



# 少人数体制での配信操作を支援する 演出統合インターフェースの開発と評価

干川未来<sup>1)</sup>, 上原皓<sup>2)3)</sup>

Mirai HOSHIKAWA and Akira UEHARA

- 1) 筑波大学 システム情報工学研究群 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, hoshikwa@golem.iit.tsukuba.ac.jp)  
2) 筑波大学 システム情報系 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, uehara@golem.iit.tsukuba.ac.jp)  
3) 筑波大学 サイバニクス研究センター (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, uehara@golem.iit.tsukuba.ac.jp)

**概要** : COVID-19 の流行を契機に, オンライン配信を活用したイベント運営が急速に普及し, 現在では会場とオンラインを併用するハイブリッド型イベントが一般化している. 一方で, 映像・音響・照明・タイマーといった演出操作は機器ごとに分散しており, 特に少人数体制においては操作の煩雑さによる配信オペレーターへの負荷が増大し, 操作の遅延や誤操作が課題となっている. そこで本研究では, これらの操作を統合する演出統合インターフェースを開発し, 従来構成との比較評価を行った. その結果, 操作時間と誤操作の改善が確認され, 実運用への有効性が示唆された.

**キーワード** : 作業支援, オンライン配信, ユーザインターフェース

## 1. 序論

COVID-19 の流行を契機として, イベント運営におけるオンライン配信の活用が急速に拡大した. 感染対策として無観客開催や遠隔参加が求められる中, Web 会議ツールやストリーミング配信プラットフォームを組み合わせたオンライン配信が多く分野で実用化され, 社会的に定着している[1]. さらに, コロナ禍の収束後においても, 現地会場とオンライン会場を組み合わせたハイブリッド型イベントが一般化しつつあり, 今後も継続的な運用が見込まれる[2].

一方で, ハイブリッド型イベントの運営には映像や音響の調整を担う配信オペレーターの存在が不可欠である. しかし, 急速な市場拡大に伴い, こうした技術者の確保が追いつかず, 人手不足が深刻化している. その結果, 配信映像のスイッチング, 音響・照明の制御, タイマー管理など, 複数の操作を同時に行う必要があり, 配信オペレーションの複雑化が進行している[3].

特に中小規模のイベントでは, 人的リソースの制約から, 限られた人数で多様な機材の操作を兼任する状況が多く見られる. 本来は個別の担当者によって行っていたタスクを, 1 名のオペレーターが同時に処理せざるを得ない状況がある. 例えば, 配信映像の切り替え, 照明の DMX 制御, BGM や効果音の再生, タイマーの操作などが挙げられる. これらの操作はそれぞれ異なる機材とソフトウェアに依存しており, 視線や手の移動を伴う切り替え操作が頻繁に発生し, 操作の遅延や誤操作の原因となっている[5]. さ

らに, 機器ごとにユーザーインターフェースが異なることから, 直感的かつ迅速な対応が困難であるという課題がある.

そこで本研究では, 少人数体制でのイベント配信オペレーションの効率化と負荷軽減を目的として, 映像, 音響, 照明, タイマー管理など複数の配信操作を統合的に扱える演出統合インターフェースを提案・開発する. また, 提案システムの有効性を検証するため, 従来のシステム構成と比較した操作効率に関する評価実験を行う.

## 2. 提案システム

### 2.1 システムの概要

一般的なオンライン配信を伴うイベントでは, 映像制御・音響制御・照明制御などに分類することができる. 図 1 には従来のオンライン配信イベントで使用される機材構成の例を示し, 図 2 にはその構成に基づくシステムの外観を示す. 通常, 音響制御にはオーディオインターフェースやオーディオミキサーが用いられるが, 本研究ではマイク等の音声機器を使用しないことからスイッチャー (ATEM Mini Pro) に内蔵されているソフトウェアコントロール機能を用いる[6]. 従来の構成では, 複数の専用機器を個別に操作する必要があり, 単独あるいは少人数での運用は困難である. そこで, 映像・音響・照明・タイマー管理などの機能を 1 台の PC 上に統合する演出統合インターフェースを開発した. 図 3 には, 開発したシステムを用いた機材構成図を示し, 図 4 にはその構成に基づく実機設置の外観を

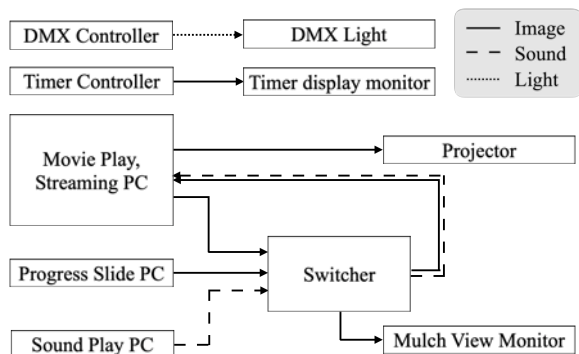


図 1: オンライン配信イベントで使用する従来の機材構成図

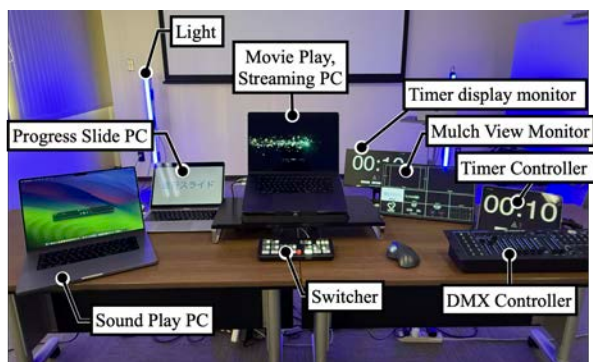


図 2: 従来のオンライン配信イベントで使用するシステムの外観

示す。本システムにより、映像やBGMの再生、照明制御、タイマー管理などの各種操作が1台のPC上で完結するため、限られたスペースでも展開可能かつ、単独オペレーションでも対応可能な構造となっている。

## 2.2 演出統合インターフェースの構成

開発した演出統合インターフェースを図5に示す。本インターフェースは、オープニングムービーなどの映像の再生を実行する映像再生パレット、イベントの進行管理やプレゼンテーションの時間管理を行うためのタイムマネジメントパレット、会場演出用の照明機材を制御するDMX制御パレット、サウンド制御パレットから構成される。また、本インターフェースの実装にはビジュアルプログラミング環境であるTouchDesignerを使用した。

映像再生パレットでは、任意の動画ファイルの取り込み、指定した外部ディスプレイへの出力が可能である。本システムを搭載したPCに接続された外部ディスプレイの識別番号と一致する数値を映像再生パレットのディスプレイポート番号を指定することで全画面出力することが可能である。

タイムマネジメントパレットでは、イベント進行に不可欠な時間管理機能を担う。現在時刻の表示に加え、任意の長さ指定可能なカウントダウンを実装している。タイマーには残り時間に応じてベル音を再生するタイミングを任意に設定することが可能である。また、本パレット

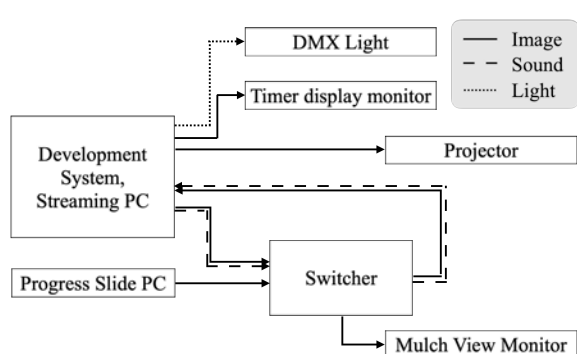


図 3: 演出統合インターフェースを用いた提案システムの機材構成図

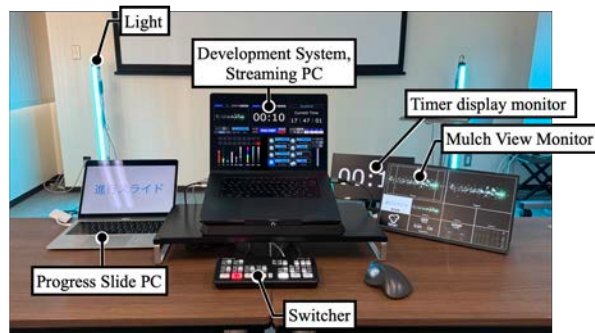


図 4: 演出統合インターフェースを用いた提案システムの外観

は単独で使用可能であり、司会者用デバイスとして切り出し、司会者が遠隔操作を行うことにより、イベント進行の補助ツールとしての活用することも可能である。

DMX制御パレットはDMX対応の照明機材に対してRGBまたはHSVによる発色光の制御を可能とする。また、プリセット機能を活用することで、あらかじめ設定したシーンに応じた色変化を即座に呼び出すことができる。加えて、映像再生やタイマー機能と同一のシステムで動作していることにより、映像内での色変化やタイマーの残り時間に同期した照明制御も可能となっている。

サウンド制御パレットでは、BGMを8種類まで読み込ませることができる。サウンドの音源は同一の強さであることが理想であるが、必ずしも統一されているわけではない。また、実際の会場で再生してみると、会場の空間的特性もあり、聞こえ方が異なる。そのため、ここのBGMの音量を設定、及び全体の音量設定という構成となっている。また、音源が突然再生・停止されると不自然な感覚を覚えるため、再生・停止時には数値指定可能なフェードを設けることで、より自然な会場設計を実現することができる。

## 3. 評価試験

本研究では、開発した演出統合インターフェースの有効性を検証するため、従来のシステム構成と本システムを導入した構成を比較する操作試験を実施した。評価には、実際のイベント配信において頻繁に発生する一連の操作を

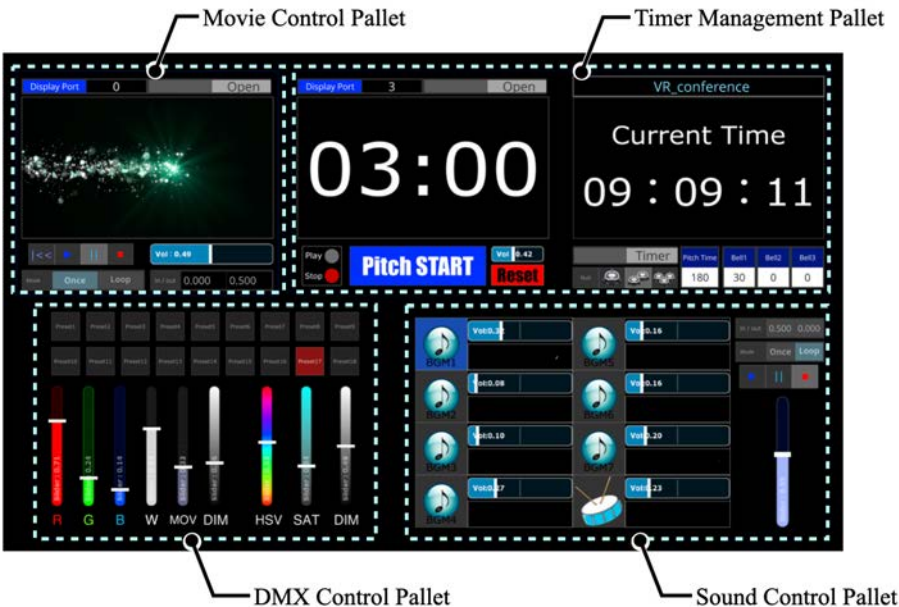


図 5: 演出統合インターフェースのレイアウト

モデル化した操作シナリオ（全 10 ステップ）を用いた。  
操作シナリオの内容を以下に示す。

【操作シナリオ】

- 1. スイッチャーボタン 1 を押す(進行資料).
- 2. BGM1 を再生する.
- 3. 照明を青色に点灯する.
- 4. タイマーを 10 秒に設定してスタートする.
- 5. タイマーが終了したら BGM1 を停止する.
- 6. 照明を緑色に変更する.
- 7. スイッチャーボタン 2 を押す(映像再生).
- 8. 映像を再生する.
- 9. 映像が終了したらスイッチャー暗転を押す.
- 10. 照明を消灯する.

試験では、上記の操作を 1 回の試行とし、従来構成および提案構成それぞれにおいて 10 回ずつ実施した。試験の様子はビデオにより記録し、試行時間と誤操作回数を計測した。また、映像再生で用いたサンプルムービーの 32 秒間、およびカウントダウンが動作中の 10 秒間はシステムの操作を行わないため、測定された試行時間から 42 秒の差し引いた値を、実際の操作時間として算出した。試験参加者は、イベント配信操作に十分な経験を有する成人男性 1 名で実施された。得られたデータについては、対応のある t 検定を用いて統計的に検討を行い、有意水準 5% ( $p < 0.05$ ) に基づき評価を実施した。

4. 結果

試験の結果を図 6 及び表 1 に示す。開発したシステムを使用した場合、操作時間の平均値は従来の構成と比較して約 6.4 [s] 短縮された。また、10 回の試行中に発生した誤操作回数も減少した。得られたデータに対して t 検定を実施した結果、p 値は  $9.43 \times 10^{-5}$  ( $p < 0.05$ ) となり、統計的

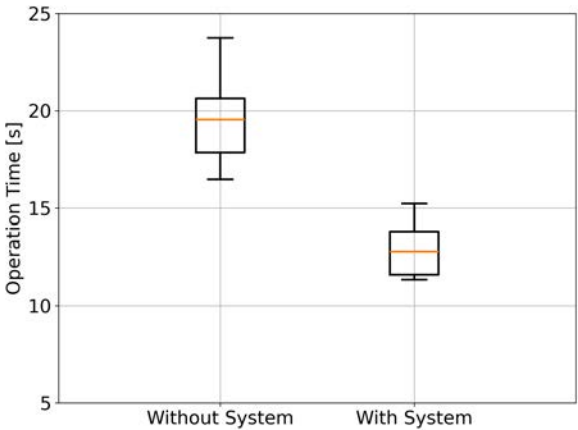


図 6: 操作時間の結果

に有意な結果であることを確認した。

表 1: 操作時間平均と誤操作数の比較

| Condition      | Operation Time [s]<br>(Mean ± SD) | Number of Errors<br>(Total in 10 trials) |
|----------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| With System    | 13.16 ± 1.91                      | 2                                        |
| Without System | 19.56 ± 2.23                      | 6                                        |

5. 考察

本研究で開発した演出統合インターフェースは、映像・音響・照明・タイマー等の複数の演出要素を一画面上で統合的に制御可能とする構成により、従来のように機器ごとに操作を切り替える必要がなくなり、視線移動や操作手順の切り替えが最小限に抑えられた。そのため、操作時間の有意な短縮および誤操作の減少に寄与したと考えられる。

一方で、提案システムの使用時にも一定数の誤操作が発生していた。その原因としてはマウスによるカーソル移動時の操作ミスであった。このことから、機能ごとの操作頻度に考慮したボタン配置やサイズの変更などのインターフェースの設計をすることが今後の課題として挙げられる。

また、今回の評価実験は定型的な1種類の操作シナリオに基づいており、一般化に向けてはいくつかの留意点がある。例えば、実際のイベント現場における認知的負荷、操作者の習熟度、演出の複雑性といった要因を考慮する必要がある。したがって、今後はこれらの要因を含めた多様なシナリオや操作者での評価を実施する必要がある。

## 6. 結論

本研究では、少人数でのイベント運用環境において、映像・音響・照明・タイマーといった複数の機器操作を統合的に実行可能とする演出統合インターフェースを開発し、その有効性について検証を行った。評価試験の結果、従来の構成と比較して開発したシステムを用いた場合、操作時間が有意に短縮され、誤操作の発生も抑制される傾向が確認された。このことから、提案システムがイベント配信におけるオペレーション効率の向上に寄与する可能性が示唆された。試行回数や操作者の熟練度に関する制限はあるものの、統合的な操作環境が操作の安定性・省力化に貢献することが期待される。

今後は、複数の操作者による比較評価や、多様な操作シナリオへの展開を通じて、提案システムの汎用性および実運用環境への適合性を確認する。

## 参考文献

- [1] Adeniran A. M., Asif Mahbub Karim and Kevindra Joseph, “Evolving Trend and the Hybrid Model for Event Management during and after the COVID-19 Pandemic in Nigeria”, International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, Vol.12, No.11, p1229-1239, 2022.
- [2] James Uhomoibhi, et al. “The Impact of COVID-19 on Professionalism in Practice and Future Directions”, International Journal of Information and Learning Technology, Vol.39, No.5, p480-495, 2022.
- [3] Safdar Khan, et al. “Livestreaming in events: a systematic literature review and research agenda”, International Journal of Event and Festival Management, Vol.16, No.2, 2025.
- [4] Santy Handayani, Didik Nur Huda, “Pembuatan Video Live Stream Dengan OBS Studio Untuk Mendukung Pembelajaran Hybrid”, Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Terapan, Vol.2, No.1, Juni, 2024.
- [5] Arvid Engström, et al. “Temporal hybridity: Mixing live video footage with instant replay in real time”, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, p1495-1504, 2010.
- [6] Citra Devi Murdaningtyas, Novita Astin, Dwi Susanto. “Rancang Bangun Audio Video Vmix Console pada Pertunjukan Live Stream Youtube”, Jurnal sains terapan, Vol.7, No.1, 2021.