



新しい音楽鑑賞の提案 —「音のVR」を活用したバーチャルコンサート—



株式会社KDDI総合研究所
イノベーションセンター
マルチモーダルコミュニケーション
グループ
研究マネージャー

ほりうち としはる
堀内 俊治



KDDI株式会社
コミュニケーション本部
デジタルマーケティング部
Web・プラットフォームグループ
マネージャー

みやざき きよし
宮崎 清志

1. はじめに

KDDIとKDDI総合研究所は、新型コロナウイルス感染症の拡大により、多くの人が密閉空間に集う芸術文化の自粛が継続する中、ウィズコロナ期の公演の在り方を模索している新日本フィルハーモニー交響楽団と東京混声合唱団とともに、新しい音楽鑑賞の提案として119名のミュージシャンが演奏したバーチャルコンサートを、2020年6月8日から「新音楽視聴体験 音のVR」アプリにより配信を開始した。

KDDI総合研究所が開発した「音のVR」は、360度動画の见たい・聴きたい部分の音と映像に自由自在にフォーカスできるインタラクティブ視聴技術である。最大360度8Kビデオを伴う360度3Dオーディオから、空間的に自然な広がりを持つ、任意の範囲の音場をリアルタイムに合成、再生することができる。「音のVR」アプリを活用したバーチャルコンサートでは、視聴者の動作やスマートフォンなどの操作に応じて、好きなパートに近づいたり遠ざかったりすることができ、あたかもコンサートホルの舞台上や客席を自由自在に移動し、自分だけの特等席で音楽を鑑賞しているような疑似体験が可能である。

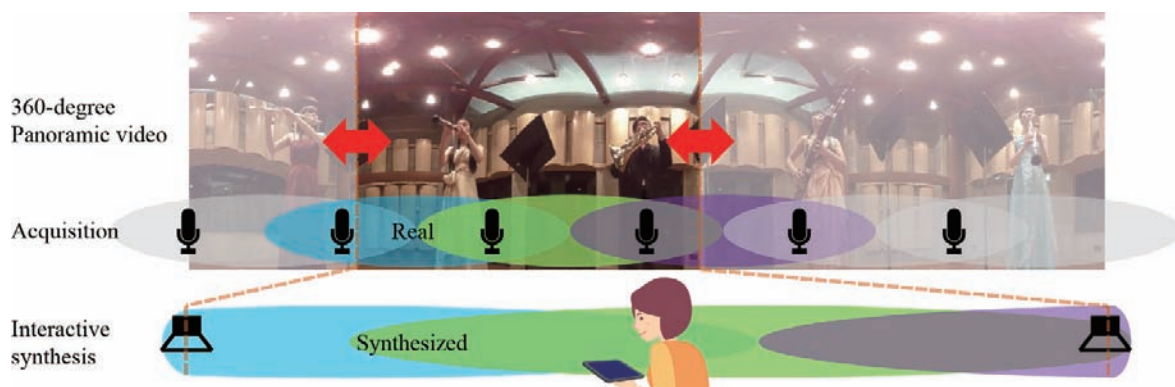
本稿では、音のVR技術の技術概要と制作方法、今回の

取組みにおける制作方法を振り返るとともに、取組みの経緯と社会貢献への思いを述べ、最後に今後を展望する。

2. 音のVR技術

2.1 背景

インタラクティブ視聴は、視聴者の操作や動作に応じて、任意の角度や位置から実際のシーンを臨むことができるため、通信、放送及び他のエンタテインメントなど、幅広い用途が見込まれている^[1-3]。近年、ARやVR技術の活用が進展するにつれて、360度動画のインタラクティブ視聴が注目を浴びている^[4, 5]。360度動画は通常、人の視野角以下の定められた画角で、すなわち360度のうち、任意の範囲を選択的に表示する。一方、人の聴覚は全方位的であることから、これらの音響は通常、360度全ての範囲を再生する。この再生には、アンビソニックス^[6]、バイノーラル^[7]あるいはサラウンド方式が用いられることが多いが、結果として、視聴者が見る映像の範囲と聴く音場の範囲とに差異が生じている。また、360度動画のインタラクティブ視聴は視線方向の自由度を視聴者に提供したもので、視点位置は制限されるが、画角の自由度を視聴者に提供するこ



■図1. 360度動画の见たい・聴きたい部分にフォーカスできるインタラクティブ視聴技術「音のVR」



とにより、視点位置の移動感を伴わせ、より自由な新たな体験とインタラクションを視聴者に提供できると考えた。そこで、研究開発にあたり、空間的な広がりを持つ音場として、任意の範囲を選択的に合成し、映像の表示範囲に体感的に合致したインタラクティブ視聴の実現を狙いとした。

2.2 技術概要と制作方法

これまでに筆者らは、360度動画のインタラクティブ視聴向けに、指定した任意の角度範囲の音場を合成する音場の選択的合成手法を提案し、提案手法を組み込んだスマートデバイス向けの360度動画再生アプリ（iOSアプリケーションソフトウェア）を開発した^[8, 9]。提案手法は、2チャンネル間のスペクトル変形に基づくステレオ幅制御ならびに時間周波数マスキングを用いて、円状または球状マイクロホンアレイにより收音されたマルチチャンネルサラウンド音響から、任意の方向を中心とした最小30度程度から最大360度の任意の角度範囲を持ち、拡大縮小されたステレオ幅を伴う2チャンネルステレオ音響を合成しており、空間情報が保たれるという特徴を持つ。本アプリでは、スマートデバイスのタッチスクリーン上におけるジェスチャによる操作と、スマートデバイスの回転や移動による動作により、視聴者が指定した任意の角度範囲の360度動画を楽しむことができ、再生される2チャンネルステレオ音響はその範囲に応じて空間同期の観点から変化する。提案手法は、短時間フーリエ変換（short-time Fourier transform: STFT）及びオーバーラップアドを伴う逆STFTにより、周波数領域でのデジタル信号処理として実装している。

コンテンツは、正20面体を成す19チャンネルの球状マイクロホンアレイ（Zylia社製ZM-1）などにより收音して、マルチチャンネルサラウンド音響に変換の上、MPEG-4 AACまたはMPEG-4 ALSフォーマットで、また、360度ビデオカメラ（Shenzhen Arashi Vision社製Insta360 Pro 2）などにより撮影して、ITU-T Rec. H.264/MPEG-4 AVCまたはITU-T Rec. H.265/MPEG-H HEVCフォーマットで、一体としてMP4またはTSファイルフォーマットで格納、多重化している。なお、後処理スティッチングにより動画解像度は最大8Kエクイレクタングラフォーマットの7680×3840ピクセル、ビデオソースのフレームレートは30fps及びオーディオソースのサンプリングレートは48kHz、量子化ビットは24bitである。

以上により、見たい・聴きたい部分の音と映像に自由自在にフォーカスできるインタラクティブ視聴技術「音のVR」を実現している。



■図2. 使用したマイクロホンとカメラ

2.3 今回の取組みにおける制作方法

今回のバーチャルコンサートの取組みにあたっては、一同が一堂に会しての前述の撮影収録に代えて、119名のミュージシャンの皆さんそれぞれに、スマートフォンなどにより、個別に撮影収録いただき、VR化とサラウンド化を行う制作方法をとった。手順は、まず、ピアノ伴奏の撮影収録を行い、次に、その伴奏をイヤホンなどで聴きながら、譜面どおりに演奏、撮影収録いただくという流れである。これにより、曲中でのずれは生じないが、頭出しは手作業であり、本コンテンツは制作チームの苦勞の賜物となった。なお、動画背景の「すみだトリフォニーホール」のステージ写真は、制作チームが事前に撮影を行った。

3. 取組みの経緯と社会貢献への思い

KDDIとKDDI総合研究所は、開発した技術やアプリの受容調査、インタラクティブ視聴技術の普及ならびに広報を主な目的として、CEATECなどの主要な展示会に出展するとともに、4Gよりもはるかに早い通信速度で、遅延なく多くのデバイスと通信できる次世代通信規格5Gサービスの開始を見据え、「5G時代の新しい音楽視聴体験」をテーマに、2017年より音のVR技術を活用したコンテンツ制作を開始。これまで、「モーニング娘。」「アンジュルム」などアイドルグループのコンテンツを配信し、ファン目線では「推しメンの映像にも音にもズームできる」、アーティスト目線では「誰もがセンターになれる」といった音楽鑑賞の新しい体験価値を生み出してきた。

そして本来であれば、5Gサービスが開始される2020年は、「5G時代の新しい音楽視聴体験」を5Gエリア内で実現していくはずだったが、新型コロナウイルスの影響により計画を変更。多くの小中高等学校で卒業式の式典中止や



■ 図3. アイドルグループのコンテンツ制作に活用^[10]

縮小が余儀なくされ、卒業合唱を歌うことによる思い出づくりができなくなった社会問題を受け、「卒業式で歌われる合唱曲を卒業生に送ろう」という趣旨で、日本を代表するプロ合唱団である東京混声合唱団とともに、まるで卒業式の合唱の場にいるような疑似体験を楽しめる卒業式向け合唱コンテンツを制作し、2020年3月に「音のVR」アプリで配信した。

その後も不要不急の外出自粛や活動自粛により公演の中止が相次ぐエンタテインメント界では、ミュージシャンたちがリモート（テレワーク）で演奏や合唱を行い、YouTubeで公開する活動が広がっていた。そうした中、ウィズコロナ期の公演の在り方を模索している新日本フィルハーモ



■ 図4. 卒業合唱コンテンツ

ニー交響楽団と東京混声合唱団とともに、自粛明けの音楽活動の再開・始動に向けた新しい音楽鑑賞の提案として、今回の119名のミュージシャンが演奏した「音のVR」バーチャルコンサートを企画。通信技術を活用して新型コロナウイルスの影響による社会課題を解決したいというKDDIとKDDI総合研究所の考えと、ミュージシャンとして困難な状況におかれながらも、「新しいことに挑戦して活路を見出したい」という両団の想いが共鳴し実現するに至った。

4. おわりに

本稿では、音のVR技術の技術概要と制作方法、今回の取組みにおける制作方法を振り返るとともに、取組みの経緯と社会貢献への思いを述べた。

KDDI総合研究所が開発した「音のVR」は、360度動画の見たい・聴きたい部分の音と映像に自由自在にフォーカスできるインタラクティブ視聴技術である。

インタラクティブ視聴において、視線方向の自由度だけでなく画角の自由度も視聴者に提供し、音にも映像にも自由自在にフォーカスできるという「音のVR」の一機能は、制作者視点のマスコンテンツに対しても、視聴者ごとの好みの被写体、すなわち好みのアイドルやスポーツ選手に「近づける」という、ユーザセントリックエンタテインメントを実現し、視聴者視点の新たな体験価値を訴求するとともに、コロナ禍においても、新しい音楽鑑賞の提案として、社会課題の解決に貢献することができたと考えている。

「音のVR」は、音楽鑑賞やスポーツ観戦をより能動的に、お客さまごとの好みに応じて楽しんでいただきたい、という思いから開発した。コロナ禍で生まれたバーチャルコンサートを、新しい音楽鑑賞スタイルで楽しんでいただければ幸いである。

KDDIは会社の目指す姿に「社会の持続的な成長に貢献する会社」を掲げ、自社の成長のみならず社会課題にしっかりと向き合い、SDGsの取組みを通じて社会と共に成長を目指している。また、新型コロナウイルス感染症対応に関する基本方針の一つとして、「生活の不安・困難を減らし、心を満たせるようなお客さま体験」を提案することで社会的使命に添えていくことを宣言している。2020年3月の卒業合唱から始まった、コロナ禍における音のVR技術を活用した取組みは、これら企業方針を具現化した取組みでもある。今後もKDDI、KDDI総合研究所は、通信技術や五感技術、パートナーシップを通じて社会課題の解決に貢献していく。



■図5. 119名のミュージシャンが演奏したバーチャルコンサート^[11]

KDDIのSDGs



■図6. KDDIのSDGs

謝辞

新日本フィルハーモニー交響楽団と東京混声合唱団の皆さまならびにご協力いただいた関係各位に深謝する。

参考文献

- [1] T. Kanade, P. Rander, and P. J. Narayanan, "Virtualized reality: Constructing virtual worlds from real scenes," *IEEE Multimedia*, 4(1), 34-47, 1997.
- [2] M. P. Tehrani, K. Niwa, N. Fukushima, Y. Hirano, T. Fujii, M. Tanimoto, K. Takeda, K. Mase, A. Ishikawa, S. Sakazawa, and A. Koike, "3DAV integrated system featuring arbitrary listening-point and viewpoint generation," *Proc. IEEE 10th Workshop on Multimedia Signal Processing*, 855-860, 2008.
- [3] T. Horiuchi, H. Sankoh, T. Kato, and S. Naito, "Interactive music video application for smartphones based on

free-viewpoint video and audio rendering," *Proc. ACM 20th International Conference on Multimedia*, 1293-1294, 2012.

- [4] 三上 弾, 國田 豊, 鎌本 優, 志水 信哉, 丹羽 健太, 木下 慶介, "高臨場感観戦を盛り上げる映像音響技術," *NTT技術ジャーナル*, 27(2), 31-35, 2015.
- [5] 山口 勝, "公共放送による360°映像のVR配信の意義〜2020年とその先に向けて〜," *放送研究と調査*, 67(11), 90-97, 2017.
- [6] R. K. Furness, "Ambisonics-An overview," *Proc. AES 8th International Conference: The Sound of Audio*, 181-189, 1990.
- [7] J. Blauert, *Spatial hearing: The psychophysics of human sound localization*, MIT Press, 1996.
- [8] 堀内 俊治, 新井田 統, 滝嶋 康弘, "インタラクティブ視聴を実現する音場のズーム合成技術の研究開発," *映像情報メディア学会誌*, 73(1), 167-172, 2019.
- [9] T. Horiuchi, S. Niida, and Y. Takishima, "OtonoVR: Arbitrarily angled audio-visual VR experience using selective synthesis sound field technique," *Proc. ACM 20th International Conference on Multimedia*, 2211-2213, 2019.
- [10] KDDI, KDDI総合研究所, "au×ハロー!プロジェクト 推しメンの声が際立つ!「音のVR」による新音楽視聴体験コンテンツを制作," <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/03/14/3010.html>, 2018.
- [11] KDDI, KDDI総合研究所, "119名のミュージシャンがリモート演奏!新日本フィルハーモニー交響楽団と東京混声合唱団が共演したバーチャルコンサートを「音のVR」で配信," <https://www.au.com/information/topic/content/2020-019/>, 2020.