

# 3次元点群データを活用した業務効率化の取り組み

上野 広顕

香芝市 都市創造部 土木課 (〒639-0292奈良県香芝市本町1397番地)

近年、3次元データの取得・活用があらゆる分野で活発に行われている。土木分野では、国土交通省のi-Construction<sup>1)</sup>が推進され、施工段階を中心に3次元データが活用されている。香芝市においても、土木分野を中心に3次元データを有効的に活用する取り組みを実施している。

本稿では、その取り組み事例として、序章では、3次元点群データの計測とオープンデータについて、次章では、中小規模自治体の道路改良事業での活用検証であるオープンデータの業務活用への取り組み、最終章では、デジタルツイン環境における新たな利活用技術の取り組みを詳述する。

キーワード 香芝RID、3次元点群データ、MMS、現況測量、デジタルツイン

## 1. はじめに

香芝市道の3次元点群データ及び沿道の地形データを取得・整備した。

### (1)3次元点群データの計測

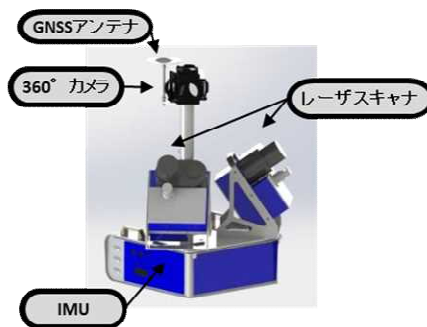
香芝市では、市道の路面性状調査業務にてMobile Mapping System<sup>2)</sup> (以下、MMSとする)を採用し、市内全域の3次元点群データも同時に整備した。本業務にて活用した図-1に示すMMSでは、路面カメラによる路面性状調査と同時に、レーザースキャナによる沿道の点群データ、GNSSアンテナによる位置情報、全方位カメラによる360°画像を取得できる。これらを搭載した移動車両にて、香芝市道総延長L=約270kmを走行することで、

### (2)3次元点群データのオープンデータ化

香芝市では、取得・整備した3次元点群データの新たな活用方法を模索するため、市道の道路空間全体をデジタル化したデジタルツイン環境を事業者や市民へ広く公開し、まちづくり等への関心を高めて意見を広く募集する試みを実施している。その取り組みの一環として、3次元点群データをオープンデータとして公開するデジタルツイン環境「香芝Road Infrastructure Database<sup>3)</sup> (以下、香



車載状況



機器構成

#### 搭載機器規格

<レーザー>

測定範囲: 360° (回転ミラー式)

有効計測距離: 119m

最大計測点数: 25~100万点/秒 × 2台

走査レート: 200回転/秒

スキャナ精度: 1mm以下

<カメラ>

全周囲カメラ(Ladybug5): 1台

図-1 MMSの全体像

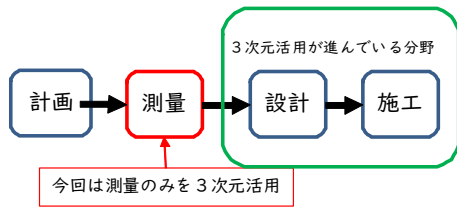


図 - 2 活用段階イメージ図

芝RIDとする)」を構築した。市内全域の道路を網羅した3次元点群データの一般公開は、国内初である。(参考：県外では静岡県のVIRTURAL SHIZUOKAプロジェクトの「Shizuoka Point Cloud DB」<sup>4)</sup>のような部分単位でのデータ公開の事例はある。)

## 2. デジタルツイン環境「香芝RID」の業務活用の可能性検証

### (1)検証目的

現在、土木分野における3次元データを活用した事例は多く報告されているが、『計画、測量、設計、施工』の各段階の中では、設計、施工、設計・施工にまたがる段階や全体を通した活用事例がほとんどである。

本市が実施するような市街地の小規模な道路改良事業では、現地状況に適合しにくい等の事情から、3次元設計・施工は検討せず、従来方式により実施していた。

本市も大規模工事のみで3次元施工を行っていた。

今回、本市は取得済みである3次元点群データを活用し、現地測量に替えて現況平面図を作成し、従来方式で設計する場合に、業務効率化となるかの検証を行った。

(以下『提案手法』とする。)

活用段階のイメージ図を図-2に示す。

### (2) 業務内容

市内3か所(以下、A、B、C路線とする)の道路改良設計業務において、デジタルツイン環境「香芝RID」にて公開されている3次元点群データの活用を試行した。現況平面図及び縦横断図の作成では、現地測量の代替として、香芝RIDの3次元点群データから2次元図面を作成した。各業務の路線延長・面積を表-1に示す。

表 - 1 道路改良設計業務の路線延長と面積

路線名	A 路線	B 路線	C 路線
延長 (m)	28.5	117.0	20.0
面積 (㎡)	800	900	350

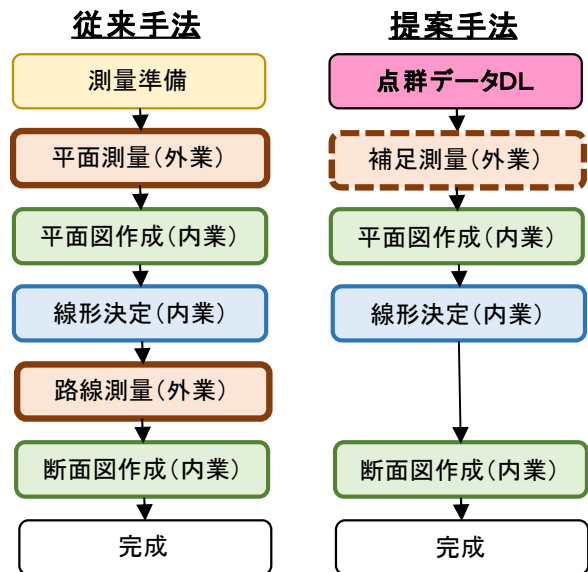


図 - 3 作業手順フロー図

### (3) 作業手順の比較

従来、これらの規模の路線を単独で発注すると事業費ベースでは割高となるため、複数路線を1業務として、組み合わせて発注することで事業費を抑制してきた。本取り組みでは、さらなる効率化策として、3次元点群データを活用した道路改良設計を試行した。平面図及び縦横断図作成に関わる従来の手順(設計業務標準積算基準書<sup>5)</sup>に準拠した手法、以下『従来手法』とする)と、提案手法を用いた手順を図-3に示す。なお、図-3の「補足測量」には、現地踏査時に実施が必要な『MMSの点群欠落箇所の形状等確認』、『側溝、水路深等のコンベックス等による寸法計測』、『マンホールの種別確認』があり、加えて、TS等の機材を必要とした『道路境界、歩車道境界等の確認』、『植栽等の影となった箇所の測量』等があった。

### (4)検証結果と考察

提案方法を用いて平面図及び縦横断図作成をした結果、10.3人で実施できた。一方、従来手法を用いた場合は7.2人が必要な業務量であった。提案手法には、従来にない補足的な測量等の追加作業も含まれているが、約

表 - 2 デジタルツインの活用による平面図作成人工数

提案手法 (3次元点群データ利用)							従来手法 (積算基準書)		
	作業項目/ 作業箇所	単位	① L=0.02km	② L=0.11km	③ L=0.02km	計	作業項目/ 作業箇所	合計	
平面図	数値図化	人	0.5	0.6	0.6	1.7	作業計画	0.2	
	現地踏査	人	0.3	0.3	0.4	1.0	細部測量	9.3	
	補完測量	人	1.0	2.3	1.0	4.3	数値編集	1.7	
							数値データ 作成	0.9	
	合計	人	1.8	3.2	2.0	7.0	合計	12.2	
断面図	数値図化	人	0.5	0.1	0.5	1.1	観測	3.4	
	補完測量	人	0.5	0.2	0.5	1.2	横断面作成	1.1	
							点検整理	0.5	
	合計	人	1.0	0.3	1.0	2.3	合計	5.0	
合計								9.3	17.2

40%の業務効率化が図れた。本検証では、作業人員の資格・経験年数等を考慮していないため、事業費ベースでの単純比較はできないが、デジタルツイン環境が整備された路線の道路改良事業の場合、現況測量及び路線測量に関する事業費削減の可能性があることが明らかになった。

詳細な、従来手法と提案手法の作業人員の比較を表-2に示す。

(5) 3次元点群データを用いた図面作成に関わる課題

本検証にて、提案手法を用いた平面図及び縦横断面図作

表 - 3 3次元点群データを用いた平面図及び縦横断面図作成における課題と対応策

カテゴリ	課題	対応策
計測時期	MMS によるデータ取得時期と設計への活用時期にタイムラグがあること	香芝市では路面性状調査の周期が5年程度であるため、対応策として、市が発注している工事や届出のある民間工事の記録により補足することで、部分的ではあるが解決できる。
点群データの特性 (図-3)	側溝や水路床、地下埋設物等のレーザの照射不可能な地物があること	側溝や水路床高の多くは、現地踏査時のコンバックス計測で対応できるが、排水経路等が複雑な現場で排水系統の見直しが含まれるような場所では、地表面のみの点群データをそのまま適用することは難しい。よって、地下埋設物の情報は、MMS で得られるマンホール位置情報から他事業（下水道事業等）の既往情報を重畳することにより、対応できる。
	道路に面する範囲のみのデータであること	道路拡幅工事では民地の用地協力を必要とする場合が多く、用地協力を要請する際に、道路に面した民地内に存するデータが取得できていない場合は、用地取得費用や工事の概算費用の不確実性が高くなる。その場合は従来の用地測量や補償算定業務を併用することで対応が可能と考えられる。
測量基準点	現地測量を実施する場合に基準点等が新たに必要なこと	事業の既往資料を共有することにより、既に設置されている基準点等を活用できる可能性がある。

表 - 4 デジタルツイン環境「香芝RID」のその他の利活用事例

カテゴリ	取り組み名
デジタルツイン環境	香芝 RID
取り組み事例	観光資源での利活用
	産学官による公共構造物デジタルツインの開発
	i-Construction の試行
	災害復旧における査定支援技術の開発

成をした結果、計測時期、点群データの特性と測量基準点に関して表 - 3に示す課題が確認された。

**(6)提案手法のメリット**

今回の取り組みで特筆すべき点は、テレワークとの相性が良好で、オンラインによる打合せにより、点群データによる現地地形や撮影画像の両面共有等による合意形成が迅速かつ的確に実施できたことである。コロナ過において急速に進む社会構造変化に対して、今後、ますます親和性の高い事業手法となり得ると考えられる。また、近年のGNSSの精度向上やICT機器の性能向上により、高度化・効率化が可能な領域が広がると考えられる。

加えて、近年の土木分野における人材不足に対しても、解決策の1つとなる可能性がある。デジタルツイン空間を活用した図化作業などは、高校・大学等で土木分野を専攻していないものであっても、VR技術を活用したゲームなどに触れて育った世代にとっては、ゲーム感覚で興味を持つ可能性がある。そういった層に対して、就職先の選択肢として提案すれば、人材確保が可能となる。

**3 香芝市が実施している3次元点群データに関する取り組み**

**(1)デジタルツイン環境**

香芝市におけるデジタルツイン環境は、前章でも述べた「香芝RID」を基盤に展開している。その他の事業者や市民での活用以外に、香芝市として表 - 4に示す取り組みも行っている。

**(2)観光資源での利活用**

香芝市と上の太子町（大阪府）の境界に、名勝『どんづるぼう』（奈良県指定天然記念物：1945年11月1日指定）が存在する。香芝市では、このどんづるぼうを地表面の凝灰岩質風景を楽しめる観光資源として捉え、遊歩道整備等の事業を実施している。加えて、どんづるぼうのもう一つの魅力として、地下部分にある地下壕の利活用を検討している。地下壕は、太平洋戦争末期に建設されたとされている。デジタルツイン環境で再現したどんづるぼうの一部を図 - 4に示す。

しかし、どんづるぼうは、地表面では、人の往来の増加および経年劣化にともない、将来的に地表面の補修措置および一部または全区間の立ち入り禁止措置を講ずる必要性が生じている。

また、地下壕に関しても大部分は築造当時のままで保護工等が整備されておらず崩落等の危険性がある。そのため、地表面・地下壕どちらも自由解放には課題がある。

そこで、仮想空間上を自由に散策できる3次元点群データを用いたデジタルツインの活用が考えられる。

このような背景から、民間企業の協力を得てどんづるぼうのデジタルツイン環境の構築のために、地表面をドローン、地下壕内をウェアラブル型計測器を活用して地表と地下壕を一体として計測した。

**(3)計測手法に関する挑戦**

本稿においては、余談となるがウェアラブル型計測器にはSLAM技術(Simultaneous Localization and Mapping)が

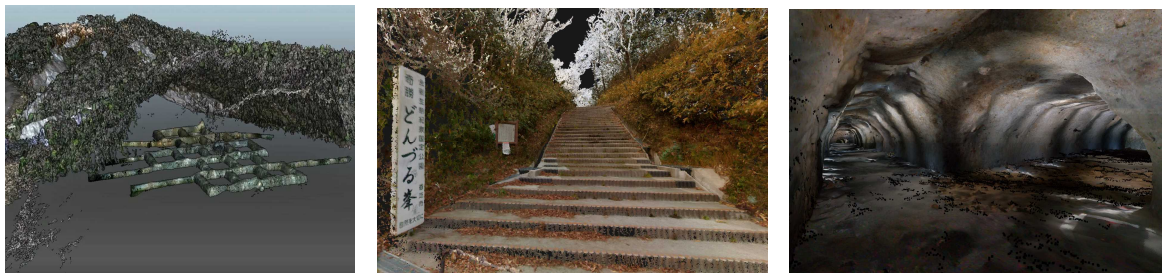


図 - 4 デジタルツイン環境で再現したどんづるぼう  
左：全景、中央：整備済散策路、右：地下壕



利用されている。地上において人工衛星と通信できる環境においては、近年GNSSに関連する技術が急速に進んでいる。それに伴い、地上での測量方法等への新技術導入が進んでいる。

今後は、地下でも地上と同程度の精度管理が可能な技術開発が求められると推測される。GNSSとの同程度の精度が確保できて地下に対応できる技術は、今のところSLAMが最有力と考えられる。

そこで、今回は一つのデジタルツイン環境の構築において、GNSSに基づくドローンとSLAMに基づくウェアラブル型計測器の2つの手法により取得したデータを融合することにも挑戦している。

#### (4)産学官による公共構造物デジタルツインの開発

本市は、産（(株)日本インシーク、日本工営(株)、ダイナミックマップ基盤(株)、Intelligent Style(株)）、学（法政大学、大阪経済大学、摂南大学、関西大学、大阪電気通信大学）、官（静岡県、静岡市、伊豆の国市、裾野市、掛川市、大阪市、埼玉県）の共同研究『3次元点群データを用いた公共構造物デジタルツインの成長型AI基盤モデルの開発?』の産学官テーマ推進委員会に参画している。現在は、デジタルツイン現場における利活用の可能性評価を担当しており、香芝市にて実施しているデジタルツイン環境「香芝RID」の紹介や、今後の連携可能性について討議する予定である。なお、この取組は、当初2020年度から2021年度の2年間の予定であったが、参加メンバーを拡大しながら、継続して本年度も研究を継続している。

## 4. おわりに

本業務では、3次元点群データを設計業務に活用することで作業効率化ができることがわかった。昨今の土木・建築分野の人材不足解消への寄与が期待される。一方、全ての設計業務・工事施工に活用するには、課題があることも明らかとなった。ただし、その課題の多くは、ICTの活用によりデータ連携させることや、事業間でのデータ共有により解決できるものであった。

今後、技術革新が進展することにより、さらに高度化・効率化が進められる可能性や、社会構造の変化との親和性が高いことも明らかになった。それらを業務着手時に選別・組み合わせを選択することで、3次元点群データが市の活性化に役立つことが期待できることを確信し、業務着手に際しては、自分の担当分野のみならず、様々な技術分野に広く興味を持っておっことが望ましいと考える。

**謝辞**：本発表にあたり、株式会社日本インシーク、法政大学 今井龍一教授、大阪経済大学 中村健二教授、摂南大学 塚田義典准教授ならびに「3次元点群データを用いた公共構造物デジタルツインの成長AIモデル基盤の開発」検討委員会の関係者には資料の提供や貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction (2021.7)  
[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/gosei\\_constplan\\_tk\\_oo0031.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/gosei_constplan_tk_oo0031.html)
- 2) (株)日本インシーク：Mobile Mapping System (2021.7)  
<https://www.insiek.co.jp/business/technology/jct/mme.html>
- 3) 香芝市：香芝Road Infrastructure Database (2020.4)  
<https://www.insiek.co.jp/ksb-rid/>
- 4) 静岡県：Shizuok Point Cloud DB (2020.12)  
<https://pointcloud.pref.shizuoka.jp/>
- 5) 国土交通省：設計業務等標準積算基準書 (2021.5)  
[https://www.mlit.go.jp/tec/gvoumu\\_sekisan.html](https://www.mlit.go.jp/tec/gvoumu_sekisan.html)
- 6) 香芝市：どんずるぼう (2021.7)  
<https://www.city.kashiba.lg.jp/kanko/0000001976.html>
- 7) 国土交通省：3次元点群データを用いた公共構造物デジタルツインの成長型AI基盤モデルの開発 (2021.7)  
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001366128.pdf>