



# メタバースを活用した建築分野の学習コンテンツの開発と評価

Development and Evaluation of Learning Content in the Field of Architecture Utilizing the Metaverse

玉井香里<sup>1)</sup>  
Kaori TAMAI

1) 愛知産業大学 通信教育部 建築学科 (〒444-0005 愛知県岡崎市岡町原山 12-5, tamai@asu.ac.jp)

**概要:** VR を活用した学習コンテンツについては、さまざまな分野で研究が進んでいる。建築は立体物であり、二次元の教材では理解が難しい。メタバースを活用し 3D の教材で学習することで二次元の教材で学ぶよりも学習者の理解度が高まると考えられる。筆者はメタバース空間に、二次元のテキストのみでは理解が難しい木造の構造を学ぶためのワールドを開発した。本研究では、実際に建築を学んでいる学生を対象に教育実験を行い、アンケートを実施し、その有効性を検証した。アンケートの結果、すべての学生が「このようなコンテンツは建築を学ぶ上で有効であると思う」と回答した。

**キーワード:** メタバース, 教育 DX, VR, バーチャルリアリティ

## 1. はじめに

VR を活用した学習コンテンツについては、さまざまな分野で研究が進んでいる。建築は立体物であるため、二次元のテキストだけで理解することは難しい。3DCG の可視化に有用な VR は、建築のさまざまな科目の学習に活用できると考えられる。実務では、建築の施工分野において、建築現場を再現した仮想空間での事故防止や安全教育などに VR が活用され始めている。しかし、教育現場での VR の活用は、実務の分野と比べると積極的とは言い難い。建築を学ぶ上で有用な学習コンテンツがあれば、通信教育など自宅で学ぶ場合でも学びやすくなる。そこで本研究では、メタバースを活用した学習コンテンツを開発した。また開発した学習コンテンツを用いた教育実験を行い、アンケートを実施し、その有効性を検証した。コンテンツの題材は、構造が複雑であるため初学者にとって理解が難しいと思われる木造の在来工法とした。

## 2. コンテンツの開発

### 2.1 コンテンツの作成方法

コンテンツの作成手順を図 1 に示す。SketchUp によりモデリングを行い、Unity にデータをインポートする。Unity

ではインポートした構造物の他に説明板を作成し、構造物を見ながら学習ができるように配置した。説明板には二次元のテキスト[1]を貼り付けた。最後に Unity からメタバ

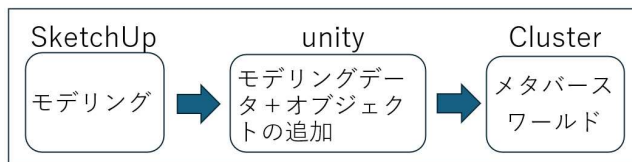


図 1: コンテンツの作成手順

ースワールドに学習コンテンツをアップロードした。メタバースのプラットフォームは「cluster」を使用した。

### 2.2 コンテンツの内容

メタバースの空間は木造の「床組」「軸組」「小屋組」「建物全体」の 4 つのパートで構成されており、各構造物には説明板が設置されている (図 2・図 3)。説明板の内容は二次元のテキストと同様のものとした。床組は上を歩けるようになっており、左端部が一番上にある部材 (根太) を外し、その下の構造がどのようにになっているか見えるようにした (図 4)。小屋組は屋根の構造が見やすい高さで制作した (図 5)。「建物全体」は、壁をすり抜けられるようにすることで、壁の多い場所でも動きやすくなった。

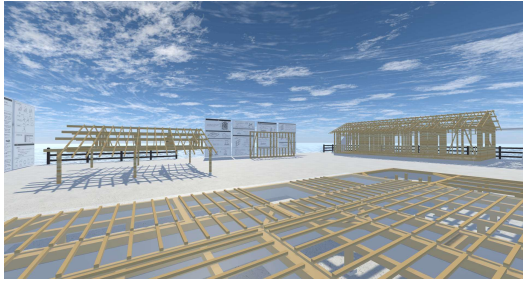


図 2: 床組の上から見たワールド



図 3: 軸組

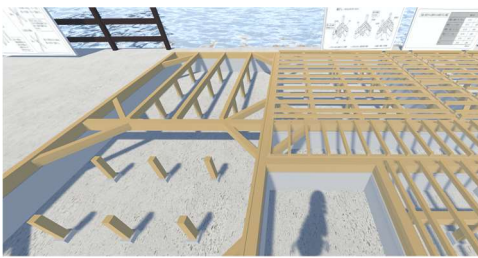


図 4: 床組

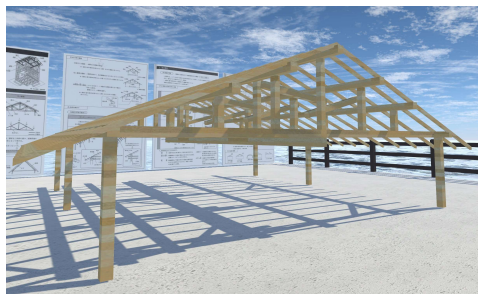


図 5 小屋組

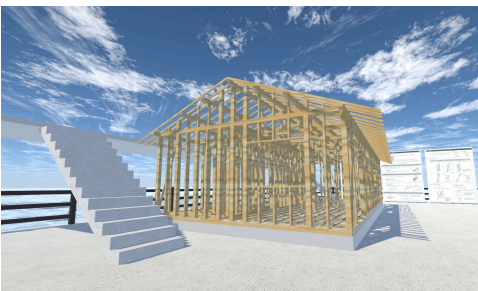


図 6: 建物全体

また、両側に階段を設け屋根の上部からも構造を見ることができるようにした (図 6)。

### 3. 教育実験

#### 3.1 実験の概要

実験は 2024 年 6 月 29 日から 7 月 7 日に行った。建築を学ぶ通信教育部・建築学科の社会人学生 14 名と、2024 年 3 月に大学を卒業した社会人 1 名の合計 15 名が実験に参加した。学生は各自可能な時間に自宅から個別に実験に参加した。一部スクーリングに参加していた 5 名については、スクーリング会場にて一人ずつ実験を行った。

#### 3.2 実験の方法

参加者に実験の資料をメールで送信した。メールには実験の手順とメタバースの URL、アンケートの回答を入力する Forms [2] の URL を記載し、二次元の教材の PDF、アンケート質問項目の PDF ファイルを添付した。cluster を始めて使用する学生には、「cluster のインストール方法」の PDF も添付した。実験の参加者は、まず二次元のテキストで木造の構造について学習する。次にメタバースの学習コンテンツで学習し、アンケートの質問項目を見ながら回答を Forms に入力して送信する。二次元のテキストは初学者にわかりやすく図解を多く入れたテキストを採用した。アンケートの質問項目は表 1 のとおりである。

表 1: アンケート質疑項目

質問 1	属性
質問 2	使用したデバイス
質問 3	建築は二次元のテキストだけで学ぶのは難しい学問だと思うか
質問 4	二次元のテキストのみで学習した時の理解度 (10 段階評価)
質問 5	メタバースで学習した時の理解度 (10 段階評価)
質問 6	このコンテンツは建築を学ぶ上で有効だと思うか
質問 7	木造の構造をメタバースで学ぶメリットは何か (複数回答可)
質問 8	木造の構造をメタバースで学ぶデメリットは何か (複数回答可)
質問 9	木造を学ぶ方法について自分で選択ができるとすれば、どれを選択するか
質問 10	テキストなしでメタバースのみで学べるようにするためには他にどのような要素が必要だと思うか (複数回答可)
質問 11	このようなコンテンツは建築で木造の構造を学ぶ以外にも有効だと思うか

### 4. 実験結果

質問 1 の属性は、2 年生が 1 名、3 年生が 1 名、4 年生 12 名、卒業生が 1 名 (2024 年 3 月卒業) であった。

質問 2 の使用したデバイスは、パソコンが 12 名(80%), タブレットが 2 名(13%), スマートフォンが 1 名(7%)であった (図 7) . 質問 3 の建築は二次元のテキストだけで学ぶのは難しい学問だと思うかという問には「とてもそう思う」が 3 名(21%), 「そう思う」6 名(43%), 「ややそう思う」4 名(29%), 「あまりそう思わない」は 1 名(29%)であった (図 8) . 質問 4 と質問 5 の学習した時の理解度は、二次元テキストで学習した時の理解度は 10 段階評価で平均 4.9, メタバースで学習した時の理解度は平均 6.8 であった (図 9) . 質問 7 の木造の構造をメタバースで学ぶメリット (複数回答) は「立体的に学べる」が 15 名(45%), 「楽しく学べる」が 6 名(18%), 「現場に行かずに建築を理解できる」が 8 名(24%), その他が 4 名(12%)であった. その他の回答を表 2 に示す. 質問 8 の木造の構造をメタバースで学ぶデメリット (複数回答) は「操作の問題」が 6 名(40%), 「回線や媒体のスペック等の問題」が 2 名(13%), その他が 7 名(47%)であった. その他の回答を表 3 に示す. 質問 9 の木造を学ぶ方法について自分で選択ができるとすれば、どれを選択するかについては、「印刷された二次元のテキスト」が 2 名(13%), 「印刷された二次元のテキストとメタバース」が 12 名(80%), 「デジタルの二次元のテキストとメタバース」が 1 名(7%)であった. 質問 10 のテキストなしでメタバースのみで学べるようにするためには他にどのような要素が必要だと思うか、という問には「音声による解説」が 2 名(13%), 「動画による解説」が 6 名(40%), 「テストが受けられる」が 1 名(7%), その他が 6 名(40%)であった. その他の回答を表 4 に示す. 質問 6 のこのコンテンツは建築において有効だと思うか、という問には「とてもそう思う」が 7 名(47%), 「そう思う」が 6 名(40%), 「ややそう思う」が 2 名(13%)であった. 質問 11 のこのようなコンテンツは建築で木造の構造を学ぶ以外にも有効だと思うか、という問には「とてもそう思う」が 10 名(67%), 「そう思う」が 3 名(20%), 「ややそう思う」が 2 名(13%)であった (図 10) .

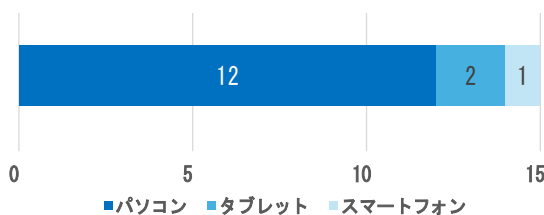


図 7: 実験に使用したデバイス n=15



図 8: 建築を学ぶことについて n=15

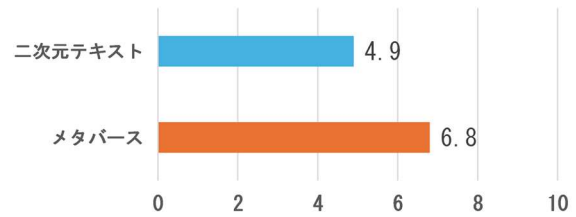


図 9: 理解度の 10 段階評価の平均値

表 2: メタバースで学ぶメリット

気になった部分を時間をかけてチェックできるのがよい. 真夜中でも明るく見れてあちこち参照しながら見て回れるのがとても良かった. 自分の見たいものをじっくり見れる気楽さがある.
いつでも見られる
確認したい部分を様々な角度や視点から視認できる
実際にモノを見るのが一番理解しやすいが、現場に入ることは現実的に難しいから.
ゲーム感覚で自分視点で見れるので楽しくより深く理解できると思った
二次元テキストでは触れられていない点をメタバースだと多方面からじっくり観察して考察しやすかった. (家の角に置ける筋交いの入れる向きや火打ちの入れ方, 量など)
動画でみるよりみたいところを確認できるため, わかりやすい
平面で理解できないところ, 細かいところを立体的に学習できる

表 3: メタバースで学ぶデメリット

建築空間に特有の匂いや印象、印影、ニュアンスなどは非常に薄く、質感がないので場合によっては記憶に残りにくい可能性はありそう。
モデルとテキストを同時にみれない、視点によってテキストが見にくい
現場でしかわからない気付きや発見はあると思うので現場に行かずこのコンテンツ頼りになるのは良くないと思った
素材感はわからない。メタバースの精度が高くないと誤解を生む。
すぐ説明をみることができない (説明個所に随時行く必要がある)
VR・パソコンなどの設備にコストがかかること

表 4: テキストなしで学べるようにするには

自分で作る、壊す体験ができるると学びやすい。現実では安全上難しいことができると勉強になる。また、アバターを表示できるようにして会話を通じて学びを深めてもらうなども効果が高いと思う。
カーソルをパーツの上に乗せるとそのパーツの名称が表示される機能
学習の順番がわかる工夫、カーソルをあてた時にテキストが横にでる。土台から一連の組み上がっていく様子がみられるとよりイメージしやすい
ボード上に文章が掲載されていると、メタバースの操作が大変。文章は電子書籍のように操作がシンプルの方が良い。
モデルとテキストが同時に見られる方法があれば良い
現実と同じく金具や道具、機械があり、名称のついた部材を選択して組み上げていく部材の取り合いを観察しやすいシステム。それらメタバース上で建築するまでの一連の作業を解説もしくは誘導されるシステム。構造の負荷が大きいと部材が曲ったり、現実と同じく崩壊するなどの失敗もできる仕組み。
質疑応答、印刷で理解の厳しい細部が知れるともっと良いと思う

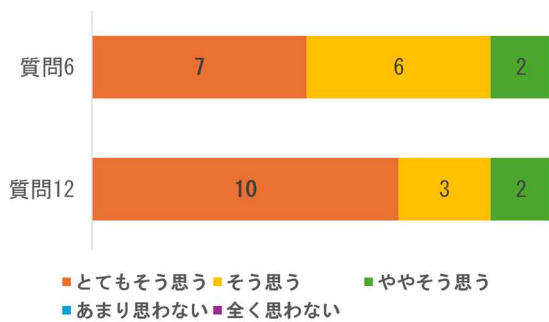


図 10: メタバースコンテンツの有効性 n=15

5. 考察

実験結果から、以下のことが明らかになった。木造の構造について二次元のテキストのみで学んだ場合とメタバースで学んだ場合を比較すると、メタバースで学んだ後は理解度が 10 段階評価で平均値が 4.8 から 6.8 と約 2 ポイント上がっており、二次元のテキストのみで学んだ場合よりも理解度が深まること明らかになった。メタバースで学ぶメリットとして「立体的に学べる」「楽しく学べる」という意見の他に「確認したい部分を様々な角度や視点から見るができる」などの意見があった。デメリットとしては「操作の問題」, 「回線や媒体のスペック等の問題」の他に「モデルとテキストが同時に見られない」「素材感がわからない」などの意見があった。木造を学ぶ方法として、どの教材で学ぶことを選択するかという問には、「印刷された二次元のテキストとメタバース」が

80%と最も多かった。現状のコンテンツでは二次元のテキストも必要であるといえる。テキストなしで学べるようにするためには「動画による解説」の他、「自分で作る、壊すことができる」「カーソルをパーツの上に乗せるとそのパーツの名称が表示される」「カーソルをあてた時にテキストが横にでる」「モデルとテキストが同時に見られる方法があれば良い」など、さまざまな意見が出た。建築においてこのようなコンテンツが有効かどうかについては、木造の構造だけでなく、その他の学びも含め、全ての学生が有効であると回答していることから、コンテンツの有効性を実証することができた。

6. おわりに

今回の実験でコンテンツの有効性を実証することができたが、テキストなしで学べるようにするためには、改良が必要である。アンケートの回答を参考に引き続き学習コンテンツの改良に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究をすすめるにあたり教育実験において愛知産業大学の通信教育部の学生と卒業生に多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 図説 やさしい建築一般構造, 今村仁美・田中美都: 学芸出版社, pp. 30-60, 2002 改訂.
- [2] Microsoft のアプリケーションソフト. アンケート, クイズ, 投票のフォームを作成できる. 送信された結果の確認や, 組み込みの分析を使用して回答を評価したり, 追加の分析や採点のために結果を Excel にエクスポートすることができる.
- [3] 赤松良久, 河野誉仁, 神谷大介, 高田一樹: AR 技術と 3D 模型を用いた河川流域環境に関する教育ツールの開発, 土木学会論文集 (教育), Vol. 73, No. 1, pp. 91-100, 2017.
- [4] 鈴木摩耶, 緑川猛彦: VR による先進的土木工学実習教育コンテンツ開発-360 度カメラを用いた VR 動画の作成と対面型授業との比較-, 公益社団法人日本工学教育協会 工学教育研究講演会講演論文集, 第 70 回年次大会, pp. 44-45, 2022.