

デジタルツイン実現プロジェクト
実証02 地下埋設物の3D化による業務改善効果検証
報告書

目次

1. 実証の目的・概要
2. 実証エリアの選定
3. 高精度3Dモデルの構築
4. 地下計測
5. 業務効率化検証
6. 東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映
7. 成果と課題
8. 今後の方向性

1. 実証の目的・概要

実証の背景

位置情報の高精度化による埋設物管理業務の高度化検証

- 地下空間には官民の様々な管理者が保有する地下埋設物が存在
- 地下埋設物の位置情報（埋設物間相互の位置関係）は正確に把握されていない
- 曖昧な位置情報等に基づき工事を実施した結果、事故が発生するケースもあり

高精度3D骨格空間情報を活用した位置情報の特定・高精度化

設備や掘削範囲を正確に把握し、工事前の影響検証や
施工時の危険度認知に繋げ都民の安心安全な暮らしを実現

実証の目的・概要

目的

- 地下埋設物の管理に関連した業務の効率化を図るとともに、業務の高度化（質の向上）により、地下工事実施の際の設備事故発生を減らし、人々に安心安全で快適な暮らしを提供する。

実証の概要

- 上下水道、電力、ガス、通信などの官民の地下埋設物の設備図面について、高精度3D骨格空間情報を活用して位置情報を特定・補正し高精度3Dモデル化を行う。
- アレイ型レーダーを搭載した探査機を使用し、現地で地下埋設物の位置の実測を行う。図面ベースで作成した3Dモデルと測定による3Dモデルを比較し、地下埋設物情報の精度を比較・検証する。
- 構築した高精度3Dモデルを活用することにより、地下埋設物を管理している企業・団体が実施している業務（埋設物照会、協議等）がどの程度高度化されるかを検証する。

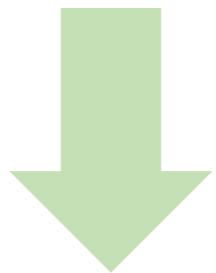
2. 実証エリアの選定

実証エリア

JR錦糸町駅北口エリアから実証の範囲を決定



各社へのデータ
提供依頼範囲



埋設物の整備状況を
踏まえ実証の範囲を決定



エリア選定の理由

GPS環境やエリアの平坦性等、 実証に必要な条件を充足する錦糸町を選定

実証エリア

JR錦糸町駅北側周辺

実証エリア
選定理由

実証に必要な条件（GPS環境、エリアの平坦性等）を充足

- 錦糸町は、周辺に高い建物がなく、GPS環境が良好
- エリアの平坦性に優れ、埋設物の探査も比較的容易
- 歩道幅が確保され、測定の際の安全面にも優れる
- 道路が格子状であり、設備の敷設状況も容易に把握

新旧の設備が混在している可能性が高い（選定の幅がある）

- 図面と測定結果の差分を検証するため、両者に違いがあると想定される地域が望ましい
- 錦糸町は再開発地域と未開発地域が混在しており新旧の設備が混在

民間分野については確実に埋設物データが存在

- 事前に通信、電力、ガスの各社担当者と協議しデータが存在することを確認

<参考> 建物高さとのGPSの関係

GPS精度を確保する観点ではオープンスカイな環境が必要

GPS誤差の原因

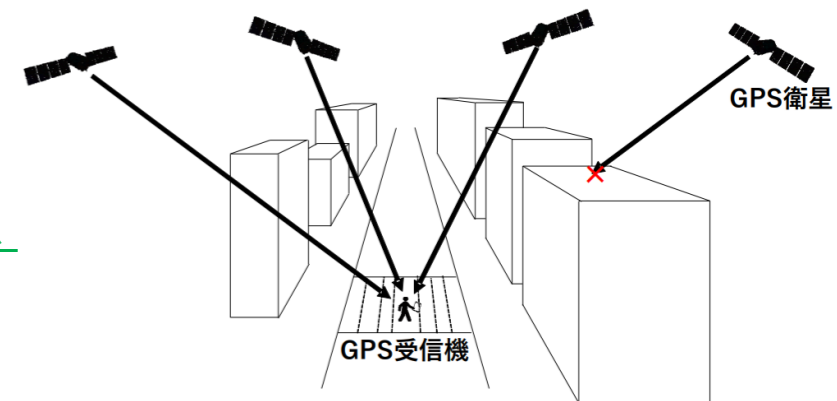
- ① 米国政府による意図的精度低下 = SA (Selective Availability) ※2000年5月解除
- ② GPS側衛星の時計誤差
- ③ 衛星軌道情報の誤差
- ④ 大気遅延 (電離層・対流圏)
- ⑤ 建物や山の反射 (マルチパス)
- ⑥ 受信機側の時計誤差
- ⑦ その他ノイズや信号減衰
- ⑧ システム障害
- ⑨ 衛星の配置・補足数不足【1番の誤差要因】

(出典) https://www.ne.jp/asahi/nature/kuro/HGPS/principle_gps.htm
(閲覧日: 令和3年6月15日)

(出典) 内閣府「マルチパス」—— 何がいけないの?」 (https://qzss.go.jp/column/multipath_160704.html) (閲覧日: 令和3年6月15日)
Linkit「衛星測位 (GPS・みちびき)の誤差の原因と精度向上の方法を解説」 (<https://linkit.access-company.com/post2414/>) (閲覧日: 令和3年6月15日)
工学院大学 新技術説明会「高層ビル群環境下でも 高測位精度を実現する リレー型GPS」 (https://shingi.jst.go.jp/var/rev0/0001/0624/2019_kogakuin_1.pdf)

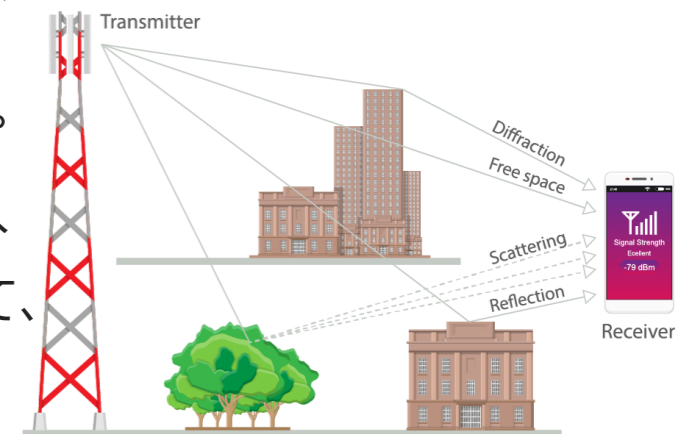
衛星補足数

GPS測位には測位には最低でも4機のGPS衛星からの信号が必要。都市部では高層ビル等の障害物により、受信可能なGPS衛星が4機未満になる場合がある。



マルチパスの影響

マルチパスとは、電波がまっすぐに届くだけでなく、山やビルなどに反射して複数のルートを通して伝播すること。反射した電波は、到達するまでにわずかな遅れを生じ、遅れの時間の分だけ「(距離が) 遠い」と計測されて、正確な測位を乱す要因の一つ



＜参考＞ 実証エリアと都内の代表的な地区の建物高さ

錦糸町は高い建物がなく平坦な地区であるため
最初の実証エリアとして最適と判断

墨田区（錦糸町）



＜参考＞ 実証エリアと都内の代表的な地区の建物高さ

都内の代表的な地区は高い建物が多く、難易度が高い

渋谷区



千代田区（大丸有-東京駅）



新宿区（西新宿）



豊島区（池袋）



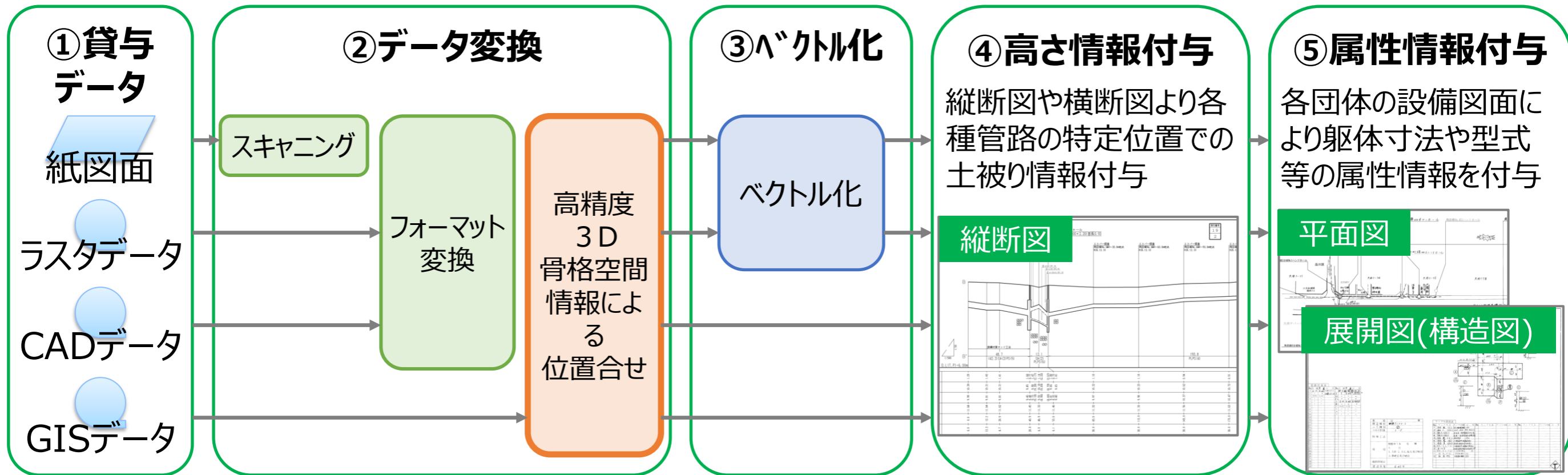
3. 高精度3Dモデルの構築

データ形式の変換

各団体から提供された異なる形式のデータを変換、情報を付与

2D位置統合処理の手順

- 各団体から提供された異なる形式（紙、ラスタ、CAD）のデータを変換し2Dベクトルデータとして取得
- 3Dモデル化を図るため、縦断図や横断図を参照して、高さ情報を取得し付与
- 設備の形状を再現する設備図面から、型式・寸法等の情報を取得し付与



データ統合環境の構築

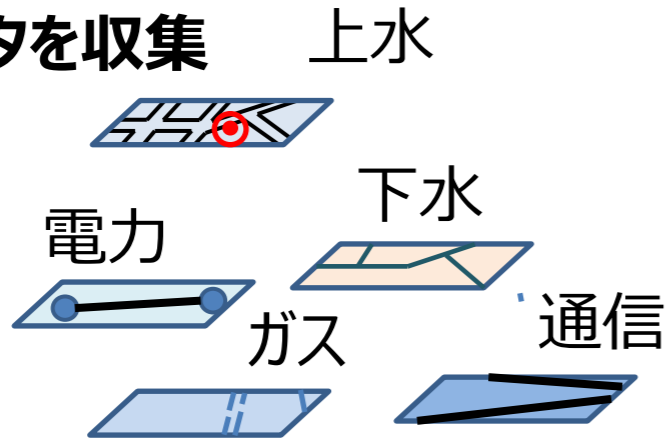
データの取り込み・統合環境をGISソフト上に構築

データ構築環境準備

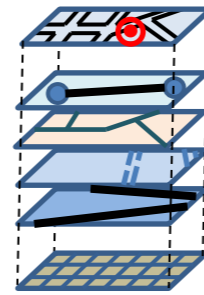
地下埋設設備データおよび3D都市モデルデータを取り込み、統合する環境を構築

各社設備データを収集

- ・平面図
- ・縦断面図
- ・横断面図
- ・設備図



GISソフト (ArcGIS Pro)

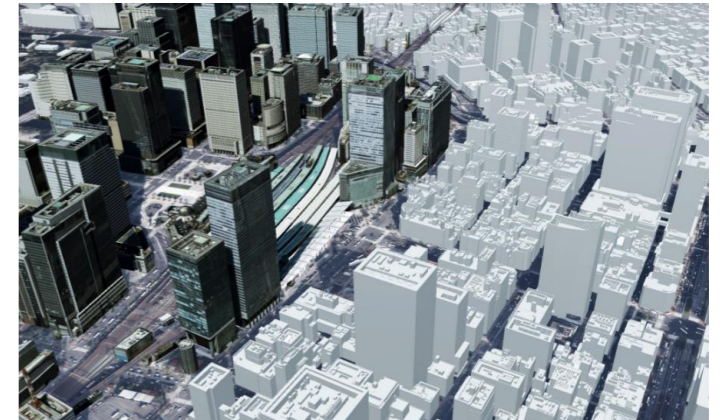


設備データ
高精度
電子地図
(X, Y, Z)



3D都市モデルデータ取り込み

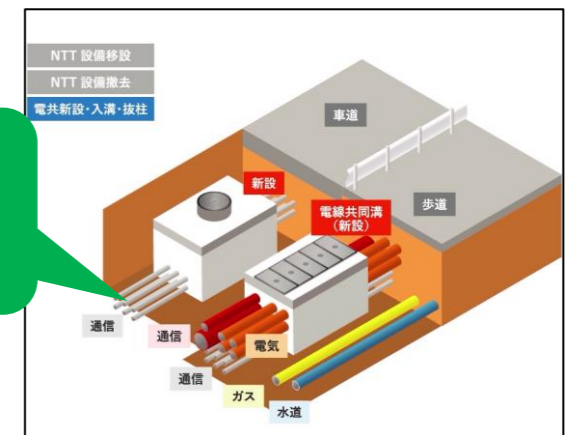
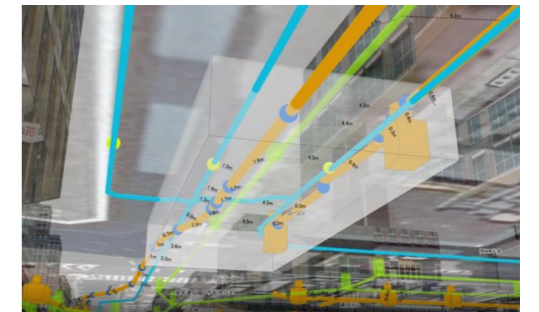
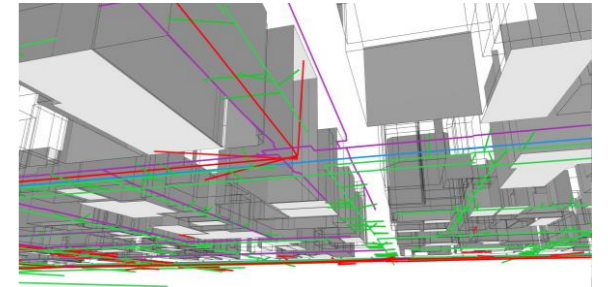
- 「PLATEAU」の3D都市モデルデータをG空間情報センターからダウンロードし、データ構築環境にGISデータとして取り込み
- 3D都市モデルデータはCityGMLフォーマットになっているため、フォーマット変換および座標軸変換を行った上で、GISデータに変換
- 取り込むデータとして「建築物」「地形（起伏）」を採用



3Dモデル化のプロセス

2Dデータから3Dモデルへの変換を3つのステップで実施

Step1	高さ情報の設定	<ul style="list-style-type: none">■ 2Dベクトルデータの高さ情報に基づき3Dモデルデータとして変換■ 企業別に着色を行い視覚的に区分可能
Step2	管路太さの表示	<ul style="list-style-type: none">■ 設備の形状を再現する際に必要となる情報（型式、寸法等）を付与し、管路太さを表示。
Step3	管路多条数の表示	<ul style="list-style-type: none">■ 多条数の管路を表示（電力、通信が該当）

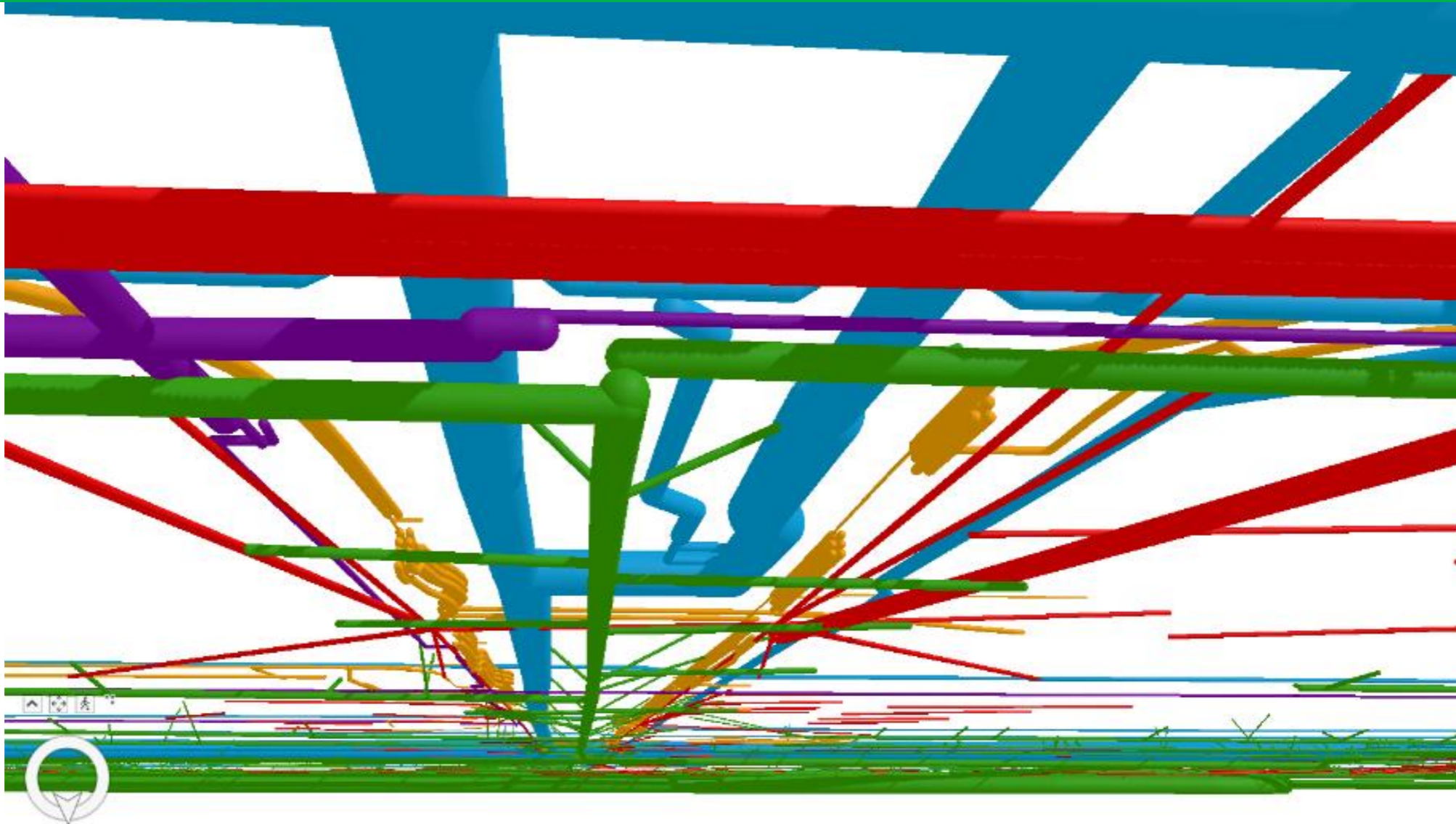


多条数のイメージ

地下埋設物3Dモデル構築

各社のデータを統合し地下埋設物3Dモデルを構築

地下埋設物3Dモデル



課題の取りまとめ（1/2）

3Dモデル化のプロセスに沿い

課題・対応策・望ましい姿を網羅的に整理

プロセス		課題	対応策	望ましい姿
データ 収集	依頼	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が独自フォーマットのGISデータとして管理している 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 紙図面からのマップデジタイズ ■ 電子データのフォーマット変換 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が共通フォーマットのGISデータとして管理
	協定・契約	<ul style="list-style-type: none"> ■ 秘匿性の高いデータを設備業者間で共有するデータ流通基盤がない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 検証エリアに限定し、設備業者から個別承諾で対応 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 秘匿性の高いデータを設備業者間で共有するデータ流通基盤を構築
データ 変換 (処理)	マップデジタイズ (紙→画像→地 図重ね合わせ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者の既存業務で基準点を必要としないため、提供される紙図面にも基準点がない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備の絶対位置情報はレベル500精度(※)の地図データと重ね合わせ、検証エリア全体の設備埋設状況等のバランスを考慮してマップデジタイズ(※道路台帳のメンテナンスでも使用される地図データと同じ25cm精度) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者間で共有できる基準点を設ける制度の整備(※同一の座標参照系における基準点の座標をもって位置を合わせる)
	マップデジタイズ (設備の作図)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印刷した紙図面の縮尺が、マップデジタイズの地図の縮尺と著しく異なるため、正確に作図できない図面あり 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 周辺設備からの想定で作図 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3つの縮尺の一致 ①設備データの作図作業 ②印刷した紙図面 ③マップデジタイズの地図
	フォーマット変換 (電子⇒電子)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が独自フォーマットのGISデータとして管理している 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者から受領したCSVや固定長データを解析し、一般的なGISデータに変換 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が共通フォーマットのGISデータとして管理
	位置合わせ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者による自社設備の位置情報管理に関する歴史が古く、旧測地系での管理が一部で見受けられる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測地系変換(3Dモデル作成作業時に発覚) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現行測地系(JGD2011)での提供(難しい場合は、利用測地系の明記)

課題の取りまとめ (2/2)

プロセス		課題	対応策	望ましい姿
データ付与・整理	高さ情報付与	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設備業者が設備データを地表高（相対深さ）で管理しているため、現実世界と3Dモデルが乖離 2. 設備業者が深さを管理していない部分あり 3. 一般的なGISデータの標準仕様であるJPGISでは標高しか定義されていない 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地表高のまま3Dモデル化（※『掘削工事時の影響度合いを確認する』目的上では問題ないため） 2. 周辺設備との前後関係からの想定や相対的な位置情報からの算出、および、一律設定で3Dモデル化 3. GISアプリケーションが地表高に対応しているため、特段の対応なし 	<ul style="list-style-type: none"> ■ デジタルツインを視野に入れ、利用用途に合わせた深さ（高さ）に関する業界仕様の統一を推進（標高、または、地盤高）
	属性情報付与	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設備業者が独自フォーマットのGISデータとして管理している 2. 紙図面に図形として埋め込まれた文字情報の可読性が著しく低い 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般的なGISデータに変換 2. 目視確認、および、周辺設備との前後関係から補完しながら手入力 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が共通フォーマットのGISデータとして管理
地上3Dモデルの構築	データ変換（CAD→GIS）	<ul style="list-style-type: none"> ■ CADのx、y座標軸がGISと逆であるため、そのままでは正確な位置に表示できるGISアプリケーションが存在しない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ x、y座標を入れ替えて一般的なGISデータに変換 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般的なGISアプリケーションでスムーズに3D表示できるGISデータの提供
地下3Dモデルの構築	多条数の表示	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備業者が設備路線の管理に留まっており、1つ1つの設備が管理されていない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備路線の属性情報（条数、段数、など）を参照して、作業効率を度外視して強制的に表示 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ユースケースに応じて、多条数での表現と簡易的な表現の切り替えることが可能
3Dモデルの表示	ビューア	<ul style="list-style-type: none"> ■ 協議関係者で設備情報を共有できるビューア 	<ul style="list-style-type: none"> ■ スタンドアロンのビューアの画面を共有 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 秘匿性の高いデータを設備業者間で共有するデータ流通基盤を構築
	凡例の表示	<ul style="list-style-type: none"> ■ 無償の3Dビューアでは管の色の凡例をGIS上に表示できない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 別紙で提供で運用回避 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 凡例をGIS上に表示できるビューアに変更

4. 地下計測

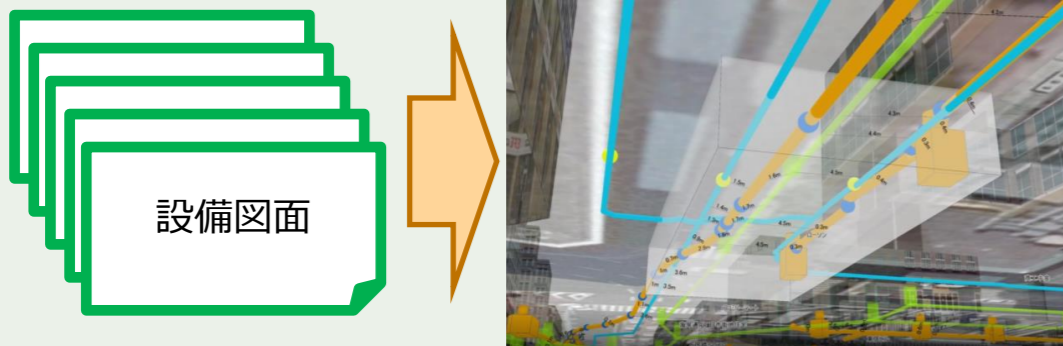
地下計測、精度検証の概要

図面ベースの3Dモデルと計測ベースの3Dモデルを比較し 精度等を確認、業務への活用可能性を検証

- 高周波の電磁波を地中に向け放射し、跳ね返ってくる反射波を測定することにより地中の状況を把握
- 構築した図面ベースの3Dモデルと計測ベースの3Dモデルの比較を実施

図面から3Dモデル生成

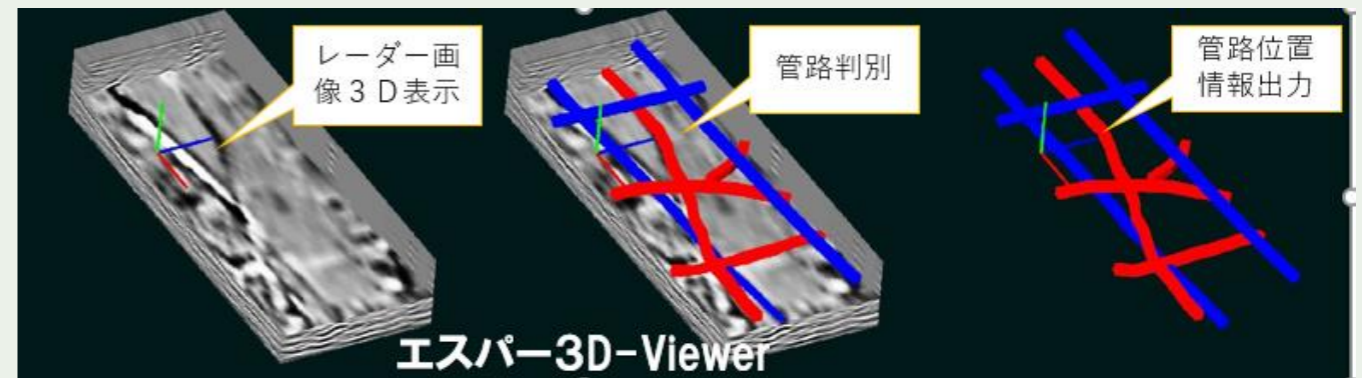
- 各社の設備データを収集
- 2D設備統合処理
- 3Dモデル生成



比較

地下計測結果から3Dモデル生成

- アレイ型3Dレーダーによる探査機で測定
- 計測結果から管路設備情報を抽出
- 管路線形取得し3Dモデル生成



現地計測の実施手順

アレイ型、シングル型の2種類の計測手法を採用

Step1	現地踏査・ 資料収集	<ul style="list-style-type: none">■ 現地の周辺状況、調査箇所の確認、安全対策等実施方法を検討する。■ 埋設物の施設管理図等を調査し、管種、管径、材質等を調査する。
Step2	計画準備 機器の選定	<ul style="list-style-type: none">■ 調査に先立ち、実施計画書の作成及び探査機材の整備を行う。
Step3	探 査	<ul style="list-style-type: none">■ アレイアンテナ型及びシングルアンテナ型レーダーを用いて探査を実施する。■ 電磁誘導探査器（ケーブルロケータ）を用いて探査し、埋設企業特定及び占用位置（線形）把握を実施する。
Step4	データ解析	<ul style="list-style-type: none">■ 取得した地中レーダ（アレイアンテナ型、シングルアンテナ型）の探査データを解析し、埋設位置を求める。
Step5	報告書作成	<ul style="list-style-type: none">■ 探査結果をもとに調査箇所の管路情報入り平面図を作成する。■ 探査結果、報告図面、探査データをまとめ報告書を作成する。

計画準備・機器の選定 (1/3)

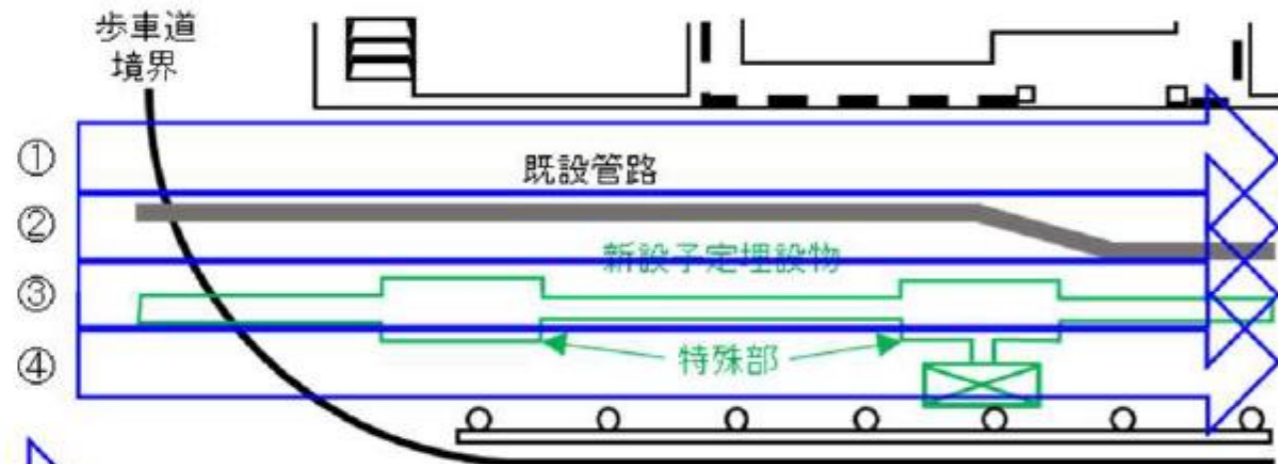
面的な計測が可能なアレイアンテナ型レーダー探査機を採用

アレイアンテナ型レーダー探査

- 1つのアンテナ内に複数のチャンネルを有し、高密度な地平面分布データを取得可能
- 従来型のレーダーに比べて、少ない走査回数で見落しの無い連続的な探査が可能
- 占用位置の座標はGNSS測定データより取得

計測方法

測線設定 / 縦断探査：0.5m間隔、
横断探査：なし



使用機器

使用機器 (アレイアンテナ型レーダー)
【3Dレーダ+GNSS】

探査幅 60cm、探査測線 8ch、
使用周波数300MHz~3GHz、探査可能深度 1.5m



計画準備・機器の選定 (2/3)

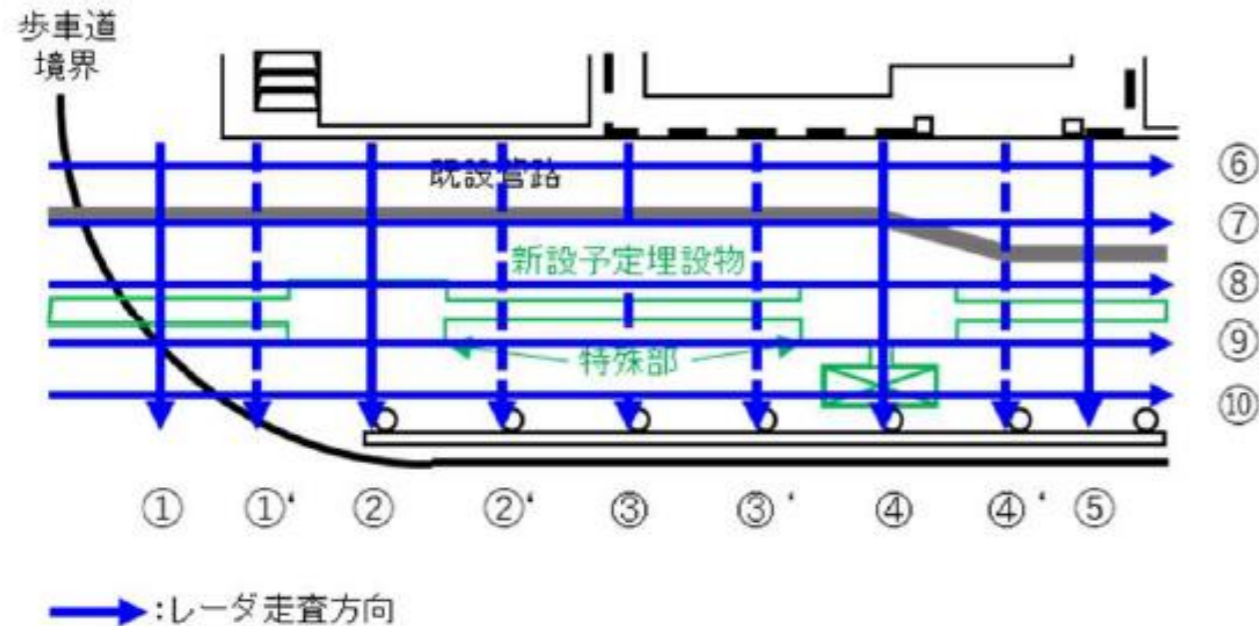
アレイ型の比較対象として従来手法による計測も実施

シングルアンテナ型レーダー探査

- アレイアンテナ型地中レーダーとあわせて、手押し型地中レーダ（iエスパー）を用い埋設物調査を実施
- アレイアンテナ型地中レーダー探査では届かない深度（2.0m）についても測定を実施
- 占用位置の座標は別途測量により取得

計測方法

測線設定 / 縦断探査：1.0m間隔、
横断探査：5.0m間隔（必要に応じ補助測線を設ける）



使用機器

使用機器（シングルアンテナ型レーダー）
【iエスパー（またはiエスパー・R）】
探査幅 70cm、探査測線 1ch、
使用周波数400MHz、探査可能深度 2.0m



計画準備・機器の選定 (3/3)

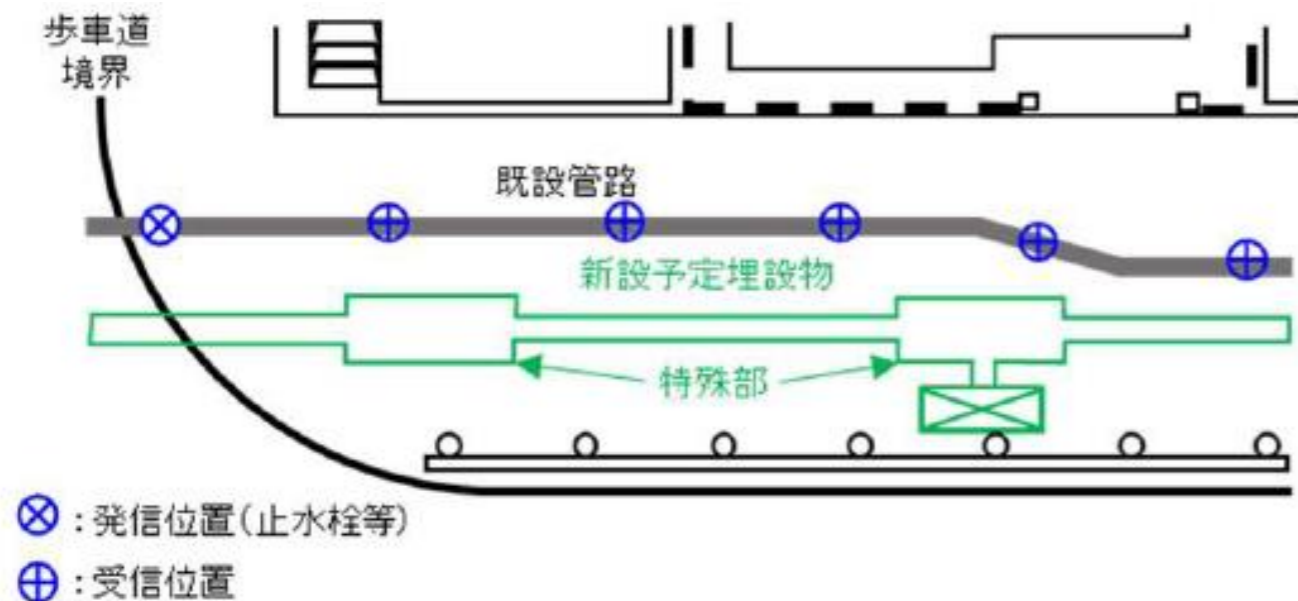
管路特定、占用位置の把握を行うため電磁誘導探査を実施

電磁誘導探査

- 管路特定を行うため「電磁誘導探査器（ケーブルロケータ）」を用いた調査を実施
- 引上管路、止水栓等に微弱電流を流し、発生した磁界を地上部で受信し占用位置を把握

計測方法

探査間隔：3m～5m間隔（現場状況等による）



使用機器

使用機器（電磁誘導探査器）
【ケーブルロケータ】



地下計測結果

埋設物探査を実施し、図面および図面ベースの3Dモデルの課題を検証

現地計測・位置精度の検証

レーダー探査により実際の埋設状況を図化し、
図面ベースの3Dモデルとの差異を検証

図面との位置のズレやそもそも図面には
含まれない不明管の存在等を確認



平面比較結果

2つの機器による計測結果の平面距離は 数cm～十数cm程度であり業務への適用可能性を確認

- 3点のマンホール（MH）の位置が特定できるエリアで計測結果の比較を実施
- 計測結果の差は3cm～17cmであり確立された手法であるシングル型レーダーと比べても大差はない

比較区間	①図面・GIS	②アレイ	③シングル	①－②	①－③	②－③
MH1-MH2	6.81m	6.88m	6.83m	-0.07m	-0.02m	+0.05m
MH2-MH3	5.66m	5.53m	5.70m	+0.13m	-0.04m	-0.17m
MH1-MH3	4.36m	4.39m	4.36m	-0.03m	±0	+0.03m



深度比較結果

深度比較においても差はわずかだが測定可能深度には課題

- アレイ型レーダーの探査結果は地表面より1.3m程度までの深度を評価可能
- シングル型レーダーとの差は数cmから最大でも21cmであり、平面比較の結果と同様に、大まかな位置を把握する観点では、アレイ型レーダーの活用可能性が確認された

埋設管	アレイ型	シングル型	差
電気	—	0.99m	—
上水道	1.27m	1.21m	+0.06m
上水道	—	1.80m	—
不明管	0.56m	0.44m	+0.12m
上水道	—	2.10m	—
下水道	—	1.83m	—
上水道	—	—	—
ガス	0.88m	0.67m	+0.21m
NTT	0.96m	0.97m	+0.01m
上水道	—	0.94m	—
ガス	—	1.01m	—
ガス（横断管）	0.70m	0.65m	+0.05m

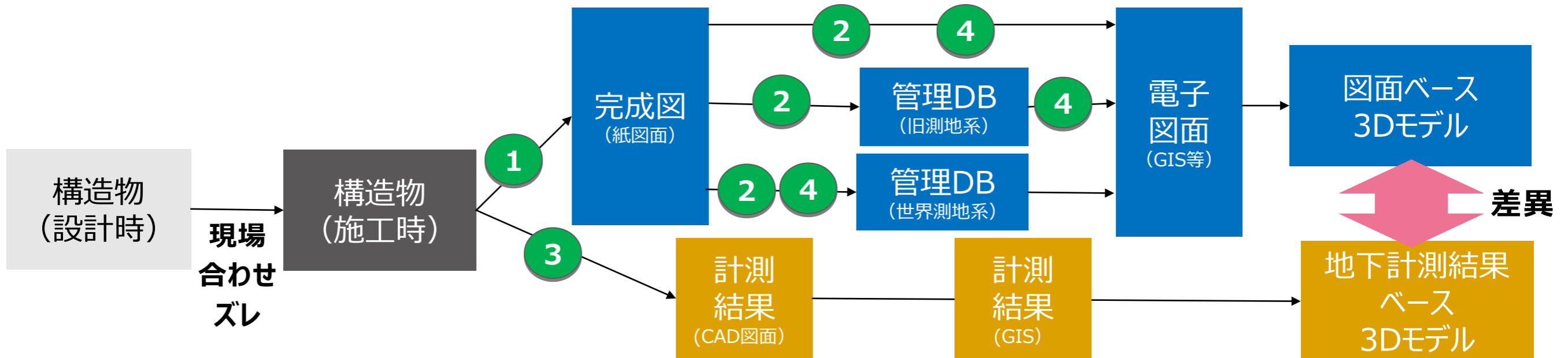
※“—”は、探査可能深度より深い埋設物、あるいは障害物等による測定困難エリア

3Dモデル比較結果の差に関する考察

地下計測の結果、現地と図面の差（数cm～1m）を確認
一定の精度不足を前提としたユースケースの開発が必要

<差異の発生要因>

- 1 施工後に完成図を作成する際に発生したもの（施工時の微小な変更を反映せず完成図としてしまった場合等）
- 2 各団体が紙図面から設備データ化した際に発生したもの（1/500スケールの図面では1mmが現実では数十cm）
- 3 今回の地下計測時に発生したもの（衛星受信状況や地質に影響されるもの）
- 4 座標変換した際に発生したもの（旧測地系から世界測地系に変換など）



不明管の存在に関する考察

**様々な要因で不明管が多数存在することを確認
継続的に図面を更新する仕組みの構築が必要**

＜本実証において不明管が存在した理由＞

- 昭和初期（戦前）は埋設物の管理が不十分であったため、その当時に整備された管路は、そもそも図面等が整備されていない。
- 過去の工事データを行政の文書管理期限終了とともに廃棄してしまっており、紙図面として残っておらず、結果として電子化もされていない。
- 施工時の現場合わせで予定位置からずらして施工をした場合に、その情報が竣工図などに適切に反映されていない。
- 本実証において対象としていない主体が保有する管路も一部存在する。

5. 業務効率化検証

業務効率化検証の概要

構築した高精度3Dモデルを活用し、 業務効率化・高度化の度合いを検証

#	検証内容	検証方法
1	埋設物照会	<ul style="list-style-type: none">■ 現行の確認・照会フロー、ステップと3Dモデルを使用した場合の確認・照会フロー、ステップを整理し、稼働時間・稼働量を比較・分析 <p>【3Dモデルを活用した確認・照会イメージ】</p>
2	施工協議	<ul style="list-style-type: none">■ 現行の協議フロー、ステップと3Dモデルを使用した場合の協議フロー、ステップを整理し、稼働時間・稼働量を比較・分析 <p>【3Dモデルを活用した協議イメージ】</p>
3	維持管理の付加価値検討	<ul style="list-style-type: none">■ 都市再開発に伴う建物の更新や新設時の地下埋設物の干渉など事前確認の可視化による効果を検証 <p>【地上地下3D統合モデルイメージ】</p>

5.1 埋設物照会

埋設物照会の効率化 検証概要

事業者ごとに実施している埋設物照会の効率化の可能性を検証

目的

高精度地下3Dモデルにて埋設物照会（設備有無の確認）を行った場合に、現状の業務の効率化に貢献する可能性があるか、活用に向けてどのような課題があるかを抽出・検証すること。

埋設物照会の効率化検証

従来方法

掘削事業者

設備有無調査依頼
各事業者毎に実施

電話
FAX
訪問
郵送
メール

占用事業者

掘削事業者より依頼があった範囲に対して図面等により設備有無確認

電力

通信

ガス

水道

下水

埋設物有無回答
各事業者から各々回答

検証方法



設備有無調査依頼

地下
3Dモデル
確認

占用事業者

掘削事業者より依頼があった範囲に対して3Dモデル上で判定



掘削事業者より範囲指定された申請により設備有無を判定

設備照会の検証のパターン

3通りの設備照会方法の稼働時間、課題等の確認を実施

従来方法

検証方法【通信以外】

検証方法【通信】

掘削事業者

占用事業者

掘削事業者

占用事業者

掘削事業者

占用事業者



メールor訪問orFAXで照会範囲を申請し、事業者もその情報を元に自社の設備データと照らしあわせて確認

占用事業者は地下3Dモデルを活用し自社の設備データと照らしあわせて確認後、回答

Webで照会範囲を申請し、その情報が占用事業者もWebで確認した後に照会範囲内の設備有無も自動的に判断し申請者へ回答

アンケートの実施

各社と個別デモの実施

仮想的なデモを実施

①従来方法による確認・照会の時間・課題確認

アンケート調査の実施

現状の照会業務の申請、受付時間の確認を目的に 各団体に対してアンケートを実施

申請に係る調査内容

Q1.埋設物照会の申請の各プロセスに要している平均的な時間について「時間」の列にご回答ください。

No.	作業実施内容	時間
1	埋設物照会申請用紙に必要事項を記入	
2	申請書の送付 【メール or FAX or 訪問提出】	
3	設備照会回答受領	

Q2.埋設物照会の申請に際して発生している課題についてご自由にご回答ください。

受付に係る調査内容

Q3.埋設物照会の受付の各プロセスに要している平均的な時間について「時間」の列にご回答ください。

No.	作業実施内容	時間
1	埋設物照会申請用紙受領	
2	受領した埋設物照会申請用紙内容確認	
3	申請内容・対応履歴入力	
4	当該場所の設備図面閲覧及び確認	
5	当該場所の設備有無確認	
6	埋設物照会申請者へ確認結果回答	

Q4.埋設物照会の受付に際して発生している課題についてご自由にご回答ください。

アンケート結果（稼働時間）

申請、受付いずれの業務においても高い業務負荷を確認

申請に係る調査

申請先の採用しているシステムに応じて、申請時間に大きな差が発生

作業実施内容	従来方法
	時間(分)
埋設物照会申請用紙（フォーム）に必要事項を記入	5～30
申請書の送付【メールor FAX or訪問提出】	2～60
設備照会回答受領	1～60
合計	8～150

注：訪問提出の場合とでは移動時間等を考慮しているため、稼働を要する。

受付に係る調査

特に申請に対応した箇所の図面の閲覧、確認作業に時間を要している

作業実施内容	従来方法
	時間(分)
埋設物照会申請用紙受領	1～5
受領した埋設物照会申請用紙内容確認	1～20
申請内容・対応履歴入力	1～20
当該場所の設備図面閲覧及び確認	3～60
当該場所の設備有無確認	5～30
埋設物照会申請者へ確認結果回答	2～15
合計	13～150

注：訪問者対応の場合は、メール or FAX対応より稼働を要するため時間を要する

アンケート回答（申請に係る調査）

複数企業に対する申請書作成、提出、受領等 やりとりの手間が大きいことを確認

項目	主な課題
申請書の作成	<ul style="list-style-type: none">■ 申請先ごとに申請内容が微妙に異なる■ 工事概要や工事範囲の状況を正確に伝えることが困難■ 誓約書や正式な埋設物調査依頼書が必要
申請書の提出	<ul style="list-style-type: none">■ 調査先が多岐にわたる、複数の企業を訪問する必要■ 日程調整の手間が大きい■ 申請後担当者と複数回のやりとり（電話、メール等）が発生■ OA機器が苦手な人材が多いためWeb申請が馴染まない
設備照会回答受領	<ul style="list-style-type: none">■ 提出と回答書の受取りが別日であるため複数回の移動が負担■ 申請してから資料を受領するまで3週間程度の時間を要する場合もある■ 特殊な照会箇所によっては追加調査が必要■ 受領した図面の見方が不明

アンケート回答（受付に係る調査）

対面対応を求める団体が多く事前の日程調整や 図面のトレース等の作業負荷が大きい

項目	主な課題
申請受付・ 対応	<ul style="list-style-type: none">■ メール・FAX・TELでの問い合わせには応じず対面での対応■ 事前の日程調整の手間が大きい■ 予約制ではなく先着順で案内しているため、待ち時間が長くなる場合がある■ 複数人数の閲覧希望があった際に、作業スペースがなく、提供に時間■ コピー不可、業者にてトレース作業（写真可）が必要■ 印刷にかかる消耗品費や対応にあたる人件費の負担が大きい
設備有無確 認	<ul style="list-style-type: none">■ 昭和初期など古い年代に整備した施設の完了図書が存在しない

**② ArcGISを用いた確認・照会の稼働時間、
課題の確認【通信以外】**

埋設物照会デモの概要

構築した3Dモデルを用いて個社別に埋設物照会デモを実施

埋設物照会デモの概要

申請者役 (掘削事業者)	エヌ・ティ・ティ・インフラネット (INF)
工事内容	通信の新設工事
受付役	水道局、下水道局、東京ガス、東京電力
実施手順	<ol style="list-style-type: none">① エヌ・ティ・ティ・インフラネットより各事業者に構築した3Dモデルの概要を説明② 各団体担当者にてGIS フリーソフトの操作体験③ 個別ヒアリングの実施
ヒアリング事項	<ul style="list-style-type: none">■ 各事業者が埋設物照会受付時から内容を確認するための時間■ 申請があった箇所に対して3Dモデルを活用した設備状況の有無に要して時間■ 申請者へ回答するための資料作成から回答までに要した時間■ 3Dモデル活用による確認方法で実感した効果等について■ 3Dモデル活用による確認で感じた課題、改善点について

デモ結果

高精度3Dモデルの活用可能性や課題、I/Fに対する意見を確認

項目	主なご意見
業務への活用可能性	<ul style="list-style-type: none"> ■ <u>計画段階、設計段階の検討には便利</u>と思う。 ■ <u>どこの団体に相談しにいけばよいか</u>、の判断には活用メリットがあると思う。 ■ 建物整備の際に<u>インフラをどこから引くか</u>は重要課題であるためゼネコンは助かる。 ■ パット見てイメージが把握できるので<u>設計協議では使いやすい</u>。
業務への活用に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 業務を想定した場合、<u>掘削範囲を申請者が簡単に入力</u>できるような仕組みが必要。 ■ 実際の埋設物調査では設計図と竣工図の両方を確認。<u>精度・鮮度が低いと既存業務を置き換えていくことは難しい</u>。 ■ 埋設物調査に来る人は調査設計の委託を受けている人で、埋設物管理そのものには詳しくない方が多い印象。3Dモデルを見ても、特に行動は変わらない可能性が高い。 ■ 3Dモデルでの管理になると、モデルの精度を省略してしまう人が出てくるのではないか。
I/F	<p>情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 管径、材質、深さ情報は必要。 ■ 地上部に<u>公道面、歩道面、敷地境界の情報</u>が欲しい。 ■ <u>電柱や電線等、掘削時に影響する施設の情報</u>が欲しい。 ■ <u>マンホール</u>の情報は欲しい。
	<p>機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 掘削範囲を簡単に動かし、<u>他設備と干渉しているかを判断</u>できる仕組みが欲しい。 ■ 設備が干渉しているポイント、<u>設備と最も近い地点</u>を特定・確認したい。 ■ 任意の地点で、<u>断面図</u>を表示できる機能が欲しい。 ■ 干渉している設備の<u>管理団体をすぐにリストアップ</u>できる機能が欲しい。 ■ <u>2Dの図面や協議種類をすぐに作成</u>できる機能があるとよい。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業法や社内基準の中で、受付業務を行うことが規定されている。

③立会受付Webシステムを用いた確認・照会の稼働時間、課題の確認【通信】

検証方法（通信）について

高度な受付Webシステムを用いた業務効率化の度合いを検証

検証方法【通信】

掘削事業者



占用事業者



Webで照会範囲を申請し、その情報が占用事業者もWebで確認した後に
照会範囲内の設備有無も自動的に判断し申請者へ回答

検証範囲

通信で運用しているシステムを活用して、通信事業者以外の事業者から通信事業者への設備照会を実施した。

なお、同システムの検証用環境はエヌ・ティ・ティ・インフラネット社でしか利用出来ないため、申請者(担当者A)と受付者(担当者B)は弊社(エヌ・ティ・ティ・インフラネット社)社員で双方を実施した。

その際の作業フロー毎の稼働時間を測定し、どの程度で設備照会が可能であるかを把握した。

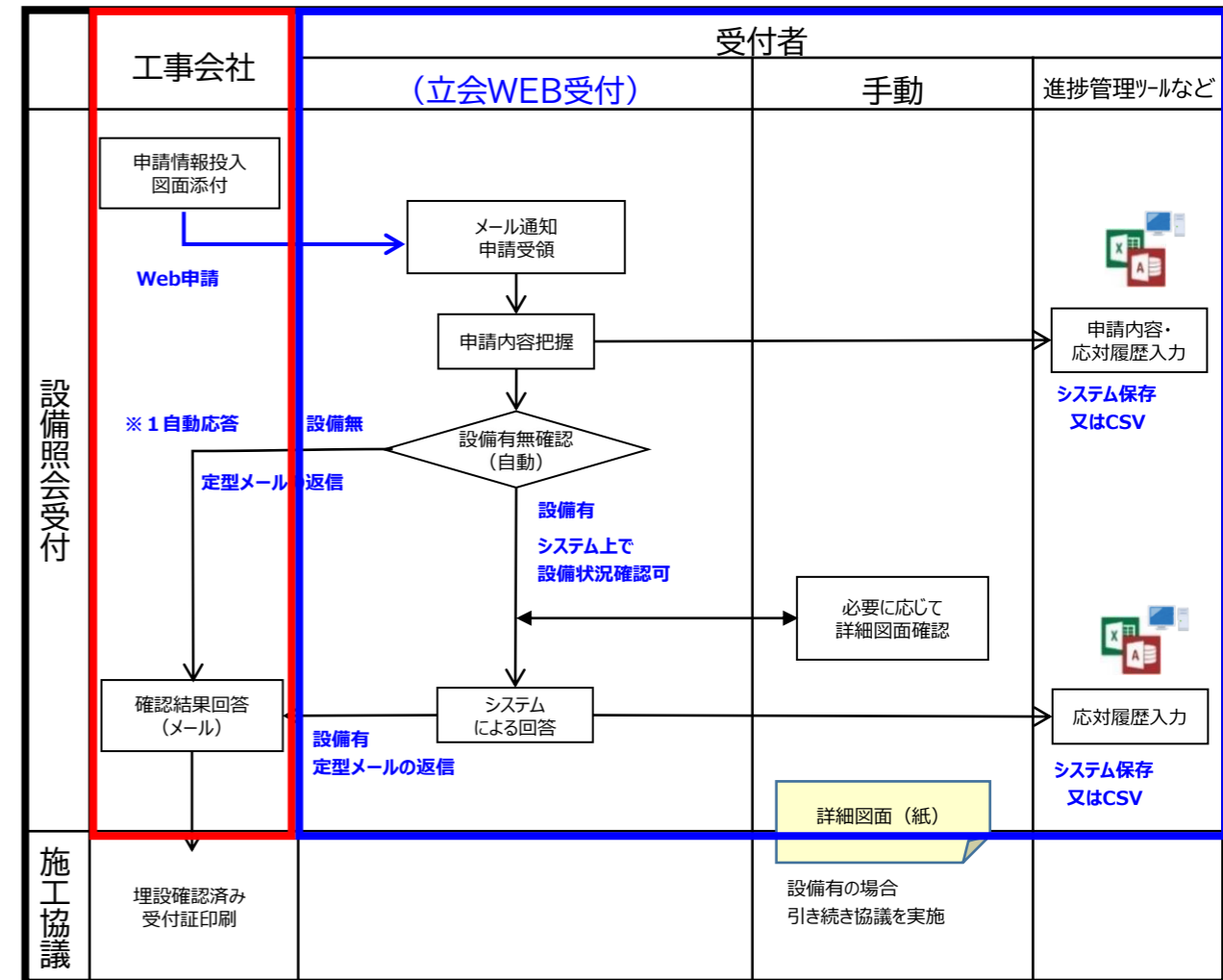
設備照会について【検証方法：通信】

システム構築企業内でロールプレイ形式による仮想的なデモを実施

設備照会システムを活用した際の受付フロー

- 掘削事業者【申請者】の業務フローごとの稼働時間を算出する。
- 占用事業者【受付者】の総稼働時間数に対しても、立会受付Webシステムを利用して作業を実施している作業毎の稼働時間を算出する。
- 本検証はエヌ・ティ・ティ・インフラネット社保有の立会受付WEBシステムの検証版を用いて実施したため、申請者及び受付者は同社の担当者で双方の役割を実施し検証した。

■ 設備照会のシステムを活用した際の受付フロー



設備照会について【申請者の稼働】

申請範囲をWebのGIS上で選択することで大幅な効率化が可能

申請工事情報の記入や図面による埋設物照会位置の作図などの作業が、右記のようなWEB上での作業に置き換わる。実施作業は以下の通り。

- ①WEB上のシステムで工事情報を入力
- ↓
- ②WEB上のGISにて埋設物照会範囲を選択
- ↓
- ③WEB上で事業者へ申請
- ↓
- ④事業者から受付票の回答があり、埋設物の有無を確認

システムを活用した際の申請稼働時間

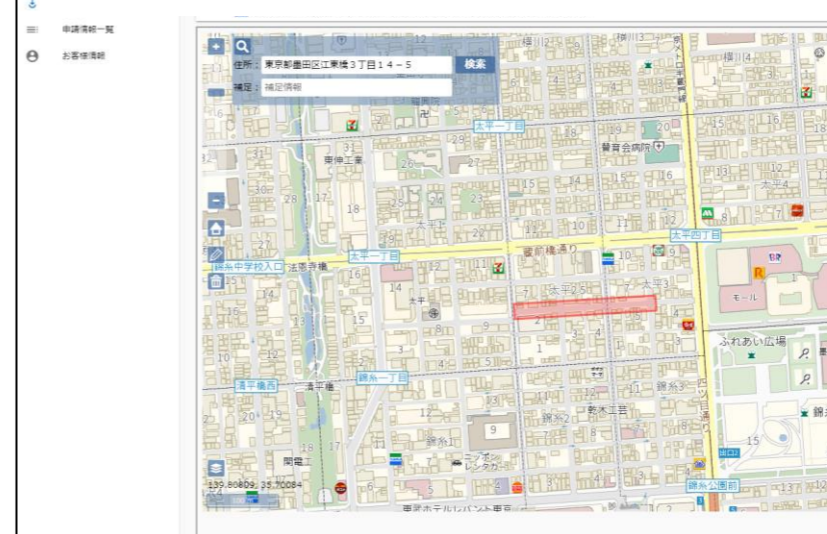
- 工事情報入力作業：5分
- 埋設物照会範囲選択及び申請：1分
- システムからの回答確認作業：1分

掘削事業者【申請者】の総稼働時間
7分/回

【画面イメージ：工事情報入力】

The screenshot shows a web form for entering work information. It includes fields for '申請種別' (Application Type), '業種' (Industry), '工事名称' (Work Name), '工事目的・住所・掘削範囲' (Work Purpose, Address, Excavation Area), '埋設物' (Underground Objects), '工事時期' (Work Period), '工事時期' (Work Period), '工事時期' (Work Period), and '工事時期' (Work Period). There are also checkboxes for '掘削' (Excavation), '配管' (Piping), '布設' (Laying), '本道' (Main Road), and 'その他' (Others). The form is titled '工事情報' (Work Information).

【画面イメージ：埋設物照会範囲選択】



NTT東日本 受付証	
お客様よりご申請いただいた情報に基づき、埋設物調査を実施した結果をお知らせします。	
Web申請番号	K2022010503486-01
受付番号	K2022010503486
受付年月日	2022年01月05日
受付証有効期間	2021年12月01日 ~ 2021年12月31日
工事名称	効率化検証デモ電気工事
工事概要	配電管路新設工事
工事場所	東京都 墨田区 太平 2
埋設物有無	あり
発注企業	企業名 東京電力パワーグリッド株式会社 責任者 木村 太郎 電話番号 000
施工企業	企業名 責任者 電話番号
連絡事項	

設備照会について【受付者の稼働】

受付対応者は自社設備の有無をシステムで容易に確認可能

申請者から届いた工事情報や埋設物照会範囲をシステム上で確認し、設備の有無をシステム上で回答する。
実施作業は以下の通り。

- ①WEB上のシステムで工事情報を確認
- ↓
- ②埋設物照会の申請範囲を確認
- ↓
- ③設備の有無を確認
- ↓
- ④申請事業者へ回答



システムを活用した際の受付処理稼働時間

- 工事情報確認作業：5分
- 埋設物照会範囲の確認作業：1分
- 設備の有無確認作業：1分
- システムでの回答処理作業：1分

占用事業者【受付者】の総稼働時間
8分/回

【画面イメージ：申請情報確認】

【画面イメージ：設備有無確認】



設備照会業務における稼働比較【通信】

高度なWebシステムの活用による大幅な業務効率化が可能

申請稼働時間

作業実施内容	従来方法
	時間(分)
埋設物照会申請用紙（フォーム）に必要事項を記入	5～30
申請書の送付【メールor FAX or訪問提出】	2～60
設備照会回答受領	1～60
合計	8～150

注：訪問提出の場合とでは移動時間等を考慮しているため、稼働を要する。

受付処理稼働時間

作業実施内容	従来方法
	時間(分)
埋設物照会申請用紙受領	1～5
受領した埋設物照会申請用紙内容確認	1～20
申請内容・対応履歴入力	1～20
当該場所の設備図面閲覧及び確認	3～60
当該場所の設備有無確認	5～30
埋設物照会申請者へ確認結果回答	2～15
合計	13～150

注：訪問者対応の場合は、メール or FAX対応より稼働を要するため時間を要する

従来
手法

システム
利用

作業実施内容	検証方法
	時間(分)
WEB上の埋設物照会情報を入力	5
WEB上のGISにて埋設物照会範囲を選択後、申請	1
WEBシステムからの回答確認作業	1
合計	7

作業実施内容	検証方法
	時間(分)
WEB上にて埋設物照会情報の確認	5
埋設物照会範囲の確認	1
設備の有無確認作業	1
システムでの回答処理作業	1
合計	8

5.2 施工協議

施工協議の効率化 検証概要

事業者ごとに実施している施工協議の効率化の可能性を検証

目的

高精度地下 3Dモデルを活用して、施工協議を行った場合に、現状の業務の効率化に貢献する可能性があるか、活用に向けてどのような課題があるかを抽出・検証すること。

施工協議の効率化検証

掘削事業者と占用事業者での施工協議内容

現状の設備状況を正確に把握し正しく伝える

掘削場所で懸念される影響を抽出し伝える

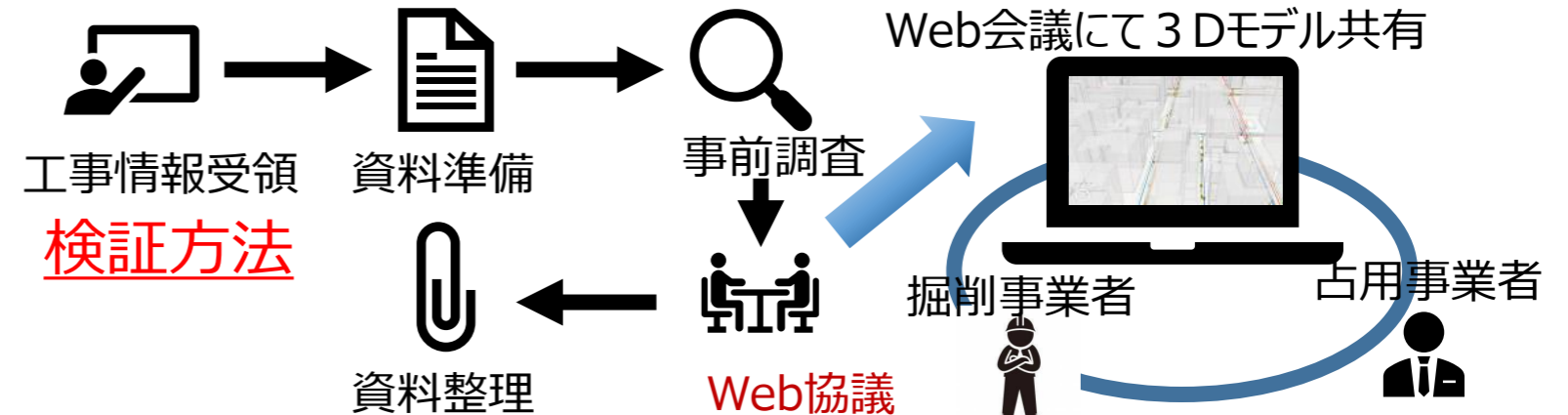
離隔等の影響がある場合は掘削位置を変更

埋設物が露出する場合は防護方法等を協議

施工段階での立会の必要性確認

掘削事業者の埋設物の詳細を再確認

従来方法



検証方法

具体的な確認項目

対面施工協議と同様のやりとりをオンライン上で実施

- 掘削事業者は占有事業者に対して3Dモデルを確認しながら建設する構造物の詳細情報や掘削する範囲の共有、掘削範囲の地下状況などを正確に伝える。
- 各占有事業者の構造物が露出する場合などは、防護方法などの確認も併せて行う。

掘削事業者

通信（デモではエヌ・ティ・ティ・インフラネット社）



- ①新設する設備形態
- ②掘削幅や掘削深さ
- ③敷設条数と管路種別
- ④掘削範囲で懸念される影響
- ⑤埋設物が露出する場合の防護方法
- ⑥埋設物との離隔距離



Web会議にて
3Dモデル共有

占有事業者

電気

下水

ガス

水道



- ①各占有事業者で設定されている設計上の離隔について
- ②各占有事業者毎の埋設物防護方法
- ③施工段階での立会の有無
- ④掘削範囲の影響について
- ⑤掘削事業者への埋設物位置変更

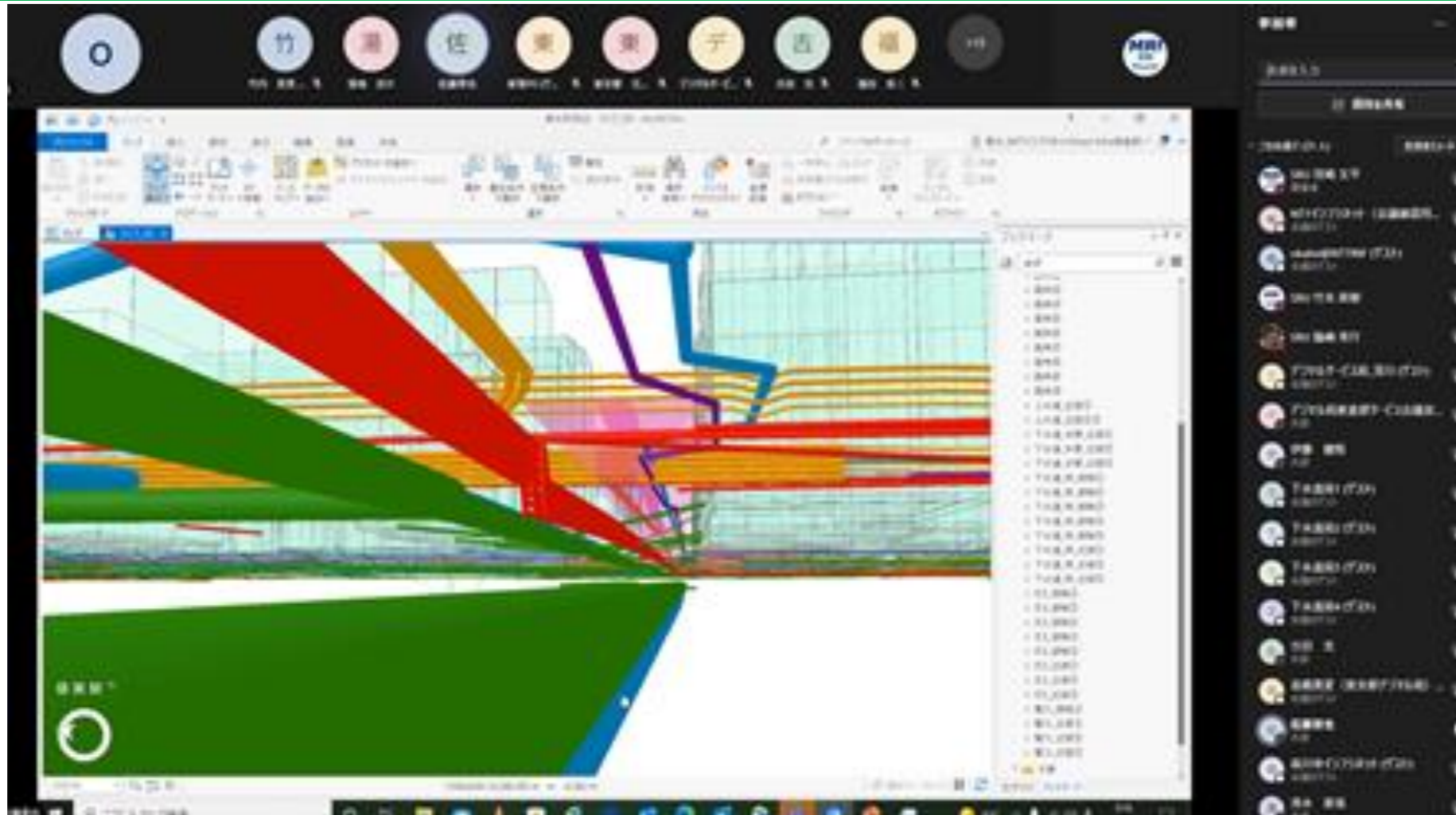
オンライン施工協議デモの流れ

各団体がオンライン上に一堂に会して施工協議を実施

Step1	デモの趣旨説明	■ オンライン施工協議デモの流れについて説明
Step2	工事概要説明	■ 掘削事業者（通信）から工事概要説明 ■ 説明はオンライン上で3Dモデルを表示しながら実施
Step3	質疑応答 【申請者⇔全団体】	■ 工事内容について各社と質疑応答
Step4	個別確認 【申請者→個社】	■ 業者毎に3Dモデルを活用した個別確認 1) 掘削事業者→電力に対する施工協議 2) 掘削事業者→水道に対する施工協議 3) 掘削事業者→下水道に対する施工協議 4) 掘削事業者→ガスに対する施工協議
Step5	その他質疑 【申請者⇔全社】	■ 工事内容について各社と質疑応答
Step6	ヒアリング	■ 3Dモデルを活用したオンライン3D協議に対するヒアリング (活用効果、課題・要改善箇所、全体に対する感想等)

オンライン施工協議の様子

5団体（上下水道、電力、ガス、通信） 合同で
オンライン施工協議を実施
オンライン施工協議



業務への活用可能性

施工協議への活用には課題があるが計画段階での活用や 現地での認識共有等への活用可能性を確認

団体	主なご意見
A	<ul style="list-style-type: none">■ 図面、モデルの精度の問題があるため、申請で使うにはその点を克服する必要があるが、管路の場所のあたりをつけるという観点では、活用可能性がある。■ 建物を更地から検討する設計事務所にとっては有益と思っている。現地にいなくても、地下インフラが見れることで、どこから電力、通信を引くのかという検討に活用できる。
B	<ul style="list-style-type: none">■ 庁内で管路をどこに入れるかというあたりをつけるためには活用できる。
C	<ul style="list-style-type: none">■ あたりをつけやすい、イメージがつきやすいという部分で、協議時の認識の共有はしやすくなる。■ 施工協議の段階では、変更が難しくなっている状況であるため、むしろ設計段階の協議の方が使いやすいのではないか。
D	<ul style="list-style-type: none">■ 3Dというのは現場をイメージしやすい。現場で掘削する前に、3Dモデルを活用してイメージ共有することで、事故防止などに使える。
E	<ul style="list-style-type: none">■ 2Dではなく、3Dで見れることで、申請者にとってはメリットが大きい。■ 全体を通して、こうした仕組みやライフライン企業で合同で行うという部分は将来的には必要ではないかと思っている。

活用に向けた課題・改善ポイント（1）

施工協議への活用に向けては 周辺情報や管種等の属性情報の充実が必要

項目	主なご意見	
管路のモデル化	<ul style="list-style-type: none">■ 取り付け管はモデルのようにまっすぐ入っていないケースが多く、より忠実な再現が必要。■ 各家庭への引き込み管等の情報も今後モデル化されるとよい。■ 現実的ではない、勾配になっている区間が見受けられるため改善が必要。	
掘削範囲 掘削影響範囲 のモデル化	<ul style="list-style-type: none">■ 掘削の影響範囲が台形になっているが、すべてが掘る範囲のように見えてしまう。■ 東京ガスとNTTの間では影響範囲の考え方について協定を結んでいる。実運用の場合には防護協定に準じた示し方ができるとよい。■ 露出する範囲を分かりやすく示してほしい。■ 土留めを行う場合の根入れ深さ等の情報も確認できるとよい。	
情報	断面図	■ 断面図 を確認しながら、他企業等との離隔の確認等も行えるとよい。
	人孔	■ マンホール は管路よりも大きく、工事への影響も大きいいため、モデル化される必要がある。
	管種	<ul style="list-style-type: none">■ 管種によって防護方法等も異なるため、属性情報に管種は必要。■ 管種に応じて、上越し、下越しの考え方が異なるため、属性情報は必要。
	地盤	<ul style="list-style-type: none">■ 土質の条件等（地盤改良の必要性の有無）の情報もあるとよい。■ 薬液注入等を行う場合には、それらの情報もポリゴンで表示できるとよい。
	地上	■ 道路管理者との協議で使える可能性があるため、 路面舗装や断面図、舗装材料（アスファルト舗装orコンクリート舗装）、歩道の状態等 も入っているとよいのではないか。

活用に向けた課題・改善ポイント（2）

協議の記録や協議の証明等、現状のオフラインの業務の細かな仕組みをどのようにオフラインの業務に反映させていくかが重要

項目	主なご意見
確認範囲	<ul style="list-style-type: none">■ 実際の施工協議においては、掘削範囲を全て確認する必要がある。■ 断面図・平面図のような形で連続してみれないと協議としての活用は難しい。
2Dとの併用	<ul style="list-style-type: none">■ 直近で工事をした、新設や撤去等のデータがいつの時点で反映されるのかが気になる。3Dの図面も用意しているものの、直近については図面を用いないといけない部分もある。
実施形式 (5団体同時)	<ul style="list-style-type: none">■ 5団体同時に施工協議ができることは申請者（工事業者）にとっては業務効率化に資すると思うが、申請受付者側にとって効率化につながるメリットが感じにくい■ 待ち時間が長い。他社の協議の内容を見ている、自社の設備と近接するところが気になる。ファシリテーションのやり方でもう少し改善できる部分もあると感じた。■ 他社に対して伝えにくい内容もあり、個社別の協議の良さもある。
協議の記録	<ul style="list-style-type: none">■ どういう風に記録を残すかが重要。協議の中で、離隔何mmとして合意をしたのか、図面の中に記録が残せるとよい。
協議の証明	<ul style="list-style-type: none">■ 協議後に施工会社にサイン（タッチパッドに署名）している。オンラインだと難しくならないか。
その他	<ul style="list-style-type: none">■ 各色がどの組織の管路であるか、すぐにわかるよう凡例を表示する必要がある。

5.3 維持管理の付加価値検討

維持管理業務における課題

地上と地下の3Dモデルの組合せの検討の第1歩として 影響範囲（音）の事前想定可能性を検証

手順	課題	対応可能性
企画・ 施工計画	■ 工事範囲内における各社の地下埋設物の有無の確認の手間、図面等の信頼性の不足	
	■ 工事に伴う影響範囲（騒音、振動等）の事前想定が困難	○
	■ 道路使用条件などに伴う短い施工時間での作業への対応	
機材 調達	■ 機器の旋回半径や周辺構造物（電線、電柱、看板、信号等）との離隔を考慮した機器の選定に苦慮（事前の正確な把握が困難）	○
施工 (作業)	■ 各設備管理者図面等に含まれていない不明管への対応	
	■ 各設備管理者図面との相違の影響から、設計位置に管路の埋設やMH、特殊部が存在し、設計通り敷設できない（最悪入らない）場合の対応	
	■ 既設埋設物が多く新設設備の設置スペース不足への対応	
	■ 電線、看板などの地上物による作業制限（特殊部のクレーン吊りをしようとしたが、特殊部の真上に看板があるなど）への対応	○
	■ 地下水が急に溢れてきた際などの排水対応	
安全管理	■ 見通しの悪さ等に起因した車両の飛び込まれ事故の発生	○
	■ 効果的な周辺住民等への周知、コミュニケーションの難しさ	○

騒音の影響範囲の事前想定検証

埋設物工事に伴う音の伝播状況を可視化し、 対策範囲の検討への活用可能性を検証

Step1 工思想定

- 都市開発による乗り入れ箇所の変更に伴い、引上柱15mの支障移転が発生
- 掘削にはバックホウ（70dB）を使用
- 昼夜どちらも可能であったが、人通りの少ない夜施工で計画

Step2 (周辺建物への) 影響範囲の設定

- 工事エリアの影響が及ぶ範囲（＝建物）は、工事範囲から50dBに減衰するまでの範囲を球状範囲で、少しでも含まれる建物が対象（音の反響反射は考慮しない）

Step3 影響度（騒音） の検討

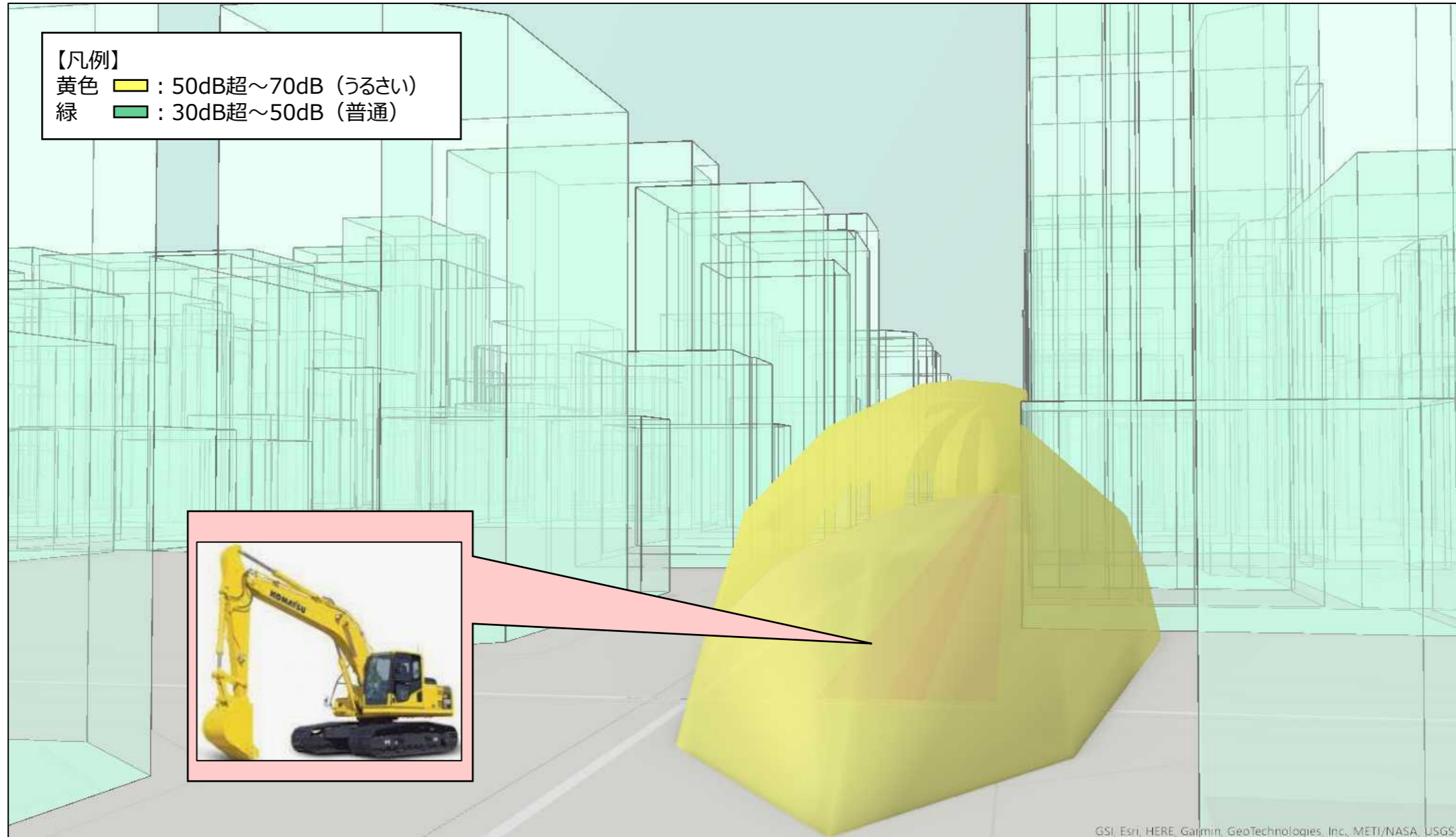
- 影響度を音の大きさと考える
- 最大の騒音工程について、影響が及ぶ範囲内の影響度を色的に表示
- Plateauの「高さデータ」を使用し影響度を球体的に計算、モデル上で立体的に確認

Step4 工事計画への 反映要否判断

- 建物に対して騒音の基準値を超える影響発生
- 影響度が大きい防音シートの設置、騒音対策型の施工機械（65dB）に変更
- 影響度を再検討する（Step2に戻る）

地上と地下の組合せによる付加価値検討 (1 / 3)

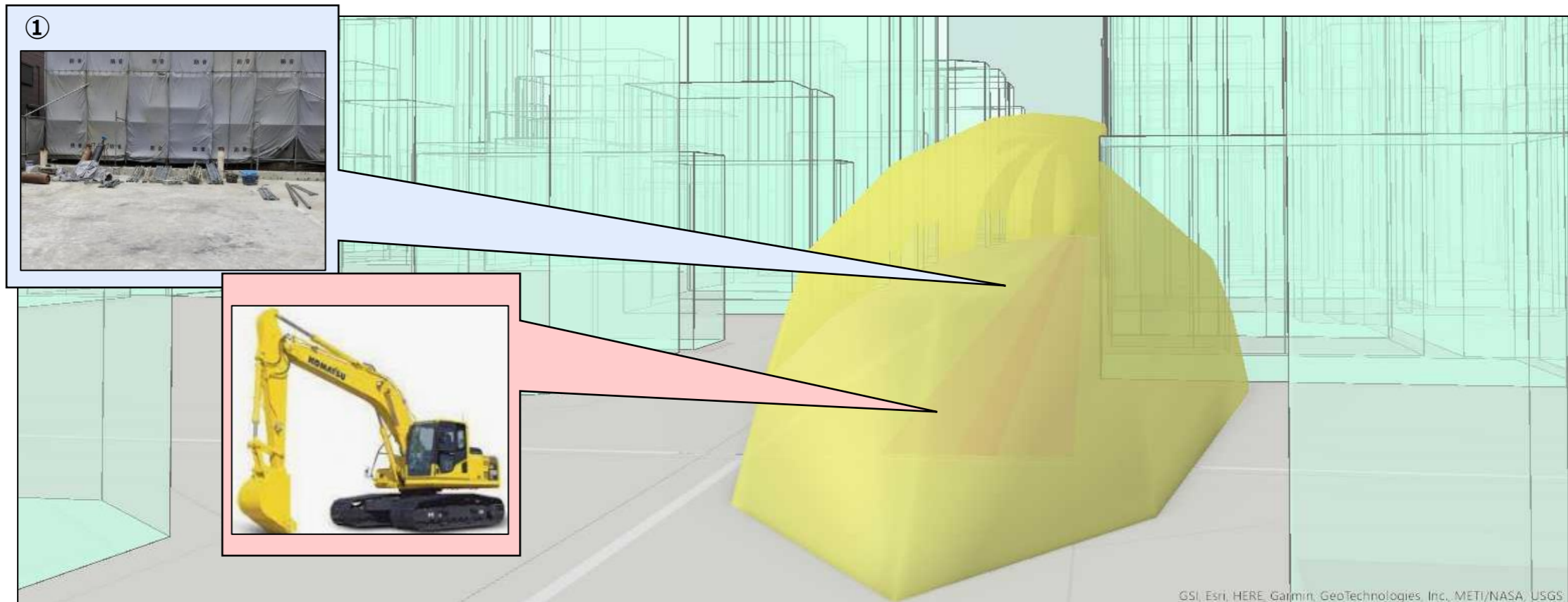
工事区画からの騒音の影響範囲を3D空間上に可視化



地上と地下の組合せによる付加価値検討（2 / 3）

防音シート設置等の対応の要否に係る検討工数の削減

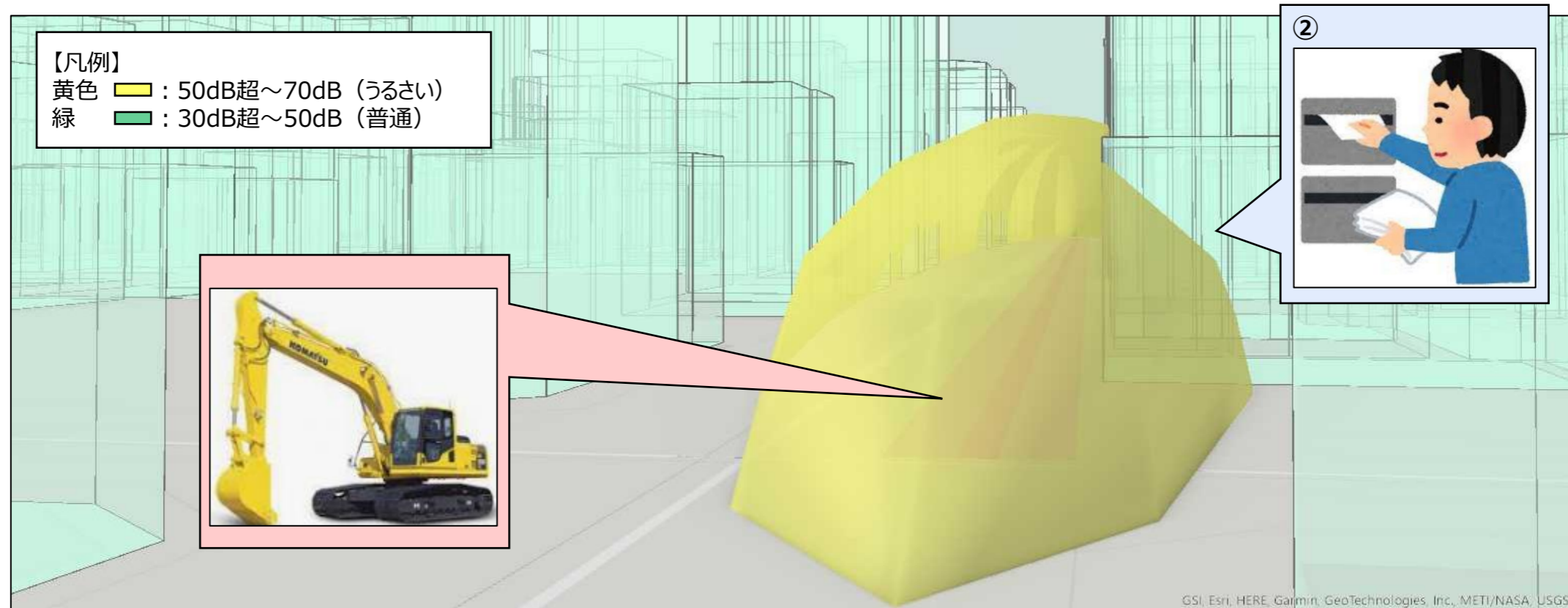
- ①-1.黄色範囲(騒音レベル：うるさい)の右側（南側）の建物が大きく含まれるため、特に掘削範囲の右側に対して対応が必要であることが視覚的に判断できる。
- ①-2.黄色範囲が立体的に可視化されているため、防音シートの高さがどの程度必要か視覚的に判断できる。



地上と地下の組合せによる付加価値検討 (3 / 3)

近隣住民への連絡範囲の検討工数の削減

- ②-1. 騒音の影響範囲が可視化されているため、どの範囲までの連絡が必要だと視覚的に判断できる。
- ②-2. 騒音の影響範囲が立体的に可視化されているため、高層建築物のどの高さまで連絡が必要か視覚的に判断できる。



6. 東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映

今年度の検討成果の見せ方について

情報公開の方法について複数案を整理しメリデメを検討

パターン		概要	メリット	デメリット
画像のみで公開	実画像	構築した3Dモデルの一区間をキャプチャして公開する	<ul style="list-style-type: none"> データ提供者から抵抗が大きいと想定されるビューフへの掲載を行わずに対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> 管理者等の凡例が表示されることについては抵抗感を持たれる可能性が高い
	イメージ画像	地下の3Dモデルのイメージ図を公開（過年度既に作成済）		<ul style="list-style-type: none"> 昨年度のコンセプト動画からの進展が示せない
データを加工してビューフで公開	位置情報変更	項目や属性データはそのままだが架空の位置情報を付与する	<ul style="list-style-type: none"> 埋設物データの3D化のメリットを都民に対して示しやすい 位置情報が一般に漏れない 	<ul style="list-style-type: none"> 本来埋設物が存在しないエリアにデータが存在することになり、適切な説明が必要
	公開データの限定	位置情報は正確なまま、項目や属性データを最小限として提示する	<ul style="list-style-type: none"> 埋設物データの3D化のメリットを都民に対して示しやすい 正しい位置で表示することができる 	<ul style="list-style-type: none"> データが限定されるとはいえ、埋設物の位置情報が公開されることについて各事業者から懸念を抱かれる可能性が高い
	地上への写像の投影	ある路線の地下に何かが埋まっていることが分かるように表示する（どの事業者の、どの設備が、どの位置に埋まっているかは不明）	<ul style="list-style-type: none"> 埋設物の存在は認識できる（工事事業者等は、配慮すべき情報（条件）として捉えることができる） 	<ul style="list-style-type: none"> 構築した3Dモデルが一般に触れることはない
	マンホールのみ	地下とのつながりとして、マンホール情報のみを提示する	<ul style="list-style-type: none"> 埋設物の存在は認識できる 	<ul style="list-style-type: none"> 構築した3Dモデルが一般に触れることはない

東京都デジタルツイン3Dビューアへの表示の目的

セキュリティ等の懸念事項に配慮した表示方法を検討

表示目的

今年度実証の成果である地下埋設物の3Dモデルを、セキュリティ等の懸念事項に十分配慮したうえで、都民に分かりやすい形で可視化する。

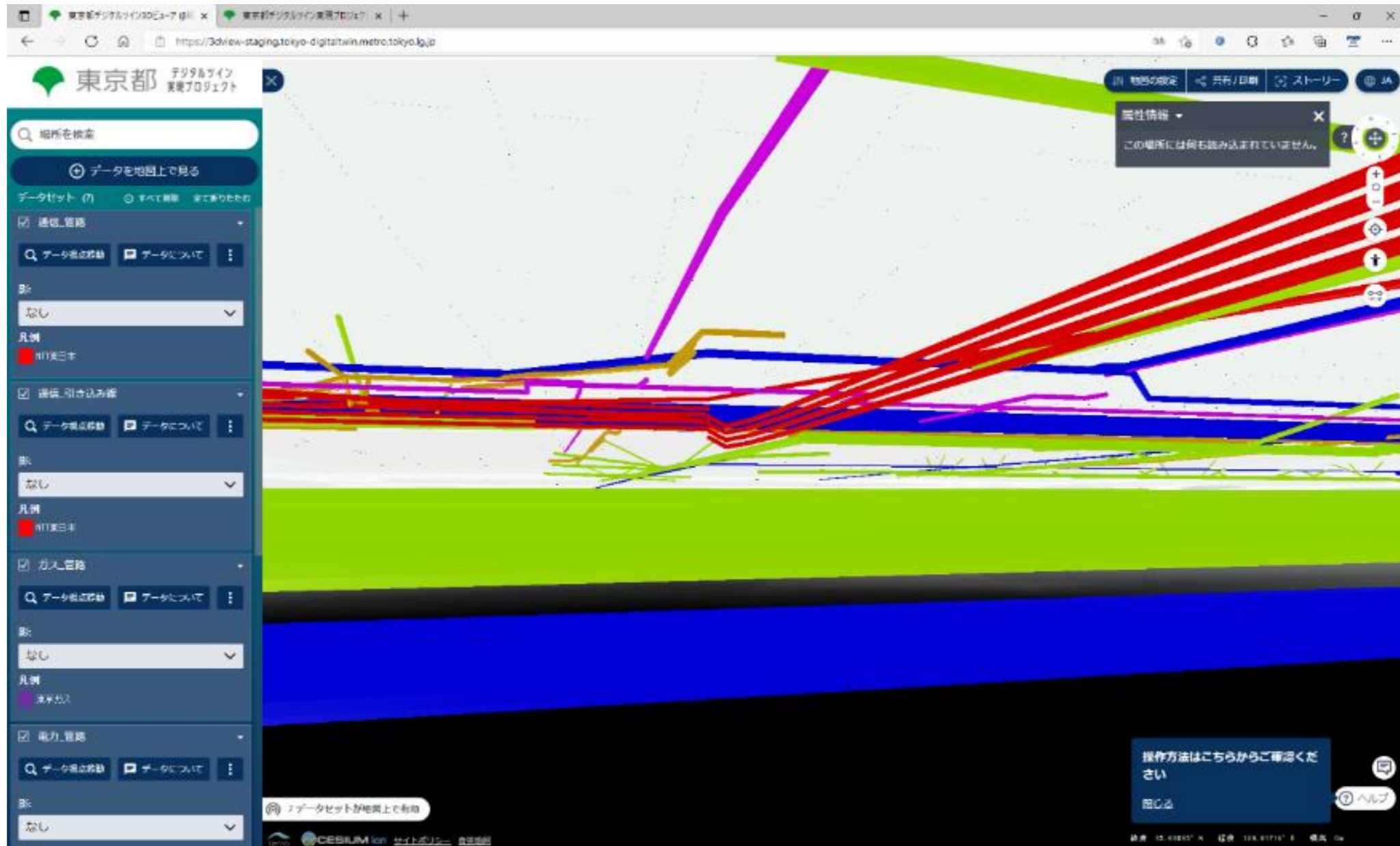
東京都デジタルツイン実現プロジェクトHP

東京都3Dビューア 入口



3Dビューア表示

位置情報の変更や属性情報の削除を行い、3Dビューア上に表示



7. 成果と課題

成果（1）

3Dモデル化の課題、業務への活用可能性を網羅的に検証

高精度地下埋設物3Dモデルを構築し、構築の各段階において確認された課題を網羅的に整理

- 各社が異なるフォーマットで管理している図面情報について、3D空間情報（1/500縮尺相当）に基づく位置補正を行った上で、高精度な地下埋設物3Dモデルを構築した。
- 地下埋設物3Dモデル構築の各段階で確認された課題（フォーマットの不統一、測地系の混在、高さ情報の不足・定義の不統一等）を段階ごとに網羅的に整理した。

図面ベースの3Dモデルと地下計測ベースの3Dモデルを比較検証し精度を検証

- 一般に指摘をされている図面の精度の不足について、実際の地下計測結果との比較を通して、数cm～最大1m近い位置のズレや図面には含まれない不明管の存在を明らかにした。
- 比較検証を通して誤差の発生要因について体系的な整理を行った。

面的な計測が短時間で可能なアレイ型機器を試行し、導入可能性を検証

- 地下の効率的な計測手法の開発、検討を目的としてアレイ型の機器を使用し計測を行った。
- 少ない走査回数で連続的な情報の取得（特に深さ情報）は可能であったが、現状の技術では1.0m～1.5m程度の深さまでしか計測できず、それ以上の深さの構造物については従来型の機器等の併用が必要であることが確認された。

成果（2）

実証を通して地下埋設物のデジタル化の機運を向上

構築した地下埋設物3Dモデルを管理団体等に共有し、業務への活用可能性・課題を特定

- 地下埋設物3Dモデルを活用した業務効率化検証（埋設物照会、オンライン施工協議、維持管理の付加価値検討）を実施し、業務への活用可能性、ユースケース、技術的な改善ポイント（不足する情報、機能）、運用上の課題等を確認した。
- 特にオンラインシステムの利用により申請者及び受付者双方の効率化が図れる事を確認した。

5団体合同でのデモ、個別の意見交換を実施し地下のデジタル化、業務効率化の機運を向上

- 本実証の中で全社が一同に集まる場（オンライン施工協議）を設け、3Dモデルの活用可能性等について議論することで、データ共有、モデル化等の必要性を互いに認識し合うことができた。
- 同時に東京都のデジタルツイン実現に向けた意識の共有等もでき、各社のデジタル化等に対する機運の向上に資する検討になったとともに、今後の連携に向けた第一歩の機会にもなった。

構築した3Dモデルを限定的でも公開し、地下のデジタル化の進展・方向性を提示

- 昨年度のイメージ動画の公開から進んで、実際に構築した3Dモデルをビューア上で一般公開することにより、都民に対して地下のデジタル化の進捗状況を強要することができた。

成果（3Dモデル活用の一ユースケース）

地下埋設物3Dモデルの活用が考えられるユースケースを特定

プロセス		ユースケース
計画	情報収集	<ul style="list-style-type: none">■ 問合せ先の判断■ 問合せ、図面提供依頼・入手の自動化■ 埋設物の有無判定の自動化
	計画	<ul style="list-style-type: none">■ 状況の概要把握、設置先のあたりを付ける■ 建物に対する引き込み先、排水先等の把握■ 取り付け管の位置の把握（区部と多摩地区の違い）
設計	協議	<ul style="list-style-type: none">■ 設計協議の遠隔実施■ 協議時の認識共有■ 道路工事調整会議等における占用可能な場所の確認
	設計	<ul style="list-style-type: none">■ 地下接続通路の検討や歩道部分の概略設計の参考情報
施工	協議	<ul style="list-style-type: none">■ 施工協議の遠隔実施■ 協議時の認識共有
	施工時	<ul style="list-style-type: none">■ 現場の事前イメージ共有、事故防止
運用	合意形成	<ul style="list-style-type: none">■ まちづくりなどの検討の土台、認識共有
	事後解析	<ul style="list-style-type: none">■ 事故時（路面下空洞発生）の分析、検証

課題(1)

業務への活用に向けてはモデル・情報・機能それぞれに課題が存在

各社の管理フォーマットやベース地図の不統一に起因するモデル構築の負荷大

- 各社の管理フォーマットがバラバラであること、一部の団体については依然として紙図面の管理でありデジタイズ作業から必要であったこと等、モデル構築の負荷が想定以上に大きかった。
- 今後エリアの拡大等を図っていく際には、電子化、フォーマット等の統一が必要と考えられる。

図面の精度不足に起因する実業務への活用の困難性

- 様々な要因により図面の精度に不足があり、短期間での解決も困難であることが明らかとなった。
- ある一定の精度不足（位置のずれ、高さ情報の不足、不明管の存在等）があることは許容した上で、それでも十分活用できる具体的なユースケースの検討が必要である。

付帯情報（地上情報、地盤情報等）、機能の不足

- 業務で活用するためには、地下埋設物モデルそのもの（形状情報、属性情報）の精度向上に加え、地上部の情報（電線、電柱等）や地下のその他構造物等の情報の充実が必要である。
- 機能面においても様々な追加機能の検討が必要であることが明らかとなった。

課題(2)

持続的な運用体制、仕組み構築の必要性を確認

既存運用（対面、紙図面、2D）との組み合わせの必要性

- 現地で工事等を実施手から図面の作成、電子化までにはタイムラグが発生するため、新設や撤去等のデータの反映が遅れることを考慮した運用方法（2Dとの併用等）の構築が必要である。
- 個社別の対面協議であるからこそ実現できている内容（協議内容に対する承認、他社に対して伝えにくい内容の共有等）もあり、それらをどのようにシステム、3Dモデルにビルトイン（あるいは組み合わせ）していくかを検討する必要がある。

持続的な運用（モデルの整備、維持、更新）体制の構築、役割分担の必要性

- 各団体との意見交換を通して地下のデジタル化の必要性は認識されたものの、データの継続的な獲得、モデルの更新・維持等を誰がどのように行っていくかについて関心の声が寄せられた。
- 既存団体等との役割分担も考慮した上で、持続的な体制、運用の仕組みの構築が必要である。

その他既存業務で発生している非効率の解消

- 現場では「立ち合い」業務の負荷が大きいなどの課題も聞こえており、3Dモデル活用以外の方法も含めて対応策の検討が必要。

ニーズが確認された情報

地下埋設物3Dモデルに付加していくべき情報を特定

項目		情報
形状情報		<ul style="list-style-type: none">■ 取り付け管の角度（※精度向上）■ 管路の勾配（※精度向上）
属性情報	諸元	<ul style="list-style-type: none">■ 管径、管種■ 深さ・高さ情報（GLからの距離、TP（東京湾平均海面）、AP（荒川基準面））
	運用状況	<ul style="list-style-type: none">■ 高圧電線か否か■ 降雨量等に対する許容値
付帯情報	地上	<ul style="list-style-type: none">■ 建物、掘削時に影響する範囲の構造物■ 電線、電柱、NTT柱（管理番号を含む）■ 街路樹、街路灯■ ガードレール、ポラード■ 断面構造、舗装材料（アスファルト舗装orコンクリート舗装）、舗装厚■ 道路境界、敷地境界、公道面、歩道面
	地下	<ul style="list-style-type: none">■ 地域冷暖房、鉄道網、地下通路等地下空間全体■ マンホール、ハンドホール、変圧器■ 残置杭、工事時の残置物全般■ 光ケーブル、各家庭への引き込み管
	地盤	<ul style="list-style-type: none">■ 土質条件、地盤改良の必要性の有無■ 薬液注入の状況

ニーズが確認された機能

地下埋設物3Dモデルに付加していくべき機能を特定

プロセス		機能
計画	情報収集	<ul style="list-style-type: none">■ 自動申請機能■ 埋設物の有無の自動判定機能
設計・施工	協議	<ul style="list-style-type: none">■ 掘削範囲の入力、表示機能（各団体との防護協定に準ずる）■ 他設備との干渉判定機能、近接位置の特定機能、離隔の計測機能■ 干渉設備の管理団体のリストアップ機能■ 平面図、断面図の表示機能■ 露出範囲の表示機能■ 土留めの根入れ深さなどの表示機能■ 2D図面の作成機能■ 協議内容の記録機能、書類の作成機能

8. 今後の方向性

今後の方向性

技術面・運用面の課題に対応し、持続的な仕組みの構築を推進

技術面

- 業界でのデータ整備の規格の統一
- 厳密な精度・鮮度を必要としないユースケースの模索（計画段階での活用等）
- 点群データ等の活用による建物・道路地物・電柱・電線データ等の取得、重畳

運用面

- 継続的かつ効率的な地下情報の取得方法の確立（工事時のLiDAR利用、新たな地下計測手法の採用等）
- 関係者のみが利用できるセキュリティに配慮した環境の構築
- 関係機関の役割分担、持続的な運用体制の構築

地下のデジタルツインにより都民の安心安全な暮らしを実現