

SOCIAL INNOVATION NEWS

TOPPAN

Vol.
07

[特集]

デジタルツインの実現に向けて

安心・安全に暮らせる最先端のまちづくり



[特集]

デジタルツインの 実現に向けて

安心・安全に暮らせる 最先端のまちづくり

IoTの発展により、仮想空間に現実社会の状況が転写される「デジタルツイン」が、新たな価値を生み出すと期待されています。仮想空間でシミュレーションを実施し、効率的に現実世界へさまざまな施策や対策を展開することが可能です。

たとえば、都市の「デジタルツイン」が実現すれば、少子高齢化、東京一極集中、交通渋滞、市街地の空洞化など、都市が現在抱えている課題に対して、より効果がある解決のための施策や計画をシミュレーションすることができます。現在、都市の「デジタルツイン」の実現に向けて「i-都市再生」という情報基盤をつくる取り組みが始まっています。また、シミュレーションするだけでなく、AR(拡張現実)/VR(仮想現実)などを活用すれば、実際にシミュレーションを体験することができ「デジタルツイン」の世界に入り込むことが可能です。

たとえば、防災では被害予測に応じた避難訓練をシミュレーションすることができ、VRで被災状況を疑似体験し、危機感を持ってもらうことに期待が高まっています。

今号では、安心・安全に暮らせる最先端のまちづくりへつながる挑戦について迫ります。

KEYWORD

デジタルツイン (Digital Twin)

仮想空間に現実社会の状況を再現する技術で、現実とそっくりな仮想社会が生まれることから、デジタルツイン(デジタルの双子)と呼ばれている。実世界を正確に写し取ったデジタルツインで、分析やシミュレーションをすることで、実世界に負担をかけることなく、さまざまな試行錯誤が可能になり、課題解決の効率化や迅速化を図れる。

バーチャル・シンガポール (Virtual Singapore)

シンガポールの国土全体を3Dで仮想空間に再現するプロジェクト。地形や建物などを3D化した地図のプラットフォームに、住民情報や交通状況、エネルギー消費量などのさまざまなデータを統合し、リアルタイムで確認することができる。デジタルツインを活用したまちづくりの先進事例として注目されている。

i-都市再生

過去から現在までの状況や課題について、データに基づく分析、シミュレーションなどにより、都市再生を「見える化」する情報基盤。これらの可視化により、投資家や住民、事業者などの直感的な理解、数値的な納得を促し、関係者の合意形成を図り、都市再生へのさらなる民間投資を呼び込むことにつなげる。

CONTENTS

- 4 Interview 「i-都市再生」の実現に向けて
3D地図とデータで
都市構造を可視化
直感的な理解が
まちづくりの未来をサポートする

内閣府
赤星健太郎氏



- 8 Interview 3D技術を活用した都市再生
“バーチャル空間のまち”が
未来のまちづくり、
都市再生につながる

大日本コンサルタント株式会社
高柳乃彦氏



- 12 Interview 防災シミュレーションの最先端
3Dモデルを活用し、
災害に強いまちづくりへ

国立研究開発法人 防災科学技術研究所
大井昌弘氏



Interview
+
「i-都市再生」
の実現に向けて

3D地図とデータで 都市構造を可視化 直感的な理解が まちづくりの未来をサポートする



都市構造可視化計画
課題が見える・やり方が変わる

内閣府 地方創生推進室
都市可視化調整官
赤星健太郎氏

1996年、建設省（現国土交通省）入省。2006年、国土交通省関東地方整備局都市整備課長。2009年、国土交通省都市局都市政策課。2011年、復興庁、2013年、福岡県都市計画課長を経て2016年8月より現職。都市の可視化に関する政策立案、技術開発、普及啓発を推進。

人口減少や中心市街地の衰退など、都市環境が変化するなか、持続可能なまちづくりを進めるには、関係者がまちの課題や将来像を共有する必要があります。そのためのツールとして注目を集めるのが「都市構造可視化計画ウェブサイト」。多様な統計データが3D地図上に表示され、まちの現状を直感的に把握することができます。システム構築に携わり全国に啓蒙する変革者、内閣府の赤星健太郎氏に、取り組みの背景や目的、展望について伺いました。

「3D地図×統計データ」でまちの課題を可視化

都市構造可視化にいち早く 取り組み、全国へ展開

都市構造可視化に取り組み始めたのは2004年頃です。当時私は茨城県つくば市にある国土技術政策総合研究所で、住居や商業施設など生活に必要な機能を一定範囲内に集め、効率化を図るコンパクトシティの研究に携っていました。しかし「コンパクト化する」といっても簡単なことではありません。住居や商業施設を強引に動かすことはできないので、まずまちの課題や将来像を共有し、納得してもらったうえで推進する必要があります。ところが国勢調査や商業統計などの数値データは、数字が羅列されただけでわかりにくく、まちの現状を直感的に把握で

きるツールが必要でした。そこで都市構造を可視化するツールの試作品をつくっていたのがそもそもの始まりです。

試作品は、Google Earth上にさまざまな統計データを表示するように設計。現場で活用しやすいよう行政担当者の意見や地域住民のニーズに応えて、どんどん改良を加えていきました。

その後私は福岡県都市計画課に移り、都市計画のマスタープランづくりに携わりました。その際、関係者の合意形成を促すことなどに都市構造可視化ツールを活用することが有効であることに気づいてくれた人がいて、2015年、福岡県は関係機関とともに「都市構造可視化計画」のウェブサイトを構築、公開するに至りました。

現在、「都市構造可視化計画ウェブサイト」には、国勢調査や事業所・企業統計など日本全国のさまざまな統計データ（一部海外データ含む）が入っており、Google Earthや地理院地図上に3次元で表示できます。人口、事業所数、小売業販売額などの統計データが立体的に「高さ」で表され、公共交通利用圏や土地利用規制など位置に関するデータがメッシュ（地図を格子状に区切ったデータ）の「色」で表示されます。これにより、鉄道と人口集積との関係を高さと色を使って表示する、3次元ならではの「クロス分布」もわかりやすく表示され、まちの現状を直感的に把握できます。

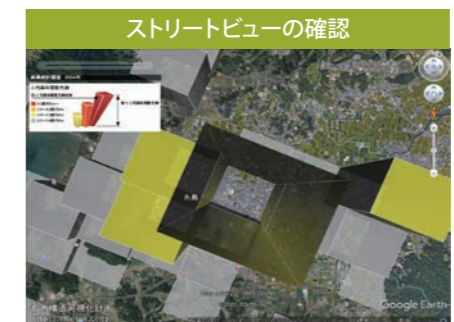
人口が密集している一角など気になったエリアにズームし、Google Earthのスト

都市構造可視化計画ウェブサイトとは <https://mieruka.city/>

行政や地域住民によって都市計画の検討がおこなわれる場では、国勢調査や商業統計などの統計データが使用されるが、数字が羅列された資料だけでは、都市の現状を把握することは難しい。そのため、Google Earthを活用し、地図上に各種統計データを3次元で表示。人口・販売額の経年変化などから、都市の現状や課題を直感的に把握することができる。



メッシュの色と高さで表示されるデータを変えることで、さまざまな分析ができる。(図：小売業年間販売額)



メッシュごとに特定のスポットにズームして詳細を確認することができる。



複数の都市を一括で表示することで、広域的都市構造の検討や都市間比較ができる。



リートビューで見えることも可能です。まち全体のスケール感のある視点と現場の様子をシームレスに行き来することで、まちの課題を把握することができるのです。

また、「経年変化」を連続して可視化することもでき、中心市街地の人口が年々減り、郊外の人口が増えるといった推移が一目でわかります。さらにこのウェブサイトは複数の都市を一括表示できるので、2つのまちの人口分布の推移を比較して、「あそこのまちは中心市街地に人口が集中したまま推移しているが、こち

らのまちでは郊外に人口が拡散している。違いはどこにあるのか？」といった議論にも役立てられます。

まちの現状を可視化しながら議論することで、まちづくりの進み方は大きく変わります。都市計画やまちづくりでは、利害の対立が起きやすいので、関係者同士のコミュニケーションがとても大切です。「都市構造可視化計画ウェブサイト」は関係者の合意形成がスムーズにできるツールとして大きな力を発揮してきた実績があります。

日本全国に拡大する「都市構造可視化」の動き

自治体活用の広まりが さらなるデータ収集につながる

「都市構造可視化計画ウェブサイト」は、公開後多くの自治体や民間企業で評価され「利用してみたい」との声が多数寄せられるようになりました。現在では、約250の自治体で活用が進み、「都市構造可視化計画ウェブサイト」を活用するためのワークショップや情報交換をする交流会も開催され、活用分野も広がっています。

興味深いのは利用者が増えるなかで、必要なデータがどんどん集まる「正のスパイラル(右図参照)」が形成されていくことです。もともと都市構造可視化のシステムは、「こういうことに使いたい」といった現場のニーズに合わせて機能を拡大してきました。ですから、私たちはこのデータが集まるスパイラルを非常に大事なものだと考えています。

流れとしては、まずまちづくりの関係者がウェブサイトを見ると、「こんな情報を可視化したい」と利用者側に動機が発生します。すると今度は、利用者自身が必要なデータを収集し始め、その新たなデータが加わると、より正確で多様な可視化が可能になり、ほかの利用者もさらに的確な課題把握ができるようになる。

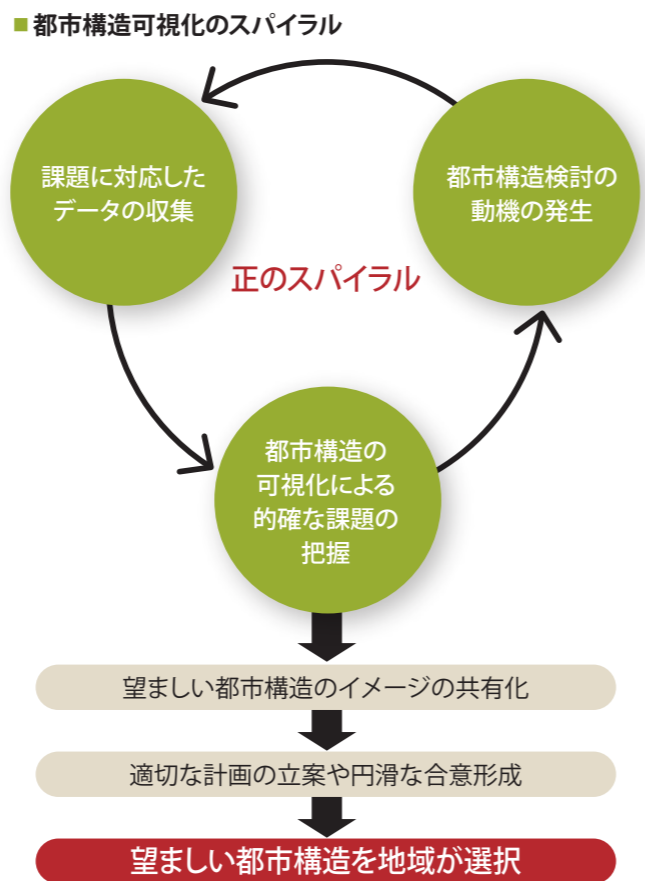
これが正のスパイラルです。

具体例として、ある地域では、「郊外に大型スーパーができて売上げが落ちた」と悩む駅前商店街の関係者がいました。しかし「都市構造可視化計画ウェブサイト」を活用し、小売業販売額の経年変化を見ているうちに、大型スーパーができる前から駅前商店街の小売業販売額は下がっていたこと

に関係者の1人が気づいたのです。つまり大型スーパーができたために売上げが落ちたのではなく、もともと下がっており、「だったら敵対するのではなく、大型スーパーと連携した方がいい」という流れに変わりました。こうしたことを何も見せない状態で自治体担当者が提案した場合、賛同を得ることは難しいでしょう。データを見ることで、自分たちで課題に気づいてもらうことが重要です。このケースでは「大型スー

パーで売れているのは何だろう」「近隣のまちの状況はどうだろう」と関係者のなかに検討の動機が生じたことでデータの収集がすすみ、適切な計画立案や円滑な合意形成につながりました。

このような正のスパイラルを高速回転させることが、今の私たちの重要な仕事のひとつになっています。



「i-都市再生」はデジタルツインの先駆けの取り組み

さらに進化する 都市構造可視化の取り組み

福岡県で始まった都市構造可視化の取り組みは今、国全体を巻き込んだ大きなうねりになろうとしています。「都市構造可視化計画ウェブサイト」が公開された翌年、この取り組みを全国に広めようと、内閣府に「都市可視化調整官」というポストがつくられ、私が着任し、その後国の政策に、まちづくりの計画や効果を3D地図によって「見える化」する情報基盤「i-都市再生」を構築することが記載されたのです。

「i-都市再生」とは、いわば都市構造可視化の取り組みを進化させたもの。「都市構造可視化計画ウェブサイト」ではGoogle Earth上に統計データを表示していましたが、「i-都市再生」ではこれをさらに発展させようとしています。現在各市町村ごとにバラバラのデータを、統一仕様の地図データにする取り組みで、3D地理空間データの国際標準規格であ

る「CityGML (City Geography Markup Language)」にそろえようとしています。

「CityGML」に標準化することで、建物や橋、道路や樹木、信号機などさまざまなデータとつなげることができるため、都市をまるごと3Dモデル化することが可能です。統計データの表示は日本が提案した拡張です。この仕様に統一することで、これまで大まかなエリアのデータを表示するにとどまっていた都市構造が、建物一軒一軒の詳細データまで表示できるようになります。さらに世界中のさまざまな地理情報アプリケーションやVRデバイスで表示できるようになり、より高度で幅広い活用が可能になります。これにより、まちづくりの現場だけでなく、企業誘致や起業促進、都市再生への投資の呼び込みなどさまざまな用途で活用できるようになると期待されています。

現在「i-都市再生」は、これまでも開催されていた自治体向けの交流会(「i-都市交流会議」)を各所で開催するほか、民間事業者から募集したモデル調査を支援す

るなど、普及に向けた歩みを加速しているところです。

実は、「i-都市再生」で活用する技術仕様を検討するにあたり、「CityGML」以外にも複数の仕様を検討しました。その過程で、地理情報システムの技術仕様のさまざまな関係者に私たちの取り組みについて紹介すると、「250都市という規模感でデジタルツインに取り組んでいる国はほかにない」と強い興味をもってもらえました。彼らは都市データをまるごとデジタルの世界に取り込み、都市再生に活用している「デジタルツイン」の核となるメンバーでもあります。そんな彼らに私たちの取り組みは大きなインパクトを与えたわけです。もともと意識して始めたわけではないのですが、まちづくりの課題解決を進めていくうちに、いつの間にかデジタルツインの潮流に合っていた。そういう意味でも「i-都市再生」の取り組みの今後の発展が期待されているところ



i-都市交流会議 2020

「i-都市再生」の実現に向けて ~技術仕様案策定とモデル調査の実施~

● 技術仕様案 (i-UR 1.0) の策定

内閣府地方創生推進事務局では、自治体が保有する膨大なデータの利活用促進、データ作成コストの縮減、汎用性・拡張性の担保、国際的な規格との整合、インタラクティブなツールとの互換性の確保などを目的に、都市再生におけるデータの記述方法を定めた「i-都市再生」の技術仕様案を定めました。

● 「i-都市再生」モデル調査

「i-都市再生」の技術仕様案 (i-UR 1.0) を有効に活用し、「i-都市再生」の普及に資する取り組みについての提案を公募しました。このモデル調査は、持続性や横展開性の優れたものについて開発費を支援し、その成果を踏まえて今後の「i-都市再生」の構築、活用、普及について、検討するものです。

ポイント

- 統計情報や都市3Dモデルを可視化するための国際標準規格であるCityGML (City Geography Markup Language) 形式を採用
- 都市全体レベルでも仮想3D都市および地形をモデル化
- CityGMLに定義されているADE (Application Domain Extensions) として機能を拡張 (都市オブジェクトデータ、都市機能データ、統計グリッドデータ、LODの拡張)



モデル調査の一例 (大日本コンサルタント×トッパンの都市再生実現化支援ツール開発)

Interview
+
3D技術を
活用した
都市再生

バーチャル空間のまちづくり、 未来のまちづくり、 都市再生につながる



 大日本コンサルタント株式会社
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

大日本コンサルタント株式会社
関東支社 社会創造技術部 部長

高柳乃彦 氏

1988年、大日本コンサルタント株式会社入社。計画部、公園緑地課、道路部計画課、地域交通計画室、地域環境計画室などを経て、2016年より現職。

3D地図や統計データで可視化した“バーチャル空間のまち”を、まちづくりや都市再生、交通や防災のシミュレーションなどに活用する動きが出てきています。橋梁や道路、都市などのさまざまな社会資本整備をおこなう大日本コンサルタントの高柳乃彦氏に、まちづくりの現状や課題、3Dデータでバーチャル化したまちの活用イメージ、その先に期待される未来のまちづくりについて伺いました。

まちづくりや都市再生などの取り組みの現状と課題

都市計画が根幹となり 広がった社会創造事業

大日本コンサルタントは、橋梁、道路、都市、河川など国内外のさまざまな社会資本整備に携わる建設コンサルタント会社です。おもな事業は、橋梁や都市施設、トンネルなどに携わる「構造分野」、河川や下水道、防災などの「国土保全分野」、そして、まちづくりや道路、交通、環境などの「社会創造分野」です。

社会創造分野は、もともと都市計画が根幹となり広がった分野です。国や地方公共団体などから依頼を受け、都市の現状について現地調査、図面に書き込んでいく。こういった業務がベースとなり範囲が拡大していきました。現在では、都市のマスタープランや立地適正化計画策定、地域活性化、観光振興計画におけるさまざまなお手伝い（調査、計画立案、設計など）のほか、駅前広場や公園など公共施設の再生や運営の検討にも従事しています。都市計画以外では、道路の計画・設計、渋滞分析などを担う道路・交通分野のほか、開発によって生じる自然への影響などを評価する環境分野にも従事しています。

都市計画では、調査、計画立案、設計の部分を担当するケースが多くあります。調査では、その都市の人口が今どれくらいなのか、過去からの推移を追っていき、どのエリアで人口が増え、どこで減っているのか、今後どうなるのかを推測するといった基礎調査の部分を担当します。計画や設計では、たとえば今、都市部で空き家や空き地が増える“スポンジ化”

が深刻化していますが、こういった問題をどう解決していくかを考えます。もちろん公共事業ですから、データなどを用いて論理的に考える必要もあります。さらに、ただ論理づけをするだけでは面白くないので、まちづくりを研究する大学関係者や行政関係者などとともに「こんなまちにしていって面白くないのではないか」といった発想の部分や、「どうしたらお金を稼げるまちになるのか」といった事業化の部分にも踏み込みながら取り組んでいます。

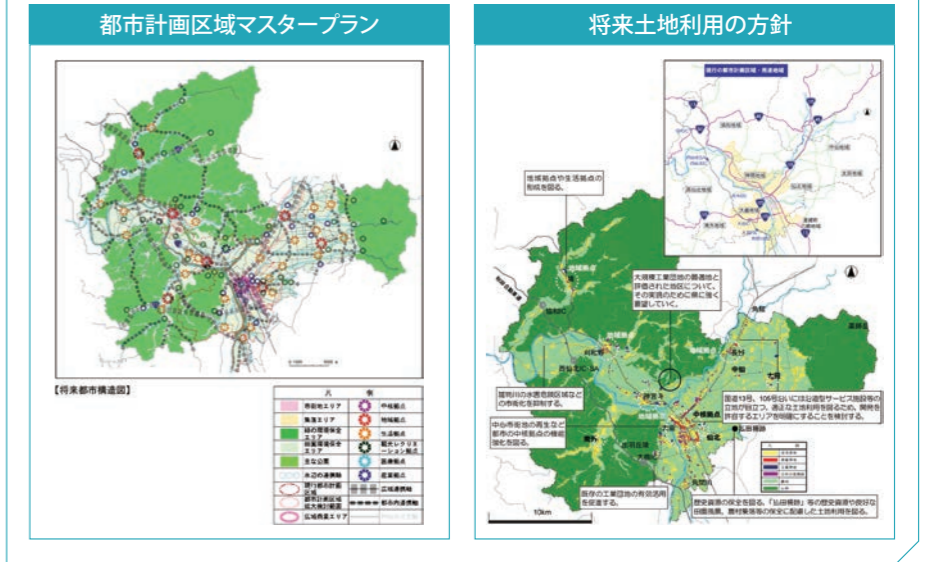
まちづくりや都市再生に携わるなかで、重要な課題として挙げられるのが、住民や事業者などステークホルダーとの合意形成です。まちづくりの構想を説明するまではいいのですが、それを実現するた

めの具体的な話を始めると、利害が複雑にからむ関係者の間でなかなか意見がそろわず、まちの将来像の共有も課題です。口頭で説明すると、聞いている人はおのおの違うイメージを思い浮かべてしまいます。平面図で示しても、住民や地権者の方には図面が読めない人が多く、イメージを共有するのが非常に難しいです。

また持続可能なまちづくりにはお金を稼ぐ仕組みが必要ですが、その方法のひとつが民間企業や投資家に投資してもらうことです。しかしまちづくりや都市再生の価値を創出するための良いツールや手段が見当たらない。このことも、まちづくりや都市再生の大きな課題としてあります。

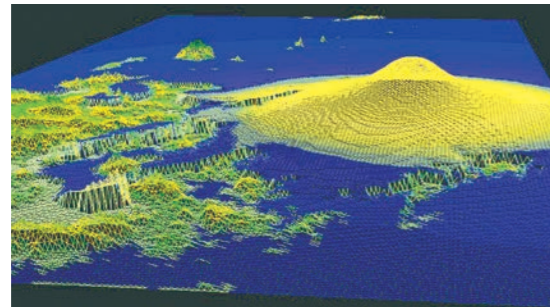
大日本コンサルタントのまちづくり

地域の特性を踏まえ、住民などとの合意形成に努め、これからの時代に合わせた戦略的なまち・地域づくり、総合的なコーディネートに取り組む。住民などの意見を取り入れながらの都市マスタープランの立案や、地方創生や都市再生、災害復興などに関する各種まちづくりなど、地域のさまざまな課題解決を支援している。

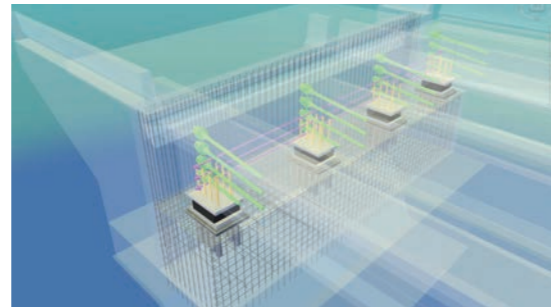


大日本コンサルタントの最先端技術活用

多様な社会課題に向き合い、持続可能な社会づくりに向けてイノベーションに注力し、事業領域を拡大している。



台風による高潮解析



支承(道路橋の上部構造と下部構造の間に設置される部材)周りの配筋等の干渉検討



VR技術の活用



仮想空間での検証

3Dモデル、ビッグデータ、AI、デジタルツイン

まちづくりにおける先端技術活用への期待

まちづくりや都市再生の課題を解決するために、近年3D地図や統計データ活用が推進されていますが、実はこうした先端技術を取り入れる動きは以前からありました。

私が大日本コンサルタントに入社した当時はまだ図面やパース(完成予想図)なども手書きが主流でしたが、入社から10年ほどたつと、CADやCGのソフトを用いてコンピューターで立体的に描くようになりました。こうしたデータはVRでも取り入れることができるため、たとえば道路の案内標識がカーブや坂からどう見えるのかVR技術も活用して仮想空間で検証されるようになりました。

そこから技術的な進歩のスピードが一気に加速し、最近ではCADでつくった図面データを構想段階から設計、施工、維持管理まで一連の流れのなかで共有で

きるようになりました。以前は紙の図面を使っていたので、各工程で都度書き直さなければならず非常に非効率でした。ほかにも、橋梁の耐風性能を検証するのに模型をつくって風洞実験をしていたのが、CGモデルを用いてシミュレーションする研究開発が進むなど、技術進歩の恩恵をさまざまな場面で感じられるようになりました。

とくに近年見られるAIやビッグデータなどの技術革新は、まちづくりや都市再生に大きな変化や影響を与えていると感じています。たとえばスマートフォンやETCカードから得られる位置情報のビッグデータを活用すれば人や車がどう動いているのかわかります。あるいは、店舗などのカメラ画像をAIで解析することで、どんな年代・性別の人が来店しているのかがすぐわかります。こうしたビッグデータやAIを活用することで、まちの課題提起の定量的な裏付けも容易にできるようになります。まちづくりに限

らず、たとえば山間部の橋梁にセンサーを取り付け、データを通信で飛ばすことで維持管理を効率化できるなど、昨今の技術革新には大きな可能性を感じずにはいられません。

先端技術のまちづくりへの活用では、シンガポールなどで推進されている「デジタルツイン」が注目されています。これは、都市データをまるごとデジタルの世界に取り込み、都市再生や交通渋滞の改善などに活用することです。シンガポールでは国土全体を3Dモデル化して、幅広い分野での課題解決に取り組んでいます。今の日本の技術レベルからすると実現できないことはありません。現状では個人情報保護の観点などいろいろ問題がありますが、今後は、さらなる技術革新によりシンガポールや欧米で進められている取り組みが日本でも導入されるかもしれないと期待を抱いています。

未来の最先端まちづくりビジョン

“一般の人”の参加を促す バーチャル空間のまち

日本における先端技術を活用した都市再生の取り組みとして挙げられるのが、内閣府が推進する「i-都市再生」です。当社はトッパンさんとの連携を機に、昨年(2019年)「i-都市再生」のモデル調査に参加。「都市再生実現化支援ツール開発(埼玉県本庄駅北口周辺地区)」という調査を約1年かけて実施し、JR高崎線本庄駅の北口周辺地区を実証フィールドとした可視化ツールを開発しました。

調査自体はすでに終了しており、今後は開発した可視化ツールの活用先を開拓していきたいと考えています。たとえば、本庄市ではまちの将来像を考える市民ワークショップを実施していますが、そこで開発したビューアを用いて、将来のまちや道路、駅前広場などの様子を可視化し共有してもらおう。こうした動きをどん

どん広げていこうと画策しています。実は内閣府の科学技術政策「Society 5.0」を受け、各地の自治体が先端技術を用いた都市再生に積極的に取り組むようになってきています。そのなかで私たちの可視化ツールは、すでにいくつかの自治体からご興味をもっていただいています。

「i-都市再生」で推進しているような3D地図や統計データによる都市可視化が進むことは、まちづくりや都市再生に大きなインパクトを与えたいと思います。すでに公開されている「都市構造可視化計画ウェブサイト」などで見られる統計データは、おもにまちづくりや都市計画の専門家が活用するものでした。今後こういったコンテンツが一般の人にまで利用が進むと、多くの人から注目されることで、いままでとは異なったまちづくりが進みます。また、これまでの日本の都市計画は人口が増える時代につくられたものだったこともあり、農地に家を建て

てはいけないなどの「規制」が中心にありました。人口減少の時代のニーズにマッチした方策を考えないと、まちや都市が再生していきません。そういったアイデアはまちづくりや都市計画の専門家だけが考えるよりも、一般の人も参加する方がいいと思います。これらが実現する可能性が高くなると、3D地図や統計データによる都市可視化が進むことは、非常に意義深いことだと感じています。

「i-都市再生」は、都市計画の分野に限らず、防災、交通、農業、健康福祉など、アイデア次第で非常に幅広い分野で活用できる取り組みだと思います。新しいアイデアを探るためにも異業種の方やベンチャー企業などと一緒に、今回開発したビューアなどを活用してもらいながら、これからのまちづくりや都市再生のあり方を模索していければと考えています。

都市再生実現化支援ツール開発

大日本コンサルタント株式会社とトッパンは共同で、本庄駅北口周辺地区を実証フィールドとして、中心市街地のにぎわい創出、スポンジ化対策、空き家・空き店舗対策などの総合的な都市再生、まちのリノベーションを推進するシステムを開発

しました。

多くの自治体が課題を抱える「ステークホルダーの合意形成」や、「民間事業者の参入促進を図る」ことを目標にし、実証モデルでの検討後は、全国的な普及展開を目指しています。

開発プロセス

- ①都市3Dモデル作成.....都市再生対象地の現況を立体的に可視化
- ②CityGML編集作業.....一般的な3DモデルフォーマットからCityGML形式へ変換
- ③統計データ変換ツール開発.....CSVフォーマット、自治体指定フォーマットからCityGML(ADE)形式への変換ツールを開発
- ④i-UR 1.0ビューア開発.....都市3Dモデルと統計データを表示できるビューアを開発

i-UR 1.0ビューア



駅周辺の時間貸駐車場の位置、収容台数を視覚的に表示。稼働率の表示も可能。



まちづくりを検討するうえで、市内のみならず県外近隣市町の情報表示を効果的におこなえる。



商業統計などのマーケティング活用データの表示も可能。

Interview
+
防災
シミュレーション
の最先端

3Dモデルを活用し、 災害に強いまちづくりへ



生きる、を支える科学技術
防災科研
NIED

国立研究開発法人
防災科学技術研究所
マルチハザードリスク評価研究部門
主任研究員

大井昌弘氏

2002年、防災科学技術研究所に入所。
防災基盤科学技術研究部門、災害リスク
研究ユニット、社会防災システム研究部門
などを経て、2019年より現職。

安心・安全に暮らせるまちづくりにおいて欠かせないのが防災。

災害大国日本だからこそ、さまざまな災害に備え、被害を最小限に抑える取り組みは必須です。

日本の防災研究の中心である防災科学技術研究所の

マルチハザードリスク評価研究部門の大井昌弘氏に、

最先端の防災研究の成果と、防災におけるデジタルツインの可能性について伺いました。

災害はどこまで予測し、シミュレーションできるのか

災害をリアルタイムで把握し 避難や被災予測へつなげる

地震、津波、火山の噴火、台風や豪雨などの気象災害。日本は世界の国々のなかでも自然災害が発生しやすい「自然災害大国」です。時に国家的な危機を招く自然災害をいかに予測し、どう被害の拡大を抑えるか、そうした防災科学の研究をおこなっているのが防災科学技術研究所(防災科研)です。

地震や津波などの大規模な自然現象のハザードに立ち向かうには、地震時の揺れの強さや津波高などの現状をできる限りリアルタイムで、正確に把握することが重要です。それにはまず、質の高い観測データを大量に集める必要があります。そこで防災科研では、日本全土の陸域、海域に、地震計や水圧計など、約2,100もの観測点を設置。世界でも類を見ない大規模で高密度な観測網「MOWLAS」を構築し、そこからリアルタイムでデータを収集しています。それにより、現在では地震が発生して数分後には観測網からのデータがデータセンターに集約され、震源の場所や震度から被害予測まで発信できるようになっています。「MOWLAS」は地震や津波などを確実に捉えるとともに、質の高い観測データを後世に残すことにも貢献しています。

私が所属しているマルチハザードリスク評価研究部門では、その名のとおりあらゆる自然現象のハザードに対するリスクを評価し、国民や地方自治体に向けて発信していくことが主な役割です。

ハザード対策を、国や地方自治体とし

てどう考えていこうか。限られた予算のなかで、どこに重点的な対策をおこなうべきか。リスク評価の研究は、そうした議論をするうえでの根拠となり得るものです。

研究成果のひとつとしては、ハザードリスク情報ステーションの開発があります。たとえば「地震ハザードステーション J-SHIS」では、今後30年あるいは50年の間に、ある震度以上の揺れに見舞われる確率の高い地域が色分けされ、一目でわかります。

地震のハザード情報を算出するにあたっては、過去の地震活動や活断層の位置に加え、地下構造がどうなっているのか

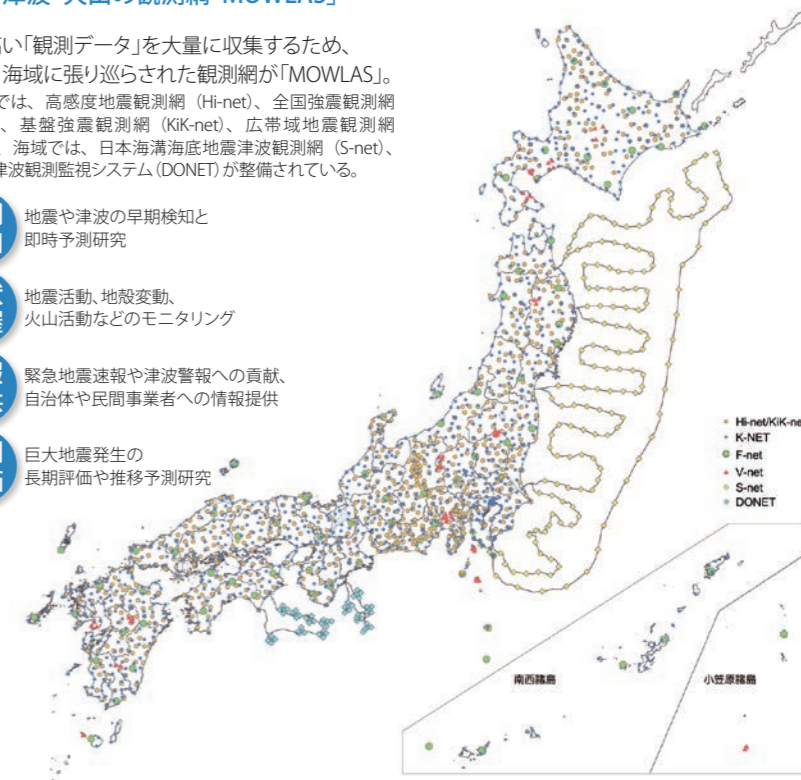
も明らかにする必要があります。地下構造により、地震時の揺れやすさは大きく変わります。地層が硬ければ揺れは比較的小さくて済みますが、1万年前以降にできた、地球の歴史から見て若い沖積層などは、比較的柔らかいため揺れやすいです。たとえば、粘土層などが地層の間にあれば揺れやすくなるなど、地下の構造次第で揺れ方が違ってきます。

そこで私たちは、国や地方自治体が過去に調査したボーリングデータなどを全国から収集し、地下構造モデルを作成するためのデータベースをつくりました。そうした地道な積み重ねにより、地震ハ

全国各地の“今”がわかる 地震・津波・火山の観測網「MOWLAS」

質の高い「観測データ」を大量に収集するため、陸域・海域に張り巡らされた観測網が「MOWLAS」。*陸域では、高感度地震観測網(Hi-net)、全国強震観測網(K-NET)、基盤強震観測網(KiK-net)、広帯域地震観測網(F-net)、海域では、日本海溝海底地震津波観測網(S-net)、地震・津波観測監視システム(DONET)が整備されている。

- 早期検知** 地震や津波の早期検知と即時予測研究
- 現状把握** 地震活動、地殻変動、火山活動などのモニタリング
- 情報提供** 緊急地震速報や津波警報への貢献、自治体や民間事業者への情報提供
- 長期評価** 巨大地震発生の長期評価や推移予測研究



Hi-net/KiK-net
K-NET
F-net
S-net
DONET

南西諸島
小笠原諸島

ザード評価はおこなわれています。

ハザード評価は、日本地図をメッシュで色分けしてハザード情報を表すような「鳥の目」の視点だけでは十分とはいえません。より細かく、各地域における被害予測をたてていく、ミクロな「虫の目」の視点も求められます。

どこかで地震が起きた際、自分が住んでいる地域はどれほど揺れるのか、津波はどこまで上がってくるのか。そうした情報が伝わって初めて、最適な避難方法がわかり、被害の減少につながります。

ただ、そうした「虫の目」で正確なリスク評価をおこなうには、自然現象以外にも膨大なデータを集めなければいけません。たとえば津波の被害を細かな地域ごとにシミュレーションするならば、その場所にある建築物や構造物のデータが必要です。漁港に停泊する漁船がどう動いてどこにぶつかるか。道路や建物の合間を津波がどのように進み、どの建物が流されるか。リアルな被害予測を出すには、より詳細なデータが必要になります。そうしたデータベースは未だ統合的には存

在しませんが、3D都市モデルをうまく用いて、人が住んでいる場所の詳細なデータベースをつくることのできたならば、リスク評価をさらに正確なものにできるはずで。

将来的には、地震が起きてすぐ「MOWLAS」から送られてくるデータを3D都市モデルに反映し、被災の状況を素早く予測できるようになるかもしれません。デジタルツインの技術は、防災領域においても高いポテンシャルを秘めています。

被害予測ができません。どの建築物にどう波がぶつかるか、津波が遡上しやすい道路はどこかなど、構造物の情報も含めてシミュレーションする必要があります。そのほかに重要なのが「人の動き」です。地域の住民には、老若男女さまざまな人がいます。避難のスピードも、若者と老年寄りでは違ってくるはずで。とはいえ住民全員の個人情報を集めることはできませんから、住民の人口分布などに基づいて津波避難シミュレーションをおこなう必要があります。こうして災害時の人の動きをシミュレーションするという

のは、実は非常に大切なことです。たとえば津波が来たとき、到達までの時間や、どこまで逃げればよいかかわかったとしても、避難経路の一部に人が集中して渋滞したり、車が密集して遠回りを余儀なくされたりしたなら、逃げ遅れてしまう可能性があります。逆に人の動きが事前にある程度予測できていたなら、住民ごとに避難経路を定めるなどの事前対策ができ、被害の低減につながります。

人の動きのデータをとるためには、避難訓練を何度かおこない、その結果をシミュレーションにフィードバックする

という方法が考えられます。ただ、実際に避難訓練を実施するには、信号機を止め、交通を遮断するといった大規模な施策が必要であり、現実的には難しいところ。

そこで私たちが期待を寄せているのが、VRです。人の動きを、仮想空間上につくったリアルな都市のなかでシミュレーションできれば、どこで渋滞が発生し、どの建物に人が集まるかなど、かなり現実に近い行動パターンを導くことが可能となるはずで。

地震や津波の現実的な被害予測を可能に

構造物の特徴や人の動きも含めた予測

現在、私が取り組んでいる地方自治体との研究のひとつに、千葉県との共同研究があります。この研究で開発したのが、「千葉県地震被害予測システム」であり、現在はさらなる高度化と実装化を進めているところです。

被害予測、すなわちリスク評価をする

にあたっては、地盤をモデル化し、将来どれくらい揺れるかを予測するというハザード評価だけでは不十分です。揺れが来た際、建築物や構造物がどうなるか。そこまで予測することで、より現実的な被害予測が可能となります。

「千葉県地震被害予測システム」においては、実際の地図と照らし合わせつつ、代表的な建物構造を当てはめて、どの場所がどのくらい揺れ、建物がどれほど壊

れるかまでシミュレーションできます。また、千葉県には揺れやすく、かつ液化しやすいエリアがあるのですが、揺れに加え、液化化とその被害についても予測できるようになっています。

それと並行して開発しているのが、「千葉県津波浸水予測システム」です。津波がどこまで遡上するか、第二波、第三波の到達時間などを予測しますが、津波についても、地形のデータだけでは詳細な

VRが可能にする「我が事化」への期待

VRでの体験を通じて住民の防災意識を高める

私たちは現在、VR技術を活用した防災シミュレーションの開発において、トッパンさんとの共同研究をおこなっています。VRで防災のプラットフォームをつくりデータを公開していければ、自然災害の被害低減に大きく貢献できるでしょう。

また、VRは住民にハザードマップに対する危機感をもってもらうためにも、有効に活用できます。トッパンさんのVR映像で居住地域の被災状況を疑似体験できる防災シミュレーターはまさにその試みの走りです。

私たちはハザードマップの「我が事化」

と言っていますが、いくら地震や津波が怖いと思っても、自分の生活圏内で現実にかかるイメージは湧かないもの。そこでVRを使って、地震や津波のハザードマップを五感で「体験」する。それが「我が事化」のトリガーとなるはずで。研究者にとっても、ハザードマップをVRで体験することは、理論と現実の乖離がわかるなど非常に有益です。地域の子どもたちに対してもVRを活用して、よりリアルな防災教育をおこなうことで、将来、地域の「防災力」が高まります。

防災を突き詰めていくと、最終的には都市計画の話になりますが、それは地方自治体の手にゆだねられています。都市計画の担当の方々には、自分の住む地域の地層の成り立ちや自然災害が起きた

際の実況などを、VRをはじめとした先端技術を通じて体感したうえで、50年、100年先の「災害に強いまちづくり」の計画を立ててほしいと思います。

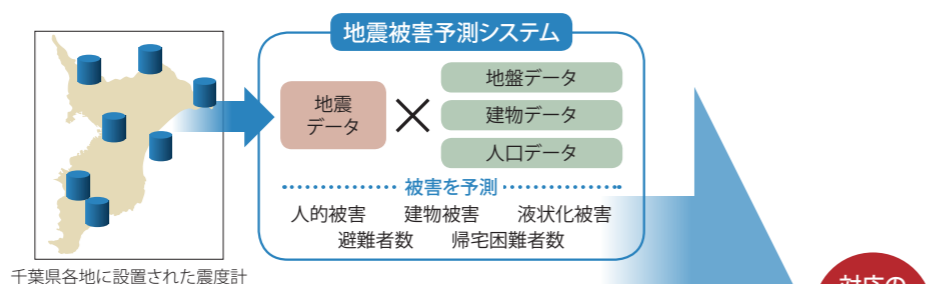
■大井昌弘氏監修 (トッパン水害・津波シミュレーター)



防災科研と千葉県の取り組み

地震被害予測システム

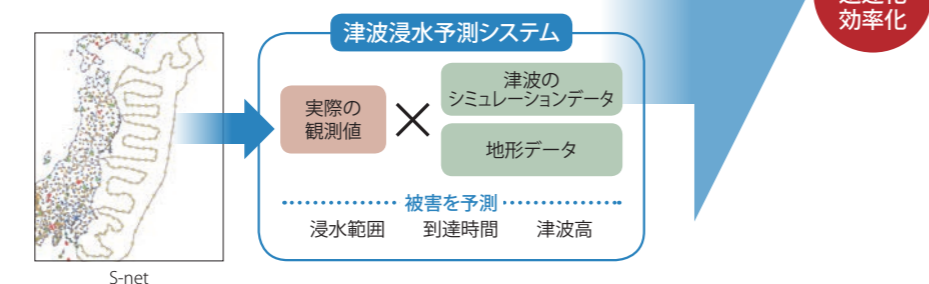
震度計からの地震データをリアルタイムで取得し、あらかじめシステム内に用意した地盤、人口、建物などのデータと組み合わせることで、県内のどの市町村でどのくらいの被害が発生するかを推計。人的被害や建物被害、避難者数、帰宅困難者数についての推計もおこない、災害が起こった直後の被害状況が判明しない段階から、救助部隊の運用や必要物資の調整などの迅速化・効率化を実現する。



千葉県各地に設置された震度計

津波浸水予測システム

150基の地震計と水圧計からなる日本海溝海底地震津波観測網(S-net)を活用し、リアルタイムで津波を観測。実際に津波が発生した直後、さまざまな地震を想定した大量のシミュレーションや地形などのデータと組み合わせ、詳細な津波浸水範囲や到達時間などを予測する。沿岸地域の住民や観光客などの安全かつ適切な避難行動を支援し、県・市町村などの津波災害対応の迅速化を実現する。



対応の迅速化効率化

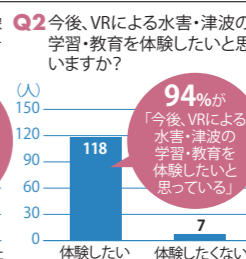
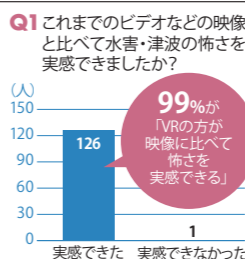
トッパンのVRシミュレーション

●防災VRのはじまり

ARマーカーとハザードマップを組み合わせ、特定の地点から見える洪水の様子を「見える化」したところからはじまった防災VR。VRを使えば、数値だけでは実感できない、自分の目線で水位が迫る様子を体験することができます。高画質4K映像や高精細なCG表現により、リアルに実感できるようになりました。

●“実感できる”防災VRの効果

これまでのテキストや映像による啓発から、VRによる“実感できる”防災体験へ。防災イベントでは、9割の方が映像よりVRのほうが怖さを実感したというアンケート結果が出ており、大きな効果が期待できます。



●トッパンの強み

デジタル文化財などの、臨場感と没入感のある仮想体験のソリューションを通じて、リアルな再現力を追求してきました。こうした経験を活かし、防災シミュレーションにおいても、実際の数値に基づき、専門家の監修を受けることで、本物に近い再現力を追求したVRシミュレーションを実現しています。

疑似体験を通じて防災意識の効果的な啓発へ

水害・津波体感型映像ソリューションを開発

水 害被害や対策について理解し、防災意識を醸成・維持することは、簡単なことではありません。予測される水害被害を住民に正確かつ効果的に伝える手段がないことが課題としてありました。トッパンは、独自に開発した水位シミュレーターと最新のVR技術を活用し、水害時の様子をリアルに可視化するサービス「水害・津波シミュレーター」を開発し、課題の解決に取り組んでいます。

このシミュレーターは、専門家がシミュレーションした水害時の数値データやハザードマップをCG映像化することで、水没地域や避難誘導路に潜む危険を事前に映像で検証することができる体感型のソリューションです。地域ごとの水害予測をVR映像化することで、住民が「自分ごと」と

して水害を体験でき、高い学習効果や予防効果を得ることが可能です。

また、新たな体験方法である大型3面スクリーンを用いた映像ソリューション「Experience Wall IoA（通称：プロジェクトウォール）」でも、VR防災体験が可能です。会議室などの壁面を利用した上映が可能で、ヘッドマウントディスプレイを使わないため、大人数での同時鑑賞ができます。かつてない没入感と演出による、リアルな水害・津波体験を通じて、水害対策や啓発活動を支援していきます。

● Experience Wall IoA 展示

東京・丸の内にて開設したギャラリー NIPPON GALLERY TABIDO MARUNOUCHI にて展示。VR防災コンテンツのほか、遠隔工場見学や遠隔ショッピングなど多数のデモを体験できます。



Experience Wall IoA
正面のスクリーンに加え、両側面に映像が投影され、かつてない没入感で水害体験ができる

迅速な避難所開設により地域防災力を強化

避難所開設キットの提供

災 害が起きた直後は大きな混乱が想定されます。トッパンは、その場に居合わせた誰もがスムーズに避難所を開設し、円滑に運営できる仕組みとして「避難所開設キット」の提供を開始しました。避難所の開設・運営に必要な掲示物一式を、「本部立ち上げ」や「トイレの準備」などのタスクごとにファイルケースに収納し、現場での効率的な作業をサポートします。

「避難所開設キット」を活用した訓練では、参加者が主体的に行動でき、住民の理解度向上が図れます。さらに、住民の避難訓練への参加意識も高まります。



避難所開設・運営のプロセスと必要なタスクを整理

既存の避難所運営マニュアルから、必要なプロセスを抽出し、必要なタスクが時系列でわかる手順書にまとめます。

タスクごとに必要な情報と掲示物一式をセットに

避難所本部の立ち上げ、施設の安全点検、避難者受付の設置、災害情報の収集・伝達、トイレの準備、飲料水の確保、炊き出し・照明の確保、その他の対応のタスクごとに、手順書、受付票、案内サインなどをセットしているため、誰でもスムーズに避難所の開設・運営が可能になります。



詳細はこちら

● 編集後記

この冊子を制作するにあたり、取材や制作にご協力いただいた方々に深くお礼を申し上げます。

Vol.7 テーマ「デジタルツインの実現に向けて」について

普段なじみのある都市でも、デジタル上で俯瞰的に見てみるとまちの知らない姿が浮かびあがります。直感的に把握することで、新しい気付きが生まれる。そんな過去の事象や未来のシミュレーションまでも、実際に見て体感できるという「デジタルツイン」に可能性を感じ、今回テーマとしました。

● SOCIAL INNOVATION NEWSとは

「SOCIAL INNOVATION NEWS」とは、トッパンのソーシャルイノベーションの取り組みについて編集している冊子です。

少子高齢化、地方創生、環境保護、地域コミュニティの再生など、社会課題に対する革新的な解決方法や未来への新しい取り組みについての情報を発信します。社会課題解決のきっかけとなり、より良い社会の基盤づくりに貢献できれば幸いです。

※本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

SOCIAL INNOVATION NEWS Vol.7

発行/凸版印刷株式会社 情報コミュニケーション事業本部 ソーシャルイノベーション事業部
発行責任者/伊藤順 2020年5月発行
お問い合わせ/〒112-8531 東京都文京区水道1-3-3
MAIL sobc_news@toppan.co.jp

トッパンのソーシャルイノベーションに関する取り組みや本冊子のバックナンバーは、こちらでお読みいただけます。
<https://www.toppan.co.jp/biz/social/>

