

標題 まちづくりの合意形成におけるVR等の先端技術・データ活用

氏名（所属）◎ 上原公彦（日本測地設計株式会社営業部）  
◎ 内山泰伸（株式会社ギャラクシーズ）  
林光太郎（日本測地設計株式会社まちづくり事業部）

## 1. はじめに

### （1）まちづくりとDX（デジタルトランスフォーメーション）の現在

デジタル分野の技術は大きく発展し、私たちの暮らしを含め、社会経済活動へ深く関わりを見せている。建設業界においても2016年4月より、デジタル化による抜本的な生産性の向上を図ることを目的とした「i-Construction～建設現場の生産性革命～」が提言され、その取組みとしてICT建設機械による施工や無人航空機（UAV）等を活用した測量など、調査・測量から設計・施工におけるデジタル技術の積極的な活用が促進されてきた。また、インフラのメンテナンス管理においても、無人航空機（UAV）等の活用による業務の効率化や省力化を図る取組みなどが進められてきたところである。

これまで、まちづくりの様々な場面において工夫を凝らした多くの手段や方法が実践されてきた。もちろん、その中には大きな成果へ至るものもあったが、あともう一步と歯痒さを残すものもあったと思われる。我々、真に必要かつ永続的にまちづくりを企図する担い手としては、人々が暮らしやすく幸福感を抱くことができるまちづくりのために、新たな価値の創出や課題解決を図っていくといった強い意識を持ち、デジタル化による生産性の向上や業務の効率化・省力化に留まらず、デジタル技術を大いに活用し、従来の手段・方法では突破し難かった領域へも踏み込んでいくことが求められている。

### （2）デジタル技術（VR技術等）を活用した参加型まちづくりへの取組み

土地区画整理事業に携わる我々企業においては、無人航空機（UAV）やレーザースキャナといった新技術を利用した測量等が広がりを見せ始めている。これにより、データは2次元から3次元へ移行し、データを立体視することが可能となっている。このような3次元化への技術的変容を迎える中で、いかにデジタル技術をまちづくりへ有効活用するのか、将来にわたってあらゆる可能性を想定することができる。今回は、区画整理予定地区において、現況の3次元点群データからデジタルツイン（現実のモノの形状や機能、物理現象を仮想世界で再現する技術）を構築しVR技術等を組み合わせた参加型まちづくりへの活用を進めた。

参加型まちづくりでは、住民達が自らの体験に基づいて地域の課題に「気づき」、課題解決に向けた「目的の明確化」を行い、住民達の自立的かつ積極的な参画意欲により地域の将来のあり方を導き出すことが重要である。

これまで弊社（日本測地設計株式会社）が関わってきた事業地区においても、現地での街歩きや机上でのディスカッションスタイル体験による地区課題や将来像イメージの共有を図ってきた。この方法には街の将来像として立地が想定される構造物の規模（建物・道路・擁壁など）や景観（公園や樹木の高さ、色彩など）のイメージが伝わりにくいといった課題があった。もちろん、視覚的にはイメージパースや立体的な模型の活用を取り入れたものの、「実感的なイメージ」には遠く及ばず、どこか専門家が想定する美しい将来像を傍観する意識で「権利者自らが完成後の街並みで活動する実感」が湧かず、権利者自らに付される負担などに意識が集中し、参画意欲の支障になるケースも散見された。何とか権利者の皆さんが自身も含め子や孫にも有益なまちづくり将来像のイメージを体感した上で、

機動的かつ活発な議論展開、アクティブにまちづくりへ参加することができる環境づくりに繋げる有効な手法はないだろうかと模索した中で昨今、映像業界等で進歩がめまぐるしく、日進月歩で進化し、私たちにも認知され始めた「バーチャルリアリティー（VR）の技術」の活用に着眼した。

弊社（日本測地設計株式会社）においても VR での街並みモデルはこれまでも要請の範囲で活用してきたが、新たな計画に基づく街並みに配置した建物等無機質な箱の配置の様なものに過ぎなかった。この度、実際の暮らしや生業をよりリアルにイメージ出来るモデルの構築とそれを活用して合意形成プロセスの充実化を実現した事例を紹介する。

### （3）本稿の構成

以上から、本稿は、かかるデジタル技術を活用したまちづくりを致すべく、株式会社ギャラクシーズ（人工知能・データサイエンス技術の研究開発）と日本測地設計株式会社（都市計画コンサルタント）が共同で行っている VR 技術等を活用した参加型まちづくりへの取組みを軸に、まず、VR 技術等を活用したまちづくりの合意形成支援ツールの開発と更なる展開について論じ、次にまちづくり協議会で実際にこのツールを活用した経験を紹介する。そして、最後に、まちづくり分野でのさらなる活用の展望として、合意形成プロセスにおける VR 技術等を活用した取組みの推進と、デジタル防災の観点から VR 等の視覚的な実体験ツールを活用するといった今後の合意形成に寄与する新たなメニューを紹介する。

## 2. VR 技術等を活用したまちづくりの合意形成支援ツールの開発と更なる展開

### （1）Mixed Reality の新時代の到来

Virtual Reality（VR）は、コンピューターグラフィクス等によって仮想の世界を作り出し、その中にユーザーを没入させる技術である。実際にその仮想世界の中にいるかのような擬似的な感覚をユーザーに与えることで実現される。VR を体験する際に中心となるデバイスがヘッドマウントディスプレイ（HMD）で、ゴーグル型の HMD を装着することで広い視野角の映像が左右の眼に別々に投影される。HMD に搭載されたトラッキング技術によりユーザーの頭の動きに応じて変化する視点からの映像を投影することで、現実感を生じさせている。

擬似感覚として最重要なのは視覚であるが、ハプティックグローブのような触覚フィードバックを提供する装置と組み合わせることで、仮想世界のオブジェクトや表面を「感じる」こともできる。本稿では触覚フィードバックの活用についてはスコープ外としている。

Mixed Reality（MR）は、VR 技術から派生した現実世界と仮想世界を融合させる技術で、ユーザーが見ている現実世界に 3D デジタルコンテンツがリアルタイムで重ね合わされる。HMD のセンサー等による空間認識が伴っており、ユーザーは現実世界の中で仮想オブジェクトを操作することが可能になる。

マイクロソフト社の HoloLens2 が代表的な MR デバイスであり、様々な産業での応用が進んでいる。工場や製造現場では、MR 技術を使って作業員への手順指示や、正常状態の装置を 3DCG で表示することによる装置メンテナンスの支援などが行われている。また、製品開発の過程における活用として、プロトタイプを現実の環境で視覚化し、検証することも可能である。また、医療分野では手術支援や医療トレーニングに応用されている。

ビデオスルー方式を用いた高性能 MR デバイスである Meta Quest 3（Meta 社、2023 年）及び Apple Vision Pro（Apple 社、2024 年）が登場したことで、Mixed Reality は新時代に突入した。スーラー方式の HoloLens2 とは異なり、HMD に組み込まれたビデオカメラで撮影した現実風景が

コンピュータ内にリアルタイムで取り込まれ、HMDの3Dセンサーによる空間認識技術と組み合わせられ、3Dデジタルコンテンツとの融合が実現している。本稿では、現実空間に連動したハイクオリティなMRを国内でいち早く社会実装するプロジェクトとして、株式会社ギャラクシーズが日本測地設計株式会社と連携して開発している「まちづくり」のためのMRツール Collaborative Cityscape を紹介する。

## (2) HyperReality®について

株式会社ギャラクシーズでは、実在感を極限まで高めた仮想世界を“Hyper Reality (極現実)”と銘打ち、先端的なAIや物理シミュレーションを活用して、現実世界と仮想世界の境界を曖昧にするHyperReality®技術の開発を進めている。流体(水など)の運動を正確に再現する流体剛体相互作用シミュレーション SPHere の独自開発や、現実の物体を高精細3Dモデル化する表面再構築AI、3Dモデルのモーション生成AIなどの活用により、現実のモノの形状や機能、物理現象を仮想世界で再現する「デジタルツイン」の構築を中核として、新規ビジネスの創出や社会実装プロジェクトに役立てている。今回紹介する Collaborative Cityscape は、HyperReality®技術を活用したプロダクトの第1弾として企画されたものである。

## (3) まちづくりの合意形成に役立つMRの開発

街のデジタルツインとMR技術を組み合わせて、複数の人々がまちづくりの相談や意思決定を行うシステム Collaborative Cityscape の概要を以下に記述する。このシステムは、都市や地域のデジタルツインを用いて、複数のステークホルダー(市民、都市計画者、建築会社、行政関係者など)がリアルタイムでまちづくりの相談や意思決定を行うことを支援するためのシステムである。MR技術を活用し、現実世界と仮想都市モデルを融合させ、ユーザーが都市の未来を体験・設計できるインタラクティブなプラットフォームとなる。図-1左に、MRゴーグルを装着したユーザーから見える街の3Dモデルの例を示した。ユーザーがいる会議室の中に街の3Dモデルが浮かび、拡大縮小や、建物の移動などの操作をインタラクティブに行うことができる。

Before



After



— 図-1 街の3Dモデル例 —

図-1(左) MRゴーグルを装着したユーザーから見える街の3Dモデル。現実の会議室に街の3Dモデルが浮かんで見える。後ろに見える机や椅子は現実の会議室のものである。(右) 区画整理後の例に3Dモデルを切り替えた場合。

## (4) Collaborative Cityscape の機能

Collaborative Cityscape では、家屋などの建物、道路、公共空間を3Dモデル化し、現実の街を正確に再現したデジタルツインを構築した上で、以下のような機能の実装が進められている。

### ① 街の3D構造の可視化と共同作業

複数のユーザーがMRデバイスを装着することで、現実の会議室にしながら、仮想的に設置された建物や公園、インフラの提案を見ることができる。物理的な場所に関係なく、異なる場所にいる複数のユーザーが同時にまちづくり計画を視覚化し、共同で作業できる。ハンドトラッキング技術（ユーザーの手指の動きや位置をリアルタイムで追跡する技術）により、建物の3Dモデルをユーザーが手で掴んで移動させることも可能であり、建築物の配置計画の策定を支援できる。MR空間内で新しい建物や施設のデザインの視覚化を行いながら、都市計画者や地域開発を担う企業は、市民や行政担当者と協力してデザインを調整できる。

### ② 環境シミュレーション

詳細な都市のデジタルツインが構築されれば、災害対策、環境評価、交通最適化などのシミュレーションを行うことができる。例えば、株式会社ギャラクシーズが開発した流体剛体シミュレーション SPHere を用いることで、地形および排水インフラのデータをもとに、豪雨災害時の浸水被害の正確なシミュレーションも可能になる。シミュレーション結果をMRで体験することで、被害の可能性についての真に迫った理解につながるだろう。地形データ及び建築物3Dモデルを基にして、日照シミュレーションも正確に計算することができる。また、提案された都市デザインにおける交通の流れや、小売店や医療機関へのアクセス状況を視覚化できる。新しい道路を設置した場合の交通流動性や、新しい建物が周辺に与える影響を分析することで、まちづくりの計画策定を支援することが期待される。

## （5） Collaborative Cityscape の開発現状と課題

上記の機能①を実装したプロトタイプを開発し、実際にまちづくりの協議会においてユーザーに体験する機会を設けた（次章参照）。日本測地設計株式会社が取得した点群データおよびポリゴンメッシュデータをMRに実装する上では、レンダリングを実行するためにメッシュ数の削減が必要であった。メッシュ削減をしつつ、必要な情報の損失を避けるため、領域区分（森林部分、市街地など）に応じた削減をする工夫を行なった。今後は、領域認識AIを開発することで、メッシュ削減の効率化を行い、3Dモデル制作のコストを抑える必要があるだろう。機能②については、基礎技術の開発を進めている段階であり、実用化のためには開発コストの調達が課題である。

## （6）参加型まちづくりプラットフォームとしての役割

Collaborative Cityscape を活用することで、住民が自分の住んでいる地域の未来像をMRで体験し、まちづくり計画に対してフィードバックを与えることができる。これにより、広範な意見が取り入れられた参加型まちづくりが可能になる。

洪水や地震などの災害シナリオをシミュレーションし、Collaborative Cityscape を用いて最適な防災インフラや避難ルートを検討できることで、住民が主体的に都市の防災計画に参画することができる。

Collaborative Cityscape は、デジタルツインとMR技術を活用して、まちづくりのための共同作業と意思決定を新たな次元に引き上げるシステムである。これにより、物理的な場所や距離に制約されることなく、複数のステークホルダーがリアルタイムで都市設計に貢献し、未来の街を共同で作ることができる。このシステムは、都市開発の透明性を高め、市民参加を促進し、よりデータに基づいた効果的なまちづくりを実現することに役立つことが期待できる。

### 3. まちづくり協議会での MR (Collaborative Cityscape) 実装

#### (1) MR (Collaborative Cityscape) 実装の概要

まちづくり協議会での MR 実装では、無人航空機 (UAV) による三次元点群データをデジタルツインで構築し、現況土地利用と将来のまちづくり構想を仮想空間で再現した。これを MR ゴーグルを用いてステークホルダーに体験してもらった。MR は没入感の特異性があるため、地域の街並みと将来のスケールを臨場感もった体験ができることを見込んで導入を企図した。

様々なステークホルダーが仮想空間に再現されたまちづくり領域を VR ゴーグルで確認しながら議論することで、地域課題や将来構想のリアルなイメージを共有することができる。これによる住民参画の意識高揚を効果として期待したものである。

#### (2) まちづくり協議会の展開

##### ① 地域の持続可能性を模索する住民主体の合意形成

土地区画整理事業の場合、事業を構想する段階において住民や事業者をはじめとするステークホルダーとの間でまちづくりに対する意識高揚を目的に行われることが多い。

行政が主体となり、住民や事業者が一体となりまちづくりを構想する上で、従来はワークショップ等を通じて、模造紙の土地利用計画図上に模型等をアレンジして構造物を配置していた。この方法だと中々まちの将来像として構造物の規模 (建物・道路・擁壁など) や景観 (公園や樹木の高さ、色彩など) のイメージが伝わりにくかった。

今回の協議会での MR 実装では、無人航空機 (UAV) による三次元計測データをデジタルツインで現況土地利用の仮想空間を再現したものと、将来のまち構想について仮想都市モデルを制作したものについて、MR ゴーグルを用いて実証を行った。



— 図-2 まちづくり協議会での MR (Collaborative Cityscape) 実装の様子 —

想定された課題として、これまで多くの権利者及び施行主体関係者は「MR ゴーグルを通して見る仮想空間」について未経験であることから、まちづくりへの関心よりもツールの使い方等に戸惑いや新技術への抵抗感が先行することが危惧された。

そこで、本題とするまちづくり協議に先駆けた MR の模擬体験を実施した。体験ブースを2つ用意し、まずは、参加者に模擬体験としてゲーム感覚で遊べる MR でのトレーニングを行ってもらった。これは、参加者の緊張感や MR への抵抗感を和らげることに繋がった。その上で、本区画整理予定地区の整備前・整備後の街の様子を体験してもらうこととした。個人が各ブースで5分程度を目安に MR を体験した。

## ② MR技術の評価（アンケート結果から見た考察）

MR技術を活用した協議会におけるまちづくり支援ツールが地域住民に対して親和性が高く、体験した権利者からもイメージが鮮明かつリアルな実感で将来像が掴みやすい等、評価も良かったことから、期待した効果は得られた。引き続きまちづくり協議へ活用を推進していく。また、整備後の建物を仮想空間で1/1スケールによる壁面後退や高さ制限の確認をすることにより、地区計画に伴う景観イメージに活用ができるため、合意形成に役立つものとする。

## 4. おわりに ～今後の課題および今後の展開等に向けた期待～

近年の気候変動等により、設計の想定範囲を超える都市型災害などへの対応もまちづくりにおいては、避けられない検討課題と言える。むろん、設計容量を超える十分なインフラ整備をすることもまちづくり事業を契機に実施することも可能だが、問題はインフラ整備に掛かる費用や期間によって、事業主体側の判断がしにくい点が挙げられる。いつ、どれくらいの頻度で発生する災害想定の子測が困難であることに加え、どの程度の整備水準で有れば災害を完全にクリアできるのか。事業主体者としても予見が難しい点も投資面において課題となっている。よって、投資効果や現状の安全基準に適合したハード面“かたちあるもの”と併せて、ソフト面“かたちないもの”において、まちづくりに伴って創出される新しいコミュニティや以前からの権利者に対し先端技術MR（複合現実）とAI（人工知能）を活用し、臨場感かつリアルな仮想空間でイメージを啓発することで、地域住民の防災意識を高め災害時の避難などに寄与することが期待できる。

例えば、地域防災計画の高度化である。大型の台風や線状降水帯による大雨などにより水害が各地で発生するが、地域の特性・条件や地形、気象状況により様々な被害状況が考えられる。これら複数のケースを災害シミュレーションすることで、水害状況を事前に予測することが可能になると考える。これらにより、水害を想定した避難経路の確保や避難所の適地判断が可能となり、まちづくり計画を行う上で防災に強い設計に反映ができる。さらに、洪水シミュレーションの環境では発災後の水害が押し寄せる状況や住民が避難する様子を刻々と変化する水害状況や被害状況等を確認することができ、これらの災害シミュレーションを予めAIにより人流データ等を用いて分析することで最適な将来の設計計画が立案できる。

また、完成した事業地区においては、デジタルツインによるMR技術を用いて、地域特性を考慮して想定した災害に対して避難訓練を実施することで、地域住民の防災に対する意識向上を促進すると共に、ソフト面での防災に強い地域づくりが実現する。この様にDXを活用して街を可視化することで、自然災害に対するソフト面の被害対策を官民一体となって取組むことにより、国民の「命を守る」ことが求められている。

我々、まちづくりを担っていく企業としては、地域の住民が将来にわたり住み続けられる安全・安心なまちづくり、そして幸福感を高める、より良いまちづくりを推進して目指していくことが我々の使命と考えている。さらに、今後はこの様な先端技術を活用したDXによる地域課題の解決を第一に考え、持続可能な社会の実現に貢献する目的を持って、今回紹介した先端技術を常に傍らで活用出来るよう、多くの場面で使用しながら育む事でより一層、効果的なまちづくり分野へのシンクロナイズを生む事が出来ると思う。