



デジタルツイン実現プロジェクト
実証03 スマートフォンを活用した3Dマップ更新検証
報告書

目次

1. 実証の目的・概要
2. 実証エリアの選定
3. 地上部ベース点群取得
4. 地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳
5. 地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳
6. 上野恩賜公園 参加型実証
7. 東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映
8. AR表示デモ
9. 成果と課題
10. 今後の方向性

1. 実証の目的・概要

実証の背景

変化の早い都市の3Dデータを都民参加で更新するための ツールとしてスマートフォンLiDARの活用可能性を検証

- 様々な自治体で広範囲な3D都市モデルや点群データ（3Dマップ）が整備
- 都市の更新に合わせて、整備した3Dマップについても今後更新が必要
- スマートフォンへのLiDARセンサー搭載により多くの人が3Dスキャンを実施可能に

スマートフォンLiDARを活用した3Dマップ更新検証

都民がスマートフォンを用い3Dマップ更新に参加することで
都民ニーズに合わせて3Dマップを即時・低コストに更新可能

実証の目的・概要

都民参加での効果的な3Dマップ検証の実現に向け 技術検証及びユースケース検討を実施

目的

- 3D都市モデルに付加される地物データについて、建築物データよりも早いサイクルでの更新が予測される
- 将来的に、東京都民等一般の人が参画して更新を行うエコシステムを形成する

実証の概要

将来の点群データ更新エコシステム構築に向け技術検証を実施

- 3D都市モデルへの点群データの重畳により、都市モデルでは表しきれない都市の要素を地図上に表示
- スマートフォンLiDARにより取得した点群で、低コスト性・即時性・応用性（普及媒体の活用）をもってベースの点群データを取得・更新する仕組みを検討

実証の目的・概要

エコシステム構築、都民参加での3Dマップの自律的更新を標榜

今回実証範囲

**短期目標：技術実証
及びエコシステムの具体化**

- 点群取得・更新システムの試行
- 都民参加に向けた点群取得方法論の整理
- エコシステム形成に向けた技術的要件の整理
- ユースケース検討

**中期目標(2030)：
完全なデジタルツイン・エコ
システムの形成**

- 点群取得・更新システムの形成
- ユースケース（フィジカル空間へのフィードバック）
- 点群取得体験価値向上・インセンティブ付与等、更新を促進する仕組みの検討

**長期目標(2040)：
エコシステムの活用による
スマート東京実現**

- 都民参加による、3Dマップの**自律的、かつニーズに合わせた更新の実現**

具体サービス例：

- ・企業がデジタルツイン上における自社広告等の情報を更新
- ・インフラの要修繕箇所、バリアフリー上困難の視覚的収集
- ・バリアフリー上困難の地図上への表示

実証の目的・概要

実証の各フェーズごとの検証・整理内容について洗い出し

実証範囲	検証・整理事項
点群取得・更新システムの試行	【地上：ベース点群】 ・測量プロセス上の留意点（GNSSが乱れやすい環境下でどこに基準点・標定点を設置したか / どのように設置したか） ・データ編集方法（GNSSが乱れやすい環境下で取得したデータをどのように誤差修正したか、ガラスなど取得困難な対象に対する配慮は何か） 【地上・地下：重畳点群、重畳方法】 ・iPhone12を用いて取得・重畳可能な地物の確認（高層ビル群、地下等、エリア特性別毎に検証） ・ベース点群と重畳点群の重畳方法整理 ・使用アプリケーション要件整理 【Web:掲載方法】 ・取得データの変換・レイヤー整理・表示等の方法整理 【全体】 ・各事項に関する現在の技術的ハードル、および将来像の検討
都民参加に向けた点群取得方法論の整理	・iPhoneを用いて都民（点群取得に関する知識のない方）が点群を取得する際のマニュアル・注意事項等整理
エコシステム形成に向けた技術的要件整理	・点群取得体験価値の向上・インセンティブ付与等の、更新を促進する仕組み像検討
ユースケース検討	・現在技術で可能なユースケース / 今後期待されるユースケース整理

実証の目的・概要

実証の目的を踏まえ、対象地物およびユースケースの内容について整理

エリア	対象地物	ユースケース
地上屋外 エリア	・ 樹木 ・ 段差、階段 ・ 広告・看板・自動販売機	・ 都市モデル上の（即時・低コストな）地物取得・表示・付加の検証 ・ ARによる時間変化表示（「ない」状態から「ある」状態へ）
地下建物内 エリア	・ 広告 ・ サイン、点字ブロック ・ だれでもトイレ	・ 駅内に設置されている可動地物、テクスチャの3Dモデル上への反映 ・ 駅構内のバリアフリー化状況を取得、3Dモデル上で検討 ・ だれでもトイレの設備詳細を3Dモデル上で事前に確認

2. 実証エリアの選定

実証エリアの選定

フィールド特性および各種施策を踏まえ西新宿を対象エリアに選定

実証エリア

西新宿地区

対象エリア の選定理由

多様なステークホルダー・都民が集積しデジタルツイン推進コミュニティの構築に期待

- 西新宿は不動産関係者等多様なステークホルダーやワーカーを中心とした多様な来訪者が訪れるまちでありデジタルツイン推進コミュニティの核として期待される

スマート東京の先行実施エリアとして、他取組との連携が期待

- 西新宿は「スマート東京」の先行実施エリアにあたる。Tokyo Data Highway等「西新宿スマートシティプロジェクト」との連携、その他都庁周辺における多様な取組との連携等が期待される

様々な地物 / 地理的特性を持つエリアが存在するほか、昨年度実証内容の成果である大江戸線都庁前駅点群データを活用可能

- 高層ビル群、地下等の様々な地理的特性を持つエリアがあり、GPS性能検証に適當
- 看板・植栽・段差等様々な地物を取得可能
- 昨年度実証内容の成果である大江戸線都庁前駅点群データを活用可能

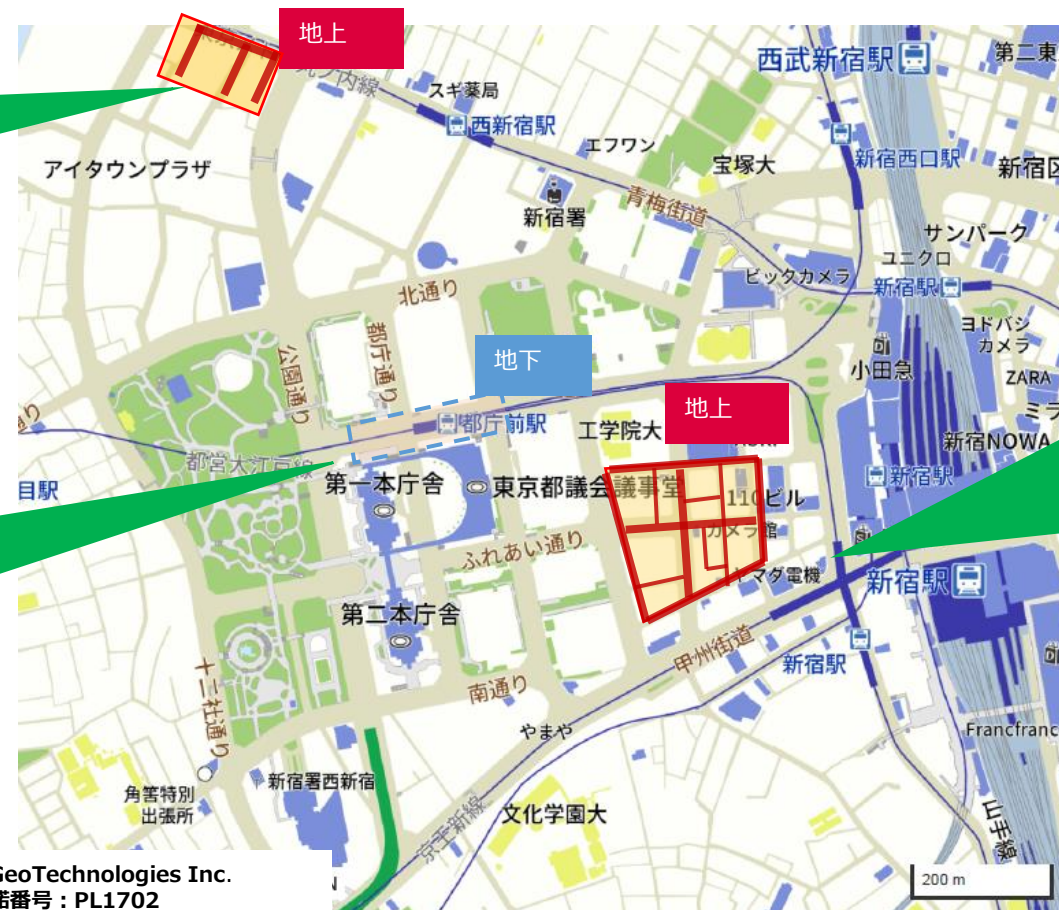
実証エリアの選定

エリア内点群取得場所及び取得予定地物を検討

- スマートフォンによる点群取得・更新は低コスト性・即時性・応用性（普及媒体の活用）に特徴
- 上記3つが有効に働く地物として、点群重畳・Terria上表示やAR表示により時間変化を示すことができる地物（植込・看板等）、詳細の確認が必要な地物（バリアフリー関係地物等）、ベース点群が欠損している箇所等を取得する
- 上記地物が多く含まれるエリアとして、下図に示すエリアを実証エリアとして選定

【地上】
西新宿三井ビル周辺
（階段、縁石、植込）

【地下】
大江戸線都庁前駅
（広告、点字ブロック、
だれでもトイレ）



【地上】
新宿駅西口電気街周辺
（自動販売機、看板、
縁石、植込、路面）

3. 地上部ベース点群取得

地上部ベース点群取得

点群重畳・3Dビューア表示を踏まえベース点群データフォーマットを検討

- 携帯電話用のLiDARで取得した点群データとの重畳、3Dビューア（Terria）への表示を踏まえ、ベース点群のデータフォーマット等を協議し以下のとおり決定
 - ①フォーマット：LAS形式
 - ②測地系：JGD2011
 - ③座標系：平面直角座標
 - ④高さ：標高
 - ⑤単位：メートル
 - ⑥ジオイドモデル：日本のジオイド2011
 - ⑦準拠楕円体：GRS80

地上部ベース点群取得

ベース点群取得の作業計画を実施

- 実証のうちベース点群取得にかかる作業計画を検討・実施。

作業内容・機材	作業者	作業日時
基準点選定及び観測 機材：トータルステーション	6名 取得者2名、補助者1名、 ガードマン1名、全体統括2名	8/31・9/1（火・水） 日中 ※昼間作業とした理由は、基準点計測は短時間となり、歩行者・商店に影響を及ぼさないことから昼間作業で実施可能と判断したため。
標定点の設置・観測、 点群取得 機材：GLS-2000	8名 取得者4名、補助者1名、 ガードマン1名、全体統括2名	9/6～8（月～水） 夜間 ※夜間作業とした理由は、昼間作業の場合、本件の点群取得エリアでは歩行者・車両が数多く写り込み、点群データにオクルージョン処理が増加することや精度の低下が懸念されたため。



GLS-2000 ミドルタイプ及びロングタイプ
（右図：レーザースキャナー、
左図：ターゲット板）

- 大きさ：23 × 29 × 41cm
（本体のみ、脚除く）
- 重量：10kg

ベース点群取得 スケジュール		
8/31（火）・9/1（水）	日中	基準点測量
9/6（月）・7（火）	夜間	標定点の設置・観測、点群測量
～6週間半程度		クリーニング作業、精度検証

地上部ベース点群取得

ベース点群の取得 作業① 基準点計測

- 地上エリアで計測作業を実施した。
- 作業は、安全対策・新型コロナ感染対策に留意の上実施した。



基準点選定及び測量



選定した基準点

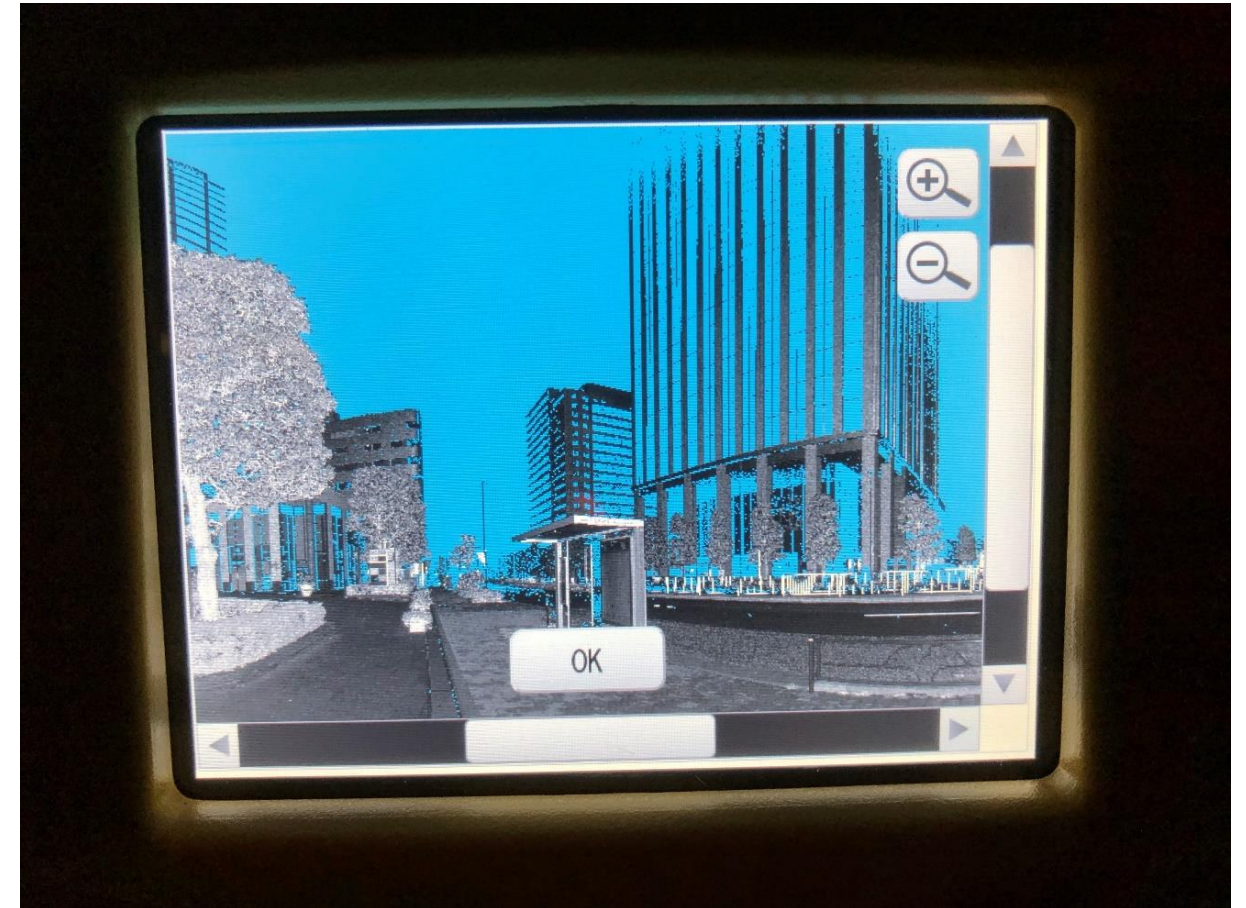
地上部ベース点群取得

ベース点群の取得 作業② 点群取得

- 地上エリアで計測作業を実施した。
- 作業は、安全対策・新型コロナ感染対策に留意の上実施した。



点群取得実施風景



取得結果

地上部ベース点群取得

複数の計測方法間で基準点計測のデータ精度を比較検証

- 今回実証ではGNSSが乱れやすい環境下において点群取得を実施したことを鑑み、以下の通りデータの精査及び精度検証を行った。
- 基準点計測の実施に当たり、「トータルステーションを用いて与点（街区基準点（国土交通省））から新点を計測し、新点に座標を付与する計測方法」（以下、トータルステーションを用いた計測方法）の比較対象として、「ネットワーク型RTK法のVRS方式による計測」（以下、VRS-RTK計測）を実施し、その結果からVRS-RTK計測が実施方法として不適であることを確認した。
- そのうえで、トータルステーションを用いた計測方法により、点群データに付与された座標（X座標、Y座標）の精度を確認するため、当該座標の値（平面直角座標）を国土地理院の「緯度、経度への換算」ソフトに入力し、表示される場所に差異が発生していない（=精度上問題ない）ことを確認した。
 - 【ネットワーク型RTK法のVRS方式による計測結果】
 - 西新宿三井ビル周辺では10地点、新宿駅西口電気街周辺においては13地点を計測した。マルチパスなどを考慮し、各地点1回の計測に観測時間を3分以上設け（本来、RTK法の観測時間は10秒など極めて短い。）、加えて点検のために1地点につき2回計測を行った。
 - 結果、Fix解を得られたのは各計測エリアで1地点ずつであり、その他の地点では、Float解の座標しか得られなかった。また、Float解の座標の「3D CQ」の値（値が小さいほど、座標の誤差が小さいことを示す。）を確認しても数値が大きく、座標としての精度が低いことが分かる。以上の結果から、本件のような高層ビルが密集している地区における基準点計測の実施には、VRS-RTK計測では、不適であることを確認した。

地上部ベース点群取得

点群データに付与された座標の精度について問題がないことを確認

- GNSSが乱れやすい環境下において実施したことを鑑み、点群データに付与された座標の確認を行った。
- 計測エリア①では4地点、計測エリア②では5地点の座標を点群データから抽出した。各座標の値を、国土地理院の「緯度、経度への換算」ソフトを使用して、座標が示す位置を地図上で確認し、位置に差異が発生していないかを確認した。
- 結果として、各座標の位置に大きな差異はなく、点群データに付与された座標は、正確に計測されているものであると判断した。



点群座標確認（上） / 詳細（下）

緯度、経度への換算

トップページ 操作方法 計算式 お問い合わせ

入力値

1点毎の計算 一括計算

座標値の入力方法 ☒ 数値入力 ☐ 地図上で選択

測地系

平面直角座標系

座標値の入力

X座標 m

Y座標 m

計算実行

計算結果

入力値

測地系

平面直角座標系

平面直角座標 X座標

Y座標

出力値

緯度・経度 緯度

経度

真北方向角

縮尺係数

入力値

地図は世界測地系であり、日本測地系に対応していません。日本測地系（Bessel楕円体）を選択した場合、「地図上で選択」して入力したり、「地図上で確認」機能を使用して正しい結果とならないのでご注意ください。

国土地理院 (C) 2013- Geospatial Information Authority of Japan. All rights reserved.

座標の地図上での位置確認

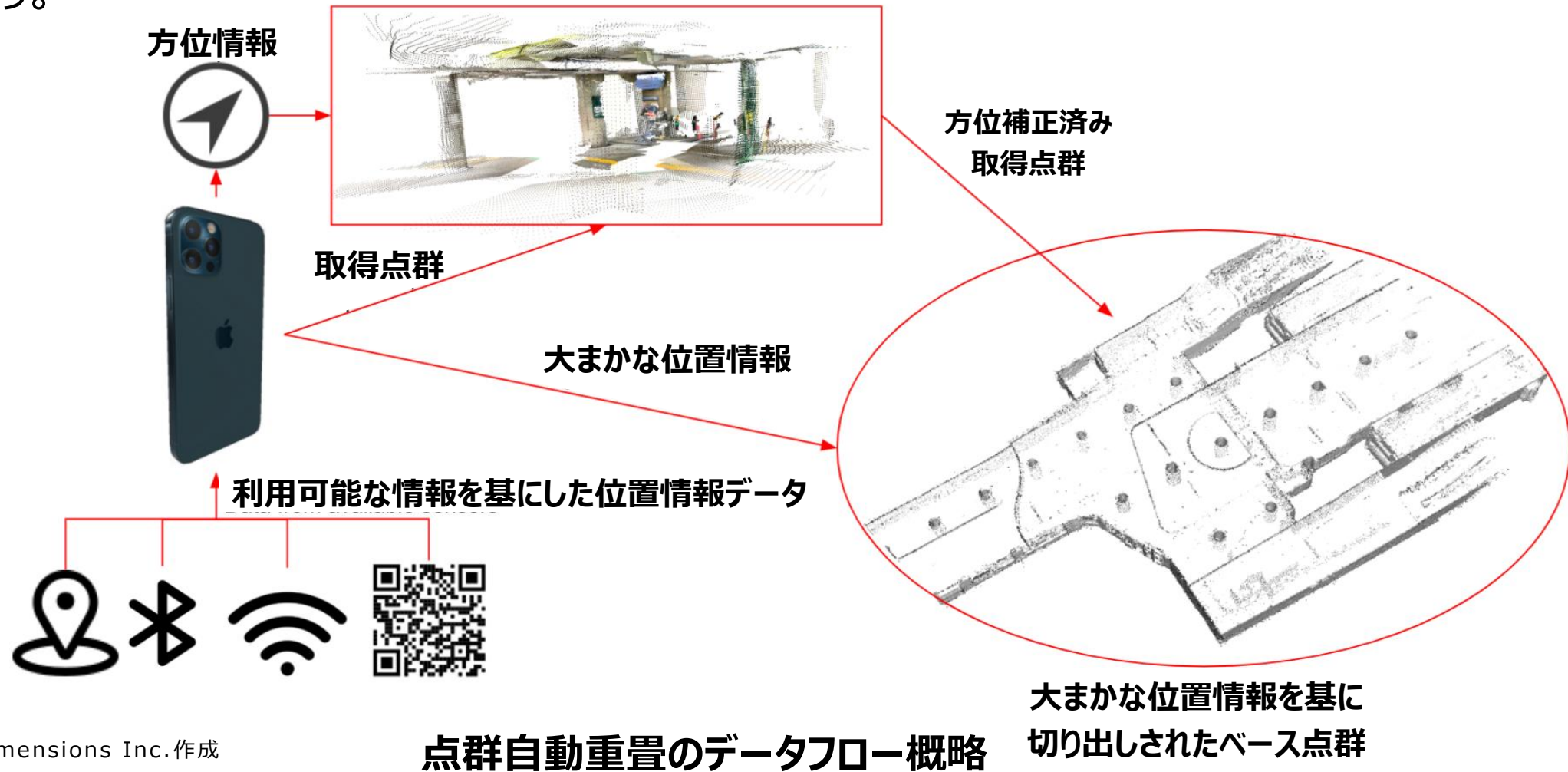
4. 地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

4. 1 スマートフォンLiDARの性能及びデータ仕様の検証

スマートフォンLiDARの性能及びデータ仕様の検証

自動重畳技術・データフローについて開発・検証

- Symmetry Dimensions Inc.において、既存保有技術をベースに、点群の自動重畳システムを開発。
- 取得した点群の形状、スマートフォンのGPS座標、コンパス（方位情報）を用いて、ベース点群への自動重畳を行う。



スマートフォンLiDARの性能及びデータ仕様の検証

【備考】実証で用いた自動重畳システムの特性は以下のとおり

- スマートフォンLiDAR点群をベース点群に自動重畳するにあたっては、取得したい地物だけでなく、周辺の壁・柱などその場所の形の特徴点が取得されていることが望ましい。
- また、GPS・方位情報も重畳に用いるため、取得することが望ましい。



自動重畳が容易な点群の例（特徴点の多い）



コンパスの値によって正しくない角に自動重畳される例

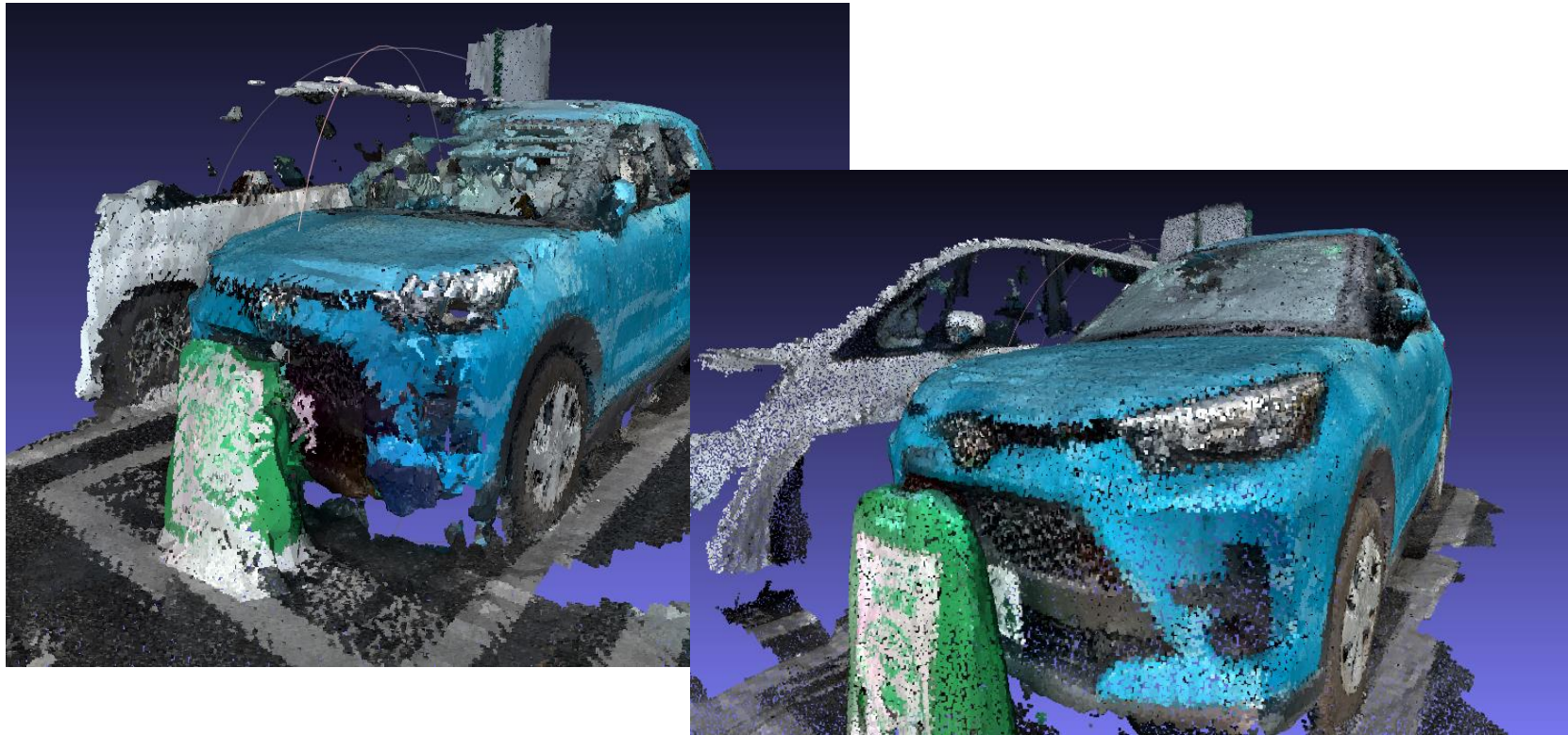


自動重畳がうまくいかない例（特徴点が少ない）

スマートフォンLiDARの性能及びデータ仕様の検証

スマートフォン取得点群の品質及びアプリケーションの出力品質を検証

- iPhone12 pro、既存アプリ複数を用いて点群取得を試行。
自動重畳および3Dビューア表示に必要な点密度を確保できることを確認した。
- アプリケーション上で2種類の品質で点群を取得・比較し、精度の違いが「平面の起伏」や「柱などのエッジ部分」に現れることを確認した。



車、被写体距離1m（左上） / 0.3m(右下)、出力品質High

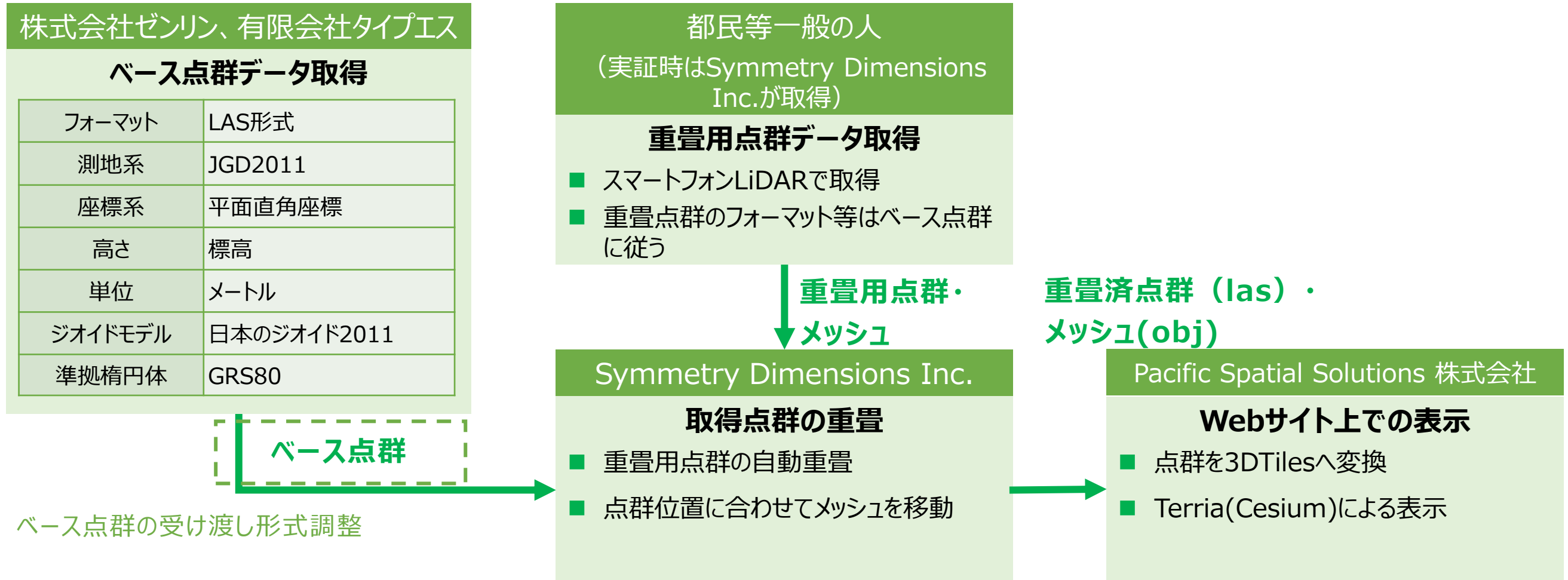


看板、被写体距離0.5～1m、出力品質High

スマートフォンLiDARの性能及びデータ仕様の検証

データ取得からweb上表示までの流れ及びフォーマットを整理

- データを取得し、Webサイト上で3Dビューアに表示するまでのフローを整理した。
- データフォーマットについても整理の上、重畳用点群のフォーマットはベース点群に従うこととした。
- 各点群はFMEを用いて3D Tiles形式に変換し、Terria上に表示する。



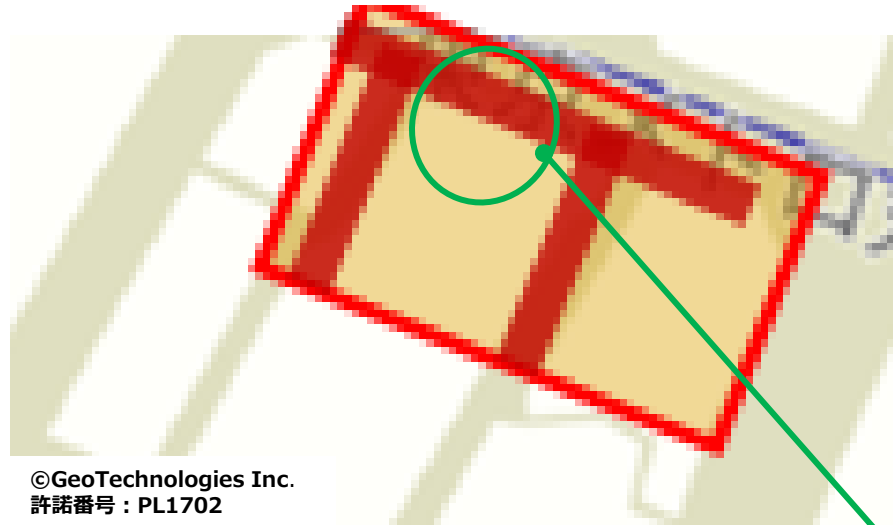
4. 地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

4. 2 地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

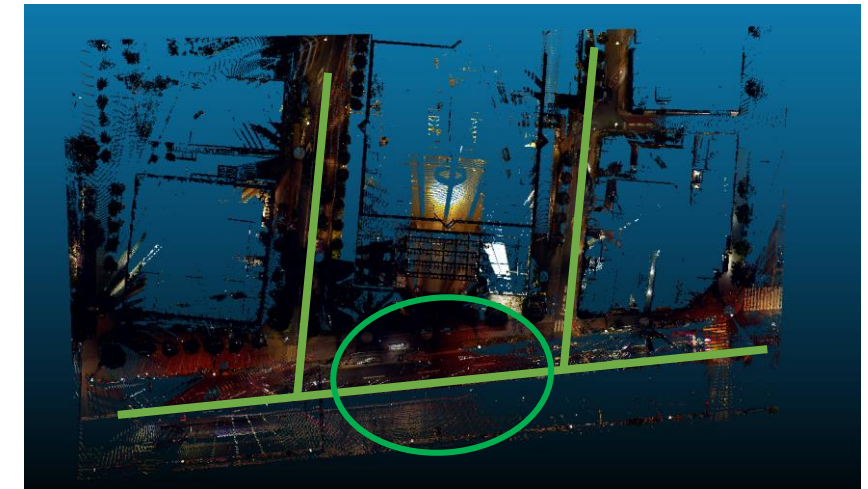
地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

西新宿三井ビル周辺エリアの撮影地物詳細を整理

- 西新宿三井ビル周辺エリアで、計画を踏まえ「ベース点群の補完」の観点から階段・段差、縁石を撮影。

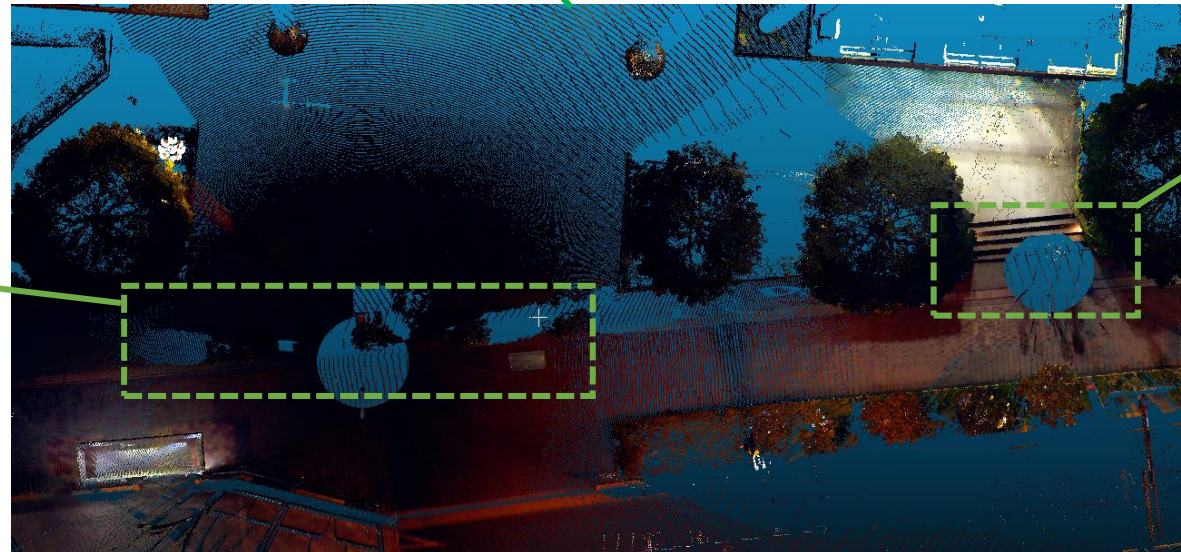


©GeoTechnologies Inc.
許諾番号：PL1702



西新宿三井ビル周辺エリアベース点群

縁石



階段

撮影実施エリア拡大図

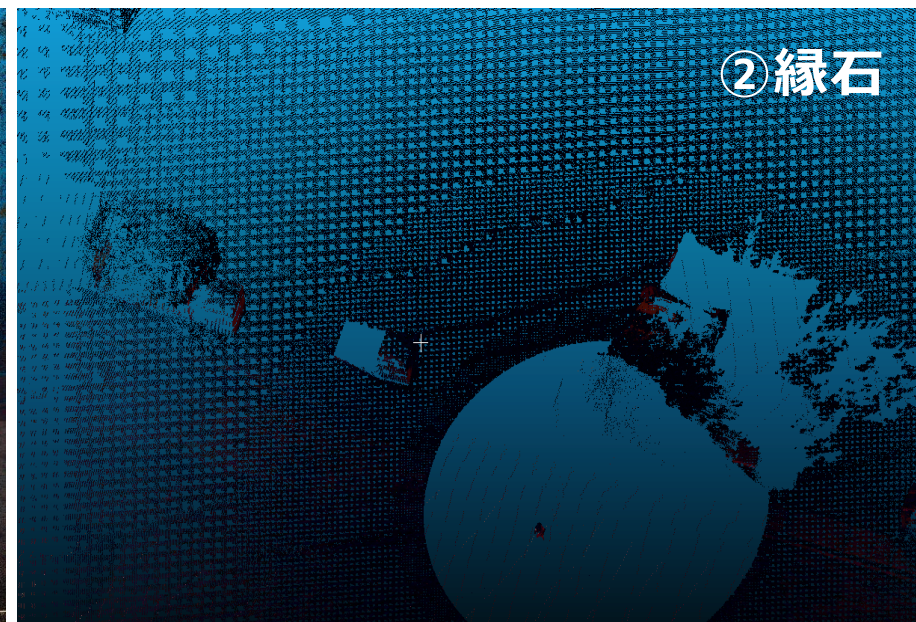
※画像はノイズ消去前のベース点群データ

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

西新宿三井ビル周辺エリアの撮影地物詳細を整理

- 西新宿三井ビル周辺エリアで、計画を踏まえ「ベース点群の補完」の観点から階段・段差、縁石を撮影。

撮影対象地物	ユースケース詳細
階段・段差	■ 機材設置の影響で階段の一部が欠損しており、点群重畳による補完の様子が確認可能
縁石・植込	■ 機材付近の縁石・植え込み・周辺地面は上手くベース点群が取得されていないため、重畳点群による補完に適していると想定



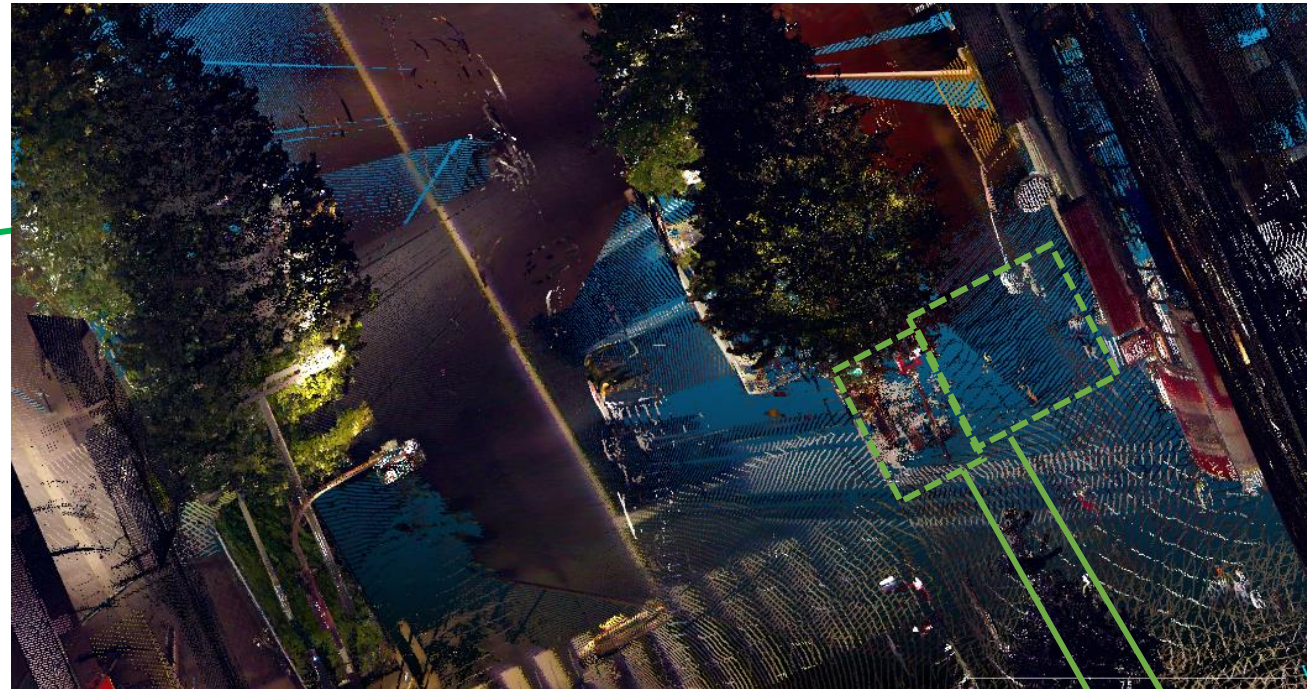
※画像はノイズ消去前のベース点群データ

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

新宿駅西口電気街エリアで撮影した地物は以下のとおり

- 新宿駅西口電気街エリアでの撮影について、「ベース点群の補完」の観点から
走行駐車両、歩行者、取得機材等の影響で欠損した歩道路路面、植木、段差等を撮影。

©GeoTechnologies Inc.
許諾番号：PL1702



新宿駅西口電気街エリアベース点群

歩道路路面
縁石・植込

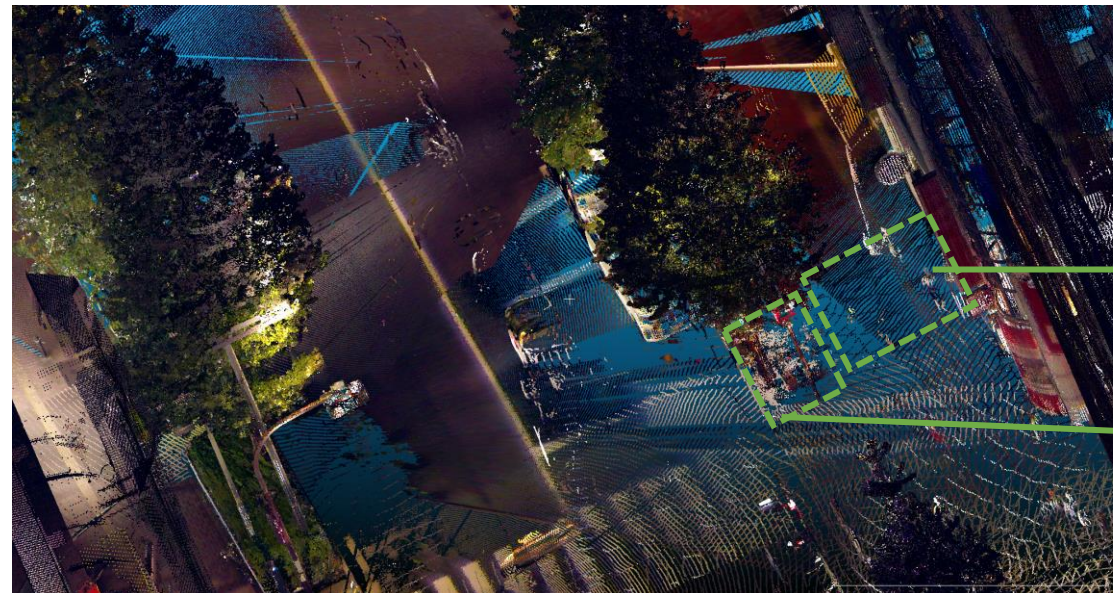
※画像はノイズ消去前のベース点群データ

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

新宿駅西口電気街エリアで撮影した地物は以下のとおり

- 新宿駅西口電気街エリアでの撮影について、「ベース点群の**補完**」の観点から
走行駐車両、歩行者、取得機材等の影響で**欠損した歩道路面、植木、段差等**を撮影。

撮影対象地物	ユースケース詳細
歩道路面	■ 歩行者、走行駐車両の影響で階段の一部が欠損しており、点群重畳により補完可能
縁石・植込	■ 機材付近の縁石・植え込み・周辺地面は上手くベース点群が取得されていないため、重畳点群による補完に適していると想定



歩道路面

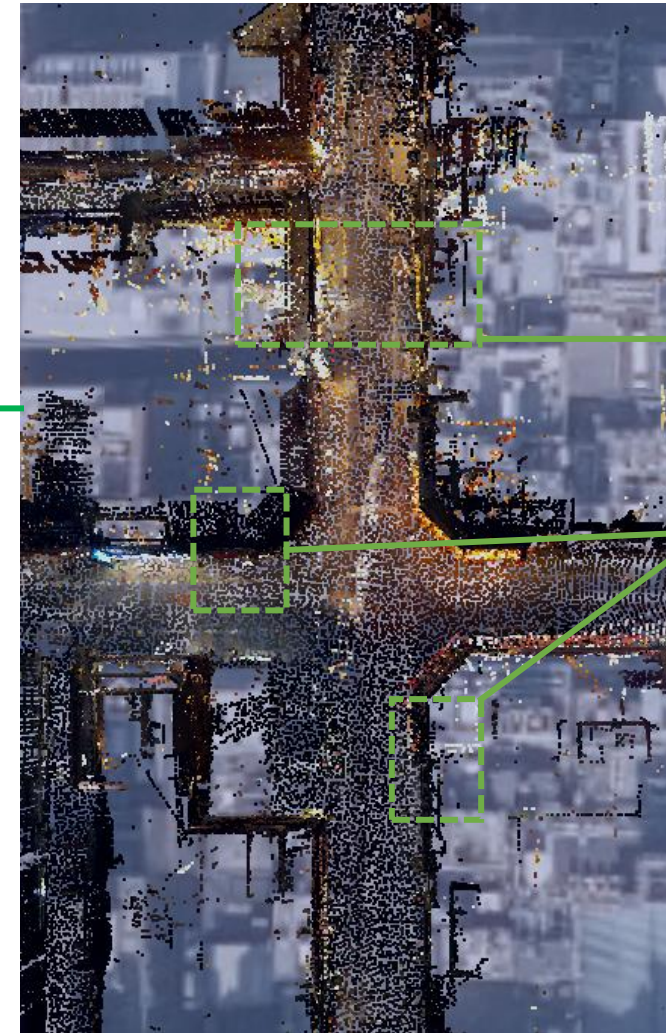
縁石・植込

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

新宿駅西口電気街エリアの撮影エリア詳細を整理

- 新宿駅西口電気街エリア②では、「ベース点群の**更新・追加**」の観点から自動販売機、店舗看板を撮影。

©GeoTechnologies Inc.
許諾番号：PL1702



店舗看板

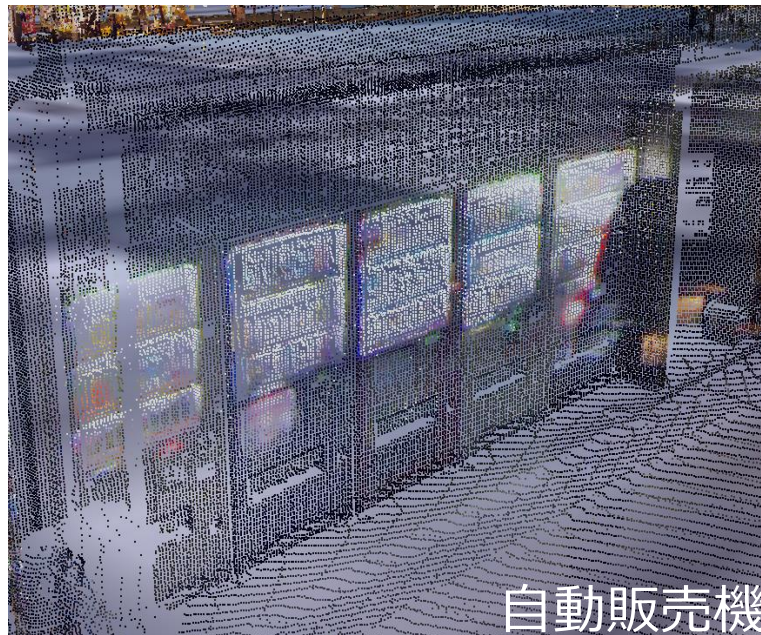
自動販売機

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

新宿駅西口電気街エリアの撮影エリア詳細を整理

- 新宿駅西口電気街エリア②では、「ベース点群の**更新・追加**」の観点から自動販売機、店舗看板を撮影。

撮影対象地物	ユースケース詳細
自動販売機	■ 時期によって商品のラインナップが変わるため、重畳点群による更新が可能
店舗看板	■ 夜間のベース点群撮影時には存在しなかった飲食店等の看板を重畳点群により追加が可能



※画像はノイズ消去前のベース点群データ

地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

地上エリアでの点群取得作業を実施

- 動画撮影と同様に、スマートフォンをかざすことで点群が取得できる。
- 取得作業中は同伴者が作業中表示を行い、プライバシーや安全性の観点から考慮の上実施した。



階段を撮影している様子



自動販売機を撮影している様子

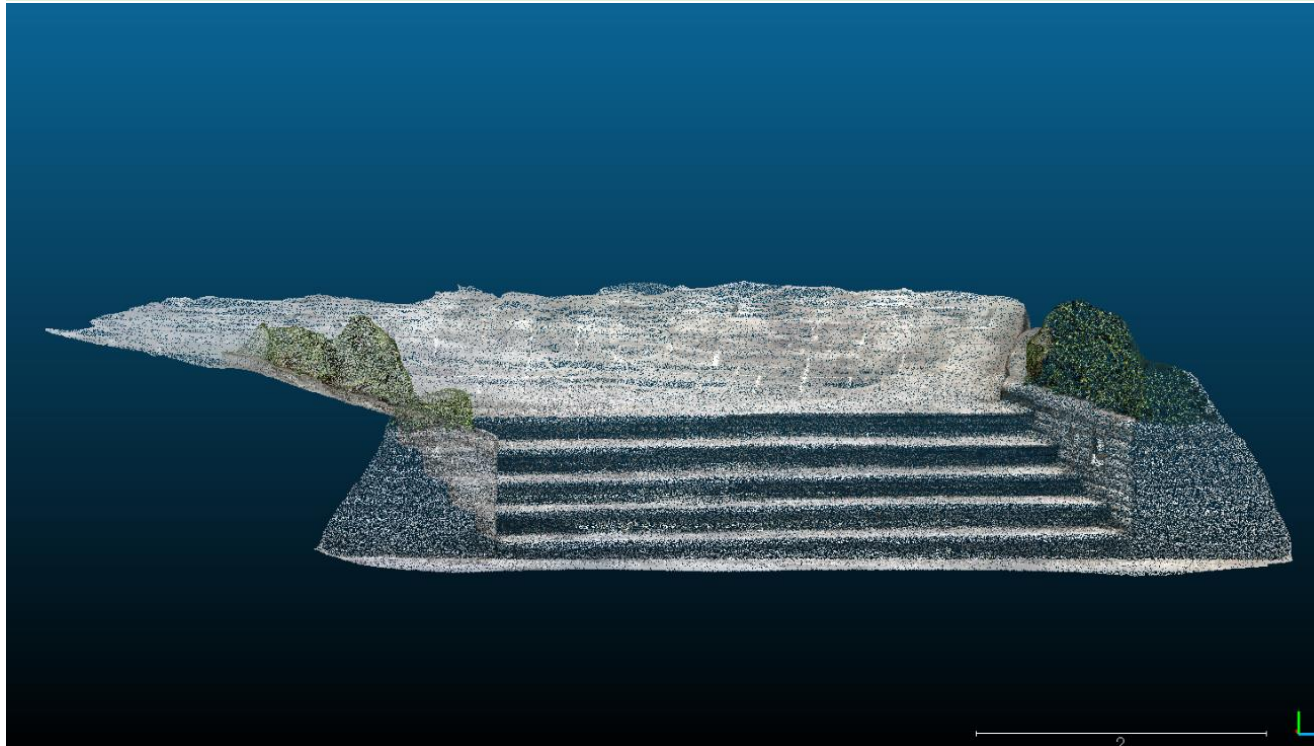
地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

自動重畳に成功しユースケースを示す点群を地上実証成果として公開

- 公開データ内に存在する地物は以下の通り。
- 自動重畳に成功し、かつユースケースを示すものを公開。

西新宿三井ビル周辺 階段エリア

■ 階段



西新宿三井ビル周辺 縁石・植込エリア

■ 縁石・植込



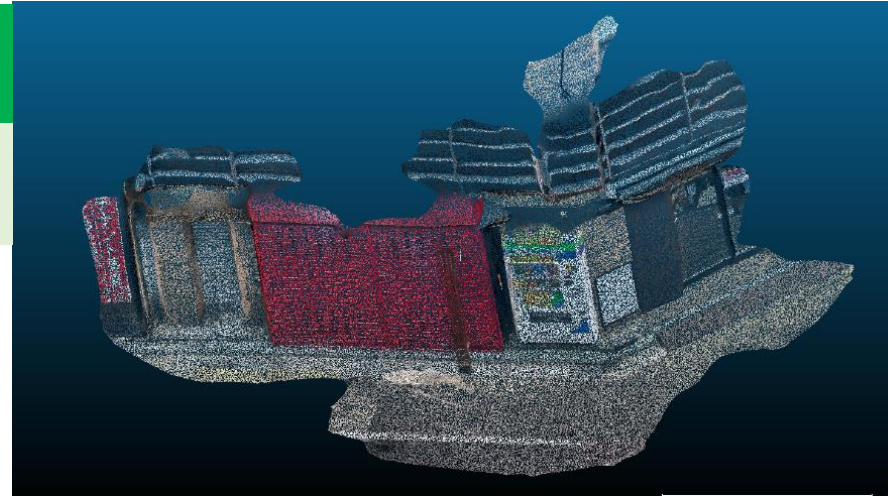
地上部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

自動重畳に成功しユースケースを示す点群を地上実証成果として公開

- 公開データ内に存在する地物は以下の通り。
- 自動重畳に成功し、かつユースケースを示すものを公開。

新宿駅西口電気街周辺 自動販売機

- 自動販売機



新宿駅西口電気街周辺 大通り

- 店舗看板
- 歩道路面



5. 地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

都庁前駅実証の撮影範囲を選定

- 取得予定地物を踏まえ下図の緑線で囲まれた範囲を撮影。



: 撮影範囲

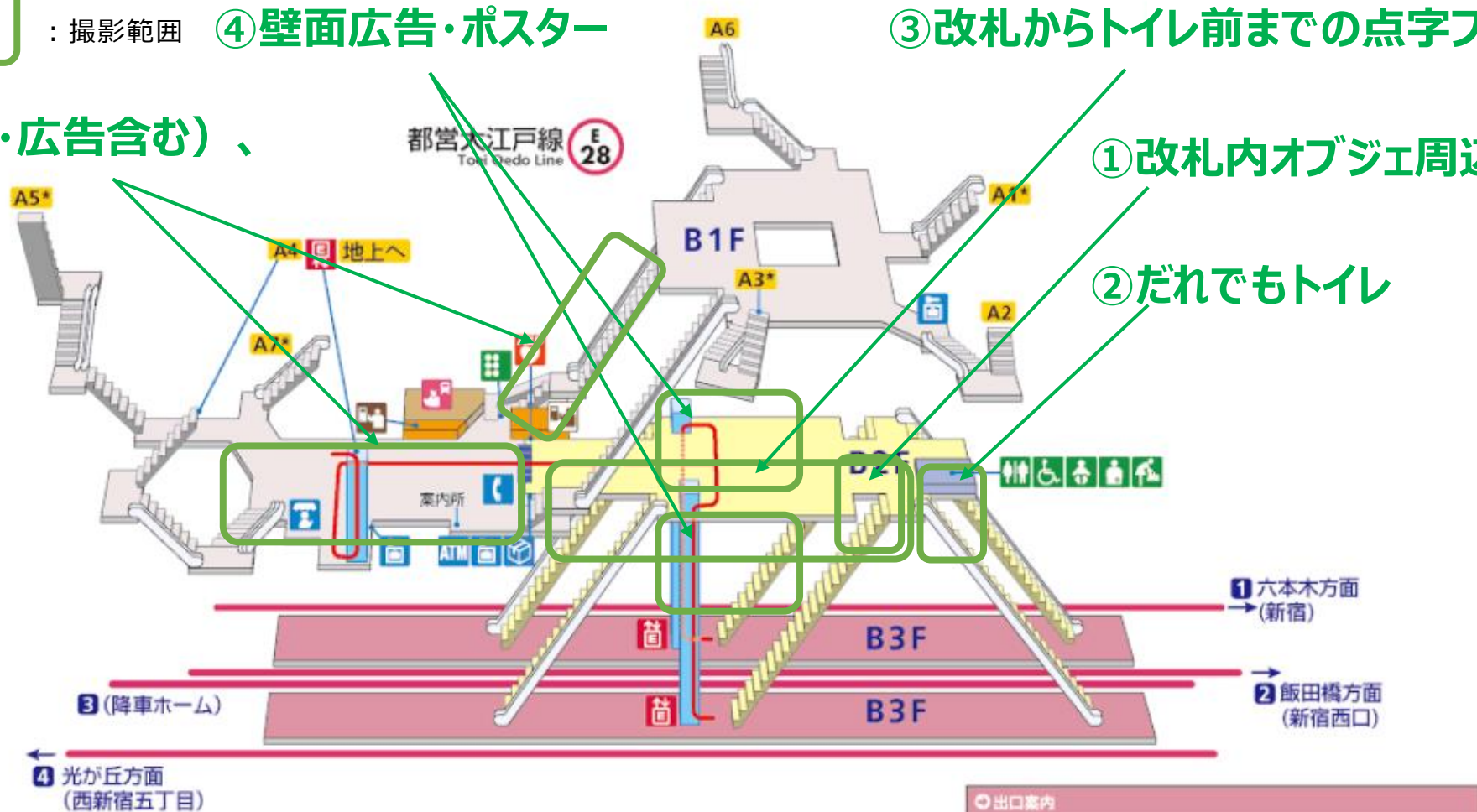
④ 壁面広告・ポスター

③ 改札からトイレ前までの点字ブロック

① 改札内オブジェ周辺

② だれでもトイレ

⑤ 改札外壁面（券売機・広告含む）、
階段、スロープ



地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

地下エリアでの点群取得作業を実施

- プライバシーや安全性の観点から、駅の利用客のない深夜帯に作業を実施した。



点字ブロックを撮影している様子



多機能トイレ及び周辺を撮影している様子

地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

都庁前駅実証の地物について点群・メッシュを取得

- 都庁前駅エリアにて以下の地物を中心に撮影作業を実施した。
- 物体の鏡面部分は取得が困難であった。

撮影対象	点群取得状況	備考
改札内オブジェ	×	・ 鏡面が多く取得できなかったため、点群取得が難しい条件として整理。
トイレ (だれでもトイレを含む)	○	・ 鏡面部分は欠けが発生。
改札からトイレまでの 点字ブロック	○	・ 問題無く取得。
改札外点字ブロックの一部	○	
企業広告・ポスター等	○	
改札外壁面	○	
階段・スロープ	○	

地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

自動重畳に成功しユースケースを示す点群を地下実証成果として公開

- 公開データ内に存在する地物は以下の通り。
- 自動重畳に成功し、かつユースケースを示すものを公開。ただし「だれでもトイレ」のみ、ベース点群が存在しないため、手動重畳を実施。

地下2階 だれでもトイレ (男性トイレ側)

- だれでもトイレ内
設備

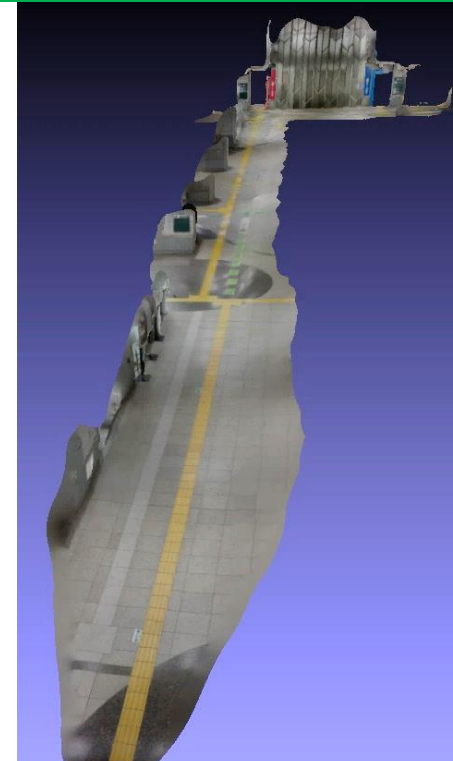


地下2階 だれでもトイレ (女性トイレ側)

- だれでもトイレ内
設備



地下2階 改札内点字ブロック



- 改札からトイレまでの点字ブロック

地下部スマートフォンLiDAR点群取得・重畳

自動重畳に成功しユースケースを示す点群を地下実証成果として公開

- 公開データ内に存在する地物は以下の通り。
- 自動重畳に成功し、かつユースケースを示すものを公開。

地下2階 階段エリア

- 階段



地下2階 スロープエリア

- スロープ
- 改札外壁面



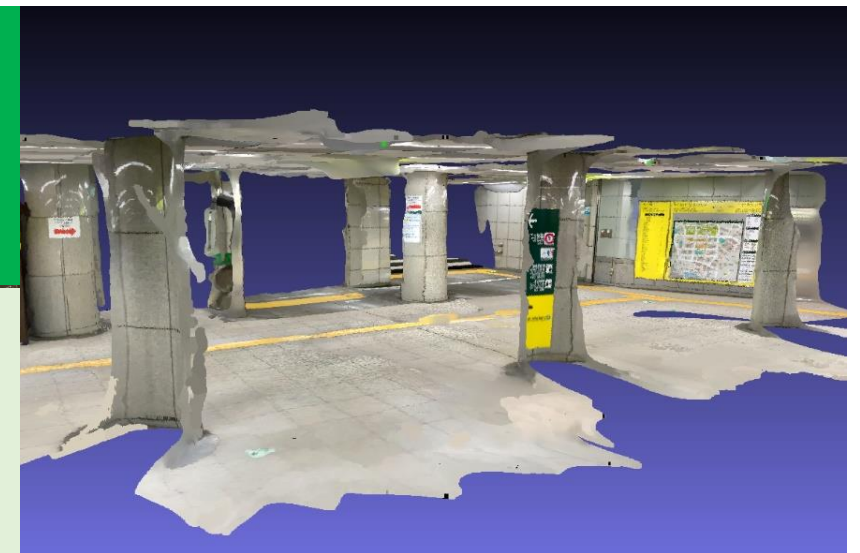
地下2階 券売機前エリア

- 券売機
- ポスター



地下2階 改札外 点字ブロック

- 壁面地図
- 改札外点字ブロック



6. 上野恩賜公園 参加型実証

上野恩賜公園 参加型実証

参加型実証の目的と概要を整理

- 東京藝大と連携し、上野恩賜公園において参加型実証を実施。
- 目的、コンセプト、詳細内容は下記の通り。

項目	内容
目的	① <u>多様な方がデジタルツインを意識し参加する場を創出</u>する。 ② <u>スマートフォンLiDARによる点群取得の実践</u>を行い、実証03において整理した点群取得ノウハウをブラッシュアップする。
実施内容	■ 「時間的な変化をする地物」を点群撮影しアーカイブする。…目的① ■ 点群取得に<u>慣れていない方に点群重畳・更新を体験</u>してもらう。 …目的② ■ 取組を主催者・参加者にて<u>SNSに発信</u>することでデジタルツイン事業の普及啓発を図る。 …目的①
実施詳細	① 参加者がスマートフォンLiDARを利用して、上野恩賜公園にある広告看板や地物等を撮影し点群取得する。 ② 取得された点群をベース点群に重畳し、3Dビューア上にデジタル保存する。

上野恩賜公園 参加型実証

参加型実証の範囲及び撮影する地物を検討

- 東京藝大および関連部局と協議の上、上野恩賜公園点群のうち、大噴水周辺点群、交番前点群を3Dビューアに表示するベース点群と決定。
- ベース点群範囲を踏まえ、実証時に撮影する意義のある地物を選定。

【参考：藝大で取得しているベース点群ステータス】

- 網羅性が高く、細かい地物を含めて表現されている。
- 今後東京藝大等による補完・更新が見込まれている。



ビューアに表示した上野恩賜公園ベース点群

撮影対象地物	上野の杜実証で撮影する意義
①看板等の更新	■ <u>期間限定展示の広告など更新頻度が高いものを撮影し更新する。</u>
②設備等の3Dビューア上での表示・確認	■ <u>3Dマップ上において確認することができると便利</u> な地物を取得・表示する。
③ベース点群の補完	■ <u>視点が高い（人の身長以上）の点群取得機材では取得が困難となる部分</u> 等について、スマートフォンLiDARにより点群を取得し補完する。

上野恩賜公園 参加型実証

撮影地物の検討① 情報の更新

- 大噴水広場周辺等、看板のあるエリアについて、スマートフォンLiDARスキャンによって最新の看板内容を取得し、差し替えや、可読性向上の取組を行う。

取得物	看板
範囲	50m ² 前後（スポット取得）
時間	30分弱



案内看板・地上地図等



点群のみだと
看板の可読性が不十分

上野恩賜公園 参加型実証

撮影地物の検討② 参加者による検討・自由取得

- 公園内の「詳細情報を3Dビューアで確認できると便利なもの / 楽しいもの」「ベース点群データに足りないもの」を参加者が **1人1種類検討・選定**し、点群 / メッシュを取得。
- 参加者は事前に3Dビューア等を確認し取得物を検討。
- 取得地物は3Dビューアに重畳し、バーチャル空間上で地物の詳細状況が確認できるようにする。

取得物	地面や植物等
範囲	20m ² 程度
時間	30分強



地物例：トイレ周辺状況 / だれでもトイレ（大きいため難易度高）



地物例：ゴミ箱等



例：ベース点群の点が欠損している箇所
※うち、今後の作業で補完が難しい部分

上野恩賜公園 参加型実証

実証で参加者が使用するアプリ及びデータの集め方を検討

- 参加者に利用してもらうアプリとアプリからデータを収集する方法を以下の通り検討。

使用アプリ

- Scaniverse（無料で様々なデータ形式にエクスポート可能）
※所持している場合、Polycam等他アプリの利用も可能とした
- 提出するデータのフォーマット：obj（メッシュ） / ply・las（点群）

データ収集方法：事務局が用意するDropboxへのアップロード

- 取得したデータをその場で共有可能な方法として上記データ収集方法を選定した。
 1. 参加者は事前にDropboxアカウントを作成し、事務局にメールアドレスを伝える。
 2. 事務局は集めたメールアドレスをオーナーのDropboxへ招待する。
 3. 当日、参加者は取得した点群をアプリからDropboxに格納する。

上野恩賜公園 参加型実証

参加型実証により、多主体を巻き込んだデジタルツイン実践の場を創出

- 実証を実施し、以下の成果を得た。
 - 東京藝大と連携しての事業実施
 - 都民等一般の方がデジタルツインを意識し参加する場を創出
 - 未経験者による点群取得の実践（有識者による指導を基に、ノウハウをブラッシュアップ）



参加型実証風景

上野恩賜公園 参加型実証

参加型実証で取得した点群・メッシュを重畳（看板）

- 重畳し3Dビューアに表示した看板点群・メッシュは以下。実施成果はSketchfabでも公開。



青山学院大学 古橋先生



東京藝術大学学生 ホウシトウ様



岩間様

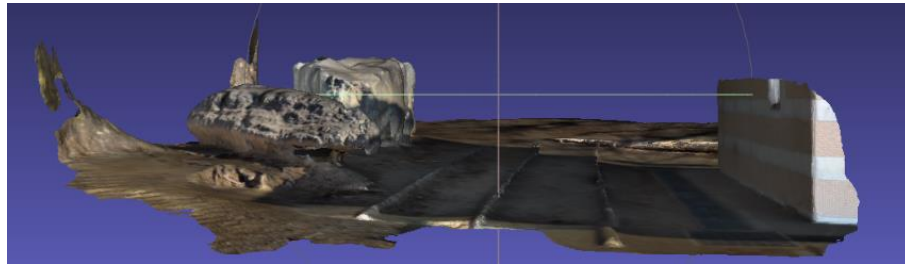


株式会社ホロラボ 伊藤様

上野恩賜公園 参加型実証

参加型実証で取得した点群・メッシュを重畳（自由取得）

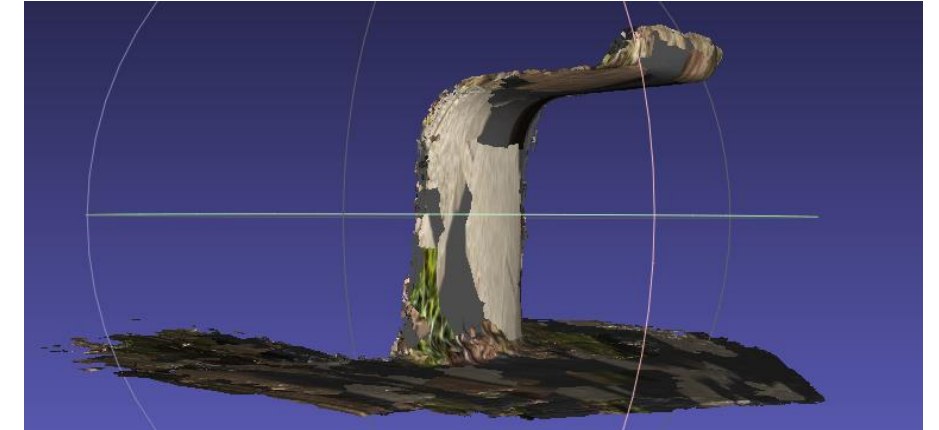
- 重畳し3Dビューアに表示した自由取得点群・メッシュは以下。実施成果はSketchfabでも公開。



岩間様 トイレ裏段差



東京藝術大学学生 ホウシトウ様
災害時給水ステーション



東京藝術大学 秋田先生
水飲み場裏



デジタルサービス局担当者
噴水周辺段差



青山学院大学 古橋先生
トイレ外観



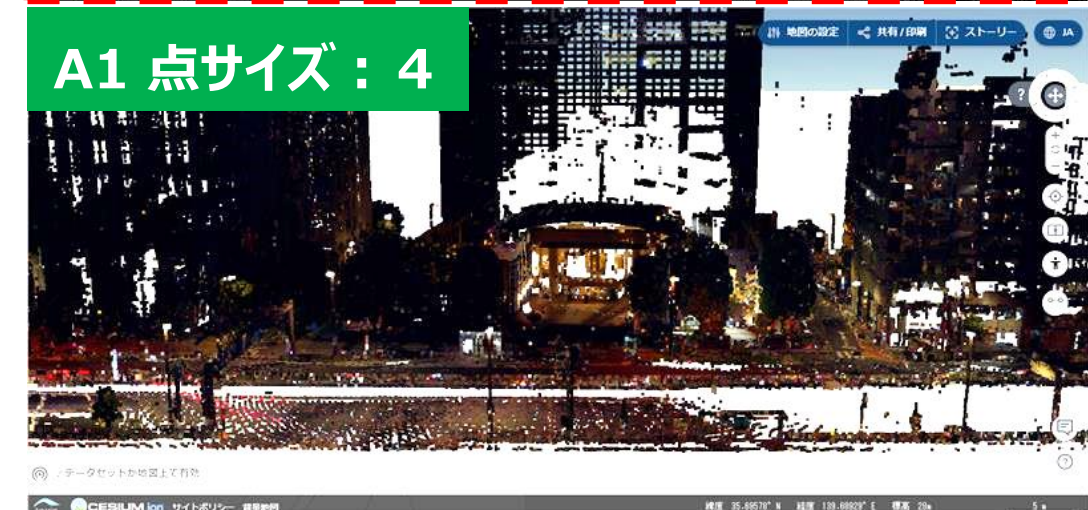
株式会社ホロラボ 伊藤様
コインロッカー

7. 東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映

東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映

地上ベース点群の3Dビューア上表示

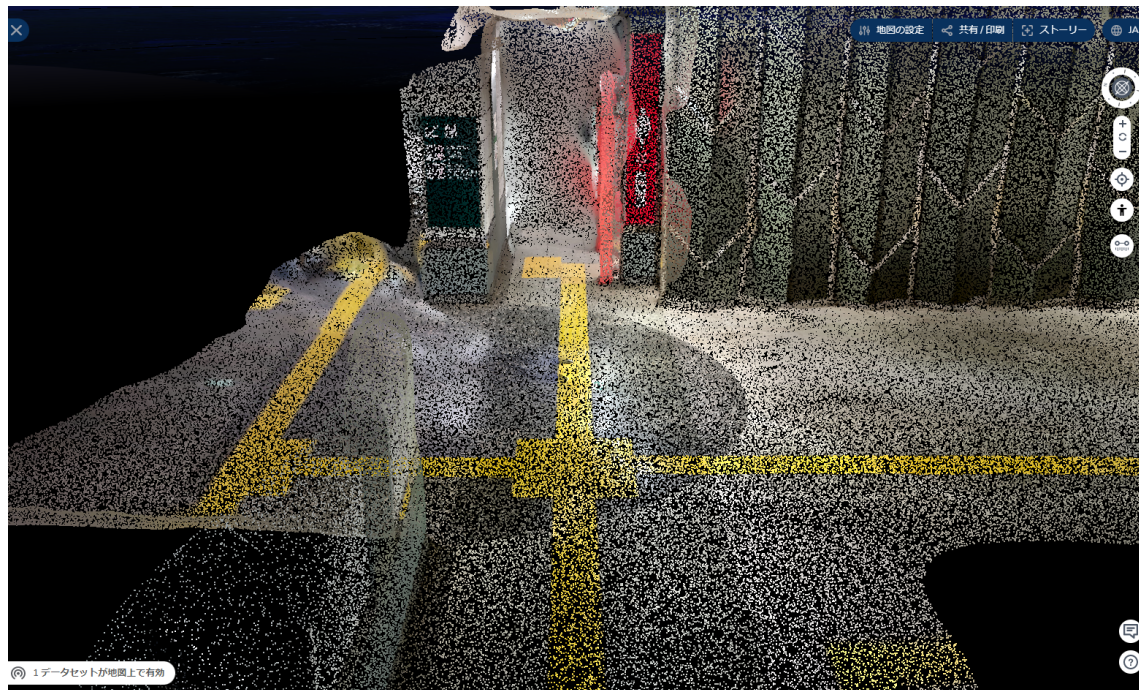
- 地上ベース点群について、いくつかの点サイズで3Dビューア上表示を試行。
見やすさと描画パフォーマンスのバランスが良い「点サイズ：2」にて公開する方針とした。
注）3Dビューア(Terria)上の描画パフォーマンスは点サイズが小さいほど良い。



東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映

スマートフォンで取得した点群・メッシュを3Dビューア上に表示

- 地上・地下スマートフォンLiDAR点群及びメッシュについて3Dビューア上に表示した。
- 詳細なテクスチャの確認においては、点群データよりも、同時に生成可能なメッシュデータが適していることを確認した。
- ただし、メッシュ表示は、データ変換方法や受光設定等において、用途に応じた調整が必要となる。



Terria上での点群表示



Terria上でのメッシュ表示
(ホーム階行き階段のサイン等がより鮮明に確認可能)

東京都デジタルツイン3Dビューアへの反映

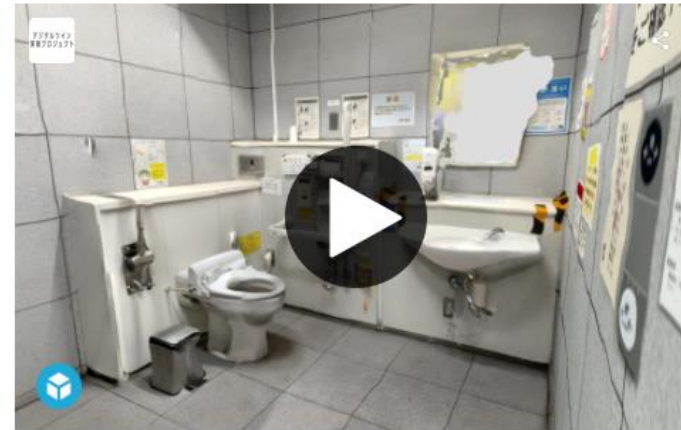
だれでもトイレ内観のメッシュデータについてSketchfab上に公開

- だれでもトイレのメッシュデータは、3Dビューア上では適切な視点への移動・明るさの調整が困難であるため、外部サービス「Sketchfab」での詳細表示および情報発信サイトへの埋込を実施。
- だれでもトイレの設備詳細について、訪問前に3D上で簡便に確認可能とした。

都庁前駅だれでもトイレの3D情報取得



だれでもトイレ（男性トイレ側）メッシュデータ



だれでもトイレ（女性トイレ側）メッシュデータ

都庁前駅のだれでもトイレをスマートフォンLiDARでスキャンして得られた点群から3Dメッシュモデルを作成しました。だれでもトイレの詳細な設備を確認することができます。

3Dビューア上では、都庁前駅のベース点群に重ねてみるができます。

[だれでもトイレを3Dビューアでみる](#)

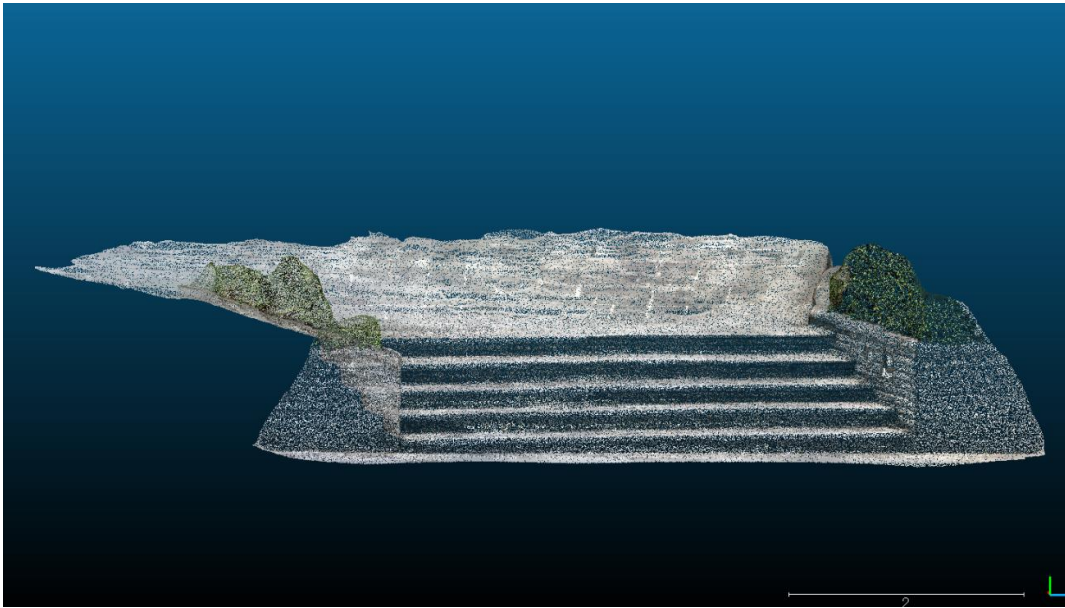


8. AR表示デモ

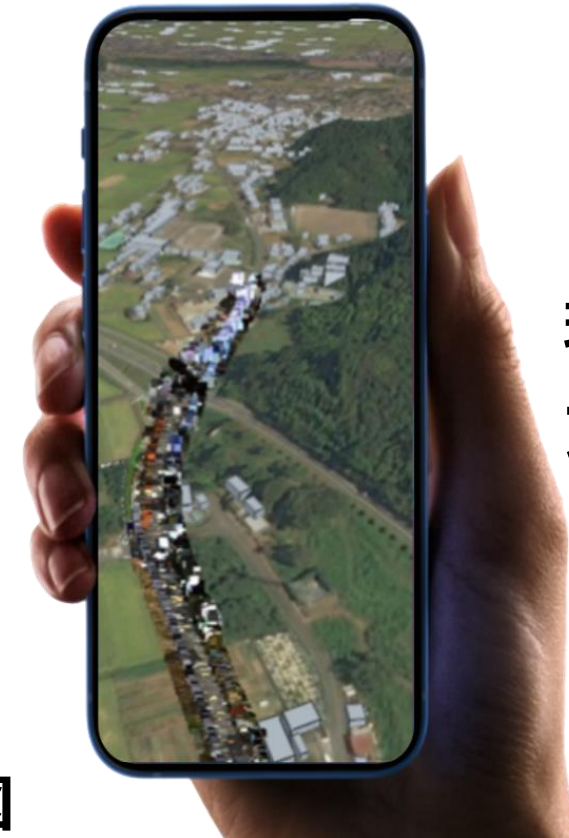
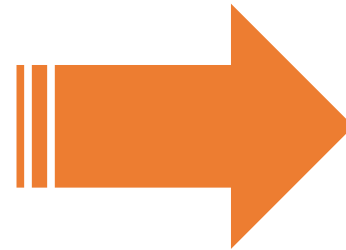
AR表示デモ

スマートフォン取得点群データのAR表示デモを実施

- 点群データ（iPhoneを用い取得した重畳データ）のAR表示機能デモは、Symmetry Dimensions Inc.の既存技術を用いて提供。
- 点群データを、スマートフォンカメラ映像と共にアプリ上で確認するシステム。



点群データ



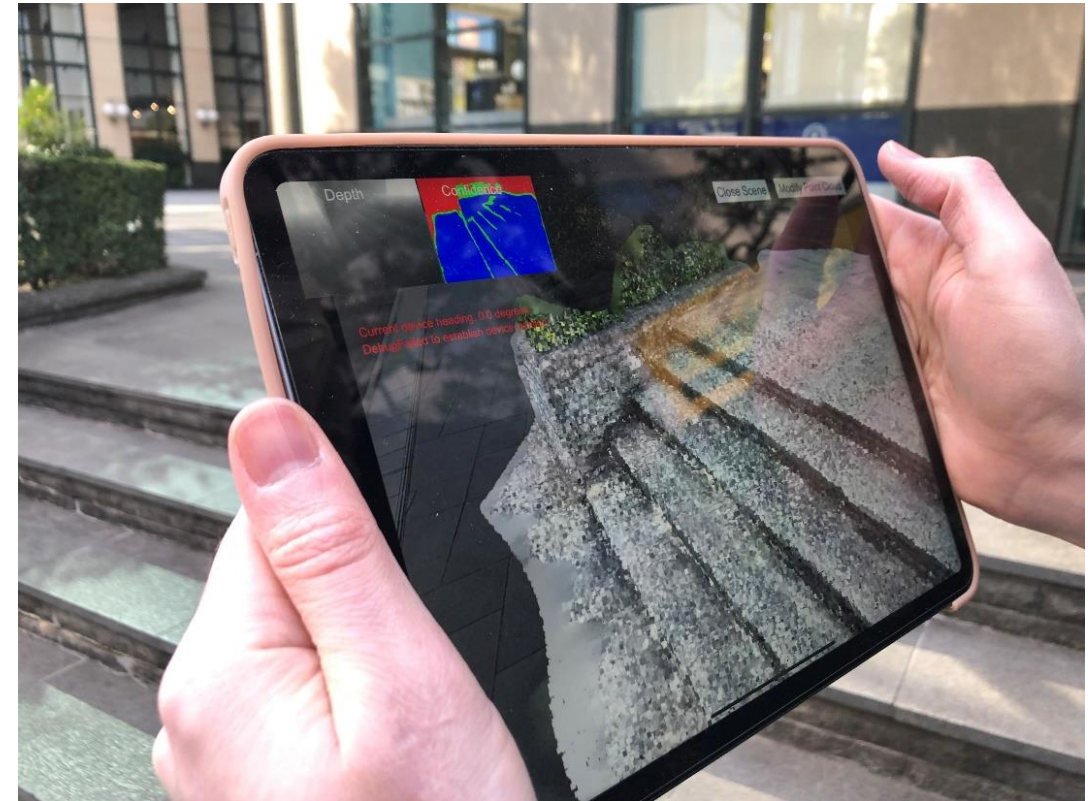
現地等で
アプリ上で確認

AR表示デモのイメージ図

AR表示デモ

階段の点群をARで重ね合わせて表示

- 西新宿三井ビル前階段点群のAR表示デモを実施。
- 将来ユースケースとして、都民が「バリアフリー上の懸念」や「階段等の破損」といった情報について3D点群を用い報告した箇所を、AR表示等で確認する等のあり方が考えられる。



AR表示デモ実施結果

9. 成果と課題

成果と課題

今年度は技術検証に成功、ユースケースについても整理

スマートフォン取得点群によるベース点群の自動更新

- スマートフォンで取得した点群を、ベースとなる大規模な点群の対応する位置に、自動で位置合わせする技術を新規に実現。
- 点群・メッシュによる3Dマップ更新を自動化することで、都民参加のハードルを下げるための技術を検証した。

スマートフォン取得点群を活用するにあたっての技術的要件整理

- 点群による3Dマップ更新にあたって、スマートフォンでデータを取得する際の留意点や、留意すべき各データのフォーマット、データの集約方法等について検討を進めた。

ユースケースの検証

- 点群やメッシュを用いた都民参加での3Dマップ更新が有効となる地物・シーンを検討・検証。
- 「自動販売機や広告等のテクスチャの更新」「設置された看板等、時期限定の地物の追加」「バリアフリー情報の表示」等について実現性及び有用性があることを確認した。

成果と課題

スマートフォンLiDARの性能や重畳に不利な環境等 技術面の整理が継続課題

スマートフォンLiDARの性能により誤差が生じる部分、取得不能な部分等の存在

- スマートフォンLiDARの性能により誤差が生じる部分（数十メートル超の大規模な物等）、取得不能な部分等（鏡面等）等が存在し、それらは現時点ではスマートフォンによる3Dマップ更新が困難であることが明らかとなった。
- スマートフォンLiDARの性能により誤差が生じる部分、取得不能な部分等について精査を進め、ユースケースや将来スコープを検証する必要がある。

自動重畳に不利な条件、環境の存在

- スマートフォンLiDAR取得点群をベース点群に重畳する際、GPS・方位を活用するため、位置精度が正確でない地下やビル群等、自動重畳に不利な条件、環境が存在。
- また、車両、歩行者などのノイズの存在、都庁前駅の列柱のような繰り返し構造、基準点群データとスマートフォンスキャン点群の大きな差異等も自動重畳に不利。
- 今後、他の条件についても明確化を実施していく必要がある。
- 現時点で判明している自動重畳に不利な条件・環境への対応にあたっては、方法論での対応（基準点群データの定期的更新、ノイズの少ない時間帯に点群取得を実施）、設備による対応（ビーコンやマーカ等、スマートフォンの位置及び方位を測定する設備・技術の活用）が考えられる。

成果と課題

都民が3Dマップ更新に参加するにあたり 行政内整理、参加の仕組み検討が必要

データ取得時のプライバシー・安全性への配慮

- 今回実証はエリアに応じてプライバシー・安全性に配慮した方針で作業を実施した。
- 今後都民一般がデータを取得する際、配慮事項やガイドライン等について継続的な整理が必要となる。

都民一般から収集した点群を、行政のマップ更新に利用するための課題の存在

- データの正確性確認、仕様の統一等、都民一般から収集する点群データを都の3Dマップ更新に利用するための課題が存在する。
- 今後、上記の論点を踏まえ、行政内における整理が必要となる。

都民が3Dマップ更新に参加するエコシステム構築

- 都民一般の方が都市の点群を自発的に取得し3Dマップ更新へアップロードしていくようなエコシステムの実現方法について検討が必要。
- 今後スマートフォンアプリケーションやSDKの開発について検討する際、スキャナーアプリにゲーミフィケーション的な仕組みを搭載する、ポイント等のインセンティブを与える等、3Dマップ更新への参加の仕組みやインセンティブについて検討が必要となる。

10. 今後の方向性

今後の方向性

3Dマップ更新実現には、システム検討、コミュニティ形成が必要

- 今年度は、スマートフォンLiDARを用いた3Dマップ更新に資する自動重畳技術検証及びユースケースを検討。さらに参加型実証によりマップ更新に多様な方が参加する枠組みについて試行した。
- 今後、都民参加の3Dマップ更新の実装に向けた準備として、システム面検討や、法的課題整理、都民参加・理解向上及びコア・コミュニティ形成を目的としたイベントの実施等が考えられる。

令和3年度 技術実証

- 都民参加3Dマップ更新に有効と考えられる点群自動重畳技術を実証
- ユースケース検討

令和4年度以降 3Dマップ更新コミュニティ形成

- 都民一般が3Dマップ更新に参加するイベント実施
- 技術に関心の高いコミュニティと連携したコア・コミュニティ形成

将来的な目標 3Dマップ更新実装

- 都民一般が定常的に参加できる枠組み（システム・アプリケーション等含む）検討
- コア・コミュニティを中心とした地図更新コミュニティ形成
- 法的観点も含めた行政内整理の完了