

複合現実（MR）技術の建設現場での活用「Genba-MR アピアコ」

株式会社 興和 技術開発室 ○太刀川 翼
技術開発室長 山本 宏幸
株式会社シーエスレポーターズ 遠藤 翔太

1 はじめに

1. 1 背景

近年、労働者の高齢化や労働力不足が、建設業界全体の大きな問題となっている。国土交通省は2016年に、今後10年間で技能労働者約340万人のうち、110万人が高齢化等により離職の可能性があるとして発表した¹⁾。また、若年者の入職が少ないことが、さらにこの問題に拍車をかけている。そのような現状を踏まえ、国土交通省は、建設現場の生産性向上に向けた施策の1つとして、i-Constructionを推進している。そして、i-Constructionにおけるトップランナー施策の1つとして「ICTの全面的な活用」が提唱されており、これまでのような部分的な情報化施工ではなく、測量から設計、施工、検査までの各段階においてICTを活用して生産性の向上を図ることを推進している。

さらに最近では、“BIM/CIM”の導入が進められている。BIM/CIMの導入の目的は、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工・維持管理分野においても情報を活用・共有することにより、建設生産システムの業務効率化と高度化を図ることである。これまでに行われたBIM/CIMの試事業において、効果が認められた活用例・内容としては「可視化による関係者協議の迅速化、合意形成の迅速化」が挙げられている²⁾。

以上の現状を踏まえ、現在建設業が抱える

問題に対する解決策の1つとしては、関係者協議や合意形成に役立つ3次元モデル可視化ツールの利用や新たなツールの開発が掲げられる。

1. 2 新技術への期待

近年、ゲームや撮影画像の加工などのエンターテインメント分野や、商品PRのようなマーケティング分野では、VR（仮想現実）やAR（拡張現実）、MR（複合現実）などの技術が盛んに活用され、話題となっている。さらに最近では、PC等の性能向上によりスマートフォンやタブレットのような安価なハードでも、これらのコンテンツが作成・利用可能となっており、以前よりも身近な技術として定着しつつある。そして、VRなどの技術は建設現場においても、非日常の疑似体験による安全教育や、不可視物の可視化による埋設物の表示や建機の干渉確認といった活用方法が想定されることから、その有用性が期待される。

2 開発概要

2. 1 開発の目的

弊社は、VR、AR、MRのうち、MR技術は現実空間のスケールや物体の位置関係を扱うことができるため^{※1}、現場で使用する3次元モデルの活用ツールとして適していると考えた。そこで、弊社はMR技術の建設現場での活用を目的にスマートフォンやタブレッ

トで使用可能なアプリケーション「Genba-MR アピアコ」（以下、アピアコとする）（特願 2017-224254 号）の開発を行った。

2. 2 「Genba-MR アピアコ」概要

アピアコは、建機や構造物の 3D モデルを任意の位置・姿勢で配置し、スマートフォン等の画面を通して確認することが可能なアプリケーションである。写真-1 に、3D モデル配置時に端末に表示される画面の例を示す。この事例では、3D モデルが座標情報を持つことによって、三角コーンや点字ブロックのようなオブジェクトは地表に、下水管のようなオブジェクトは地下に配置されている。

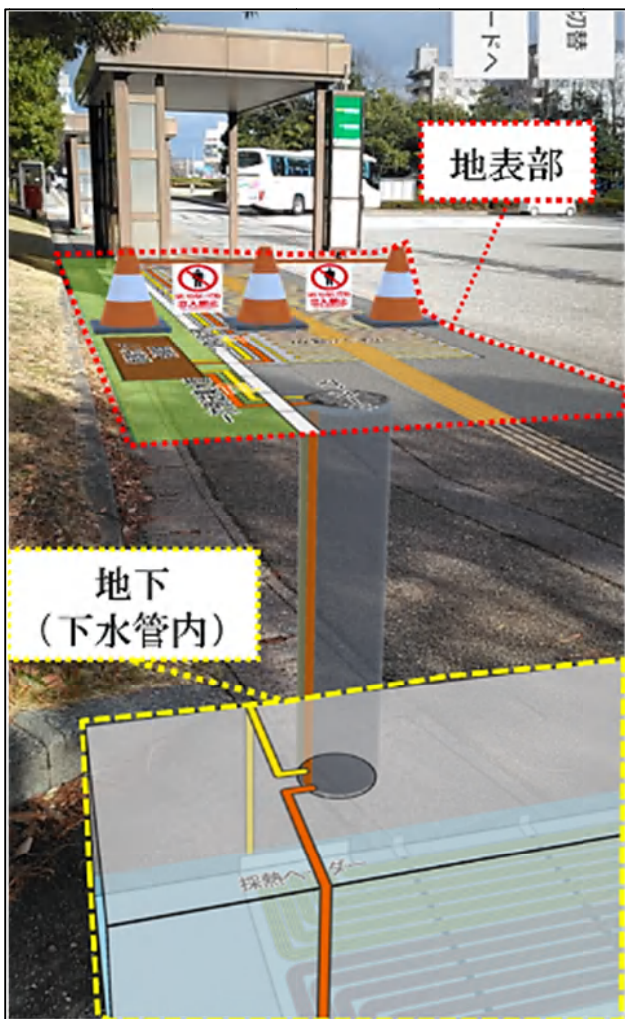


写真-1 3Dモデル配置時の画面表示
(下水熱ヒートパイプシステム)

2. 3 3Dモデル配置方法

本技術では、3Dモデルを配置する方法が2通り備わっており、活用場面（現場/事務所内）や用途（完成イメージ確認/建機干渉確認/3D形状の把握）によって使い分けが可能となっている。

2. 3. 1 ターゲットセッティングス方式

TS（ターゲットセッティングス）方式は、2点以上の測量基準点や、QRコード等を現地に設置することで、現実の3次元空間にほぼ正確に3Dモデルを重ね合わせる方法である（写真-2）。長大な3Dモデルを表示して遠景を確認したい場合や、ある特定の位置にモデルを表示したい場合など、3Dモデルを配置する位置や姿勢が重要な場合は本方式の使用が適している。



写真-2 TS方式による配置手順

2. 3. 2 フリーセッティングス方式

FS（フリーセッティングス）方式は、表示基準点の設置が不要で、どこでも容易に3Dモデルを閲覧させることが可能となっている（写真-3）。手軽に使用できる利点があるため、表示する3Dモデルの位置よりも、形状が重要な場合には本方式が適している。



写真－3 F S方式による配置手順

2. 4 対応デバイスの拡張

当初、本技術の開発は、Google 社が開発した“Tango”というプラットフォームを利用して行っていたため、本技術は Tango に対応可能な機器でのみ使用可能であった。しかし、Tango に対応するには、スマートフォンに赤外線カメラや魚眼レンズカメラ、高性能 IMU などの特殊なセンサ類が搭載されている必要があるため、利用可能なデバイスは限られており当技術の普及の障害となっていた。そこで、アピアコは一般機種でも使用可能な AR 技術である“ARKit” (iOS 対応) を利用できるように改良を行い、iPhone や iPad でも使用可能となった。また、さらなる対応デバイスの拡張を目的に、“ARCore” (Android 対応) での利用についても検証実験を行なっている。



写真－4 構造物完成イメージの表示例
(雪崩防止柵)

3 活用場面

3. 1 時間的な不可視物の可視化

本技術は以前存在した、または今後建設予定であるなど、現在では不可視となっている構造物を表示することが可能である。そのため、建機の干涉確認や構造物完成イメージの表示、過去存在していた構造物の投影などを行うことで、施工計画策定や関係者のイメージ共有への活用が想定される (写真－4)。

3. 2 物理的な不可視物の可視化

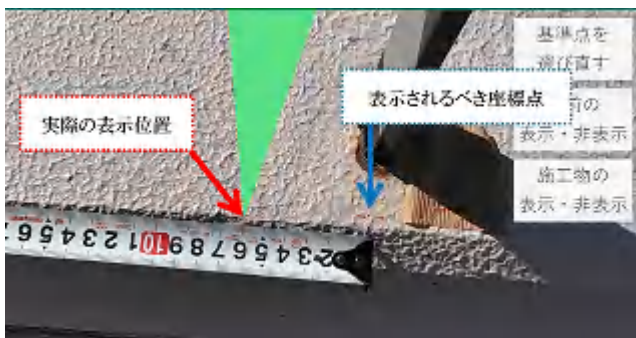
竣工後の地下構造物や機械の内部構造など、普段は目に触れない部分の可視化にも、本技術は有効である。不可視部分の技術 PR や教育への活用の他、埋設物の表示によるインフラの維持管理への活用が考えられる。写真－5 は、机の天板を地表に見立てて配置した、深さ情報を持つ 3D モデルの表示例である。机の下側から見ると、地下へと伸びるボーリング孔が確認でき、座標情報が反映されていることがわかる。これにより、例えば建設現場において、埋設されたインフラ設備の埋設深などを確認しながらの作業が可能になる。



写真－5 地中埋設物の表示例
(地中熱ヒートパイプ)

4 課題

本技術の3Dモデル配置の精度は、アプリを起動する端末や、TangoなどのMR技術そのものに依存しており、現状では3Dモデルの配置に数～数10cm程度の誤差が生じることが判明している。特に、Tango非対応機種では、対応機種と比較して誤差が大きくなる傾向が見られている（写真－6、7）。その他にも、3Dモデルを表示したままの移動や、その距離、速さ、画面内への移動体の映り込みなどが誤差を増加させる原因であることが分かっており、原因を除去した精度向上は、今後の課題となっている。



写真－6 Phab2PRO使用時の表示誤差
(Google Tango対応機種)



写真－7 iPad使用時の表示誤差
(Google Tango非対応機種)

5 まとめ

本技術は、BIM/CIMが導入され3Dモデルの取り扱いが当然となる今後の建設業界に

において、「可視化による関係者協議の迅速化、合意形成の迅速化」、ひいては「生産性の向上」を実現するための有益なツールであると考える。また、不可視部分の可視化という点に着目した場合、本技術はインフラの維持管理における3Dモデルの活用や技術PR、教育への活用も考えられる。

※1：本報文では、カメラなどを通して読み取った現実世界の情報を反映させた仮想空間を作り出すこと、またはその空間そのものをMRと呼称している。また、MR技術は、現実空間の地表面や奥行きを仮想空間へ反映させることができるため、地面の上や遠く（または近く）に3Dモデルを置く、置いたモデルを現実空間で回り込む、といった動作が可能である。しかしVRやARと明確に区別されないことが多く、混同も度々みられる。

参考文献

- (1) i-Construction委員会 報告書 平成28年4月：「i-Construction～建設現場の生産革命～」
- (2) 国土交通省 CIM導入推進委員会：「CIM導入ガイドライン（案）第1編 共通編」

謝辞

本研究にあたり、「平成29年度 建設企業経営革新支援事業」制度の対象事業として助成を賜りました、公益財団法人にいがた産業創造機構様へ深く感謝申し上げます。