

3D視点から見た防災・都市・交通計画における 実務・研究課題の整理と今後の展望

白柳 博章¹ 北村 幸定²

¹正会員 大阪公立大学工業高等専門学校 総合工学システム専攻(〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 26-12)

E-mail:h-shiroyanagi@osaka-pct.ac.jp

²フェロー会員 大阪公立大学工業高等専門学校 総合工学システム専攻(〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 26-12)

E-mail:kitamura@osaka-pct.ac.jp

国土交通省では2021年度に全国56都市の「3D都市モデル」のデータ整備がなされ、これを使用した社会課題の解決の実証実験が行われる段階となった。これは防災・減災のまちづくり、コンパクトシティやスマートシティといった昨今求められている都市・交通・防災計画の課題において、都市空間を立体的に把握・表現し、従来の2Dから3Dへ計画論を発展させ、計画論の新たな視点を発掘するパラダイムであり、合意形成ツールとしても有効であると考えられる。

そこで本研究では、3D視点から見た土木計画論という立ち位置で、理論・情報収集方法・利活用・合意形成ツールといった幅広い視点で議論を行うため、都市・交通・防災計画における実務・研究の進展と課題について整理を行った上で、今後の展望について論述する。

Key Words : 3D Perspective, CIM, DX, Disaster Prevention, Urban and Transportation Planning

1. 背景・目的

国土交通省では2021年度に全国56都市の「3D都市モデル」のデータ整備がなされ¹⁾、これを使用した社会課題の解決の実証実験が行われる段階となった。これは防災・減災のまちづくり、コンパクトシティやスマートシティといった昨今求められている防災計画や都市交通計画の課題において、都市空間を立体的に把握・表現し、従来の2Dから3Dへ計画論を発展させ、計画論の新たな視点を発掘するパラダイムであり、合意形成ツールとしても有効であると考えられる。

そこで本研究では、3D視点から見た土木計画論という立ち位置で、理論・情報収集方法・利活用・合意形成ツールといった幅広い視点で議論を行うため、防災・都市・交通計画における実務・研究の進展と課題について整理を行った上で、今後の展望について論述する。

2. 3D視点の土木計画を始めるための準備と課題

3D視点から見た土木計画の具体をつかむため、まずは、2022年9月に開催された令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会のセッション一覧²⁾のうち、3D要

素を多く含むものをピックアップして、分野、中区分、小区分の整理を行ったものを表-1に示す。

構造・水・土・計画・材料・建設施工・建設環境、といった多岐にわたる土木分野においては、実空間を扱うことがほとんどであり3D要素を多く含む。そこでまずは小区分のキーワードをピックアップした上で、5つの中区分(①評価・計測、②現象解析、③設計・計画、④施工、⑤管理・環境)に整理した。

上記の①～⑤について3D視点から見て近年発展著しい分野は①の計測、⑤の管理、である。①の計測については、従来の測地測量(GPS/GNSS)、地形測量(平板、写真、航空)から、3Dレーザで高精度の3次元空間情報(点群データ)をすばやく取得するMMS技術への移行が進むとともに、UAV(ドローン)技術、LidarSLAM技術による手持ち型や装着型のレーザスキャナ等の技術により、リアルタイムに様々な場所での空間把握を行うことが可能になってきている³⁾。

また⑤の管理については、膨大なインフラ施設の劣化度合いを判定するために、従来の人による判定から、人工知能(AI)における機械学習の手法の一つである深層学習(deep learning)を用いた画像解析による判定技術が進歩してきており、計測・管理技術の融合も積極的に行われている。

表-1 3D要素を多く含む土木分野のセッション整理

分野	中区分	小区分 セッションのキーワード
第 I 構造	評価計測	数値解析, 耐風・風工学 安全性・信頼性／最適設計
	設計	橋梁一般 (設計・測定)
	施工	橋梁一般 (施工)
	管理環境	腐食・防食, 疲労, モニタリング, 計測, 診断・補修・補強
第 II 水	評価計測	数値計算, 水理模型実験, 数値流体力学, 観測・計測技術
	現象解析	大気・降水, 流出, 流路・河床変動, 流砂, 高潮・波浪・潮汐・津波, 氾濫, 地形変化, 物質輸送・循環
	設計	流域管理・計画
	施工	水理・環境構造物, 港湾施設
	管理環境	水害・防災, 水圏の環境, 生態系・環境, 気候変動・地球環境問題
第 III 土	評価計測	地盤の性能評価, 試験法・調査法, 土の物理化学的性質, 現場計測
	現象解析	地盤の応力と変形, 洗堀・浸食, 凍結・凍土, 地盤の動的挙動, 砂・粘土の変形強度, 締固め, 圧密・圧縮
	施工	土留め, 地下構造物, 土質安定処理・地盤改良, トンネル, 斜面, 補強土, 杭・基礎, ダム
	環境	廃棄物・リサイクル
第 IV 計画	計測	測量・リモートセンシング
	現象解析	交通流, 交通安全
	計画	観光・余暇計画, 交通計画, 土地利用計画, 鉄道計画, 公共交通, 都市・地域計画
	施工管理環境	施工管理計画, 物流 交通制御, 景観・デザイン, 防災計画
第 V 材料	評価計測	構造物調査・診断, 路面評価, 品質管理・検査, 非破壊試験, 数値解析
	現象解析	クリープ・収縮, 温度応力, ひび割れ, 物性, 塩害, 耐久性, 疲労・衝撃, 耐震, 付着・定着, 凍害, 耐火性
	設計	構造設計
	施工管理環境	舗装, コンクリート, 木材, 路床・路盤, 新材料・新工法, 混和剤, 製造・施工 鋼材腐食, 防食, 補修・補強, リサイクル, 副産物利用, 維持修繕, 維持管理, サステナビリティ
第 VI	評価計測	IS/GPS/リモートセンシング, 技術開発, 検査技術・診断
	設計	設計概念, 設計技術, アセットマネジ

建設施工	計画	メント, 建設マネジメント, 建設事業計画・調達
	施工	土留め, 基礎, 地盤改良, 地下構造物, シールドトンネル, 山岳トンネル, 橋梁, 鉄道, ダム, 地下構造物, 施工技術, CIM, 海外工事, 情報化施工, 品質管理
	管理環境	リニューアル, 安全管理, 自動化システム
建設環境	現象解析	大気環境・騒音振動
	設計	環境計画, 環境システム
	施工	用排水システム
	環境	水環境, 土壌, 廃棄物・資源循環

さらに、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図ることを目的としたBIM/CIM⁹⁾が、国土交通省により推進が図られている。いいかえればデジタル技術によってビジネスや社会、生活の形・スタイルを変えるDX(Digital Transformation)の取組の一貫といえる。

以上のことから、土木分野における2Dから3Dへの移行は、①評価・計測、⑤管理・環境が先行し、それが②現象解析、④施工へ波及しているという流れで進んでいる。それらが③設計・計画へ波及していくために、まず乗り越えるべき課題が2つあると筆者は考える。

1つ目は「詳細な3次元空間情報(点群データ)を目的物に合致する点群を選択した上で、目的物に合わせて適切にライン化・ポリゴン化するという課題」である。図-2に点群データから現況平面の作成過程の例を示す⁹⁾。

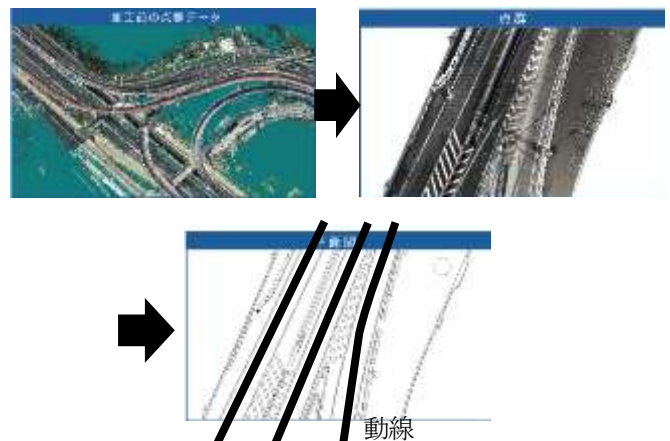


図-2 点群データから2DCAD図面・動線の作成過程例⁹⁾
(動線のみ筆者にて加筆)

点群はレーザーの届く範囲のものすべての点のデータ (XYZ 座標ならびに RGB 値) を取得できるため、図-2 に示すように、道路に無関係な樹木や建物等のデータも取得してしまう。よって作図に必要な範囲以外の点群を削除した上で、道路に関係するものの 3DCAD 化、いいかえればベクタデータのライン化・ポリゴン化が必須となり、これらの作業は現段階では経験則によるところが大きい。しかしながら、今後人工知能(AI)における深層学習(deep learning)を用いた画像解析による判定技術の進展により、自動化が進むものとする。

また、道路の設計・施工にあたり 3DCAD の設計図面があれば、点群データとマッチングすることにより、現況 3DCAD 図面を作成することがより容易になる。それゆえに設計図面の 3D 化はインフラの維持管理にとって非常に重要な意味を有するものとする。

2つ目は「人や物の流れを考える上での動線を適切に設定し、人や物の種別の判定を的確に行うという課題」である。計画論を落とし込むためには、3D で把握された施設について、3D に時間の概念を加えた上での利用量を数量的に把握することが求められる。具体例で言えば、図-2 の 2DCAD 図面にまず動線を適切に設定した上で、その動線を通る車両を車両と判定させることができ初めて車線ごとの交通量を把握することが可能となる。これらの作業も現段階では人による作業によるところが多いものの、近年では動画・画像処理に機械学習を加えた判定技術の進展もあり、この分野でも自動化が進むものとする。

3. 2D から 3D 土木計画への移行に向けた展望

本章では、2D から 3D 土木計画への移行に向けた展望として、まず(1) 計画立案のための 3D データの構築、についてのイメージを図-3 に示す。さらに(1) で構築した 3D データを都市・交通計画・防災計画にどのように適用できるかについて、筆者が考えるイメージを図-4 から図-6 に示すことにより、2D から 3D 土木計画への移行に向けた展望とする。

(1) 計画立案のための 3D データの構築

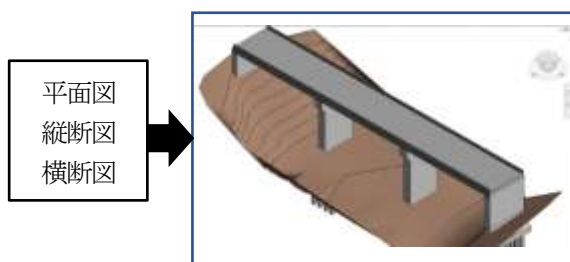


図-3 CAD 図面の 2D → 3D 化

(2) 都市・交通計画への適用例



図-4 アクセシビリティの 2D → 3D 評価⁷⁾

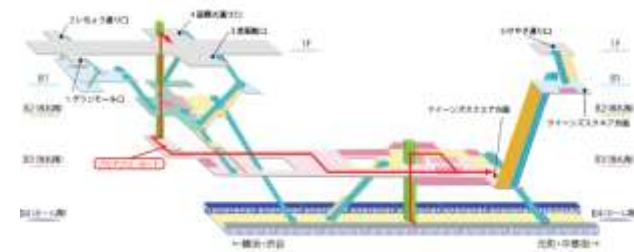


図-5 バリアフリーの 2D → 3D 評価⁹⁾

(3) 防災計画への適用例



図-6 ハザードマップの 2D → 3D 適用¹⁾⁹⁾

4. まとめ

本研究では、3D視点の土木計画を始めるための準備・課題として「詳細な3次元空間情報(点群データ)を目的物に合致する点群を選択した上で、目的物に合わせて適切にライン化・ポリゴン化するという課題」「人や物の流れを考える上での動線を適切に設定し、人や物の種別の判定を的確に行うという課題」の2点を挙げたが、人工知能(AI)における深層学習(deep learning)を用いた機械学習による動画解析・画像解析による判定技術の進展に伴い、近年のうちに乗り越えられる課題であり、2Dから3D土木計画への移行が今後求められると予想される。そこで、その展望として計画立案のための3Dデータの構築、ならびに構築した3Dデータを用いて都市・交通計画、防災計画にどのように適用できるか、についての筆者のイメージをまとめた。

今後の課題として、DRM データには、道路データの他、施設データ・標高等の 3D データ・道路冠水想定箇所等の災害ハザードデータといった多種多様なデータがある¹⁰⁾。それらと2021年度にオープンデータ化が完了した全国56都市の3D都市モデル¹⁾を融合させることにより、都市構造を従来の2Dから3Dで見た上で、まちづくりや防災の計画の新たな視点の発掘、ならびに3D空間での都市構造の可視化による脆弱性評価、強靱化施策の提案を行ってまいりたい。

謝辞：本研究は一般財団法人日本デジタル道路地図協会（DRM 協会）の令和4年度研究助成を受けたものです。関係各位に深く御礼申し上げます。

参考文献(URLについては全て2022/9/30確認)

- 1) 3D都市モデル：国土交通省HP, <https://www.mlit.go.jp/plateau/learning/>
- 2) 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会HP, <https://confit.atlas.jp/guide/event/jsce2022/top>
- 3) 一般社団法人 全国測量設計業協会連合会HP, <https://zensokuren.or.jp/survey-planing-about>
- 4) BIM/CIM関連：国土交通省HP, https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html
- 5) 点群から現況図面を作成：(株)ホルスHP, <http://www.k-horus.jp/business-11.html>
- 6) 注目ソフトPickUp >> Autodesk Infrastructure Design Suite 主要製品群：建設ITガイドHP, http://it.kensetsu-plaza.com/cad/pickup/cad/16_idsmain/
- 7) Google map：Google, <https://www.google.co.jp/maps/>
- 8) みなとみらい線構内案内：横浜高速鉄道(株), <http://www.mm21railway.co.jp/sp/station/minatomirai/stationmap.html>
- 9) 浸水リスク 3Dのハザードマップで公開：NHK政治マガジン, 2020.12. <https://www.nhk.or.jp/politics/articles/lastweek/50702.html>
- 10) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会（DRM協会）HP, <https://www.drm.jp/>

(? 受付)

ORGANIZING PRACTICAL AND RESEARCH ISSUES AND FUTURE PROSPECTS ON DISASTER PREVENTION, URBAN AND TRANSPORTATION PLANNING FROM THREE-DIMENSIONAL VIEWPOINT

Hiroaki SHIRAYANAGI and Yukisada KITAMURA

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has prepared data for "3D city models" for 56 cities nationwide in 2022, and is now in the process of conducting demonstration experiments to solve social issues using this data. This is a paradigm to grasp and express urban space three-dimensionally, to develop planning theory from conventional 2D to 3D, and to discover new perspectives in planning theory, which is effective as a consensus-building. We believe that it is also effective as a tool for consensus building.

So, in this study, we will discuss the development and issues in the field of disaster prevention, urban planning, and transportation planning from the standpoint of civil engineering planning theory from a 3D viewpoint, from a wide range of viewpoints such as theory, information collection methods, utilization, and consensus building tools.