

動画ライブ配信と簡易VR技術の活用

松井 洋 泰*

【要 旨】

コロナ禍の影響により、規模の大小を問わず様々な方面でイベントの無観客化、講演会やセミナーなどが相次いで自粛や中止されている。一方、それらを補完する目的から、テレワークの推進をはじめ、動画をネット配信するなどの需要が急激に増えつつある今日、業務で活用できる高画質で安定的な動画ライブ配信技術手法の検証・構築と、映像制作を簡素化する技術手法として簡易VR技術を用いた動画配信により高効率化と高精度化技術について調査・考察した。

1 はじめに

新型コロナウイルスの影響により、規模の大小を問わず、様々な方面で大勢集まるイベントの無観客化、講演会やセミナーなどが相次いで自粛や中止されている。また、それらを補完する目的から、テレワークの推進をはじめ、中継動画をライブネット配信する需要が急激に増えつつある。

昨今の映像関連機器の進化や低価格化は目を見張るものがあり、これらを有効活用した、小規模なイベントや遠隔地で実施されるセミナーを、気軽にライブ配信する技術手法や、新たな仕組みが求められている。

2 研究方法

各種イベントや、業務での使用にも耐える、高画質でフリーズやエラーの無い安定的な動画ライブ配信を目指して、従来のテレビ会議システムのノウハウ等も応用し、テレワーク時の会議、イベント参加者向け限定のインターネット配信時の課題などについて明確化と実証をする。

中継時に撮影や編集などの映像制作技術を簡素化する技術手法として、臨場感を向上するための簡易VR技術の活用等について調査・検証するこ

とで、動画ライブ配信時の制作技術の効率化と高精度化に役立てる。

3 結果及び考察

3. 1 イベント動画のネット配信について

当センターでは以前から、映像収録を中心としたDVDやケーブルTV局等の番組制作を通して、過去に数多くの舞台やセミナー、ライブイベントを中継収録してきた実績がある。現在のようにインターネットを使用した動画配信が普及する中で、それら技術の蓄積を応用して、現在、実際に当センターで実施しているセミナーなどの動画配信の配信業務を通して、より安定的で制作スタッフにも負担の少ない動画配信方法について、関連技術の検証と実証をおこなった。

その結果セミナー等、配信時の映像制作の基本技術や使用機器の扱いや、そこで発生した問題への対応等については、過去の知見から大きく課題となる、技術的な不安要因はほとんど無かったため、本報告では、動画配信時に一般的に想定される、主催者側に求められる実施時の注意点や、運営に当たって想定外だったネットワーク活用の課題や事例などに加え、動画制作時に失敗しがちな場面やその解決方法を中心に、抜粋して記述することとする。

*企画連携課 主任研究員

3. 1. 1 ネット配信時の音声について

今回一般的な検証ツールと想定した、ZOOM、Teams、YouTube等を使用した、いずれの場合にも共通した配信時の課題として、予想していた以上に「映像」よりも「音声」に関する設定や、関連機器の不足、接続手段のトラブルなどが多いことがわかった。また以前からテレビなどで映像制作業務をおこなっている現場においては、一般的に、映像品質もさることながら、音声の品質の悪さが、想像以上のストレスを視聴者に与えることは知られていたが、今回の検証の結果、セミナー時の動画配信においても同様であることが改めて確認された。

遠隔地での受講を前提としたネットワーク配信の場合、特にセミナー受講者からの「質疑応答」時などに、配信システムの双方向通信機能を使用することが増えているが、こうしたケースにおいて、受講者側の音声環境が、主催者側が事前に想定した聴講環境と異なる場合も多々あり、その結果、講師や他の受講者の音声品質がバラバラになってしまい、明瞭に聞こえないケースも多く見受けられた。配信時には、会場でのリアルな聴講に比べて、主催者が提供する「音声の不適切さからくるストレス」が普段のセミナーに比べ、大きいと感じる傾向になることがわかった。

なお、それらトラブルの原因について現場の状況などから考察した結果、主催者側は、従来からセミナー会場に設置されている、設備機器を使用する中で、比較的メインストリームとして捉えやすい「映像視聴の状況確認」に比べ、「音声」に関しては若干、付属要素的な感覚で「聞こえているか、どうか？」の状況の確認のみで、実際に流れている音声ノイズの有無や音量の適切さまで、普段から運用時にあまり「詳細に意識した調整をしていないことが多い」からではないかと考えられる。それらは会場内で講演者から直接「地声」

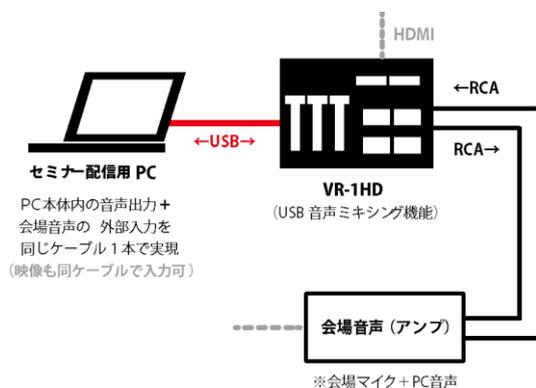
が聞こえるため講演時の深刻な音声トラブルとして認識されていないことも要因と思われる。

またネット配信のようにマイク、スピーカー、ヘッドセット、イヤホンなど多岐にわたる音響機器を複合化して運用する場合、遠隔地のセミナー受講者の音量調節など、接続の詳細まで主催者が直接、個別コントロールできないことから、トラブル発生時、即座に「適切な解決方法を提示する事」が、より困難になることが多いと考えられる。

3. 1. 2 音声のUSB接続

会場と受講者を結ぶ、個々のネットワーク環境だけではなく、特にノートタイプなど、最近のパソコンの特徴として、小型軽量化を図るために音声の入出力端子を、極端に少なく設計されているものも多くみられ、例えば本体にはUSB端子しかないなどというケースもよくある。

セミナー会場などに常設設置されている、既存の従来からある音響設備や機器と、パソコンなどネットワーク使用を前提とした機器との間で、音声端子の不足からそのままでは接続できなかったり、音量調節などが思うようにいかないケースなどあり、イベント実施寸前までそれらに気付かず、当日に初めて、現場で突発的に予想外のアクシデントとして発生してしまうなど、多くの課題があることも様々な事例を通して確認できた。



PC 音声の入出力と映像入力をケーブル 1 本で実現した例

そのような中で、接続トラブルの解決策として図のようにUSB音声のミキシング機能を持った機器を使用し、1本のケーブルで音声の入出力を同時に可能とすることで、課題解決につながったケースがあったのでここで紹介する。

この例では、1台の配信用パソコンを使用して、会場のカメラや、そこで映し出されているプレゼン映像などは、写真の映像スイッチャー（VR-1HD）で画像合成後に、USBカメラと認識させ



USB対応のスイッチャー（AV STREAMING MIXER VR-1HD）

入力し、また同時に、会場のアンプからの音声も画像と一緒に入力することで、セミナー会場の様子をZOOM、Teams等を使用して、遠隔地の受講者に配信している。また遠隔地からネットワークに接続している受講者の音声を、先ほど説明した（配信用パソコン入力に使用しているのと同じ1本の）USBケーブルで、逆方向にミキサー側へ、パソコン音声の出力として、会場内に設置されているアンプに提供することで、会場にいる講師や受講者にリアルタイムに聞こえるように接続した事例である。このケースのように、USBで使用する音声のルーティング設定（もしくはループバック機能など）が利用できれば、映像に加え、音声の往復を同時に、1本のケーブルだけで入出力接続可能なので、端子が少ない機器で配信する場合には参考にしてほしい。

一般的には困難なケースでも、当センター主催

のイベントでは、この検証事例のように、当センターが「映像関連の相談時」に、中継等で使用するために、以前から所有している関連機器を、その場の判断で、内部のセミナー会場に即座に搬入して活用することができたため、何れも比較的にスムーズに問題を解決することができた。

逆に、例えば講師が当センター内ではなく遠隔地から講演を実施する場合などは、講師からの配信のメインストリーム（本線）の映像や音声の品質に、不具合が発生した場合にはやはり、瞬時の対処が難しくなるため、今回の検証事例なども踏まえると、可能な限り、事前に綿密なテストをしておく必要があることなどが改めて確認された。

3. 1. 3 高画質ライブ配信について

動画配信用途の関連機器は現在、大幅な需要増加もあり、予想していた以上に世界的にも品薄となっていることから、ここで紹介する配信関連の機器についても、その手配や入手自体の遅れが発生した。

また配信用ネットワークや、使用する機器の設定等に関しても、会場のセキュリティ変更が簡単にできないなど、複合的な原因が重なってしまったことから、残念ながら、当初に目標としていたYouTube LIVE等、数百人規模の、ある程度大きな人数を想定した配信の検証については、この期間内には実施できず、ここでは構内ネットワークに限定した配信テストや、購入機器の配信時の基本動作確認のみとなった。

そのような条件の中でも、今回購入した小型ライブ配信専用機器「LiveShell.X」について何点か課題等の確認ができたので、その内容についてもこの場で簡単に報告する。

今回、検証に使用した大規模な高画質ライブ配信にも対応可能な、「LiveShell.X」は、配信用のパソコン等を使用せず、ビデオカメラや



写真はハンディカムとケーブルで直接、接続した例

映像機器から、写真のようにHDMI端子をケーブル接続して、本体LAN端子から直接、インターネット上にある既存のライブ配信サーバーへ安定した高画質（ハイビジョン1080/60P）で配信できる動画エンコーダー内蔵の「小型ライブ配信専用機器」である。（無線LANも使用可）

また、HDMI端子から映像入力が可能のため、例えば、テレビ番組制作などで使用する大型カメラや映像スイッチャーなどの業務用映像機器からでも直接、インターネットへライブ配信できる特徴を持つ。その際には、合わせて同時に3か所のサーバー配信や、同機内のSDカードへ、配信映像の同時記録ができる業界定番の機器である。



業務用カメラに直接搭載した例（バッテリー運用も可能）

なお本機を運用するに当たっては、「ダッシュボード」と呼ばれるネットワーク上の専用サーバーで機器の登録作業や、配信設定をする必要が

ある。（構内配信のみの、インターネット等の外部配信をおこなわない場合でも、使用する機器の事前登録が必須条件となる）実は今回、試験的に配信を実施する目的で機器登録しようとしたが、当センター内のネットワークからは、セキュリティの事情で、専用サーバーに接続することができないことが検証の結果判明した。

そのため、苦肉の策で今回は、一時的に、本機を外部のネットワークに持ち出しして、インターネットに接続し登録作業等をおこなう結果となってしまった。なお実際に機器の登録後であれば、配信等の設定は、あとで本体ボタンや、PCからも直接、音声信号を送る等の方法により（一部の機能には限られるが）専用サーバーに接続できない状態であっても、設定の変更等は可能である。

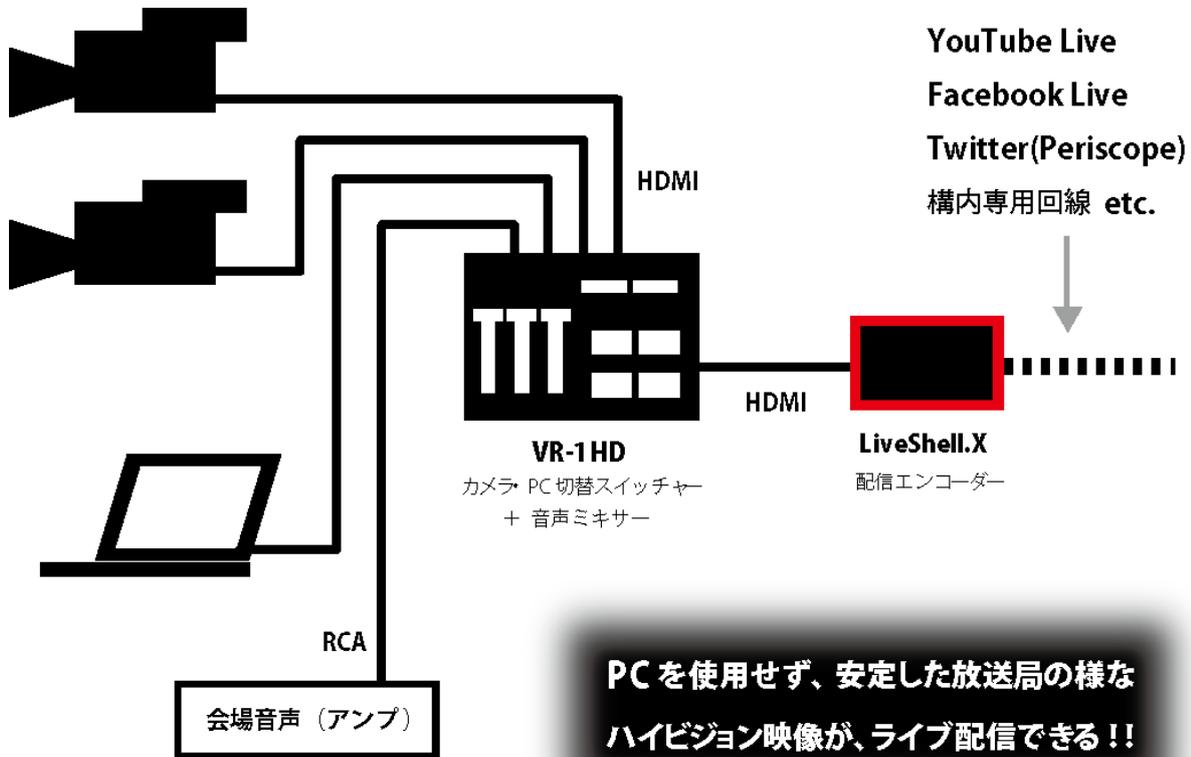
また本機の仕様では、専用サーバーに接続するためには、ポートTCP：80、443、999が開いていることが必須、さらにYouTube LIVE等、外部の動画配信サーバーからの広域配信には、ポートTCP：1935を追加で開ける必要があることを確認した。ライブ配信に本機を使用するに当たっては、これらが実施する会場のネットワーク環境の前提条件となるので、合わせて追加報告しておく。

実際に、当センター内で実施された会議で検証のためテスト配信を、次ページの図のような接続で大型カメラやプレゼン用パソコンなど、複数台を接続した映像スイッチャー（VR-1HD）に、同機をHDMIで直接接続し使用した。本機自体を配信サーバーとして構内専用LANを使用して配信、検証したが、その際の画質は当日、同時配信のTeamsの画質を大幅に上回る高画質な状態で安定した配信ができていることを確認した。

ただし、今回のように同機の、配信サーバー機能を使用した場合、1080/60Pの高画質配信では、サーバーへのアクセス数が、複数に増加

した時点で、約20秒間ごとに画像リフレッシュが発生したことから、本来の高画質な配信画質の維持は難しく、実際に「フルハイビジョン信号のまままで配信」等を必要とするケースでは、運用時

には同機以外にも別途、構内に専用配信サーバーや、もしくはYouTube LIVE等、外部の配信専用サーバーを用意して、接続して使用するのが望ましいことが検証の結果確認できた。



図は検証した会議開催時の機器接続例（赤枠が配信エンコーダー）

3. 1. 4 リモート見学等の撮影技術

イベント自粛の影響で、スマートフォンやカメラを持って「工場内などを歩き回りながら見学会を実施・体験」するイベント（リモート見学会、オンラインツアー等）も増えている中で、当センターにおいても、同種のネット配信映像を制作した際に、改めて確認できた「現場でまた経験の浅い撮影者」でも失敗しにくい「注意すべきポイントや撮影手法」があるので、この場をお借りして紹介する。

撮影に使用するカメラは、なるべく「ハンディ

カム」や「スマートフォン」などの小型の一般的に日常目にするものを使用の方が良い結果が得やすい。できれば「業務仕様の大型カメラ」などではないほうが良いと言える。

理由は「軽くて小回りが利くので、不慣れた撮影者でも使いやすい」ということもあるが、実は一般的にほとんどの場合、出演者（説明者）が、テレビ等の映像の撮影現場や、自らが撮影されることに慣れていないことが多いので、特に大型の業務用カメラを向けられると少々圧倒され「取材を受けている感」が増し、非日常的な状況から必

要以上に緊張してしまい「ぎこちない」ふるまいやスムーズな撮影ができなくなってしまうことが多々あるから、というのがその理由である。

ただし、小型カメラにも欠点がある。このような状況で使用する際、注意点として、一般的に室内など「スマートフォンも含めて小型カメラは、その構造上、暗いところでの撮影に弱い」（自動でゲインアップするなど、無理やり明るくする）ため、ノイズの多い映像になってしまう傾向にある。画質を重視する場合には「小型」でも、なるべく「感度に余裕のあるカメラ」を使用するほうが良い結果が得られるので、その点は留意してほしい。（なお、現場が暗いからと言って「プロのような照明機材」の使用は、かえって緊張感が増すので、できれば避けたほうが良い。）

また、移動しながら説明する場面など、説明者を歩きながら撮影するケースでは特に、広角レンズ（35mmカメラ換算で28mmレンズ以上）で撮影した方が、望ましい結果が得られることが多い。理由は、広角レンズによる撮影は、手ブレに強く、少々の揺れでも画面酔いしにくいためである。（さらにカメラに手振れ補正機能があれば積極的に、最大限その機能を活用すべきである）



ハンディカムで近距離から広角撮影（27mmレンズ相当）

広角レンズによる撮影を推奨するのには、もう一点、別の角度からも理由がある。広角レンズを使用すると、その画角から、カメラ（のマイク）

に近い比較的「近距離」で撮影することになるため、結果的に、撮影時にエアコンなど周りの雑音も少なくなり「適正音量で明瞭に録音しやすい」ことがあげられる。

もちろん別途、収録専用のマイクを使用する方が良いのは確かなのだが、やはり普段からマイクで説明していないのであれば、説明者が録音のためだけにハンドマイクを持ったり、ピンマイクを身に着けたりすること自体が、緊張につながる。つまり先ほどの小型カメラを推奨したのと同じ理由で、普段やりなれていないことは、できる限り避けたほうが良い。

なるべく「日常の見学会に近いシチュエーション」を、撮影時にも再現することで、ストレスからくる失敗の多くを無くすることができる。結果、コンテンツの質も向上につながり、失敗撮影の回数も減らせることから、現場での拘束や撮影時間も短くなって、スタッフの負担を減らすことができる。

撮影技術については、多くの場合、手持ち撮影の場合も、カメラはなるべく左右に振ったり、頻繁にズームを使用せず「動かさず固定に近い状態」で保持して撮影できれば理想に近い結果が得られる。（拡大や大写ししたい場合は、ズームアップせず、なるべく撮影者が対象に近づいた方が安定した動画となる）ただし全体の広い範囲を撮影したい場合や、別の方向から、あるいは、移動している様子を撮影したいケースなど、どうしてもカメラを動かしながら撮影しなければならない場合は、少なからず起こり得る。

その場合「映像が動いている様子を見せたい」のか、「違う状況を見せたいから仕方なく動かしている」のかの判断により、前者の場合は、「じっくりと画面が揺れないように、ていねいにカメラを動かす」後者の場合は「とにかく速く次に必要な画面に、瞬時にカメラを向け移動する」

（編集のカットが変わるのに近いイメージ）をこころがけると良い。手持ち撮影の場合でも、この2パターンを意識して撮影するだけで、かなり見やすい映像となるので、是非試していただきたい。

ここまで紹介した内容は、業務で撮影しているカメラマンのノウハウを応用した撮影技術の紹介であり、参考にしていただけたら幸いである。

3. 2 VR技術を使用したコンテンツ制作

映像制作を簡素化する技術手法として簡易VR技術を用いた動画配信により高効率化と高精度化技術について、その可能性を調査・考察した。

またVR技術を使用したコンテンツ制作の現状について、実際に高額な専用機器をすでに導入、運用している企業にヒアリングし、その規模や現状について調査を実施した。

3. 2. 1 撮影機器の検証と応用

舞台やセミナー等の中継にあたって、複数台のカメラ、スイッチャー等を会場に持ち込むスタイルの中継は、従来から行われてきたが、映像関連機器の進化や低価格化は目を見張るものがあり、これらを有効活用した、新たな簡易VR技術の構築、検証ができないかと考え、今回調査・考察を試みた。

撮影機器のレンタルを当初計画したが、検証する予定機器の購入価格自体が、わずかながらレンタル費用よりも高価なところ（差額が数千円）まで安くなる中、また逆にレンタルでは、その準備段階から検証するための時間や、検証の使用条件から実用に耐えるかどうかの判断等までは難しいと考えた。また機器の高性能化が進む中、実質、予定の予算額からは連続2週間ほどしか借りられないうえ、想定していた内容についてまで検証結果が得られず、この短期間では報告するまで至らないと判断し、本研究内でのレンタル機器を使用

した検証は断念した。

そのような中で今回は、VR技術を使用したコンテンツや関連ビジネスの現状について情報収集するため、近畿経済産業局主催のセミナーをはじめ、映像産業関連団体の実施する各種技術講演会に参加・出席するとともに、現在、実際にVR撮影技術を駆使してコンテンツ制作をおこなっている企業に、ヒアリングし、VR技術の活用とコンテンツ制作現場、ビジネス状況について調査したので報告する。

3. 2. 2 VR撮影現場、機器運用と効果

すでに先行的に、高機能VR撮影機器を導入され、空撮などビジネス化されているFlying Star代表の小林氏に、VR撮影関連の現状や課題等について、業務の中で実感されている内容を中心にヒアリングさせていただいた。



同社独自開発の高画質VRカメラを搭載した空撮ドローン

- ドローンでの空撮を中心に、テレビ番組用の映像から建設現場やソーラーパネルの点検、団体スポーツ、害獣の生態観測などの様々な分野でビジネス展開され、空撮は、大型機からマイクロドローンまで幅広く使用。
- VR撮影では、全天球カメラ（Insta360 Pro2）を搭載した大型ドローンを独自開発され、高画質（8K30P 対応）6眼360度カメラで、主にテーマパークや観光地などの広大な敷地や空中散歩のクリアな映像を提供されている。

同社が導入した高画質VR撮影カメラ「Insta360 Pro2」は現在、業界ではスタンダードな存在で、ストリートビュー等の撮影現場でも使用されている。また同機の特徴は、3D動画撮影にも対応した、リアルタイム8K画素の、360度撮影ができる高画質VRカメラで、価格は本体のみで約70万円、なお同社ではカメラ以外にもVR専用の音声収録機器、スティッチング（360度映像の接続合成加工）や編集で使用する高速処理パソコンなど、専門性の高いシステムを併用しながら運用されている。

今回は機器本体の詳細や特徴などに加え、VR撮影現場の実状や課題等について、業務の中で実感されている内容を中心にヒアリングさせていただいた。ライブ撮影に関しては、このカメラを使用した場合、簡易的な（4Kでの）スティッチングであればリアルタイムに可能であること、また本機は高画質なことから、配信時に現在のネットワークインフラでは、対応が難しいことも多く、今後5Gが普及してくれば恐らくかなり改善されるのではないかとのご意見をいただいた。



導入の高画質VR（全天球）カメラ Insta360 Pro2

また本来の高画質なスティッチングや編集処理をするのには、グラフィック処理に特化したハイ

エンドPCを使用してもかなり時間が必要となることから、現状はライブ配信よりも、閲覧用の高精細VR動画を主に制作されているそうである。



同機で撮影した8K 360度3D動画のテスト映像

よく見られるアマチュア動画配信のようなレベルものではなく、業務として提供でき、直接収益につながるような高精細VR映像については、世間ではまだその普及や、価値、必要性についての理解と認知がされていないためか、求められるのは、目を引くサンプル的な撮影業務が多く、VR映像制作そのものが、収益の中心になるまでは至っていないのが現状であるとのことであった。

3. 2. 3 簡易VR制作技術と有効活用

調査などの結果から、研究テーマとして企画していた、映像制作を簡素化する技術手法については、その有効性の確認はできた。同時に課題として浮かび上がったのは4K以上の高画質映像のライブ配信には、回線速度の確保など、まだまだ解決できない課題が多く残っていることが確認された。それらは例えば5Gの普及などにより、コストの面でも今後解消される方向にあると思われる。

またビジネスモデルとしての可能性はあるものの、実質的にVR撮影技術を活用した高画質映像については、今回のヒアリング企業のように専門的な撮影システムを導入するケースも、実はまだ稀で、直接収益の見込める事例は、まだ少ないことも改めて確認された。

現在、プロ野球中継や有名人のコンサートなど、実施や検討されている、大規模で高額なシステム導入が必要な分野を除けば、今回、研究対象と想定している、中小規模事業者のイベント（視聴者が数十人から数百人程度の小規模会場）での実施を想定した場合には、関連機器の低価格化や高機能化、さらに回線の高速化と普及のタイミングなどが、今後のビジネス化にも大きく影響していくと考えられ、それらを確認することができた。

4 まとめ

動画ライブ配信では、映像もさることながら、音声のトラブルも多く、それらは想像以上のストレスを受講者に与えることが確認された。またマイク、スピーカー、ヘッドセット、イヤホンなど多くの音響機器を複合化して運用する場合、会場内は直接「地声」が聞こえることから、遠隔地の音声トラブルが認識しにくく注意が必要である。

ネットワーク環境の確認だけではなく、パソコンの小型軽量化で、音声の入出力端子がUSB端子しかないというケースもあり、既存設備との接続方法の確認なども含め、可能な限り、事前に綿密な準備やテストをすることの重要性が改めて確認された。

小型ライブ配信専用機器「LiveShell X」については、1080/60Pの高画質な状態で安定した配信ができることを確認した。またその条件のまま配信を必要とするケースでは、配信のためのネットワーク接続、セキュリティ状態の確認や、配信専用サーバーを用意する必要がある

ことも確認、検証できた。

リモート見学会、オンラインツアー等、歩きながら撮影する等のケースでは、なるべく広角レンズで撮影した方が望ましい結果が得られることが多く、撮影距離が近いことから音声収録にも適していることが実証された。

新たな簡易VR技術の構築、検証ができないか調査したが、撮影機器をレンタルする方法では、準備段階から検証時間や、実用に耐えるかどうかの判断等までは難しいと考え今回は断念した。

VR技術を有効活用しようとしているコンテンツ制作現場やビジネス状況について、セミナーの受講や企業のヒアリングをおこなったところ、中小規模の事例を前提とした場合、現状では直接収益の見込めそうな事例は多くないことから、今後、関連機器の低価格化や高機能化、回線の高速化と普及のタイミングが、将来のビジネス化にも大きく関わっていくものと思われる。

（謝辞）

当研究を遂行するにあたり、多大なご協力をいただきました。Flying Starの小林氏に深く感謝いたします。

（参考文献）

- 1) ビジネスに効果的な VR/AR/MR活用の手引書・事例集（令和2年2月 近畿経済産業局）
- 2) 映画テレビ技術 3DCGデータのVR展開を用いたドームシアターコンテンツの制作と視聴システムの開発（令和2年12月 MPTE）
- 3) 映画テレビ技術 360度カメラの活用（令和2年12月 MPTE）
- 4) ライブ映像 プロダクションガイド 2020（令和2年1月 VIDEO SALON別冊 玄光社）
- 5) ZOOMで、はじめるビデオ会議アプリ入門（令和2年6月 VIDEO SALON 6 玄光社）