等、建物運用段階でビルオーナーや建物利用者のメリットにつながる新たな BIM 利活用手法の開発・提示。
- ・ 運用・維持管理に適した BIM モデルの在り方の提示とその作成に最適なワークフローの整理・提案。

2.事業計画

(1) BIM の活用による生産性向上等のメリットの検証

令和 2 年度の取組を踏まえて、以下の視点で効果検証を進める。

- ・ 令和 2 年度に実施した経済合理性の検証精度を高め、BIM の導入検討を進めているビルオーナーやビル管理会社の背中を押すデータを作り上げる。
- ・ 令和 2 年度の検証で、ビルオーナーの修繕費削減効果が BIM 導入の動機付けの一つになることが明らかになったことから、特に修繕費削減効果の検証の深化を図り、ビルオーナーに対する BIM 導入の背中を押すデータを整理する。
- ・ 短期・中期的な導入メリットとなる、経営資源の管理・運用等の付加価値創造とその定量評価は今期最大のテーマと捉え、検証を行う。
- ・ 定量的評価は難しいが、維持管理やライフサイクルマネジメントの高度化・品質向上につながる効果もあることから、定性的な効果の整理も行う。
- ・ 工数や費用等の BIM 導入効果を、ビルオーナー、ビル管理者、ビル管理会社、利用者等に分類して報告を行う。
- ・ 修繕や改修工事における竣工 BIM データ活用等、実践的かつ具体的なユースケースを設定し、その効果や課題についてビルオーナー目線で検証を行う。
- ・ 共同提案者である発注者とも十分な意見交換を行い、発注者のメリット等について、発注者目線で整理を行う。同時に、コスト削減だけでなく、建物価値の維持と魅力の向上等、新たな視点での検討を行う。

(2) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析

令和2年度の事業で実施した課題分析の内、下記の項目について継続的な分析・検討を行い、更に現実的なものとしていくための改善を図る。

- ・ 運用・維持管理段階で必要となる情報入力ルール等の課題分析。
- ・ 標準ワークフローに沿った関係者間の適正なデータ連携手法の課題分析。
- ・ 維持管理 BIM に着目した BIM 実行計画 (BEP)、BIM 発注者情報要件 (EIR)。

また、令和2年度の事業で実施した課題分析の内、今後、更に検討・解決が必要となった下記の項目について、詳細な分析・検討を行う。

- ・ 複数システムの併用による、情報セキュリティに配慮したデータの受け渡しや重複入力を解消するためのルール作成等の検討・分析。
- ・ BIM に蓄積されるデータを、修繕計画の進捗管理や実コスト査定等の判断に活用することによる業務量・外注費等の削減メリットの有無の検討・分析。

さらに、令和2年度の事業で策定した維持管理 BIM・維持管理情報作成ワークフローから導き出された、新たな以下の2つの課題分析・検討を行う。

- ・ 修繕業務に関わるメリットと経営資源となり得る付加価値メリットについて、BIM を最大限に活かしながら、建物情報だけに拘らない視点で検討。
- ・ 快適性や省エネルギー等の利用者に役立つ情報としての活用方法の検討。

3.事業の必要性

- ・ 運用・維持管理でビルオーナーにとって重要なのは点検作業ではなく、不具合発生時の対処法等の判断である。BIM をコミュニケーションツールとして稟議・承認の効率化に活用することで、業務負荷低減につなげる必要がある。
- ・ 維持管理会社は図面の知識を有しない人がほとんどであり、全ての図面を常時最新版としている現場は少ない。最新版の図面があれば改修や原状回復工事等での計画・設計作業が効率化できるのは間違いなく、BIM を普及する上で最新情報・図面へ更新する仕組みを検討する必要がある。
- ・ BIM データのままでは維持管理会社は使いこなせず、また、維持管理情報として不十分である。BIM と IoT・管理システム等が連携したシステムを構築し、BIM を維持管理会社が扱うことができる総合的な仕組みを検討することで、維持管理会社の BIM アレルギーを払拭する必要がある。
- ・ 「健康管理に着目したウェルネス・オフィス」「ESG 視点での不動産価値評価」等の建物資産価値ひいては企業価値を高める手法が多様化している。BIM を普及させるためには、企業経営と新たな資産価値の向上につながる新たな BIM の活用のあり方を追求し、検証・提案していく必要がある。

4.事業の効果

- ・ 各社の効果検証は標準的な建物規模・用途で行っており、かつ各検証項目を工数・コスト換算した中で最終的な経済合理性を算出する考えである。積み残し課題が出ることも予想されるが、一定の数値を提示し、その作業フローを明示できれば、多くの維持管理会社での導入へと広がるものとする。
- ・ 維持管理業界は熟練技術者不足に悩まされている状況である。応募各社の取り組みは BIM と IoT を連携させビジュアル化し、誰にでもわかる状態とすることで管理レベルの標準化を図る意味合いもある。人の技術力へ依存しない一定の管理レベル確保が図られれば、他ビルへの波及性は高い。
- ・ 労働力不足の極みである維持管理業界では ICT 技術等の開発が活発化している。BIM との連携での

合理化効果を創出できれば市場への波及効果が望める。また、ビルオーナーや建物利用者にとってメリットのある新たな BIM の活用手法を確立することで、建物情報が他の産業分野やシステム等と連携し、Society 5.0 が進むことが期待できる。

5.その他特記すべき事項

- ・ 令和 2 年度の事業で策定した維持管理 BIM・維持管理情報作成ワークフローから導き出された、新たな以下の 2 つの課題を設定し、分析を行う。
 - ① 本事業で検証した快適性や省エネ等の利用者に役立つ情報としての活用
 - ② 経営資源の管理・運用に役立つツールとしての付加価値課題

(3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

(3) BIMデータの活用・連携に伴う課題分析等について

3-1.令和3年度の検証・分析の方針

昨年度はBIMの活用による生産性向上等のメリットの検証として、ライフサイクルマネジメントツールとしてBIMを30年間活用した場合の経済合理性についてシミュレーションを行った。この結果、BIM導入・維持に係る費用と維持管理業務削減、保管スペース削減効果などを比較し、「経済合理性がある」との判断を得ることができた。この経済合理性の評価精度をより高めることが、発注者・ビルオーナーのBIM導入促進に直結すると考え、今年度は発注者メリットにより焦点を当てた検証・分析を行う方針とした。

新築建物の場合、修繕費は10年～20年後にのしかかる課題だが緊急性はない。短期（日常的活用）と中長期の両方で発注者のBIM活用メリットが生まれれば、BIM導入を検討してもらえると考え、今回の優先的な検証課題として捉えた。

この点を踏まえて、前年度から継続・課題とした取組内容も含めて、今年度の取組テーマを「修繕・維持管理」と「建物運用」の2つの視点で再整理をした。「修繕・維持管理」と「建物運用」の取組としては、それぞれ以下の内容を検討する。

- ・ 修繕・維持管理では、昨年度に引き続き、BIMを可視化や数量算出などに用いることに加えて、日常的な修繕の情報を連携させて修繕情報の一元管理ツール、修繕の判断ツールとしてブラッシュアップしていくことを検討する。
- ・ 建物運用では、「建物性能を最大限に活用する」ことを念頭に、3次元形状や設計・施工時にBIMに入力している情報を内容に応じてわかりやすく伝えること、また環境センサーなどから取得する情報をもとに、現況の運用状況を可視化して運用改善につなげることにBIMを活用することを検討する。

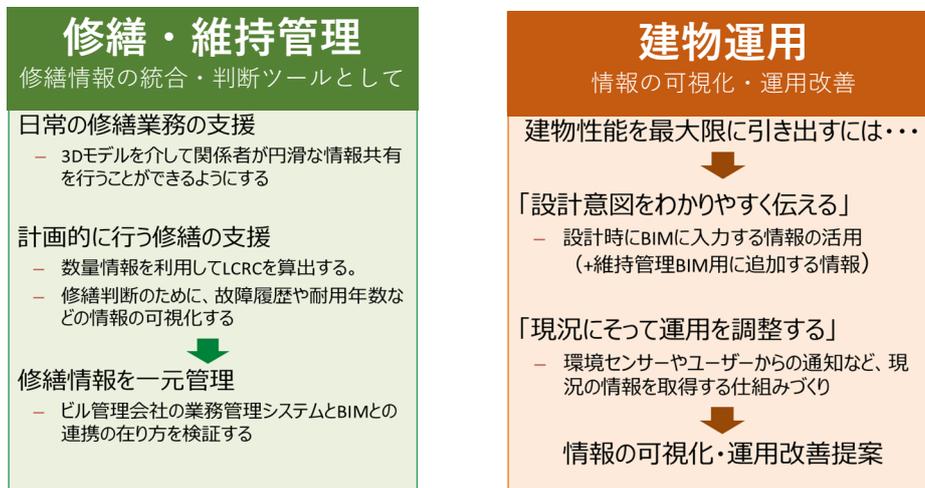


図 3-1-4：修繕・維持管理と建物運用における取り組みについて

設定した課題と検証課題項目について整理

以上を踏まえ、当初設定した「検討する課題」項目に対して、「修繕・維持管理」/「建物運用」にの視点から、次項の表 3-1-1 のように検証課題を再整理した。

表 3-1-1 検証項目一覧

番号	検討する課題	具体的な検証テーマ
1	設計 BIM を活用し、維持管理 BIM を作成する上で必要となる情報入力ルール等の精査（1）	【修繕・維持管理】 BIM モデル整備の検証
2	設計 BIM を活用し、維持管理 BIM を作成する上で必要となる情報入力ルール等の精査（2）	【修繕・維持管理】 LCRC(生涯修繕費用)算出の精度向上の検証
3	設計・施工・維持管理 BIM の関係者間の適正なデータ連携手法、EIR/BEP の見直し・改善	維持管理 BIM に求められるモデルカテゴリの整理（EIR,BEP の検証は（6）に記載）
4	BIM とビル管理会社保有の管理システム間での重複入力解消とデータ連携上の課題	【修繕・維持管理】 ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理
5	BIM に蓄積される修繕データ等の活用による業務量・外注費削減メリットの明確化	【修繕・維持管理】 修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス
6	ビルオーナーにとって BIM 導入の動機づけとなる短・中期でのメリットの創出の課題	<p>【建物運用】 検討する対象の抽出及び一部有効性に関する検証</p> <p>【建物運用】 検討する対象の抽出</p> <p>【建物運用】 環境センサーによる空調運用のアドバイス</p> <p>【建物運用】 3D モデルによるわかりやすい建物利用説明の検討・検証検討の方向性</p> <p>【建物運用】 ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーション検証</p>

3-2.分析する課題1：【修繕・維持管理】BIMモデル整備の検証

検討の方向性

- 本検証に使用する維持管理 BIM の整備を行う。建築 BIM モデルと機械設備 BIM モデルは令和 2 年度に整備済みであり、今年度は電気設備 BIM モデルの整備について検討する。
- 維持管理 BIM 作成のワークフローで、電気設備 BIM モデルは施工 BIM をベースに作成する流れとなっているが、現状、施工段階では電気設備 BIM モデルは作成されないケースが多い。本建物でも施工段階で電気設備 BIM モデルを作成していなかったため、今回はライフサイクルコンサルタント業務を想定し、昨年度検討した維持管理 BIM 作成ワークフローにおける「維持管理 BIM③（維持管理）」に必要な条件を想定して作成を行う。

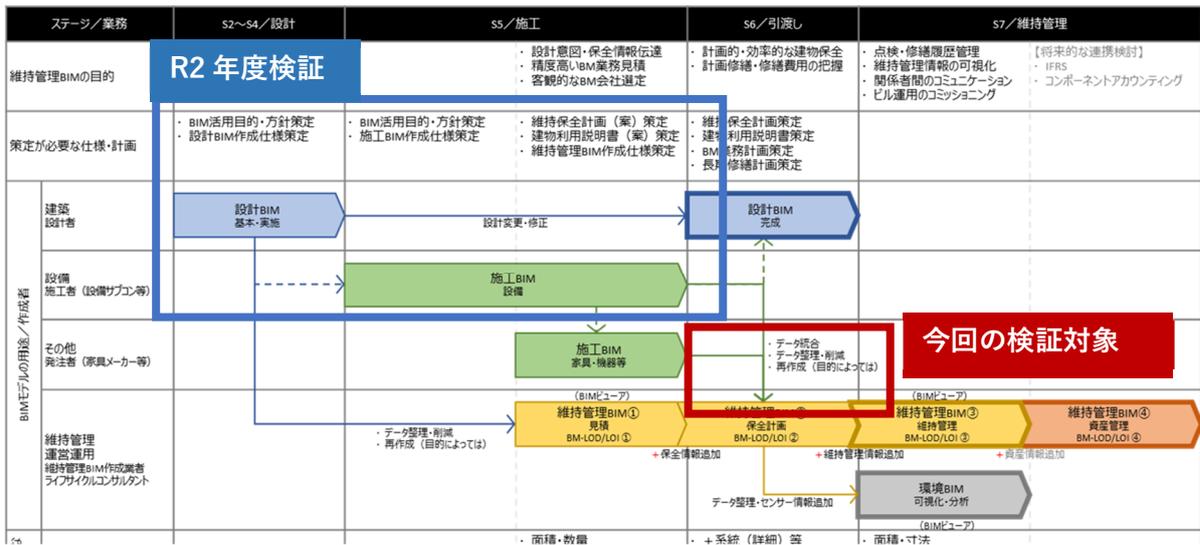


図 3-2-1 維持管理 BIM 作成のワークフロー

実施方法・体制

- 完成図の平面図や機器表を元に、Revit によって電気設備 BIM モデル作成・整備する。また設備機器の BIM パーツ（Revit ファミリ）も全て新規に作成する。
- 機械設備 BIM モデルと電気設備 BIM モデルの表現について、視覚的に区別しやすいよう留意する。

検証結果

- 電気設備 BIM モデル作成のため、以下の作業を行った。作成には約 8 人工ほど要した。
 - 機器のファミリは機器表にあった姿図を参照して作成した。モデルの形状は過剰に簡略化せず、目視で機器の種類が識別できる程度の形状・サイズとした。
 - ファミリの基本情報として「Element ID/オブジェクト形状, 大きさ/位置情報/機器名」のパラメータを設定した。これらをプロット図に準拠して配置した。
 - 機械設備 BIM モデルは系統別に色分けの設定をしていたため、電気設備 BIM モデルはこれらの色と区別してオレンジ色で表現した。
- 上記の点に配慮した結果、建物内の位置や電気設備の全体イメージも容易に把握できるようになった。

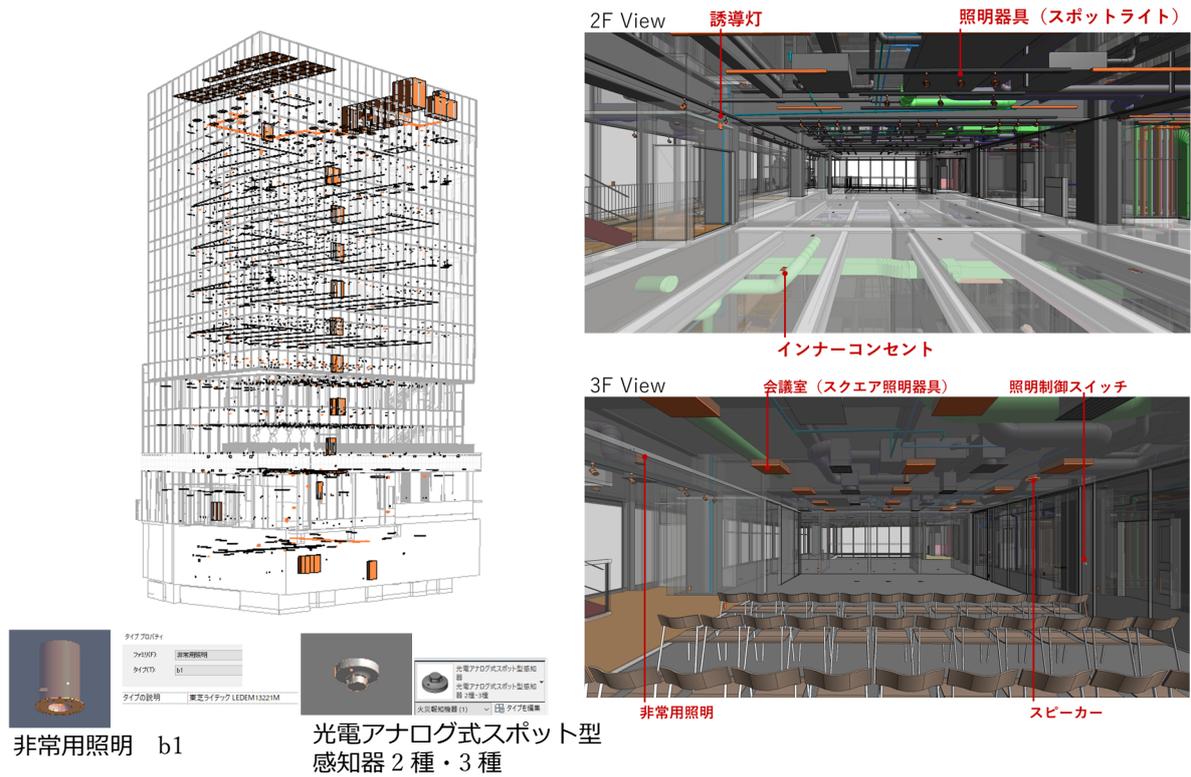


図 3-2-2 作成した電気設備 BIM モデル

- 作成した電気設備 BIM モデルを昨年度整備した統合モデルに追加し、BIM-FM システム「BuildCAN」にアップロードし、クラウド上でモデルを確認した。コメント機能を用いて、発注者、維持管理社共に統合モデルにて、建物の情報を表示・共有ができた。

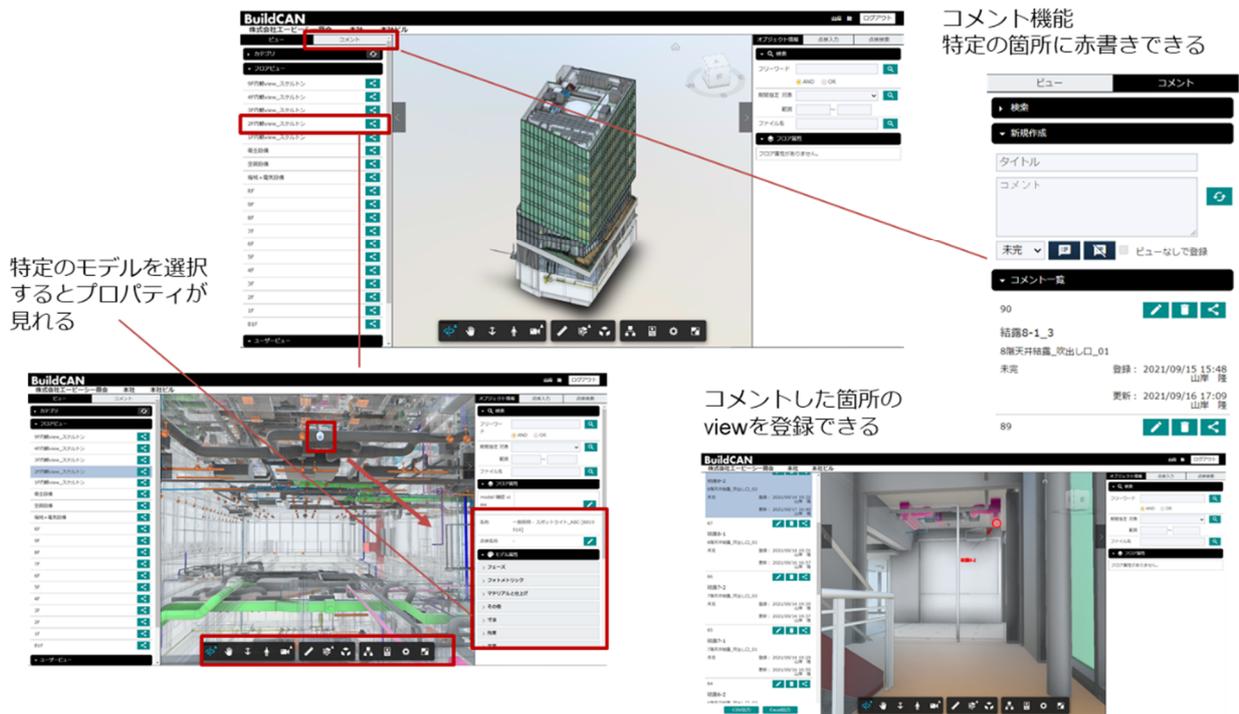


図 3-2-3 BIM-FM システムにアップロードし、建物情報を理解・共有する仕組み例

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- ・ 機械設備 BIM モデルと電気設備 BIM モデルを統合した際、天井に設置する機器等で干渉しているものが見られた。プロット図をもとに配置したため、実際の配置位置と差が生じたためと推測される。干渉する部分については、検証に支障がないと判断し、今回は部分的に調整のみ行った。プロット図からの判断では限度があるため、今後の課題と考える。
- ・ OA タップやコンセント、モニター等は家具配置や使用状況によって位置が変わるため、備品扱いとして BIM モデル化しない等の確認・調整が必要となる。

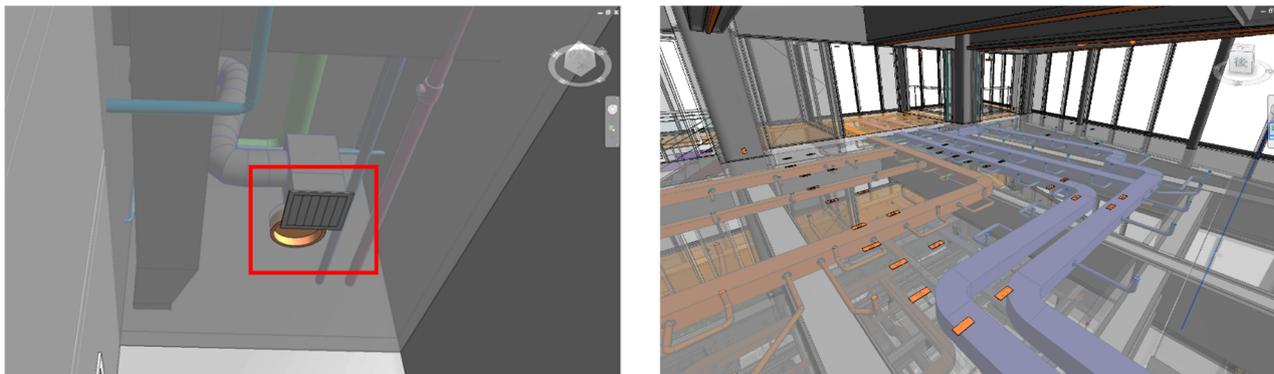


図 3-2-4 左：吹き出し口とダウンライトの干渉 右：OA タップコンセント

3-3.分析する課題2：【修繕・維持管理】LCRC(生涯修繕費用)算出の精度向上の検証

検討の方向性

- 熊本大学・大西康伸研究室開発の「建築情報マネジメントシステム (BIMS)」は BELCA (ロングライフビル推進協会) の中長期修繕計画用の部材データをもとにしたデータベース (以下、部材リスト) と BIM モデルを関連づけ、BIM モデルの長さ・面積・個数等の部材数量情報と部材リストの修繕・更新周期・単価を掛け合わせて生涯費用算出 (Life Cycle Repair Cost 以下、LCRC) を算出することができる。昨年度はこの BIMS を用いて、本事業の維持管理 BIM から LCRC 算出の検証を行った。その際、一部のモデルデータが関連付けや数量算出ができず、LCRC に含めることができない例があり、課題となっていた。今年度の検証では、LCRC の算出精度向上のため、その解決方法の検討を行う。

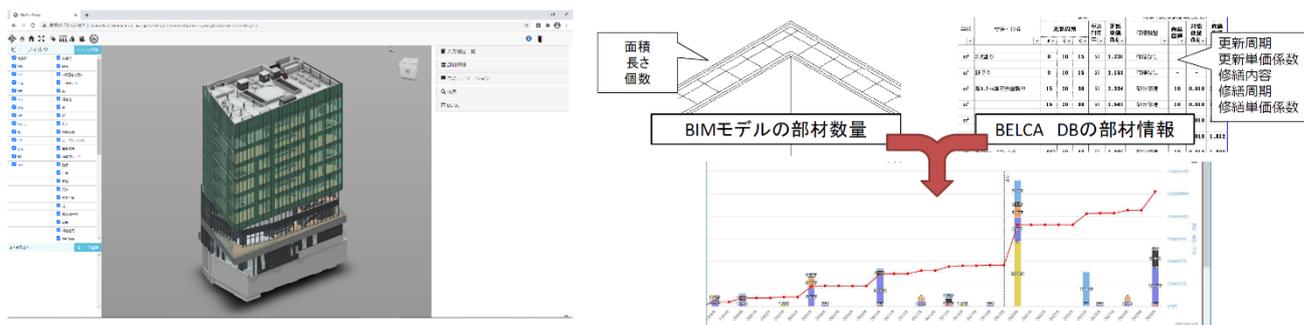


図 3-3-1 建築情報マネジメントシステム (BIMS) の概要

実施方法・体制

- 昨年度と同様に維持管理 BIM を BIMS に登録し、算出された LCRC を元に検証する。そこで計算の対象にすることができなかったモデルをすべてリストアップし、その原因を確認し、内容毎に分類したのち、具体的な改善方法を検討する。
- 改善方法として、設計・施工における BIM の作成内容や作成に係る人工等を踏まえた上で現実的な対応を模索する。

検討結果

- 計算の対象とすることができなかったモデルとして、主に以下のようなものが確認された。
 - そもそも構造躯体や躯体など中長期修繕計画の対象となっていないもの (システム側では全てのモデルに紐づけが可能のため、対象外の部材も含まれる。今回リストアップしたものにはこれらも含まれた)。
 - モデルから抽出できる数量の単位と部材リストが要求する数量の単位が一致しない。
(例：部材の長さを算出したいが、パラメータには面積の情報しかない。)
 - システム側が意図していないモデルの作成方法であったため、関連づけができなかった。
(例：インプレスファミリで作成していた。)
- 上記を踏まえて、モデルと部材リストの関連付けを行う際の判断フローを整理した。これにより中長期修繕計画の対象外のものや特殊なケース、コスト上影響が少ないものなどを除外し、分析対象を赤点線内に絞りこんだ。

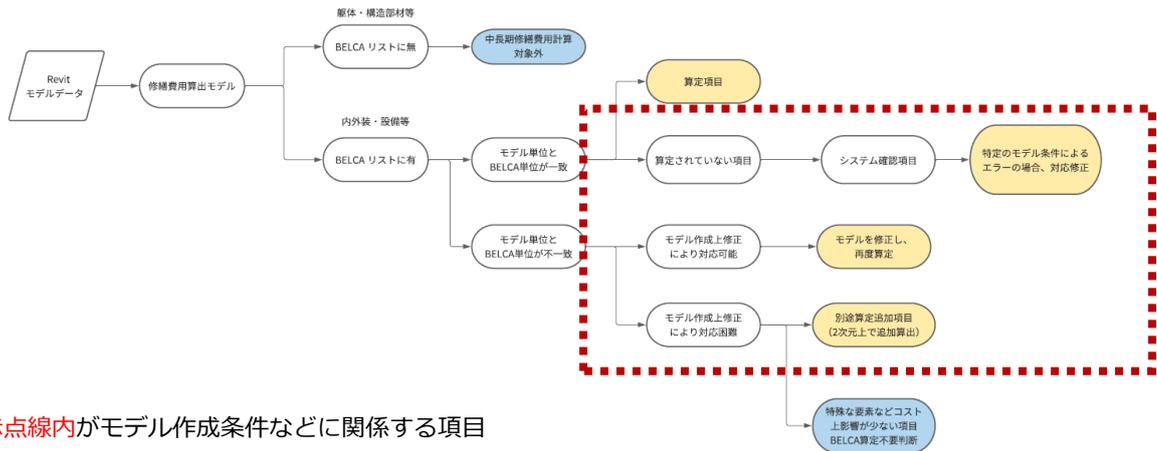


図 3-3-2 モデルと部材リストの関連付けを行う際の判断フロー

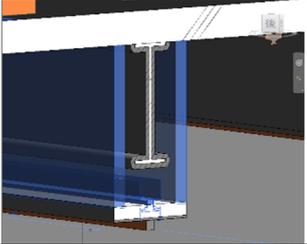
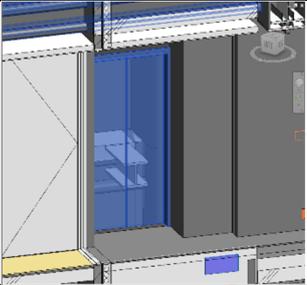
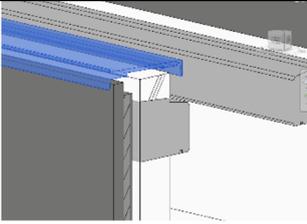
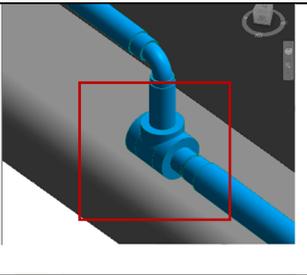
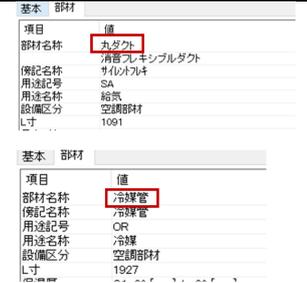
- 改めて分析対象を確認し、BIM モデルの作成要件を整理し、作成や修正する上での注意点等を含めた具体的な確認項目のリストを作成した。

Revit モデルにおける抽出情報							エラー・分析		
モデル (形状別)	ファミリ名	層別	m	af	BELCA 対象有無	算定単位 (一致可否)	エラー理由	修正対応・モデル作成にあたって	備考
	330_EV_01_簾付	1	0	0	有	×	EVファミリが簾付のため、全て紐づけると各階数量が算出されてしまうため。	EVのシャフトファミリを挿入 ※簾付ファミリは算定に入れない	図面上各階必要なため、Revitファミリが階ごと複数になっているが、BELCAでの算定方法と異なるため、算定のモデルも設定する必要があると分かった。
	170_カーテンボックス_天井付	65	0	0	有	○	システム再起動時、未反映	システム確認、エラー修正	
	170_室場_床付	1	0	0	無	×	BELCA リスト無	-	BELCA (中長期修繕計画) 上算定不要と考える
	止水板	1	0	0	無	×	BELCA リスト無	-	BELCA (中長期修繕計画) 上算定不要と考える
	窓面い (基準層)	77	0	0	無	×	一般モデルとして作成されており、BELCA対象と紐づけられない	モデルを壁、天井のシステムファミリにしてデータを修正	
	170_ピクチュアール_天井付	43	0	0	無	×	BELCA リスト無	-	BELCA (中長期修繕計画) 上算定不要と考える

図 3-3-3 モデル形状別のエラー分析・対応方法検討リスト (一覧は参考資料※1 を参照)

- 確認項目を以下の 3 つに分類し、それぞれについて分析・検討した。
 - 特定の部材や機器用に作成されたモデルで、数量等が算出できないもの。
→汎用的なモデルへの変換が必要。
 - モデルからは算出困難で、別途 2 次元図面から算出したり、数量単位等を指定することで算出できるもの。
 - 施工者から受領したモデルで、Revit への変換が困難なため数量算出ができなかったもの。
- 算出できなかったモデルにおいて、多く見られた改善検討すべきモデル例、改善困難な例、その他問題例について一部抜粋して以下の表に示す。

表 3-3-1 算出できなかったモデルの例

<p>梁囲い</p>	<p>梁囲いはコンポーネントファミリ（カテゴリ：一般モデル）として作成されていたが、システム上、コンポーネントファミリの数量は「個数」としてのみ関連付けが可能であり、面積の算出ができない。 →壁・天井モデルで作成し直すなどの対応が必要。</p>	
<p>エレベータ</p>	<p>建築 BIM モデルのエレベータは、「エレベータ扉+かごの図面表記」のモデルとしてのみ各階に入力されており、かご・昇降機のモデルは作成されていない。扉の個数ではなく、昇降機の台数を集計したい。 →かご、もしくは昇降路のモデルを配置する必要がある。</p>	
<p>笠木</p>	<p>笠木は Revit のスイープモデル（インプレイス）として作成されていたが、3D モデルの特性上、スイープモデル等は数量情報を保持していない。 →実際の算定では平面（2D 情報）から数量を取得して、別途算定が必要な例と考える。</p>	
<p>配管継手</p>	<p>Revit モデルは配管と配管継手でカテゴリが異なる。中長期修繕計画の計算では配管継も“長さ”で計算しているが、Revit の配管継ぎ手モデルは“長さ”の情報は保持していない。 →継手のモデル形状上、1 モデルの長さは短いため、数量に対して長さを設定し、暫定として計算する</p>	
<p>配管</p>	<p>CADWe'll Tfas のデータを Revit に変換する際、冷媒管は「配管継手」のモデルに変換されてしまった。 →配管モデルとして Revit に変換するには、Tfas で部材設定を『配管』又は『ダクトモデル』にしておく必要がある。変換前に、Tfas のデータを整えるためのルールが必要であると考え。</p>	

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- ・ 施工者の BIM モデル作成方法によっては算出できない事例が見られた。昨年度の事業で報告したように、施工者から受領する BIM モデルの作成ルールや確認項目の設定、データ形式等について事前に調整が必要となる。
- ・ 計算方法にあわせてモデルを詳細に作成すれば LCRC の精度は向上するが、過剰な作成には労力がかかる。設計・施工段階での BIM の活用・作成内容を踏まえつつ、従来の算定方法と BIM モデルを用いて算定したモデルと併用して、効率と精度、双方の観点から有効な手法を検討する必要がある。
- ・ 中長期修繕計画のコスト算出方法について、BELCA の「建築物のライフサイクルマネジメント用のデータ集」など一定のツールはあるものの、最終的なコストは技術者の暗黙知的な側面が強く、ノウハウが一般化されていない。システム化を念頭に広く意見を募って議論する必要がある。

3-4.分析する課題3：維持管理 BIM に求められるモデルの整理

検討の方向性

- 令和2年度の検証では維持管理段階における活用方法やニーズに応じて、要求される BIM も異なることを述べていた。EIRに記載する維持管理 BIM の作成範囲の指定とすることを踏まえて、本検証ではこれまで検証結果からそれぞれの BIM モデルに要求されるモデル要素について整理を行う。

実施方法・体制

- 維持管理段階において必要となるデータの要件を整理するため、維持管理のフェーズごとに必要となる情報を分類・分析し、ビル管理会社との意見交換等から BIM モデルの整備範囲や活用に対する有効性を検証する。
- 今後検証予定のものも含めて、「点検管理」、「修繕・更新記録管理」、「保全費用算出管理」、「運用管理」、「資産管理」について分析する。
- BIM モデルは維持管理フェーズで分けられる、建築、機械、電気、消防（機械・電気設備モデルに含まれる設備）として構成分けを行う。
- モデル要素として昨年度提示したモデル関連の要素ごとと分け、上下や位置情報が複雑な配管・ダクト（接続モデル）と機器関連として構成分けを行う。

カテゴリ	モデル要素	維持管理フェーズ						BIMモデル作成メリット
		点検管理	修繕・更新記録管理	保全費用算出管理	運用管理	資産管理		
建築	空間要素	△	△	△	△	△	△	
	配置、スペース、エリア	△	△	△	△	△	△	
機械設備	構造要素	△	△	△	△	△	△	
	構造体、梁、構造材	△	△	△	△	△	△	
電気設備	機器関連	△	△	△	△	△	△	
	配管関連（接続モデル）	△	△	△	△	△	△	
消防設備	機器関連	△	△	△	△	△	△	
	配管関連（接続モデル）	△	△	△	△	△	△	
その他	機器関連	△	△	△	△	△	△	
	配管関連（接続モデル）	△	△	△	△	△	△	

図3-4-1 各維持管理フェーズにおいて必要になるモデル要素の整理

検討結果

- BIM モデルの有効性を整理するため、「点検管理」「修繕・更新記録管理」及び発注者・建物利用者に求められる「保全費用算出管理（本章 3-3 の LCRC 算出）」、「建物運用（本章 3-8～10）」それぞれについて、モデル要素ごとにメリット・デメリットの比較表を作成した。（拡大した表は「(6) 別添①：維持管理に必要な BIM データ整理」を参照）
- 作成した表から、以下のことを考察した。
 - 「保全費用算出管理」用として BIM モデルによる修繕費用を算出するために、統合モデルとして形状モデル（建築、機械、電気）の一貫したモデル作成が求められることが分かった。
 - 「点検管理」「修繕管理」モデルでは電気設備 BIM モデルについては現場での調整や機器取り換えなどの変更が多く、管理が難しいため需要が低く図面データとして管理することも考えられる。
 - BIM 作成メリットについて、本章 3-2 の取組のように、電気設備 BIM モデルが施工段階でモデル化されない場合を想定すると、ライフサイクルコンサルタントによる作成が求められるが、フェーズごとに異なる作成判断が求められると考えられる。

維持管理段階におけるBIMモデルの有効性の整理(※3)

意見交換を通じて、維持管理段階で求められる情報の量や内容、すべてのデータを保持しつづける必要性の有無などが見えてくる。その上で、維持管理段階において求められるデータの種類や内容をもとに維持管理のフェーズ分けが整理される。

○：BIMによって必要メトリックある(活用可能)情報 △：BIMがサポートする又はZDによって必要な情報
 ×：2D図面、モデルと比べて需要が高い情報 ◎：現状判断つきにくい情報
 上記の記号は任意であり、具体的な評価を示すものではありません。

LCRによるBIMの作成コストメトリックについて(※4) (※5) (※6) (※7) (※8) (※9) (※10) (※11) (※12) (※13) (※14) (※15) (※16) (※17) (※18) (※19) (※20) (※21) (※22) (※23) (※24) (※25) (※26) (※27) (※28) (※29) (※30) (※31) (※32) (※33) (※34) (※35) (※36) (※37) (※38) (※39) (※40) (※41) (※42) (※43) (※44) (※45) (※46) (※47) (※48) (※49) (※50) (※51) (※52) (※53) (※54) (※55) (※56) (※57) (※58) (※59) (※60) (※61) (※62) (※63) (※64) (※65) (※66) (※67) (※68) (※69) (※70) (※71) (※72) (※73) (※74) (※75) (※76) (※77) (※78) (※79) (※80) (※81) (※82) (※83) (※84) (※85) (※86) (※87) (※88) (※89) (※90) (※91) (※92) (※93) (※94) (※95) (※96) (※97) (※98) (※99) (※100)

保全費用算出管理については大西研究室(LCR)による算出に求められるモデルとして内容整理を行う。

モデル要素		維持管理				BIMモデル作成	
		高層管理	修繕、更新記録管理	保全費用算出管理	運用管理 (建物使用段階)	高層管理	BIMモデル作成
建築	空間要素	△	△	△	△	△	A
	設備要素	△	△	△	△	△	A
	構造要素	△	△	△	△	△	A
機械設備	空調設備	△	△	△	△	△	B
	給排水設備	△	△	△	△	△	B
	電気設備	△	△	△	△	△	B
電気設備	照明設備	△	△	△	△	△	C
	配電設備	△	△	△	△	△	C
	蓄電池設備	△	△	△	△	△	C
高層ケーブル	ケーブル	△	△	△	△	△	D
	ケーブル	△	△	△	△	△	D
	ケーブル	△	△	△	△	△	D
防災設備	消火設備	△	△	△	△	△	B
	避難設備	△	△	△	△	△	B
	警報設備	△	△	△	△	△	B
消防設備 (防煙、電気設備に含まれる設備)	防煙設備	△	△	△	△	△	A
	電気設備	△	△	△	△	△	A
	警報設備	△	△	△	△	△	A
その他	その他	△	△	△	△	△	A
	その他	△	△	△	△	△	A
	その他	△	△	△	△	△	A

図 3-4-2 維持管理のフェーズごとにおける BIM モデル活用整理

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- 維持管理段階での必要データはフェーズごと異なるが、発注者がフェーズごとに複数の BIM を整備することは現実的に有効とは考えにくい。そのため、作成したデータを連携させて、フェーズ別に必要な情報を取り出せる環境が今後求められると考える。
- 現状は、発注者が初期段階 (EIR 作成時) にて使用方法、必要な情報を事前に精査・決定し、そのデータに着目して整備していくことが現実的と考える。使用している中で、データを追加・カスタマイズする場合、別途として運用が求められる。

3-5.分析する課題4：BIMとビル管理業務管理システム間での重複入力解消とデータ連携上の課題

検討の方向性

- ・ BIMデータのままでビル管理会社は使いこなせないし、管理情報として不十分である。また大手ビル管理会社は独自で管理システムを保有し、売上等を管理する基幹システムと連動している。この状況を鑑みると、BIMとIoT・管理システムとが連携し、一元化されたシステムを構築すること、かつ、BIMをビル管理会社が操作できるデータに置換する仕組みが不可欠である。
- ・ この観点から、昨年度の検証では、ビル管理会社の作業管理システム（NK Connect）とBIM-FMシステム（BuildCAN）それぞれの有効な活用方法・役割分担を行うシステム運用とし、クラウド上のBIM-FMシステムは問題発生時の点検・修繕システムとして活用し、ビル管理会社の作業管理システムは、業務上必要な日常点検や関連する文書の保管や報告のために活用するものとした。
- ・ 今年度は、昨年度の課題となっていたシステム間の連携手法の検討・検証をおこなう。

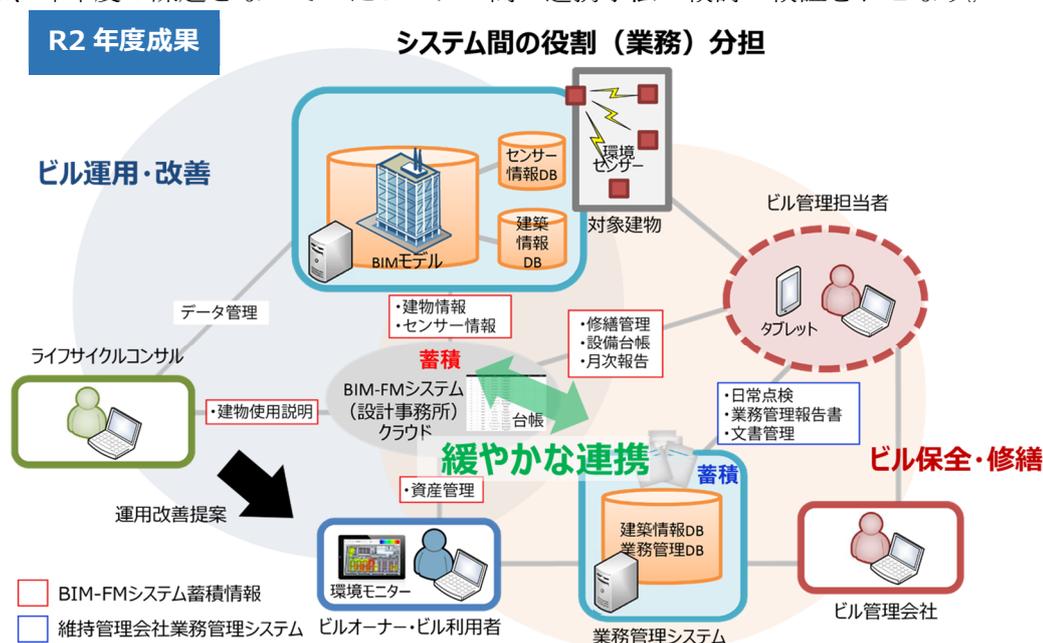


図 3-5-1 システム間の役割（業務）分担（R2年度）

実施方法・体制

- ・ BIMモデル（BuildCAN）とNK Connectのシステム連携は、設備情報のデータベース（以下、設備情報DB）を介して行うことを想定し、設備台帳の作成方法、連携手法について検討・検証を行う。
- ・ 検証は機械設備BIMモデル（令和2年度作成、Revitファイル）を対象とし、パラメータの実装検証は基準階（7階）とする。
- ・ 昨年度整理した役割分担について、発注者（ビルオーナー）やビル管理担当者、ライフサイクルコンサルタント各々が、双方のシステムを利用して、どのように修繕・維持管理情報を入力や参照を行うか、上記の連携手法、実運用を想定して再整理する。

検討結果

①設備情報DBの作成

- ・ 機械設備BIMモデルの属性情報を管理し、他のデータベースと連携するための設備情報DBを、以下のように作成した。
 - 機械設備BIMモデルからDynamoを用いて、対象となるモデル（Revitのカテゴリで機械設備、

- NK Connect の設備台帳は機器番号（系統）ごと情報を管理しているため、完成図の機器表をもとに作成するものとし、必要となる情報を整理した。施工 BIM から Element ID とあわせて機器パラメータを書き出すことにより、台帳と BIM の連携が可能になる計画とした。また上記からパラメータを実装・検証した。また、具体的に実装した設備台帳のパラメータ例を作成した。（参考資料※2 設備台帳パラメータ例を参照）

機器番号（維持管理会社）

機器番号	系統・用途	種別	室内機型式	台数	実用能力				冷媒	圧縮機	電圧	
					冷房(上段)	冷房(下段)	加熱(上段)	加熱(下段)				
ACP-1-1	ショールーム系統	マルチ		1	28.0	31.5			R410A	3	200	5
ACP-1-1-1	ショールーム	天井設置ダクト		1	7.1	8.0						
ACP-1-1-2	ショールーム	天井設置ダクト		1	7.1	8.0						
ACP-1-1-3	ショールーム	天井設置ダクト		1	7.1	8.0						
ACP-1-1-4	会議 演習員控室	天井設置ダクト		1	2.2	2.5						
OHEX-1-1	ショールーム	天井設置ダクト(外気処理)		1	12.30	12.30						
ACP-1-2	中央管理室系統	シングル		1	3.6	4.0			R410A	3	200	5
ACP-1-2-1	中央管理室	天井設置ダクト		1	3.6	4.0						

機器系統（モデル・LCC）

機械設備、ダクト関連

- 系統
- 型式
- 定格能力（機器容量）
- 圧縮機能力
- フィルター
- 加湿装置の有無
- 設置場所
- 設置メーカー
- 品番
- 施工会社
- 設置年数
- 耐用年数

衛生器具

- 系統
- 器具名称
- 型式・方式
- 容量（水量）
- 設置場所
- 設置メーカー
- 品番
- 付属品など
- 施工会社
- 設置年数
- 耐用年数

配管、配管継手

- 系統・用途
- 材質
- 保温材の有無
- 品番
- 施工会社
- 設置年数
- 耐用年数

図 3-5-4 設備台帳に必要なパラメータ

②システム間の連携と役割分担

- パラメータを実装した BIM モデルを BuildCAN にアップロードし、ビル管理会社が行う修繕・維持管理業務に BIM を（BuildCAN の 3D モデルビューワーや点検記録機能などを使って）どのように活用できるか、ビル管理会社の現場担当へのヒアリングを行った。そのうえで現場担当がビューワーにて確認する対象モデルを整理し、3D ビューでの見え方・データの検討を行った。

テーマ：LCCに必要な情報と望ましいデータの形

電気設備：

- ・ブレーカーの系統、負荷容量が必要な情報。
- ・2次元図が見やすい。情報量が多いためBIM化すると細かすぎてみにくいのでは。
- ・年次点検（停電作業）の計画策定は現場合わせと2次元図で十分。

消防設備：

- ・消防設備は結構取り換えが多い。そのため情報更新が頻繁に求められるが機器台帳が最新であれば十分。数量把握と変更履歴が記録されていることが重要。BIM化は不要。
- ・アラーム介の位置確認で図面を見る機会はあるが細かい見えていない。
- ・防火ダンパーの位置確認を物理的に点検が可能な確認を図面で行うが、BIM上で確認できると有効。（でも最終的には現場で確認するの必要性は低い）
- ・ポンプの系統・配管とバルブの位置はBIM化できると助かる。点検作業や漏水など不具合時の対応での正確性が求められるため。

衛生設備：

- ・最もトラブルが多い設備。特に漏水。系統を追い原因究明が不可欠。過去の履歴が残っているとより速やかに原因究明にたどり着ける。
- ・機器台帳には受水栓やポンプ等本体の情報はあるが、配管の情報はない。故障履歴は別に記録するか記録しないのが適例。BIMに記録すべき。
- ・フリースケールでOK。配管と設備本体がわかれば十分。プラスでバルブの位置。人体の位置に故障履歴をBIM上に直接記録する。
- ・衛生設備は大規模修繕時に配管など工事の手順を決める上で大事な情報になる。BIM化することで手順を決める上での有益な情報になると思う。

空調設備：

- ・室外機・室内機の系統、ダンパーの系統は必要。2次元図で十分だけど3次元でも良い。
- ・故障履歴を残す上では機器台帳で十分はある。
- ・衛生設備と同様に配管と設備本体の情報があれば十分。故障位置をBIM上に記録していくことで、故障の傾向が可視化できる。

必要要素を表示する設定を作成
 →3次元的な情報から確認する有効性について検証、考察

**維持管理運用上 3D で
 確認することのメリットのあるモデル要素**

消防設備（衛生設備と併用）

- ・ポンプの系統・配管とバルブ位置
- ・防火ダンパーの位置

衛生設備

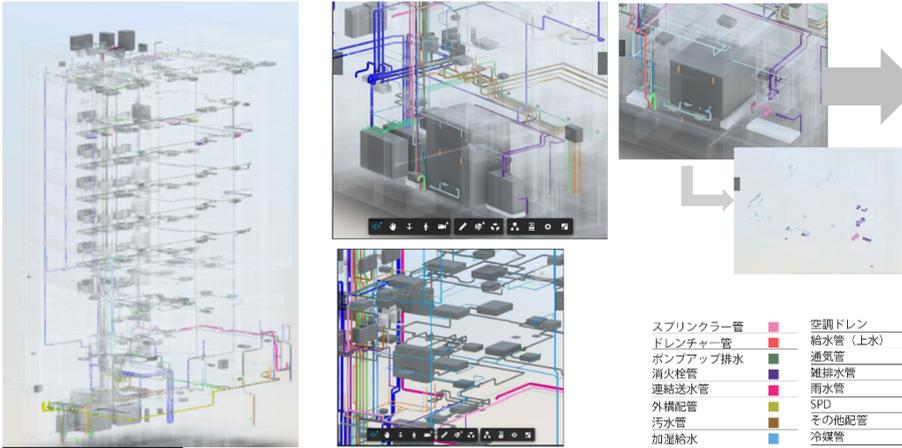
- ・配管、設備本体+バルブ位置

空調設備

- ・室外機、室内機
 - ・系統、ダンパーの系統
- (2次元でも十分だが3次元でもよい)

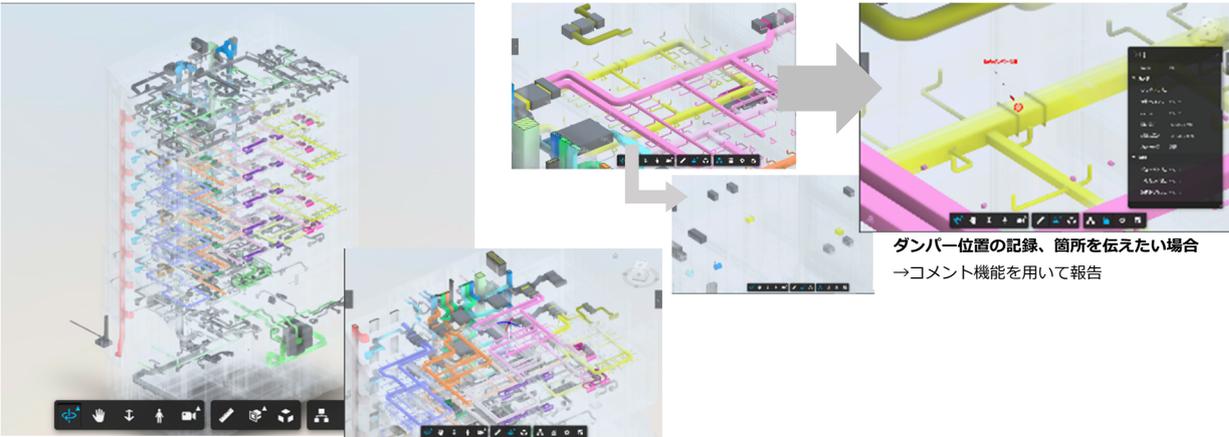
図 3-5-5 3Dビューでの見え方、データの検討対象について

衛生設備



バルブ位置の記録、箇所を伝えたい場合
 →コメント機能を用いてバルブ位置の個所を報告

空調設備



ダンパー位置の記録、箇所を伝えたい場合
 →コメント機能を用いて報告

図 3-5-6 3Dビューワーでの見え方検討

- ビルオーナー(発注者)、維持管理担当、ライフサイクルコンサルタント各々が、双方のシステムを用いてどのように修繕・維持管理の情報を参照するかを検討し、合理的なデータフローとなるよう役割分担を整理した。
 - ビル管理会社は BuildCAN の点検機能を用いて、修繕情報をクラウド上で登録・保管し、月次報告等にて修繕、経過報告に活用(案)する。修繕情報はビル管理会社、ライフサイクルコンサルタントのそれぞれが所有する台帳情報にて保管し、運用することとした。
 - データ連携により修繕・維持管理に関する情報を統合し、修繕情報を生かした、耐用年数の可視化・修繕履歴可視化など建物の劣化状況を見える化する仕組み(本章3-6)を検討し、維持管理業務の判断支援やビルオーナーへの説明に活用できるようにした。

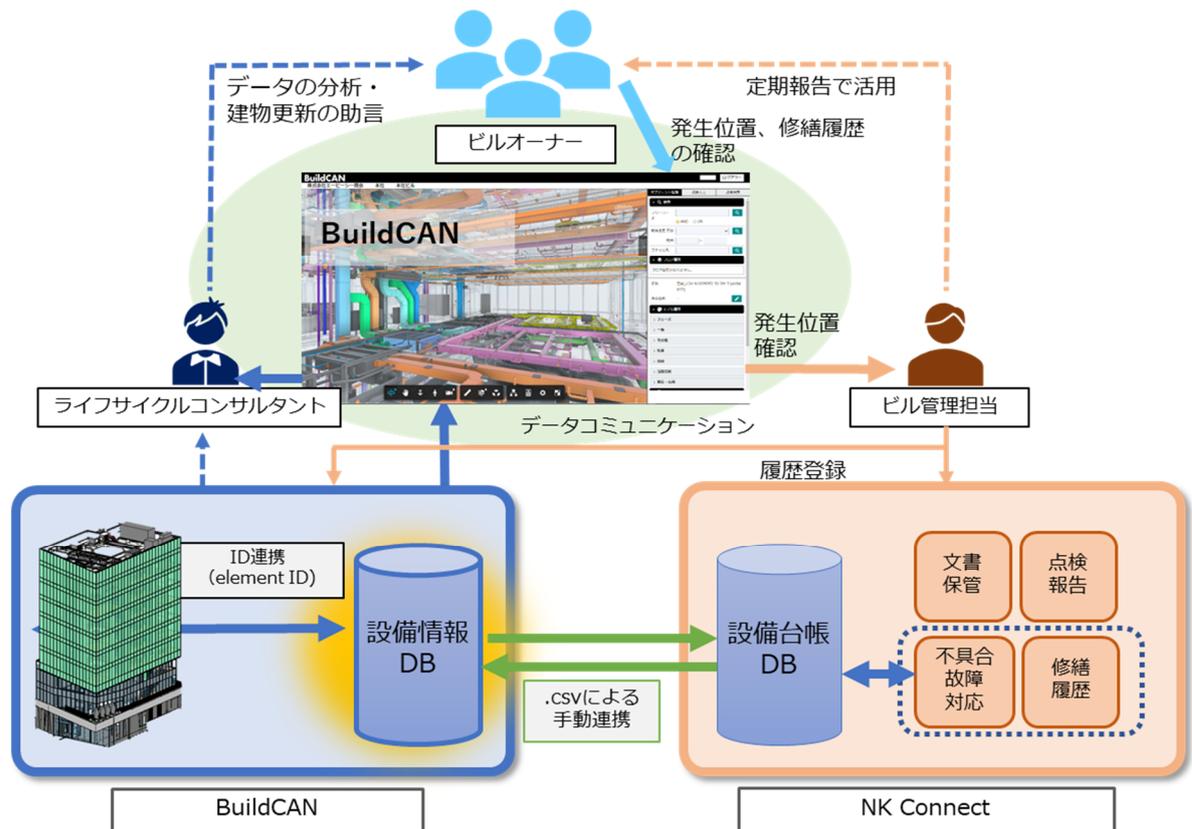


図 3-5-7 データ連携のフロー図



図 3-5-8 修繕データ登録のフローイメージ

- ・ 設備台帳情報等の詳細データについてはライフサイクルコンサルタント及びビル管理会社が互いに台帳情報を保持することで独自に管理・運用し、部分的に機器名と系統情報の名前（.csv データ）で共有・連携して活用する。

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- ・ 当初、NKConnect から出力した CSV 情報を元に BIM モデルと自動連携することを検討したが、正確な位置情報を取り込むことが困難なため、一括して自動連携を行うことは難しいと判断した。そのため、それぞれのシステムが設備台帳を持ち、必要に応じて手動連携する方法を検討した。

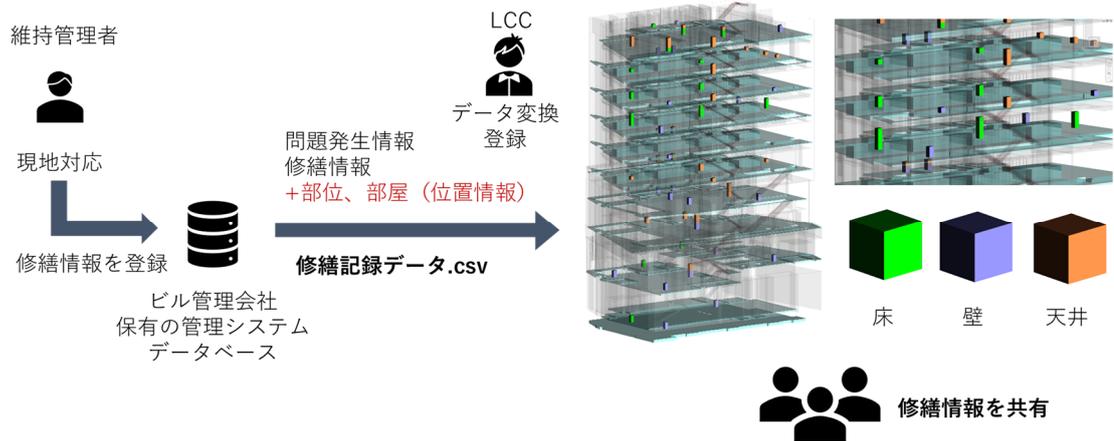


図 3-5-9 維持管理システムの自動連携フローと修繕情報イメージ

- ・ 設備に関する修繕は機器番号（系統）ごと管理を行う運用となったが、建築に関わる修繕（壁紙の剥がれ、建具の補修など）は部材ごとに管理する・登録する仕組みとすると非常に煩雑になること、そのほとんどが軽微な小修繕であり重要性は低いことなどから、管理上の分かりやすさを有線して Revit の「部屋」を核として台帳、修繕履歴管理を行うこととした。一方で「部屋」は、Forge ベースで開発されている BuildCAN では、Revit からの SVF 変換で部屋が書き出されないため、代用モデルとして、部屋ごとのマスオブジェクトを作成し（Dynamo で部屋の形状作成・属性情報コピーを一括で行うプログラムを開発）、これに対して、修繕情報を登録・運用する検討を行った。

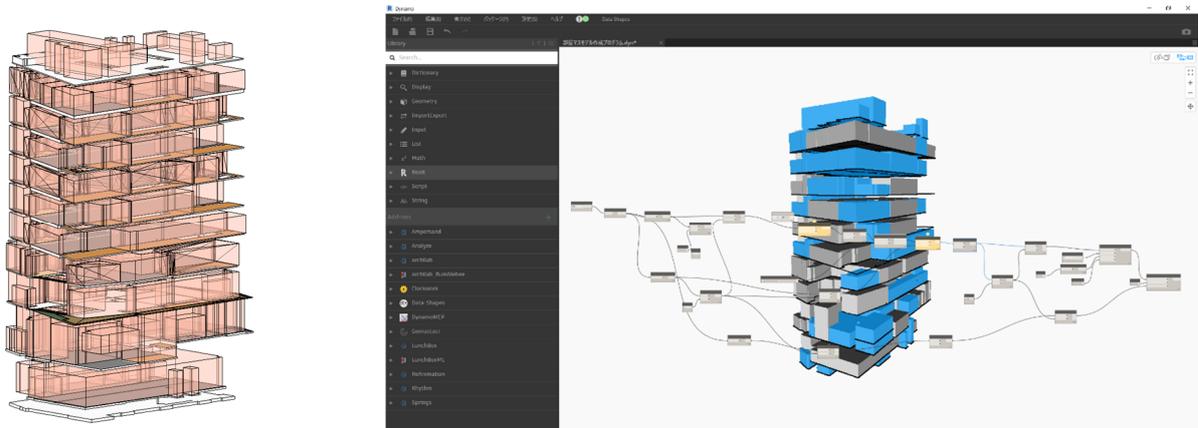


図 3-5-10 部屋別のマスオブジェクトの検証例

- ・ 3D ビューによる見え方検証では、ダクトなどの上下階に連続する情報を参照する場合、ビジュアルで確認しやすいことなど一定のメリットはあった。しかし、現地にてタブレットなどを用い、3D ビューワーで確認しながら管理業務を行うと、片手あるいは両手がふさがり使用しにくいという意見があった。現場で3D モデルとリアルな建物を相互に確認できることが望ましいが、現状は中央監視室などで事前に問題発生箇所を確認する等の活用が現実的であるとする。3D ビューワーをより扱いやすく、かつ分かり易く維持管理業務に運用することは今後も課題とする。
- ・ 今回、一部の設備機器で台帳データとして BIM モデルのパラメータに入力したが、パラメータの入力には時間がかかるため、データの受領後速やかに入力を行うことは困難と考えられる。そのため、施工者から設備 BIM モデルを受領する前に、入力するパラメータ等の調整・確認が必要。

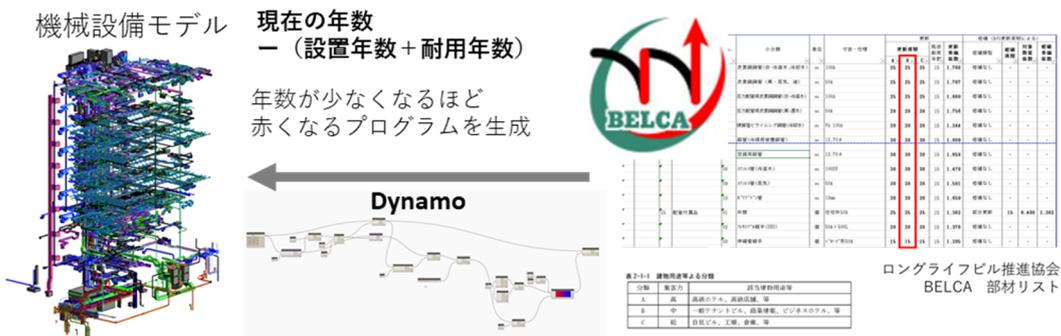
3-6.分析する課題5：【修繕・維持管理】修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス

検討の方向性

- ・ 建物や設備機器の計画的な修繕・更新を判断するためには、優先対象とするべきものや運用状況等を正確に把握しておくことは重要である。しかし、ビル管理業務の見積資料や点検・修繕データ等から逐一検討資料を作成する場合は多大な負担となってしまう。そのため、BIMモデルを活用し、修繕・更新の判断に必要な情報を可視化する仕組みを試行作成し、その有効性を検証する。

実施方法・体制

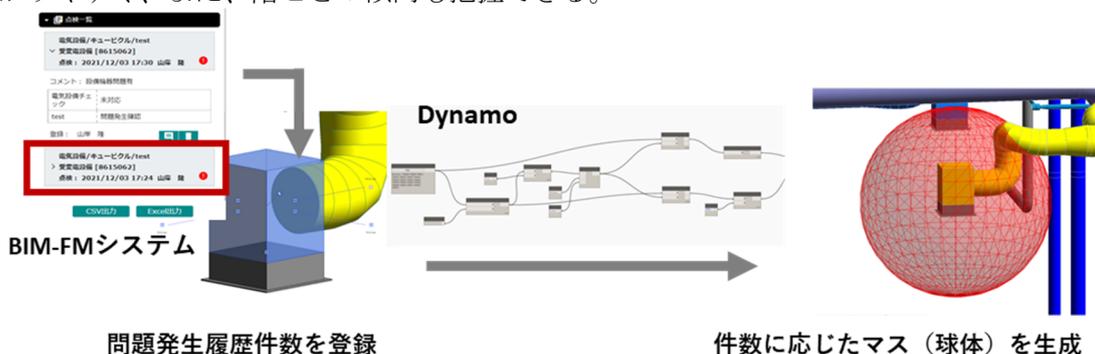
- ・ 検証は機械設備 BIM モデル（令和2年度作成、Revit ファイル）を対象として行う。
- ・ 可視化する対象として、以下2点を検証する
 - ① 本章3-5の検証で BuildCAN に登録した修繕履歴（問題発生件数）をもとに発生場所、頻度の傾向の可視化について検討する。
 - ② 機器の更新の目安となる「耐用年数」を表示するにあたって本章3-3で設定した BELCA（ロングライフビル推進協会）の中長期修繕費用算出のための部材リストに記載されている更新周期を Revit の属性情報「耐用年数」として仮定し、更新の検討が必要な年数に対して色分けするプログラムを試行作成する。



検討結果

①修繕履歴の問題傾向可視化について

- ・ 修繕した情報を残し、その修繕した機器が何処にあるのか・どの位置が多く修繕しているのか、などを把握するために、Dynamo を用いて、修繕・点検などの問題発生件数をマス（球体）モデルの大きさに表現する仕組みを試行作成した。
- ・ 修繕履歴の可視化では、問題発生件数の多い機器が球の大きさに表現されるため修繕・更新の優先度が分かりやすく、また、階ごとの傾向も把握できる。



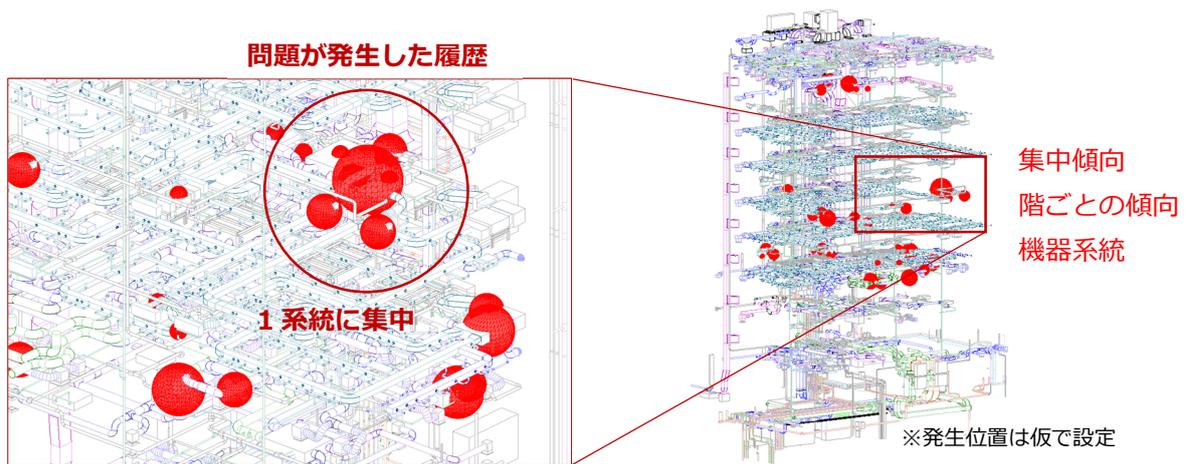


図 3-6-2 「問題発生履歴件数」の傾向を表示するプログラム

- ・ 修繕履歴の可視化は、BIM-FM システムを用いて活用することが望ましく、月次報告における参考資料として使用できる。また、問題発生箇所が不明な場合は、BIM-FM システムのコメント機能から、登録情報を取得し、BIM 上でダミーモデル（問題発生履歴モデル）を配置し、傾向表示する仕組みとした（ダミーモデルは現状では手動入力となる）。

■ 問題発生箇所が不明な場合

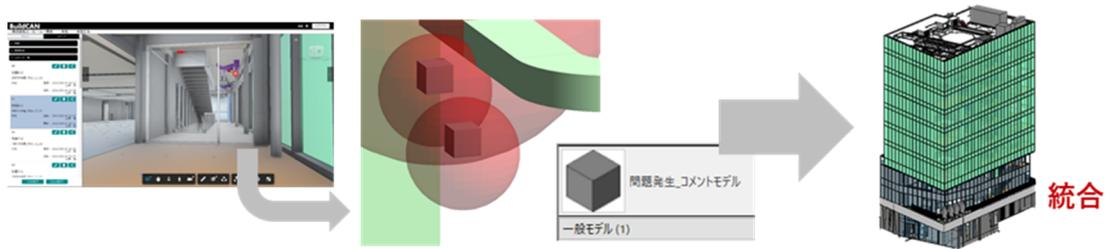


図 3-6-3 問題発生箇所が不明な場合のダミーモデル

②耐用年数・運転時間の可視化検証

- ・ BELCA による部材の更新周期から「耐用年数」として設定・登録したカテゴリ別の情報を以下の表に示す。

表 3-6-1 BELCA の更新周期を参考にしたカテゴリ別の耐用年数について

モデル (カテゴリ) 名	BELCA 部材リスト名	設定年数 (更新周期)
空調機器	空冷式パッケージ	20
ダクト,ダクト継手 (T亀甲金網,屋内露出亜鉛鉄板)	T亀甲金網,屋内露出亜鉛鉄板	40
吹き出し口	吹き出し口	40
ダクト付属品	ダンパー関連	30
給水管	ステンレス	30
汚水、雑排水、通気管	硬質塩化ビニル管	25
空調ドレン管	耐火2層管	25
冷媒管	保温系塩化ビニル管	20
冷媒管	銅管	30
スプリンクラー管	炭素鋼管	30
弁類 (配管付属品)	同左	15
フレキシブルダクト	同左	20
ポンプアップ排水管	耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管	25
運給送水管	圧力配管用炭素鋼管 (消火)	30
雨水管	VP (硬質ポリ塩化ビニル管)	25
貯水槽 (TW-1)	水槽 (FRP製パネル・屋内)	30

- ・ 耐用年数表示プログラムを試行作成し、それをもとに表現方法の議論を行った。当初は竣工時を青（更新時期に余裕あり）、更新年となった時点で赤（更新時期）と設定していたが、更新年が0となる前後が検討のタイミングであると判断し、更新年を0とし、残りの年数40年は青、更新年を過ぎてから徐々に赤くなる表現に変更した。
- ・ 耐用年数の表示プログラムは全体から優先すべき機器が赤色で表示されていくため、修繕・更新の優先度が一目で把握できる。
- ・ また、設備機器を更新した場合、設置年数のパラメータを変更することで耐用年数の表示も更新され、次に優先して修繕・更新すべき機器が把握しやすい。

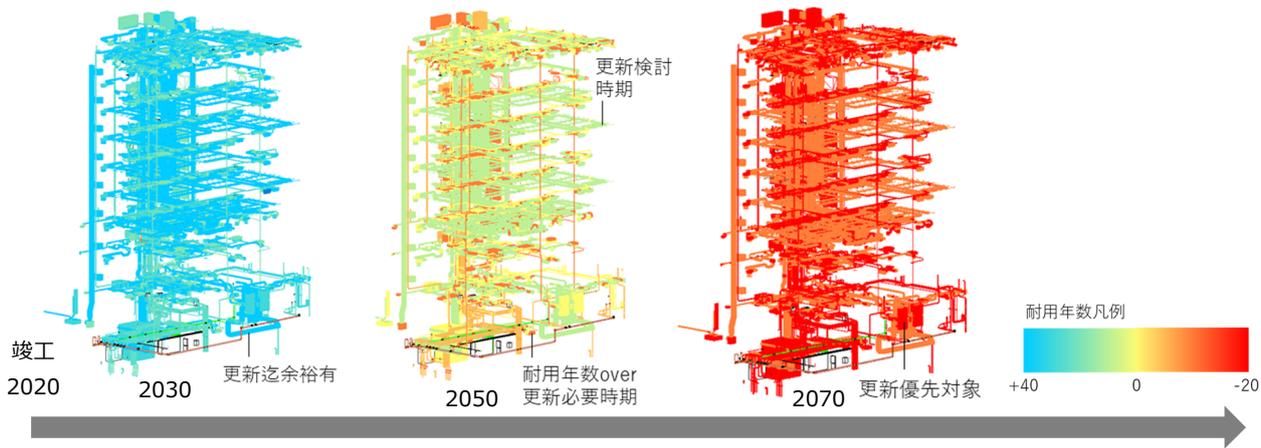


図 3-6-4 耐年数表示プログラムの試行

- ・ 耐用年数の可視化の議論のなかで、稼働時間の可視化に関する意見もあったため、こちらも同様のプログラムを検討した。空調機は機器ごと運転時間が異なり、運転時間が長い機器ほど更新時期が早まるため、1日の運転時間（平均）を入力することで系統別の稼働時間を算出し、稼働時間に応じて機器の色分けを行うプログラムを試行作成する。
- ・ 空調運転時間による色分けプログラムは空調機器の年間2500時間として、更新評価を変える年数は法定耐用年数（6年、10年、15年を目安として仮設定し、上記時間を運転時間が超えた際に色分けが変わる仕組みとした。

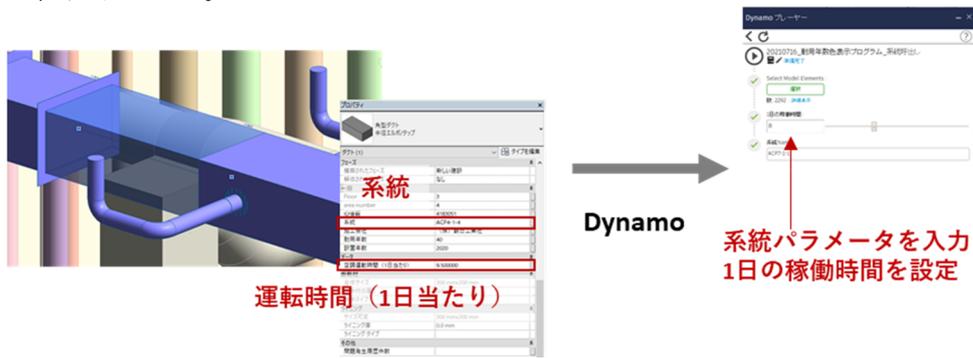


図 3-6-5 稼働時間に合わせて機器を色分けするプログラム(Dynamo)を作成・試行

- ・ 空調機器については運転時間ごと入力をするため、空調の運用方法のアドバイスとしても活用が可能。また、運転時間を取得・集計し算定値を活用することで、定期的に内容を更新検討することができると思う。

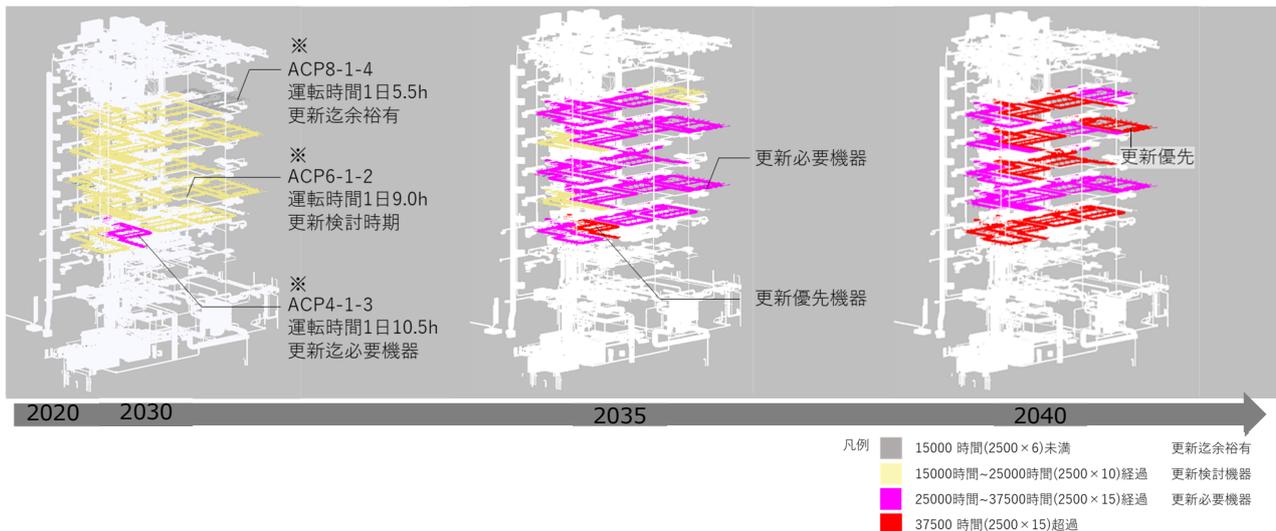


図 3-6-6 空調運転時間の表示プログラムの試行

③可視化された情報の活用方法の検討

- 前述の検証より可視化された表示例について、専門知識がない発注者は情報を読み取って修繕時期について判断がすることが難しいため、ライフサイクルコンサルタントなどの専門家が発注者の代わりに傾向の分析を行い、対応方法の提案など活用アドバイスをを行うことを想定し、ワークフロー(案)を作成した。半年に1度程度のペースでライフサイクルコンサルタントが分析結果を含め、総合的に建物の保全に関するアドバイス支援を発注者に行うことに活かすことが期待できる。

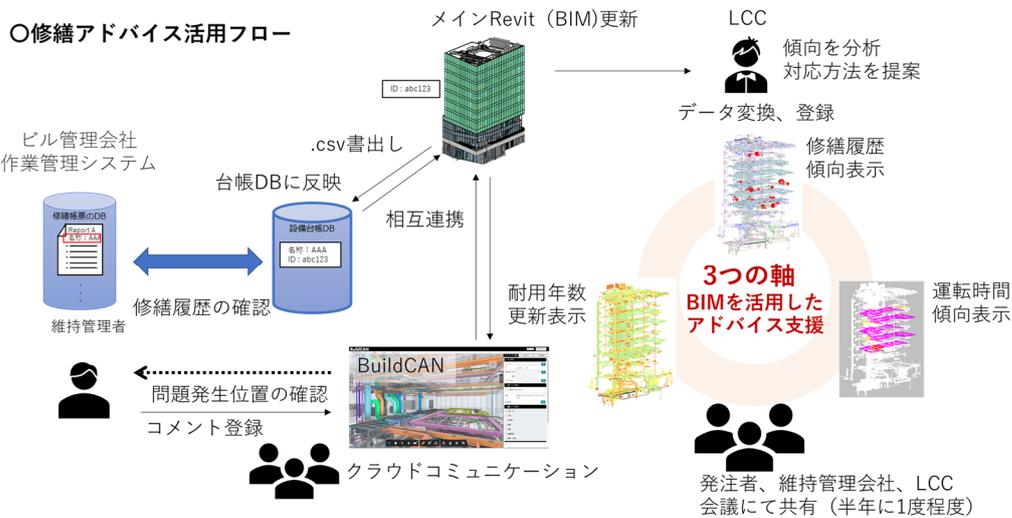


図 3-6-7 修繕アドバイスの活用フロー

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- 実際の機器ごとの耐用年数をどのように設定するべきかについては、長期的なスパンで検討・判断していく必要がある。
- 空調機の運転時間を BEMS 等から取得できれば実際の稼働時間を反映させることができるため、修繕・更新の判断精度が高まると考えられる。そのため、BEMS との連携や評価方法が今後の課題となる。
- 空調機器については総運転時間を一定に設定することで色分けを行うプログラムとしたが、実際の運転時間による具体的な評価については今後更なる検討が必要。

3-7.分析する課題6：【建物運用】 検討する対象の抽出

検討の方向性

- 「修繕・維持管理」の取組はビル管理会社の業務や既存の中長期修繕計画の算定手法などを対象としているため、改善すべきワークフロー、支援すべき対象者や課題点の把握などが把握しやすい。一方で「建物運用」は具体的な内容が不明確である。技術的な検証を行うにあたって、本事業における「建物運用」が示す内容を整理し、BIM との親和性についても検討を行う。
- 建物運用では、「建物性能を最大限に活用する」ことを念頭に、3次元形状や設計・施工時にBIMに入力している情報を内容に応じてわかりやすく伝えること、また環境センサーなどから取得する情報をもとに、現況の運用状況を可視化して運用改善につなげることにBIMを活用することを検討する。

実施方法・体制

- 現状の建物の維持管理・運用段階に使用している資料（建物使用の手引き、防災編（本建物では作成していなかったため、別案件のものを参照）、建築・設備維持保全計画書、オフィス利用マニュアル、重要事項引継書）を分析し、記載されている内容から項目进行分类する。
- 分類した項目について、それぞれBIMの活用や表現を検討する。

検討結果

①項目の分類

- 資料内容を確認し、記載内容の大分類を抽出し、図1（緑で示しているもの）に分類した。このうち、点検・修繕に関する項目は「修繕・維持管理」の取組として検討しているものとして、本検証では除外する。
- 上記分類に加え、エービーシー商会の意見や、発注者にとって今後重要になってくると思われる課題などを検討し、5つの項目を追加した（オレンジで示しているもの）。



図3-7-1 “建物運用”として検討する対象の整理

②BIMの活用や表現に関する検討

- まず、①で整理した分類について、BIMの3次元形状、属性情報（長さ、面積等の数量情報、部材の仕上など）が活用できそうか、また現在の情報（図面や文書など）をBIMに置き換えることによってメリットが得られそうかの2点について、簡易に確認を行った。

- 結果、BIM との親和性はある程度確認できたが、個別の分類としては発注者メリットに大きく貢献する明確なビジョンが得られなかった。
(例：各室の仕上 設計時に BIM に入力しておけば抽出可能であり、オフィスの改装などには使えるが、短期的価値といえない。また参照頻度も低いことから 2D の情報を参照するときと比較して大きなメリットになるといい難い)
- この点について、アイデア待ちによる部分も大きく、メリットの観点から検討、関連技術の調査とあわせて継続的に検討を行う

発注者メリットの観点からの検討

- 次に、建物に携わる経営者、総務担当など建物の運営管理者、実際にオフィスを使用するオフィスワーカーなどのそれぞれの目線から、オフィスビルに求めるメリットがどのようなものがあるかを考察した。

表 3-7-1

立場	求めるメリット
経営者	<ul style="list-style-type: none"> - 環境貢献（脱炭素等） - 働き方改革、ウェルネス - 安全・安心のオフィス・・・防災・減災の取組など - 新型コロナウイルス対策・・・在館者の密度、空気の清浄度など
建物の運営管理者	<ul style="list-style-type: none"> - 経営目標の実行管理 - オフィスユーザーの要望・苦情対応 - 備品管理、スペース予約などの運営管理 - セキュリティ・・・不審者の侵入防止
オフィスユーザー	<ul style="list-style-type: none"> - 生産性向上 - 利便性を高める - 環境貢献

- BIM による表現方法の検討することも視野にいれ、今年度の具体的な取組として、建物利用説明の 3D 化（本章 3-9）や避難シミュレーション（本章 3-10）を行う。
- 昨年度からの継続である環境センシングの取組（本章 3-8）などは環境貢献の他、ウェルネスに寄与できる部分も大きいと思われる。まずは前者の観点で検証を進めるが、後者について今後の検討を進めたい。
- 備品管理、スペース予約などの運営管理と BIM は比較的結び付けやすいと考える。メリットと勘案し、有益であると判断できれば今後の検証に加えたい。

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- 検討を通じて“BIM ならでは”だけで考えては偏狭な視点になると感じた。視点を BIM からデジタルツインに転換し、BIM 内包する情報を含めて、センサーや他システムの連携などから得ることができる様々な情報を統合し、可視化する媒体としての BIM の可能性について今後検討が必要と考える。

3-8.分析する課題6：【建物運用】環境センサーによる空調運用のアドバイス

検討の方向性

- ・ オフィス内各所にワイヤレスの環境センサーを設置、BIM ビューアー上でリアルタイムの温湿度・CO2 濃度・快適性等を表示し、利用者や遠隔地の設計者が、Web ブラウザやオフィス内に設置したタブレット端末でいつでも見られるようにしていた。
- ・ 昨年度に引き続き、センサー等から環境・電力量のデータを収集し、予測値の分析と実績値との比較を行い、消費電力量の縮減と執務環境の快適性評価を検討・検証する。
- ・ 昨年度、エービーシー商会から BIM-FM システムについて 1) 空調ゾーニングの表示、2) 空調リモコンの設置位置の表示、3) 空調機の設定温度の表示、4) 空調機の制御（温度設定の変更）などの要望があった。発注者にとってより使いやすいシステムとなるよう、BIM-FM システムの機能向上を検討する。

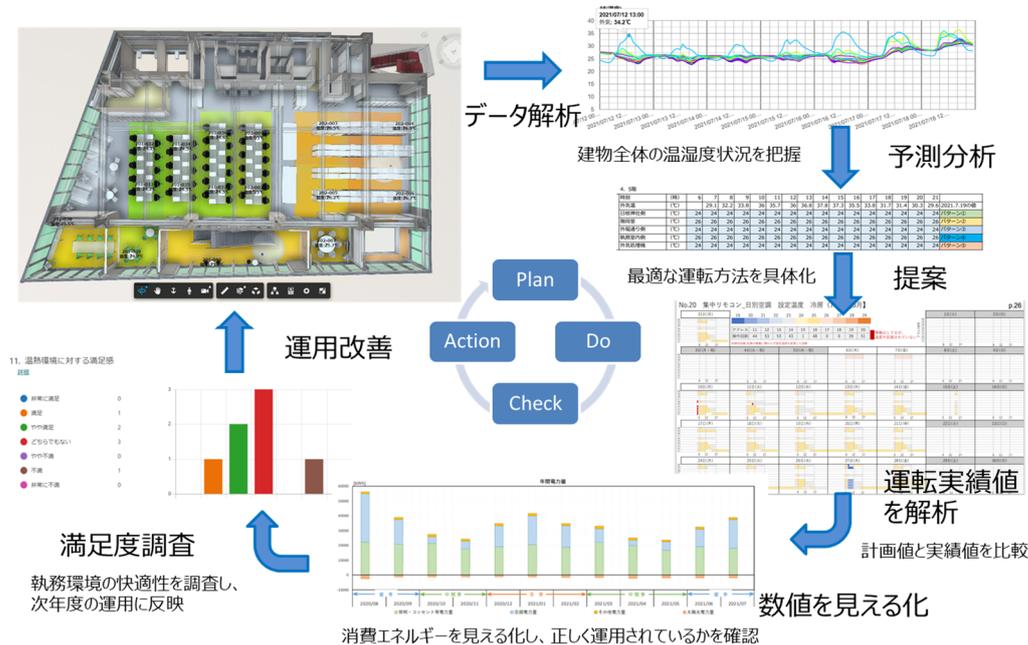


図 3-8-1 環境センサーによる空調運用のアドバイス

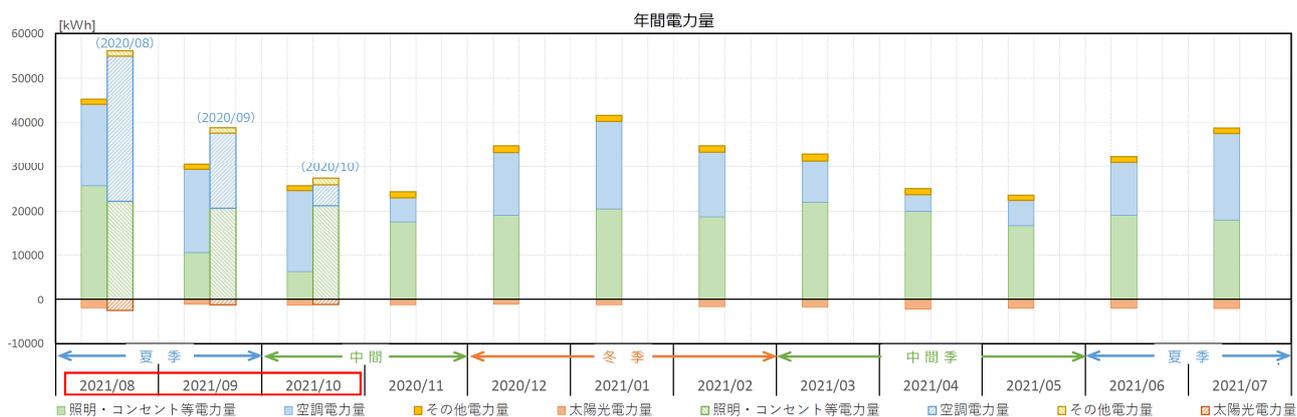
実施方法・体制

- ・ 常時計測しクラウド上のデータベースに蓄積している環境センサー情報や、BMS 等から取得したエネルギー電力量、太陽光発電量、空調リモコン設定温度の記録等の情報を集計・解析しライフサイクルコンサルタントがビルオーナーへのフィードバックや空調運用のアドバイスを行う。
- ・ 空調機の設定温度表示、制御に関する検討のため、空調機器メーカーと意見交換を行う。

検討結果

- ・ 温湿度変化を把握・分析し、最適な運転方法を提案することで基準値や設計値と比較して大幅な消費エネルギー量の縮減ができた。
- ・ 特に、昨年の 2020/08～2020/10 に比べて、運転のアドバイスを行うことで、2021/08～2021/10 では空調電力量が大きく削減でき、一定の効果を得られた。
- ・ また、消費エネルギー量や執務環境を可視化・確認できるようにし、快適性調査を行うことで執務環境の改善を図ることができた。

年間一次エネルギー量



年間一次エネルギー量 [kWh]

	電力量	太陽光発電	合計
現在使用量合計 2020/11~2021/10	389,400	-20,000	369,400
設計値	507,200	-16,500	490,700
基準値	830,400	0	830,400

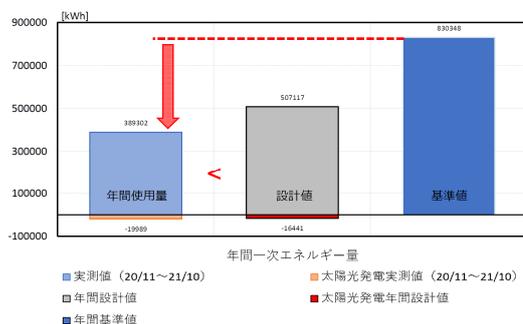


図 3-8-2 空調運用アドバイスによる年間一次エネルギー量の削減効果

- 前述の 4 つの機能改善について、検討のために開発イメージ図を作成した。それぞれの検討内容は表 3-8-1 の通りである。

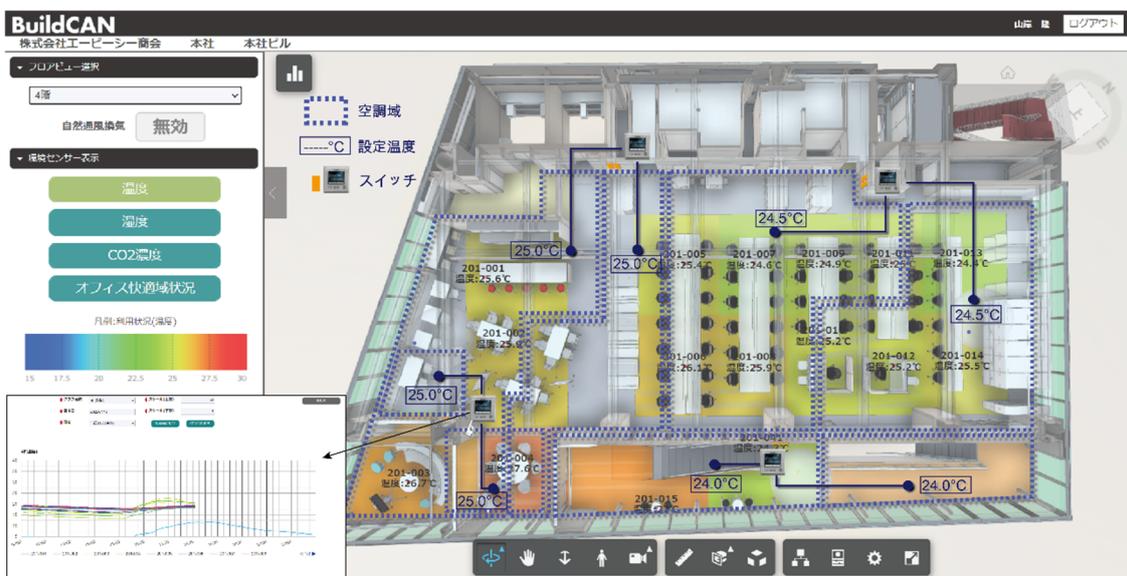


図 3-8-3 空調ゾーニング・リモコンの設置位置・設定を反映させたセンサーページ（開発イメージ）

表 3-8-1 BIM-FM システムの機能改善検討内容

空調ゾーニング図の反映	空調ゾーニング図は BIM データ内で作成されているため、そちらから流用した。自動作成にはまだ課題があり、今回は手動でモデルに対して重ねている。
空調リモコンの設置位置の表示	BIM モデルで空調リモコンまでは作成していない。モデルで作成することも容易だが、実際の大きさでは小さく画面上では見えにいため、図をモデルのリモコン設置位置に重ねる表現とした
空調機の設定温度の表示	空調機器の制御システムとの連携ができれば可能と考え、空調機器メーカーと意見交換を行う（後述）
空調機の制御 (温度設定の変更)	同上

- 空調機の設定温度表示、制御について、空調機器メーカーと意見交換を行った。本建物では空調機の設定管理に集中リモコンを導入しているが、そのシステムと連携すれば可能であるが、1) BACnet で接続する、2) BEMS に接続することで可能との回答であった。1) は費用面から断念したため、2) の方向で今後検討を進める。

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- 空調機や BEMS 等のデータはメーカー内で閉じているため、センサー等の重複設置が必要となり、システム間の自動連携が困難。これらのデータのオープン化が望まれる。

3-9.分析する課題6：【建物運用】3Dモデルによるわかりやすい建物利用説明の検討・検証

検討の方向性

- ・ 発注者が作成した「オフィス利用マニュアル」を参考に、BIMの持つ3次元形状や属性情報を利用したデジタルの建物利用説明書を試行作成する。
- ・ 「建物の性能を最大限に活用するために」という点を念頭に、BIMが内包する情報をどのように表現することが有効か検討する。

実施方法・体制

- ・ オフィス利用マニュアルのうち、3次元で表現すると分かり易い項目を優先して作成する。建物運用webのイメージがしやすいように、webのUI設定やハイパーリンクの試用を検討できるAdobe XDを用いて作成・検証する。

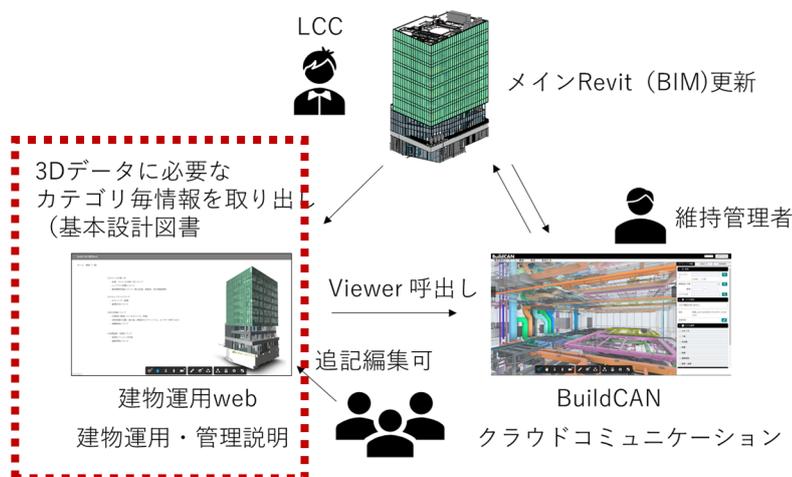


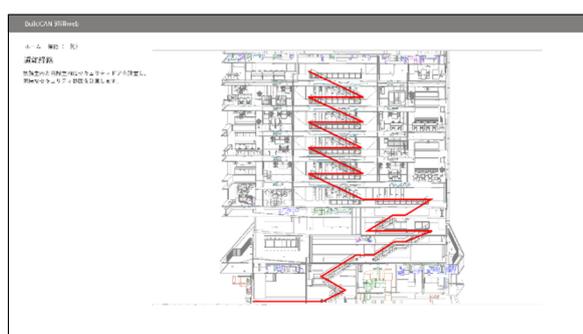
図 3-9-1 BIMを用いたデジタル説明書（建物運用 web）のフローイメージ

検討結果

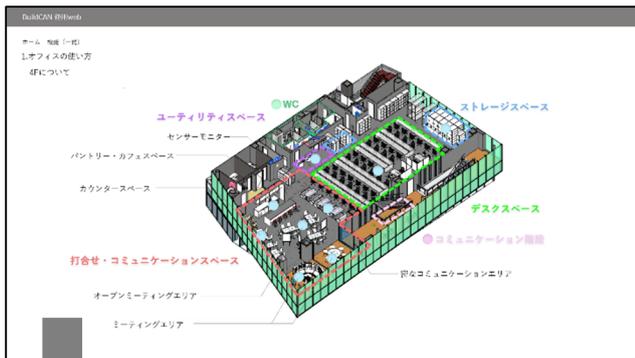
- ・ 項目別にリンクを設定することで、2D図面よりもビジュアルで理解しやすい情報例として「オフィスの使い方」、「防災計画」、「空調運用、制御」を題材に一部作成検証した。
- ・ 「空調運用、制御」については「空調ゾーニング」を例として、床や壁を半透明にし、設備機器と家具モデルを重ね合わせ、利用者がどの空調ゾーンにいるのか確認できる資料を作成した。
- ・ 「防災計画」における「避難経路」では平面図で表現するとわかりにくい、上下階のルートを示せるように、断面パースを用いて表現した。
- ・ 「オフィスの使い方」では家具やゾーンを示したアクソメ図をホームとして、それぞれのコンセプトをクリックするとそれぞれにパースと説明文が参照できるようにした。



空調ゾーニング計画



避難経路



オフィスの使い方
 アクソメ・3D ビューによる具体的表現

打合せ・コミュニケーションスペース 1 2 3 4 5 7

広い共有エリアを確保した4Fは、多用途に利用できるコミュニケーションエリアを配置。カフェエリアも併設し、全体としてカジュアルなコミュニケーションに適しています。窓面に面しているため外が見え、デスク配置が開けていて開放感があり、人も探しやすい配置となっています。天吊りプロジェクターを設置し、フレキシブルに動かせるテーブルを配置し、大人数でのコラボレーションにも使用できます。

パントリー・カフェスペース
 リフレッシュやカジュアルなコミュニケーションに適したカフェエリア

カウンタースペース
 個人での作業やリフレッシュに適したカウンタースペース

簡単に移動でき、人数・用途に応じてフレキシブルに利用できるテーブルを配置したエリア

リンク

図 3-9-2 3次元で分かり易い説明書検討例

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- 現状では2次元情報としての活用にとどまっており、BIMモデルと連携したわかりやすい説明方法やインタラクティブな表現方法については今後も検討が必要。

BIM-FMモデル内にリンク（オレンジ）モデルを配置し、重要事項を添付・参照できる簡易説明書（イメージ）

株式会社 エービーシー商会ホールディングス 御中			
重要事項一覧【建築】			
工事名 (仮称)エービーシー商会新本社建築計画		令和2年6月19日 戸田建設株式会社	
建物をご使用いただく上で、特に次の項目について注意していただくようお願いいたします。			
危険関係事項		維持管理関係	
		運用上配慮の事	
番号	該当部位・場所	写真	緊急事項 対応方法
1	屋上		屋上は屋根、メンテナンス以外では立ち入り禁止。出入口は格納してください。手摺がない部分（光庭上部）は、墜落の危険がありますので重ねて注意してください。
2	2階屋上構築		墜落の危険がある為、構築の手入れされる方以外は、手摺の外に出ないでください。
3	3階会議室		スライディングウォールです。開閉することにより、4室に分けたり大きな1室で使用することができます。上部のレールで壁を動かすため、可動壁を操作する際、脚いを付け過ぎると下部が振られて壁との間に手を挟まれる危険があります。操作はゆっくり慎重に行うようお願いいたします。また扉は開閉時固定してください。固定しない状態時に扉が開き、手を挟む恐れがあります。

図 3-9-3 BIM-FM との連携イメージ

3-10.分析する課題6：【建物運用】ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーション検証

検討の方向性

- ・ コロナ過等による人流抑制や在宅等の状況下で、オフィスに集まって行うことが難しい現状にあることを踏まえ、バーチャルの避難訓練やオフィス内の防災情報を共有・体感のために利用する仕組みを作成・検証する。

実施方法・体制

- ・ BIM ソフトでは BIM モデル作成者以外が直接活用しにくいいため、ゲームエンジン（Unity）を活用し、方向キーやマウスによる直感的な操作で目的の場所へ移動でき、アバターによる第三者視点によってスケール間を把握しつつ空間体験できる。



図 3-10-1 ゲームエンジンを活用した検証

検討結果

- ・ BIM モデル（Revit）ゲームエンジン（Unity）に Import し、ビルドすることで、誰でも利用できるコンテンツとなるようにした。
- ・ BIM モデルにおけるオブジェクト・外観情報を基本として、モデル形状、モデル名、マテリアルを Unity に移行した。
- ・ Unity によるゲームエンジンを活用することで、操作するプレイヤー（アバター）は物理エンジンを用いた重力判定、衝突判定を設定することができる。また、室ごとに利用者を想定し、一定時間に生成されるエージェントを作成、さらに、そのエージェントには避難経路に自動で移動するプログラム設定をした。
- ・ 上記設定により、実行するとプレイヤー（避難者）とエージェントの避難による混雑状況を体感するコンテンツ（避難訓練シミュレーション）を試行作成した。
- ・ また、シミュレーションデータを共有することで、在宅勤務時等であってもオフィス内の避難ルートや避難時の混雑状況等が体感できた。

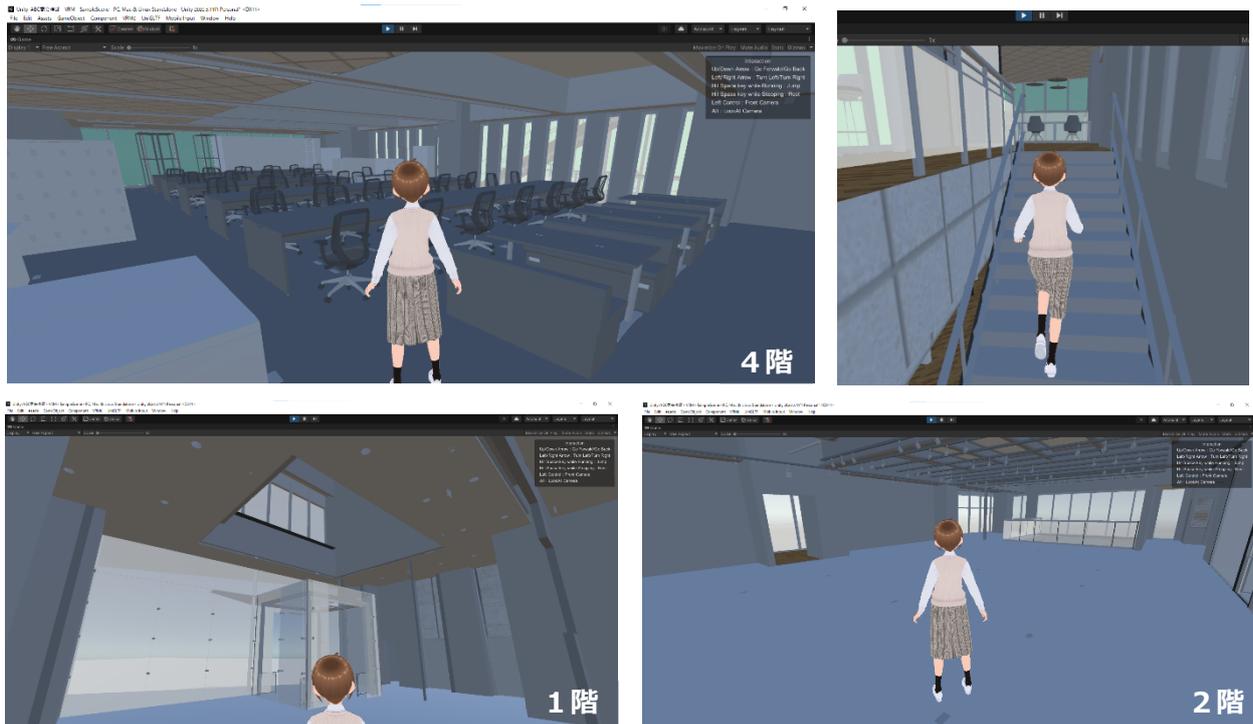


図 3-10-2 アバターによる空間体験

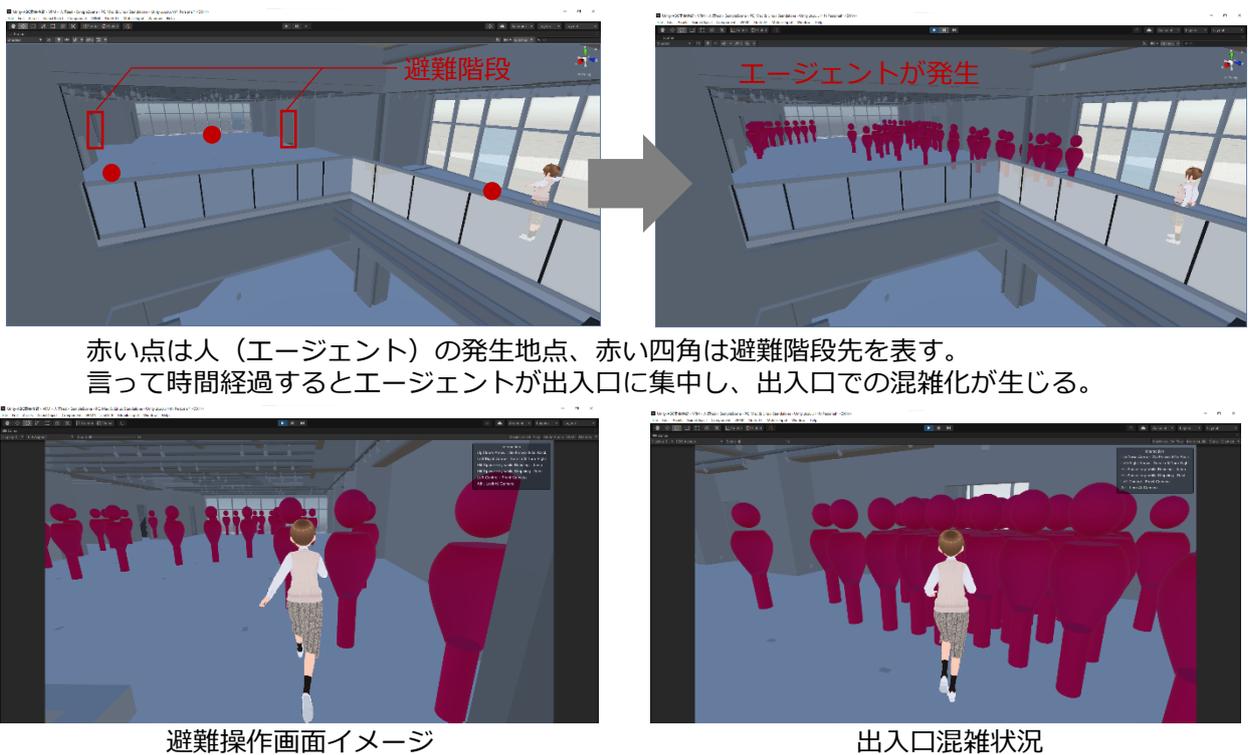


図 3-10-3 避難訓練シミュレーション（開発中）

試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点及び今後の課題について

- ・ アバターを操作して移動操作を行うだけでは体験・訓練できる内容に限界があるため、今後、防災情報等の表示や共有方法も検討する。

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

(4) BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について

本章では(3)における検証項目について発注者が使用していくことをシミュレーションした中でどのようなメリットが生まれるのかを検討した。

4-1 発注者メリットとは

- ・ 検討する前提として維持管理・運用における発注者メリットとは何かを定義づけている。これは当グループ内のビル管理会社が実際にビルオーナー等でのコミュニケーションの中で発注者が要求してくる事柄をヒントに設定した。
- ・ 維持管理段階における発注者メリットとは下記図に示したように単に「発注者への報告で終わる」のではなく、「報告内容をもとに次の行動につながる判断材料」を提供することである。
- ・ 本プロジェクトは企業不動産を所有するいち企業を発注者としている。その場合多くは建築・設備、維持管理に関する専門知識を持っていないご担当者がほとんどである。そういった発注者に対して専門知識を使わずにわかりやすく伝え、次に何をすべきかの選択肢を与え選択する上での判断材料を与えることがビル管理会社の役割である。維持管理BIMはその伝える・判断することを支援するツールになり得る。
- ・ 企業不動産で発注者メリットを検討する上でもうひとつと重要なことが、企業の経営層へ維持管理BIMの必要性を理解いただくことである。経営資源を適正に維持管理していくことによる企業価値向上の一助になる役割を伝えられれば導入メリットを感じてもらえる。よって本検討では発注者の担当者への遡及と経営層への遡及の2方向へのメリット創出を目指す。

■発注者メリットとは

修繕・維持管理において発注者の要求

ビル管理会社からの報告時

- × 何をやったか
- ◎ 何をやらないといけないか

不具合発生時

- × 不具合の報告を受ける
- ◎ 原因は何か、どう対処するか

補修・修繕時

- × いくらかかるか
- ◎ どの修繕を優先すべきか、適正なコスト査定額であるか

建物運用において発注者の要求

BIMが支援すること

- × 発注者が建物性能を理解することを支援
- ◎ 発注者が建物性能を最大限に生かすことを支援

●発注者メリットとは、

単に報告で終わるのではなく、次の行動につながる判断材料を与える。

●企業不動産におけるターゲット層は、

維持管理の担当者への遡及経営層への遡及の2方向

4-2 発注者メリットの検証方法

- ・ (3) の「発注者メリットとはなにか」で整理したように「修繕・維持管理」と「建物運用」においてどのようなメリットがあるかを整理する。
- ・ (3) では6つの課題・検討項目を挙げているが、これらを維持管理上の活用場面に整理しなおしメリット検証を行った。

■検証項目の整理

テーマ	検証項目	ターゲット
日常の修繕業務の支援	分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理 分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス	維持管理の担当者
計画的に行う修繕の支援	分析する課題2：LCRC(長期修繕費用)算出の精度向上の検証 分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理 分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス	
建物運用活用	分析する課題6：建物をBIM運用する対象の抽出及び一部有効性に関する検証 ・IoT環境センサーによる室内環境運用改善 ・BIMを活用した建物利用説明 ・防災・減災	
建物情報の一元化	上記データをもとにした経営資源の最適化	

●上記の検証を時系列で整理

竣工からの時期により発注者の業務負荷や修繕費負荷が変化する。ゆえに6つの時期に分けて検証を行う。

築1年：初期不良次期 / 築2～5年：安定期 / 築6～10年：不具合徐々に増加
/ 築11～15年：修繕増加 / 築16～20年：大規模修繕増加 / 築21年～：修繕全般拡大

【ビル管理会社のメリットの考え方】

- ・ 維持管理 BIM 導入促進においては情報を入力・活用していく役割を担うであろうビル管理会社へのメリットも必要不可欠であるが、発注者へのメリット創出を図っていく中で維持管理会がその支援を行っていくことで顧客満足度を向上させていくことがビル管理会社にとっての最大のメリットと位置付けている。
- ・ 維持管理業務上、例えば「緊急対応時に BIM を活用しながら的確な対処を行う」「設備巡回点検時に BIM を活用し的確な点検を行う」等様々な活用が想定されるが、これらはビル管理会社自身のメリットであり、品質面で発注者メリットにつながるがメリットの大小で言えば小さい。建物の管理履歴を蓄積し修繕に活かすことがコスト面での最大のメリットであり、このメリットを生み出すための正確な情報入力こそがビル管理会社にとってもメリットとして大きい。
- ・ また維持管理 BIM 導入費は発注者が持つことになりその原資を生み出さない限り維持管理 BIM の導入促進にもつながらない。

4-3 各テーマの検証

日常の修繕業務の支援

【サマリー】

テーマ	検証項目	発注者メリット
日常の修繕業務の支援	<p>分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理</p> <p>分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●故障発生時、瞬時に発生場所を認識し影響度を判断可能。 ●過去データをもとに小修繕等のコスト妥当性の検証が可能。 ⇒ライフサイクルコンサルタント等が原因分析し改善策を提案。 <p>【成果】 修繕の影響度、過去の発生要因、類似修繕費、優先度等から「何をしないといけないか」を明確化。</p>

【検証の詳細】

<p>①設定した「検証する定量的な効果」</p> <p>●期待される効果の目標数値</p> <p>●効果を測定するための比較基準</p>	<p>分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理 ＋ 分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス ↓ ・求める効果：日常的な維持管理業務において発注者の業務負荷低減</p> <p>・維持管理業務に関わる年間業務量の10%削減。 ・理由：発注者（この場合維持管理に関わる担当者）がメリットと感じるボリュームとして現状業務量の1割以上の削減効果がないとメリットに感じないであろう。という推測のもと設定。</p> <p>・企業不動産を維持管理していく上で想定される担当者の年間業務量 ・業務量については竣工からの年数により負荷が徐々に拡大していく。ゆえに前頁で示した通り、6つの時期に分けて検証している。</p> <p>築1年： 月8h×12=96h/年 築2～5年： 月5h×12=60h/年 築6～10年： 月15h×12=180h/年 築11～15年： 月30h×12=360h/年 築16～20年： 月60h×12=720h/年 築21年～： 月60h×12=720h/年</p>
<p>②検証の方向性</p> <p>●検証の方向性</p> <p>●実施方法・体制</p>	<p>・課題4・5に関して仮のシステムを構築し、実際に活用した場面を想定し検証を行った。</p> <p>・ビル管理会社の顧客窓口担当が操作した中で、発注者との定期的な打ち合わせの場である月次報告会議、会議で取り上げられた課題に対する対象方法検討に関わる業務量をシミュレーションした。</p>
<p>③—1 効果の実績数値</p>	<p>○築1年： 月8h×12=96h/年 ⇒初期不良の箇所を記録。効率化は望めない</p> <p>○築2～5年： 【総業務量】 現状：月5h×12=60h/年 ⇒修繕稟議等社内処理の迅速化→月3h×12か月=36h/年 ⇒60h/年—36h/年=24h削減 【費用換算】 3,000円×24h=72千円削減 40%削減</p> <p>○築6～10年： 【総業務量】 月15h×12=180h/年 ⇒修繕稟議等社内処理の迅速化→月12h×12か月=144h/年</p>

	<p>⇒180h/年—144h/年=36h 削減</p> <p>【費用換算】 3,000 円×36 h=110 千円削減 20%削減</p> <p>○築 11～15 年： 【総業務量】 月 30h×12=360h/年 ⇒修繕実施プロセス簡素化→月 20h×12 か月=240 h/年 ⇒360 h/年—240 h/年=120h 削減</p> <p>【費用換算】 3,000 円×120h=360 千円削減 33%削減</p> <p>○築 16～20 年： 【総業務量】 月 60h×12=720h/年 ⇒修繕実施プロセス簡素化→月 40h×12 か月=480 h/年 ⇒720h/年—480 h/年=240h 削減</p> <p>【費用換算】 3,000 円×240h=720 千円削減 33%削減</p> <p>○築 21 年～： 【総業務量】 月 60h×12=720h/年 ⇒修繕実施プロセス簡素化→月 40h×12 か月=480 h/年 ⇒720h/年—480 h/年=240h 削減</p> <p>【費用換算】 3,000 円×240h=720 千円削減 33%削減</p>
<p>③－ 2 検証等の結果（定量的な効果）</p>	<p>・定量的な効果としては 20%以上の削減が見込まれる。</p>
<p>●試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点</p>	<p>分析する課題 4 の「ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理」においては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大手ビルメンテナンス会社の多くは維持管理業務の進捗管理や情報蓄積を図るためのソフトを活用している。これらシステムは売上・支払い等基幹業務に連携しており外部システムとの連携が難しい。ゆえに本検討では CSV で吐き出した情報を維持管理 BIM に展開する方法とした。 ・情報の起点は設備台帳とすることで整理している。これは複数のシステムを使うと二重入力が増加することを防ぐためである。維持管理 BIM は継続性が最も大切であり、継続性を担保するためには二重入力を絶対に避けたいことからこのような業務フローとしている。 <p>分析する課題 5 の「修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス」においては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・維持管理 BIM 上で全てを解決できる訳ではなくライフサイクルコンサルタントやビル管理会社を活用し、専門的アドバイスを行うことで成立する仕組みである。これまでは 2 次元図面等で説明していたものを 3 次元化することと蓄積された情報を複層的に重ね合わせることで情報量が過大になってしまう点は注意が必要である。発注者に伝える情報をコンパクトで的確な内容に絞りこんで検討を進めた。 ・設備の運転時間等、中央監視装置と接続し常時情報を取ることでもコストを掛ければ可能であるが、定期的（例えば月 1 回）に情報を取り込み維持管理 BIM に流し込むことで運用コストを抑えるようにした。 ・タイムリーに情報を吸い上げるものと定期で情報を入れ込むもののみ分けは全体コストバランスを取る上で重要となる。
<p>●当初期待した効果の目標と結果が異なった場合や検証過程で支障が生じた場合、その要因の分析結果と解決策</p>	<p>・劣化度のビジュアル的表現は発注者メリット創出のポイントだと感じた。故障・修繕件数ボリュームを建物上に落とし込むだけでは、築年数が経過するほどその件数も増えてどこが重点箇所か判断しにくくなる。BIM 全般に言えることだが発注者の使用感を考えたデザイン性への対応は課題と感じた。</p>

計画的に行う修繕の支援

【サマリー】

テーマ	検証項目	発注者メリット
計画的に行う修繕の支援	分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理 分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス	<ul style="list-style-type: none"> ●建物の健康状態を容易に理解可能。 ●修繕費の社内稟予算取りの判断材料として活用。 ●データをもとにライフサイクルコンサルタント等が改善策を提案。 【成果】 可視化された劣化度等から計画修繕における「何をしないとイケないか」を明確化。

【検証の詳細】

①設定した「検証する定量的な効果」	分析する課題2：LCRC(長期修繕費用)算出の精度向上の検証 + 分析する課題4：ビル管理業務システムとの連携及び設備台帳情報の整理 + 分析する課題5：修繕履歴による問題傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス ↓ 求める効果：計画修繕の実施判断・周期見直し・修繕コスト査定最適化
●期待される効果の目標数値	<ul style="list-style-type: none"> ・業務量と修繕費合計の10%削減 ・理由：発注者（この場合維持管理に関わる担当者）がメリットと感じるボリュームとして現状業務量の1割以上の削減効果がないとメリットに感じないであろう。という推測のもと設定。
●効果を測定するための比較基準	<ul style="list-style-type: none"> ・修繕計画をもとに作成する年度修繕予算に対する削減効果 ・6つの時期に分けて検証している。 築1年：— 築2～5年：— 築6～10年： <ul style="list-style-type: none"> 【総業務量】月5h×12か月=60h/年 60h/年×3,000円=180千円/年 【修繕費】1,000千円/年 【合計】1,180千円/年 築11～15年： <ul style="list-style-type: none"> 【総業務量】月30h×12か月=360h/年 360h/年×3,000円=1,080千円/年 【修繕費】5,000千円 【合計】6,080千円/年 築16～20年： <ul style="list-style-type: none"> 【総業務量】月60h×12か月=720h/年 720h/年×3,000円=2,160千円/年 【修繕費】15,000千円 【合計】17,160千円/年 築21年～： <ul style="list-style-type: none"> 【総業務量】月60h×12か月=720h/年 720h/年×3,000円=2,160千円/年 【修繕費】30,000千円 【合計】32,160千円/年
②検証の方向性	●検証の方向性
	・課題2・4・5に関して仮のシステムを構築し、実際に活用した

<p>●実施方法・体制</p>	<p>場面を想定し検証を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同規模同用途のビルにおける修繕実績をもとに本検証ツールを活用した場合の計画修繕に関わる業務量と修繕費用（施工会社への外注費）の削減効果を検証。
<p>③—1 効果の実績数値</p>	<p>○築1年：—</p> <p>○築2～5年：—</p> <p>○築6～10年：</p> <p>【業務量削減】対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮： 60h/年→月4h×12か月=48h/年⇒12h/年削減</p> <p>【修繕費削減】 仕様最適化で▲5%削減→1,000千円×5%=50千円</p> <p>【削減額計】 業務量3,000円×12h=36千円+修繕費50千円 計86千円削減 7%削減</p> <p>○築11～15年：</p> <p>【業務量削減】対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 360h/年→月25h×12か月=300h/年⇒60h/年削減</p> <p>【修繕費削減】 仕様最適化で▲5%削減→5,000千円×5%=250千円</p> <p>【削減額計】 業務量3,000円×60h=180千円+修繕費250千円 計430千円削減 7%削減</p> <p>○築16～20年：</p> <p>【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 720h/年→月45h×12か月=540h/年⇒180h/年削減</p> <p>【修繕費削減】 仕様最適化で▲5%削減→15,000千円×5%=750千円</p> <p>【削減額計】 業務量3,000円×540h=1,620千円+修繕費750千円 計2,370千円削減 14%削減</p> <p>○築21年～：</p> <p>【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 720h/年→月45h×12か月=540h/年⇒180h/年削減</p> <p>【修繕費削減】 仕様最適化で▲5%削減→30,000千円×5%=1,500千円</p> <p>【削減額計】 業務量3,000円×540h=1,620千円+修繕費1,500千円 計3,120千円削減 10%削減</p>
<p>③—2 検証等の結果（定量的な効果）</p> <p>●試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点</p> <p>●当初期待した効果の目標と結果が異なった場合や検証過程で支障が生じた場合、その要因の分析結果と解決策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・定量的な効果としては6つの期間で7～14%程度となった。 ・専門知識の少ない総務担当等が計画修繕の実施判断と社内調整を行う。そのため説得等に手間を取られる。BIMを使うことでこの労力を削減できると考えた。耐用年数に対しての劣化度や故障履歴をもとに緊急度をビジュアル化することで業務量削減につながる。 ・数千万円の修繕になると発注者の経営判断等社内調整に時間を要する。維持管理BIMに蓄積されるデータは経営層への説明・稟議書作成・コンセンサス等に係る時間短縮につながり、適正な経営判断が可能になる。 ・維持管理BIM導入は修繕費の最適化が大きな目的である点は一般的な共通認識である。ただし維持管理BIM導入から十数年後の効果を企業の経営層がその価値を感じてもらうことは難しい。短期的メリット創出があつての長期的メリットである。 ・経営判断の材料として活用する上でBIMデータの見せ方、稟議書等書類へのデータ作成支援等の作業の効率化を図る仕組み・システム化の検討は深く追求する必要がある。

建物運用活用

【サマリー】

テーマ	検証項目	発注者メリット
建物運用活用	分析する課題6：建物をBIM運用する対象の抽出及び一部有効性に関する検証 ・IoT環境センサーによる室内環境運用改善 ・BIMを活用した建物利用説明 ・防災・減災	<ul style="list-style-type: none"> ●建物利用方法をビジュアル的に表現することで建物性能を最大限に活用可能。 ●建物内の人流・執務環境等の情報を発信・分析することでウェルネスオフィス構築を支援。 ●建物の持つ防災・減災性能を正確に理解し、その効果を最大限に活かせるツールとして活用可能。 【成果】 建物利用者全てが「 建物の性能を最大限に活用 」することが可能。

【取組の詳細】

①設定した「検証する定量的な効果」	分析する課題6：建物をBIM運用する対象の抽出及び一部有効性に関する検証 ・IoT環境センサーによる室内環境運用改善 ・BIMを活用した建物利用説明 ・防災・減災 ↓ ・求める効果：建物に関連した情報、建物に絡めてビジュアル化かつタイムリーに日常的に提供することで維持管理BIMの短期的導入メリットを創出。
●期待される効果の目標数値	・定性的分析とする ・建物が持つ性能を最大限に引き出すことで安全性能・執務環境の最大化が目標。
●効果を測定するための比較基準	—
②検証の方向性	
●検証の方向性	・発注者の使用感を確認し効果を検証
●実施方法・体制	・本プロジェクトチーム内でシミュレーション
③ー1 効果の実績数値	—
③ー2 検証等の結果（定量的な効果）	定性的評価 ・建物性能の中でも特に防災機能を中心にBIM上で可視化することで避難ルート確認や消防設備の理解促進により在館者の意識高揚に寄与。 ・環境センサー等は執務環境分析に活用。 ・ウェルネスオフィスとしての価値向上につなげるべく引き続き検証を継続予定。
●試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点	・建物運用として活用が想定されることは多くあるが、実際にBIM上で表現することが望ましいものをセレクトしていくことが難しいことと、それを開発する費用との兼ね合いで投資価値があるかの判断が必要である。
●当初期待した効果の目標と結果が異なった場合や検証過程で支障が生じた場合、その要因の分析結果と解決策	・設計意図を伝えるために建物利用説明をBIM上に載せることが有益と考えた。しかし落とし込んでいく過程で3次元化することで煩雑に見えてしまう等から避難経路や避難訓練シミュレーション等に絞っていった。 ・建物運用のように日常的に使用してもらうソフトは、利用者が日々使わないと仕事にならないソフトと連動していかないと使わない。例えばスケジューラーや販売管理ソフト等基幹システムの機能の一つとして簡単に起動する形をとることが普及のカギになると感じている。

建物情報の一元化

【サマリー】

テーマ	検証項目	発注者メリット
建物情報の一元化	上記データをもとにした経営資源の最適化	<ul style="list-style-type: none"> ● 属人化しがちな施設管理担当の業務の標準化。引継ぎを容易に。 ● 適正かつ高度に建物資産を管理していることを評価される。 【成果】 企業価値向上に資する活動として評価。

【取組の詳細】

① 設定した「検証する定量的な効果」	「日常の修繕の支援」 + 「計画的な修繕の支援」 + 「建物運用活用」 → 上記データをもとにした経営資源の最適化 ↓ 求める効果：企業の経営資源としての価値向上
● 期待される効果の目標数値	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定性的分析とする ・ 建物の維持管理情報と建物の利活用情報を維持管理 BIM 上で一元管理することで経営資源の有効活用 に寄与する。
● 効果を測定するための比較基準	—
② 検証の方向性	
● 検証の方向性	・ 来期取組の主テーマに。
● 実施方法・体制	・ 来期、学識者等外部の知見を活用し検討
② — 1 効果の実績数値	—
③ — 2 検証等の結果（定量的な効果）	—
● 試行錯誤した点や当初の目論見から外れた点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物維持管理情報や利活用情報を適正に蓄積していった場合の資産価値・企業価値への影響度をどのように評価するか の検証が必要。 ・ 経営層が BIM 導入を判断する上での重要要素。
● 当初期待した効果の目標と結果が異なった場合や検証過程で支障が生じた場合、その要因の分析結果と解決策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発注者メリットの中でも経営層へのメリットにつながる。BIM 導入促進を図る上で優先度の高い検討内容であり、次年度はもう少し新たな知見を入れながら検討していく。特に発注者に対して定量的に表現できるコンテンツを考えていきたい。

4-4 時系列での効果検証のまとめ

- 4-3 で記載した内容を時系列に整理した。導入効果を3つの色分けで表現している。時間経過とともに維持管理 BIM 導入効果が拡大していく。現検証においてははまだ短期的メリットが薄く、来期の検討課題のひとつである。

築年数	築1年	築2～5年	築6～10年	築11～15年	築16年～20年	築21年～
どんな時期？	初期不良	使用方法に起因する不具合	突発的な不具合が徐々に増加	耐用年数超過による修繕が増加	大型設備の改修・更新が増加	建築・設備全般の改修・修繕が増加
コスト化						
日常修繕の効率化	【総業務量】 月8h×12 =100h/年	【総業務量】 月5h×12か月 =60h/年	【総業務量】 月15h×12か月 =180h/年	【総業務量】 月30h×12か月 =360h/年	【総業務量】 月60h×12か月 =720h/年	【総業務量】 月60h×12か月 =720h/年
	【削減効果】 初期不良中心。効果なしと推定	【削減効果】 修繕稟議等社内処理の迅速化 →月3h×12か月 =36h/年 ⇒24h削減	【削減効果】 修繕稟議等社内処理の迅速化 →月12h×12か月 =144h/年 ⇒36h削減	【削減効果】 修繕実施プロセス簡素化 →月20h×12か月 =240h/年 ⇒120h削減	【削減効果】 修繕実施プロセス簡素化 →月40h×12か月 =480h/年 ⇒240h削減	【削減効果】 修繕実施プロセス簡素化 →月40h×12か月 =480h/年 ⇒240h削減
	費用換算 0円	【費用換算】 3,000円×24h =72千円削減	【費用換算】 3,000円×36h =110千円削減	【費用換算】 3,000円×120h =360千円削減	【費用換算】 3,000円×240h =720千円削減	【費用換算】 3,000円×240h =720千円削減
計画修繕の適正運用			【総業務量】 月5h×12か月 =60h/年 【修繕費】 1,000千円/年	【総業務量】 月30h×12か月 =360h/年 【修繕費】 5,000千円	【総業務量】 月60h×12か月 =720h/年 【修繕費】 15,000千円	【総業務量】 月60h×12か月 =720h/年 【修繕費】 30,000千円
			【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 →月4h×12か月 =48h/年 ⇒12h/年削減 【修繕費削減】 仕様最適化によるコスト削減 ▲5%	【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 →月25h×12か月 =300h/年 ⇒60h/年削減 【修繕費削減】 仕様最適化によるコスト削減 ▲5%	【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 →月45h×12か月 =540h/年 ⇒180h/年削減 【修繕費削減】 仕様最適化によるコスト削減 ▲5%	【業務量削減】 対象修繕の絞り込み・仕様検討短縮 →月45h×12か月 =540h/年 ⇒180h/年削減 【修繕費削減】 仕様最適化によるコスト削減 ▲5%
			【費用換算】 業務量3,000円×12h=36千円 修繕費50千円 計86千円削減	【費用換算】 業務量3,000円×60h=180千円 修繕費250千円 計430千円削減	【費用換算】 業務量3,000円×540h=1,620千円 修繕費750千円 計2,370千円削減	【費用換算】 業務量3,000円×540h=1,620千円 修繕費1,500千円 計3,120千円削減
建物運用活用	定性評価として ●建物の防災防犯性能、省エネ性能、快適性能を最適化が可能。従業員満足度向上に資する ●建物利用状況の可視化により働き方改善、生産性向上		対策等に活用可能			
建物情報の一元管理			●修繕・維持管理情報、建物運用情報等の建物資産情報を適正管理することによる資産価値維持・持向上に資する(※定量評価について検討中)			

導入効果:小

導入効果:中

導入効果:大

(5) 結果から導き出される、より発展的に活用するための今後の課題

(5) 結果から導き出される、より発展的に活用するための課題

令和2年度の報告に掲げた課題について、一部は今年度の検証として取り組んできたものもあるが、課題としては依然継続しているものも多い。本章では令和2年度の課題に、今年度の成果を踏まえて修正、追加したうえで再掲する。また今年度の事業で新たに発見した課題について述べる。

5-1 昨年度からの継続課題（+追加）

令和2年度からの課題に、今年度の事業で追加したものは赤字で表記する

① 中長期修繕計画策定への活用

- ・ 修繕費用に占める割合と BIM モデル作成工数のバランスを考慮した入力ルール¹⁾の策定、BIM ライブラリや積算との連携が必要（部会2、部会4）。
- ・ 中長期修繕計画や部材情報 DB の定期的・自動的な更新、実際のビル管理業務を通じた修繕費用や修繕周期等の反映手法。
- ・ BIM の活用を前提とした、精度高い計画・評価手法の確立が望まれる。

② 維持管理 BIM の情報入力ルール

- ・ 施工 BIM（設備）の正確性や情報精度の確認を行うには、設備設計者や専門知識を有する技術者の存在が必須。
- ・ 電気設備や防災設備等の専門工事では BIM モデルの作成が行われないケースが多く、統合された設備 BIM モデルの作成・入手が課題。

③ 維持管理 BIM 作成手順・方法

- ・ 施工段階では設備モデルの変更が多く、引渡し段階で維持管理 BIM を新規作成するのは作業工数的・時間的に困難。
- ・ 新規作成するには機械・電気設備・維持管理等に関する総合的・専門的知識が必要。BIM 標準ワークフロー通り、設計 BIM を元に施工 BIM（設備）と統合し、段階的に維持管理 BIM を作成するのが妥当。

④ 建物運用・保全情報の伝達・活用

- ・ 維持管理 BIM の活用は、設計意図や建物の運用・保全をビルオーナーやビル管理会社に正確に伝えることが重要。
- ・ 建物の劣化度を条件下で表現することは可能であるが、これまでの建物の劣化事例などを評価し、その目安・具体的評価を設定することが今後の課題。
- ・ 防災シミュレーションなど利用者にとって安心・安全な計画は重要な要素であることが分かった。そのために、防災計画を BIM 用いてより有効的な活用・表現の検討については今後の課題。
- ・ 建物に現在起こっていることをリアルタイムにデータ化し、BIM に取り込むためにセンサーなど IoT デバイスとの連携は今後重要となってくると考えられる。

⑤ ビルオーナーに対しての長期ではなく短期・中期のメリット創出

- ・ 維持管理 BIM 導入を検討するのは遅くとも竣工前。竣工後からの継続的な情報蓄積があってこそ効果が最大化する。しかし、ビルオーナーは10年・20年先に効果が出るものへの設備投資には後ろ向きである。短期・中期的目線での BIM 活用の価値があることが必要不可欠であり、かつ長期間・持

継続的に活用してもらうためには経営資源として活用いただける機能が必要である。

- 例えば固定資産管理、GRESB 等の評価として ESG の一貫としての価値創出、執務空間の有効活用や快適空間創造による従業員の生産性向上等、企業の業績にまで影響する活用方法があると導入が進む。

⑥ ライフサイクルコンサルタントの立ち位置の定義付け

- 維持管理 BIM を最適な状態で継続的に使用するためにはライフサイクルコンサルタントの存在が重要となる。一方でビル管理会社は設備・清掃・警備業務を行っているだけでなく、計画・経常修繕の提案・実施やエネルギーマネジメントも行っている。
- ビルオーナーにとってのライフサイクルコンサルタントの立ち位置や存在メリットやビル管理会社との役割分担については検討を進めていくべき課題である。
- 個社単位で検討するのではなく、大きな枠組みの中で検討を進めていただきたい課題である。

5-2 今年度、新たに発見した課題

① BIM データの更新・管理・保全

- 維持管理の取組は数十年のスパンで計画されるため、維持管理 BIM 導入後も、継続的に BIM データを更新管理していく必要がある。専門性の高い BIM ソフトは発注者が扱うことが難しく、誰が管理し、またそのために費用がどの程度かかるか、今後検討が必要と考える。
- また同期間、維持管理 BIM を保持していくために、サービスやソフトウェアが変わってもスムーズに連携できるための汎用性かつ永続性の高い仕様が必要と考える。

② データ管理・制御の課題

- BIM の活用範囲が拡大するにつれ BIM に集まるプロパティ情報も膨大になってくると考えられるが、現状プロパティ情報自体の識別要素が少ないため、制御・管理が難しい。維持管理 BIM においては設計・施工で入力されている一部のプロパティのみ活用できればよく、それ以外の情報が多いと煩雑になるため、フィルタリング処理で非表示にできればよいと考える。スムーズな制御を行うためにもプロパティ情報の体系化・コードの割り振りが必要になるのではないかと考える。

③ データ連携における課題（データ数の制御と一元化について）

- 設備機器の運転時間情報を集約している BEMS と BIM データを連携して運用を検討したが、セキュリティ性を確保するため、データを取得することができなかった。そのため、別でセンサー構築して取得を求められ、一元化が困難であり、連携方法について課題が見られた。

④ BIM（ビューワー）のモデル表示制御について

- BIM ビューワーで BIM モデルをクラウド上から確認できるようだったが、多くのモデルの中から目的とする表示内容（例：1階部分のみ、4階の天井裏部分、など）にするために表示設定の変更や表示範囲の調整を行う必要がある、2D と比べて必要な情報を確認しにくいという意見もあった。ビューワーの操作性・機能向上も必要だが、目的とする表示内容にスムーズに移行できるよう、表示を制御する（フィルタリングする）ためのパラメータやそのルールの設定が必要ではないかと考える。

⑤ エリアマネジメントとしての課題

- 現状、ひとつの建物のデータを管理することを中心に検討しているが、今後、エリア単位での連携検討も必要と考える。建物ごとの BIM データを連携させて、都市 OS といわれる CSR、環境、レジリエントに繋げることが重要であり、データのあり方を考えるのは将来的な課題と考える。

⑥ 発注者への遡及プロセス

- ・ 維持管理 BIM の存在を認識していない発注者に対して、その活用可能性を理解いただき発注者自らが導入を検討してもらうことが理想である。S1 の初期段階で維持管理・運用での BIM 活用可能性を遡及することは非常に大事になる。

仮に維持管理 BIM が経営資源の管理ツールとした場合、この活用ニーズは発注者の潜在的ニーズとしてはあるだろう。顕在化していないこのニーズを掘り起こすプロセスや役割の想定は来期の検討課題である。

(6) BIM 発注者情報要件 (EIR)、BIM 実行計画 (BEP) の検証結果

(6) BIM 発注者情報要件 (EIR)、BIM 実行計画 (BEP) の検証結果

EIR・BEP 検討の前提条件

- ・ (4) の検討を通して発注者が維持管理 BIM の導入メリットを感じてもらえた場合、次のステップとして維持管理 BIM の作成・運用を行う事業者の選定に入る。
ここではこの事業者の選定を行う上で発注者が事業者選定を行う上での提案依頼書を EIR と位置づけ作成を行う。またこれに対する提案回答書を BEP と位置づけることとする。
- ・ 発注者 (=ビルオーナー) は BIM に関する知見を持っていないのが一般的である。その中で維持管理 BIM 導入を検討するにあたってはライフサイクルコンサルタント又は設計会社・施工会社のサポートが不可欠である。ゆえに EIR・BEP 検討段階においてはこれらのサポートがあることを前提とする。

発注者が理解しておくべき維持管理 BIM の導入環境

- ・ 発注者が EIR を作成する上で現在の維持管理 BIM の導入環境を正確に理解しておく必要がある。維持管理 BIM の進化とともに変化していくであろうが、現段階では維持管理 BIM を継続的に運用していく上では下記の点に留意する必要がある。

① BIM 自体は建物情報のデータベース	BIM 自体は当該建物の建築情報が蓄積されたデータベース的な情報であり、維持管理に即活用可能なソフトではない。あらゆるソフトと連携する等して活用の価値が生まれるものである。
② 継続的 (10 年、20 年…) なデータが蓄積されてこそ価値が生まれる	維持管理 BIM は継続的にデータを蓄積していったこそ最大の効果が生まれる。持続可能な体制・費用の確保が重要であり、長期的な活用をしていった初めて経済合理性が生まれる。
③ BIM ソフトを使えるのは設計・施工に関わる技術者	建物竣工後、修繕・改修、レイアウト変更等で BIM 情報を更新することになるがビル管理会社ではこの更新は難しい。特に設備関連の BIM データはサブコン等に依頼する必要がある。この費用負担の明文化は不可欠である。
④ ①～③を踏まえて経済合理性を検証する	上記の条件を踏まえて長期的視点での経済合理性が得られる維持管理 BIM を提案する事業者の選定を行うことが重要となる。

EIR・BEP の詳細検討

- ・ 発注者が維持管理 BIM の開発及びその運用を委託する事業者を選定する上での提案依頼書の内容を整理した。
- ・ 維持管理 BIM と表現しているが、上段で記載の通り維持管理 BIM 自体はデータベースでありそれ単独での活用には限界がある。維持管理 BIM と様々な FM 情報を連携して初めて利用価値が生まれる。ゆえに正確には「維持管理 BIM の作成・運用」ではなく「維持管理 BIM システムの開発・運用」と記載するのが正しい。
- ・ またこの「維持管理 BIM の作成・運用」を行う事業者は「ソフト開発会社とビル管理会社の JV」、「ライフサイクルコンサルタント」、「ビル管理会社」等様々な形が考えられる。
長期的な運用と日常的な維持管理情報の蓄積が必要であることからビル管理会社が主体となり運用していくことが望まれるがビルオーナーが直接運用していき、日常的な維持管理情報のみビル管理会社に委託するケースも想定される。
- ・ 本検討においては維持管理 BIM の開発・運用を行う事業者を選定するプロポーザルにおいて各事業者に配布する提案依頼書を EIR と位置づけ内容を検討している。
- ・ この EIR (提案依頼書) を受けて事業者から提出してもらった提案書回答書を BEP (フェーズ 1) と位置付ける。
- ・ さらに事業者を決定し、詳細を付けていく中で最終的に業務計画書としてブラッシュアップしていったものを BEP (フェーズ 2) と位置付ける。

■EIR（提案依頼書）の項目

項目		詳細
1	目的	<input type="checkbox"/> 企業にとって貴重な経営資源である建物を維持管理 BIM システムを活用することで有効活用を図っていくことを目的とする。
2	求める効果	<input type="checkbox"/> ライフサイクルコストの効率的運用・長寿命化に寄与。 <input type="checkbox"/> 建物情報の一元化による資産価値向上。 <input type="checkbox"/> 企業としての防災性能・執務環境・生産性向上。
3	運用・報告方法	<input type="checkbox"/> ライフサイクルコンサルタントとビル管理会社の役割分担。
4	発注者側の使用方法	<input type="checkbox"/> 建物の健康状態の確認、関係者とのコミュニケーションツールとして活用。閲覧が主。
5	コスト	<input type="checkbox"/> 売り切り or 定額 or リース等システム使用料の徴収方法。導入準備費、保守費、その他費用。 <input type="checkbox"/> 図面情報更新費、システムアップデート費の取り扱い。
6	長期修繕計画基礎データ	<input type="checkbox"/> 修繕コスト・周期：BELCA、ビル管理会社の実績値。 <input type="checkbox"/> 耐用年数：BELCA 等の条件設定。
7	ソフト面	<input type="checkbox"/> OS:iOS or Android。 <input type="checkbox"/> デバイス：PC は必須。プラスでタブレット・スマホ等。
8	ソフトの契約	<input type="checkbox"/> オーナー直契約 or ビル管理会社 or ライフサイクルコンサルタントを通じた契約 等。
9	セキュリティ条件	<input type="checkbox"/> サーバー等ハード側と運用時のセキュリティ。
10	BIMデータの最適化条件	<input type="checkbox"/> 維持管理 BIM データの範囲 (維持管理 BIM にはデータ容量・操作性を考慮し改修工事対応のデータまでは入れない 等) <input type="checkbox"/> 改修工事時の BIM の取り扱い (本ソフトではなく元の BIM データか CAD にて行う 等)
11	オーナー使用のシステムとの連携	<input type="checkbox"/> 基幹システム等との連携が必要な場合は条件を設定。
12	蓄積データの種類	<input type="checkbox"/> 点検結果、故障履歴、修繕履歴、エネルギーデータ、設備運転時間、温湿度等
13	報告周期	<input type="checkbox"/> 月 1 回進捗報告。BIM 上にて報告。 <input type="checkbox"/> 修繕計画の予実管理状況等は月単位で更新。
14	データの帰属	<input type="checkbox"/> 原則、発注者に帰属。 <input type="checkbox"/> ライフサイクルコンサルタント、ビル管理会社が作成した提案書類は解約時に廃棄。
15	契約期間	<input type="checkbox"/> 契約期間と解約条件を記載
16	提案書依頼	<input type="checkbox"/> 上記条件を踏まえた提案書の提出を依頼。 <input type="checkbox"/> 提出までのスケジュール等を記載。

(7) 参考資料(BEP・EIRのサンプルを含む)

(7) 参考資料：EIR・BEP（案）

維持管理・BIM導入時のEIR・BEPの素案と解説を下記に整理する。

【前提条件】

- ・発注者を「甲」、維持管理BIM作成・運用会社を「乙」としている。
- ・EIRは提案依頼書となるため乙は複数社を想定している。

●●ビル維持管理BIM作成・運用業務における提案依頼書（案）

1. 目的

甲が保有する●●ビルの維持管理情報・建物運用情報の一元管理及び建物性能の最大化を図ることで、経営資源の効率化・企業価値向上を目指すことを目的に維持管理BIMシステムの導入を図る。

乙においては維持管理BIM及びそれに連携することで有益な活用が図られるシステム等をご提案いただきたい。

※なお本依頼書では以下維持管理BIM及びこれらに連携するシステム等を踏襲して「維持管理BIMシステム」と称する。

【解説】

経営資源である建物の資産価値を適正に維持管理していくこと、また維持管理BIMの長所を生かしながら有効活用していくことに対して乙から提案をもらう。維持管理BIMが企業として重要な経営資源を守っていく重要なツールであることを伝えることがポイント。

2. 求める効果

維持管理BIMシステムを導入することで下記に示す効果を追求していく。

- ライフサイクルコストの効率的運用・長寿命化に寄与。
- 企業としての防災性能・執務環境・生産性向上。
- 蓄積したデータを活用することによる更なる建物の利用価値の向上。

【解説】

建物に関わる情報を一元化することで建物資産価値の有効活用、企業価値の向上に資する効果を生み出す。求める効果は発注者により異なるが維持管理BIMシステムの活用方法を踏まえると上記3つは最低限要求すべき事項である。

3. 運用・報告方法

維持管理BIMシステムの運用方法は、以下の役割分担とする。

運用項目	発注者	ライフサイクル コンサルタント	ビル管理会社
日常的な維持管理情報、故障・小修繕情報			○
長期修繕計画の作成・見直し		○	
年次修繕実施計画の作成		○	
計画的な修繕の予実管理・進行管理		○	
建物運用時の活用	○		
建物運用に必要なデータの入力		○	○
蓄積データの分析・活用提案等		○	
改修等に伴うBIM元データの更新		○	

維持管理BIMシステムの活用状況に関する甲への報告は、維持管理業務の報告時（月例報告会）に合わせて実施することとする。

【解説】

運用時の役割分担は、提案内容により変わってくる。ライフサイクルコンサルタントが入る場合とビル管理会社はその役割を担う場合とが想定されるが、本案ではライフサイクルコンサルタントが入った場合を想定している。

維持管理 BIM システムは、長期に渡って持続的な運用が図られてこそ最大の効果を生むことに加えて改修やレイアウト変更等による図面の更新（＝BIM データの更新）が不可欠である。この 2 点に留意した運用の役割分担設定が重要である。

4. 発注者側の使用方法

甲における維持管理 BIM システムの使用は乙が入力した情報の閲覧を主とする。月次報告会等においては維持管理 BIM システムを通して報告してもらおう。不定期の報告連絡においても維持管理 BIM 上で情報を共有する等コミュニケーションツールとして関係者間で使用していく。

建物運用活用においては、日常的な活用は甲が情報入力や分析等可能なシステムであることが望ましいが、乙から提案いただきたい。

【解説】

原則、甲は閲覧中心と想定する。維持管理情報入力是一元化した方が入力の抜け漏れリスクが少ない。ゆえに項目毎にライフサイクルコンサルタントかビル管理会社のどちらかが入力することが望ましい。

ただし建物運用活用情報は利用者である発注者側がタイムリーに入れ込める方が有益な情報を蓄積しやすい。このあたりは乙からの提案とすることが良い。

5. コスト

維持管理 BIM システムの作成・運用費用は月定額で提案いただくこととする。月定額の中には保守費、システム更新費を含むこととする。導入準備費は月定額には含まず初期段階での支払いとする。

また改修・レイアウト変更等による BIM 元データの更新及び維持管理 BIM システム上のデータ更新は都度清算とする。

【解説】

維持管理 BIM システムの作成・運用コストについては、売り切り or 定額 or リース等が想定される。特にコストのかかる導入準備費用は別途提示してもらうべきである。

BIM 関連のシステムは日々進化しており売り切りの場合、アップデートした場合や OS のバージョンアップ等への対応コストが別途必要となる可能性がある。これらの費用込のサブスク型の契約が望ましい。

また図面類の BIM 元データ更新とそれに伴う維持管理 BIM システムの更新は別で考えた方が良い場合がある。ゆえに両方を更新する旨を記載しておくことが必要である。ただしこれらコストは建物の利用状況により大きく変わってくるので別途費用とすることが望ましい。

6. 長期修繕計画基礎データ

維持管理 BIM 運用上の大切な基礎データとなる長期修繕計画の作成をすること。また修繕の進捗に合わせて適宜見直しを行っていくこと。

修繕費のコスト設定・周期設定・耐用年数設定等は公的データ、ビル管理会社の実績値等、使用するデータを提案いただくこととする。

【解説】

維持管理 BIM システムを導入する最も大きな目的である修繕コストのコントロール。この基礎となるのが長期修繕計画になる。この基礎データはどのデータを活用するかを提案いただく。甲にて使用してもらいたい基礎データがあるのであれば本依頼書に記載すること。

BIM には各部材の工事費を蓄積することが可能であり、この費用から修繕コストを導くことで精度の高い修繕計画の運用が可能である点に留意し設定すること。

7. ソフト面

基本 OS は Windows と iOS とする。デバイスは PC とスマートフォン及びタブレットで使用を想定し提案いただきたい。

【解説】

甲の使用シーンを想定し設定が必要である。月次報告会等全体を把握する場面では PC で、日常的な閲覧はスマートフォンで等状況に応じた使用方法を選択できるようにすべき。

8. ソフトの契約

維持管理 BIM システム自体の契約は乙がシステム会社と締結することとする。甲は乙を通してサービスの提供を受ける形とする。

【解説】

維持管理 BIM システムは市販システム型と独自開発型が想定される。独自開発型であれば甲が直接契約することになるが、市販システム型の場合は乙（ビル管理会社又はライフサイクルコンサルタント）が導入しているものを活用するパターンと直接甲が購入するパターンがある。

現時点ではこれらシステムの導入が進んでいないため、ソフトの契約形態は乙からの提案とするのが望ましい。維持管理 BIM が普及してくれば乙が導入しているケースも増えてくるのが推測されるので乙を通じたサービス提供とすることが主になってくるのが考えられる。

9. セキュリティ条件

維持管理 BIM システムのセキュリティを提案すること。サーバー側と運用時のセキュリティ対策に分けて提案すること。その他セキュリティ対策を講じていれば合わせて提案すること。

【解説】

サーバー等のハード側と使用時・運用時のセキュリティ設定・ルールを提示してもらう。サーバーの置き場所として甲の保有するサーバー内に置く方法もあるので事前に決めておくこと。企業にとって経営資源となる機密情報と言える情報であるため厳しいセキュリティ管理が不可欠である。

10. BIM データの最適化条件

維持管理 BIM に取り込む BIM データは別添①の通りとし作成すること。別添①に加えて乙が必要と考えるデータを追加する場合はその目的を提示すること。

なお別添①の BIM データに絞り込んだ根拠としては維持管理業務上で必要となる情報量に絞込み、操作性を高めること、改修工事等においては維持管理 BIM ではなく竣工時の BIM データを活用することを前提としているためである。

【解説】

維持管理 BIM システムに展開する BIM データは、設計施工で使用する BIM データレベルは必要としない。一般的には LOD100～150 程度を想定してのデータ量で充分である。

この場合、改修工事等で図面情報の更新が必要な場合は元の竣工時の BIM データか CAD データを更新する。あくまでも維持管理 BIM は維持管理上で使用することを目的とするべき。

11. オーナー使用のシステムとの連携

甲が使用する基幹システムから本システムにログインできるように設定すること。システム情報の連携は不要であるが、基幹システムにログインすることで本システムにもログインできる状態を作ること。これは甲が日常的な使用を進める上で容易なアクセス性を確保するためである。システム上難しい場合は、容易なアクセス性を確保するための提案をいただきたい。

【解説】

各企業で業務上必要となるシステムに常時ログインしているケースが多い。+αのシステムを導入する場合、利用者からの容易なアクセス性を確保しないと徐々に利用頻度が減ってくる。基幹システ

ム等とのログインの連続性を確保する等運用上の工夫を提案いただくことは持続性確保のために重要な要素となる。

12. 蓄積データの種類

維持管理 BIM システムにおいては下記のデータを蓄積していくこと。下記以外で必要と考えるものは別途提案すること。

□蓄積データ：点検結果、故障履歴、修繕履歴、エネルギーデータ、設備運転時間、温湿度等
またこれらを BIM 上で可視化する方法、各種システムとの連携方法、データ入力業務フローを明示すること。

【解説】

維持管理や経営資源の管理上で必要なデータの提案をもらう。上記記載は最低限必要なものであるが乙からも提案をもらい充実したデータ蓄積を図ることが有効である。

加えてそれらデータをどのように入力していき BIM 上で可視化していくか具体的なビジュアル画面を含めた提案をもらうことが必要である。

13. 報告周期

維持管理 BIM システムの入力状況、蓄積データをもとにした分析内容等について維持管理業務の報告会議のタイミングに合わせて実施することとする。原則月 1 回、関係者間の調整の上日時を決定することとする。

【解説】

維持管理 BIM システムの契約先によるが原則、維持管理業務の進捗報告のツールとして活用するため同業務の報告に合わせて実施することが望ましい。

14. データの帰属

維持管理 BIM システムに蓄積されたデータの帰属は甲のものとする。乙が本データを加工して甲に提出したデータについても同様に甲に帰属する。乙は解約時に保有する情報を破棄すること。

解約による返還方式としてはシステム上からデータを抜き、甲が閲覧可能な形式に変換し甲に渡すこととする。

上記以外とする場合は乙から提案すること。

【解説】

帰属条件は上記の通りとしたがファイル形式などにより返還が難しい場合もあるので乙から提案させること。解約となる場合、他システムへの切り替えが想定されるが、その場合はデータの入れ直しとなるため維持管理 BIM から CSV でデータが吐き出せるような仕組みになっているかの確認が必要である。

15. 契約期間・解約条件

本契約の期間は〇年〇月 1 日～〇年〇月 31 日までの 15 年間とする。契約条件の見直しは年単位で甲乙間にて確認することとする。

本契約を解約する場合は解約日から 6 か月前までにその理由とともに申し出ること。甲乙間で誠実に協議を行い判断することとする。

【解説】

継続性が求められるシステムであることから長期契約で設定している。ビル管理会社との契約との連動性が求められることから両契約期間の整合をとる必要がある点に留意すべき。

16. 提案書依頼

1～15 を踏まえて提案依頼書を作成し、甲に提出すること。提出にあたってのスケジュールは下記の通りとする。

【提案書提出スケジュール】

依頼書配布	一年一月一日
説明会	一年一月一日 ○時～
質疑	一年一月一日
回答	一年一月一日
提案回答書提出日	一年一月一日 ○時まで
プレゼン：テーション日	一年一月一日
結果通知	一年一月一日
契約締結	一年一月一日
システム運用開始日	一年一月一日 ○時～

【提出先】

提出先名：
担当部門・担当者名：
連絡先：
メールアドレス：

【提出方式】

提案回答書はEメールにて提出。
動画など添付データがある場合はEメールの他にDVDにて郵送すること。

【解説】

本依頼書に記載した内容をもとに乙にて提案回答書を作成してもらおう。甲は選定基準を設けて本事業者の選定にあたる。長期的な契約となり経営資源を管理する上で重要なツールであることを意識して選定する必要がある。

また維持管理 BIM は未開拓な部分も多く選定にあたっては事前に最新のシステム情報などを収集し判断することが求められる。

以上

別添① 維持管理に必要なBIMデータの整理

意見交換を通じて、維持管理段階で求められる情報が異なり、すべてのデータを保管していてもBIMを活用しづらいなどの問題が見えてきた。そのため、維持管理段階において求められるデータ情報がどのようなものを維持管理でのフェーズに分けて整理を行う。下記は点検管理、修繕、更新記録管理、保全費用算出管理、資産管理について仮説としてBIM有効性（メリット、デメリット）の整理を行った。

◎：BIMによって必要メリットある（活用可能）情報 ○：BIMがサブ的又は2Dによって必要な情報
 △：2D図面、モデルとして需要が低い情報 □：（現状判断つきにくい情報）
 上記評価軸は仮説であり、具体的評価を示すものではありません。

LCCによるBIMの作成コストメリットについて簡易評価（今回検証を基に） A⇨Dにて評価
 A:データ受領を基本とし、確認・調整程度
 B:データ受領、データ変換や一部作成補助が必要/パラメータの追加等
 C:既存がなく、作成が必要（運用管理上必要の可否が必要）
 D:既存がなく、作業工数が多く、コストメリットが得られにくい

保全費用算出管理については大西研究室 LCRCによる算出に求められるモデルとして内容整理を行う。

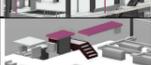
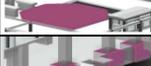
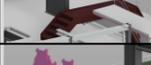
モデル要素		維持管理				資産管理	BIMモデル作成 コストメリット
		点検管理	修繕、更新記録管理	保全費用算出管理	運用管理（建物使用説明等）		
建築	空間要素 部屋、スペース、エリア	○	◎	○	○		A
	意匠要素 床、壁、天井、屋根、階段、手すり	○	○	◎	◎		A
	構造要素 構造柱、梁、構造躯体	○	○	◎	◎		A
機械設備	給排水設備 機器関連 衛生機器（機械設備）、衛生器具	○	◎	◎	◎		B
	配管関連（接続モデル） 配管、配管継手、配管付属品（バルブ等）	◎	◎	◎	◎		B
	空調設備 機器関連 空調機器（機械設備）、吹出し口	○	◎	◎	◎		B
	ダクト関連（接続モデル） ダクト、ダクト継手、ダクト付属品（ダンパー等）	◎	◎	◎	◎		B
電気設備	基幹電気設備 機器関連 電気機器（盤、電気機器装置）	△	○	◎	◎		C
	照明設備 機器関連 照明器具、照明機器	△	○	◎	◎		C
	通信設備 機器関連 通信機器	△	○	◎	○		C
	警備設備 機器関連 警備機器	△	○	◎	○		C
	各種ケーブル 配線関連（接続モデル） 配線	△	△	△	△		D
消防設備 (機械、電気設備 に含まれる設備)	消火設備 機器関連（機械） 衛生機器、衛生器具（スプリンクラー）	○	◎	◎	◎		B
	配管関連（接続モデル） 配管、配管継手、配管付属品（バルブ等）	◎	◎	◎	◎		B
	消防用水 機器関連（機械） 衛生機器	○	◎	◎	◎		B
	建築要素 ビット内貯水槽他	◎	◎	◎	◎		A
	警報設備 機器関連（電気） 非常用照明、誘導灯、火災報知設備	△	○	◎	◎		C
	避難設備 各種ケーブル（電気） 配線関連（接続モデル）	△	△	△	△		D
	建築要素 避難器具、経路（はしご等）	◎	◎	◎	◎		A
	その他 消火活動上必要な施設						

参考資料1 モデル形状別のエラー分析・対応方法検討リスト

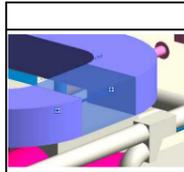
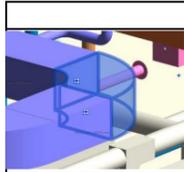
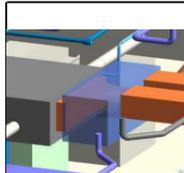
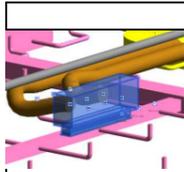
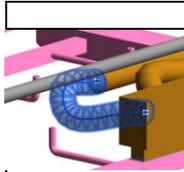
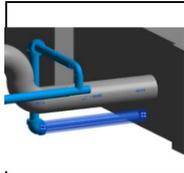
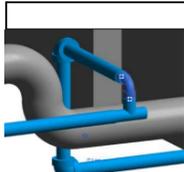
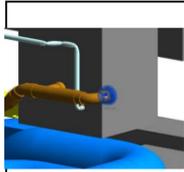
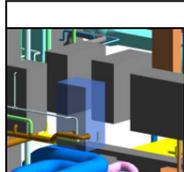
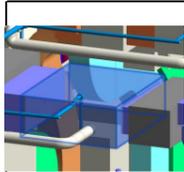
LCRCシステムにて中長期修繕情報として反映されていないモデルを具体的に整理し、モデル生成の基本的ルールの検討及び全体モデル検証時に修正対応案を整理するため、下記表を作成した。
 下記リストは今後の一部モデル更新を検討資料及び、検証結果報告書の参考資料としてまとめる。

LCRCにてRevitモデルとBELCAモデルの紐づけが困難であったタイプリスト及びモデル作成あたっての修正対応案										
Revitモデルにおける抽出情報								エラー・分析		
モデル (形状例)	ファミリー名	タイプ名	箇所	m	m ²	BELCA対象有無	算定単位 (一致可否)	エラー理由	修正対応・モデル作成にあたって	備考
	330_EV_01_壁付	非常用	1	0	0	有	×	EVファミリーが壁付のため、全て紐づけると各階数量が算出されてしまうため。	EVのシャフトファミリーを挿入 ⇒壁付ファミリーは算定に入れない	図面上各階必要なため、Revitファミリーが階ごと複数になっているが、BELCAでの算定方法と異なるため、算定用のモデルを設定する必要がある。
	170_カーテンボックス_天井付		65	0	0	有	○	システム再起動時、未反映	システム確認、エラー修正	
	170_席場_床付	塗場	1	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	止水版	止水版	1	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	梁囲い (基準階)		77	0	0	無	×	一般モデルとして作成されており、BELCA対象と紐づけられない	モデルを壁、天井のシステムファミリーにしてデータを修正	
	170_ピクチュアレール_天井付		43	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	170_地流し_01	W600 × D600(+150)	1	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	SUS床見切	SUS床見切	25	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	トイレ小物入れ		10	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	170_マンホール_01		11	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	170_縦樋		31	0	0	有	×	BELCA単位はmなので、モデル単位と合わず算定不可	データが一般モデルとなっているため、長さ単位を取得できるモデルで作成が必要	
	止まれ	止まれ	1	0	0	有	×	路面標示 (トラフィックペイント) と一致させようとすると単位(m)のため、算定不可	路面標示を長さ単位にすることが困難であり、見かけ計算にて対応が必要	形状によって算定困難なモデルがあり、見かけ計算が求められる場合がある。
	カーテンウォール		13	122	1752	有	○	『J』の名称がエラーを起こしている可能性有 (紐づけても開きなすと対応が外れてしまう)	タイプ名を別名に修正	
	笠木	中庭-笠木	3	0	0	有	×	BELCA単位はmなので、モデル単位と合わず算定不可	スイープモデルによって作成されており、長さを取得するモデルに変換することは困難なため、平面形状から数量を取得して、別途算定する対応が必要。	
	外壁-金物	外壁-金物	1	0	0	無	×	特殊金物のため、BELCA対象と紐づけられない	-	
	隙間壁1-5	SFL隙間壁	9	0	0	無	×	一般モデルとして作成されており、BELCA対象と紐づけられない	壁のシステムファミリーにして作成	
	RC柱-角		23	0	0	無	×	構造躯体はBELCA対象無 仕上による算定をしたいが、単位がm ² になっていないので算定不可。	-	
	310_柱		403	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	建築_丸柱		45	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	建築_角柱 12		27	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	窓_ガラリ_額縁		13	0	0	無	×	BELCAでは建具、窓関連は見られるが、『ガラリ』に対するリストが見られない 単位がm ² になっていない	-	
	380_1段2列(FIX)	AW09	1	0	0	有	×	単位がm ² になっておらず、算定不可	システム確認、エラー修正	

	380_ガラリ窓2段1列_顔線			2	0	0	無	×	BELCAでは建具、窓関連は見られるが、『ガラリ』に対するリストが見られない 単位が㎡になっていない		
	380_1段2列 (ガラリ)	AG02		1	0	0	無	×	BELCAでは建具、窓関連は見られるが、『ガラリ』に対するリストが見られない 単位が㎡になっていない		
	380_ガラリ2連窓_枠なし	AG05		1	0	0	無	×	BELCAでは建具、窓関連は見られるが、『ガラリ』に対するリストが見られない 単位が㎡になっていない		
	ポイド	ポイド		1	0	0	無	×	Revit上のモデルであり、BELCAリスト無		
	140_常開二枚扉_90度	SD24'		1	0	0	有	○	『』の名称がエラーを起こしている可能性有 (紐づけても開きなおすと対応が外れてしまう)	タイプ名を別名に修正	
	140_片開き扉			9	0	0	有	○	『』の名称がエラーを起こしている可能性有 (紐づけても開きなおすと対応が外れてしまう)	タイプ名を別名に修正	
	140_両開き扉	SD-25'		1	0	0	有	○	『』の名称がエラーを起こしている可能性有 (紐づけても開きなおすと対応が外れてしまう)	タイプ名を別名に修正	
	駐車場リフトシャッター	駐車場リフトシャッター		1	0	0	無	×	BELCAリスト無 一般用シャッター他に代替する対応が必要か		
	140_開口扉	SF01		1	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	L字方立	L字方立		2	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	330_EV_01_壁付			18	0	0	有	×	EVファミリが壁付のため、全て紐づけると各階数量が算出されてしまうため。	EVのシャフトファミリを挿入 ⇒壁付ファミリは算定に入れない	図面上各階必要なため、Revitファミリが階ごと複数になっているが、BELCAでの算定方法と異なるため、算定用のモデルを設定する必要があると分かった。
	330_機械基礎			110	0	0	無	×	基礎 (個数) 単位はBELCAリストに無 塗装仕上で一致させようとしても、ファミリ個数単位のため、一致不可		
	標準壁	(ア)複層ガラス_1FLコーナー用		4	7	17	有	○	システム再起動時、未反映 名称設定の問題の可能性有	タイプ名を別名に修正	ガラス複層ガラス有。
	E_ライニング			44	45	0	無	×	衛生設備ライニング鋼管は有 (m)。	部分的だが、ライニング鋼管と紐づけ	似たタイプがBELCAにあるが仕様が大きく異なる場合があり、対応させるかの判断が必要である
	d洗面カウンター四角2以上中心等間隔			14	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	AC-CB-01(チェンジングボード)	AC-CB-01(チェンジングボード)		1	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	PTWC-AC180R1NWG_CW-PC12Q1-NECK-UR2-TU(多機能トイレ)	SD		1	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	KF-28(ダブルフック)	KF-28(ダブルフック)		1	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	PTOM-A210TLW_PTOM-DSCR(オストメイト)	SSR(平版・スノーホワイト・前板:ステンレス)		1	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	SRC梁			20	123	0	無	×	BELCAリスト無		
	コンクリート-長方形梁			29	201	0	無	×	BELCAリスト無		
	H形鋼			1024	5699	0	無	×	BELCAリスト無		
	鉄骨階段			30	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	現場打ち階段	コンクリート		2	0	0	無	×	BELCAリスト無		
	手摺	ガラス パネル・底部充填		7	54	0	有	○	手摺はあるがガラスパネル充填が無。また外部、内部ともに手摺があるが、モデルによって内外部が一つにまとまってしまっている手摺もある。		似たタイプがBELCAにあるが仕様が大きく異なる場合があり、対応させるかの判断が必要である

	220_椅子_02	標準	108	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	220_冷蔵庫	W750xD750xH1200	1	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	220_作業台	W1800xD900xH750	1	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	単線天井	ガラス	1	0	10	有	○	システム再起動時、未反映	システム確認、エラー修正	
	上部手すりのタイプ		27	249	0	有	×	手摺はあるが上部とわかれてはいない。	Revitでは手摺はシステムファミリーとなっており、手摺一体としてモデルを生成されている	
	隙間柱		40	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	標準屋根	笠木用-50mm	2	0	2	有	×	算定単位が異なるため算定不可	スweepモデルによって作成されており、長さを取得するモデルに変換することは困難なため、平面形状から数量を取得して、別途算定する対応が必要。	断面形状に属する笠木などはスweepモデルによって作成するが、そのモデルデータから長さを取得するのはプログラム開発が求められるため、現実的ではない。
	基礎-長方形		16	48	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	370_防潮板	標準	1	0	0	有	○	構造物に防潮板（電動）は有。	-	似たタイプがBELCAにあるが仕様が大きく異なる場合があり、対応させるかの判断が必要である
	180_収納棚		2	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	スweep 鼻隠	鼻隠し	4	11	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	RPC 木 - 落葉樹	グレー パーチ - 3.1メートル	4	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	RPC 低木	アカシア - 0.8メートル	8	0	0	無	×	BELCAリスト無	-	
	配管、ダクト系統類		1467	20	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	Tfasから変換した継ぎ手モデルは長さ単位を持たせることが困難なため、数量単位に合わせて長さを暫定的に設定し計算する等の対応が必要。	
	E_トイレーブス扉	w550h2100	36	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	データが一般モデルとなっているため、長さ単位を取得できるモデルで作成が必要。	
	380_嵌殺窓1段3列_額縁	AW08	2	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	嵌殺窓		35	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	変形窓	AW02	3	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	140_片開き扉 (LSDタイプ)		5	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	140_片引扉_スリット窓+ガラリ付 (LSDタイプ)	LSD08	1	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	140_片開扉_スリット窓+ガラリ付 (LSDタイプ)		2	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	140_親子扉_スリット窓付_親パネルのみ (LSDタイプ)	LSD05	1	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	140_片引扉_フラッシュ (LSDタイプ)	LSD09	1	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	不整形な形状についてシステム上面積抽出ができない例が見られた。システムを修正の上、再算定をする対応が必要。	
	170_点字ブロック		36	0	0	有	×	算定単位が異なるため算定不可	一般モデルによって作成されており、面積を算出するモデルに変換するより、個数単位に対して一定の面積を計算・検討する対応が必要。	

参考資料2 設備台帳パラメータ例

	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	施工会社	耐用年数	設置年数	空調運転時間								
	ダクト	角型ダクト 半径エルボ/タップ	6	10	2715447	ACP7-1-4	(株)朝日工業社	40	2020	6.5								
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	施工会社	耐用年数	設置年数	空調運転時間								
	ダクト継手	M_角型偏心エルボ-DTL 標準	6	10	2715445	ACP7-1-4	(株)朝日工業社	40	2020	6.5								
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	施工会社	耐用年数	設置年数	空調運転時間								
	ダクト付属品	角ダクト_消音チャンバ 23 消音チャンバ 9	6	17	2712571	ACP7-1-3	(株)朝日工業社	30	2020	9								
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	型式	設置場所 (部屋)	設置メーカー	品番	施工会社	耐用年数	設置年数					
	吹き出し口	空調_BL-T 1000(BOX付)3 BL-T 1000(BOX付) 3	7	15	5681776	ACP7-1-8					(株)朝日工業社	20	2020					
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	型式	設置場所 (部屋)	設置メーカー	品番	施工会社	耐用年数	設置年数					
	フレキシブルダクト	フレキシブルダクト丸形 フレキシブルダクト-円形	7	15	2716006	ACP7-1-8					(株)朝日工業社	20	2020					
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	材質	保温材	施工会社	耐用年数	設置年数							
	配管	配管タイプ 標準	6	27	2713093	空調ドレン	保温層付塩化ビニル管		(株)朝日工業社	20	2020							
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	材質	保温材	施工会社	耐用年数	設置年数							
	配管継手	エルボ-はんだ付-CU 標準	6	27	2712869	空調ドレン	保温層付塩化ビニル管		(株)朝日工業社	20	2020							
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	材質	保温材	施工会社	耐用年数	設置年数							
	配管付属品	配管_COA 1 COA	8	16	2711386	汚水管	VP[硬質塩化ビニル管] /耐火被覆二層管		(株)朝日工業社	15	2020							
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	容量 (水量)	設置場所 (部屋)	設置メーカー	品番	施工会社	耐用年数	設置年数						
	衛生器具	衛生_SK22A(壁排水)1 SK22A(壁排水)	7	16	2711864			TOTO	SK22A	(株)朝日工業社	25	2020						
	カテゴリ名	プロパティ名	Floor	area number	ID情報	系統	型式	定格能力 (機器容量)	圧縮機能力	フィルタ	加湿装置	設置場所 (部屋)	設置メーカー	品番	施工会社	耐用年数	設置年数	空調運転時間
	機械設備	空調_PEFY-P90MG5 2 PEFY-P90MG5 4	7	12	2246559	ACP8-1-4		冷却9.0kw/加熱10.0kw		プレフィルタ		8階執務室	三菱電機	PEFY-P90MG5	(株)朝日工業社	20	2020	7.5