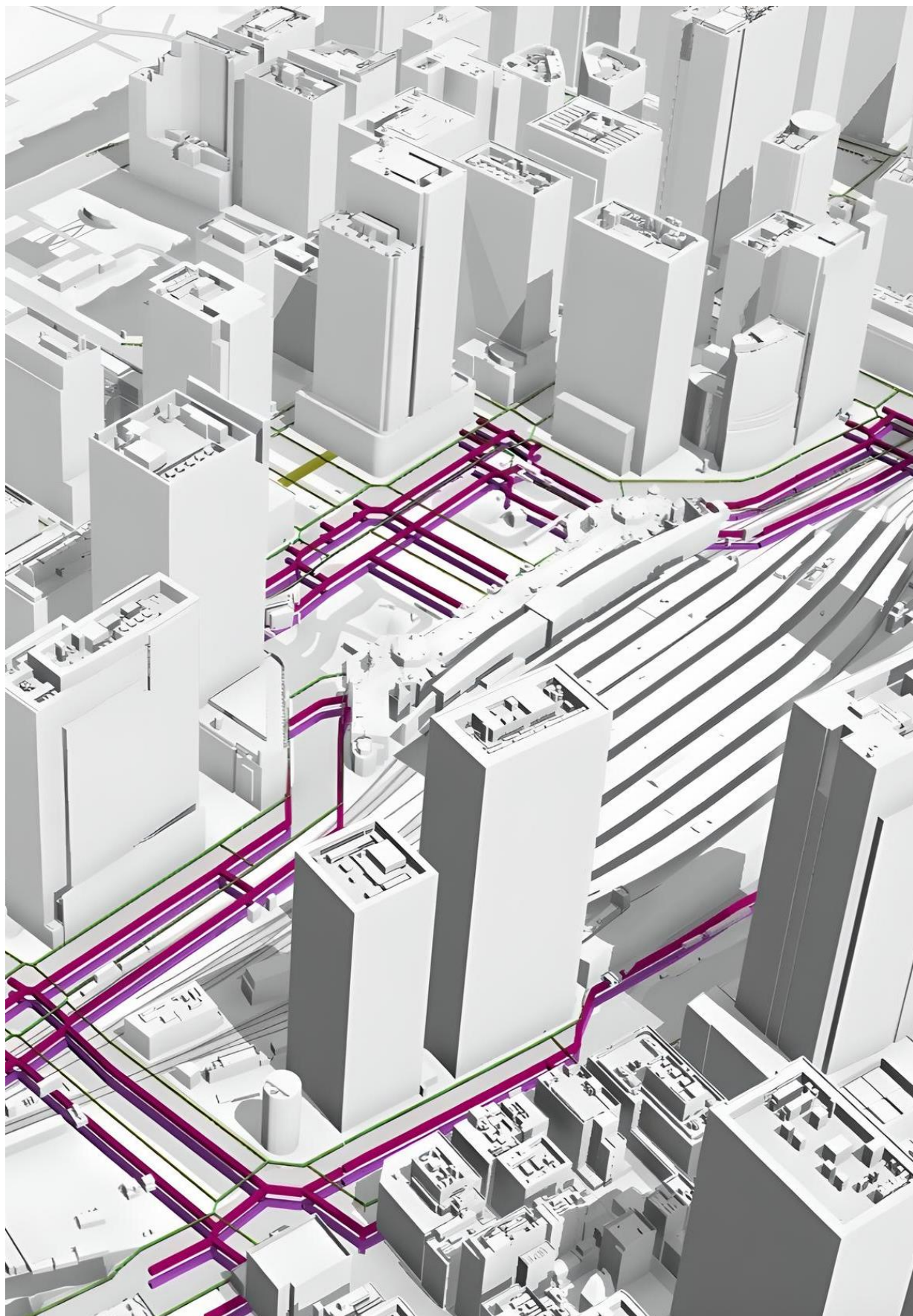




地下埋設物データを活用した都市開発のDX v2.0 技術検証レポート

Technical Report on Urban Development Digital Transformation (DX) Utilizing Underground Infrastructure Models v2.0

series
No. **111**

目次

1. ユースケースの概要	- 4 -
1-1. 現状と課題	- 4 -
1-1-1. 課題認識	- 4 -
1-1-2. 既存業務フロー	- 5 -
1-2. 課題解決のアプローチ	- 6 -
1-3. 創出価値	- 8 -
1-4. 想定事業機会	- 9 -
2. 実証実験の概要	- 11 -
2-1. 実証仮説	- 11 -
2-2. 実証フロー	- 12 -
2-3. 検証ポイント	- 13 -
2-4. 実施体制	- 14 -
2-5. 実証エリア	- 15 -
2-6. スケジュール	- 18 -
3. 開発スコープ	- 19 -
3-1. 概要	- 19 -
3-2. 開発内容	- 19 -
4. 実証システム	- 21 -
4-1. アーキテクチャ	- 21 -
4-1-1. システムアーキテクチャ	- 21 -
4-1-2. データアーキテクチャ	- 23 -
4-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 25 -
4-2. システム機能	- 30 -
4-2-1. システム機能一覧	- 30 -
4-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ	- 32 -
4-2-3. 開発機能の詳細要件	- 34 -
4-3. アルゴリズム	- 57 -
4-3-1. 利用したアルゴリズム	- 57 -
4-3-2. 開発したアルゴリズム	- 60 -
4-4. データインタフェース	- 61 -
4-4-1. ファイル入力インタフェース	- 61 -
4-4-2. ファイル出力インタフェース	- 62 -
4-4-3. 内部連携インタフェース	- 62 -
4-4-4. 外部連携インタフェース	- 68 -
4-5. 実証に用いたデータ	- 69 -
4-5-1. 活用したデータ一覧	- 69 -

4-5-2. 生成・変換したデータ	80 -
4-6. ユーザーインターフェース	82 -
4-6-1. 画面一覧	82 -
4-6-2. 画面遷移図	84 -
4-6-3. 各画面仕様詳細	85 -
4-7. 実証システムの利用手順	96 -
4-7-1. 実証システムの利用フロー	96 -
4-7-2. 各画面操作方法	98 -
5. システムの非機能要件	106 -
5-1. 社会実装に向けた非機能要件	106 -
6. 品質	108 -
6-1. 機能要件の品質担保	108 -
6-2. 非機能要件の品質担保	108 -
7. 実証技術の機能要件の検証	109 -
7-1. データ更新手法の検証	109 -
7-1-1. 検証目的	109 -
7-1-2. KPI	109 -
7-1-3. 検証方法と検証シナリオ	109 -
7-1-4. 検証結果	111 -
7-2. 設備点検手法の検証	114 -
7-2-1. 検証目的	114 -
7-2-2. KPI	114 -
7-2-3. 検証方法と検証シナリオ	114 -
7-2-4. 検証結果	116 -
8. 実証技術の非機能要件の検証	117 -
8-1. 検証目的	117 -
8-2. KPI	117 -
8-2-1. 検証方法と検証シナリオ	117 -
8-2-2. 検証結果	118 -
9. BtoB ビジネスでの有用性検証	119 -
9-1. 検証目的	119 -
9-2. 検証方法	120 -
9-3. 被験者	121 -
9-4. ヒアリング・アンケートの詳細	123 -
9-4-1. アジェンダ・タイムテーブル	123 -
9-4-2. アジェンダの詳細	124 -
9-4-3. 検証項目と評価方法	126 -
9-4-4. 実証実験の様子	129 -

9-5. 検証結果	- 135 -
9-5-1. データ更新に関する実証システムの有用性検証結果	- 137 -
9-5-2. 設備点検に関する実証システムの有用性検証結果	- 141 -
10. 成果と課題	- 148 -
10-1. 本実証で得られた成果	- 148 -
10-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性	- 148 -
10-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性	- 149 -
10-2. 実証実験で得られた課題と対応策	- 151 -
10-3. 今後の展望	- 152 -
11. 用語集	- 153 -

1. ユースケースの概要

1-1. 現状と課題

1-1-1. 課題認識

3D 都市モデルの標準仕様の策定によって、これまで地下埋設物事業者ごとに管理されていた地下埋設物データ等の標準仕様と 3D 都市モデルの整備手法が確立された。一方、地下埋設物事業者が自律的かつ持続的に 3D 都市モデルを更新する手法については、依然として検討段階にある。

例えば、開削を伴う地下埋設物工事は、地下埋設物の正確な位置を把握する貴重な機会であり、その施工記録は 3D 都市モデルの更新に活用可能な信頼性の高い情報ソースの一つとなる。しかし、多くの施工記録は、地下埋設物の写真や施工内容が手書きの野帳に記録されており、野帳の様式も統一されていない。そのため、施工記録を活用した 3D 都市モデルの標準的な更新手法は確立されておらず、その実現が求められている。

また、ビル設備や地下埋設物の点検業務についても、法定点検等で実施事項が定められているものの、その記録・管理手法はビルメンテナンス事業者ごとに異なっている。点検結果の記録の多くは、地下埋設物やビル設備の写真に施工内容や点検結果をひも付け、紙ベースの帳票によって管理されているため、情報の統合や共有が困難な状況にある。このように、現状ではビル設備や地下埋設物の情報統合が進んでおらず、ビル設備や地下埋設物の効率的な位置特定や点検業務の高度化に向けた取り組みが求められている。

こうした課題に対応するため、3D 都市モデルを活用したビル設備や地下埋設物のデータ統合が有効な解決策の一つと考えられる。しかし、この解決策を実現するための具体的な手法や仕組みは確立されておらず、特に点検結果の帳票と各地下埋設物事業者の 3D 都市モデルを連携させるためのデータベース構築技術の確立が、維持管理における課題となっている。

1-1-2. 既存業務フロー

既存業務フローと、そのボトルネックとなっている部分を図 1-1 に示す。

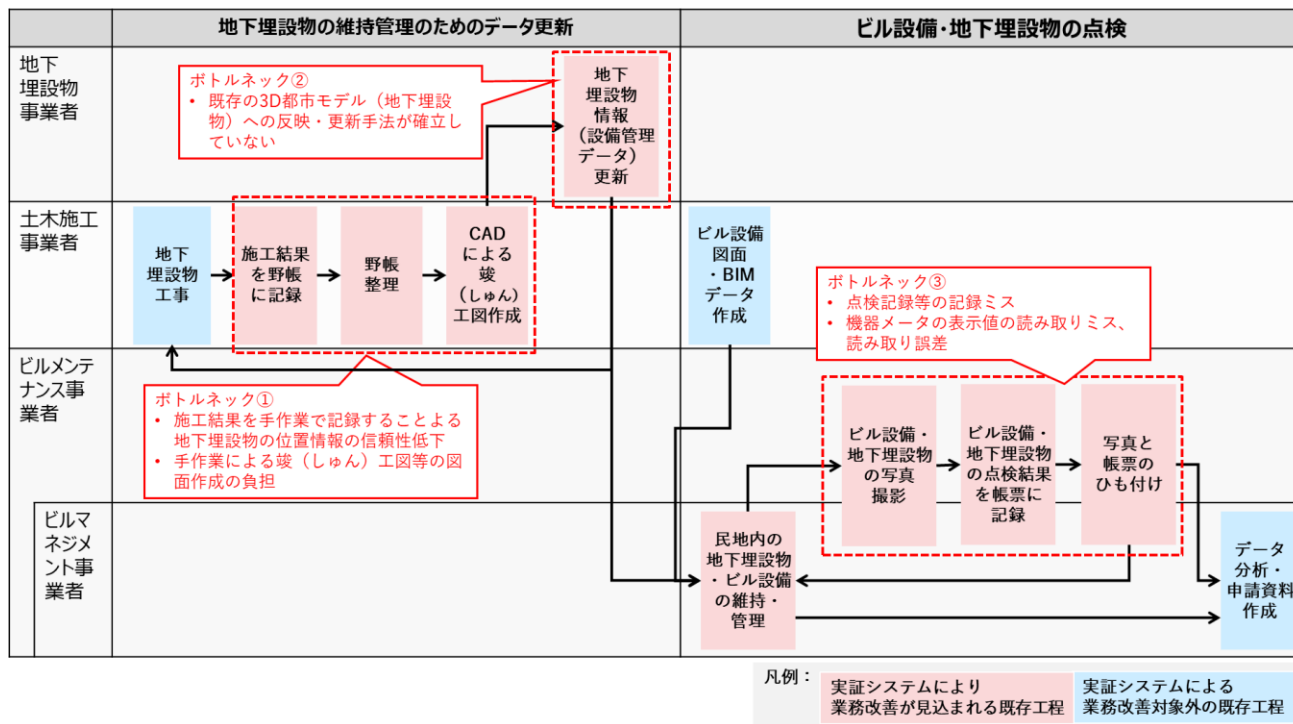


図 1-1 既存業務フロー

本事業のユースケースである、地下埋設物の「データ更新」とビル設備及び地下埋設物の「点検」に関する既存業務の概要を表 1-1 に示す。

表 1-1 既存業務概要

実施項目	実施主体	業務概要
データ更新	土木施工事業者 地下埋設物事業者（維持管理担当）	- 土木施工事業者は、地下埋設物工事の現場で、連続する配管の位置関係を野帳に記録し、その後、CADを用いて竣（しゅん）工図を作成する - 地下埋設物事業者は、竣（しゅん）工図などを用いて、設備の維持管理業務に必要な地下埋設物設備情報を更新する
点検	ビルメンテナンス事業者 ビルマネジメント事業者	- ビルメンテナンス事業者は、地下埋設物やビル設備の写真を撮影し、施工内容や点検結果を帳票に記録・整理する - ビルマネジメント事業者は、点検結果を基にビル設備や地下埋設物の情報を更新し、ビルの維持管理に活用する

1-2. 課題解決のアプローチ

【データ更新】

土木施工事業者向けの「地下埋設物 3 次元計測ツール」を開発し、道路等の開削工事において、地下埋設物の管路形状を 3 次元点群データとして計測できるようにする。これにより、従来は手作業で野帳などに記録していた施工結果を、位置情報付きのデジタルデータとして取得し、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）として半自動的に作成・更新することが可能となる。これにより、記録作業の時間を短縮するとともに、施工結果の記録精度を向上させる。

さらに、地下埋設物事業者向けの「地下埋設物モデル化支援ツール」を開発し、3 次元点群データから管路の中心線データを自動生成する機能を提供する。このツールを活用することで、地下埋設物事業者が、地下埋設物工事を契機に、自律的かつ持続的に 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新を行う仕組みを構築できる。これらのツールの導入により、これまで未確立だった地下埋設物のデータ更新手法の標準化が進み、データ更新作業の負担が軽減されるとともに、維持管理の効率化が実現する。

【点検】

ビルメンテナンス事業者向けの「施工管理・点検 DX 支援ツール」を開発し、ビル設備や地下埋設物の点検結果を現場でデジタルデータとして記録できるようにする。これにより、従来の手作業による記録で発生していた点検結果の記録ミスを防ぐとともに、3D 都市モデルと連携して点検結果を蓄積・管理（データベース化）できる。

また、メーターの位置や配管ルートなどが可視化することで、点検作業の効率化や異常の早期発見を可能にする。さらに、適正な工事計画策定を支援し、事故リスクの低減につなげる。

加えて、蓄積された点検データの分析を通じて、故障頻度の把握や予防保全を強化し、より効果的なメンテナンス計画の策定が可能となる。さらに、データの活用と分析の高度化が進むことで、エネルギー消費量の申請資料の作成等の申請業務の負担軽減や精度向上にも貢献する。

ツールの導入によるデータ更新及び点検業務の改善後の業務フローと本事業で開発する「地下埋設物 3 次元計測ツール」、「地下埋設物モデル化支援ツール」及び「施工管理・点検 DX 支援ツール」の位置づけを図 1-2 に示す。

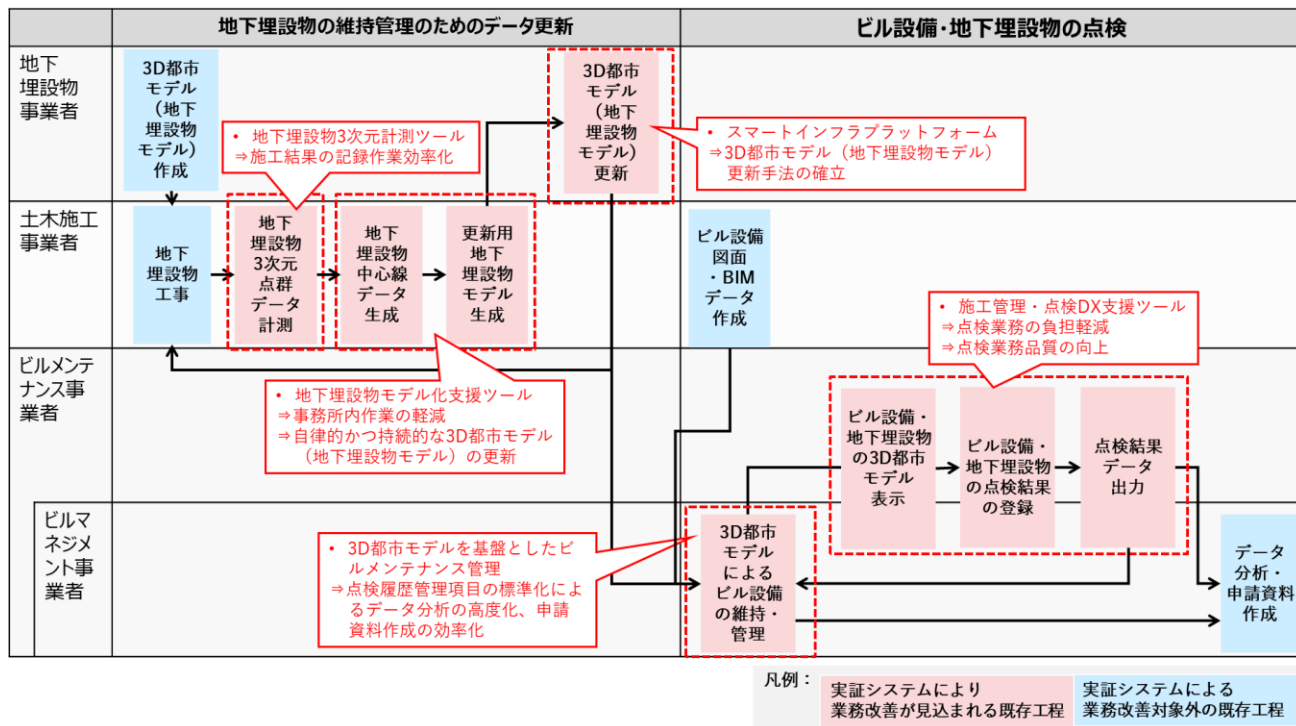


図 1-2 改善後の業務フロー

表 1-2 ツール導入による改善点

実施項目	実施主体	ツール導入による改善点
データ更新	土木施工事業者	● 開削工事の現場で、地下埋設物の管路形状を 3 次元点群データとして計測できる ● スマートフォン等を用いた計測により、敷設・撤去後の施工結果をデジタル記録できる ● 位置情報付きのデータを活用し、従来の手作業による野帳への記録を省略できる ● 記録ミスを防ぎ、施工結果の精度向上とデータ管理の効率化を実現できる
	地下埋設物事業者 （主に維持管理担当）	● 3 次元点群データを基に、管路の中心線データを自動生成できる ● 従来、CAD を使い手作業で実施していた地下埋設物のデータ更新作業を半自動化し、作業負担を軽減できる ● 地下埋設物事業者が標準的かつ継続してデータを管理できる仕組みを構築

実施項目	実施主体	ツール導入による改善点
点検	ビルメンテナンス事業者 ビルマネジメント事業者	● ビル設備や地下埋設物の点検結果を現場でデジタル化できる ● 3D 都市モデルと連携し、点検データの一元管理を実現できる ● メーターや配管の位置を可視化し、点検作業の効率化や異常の早期発見が可能になる ● 蓄積したデータを統計分析し、維持管理業務の改善、エネルギー消費量の最適化や申請業務に活用できる

1-3. 創出価値

本事業では、3D 都市モデルを基盤とした施工記録及び点検結果の蓄積・管理（データベース化）により、地下埋設物工事やビル設備点検作業をデジタル化し、効率的なデータ更新と管理を実現する。

地下埋設物のデータ更新については、開削工事を伴う管路の敷設や撤去等の施工結果を 3 次元点群データとして計測し、位置情報付きのデジタルデータとしてリアルタイムに取得する。従来の手作業による野帳への記録を省略し、記録精度の向上を図るとともに、3 次元点群データに含まれる管路形状を自動抽出し、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新を可能とする。これにより、地下埋設物事業者が標準化された手法に基づき、施工結果を迅速かつ正確にデータ化し、継続的に 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を更新できる仕組みを整備する。

また、ビル設備や地下埋設物の点検においては、点検データをデジタル化し、3D 都市モデルと連携させて管理することで、紙ベースの管理から脱却し、点検結果の蓄積と管理（データベース化）が可能となる。3D 都市モデルとの連携により、メーターの位置や配管ルート可視化が進み、点検作業の効率化や異常の早期発見が可能となる。さらに、ビル設備と地下埋設物の一体的に管理することで、引込みの変更や盛替え、敷地境界周辺の工事における影響範囲を適切に把握し、適正な工事計画の策定を支援する。加えて、正確な位置情報の管理により、配管の損傷事故や掘削時の判断ミスリスクを低減し、安全性の向上につなげる。

さらに、蓄積された点検結果の履歴を活用することで、ビル設備や地下埋設物の故障頻度や予防保全の分析を行い、業務品質の向上やエネルギー消費量の申請資料作成を支援できる。

本事業により、インフラ設備の維持管理業務の効率化と高度化を図り、労働人口不足やインフラ設備の老朽化に伴う維持管理業務量の増加といった社会課題の解決に貢献する。

1-4. 想定事業機会

本事業によって創出される価値を踏まえ、今後の展開として想定される事業機会を表 1-3 に示す。

表 1-3 想定事業機会

項目	内容
利用者	【データ更新】 ● 土木施工事業者 ● 地下埋設物事業者（維持管理担当） 【点検】 ● ビルメンテナンス事業者 ● ビルマネジメント事業者
サービス仮説	【データ更新】 ● 施工記録のデジタル化支援サービス（土木施工事業者） ➢ 開削工事現場で、地下埋設物の施工結果を、スマートフォン等を用いてリアルタイムに3次元点群データとして計測・保存し、クラウド共有するサービス ● 地下埋設物モデルの自動更新サービス（地下埋設物事業者（維持管理担当）） ➢ 3次元点群データから管路の形状を自動抽出し、3D都市モデル（地下埋設物モデル）を更新するサービス 【点検】 ● デジタル点検記録・管理サービス（ビルメンテナンス事業者・ビルマネジメント事業者） ➢ ビル設備及び地下埋設物の点検結果をタブレットやスマートフォンを用いてデジタル記録し、3D都市モデルと連携し管理するサービス ➢ メーターの位置や配管の位置を可視化するとともに、点検履歴をデータベース化し、保守計画の策定やエネルギー消費量の分析を支援するサービス ➢ 3D都市モデルの正確な位置情報の活用する、安全で適正な工事計画策定・施工支援サービス
提供価値	【データ更新】 ● 施工直後の情報をリアルタイムにデジタル化することで、従来の手作業による野帳への記録を省略し、施工結果の記録ミスを防ぎ、記録精度を向上 ● 3次元点群データを活用し、管路形状の自動抽出することで、従来の手作業によるCAD編集を省略し、データ更新作業を効率化 ● 3D都市モデルを活用し、地下埋設物の維持管理業務に必要なデータ整備を標準化するとともに、最新の情報を迅速に反映することで、維持管理の精度向上 【点検】 ● 点検結果のデジタル化により、記録ミスを削減し、3D都市モデルとの連携による一元管理で点検作業の品質を向上

項目	内容
	● ビル設備や地下埋設物の位置情報を 3D 都市モデルで可視化し、点検作業の効率化や異常の早期発見を可能にするとともに、適正な工事計画の策定によって事故リスクを低減し、安全性を向上 ● 点検履歴の蓄積と分析により、設備の故障予測やエネルギー消費量の把握を可能にする ことで、保守計画の最適化や申請作業効率化

2. 実証実験の概要

2-1. 実証仮説

【データ更新】

- 地下埋設物の工事完了後に、スマートフォン等で配管状況の高精度な 3 次元計測を行う「地下埋設物 3 次元計測ツール」と、計測した 3 次元点群データから 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を半自動的に生成する「地下埋設物モデル化支援ツール」によって、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新に係る土木施工事業者及び地下埋設物事業者の業務の負担が軽減される

【点検】

- ビル設備や地下埋設物の点検実施時に、点検結果をタブレットやスマートフォンでデジタル記録し、3D 都市モデルと連携して管理する「施工管理・点検 DX 支援ツール」を開発することで、各種点検記録をデータベース化し、ビルマネジメント事業者の点検記録管理の作業負担が軽減される
- 3D 都市モデルに点検記録をひも付けることで、ビル設備や地下埋設物の点検や維持管理の業務品質の向上を図ることができる。具体的には、点検記録の入力ミスの防止、機器メーターの表示値の読み取り精度向上、データ分析の高度化による保守計画の最適化、エネルギー消費量の把握や申請業務が効率化される
- 地下埋設物とビル設備を一体的に管理する 3D 都市モデルを活用することで、引き込みの変更や盛替え、敷地境界周辺の工事計画の適正化を支援し、工事の影響範囲を適切に把握し、作業負担が軽減される
- 正確な位置情報を持つ 3D 都市モデルを活用することで、従来の紙図面の使用により生じた設計時の錯誤や工事における配管損傷事故の減少が可能となり、また、事故対応の迅速化も図ることができ、事故リスクの低減と災害防止につながる

2-2. 実証フロー

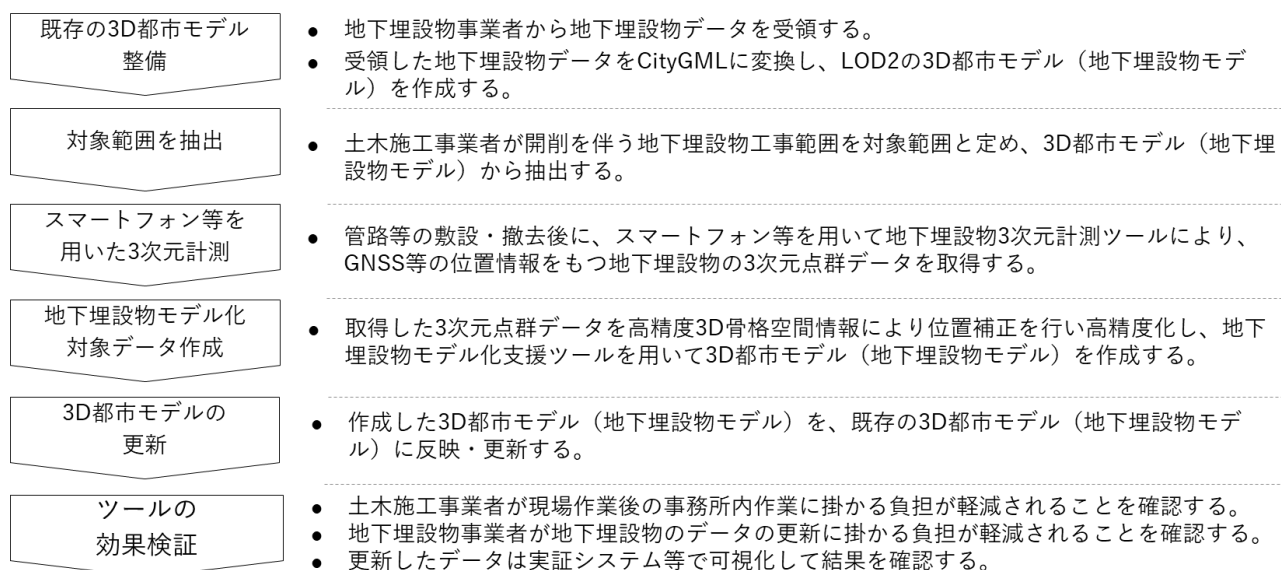


図 2-1 実証フロー（データ更新）

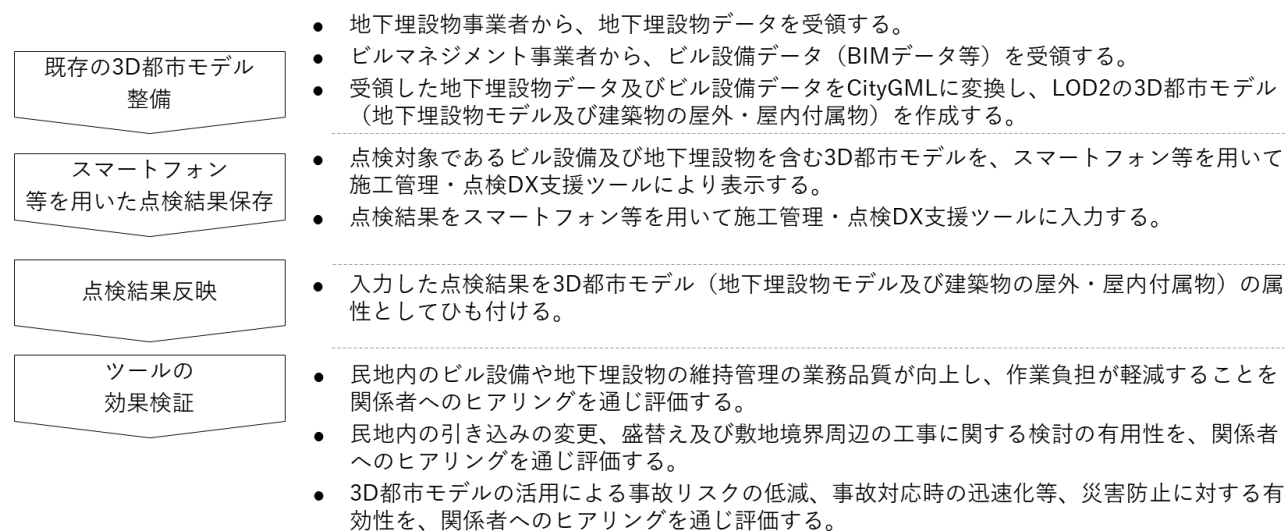


図 2-2 実証フロー（点検）

2-3. 検証ポイント

【データ更新】

- 1) 「地下埋設物 3 次元計測ツール」及び「地下埋設物モデル化支援ツール」を用いたデータ更新手法の有用性検証
 - 現場作業後の事務所内作業（通常であれば野帳の記録から図面の修正作業を行う）の負担及び 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新作業の負担が軽減されることを、関係者へのヒアリング等により検証する
 - 更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の品質が維持されていることを検証する

1)の検証ポイントについては、【実証技術の検証】において検証結果を記載する。

- 2) 本実証実験で使用する「地下埋設物 3 次元計測ツール」及び「地下埋設物モデル化支援ツール」の利便性及びユーザビリティ評価
 - 経験が浅い担当者でも熟練した担当者と同程度の事務所内作業を遂行できることを、関係者へのヒアリング等により評価する
 - 更新後の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の品質に問題がないことを、関係者へのヒアリング等により評価する
 - 本実証実験を通じ、自社業務（民間ビジネス）への活用やフィールドの横展開に向け、課題の抽出を行った上で社会実装に向けた具体的な検討を行う

2)の検証ポイントについては、【BtoB ビジネスでの有用性検証】において検証結果を記載する。

【点検】

- 3) 「施工管理・点検 DX 支援ツール」を用いた設備点検手法の有用性検証
 - 「施工管理・点検 DX 支援ツール」の使用により、ビル設備の点検作業時間が短縮されることを、関係者へのヒアリングを含め検証する
 - ビル設備や地下埋設物を 3D 都市モデルとして管理することにより、敷地境界周辺の工事計画の検討作業時間が短縮されることを、関係者へのヒアリング等により検証する

3)の検証ポイントについては、【実証技術の検証】において検証結果を記載する。

- 4) 「施工管理・点検 DX 支援ツール」の利便性及びユーザビリティ評価
 - ビル設備や地下埋設物の維持管理の業務品質が向上し、作業負担が軽減することを関係者へのヒアリング等により評価する
 - 3D 都市モデルの活用による事故リスクの低減、事故対応時の迅速化等、災害防止に対する有効性を、関係者へのヒアリング等により評価する
 - 本実証実験を通じ、自社業務（民間ビジネス）への活用やフィールドの横展開に向け、課題の抽出を行った上で社会実装に向けた具体的な検討を行う

4)の検証ポイントについては、【BtoB ビジネスでの有用性検証】におい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
		アクセントチュア	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	データ整備・開発・運営
		日建設計	実証取りまとめ・評価・データ整備【名古屋エリア、大阪エリア】
		日建設計総合研究所	実証支援・評価・プロジェクト実行推進
		日建設計コンストラクション・マネジメント	実証取りまとめ・評価・データ整備【日本橋エリア】
実施協力	実証エリア ①日本橋	三井不動産	実証地協力、実証協力（データ提供、施工時期の調整等）
		東京ガスネットワーク	地下埋設物データの提供
		東京電力パワーグリッド	地下埋設物データの提供
		東日本電信電話	地下埋設物データの提供
		東京都水道局	地下埋設物データの提供
		東京都下水道局	地下埋設物データの提供
	実証エリア ②名古屋	東邦ガス	実証地協力、実証協力（データ提供、施工時期の調整等）
		東邦ガスネットワーク	地下埋設物データの提供
		中部電力パワーグリッド	地下埋設物データの提供
		西日本電信電話（名古屋）	地下埋設物データの提供
		名古屋市上下水道局	地下埋設物データの提供
	実証エリア ③大阪	阪急阪神不動産	実証地協力、実証協力（データ提供、施工時期の調整等）
		大阪ガスネットワーク	地下埋設物データの提供
		関西電力送配電	地下埋設物データの提供
		西日本電信電話（大阪）	地下埋設物データの提供
		大阪市水道局	地下埋設物データの提供
		大阪市建設局（下水道）	地下埋設物データの提供

表 2-3 実証エリア②

項目	内容
実証地	愛知県名古屋市
面積	0.61 km ²
マップ (対象エリア は赤枠内)	

表 2-4 実証エリア③

項目	内容
実証地	大阪府大阪市
面積	0.87 km ²
マップ (対象エリア は赤枠内)	

2-6. スケジュール

表 2-5 スケジュール

実施事項	2024 年									2025 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. 実証実験計画の立案・詳細化	↔											
2. 分析手法設計		↔										
3. 実証環境構築		↔										
4. 実証環境構築(関係者調整)		↔										
5. プロトタイプ確認会							↔					
6. 実証実験									↔			
7. 実証実験結果の分析											↔	
8. 報告書の作成											↔	

3. 開発スコープ

3-1. 概要

今回の実証実験では、開削を伴う地下埋設物工事の機会を活用した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新手法を確立することを目的に、土木施工事業者向けの「地下埋設物 3 次元計測ツール」及び地下埋設物事業者向けの「地下埋設物モデル化支援ツール」を開発した。

土木施工事業者向けの「地下埋設物 3 次元計測ツール」は、スマートフォン等で高精度に配管の 3 次元計測を行うことができる。地下埋設物事業者向けの「地下埋設物モデル化支援ツール」は、配管の 3 次元計測結果から半自動的に 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を生成することができる。

また、ビル設備や地下埋設物の点検記録をデジタルで記録し、3D 都市モデルとひも付けて管理する「施工管理・点検 DX 支援ツール」も開発した。

「施工管理・点検 DX 支援ツール」は、タブレットやスマートフォンの日常的に使用する端末から点検結果を入力する機能を提供し、点検結果の記録ミスを防ぐとともに、メーターの位置や配管ルートなどを可視化することができる。

3-2. 開発内容

本事業では、昨年度に開発した手法により地下埋設物モデルを作成した上で、掘削を伴う地下埋設物工事の機会を活用し、インフラ設備のデータを取得する「地下埋設物 3 次元化ツール」及び取得したデータを使ってモデル化する「地下埋設物モデル化ツール」（以下この 2 つのツールを合わせて「地下埋設物モデルの更新ツール」という。）を開発した。さらに、スマートフォン等で動作し、ビルメンテナンス事業者が施工管理結果又は点検結果を直感的かつ簡単に記録することができる「施工管理・点検 DX 支援ツール」を開発した。各ツールの概要は、以下のとおりである。

「地下埋設物 3 次元化ツール」は、土木施工事業者が開削を伴う地下埋設物工事において計測作業を行い、地中に埋められている配管の形状・位置を 3 次元点群データ（LAS ファイル）として取得するツールである。本ツールは、Earth Brain 社の Smart Construction Quick3D を利用して、スマートフォンやタブレットの端末に搭載された LiDAR（Light Detection and Ranging）機能を用いて 3 次元点群データを取得する。LiDAR とは、レーザー光を発射し、その反射光が戻ってくるまでの時間を計測することで、対象物までの距離を算出する技術である。また、同時に端末のカメラで画像撮影を行い、SfM（Structure from Motion）技術を活用することで、取得した 3 次元点群データの精度を向上させる。SfM は、異なる視点から撮影した 2 次元画像の相対的な位置関係を解析し、物体の 3 次元構造を復元する技術であり、この技術により、LiDAR によって取得した 3 次元点群データを補完し、より高精度な 3 次元点群データを生成できる。

「地下埋設物モデル化ツール」は、生成した 3 次元点群データから配管の中心線データを抽出（セグメンテー

ション) し生成するツールである。

本ツールは、Earth Brain 社の既存ツールを改修することでセグメンテーションを実施した。セグメンテーションのアルゴリズムとして、Nebula フレームワークを使用した。Nebula フレームワークとは、機械学習を利用して 3 次元点群データから特定の構造物を高精度に認識・抽出するためのフレームワークである。本事業において、このフレームワークを適用するに当たり、約 200 の多様な学習データを準備し、フレームワークのチューニングを行った。また、計測した 3 次元点群データから配管部分を抽出した後、非線形回帰モデル（カーネルリッジ回帰）を使用して、3 次元点群データに沿った配管の中心線（地下埋設物モデル化対象データ）を生成する。カーネルリッジ回帰は、カーネル関数を用いて点同士の関係性を捉えることによって、点群データの非線形な分布を考慮し、配管の向きに合わせた最適な曲線又は直線を算出することができる。

以上の 2 つのツールを用いて取得した地下埋設物モデル化対象データをエヌ・ティ・ティ・インフラネット社のスマートインフラプラットフォームに取り込み、地下埋設物モデルに変換し、既存のモデルと差し替えることで更新を実行する。更新作業は開削箇所のモデル置き換え、周辺マンホールとの位置関係確認、それらを基にした周辺管路の差分更新の順に実行することで、開削工事によって正確な位置を特定した管路から周辺の管路を予測し修正を行う。

ビルメンテナンス事業者向けの「施工管理・点検 DX 支援ツール」は、アンドパッド社のクラウド型施工管理ツールである ANDPAD 及び IWMS（Integrated Workplace Management Systems：統合ワークプレイス管理システム）の代表的なソフトウェアの一つである Archibus（アーキバス）を基盤として構築した。本ツールでは、スマートインフラプラットフォーム上で管理されている地下埋設物モデル及びビルに設置されている配電盤や冷却装置などの屋内／屋外付属物のモデルを BIM データ（IFC4 形式）に変換し、ANDPAD 及び Archibus にインポートすることで、仮想の 3 次元空間内に配置した設備に紐づけて検針結果等の点検結果入力を実施可能とした。それぞれのツールは、作業者が日常的に使用するスマートフォンやタブレット上で動作し、ビルメンテナンス事業者が施工管理結果又は点検結果を直感的かつ簡単に記録できるように設計されている。このツールを活用することで、現行の紙ベースの記録方法と比較して、点検作業の効率化を図った。点検記録を実施する UI は、画面上に表示される 3D 都市モデルと点検結果をひも付けて記録することが可能となり、これまで統一されていなかった点検・管理項目の標準化を図った。

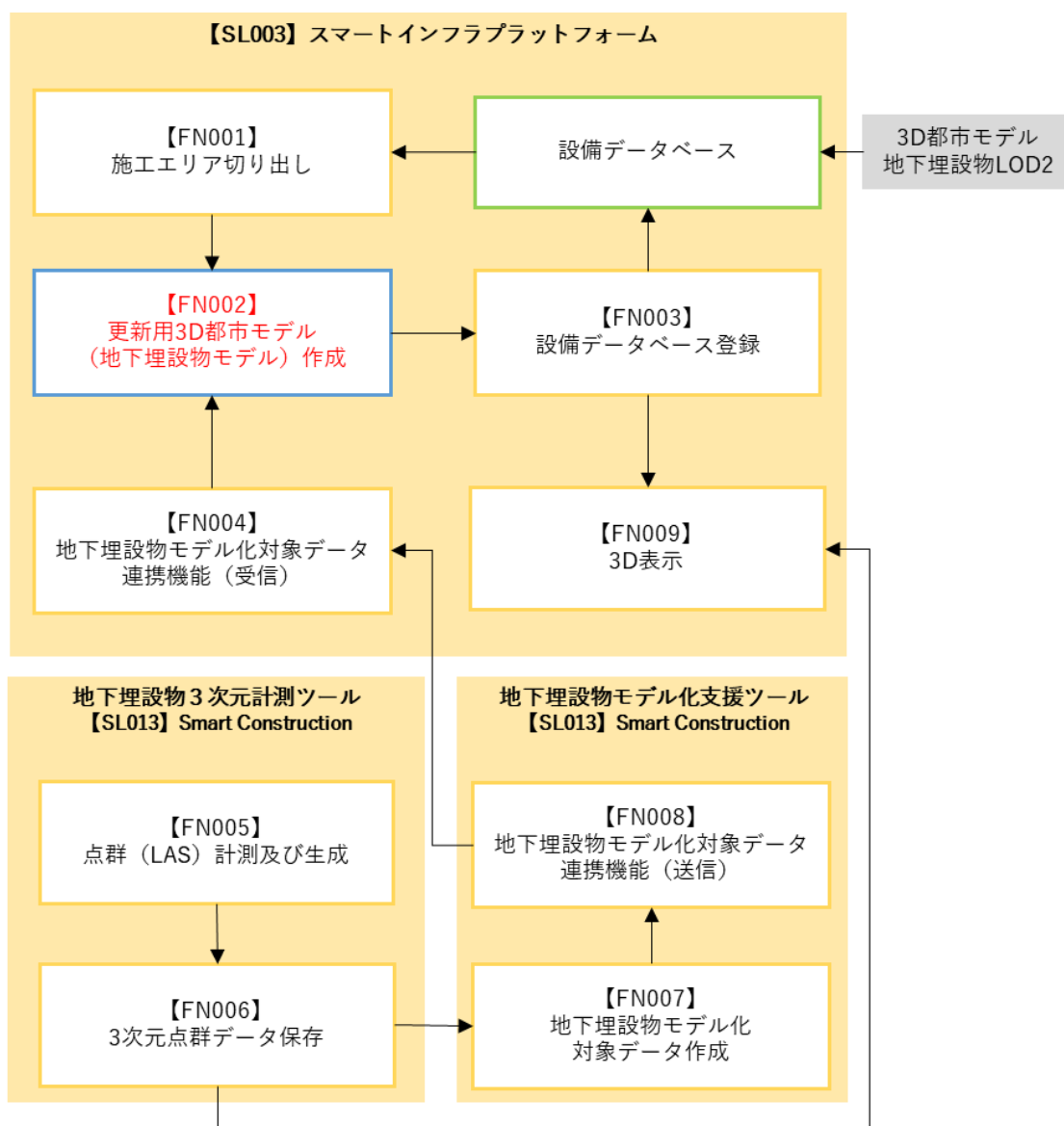
点検結果の記録は、CSV 形式のテキストデータに変換され、スマートインフラプラットフォーム上で管理されている 3D 都市モデルに格納される。3D 都市モデルとひも付けてビル設備の点検結果をデータベース化することで、データ分析の高度化、効率的なメンテナンス計画の実行及び申請資料の作成を可能にする仕組みを構築した。

上記の各ツールの検証は、東京都中央区日本橋エリア・愛知県名古屋市エリア・大阪府大阪市エリアを実証地として選定し、実証実験に参加したインフラ事業者、土木施工事業者、ビルマネジメント事業者及びビルメンテナンス事業者へのヒアリング、意見交換及びアンケートを通じて評価を行った。

4. 実証システム

4-1. アーキテクチャ

4-1-1. システムアーキテクチャ



凡例

既存の
ソフトウェア開発した
ソフトウェア

既存機能

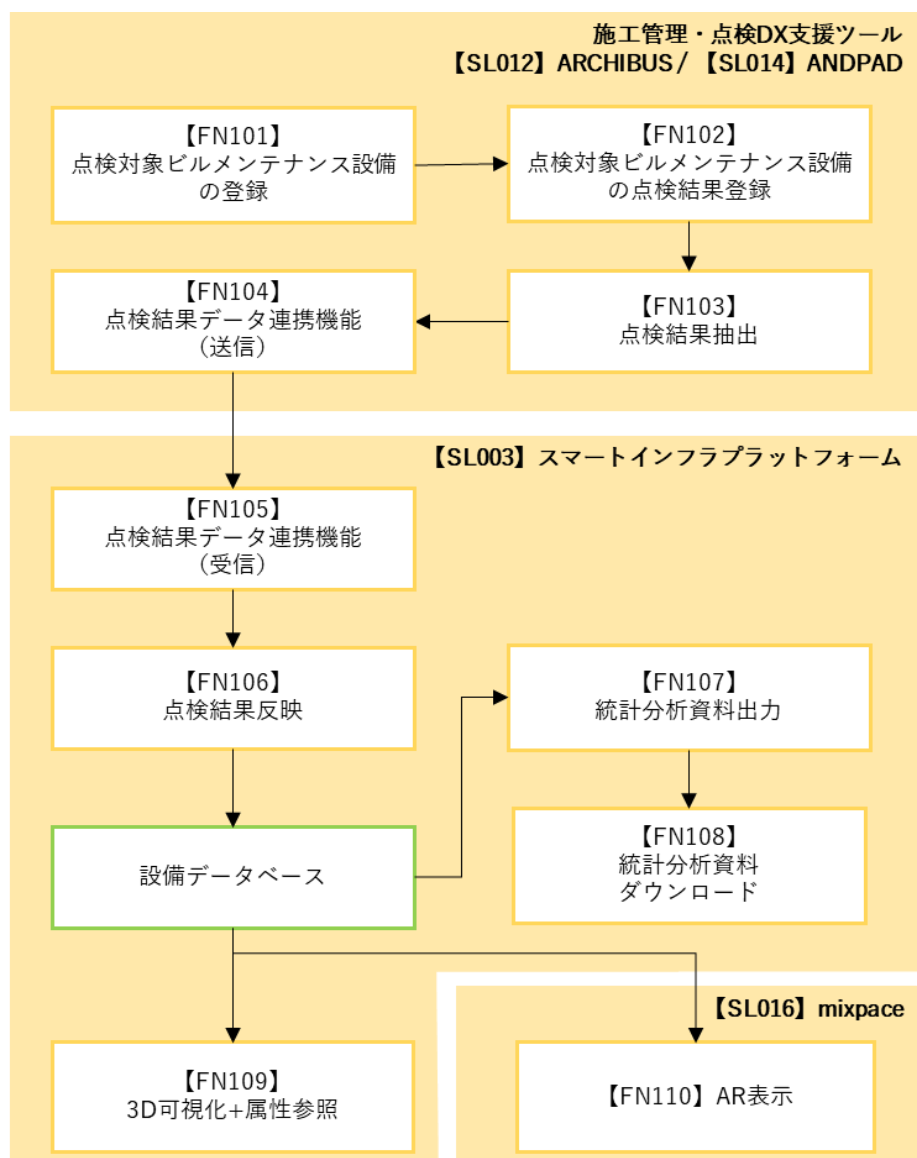
開発した機能

データ

ファイル
ストレージ

データベース

図 4-1 システムアーキテクチャ (データ更新)



凡例

既存の ソフトウェア	開発した ソフトウェア	既存機能	開発した機能	データ	ファイル ストレージ	データベース
---------------	----------------	------	--------	-----	---------------	--------

図 4-2 システムアーキテクチャ（点検）

4-1-2. データアーキテクチャ

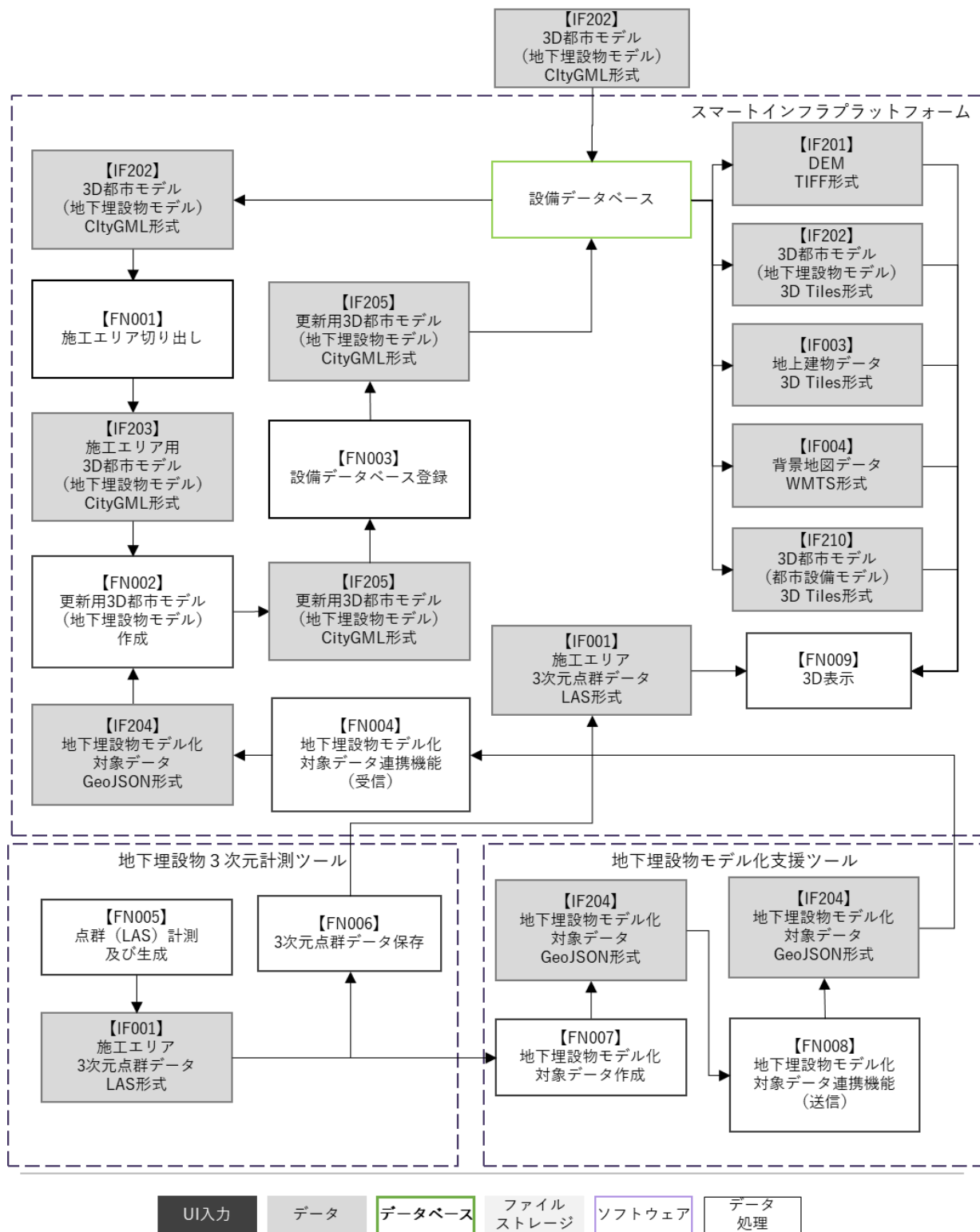


図 4-3 データアーキテクチャ (データ更新)

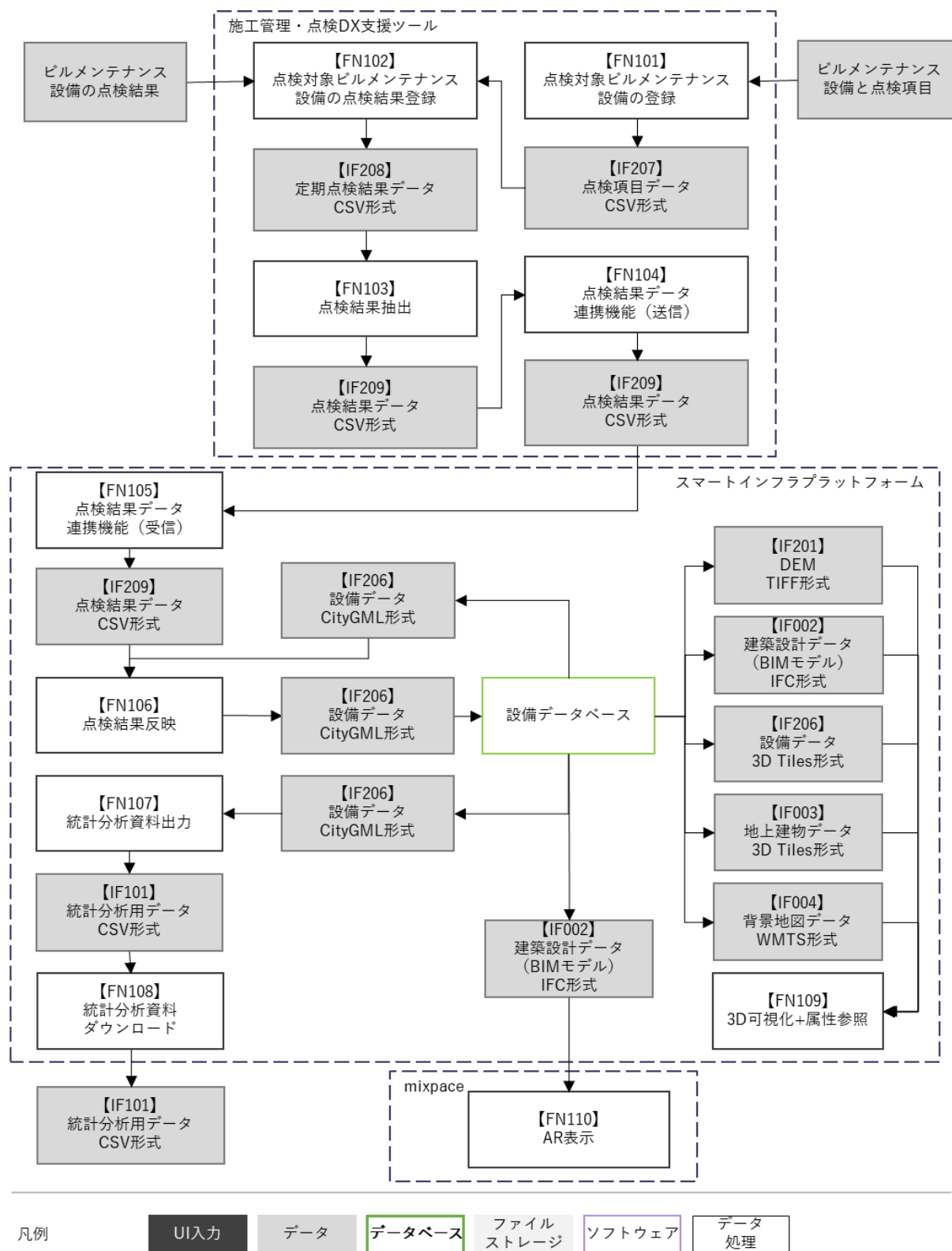


図 4-4 データアーキテクチャ (点検)

4-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

4-1-3-1. 利用したハードウェア一覧

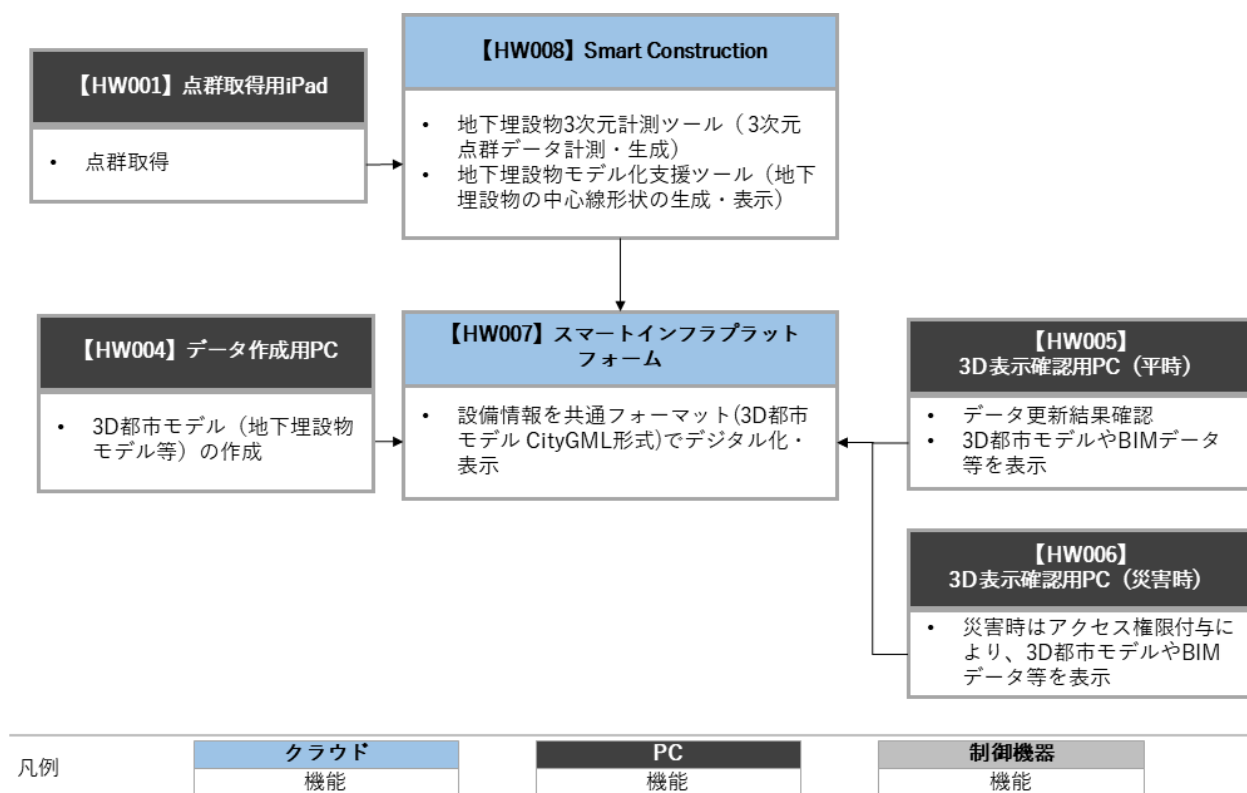


図 4-5 ハードウェアアーキテクチャ（データ更新）

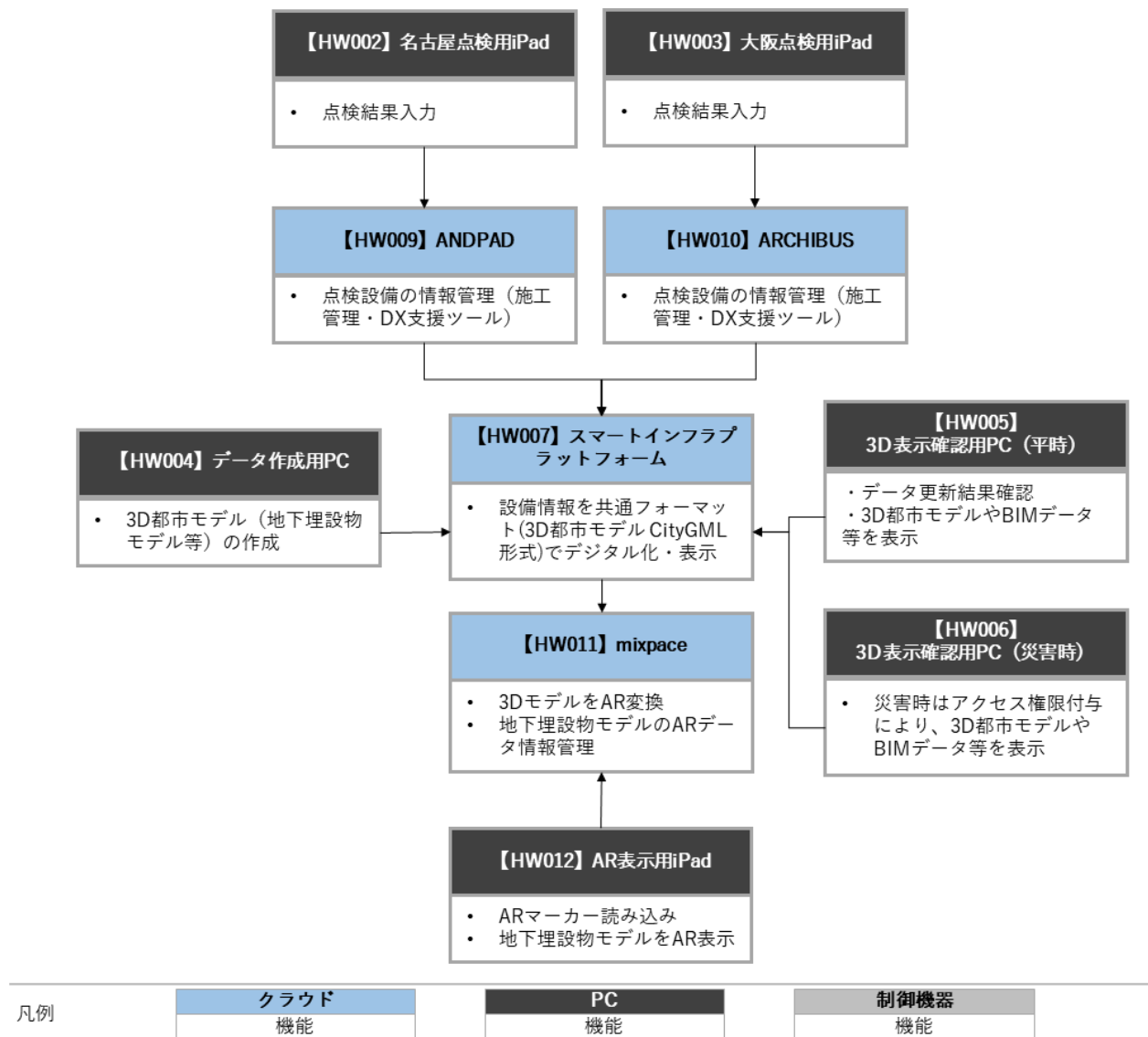


図 4-6 ハードウェアアーキテクチャ（点検）

表 4-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	点群取得用 iPad	—	● 点群取得（東京都中央区エリアの地下埋設物 3 次元計測ツールで使用）
HW002	名古屋点検用 iPad	—	● ANDPAD【SL014】を使用した点検結果入力（愛知県名古屋市エリアの「施工管理・点検 DX 支援ツール」で使用）
HW003	大阪点検用 iPad	—	● Archibus【SL012】を使用した点検結果入力（大阪府大阪市エリアの施工管理・点検 DX 支援ツールで使用）
HW004	データ作成用 PC	mouse G-Tune P6-I7G60BK-A	● 地下埋設物事業者等が保有する地下埋設物の図面やデータから 3D 都市モデルを整備

ID	種別	品番	用途
HW005	3D 表示確認用 PC (平時)	mouse G-Tune P6-I7G60BK-A	- データ更新結果確認（東京都中央区エリアの地下埋設物 3 次元計測ツールで使用） 3D 都市モデルや BIM データ等を表示
HW006	3D 表示確認用 PC (災害時)	mouse G-Tune P6-I7G60BK-A	災害時はアクセス権限付与により、3D 都市モデルや BIM データ等を表示
HW007	スマートインフラプラットフォーム	—	設備情報を共通フォーマット (CityGML) でデジタル化及び 3D 表示
HW008	Smart Construction	—	3 次元点群データの計測、生成及び表示（地下埋設物 3 次元計測ツール） - 地下埋設物モデルの中心線形状の生成及び表示（地下埋設物モデル化支援ツール）
HW009	ANDPAD	—	点検設備の情報管理（愛知県名古屋市エリアにおいて使用）
HW010	Archibus	—	点検設備の情報管理（大阪府大阪市エリアにおいて使用）
HW011	mixpace	—	3D モデルを AR 変換 - 地下埋設物モデルの AR データ情報管理
HW012	AR 表示用 iPad	—	- AR マーカー読み込み - 地下埋設物モデルを AR 表示

4-1-3-2. 利用したハードウェア詳細

1) 【HW001】点群取得用 iPad

- 選定理由
 - 施工事業者が入手可能なレベルで安価かつ市場で容易に入手可能のため。
- 仕様・スペック
 - 「Smart Construction Quick3D」の製品仕様に依存

●

2) 【HW002】名古屋点検用 iPad

- 選定理由
 - 施工事業者が入手可能なレベルで安価かつ市場で容易に入手可能のため。
 - 現場を巡回しながら点検するため、持ち歩くのに最適であるため。
- 仕様・スペック
 - 「ANDPAD」の製品仕様に依存

3) 【HW003】大阪点検用 iPad

- 選定理由

- 施工事業者が入手可能なレベルで安価かつ市場で容易に入手可能のため。
- 現場を巡回しながら点検するため、持ち歩くのに最適であるため。
- 仕様・スペック
 - 「Archibus」の製品仕様に依存
- 4) 【HW004】データ作成用 PC、【HW05】3D 表示確認用 PC（平時）、【HW06】3D 表示確認用 PC（災害時）：マウスコンピューター G-Tune P6-I7G60BK-A
 - 選定理由
 - 一般市場で流通している PC の中で、アプリを利用するのに十分なスペックである
 - 仕様・スペック
 - CPU：Intel Core i7-13700H プロセッサー
 - GPU：NVIDIA GeForce RTX 4060 Laptop GPU
 - メモリ：32GB
 - ストレージ：M.2 1TB (NVMe Gen4×4)
 - OS：Windows 11 Home 64 ビット
 - イメージ



図 4-7 マウスコンピューター G-Tune P6-I7G60BK-A¹

¹ 公式 HP から抜粋：<https://www.mouse-jp.co.jp/store/g/ggtune-p6i7g60bkaccw101dec/>

5) 【HW012】AR 表示用 iPad

- 選定理由
 - 施工事業者が入手可能なレベルで安価かつ市場で容易に入手可能であるため。
 - 現場を巡回しながら点検する際、持ち歩くのに最適であるため。
- 仕様・スペック
 - 「mixpace」の製品仕様に依存

4-2. システム機能

4-2-1. システム機能一覧

表 4-2 機能一覧（データ更新）

※赤文字：新規開発・既存改修

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
データ更新	スマートインフラプラットフォーム	FN001	施工エリア切り出し	● 3D 都市モデル(地下埋設物モデル) から施工エリアを切り出す
		FN002	更新用 3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成	● 連携された点群から作成した地下埋設物モデル化データの中心線と、切り出した 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)を合わせて、設備データベースに更新する 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)を半自動的に作成する(ジオメトリ生成は自動、属性入力の手動)
		FN003	設備データベース登録 (データ更新)	● アップロードされた更新用 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)を編集し、設備データベース(既存のスマートインフラプラットフォーム内に格納済み)に登録する
		FN004	地下埋設物モデル化対象データ連携機能(受信)	● 3 次元点群データから作成した地下埋設物モデル化データをスマートインフラプラットフォームにダウンロードする
	地下埋設物 3 次元計測ツール	FN005	点群(LAS)計測及び生成	● 3D LiDAR で施工範囲の地下埋設物(開削部)の点群計測を行い、3 次元点群データを自動生成する
		FN006	3 次元点群データ保存	● 取得した 3 次元点群データをスマートインフラプラットフォームに保存する

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
	地下埋設物モデル化支援ツール	FN007	地下埋設物モデル化対象データ作成 (改修部分のみ赤文字)	● アップロードされた 3 次元点群データから、ノイズ除去し、地下埋設物の形状情報をセグメンテーションにより自動的に抽出し、地下埋設物モデル化データを作成する ● セグメンテーションした地下埋設物モデル化データから、管路中心線を抽出する
		FN008	地下埋設物モデル化対象データ連携機能（送信）	● 3 次元点群データから作成した地下埋設物モデル化データをスマートインフラプラットフォームにアップロードをする
	スマートインフラプラットフォーム	FN009	3D 表示	● 3D 都市モデル、BIM データ及び 3 次元点群データを画面に表示する ● 3D 都市モデルをソートし、画面に表示する

表 4-3 機能一覧（点検）

※赤文字：新規開発・既存改修

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
点検	施工管理・点検 DX 支援ツール	FN101	点検対象ビル設備の登録	● ビル設備の登録と点検項目（施工に関する項目を含む）を登録する
		FN102	点検対象ビル設備の点検結果登録	● ビル設備の定期点検結果を登録する
		FN103	点検結果抽出	● ビルメンテナンス事業者が点検した結果を施工管理・点検 DX 支援ツールから抽出する
		FN104	点検結果データ連携機能（送信）	● ビルメンテナンス事業者が点検した結果をスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能にアップロードをする

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
	スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能	FN105	点検結果データ連携機能（受信）	ビルメンテナンス事業者が点検した結果を施工管理・点検 DX 支援ツールからスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能にダウンロードする
		FN106	点検結果反映	アップロードされた情報（ビルメンテナンス事業者が点検した結果）を、3D 都市モデルにひも付けて、設備データベース（既存のスマートインフラプラットフォーム内に格納済み）に反映する
		FN107	統計分析資料出力	ビル設備を含むビルの属性（住所など）に基づき一定エリア内のデータを集計し、ビルメンテナンス事業者が利用可能な形で資料化する
		FN108	統計分析資料ダウンロード	資料を属性リンクに添えてダウンロードする
		FN109	3D 可視化＋属性参照	- ビル設備の地物（地下埋設物、地上部のビル設備）をクリックすると、点検結果を含む属性を表示する - ビル設備を 3D 表示する
		FN110	AR 表示	ビル設備を AR で表示する

4-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ

表 4-4 利用したソフトウェア・ライブラリ

※赤文字：新規開発・既存改修

ID	項目	内容
SL001	QGIS (バージョン 3.28.6)	豊富なファイル形式の空間情報の参照・加工・分析等が可能な GIS フリーソフトウェア
SL002	ArcGIS Pro	ESRI 社が提供するさまざま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

ID	項目	内容
SL003	スマートインフラプラットフォーム	● エヌ・ティ・ティ・インフラネット社が提供する地下埋設物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 機能を持つ
SL004	Apache NiFi	● システム間のデータフローを管理するために作成されたデータフローオーケストレーションツール
SL005	Autodesk Revit	● BIM データのオーサリングが可能な CAD 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。
SL006	Autodesk Civil3D	● BIM/CIM を構築する CAD 有償ソフトウェア
SL007	Autodesk ReCap	● 点群をオーサリングし、Autodesk のソフトウェアとデータ互換性を持たせるソフトウェア
SL008	TREND-POINT	● 点群をオーサリングする有償ソフトウェア
SL009	FME Form	● CityGML への変換等を実施
SL010	Rhinoceros	● 3D データを構築するオーサリングソフト。有償ソフトウェア
SL011	ArchiCAD	● BIM データのオーサリングが可能な有償ソフトウェア
SL012	Archibus	● 維持管理の運用のための IWMS（統合型ワークプレイス管理システム） ● 点検結果を入力するために使用
SL013	Smart Construction	● 周囲にある物体までの距離と方向を正確に計測できる 3 次元距離センサ（Smart Construction Quick3D） ● 3 次元点群データのノイズを除去し、地下埋設物形状のセグメンテーションによって地下埋設物の中心線形状を生成 ● 地下埋設物の点群データの取得及び 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新用の元データを生成するために使用
SL014	ANDPAD	● 点検結果を入力するために使用。クラウド型建設プロジェクト管理サービス
SL015	SmartClient	● Archibus 構築時に SE が利用するためのデータハンドリングツール ● Archibus に登録された情報の確認や書き出しに使用
SL016	mixpace	● 3D モデルを AR 表示するために使用 ● クラウドに登録された 3D モデルを AR 表示モデルに変換 ● AR マーカー位置設定ツールで位置情報を管理

4-2-3. 開発機能の詳細要件

1) データ更新

1. 【FN001】 施工エリア切り出し

- 機能概要

- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）から開削工事を実施するエリアを切り出す。

- フローチャート

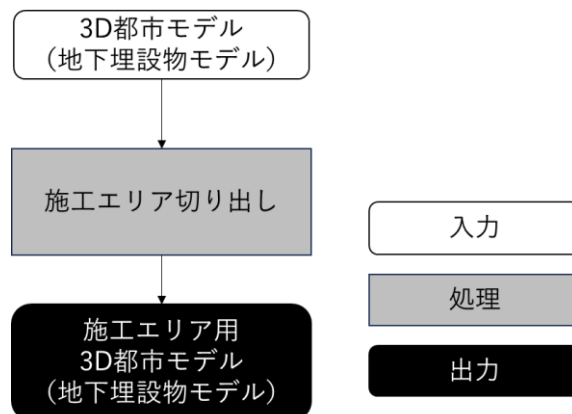


図 4-8 施工エリア切り出しのフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ◇ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 内容

- 地下埋設物事業者から提供される 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 形式

- CityGML

- データ詳細

- 内部連携インタフェース【IF202】を参照

- 出力

- ◇ 施工エリア用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 内容

- 地下埋設物工事を実施するエリアから切り出した 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)

- 形式

- CityGML

- データ詳細

- 内部連携インタフェース【IF203】を参照

- 機能詳細

- 施工エリア切り出し

- ◇ 処理内容

- 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）から施工エリアを設定し、設備データベースから施工エリア内の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を抽出する。
- ✧ 利用するライブラリ
 - なし
- ✧ 利用するアルゴリズム
 - なし

2. 【FN002】更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成

- 機能概要
 - 連携された 3 次元点群データから作成した地下埋設物の中心線（地下埋設物モデル化対象データ）と、施工エリア内の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を合わせて、設備データベースに反映する更新用の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を半自動で生成する。
- フローチャート

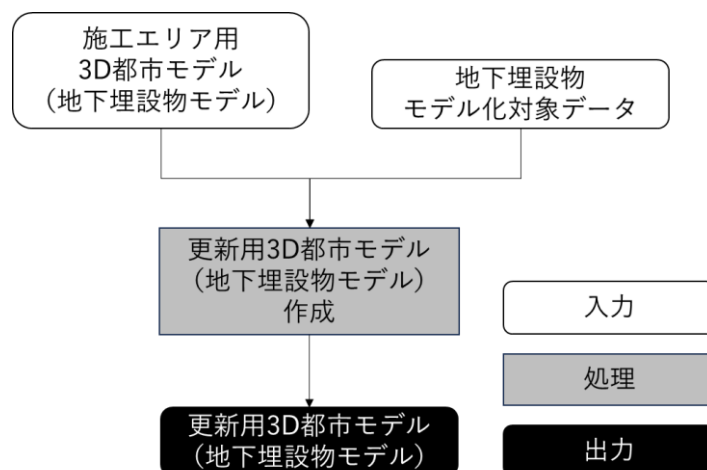


図 4-9 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 施工エリア用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 内容
 - 地下埋設物工事を実施するエリアから切り出した 3D 都市モデル(地下埋設物モデル)
 - 形式
 - CityGML
 - データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF203】を参照
 - ✧ 地下埋設物モデル化対象データ
 - 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心線データ
 - 形式

- GeoJSON
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF204】を参照
- 出力
 - ✧ 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 内容
 - 地下埋設物モデル化対象データから作成した施工エリアの 3D 都市モデル（地下埋設物モデル） LOD2
 - 形式
 - CityGML
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF205】を参照
- 機能詳細
 - 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）作成
 - ✧ 処理内容
 - 施工エリアにおける 3 次元点群データから生成した地下埋設物の中心線データと、施工エリアから切り出した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の中心線データを使い、位置合わせをする。
 - 位置合わせ後に、対象設備の欠損補完を行い、更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を作成する。
 - ✧ 利用するライブラリ
 - スマートインフラプラットフォーム（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）
 - Apache NiFi（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）
 - ✧ 利用するアルゴリズム
 - なし
- 3. 【FN003】設備データベース登録
 - 機能概要
 - 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を設備データベース（既存のスマートインフラプラットフォーム内に格納済み）に登録する。
 - フローチャート

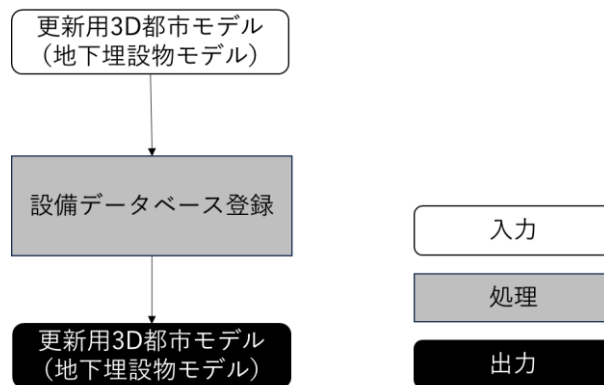


図 4-10 設備データベース登録のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ◇ 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 内容

- 地下埋設物モデル化対象データから作成した施工エリアの 3D 都市モデル（地下埋設物モデル） LOD2

- 形式

- CityGML

- データ詳細

- 内部連携インターフェース【IF205】を参照

- 出力

- ◇ 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 内容

- 地下埋設物モデル化対象データから作成した施工エリアの 3D 都市モデル（地下埋設物モデル） LOD2

- 形式

- CityGML

- データ詳細

- 内部連携インターフェース【IF205】を参照

- 機能詳細

- 設備データベース登録

- ◇ 処理内容

- 新規作成した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を登録又は施工エリアの 3 次元点群データから作成した更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を、既存の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）に差分更新する

- ◇ 利用するライブラリ

- スマートインフラプラットフォーム（ソフトウェアライブラリ【SL003】を参照）

- Apache NiFi（ソフトウェアライブラリ【SL004】を参照）
- ◇ 利用するアルゴリズム
- なし

4. 【FN004】地下埋設物モデル化対象データ連携機能（受信）

- 機能概要
 - 地下埋設物モデル化支援ツールから連携された地下埋設物モデル化対象データを、スマートインフラプラットフォームに受信する。
- フローチャート

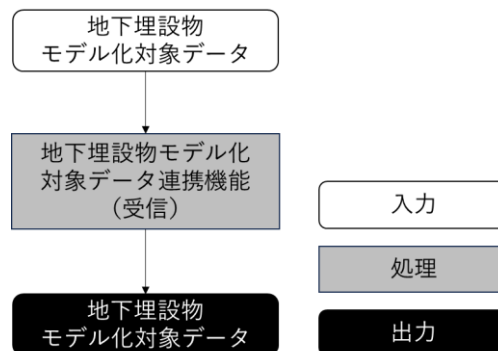


図 4-11 地下埋設物モデル化対象データ連携機能（受信）のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 地下埋設物モデル化対象データ
 - 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心線データ
 - 形式
 - GeoJSON
 - データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF204】を参照
 - 出力
 - ◇ 地下埋設物モデル化対象データ
 - 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心データ
 - 形式
 - GeoJSON
 - データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF204】を参照
- 機能詳細
 - 地下埋設物モデル化対象データ連携機能（受信）

- ◇ 処理内容
 - 地下埋設物モデル化支援ツールから連携された地下埋設物モデル化対象データをスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に受信する。
- ◇ 利用するライブラリ
 - なし
- ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

5. 【FN005】点群（LAS）計測及び生成

- 機能概要
 - 施工エリアの 3 次元点群データを計測・生成する。
- フローチャート

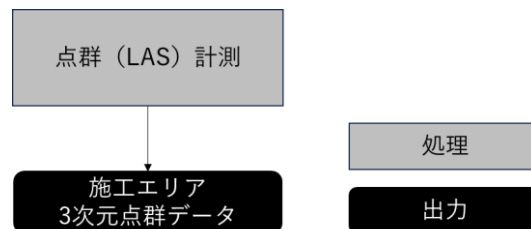


図 4-12 点群（LAS）計測及び生成のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ なし
 - 出力
 - ◇ 施工エリア 3 次元点群データ
 - 内容
 - 施工エリアの 3 次元点群データ
 - 形式
 - LAS
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
- 機能詳細
 - 点群（LAS）計測及び生成
 - ◇ 処理内容
 - 3D LiDAR (Light Detection and Ranging) で施工エリアの 3 次元点群データを取得する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

6. 【FN006】 3次元点群データ保存

- 機能概要

- 施工エリアの3次元点群データをクラウド上（スマートインフラプラットフォーム）に保存する。

- フローチャート

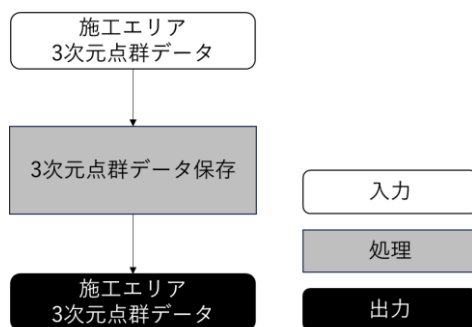


図 4-13 3次元点群データ保存のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ◇ 施工エリア 3次元点群データ

- 内容
 - 施工エリアの3次元点群データ
- 形式
 - LAS
- データ詳細
 - ファイル入力インターフェース【IF001】を参照

- 出力

- ◇ 施工エリア 3次元点群データ

- 内容
 - 施工エリアの3次元点群データ
- 形式
 - LAS
- データ詳細
 - ファイル入力インターフェース【IF001】を参照

- 機能詳細

- 3次元点群データ保存

- ◇ 処理内容

- 施工エリアの3次元点群データをクラウド上（スマートインフラプラットフォーム）に保存する。

- ◇ 利用するライブラリ

- なし

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

7. 【FN007】 地下埋設物モデル化対象データ作成

● 機能概要

- 3次元点群データから地下埋設物の中心線データを作成する。

● フローチャート

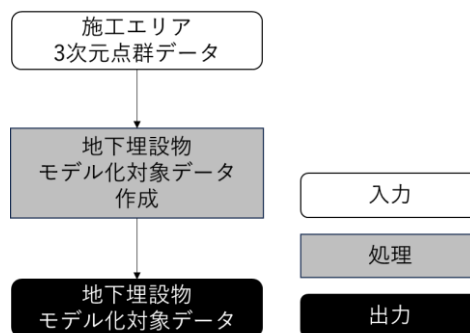


図 4-14 地下埋設物モデル化対象データ作成のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

◇ 施工エリア 3次元点群データ

- 内容
 - 施工エリアの 3次元点群データ
- 形式
 - LAS
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照

➤ 出力

◇ 地下埋設物モデル化対象データ

- 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心線データ
- 形式
 - GeoJSON
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF204】を参照

● 機能詳細

➤ 地下埋設物モデル化対象データ作成

◇ 処理内容

- 施工エリアの 3次元点群データから地下埋設物の中心線データを作成する。

- ✧ 利用するライブラリ
 - なし
- ✧ 利用するアルゴリズム
 - なし

8. 【FN008】地下埋設物モデル化対象データ連携機能（送信）

● 機能概要

- 地下埋設物モデル化支援ツールから、地下埋設物モデル化対象データをスマートインフラプラットフォームに連携する。

● フローチャート

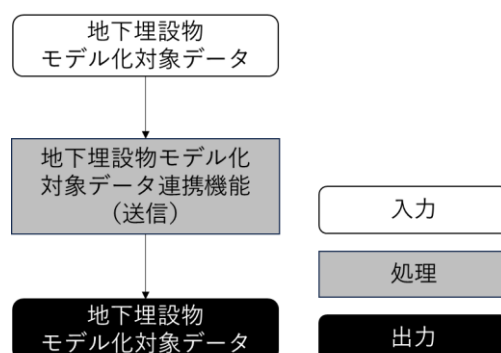


図 4-15 地下埋設物モデル化対象データ連携機能（送信）のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

✧ 地下埋設物モデル化対象データ

- 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心データ
- 形式
 - GeoJSON
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF204】を参照

➤ 出力

✧ 地下埋設物モデル化対象データ

- 内容
 - 施工エリアにおける地下埋設物の中心線データ
- 形式
 - GeoJSON
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF204】を参照

● 機能詳細

➤ 地下埋設物モデル化対象データ連携機能（送信）

✧ 処理内容

- 地下埋設物モデル化支援ツールから、スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に地下埋設物モデル化対象データを連携する。

✧ 利用するライブラリ

- なし

✧ 利用するアルゴリズム

- なし

9. 【FN009】 3D 表示

● 機能概要

- 3D 都市モデル及び BIM データ等を画面に表示する。

● フローチャート

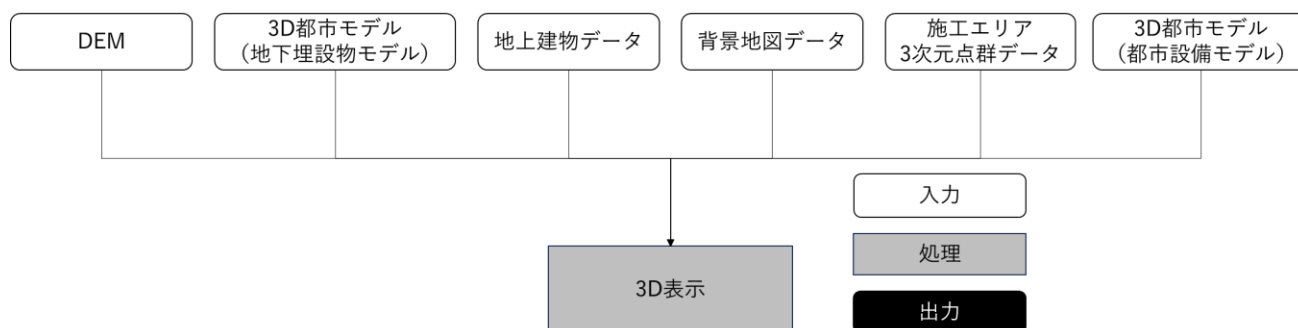


図 4-16 3D 表示のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

✧ DEM

- 内容
 - 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）が存在する範囲の標高値データ
- 形式
 - TIFF
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF201】を参照

✧ 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 内容
 - 各地下埋設物事業者の図面やデータから作成した地下埋設物の 3D 都市モデル
- 形式
 - 3D Tiles
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF202】を参照

✧ 地上建物データ

- 内容
 - 実証エリアの 3D 都市モデル（建築物モデル）
 - 形式
 - 3D Tiles
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF003】を参照
 - ◇ 背景地図データ
 - 内容
 - おおよその位置関係を把握することを目的とした背景地図データ
 - 形式
 - WMTS
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF004】を参照
 - ◇ 施工エリア 3 次元点群データ
 - 内容
 - 施工エリアの 3 次元点群データ
 - 形式
 - LAS
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
 - 出力
 - ◇ なし
 - 機能詳細
 - 3D 表示
 - ◇ 処理内容
 - 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）、地上建物データ及び背景地図データ等を 3D ビューアーが対応するファイル形式に変換する。
 - ファイル形式を変換した各データを 3D ビューアーに取り込む。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Smart Construction（ソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし
- 2) 点検
- 1) 【FN101】点検対象ビル設備の登録
- 機能概要
 - ビル設備とその点検項目（施工に関する項目を含む）を施工管理・点検 DX 支援ツールに登録する。
 - フローチャート

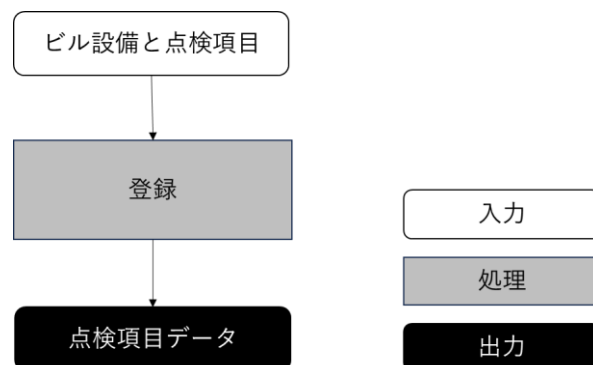


図 4-17 点検対象ビル設備の登録のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ✧ ビル設備と点検項目

- 内容
 - ビル設備の点検結果記録フォーム
 - 形式
 - 帳票（紙）

- 出力

- ✧ 点検項目データ

- 内容
 - ビル設備と点検項目を登録したデータ
 - 形式
 - CSV
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照

- 機能詳細

- 点検ビル設備の登録

- ✧ 処理内容

- ビル設備と点検項目を、施工管理・点検 DX 支援ツールに登録する

- ✧ 利用するライブラリ

- Archibus（ソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
 - ANDPAD（ソフトウェア・ライブラリ【SL014】を参照）

- ✧ 利用するアルゴリズム

- なし

2) 【FN102】点検対象ビル設備の点検結果登録

- 機能概要

- ビル設備の定期点検結果を登録する。

- フローチャート

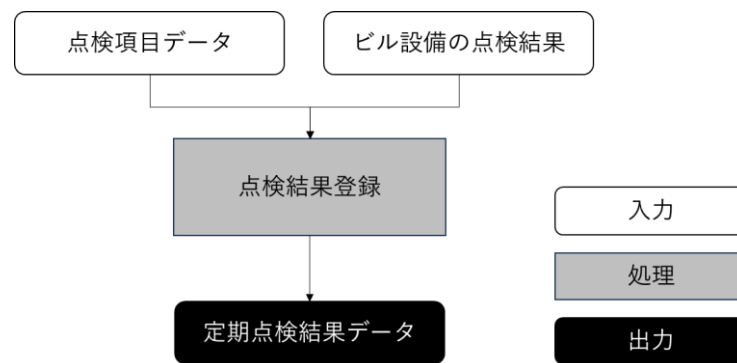


図 4-18 点検対象ビル設備の点検結果登録のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ✧ 点検項目データ

- 内容
 - ビル設備と点検項目を登録したデータ
- 形式
 - CSV
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照

- ✧ ビル設備の点検結果

- ビルメンテナンス事業者（点検者）がビル設備の点検によって得た情報

- 出力

- ✧ 定期点検結果データ

- 内容
 - ビル設備の定期点検記録をデータベースに登録したデータ
- 形式
 - CSV
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF208】を参照

- 機能詳細

- 点検対象ビル設備の点検結果登録

- ✧ 処理内容

- タブレットを用いてビル設備の定期点検結果を施工管理・点検 DX 支援ツールに登録する。

- ✧ 利用するライブラリ

- Archibus（ソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
- ANDPAD（ソフトウェア・ライブラリ【SL014】を参照）

- ✧ 利用するアルゴリズム

- なし

3) 【FN103】点検結果抽出

- 機能概要
 - ビルメンテナンス事業者が点検した結果を施工管理・点検 DX 支援ツールから抽出する
- フローチャート

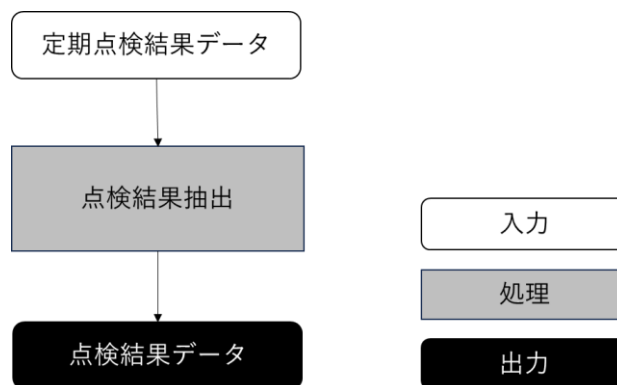


図 4-19 点検結果抽出のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 定期点検結果データ
 - 内容
 - ビル設備の定期点検記録をデータベースに登録したデータ
 - 形式
 - CSV
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF208】を参照
 - 出力
 - ◇ 点検結果データ
 - 内容
 - ビル設備の定期点検記録を CSV ファイルに出力したデータ
 - 形式
 - CSV
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF209】を参照
- 機能詳細
 - 点検結果抽出
 - ◇ 処理内容
 - 施工管理・点検 DX 支援ツールから設備の点検記録を CSV 形式で抽出する。
 - ◇ 利用するライブラリ

- Archibus（ソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
- ✧ 利用するアルゴリズム
 - なし

4) 【FN104】点検結果データ連携機能（送信）

- 機能概要

- ビルメンテナンス事業者が点検した結果を施工管理・点検 DX 支援ツールからスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に連携する。

- フローチャート

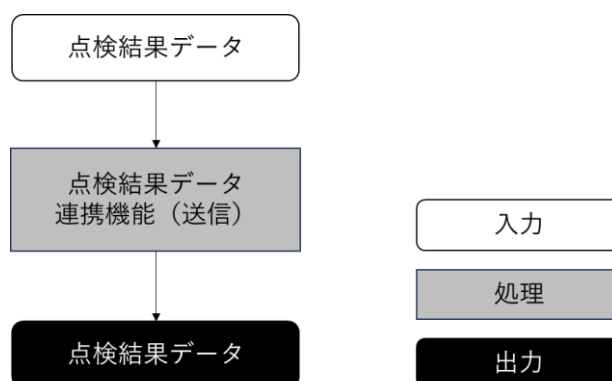


図 4-20 点検結果データ連携機能（送信）のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ✧ 点検結果データ

- 内容
 - ビル設備の定期点検記録を登録したデータ
- 形式
 - CSV
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF209】を参照

- 出力

- ✧ 点検結果データ

- 内容
 - ビル設備の定期点検記録を登録したデータ
- 形式
 - CSV
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF209】を参照

- 機能詳細

- 点検結果データ連携機能（送信）

✧ 処理内容

- 点検結果データを施工管理・点検 DX 支援ツールからスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に連携する。

✧ 利用するライブラリ

- なし

✧ 利用するアルゴリズム

- なし

5) 【FN105】点検結果データ連携機能（受信）

● 機能概要

- ビルメンテナンス事業者が点検した結果を施工管理・点検 DX 支援ツールからスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に受信する。

● フローチャート

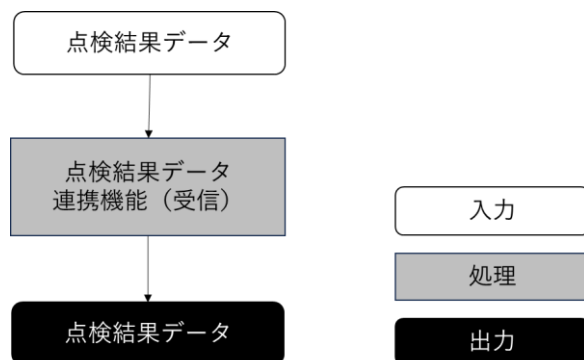


図 4-21 点検結果データ連携機能（受信）のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

✧ 点検結果データ

- 内容
 - ビル設備の定期点検記録を登録したデータ
- 形式
 - CSV
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF209】を参照

➤ 出力

✧ 点検結果データ

- 内容
 - ビル設備の定期点検記録を登録したデータ
- 形式
 - CSV

- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF209】を参照
- 機能詳細
 - 点検結果データ連携機能（受信）
 - ◇ 処理内容
 - 点検結果データを施工管理・点検 DX 支援ツールからスマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能に受信する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用アルゴリズム
 - なし

6) 【FN106】点検結果反映

- 機能概要
 - 設備の点検記録を 3D 都市モデルの属性情報に反映・更新する。
- フローチャート

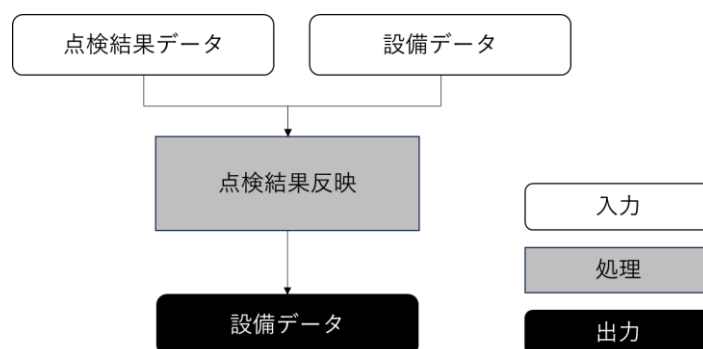


図 4-22 点検結果反映のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 点検結果データ
 - 内容
 - ビル設備の定期点検記録を登録したデータ
 - 形式
 - CSV
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF209】を参照
 - ◇ 設備データ
 - 内容
 - ビル設備の定期点検記録が登録されている設備の 3D 都市モデル

- 形式
 - CityGML
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF206】を参照
 - 出力
 - ◇ 設備データ
 - 内容
 - ビル設備の定期点検記録が登録されている設備の 3D 都市モデル
 - 形式
 - CityGML
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF206】を参照
 - 機能詳細
 - 点結果反映
 - ◇ 処理内容
 - 3D 都市モデルの属性情報に点検記録を反映・更新する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - スマートインフラプラットフォーム（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）
 - Apache NiFi（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし
- 7) 【FN107】統計分析資料出力
- 機能概要
 - ビル設備を含むビルの属性（住所など）に基づき一定エリア内のデータを集計し、ビルメンテナンス事業者が利用可能な形で資料化する。
 - フローチャート

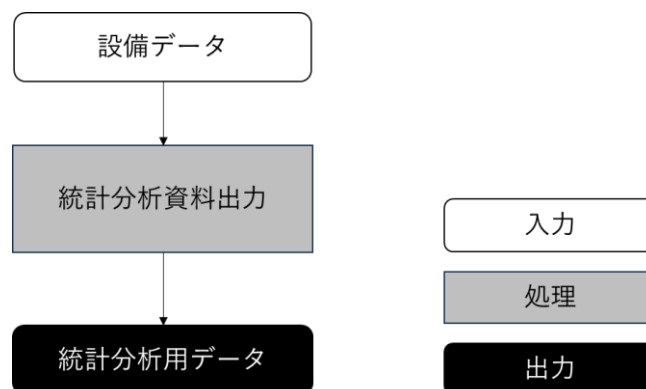


図 4-23 統計分析資料出力のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 設備データ
 - 内容
 - 点検対象となる設備の 3D 都市モデル
 - ビル設備の定期点検記録が登録されている
 - ◇ 形式
 - CityGML
 - ◇ データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF206】を参照
 - 出力
 - ◇ 統計分析用データ
 - 内容
 - ビル設備を含むビルの属性を項目ごとに集計したファイル
 - 形式
 - CSV
 - データ詳細
 - ファイル出力インタフェース【IF101】を参照
 - 機能詳細
 - 統計分析資料出力
 - ◇ 処理内容
 - 定期点検記録を登録した 3D 都市モデルを使い設備の点検結果を集計し、1 次エネルギー消費量（原油換算 kl）を算出する。
 - 算出した 1 次エネルギー消費量（原油換算 kl）から、統計分析用データを出力する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - スマートインフラプラットフォーム（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）
 - Apache NiFi（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし
- 8) 【FN108】統計分析資料ダウンロード
- 機能概要
 - 資料を属性リンクに添えてダウンロードする。
 - フローチャート

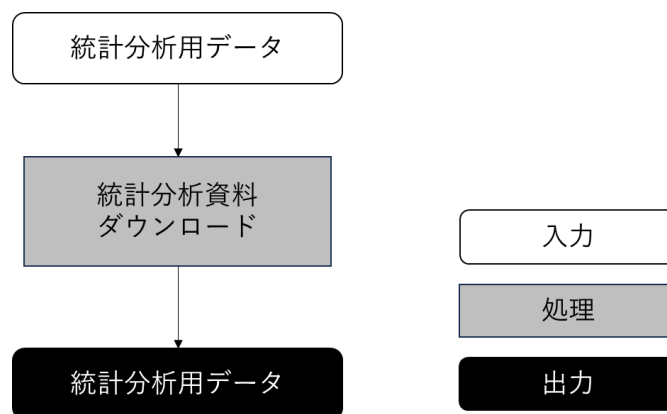


図 4-24 統計分析資料ダウンロードのフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ◇ 統計分析用データ

- 内容

- ビル設備を含むビルの属性を項目ごとに集計したファイル

- CSV

- データ詳細

- ファイル出力インターフェース【IF101】を参照

- 出力

- ◇ 統計分析用データ

- 内容

- ビル設備を含むビルの属性を項目ごとに集計したファイル

- 形式

- CSV

- データ詳細

- ファイル出力インターフェース【IF101】を参照

- 機能詳細

- 統計分析資料ダウンロード

- ◇ 処理内容

- スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 支援機能で作成した統計分析用データをダウンロードする。

- ◇ 利用するライブラリ

- スマートインフラプラットフォーム（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）

- Apache NiFi（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）

- ◇ 利用するアルゴリズム

- なし

9) 【FN109】 3D 可視化+属性参照

- 機能概要

- ビル設備を 3D 表示する。
- ビル設備の点検結果を含む属性情報を表示する。

- フローチャート

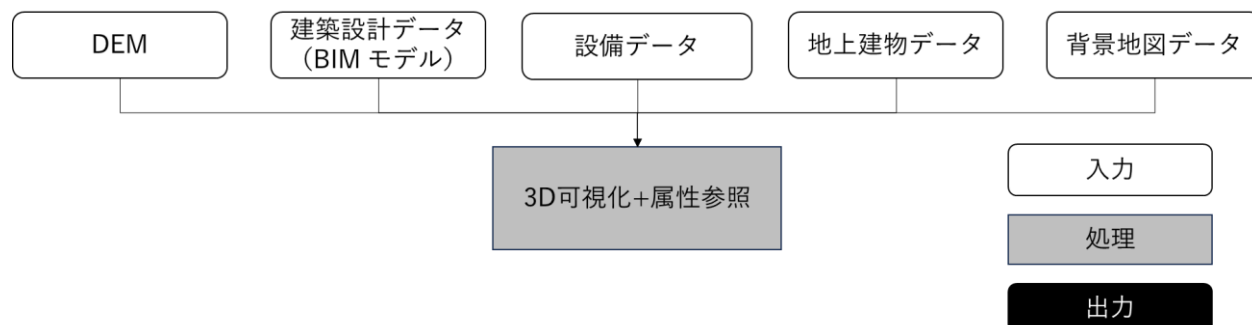


図 4-25 3D 可視化+属性参照のフローチャート

- データ仕様

- 入力

- ◇ DEM

- 内容
 - 地下埋設物設備データが存在する範囲の標高値データ
- 形式
 - TIFF
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF201】を参照

- ◇ 建築設計データ (BIM モデル)

- 内容
 - 設備点検の対象となる建物の BIM データ
- 形式
 - IFC
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF002】を参照

- ◇ 設備データ

- 内容
 - 点検対象となる設備の 3D 都市モデル
 - ビル設備の定期点検記録が登録されている
- 形式
 - 3D Tiles
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF206】を参照

◇ 地上建物データ

- 内容
 - 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）が存在する範囲の 3D 都市モデル（建築物モデル）
- 形式
 - 3D Tiles
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF003】を参照

◇ 背景地図データ

- 内容
 - おおよその位置関係を把握することを目的とした背景地図データ
- 形式
 - WMTS
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF004】を参照

➤ 出力

◇ なし

● 機能詳細

➤ 3D 可視化、属性参照及び AR 表示

◇ 処理内容

- ビル設備を 3 次元で可視化し、点検結果を含む属性情報を表示する。

◇ 利用するライブラリ

- Smart Construction（ソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

10) 【FN110】AR 表示

● 機能概要

➤ ビル設備を AR で表示する。

● フローチャート

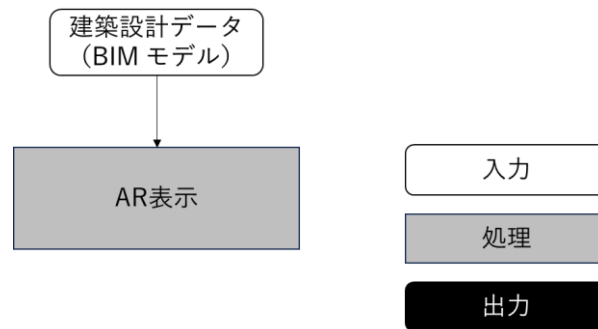


図 4-26 AR 表示のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 建築設計データ (BIM モデル)
 - 内容
 - 設備点検の対象となる建物の BIM データ
 - 形式
 - IFC
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF002】を参照
- 機能詳細
 - 3D 可視化、属性参照及び AR 表示
 - ◇ 処理内容
 - タブレット端末等のカメラを現実空間にかざし、点検対象のビル設備を画面上に重ねて表示する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - mixpace
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

4-3. アルゴリズム

4-3-1. 利用したアルゴリズム

表 4-5 利用したアルゴリズム一覧

ID	アルゴリズムを利用した機能	名称	説明	選定理由
AL001	FN007	Nebula フレームワーク	● 3次元点群表現学習の課題に取り組むことを目的としたフレームワーク ● 機械学習における最先端の性能（SOTA：state-of-the-art）と事前学習フレームワークを活用 ● 多様なデータセットにおけるセマンティック（画像内のピクセルにラベルやカテゴリを関連付ける手法）とインスタンス（画像内の物体を個別に認識する手法）のセグメンテーション処理強化	● 配管のセグメンテーションの手法にはいくつかあり、今回の実証は、左記に説明した Nebula におけるフレームワークが最適と判断した ● Nebula フレームワークは大容量データのリアルタイム処理が可能であり、複雑な関係性を持つデータの管理とクエリにおいて他の手法に対して（PointNet / VoxelNET 等）優位性が高い
AL002	FN007	非線形回帰モデル（カーネルリッジ回帰）	● 多くの点から、最適な曲線（直線）を算出する手法	● 配管だけの3次元点群データから、配管の向きに沿って、直線（曲線）を算出可能

1) 【AL001】 Nebula フレームワーク

● アルゴリズムの詳細

点群データから配管部分をセグメンテーション（分類）化するアルゴリズム（Nebula フレームワーク）において、セグメンテーションに利用した配管がセグメントするようなモデルデータ（学習データ数：約 200）を準備し、そのデータを元にフレームワークをチューニングした。

表 4-6 Nebula フレームワークの構成要素

構成要素		説明
1	データの準備	配管部分のセグメンテーション処理のために、前処理（クリーニング、ラベル付けなど）を行い、機械学習のための準備を行って、点群データを拡張して学習のための補強を行う
2	事前学習フレームワーク	マスクシーンコントラスト（Masked Scene Contrast：画像の一部を隠して、その隠された部分を予測・補完することで、画像理解を深める技術）とマルチデータセットポイントプロンプトトレーニング（PPT：a pertaining training technique unique for point cloud data：3次元点群データに特化した学習手法）を利用し、データセットを横断した学習を強化する
3	バックボーンモデル	Point Transformer（点群データを扱うために開発された深層学習モデル）や SparseUNet（LiDAR データ、3次元点群データをセグメントする処理ため深層学習モデル）のような効率的なモデルが、セグメンテーションのための特徴を抽出する
4	評価基準	Nebula のフレームワークには、正確な性能評価のためのツールが含まれており、点群データを解析する
5	処理実装	- 上記の評価結果を PyTorch(Python 向けのオープンソースの機械学習ライブラリ)や CUDA (NVIDIA 社が開発した並列コンピューティングのプラットフォームおよびプログラミングモデル) のような GPU アクセラレーションツールが計算し、点群データの処理を行う - 今回は、GPU アクセラレーションを利用した

3次元点群データの取得結果を図 4-27 に示す。

表 4-6 の構成要素に基づき、3次元点群データから算出された配管部分のセグメンテーション結果を図 4-28 に示す。3次元点群データから配管（赤色）と配管以外の部分の点群データを解析したことが確認できる。

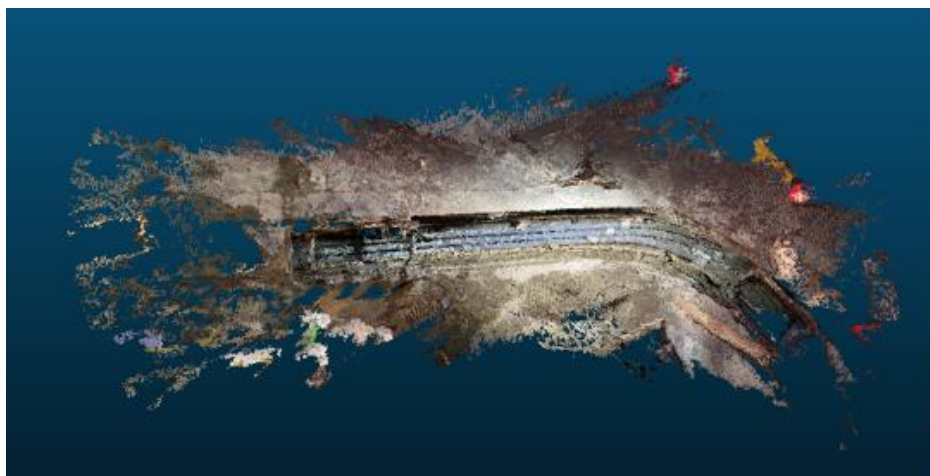


図 4-27 3次元点群データ取得結果

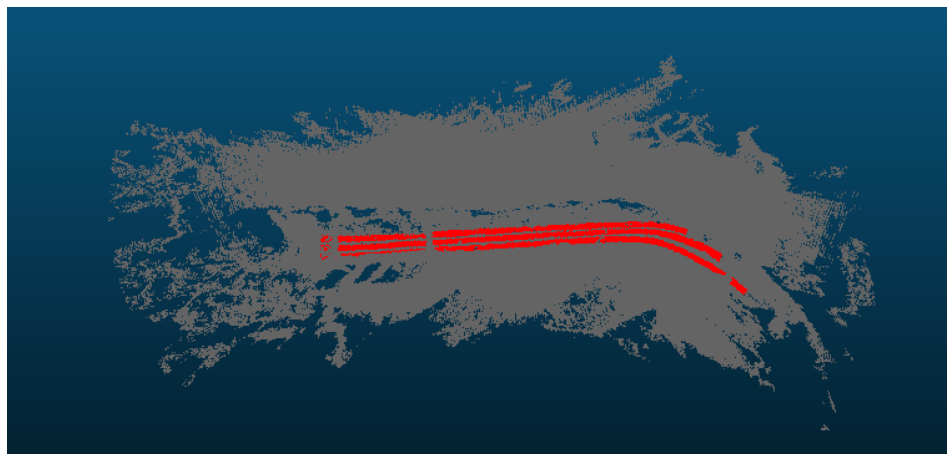


図 4-28 配管部分のセグメンテーション結果

2) 【AL002】非線形回帰モデル（カーネルリッジ回帰）

● アルゴリズムの詳細

【AL001】によって抽出された配管部分の3次元点群データ（図 4-29）から、配管の3次元点群データの非線形回帰モデル（カーネルリッジ回帰）を取得し、3次元点群データに沿う線形を取得する（図 4-30）。

この線形を使い、各上面座標の円の半径から中心位置を算出し、中心点を繋げて中心線を算出する（図 4-31）。各円の中心点と半径から、円周座標を取得してメッシュ化し、そのメッシュ化したファイルから GeoJSON (3D モデル) を作成する（図 4-32）。

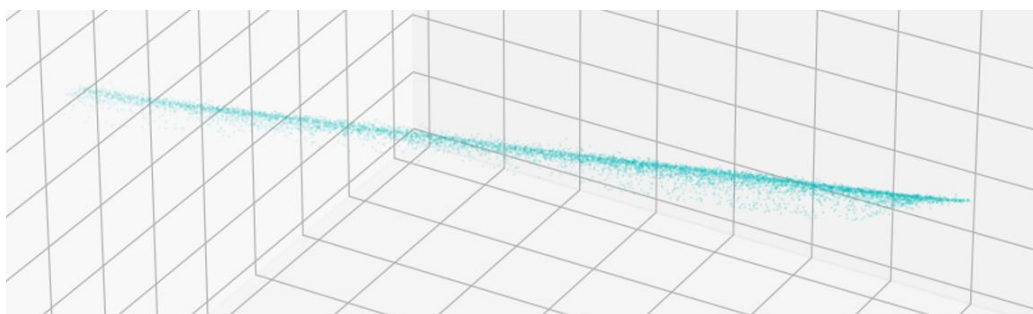


図 4-29 配管部分の3次元点群データ

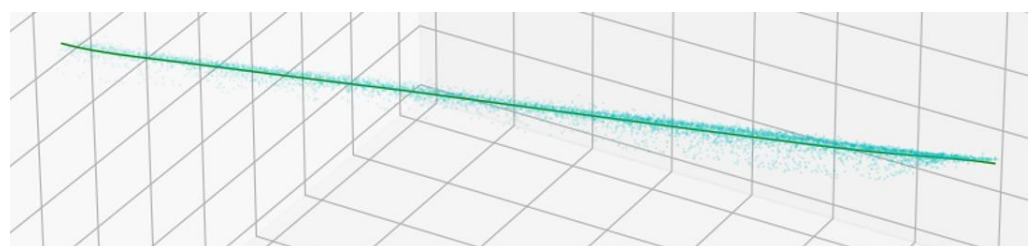


図 4-30 カーネルリッジ回帰により、3次元点群データに沿う線形

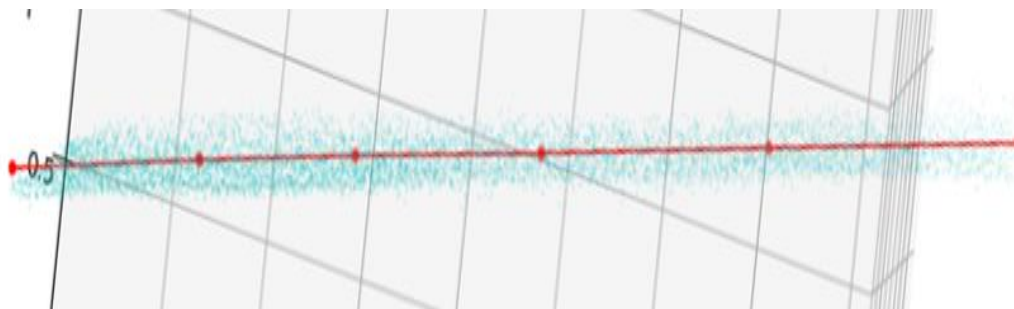


図 4-31 配管の 3 次元点群データを上から見た場合

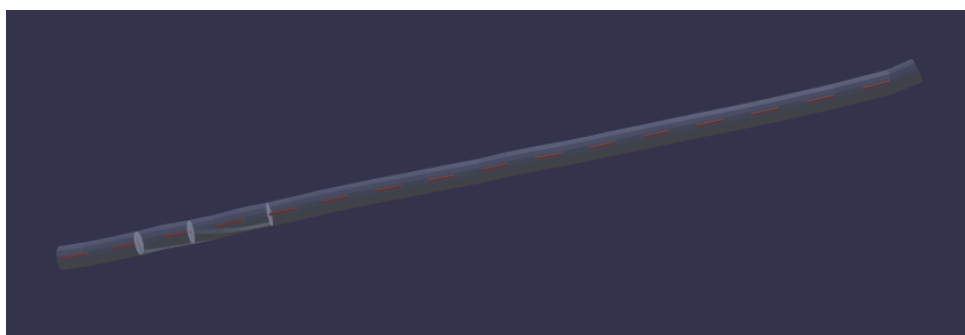


図 4-32 配管データの出力例

4-3-2. 開発したアルゴリズム

なし

4-4. データインタフェース

4-4-1. ファイル入力インタフェース

- 1) 【IF001】 施工エリア 3 次元点群データ
 - 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN005】【FN006】【FN007】【FN009】
 - インタフェース概要
 - 3D LiDAR で取得した施工エリアの点群データ
 - 形式
 - LAS (Lidar Data Exchange Standard Format)
- 2) 【IF002】 建築設計データ (BIM モデル)
 - 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN109】【FN110】
 - インタフェース概要
 - 愛知県名古屋市、大阪府大阪市の建築物データ (点検)
 - 形式
 - IFC4 (Industry Foundation Classes バージョン 4)
- 3) 【IF003】 地上建物データ
 - 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN009】【FN109】
 - インタフェース概要
 - 東京都中央区、愛知県名古屋市、大阪府大阪市における、G 空間情報センターで公開されている 3D 都市モデル (建築物モデル) (LOD1)
 - 形式
 - 3D Tiles
- 4) 【IF005】 背景地図データ
 - 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN009】【FN109】
 - インタフェース概要
 - 東京都中央区、愛知県名古屋市、大阪府大阪市における地図データ
 - 形式
 - WMTS (Web Map Tile Service)

4-4-2. ファイル出力インタフェース

1) 【IF101】統計分析用データ

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN107】【FN108】
- インタフェース概要
 - 【IF209】点検結果データのうち、点検年月日、電気使用量（kWh）、ガス使用量（Nm³）、熱使用量（GJ）、そのほかの1次エネルギー使用量（GJ）を算出したデータ
- 形式
 - CSV

4-4-3. 内部連携インタフェース

1) 【IF201】DEM

- 本インタフェースを利用する機能
 - 【FN009】【FN109】
- インタフェース概要
 - 東京都中央区、愛知県名古屋市、大阪府大阪市エリアにおける地下埋設物設備データが存在する範囲の数値標高値モデル
- 形式
 - TIFF

2) 【IF202】3D 都市モデル（地下埋設物モデル）

- 本インタフェースを利用する機能
 - 【FN001】【FN009】
- インタフェース概要
 - 使用する地物と LOD を表 4-7 に示す

表 4-7 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）で使用する地物と LOD

事業者名	地物型	LOD
水道	uro:WaterPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
下水道	uro:SewerPipe	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
ガス	uro:OilGasChemicalPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2

事業者名	地物型	LOD
電力	uro:ElectricityCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2
通信	uro:Telecommunication sCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2

- 形式
 - CityGML、3D Tiles
- 3) 【IF203】 施工エリア用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 本インターフェースを利用する機能
 - 【FN001】【FN002】
 - インタフェース概要
 - 施工エリア及び点群計測範囲における 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
- 4) 【IF204】 地下埋設物モデル化対象データ
 - 本インターフェースを利用する機能
 - 【FN002】【FN004】【FN007】【FN008】
 - インタフェース概要
 - 3 次元点群データのノイズを除去し、地下埋設物の形状をセグメンテーションにより抽出した地下埋設物モデル化データの中心線
 - 形式
 - GeoJSON
- 5) 【IF205】 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）
 - 本インターフェースを利用する機能
 - 【FN002】【FN003】
 - インタフェース概要
 - 使用する地物と LOD を表 4-8 に示す

表 4-8 更新用 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）で使用する地物と LOD

事業者名	地物型	LOD
水道	uro:WaterPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
下水道	uro:SewerPipe	LOD2

事業者名	地物型	LOD
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
ガス	uro:OilGasChemicalPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
電力	uro:ElectricityCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2
通信	uro:TelecommunicationsCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2

6) 【IF206】設備データ

- 本インタフェースを利用する機能
 - 【FN106】【FN107】【FN109】
- インタフェース概要
 - 点検対象となる設備の 3D 都市モデル（ビル設備・地下埋設物）
 - 使用する地物と LOD を、表 4-9 に示す。

表 4-9 設備データで使用する地物と LOD

事業者名	地物型	LOD
水道	uro:WaterPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
下水道	uro:SewerPipe	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
ガス	uro:OilGasChemicalPipe	LOD2
	uro:Appurtenance	LOD2
電力	uro:ElectricityCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2
通信	uro:TelecommunicationsCable	LOD2
	uro:Manhole	LOD2
	uro:Handhole	LOD2
ビル設備	bldg:BuildingInstallation	LOD2

事業者名	地物型	LOD
	bldg:IntBuildingInstallation	LOD2

- 3D 都市モデルに以下の拡張属性を追加する。
 - ✧ 点検日、点検名、点検箇所名、型番、型名、単位、値
 - ✧ 点検結果記録用の拡張属性の例を表 4-10 に示す。

表 4-10 点検結果記録用の拡張属性の例

点検日	点検名	点検箇所名	型版	型名	単位	値
2025-01-31	週次点検	A	ボイラーA	A-001	MPa	10
2025-01-31	週次点検	A	ボイラーB	B-001-123	MPa	20

- 形式
 - CityGML、3D Tiles
- 7) 【IF207】点検項目データ
 - 本インターフェースを利用する機能
 - 【FN101】【FN102】
 - インタフェース概要
 - ビル設備と点検項目
 - ✧ 案件名、点検名、点検ステータス、点検担当者、点検日、設備 ID、点検項目、点検結果
 - 形式
 - CSV
- 8) 【IF208】定期点検結果データ
 - 本インターフェースを利用する機能
 - 【FN102】【FN103】
 - インタフェース概要
 - ビル設備の定期点検結果データ

表 4-11 ビル設備の定期点検記録をデータベースに登録したデータ

案件名	点検名	点検ステータス	点検担当者	点検日	設備 ID	点検項目	点検結果
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	電圧(V)	6600
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	電力(kW)	1000
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	周波数(Hz)	60

案件名	点検名	点検ステータス	点検担当者	点検日	設備 ID	点検項目	点検結果
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	電流(A)	110
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	力率	0.88
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	固定子温度(°C)	40
名古屋点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	AA-0000000001	軸受温度(°C)	54
大阪点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	BB-0000000001	凝縮飽和温度(°C)	1
大阪点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	BB-0000000001	冷却水出口温度(°C)と飽和温度(°C)の差	2
大阪点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	BB-0000000001	機器圧力_吸込(MPa)	3
大阪点検	運転日誌	点検済	日本太郎	2025-01-31	BB-0000000001	機器圧力_吐出(MPa)	4

- 形式

- CSV

9) 【IF209】点検結果データ

- 本インタフェースを利用する機能

- 【FN103】【FN104】【FN105】【FN106】

- インタフェース概要

- ビル設備の定期点検記録の CSV ファイル

- ビル設備の定期点検結果の例を、表 4-12 及び表 4-13 に示す。

表 4-12 ビル設備の定期点検結果（愛知県名古屋市エリア）

案件名	点検名	点検日	設備 ID	点検項目	点検結果
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	電圧(V)	6600
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	電力(kW)	1000

案件名	点検名	点検日	設備 ID	点検項目	点検結果
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	周波数(Hz)	60
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	電流(A)	110
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	力率	0.88
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	固定子温度(°C)	40
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	軸受温度(°C)	54
名古屋点検	運転日誌	2025-01-31	AA-0000000001	異常の有無	音響

表 4-13 反映するビル設備の定期点検結果（大阪府大阪市エリア）

案件名	点検名	点検日	設備 ID	点検項目	点検結果
大阪点検	運転日誌	2025-01-31	BB-0000000001	凝縮飽和温度(°C)	1
大阪点検	運転日誌	2025-01-31	BB-0000000001	冷却水出口温度(°C)と飽和温度(°C)の差	2
大阪点検	運転日誌	2025-01-31	BB-0000000001	機器圧力_吸込(MPa)	3
大阪点検	運転日誌	2025-01-31	BB-0000000001	機器圧力_吐出(MPa)	4

- 形式

- CSV

10) 【IF210】 3D 都市モデル（都市設備モデル）

- 本インタフェースを利用する機能

- 【FN009】

- インタフェース概要

- 通信電線、電力電線及び電柱を対象とした都市設備モデル（表 4-14 参照）
 - 使用する地物と LOD を、表 4-14 に示す。

表 4-14 使用する地物と LOD

事業者名	地物型	LOD
電力	frn:CityFurniture	LOD2
通信	frn:CityFurniture	LOD2

- 形式
 - 3D Tiles

4-4-4. 外部連携インターフェース

なし

4-5. 実証に用いたデータ

4-5-1. 活用したデータ一覧

1) 利用した 3D 都市モデル

- 年度：2024 年度
- 都市名：東京都中央区
- ファイル名：09LD1846_unf_10170、09LD1847_unf_10170、09LD1855_unf_10170、09LD1856_unf_10170、09LD1857_unf_10170、09LD1865_unf_10170、09LD1866_unf_10170、09LD1867_unf_10170、09LD1875_unf_10170、09LD1876_unf_10170、09LD1857_unf_10170
- メッシュ番号(国土基本図図郭)：09LD1846、09LD1847、09LD1855、09LD1856、09LD1857、09LD1865、09LD1866、09LD1867、09LD1875、09LD1876、09LD1857



図 4-33 インデックスマップ（東京都中央区）

- 年度：2024 年度
- 都市名：愛知県名古屋市
- ファイル名：07ND2384_unf_10168、07ND2385_unf_10168、07ND2394_unf_10168、07ND2395_unf_10168、07ND3304_unf_10168、07ND3305_unf_10168
- メッシュ番号(国土基本図図郭)：07ND2384、07ND2385、07ND2394、07ND2395、07ND3304、07ND3305

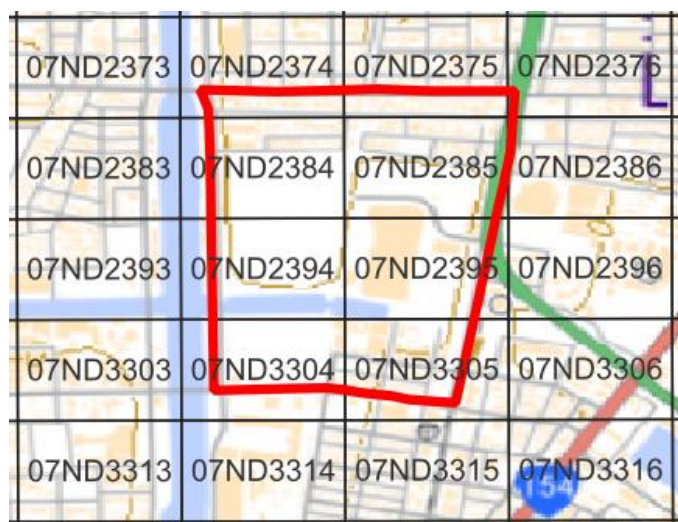


図 4-34 インデックスマップ（愛知県名古屋市）

- 年度：2024 年度
- 都市名：大阪府大阪市
- ファイル名：06OC7865_unf_10167、06OC7874_unf_10167、06OC7875_unf_10167、06OC7884_unf_10167、06OC7885_unf_10167、06OC7893_unf_10167、06OC7894_unf_10167、06OC7895_unf_10167、06OC8803_unf_10167、06OC8804_unf_10167、06OC8805_unf_10167、06OC8813_unf_10167
- メッシュ番号(国土基本図図郭):06OC7865、06OC7874、06OC7875、06OC7884、06OC7885、06OC7893、06OC7894、06OC7895、06OC8803、06OC8804、06OC8805、06OC8813



図 4-35 インデックスマップ（大阪府大阪市）

実証実験で利用した 3D 都市モデルを、表 4-15 に示す。

表 4-15 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	FN001 FN002 FN003 FN009 FN106 FN109
		主題属性	DT002	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT003	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT004	uro:outerDiameter	外径	
		主題属性	DT005	uro:ThematicShape	形状、高さを持った中心線	
下水道 LOD2	uro:SewerPipe	主題属性	DT006	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT007	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT008	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT009	uro:outerDiameter	外径	
		主題属性	DT010	uro:ThematicShape	形状、高さを持った中心線	
ガス管 LOD2	uro:OilGasChemicalPipe	主題属性	DT011	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT012	uro:minDepth	土被り最小深さ	
		主題属性	DT013	uro:maxDepth	土被り最大深さ	
		主題属性	DT014	uro:outerDiameter	外径	
		主題属性	DT015	uro:ThematicShape	形状、高さを持った中心線	
通信ケーブル LOD2	uro:TelecommunicationCa	主題属性	DT016	uro:administrator	主管事業者	

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)
	ble	主題属性	DT017	uro:minDepth	土被り最小深 さ	
		主題属性	DT018	uro:maxDepth	土被り最大深 さ	
		主題属性	DT019	uro:outerDia meter	外径	
		主題属性	DT020	uro:columns	列数	
		主題属性	DT021	uro:rows	段数	
		主題属性	DT022	uro:Thematic Shape	形状、高さを 持った中心線	
電力ケーブル LOD2	uro:Electricity Cable	主題属性	DT023	uro:administr ator	主管事業者	
		主題属性	DT024	uro:minDepth	土被り最小深 さ	
		主題属性	DT025	uro:maxDepth	土被り最大深 さ	
		主題属性	DT026	uro:outerDia meter	外径	
		主題属性	DT027	uro:columns	列数	
		主題属性	DT028	uro:rows	段数	
		主題属性	DT029	uro:Thematic Shape	形状、高さを 持った中心線	
ノードとなる 設備 LOD2 例) バルブガ バナ等	uro:Appurten ance	主題属性	DT030	uro:administr ator	主管事業者	
		主題属性	DT031	uro:innerDia meterLong	長辺の内径	
		主題属性	DT032	uro:outerDia meterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT033	uro:innerDia meterShort	短辺の内径	
		主題属性	DT034	uro:outerDia meterShort	短辺の外径	

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)
マンホール LOD2		主題属性	DT035	uro:depth	深さ	
		主題属性	DT036	uro:Thematic Shape	形状、高さを持った中心線	
	uro:Manhole	主題属性	DT037	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT038	uro:outerDiameterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT039	uro:outerDiameterShort	短辺の外径	
		主題属性	DT040	uro:depth	深さ	
		主題属性	DT041	uro:Thematic Shape	地表部（鉄蓋）の中心点	
	uro:Handhole	主題属性	DT042	uro:administrator	主管事業者	
		主題属性	DT043	uro:outerDiameterLong	長辺の外径	
		主題属性	DT044	uro:outerDiameterShort	短辺の外径	
		主題属性	DT045	uro:depth	深さ	
		主題属性	DT046	uro:Thematic Shape	地表部（鉄蓋）の中心点	
屋外附属物 LOD2	bldg:BuildingInstallation	主題属性	DT047	bldg:function	屋外附属物の主たる働き	FN106 FN109
屋内附属物 LOD4	bldg:IntBuildingInstallation	主題属性	DT048	bldg:function	屋内附属物の主たる働き	

2) 利用したその他のデータ

1. データ一覧

3D 都市モデル(地下埋設物モデル)の作成に利用したデータ及び実証実験で利用したデータの一覧を、表 4-16 に示す。

表 4-16 利用したその他データ（一覧）

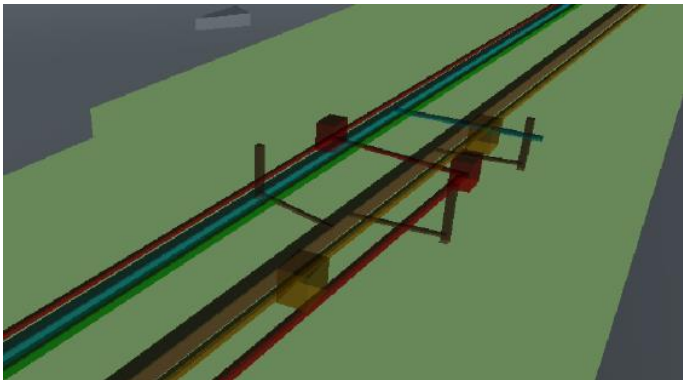
ID	エリア (都市)	活用データ	内容	データ 形式	出所	データを利用した機能 (ID)
DT101	東京都 中央区	地下埋設 物データ (水道)	水道事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ ファイル	東京都水道局	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT102	東京都 中央区	地下埋設 物データ (下水道)	下水道事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	固定長テ キストデ ータ	東京都下水道局	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT103	東京都 中央区	地下埋設 物データ (ガス)	ガス事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ ファイル	東京ガスネット ワーク	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT104	東京都 中央区	地下埋設 物データ (電力)	電力事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ フ ァ イ ル、DWG、 PDF 、 TIFF	東京電力パワー グリッド	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT105	東京都 中央区	地下埋設 物データ (通信)	通信事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ ファイル	東日本電信電話	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT106	愛知県 名古屋市	地下埋設 物データ (水道)	水道事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ ファイル	名古屋市上下水 道局	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT107	愛知県 名古屋市	地下埋設 物データ (下水道)	下水道事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	シェープ フ ァ イ ル、紙図 面	名古屋市上下水 道局	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用
DT108	愛知県 名古屋市	地下埋設 物データ (ガス)	ガス事業者が管理する 地下埋設設備の位置を 示すデータ。	紙図面	東邦ガス、東邦ガ スネットワーク	3D 都市モデル (地下埋 設物モデル) 作成に利用

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)
DT109	愛知県 名古屋市	地下埋設物データ (電力)	電力事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	紙図面	中部電力パワーグリッド	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT110	愛知県 名古屋市	地下埋設物データ (通信)	通信事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	固定長テキストデータ	西日本電信電話	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT111	大阪府 大阪市	地下埋設物データ (水道)	水道事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	シェープファイル	大阪市水道局	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT112	大阪府 大阪市	地下埋設物データ (下水道)	下水道事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	シェープファイル	大阪市建設局 (下水道)	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT113	大阪府 大阪市	地下埋設物データ (ガス)	ガス事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	シェープファイル	大阪ガスネットワーク	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT114	大阪府 大阪市	地下埋設物データ (電力)	電力事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	シェープファイル	関西電力送配電	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT115	大阪府 大阪市	地下埋設物データ (通信)	通信事業者が管理する地下埋設設備の位置を示すデータ。	固定長テキストデータ	西日本電信電話	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT116	愛知県 名古屋市	建築設計データ (BIMモデル)	該当エリアの BIM データ (愛知県名古屋市)。	IFC	東邦ガス	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用
DT117	大阪府 大阪市	建築設計データ (BIMモデル)	該当エリアの BIM データ (大阪府大阪市)。	IFC	阪急阪神不動産	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) 作成に利用

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)
DT118	東京都 中央区、 愛知県 名古屋市、 大阪府 大阪市	DEM	該当エリアの地表面の 標高データ（データ整備 時、可視化時に使用する 地表面の情報）。	TIFF	エヌ・ティ・テ ィ・インフラネ ット	FN009 FN109
DT119	東京都 中央区、 愛知県 名古屋市、 大阪府 大阪市	地上建物 データ	PLATEAU の 3D 都市モ デル（建設物モデル）。	3D Tiles	PLATEAU（G 空 間情報センタ ー）	FN009 FN109
DT120	東京都 中央区、 愛知県 名古屋市、 大阪府 大阪市	高精度 3D 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。	シェーブ ファイル	エヌ・ティ・ティ・ インフラネット	3D 都市モデル（地下埋 設物モデル）作成に利用
DT121	東京都 中央区、 愛知県 名古屋市、 大阪府 大阪市	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	FN009 FN109

2. データサンプル（イメージ）

表 4-17 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 DT106 DT111	地下埋設物データ（水道）	
DT102 DT107 DT112	地下埋設物データ（下水道）	
DT103 DT108 DT113	地下埋設物データ（ガス）	
DT104 DT109 DT114	地下埋設物データ（電力）	
DT005 DT110 DT115	地下埋設物データ（通信）	
DT116 DT117	建築設計データ（BIM モデル）	

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT118	DEM	
DT119	地上建物データ	
DT120	高精度 3D 空間情報	

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT121	背景地図データ	

4-5-2. 生成・変換したデータ

表 4-18 生成・変換するデータ

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	FN001 FN002 FN003 FN106
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	
DT203	3D 都市モデル (地下埋設物モデル)(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	
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	
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	
DT206	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) (3DTiles 形式)	3D 表示に使用 (スマートフォンプラットフォーム)	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	3D Tiles	FN009 FN109
DT207	地下埋設物モデル化対象データ	3D 都市モデル (地下埋設物モデル) の更新に使用	3次元点群データのノイズを除去し、地下埋設物の形状をセグメンテーションにより中心線を抽出	地下埋設物モデル化支援ツール	GeoJSON	FN002 FN004 FN007 FN008

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 (都市設備モデル)	データ交換 (中間フォーマット)	3次元点群データのノイズを除去したデータから変換	エヌ・ティ・ティ・インフラネット自社ツール	CityGML	FN109

4-6. ユーザーインタフェース

4-6-1. 画面一覧

1) 地下埋設物 3 次元計測ツールの画面

表 4-19 地下埋設物 3 次元計測ツールの画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC101	SC102, SC103	ログイン画面	- セッション情報を保持していない場合、ログイン実施へと進む画面 - ログインのセッション情報を確認し、ログイン認証画面に進む画面	FN005
SC102	SC101, SC103	ログイン認証画面	ログイン情報を入力する画面	FN005
SC103	SC102, SC104	現場一覧画面	工事施工エリアの一覧を表示する画面	FN005
SC104	SC103, SC105	プロジェクト一覧画面	施工現場を登録・修正・削除、点群の再アップロードをする画面	FN005
SC105	SC104, SC106	セグメント結果画面	施工現場の点群や構造物を表示する画面	FN005
SC106	SC105	構造物詳細画面	構造物の属性情報を表示や、属性情報の設定をする画面	FN005

2) 施工管理・点検 DX 支援ツールの画面

表 4-20 施工管理・点検 DX 支援ツールの画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC201	SC202	Archibus ログイン画面	ログイン情報を入力する画面	FN101 FN102
SC202	SC201, SC203, SC204	ホームページ画面	登録した建物の維持保全に係る作業登録や検索・編集する機能を選択する画面	FN101 FN102
SC203	SC202	予防保全プランナ	点検項目を登録・編集・確認する画面。予定さ	FN101

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
		一画面	れた点検項目から点検実施日の特定、点検作業の指示を行う画面	
SC204	SC202	保全作業コンソール画面	● 点検作業指示を基に点検した作業実績を登録及び作業実績の内容承認を登録・確認する画面	FN102
SC205	SC206	SmartClient ログイン画面	● ログイン情報を入力する画面	FN103
SC206	SC205	点検結果出力画面	● Archibus で登録した点検作業実績	FN103
SC207	SC208	ANDPAD 点検アプリログイン画面	● ログイン情報を入力する画面	FN101
SC208	SC207, SC209	案件一覧画面	● 案件の一覧を表示する画面	FN102
SC209	SC208, SC210, SC211	案件詳細画面	● 選択した案件の詳細情報を表示し、検査や BIM 表示を選択する画面	FN102
SC210	SC209	検査詳細画面	● 点検の検査項目や検査結果を登録・確認する画面	FN101 FN102
SC211	SC209	BIM 画面	● 対象設備の BIM 表示をする画面	FN102

4-6-2. 画面遷移図

1) 地下埋設物 3 次元計測ツールの画面

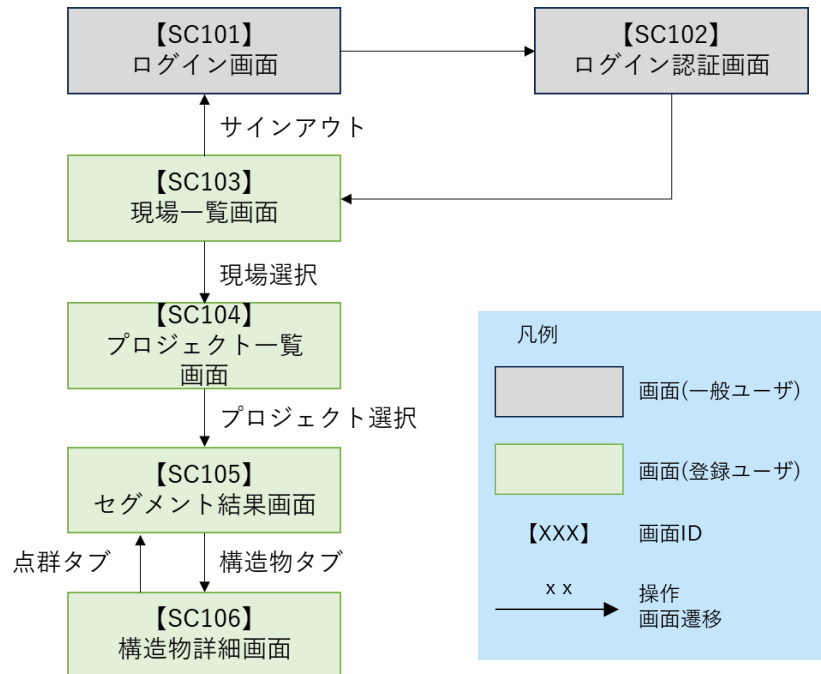


図 4-36 地下埋設物 3 次元計測ツールの画面遷移図

2) 施工管理・点検 DX 支援ツールの画面

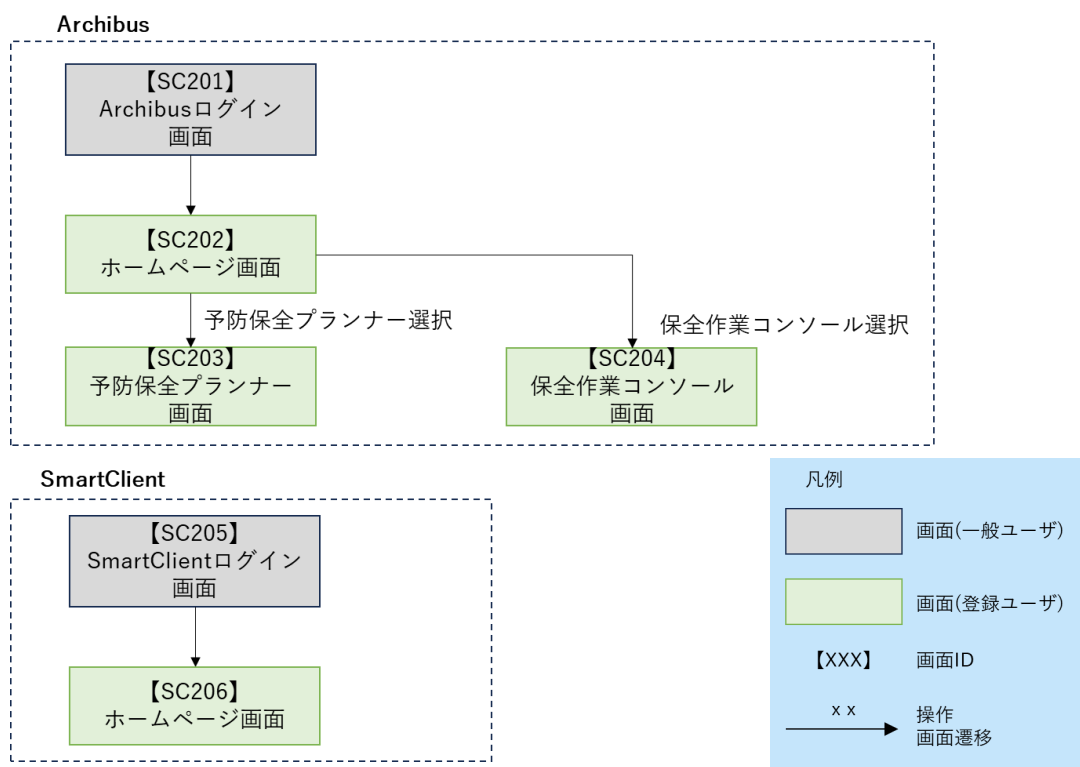


図 4-37 施工管理・点検 DX 支援ツール（Archibus）の画面遷移図

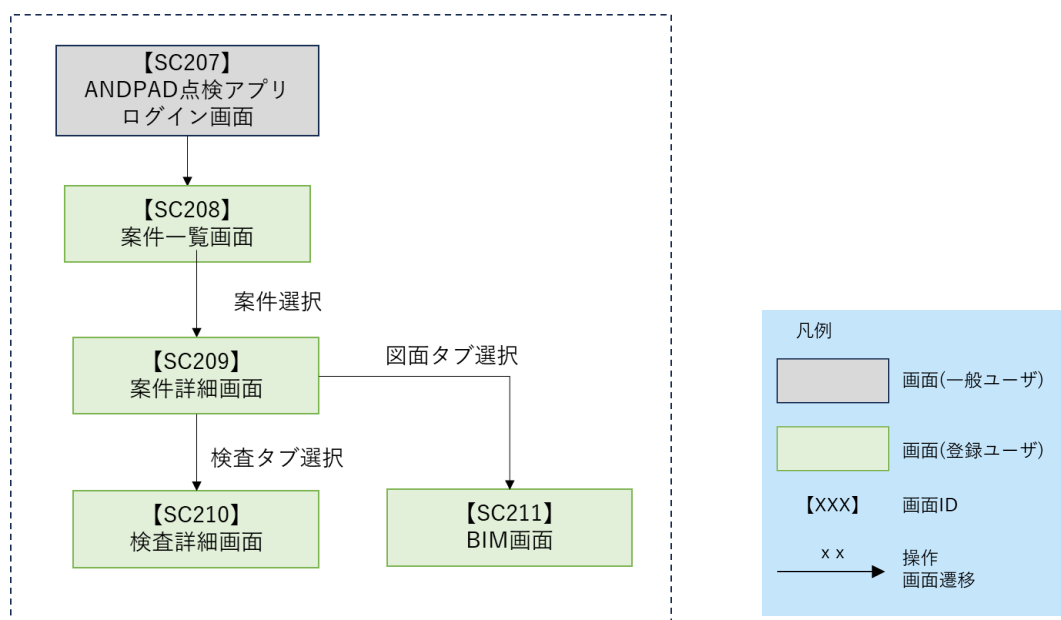


図 4-38 施工管理・点検 DX 支援ツール（ANDPAD）の画面遷移図

4-6-3. 各画面仕様詳細

1) 地下埋設物 3 次元計測ツールの画面

1. 【SC101】ログイン画面

- 画面の目的・概要
 - ログイン認証画面への進む画面
 - ログインのセッション情報を保持している場合、ユーザー認証はスキップし、現場一覧画面（【SC103】）から始まる
- 画面イメージ

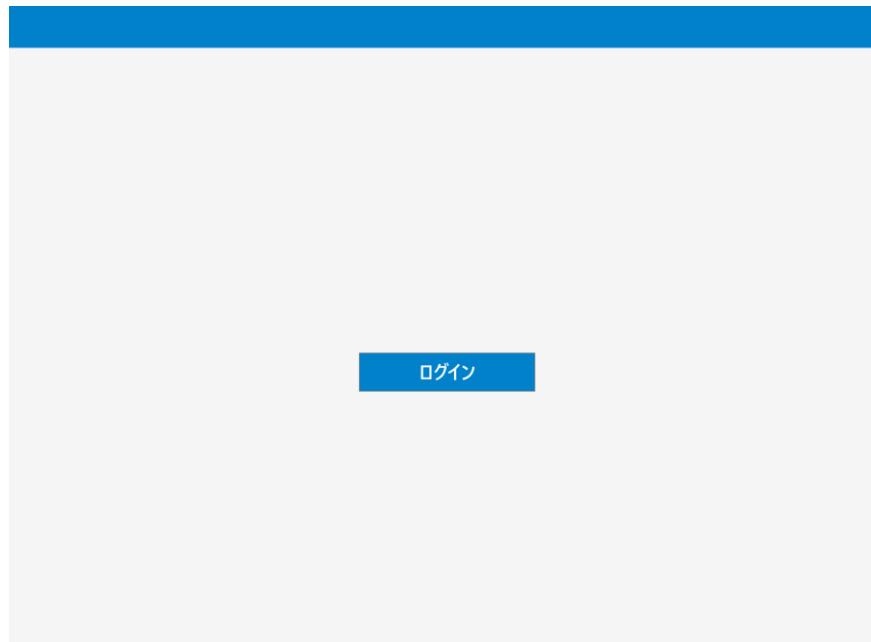


図 4-39 ログイン画面のイメージ

2. 【SC102】ログイン認証画面

- 画面の目的・概要
 - メールアドレスやパスワードを入力し、ユーザーを認証する画面
- 画面イメージ



図 4-40 ログイン認証画面のイメージ

3. 【SC103】現場一覧画面

- 画面の目的・概要
 - 登録されている工事施工エリアの一覧を表示する画面
- 画面イメージ

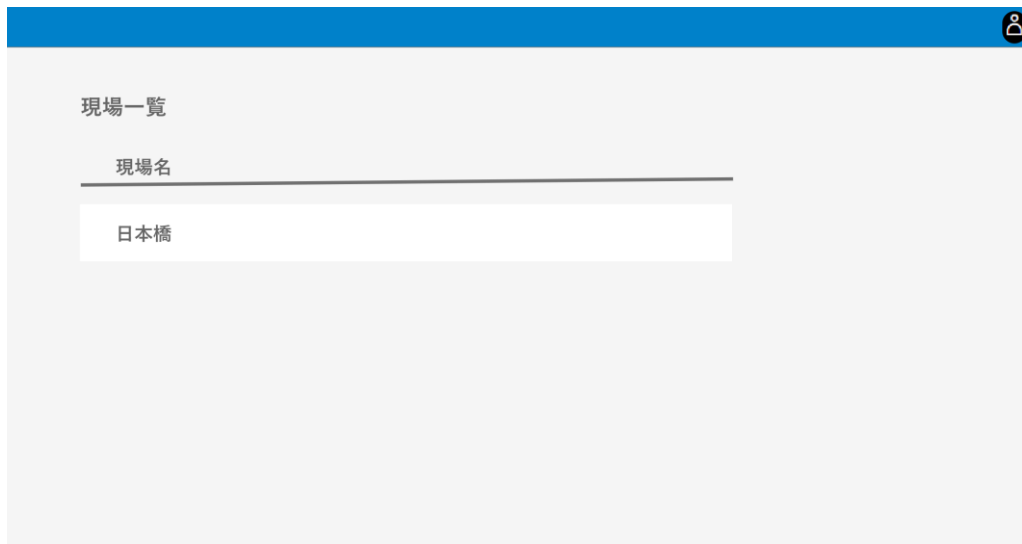


図 4-41 現場一覧画面のイメージ

4. 【SC104】プロジェクト一覧画面

- 画面の目的・概要
 - 前画面で選択したエリア内における施工現場を登録・修正・削除、3次元点群データの再アップロードをする画面

- 画面イメージ

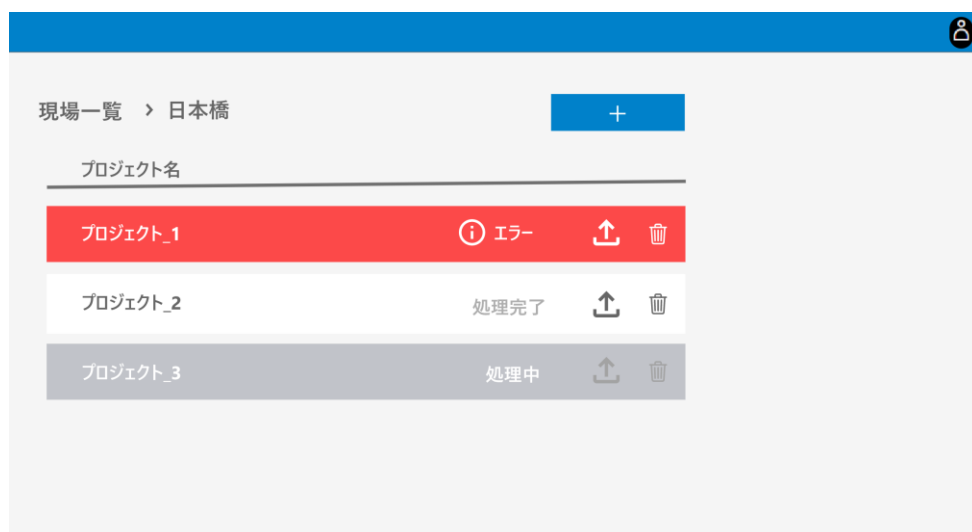


図 4-42 プロジェクト一覧画面のイメージ

5. 【SC105】セグメント結果画面

- 画面の目的・概要

- 前画面で選択した施工現場の3次元点群データや構造物を表示する画面

- 画面イメージ

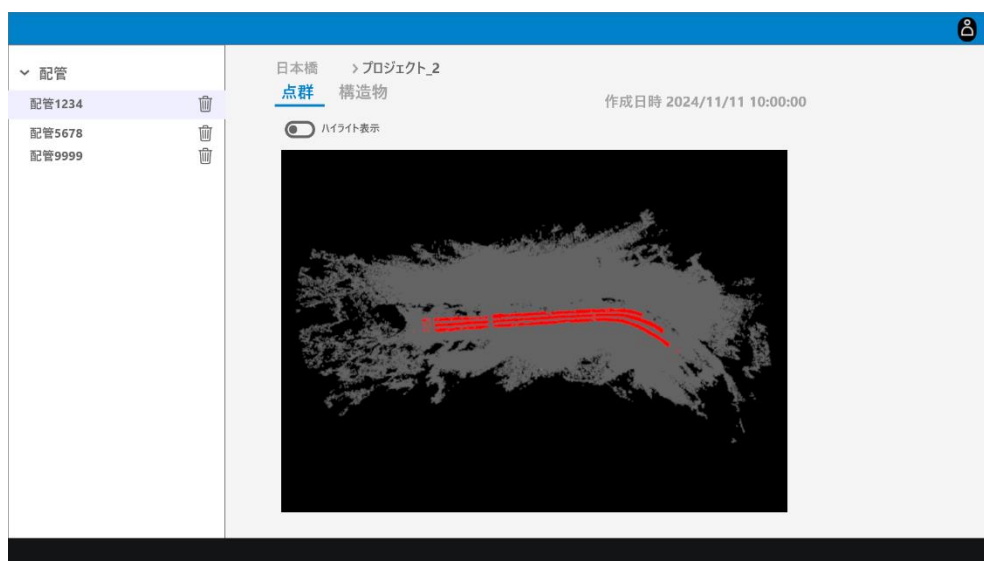


図 4-43 セグメント結果画面のイメージ

6. 【SC106】構造物詳細画面

- 画面の目的・概要

- 施工現場における構造物の属性情報を参照、編集及び指定したファイル形式でダウンロードする画面

- 画面イメージ



図 4-44 構造物詳細画面のイメージ

2) 施工管理・点検 DX 支援ツールの画面

1. 【SC201】 Archibus ログイン画面 (Archibus)

- 画面の目的・概要
 - メールアドレスやパスワードを入力し、ユーザー認証する画面
- 画面イメージ

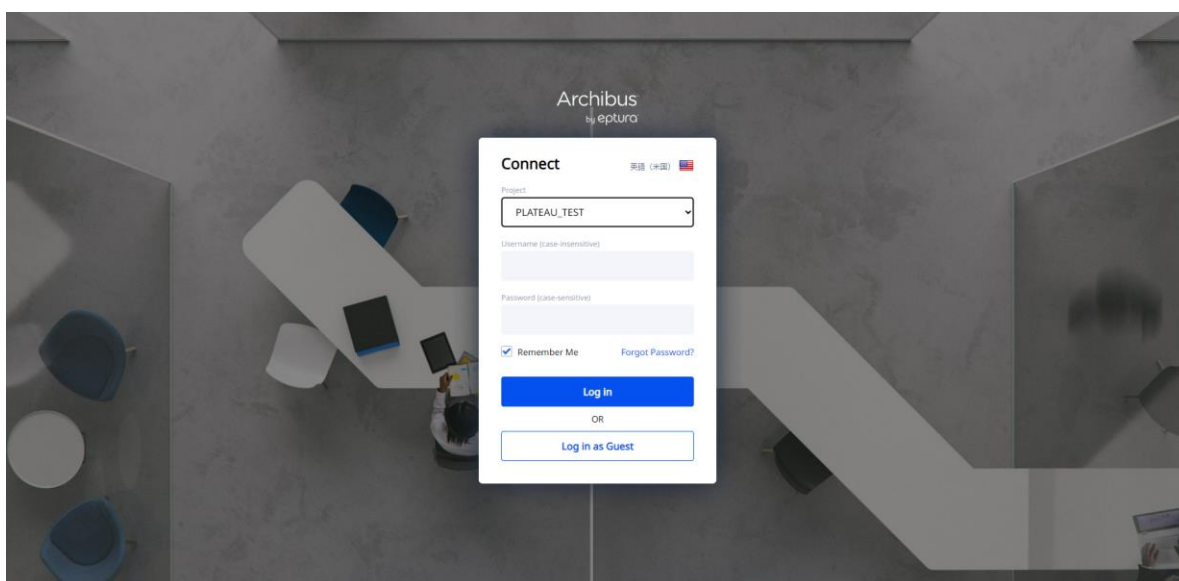


図 4-45 ログイン画面のイメージ (Archibus)

2. 【SC202】 ホームページ画面 (Archibus)

- 画面の目的・概要
 - 登録した建物の維持保全に係る作業登録や検索・編集する機能を選択する画面
- 画面イメージ

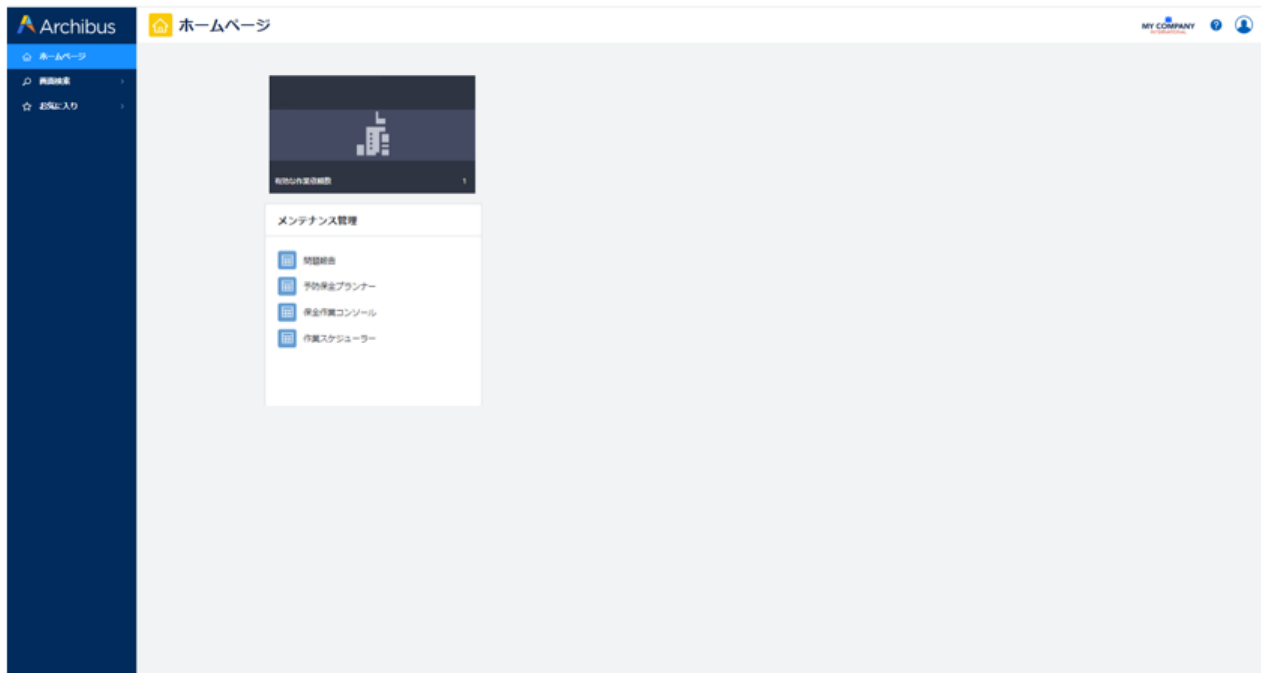


図 4-46 ホームページ画面のイメージ（Archibus）

3. 【SC203】 予防保全プランナー画面（Archibus）

- 画面の目的・概要
 - 点検項目を編集・確認する画面
 - 事前に設定し、予定された点検項目から点検実施日の特定、点検作業の内容確認及び点検作業の指示を行う
- 画面イメージ

インタビュ	予防保全事項	PKF Description	最初の予防保全日	W09	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24
3年ごと、6月 1	A-01-1-YEAR	特定建築物定期調査	2022/06/1																
6ヶ月ごと	A-03-1-YEAR	防火設備定期調査	2022/01/24																
年次、6月 1	A-02-1-YEAR	建築設備定期調査	2024/06/3																
3ヶ月ごと、対象月 -2番目の金曜日	A-05-6-YEAR	自動機保守点検	2023/05/12																
年次、7月 1	A-06-1-YEAR	電動シャッター定期 点検	2023/07/3																
月次、対象月-3番 目の月曜日	E-01-1-MONTH	変電設備月次点検	2023/04/17																
年次、10月 15	E-02-1-YEAR	変電設備年次点検	2023/10/15																
6ヶ月ごと、対象月 -1番目の月曜日	E-03-2-YEAR	自警消防設備点検	2023/06/1																
年次、12月 1	E-04-1-YEAR	自警消防設備点検	2023/12/1																
月次、対象月-4番 目の月曜日	E-06-1-MONTH	屋内電気交換設備保 守点検	2023/04/24																
年次、10月 1	E-07-1-YEAR	駆動カメラ設備保 守点検	2023/10/2																
年次、10月 1	E-08-1-YEAR	入退室管理設備保 守点検	2023/10/2																
6ヶ月ごと、対象月 -4番目の月曜日	M-01-2-YEAR	空冷ヒートポンプチ ラー保守点検	2023/05/29																
6ヶ月ごと、対象月 -4番目の月曜日	M-02-2-YEAR	空調設備 (EHP) 保守点検	2023/05/29																

図 4-47 予防保全プランナー画面のイメージ (Archibus)

4. 【SC204】 保全作業コンソール画面 (Archibus)

● 画面の目的・概要

- 点検作業指示を基に各点検項目の進捗状況の確認とともに、点検した作業実績を登録及び作業実績の内容承認を登録・確認する画面

● 画面イメージ

作業依頼コード	依頼タイプ	場所	作業概要	期日
1150005018	建築内部 天井	NCM-5090000121-00000001	実験	2023/02
1150005024	建築内部 壁	NCM-5090000121-00000001-04-04-032	新事業で居室相談室が必要となったため、スチールパーティションを設置します。	2023/02
1150005023	建築内部 建具	NCM-5090000121-00000001-02-02-028	ドアを開けると、ゴキブリがいます。	2023/02
1150005025	昇降設備 エレベータ/エスカレータ	NCM-5090000121-00000001-01-01-004	乗降者がエレベーターの扉間に足の縫を挟としたため、メーカー手配の必要あり	2023/02
1150005021	給排水衛生設備 給水設備	NCM-5090000121-00000001-03-03-036	蛇口を締めても溢れた水が流れ続けました	2023/02

図 4-48 保全作業コンソール画面のイメージ (Archibus)

5. 【SC205】 SmartClient ログイン画面 (Archibus)

- 画面の目的・概要
 - Archibus の対象サーバーや対象プロジェクトの選択、ユーザー情報等のログイン情報を入力する画面
- 画面イメージ

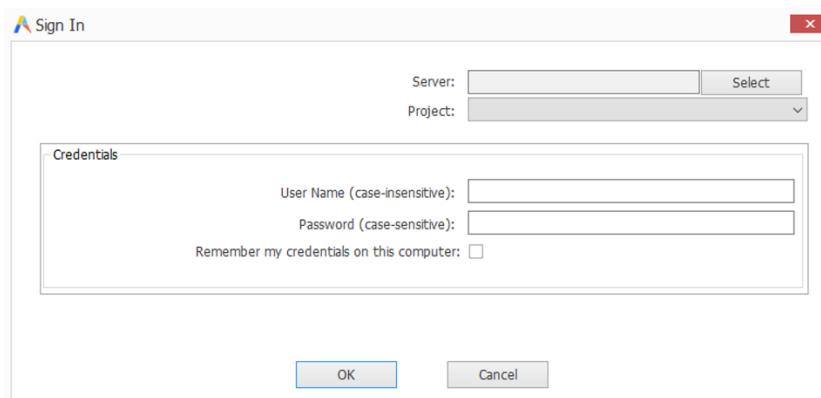


図 4-49 SmartClient ログイン画面のイメージ (Archibus)

6. 【SC206】 点検結果出力画面 (Archibus)

- 画面の目的・概要
 - Archibus で登録した点検作業実績の各情報を検索・編集・書き出し等を行う画面
- 画面イメージ

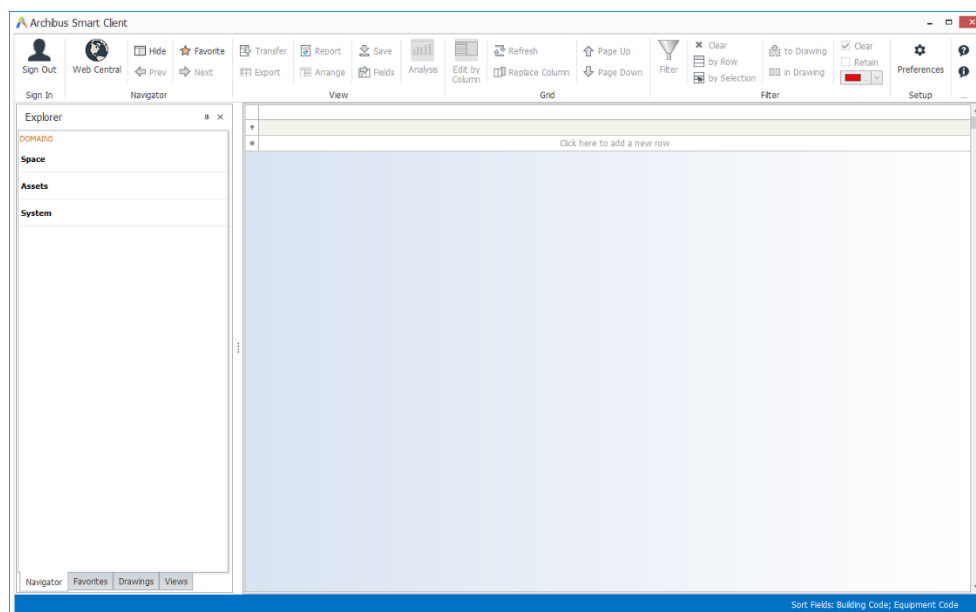


図 4-50 点検結果出力画面のイメージ (Archibus)

7. 【SC207】 点検アプリログイン画面 (ANDPAD)

- 画面の目的・概要
 - メールアドレスとパスワードを入力し、ユーザー認証する画面

- 画面イメージ

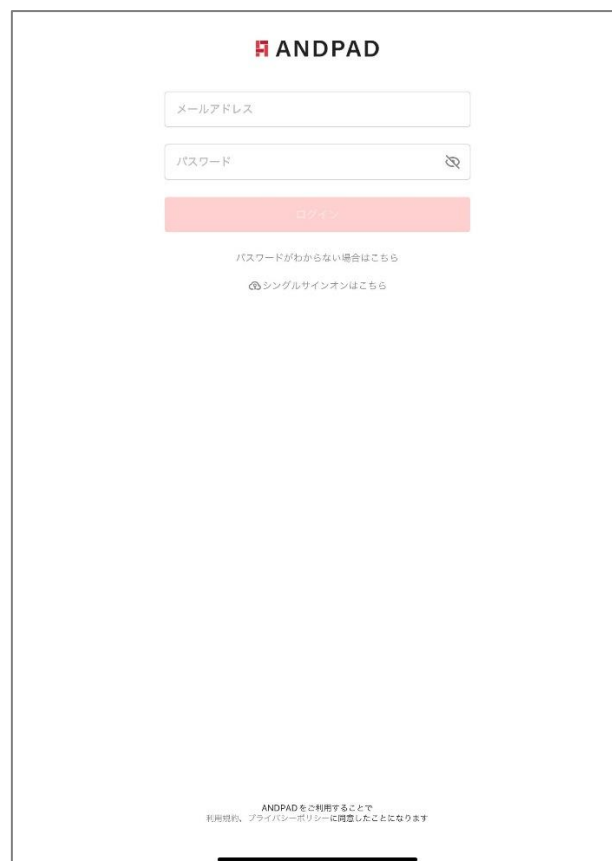


図 4-51 点検アプリログイン画面のイメージ (ANDPAD)

8. 【SC208】 案件一覧画面 (ANDPAD)

- 画面の目的・概要
 - 案件の一覧を表示する画面
- 画面イメージ
 - 情報管理の都合上、非公開

9. 【SC209】 案件詳細画面 (ANDPAD)

- 画面の目的・概要
 - 選択した案件の詳細情報を表示し、検査や BIM 表示を選択する画面
- 画面イメージ
 - 情報管理の都合上、非公開

10. 【SC210】 検査詳細画面 (ANDPAD)

- 画面の目的・概要
 - 点検の検査項目や検査結果を登録・確認する画面
- 画面イメージ

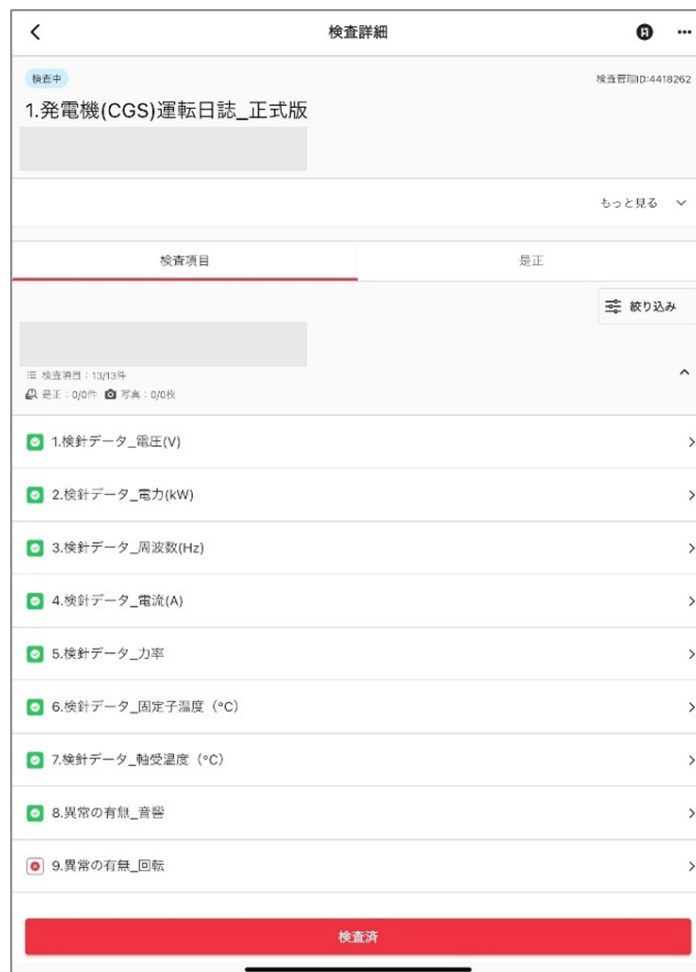


図 4-52 検査詳細画面のイメージ (ANDPAD)

11. 【SC211】 BIM 画面

- 画面の目的・概要
 - 対象設備の BIM を表示する画面
- 画面イメージ

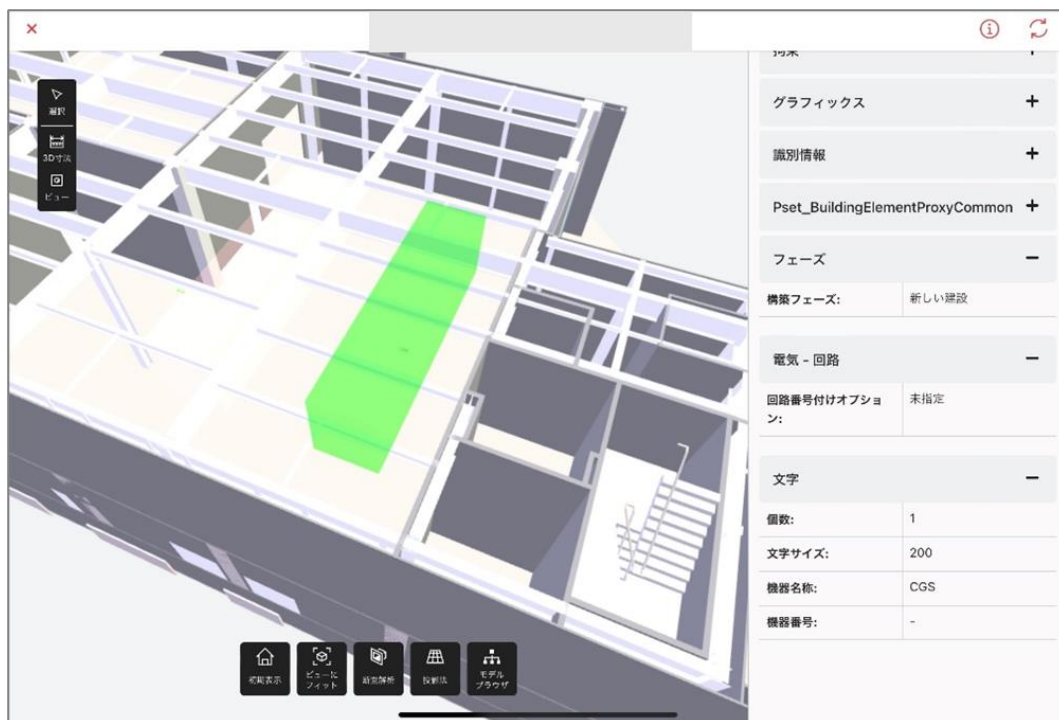


図 4-53 BIM 画面のイメージ (ANDPAD)

4-7. 実証システムの利用手順

4-7-1. 実証システムの利用フロー

1) データ更新

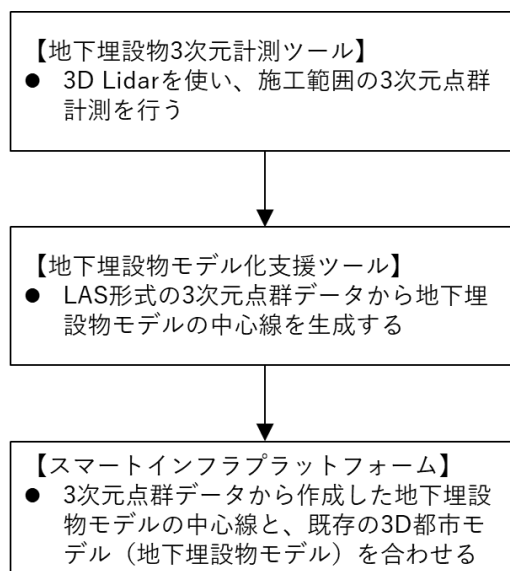


図 4-54 システム利用フロー（データ更新）

- 地下埋設物事業者から提供を受けた地下埋設物設備データから、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を作成する
- 土木施工事業者は、開削を伴う地下埋設物の設備工事の際に「地下埋設物 3 次元計測ツール」を使い管路等の敷設又は撤去後に 3 次元計測を行い、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の生成に必要な情報を施工現場で取得する
- 計測した 3 次元点群データから、「地下埋設物モデル化支援ツール」を使い地下埋設物モデルの中心線を生成し、「スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能」を使い 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を更新する

2) 点検

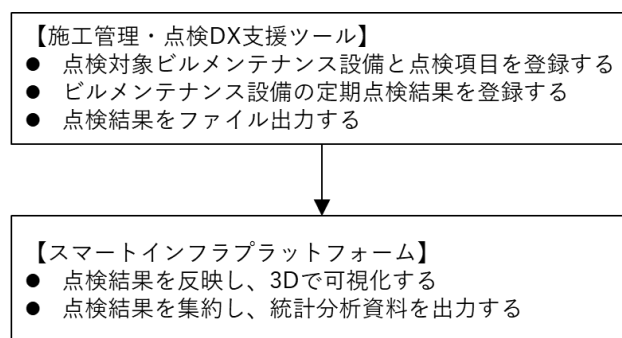


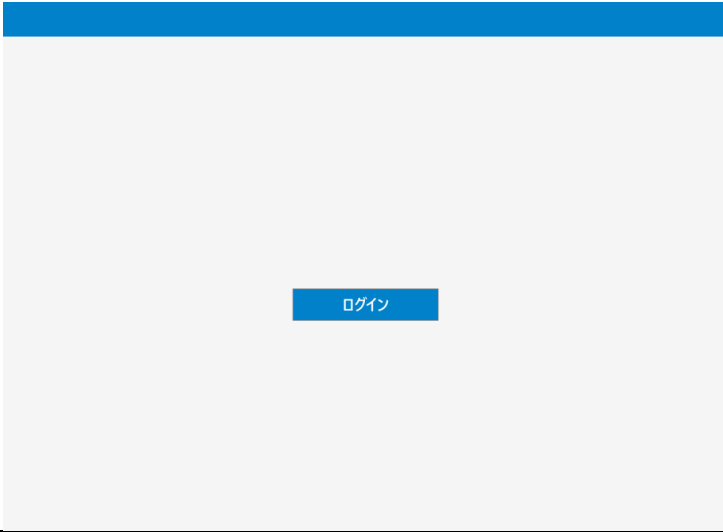
図 4-55 システムの利用フロー（点検）

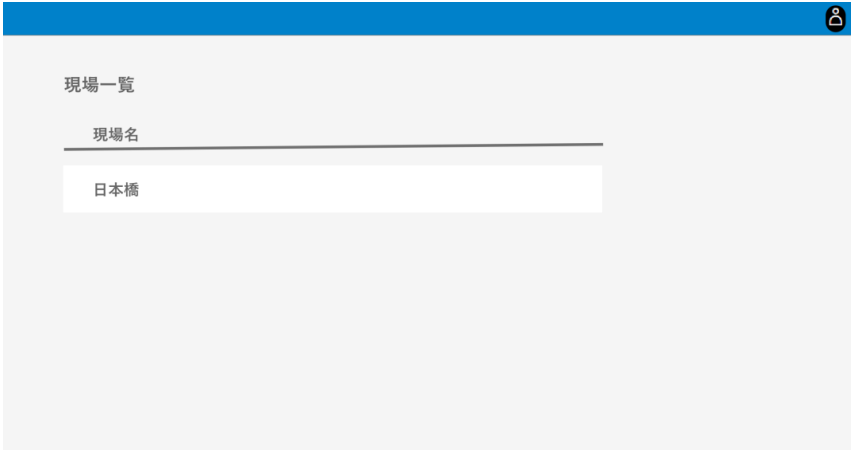
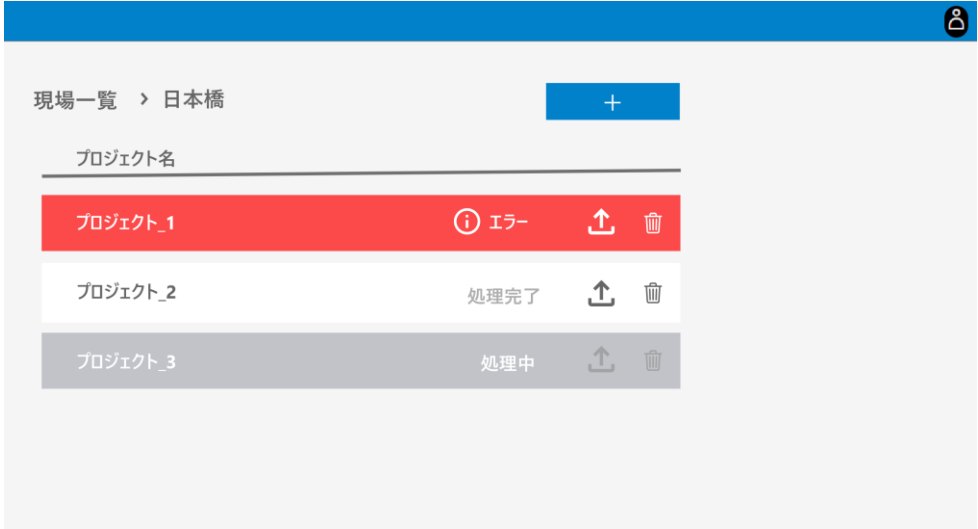
- 地下埋設物事業者から提供を受けた地下埋設物の設備データから、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を作成する
- ビルマネジメント事業者から提供を受けたビル設備のデータ（BIM データ等）から、3D 都市モデル（建築物屋外付属物又は屋内付属物）を作成する
- ビルメンテナンス事業者は、設備点検時に「施工管理・点検 DX 支援ツール」を使い、タブレットやスマートフォンの画面上に 3D 都市モデルを表示しながら、施工管理・点検情報の項目を入力する
- ビルメンテナンス事業者は、「施工管理・点検 DX 支援ツール」を使い、3D 都市モデルを AR で表示し確認する
- 入力した施工管理情報又は点検結果を、「スマートインフラプラットフォーム GIS-DX 機能」によって 3D 都市モデルとひも付け、履歴管理する
- 更新したデータを、可視化環境において実証事業者がシナリオ評価する

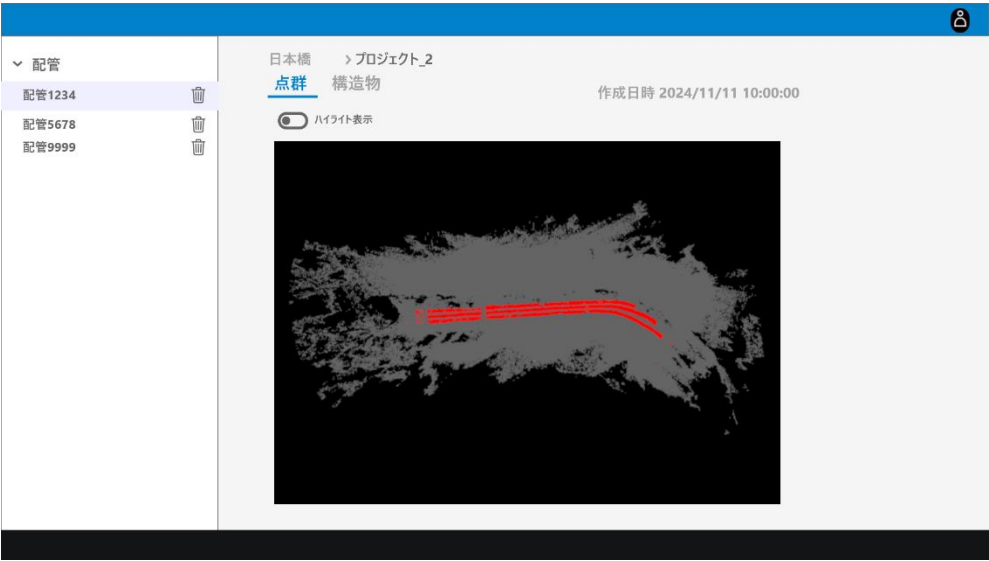
4-7-2. 各画面操作方法

1) データ更新

表 4-21 地下埋設物 3 次元計測ツール/地下埋設物モデル化支援ツール/スマートインフラプラットフォーム
の画面操作方法

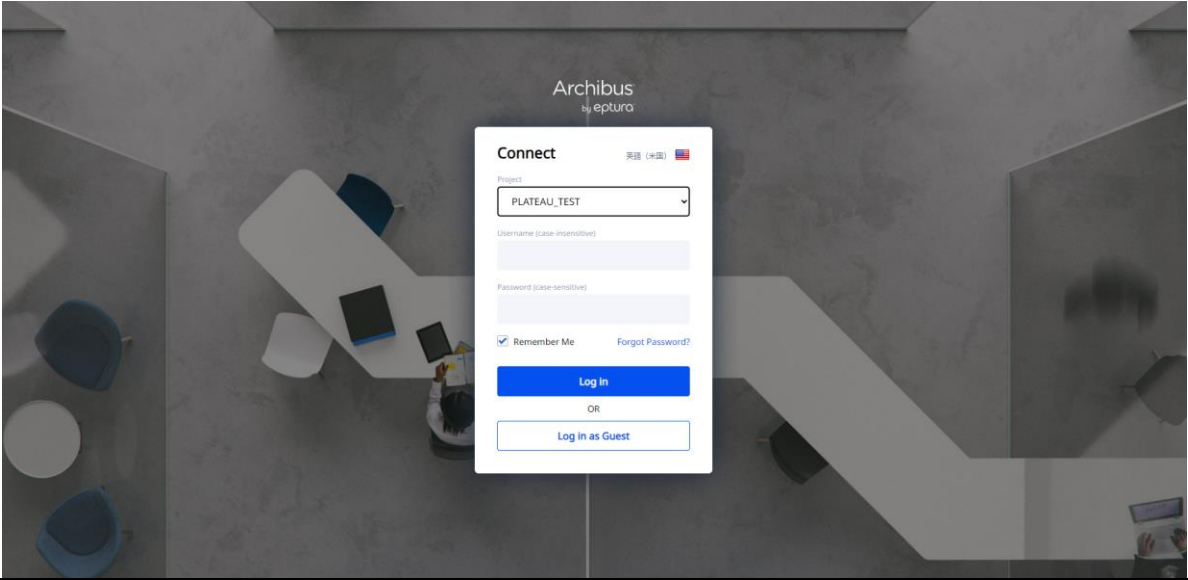
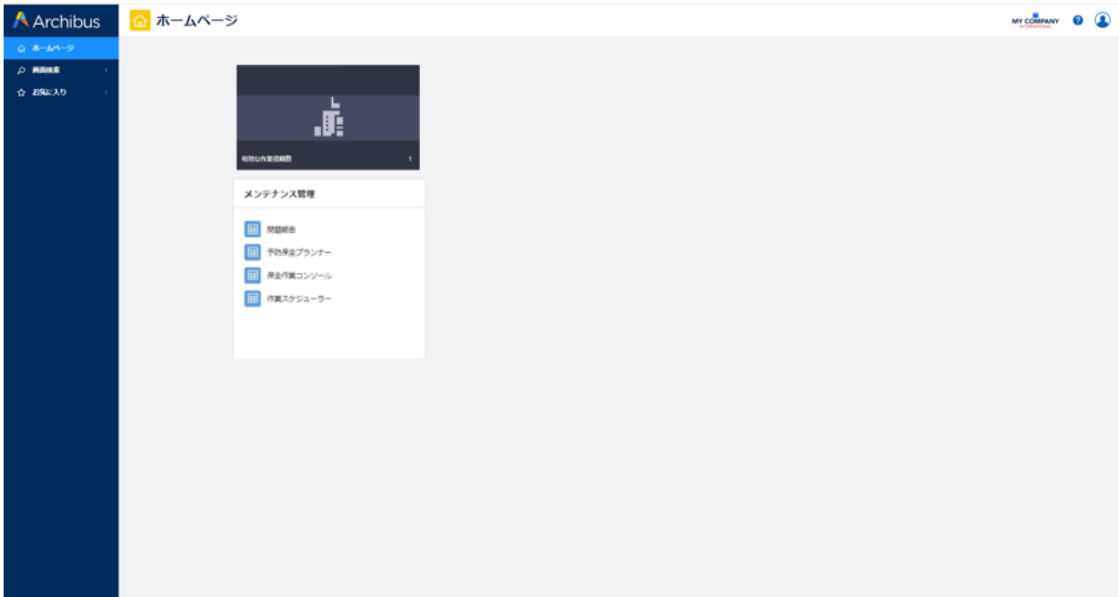
手順	説明
1	地下埋設物 3 次元計測ツールによって、施工範囲の点群計測を行う。 (情報管理の都合上、イメージ図は非公開)
2	地下埋設物モデル化支援ツールにアクセスし、“ログイン”をクリックする。 
3	メールアドレスを入力し、“ログイン”をクリックする。 

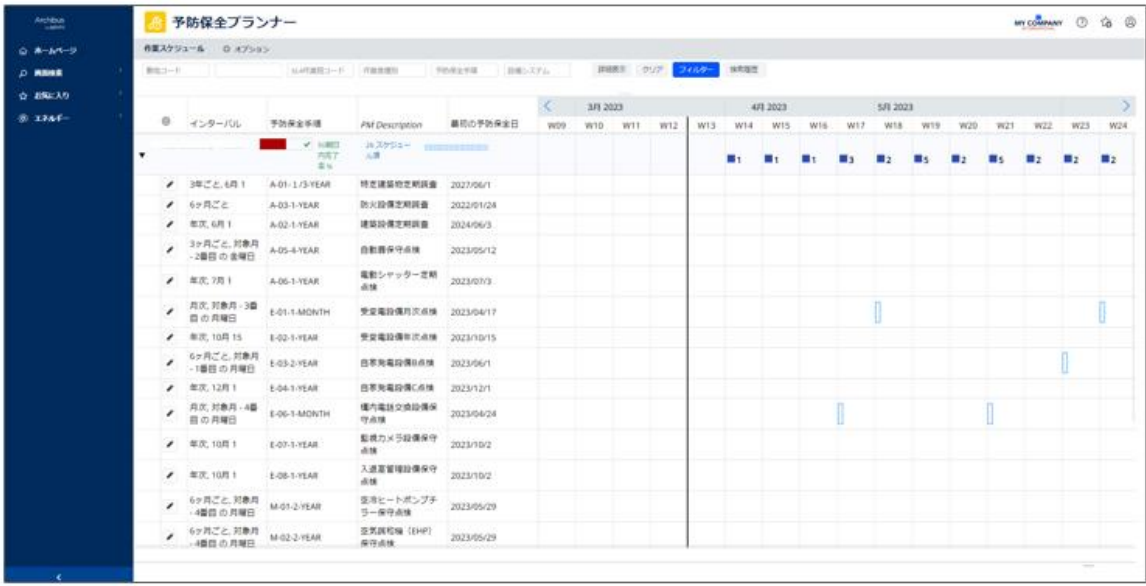
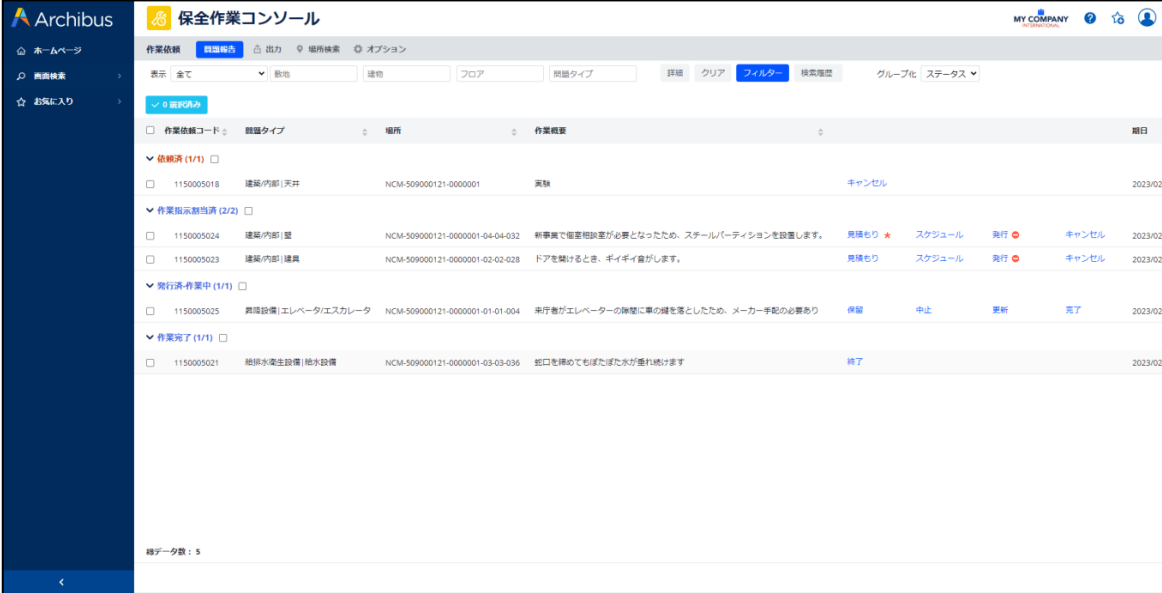
手順	説明
4	登録されている現場を選択する。 
5	施工現場のプロジェクト登録（“+”マーク）、削除（“ゴミ箱マーク”）又は3次元点群データのアップロード（“上矢印”）する。3次元点群データがアップロードされているプロジェクト名をクリックする。 

手順	説明
6	3次元点群データのセグメント結果を表示し、“構造物”タブをクリックする。 
7	構造物の詳細を表示する。ダウンロードファイル形式を選択し、ファイルをダウンロードする。 
8	スマートインフラプラットフォーム上で、3次元点群データから生成した地下埋設物モデルの中心線によって、既存の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を更新する。 （情報管理の都合上、イメージ図は非公開）

2) 点検

表 4-22 施工管理・点検 DX 支援ツール（Archibus）の画面操作方法

手順	説明
1	メールアドレスとパスワードを入力し、“Log in”をクリックする。  The image shows the Archibus login interface. At the top, it says 'Archibus by eptura'. Below that is a 'Connect' dialog box. Inside the dialog, there's a 'Project' dropdown menu set to 'PLATEAU_TEST'. Below that are fields for 'Username (case-insensitive)' and 'Password (case-sensitive)'. There are checkboxes for 'Remember Me' (checked) and a link for 'Forgot Password?'. At the bottom of the dialog are two buttons: 'Log in' (blue) and 'Log in as Guest' (white with blue border). The background of the login screen shows a 3D architectural rendering of a modern office interior with desks and chairs.
2	登録した建物に係る内容が表示され、“予防保全プランナー”を選択する。  The image shows the Archibus home page. On the left is a dark blue sidebar with the Archibus logo and navigation links: 'ホームページ' (Home Page), '検索履歴' (Search History), and 'お気に入り' (Favorites). The main content area has a light gray background. At the top, it says 'Archibus' and 'ホームページ' (Home Page). Below that is a section titled 'メンテナンス管理' (Maintenance Management) with a list of items: '機器点検' (Equipment Inspection), '予防保全プランナー' (Preventive Maintenance Planner), '緊急作業コンソール' (Emergency Work Console), and '作業スケジュール' (Work Schedule). The background of the home page shows a 3D architectural rendering of a modern office interior with desks and chairs.

手順	説明
3	予定された点検項目が表示され、点検作業の内容を確認及び点検実施日を設定し、点検指示を発行する。 
4	点検指示を基に点検を行い、“保全作業コンソール”上で対象の点検項目に対して点検した作業内容を登録する。点検作業を登録完了後、再度ログインし、ホームページ画面の“保全作業コンソール”をクリックすると、点検した作業内容が表示され、作業実績の内容承認を登録及び確認する。 

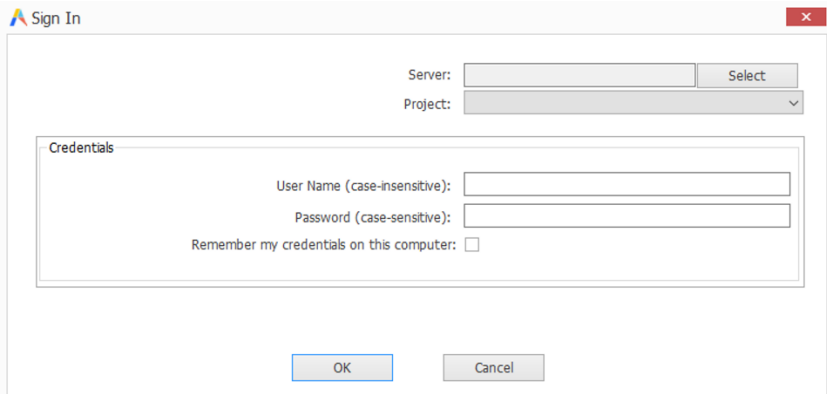
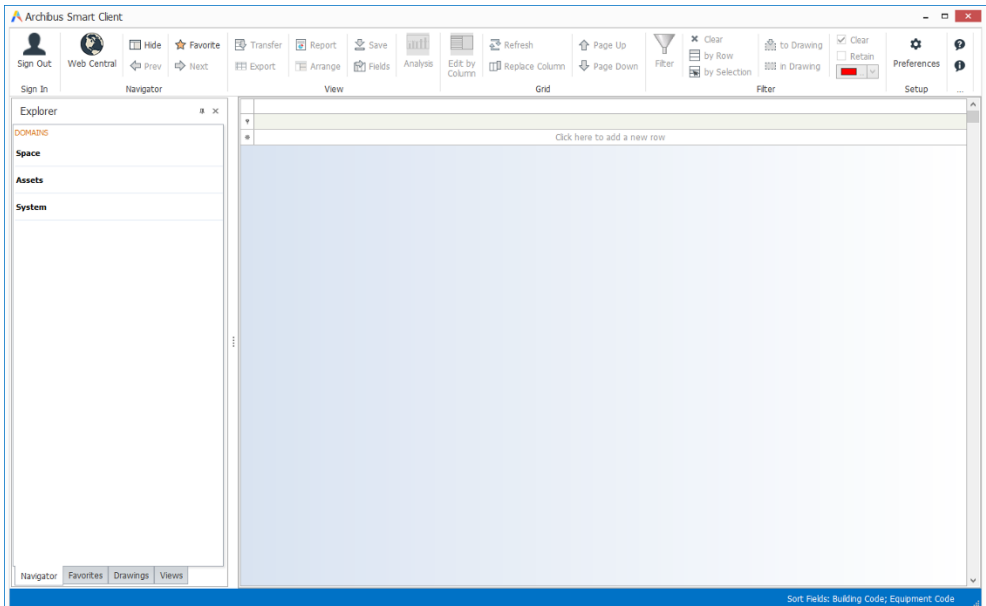
手順	説明
5	Archibus の対象サーバー又は対象プロジェクトを選択し、“User Name”、“Password”入力し、“OK”をクリックする。  The image shows a 'Sign In' dialog box with a title bar containing the Archibus logo and a close button. Inside, there are fields for 'Server:' with a 'Select' button, and 'Project:' with a dropdown arrow. Below these is a 'Credentials' section with 'User Name (case-insensitive):' and 'Password (case-sensitive):' text boxes, and a checkbox for 'Remember my credentials on this computer:'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.
6	Archibus で登録した点検作業実績の情報を“Views”から検索・選択し、“Export”からファイル出力する。  The image shows the 'Archibus Smart Client' main window. It has a menu bar with 'Sign Out', 'Web Central', 'Hide', 'Favorite', 'Transfer', 'Report', 'Save', 'Analysis', 'Edit by Column', 'Replace Column', 'Page Up', 'Page Down', 'Filter', 'Clear', 'Retain', 'Preferences', and 'Setup'. Below the menu is a 'Navigator' pane on the left with 'Explorer', 'Space', 'Assets', and 'System' sections. The main area is a 'View' grid with a 'Click here to add a new row' prompt. At the bottom right, it says 'Sort Fields: Building Code; Equipment Code'.
7	スマートインフラプラットフォームに点検結果を反映し、3D で可視化する。また、点検結果を集約し、統計分析資料を出力する。 (情報管理の都合上、イメージ図は非公開)

表 4-23 施工管理・点検 DX 支援ツール（ANDPAD）の画面操作方法

手順	説明
1	メールアドレス、パスワードを入力し、“ログイン”をクリックする。  The login screen for ANDPAD. It features a red ANDPAD logo at the top. Below it are two input fields: 'メールアドレス' (Email Address) and 'パスワード' (Password) with a toggle for visibility. A red 'ログイン' (Login) button is centered below the fields. Links for 'パスワードがわからない場合はこちら' (Click here if you don't know your password) and 'シングルサインオンはこちら' (Click here for Single Sign-On) are provided. At the bottom, a disclaimer states: 'ANDPAD をご利用することで 利用規約、プライバシーポリシーに同意したことになります' (By using ANDPAD, you agree to the Terms of Use and Privacy Policy).
2	案件一覧から、案件を選択し、“検査”タブをクリックする。 (情報管理の都合上、イメージ図は非公開)
3	該当検査項目を選択し、検査項目一覧を確認する。検査項目名の左側に表示されているチェックボックスをクリックし、検査結果を入力する。  The inspection details screen in the ANDPAD app. It shows a title bar with a back arrow, '検査詳細' (Inspection Details), and a menu icon. Below is a header with '検査中' (Inspecting) and a project ID '検査管理ID: 4418262'. The main title is '1. 発電機(CGS)運転日誌_正式版'. A 'もっと見る' (See more) link is on the right. A table lists inspection items with checkboxes and a '絞り込み' (Filter) button. The items are: 1. 検針データ_電圧(V), 2. 検針データ_電力(kW), 3. 検針データ_周波数(Hz), 4. 検針データ_電流(A), 5. 検針データ_力率, 6. 検針データ_固定子温度(°C), 7. 検針データ_軸受温度(°C), 8. 異常の有無_音響, and 9. 異常の有無_回転. A red '検査済' (Inspection Complete) button is at the bottom.

手順	説明
4	スマートインフラプラットフォームに点検結果を反映し、3D で可視化する。また、点検結果を集約し、統計分析資料を出力する。 (情報管理の都合上、イメージ図は非公開)

5. システムの非機能要件

5-1. 社会実装に向けた非機能要件

表 5-1 非機能要件一覧

カテゴリ	ID	項目	詳細
可用性	NR001	システム復旧時間	実証期間内に不具合が発生した場合、KPI の計測に影響なく復旧できること
性能・拡張性	NR002	システムの処理実行速度	実証実験で予定している処理実行から結果表示までが実証の期間内に完了すること
運用・保守性	NR003	認証	利用ユーザーを特定するためにユーザー名、メールアドレス、パスワードを設定し、アカウントを発行する

1) 【NR001】システム復旧時間

- 本非機能要件を適用するシステム
 - 全体
- 目標値
 - 5 分
- 設定理由
 - 実証時の KPI 計測時間のため、5 分間の復旧時間を確保する
- 評価方法
 - 実証期間に不具合が発生した場合のみ評価する。システム連続稼働を X 回行い、システムダウンや、PC（HW005 及び HW006）のフリーズが発生しないことを確認する

2) 【NR002】システムの処理実行速度

- 本非機能要件を適用するシステム
 - 全体
- 目標値
 - 2 時間
- 設定理由
 - 実証時の KPI 計測時間とする。
- 評価方法
 - 実証期間に滞りなく実証が行えるかを、評価する。

3) 【NR003】認証

- 本非機能要件を適用するシステム
 - 全体
- 目標値

- なし
- 設定理由
 - セキュリティの高いデータを扱うため、利用ユーザーを特定するためにユーザー名、メールアドレス及びパスワードを設定したアカウントを発行する
- 評価方法
 - 登録されたユーザー名、メールアドレス及びパスワードでのみシステムにログインできることを確認する

6. 品質

6-1. 機能要件の品質担保

表 6-1 機能要件の品質担保方針

対象プロセス/ サブシステム	品質評価項目	目標値	期間の単位	アクティビティ
受領データの整備	データ整備及び アプリケーションの動作	実証に必要なデータの可視化達成	プロトタイプ確認会	表示確認
地下埋設物 3 次元計測ツール	アプリケーションの動作	KPI 計測に必要な機能の単独動作	プロトタイプ確認会	アプリケーションの動作検証
地下埋設物モデル化支援ツール	アプリケーションの動作	KPI 計測に必要な機能の単独動作	プロトタイプ確認会	アプリケーションの動作検証
施工管理・点検 DX 支援ツール	アプリケーションの動作	KPI 計測に必要な機能の単独動作	プロトタイプ確認会	アプリケーションの動作検証
点検結果抽出機能	アプリケーションの動作	KPI 計測に必要な機能の単独動作	プロトタイプ確認会	アプリケーションの動作検証

6-2. 非機能要件の品質担保

表 6-2 非機能要件の品質担保方針

対象項目	品質評価項目	目標値	期間の単位	アクティビティ
全システム	システム復旧時間	2 時間	プロトタイプ確認会	プロトタイプテストによる検証
全システム	システムの処理実行速度	2 時間	プロトタイプ確認会	プロトタイプテストによる検証
全システム	認証	機能があること	プロトタイプ確認会	プロトタイプテストによる検証

7. 実証技術の機能要件の検証

7-1. データ更新手法の検証

7-1-1. 検証目的

- 地下埋設物の工事完了後に、スマートフォン等で配管状況の3次元計測を高精度に行う「地下埋設物3次元計測ツール」及び計測した結果から3D都市モデル（地下埋設物モデル）の半自動的に生成する「地下埋設物モデル化支援ツール」を用いることで、土木施工事業者及び地下埋設物事業者の業務負担が軽減と、更新された3D都市モデルの品質が維持されていることを検証する

7-1-2. KPI

データ更新手法の検証のために設定した KPI を、表 7-1 に示す。

表 7-1 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	事務所内作業の負担軽減率	実証システムによる業務フローの所要時間 (min) ÷ 既存業務フローによる所要時間 (min) < 1	地下埋設物工事（現場作業）後の地下埋設物データの更新作業（事務所内作業）にかかる負担軽減が本実証システムの目的であるため設定した。	施工時の記録から竣（しゅん）工図を作成するために要する、既存の業務フロー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する。
2	更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度	正確な位置とデータ更新後の位置の誤差が地図情報レベル 500 相当	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として設定した。	3次元点群データの相対・絶対位置精度を評価し、自動生成される地下埋設物モデル（管路）の位置精度を確認する。

7-1-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 事務所内作業の負担軽減率

既存の業務フローにおける地下埋設物工事の施工記録及び竣（しゅん）工図の作成にかかる事務所内作業の所要時間に対する、実証システムを用いることによる事務所内作業の所要時間の短縮割合とする。

表 7-2 検証シナリオ（事務所内作業の負担軽減率）

No.	検証方法	エリア	時間計測対象の工程
1	地下埋設物工事の施工記録及び竣（しゅん）工図の作成にかか る事務所内作業の負担軽減率	- 東京都中央区日本橋エリア - 大阪府大阪市	- 施工結果の記録 - 竣（しゅん）工図の作成 - 地下埋設物のデータ更新

2) 更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度

位置基準（高精度 3D 空間情報）と、更新後の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度を検証する。

表 7-3 検証シナリオ（更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）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
2	更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度	東京都中央区日本橋エリア	エヌ・ティ・ティ・インフラネットが保有する「高精度 3D 空間情報」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）

7-1-4. 検証結果

1) 事務所内作業の負担軽減率

● 検証結果まとめ

- 実証システムで実現した「地下埋設物 3 次元計測ツール」及び「地下埋設物モデル化支援ツール」を使用することで、事務所内作業の負担を約 62%軽減することができた
- 「施工結果の記録」にかかる所要時間は、既存業務フローと比較して実証システムを使用するほうが時間を要する結果となった。しかし、その後の「竣（しゅん）工図の作成」及び「地下埋設物のデータ更新」の工程においては、大きな時間短縮の効果が確認された

表 7-4 検証結果一覧

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

シナリオ	軽減率	既存業務フロー		実証システムフロー	
		所要時間	備考	所要時間	備考
1 事務所内作業の負担軽減率	38% ※62%の時間短縮効果	施工結果の記録			
		56 分	埋設物図の重ね合わせ平面図（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、位置合わせの作業を含む	60 分	3D LiDAR 機能を用いて施工現場で 3 次元点群データを計測し、スマートインフラプラットフォームに送信（地下埋設物 3 次元計測ツール）
		竣（しゅん）工図の作成			
		116 分	事業所に戻り、野帳を基に竣（しゅん）工図を作成	5 分	3次元点群データの形状情報から、地下埋設物モデル化データを作成（地下埋設物モデル化支援ツール）
		地下埋設物のデータ更新			
		78 分	竣（しゅん）工図を基に地下埋設物のデータを手作業で更新	30 分	3次元点群データから作成した地下埋設物モデルと、既存の地下埋設物モデルを統合し、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を更新
		合計時間			
		250 分		95 分	

2) 更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の位置精度

● 検証結果まとめ

- 「地下埋設物 3 次元計測ツール」によって計測された 3 次元点群データの相対位置の精度（実際の配管の長さとしてツール上で計測した 3 次元点群データに含まれる配管の長さ）は、1mm 以内の誤差となり、地図情報レベル 500 の許容誤差基準（標準偏差 25cm）に対し、非常に高い計測精度があることを確認した
- 一方、3 次元点群データの絶対位置の精度については、実証エリア（東京都中央区日本橋エリア）において、ビルの谷間による GNSS 受信環境等の影響により、約 30m のズレ（偏り）が発生した
- この偏りに対し、エヌ・ティ・ティ・インフラネットが保有する地図情報レベル 500 相当の品質を有する「高精度 3D 空間情報」に収録されるマンホールの位置情報を基準として補正を行い、3 次元点群データのズレを補正し、地図情報レベル 500 相当の位置精度を確保した

● 検証手順

検証の準備として、日本橋エリア内の掘削現場において、タブレット端末に搭載された LiDAR を用いてガス管・水道管・通信管の点群データを取得した。

まず始めに、「地下埋設物 3 次元計測ツール」によって取得される 3 次元点群データの相対位置の精度が十分に高いことを確認した。図 7-1 に示すとおり、実際の配管の長さとして、「地下埋設物 3 次元計測ツール」を用いて 3 次元点群データ上で計測した配管の長さの誤差は最大でも 0.001m であった。この値は、地図情報レベル 500 の許容誤差基準（標準偏差 25cm）と比較して十分に小さく、高い計測精度を確保できている。

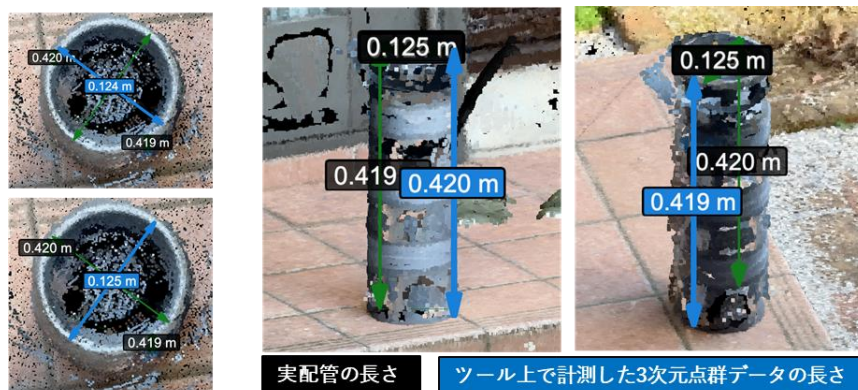


図 7-1 3 次元点群データの相対位置の精度の確認

次に、GIS 上に 3 次元点群データを表示し、「高精度 3D 空間情報」と 3 次元点群データのそれぞれに含まれるマンホール位置のズレを 5 か所で計測した。



図 7-2 3次元点群データと「高精度 3D 空間情報」のズレの確認

「高精度 3D 空間情報」のマンホールの中心位置を真値とみなし、3次元点群データのズレを補正し、地図情報レベル 500 相当の位置精度とした。



図 7-3 3次元点群データの絶対位置を補正した結果

7-2. 設備点検手法の検証

7-2-1. 検証目的

- ビル設備及び地下埋設物の施工管理・点検実施時に、施工管理結果・点検結果をタブレットやスマートフォンで 3D 都市モデルに付与するツール（施工管理・点検 DX 支援ツール）を開発することで、インフラ設備に関連する各種点検記録を 3D 都市モデルに連携することが可能となり、作業負担の軽減を図ることができるか検証する

7-2-2. KPI

設備点検手法の検証のために設定した KPI を、表 7-5 に示す。

表 7-5 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法
1	点検入力作業の軽減率	実証システムによる業務フローの所要時間 (min) ÷ 既存業務フローによる所要時間 (min) < 1	施工管理・点検の各種点検記録を 3D 都市モデルに連携させることによる作業負担の軽減効果を検証するために目標値を設定した	従来の設備点検（設備の写真を撮影し、その情報に施工内容や点検結果を帳票として付与する）方法と、施工管理・点検 DX 支援ツールを使用した場合の作業時間を比較する

7-2-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 点検入力作業の軽減率

ビルの設備点検において、3D 都市モデルと連携したシステムを用いた点検業務を実施し、従来の設備点検（設備の写真を撮影し、その情報に施工内容や点検結果を帳票として付与する）方法と、「施工管理・点検 DX 支援ツール」を使用した場合の作業時間を比較する。

表 7-6 検証シナリオ（点検入力作業の軽減率）

No.	検証方法	点検対象設備・点検項目	時間計測対象の工程
1-1	点検入力作業の軽減率 （愛知県名古屋市エリア一部）	● 点検対象設備 ➤ コジェネレーション設備（発電機のみ） ● 点検項目 ➤ 電圧、電力、周波数、電流、力率、固定子温度、軸受温度、異常の有無	● 事前準備 ● 点検作業 ● 記録整理・報告
1-2	点検入力作業の軽減率	● 点検対象設備	

No.	検証方法	点検対象設備・点検項目	時間計測対象の工程
	(大阪府大阪市エリアー部)	➤ ターボ冷凍機 ● 点検項目 ➤ 電圧、電流、電力、電力量、冷温水 (入口温度、入口圧力、出口温度、出口圧力)、冷却水 (入口温度、入口圧力、出口温度、出口圧力)、本体故障表示	

7-2-4. 検証結果

1) 点検入力作業の軽減率

● 検証結果まとめ

- 「施工管理・点検 DX 支援ツール」を使用することで、コジェネレーション（発電機のみ）を対象とした点検入力作業では約 25%、ターボ冷凍機を対象とした点検入力作業では約 56%の時間短縮が見込まれることを確認した

表 7-7 検証結果一覧

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

シナリオ	軽減率	既存業務フロー		実証システムフロー	
		所要 時間	備考	所要 時間	備考
1-1 点検入力作 業の軽減率 （愛知県名 古屋市：コ ジェネレー ション設備 （発電機の み））	76% ※ 25% の 時間短縮 効果	事前準備			
		5 分	記録用紙の印刷	2 分	iPad を準備
		点検作業			
		30 分	現地での設備点検と記録作業	30 分	現地での設備点検と記録作業
		記録整理・報告			
		10 分	記録用紙の整理（PDF 化、バイ ンダー保管）と報告作業	2 分	アプリ内で報告ボタンをクリック
		合計時間			
45 分		34 分			
1-2 点検入力作 業の軽減率 （大阪府大 阪市：ター ボ冷凍機）	44% ※ 56% の 時間短縮 効果	事前準備			
		2 分	記録用紙の印刷	2 分	iPad を準備
		点検作業			
		10 分	現地での設備点検と記録作業	10 分	現地での設備点検と記録作業
		記録整理・報告			
		20 分	記録用紙の整理（PDF 化、バイ ンダー保管）と報告作業	2 分	アプリ内で報告ボタンをクリック
		合計時間			
32 分		14 分			

8. 実証技術の非機能要件の検証

8-1. 検証目的

- 実証実験を実施するために必要な時間、安定してシステムが稼働することを検証する
- ユーザーが使いやすいシステムであることを検証する

8-2. KPI

表 8-1 非機能要件の KPI 一覧

カテゴリ	ID	項目	詳細
可用性	NR001	システムの連続稼働時間	実証実験で予定している 2 時間程度稼働すること
	NR002	安定動作時間	実証実験と同等の工数を要するため、2 時間以上の安定動作時間を確保すること
運用・保守性	NR003	認証	利用ユーザーを特定するためにユーザー名、メールアドレス、パスワードを設定したアカウントを発行すること
	NR004	認証	正しいユーザーID とパスワードでのみログインできること
ユーザビリティ	NR005	デザイン	土木施工事業者、地下埋設物事業者、ビルメンテナンス事業者（ビルマネジメント事業者含む）が使用する際に、デザイン・デザインルールの標準化がされており、分かりやすい UI となっていること

8-2-1. 検証方法と検証シナリオ

表 8-2 非機能要件の検証方法

対象項目	品質評価項目	目標値	期間の単位	アクティビティ
全システム	システム稼働時間	2 時間	2024/12 ～ 2025/1 月	実証実験
	認証	-	2024/12 ～ 2025/1 月	実証実験

8-2-2. 検証結果

実証実験において、実証実験内での稼働時間及び被験者によるシステム操作を体験してもらう機会を提供することができた。

表 8-3 検証結果サマリー

黄セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
システム稼働時間	稼働時間	2 時間	2 時間	実証実験において、安定して目標値を超える時間稼働した
認証	動作の確認	適切にユーザー認証が可能なこと	○	登録ユーザーのみログイン可能であることを確認できた

9. BtoB ビジネスでの有用性検証

9-1. 検証目的

実証仮説に基づき、以下の検証目的を設定する。

1) データ更新

【実証仮説（再掲）】

- 地下埋設物の工事完了後に、スマートフォン等で配管状況の高精度な 3 次元計測を行う「地下埋設物 3 次元計測ツール」と、計測した 3 次元点群データから 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を半自動的に生成する「地下埋設物モデル化支援ツール」によって、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新に係る土木施工事業者及び地下埋設物事業者の業務の負担が軽減される

主に次の 2 点について、BtoB ビジネスに向けた有用性検証を行った。

- 従来手法とシステム利用時の手法による利便性の比較
 - データ整備作業に関わる要求技術レベルを低減できたか確認する
- ユーザビリティ評価
 - 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）のデータ更新前後を比較し、データの品質が維持されているかを確認する

2) 設備点検

【実証仮説（再掲）】

- ビル設備や地下埋設物の点検実施時に、点検結果をタブレットやスマートフォンでデジタル記録し、3D 都市モデルと連携して管理する「施工管理・点検 DX 支援ツール」を開発することで、各種点検記録をデータベース化し、ビルマネジメント事業者の点検記録管理の作業負担が軽減される
- 3D 都市モデルに点検記録をひも付けることで、ビル設備や地下埋設物の点検や維持管理の業務品質の向上を図ることができる。具体的には、点検記録の入力ミスの防止、機器メーターの表示値の読み取り精度向上、データ分析の高度化による保守計画の最適化、エネルギー消費量の把握や申請業務が効率化される
- 地下埋設物とビル設備を一体的に管理する 3D 都市モデルを活用することで、引き込みの変更や盛替え、敷地境界周辺の工事計画の適正化を支援し、工事の影響範囲を適切に把握し、作業負担が軽減される
- 正確な位置情報を持つ 3D 都市モデルを活用することで、従来の紙図面の使用により生じた設計時の錯誤や工事における配管損傷事故の減少が可能となり、また、事故対応の迅速化も図ることができ、事故リスクの低減と災害防止につながる

主に次の 2 点について、BtoB ビジネスに向けた有用性検証を行った。

- 従来手法とシステム利用時の手法による業務品質比較

- 関係事業者（ビル設備や地下埋設物の維持管理業務を含む）の業務品質（ビル設備の点検記録の入力ミスの回避、機器メーターの表示値の読み取りミスや読み取り誤差の防止、データ分析の高度化や申請資料作成の効率化）が向上するか確認する
- ユーザビリティの評価
 - 3D 都市モデル活用によって、事故リスクの低減及び事故対応時の迅速化など、災害の防止に寄与したか確認する

9-2. 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採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「9-4 ヒアリング・アンケートの詳細」で記載）

- 事業者向けのヒアリング実施方法
 - 地下埋設物事業者、土木施工事業者、ビルマネジメント事業者及びビルメンテナンス事業者の関係者に、3 回に分けて開催した実証実験にご参加いただき、ヒアリング・アンケートを実施した
- 会場と検証テーマ

表 9-1 実証実験の会場と検証テーマ

実証実験	実証エリア	会場	検証テーマ	
			データ更新	設備点検
1 回目	東京都中央区日本橋	日建設計（竹橋オフィス）	✓	
2 回目	愛知県名古屋市	栄ガスビル	✓	✓
3 回目	大阪府大阪市	日建設計（大阪オフィス）	✓	✓

- 機材：体験・デモ用に次のスペックのパソコン 8 台を用意
 - CPU：12th Gen Intel(R) Core(TM) i7 以上
 - GPU：Nvidia GeForce MX550 以上
 - メモリ：512.0 GB 以上
 - OS：Windows 10 Pro 以降
 - 通信環境：クラウド環境

9-3. 被験者

データ更新に関する有用性検証は、地下埋設物事業者及び土木施工事業者をターゲットとしている。
設備点検に関する有用性検証は、ビルマネジメント事業者、ビルメンテナンス事業者及び地下埋設物事業者をターゲットとしている。

実証実験では、これらのユーザー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。

表 9-2 被験者リスト：(実証エリア：東京都中央区日本橋エリア)

分類	事業者名称（敬称略、順不同）	部署	人数（名）
地下埋設物事業者	東京都水道局	給水部配水課	4
	東京都下水道局	計画調整部 計画課	1
	東京ガスネットワーク	導管部 導管保安 G	2
土木施工事業者	竹中道路	東京本店	1

表 9-3 被験者リスト：(実証エリア：愛知県名古屋一部エリア)

分類	事業者名称（敬称略、順不同）	部署	人数（名）
ビルマネジメント事業者	東邦ガス	用地開発推進部	1
		生産計画部	1
ビルメンテナンス事業者	東邦ガスエナジーエンジニアリング	ファシリティーマネジメント第二部	1
地下埋設物事業者	中部電力パワーグリッド	配電部 配電運営 G	3
		エンジニアリングセンター技術開発 G	1
	名古屋市上下水道局	経営企画課	1
	NTT フィールドテクノ	名古屋設備部	2

表 9-4 被験者リスト：(実証エリア：大阪府大阪市一部エリア)

分類	事業者名称（敬称略、順不同）	部署	人数（名）
ビルマネジメント事業者	阪急阪神不動産	開発事業本部技術統括部	2
ビルメンテナンス事業者	阪急阪神ビルマネジメント	BM 事業本部梅田 BM 部	5
地下埋設物事業者	大阪ガスネットワーク	経営企画部	1
		導管計画部	3
		マーケティング推進部	2
	大阪市水道局	配水課	3
	大阪市建設局	企画部企画課	2
	大阪市	デジタル統括室	3
	NTT フィールドテクノ	アクセス高度化部門	1

分類	事業者名称（敬称略、順不同）	部署	人数（名）
		サービスエンジニアリング部 アクセス設備部門	1
	関西電力送配電	配電部配電運用 G	2
		工務部送電 G	1

9-4. ヒアリング・アンケートの詳細

9-4-1. アジェンダ・タイムテーブル

- 実証実験（東京都中央区日本橋エリア）

表 9-5 アジェンダ・タイムテーブル：実証実験（東京都中央区日本橋エリア）

No.	アジェンダ	所要時間（分）
1	本日の趣旨	15
2	実証システムの説明	20
3	実証システムの体験	50
4	意見交換	30
5	まとめ	5

- 実証実験：愛知県名古屋市エリア及び大阪府大阪市エリア

表 9-6 アジェンダ・タイムテーブル：実証実験（愛知県名古屋市エリア及び大阪府大阪市エリア）

No.	アジェンダ	所要時間（分）
1	本日の趣旨	15
2	実証システムの説明	20
3	実証システムの体験 ● データ更新状況の確認 ● 3次元点群データの取得体験 ● 設備点検業務体験 ● AR 体験	50
4	意見交換	30
5	まとめ	5

9-4-2. アジェンダの詳細

● 実証実験（東京都中央区日本橋エリア）

表 9-7 アジェンダの詳細：実証実験（東京都中央区日本橋エリア）

No.	アジェンダ（再掲）	内容
1	本日の趣旨	● 本実証実験でアプローチする課題や背景の説明 ● 実証システムの提供価値の説明 ● 実証システムの全体像の説明
2	実証システムの説明	● 実証システムの全体イメージ ● 3D 可視化機能 ● データ更新機能（地下埋設物 3 次元計測ツール及び地下埋設物モデル化支援ツール） ● 設備点検機能（施工管理・点検 DX 支援ツール及び AR 表示機能）
3	実証システムの体験	● データ更新状況の確認 ● 3 次元点群データの取得体験
4	意見交換	● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）更新における 3 次元点群データの活用 ● 事業の価値を高めるための実証システムの有効な使い方 ● 要望する機能、改善点
5	まとめ	● 実証実験のまとめ ● アンケート記入

● 実証実験（愛知県名古屋エリア及び大阪府大阪市エリア）

表 9-8 アジェンダの詳細：実証実験（愛知県名古屋エリア及び大阪府大阪市エリア）

No	アジェンダ（再掲）	内容
1	本日の趣旨	● 本実証実験でアプローチする課題や背景の説明 ● 実証システムの提供価値の説明 ● 実証システムの全体像の説明
2	実証システムの説明	● 実証システムの全体イメージ ● 3D 可視化機能 ● データ更新機能（地下埋設物 3 次元計測ツール及び地下埋設物モデル化支援ツール） ● 設備点検機能（施工管理・点検 DX 支援ツール及び AR 表示機能）
3	実証システムの体験	● データ更新状況の確認 ● 3 次元点群データの取得体験 ● 設備点検業務体験 ● AR 体験

No	アジェンダ（再掲）	内容
4	意見交換	● 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）更新における 3 次元点群データの活用 ● 3D 都市モデルの設備点検業務への活用 ● 3D 都市モデルの計画検討業務への活用 ● 3D 都市モデルの活用における災害防止の観点 ● 事業の価値を高めるための実証システムの有効な使い方 ● 要望する機能、改善点 ● アンケート記入
5	まとめ	● 実証実験のまとめ ● アンケート記入

9-4-3. 検証項目と評価方法

1) データ更新

被験者の既存システムと実証システムの比較とユーザビリティ評価を検証項目とし、被験者へのヒアリング・アンケートにより評価した。

表 9-9 検証項目と評価方法：データ更新

検証観点	No	検証項目	定量評価	定性評価
1) 従来手法と実証システム利用時の手法による利便性の比較	1	従来どおり施工時の記録から設備管理図面を作成する方法と、実証システム（「地下埋設物 3 次元計測ツール」及び「地下埋設物モデル化支援ツール」）を使用した方法で作業難易度を比較した場合、データ更新における作業難易度に変化はあるか	● 被験者が実証システムを体験した後にアンケートを実施 ● アンケートの選択肢を従来手法で実施した場合に比べて、「簡単になった」=5 点、「やや簡単になった」=4 点、「変わらない」=3 点、「やや難しくなった」=2 点、「難しくなった」=1 点とした 5 点満点で設定 ● 回答を集計し、平均 3 点以上を目標とする	被験者へのヒアリングと、アンケートの各設問に自由記入欄を設定
2) ユーザビリティの評価	2	更新前後の 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を比較し、実証システムを用いた更新後のデータの品質が維持されているか	● 被験者が実証システムを体験した後にアンケートを実施 ● アンケートの選択肢は、「そう思う」=5 点、「ややそう思う」=4 点、「どちらでもない」=3 点、「ややそう思わない」=2 点、「そう思わない」=1 点とした 5 点満点で設定 ● 回答を集計し、平均 3 点以上を目標とする	被験者へのヒアリングと、アンケートの各設問に自由記入欄を設定
3) 実証システムの価値・発展性	3	実証システムの有効な使い方には、どのような場面が想定されるか	(定量評価なし)	被験者へのヒアリングと、アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	4	要望する機能や実証システムの改善点はあるか		

2) 設備点検

被験者の既存システムと実証システムの比較と、ユーザビリティ評価を検証項目とし、被験者へのヒアリング・アンケートにより評価した。

表 9-10 検証項目と評価方法：設備点検

検証観点	No.	検証項目	定量評価	定性評価
1) 従来手法と実証システム利用時の手法による業務品質比較	1	実証システムを利用することで、データの输入の誤りを低減できるか	● 被験者が実証システムを体験した後にアンケートを実施 ● アンケートの選択肢を「良い」=5点、「やや良い」=4点、「どちらでもない」=3点、「やや悪い」=2点、「悪い」=1点とした5点満点で設定 ● 回答を集計し、平均3点以上を目標とする	被験者へのヒアリングと、アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	2	実証システムを利用することで、点検者による読み取り誤差を回避できるか		
	3	実証システムを利用することで、分析・解析（消費エネルギー削減の検討、部品交換時期等の予測）がしやすくなるか		
2) ユーザビリティの評価（3D都市モデルの計画検討業務への活用）	4	3D都市モデル化することで地下埋設物の位置関係や地下の空き空間の把握はしやすくなったか		
	5	移設・計画案の検討に3D都市モデルは有効か		
	6	3D都市モデルの利用により、関係者の合意形成に寄与するか、高度化が図れるか		
	7	AR機能を用いて現場を可視化することで、設計・施工の業務改善や埋設管の破損等のリスク低減に有効か		
3) ユーザビリティの評価（災害防止への寄与度合い）	8	3D都市モデルの活用による事故リスクの低減、事故対応時の迅速化等、災害防止に寄与するか		
	9	災害時の情報のプラットフォームとしての利用が期待できるか		

検証観点	No.	検証項目	定量評価	定性評価
4) 実証システムの価値・発展性	10	実証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	(定量評価なし)	被験者へのヒアリングと、アンケートの各設問に自由記入欄を設定
	11	要望する機能や実証システムの改善点はあるか		

9-4-4. 実証実験の様子

1) 実証実験（東京都中央区日本橋エリア）



図 9-1 実証実験内容の説明の様子



図 9-2 実証システムの操作体験・意見交換の様子

2) 実証実験（愛知県名古屋市エリア）



図 9-3 実証実験内容の説明の様子



図 9-4 実証システムの操作体験・意見交換の様子

3) 実証実験（大阪府大阪市エリア）

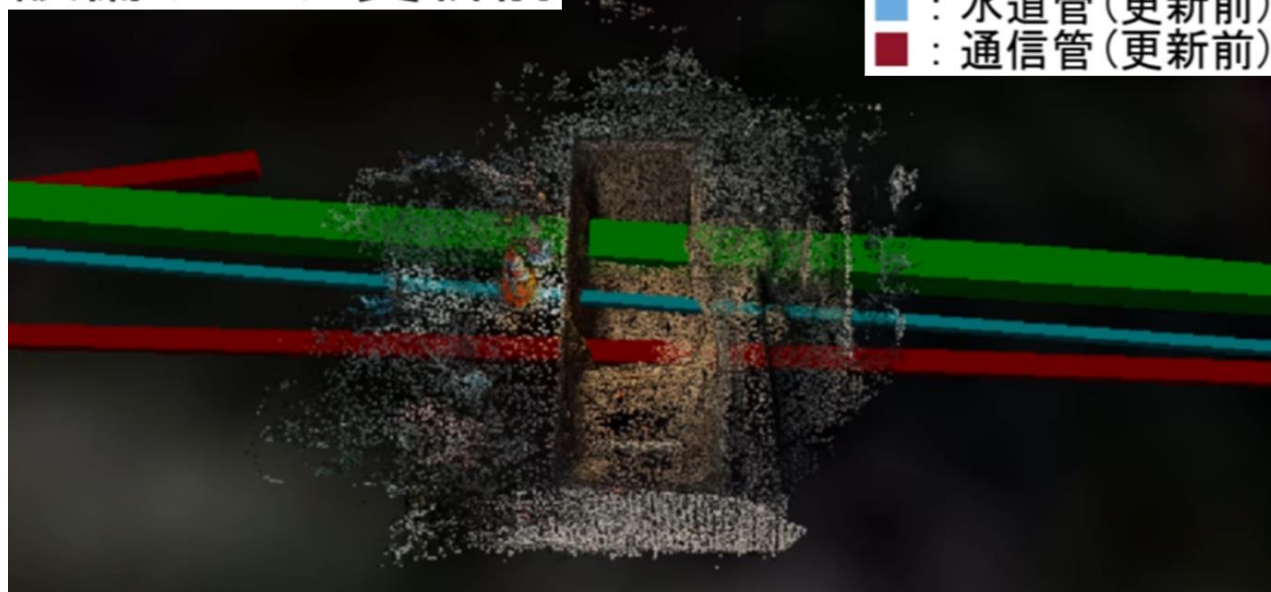


図 9-5 実証実験内容の説明の様子



図 9-6 実証システムの操作体験・意見交換の様子

設備データ更新前



設備データ更新後

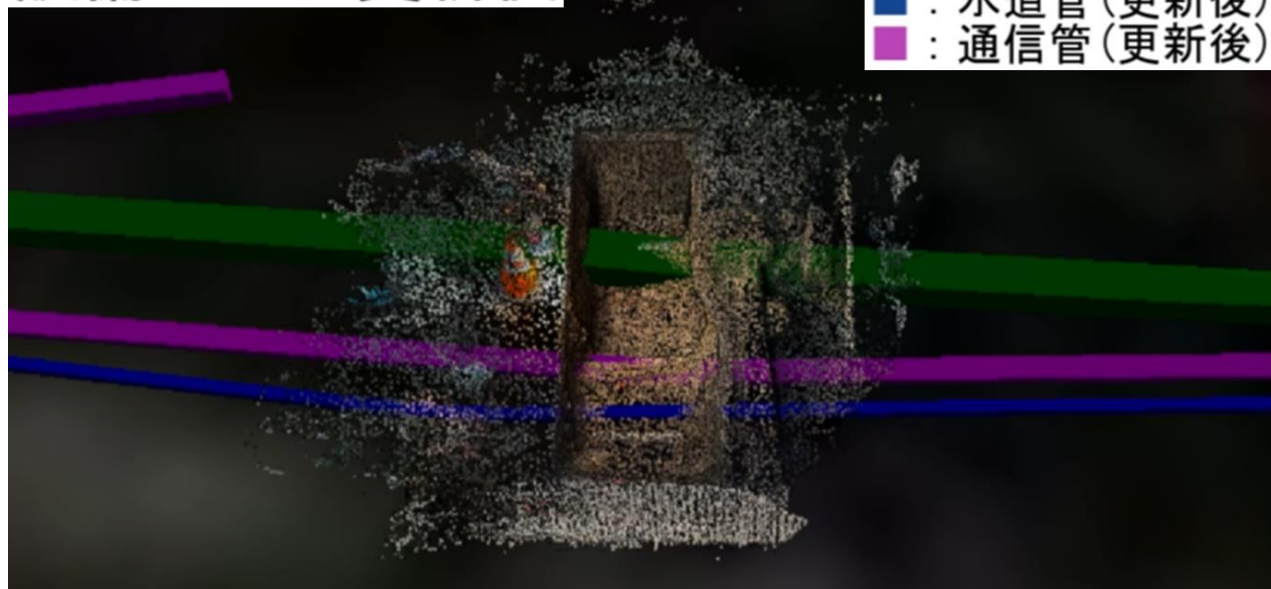


図 9-7 開削時の点群取得により正確な位置に置き換わった地下埋設物モデル

9-5. 検証結果

データ更新に関する有用性検証の結果、地下埋設物の工事完了後に、スマートフォン等で配管状況の高精度な 3 次元計測を行う「地下埋設物 3 次元計測ツール」と、計測した 3 次元点群データから 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）を半自動的に生成する「地下埋設物モデル化支援ツール」によって、3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新に係る土木施工事業者及び地下埋設物事業者の業務の負担が軽減されることが分かった。「データ更新手法の簡易性」及び「更新後のデータの品質」については、60%以上の被験者からポジティブな評価を得られ、本事業で開発した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新手法に対して一定の評価を得る

ことができた。また、現行の業務フロー（試掘又は掘削の際、露出した地下埋設物の全てのオフセットや土被りを測定・撮影し、その結果を基に手作業で平面図・断面図等を作成）と比較し、時間短縮効果は 35%～50% 程度に達すると、多くの事業者が回答した。

一方で、3 次元点群データを用いて更新した箇所の品質は向上するものの、2 次元で管理されている既存の図面やデータの品質に起因し、これを基に作成される 3D 都市モデルデータの品質には依然として課題が残るとの指摘があった。また、3 次元化による作業負担の増加を懸念する声も挙げられた。

地下埋設物の 3 次元化による視覚的な把握やデータの統合的な運用管理といった期待・効果は関係者間で共有されているものの、データの信頼性向上が求められるとともに、3 次元化によって現場での実務負担が増えないよう留意する必要があることを確認した。

設備点検に関する有用性検証の結果、設備点検業務の品質改善効果については、60%以上の被験者からポジティブな評価を得られ、本事業で開発した「施工・点検 DX 支援ツール」の有用性が確認された。具体的には、3D 都市モデルとひも付けて蓄積される各種点検結果を用いた消費エネルギー削減検討、部品交換時期の予測、予防保全の高度化等の分析・解析業務での活用に対する期待があることを確認できた。

また、実証システムの操作体験を通じ、3D 都市モデルを用いた地下埋設物のデジタル化が、地下埋設物の移設検討や地下構造計画の策定に有効であることが改めて認識され、設計品質の向上にも寄与するという点について、被験者からの賛同を得ることができた。さらに、災害防止の観点では、事故や災害が発生時における埋設管の復旧の迅速化や、二次災害リスクの低減による安全性の向上について、被験者の 70%以上からポジティブな評価が得られ、その期待度の高さを確認した。

9-5-1. データ更新に関する実証システムの有用性検証結果

● 1) 従来手法とシステム利用時の手法による利便性の比較

計 34 名の回答者のうち、65%の被験者が「そう思う」か「ややそう思う」と回答しており、本事業で開発した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新手法に関する一定の有用性を確認することができた。

一方で、新しいシステムや更新手法に慣れるためには時間が必要であることや、データが 3 次元化されることによる負担の増加への懸念も指摘された。

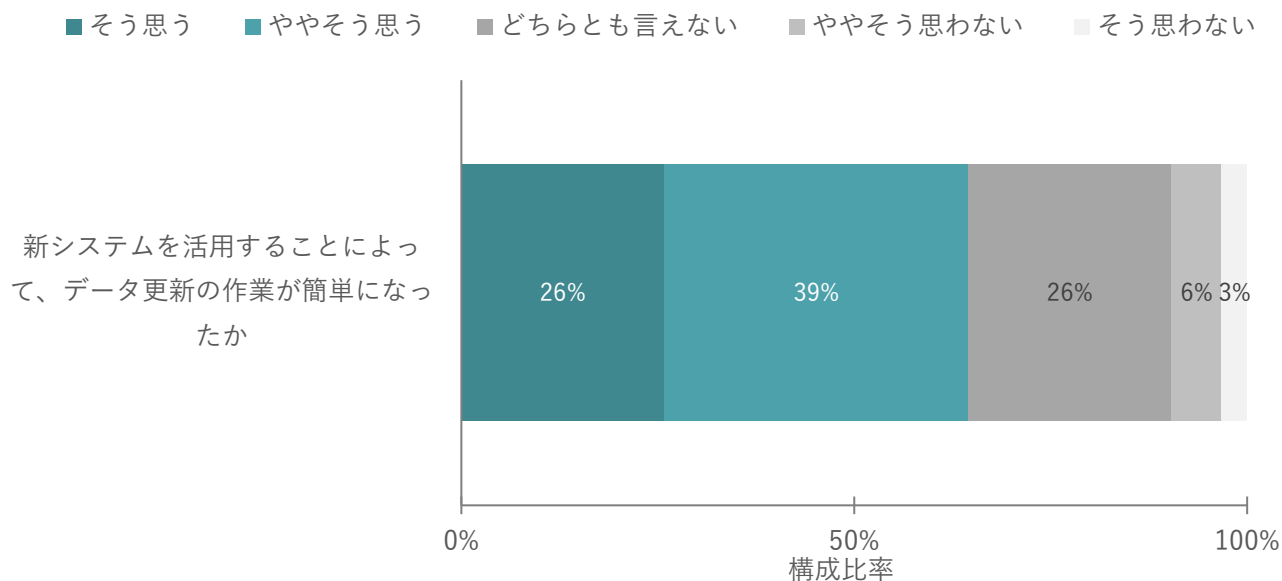


図 9-8 新システムを活用することによって、データ更新御作業が簡単になったか

表 9-11 関連する定性コメント

No.	検証項目	関連する定性コメント
1	新システムを活用することによって、データ更新の作業が簡単になったか	【そう思う】 ● 試掘の全景を 5～10 分程度撮影するだけで、3D モデルが生成されるのであれば、手間は格段に減ると思う ● カメラ撮影のみでモデル作成ができ、3DCAD 等の専門知識がなくても作成することができるので、簡単になると想定される 【ややそう思う】 ● システムに慣れるまで苦労するかと思ったが、使いこなせば簡単になるものと考え ● 2次元による管理がなくなることはなく、3次元によるデータ管理によって負担が増えるのではないかと

● 2) ユーザビリティの評価

計 34 名の回答者のうち、68%の被験者が「そう思う」又は「ややそう思う」と回答しており、実証システム

によって更新した 3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の品質に一定の評価を得ることができた。
一方で、2 次元で管理されている地下埋設物に関する既存の図面やデータそのものの品質の信頼性に課題があり、効果は限定的との意見もあった。

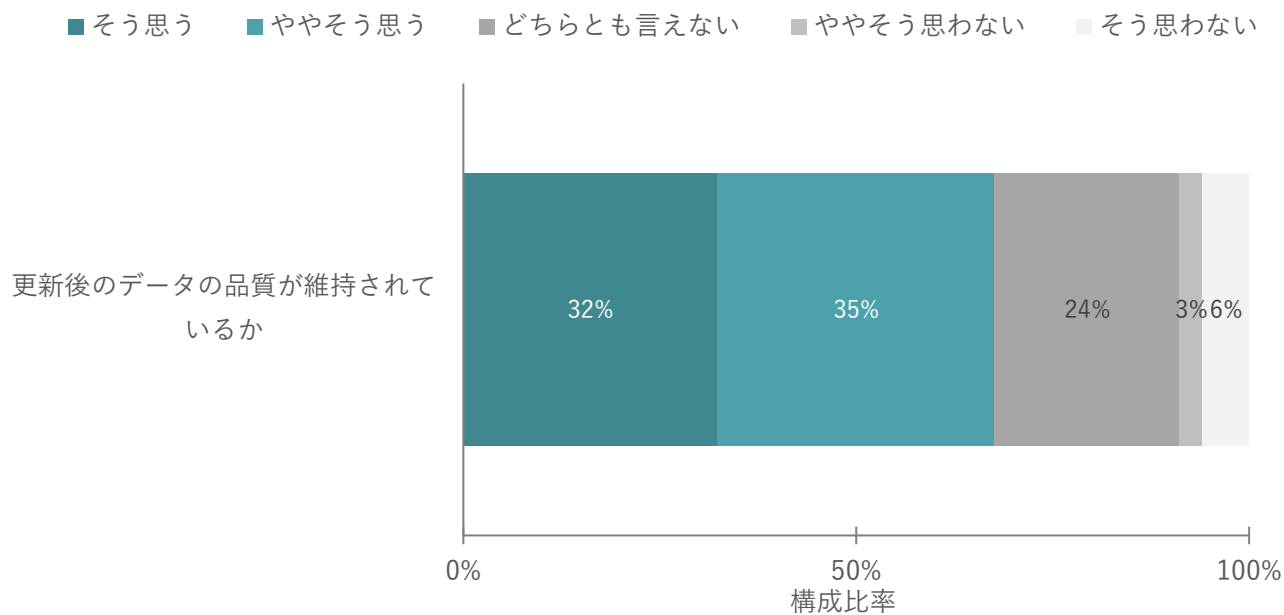


図 9-9 実証システムを用いた更新後のデータの品質が維持されているか

表 9-12 関連する定性コメント

No.	検証項目	関連する定性コメント
1	更新後のデータの品質が維持されているか	【そう思う】 ● 掘削をして、3次元点群データを取った所については、品質の向上になると考えられる ● 3次元点群データにより、細かい場所でのデータも詳細に取得でき、より詳しいモデルになると思われる ● 人手の作業になると、どうしても精度の差が生じるかと思うが、簡単にカメラで撮ることで、自動的に整理できるので、そのデータの信頼性も向上すると思われる 【ややそう思う】 ● 3次元点群データがある箇所の信頼度は高いが、水道管は曲管を使用している箇所や、なだらかに斜めに配管している箇所もあり、すり付け区間の信頼度は低い箇所もありそう ● 部分的な補正であり、すり付け部や差分を更新した区間の信頼性に課題がある 【どちらとも言えない】 ● 既存の 3D 都市モデル自体が 2D をベースにしたものであり、2D の精度が上がらない限り実用性の判断が難しい ● 取得したデータは正確だと思うが、既存データをどのように作るかが課題。土被りが一定では点検に使いにくい

- 3) 実証システムの価値・発展性

Q3 実証システムの有効な使い方には、どのような場面が想定されるか

表 9-13 自由意見

No.	自由意見（実証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	試掘や配管作業を行った際、現場で土被りやオフセットを計測し、工事写真を撮影している。その写真を基に試掘図の作成をしており、相当な時間を要しているが、簡略化されと思った。
2	配管図の自動作成時に活用できると思われます。
3	管路工事の施工図（完工図）や試掘報告の簡易化、精度向上に活用できると想定。
4	自動で掘削した際の管路切断事故の防止。
5	不可視部分の竣工検査。
6	次回の地下掘削工事計画立案時の検討に活用できる。
7	配管計画や埋設損傷事故防止対策、他企業からの工事照会による近接協議など。
8	施工（配管）状況の社内関係者への報告・共有・管理。
9	対外的な調整や現場における KY 活動。

No.	自由意見（実証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）
10	3D 表示による工事やまちづくりの検討を、関係者と共有する際に有効。
11	大型機器の入れ替え等の場合、イメージしやすい。
12	漏水等の発生時、どの配管から漏れているかが推測できる。

Q4 要望する機能や実証システムの改善点はあるか

表 9-14 自由意見

No.	自由意見（要望する機能や実証システムの改善点はあるか）
1	地表にあるほかの絶対位置座標からスマートフォンで計測したものを連携させることで、スマートフォン計測データそのものも絶対位置座標として登録すれば、ほかの空間計測データを、より絶対位置として把握できるようになると思う。
2	2D の精度が良くないと 3D システムの改善にならない。
3	インフラ企業によって情報の管理方法が異なるので、足並みをそろえることが重要だと思われる。
4	「あれば良い」から「なくてはならない」に変わると活用に進むものかと思います。そのためには、法令などをはじめとする一定の推進力があって初めて変わるのではないかと思います。
5	膨大なデータを扱うことによるシステムの安定性が必要。
6	3 次元点群データからの管路作成は精度面でも一定程度評価できるが、平面図面の埋設深さを活用した 3D 化技術の向上が必要と感じる。
7	地上面（道路盤面）から地下埋設物の埋設深さと径をデータ収集できるようになると、埋設物の支障移転検討時に試掘回数の低減に寄与できると考えられる。
8	データ更新が不可欠かとは思いますが、日々のデータ更新が必要。
9	全てのソフトウェアが連携されて、各ツールで全てのデータを見られるようになったら良いと思う。

9-5-2. 設備点検に関する実証システムの有用性検証結果

● 1) 従来手法とシステム利用時の手法による業務品質比較

計 27 名の回答者のうち、「そう思う」もしくは「ややそう思う」を選択した割合が、データ入力の手続きを低減できるかについては 67%、点検者による読取り誤差を回避できるかについては 63%、分析・解析（消費エネルギー削減の検討、部品交換時期等の予測）がしやすくなるかについては 61%であった。

全体を通して業務品質の向上については高く評価されており、既存業務に対して高度化できるシステムとして受け止められていることがわかる。一方で、入力に際するヒューマンエラーを回避する手法の検討が必要であることが示された。

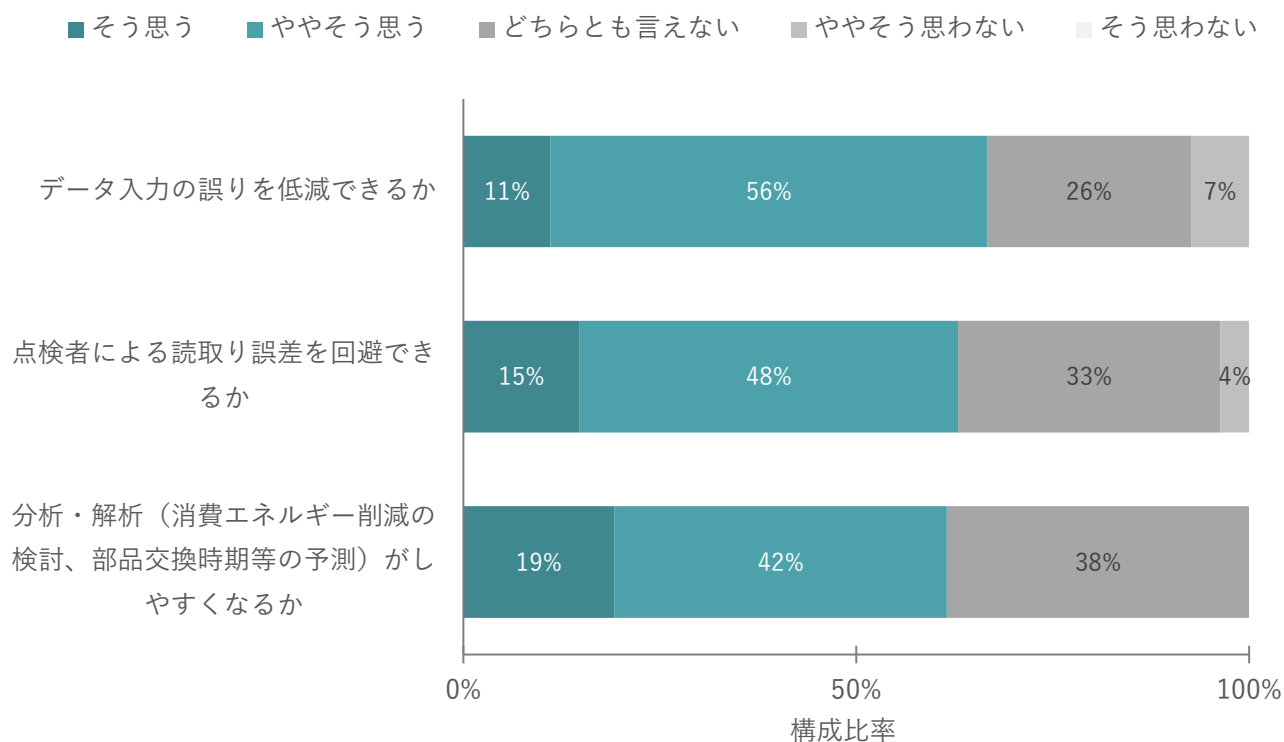


図 9-10 従来手法とシステム利用時の手法による業務品質比較に関するアンケート結果

表 9-15 関連する定性コメント

No.	検証項目	関連する定性コメント
1	データ入力の誤りを低減できるか	【ややそう思う】 どうしても手入力なのでミスが「0」になるのは難しいので、センサ、カメラなど、データの入手があれば良いと思います

No.	検証項目	関連する定性コメント
2	点検者による読取り誤差を回避できるか	【ややそう思う】 - システム活用により、点検業務の実施（現場）、確認作業及び結果の保管の効率化ができると想定 【どちらとも言えない】 - 数値を入れる画面で基準より外れていれば、基準外と自動で判定されると、データの抜け漏れにつながると感じました - 写真で撮り、AI で数値を変更するようにした方が良い 【ややそう思わない】 - 数値を手入力で反映するため、自由度が高く、大幅な誤差発生確率の低減を図るのは難しいかと感じる
3	分析・解析（消費エネルギー削減の検討、部品交換時期等の予測）がしやすくなるか	【ややそう思う】 - データベースで管理することで、より正確な情報が得られる - 部品交換時期等がわかることがすごく良い 【どちらとも言えない】 - 点検の精度（見る項目など）が増えれば、設備の手入れの頻度の見直しなどが考えられるが、精度向上につながるかは不明 - 情報共有には有効と思うが、分析・解析への有効性は不明

● 2) ユーザビリティの評価（3D 都市モデルの計画検討業務への活用）

計 27 名の回答者のうち、「そう思う」もしくは「ややそう思う」を選択した割合が、地下埋設物の位置関係や地下の空き空間の把握に有効かについては 100%、移設・計画案の検討に 3D 都市モデルが有効かについては 96%、関係者の合意形成に寄与するか・高度化が図れるかについては 81%、設計・施工の業務改善や埋設管の破損リスク低減に有効かについては 96%であった。

全体を通して 3D 都市モデルの計画検討業務への活用可能性は高く評価されており、関連する業務に有用なシステムとして受け止められていることがわかる。

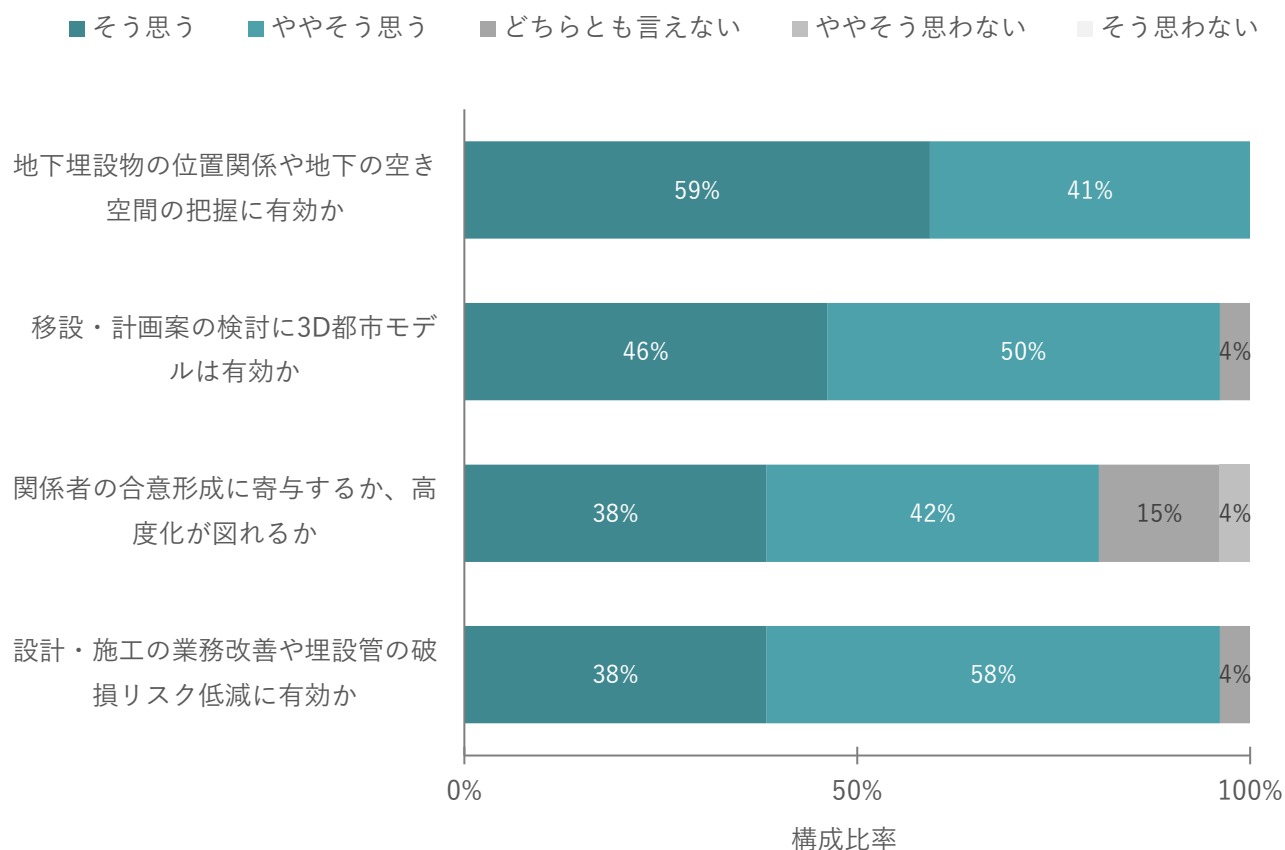


図 9-11 ユーザビリティの評価（3D 都市モデルの計画検討業務への活用）に関するアンケート結果

表 9-16 関連する定性コメント

No.	検証項目	関連する定性コメント
1	地下埋設物の位置関係や地下の空き空間の把握に有効か	【そう思う】 ● 3D モデル化は視覚的に分かりやすく、関係者間で共通認識を持ちやすくなると思います 【ややそう思う】 ● 特に管路が輻輳する現場で有効だと考える ● 敷地境界に関わる全ての事業者がデータ提供することが前提となる

No.	検証項目	関連する定性コメント
2	移設・計画案の検討に 3D 都市モデルは有効か	【そう思う】 ● 3D 都市モデルにより相互認識の齟齬のない検討及び協議が可能となる 【ややそう思う】 ● 既存の地下埋設物に対しては図面の精度が低いため、検討には試掘を要するケースが多いですが、埋設情報の高精度化が進むことにより、移設・計画案の検討に有効なと思います ● 埋設深さ等の正確な位置が反映されていると、なお良いものになると考える。技術的には難しい面もあることは理解している
3	関係者の合意形成に寄与するか、高度化が図れるか	【そう思う】 ● 3D での説明は非常に分かり易いので寄与すると思う 【ややそう思う】 ● 既存の地下埋設物に対しては図面の精度が低いため、合意に試掘を要するケースが多いですが、埋設情報の高精度化が進めば、「図面で合意形成を図る」といった高度化が期待できると思います ● 現状は各自のスケジュール調整に苦労しているが、現地関係者を集める手間が省ける ● 各地下埋設物事業者のデータ提供について合意できるかが課題。実現できるとかなり使い易い仕組みとなる
4	設計・施工の業務改善や埋設管の破損リスク低減に有効か	【そう思う】 ● データの正確さも重要となるが、イメージがしやすいことはとても有効だと考える。 【ややそう思う】 ● 視覚的・感覚的に埋設物の位置情報を把握することにより、思い込みや認識の誤りによる埋設管の破損防止につながると思います。 ● 非常に操作もしやすく、視覚的に分かりやすかった。

- 3) ユーザビリティの評価（災害防止への寄与度合い）

計 27 名の回答者のうち、「そう思う」もしくは「ややそう思う」を選択した割合が、災害防止に寄与するかについては 74%、災害時の情報プラットフォームとしての利用が期待できるかについては 77%であった。全体を通して災害防止への寄与度合いは高く評価されており、関連する業務に活用可能なシステムとして受け

止められていることがわかる。一方で、活用できるかはデータの信頼度による、といった意見もあり、開削によって高精度にデータ取得した箇所以外のデータの信頼性担保についての課題が見受けられた。

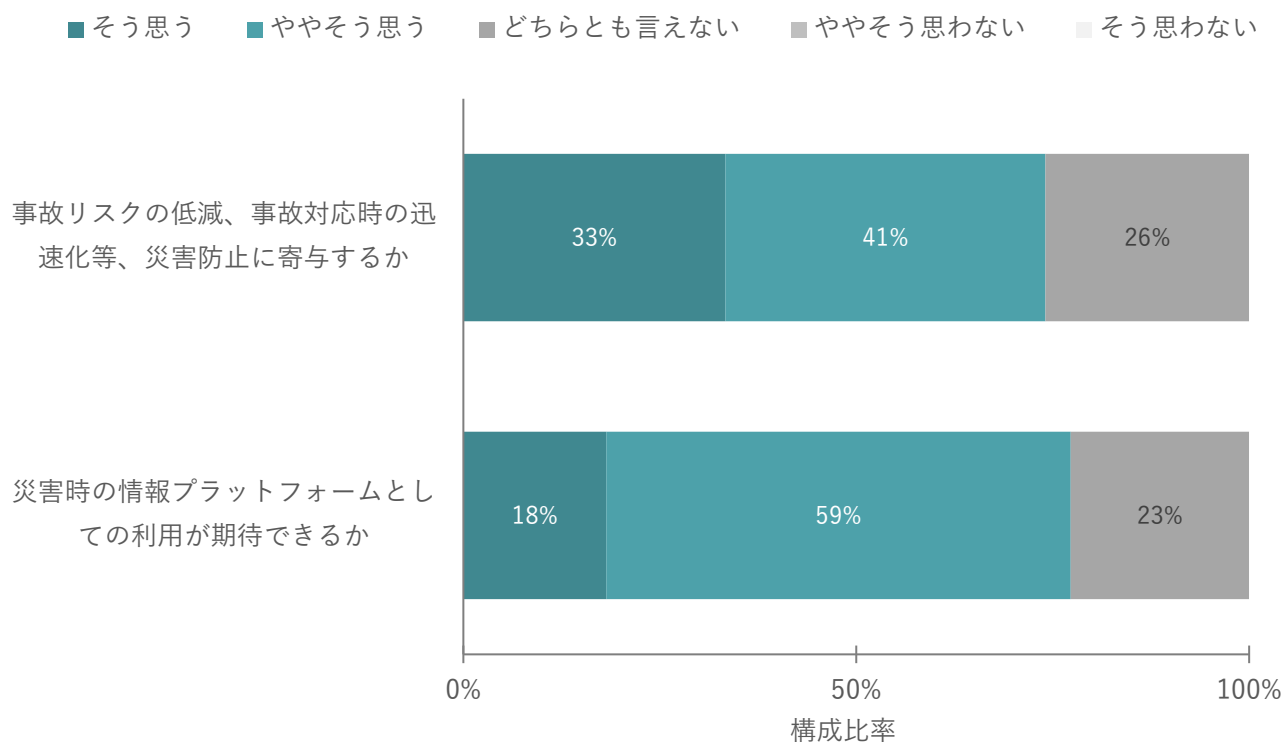


図 9-12 事故リスクの低減、事故対応時の迅速化等、災害防止に寄与するか

表 9-17 関連する定性コメント

No.	検証観点	関連する定性コメント
1	事故リスクの低減や事故対応時の迅速化、災害防止に寄与するか	【そう思う】 ● 災害や事故に伴う緊急掘削時にも容易に地下埋設物情報を把握することができるため、復旧の迅速化や二次災害の防止に寄与すると思います 【ややそう思う】 ● 浸水区域の重畳表示がされるとさらに良いと思う 【どちらとも言えない】 ● 災害防止のシーンについて、イメージできませんでした ● 3D モデルの信頼度による

No.	検証観点	関連する定性コメント
2	災害時の情報プラットフォームとしての利用が期待できるか	【そう思う】 ● 管路及び埋設物の破損情報を表示することで、周辺設備の健全性を確認する必要があるかを判断できる ● 地震・津波等による地形の崩壊時にも、被害状況等の地下埋設物情報の把握が容易になり、二次災害防止に役立つと思います ● 配管の故障状況等がわかると、二次災害を防げると思ったし、3D で確認することで、どれくらいの深さの物が故障しているのかわかるのは行動しやすく、対応への優先順位付けの判断ができる 【ややそう思う】 ● 故障の発見や早期復旧に役立てば良いと感じた ● 大雨、台風時の周辺の下排水の状況把握ができれば良い

- 4) 実証システムの価値・発展性

Q15 実証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 9-18 主な自由意見

No.	自由意見（実証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	全てのビルシステムに同じ仕様のものが使われていると、非常に汎用性が高いシステムとなると考えられます。
2	機器メーカーごとに実際の耐久性や故障発生までの運転時間を共有できれば、中長期計画を策定するのに根拠を示すことができるのではないかと。
3	各種、点検記録に関する分析の実施。
4	地下水が出やすい箇所が実装されてほしい。
5	街と一体となってこのシステムを導入できると良い。
6	地下埋設物事業者が共通プラットフォームとして利用することで、地下埋設物データの取得作業が効率化されます。
7	電柱を建てる際の埋設物有無の確認の効率化。

Q16 要望する機能や実証システムの改善点はあるか

表 9-19 主な自由意見

No.	自由意見（要望する機能や実証システムの改善点はあるか）
1	全体としてどんどん進めてほしい。

No.	自由意見（要望する機能や実証システムの改善点はあるか）
2	膨大なデータを扱っても安定したシステムとなってほしい。
3	情報更新が常に行われることが重要である。
4	遠隔で点検業務ができればすごく良いと思った。しかし、実際の現場状況は確認する必要があるのならば、現状との変化が小さいかもしれない。
5	便利なシステムだとは思いますが、短時間の実証実験であったため、職員が現場でスムーズに使うシーンを具体的にイメージできなかったところがある。

10. 成果と課題

10-1. 本実証で得られた成果

10-1-1. 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 10-1 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
実証システム・機能	3D 都市モデル（地下埋設物モデル）の更新機能	● スマートフォン等の LiDAR 機能を活用し、地下埋設物工事に伴う開削地内の管路を含む状況を 3 次元点群データとして計測し、そのデータを基に、地下埋設物の管路形状を自動的に抽出することが可能 ● 自動抽出した管路データを、既存の地下埋設物モデルに統合・更新することで、地下埋設物モデルの精度と信頼性を継続的に向上させることが可能 ● 野帳に手書きされた施工結果の記録に基づく地下埋設物のデータ更新手法に対し、約 60%の作業時間短縮が期待でき、データ更新作業の効率性を大幅に向上
	設備点検結果の入力機能等	● 3D 都市モデルとひも付けてビル設備の点検記録することができ、3 次元での位置関係を把握しながら、各設備の点検記録の抽出が容易にできる ● 点検記録を含む 3D 都市モデルは、設備点検機能を有するソフトウェアとの連携を容易に行うことができる ● 帳票に手書きされた設備点検結果の記録整理の従来手法と比べ、25%～60%近い作業時間短縮が期待できる

10-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

表 10-2 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
業務品質の向上	3 次元点群データを活用した地下埋設物モデルの更新	● 地下埋設物工事における施工記録・竣（しゅん）工図の作成や試掘報告の作成の効率化を実現できる。これにより、従来の手作業や 2 次元図面作成にかかる時間とコストを大幅に削減することができる ● 地下埋設物に関する既存の図面資料は、地下埋設物の深さや位置が実際の埋設位置と異なる場合がある。道路等の開削時に計測される 3 次元点群データを基に作成される地下埋設モデルは、既存の図面資料と比較して信頼性の高い位置情報を提供する ● このため、地下埋設物の移設計画等の検討作業において、より正確な意思決定を支援するデータとして有効活用することができる
	設備点検業務における 3D 都市モデルの活用	● 3D 都市モデルは、従来の図面や手書きの資料と比べ、位置情報の信頼性と現場状況の視認性が大幅に向上する。この結果、設備点検業務におけるデータ記録の抜け漏れや記録ミスを低減することができ、設備管理の精度につなげることができる ● 正確な設備点検記録を 3D 都市モデルとひも付けて管理することで、予防保全や故障予測が可能となり、ビル設備等の安定運用を実現できる
ユーザビリティの向上	計画検討業務への活用	● 3D 都市モデルを利用することで、ビル設備の配置や状態を視覚的に把握できるため、関係者間での情報共有がスムーズになる。経験の浅い技術者であっても状況を直感的に理解できる ● 3D 都市モデルと点検結果を連携し AR 技術を用いて現場でリアルタイムに表示することで、作業者は地下埋設物の位置や形状を正確に把握できる。これにより、思い込みや認識誤りを防ぎ、地下埋設物の破損防止や計画業務の精度向上に繋げることができる

大項目	小項目	3D 都市モデルのビジネス面での優位性
	事故・災害時対応の迅速化	● 事故や災害が発生した際、地下埋設物の正確な位置や構造を迅速に把握することができる。これにより、緊急掘削時の判断ミスを防ぎ、復旧の迅速化や二次災害リスクを低減し、安全性を向上させることができる ● 地震や津波等による地形の崩壊が発生した場合でも地下埋設物情報を把握でき、配管故障個所の特定や早期復旧に向けた対策立案を支援し、インフラ復旧の効率を向上させる

10-2. 実証実験で得られた課題と対応策

表 10-3 実証実験で得られた課題と対応策

大項目	小項目	実証実験で得られた課題	課題に対する対応策
システム・データ	信頼性の向上	● 3次元点群データから作成した地下埋設物モデルは信頼度が高いが、既存の図面資料から作成される地下埋設物モデルの信頼性が課題である ● 図面情報が必ずしも正確でない場合がある ● 例えば、水道管は曲管を使用している箇所や、なだらかに斜めに配管している箇所もあり、3次元点群データから作成した地下埋設物モデルを使い部分的に更新した場合のすり付け区間の信頼度が低い箇所もある	● 地下埋設物の施工時や試掘時に、3次元点群データを活用した地下埋設物モデルの更新作業を継続して行い、時間をかけてデータ品質の向上につなげていく
	設備点検結果の入力方法の改良	● 設備点検結果が3D都市モデルと連携されるものの、数値等の結果の入力方法は手入力となっている ● 手入力だと自由度が高く、誤入力等のエラーの発生確率の大幅な低減は難しい	● ヒューマンエラーを低減する機能が必要 ➢ 写真を撮影し、AIを用いて数値を自動入力する機能 ➢ 数値を入力すると、あらかじめ設定した基準値（定義域）から外れた値を入力端末上でチェック ➢ 過去データと比較し、異常値と思われる数値に対して警告表示する機能

10-3. 今後の展望

本事業で開発した地下埋設物モデルの更新ツール」及び「施工管理・点検 DX 支援ツール」については、インフラ事業者・土木施工事業者・ビルマネジメント事業者・ビルメンテナンス事業者間でのデータ共有と連携が促進され、業務が効率化されることを確認できた。また、3D 都市モデルが都市開発やインフラ管理における迅速な意思決定や災害時のリスク低減に貢献できることが確認できた。

今後は、地下埋設物モデルの信頼性を向上させるために、本事業で開発したツールを広く普及させて開削や試掘時に正確な 3 次元データを取得し、信頼性の高いデータのカバレッジを拡大する必要がある。また、それらを適切な対象者に向けて公開範囲を設定するために、専用のプラットフォーム整備やデータ共有のルール策定をしていくことが重要である。具体的には、公開する情報の種類（管の種類、位置情報、材質、管理情報等）・公開先（インフラ事業者、自治体、研究機関、防災関係機関等）・詳細なアクセス権限を設定できるプラットフォームを構築することが考えられる。このプラットフォームには、データの利用履歴を記録する機能や、不正アクセスを検知するセキュリティ機能を実装し、データの安全性を確保することが不可欠である。

本事業の成果により、インフラ設備の維持管理業務が効率化され、持続可能なインフラの維持管理の実現の一助になれば幸いである。

11. 用語集

A) アルファベット順

表 11-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	AR（エーアール）	スマートフォンやタブレット端末を利用して、現実の世界に仮想空間の情報（建築設計データや 3D 都市モデルを含む）を重ね合わせる技術。Augmented Reality（拡張現実）の略称。
2	BIM モデル（ビムモデル）	コンピュータ上に作成した 3 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。
3	3D Tiles（スリーディータイル）	WebGIS でよく使われるファイル形式。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のみを処理し、高速化を実現できる。

B) 五十音順

表 11-2 用語集（五十音順）

No.	用語	説明
1	高精度 3D 空間情報	現実世界における位置の基準となる、エヌ・ティ・ティ・インフラネットが整備する地理空間情報。道路縁・歩道縁・分離帯等の境界位置や、マンホールの重心位置など、ほかの情報が自身の正確な位置を出す際の基準として利用することで、正確な位置を導き出すことができる。
2	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。
3	スマートインフラプラットフォーム	エヌ・ティ・ティ・インフラネットが提供する、地下埋設物の位置情報をデジタル化し共用するシステムをいう。
4	地下構造物	地下埋設物を含む共同溝や地下通路など、地下に埋め込まれた構造物全般をいう。
5	地下埋設物	ユーティリティネットワーク等のサービスの一部として、又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。
6	地下埋設物事業者	地下埋設物を保有する事業者をいう。
7	土被り	設備が存在する地表面からの深さ。
8	土木施工事業者	地下埋設物の維持管理を担う事業者をいう。
9	ビルマネジメント事業者	点検結果の報告を受ける人（事業者）。一般的にビルの所有者をいう。

No.	用語	説明
10	ビルメンテナンス事業者	点検を実施する人（業者）、点検結果を報告する人（業者）、ビルの所有者で維持管理を担当する人（業者）をいう。ビルマネジメント事業者を含む。
11	野帳	測量や建設工事の現場で使用される記録用の手帳をいう。

以上

地下埋設物データを活用した都市開発の DX v2.0
技術検証レポート

発行：2025 年 3 月

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

日建設計コンストラクション・マネジメント株式会社