

令和 3 年度  
修士学位論文

コロナ禍以後の音楽ライブにおける  
多角的な相互コミュニケーション支援方式

A Supporting Method from Various Viewpoints  
for Interactive Communication at Concerts  
After COVID-19 Crisis

1245130 中 真咲

指導教員 敷田 幹文

2022 年 2 月 28 日

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻  
情報学コース

## 要 旨

# コロナ禍以後の音楽ライブにおける 多角的な相互コミュニケーション支援方式

中 真咲

ライブ・エンタテインメント市場は好調に市場拡大してきたが、2020 年新型コロナウイルス感染症の感染拡大により市場規模が前年度比 8 割減となった。従来より新規システム導入に消極的で、環境変化に対し業界全体の柔軟な改革が必要であると考え、そこで、物品販売業務に着目し効率化方式による制限下での客の誘導や、経済変化前のデータからシミュレーションを行う研究の有用性について述べた。また、オンライン音楽ライブに着目し、アイドルジャンルを対象にペンライトを利用し、盛り上がり度を可視化、共有することにより演者と観客間、及び観客同士の相互コミュニケーションを支援する方式を提案した。ペンライトの加速度及び圧力値から盛り上がり度の検出可能性、視聴者視点から方式の有用性を検討し、従来と比べライブへの参加感や他の視聴者の存在を感じることができライブの楽しさにつながると結論付けた。コロナ禍以後の可能性として、制限下の物品販売における効率化方式や、ハイブリッド方式の音楽ライブにおける相互コミュニケーション支援方式について議論した。

キーワード    オンラインライブ、遠隔コミュニケーション支援、業務効率化方式、コロナ禍



# Abstract

## A Supporting Method from Various Viewpoints for Interactive Communication at Concerts After COVID-19 Crisis

Masaki NAKA

The live entertainment market has been expanding strongly, but the market size has decreased by 80% from the previous year due to the spread of the new coronavirus infection in 2020. The live entertainment industry has traditionally been reluctant to introduce new systems, and we believe that flexible reform of the entire industry is necessary to cope with the changing environment. In this paper, we describe the usefulness of a simulation study based on the data before the economic change, and the inducement of customers under the restriction by the efficiency improvement method focusing on the goods sales business. In addition, we proposed a method to support mutual communication between performers, audiences, and spectators by using penlights to visualize and share the level of excitement in the idol genre. We examined the possibility of detecting the level of excitement from the acceleration and pressure values of the penlight, and the usefulness of the system from the viewpoint of the audience. As possibilities after the Corona disaster, we discussed the efficiency improvement method in the sale of goods under the restriction and the mutual communication support method in the music live of the hybrid method.

**key words**    Online Concerts, Remote communication support, Business Efficiency Method, COVID-19 pandemic

# 目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	物品販売業務の効率化方式	3
2.1	物品販売の現状と課題	3
2.2	業務効率化方式	4
2.3	実験	4
2.4	考察	5
2.4.1	企業メリット	5
2.4.2	将来システムのシミュレーション手法	5
2.5	関連研究	6
2.5.1	レジシステムの混雑予測に関する研究, 技術	6
2.5.2	仮設店舗におけるレジシステムに関する研究	7
2.5.3	作業分担による業務効率化に関する研究, 技術	7
2.5.4	レジ混雑解消に関する関連研究, 技術	8
第 3 章	オンラインライブにおける相互コミュニケーション支援方式	9
3.1	オンラインライブの現状	9
3.2	関連研究	10
3.3	提案方式	12
3.3.1	視聴者用センサ付きペンライトデバイス	12
3.3.2	盛り上がり度算出	14
3.3.3	ステージ用ペンライトデバイス	15
3.4	個別盛り上がり度を反映した配信画面	16
3.4.1	実験用システムの実装	16

## 目次

3.5	視聴者のライブ中行動分析実験 . . . . .	20
3.5.1	圧力値分析実験 . . . . .	20
3.5.2	ライブ中行動分析実験 . . . . .	20
3.6	視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験 . . . . .	23
3.7	考察 . . . . .	26
3.7.1	ペンライトの加速度 . . . . .	26
3.7.2	グリップの圧力 . . . . .	29
3.7.3	提案方式による視聴者への影響 . . . . .	30
3.7.4	提案方式の可能性 . . . . .	31
<b>第 4 章</b>	<b>議論</b>	<b>34</b>
4.1	コロナ禍以後の対面イベントにおける効率化方式の可能性 . . . . .	34
4.2	ハイブリッド方式の音楽ライブにおける提案方式の可能性 . . . . .	35
<b>第 5 章</b>	<b>おわりに</b>	<b>37</b>
	<b>謝辞</b>	<b>39</b>
	<b>参考文献</b>	<b>40</b>

# 目次

3.1	提案方式の構成図 . . . . .	12
3.2	実験用システムの構成図 . . . . .	16
3.3	被験者用ペンライトデバイス . . . . .	17
3.4	ペンライトの握り方 . . . . .	18
3.5	ステージ用ペンライトデバイス . . . . .	18
3.6	光らせた状態のステージ用ペンライトデバイス . . . . .	19
3.7	低輝度状態のステージ用ペンライトデバイス . . . . .	19
3.8	演者によるトーク中のペンライトの圧力の値 . . . . .	21
3.9	楽曲演奏中のペンライトの圧力の値 . . . . .	21
3.10	本実験の様子 . . . . .	22
3.11	開始から 5 分後までのペンライトの圧力の値 . . . . .	22
3.12	10 分以降 15 分以前のペンライトの圧力の値 . . . . .	23
3.13	5 分以降 10 分以前の被験者 A のペンライトの圧力の値 . . . . .	27
3.14	5 分以降 10 分以前の被験者 A のペンライトの加速度の値 . . . . .	28
3.15	5 分以降 10 分以前の被験者 B のペンライトの圧力の値 . . . . .	28
3.16	5 分以降 10 分以前の被験者 B のペンライトの加速度の値 . . . . .	29

# 表目次

3.1	前後に振る動作中の加速度の平均と分散 . . . . .	24
3.2	静止中の加速度の平均と分散 . . . . .	25
3.3	ライブ配信の楽しさに関するアンケート結果 (7 段階評価) . . . . .	25
3.4	ライブ配信中の SNS 通知に関するアンケート結果 (5 段階評価) . . . . .	26
3.5	ライブ配信中の SNS 確認に関するアンケート結果 (5 段階評価) . . . . .	26
3.6	提案方式に関するアンケート結果 (5 段階評価) . . . . .	27

# 第 1 章

## はじめに

現代日本では、社会情勢の変化や、地震、水害などの災害の頻発など、予測できない急激な経済変化に見舞われている。また、急激な経済変化だけでなく、少子高齢化による人材不足など、つねに経済変化は起きている。このような経済変化のなかで各業界は、突然の大規模な業務形態の変更に対応していかなければならない。

2020 年、新型コロナウイルス感染症の感染が拡大し、感染対策のため外出や人同士の対面の制限、娯楽施設の閉鎖など、日常生活だけでなく多くの業界に負の影響をもたらした。

ライブ・エンタテインメントとは音楽コンサートとステージでの、パフォーマンスイベントの総称として定義されており、音楽コンサートではポップスやクラシック、演歌、ジャズなど、ステージパフォーマンスではミュージカルや演劇、歌舞伎、お笑い、バレエなどと多岐にわたる。そのライブ・エンタテインメント全体の市場規模であるチケットの推計販売額の合計は 2001 年の 2,562 億円から 2019 年には約 2.46 倍の 6,295 億円へと拡大し過去最高記録を更新するなど、好調に成長している [1]。

しかし、2020 年のライブ・エンタテインメント市場は、新型コロナウイルス感染症拡大に伴い 2 月以降数多くの公演が開催中止や延期となり、前年比 82.4%減の 1,106 億円となった。第 1 次緊急事態宣言の解除後ライブ・エンタテインメント開催における収容人数や収容率は緩和されたが、制限が完全に解除されないまま感染の第 2 波、第 3 波が到来したことで、市場の回復が遅れていることが指摘されており、市場の再起は最短でも 2023 年と推測されている [2][3]。

この要因の一つとして、業界全体の柔軟な改革への消極性が考えられる。従来より、開催回数が少なく一つ一つは一時的な市場であることから、新規システム導入に消極的でその場

しのぎの対応が多い。そのため、経済変化や市場拡大に対し、適切な対応や改革が行えず、そのしわ寄せを演者や現場スタッフ、顧客が我慢する形でやりすごしていた。今回の新型コロナウイルス感染症の感染拡大という緊急事態に対しても、「コロナ禍で長きにわたり行動を抑制されたアーティストと観客の両者ともに、イベント再開を待ち望む声がやまず」[3]と分析されているが、制限があるとはいえこのような環境変化に対して十分な対応の変化や改革が行えていないため、アーティストや観客の不満が大きくなっていると考えられる。

本稿では、ライブ・エンタテインメント市場の中でも、コロナ禍をきっかけに急激に拡大したインターネット配信によるオンライン音楽ライブと、ライブ・エンタテインメントに付随するイベントグッズの物品販売業務に着目し、コロナ禍以後の人の接触が制限された環境における各立場の相互コミュニケーション支援について議論した。

## 第 2 章

# 物品販売業務の効率化方式

### 2.1 物品販売の現状と課題

ライブ・エンタテインメントにおける売上は、チケット収入だけでなく公演グッズ販売、通称物販による収入もある。首都圏に住むライブ・エンタテインメント参加者の 37%がグッズを購入しており、物販収入はチケット収入の約 5 分の 1 と大きい [4]。

会場グッズ販売所における物販には特有の課題も多い。まず初めに、会場グッズ販売所はライブ・エンタテインメント開催施設の一部に設営される仮設店舗であり、短時間で設営、解体できる必要がある。また、多くのイベントが短期間開催であり、イベントによっては全国の複数会場で開催される。そのため、導入コストや移動コストを考えると、商業施設のような大型のレジ端末を導入することができない。また、イベントのジャンルや開催地、会場などによって、会場グッズ販売所の設営規模や利用する客層、利用割合、販売するグッズの内容など、適した販売環境や条件が大きく異なる。そのため、体制の統一が難しく、またデジタルシステムの提案、導入もほとんどされていない。その結果、会場グッズ販売所において慢性的な混雑や混乱が発生しやすく、販売機会の損失などが起こっている。さらに、このようなライブ・エンタテインメントは 1 度限りの開催になる場合も多いため、課題が解決されず、物販体制の見直しや効率化がされないまま放置されているのが現状である。



## 2.2 業務効率化方式

筆者卒業論文 [5] にて、商業イベントにおける仮設物販店舗のレジ業務を分割し、デジタル化することによる短時間大量販売業務の効率化方式を提案した。

イベント開催日前にイベント運営企業が、提案方式の専用アプリケーション上に発売グッズ一覧を公開し、注文リストの作成を許可する。客はそれぞれの個人所有の端末の専用アプリケーションから、公開された商品一覧を閲覧し、注文リストを作成する。注文リスト作成時点で、選択した商品の合計金額が自動算出、表示され、客はそれを確認できる。

イベント当日の物販の受け付け開始時刻以降、客はイベント会場の物販待機列などの特定の地点から注文リストの業務端末への送信が行える。この時、アプリケーションは位置情報と時刻を確認の上で送信処理を行う。業務端末は注文リストの受付を確認次第、客端末に受付完了通知と整理番号を返す。ストック業務スタッフは、業務端末の注文リストを確認し、客がレジ窓口に着くまでに注文された商品を揃えて用意する。なお本稿では、客のレジ到着に先行して用意する商品一式のことをストック、商品を用意する作業のことをストック作成と表記する。ストックは複数人の客に対して、先行して作成することができる。

客がレジ窓口に着いたら、レジ業務スタッフは業務端末の整理番号を客に確認し、一致していればストック業務スタッフから商品を受け取る。業務端末の注文リストをもとに商品に間違いがないか客と確認し、自動計算された合計金額をもとに会計を行う。

## 2.3 実験

筆者卒業論文 [5] にて、従来方式によるレジ業務時間計測実験と、効率化方式によるレジ業務時間のシミュレーション実験を行った。

従来方式によるレジ業務時間の計測実験では、レジ窓口を1窓仮設し、従来方式による業務を再現することで、従来方式による業務時間の計測を行った。被験者は本学の学生8名（女性7名、男性1名）である。レジ業務スタッフ1名、補助業務スタッフ1名の2人1組とし、4組についてそれぞれ業務時間を計測した。レジ業務は7つの作業に分割し、各作業

## 2.4 考察

について時間の計測を行った。

効率化方式によるレジ業務時間のシミュレーション実験では、計測した従来方式によるレジ業務時間を利用し、効率化方式における業務時間のシミュレーション実験を各業務ごとの平均値によるシミュレーションとレジ業務スタッフの個人差による業務時間のシミュレーションの2種類行った。

結果として、効率化方式は従来方式比で客20人あたり約40%ほどに業務時間を短縮することができた。また、客20人あたり約17分あった業務スタッフによる個人差は、5分程度まで縮まった。

## 2.4 考察

### 2.4.1 企業メリット

効率化方式ではシステムの遠隔管理を行うわけではないが、寺澤らの研究 [6] 同様に、システム化により在庫商品の個数管理が行えるため、商品の売り切れ情報等もリアルタイムで客に提示することも可能である。これにより、イベントのコンテンツの熱心なファンである客の会場での混乱も抑えることができるのではないかと考える。

### 2.4.2 将来システムのシミュレーション手法

本研究では、従来の手法において計測可能なデータから、提案手法における効果を検証するためのシミュレーションを行っている。急激な経済変化の中で、効果や影響が不明瞭な新たな販売形態やシステムを導入することは非常にリスクが高い。また、急激な経済変化の渦中において、実際の商店で使用する前に、早急に新たな販売形態やシステムを実際に使用して効果や影響を明らかににする研究や実験を行うのも難しい。平田らの研究 [7][8]、外山らの研究 [9][10]、VisIoT[11] では、既存のシステムを解析し、既存のシステムの効果について検証しており、こういったシミュレーションはこれまでもなされている。しかし、本論文の提案方式では、従来の販売形態やシステムから得られたデータを解析して、新たな販売形態

## 2.5 関連研究

やシステムの効果や影響を検証するシミュレーションを行った。よって、このような手法でのシミュレーションは、急激な経済変化の中で、変化前のデータを利用して変化後の環境でのシミュレーションを行う研究として、有用性があると考ええる。

## 2.5 関連研究

### 2.5.1 レジシステムの混雑予測に関する研究, 技術

平田らの研究 [7],[8] では、MAS を利用したセルフレジのシミュレータを開発し、従来の有人レジと比較したシミュレーション実験を行っている。その結果、セルフレジの処理能力が有人レジと大差ないことを評価し、効果として人件費が削減できることが挙げられているが、一方で、システムの運用費用や、顧客満足度については言及されていない。

外山らの研究 [9][10] では、少人数の被験者が実際に動いた場合の待ち時間と、提案システムによって買い物客が購入する商品数、買い物客が並んだレジを検知することで算出した待ち時間を比較し、提案システムの混雑予測能力について評価している。しかし、レジシステム自体は変わっておらず、各商品の精算時間が平均値と異なるものがあるため、待ち時間に誤差が生じている。

店舗業務改善支援ソリューション VisIoT[11] は、流通小売業を対象に、レジ到着人数の予測による混雑予測を提案している。これは、店舗入り口において来店者の年齢や性別、売り場での買い物時間を認識することでレジへの到達人数を予測し、レジ混雑が予想される時刻より前にレジの開閉台数を通知することで、混雑前にレジ台数を増やしレジ混雑を防ぐものである。

本研究では、既存の販売形態やシステムから得られたデータを利用したシミュレーションにより、新たな販売形態、システムの効果や影響を検証する。

## 2.5 関連研究

### 2.5.2 仮設店舗におけるレジシステムに関する研究

寺澤らの研究 [6] では、東日本大震災の被災者が住む仮設住宅の仮設店舗という設備投資の難しい状況下において、無人販売を行うシステムについて様々な検討がなされている。まず、市澤らの研究 [12] では学内におけるオフィスオアシスである無人簡易商店システムにおいて、釣り銭の計算間違い、代金の支払い忘れ等の人為的ミスを削減するため、プリペイド式の支払いを実現したシステムの構築、運用が行われた。佐藤らの研究 [13] ではこのシステムの仮設住宅における運用実験でシステムの有用性や課題を明らかにし、市川らの研究 [14] では、課題の 1 つであるシステムの運用管理を、遠隔管理機能の導入によって分担することで解決を目指した。また、寺澤らの研究 [6][15] において、同地域の複数の施設にシステムを導入するためのネットワーク化やどのような世代でも利用しやすい UI についての検討がなされている。

本研究では、設営期間が非常に短い仮設店舗におけるレジシステムを提案し、その効果や影響を検証する。

### 2.5.3 作業分担による業務効率化に関する研究、技術

市川らの研究 [14] では、仮設住宅の仮設店舗における無人簡易商店システムについて、大学側のみの管理者で行っていた運用管理を、遠隔管理機能を導入することで、仮設住宅側の管理者と作業分担し、効率化する手法について検討されている。この研究における作業分担は、大学側管理者が店舗の遠隔地にあり、管理のために頻繁に仮設住宅へ移動することが難しいという課題の解決が目的であり、業務の同時進行は必須ではない。

レジ業務システム RegiGrow[16] では、タブレット POS を利用した前捌き会計を提案している。これは、レジ待機列の客の商品をタブレット端末を用いて事前に登録することで、レジ窓口での業務を分担し、負担を軽減するものである。

本研究では、従来レジ窓口で行われていた業務を分割し、同時進行することで、負担軽減や業務の効率化を目指す。

## 2.5 関連研究

### 2.5.4 レジ混雑解消に関する関連研究, 技術

外山らの研究 [9] は, レジの混雑度を検知し, それを客に対してわかりやすいかたちで提示することで, 混雑していないレジに客を誘導することで, 混雑解消を図る方式を提案している. これは, 混雑に波があり, レジ台数の多いスーパーマーケットのような店舗を対象としている. しかし, この方式は混雑緩和のための選択は客に任せられており, その負担を客に強いているともいえる. また, スーパーマーケットなどには, ある程度決まった店内周回ルートがあり, その終点付近や店の出口付近のレジに客が集中することにより発生する混雑が対象であり, 混雑解消の手段は客の分散で, レジ業務そのものの負担を軽くするわけではない.

レジ業務システム RegiGrow[16] では, レジ台数の少ない小売業における突発的なレジ混雑を対象とし, タブレット POS を利用した前捌き会計によるレジ混雑緩和支援を提案している. レジ待機列の客の商品登録情報をバーコードにし, 専用機器を用いてバーコードを印刷した紙を客がレジに渡し会計を行う. しかし, イベントにおける物販ではイベント規模によってはレジ台数が多いため, その分前捌き会計を行うスタッフや専用機器が必要となる. また, 慢性的に混雑している場合, 常に前捌き会計を行うスタッフが待機列を歩き続ける必要があり, スタッフへの負担が大きい.

店舗業務改善支援ソリューション VisIoT[11] は, 店舗入り口において来店者の年齢や性別, 売り場での買い物時間を認識することでレジへの到達人数を予測し, 未然にレジ混雑を防ぐものである. そのため, このシステムは客の入店からレジ到着までにある程度の時間の余裕がある営業形態が対象である.

本研究では, レジ業務を分割し, 同時進行することで業務を効率化を目指すことにより, 混雑の緩和を目標とする.

## 第 3 章

# オンラインライブにおける相互コミュニケーション支援方式

### 3.1 オンラインライブの現状

2020 年 5 月頃から本格的な電子チケット制の有料型オンラインライブ市場が立ち上がり、2020 年のその市場規模は推計 448 億円となり短期間で急拡大を遂げている [17]。18 歳から 69 歳までの個人全体の 18.8%が 2020 年内に有料型オンラインライブを視聴したことがあり、なかでも 18～29 歳の女性では 39.8%に視聴経験がある。また分野については、音楽ライブ分野の視聴が 16.5%であり、そのうち邦楽ロック・ポップス分野は 8.2%，アイドル分野は 5.3%と、リアルライブでも参加者の多いジャンルの視聴がオンラインライブにおいても多い [18]。新型コロナウイルス感染症の収束につれてリアルライブは緩やかな回復が見込まれるが、一方で急速に進んだデジタル化も進行し、リアルライブとオンラインライブの両立など、ライブ・エンタテインメントの楽しみ方や参加の仕方は多様化していくと考えられている [17]。

しかし、急速に普及したオンラインライブには課題も多い。

まず第一に、リアルライブと比べて演者と観客、また観客同士のコミュニケーションが行えなくなっていることが挙げられる。以前のリアルライブでは、同じひとつの空間でパフォーマンスを行いながら演者と観客が相互にコミュニケーションを取ることができていた。演者が行ったパフォーマンスに対して観客が歓声などの反応で答え、さらにその返事に演者が答えるなど、相互にコミュニケーションをくりかえすことができた。しかし、オンライン

## 3.2 関連研究

ライブでは配信サービスを通して映像を観客に向けて届けることから、リアルタイムの配信であっても相互にコミュニケーションを行うことが難しい。配信サービスによっては、視聴者がオンラインライブを見ながらリアルタイムでコメントなどを書き込める機能がある場合があるが、演者がパフォーマンスしながら観客からのコメントを確認することは難しい。また、演者は観客がおらずレスポンスの返ってこない客席やカメラに向けてパフォーマンスすることになり、筆者が実際に参加したオンラインライブにおいても、演者から観客のレスポンスがないことが寂しい、つらいといった内容のコメントが出たことがあった。

二つ目に、観客がリアルライブと比べてライブに熱狂しきれていないことが挙げられる。以前のリアルライブでは、同じ空間に同様にライブを楽しむ観客がおり、熱量や感動を共有したり、相乗効果で熱狂していた。しかし、オンラインライブでは、新型コロナウイルス感染症の影響もあり自宅で1人で視聴するようになることで、ライブの熱量や感動を共有できる人がいないため盛り上がり切れず、ライブ・エンタテインメントのコンテンツ自体への熱狂が冷めてきている観客もいる [19]。

そこで本研究では、アイドルジャンルの音楽ライブを対象とし、リアルライブでも使用されるペンライトから、オンラインライブ視聴中の観客の盛り上がりを検出、可視化し、演者や他の観客と共有することで、演者と観客、観客間の相互コミュニケーションを支援する方式を提案する。

## 3.2 関連研究

少数側がコンテンツを提供する少数対多数のコミュニケーション支援として、吉野らの研究 [20][21] では、大学における講義を対象とし、スマートフォンを用いて学生が記録した不明瞭箇所をリアルタイムに教員に提供する講義支援システムを提案し、学生の講義集中や教員の講義実施を阻害しないコミュニケーション方法を検討している。加藤らの研究 [22] では、声の効果音を簡易なボタンによる入力で共有する感想共有メディアを提案し、ラジオ放送と学会発表にて試験運用し、その特性や課題を考察している。また、提案手法によって参

### 3.2 関連研究

加者同士に一体感を与えられるかについても検討している．西田らの研究 [23] では、プレゼンテーションやテレビ放送などのリアルタイムコンテンツ視聴中の多様なコミュニケーションをボタンやチャットを用いて支援するシステムを提案し、その効果を実証実験で検討している．リモート会議などの遠距離の多数でのコミュニケーション支援として、小松らの研究 [24] では、参加者が自身のスマートフォンを用いてボタン入力で他者の発言に対する反応などを共有することでコミュニケーションをとり、円滑な会議の実現を支援する方式を提案し、その効果を検討している．

これらの研究では、講義やコンテンツ視聴、会議などの主たる目的への参加には本来必要のない別システムを同時使用することでコミュニケーションの支援を行っているが、本研究では、主たる目的である音楽ライブへの参加に際し、リアルライブに参加する際に使用されていたペンライトをオンラインライブにおいても同様に使用することにより、音楽ライブの鑑賞に影響の少ないコミュニケーション支援を目指す．

オンラインライブにおけるコミュニケーション支援として、赤澤らの研究 [25] では、ロック音楽、ポップス音楽の音楽ライブ配信において演者と遠隔地のファンが演奏中のリアルタイムな双方向コミュニケーションを実現するためのアバターを用いたコミュニケーション方法を提案している．また、森野らの研究 [26]、高崎らの研究 [27] において、スマートフォンに搭載されている加速度センサ及びジャイロセンサを利用し、ライブ視聴中の視聴者の演者に対するレスポンスとして用いられるジェスチャーの動作入力方法を検討、改善し評価を行っている．米澤らの研究 [28] では、視聴者がコメントにて配信カメラを制御してライブ演出を行う方式を提案し、参加者の一体感拡大や演出の向上を目指している．本研究では、アイドルジャンルの音楽ライブを対象に、従来のリアルライブ時から使用されているペンライトを使用し、加速度センサだけでなく圧力センサを用いることで、レスポンスジェスチャーの可視化だけでなく観客の熱狂度合いについても検出し、可視化を目指す．また、アイドルジャンル特有の複数人グループの中でも特に 1 人を応援する「推し文化」のコミュニケーション実現のため、ペンライトの色を用いて「誰に向けた応援なのか」を明確にしたコミュニケーションを目指す．



### 3.3 提案方式

## 3.3 提案方式

本提案方式の構成図を図 3.1 に示す。

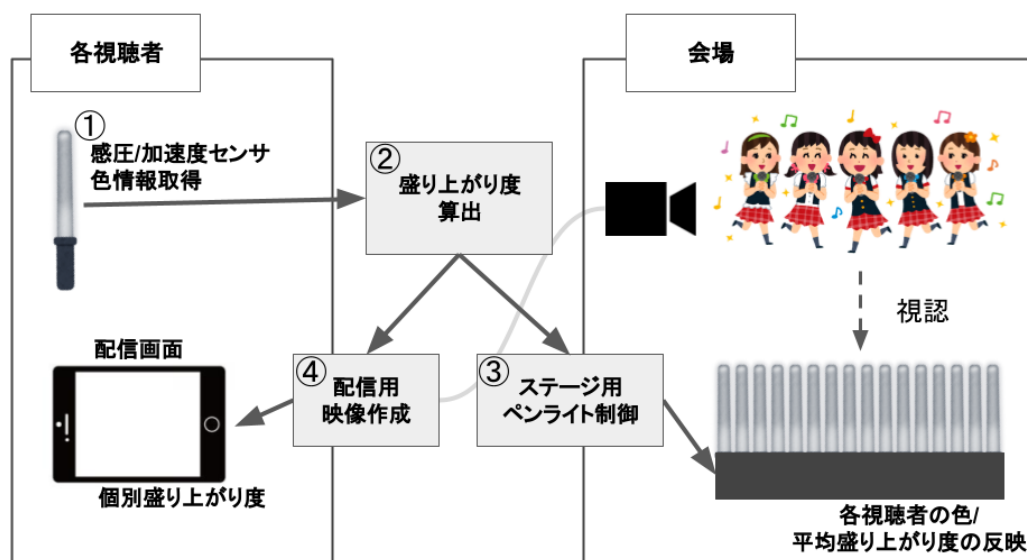


図 3.1 提案方式の構成図

まず、視聴者用センサ付きペンライトデバイスで、視聴者の音楽ライブ視聴中のペンライトの加速度、ペンライトを握る圧力値及び点灯している色情報を取得してサーバに送信し、サーバ上にて盛り上がり度算出を行う。算出した盛り上がり度をステージ用ペンライトデバイスにて出力し、演者のパフォーマンスと共にライブ映像として撮影する。撮影した映像及び算出した視聴者の盛り上がり度を可視化したパラメータより配信用映像を作成し、各視聴者のライブ視聴端末に配信する。

#### 3.3.1 視聴者用センサ付きペンライトデバイス

構成図 3.1 の①にあたる視聴者用センサ付きペンライトデバイスについて述べる。

観客は、音楽ライブにおいて演者のパフォーマンスに対し、音楽パフォーマンス中は音楽に合わせてペンライトを前後、上下、または左右に振ったり、小刻みに揺らして演者に対しレスポンスを行ったりする。また、事前収録映像視聴中や演者のトーク中などはペンライト

### 3.3 提案方式

を静止させたり、ペンライトを持つ腕を下ろして休んだりする。これらのペンライトの動きを加速度から検出し可視化、共有することで、オンラインライブにおいても演者と観客、観客同士の一体感を共有するコミュニケーションを支援する。

また、従来のリアルライブにおいては観客の悲鳴や声援によって演者に対するレスポンスや盛り上がりの共有を行っていたが、オンラインライブでは観客それぞれが音楽ライブを視聴する環境において大声を出すことが憚られる場合が考えられる。そこで、ペンライトのクリップ部分に圧力センサを取り付け、観客のペンライトの握りこみの強さを圧力として検出することで、観客の音楽ライブ視聴中の緊張感及び盛り上がりを可視化し共有することで、オンラインライブにおいても演者と観客、観客同士の盛り上がりやレスポンスを共有するコミュニケーションを支援する。

アイドルジャンルの音楽ライブにおいては、アイドルグループに所属するそれぞれの演者ごとに異なるイメージカラーが設定されていることがあり、観客が最良の演者のイメージカラーをペンライトで点灯することで特定の演者を応援することがある。また、楽曲ごとにイメージカラーがあり、観客が楽曲の演奏中にライティングカラーを統一することで観客同士一体感を共有したり、ライブ演出の一部として演者との一体感を感じたりする場合がある。そこで、提案方式においても観客がペンライトで点灯しているライティングカラーを検知し、共有することで演者と観客、観客同士の一体感を演出しコミュニケーションを支援する。

また、各ペンライトデバイスごとに、個人差や長時間のライブ鑑賞のための労力の抑制、疲労を考慮し定期的に取得する圧力値の範囲のキャリブレーションを行う。取得した圧力値及び加速度の値はサーバに送信され、圧力値及び加速度の値は盛り上がり度算出部にて使用される。各視聴者の視聴者用ペンライトデバイスは、ライブ会場に設置するステージ用ペンライトデバイスと一対一で対応しており、視聴者用ペンライトデバイスで点灯している色情報がサーバを介して対応する会場のペンライトに反映される。視聴者には、会場内の対応するペンライトの設置されている位置がブロックと番号にて提示される。音楽ライブ開演前には、視聴者用ペンライトデバイスの確認ボタンを押すことで、会場の対応するペンライトが点滅し、提示されるブロック及び番号と照らし合わせることで対応するペンライトを確認す

### 3.3 提案方式

ることができる。

#### 3.3.2 盛り上がり度算出

構成図 3.1 の②にあたる盛り上がり度算出部では、各視聴者用ペンライトデバイスから収集した圧力値及び加速度の値をもとに、盛り上がり度の算出を行う。盛り上がり度の算出アルゴリズムは楽曲中及びトーク中の 2 種類とし、視聴者全体の平均盛り上がり度  $Ea$  及び、各視聴者の個別盛り上がり度  $E_i$  を算出する。

トーク中の盛り上がり度算出アルゴリズムでは、歓声や拍手の反応にあたる動きを検出する。女性アイドルグループ 1 組と男性アイドルグループ 1 組のライブ中の観客の動作を確認する事前調査より、トーク中は基本的にペンライトを静止させたり、ペンライトを握る力を抜いており、歓声を上げる際にペンライトを上げて細かい横振りの動作を約 2 秒間以上行っている。しかし、横振りの動作の大きさは個人差であり、盛り上がり度としては適さないことも確認できた。そこで、トーク中の盛り上がり度算出アルゴリズムでは、加速度から静止ではない素早く細かい横振りの動作及び圧力値の上昇の両方を多くの視聴者用ペンライトデバイスから 2 秒間以上検出できた場合、横振りの動作を行っているペンライトの割合  $gr$  及び圧力値平均  $P$  の変化を平均盛り上がり度として反映を行う。

楽曲中の盛り上がり度算出アルゴリズムでは、まず楽曲のテンポに合わせた動作の一定の周期を加速度の値から検出する。ライブ中の観客の動作を確認する事前調査より、楽曲中は楽曲のテンポに合わせ、前後、左右、上下にペンライトを振る動作が確認された。しかし歓声の動きと同様に、ペンライトを振る動作の大きさは個人差があり、盛り上がり度としては適さないことが確認できた。全ての視聴者用ペンライトの加速度の値についてこの動作による一定の周期を検出し、多くのペンライトから一定の周期が検出できれば、周期の平均的な時間間隔  $T$  を算出し、一定の周期が検出できた割合  $rr$  及び圧力値平均  $P$  の変化を平均盛り上がり度として反映する。ただし、楽曲のテンポと合わないが歓声の動きが検出された場合は、トーク中と同様に歓声としての盛り上がり度を反映する。

### 3.3 提案方式

以上より、平均盛り上がり度  $Ea$  を

$$Ea = P + (gr * G) + (rr * R)$$

とする。なお、固定値  $G$  をテンポ動作係数、固定値  $R$  を盛り上がり動作係数とする。

個別盛り上がり度  $E_i$  については、歓声の動作及びテンポに合わせた動作が検出できた場合、動作に対応する一定の固定値  $G$  または  $R$  及び圧力値割合  $pr_i$  の変化を個別盛り上がり度として反映する。視聴者の圧力値を  $p_i$ 、視聴者の圧力値の最大値を  $pmax_i$  としたとき、圧力値割合  $pr_i$  を、 $pr_i = p_i / pmax_i$  とする。楽曲のテンポに合わせた動作を行っているかを判定する変数を  $g_i$ 、歓声の動作を行っているかを判定する変数を  $r_i$  としたとき、個別盛り上がり度  $E_i$  は、

$$E_i = pr_i + (g_i * G) + (r_i * R)$$

とする。

#### 3.3.3 ステージ用ペンライトデバイス

構成図 3.1 の③にあたるステージ用ペンライトデバイス及びその制御について述べる。会場ではステージ前方にペンライトデバイスを横一列にステージの端近くまで並べる。並べられたペンライトデバイスはブロックに分けて番号がふられており、1本1本が視聴者用ペンライトデバイスと対応し、色変更が行われる。これにより、アイドルジャンル特有の個人メンバーカラーや楽曲のイメージカラーによる観客からの応援やレスポンスを可視化する。3.2 節にて述べた盛り上がり度を、ステージ用ペンライトデバイス制御部にて並べられたペンライトデバイスに輝度変化及び色変化速度として反映する。

トーク中の場合、平均盛り上がり度をペンライトデバイスの輝度変化として反映し、歓声の動作が一定数以上検出された場合、例えばペンライトの色を隣接するペンライトの色に変化し元の色に戻す動きを非常に短い時間間隔で行うなど、動きの変化を反映する。

楽曲中の場合、盛り上がり度算出部にて検出された時間間隔で、ペンライトの色を隣接するペンライトの色に変化し、元の色に戻すことで、色の遷移でペンライトを振る動作を再現する。また、トーク中同様に、平均盛り上がり度を輝度変化として反映する。

### 3.4 個別盛り上がり度を反映した配信画面

## 3.4 個別盛り上がり度を反映した配信画面

構成図 3.1 の④にあたる個別盛り上がり度を反映した配信画面作成について述べる。ステージ用ペンライトデバイスも含め撮影したライブ映像及び各視聴者の個別盛り上がり度をパラメータとして可視化したものを配信画面とする。算出された視聴者自身の個別盛り上がり度の変化をアニメーションとし、配信画面に表示をする。視聴者用ペンライトデバイスの色変更については、視聴者はステージ用ペンライトデバイスの対応するペンライトの色変化で確認することができたが、加速度及び圧力値により視聴者個人の盛り上がり度の変化については、この配信画面のアニメーションにて確認することができる。

### 3.4.1 実験用システムの実装

今後実施予定の実験に使用するシステムの開発について述べる。実験用システムの構成図を図 3.2 に示す。視聴者役である被験者側の配信視聴用端末、被験者用ペンライトデバイス、スタッフ用色情報入力端末及び、会場側のステージ用ペンライトデバイス、撮影用ビデオカメラそれぞれがサーバと通信を行う。

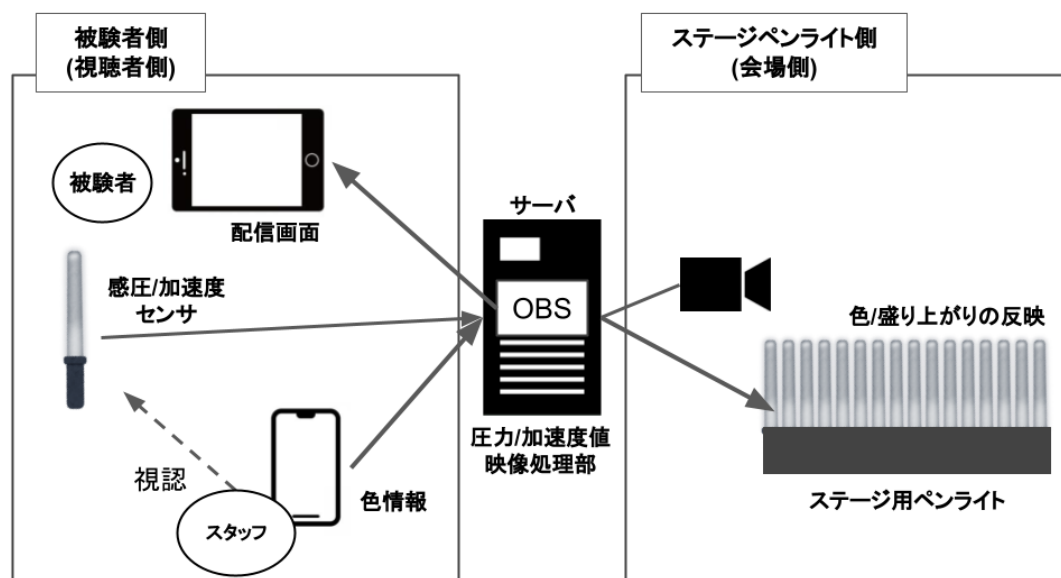


図 3.2 実験用システムの構成図

### 3.4 個別盛り上がり度を反映した配信画面

実験に使用する被験者用ペンライトデバイスを図 3.3 に示す。市販のペンライトのグリップ上部に加速度センサを搭載した M5StickC PLUS を取り付け、M5StickC PLUS に接続された 2 つの圧力センサをペンライトのグリップ部分に取り付けたものを使用する。2 つの圧力センサの位置は、グリップを握りしめた際に人差し指または中指の付け根の位置及び親指の付け根の位置に当たる 2 箇所とし前者を圧力センサ A、後者を圧力センサ B とした。ペンライトを握った様子を図 3.4 に示す。データ収集の制御は M5StickC PLUS にて行い、10 ミリ秒ごとに  $x$ ,  $y$ ,  $z$  の 3 方向の加速度及び A, B の 2 つの圧力センサの値を測定した。収集したデータはサーバ上の盛り上がり度算出部へ送信する。



図 3.3 被験者用ペンライトデバイス

被験者側のスタッフ用端末では、被験者用ペンライトデバイスにて被験者が光らせたライティングカラーを入力し、サーバに送信する。また、被験者用ペンライトデバイスの電源の ON/OFF 情報についてもサーバに送信する。

実験に使用するステージ用ペンライトデバイスを図 3.5 及び図 3.6 に示す。ステージ用ペンライトデバイスは M5Stack に LED テープを用いて実装する。LED テープの LED 5 つをペンライト 1 つとし、5 つごとに同色に光る。また、サーバに送信された被験者用ペンライトデバイスのライティングカラーがその被験者に対応する 1 本のペンライトに反映される。さらに、被験者の加速度から算出された値を元にした揺らぎ、圧力値から算出された値

### 3.4 個別盛り上がり度を反映した配信画面

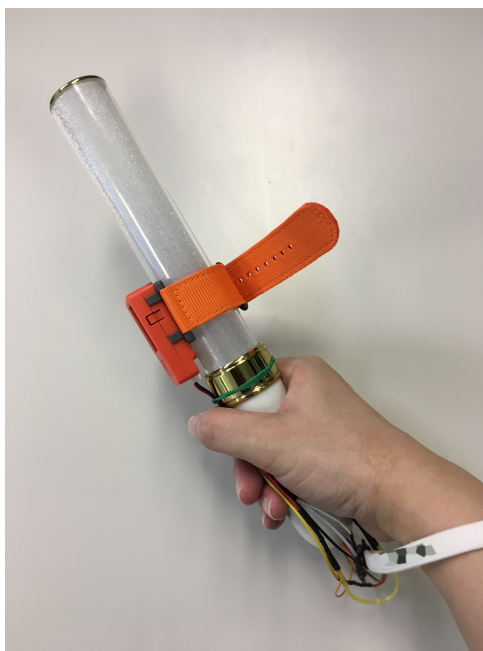


図 3.4 ペンライトの握り方

を元にした輝度変化を行う（図 3.7）。LED テープ上に市販のペンライトの筒部分のみを、同色の LED 5 つに合わせて並べることで、疑似的なペンライトを再現する。市販ペンライトの筒部分の土台は 3D プリンタにて作成した。

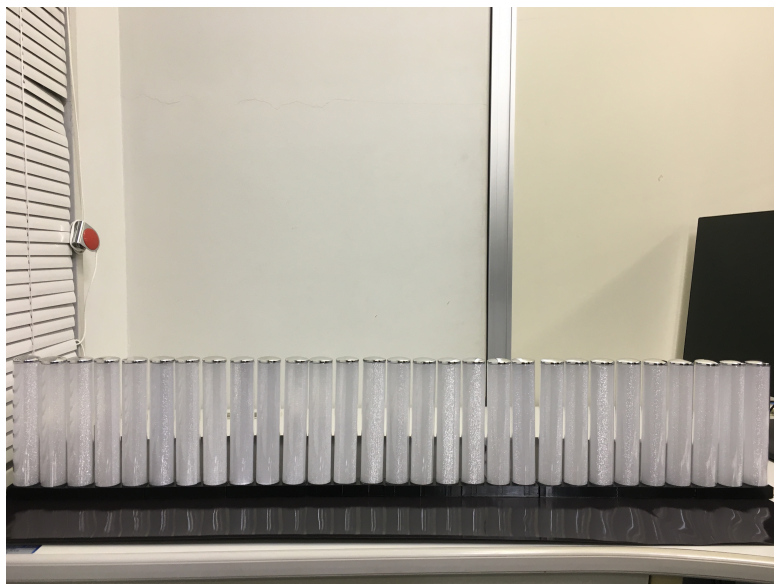


図 3.5 ステージ用ペンライトデバイス



### 3.4 個別盛り上がり度を反映した配信画面

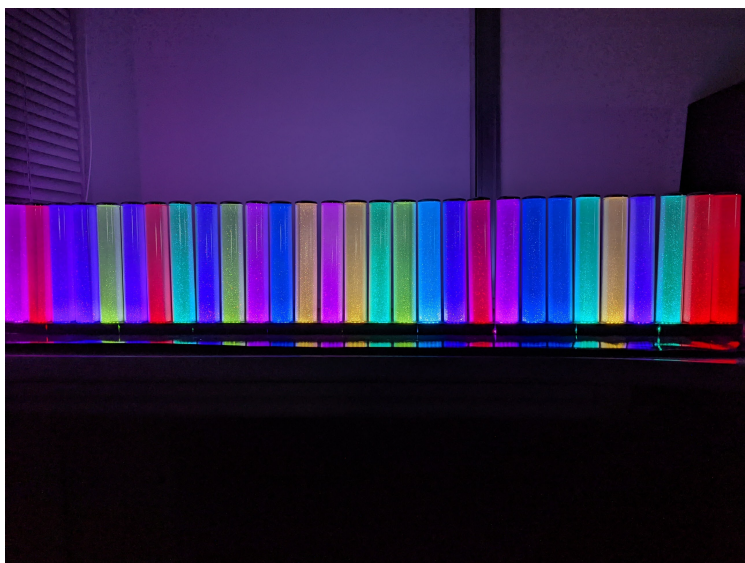


図 3.6 光らせた状態のステージ用ペンライトデバイス

また，ステージ用ペンライトデバイスの背後にグリーンバックを設置し，ビデオカメラにて撮影した映像をサーバに送信する．

サーバでは，被験者用ペンライトデバイスから送信された圧力値及び加速度の値をもとにしたステージ用ペンライトデバイスに反映させる各値の算出及び送信，被験者用ペンライト

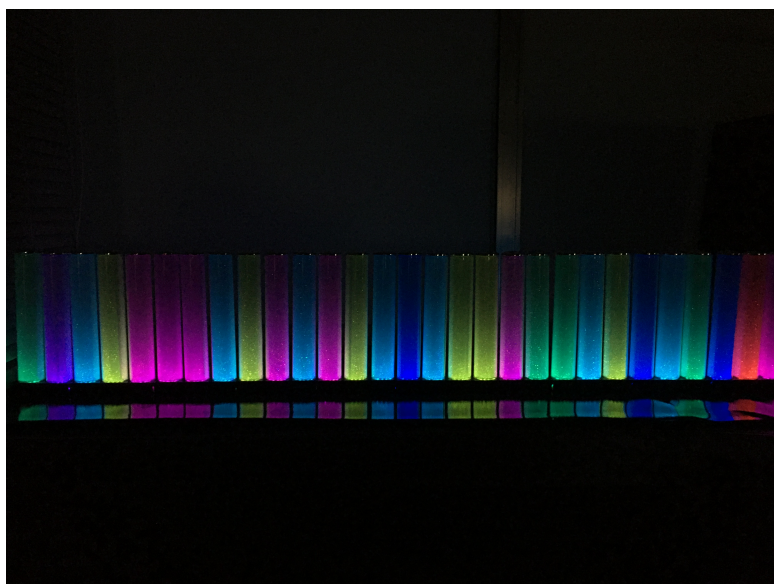


図 3.7 低輝度状態のステージ用ペンライトデバイス



### 3.5 視聴者のライブ中行動分析実験

デバイスの圧力を反映させた配信画面用個別盛り上がり度アニメーションの作成を行う。さらに、ストリーミング配信・録画ソフトウェアである OBS Studio を使用して撮影したステージ用ペンライトデバイスの映像を使用するライブ映像へのクロマキー合成、配信画面の左右に盛り上がりゲージアニメーションの合成を行った配信画面を作成し、被験者用の配信端末に配信を行う [29]。被験者用の配信端末は、気軽に参加できるオンラインライブの視聴者がよく使う端末を想定してタブレット端末を使用する。

## 3.5 視聴者のライブ中行動分析実験

この実験では、視聴者の音楽ライブ視聴中の行動を分析し、加速度からペンライトの動かし方、グリップの圧力から観客の盛り上がりを検出することができるかを検討することを目的とする。

### 3.5.1 圧力値分析実験

予備実験として、ライブ視聴中のペンライトを握る圧力を測定し、盛り上がりを検出する方法として有用性について検討した。実験の被験者は筆者自身とし、約 80 分間音楽ライブの映像を視聴しながら実験デバイスのペンライトをライブ演出に合わせて動かし、その間の圧力を測定した。

測定した圧力を示したグラフを抜粋したものが図 3.8 と図 3.9 である。図 3.8 に示されている 5 分 0 秒から 10 分 0 秒までの間は演者によるトーク中にあたる。また、図 3.9 に示されているうち 25 分 30 秒までが楽曲の演奏中、25 分 40 秒から 28 分 50 秒ごろまでが異なる楽曲の演奏中、29 分 0 秒以降が演者によるトーク中にあたる。

### 3.5.2 ライブ中行動分析実験

本実験では、音楽ライブ視聴中のペンライトを握る圧力およびペンライトの加速度を測定し、盛り上がりを検出する方法として有用かを検討した。実験被験者はリアルライブ、オン

### 3.5 視聴者のライブ中行動分析実験

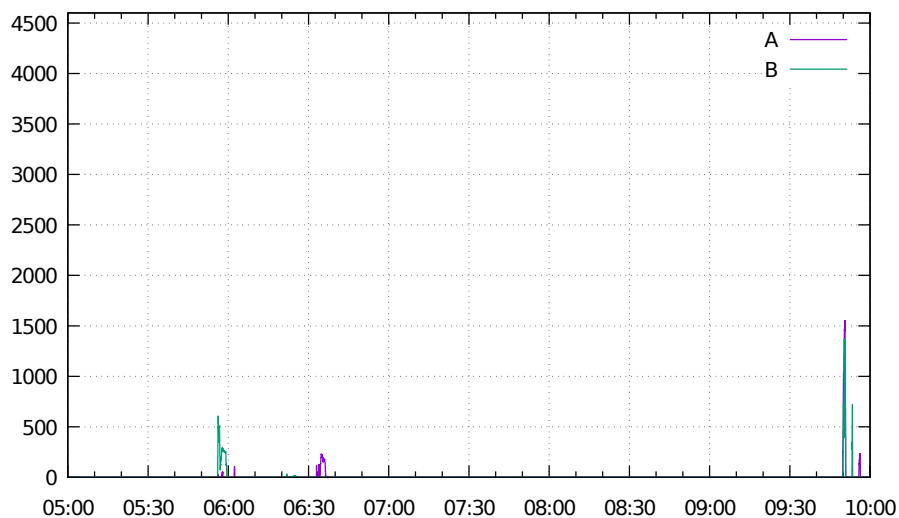


図 3.8 演者によるトーク中のペンライトの圧力の値

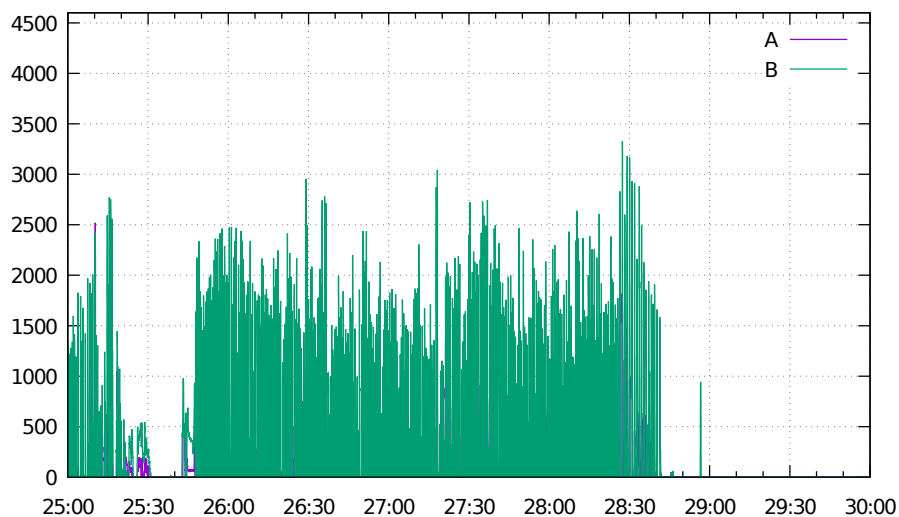


図 3.9 楽曲演奏中のペンライトの圧力の値

ラインライブ共に参加経験のある高知工科大学の学生 1 名で、約 60 分間の音楽ライブを視聴しながら実験デバイスのペンライトをライブ演出に合わせて動かしてもらい、圧力及び加速度を測定した。実験中の被験者をビデオ撮影し、音楽ライブ視聴中の視聴者のペンライトの動かし方についても調査した。また、実験後にはリアルライブとオンラインライブに関するアンケートに回答してもらった。実験の様子を図 3.10 に示す。

測定した圧力を示したグラフを抜粋したものが図 3.11 と図 3.12 である。図 3.11 に示されている 0 分 0 秒から 3 分 52 秒までが楽曲の演奏中、3 分 52 秒以降がトーク中にあたる。

### 3.5 視聴者のライブ中行動分析実験

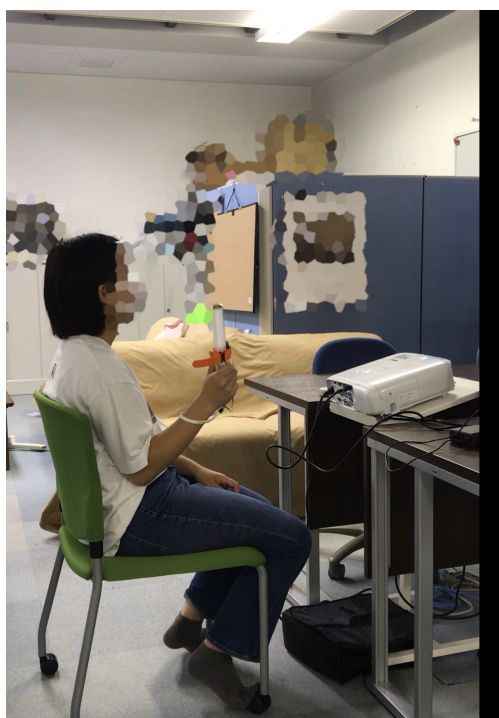


図 3.10 本実験の様子

図 3.12 に示されている 10 分 0 秒から 11 分 57 秒までが楽曲の演奏中、11 分 57 秒以降も異なる楽曲の演奏中にあたる。

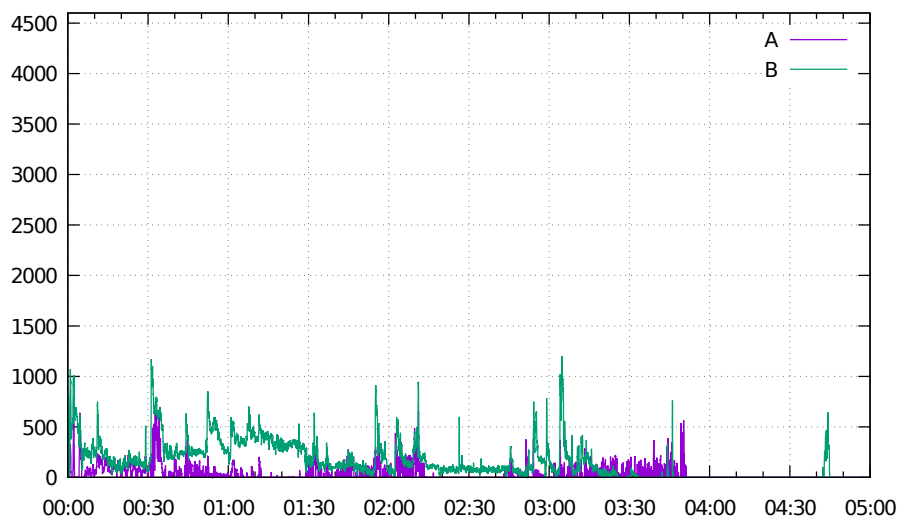


図 3.11 開始から 5 分後までのペンライトの圧力の値

また、測定した加速度の 0.1 秒ごとの平均値，加速度の分散の抜粋したものを表 3.1，表 3.2 に示す。表 3.1 は，ペンライトを楽曲のテンポに合わせて前後に振る動作を行っている

### 3.6 視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験

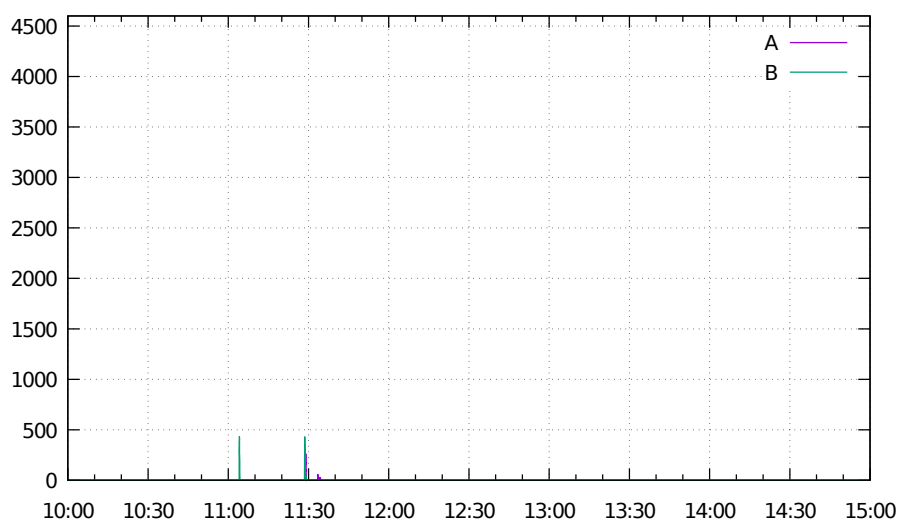


図 3.12 10 分以降 15 分以前のペンライトの圧力の値

ときの平均値と分散の値の変化である。表 3.2 はトーク中にペンライトを膝の上に軽く置いて静止している時の平均値と分散の値の変化である。

また、アンケート結果より、リアルライブとオンラインライブの違いに関する質問に対し、「一緒に楽しみを共有しているお客さんがいると感じれるか、一人で見るとでは感動の仕方が変わってくると思った。」、オンラインライブに求めるものに関する質問に対し、「生配信で家で見ていてもみんなで盛り上がっていることを感じたい」といった回答が得られた。

### 3.6 視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験

視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験では、被験者を視聴者とし、視聴者側から演者視聴者間及び視聴者間のコミュニケーションについて提案方式の有用性を検討することを目的とした。

本研究の被験者は、20 代の学生 4 名で、ペンライトを使用したライブへの参加経験による慣れの考慮のため、過去にペンライトを使用するリアルライブ等への参加経験のある者とした。

なお、被験者以外の演者及び他の視聴者は仮想的に実装した。被験者は、提案方式を用い

### 3.6 視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験

表 3.1 前後に振る動作中の加速度の平均と分散

時間 (分:秒)	加速度平均			加速度の分散		
	x 軸	y 軸	z 軸	x 軸	y 軸	z 軸
12:04.0	-0.27	0.60	0.55	0.11	0.36	0.32
12:04.1	0.81	1.19	-0.16	0.74	1.47	0.04
12:04.2	0.62	1.32	0.15	0.41	1.74	0.03
12:04.3	0.18	0.95	0.22	0.05	0.91	0.05
12:04.4	-0.18	0.73	0.46	0.04	0.53	0.22
12:04.5	-0.35	0.69	0.56	0.13	0.48	0.32
12:04.6	-0.53	0.55	0.64	0.28	0.31	0.41
12:04.7	-0.28	0.66	0.48	0.10	0.45	0.24
12:04.8	1.02	1.45	-0.43	1.31	2.20	0.28
12:04.9	0.67	1.25	0.16	0.52	1.60	0.06
12:05.0	0.00	0.59	0.33	0.05	0.37	0.12
12:05.1	-0.56	0.23	0.71	0.33	0.05	0.52
12:05.2	-0.67	0.28	1.06	0.46	0.08	1.12
12:05.3	0.14	0.62	0.46	0.28	0.43	0.35
12:05.4	1.19	1.26	0.12	1.47	1.59	0.15
12:05.5	0.59	1.05	0.46	0.36	1.11	0.23
12:05.6	0.04	0.70	0.47	0.03	0.50	0.23

ない 1 人でのライブ配信鑑賞，実験用システムを用いた疑似的なライブ配信鑑賞を行った．これらを比較して，提案方式を用いることで，同じ空間に他の視聴者がいる場合に比べ，配信ライブへ参加している感覚を得られるか，同じ空間に他の視聴者がいない状態でどれほど他の視聴者の存在を感じることができるかについて検討した．また，これらを検討する指標として，被験者の視線や他者から見た被験者の様子，加速度や圧力の値から算出された盛り上がり度及び被験者アンケートを利用した．

同じ空間に他の視聴者がいる場合の配信ライブ鑑賞，同空間に被験者 1 人のみの場合での配信ライブ鑑賞，提案方式を使用した場合の配信ライブ鑑賞を比較したアンケート結果を示

### 3.6 視聴者のライブへの没入感及び盛り上がり共有感検討実験

表 3.2 静止中の加速度の平均と分散

時間 (分:秒)	加速度平均			加速度の分散		
	x 軸	y 軸	z 軸	x 軸	y 軸	z 軸
17:38.0	0.93	0.01	0.45	0.87	0.00	0.21
17:38.1	0.93	0.02	0.40	0.87	0.00	0.16
17:38.2	0.93	0.05	0.35	0.86	0.00	0.12
17:38.3	0.94	0.07	0.31	0.88	0.00	0.10
17:38.4	0.96	0.06	0.29	0.93	0.00	0.09
17:38.5	0.96	0.06	0.27	0.93	0.00	0.07
17:38.6	0.95	0.07	0.28	0.90	0.00	0.08
17:38.7	0.95	0.07	0.28	0.91	0.00	0.08
17:38.8	0.95	0.06	0.28	0.91	0.00	0.08
17:38.9	0.95	0.06	0.28	0.91	0.00	0.08

す。アンケート結果が得られた 3 名より、ライブは楽しいと感じましたか？という質問について 1 から 7 の 7 段階で評価したアンケート結果を表 3.3 に示す。

表 3.3 ライブ配信の楽しさに関するアンケート結果 (7 段階評価)

	複数人鑑賞	1 人鑑賞	提案方式
被験者 A	5	5	6
被験者 B	5	5	5
被験者 C	5	4	5
平均値	5	4.67	5.33
標準偏差	0	0.58	0.58

また、同様にアンケート結果が得られた 3 名より、もし視聴中に SNS の通知が鳴ったとしたら、あなたはスマホを確認すると思いますか？という質問、視聴中にスマホで SNS を見たいと思いましたか？という質問について 1 から 5 の 5 段階で評価したアンケート結果を表 3.4, 表 3.5 に示す。

## 3.7 考察

表 3.4 ライブ配信中の SNS 通知に関するアンケート結果 (5 段階評価)

	複数人鑑賞	1 人鑑賞	提案方式
被験者 A	3	3	1
被験者 B	2	2	2
被験者 C	1	1	1
平均値	2	2	1.33
標準偏差	1	1	0.58

表 3.5 ライブ配信中の SNS 確認に関するアンケート結果 (5 段階評価)

	複数人鑑賞	1 人鑑賞	提案方式
被験者 A	4	4	2
被験者 B	1	2	2
被験者 C	1	1	1
平均値	2	2.33	1.67
標準偏差	1.73	1.53	0.58

提案方式の使用について、1 から 5 の 5 段階で評価したアンケート結果を表 3.6 に示す。  
なお、被験者 D については回答が得られた質問についてのみの結果を示す。

被験者 A の測定した圧力値の抜粋を図 3.13、測定した加速度の値の抜粋を図 3.14 に示す。

また、被験者 B の測定した圧力値の抜粋を図 3.15、測定した加速度の値の抜粋を図 3.16 に示す。

## 3.7 考察

### 3.7.1 ペンライトの加速度

表 3.1 より、ペンライトを前後に振る動作を行っているときは、x 軸の加速度の平均値が一定間隔で負の値と正の値を行き来していることがわかる。また、x 軸の加速度の分散につ

### 3.7 考察

表 3.6 提案方式に関するアンケート結果 (5 段階評価)

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D	平均値	標準偏差
今後ライブ配信を鑑賞するときに今日使ったペンライトを使ってみたいと思いますか？	5	3	3	5	4.75	1.15
ライブを見ながらペンライトは使いやすかったですか？	5	2	2	4	3.25	1.5
ライブ中ペンライトを離したい、置きたいと思いましたか？	2	4	4	-	3.33	1.15
画面左右のメーターは邪魔だと感じましたか？	1	2	2	-	1.67	0.57
画面左右のメーターをライブ中どれくらい確認しましたか？	2	2	5	-	3	1.73
画面下のペンライトは邪魔だと感じましたか？	1	2	1	-	1.33	0.58
画面下のペンライトをライブ中どれくらい確認しましたか？	2	4	4	-	3.33	1.15
画面下のペンライトの中で、ライブ中どれが自分のものかわかりましたか？	4	2	1	-	2.33	1.53
画面下のペンライトの動きは曲に合っていると思いましたか？	4	4	4	-	4	0
画面に映っていたペンライトをアーティストが見て何か反応してくれたとしたら、うれしいと感じると思いますか？	5	4	5	5	4.75	0.5

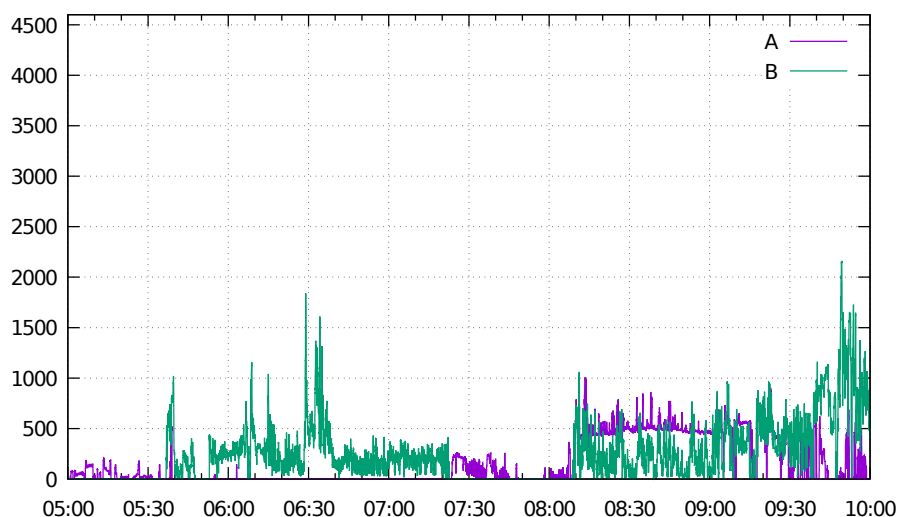


図 3.13 5 分以降 10 分以前の被験者 A のペンライトの圧力の値

いても同様に一定間隔で 0.50 以上に上振れていることが確認できる。表 3.1 の場合、演奏中の楽曲の BPM が約 100 なので、約 0.6 秒周期で加速度平均の値の上下及び分散の上振れが起きていることが確認できる。

また、表 3.2 より、ペンライトを静止させているときは、x 軸、y 軸、z 軸の値の変化が非常に小さくなっていることが確認できる。

これらのことから、ペンライトを動かした際ある程度の規則性があり、その規則性からペンライトの動かし方を検出できると考えられる。

本実験でははっきりと判別できる動きは、ペンライトを前後に振る動作とペンライトを静



### 3.7 考察

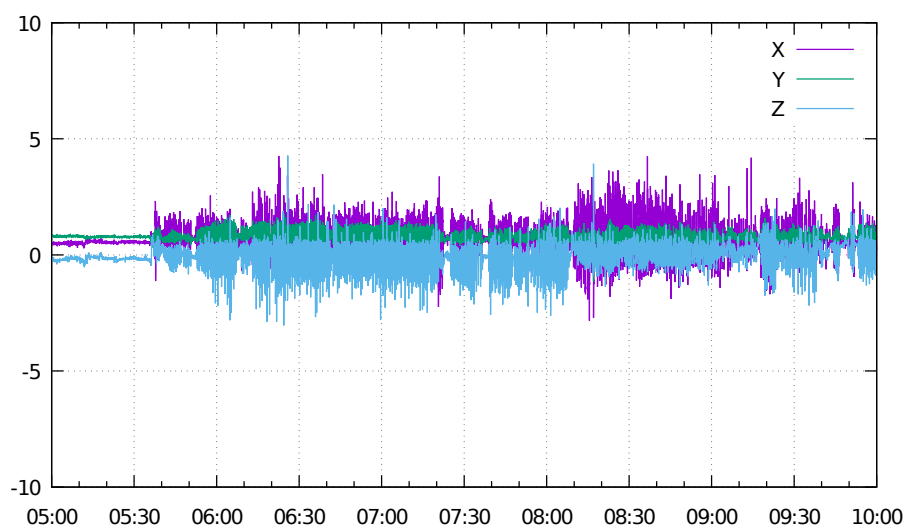


図 3.14 5 分以降 10 分以前の被験者 A のペンライトの加速度の値

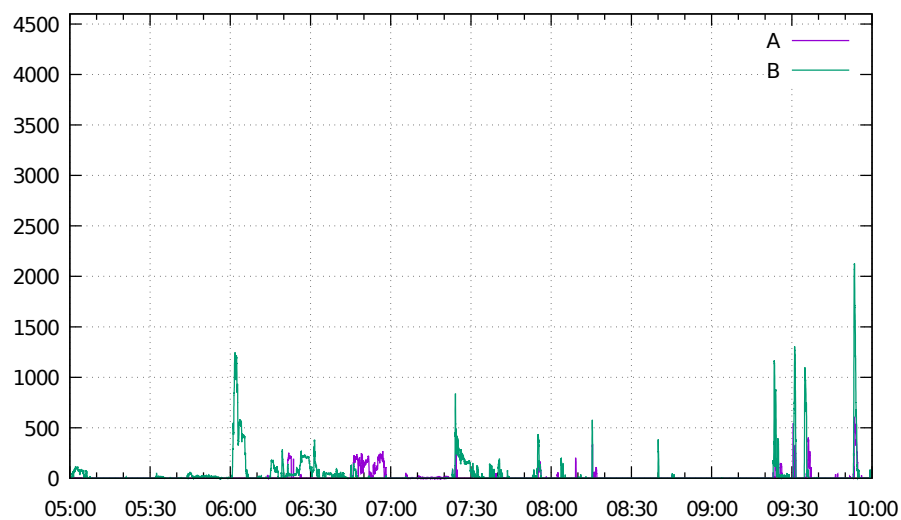


図 3.15 5 分以降 10 分以前の被験者 B のペンライトの圧力の値

止させる動作の 2 種類であったが、他にもペンライトを左右に振る動作、ペンライトを上突き上げる動作、ペンライトを小刻みに揺らす動作が、撮影したビデオから確認できた。他にも、楽曲によっては演者が行う振付を観客も同様に行う様子も確認でき、これは演者と観客の一体感のために重要な動作であると考えられる。また、ペンライトを小刻みに揺らす動作は、演者のあおりに対するレスポンスやパフォーマンス終わりの拍手の代わりとして使われている動作であり、観客の盛り上がりを可視化したり演者と観客がコミュニケーションを行う等するにあたって重要な動作であると考えられる。今後、より被験者を増やしデータを詳細

### 3.7 考察

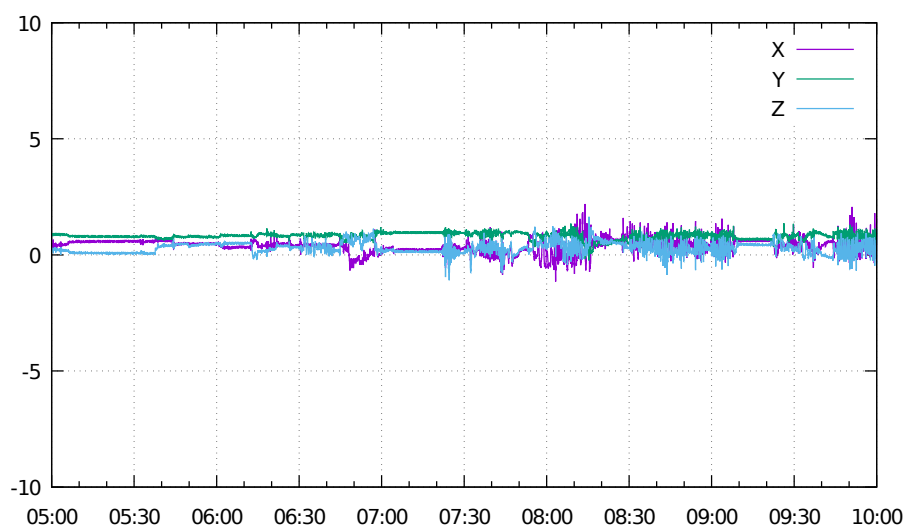


図 3.16 5 分以降 10 分以前の被験者 B のペンライトの加速度の値

に解析して、これらの重要な動作を検出できるようにする必要があると考える。

#### 3.7.2 グリップの圧力

予備実験より、観客にとって盛り上がりやすい楽曲中とペンライトを振らずに待機する演者のトーク中では検出した圧力に明らかに差があり、尚且つ盛り上がりやすい楽曲中でははっきりと圧力の値を検出できることが確認できた。しかし、本実験においては図 3.12 より、圧力の値そのものがほとんど検出できなかった。これは、被験者の握力やペンライトの握り方、振り方に個人差があるためだと考える。本実験の被験者は、今回使用したデバイスの加速度センサでは検出できない微小な圧力しかかけられていなかったと考えており、今後より圧力センサの感度を上げて再度実験を行う必要があると考えられる。

また、図 3.11 及び図 3.12 より、実験開始時にはある程度圧力の変化が検出できていたが、時間が経つにつれ検出できないほど値が微小になっており、ペンライトを振ることに対する労力を抑えているのではないかと考えられる。本実験は約 1 時間の音楽ライブ視聴のなかでトーク中以外はペンライトを振り続けることとなり、実際の音楽ライブについても 2 時間から 3 時間続けて行われることもある。そのため、本実験の被験者はリアルライブ、オンラインライブともに複数回の参加経験のあり音楽ライブに慣れがあることから、長時間ペンライ

### 3.7 考察

トを振り続けるために無意識のうちに労力を抑え、体力を温存するようにしている可能性が考えられる。一方で、音楽ライブに対して慣れていない観客であれば、ペンライトを振り続けることによる疲労でグリップにかかる圧力が時間経過で弱くなる可能性についても考えられる。

これらより、握力やペンライトの握り方、振り方の個人差やペンライトを振る動作に対する労力の変化、時間経過による労力の抑制、疲労による変化についても考慮した、盛り上がりの検出手法を検討する必要があると考える。

#### 3.7.3 提案方式による視聴者への影響

表 3.6 より、提案方式を今後も使いたいと答えた被験者 A、被験者 D の 2 名はペンライトの使いやすさについても肯定的な回答をしている。被験者 A については、ライブ視聴中ペンライトを置きたいとはあまり思わなかったという回答をしている。この 2 名の被験者は、図 3.14 のようにペンライトデバイスの加速度値や撮影したビデオから、積極的にライブ内容に合わせてペンライトを振る様子が確認されている。図 3.13 のように圧力値についても大きい変化が確認されており、ライブを鑑賞すると同時にペンライトをしっかりと握り、振ることに注力していると考えられる。この 2 名は、ファン活動についてのアンケート調査にて、他のファンとの交流手段に音楽ライブの感想での交流を挙げており、提案方式による他の視聴者との熱狂の共有に積極的になったと考える。

一方で、表 3.6 より、提案方式が無くてもいいと答えた被験者 B、被験者 C の 2 名はペンライトの使いやすさについて否定的な回答をしており、ライブ視聴中もペンライトを置きたいと思ったという回答をしている。また、図 3.16 より、ペンライトデバイスの加速度値や撮影したビデオからも、ライブシーンに関わらずペンライトを静止させている時間が長く、振り方も消極的な様子が確認できた。図 3.15 より圧力値についても変化が微小で検出されない時間も多く、検出できないほどペンライトを握る力を抜いていたと考えられる。

表 3.4、表 3.5 より、被験者 A は、複数人での鑑賞、1 人での鑑賞の場合、ライブ鑑賞中に SNS の通知が鳴ったら確認するか、ライブ鑑賞中に SNS を確認したいと思ったかという

### 3.7 考察

質問に対し SNS 確認に積極的な回答をしている。これについてアンケートの自由記述にて、「(他の視聴者の) 感想を確認しながら見たい」という回答をしている。一方で、提案方式を使用した鑑賞の場合では、SNS 確認に消極的な回答となっており、被験者 A にとって SNS での他の視聴者の感想を見ることよりも提案方式を使用しながらのライブ鑑賞を優先したと考える。これにより、提案方式がライブの感想共有の役割を担えた可能性が考えられる。

表 3.6 より、被験者 4 人全員が画面下のペンライトを見たアーティストから反応があることに好意的な回答をしている。本実験では視聴者間のコミュニケーションの検討を行ったが、提案方式により演者視聴者間のコミュニケーションが実現できれば、より視聴者の満足感に繋がる可能性が考えられる。

表 3.6 より、回答の得られた被験者 3 名は画面下のペンライトの動きは曲に合っているかという質問については肯定的な回答が得られており、ペンライトの横揺れの動きに違和感は少ないと考えられる。また、ペンライトの振り方の参考にしたものを質問したアンケート結果にて画面下のペンライトを参考にしたという回答は得られなかったが、被験者 C は基本的なペンライトの振り方である縦振りではなく画面下のペンライトの動きに近い横振りを行っていることが確認できた。また、被験者 D は画面下のペンライトが歓声の動きからワンテンボ遅れて同様の歓声を動きをしたことが確認できており、ある程度画面下のペンライトを振り方や振るタイミングの参考にしている可能性がある。被験者 C、被験者 D は共にファン活動についてのアンケートより、実験に使用したライブのアーティストはファンというほどではないが好んでいる程度と回答しており、ファンになりたてなどのライトな層がライブの雰囲気を感じたり、ペンライトを振るタイミングを練習したりすることにも効果を発揮できるのではないかと考える。

#### 3.7.4 提案方式の可能性

本提案方式により、オンライン音楽ライブに出演する演者、視聴する観客、開催する運営企業の三者に対し、それぞれメリットが発生すると考える。

まず、オンラインライブに出演する演者については、1 章でも述べたように、無観客で行

### 3.7 考察

うオンラインライブに対し、観客のレスポンスがないことが寂しい、つらいといった内容のコメントが筆者が確認した範囲でも複数のアーティストから見受けられた。演者にとって音楽ライブは、ファンである観客の生の声を聴いて相互にコミュニケーションをとることができる貴重な機会であり、このような機会が失われることは演者にとってモチベーションの低下に繋がると考える。提案方式により、ステージ用ペンライトデバイスの色や光の強さの変化、動きの変化などで、オンラインライブにおいても演者のパフォーマンスに対する観客の反応が可能な限りリアルタイムで返ってくることは、演者にとってオンラインライブにおけるモチベーションの維持に貢献できるのではないかと考える。

また、演者はコロナ禍以前の音楽ライブにおいてはペンライトの光で埋まった空間に向けてパフォーマンスを行っていたが、無観客オンラインライブにおいては、機材とスタッフのみの特に変化のない暗い空間に笑顔を向けてパフォーマンスをすることとなった。しかし、提案方式により光の色や輝度、動きなどの変化や、自身を応援する特別な唯一の色の存在が視界に入ることにより、観客の存在や応援を感じ感動することができれば、より自然な明るい表情などのパフォーマンスの向上を期待できるのではないかと考える。

次に、オンラインライブを視聴する観客については、オンラインライブにおいて音楽ライブの楽しみを共有するほかの観客の存在がないことが、オンラインライブにおける物足りなさに繋がっているのではないかと考えられる。提案方式によりステージ用ペンライトデバイスの自身のペンライトに対応するもの以外のペンライトや盛り上がり度の可視化から、同時にオンラインライブを視聴するほかの観客の熱狂を共有していると感じることができれば、同時にライブを鑑賞する他の観客の存在を感じながらオンラインライブを楽しむことができ、観客にとってオンラインライブの感動に変化をもたらしたり、オンラインライブへの集中力や熱中度を上げるたりすることができるのではないかと考える。

また、コロナ禍以前のリアル音楽ライブにおいては、観客は会場にてペンライトの光や歓声を以てパフォーマンスや演出の一部となり、音楽ライブに参加している実感を持っていた。しかし、オンラインライブにおいては事前収録されたテレビやライブDVD等の鑑賞のように撮影された会場の様子を外から傍観する印象が強くなり、リアルタイム感や視聴者自

### 3.7 考察

身がライブに参加している感覚が薄れているため、ながら視聴等のライブへの集中力や熱中度の低下に繋がっていると考える。提案方式により、ただライブ映像を視聴するだけでなく視聴者自身がリアルタイムに行われているライブへ参加している感覚を感じることができれば、オンラインライブにおいてもライブへの熱中や熱狂を感じることができるのではないかと考える。

最後に、オンラインライブを開催する運営企業については、現状その価値の変化からリアルライブに比べてオンラインライブのチケットの値段が低く設定されていたり、リアルライブでは積極的に行われていたライブの熱狂を共有するためのライブグッズ販売に力を入れられなかったりすることが、課題として考えられる。特に、ペンライトは以前のリアルライブではグッズ販売において販売されていることもあり、会場でのライブ演出の1つであるともいえるが、オンラインライブではライブ演出としての機能を失ってしまっている。提案方式を用いることで、ペンライトにライブ演出としての価値を再度持たせたり、他の観客の盛り上がりの共有をオンラインライブの付加価値とすることで、グッズ販売やチケット売上による収入を上げることができるのではないかと考える。

一方で、ライブ中の観客の動作を確認する事前調査にて確認できた、楽曲の振付を観客も真似する動作については、本提案方式では反映することができておらず、今後の課題として挙げられる。また、盛り上がり度算出アルゴリズムについて、楽曲中のアルゴリズムとトーク中のアルゴリズムの切り替えについて、本提案方式では考慮しなかったが、今後の課題として切り替えの自動化についても検討する必要があると考える。

## 第 4 章

# 議論

2020 年初頭に大きくなり始めた新型コロナウイルス感染症の感染拡大から約 2 年が経過した。長期化するコロナ禍において、多くの様々な面での制限に痺れを切らし始める人が増えてきている。ライブ・エンタテインメント市場においても、制限によるオンラインのみの開催に、演者はパフォーマンスの手ごたえの無さ、顧客の熱狂の薄れ、運営企業の従来に比べて必要経費の大きさや売上の小ささ等、各立場それぞれに不満を抱えている。その結果、新型コロナウイルス感染症の感染拡大状況に関係なく、感染対策を行った上で対面のイベントの再開が増加してきた。ここでは、感染対策等の必要なコロナ禍及びそれ以降のライブ・エンタテインメントにおける物品販売業務の効率化方式、オンラインライブにおける相互コミュニケーション支援方式の可能性について議論する。

### 4.1 コロナ禍以後の対面イベントにおける効率化方式の可能性

現在のようなコロナ禍でのイベント、物販運営において、顧客のストレスを軽減することにより、顧客に落ち着いて行動してもらい、3 密となる環境を生まないための指示に従ってもらう余裕を作ることができる考える。また、レジ業務時間の短縮により回転率が上昇し客の滞留を防ぐことで、3 密環境を生まないための対策ができる考える。

従来の物品販売において、限られた時間での販売により待機列が非常に長くなり、場合によっては会場外まで整列することもあった。コロナ禍においては、観客数を制限しているとはいえ、待機列にもソーシャルディスタンスが求められており、従来同様に待機列が非常に

## 4.2 ハイブリッド方式の音楽ライブにおける提案方式の可能性

長くなる可能性もある。効率化方式及びシミュレーション手法を利用することで、現在の予想待機時間をおおよそ算出することも可能であると考え、予想待機時間を算出し客に提示することで、販売所に客が訪れる時間をある程度制御でき、観客数の制限が解除された後も待機列での混雑解消に繋がるのではないかと考える。

## 4.2 ハイブリッド方式の音楽ライブにおける提案方式の可能性

観客数を制限しつつ有観客でのリアルライブの開催が再開され始めたことで、有観客でのリアルライブと同時配信によるオンラインライブを両立したハイブリッド方式による音楽ライブも開催され始めている。本提案方式は、ハイブリッド方式の音楽ライブにおいても有用性を示すことができると考えている。

コロナ禍以前の音楽ライブにおいても、映画館等の会場に生中継を行うライブビューイングなどが開催されることがあったが、その場合実際の音楽ライブ会場にはいないライブビューイング会場の観客は音楽ライブにおいてほぼ考慮されず蚊帳の外であり、音楽ライブを外から覗くような状態であることが多かった。そのため、今後増加すると予想されるハイブリッド方式の音楽ライブにおいても、自宅等から配信で音楽ライブを鑑賞する観客の存在がライブビューイング会場の観客と同様に考慮されなくなる可能性が考えられる。さらに、以前のライブビューイングにおいては同じ会場にいる他の多くの観客と音楽ライブの盛り上がり共有し楽しむことができたが、配信での鑑賞は同じ空間で他の観客との盛り上がり共有が難しい。本提案方式により、ハイブリッド方式の音楽ライブにおいても考慮されず蚊帳の外になる可能性の高いオンラインの観客が、音楽ライブに積極的に参加し、会場の演者や観客及び他の配信で音楽ライブを鑑賞する観客と盛り上がり共有しコミュニケーションを行うことができるようになると思う。

また、提案方式では会場のステージ用ペンライトデバイスとして、配信で音楽ライブを鑑賞する視聴者の盛り上がり可視化し共有するシステムをステージ前方に配置している。そのため、ハイブリッド方式の音楽ライブの場合、会場の観客と演者の間にこのデバイスが設



## 4.2 ハイブリッド方式の音楽ライブにおける提案方式の可能性

置されており、会場の演者も観客も配信の視聴者の盛り上がりを認識することができる。これにより、会場の演者も観客も配信視聴者の盛り上がりを共有することができ、盛り上がりの相乗効果が期待できるのではないかと考えている。

さらに、新型コロナウイルス感染症の影響が今後最小限に抑えられ、コロナ禍以前と近い状態で音楽ライブが開催できるようになったとしても、主要な音楽ライブ会場の遠方に居住するファンや幼い子供連れのファン、身体障害を持つファンなど、ライブ会場での音楽ライブの鑑賞が難しいファンも多い。そのため、提案方式によりライブ会場で音楽ライブの鑑賞が難しくとも配信で自宅から音楽ライブに積極的に参加し他の観客と盛り上がりを共有することができれば、そのようなファンの積極的な音楽ライブコンテンツへの参入を支援することもできると考える。

また、音楽ライブの運営企業は音楽ライブの開催に際して、コロナ禍以前は限られた会場の観客数制限内のチケット売り上げ及び物品販売の売上によって利益を得ていたが、オンライン音楽ライブの普及により、会場のみでの音楽ライブの観客動員数上限以上のオンラインライブの観客を動員しチケット売り上げを得ることができた。しかし現状は音楽ライブ鑑賞としての観客の満足度はリアルライブの方が大きく、今後有観客でのリアル音楽ライブの再開と共に、相対的にオンラインライブへの参加価値が下がるのではないかと考える。そこで、提案方式によりオンラインライブへの付加価値を与えることができれば、音楽ライブの配信チケットによる売り上げもある程度維持しつつ、リアルライブへの観客動員によるチケット売り上げも得ることができるようになるのではないかと考える。

## 第 5 章

# おわりに

社会情勢の変化や災害の頻発，少子高齢化など，経済変化は起き続けており，各業界はその変化に合わせて業務形態の変更に対応しなければならない．2020 年，新型コロナウイルス感染症の感染拡大により，各業界が大きな負の影響がもたらされた．

ライブ・エンタテインメント市場は好調に市場拡大してきたが，2020 年新型コロナウイルス感染症の感染拡大により市場規模が前年度比 8 割減となった．その要因の一つとして，開催回数が少なく一つ一つは一時的な市場であることから従来より新規システム導入に消極的であることが挙げられる．そこで，ライブ・エンタテインメント市場には環境変化に対し業界全体の柔軟な改革が必要であると考ええる．

本稿では，コロナ禍以後のライブ・エンタテインメント市場において，物品販売業務に着目し，効率化方式による在庫管理の可能性や経済変化前のデータから新規システムのシミュレーションを行う研究の有用性について示した．

また，オンライン音楽ライブに着目し，アイドルジャンルを対象にペンライトを利用し，盛り上がり度を可視化，共有することにより演者と観客，観客間の相互コミュニケーションを支援する方式を提案した．提案方式では，ライブへの没入感を損なわず，アイドルジャンルで重要視される誰に向けた応援かを明確にしたコミュニケーション支援を目指した．

提案方式は，視聴者用ペンライトから加速度，圧力値及び色情報を収集し，加速度及び圧力値から視聴者全体の平均盛り上がり度と視聴者ごとの個別盛り上がり度を算出する．会場のステージ用ペンライトにて，各視聴者の色情報及び平均盛り上がり度を可視化し表示する．このステージ用ペンライトを含めたライブ映像と可視化した個別盛り上がり度を配信画面にて配信する．

この提案方式について、ペンライトの加速度及び圧力値から盛り上がり度の検出可能性について検討する実験を行った。結果、ライブシーンごとに圧力値の変化を確認した。加速度からは周期的な規則性を確認した。一方で、圧力値に個人差や時間経過による疲労などの変化も見られた。また、視聴者視点から提案方式によるライブへの参加感や他の観客の存在を感じることができるかを検討した。アンケート結果より、従来と比べライブへの参加感や他の視聴者の存在を感じることができライブの楽しさにつながったことが確認できた。さらに、被験者からステージ用ペンライトの動きに合わせて自身のペンライトの振り方を変更する様子も確認した。

提案方式について、演者においてはモチベーションの維持やパフォーマンスの向上、観客についてはライブに対する熱中度や高揚感の向上、運営企業についてはオンラインライブやライブグッズ販売への価値の上乗せによる売上収入と、それぞれにメリットがあると考察した。一方で、アイドルジャンル特有の特殊な動作の反映や、アルゴリズム切り替えの自動化については今後検討すべきであると述べた。

さらに、コロナ禍以後の可能性として、制限下の物品販売において効率化方式により3密環境を生まないための客誘導やソーシャルディスタンス確保、混雑緩和のための待機時間予測の可能性について議論した。また、ハイブリッド方式の音楽ライブにおける相互コミュニケーション支援方式について、会場内の演者、観客とオンラインの観客のコミュニケーションの可能性や、会場での音楽ライブへの参加が難しい客層の音楽ライブへの参入支援、運営企業へのリアルライブとオンラインライブ双方での売り上げの向上の可能性について議論した。

本研究により、コロナ禍以後のライブ・エンタテインメント市場において、経済変化や市場変化に対する柔軟な改革を支援できることを示した。

# 謝辞

本研究を進めるにあたり，指導教員である敷田幹文教授には4年間に渡り熱心にご指導をいただきました。心より感謝申し上げます。また，副査である繁杵教授，妻鳥准教授には，本研究について様々な観点からご指導，助言をいただきました。本研究室修士1年の小松真子さん，学部3年の綾部滯さん，学部2年の植田蓮さんには，本研究を行うにあたって実験用システムの開発や事前調査，実験の補助などご協力いただきました。また，実験にあたり被験者の皆様にもご協力いただきました。心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] ライブ・エンタテインメント白書調査委員会. 2020 ライブ・エンタテインメント白書サマリー. ライブ・エンタテインメント白書調査委員会, 2021.
- [2] ぴあ総研. 2020 年 1 月～12 月のライブ・エンタテインメント (音楽・ステージ) 市場規模は 8 割減／ぴあ総研が確定値を公表. [https://corporate.pia.jp/news/detail\\_live\\_enta20210513.html](https://corporate.pia.jp/news/detail_live_enta20210513.html), 2021/12/17.
- [3] ぴあ総研. ライブ・エンタテインメント市場がコロナ前の水準に回復するのは、最短で 2023 年／ぴあ総研が将来推計値を公表. [https://corporate.pia.jp/news/detail\\_live\\_enta20210928.html](https://corporate.pia.jp/news/detail_live_enta20210928.html), 2021/2/3.
- [4] ぴあ株式会社. ライブ参加者の年間チケット費＋グッズ購入費は 8 万円超！／ぴあ総研が調査結果を公表. [https://corporate.pia.jp/news/detail\\_soken\\_goods201905.html](https://corporate.pia.jp/news/detail_soken_goods201905.html), 2020/4/7.
- [5] 中真咲. 商業イベントでの仮設店舗における大量物品販売業務の効率化方式. 高知工科大学情報学群令和元年度学士学位論文, 2020.
- [6] 寺澤拓也, 齊藤信人, 西岡大, 山口政義, 村山優子. 仮設住宅および復興公営住宅における買い物支援のためのプリペイド型簡易商店システムの運用と評価. 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-IOT-27, No. 7, pp. 1–6, 2014.
- [7] 平田直也, 中桐齊之. Mas を使用したセルフレジシミュレータの開発と検証. 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集, Vol. 1, pp. 347–348, 2017.
- [8] 平田直也, 中桐齊之. マルチエージェントモデルを用いたセルフレジ導入によるレジサービスへの影響と解析. 2017 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, Vol. 2017, , 2017.
- [9] 外山祥平, 平山雅之. レジ混雑緩和システムの設計と実装. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-SLDM-181, No. 39, pp. 1–6, 2017.

## 参考文献

- [10] 外山祥平, 平山雅之. レジの混雑状況緩和システムの開発. 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集, Vol. 2017, No. 1, pp. 89–90, 2017.
- [11] 沖電気工業株式会社. 店舗業務改善支援ソリューション「VisIoT」. <https://www.oki.com/jp/enterprisedx/storefront/visiot/>, 2020/4/7.
- [12] 市澤浩史, 井上智貴, 藤原光照, 山根信二, 村山優子. バーコードを利用したプリペイド式の学内実験システムの構成と運用. FIT(情報科学技術フォーラム)2002, Vol. 2002, No. 4, pp. 191–192, 2002.
- [13] 佐藤英彦, 齊藤義仰, 村山優子. 被災地の仮設住宅におけるプリペイド型簡易商店システムの運用. 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, Vol. 2013, No. 1, pp. 379–380, 2013.
- [14] 市川潤, 西岡大, 齊藤義仰, 村山優子. 被災地の仮設住宅における遠隔管理機能を導入したプリペイド型簡易商店システムの社会実装. 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, Vol. 2014, No. 1, pp. 563–564, 2014.
- [15] 寺澤拓也, 齊藤信人, 山口政義, 市川潤, 西岡大, 村山優子. 震災復興時の被災地における買物支援のためのネットワーク型簡易商店システム. マルチメディア, 分散. 協調とモバイル (DICOMO2014) シンポジウム, Vol. 2014, pp. 2005–2011, 2014.
- [16] NEC プラットフォームズ. 小売業向け POS システム RegiGrow 二人制対応 POS システム 機能紹介. <https://www.necplatforms.co.jp/solution/retail/product/regigrow/function/nininsei/>, 2020/4/7.
- [17] ぴあ総研. 2020 年の有料型オンラインライブ市場は 448 億円に急成長。～ポスト・コロナ時代は、ライブ・エンタテインメントへの参加スタイルも多様化へ／ぴあ総研が調査結果を公表. [https://corporate.pia.jp/news/detail\\_live\\_enta\\_20210212.html](https://corporate.pia.jp/news/detail_live_enta_20210212.html), 2021/12/17.
- [18] ぴあ総研. 有料型オンラインライブ、5 人に 1 人が視聴／ぴあ総研がオンラインライブ視聴に関する実態調査を実施. [https://corporate.pia.jp/news/detail\\_live\\_enta\\_20210215.html](https://corporate.pia.jp/news/detail_live_enta_20210215.html), 2021/12/17.

## 参考文献

- [19] マネーポスト WEB. コロナ 2 年目でもう限界… 情熱が薄れ“推し疲れ”するファンたちの声. <https://www.moneypost.jp/789775>, 2021/12/21.
- [20] 吉野孝, 今川七海. 受講者の反応をリアルタイムにフィードバックする講義支援システムの開発と評価. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-GN-102, No. 4, pp. 1–6, 2017.
- [21] 吉野孝, 今川七海. 講義中の受講者の反応を提供する講義改善支援システムの構築と評価. 情報処理学会研究報告, Vol. 2018-GN-105, No. 5, pp. 1–8, 2018.
- [22] 加藤由訓, 苗村健. ラジへえ:声の効果音を用いた感想共有メディア. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 TVRSJ, Vol. 18, No. 3, pp. 345–356, 2013.
- [23] 西田健志, 栗原一貴, 後藤真孝. On-Air Forum:リアルタイムコンテンツ視聴中のコミュニケーション支援システムの設計とその実証実験. 日本ソフトウェア科学会, Vol. 28, No. 2, pp. 183–192, 2010.
- [24] 小松眞子, 澤村三奈, 敷田幹文. 組織間テレビ会議の円滑な進行を支援する意思表示方式の提案と評価. 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-GN-110, No. 2, pp. 1–8, 2020.
- [25] 赤澤慶一, 田邊浩之, 星加百合絵, Sarah AIT HADDOU MOULOUD, 垂水浩幸, 林敏浩. 音楽ライブにおける遠隔地ファンとエンタテイナーのアニメーションを用いたコミュニケーション支援. 情報処理学会エンターテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集, Vol. 2013, pp. 234–237, 2013.
- [26] 森野雄也, 宮崎啓, 垂水浩幸, 市野順子. 遠隔音楽ライブにおける視聴者の動作入力方法とその評価. 情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集, Vol. 2016, No. 1, pp. 49–50, 2016.
- [27] 高崎祐哉, 宮崎啓, 中井智己, 山下大貴, 垂水浩幸. 遠隔音楽ライブにおける視聴者の動作入力の改善とその評価. 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集, Vol. 2017, No. 1, pp. 989–990, 2017.
- [28] 米澤拓郎, 徳田英幸. Control Manually:視聴者協力型ライブ演出システムによるコミュニケーションと演出効果の拡張. 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-EC-25, No. 8, pp. 1–8, 2012.

## 参考文献

- [29] OBS Project. Open Broadcaster Software—OBS. <https://obsproject.com/ja>, 2021/12/21.



# 研究業績

- [1] 中真咲, 敷田幹文. 商業イベントでの仮設店舗における大量物品販売業務の効率化方式. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 1, pp. 225–233, jan 2021.
- [2] 中 真咲, 敷田 幹文. オンライン音楽ライブにおける加速度及び圧力センサ付きペンライトを用いた視聴者の盛り上がり検出方法の検討. 日本ソフトウェア科学会第 29 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2021) ウェブ予稿集, 2021/12/17. <https://www.wiss.org/WISS2021Proceedings/data/T09.pdf>.
- [3] 中真咲, 綾部滯, 植田蓮, 敷田幹文. オンライン音楽ライブにおけるペンライトを用いた盛り上がり可視化による相互コミュニケーション支援方式の提案. 情報処理学会研究報告, Vol. 2022-GN-115, No. 39, pp. 1–7, 2022.