

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

(株)JR東日本建築設計・(株)構造計画研究所

【本研究の目的】

内閣官房より、防災・減災、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。

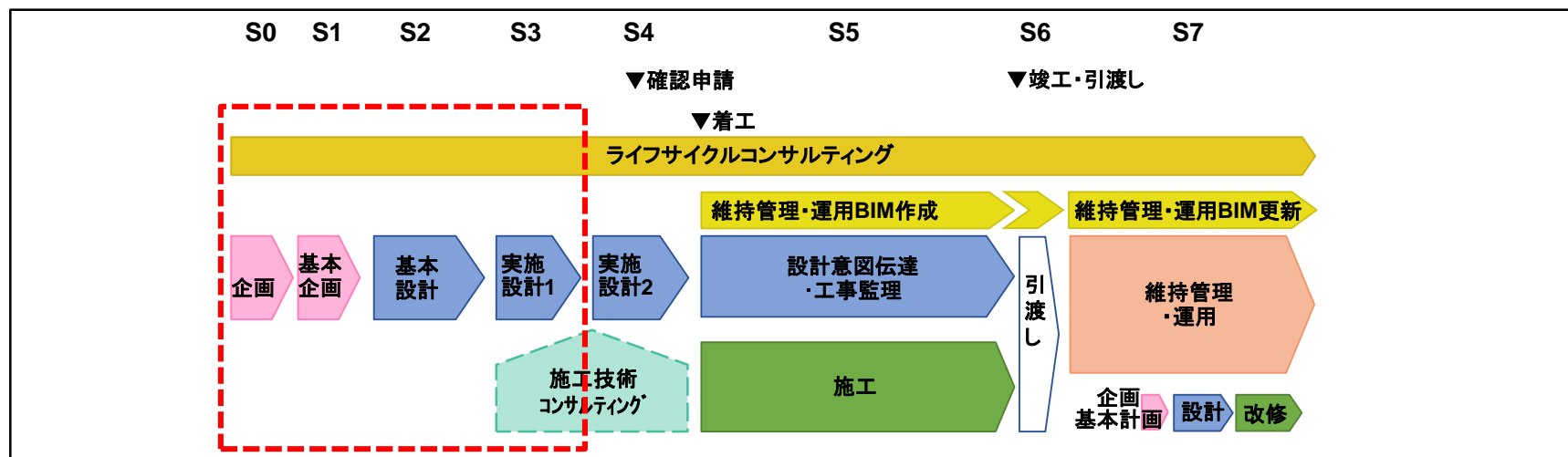
JR東日本グループでは、安全かつ持続可能な鉄道運営および整備計画を実現するために、デジタル化の更なる推進を検討している。本研究では、鉄道運営に不可欠な電気設備を格納する鉄道施設の設計の品質の向上と、維持管理への設計情報の有効活用によって安定した鉄道運営を行うためのBIM活用の具体化を目的としている。

【本研究の位置付け】

本研究は、下記3ステップでの実施を想定している。

「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」では、ステップ1を実施する。

- ステップ1（S0～S3）：鉄道施設設計の現行業務フローの課題整理と、あるべき姿の仮説立案
プロトタイプシステムによる、BIMモデル活用効果検証と課題整理
- ステップ2（S0～S3）：設計ツール、および、設計情報の共有ツールの整備
- ステップ3（S0～S7）：実プロジェクトでの試運用と効果検証、さらに、維持管理への利活用



第1章 はじめに

- インフラストラクチャー業界（国全体）の動向
- JR東日本グループとして求められるもの

第2章 インフラ施設としての鉄道施設の課題

- インフラ共通の課題
- 鉄道施設の課題

第3章 鉄道施設管理のあるべき姿

- 鉄道施設の設計の現行業務フロー
- 鉄道施設設計の現行業務課題
- 鉄道施設の設計のあるべき姿

第4章 BIMツール仕様

- システム全体イメージ
- 設計情報の共有ツール
- 設計効率化ツール

第5章 鉄道施設設計へのBIM導入効果検証

- 設計業務フローと検証シナリオの位置付け
- 検証シナリオ
- 定量評価、定性評価

第6章 考察

- BIM活用へ向けた課題・対応策
- 今後の展望

第7章 まとめ

- まとめ

【インフラストラクチャー業界（国全体）の動向】

- 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次元等の「**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。

【JR東日本グループとして求められるもの】

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、

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**

を実施する必要がある。

デジタル技術を活用した安全性・生産性向上の取組み

- 「JRE-BIM」における調査～維持管理での3次元データの活用
- 点群データを活用した現場測量の効率化
- 「共通データ環境（CDE）」や「実証実験等のフィールド活用」の普及



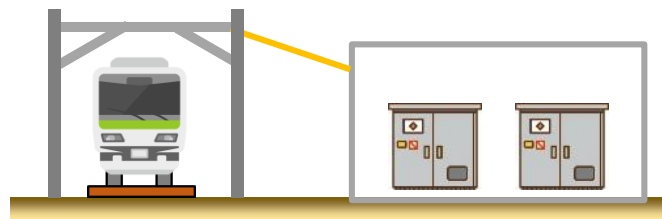
〔出展〕 JR東日本
最新技術を活用したプロジェクト推進

【インフラ共通の課題】

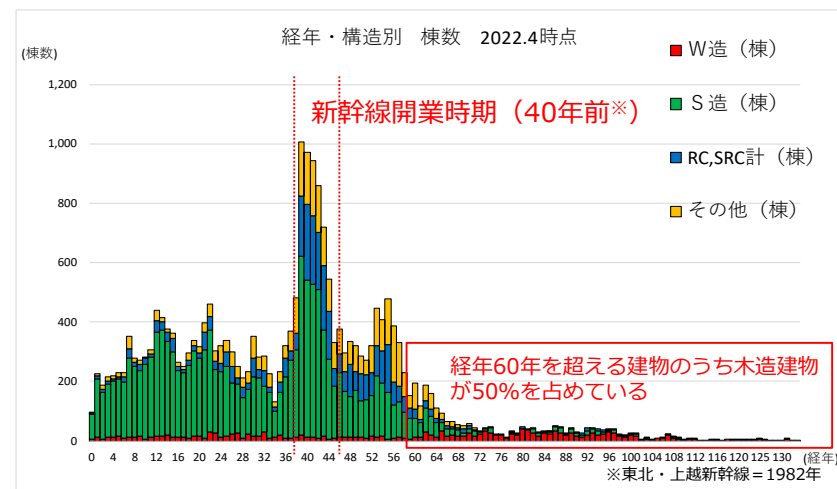
- ・インフラの老朽化
- ・高い技能を持つ熟練技術者から
次世代への技術継承
- ・技術の担い手の確保
- ・頻発する自然災害に対する
危険性（漏水・倒壊）への対応

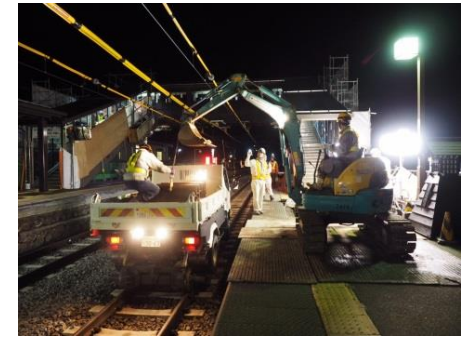
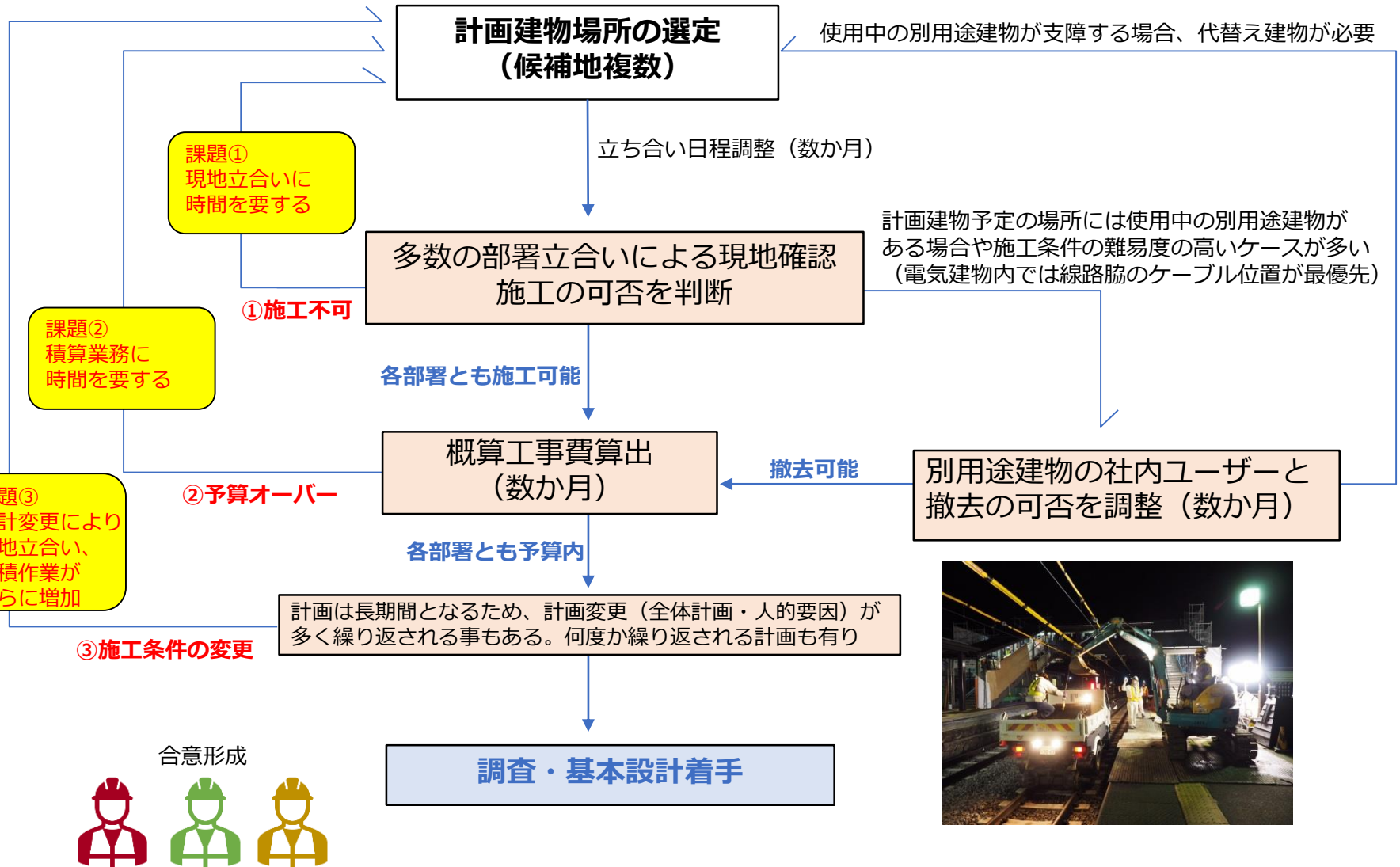
【鉄道施設の課題】

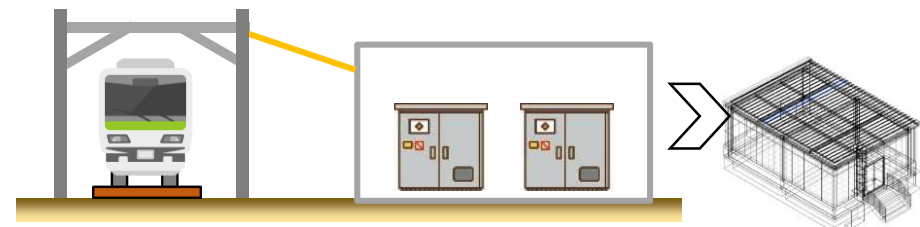
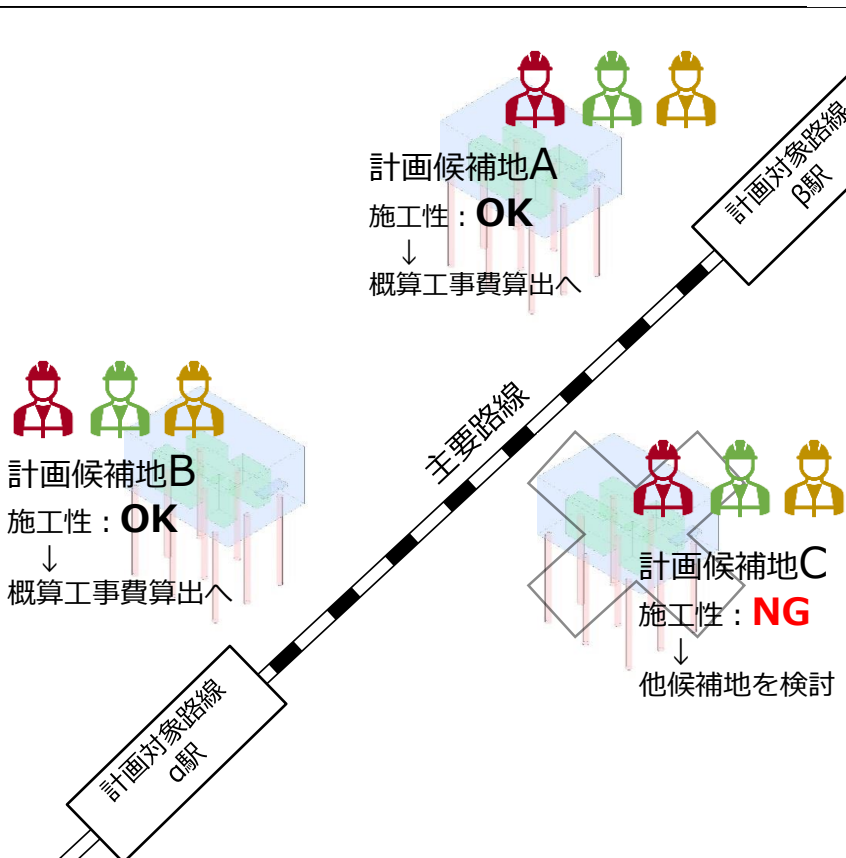
- ・ **様々な事象・不具合によって電車を停止させてしまう重要設備を多く抱える**
 - ・ 電力供給設備：電車等の駆動に影響
 - ・ 信号通信設備：電車等の運行制御に影響



- ・ **多角的な保守を行っており多数の関係部署と検討・調整するため、合意形成に時間がかかる**
 - ・ 日程調整
 - ・ 施工の可否（場所・スペック・時期・etc）
 - ・ 上記決定後の工事費に関する意思決定
 - ・ 従来設備等の整理（支障物の移転先等）
- ・ 類似施設はあるが、標準設計等が可能な設備（建物）は少ない
= 新たな施策の都度多数の調整・検討業務が必要







課題①：現地立合いに時間を要する

計画対象路線内の複数の候補地で主幹部署が立会い
①周辺干渉物の確認、②施工性の確認
などの与条件整理を実施。（多大な労力を要する）
現地の条件を限られた計画期間で当該詳細まで
把握するのは困難で十分な計画が出来ない事も有る。

課題③：設計変更による繰り返し作業

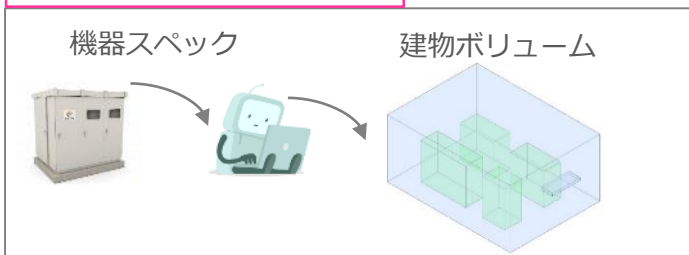
基本調査時に離隔条件や候補地現況の検討が不十分な場合、現地立会い後に計画見直しの手戻りが発生
また、計画変更により与条件が変化する場合もあり、
そのたびに、現地立会い、概算見積が発生する。

課題②：積算業務に時間を要する

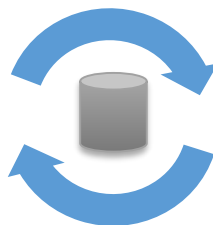
発注者からは複数の候補地が提示されるため、各候補地の最も、合理的で経済的な設計案を作成する必要がある。
工事費を算出するためには、候補地毎に必要な建物ボリュームを算出する必要があるが、様々な与条件があるため設計に時間を要する。

【課題の解決】

ボリューム案の自動生成

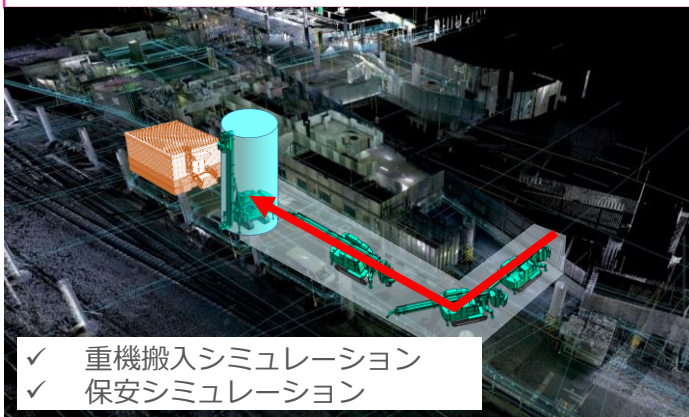


ボリューム案
概算見積
のさらなる向上



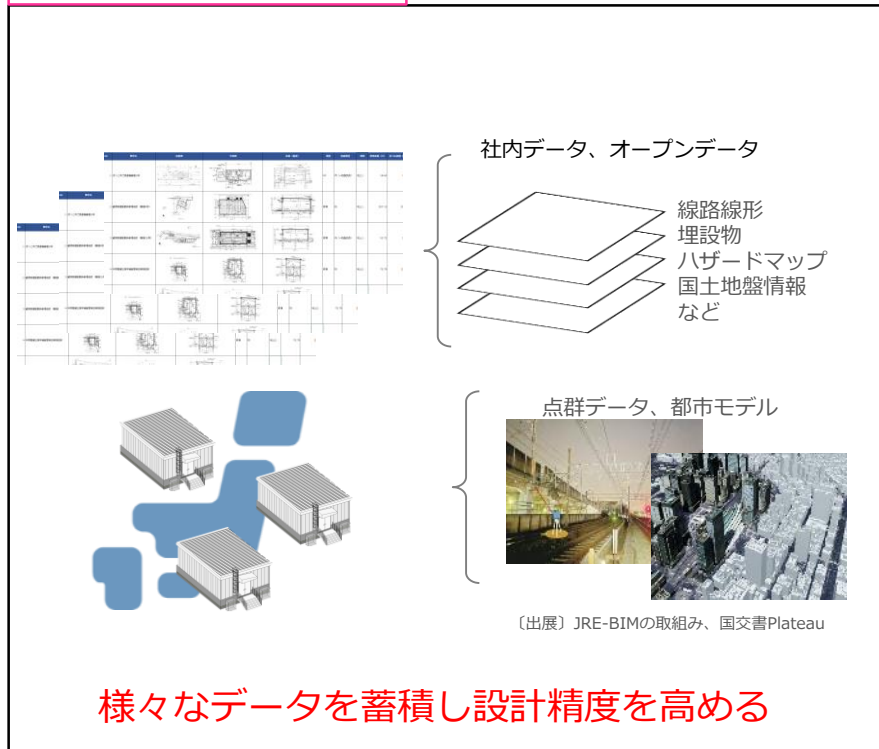
設計ノウハウ
の蓄積

施工シミュレーション（現場点群+BIM重ね合わせ）



- ✓ 重機搬入シミュレーション
- ✓ 保安シミュレーション

設計精度向上



社内データ、オープンデータ

- 線路線形
- 埋設物
- ハザードマップ
- 国土地盤情報
- など

点群データ、都市モデル

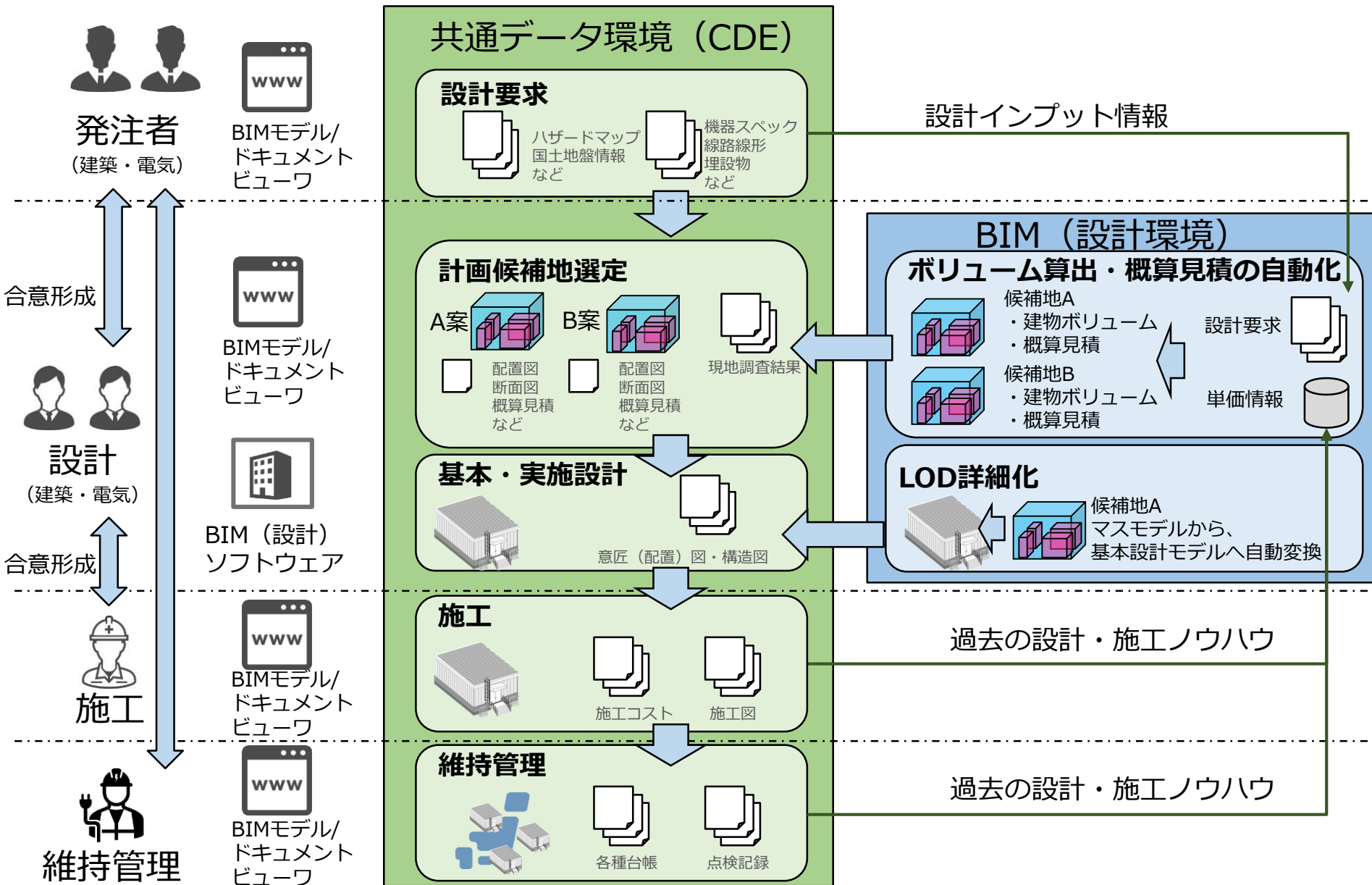
（出展）JRE-BIMの取組み、国交書Plateau

様々なデータを蓄積し設計精度を高める

課題解決の方針

- ボリューム案作成から実施設計の効率化・高度化・省力化を図るとともに、デジタル技術によって現況に則した設計を初期段階から実施可能にすることで、繰り返しの計画調整や現地立会いを防ぐ
- 資産情報および点検情報を統合管理することでJR東日本グループ各社が適切な情報にアクセスし、戦略的な事前・事後対応を実現

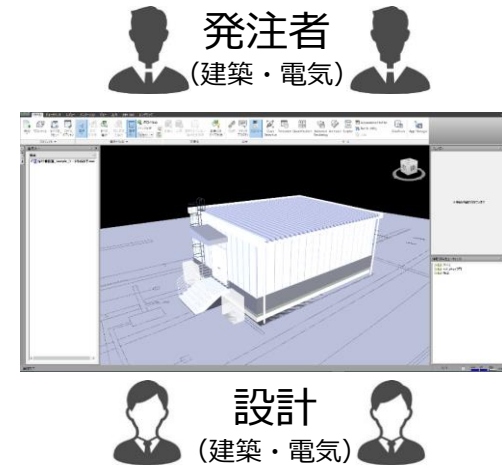
第4章 BIMツール仕様 | システム全体イメージ



共通データ環境（CDE）の構築にあたり、要件整理とユースケースを用いた机上検討を行う。

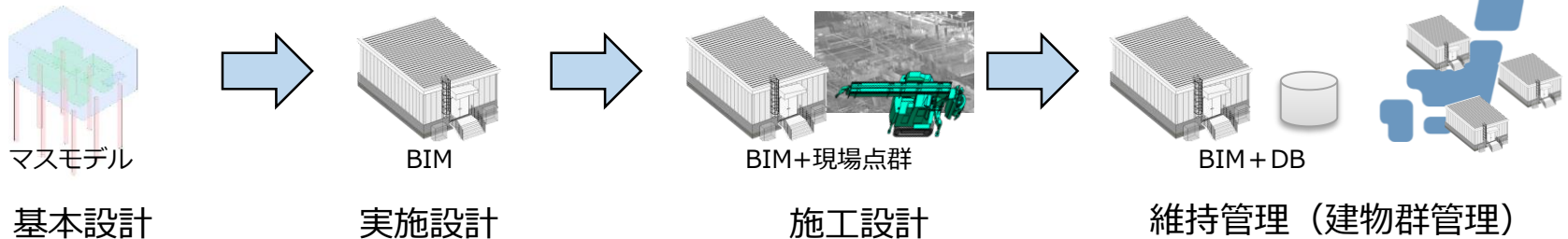
▶ 共通データ環境の要件について整理を行う。（下記は一般的なCDEの機能）

- ① ファイル共有機能
 - ・ 関係者間でのファイル共有、および、編集機能
- ② ドキュメント管理機能
 - ・ ユーザ毎のファイルの閲覧・編集権限の制御
 - ・ ファイル更新時のバージョン管理
 - ・ 承認回覧などのワークフロー管理
- ③ 3Dモデル関連機能
 - ・ BIMモデルの閲覧機能
 - ・ BIMモデルの編集機能
 - ・ 地理情報システム連携機能

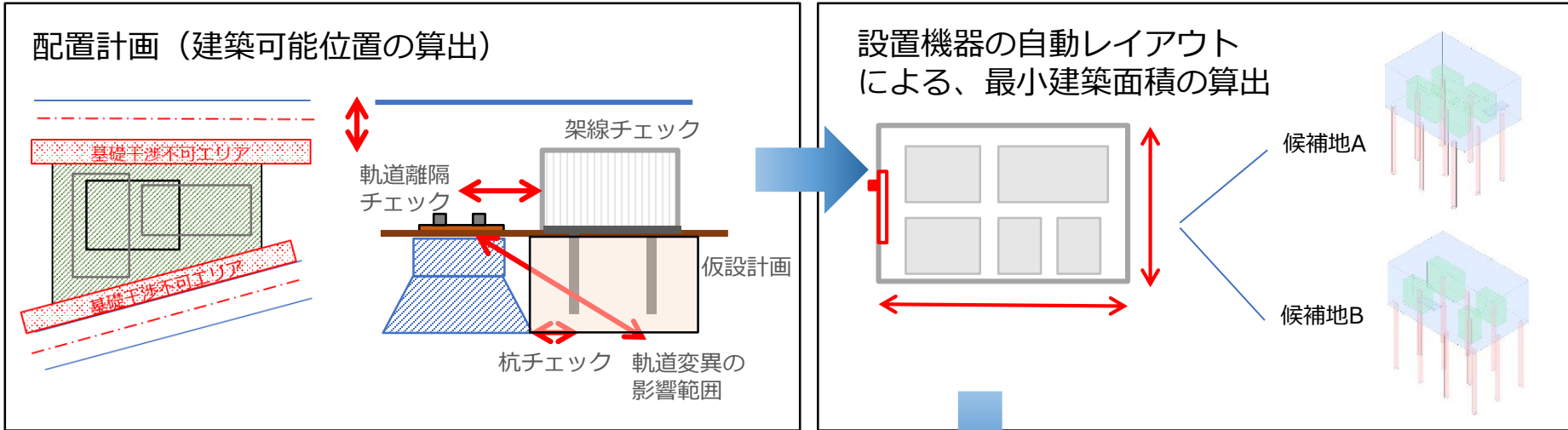


▶ 共通データ環境を利用した設計情報管理について机上検討を行う。（下記は机上検討を行うユースケース案）

- ① 発注者から受注者への設計要件の伝達
- ② 受注者から発注者への設計検討の説明
- ③ 維持管理への活用のための共通データ環境への設計データの移行



ボリューム算出・概算見積の自動化

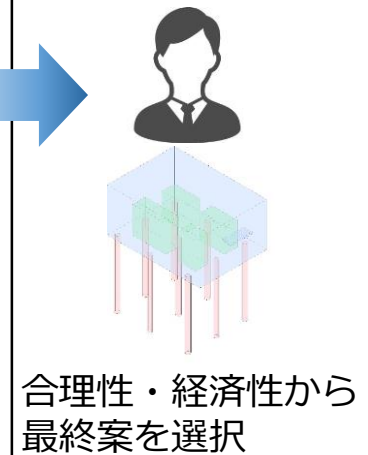


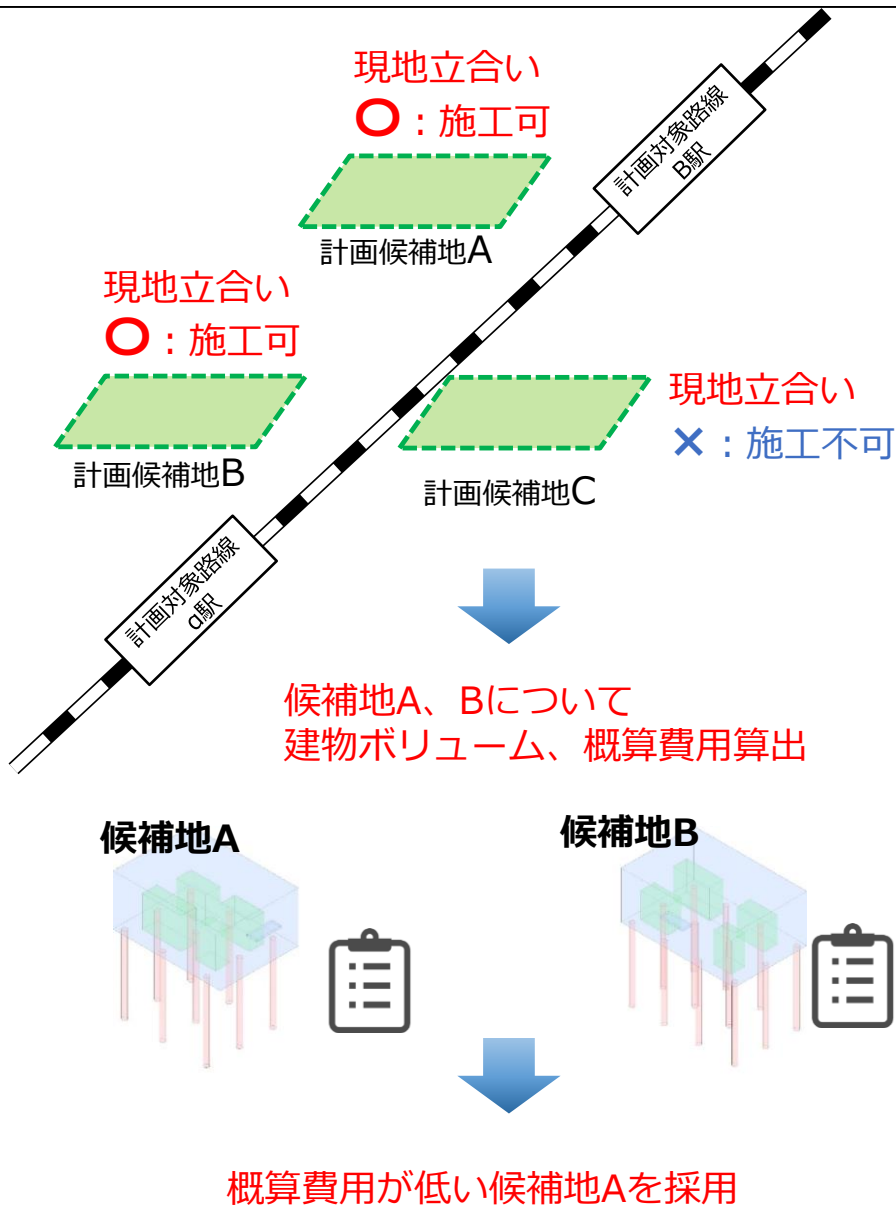
ボリュームから自動算出される概算（例）

	幅(m)	奥行(m)	床面積 (㎡)	高さ(m)	杭本数 (本)	仮設計画 係数	概算見積(千円)
候補地A	15	14	210	4.8	14	1.1	53,000
候補地B	17.5	12	210	4.8	14	1.3	62,400

その他、概算に関わる要素について、設計者が個別検討

- ・基礎形状、地業工事
- ・重機の搬出入計画
- ・保安員等の配置計画





鉄道施設設計の効率化評価の想定シナリオ



発注者



発注者



設計者



設計者



発注者



設計者

設計要件の提示

- 候補地の提示 (左記A、B、C)
- 必要設備情報の提示

設計要件の確認

- 現地立合いによる、施工可否の判断 (候補地ABはOK、CはNG)

概算費用の算出

- 必要設備を設置可能な、最小面積の建物ボリュームの算出
- 過去の類似条件の施設の費用から、概算費用を算出

合意形成

- 共通データ環境 (CDE) で、設計案と概算費用を共有
- 発注者、設計者それぞれ社内での、会議にも共通データ環境 (CDE) を活用

下記のユースケースで効率化を検証する。

➤ 過去物件と同一の設計条件で、建物ボリュームを自動算出し、

手動設計との概算見積の差異を比較（プロトタイプシステムを構築）

- 過去物件で概算見積方法を同一とした場合に、建物ボリューム、基礎（形式、杭本数）の概算見積を比較し、与条件の種類や、見積への影響について考察し設計精度向上の効果検証と課題抽出を行う。

➤ 複数の敷地候補がある場合に、建物ボリュームの設計、設計比較、最終案決定

までの業務フローの効率化を検証する。（机上検討）

- 発注者を含めた関係者間で、既存業務フローに則って設計を行った場合と、本研究の仮説（共通データ環境（CDE）を利用した情報共有と、設計効率化ツールを用いた設計効率化）の新業務フローを比較し、削減、または効率化される業務タスクを抽出し、目標とする業務効率化の達成度を検証する。

本章では、第6章の検証から得られた効果、課題について考察を行う。

▶プロトタイプシステムの考察方針

- 建物ボリュームから概算費用を自動で算出する場合は、詳細なBIMデータを保持していないため、少ない情報で見積精度を高めるためには、過去の類似設計の実績費用を基にした各種単価を採用するなどの工夫が必要となると想定される。
- 概算見積時に、過去の類似設計の情報が有効な積算項目と、設計毎に設計者が個別入力すべき情報について考察を行う。

▶共通データ環境（CDE）を利用することで効率化する業務の考察方針

- 発注者・受注者間、設計フェーズ間で、「いつ」「どのような情報を」「どのような」手段で共有することが効率化につながるのかを考察する。
（JR東日本グループ特有の条件と、一般化可能な条件に分けて整理を行う）
- JR東日本グループ特有の業務要件により、共通データ環境、および、格納する情報に課題がある場合は、その対策について検討する。

2022/11/17 中間報告

➤ 鉄道施設設計のあるべき姿の仮説立案

- 鉄道設計のあるべき姿（仮説）に基づいて、11月以降は設計ツールのプロトシステムを用い、設計業務効率化の検証を行う。
- 共通データ環境では、各ステークホルダ毎に必要な情報を整理し、維持管理への利活用を見据えた、設計情報の整理方法について検討する。