

# ペンライト型デバイスを用いた音楽イベントの 応援行動誘導のための視覚刺激の検討

武井秀憲<sup>†1</sup> 越後宏紀<sup>†2</sup> 菅野真功<sup>†2</sup> 小林稔<sup>†1</sup>

**概要:** 音楽イベントでのペンライトを用いた応援行動において、ペンライトを振る動作はある程度決まっている。その中で、経験のない人がどのように振るべきか分からなかったり、経験があってもタイミングがずれてしまったりすることで、周囲にうまく同期できないことがある。これまでに、無線制御によって全てのペンライトの光り方を揃える方法や、振動や映像によって振り方を指示する方法が提案されているが、動きと光り方が対応しないことや、指示に従うために音楽イベントへの集中を妨げてしまう問題があると考えた。音楽イベントを楽しみながら、初心者でも簡単に周囲と同期した応援行動を行えるようにするために、本研究では、ペンライトの光を用いたアンビエントな視覚刺激提示による応援行動誘導システムを提案する。そのための視覚刺激に関して検討したので報告する。

**キーワード:** 視覚刺激, 行動誘導, 音楽イベント, ペンライト

## Examination of Visual Stimuli for Guiding Cheering Behavior of Music Events Using a Penlight Device

HIDENORI TAKEI<sup>†1</sup> HIROKI ECHIGO<sup>†2</sup>  
MASAKATSU KANNO<sup>†2</sup> MINORU KOBAYASHI<sup>†1</sup>

**Abstract:** The movement of penlight is basically decided in the cheering action using it at the music event. In this situation, it may not synchronize well with the surroundings because people who have no experience don't know how to shake or experienced people are out of timing. So far, there have been proposed a method of aligning all penlights by wireless control and method of instructing how to swing by vibration and video but I thought there was a problem that movement and light don't correspond and obstruct concentration on music events to follow instruction. In order to make it possible for beginners to easily perform cheering synchronized with the surroundings while enjoying a music event, this study proposes a cheering guidance system by presenting ambient visual stimuli using penlight light. I report on the visual stimulus for that purpose.

**Keywords:** Visual stimulus, Action induction, Music event, Penlight

### 1. はじめに

音楽市場は CD やレコードといったフィジカルの衰退とともに収縮していく傾向が見られたが[1], 近年はストリーミングサービスの成長やライブ市場の急激な成長によって勢いを取り戻しつつある[2]. そのライブ, すなわち音楽イベントでの参加者の応援行動には, なにも持たずに腕を掲げる方法の他, ケミカルライトと呼ばれる化学発光を利用した照明道具[3]や, 電池式のペン型ライト(以下ペンライト)を用いたものが存在する. この応援行動の一つであるペンライトを振る行為は楽曲によってあらかじめ決まっていたり, 自然と決まったりする場合が多い[1]. 一方, これらの応援行動は必ずしも全員が揃うわけではなく, 経験が無く知らない人や無意識にずれてしまっている人が揃わないこともある. 岡本ら[5]は音楽イベントやスポーツ会場において, 複数人が同じリズムで動いていることが一体感を演出する重要な要素であると示しており, その中で合わせや

すさも一体感にとって重要であることが分かっている. すなわち, リズムがずれている人は自身がどんな動作をすれば良いかわからない問題があり, リズムがずれていない人もずれている人に影響され, 一体感を阻害される問題がある.

我々は, ペンライトの光り方で合図を与えて, 使用者に振り方を誘導することはできないかと考え, フルカラー LED を備えたペンライトに, 複数台を連動制御するための Wi-Fi 通信機能と動きを検知するセンサを加えたペンライト型デバイスを試作した. このデバイスを用いて発光パターンによりペンライトを振るべきタイミングを示す方法の検討を進めてきたが, その過程でペンライトやスクリーン画面の指示を与える刺激や表示に注意が向き, 本来の目的である演者のパフォーマンスや舞台演出を楽しめないのではと考えた. そこで本研究では, アンビエントな視覚刺激を用いた振り方の指示による自然な応援行動の誘導の実現を目指している. 具体的には, ライブ参加者のペンライト

<sup>†1</sup> 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科  
Department of Frontier Media Science, Faculty of Interdisciplinary Mathematic  
Science at Meiji University

<sup>†2</sup> 明治大学大学院先端数理学部研究科先端メディアサイエンス専攻  
Program in Frontier Media Science, Graduate School of Advanced Mathematical  
Sciences, Meiji University

全体を無線制御し、色を変えて視覚刺激により振り方を提示することで、スクリーンに集中しすぎることなく振り方の自然な誘導が実現できると考えられる。そこで本稿では、ペンライトの光を用いたアンビエントな視覚刺激提示による応援行動誘導システムのための視覚刺激についての検討内容と予備実験の結果及びその考察を記述する。

## 2. 関連研究

### 2.1 初心者向けの応援行動を誘導した研究

初心者向けに応援行動を誘導した研究として、岩本らの音楽イベントでの初心者の応援行動の同期性を向上させる無線通信機能搭載型ペンライトの研究[6]がある。この研究では、周りの動きについていけずに立ち振る舞いが分からなくなる音楽イベント初心者が有識者の動きに同期するためのペンライトを提案している。このペンライトには親機と子機が存在しており、経験者が親機を、初心者が子機を所持して音楽イベントに参加する。経験者に振られた親機のタイミングに応じて子機のバイブレータが振動するようになっており、その振動のタイミングで子機の利用者がペンライトを振れば自然と親機と振るタイミングが同期するというものである。

また、川本らのLEDデバイスと演出によって観客の行動を促す研究[7]がある。この研究では、コンサートの演出によって観客に正しい応援行動を提示し、その行動をすることで光るペンライトを提案している。スクリーンに専用の演出を制作し、それと同時に映像に合わせた振り方の正解を示す信号をペンライトに送ることで振られたペンライトがその正解の振り方をしたときに光るというものである。

これらの研究[6][7]は、使用者にバイブレーション機能を用いて振るタイミングを提示する手法や、スクリーン上に直観的な振り方の提示をして使用者が正しい方向に振るとペンライトが光るといった手法で使用者の応援動作を誘導している。しかし、岩本ら[6]のペンライトでは、振るタイミングの提示はあっても振り方の指示がないという問題点があり、川本ら[7]の研究では、振り方の指示に集中すると本来の目的である演者や演出を見落としてしまったりする問題点がある。

### 2.2 無線制御による演出

既存の無線制御機能付きペンライトとして、Sony Music Solutions Inc.の「FreFlow」[7]がある。このペンライトは無線で大量のペンライトを一斉に制御し、舞台演出の一つとして組み込むことで使用者とライブの一体感を強めるシステムである。数万本のペンライトを一斉に制御し舞台演出と組み合わせたり、アーティスト側が操作したりすることによる新しい演出方法も実現することが可能である。また、音楽イベントに限らず、企業やスポーツイベントや結

婚式などの演出に使用することができる。

ペンライトの無線制御に関する研究として、集団行動の同期科学解析を用いた演出支援デバイスの研究[8]がある。この研究はペンライト群の無線制御におけるコスト削減と観客の意思の反映を目的とした研究で、ペンライト同士が自律的に近距離無線通信を行い、同期科学での引き込み現象の原理を利用しペンライトの点滅の周期を揃えることで、観客の意思を反映させ動作を共有させた研究である。

無線制御機能付きの FreFlow[8]は、無線でペンライトの色を制御し演出として一体感を創出することを目的としており、初心者がペンライトの色に戸惑うことは無くなるが、振るタイミングや振り方がわからなかったり、光と振り方は必ずしも一致していないため制御されている感を強く感じたりしてしまうなどの問題が考えられる。引き込み現象を用いたペンライトの研究[9]では、FreFlow の問題であった制御されている感、すなわち意思が反映されていない問題を解決したが、使用者の動作の指示はされていない。

## 3. 研究目的

本研究では、ペンライトの光で応援行動を誘導するシステムを実現したい。2章で述べた通りペンライトを用いた応援行動を誘導する研究は多く行われているが、振動によるタイミングの指示はあっても振り方の指示が無かったり映像による振り方の指示に集中しすぎてしまったりする問題がある。そのため、本研究ではこれらの問題点を解決すべく、ペンライトを用いたアンビエントな視覚刺激の提示による振り方の誘導を目的とする。また、それに伴い通信制御可能なペンライトを開発し、そのインターフェースの検討を進めている(図 1,2)。



図 1 制作したペンライト

上部にフルカラーLEDが、下部にマイコンが内蔵されており、単4電池4つで使用できる

Figure 1: Made penlight

An upper part with a full color LED and a lower part with a built-in microcomputer that can be used with four AAA batteries



図2 点灯させた状態のペンライト

WebAPI による制御や加速度センサの動きによって発光色が変化する

Figure 2: Lit penlight

The color changes depending on the movement of acceleration sensor and control by WebAPI

#### 4. 提案手法

3章で述べた目的を達成するために、本稿では集団のペンライトを無線制御し色を規則的に変化させることで、アンビエントな視覚刺激を与え応援行動を促す手法を提案する。3章で挙げた振り方がわからなくなる問題を、集団の光の色を縦方向や横方向に規則的に変化させることで、タイミングの提示のみならず振る方向や振り方も指示できると考えた。これによって、光と振り方が一致するため、ペンライトの色を制御されているように感じる問題も解決できると考える。また、スクリーンやバイブレータの指示に集中してしまうことで、演者のパフォーマンスを見たり舞台演出を楽しんだりという本来の音楽イベントの目的を見失ってしまうことがある。演者に集中していなかったり見逃したりする問題を、イベント中に必ず視野に入っているが、特に意識することの少ないペンライト群の光を用いることで、指示に集中するのではなく指示を直観的に感じ取ることによって、問題を解決できると考えた。

#### 5. 実験方法

##### 5.1 予備実験

本研究ではペンライトの光を用いたアンビエントな視覚刺激提示による応援行動誘導システムの、視覚刺激についての予備実験として3名を対象にペンライト群の映像を用いた実験を行った。ペンライトは既製品のRUIFANJAPANのKING BLADE X10III[10]を使用した。ペンライトの動きは様々な種類があり、上下・左右・前後の動きに加え、回転などの動きがあげられる[4]。より多くの曲に共通して見

表1 実験の質問一覧

Table 1: List of experimental questions

Q1	今までにペンライトを持ったことはありますか？ 1：はい 2：いいえ
Q2	今までに音楽イベントに参加した経験はありますか？ (ペンライト等の応援グッズの有無は関係無し) 1：何度もある 2：数回ある 3：一度もない
Q3	ペンライトを振る際、映像に合わせましたか？ 1：合わせた 2：どちらともいえない 3：合わせなかった
Q4	どのように振ればよいか直観的にわかりましたか？ 1：わかった 2：ほぼわかった 3：あまりわからなかった 4：わからなかった
Q5	映像自体がペンライトの集団を表していることはわかりましたか？ 1：わかった 2：わからなかった
Q6	映像の速度の変化に気が付いたか？ 1：左右の映像 2：前後の往復の映像 3：手前から奥へ的一方への映像 4：わからなかった
Q7	その他感想等あればお願いします

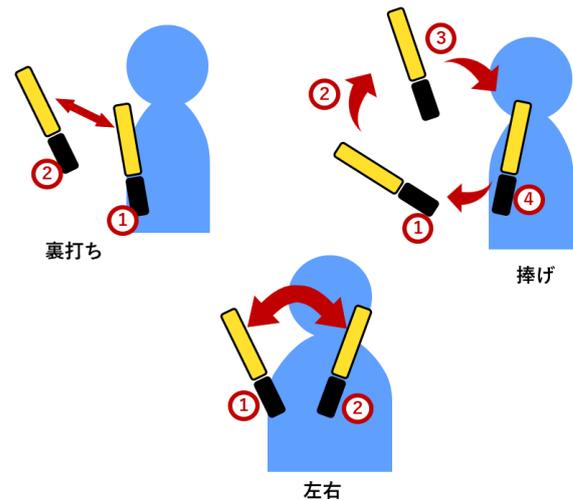


図3 ペンライトの代表的な三種類の振り方

裏打ちと捧げは横からみた図で前後と上下の動作

Figure 3: Three typical ways of penlight swing

The top two are horizontal views, moving back, forth, up and down

られる「裏打ち」「捧げ」と呼ばれる二種類の縦振りと左右に振る計三種類の振り方(図3)をもとにした映像をそれぞれ2種類の速度で計6種類の動画を用いて検証する。なお、この「裏打ち」の①②、「捧げ」の④は一拍その場で止める動きをしている。実験参加者は暗い部屋で右手にペンライトを持ち立った状態で、2m離れた大型のスクリーンに投影される縦1.1m横2mほどの6種類の動画を続けて閲覧してもらい、実験参加者の思ったようにペンライトを

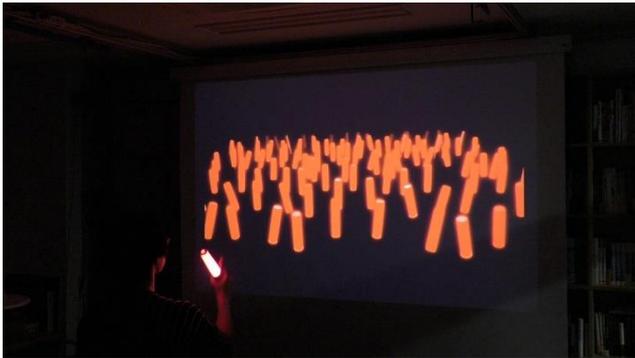


図4 実際の実験の様子

実験参加者の持っているペンライトも  
同じく赤く点灯している

Figure 4: Appearance of actual experiment  
The penlight you have is also lit red

用いた応援行動を行ってもらい、動画内のペンライトは赤く点灯しているため、実際に実験参加者に持ってもらうペンライトは赤に点灯させた状態で渡した(図4)。この際、自然にペンライトの振り方を誘導することが目的であるため、「映像に合わせてペンライトを振ってください」とは言わず、「好きなように振ってください」と指示した。実験中は動画とペンライトの動きが確認できる位置から録画をし、後から実験参加者の動きを図3の動作と比較し検証する。視聴終了後、表1の内容のアンケートを行い実験終了とする。

本研究において音楽イベントやペンライトの使用の経験の有無は重要であり、経験者との差異を確認するためにも Q1, Q2 の質問を用意した。また、映像自体がペンライトである認識ができていないと予備実験の意味がなくなってしまうため、Q5 の質問を用意した。

本実験にて用いる動画は、ペンライトの動作や、実際の音楽イベントの映像を用いると外部刺激による影響が大きくなると考えたため、ペンライトの光の変化のみを実験参加者の視覚刺激にできるようにペンライトに上下や左右の動作をさせず、完全に静止した状態のペンライト群の光が変化する映像を用いた。動画に合わせて音楽を流すことも考えられたが、実験参加者の視覚刺激の影響のみを実験対象としたいため音楽は流さないものとする。動画の内容は、3D のペンライト群の色が規則的に点滅する内容で、左から点滅が始まり左右に往復する横方向(図5)、手前から始まり前後に往復する縦方向(図6)、手前から始まり、奥まで点滅したら再び手前から点滅が始まる縦方向(図6)の3種類を1倍速と0.75倍速の2種類で再生した計6種類の動画である。実際の音楽イベントであれば真横からの映像が現実的となる場合が多いが、本実験では視覚刺激に重きを置きたいため、15度からの俯瞰による映像を用い、実験参加者に伝わりやすい映像を使用した(図7)。

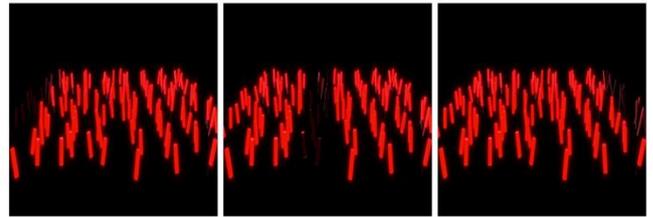


図5 ペンライトが左側から点滅する図  
逆再生と組み合わせて左右を往復させる

Figure 5: Penlight blinks from left  
Light round trip to combine with reverse playback



図6 ペンライトが手前側から点滅する図  
逆再生も利用して2パターンの動画を制作

Figure 6: Penlight blinks from front

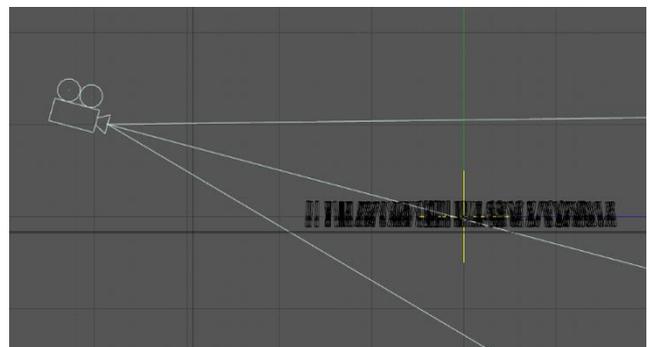


図7 15度の俯瞰からのペンライト群とカメラの図  
真横からは低すぎて30度は高すぎたため実験では間の15度の俯瞰を用いた

Figure 7: Penlight group and camera view from 15 degrees  
overhead view

From the side, it was too low, and 30 degrees was too high, so we used an overhead view of 15 degrees in the experiment

## 5.2 実験結果

アンケートの結果を以下の表2に示す。また、Q7における自由記述欄に意見を頂いたため表3に示す。また、アンケートの内容には存在しないが、実験参加者3名に実験後図1のような振り方を知っていたかの確認を取ったところ1人が「知っているがやったことはない」と回答し、他2人

表 2 実験回答一覧

Table 2: List of experimental responses

Q1	今までにペンライトを持ったことはありますか？	
A1	1：はい	3人
	2：いいえ	0人
Q2	今までに音楽イベントに参加した経験はありますか？ (ペンライト等の応援グッズの有無は関係無し)	
A2	1：何度もある	1人
	2：数回ある	0人
	3：一度もない	2人
Q3	ペンライトを振る際、映像に合わせてましたか？	
A3	1：合わせた	3人
	2：どちらともいえない	0人
	3：合わせなかった	0人
Q4	どのように振ればよいか直観的にわかりましたか？	
A4	1：わかった	0人
	2：ほぼわかった	2人
	3：あまりわからなかった	1人
	4：わからなかった	0人
Q5	映像自体がペンライトの集団を表していることはわかりましたか？	
A5	1：わかった	3人
	2：わからなかった	0人
Q6	映像は3種類の動作に加え、それぞれ速度が途中から遅くなりました。遅くなったことがわかりましたか？(複数選択可)	
A6	1：左右の映像	0人
	2：前後の往復の映像	1人
	3：手前から奥への一方への映像	1人
	4：わからなかった	2人

表 3 Q7にて頂いた意見

Table 3: Opinions received at Q7

意見1	途中から遅くなったのはわからなかったけど、リズムが取りづらくなったとは感じた
意見2	振り方については、向き以外の情報がわからなかった。
意見3	手前から奥への一方への映像は人によって解釈が分かれるかもしれない。自分ペンライトを上から前に肘を上げた状態で振った。

は「知らない」と回答した。

## 6. 予備実験考察

### 6.1 実験からわかったこと

今回の実験参加者3名は音楽イベントの経験がある実験参加者1名と、未経験の実験参加者2名であったが、実験後のアンケート結果の差異は最後のQ6の「映像の速度が遅くなったことに気が付いたか？」の回答のみであった。

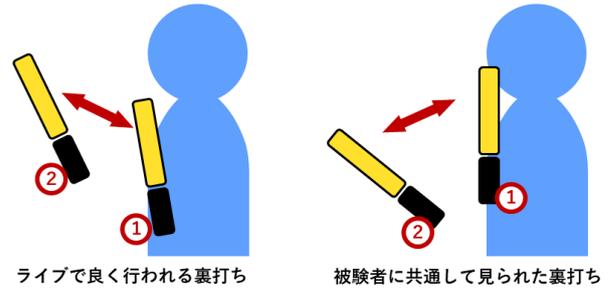


図 9 実際の音楽イベントと実験参加者との「裏打ち」と呼ばれる応援動作の差異

前後はあっているものの上下の動きに大きな差があることが確認できる

Figure 9: Differences in cheering behavior called “Urauchi” between actual music events and experimental participants

It can be confirmed that there is a big difference in the vertical movement of the front and back

これは実際のライブの経験によるものだと考えられる。実験参加者が少ないため断言はできないが、実際のライブの経験が多いとペンライトの視覚刺激によって与えられた指示をうまくみ取れるものと推測できる。速度に関しては、0.75倍速のものは経験のある人であれば差が分かる程度であることが実験から分かった。しかし、表3の意見1から速度が遅くなったことはわからなかったがリズムが取りづらくなったとあり、脳では何が起きているか理解できていないが何故かタイミングが合わせにくくなったととらえればアンビエントな視覚刺激の一例と考えられる。速度の差異で何かしらの提示ができるとすれば、どの程度の速度の差異なら認識できるかの実験が必要である。また、3名ともペンライトを振る際に自然と映像に合わせてが、うち一名はどのように振ればよいか直観的にはわからず、残り2名も表3や実験の録画した動画を検証する限り図3に示したような複雑な振る動作はわからなかったと考えられた。単純な上下や左右の映像刺激では経験に関わらず図3のような複雑な動作を誘導することが難しいことが分かった。録画した動画からは単純な肘を支点にした前後左右の腕振り動作は誘導できることが分かったが、実際に音楽イベントで行われる「裏打ち」と実験参加者が行う動作では差異が見られたので図9に示す。また、「裏打ち」特有の図9の①②のタイミングで一拍止める動作が実験参加者からは確認できなかった。表3の意見3は音楽イベントの経験のある実験参加者の記述であることから、図3の「捧げ」の下から上に上がる動作の誘導は経験者にとっても非常に難しいことが分かった。図9と表3の意見3から、前後左右の動きは誘導しやすいが、上下の動きと一拍止めるなどの複雑な動きの誘導が非常に難しいことが確認できた。今回は「裏打ち」と「捧げ」といった動作があることや、それを

指示している動画を流すことをあらかじめ教えずに実験したため、教えていれば「裏打ち」と「捧げ」の2パターンの差異を理解できたのか、というのも重要なポイントであるため次回以降の実験の参考にする。

## 6.2 今後の進め方

今回の実験により、上下の動きと一拍止めるような複雑な動きの誘導が難しいことと、実験参加者の経験の有無が実験の結果に影響を与えることが確認できた。今後、上下の動き、一拍止めるなどの複雑な動きを誘導するための視覚刺激について、実験参加者の経験の有無に注目しつつ再び実験を行っていききたい。

検討段階であるが、実際のペンライトを用いた誘導実験では、前方にスクリーン、周囲にペンライトを20本ほど並べた部屋を用意する。一人の実験参加者にペンライトを1本か2本持ちそのペンライト群の中央で、ペンライト群が見える場所に座ってもらう。スクリーンに音楽イベントの映像、またはアーティストの音楽PVなど、実際の音楽イベントにおける演者となる実験参加者が見るべき対象を楽曲一曲分上映し、実験参加者にその映像を見ながら自由にペンライトを振ってもらう。ペンライトの点滅の規則はあらかじめ映像からタイミングなどを考え設定するものとし、一曲中に予備実験で使用した点滅パターンが複数入るように調整する。実験中はペンライト群の様子と実験参加者のペンライトの振り方、映像の様子をすべて録画するものとする。上映終了後、以下のような内容のアンケート調査を行う。

- 予備実験に参加したか
- 使用した映像を見たことがあるか
- ペンライトを持つのは初めてか
- 音楽イベントの参加回数
- ペンライトの光による誘導を感じたか
- ペンライトの光に気を取られることはなかったか

実験のための無線通信機能付きのペンライトも制作を進める。現段階ではペンライトがWebAPIを使った制御と加速度センサの値により発光色に変化するのみであるが、映像のように集団で色を規則的に変化させるための通信方法や位置測定の方法を検討する。

また、本研究は集団の注意や行動の誘導の研究であると考えられるため、さらに進歩した際には遠隔会議で注意を誘導するなどして話しやすさを向上する方法の実現などにも繋がると考え研究を進めていく。

## 7. まとめ

本稿では、音楽イベントでの応援行動において、うまく同期できていない参加者のためにペンライトの光を用いたアンビエントな視覚刺激提示による応援行動の誘導システ

ムの提案とそのため視覚刺激に関する検討を予備実験の内容とともに記述した。予備実験の結果、今回用いた単純な上下左右のペンライトの視覚刺激提示による応援行動の誘導は、振るタイミングと単純な前後下左右のペンライトを振る動作は自然に誘導できたものの、上下の動きや一拍その場で止めるような複雑な動きが絡むと誘導が難しくなることが分かった。また、音楽イベントの経験があった場合、ある程度の誘導の察知がしやすいことも確認できた。

今後の課題として、上下の動きの誘導方法の検討と実験を行い、実際のペンライトを用いた実験、そのためのペンライトデバイスの制作を予定している。

**謝辞** 本研究はJSPS 科研費 18K11410 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] “一般社団法人日本レコード協会”. Statistics Trends. <https://www.riaj.or.jp/f/pdf/issue/industry/RIAJ2019.pdf>. (参照 2019-10-10)
- [2] “基礎調査推移表/一般社団法人コンサートプロモーション協会”. <http://www.acpc.or.jp/marketing/transition/>. (参照 2019-10-10)
- [3] ルミカライトとは. <https://penlightstore.com/pages/lumicalight>, (参照 2019-10-10)
- [4] 佐々木康太. コンサートのペンライトアクションにおける群衆の追従シミュレーションに関する研究. 2009.
- [5] 岡本健太郎, 山本倫也, 渡辺富夫. 積極的な身体動作で盛り上がり支援する身体的インタラクションシステムの開発. 情報処理学会第74回全国大会, 2012, p.241-242.
- [6] 岩本祐磨, 岩井将行. 音楽イベント初心者の応援行動の同期生の向上する無線通信機能搭載型ペンライト. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム(EC), 2016, p.311-312.
- [7] 川本留輝, 串山久美子. コンサートで観客の行動を促す演出とLEDデバイス. インタラクション-2018 論文集, 2018, p.753-755.
- [8] “FreFlow (フリフラ)”. <http://www.smci.jp/s/smci/discography/S00007?site=smci>, (参照 2019-10-10)
- [9] 片平菜緒, 谷森一貴, 池田亘, 斉藤裕樹. 音楽イベントにおける集団行動の同期科学解析による演出支援デバイスの設計. 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO 2018), 2018, Vol.2018, p.1833-1836.
- [10] “KING BLADE X 10III. RUIFANJAPAN”. [http://ruifan.co.jp/pro\\_kb\\_x3.html](http://ruifan.co.jp/pro_kb_x3.html), (参照 2019-10-10)