設計空間としての VR における状況との対話のプロセス

A PROCESS OF DIALOGUE WITH SITUATION IN VR AS A DESIGN SPACE

四 宮 駿 介^{*1}, 酒 谷 粹 将^{*2}, 田 中 義 之^{*3}, 千 葉 学^{*4}

*Shunsuke SHINOMIYA, Suisho SAKATANI, Yoshiyuki TANAKA
and Manabu CHIBA*

This paper aims to characterize non-expert design thinking in a VR environment, and to achieve it, we built a system that enables design by dialogue in VR space and conducted design experiments. We presented a model of the design space in VR space, and through the analysis of the situation and objects perceived by the subject in the VR space, we presented the possibility of a design process carried out through multifaceted evaluation and efficient iterations. Furthermore, we extended the model to include other subjects and presented the possibility of a design process through object-mediated dialogue between the subjects.

Keywords: *collaboration, VR, dialogue, design space, design process*

コラボレーション, VR, 対話, 設計空間, 設計プロセス

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

近年、空き家や空きビルの問題が顕在化し、その活用の必要性が叫ばれ、リノベーションやDIY等によって空間が再生される事例も多く現れてきている。そうした建築プロジェクトの設計段階では、既存ストックを対象とするがゆえの個別の条件が多く、設計主体は設計を進めながら既存の空間の価値を探究するプロセスをたどることになる。時にはその中で空間の新しい用途や活用のアイデアも生まれるのであるが、建築の企画や計画が設計に先立つ一般的な建築プロセスに沿ってしまうと、そうした設計プロセスの中で見出された空間の利活用のアイデアを十分に活かすことは難しく、その可能性を最大限に広げていくためには、企画や計画の段階と一体的に設計のプロセスを捉える必要があるだろう。そして建築プロセスの重要な意思決定の主体となるユーザーやクライアントにその設計へといかに深く関わってもらえるかが重要になってくるものと思われる。

一方、情報空間の中に3次元空間を構築し、その体験を可能にするVR (Virtual Reality) の技術が近年注目を集め、建築分野でも空間の体験を通じた設計の評価ツールとして活用される場面が多くなってきている。こうした技術によって従来であれば図面や模型等のツールを用いて設計対象にあらゆる検討を加えていた設計行為の手続きが拡張され、設計に並行して変化を続ける設計対象の空間を逐次体験しながら、設計についての思考を巡らせることが可能になってきている。これにより建築家が持つ3次元空間を扱う専門的技能を持たない人々でも眼前には実在しない空間の豊かなイメージを体

験することを通して設計行為に深く関わることを期待できるだろう。

本研究ではより良い設計の可能性、すなわち設計解を探究する空間を設計空間と呼ぶことにするが、上述の通り設計対象のバーチャルな建築空間そのものを設計空間とすることができるVRの特性に着目し、そうした環境の中でのユーザーやクライアント等の非専門家による設計思考の特徴を明らかにすることを目指す。更にそうしたVRの設計空間を共有する複数主体の対話のプロセスがどのように展開されるのかを捉えることを目的とする。

1.2 研究の方法

本研究では上記の目的のもとで、まずはVRの技術を活用した設計空間のシステムを構築する。具体的には複数の主体が設計対象の空間をより現実に近い感覚で体験し、その空間内に様々な操作を加えながら設計案を検討する設計ツールを作成する。今回はその実装にあたり、ソフトウェアとしてはゲームエンジンである「Unreal Engine 4」(以下、UE4)を、ハードウェアとしては設計ツールとして利用する際の導入の容易さと機動性に鑑み、スタンドアローン型HMD (Head Mounted Display) ^{注1)}であるOculus Goを用いる。次に建築のユーザーやクライアントを想定した建築等の設計の経験を持たない非専門家を対象とした設計実験を行い、設計中に被験者らによって交わされる対話のプロセスの分析を行う。ここでは特に2章で述べる「状況論的アプローチ」に着目し、状況に埋め込まれた行為としての設計がVR空間の中でどのように展開されるのかを明らかにする。そして最後に本研究の結論を述べ、研究の成果を踏まえた今後の設計ツールの開発や発展の可能性について述べる。

^{*1} SUPPOSE DESIGN OFFICE (株) 修士 (工学)

^{*2} 関東学院大学建築・環境学部建築・環境学科
専任講師・博士 (工学)

^{*3} 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
助教・修士 (環境学)

^{*4} 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授・工修

SUPPOSE DESIGN OFFICE Co., Ltd., M.Eng.

Lect., Dept. of Architecture and Environmental Design, College of Architecture and Environmental Design, Kanto Gakuin University, Dr.Eng.

Assist. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, M.Env.

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, M.Eng.

1.3 既往研究と本研究の位置づけ

近年では技術の進歩や関連機器の低廉化等により、VR を設計プロセスに導入するための研究や実践の事例も増えてきている。例えば、福田ら¹⁾は分散同期型環境において参加主体が非没入型 VR アプリケーションを通して景観街づくりの会議を行うシステムを構築し、実際の景観まちづくりでの使用可能性についてアンケートで高い評価を得た。このような設計の評価ツールとしての利用に対して、設計プロセスの初期段階における有用性を検証した研究も多い。F.P.Rahimian ら²⁾は、従来型の紙やペン等を用いたスケッチによる設計プロセスと非没入型 VR ソフトを使用した設計プロセスの比較による設計実験とプロトコル分析を行い、非没入型 VR システムにおいては設計者らの協同的行為のパフォーマンスが改善されるとともに、システムを通して得た予期せぬ発見を起点にしてより発展的な設計の問題空間へと思考が広がる可能性があることを示した。また、V.Rieuf ら³⁾は工業デザインの初期段階に没入型 VR 環境が及ぼす影響を明らかにするため、2D 環境と没入型 VR 環境における一連の設計プロセスを比較する設計実験を行った。その設計プロセスの分析を通して、没入型 VR 環境で設計を行った被験者がスケッチに取り組む時間を減らし、コンセプト生成のためのインスピレーションや設計対象の観察により多くの時間を費やすことを示した。

一方、P.Koutsabasi ら⁴⁾は参加による設計の観点から、デザイナーとクライアントが協同でデザインを行う VW(Virtual world)と呼ばれる非没入型 VR 環境のシステムを構築し、それを用いた空間設計や情報通信端末のユーザーインターフェース設計のケーススタディを行った。構築された環境においては被験者らの言語によるコミュニケーションの向上に留まらず、物を指し示す等の非言語的なコミュニケーションも確認され、ユーザーと設計者の対話における非没入型 VR 環境の可能性を示した。また、ユーザー参加型の設計プロセスにおける没入型 VR の活用に注目した石田ら⁵⁾は、HMD を用いた設計ツールによる設計者・施主を想定した学生ペアの設計実験を通して、身体の感覚を介した空間の理解や空間における移動によって空間そのものに加え、空間同士の関係性等のより高次の認識が非専門家でも行いやすくなることを示した。

設計主体同士の対話だけでなく、設計対象との対話に着目した例としては、J.H.Israel ら⁶⁾の研究がある。この研究では、没入型 VR である CAVE において家具デザイナーを対象とした家具デザインの実験を行い、被験者らがスケッチした椅子に座ったり、カウンターの中を歩いたり、設計対象とのインタラクティブな行為をより多く示したことを指摘した。

以上のような既往研究に対して、ユーザーやクライアントといった非専門家が主体となり、互いに対話を重ねて協同的に、設計対象に積極的に操作を加えながら設計内容を検討する没入型 VR ツールを実装することで、空間の情報を一方向的に享受するだけではなく、よりインタラクティブな対話が可能な設計空間の構築を試み、そうした環境が設計のプロセスに与える影響について明らかにしようとする点に本研究の特徴があると考えられる。

2 ユーザー主体による設計のための設計空間

2.1 ユーザー主体による設計のプロセス

本研究では、VR 空間においてユーザーやクライアントが主体と

なって設計を行うような設計空間の可能性について論じるのであるが、ユーザーやクライアントが設計行為に関わる試みについてはこれまでも多くの研究や実践が行われてきた。その最初期の試みは「参加による設計」(participatory design)と呼ばれ、1970 年代ごろから盛んになり始めた。例えば C. Alexander⁷⁾はボタンランゲージを介して住民をはじめとする多くの主体がそのプロセスに関わる参加型のデザインの在り方を示したし、H. Sanoff⁸⁾は「デザインゲーム」(design game)によって、計画や設計に住民が参加しやすくなるしかけを提供し、公園・建築のプランニングを通して、人々のコミュニティ活動の原動力を生み出していくことを目指した。

一方で近年の複雑化したプログラムの建築や既存ストックの利活用等、個別の条件が多く既存の空間の潜在的な価値の発見が求められる場合には、ユーザーやクライアントによる設計対象についての深い理解や、より本質的なレベルでの設計プロセスへの関わり方を目指さなくてはならないだろう。その実現のためには、従来の参加による設計の次元を超え、ユーザーが主体となって設計に携わることのできる手立てが求められる。

そこで本研究ではユーザー主体の対話による設計のプロセスの可能性を探るべく、本来であれば設計の専門家が中心となって扱う空間の諸要素の操作をユーザー自身が行えるように支援するツールの構築を目指すのであるが、ここでは特に次節で述べる「状況」の概念をとおして捉えられる VR の特性に着目する。

2.2 設計行為の状況論的アプローチ

D.A. Schön⁹⁾は、そのままでは意味をなさない不確かな状況に一定の枠組みを与えることによって問題設定を行うことが重要であるとし、優れた専門家は自身の行為の中で省察を行いながら多くのことを認識し、次なる行為を判断する「行為の中の省察 (reflection in action)」を行っていることを指摘した。このように枠組みの設定を繰り返しながら、「状況との対話」を重ねる設計行為の在り方を示したのであるが、このことを踏まえ門内¹⁰⁾は認知科学の分野で着目されている「状況論」(situation theory)の観点から設計行為についての考察を行っており、特定の状況の中で分かちがたく結びつく知識と行為の在り方を前提とする状況論的な視点からショーンの言う行為の中の省察としての設計行為を捉え直した。この状況論的アプローチに基づく研究としてはヒューマンコンピュータインタラクション(HCI)の研究者である L.A.Suchman¹¹⁾による「状況に埋め込まれた行為」についての研究が有名である。彼女はヨーロッパ人とトラック島民の航海術の比較を引き合いに出し、前者が航海のための普遍的な原理から構築されたプランに基づく方法であるのに対し、後者が定めた目的の達成の過程で生じる不測の諸条件にアドホックに対応する状況に依存した方法であることを明らかにし、完全な予想が不可能な状況に対応する上ではそうした状況的行為の視点が重要になることを指摘している。

設計者にとって、建築の図面や模型等を介して空間の像を捉え、そこに生じる状況を想像することは重要な専門的技術の一つと言えるが、そうした既存の設計の道具を介さずにダイナミックに設計対象の空間やその状況を捉えることができるという点において、VR を用いて構築する設計空間の可能性があると考えられる。

2.3 対話の場としての VR の設計空間モデル

ここで 5 章と 6 章における設計プロセスの分析に用いる、VR の

設計空間のモデルを示す。前節では状況論的視点から捉える設計行為について述べたが、VR においては空間の広さや空間内のあらゆる要素の大きさを一定の精度で暗黙的に捉え、身体的に空間を認識できることが既往研究の中でも明らかにされてきている。寸法に関わるものに限らず、空間要素の素材やテクスチャ、空間内のシーケンスや空間同士の関係、空間が持つ雰囲気や佇まいなど、設計主体が VR 空間の中で無意識のうちに感じ取る情報は多岐に渡る。設計プロセスの各場面で、設計主体が認識する対象の背景にはそういった無意識に捉えられる暗黙的な情報が存在するのであるが、本研究ではそれらを総じて「状況」(situation)と呼ぶこととする。

ここでそれ自体における体験が設計対象の空間における体験と近似される VR の「設計空間」(design space)に、「主体」(subject)と上記の「状況」、「対象」(object)を位置づけて図式化したものを Fig.1 に示す。本稿ではこれを VR の設計空間のモデルとすることで、設計主体が設計対象や他の設計主体と対話する状況を記述し、その分析を行う。ただしこのモデルの「対象」には、壁や柱といった設計対象の部分ないしは要素となる物体や、後述する今回構築するツールを用いて設計主体が生成するボックス等に限らず、和室や庭といった空間や空間同士の関係といった概念の次元のものも含めることとする。また「状況」については 2.2 節でその概念について述べた通り、その内容すべてを特定して明示的に記述することは原理的に困難であり、ここでは記述自体を目的とするのではなく、読み取りが可能な限りにおいてその記述を行い、設計プロセスを分析する際の手立てとしてそれを利用することを本モデルの前提としている。

Fig.1 design space in VR

3. VR 空間における対話による設計のためのシステムの構築

2 章で整理した理論的枠組にもとづき、以下に示す機能を重視しながら、VR による設計システムを構築した。

1) 複数人で共有される VR 空間への没入

実空間に近い感覚のもとで、空間内を移動したり、首を動かして周囲を見まわしたりすることができる。

2) 簡単なコントローラ操作によるボックスのモデリング

Oculus Go に付属するコントローラの操作により、寸法の入力等をすることなく自由な形状や大きさのボックスを瞬時に生成できる。

3) 生成されたボックスの編集

2)の機能で生成されたボックスを選択し、同じくコントローラの操作でそれを移動したり色を変えたりすることができる。

以降、上記の機能の実装に向けて、ハードウェアの構成やアプリケーションの実装について述べていく。

3.1 ハードウェアの構成

まずはサーバー機となる PC 上に後述する設計ツールのアプリケーションを起動し、そこにネットワークを経由してクライアント機(今回はサーバー機 1 台、クライアント機 2 台の計 3 台を実験で用

Fig.2 Hardware configuration

Fig.3 Hardware for experiment

Fig.4 Oculus Go

いた。)がアクセスすることで、同じ VR 空間内に複数人が共存することができる。そして各 PC に Oculus Go をそれぞれ Wi-Fi を経由して接続することで VR 空間に没入できる。また Oculus Go を外した状態でも VR 空間を確認できるようにするため、各 PC のモニターに Oculus Go で表示されている映像をミラーリングさせた。

3.2 アプリケーションの実装

3.2.1 使用したソフトウェアとテンプレート

本研究では、そのモデリング機能の性能の高さゆえに建築設計の場でも用いられることが多い DCC ツール^{注2)}である Rhinoceros と、ゲームエンジン^{注3)}である UE4 を連携し、ブループリントと呼ばれるビジュアルスクリプティングシステム^{注4)}を用いて (Fig.5) VR 空間を体験できるシステムを構築した。Oculus Go のコントローラの 3 種類の入力 (Fig.6) を用いて各機能を構成していく。

UE4 には目的や用途に合わせて、開発の助けとなる豊富なテンプレートが用意されている。本研究では、その中でも「Multi-User Viewer Template(以降、MUVT)」^{注5)}という、複数人数でのプレイを目的としたテンプレートを使用した。MUVT では、VR 機材でのアプリケーション起動や、ローカルネットワークを利用した複数の

Fig.5 Visual scripting by blueprint

Fig.6 Input of controller

PC を接続したマルチユーザーによるプレイ機能が標準で実装されている。また、後述する「移動」のためのテレポート機能や各プレイヤーのアバター表示機能も実装されている。本研究ではこのテンプレートをもとに、適宜標準の機能を改良しながら、必要な機能を追加していくことで目的のツールを実装する。

3.2.2 各機能の実装

コントローラからのインプットはトリガー、パッド、ボタンの三種類で、それらの組み合わせによって必要な各機能を実装した。以下、インプットとそれに対する処理、最終的なアウトプットについて記述していく。

1) 自身の移動

パッドを押す入力により、移動場所の探索が開始され、パッドを離す入力により移動場所が確定する。確定後は自動的にカメラの移動が実行され、瞬時に目的の場所へと移動が完了する。この機能の大枠は MUVT で実装されており、本研究ではパッドからの入力にこの機能を紐づける編集を加えた。

2) ボックスの生成

ボタンを押した瞬間にカーソルが当たる位置を一つ目の参照点として得る。ボタンを押している間は二つ目の参照点を探索し、離すと確定してボックスの底面が決定される。次にボックスの高さを決定するため、コントローラの動きに合わせて三つ目の参照点を探索し、再びボタンを押すことで確定し、ボックスの生成が完了する。

3) ボックスの編集

カーソルがボックス上にあるときにトリガーを押すことでボックスの編集状態に遷移し、移動バーやカラーパレットといった UI がポップアップする。移動バーにカーソルを合わせた状態でトリガーを押している間はボックスを移動することができ、離すとボックスはその位置で停止する。また、カラーパレット上でトリガーを押すとボックスの色が変化しはじめ、トリガーを離すと確定する。

4. 構築したツールを用いた設計実験の実施

4.1 設計実験の概要

前章で構築した設計ツールを用いることで、どのような設計プロセスが展開されるのかを検証するため、建築をはじめとする設計に関する専門的な経験を持たない人を対象とした設計実験を2組(以降、各実験を実験1、実験2とする)行った。実験1の様子を Fig.7 に、実験の概要を Table 1 に示す。

4.2 設計実験の手順

本研究における設計実験では、問題設定を行う設計の初期のプロセスを観察するため、設計対象の利用方法を考えることも課題の一部とした。また、3)で設計案のまとめをする段階を明確に設定することで、2)の設計ワークショップでは問題の設定から解決までのサイクルを自由に発想しながら繰り返せるよう意図した。

1) 課題を共有しデモプレイによってツールに慣れる

Table1 に示す課題の対象となる民家の居住者は、居住用に使用している部屋以外の空間を知人や周辺地域の人々が自由な目的で使えるレンタルスペースとして開放している。本実験ではまず、そうした課題の前提条件等を共有し、被験者らにはこの居住者の知人、あるいは周辺住民として設計に取り組む想定で空間の活用方法を考えってもらうこと、その後に設計案をまとめる段階をとること等、実験

Fig.7 Experiment scene

Table 1 Summary of design experiment

被験者 subject	建築設計の教育や実務経験のない者 6 名 <3 名(A, B, C)×2 グループ(実験 1, 実験 2)> 6 people who have no architectural education or practical experience. < 3 people(A, B and C) × 2 groups(Experiment1, Experiment2) >
設計課題 task	民家の利用方法と改修案を考える 実在する民家を題材に、フリースペースの利用方法やそれに伴う改修案を自由に発想する。 Consider how to use a house and renovation plans Using a house as a theme, subjects freely think about how to use the free space and the renovation plans.
時間 time table	1) 課題共有・デモプレイ task sharing, demo play (10min) 2) 設計ワークショップ design workshop (50min) 3) 設計案のまとめ wrapping up design proposal (10min) 4) インタビュー interview (20min)
制作物 output	アイデアカード(提案の記述やスケッチ) idea card(words or sketch) 1/100 平面図(提案の記述やスケッチ) 1/100plan(words or sketch)
記録 record	IC レコーダー、ビデオカメラ、VR 空間の動画キャプチャー IC recorder, video camera, video capture of VR space

の進め方について説明し、その内容を確認した。

その後、各チームの被験者3名には Oculus Go を装着して実際に VR 空間を体験してもらいながら、ツールの操作や VR 空間に慣れるためのデモプレイを行った。

2) VR 空間を活用し設計対象の利用方法や改修案を考える

1)で課題の内容を共有し、ツールの操作や VR 空間に慣れた状態で、各チーム被験者3名による設計ワークショップを行ってもらった。適宜、枚数制限の無いアイデアカードや被験者毎に配った平面図を用いて思いついたアイデアをかきとめながら、VR 空間での対話を通して設計対象の利用方法や改修案について議論してもらった。ここで、実験中の VR 空間における設計行為の様子を Fig.8 に、記録されたアイデアカードの例を Fig.9 に示す。

Fig.8 During the expt.2 in VR

Fig.9 Idea card of subj.A(expt.2)

3) VR 空間を活用し設計対象の利用方法や改修案を考える

2)の設計ワークショップを通して考案された空間の利用方法のアイデアや改修案を一枚の平面図にまとめてもらった。ここでは、スケッチや図面、文字を使った記述など設計内容の表現の方法は問わ

Fig.10 Summary plan of experiment1

ず、自由にアイデアを形にしてもらった。Fig.10 に最終的な提案をまとめた平面図の例を示す。

4) 実験後のインタビュー

2), 3)における設計プロセスの分析に加え、VR 空間の体験中の感覚や対話ツールの機能に関する評価・感想を得るため、実験の最後に 20 分程度のインタビューを行った。

5. 設計対象との対話による設計のプロセス

5.1 設計対象が埋め込まれた状況の解読

ここから設計実験で得られた記録を対象に、設計プロセスの分析を行う。まず本節では 2 章で構築した設計空間のモデルにおける設計の対象を取り囲む「状況」というのが具体的にどのようなものであるのか、以下の 3 つの設計の場面を例として挙げながら確認する。

1) “押し入れ”が埋め込まれた状況

Fig.11 に実験 2 で被験者らが“押し入れ”^{注 6)}についての議論を行っている場面の発話を示す。また Fig.12 にはその時に被験者 C がいた場所を、Fig.13 には被験者 C が“押し入れ”の方向を眺めた VR 空間内の視界の画面キャプチャーを示している。彼らはこの民家を“カフェ”として利用することを想定し、被験者 A と被験者 C は“和室”に、被験者 B は“庭”にしながら、その“和室”の空間について議論を進めた。まず被験者 A は“和室”に“囲炉裏”をつくることを提案する一方でその部屋の狭さについても言及し、それに対して被験者 B は“廊下”と“和室”を隔てる“壁”を壊し、大きな空間を確保すること

Time	Speaker	Protocol / Behavior
50:35	A B C	囲炉裏作っちゃいましょうかここ What if we make a hearth here?
40	A	でも意外と狭い But it's smaller than I thought.
40	B	これ、廊下と隔てる壁いらんかもしね Maybe we don't need a wall to separate here from the hallway.
45	A	これもしらないな We don't need this either.
45	B	うん No.
50	A	めっちゃ広い空間にしちゃって I would make it a very large space.
50	B	うん、そのほうがよさそう Yes, it would be better.
51:00	A	これも要らん We don't need this either.
05	B	でも裏口隠すためにはこの壁要るかも But we might need this wall to hide the back door.
10	A	たしかに
10	B	あ、この押し入れぶち抜いて、畳にしまわって Oh, what if we break out this closet and make it into tatami mats.

Fig.11 Discussion about the Japanese room

Fig.12 Position of subjects and objects

Fig.13 Scene subject(C) is gazing at closet

を提案した。被験者 A と被験者 C はその意見に一度同意したが、被験者 C は“裏口”を隠す“壁”の役割を重視し、代替案としての“和室”の“押し入れ”を壊すというアイデアの創出に至った。

最後には撤去の判断に至る“押し入れ”を中心にこのプロセスを眺めると、“和室”の広さの把握や“廊下”との間の“壁”や“裏口”の存在への気付き等、“押し入れ”を取り囲む多くの要素が“押し入れ”の認識に強く結びつき、状況を形成しているといえることができるだろう。

2) “庭”が埋め込まれた状況

Fig.14 には実験 2 で“民家”の“庭”について、その空間の中にいながら被験者らが議論している場面の発話を示す。この場面までには“民泊”のための空間を“庭”に増築する案や“菜園”等を設置する案が出ていたが、ここでは被験者 A が“公園”という用途を提案した。それに対して被験者 B は即座に“遊具”の設置、具体的には“すべりだい”を作るというアイデアを加えた (Fig.15、Fig.16)。

Time	Speaker	Protocol / Behavior
18:05	A B C	庭使うとしたらなんやらな How would you use this garden?
10	A	make box
15	A	公園にしたいんだけどー I wanna use it as a garden.
20	B	遊具作れそうやんな Seems to be able to make play equipment.
20	B	ね Yeah.
20	A	すべりだい欲しい I want a slide.
20	B	すべりだい作れそう It could be made.

Fig.14 Discussion about the use of the garden

Fig.15 Position of subject and object

Fig.16 Scene subject(B) is talking about the yard

ここでは“遊具”の設置に関わる“庭”の広さや“地面”の素材等が、“庭”の認識に関わる状況を形成しているといえることができ、対象の外側の要素だけでなく、自身がその空間に身を置きながら捉えた対象の内側の要素もその状況の形成に影響を与えていることがわかる。

3) “ボックス”が埋め込まれた状況

実験 2 の別の場面で、被験者 B はこの民家を“民泊”として活用することを考え、そのための“風呂”や“キッチン”を増設することを提案した (Fig.17)。被験者 B はその後、“風呂”や“キッチン”の空間に見

立てたボックスを既存の民家に隣接するように生成したのであるが (Fig.18、Fig.19)、このとき生成するボックスの大きさを比較する対象として捉える民家のボリュームや、ボックスと民家のつながり方等、もとの空間を眺めるだけでは得られなかった諸条件が捉えられており、操作の対象である“ボックス”に関する検討のプロセスの背景として、それを生成する被験者の行為に強く結びついた動的な状況の在り方を確認することができるだろう。

Time	Speaker	Protocol / Behavior
11	A B C	お風呂とかキッチンとか増設して 宿みたいにしてもいいやんな?
15		We can add a bath and kitchen, and make it like an inn, right?
15		民泊? Vacation Rental?
20		うん、そうそうそう Yes, like that.
20		民泊ありだね、私も思った That's good. I thought so, too.

Fig.17 Discussion about the use of the garden

Fig.18 Position of subject(B) and object

Fig.19 Scene subject(B) is gazing at the box

5.2 状況と対話のプロセス

2章で述べた状況論的アプローチの考えに沿えば、設計の対象をそれが埋め込まれた状況のもとで認識することは、対象をより多角的な視点から柔軟に捉える可能性を拓げることに繋がるものと思われる^{注7)}。ここではVR空間の中で被験者らが対象を認識する際の背景にある状況が設計プロセスに及ぼす影響について考察する。

本研究ではVR空間の中でコントローラの操作により自由にボックスを生成・編集する機能を実装したが、実験後のインタビューでその機能に関連した感想が得られた。例えば、Fig.20 に示す実験1のインタビューを見てみると、“仕切り”や“バーカウンター”、“棚”といった対象を被験者自らが生成し、それに対して“狭い”、“邪魔だ”というような評価をしていたことが言及されており、ボックスの生成とそのあとの評価が連動して展開されている様子が窺える。

Speaker	Protocol
I	ツール自体というか、VR体験自体はどうだったかなというのを聞きたくて。 I want to ask how was the tool and the VR experience itself.
B	最初結構なんか、例えば部屋の仕切り建ててみたらどんな感じかと、ここに例えばバーカウンター置いたらどんな感じかってのが結構目に見えたので、なんか、あつ意外と狭いとか邪魔だとかというのがわかりやすかったです。 At first, for example, what I felt when I built a room partition, what I felt when I put a bar counter here was quite visible, so it was easy to understand that it is surprisingly narrow or disturbing.
...	...

* I: interviewer A: subject A B: subject B C: subject C

Fig.20 Interview after the experiment 1

ここで、実験1のインタビューで言及されていた、“バーカウンター”を生成・評価する場面 (Fig.21) の発話プロトコルを Fig.22 に示す。被験者Aは“バーカウンター”の設置を検討する中でボックスを生成し、その位置や大きさ等を吟味した後に、最終的にボックスを

削除するという流れで検討を進めた。ここでは生成された“バーカウンター”が位置する“和室”の大きさや動線等の情報に加え、“バーカウンター”の向きや大きさ、それが“和室”の真ん中に位置していること等に鑑みて“バーカウンター”が邪魔だと評価していることが窺える。すなわち、それまでにはなかった“バーカウンター”という対象がボックスとして生成され、そのボックスに関わるあらゆる要素がその状況を変化させ、瞬時に更新された新しい状況の中で対象を評価していることがわかる。

Fig.21 Position of Subject(A) and object (bar counter)

Time	Speaker	Protocol
32	25 A B C	(make box)
32		ここここここ、これこれ、はい、つくってるつくってるつくってる Here, here, this one! Hey! I'm making, making!
32		あーわかった、わかった、そこね Ah, I get it, you mean there.
32		ここが、バーカウンターみたいな Here is like a bar counter.
32		横にってこと? You mean you put it sideways?
32		のイメージだったけど、結構真ん中にどうんてあるの邪魔だね I imagined like that, but it looks in the way if it is on center.
32		邪魔じゃね? It is in the way, no?
32		(remove box)
44		バーカウンター、このへんだよね、ここか、バーカウンター、ここ Bar counter should be here, or here, bar counter here.
44		(make box)
44		そうそう Yeah, yeah.
44		すごいね、影がちゃんと動く Great, the shadow is moving.
44		こんな感じ? バーカウンター Is bar counter like this?
44		うん、いいと思う Yeah, I think that's good.

Fig.22 Process considering about the “bar counter”

同様に別の事例を対象にこうしたボックスの生成を通して設計対象の検討を進めるプロセスを分析してみる。Fig.23には実験2の中で、この“民家”を“陶芸”の体験ができるような場所とする案についての議論が行われている場面の発話プロトコルを示す。

ここでは“陶芸”の製作作業に必要な“窯”や“陶芸”体験をしに車で訪れる人たちのための“駐車場”の必要性についての話題があがっていた。その後被験者Bは既存建物の“縁側”に立ち、“庭”の十分な広さや既存建物の大きさを認識しながら、“陶芸”の作業スペースとしてどれくらいの大きさが必要なのか、ボックスの生成と削除を通して検討している (Fig.24 ①②)。その後、被験者Bは“駐車場”についての話題を出しはじめ、“車”に見たてたボックスの生成と削除を繰り返した (Fig.24 ③④)。この過程で被験者Bが初めに造ったボックスは一般的な車よりも明らかに大きく、被験者Bはすぐにそのことに気づいてそれを小さく作り直しており、ボックスの編集作業を通して“車”の大きさの調節ができていたことがわかる。またその後、生成したボックスの位置を“庭”の中で調整しており、“庭”への“車”の入り口の位置やアプローチの仕方などの状況を踏まえつつ、“車”の駐車位置についても検討していることがわかる (Fig.24 ⑤⑥)。

Time	Speaker	Protocol
26:45	A B C	陶芸ってあれも要りますよね We also need that, right?
50		焼き場みたいな Like a kiln.
55		窯、窯が要る Kiln, we need it.
55		たしかに、でも庭なら作れそう Sure, we could build it in the garden.
55		(draw plan)
55		駐車場とか要らないのかな Don't we need a parking lot?
29:00		車で来る人用 For people coming by car.
05		いや、車一台くらいあったら、買い出しとか、おでかけ if you have a car, you can go shopping or go out.
05		出かけられるみたいな You can go out with it.
05		あー Yeah.
30		(make box ①②)
35		陶芸スペースみたいな Like space for ceramic art.
40		でけえ、でかいものをつくりあげてる So large, you're making so large thing.
45		(remove box)
50		天井を高くして Increase the height of the ceiling.
50		窓をつくる Make windows.
55		(make box ③)
33:00		(remove box)
05		(make box ④)
10		車を置くみたいだね Like putting a car.
10		うん、車置きたい Yeah, I wanna put that.

Fig.23 Discussion about a kiln and a car(expt.2)

Fig.24 Scene subject(B) making a kiln and cars(expt.2)

このようにして、“陶芸”のためのスペースや“車”にみたてたボックスを即興的に作成し、“庭”や既存建物との関係性をはじめとする諸要素からなる新しい状況を瞬時に捉え、更なる操作をボックスに加えながらより良い対象の在り方を探っているプロセスを確認することができる。

これらの事例の分析からわかるように、被験者らはボックスの生成や削除、編集を繰り返して試行錯誤を行う制作のプロセスを通して設計の対象やその状況を捉えることができているのであり、対象をつくることとそれを認識し、あるべき対象について考えることが密接に結びついた行為^{注8)}、いわばつくりながら考えるプロセスとしての設計の可能性をここに見ることができる。このような設計プロセスの特徴はVRの性質に依るものであると考えられる。つまりVR空間ではその読解に一定の専門性が必要な図面や模型等の道具を介さずに、設計対象の大きさや広さ、空間構成などを身体的な感覚の下で直接認識することができ、さらにそれがバーチャルな空間にあることから、大きなコストをかけることなく制作行為を行うことができるのであり、このようなつくりながら考えるプロセスが展開される設計空間としてのVRの可能性を見出すことができるだろう。

6. 他の設計主体との対話による設計プロセス

前章では、VR空間における設計対象が埋め込まれた状況を捉えることによって可能となるつくりながら考えるプロセスとしての設

計について考察したが、ここでは複数の設計主体によって行われる設計プロセスにおいて彼らが状況を共有しながら、各々の視点から設計対象を捉えることでどのように互いの対話を重ねていくことができるのかを明らかにすることを目指す。

本研究で行った実験の中では、被験者らが対話を行いながら設計を進めていく場面が多く観察されたが、2章で提示したVR空間における設計空間のモデルを複数の設計主体を対象とするモデルに拡張すると、Fig.25のように表せるだろう。すなわち他の被験者と同じ対象についての対話を行う際に、その状況の共有の程度によって、①同じ状況を共有している場合、②部分的に状況を共有している場合、③全く状況を共有しない場合、の3つの対話のパターンに整理することができる。以降、各パターンにおいて対象が埋め込まれた状況がどのようにVR空間における被験者間の対話を媒介しているか、そしてその状態が設計プロセスにどのような影響を与えているかを考察していく^{注9)}。

Fig.25 Design space with another subject

6.1 相手と同じ状況から同じ対象を捉える

Fig.26にはFig.11で示した実験2における“押し入れ”に関する議論の続きの場面の会話を示している。これは被験者Cが“和室”の使われ方や“押し入れ”を壊すことについて提案をした後に、被験者Aや被験者Bがそこに同意を示しているプロセスである。

具体的に見ていくと、まず被験者Cが“押し入れ”を壊してそこに“畳”を敷き、“和室”と一体的な空間をつくることを提案した。する

Time	Speaker	Protocol
51:10	A B C	あ、この押し入れぶち抜いて、畳にしてもらって Hey, what if we break this wall in closet, make it tatami,
15		うん Yeah.
15		うんうん Yeah, yeah.
20		ここの境界線は襖をつくってなんか make husuma on this boundary, you know,
25		一応ここ二人席、二人席、襖挟んで二人席にする、のはどうでしょう？ locate two seats here and two seats here separating by husuma?
30		はいはいはいはい Yeah, yeah, yeah.
30		はいはいはいはい Yeah, yeah, yeah.
35		よさそうよさそう Sounds good.
35		そうだね Good.
35		襖にしたら外せるし、おっきい部屋としても使えそう You can detouch the husuma and make the room wide.

Fig.26 Discussion about the use of the Japanese room

Fig.27 Position of subjects

Fig.28 Plan drawn by subjects in experiment 2

とそれまで“廊下”を見ていた被験者 A は“和室”のほうに振り向き、被験者 C の提案に同意した (Fig.27)。その後、被験者 C は“和室”を見渡しながらか“和室”全体の真ん中を“襖”で仕切ることや、“席”の配置の仕方等、新しい提案を更に行っていったが、被験者 A はこれらの案に対しても即座に同意を示し、更には被験者 A から用途によって“襖”を取り外して“和室”を一体で利用する、というアイデアが出されていることがわかる。以上のような議論は被験者間で共有され、最終的な空間利用案にも反映された (Fig.28)。

このとき被験者 A と被験者 C は同じ“和室”の空間内におり、窓越しに見える“庭”や“和室”につながる“廊下”の存在、床の素材である“畳”など、空間の状況の大部分を共有していたと考えることができるだろう。この間、被験者 A と被験者 C との間ではそうした状況を構成する諸要素についての直接的な言及はなかったが、Fig.26 にも多く見られる「この」や「ここ」というような指示代名詞の使用からも確認できるように、両者の目の前に広がる対象を取り囲む状況を共有していたからこそ、被験者間の潤滑な対話が成立していたと考えることができるだろう。

このように VR 空間で設計の対象が埋め込まれた状況を主体間で共有している状態においては、暗黙のうちに共通の認識となっている空間の情報や設計の条件に基づき、より軽微なやり取りで対象の評価や設計の意思決定を進めていくことができると考えられる。

6.2 相手と部分的に共有する状況から同じ対象を捉える

6.1 節で示したような対象がおかれる状況の大部分を共有した状態での対話がある一方で、被験者らが部分的に状況を共有する、言い換えれば少しずれた状況の中で同じ対象を捉える場面もみられ、ここではそのプロセスの分析を行う。

Fig.29 には実験 1 において被験者 A と被験者 B が“和室”の“壁”について議論する場面の発話プロトコルを示す。ここでは、設計対象である“民家”を“シェアハウス”にするという提案を検証するために、はじめに被験者 B が“和室”の中に“壁”をつくった。この“壁”を対象

Fig.29 Discussion about the wall in the Japanese room

Fig.30 Position of subjects and the object

に被験者 A と被験者 B がそれぞれ評価を下すのであるが、このとき、被験者 A は“庭”に、被験者 B は“和室”の中にいた (Fig.30)。被験者 B は“和室”の中にいながら、その“天井”の高さや“庭”への開き方、目の前の“壁”の面積等を状況として捉えながら、“ちょっと狭い”というような空間の評価について述べた。一方で、被験者 A も被験者 B と同様に“和室”や“壁”といった対象を捉えていたのであるが、被験者 B とは異なり“庭”から“和室”を見る視点で対象を眺めていた。このとき“庭”や“民家”全体の大きさとの比較の中で“壁”で区切られた二つの室の広さ等を認識しており、被験者 B が捉える状況には無い情報を含む被験者 A 独自の対象を取り囲む状況がそこにあったと考えることができるだろう。具体的な空間の広さを体感しながら“壁”についての判断を下している被験者 B に対して、被験者 A の「6畳あったら」という発話からもわかる通り、抽象的な広さの認識のもとで空間を捉えていることが見て取れ、そのような状況の下で“壁”によって“和室”を仕切っても問題なく、“シェアハウス”としてこの“和室”が“狭い”ということはないと判断した。

このように、同じ対象を捉える場合でも VR 空間において対象を捉える状況に差異がある場合には、被験者間でその認識の仕方や評価の基準が大きく異なってしまう可能性がある。しかし見方を変えればこのことは、自身の目の前の状況に限らず、他の視点から捉える対象が埋め込まれた状況をその経験主体との対話を通して共有できる契機として捉えることもできるだろう。状況を捉えながら対象を扱うことができたとしてもその身体的な感覚に基づくミクロな視点からの評価や判断が時には誤った設計解を導く可能性もあり、他の主体が上でみた事例のように離れた視点から対象を捉え、そこに付随する異なる状況を主体間の対話を通して共有することでより総合的に対象を捉えることができる場合も想定され、このことから VR 空間の中で各主体が同時にそれぞれの視点から捉える状況に鑑みながらより複雑な意思決定をアドホックに重ねていくような対話のプロセスの可能性が示唆される。

6.3 相手と異なる状況から同じ対象を捉える

最後に被験者間で全く状況を共有せずに同じ設計対象についての検討を進める対話のパターンについて、ここではそのプロセスの分析と考察を行う。

Fig.31 には実験 2 において VR 空間で被験者 A と被験者 B が会話している場面の発話プロトコルを示している。ここでは被験者 A がこの“民家”の中のある空間を発見したことから会話が始まっている。このとき、Fig.32 に示すように被験者 A と被験者 B は異なる場所におり、新たに発見された空間がおかれる状況をほとんど共有しておらず、被験者 B は直接見て確認することなく、その空間を取り

Time	Speaker	Protocol
52:00	A B C	なんかここになんか空間あるんだけど There is some space here.
05		あーまた掛け軸とかかけられそう Ah, is it like you can hang a scroll there?
10		そう、なんも入らなそう Yes, it seems you can't put anything.
15		でも、そこごと取り払えばいいんじゃない? But, why don't you remove there all? 取り払ってもらいましょう Let's remove it. やばい入っちゃったその空間に I happened to get in that space. 出んの大変そう Sounds hard to get out of there.

Fig.31 Discussion about the space in front of subject(A)

Fig.32 Position of subjects and the object

Fig.33 Scene subject(A) is gazing at the storage

払うことについての意見を述べた。ここでは被験者 B が、その空間が「廊下」に面した単なる「収納」であるにも関わらず「掛け軸とかかけられそう」とその空間を認識していたように、被験者 A と同じ対象について話しながらもその詳しい状況はほとんど正しくは捉えられていなかったものと考えられる (Fig.33)。すなわち、ここでは複数の主体が VR 空間内で対話を行うことの利点は上手く活かされていなかったと考えることができるだろう。

一方で、ここまで設計空間の範囲が VR 空間に収まる事例を扱ってきたが、その範囲を現実空間まで拡張すると、VR 空間と現実空間で設計主体が同じ対象を同時に評価するような設計プロセスの可能性を見出すことができるだろう。すなわち、ある設計主体が VR 空間に没入し、設計対象がおかれる状況を捉えながらそれを評価したり新たな操作を加えたりする間、他の設計主体が図面や模型などの設計ツールを用いて設計対象全体を包括的に捉えることによる設計プロセスの展開の可能性である。

Fig.34 には実験 2 において VR 空間にいる被験者と図面を見る被験者が同じ対象について検討する場面の発話を示している。ここでは被験者 A と被験者 C は図面を見ながら、被験者 B は VR 空間にしながら会話を進めていた (Fig.35)。このとき被験者 B は VR 空間内で自身のいる端の「和室」から中心の「和室」の方を見ており、その視界には右手に「庭」の様子が、左手に「廊下」と中央の「和室」の様子が少しずつ含まれている (Fig.36)。そして視線の抜けや隣の「和室」との関係性を状況として捉える中で目の前の「壁」を必要ないものと評価し、「壁なくしてもいいやんな」と他の被験者に問いかけた。被験者 A と被験者 C は被験者 B の問いかけを受け、図面を見ながら被験者 C が提示した「壁」をなくすという案に同意している。続けて、被験者 A は図面上で二つの「和室」を隔てる「壁」を波線で消した (Fig.37 に示すように後の議論でこの「壁」は残されることになり、波線も消されている)。さらに、被験者 A と被験者 C は、被験者 B が認識している「壁」とは異なる、「廊下」と「和室」を隔てる「壁」等にも言

Time	Speaker	Protocol
35:30	A B C	これ壁なくしてもいいやんな It's ok to remove this wall, isn't it?
35		うん、壁はなくしたいな Yeah. I wanna remove the wall.
35		ここ Here. うんうん Yeah, yeah.
40		やっぱ、この壁なしで Actually, I think this wall should be removed.
40		(draw plan) ぶち抜いて You remove it and, ぶち抜きます I would remove it.
45		全部もはやぶち抜いても It could be good if you remove all of them.
45		いやあ、ぶち抜きたいこも Yeah, I wanna remove here as well.
		(make box) (draw plan)

Fig.34 Process breaking the walls in the house

Fig.35 Position of subject(C) and the objects

Fig.36 Scene subject(B) is gazing at the wall

Fig.37 Plan drawn by subject(A) in experiment2

及し、それらも必要のないものであると判断し、ここでも被験者 A は図面上でその「壁」を波線で消した。ここでは被験者 B の VR 空間における直接的な体験を契機に、ある「壁」を除去することが検討事項として浮かび上がり、その後図面というフィジカルな設計ツールを通して対象全体が眺められ、他の「壁」の必要性についても検討の目が向けられたのであるが、このような状況を介した対象の把握と状況を介さない対象の把握が連続的に展開される、それぞれの対象の捉え方の特長が相乗的に活かされたプロセスをこの事例で確認することができるだろう。

7. 結論

本稿ではまず、対話による設計のための VR を用いた設計空間のシステムを構築した。次に構築したシステムを利用した設計実験を行い、そのプロセスを記録した。設計実験では庭のある民家を対象としてその活用方法や改修案を考案するワークショップに取り組んでもらったが、本論では特に認知科学における状況論的アプローチを参照しつつ、設計対象が埋め込まれた状況の在り方に着目しながら、VR 空間における設計主体と設計対象との対話のプロセスの分析を行った。その結果、VR 空間において設計主体が目目の対象

をそれが埋め込まれた状況と一体的に捉えることによって、対象をより多角的に検討できることを示し、VR 空間内でボックスを生成したり編集したりしながら対象についての検討を行う「つくりながら考える」プロセスの具体的な内容を明らかにした。

次に、VR 空間における複数の設計主体の対話のプロセスに着目し、設計対象が埋め込まれた状況がどの程度主体間で共有されているかによって3つのパターンの設計空間のモデルを設定した。それぞれのモデルに基づいて設計実験の事例の分析と考察を行った結果、VR 空間において設計主体間で状況を共有している場合は、より簡易なコミュニケーションで設計に関わる諸条件を把握し、その検討を進めることができること、状況が部分的に共有されている場合は、異なる状況のもとで多角的に対象を捉えながら複雑な意思決定を重ねていくことができるということを示した。さらに状況が主体間でほとんど共有されていない場合、特に一方の設計者が状況に基づいて対象を捉え、他の設計者は状況とは切り離して対象を捉えるような場合も、図面等のツールを用いたフィジカルな空間まで設計空間の範囲を拡張して捉えることで、VR を含む各ツールの利点を掛け合わせた設計プロセスの可能性を提示した。

本稿では、設計主体と設計対象との対話や設計主体間の対話という観点から、設計空間としての VR の可能性を論じてきたが、今回構築したシステムには数多く改善の余地が残されている。例えば建物の躯体を大きく改変するようなりノベーションを想定するのであれば、設計対象の既存部分を編集する機能の実装も必要となるだろう。他にも設計主体間の対話を効果的に促すためのコミュニケーション機能をVR空間内に実装することも検討の方針として可能性があるだろう。今後もVRに関わる技術は更なる発展を続けることが予想され、本研究ではそうした先端的な技術を活かした具体的な設計ツールの開発とその検証を継続的に行うことによってVRを用いた設計空間のシステムに関わる知見を蓄積していきたい。

注

- 注1) スタンドアローン型 HMD とはそれ単独で機能する、頭部に装着するディスプレイ装置のことで、ディスプレイに表示される空間を体験することができる没入型の VR 装置である。
- 注2) DCC は Digital Content Creation の略称で、DCC ツールとは Autodesk 社の 3ds Max や McNeel 社の Rhinoceros 等、3D モデルを作成するためのツールの事を指す。
- 注3) ゲーム制作において、モニターへのグラフィックの表示やコントローラー等からのインプットに対する動作等を実装するために必要な基本機能を搭載したソフトウェアのこと。ゲーム制作以外にも、建築ビジュアライゼーションや映像分野でも用いられている。
- 注4) プログラミング言語を直接入力するのではなく、ボックスを線で繋ぐような方法で一連のアルゴリズムを作成できるシステムのこと。これによりプログラミングの専門的な経験を持たないデザイナーやアーティストでもプログラムを組み、アルゴリズムを作成することが可能になる。Rhinoceros のプラグインである Grasshopper や Revit や Maya などのソフトウェアのプラグインとして使用できる Dynamo がその一例である。
- 注5) UE4 の Ver. 4.23 へのアップデート時点で廃止されており、現在は「Multi-User Viewer Template」に新たな機能を追加した、「Collab Viewer Template」と呼ばれるテンプレートが公開されている。
- 注6) 本稿では、被験者らが議論の中で扱う設計対象の名称等についてはダブルクォート (") で括って記すこととする。
- 注7) 状況と強く結びついたあるがままの設計対象に対峙することで、それまでには気付くことのなかった対象の要素や周囲との関係性を発見することができ、当初の想定とは異なる諸条件に触れることになり、結

果として対象を捉える多様な視点を得ることができる。

- 注8) デューイは、「為すことによる学び」(Learning by Doing) によって絶えず経験を再構成することの重要性について述べたが、ここではボックスを操作することを通して対象やその状況を理解し、再構成された経験が次の行動へと影響を与え、行動と学習が同時並行で進められていることがわかる。
- 注9) 状況はそこに埋め込まれた対象の在り方だけでなくそれを捉える主体の知識や経験等に依存するものであり、原理的には主体が異なれば、それぞれの主体の目に映る状況も異なるだろう。しかし本論で扱う状況の概念は VR 空間内の可視的な物理要素から成るものを対象としており、主体の位置や空間を眺める視点が同じである状態を、複数の主体があるひとつの状況を共有している状態として理解することとする。

参考文献

- 1) Fukuda, T. et al. : Capability of a distributed and synchronized discussion by using cloud computing type VR for townscape design, *Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ)*, Vol. 76, No. 670, pp.2395-2401, 2011. 12
福田知弘, 田口正晴, 清水彩子&孫磊 : 景観検討を対象としたクラウドコンピューティング型 VR による分散同期型検討会議の実現可能性, 日本建築学会計画系論文集 Vol. 76, No. 670, pp.2395-2401, 2011. 12
- 2) Rahimian, F. P. et al. : Impacts of VR 3D sketching on novice designers' spatial cognition in collaborative conceptual architectural design, *Design Studies*, Vol. 32, No. 3, pp255-291, 2011. 5
- 3) Rieuf, V. et al. : Emotional activity in early immersive design: Sketches and moodboards in virtual reality, *Design Studies*, Vol. 48, pp43-75, 2017.1
- 4) Koutsabasis, P. et al. : On the value of Virtual Worlds for collaborative design, *Design Studies*, Vol. 33, No. 4, pp357-390, 2012. 7
- 5) Ishida, K. et al. : Influence of experience of space using VR on design process, *Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ)*, Vol. 84, No. 761, pp.1579-1587, 2019. 7
石田康平, 酒谷幹将, 田中義之, 千葉学 : VR を通した空間の経験が設計プロセスに与える影響, 日本建築学会計画系論文集 Vol. 84, No. 761, pp.1579-1587, 2019. 7
- 6) Israel, J. H., et al. : Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design results from expert discussions and user studies, *Computers & Graphics*, Vol. 33, No. 4, pp462-473, 2009. 8
- 7) Alexander, C. : *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford Univ Press, 1977
- 8) Sanoff, H. : *Community participation methods in design and planning*, John Wiley, 2000
- 9) Schön, D.A. : *The Reflective Practitioner – How Professionals Think in Action*, Basic books, 1983
- 10) Monnai, T. : Design Methodology as Planning Theory of Man-Environment System, Architectural Institute of Japan ed., *Design of Man-Environment System*, Shokokusha, pp.56-73, 1997
門内輝行 : 人間—環境系の計画理論としての設計方法論, 人間—環境系のデザイン, 彰国社, pp.56-73, 1997
- 11) Suchman, L. : *Plans and Situated Actions The Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge University Press, 1987

A PROCESS OF DIALOGUE WITH SITUATION IN VR AS A DESIGN SPACE

Shunsuke SHINOMIYA ^{*1}, *Suisho SAKATANI* ^{*2}, *Yoshiyuki TANAKA* ^{*3},
and Manabu CHIBA ^{*4}

^{*1} SUPPOSE DESIGN OFFICE Co., Ltd., M.Eng.

^{*2} Lect., Dept. of Architecture and Environmental Design, College of Architecture and Environmental Design, Kanto Gakuin University, Dr.Eng.

^{*3} Assist. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, M.Env.

^{*4} Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, M.Eng.

In recent years, the need to utilize vacant houses and buildings has been called for, and there are many examples of space regeneration through renovation and DIY. However, it is difficult to fully utilize the ideas for utilization of space found in the design process, and in order to expand the possibilities, it will be important for users and clients, who are the key decision makers in the construction process, to be deeply involved in the design process. On the other hand, VR(virtual reality) technology has been attracting attention in recent years, making it possible to think about design while experiencing the ever-changing design objects. It has potential to enable non-experts to become deeply involved in the design process by experiencing rich virtual images of spaces.

In this paper, we focus on the characteristics of VR, which allows the architectural space itself as the design space and aim to clarify the characteristics of design thinking by non-experts in VR environment. The purpose of this study is to understand how the process of dialogue among multiple subjects sharing the design space in VR develops.

we developed a design space system that utilizes VR technology. Specifically, we created a design tool that allows multiple subjects to experience a design target space close to real feeling, and to consider design proposals by adding various operations within that space. Next, we conducted design experiments for non-experts who do not have experience in architecture or other design fields, assuming that they are architectural users or clients, and analyze the process of dialogue between the subjects during the design process.

In this paper, "situation" refers to the implicit information that subjects can capture unconsciously in a VR space, which includes not only the dimensions, but also the materials and textures of spatial elements, the atmosphere and so on. The design space model of VR was set up by positioning the "situation", the "subject", and the "object" in the "design space" of VR. We described situations in which the subjects interact with the objects and other subjects, and analyzed the process using the model.

In the design experiment, through the workshop to devise usage and renovation plans for a private house with a garden, we analyzed in detail the interaction between the design subject and the object and the interaction between the subjects in VR space. As a result, we clarified two things as follows.

- (1) Through the analysis of the situations and objects perceived by the subjects in the VR space, the possibility of a design process that is carried out by repeated evaluation and efficient iterations, that is, by "thinking while making".
- (2) We extended the model of design space in VR space to include other subjects and set up three patterns of design space models mediated by "objects". When the "situation" is shared between them, we presented the possibility to minimize the discrepancy between design entities. When the "situation" is partially shared, we presented the possibility of the design process in which complex decisions are discussed from multiple perspectives between the subjects. Furthermore, when the "situation" is not shared, we presented the possibility of the design process by multiplying the advantages of each tool by extending the scope of the design space to the discussion using tools such as drawings.

(2020 年 9 月 10 日原稿受理, 2021 年 1 月 27 日採用決定)