

令和5年3月

令和4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
(2) 本事業を経て目指すもの、目的	6
(3) BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析等について	9
令和4年度の検証・分析の方針	
分析する課題1：BIMを活用したメタバースによる建物運用の検証	
【建物運用】BIMから生成するモデル整備及びマテリアル整備フローの考察	
【建物運用】BIM+点群から生成するバーチャルショールーム作成の検証	
【建物運用】BIMから展開するバーチャル空間の活用の考察	
分析する課題2：BIMを用いた防災対策への活用検証（防災・避難体験）	
【建物運用】BIMを用いた体験型の火災+避難シミュレーションの作成及び試行検証	
分析する課題3：修繕・建物更新への確認・判断ツールの作成検証	
【修繕・維持管理】：BIMと修繕・維持管理情報を連携表示する仕組みの検討・検証	
分析する課題4：BIM+PLATEAUを活用した光害シミュレーションの検証	
事業を一貫した課題分析等の結果のまとめ	
(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	44
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	48
(6) BIM発注者情報要件（EIR）、BIM実行計画（BEP）の検証結果	53

(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。

7. 建築物の概要

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

新築/既存 : 新築

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

4. プロジェクトにおける事業者（提案者）等の位置づけ

事業者（提案者）の位置づけ : 発注者、設計者、維持管理者
プロジェクトにおける発注者の位置づけ : 自社開発・自社保有する企業不動産

7. プロジェクトの概要、特徴（本事業に関連するもの）

- ・ 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。

※ 赤字は主な検証項目、青字は（継続）検討項目

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															
【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															
【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															
建築BIM推進会議（予定）															
建築BIM環境整備部会（予定）															
ファシリタマネジ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 1-2-3 令和4年度（2022年度）分析・検証のスケジュール

I. 分析・検証の実施体制、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。

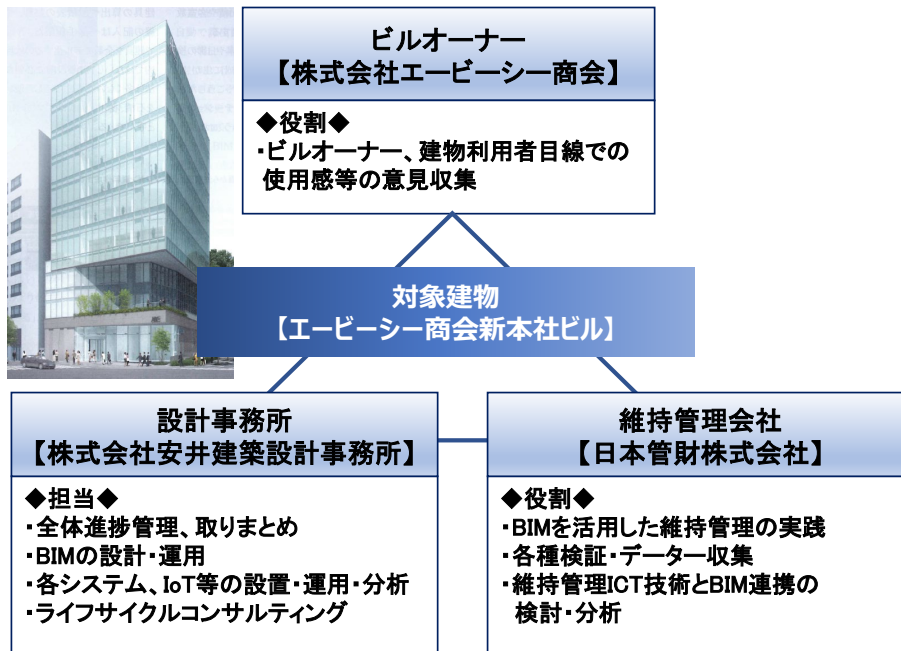


図 1-2-4 プロセスにおける担当・役割項目

(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

2-1.事業の目的

2-1-1.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。

2-1-2.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。

2-2.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・3 年度事業での取り組みを踏まえ、以下に示すテーマ毎に発注者メリットを時系列でコスト化し、年単位でのコストメリットを算出しながら効果検証を進める。
 - ① 日常の修繕業務の支援
日常的な維持管理業務において発注者の業務負荷低減
 - ② 計画的に行う修繕の支援
計画修繕の実施判断・周期見直し・コスト査定最適化
 - ③ 建物運用活用
建物に関連した情報、建物に絡めてビジュアル化すべき情報を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
 - ④ 建物情報の一元化
企業の経営資源としての価値向上
- ・ ①～④について、業務量・外注費等のコスト削減効果（時間・円）及び仕様最適化等による修繕費削減効果（時間・円）を算出する。
- ・ また、IoT センサーの計測値やヒアリング結果の分析による空調運用の改善提案等を行い、年間一次エネルギー量（kWh）を大幅に縮減する。

(2) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析

- ・ 令和 2・3 年度の事業で実施した課題分析の継続・深化を図り、発注者・建物利用者にとっての BIM 導入・活用によるメリットの継続的な分析・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。
 - ① 中長期視点
修繕コスト削減につながる BIM 活用方法を明確にし、修繕検討・実施時に最適な選択を可能とする仕組みを作っていく上での課題

② 短期的視点

付加価値的な活用によって発注者メリットを創出し、日常的な活用を目的とした建物運用のための仕組みを作っていく上での課題

③ 継続性担保

経営資産としての価値を創出していく上での課題

- ・ これら①～③の「発注者メリット」を主眼に置き、修繕情報の統合・判断ツールとしての「修繕・維持管理」、情報の可視化・運用改善としても「建物運用」の面等から具体的なユースケースを重視し、課題設定と分析を行う。

2-3.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がる必要がある。
- ・ 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。

2-4.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。

2-5.その他特記すべき事項

- ・ 令和 3 年度に引き続き、以下の 2 つの課題についても検証・深化を図る。
 - ① 建物運用や省エネ等、発注者・建物利用者に関与する情報としての活用
 - ② 経営資源の管理・運用のために役立つシステムとしての付加価値検討

(3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

3-1.令和4年度の検証・分析の方針

当事業では、昨年度より発注者（「自社開発・自社保有する企業不動産」と定義）にとって修繕・維持管理を主とした中長期的なメリットだけでは BIM の導入意欲につながらないと考え、短期的・日常活用的な価値として「建物運用」に関する視点を加え、この2つに取組を整理して検証を進めてきた。

今年度もこの方針を継承するものとし、特に課題となっていた短期的メリットの拡充を図るため、建物運用に関する検証を中心に行うものとする。

建物運用では昨年度検証の「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」を進展させ、BIM を活用したメタバース空間のためのモデルの整備及び活用方法について検証を行う。また「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」についても継続し、機能の追加・改善を行う。

修繕・維持管理においては、昨年度はビル管理会社の業務管理システムとの連携や、修繕傾向や耐用年数など、BIM を用いた“修繕情報の見える化”するための検証などを行った。今年度はその内容を踏まえて、発注者自らが建物の劣化状況を把握するための支援として、修繕判断のための指標やよりその確認方法について検証を行う。

以上を踏まえ、今年度の検証課題を表 3-1-1 のように整理した（「視点」の項には焦点とする発注者メリットを記載）。

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	視点
1	BIM を活用したメタバースによる建物運用の検証	【建物運用】 BIM から生成するモデル整備及びマテリアル整備フローの考察	短期的視点 継続性担保
		【建物運用】 BIM+点群から生成するバーチャルショールーム作成の検証	
		【建物運用】 BIM から展開するバーチャル空間の活用の考察	
2	BIM を用いた防災対策への活用検証（防災・避難体験）	【建物運用】 BIM を用いた体験型の火災+避難シミュレーションの作成及び試行検証	短期的視点
3	修繕・建物更新への確認・判断ツールの作成検証	【修繕・維持管理】 BIM と修繕・維持管理情報を連携表示する仕組みの検討・検証	中長期視点 継続性担保
4	BIM+PLATEAU を活用した光害シミュレーションの検証		短期的視点

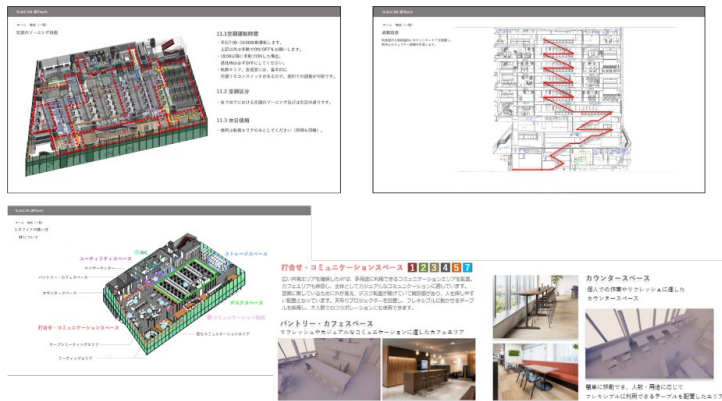
3-2.分析する課題1：BIMを活用したメタバースによる建物運用の検証

3-2-1.検討の方向性・目的

- ・ 昨年度の検証では、設計意図伝達のため BIM モデルを用いた建物利用説明の検討・検証を行っていたが、断面パースやアイソメ図など静止画的な活用にとどまっており、3D ならではのダイナミックな表現や利用者の操作に反応するインタラクティブな表現方法が課題となっていた。(図 3-2-1)
- ・ 昨今、3D バーチャル空間でのイベントや展示、コミュニケーションスペースとして運用など、メタバース市場でのビジネス展開が期待されていることも踏まえ、ゲームエンジンを活用して、BIM モデルをもとに、利用者が建物を仮想体験できる空間(メタバース空間)を作成する。また、インタラクティブに情報を享受・空間体験できるコンテンツを試行作成するとともに、BIM モデルによるメタバースへの活用の展望を探る。
- ・ 本検証では、BIM からメタバースへの展開・試行検証を行う上で、検討すべき項目を以下の3つに整理し、分析・検証を行う。
 - 【建物運用】BIM から生成するモデル整備及びマテリアル整備フローの考察
 - 【建物運用】BIM+点群から生成するバーチャルショールーム作成の検証
 - 【建物運用】BIM から展開するバーチャル空間の活用の考察

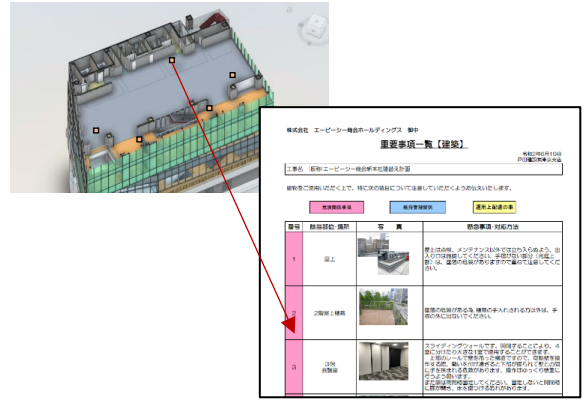
昨年度実施

BIMによる建物利用説明書(案)



3次元で表現すると分かり易い項目を優先して説明書を作成・検討

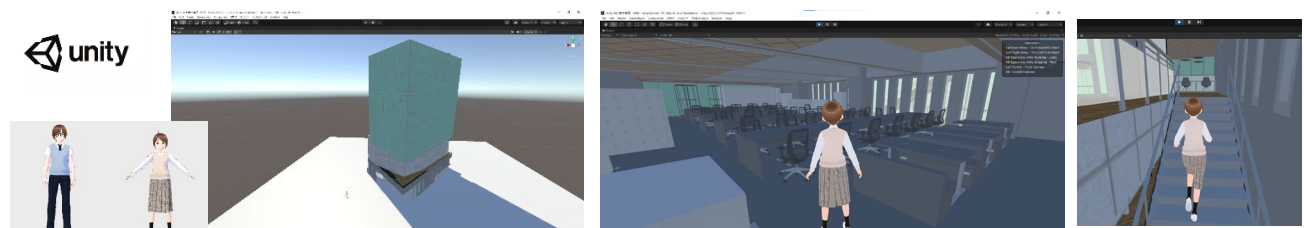
連携イメージ(今後の課題)



説明書として分けるのではなく、BIMモデルとの緩やかな連携が必要(今後検討が必要)

昨年度実施

ゲームエンジン活用した検証



ゲームエンジンを活用し、アバターによる第三者視点によって方向キーやマウスによる直感的な操作で空間体験する検証

図 3-2-1 【昨年度実施】設計者の意図を伝えるコンテンツの検証例

3-2-2 分析する課題1：【建物運用】BIM から生成するモデル整備及びマテリアル整備フローの考察 検討の方向性

- ・ 本検証では、設計・施工 BIM モデルからメタバース空間を作成するためのフローや手法、また BIM モデルに必要な整備作業について検討・考察する。

実施方法・体制

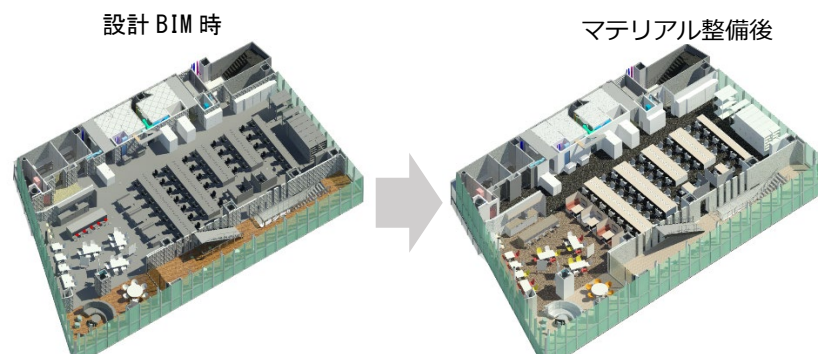
- ・ 設計 BIM である Revit のデータを変換し、ゲームエンジン(Unity)に読み込む前提で、メタバース空間として活用するために必要な修正・追加作業を確認する。
- ・ モデル整備を行う対象は基準階である 4F のオフィスとする。このフロアを“バーチャルオフィス”として活用することを想定した、モデルの要求品質の要件とする。
- ・ 材質の質感情報（テクスチャ）は本建物の工事監理段階で取りまとめたマテリアルボード、竣工写真、現地確認から仕上情報をもとに、Revit モデルのマテリアルとして整備する。（図 3-2-2）
- ・ 現実のオフィスと BIM で異なる部分（家具や什器、設計 BIM として簡易に作成されているモデルなど）は修正、または新たに作成して統合モデルに追加する。



図 3-2-2 マテリアル整備・データ統合

検証結果

- ・ バーチャルオフィスの作成として、以下の作業を行った。作成には7人工ほど要した。
 - ・ Revit 上で各モデルの詳細なマテリアル設定を行った。特に仕上げが明確なものについてはメーカーが Web で公開している画像テクスチャを使用した。（図 3-2-3）



・ 図 3-2-3 Revit でのマテリアル整備

- ・ バーチャル運用を目的としているため、Revit で設定したマテリアル、テクスチャデータを保持しつつ、ゲームエンジンに適した 3D モデルデータ形式に変換 (fbx, .dae) 調整を行った。また、レンダリング（環境設定）に影響する設定については Unity で設定を行い、バーチャルオフィスモデルを作成した。（図 3-2-4）



図 3-2-4 作成したバーチャルオフィスの内観イメージ

- 設計 BIM 上では便宜上簡易的に作成されているモデル（階段手摺、パーテーション等）は、供用時の状況と異なる部分があったため、目視で見える部分については一部修正を行った。
- この材料・モデル修正については項目を整理・リスト化して作成した。（表 3-2-1、参考資料 1）

表 3-2-1 バーチャルオフィスのモデル整備作業項目表 ※詳細は参考資料 1 に掲載

No	階	修正箇所	プロパティ名	タイプ	修正方法	テクスチャ名	テクスチャイメージ	備考
1	4		・(LW3)LGS-65+12.5+12.5両_端 (耐火)	壁	材料を設定	パールエレガントヘアライン		廊下側の壁
2	4		・RC150+FL10	床	材料を設定（木目の向きを微調整）	p_NFOK_N		廊下床
3	4		・RC165+OA285+TCa15 ラウンジ ・RC165+OA85+TC15+900 ラウンジ	床	床モデルを分割し、材料を設定	LX-2605		バンリ-床
4	4		・RC165+OA285+TCa15	床	床モデルを分割し、材料を設定	ID1103EP_rp		オフィス床
5	4		・RC150+FS10_トイレ (男子)	床	床モデルを分割し、材料を設定	リリウムシート アームストロング125-050		男子トイレ床
6	4		・RC150+FS10_トイレ	床	床モデルを分割し、材料を設定	bimdl_AMB-2058		女子トイレ床

- ・ モデルに材料（テクスチャや色）が設定されることで、空間全体のイメージ、位置情報や状況

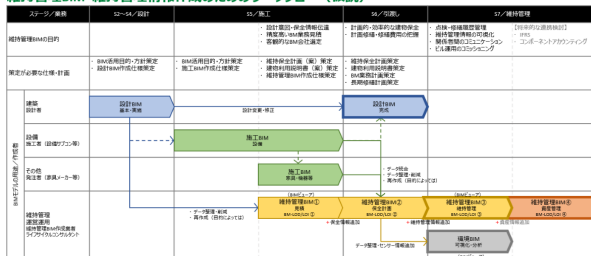
をより容易に把握できるようになった。

- ・ アバターで空間体験を試行した際、マテリアル整備検証前に比べて、リアルに空間体験に近く、発注者や一般の施設利用者に対しても、その建物の空間の説明等に活用できると考える。

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

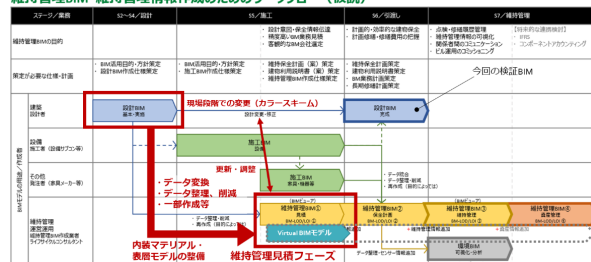
- ・ マテリアル設定は想定以上に作業が多く求められたが、要因として以下の理由が考えられる。
 - 設計・施工段階の成果物で求められる資料（図面）にはテキストチャによるリアルな表現を行う必要がなく、あまり適切に設定されていない。
 - 設計 BIM では仕上別にモデルを作成していなかったが、今回、マテリアル設定するにあたって、仕様上（仕上性能など）は同等のものでも、仕上別のモデルとして再作成が必要になり、その整備に想定以上の工数がかかるため。
- ・ そのため、実際の運用を考えるには、ワークフローの整理・検討が必要と考え、令和2年度の検証で作成した“維持管理 BIM・維持管理情報作成のためのワークフロー（仮説）”をもとに、マテリアル作成者、作成時のフェーズについて着目し、ワークフローのパターンを3案作成し、メリット・デメリットについて比較検討を行った。（図 3-2-5 参考資料 2, 表 3-2-2）

維持管理BIM・維持管理情報作成のためのワークフロー（仮説）



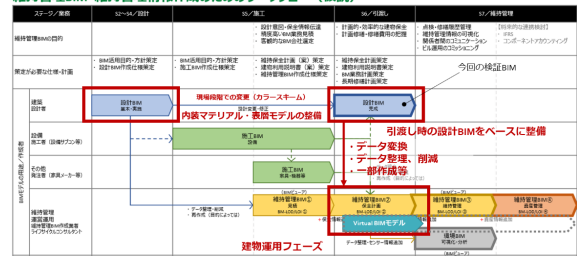
マテリアルの整備無し

維持管理BIM・維持管理情報作成のためのワークフロー（仮説）



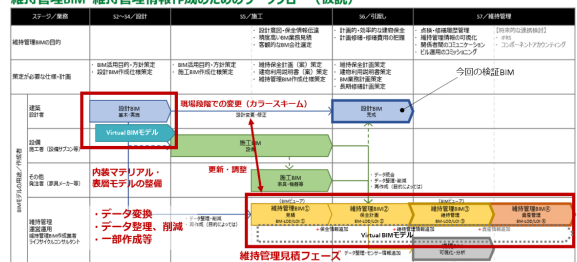
B 案：維持管理見積りフェーズでの整備

維持管理BIM・維持管理情報作成のためのワークフロー（仮説）



A 案：引き渡し時の設計 BIM をベースに整備

維持管理BIM・維持管理情報作成のためのワークフロー（仮説）



C 案：設計 BIM（基本・実施）段階での整備

図 3-2-5 マテリアル整備のワークフローの設定（※各図については参考資料 2 に掲載）

表 3-2-2 マテリアル整備の各ワークフローにおける比較検討表

仮説ワークフロー	マテリアル作成者	マテリアル作成のフェーズ			評価	
		設計	施工	維持管理	各案のメリット・デメリット	
A案	設計者	○	○	—	メリット	設計者、ライフサイクルコンサルへの負担軽減 維持管理まで設計者がデータを保有する為、データのやり取りの手間がない
	ライフサイクルコンサル	—	—	○	デメリット	C案に比べて見積り段階でマテリアル情報が確定ではない可能性あり
B案	設計者	—	—	—	メリット	マテリアル情報を活かした見積りの精度が向上する
	ライフサイクルコンサル	—	◎	△	デメリット	ライフサイクルコンサルへの負担が大きい 施工時の現場変更などにおいて設計者とライフサイクルコンサルでのデータなどのやり取りが発生
C案	設計者	◎	—	—	メリット	マテリアル情報を活かした見積りの精度が向上する
	ライフサイクルコンサル	—	△	△	デメリット	設計段階のフェーズにてマテリアル作業を完了設計者への負担が大きい 施工時の現場変更などにおいて設計者とライフサイクルコンサルでのデータなどのやり取りが発生
マテリアル無案	設計者	—	—	—	メリット	BIMにマテリアル情報を入れる手間等の短縮
	ライフサイクルコンサル	—	—	—	デメリット	仕上げの図面・BIM情報は従来と同じ

◎：業務量多 ○：業務量中 △：業務量少 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。

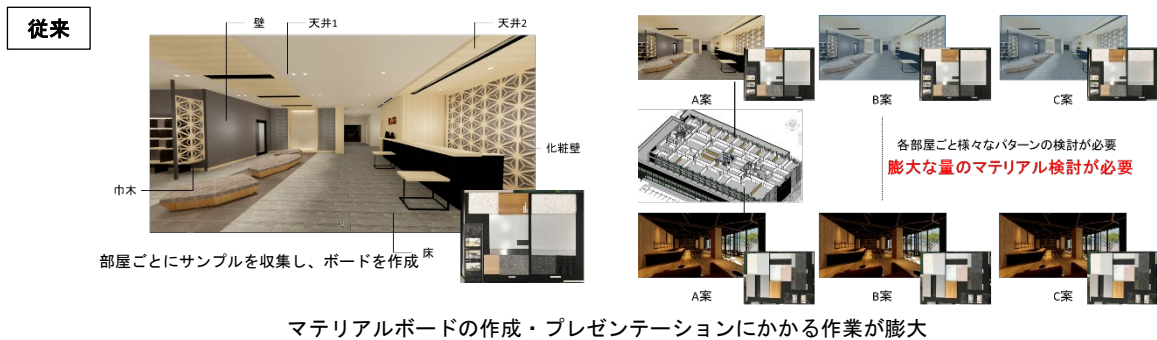
- 3案の中で、発注者に引渡し時の設計 BIM (竣工) 時にバーチャルモデルへのマテリアルを整備する案 (A 案) は、マテリアル整備の工数を設計段階と施工段階 (現場での決定) で作業を分けることができるため、現実的な運用フローであると考えられる。
- 特に A 案の場合、現場段階での仕上検討のために BIM を用いた質感のシミュレーションなどを積極的に活用することで、引き渡し時のマテリアル設定作業の効率化が期待できる (下記事例参照)。

【事例】：VR 上でリアルタイムに仕上を比較検討するプログラム

現場段階における仕上検討として、従来は仕上材のサンプルを収集し、ボードにまとめて発注者に説明を行うが、建物内の部屋ごとに、かつ複数案作成するため、膨大な検討が必要になる。この点を踏まえて、BIM によるシミュレーションによる代替可能性を検討するために、プログラム (Dynamo) で Revit と部屋ごとの仕上リストの Excel データを繋げ、仕上リストを更新することにより Revit のマテリアルを制御できる仕組みを開発した。

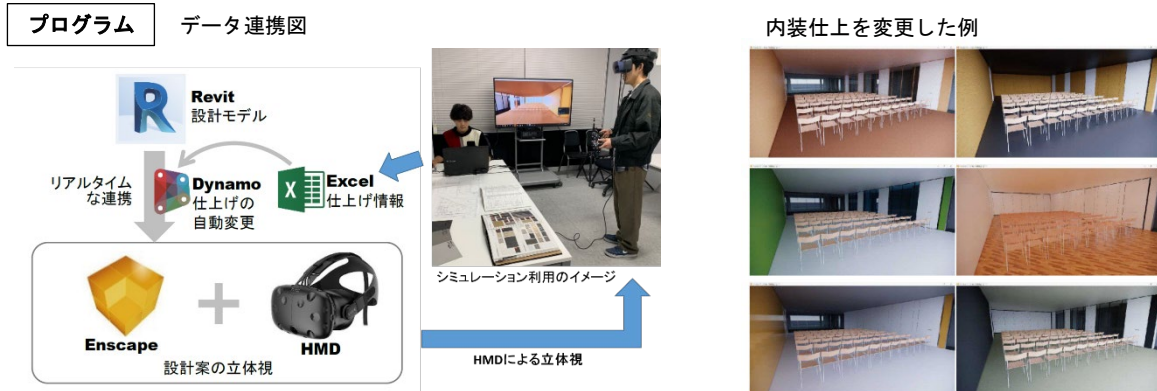
またこの Revit のモデルを Enscape と繋げ、HMD からリアルタイムのレンダリング結果を確認できるようにした。

(熊本大学大西研究室との共同研究)



マテリアルボードの作成・プレゼンテーションにかかる作業が膨大

※熊本大学大西研究室共同研究して作成したプログラム



仕上げ情報リストをもつ Excel-Dynamo-Enscape を連携させ、VR (HMD の立体視上) でリアルタイムに仕上を変更するプログラム

図 3-2-6 VR 上でリアルタイムに仕上を比較検討するプログラムについて

3-2-3. 分析する課題1：【建物運用】 BIM+点群から生成するバーチャルショールーム作成の検証

検討の方向性

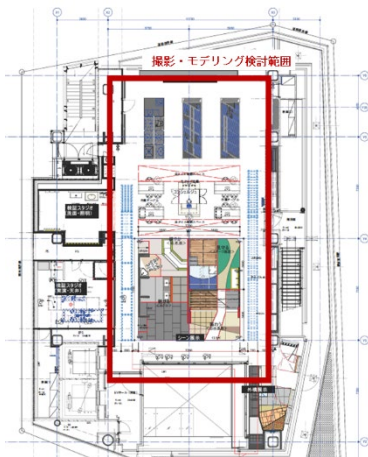
- ・ 発注者であるエービーシー商会は建材メーカーとしてショールーム（当建物の 2F～3F）を保有している。ショールームは、来訪者に対して商品説明などのコミュニケーションを必要とすることや、来訪者が展示物の情報を得ること、材質の質感に対する要求度が高いなど、メタバース空間検証の題材として適していると考え、Web 上で疑似体験できるショールームのモデル整備について検証を行う。
- ・ 展示物・内装デザインは設計とは別発注であったため、BIM モデルだけでなく、図面(CAD データ)や仕上・仕様等の詳細情報など部分的にしか資料が揃わなかった。図面がない状況でのモデル作成手法として、点群からのモデル生成について検証する。(図 3-2-7)



図 3-2-7 エービーシー商会の2階ショールームの展示

実施方法・体制

- ・ 2F のショールーム部分を対象に作成検証を行う。点群による作成範囲はショールームの展示物及び一部の内装とし、壁・床・天井などの建築部分、設備機器（現し）については BIM モデルを利用し、これらを統合してショールームを構成するものとする。
- ・ 点群を撮影する機材は高価であるため、今回はショールームの写真撮影し、その写真から点群を生成する手法を採用する。その後、点群からメッシュモデルに変換してモデル作成を行う。(図 3-2-8)
- ・ BIM モデルを利用する部分については、3-1-2 の検証と同様の手法にてマテリアルの整備を行う。



撮影時間は 5.5h
撮影枚数は 1 万枚以上
ルートを決めて、場所ごとに複数枚撮影
小物については別途個別に撮影

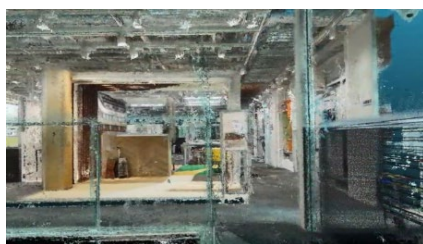


図 3-2-8 点群作成の対象範囲・展示モデルの点群生成について

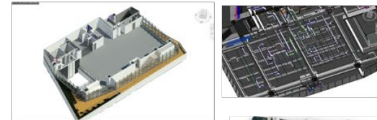
検証結果

- ・ バーチャルショールームは以下の方法で作成・統合した。
 - 壁、床、天井、設備機器等の Revit モデルと PLATEAU の周辺街区の 3D モデル、点群から生成・作成したショールームの内装モデルをゲームエンジン(Unity)上で統合・作成した。(図 3-2-9)
 - 点群で撮影していない部分は Revit で簡易的にモデルを作成した。
 - 点群から生成されるモデルの一部はデータを軽くするため、モデルを簡略に作成し、画像マッピングで細かい表現を行うようにした。

点群→3Dモデル（内装・什器）



BIM（建築+設備）



PLATEAU（周辺街区）



バーチャルショールームモデルの統合

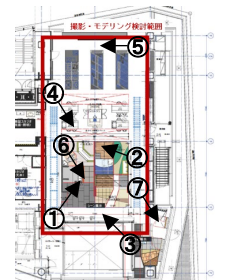
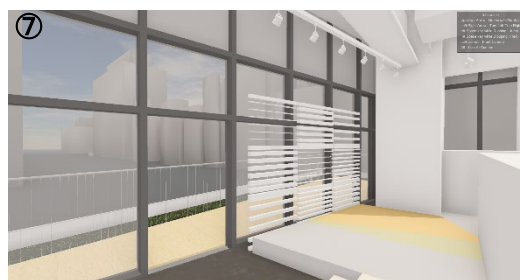
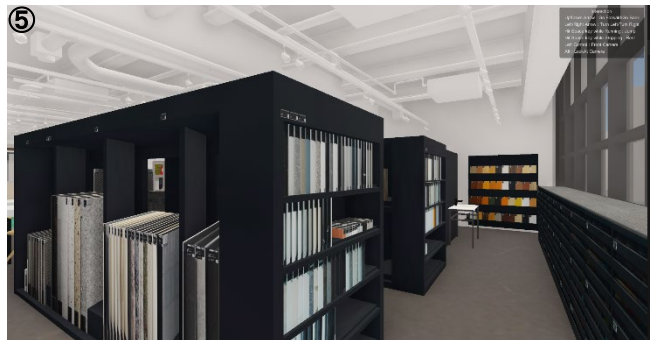
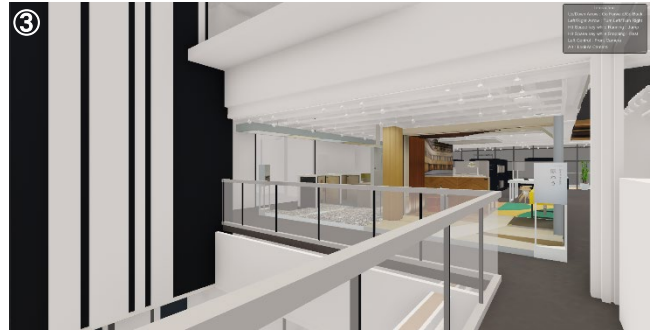


図 3-2-9 バーチャルショールームの作成・統合について

- ・ ショールームの天井部分は現しで、受け材、配管、照明等が入り組んでおり、重なるの部分については点群からのモデル作成が困難であったため、BIMモデルからの作成が有効であった。耐火被覆の現しなどは BIM モデルとして作成していないが、表現としてシンプルで見やすいものに仕上がった。（図 3-2-10）
- ・ ショールームの展示モデルは点群生成のための写真データをもとにテクスチャが設定されているため、展示物に記載してある文字や画像データまで確認でき、リアリティの高いモデルが効率的に作成できた。（図 3-2-11）

- ・ ショールームの展示内容は定期的にはリニューアルされるため、同様のフローで、点群部分のみ更新できれば効果的に活用できるため、継続的に運用できると考える。



図 3-2-10 バーチャルショールームの天井配管・照明について



図 3-2-11 文字や画像が確認できるモデル例

- ・ 写真撮影→点群生成による実測は、調査による実測と比較して短時間で作成なこと、測定し忘れなど人為的なミスが少ないなど、有効な手法であると考えられる。計測精度については数cm程度の誤差は発生するが、今回の用途（バーチャルショールームの作成）においては問題ないと判断した。
- ・ 点群からモデリングした範囲外については、携帯端末の LiDAR センサーから 3D モデルのスキャン（図 3-2-12）を行い、試行的にモデル構築への活用を検討した。点群の精度や一部欠損など課題は多く（アプリやサービスのプランによる）、直接モデル作成に活用することは困難であるが、参考程度に活用するには十分なものであり、これをもとに形状が確認できる程度の白モデルを Revit で作成をした。（図 3-2-13）将来的には、誰でも現地調査などで手軽なツールへの活用も期待できる。

iPhone 14 Pro にてライダーズキャン



Polycam

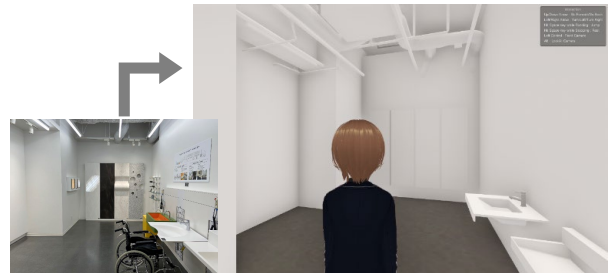


図 3-2-12 ライダーズキャンした例

図 3-2-13 形状が把握できる程度の白モデルの例

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

- ・ 点群の撮影は機材が高価かつ専門性が高いため、汎用的な手法と言い難い。同様に点群からのモデル化についても専門性が高く、今後点群からモデリングする効果的な手法の確立が必要と考える。
- ・ 前述のように、今回の手法は寸法精度ではまだ課題があるため、モデルの使用目的によっては注意が必要である。

3-2-4 分析する課題1：【建物運用】BIMから展開するバーチャル空間の活用の考察

検討の方向性

- 本検証では前検証で作成した“バーチャルショールーム”を用いて、バーチャル空間体験上でインタラクティブに商品の情報等を取得できる仕組みを一部作成・検証する。

実施方法・体制

- 以下の3つの項目に分けて検証を行う。
 - バーチャルショールームを説明体験できる機能の作成
現実のショールームでは表現が難しい、バーチャルならではの付加価値として展示の情報を取得する機能をUnity上でプログラム作成し、試行検証する。
 - VRによる没入したショールーム空間体験による有効性の検証
詳細なモデル、情報をリアル体験の検証として、HMDを用いて空間内をVR体験できるコンテンツを作成し、意見交換を行う。
 - 複数同時参加体験の効果検証
バーチャル空間での運用として、アバターの複数同時利用のオンライン機能を簡易的に作成し、Webシステム（teams）と併用しつつ、ショールームの説明や体験を試験的に検証する。
- 上記機能について試行・意見交換を行い、考察する。

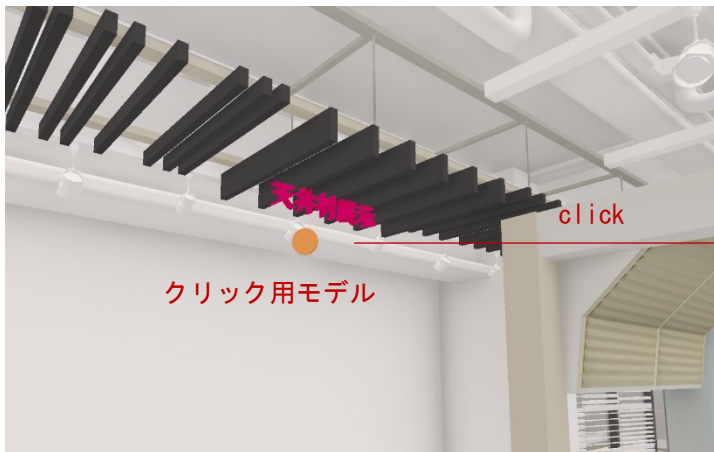
検証結果

バーチャルショールームを説明体験できる機能について

- バーチャルショールームを説明体験できる機能について、以下の機能を実装し、試行検証した。
 - アバターが説明ポイント内に入り込むと展示情報を説明するイベントが発生する機能（説明イベント）を実装した。（図3-2-14）
 - 一定の時間回転する（実際にはないモデルの表現）クリック用モデルの設定し、マウスの左クリックをすると必要情報のwebサイト先へのアクセスできる機能を実装した。（図3-2-15）
 - 3Dモデルに直接リンク設定、カタログ形状をしたクリック用の対象モデルを左クリックするとカタログ等資料（PDFデータ）を呼び出す機能を実装した。（図3-2-16）
- 現実のショールームでは取得できない文字や説明情報が確認でき、バーチャルならではのインタラクティブな情報発信による効果が見られた。
- 実際の活用について意見交換を行い、ショールームを訪問する前の事前確認、訪問後のサンプルの追確認、発注者がゲストを招いて行うメタバース空間におけるWeb会議の舞台としての活用、対外的な宣伝活動への活用などに期待できるとの意見が挙げられていた。また本検証では実施していないが、建物利用説明としての応用も期待できる。



図 3-2-14 説明イベント機能について

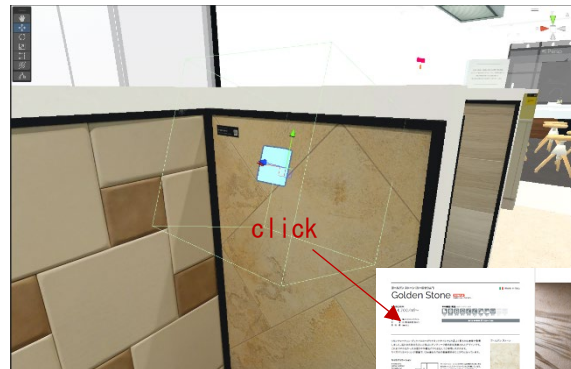


クリックすると対象の web ページを開く

図 3-2-15 web サイトへアクセスする機能について



3D モデルに直接リンクを設定した例



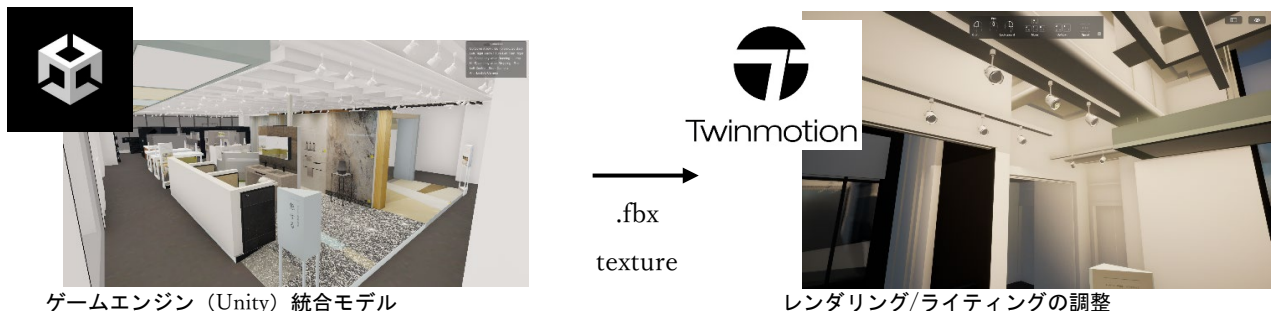
カタログ形状をしたクリック用モデル

カタログ・資料を呼出す

図 3-2-16 カタログ等と呼出す機能について

VR による没入したショールーム空間体験について (図 3-2-17,18)

- Unity で統合したモデルから書き出した形状データとテクスチャデータをレンダリングソフト (Twinmotion) に取り込み、ライティングの設定、一部点景 (人物等) の整備を行い、HMD による VR 体験の検証を行った。写真をもとに生成されたモデルのため、テクスチャの詳細まで確認でき、没入感が高いショールームの疑似体験ができた。
- 一方で、HMD 等機器の手配や PC 等の事前準備などにハードルがあるため、メタバース空間として、より簡易な共有方法を踏まえた整備の検討も必要である。



ゲームエンジン (Unity) 統合モデル

レンダリング/ライティングの調整

図 3-2-17 Twinmotion へデータ変換、整備について



図 3-2-18 Twinmotion のレンダリング画像、VR 体験例

複数同時参加体験について

- ・ 同期処理を行うことにより、複数同時利用機能をアバター変更機能、移動、モーシヨンの同期処理機能を試行実装した。(図 3-2-19)
- ・ Web システム (teams)と併用し、複数名で同時参加して、ショールームの説明や体験を試行した。(図 3-2-20)
- ・ オンラインだと直接同じものを見ての説明やモーシヨンによる表現ができ、モデル内を共有体験できるので、ショールームの商品・展示情報を多く確認できた。
- ・ ただし、モーシヨンやバーチャル空間での機能が事前に設定した条件に限られるため、モデルのリアル感が高いからこそ、現状の機能だけでは現実のコミュニケーションと比較して不足を感じるため、モーシヨンや機能の追加を行う必要がある。
- ・ オンラインの機能には、サーバの管理、オンタイムに参加してもらう集客条件が必要となる。そのため、イベント等を行うなどの運用が基本と考えられ、需要がある用途に限られると考える。

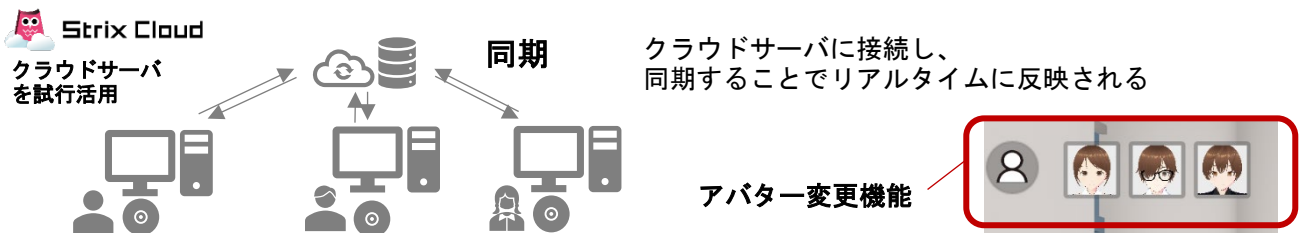


図 3-2-19 同期・アバター変更機能について



図 3-2-20 ショールームの説明体験をしている様子

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

- ・ 本検証では開発の都合上空間体験、商品の情報等を取得するに限られているが、3D モデルあるからこそ、モデルのプロパティ表示やハイライト表示、質感のリアルタイム変更など、まだ深堀りできる部分があると考ええる。

3-3.分析する課題2：BIMを用いた防災対策への活用検証（防災・避難体験）/BIMを用いた体験型の火災+避難シミュレーションの作成及び試行検証

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・体感に利用する仕組みを作成・検証を昨年度より行ってきた。（図 3-3-1）
- ・ 今年度では昨年度実施した避難訓練シミュレーションをより発展させ、現実の避難訓練では体験できない機能の追加検証を行う。

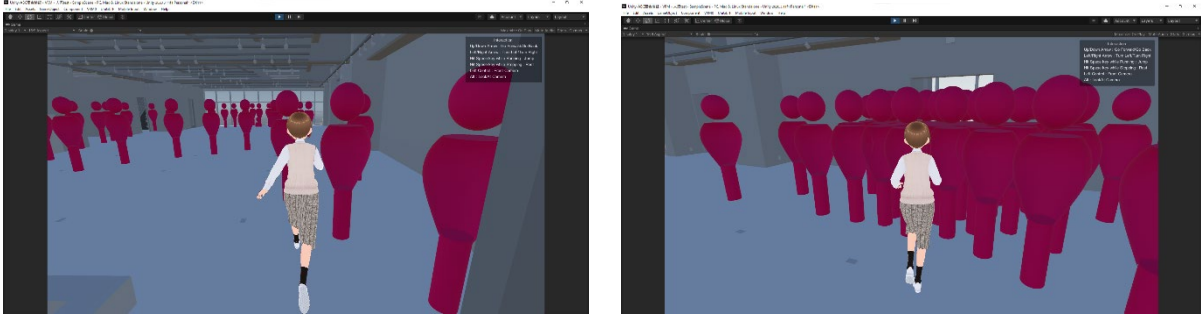


図 3-3-1 【令和3年度実施】避難訓練シミュレーション（開発中画面）

実施方法・体制

- ・ 火災を想定した避難時の体験として、以下の機能の追加を検討し、それら組み合わせたコンテンツを作成する。また意見交換から活用への評価・検証を行う。（図 3-3-2）
 - 煙が発生・室内に拡散していく状況の再現
 - 他の避難者が同時に避難している混雑状況の再現
 - 停電が発生し、非常用照明のみが点灯している照度下の状況を再現

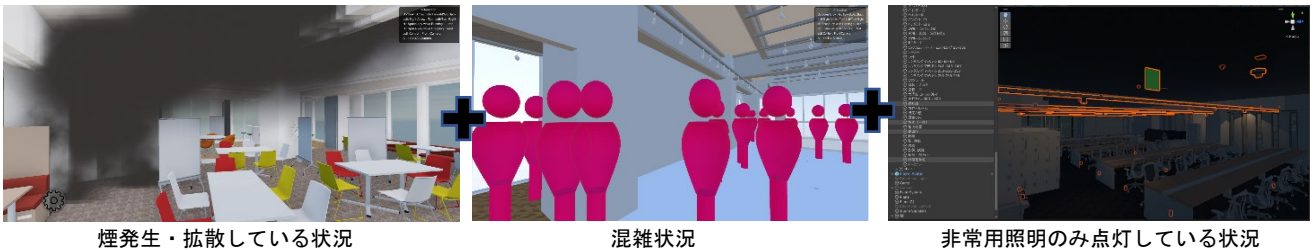


図 3-3-2 火災を想定した避難時の体験の機能項目について

検討結果

- ・ BIM モデル（Revit）からゲームエンジン（Unity）に取り込み、下記設定を行い、火災を想定した避難体験できるコンテンツを作成し、試行検証した。
（コンテンツの様子については参考資料3に掲載）
- ・ 煙が発生・室内に拡散していく状況の再現
 - 煙についてはUnity上のエフェクトを活用して、簡易的にビジュアルを作成した。そのため、実際の流動とは異なるところがあるため、煙の動きについては「建設省告示第1441号」の煙降下時間から算定し、天井から1.8mまで煙が落ちてくる時間を合わせて表現をした。（※この建物では機械排煙を採用しているため、実際の煙降下時間はもっと長い算定結果となるが、検証では機械排煙が作動しなかったものと想定して、有効排煙風量計算上は見込まない時間設定とした。）
（図 3-3-3）

建設省告示第 1441 号 階避難安全検証法による算出方法を定める件における煙降下時間算定方法を参考とする

$t_s = A_{room} \times (H_{room} - 1.8) / \text{Max}(V_s - V_e, 0.01) \rightarrow \text{約} 2.232 \text{ 分}$ (1.8m に達する煙降下時間)

A_{room}: 当該居室の床面積 390.98 m² H_{room}: 当該室の基準点からの平均天井高さ 2980mm

V_s: 煙等発生量 206.614 m³/分 V_e: 有効排煙量 0 m³/分 (実際は機械排煙により 390.98 m³/分)

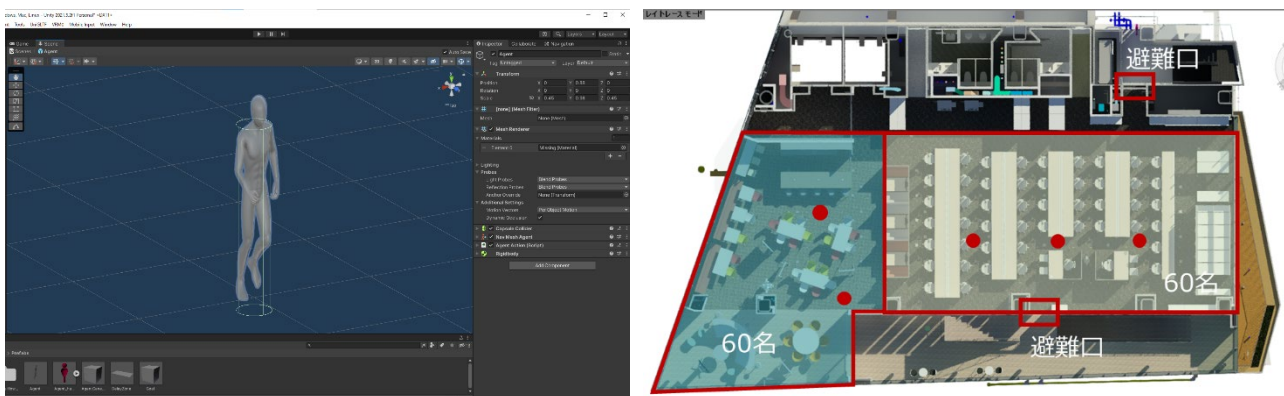
※実際は機械排煙があるため計算値は異なるが、あくまで仮に機械排煙がうまく作動しなかったとして、V_e=0 として算定
 ※上記の各値は検算して行ったものであり、実用には再度算定が必要



※煙の挙動はエフェクトを使用して簡易的に表現しており、実際とは異なります

図 3-3-3 煙降下時間を考慮した煙の拡散していく状況の再現

- 他の避難者が同時に避難している混雑状況の再現
 - 避難者 (AI エージェント) として、フロア内の席数に応じた人数を発生させ、移動時に走るモーションと避難口に向かって逃げる機能を実装した。(図 3-3-4)



走るモーションのある避難者 (AI エージェント) を作成

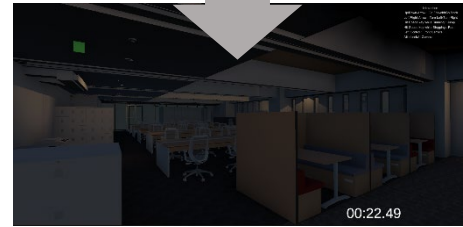
避難者の発生場所と人数を席数から設定

図 3-3-4 避難者の設定・機能について

- 停電が発生し、非常用照明のみが点灯している照度下の状況を再現
 - Unity 上で非常用照明点灯時のレンダリング、光環境設定を調整した。また、避難体験をスタートし、一定時間経過すると非常用照明に自動切換する機能を実装した。(図 3-3-5)



非常用照明点灯時のレンダリング・環境設定



非常用照明点灯に自動切換え

図 3-3-5 非常用照明の設定・自動切換えについて

- ・ その他、ユーザー体験型のコンテンツを考慮して、以下の機能を実装した。
 - Unity上で、別階で火災発生したと仮定して、一定の時間が経過すると自動で警報音が鳴る機能を実装した。
 - 避難状況を理解、避難時の注意点などの意図を伝えるために、避難でのサポートする文言を自動表示する機能を実装した。(図 3-3-6)
- ・ 発注者を交えて当事業のチーム内で意見交換を行い、煙や非常照明下、避難者がリアルになったことで、通常の避難訓練ではできない状況を体験でき、リモートでも防災訓練として活用できる、また煙が降下する恐怖感など、実際に生じる前に体験できるため、緊急時対応に活用できるなど意見があり、有効性が確認できた。
- ・ また、自分がどこにいるのか、避難階段がどこにあるのかわかるとよい、実際の避難時には、避難者は身を低くして逃げるのではなどの改善意見も得られた。

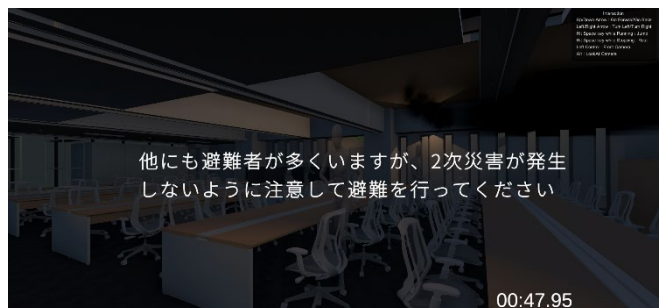
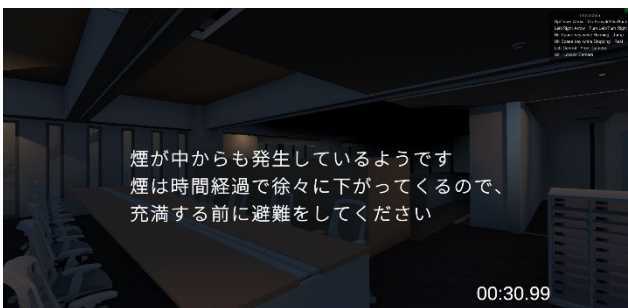
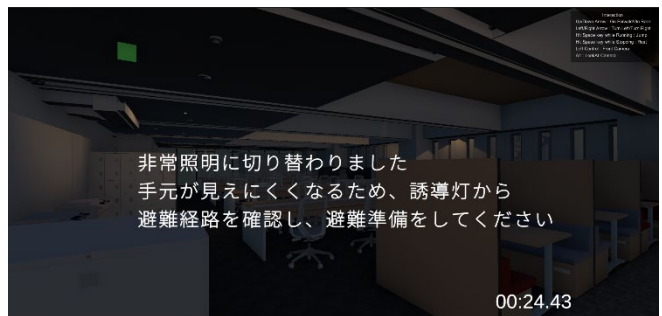


図 3-3-6 避難でのサポートする文言を自動表示について

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

- Unity へ取り込むと、Revit 上は属性（カテゴリ・タイプ名）別に管理・データを整理することができるが、Unity 上では各モデルはマテリアル名別にデータが分かれてしまい、属性別での管理が困難だった。そのため、それぞれに属性名のマテリアル名を作成、設定することで対応を行った。（図 3-3-7）

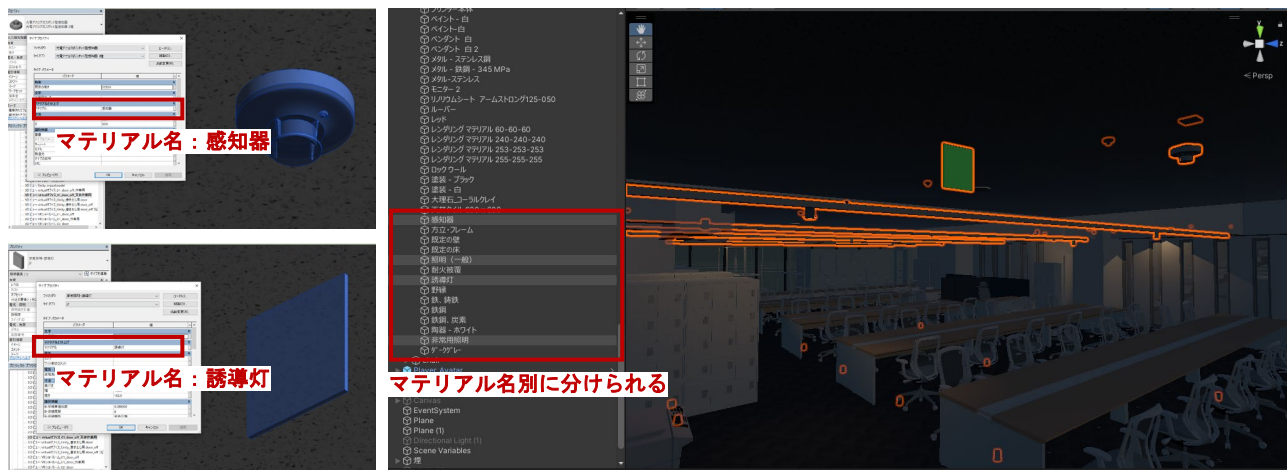


図 3-3-7 属性名のマテリアル名を設定

- 煙の気流の動きの把握、設定は Unity 上で困難だったため、本検証では Flowdesigner を用いて、風洞による気流の動きを確認し、その流動を参考にエフェクトによる煙の挙動を設定した。（図 3-3-8）

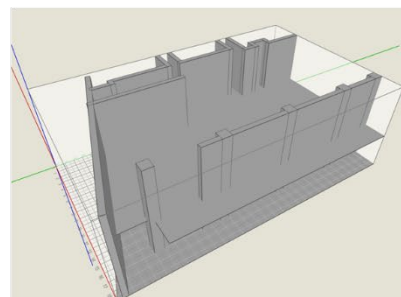


検証ソフト

- FlowDesigner2020

検証の設定値

- 煙の風速5m/s
- 火災発生場所温度1000°として設定



FlowDesignerにて検証に使用するフロア分のモデルを作成

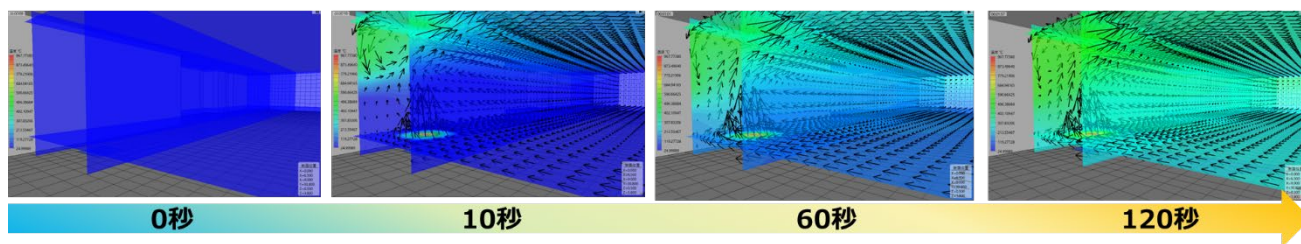


図 3-3-8 煙の流動の検討

3-4.分析する課題3：修繕・建物更新への確認・判断ツールの作成検証/【修繕・維持管理】BIMと修繕・維持管理情報を連携表示する仕組みの検討・検証

検討の方向性

- ・ 昨年度は発注者（＝自社開発の企業不動産）にわかりやすくの建物の状況を知ってもらうために、BIMを活用して修繕・維持管理情報を可視化する検証として、修繕履歴による問題傾向、設備機器等の耐用年数、運転時間の可視化の検証を行った。
- ・ 検証結果として一定の成果は得られたが、可視化された内容の分析には専門的な知識が必要であり、専門家ではない発注者が状況を的確に把握するのは難しいという点が課題であった。
- ・ 今年度はこの継続として、改めて発注者が修繕判断するための課題や要件の検討を行ったうえで、発注者がよりわかりやすく建物の劣化状況を把握し、修繕・更新の優先度判断を支援する仕組みを検証する。(図3-4-1)

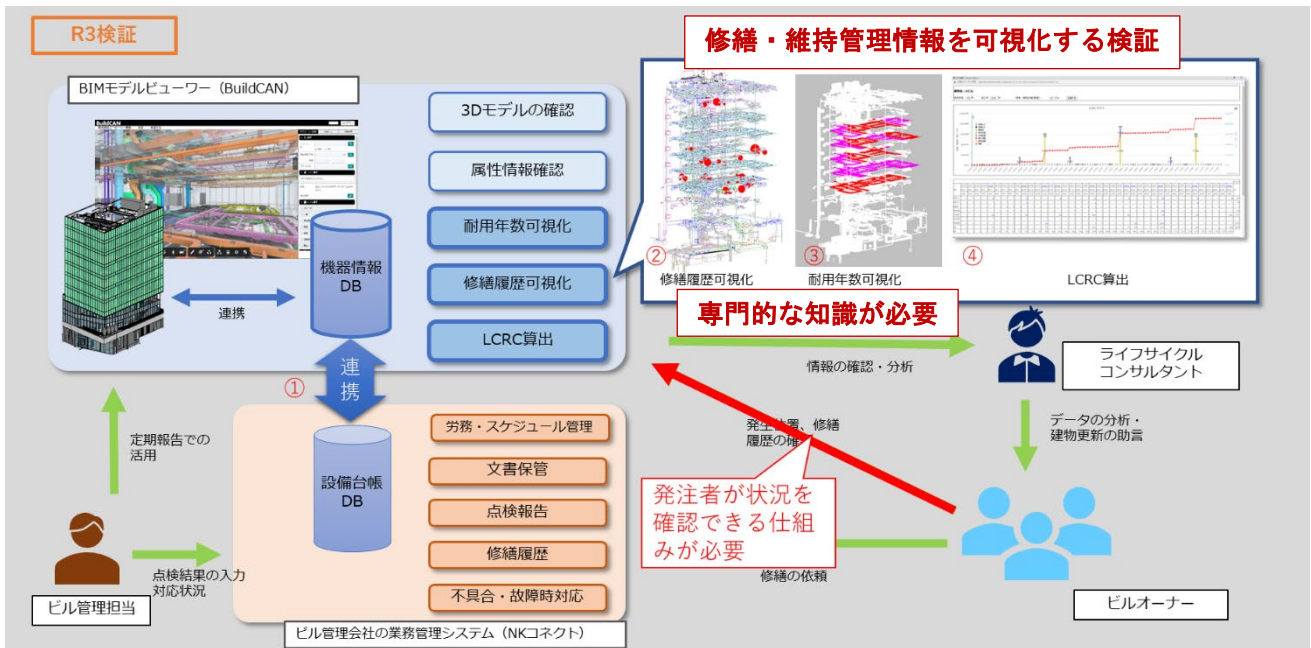


図3-4-1 昨年度実施 修繕・維持管理情報を可視化する検証

実施方法・体制

- ・ 発注者が主要部材・設備の更新を判断するための指標として、日本管財が作成した「経過年数による部材別優先度判定（以下、優先度判定）」を活用する。これは主要部位・設備ごとに過去の更新年数の実績を収集し、データベースとしてまとめ、そのうえで現在の各部位および設備について、現在の経過年数に応じて、データベース上の更新年数の集団のなかでどの位置に存するかを「偏差値」として表現したものである。偏差値が高いほど、実際更新された年数との乖離の度合いが大きく、更新優先度が高いとしている。(図3-4-2,参考資料4)
- ・ このデータベースとBIMを連携させ、3Dモデル上に修繕・更新が必要な状況を可視化させる。また発注者が使いやすい仕組みとしBIツールとの連携・表現を検証する。

「経過年数による部材別修繕優先度判定表」

		(実際の経過年数が不明なものは想定年数)					
		経過年数	更新推奨年数	偏差値	優先順位		
建築	防水	アスファルト防水(保護)	-	30	設置なし	設置なし	
		アスファルト防水(露出)	-	24	設置なし	設置なし	
		シート防水	-	24	設置なし	設置なし	
	外壁	漆喰防水	10	24	39.5	-	
		タイル	-	65	設置なし	設置なし	
		吹付	48	15	86.0	3	
		外壁目地	48	15	79.9	5	
		建具廻り	48	15	77.9	7	
	電気	キュービクル	屋内キュービクル	48	15, 20, 30	81.9	4
			屋外キュービクル	-	15, 20, 30	設置なし	設置なし
変圧器		変圧器(油入)	48	30	76.0	9	
		変圧器(モールド)	-	30	設置なし	設置なし	
		中央監視	中央監視装置	-	20	設置なし	設置なし
空調	空気調和機	エアハンドリングユニット	-	20	設置なし	設置なし	
		パッケージエアコン(空冷・水冷)	48	20	86.2	2	
	ヒートポンプ	ビルマルチエアコン(EHP・GHP)	35	20	73.7	10	
		ターボ冷凍機	-	20	設置なし	設置なし	
	冷熱源	チラーユニット	-	20	設置なし	設置なし	
		冷温水発生器	-	20	設置なし	設置なし	
		ヒートポンプチャラー	-	20	設置なし	設置なし	
	ボイラー	炉筒煙管ボイラー	-	25	設置なし	設置なし	
		セクションボイラー(鑄鉄製)	10	30	30.0	-	
	衛生	冷却塔	冷却塔	48	20	87.2	-
受水槽			-	25	設置なし	設置なし	
高架水槽		屋内受水槽	48	40	76.8	8	
		屋外高架水槽	48	25	79.9	6	
		屋外高架水槽	-	40	設置なし	設置なし	
搬送	昇降機	-	30	設置なし	設置なし		
	人荷用エレベータ	-	30	設置なし	設置なし		
防災	非常用発電機	-	30	設置なし	設置なし		
	屋外非常用発電機	35	30	64.5	11		
	防災監視	-	20	設置なし	設置なし		

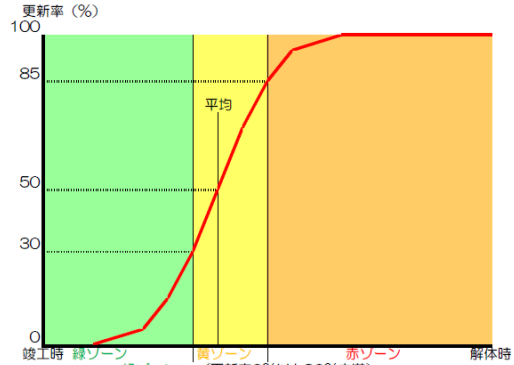
凡例

- (更新率0%以上30%未満)
- 劣化はあるが、すぐに手を打つ必要はなし (更新率30%以上85%未満)
- 劣化が進み、性能低下の可能性あり (更新率85%以上)
- 劣化がかなり進み、突発事故の可能性大 (即詳細診断の実施が必要)

優先順位は上記、赤ゾーンのうち、偏差値の大きな順に記載
 点検記録等に指標のあるものは記載の順位に関らず、更に優先度が高くなる。
 実際は、維持管理の良否により異なる部分もあるが、それらは考慮していない。

「施設劣化の判断基準」

主要部位および設備において、収集した修繕履歴のデータベースから、現在の各部位および設備について、現在の経過年数がデータベース上の更新年数の集団の中でどの位置に存在するかを『偏差値』として表しております。
 ※平均が50となり正規分布の場合60で概ね85%となります
 即ち、実際行われた更新時期がその建物にとって何らかの不都合や更新を行うに至った経緯が存在すると思われる、実際更新された年数との乖離の度合いが大きい程、優先度が高位に存すると推察でき、これを用い優先順位を決定しております。
 また、データベースの中で下記の様な3つのゾーン分けを行っており、偏差値欄左側のアイコンで各部位および設備の経過年数が、現在のゾーンであるかを表示しております。



- 緑ゾーン (更新率0%以上30%未満)
劣化はあるが、すぐに手を打つ必要はなし
- 黄ゾーン (更新率30%以上85%未満)
劣化が進み、性能低下の可能性あり (一次診断の実施を推奨)
- 赤ゾーン (更新率85%以上)
劣化がかなり進み、突発事故の可能性大 (即詳細診断の実施が必要)

(注)
 なお、実際の修繕工事の実施にあたっては、必ずしも物理的劣化による更新のみではなく、経済的陳腐化や関連性のある工事との同時施工が合理的である場合等も少なからず存する事に留意が必要であるが、本判断に当たっては、修繕履歴より物理的劣化要因によるものを抽出することは不可能なため、特別な考慮は行っていない。

図 3-4-2 経過年数による部材別優先度判定 (※拡大図を参考資料 4 に掲載)

検討結果

- ・ BIM から形状・属性情報を BI ツールに取り込み、優先度判定のデータベースと連携・表示する仕組みを試行作成した。連携に当たっての詳細については以下に示す。
 - Revit データを Proving Ground の”Tracer” と呼ばれる Revit のアドインツールを用いて、モデル形状をメッシュのデータ形式にし、その属性情報を合わせたデータをデータベース形式で出力をした。そのデータベースを PowerBI に取り込むことで、属性情報と 3D モデルの情報を PowerBI 上で管理できるようにした。(図 3-4-3)
 - 上記とは別に、エービーシー商会本社ビルにおける優先度判定に対応する対象リストを整理した。そのリストから、連携用のデータシートを作成し、同様の PowerBI に取り込み、データ更新・反映に対応できるようにした。(図 3-4-4)
 - さらに、BIM(Revit)のモデルにはパラメータに優先度判定項目と経過年数を設定し、連携用データシートの「対象」とデータをつなぎ、PowerBI 上で、BIM(Revit)モデルの「Element ID」パラメータをキーとしてそれぞれのデータをリレーション連携させた。(図 3-4-5)

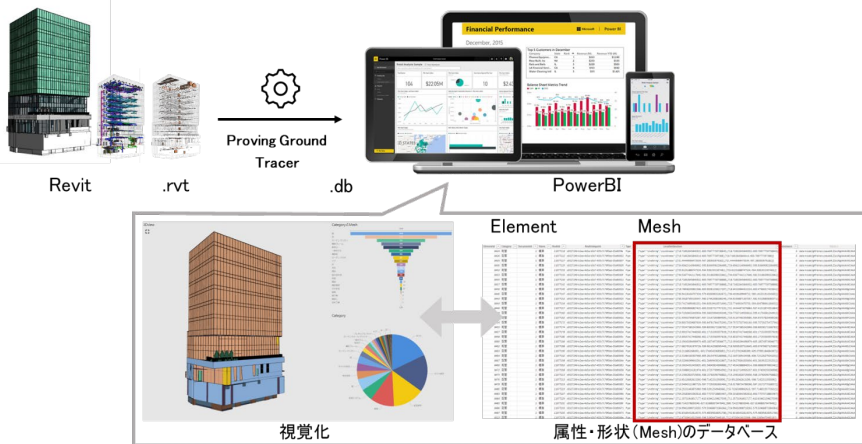


図 3-4-3 BIM(Revit)から BI (PowerBI)ツールへの取込み・管理について

主要部位・設備		経過年数 (仮設定)
防水	アスファルト防水 (保護)	40
	アスファルト防水 (露出)	-
	シート防水	-
外壁	タイル	40
	外壁塗装	-
	建具廻り	-
キュービクル	屋外キュービクル	-
	屋内キュービクル	40
電気	配電盤 (屋内)	-
	配電盤 (屋外)	-
中央監視	中央監視装置	40
	空調制御機	-
パッケージエアコン	パッケージエアコン (冷房・温水)	-
	ビルマルチエアコン (冷房・温水)	40
空調	ターボ冷凍機	-
	冷却塔ユニット	-
	冷凍機本体	-
	ヒートポンプユニット	-
ボイラー	ボイラー本体	-
	セグメンタルボイラー (積炭型)	-
衛生	便所	-
	洗面台	40
給送	エレベーター	-
	エレベーター	40
防災	非常用照明機	-
	非常用発電機	40

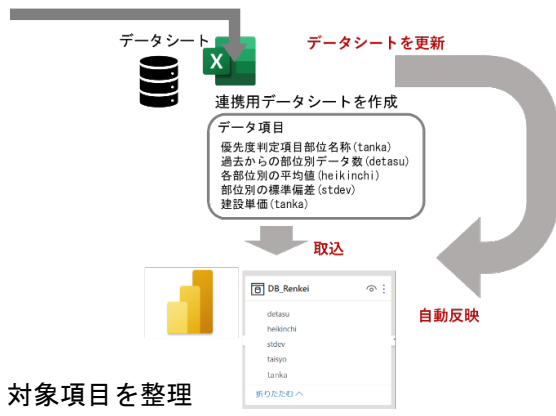


図 3-4-4 対象項目の整理とデータシートによる更新・連携

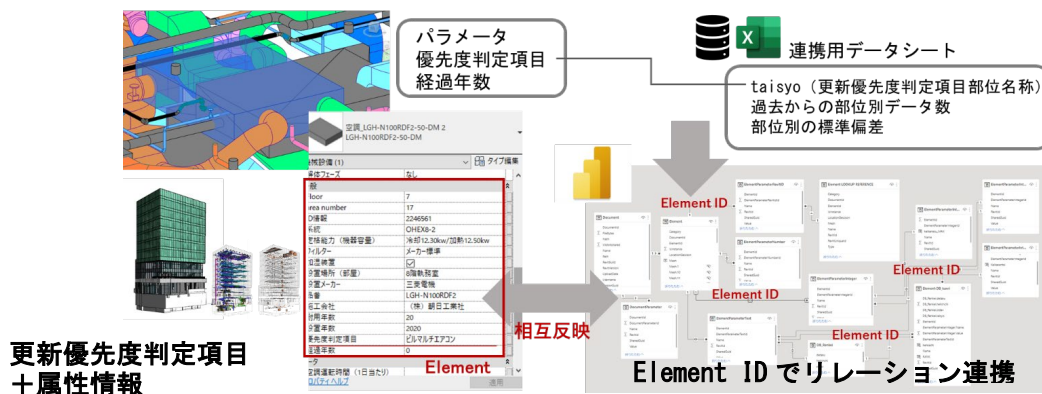


図 3-4-5 Element ID をキーとしてリレーション連携

- 上記から、更新時期の優先度判断する仕組みと BIM モデル (形状情報) を連携する「優先度判定ダッシュボード」を試行作成した。下図 (図 3-4-6) は竣工時から経過年数を仮に 20 年とした場合として表示している。

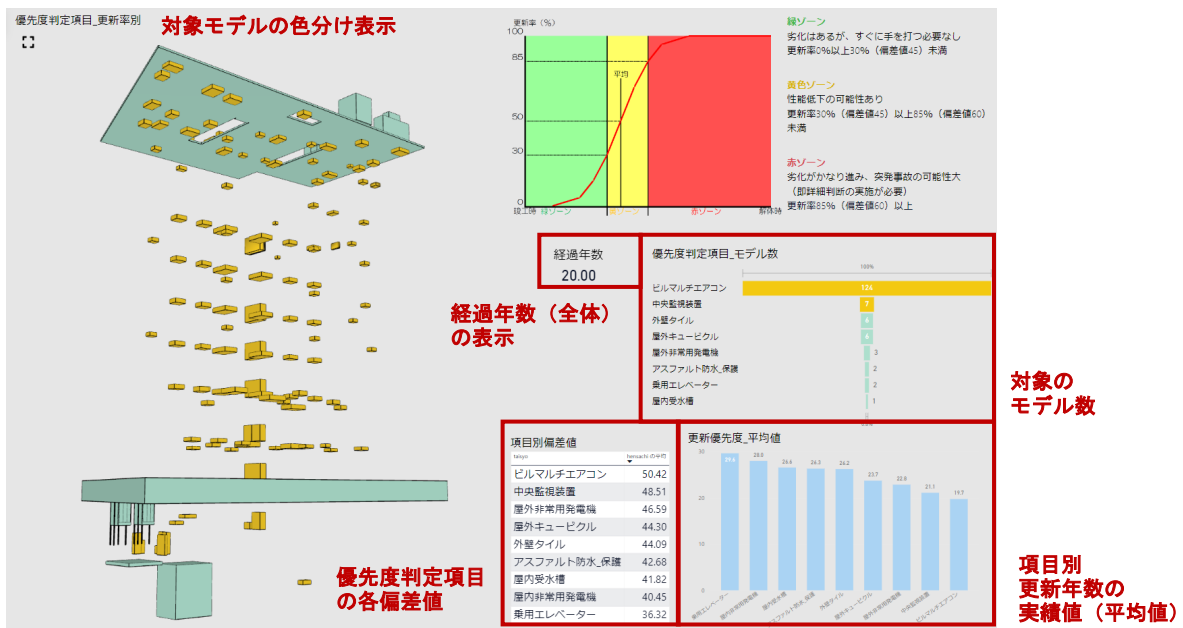


図 3-4-6 更新優先度判定ダッシュボードについて

- 今回の作成したダッシュボードでは、複数の情報が同時に閲覧できる。また表示の切り替えをすることで、昨年度検証した耐用年数や1日辺りの系統空調運転時間ごとの色分け表示が確認できる。そのため、様々な視点で比較できるようになり、現状の建物状況や傾向をより把握しやすくなったと考える。(図 3-4-9)

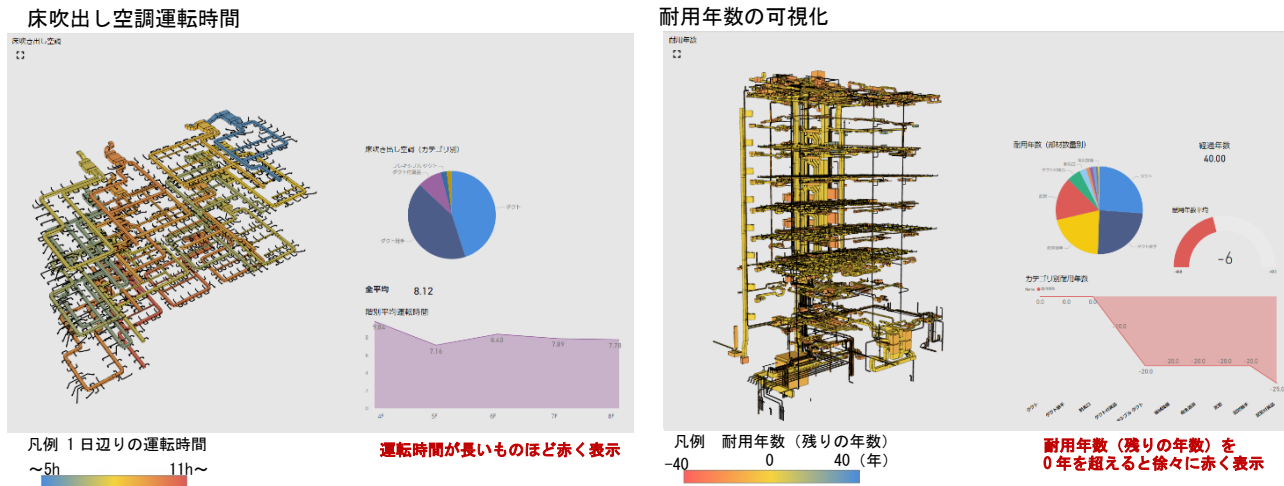


図 3-4-9 床吹き出し空調運転時間、耐用年数の可視化イメージ

- 経過年数による部材別修繕優先度判定は、発注者にとって、専門知識がなくても比較的理解がしやすく、また単に耐用年数だけではなく経済合理性に基づいているので納得感がある。この内容を BIM の情報と BI ツールを連携させることで、修繕・維持管理の情報を一覧して確認で来ることで、経年・経過年数による更新対象機器が把握でき、発注者にとって分かりやすく、優先的に更新すべき機器等の判断支援に活用できると考える。(図 3-4-10)

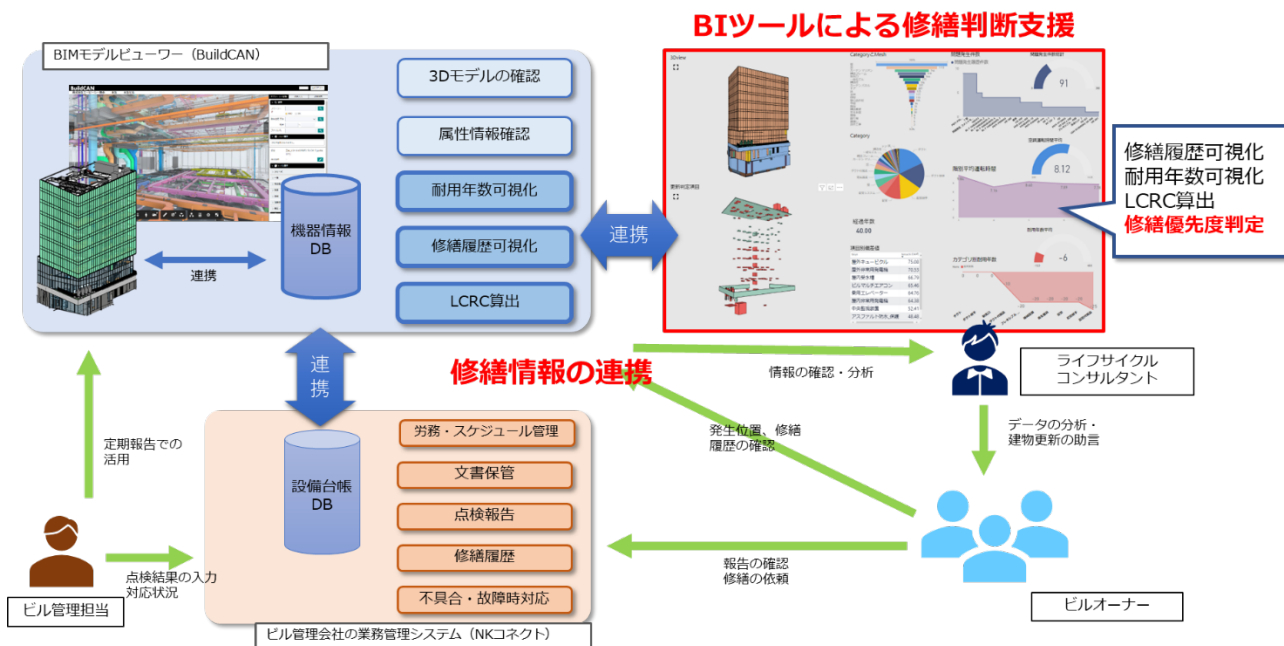


図 3-4-10 BI ツールを活用した修繕情報の連携イメージ

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

- ・ 修繕優先度判定のバックデータである修繕周期データについて、本来は類似用途・同規模のものをサンプリングしたものを使用すべきだが、十分なサンプルがなかったため、今回はランダムに抽出したデータを使用している。今後、データを蓄積などから、精度を上げていく必要がある。
- ・ 令和2年度の検証（維持管理 BIM②（保全計画）による LCRC 算出の検証）で設定した更新時に必要な単価から更新費用を算出しようとしたが、Revit で作成しているモデルの単位と単価で集計する単位が異なるため（mと㎡など）、単純にモデル数×単価をしてしまうと間違った費用算出になってしまい困難だった。本検証では行えなかったが、単価の単位が異なるものをそれぞれ分けて算出する仕組みを作ることで、更新に必要な単価も算出ができると考える。（キュービクルは1つにする等）

3-5.分析する課題4：BIM+PLATEAUを活用した光害シミュレーションの検証

検討の方向性

- ・ 設計段階では想定できなかった問題発生などが竣工後生じる場合がある。本建物では、自然換気フラッパー窓におけるガラスが太陽光に反射することで隣接するホテルの室内に光害が発生する相談があった。その問題については、竣工後対応として自然換気フラッパー窓のガラスをシートで被うことで対応を行った。(図 3-5-1)
- ・ 今後、同様の問題が生じないように、竣工建物の周辺を考慮した分析が設計段階上でも必要であり、その対策分析方法として BIM による光害シミュレーションを行うことで、事前に問題を把握し、確認できるのかについて分析・検証を行う。

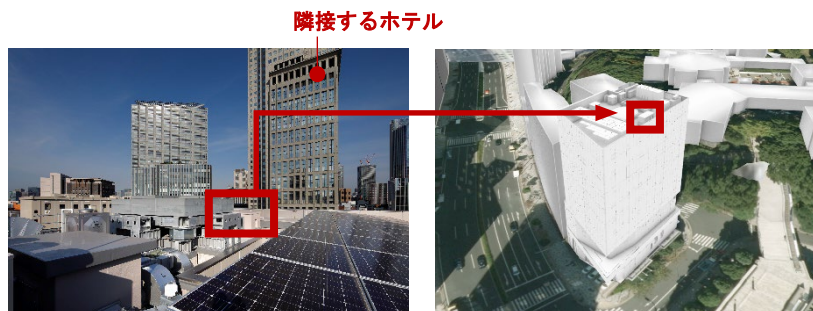


図 3-5-1 対象の自然換気フラッパー窓

実施方法・体制

- ・ シミュレーションに必要なモデルとして、PLATEAU による周辺街区の 3D モデル (FBX)、国土地理院の地形データ (OBJ) と BIM モデル (Revit→FBX) を Rhinoceros 上で統合する。(図 3-5-2)

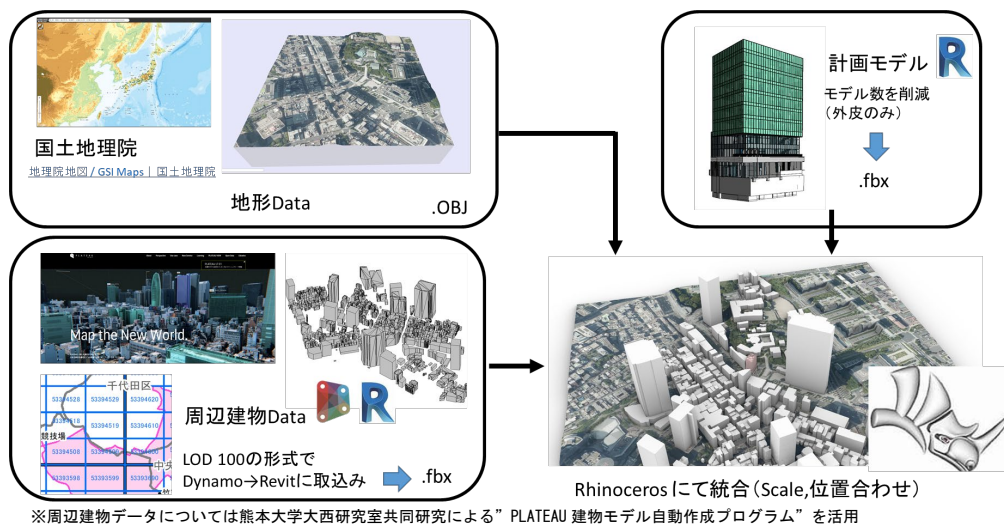


図 3-5-2 解析モデル構築フロー

- ・ Honeybee-Radiance を用いて、光環境解析を行う。
- ・ 環境解析の対象日時は不具合報告登録日の 02/09 として設定、東京千代田区の気象データを用いて、解析を行う。
- ・ 反射解析対象物の自然換気フラッパー窓は Grasshopper で角度入力によって開閉できるように設定し、反射対象として透過率は 0 として設定、そのほかの周辺モデル、地盤モデルは反射光を受ける対象

物として設定し、解析を行う。(図 3-5-3)

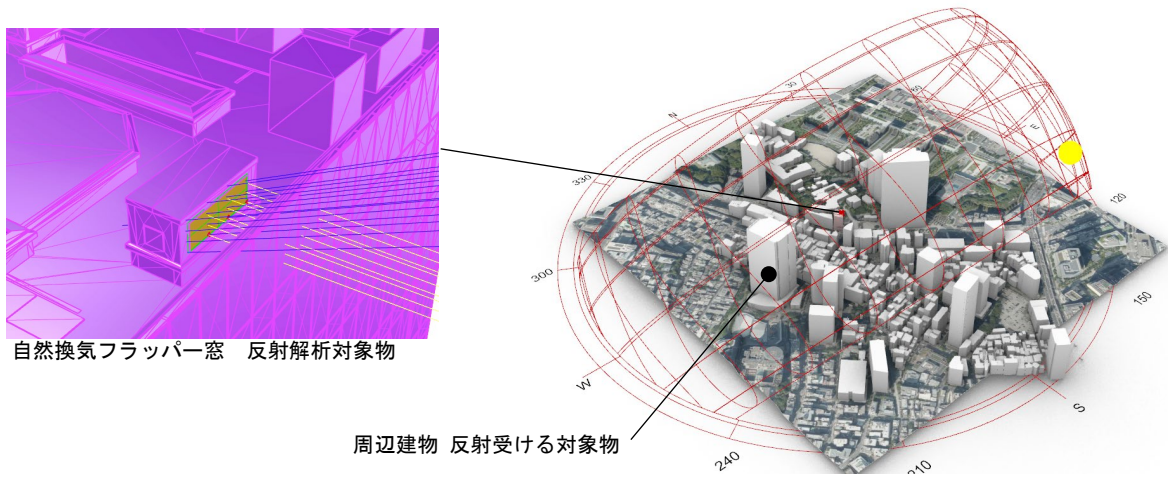


図 3-5-3 解析対象・反射を受ける対象設定について

検討結果

- 1日の反射シミュレーションの状況を可視化することができた。その際に、フラッパー窓の開閉角度を -30° として仮設定すると、対象のホテルに09:00-11:00の間で光の反射が見られた。特に、10:00を対象にフラッパー窓の開閉角度の変化も合わせて確認すると、開閉角度 $-35^\circ \sim -10^\circ$ のほとんどの範囲で光害が生じていることが見られた。(図 3-5-4,5)



図 3-5-4 1時間ごとの反射状況及び対象建物への光反射について

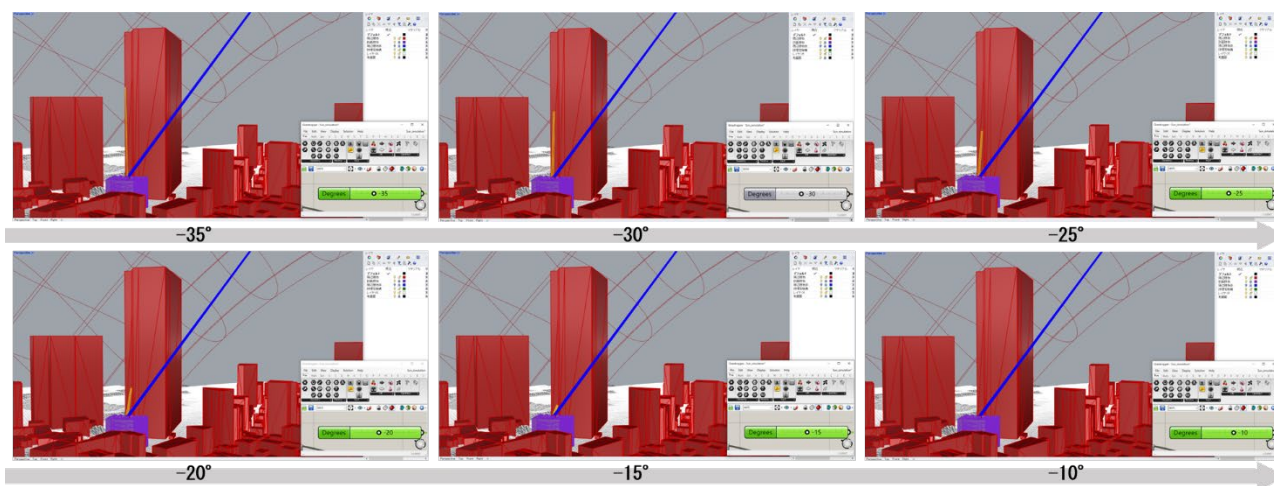


図 3-5-5 自然換気フラッパー窓-35°~-10°の開閉角度における反射状況

- ・ BIM や PLATEAU のモデルを用いて、Rhinceros と Grasshopper でシミュレーションを行うことで、事前に問題を把握し、解決できることがわかった。

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

- ・ 本検証ではモデルのデータ量の影響により、PLATEAU の周辺建物は LOD1 のテクスチャがないモデルでの検討とした。また、周辺モデルが一部分かれてしまうため、一部は目視によりボリュームを作成した。PC スペックにも影響されるが、テクスチャ・窓の位置をより光害が生じたエリアの確認検討することは可能であると考ええる。

3-6. 事業を一貫した課題分析等の結果のまとめ

当グループが3年間の事業で取り組んだ「BIMデータの活用・連係に伴う課題の分析等」のタイトル一覧は表3-6-1のようになる。

(令和2年度、3年度の取組概要については参考資料5参照)

表3-6-1 BIMデータの活用・連係に伴う課題の分析等 各年度のタイトル一覧

令和2年度		令和3年度		令和4年度	
A-1	設計 BIM を活用した維持管理 BIM の作成業務における、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～維持管理 BIM①（見積）	B-1	【修繕・維持管理】BIM モデル整備の検証	C-1	BIM を活用したメタベースによる建物運用の検証
A-2	設計 BIM を活用した維持管理 BIM の作成業務における、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～維持管理 BIM②（保全計画）	B-2	【修繕・維持管理】LCRC(生涯修繕費用)算出の精度向上	C-2	BIM を用いた防災対策への活用検証（防災・避難体験）
A-3	設計 BIM を活用した維持管理 BIM の作成業務における、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～維持管理 BIM③（維持管理）	B-3	維持管理 BIM に求められるモデルの整理	C-3	修繕・建物更新への確認・判断ツールの作成検証
A-4	標準ワークフローに沿った、設計 BIM や施工 BIM、維持管理 BIM の関係者間の適正なデータ連携手法の課題分析	B-4	【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	C-4	BIM+PLATEAU を活用した光害シミュレーションの検証
A-5	上記課題に係る BIM 実行計画 (BEP) 又は BIM 発注者情報要件 (EIR) の標準的なあり方の検討等	B-5	【修繕・維持管理】修繕履歴による問題発生傾向、耐用年数、運転時間可視化による設備更新のアドバイス		
A-6	ビル管理会社の作業管理システムと BIM データとの一体運用における、情報セキュリティに配慮したデータの受け渡し方法	B-6	【建物運用】検討する対象の抽出		
A-7	BIM に蓄積されるデータを修繕計画の進捗管理や実施周期等の判断に活用するための分析方法	B-7	【建物運用】環境センサーによる空調運用のアドバイス		
A-8	快適性や省エネ等の利用者に役立つ情報としての活用	B-8	【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		
A-9	経営資源の管理・運用に役立つツールとしての付加価値	B-9	【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の検討・検証		

年度によってタイトルのつけ方が若干異なる、年度にまたがって行っている検証もあり、内容ごとに整理するとおおよそ以下の表のようになる。

表 3-6-2 検証内容の整理

大項目	中項目	実施年度		
		R2	R3	R4
修繕・維持管理	ビル管理会社の見積作成時の BIM 活用に関する検証	○	-	-
	BIM からの LCRC(生涯修繕費用)算出	○	○	-
	BIM とビル管理業務システムとの連携	○	○	-
	BIM を活用した“修繕情報の見える化”		○	○
建物運用	環境センサーによる空調運用のアドバイス	○	○	△
	BIM を活用したメタバースによる建物運用の検証	-	○	○
	ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーション	-	○	○
BIM モデル整備	上記項目の実践に必要な BIM モデルの整備	○	○	○
その他	BEP・EIR の検討	○	○	○
	維持管理 BIM④ (資産管理)	△	-	-
	BIM+PLATEAU を活用した光害シミュレーションの検証		-	○

3-1 で述べたとおり、当グループでは発注者が BIM の導入を決断するためには修繕・維持管理を主とした中長期的な価値と建物運用を主とした短期的・日常活用的な価値の双方の実現が重要であるという仮説をもとに取組を行ってきたため、まとめについてもこの視点から整理していく。

修繕・維持管理に関する取組

【令和 2 年度】

当事業では維持管理・運用 BIM は目的によって要件が異なるという仮説から、ワークフローに沿って「①見積」「②保全計画」「③維持管理」「④資産管理」の 4 段階に分けて考えた ([A-4])。修繕・維持管理としては、ビル管理会社の見積作成時の BIM 活用に関する検証や BIM からの LCRC(生涯修繕費用)算出などについて検証を進め ([A-2、A-3、A-6、A-7])、徐々に維持管理・運用段階における BIM 活用をかたちづくりながら、それによる発注者メリットについても議論を重ねてきた。

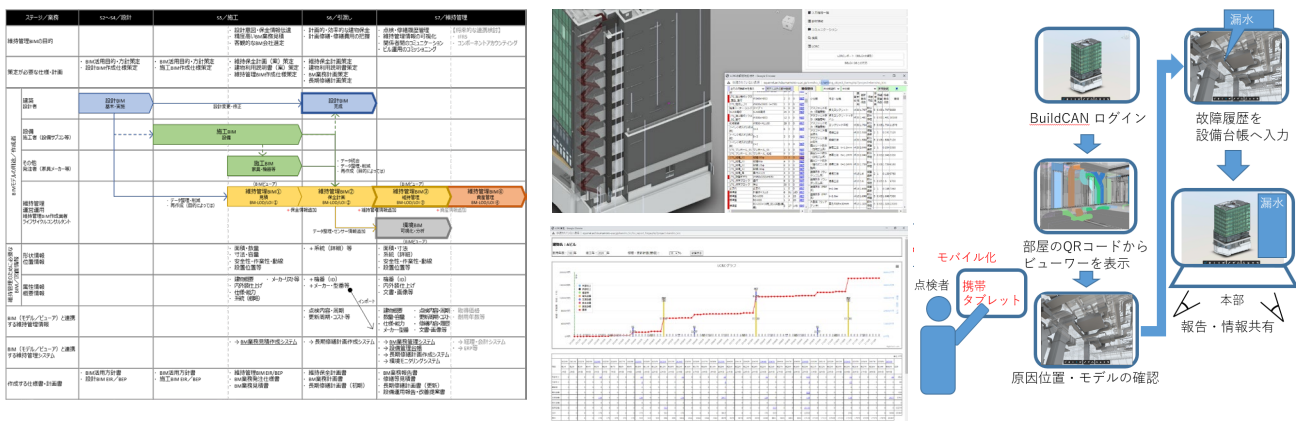


図 3-6-1 「修繕・維持管理」令和 2 年度検証内容

【令和3年度】

令和2年度の検証で得られた仮説として、発注者＝自社開発の企業不動産とした場合、会社の窓口として総務系部門が窓口を担当することが多いが、修繕・維持管理の専任・専門家でないこのような立場の人にとって、修繕・維持管理を能動的に対応することが難しい、そもそも関心が少ないといったケースが多いと考えられる。令和3年度はそのことを踏まえ、発注者にとってわかりやすく、参画しやすい仕組みとなるよう、BIMを修繕情報の統合・判断支援のためのツールとして活用できないかということ念頭に、基幹としてビル管理会社の業務管理システムとの連携（[B-4]）、中央監視システムとの連携を行い、BIMに情報を統合して“修繕情報見える化”に取り組んだ（[B-5]）。

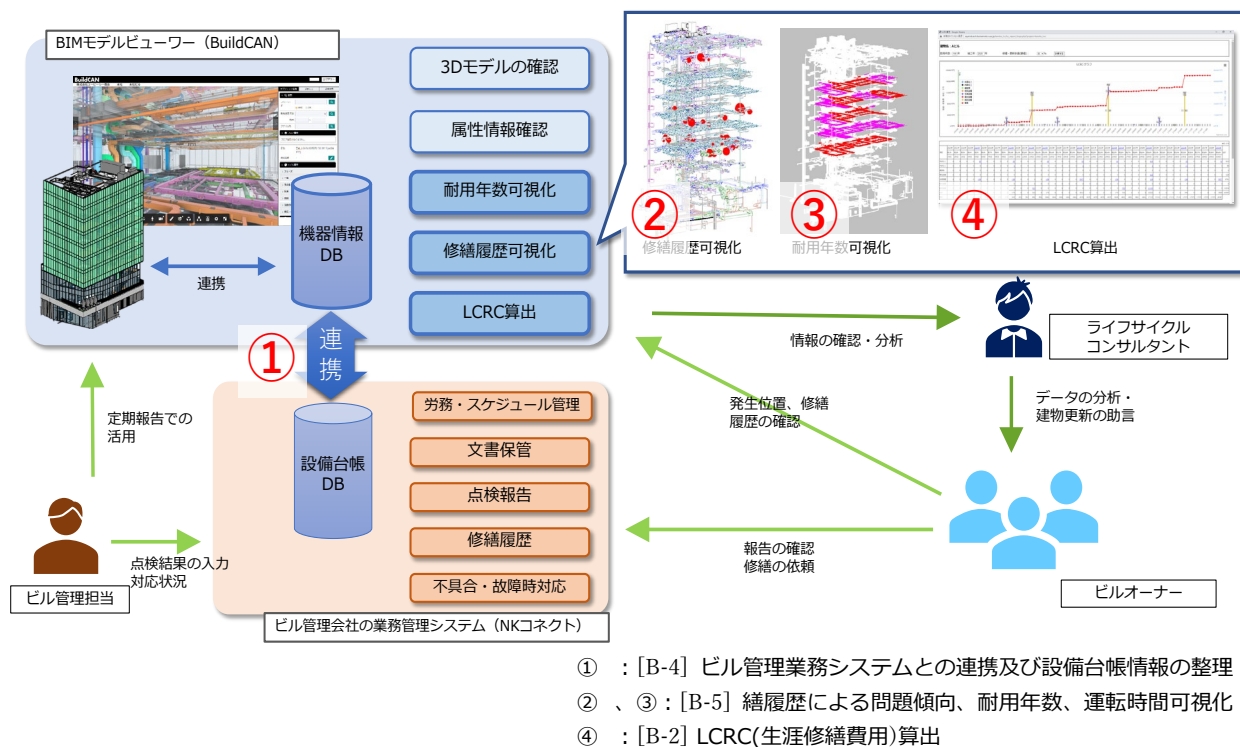


図 3-6-2 「修繕・維持管理」令和3年度検証内容

【令和4年度とまとめ】

令和4年度は昨年度の方針を継続し検証を行った。まず[B-5]の検証による“見える化”は、発注者が自ら分析することは難しく、専門家（ライフサイクルコンサルタントのような立場のもの）の支援が必要との結論に至っていたが、もう一步踏み込んで、発注者が建物の劣化状況を直接確認できる仕組みができないかを検討するため、修繕優先度の判断を支援する仕組みについて、またそれらを“見える化する”検証を行った（[C-3]、詳細は本章3-4参照）。

建物運用に関する取組

【令和2年度】

令和2年度の時点では「建物運用」という枠組みを設けておらず、[A-8]の検証として始め、環境センサーから収集した温湿度・CO2濃度などの情報、中央監視盤から取得できる情報を分析し、快適性と省エネルギーの両立を実現するため空調の運用方法に関するアドバイスを行っていた。トラブル、イレギュラーな対応などもあるが、設計主旨に基づく適切な空調運用が発注者に十分に伝わっていないとこの取組を経て感じ、これらをわかりやすく伝えること、また運用中の状況を把握してもらうことの重要性を確認した。



図 3-6-3 「建物運用」令和 2 年度検証内容

【令和 3 年度】

昨年度の取組を踏まえて、「修繕・維持管理」とは別に「建物運用」として枠組みを設け、発注者が本来の建築性能を最大限に活かすことで運用に活かす、建物内で現に起こっていることを把握することで、運用を改善していくためのツールとして BIM を活用することを検討した。環境センサーによる空調運用のアドバイスは継続しつつ ([B-7])、新たに「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検証を行った ([B-8])。また建物を通して企業に求められること(環境配慮、防災対策、新型コロナへの対策、ウェルネスの実現など)の実現に BIM を活用できないかを検討し、ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーションの検証 ([B-9]) を行った。

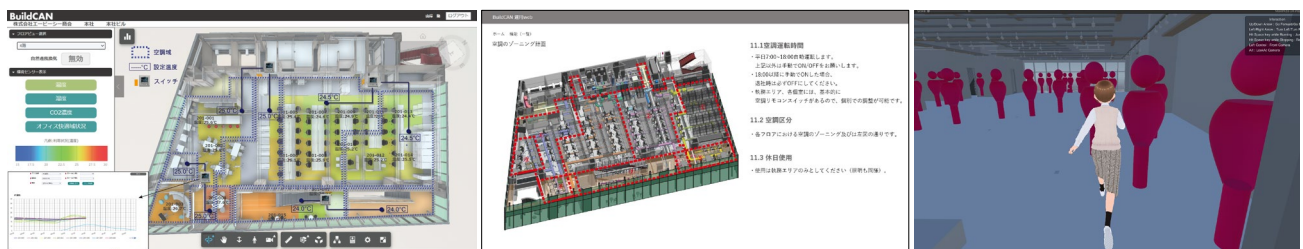


図 3-6-4 「建物運用」令和 3 年度検証内容

【令和 4 年度】

本章 3-1、3-2 で述べた通り、令和 3 年度の検証を[B-8]→[C-1]、[B9]→[C-2]というかたちで継続して取り組んだ。本報告書では触れていないが、環境センシングによる空調運用アドバイスも継続して取り組んでおり、3 年間通じて消費電力が削減されるなど具体的な成果もあった。

BIM モデルの整備

今回、検証のベースとなる BIM については以下のように整備した。

【建築モデル】：安井建築設計事務所が作成していた設計 BIM (Revit) を活用した。設計者が施工フェーズにおける変更を BIM に反映させていたので、維持管理・運用 BIM としての修正は少なかった。

【機械設備モデル】：専門工事会社取組から受領した施工 BIM (CADWell Tfas→Revit) を活用した (詳

細は[A-3]に記載)

【電気設備モデル】：施工フェーズにおいて専門工事が BIM を活用していたが、納まり確認など限定的な活用のみだったので、ライフサイクルコンサルタントの立場を想定して、維持管理上必要になると思われるものを新たに作成した（詳細は[B-1]に記載）。

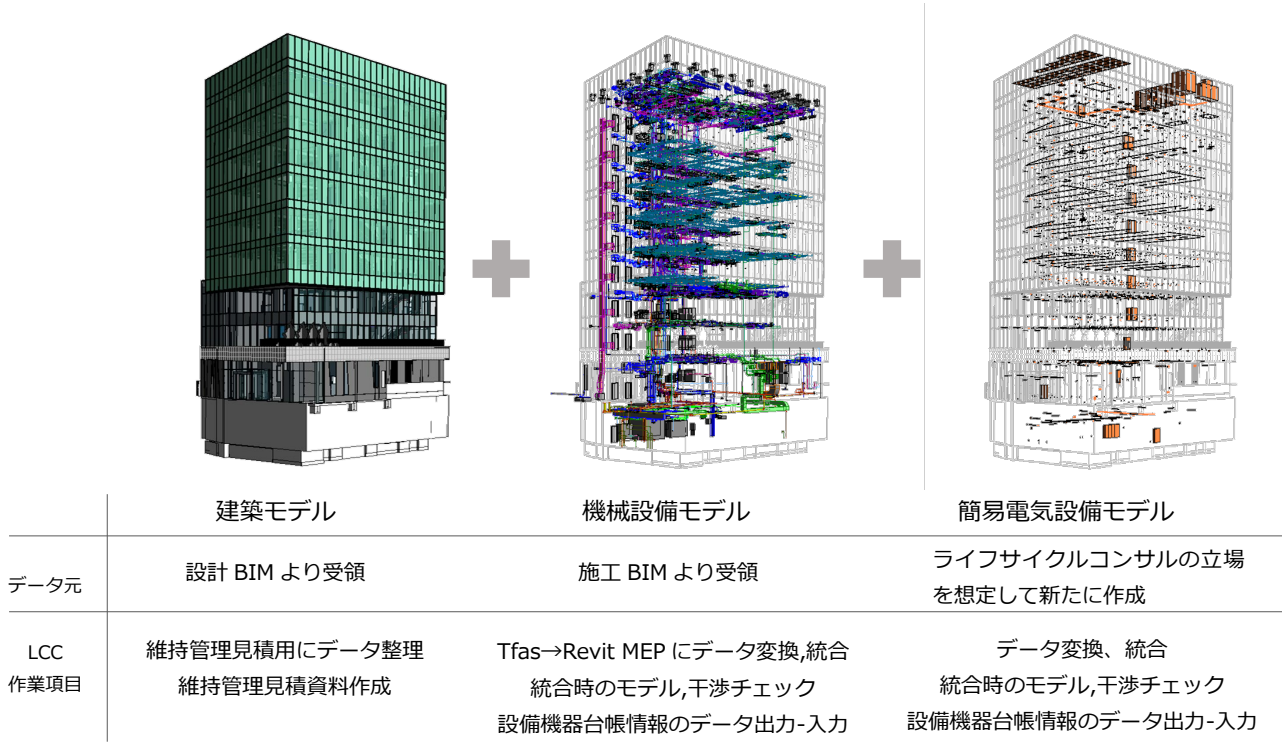


図 3-6-5 BIM モデルの整備

建築モデル、機械設備モデルは必要なモデルがほぼ作成されていたため、維持管理・運用 BIM にスムーズに移行できた。電気設備モデルは、作成に大きな問題なかったが、プロット図を元に配置したため、機械設備モデルと干渉するといった問題が発生した。これらのモデルと統合して作成した維持管理・運用 BIM はクラウド上の BIM-FM システムに登録して検証を進めた。クラウド上の BIM-FM システムにてモデルの操作自体は処理上の重さは感じなかったが、モデルの読み込みに若干時間がかかり、実際の業務で使用の際の課題となった。

またこれら以外のモデルとしては、以下のものを作成している。

- ① オフィス内の家具等は家具メーカーが作成した図面をもとに、メーカーの Web で公開されている BIM パーツを元に作成した。
- ② [A-8]の検証のための環境センサー等のモデルを作成した。
- ③ モデルをマテリアル再整備し、家具等の追加修正を行った（本章 3-2-1）
- ④ ショールームの内装・展示モデルは点群をもとに作成した。（本章 3-2-2）

また維持管理・運用 BIM の在り方に関する検証として、令和 2 年度には、当グループでは、維持管理のフェーズによって、BIM の使用用途、必要データが異なるという仮説のもと、効率的かつ円滑なワークフローを実現するためには、維持管理・運用 BIM を「①見積」「②保全計画」「③維持管理」「④資産管理」の 4 つの段階に分け、各段階で必要な情報を追加し、順次作成・活用を図ることが必要ではないかと考え([A-4])、令和 3 年度には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、

図 3-6-6 のよう整理した。([B-3])

モデル要素		維持管理						BIMモデル作成コストメリット	
カテゴリ	モデル要素	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	設備要素	△	△	△	△	△			
	配管要素	△	△	△	△	△			
	構造要素	△	△	△	△	△			
機械設備	空調設備	△	△	△	△	△			
	エレベーター	△	△	△	△	△			
	エレベーター	△	△	△	△	△			
電気設備	照明設備	△	△	△	△	△			
	空調設備	△	△	△	△	△			
	空調設備	△	△	△	△	△			

カテゴリ モデル要素 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 BIMモデル作成コストメリット

図 3-6-6 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

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（フィルタリングのための仕様作成など）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。

まとめ

表 3-6-2 の項目のうち、発注者メリットに関連する 6 項目の取組について、発注者であるエービーシー商会に対してアンケートを行った。当グループでは「維持管理・運用のために BIM の導入を検討してもらえるか（それだけのメリットがあるか）」を念頭に検証を進めていたので、アンケートについてもそちらを確認した（なおアンケートでは、現状、未解決の課題が残っていることや提供できるサービスとしてまとまっていないことも踏まえて、「現在」と「将来」に分けて行ったが、結果が概ね同じ内容だったので「将来」は割愛する）。結果は表 3-6-3 の通りである。

表 3-6-3 発注

BIM モデル事業における検証について、発注者（ビルオーナー）の立場から「現在、導入したいか」の観点で考えたとき、当てはまるものに○を記入してください。 （※「将来」のアンケート結果は赤字で記載）						
	非常にそ う思う	そう思う	どちらで もない	あまりそ う思わな い	全くそ う思わな い	コメント
BIM からの LCRC(生涯修繕費用)算出	○					電気・機械設備等は大規模修繕となるため、修繕時期・費用の目安があると事業計画を立てやすい。
修繕情報の“見える化” (修繕ダッシュボード)	○					オーナー側のビル管理担当者退職等により、過去の修繕情報が引き継がれないケースが過去に発生している。また、オーナーはビル管理知識に精通していないため、色などで分かりやすく表示されるのは有り難い。
環境センサーによる空調運用のアドバイス		○				個人によって体感温度が異なるため、アドバイス通りの運用とはいかない場合があるが、目安にはなっている。 今後、気候変動に合わせたアドバイスを頂ければなおよい。
3D モデルによるわかりやすい建物利用説明/バーチャルオフィス・ショールーム		○	○			今現在、事業計画としてショールームのメタバース化は検討していないため。 (将来的にバーチャルショールームの顧客ニーズが高まると考えるため。)
ゲームエンジンを利用した避難訓練シミュレーション			○			当ビルは利用者（社員）がほぼ固定かつ広い面積ではないため、非常時の避難に戸惑うことは少ないと考えるため。大型施設では有効と考えます。

「修繕・維持管理」について、修繕に関する情報を BIM に統合し、発注者が判断しやすい指標を用いて、モデルを通じて“見える化”し、それらをダッシュボードとして表現するというかたちでまとめることができる。これのみで発注者が BIM の導入を決めるというにはまだ課題も多いが、今後に向けて一つの筋道が出来たと感じている。

「建物運用」について取り組んだものは主に表 3-6-2 の 3 つとなる。評価としては伸びなかったが、[B-6]で整理した他の項目についても拡張していけば付加価値はさらに大きくなると考えられる。

建物運用は手探りながら検証を始めたが、省エネルギーなどの社会的要請や DX、AI、メタバースなど最新の技術・概念と結びつけやすいテーマでもあり、今後、運用・維持管理段階における BIM の概念を広げるためにも必要な枠組みであると考えられる。

(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の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

1-1 当グループが考える発注者のメリット

当グループは3年間のプロジェクトを通して発注者メリットとは何かを協議してきた中で、BIM活用を通じた発注者メリットを以下のように整理してきた。

■発注者の声をもとにした発注者メリット

●日常的な維持管理業務上での発注者の声

『維持管理会社からの点検結果の報告時』

- × 何をやったかを報告
- ◎ 点検の結果、何をやるべきなのかを報告

『不具合発見時』

- × 不具合がありましたと報告
- ◎ 原因は何か、どう対処すべきかを報告

『補修・修繕の実施判断時』

- × いくらかかるかを提示
- ◎ どの修繕を優先すべきか、適正なコスト・仕様であるか査定し提示

『修繕の稟議（社内コンセンサス）の承認時』

- × 専門知識がないとわからない
- ◎ 専門知識がなくとも判断できる

●維持管理BIMの導入検討時における発注者の声

『導入判断時』

- × 投資効果が数年先
- ◎ 導入とともに効果あり

●建物を活用していく上での発注者の声

『建物の使用・活用時1』

- × 委託先の支援がないと使えない
- ◎ 発注者自らが日常的に使える

『建物の使用・活用時2』

- × 発注者が建物性能を理解することを支援する機能
- ◎ 発注者が建物性能を最大限に活かすことを支援する機能

BIM活用による発注者メリット

【生産性向上】：維持管理業務上での判断作業の業務負荷低減による業務負荷低減

【価値向上】：建物性能の最大化

【サービス向上】：修繕実施判断の

- ★可視化（専門的知見がなくとも判断可能）、
- ★迅速化（社内コンセンサスがスムーズに得られる）、
- ★適正化（優先度に応じた適切な判断が可能）

【発注者メリット】

- ・発注者メリットは生産性向上、価値向上、サービス向上の3点で整理した。
- ・生産性向上は維持管理業務に関わる企業の担当者は、法令点検や不具合・故障等に対してビル管理会社や点検実施会社から報告を受け、その後の対応を判断する。専門的知見を持った担当者であれば結果をもとに判断できるが、そうではない方も多。ゆえに次の行動につながる材料を与えることが維持管理

担当者の業務負荷低減につながる。

- ・価値は建物の性能を最大限に活かすことである。昨今建築される建物は省エネ性能・防災性能・環境性能すべてにおいて高度化しており、専門的知見がない者には使いこなせない。建物に付帯する建築設備の性能を最大限に活用することは発注者にとって大きなメリットになる。
- ・サービス向上は修繕の実施判断力の向上である。BIMのビジュアル性を最大限に活かし修繕の実施判断に必要な情報をBIM上で可視化し、社内コンセンサスを得る上で材料に活用することで迅速化を図り、かつそれが修繕優先度に基づいた根拠ある判断であることを示すことで修繕実施判断の適正化を図れることで発注者メリットを生み出す。

【ビル管理会社のメリット】

上記のような発注者メリットを生み出すことによるビル管理会社のメリットについても触れておく。

- ・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。

1-2 メリットの検証

【メタバースによる建物運用活用＝発注者メリット：価値向上】

- ・マテリアルを整備したことで建物利用者としては臨場感ある空間となり使い易さは格段に上がった。この空間に設備機器の性能や館内運用上のルール等を紐付けることで建物利用者やビル管理会社等が建物の性能を把握することができる。
- ・多くの建物ではその性能を利用者が把握する機会はほぼ皆無で関心も低かった。しかし現在は新しい働き方や従業員の健康管理、また脱炭素への日常的な取組意識醸成等執務空間に求められる機能が多様化している。
- ・必要な情報をいつでも把握できる建物性能の理解度向上と言った点では発注者だけではなく建物利用者、ビル管理会社にメリットがある。

【BIMを活用した防災対策＝発注者メリット：価値向上】

- ・地球温暖化による自然災害が増加する中で企業の災害対策、BCP対策への意識は高い。その中でよりリアルに被害状況を把握することは建物利用者の防災リテラシーを高めることに繋がる。今回は火災発生時のシミュレーションをBIM上で行える仕組みを作成した。平時の中での避難訓練ではなく仮想空間内でリアルに近い煙の蔓延、避難階段への避難者の集中度等をビジュアル化することで、各自の災害時の行動イメージに繋がると感じている。
- ・実際ビルオーナーが望むのは入居者・建物利用者の快適性と災害対策である。災害対策に関しては大規模地震や豪雨災害等も組み込み、様々な条件設定が可能になると、BIMの短期的利用、ひいてはビルオーナーの維持管理BIM導入意欲を高める効果があると考えている。

【修繕優先度判定＝発注者メリット：生産性向上・サービス向上】

- ・修繕の実施を的確に判断でき、決裁権者に容易に説明できる情報があると発注者、特に維持管理担当者の負荷は大幅に削減できる。
- ・先にも述べた通り、企業不動産における修繕実施の判断は企業の業績に左右され、限られた予算内で実施すべき修繕を判断するケースが多い。企業の維持管理担当者は、緊急修繕の実施の有無や計画修繕の優先順位と予算付けに苦勞していることが多い。加えて経営層への説明資料作成等に時間を取られ、ビル管理会社はその素案を作成することも日常的である。
- ・ゆえに優先度を可視化し、経営層が妥当性を容易に判断できる材料を整えておくことは関係者全ての業務負荷低減につながる。
- ・ただし、あらゆる状況を複合的に判断して修繕優先度を定めることからライフサイクルコンサルタント等の支援が必要不可欠ではある。その部分はEIR・BEPでその役割・分析要素等を規定し、ライフラインコンサルタントの位置付けを明確にしていく必要がある。

■修繕優先度判定及び修繕の実施判断に至る業務フローの業務量削減シミュレーション

従来	BIM活用による優先度判定
<p>① 担当者レベルでの修繕実施の判断</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要な修繕リストの抽出。見積金額算出。 ・劣化度、経過年数、部品供給等をもとに優先度を判断。 ・予算付け可能な金額内で実施可能な修繕を決定。 <p>⇒通常、ビル管理会社等からの提案をもとに検討を重ねて実施判断を行う。 関連データを収集し優先度案を作成。</p> <p>(当該企業の維持管理担当者の業務量：年間 30 時間)</p>	<p>① 担当者レベルでの修繕実施の判断</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要な修繕リストの抽出。見積金額算出。 ・劣化度、経過年数、部品供給等をもとに優先度を判断。 ・予算付け可能な金額内で実施可能な修繕を決定。 <p>⇒修繕優先度ダッシュボードをもとに優先度判断。BIM上にデータが蓄積していることで速やかに優先度判断が可能。 修繕の必要性の高いものをBIM上で色分けすることで専門的知見がなくても認識できるよう表示。</p> <p>(当該企業の維持管理担当者の業務量：年間 15 時間)</p>
<p>② 社内決裁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稟議書等で予算確保のための書類作成。 ・決裁者に対する説明。 ・決裁承認。 <p>(当該企業の決裁関係者の業務量：年間 15 時間)</p>	<p>② 社内決裁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BIMデータをもとに予算確保のための書類作成。 <p>⇒書類作成の時間短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・決裁者に対する説明。 <p>⇒BIM上で可視化されたデータで専門的知見がなくても判断可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・決裁承認。 <p>(当該企業の決裁関係者の業務量：年間 10 時間)</p>
<p>業務量計 年間 45 時間</p>	<p>業務量計 年間 25 時間</p>

(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

(5) 結果から導き出される、より発展的に BIM を活用するための課題

当グループは3年間にわたっての検証であり、令和2,3年度の報告に掲げた課題についても継続して取り組んでいるものもあることから、新たな課題過去の課題に対する加筆修正に加え、3年間の検証のまとめとして整理した。そのうえで、①事業者として今後さらに検討・解決すべき課題、②建築 BIM 推進会議や関係部会・関係団体等に検討してほしい課題、③今後のガイドラインの見直しに向けた具体的な提言に整理して記載する。

※以下、令和4年度の検証で追加したものは頭に【R4】と記載し、過去に挙げていた課題に対する加筆修正は赤字で表記する。

5-1.事業者として今後さらに検討・解決すべき課題

① 建物運用・保全情報の伝達・活用について

- ・ 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。
- ・ 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。

② 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）

- ・ 令和3年度の検証では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。

③ 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情報が少ないため、制御・管理が難しい。例えば維持管理 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。将来的には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。

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したが、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 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 データは発注者には扱うことが難しく、誰が行い、そのために費用がどの程度かかるか、検討が必要。
- ・ また同期間、維持管理 BIM データ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。
- ・ **【R4】3-2-3 で点群からのモデル作成について触れたが、この手法を BIM データの更新管理に活用する検討も必要と考える。現状ではソリッドモデルとして作成されるため、属性情報等の設定はできないが、BIM 活用の用途や更新に要する費用などを踏まえて有用性が実証できれば、選択肢の一つになりえる**と考える。

⑦ 【R4】マテリアル整備の

- ・ 3-1-2 で述べたとおり、設計・施工 BIM ではマテリアルの設定は詳細に行う必要はないが、維持管理・運用 BIM では、どの位置にいるのか分かりやすい、空間もよりイメージしやすいなど有用性が確認でき、維持管理・運用 BIM としては重要な要素と考える。今後、維持管理・運用 BIM 作成に当たって、どのような目的で使用するのか、誰が、どの程度まで整備するのか等のルール作りが必要と考える。

⑧ 【R4】BIMの多面的活用について

- ・ BIM ソフトのみで分析すると、モデル・属性情報を活用した特定の情報分析に限られていたが、の 3-4 の「修繕・建物更新への確認・判断ツールの作成検証」のように BI ツール（PowerBI 等）と連携させることで、データを汎用的情報の表示、多面的な分析ができるは有用であると感じた。今後、発展的に BIM データを扱うには、BIM 中での分析だけではなく、その他のツールとの連携・多面的な活用が必要になると考える。

⑨ 【R4】PLATEAUの活用

- ・ 令和 4 年度の検証では周辺状況・街区モデルとして PLATEAU のモデルを活用した。本検証では、建物高さや形状を生かして活用することができたが、PLATEAU の属性情報やテクスチャ (LOD200) を活かすことができなかった。エリアマネジメント等、周辺を踏まえた活用を行うには、PLATEAU の属性情報やテクスチャが重要になるため、維持管理・運用における PLATEAU の発展的活用方法や手法については継続的に検討が必要と考える。

⑩ 【R4】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及び制度による後押し

- ・ 過去 2 年間の報告でも記載したが、BIM に維持管理情報を蓄積し十数年先の修繕実施判断に活用することは発注者のメリットに繋がるが、維持管理・運用 BIM を導入・活用を判断するのは竣工前であり、十数年先にしかメリットがないものに企業は投資しない可能性が高い。短期的メリットが必要不可欠であることから当グループではそこに拘ってきた。建物利用説明、バーチャルショールーム、避難訓練シミュレーション等多様な利用方法を検討してきたが、竣工時から BIM 上に維持管理情報を蓄積していくことが例えば税制上の優遇や ESG 投資上の評価を高める等、企業経営に高影響を与える等の施策が必要である。

⑪ 【R4】建物の規模・用途別の更新時期情報の収集方法

- ・ 建築物に関わる修繕実施状況のデータは集約されていない。データはビルオーナー・ビル管理会社・ゼネコン・サブコン・メーカー等に散在しており蓄積されているかも定かではない。これら情報を収集・分析できれば建物を所有者にとって有益となる。BIM が各建物のプラットフォームになり得るのだろうが既存建物の BIM は高難度であることを考えると他の方法で全国の全建物の修繕情報を収集する仕組みが必要である。

⑫ 【R4】発注者メリットの明確化と建築プロセスに関わる全てのプレイヤーへの BIM 導入の機運高揚

- ・ 現実的には特に施工段階での設備関連の BIM 導入には各関係者の連携やデータ入力・導入の業務負荷、最終的には誰がそのコスト負担をするのか。と言ったところで維持管理 BIM の完成に相当な労力を必要とする。
- ・ 発注者メリットが最大化できればコストも生み出せるのだが、それは発注者であるビルオーナーの経済合理性があると判断できてのこと。ここを明確に示せることが何より大切。発注者の維持管理 BIM 導入意欲が高まれば、設計・施工段階での各プレイヤーの機運も高まり、全ての設備情報の BIM 化が可能になってくるため、今後も発注者における BIM 導入における経済合理性について追及が必要である。

⑬ 【R4】維持管理・運用 BIM と修繕に活用する BIM 情報の区分け

- ・ 当グループが検証してきた修繕検討の活用時の BIM データは簡素なもので十分である。しかし定期的な図面情報のメンテナンスも必要であり、2 次元で最新化すべき情報と維持管理・運用 BIM として活用すべきデータの棲み分けは詳細な今後も検討が必要である。

5-2.建築 BIM 推進会議や関係部会・関係団体 等に検討してほしい課題

① 中長期修繕計画策定への活用

- ・ BIM の活用を前提とした、精度高い中長期修繕計画・評価手法を確立する必要があるが、令和 2,3 年度に行った検証は中長期修繕費用の算定は一時点における検証である。実際のビル管理業務に生じた修繕箇所の整理・修繕周期等の運用計画・評価手法の確立が望まれる。
- ・ 【R4】また、本検証では、BIM モデルから抽出した数量と BELCA で使用されている更新時の「建設単価」を合わせようとした際に、BIM モデルで作成・出力した数量と単位が合わない課題が見られた。(例えば、キュービカルを面体別でわけて作成しても、建設単価は 1 つで算定など)
- ・ 上記課題解決するためには、BIM ライブラリや積算との連携(部会 2,部会 4)を行い、その内容を基に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策定、修繕費用・コストを算出する手法例等を進めていく必要があると考える。

② 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・運用 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。

③ 【R4】 BIM パーツへのマテリアル（テクスチャ）設定

- ・ 3-2-2 でも触れたように、維持管理・運用 BIM において、用途によってマテリアル（テクスチャの質感表現）も重要な要素となるが、これらの作業を手作業で行うと労力がかかる。メーカー標準の BIM パーツにテクスチャ付きのマテリアルが設定されている状態で提供されると効率的に作成することができるため、マテリアルの仕様整備について検討して欲しい。（部会 2）

④ 【R4】 防災設備の BIM モデルに対する検討

- ・ スプリンクラー設備など、防災設備には維持管理上重要なものも多いが、BIM の取組の中で言及されることが少なく、モデルが作成可能な専門工事会社も少ないのが実情である。作成するか否か、作成しない場合どう対応していくかなどの検討を推進していただきたいと考える。

5-3. 今後のガイドラインの見直しに向けた具体的な提言

① 「3-4-2. 維持管理・運用 BIM 作成と活用方法について」（ガイドライン（第 2 版） 54 ページ）

- ・ 施工段階において、設備など竣工直前まで変更が行われることも多く、施工 BIM の更新対応は竣工後に期間を必要とする場合も想定される。その場合、維持管理・運用 BIM の整備が建物の運用開始までに間に合わない可能性もある。事前の調整によりなるべく回避することも重要ではあるが、発注者にはその可能性を理解していただきたいと考えている。そのことを踏まえて“施工段階での変更対応により、維持管理・運用 BIM 構築に必要な情報の確定が遅れた場合、その整備完了が運用開始より遅れる場合も想定される”等の記載を検討いただければと考える。
- ・ ガイドラインの記載は、設備に関する言及が多く、当グループの取組でいうところの「修繕・維持管理」を対象とした内容となっていると感じる。「建物運用」という考えも重要である、とする当グループの考えからすると、マテリアル整備や家具・什器のモデル整備など、幅広い分野について言及して欲しいと考える。

(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

前年度作成した EIR・BEP の検証結果を今年度の検証結果を踏まえて修正を加える。主な修正点としては以下の 2 点である。

- ◎建物運用における BIM 活用について具体的な計画を引き出すための要件追加
 - ◎修繕優先度判定をもとにしたライフサイクルコンサルタントの役割を明文化
- 以下、今年度修正した点は赤字で表記した。

EIR・BEP 検討の前提条件

- ・ これまでに検討してきた発注者メリットを具現化するためには維持管理 BIM 作成・運用の主体となる事業者の選定が重要となる。そのため本事業者選定の提案依頼書が EIR、これに対する提案回答書の BEP と位置づけ、具体的な内容を検討する。
- ・ 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 を作成する上で維持管理現在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、BIM 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ある
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。
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「BIM-FM ソフトの開発・運用」と記載するのが正しい。
- ・ またこの「BIM-FM ソフトの開発・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 BIM-FM ソフトの開発・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。
- ・ 発注者が有益に BIM-FM ソフトを活用するためには、日常的に活用できる建物運用機能 (建物利用説

明、避難訓練シミュレーション等)と中長期的視点で活用していく修繕管理機能(修繕優先度判定等)が必須と考えている。EIRではこの2つの機能に関する提案を求めBEPで回答を記載してもらうようにした。

- このEIR(提案依頼書)を受けて事業者から提出してもらう提案書回答書をBEP(フェーズ1)と位置付ける。
- さらに事業者を決定し、詳細検討を重ねて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について維持管理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。 <input type="checkbox"/> 高度化する建物性能について設計時の思想や設備機器が保有する性能の最適化 ※効果については日常的(短期的)活用と中長期的活用の両面のメリットを創出すること
3	運用・報告方法	<input type="checkbox"/> 修繕・維持管理、建物運用それぞれにおけるライフサイクルコンサルタント・ビル管理会社の支援方法 <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。