

## 研究の背景と目的

2016 年は実質的な VR 元年と言われ、商用の VR (Virtual Reality : 仮想現実) の HMD (ヘッドマウントディスプレイ) として Oculus Rift CV1、HTC VIVE、PlayStation VR などが発売されたが、これらは高性能のコンピュータや高性能ゲーム機器が必要とされ、いずれも据え置き型で本体のコンピュータと有線の結線が必要であった。

2017~2018 年では Oculus Go や Lenovo Mirage Solo with Daydream などの外部のコンピュータを必要とせず単体で動作するスタンドアロン型の HMD が相次いで登場し VR の実質的な普及期がスタートした。

更に 2018 年以降には回転方向だけでなく上下左右の方向も検知できる 6DoF (six degrees of freedom : 6 軸自由度) のスタンドアロンの VR 機器の VIVE Focus や Oculus Quest などが発売され、VR 機器と新たな VR コンテンツの登場に期待が高まった。

VR コンテンツは 360 度のビジュアル空間だけでなく、空間音声 (Spatial Audio) やバイノーラルと呼ばれる立体的な音響環境も重要な要素である。そこで本年度では 6DoF 対応の VR 機器および 360 度映像と 180 度映像の VR180 の映像を利用した VR コンテンツに空間音声を導入する表現手法の研究を行った。

## 研究内容

### (1) 立体音響技術と利用方法についての調査

まず最初に立体音響の技術についての情報を収集して最新の知識を身につけた。VR コンテンツにおける立体音響は、5.1 サラウンドのようなスピーカーの配置に依存する形式ではなく、360 度の音声を記録できる Ambisonic という 3D 音声技術を用いてステレオのヘッドフォンに方向に応じた音声をリアルタイムにレンダリングする手法が多く用いられている。Ambisonic の処理はコンピュータへの負荷が重くなるため、VR コンテンツでは必要な音声だけを Ambisonic 対応とし、それ以外は通常ステレオ音声またはバイノーラルとする手法が通常採用される。スタンドアロンの HMD では CPU 能力が低いためこの点に特に留意が必要である。

プロのゲーム開発現場などではプログラマーとサウンドデザイナーとの仕事を分離できるオーディオミドルウェアの Wwise という高度なライブラリが利用されることが多い。

### (2) 空間音声対応コンテンツ制作環境の整備

Ambisonic やバイノーラルの立体音響に対応した VR コンテンツを制作するための環境として、以下の機材整備とベーシックな動作チェックを実施した。

Ambisonic 録音機器に Zoom H3-VR を、VR 映像カメラに 360 度映像と VR180 のステレオ映像の両方に対応した Insta360 EVO を導入した。H3-VR は低価格であるが内蔵する加速度センサーで方向に依存した音声がリアルタイムで確認でき、三脚で同軸上に

360 度カメラを取り付けられる便利なアダプタが付属する。Insta360 EVO は Oculus GO との相性が良く、Wifi 接続でカメラに収録した映像を直接 HDM で確認できるほか、5.7 K の高画質に対応している点が優れている。VR 特有の映像撮影のために 5m の高さで撮影できる VR 専用三脚も導入した。

6DoF 対応の HMD として VIVE Focus、Oculus Quest、Oculus Rift S を新規導入した。

Ambisonic の音声編集ツールとして REAPER という DAW (Digital Audio Workstation) を利用した。REAPER は Ambisonic の高度な機能に対応するだけでなく、評価中は無料で使用できる点が優れている。

360 度映像に自由な空間位置に音声を配置したり、立体音声のエフェクトをかけるために、REAPER に対応している AUDIOEASE 360pan suite 3 というオーディオプラグインを導入した。

### (3) Ambisonic 対応の Unity ライブラリの試用

Ambisonic に対応する VR アプリの制作するためのライブラリは多数存在するが、Android をベースとするスタンドアロン HMD でも利用できる代表的なライブラリとしては、Oculus Audio SDK と Google Resonance Audio があげられる。今回は両者について Unity 対応のライブラリを使用してサンプルプログラムを実行して HDM 実機での比較を行った。両者ともシンプルな立体音源の配置や基本エフェクトについて確認ができた。Resonance Audio では 3D 空間のマテリアルの音響特性を反映させる細かな音場の設定を実現していたが、この機能を使うと CPU に負担がかかるため、スタンドアロン HMD の VR アプリへの利用には慎重な判断が必要であることが判明した。

### (4) 教育への利用

アートサイエンス学科では令和元年度に教材として Oculus GO と Insta360 EVO を 25 台、Oculus Quest を 5 台、H3-VR を 5 台、5m の高さの VR 三脚を 1 台を導入して VR コンテンツ制作のための環境を整備したが、導入のための良い事前検証をすることができた。これらの機材は 3 年次の UX デザイン演習での VR コンテンツの構想と作品制作、ラボ演習 1 の作品制作に利用された。今後もこうした制作環境はアートサイエンス教育に大いに役立つことが期待される。

### (5) 今後の展開

VR 作品の実践的な立体音声表現の手法が判明したので、今後 VR コンテンツの制作に役立てていく。

また、Ambisonic の多チャンネルスピーカーへのレンダリングはスピーカーの数や配置に依存しないので、自由なスピーカー配置での立体音響を実現できる。こうした立体音響の利用形態は今後イベント会場やコンサート会場での応用が広がっていくと考えられるので、実験ドームのような多チャンネルスピーカーがある空間での実証実験も今後行っていきたい。