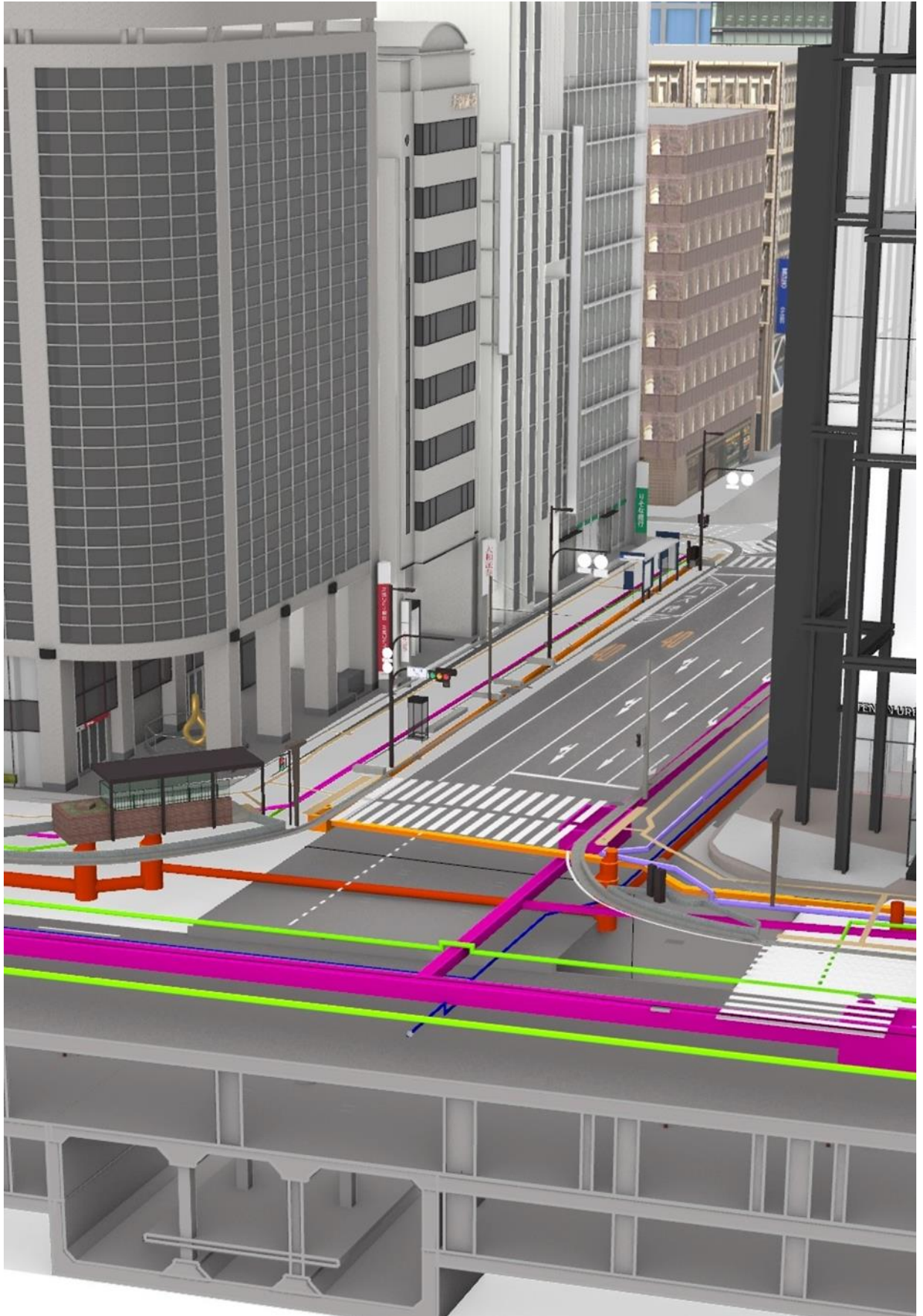




PLATEAU
by MLIT

PLATEAU Technical Report
3D都市モデル活用のための技術資料



地下埋設物データを活用した都市開発のDX

series No. 74

技術検証レポート

Technical Report on Urban Development Digital Transformation (DX) Utilizing
Underground Infrastructure Models

目次

1. ユースケースの概要	- 1 -
1-1. 現状と課題	- 1 -
1-1-1. 課題認識	- 1 -
1-1-2. 既存業務フロー	- 1 -
1-2. 課題解決のアプローチ	- 3 -
1-3. 創出価値	- 6 -
1-4. 想定事業機会	- 6 -
2. 実証実験の概要	- 7 -
2-1. 実証仮説	- 7 -
2-2. 実証フロー	- 8 -
2-3. 検証ポイント	- 9 -
2-4. 実施体制	- 9 -
2-5. 実証エリア	- 10 -
2-6. スケジュール	- 12 -
3. 実証システム	- 13 -
3-1. アーキテクチャ	- 13 -
3-1-1. システムアーキテクチャ	- 13 -
3-1-2. データアーキテクチャ	- 17 -
3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 19 -
3-2. システム機能	- 21 -
3-2-1. システム機能一覧	- 21 -
3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ	- 25 -
3-2-3. 開発機能の詳細要件	- 26 -
3-3. アルゴリズム	- 51 -
3-3-1. 利用したアルゴリズム	- 51 -
3-3-2. 開発したアルゴリズム	- 51 -
3-4. データインタフェース	- 52 -
3-4-1. ファイル入力インタフェース	- 52 -
3-4-2. ファイル出力インタフェース	- 54 -
3-4-3. 内部連携インタフェース	- 58 -
3-4-4. 外部連携インタフェース	- 61 -
3-5. 実証に用いたデータ	- 62 -
3-5-1. 活用したデータ一覧	- 62 -
3-5-2. 生成・変換したデータ	- 71 -
3-6. ユーザーインタフェース	- 80 -
3-6-1. 画面一覧	- 80 -

3-6-2. 画面遷移図	81 -
3-6-3. 各画面仕様詳細.....	83 -
3-7. 実証システムの利用手順.....	90 -
3-7-1. 実証システムの利用フロー.....	90 -
3-7-2. 各画面操作方法.....	91 -
4. 実証技術の検証.....	108 -
4-1. 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の有用性検証	108 -
4-1-1. 検証目的.....	108 -
4-1-2. KPI.....	108 -
4-1-3. 検証方法と検証シナリオ	109 -
4-1-4. 検証結果.....	112 -
4-2. 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度検証	117 -
4-2-1. 検証目的.....	117 -
4-2-2. KPI.....	117 -
4-2-3. 検証方法と検証シナリオ	117 -
4-2-4. 検証結果.....	118 -
4-3. 影響判定機能の検証	125 -
4-3-1. 検証目的.....	125 -
4-3-2. KPI.....	125 -
4-3-3. 検証方法と検証シナリオ	125 -
4-3-4. 検証結果.....	126 -
5. BtoB ビジネスでの有用性検証.....	129 -
5-1. 検証目的	129 -
5-2. 検証方法	130 -
5-3. 被験者	130 -
5-4. ヒアリング・アンケートの詳細.....	132 -
5-4-1. アジェンダ・タイムテーブル.....	132 -
5-4-2. アジェンダの詳細.....	133 -
5-4-3. 検証項目と評価方法.....	134 -
5-4-4. システムデモの概要.....	136 -
5-4-5. 実証実験の様子.....	151 -
5-5. 検証結果	155 -
5-5-1. 事業構想段階における実証システムの有用性検証結果	160 -
5-5-2. 建設設計段階における実証システムの有用性検証.....	167 -
6. 成果と課題	182 -
6-1. 本実証で得られた成果.....	182 -
6-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性.....	182 -
6-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性	183 -

6-2. 事業化に向けた課題と解決策の案.....	- 184 -
6-2-1. 事業化に向けた課題.....	- 184 -
6-2-2. 解決策の案・今後の展望	- 188 -
7. 用語集.....	- 191 -

1. ユースケースの概要

1-1. 現状と課題

1-1-1. 課題認識

都市再開発における建設計画を立てる段階において、地下埋設物の状況の確認を行い、その影響を把握した上で設計や施工の計画を立てる必要があるが、地下埋設物に関するデータは、各地下埋設物事業者それぞれの仕様や精度によって管理しているため、資料の収集、図面統合及び精度確認等に多大なコストが掛かっている。

また、各地下埋設物事業者への建設計画の説明・確認を行う際には 2D 図面を用いた説明が一般的であり、異なる地下埋設物間の上下の位置関係等を空間的に把握することができず、設計内容が地下埋設物に与える影響について分かりやすい説明を行うことが難しい。

1-1-2. 既存業務フロー

地下埋設物調査及び建設設計協議に係る業務フロー概要及びボトルネックとなる部分を以下に示す。

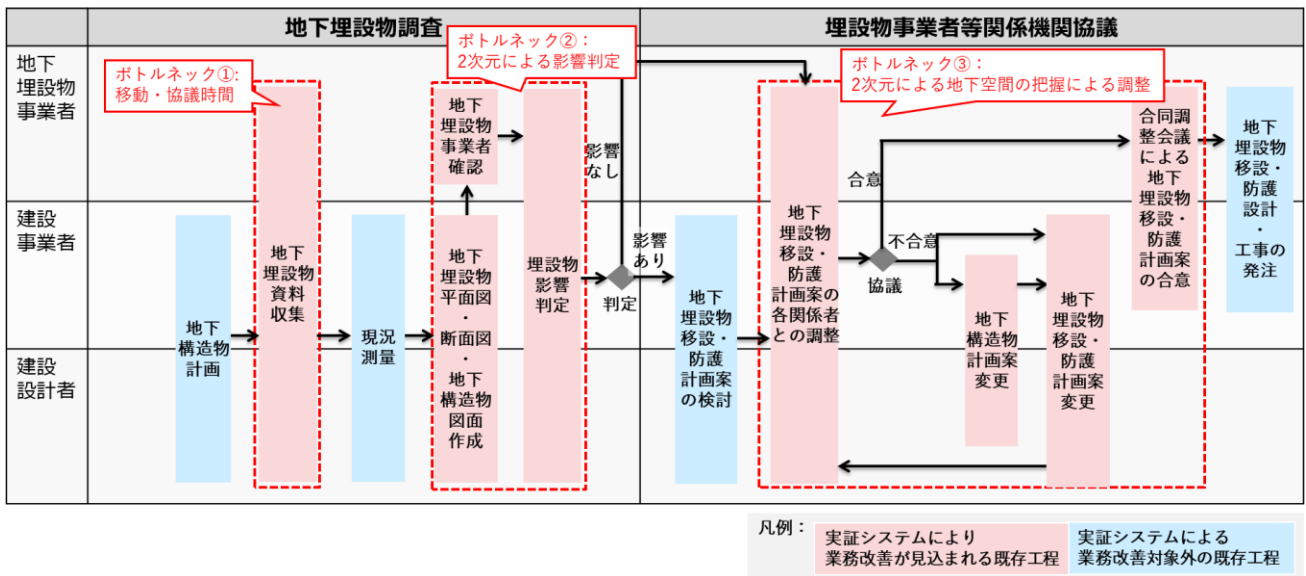


図 1-1 既存業務フロー

表 1-1 既存業務概要

実施項目	実施主体	業務概要
地下構造物計画	建設事業者・ 建設設計者	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下構造物の配置・形状について計画する
地下埋設物資料収集	地下埋設物事業者・建設事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 各地下埋設物事業者から地下埋設物に関する資料を収集する
現況測量	建設事業者・ 建設設計者	<ul style="list-style-type: none"> ● 測量においてに地下埋設物に関わる人孔（マンホール）、バルブ、止水栓等の位置を現況平面図に記載する
地下埋設物平面図・断面図、地下構造物図面の作成		<ul style="list-style-type: none"> ● 収集した埋設物に関する情報を現況測量平面図に記載し、地下埋設物平面図・断面図を作成する ● また、計画されている地下構造物を、現況測量平面図をベースにして図面化する
地下埋設物事業者確認	地下埋設物事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 作成された地下埋設物平面図・断面図、地下構造物図面を各地下埋設物事業者において、問題がないか確認する
地下埋設物影響判定	建設事業者・ 建設設計者	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画地下構造物が地下埋設物の影響範囲内に入っているかどうかを判定し、その結果を各地下埋設物事業者を確認する
地下埋設物移設・防護計画案の検討		<ul style="list-style-type: none"> ● 計画地下構造物に整合した地下埋設物の移設・防護に関する計画案（移設施工ステップ案、仮設計画案、埋設物防護案等）の検討を行う
地下埋設物移設・防護計画案の関係者調整	地下埋設物事業者・建設事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 各地下埋設物事業者を訪問し、地下埋設物移設・防護計画案について協議・調整を行う
地下埋設物移設・防護計画案の修正、地下構造物の計画変更	建設事業者・ 建設設計者	<ul style="list-style-type: none"> ● 各地下埋設物事業者との協議内容を反映して、地下埋設物移設・防護計画案の修正を行う。移設・防護での対応が困難な場合は、計画地下構造物の形状・配置の変更を行う
合同調整会議による地下埋設物移設・防護計画案の合意	地下埋設物事業者・建設事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 合同調整会議を開催し、地下埋設物移設・防護計画案について関係する全ての地下埋設物事業者の合意を得る
地下埋設物移設・防護設計・工事発注		<ul style="list-style-type: none"> ● 合意された地下埋設物移設・防護計画に基づき、地下埋設物の移設を行う

1-2. 課題解決のアプローチ

正確な位置基準をもつ地下埋設物の 3D モデルを、3D 都市モデルの標準製品仕様に則り整備し、都市再開発時や地下埋設物の照会調査において BIM モデルや地下埋設物の設備データを統合するシステムを開発することで、情報収集及びデータ統合にかかるコストを低減することが可能となる。

また、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）と BIM モデルを統合することで、建設計画の具体的な内容を関係者と共有することが可能となり、正確な建設計画の立案が可能となる。

具体的には、各インフラ事業者が保有する地下埋設物の設備に関する図面又はデータを収集し、受領した地下埋設物情報のクレンジング、三次元情報の付与及び位置補正等を行い、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の標準仕様に従った地下埋設物モデルを整備する。この整備手法を確立することで、三次元地下埋設物モデルのデータ整備を全国的に拡大していくことが可能となる。

また、整備した地下埋設物モデルを管理、可視化及び活用する建設設計支援システムを構築する。建設設計支援システムでは、掘削計画情報の入力による地下埋設物の影響判定や、BIM モデルのインポートと共有及び BIM アプリケーション上での地下埋設物モデルの利用等を可能とすることで、都市開発やインフラ維持管理業務の効率化と地下埋設物の設備情報の活用を推進する。



図 1-2 開発したシステムのイメージ

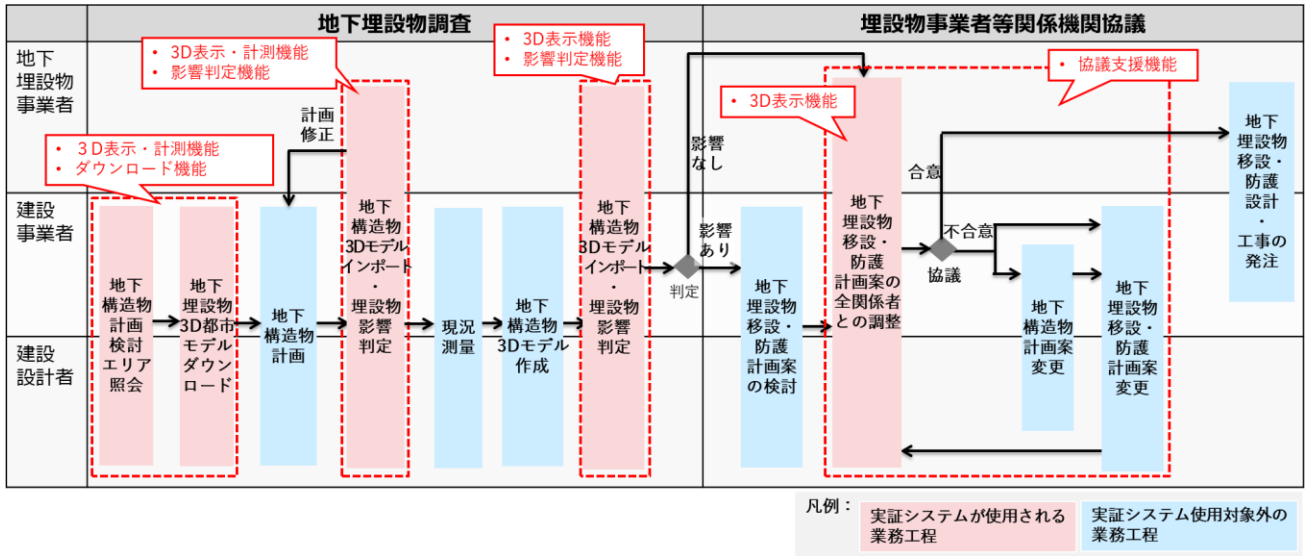


図 1-3 改善後の業務フロー

表 1-2 実証システム機能の概要

機能	概要
3D 表示・計測機能及びダウンロード機能	<ul style="list-style-type: none"> オープンソースの 3D 地理空間可視化プラットフォームである Cesium 上で 3D tiles 形式の地下埋設物モデルの表示・計測する 地下埋設物モデルのダウンロードは BIM アプリケーション（Rhinoceors や Autodesk Revit 等）で読み込み可能な OBJ 形式に変換し出力する
影響判定機能	<ul style="list-style-type: none"> プログラミング言語 Python による数値計算用のライブラリ（Numpy）を使い、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）と地下構造物等の設計データ間の最小の距離（離隔距離）を計測し、接触判定する <ul style="list-style-type: none"> 地下構造物が既設の地下埋設物に影響を及ぼすと判定された場合は、既設の地下埋設物の移設・防護に関する計画案を策定し、関係者間で計画を調整し、全員の合意を得る必要がある 建設設計の規模が大きくなるほど、関係者が増えるため、建設設計の内容を Web ブラウザ上で直接操作することで、理解度・確認精度の向上につながる
協議支援機能	<ul style="list-style-type: none"> 「3D 表示・計測機能及びダウンロード機能」と「影響判定機能」を統合的に使い、地下埋設物事業者、建設設計者及び建設事業者が Web ブラウザ上に統合表示される建築物や地下埋設物の 3D 都市モデルと建設設計データ（IFC2 x Edition3 の BIM モデル）を閲覧しながら、複雑な地下空間の状況（既存の地下埋設物と開発計画の関係）を直観的に把握する 関係者間の建設協議の理解度が向上し、開発計画の合意形成の時間短縮・効率化を実現する

表 1-2 に示す機能を、地下埋設物の照会及び関係者間の協議を支援するためのシステムであるエヌ・ティ・ティ・インフラネットの「立会受付 Web システム」に組み込み、建設計画への影響確認や BIM モデルとの統合が可能な実証システム（建設設計支援システム）を開発し、業務改善を実現する。

本システムの導入で期待される建設設計時の各工程の改善点を以下の表に示す。

表 1-3 本システム導入による改善点

実施項目	実施主体	本システム導入による改善点
地下埋設物調査	建設事業者、建設設計者	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル標準製品仕様書に準拠する標準化された地下埋設物モデルを利用することになるため、データの交換と再利用を簡単に行えるようになり、その結果、データをシステムからダウンロードすることで地下埋設物平面図・断面図作成作業の省略が可能となる ● システムに BIM モデルを配置するだけですぐに影響判定を行うことができるため、調査工数を大幅に削減できる
地下埋設物事業者等関係機関協議	建設事業者、建設設計者及び地下埋設物事業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物移設計画案の関係者調整において、建設計画の関係者をリスト化し、Web 会議等のスケジュール調整の省力化及び迅速化を図る ● 建設計画の情報や地下埋設物情報をシステム内で共有し、3D で可視化することで、関係者協議の効率化を図る ● 地下埋設物移設計画案の修正において、建設計画 BIM をインポートすることで、地下埋設物との関係、近接状況をチェック・検討できることから、合理的な形状・配置が早期に設定が可能となり、設計手戻りの削減等による作業の効率化を実現する

1-3. 創出価値

地下埋設物の 3D 都市モデルは、複雑なインフラ設備の情報を分かりやすくビジュアライズすることが可能であり、3D 都市モデルと建設設計計画における BIM とを統合し、建設計画の協議支援ツールを開発することで、開発計画の直感的な理解、コミュニケーションの円滑化による合意形成の促進等を可能とする。

これにより、都市再開発計画時や地下埋設物の照会調査における「コストの削減」、「地下埋設物事業者、建設設計者及び建設事業者間の建設協議における理解度の向上」、「建設計画の手戻りの防止」といった価値を提供し、コストダウンや業務の効率化を実現する。

1-4. 想定事業機会

表 1-4 想定事業機会

項目	内容
利用者	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物事業者（電力・ガス・上水道・下水道・通信・熱供給等） ● 建設設計者 ● 建設事業者
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物照会サービス <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下埋設物を 3D 都市モデル化することで、建設エリアにおける埋設物の確認を行えるサービスを提供 ● 建設設計協議サービス <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下埋設物を 3D 都市モデル化することで、建設設計計画（BIM モデル）と重畳・可視化し、建設設計協議時に 3D ビューイングを行えるサービスを提供
提供価値	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準化されたデータによる地下埋設物事業者間の確認・調整コストの削減 ● 建設エリアにおける地下埋設物の存在確認をするための調査コストの削減 ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）と BIM モデルを統合的に可視化することによる建設設計協議の理解度向上及び正確性向上

2. 実証実験の概要

2-1. 実証仮説

- 地下埋設物事業者が保有する埋設物データを、3D 都市モデルを用いて統合し可視化することで、建設設計における地下埋設物影響判定における確認のコスト削減・正確性の向上、開発計画の精度向上を実現できる。
 - 地下埋設物事業者ごとに異なっていた仕様の設備情報を統一されたフォーマットとして 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に変換する手順を確立することで、建設設計時の埋設物確認のコスト低減を図る。
 - 高精度の位置基準を使用し 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置の高精度化を図ることで、2D 図面等を用いた方法に比べて、埋設物確認の正確性を向上させる。
 - デベロッパーが複合商業施設やマンションの開発計画を立てる際に、影響が想定される地下埋設物を 3D で可視化し確認・測定できることで、開発計画の精度が向上する。
- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を活用し、3D で可視化しながら建設設計協議をすることにより、事業者間の共通認識の醸成、課題理解・合意形成の促進が実現できる。
 - 高精度な 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）が供給されることで、建設設計者と地下埋設物事業者が 3D の可視化環境を使うことで、図面等を資料化せずに 3D 表示された地下埋設物を直接見ながら建設設計協議が実現可能となる。
 - 建設設計協議の資料が 3D 化することで、直感的に協議内容や課題の理解が可能となる。

2-2. 実証フロー

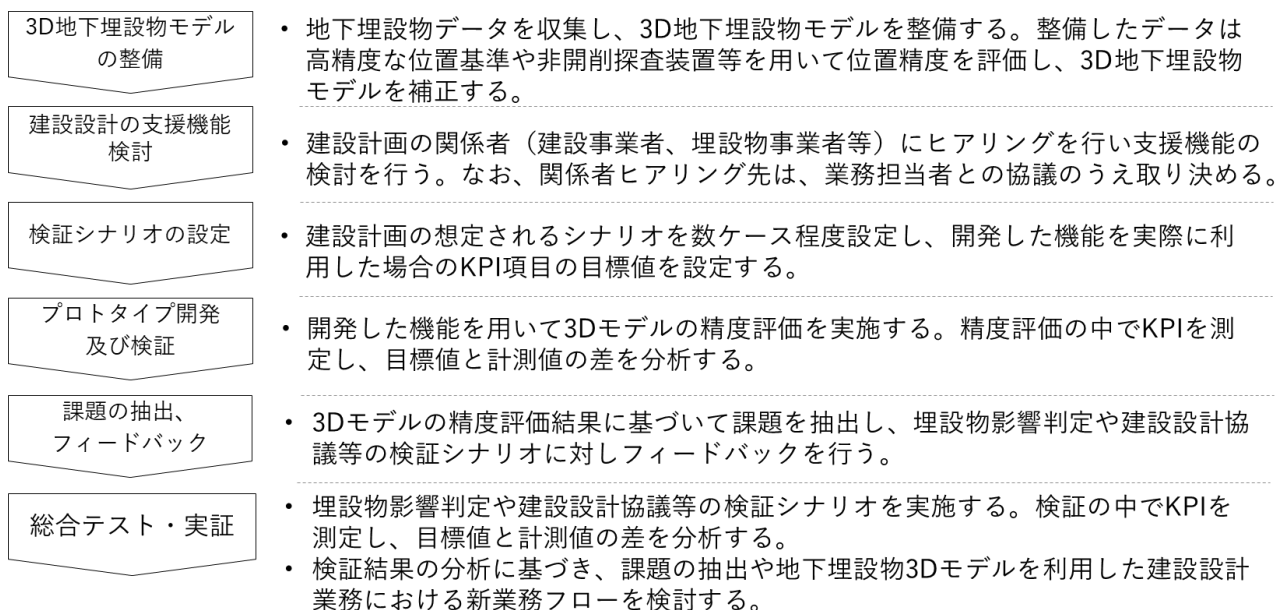


図 2-1 実証フロー

2-3. 検証ポイント

- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の有用性
 - 3D 都市モデル（地下埋設物データ）整備の達成度合い、3D モデル化に要する工数、位置精度等を、2D 図面を用いた既存業務フローと比較し有用性を確認する。

上記の検証ポイントについては、【4章：実証技術の検証】にて検証結果を記載する。

- 建設設計業務フローの改善
 - 事業構想段階及び再開発計画の実施段階における建設関係者（建設事業者/デベロッパー、建設設計者及び地下埋設物事業者）に開発したシステムの操作を含む新しい業務フローを体験してもらい、3D 都市モデルによる地下空間の視覚的理解度の向上、業務フローの改善効果、関係者間の合意形成の円滑化等の業務フローに対する有用性についてヒアリングを行い確認する。

上記の検証ポイントについては、【5章：BtoB ビジネスでの有用性検証】にて検証結果を記載する。

2-4. 実施体制

表 2-1 実施体制

役割	主体	詳細
全体管理	国土交通省 都市局	プロジェクト全体ディレクション
	アクセンチュア	プロジェクト全体マネジメント
実施事業者	エヌ・ティ・ティ・インフラネット	プロジェクト管理 データ整備及びプロトタイプ開発
	日建設計	建設設計者（プロトタイプ評価）
	日建設計総合研究所	建設設計者（プロトタイプ評価）
	ホロンシステム	データ整備及びプロトタイプ開発
	バンネットワーク	データ整備及びプロトタイプ開発
	アイレック	プロトタイプ開発
	国際航業	業務報告書作成補助
実施協力	東日本電信電話	データ提供（通信）
	東京電力パワーグリッド	データ提供（電力）
	東京都水道局	データ提供（水道）
	東京都下水道局	データ提供（下水道）
	東京熱供給	データ提供（熱供給）
	丸の内熱供給	データ提供（熱供給）
実証実験支援	NTT ファシリティーズ	データ提供（BIM）、建設設計協議支援

2-5. 実証エリア

表 2-2 実証エリア①

項目	内容
実証地	大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）
面積	1.21 km ²
マップ (対象エリアは赤枠内)	

表 2-3 実証エリア②

項目	内容
実証地	品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）
面積	1.09 km ²
マップ (対象エリアは赤枠内)	<p>The map displays the Minami-Kaihi area in Tokyo, with the target area highlighted by a red outline. Key locations and stations shown include Izumogakemachi Station, Kohji Gateway Station, Minamiminato Station, and Kita-Minamiminato Station. The area also encompasses Minami-Kaihi and the vicinity of Tokai University. The map includes various street names, landmarks like Izumogakemachi Temple, and geographical features like the Sagami River.</p>

2-6. スケジュール

表 2-4 スケジュール

実施事項	2023 年										2024 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
1. プロジェクトビジョン定義	←→												
2. 3D 地下埋設物モデルの整備検討		←→											
3. 建設設計の支援機能検討	←→												
4. 検証シナリオ設定	←→												
5. プロトタイプ開発・検証			←→										
6. 課題の抽出・フィードバック				←→									
7. 総合テスト・実証					←→								
8. 業務報告書の作成						←→							

3. 実証システム

3-1. アーキテクチャ

3-1-1. システムアーキテクチャ

本実証実験では、①既存のインフラ事業者が保有する設備図面/データから地下埋設物モデルを作成する手法の確立と、②地下埋設物モデルのユースケースとして建設計画への影響確認や BIM モデルとの統合が可能な「建設設計支援システム」を開発した。

①の地下埋設物モデルを作成する手法として、インフラ事業者の原典資料に応じた「空間属性の作成方法」及び「主題属性の付与方法」、並びに「位置の高精度化手法」のプロセスを確立した。

このプロセスを用いて、大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺の 1.21k m²）を対象に、「熱供給管」、「洞道」、「水道管」、「下水道管」、「ガス管」、「通信ケーブル」、「電力ケーブル」、「マンホール/ハンドホール」及び「ノードとなる設備（水道における弁栓類、ガスにおけるガバナ・バブル）」を作成した。また、品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺の 1.09k m²）を対象に、「水道管」、「下水道管」、「ガス管」、「通信ケーブル」、「電力ケーブル」、「マンホール/ハンドホール」及び「ノードとなる設備（水道における弁栓類、ガスにおけるガバナ・バブル）」を作成した。

作成した地下埋設物モデルを用いた建設計画への影響確認や BIM モデルとの統合が可能な「建設設計支援システム」を開発した。このシステムは、「3D 表示・計測機能及びダウンロード機能」、「影響判定機能」及びこれらの機能を統合的に使用する「協議支援機能」からなる。

「3D 表示・計測機能及びダウンロード機能」は、オープンソースの 3D 地理空間可視化プラットフォームである Cesium 上で 3D tiles 形式の地下埋設物モデルの表示・計測を行う。また、地下埋設物モデルのダウンロードは BIM アプリケーション（RhinoCeros や Autodesk Revit など）で読み込み可能な OBJ 形式に変換し出力する。

「影響判定機能」は、プログラミング言語 Python による数値計算用のライブラリ（Numpy）を使って実装し、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）と地下構造物等の設計データ間の最小の距離（離隔距離）を計測し、接触判定を行う。

「協議支援機能」は、これらの機能を統合的に使い、地下埋設物事業者、建設設計者及び建設事業者が Web ブラウザ上に統合表示される建築物や地下埋設物の 3D 都市モデルと建設設計データ（IFC2 x Edition3 の BIM モデル）を閲覧しながら、複雑な地下空間の状況（既存の地下埋設物と開発計画の関係）を直観的に把握することができる。その結果、関係者間の建設協議の理解度が向上し、開発計画の合意形成の時間短縮・効率化を実現する。

建設計画への影響確認とは、建設設計者/建設事業者は、計画する地下構造物が既設の地下埋設物に及ぼす影響について確認するプロセスである。影響があると判定された場合は、既設の地下埋設物の移設・防護に関する計画案を策定し、関係者間で計画を調整し、全員の合意を得る必要がある。建設設計の規模が大きくなるほど、関係者が増えるため、建設設計の内容を Web ブラウザ上で直接操作することで、理解度・確認精度の向上につながる。

そこで、「建設設計支援システム」に取り込んだ BIM モデル（地下構造物）の地下最深部を起点とする仰角 45

度の線で構成される面からの距離が一定の範囲内である地下埋設物モデル (LOD2) を対象に、三次元での最近傍距離計算を一定間隔で行い、仰角 45 度の線で構成される面と干渉する地下埋設物モデルが検知した場合、影響ありと判定するアルゴリズムを開発した。

このアルゴリズムを地下埋設物の照会及び関係者間の協議を支援するためのシステムであるエヌ・ティ・ティ・インフラネットの「立会受付 Web システム」に追加実装することで、従来の二次元の影響判定から 3D 都市モデルによる三次元での影響判定を実現した。

具体的には、建設設計事業者の設備データの照会/収集にかかる時間を短縮するため、アカウントを持つ関係事業者のみにアクセスを制限することでセキュリティを担保した当該システム上で、地下埋設物モデルの 3D 閲覧と地下埋設物モデルを OBJ 形式 (座標系は平面直角座標系) に変換したデータのダウンロードが可能な機能を実装した。その際、3D 都市モデルは 3DTiles 形式へ変換し、3D-GIS エンジンである CesiumJS を「立会受付 Web システム」へ組み込むことで 3D 閲覧を可能とした。また、ダウンロードする地下埋設物のデータ形式は、建設設計事業者の BIM アプリケーションとの親和性から OBJ 形式を採用し、国土基本図郭 (レベル 500) を基本単位とする出力や、CityGML 形式にはない頂点法線ベクトルに関する情報の追加、OBJ ファイル内で地物形状単位でのグループ化 (1 つの地物形状 (LOD2) が 1 つのグループとなる) 等の機能を実装している。

加えて、建設設計事業者からの設計 BIM のアップロード及び地下埋設物モデルと統合した状態での閲覧機能を追加することで、計画する地下構造物が既設の地下埋設物に及ぼす影響に関する関係者間協議の時間を短縮した。また、アップロードするファイルについては IFC2x3 形式の BIM モデルを含む ZIP ファイル形式を採用しており、IfcOpenShell を用いることで OBJ 形式を経由して 3DTiles 形式への自動変換を可能とした。

本システムのシステムアーキテクチャは下図の通りである。

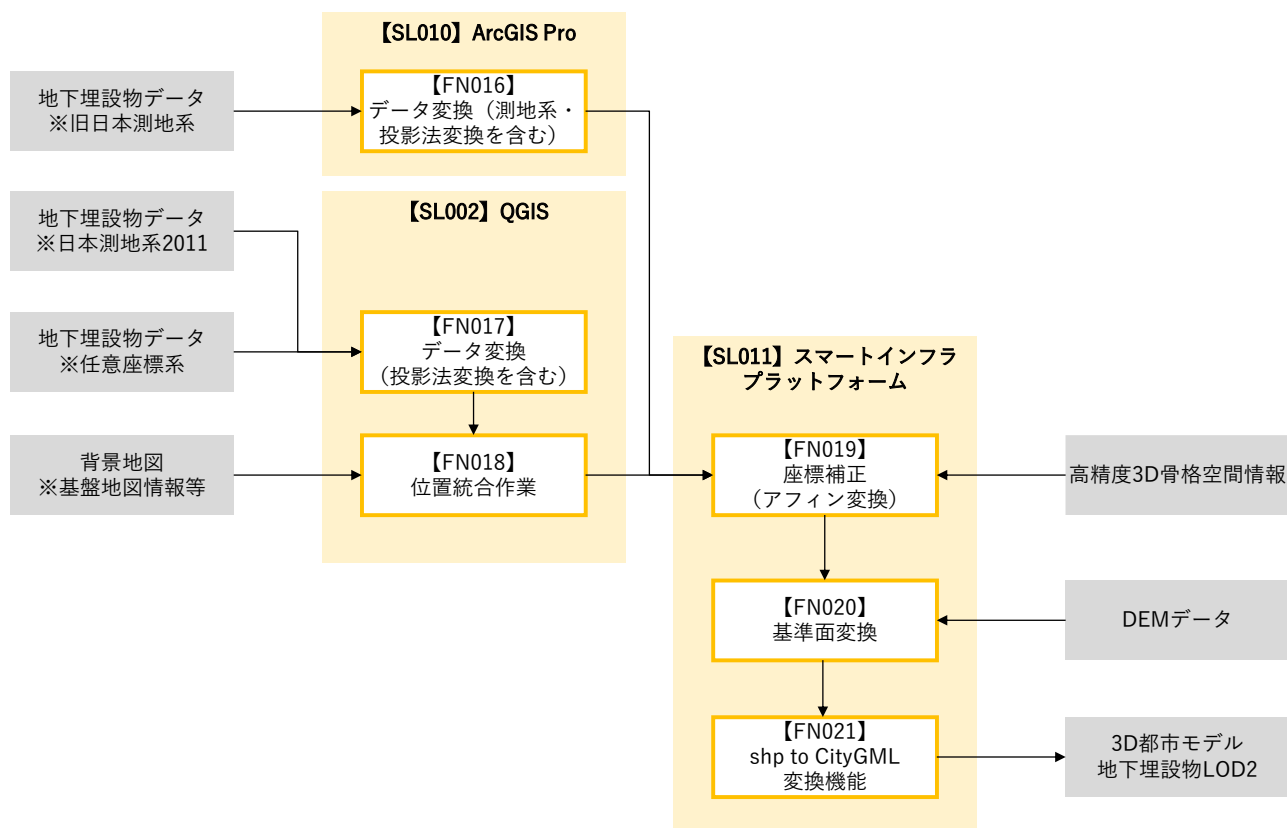


図 3-1 システムアーキテクチャ (1/2) 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成

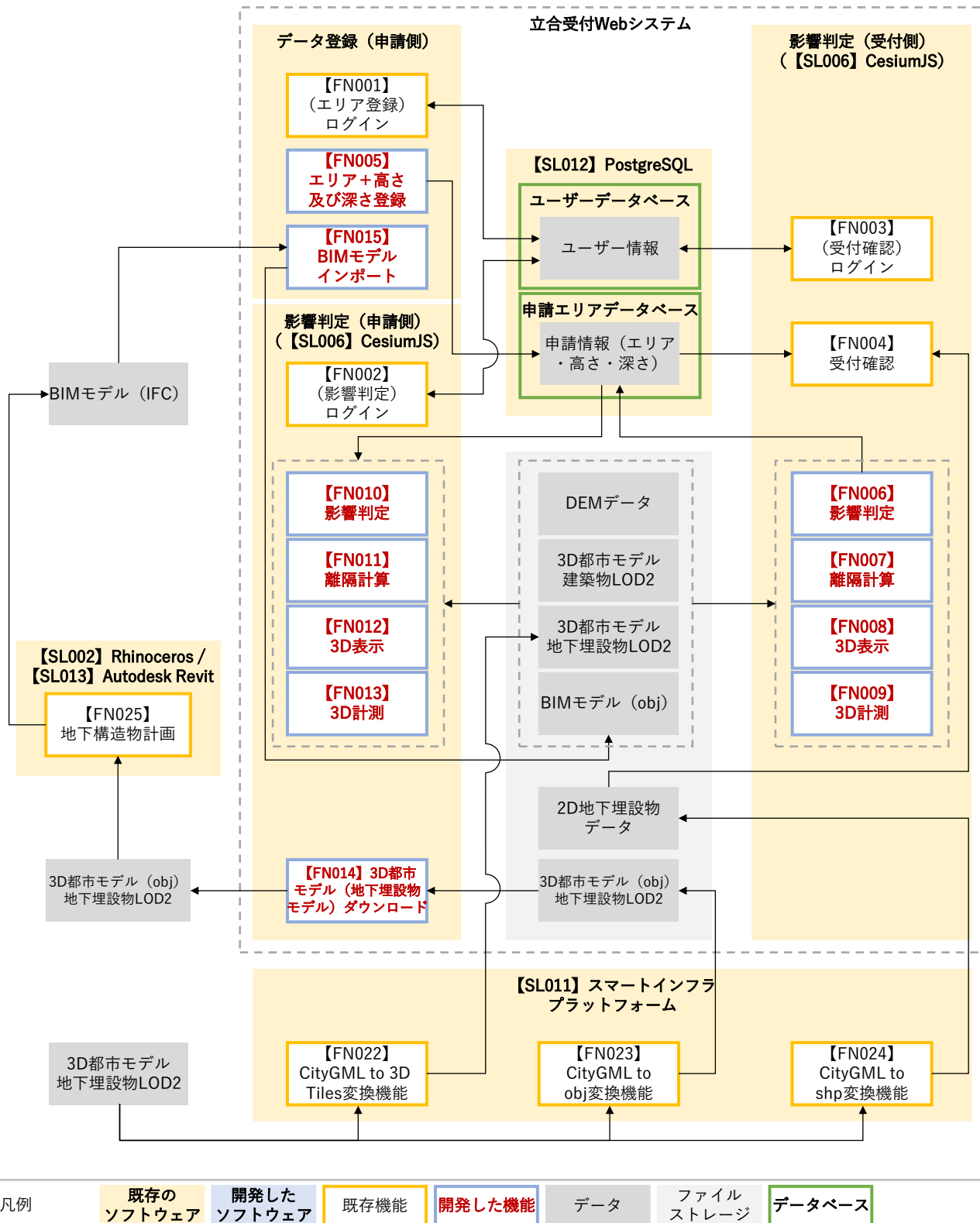


図 3-2 システムアーキテクチャ (2/2) 立会受付 Web システム利用

3-1-2. データアーキテクチャ

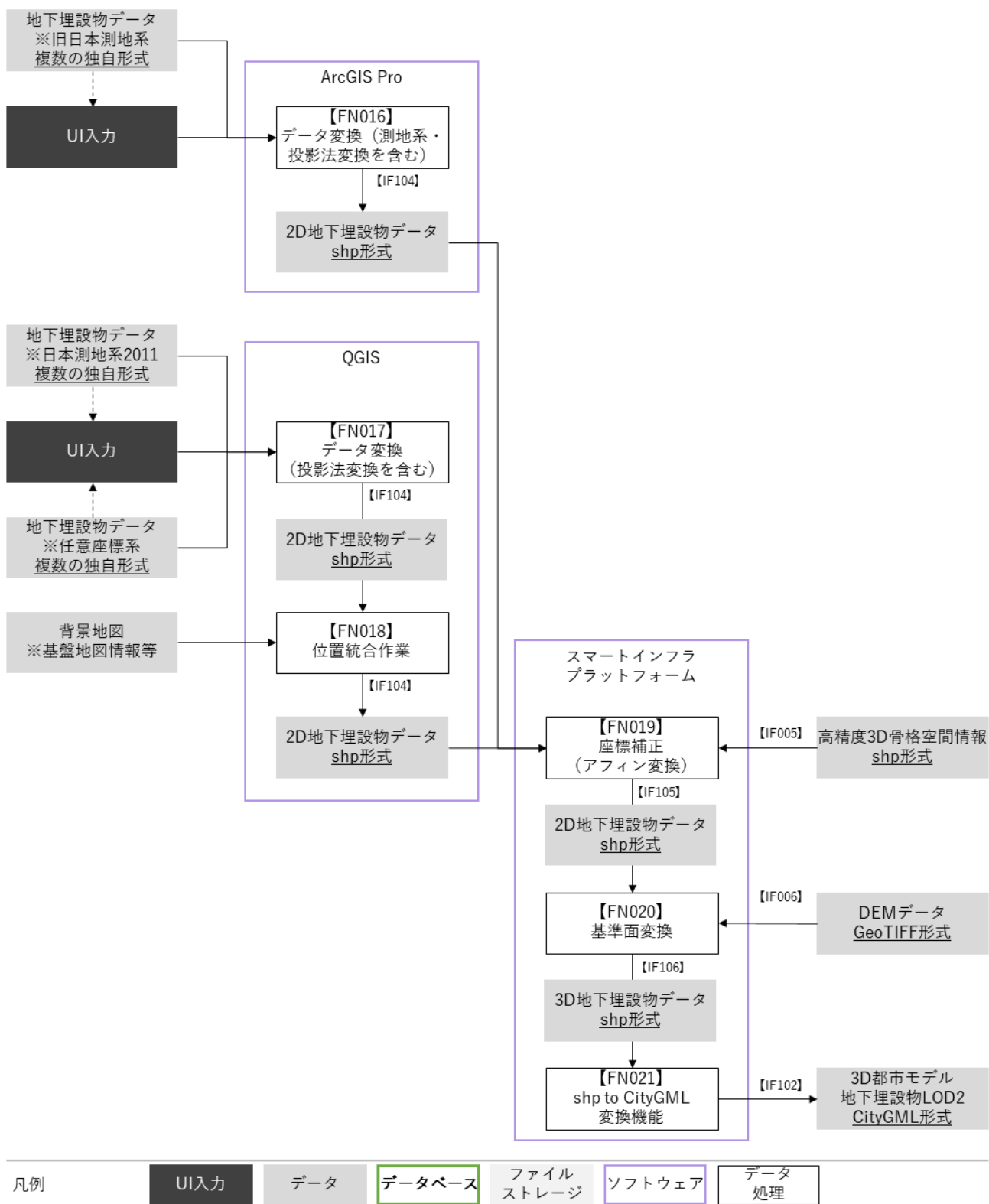


図 3-3 データアーキテクチャ (1/2) 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成

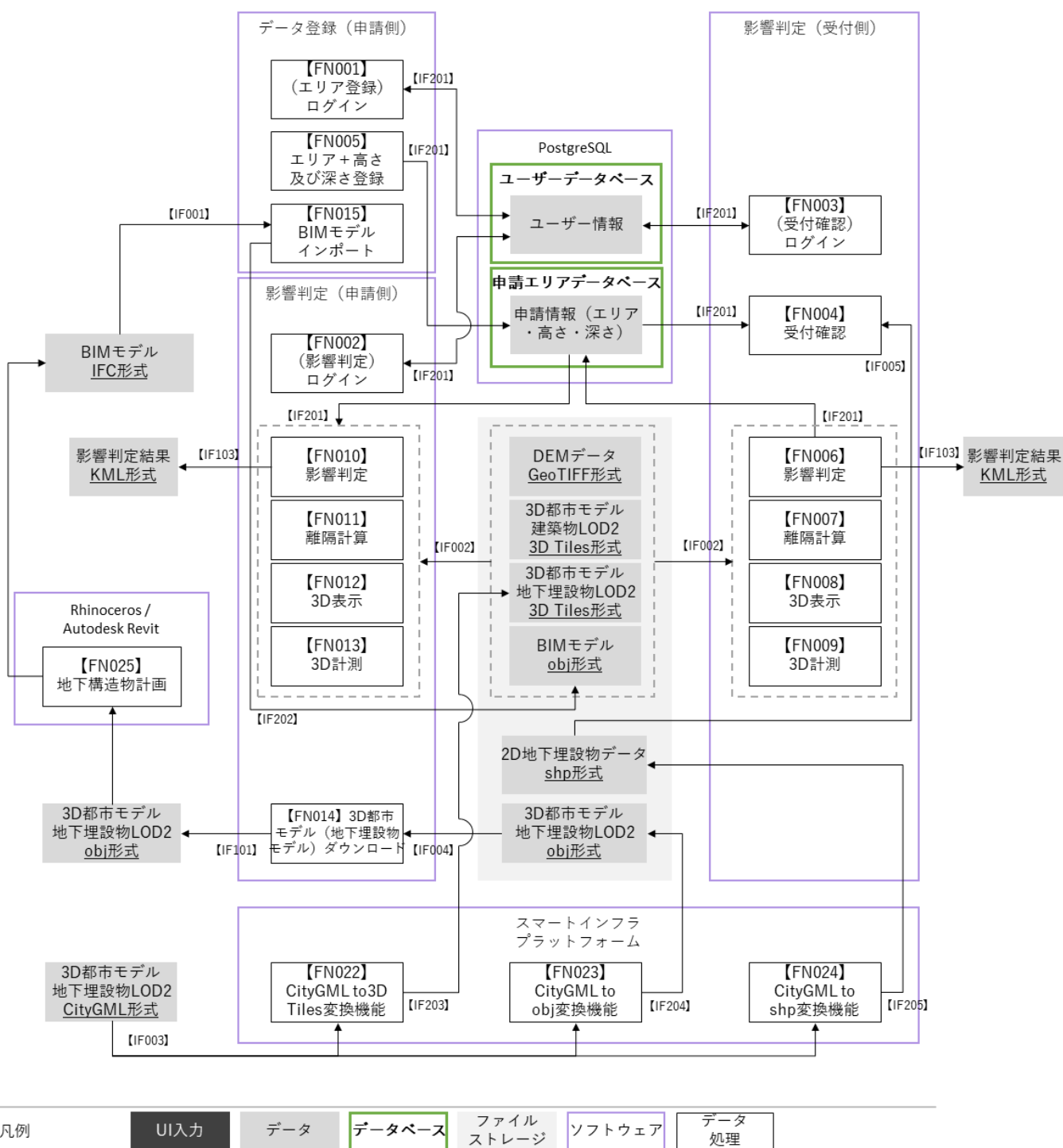


図 3-4 データアーキテクチャ (2/2) 立会受付 Web システム利用

3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

3-1-3-a. 利用したハードウェア一覧

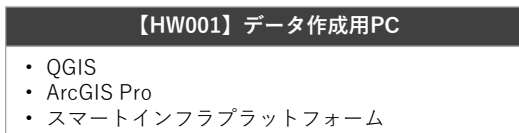


図 3-5 ハードウェアアーキテクチャ (1/2) 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成

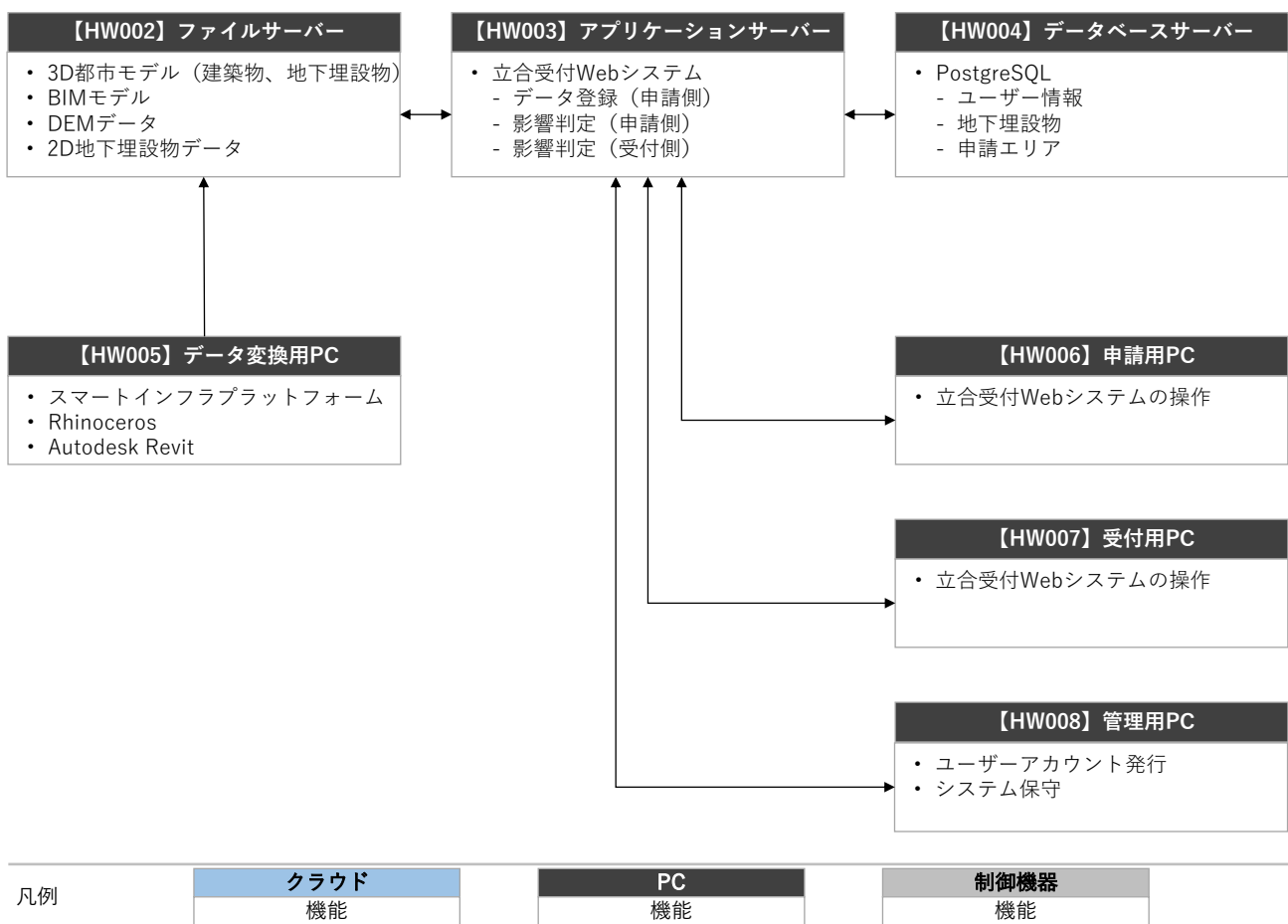


図 3-6 ハードウェアアーキテクチャ (2/2) 立会受付 Web システム利用

表 3-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	データ作成用 PC	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● QGIS ● ArcGIS Pro ● スマートインフラプラットフォーム
HW002	ファイルサーバー	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● データ保管
HW003	アプリケーションサーバー	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● 立会受付 Web システム
HW004	データベースサーバー	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● PostgreSQL
HW005	データ変換用 PC	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートインフラプラットフォーム ● Rhinoceros ● Autodesk Revit
HW006	申請用 PC	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● 立会受付 Web システムの操作
HW007	受付用 PC	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● 立会受付 Web システムの操作
HW008	管理用 PC	mouse K5-I7GM5BK-A	<ul style="list-style-type: none"> ● ユーザーアカウント発行 ● システム保守

3-1-3-b. 利用したハードウェア詳細

【HW001】～【HW008】

- CPU：Intel Core i7
- メモリ：16.0 GB
- OS：Windows 10 Pro 64bit
- 通信環境：ローカルネットワーク

3-2. システム機能

3-2-1. システム機能一覧

表 3-2 システム機能一覧

※赤文字：既存改修・新規開発

分類	ID	機能名	機能説明
事前準備	FN001	(エリア登録) ログイン	<ul style="list-style-type: none"> ● ユーザーID・パスワードによるログイン認証機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能
	FN002	(影響判定) ログイン	<ul style="list-style-type: none"> ● ユーザーID・パスワードによるログイン認証機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能
	FN003	(受付確認) ログイン	<ul style="list-style-type: none"> ● ユーザーID・パスワードによるログイン認証機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能
	FN004	受付確認	<ul style="list-style-type: none"> ● 申請内容を確認する ● 立会受付 Web システムの既存機能
	FN005	エリア + 高さ及び深さ登録	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設計画等の影響確認エリアを地図上で選択しデータベースに登録する機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能に高さ及び深さの画面項目を追加する
影響判定 (受付側)	FN006	影響判定	<ul style="list-style-type: none"> ● 離隔計算の結果に対し、地下埋設物事業者が既存設備に与える影響の有無を判定する機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能に 3D の影響判定機能を追加する
	FN007	離隔計算	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM データと 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)の離隔等を計算する機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能に 3D の離隔計算機能を追加する
	FN008	3D 表示	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (地下埋設物モデルを含む) や 3D 計測結果・BIM モデルを画面に表示する機能 ● 立会受付 Web システムの既存機能に 3D 地図の表示機能を追加する ● データ表示の ON・OFF は切り替えや、選択した 3D 都市モデルの属性 (材質、深さ、大きさ、条段数等) を子画面に表示する機能も有する

分類	ID	機能名	機能説明
	FN009	3D 計測	<ul style="list-style-type: none"> 画面内で操作した内容に基づき 3D 計測（回転楕円体基準）を行い、結果を画面に表示し、KML でダウンロードする機能 立会受付 Web システムの既存機能に 3D 地図上での距離計測機能を追加する
建設設計協議・影響判定（申請側）	FN010	影響判定	<ul style="list-style-type: none"> 離隔計算の結果に対し、地下埋設物事業者が既存設備に与える影響の有無を判定する機能 立会受付 Web システムの既存機能に 3D の影響判定機能を追加する
	FN011	離隔計算	<ul style="list-style-type: none"> BIM データと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の離隔等を計算する機能 立会受付 Web システムの既存機能に 3D の離隔計算機能を追加する
	FN012	3D 表示	<ul style="list-style-type: none"> 3D 都市モデル（地下埋設物モデルを含む）や 3D 計測結果・BIM データを画面に表示する機能 立会受付 Web システムの既存機能に 3D 地図の表示機能を追加する データ表示の ON・OFF は切り替えや、選択した 3D 都市モデルの属性（材質、深さ、大きさ、本数等）を子画面に表示する機能も有する
	FN013	3D 計測	<ul style="list-style-type: none"> 画面内で操作した内容に基づき 3D 計測（回転楕円体基準）を行い、結果を画面に表示し、KML でダウンロードする機能 立会受付 Web システムの既存機能に 3D 地図上での距離計測機能を追加する
	FN014	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）ダウンロード	<ul style="list-style-type: none"> 選択した範囲の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）をダウンロードする機能 立会受付 Web システムの既存機能に画面上に表示されている地物をダウンロードできる機能を追加する
	FN015	BIM モデルインポート	<ul style="list-style-type: none"> BIM データを立会受付 Web システムが扱えるファイル形式に変換し、システムにインポートする機能 立会受付 Web システムの既存機能に BIM モデルをインポートする機能を追加する ファイル形式の変換は手動で作業する

分類	ID	機能名	機能説明
3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成	FN016	データ変換 (測地系・投影法変換を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物事業者が保有する旧日本測地系で整備された地下埋設物データを 2D シェープファイルへ変換する ● 変換後の座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系にする
	FN017	データ変換 (投影法変換を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物事業者が保有する地下埋設物データ (旧日本測地系以外) 又は図面から 2D シェープファイルを作成する
	FN018	位置統合作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 背景地図 (基盤地図情報等) の道路境界等の位置基準を使い、日本測地系 2011/ 平面直角座標系にもとづく地理座標を付与する
	FN019	座標補正 (アフィン変換)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地図情報レベル 500 の背景地図を使い、地下埋設物データ (2D シェープファイル) を高精度化する ● マンホールや道路境界を位置基準に使用する
	FN020	基準面変換	<ul style="list-style-type: none"> ● 2D シェープファイルの地下埋設物データを、3D シェープファイルに変換する
	FN021	shp to CityGML 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D シェープファイルの地下埋設物データを 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) に変換する機能
立会受付 Web システム用データ変換	FN022	CityGML to 3D Tiles 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) を 3D Tiles 形式のデータに変換する機能 ● 変換されたデータは、立会受付 Web システムの【FN008】【FN012】3D 表示機能で使用される
	FN023	CityGML to obj 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) を OBJ 形式のデータに変換する機能 ● 変換されたデータは、立会受付 Web システムの【FN014】3D 都市モデル (地下埋設物モデル) ダウンロード機能で使用される
	FN024	CityGML to shp 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) をシェープファイル形式のデータに変換する機能 ● 変換されたデータは、立会受付 Web システムの既存機能である【FN004】受付確認で使用される

分類	ID	機能名	機能説明
BIM アプリケーション	FN025	離隔距離確認	<ul style="list-style-type: none">● BIM アプリケーション（Rhinceros 又は Autodesk Revit 等）を使い、地下構造物の配置・形状について計画する

3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ

表 3-3 利用したソフトウェア・ライブラリ

ID	項目	内容
SL001	QGIS (バージョン 3.28.6)	<ul style="list-style-type: none"> ● 様々な形式の地理空間情報の参照・加工・分析等が可能な GIS フリーソフトウェア
SL002	Rhinoceros	<ul style="list-style-type: none"> ● TLM 社が提供する BIM モデルの参照・加工・分析等が可能な BIM 有償ソフトウェア ● 建設設計業務の分野で広く用いられている
SL003	立会受付 Web システム	<ul style="list-style-type: none"> ● NTT インフラネット社が提供する工事会社から地下埋設物事業者への申請をワンストップで実施するシステム
SL004	GeoPandas (バージョン 0.10.2)	<ul style="list-style-type: none"> ● 様々な地理空間情報のデータ操作機能を提供するライブラリ ● 立会受付 Web システムで使用する
SL005	Pygltflib (バージョン 1.15.2)	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM モデルのデータ形式である glTF のデータ操作を行う Python 用ライブラリ ● 立会受付 Web システムで使用する
SL006	CesiumJS (バージョン 1.109.0)	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D GIS の表示を始めとする各種機能を提供する JavaScript 用ライブラリ ● 立会受付 Web システムで使用する
SL007	node-postgres (バージョン 18.14.0)	<ul style="list-style-type: none"> ● Node.js で PostgreSQL に接続し、データを操作するためのライブラリ ● 立会受付 Web システムで使用する
SL008	Numpy (バージョン 1.22.3)	<ul style="list-style-type: none"> ● プログラミング言語 Python において数値計算を効率的に行うための拡張モジュール ● 立会受付 Web システムで使用する
SL009	Vue.js	<ul style="list-style-type: none"> ● Web アプリケーションにおけるユーザーインターフェースを構築するための、オープンソースの JavaScript フレームワーク
SL010	ArcGIS Pro	<ul style="list-style-type: none"> ● ESRI 社が提供する様々な形式の地理空間情報の参照・加工・分析等が可能な GIS 有償ソフトウェア
SL011	スマートインフラプラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ● NTT インフラネット社が提供する地下インフラ設備の位置情報をデジタル化し共用するシステム ● 座標位置の調整や座標付与を行う GIS-DX 機能をもつ
SL012	PostgreSQL	<ul style="list-style-type: none"> ● オープンソースのオブジェクトリレーショナルデータベース管理システム ● 立会受付 Web システムで使用する
SL013	Autodesk Revit	<ul style="list-style-type: none"> ● Autodesk 社が提供する BIM モデルの参照・加工・分析等が可能な BIM 有償ソフトウェア ● 建設設計業務の分野で広く用いられている

3-2-3. 開発機能の詳細要件

開発機能の詳細要件を記す。なお、本業務において改修した要素（機能名）を赤字で示す。

1) 【FN001】事前準備：(エリア登録) ログイン

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を用いて、ログイン画面に入力されたユーザーID・パスワードを基にデータベースを参照し、申請者のログイン認証をする

● フローチャート

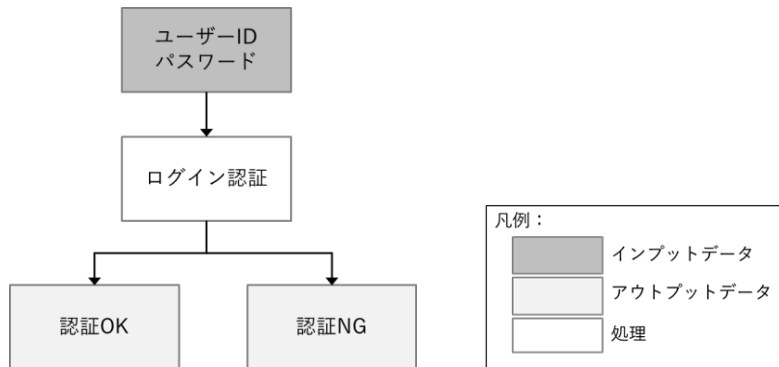


図 3-7 事前準備：(エリア登録) ログイン機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ ユーザーID・パスワード（立会受付 Web システムの仕様に準拠）
- 出力
 - ◇ 認証結果（立会受付 Web システムの仕様に準拠）【IF201】

● 利用するライブラリ

- Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）
- node-postgres（ソフトウェア・ライブラリ【SL007】を参照）

2) 【FN002】事前準備：(影響判定) ログイン

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を用いて、ログイン画面に入力されたユーザーID・パスワードを基にデータベースを参照し、申請者・受付者のログイン認証をする

● フローチャート

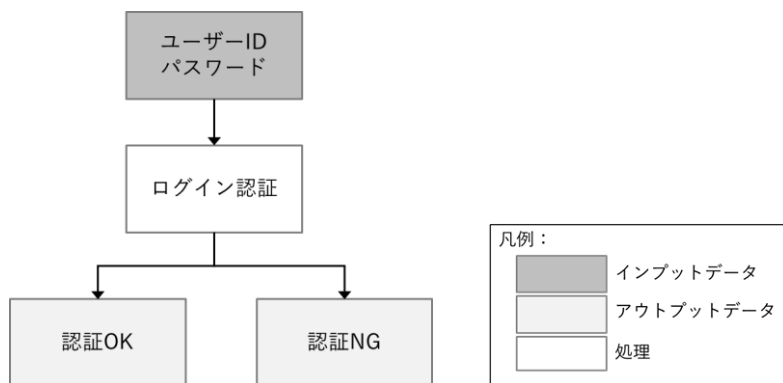


図 3-8 事前準備：(影響判定) ログイン機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ ユーザーID・パスワード (立会受付 Web システムの仕様に準拠)
- 出力
 - ◇ 認証結果 (立会受付 Web システムの仕様に準拠) 【IF201】

● 利用するライブラリ

- Vue.js (ソフトウェア・ライブラリ 【SL009】 を参照)
- node-postgres (ソフトウェア・ライブラリ 【SL007】 参照)

3) 【FN003】 事前準備：(受付確認) ログイン

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を用いて、ログイン画面に入力されたユーザーID・パスワードを基にデータベースを参照し、受付者のログイン認証をする

● フローチャート

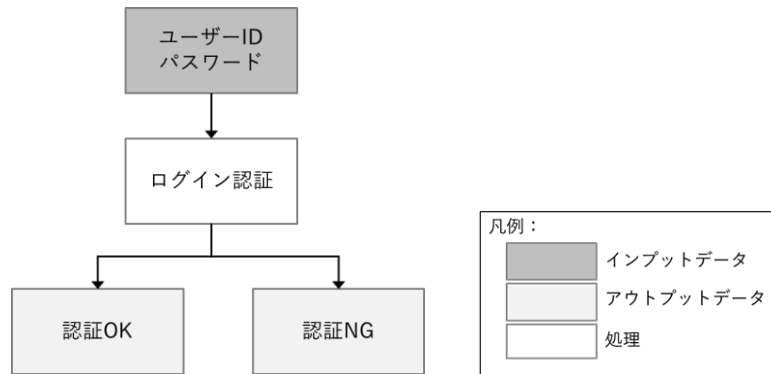


図 3-9 事前準備：(受付確認) ログイン機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ ユーザーID・パスワード (立会受付 Web システムの仕様に準拠)
- 出力
 - ◇ 認証結果 (立会受付 Web システムの仕様に準拠) 【IF201】

● 利用するライブラリ

- Vue.js (ソフトウェア・ライブラリ 【SL009】 を参照)
- node-postgres (ソフトウェア・ライブラリ 【SL007】 を参照)

4) 【FN004】 事前準備：受付確認

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を用いて、受付者が「工事申請ごとに付番する番号」と「申請先の事業者」を条件としてデータベースを検索し、検索結果から工事関係者・建設計画関係者が登録した申請情報詳細を画面に表示する

● フローチャート

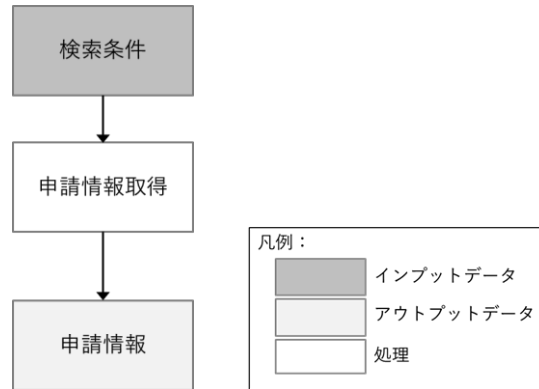


図 3-10 事前準備：受付確認機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 検索条件（立会受付 Web システムの仕様に準拠）
- 出力
 - ◇ 申請情報（立会受付 Web システムの仕様に準拠）【IF201】

● 利用するライブラリ

- Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）
- node-postgres（ソフトウェア・ライブラリ【SL007】を参照）

5) 【FN005】 事前準備：エリア+高さ及び深さ登録

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を流用し、申請者が指定した工事範囲エリアを Well-known Text としてデータベースに登録する
- 立会受付 Web システムの機能を用いて、申請者が高さ及び深さを画面で入力し、データベースに登録する

● フローチャート

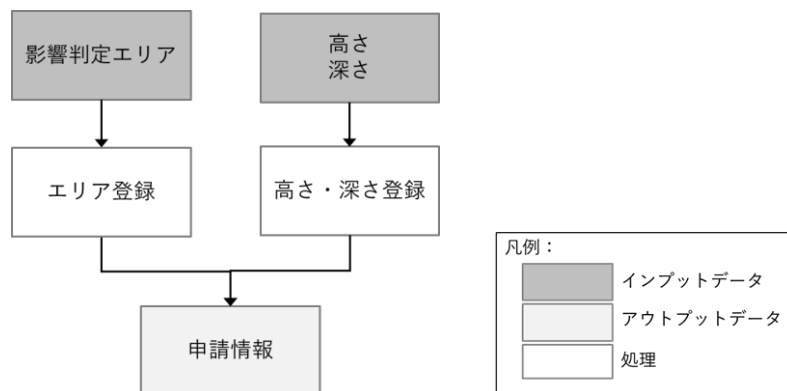


図 3-11 事前準備：エリア+高さ及び深さ登録機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 検索条件（立会受付 Web システムの仕様に準拠）
- 出力
 - ◇ 申請情報（立会受付 Web システムの仕様に準拠） 【IF201】

● 利用するライブラリ

- Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）
- node-postgres（ソフトウェア・ライブラリ【SL007】を参照）

6) 【FN006】 影響判定 (受付側) : 影響判定

● 機能概要

- 申請者から BIM モデルのアップロードを伴う申請が発生した場合、立会受付 Web システムが地下埋設物影響判定関数を用いて、BIM モデルと 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) との影響判定をする
- 本システムでは IFC ファイルからは格納されている座標値のみを使用する。そのため IFC ファイルのクラスに含まれている詳細情報は必要としていない。
- IFC ファイルは BIM モデルインポート機能【FN015】により OBJ ファイル出力したものを本システムで使用する BIM モデルとして扱う。
- 3次元による距離計測では 3次元の空間演算が必要であり、複雑な軸の編集が必要となる。そのため、スマートインフラプラットフォームの機能に含まれる 3次元空間演算及び離隔計算を利用して 3次元の空間演算を行っている。

● フローチャート

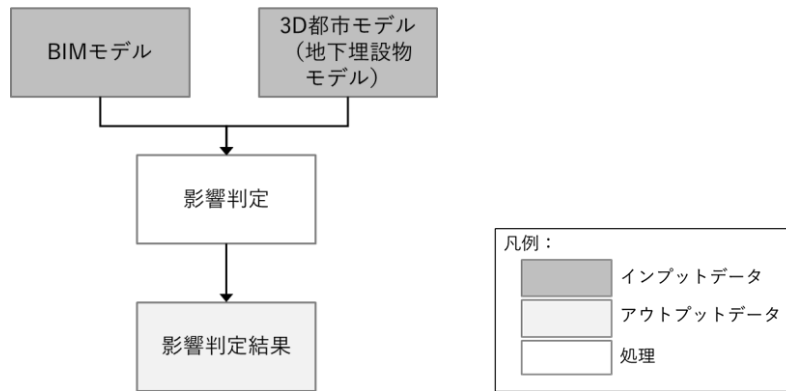


図 3-12 影響判定 (受付側) : 影響判定機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ BIM モデル【IF002】
 - ◇ 3D 都市モデル (地下埋設物モデル)

- 出力
 - ◇ 影響判定 (受付側) : 影響判定結果

● 形式

- KML・データベース項目 : 影響判定結果【IF103】

● 利用するライブラリ

- Numpy を用いて立会受付 Web システムの既存機能を拡張 (ソフトウェア・ライブラリ【SL】を参照)

● 利用するアルゴリズム

- 地下埋設物影響判定関数【AL101】を参照

7) 【FN007】 影響判定（受付側）：離隔計算

● 機能概要

- 申請者から BIM モデルのアップロードを伴う申請が発生した場合、立会受付 Web システムが地下埋設物影響判定関数を用いて、BIM モデルと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の離隔距離を算出する。
- 離隔計算では、BIM モデル（OBJ）と地下埋設物の 3D 都市モデルが持つ座標情報を Numpy に展開後、影響判定エリアの計算及び 3 次元による距離計測を実施している。

● フローチャート

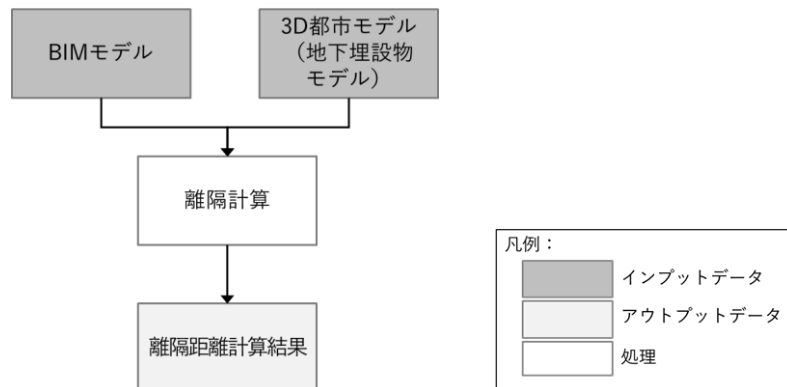


図 3-13 影響判定（受付側）：離隔計算機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ BIM モデル 【IF002】
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
- 出力
 - ◇ BIM モデルと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の離隔距離を属性情報として持つラインジオメトリ
 - 形式
 - 3DTiles

● 利用するライブラリ

- Numpy を用いて立会受付 Web システムの既存機能を拡張（ソフトウェア・ライブラリ 【SL008】 を参照）

● 利用するアルゴリズム

- 地下埋設物影響判定関数 【AL101】 を参照

8) 【FN008】 影響判定（受付側）：3D 表示

● 機能概要

- 立会受付 Web システムがファイルサーバーに格納している高精度 DEM データ、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）、BIM モデル、3D 都市モデル（建築物）を表示する

● フローチャート

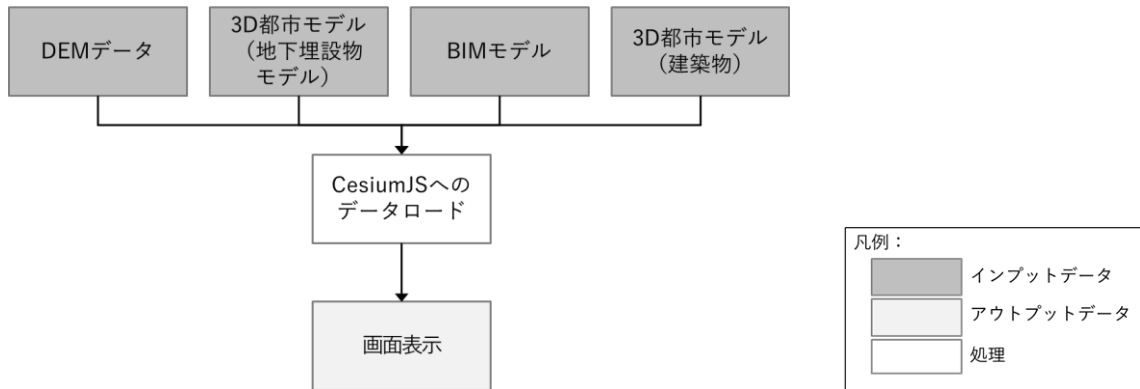


図 3-14 影響判定（受付側）：3D 表示機能のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

◇ 高精度 DEM データ

- 形式

- GeoTIFF

◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式

- 3DTiles

◇ BIM モデル【IF002】

- 形式

- OBJ

BIM の座標と属性情報を CSV で保持する。OBJ と CSV を紐付けるため、OBJ のタグと CSV に id を付与する

◇ 3D 都市モデル（建築物）

- 形式

- 3DTiles

➤ 出力

◇ 画面表示

● 利用するライブラリ

- CesiumJS（ソフトウェア・ライブラリ【SL006】を参照）

9) 【FN009】 影響判定（受付側）：3D 計測

● 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を流用し、受付者が画面上でマウスをクリックして指定した作図 2 点間の距離をメートルで計測し、計測結果を画面に表示する
- 立会受付 Web システムの機能を流用し、受付者が画面上でマウスをクリックして指定した作図 4 点の面積を立方メートルで計測し、計測結果を画面に表示する
- 画面に表示した計測結果を、受付者が KML でダウンロードする

● フローチャート

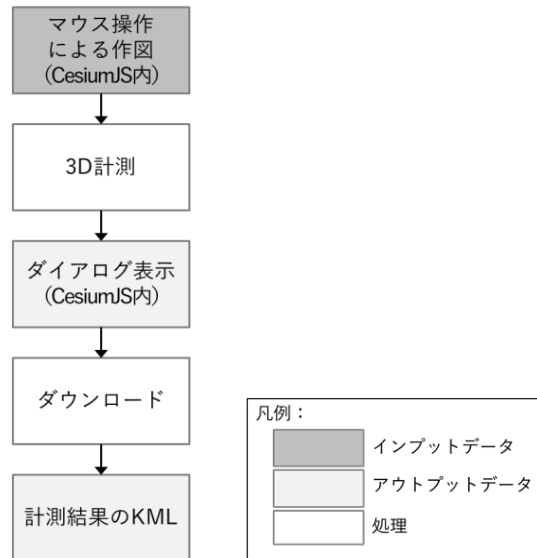


図 3-15 影響判定（受付側）：3D 計測機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ マウス操作による作図（CesiumJS 内）
- 出力
 - ◇ ダイアログ表示（CesiumJS 内）

● 利用するライブラリ

- CesiumJS（ソフトウェア・ライブラリ【SL006】を参照）
- Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）

10) 【FN010】 建設設計協議・影響判定（申請側）：影響判定

● 機能概要

- 申請者が BIM モデルをアップロードした場合、立会受付 Web システムが地下埋設物影響判定関数を用いて、BIM モデルと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）との影響判定をする
- 本システムでは IFC ファイルからは格納されている座標値のみを使用する。そのため IFC ファイルのクラスに含まれている詳細情報は必要としていない。
- IFC ファイルは BIM モデルインポート機能【FN015】により OBJ ファイル出力したものを本システムで使用する BIM モデルとして扱う。
- 3次元による距離計測では 3次元の空間演算が必要であり、複雑な軸の編集が必要となる。そのため、スマートインフラプラットフォームの機能に含まれる 3次元空間演算及び離隔計算を利用して 3次元の空間演算を行っている。

● フローチャート

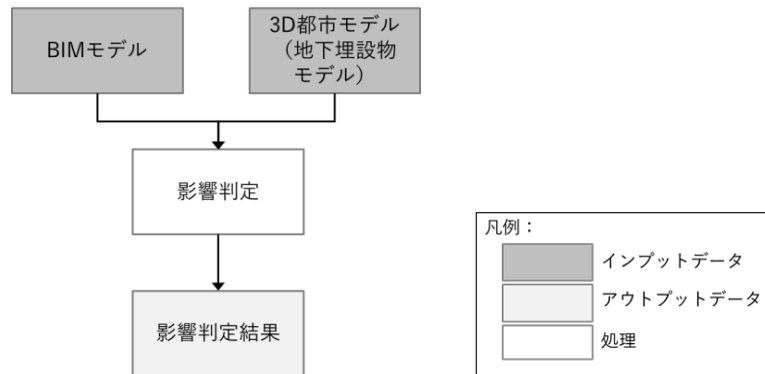


図 3-16 影響判定（申請側）／建設設計協議：影響判定機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ BIM モデル【IF002】
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
- 出力
 - ◇ 影響判定（申請側／建設設計協議）：影響判定結果
 - 形式
 - KML・データベース項目：影響判定結果

● 利用するライブラリ

- Numpy を用いて立会受付 Web システムの既存機能を拡張（ソフトウェア・ライブラリ【SL008】を参照）

● 利用するアルゴリズム

- 地下埋設物影響判定関数【AL101】を参照

11) 【FN011】 建設設計協議・影響判定（申請側）：離隔計算

- 機能概要
 - 申請者が BIM モデルをアップロードした場合、立会受付 Web システムが地下埋設物影響判定関数を用いて、BIM モデルと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の離隔距離を算出する
 - 離隔計算では、BIM モデル（OBJ）と地下埋設物の 3D 都市モデルが持つ座標情報を Numpy に展開後、影響判定エリアの計算及び 3 次元による距離計測を実施している。
- フローチャート

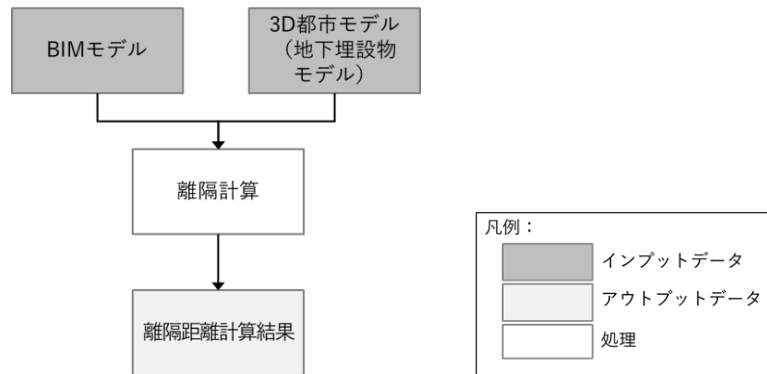


図 3-17 影響判定（受付側）：離隔計算機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ BIM モデル 【IF002】
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 出力
 - ◇ BIM モデルと 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の離隔距離を属性情報として持つラインジオメトリ
 - 形式
 - 3DTiles
- 利用するライブラリ
 - Numpy を用いて立会受付 Web システムの既存機能を拡張（ソフトウェア・ライブラリ 【SL008】 を参照）
- 利用するアルゴリズム
 - 地下埋設物影響判定関数 【AL101】 を参照

12) 【FN012】 建設設計協議・影響判定（申請側）：3D 表示

- 機能概要
 - 立会受付 Web システムがファイルサーバーに格納している高精度 DEM データ、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）、BIM モデル、3D 都市モデル（建築物）を表示する
- フローチャート

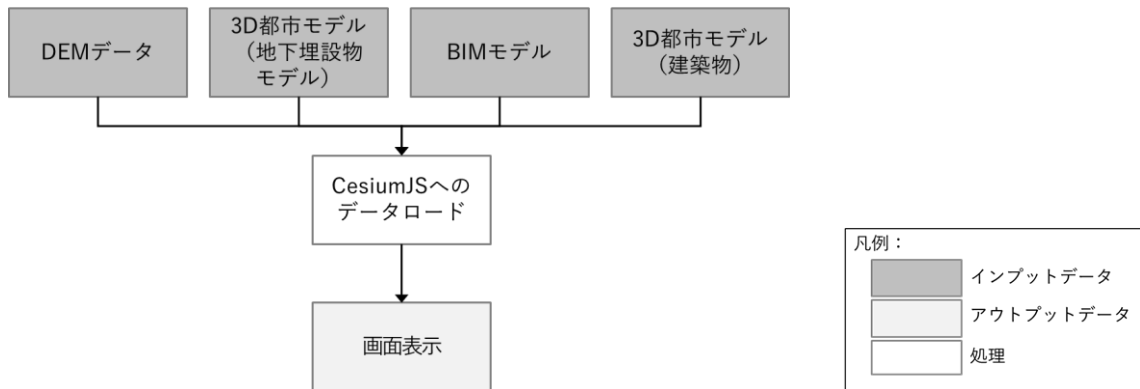


図 3-18 影響判定（申請側）／建設設計協議：3D 表示機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 高精度 DEM データ
 - 形式
 - GeoTIFF
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 形式
 - 3DTiles
 - ◇ BIM モデル 【IF002】
 - 形式
 - OBJ
 - ◇ 3D 都市モデル（建築物）
 - 形式
 - 3DTiles
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 利用するライブラリ
 - CesiumJS（ソフトウェア・ライブラリ 【SL006】 を参照）

13) 【FN013】 建設設計協議・影響判定（申請側）：3D 計測

- 機能概要

- 立会受付 Web システムの機能を流用し、申請者が画面上でマウスをクリックして指定した作図 2 点間の距離をメートルで計測し、計測結果を画面に表示する
- 立会受付 Web システムの機能を流用し、受付者が画面上でマウスをクリックして指定した作図 4 点の面積を立方メートルで計測し、計測結果を画面に表示する
- 画面に表示した計測結果を、申請者が KML でダウンロードする

- フローチャート

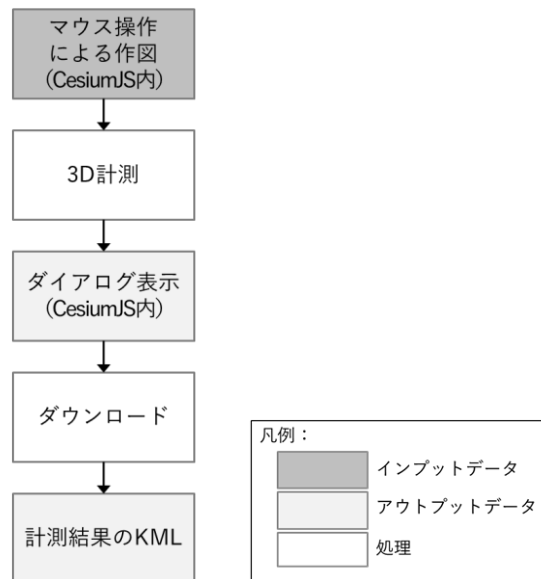


図 3-19 影響判定（申請側）／建設設計協議：3D 計測機能のフローチャート

- データ仕様

- 入力
 - ◇ マウス操作による作図（CesiumJS 内）
- 出力
 - ◇ ダイアログ表示（CesiumJS 内）

- 利用するライブラリ

- CesiumJS（ソフトウェア・ライブラリ【SL006】を参照）
- Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）

14) 【FN014】 建設設計協議・影響判定（申請側）：3D 都市モデル（地下埋設物モデル）ダウンロード

- 機能概要
 - 立会受付 Web システムの機能を流用し、申請者が画面上に表示している 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のファイルをサーバーから取得し、クライアント端末にコピーする
- フローチャート

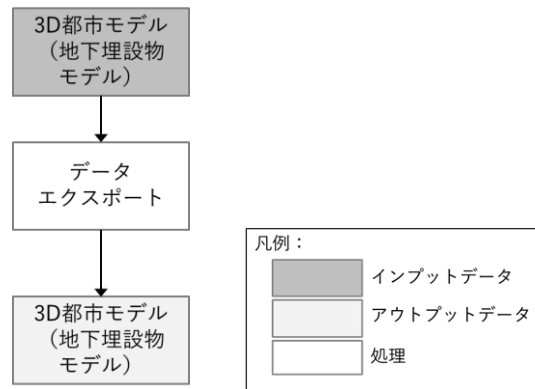


図 3-20 影響判定（申請側）／建設設計協議：3D 都市モデル（地下埋設物モデル）ダウンロード機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 形式
 - OBJ【IF004】
 - 出力
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 形式
 - OBJ【IF101】
- 利用するライブラリ
 - Vue.js（ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照）

15) 【FN015】 建設設計協議・影響判定（申請側）：BIM モデルインポート

- 機能概要
 - 建設設計データ（IFC2 x Edition3）の外観形状などを抽出した BIM モデルを、立会受付 Web システムが OBJ 形式に変換する
 - OBJ 形式に変換した建設設計データを、立会受付 Web システムがファイルサーバーにアップロードする
- フローチャート

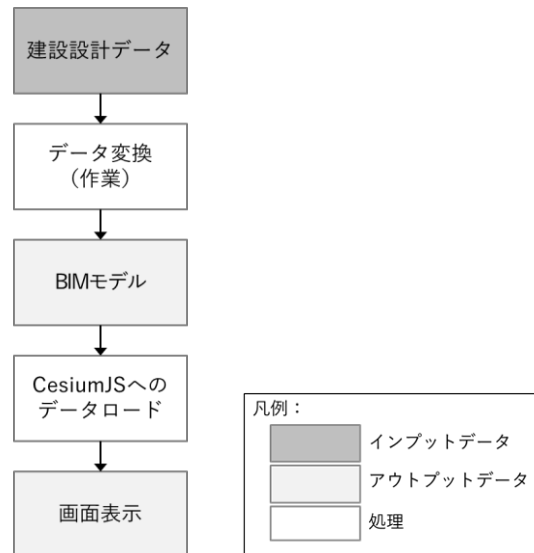


図 3-21 影響判定／建設設計協議：BIM モデルインポート機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ BIM モデル
 - IFC ファイル 【IF001】
 - 出力
 - ◇ 画面表示
 - ◇ BIM モデル
 - 3DTiles ファイル 【IF202】
- 利用するライブラリ
 - IFCOpenShell（手作業による実行）（IFC から OBJ への変換）
 - スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ 【SL011】 を参照）（OBJ から 3D Tiles への変換）
 - CesiumJS（ソフトウェア・ライブラリ 【SL006】 を参照）

16) 【FN016】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：データ変換（測地系・投影法変換を含む）

● 機能概要

- 地下埋設物事業者が保有する地下埋設物の GIS データ又は CAD データ（DXF 形式や DWG 形式など）から 2D シェープファイルへ変換する
- 地下埋設物データが旧日本測地系の場合は TKY2JGD のパラメタを使い、日本測地系 2011/ 平面直角座標系にする
- GIS データに「旗上げ」が含まれている場合、旗上げの中の土被り等の地下埋設物の設備情報を作業者が目視で読み取り、属性情報を入力する

● フローチャート

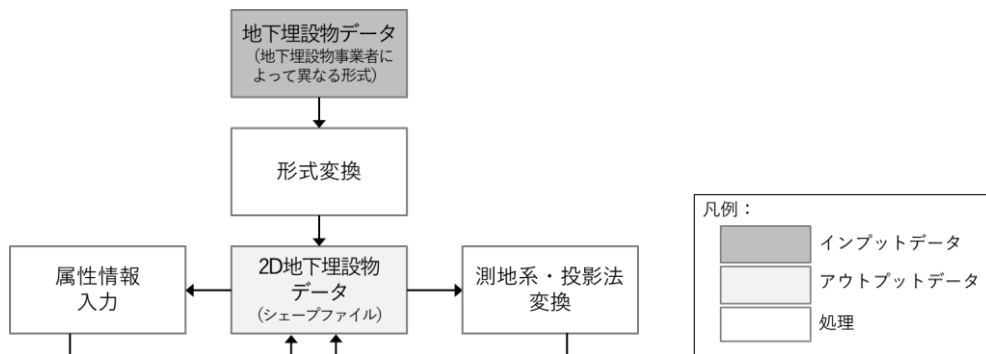


図 3-22 データ変換（測地系・投影変換を含む）のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 地下埋設物事業者が保有する 2D 地下埋設物データ
(3-5-2-a の表 3-15 を参照)
- 出力
 - ◇ 2D 地下埋設物データ
 - 形式
 - シェープファイル 【IF104】
 - 座標参照系
 - 日本測地系 2011/ 平面直角座標系第 IX 系

● 利用するソフトウェア

- ArcGIS Pro (ソフトウェア・ライブラリ 【SL010】 を参照)

17) 【FN017】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：データ変換（投影法変換を含む）

● 機能概要

- 地下埋設物事業者が保有する地下埋設物の GIS データ、CAD データ、独自形式データ（DAT ファイル）又は図面から 2D シェープファイルへ変換/2D シェープファイルを作成する
- 測地系が旧日本測地系でなく、投影法が測地座標系（緯度・経度）の場合は、平面直角座標系に投影変換する
- GIS データに「旗上げ」が含まれている場合、旗上げの中の土被り等の地下埋設物の設備情報を作業者が目視で読み取り、属性情報を入力する

● フローチャート

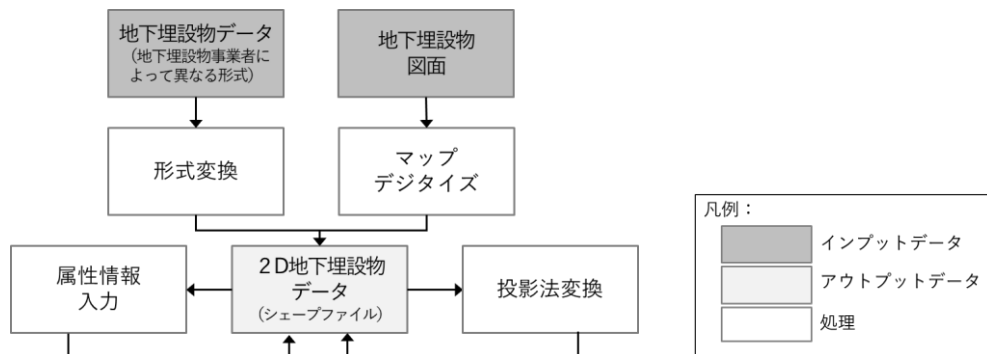


図 3-23 データ変換（投影法変換を含む）のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 地下埋設物事業者が保有する 2D 地下埋設物データ・図面
- 出力
 - ◇ 2D 地下埋設物データ
 - 形式
 - シェープファイル 【IF104】
 - 座標参照系
 - 日本測地系 2011/ 平面直角座標系第IX系

● 利用するソフトウェア

- QGIS（ソフトウェア・ライブラリ 【SL001】を参照）

18) 【FN018】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：位置統合作業

● 機能概要

- 地下埋設物データの投影法が任意座標系の場合、地下埋設物データに地図情報レベル 2500 相当の地理座標を付与する
- 地理座標の付与は、背景地図（基盤地図情報又は民間背景地図データ）上の道路の境界・隅切り及びマンホールの明瞭な位置を基準に、地下埋設物データの拡大・縮小・回転・移動・変形によって行う

● フローチャート

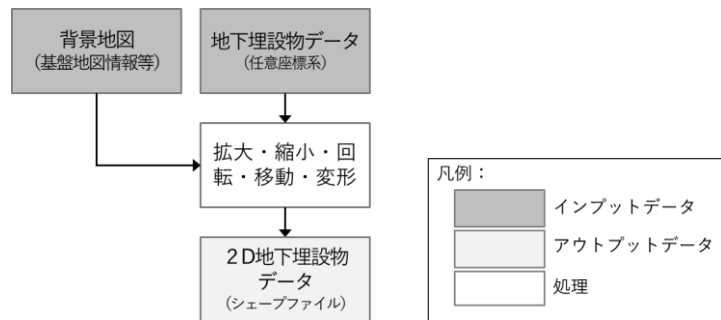


図 3-24 位置統合作業のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 地下埋設物事業者が保有する地下埋設物データ
 - 投影法
 - 任意座標系
- 出力
 - ◇ 2D 地下埋設物データ
 - 形式
 - シェープファイル
 - 座標参照系
 - 日本測地系 2011/ 平面直角座標系第 IX 系

● 利用するソフトウェア

- QGIS（ソフトウェア・ライブラリ【SL001】を参照）

19) 【FN019】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：座標補正（アフィン変換）

● 機能概要

- 2D 地下埋設物データを地図情報レベル 500 相当に高精度化する
- 高精度化の方法は、地図情報レベル 500 相当の高精度な背景地図データ（エヌ・ティ・ティ・インフラネットの高精度 3D 骨格空間情報）に含まれるマンホール及び道路境界を位置基準として、アフィン変換による幾何補正を行う

● フローチャート

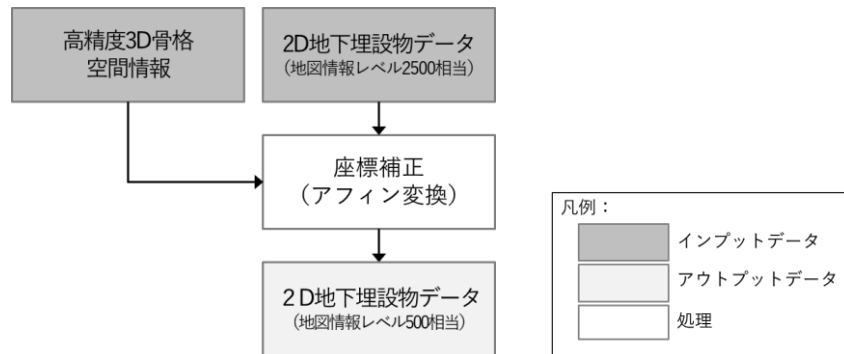


図 3-25 座標補正（アフィン変換）のフローチャート

● データ仕様

➢ 入力

- ◇ 2D 地下埋設物データ（地図情報レベル 2500 相当）
 - 形式
 - シェープファイル【IF005】
- ◇ 高精度 3D 骨格空間情報
 - 形式
 - シェープファイル【IF005】

➢ 出力

- ◇ 2D 地下埋設物データ（地図情報レベル 500 相当）
 - 形式
 - シェープファイル【IF105】

● 利用するソフトウェア

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）

20) 【FN020】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：基準面変換

- 機能概要
 - 高精度 DEM データとシェープファイルの属性に入力済の地下埋設物の土被り（地表面からの深さ）を使い、地下埋設物データを 3 次元化する
- フローチャート

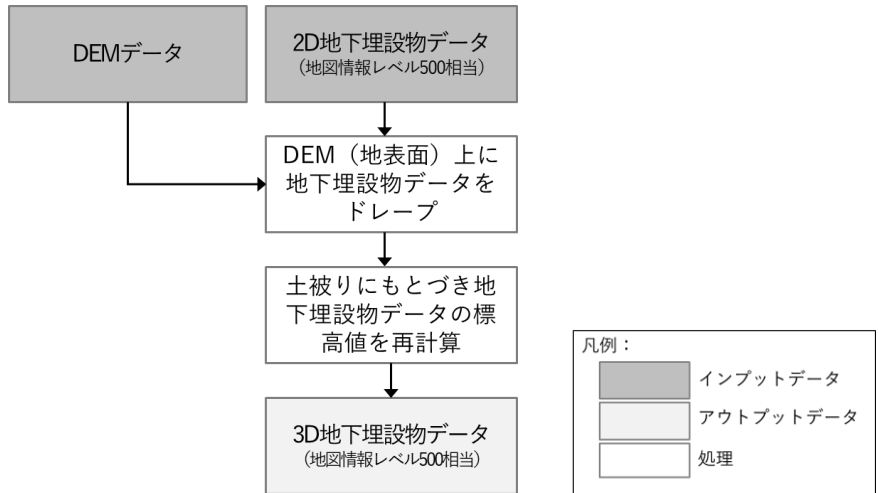


図 3-26 基準面変換のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 2D 地下埋設物データ（地図情報レベル 500 相当）
 - 形式
 - シェープファイル
 - ◇ 高精度 DEM データ
 - 形式
 - GeoTIFF 【IF006】
 - 出力
 - ◇ 3D 地下埋設物データ
 - 形式
 - シェープファイル 【IF106】
- 利用するソフトウェア
 - スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ 【SL011】 を参照）

21) 【FN021】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：shp to CityGML 変換機能

● 機能概要

- 3D 地下埋設物データ（シェープファイル）を、CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に変換する機能
- PolyLine で表現された 3D 地下埋設物の管路データを、管径の情報を使い立体（Solid）形状に変換する処理も含む

● フローチャート

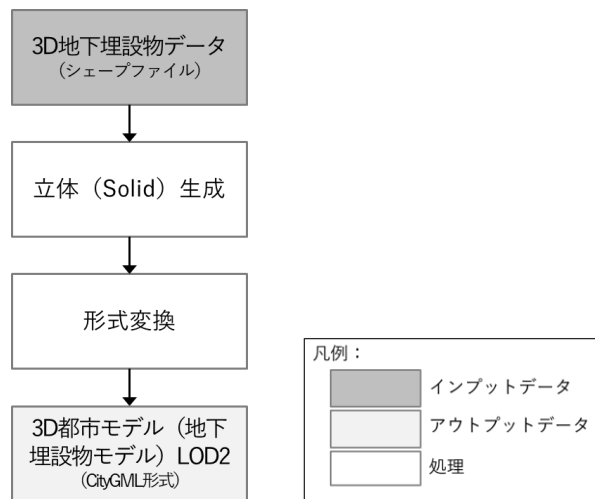


図 3-27 shp to CityGML 変換機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 3D 地下埋設物データ
 - 形式
 - シェープファイル
- 出力
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル） LOD2
 - 形式
 - CityGML 【IF102】

● 利用するソフトウェア

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）

22) 【FN022】 立会受付 Web システム用データ変換：CityGML to 3DTiles 変換機能

● 機能概要

- CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を、立会受付 Web システム上で 3D 表示するための 3D Tiles に変換する機能

● フローチャート

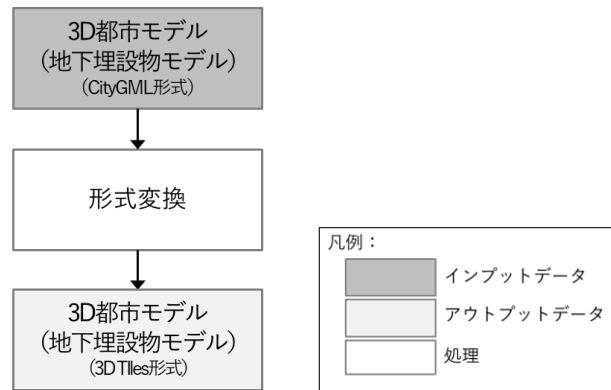


図 3-28 CityGML to 3D Tiles 変換機能のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

- ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式

- CityGML 【IF003】

➤ 出力

- ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式

- 3D Tiles 【IF203】

● 利用するソフトウェア

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ 【SL011】 を参照）

23) 【FN023】 立会受付 Web システム用データ変換：CityGML to obj 変換機能

● 機能概要

- CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を、BIM アプリケーション向けのダウンロード用の OBJ ファイルに変換する機能
- 地下埋設物の CityGML は平面直角座標系が利用可能であり、地下埋設物事業者のデータの多くは平面直角座標系を採用している。そのため座標系（投影法）の変換は不要となる。メッシュサイズや高さ等も変更する必要はないため、3D 都市モデルの座標値を OBJ へ出力している。なお、OBJ は数学座標系、地下埋設物の CityGML は平面直角座標系であるため、XY 軸の入れ替えは実施している。

● フローチャート

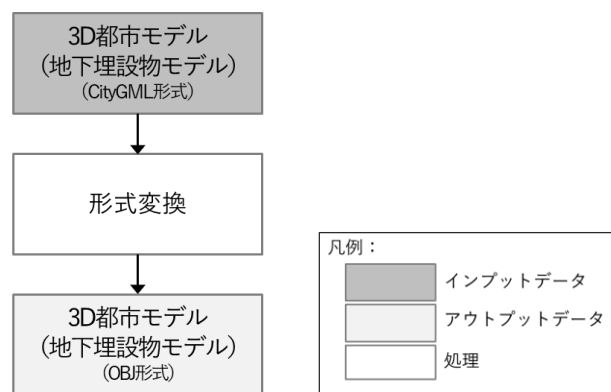


図 3-29 CityGML to obj 変換機能のフローチャート

● データ仕様

- 入力
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 形式
 - CityGML 【IF003】
- 出力
 - ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 形式
 - OBJ 【IF204】

● 利用するソフトウェア

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ 【SL011】 を参照）

24) 【FN024】 立会受付 Web システム用データ変換：CityGMLto shp 変換機能

● 機能概要

- CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を、立会受付 Web システムの既存機能上で 2D 表示するためのシェープファイルに変換する機能

● フローチャート

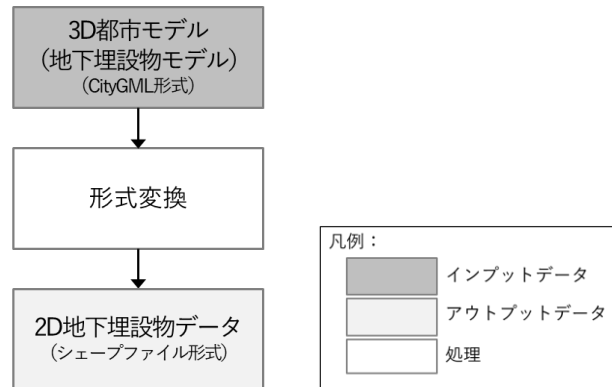


図 3-30 CityGML to shp 変換機能のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

- ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式

- CityGML 【IF003】

➤ 出力

- ◇ 2D 地下埋設物データ

- 形式

- シェープファイル 【IF205】

● 利用するソフトウェア

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能（エヌ・ティ・ティ・インフラネット）（ソフトウェア・ライブラリ 【SL011】 を参照）

25) 【FN025】 BIM アプリケーション：地下構造物計画

● 機能概要

- 立会受付 Web システムからダウンロードする 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を参照し、BIM アプリケーション（Rhinceros 又は Autodesk Revit 等）を使い、地下構造物の配置・形状について計画する

● フローチャート

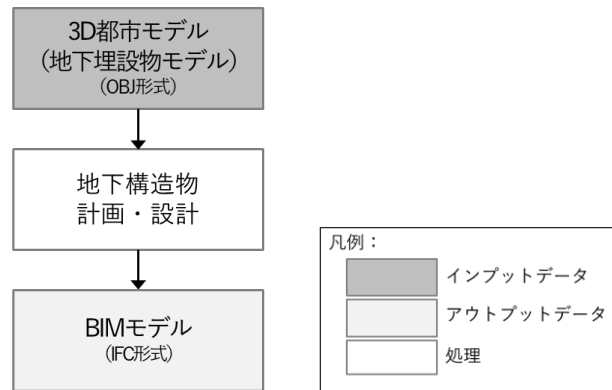


図 3-31 のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式
 - OBJ
- 座標参照系
 - 日本測地系 2011/ 平面直角座標系第IX系

➤ 出力

◇ BIM モデル（地下構造物）

- 形式
 - IFC2 x Edition3
- 座標参照系
 - 日本測地系 2011/ 平面直角座標系第IX系

● 利用するソフトウェア

- Rhinceros（ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照）
- Autodesk Revit（ソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）

3-3. アルゴリズム

3-3-1. 利用したアルゴリズム

該当なし。

3-3-2. 開発したアルゴリズム

1) 【AL101】 地下埋設物影響判定関数

- 本アルゴリズムを利用した機能
 - 【FN006】【FN007】【FN010】【FN011】
- アルゴリズムの詳細

3D の BIM データと 3D 都市モデル（地下埋設物）の離隔距離を計算し、地下埋設物事業者の既存設備に与える影響の有無を判定（接触判定）するアルゴリズムを開発した。

1. 影響判定エリアの作成

建設設計データの構造物底面の外周部を起点とする 3D の影響判定エリアを作る（建設設計データの構造物底面から地表面に向けて約 45 度のエリア）。

2. 影響判定エリアと地下埋設物データ

影響判定エリアの面を三角形に分割後、影響判定エリアの三角形から垂線を発生させる。発生した垂線と交差する地下埋設物の面を構成する三角形の 2 点間距離を総当たりで全て計算する（離隔計算）。計算結果により得られた 2 点間距離のうち、最小の距離かつ閾値 1.5m 未満の値が発生した地下埋設物の地物を「影響あり」と判定する。

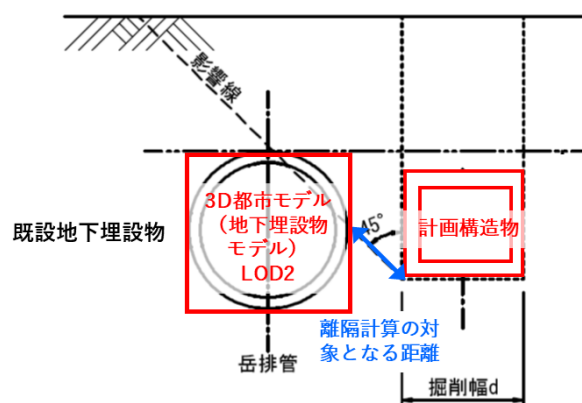


図 3-32 影響判定のイメージ¹

¹ 岳南排水管路施設近接施工マニュアル（岳南排水路管理組合：平成 31 年 4 月）の図に加筆

3-4. データインタフェース

3-4-1. ファイル入力インタフェース

1) 【IF001】 IFC ファイル入力

- 本インタフェースを利用する機能：【FN015】
- インタフェース概要
 - IFC2x3 形式（SPF（STEP Physical File））の BIM モデルを含む ZIP ファイル。
 - 建設設計事業者等の申請者が建設設計の検討段階において作成するファイルを ZIP 形式に圧縮したもの。

2) 【IF002】 3D 表示用ファイル入力

- 本インタフェースを利用する機能：【FN006】【FN007】【FN008】【FN009】【FN010】【FN011】【FN012】【FN013】
- インタフェース概要
 - 実証を行う上で Cesium により画面表示に必要なデータ群。構成は以下のとおり。
 - ・地形データ：3D 表示時の地表面データ。Cesium の Terrain 形式。
 - ・地上建物データ：G 空間センターで公開されている PLATEAU の建築物データ。3DTiles 形式。
 - ・地下埋設物データ：影響判定や建設設計協議で利用する地下埋設物事業者の地下設備データ。3DTiles 形式。
 - ・BIM モデル：影響判定や建設設計協議で利用する建設設計における検討段階のデータ。3DTiles 形式。

3) 【IF003】 CityGML ファイル入力

- 本インタフェースを利用する機能：【FN022】 【FN023】 【FN024】
- インタフェース概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）。実証で使用した地物は以下のとおり。
 - ・uro:WaterPipe (LOD2)
 - ・uro:SewerPipe (LOD2)
 - ・uro:ThermalPipe (LOD2)
 - ・uro:OilGasChemicalPipe (LOD2)
 - ・uro:TelecommunicationsCable (LOD2)
 - ・uro:ElectricityCable (LOD2)
 - ・uro:Duct (LOD2)
 - ・uro:Appurtenance (LOD2)
 - ・uro:Manhole (LOD2)
 - ・uro:Handhole (LOD2)

4) 【IF004】 OBJ ファイル入力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN014】
- インタフェース概要
 - OBJ 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）から建設設計事業者が利用可能なデータ形式（OBJ）に【SL011】スマートインフラプラットフォームが変換したファイル。

5) 【IF005】 シェープファイル入力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN004】 【FN019】
- インタフェース概要
 - 2D シェープファイル形式のデータ

表 3-4 2D シェープファイルの属性

埋設物 ID	埋設年度	設備の幅	設備の高さ	土被り	延長	材質	条数	段数	地図情報レベル	座標の次元数
123456789	1970	100.00	100.00	1.2	102.35	鋼管	2	3	10000以下	2次元
987654321	2000	300.00	550.00	0.8	47.69	コンクリート	1	1	10000以下	2次元
...
埋設物ごとの固有 ID を表す	埋設物の埋設された年度を表す	設備の横幅を m(メートル)で表す	設備縦幅を m(メートル)で表す	地上から設備上面から高さ m(メートル)で表す	埋設物ごとの延長を m(メートル)で表す	埋設物ごとの材質を表す	埋設物ごとの条数を表す	埋設物ごとの段数を表す	ファイル内地物の位置精度を表す	ファイル内地物の座標次元数を表す

6) 【IF006】 高精度 DEM データ入力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN020】
- インタフェース概要
 - GeoTIFF 形式の高精度 DEM データ

3-4-2. ファイル出力インターフェース

1) 【IF101】 OBJ ファイル出力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN014】
- インタフェース概要
 - OBJ 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

地下埋設物モデルは 3 次元の TIN（交差しない三角形を組み合わせたデータ構造）で成り立ち、構成点は反時計回りとなっている。構成点に対して法線ベクトルを持つことで表裏を判別している。
 - 座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系第 IX 系

OBJ の X 成分は東西方向、Y 成分は南北方向を表している。

2) 【IF102】 CityGML ファイル出力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN021】
- インタフェース概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

3) 【IF103】 KML ファイル出力

- 本インターフェースを利用する機能：【FN006】
- インタフェース概要
 - KML 形式のデータ

表 3-5 KML ファイルの属性値例

離隔計算対象	離隔計算条件	離隔距離	離隔角度
BIM データ影響判定	A 事業者	0.10	30.000
B 事象者	C 事業者	0.15	40.000
...
離隔の始点側の設備名称	離隔の終点側の設備名称	離隔の長さ 単位 は m cm 単位まで表示	離隔の為す仰角 単位は度

4) 【IF104】 2D 地下埋設物データ出力

- 本インタフェースを利用する機能：【FN016】【FN017】【FN018】
- インタフェース概要
 - 2D シェープファイル形式の地下埋設物データ
 - 座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系IX系
 - 地図情報レベルは 500～10000 相当

表 3-6 2D 地下埋設物データの属性例

埋設物 ID	埋設年度	設備の幅	設備の高さ	土被り	延長	材質	条数	段数	地図情報レベル	座標の次元数
123456789	1970	100.00	100.00	1.2	102.35	鋼管	2	3	10000以下	2次元
987654321	2000	300.00	550.00	0.8	47.69	コンクリート	1	1	10000以下	2次元
...
埋設物ごとの固有 ID を表す	埋設物の埋設された年度を表す	設備の横幅を m(メートル)で表す	設備縦幅を m(メートル)で表す	地上から設備上面から高さ m(メートル)で表す	埋設物ごとの延長を m(メートル)で表す	埋設物ごとの材質を表す	埋設物ごとの条数を表す	埋設物ごとの段数を表す	ファイル内地物の位置精度を表す	ファイル内地物の座標次元数を表す

- 5) 【IF105】 2D 地下埋設物データ（地図情報レベル 500 相当）出力
- 本インタフェースを利用する機能：【FN019】
 - インタフェース概要
 - 2D シェープファイル形式の地下埋設物データ（地図情報レベル 500 相当）
 - 座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系IX系
 - 地図情報レベルは 500 相当

表 3-7 2D 地下埋設物データ（地図情報レベル 500 相当）の属性例

埋設物 ID	埋設年度	設備の幅	設備の高さ	土被り	延長	材質	条数	段数	地図情報レベル	座標の次元数
123456789	1970	100.00	100.00	1.2	102.35	鋼管	2	3	500 以下	2 次元
987654321	2000	300.00	550.00	0.8	47.69	コンクリート	1	1	500 以下	2 次元
...
埋設物ごとの固有 ID を表す	埋設物の埋設された年度を表す	設備の横幅を m(メートル)で表す	設備縦幅を m(メートル)で表す	地上から設備上面から高さ m(メートル)で表す	埋設物ごとの延長を m(メートル)で表す	埋設物ごとの材質を表す	埋設物ごとの条数を表す	埋設物ごとの段数を表す	ファイル内地物の位置精度を表す	ファイル内地物の座標次元数を表す

6) 【IF106】 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成：基準面変換出力

- 本インタフェースを利用する機能：【FN020】
- インタフェース概要
 - 3D シェープファイル形式の地下埋設物データ
 - 座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系IX系
 - 高さの基準は標高

表 3-8 3D 地下埋設物データの属性例

埋設物 ID	埋設年度	設備の幅	設備の高さ	土被り	延長	材質	条数	段数	地図情報レベル	座標の次元数
123456789	1970	100.00	100.00	1.2	102.35	鋼管	2	3	500 以下	3 次元
987654321	2000	300.00	550.00	0.8	47.69	コンクリート	1	1	500 以下	3 次元
...
埋設物ごとの固有 ID を表す	埋設物の埋設された年度を表す	設備の横幅を m(メートル)で表す	設備縦幅を m(メートル)で表す	地上から設備上面から高さを m(メートル)で表す	埋設物ごとの延長を m(メートル)で表す	埋設物ごとの材質を表す	埋設物ごとの条数を表す	埋設物ごとの段数を表す	ファイル内地物の位置精度を表す	ファイル内地物の座標次元数を表す

3-4-3. 内部連携インターフェース

1) 【IF201】DB 連携インターフェース

データベース項目は立会受付 Web システムから流用する。なお、流用のため本実証では使用しない項目も存在する。なお、ユーザー情報テーブルについては、既存システムの不正アクセス防止の観点から掲載を控える。

- 本インターフェースを利用する機能：【FN001】 【FN002】 【FN003】 【FN004】 【FN005】
- インターフェース概要
 - 表 3-3 に示す SL007 (node-postgres) を使用し、DB とアプリケーションを連携

表 3-5 工事情報テーブル

入力データ	内容
申請種別	「埋設物調査依頼（設計に伴う埋設物調査・設計協議をご希望の場合）」又は「施工協議・立会依頼（工事実施に伴う埋設物調査・施工協議・現地立会をご希望の場合）」
業種	「ガス」、「水道」、「電気」、「下水」、「道路」、「通信」、「熱供給」又は「共同溝」
工事名称	工事を識別する名称
工事目的	工事の目的
住所	工事計画エリアの住所
掘削箇所数	掘削の箇所数
道路区分	「車道」「歩道」
工事規模	掘削エリアの長さ、幅、深さなど
土被り、計画高	掘削の深さ
工事内容	「掘削」、「配管」、「布掘」、「本復旧」又は「その他」
工事期間	工事の計画期間
工事時間帯	工事実施の時間帯

表 3-6 発注情報テーブル

入力データ	内容
企業名	工事発注の企業名
担当名	担当部署名
責任者名	担当責任者名
責任者名フリガナ	担当責任者名（フリガナ）
責任者連絡先（固定/携帯）	担当責任者の電話番号
責任者連絡先 2（携帯）	担当責任者の電話番号（携帯）
責任者連絡先 3	その他の連絡先電話番号

表 3-7 施工情報テーブル

入力データ	内容
企業名	工事施工の企業名
担当名	担当部署名
責任者名	担当責任者名
責任者名フリガナ	担当責任者名（フリガナ）
責任者連絡先（固定/携帯）	担当責任者の電話番号
責任者連絡先 2（携帯）	担当責任者の電話番号（携帯）
責任者連絡先 3	その他の連絡先電話番号

表 3-8 その他情報テーブル

入力データ	内容
記事	特記事項や過去の埋設物調査実施情報など
添付ファイル	位置図、平面図、断面図など

表 3-9 工事範囲情報テーブル

入力データ	内容
エリア情報	システム地図上で工事範囲を指定し登録

表 3-10 影響判定情報テーブル

入力データ	内容
影響判定結果	地下埋設物影響判定関数による影響判定の結果を保持
離隔計算結果	地下埋設物影響判定関数による離隔計算の結果を保持

2) 【IF202】 BIM モデルインポート

- 本インターフェースを利用する機能：【FN015】
- インタフェース概要
 - IFC2×3edition 形式に含まれる 3D の座標値を持つ形状情報を OBJ 形式に変換する
 - 本システムにおける IFC2×3edition 形式のデータは SPF（STEP Physical File）であり、建設設計の検討段階で利用するエンティティ（IfcWall, IfcSlab, IfcPile, IfcRoof, IfcWindow 等）のみを抽出したデータを使用した。これは建設設計の検討段階において地下埋設物から得る情報は物理的な離隔に起因する内容であり、本来エンティティが持つ属性情報は本システムにおいて不要と判断したため、利用するエンティティの形状情報のみを抽出したデータとなっている。

3) 【IF203】 3D Tiles ファイルインポート

- 本インタフェースを利用する機能：【FN022】
- インタフェース概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を 3D Tiles 形式に変換する
 当実証における 3D Tiles は以下の 2 点で構成されている。
 - 1, tileset.json：表示する gltf の相対パスと、gltf のデータ存在範囲を指定した json ファイル。
 - 2, gltf ファイル：tileset.json で指定される gltf ファイルが格納されている。

4) 【IF204】 OBJ ファイルインポート

- 本インタフェースを利用する機能：【FN023】
- インタフェース概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を OBJ 形式に変換する
 地下埋設物モデルは 3 次元の TIN（交差しない三角形を組み合わせたデータ構造）で成り立ち、構成点は反時計回りとなっている。構成点に対して法線ベクトルを持つことで表裏を判別している。
 - 座標参照系は日本測地系 2011/ 平面直角座標系第 IX 系
 地下埋設物モデル構成点の X 成分は東西方向、Y 成分は南北方向を表している。

5) 【IF205】 シェープファイルインポート

- 本インタフェースを利用する機能：【FN024】
- インタフェース概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を 2D のシェープファイルに変換する

表 3-9 シェープファイルの属性値例

埋設物 ID	埋設年度	設備の幅	設備の高さ	土被り	延長	材質	条数	段数	地図情報レベル	座標の次元数
123456789	1970	100.00	100.00	1.2	102.35	鋼管	2	3	500 以下	2 次元
987654321	2000	300.00	550.00	0.8	47.69	コンクリート	1	1	500 以下	2 次元
...
埋設物ごとの固有 ID を表す	埋設物の埋設された年度を表す	設備の横幅を m(メートル)で表す	設備縦幅を m(メートル)で表す	地上から設備上面から高さ m(メートル)で表す	埋設物ごとの延長を m(メートル)で表す	埋設物ごとの材質を表す	埋設物ごとの条数を表す	埋設物ごとの段数を表す	ファイル内地物の位置精度を表す	ファイル内地物の座標次元数を表す

3-4-4. 外部連携インターフェース

地下埋設物の情報は機密情報となるため、データの漏洩が発生しないよう外部連携インターフェースは設けていない。

3-5. 実証に用いたデータ

3-5-1. 活用したデータ一覧

1) 利用した 3D 都市モデル

- 年度：2023 年度
- 都市名：東京都千代田区
- ファイル名：09LD181_unf_10170、09LD183_unf_10170、09LD184_unf_10170、09LD281_unf_10170
- メッシュ番号（国土基本図図郭）：09LD181、09LD183、09LD184、09LD281

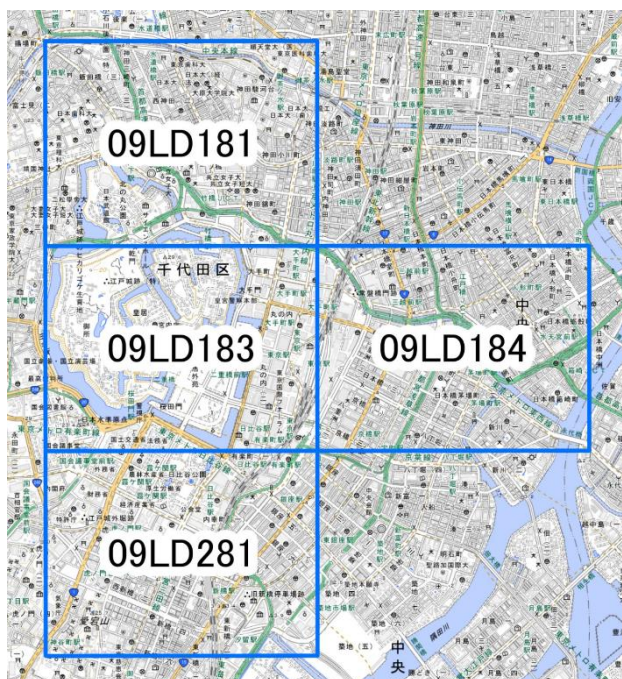


図 3-33 インデックスマップ（大手町・丸の内・有楽町エリア）

- 年度：2023 年度
- 都市名：東京都港区
- ファイル名：09LD383_unf_10170、09LD374_unf_10170
- メッシュ番号（国土基本図図郭）：09LD374、09LD383



図 3-34 インデックスマップ（品川駅港南口エリア）

表 3-11 利用した 3D 都市モデル

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能 (ID)
水道管 LOD2	uro:WaterPipe	主題属性	DT001	uro:administrator	主管事業者	FN006 FN007
		主題属性	DT002	uro:depth	土被りの深さ	FN008
		主題属性	DT003	uro:minDepth	土被り最小深さ	FN010 FN011
		主題属性	DT004	uro:maxDepth	土被り最大深さ	FN012 FN014
		主題属性	DT005	uro:innerDiameter	内径	
		主題属性	DT006	uro:outerDiameter	外径	
下水道管 LOD2	uro:SewerPipe	主題属性	DT007	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT008	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT009	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT010	uro:innerDiameter	内径	
		主題属性	DT011	uro:outerDiameter	外径	
		主題属性	DT012	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT013	uro:slope	勾配	
熱供給管 LOD2	uro:ThermalPipe	主題属性	DT014	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT015	uro:depth	土被りの深さ	
		主題属性	DT016	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT017	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT018	uro:innerDiameter	内径	

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能 (ID)
		主題属性	DT019	uro:outerDiameter	外径	
ガス管 LOD2	uro:OilGasChemicalPipe	主題属性	DT020	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT021	uro:depth	土被りの深さ	
		主題属性	DT022	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT023	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT024	uro:innerDiameter	内径	
		主題属性	DT025	uro:outerDiameter	外径	
トラフ、洞道、 鞘管、CAB、情報 BOX LOD2	uro: Duct	主題属性	DT026	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT027	uro:depth	土被りの深さ	
		主題属性	DT028	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT029	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT030	uro:width	外側の幅	
		主題属性	DT031	uro:height	外側の高さ	
通信ケーブル LOD2	uro: TelecommunicationsCable	主題属性	DT032	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT033	uro:depth	土被りの深さ	
		主題属性	DT034	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT035	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT036	uro:cables	条数	
		主題属性	DT037	uro:columns	列数	
		主題属性	DT038	uro:rows	段数	
		主題属性	DT039	uro:innerDiameter	内径	

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能 (ID)
		主題属性	DT040	uro:outerDiameter	外径	
電力ケーブル LOD2	uro: ElectricityCable	主題属性	DT041	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT042	uro:depth	土被りの深さ	
		主題属性	DT043	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT044	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT045	uro:cables	条数	
		主題属性	DT046	uro:columns	列数	
		主題属性	DT047	uro:rows	段数	
		主題属性	DT048	uro:innerDiameter	内径	
		主題属性	DT049	uro:outerDiameter	外径	
ノードとなる 設備 LOD2	uro: Appurtenance (水道における 弁栓類、ガス におけるガ バナ・バブル)	主題属性	DT050	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT051	uro:innerDiameterLong	長辺の内径	
		主題属性	DT052	uro:outerDiameterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT053	uro:innerDiameterShort	短辺の内径	
		主題属性	DT054	uro:outerDiameterShort	単辺の外径	
		主題属性	DT055	uro:depth	深さ	
マンホール LOD2	uro: Manhole	主題属性	DT056	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT057	uro:innerDiameterLong	長辺の内径	
		主題属性	DT058	uro:outerDiameterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT059	uro:innerDiameterShort	短辺の内径	

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能 (ID)
		主題属性	DT060	uro:outerDia miterShort	単辺の外径	
		主題属性	DT061	uro:depth	深さ	
ハンドホール LOD2	uro: Handhole	主題属性	DT062	uro:administr ator	主管事業者	
		主題属性	DT063	uro:innerDia miterLong	長辺の内径	
		主題属性	DT064	uro:outerDia miterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT065	uro:innerDia miterShort	短辺の内径	
		主題属性	DT066	uro:outerDia miterShort	単辺の外径	
		主題属性	DT067	uro:depth	深さ	

2) 利用したその他のデータ

1. データ一覧

表 3-12 利用したその他データ（一覧）

ID	エリア (都市)	活用データ	内容	データ 形式	出所	データを利用 した機能 (ID)
DT101	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（水 道）	建設設計データの周辺の 水道事業者が管理する地 下埋設設備の位置を示し た 2D データ。	シェープファ イル	東京都水道局	FN016
DT102	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（下 水道）	建設設計データの周辺の 下水道事業者が管理する 地下埋設設備の位置を示 した 2D データ。	固定長テキス トデータ	東京都下水道 局	FN016
DT103	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（都 市ガス）	建設設計データの周辺の 都市ガス事業者が管理す る地下埋設設備の位置を 示した 2D データ。	シェープファ イル	東京ガスネッ トワーク	FN016
DT104	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（電 力）	建設設計データの周辺の 送電及び配電事業者が管 理する地下埋設設備の位 置を示した 2D データ。	シェープファ イル、 DWG、 PDF、TIFF	東京電力パワ ーグリッド	FN017
DT105	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（通 信）	建設設計データの周辺の 通信事業者が管理する地 下埋設設備の位置を示し たデータ。	シェープファ イル	東日本電信電 話株式会社	FN017
DT106	千代田区	地下埋設物 データ（熱 供給）	大手町・丸の内・有楽町 エリアの熱供給事業が管 理する地下埋設設備の位 置を示したデータ。	紙図面	丸の内熱供給 東京熱供給	FN017
DT107	千代田 区、港区	地下埋設物 データ（法 による共同 溝）	建設設計データの周辺の 国が管理する地下埋設設 備の位置を示したデー タ。	紙図面	東京国道事務 所	FN017

ID	エリア (都市)	活用データ	内容	データ 形式	出所	データを利用 した機能 (ID)
DT108	港区	建設設計データ (BIM モデル)	品川駅港南口エリアの BIM データ。	IFC	NTT ファシリ ティーズ	FN006 FN007 FN008 FN009 FN012 FN013 FN014
DT109	千代田 区、港区	地上建物データ	3D 都市モデル (建築物 モデル)。	3D Tiles	PLATEAU (G 空間情報セン ター)	FN006 FN007 FN012 FN013
DT110	千代田 区、港区	背景地図データ	おおよその位置関係を把握することを目的とした、プロトタイプで使用する背景地図データ。	WMTS	エヌ・ティ・ ティ・インフ ラネット (GEOSPACE CDS (オンプレ ミス))	FN008 FN012
DT111	千代田 区、港区	高精度 3D 骨 格空間情報	当実証で使用する位置基準となるデータ。背景地図を除き、全てのデータはこの位置基準が示す地形に合わせて補正する。	シェープファ イル	エヌ・ティ・ ティ・インフ ラネット	FN019
DT112	千代田 区、港区	高精度 DEM データ	基準とする地表面の標高 データ	GeoTIFF	エヌ・ティ・ ティ・インフ ラネット	FN008 FN020

2. データサンプル (イメージ)

表 3-13 利用したその他データ (サンプル)

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT101	地下埋設物データ (水道)	
DT102	地下埋設物データ (下水道)	
DT103	地下埋設物データ (都市ガス)	
DT104	地下埋設物データ (電力)	
DT105	地下埋設物データ (通信)	
DT106	地下埋設物データ (熱供給)	
DT107	地下埋設物データ (法による共同溝)	
DT108	建設設計データ	
DT109	地上建物データ	
DT110	背景地図データ	
DT111	高精度 3D 骨格空間情報	(著作権上の理由により非掲載)

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT112	高精度 DEM データ	<p style="text-align: center;">(著作権上の理由により非掲載)</p> <p><経緯および実証時の課題></p> <p>本実証開始当初は数値標高モデル（国土地理院）の利用を予定していたが、実証地に存在するビルの谷間等で数値が安定しておらず、実際の地表面とは異なる状態となっていることを確認した。本実証で作成する地下埋設物 3D 都市モデルは地下埋設物事業者が管理する土被り情報等と DEM を用いて地中の標高値を算出する手法を採用しているため、DEM の数値が実際の地表面と同等に安定していることが重要となる。</p> <p><実証時における課題の解決方法></p> <p>上記を回避するために実証地の地域特性（都市部でありマンホールが多い）を利用し、高精度 3D 骨格空間情報のマンホールデータに含まれる標高値から TIN を作り、ラスタ化して疑似的な DEM を生成した。生成した DEM は実証地の地表面の標高値が安定していることを確認した。これにより地表面の不安定さが解消されることを確認したため、以降、この DEM を実証内で使用している。</p> <p><特記事項></p> <p>実証地の地域特性を用いた解決方法であり、条件が整わない場合は同様の対応を実施しても実証と同様の結果が得られない可能性がある。</p>

3-5-2. 生成・変換したデータ

表 3-14 生成・変換したデータ

ID	システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)	データを利用した機能 (ID)
DT201	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (水道)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の GIS データから変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT202	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (下水道)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の独自形式データから変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT203	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (都市ガス)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の GIS データから変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT204	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (電力)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の GIS データ、CAD データ及び図面から変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT205	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (通信)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の GIS データ及び独自形式データから変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT206	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (熱供給)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者保有の図面から変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024
DT207	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (法による共同溝)	データ交換 (中間フォーマット)	● 地下埋設物事業者の図面から変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN022 FN023 FN024

ID	システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)	データを利用した機能 (ID)
DT208	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (3DTiles形式)	3D 閲覧エンジン CesiumJS での表示用	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (CityGML) から、3DTiles にデータ変換 	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	3DTiles	FN006 FN007 FN008 FN009 FN010 FN011 FN012 FN013
DT209	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (OBJ)	実証システムからダウンロードして BIM アプリケーションに渡すデータ	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (CityGML) から、OBJ にデータ変換 ● 座標参照系は日本測地系 2011/平面直角座標系 	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	OBJ	FN014
DT210	2D 地下埋設物データ (シェープファイル)	立会受付 Web システムの既存機能 (2D 表示) 用のデータ	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル (CityGML) から、シェープファイルにデータ変換 	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	シェープファイル	FN004
DT211	BIM モデル (OBJ)	3D 閲覧エンジン CesiumJS での表示用	<ul style="list-style-type: none"> ● IFC 形式の BIM モデルから、OBJ にデータ変換 	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	OBJ	FN006 FN007 FN008 FN009 FN010 FN011 FN012 FN013

3-5-2-a. 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順

本実証では、地下埋設物事業者が保有する既存の設備図面/データから 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を作成する手順を確立した。作成手順は、次の 2 段階に分けて検討した。

- 段階 1：地下埋設物事業者が保有する設備図面/データを整理・統一した地下埋設物データの作成
- 段階 2：地下埋設物データを高精度化（3次元化含む）及び CityGML 形式へ変換

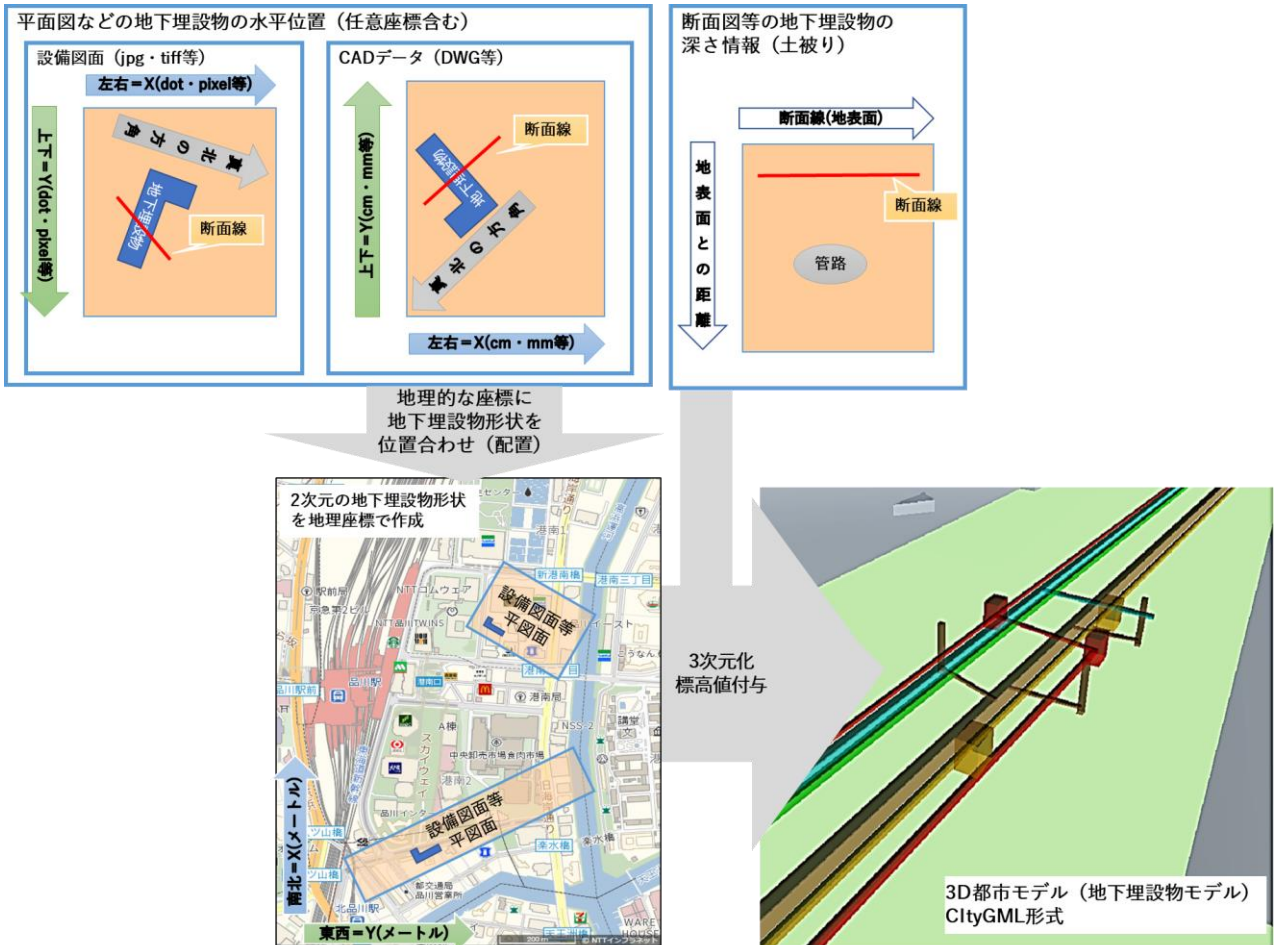


図 3-35 地下埋設物モデルの作成手順イメージ

検討にあたり、地下埋設物事業者が保有する既存の設備図面/データを、表 3-15 に示す 4 種類に分類した。

表 3-15 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データの分類

設備図面/データの種類		説明
1	GIS データ	設備が埋設されている現場の地理座標を基に、距離や面積を線や面形状として GIS アプリケーション上で再現可能なフォーマットのデータ（シェープファイル等）。
2	CAD データ	設備が埋設されている現場の相対的な距離や面積を図面上の線や面形状として CAD 等の製図・設計アプリケーション上で再現可能なフォーマットのデータ（dwg や dxf 等）。
3	独自形式データ	「GIS データ」、「CAD データ」以外のデータ形式であり、埋設物の相対的な距離や面積を汎用的なアプリケーション上で図面上の線や面形状として再現可能なデータ（特定のソフトウェア内部で使用される DAT ファイル等）。
4	設備図面	PDF や相対的な距離や面積がないデータ、紙図面等。

1) 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データを整理・統一した地下埋設物データの作成

1. 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データ：GIS データの場合

地下埋設物事業者が保有する既存の設備地図面/データが、GIS データの場合の作成手順を次に示す。

- 空間参照系を「日本測地系 2011/ 平面直角座標系」に変換・統一する
 - 本実証では、旧日本測地系の GIS データが含まれたことから、GIS (ESRI ArcGIS Pro) の座標参照系変換機能を使い、平面直角座標系第 IX 系に変換（座標変換パラメータ TKY2JGD を使用）
- GIS データに「旗上げ」が含まれている場合、旗上げの中の地下埋設物の設備情報を作業者が目視で読み取り、GIS データに属性情報として登録する
- 欠損値がある場合、地下埋設物事業者等への問い合わせ又は同じ設備図面/データ内に存在する設備の情報を基に参考値を設定し補完する
- 情報を整理・統一した地図情報レベル 2500 相当の GIS データ（シェープファイル）を出力する
 - 地図情報レベルは、地下埋設物事業者保有のデータと同じ

2. 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データ：CAD データの場合

地下埋設物事業者が保有する既存の設備地図面/データが、CAD データの場合の作成手順を次に示す。

- CAD データから管路、マンホール及び道路縁などの地下埋設物モデルに必要な地物を必要なデータを抽出する
- 必要な地物を抽出した CAD データに対し、GIS (ESRI ArcGIS Pro) を使い三次元を含む幾何計算処理（拡大・縮小・回転・移動・変形）を通じて機械的に地理座標を付与することで、位置合わせ及び GIS データ（シェープファイル）変換する

➤ 地理座標の付与には、背景地図（基盤地図情報等）の道路の隅切り等の明瞭な位置と、CAD データに含まれる管路の土被り（地表面からの深さ）の情報等を使用する

- CAD データに「旗上げ」が含まれている場合、旗上げの中の地下埋設物の設備情報を作業者が目視で読み取り、GIS データ（シェープファイル）に属性情報として登録する
- 欠損値がある場合、地下埋設物事業者等への問い合わせ又は同じ設備図面／データ内に存在する設備の情報を基に参考値を設定し補完する
- 情報を整理・統一した地図情報レベル 2500 相当の GIS データ（シェープファイル）を出力する

3. 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データ：独自形式データの場合

地下埋設物事業者が保有する既存の設備地図面/データが、独自形式データの場合の作成手順を次に示す。

- 独自形式データ（DAT ファイル）に記録されている地物の座標情報を特定・抽出し、幾何形状を表現するためのデータフォーマットである Well-Known Text 形式に整形する
- 管径や深さ等の属性情報と地物 ID を CSV 形式のデータで作成する
- GIS（QGIS）を使い幾何形状と属性情報を統合し、GIS データ（シェープファイル）に変換する
- 変換した GIS データと位置基準とする背景地図（基盤地図情報等）を重畳表示し、データの位置を検証する
- 位置が正しくないと判定した場合は、座標単位の変換や三次元を含む幾何計算処理を通じて、背景地図に収録されている地物（地下埋設物以外も含む）と同じ地物を、変換した GIS データの中から作業者が目視で読み取り、該当する地物との位置合わせ作業を行う
- 欠損値がある場合、地下埋設物事業者等への問い合わせ又は同じ設備図面／データ内に存在する設備の情報を基に参考値を設定し補完する
- 情報を整理・統一した地図情報レベル 2500 相当の GIS データ（シェープファイル）を出力する

4. 地下埋設物事業者が保有する設備図面/データ：設備図面の場合

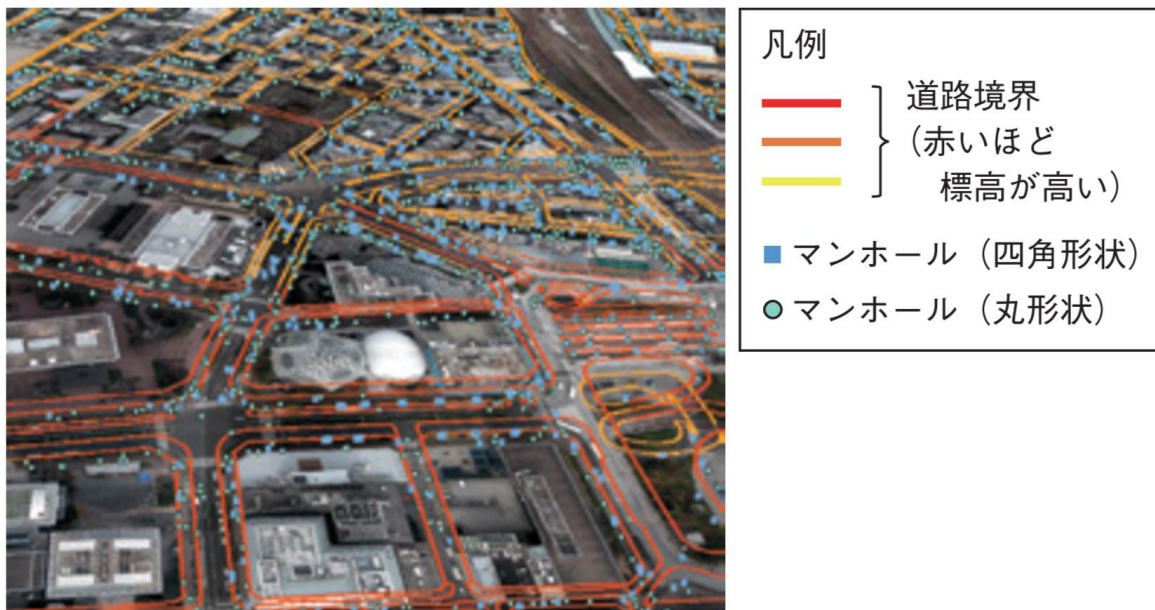
地下埋設物事業者が保有する既存の設備地図面/データが、設備図面の場合の作成手順を次に示す。

- 図面をラスターデータに変換する
- 位置基準とする背景地図に収録されている地物（地下埋設物以外も含む）と同じものを図面上から探し出し、GIS（QGIS）を用いてマップデジタル化し、GIS データ（シェープファイル）を作成する
- 図面に「旗上げ」が含まれている場合、旗上げの中の地下埋設物の設備情報を作業者が目視で読み取り、GIS データ（シェープファイル）に属性情報として登録する
- 欠損値がある場合、地下埋設物事業者等への問い合わせ又は同じ設備図面／データ内に存在する設備の情報を基に参考値を設定し補完する
- 情報を整理・統一した地図情報レベル 2500 相当の GIS データ（シェープファイル）を出力する

2) 地下埋設物データを高精度化（3次元化含む）及び CityGML 形式へ変換

各地下埋設物事業者が保有するさまざまな設備図面/データから再構成した地下埋設物モデル（地図情報レベル 2500 相当）に対し、建設設計における BIM と統合可能な地図情報レベル 500 相当の位置正確度を付与する手順を次に示す。

- エヌ・ティ・ティ・インフラネットが保有する「高精度 3D 骨格空間情報（地図情報レベル 500）」に収録されているマンホール及び道路境界を位置基準（GCP：Ground Control Point）として設定する
- 地下埋設物モデルに対して三次元を含む幾何計算処理（アフィン変換による幾何補正）を実施する
 - 高精度 DEM データとシェープファイルの属性にある土被り（地表面からの深さ）を使い地下埋設物の管路データを 3 次元化する
- シェープファイル（PolyLine）で表現された 3D 地下埋設物の管路データを、管径の情報を使い立体（MultiPatch）形状に変換する
- シェープファイルを CityGML 形式へ変換する



出典：<https://journal.ntt.co.jp/wp-content/uploads/2020/11/JN202011016.pdf>

図 3-36 位置基準とする「高精度 3D 骨格空間情報（地図情報レベル 500）」のイメージ

3) 作成した地下埋設物モデルのイメージ



図 3-37 地下埋設物モデル（水道）

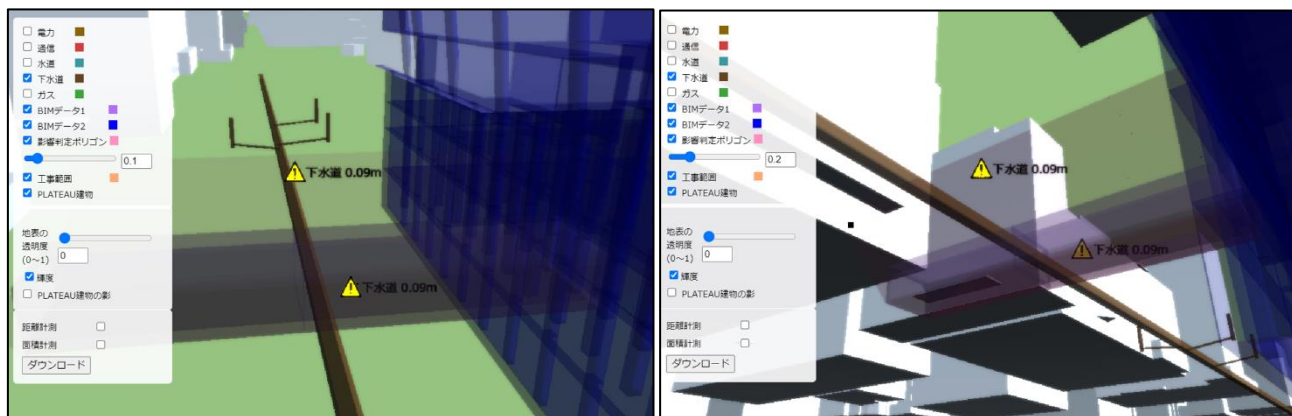


図 3-38 地下埋設物モデル（下水道）

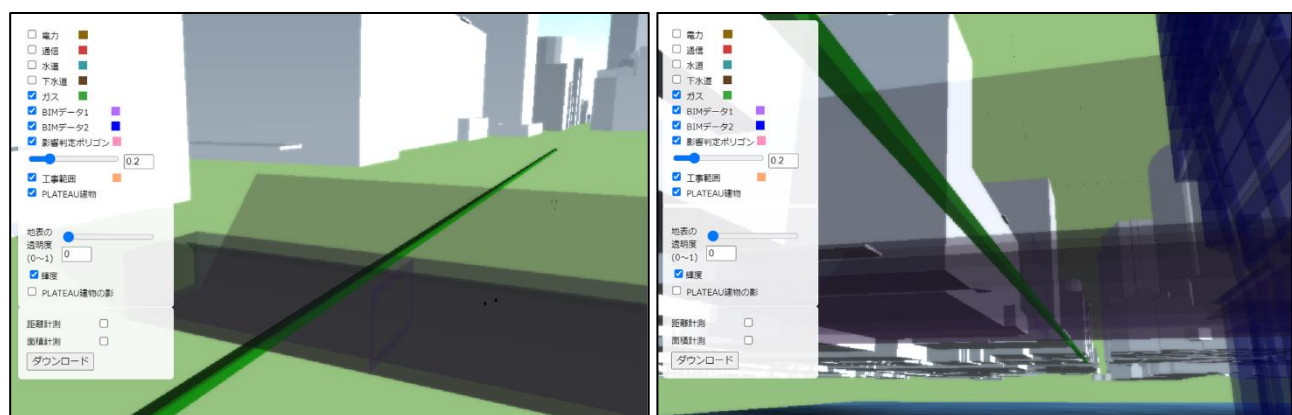


図 3-39 地下埋設物モデル（ガス）

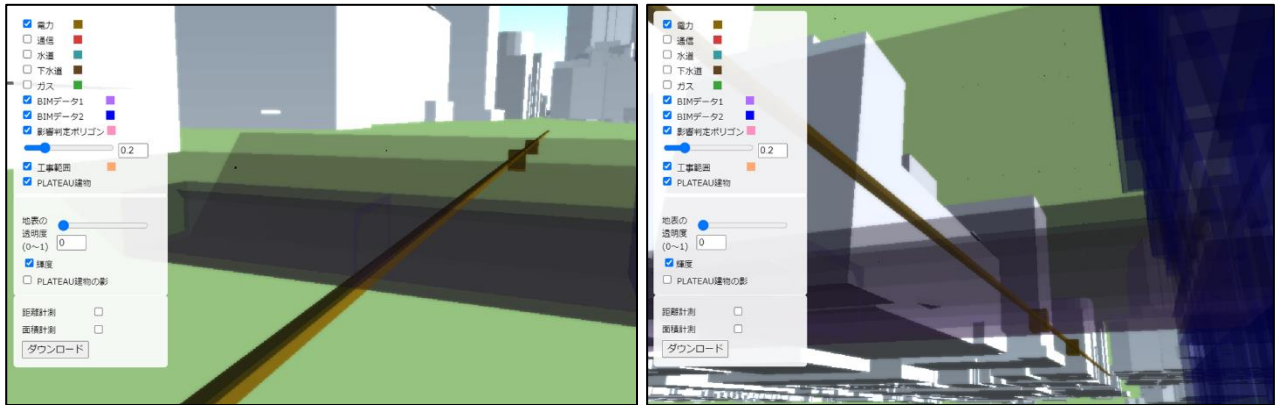


図 3-40 地下埋設物モデル（電力）

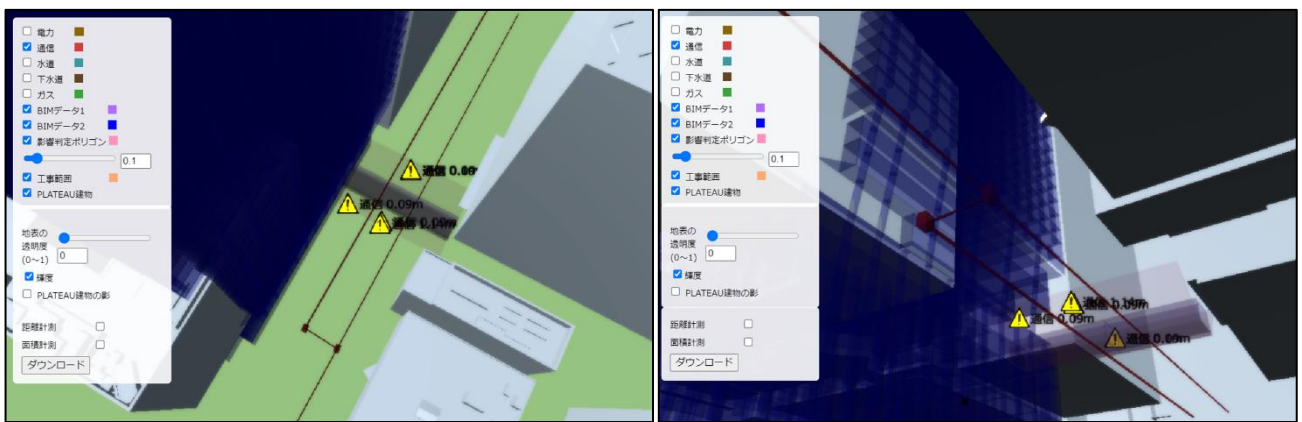


図 3-41 地下埋設物モデル（通信）

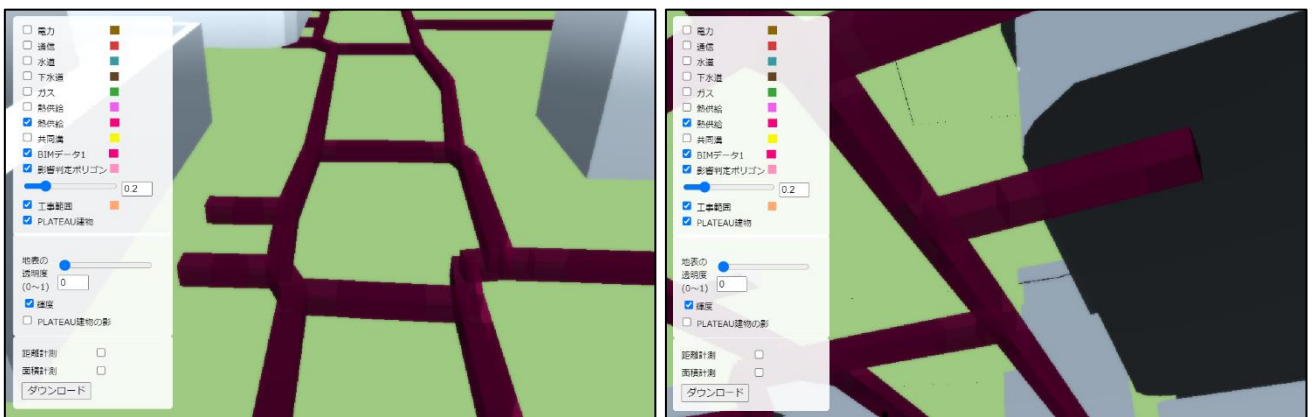


図 3-42 地下埋設物モデル（熱供給）

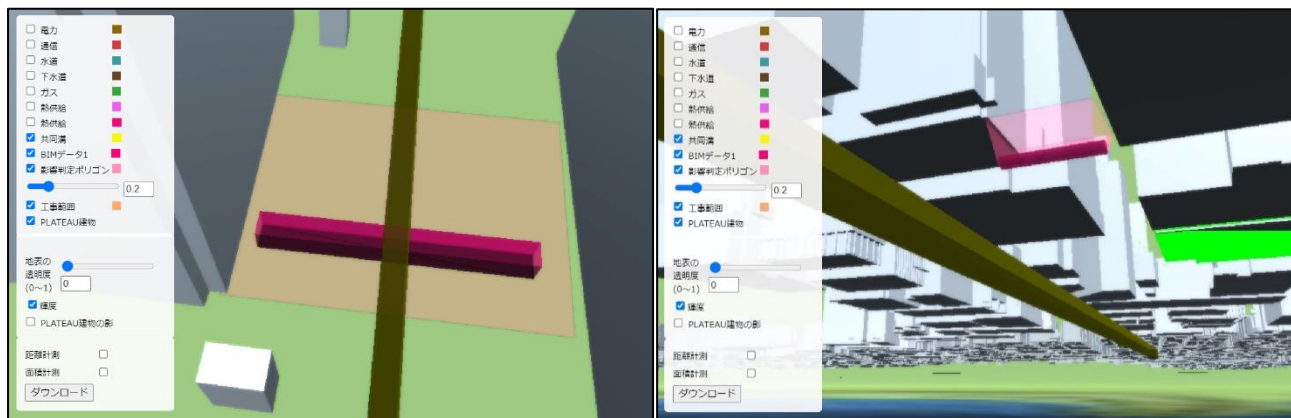


図 3-43 地下埋設物モデル（法による共同溝）

3-6. ユーザーインターフェース

3-6-1. 画面一覧

表 3-16 システム画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC001	-	ログイン画面	<ul style="list-style-type: none"> ● ユーザーID・パスワードによるログイン認証機能。 	FN001 FN002 FN003
SC002	-	工事情報入力画面 (申請側)	<ul style="list-style-type: none"> ● 影響判定及び建設設計協議で使用するエリアの高さ及び深さの情報を指定する。また、建設設計データをアップロード(インポート)する。 	FN005 FN015
SC003	-	工事範囲設定画面	<ul style="list-style-type: none"> ● 影響判定及び建設設計協議で使用するエリアを指定する。 	FN006
SC004	-	該当企業確認画面	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物照会の申請先事業者を登録する。 ● 実証においては、地下埋設物の管理事業者を登録する。 	-
SC005	-	申請情報一覧画面 (申請側・受付側)	<ul style="list-style-type: none"> ● (申請側) 申請した内容を一覧で表示する。 ● (受付側) 申請を受付けた内容を一覧で表示する。 	FN004 FN011
SC006	-	申請情報詳細画面 (申請側・受付側)	<ul style="list-style-type: none"> ● 影響判定機能の結果を確認する。また、3D BIM 地下埋設物データをダウンロード(エクスポート)で取得する。 	FN007 FN011 FN014
SC007	-	自動判定詳細 3D 画面	<ul style="list-style-type: none"> ● エリア及び地下埋設物データを 3D GIS エンジンを用いて画面上に表示する。 	FN008 FN009 FN010 FN012 FN013

3-6-2. 画面遷移図

1) 申請側画面遷移図

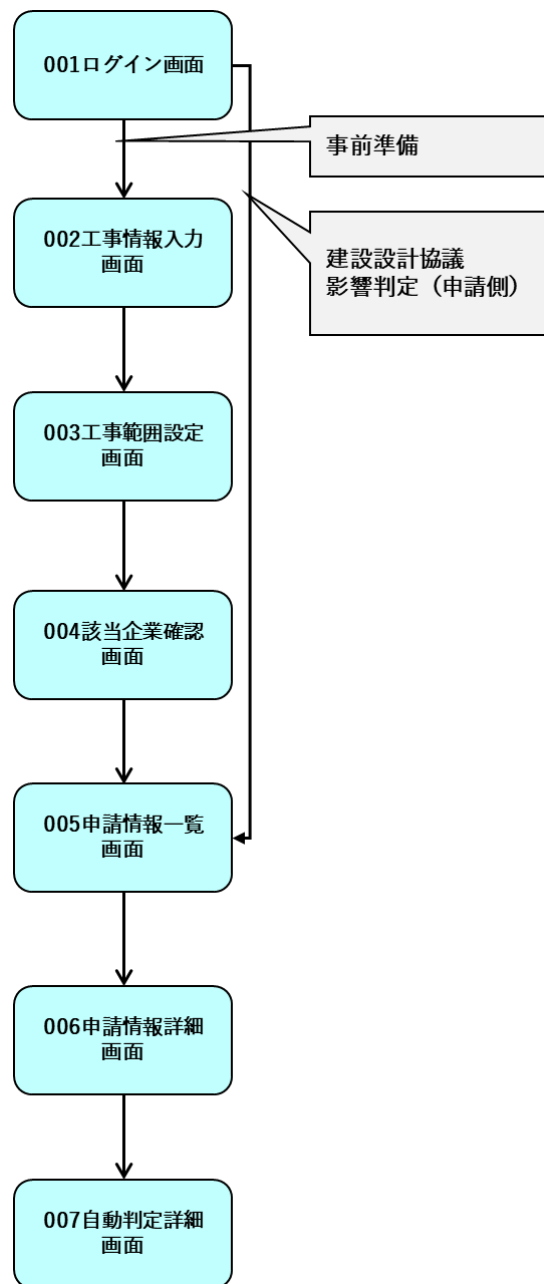


図 3-44 申請側画面遷移図

2) 受付側画面遷移図

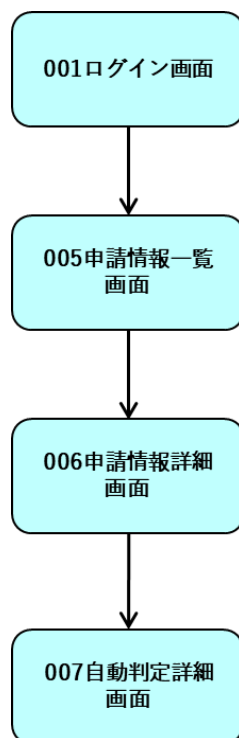


図 3-45 受付側画面遷移図

3-6-3. 各画面仕様詳細

1. 【SC001】 ログイン画面

- 画面の目的・概要
 - 立会受付 Web システムの機能を流用するため、詳細は以下のマニュアルを参照
<https://ap.infrastructure-mgmt.jp/manual.pdf>
- 画面イメージ



図 3-46 ログイン画面のイメージ

2. 【SC002】 工事情報登録画面（申請側）

- 画面の目的・概要
 - 影響判定及び建設設計協議で使用するエリアの高さ及び深さの情報を指定する。
 - また、BIM モデルのアップロードを行う。
 - 高さ及び深さの入力以外は既存の立会受付 Web システムの機能を用いる。
- 画面イメージ

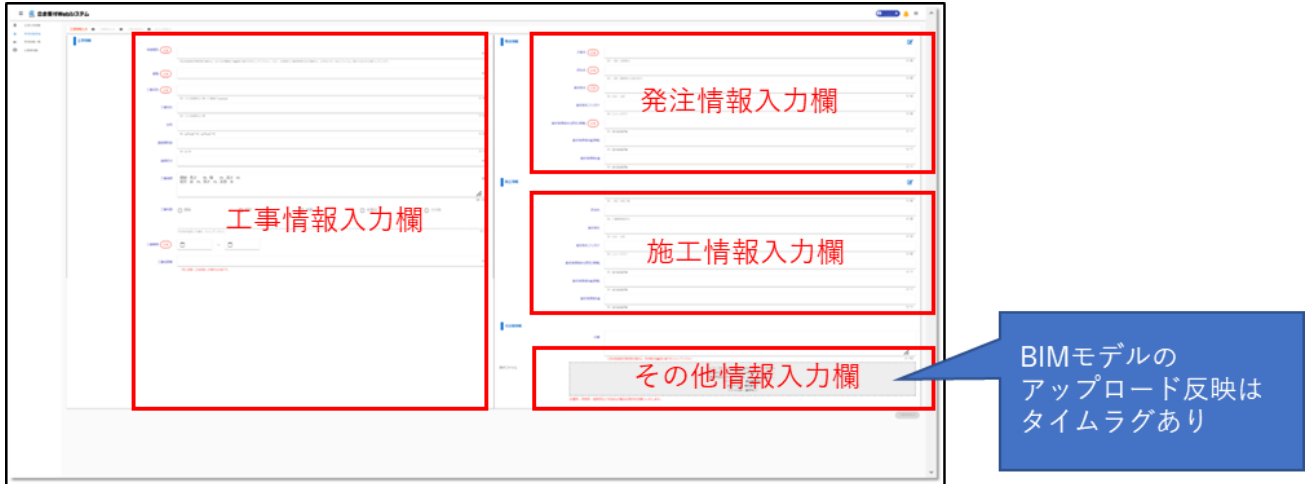


図 3-47 工事情報登録画面（申請側）のイメージ

3. 【SC003】 工事範囲設定画面（申請側）

- 画面の目的・概要
 - 影響判定及び建設設計協議で使用するエリアを指定する。
 - 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のダウンロードを行う。
 - エリア指定は立会受付 Web システムの機能を流用し、3D に対応させる。
- 画面イメージ



図 3-48 工事範囲設定画面（申請側）のイメージ

4. 【SC004】 該当企業確認画面

- 画面の目的・概要
 - 工事情報の申請先を指定する。
 - 立会受付 Web システムの機能を流用するため、詳細は以下のマニュアルを参照
<https://ap.infrastructure-mgmt.jp/manual.pdf>
- 画面イメージ



図 3-49 該当企業確認画面のイメージ

5. 【SC005】 申請情報一覧画面

- 画面の目的・概要
 - 工事情報の申請先を指定する。
 - 立会受付 Web システムの機能を流用するため、詳細は以下のマニュアルを参照
<https://ap.infrastructure-mgmt.jp/manual.pdf>
- 画面イメージ

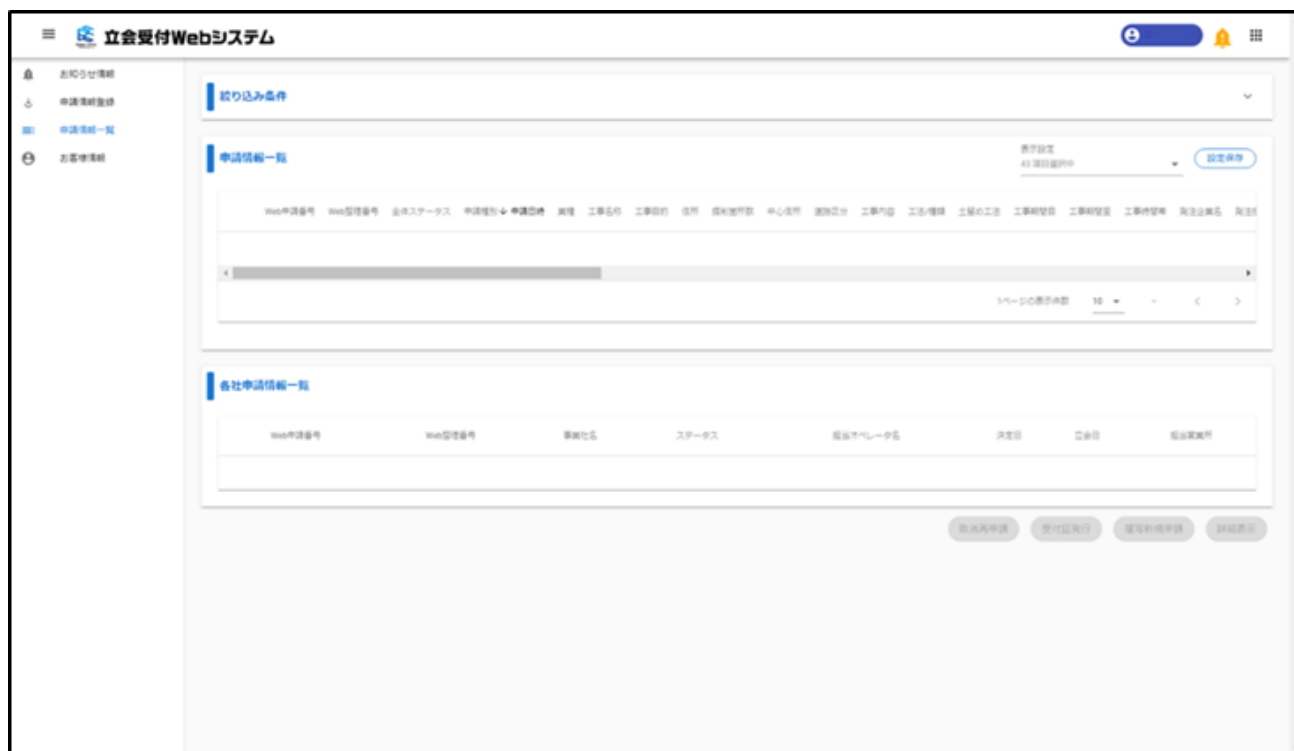


図 3-50 申請情報一覧画面のイメージ

6. 【SC006】申請情報詳細画面

- 画面の目的・概要
 - 立会受付 Web システムの機能を用いて、申請側で入力された工事情報及び離隔計算の結果を表示する。
- 画面イメージ



図 3-51 申請情報詳細画面のイメージ

7. 【SC007】 自動判定詳細 3D 画面

- 画面の目的・概要
 - 立会受付 Web システムを用いて、画面上にエリア及び 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を表示する
- 画面イメージ

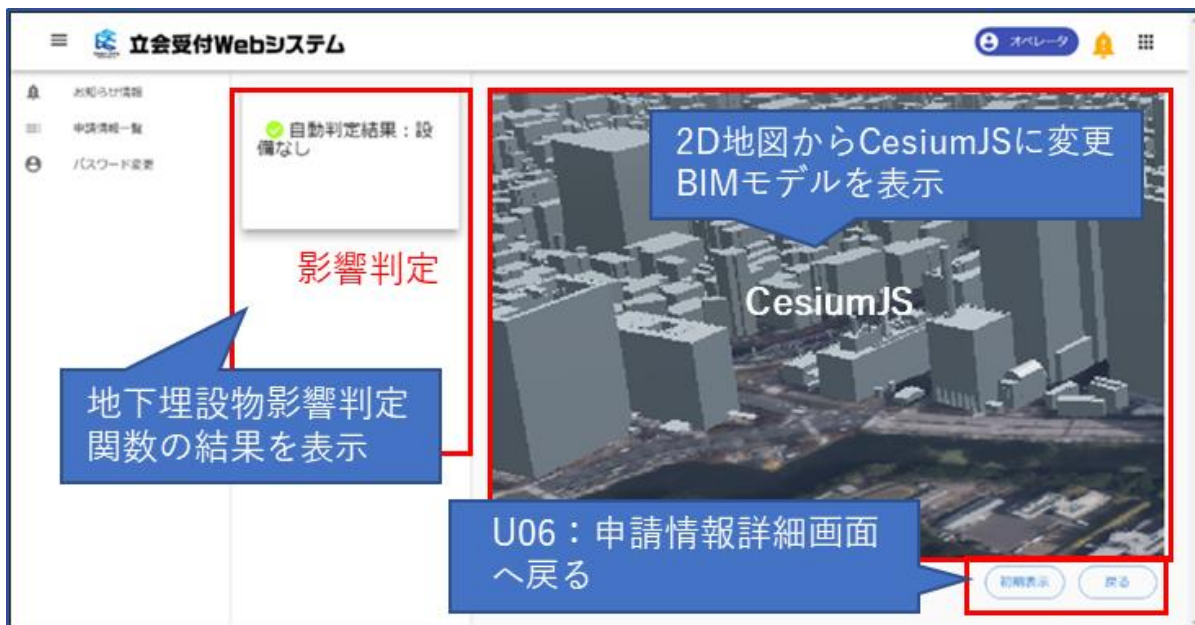


図 3-52 自動判定詳細 3D 画面のイメージ (1)



図 3-53 自動判定詳細 3D 画面のイメージ (2)



図 3-54 自動判定詳細 3D 画面のイメージ (3)

3-7. 実証システムの利用手順

3-7-1. 実証システムの利用フロー

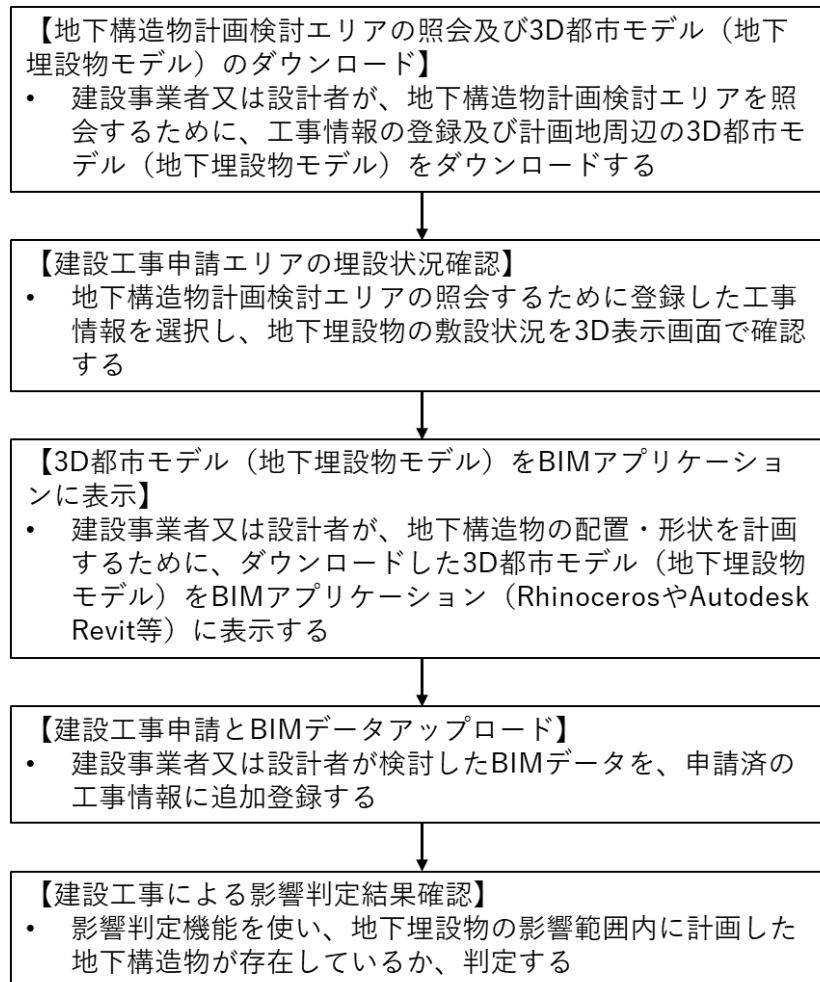




図 3-55 システムの利用フロー

3-7-2. 各画面操作方法

1) 地下構造物計画検討エリアの照会

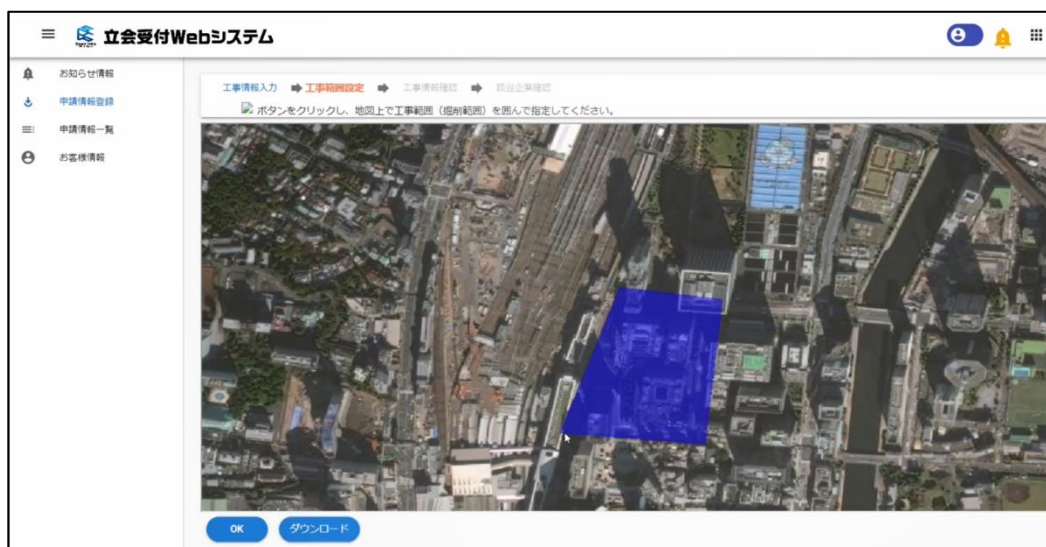
表 3-17 地下構造物計画検討エリアの照会の画面操作方法

手順	説明
1	<p>立会受付 Web システムを起動し、お客様 ID/パスワードを入力し“ログイン”を押下する。</p> 
2	<p>ログインした後、“申請情報登録”を押下する。</p> 

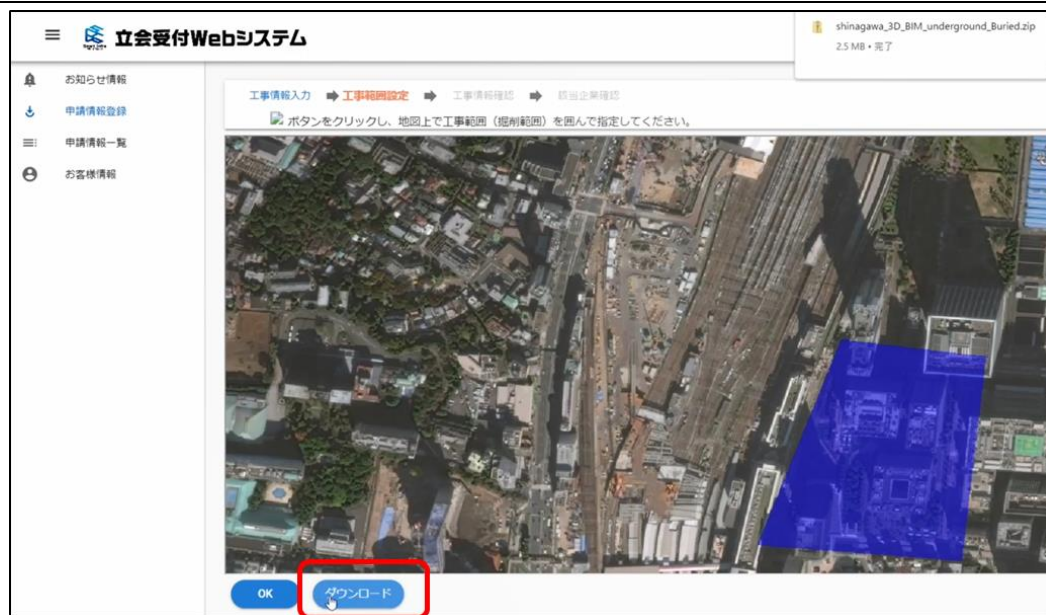
3 工事情報、工事期間及び発注情報を入力し、“工事範囲設定”を押下する。

4 工事情報入力後、右下の“工事範囲設定”を押下する。

5 地図上で工事範囲（掘削範囲）を囲んで指定する。



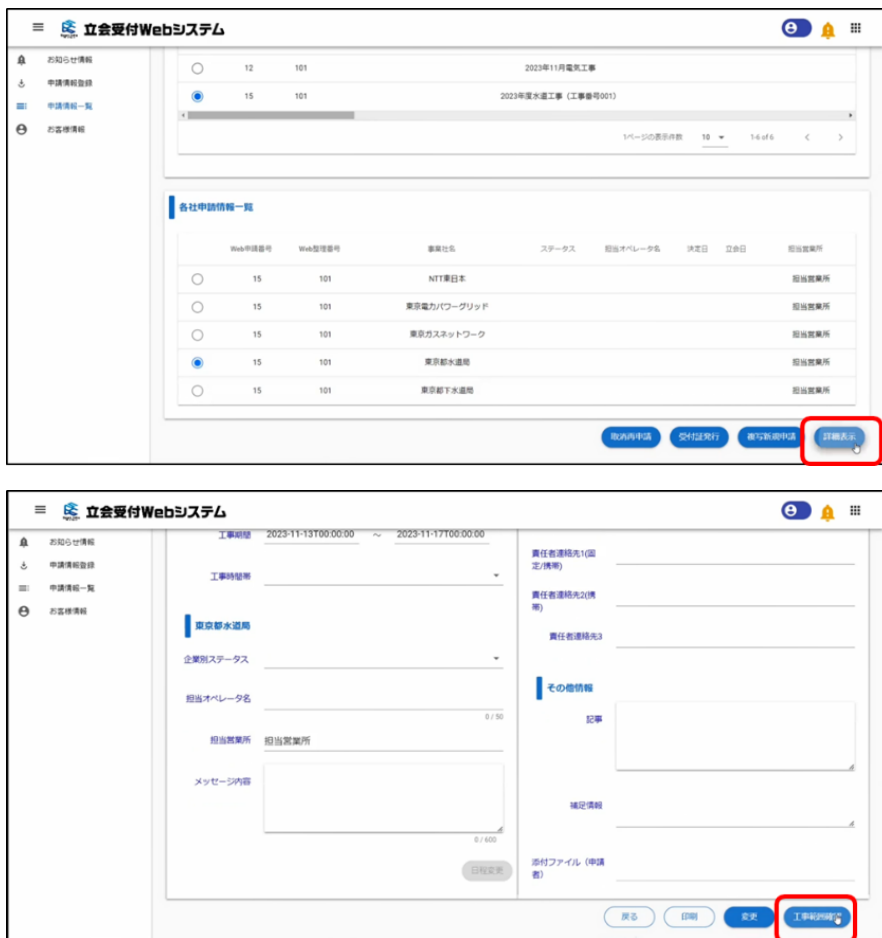
6 地図画面左下のダウンロードを押下し、工事範囲にある地下埋設物の 3D モデルを入手する。工事範囲の指定及び地下埋設物データのダウンロード完了後、“OK”を押下し、工事情報確認画面に戻る。



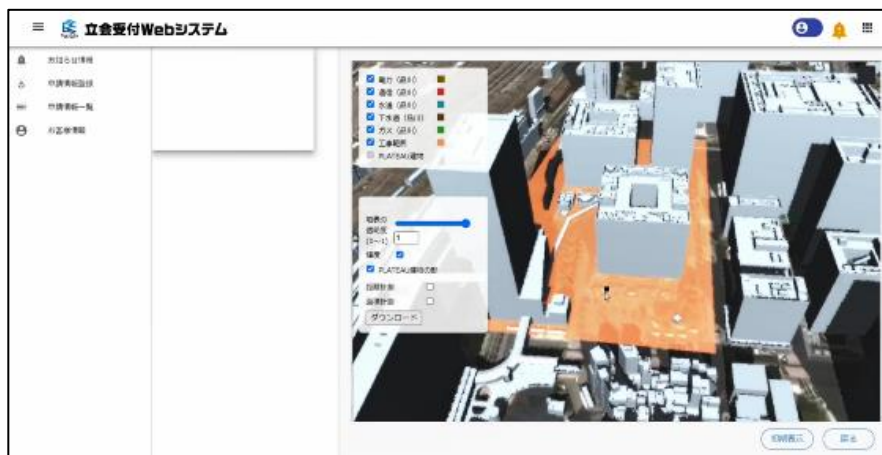
7 入力した工事情報に誤りがないか確認し、“次へ”を押下する。

8 該当企業確認画面に、指定した申請工事範囲でサービス提供している企業が一覧で表示される。該当企業一覧を確認し、調査申請を除外する企業がある場合は“申請除外”をチェックし、“登録”を押下し、申請情報を確定登録する。

9 申請情報一覧画面で、申請済情報の詳細を表示し、画面右下の“工事範囲確認”を押下する。



10 3D 表示画面上で、申請した工事範囲を 3D 都市モデルと重ね合わせ確認する。

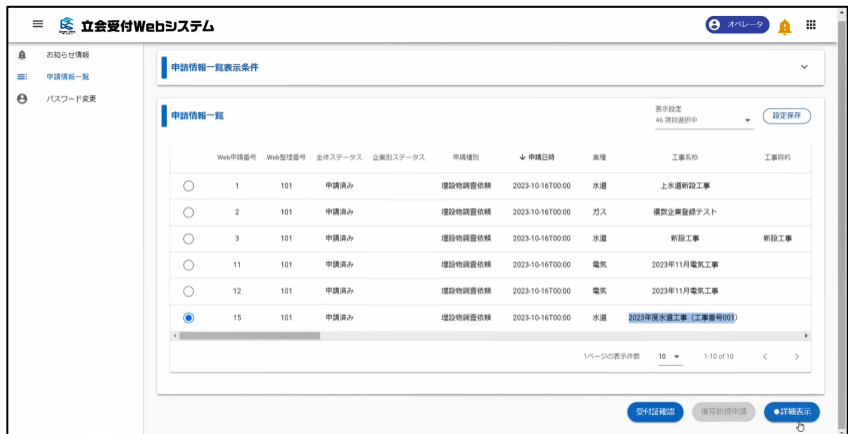


2) 建設工事申請エリアの埋設状況確認

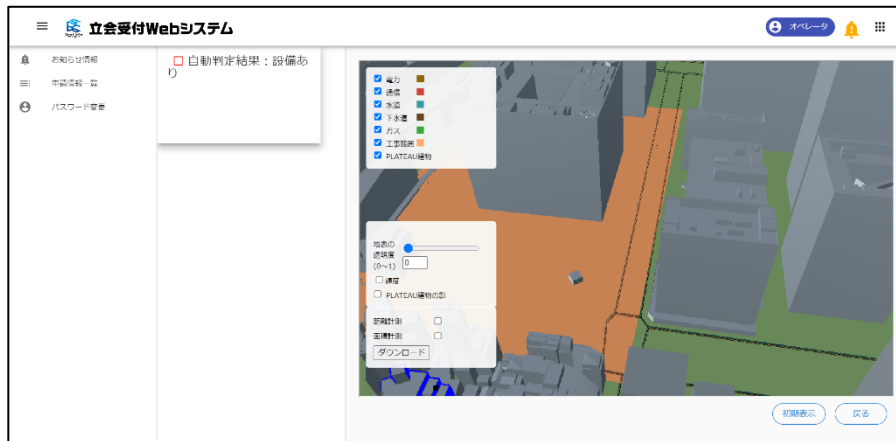
表 3-18 建設工事申請エリアの埋設状況確認の画面操作方法

手順	説明
1	<p>立会受付 Web システムを起動し、お客様 ID/パスワードを入力し“ログイン”を押下する。</p> <div data-bbox="571 398 1098 1041" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  </div>

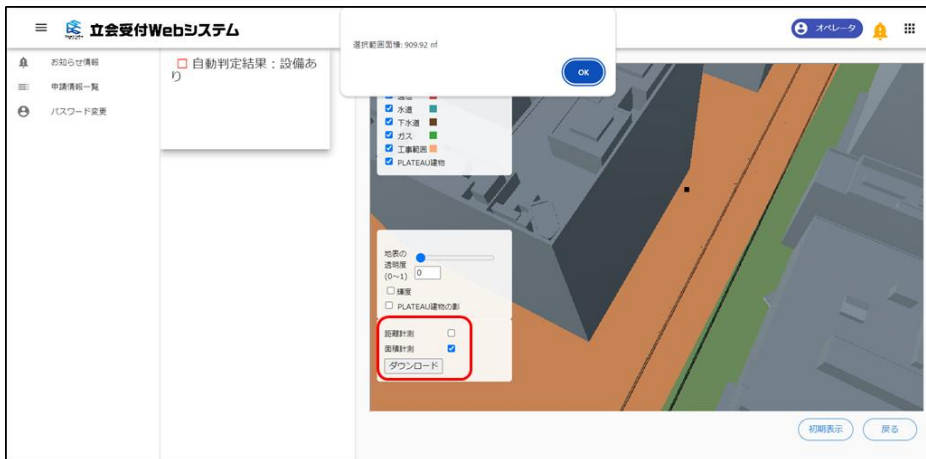
- 2 申請情報一覧画面で、申請済情報の詳細を表示する。企業別ステータスを“埋設物調査依頼済み”に変更し、“自動判定詳細”を押下する。



3 3D 表示画面上で、建設工事申請エリアと地下埋設物の敷設状況を確認する。

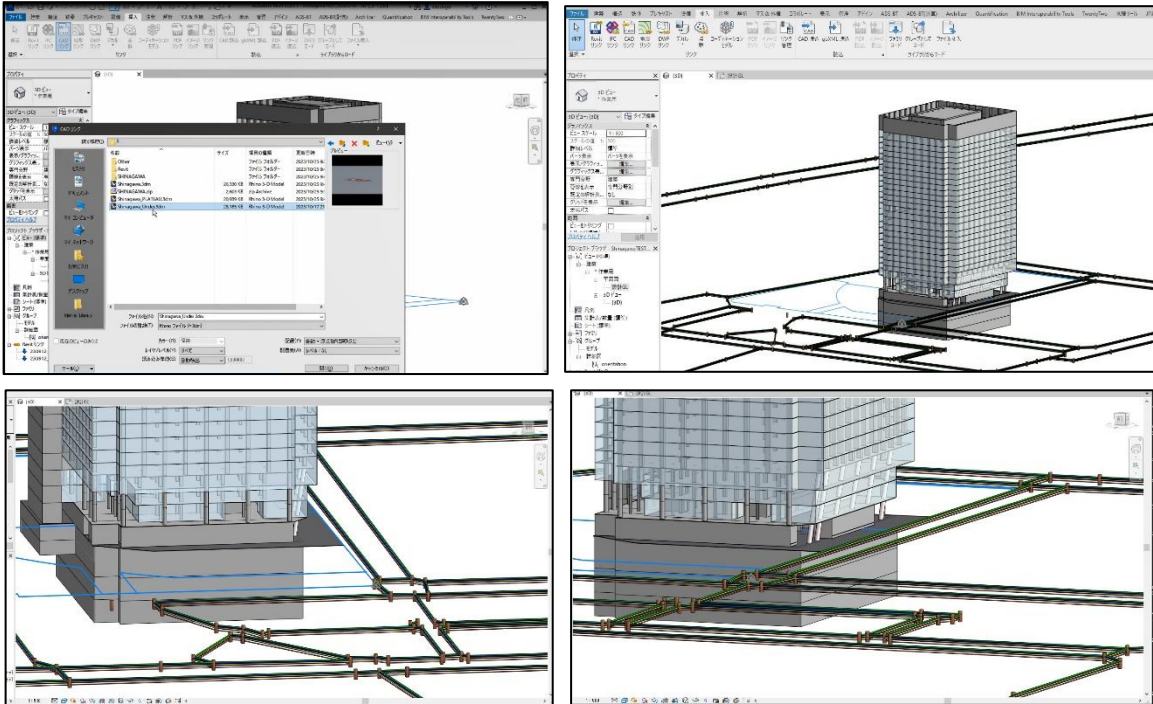
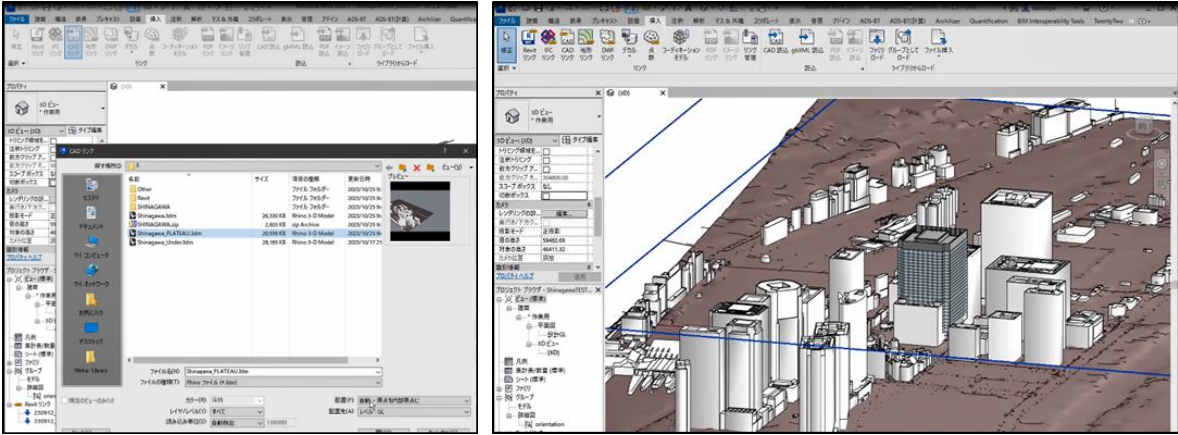


4 3D 表示画面上で、距離計測又は面積計測を行い、その結果を KML でダウンロードする。

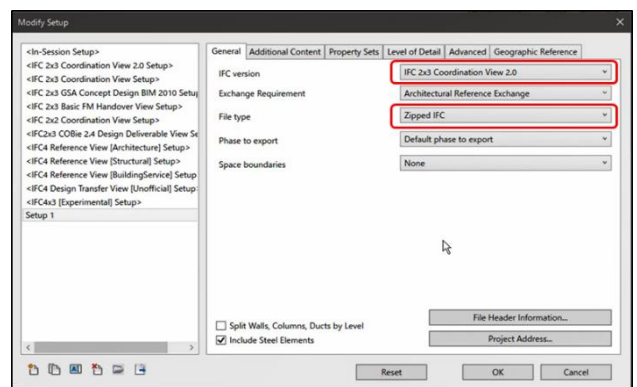
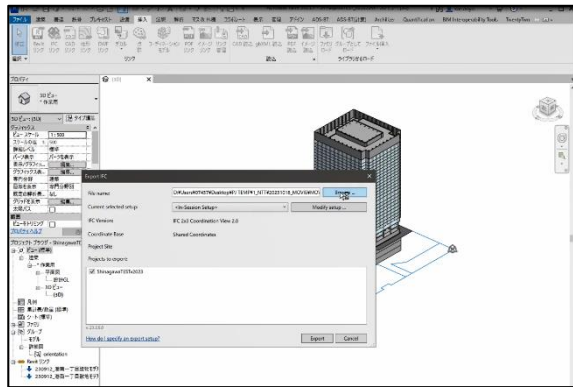


3) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を BIM アプリケーションに表示

表 3-19 BIM アプリケーションの画面操作方法

手順	説明
1	<p>ダウンロードした地下埋設物の 3D モデル（地下埋設物モデル）を BIM アプリケーションにインポートし、BIM データと重ね合わせ表示する。</p> 
2	<p>地下埋設物以外の 3D 都市モデルを BIM アプリケーションにインポートし、BIM データ及び地下埋設物と重ね合わせ表示する。</p> 

3 地下埋設物の状況を把握し計画した地下構造物のデータを、IFCZIP形式で保存する。



4) 建設工事申請と BIM データアップロード

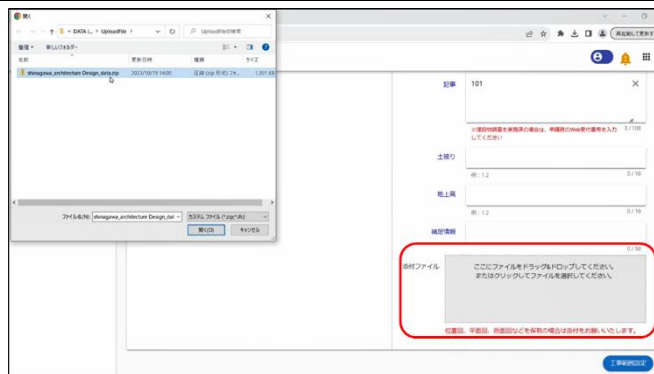
表 3-20 建設工事申請と BIM データアップロードの画面操作方法

手順	説明
1	<p>立会受付 Web システムを起動し、お客様 ID/パスワードを入力し“ログイン”を押下する。</p> <div data-bbox="580 443 1075 1046" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  </div>

- 2 申請情報登録画面で、工事情報、工事期間及び発注情報を入力する。“その他情報”の“記事”欄に埋設物調査を実施した際の Web 受付番号を入力する。



3 申請情報登録画面の“添付ファイル”欄に BIM データ（IFC2 x Edition3）を登録する。工事地図に関するファイルを添付する場合は、工事範囲設定で指定する範囲と差異がないようにする。工事範囲として民地を囲む場合は、道路の掘削が必要であれば道路も含めて設定する。



4 工事範囲設定画面で、工事範囲を指定する。“ダウンロード”を押下し、工事範囲にある地下埋設物データを手入することができる。



5 工事情報確認画面で申請内容を確認する。

The screenshot shows the '工事情報確認' screen with the following details:

- 工事情報 (Work Information):**
 - 申請種別: 埋設物調査依頼 (設計に伴う埋設物調査・設計協議をご希望の場合)
 - 業種: 水道
 - 工事名称: 2023年度水道工事 (工事番号001)
 - 工事目的:
 - 住所:
 - 掘削箇所数:
- 発注情報 (Order Information):**
 - 企業名: 太郎建設
 - 担当者: 土木建設担当
 - 責任者名: 日本太郎
 - 責任者フリガナ:
 - 責任者連絡先1(固定/携帯): 01234567890
 - 責任者連絡先2(携帯):
- その他情報 (Other Information):**
 - 記事: 101
 - 土盛り:
 - 地上高:
 - 補足情報:
 - 添付ファイル: ahinogawa_architecture Design_data.zip

6 該当企業確認画面で申請先の事業者を確認し、申請情報を登録する。

The sequence of screenshots illustrates the registration process:

- 該当企業一覧 (埋設照会):** A list of companies is displayed for selection. The companies listed are:
 - NTT東日本
 - 東京電力パワーグリッド
 - 東京ガスネットワーク
 - 東京都水道局
 - 東京都下水道局
- 登録確認:** A confirmation dialog box appears with the text:

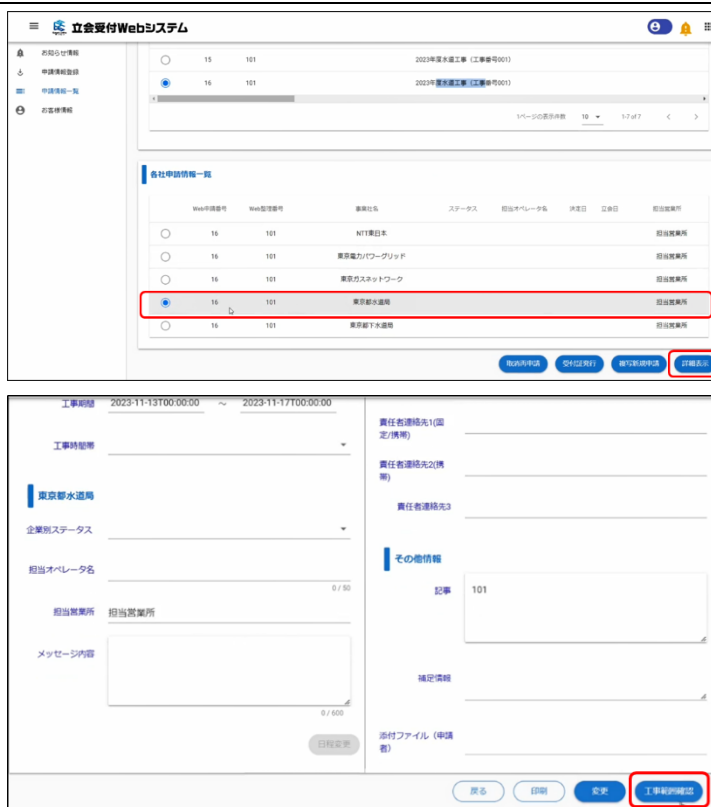
申請情報を登録します。
よろしいですか？

 Buttons for 'OK' and 'キャンセル' (Cancel) are visible.
- 登録完了:** A completion message is shown:

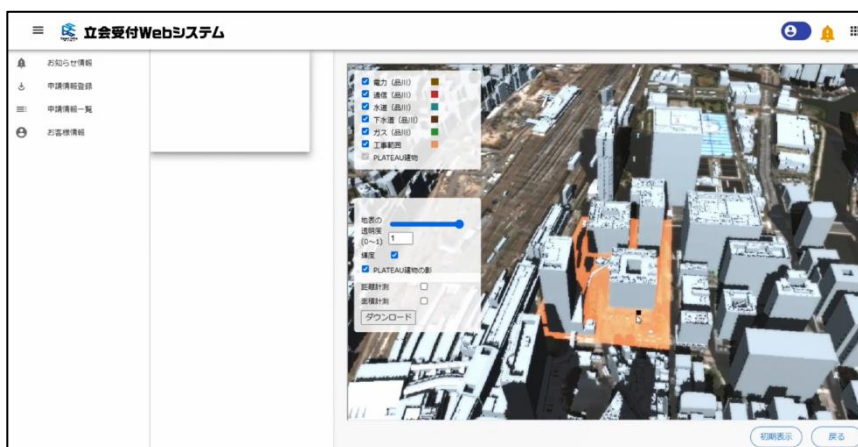
申請情報の登録が完了しました

 An 'OK' button is present at the bottom.

7 申請情報一覧画面で、申請済情報の詳細を表示し、画面右下の“工事範囲確認”を押下する。





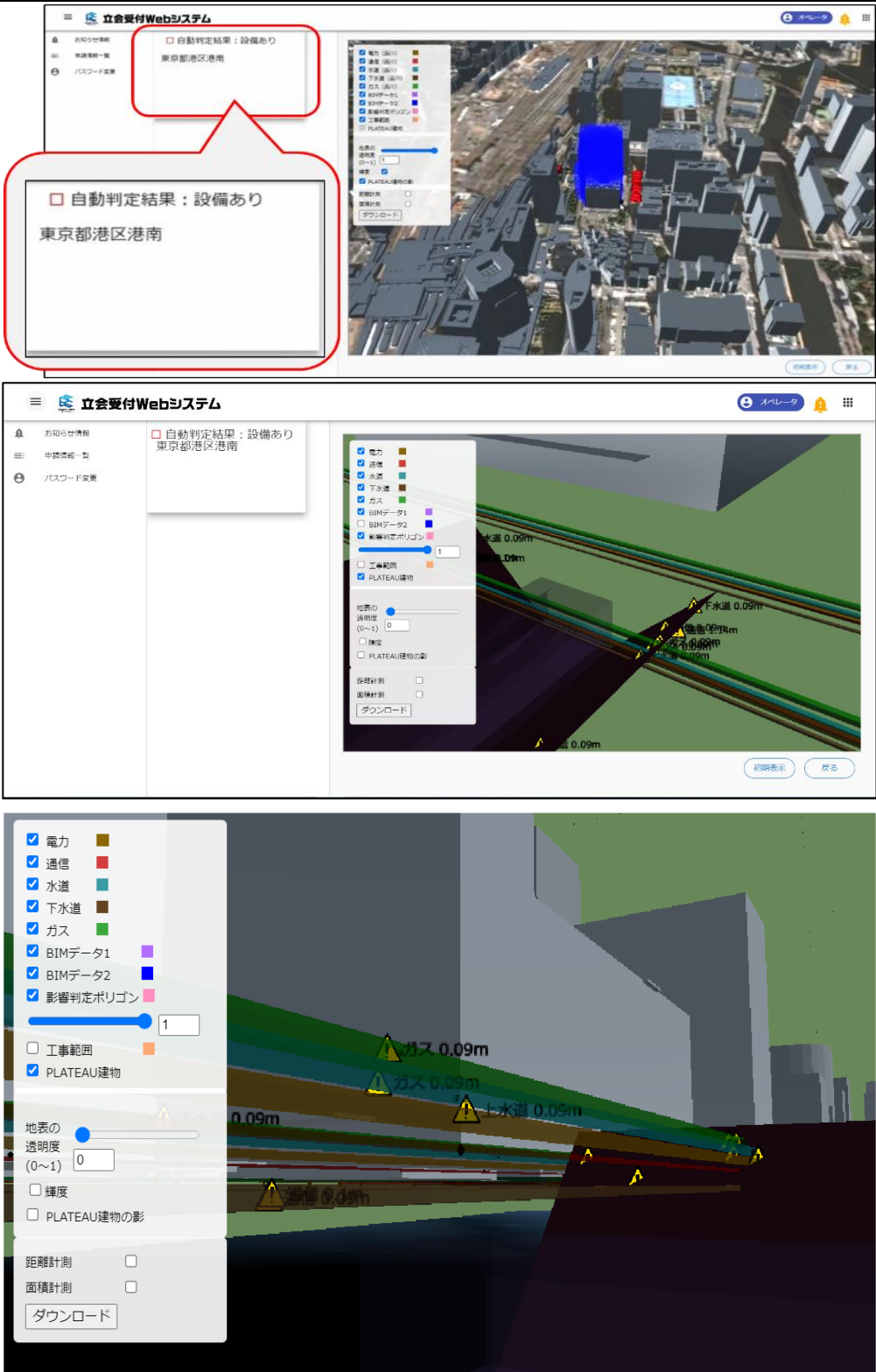
8 3D表示画面上で、申請した工事範囲を3D都市モデルと重ね合わせ確認する。



5) 建設工事による影響判定結果確認

表 3-21 建設工事による影響判定結果確認の画面操作方法

手順	説明
1	<p>立会受付 Web システムを起動し、お客様 ID/パスワードを入力し“ログイン”を押下する。</p> 
2	<p>申請情報一覧画面で対象工事を選択し、影響判定の自動判定結果（判定に使用した閾値と離隔値を含む）を表示・確認する。“自動判定詳細”を押下し、3D 表示画面を起動する。</p> 

手順	説明
3	<p>影響判定機能によって抽出した地下埋設物と地下構造物の近接箇所を 3D 表示画面上で確認する。近接箇所には赤色のアイコンが表示され、当該箇所を拡大すると離隔距離を確認できる。</p>  <p>The image displays three screenshots from a web-based system. The top screenshot shows a search interface with a red callout box containing the text '自動判定結果：設備あり 東京都港区港南'. The middle screenshot shows a 3D visualization of underground utilities with a legend on the left and a 'ダウンロード' button. The bottom screenshot is a zoomed-in view of the 3D model, showing specific proximity points with yellow warning icons and distance labels such as 'ガス 0.09m' and '水道 0.09m'.</p>

4. 実証技術の検証

4-1. 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の有用性検証

4-1-1. 検証目的

- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備・更新の継続可能性を検証する
- 地下埋設物事業者ごとに異なる仕様の設備情報を 3D 都市モデル（地下埋設物）に変換する手順を確立することで、設計段階における地下埋設物確認の時間短縮効果を検証する

4-1-2. KPI

表 4-1 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
1	地下埋設物データの提供率	90%	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の流通に当たっては、地下埋設物事業者から地下埋設物データを提供いただくことが必須であるため目標値を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証に協力頂いた地下埋設物事業者の割合
2	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備のための情報の所有率	70%	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備に必要な項目数から目標値を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供を受けた地下埋設物データの中に、地下領域の 3D 都市モデル作成に必要な項目を直接所有している割合
3	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備の継続性に必須であるため目標値を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物に関する資料の直接又は間接所有を問わず、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成が可能となった地下埋設物事業者の割合
4	地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集に要する工数の削減率	50%	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のダウンロード利用が可能となることで、従来の調査・情報収集に対し見込まれる効率化の割合を目標値に設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）をダウンロード利用することによる、建設設計者の地下埋設物資料収集の作業工数の削減率

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
5	高精度化した3D都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果	90%	<ul style="list-style-type: none"> 既存の建設設計フローにおける地下埋設物の収集資料を用いた平面図・断面図の作成に要した時間の削減可能な目標値を設定 	<ul style="list-style-type: none"> 高精度化した3D都市モデル（地下埋設物モデル）が地下埋設物の平面図・断面図作成の工程にもたらす改善効果を計測

4-1-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 地下埋設物データの提供率

対象エリアの地下埋設物事業者総数に対する実証協力事業者数の割合（実証協力事業者数÷全量とする事業者数）とする。

全量とする事業者数は、3D都市モデル（地下埋設物モデル）の整備工数を勘案して、実証エリアごとに対象事業者数を設定する。二つの実証エリアで同じ事業者が重複する場合、それぞれ数える。

表 4-2 検証シナリオ一覧（地下埋設物データの提供率）

No.	検証方法	エリア	地下埋設物事業者数
1-1	地下埋設物データの提供率（エリア別）	大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> 8事業者 内訳（順不同）：丸の内熱供給、東京熱供給、東京国道事務所、東京都水道局、東京都下水道局、東京ガスネットワーク、東京電力パワーグリッド、東日本電信電話
1-2		品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> 5事業者 内訳（順不同）：東京都水道局、東京都下水道局、東京ガスネットワーク、東京電力パワーグリッド、東日本電信電話

2) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備のための情報の所有率

3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備に必要な全項目数に対する地下埋設物事業者が直接保有する項目数の割合とする。

表 4-3 検証シナリオ一覧（3D 都市モデル整備（地下埋設物モデル）のための情報の所有率）

No.	検証方法	エリア	地下埋設物モデル整備のための必須項目
2-1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備のための情報の所有率（エリア別）	大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> ● 管路 ①XY 座標：平面上の形状構成点 ②土被り：縦断・横断上の形状構成点 ③管の径：外径、内径および管厚等 ④管の配置状況：条数・段数、離隔数値等
2-2		品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> ● マンホール・バルブ等 ⑤XY 座標：平面上の形状構成点 ⑥土被り：設備が存在する地表面からの深さ ⑦躯体の大きさ：マンホール外形最大矩形の大きさ

3) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合

対象エリアの地下埋設物事業者総数に対する 3D 都市モデルの作成手順を確立した事業者数の割合とする。

事業者が直接所有する資料・データだけでなく、間接的な資料・データも含め、3D 都市モデルの作成に使用する。

表 4-4 検証シナリオ一覧（3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合）

No.	検証方法	エリア	地下埋設物事業者数
3-1	3D 都市モデルの（地下埋設物モデル）作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合（エリア別）	大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 事業者 内訳（順不同）：丸の内熱供給、東京熱供給、東京国道事務所、東京都水道局、東京都下水道局、東京ガスネットワーク、東京電力パワーグリッド、東日本電信電話
3-2		品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 事業者 内訳（順不同）：東京都水道局、東京都下水道局、東京ガスネットワーク、東京電力パワーグリッド、東日本電信電話

4) 地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集に要する工数の削減率

既存フローにおける地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集にかかる所要時間から、実証システムを使用によって削減できる 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の入手にかかる所要時間の割合（ $1 - (\text{実証システムによる地下埋設物モデル収集にかかる所要時間}(\text{hour}) \div \text{既存フローにおける資料収集にかかる所要時間}(\text{hour}))$ ）とする。

表 4-5 検証シナリオ（地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集に要する工数の削減率）

No.	検証方法	エリア	時間計測対象の工程
4-1	地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集に要する工数の削減率	品川駅港南口エリア (東京都港区・品川区周辺)	● 既存フローにおける地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集の工数と、実証システムを使用した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）入手までの工数

5) 高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果

既存の建設設計フローにおける地下埋設物の平面図・断面図作成にかかる所要時間に対する、地図情報レベル 500 相当に高精度化された 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）をダウンロード使用することによって削減できる時間の割合とする。

表 4-6 検証シナリオ（高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果）

No.	検証方法	エリア	時間計測対象の工程
5-1	高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果	品川駅港南口エリア (東京都港区・品川区周辺)	● 地下埋設物平面図・断面図作成

4-1-4. 検証結果

1) 地下埋設物データの提供率

● 検証結果まとめ

- 大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）の全ての地下埋設物事業者（全 8 事業者）から本実証用の地下埋設物データの提供を受けた
- 品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）の全ての地下埋設物事業者（全 5 事業者）から、本実証用の地下埋設物データの提供を受けた
- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備のための原典資料収集を、地下埋設物事業者の協力の下、行えることを確認できた

表 4-7 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

シナリオ	提供率	提供を受けたデータの形式	
1-1 地下埋設物データの提供率（大手町・丸の内・有楽町エリア）	100%	丸の内熱供給	CAD データ
		東京熱供給	画像/PDF（手書き）
		東京国道事務所	画像/PDF（手書き）
		東京都水道局	シェープファイル
		東京都下水道局	独自形式（テキストファイル）
		東京ガスネットワーク	シェープファイル
		東京電力パワーグリッド	CAD データ（図面上に手書き属性） シェープファイル
		東日本電信電話	シェープファイル 独自形式(テキストファイル)
1-2 地下埋設物データの提供率（品川駅港南口エリア）	100%	東京都水道局	シェープファイル
		東京都下水道局	独自形式（テキストファイル）
		東京ガスネットワーク	シェープファイル
		東京電力パワーグリッド	画像/PDF（手書き） シェープファイル
		東日本電信電話	シェープファイル 独自形式(テキストファイル)

2) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備のための情報の所有率

● 検証結果まとめ

- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の整備に必須となる情報の所有率は、大手町・丸の内・有楽町エリア及び品川駅港南口エリアのいずれも、100%であった
- ただし、各地下埋設物事業者が保有する情報（原典資料）の状態には、次のパターンが混在した
 - ◇ 各必須項目が明確になっている
 - ◇ データ整備作業による目視確認を経て各必須項目の内容を明確化
 - ◇ 複数の情報を用いた計算により各必須項目の内容を導出
 - ◇ 土木施工技術者の知識・経験等で補完することで各必須項目の内容を導出

表 4-8 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

シナリオ	地下埋設物	情報所有率	管路整備のための必須項目				マンホール等整備のための必須項目		
			XY 座標	土被り	管の径	配置状況	XY 座標	土被り	躯体大きさ
2-1 整備のための情報の所有率（大手町・丸の内・有楽町エリア）	熱供給管	100%	○	○	○	○	該当地物なしのため除外		
	洞道等	100%	○	○	○	○	該当地物なしのため除外		
	水道管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	下水道管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	ガス管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	電力ケーブル	100%	○	○	○	○	○	○	○
	通信ケーブル	100%	○	○	○	○	○	○	○
2-2 整備のための情報の所有率（品川駅港南口エリア）	水道管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	下水道管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	ガス管	100%	○	○	○	○	○	○	○
	電力ケーブル	100%	○	○	○	○	○	○	○
	通信ケーブル	100%	○	○	○	○	○	○	○

3) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合

● 検証結果まとめ

- 全ての地下埋設物事業者から提供を受けた原典資料（既存の資料又はデータ）を使い、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の整備をすることができた
- ✧ 地下埋設物事業者の原典に資料に応じた「空間属性の作成方法」及び「主題属性の付与方法」、並びに「位置の高精度化手法」の手順を確立した

表 4-9 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

シナリオ	作成手順を確立した地下埋設物事業者の割合	確立した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成手順	
3-1 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した（大手町・丸の内・有楽町エリア）	100%	丸の内熱供給	● CAD データからの作成
		東京熱供給	● 図面からの作成
		東京国道事務所	● 図面からの作成
		東京都水道局	● GIS データからの作成
		東京都下水道局	● 独自形式データからの作成
		東京ガスネットワーク	● GIS データからの作成
		東京電力パワーグリッド	● CAD データからの作成 ● GIS データからの作成
		東日本電信電話	● GIS データからの作成 ● 独自形式データからの作成
3-2 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の作成手順を確立した（品川駅港南口エリア）	100%	東京都水道局	● GIS データからの作成
		東京都下水道局	● 独自形式データからの作成
		東京ガスネットワーク	● GIS データからの作成
		東京電力パワーグリッド	● 図面からの作成 ● GIS データからの作成
		東日本電信電話	● GIS データからの作成 ● 独自形式データからの作成

4) 地下埋設物情報の 3D 化に要する工数の削減率

● 検証結果まとめ

- 実証システムで実現した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のダウンロード機能の利用により、地下埋設物情報の 3D 化のために行っていた地下埋設物資料収集に要する時間を 97.5%削減することができた

表 4-10 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

シナリオ	削減率	既存フロー		実証システムのフロー	
		所要時間	備考	所要時間	備考
4-1 地下埋設物情報の 3D 化に必要な資料収集に要する工数の削減率	97.5%	20 時間 (2.5 日)	● 埋設物情報の収集 1 社当たり 0.5 日と想定 (0.5 日/社×5 社 = 2.5 日) ※埋設物情報：水道、下水道、電気、ガス、通信	0.5 時間	● 実証システム立上げ ● 計画情報入力・申請 ● 3D モデル閲覧 ● ダウンロード

5) 高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果

● 検証結果まとめ

- 実証システム及び高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の使用によって、既存フローの地下埋設物の平面図・断面図の作成に要した時間を 95%削減することができた

表 4-11 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

シナリオ	削減率	既存フロー		実証システムフロー	
		所要時間	備考	所要時間	備考
6-1 高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に基づく業務改善効果	95%	地下埋設物平面図・断面図作成			
		32 時間 (4.0 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物図の重合せ平面図（敷地周辺道路）・断面図（代表 2 断面）作成 ● 各社体裁の異なる図面の読み取り、位置合わせの作業 	1.5 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● ダウンロードとした地下埋設物データを BIM アプリケーションへのインポート、編集

4-2. 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度検証

4-2-1. 検証目的

- 地下埋設物の建設設計に必要となる 3D 都市モデル（地下埋設物）の位置精度が確保されているか検証する

4-2-2. KPI

表 4-12 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度	0.25m 以内	● 建設設計で使用される地図情報レベル 500 の位置精度の基準値を設定	● 真とみなす地下埋設物の位置と、3D 都市モデル(地下埋設物モデル)の位置の誤差の標準偏差

4-2-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度

水平位置はエヌ・ティ・ティ・インフラネットが保有する「高精度 3D 骨格空間情報（地図情報レベル 500）」、鉛直位置（標高値）は非開削探査で特定した地下埋設物の位置を真値とみなし、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置との誤差の標準偏差とする。

表 4-13 検証シナリオ（3D 都市モデル（地下埋設モデル）の位置精度）

No.	検証方法	エリア	位置精度検証用の対象データ
5-1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度	大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）、品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）	<ul style="list-style-type: none"> ● 水平位置：エヌ・ティ・ティ・インフラネットが保有する「高精度 3D 骨格空間情報（地図情報レベル 500）」に収録されているマンホールや道路境界（地表面にある位置基準） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 地下埋設物事業者の図面（データ）全体としての高精度化結果を評価 ● 鉛直位置（標高値）：非開削探査で取得した地下埋設物データの標高値

4-2-4. 検証結果

1) 3D 都市モデル（地下埋設モデル）の位置精度


● 検証結果まとめ

- 高精度化した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度は、水平方向及び鉛直方向共に地図情報レベル 500 の品質基準値である誤差の標準偏差 0.25m 以内となった

表 4-14 検証結果一覧（サマリー）

黄セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

シナリオ	位置精度検証結果			備考
5-1 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度	水平位置 標準偏差	上水道	0.218m	● 道路境界を対象に 53 か所で評価 ● マンホールを対象に 47 か所で評価 ● マンホールと道路境界を対象に 110 か所で評価 ● マンホールを対象に 49 か所で評価 ● 地下埋設物設備の図面内に、「高精度 3D 骨格空間情報（地図情報レベル 500）」と比較可能な地物（マンホール・道路境界）が存在しなかったため、評価対象外とした
		下水道	0.197m	
		電力	0.146m	
		通信	0.230m	
		熱供給	評価対象外	
		洞道	評価対象外	
		ガス	評価対象外	
	鉛直位置 （標高値） 標準偏差	ガス	0.060m	● 6 か所で非開削探査を実施 
		電力	0.028m	
		通信	0.141m	
		熱供給	評価対象外	
		洞道	評価対象外	
		上水道	評価対象外	
下水道	評価対象外			

4-2-4-a. 水平位置の精度検証結果

1. 精度検証の実施エリア

エリア内にあるマンホール及び道路境界の明瞭な位置を使い、水平位置の精度検証を実施した。

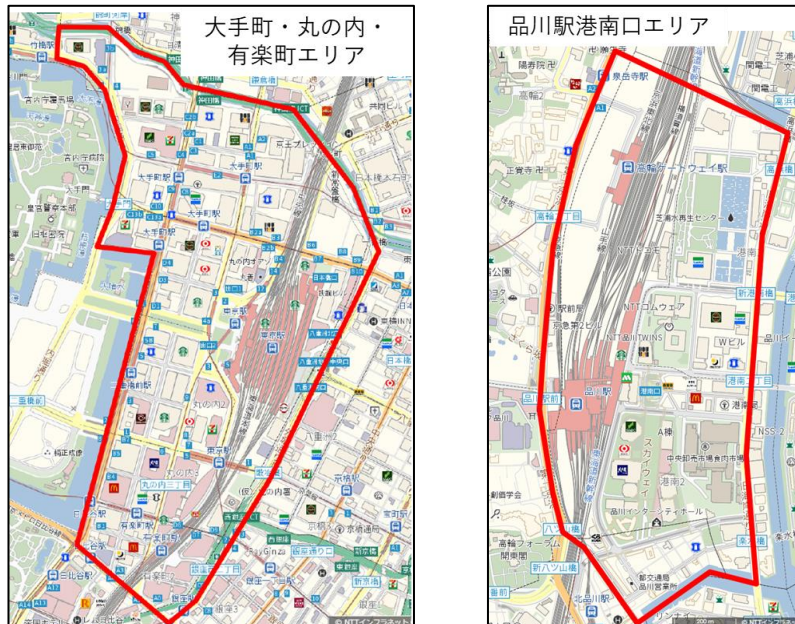


図 4-1 水平位置の精度検証エリア

2. 地下埋設物事業者から受領した図面又はデータの位置精度検証

はじめに、地下埋設物事業者から受領した図面又はデータを背景地図上に位置合わせした段階（原典資料）の位置精度を確認する。

<検証における用語の定義>

- 位置補正前データ：地下埋設物事業者から受領し地図上に表示可能となった地下埋設物の水平位置データ（XY 座標）
- 位置基準データ（XY 座標）：NTT インフラネットが保有する高精度 3D 骨格空間情報に収録されたマンホール・ハンドホール地表部（鉄蓋等）の中心や道路境界線の特徴的な点（交差点等の鋭角部）
- 位置補正後データ：位置補正前データと同一地物であると判断し、かつ、位置基準データの座標に更新したデータ

< 検証前の状態 >

表 4-15 位置補正前データの位置精度確認結果

位置補正前 データの詳細	事業者			
	上水道	下水道	電力	通信
位置補正前データと位置基準データの 水平位置比較較差の平均 (m)	1.396	1.467	1.626	1.232
位置補正の対象となる水平位置比較地点総数 (個)	67	153	57	75
【対象数の内訳】 位置補正前の水平位置精度地図情報レベル 500 相当の該当数	1	3	7	2
【対象数の内訳】 位置補正前の水平位置精度地図情報レベル 500～2500 相当の該当数	50	105	26	55
【対象数の内訳】 位置補正前の水平位置精度地図情報レベル 2500～5000 相当の該当数	16	41	20	15
【対象数の内訳】 位置補正前の水平位置精度地図情報レベル 5000～10000 相当の該当数	0	4	4	3

3. 高精度化した地下埋設物モデルの水平位置精度

<検証方法>

位置補正前データと位置補正後データの水平位置の較差を比較し、地図情報レベル 500 相当 (0.25m) となっているか確認する。

表 4-16 高精度化した地下埋設物モデルの水平位置精度確認結果

評価項目	事業者				全体計
	上水道	下水道	電力	通信	
【再掲】 位置補正の対象となる水平位置比較地点総数 (個)	67	153	57	75	352
【再掲】 位置補正前から水平位置精度が地図情報レベル 500 相当の該当数 (個)	1	3	7	2	13
位置補正後に水平位置精度が地図情報レベル 500 相当へ改善した該当数 (個)	66	150	50	73	339
位置補正後データと位置基準データの水平位置比較較差の標準偏差 (m)	0.218	0.197	0.146	0.230	0.189
改善率 (改善数 ÷ 総数)	98.5%	98.0%	87.7%	97.3%	96.3%

4. 考察

建設設計業務の中でも現地測量の際に基準として採用されることがあるマンホール・ハンドホールの中心点および歩車道境界などの特徴的な点を用いることによって、水平位置精度を向上できることが確認された。ただし、実証地は都市部であるため十分な密度の基準点が確保できたが、郊外等のマンホール・ハンドホールの設置数が少ない地域では今後検証を進めていく必要がある。

4-2-4-b. 鉛直位置の精度検証結果

1. 精度検証の実施エリア

エリア内から、非開削探査によって地下埋設物の管路形状が特定可能な箇所を選定し、精度検証用の調査断面映像を取得した。

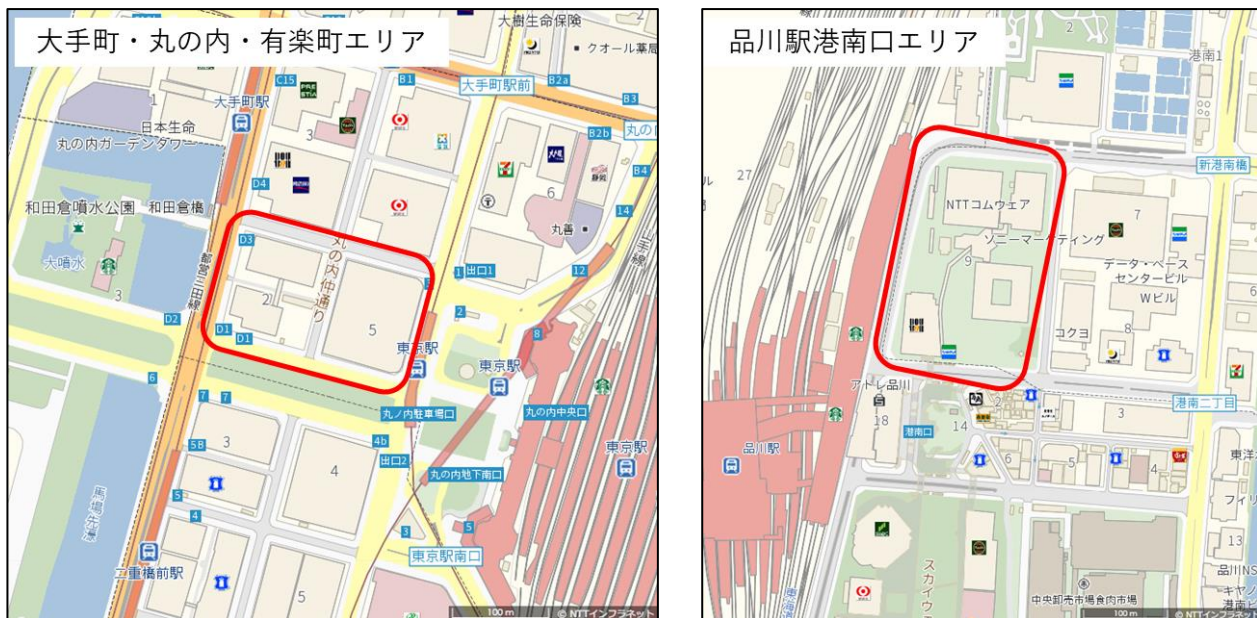


図 4-2 鉛直位置の精度検証実施エリア

2. 鉛直方向の位置精度検証の方法

位置精度の検証は、非開削探査によって取得される地中の断面映像に写る地下埋設物の管路位置を非開削探査技術者が読み取り、真値とみなす地表面からの深さを計測する。

今回の非開削探査は、電磁波レーダ（パルスレーダ方式）を用いている。電磁波レーダ（パルスレーダ方式）は、発信した電磁波が管路に当たって反射して戻って来た際の強度を連続して計測することで管路の探査を可能としている。

探査可能な深さについては、反射強度による計測であるため、地中の水分等の電磁波を減衰・遮断させるようなものの存在により左右されるが、深度 2m 程度まで可能である。今回の実証地では、主だった障害物がなく、深度 2m 程度にある管路までを検知することができた。

電磁波を連続的に発射することにより、管路の管頂部の深さをある程度のレンジ幅で取得することができる。非開削探査によって取得される地中の断面映像の例を、図 4-3 に示す。

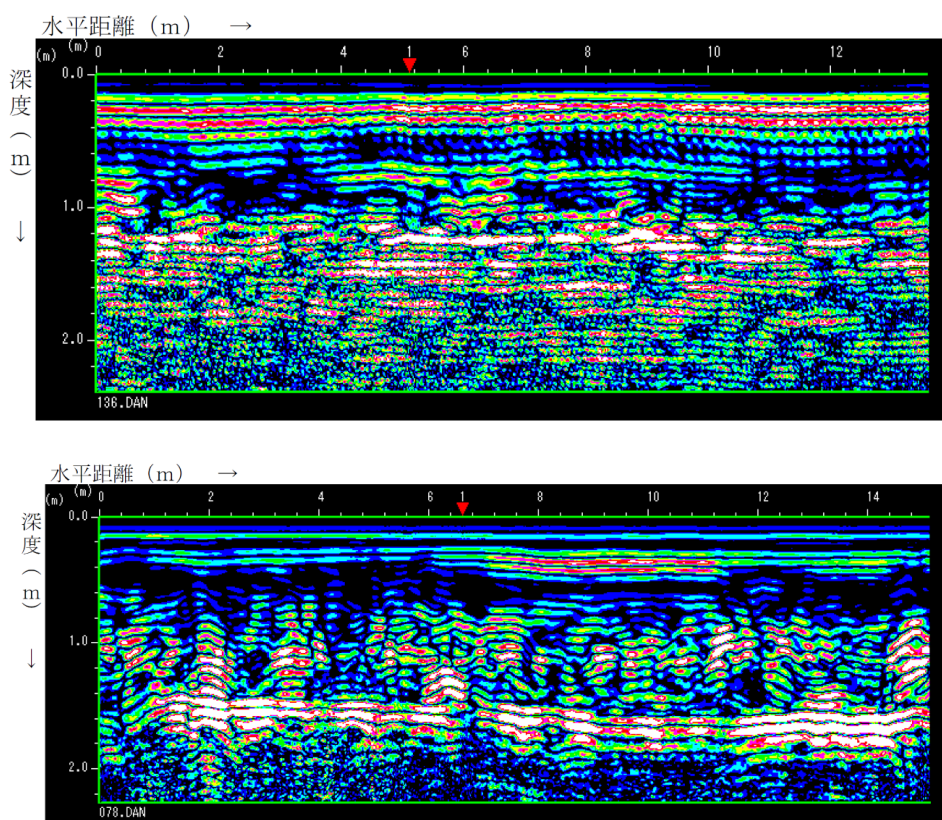


図 4-3 非開削探査による調査断面映像の例

3. 鉛直方向の精度検証結果の詳細

整備した地下埋設物モデル（管路）の管頂部の標高値と、非開削探査によって特定した同じ管路の管頂部の標高値を比較した。非開削探査によって取得できる管頂部の標高値はレンジ幅をもつため、地下埋設物モデルとの比較は、非開削探査結果の最浅値、中央値及び最深値を使い、標高値の較差を求めた。

非開削探査で得られた管頂部の標高のうち、中央値を真値とみなし、位置精度検証することとした。

表 4-17 非開削探査と地下埋設物モデル（管路）の管頂部標高値の較差確認結果

計測した地下埋設物管路の標高値の種類		ガス	電力	通信	
検証対象：地下埋設物モデル管頂部の標高値（単位 m）		1.690	2.153	1.956	
非開削探査結果	探査結果 最浅値	管頂部標高値（単位 m）	1.600	2.030	1.590
		標高較差（単位 m）	0.090	0.123	0.366
	探査結果 中央値	管頂部標高値（単位 m）	1.750	2.125	1.815
		標高較差（単位 m）	-0.060	0.028	0.141
	探査結果 最深値	管頂部標高値（単位 m）	1.900	2.220	2.040
		標高較差（単位 m）	-0.210	-0.067	-0.084

4. 考察

今回の実証エリアにおいては、NTT インフラネットが保有する高精度 3D 骨格空間情報から生成した高精度 DEM データ【DT112】と地下埋設物事業者が保有する土被り情報（地表面からの深さ）を用いることで、地下埋設物の管路データに精度の高い標高値を付与できることを確認できた。

今回の実証では、鉛直位置について精度の高い結果を得ることができたが、区画整理等による路面の高さ変化に合わせた土被り情報の更新が行われていないケースもある。

地下埋設物モデルの標高値は、各地下埋設物事業者が保有する土被り情報の品質に依存することになるため、地下埋設物の新設や撤去の工事を実施した際には、地下埋設物の正確な位置情報を取得し、設備管理をしていくことが重要となる。

4-3. 影響判定機能の検証

4-3-1. 検証目的

- 影響判定機能による既存業務の時間短縮効果を検証する。
- 影響判定結果の正確さを確認する。

4-3-2. KPI

表 4-18 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
1	影響判定に要する時間の削減率	70%	● 既存業務と比較した実証システム使用による効果を検証するため目標値を設定	● 既存業務の影響判定に要する時間に対する、実証システムの影響判定時間の削減率
2	影響判定結果の正確さ	70%	● 実証システムによる影響判定の結果が、既存業務の影響判定結果を差異がないことを検証するため目標値を設定	● 実証システムで計算した影響判定結果と、BIM アプリケーション上で計測した結果の一致率

4-3-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 影響判定に要する時間の削減率

既存業務の影響判定に要する時間に対する、実証システムを用いた影響判定に要する時間を計測し、その低減割合を計測する。

表 4-19 検証シナリオ（影響判定に要する時間の削減率）

No.	検証方法	エリア	時間計測対象の工程
1-1	影響判定に要する時間の削減率	品川駅港南口エリア (東京都港区・品川区周辺)	● 埋設物影響判定 ● 埋設物事業者確認

2) 影響判定結果の正確さ

実証システムによる影響判定結果と既存業務における机上計算結果の、誤差を計測する。

表 4-20 検証シナリオ（影響判定結果の正確さ）

No.	検証方法	エリア	検証用の対象データ
2-1	影響判定結果の正確さ	品川駅港南口エリア (東京都港区・品川区周辺)	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM アプリケーション (Rhino) で計測した離隔距離 ➤ 実証システムの離隔計算機能結果を比較

4-3-4. 検証結果

1) 影響判定に要する時間の削減率

● 検証結果まとめ

- 既存フローにおいて影響判定に要した所要時間を、実証システムの使用により約 72%削減することができた。

表 4-21 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

シナリオ	削減率	既存フロー		実証システムのフロー	
		所要時間	備考	所要時間	備考
1-1 影響判定に要する時間の削減率	72%	28 時間 (3.5 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 影響判定結果を協議用資料として取りまとめ、平面図・断面図 (2.0 断面) 作成 = 1 日 ● 協議 1 社当たり 0.5 日と想定 (0.5 日/社 × 5 社 = 2.5 日) 	8 時間 (1 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM ソフトの計画地下構造物のデータを実証システムにインポート ● システムで影響範囲 + 最小離隔を自動で作図 ● 地下埋設物事業者にメールで通知 ● 計画地下構造物を実証システム上で確認

2) 影響判定結果の正確さ

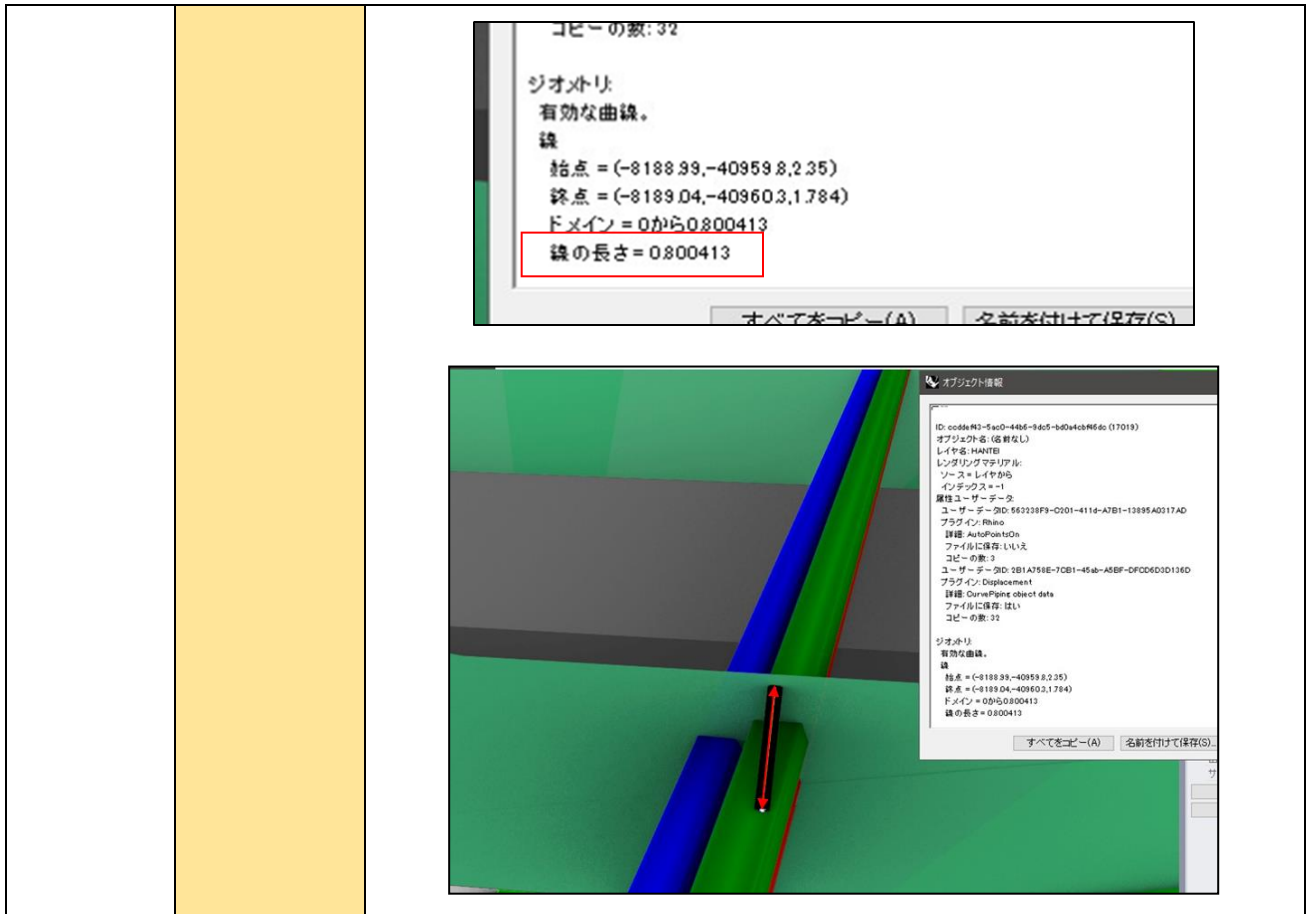
● 検証結果まとめ

- 既存フローにおける離隔距離の計測方法（BIM アプリケーションによる計測）による結果と、実証システムで自動計算した結果に差異はなく、実証システムの離隔計算機能の妥当性を確認できた

表 4-22 検証結果一覧

黄セル：KPI 達成 青セル：KPI 未達

シナリオ	離隔距離計測結果の一致率	離隔距離の計測結果
2-1 影響判定結果の正確さ	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証システムによる離隔距離の自動計算結果：0.80m <div data-bbox="580 730 1374 1144" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="778 1167 1174 1525" data-label="Image"> </div> ● BIM アプリケーションによる離隔距離の計測結果：0.800413m <div data-bbox="612 1608 1342 1899" data-label="Image"> </div>



5. BtoB ビジネスでの有用性検証

5-1. 検証目的

実証仮説に基づき、以下の検証目的を設定する。

【検証仮説（再掲）】

- 地下埋設物事業者が保有する埋設物データを、3D 都市モデルを用いて統合し可視化することで、建設設計における地下埋設物影響判定における確認のコスト削減・正確性の向上、開発計画の精度向上を実現できる。
 - 地下埋設物事業者ごとに異なっていた仕様の設備情報を統一されたフォーマットとして 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に変換する手順を確立することで、建設設計時の埋設物確認のコスト低減を図る。
 - 高精度の位置基準を使用し 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置の高精度化を図ることで、2D 図面等を用いた方法に比べて、埋設物確認の正確性を向上させる。
 - デベロッパーが複合商業施設やマンションの開発計画を立てる際に、影響が想定される地下埋設物を 3D で可視化し確認・測定できることで、開発計画の精度が向上する。
- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を活用し、3D で可視化しながら建設設計協議をすることにより、事業者間の共通認識の醸成、課題理解・合意形成の促進が実現できる。
 - 高精度な 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）が供給されることで、建設設計者と地下埋設物事業者が 3D の可視化環境を使うことで、図面等を資料化せずに 3D 表示された地下埋設物を直接見ながら建設設計協議が実現可能となる。
 - 建設設計協議の資料が 3D 化することで、直感的に協議内容や課題の理解が可能となる。

主に以下の 2 点について、BtoB ビジネスに向けた有用性検証を行った。

- 事業構想段階における実証システムの有用性検証
 - 地下空間の空き状況を視覚的に把握して事業に新たな価値を加える検討を行い、計画地下構造物と地下埋設物との正確な位置関係を関係者と共有することによる、合意形成に向けた有用性を検証する
 - 実証エリア：大手町・丸の内・有楽町エリア（東京都千代田区・中央区周辺）
- 建設設計段階における実証システムの有用性検証
 - 地下通路を新設するというシナリオのもとで、地下埋設物調査及び埋設物事業者等関係機関協議のシミュレーションを実施し、実証システムの効果を検証する
 - 実証エリア：品川駅港南口エリア（東京都港区・品川区周辺）

5-2. 検証方法

検証方法としては、被験者に対してデモンストレーションを取り入れたヒアリング・アンケートを実施した。
(ヒアリング・アンケートの項目については「7-4.ヒアリング・アンケートの詳細」で記載)

事業者向けヒアリングの実施方法（デベロッパー、建設設計事業者及び地下埋設物事業者等の関係者に 2 回に分けてお集まりいただき、ヒアリング・アンケートを実施）

- 会場：2 回の実証実験を開催
 - 1 回目：丸の内二重橋ビル DMO 内及び ZOOM（事業構想段階における実証システムの有用性検証）
 - 2 回目：日建設計竹橋オフィス NS ホール（建設設計段階における実証システムの有用性検証）

- 機材：体験・デモンストレーション用に以下のスペックの社用 PC を用意
 - CPU：Intel Core i7
 - メモリ：16.0 GB
 - OS：Windows 10 Pro 64bit
 - 通信環境：ローカルネットワーク

5-3. 被験者

本ユースケースでは、地下埋設物調査及び埋設物の建設設計協議に関わる官民の事業者（建設設計者、建設事業者及び地下埋設物事業者）をターゲットとしている。

本実証実験では、これらの事業者に該当する以下の方々にヒアリング・アンケートを行い、実証システムの価値を検証する。

実証実験 1 回目（事業構想段階における実証システムの有用性検証）には、建設設計者、建設事業者及び地下埋設物事業者から 6 事業者に被験者として参加いただいた（事業者名は非公表）。

実証実験 2 回目（建設設計段階における実証システムの有用性検証）に参加いただいた被験者を、表 5-1 に示す。

表 5-1 被験者リスト（建設設計段階における実証システムの有用性検証）

分類	具体名称	部署	役職	担当業務	人数
建設設計者	NTT ファシリティーズ	データセンタエンジニアリング事業本部 設計エンジニアリング部 第三設計部門	担当課長	-	1名
		東日本事業本部 都市・建築設計部 設備設計部門	担当課長 主査	-	2名
		NTT 本部 サービス推進部 エンジニアリング部門	主査	-	1名
		カスタマーソリューション本部 街づくり推進部 プロジェクト部門	主査	-	1名
	日建設計	都市・社会基盤部門 都市デジタルデザイン課	-	-	1名
		都市・社会基盤部門 大友開発計画設計部	アソシエイト	-	1名
地下埋設物事業者	東京都水道局	給水部配水課施設管理担当	-	-	2名
		給水部配水課マッピング管理担当	-	-	3名
	東京電力パワーグリッド	本社工務部 業務システム化 G	-	-	1名
		本社工務部 地中送電 G	-	-	1名
		川崎支社 地中送電保守 G	-	-	1名
		埼玉総支社 地中送電保守 G	-	-	1名
		本社技術・業務革新推進室 技術・業務革新推進 G	-	-	1名
	東京都下水道局	計画調整部 計画課	-	-	1名
	中部下水道事務所	お客さまサービス課	-	-	1名
	NTT-ME	通信インフラデザイン部	担当課長	-	2名
	NTT インフラネット	Smart Infra 推進部 GIS ビジネス部門	-	-	1名
	東京ガスネットワーク	導管部 導管保安 G	-	-	2名
		南部導管ネットワークセンター 照会工事 G	-	-	2名

5-4. ヒアリング・アンケートの詳細

5-4-1. アジェンダ・タイムテーブル

表 5-2 アジェンダ・タイムテーブル（事業構想段階における実証システムの有用性検証）

No.	アジェンダ	所要時間
1	本日の主旨	15分
2	システムの説明・体験	50分
3	意見交換	40分
4	まとめ	5分

表 5-3 アジェンダ・タイムテーブル（建設設計段階における実証システムの有用性検証）

No.	アジェンダ	所要時間
1	本日の主旨	15分
2	システムの説明・体験	30分
3	システムによる移設協議・体験	40分
4	意見交換	30分
5	まとめ	5分

5-4-2. アジェンダの詳細

表 5-4 アジェンダの詳細（事業構想段階における実証システムの有用性検証）

No	アジェンダ（再掲）	内容
1	本日の主旨	<ul style="list-style-type: none"> ● システム検証の主旨 ● 既存業務フローと実証システムの業務フロー ● 建設計画シナリオの説明
2	システムの説明・体験	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能の操作方法を説明 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能 ➢ 影響判定機能 ● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の利用例紹介 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下埋設物移設・防護方法 ● 参加者による実証システムの操作体験、質疑応答
3	意見交換	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のヒアリングを実施 <ul style="list-style-type: none"> ➢ システムの有効性、活用方法 ➢ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）活用の可能性 ➢ 今後の機能拡張の可能性
4	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケート記入

表 5-5 アジェンダの詳細（建設設計段階における実証システムの有用性検証）

No	アジェンダ（再掲）	内容
1	本日の主旨	<ul style="list-style-type: none"> ● システム検証の主旨 ● 既存業務フローと実証システムの業務フロー ● 建設計画シナリオの説明
2	システムの説明・体験	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能の操作方法を説明 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能 ➢ 影響判定機能 ➢ 建設設計支援機能 ➢ 協議支援機能（建設設計者向け） ● 参加者による実証システムの操作体験、質疑応答
3	システムによる移設協議・体験	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能の操作方法を説明 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 協議支援機能（地下埋設物事業者向け）
4	意見交換	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のヒアリングを実施 <ul style="list-style-type: none"> ➢ システムの有効性、活用方法 ➢ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）活用の可能性 ➢ 今後の機能拡張の可能性
5	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケート記入

5-4-3. 検証項目と評価方法

実証システムの機能検証と価値検証の観点から検証項目を設定し、機能検証は定量・定性的に、価値検証は定性的に評価した。

表 5-6 検証項目と評価方法（事業構想段階における実証システムの有用性検証）

検証観点	No.	検証項目	定量評価	定性評価
1) 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能	1	ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か？	<ul style="list-style-type: none"> ● 被験者に実証システムを体験していただいた後、システム機能の有効性についてアンケートを実施 ● 選択肢は「良い」、「やや良い」、「どちらでもない」、「やや悪い」、「悪い」の 5 段階で設定 ● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価 	● アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	2	3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなったか？		
2) 影響判定機能	3	地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か？		
3) 関係者合意形成支援機能（建設設計に関する協議の効果上昇具合）	4	地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか？		
	5	関係者（社内/社外）の合意形成に寄与すると思うか？		
	6	本システムは地下空間の空き状況を見つけ出すのに有効か？		
4) システムの価値・発展性	7	本システムはどのような構造物で有効と考えるか？	(定量評価なし)	● アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	8	本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか？		
	9	要望する機能や本システムの改善点はあるか？		

表 5-7 検証項目と評価方法（建設設計段階における実証システムの有用性検証）

検証観点	No.	検証項目	定量評価	定性評価
1) 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能	1	ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か？	<ul style="list-style-type: none"> ● 被験者に実証システムを体験していただいた後、システム機能の有効性についてアンケートを実施 ● 選択肢は「良い」、「やや良い」、「どちらでもない」、「やや悪い」、「悪い」の 5 段階で設定 ● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価 	● アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	2	3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなったか？		
2) 影響判定機能	3	地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か？		
3) 協議支援機能について（建設設計に関する協議の効果上昇具合）	4	地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか？		
	5	移設・計画案の検討に 3D モデルは有効か？		
	6	地下構造物計画案変更等の手戻り作業が起こりにくい効果はあるか？		
4) 協議支援機能について（地下埋設物事業者の業務フロー改善）	7	3D モデルを用いた埋設物移設協議資料は理解しやすかったか？		
	8	関係者（社内/社外）の合意形成に寄与するか？		
5) システムの価値・発展性	9	本システムはどのような構造物で有効と考えるか？	(定量評価なし)	● アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	10	本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか？		
	11	要望する機能や本システムの改善点はあるか？		

5-4-4. システムデモの概要

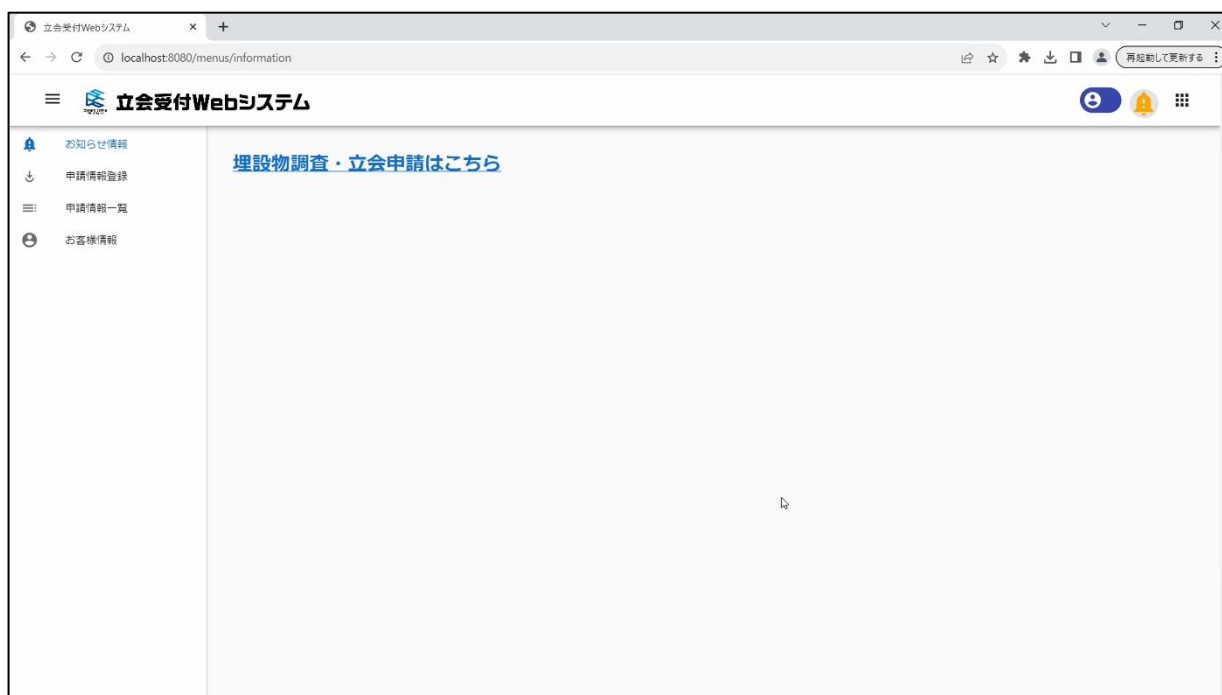
表 5-8 システムデモの概要

①：地下構造物計画検討エリアの照会及び 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のダウンロード

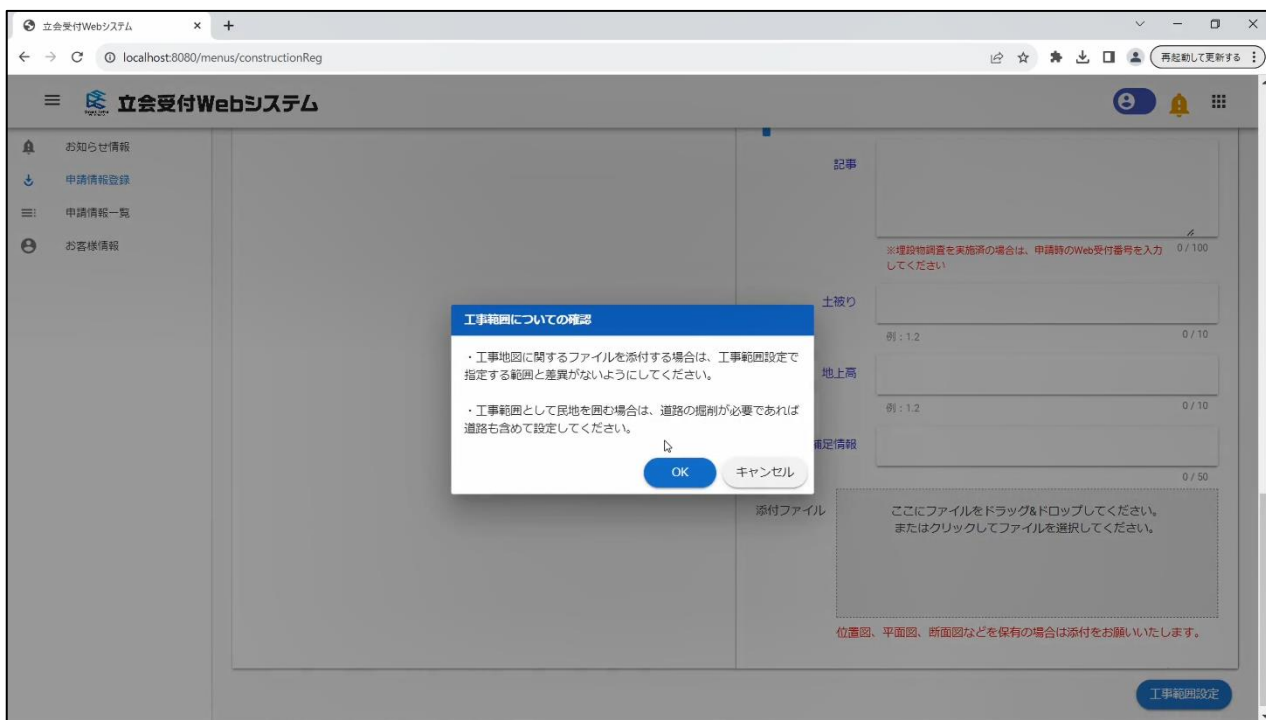
①-1：実証システム（立会受付 Web システム）へのログイン



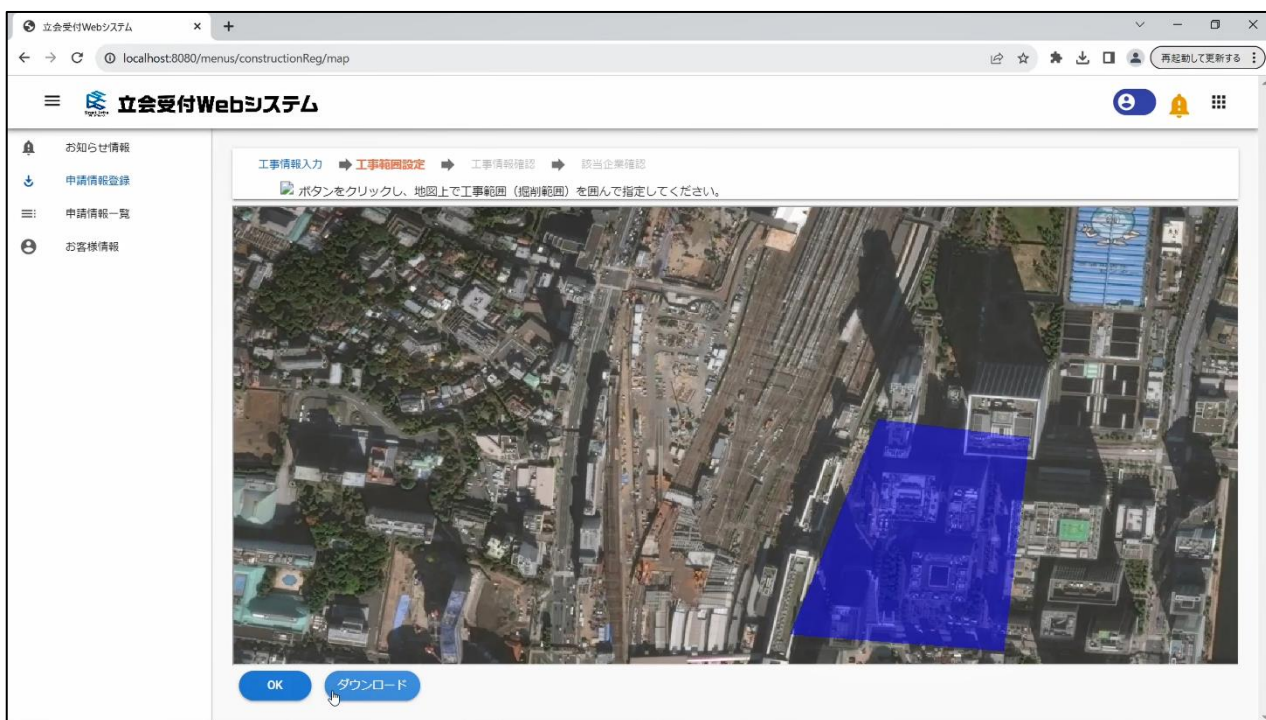
①-2：地下構造物計画の申請



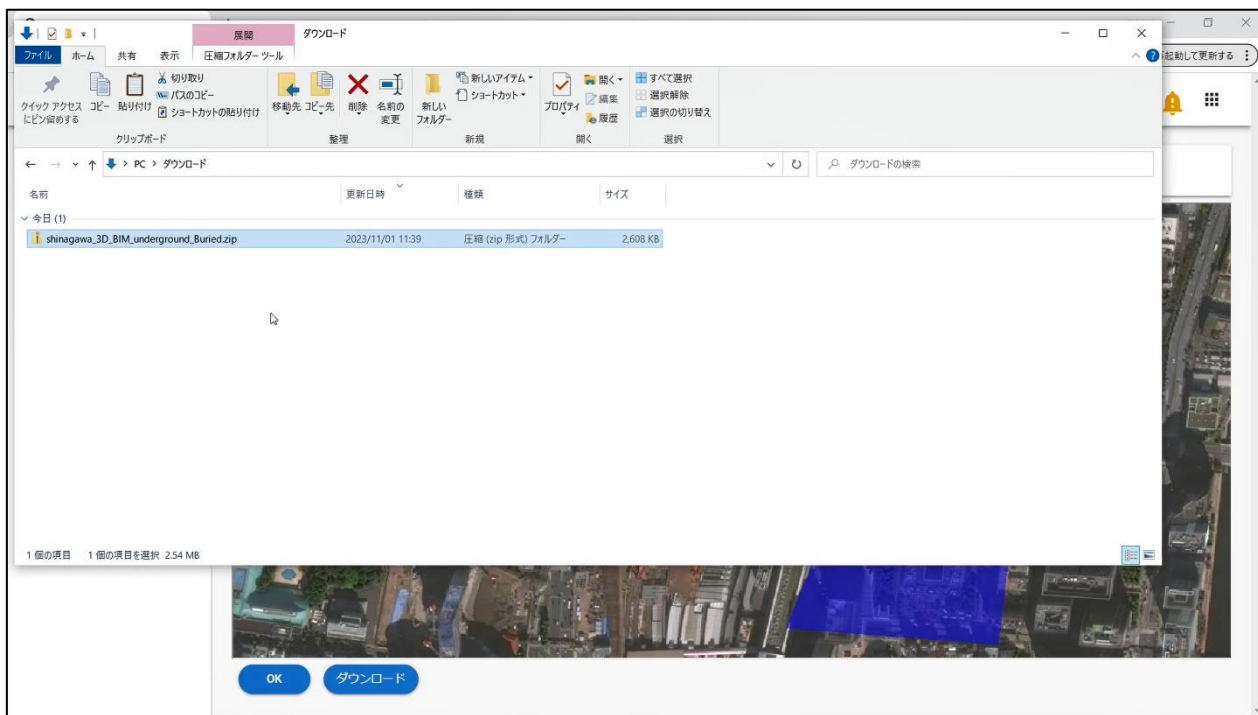
①-3：地下構造物計画に関する情報登録



①-4：地下構造物計画検討エリアの入力



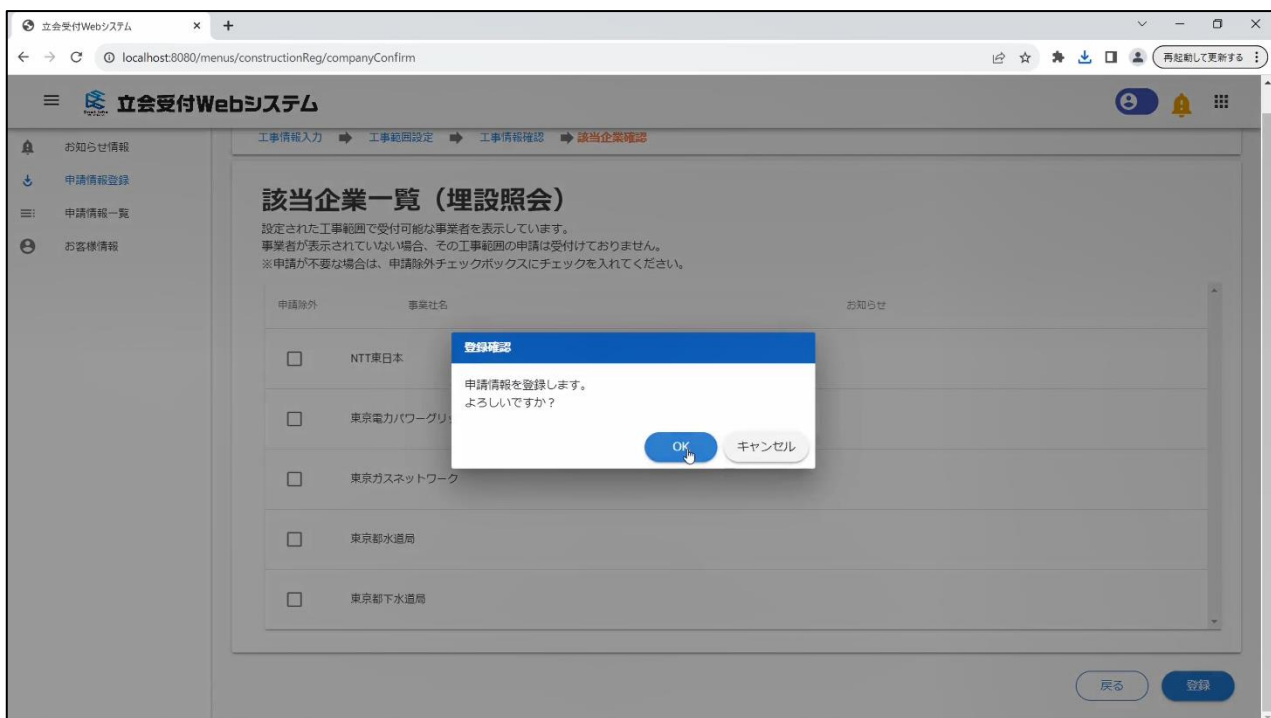
①-5：地下構造物計画検討エリアの地下埋設物モデルをダウンロード



①-6：地下構造物計画検討エリアの地下埋設物事業者を確認

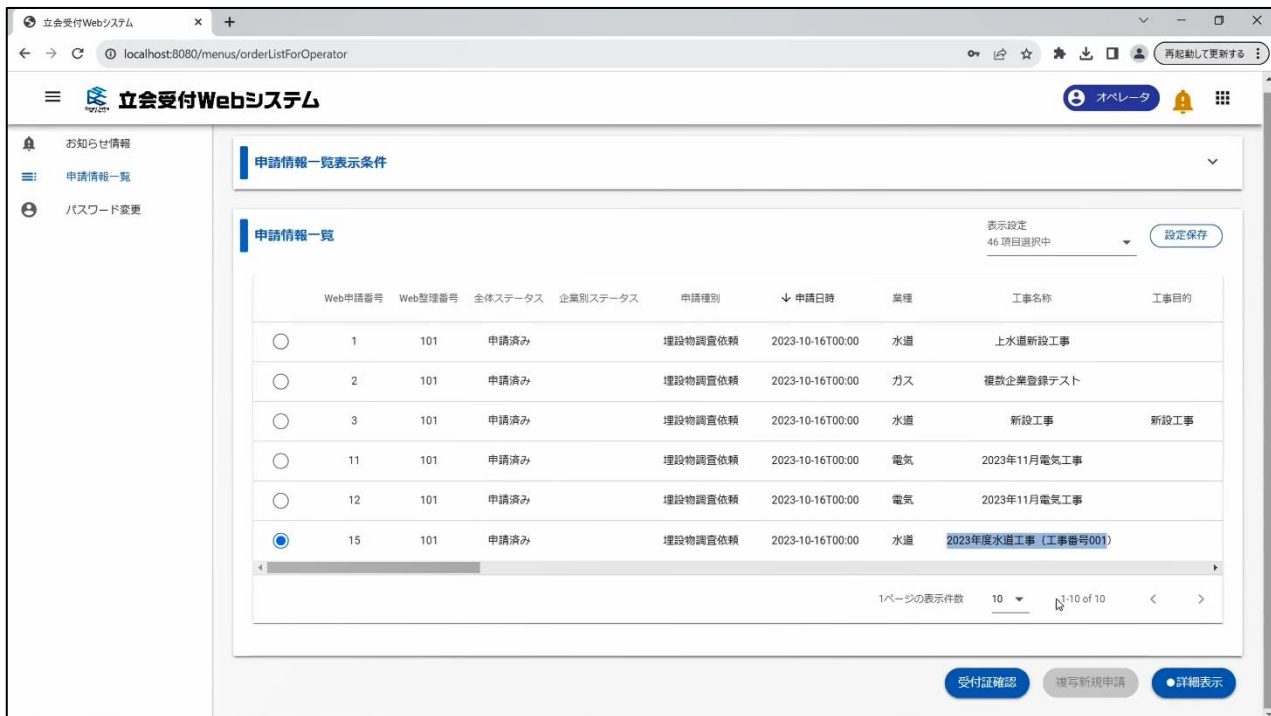


①-7：地下埋設物事業者への申請・通知

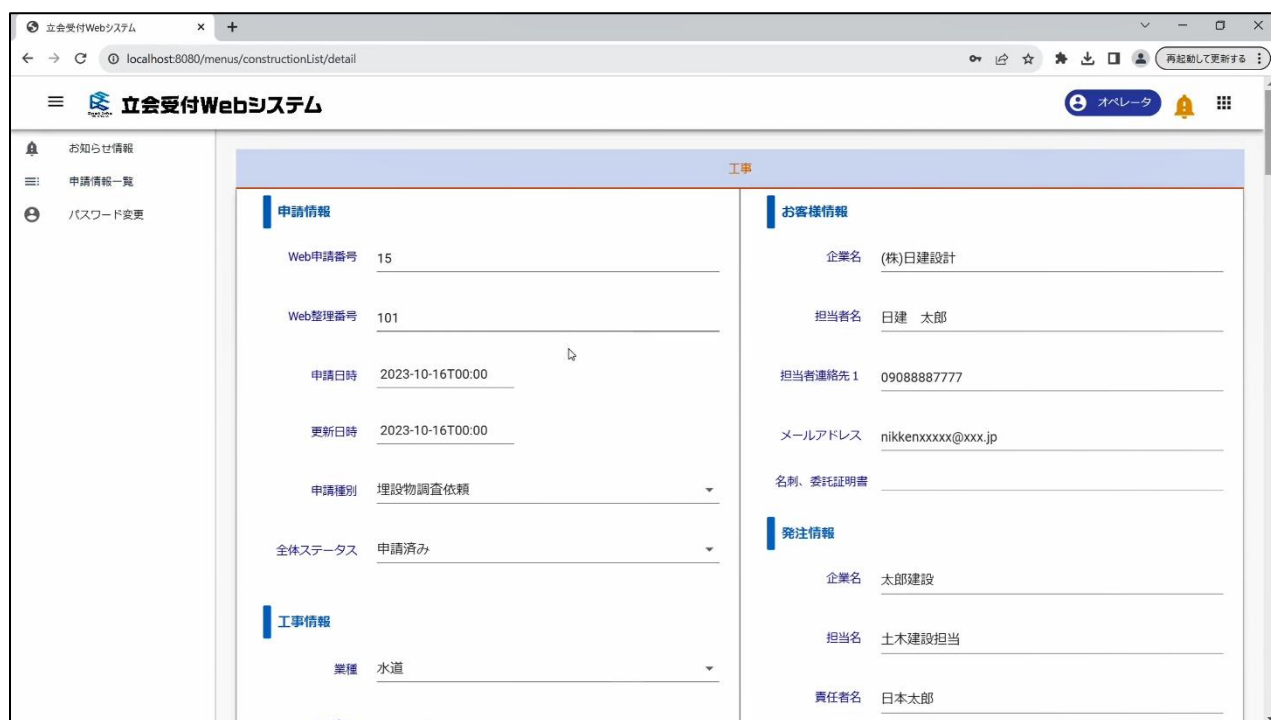


②：地下構造物計画検討エリアの埋設状況を確認

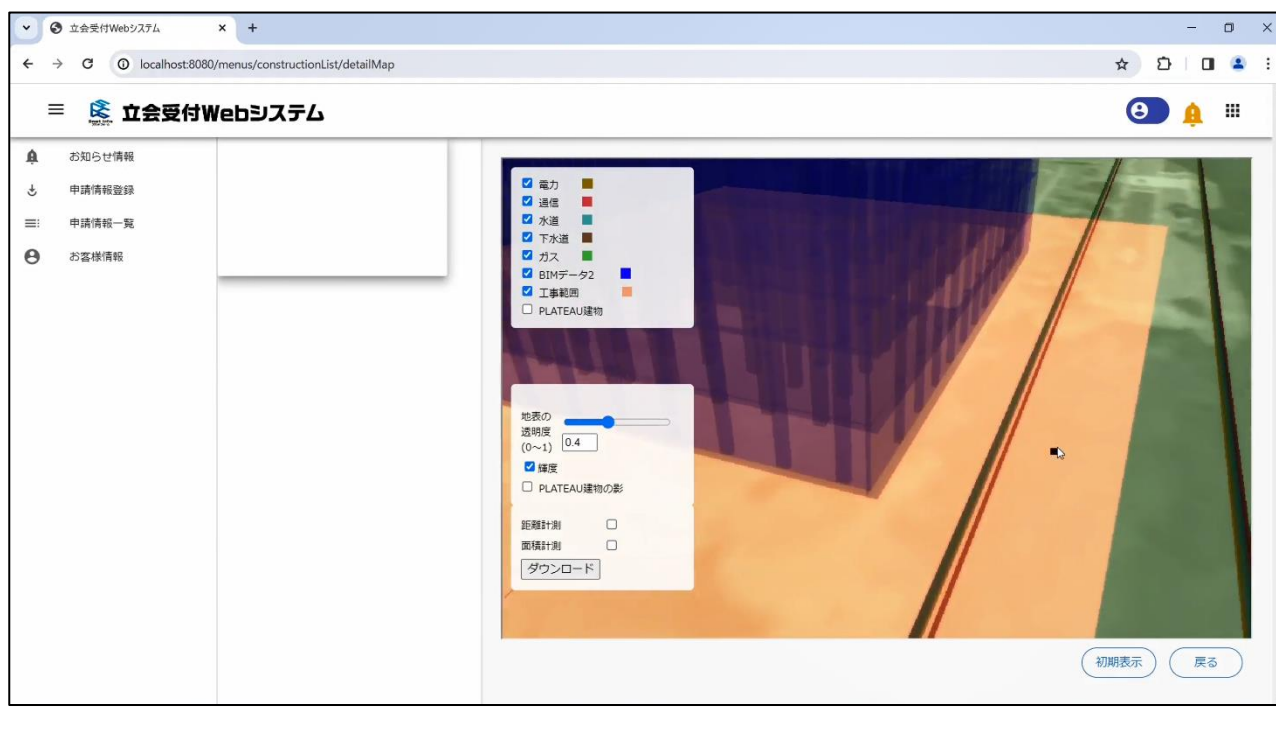
②-1：申請情報の確認・選択



②-2：申請情報の詳細表示

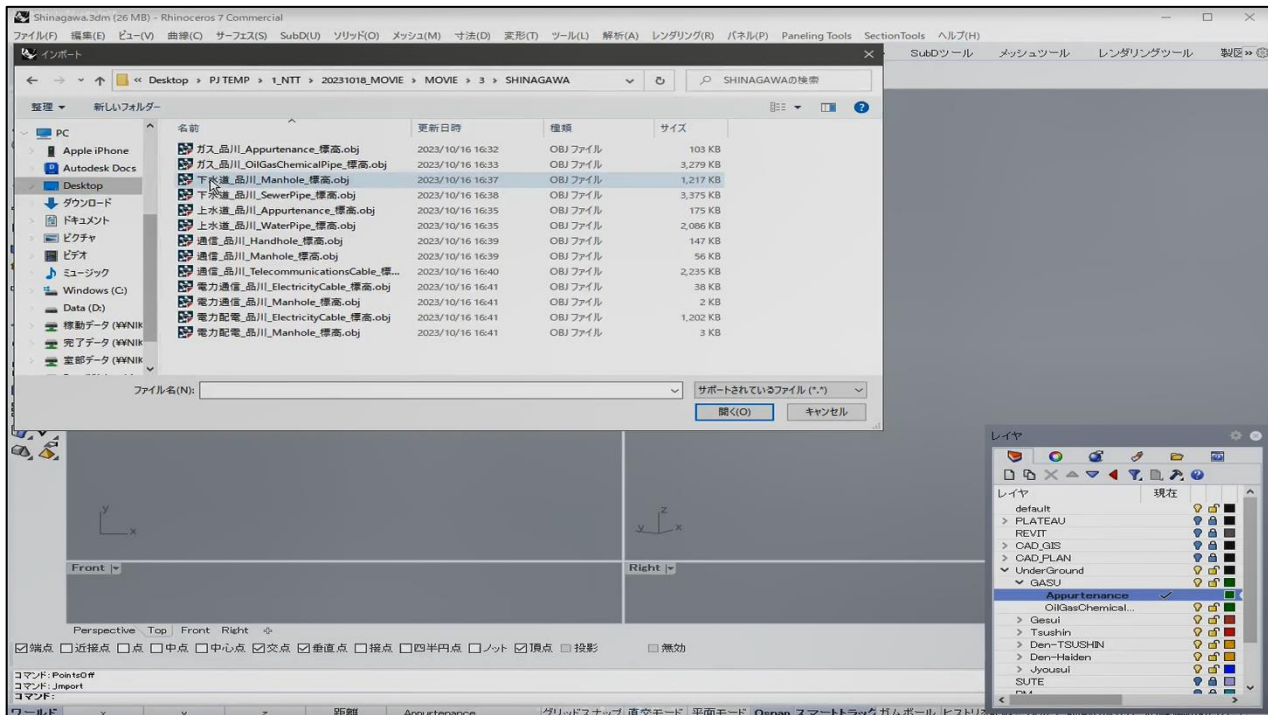


②-3：地下構造物計画検討エリアの地下埋設物を 3D 表示

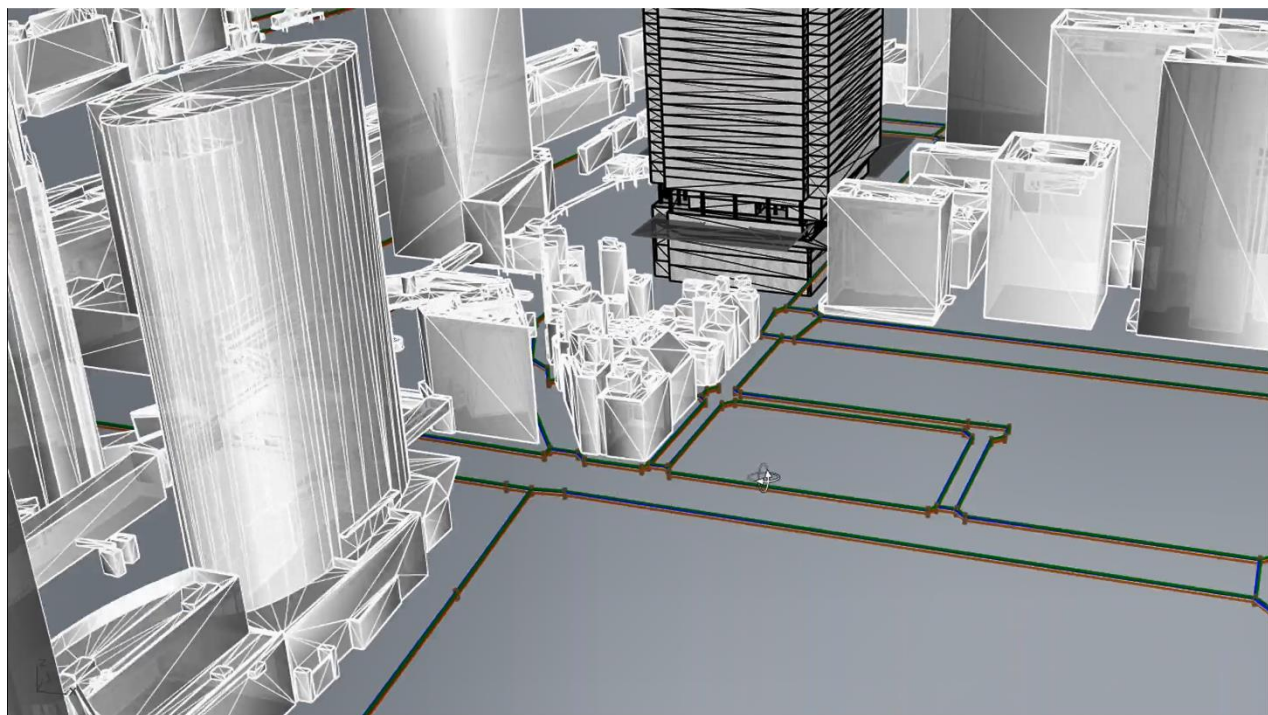


③：ダウンロードした地下埋設物モデルを BIM アプリケーション（Rhinceros）で表示

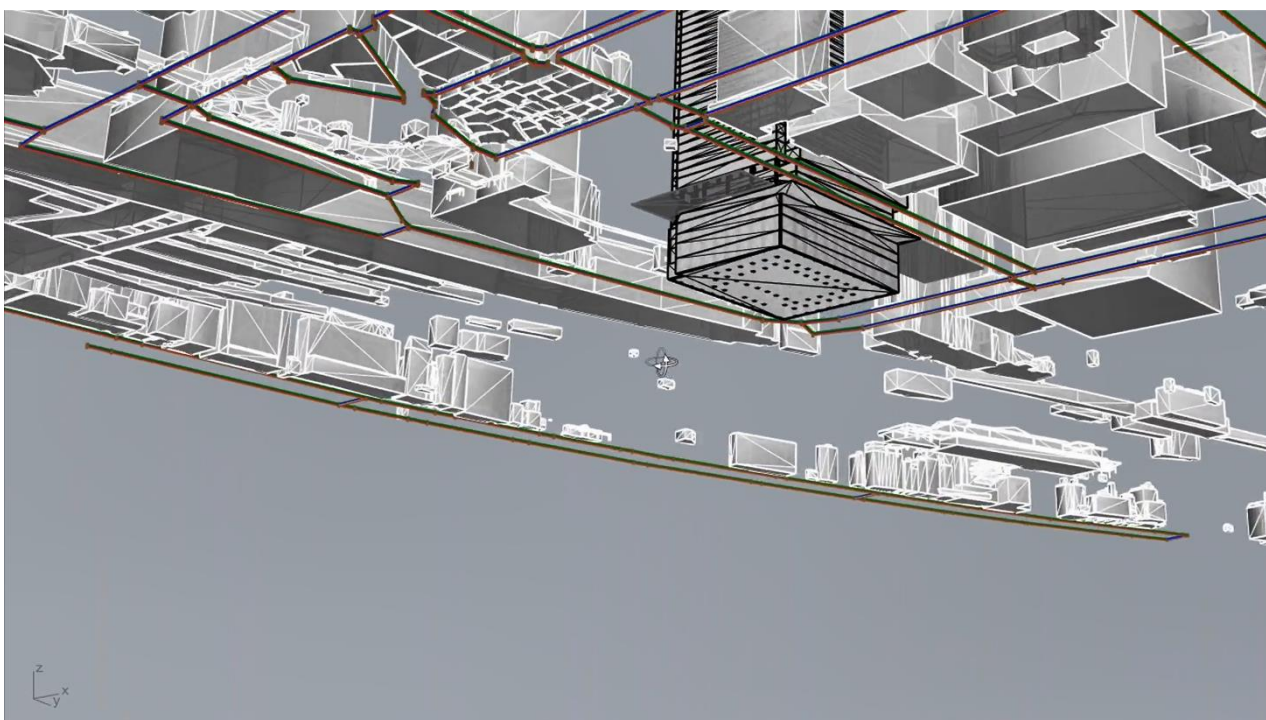
③-1：Rhinceros に地下埋設物モデルをインポート



③-2：Rhinceros 上で BIM データと地下埋設物モデルを重ね合わせ表示（上方からの視点）

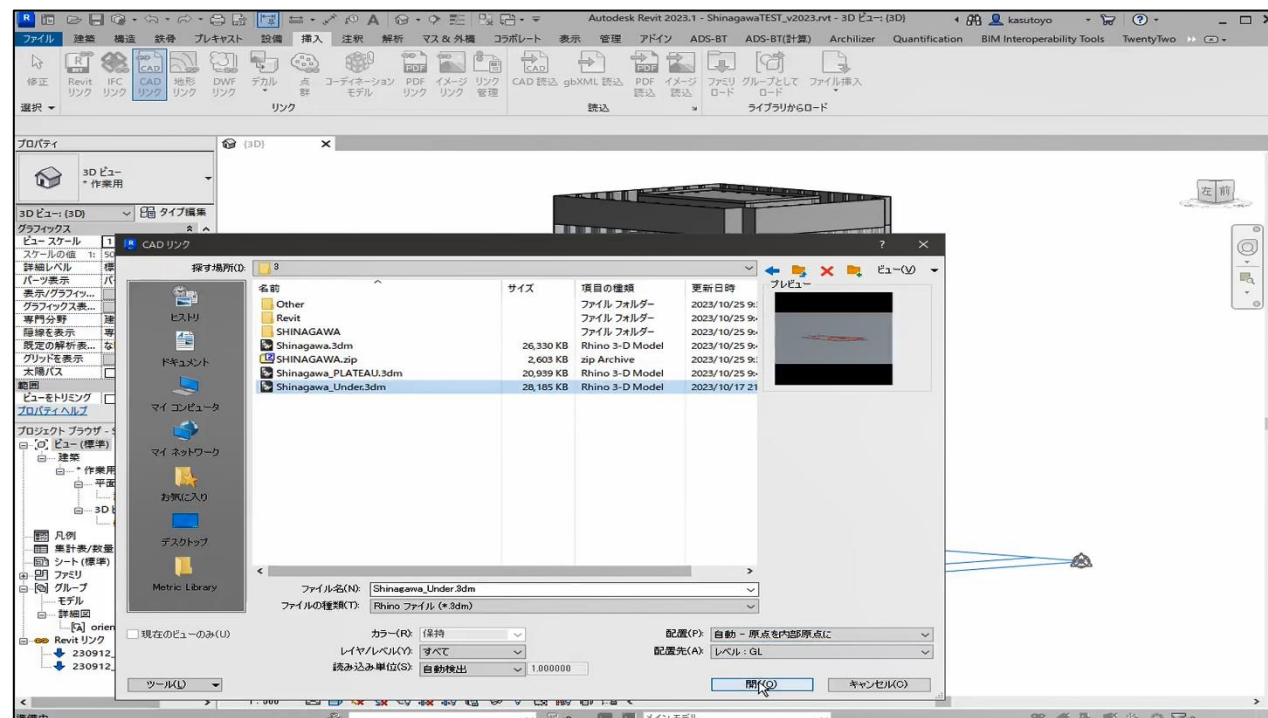


③-3 : Rhinoceros 上で BIM データと地下埋設物モデルを重ね合わせ表示 (下方からの視点)

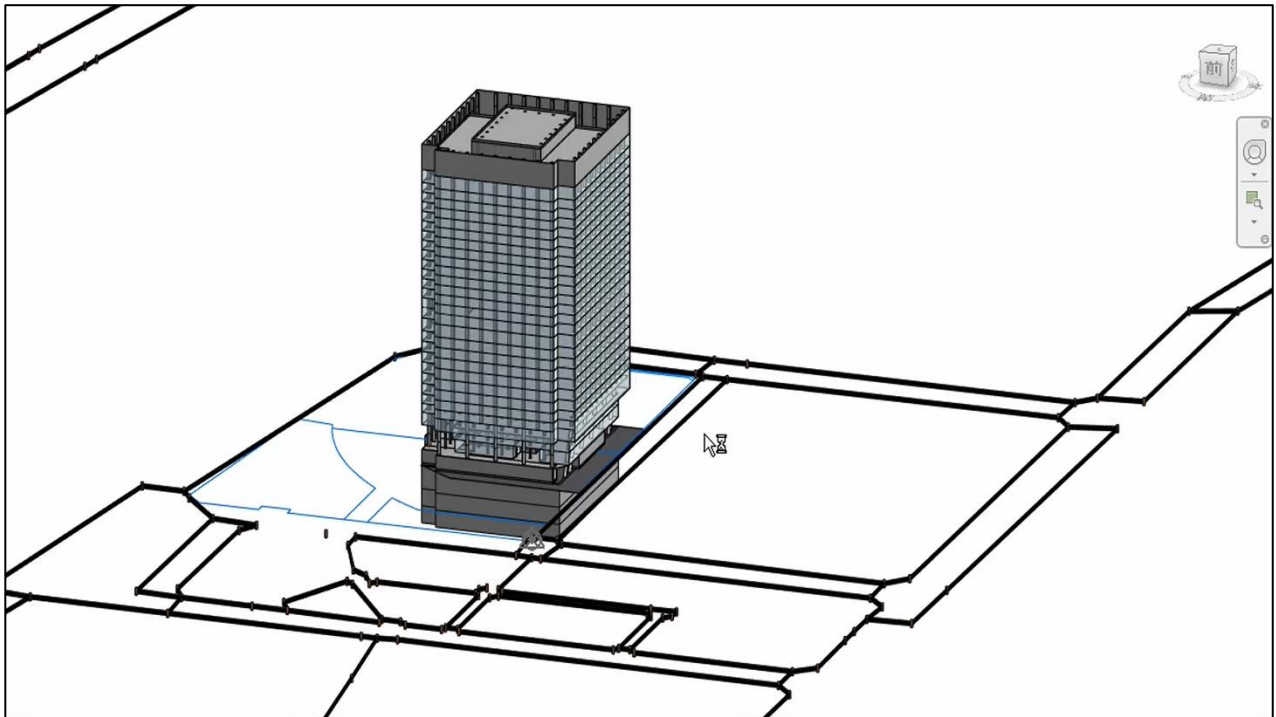


④ : ダウンロードした地下埋設物モデルを BIM アプリケーション (Autodesk Revit) で表示/IFCZIP 保存

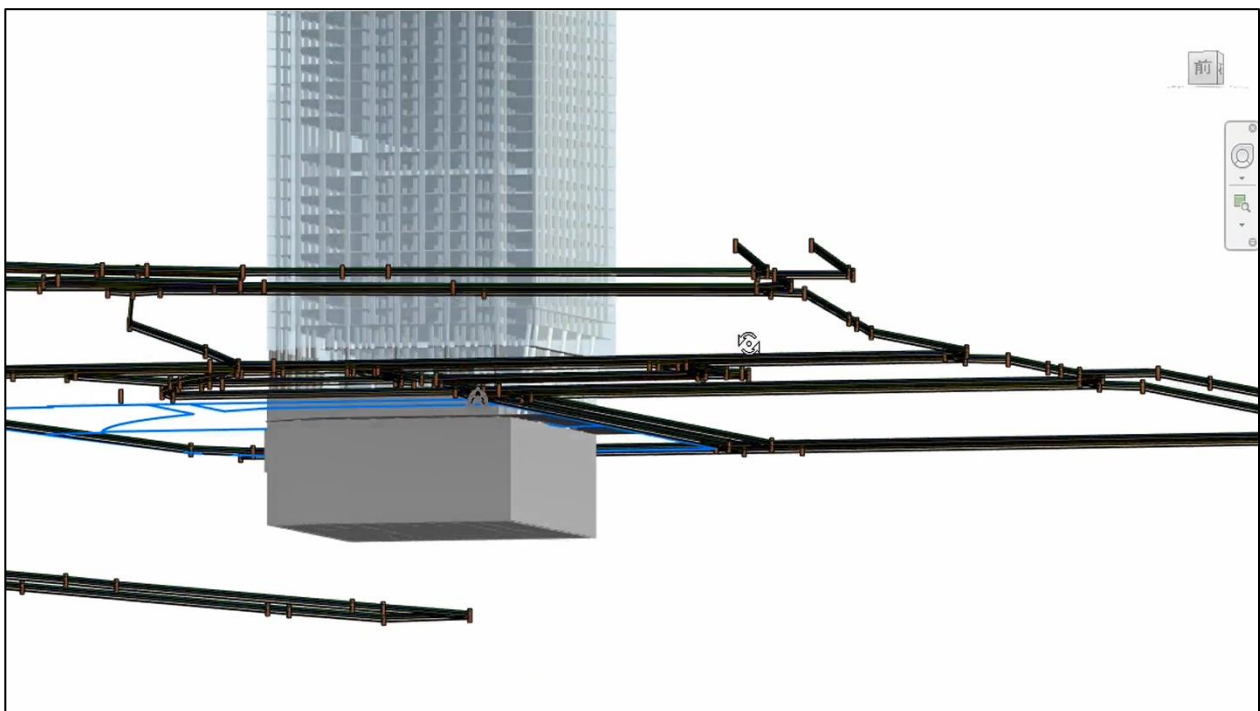
④-1 : Autodesk Revit に地下埋設物モデルをインポート



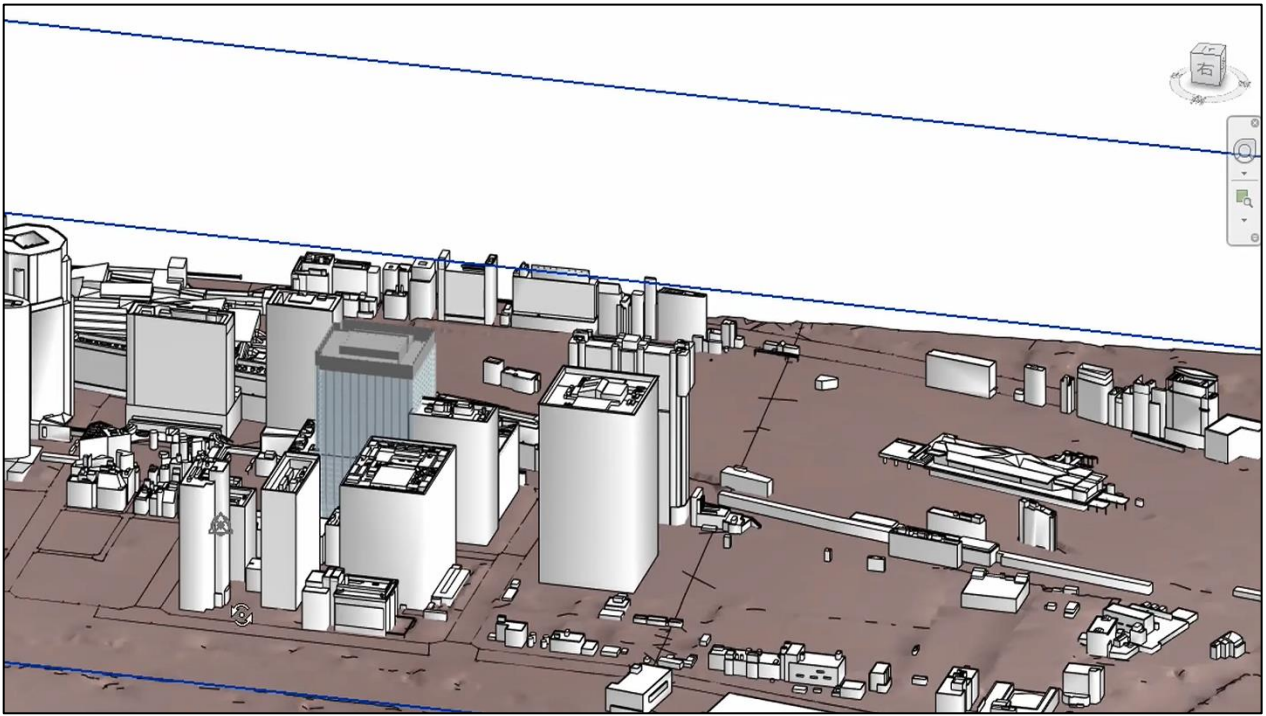
④-2 : Autodesk Revit 上で BIM データと地下埋設物モデルを重ね合わせ表示 (上方からの視点)



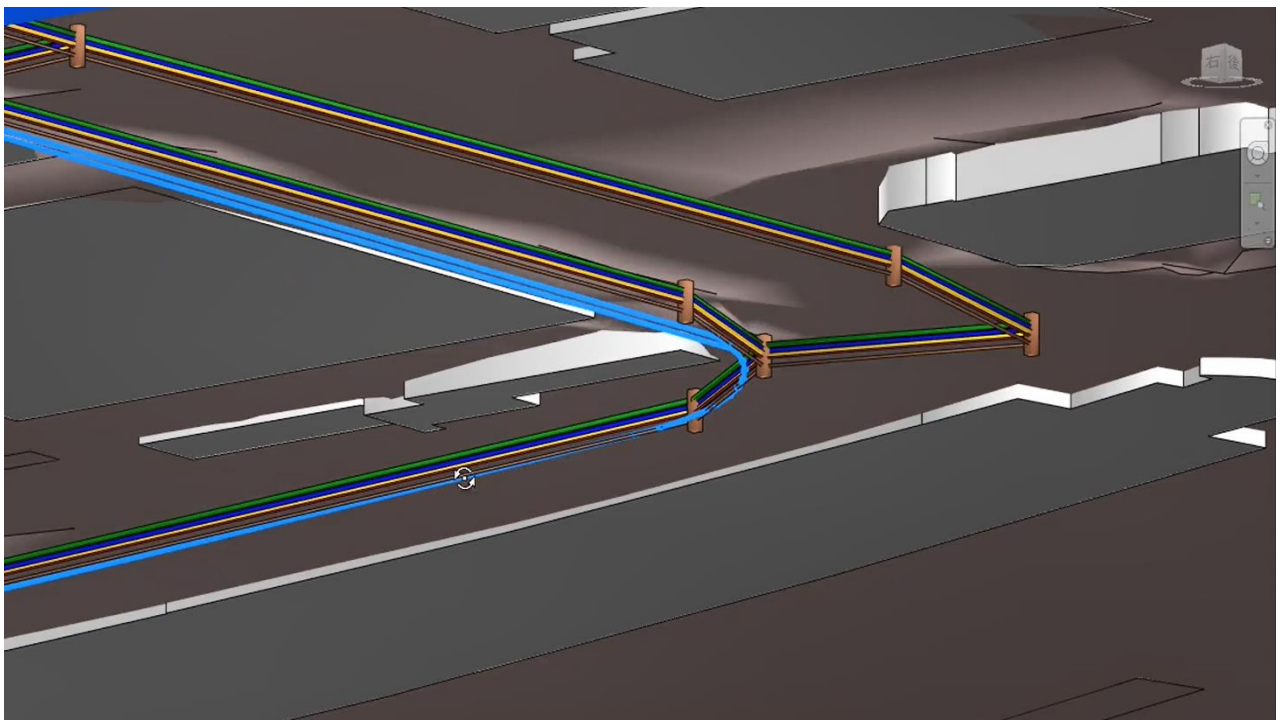
④-3 : Autodesk Revit 上で BIM データと地下埋設物モデルを重ね合わせ表示 (下方からの視点)



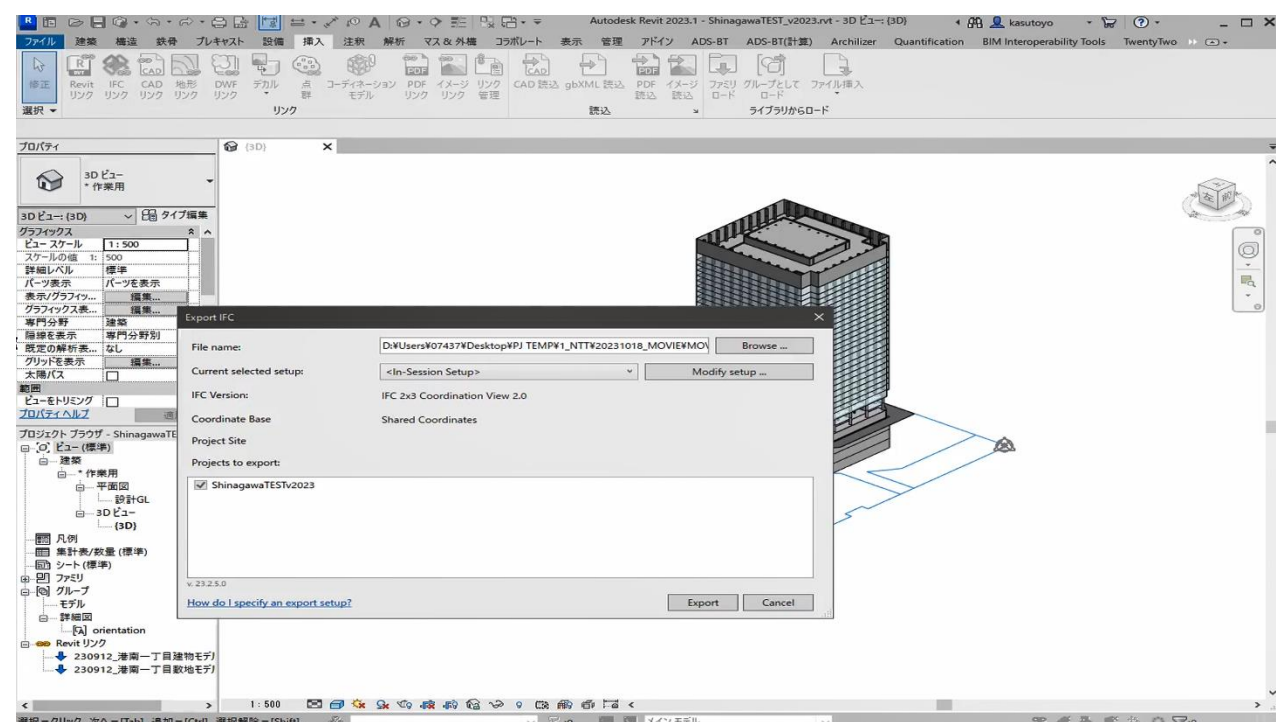
④-4 : Autodesk Revit 上で高精度 DEM データと重ね合わせ



④-5 : Autodesk Revit 上で地下埋設物モデルの拡大表示

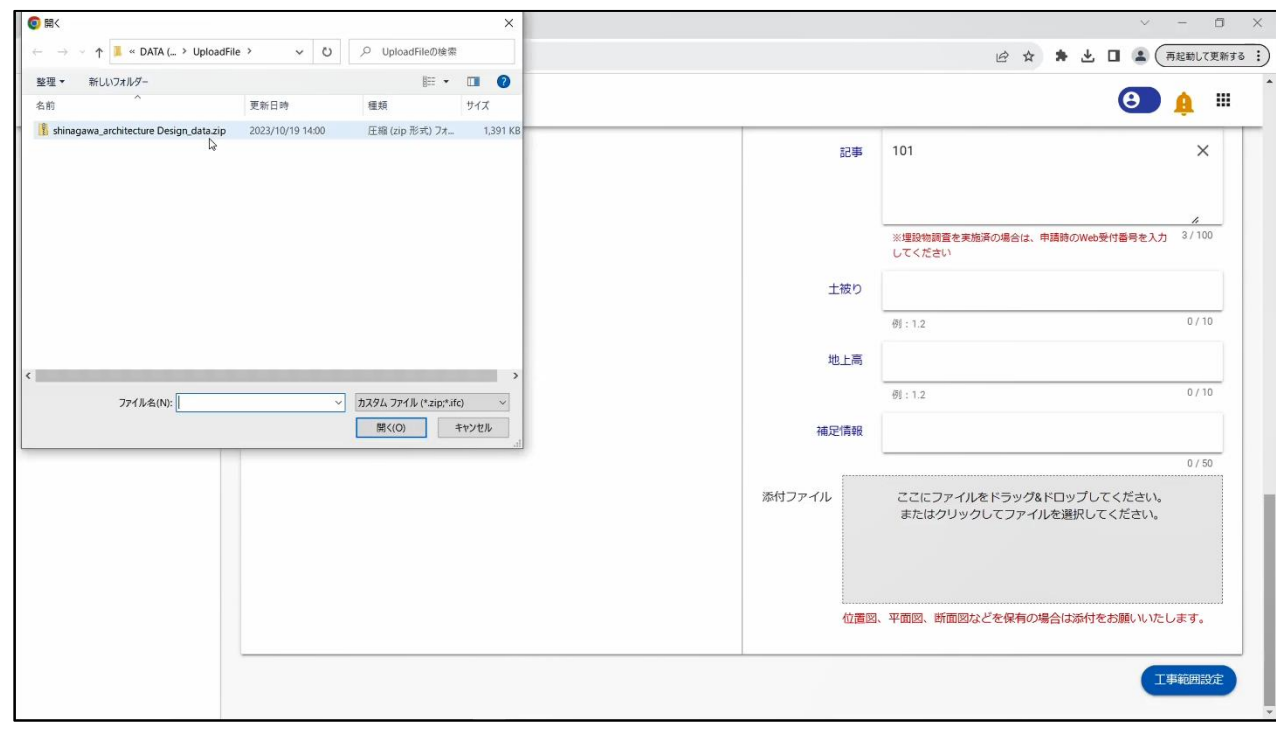


④-6：IFCZIP 形式に出力

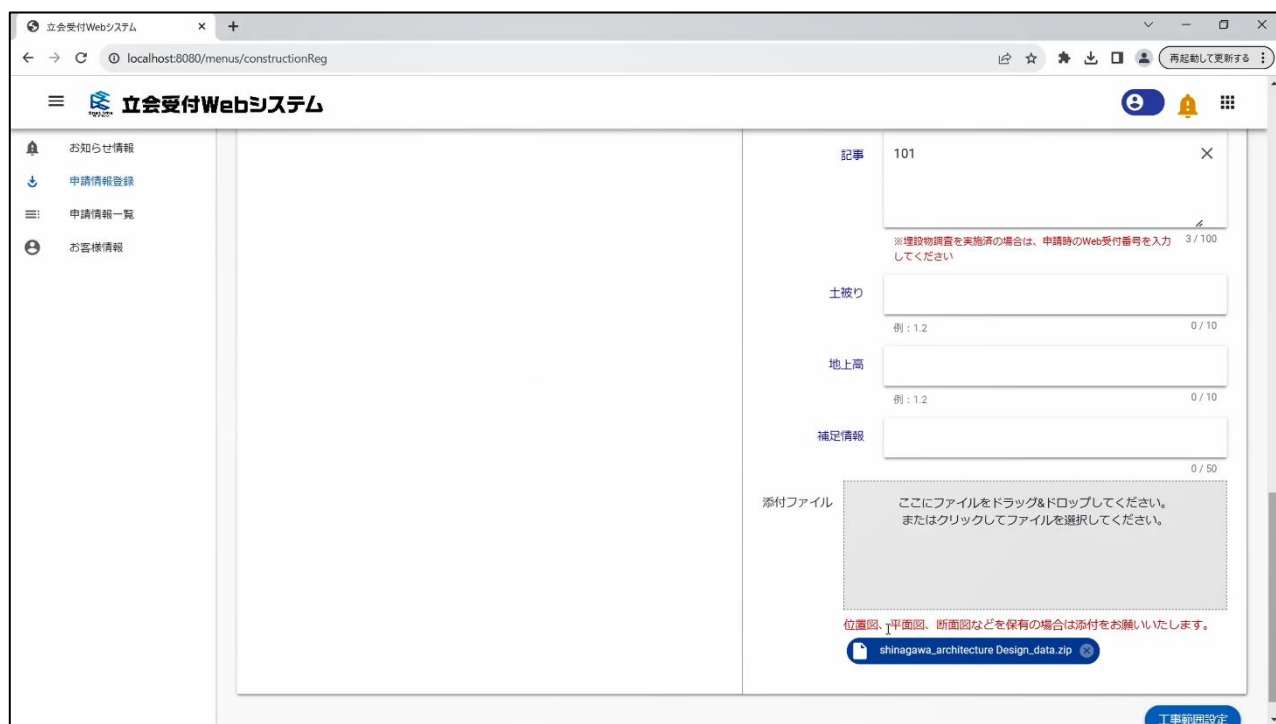


⑤：地下構造物の BIM データ（IFCZIP）を実証システムへアップロード

⑤-1：アップロードする BIM データを選択

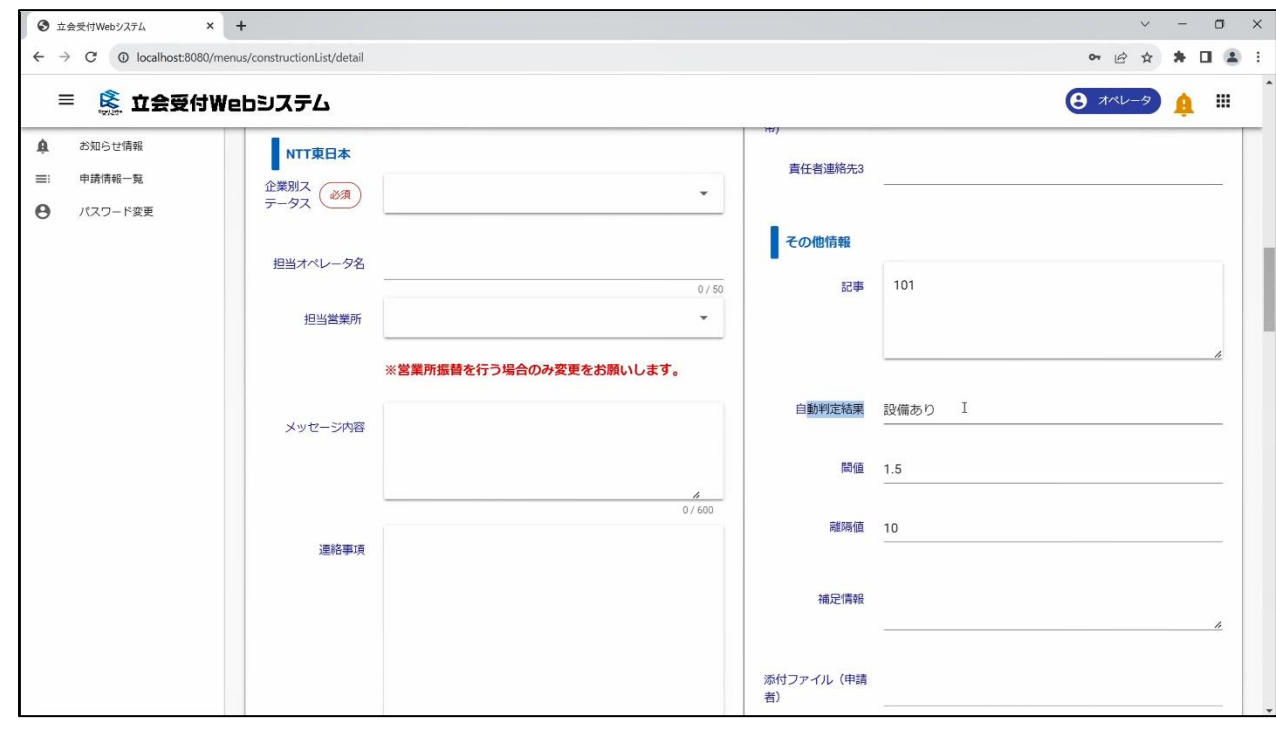


⑤-2：BIM データをアップロード



⑥：建設計画への影響確認

⑥-1：計画する地下構造物が既設の地下埋設物に及ぼす影響を確認（自動判定結果を確認）



⑥-2：計画する地下構造物と既設の地下埋設物の近接箇所を 3D 表示

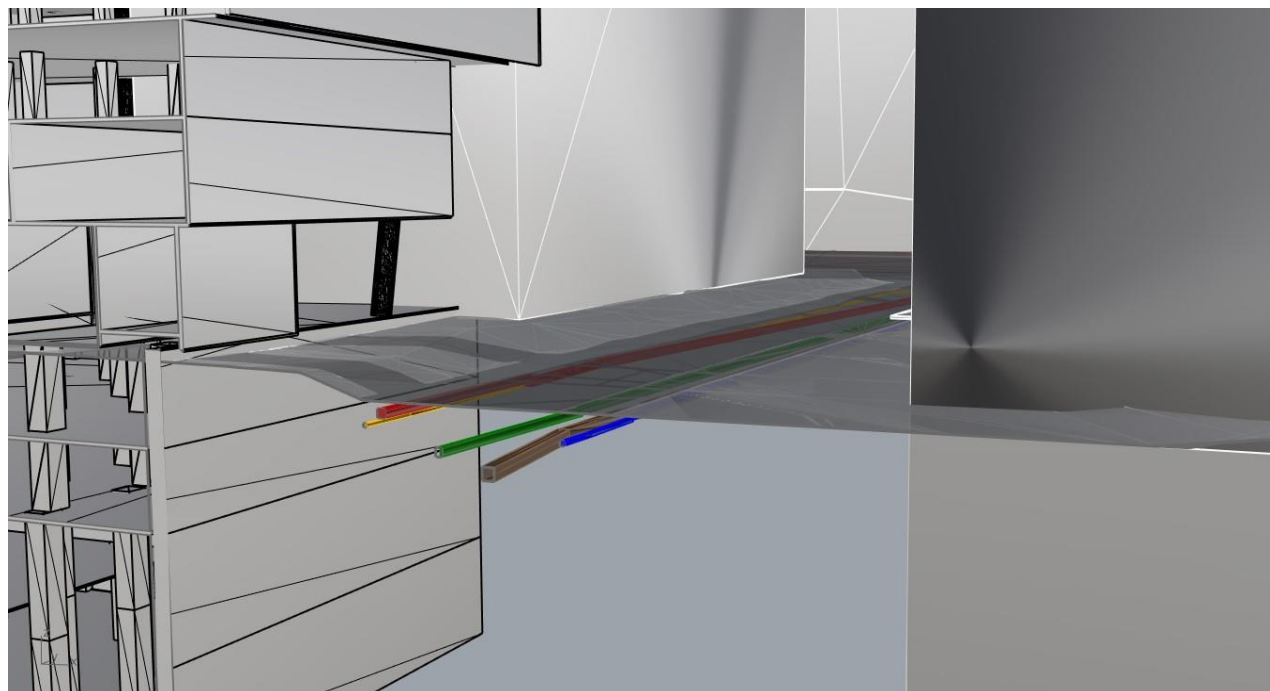


⑥-3：計画する地下構造物と既設の地下埋設物の離隔距離を確認

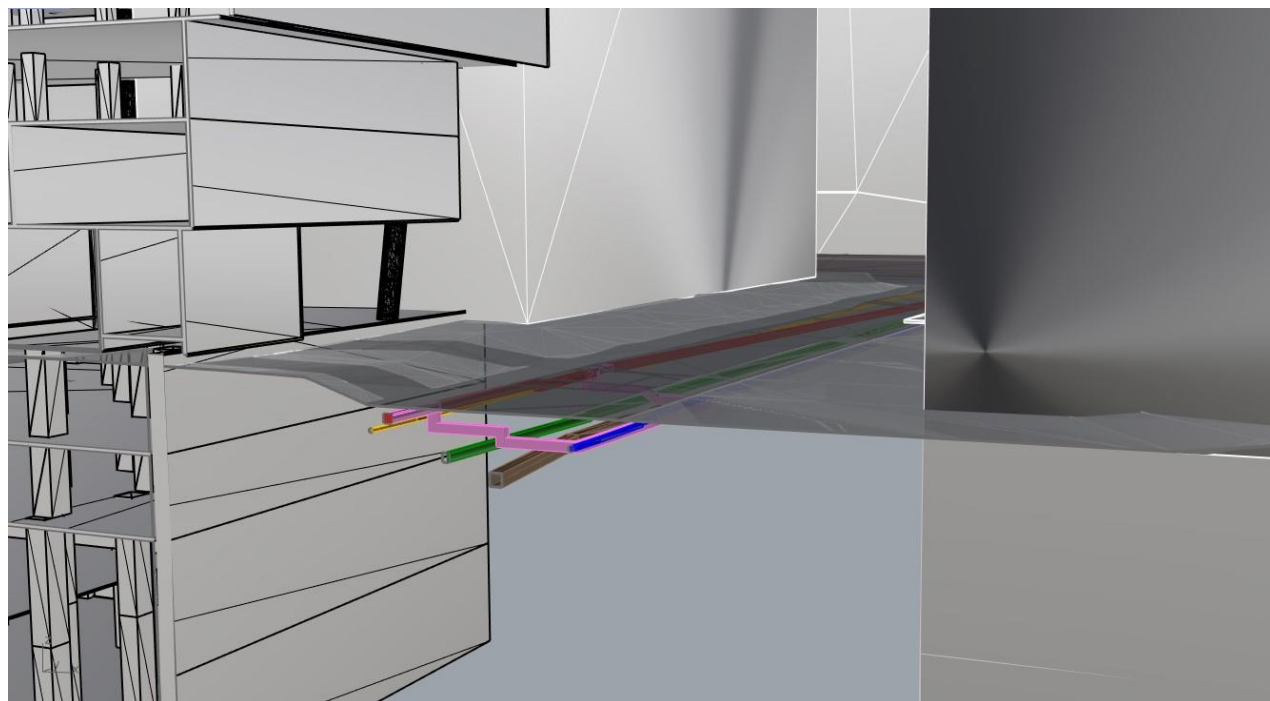


⑦：地下通路建設に伴う支障移転協議（シミュレーション）

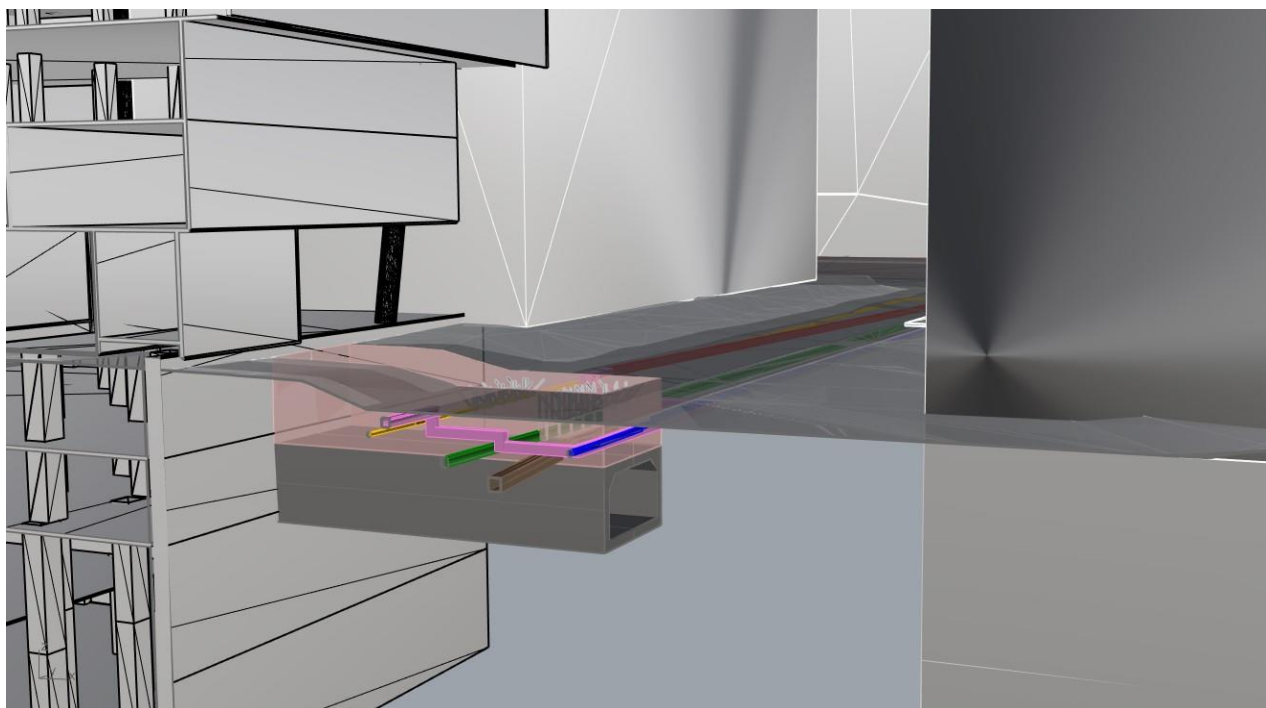
⑦-1：Rhinceros に地下埋設物モデルをインポート表示



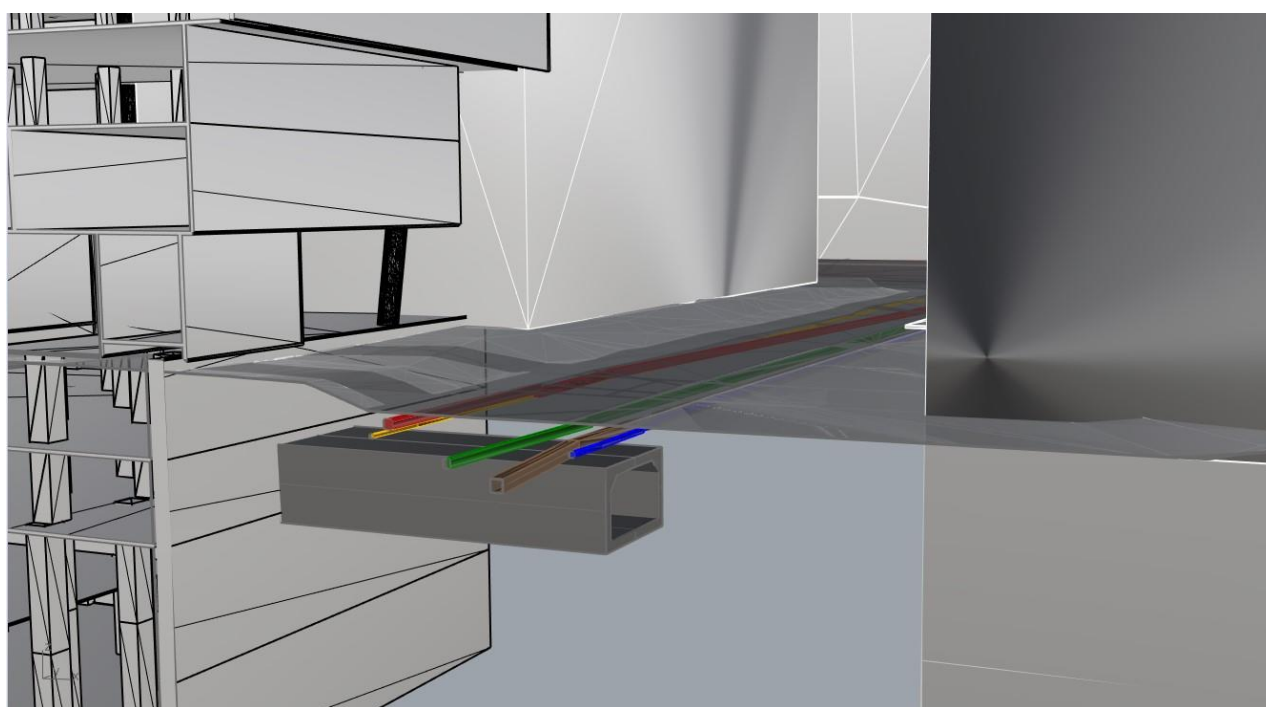
⑦-2：地下埋設管路の移設



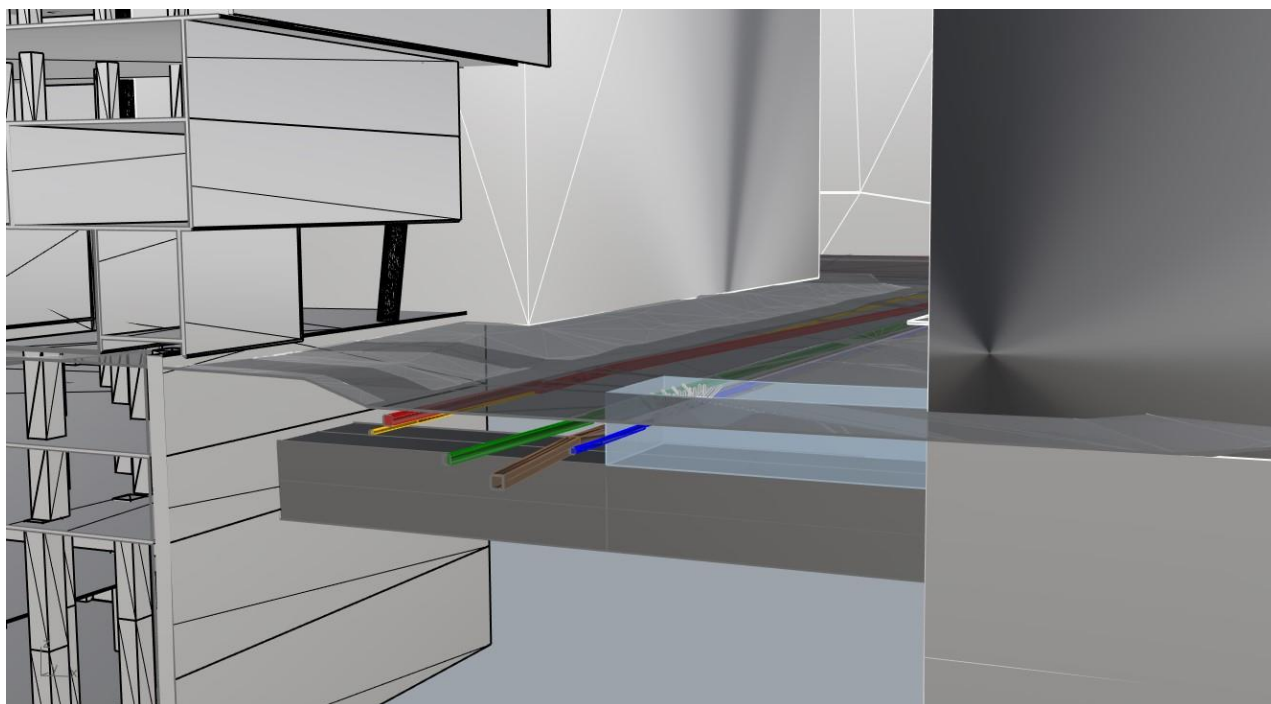
⑦-3：他の地下埋設物に干渉しないエリアまで掘削し、地下通路建設



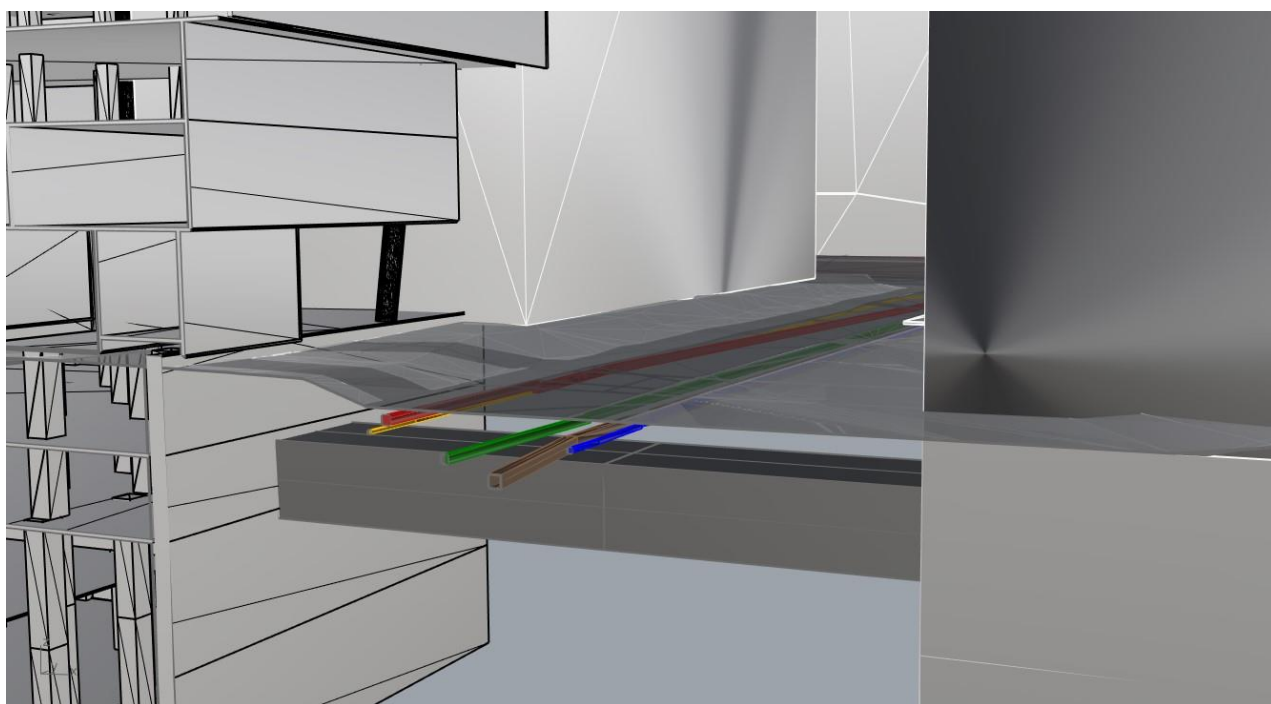
⑦-4：掘削範囲（先行区間）の埋め戻しを行い、地下埋設管路の現状復旧



⑦-5：残りのエリアを掘削し、地下通路を建設



⑦-6：掘削範囲（後行区間）の埋め戻しを行い、工事完了



5-4-5. 実証実験の様子

1) 事業構想段階における実証システムの有用性検証の実証実験の様様



図 5-1 実証実験内容の説明の様子



図 5-2 システムの操作体験・意見交換の様子

2) 建設設計段階における実証システムの有用性検証の実証実験の様様



図 5-3 実証実験内容の説明の様子



図 5-4 システムの操作体験・意見交換の様子

5-5. 検証結果

大手町・丸の内・有楽町エリア及び品川駅港南口エリアを対象に、都市再開発における建設計画の事業構想段階及び建設設計段階における関係者間の合意形成に向けたシステムの有用性検証のための実証実験を行った。実証実験にあたり、本事業で開発した実証システム上に、計画地下構造物と地下埋設物との正確な位置関係に関係者間で共有及び影響判定結果を確認するための環境を用意した。実証実験には、建設事業者、建設設計事業者及び地下埋設物事業者等の関係者に参加いただき、アンケート調査及び意見交換を実施した。

本実証を通じ、地下埋設物事業者が保有する設備情報の収集や統合に多大な労力が必要となる現状や2次元の説明による合意形成の難しさといった課題を、改めて確認することができた。

3D 都市モデル（地下埋設物モデル）及び建設設計支援システムの有用性検証の観点は、「地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能」、「影響判定機能」及び「関係者合意形成/協議支援機能（建設設計に関する協議の効果上昇具合）」の3つの機能を対象とし、実証実験の参加者の皆様に評価していただいた。いずれの機能についても、8割以上の肯定的な回答を得ることができ、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）及び建設設計システムの有用性を確認することができた。

特に、3D 都市モデルによる地下埋設物の位置関係の把握効果、地下埋設物の影響判定機能による地下構造物計画の検討精度の向上、関係者間の事前協議における合意形成に係る時間短縮の可能性を、この実証実験を通じて体感していただくことができた。

一方で、このシステムの有用性を確かなものにするためには、システムとしての機能だけでなく、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の網羅的な整備、地下通路、地下街及び地下鉄等のその他の地下構造物のデータ拡充の要望があった。加えて、土質情報、競合する工事情報や地下埋設物の更新計画などとの統合的な利用に対する期待感も聞かれた。

また、本実証で設定した業務フローを運用していくためには、秘匿性の高い地下埋設物の情報を各地下埋設物事業者等の関係者間や異なるシステム間での共用の在り方、それらのデータを持続的に維持・更新する仕組みの必要性についても指摘があった。

本実証は、地下埋設物調査及び埋設物事業者等の関係機関協議を有用性の検証の対象業務としたが、このユースケース以外にも、地上・地下部の3D 都市モデルを活用した発災時の帰宅困難者受入れ検討への活用や、地下の空き空間の活用検討などへの展開可能性についてもアイデアを頂いた。

参加者による意見交換の際に挙げられた主なコメントを、次に示す。

- 他の地下埋設物事業者との協議に時間がかかり、3D で地下空間を視認できるのは有用に思う。施工スペース確保の際に、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の確認によって、地下のスペースの活用可能性検討などできるとより発展性を感じる。ただし、秘匿性の高い情報であるため、その取扱いの取り決めが必要になると思う。3D 都市モデル（地下埋設物モデル）整備の労力については課題を感じる。

- 地下埋設管への問い合わせが多く、完全に正確でなくても、再開発事業者が確認するのに役立つと感じる。問い合わせ対応への労力が軽減されると意味がある。
- 地下埋設管だけでなく、地下構造物等も確認できると有用と感じる。地下埋設管の維持管理にすぐに使えそうに思え、都市の再開発の情報を合わせて統合できるとよいのではないかと。
- 地下構造物を守る立場として、開発事業の際の埋設照会や掘削時の立会コストの削減につながると思う。掘削時の利用だけでなく、洞道等の空き空間の共同利用検討にも使えると思う。見える化できるのであれば是非協力したい。
- 工事で通信線を破損してしまうと影響が大きくリスクが高いため、システム上での表現の工夫や情報量の更なる追加があるとよい。地下埋設管の更新をシステム側にどう反映していくのかは、今後整理が必要と感じた。
- 地下埋設物の情報収集に時間を要しており、その手間がなくなると非常にありがたい。また、計画に際してある程度の見通しを最初につけられると有用であると感じた。地下埋設物以外の地下道や地下街が漏れなく入力され、精度が高められることを今後期待する。
- 敷設年や更新時期等の属性情報があるとよいと感じた。現状の再現だけでなく、更新の計画もあるとよい。
- このシステムがスケールしていくとよい。地下の込み合った空間で、地下埋設物や地下構造物の離隔をどれだけ取れるかが重要である。秘匿情報でもあるものの、限定された関係者間での利用や他のシステムとデータを共有することを許容し、エリアならではの検討に活かす等の使い方ができるとよい。
- 地下埋設物の情報をシステムから簡易に取得でき、すぐに実装されることを期待する。3D 表示はコミュニケーションビューワとして有用である。地層や地下水位等の情報も追加されると、利活用の範囲がさらに広がる。地下埋設物等のインフラ情報の長期的な保全や維持管理にも有効ではないかと。
- 地下埋設物の資料収集し、それらを図化する手間がなくなるので有用である。二次元の移設計画を作成し各地下埋設物事業者の説明を行う現状に対し、Web 会議を利用して関係者が同じ 3D モデルを見ながら検討できるなど、活用の可能性を感じる。
- 埋設物調査と現地立会の工程をシステム化することによる効率化を図ることができる。図面の提供依頼があった場合、図面を探し出し影響範囲の確認を行うが、一つのプラットフォーム上で行うことができると大幅な時間短縮が期待できる。共通のプラットフォーム上で、予め危険な箇所が明らかになるので現地立会に有効に使えるのではないかと。
- 協議を受ける立場として、視覚的に計画等を示してもらえるのはよい。ただし、地下埋設物の情報が最新になっているのか、正確な位置に埋設管があるかなどデータの信頼性が気になる。システムに試掘結果がすぐに反映されたり、山留との離隔が分かたりするなど、施工ステップに合わせて逐次情報が更新されると協議する立場としてはありがたい。
- 3D モデルの有効性としては可視化し、共通認識を持つことができる点が重要。協議の上では、仮設構造物との離隔や杭の計測等、自由に計測できる機能が拡充されると設計会社とのやり取りが省略できるのではと感じた。
- 地下埋設物事業者としては協議を受ける立場であり、一方で管路新設など発注者側の立場でもあるので、このようなシステムがあるとよい。三次元で視覚的に確認できるとノウハウが必要となる検

討のハードルが下がると思われる。埋設物の照会において、地域性のある申請など重ね合わせて見られたり、必要な申請書類にそのまま使えたりすると業務の効率化に役立つと思われる。

建設設計の既存の業務フローと、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）及び実証システムを用いた業務フローの所要時間を比較した結果は、表 5-9 のとおりとなった。

表 5-9 実証システム使用による建設設計の業務フローの時間短縮効果

業務フロー	既存フロー（2D 図面での検討）		実証システムフロー（3D での検討）	
	所要時間	備考	所要時間	備考
地下埋設物資料収集	20 時間 (2.5 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物情報の収集 1 社当たり 0.5 日と想定 (0.5 日/社×5 社 = 2.5 日) ※埋設物情報：水道、下水道、電気、ガス、通信	0.5 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証システム立上げ ● 計画情報入力・申請 ● 3D モデル閲覧 ● ダウンロード
地下埋設物平面図・断面図作成	32 時間 (4.0 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物図の重ねせ平面図（敷地周辺道路）・断面図（代表 2 断面）作成 ● 各社体裁の異なる図面の読み取り、位置合わせの作業 	1.5 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● ダウンロードとしたデータを BIM アプリケーションへのインポート、編集
埋設物事業者確認 (地下埋設物重ね図)	28 時間 (3.5 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 協議 1 社あたり 0.5 日と想定 = 2.5 日 ● 1 社から修正指示を受けたことを想定し、修正作業 + 再協議 = 1.0 日 	1 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設物事業者にメールで通知 ● 申請範囲の地下埋設物を確認
地下構造物計画平面図・断面図作成	8 時間 (1.0 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下通路を想定 ● 作図のみ。形状・配置の検討は含まない ● 地下埋設物の図面に追記 	16 時間 (2.0 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下通路を想定 ● BIM ソフトでの作図のみ。形状・配置の検討は含まない ● 地下埋設物がインポートされた図面に追記
地下埋設物との近接度合いの確認	2 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画地下構造物の影響範囲にかかる地下埋設物の確認、最小離隔の確認 ● 平面図・断面図で影響範囲の確認 + 最小離隔の読み取り 	1 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM ソフト上で、計画地下構造物の影響範囲にかかる地下埋設物の確認、最小離隔の確認

業務フロー	既存フロー（2D 図面での検討）		実証システムフロー（3D での検討）	
	所要時間	備考	所要時間	備考
計画修正	3 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 近接度合い確認の結果、地下埋設物との離隔を取るために地下通路位置をスライドする変更を 1 回実施したことを想定 ● 2D 図面（平面図・断面図）で修正 	1 時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 近接度合い確認の結果、地下埋設物との離隔を取るために地下通路位置をスライドする変更を 1 回実施したことを想定 ● BIM ソフトで 3 D モデルを修正
合計時間	93 時間（11.5 日）		21 時間（2.5 日）	
時間短縮効果	約 78%			

5-5-1. 事業構想段階における実証システムの有用性検証結果

- 1) 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能

Q1 ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か

参加事業者のうち、80%以上（5/6 事業者）が「良い」か「やや良い」と回答しており、地下構造物計画における 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の有効性及び期待値の高さがわかる。

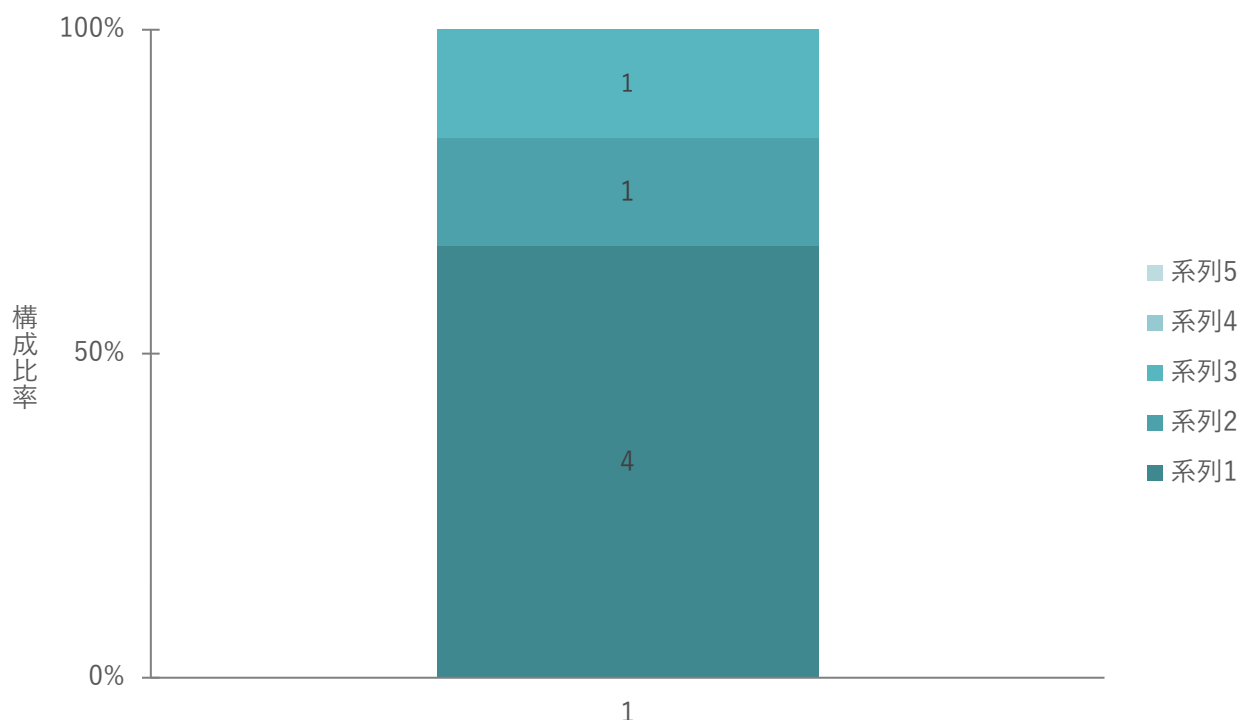


図 5-5 ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か

定性評価では、実務の視点から今後の機能追加に関する要望が挙げられた。

表 5-10 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の地下構造物計画での活用に好意的である。	● 実証デモンストレーションのような事例は有効と感じた
2	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の有効性を現段階では判断できない事業者もいる。	● 老朽化情報（更新情報）を付加し、地下構造物を避けて計画すべきか、あるいは新規の計画とすべきか、シミュレーションできるとよい ● 地下道と地下鉄のデータがあるとよい

Q2 3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなったか

参加事業者のうち、80%以上（5/6 事業者）が「良い」か「やや良い」と回答しており、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を使うことで、地下埋設物の位置関係を効果的に把握できることがわかる。

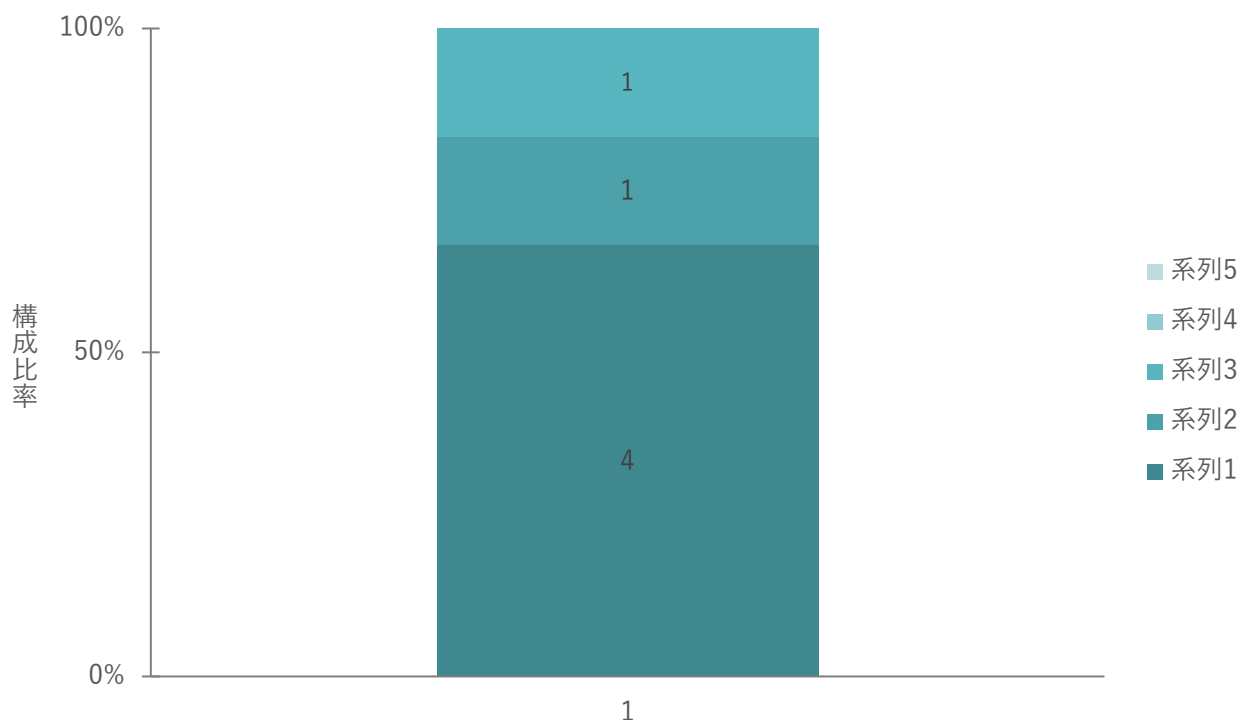


図 5-6 3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなったか

定性評価では、好意的な意見が挙げられた一方、建築物と地下埋設物の位置関係の信頼性に対する意見があった。

表 5-11 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）によって地下構造物の位置関係の把握を効果的に行える。	● 三次元的に視認でき、非常にわかりやすい
2	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置の正確さに課題感を持つ事業者もいる。	● 平面方向は把握できる反面、鉛直方向は建物とインフラ（共同溝など）との沈み方に差があり、正確な把握は難しいと感じる

● 2) 影響判定機能

Q3 地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か

参加事業者のうち、80%以上（5/6 事業者）が「良い」か「やや良い」と回答しており、実証システムの影響判定機能が地下構造物計画の際に効果的に利用できることを確認できる。

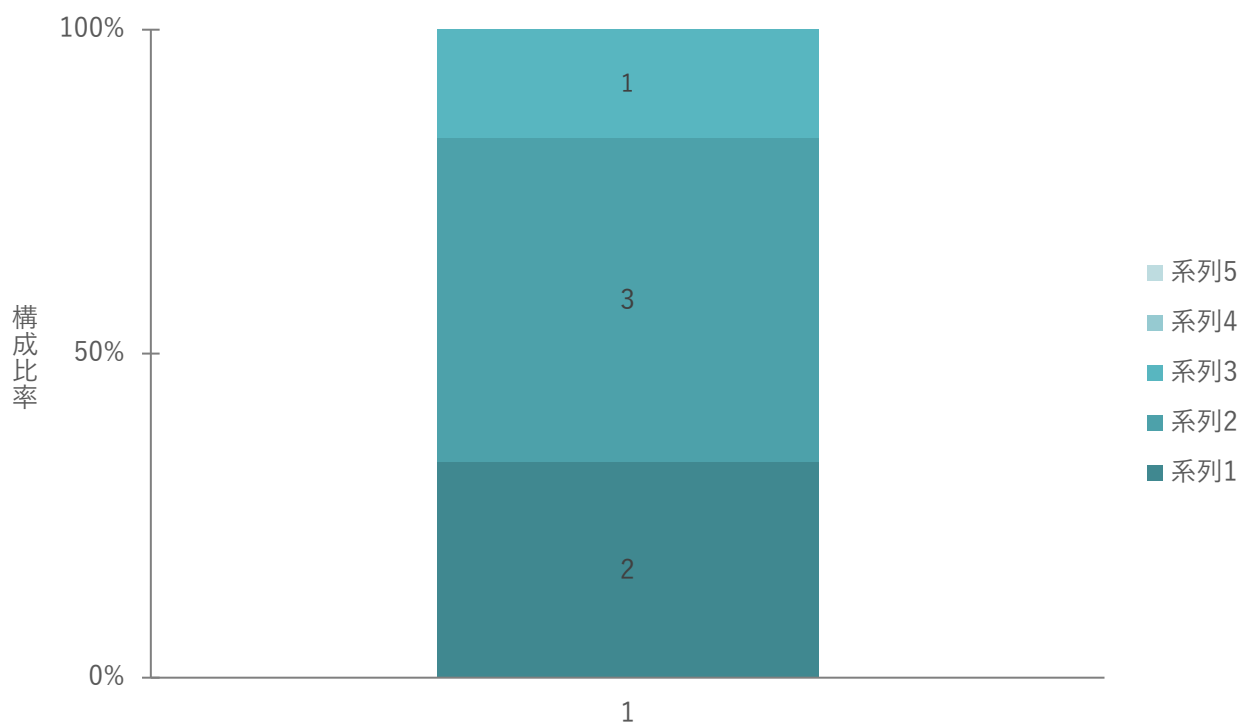


図 5-7 地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か

定性評価では、図 5-7 の定量結果が示すとおり「やや良い」が最も多い回答となっており、条件付きでの好意的な意見が見られた。

表 5-12 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	条件付きも含め、実証システムの影響判定機能に好意的な評価が多い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 詳細確認が必要だが、事前協議、検討には役立つと思う ● 機能そのものは有効とを感じるが、全ての構造物が取り込まれているわけではないので、この機能だけでは完結しない ● 新規、更新又は既存利用のどれを選択すればよいか見えず、費用等のコミットまでできないかもしれない

- 3) 関係者協議合意形成支援機能（建設設計に関する協議の効果上昇具合）

Q4 地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか

全ての事業者が「良い」か「やや良い」と回答しており、実証システムが、事業構想段階における地下埋設物計画の検討精度向上に資することを確認できる。

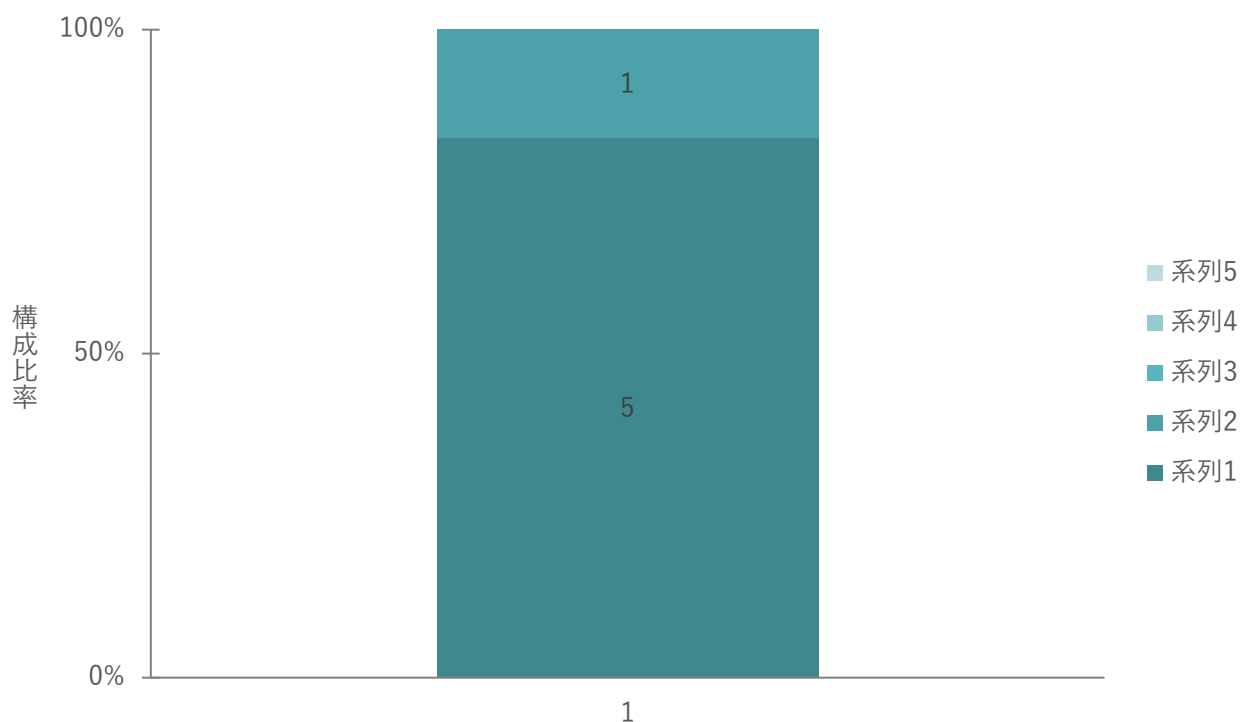


図 5-8 地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか

本検証項目に対する定性評価（アンケートの自由記入欄のコメント）はなかった。

Q5 関係者（社内/社外）の合意形成に寄与すると思うか

参加事業者のうち、80%以上（5/6 事業者）が「良い」と回答しており、実証システムが関係者間（社内/社外）での建設設計に関する合意形成に寄与することを確認できる。

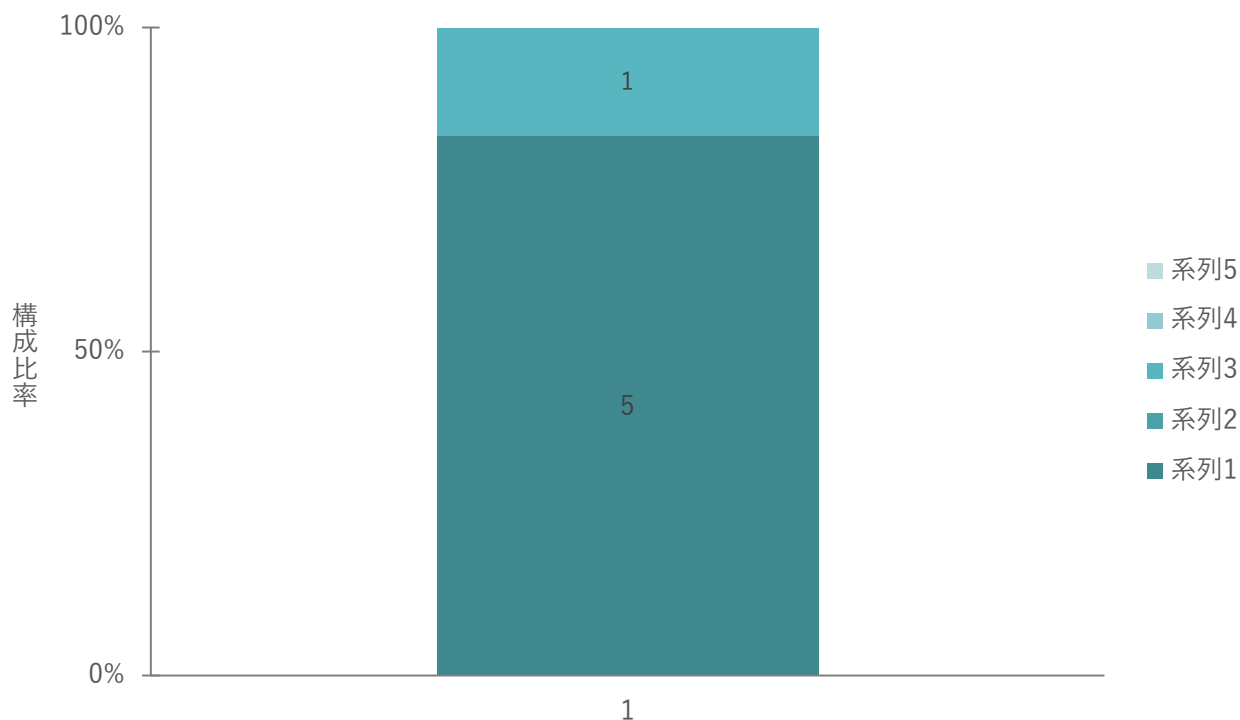


図 5-9 関係者（社内/社外）の合意形成に寄与すると思うか

定性評価でも肯定的な意見が見られたが、効果を十分に実感いただけなかった事業者もいた。

表 5-13 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	関係者間の合意形成の場面での実証システムの活用に肯定的な意見が多い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物事業者への問い合わせを削減できるのではないか ● 3D で直観的な操作で確認できる
2	実用性に対する課題を持つ事業者もいる	<ul style="list-style-type: none"> ● メリットが見えるとよい

Q6 本システムは地下空間の空き状況を見つけ出すのに有効か

参加事業者のうち、60%以上（4/6 事業者）が「良い」又は「やや良い」との回答であり、期待感も含めた肯定的な意見が多かったが、一方で「やや悪い」の評価を 1 事業者からいただいております。地下空間の空き状況を見つけ出すという用途での活用に向けては、さらなる改良等の必要性を確認できました。

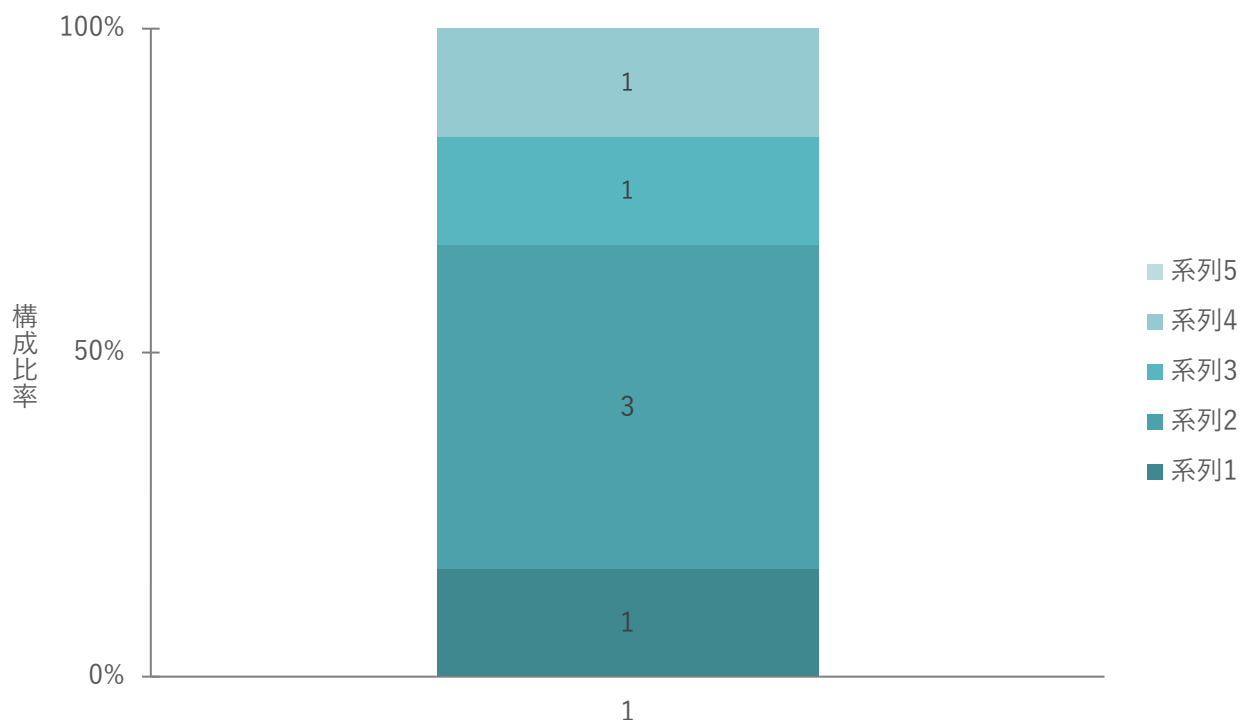


図 5-10 本システムは地下空間の空き状況を見つけ出すのに有効か

定性評価では、実証システムに対する今後の課題や改良点などのコメントが見られた。

表 5-14 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	「良い」の評価は 1 事業者であり、地下空間の空き状況を見つけ出す、という用途にこの実証システムを適用するにはデータの拡充と信頼性の向上が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 実際の地下埋設物の位置を正しく表示しているのか、精度面の向上が今後の課題と思う ● まだデータ不足感あり ● もう少し情報のインプットが必要 ● 構造物情報を全て取り込まれていると見やすい

● 4) システムの価値・発展性

以降の Q7 から Q9 の検証項目については、アンケートの各設問に自由記述欄のみを設け、各事業者のご意見のみをいただいた。

Q7 本システムはどのような構造物で有効と考えるか

表 5-15 自由意見

No.	自由意見（本システムはどのような構造物で有効と考えるか）
1	● 埋設物（管路）の移設や構築（ルート検討）等
2	● 熱源設備導入検討
3	● 新しいインフラ導入
4	● 埋設物の切り回し
5	● 熱供給配管、埋設物移設

Q8 本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか

表 5-16 自由意見

No.	自由意見（本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか）
1	● 現状把握
2	● インフラ埋設物が複雑になっている地域

Q9 要望する機能や本システムの改善点はあるか

表 5-17 自由意見

No.	自由意見（要望する機能や本システムの改善点はあるか）
1	● 電力、ガスの高圧、中圧などの種類も視覚的にわかる機能
2	● セキュリティの面と情報整理の上、有効活用できるような権限を設定する機能
3	● 通信線は目立つようにするとよい
4	● 地下通路、地下鉄の情報

5-5-2. 建設設計段階における実証システムの有用性検証

1) 地下埋設物 3D 表示・計測機能及びデータダウンロード機能

Q1 ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か

参加者のうち、90%以上 (21/23) が「良い」か「やや良い」と回答しており、地下構造物計画における 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) の有効性及び期待値の高さがわかる。

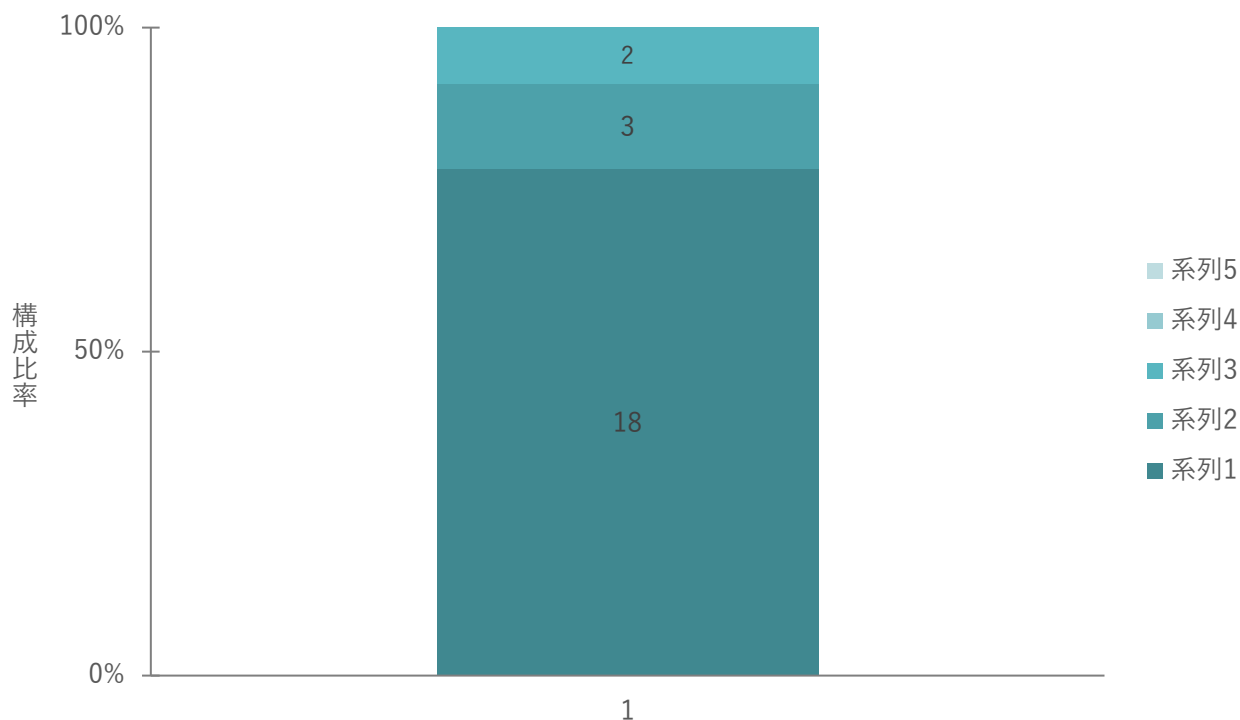


図 5-11 ダウンロードしたデータは、地下構造物計画に有効か

表 5-18 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）により地下空間の把握への有効性の評価が高い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 誰が見てもわかりやすい、理解できるのがよかった ● 3D で埋設物の位置関係が視認できるのはかなり有効と考える ● 2D では可視化できなかったものを確認できるので有効に感じた
2	実証システムによって地下埋設物情報を共有する仕組みに対する評価も高い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 通常 2 週間近く要していた埋設物インフラ情報に、2 時間程度でアクセスできることは、建築計画上、非常に有効性が高いと感じた ● コミュニケーションビューであることを変更せずに、ツール開発してほしい ● 構造物との離隔を考える場合等に非常に有効と思われる ● 各社の図面を重ねてからの確認より素早く確認でき、計画の推進（検討）スピードの向上に寄与する ● 各企業の埋設情報を集めたり、整理をする手間がなくなる点は非常に有効だと思われる
3	地下埋設物情報の管理方法や信頼性に課題感をもつ参加者もいる。	<ul style="list-style-type: none"> ● とても有効であるものの、ダウンロードした地下埋設 3D モデルの情報管理リスクを鑑みると、場合によっては、ダウンロード不可として、設計側の 3D モデルをアップロードして Web で確認だけとするのもよいのではと感じた ● 前提条件として、精緻なデータが入っている必要があり、このデータ整備が課題 ● 情報が最新のものなのか等の課題はある

Q2 3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなるか

参加者のうち、80%以上が「良い」と回答し、残りの参加者の評価も「やや良い」であり、参加者全員に 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）及び実証システムの効果をご理解いただけた。

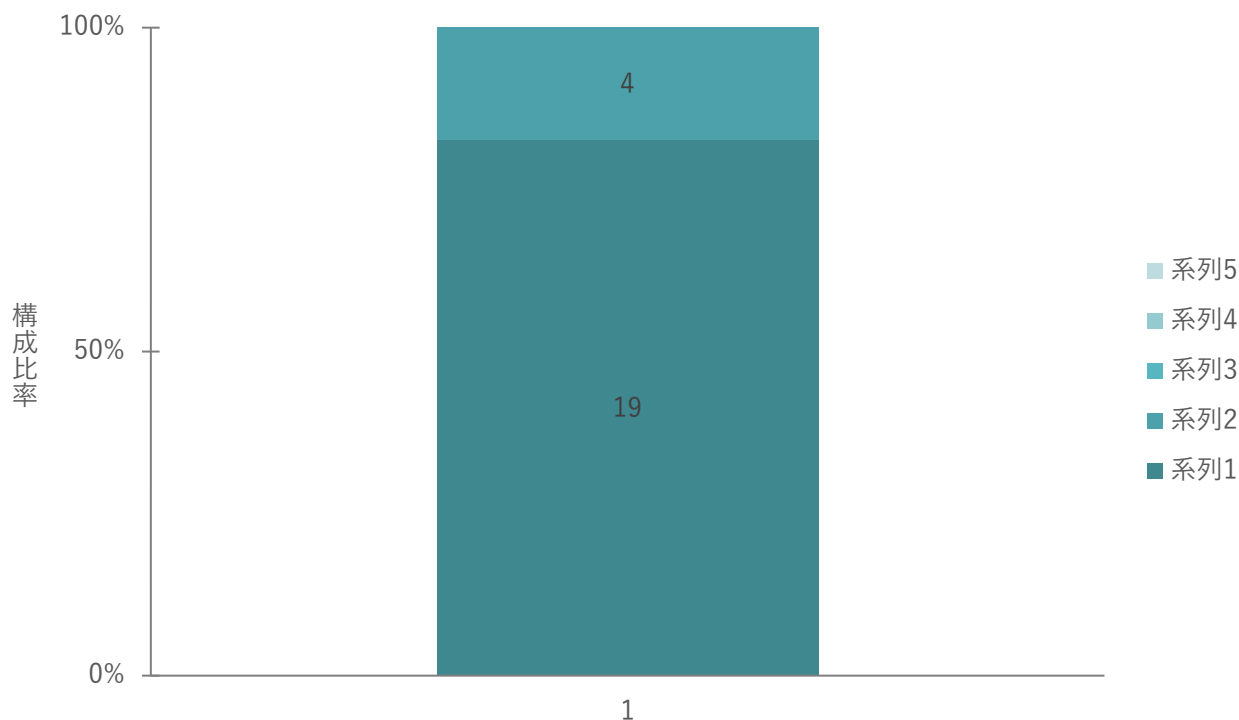


図 5-12 3D モデルにすることで地下埋設物の位置関係は把握しやすくなるか

表 5-19 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	地下埋設物を 3D モデル化することの意義・効果の高さは参加者共通の認識である。	<ul style="list-style-type: none"> ● 実際にツールを操作してみて非常に操作性が高く、位置関係の把握が容易であると感じた ● 分かりやすいので合意形成に有効と感じる ● 全方位から見られるので把握し易いと思う ● 今まで、平面図・断面図とにらめっこして位置関係を確認していたのが、3D だと直感的にわかるので非常に便利 ● 建築予定の構造物との影響範囲との離隔も含め、位置関係の把握ができて良かった ● 平面図や縦断図が不要となるため、位置関係を把握しやすい ● 計画図面であれば十分なレベル ● 現行の断面図では作成した箇所ではしか確認できないが、計画箇所の縦断がほぼ全て確認できるため、非常にわかりやすかった

2) 影響判定機能

Q3 地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か

参加者のうち、約 70% (16/23) が「良い」又は「やや良い」との回答であったが、一方で約 10% (3/23) が「やや悪い」又は「悪い」との回答もあった。自由記入のコメントにおいても機能面の拡充や運用面の課題感等の意見があった。

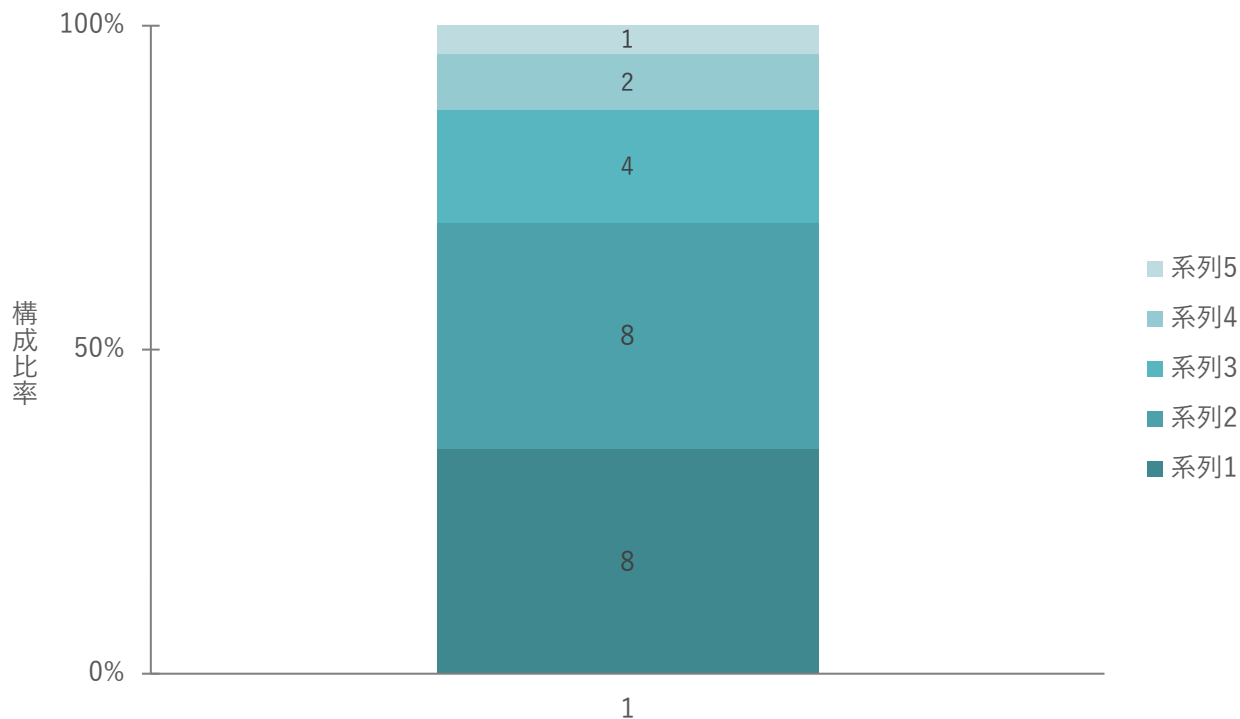


図 5-13 地下埋設物影響判定機能は地下構造物計画に有効か

表 5-20 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	地下埋設物影響判定機能の地下構造物計画への有効性に対しては肯定的である。	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動的に影響判定がされるスピード感はよいと感じた
2	データ及び機能の拡充に関する要望の意見がある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 掘削による土圧減による影響なども見られるとよいかもしれない ● 埋設深さにより影響範囲内・外が変わるため、土被りの正確なデータは必要と思う ● 土質によって影響範囲が異なるため、土質情報も入れてほしい ● 仮設構造物との影響判定も埋設事業者は重要と認識しているので、機能拡充を検討いただきたい ● 影響範囲内、外が可視化されるとよい ● 影響範囲内の構造物が色付けされたり、延長が表示されたりするとよい
3	影響判定機能の実用性を高めるためには、さらに考慮すべき条件等がある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋設企業により影響判定の基準が異なると思うので、その点をどう考慮するのか検討が必要だと思う ● 工事内容や工法によって影響範囲は変わってくるので、全てにおいて有効とは言えないものの、目安としての判断材料にはなる

3) 協議支援機能について（建設設計に関する協議の効果上昇具合）

Q4 地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか

参加者のうち 85%以上（20/23）が「良い」か「やや良い」と回答しており、建設設計段階の地下構造物計画の検討精度向上に有効であり、その期待値の高さがわかる。ただし、実証システム上で見ることができる地下埋設物モデルが最新の状態であることが前提であり、この点に関する指摘も自由記入のコメントに見られた。

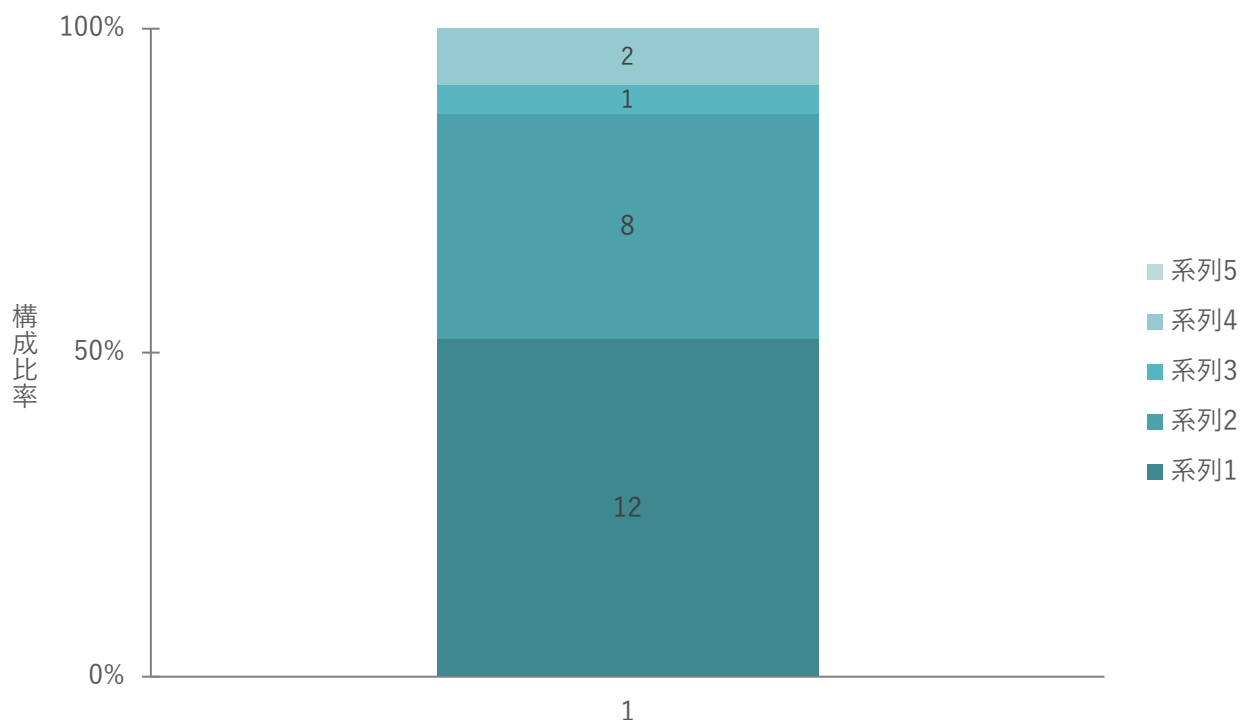


図 5-14 地下構造物計画の検討精度の向上は期待できるか

表 5-21 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	実証システムの協議支援機能は、建設設計段階の地下構造物計画の検討精度向上に寄与できる。	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D により関係者全員が把握しやすいことにより、検討の効率化、品質向上に寄与すると感じた ● 初期検討の精度は上がると思う ● 2D よりもわかりやすいため、習熟度の浅い職員でも理解しやすく、精度は上がると思う ● 見落としが減ると思う
2	地下埋設物モデルの品質、信頼性を確保することが重要である。	<ul style="list-style-type: none"> ● データの精度（最新情報なのか？）等は課題 ● データの信頼性、精度がどの程度であるかが気になる ● データが最新であるかどうかは各社に聞かないとわからない
3	地下構造物計画の検討精度のさらなる向上のための機能拡充要望もある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 実務では試掘をしないと確定できないため、その反映がすぐにできるとよい

Q5 移設・計画案の検討に 3D モデルは有効か

参加者のうち 90%以上 (21/23) が「良い」か「やや良い」と回答しており、建設設計の場面における地下埋設物の移設・計画案の検討における有効性及びその期待値の高さがわかる。

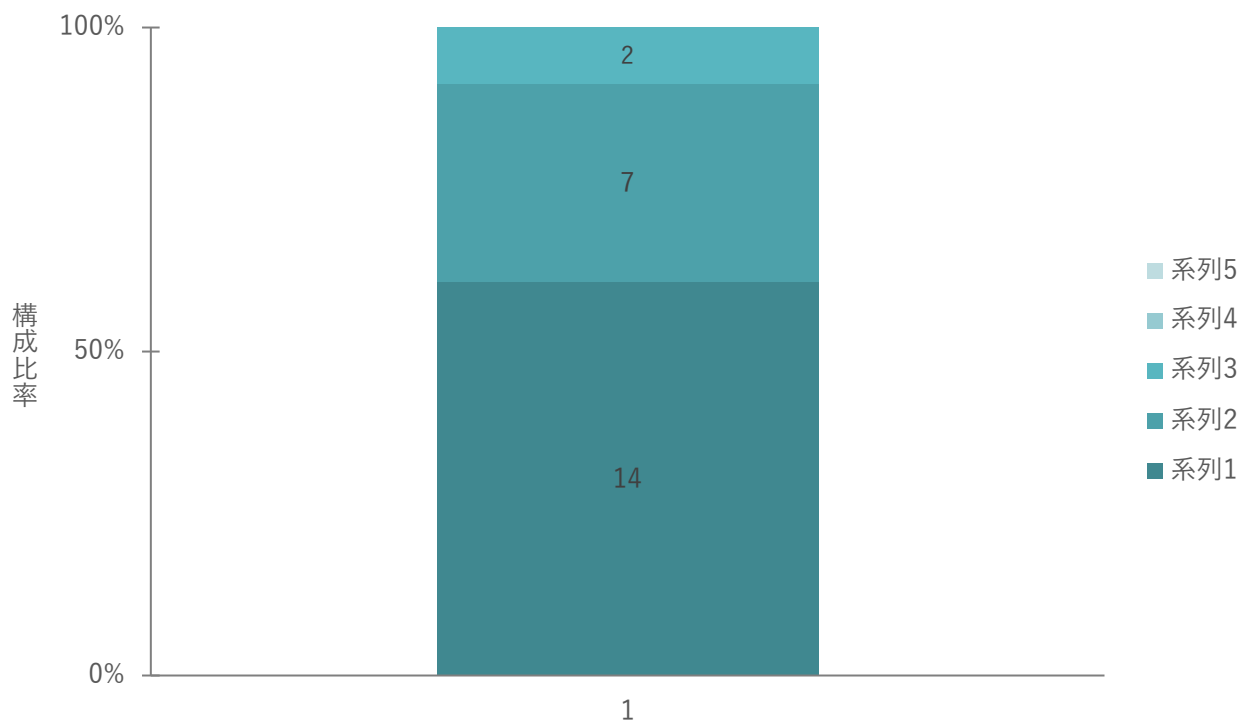


図 5-15 移設・計画案の検討に 3D モデルは有効か

表 5-22 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	実証システムの協議支援機能は、建設設計段階における地下埋設物の移設・計画案の検討に有効である。	<ul style="list-style-type: none"> ● 複雑なインフラが広範囲で把握できるので、移設計画等の検討が非常にやりやすくなると思う ● 埋設物との干渉を避ける計画を立案するときに有効と思う ● 地下埋設物事業者と建設設計者/建設事業者間でビジュアル的に施工方法を確認できるので、認識の齟齬が発生しにくい ● 位置関係の視認により、より移設のイメージが付きやすい ● 移設線形が全体感で可視化されるため、施工可否判断がしやすいと感じた
2	実用性の向上に向けた機能の拡充要望もある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 山留等の仮設構造物も重要なので、工事中の状況も加える必要がある

Q6 地下構造物計画案変更等の手戻り作業が起これにくい効果はあるか

参加者の否定的な評価は少なかったものの、「良い」又は「やや良い」の評価は約 60% (14/23) に留まった。「どちらでもない」の評価が約 35% (8/23) となっており、地下構造物計画案変更等の手戻り作業の抑制に向けては、さらなる地下埋設物モデル及び機能の拡充が期待されている。

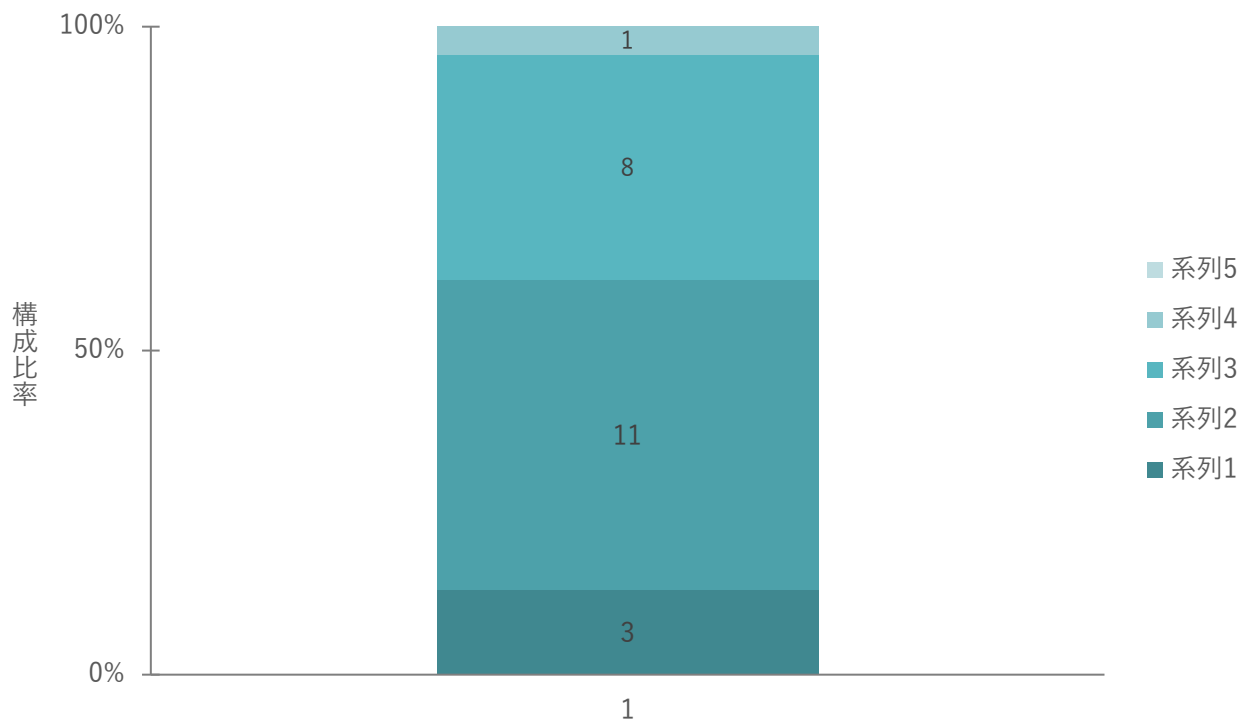


図 5-16 地下構造物計画案変更等の手戻り作業が起これにくい効果はあるか

表 5-23 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	3D で検討することによる効果の共通認識はある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 修正内容を各社共通で確認できる点で有効に感じた ● 2D より計画イメージがしやすいため、資料不足による手戻りはなくなるのではと感じた
2	地下埋設物モデルの拡充、精度等のモデルの信頼性の確保が今後の課題となる。	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下鉄等、現システムでは干渉の検討のできない 3D モデルがあり、検討が不十分となる可能性がある ● 実際に掘削したところ、図面と埋設位置の差異があったり、不明構造物が確認されたりという話があるので、随時、変更は生じると思われる ● 埋設情報が確認できるだけで、計画案の作成、手直しの工程がなくなるわけではない ● 本システムへの依存度が高くなると思われるので、地下埋設物モデルの精度が低いと逆に手戻りが増えるリスクは考えられる ● 変更要望等の反映をシステム上で行えるようになれば、手戻りはなくなると思う

4) 協議支援機能について（地下埋設物事業者の業務フロー改善）

Q7 3D モデルを用いた埋設物移設協議資料は理解しやすかったか

参加者のうち 85%以上（20/23）が「良い」か「やや良い」と回答しており、3D の地下埋設物モデルを用いた埋設物移設協議資料が、地下埋設物事業者等の関係者にとってわかりやすいことを確認できる。

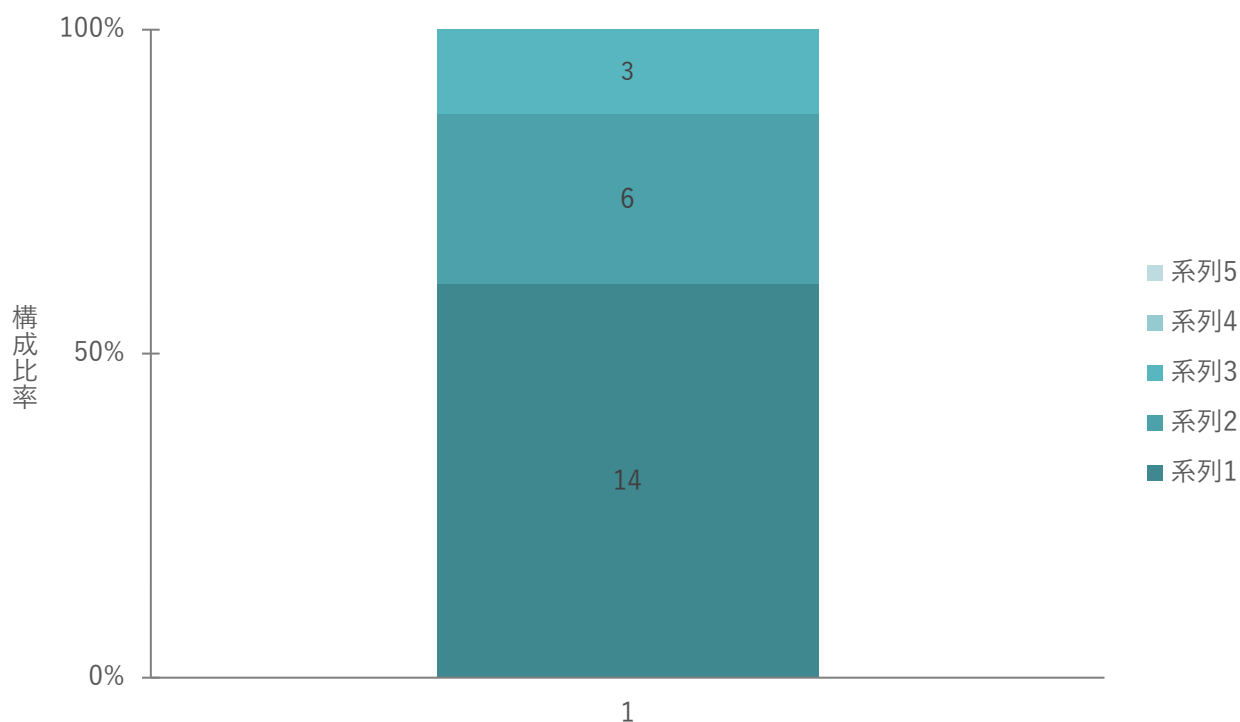


図 5-17 3D モデルを用いた埋設物移設協議資料は理解しやすかったか

表 5-24 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	3D の地下埋設物モデルを使用した埋設物移設資料の有効性に対しては肯定的な評価が多い。	<ul style="list-style-type: none"> ● 今までの申請から確認を行っていたフローに対して、事前に申請が行われそうなエリアの 3D モデルの精度を上げておくなど、地下埋設側の業務ピークの平準化にも寄与するのではないか ● 一種のコミュニケーションツールとなって同じ認識を共有できてよい ● 施工のステップ毎に施工内容をビジュアル的に確認でき、専門性を下げられる
2	3D の地下埋設物モデル以外の検討要素があるとの指摘もある。	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D モデルは視覚的にわかりやすいが、この情報だけでは協議資料にならないので、何ともいえない ● 提案された移設線を要望に沿った内容に反映でき、離隔などがわかれば移設協議として活用できると感じた

Q8 関係者（社内/社外）の合意形成に寄与するか

参加者のうち 80%以上（19/23）が「良い」か「やや良い」と回答しており、実証システムの協議支援機能が地下埋設物事業者等の社内/社外の関係者間の合意形成に寄与するとの肯定的な意見であり、期待の高さを確認できる。一方で、ここでも 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の品質及び信頼性が確保されていることが前提となるとの指摘も見られた。

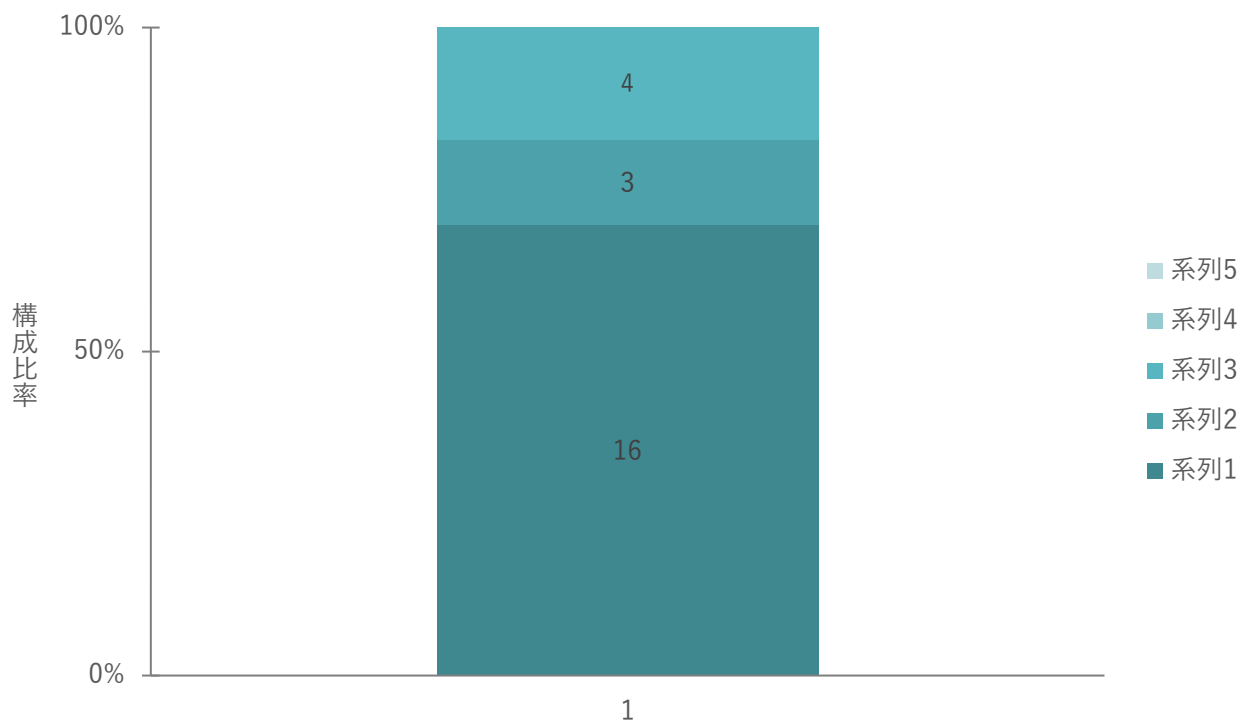


図 5-18 関係者（社内/社外）の合意形成に寄与するか

表 5-25 関連する定性コメント

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	<p>実証システムの協議支援機能は、地下埋設物事業者等の関係者間の合意形成に寄与する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2D での協議は、人によって認識がずれる場合があるが、3D だとズレがなく合意形成しやすくなると思う ● Web での協議という形にするには有効だと思う ● 3D を使用することで事業者と当方側のイメージに相違がなくなるため、方針を確定しやすいと感じた ● 社内説明においても 3D でありイメージがしやすいため、現在より社内説明などが少なくなると感じた
2	<p>合意形成を進める前提として、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の品質・信頼性が重要となる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● データの精度が上がれば合意形成に寄与すると考えられる ● データ整備にどうしても課題が残るため、データの正確性に確認をもてない所は敬遠するかもしれない ● 各埋設物事業者のデータを重ね合わせたときに不整合がでないような仕組みづくりが必要 ● 視覚的にわかりやすくなるが、例えば、防護協議の際は、受口の数、管の種類で指示する内容が変わってくるので、どうしても協議は必要になると思う

5) システムの価値・発展性

Q9 本システムはどのような構造物に有効と考えるか

表 5-26 自由意見

No.	自由意見（本システムはどのような構造物で有効と考えるか）
1	井戸等新設時の調査検討
2	建物インフラ接続検討、熱供給配管、洞道の接続協議
3	電柱移設（地中化）
4	地下接続、新規地下街検討
5	複数のインフラの移設が必要になる工事（地下通路、地下鉄、CCB（電線共同溝）、再開発工事）
6	地下連絡施設（階段、EV）
7	ほとんどの構造物で有効と思われるが、特に埋設物移設に有効
8	埋設物、仮設設備（防護）
9	関係する埋設物が多ければ多いほど有効（複雑なため）

Q10 本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか

表 5-27 自由意見

No.	自由意見（本システムの有効な使い方は、どのような場面が想定されるか）
1	地下埋設物の引込検討が、とてもスピーディかつ正確に行えると思う
2	地下埋設物のアセット管理として有効と感じる
3	公共物以外には、所有者の多い地下街などのコミュニケーションツールとしての利用
4	検討初期での地下埋設検討
5	構造物の計画・設計、埋設物の移設・調整等の立案、及び関係機関との合意形成
6	複数の地下埋設物の移設が必要になる大規模工事での断面調整
7	埋設物の近接工事協議や移設協議等、現在 2D で協議しているあらゆる場面で有効なシステムになり得る
8	山留や杭など仮設構造物の近接協議でも使用できるとよい
9	双方が同じモデルを共有し、自由にチェックできる状態を構築し、共有モデル内で検討を行えることで効率化が図られると感じた
10	現時点では精緻なデータとなっていないため、システムを活用することは困難と考える

Q11 要望する機能や本システムの改善点はあるか

表 5-28 自由意見

No.	自由意見（要望する機能や本システムの改善点はあるか）
1	地盤高さ情報、埋設物高さ情報を共通ベンチマーク（TP）で投入されているとよい
2	施工計画案を簡易にペンツールで加筆、共有できると効率化できる
3	地質・水位情報の追加
4	マスタ 9 データの維持管理、モデルの更新方法
5	地下通路、地下鉄等の実証システムにない地下情報（ボーリングデータ、地下水位等）、道路等の表層の情報追加
6	埋設管の属性（土被り、管種、施工年等）の表示
7	開削で判明した DP（土被り）、OF（占用位置）の常時修正
8	データ更新頻度、データの精度、ベース地図のあり方など、課題があると思っている
9	官公申請の漏れ防止の目的で、工事範囲の申請がわかると良い
10	埋設物の開示範囲のセキュリティ担保機能
11	工事の履歴管理機能
12	道路占用、河川占用申請時の図面等を活用できないか（新規占用、占用更新時など）
13	各埋設物間の離隔を図れる機能や、管路が複数埋設されている場合の表示方法
14	既存システムとの整合性が課題と思う

6. 成果と課題

6-1. 本実証で得られた成果

6-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性

実証実験を通じて、以下のような 3D 都市モデルの技術面での優位性が示された。

表 6-1 3D 都市モデルの技術面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルの技術面での優位性
システム・機能	地下埋設物エリア照会機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事情報を入力することによって、3D 表示画面上で、建設申請エリアと地下埋設物の敷設状況を確認することが可能
	3D 表示/計測機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデル（建築物/地下埋設物モデル）と、建設設計における BIM モデル（地下構造物）をシステム上で重ね合わせ表示することが可能 ● 地下埋設物や地下構造物が表示された画面上で 3D 簡易計測を行うことができ、その結果を KML に出力することが可能
	3D 都市モデルダウンロード/BIM モデルインポート機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設申請エリアの 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を BIM モデル（OBJ 形式）に変換しダウンロードすることが可能 ● IFC2xEdition3 形式の BIM モデルを、OBJ 形式経由して 3D Tiles 形式へ変換し、実証システム上で閲覧することが可能
アルゴリズム	影響判定機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物と地下構造物の近接箇所を自動抽出し、その最小離隔距離を自動計測・作図することができ、従来 BIM アプリケーション上で計測・作図していた影響判定の作業工数を削減

6-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

表 6-2 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルのビジネス面での優位性
建設エリアの地下埋設物の調査確認・関係者間の調整コストの削減	地下構造計画への有効性	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下埋設物情報の資料収集と図面作成等のコストを削減することができ、計画検討のスピード向上に寄与 ● 地下埋設物情報の 3D 表示によって、各地下埋設物の位置関係を直観的に理解することができ、関係者間の認識の齟齬が起きにくく、計画検討の省力化が可能
建設設計協議の理解度向上及び正確性向上	建設設計に関する協議の効果上昇	<ul style="list-style-type: none"> ● 複雑な地下埋設物の位置関係を広範囲で把握できるので、移設計画等の検討を効率的に実施可能 ● 地下埋設物情報の見落としによる手戻り作業の抑制に効果 ● 経験の浅い職員であっても理解しやすく、移設計画等の検討精度の向上に寄与
	地下埋設物事業者の業務フロー改善	<ul style="list-style-type: none"> ● 関係者間のコミュニケーションツールとして、地下埋設物情報の共通理解を促進 ● 地下埋設物事業者と建設設計者間で、視覚的に施工方法の確認が可能となり、合意形成が容易化

6-2. 事業化に向けた課題と解決策の案

6-2-1. 事業化に向けた課題

本実証を通じて、前項の成果（3D 都市モデルの技術面／ビジネス面／政策面での優位性）を得るとともに、主に以下に示す 3 つの課題（課題①～③）が挙げられる。今後の事業化に向けては、この 3 つの課題を解決していく必要がある、これらの解決策・今後の展望について次項で取りまとめる。

1) 課題①：民間企業における業務効率化・高度化への活用

都市再開発における建設計画を立てる段階においては、地下埋設物の存在状況の確認を行い、その影響を把握する必要があるが、地下埋設物に関するデータは、各地下埋設物事業者それぞれの仕様や精度によって管理しているため、データ貸借、図面統合、精度確認等に多大なコストを要している。また、各地下埋設物事業者に建設計画の説明・確認を行う際には、紙図面をはじめとする 2D 情報での説明となるが、図面情報等からの読み取りが専門的で煩雑となるため、設計内容が地下埋設物に与える影響を説明しにくい点が課題として挙げられる。

建設設計業務に係る既存の業務フローを以下に示す。

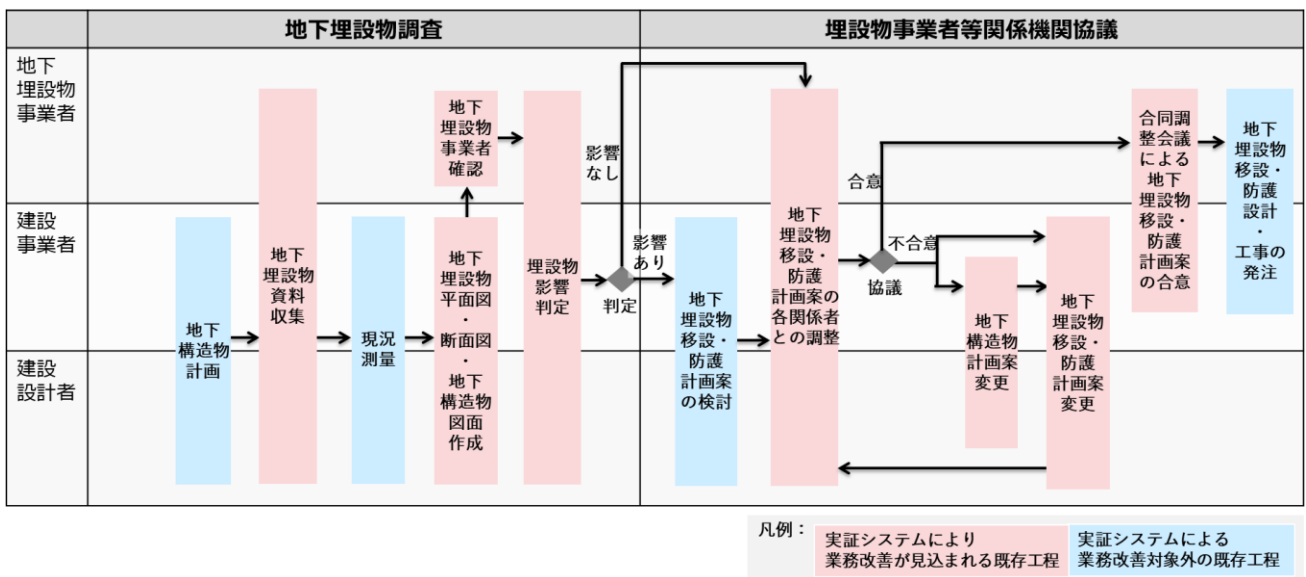


図 6-1 既存業務フロー

2) 課題②：データのカバレッジ拡大・更新方法、国の関連動向

今年度は大丸有地区及び品川地区の2つのエリアを対象として3D地下埋設物モデルの整備を行った。今回の取組を契機に全国的なデータのカバレッジ拡大や更新方法の検討が課題である。全国的なデータのカバレッジ拡大の観点では、国の動向としてデジタルライフライン全国総合整備計画（METI/経済産業省）でもインフラ関連におけるDX推進に係る検討が進められている。本実現会議において、地下の通信、電力、ガス、水道の管路に関する空間情報をデジタル化して、空間IDや空間情報基盤を介して相互に共有できるようにすることを目指しており、今後、3D都市モデルがこれらの共通データプラットフォームとして、その役割を果たしていくことが期待される。

本年度末頃までに計画を策定し2024年度から社会実装開始へ

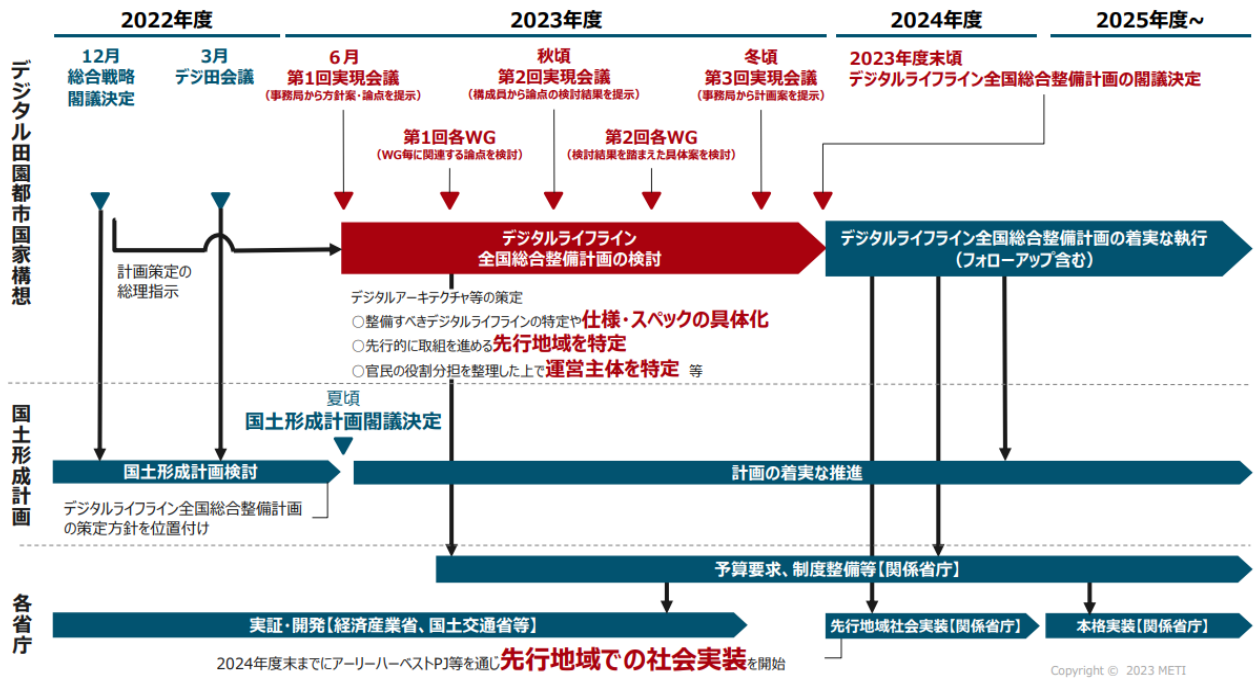


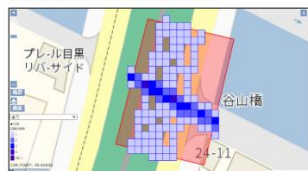
図 6-2 ロードマップ（出典：第1回デジタルライフライン全国総合整備実現会議より抜粋）

インフラ管理のDX

サービス例

- 社会インフラの空間情報を様々な政府・企業の間で相互に共有することで、平時は作業の自動化やリソースの最適活用を、災害時はインフラ会社間の情報共有等による復旧の早期化を目指す。

埋設物照会の自動化の例



通信、電力、ガス、水道といったインフラ各社が保有するインフラ設備に関する照会の自動化等

出典：NTTインフラネット

建設機械による掘削の支援の例



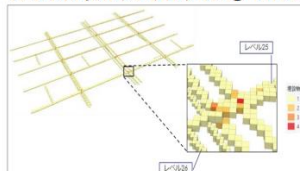
マシンガイダンスを用いて、施工目標を視覚化することで、建設機械の操作者の操作性を向上等

出典：Earthbrain

デジタルライフライン例

- 2024年度頃に、関東地方の都市（200km²）で地下の通信、電力、ガス、水道の管路に関する空間情報をデジタル化して空間ID・空間情報基盤を介して相互に共有できるようにすることを目指す。将来的には、地域を拡大するとともに、地上設備や海上の船舶等に関する情報のデジタルツイン構築に取り組む。

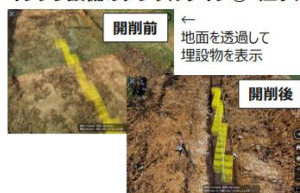
インフラ設備のデジタルツイン①（インフラ管路等の広域）



関東地方の都市（200km²以上）において、通信、電力、ガス、水道といったインフラ設備のバーチャル化を効率的に行う。

出典：NTTインフラネット

インフラ設備のデジタルツイン②（工事現場等の狭域）



工事現場において、地下設備の埋設状況をバーチャル化して表示することで、工事施工における稼働の削減と埋設物損傷の事故防止を図る。

出典：Earthbrain
Copyright © 2023 METI

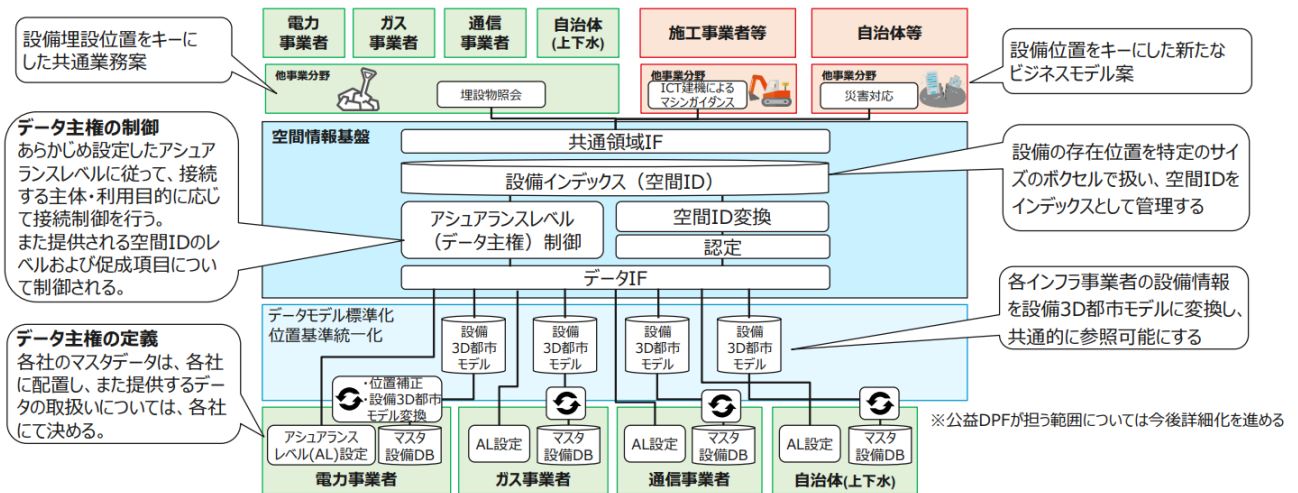
図 6-3 インフラ管理の DX（出典：同会議 第 1 回事務局資料より）

3) 課題③：適切なデータの取扱い（アクセス制御など）

地下埋設物データは機微な情報であることから、様々な関係者（発注者、一般設計者・施工者、インフラ事業者、関連行政等）に共有・展開する際、情報の守秘性や適切なデータ管理・アクセス制御等（データ主権の制御については下図参照）をどのように担保していくかが大きな課題となる。また、設計図面に反映する際には、地下埋設データの情報の信頼性や、データをどう利活用するのかについても検討が必要である。

アーリーハーベストPJのシステム構成概要

各社が保有する設備情報を、標準化・位置基準を統一・3Dモデル化したうえで、空間情報基盤にて設備が埋設されている場所をインデックスとしてデータ主権の制御を行いながら各社の業務をシェアリング可能にし、インフラ管理のDX促進を図る。また設備の空間IDを、各インフラ事業者が認可する事業領域に共有することで、新たなビジネスモデルを創出を目指す。



Copyright © 2023 METI/DADC

図 6-4 アーリーハーベスト PJ のシステム構成概要

出典：デジタルライフライン全国総合整備実現会議 インフラ DX ワーキンググループ 第2回事務局資料

6-2-2. 解決策の案・今後の展望

1) 課題①：民間企業における業務効率化・高度化への活用に対する解決案（例）

前項の課題①に対して、今後あるべき業務フローを次ページに示す。本実証では、3D 都市モデルの標準に基づき地下埋設物データを統合的な仕様及び精度によって作成し、都市再開発時や地下埋設物の照会調査において BIM や地下埋設物の設備データを統合するシステムの開発、3D 地下埋設物モデルと BIM モデルを統合する仕組みを開発することで一定の成果を得た。

前述の 4.実証技術の検証のとおり、WEB（埋設物照会システム SIPF）を利用して、埋設物の照会受付が可能となり、設備の影響有無判定を自動で行うことで、埋設物照会時間を、従来工数を大幅に短縮することができた。その他、3D にすることで、関係協議者間での円滑な地下埋設物情報の共有化・確認作業の短縮といった効果が挙げられた。将来的には、日本のインフラ維持管理にも有効であるのご意見を頂いた。このように、埋設物照会や埋設物掘削といった点検・工事リードタイムの低減に寄与することで、省人化等による生産性向上やデータ取得によるイノベーションの促進につながると考えられる。

今後さらに、今回の開発機能を拡張・強化し、設備照会業務の DX を促進することで、利用対象の拡大を進め、都市全般の設計段階におけるインフラ設備の安全施工を推進することが期待される。

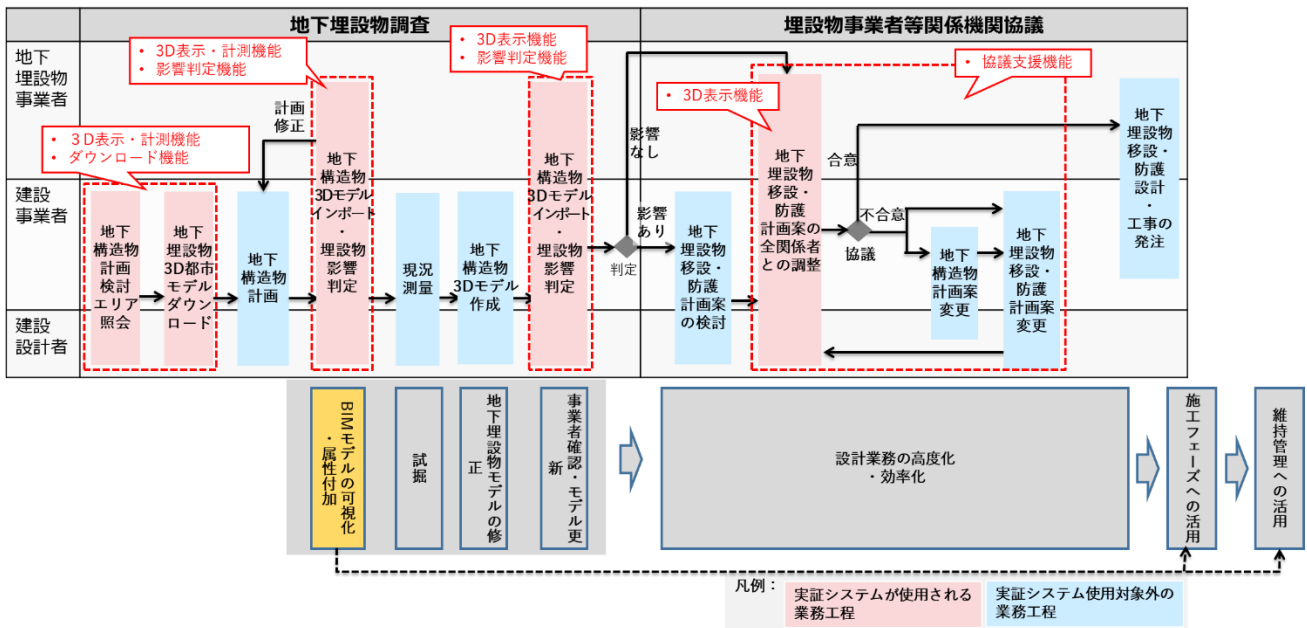


図 6-5 今後あるべき業務フロー

2) 課題②：データのカバレッジ拡大・更新方法に対する解決案（例）

課題②のうちデータのカバレッジ拡大については、2024 年度以降、Project PLATEAU に加えて、デジタルライフライン全国総合整備計画（経済産業省）でもインフラ関連における DX 推進に係る検討を進め、3D 地下埋設物モデルの整備・拡大が予定されている。よって、これらの取組を契機に全国的なデータカバレッジの拡大を図るとともに、併せて訴求力の高いユースケース開発を行うことで、モデル整備を推進していくインセンティブを高めていくことが肝要であると考える。

また、データの更新方法については BIM との連携が有用である。あらかじめ設備図面及び BIM から地上・地下設備の 3D 都市モデルを生成・マスタデータとして管理し、施工管理・点検を行う設備モデルを、施工管理・点検 DX 支援ツールに取り込んで活用していくことが考えられる（下図参照）。

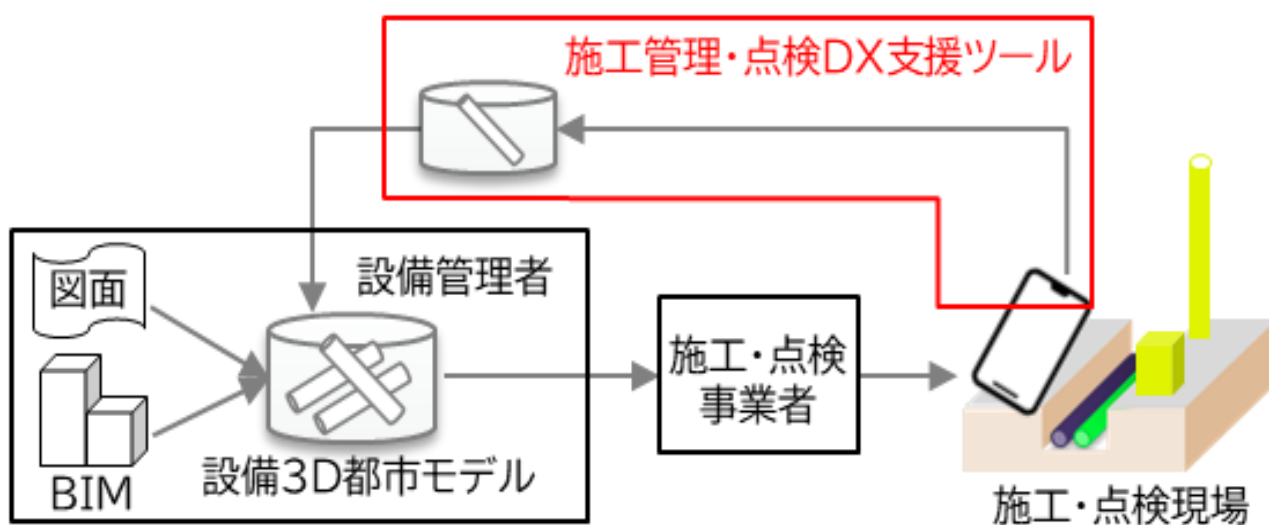


図 6-6 今後の展望イメージ（施工管理・点検 DX 支援ツールの活用イメージ）

3) 課題③：適切なデータの取扱い（アクセス制御など）に対する解決案（例）

課題③については、今後検討を開始する大きな検討課題であり、本データの特性上、テロ等の懸念に対する対応も必要となる。よって、2024 年度以降、具体的な検討を行い、関係者間の調整を図っていく端緒とするため、3 者（NTT インフラネット・NTT ファシリティーズ・日建グループ）の勉強会（関係者調整中）の立ち上げを予定する。以下に勉強会の論点のポイント（案）を整理する。

【勉強会の論点ポイント（案）】

- 地下埋設データの出所の整理（試掘の点群データなど）
- 将来的には、インフラ管理事業者の各々が保有する地下埋設物情報を保持・統合し更新管理をする一方で、個別に保有する事なく、試掘情報や、その際に得られた点群データなどの共有を行うなど、情報の鮮度を保つ仕組みの検討
- データ精度の担保方法の検討（原典情報のフラグ立てなどのルール作成）
- 情報が共有されることによる提供者の真正性、提供されるデータの真実性等を認定する仕組みや、地下埋設物情報が共有されることにより利用者の真正性及び利用者の利用目的に基づくアクセス制御の仕組みの検討
- 合わせて、電力、ガス、通信、水道等の管路の位置情報は重要なインフラ情報と考えられるため、当該情報の内容及び他の情報との組合せや重畳によって意味を持つ付帯情報に対し、適切なサイバーセキュリティ対策などの検討
- システムとの連動（データの標準化など）の検討

今後、上記に示す論点ポイントを精査していくことで、持続的に維持管理するための各社データの標準化や、本業務で整備された 3D 地下埋設物モデルと、各社が保有しているソリューションを組み合わせることで、提供価値の向上や、イノベーション創出が期待される。

7. 用語集

A) アルファベット順

表 7-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	BIM モデル	コンピュータ上に作成した三次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等の建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルをいう。
2	GeoTIFF	TIFF 形式のビットマップに座標情報を付与し、GIS で扱えるようにしたもの。オルソ画像など、画像を GIS で扱う際のフォーマットとして使われる。
3	glTF	3D モデルやシーンを JSON 形式で表現するフォーマット。Khronos Group 3D Formats Working Group が仕様化したもので、3D オブジェクトの相互交換の場面で幅広く使われている。
4	IFC	「Industry Foundation Classes」の略称で、BIM モデルの標準仕様。建物を構成する壁、ドア、窓、屋根及び階段等の要素の構造を規定している。ISO16739 として国際規格になっている。
5	KML	「Keyhole Markup Language」の略称で、地理データの表示に使用する XML ベースのファイル形式。
6	OBJ	3D モデルを扱うファイル形式。さまざまな 3D ソフトウェアが、この形式をサポートしている。
7	Well-known Text	OGC (Open Geospatial Consortium)が策定した点、線、面などの幾何形状を表現するためのマックアップ言語。OGC 標準の「Simple Feature Access」に示されている。
8	3D Tiles	WebGIS でよく使うファイル形式。タイル状にデータを分割することでユーザーが見ている部分だけを扱うことで処理を高速化できる。

B) 五十音順

表 7-2 用語集（五十音順）

No.	用語	説明
1	影響判定	建設設計者/建設事業者は、計画する地下構造物が既設の地下埋設物に及ぼす影響について確認するプロセス。影響があると判定された場合は、既設の地下埋設物の移設又は防護する。
2	基盤地図情報	電子地図における位置の基準となる情報。地理空間情報活用推進基本法で規定されている。
3	シェープファイル	ESRI が策定した GIS データフォーマットの一つで、仕様が公開されており、GIS ソフトウェアの間で幅広く利用されている。
4	地下埋設物	ユーティリティネットワークなどのサービスの一部として、または地表の構造物を支えるために、地表下に埋め込まれた構築物又は構造物をいう。
5	地図情報レベル	数値地形図データの地図表現精度を表し、データの平均的な総合精度を示す指標。例えば、地図情報レベル 500 は、縮尺 1/500 相当の地図表現精度となる。
6	洞道	通信用地下ケーブルを大容量で収容できるトンネル形式の通信土木設備。
7	土被り	設備が存在する地表面からの深さ。
8	旗上げ	事業者内で運用されていたシステムにその情報を記録するための機能がなく、図面内にベクトルデータとして保存された設備情報。
9	山留	陸上で、地下構造物を築造するとき地下水の遮水及び土の崩壊防止のために設ける仮設構造物。水中で、掘削部分を完全に締切り、おもに土圧または水圧、もしくはその両者に 抵抗させる仮設構造物。
10	ラスターデータ	地図を画像ファイルにしたデータ。
11	離隔	物と物とを離さなければならない間隔。

以上

地下埋設物データを活用した都市開発の DX
技術検証レポート

2024 年 3 月 発行

委託者：国土交通省 都市局

受託者：エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社、
株式会社日建設計、株式会社日建設計総合研究所