

## FL 設計に即時対応する VR コンテンツ作成技術の確立

ESTABLISHMENT OF A SPEEDY RESPONSE SYSTEM WITH VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY  
FOR FRONT LOADING DESIGN

北川 剛 司\*1, 西尾 和 剛\*2, 平沢 佳 苗\*1, 中村 哲 男\*2  
Takeshi KITAGAWA, Kazutaka NISHIO, Kanae HIRASAWA and Tetsuo NAKAMURA

Ten years have elapsed since Building Information Modeling (BIM) was first utilized and BIM has become commonplace as a design method in Japan. At present, virtual reality (VR) technology is having excellent compatibility with BIM and has evolved dramatically as a visualization tool, which is one of the features of BIM, as a means for reaching an agreement with clients or making decisions by planning teams in the company. Up to the present, although VR has been utilized for client agreements and in-house decisions, its use has not been widespread due to work time, speed, and cost.

The purpose of this research is to remedy the situation and improve VR technology system so that 'any architects can produce VR contents quickly and easily by utilizing BIM.' When examined the software is beneficial and is aimed to establish the environment that architects manage VR technology in daily tasks. In conclusion, through this research, it was found that the software named TWINMOTION has the closest function to our aim at this stage. Through a trial of this application on an actual project, the results there of were well-received by both clients and planning teams. We will propose TWINMOTION as the new VR technology tool in order to reach an agreement with our clients and make decisions with planning teams in the company in a variety of cases in the future.

**Keywords :** *Front loading Design, Building information modeling, Speedy response, Client's agreement*  
FL 設計, BIM, 即時対応, 客先合意

## 1. はじめに

BIM 元年といわれる 2009 年から 10 年が経ち、国が BIM のガイドラインを策定 (2014), 改訂 (2018) するなど本格的に始動し、ゼネコンや設計事務所においても BIM を活用した業務の進め方が当たり前になっている。また毎日のように各地で BIM に関するイベントが開催されるなど注目度も高いと言える。

その BIM の有効活用の 1 つとして「見える化」による客先や社内などにおける合意形成への活用がある。この合意形成の手段はこれまでパース (静止画) や動画などであったが、昨今凄まじいスピードで進歩している VR 技術を利用した体験型の手段が浸透してきている。

設計統轄部内においても、これまでに VR を活用した実績はあるが、浸透している状況とは言えない。ただ、実施した PJ においては一定の評価があったため、BIM による VR 技術を活用した「見える化」は客先や社内合意の手段として有効であると判断し、内製で技術を確立することが必要であると考えた。

本報では従来の VR 活用に対して、業務における即時対応可能な VR 作成技術に関する報告を行う。

## 2. 従来の社内における VR 活用

設計統轄部内ではこれまでも BIM モデルから VR コンテンツを作成し、社内や客先合意を目的に活用してきた。まずこれまでの VR 活用について説明する。

### 2.1 VR 作成者及び VR 作成ソフト

VR の作成は社内の BIM オペレータ又は外注にて行い、作成ソフトは Unity (ユニティ) を使用。

Unity はユニティ・テクノロジーズ社が提供するゲームエンジンで、VR コンテンツを作成することができるソリューションである。

### 2.2 VR コンテンツ作成手法と作業期間

VR コンテンツは、BIM モデルから中間フォーマットを経由して、Unity データに出力し、作成する。作業期間 (作成, 修正, 調整) は規模や求めるクオリティにより異なるが、通常 2 週間から 1 ヶ月程度を見込む。

### 2.3 使用機材と環境

使用する機材は、パソコン (リュック型)、ヘッドマウントディスプレイ (以下、HMD)、場所を認識するためのセンサーである。(図 1) この機材を持ち運ぶためには最低二人必要な量、重さである。(図 2) また歩き回る必要があるため、ある程度の広さの場所が必要となる。(図 3)

### 2.4 事例

#### (1) 東京音大

この VR コンテンツは社内にて作成した。(図 4) 作業日数は約 2 週間であった。

\*1 戸田建設株式会社 BIM 設計部 修士 (工学)

\*2 戸田建設株式会社 BIM 設計部

BIM Design Department, TODA CORPORATION, M.Eng.

BIM Design Department, TODA CORPORATION.

## (2) 八丁堀二丁目計画

この VR コンテンツは外注にて作成した。(図5) 作業日数は約1ヶ月であった。

## 2.5 成果と課題

この2事例について、クオリティはある程度高く、体験者の満足度も一定以上のものを得られている。

その一方で、作成した側としては作業日数がかかり、複数案を作成するにはスピード感がない点や費用面として、外注に依頼して作成すると高額になるなど課題も多い状況であった。

また、外注すると外注先と社内とでハード環境が異なる場合が多く、その場合にデータの不具合を起こすこともあった。

## 2.6 従来の VR 活用について

従来行ってきた VR コンテンツはクオリティも担保され、業務上有効な手段ではあったが、作業時間が多くかかり、スピード感に欠けるものであった。また、必要な広さの面や機材の量からも客先で提示するにはハードルが高く、設計統轄部内ではあまり浸透していなかった。この技術を設計業務や客先合意の手段として、これまで以上に生かすためには、より手軽に、より短時間で作成し、費用対効果をよくする必要性があった。

## 3. 新たなソフトの検討と検証

前章までの状況を受け、VR に関する最新動向を調べた結果、技術の進歩により、手軽に VR コンテンツが作成できる環境が整いつ

つあることが分かってきた。

そこで、即時対応可能な VR コンテンツ作成の内製化検証を行った。今回の検証で重要なことは「設計者が、BIM モデルを利用し、短時間で手軽に VR コンテンツを作成できる」ということである。

従来の VR では難しかったこの点に重点を置き、ソフトを検証した。また、VR 作成者側の視点と VR 体験者側の視点は異なるため、双方の視点から総合的に検証を行った。

### 3.1 検証ソフト

検証ソフトは多数存在するが、現時点で BIM 設計部が利用可能な以下の3つを選定し、検証を行った。従来使用していた Unity を評価の基準とした。

#### (1) RevitLive (レビットライブ)

Revit (Autodesk 社製の BIM ソフト) を購入することでパッケージとして付属する没入型ビジュアルライゼーションソフト。

#### (2) TWINMOTION (ツインモーション)

Epic Games Japan よりリリースしている高品質な画像や動画、HMD による VR コンテンツを短時間で作成できるソリューション。

#### (3) Unreal Engine4 (アンリアルエンジンフォー、以下 UE4)

Epic Games Japan よりリリースしているリアルタイムレイトレーシングに対応したソリューション。

レイトレーシングはレンダリング(最終結果の画像を生成する工程)の一般的な手法の1つで、それをリアルタイムに行うのがリアルタイムレイトレーシングである。



図1 従来使用していた機材



図2 2人分の機材量



図3 VR 体験中の様子



図4 東京音大の VR

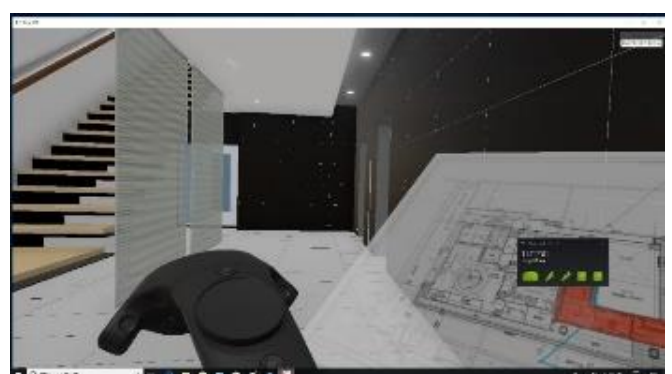


図5 八丁堀二丁目計画の VR

3.2 検証内容及び検証手順

検証内容は VR 作成者側の視点 (検証①) と VR 体験者側の視点 (検証②) に分けて行った。

(1) 検証①：VR 作成者側の視点

1. BIM ソフト(Revit)とのデータ互換性
2. 操作の手軽さ
3. VR 出力の難易度
4. 作成期間
5. コスト

(2) 検証②：VR 体験者側の視点

1. VR の綺麗さ、リアリティ (クオリティ)
2. VR の挙動の自然さ (ストレスのなさ)

(3) 検証手順

下記の Step.1~5 の手順で検証を行った。

Step.1：BIM モデル(Revit)の作成

Step.2：BIM モデル(Revit)をエクスポート

Step.3：検証ソフトに Step.2 のデータをインポート

Step.4：VR 作成者側の視点で検証

Step.5：VR 体験者側の視点で検証

Step.2 から Step.3 の流れは検証ソフトによって異なるため、整理して説明する。RevitLive, TWINMOTION は BIM モデルから直接 VR コンテンツを作成することができる。(図 6) 但し、TWINMOTION はそのソフト上でテクスチャや光源、エフェクトなどを調整する。

UE4 は BIM モデルから Datsmith (データスミス) と呼ばれる中間フォーマットで出力し、そのデータを取り込むことで VR コンテンツを作成する。(図 7)

(4) 検証結果

検証結果は各項目 1~5 点 (VR 作成者側の視点)、1~10 点 (VR 体験者側の視点) の点数評価で表に示す。(表 1)

まず 3 つのソフトの共通事項として、従来の VR 機材と異なり、HMD と高性能のノート PC があればよいため、機材の量が減少した。また、実際に歩き回る必要がないため、狭い場所でも VR 体験が可能となった点が評価できる。(図 8, 9)

続いて実際の機能や性能面の話に移るが、RevitLive と TWINMOTION は Revit との互換性が高く、ソフトとの操作も簡単で VR の出力もボタン一つでできる。VR 作成期間も 1 時間程度ということで客先合意やモノ決め打合せ等で即日 VR を持っていきたい状況にも対応が可能であり、設計者が BIM モデルを利用し、短時間で手軽に VR を作成できる点は評価が高い。

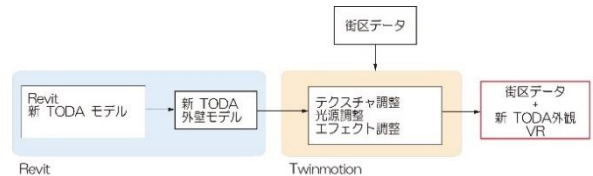


図 6 データの流れ (ダイレクトにデータ変換)

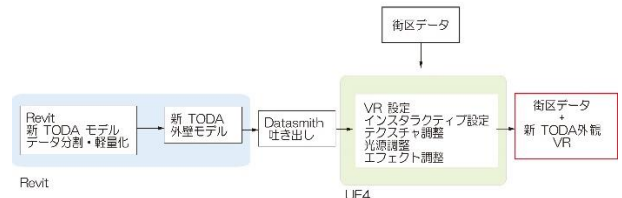


図 7 データの流れ (中間フォーマットを経由したデータ変換)

RevitLive に関しては VR のクオリティが低く、歩き回ることができないため、VR 体験者の満足度は低い。

UE4 は VR 体験者の視点によるクオリティや挙動の自然さ (ストレスのなさ) は非常に優れている。しかし、Revit との互換性がよくなく、プロ仕様のソフトであるため、操作の手軽さという点では評価が低くなっている。

設計者の視点(1~5点)					
	Revit Live	TWINMOTION	UnrealEngine4	Unity(参考)	備考
Revitとの互換性	5	3	2	1	RevitLiveとTWINMOTIONは同期・エクスポート可能。UE4はデータ変換ソフト経由でデータ移行可能。
操作の手軽さ	3	5	2	1	RevitLiveとTWINMOTIONは感覚で使える為、マニュアルがない。Unity,UE4はマニュアルが無いと難しい。
VR書き出しの難易度	5	5	1	3	RevitLive, TWINMOTIONはボタン一つでVR可能。UE4はエラーが多く難しい。
作成期間	5 (1時間)	5 (1時間)	3 (1週間)	3 (1か月)	RevitLive,TWINMOTIONは設定が少なく作成時間も短い。UE4は設定が多く、即日難しい。
コスト	Revitに付属	0	0	18万/年	RevitLiveはRevitに付属する。TWINMOTION, UE4は現バージョンは無料DL可能。
VR体験者の視点(1~10点)					
	Revit Live	TWINMOTION	UnrealEngine4	Unity	備考
VRの綺麗さ/リアリティ	3	7	10	10	RevitLiveはクオリティが低い、TWINMOTIONは普通に見える。UE4はリアルレイトレーシング対応。
VRの自然さ	3	6	10	8	RevitLiveは違和感がある。TWINMOTIONは一般的。UE4は自然である。
費用対効果(総合得点)	24	31	28	26	費用対効果が高いのは、TWINMOTIONである。

表 1 VR ソリューションの検証結果

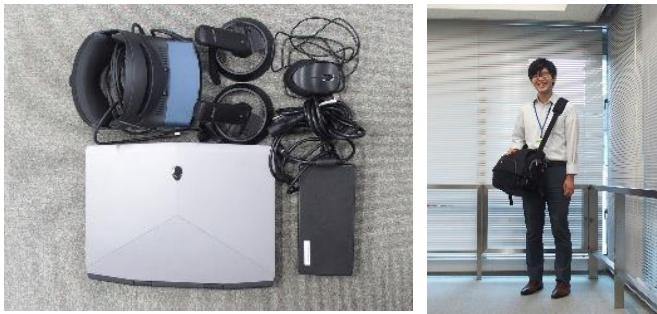


図8 新しいVRの機材とその量（1人分の機材量に減少）



図9 新しいVRの機材による体験の様子



図10 エントランスアプローチ外観



図11 事務所内から街区を見たビュー



図12 屋上テラスの検討

以上のことから、今回検証した3つのソフトの中でVR作成者の視点、VR体験者の視点の双方から判断して、TWINMOTIONが費用対効果が高く、「設計者が、BIMモデルを利用し、短時間で手軽にVRコンテンツを作成できる」ソフトとして最も優れていると評価できる。

#### 4. 実務における活用

##### 4.1 新TODAビル計画

新TODAビル計画は2024年竣工に向けて基本設計中の本社建替計画である。このPJでVRを設計内におけるデザイン検討に活用した。図に示しているVRコンテンツはそれぞれ1～3時間で作成したものである。（図10～12）

VR体験をした設計者の反応は非常に良かった。短時間で作成したVRコンテンツであることを感じさせない臨場感があり、屋上や窓際に立つと足がすくむなど没入感が高いことが伺えた。また、室内に立った時の空間の圧迫感や解放感などVRによる体験は有用であった。今後、リーシングや客先打合せ用にも引き続き役立つ予定である。

#### 5. おわりに

これまで時間と費用がかかり、場所も必要であった従来のVRに対して、TWINMOTIONは設計者が、BIMモデルを利用し、短時間で手軽にVRコンテンツを作成できるソフトである。

現段階の実績は新TODAビル計画のみであるが、進行中のPJにおいても利用する予定が多数あり、今後実績が急激に増えると予想される。

また現在はBIM設計部が中心となりVRコンテンツを作成しているが、手軽に利用することができることから、設計者へも技術展開する予定である。

このようにBIMモデルから作成されるVRコンテンツを利用した「見える化」が業務を進める手段として広がることにより、客先合意や社内合意をスムーズに進め、FL設計を定着させる一助となり、ひいては生産性向上につなげていきたいと考えている。

最後に、VR技術についてはまだまだ進歩を続けているため、引き続き注視していく。