

BIM－VR 連携システムの開発

－ システム概要と適用事例 －

佐藤 康弘^{*1}・高取 昭浩^{*2}・長瀧 慶明^{*1}・森川 泰成^{*3}

Keywords : VR, BIM, building, urban area, simulation

バーチャルリアリティ, ビルディングインフォメーションモデル, 建築, 都市, シミュレーション

1. はじめに

建設業における BIM^(注1) (Building Information Model) の普及は、建築生産における情報伝達手法の変革¹⁾とされているものの、現状では、計画・設計段階の設計ツールとしての利用が主である。

建築物の性能は、設計仕様で決まることが多く、設計者は、建築の専門的な知識を比較的有しない発注者に対して設計コンセプトを正確に伝え、意図を確認する行為は、極めて重要である。計画・設計段階の建築物を発注者の観点で建築空間を体感し、様々な視点で、性能の評価を行う際、必要とされる情報を必要に応じて、適切に提示し、評価することが可能な機能、つまり対話機能こそ情報伝達にとって必須と考える。

現状、市販されている BIM のソフトウェアは、操作面、機能面ともに不十分なことが多く、性能予測評価²⁾を含めた合意形成のツールとして活用の域に達しているとは言いがたい。

筆者らは、高度な対話機能の開発として BIM と VR (Virtual Reality) の連携システム³⁾を開発した。本報では、設計者が作成した BIM のモデルと設計仕様の情報を的確かつ簡便に表示することが可能な VR システムを実施例を交え紹介する。更に、BIM と VR の連携システムを拡張し、ユーザが簡便な操作で自ら設計情報を評価することを目的としたビューアシステム⁴⁾を開発し、意匠、構造、設備の設計情報を対象として設計情報の評価を行った事例を紹介する。

2. システム概要

従来、設計情報の評価を行う際に必要とされる情報は、二次元の図面を元に作成した三次元モデルの他に、事前に想定できる範囲内の情報^(注2)を VR システム^(注3)に与え、必要に応じて提示し評価を行っていた。その場合、扱う情報は、様々な評価者^(注4)を対象とするため、リアルタイムに合意形成を含めた設計情報の評価を行うには、扱う情報の量や情報提示の機能ともに不十分でないかと懸念されていた。設計情報の評価をその場でリアルタイムに適正に行うには、更に、扱う情報の量を増やし、その情報提示能力を高める、つまり評価者と VR システムとの対話能力を高める必要がある。

設計段階における意匠、構造、設備を対象とした場合の対話能力を高める手法としては、設計者が作成する BIM を対象とすることで、想定内容を事前に準備する必要はなく、適正な設計情報の評価がその場でリアルタイムに行うことが可能となる。そこで、効果的に対話が行えるシステムとして前報⁵⁾で紹介した「Hybridvision」に以下、(1)、(2)に示す BIM の情報提示、テクスチャマッピング^(注5)切り換え機能の拡張を行った。

(1) BIM の情報提示

従来の三次元建築モデル（パース等の建物形状）の他、部材の情報、室の情報も提示可能とした。部材情報の提示は、三次元指示マウスにより指し示す選択操作で行い、室の情報は、評価者が現在いる視点位置を元に自動的に提示する。

*1 技術センター 建築技術開発部 ニューフロンティア技術開発室

*2 設計本部 テクニカルデザイングループ

*3 技術センター 建築技術研究所

(2) テクスチャマッピングの切り替え

対話能力を高めるため、部材の情報、室の情報を提示した際、建物モデルに予め設定されている床、壁、天井などの仕上（テクスチャマッピング）を対象として三次元指示マウスを使用し任意に変更を行うことが可能とした。従来のテクスチャの切り換えとは異なり、所定のフォルダ内に存在する全テクスチャデータを対象とするため、想定外のリクエストにリアルタイムに対応することが可能となる。

更に、設計段階で発注者との迅速な合意形成や施工者へ設計意図の周知を図り展開して行く際に、時間や場所の制約で Hybridvision を活用出来ない場合がある。そこで、評価者（注4）の PC（パーソナルコンピュータ）環境で簡便な操作で設計情報を評価することが可能な汎用的な環境を構築するため、ビューアシステムの開発を行った。Hybridvision とビューアシステム概念図を図-1 に示す。

□ 設計環境

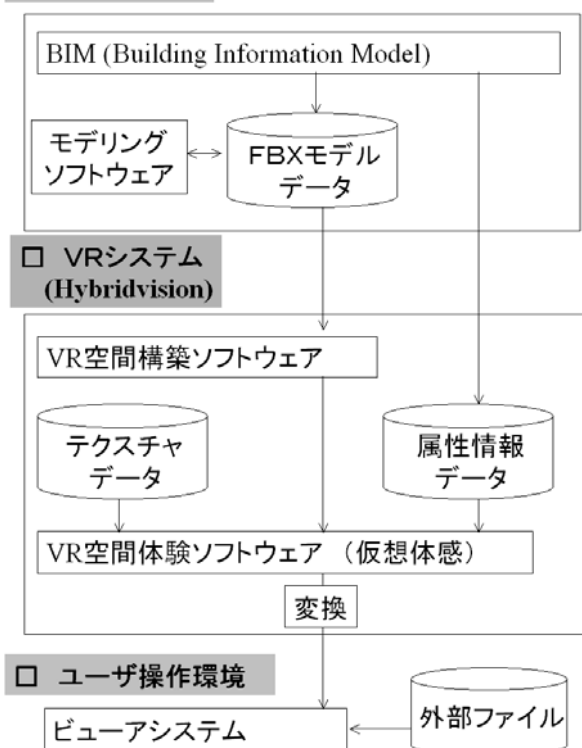


図-1 VR システムとビューアシステムの概念図

Fig. 1 Conceptual diagram of VR system and Viewer system

図-1 では、設計者が作成した BIM のモデルは、質感を高めた上で FBX フォーマットに変換し、VR システムに取り込むことで設計仕様としての属性情報の提示とともに Hybridvision での仮想体感を実現する。

Hybridvision は、高さ 2.4m×幅 5.6m の大型スクリーンを使用しており 2 機の立体視対応プロジェクトで

ア投影している。プロジェクトには、5 台のパソコンと大規模解析用可視化サーバが接続されており立体（左右両眼）画像を生成している。映像のコントロールは、三次元マウスとジョイパッドで行う。液晶シャッター眼鏡を使用することで立体視が可能となる。更に、特定の箇所からは 1:1 スケール（実物大）での体感が可能である。

更に、Hybridvision に取り込んだ BIM のモデルを変換することでビューアシステムでの閲覧を可能とする。ビューアシステムは、WindowsPC 上で設計者が作成した BIM のモデルを設計仕様としての属性情報とともに評価者自身が直感的な操作で自由自在にウォークスルーしながら様々な視点で閲覧・確認が可能である。特に、Hybridvision のような大規模なシステムを必要とせず、評価者の PC 環境で設計情報を三次元で容易に確認することが可能である。

3. システムの適用事例

Hybridvision とビューアシステムを使用した具体的な適用事例を以下に示す。

3.1 Hybridvision を使用した事例

3.1.1 対象とした建物

図-2 に示すような設計者がデザインを検討する際に作成したモデル（延床面積 約 2,500m²，地下 1 F，地上 8 F）を評価の対象とした。

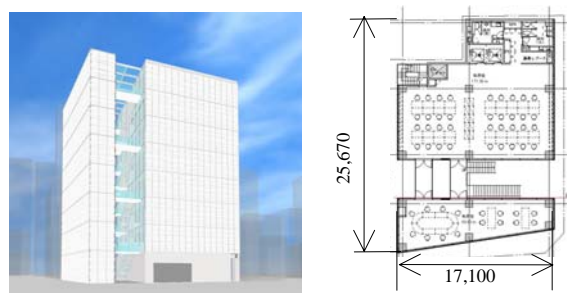


図-2 建物の外観

Fig. 2 The outside of designed building



三次元指示デバイスのポイント

図-3 BIM の部材情報の提示

Fig. 3 Presentation of building material information

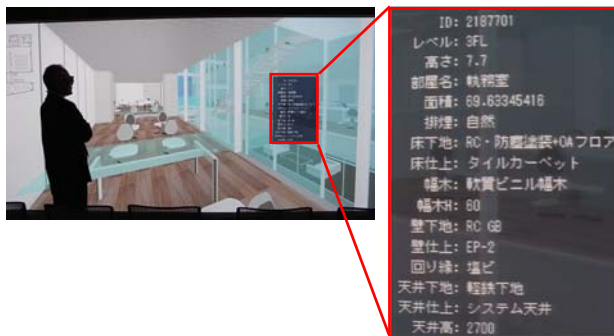


図-4 BIMの室情報の提示
Fig. 4 Presentation of room information



図-5 テクスチャの切り替えの提示
Fig. 5 Presentation of changeover texture

3.1.2 適用事例

図-3～図-4に適用イメージを示す。

- (1) 図-3に示す例は、3Fの執務室を評価する際に扉を三次元指示デバイスで選択し、提示したBIMの部材情報である。
- (2) 図-4に示す例は、3Fの執務室を評価する際に現在いる視点位置を元に自動的に提示したBIMの室情報である。この情報は、評価を行う際に必要とされる室の主な仕様であり、三次元建築モデルとあわせて提示することで多数の評価者とともに仕様を確認することが可能となる。
- (3) 図-5に示す例は、床の仕上を対象にテクスチャのDBを参照し、三次元指示デバイスを使用して任意に変更を行い検討している状況である。この機能を使用することで、仕様の検討から確定までのプロセスを迅速に行うことが可能となる。

Hybridvisionの機能拡張を行ったことで、設計情報の評価を多数の評価者とともに1:1スケールでリアルタイムに行うことが可能となり合意形成時における設計情報との対話能力が更に高まった。

3.2 ビューアシシステムを使用した事例

3.2.1 対象とした建物

写真-1に対象とした建物（延床面積 約6,409m²、地下1F、地上4F、塔屋1F）の改修工事後の外観を示す。竣工図データを元に図-1に示すフローの中のビューアシシステムを用いて設計情報の評価を行った。



写真-1 改修工事後の建物の外観
Photo.1 The outside of renewal building



写真-2 操作状況
Photo.2 User operation image



図-6 設計情報の提示
Fig.6 Presentaion of design specification

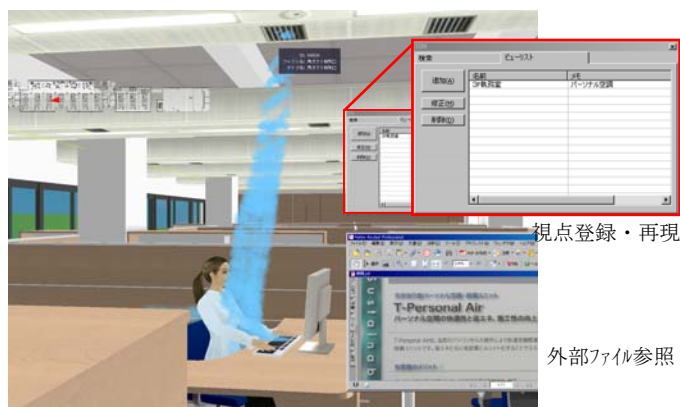


図-7 外部ファイル参照の提示
Fig.7 Presentation of outside file

3.2.2 適用事例

- (1) 写真-2に操作状況を示す。評価者の操作環境で Hybridvision と同様に、JoyPAD での操作を実現している。この操作は、従来の三次元建築モデルの他、BIM の属性情報としての部材情報、部屋情報と併せてユーザの簡便な操作、自由な視点での閲覧を可能としている。
- (2) 図-6に示す例は、設計情報（意匠、構造、設備）を任意に切り替えることで、設計情報として意匠の他、構造、設備まで対象範囲を拡大し閲覧している状況である。
- (3) 図-7に示す例は、設計者が入力した属性情報の他、外部ファイルの参照を行い、更にユーザ自身が着目した視点を任意に登録、選択し再現しながら評価を行っている状況の画面である。更に、従来、Hybridvision の機能であった解析結果の融合表示をビューアシストシステムに移植したことでパーソナル空調からの気流を検討して、設計性能の評価を行っている状況の画面である。

ビューアシストシステムによる設計情報の評価は、大規模なシステムを必要とせずに評価者の PC 環境で直感的操作で容易に確認することが可能である。このことにより、更に評価者間のコミュニケーションを活性化させることができる。

4. おわりに

筆者らは、計画・設計段階における BIM を活用し Hybridvision との連携機能、更には、ビューアシストシステムを開発し、有効性を確認した。本システムは、計画・設計段階での活用以外に施工段階、竣工後の維持管理段階まで適用可能である。今後は、更に機能を充実させて実用展開していく予定である。

- (注 1) BIM とは、建築の様々な情報が統合された建築モデルとそれを用いた維持管理手法を指し多くの場合、三次元モデルがその中核となる。BIM で使用する建築の三次元モデルは、「壁」、「柱」、「窓」などの建築要素、「空調」、「電気」、「衛生機器」などの設備要素、「鉄骨」、「鉄筋」などの構造要素、各要素の寸法や「仕様」などの属性を含むオブジェクトデータの集合体とされている。
- (注 2) ここでは比較検討を行う際に必要な仕上材を言う。
- (注 3) 本システムは、大画面没入型 VR システムと三次元指示デバイスを使用する。表示はすべて、マルチスクリーン上に立体視で提示され(液晶シャッターメガネ使用)、操作は、ジョイパッドと三次元指示デバイスで行う。
- (注 4) ここでは施主、共同設計者、施工者などそのプロジェクトの関係者を言う。
- (注 5) テクスチャとは、3 次元 CG で、物体の表面の質感を表現するために貼り付ける画像。テクスチャを物体表面に貼り付けることをテクスチャマッピングという。

参考文献

- 1) BIM Japan VOL. 1: (株)エクスナレッジ出版 2008.12 発行
- 2) 森川泰成, 佐藤康弘, 長瀧慶明: 建築・都市の総合的性能予測評価のための VR システムの開発—その 1 VR の意義とシステム概要—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2007.
- 3) 佐藤康弘, 長瀧慶明, 森川泰成他: 建築・都市の総合的性能予測評価のための VR システムの開発—その 8 BIM との連携—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009.
- 4) 佐藤康弘他: 建築・都市の総合的性能予測評価のための VR システムの開発—その 13 BIM 連携機能の拡張と応用事例—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2010.
- 5) 佐藤康弘他: 最先端 VR (バーチャルリアリティ) システム「Hybridvision」の開発, 大成建設技術センター報第 42 号, 2009.