

次世代の生活・産業基盤となる都市のデジタルツイン

産業調査ソリューション室 小松 俊也、藤田 麻衣、菊地 優人

要旨

- ・近年、3D技術や測量技術の向上などを背景に、都市を仮想空間上に再現するデジタルツインが注目されており、日本でもユースケース(活用事例)が出てきている。
- ・デジタルツインは都市におけるシミュレーションと可視化、都市の記録保存、XR(AR、VRなどの総称)のコンテンツ開発などへの活用が期待できる。特にシミュレーションと可視化では、防災、交通、まちづくり、環境、エネルギーなどの分野でユースケースの開発が進んでいる。
- ・オープン化されたビッグデータには十分に活用されていないものも多いが、位置情報をキーとして都市のデジタルツインのプラットフォームにデータを集約し、新たな利活用方法を探ることが期待される。
- ・今後、都市のデジタルツインを課題解決に利用する動きは世界的に拡大するとみられる。日本がいち早く全国でモデル構築やユースケース開発を行い、イノベーションの創発を進めれば、都市の国際競争力強化や関連産業の海外展開などのチャンスとなろう。

多くの人々が集まり、生活する都市空間は、新たな技術を取り入れながら発展を続けてきた。近年では、「スマートシティ」や「DX」などが政策として掲げられ、新たなデジタル技術の導入が進んでいる。その中でも、今後の都市活動において重要と考えられるものの一つが、現実空間(フィジカル空間)を仮想空間(サイバー空間)内に再現する「デジタルツイン」である。デジタルツインは都市の利便性の向上にとどまらず、気候変動対策やイノベーションの創発など多様な利用が見込まれており、次世代の生活や産業を支える基盤にもなる。

なお、仮想空間を活用する点ではデジタルツインはメタバースとも類似するが、アバターを用いた交流などを目的としたメタバースに対し、シミュレーション結果のフィードバックなど、現実空間への活用を主眼とする点で異なる(下図表)。

1.都市のデジタルツイン

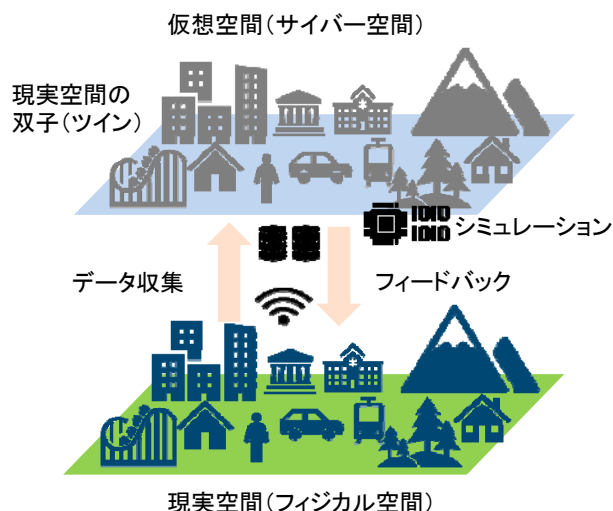
(1)都市のデジタルツインとは

仮想空間を現実のシミュレーションに使うデジタルツインの概念は新しいものではなく、1960年代には米国航空宇宙局(NASA)が宇宙探査機や航空機の劣化状況の把握、予想に活用していたとされる。2000年代から活用が広まったが、初期のデジタルツインは製造業や建設業などが中心であった。近年、デジタル技術の発達により、都市の規模でデジタルツインの構築を進める事例が増えている。本稿では、都市空間の全部または一部を仮想空間に再現し、シミュレーションなどに活用できるようにしたものを「都市のデジタルツイン」と呼ぶ(図表1-1)。

図表 メタバースとデジタルツインの違い(本稿における定義)

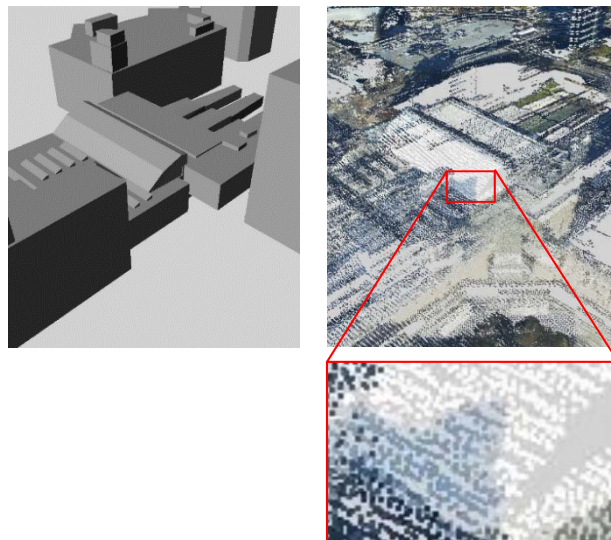
メタバース	自身の分身となるアバターなどを用いて、仮想空間上で交流や活動を行うもの。空間はリアルを再現することもあるが、多くの場合は独自の空間がつけられる
デジタルツイン	仮想上に現実を双子(ツイン)のように再現し、現実への活用を主目的として、シミュレーションなどを行うもの。中でも都市を再現したものを本稿では「都市のデジタルツイン」とする

図表1-1 都市におけるデジタルツインのイメージ



(備考) 日本政策投資銀行作成

図表1-2 3D都市モデル(左)と3次元点群(右)



(備考) アジア航測資料により日本政策投資銀行作成

図表1-3 CityGML規格におけるLODの概念



(備考) 国土交通省

(2) 3D都市モデルと3次元点群

都市のデジタルツインでは、都市内の建築物などを立体化した3D都市モデルが主に使われるが、レーザ測量などで取得した膨大な点データの集まりである3次元点群を活用する事例もある(図表1-2)。

① 3D都市モデル

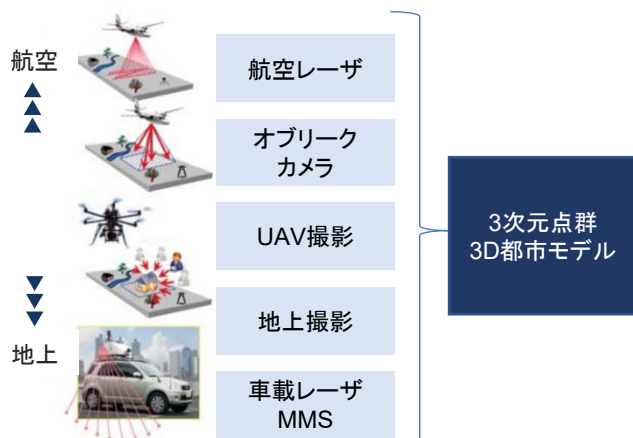
3D都市モデルは、都市空間の建築物や街路などを3Dで再現したものである。類似のものにGoogle Earthのような3D地図もあるが、単に地図を立体化しただけで、床や壁などの属性情報を持たない幾何学モデル(ジオメトリモデル)であり、行えるシミュレーションが限定的である。これに対し、属性情報(セマンティクス)を有したセマンティックモデルでは、高さや面積、材質などの情報を使った

シミュレーションが可能である。

デジタルツインの3D都市モデルには、特に地理空間情報の国際標準化団体であるOGC (Open Geospatial Consortium) が定めた国際標準規格のCityGMLに従って属性情報を整備したものが多く、規格に準拠した3D都市モデルを構築することで、他都市のモデルとの相互運用性が高まる。

ひとえに3D都市モデルといっても、その精緻さは異なる。建築物の詳細な外観まで造りこんだモデルでは、より現実に近い景観を再現できるが、演算処理が重くなるなどの欠点もある。再現の精緻さはLOD (Level of Detail、詳細度) と呼ばれ、後述の「Project PLATEAU」(以下、PLATEAU) が採用するCityGML2.0の規格には、LOD0からLOD4までの5段階がある。LOD4に近づくほど精緻さが増し、LOD0は平面での表現、LOD1は箱型の形状なのに対して、LOD4では建物の外観や、BIM / CIM (Building / Construction Information Modeling、建設工事や土木工事に使う3Dモデル) のような内部のデータも有する(図表1-3)。LOD1では情報量が少ないため処理が容易だが、低層部と高層部に分かれた建物が正確に表現されないなどの欠点もある。なお、PLATEAUでは、LOD2で2.0から2.2、LOD3で3.0から3.3までのさらに細分化した定義を用いている。

図表1-4 3Dデータ作成のための測量方法



(備考)アジア航測資料により日本政策投資銀行作成

②3次元点群データ

3次元点群データは写真測量やレーザスキャナなどで測量した点の集まりである。測量は範囲や精度を考慮して航空や地上から多様な手法で行われる(図表1-4)。測量で取得した点はそれぞれ3次元座標値(X, Y, Z)を基本として色の情報(R, G, B)を持たせることもでき、多数の点を表示することで3次元の空間を再現する。個々の点の間にデータはないが、メッシュ化(各点を辺や面で接続)の処理を行うことで、点と点の間を埋めた3Dデータに変換することもできる。

位置や色に加えて、物の形状などの属性情報を点群データに付与することで活用の幅が広がる。AIで点群を判別し、属性情報を付与する技術も発展してきており、点群データのさらなる活用が見込まれる。

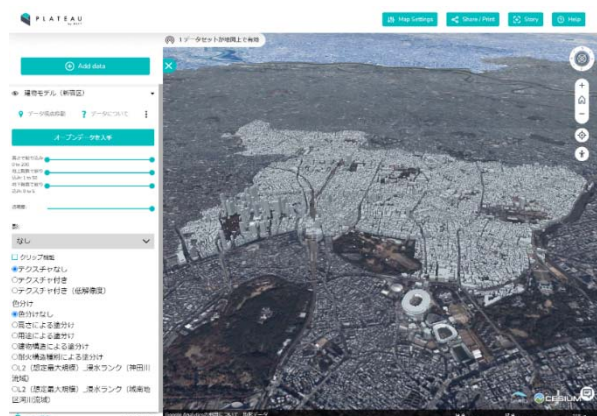
(3)都市のデジタルツインの事例

シンガポールのVirtual Singaporeやヘルシンキ市のHelsinki 3D+など海外のデジタルツインが知られる中、日本国内でもすでに都市のデジタルツインの構築・運用が進んでいる。代表例としては次のものがあり、特に国土交通省のPLATEAUは日本各地の3D都市モデルを構築している中核的なプロジェクトである。

①国土交通省「PLATEAU」(3Dモデル)

国土交通省は2020年に3D都市モデルの整備・

図表1-5 PLATEAU VIEW



(備考)国土交通省

活用・オープンデータ化事業としてPLATEAUを開始した。2021年に全国56都市の3D都市モデルをオープンデータとして公開しており、2027年までに全国約500都市でのデータ整備を目指す。

PLATEAUの3D都市モデルは主に自治体が保有する2D地図データ、航空測量データ、都市計画基礎調査データなどを活用し、CityGML2.0を日本にローカライズした「3D都市モデル標準製品仕様書」に基づいて構築されている。ウェブ上で都市モデルを可視化し、データを落とし込めるPLATEAU VIEW(図表1-5)を提供していることに加え、地理空間情報を扱うプラットフォームであるG空間情報センターで3D都市モデルのデータを公開しており、UnityやUnreal Engineのようなゲームエンジンに取り込むこともできる。また、クレジットを表記することで商用利用もできるほか、活用促進のために開発コンテストの「PLATEAU AWARD」やスタートアップピッチのようなイベント開催、都市モデルの整備・ユースケース開発費用の補助などを行っており、さまざまな実験的活用が進んでいる。

②静岡県「VIRTUAL SHIZUOKA」(点群)

静岡県は南海トラフ巨大地震など災害への備えを目的に、2016年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。さらに2019年からは県内のレーザ測量を開始し、これまでに県内ほぼ全域の3次元点群データを取得した(図表1-6)。点群データはG空間情報センターのデータベース上で

図表1-6 VIRTUAL SHIZUOKA



（備考）静岡県

一般公開されており、ゲームエンジンなどを用いてシミュレーションやエンターテインメントなど多様な用途で活用できる。例えば、2021年7月に静岡県熱海市で発生した土石流災害では、被災前の点群データが取得されていたことで、被害観測が迅速に行われた。有志のグループが VIRTUAL SHIZUOKAの点群データと新たにドローンで取得した点群データを活用して、土石流が起こる前後の状況を比較した。これにより、従来は人力で1ヵ月程度の時間を要していた被害観測が、1週間程度に短縮されるなど、実際の災害対応に役立てられた。また、この土石流以外の災害でも、点群データの活用により、測量にかかる人工数（作業に必要な延べ人数）が平均4割程度減少した。

③東京都「デジタルツイン実現プロジェクト」（3Dモデル・点群）

東京都では、2020年から「デジタルツイン実現プロジェクト」を開始し、PLATEAUと連携して都内全域のデジタルツイン化を進めている。独自のプラットフォームとして構築した「東京都デジタルツイン3Dビューア」（図表1-7）では、3D都市モデルを可視化するだけでなく、都内のオープンデータを掲載している。また、社会実装に向け、地下空間も含めたリアルタイム人流の可視化や、地下埋設物の3D化による業務改善、スマートフォンでの3Dマップ更新などの実証実験も行い、活用を進めている。

図表1-7 東京都デジタルツイン3Dビューア



（備考）東京都

さらに、2022年からは都内全域での点群データの取得・整備事業も開始した。

（4）都市のデジタルツインの用途

都市のデジタルツインの用途には主に次の三つが挙げられる。

①シミュレーションと可視化

3D都市モデルや点群データを活用すれば、データを用いたさまざまなシミュレーションやその結果の可視化を行うことができる（詳細は第2節のとおり）。これまでもコンピュータで2Dのシミュレーションが行われてきたが、3Dで可視化することで、誰もがその経緯や結果を理解しやすくなった。

②都市のアーカイブ

3D都市モデルや点群データはある時点における都市のコピーである。作成した都市モデルは保存しておけば、後に3Dのアーカイブ（保存記録）として活用できる。先述の静岡県の土石流災害のように、災害や開発などで土地利用に変化が生じて、過去の姿をみることができる。また、都市計画だけでなく、学校で都市の歴史を教える際など教育にも活用が可能である。

③XR・メタバース

都市のデジタルツインはXR（AR、VRなどの総称）・メタバースにも活用できる。VR（Virtual Reality、

仮想現実)では、都市モデルや点群データを活用すれば、仮想空間でのコンテンツ開発にかかる作業の省力化などにつながる。

また、3D都市モデルはAR (Augmented Reality、拡張現実)でも活用できる。ARは現実空間にCGなどを重ねて表示し、体験を拡張するものである。これまで、特定の地点でCGを表示する際には位置確認にGPS (Global Positioning System)などを用いてきたが、2022年に顕著に発展したVPS (Visual Positioning System)を併用することで、より正確に位置を把握して道案内や店舗情報、キャラクターなどのARを表示することが可能になった。VPSはカメラから取得した画像を3D解析し、バックデータの3Dマップと照合することで自己位置を推定する技術であり、このバックデータには、PLATEAUの3D都市モデルが活用されることもある。また、XR技術で現実をベースにメタバースを構築し、現実空間と仮想空間の垣根を越えて利用者同士の相互交流を図る「ARメタバース」(「リアルメタバース」など複数の呼称がある)においても、デジタルツインが運用の基盤になると期待できる。このように、デジタルツインはXR・メタバースを特定の用途で活用する際に必要となるインフラのような役割を果たす。

2.3Dシミュレーションの用途

シミュレーションや可視化による都市のデジタルツインの用途には主に次のものがある。

(1)防災

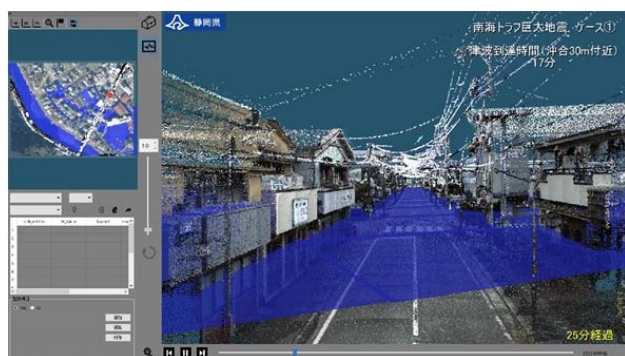
災害シミュレーションはこれまでもさまざまな形で行われてきたが、都市のデジタルツインでは高さ情報も含む3Dのシミュレーションと可視化をより容易に行える。

例えば、3Dで再現した河川に、水位情報を重ねることで氾濫リスクの予測ができる(図表2-1)。センサーの活用によって水位情報や気象データなどをリアルタイムで取得して、状況に合わせて水門などを操作すれば、浸水被害の軽減につなげることができる。また、津波や洪水などをシミュレーションすることで、被害を最小化するための堤防や河川の整備、避難ルートの検討にも活用が見込まれる。さらに、土砂災害、雪害、火山災害などのシミュレーションができるほか、建物内の構造データを持つLOD4の都市モデルでは高層ビルからの避難シミュレーションなども行える。

(2)交通・混雑

都市に設置したセンサーなどから取得される交通データや人流データをデジタルツイン上で利用することで、特定の道路や建物内、電車の車両の混雑状況を把握し、交通の最適化などに活用することができる。また、ウォークアブルなまちづくりを行った場合の人流シミュレーションの事例(図表2-2)のように、現実と異なる条件を設定し、体験可能な交通・人流シミュレーションモデルを構築できる。さらに、個々の施設の混雑度合いのデータを可視化することで、混雑の回避や分散につながる。

図表2-1 南海トラフ地震の浸水シミュレーション



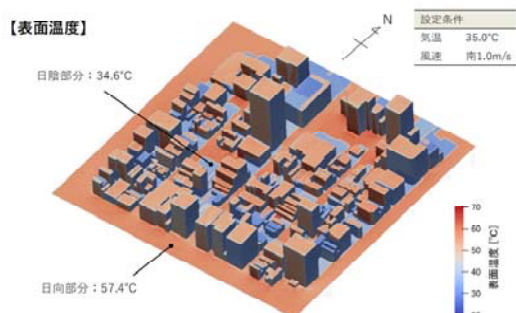
(備考)静岡県

図表2-2 ウォークアブルな空間設計のシミュレーション



(備考)1. 国土交通省、パシフィックコンサルタンツ、フォーラムエイト
2. VRイメージ画像であり、実際の計画とは無関係

図表2-3 気候変動影響シミュレーション



(備考)国土交通省、東京大学 都市計画研究室

図表2-4 太陽光発電のシミュレーションイメージ



(備考)フォーラムエイト

図表2-5 都市モデルのARを複数人で共有



(備考)国土交通省、Symmetry Dimensions

図表2-6 広告効果の確認



(備考)国土交通省、Symmetry Dimensions

(3)環境・生態系・エネルギー

デジタルツインは環境適応や生態系保護、エネルギーの効率利用にも活用できる。例えば、都市の温熱環境を流体解析でシミュレーションすることで、気候変動がもたらす影響が想定可能になる(図表2-3)。また、森林や海洋など環境の点群データを経年で取得すれば、生態環境の変化を可視化したり、将来の変化をシミュレーションするなど、生態系の維持・回復の取り組みにも活用できる。さらに、太陽光発電パネルの発電量や設置時の反射シミュレーション(図表2-4)など、発電効率の確認や、エネルギー需給の予測などにも活用できる。気候変動では人々の行動変容を促すことが重要であるため、視認性を高めるデジタルツインの重要度は高い。

(4)まちづくり

まちづくりでは、これまでも建築物の模型などを活用しながら、都市開発の前後を比較してきた。また、2Dの地理情報システム(GIS: Geographic Information System)上でデータ分析が行われて

きた。3Dでの表現や分析も行われてきたが、オープンデータとして都市のデジタルツインが提供されたことで、より柔軟に都市の姿の表現や分析が可能になった。都市の3DをARによって複数人で共有することができ(図表2-5)、エアーマネジメントや、住民との意見交換などに活用が見込まれる。また、3D都市モデルでは地中の水道管や地上の電線なども再現可能なため、インフラの状態の把握をより的確に行い、劣化状況を分析して更新の検討などに活用できる。

(5)観光・地域振興

観光地の人流データを活用することで、観光ルートの最適化や、観光客の分散などのシミュレーションを行える。また、地域の歩行者の数を分析・可視化することで、地域のにぎわい創出に向けた政策を立案することもできる。

(6)産業・商業

都市のデジタルツインは製品開発などにも活用

できる。自動運転車両の開発では、リアルで実証実験する前に仮想空間上の都市でシミュレーションを行うことに加え、VPSを活用することで、周囲の情報から車両の位置推定が可能になり自動運転技術の向上につながる。

また、空飛ぶクルマやドローンでは、電線などの障害物を仮想空間上に再現して、最適な移動ルートを検証したり、飛行シミュレーションを可視化した動画を市民の社会受容性の向上に役立てるなどの利用法が考えられる。そのほか、5G電波の基地局の効率的な配置、人流データを活用した商圈分析や、屋外広告の効果の確認(図表2-6)などの利用が見込まれる。

3.データ基盤としてのデジタルツイン

これまで都市のデジタルツインにおけるシミュレーションや可視化の事例を挙げたが、これらの活用を行うには、デジタルツインの構築だけでなく、適用するデータの収集・活用が求められる。

(1)都市のデータ収集・公開

都市には、地理情報や台帳情報、施設情報など行政が管理しているデータから、ある地域の飲食店情報や住民の個人情報まで多様なデータがある。これらのデータは、個々の手段や目的によって収集されており、有機的に連携されている状態とはいえない。

都市のデータには、統計情報などの静的なデータも多いが、近年では情報通信技術の発展やセンサーの進化により、リアルタイムの動的データも収集の幅が広がっている。すでに一部の自治体では、渋滞情報や駐車場の空き情報、特定エリアの天候や河川の水位情報などをリアルタイムに収集し、政策に活用している。今後は都市内のセンサーに加え、衛星で取得したデータなど、さらに多種多様なデータが活用されるだろう。

また、収集したデータは公開されなければ利用が進まない。日本では、2012年の「電子行政オープンデータ戦略」策定などを背景に、政府や自治体のオープンデータ化が進みつつあるが、産官学

のデータが利用しやすい状態で公開されているとは言えず、いまだに課題も残る。

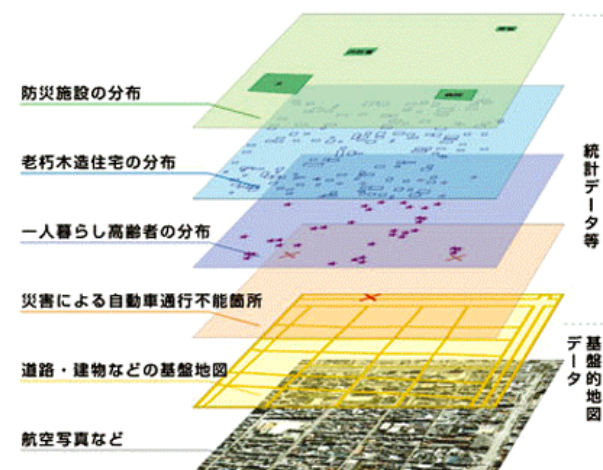
(2)横断的なデータ連携・利活用に向けたツール

データを収集・公開しても、個々の自治体が独自の形式で公開していれば適切な利用は困難であり、データの利活用には形式の統一が鍵となる。都市のデータ連携・利活用を促すものには、「都市OS」(Operating System)と呼ばれるデータ連携のソフトウェア基盤がある。都市OSを導入することで、センサーやカメラなど外部から取得したデータを統一形式で管理し、分野横断的に活用できる。加えて、都市OSは機能要件や標準規格が満たされれば、都市間での相互運用が可能で、より多様なデータが手間を省いて連携できる。

(3)データ基盤としてのデジタルツイン

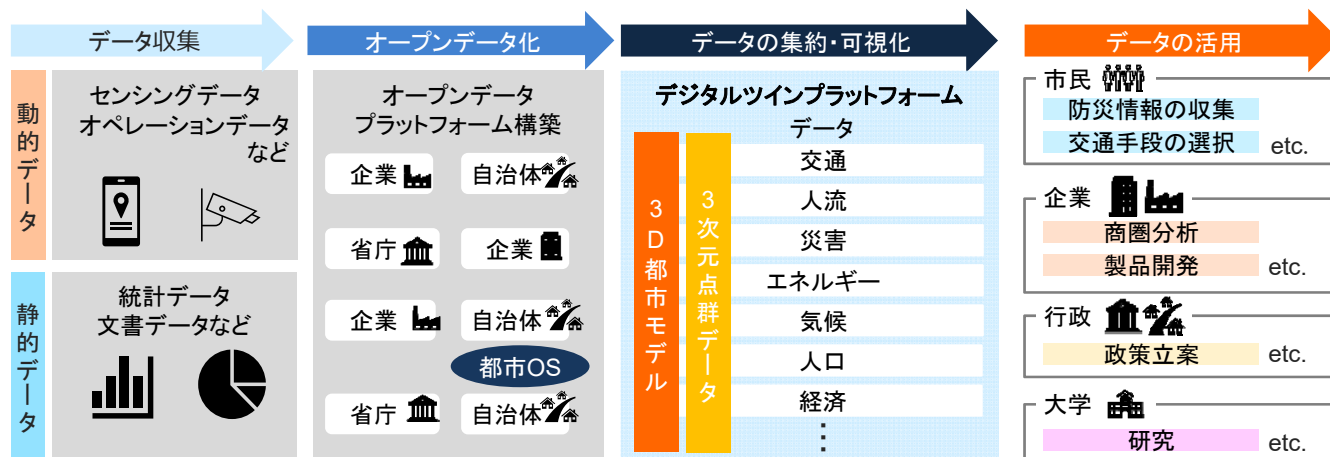
都市OSは都市のデータ連携への活用が期待されるものの、都市に関する多様な情報が使用に適した形で整理されるわけではない。例えば防災の分野では、防災施設や倒壊・延焼の危険性の高い木造住宅の分布など、さまざまな情報が関わってくる(図表3-1)。これらの情報が公開されても、位置情報で一元的にまとまらなければ、防災施策などを総合的に検討することができず、十分に活用することができない。

図表3-1 位置情報を持つデータレイヤー(防災の例)



(備考)国土交通省

図表3-2 都市のデータ基盤としてのデジタルツイン



(備考)日本政策投資銀行作成

これまでもGISなどで、位置情報をキーにしながら各種のデータを電子地図の上に層（レイヤー）ごとに分けて結びつける取り組みが行われてきた。

しかし、GISは都市計画などの情報基盤として重用される一方で、活用には専門的なスキルが必要とされるなど、利活用のハードルが高かった。

これに対し、PLATEAUの3D都市モデルを活用したPLATEAU VIEWや東京都デジタルツイン3Dビューアでは、3D都市モデルに多様なデータのレイヤーを重ねて表示することができる。CityGMLの統一的な形式で全国の都市を3D都市モデル化し、その上に都市から収集したデータをレイヤーとして重ねることで、誰もがデータを収集・利活用し、その重要性を認識することができる。これにより、単なるオープンデータ化では利用されなかったデータが活用される。

3D都市モデルや3次元点群に各種データを重ね合わせるプラットフォームがさらに整備・普及すれば、各自治体や企業が独自に収集したデータを集約するプラットフォームとしても機能する可能性がある。容易にデータの可視化やシミュレーションを行えるプラットフォームができることで、データの収集・公開への理解が共有され、さらなるデータ利活用の促進につながるだろう。この結果、都市のデータを活用した生活や経済の向上に加え、データ収集のセンサー配置、自治体のオープンデータ化などが進展し、よりデータを入手しやすく、利活

用しやすい環境の整備が期待できる(図3-2)。

4. デジタルツインの将来と日本の可能性

(1) デジタルツインの拡大

現在は国外では大都市などに限定した取り組みが主流だが、各国や各自治体による3D都市モデルの構築が進めば、世界の広域がデジタルツイン化される。また、空間のデジタルツインは都市以外でも建物内部や、地球全体などあらゆる規模で広がってくる。欧州委員会は2050年までにカーボンニュートラルを目指す欧州グリーンディールの一環として、2021年に地球全体のデジタルツイン化の事業「Destination Earth」を開始した。2030年までに地球全体のデジタルツインを完成させ、自然現象や人間の活動を反映させることなどにより、地球の過去・現在・未来の姿を表現し、気候変動対策の政策決定に活用できるようにする。

3D都市モデルは将来的に、製造業の3Dモデルや建設業のBIM/CIM、地球規模のデジタルツインなどと一緒にプラットフォーム上でまとめられ、地球上のさまざまなデータが集約される方向に進むと考えられる。一つのビルから地球規模の広域まで、リアルタイムで取得したデータを使ってAIがシミュレーションを行うようになるだろう。このように、地球上のあらゆるものがデジタルツイン化された仮想空間の世界を、現実の鏡であるとして「ミラーワールド」と呼ぶこともある。

図表4 3D都市モデルの利用しやすさ

順位	都市名	国名
1	ヘルシンキ	フィンランド
2	アムステルダム	オランダ
2	エスポー	フィンランド
4	ポズナン	ポーランド
5	いわき	日本
5	東京	日本
5	白河	日本
5	札幌	日本
5	宇都宮	日本
5	郡山	日本
5	桐生	日本

(備考) 1. Lei, B., Stouffs, R. and Biljecki, F. (2022)により
日本政策投資銀行作成 2. 対象となった日本の3D
都市モデルは図表中の7都市と鉾田(12位)のみ

(2) デジタルツインにおける日本の可能性

都市のデジタルツインの関連技術は欧米にも優れたものがあるが、日本にも優位性が認められる。PLATEAUは海外の一部の国・都市よりも後発ではあるものの、更新頻度や属性情報など47項目で世界40都市の3D都市モデルの利用しやすさを比較したシンガポール国立大学の研究(図表4)では、質の高い3D都市モデルを均等に多くの都市で構築していることが評価されている。3D都市モデルを活用した成功事例は、他都市に横展開していくことで全国で利益を享受できるため、均質で利用しやすい3D都市モデルを多都市で構築する日本では、外国よりもデジタルツインの活用を広範囲で進めやすい。

また、ユースケース開発でもこれまで先進的な取り組みを行っている。国土交通省のPLATEAUは、ドゥルーズ/ガタリが著書『千のプラトー』(Mille Plateaux)の中で使った「プラトー」(多様で自律・分散的なシステムが平面的に接続・連続することで強じん性を獲得していく哲学的な実践)に由来し、データを共有しながら多様な主体でユースケースを開発することを重視している。このため、3D都市

モデルをオープンデータ化して誰にでも使えるようにするとともに、取り組みで産学民も巻き込んでユースケースを開発している。

3DCGと地図データの双方を扱う企業や人材は不足しているが、3D都市モデルのユースケース開発が進めば、企業でノウハウが蓄積されるとともに、デジタルツインを扱う人材の育成も見込まれる。3D都市モデルは多様な産業の製品・サービス開発に活用できるため、企業や人材が育てば新たなイノベーションにつながることを期待できる。

さらに、写真測量やレーザ測量で取得したデータから自動で3D都市モデルを構築するAIの開発が進められている。将来的には衛星から取得したデータを都市モデルの作成に役立てられるだろう。これらによりモデル作成の費用・時間が削減されれば、都市のデジタルツインが急速に世界中で広まると見込まれる。日本の自治体や企業が先行してユースケースを開発することができれば、海外にもサービスを展開するなど、日本の勝機になるだろう。加えて、デジタルツインや空間のデジタル情報に関する規格の作成や改訂に、日本が強い影響力を持つ可能性もある。

3次元点群データでも、静岡県VIRTUAL SHIZUOKAのように広域で高精度の点群データを無料で公開する例は極めて珍しい。このデータは国内企業に利用されるだけでなく、海外のエンジニアの目にとまり、レーシングゲームのコースとして活用されたという事例もある。国内で精緻な点群データを広範に取得、公開すれば日本から新たなビジネスやサービスを生み出すことや、海外の企業・個人の活用により投資の呼び込みや、海外でのシティプロモーションにつながることも期待できる。

5. おわりに-都市の未来とデジタルツイン

都市は、ヒト・モノ・カネなどの集積を強みとして発展を続けてきた。その反面、都市への集中は災害リスクの増大や渋滞・混雑、ヒートアイランド化などの課題も生み出した。また、2020年に新型コロナウイルスが拡大したことで、人口集中の弱点が浮き彫りになった。さらに、メタバースのようなXR技術が

発展すれば、人々は現実の都市よりも、理想的仮想世界で生活するようになるかもしれない。こうした中、現実の都市は今後より安全かつ利便性が高く、魅力のある空間を築いていかなければ存続が危ぶまれるだろう。

都市のデジタルツインは、都市が持つ膨大データを集約・可視化・活用できるものとして多大な可能性を有している。「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals)などで掲げられる持続可能性の向上には、経済・社会・環境の三側面の統合的向上を目指すことが不可欠とされる。都市においても、これら三側面の向上が肝要となり、都市のデジタルツインには、これら全てにおいて、図表5のような活用方法とコスト削減が期待できる。

例えば、国土交通省の試算では同省所管の社会資本の維持管理・更新にかかる費用は年間約5～6兆円であり、今後さらに増加が見込まれる(2018年試算)。また、内閣府の推計では東日本大震災は社会資本などに約17兆円の被害をもたらしたとされる。静岡県のデジタルツインは災害対応の一部で人工数を約4割削減したが、都市のデジタルツインがインフラの維持管理・更新、防災や災害からの復興などの分野でわずかでも効率化に寄与すれば、一定のコスト削減が見込まれる。

都市のデジタルツインは今後、都市活動の効率化や新たなサービスの創出を支える生活・産業基

盤となるだろう。これを活用することは、気候変動や人口減少などがもたらす日本各地の課題解決の一助となる。また、デジタルツインの市場が拡大する中、日本が産官学民でいち早くユースケースの開発や人材の育成を進め、イノベーション創発を加速させることは、都市の国際競争力強化や関連産業の海外展開などの勝機になるものと期待できよう。

参考文献

- Lei, B., Stouffs, R. and Biljecki, F. (2022), “Assessing and benchmarking 3D city models”, International Journal of Geographical Information Science.
- 国土交通省(2018)「国土交通省所管分野における社会資本の将来の維持管理・更新費の推計」
- 内閣府(2011)「東日本大震災における被害額の推計について」

注：執筆者の部署名は執筆時のもの

図表5 経済・社会・環境の三側面からみた都市のデジタルツインの活用方法とコスト削減

側面	都市のデジタルツインの活用方法	削減が期待できるコストなど
経済	・ 自動運転車、ドローン、空飛ぶクルマなどの開発・運用 ・ 商圈分析・広告効果分析 ・ XR・メタバースのサービス開発 ・ インフラの維持・整備の効率化 ・ 交通の効率化	・ 製品開発にかかるシミュレーションの費用 ・ 非効率な販売や広告で生じる費用 ・ 3Dコンテンツの作成にかかる費用・時間 ・ インフラの開発・維持・管理の費用・時間 ・ 交通渋滞で生じる経済的損失
社会	・ 災害に対する都市の強靱化や住民の防災意識の向上 ・ 発災時の被害確認、被災地復興の効率化 ・ まちづくりにおける住民との協議 ・ 都市のアーカイブ化による歴史・文化的な活用	・ 災害による損失 ・ 開発者と住民の意識のギャップから生じる費用・時間 ・ 視覚教材・資料の制作にかかる費用・時間
環境	・ 気候変動の可視化による環境意識の啓発 ・ 気候変動の影響に対応した政策の立案 ・ エネルギー利用の効率化 ・ 太陽光発電の効率化	・ 都市活動で生じる温室効果ガスの排出量 ・ エネルギーの利用過程で生じるエネルギーロス ・ 太陽光発電における日射量の活用不足

(備考)日本政策投資銀行作成

©Development Bank of Japan Inc.2023

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。
本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

e-mail(産業調査部): report@dbj.jp