

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

鉄道施設における設計フロントローディングを用いた効率化の検討

令和5年3月

株式会社 JR東日本建築設計

株式会社 構造計画研究所

目次

第1章	プロジェクトの情報	1
1-1	本プロジェクトの背景	1
(1)	インフラストラクチャー業界（国全体）の動向	1
(2)	鉄道事業者として求められるもの	1
1-2	プロジェクトの概要	2
(1)	建築物の概要	2
(2)	プロジェクトの概要、特徴	2
(3)	プロジェクトにおけるステークホルダー・用語の定義	5
1-3	検証対象の概要	7
(1)	本事業で分析・検証する業務ステージとワークフローのパターン	7
(2)	プロジェクト全体のスケジュールと分析・検証のスケジュール	7
(3)	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	8
第2章	本事業を経て目指すもの、目的	9
(1)	本プロジェクトにおける解決すべき課題	9
(2)	業務フローのあるべき姿.. エラー! ブックマークが定義されていません。	
(3)	課題解決のためのアプローチ	14
第3章	BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について	15
3-1	BIMデータの活用・連携に伴う課題とその分析	15
(1)	★CDEの整備の詳細とその課題	15
(2)	★建物マスモデル自動生成ツールの詳細とその課題	18
(3)	概算工事費算出ツールの詳細	19
3-2	課題分析の進め方と、その結果	20
(1)	★データの作成・共有・使用の役割分担に関する課題	20
(2)	点群データ活用のためのプラットフォームに関する問題	21
(3)	★建築の習熟度が異なる各部署担当者をまたいで活用されるための使用性	21
(4)	各部署担当者の求める要件を反映するための詳細性	21
(5)	概算項目の粒度と概算精度とのバランスをとること	25
(6)	概算項目の粒度と単価マスタの管理性とのバランスをとること	25
第4章	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	26
4-1	★定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準	26

(1)	BIM導入効果の定量的な検証のための比較基準.....	26
(2)	比較対象工事での基本設計の流れと所要時間.....	26
4-2	効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法・体制.....	30
(1)	BIM・CDE導入後の新業務フローの仮説.....	30
(2)	仮説①：電気新設担当の敷地候補地の設定作業の効率化.....	31
(3)	仮説②：現地確認の事前準備の効率化.....	31
(4)	仮説③：関係者への確認業務の効率化（用地管理状況確認）.....	32
(5)	仮説④：現地確認前の不具合発見による現地確認回数の削減.....	32
(6)	仮説⑤：概算工事費の精度向上、および、見積作業の効率化.....	32
(7)	仮説⑥：現地確認でのCDE環境の活用による作業効率化.....	32
(8)	仮説⑦：発注者要件の伝達にBIMを用いることで受注者業務を効率化...	32
4-3	効果検証等の結果.....	35
(1)	発注者に対するアンケートによる定性的な評価.....	35
(2)	★定量的な効果検証結果.....	39
(3)	ツールのプロトタイプの精度に関する検証.....	41
第5章	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（ペンディング）.....	44
5-1	事業者として今後さらに検討・解決すべき課題.....	44
(1)	ツールプロトタイプについての課題.....	44
(2)	浸水区域との重ね合わせや、多数の建物群を管理していく上でのより発展的な利活用方法.....	45
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.....	46
(1)	BCP対策としてのインフラ会社の維持管理情報の重ね合わせへ向けたBIM情報の定義	46
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.....	46
第6章	BIM 発注者情報要件（EIR）、BIM 実行計画（BEP）の検証結果.....	47

第1章 プロジェクトの情報

1-1 本プロジェクトの背景

本プロジェクトは、鉄道運営に不可欠な電気設備を格納する鉄道施設を扱うものである。内閣官房より、防災・減殺、国土強靱化のための5か年加速化対策（2021～2025年）が発表され、交通ネットワーク・ライフラインの大規模災害への対策が重要視されている。

JR東日本グループでは、安全かつ持続可能な鉄道運営および整備計画を実現するために、デジタル化の更なる推進を検討している。本プロジェクトでは、鉄道電気設備建物の設計の品質の向上と、維持管理への設計情報の有効活用によって安定した鉄道運営を行うためのBIM活用の具体化を目的としている。

（1）インフラストラクチャー業界（国全体）の動向

日本国内において様々な業種で老朽化するインフラストラクチャー（以下インフラ）が増加する一方で、それらを維持管理する技術者は減少傾向にある。老朽化したインフラに対して維持管理や更新が十分にされないと「各種災害に対する危険性が高まる」といった懸念が生じてくる。これまでよりも少ない技術者でインフラを支えるために、3次元デジタルデータやデジタルデバイスの活用による作業の効率化・高度化・省力化や作業員・住民等の安全性・利便性を向上させる取組みが必要であり、これを加速させることが急務となっている。

（2）鉄道事業者として求められるもの

こうした中で、安全かつ持続可能な鉄道運営および整備計画を実現するために、JR東日本グループが鉄道事業者として実施しなければならないことは以下2点となる。

①継続的な設備更新に対し、合理的かつ経済的な施設の建設計画・設計

②維持管理において、JR東日本グループ内での適切な情報共有と戦略的な事前・事後対応

このために、JR東日本グループでは、調査～維持管理まで連携したBIMの活用、点群データを活用した現場測定の効率化、CDEや「実証実験等のフィールド活用」の普及を推進している。

1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトでは既に完了した物件を対象とする。BIMの活用による調査～設計段階の効率化、建物の品質向上を目標とし分析・効果検証等を行うため、BIM導入のユースケースや効果については、実施当初の実績と比べることによる仮想的な検証とする。

今回検証対象とする建物と同様の性質を持つ建物は多数存在し、継続的な新設および更新が必要とされるため、本モデル事業の成果は今後の新規物件におけるBIM導入に向けて活用する想定である。

また、鉄道運行の保安上に理由により、本報告書内では直接物件が特定される表現を避け、「K駅」のような表記を行う。

(1) 建築物の概要

K駅の信号機器室工事は、信号装置の経年に伴う老朽取り換えに対応するため、信号機器室の新設を行ったものである。周辺用地にて新たな機器室を新設後、現行機器室は撤去を行う。プロジェクトの概要を下記に示す。

K駅 信号機器室	階数 : 地上1 階
所在地 : 首都圏	構造 : 鉄骨造
用途 : 信号機器室建物	設計期間 : 2014年～2016年
規模 : 建築面積約50 m ² /延床面積約50 m ²	施工期間 : 2017年

役割	会社名	内容
発注者 維持管理者 運営管理者	JR東日本	信号機器室建物の更新計画、候補地選定
設計者	(株)JR東日本建築設計	基本設計、実施設計
その他 BIM技術支援	(株)構造計画研究所	ツールプロトタイプ開発 ※設計・施工時点での関与は無し

図表 1-1 プロジェクトにおける事業者（提案者）等の位置づけ

(2) プロジェクトの概要、特徴

鉄道運行に不可欠である機器室は、本プロジェクトで対象とする信号機器室以外にも複数種類存在する。たとえば、配電盤、通信機器、発電機器といった電気設備を内包する機器室、あるいは複合的な機器室である。これら機器室は建築物として同様、もしくは類似した

性質を有している。

そのため、**以下では総称して電気設備建物と呼ぶこととする**。まずは電気設備建物の特徴を述べた上で、K駅信号機器室の特徴を述べる。

① 電気設備建物の概要

電気設備建物は、鉄道運行に不可欠である電力供給設備（電車等の駆動に影響）、信号通信設備（電車等の運行制御に影響）等の設備を内包する重要な建築物である。安全・安定な鉄道運行において、これら電気設備機器の継続的かつ計画的な更新が必要となる。

竣工後においては、建物の老朽化による漏水や自然災害による浸水被害などにより、内包する機器に様々な事象・不具合が生じることで電車を停止させてしまう恐れがある。

したがって、電気設備建物は周囲の既存施設への影響を考慮した建設計画が必要とされるだけでなく、竣工後の適切な維持管理や自然災害等に対する強靱性が求められる。

② JR東日本が所有する建物の現状

老朽化が進行している建物も数多くあり、経年60年を超える電気設備建物も含まれている。これら老朽化した施設の更新は継続的に行う必要があり、安全安心な鉄道インフラ提供においては計画的な更新が求められている。

③ 電気設備建物の新設・建替における課題

鉄道インフラという性質上、電気設備建物（および内包設備）の機能を停止することが困難である。そのため、連動更新や老朽化に伴う新設・建替において下記特有の課題が生じる。

- 既存建物を運用しながら移転先候補を選定する必要があるため、既存用地を使用できず、新たな用地候補を探す手間がある。
- 台風といった自然災害による浸水リスクを避けて、建設地を選定する必要がある。
- 関係者が多岐にわたる場合は（建築担当、電気担当、用地担当など）建設地の合意形成に多くの時間を要することもある。
- 鉄道沿線に建設するため、杭による軌道影響範囲や工事仮設が車両運行の支障とならないよう配慮が必要となる。
- 鉄道沿線かつ狭隘地が敷地候補地となることが多いため、建設場所に起因する建設費の変動（施工性、夜間工事、重機搬入可否など）を考慮して建設地を選定する必要がある。
- 電気設備建物は鉄道沿線に多数存在し、定期的な点検保守が必要とされるため、竣工後の定期点検や災害発生後のメンテナンス性に配慮して建設地を選定する必要がある。

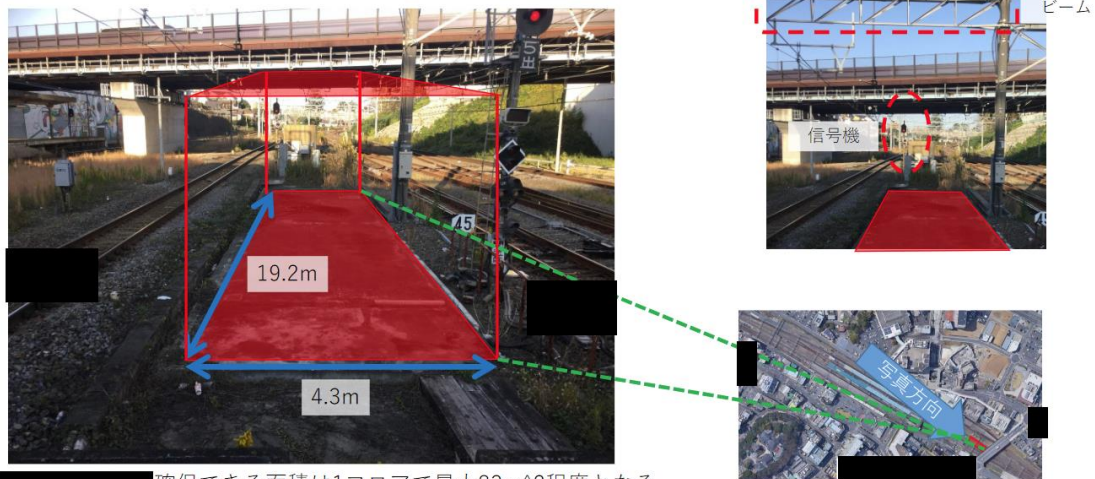
④ K駅 信号機器室の特徴

K駅信号機器室は独立系（小型）電気設備建物の「矩形建物¹／平屋」である。一般的に電気設備建物は構造物としての難しさは低いものの、敷地候補地が非常に狭隘地である点が特徴である。

例えば、敷地候補地ではビーム支障、運行車両からの信号機見通しへの影響、施工性の悪さ、土木との調整が懸念され、繰り返しの現地確認や関係部門との調整が必要な場合もある。

下図にて、ある候補地において支障物の確認を行うための現地確認資料を例として抜粋する。

検討案2



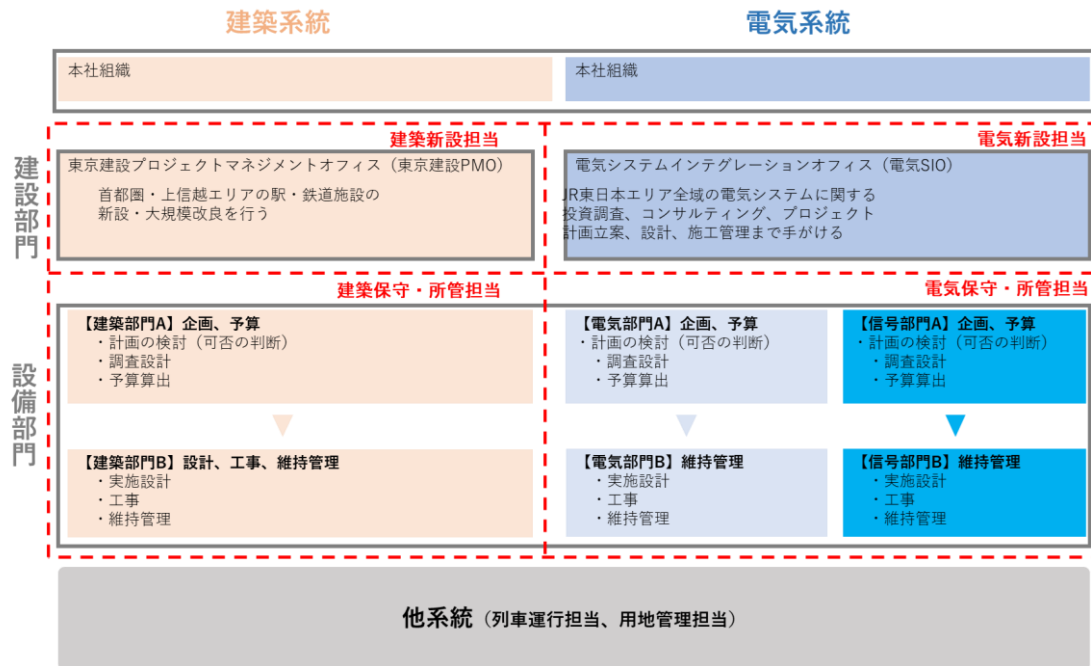
- 確保できる面積は1フロアで最大83m²程度となる
- 上空のビーム、信号機見通しへの支障、施工スペースが乏しいことが想定される

図表 1-2 敷地候補地における支障物の確認

¹ 矩形建物は独立系（小型）電気設備建物の総数千数百棟のうちおよそ80%が矩形の電気設備建物と想定される

(3) プロジェクトにおけるステークホルダー・用語の定義

鉄道施設に特有の事項として、発注者であるJR東日本の内部、及びグループ会社において、建物の新設に関わる利害関係部署が非常に多く存在することが挙げられる。そこで、JR東日本グループというくくりの中で本プロジェクトに関係のある各担当部署を詳細化するとともに、各担当者の本報告書文中での呼称を以下に定義する。



図表 1-3 ステークホルダーの呼称の定義

① 建築新設担当 (図中左上)

東京建設プロジェクトマネジメントオフィス (東京建設PMO)。建築系統の建設部門であり、首都圏エリアの大規模建設を担当する工事事務所である。本プロジェクトでは企画を行う。

② 電気新設担当 (図中右上)

電気システムインテグレーションオフィス (電気SIO)。電気系統の建設部門であり、電気設備関連の計画、設計を行う。電気設備建物の業務フローにおいては中心的な役割となる。敷地候補地の選定から各関係者間の調整、建築基本設計の依頼、プロジェクト全体の概算工事費とりまとめ等を行う。

電気設備の属性 (配電、信号、通信) によってさらに担当部署が内部で別れる。本プロジェクトで対象とする物件は信号機器室に該当する。

③ 建築保守・所管担当 (図中左下)

各エリアの保守・所管を行う支社組織の建築系統の部署であり、電気設備建物の維持管理また中小規模施設については設計・工事を実施する。電気SIOより依頼を受けて基本設計や建築概算工事費の算出を行う。

企画・予算管理を行う部門Aと、設計や施工および維持管理を行う部門Bに別れるが、本稿内においてはひとまとめとして扱う。

本プロジェクトでは、首都圏エリアの保守・所管を行う首都圏本部に協力頂いた。

④ 電気保守・所管担当（図中右下）

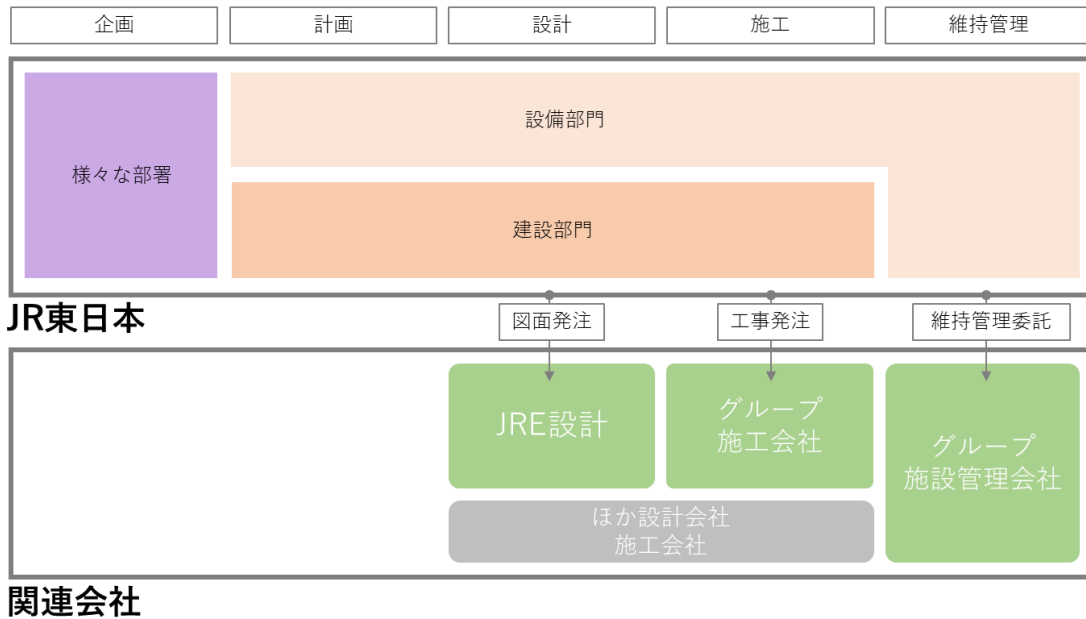
各エリアの保守・所管を行う支社組織の電気系統の部署であり、電気設備の維持管理を行い、電気設備の属性によって担当部署が別れる。企画・予算管理を行う部門Aと、設計や施工および維持管理を行う部門Bに別れるが、本稿内においてはひとまとめとして扱う。

⑤ 他系統（車両運行、用地管理担当）

その他、工事にあたっては用地管理や車両運行への影響といったことを考慮する必要があり、それぞれ担当者が存在している。

また、建築系統の業務フローにおいて、JR東日本グループ及びその他の関連会社の関係をまとめたフロー図が以下となる。企画・計画はJR東日本によって実施し、設計・施工・維持管理はそれぞれ関連会社へ発注を行う。

建築工事フローと関連会社

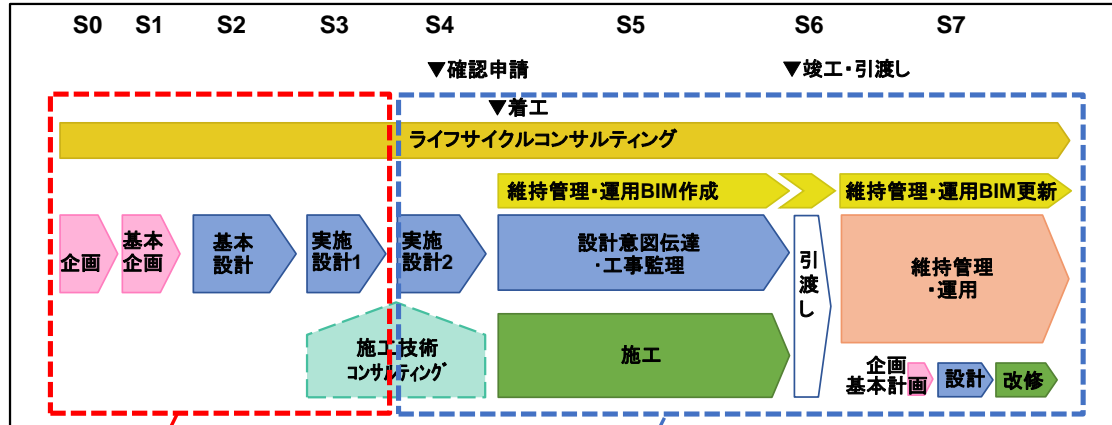


図表 1-4 建築工事フローと関連会社の関係

1-3 検証対象の概要

(1) 本事業で分析・検証する業務ステージとワークフローのパターン

本プロジェクトでは、S0～S3を検証対象とする。



ステップ1 (本モデル事業範囲)
 ・課題整理と、あるべき姿の仮説立案
 ・BIMモデル活用効果検証

ステップ2
 ・設計ツール、設計情報共有ツールの整備

ステップ3
 ・実プロジェクトでの試運用と効果検証
 維持管理への利活用

図表 1-5 本事業で分析・検証する業務ステージとワークフロー

(2) プロジェクト全体のスケジュールと分析・検証のスケジュール

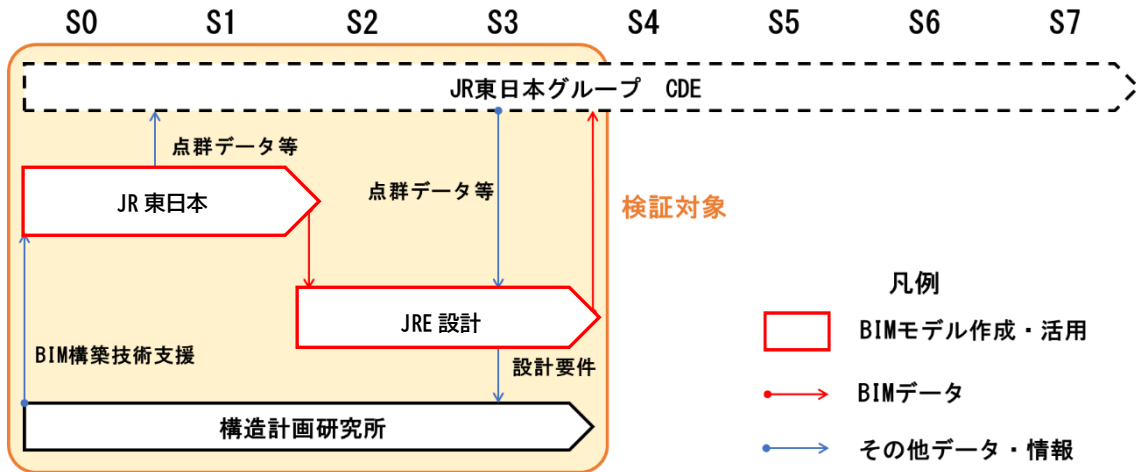
分析・検証スケジュールを下記に示す。

実施内容	10月	11月	12月	1月	2月	3月
打合せ	JRED、KKE打合せ		定例会議 週1回			継続検討
	JRED設計者ヒアリング	11/17▼	12/16▼	1/下▼	2/中▼	
	現地調査立合い	11/15▼	12/15▼		2/中▼ 3/上旬▼	
	発注者（JR東日本）との打ち合わせ	11/14▼		1/16▼	2/中▼	
業務分析	課題整理					
	鉄道施設管理のあるべき姿					
	CDE環境の整理					
プロトタイプ	BIMツール仕様検討					
	BIMツールプロトタイプ開発					
評価分析	プロトタイプ評価					
	BIM活用効果・課題まとめ					
	今後の展望					

図表 1-6 分析・検証スケジュール

(3) 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

鉄道インフラ施設の企画から運営・維持管理まで担うJR東日本グループでのBIM活用を検証するため、JR東日本がオブザーバーとして参画しながら分析・検証を実施した。実施体制を下記に示す。



図表 1-7 プロジェクトの実施体制図

① JR東日本：オブザーバー

- 企画・基本企画フェーズにおけるBIMの活用方法に関する意見出し

② (株)JR東日本建築設計：提案者

- 基本設計～実施設計に必要な設計要件の整理

③ (株)構造計画研究所：提案者

- 発注者（株）東日本旅客鉄道）向けBIM技術支援ツールの開発

第2章 本事業を経て目指すもの、目的

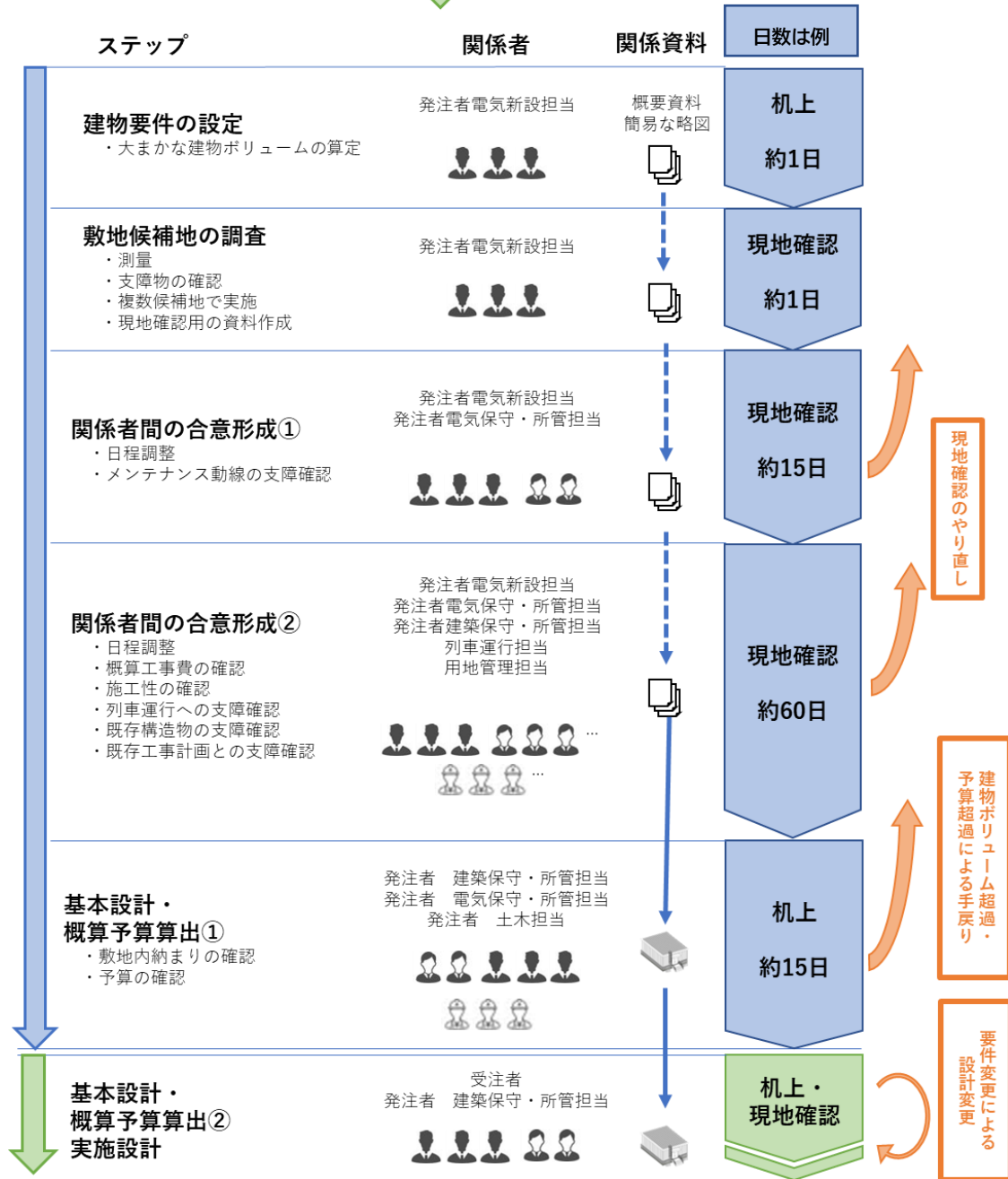
(1) 本プロジェクトにおける解決すべき課題

業務上の課題を明らかにするために、現行業務フローのイメージ図を作成した。下図は、本プロジェクトで対象としている信号機器室の新設工事のフローの例である。

現行業務フロー図

例) 信号機器室の新設工事

↓ (青) : 発注者による業務 (発注前 社内調整)
↓ (緑) : 受注者による業務 (発注後 設計)



図表 2-1 現行業務フロー図

業務フローを明らかにし、課題の詳細を把握するために、発注者社内の各部署（建築の保守・所管担当、電気新設担当、建築新設担当部署）へのヒアリングを複数回実施した。



図表 2-2 発注者へのヒアリング

その結果、発注者社内の関係者間での合意形成において、大きな労力が発生するケースがあることが判明した。鉄道インフラの特性上、広い更地に計画できることは少なく、周囲の設備や周辺道路事情など敷地上の条件が複雑となる場合において、検討に時間のかかる場面があることがわかった。（詳細は後述）。

各関係部署がそれぞれどのようなことを論点として現地確認をしているのか、なぜ現地確認に大きな労力を要し、検討精度が不十分となってしまうことがあるのかを実体験として調査する目的で、別の電気設備建物における実際の現地確認の場に複数回随行した。一般的な建築物の新設工事と異なり、鉄道の電気設備建物においては敷地形状や鉄道運行への支障確認などが特徴であり、現地確認に参加することはその特殊性を理解する上でも重要となることが考えられた。

以下は、前頁フロー図内のステップごとの詳細である。

【建物要件の設定、敷地候補地の調査】

発注者社内の電気新設担当部署内にて、建物要件（おおよその程度の建物ボリュームが必要となるか）にもとづいて、敷地候補地が複数箇所選ばれる。複数の候補地について現地確認を実施し、建築可能範囲の測量や、現場の支障物の確認などを行う。

【関係者間の合意形成①】

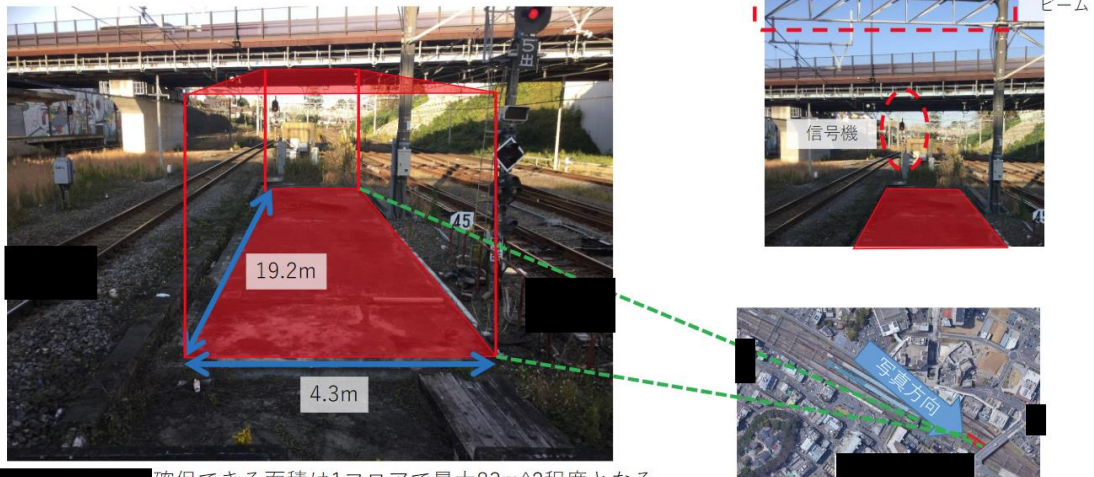
電気新設担当部署より、電気保守・所管担当部署へ敷地候補の妥当性について打診を行い、候補地が妥当と判断されれば現地確認を実施する。現地では新たに建屋を建てることで、周囲の既存の電気設備建物の保守動線等に影響が出るか否かの確認を行う。そして、候補地の絞り込みを行う。合意がとれない場合、敷地候補地の再検討が必要となることがある。

この際、現地確認用に用意される資料については、建物要件や日程表、現地写真に大まか

な建物外形を線で重ねた簡易的なイメージ図などの資料が基本となっている。そのため、建物外形を表した図面等はこの段階では存在しない。

下図は、電気設備建物の現地確認の際に使用される資料の例を抜粋したものである。

検討案2



- ・ 確保できる面積は1フロアで最大83m²程度となる
- ・ 上空のビーム、信号機見通しへの支障、施工スペースが乏しいことが想定される

図表 2-3 現地確認資料の例

【関係者間の合意形成②】

その他の関係部署を交えて、敷地候補の妥当性について打診を行い、再度現地確認を実施する。重機搬出入経路の確認、工事中の仮設物の鉄道運行への支障の確認、支障となる既存構造物の撤去可否の確認、他部署で計画している他工事とのバッティングの確認などを実施する。

建築保守・所管担当や、電気保守・所管担当（電気、信号、通信など）、土木担当、列車運行に関わる担当、用地管理担当など、多くの関係者が参加する最も規模の大きい現地確認となり、平均的に20名程度が参加するものとなる。

現地確認においては、軌道に隣接する鉄道施設には特有の安全知識・基本ルールが必要となる。敷地候補地が軌道に隣接する狭隘部になることが多く、事前に通過する列車の大きさに対する離隔を考慮した建築限界や、使用する重機と高圧配電線との距離などの危険個所を考慮する必要がある。

関係者部署数の多さから日程調整には時間を要す場合もあり、月単位の時間を要することもある。敷地の狭隘さや周辺環境など条件の厳しさから、敷地候補地の再検討が必要となることもある。

【基本設計・概算工事費算出①】

建築保守・所管担当部署（維持管理及び中小規模施設の設計を担当する）が依頼を受け、基本設計①を行う。

建物の概形寸法がわかる図面の作成を行い、敷地に納まるかどうかの検討を行い、要件変更の必要性を判断する。また、この基本設計①は概算工事費算出のための設計という意味合いが大きく、正確な建物諸寸法については変更の余地がある。

予算面では、建築保守・所管担当による概算工事費算出に加え、電気設備や土木に係る概算費用をそれぞれの担当部署が算出を行い、これらを計上することでプロジェクト全体の概算工事費が求まる。この段階で算出された概算工事費が予算を超えてしまった場合、これ以前のステップの再検討が必要となる場合がある。

【基本設計・概算予算算出②、実施設計】

発注後、発注者社内の建築保守・所管担当部署と受注者（設計者）との間で認識合わせのための現地確認が実施される。

その後、受注者により設計が行われる。詳細な建物外形寸法などが決まり、要件変更や再度の現地確認の必要性などを判断する。また、企画・計画段階から発注・設計着手までに期間が開くことも多く、様々な条件の変更が生じ、これ以前のステップの再検討が必要となる場合がある。

また、基本設計に併せて精度の上がった概算予算の算出も改めて行う。

以上の業務の流れの中で、課題となる事項を整理すると以下となる。

課題A) 発注者からの条件提示・発注者内部の合意形成、受注者からの計画提案に関する課題

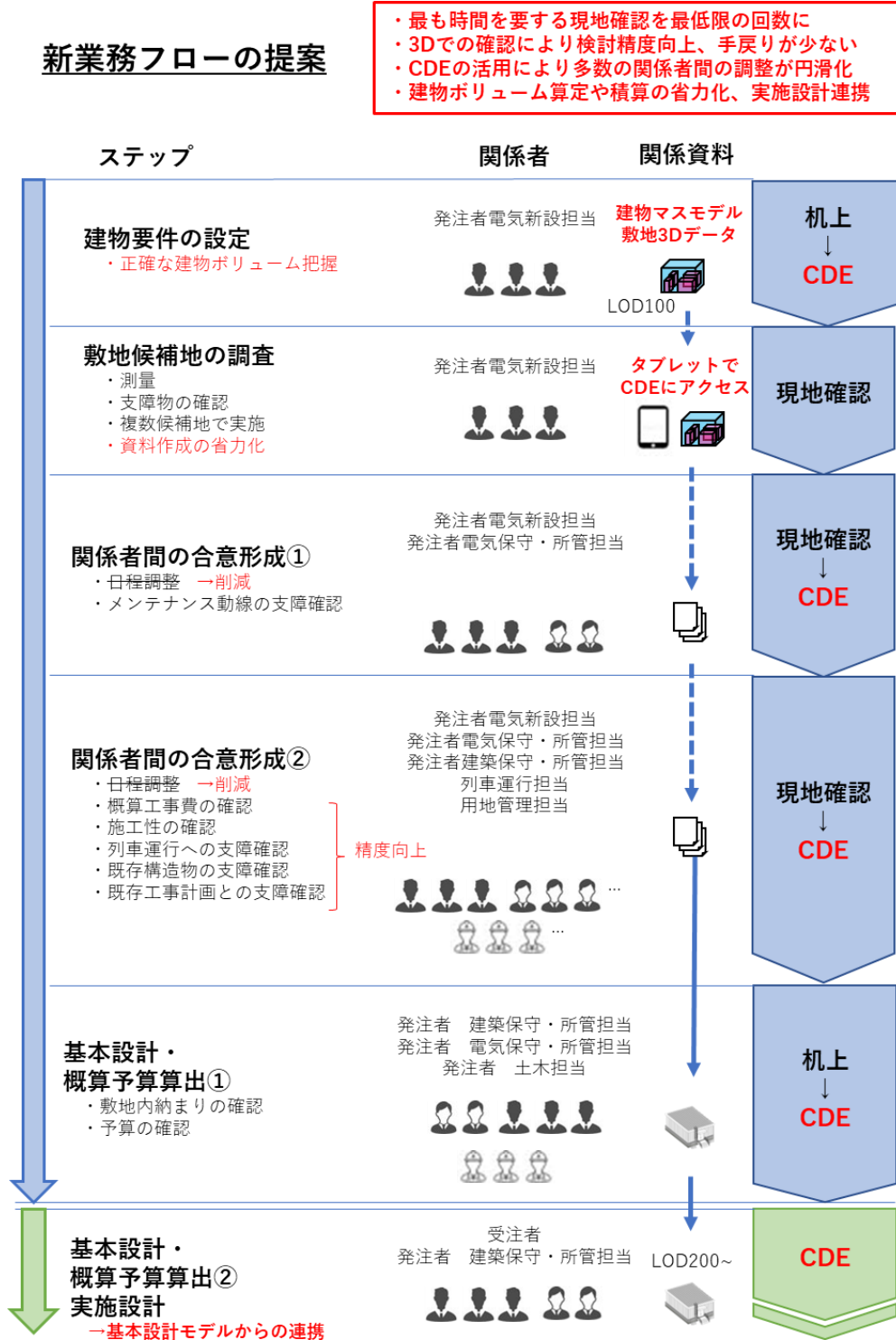
- ・建物要件の提示資料が簡易な現地写真と概略線からなるもので、資料から得られる情報が限られる
- ・発注者内部に関係部署が数多く存在するため、日程調整に時間を要する
- ・現地確認を実施する際、資料作成に時間を要する
- ・現地確認を実施する際、提示資料が紙ベースの限定的な資料であることから、現地確認のやり直しが発生する
- ・現地確認の回数が限られる中で、多数の関係者の条件のすり合わせを完全に行うことが出来ず、後日設計変更が生じる

課題B) 発注者の予算確保・受注者の予算提示に関する課題

- ・予算確保のための発注者建築担当による概算工事費算出に時間を要する
- ・設計変更が生じた際、設計者の積算業務に時間を要する

(2) 新しい業務フローの提案

前節にて明らかになった課題を含む現行フローに対し、新しい業務フローの提案を行う。



図表 2-4 新しい業務フローの提案

(3) 課題解決のためのアプローチ

前項で挙げた業務フローの実現、そのための課題解決のアプローチとして、本プロジェクトでは各関係者が共通して利用するCDEの整備と、業務省力化のためのBIMツールのプロトタイプ開発を行った。これらの議論は、本プロジェクトで対象とする信号機器室を具体的なモデルケースとしつつ、将来的に鉄道の電気設備建物一般への展開を見据えて行った。

アプローチは、以下の3つである。

①CDEの整備

JR東日本グループ内でのBIMの推進のための環境としてすでに稼働しているクラウド環境を起点として、業務効率化のためのデータ共有・利活用方法・導入ツールを明確化する。これにより、多数の関係者間でのデータ共有、コミュニケーション、調整が円滑化するほか、後述する現場点群プラットフォームの利用環境となり、現地確認の効率化、検討性の向上を図る。

②建物マスモデル自動生成ツールの開発

Revitアドオンツールとして、必要な電気設備建物の最低限のボリュームを表す建物マスモデルを自動で生成するツールの開発を行った。これにより、発注者の建物条件提示における労力を削減し、また3Dモデルでの支障確認を行うことで検討精度が向上し、手戻りを削減する。

またさらなる効果として、ある程度の詳細情報の入力を行い建物マスモデルに保持させることで、将来的に発注後の基本設計モデルから実施設計モデルへの変換を可能とし、設計者の業務効率化に寄与することを計画している。

③概算工事費算出ツールの開発

Revitアドオンツールとして、上記②ツールで生成した建物マスモデルより、概算工事費を算出するツールの開発を行った。発注者が利用することで積算業務の時間削減を図る。計画の初期段階から従来よりも精度の高い概算工事費を把握できるほか、検討段階で建物要件に変更が生じた場合でも、概算工事費の増減を素早く把握できる。

第3章以降、①～③の詳細について述べる。

第3章 BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

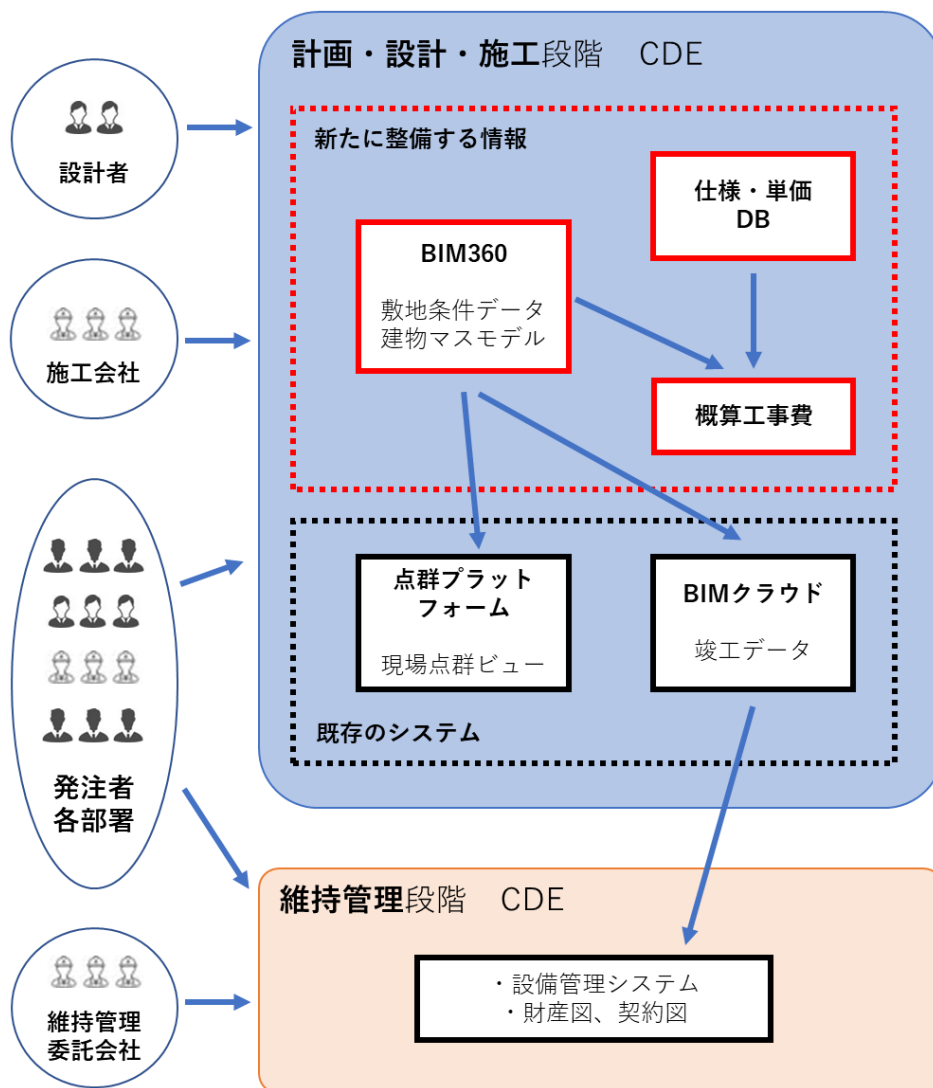
3-1 BIMデータの活用・連携に伴う課題とその分析

(1) ★CDEの整備の詳細とその課題

① CDEの構想

はじめに、本プロジェクト及び来年度以降の展開を含めた、将来的な全体構想のイメージ図を載せる。

CDEの将来的な全体構想

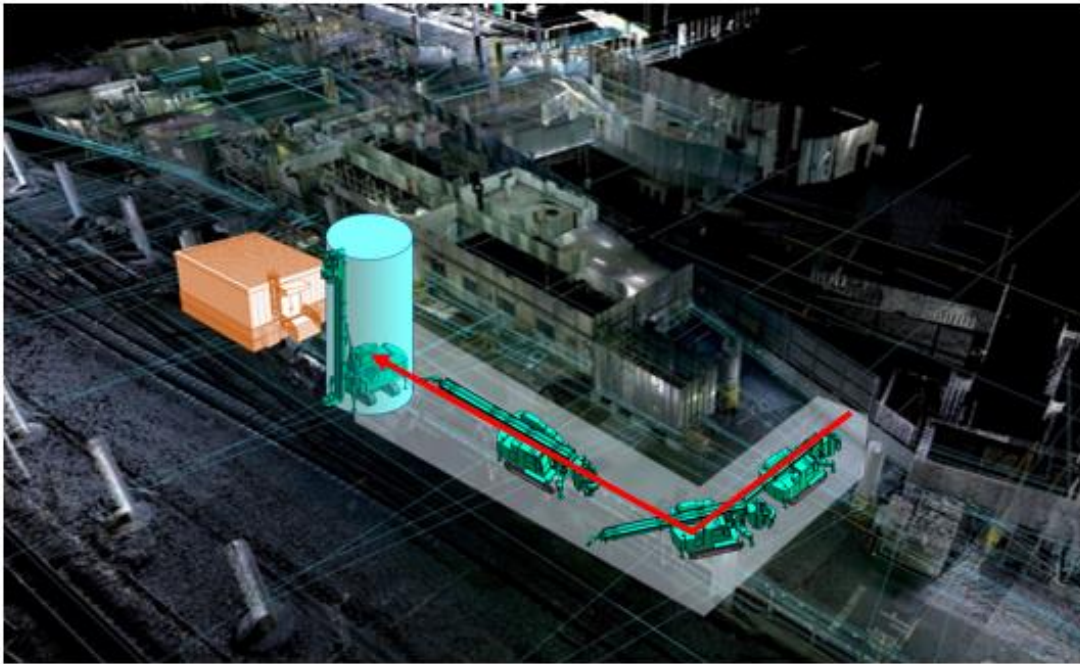


図表 3-1 CDE の将来的な全体構想

本プロジェクトでは、想定としてBIM360上でRevitにより建物マスモデルの動的な検討プロセスを行い、さらに概算工事費の自動算出を行うことで業務の効率化を図った。また、

Revitだけでなく既存の点群ビューシステムとの連携を行うことで、現場の支障物の確認においてさらなる効果が得られるのではないかと考えられた。

下図は、ツールにより生成された建物マスモデルと3Dデータとの重ね合わせの例として、現場点群ビューを用いて重機の搬入シミュレーションを行う場合のイメージ図である。これはCDE上の情報であり、現地確認の際に関係者が各自のタブレット端末からアクセスを可能とすることが望ましい。



図表 3-2 建物マスモデルと点群データの重ね合わせイメージ図

さらに本プロジェクト終了後の将来的な構想としては、建物マスモデルから実施設計レベルの詳細度を持つモデルへの変換による設計効率化、さらには維持管理段階への展開を狙っている（本プロジェクトでは設計段階の効果検証のみ）。

② 想定される課題

CDEの整備に関しては、以下の事柄が課題となると考えられた

- ・★データの作成・共有・使用の役割分担に関する課題
- ・点群データ活用のためのプラットフォームに関する問題

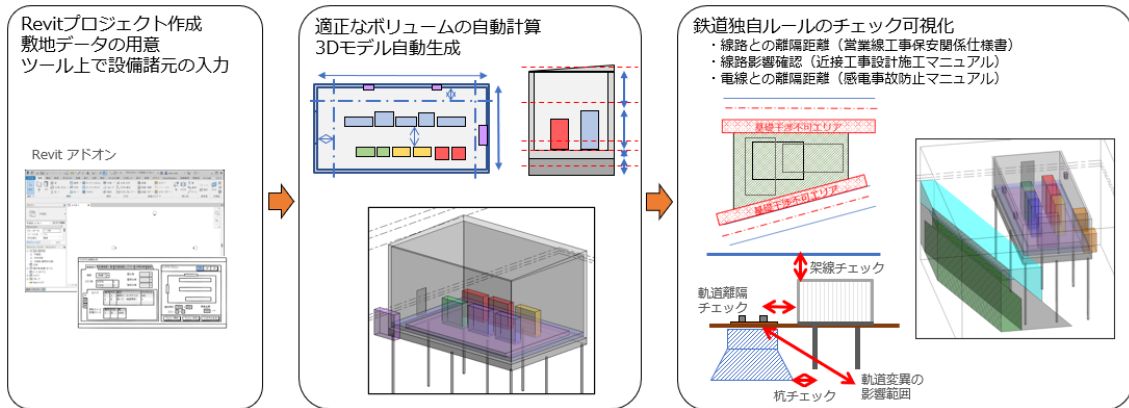
一点目については、発注者側の担当者へのヒアリングを行うことで、現在の業務フローと照らし合わせて新しい業務フローがどう変わるか、そこに各担当部署がどう関わってくる事となるかについて説明を行った。

二点目については、点群データを利用することについて高いマシンパワーが要求されるのではないかという懸念があり、多数の関係者間での点群ツールを用いた確認作業が可能であるかどうかの検証が必要であった。

(2) ★建物マスモデル自動生成ツールの詳細とその課題

① 機能・使い方

業務の流れの中で本ツールがどのように使われるかを示したイメージ図を以下に記す。



図表 3-3 建物マスモデル自動生成ツールのイメージ図

はじめに内包する電気設備の要件より、それらを内包するための適切なボリュームを持つ建物マスモデルを生成する。建物マスモデルは幅や奥行き、軒高さ、屋根勾配等の情報を持つ。この建物マスモデルを現場の敷地図面データや点群データとの重ね合わせにより、支障物との離隔確認等を行う。

② 想定される課題

本ツールは発注者社内の各担当部署をまたぐ計画段階から活用される想定であり、部署間のコミュニケーションを円滑化することが求められる。そこで、以下の3点が課題として想定された。

- ・ ★BIMの習熟度が異なる各部署担当者をまたいで活用されるための使い勝手の良さ
- ・ 各部署担当者の求める要件を反映するための入力項目の詳細性
- ・ 実施設計との連携を可能とするための入力項目の詳細性

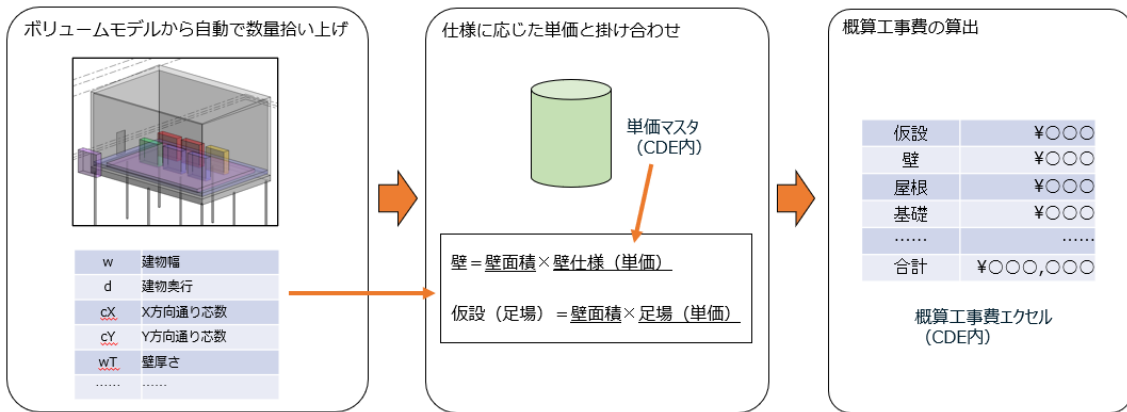
より詳細な情報の入力可能なツールとすることは、複数部署の担当者が使用する上では使用性の低下につながる可能性があることから、上記3点の課題はトレードオフの関係にあたる。業務削減への寄与という観点から、適切なバランスを推定することが求められた。

(3) 概算工事費算出ツールの詳細

① 機能・使い方

前項で説明した建物マスモデル自動生成ツールによって生成された建物モデルを入力として自動で積算を行うことで、積算労力を削減し、かつ精度を高めることが本ツールの目的である。これにより、計画の初期段階から諸条件を修正していく過程において常に概算工事費を把握することが可能となる。

建物モデルが持つ寸法情報・仕様情報と、単価データベースより対応する単価を抽出し、この掛け算により概算工事費を算出する。算出結果はエクセル形式にて出力するものとし、閲覧性と使用性に配慮した。



図表 3-4 概算工事費算出ツールのイメージ図

② 想定される課題

当ツールの設計においては以下のことが課題として挙げられた。

- ・ 概算項目の粒度と概算精度とのバランスをとること
- ・ 概算項目の粒度と単価マスタの管理性とのバランスをとること

概算項目を細かくすればするほど、概算の精度は高まる一方、数量算出のために必要な建物マスモデル情報量が増加し、計画段階における建物マスモデルの詳細度が過剰となる。同様に、概算項目を細かくすればするほど、必要となる単価データ数が増加し、データベース管理性が低下する。上記の2点の課題に関しては、業務削減の観点から適切なバランスを実現することが求められた。

3-2 課題分析の進め方と、その結果

前節で挙げた各課題について、具体的な解決方法の検討を行った。

(1) ★データの作成・共有・使用の役割分担に関する課題

新しい業務フロー図における各ステップにおいて、各データが誰によって作成され、誰が参照し、誰によってメンテナンスされるかといった役割分担を検討した。また、関係者調整において中心となる発注者電気新設担当者へのヒアリングを行い、検討内容と実際の業務内容に矛盾がないかを確認した。

以下はその結果である。

ステップ1,2 建物要件の設定,敷地候補地の調査

この段階では、電気新設担当によって、まず建物が内包する通信設備機器等の情報（サイズ、タイプなど）をもとに、PC環境内のRevit上で建物マスモデル自動生成ツールを使用し、マスモデル生成を行う。

その後、生成された建物マスモデルと既存の管理用敷地図面データと重ね合わせ、BIM360で共有する。または、建物マスモデルを後述する点群プラットフォーム上で点群データへとインポートする。これによりCDEで3Dモデルとして建物の必要ボリューム要件が確認可能となる。

敷地候補地の調査のための現地確認では、タブレット端末等より前述の3Dデータにアクセスし参照しながら、現場測量や既存支障物などの確認を実施する。

ステップ3,4 関係者間の合意形成①,②

この段階では、電気新設担当に加え、発注者社内の各関係部署（建築保守・所管担当、電気保守・所管担当、用地担当等）によって、PC環境から前述の3Dデータにアクセスすることで各々が確認を行う。

また、建築保守・所管担当（維持管理及び中小規模施設の設計を行う）は建物マスモデルに仕様や基礎形状などの情報を追加し、3Dモデルに反映を行う。

ステップ5.基本設計・概算予算算出①

この段階では、建築保守・所管担当が建物マスモデルを入力として概算算出ツールを使用することで、概算予算算出（建築分）を行い、共有する。これに加え、設備担当部署や土木担当部署等、プロジェクト予算に関わる他部署によって作成された概算予算を共有する。

ステップ6.基本設計・概算予算算出②

発注者より設計者へ発注が行われ、設計者による基本設計、より精度の高い概算予算算出が行われる。この段階では、建物マスモデル自動生成ツールを使用によって建物仕様や詳細

情報を入力することで、概算算出ツールによる概算工事費の精度が向上する。

また、通信設備機器等の情報、建物の仕様情報、概算算出のための単価情報は、仕様・単価データベースとして一元管理を行い、各ツールより参照を行う。各情報の追加・修正についてはツール提供元となる受注者により行うものとし、通信設備機器等については電気新設担当からの情報提供により行うものとする。

(2) 点群データ活用のためのプラットフォームに関する問題

建物マスモデルと点群ビューの重ね合わせによるシミュレーションのために、各関係者がタブレットのような端末からでも容易にアクセス可能な点群プラットフォームが必要となるという課題が想定された。

これについては、JR東日本グループにおいてインフラDXの推進に向けて開発された点群クラウドサービスを活用することで解決を図った。このサービスでは、現場でスマホやドローンから撮影した動画をアップロードすることで、サービス側で保持している航空写真データと照合を行い、現場の点群を自動生成する。この現場点群データと既存の点群データやBIMデータとを重ね合わせることができ、一般的なタブレット端末から操作が可能となる。

本プロジェクトでは、建屋を再現したマスモデルを点群クラウドサービス上にアップロードを行い、現地確認時に端末からの操作が可能であることを確認した。そして、このサービスを点群プラットフォームとして採用し、効果検証を行うこととした。

来年度以降の実運用フェーズでは、この点群プラットフォームを受注者によって契約し、点群プラットフォームとして物件ごとに各関係者間で共有し、PCやタブレットからアクセスすることを構想している。

本プロジェクトの他インフラ企業への横展開を検討する際に、こうした点群クラウドサービスの活用は1つの選択肢として十分に可能性が考えられる。

(3) ★建築の習熟度が異なる各部署担当者をまたいで活用されるための使用性

(4) 各部署担当者の求める要件を反映するための詳細性

この2つの課題についてはその適切なバランスを探るために、同時に検討を行う必要がある。

ツールにより生成する建物ボリュームモデルは、扱いやすさを優先し、LOD100相当を基本

とした。当初想定としては、建物の外形形状と屋根形状、そして内部の電気設備配置のみを表すシンプルなマスモデルを生成するものであった。

ところが、発注者へのヒアリングの結果、業務削減のためにはこうしたモデルでは情報量が足りないことが判明した。建物性質上、内部に設置する通信設備等のレイアウトを考える上で、設備機器と躯体との離隔については比較的詳細な数値が要求されたことから、壁の厚さや構造部材の寸法、それらを算出する根拠となる部材仕様などについても情報を持たせる必要があった。

加えて、モデルを敷地内支障物との干渉チェックに用いる上では、基礎の外形寸法に関しても比較的詳細な数値が要求された。そのため、基礎の種別やその形状についても建物マスモデルに情報を持たせる必要があった。

これらに対応し、当初想定よりも詳細な情報の入力が必要となったため、マスモデルの簡易な表現や使用性といった利点を失わないための工夫が求められた。そこで、「建物マスモデルに持たせる情報」と「建物マスモデルで表現をする情報」を切り分け、前者については各担当者がダイアログ上で入力を行い、数値や文字列という形でファミリープロパティとしてモデルが保持する情報とした。一方で後者については、検討を行うための最低限のビジュアル表現を確保するものとした。

ダイアログ上で、各担当者が入力すべき項目を入力タブによって明確に分離することで利便性に配慮を行った。電気新設担当の入力項目としては内部に計画する必要がある通信設備機器等の情報とその大まかなレイアウトのみとし、その他の建物仕様や詳細情報については使用頻度の高いものを初期値とした。これにより、建物の詳細な仕様が決まっていないう計画初期段階から、最小限の要件入力によって必要な建物ボリュームが生成されるものとした。

建物仕様や詳細情報については後からの修正が可能なものとし、基本設計を行う建築保守・所管担当によって基本設計段階で入力するものとした。ここで入力される部材等の仕様情報や寸法情報は、後述する③仕様・単価マスタとの紐づけにより、概算の自動算出や、将来的な詳細モデルへの変換へと活用できるようにした。

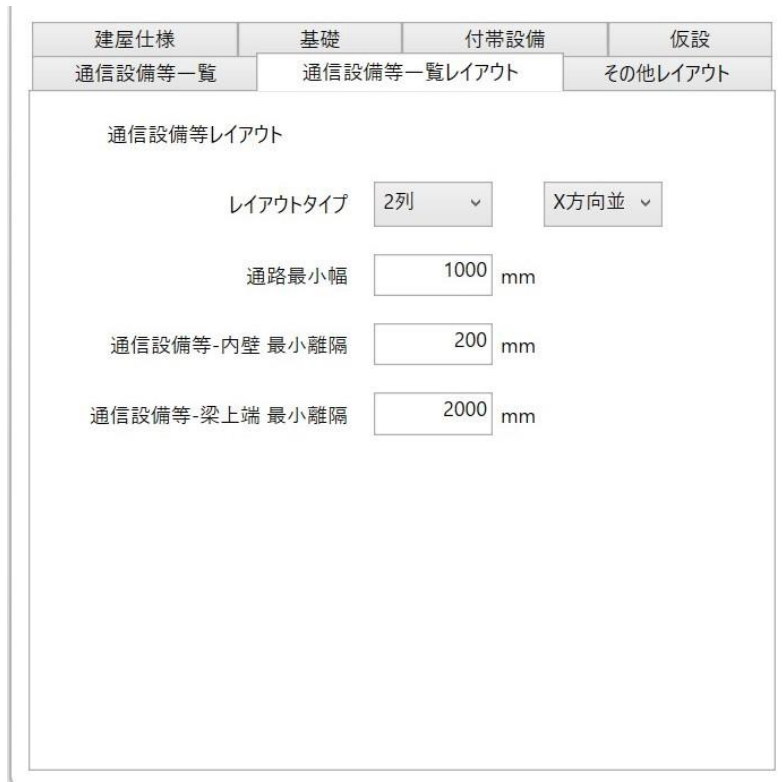
また、この基本設計の結果、柱梁の詳細位置や空調設備等の建物付帯設備の詳細などが求まる。この結果を受けて電気新設担当により改めて内部の電気設備機器の位置の微修正を行うことが必要となる。本ツールを各分野の担当者が共通して使えるものとするこゝで、こうしたチェックバックを受けてのレイアウト修正にも柔軟に対応できるものとした。

次頁以降に、実際のツールプロトタイプの入力操作画面インターフェースのサンプル画像、及びツールを使用して実際に生成した建物マスモデルのサンプル画像を載せる。

【ツールの操作画面のサンプル】



図表 3-5 入力画面全体 (Revit)



図表 3-6 入力画面詳細例 (通信設備等のレイアウトを指定するタブ)

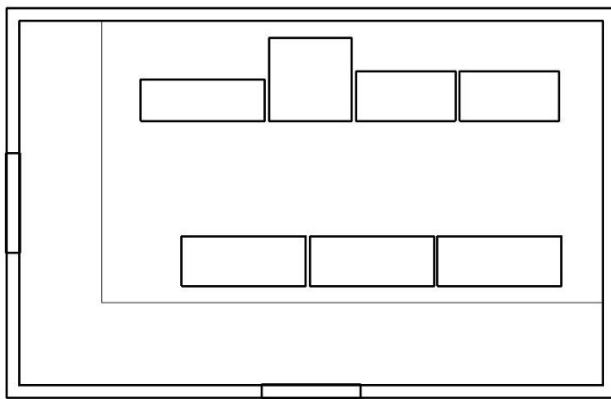
【生成される建物マスモデルのサンプル画像】

以下は、ツールを使用した際のモデルのイメージ図である。

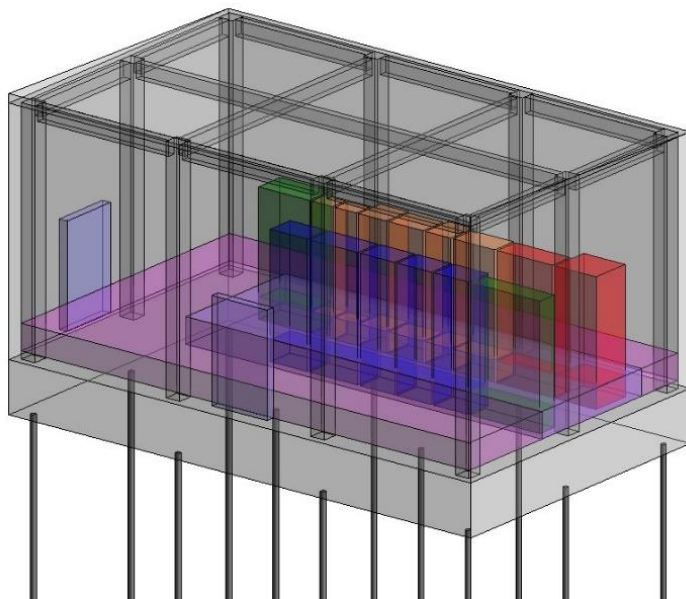
例として、ごく小規模な設備室を想定している。

上屋・屋根・基礎など外形ボリュームを表すマスと、室大きさ・フリーアクセスフロア・設備機器・出入口・メンテナンススペースなど内部レイアウトを表すマスが生成される。

指定されたスパンに従い、柱梁フレーム、および杭を表す円柱型ボリューム（基礎が杭基礎の場合のみ）が生成される。



図表 3-7 建物マスモデル平面イメージ



図表 3-8 建物マスモデル 3D イメージ

- (5) 概算項目の粒度と概算精度とのバランスをとること
- (6) 概算項目の粒度と単価マスタの管理性とのバランスをとること

単価設定を細かく行うことは概算の精度向上に結び付くが、単価自体が時勢を受けて更新されていくべきものであることから、単価設定を細かくすることはその保守性について悪化させる。このため、単価の粒度については精度と保守性を考慮したうえで過不足の無いバランスのとれた設定を行うことが必要となる。

例えば外壁については、材料の違いのほか、同一の材料においても塗装の種類によって塗装の施工費が変化する。これらの違いを全て単価として別々に設定することも可能であるし、概算費用としては違いを無視し全て同一の単価に設定することも可能である。

現在の業務においては、概算を出す際は類似施設の工事費をもとにした床面積法による超概算を算出している。本プロジェクトでは、建物マスモデル自動生成ツールにより、ある程度の寸法精度と建物仕様情報を持った3Dモデルを生成することを計画していることから、この寸法や仕様情報をもとに積み上げ法により現状の超概算よりも精度の高い概算を出すことを目標とした。

第4章 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

4-1 ★定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準

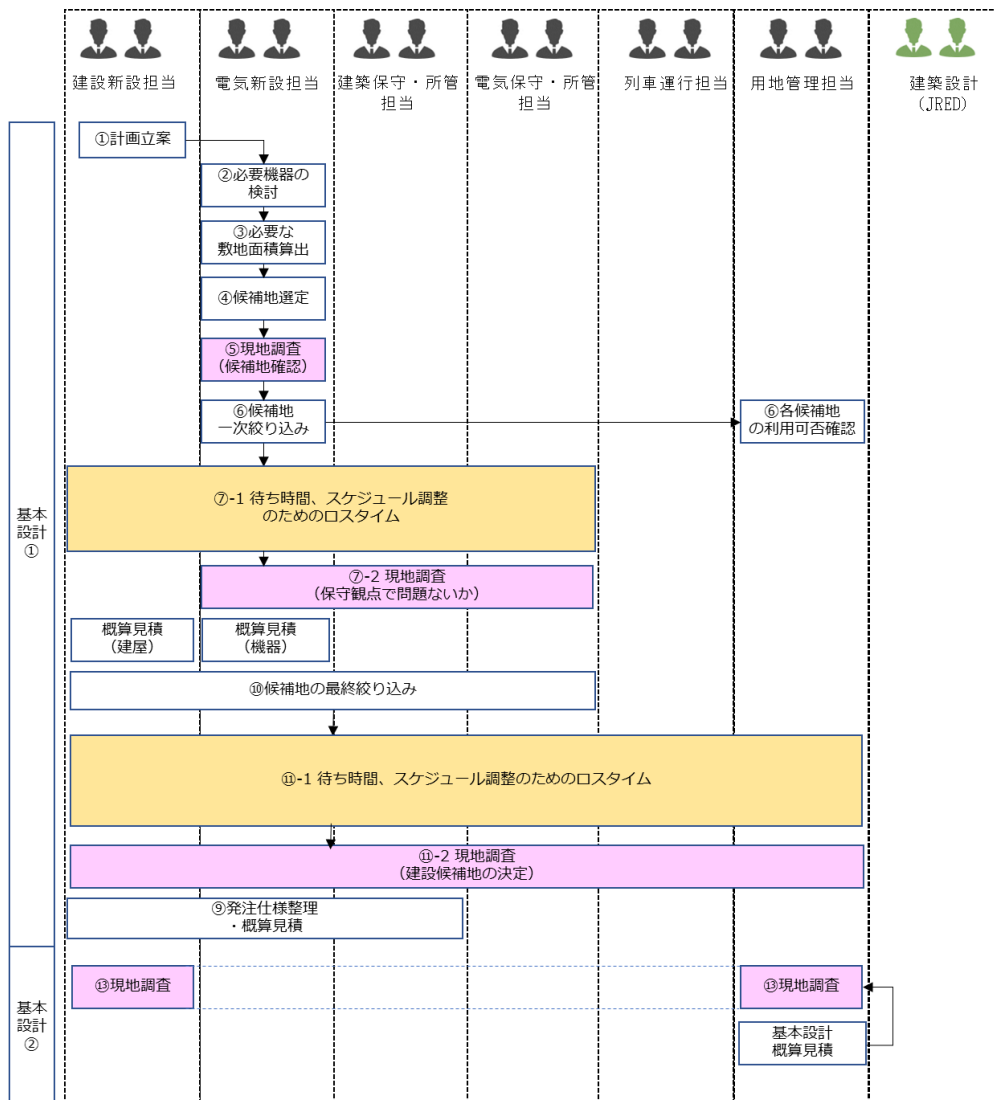
(1) BIM導入効果の定量的な検証のための比較基準

第2章で述べた、新しい業務フローを導入した場合の定量的な効果検証として、本モデル事業の対象物件で要した作業時間を比較対象とする。

(2) 対象工事での基本設計の流れと所要時間

各業務ステップにおける所要時間の検証を行う目的で、K駅の電気建物新設工事における基本設計の流れをまとめ直したフロー図を下記に示す。

基本設計①は発注者が、受注者に対する建物要件の取りまとめに要する作業を示す。基本設計②が、発注後の作業フローとなる。



図表 4-1 現業務フロー

No	タスク名	実施内容	作業工数（人時）
①	計画立案	電気設備の老朽化に伴う、設備更新計画の全体スケジュールを作成する。	
②	必要機器の検討	初期段階では、必要機器が確定していないため、現設備や、類似施設から大まかに機器選定を行う。	1人×4h
③	必要な敷地面積算出	必要機器について機器レイアウトを行い、建屋の必要面積を算出する。この時点では、必要機器が確定していないため建屋面積は安全側（広め）で計画する。	
④	候補地選定	③の必要面積を満たす候補地を、航空写真、敷地図面等を用いて選定する。	
⑤	現地確認 （候補地確認）	<p>■現地確認</p> <p>④の各候補地の確認を行い、既設物の有無等をチェックし、必要な敷地面積が確保できるかどうかをチェックする。 （4候補地の調査を実施）</p> <p>■議事録</p> <p>現地確認結果の議事録を作成し関係者へ共有する。</p>	<p>■現地確認</p> <p>2人×4h=8h</p> <p>■議事録作成</p> <p>1人×2h=2h</p>
⑥	候補地一次絞り込み	⑤の現地確認結果および、敷地所有者の敷地利用可否を確認し、要件を満たさない敷地を除外する。	
⑦-1	待ち時間 スケジュール調整	関係者の現地確認日程の調整の結果、待ち時間が発生	2週間程度（8時間 /日×14日） =112h
⑦	現地確認 （維持管理観点 で問題ないか）	<p>■現地確認</p> <p>建物周辺のメンテナンス動線や、周囲への影響など、電気新設担当と電気保守・所管担当部署が共同で問題が無いかを確認する。 （3候補地の調査を実施）</p> <p>■議事録作成</p> <p>現地確認結果の議事録を作成し関係者へ共有する。</p>	<p>■現地確認</p> <p>電機設計</p> <p>2人×4h=8h</p> <p>維持管理</p> <p>3人×3h=9h</p> <p>■議事録作成</p> <p>1人×2h=2h</p>

⑧	建物要求仕様確認	⑦までの検討で建設可能と判断されている敷地に対して、設計担当へ概算見積作成の依頼を行うための要件整理を行う。	
⑨	要求仕様確認	提示された、敷地、建物ボリュームに対して構造、意匠（各種仕上）の詳細化を行う。施工手順も考慮し概算見積の作成を行う。	
⑩	候補地の最終絞り込み	機能性、経済性を考慮して候補地の最終決定を行う。	
⑪-1	待ち時間スケジュール調整	関係者の現地確認日程の調整の結果、待ち時間が発生	最大2か月（8時間/日×60日） = 480h
⑪	現地確認 （敷地候補地の選定）	<p>■現地確認</p> <p>建物の離隔の確認、撤去物の確認など、関係者間で留意点を共有し問題ないことを確認する。</p> <p>※本プロジェクトでは発生しなかったが、最終の現地確認で問題が発見された場合は、関係者が多いため問題解決後に再度現地確認が発生する。関係者が多いため、日程調整のため1ヶ月以上計画が遅延する恐れがある。</p> <p>■議事録作成</p> <p>確認結果を関係者間で共有し、具体的な離隔寸法や留意事項を基本設計のインプットとして取りまとめる。</p> <p>現地の写真、動画、点群を撮影する。</p>	<p>■現地確認</p> <p>電機設計 3人×4h=12h</p> <p>列車運行 1人×4h=4h</p> <p>用地管理 2人×4h=8h</p> <p>維持管理（信号） 2人×4h=8h</p> <p>維持管理（設備） 10人×4h=40h</p> <p>建築新設 2人×4h=8h</p> <p>企画 1人×4h=4h</p> <p>■議事録作成 1人×2h=2h</p>

⑫	基本設計	最終決定した電気設備のレイアウトを受けて、基本設計を行う。	
⑬	現地確認	設備機器の仕様変更に伴う設備機器の大きさ変更により建屋寸法の変更が発生し、再度現地で影響確認を行う。	<p>■現地確認 建築新設 1人×4h=4h</p> <p>建築設計 2人×4h=4h</p> <p>■議事録作成 1人×2h=2h</p>

図表 4-2 現業務フローにおける業務量 (K駅電気設備建物工事例)

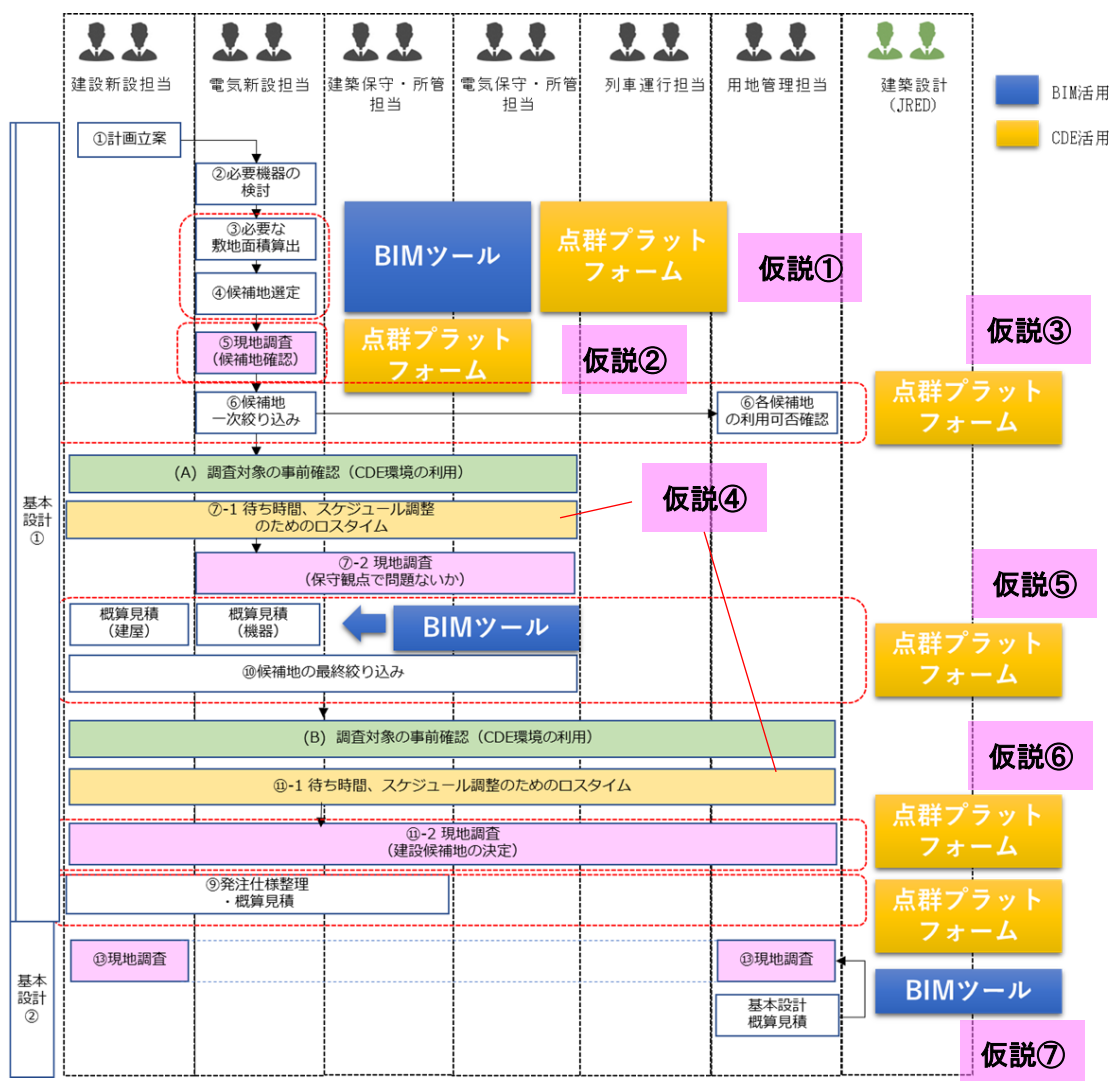
4-2 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法・体制

BIM導入効果検証では、3章で整理した下記の発注者課題の解決するツールを利用して新業務フローの仮説を立案し、発注者の各部署の代表へ聞き取り調査を行い、新業務フローの定性評価と、アンケート調査から削減される工数の定量評価を実施した。

(1) BIM・CDE導入後の新業務フローの仮説

BIMツール、および、CDE環境導入後の現地確認の一連の流れを下記に示す。

下図内の仮説①～⑦はBIM導入効果が得られると想定したタスクである。仮説①～⑦の詳細は次頁以降に記載する。



図表 4-3 新業務フローにおける仮説

(2) 仮説①：電気新設担当の敷地候補地の設定作業の効率化

現行業務フローでは、敷地候補地を選定する際下記の手順を用いている。

- ① 必要な電気設備の数、大きさから、過去の同程度の電気設備建物の建築面積を参考に必要面積を算出
- ② 2D図面や航空写真を用いて①の面積が確保できる用地を探す

2D図面や航空写真では、建築可能面積の検討は可能であるが、架空電線などの立体的な支障物による建築可否の確認はできないため、初回の現地確認（⑤現地確認）で、建築不可が明らかになることもある。

また、電気設備は通路を挟んで2列配置、3列配置など様々なレイアウトが可能であり、レイアウトにより必要な間口、奥行が変化する。これまでは、敷地選定段階で敷地毎に納まりそうなレイアウトを考えることは作業効率が悪いいため、必要面積に一定の安全率を掛けて、やや大きめの間口、奥行で敷地候補の選定を行っていた。

BIMを導入することで、下記3点の効果が期待される。

- ① 電気設備の選定のみで建物ボリュームの算出が可能となるため、敷地選定段階から短時間で様々なレイアウトを試行することが可能になり、間口、奥行の検討を詳細に行えることで、建設可能な候補地の対象を広げることができる。
- ② 必要面積最小面積の把握も同時に行えるため、安全率を考慮した面積では候補地にできなかった敷地も、候補地として加えることが可能になる。
- ③ 点群プラットフォーム上でBIMモデルを重ねることで、現地確認を行うことなく3次元的な支障物チェックが可能になり、候補地選定の精度が高まる。

上記のBIM導入メリットにより、敷地候補地の対象範囲を広げることができると同時に、事前の建設可否判断の正確性が高まるため、敷地候補地の選定⇒現地確認でNG⇒他の候補地を探すという作業を削減できる。

(3) 仮説②：現地確認の事前準備の効率化

これまで、現地確認資料として対象敷地の写真に対して、おおよその建物ボリュームを手書きで記載した資料を作成していた。

現地では、この写真を基に2～3名程度で測量を行うとともに、周辺支障物の確認を実施していた。CDE環境の点群+BIMの重ね合わせを、タブレット等を用いてそのまま現地に持ち込むことで、事前資料作成を一部省略できる。

(4) 仮説③：関係者への確認業務の効率化（用地管理状況確認）

関係者への確認の際には、問い合わせのための書類作成、および、回答書類の作成などが必要であったが、敷地選定の際に作成した点群とBIMモデルの重ね合わせ結果を共有することで、新たな書類を作成することなく問い合わせが可能になる。

これまで、写真、簡単な図では寸法の記載がない箇所の確認はできなかったが、用地管理担当が隣地との離れなどの必要な寸法情報もCDE環境を通して自ら取得することができるため、質疑応答も削減でき問い合わせが効率化する。

(5) 仮説④：現地確認前の不具合発見による現地確認回数の削減

現地確認で施工不可の要因となる事象が発見された場合、電気施設建物の再検討が必要になり、再度現地確認が発生する。関係者の多い現地確認の場合、日程調整に数か月を要する場合もあるため現地確認の増加はスケジュールの遅延に直結する。

BIMをCDE環境で共有することによって各ステークホルダーは事前に自らの担当範囲の事前チェックが可能になる。場合によっては、この時点で課題が見つかることも想定されるため、現地確認の増加を抑制できる効果がある。

(6) 仮説⑤：概算工事費の精度向上、および、見積作業の効率化

これまでの企画段階での工事費は、類似規模、仕様の電気施設の床面積あたりの単価を参考に概算見積を作成していた。初期検討段階で求められる概算見積としては類似の実績がある場合はこの精度でも問題ない場合もある一方で、検討後期段階で建設候補地が絞り込まれ、プロジェクト全体の概算工事費を算出する段階で予算を超え手戻りとなる場合がある。概算工事費算出ツールにより、概算精度の向上と効率化を図る。

(7) 仮説⑥：現地確認でのCDE環境の活用による作業効率化

BIM導入後は、点群プラットフォーム上の敷地点群に重ねて配置されたBIMモデルと現地の状況を比較しチェックを行っていく。点群プラットフォーム上の敷地点群とBIMモデルで事前に狭隘部の既設物や電線等を整理しておくことで、現地確認作業が効率化する。

(8) 仮説⑦：発注者要件の伝達にBIMを用いることで受注者業務を効率化

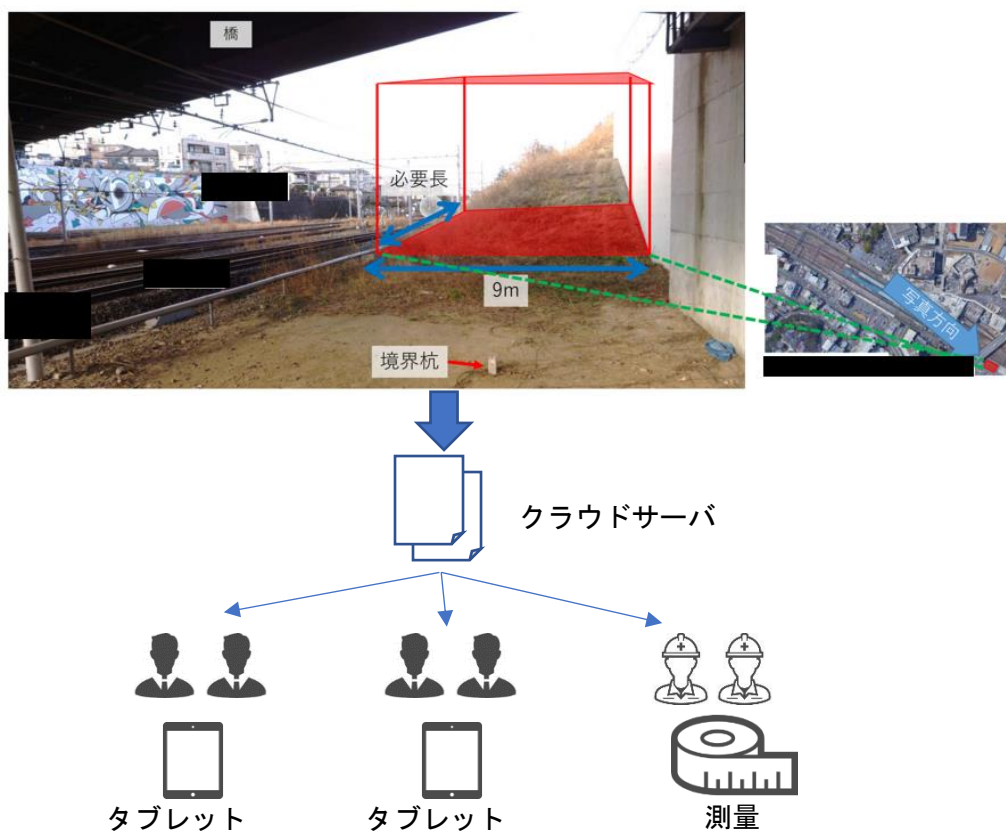
発注者からの、電気設備建物の要件説明資料は発注前に独自に作成していたが、敷地候補地選定までの基本設計で作成したBIMモデルを提供することで、詳細説明を省略することができる。

受注者は、受領したBIMモデルの各パラメータから、各部位の前提条件の仕様（壁、床、天井、基礎等）を確認でき、変更が必要な場合に受け取ったBIMモデルを修正することで変化点を発注者と共有することも可能になる。受注後に、BIMモデルを作成する方法と比較し、発注者が検討に利用したBIMモデルを受注者が活用することで初期のすり合わせの

ための現地確認の効率化や、変化点の共有に寄与できる。

現地確認資料（現行）

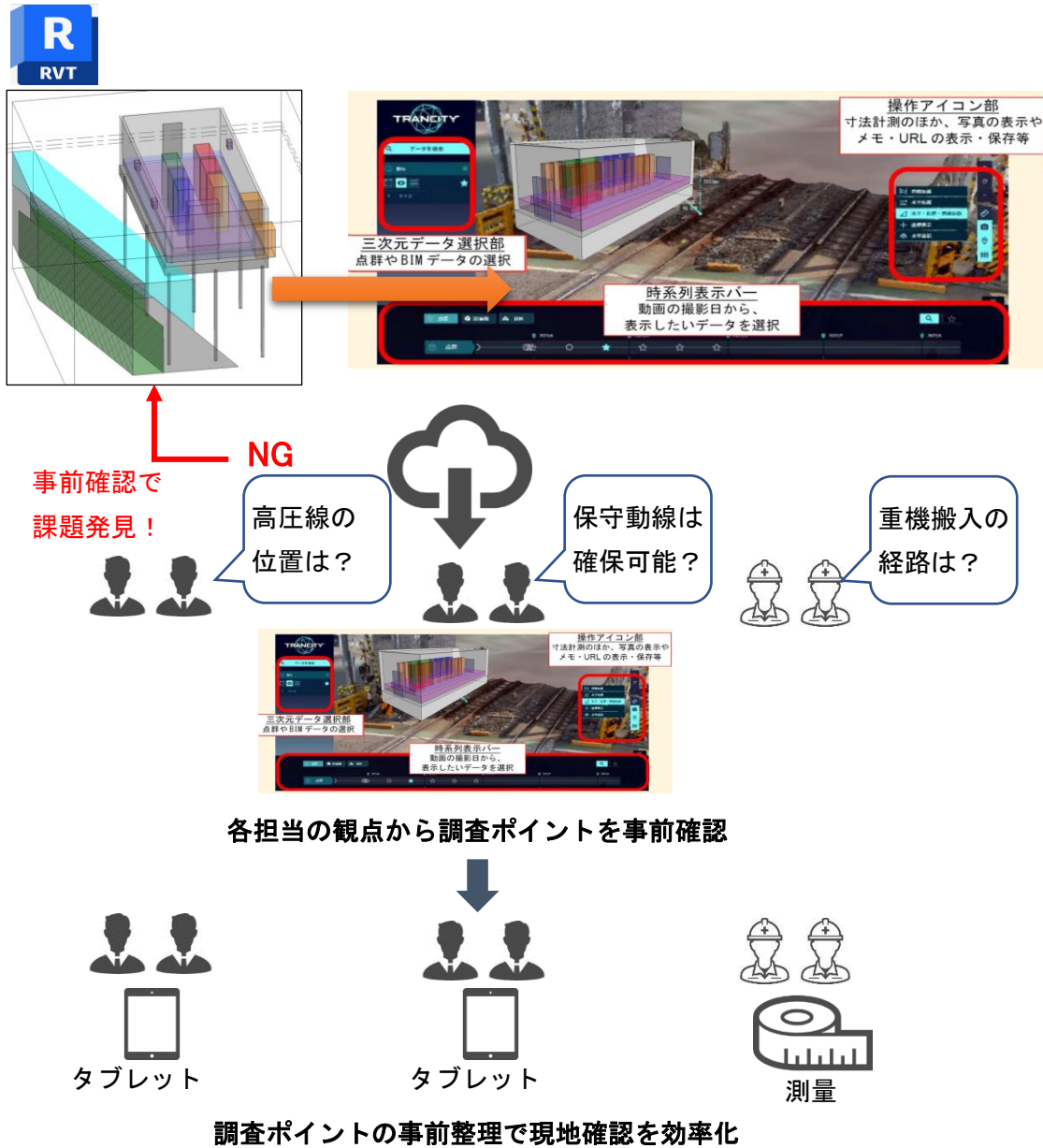
地図、および、写真への大まかな建物ボリュームを記載。電子データ、および、紙ベースで関係者へ配布。



図表 4-4 現行の現地確認資料

現地確認資料 (BIM導入後イメージ)

設置する機器から求めた精度の高い建物ボリュームを、点群プラットフォームの点群に合成。現地確認前に、点群+BIMを用いて各担当が事前確認を行うことで、現地確認前に課題が発見されることも期待でき、現地確認回数の削減にも寄与できる。



図表 4-5 BIM導入後イメージ

4-3 効果検証等の結果

(1) 発注者に対するアンケートによる定性的な評価

現プロトタイプ時点での各ツールの使い勝手やその効果についての検証として、本プロジェクトでは業務フローで中心的な役割を担う電気新設担当部署を中心に、発注者社内のその他担当部署、受注者社内の設計担当部署へアンケート形式の聞き取り調査を行った。このアンケートでは、本プロジェクトで対象とした物件に限らず、当ツールを電気設備建物工事一般で用いることを想定した際の効果について聞き取りを行った。

【聞き取り内容】

具体的な業務内容にもとづき、それぞれ以下の2点について聞き取った。

①現状の労力の程度

5段階評価（1:あまり苦勞していない、3:やや苦勞している、5:とても苦勞している）

②どの程度改善されると思うか

5段階評価（1:あまり改善しない、3:やや改善する、5:とても改善される）

評価対象とした業務内容は、以下の通りである。

1. 現地確認の日程調整
2. 敷地候補地の選定
3. 支障物の確認
4. 電気設備機器等のレイアウト
5. 建物のボリューム検討
6. 概算工事費の算出

また、アンケートの際には上記項目のほか、その他の業務上で苦勞している点、その他の欲しいツール機能等についても自由記述形式で回答を得た。

【回答者属性】

回答者総数：13名

発注者 電気新設担当部署：6名

発注者 建築新設担当部署：1名

発注者 建築保守・所管担当部署：1名

受注者 設計担当：5名

【聞き取り結果と考察】

①現状の労力の程度、②どの程度改善されると思うか、それぞれについて評価1を1点、評価5を5点として、平均点数を算出した。①、②についてそれぞれ結果をまとめたものが以下

となる。表中で、最頻値を赤字で示している。

現在の労力の程度	1:あまり苦勞していない		3:やや苦勞している		5:とても苦勞している	平均点数
1.現地立会の日程調整	1		3	6	2	3.7
2.候補地の選定		2	3	2	5	3.8
3.支障物の確認			2	4	6	4.3
4.電気設備等のレイアウト	1	4	2	3	2	3.1
5.建物のボリューム検討		1	8		3	3.4
6.概算工事費の算出			5	4	1	3.6

どの程度改善されるか	1:あまり改善しない		3:やや改善する		5:とても改善される	平均点数
1.現地立会の日程調整	1	2	3	6	2	3.4
2.候補地の選定			2	6	6	4.3
3.支障物の確認		1	2	2	9	4.4
4.電気設備等のレイアウト			3	5	6	4.2
5.建物のボリューム検討		1		3	10	4.6
6.概算工事費の算出			2	7	4	4.2

図表 4-6 アンケート結果

1. 現地対対象の日程調整

現地対対象の日程調整については、最頻値4、平均値3.7となり、現状の労力が大きいことが改めて示された。これは、発注者の社内においても関係部署が多く存在することによるものである。改善される期待値については平均3.4点となり、一定の改善は期待されるが、他の項目と比べるとその期待値はやや低く、分布もなだらかとなった。CDEの整備によりコミュニケーションが円滑化することで改善を図ったものであるが、多数の関係者の業務スケジュールそのものが変化するものではないことは一つの要因として考えられる。

2. 敷地候補地の選定

候補地の選定については、最頻値5、平均値現状の労力が大きいことが示された。複数の候

補地に現地確認に赴き、測量や支障物確認等を行う必要があることが要因である。

改善される期待度については平均4.3点と高い点数が示されている。候補地に対しては図面やデータだけではわからない現地情報を取得する必要があることや、既存の現場点群データがない際には撮影を行う必要があることなどから、計画初期段階における現地確認を完全に無くすことは難しい。しかし、ひとたび十分な現場3Dデータが揃えばその後の現地確認の回数削減だけでなく、現地確認を行う際の検討精度の向上に役立つため、改善への期待が大きいと考えられる。

3. 支障物の確認

支障物の確認については、現状の労力の度合いが特に高いことが示された。鉄道の電気設備建物という特性上、線路軌道、埋設配管、既存構造物、架空線、信号の見通し等、様々な支障が存在する。これに対しては業務の改善度合いの期待値についても4.4点と非常に高い点数が示された。プロジェクト内容の説明を行った際には、特に点群データと建物マスモデルとの重ね合わせにより、現場での支障物確認に代替することが可能となるのではないかという意見が、現地確認調整を行う電気新設担当部署から得られた。

4. 電気設備機器等のレイアウト

電気設備機器等のレイアウトについては、現状の労力の度合いは3.1となり、また分散が大きくなった。電気設備機器等のレイアウトは主管として電気新設担当が行うことから、回答を電気新設担当から得られたものに絞っても、同様の傾向が得られた。電気設備機器の配置には一定の経験則に基づくノウハウが存在しているため、ここに係る労力は大きくないという結果が出たと考えられる。

一方で、どの程度改善されるかどうかについては4.2点と高い点数が示されている。電気設備機器の配置についてのノウハウはあるといえど、柱梁や付帯設備等との離隔等、調整する事柄は多い。こうした他の担当部署から要求される諸条件とのすり合わせがしやすくなることで、レイアウト計画の精度向上が期待できると考えられる。

また、支障物確認の効率化のためには建物マスモデルが必要となり、そのマスモデルのボリューム算定の諸元として設備レイアウトというプロセスが存在するため、最終的な目標である3.支障物確認の効率化につながるということが最も重要である。

5. 建物のボリューム検討

建物のボリューム検討については、現状の労力の度合いは大きくないことが示された。電気設備機器の配置と同様に、建物ボリュームの算定についても一定の経験則に基づくノウハウが存在しているため、労力自体は大きくないという結果が出たと考えられる。一方で、改善されるかどうかについては点数が高くなっており、4.と同様の理由によるものと考えられ、建物マスモデル自動生成ツールによる業務の手間を削減が期待されている。

建物ボリュームの算定についても設備機器レイアウト同様、支障物確認のための建物マスモデル生成や、概算工事費の算定へとつながるプロセスの一つではあるが、業務削減に一定の効果が見込めることは良い結果であると言える。

6. 概算工事費の算出

概算工事費の算出については、現状の労力の度合いは3.6点となり、労力の度合いは中程度であることが示された。プロジェクト全体の概算工事費には、建築の概算費、電気の概算費などが含まれる。今回のアンケートの回答者属性として、概算工事費の算出を実際に担当する建築保守・所管担当部署からの回答が少なかったことは、点数を低く算出する方向に働いた可能性が考えられる。また一部の電気新設担当からは、積算業務は対象外として無回答とする回答が得られた。一方で、改善度合いの期待値については高い点数が示されている。

概算工事費の算出ツールは、概算積算業務の効率化だけでなく、計画初期段階から大まかな建築の概算費用がわかることで、予算上の手戻りを防止する効果を狙ったものであった。しかし、発注者へのプロジェクト説明時にこの点についてうまく訴求することができなかった可能性が考えられ、反省すべき点であった。

7. 自由記述

以下、自由記述にて得られた意見を抜粋する。

・建設時の施工範囲について

現行業務で苦勞する点として、電気担当者は建設時に必要とされる施工範囲（足場範囲、掘削範囲など）が判断できないため苦勞するということが挙げられた。支障の確認の際にはこうした施工範囲も必要となる（線路軌道への影響や、信号の見通し等）。これについては、建物マスモデル自動生成ツールによって建物ファミリの周囲に足場ファミリを生成する機能を設けているため、ある程度のシミュレーションが可能になると考えられる。

一方、掘削範囲については、敷地条件や地盤条件等によってその施工方法が大きく変わるため、今回プロトタイプでは基礎構造のサイズのみに対応として掘削範囲の図示は行わなかった。これは今後の課題として挙げられる。

・付帯設備のレイアウトについて

換気設備等の付帯設備のレイアウトをBIM上で検討できる点で、業務改善への効果が見込めるという意見が得られた。設備機器レイアウトを検討する電気担当には構造上の知見がないため、現状では電気担当と建築担当とが調整を行う必要があるが、共通のBIMデータ上でサイズや位置が絞られることで手間の削減が見込める。これは、部門を超えた各担当者が共通して使用可能なツール形態を提案した効果である。

(2) ★定量的な効果検証結果

① 発注者の社内調整や現地確認に係る労力（コスト）の削減

前節における仮説①～仮説⑥に対応する定量的な効果検証として、発注者の各担当部署へのヒアリングの結果をもとに、本プロジェクトにおける各ツール運用後の業務量の削減値について試算を行った。

多数の関係者間調整に係る待ち時間・ロスタイム、及び実際の作業に要する人工の2つの観点から試算を行った結果、待ち時間・ロスタイムについては現状の約600時間に対し50%の削減、人工については現状の約130人工に対して75%の削減の効果が見込まれるという数値が出た。

ステップ	資料作成・現地調査に係る人工（人数×時間）	関係者間調整に係る待ち時間・ロスタイム
建物要件の設定 敷地候補地の調査	約70%削減可能	約50%削減可能
各関係者間の合意形成	約70%削減可能	約50%削減可能

図表 4-7 発注者業務の効率化試算結果

② 効果検証：設計の効率化による設計費の圧縮⇒発注者の外注費削減

前節における仮説⑦に対応する検証として、設計担当者へのヒアリングを行い、本プロジェクトにおける受注後の設計者による基本設計・概算工事費算出段階での業務削減量の試算を行った。3Dモデルの活用により、設計条件の整理段階における発注者との現地確認や打合せの回数、基本設計図書作成段階の意匠図作成、支障物リストの作成に係る人工の減少が見込まれた。

その結果、人工全体としては約20%の削減が期待できることがわかった。

ステップ	一部担当者 人工（人数×日数）	人工全体
設計条件の整理	約60%削減可能	約20%削減可能
基本設計図書の作成	約15%削減可能	

図表 4-8 設計受注者業務の効率化試算結果

③ 結果まとめ

発注者の設計外注費削減では当初目標の30%に達する結果は示すことができなかったが、より大きな課題として考えられた発注者の企画・計画段階での業務効率化については、当初目標である30%削減の値を多く上回る結果が示され、BIMツールの活用による効果に大きな期待が見込めることがわかった。

(3) ツールのプロトタイプの精度に関する検証

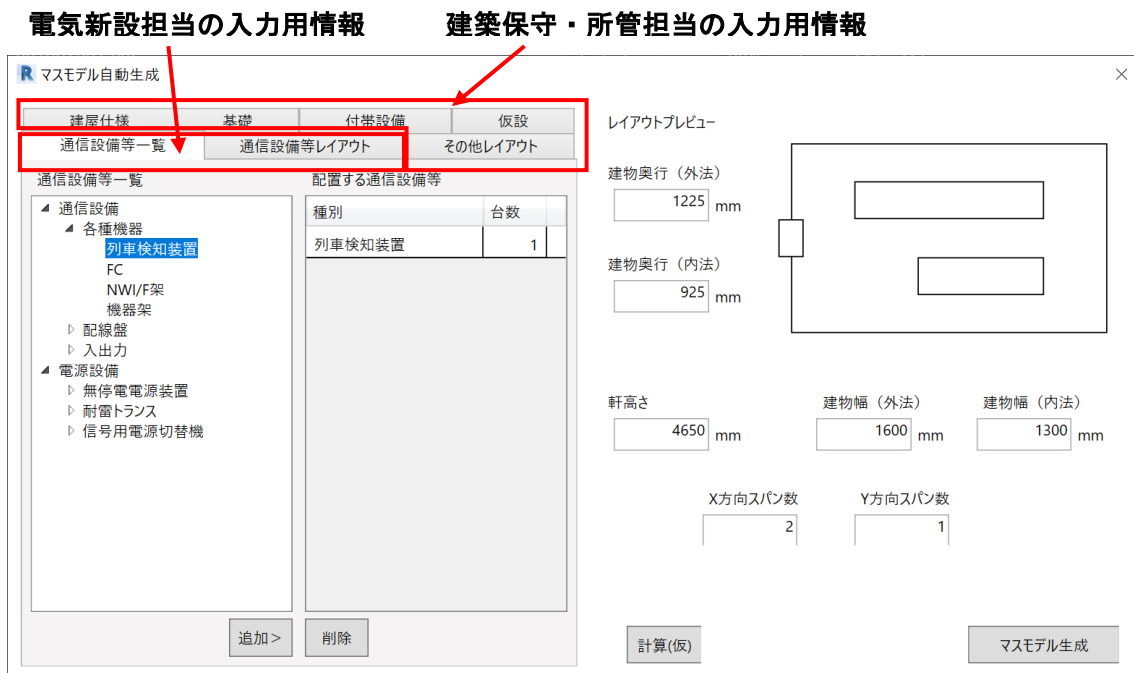
本プロジェクトで開発を行ったツールプロトタイプの使用性・精度を確認し、来年度以降の実運用に向けた改善を洗い出す目的で、発注者へのアンケート結果や既存の物件事例のデータを用いて検証を行った。

① 建物マスモデル自動生成ツール

建物マスモデルの作成に必要な情報は、下記ダイアログにまとめられている。

建築担当の入力情報には、電気設備建物で発生頻度が高い仕様があらかじめ初期設定されているため、最初に建物モデルを作成する電気設備設計担当は、自らの担当範囲の情報のみを入力することで建物マスモデルを作成することができる。

アンケートの結果、電気設備のレイアウト作業そのものの効率化に対する点数が高いことから、電気新設担当のBIMモデル作成作業を可能な限り簡易にしたことで、BIMモデル作成は作業増とみなされず、敷地選定でBIMモデルを用いて精度の高い検証が行える点が高い評価を得たと考えられる。



図表 4-9 建物マスモデル自動生成ツールの入力箇所役割分担

② 概算工事費算出ツール

3-3 (2)③で詳細を述べたように、概算工事費算出ツールでは、概算工事費の項目を自動算出対象の項目と手動で算出する項目に分けたうえで、前者について建物マスモデルから抽出した仕様・寸法情報とDBで管理される単価情報とを掛け合わせて概算費の算出を行い、エクセル形式で出力する。現状の面積法による超概算よりも精度の概算費の算出を行うことを将来的な目標とし、本プロジェクトにおいてはツールプロトタイプによる概算費と実際の工事費とのマッチング率の確認を行い、改善点の洗い出しを行うことを目標とした。

入力・計算に必要となる仕様・単価DBについては、過去事例より比較的採用頻度の高い仕様を複数個抽出し、その仕様に対応した単価の想定値を入力した。

以下、本プロジェクトの対象物件を含み、計3つの既存物件について概算費の算出を行った結果として、「ツールによりされた概算金額」及び「概算金額と実際の工事費のマッチ率」をまとめた表（主要かつ自動算出を行った工事科目について抜粋）を載せる。赤字で記載されている箇所は、マッチング率が±20%以内となった項目である。

	物件1	物件2	物件3
	マッチング率	マッチング率	マッチング率
土工事	0.06	0.18	0.20
コンクリート工事	0.77	0.79	0.49
型枠工事	1.00	1.25	1.01
鉄筋工事	0.88	1.13	0.99
鉄骨工事	0.38	0.64	0.64
既製コンクリート工事	1.11	1.40	1.99
屋根・とい工事	0.56	1.92	1.20
金属工事	0.92	1.50	0.25
金属建具工事	0.89	1.16	1.08
内装工事	1.99	1.34	0.95

図表 4-10 概算工事費の精度

□結果

型枠工事、鉄筋工事、金属建具工事等についてはおおむね正確な概算費が得られた。

一方、その他の工事科目については、全体的に同程度の小さな値が出ているもの（土工事、コンクリート工事、鉄骨工事）、物件により大きくマッチング率が上下するもの（屋根・と

い工事、金属工事)の2種類が存在した。

□考察

概算精度の向上を最終的な目標とした上で、検証により抽出された課題は以下の2種類に分類されると考えられる。

A)すでに想定されている概算項目の精度に関する課題

B)概算金額に大きく関わり、かつ現在想定することが出来ていない項目に関する課題

A)すでに想定されている概算項目の精度に関する課題

これらをさらに分類すると以下ようになる

- ・単価の設定の精度に起因する金額のズレ

例)屋根工事

屋根本体以外の樋や金物、面戸、ケラバ包み、下地コンパネなどの副部材が多くあるが、一律に㎡単価としているため単価精度が低いと考える。

- ・建物マスモデルの寸法情報をもとに計算する、数量の算出式の精度に起因する金額のズレ

例)土工事

掘削量などを建物マスモデルから算出しているため、算出精度が低いと考える。

- ・建屋・部材仕様のバリエーション不足に起因する金額のズレ

例)金属工事

部材の規格が多く存在していること、庇がある場合と無い場合など建物ごとの個体差があることに起因するズレと考える。

これらの単価設定や数量式設定についての課題は、今後実際に運用していく中でデータの蓄積を行い、修正を加えていくことで解決をしていく。

B)概算金額に大きく関わり、かつ現在想定することが出来ていない項目に関する課題

例)鉄骨工事

・鉄骨工事では、柱や梁など大きい部材の重量を算出し、ブレースや小梁などの副部材は掛け率で算出している。また、工場加工費や現場建て方費を部材重量から一律に算出しているが、鉄骨工事は材料費、工場加工費、工場検査日、現場搬入費、現場施工費など多期間かつ多種の工程があり、現状の想定に含まれていない項目が無いが見直す必要があると考える。

この課題はデータの蓄積によっては解決せず、データ構成を見直す必要がある。

概算工事費算出については今後も継続的に検討を行い、精度向上を行う必要があることが明らかになった。

第5章 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（ペンディング）

5-1 事業者として今後さらに検討・解決すべき課題

(1) ツールプロトタイプについての課題

① 建物形状バリエーションへの対応

発注者へのアンケート結果より、自由記述において得られた意見として建物形状のバリエーションへの対応が求められた。

A) 屋根形状

本プロジェクトでは片流れ折板のみを対象としたが、パラペットを有するものには対応していない。

B) 床の嵩上げ

発注者へのヒアリングの結果、近年は災害対策として浸水区域の電気施設を嵩上げるケースが多く存在することがわかった。

② 建物ボリュームの編集機能

本プロジェクトでは、選択された通信機器を2列、3列といったレイアウトルールに並べる初期配置機能のみを提供したが、最終的には通信機器の種類や、外部電源の位置などに応じて適切なレイアウトを電気設備設計担当が行う必要がある。

敷地選定の初期段階では、操作の手間の少ない本プロジェクトの機能が求められたが、作成したBIMデータを、さらに後工程につなげるためには、通信機器を最終的なレイアウトに並べなおした後、その状態から内壁との最小離隔を担保できる建物ボリュームの算出する機能が必要になる。後工程へのシームレスな連携のため、建物ボリュームの調整機能については次年度課題とした。

③ 概算費の自動算出が困難な工事費用項目の存在

本プロジェクトで対象となる鉄道の電気設備建物について大きな特徴の一つとなるのが、敷地条件の特殊さである。線路沿いの敷地、線路と線路に挟まれた敷地、線路高架下の敷地など、敷地形状の狭隘さ、鉄道運行の支障に配慮した仮設計画といった点で一般的な建設工事とは異なる条件がある。

そのため、土工事や山留工事、仮囲いや重機搬入などの仮設工事の一部などは、敷地条件による変動がとて大きい。こうした費用項目は、建物マスモデルが持つ寸法情報や仕様情報をもとに自動算出を行うことは困難となることが判明した。

このことから、工事費の内訳項目の中で建物マスモデルから自動で概算算出が可能な項目と、自動算出が困難なため従来通りの概算算出を行う必要がある項目を区別し整理を行った。そして、自動算出が困難な項目に関しては、自動集計結果のエクセルに手動にて金額

を追加入力し、最終的な概算工事費の総額を得るものとした。

こうした敷地条件の特殊性、事業継続を絶対として工事計画は、ある面では道路沿いに幹線や敷地を持つインフラ会社に共通した課題となる可能性がある。そのため、本プロジェクトの将来的な横展開の際に役立つ知見となる可能性があることから、今後解決されるべき課題として挙げられる。

（2）浸水区域との重ね合わせや、多数の建物群を管理していく上でのより発展的な利活用方法

構造計画研究所では、Project PLATEAUにて兵庫県朝来市を対象とした積雪リスク評価シミュレーションを行っている。PLATEAUより3D都市モデルをUnityへインポートし、積雪荷重による建屋のリスク評価とその3次元可視化を行ったものである。こうした知見を活かし、鉄道の電気設備建物の浸水リスク評価へと繋ぐことが出来る。

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) BCP対策としてのインフラ会社の維持管理情報の重ね合わせへ向けたBIM情報の定義

インフラ会社では、同様の機能を有する多数の施設が面的に散在しておりそれらの施設が連携してサービスを提供している。そのため、各インフラ会社は独自のGISシステム等で地図情報と各建物を紐づけて管理を行っている。

本プロジェクトの対象である鉄道の電気設備建物についても同様であり、点群クラウドサービスを点群プラットフォームとして採用しているが、BIMデータのフォーマットは各社が維持管理情報に必要なものを定義している状況である。

一方で、災害などの有事の際は、地域ごとのインフラの被害状況を総合的に閲覧できる環境が求められている。復旧の優先順位を決める際に、自治体と連携して複数のインフラ会社の情報を重ね合わせることで、迅速に対応計画を策定することができる。

建築BIM推進会議にて、BIM活用推進の1つとして自治体が求める情報のフォーマットを定義していただくことで、各インフラ会社のBIMの重ね合わせが促進され、そのプラットフォームでPLATEAUの利活用にもつながると考えている。

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

本プロジェクトでは、発注者のプロセスマネジメントを効率化することを目的とした。

発注者メリットをさらに高めるためには、アセットマネジメントへの活用が期待されている。これまでのアセットマネジメントの事例としては、ライフサイクルBIMへの取組が複数発表されているが、ほとんどが単一建物の事例である。インフラ会社は「類似の建物を多数抱える」という特徴があり**建物群のアセットマネジメント**が必要になる。

標準ワークフローに沿って、BIMを活用していく際に、複数建物の情報の比較や、不具合原因調査等を効率的に実施するための、有効なツールの深堀（データベースツール、情報共有のためのツール）や運用フェーズのBIMデータの在り方についてさらに検討をお願いしたい。

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

本プロジェクトでは過去物件を対象としたため、BEPの作成については発注者へのヒアリング結果をもとに作成し、検証について来年度以降の実際の運用に際して行うものとした。作成したBEPは参考資料として添付を行う。