

BIMモデルの表現手段としての先端ICTツールの活用

Utilization of ICT as a Method of Representing BIM Model

井上 光二*¹
Koji Inoue

波多野 純*¹
Jun Hatano

内田 公平*¹
Kohei Uchida

要旨

建築業界においてBIM (Building Information Modeling)は、設計・施工の場面で確実に浸透してきている。その中で、当社ではBIMにより作成されたモデルデータを関係者に伝える手段として、VR(Virtual Reality: 仮想現実)やAR(Augmented Reality: 拡張現実)に代表される各種ICT(Information and Communication Technology)ツールの活用を推進している。ICTを活用することによって、BIMモデルの有する情報を余すことなく引き出し、企画から設計・施工・維持管理へと至る過程において、様々な情報を総合的に共有する流れを構築することができる。

本報告では、当社におけるBIMへの取り組み状況および新たに開発されたICT関連ツールを紹介するとともに、当社での活用事例や先端ICTツールの将来展望について述べる。

キーワード: ICT BIM VR AR MR

1. はじめに

製造業の分野においてICTは十数年前から活用されてきたが、建築の分野においても実用化のレベルに達してきた。また、普及段階にあるBIMをこれら進化したICTツールと関連させて活用する技術が編み出されつつある。本報告では、BIM情報と計測技術との連携、モデル空間と現実空間との融合等、様々なICTツールを活用した事例について紹介する。



図1 3DPDFによる断面確認例

2. 当社におけるBIMへの取り組み状況

2.1 設計段階のBIM

当社におけるBIMへの組織的な取り組みは、2014年度に設計本部内にBIM推進課を設置して以降となる。

設計段階においては、まずBIMの「ビジュアル機能」を関係者間のコミュニケーションツールとして利用することから始まった。その後、設計の矛盾点や部材の干渉をあらかじめ確認する「干渉チェック」や3次元モデルからの「図面化」等、案件を選びながらも着々と進めている。その他、設計初期の打合せ時には必ず3Dプリンターの出力を用いることや、構造計算モデルや構造積算モデルを活用し、施工段階に向けた統合モデルの作成を全案件に適用することなど、BIM推進に向けての取り組みを強化している。

また、デザイン検討の補助となるソフトも順次導入し、コンペ等の機会を利用してコンピュータショナルデザインへの取り組みにも挑戦している(図1、2)。



図2 デザイン系ソフトによる3次元モデルの作成例

2.2 施工段階のBIM

施工段階でのBIMへの取り組みは、設計に遅れること1年、2015年度からとなる。まず東京・大阪の2所管にてモデル現場を設定し、1年間の検証を実施した(図3)。



図3 BIMソフトによる仮設足場検討事例

*1 建築事業総轄本部 工務管理本部 技術統括部

モデル現場での検証結果を含め、それ以降の現場で実施した内容を元に活用方法を整理・集約し、その後の施工 BIM に取り組む際の参考となるようにメニュー化している（図 4）。「BIM メニュー」は、各現場において基礎配筋の納まり検討や、仮設計画、施工手順のシミュレーション等、初期の取り組み方針検討に利用されている。



図 4 BIM メニュー（部分）

2.3 維持管理段階の BIM

維持管理段階の BIM への取り組みは、試行段階である。図 5 に竣工後の建物を 3D スキャナーで計測した事例を示す。計測データを BIM モデルと重ね合わせることで、設計図書との整合性の確認を行った。計測データは、壁や天井内の設備配管の位置情報の把握に役立ち、将来の改修工事や建替え計画時等に実測が必要な時にも有効に活用できると考える。



図 5 3D スキャナーによる竣工建物の計測例

3. BIM モデルの表現手段としての ICT ツールの動向

BIM モデルによる可視化により、2 次元図面だけでは伝わりにくい空間のイメージを、より具体的に把握することができる。お客様や関係者全員が、その具体化されたイメージを共有することで、お互いの認識の相違がなくなり、手戻り防止やトラブルの回避にも役立っている。また、xR (VR、AR、MR 等の総称。3.1 参照) 技術の普及により、バーチャ

ル空間を自由に移動できるツールも身近な存在になってきた。バーチャル空間では、形状や色をリアルに体感できることから、プレゼンテーション以外にも安全確認や教育分野での活用が期待される。

3.1 xR (VR、AR、MR)

xR (図 6) は、コンピュータ上で作り出した BIM モデルや CG 画像を、ヘッドマウントディスプレイやスマートデバイスと組み合わせて可視化する技術の総称として、2016 年 (VR 元年) 頃から使用され始めた。xR の技術は、様々なセンサーへの対応や物体認識技術との統合により、さらに進化をとげると予測されている。

近年では、xR に対応したスマートデバイスの普及により様々なアプリケーションを通して認知度も向上している。

【AR】Augmented Reality 拡張現実

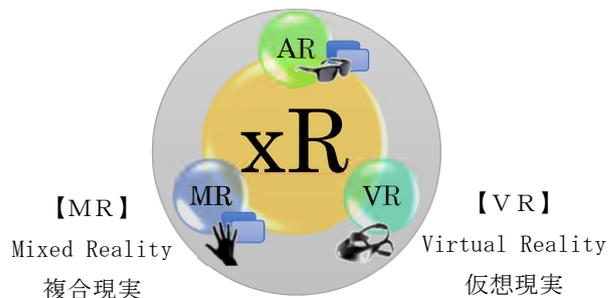


図 6 xR の概念

VR は、一般的に「仮想現実」と言われている。ヘッドマウントディスプレイ装置を頭部に装着し映像を映し出す技術であり、ユーザーは 360 度どの方向を向いても映像を見ることができる。また、BIM モデル空間の中を自由に動き回ることができ、奥行き感とスケール感をリアルタイムに得られるため、現実世界に近い空間を体感できる。利用に当たっては、データの高速処理のために専用のグラフィックボード等が必要となるが、一般的に普及している簡易 VR では、スマートフォンと簡易ゴーグルの組み合わせで閲覧できる。簡易 VR はあらかじめ設定した視点から 360 度画像を見ることができるが、やや奥行き感に欠ける。

AR は、一般的に「拡張現実」と言われている。スマートデバイスのカメラ機能を使い、特定のマーカ―や位置情報を取得することで、レンズを通した映像に仮想の情報を加える (拡張させる) 技術として知られている。

建築分野では、AR に対応したアプリケーションを使い、スマートデバイスの画面に映し出された現実世界の映像に AR 化された家具の情報を加えることでレイアウトを確認する仕組みや、建物の平面図を AR マーカ―として認識さ

せ、スマートデバイスの画面に BIM モデルを AR 化したものを表示させて仮想模型として利用する等の手法が使われている（図 7）。

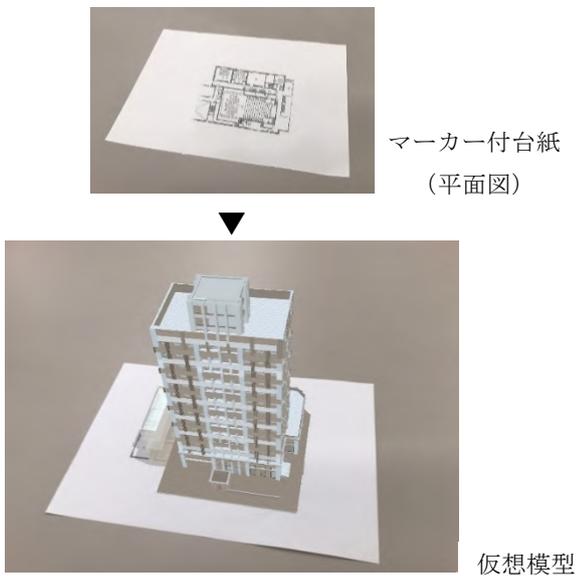


図 7 マーカー付台紙に AR 化した BIM モデルを表示した例

MR は、一般的に「複合現実」と言われている。MR は、VR と AR の情報を融合化させた技術で、仮想空間を現実世界に重ね合わせて体感できるのが特徴である。MR に対応したヘッドマウントディスプレイには、現実世界と仮想空間が重なって表示される。AR と同様に位置情報やマーカーを使い現実世界と仮想空間の座標を一致させることで、VR と同様に奥行き感とスケール感のある空間情報をリアルタイムに得ることができる。また、複数人で同時に情報を共有することが可能なため、BIM モデルによる合意をスムーズに行うことができる。

3.2 3D プリンター

3D プリンターによる造形物は、設計スタディや現場でのモックアップ用として活用されている。3D プリンターで出力可能な素材（マテリアル）も樹脂以外に金属やコンクリートなど、多種多様になってきた。カラー化や大きさの制限、素材の問題等検討要素は多く見受けられるが、大型化と素材の種類が増えたことは、建築業界にも大きな変化をもたらす可能性を十分に秘めている。

3.3 3D スキャナー

3D スキャナーによる計測は、測定の新たな手法として広く受け入れられている。従来の測量とは異なり、3 次元情報を取得することができるため、計測データ（ポイントと

しての位置情報である点群情報）と BIM モデルを重ね合わせることで、具体的かつ正確な検討・検証が可能となった。計測時間も以前に比べれば数倍速くなり、点群処理ソフトの改良も進み、より身近なツールとして利用が可能となっている。特に、複雑な地形の場合は建物との取り合い部分を正確に把握できる。

また、2 次元画像データからモデル化する技術も実用化されている。「空間 3D スキャンカメラ」では、撮影されたデータから 3 次元のモデル化が可能である。モデル化されたデータは、xR 技術により可視化でき、BIM ツールへ読み込むこともできる。

これら 3D 計測技術とその他のデジタル技術の組み合わせにより、単なる測量ツールにとどまらず、デジタルファブリケーションツールとしての活用が期待できる。

3.4 シミュレーション

建築分野におけるシミュレーションは、建築物の性能や品質の向上に必要なツールとなっており、様々な面で活用されている（表 1）。

計画段階においては、早い時期に空間の性能を把握し、最適解を見い出しながら計画内容の妥当性を裏づけることにも役立っている。また、BIM ツールとシミュレーションツールとのデータ互換性が高まったことで、シミュレーションツール内でのモデル作成や条件設定等の手間が低減されている。

一方、施工段階でのシミュレーションの多くは、BIM モデルを使った施工手順の検討や、仮設計画の検討に使われている。デジタル情報の利点を活かすことで、着工前に事前に複数案検討することが可能である。また、建物に関するシミュレーションに限らず、工事車両による周囲への影響や竣工後のトラック走行動線の確認等にも活用している。

表 1 各種シミュレーション

流体解析（風・熱等）
火災シミュレーション（避難経路・煙・温度等）
省エネルギー計算（空調・換気・採光・照明等）
照明シミュレーション（照度、昼光等）
音解析（騒音・音響）、振動解析
構造解析
車両軌跡（トラック動線、交通渋滞等）
施工シミュレーション

4. 活用事例

前章で記した ICT ツールについて、以下に実際の現場での活用・試行事例を紹介する。

4.1 【事例 1】VR による関係者との合意形成

当事例は、設計意匠 BIM モデルから高精細なレンダリング処理をした VR 画像を作成し、関係者の合意形成に活用した事例である。使用した VR 装置は紙製の函体にスマートフォンを差し込むことにより構成される簡易な VR である(写真 1)。完成状況の画像をクラウドサーバーへアップロードし、関係者間の合意形成に効果を発揮した(図 8)。



写真 1 簡易 VR 装置



図 8 合意形成に使用した VR 画像

また、360 度全天空撮影が可能なカメラを使用し、現場の進捗に合わせて定点撮影した画像と、完成形の VR 画像や竣工時の写真を組み合わせることで、過去・現在・未来の状況を比較確認できるソフトを利用した(図 9)。このソフトでは、竣工後の建物写真にマーカーを埋め込むことにより、メンテナンス情報を表示して維持管理に利用することも可能である。

4.2 【事例 2】MR の現場試行

MR の代表的なデバイス例として、マイクロソフト社が開発したヘッドマウントディスプレイ(HMD)方式の拡張現実ウェアラブルコンピューター「Microsoft HoloLens」(以下ホロレンズ)がある。

今回このホロレンズに、1 分の 1 スケールの図面を現場に実寸投影できるツールをインストールして現場試行を行った。デバイスに取り込んだデータは、平面詳細図(2次

元)データと建物および設備配管(3次元)データである。これらを専用コンバータで合成し、ホロレンズに取り込んで実際の現場において重ね合わせ確認を行った(写真 2、3)

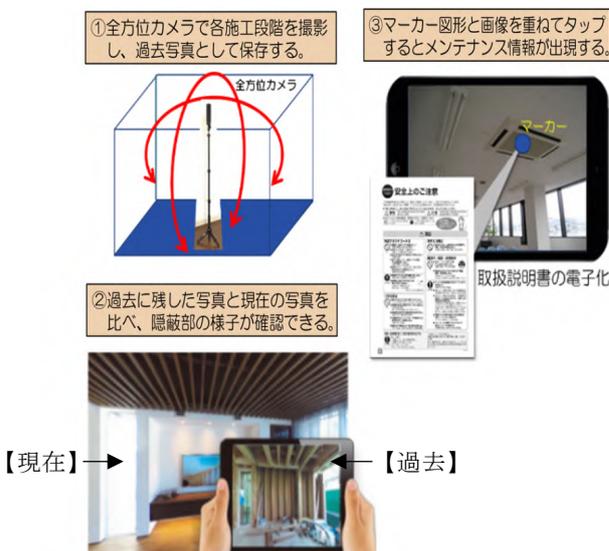


図 9 ソフトの活用イメージ



写真 2 MR システムマーカー読み取り状況



写真 3 ホロレンズ現場試行状況

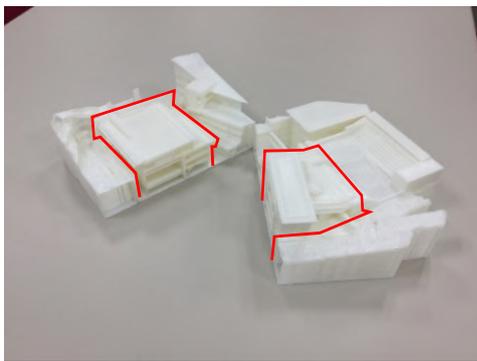
4.3 【事例 3】3D プリンターによる模型での施工検討

当事例では、図面では把握が困難な形状の建物の設計、施工段階での把握に用いた。従来、模型による表現は、直感的に複数の人に伝達が可能な手段として使われてきたが、手間とコストが課題であった。しかし、近年 3D プリンターが手軽に使用できるようになり、利用頻度も上がっている。出力は、3D スキャナーで測定したデータから作成した敷地モデルと BIM による建物モデル(赤線部分)を

統合させて行った。また、中央部で2分割することにより、建物断面と敷地の関係を確認することができた（写真4）。



a. 全体



b. 分割

写真4 3Dプリンターで出力した模型

4.4 【事例4】3D スキャナーによる計測データの活用

3D スキャナーによる計測は、高低差の大きい敷地や既存建物情報がない工事などにおいて活用されている。

当事例は、高低差が大きい敷地内での建替え工事に用いた事例である。得られた計測（点群）データを基にBIMモデルデータを作成し、山留め計画に活用した。計測に要した時間は、従来の計測に比較し短縮でき、計測精度も2mm以下と高精度であった。

図10は、既存建物を含む敷地を3Dスキャナーにより測定し点群データとして統合した事例であり、図11は、測定データより作成した敷地モデルを利用して山留計画を行った事例である。



図10 3Dスキャナー点群データ合成画像

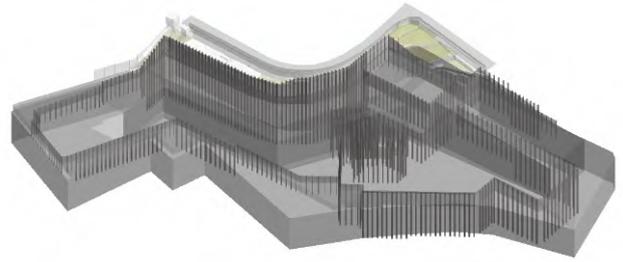


図11 山留め工事計画

4.5 施工計画および建物使用検証へのシミュレーション活用

施工段階でのシミュレーションには、様々な手法があるが、その中から施工手順の見える化に用いた例と、敷地周辺への搬出入車両の走行シミュレーションを行った例を示す。

4.5.1 【事例5】施工手順シミュレーション

図12は、制約条件が多い市街地におけるホテル新築工事の鉄骨建て方シミュレーションを、図13は、教育関連施設新築工事におけるPCa施工手順を部材単位でシミュレーションを行った事例である。シミュレーション結果を活用することで、早い段階から施工関係者間での検討や安全検証を行うことができ、手戻り防止等に効果を発揮した。

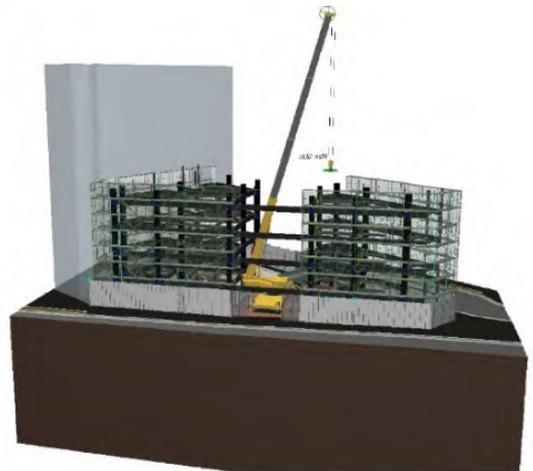


図12 狭い敷地での鉄骨建て方シミュレーション

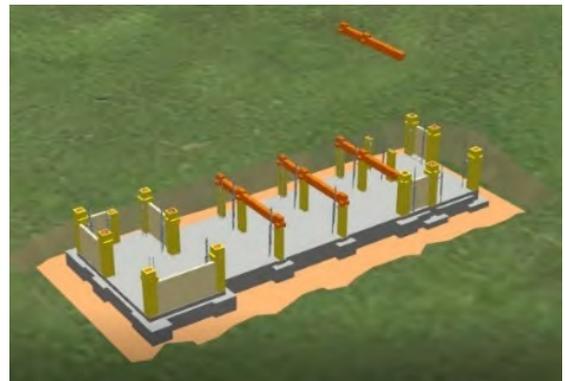


図13 PC建て方シミュレーション

4.5.2 【事例6】走行シミュレーション

この事例は、敷地条件の厳しい物流倉庫新築工事において、事前に大型トラックやセミトレーラーの軌跡をドライブシミュレーター技術を利用して解析したものである。この軌跡をトレースすることにより、公道および敷地内での走行状況を VR 技術を用いて疑似体験することを可能とした。

実際の走行コースをシミュレーターで再現することで、運転席からの視界確認や敷地進入状況の確認ができ、建物内の通行状況の確認なども事前に行うことができた（図14）。



a. 運転席からの視界確認



b. 敷地進入状況確認



c. 建物内通行状況確認

図14 走行シミュレーション

5. まとめ

以上、ICT ツールを活用して BIM 情報を関係者に伝達する様々な事例について述べてきた。建築分野における ICT を用いた表現技術も実用化のレベルに達しており、今後は同様の手法を他の案件での活用に拡げていくとともに、各手法のグレードアップを図っていきたい。特に xR の技術は、ハード・ソフト両面での進化が著しく、利用目的に見合った整備と発展性を見据えた取り組みが必要と考える。

この他、建築分野においては、外壁検査ロボットや床仕上げロボット、資材運搬ロボットなど建設ロボットの開発も加速しており、ビッグデータの活用や IoT (Internet of Things)、M2M (Machine to Machine)、AI (Artificial Intelligence) の導入等、新たな ICT の活用はますます進展するであろう。今後の労働者不足、特に熟練技術者不足を鑑みれば、BIM・ICT による取り組みは、生産性向上・省人化の観点においても重要視され、大いに期待されるところである。

一方、先行する BIM 分野においては、設計段階から施工、維持管理段階まで一貫した活用は未だ限定的である。めざましいスピードで発展しつつあるこれら ICT の技術要素を触媒として、BIM そのものの活性化にも弾みがつくことを期待している。