

# スポーツ競技中のプレイヤー観客間 相互コミュニケーション拡張に関する研究

皆川 太志<sup>1,a)</sup> 野嶋 琢也<sup>1,b)</sup>

受付日 2018年1月30日, 採録日 2018年9月7日

**概要:** 応援とはスポーツ競技を観戦する際の、観戦の楽しみを構成する要素の1つである。応援における声援やブーイングは、感情表現の一種であり、競技中のプレイヤーにその思いを伝えようとする行為となる。そして勝利を願う声援、良いプレイをしたときの喝采、悪いプレイをしたときのブーイング、これらすべてはプレイに対する評価でもあり、プレイヤーのモチベーション刺激につながると考えられる。ただ周囲の大多数があるプレイヤーを応援するようなとき、主に声が届かないといった物理的問題から、少数が周囲と異なる対象を応援することは難しい。しかし応援は自由であるべきであり、いつでも自身の好きな対象を応援できる自由があることが望ましい。同時に、そのような応援が自己満足で終わらないために、応援されていることをそれぞれのプレイヤーが認知できることが重要と考えられる。またプレイヤーが、送られた応援に対して手を振るなどの何らかのフィードバックを返すことは、応援する側にとって、観戦や応援のモチベーション向上に寄与すると期待される。しかしながら通常、プレイ中に応援を認知し、応援に応えることはきわめて難しい。そこでこの問題に対して我々は、「Cheer Across」という応援拡張システムを開発した。Cheer Acrossは観客が応援をプレイヤーに伝え、プレイヤーからのフィードバックを得るためのAcross Penlightと、プレイヤーが観客からの応援を認知しフィードバックを送るためのAcross Gearにより構成されている。本論文では、Cheer Acrossシステムの詳細な構成について述べる。そしてCheer Acrossをプレイヤーと観客それぞれに使用してもらい、評価実験を行ったのでその結果について述べる。実験の結果、Cheer Acrossを利用することで、プレイヤーは観客の応援に気づきやすくなり、プレイへのモチベーションが刺激されるという結果が示唆された。また観客は競技の臨場感や興奮度が向上し、応援行動をより好ましいと感じるようになるという結果が示唆された。

**キーワード:** 応援, 観戦, 観客, 超人スポーツ, オークメンテッドスポーツ, 振動提示

## Augmentation of Communication between Players and Spectators during Sports Competition

TAISHI MINAGAWA<sup>1,a)</sup> TAKUYA NOJIMA<sup>1,b)</sup>

Received: January 30, 2018, Accepted: September 7, 2018

**Abstract:** In sports, players are being cheered by spectators. Cheering is one of the important aspect to attract people to watch sports competitions. Unfortunately, players need to concentrate on their own play. Thus, there is no time to check and make some reaction to cheering action from spectators, which are considered to be important rewards to motivate people to become spectators and keep cheering. To comply with this issue, we developed an augmented cheering system named “Cheer Across”. That is a technology for a certain categories of spectator sports to enables spectators to send cheering message to players. At the same time, the technology enables players to react to the cheering message. Spectators could also feel the reaction through the proposed system. In this paper, the detail configuration of the Cheer Across system is described. Furthermore, experiments and their results are also described to show the effect of using Cheer Across to both players and spectators.

**Keywords:** cheering, spectator sports, augmented sports, superhuman sports, vibration, motion

## 1. はじめに

スポーツにおける主役は、実際にプレイするプレイヤーであることは言うまでもない。しかしそのスポーツが多くの人にプレイされ、競技として永く持続していくためには、観客の存在を無視することはできない。多くの観客はスポーツ観戦に際して、拍手、発声、身振りなど様々な手段で自らの感情を表現する。声援やブーイングは、感情表現の一種であり、競技をしているプレイヤーにその思いを伝えようとする行為として位置づけられる。そして観戦に熱中するほどに、観客は勝利の喜びや敗戦の悔しさを、プレイヤーとともに共有するようになり、より強い感情表現が行われるようになる。一方、これら観客による感情表現をプレイヤーから見た場合、それはひとえにプレイに対する報酬であり、その競技をプレイすることのモチベーションの1つとして位置づけられる。勝利を願う応援、良いプレイをしたときの喝采、悪いプレイをしたときのブーイング、これらすべてはプレイに対する評価であり、より良いプレイ、そして勝利へのモチベーションを刺激することが期待される。

また観客は、人的基盤、すなわち将来のプレイヤーとしても位置づけられている。スポーツはプレイヤーが存在しなければ成立しないが、すべてのプレイヤーは、いつか必ずそのスポーツを辞めざるをえない日がくる。そのため、そのスポーツを維持発展させるためには、つねに新しいプレイヤーを確保することが求められる。観戦を通じてそのスポーツに対する興味を刺激することは、将来そのスポーツをプレイする人を育てることにほかならない。これは、たとえばアマチュアでもプロフェッショナルでも変わりはない。まず観てもらい、興味を育て、そしてプレイしてもらうのである。

さらにプロスポーツでは、観客を明確に経済的基盤の1つとして位置づけている。プロスポーツの経済的基盤は主に、入場料、放映権料、スポンサー料、グッズ販売の4つである。そして観客動員数の多寡は、チケットやグッズの販売収益、テレビなどの視聴率や放映権料・スポンサー料に影響するとされる [3]。スポーツマーケティング分野、つまりプロフェッショナルスポーツにおける購買行動という観点から、この点に関して多くの分析がなされている。それによれば、観客とチームやプレイヤーとの関係性強化が、観客によるチケット購入など購買行動に寄与するとされている [1]。そして関係性強化の手段としては、ファンクラブが主として活用されてきた。ファンクラブを通じて付与される各種特典により、観客は応援するチームやプレイヤーと仲間意識を感じるようになり [2]、再度の観戦すなわちチ

ケット購入意欲が刺激されるとされている。

このようにプレイヤー個人への報酬、チームあるいは競技種目全体への経済的・人的基盤という側面から、プロか否かにかかわらず、スポーツにおいて観客を獲得し、観客であり続けてもらうことは重要である。そのためにはプレイヤーあるいはチームとの関係性の強化が効果的とされる。実際にプロスポーツであれば、観客の獲得、継続して観客となってもらうための多様なサービス展開が広く行われている。しかしアマチュアのスポーツの場合、規模や資金の観点から、プロスポーツと同じ活動をするのは難しい。また仮に同じことができたとしても、プロと同じような魅力を打ち出すことは困難であろう。

人と人との関係性を強化するためには、コミュニケーションを繰り返すことが求められる。これを観客とプレイヤーの関係にあてはめて考えると、いくつかの問題があることが分かる。まず観客側からは、声援や演奏や身振りなど、多様なアクションがあるが、特にチームスポーツの場合、対象となるプレイヤーが複数いるため、誰に対してのアクションであるかが不明瞭になりがちである。また、観客からのアクションに対して、プレイヤー側がすぐに反応する術がほとんど存在しないことも問題である。応援をコミュニケーションとしてとらえるならば、送られた応援に対して、なるべく早く応答することが望ましいと考えられる。しかし応援に応答するという行為は、多くの場合、そのスポーツをプレイするための必須の行動ではない。そのため、特に高い集中力が要求される場面においては、このような行動が試みられることはほとんどない。たとえば前述のファンサービスなどは、不足しがちなプレイヤー側からのフィードバックを補うという側面もある。しかし実際の競技と異なる時間軸で、特別な形式、ごく限られた人を相手に対するフィードバックであり、限定的といわざるをえない。つまり、観客・プレイヤー間のコミュニケーションはまだ希薄であり、両者の関係性を強化する余地は大きいと考えられる。

本研究では応援は観客による感情表現であり、プレイヤーとのコミュニケーション手段の1つとしてとらえられる。しかしながら現在の応援手法は、コミュニケーションの観点から考えた場合、(1) 特にチームスポーツで応援対象が不明瞭になりがち、(2) プレイヤーからのリアルタイムフィードバックが希薄、という2つの点が問題としてあげられる。そこで本研究ではこれらの問題を解決し、コミュニケーション手段としての応援の魅力を高めることを目指す。それによりプレイヤーと観客を一体として盛り上げ、スポーツをより魅力的にすることをねらう。

なお本論文では、実際に競技が行われている会場に足を運び、直接観戦、応援する行為を対象とする。すなわちテレビやインターネット中継を通じた観戦、応援は、現時点では本論文で議論する対象とはしない。これには2つの理由がある。1つには単純に、すべての競技が中継されるわ

<sup>1</sup> 電気通信大学  
University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo 182-8585, Japan

a) minagawa@vogue.is.uec.ac.jp

b) tnojima@nojilab.org

けではない点である。プロスポーツはともかく、たとえば社内対抗草野球のような小規模競技は、まず中継されることはない。しかしながら競技を見て応援するという行為は、競技の規模によらず普遍的な行動であり、拡張の対象とされるべきである。もう1つは、直接会場に足を運ぶ観客が、観客動員数としてカウントされるという点である。こちらは主としてプロスポーツに関する要素である。前述のとおり、観客動員数は放映権料・スポンサー料に影響を与える要素であり、競技団体は観客動員数を増加させるべく努力する。実際に、競技会場でしか見られない映像コンテンツを提供する、といった試みはすでに行われている [3]。以上より、中継の存否に依存しない普遍的な環境での応援の拡張、会場への観客動員数増加への貢献という観点から、本論文ではまず中継環境を考慮しない、競技会場での直接的観戦・応援行動を対象とするものとした。

本論文ではまず、スポーツ競技を応援の観点から、長距離移動型と低移動型、音有応援と音無応援、集団種目と個人/少人数種目、という3つの特徴を軸に分類した。本論文では特にアマチュアスポーツの枠組みの中で、低移動型、音有応援、集団競技における応援を対象とする。そして音有応援・集団競技での応援を拡張しうるシステムとして開発した、Cheer Across についてその詳細を述べる。

## 2. 関連研究

本研究は観客の応援行動に関する支援、拡張を目標として実施されている。従来の、観客のスポーツ競技観戦に関する拡張、支援のシステムを俯瞰すると、受動的な「観戦」の拡張を目的とした研究と、能動的な「応援」の拡張、支援を目的とした研究と、大きく2つに分けることが可能であることが分かる。

### 2.1 観戦の拡張・支援

観戦の拡張という観点においては、まず視覚的な拡張が古くから試みられてきた。代表的な事例としては、複数のカメラで多方向より競技を撮影し、それを遠隔地の任意視点で視聴可能とする、すなわち観客に観戦視点の自由を与えるシステムがあげられる [4], [5], [6]。近年ではさらに高精細化、高臨場感化も試みられており [7]、もっともさかんに研究開発が行われている、観戦拡張領域である。特にこれらの研究開発では、観戦者による能動的観戦行動、すなわち視点を操作する、表示する情報をカスタマイズする [8] など、観戦行動にインタラクティブ性を付与している点が大きな特徴である。また、競技場外周からの撮影ではなく、よりプレイヤーに近い領域での映像取得を試みる研究も行われている。Kitani らは、ボール内部に多数のカメラを搭載し、ボール視点の映像を生成可能とするシステム、BallCam! [9] を提案した。これはスポーツの観客に対して、これまでは見ることでできなかった新しい視点からの映像

を提供することを可能としている。これらの事例では、新しい視点での観戦映像提供、観戦へのインタラクティブ性の付与といった点で特徴はありつつも、応援に対する影響は明らかとはなっていない。

また、競技の視聴だけでなく、体感の観点からの拡張も試みられている。プロバスケットボールリーグ (B League) では、熊本県で実施される試合のライブビューイングを東京で実施する際、大画面高精細映像による中継だけでなく、ドリブル音や足音を拡張し、選手の動きと連動して再現を行った [10]。また Iekura らは、振動を用いてプレイヤーの身体動作や心拍を直接観客へ提示するデバイス SMASH [11] を提案した。SMASH は、ワイヤレスマイクシステムによってプレイヤーの身体運動を音として取得し、振動によって観客に提示する観戦デバイスである。プレイヤーの足踏み音や心音など多彩な情報を観客に振動で提示することが可能である。また特に SMASH では、心音やプレイヤーの活動を観客に伝達することで、スポーツ観戦におけるプレイヤーと観客間の関係性強化に貢献しうるシステムであると考えられる。しかしながら受動的な要素が強く、観客からプレイヤーへの能動的働きかけ、すなわち応援そのものの拡張という側面は乏しい。

### 2.2 応援の拡張・支援

応援によるプレイヤー観客間のコミュニケーションはスポーツの魅力の1つとなっており、すでにくつつかのスポーツでは応援をエンタテインメントとしてとらえ、ファンの獲得や運営側の収益獲得のためにビジネスとなっている場合もある。たとえばホークス☆スターフラッシュ [12] は、プロ野球チームの福岡ソフトバンクホークスの公式戦における応援で実際に導入されている。ホークス☆スターフラッシュでは、光る応援デバイスを観客が身に付け応援する。このデバイスは、スタジアムに備え付けられた赤外線 LED による信号を受信し、色と明滅が制御される。このデバイスを用いて、プレイの合間や試合終了後に光による応援エンタテインメントショーが行われる。たとえば、試合後のセレモニーやホームランを打ったとき、5回裏のチアダンスショー、7回表のラッキーセブンショーなどで、光による応援エンタテインメントショーが設けられている。このデバイスは、腕時計型のほか、入場チケットホルダ型など複数のモデルが販売されており、1,000~2,000円程度で購入することができる。

しかし、応援が可能なのはプレイの合間や試合終了後に限定されており、いつでも自由に使うことができる、という状況にはなっていない。また応援は一般に観客からプレイヤーへ送るのみであり、多くの場合プレイヤーからの応答はなく、観客は応援しても自分の応援がプレイヤーに届いたかどうかを知るすべがないことも問題である。そのため、プレイヤーの中にはファンサービスの一環として、スペアタイ

ムなどプレイの合間に、応援しているとおぼしき方向へ手を振る、試合終了後にボールなどを投げ入れる、といった応答に代わるアクションをするものが多い。

リアルタイムでの応援という観点では、近年ではSNSの活用が多く見られる。たとえばTwitterで特定のハッシュタグを付与することで、ある競技、ある試合への応援コメントを送るといったことはさかんに行われている。ただしこの場合、プレイヤーが競技中にそのコメントを確認することは難しい。またコメントへの応答は不可能ではないが、競技中にプレイヤー本人によるリアルタイム応答は難しい。

リアルタイム性をより重視した、プレイヤーと観客の双方向コミュニケーションを可能にするシステムも提案されている。たとえばWoźniakらのRUFUSは、マラソンにおいて、サポーターがランナに対して応援の意図を伝達すること、同時にランナがそれに対して回答することを可能とするシステムとなっている[13]。実験結果から、マラソン継続中、ランナとサポーター間のコミュニケーションが継続的に行われている様子が確認されている。同研究グループはさらにDRONE技術を利用し、RUFUSで指摘されていた、身体装着の煩わしさを解消しうるシステムを開発している[14]。またCurmiらは、ランナに対して、遠隔地にいる多数の観客からの応援を届けるシステムを提案した[15]。このシステムでは応援情報を触覚や音声情報としてランナに提供するとともに、ランナの心拍や位置などの状態に関する情報を、応援する側に提供することが可能となっている。しかしながらいずれもメッセージ入力にGUIを利用しており、視覚的な注意が要求されることから、たとえばサッカーのような展開の速いスポーツへの適用は難しいと考えられる。また、特にRUFUSではランナ側もボタンを押すという明確なフィードバック操作が必要であるため、展開の速いスポーツへの適用はさらに難しいと考えられる。また、これらの研究は観客を遠隔地に配置することによって、拡張の自由度を確保しているともいえる。プレイヤーと観客が同じ空間に存在するような状況への適用は、十分考慮されているとはいえない。

このような応援の拡張に類する研究事例は、スポーツ分野にとどまるものではない。異なる分野においても同様の研究が行われている。たとえば音楽パフォーマンスにとって、観客からの反応は、そのパフォーマンスへの評価であり、パフォーマンスへのモチベーションとなりうる。しかしながらパフォーマンスの種類によっては、声援のような明示的な形で表現されるとは限らない。そこで、パフォーマンスを鑑賞する観客の生理データを取得し、パフォーマンスに対する客観的評価を得ようとする試みも行われている。また、明示的に行われる声援を拡張する試みも行われている。たとえばBarkhuusら[17]は、ラップバトルの観客を複数のエリアに分割し、それぞれの領域からの歓声の強さをレベルメータで表示するシステムを開発した。これによ

り著者らは、観客とパフォーマンスの結びつきの強化といった効果を狙っている。これは応援拡張手法の一種としてとらえられる。しかしながら声援の大きさという形で応援が簡略化されてしまっており、加えて観客からパフォーマンスへの伝達しか考慮されておらず、本研究で狙う応援拡張に対してそのまま適用できるものではない。

このように多様な分野において、観戦の拡張が試みられてきた。先行のスポーツ関連研究では、観客が一方向的にスポーツを観ることに注目されてきた。観客からプレイヤーへの応援と、プレイヤーから観客への応答といった、応援によるプレイヤー観客間相互コミュニケーションの拡張については、限定的な研究領域にとどまっていた。特にスポーツを生で観戦するような状況での、応援拡張についての研究は乏しい。そこで本研究では、スポーツの大きな魅力の1つである観客からプレイヤーへの応援と、プレイヤーから観客への応答からなる、応援コミュニケーションについて拡張を試みた。

### 3. 応援とその分類

#### 3.1 応援によるコミュニケーション

応援によるプレイヤーと観客との間のコミュニケーションの現状に関して、考察を加える。図1は両者の応援によるコミュニケーションを模式的に示した図である。

観客からプレイヤーへ対する応援(図1中左向き矢印)は、観客からプレイヤーに対するメッセージであり、プレイに対する観客の評価・期待の現れということが出来る。たとえば望む結果を出してほしいという期待、あるプレイ結果に対する賞賛、不適切なプレイや失敗を指摘するブーイングなど、多様なメッセージが送られる。これらのメッセージは、いわばプレイヤーに対する評価であり、より良いプレイへのモチベーションを刺激する効果が期待される。

一方でプレイヤーは、様々な形で観客からの応援に応えることを試みる。また観客も、応援に応えるプレイヤーからの何らかのアクションを期待する(図1中右向き矢印)。ただし高い集中が必要となるような、特定のプレイタイミングでは応援に応えることは難しい。そのため、プレイの合間に応援しているとおぼしき方向へ手を振る、といった程度のアクションにとどまっている。なおプロスポーツであれば、試合終了後に客席にボールなどを投げ入れる、ファ

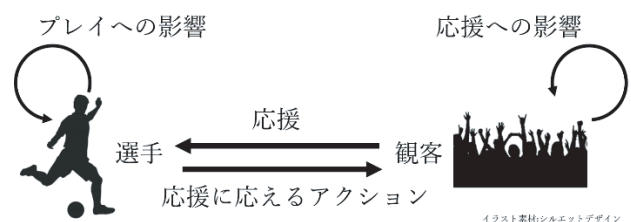


図1 応援コミュニケーション  
Fig. 1 The cheering communication.

ン感謝サービスを試合とは別の機会に行うといった、応援に応えるアクションが企画実施されている。いずれの方法によらず、このような観客に対するフィードバックは、応援することに対する観客のモチベーションを刺激することにつながると考えられる。

しかしこのような現在の応援スタイルには、いくつかの問題がある。まず応援対象の多様性である。観客もプレイヤーも複数いる状況のなかでは、明確に誰かを応援しようにも、観客のなかでマジョリティをとらない限り、その声は該当するプレイヤーに届きにくい。たとえば野球であれば投手と打者、サッカーであればボールをキープしているプレイヤーが注目されがちであり、メジャーな応援対象となることが多い。しかしながらそのことは、注目されていない選手が応援対象にならない、ということではない。たとえば多くの SNS では好意を示すボタンが用意され、個々の発言に対して、その発言を見た人が発言者に気軽に好意や賛同を示すことができるようになってきている。これは発言者への評価であり、発言へのモチベーションにもつながる。同様に、目立たなくても評価できるプレイがあったとき、観客がそれを応援し、プレイヤーに伝えることは、プレイヤーにとって喜ばしいことであることは想像に難くない。これは野球であれば、投手の配球を提案する捕手を応援する、出塁している走者を応援する、サッカーであれば敵のパスコースを塞ぐように動くプレイヤーを応援する、さらには場面にかかわらず好きなプレイヤーを応援するといったことにつながる。このことはつまり、プレイヤーの数だけ応援対象が選択可能であり、またその応援が被応援対象であるプレイヤーに認知されるという状況である。しかしながら現在の応援手法では、このような多様な応援対象を応援し、応援対象にそれを認知させることはきわめて難しい。

次に、応援に対する観客へのフィードバック手段が限定されている、という問題があげられる。現在主流の、プレイの合間に手を振る、試合とは別の機会にファンサービスを行うといったフィードバックは、実際の応援が行われたタイミングから時間的なずれが存在する。もちろん実際のプレイ中は高い集中力が要求される場合もあるため、応援に応えるといったプレイに直接的には関係しない行動をすることは難しい。すでに指摘したように、応援をコミュニケーションの一種としてとらえるならば、送られた応援メッセージに対して、なるべく早いタイミングでの応答があることが望ましいと考えられる。たとえば野球などにおいて、あるプレイヤーがファインプレイをしたとする。それに対して声援を送り、その応答を得られるとしたら、そのときの興奮をより増強することにつながると期待される。しかし応答が得られぬまま次の声援を出してしまうことになると、その後で応答を得られても、どの声援に対する応答であるか不明瞭となり、興奮の増強にはつながらないと考えられる。すなわち、応援に対してすぐにフィードバ

クが得られれば、これまでにない観戦ならびに応援体験を提供することになると期待される。

本研究ではこれらの問題を解決し、プレイヤーと観客間のコミュニケーションの深化・拡張を狙う。具体的には以下の4点の実現を目指す。

- 各観客が任意のプレイヤーを応援可能であること
- プレイヤーが、観客が応援していることを認知可能であること
- 観客は自分が応援したプレイヤーから、応援に対するなんらかのフィードバックを得られること
- 観客・プレイヤー双方の応援に関する活動が、プレイヤーのプレイを阻害しないこと

### 3.2 スポーツ応援の分類

3.1 節において、応援によるプレイヤー観客間のコミュニケーションについて考察し、目指すべき方向性を明らかにした。ただしスポーツは競技種目や競技場の形によって、それぞれ観戦マナーや応援スタイルが異なっている。そこで、応援の拡張をするにあたり、まず応援に関する分類を試みる。応援の形式とそれにあてはまるスポーツの関係性を分類したものを図 2 に示す。

まず、応援をする観客の配置から低移動型スポーツと長距離移動型スポーツに分けた。低移動型スポーツとは、プレイヤーは競技場の中でプレイし、観客は着席あるいは立位でもあまり移動しないで観戦する形式のスポーツである。長距離移動型スポーツとは、全過程を直接観るためにプレイヤーと観客の長距離での移動が必要なスポーツである。観客の移動が長いか短いかにより、応援形式が大きく変化しうることから、まずこの条件により分類した。

続いて、応援に音を使用してよいかどうかによって、分類を行う。従来の応援は主に視覚・聴覚的手段により行われる。特に聴覚的手段による応援は、プレイヤーが自らの意思で聞く/聞かないを選択することが難しく、プレイへの集中を阻害する要因となりうる。応援がプレイ進行を阻害することは許されないため、音あり/なしで分類した。

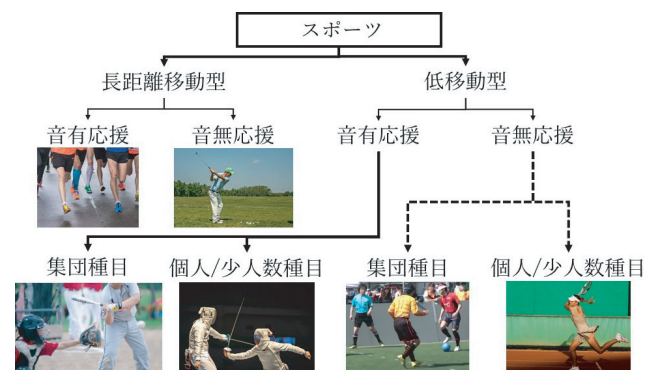


図 2 応援の分類

Fig. 2 The cheering communication.

最後に、競技において観客が応援する対象となるプレイヤーの人数による分類を行った。個人競技や少人数の種目の場合、その応援が誰に向けられたものかは自明であるため、プレイヤー側は「誰が応援されているか」についてはあまり考慮する必要がない。一方で、集団種目の場合、応援の対象となるプレイヤーが多人数となり、応援対象を明確にするための工夫が必要とされる。

たとえば、野球はチームで競う集団競技で、観客は着席して観戦し、音を出して応援するため、低移動型で音有応援かつ集団種目のスポーツである。ゴルフはゴルフ場を長距離移動しながら行う競技で、加えてプレイヤーのプレイ中は観客に動いたり音を出したりしないことを求める競技であるから、長距離移動型の音無応援のスポーツに分類される。本論文では最も適応範囲が広いと考えられる、低移動型の中の、音有応援・集団競技を対象に研究をすすめる。ただし、プロフェッショナルとアマチュアでは、応援時の観戦環境やフィードバック条件が大きく異なることが考えられる。たとえば客席数5万人の大型野球場での試合における応援と、草野球のような、数m程度先で行われる試合に対する数十人程度の応援では、フィールドまでの距離、応援人数などがあまりにも違いすぎ、同列に論じることは難しい。そこで本研究ではまずアマチュアスポーツでの応援、小規模な応援環境に特化して進めるものとした。

#### 4. 音有応援・集団競技における応援コミュニケーション拡張

本章では、アマチュアの、観客が比較的少人数という条件での、音有応援・集団競技のための応援コミュニケーションを拡張するシステム、Cheer Across について述べる。

##### 4.1 音有応援・集団競技

本論文で紹介する Cheer Across は、野球やサッカーに代表される、低移動型の音有応援・集団競技種目をターゲットとし、その応援を拡張することを狙いとする。当該競技種目では、応援に際して意識的な遮断の困難な音を利用しており、それだけに応援に対する禁忌が、他の競技よりも比較的少ない。実際にこの種のスポーツの応援は自由度が高く、手や旗を振るといった視覚的応援、拍手や音楽の演奏、さらには大型競技場であればウェーブのようなスタジアム全体を巻き込んだ動作に至るまで、多様な応援手段が取り込まれている。実際に、スポーツの魅力向上の観点でこれまでも多くの工夫がなされてきている [12]。そのため、新しい応援手段も比較的受け入れられやすい環境であると判断した。続いて本研究で開発した、Cheer Across システムについてその概要を述べる。

##### 4.2 Cheer Across システム概要

Cheer Across は観客側のペンライト型デバイスである

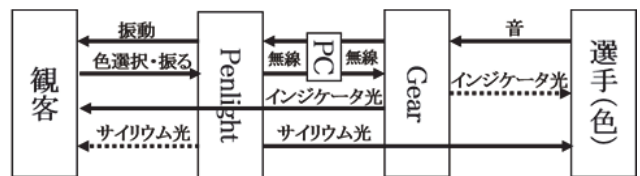


図 3 Cheer Across 概要 (音有応援・集団競技の場合)

Fig. 3 Cheer Across overview (sound cheering group competition).



図 4 左: Across Penlight (観客側デバイス), 右: Across Gear (プレイヤー側デバイス)

Fig. 4 Left: Across Penlight (The audience side device) Right: Across Gear (Player side device).

Across Penlight (図 4 左) と、プレイヤー側のデバイスである Across Gear (図 4 右) で構成されている。Cheer Across System のシステム構成を図 3 に示す。

Cheer Across では、あらかじめプレイヤーに個々に違うプレイヤーカラーを割り当てる。そして観客は Across Penlight の発光色を特定のプレイヤーカラーに設定することで、応援する対象のプレイヤーを決定する。そして Across Penlight を振ることによって、そのプレイヤーを応援する。応援対象であるプレイヤーを選択できるようにすることで、状況に応じて応援対象が変化する自由度を許容可能なシステムとなるよう意図している。たとえば、サッカーでボールを保持している選手を応援するのであれば、パスが通るたびに応援対象が変化することになる。このような、応援対象が動的に変化する状況を想定しての機能である。ただしもちろん、特定プレイヤーの熱烈なファンであれば、無理に応援対象を変える必要はない。

プレイヤーは身につけた Across Gear の LED インジケータあるいは、観客の振る Across Penlight の色により、自分が応援されていることを認識可能であると期待される。これらの機能により、各観客による任意のプレイヤーの応援を可能とし、さらに観客がそのプレイヤーを応援していることを認識可能としている。

また、Across Gear にはマイクが内蔵されている。装着場所に依りて、スポーツで一般的な走る・蹴る・投げる・打つといった動作を音声データとして取得可能となっている。そして Across Gear と Across Penlight は無線で接続されており、観客は Penlight の振動機能によってプレ

イヤの動作を感じることができる。これら身体動作に関わるデータを、応援をしてくれている観客に対するフィードバック、あえていえば応援の対価として用いている。

#### 4.2.1 Across Penlight: 観客側デバイス

観客側デバイス Across Penlight は、図 4 左に示すようなペンライト型のデバイスである。Across Penlight にはフルカラー LED が内蔵されており、握り部分に装着されているボタンを押すことで、12 色の中から順番に色を変更することができる。観客はプレイヤごとに定められた色に変更してそのプレイヤを応援する。たとえばサッカーであれば、1つのチームのプレイヤ（最大 11 人）にそれぞれ異なる色を割り当て、観客側は特定の色を選択することで、特定のプレイヤを応援する。技術的には 12 色以上の表現も可能であるが、色数の増加は、一方で色識別の難しさの上昇という問題につながる恐れがある。たとえばオーストラリアンフットボールでは 1 チーム 18 人で構成されており、このような競技へそのまま適用することは難しいと考えられる。ただ、球技に限ってみても、1 チーム 10 人以下で構成されるものがほとんどであり、5~6 人で編成されるものも多い。試作システムでは 12 色の表現が可能であることから、競技場の全プレイヤ数が 12 人（1 チーム 6 人まで）、あるいはチームごとの応援座席を分けるなどの運用上の工夫を適用したうえで、最大 24 人（1 チーム 12 人）までの競技に対応可能であり、多くのスポーツ競技に適用できる可能性を有すると期待される。

また、Across Penlight には加速度センサ (KXM52, Kionix Inc.) が内蔵されており、これによって応援時の振る動作を検知する。そして XBee Pro S2B による無線通信で、加速度センサの値と、選択した LED 色を PC へ送信する。また、小型円筒形振動モータ（偏心錘式, LA3R5-480DB1, 日本電産コバル株式会社, 重量約 0.58 g）が Penlight の持ち手中心付近に内蔵されており、後述の Across Gear で取得されたプレイヤのプレイ音響情報を、振動を通じて提示可能となっている。プレイから目を離さず、周りの音環境にも影響されずにプレイ情報を感知するうえでは、振動が適切であると考えた。プレイ音響情報の振動提示にはいくつかの手法が考えられるが、今回は一定以上の音響信号が入力されたときに振動を発生させるという、単純な手法を採用した。

#### 4.2.2 Across Gear: プレイヤ側デバイス

Across Gear はプレイヤの体に装着して使用することを想定したデバイスである（図 4 右）。装着したままの衝突時の安全性を考慮して、砲弾型となっている。プレイヤの身体に取り付けることで、スポーツをプレイしている際の様々な動作音をアンプ入りシリコンマイクモジュール (SPU0414HR5H-SB, Knowles Electronics, LLC.) によって取得することが可能となっている。たとえば、サッカーの蹴る動作については、図 4 右に示すように Across Gear

を足へ装着することで、ボールと足の接触音を検出し、認識することができると考えられる。野球であれば、手の近傍に Across Gear を装着することで、ボールをキャッチするといったイベントを検出することが可能になると期待される。マイクの音声データは、Across Penlight と同じく XBee Pro S2B による無線通信で PC につねに送られている。また LED インジケータも搭載されている。このインジケータは、まずプレイヤごとに異なる色を表示させ、応援対象となるプレイヤ選択に使用する。またレベルメータとしても利用し、応援してくれた人の人数、あるいは応援の激しさを表示するなど、プレイヤに対する応援情報のフィードバックとしての利用が可能であると期待される。

本章では音有応援・集団競技を対象とした Cheer Across について詳細を述べた。Cheer Across は観客からプレイヤへの応援を伝える Across Penlight と、プレイヤから観客へプレイを伝える Across Gear により構成されている。その効果検証のため、まず続く 5 章では、Across Penlight による発光色とそれを振ることによる、応援の伝達について評価を行った。そして 6 章では、Across Gear による、プレイヤから観客へのフィードバックの効果について検証を行ったので、それぞれ詳細を述べる。

## 5. Across Penlight による応援伝達評価実験

### 5.1 実験目的

本実験の目的は、観客からプレイヤへの応援を伝える Across Penlight（以下 AP）の光によって、「誰かが自分を応援している」とプレイヤが認知できるか、そしてそれを認知することが、競技中のプレイヤにどのような影響を与えるかについて調べることである。また AP による応援伝達には、プレイヤがプレイに集中していても、確実に自分の発光色の AP による応援を認知できることが望ましい。この状況を再現するために、実験参加者であるプレイヤには、複数の観客からの AP による応援を受けながら、所定のミニゲームを実施することとした。そのうえで、プレイヤが自分への応援の認知にかかる時間、応援者認識の正答率、応援認知のプレイパフォーマンスへの影響、そして AP による応援で応援されていると感じられるかどうか、の 4 点について調査を行った。

3.1 節で述べたように、観客もプレイヤも複数いる状況のなかでは、明確に誰かを応援しようにも、観客のなかでマジョリティをとらない限り、その声は届きにくい。たとえば応援団など、ある程度まとまった集団が特定の個人名を叫んだ場合、特別な装置を使わなくても、プレイヤは応援されていることが容易に認識可能である。しかしこのことは、マジョリティの応援対象となりうる主要選手しか応援対象となりにくいことを意味する。また観客からすれば、プレイヤに応援を認識させるためには、多数の協力が必要不可欠ということの意味する。このことはともに、応援の

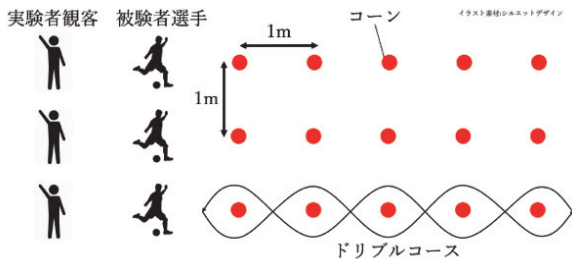


図 5 応援伝達評価実験の概要

Fig. 5 Overview of the experiment for cheering transmission.

自由度を損なう状況であるといえる。少数の人間あるいは個人が、それぞれの思いや好みに従い、結果としてマジョリティグループと異なる対象を応援したいと思ったときであっても、マジョリティの応援にその声はかき消されてしまい、プレイヤーにまで応援を伝えることは難しい。また、観客個々人が、バラバラに異なる対象をあるいは少数の人間が思い思いの対象を応援した場合も、同様にプレイヤーまで応援の声が届かないと考えられる。本実験の目的は、応援の伝達における最も厳しい条件、つまり「自身の声がプレイヤーに届かない」状況を想定、そのような環境下であっても、プレイヤーに応援していることを認知させられるかどうかを検証することである。

## 5.2 実験手順

実験の概要を図 5 に示す。1 回の実験につき、観客 3 人、プレイヤー 3 人を用意した。ただし観客は指示されたとおりに所定のプレイヤーを応援するのみであり、データ取得の対象ではない。プレイヤーは 1m 間隔で配置されたコーンの間を、ボールを足でドリブルしつつスラロームし、3 往復する。なお、スラロームに失敗したらそのコーンからやり直す。各プレイヤーはストップウォッチも渡されており、スタートから、自身に対する応援に気づいた時点までの所要時間を計るよう指示される。また、観客のうち 1 人をゴールタイム計測担当者とし、各プレイヤーのゴール時間（タスク終了時間）を測定・記録する。実験は日中にブラインドを閉め、蛍光灯を点灯した部屋において実施された。提案手法では観客からプレイヤーへの応援メッセージの伝達手段として、Across Penlight の色という、視覚的手段を利用している。色を利用することで、個別のプレイヤーを応援する（特定のプレイヤーを色で指定して応援する）ことが可能となる。一方でプレイヤーは、観客側に目を向けなければ応援の存在を認知できず、さらに自分が応援されているかどうか、ペンライトの色まで確認する必要がある。つまりプレイヤーにとって認知的負荷が高い伝達手段となっている可能性がある。そのため、特にプレイヤーがプレイに集中している場合、提案の応援手段では見過ごされてしまい、応援が認知されない恐れがある。この問題について評価するため、本実験ではプレイヤーに集中を要する運動タスクを課し、その

うえで自身に対する応援の存在・認知の程度について検証を行うこととした。具体的には互いに 1m 程度しか離れていない空間で切り返しの多いドリブルタスクを課することで、プレイヤーに対して、他のプレイヤーやボールとの衝突予防を要求しつつドリブルタスクの迅速な完遂を求めている。このことはつまり、プレイに対する集中を要求し、認知的負荷を上昇させ、応援に気づきにくい状況の再現を狙っている。実験手順詳細は以下のとおりである。

1. 観客（実験実施者）およびプレイヤー（被験者）は、図 5 に示される場所に立つ。
2. スタートの合図でプレイヤーはスタートする。
3. 観客はスタートの 10 秒後から、指定された選手に対して声と手振りで応援を始める。ただし名前を呼ぶなど、個人特定容易な応援は行わない。これにより、「自身の声がプレイヤーに届かない」状況再現を狙う。
4. プレイヤーは自分へ向けられた応援があると分かったら、ストップウォッチのストップボタンを押す。自分へ向けられた応援がない場合はボタンを押さない。
5. プレイヤーはタスク終了後、以下の 2 ないしは 4 項目を記録する。
  - (ア) 順位
    - (イ) 応援の有無（応援された/されない/分からない）
    - (ウ) 応援されていたら
      - ① 応援が分かったタイム
      - ② 誰に応援されたか

上記 1～5 の手順を、同じ観客・プレイヤーの組で 3 回実施する。1 回目はすべてのプレイヤーにそれぞれ 1 人ずつ、応援する観客を割り当てる。2 回目は、1 回目で 1 位になったプレイヤーに 2 人、1 回目 2 位のプレイヤーには 1 人、それぞれ応援する観客を割り当てる。3 回目はさらに、3 人の観客全員が 1 回目の 1 位のプレイヤーを応援する状態とする。そしてこれらすべての試行に対して、観客が AP を使用する・しないの 2 条件で実施した。なお AP を使用する際は、すべてのプレイヤーに互いに異なる色のハチマキを装着させ、AP の色をプレイヤーのハチマキの色に合わせることで、応援対象者を選定するものとした。また、すべての実験終了後に、プレイヤーに対してアンケートを行った。本実験では合計 9 人の被験者を募り、プレイヤー 3 人 1 グループを 3 グループ作り、実験を実施した。観客の 3 人は実験者であり、交代せずすべてのケースを担当した。

## 5.3 実験結果

### 5.3.1 自分への応援認知所要時間

結果の解析に入る前に、実験中の応援音声の状態について述べる。応援の音声については、「個人特定容易な応援を行わない」こと以外について、特別な制限は設けなかった。実際の応援の音声は「頑張れ」を基本であり、「いけるいける」「もう少し」といったバリエーションが散見された



表 1 応援認知件数

Table 1 The amount of recognition of cheering.

	AP 無		AP 有	
	回数	割合	回数	割合
応援された	11 回	40.74%	17 回	62.96%
応援されない	10 回	37.04%	6 回	22.22%
わからない	6 回	22.22%	4 回	14.81%
合計	27 回	100%	27 回	100%

表 2 自分への応援が分かった周回数

Table 2 The number of laps in which players recognized cheering.

	AP 無	AP 有
1 周目	2 人	10 人
2 周目	6 人	6 人
3 周目	5 人	2 人
合計	13 人	18 人

という状態である。声の大きさは各応援者とも、実験ケース中はほとんど一定であった。プレイヤーの振舞いに対する応援の法則性、たとえば折り返し地点で特定の掛け声をかける、コースアウトなどミスがあった場合に特定の声をかける、といった特徴的な法則は観察されなかった。

つづいてプレイヤーが、自分への応援の有無を認知できたかどうかについて、データに基づき検証する。プレイヤーにより記録された、「応援されたか否か（応援された/されない/分からない）」の集計結果を表 1 に示す。AP なし/ありの場合のそれぞれについて、応援された/されない/分からない、の比率に差があるかどうかを調べた。有意水準 5%とし  $\chi^2$  乗検定を行ったところ、 $p = 0.000428 < 0.05$  となり、有意差が認められた。表 1 にあるように AP があることによって応援されたという認知件数が増加しており、AP により応援が認知しやすくなったことが示唆された。

続いて、応援認知にかかる時間について検証を行う。本項目における検証方法については、実験実施状況を考慮した手法が必要とされる。図 5 にあるように、プレイヤーは観客から見て奥行方向に、往復運動をしている。そのため、観客から離れる方向に移動しているときには応援に気づきにくく、観客に向かう方向に移動しているときには応援に気づきやすいという状況になっている。そこで各プレイヤーがスタートから応援認知までにかかる時間と、実験の記録映像を照合し、応援に気づいた時点の周回数を抽出、検証の対象とした。結果を表 2 に示す。表 2 は、たとえば AP なし条件で 1 周目で自分への応援に気づいた人は 2 人、ということの意味する。すべての応援が完全にプレイヤーに認知された場合、合計値はのべ 18 人となる。

表 2 より、AP の有無が応援認知にかかる所要時間に影響するかどうかについて検証を行った。有意水準 5%とし  $\chi^2$  乗検定を行ったところ、 $p = 0.004296 < 0.05$  となり、

表 3 応援者認識正答率

Table 3 Answers regarding cheering supporters.

	AP 無		AP 有	
	件数	割合	件数	割合
正解	5 件	18.52%	12 件	44.44%
不正解	22 件	81.48%	13 件	48.15%
一部正解	0 件	0%	2 件	7.41%
合計	27 件	100%	27 件	100%

表 4 ゴールタイム (秒)

Table 4 Lap time (s).

	AP 無	AP 有
平均ゴールタイム	51.64(秒)	45.87(秒)
標準偏差	6.78(秒)	6.49(秒)

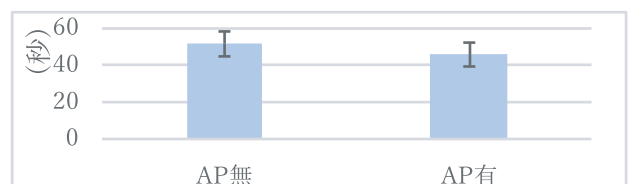


図 6 ゴールタイム (秒)

Fig. 6 Lap time (s).

有意差が認められた。AP ありの条件で 1 周目での応援認知人数が増加しており、AP があることでより素早い応援認知が可能になっていることが示唆された。

### 5.3.2 応援者認識の正答率

プレイヤーが自分を応援する応援者を認識できるかどうかについて、検証を行った。結果を表 3 に示す。正解・不正解・一部正解の比率について、AP の有無による影響を調べた。なお正解とは、すべての応援者を完全に正答した場合を意味する。不正解は応援者をすべて誤答した場合、一部正解は複数の応援者のうち一部だけ正答した場合を意味する。結果に対して有意水準 5%として  $\chi^2$  乗検定を適用したところ、 $p = 0.001634 < 0.05$  となり、有意差が認められた。AP の導入によって正答率が大幅に増加しており、AP が応援者認知に寄与しうることが示唆された。

### 5.3.3 応援認知のプレイパフォーマンスへの影響

ゴールタイム計測担当者が測定した、各プレイヤーのゴール時間の平均と標準偏差を表 4 および図 6 に示す。図 6 中エラーバーは標準偏差を示す。

この結果に関して、AP の有無が及ぼす影響を検証する。まず、AP の有無のそれぞれの場合で分散が等しいと見なせるかどうか、有意水準 5%で等分散検定を行った。その結果、分散比  $1.09 < F (1.93)$  となり、ゴールタイムの分散に関して、AP の有無による有意差は認められず、等分散と見なせることが分かった。続いてゴールタイムの差の有無について、有意水準 5%の等分散を仮定した t-検定で調べた。その結果  $p = 0.002379 < 0.05$  であり、両者の間

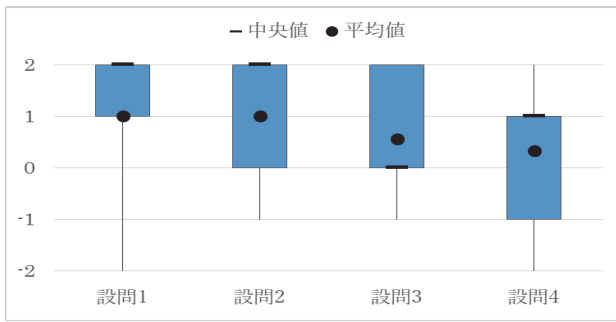


図 7 アンケート結果の箱ひげ図

Fig. 7 Box plot of the questionnaire on the experiment.

に有意差が認められた。ただし本実験はすべて、AP なし条件の後に AP 有条件で実施されており、実験結果には順序効果が影響している可能性は否定できない。この点についてはさらなる検証が必要と考えられる。

本実験ではプレイヤーに対して、ドリブルと自分へ向けられた応援をチェックするという2つのタスクが課されている。順序効果の影響がありうるため結果の解釈には慎重を要するが、少なくとも、応援をチェックするというタスクが、プレイ結果に大きな影響を与えるほどの過剰な負荷とまではなっていないのではないかと推定される。ただしこの点についてはさらなる検証が求められる。

#### 5.4 アンケート

本実験終了後、プレイヤーには選択式と記述式の2種類のアンケートに回答してもらった。

##### 5.4.1 選択式アンケート結果

選択式のアンケートはすべての設問に対して、AP なしの方があてはまる (-2)/AP なしの方がややあてはまる (-1)/どちらともいえない (0)/AP ありの方がややあてはまる (1)/AP ありの方があてはまる (2)、の5段階リッカートスケール回答させている。選択式アンケートの設問を以下に、結果を図7に示す。

設問1 誰に応援されているか分かりやすかったか。

設問2 自分を応援している人の人数が増えたことに気が付きやすかったか。

設問3 自分が応援されていないことに気が付きやすかったか。

設問4 「応援されている」感じが強かったか。

ここで得られた結果に対して、有意水準 5%として Wilcoxon の符号順位検定を適用した。その結果はそれぞれ、 $p = 0.0854 > 0.05$  (設問1),  $p = 0.0378 < 0.05$  (設問2),  $p = 0.124 > 0.05$  (設問3),  $p = 0.782 > 0.05$  (設問4) となり、設問2についてのみ有意差が見られた。設問2では、AP ありのほうが優勢という結果であった。よって AP の存在が、少なくとも応援する人が増えたことについての認知を容易にしたと考えられる。また、AP の有無により、自分が応援されていないということについて、

気付きやすくなるという状況にはならないことが判明した(設問3)。ただし自分が応援されていないという状況は、プレイヤーにとって望ましい状況とはいえない。このことを考えると、この結果は AP の利用を妨げるものではないと考えられる。誰に応援されているか(設問1)、応援されている感じが強かったか(設問4)といった点について、AP の有無による認知に対する変化はみられなかった。まとめると、プレイヤーの主観において、AP の利用はプレイヤーに対して部分的に新たな価値を提供するもの、十分とはいえないものであると考えられる。

##### 5.4.2 記述式アンケート結果

記述式のアンケートでは

設問1 応援されているときはどう感じたか

設問2 応援されていないときはどう感じたか

の2項目について、AP ありと AP なしのそれぞれの条件下で自由記述で回答させた。

設問1 に関して、AP あり条件において、ひと目見ただけで自分が応援されていることが分かり、やる気が出て嬉しさを感じたという意見が見られた。一方で、競技に集中しすぎると Penlight を見る余裕がなかったという指摘もあった。一方 AP なし条件では、ほとんどの被験者が、自分が応援されているかどうかは分からないという回答であった。応援の存在そのものについても、特別気にしないと感じにくいという意見があった。また、自分への応援を判別できず頑張ろうと思えなかったなど、競技のモチベーションが下がったという意見もあった。

設問2 に関して、AP ありのときについては、自分が応援されていないことが明白に分かったという意見が多く見受けられた。また、自分への応援がないことが明白に分かるため、競技へのやる気が出なかったという意見が多く、他のプレイヤーが応援されているところを見て寂しいと感じたという意見が複数あった。AP なしときは、応援されている人がいることは認識できるが、自分が応援されているかどうかは分からないといった意見が多く見受けられた。また、そのような状況では、応援しているすべての人が自分を応援していると思込込むことができるような気がしたという意見があった。

#### 5.5 考察

本実験では、提案する Cheer Across のシステム中、AP による、応援伝達について評価を行った。実験結果より、AP を使用することで、プレイヤーがプレイ中に、自身に対する応援に気づきやすくなる効果があることが判明した。AP による応援が、プレイパフォーマンスに対して及ぼす影響については判断が難しいものの、少なくともプレイヤーに対する大きな負荷にはなっていない可能性が示された。またアンケートより、プレイヤーは AP による応援で、応援されたと感じていることが示唆された。すなわち AP によ

る応援が適切に応援として機能していることが示唆された。また応援されることがプレイへのモチベーションにつながるということが示唆された。

なおアンケートより、競技に集中しているときに AP を見る余裕がなかったという指摘があった。今回は実験のため、あえて集中力を要するタスクを設定し、その状況で AP の視認を要求するという、かなり厳しい条件設定となっている。このような厳しい条件下でも認知可能であることから、プレイ中の幅広い時間帯で、AP での応援が視認可能であると期待される。ただし本実験条件は、あくまで AP の応援伝達評価のために設定した環境であり、実際の運用を想定したものではない。プレイへの高い集中が必要な状況では、AP の視認は不要と考えている。しかしそのような状況がつねに続くわけではなく、試合中であっても必ず弛緩可能な状況がある。現実の運用としては、そのような弛緩時に視認することを想定している。また本実験では使用していないが、Across Gear にはインジケータ機能が搭載されている。ここにたとえば過去一定時間での最大応援量を表示すれば、プレイが一段落したときに、今のプレイを応援量という観点で振り返ることも可能になると期待される。さらに AP での応援はすべて記録可能であるため、試合後に自身のプレイと応援量の関係比較をするといった、振り返りも可能になると期待される。

これら提案手法による利点の一方で、応援対象が指定可能な状況で、自身を応援する観客がいない場合、プレイヤのモチベーションに悪影響がでる可能性が示唆された。これは本システム特有の問題であると考えられる。そのため、すべての観客に応援対象者の設定を強いるべきではない可能性が指摘される。特に対象者を定めずに応援した場合、それを自らに対する応援と思ってしまうことが可能であることが示唆されていることから、たとえばチームカラーを設定し、その色であればチーム全体を応援したことになる、などの手法をあわせて実現することが求められると考えられる。応援対象者を特定することの得失については、さらなる検証が必要であると認められる。

なお本実験は、観客・プレイヤともに 3 人ずつというきわめて小規模の限定された環境での実験である。実際のスポーツは、アマチュアのスポーツであっても本実験環境より非対称性が強く、数人のプレイヤに対して、それよりも多い観客という状況が多くある。非対称性が強い場合、特に応援者の認識はより困難になることが容易に想像される。そのため、より非対称性の強い環境で、改めて AP の有無による応援の伝達効果の検証が必要と考えられる。

## 6. Cheer Across によるプレイヤからのフィードバック伝達評価実験

### 6.1 実験目的

本実験の目的は、プレイヤから観客に対するフィード

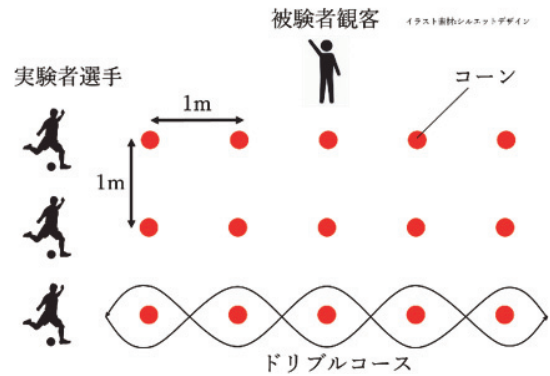


図 8 プレイヤからのフィードバック伝達評価実験概要  
Fig. 8 Overview of feedback evaluation experiment setup.

バックの伝達について、伝達による効果を検証することにある。Cheer Across では、Across Gear (以下 AG) によって、プレイヤの動作を内蔵されたマイクで取得し、AP の振動提示機能により、それを観客へフィードバックする機能が備えられている。この機能によって、「プレイヤのプレイが伝わる」ことが、応援する観客に与える影響を調べる。本実験では、5 章における実験と異なり、プレイヤが実験者であり、観客が被験者となる。そして、複数のプレイヤにミニゲームをプレイさせ、そのうち 1 人の動作が被験者の観客に伝わるようにした。プレイヤの足部に対する衝撃が所定の閾値を超えると、観客側装置で一定時間 (100 ms) 振動が発生するようになっている。

### 6.2 実験手順

実験環境の概要を図 8 に示す。実験者であるプレイヤ 3 人はドリブルで図 8 に示したコースを往復する競争をしてもらう。被験者は 1 人の観客で、観客は指定されたプレイヤのうち 1 人を、コースの横から応援する。観客は、AP あり、AP なしの順で応援する。実験終了後にアンケートを行う。本実験では、実験がすべて終了した後に、観客に対してアンケートを行った。実験は全部で 9 セット行い、合計 9 人の被験者に対しアンケートを実施した。アンケートでは、以下の 7 項目について、AP なしと AP ありそれぞれの条件下での試行を比較させた。

- 設問 1 臨場感があったか。
- 設問 2 達成感があったか。
- 設問 3 競技のスピード感があったか。
- 設問 4 興奮したか。
- 設問 5 プレイヤとの結びつきを感じたか。
- 設問 6 応援を楽しめたか。
- 設問 7 好ましいと感じたか。

この 7 項目について、被験者に対し、AP なしの方があてはまる (-2)/AP なしの方がややあてはまる (-1)/どちらともいえない (0)/AP ありの方がややあてはまる (1)/AP ありの方があてはまる (2)、の 5 段階リッカートスケール

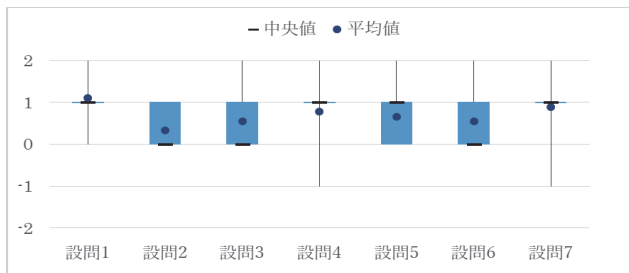


図 9 実験 2 のアンケート結果の箱ひげ図

Fig. 9 Box plot of the questionnaire result of Experiment 2.

回答させた。

### 6.3 実験結果と考察

アンケートの集計結果を箱ひげ図で表したものを図 9 に示す。

ここで得られた結果に対して、有意水準 5%として Wilcoxon の符号順位検定を適用した。その結果はそれぞれ、 $p = 0.0186 < 0.05$  (設問 1),  $p = 0.0258 < 0.05$  (設問 2),  $p = 0.0185 < 0.05$  (設問 3),  $p = 0.0526 > 0.05$  (設問 4),  $p = 0.0128 < 0.05$  (設問 5),  $p = 0.0185 < 0.05$  (設問 6),  $p = 0.0431 < 0.05$  (設問 7) であり、設問 4 を除くすべてに対して有意差が確認された。またすべての設問に対して、AP を使用した場合のほうが優勢、あるいは弱い優勢という結果が得られた。このことから、AP を用いてプレイヤーのプレイを振動によって観客にフィードバックした場合、競技の臨場感が増強され、スピード感がより高く感じられるようになる可能性が示唆された。また、AP を用いたほうが、達成感や応援することを好ましいあるいは楽しいと、より強く感じられるという結果となった。以上より、AP を用いてプレイヤーのプレイを振動によって観客にフィードバックすることが、応援を通じた、プレイヤーと観客の関係性強化に貢献しうることが示唆された。ただし本実験では運動タスクはドリブルのみであり、限定された状況下での評価であったことは否めない。また、フィードバック手段も振動のみであり、他の手段は検証されていない。そこで今後は、振動提示というフィードバックそのものの最適性について検証を行う。そのうえで多様な場面を想定しつつフィードバック効果の検証を行い、より適切な振動提示のアルゴリズム開発を目指す。

## 7. まとめ

本研究では音有応援・集団競技において、応援を拡張し、プレイヤー観客間のコミュニケーションを増強するためのシステム、Cheer Across を提案した。Cheer Across は観客向けデバイスである Across Penlight とプレイヤー向けデバイスである Across Gear の 2 つの装置により構成されている。Across Penlight は特定のプレイヤーに対して応援の意図を伝達し、同時にプレイヤーの運動情報を取得・提示可能

なデバイスとなっている。また Across Gear は観客からの応援情報を取得し、また観客に対してプレイ情報を送信する機能を有する。これらのデバイスを用いることで、特にチームスポーツで応援対象を明確化し、さらにプレイヤーから観客にリアルタイムでメッセージフィードバックを可能とするを狙う。

開発した Cheer Across に対して実施した評価実験の結果より、Cheer Across を利用することで、プレイヤーは観客の自身に対する応援について、より早く確実に認識しうるという結果が示唆された。ただしプレイヤーの主観においては、応援の認知に関して大きな変化は見られなかった。また観客は競技の臨場感が向上し、応援行動をより好ましいと感じるようになるという結果が示唆された。

ただし評価実験はすべてプレイヤー 3 人、観客 3 人ないし 1 人の条件で実施されており、一般的なスポーツとその応援状況よりも圧倒的に簡略化された条件となっている。アマチュアスポーツでの応援であれば、応援する観客も数十人程度、プレイヤーまでの距離も近い状況が考えられるが、それよりも簡略かつ緩い条件となっていることは否めない。今後は、より実際に近い状況を整えて評価実験を実施することが求められる。

また本論文では提案概念の妥当性・有効性検証を優先した。そのため Across Gear および Across Penlight とともに、特にハードウェア設計について検討の余地があると考えられる。まずプレイヤー側デバイスである Across Gear については、プレイを妨げない大きさ、装着場所、装着方法について、スポーツ種目ごとに、慎重に配慮した設計が必要である。また今回は、Across Gear のインジケータ機能については評価が行われなかった。今回の Across Gear は足部装着を前提としているが、足に視覚的な表示装置を搭載しても、プレイ中に見やすいとはいえない状況であることは容易に想像できる。そのためインジケータについては別途、装着位置や表示内容・形式を含め、評価検討が必要と考えられる。そして観客側デバイスである Across Penlight に関しては、応援伝達に用いる LED の視認性が課題になる恐れがある。草野球のように屋外日中での種目で使用する場合、LED による表示の視認性は不十分となることが容易に想像される。この点に関しては、屋外モニタに利用されるようなレンズ付き高輝度 LED を使用するという解決も考えられるが、著者らは Across Gear のインジケータが問題解決に貢献するのではないかと期待する。そのため当面は、屋内や、屋外であっても日没以降に実施される種目を対象として Cheer Across システムの開発を進めつつ、Across Gear のインジケータ機能向上を図り、より幅広い環境で使用可能なシステムの開発を目指す。

なおスポーツマーケティングの分野では、近年ではファン同士のコミュニケーション連帯感醸成が、再観戦行動に影響するという研究結果も出されており [18]、今後はプレ

イヤ観客間だけでなく、観客同士の連帯感醸成に対する支援についても、検討を進めていく。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 16H01741 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] Heere, B., James, J., Yoshida, M. and Scremin, G.: The Effect of Associated Group Identities on Team Identity, *Journal of Sport Management*, Vol.25, No.6, pp.606–621 (2011).
- [2] Lachowetz, T., McDonald, M., Sutton, W. and Clark, J.: The National Basketball Association: Application of customer lifetime value, *Sport Marketing Quarterly*, Vol.10, pp.181–184 (2001).
- [3] 黛 岳郎: “通信” が変えるプロスポーツビジネス, 放送研究と調査, 2018年2月号, pp.14–27 (2018).
- [4] Kanade, T. and Narayanan, P.J.: Virtualized Reality: Perspectives on 4D Digitization of Dynamic Events, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.27, No.3, pp.32–40 (2007).
- [5] 稲本奈穂, 斎藤英雄: 視点位置の内挿に基づく3次元サッカー映像の自由視点観賞システム, 映像情報メディア学会誌, Vol.58, No.4, pp.529–539 (2004).
- [6] 間瀬健二, 藤井俊彰, 川本哲也, 丸谷宜史: 階層的マルチビューストーリーミングを用いた多視点映像視聴インタフェースの検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (MVE), pp.139–144 (2012).
- [7] 三上 弾, 國田 豊, 鎌本 優, 志水信哉, 丹羽健太, 木下慶介: 高臨場観戦を盛り上げる映像音響技術, NTT 技術ジャーナル, Vol.27, No.2, pp.31–35 (2015).
- [8] 柳内啓司: ハイブリッドキャストによる新しいスポーツ観戦スタイルの開発 (番組制作技術・送出技術, および一般), 映像情報メディア学会技術報告, Vol.38, No.21, pp.13–16 (2014).
- [9] Kitani, K., Horita, K. and Koike, H.: BallCam!: Dynamic view synthesis from spinning cameras, *Proc. ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST)*, pp.87–88 (2012).
- [10] B.LEAGUE ALL-STAR GAME 2018 次世代型ライブビューイング, 富士通株式会社ニュースリリース (2017/11/7 発表), 入手先 (<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2017/11/27-1.html>) (参照 2018-08-15).
- [11] Iekura, M.-S., Hayakawa, H., Onoda, K., Kamiyama, Y., Minamizawa, K. and Inami, M.: SMASH: Synchronization media of athletes and spectator through haptic, *Proc. SIGGRAPH Asia 2015*, Article No.20 (2015).
- [12] 福岡ソフトバンクホークス ホークス☆スターフラッシュ, 入手先 (<https://www.softbankhawks.co.jp/game/guide/cheerguide04.html>) (参照 2017-06-12).
- [13] Woźniak, P., Knaving, K., Björk, S. and Fjeld, M.: RUFUS: Remote Supporter Feedback for Long-Distance Runners, *Proc. 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '15)*, pp.115–124 (2015).
- [14] Romanowski, A., Wozniak, P.W., Mayer, S., Lischke, L., Grudzień, K., Jaworski, T., Perenc, I., Kucharski, P., Obaid, M. and Kosizski, T.: Towards Supporting Remote Cheering during Running Races with Drone Technology, *Proc. CHI EA*, pp.2867–2874 (2017).
- [15] Curmi, F., Ferrario, M.A., Whittle, J. and Mueller, F.F.: Crowdsourcing Synchronous Spectator Support: (go on, go on, you're the best)<sup>n-1</sup>, *Proc. CHI*, pp.757–766 (2015).

- [16] Latulipe, C., Carroll, E.A. and Lottridge, D.: Love, hate, arousal and engagement: Exploring Audience Responses to Performing Arts Celine, *Proc. CHI*, pp.1845–1854 (2011).
- [17] Barkhuus, L. and Jørgensen, T.: Engaging the crowd: Studies of audience-performer interaction, *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '08)*, pp.2925–2930 (2008).
- [18] Katz, M. and Heere, B.: Leaders and Followers: An Exploration of the Notion of Scale-Free Networks Within a New Brand Community, *Journal of Sport Management*, Vol.27, No.4, pp.271–287 (2013).



皆川 太志

2017年電気通信大学大学院情報システム学研究科修士課程修了。超人スポーツに関する研究に従事。



野嶋 琢也 (正会員)

2003年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。同年航空宇宙技術研究所入所。宇宙航空研究開発機構を経て、2008年12月電気通信大学大学院情報システム学研究科准教授。2016年4月より同大学院情報

理工学研究科准教授。超人スポーツアカデミーメンバ。触覚インタラクション, 超人スポーツ/オーグメンテッドスポーツ, エンタテインメントの研究に従事。バーチャリアリティ学会, ヒューマンインタフェース学会, IEEE, ACM 各会員。