

# ビデオ会議システムの VR 空間への拡張による、 ライブ感を高めたオンライン授業配信

矢野浩二郎<sup>\*1</sup>

Email: kojiro.yano @oit.ac.jp

\*1: 大阪工業大学情報科学部

◎Key Words      ビデオ会議システム, バーチャルリアリティ, オンライン授業, アバター

## 1. はじめに

コロナウイルス感染症拡大に伴うキャンパス閉鎖により、大学では過去に例を見ない規模で映像による遠隔授業が行われることになった。

映像による遠隔授業の方法は、大きく二つに分かれる。一つは事前にビデオを撮影し動画ファイルを YouTube などの動画配信サイトや共有ドライブにアップロードするオンデマンド型。そしてもう一つは、Google Meet (<https://meet.google.com/>) や Zoom (<https://zoom.us/>) などのオンライン会議システムを用いて、リアルタイムで授業を配信するライブ型である。

利用可能なネットワークのデータ量が制限される環境では、オンデマンド型を採用することで確実に教材を配信することが優先されてきた。一方、近年では、ブロードバンドの環境やスマートフォンで利用可能なデータ量が増加したことに加え、ライブ配信のためのツールが充実したことで、映像によるライブ配信が身近になりつつある。そのため、最近の遠隔授業においてはライブ型の授業を行う大学も少なくない。この傾向は、今後 5G による高速モバイル通信が普及することでさらに強まるであろう。

現在は、このようにオンデマンド型からライブ型への過渡期にあると言えるが、そのなかで映像授業コンテンツはどのように変容すべきであろうか。

大学教育におけるオンデマンド型のネット配信映像授業として近年もっとも広がったものに、MOOCs がある。MOOCs における映像授業のスタイルには以下のようなものがある(一部省略) : Talking Head(人物を中心に写し、補助的にテキストが存在)、Live lecture (教室などでの授業を録画)、Slides (パワーポイントなどのスライドに音声が付与されている)、Virtual whiteboard (画面上に講師が手書きで数式などを描いて教授する)。Santos-Espino らによる Coursera, edX などの MOOC プラットフォームのコンテンツの調査によると、Talking Head、Slides が多く、Live Lecture を採用するコンテンツは少なかったという<sup>1)</sup>。Talking Head のように講師が登場するビデオは、そうでないビデオに比べ学習者の満足感が高く、心理的な負担も低い事が知られている<sup>2)</sup>が、Slides 形式は動画作成のハードルが低いという利点がある。

それでは、ライブ配信型の授業ではどのような映像形式が望ましいだろうか? Slides 形式の配信は、オンライン会議システムの画面共有によって容易に行える。一方、Talking Head や Live Lecture を行うには授業時間に合わせて同時に配信する教員の人数分のスタジオや教室、スタッフを用意する必要があり、学校に登校できない場合、多

くの教員が同時に授業を配信する場合には問題になる。

そこで本研究では、実際のスタジオや教室の代わりにバーチャルリアリティ(VR)空間内に仮想的なスタジオを設定し、そこからの画像をビデオ会議システムにストリーミングする方法を検討する。すなわちビデオ会議を VR 空間へ拡張することにより、物理的な撮影機材やスペースを使うことなく授業動画中に講師をアバターとして登場させる。

VR を活用したバーチャルカンファレンスは、近年様々な取り組みが行われている分野である。VR デバイス向けとして、同一の VR 空間に複数のユーザーがアバターとしてネットワーク経由で参加できる様々なソーシャル VR アプリケーションが開発されており、これらの画面を YouTube Live 等に配信することで、VR 空間とアバターを用いたオンラインセミナーが可能である。

こうした目的で使われるソーシャル VR アプリケーションとしては、VR Chat (<https://vrchat.com/>)、Cluster (<https://cluster.mu/>)、Virtual Cast (<https://virtualcast.jp/>)、Engage (<https://engagevr.io/>)、AltSpaceVR (<https://altvr.com/>)などがあげられる。これらは無料で手軽に利用できる一方、あくまでも参加者が VR 内に参集してカンファレンスを開くことを想定しているため、教師が VR から VR 外に教材を提示するという、今回テーマとしている映像授業においては必ずしも便利ではない。

そこで本研究では、仮想空間内に PDF あるいは Web ページ(Google Slides などを想定)で教材を提示し、アバターによって説明を行える仮想スタジオを設定し、そこからの画像を直接ウェブ会議システムに転送することでオンライン授業を提供するシステムを提案する。本システムではスライドを表示させる画面だけでなく、チャット画面、カメラプレビュー画面などを VR 空間内に配置することで、物理的なスタジオやソーシャル VR プラットフォームには見られない利便性を持たせることが可能であることを示したい。

## 2. 提案するシステム

### 2.1 ハードウェアの構成

本アプリケーションが対応する VR デバイスは SteamVR に対応している PC 向けヘッドマウントディスプレイ(HMD)であり、Oculus Rift, VIVE, Windows Mixed Reality Display などが含まれる。これらはすべていわゆる 6DOF (自由度) タイプのデバイスであり、HMD とハンドコントローラーにより、アバターの頭の位置と手の位置を操作できる。

## 2.2 ソフトウェアの構成

本システムは、大きく分けて

- ・講師を仮想空間内に実体化させるアバター
- ・教材を提示する仮想スクリーン(教材提示スクリーン)
- ・仮想空間内の「カメラ」がキャプチャした画像を表示する仮想スクリーン(プレビュースクリーン)
- ・PCのデスクトップを表示する仮想スクリーン(デスクトップスクリーン)

から構成される(図1)。

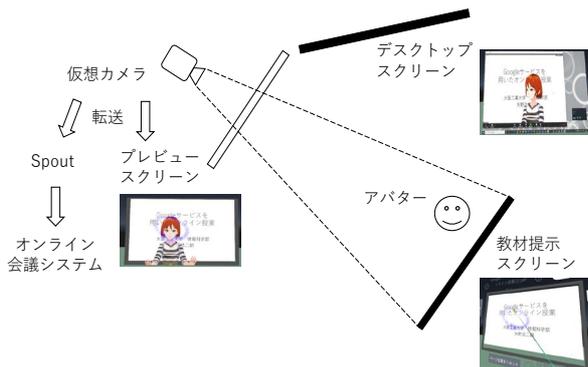


図1 本システムにおける仮想空間のレイアウト

動画内で使用する教材はPDFフォーマット、あるいはWebページ(Google Slidesなど)としてVR空間内の教材提示スクリーンに表示する。ユーザーはアバターとしてこの教材提示スクリーンの前に立ち、アバターとスクリーンを仮想空間内の「カメラ」でキャプチャする。キャプチャした画像はプレビュースクリーンに表示してアバターの立ち位置の調整などを行う。また、このキャプチャした画像をSpoutライブラリを経由してZoomやSkypeなど、バーチャルカメラに対応したオンライン会議システムで表示する。これにより、アバターと教材を受講生に配信することが出来る。

以下、それぞれについて述べる

### 1) アバター

VR内でユーザーは3Dモデルのアバターとして表示される。アバターの頭と両手の動きはそれぞれHMDとハンドコントローラーで操作でき、それ以外の身体の部分にはFinallK(<http://root-motion.com/>)ライブラリにより計算する。アバター用の3Dモデルはデフォルト(内蔵)アバターとして男性3種類、女性3種類から選択可能である(図2)。さらにVRMフォーマットの3Dモデルをアバターとして読み込むことができる。

VRM(<https://vrm.dev/>)はおもにVRでの利用を想定した3Dアバターのファイルフォーマットの形式であり、ウェブストアなどでVRMフォーマットのアバターをダウンロードできることに加え、VRoid Studio(<https://vroid.com/studio>)などのツールを使うことでVRMフォーマットの自作アバターを作成することも可能であるため、教材の内容に沿ったアバターをユーザーが準備

して利用することも可能である。

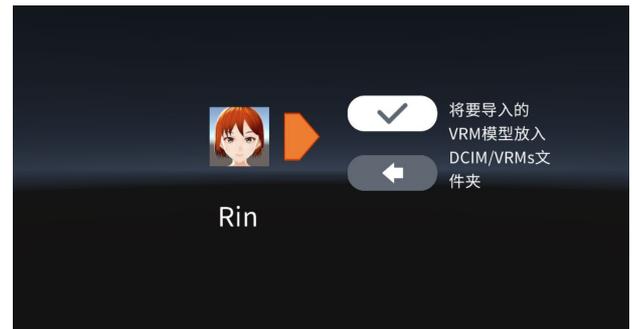


図2 アバター選択画面

選択したアバターはキャリブレーションを行い、ハンドコントローラーによる手の動きのトラッキングを有効化させる(図3)。

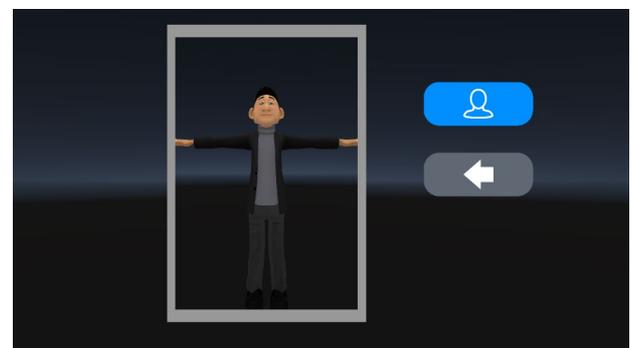


図3 アバターキャリブレーション画面

### 2) 教材提示スクリーン

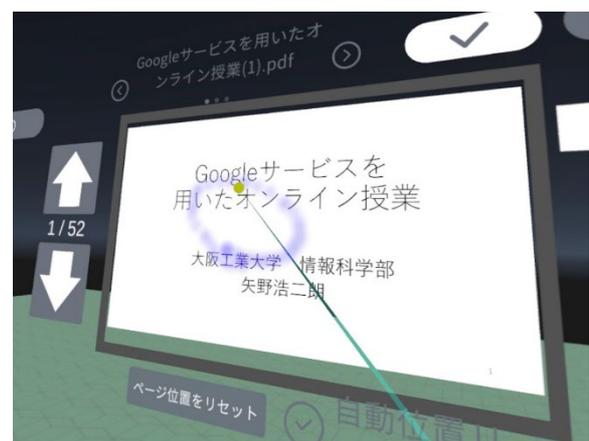


図4 教材提示スクリーン

教材提示スクリーン(図4)には事前にHMD内のフォルダに保存したPDFファイル(PDFモード)あるいはURLで指定したウェブページを開くことが出来る(Webモード)。

教示提示スクリーンは、図5のようなユーザーインターフェースの構成である(PDFモードの場合)。

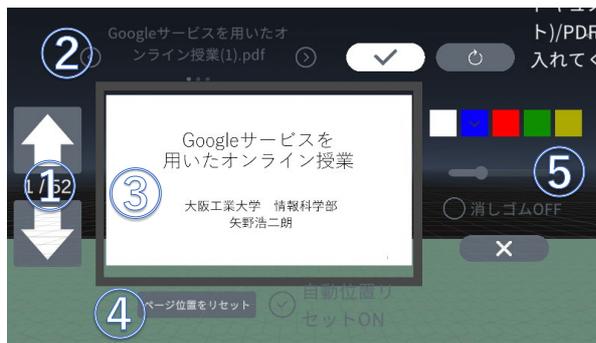


図 5 教材提示スクリーンの UI

- ① PDF ファイルのページ送りのためのボタン
- ② 提示する PDF ファイルの選択を行う。PDF ファイルは、あらかじめ所定のフォルダに保存しておく。
- ③ PDF ファイルの提示用スクリーン
- ④ ページ位置の設定のためのスイッチ。「ページ位置をリセット」ボタンにより、ページの位置と拡大率をデフォルトに戻す。「自動位置リセット」トグルボタンは、ページを移動した時にページ位置をリセットするかを選べる。
- ⑤ 描画の際の色とペンの太さの選択。「消しゴム」トグルボタンを ON にすると、描画したものを消すことができる。

ハンドコントローラーをポインティングデバイスとして、スクリーン上にポインターを表示する、簡単な描画を行う、といったことができる。また、スクリーンに表示されるドキュメントはハンドコントローラーによって拡大縮小、および移動が可能であるため、スライド内の小さい絵や文字であっても読みやすくすることが出来る。

### 3) プレビュースクリーン

仮想空間には仮想カメラが存在し、それで撮影された画像はプレビュースクリーンに表示される (図 6)。プレビュースクリーンのユーザーインターフェースの構成は以下の通りである。



図 6 プレビュースクリーンの UI

- ① スクリーンの表示設定のためのトグルボタン。「画面反転」を ON にすると、スクリーンが左右反転して鏡像表示になる。「Zoom Cast」を ON にすると、

Spout への画像転送が開始され、同時にプレビュースクリーンの向かって右側にデスクトップスクリーンが表示される。

- ② プレビュースクリーン。仮想カメラが撮影した画像が表示される。
- ③ 動画録画・再生用ボタン。仮想カメラの画像は、録画として記録、再生することが可能である。録画品質は High Res (高品質)、Low Res (低品質) を切り替えられる。録画した動画ファイルは、指定のフォルダに保存される。

仮想カメラは、フレーム内にちょうど教材提示スクリーンを含めるように配置されている。配置上は、仮想カメラの前にプレビュースクリーンが立っているが、仮想カメラにはプレビュースクリーンそのものは映らないよう設定されている。アバターが仮想カメラと教材提示スクリーンの間に立てば、カメラに撮影される。

### 4) デスクトップスクリーン

デスクトップの画像をキャプチャするため、uWindowCapture(<https://github.com/hecomi/uWindowCapture>)を採用した。これを用いて、アプリケーション内からデスクトップを見ることが出来るようになった (図 7)。実際のオンライン授業では、Zoom や Google Meet などのオンライン会議システムの UI をデスクトップに表示し、他の参加者の画像や送信されたチャットメッセージやマイクのボリュームなどを VR 内から確認する、といった運用を行うことで、受講者との双方向性を維持することが出来る。

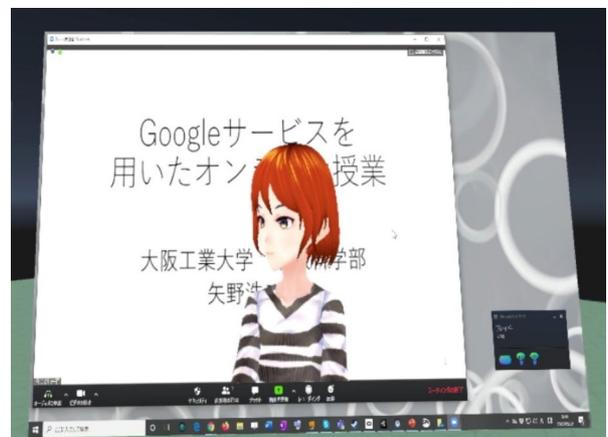


図 7 デスクトップスクリーン

### 5) キャプチャ画像のビデオ会議システムへの転送

VR 内の仮想カメラでキャプチャされた画像は、ビデオ会議システムにも転送される。Keijiro Takahashi 氏の KlakSpout (<https://github.com/keijiro/KlakSpout>) を用いて、VR 内仮想カメラがキャプチャした画像を Spout (<https://spout.zreal.co/>) に出力する。Spout はアプリケーション間でのテキスト共有のためのライブラリである。さらに、バーチャルウェブカムとして動作する SpoutCam (<https://github.com/leadedge/Spout2/tree/master/SPOUTCAM>) によって Spout から画像を受信し、それを Zoom から選択することで、Zoom 内の自分のウェブカム画像を VR 内の

仮想カメラでキャプチャ画像に置き換えられる（図8）。



図8 Zoomでのバーチャルカメラの選択

一方 Google Meet などは SpoutCam が認識しないため、一旦 OBS Studio (<https://obsproject.com/ja>)や SparkoCam (<https://sparkosoft.com/>) などの映像配信アプリケーションに SpoutCam を認識させることで利用可能になる。

### 3. 授業実践：結果と考察

本システムを用いたリアルタイムオンライン講義を、著者が担当している1年生向け授業「生命科学基礎」(3コマ、受講者数296名)において実践している。オンライン会議システムには Google Meet を使用している。各授業の初めの10分程度を「今日の授業の概要」とし、その回で学ぶべき概念、用語を本システムを用いて紹介している。授業の最後のアンケート(授業に対して「質問・感想・コメントを自由に書いてください」)では、以下のような声が寄せられた：

- ・新鮮で楽しい。
- ・見ても面白い。またよければ見たい。
- ・対面授業の様で面白かった。
- ・わかりやすく良い。
- ・どこを指して話しているのか分かりやすい
- ・新鮮で、オンライン授業ならではのだなと思った。
- ・対面で受けているような気持ちになれて分かりやすかった。

受講生からは概ね好評であったが、デスクトップスクリーンに映る Google Meet のチャット画面が小さいため、学生からのコメントを上手く拾えないことが何度かあった。また、本システムでのレクチャーの次に画面共有を使った授業を行うが、そのための画像、音声ソースの切り替えに手間取ることがあったのも課題であった。

現在のオンライン授業は、単に講師によるレクチャーを視聴するだけではなく、チャットによる双方向コミュニケーション、課題の出題、提出など様々なアクティビティを組み合わせることが一般的である。本システムを使うことで VR からレクチャーを配信したり、チャット画面への受講生の書き込みに対して口頭でリアクションするといったことが可能になったが、チャットに対して文章で反応する、課題を配信、回答を収集してフィードバックする、といった活動は未だ難しい。

そのため現状では、本システムのような VR からの授

業配信は、通常のデスクトップ(画面共有)配信と組み合わせることが現実的な選択肢である。そのため、VRを用いた講義を授業全体においてどう位置付けるかが重要になる。今回授業実践を行った「生命科学基礎」では、通常(VRを使っていなかった)の授業において、受講生から「授業のペースが速くてわかりづらい」という声が寄せられていたため、授業の初めの10分程度にVRを利用して、重要なポイントを時間をかけて説明することで、学生のモチベーションと理解度を向上させることを試みた。アンケートにおける受講生の反応を見る限り、一定程度は意図した結果が得られていると考えられる。本システムはほかのVRライブ配信システムに比べればシンプルであるとはいえ、HMDなどの準備に一定の手間がかかるため、授業時間内に繰り返し利用することは実用的ではなく、今回の実践のように、授業の最初などでワンポイントに使うことが活用を中心になるだろう。

### 4. おわりに

本稿では、アバターを用いた仮想スタジオシステムをオンライン会議システムと組み合わせることで、VR内からのオンライン授業を行う方法と、それによる授業実践について紹介した。今後は、PDFなどの文書や画像だけでなく、3Dモデルなど仮想空間ならではのコンテンツを授業に活用するための技術開発についても検討していきたい。

### 参考文献

- (1) J. M. Santos-Espino, M. D. Afonso-Suárez, and C. Guerra-Artal, "Speakers and boards: A survey of instructional video styles in MOOCs," *Tech. Commun.*, vol. 63, no. 2, pp. 101–115 (2016).
- (2) J. Wang, P. Antonenko, and E. Fieldman, "Instructor Presence, Visual Attention, and Learning in Educational Video: Content Difficulty Matters," *J. Vis.*, vol. 17, no. 10, p. 891 (2017)