

VR 導入による設計会議における施主の意思決定支援

Study on Supporting the Owner's Decision Making in Design Meetings Using Virtual Reality

○鎌田 蒼^{*1}, 大西 康伸^{*2}
Aoi Kamata^{*1}, Yasunobu Onishi^{*2}

*1 熊本大学大学院自然科学教育部 大学院生

Graduate Student, GSST, Kumamoto Univ.

*2 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 博士 (学術)

Associate Prof., Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto Univ., Ph. D.

Summary: Due to the recent introduction of building information modeling, frontloading is on the rise. In order to conduct frontloading overall design work, it is necessary for the clients to understand the design plan and make decisions at an early stage. However, with the various drawings, sketches, and BIM tools used for design meetings, clients find it difficult to accurately grasp design proposals. Therefore, we introduced virtual reality (VR) into the design meeting at the schematic design stage to help the clients understand the design plan and support decision making. The VR model was constructed by loading it into VR software after modeling with BIM. This model was introduced to design meetings twice at the schematic design stage. According to the object of consideration, we divided the remarks obtained at the design meeting into items considered in the schematic design stage and items considered after the construction document. The results showed that the items considered after the construction document are more than 30%. It became clear that the client's participant in the design meeting of the schematic design stage will also cause frontloading. In addition, the remarks showed that clients can be involved in detailed considerations and support decision making.

キーワード: コミュニケーション; プレゼンテーション; 会話分析; VR; BIM

Keywords: Communication; Presentation; Protocol analysis; Virtual Reality; Building Information Modeling.

1. 研究の背景と目的

近年、Building Information Modeling (以下、BIM) の導入により、設計の早期の段階から設計の検証を行うことで設計変更による手戻りを削減し、設計業務の効率化を実現する気運が高まっている。設計業務を遂行する過程では施主の承認や意志決定が必要不可欠であるため、BIM によって設計者が前倒しの検討を行っても、施主の設計案の理解が不十分であると意思決定が遅れ、設計業務の前倒しが滞る場合がある。

一方、設計会議に用いられる主な設計提案の表現手法として図面やパースが挙げられるが、非専門家である施主にとってこれらによる設計案の正確な把握は困難である。また、3次元でモデルを閲覧できるツールとして BIM ツールがあるが、主に設計者のための設計の道具であり、リアリティが低く閲覧時の視点移動も滑らかでない。施主による早期の設計案の理解を促し、意思決定を支援するには、BIM ツールの視覚化機能では不十分である。

そこで、近年発展している Virtual Reality (以下、VR)

の利用を提案する。VR は 3 次元形状モデルを高度なグラフィックスで立体視でき、滑らかな視点移動ができる技術である。BIM ツールで作成したモデルを VR ソフトウェアにエクスポートするアドインの開発も進んでおり、BIM ツールからシームレスに VR を作成することが可能となっている。

そこで、本研究では設計者が BIM ツールを用いて前倒しで検討したモデルを VR 化し、基本設計段階^{※1}における最初期に開催された基本設計会議に導入する。それにより、設計者による前倒し検討の結果である実施設計情報含む設計案を施主が理解し、さらに実施設計段階で行われるべき議論への参加、およびそれに関する意思決定を支援できるかの検証を行う。

2. 研究の方法

本研究では、実際に建設される建築の設計会議において VR を導入する。VR を導入する段階は基本設計図書作成過程である基本設計段階である。作成するモデルは

ベースとなる敷地周辺のモデルを事前に作成し、設計案の BIM モデルを VR 化、挿入することで VR モデルを作成する。設計会議で得られた発言をもとに、VR の導入が施主の実設計段階の情報を含む基本設計案の理解や意思決定の支援につながるかを分析、考察する。

3. 既往研究

デザイン検討ツールに VR を活用した例として、加賀ら¹⁾はスケッチから VR 上に仮の 3D モデルを作成するシステムを開発し、実プロジェクトの初期段階において基本方針の検討を行う際に有効であることを明らかにした。また、建築設計において、福田ら²⁾は半ドーム形状スクリーンに等身大スケールの映像を表示したドーム型 VR を開発し、実プロジェクトでの基本設計案の検討に適用した。その結果、設計者のコンセプトを施主に明快に伝えることができ、合意形成が促された。

これらの事例は、基本方針の策定、基本設計案の検討など、それぞれの段階で検討されるべき項目の伝達を、VR を用いて支援している。一方、本研究では BIM を用いた設計を対象としているため、設計者が施工段階でのコストアップや工期の遅れを防ぐため、前倒しで検討を行っている。基本設計会議で検討される項目は既往研究と同様のものと考えられるが、VR を用いることで施主が素早く、正確に設計案を把握し、実設計段階で議論される内容が基本設計段階から話されることで、基本設計段階の期間が短縮されると考えられる。そのため、本研究における VR の利用目的は、基本設計段階において前倒しされた検討項目が含まれる設計案の施主による理解や意思決定の支援である。

4. ケーススタディの概要

本研究では、延床面積約 1000 m² のテナントビルの基本設計段階をケーススタディとして研究を行った (図 1、表 1)。計画敷地は地方中核都市の中心部に位置し、国道と県道の交差点に面した台形である。両道路ともに自動車の交通量が多く、バスや市電なども往来する交通の要衝である (図 2)。設計要件として、地上 5 階建ての飲食を中心としたテナントビルであることや、大型屋外広告物の設置などが挙げられている。2016 年 1 月に設計業務が開始され、熊本地震による 19 ヶ月の中断期間を経た後、本格的に基本設計業務が進められた。なお、2020 年 3 月竣工、同年 4 月運用開始を目指す。

ケーススタディでは、BIM を設計業務で使用している設計者、建築に対し知識の乏しい施主、新築されるビルのテナント誘致および施設管理を行う不動産会社、デザイン監修を行った本研究グループが設計業務の主体であった。



図 1 計画地に建つ既存建物

表 1 敷地概要

敷地面積	256 m ² (77.6 坪)
用途地域	商業地域
防火地域	防火地域
建ぺい率	80% (角地割増あり)
容積率	600%
前面道路	南側道路 33m 東側道路 27m

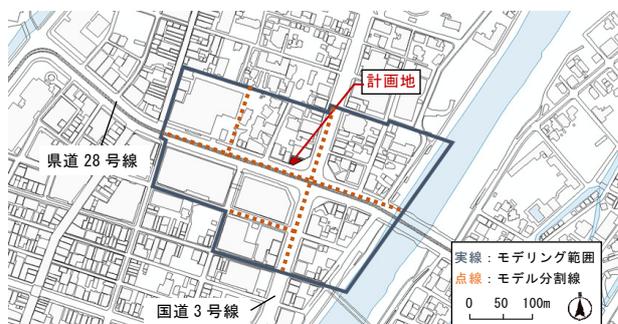


図 2 計画敷地とモデリング範囲、モデル分割線

5. VR モデルの構築

本研究では、デザイン監修の役割を担う本研究グループの 1 名 (以下、デザイン監修者) が BIM ツールでモデリングを行い、作成した BIM モデルを VR ソフトに読み込んだ後、VR ソフトでマテリアルの設定や添景を配置し VR の 3D モデルを構築する (以下、VR モデル)。VR モデルには、計画地周辺のモデル (以下、敷地周辺モデル) と設計者によって提案される建築モデル (以下、設計案モデル)、竣工後の内装や使われ方を想定して作成したモデル (以下、内装モデル) がある。内装モデルについては、プランが確定していない基本設計の段階であることから、デザイン監修者が内装を仮想的に作成する。設計の早い段階からスケール感の把握や竣工後をイメージすることによる効果を検証する目的のもと構築を行った。なお、本研究では BIM ツールとしてオートデスク社の Revit 2017 (以下、Revit) を使用する。VR ソフトとして、リアルタイムレンダリングの表現力に優れ、樹木や自動車などの添景ライブラリやマテリアルライブラリが豊富に存在する Act-3D 社の Lumion 8.5 (以下、Lumion) を使用した。

5.1. BIM モデルの書き出し方法

BIM データを Revit のプラグインである「Revit to Lumion Bridge」を用いて COLLADA 形式 (.dae) に書き出し、そのデータを Lumion に読み込むことで VR モデルを作成する。また、書き出しの際に全てのモデルを同時に書き出すと、Lumion 上での動作の挙動が遅くなってしまい、閲覧に支障がでる。そのため、周辺敷地モデル、設計案モデル、内装モデルにおいてそれぞれモデルの種類別ごとに書き出しを行い、Lumion のレイヤー機能を利用して VR モデルを構築する。

5.2. モデルの構築手法

1) 敷地周辺モデルの構築

本ケーススタディでは屋外広告物の設置が設計要件としてあげられているため、アイレベルにおける見え方の検討を前提に、計画敷地から視認できる範囲で敷地周辺モデルのモデリング範囲、対象を定めモデリングを行った(表2、表3)。また、Lumion 上の挙動の面からモデリング範囲の敷地を約 15,000 m² ずつに計 6 つのファイルに分けてモデリングを行い(図2)、道路や工作物など詳細なモデリングが必要なものも別ファイルで作成した。次に、リアリティ向上のため実際の建築立面や外構を現地にてデジタルカメラで撮影し(3000x2000 pixel 程度)、撮影した画像を画像編集ソフトを用いて不要部分の削除や歪みを修正し、作成した BIM モデルにマッピングした。また、敷地周辺や建物の屋上部分については、Google Maps の衛星画像を編集、マッピングした。最後に、作成した BIM モデルをプラグインを用いて VR ソフトへインポートし、人や車などの添景と実際の樹種に近い植栽を配置した。また、夜間の検討を想定し、照明の配置を行った。

表 2 Revit でのモデリング対象

対象	備考	
地形	敷地	<ul style="list-style-type: none"> ・アスファルトは実際の写真をマッピングし表現 ・花壇、縁石は道路のレベルから 150mm 高い位置で作成 ・花壇 ・側溝は道路の一部のマテリアルを変えることで表現 ・縁石 ・側溝
	車道、歩道	
	軌道敷	
	花壇	
	縁石	
	側溝	
建物	周辺建物	<ul style="list-style-type: none"> ・計画地に隣接する建物や対面している建物に関しては凹凸を表現 ・屋外広告物は壁にマッピングを行い表現
	屋外広告物	
	仮囲い	
工作物	柵	<ul style="list-style-type: none"> ・電線は厚さ 10mm の壁を作成し、不要部分を透過させた電線の画像(png形式)をマッピングし表現
	電柱、電線	
	道路標識	
	路面電車停留所	
遠景	<ul style="list-style-type: none"> ・モデリング範囲の境界に壁を立て、交差点から撮影した写真(png形式)をマッピングし表現 	

2) 設計案モデルの構築

設計案モデルに関しては、設計者によって作成された BIM モデルを使用した。敷地周辺モデルと同様の方法で VR ソフトにインポートし、複数案の比較を前提にモデルごとにレイヤー分けを行った。Lumion 上でのマテリアルは、素材があらかじめ設計者によって決められている部分は実際の写真や画像をマッピングし、検討中の未確定な部分はレンダリング画像などを参考に Lumion 上のテクスチャライブラリから限りなく近いものを選択し表現した。なお、ケーススタディにおいて VR モデルへ変換した設計案モデルは計 5 つであった。

3) 内装モデルの構築

内装モデルはデザイン監修者が全フロアのテナントの内装を想定し、仕上げや什器などのモデリングを BIM ツールで行った。VR ソフトへのインポートの際は、設計案モデルを除いた内装モデルのみを書き出し、敷地周辺モデル同様、添景と照明の配置を行う。なお、デザインについては、店舗雑誌等の事例を参考に作成し、1フロア 1区画の場合と 2区画の場合をそれぞれ作成した。

表 3 Lumion での配置対象

対象	備考	
工作物	信号機	<ul style="list-style-type: none"> ・Lumion のライブラリから実物と近いものを配置 ・ライブラリに存在しないものは 3D Warehouse から Sketch Up ファイルをダウンロードし、配置
	街灯	
	バス停	
	車両進入禁	
	止ポール	
	鳥居	
添景	植栽	<ul style="list-style-type: none"> ・植栽は実物と近い樹種、高さを設定 ・人は透過させ、グレーで表現
	人	
	自動車	
	バス	
路面電車	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺建物、街灯、自動車、遠景に配置 	
照明		

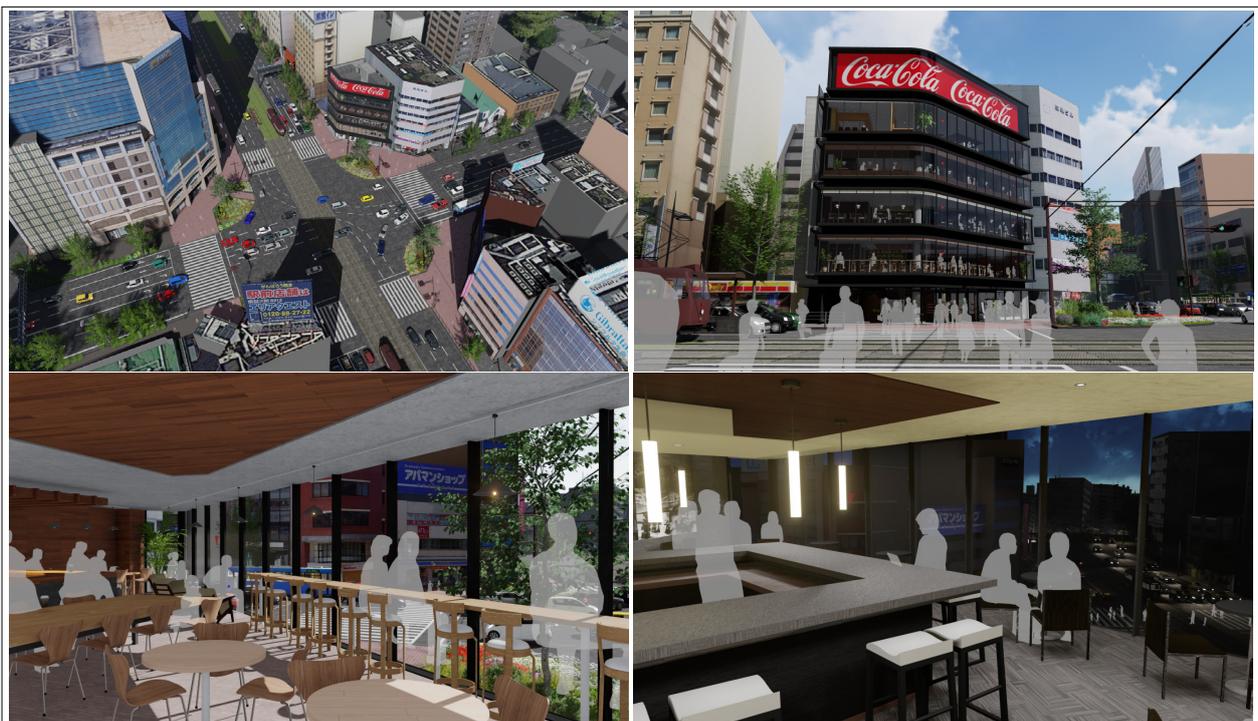


図 3 構築した VR モデル(左上:鳥瞰、右上:外観、左下:内装 2 階カフェ、右下:内装 5 階バー)

6. VR を導入した設計会議の実施内容

本研究では、施主が参加した基本設計段階の 2 回分の設計会議を分析対象とした(表 4)。基本設計会議 A では、施主に初めて設計案が提案された。なお、設計会議では、VR モデルはプロジェクションし、筆者が操作を行うことで自由に視点移動を行い、参加者全員が同じ画面を閲覧しながら検討を行った(図 4)。

表 4 基本設計会議の概要

	基本設計会議 A	基本設計会議 B
日付	2018 年 9 月 26 日	2018 年 10 月 16 日
時間	約 2 時間	約 1 時間
参加者	設計者 3 名 不動産会社 2 名 施主 1 名 本研究室 3 名	設計者 4 名 不動産会社 1 名 施主 1 名 本研究室 3 名
主な検討項目	・立面 ・平面 ・屋外広告物 ・構造・設備	・1階周り ・屋外広告物 ・構造・設備
発言数(文字数)	968 (23511 字)	348 (9276 字)
全シークエンス数	58	21
設計シークエンス	42	19
基本設計検討項目	29	12
実施設計検討項目	13	7

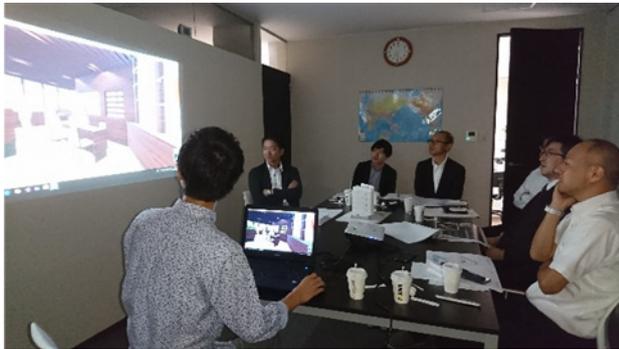


図 4 基本設計会議の様子

7. 分析方法

設計会議での発言をもとに、検討対象ごとの発話のまとまり(以下、シークエンス)に分割する。次に、基本設計段階で検討される項目(以下、基本設計検討項目)と、実施設計およびその後に検討される項目(以下、実施設計検討項目)に分類する。どちらにも分類できない、設計に関係ない発話は除くこととした。分類の際は、参考文献 3)4)5)などから作成した分類表をもとに行う。さらに、施主の意思決定を支援したと考えられるシークエンスを抽出し、分析を行う。

分類は、設計業務の各段階における BIM モデル作成過程で検討される対象とその詳細度の目安を基準に判断を行う。検討対象については参考文献 3)、詳細度に関しては参考文献 4)、その他の検討内容に関しては参考文献 5)を参考にする。それらの基準を一つにまとめた分類表を作成した(表 5)。なお、参考文献 4)で提唱されている Level of Development(以下、LOD)とは、BIM モデルの作成においてプロジェクトの進行状態によって要求される詳細度のことである。設計フェーズにおける LOD が BIMForum によって提唱されており、基本設計で LOD200、

実施設計で LOD300 とされている 6)。

表 5 分類表

検討項目		基本設計で検討される内容 (LOD200)	実施設計以降で検討される内容 (LOD300, 350, 400)	
全体	空間	室、通路、ホールなど(階数、階高、各室の面積共)	各部分の納まり、サイン計画(テナントの看板他)	
	構造体	柱、はり、床(スラブ)、ブレース、基礎、耐力壁	耐力壁、ブレース、各部分の納まり	
意匠	外装	種類、材料、おおよその厚み	詳細な厚み、構造、開口寸法	
		外部建具	おおよその形	仕様
	外壁	材料、おおよその厚み	サイズ、形状、方向、接続部材	
	屋根	おおよその形	詳細な寸法、表面傾斜、開口部の寸法	
		庇		
	ルーバー	面積、位置	正確なフレーム、仕様	
	ガラス	形状、位置、割り	仕様、マリオン	
	手すり		形状、仕様	
	内部	内部建具	おおよその形	仕様
		ルーバー	面積、位置	正確なフレーム、仕様
階段		長さ、幅、レベル、着床	蹴上げ、踏面の寸法、構造	
天井		高さ、厚さ	仕様	
仕器		配置	寸法、仕様	
構造	各室の内壁		耐力壁との区別、仕上の仕様	
	基礎	おおよその寸法と形状	詳細な寸法と形状、外形寸法、スリーブ開口部	
	柱(鉄骨)	構成部材	寸法、正確な位置、方向、補強材、スリーブ開口部	
	梁(鉄骨)	おおよその寸法、構成部材、段差	詳細な寸法、方向、傾斜、仰角、補強材、スリーブ開口部	
	スラブ	段差	スリーブ開口部	
	壁	材料、おおよその厚み	正確な厚み、構造、開口部寸法	
	ブレース		サイズ、形状、方向、接続部材	
シミュレーション	風環境、日影、気流、室内照度		サイン計画、色彩計画、コスト	

※斜線: その段階では検討されない項目

8. 分析結果

設計会議ごとの検討項目の割合を示す(図 5)。分類の結果、設計会議 A では全 42 シークエンス中 13 シークエンス(約 31%)の実施設計検討項目がみられた。また、設計会議 B では全 19 シークエンス中 7 シークエンス(約 37%)の実施設計検討項目がみられた。どちらも 3 割以上の実施設計検討項目が含まれていた。以上より、VR を導入することで、施主が参加した基本設計会議において設計者が前倒しで検討していた実施設計検討項目について議論できたことが明らかになった。

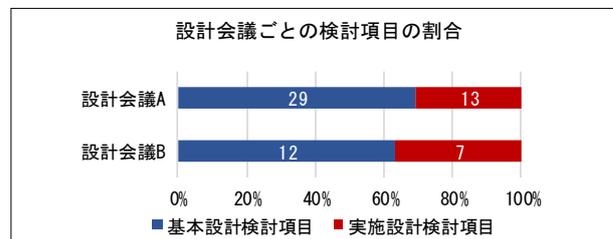


図 5 設計会議ごとの検討項目の割合

次に VR によって前倒しの検討が行われたシークエンスや、意思決定が促されたと考えられるシークエンスの具体例を示す(表 6~10、図 6~8)。表中の網掛けは、本文で取り上げた発話を示す。また、表中の D1、2 は設計者、S は施主、F1、2 は不動産会社、P1 は本研究グループを示す。

a) 設計案に関する意思決定

基本設計会議 A におけるシークエンス a-1 では、1 階の出入り口部分の納まりなど詳細な検討が行われていた(表 6、図 6 左)。その際、施主が庇の形状のアイデアを出す場面(1-2-199、1-2-217)や、庇の長さなど詳細な部分を検討している場面(1-2-218、1-2-219)があった。施主が設計案の詳細部に関しての議論に参加しており、VR であらゆる視点から閲覧したことが施主が設計案を十分に理解することに寄与したと考えられる。また、シークエンス a-2 において、エレベータホールを歩行者視点で閲覧した際、施主が階段の位置の視認性を把握する発言(2-2-49)をしていた(表 7、図 6 右)。図面やパースでは把握しづらい部分も VR を用いることで理解が促され、エレベータホールの壁の形状を決める際の意味決定を支援できたと言える。

表 6 シークエンス a-1

番号	発言者	発言
1-2-199	S	あとは、この辺にこう。
1-2-200	D1	え、くる？
1-2-201	D2	風除室みたいなの？
1-2-202	S	そうそうそう、A も B もこっちらも入れる。
1-2-203	D1	そういう考え方はありますね。
1-2-210	D1	へこませるかですね、逆にこの壁面、ガラス面の壁面自体をもうさらに 50cm セットバックさせ、させてですね、ここの庇を逆に道路境界まで出して、1m ほどの庇を全部連続して出すっていうやり方あるかもしれないですね。そうすれば、テナント A も。
1-2-211	P1	これを奥に持ってこよう。この面を奥に。
1-2-212	S	奥にね。
1-2-213	D1	奥にして、その上の小庇を道路境界まで出すと 1m の庇は連続して作れるかなと。
1-2-214	S	ああ。
1-2-215	P1	ここ伸ばして、この面を奥に。ここは十分傘がたためるスペースがあって、多少の大雨でも入れるんですけど、ここだとびしょびしょなんで。傘たんでる間にばつとこう濡れちゃう。
1-2-216	F1	だから横が、あそここのドアの入り口のところにステンレスサッシとか付けたりしてもありですね。
1-2-217	S	ガラス面そのまま庇ば、出せるかな？
1-2-218	D1	あと、50cm。
1-2-219	S	50cm。
1-2-220	D2	50cm。
1-2-221	F1	境界ぎりぎりまでですね。
1-2-222	S	境界ぎりぎりまで。うん。

表 7 シークエンス a-2

番号	発言者	発言
2-2-35	P1	で、テナントビル、2 階以上に行くお客さんの視点になると、ちょっと、外で、エレベータに向かってください、ゆっくり、ゆっくり。もうちょっと一旦、離れてくれる？ そういう行き方しないから、うん。ちょっと、もうちょっとゆっくり、一旦離れて、うん。お客さんがどういう体験をして、エレベータまで行くかっていう。
2-2-33	F1	今横断歩道から入って。
2-2-37	P1	でもこっちらのやっぱり、上に行くお客さんの立場に立つと、圧倒的にこっちらの方が奥に行きやすい。
2-2-38	D1	階段が見える。
2-2-39	P1	もう見えますから、これでいくと。もうちょっとゆっくり歩いて。
2-2-49	S	あー、確かに階段見やすいですね。

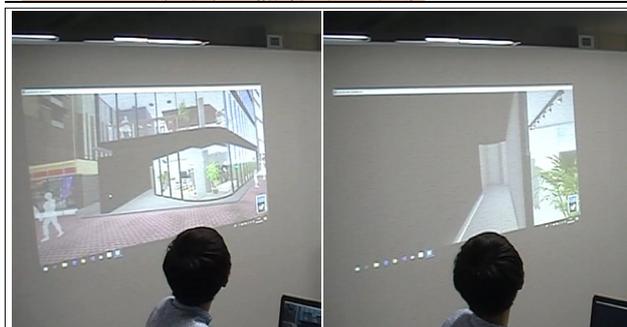


図 6 左:庇の納まりを検討する、右:ホールの視認性を確認する

b) 複数案に関する意思決定

シークエンス b では、カーテンウォールの折れ部分の形状が異なる (R 形状か直線形状か) 2 つの設計案を VR

で比較検討していた(表 8、図 7)。その際、その違いを確認する発言(1-2-396)や VR を閲覧しながら設計者によって説明を受け設計案を把握している様子(1-2-409、1-2-411、1-2-440)がみられ、その後、意思決定が行われていた(1-2-447)。これは、VR のリアリティが高いという特徴や多視点からの閲覧によって、施主が設計案の形状を十分に理解し、その上で意思決定が行われていたといえる。

表 8 シークエンス b

番号	発言者	発言
1-2-396	S	これが B 案。ああ、なんか違いますね。
1-2-397	P1	かつりしすぎて、オフィスみたいなの。
1-2-398	D1	オフィスビルみたいになっちゃうんですね。
1-2-399	S	あーなるほど。C 案がいいかな。あ、待って。あーどっちがいいかな。
1-2-408	P1	C にして、C。
1-2-409	S	C。うん、うん。
1-2-410	P1	まあ一番違うのは、たぶんもうちょっとエッジ、東から見たり、西から見たときに角が、ちょっと東から見てみて。東。
1-2-411	S	うん、うん、うん。
1-2-439	F1	で、やっぱりあの、ちょっとあの、R に対して、丸の、R に対して丸の柱でしょ。その辺がすごくいいです。
1-2-440	S	あー、なるほどね。
1-2-441	P1	ちよつと左。
1-2-442	D2	ここは魅力の一つとしていいで。
1-2-443	P1	左から見る。左から見る。そうそうそう。
1-2-446	P1	もうちょっと左かな。あ、そうそうそう。
1-2-447	S	じゃあ、C 案でいきましょうかね。C 案で。で、あとネオンはもうちょっと高さを出して。



図 7 複数案を多視点から比較検討をする

c) 運用に関する意思決定

シークエンス c-1 では、1 フロア 2 区画の内装を閲覧していた際に内部の空間把握(1-1-125、1-1-126)やビルのフロア構成(1-1-132)などに関する発言がみられた(表 9、図 8)。当初、一つのフロアに 1 テナントを想定していたが、2 つのテナントが入居可能であるということが確認され、意思決定につながっていた。また、シークエンス c-2 において夜間のイメージに関する意見が得られた(表 10 中 1-2-484、1-2-485、1-2-496)。これは VR が照明をシミュレートした状態で自由に視点移動できるため得られた発言であり、竣工後のイメージを想起させ、意思決定を行う際の判断材料として利用できると考える。

表 9 シークエンス c-1

番号	発言者	発言
1-1-123	P1	もう一つ、もう一つの方ですと、えーっと、2 つに実はこれ割ってまして、廊下からもう一つの店舗に入ると、小料理屋さん。
1-1-124	F1	ああ。
1-1-125	P1	結構ね。取れるんですね。だからこれ 2 店舗。
1-1-126	F1	ああ、これちょっといいね。これ入れるよね。
1-1-127	P1	これですね。
1-1-128	F1	はいはいはい。
1-1-129	P1	えー、すごい。
1-1-130	F1	めっちゃくちゃええよ。
1-1-131	P1	やっぱりこう、割れるってことは、結構やっぱりいいかっていうので、これも結構ちゃんセットとしては成立してる。
1-1-132	F1	3、4 とかはこんなスタイルがいいかなって、5 は 1 フロアで使いたいんですね。

表 10 シークエンス c-2

番号	発言者	発言
1-2-482	P	とりあえず、ちょっと暗くしてみようか今。店内行って先。
1-2-483	F1	この、今夜。おお。おお。
1-2-484	S	いいな。
1-2-485	F1	いいな。
1-2-486	P	もうちょっと上行って。
1-2-487	S	あー、そうそうそうそんな感じ。
1-2-488	P	もう一つ。
1-2-490	P	Bar の、Bar に行ってくれる？もうちょっと前、前、前。そう そう、見下ろして。光ってますけど、本当はこれで照明 がばつとこう。
1-2-491	D2	夕方くらいに。
1-2-492	S	はいはいはい。
1-2-493	P	もうちょっと明るくして。もっと明るく、うんうんそれぐら い。
1-2-494	F1	これぐらいですね、これぐらいですね。
1-2-495	S	うん、なるほど。はいはいはい。
1-2-496	P	やっぱいいですね。



図 8 1フロア2区画の内装を閲覧する

9. 考察

1) 設計に関する前倒しの議論および意思決定

分析結果から、基本設計最初段階での施主が参加した設計会議において、実施設計以降に検討される項目が議論され、さらには意思決定が行われていた。BIM の導入によって基本設計段階でも実施設計検討項目の議論が行われることは考えられるが、施主が建築の知識に乏しい場合、従来の提案手法では設計案の理解自体に時間がかかり、前倒しの設計に応じた前倒しの意思決定を行うことは極めて困難である。

本研究では、施主が設計案を初めて見た基本設計会議 A において底の納まりなどの検討が行われていたことから、VR によって施主が設計案を素早く理解でき、前倒しの議論が行えたと考えられる。これは、VR のリアリティが高い点や多視点からの閲覧による所が大きいと考える。

2) 運用に関する前倒しの議論および意思決定

竣工後ビルの管理を行う不動産会社や施主から運用時の意見が得られた。事前に内装の作成や照明の設置を行い、竣工後の様子を VR 上で仮想的に再現することで、運用時の建築のイメージを想起させ、意思決定を行う際の判断材料として VR が利用できたと考えられる。

以上2点より、基本設計段階にも関わらず、実施設計情報を含む設計案を施主が素早く理解でき、意思決定を行えた。BIM によるフロントローディングが技術的な側面だけでなく、施主も含めた意思決定の側面にまで波及したと言える (図 9)。

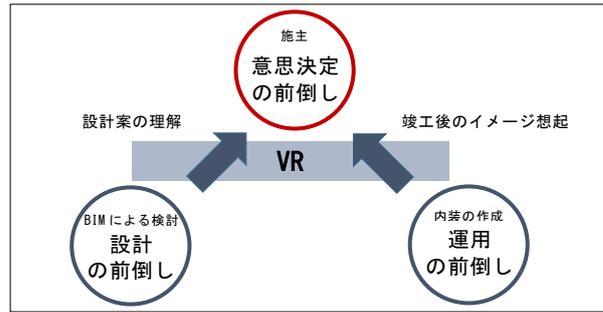


図 9 意思決定の前倒しのイメージ

10. 課題と展望

今後、建築設計には常に VR が導入され、設計案を検討していくことが必要であると考えられる。そのためには短期間での VR モデルの構築が必要となる。本研究における敷地周辺モデルの構築時間を概算すると約 165 時間であった (8 時間/日として約 20 日)。VR モデルの作成は、BIM ツールと連携することで短期間に構築することが可能になったとは言え、それでも時間と労力を必要とする。

そのため、都市開発などを行う重要なエリアに関しては、市や県などの自治体が主体となって周辺環境の VR を提供することが求められる。共通の VR データが提供され、それをを用いることで、事業主体が異なった場合でも同じプラットフォーム上で景観を評価することができる。

【参考文献】

- 1) 加賀有津子、呂煜鉉、笹田剛史：3次元環境設計システムに関する考察-デザイン初期段階の環境設計手法 e-sketch に関する研究 (2)-、日本建築学会第 26 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集 pp. 49-53、2003
- 2) 福田知弘、長濱龍一郎、柴崎伸之、澤田一哉、加賀有津子、笹田剛史：協調設計のためのドーム型等身大・広視野角表示 VR システムの開発と適用、日本建築学会第 27 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、pp. 61-65、2004
- 3) 国土交通省ホームページ、「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン」、http://www.mlit.go.jp/gobuild/gobuild_tk6_000094.html (最終閲覧日：2019-06-21)
- 4) BIMForum、「LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY For Building Information Models and Data」、<https://bimforum.org/lof/> (最終閲覧日：2019-06-21)
- 5) 新建築社編、「新建築 2014 年 4 月号『BIM による設計プロセス』」、新建築社、pp. 184-185、2014
- 6) 平野陽：日本における BIM 活用のプロジェクトでの Level of Development (LOD) 策定の実態、日本建築学会技術報告集、第 24 巻、第 56 号、pp. 333-338、2018. 2

【注釈】

注 1) 本稿では、基本設計図書の作成を目的とした設計期間を基本設計段階、実施設計図書の作成を目的とした設計期間を実施設計段階とする。また、それぞれの段階で実施される会議を基本設計会議、実施設計会議とする。