

デジタルツインによる未来の「まち」づくり ～VIRTUAL SHIZUOKA 構想～

杉本 直也¹

¹ 静岡県交通基盤部政策管理局建設政策課（〒420-8601 静岡県静岡市葵区追手町 9 番 6 号）

E-mail: naoya2_sugimoto@pref.shizuoka.lg.jp

近年、急激な人口減少・少子高齢化、担い手不足、自然災害の激甚化、過疎地域等における公共交通の縮小や高齢者の移動手段の確保、社会インフラの老朽化など、課題が深刻化している。

静岡県では、深刻化する課題に対応するため、新たな社会インフラとして県下全域をレーザスキャナ等で広範囲に測量し、点群データの取得とオープンデータ化を進め、仮想空間の中に県土を再現する「VIRTUAL SHIZUOKA 構想」を推進している。

本稿では、点群データを「デジタルツイン」の基盤データとして、生産性向上や新たな価値の創造を目指す取り組みについて紹介する。

Key Words: pointcloud, opendata, digitaltwin, laser profiler, automated driving

1. VIRTUAL SHIZUOKA 構想

静岡県では、東日本大震災の教訓を受け、南海トラフ巨大地震など、「明日起こるかもしれない災害への備え」として行政情報のオープンデータ化に積極的に取り組んできたが、国土交通省が推進する i-Construction の取り組みを契機に、2016年度から点群データの蓄積とオープンデータ化を進めている。

点群データの取得に必要となるレーザ計測技術に加えて、AIによるデータ解析の高速化などの先端技術の進展を受けて、近い将来、点群データが「デジタルツイン」時代の新たな社会インフラとして建設産業だけでなく社会全体で活用されることを想定し、2019年度からバーチャル空間に仮想県土を創る「VIRTUAL SHIZUOKA 構想」を推進している。

私達が住む現実空間（リアル）をレーザスキャナ等で広範囲かつ高精度で測量し、取得した膨大な点群データにより仮想空間（バーチャル）に静岡県を原寸（縮尺 1:1）で再現し、防災やまちづくり、インフラ維持管理や自動運転、観光など様々な「モノ・コト」に活用し、誰もが安全・安心で利便性が高く快適に暮らせるスマートな社会の形成を目指している（図-1）。



図-1 VIRTUAL SHIZUOKA 構想イメージ図

2. 点群データの取得とオープンデータ化

点群データは、高密度航空レーザ計測（LP：Laser Profiler）、航空レーザ測深（ALB：Airborne Laser Bathymetry）、移動計測車両（MMS：Mobile Mapping System）など各種の計測機器により取得した3次元の位置情報（緯度、経度、標高）を持った点の集まりで、さらに色情報（RGB）や反射強度、クラスコード（建物or地面）が一点一点に含まれている。色情報を含む点群を使えば立体的景観が再現でき、地表面データからは精密な地形図を作成することができる。高密度航空レーザ計測は木や葉が生い茂る地域においても地上にレーザ光が到達すれば計測可能なため、静岡県が取得した点群データでは16点以上/m2の高密度のデータが取得できている。航空レーザ測深は、

水による吸収が少ない波長のグリーンレーザを用いて水中部の地形を計測できるが、透明度が高い伊豆半島の海岸線においては、水深約15m程度までの海底地形が取得できている（図-2）。

なお、データ取得に要した年数は3年、取得費用は約17億円である。

また、取得した点群データは、G 空間情報センター（<https://www.geospatial.jp/>）からオープンデータとして公開し、クリエイティブコモンズライセンス（CC-BY4.0）のもと、誰もが自由に、商用利用も含めて二次利用することができることから、国内外を問わず多くの方々に活用されている。

計測方法	LP：航空レーザ計測 (Laser Profiler)	ALB：航空レーザ測深 (Airborne Laser Bathymetry)	MMS：移動計測車両 (Mobile Mapping System)
計測内容	地表面及び樹木・建物など	海岸及び水中部の地形	道路及び周辺部の地物
計測密度	16点/m ² 以上	1点/m ² 以上	400点/m ² 以上

図-2 点群データの各種計測手法

3. デジタルツインの活用

複雑化する社会課題や多様なステークホルダーが存在するなかで円滑にまちづくりを進めていくためには、デジタルツインを通じてわかりやすく可視化したり、仮想空間でシミュレーションすることが有効である。仮想空間に新しい「まち」がデザインされ、全ての関係者がVRを用いて模擬体験しながら合意形成を進め、その結果を現実空間へフィードバックしていくことで、「まち」のあり方を他人事ではなく「自分事」として考えるきっかけになると期待している。

4. 災害対応への活用

土砂災害が発生すると、被災関連の各種の情報を集約するとともに地図上に被災場所や発災原因となった事象の特定が行われる。近年、ドローン等の技術革新により災害発生後の情報収集が速やかに行われるようになったが、災害が起こる前の地形を点群データで取得・蓄積しておけば、被災前後のデータを重ね合わせることで速やかな被害状況の把握が可能となり、早期の復旧・復興に寄与できると考えている。

発災時は救助活動が最優先される一方で、二次災害を防ぐ視点から救助隊員や測量作業員の安全確保も重要な課題である。2019年から面的なデータ取得を始めたことで、2020年度に下田市で発生した災害においては、被災後にドローン等による計測を行い、被災前後のデータの

重ね合わせが可能となった（図-3）。

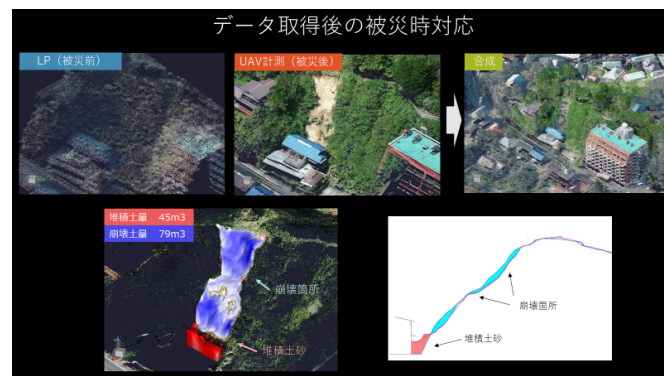


図-3 被災前後の重ね合わせ

また、災害査定や復旧工事に必要となる測量作業に3次元計測を用いることにより、従来の現地計測と比較して、作業時間が4割削減される効果や、崩壊現場に立ち入らずに安全な場所から計測できることにより安全性が向上するなどの効果が得られた（図-4）。



図-4 3次元計測による効果

5. 熱海市伊豆山土石流災害におけるデータ活用

2021年7月3日（土）の10時30分頃に静岡県熱海市伊豆山の逢初川（あいぞめがわ）で土石流が発生した。この土石流は逢初川源頭部の標高400m付近で発生した崩壊が土石流化し、逢初川を約2km流下した後、伊豆山港付近で海に流入し、死者27名、行方不明者1名（2022年11月15日時点）、被害建物数136棟の甚大な被害をもたらした。

発災後、直ちに有志で「静岡点群サポートチーム」を結成し、土石流の流下経路や崩壊箇所の特定などの分析を独自に始めた。チームのメンバーは、多種多様な知見と技術を持った産学官の16名の集まりで、以前から本県と一緒に、点群データの可能性や利活用手法を検討してきた同志であり、普段からコミュニケーションを取っていたメンバーである。チーム内の情報交換はSNSのグループチャットやオンラインで行い、「命懸けで救援・救助活動を行う救助隊員の二次災害を防ぐため、点群デ

ータを活用して災害の全体像を把握する」ことをチームの共通認識として取り組み、迅速な被害状況の把握と二次災害対策に活用することができた。

(1) 点群データを活用した地形変化の抽出と崩壊規模の算出

2009年に国土交通省沼津河川国道事務所が作成した数値標高モデルのデータと2019年に本県が取得したVIRTUAL SHIZUOKAの航空レーザ計測データの比較により、土石流の発生源の源頭部の土砂が盛土であることを確認し、7月7日に公表した。

また、2019年の航空レーザ計測データと被災後の7月6日に実施したドローンによる3次元計測データの比較により、源頭部の崩壊土砂量と砂防堰堤の補足土砂量の推定量を算出し、被災地全体の土砂の流出状況を把握することができ、7月8日に公表した（図-5）。

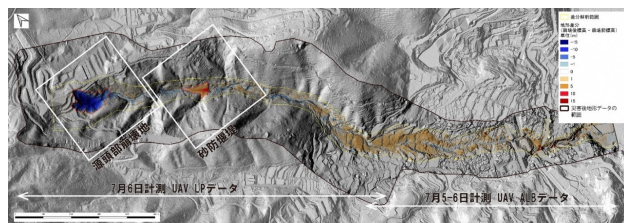


図-5 地形差分図（被災前後：2019年／2021年）

(2) データ活用による初動対応のまとめ

点群データを活用し、崩壊の原因となった盛土の存在や崩壊した土砂量や流下経路の砂防堰堤で捕捉された土砂量の算定などを行い、災害の全体像に関わる情報を約一週間で迅速に提供することができたが、これを可能にした背景には次のような要因があると考えている。

- ① 発災前から、点群データの蓄積とオープンデータ化を進めていた
- ② 発災前から、点群データを活用する取り組みが行われていた
- ③ 発災後、直ちに有志による「静岡点群サポートチーム」が機能した
- ④ チームによる多面的分析がオンラインで実施され、情報共有と検証が迅速に実施された
- ⑤ チームの情報が県の担当者に迅速に共有される環境が整っていた

なお、上記の条件が整っておらず、通常の測量を実施した場合は、状況把握に1か月程度は要していたと思われる。

また、今回の災害対応に関しては、報道等でオープンデータを活用し、有志が連携して盛土の存在や崩壊土砂量を迅速に把握したと好意的に取り上げられた一方で、否定的な意見もあった。災害発生日が週末の土曜日であったことから、SNSを使ってチーム内で連絡を取り合

ったり、外部のクラウドサービスを利用してデータを共有して対応したが、災害の全容が把握できていない状況で、盛土量や崩壊土砂量等のデリケートな情報をSNSやクラウド上で扱うのは情報セキュリティ的に問題があるのではないかとという意見が数多くあった。緊急事態のため、やむを得ないと判断し、批判は甘んじて受ける覚悟で活動してきたが、行政機関はこうした批判により委縮して緊急時に動けなくなる場合があることから、緊急時の対応について行政全体の課題として考えておくべきではないかと感じている。

6. 防災・観光分野への活用

防災分野への活用としては、津波リスクの見える化を目的に点群データを活用した津波シミュレーションデータの作成を行っている。

2020年7月に、伊豆半島の他地域に先駆けてデータを作成した河津町において、南海トラフ地震臨時情報ワークショップを開催した。参加した住民からは、「津波の高さや到達時間が分かりやすくイメージできて避難意識が高まった」など、有効性が示されたことから、伊豆半島の他市町にも横展開をしている（図-6）。

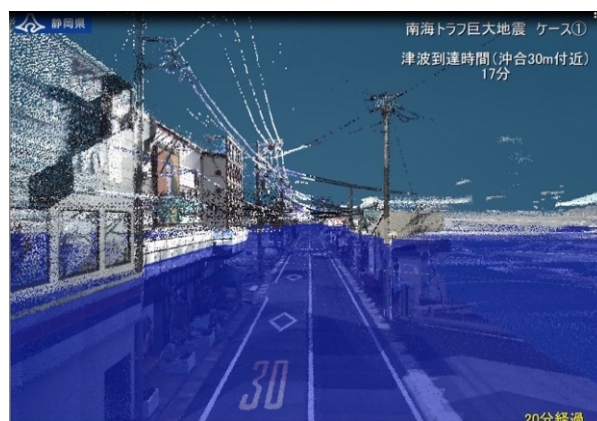


図-6 浸水シミュレーション

また、観光分野への活用として、ゲームエンジンを活用してジオサイトを仮想空間のなかで体感できるバーチャルツアーを計画しており、ジオサイトのデータ取得とVR作成を進めている。誰もが時間や天候に左右されず、魅力を体感できる環境を整備することでコロナ禍の新たな観光のあり方を検討していく（図-7）。

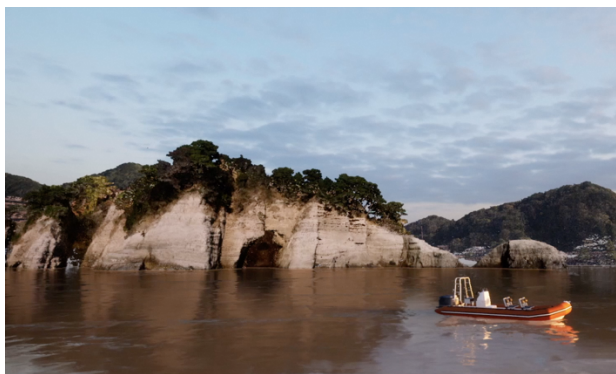


図-7 ジオパーク（堂ヶ島）のVRデータ



図-8 点群データを活用した自動走行実験

7. 自動運転への活用

路線バス利用者の減少傾向が続く中、県内のバス事業者においては、運転手の約5割が50歳以上であり、人件費などの費用の増大、運転手不足が深刻な状況であることに加え、バス路線の約4割が行政の財政負担により運行しており、県内の公共交通の維持、地域の生活交通手段の確保が喫緊の課題となっている。このような状況の中、自動運転技術は、その課題を解決する有効な手段として期待される。

自動走行の重要な要素技術であり、走行基盤のひとつである高精度3次元地図は、ダイナミックマップ基盤株式会社が自動走行向け高精度3次元地図データの生成・提供を行っている。そこで、本県がオープンデータ化している点群データの活用と、公共交通の維持・発展を目的として、2017年11月に、ダイナミックマップ基盤株式会社と点群データの相互利用を前提とした「自動走行システムの実現に向けた連携・協力に関する協定」を締結した。

この協定に基づき、本県が保有する点群データを活用して生成した高精度3次元地図を用いた自動運転の走行実験を進めていくこととし、2018年度に、県営小笠山総合運動公園内及びその周辺道路において、行政が保有する点群データを自動運転に活用した全国初の走行実験を実施した。

2019年度からはフィールドを公道に移し、地域の交通事業者・大学・市町など産学官が一体となり、県内各地で走行技術の検証と次世代モビリティサービスの導入検討を実施し、2024年度に地域実装すべく取り組みを推進している（図-8）。

8. おわりに

熱海市伊豆山地区の土石流災害においては、被災前の点群データがオープンデータとして公開されていたからこそ、多くの方々の支援を受けて迅速に被害状況を把握することができたが、大容量のデータに自由かつ迅速にアクセスできる「G空間情報センター」のクラウド環境やSNS、Web会議システムなどのオンライン環境がなかったら、このような対応は不可能であった。

いつ、どこで発生するか分からない災害に備え、速やかな初動対応を実現するためには、国土の基礎データとして全国規模で高精細な地形データが整備され、オープンデータとして自由に活用できる環境の整備が必要である。点群データの収集・利活用の取り組みは様々な検討が行われているところだが、未だ発展途上であり、標準化に向けては、多くの方々の協力と参画が必要である。このため、本県ではこれまでに取り組みを実施している産学官の連携に加えて、今後も多業種の民間企業の参画を促進するとともに、国土交通省や国土地理院、デジタル庁などの協力を得ながら、「VIRTUAL JAPAN」構築につながるよう、積極的に取り組みの拡大を図っていく。

参考文献

- 1) 鈴木雄介, 杉本直也, 増田慎一郎, 原口 強: 土砂災害時の点群データ活用と地形画像診断の提案・2021年7月熱海土石流災害を例として, 都市防災研究論文集, vol. 8, p. 13-18, 2021.

(Received December 31, 2022)

(Accepted January 31, 2023)

DESSIGNING THE FUTURE CITIES USING A DIGITAL TWIN -VIRTUAL SHIZUOKA PROJECT-

Naoya SUGIMOTO

Recently in Japan, rapid population decline, low birthrate, and an aging population have caused social problems such as human resource shortages, cutting public transportation systems, lack of transportation for the elderly in underpopulated areas, and deterioration of infrastructures.

The severity of natural disasters has also been intensifying.

To respond to these social problems, Shizuoka prefecture has promoted the "Virtual Shizuoka Project" as a new type of social infrastructure. In this project, laser scanners collect the whole prefecture's physical data, which will be point cloud data being the copy of the prefecture. It is able to be used in virtual space and provided as open data.

In this paper, we would like to introduce case studies that improved productivity and created new value by using point cloud data as a foundation data of the digital twin.