

# ゲームプレイ中のプレイヤーと他の観戦者間の感情ギャップに着目した観戦支援システム

岩井淳<sup>1</sup> 佐藤颯太郎<sup>1</sup> 村上侑世<sup>1</sup> 梶並知記<sup>1</sup>

**概要:** 本稿では、ゲームプレイ中のプレイヤーと他の観戦者間の感情ギャップに着目した観戦支援システムを提案する。対戦型ゲームプレイ中、プレイヤーと他の観戦者間の感情の異なり(感情ギャップ)が存在する可能性があるが、観戦者は視聴しているゲームプレイ映像から感情ギャップをあまり読み取れない。本稿では、プレイヤーと他の観戦者の集中度と脈拍を Russell の感情円環モデルに対応付ける。感情ギャップをネットワーク構造で可視化した感情ギャップ関連グラフと、ゲームプレイ進行に応じた感情ギャップの推移を折れ線で可視化した感情ギャップ推移グラフを備えた、観戦支援システムを構築する。被験者実験を行い、提案システムを用いてゲームプレイの観戦を行うことで、プレイヤーと他の観戦者間の感情ギャップがより分かり易くなり、観戦の面白さに繋がることを示す。

**キーワード:** 感情のギャップ, 観戦支援, 集中度, 脈拍

## A Spectator Support System Focused on Emotional Gap between Players and Other Spectators During Game Play

Atsushi IWAI<sup>†1</sup> Sotaro SATO<sup>†1</sup>  
Yusei MURAKAMI<sup>†1</sup> Tomoki KAJINAMI<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

本稿では、ゲームプレイ中のプレイヤーと他の観戦者間の感情ギャップに着目した観戦支援システムを提案する。近年、e-sports の普及に伴い、動画配信サービスを利用したゲームプレイの配信者が増加しており、同時にゲームプレイの観戦者も増加している。ゲームプレイの配信では、プレイ中のゲームの画面の映像だけをカメラに収め配信している配信者が多いが、プレイヤー本人の顔やアバタの映像をゲーム画面の映像に重ねている配信者も存在する。

e-sports のジャンルは様々あり、一人称視点で銃撃戦を行う First-Person Shooter(FPS)や2つのチームに分かれて味方と協力しながら相手の本拠地を破壊して勝利を目指す Multiplayer Online Battle Arena(MOBA)などがある。ジャンルの1つに Digital Card Game(DCG)があり、これは2名のプレイヤーが対戦するカードゲームで、両プレイヤーが攻撃するユニットを使用し、相手プレイヤーのライフを0にすることを目指すゲームである。DCGには、ゲームをプレイするのに必要な情報がプレイヤー間で共有されていない不完全情報ゲームがある。ゲームタイトルにもよるが、観戦者も一部の情報が隠されている場合がある。ゲーム観戦をする中で、観戦者は対戦中の盤面を見ることである程度、プレイヤー間の有利不利は想像することができる。しかし、観戦者

が想像しているプレイヤー間の有利不利は観戦者に公開されている情報によって左右され、実際に対戦を行っているプレイヤーが感じている有利不利とは異なる場合がある。また、観戦者とプレイヤーの間に、有利不利に対する感じ方のギャップが生じることで、観戦者とプレイヤーの間に試合内容に対する感情のギャップが生まれる。

本稿は、プレイヤーと観戦者の間で生じる感情の種類や感情の強弱の差を感情ギャップとし、試合場面によって生じる感情ギャップの違いに着目した感情ギャップ可視化システムを提案する。提案システムは、NeuroSky 社の MindWave Mobile2[a]から算出される Attention と Meditation の値をもとに計算した集中度と、Fitbit 社の Fitbit Charge4[b]によって計測される脈拍を Russell の感情円環モデル[9]に当てはめることで観戦者とプレイヤーの感情推定を行い、観戦者とプレイヤーの感情を比較することによって感情ギャップを算出する。評価実験では、不完全情報ゲームである遊戯王マスターデュエルを使用した実験を行い、提案システムを使用することによって、システムの実装前よりもプレイヤーと観戦者間の感情ギャップが分かり易くなり、観戦の面白さに繋がることを示す。

1) 文教大学  
Bunkyo University  
a) MindWave Mobile2, NeuroSky, 2016  
b) Fitbit Charge4, Fitbit, 2021

## 2. 関連研究

### 2.1 競技の観戦支援

競技の観戦支援に関する研究は、「観戦者をもっと楽しくさせる」や「観戦者に試合の攻防を分かりやすくする」といった目的で、伝統的な盤上ゲームやデジタルゲームを対象に行われている。伝統的な盤上ゲームでは、将棋を対象として、局面把握に重要な争点と玉の危険度を評価することにより、将棋の局面把握を支援するシステムが提案されている[6]。デジタルゲームでは、対戦型格闘ゲームを対象として、初心者へプレイ中の典型的な3種類の状況に対して、プレイ動画に重ねる形で文字アノテーションと図形アノテーションを表示し、攻防のポイントを分かりやすく提示する観戦支援システムが提案されているほか[4]、優勢状況と劣勢状況をグラフや文字アノテーションで可視化する観戦支援システムも提案されている[5]。これらの研究は、試合内容またはゲーム画面に表示された内容を分析して、可視化する情報を定義し、観戦者へ提示している。

本稿は、これらの研究と類似し、観戦者をもっと楽しくさせることを目的としている一方、試合内容または画面に表示された内容から得られる情報ではなく、プレイヤーと観戦者から得られる脈拍と集中度を使った観戦支援手法を提案する。

### 2.2 Russellの感情円環モデル

Russellの感情円環モデルは、X軸とY軸をそれぞれ「快-不快」、「覚醒-眠気」とした2次元平面上で人の感情を表現する。Russellの感情円環モデルは、感情に関する質問で構成されたアンケートを用いて感情を推定する際に使われることがある。野球の観戦支援に着目した研究では、プレイの内容と試合の状況、観戦者が自らの主観で想像した選手の感情を元に、選手の感情を計算し、Russellの感情円環モデルを使用して感情推定を行いイラストアイコンによるアノテーション提示を行うシステムを提案している[10]。近年では、X軸を脈拍、Y軸を集中度とし、Russellの感情円環モデルを用いた方法で感情の推定を行う方法が提案されている[3]。Russellの感情円環モデルに集中度と脈拍を使用した研究では、自動車を運転する際の負の感情に着目し、Russellの感情円環モデルをベースとした感情推定手法を用いて、集中度と脈拍を使用した感情推定手法が有効であるかの分析、検証が行われている[11]。Russellの感情円環モデルに集中度と脈拍を用いて感情推定を行う研究は、検証段階であるため今後の応用のために感情推定の精度や有効性について議論を行う研究が多い。

本稿では、これらの研究と類似するが、感情推定の精度や有効性を示すものではなく、Russellの感情円環モデルに集中度と脈拍を用いてゲームプレイヤーと観戦者の感情推定を行う観戦支援システムの提案を行う。

### 2.3 ゲームプレイと感情

ゲームプレイと感情に関する研究は、「ゲームプレイが感情にどのような影響を与えるかの検証」や「感情に着目したゲームの提案」といった目的で行われている。対戦型格闘ゲームやパズルゲームを対象にして、プレイヤーの感情変化を脈拍や血圧など、生体情報の変化を用いて分析する手法が提案されている[2][8]。ホラーゲームを対象として、プレイした際に得られる恐怖感情に着目し、プレイヤーの脈拍に応じてゲーム進行が変化するゲームが提案されている[1]。また、シンプルなアクションゲームを使用して、生理的興奮やゲームへの没入感に着目し、次第に速くなる心音を提示することでプレイヤーに興奮の高まりを錯覚させ、ゲーム体験を変化させる手法も提案されている[7]。これらの研究は、ゲームプレイヤーの脈拍の変化に着目し、新たなエンタテインメントコンテンツとして提案されている。

本稿では、これらの研究と類似し、集中度と脈拍を用いてユーザに新たな観戦体験を提供する。

## 3. 提案手法

### 3.1 コンセプト

提案するシステムのコンセプトは、それぞれのプレイヤーと他の観戦者間の、ゲームプレイ中の任意時刻における感情ギャップや、ゲームプレイ進行に応じた感情ギャップの推移を可視化することで、より面白くゲームプレイを観戦できるようにすることである。観戦者でもあるユーザが、自身の推測通りのプレイヤーの感情であったり、推測とは異なる感情であったり、ゲームプレイ進行に伴い理解できるようになることで、ゲーム観戦の面白さ向上に繋がると期待する。

感情の種類と強弱は、集中度と脈拍を利用することで判定できる。図1はRussell円環モデルであり、X軸が脈拍、Y軸が集中度の2軸と感情の空間の中央値に位置する8つの感情を示している。



図1 Russell円環モデル

プレイヤーと観戦者の集中度と脈拍を取得し、それらに基づいて感情円環モデルにプレイヤー2人と観戦者の表情アイコンを配置する感情ギャップ関連グラフを提案する。ユー

ずは、表情アイコン同士の距離によって、どの程度プレイヤーと観戦者の感情ギャップがあるのかを瞬間的に把握することができる。詳細は 3.3 節で述べる。また、取得した値の、ゲームプレイ進行に応じた変化を示すことで、いつ感情ギャップが大きくなったか、また小さくなったかを可視化する感情ギャップ推移グラフも提案する。詳細は 3.4 節で述べる。

### 3.2 提案手法の概要

図 2 は、提案手法の概要を示す。集中度計である Mind Wave Mobile2 と脈拍計測機能付きのスマートウォッチである Fitbit Charge4 を使用し、集中度と脈拍を取得しデータファイルを作成する。そのデータファイルに基づき、座標変換して感情ギャップ関連グラフを描画する。感情ギャップ関連グラフ上の表情アイコン間の距離の変化に応じて感情ギャップ推移グラフを描画する。



図 2 システム構成

### 3.3 感情ギャップ関連グラフ

プレイヤー 2 名と観戦者の表情アイコンを感情円環上に配置して、お互いにどの程度の感情ギャップがあるのか見ることができるグラフである。

感情ギャップ関連グラフは、集中度計の MindWave Mobile2 に備わっている独自のアルゴリズムにより算出される Attention と Meditation の値[3]と脈拍センサを備えたスマートウォッチ Fitbit Charge4 から出力される脈拍の値を用い、表情アイコンを感情円環上に配置する。Attention と Meditation は  $\alpha$  波と  $\beta$  波からノイズ除去し、集中と安静を示す値で、0~100 の値域である[3]。本稿では、集中と安静をまとめて集中度と呼ぶ。

図 3 に、表情アイコンを示す。表情アイコンは Russell 円環モデルの 8 つの感情[3]である、驚き、興奮、楽しい、落ち着き、眠気、退屈、不愉快、緊張それぞれの強弱 2 通りと、感情円環の原点である無感情の計 17 種類である。



図 3 表情アイコン

感情円環の Y 軸(集中度)の最大値と最小値は 100~-100 とする。取得する脈拍の最大値と最小値は 140~60 であるが、集中度の数値に合わせるため、200 分割し X 軸(脈拍)の最大値と最小値も 100~-100 にする。すなわち、脈拍 140 が 100、60 が -100 に対応する。

プレイヤー 2 人と観戦者に相当する合計 3 つの表情アイコンそれぞれの x 座標  $I_x$  を式(1)、y 座標  $I_y$  を式(2)で定義する。p はプレイヤーもしくは観戦者の脈拍で、b は集中度である。すべての表情アイコンを、半径が脈拍や集中度の最大値となる円の中（図 1 の円の中）に収める。

$$I_x = \frac{p}{(\sqrt{(p^2+b^2)}/100)} \quad (1)$$

$$I_y = \frac{b}{(\sqrt{(p^2+b^2)}/100)} \quad (2)$$

### 3.4 感情ギャップ推移グラフ

感情ギャップ推移グラフは、ゲームプレイ進行に応じて、プレイヤーと他の観戦者間の感情ギャップがどのように変化したか見ることができる 3 本の折れ線グラフである。X 軸はゲームプレイ進行時間で、Y 軸はプレイヤー 2 人と観戦者間の感情ギャップがどのくらいあるかを示すギャップ値である。描画する折れ線は、それぞれプレイヤー 1 とプレイヤー 2 間のギャップ値、プレイヤー 1 と観戦者間のギャップ値、プレイヤー 2 と観戦者間のギャップ値に相当する 3 本となる。任意の時間において、感情ギャップ関連グラフ上の表情アイコン間の距離が離れていると、ギャップ値が大きくなり、また表情アイコン間の距離が近づいていると、ギャップ値が小さくなる。また、ゲームプレイ進行に応じて、X 軸の時間目盛りと折れ線グラフが圧縮されていく(図 4)。

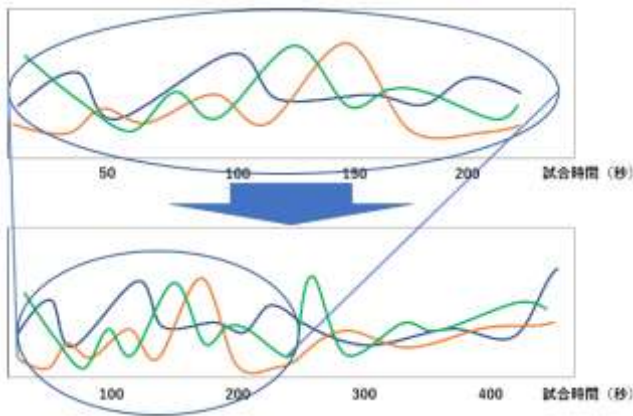
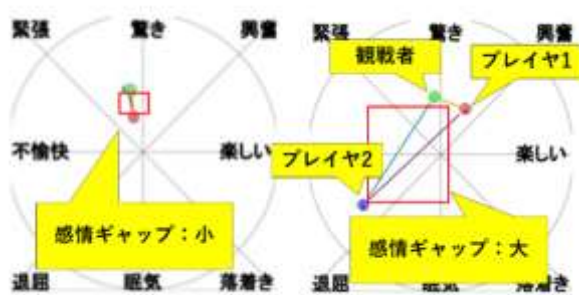


図 4 ゲームプレイ進行に応じたグラフ圧縮

### 3.5 観戦用映像の例



(a)



(b)



(c)

図 5 観戦用映像の例

図 5 は、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフを用いた、ゲームプレイの観戦用映像の例である。図 5(a) 内の画面左上はゲームプレイ映像であり、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフと合わせて、観戦用の映像として観戦者に提示する。ゲームプレイ映像の右に、感情ギャップ関連グラフが配置され、感情円環上の位置に応じて表情が変化する。表情アイコン同士が離れているほど感情ギャップが生じ、ギャップ値が高い。ゲームプレイ映像の下に感情ギャップ推移グラフが配置され、ギャップ値に基づいて折れ線グラフを描画している。

図 5(b)は感情ギャップ関連グラフを拡大したものである。図中の左側は表情アイコン同士の距離が近いため、感情ギャップは小さい。右側は、プレイヤー 2(図中、青のアイコン)だけが他の 2つのアイコンより離れているので、プレイヤー 2はプレイヤー 1と観戦者に対して大きな感情ギャップが生じている。

図 5(c)は感情ギャップ推移グラフを示す。試合序盤は、全体的にギャップ値は低いが、中盤に入ると高くなっていき終盤では紫の線と青い線が高くなっている。すなわち、プレイヤー 2に感情ギャップが生じている。

## 4. 評価実験

### 4.1 概要

本実験は、使用データの取得段階、ベースラインの設定段階、提案システムの評価段階の 3 段階にわけられる。使用データの取得段階では、本実験で使用するゲームプレイ時と観戦時の脈拍、集中度に加え、試合映像を取得する(4.2 節)。ベースラインの設定段階では、被験者に試合映像を単体で観戦してもらい、どの程度面白かったかを評価してもらい、提案システムの評価段階にて使用する試合映像を選出するほか、その試合映像を観戦中の感情ギャップの分かり易さに関しても評価してもらい、ベースラインとする(4.3 節)。提案システム評価段階では、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を観戦者に提示したパターン、どちらか片方を提示したパターンの 3 パターンを使用して、ベースラインと比較する(4.4 節)。本実験では、1 対 1 の対戦型デジタルカードゲームである「遊戯王マスターデュエル」を用いて、脈拍や集中度、試合映像を取得する。被験者は、上記ゲームの中級者以上(プラチナランク以上への到達経験者)とし、脈拍・集中度取得とベースライン設定段階では 5 名、評価段階では 12 名(A~L)とする。

### 4.2 使用データの取得

本実験では、プレイヤーと観戦者の両方から、脈拍と集中度を取得する必要がある[c]。脈拍と集中度の測定機器は、それぞれ、Fitbit Charge4 と、MindWave Mobile2 である。被験者には、これらを装着した状態で対戦を行ってもらう。対

c) 実験協力者からの脈拍や集中度の取得は、文教大学の研究倫理審査委員会の審査を経て実施した(承認番号: 2022-08)。

戦は 5 名の総当たり戦で 10 試合行い、被験者の対戦中の脈拍と集中度を、プレイヤーの脈拍と集中度として取得する。この際、観戦者モードのゲーム画面の録画を行い、それを試合映像とする。被験者が自身のプレイした試合以外の、試合映像を観戦中の、脈拍と集中度を、観戦者の脈拍と集中度として取得する。観戦中は、対戦時と同じく測定機器を装着した状態である。対戦時、観戦時いずれにおいても、被験者には、対戦開始前に測定機器を装着した状態で 3 分間安静にしてもらい、データが正しく取得できる状態かを著者らが確認したあと、実際のデータ取得を行う。

### 4.3 ベースラインの設定

表 1 選出動画の評価とベースライン

| 試合映像   | 設問 a | 設問 b | 設問 c |
|--------|------|------|------|
| P1     | 4.67 | 4.00 | 3.67 |
| P2     | 4.67 | 3.25 | 2.25 |
| P3     | 4.50 | 4.00 | 3.25 |
| N1     | 3.75 | 3.75 | 3.50 |
| N2     | 3.25 | 3.75 | 3.50 |
| N3     | 2.50 | 4.00 | 2.75 |
| ベースライン | 3.89 | 3.79 | 3.15 |

対戦を行った 5 名の被験者に、自分自身の試合以外の 6 試合の試合映像を観戦してもらったあとで、以下の設問に 5 段階評価(5 : Good, 1 : Bad)で答えてもらう。

設問 a : どの程度面白く観戦できましたか。

設問 b : プレイヤ 2 名や観戦者の感情の異なり(同じ感情/異なっている感情)がどの程度想像し易いですか。

設問 c : プレイヤ 2 名や観戦者の感情の異なりの推移がどの程度想像し易いですか。

設問 a に関して、その理由も記載してもらう。設問 a の回答の平均値に基づき、平均値の高い方から 3 つの試合映像を面白い試合、低い方から 3 つを面白くない試合として選出し、提案システムの評価で使用。平均値が同じになったものに関しては、高い評価(評価値 4 や 5)または低い評価(評価値 2 や 1)をつけた被験者の数がより多い方を優先して選出する。表 1 は、選出した試合の各設問の平均値をまとめたものである。表中、面白い試合を P1~P3、面白くない試合を N1~N3 としている。ベースラインは、表中の設問 a の平均値、設問 b の平均値、設問 c の平均値に基づき、設定する。

## 4.4 提案システムの評価

### 4.4.1 目的と環境

実験目的は、以下の項目を検証し、提案システムによって、ゲームプレイ中の任意時刻における感情ギャップやゲームプレイ進行に応じた感情ギャップの推移が分かり易く

なり、観戦の面白さに繋がることを示すことである。

項目 1 : 観戦者が、感情ギャップ関連グラフや感情ギャップ推移グラフにより、ゲームプレイをより面白く観戦できるか。

項目 2 : 観戦者が、感情ギャップ関連グラフにより、ゲームプレイヤ(1P, 2P)と観戦者それぞれの、ゲームプレイ中の任意時刻における、感情ギャップを理解することができるか。

項目 3 : 観戦者が、感情ギャップ推移グラフにより、ゲームプレイヤ(1P, 2P)と観戦者それぞれの、ゲームプレイ進行に応じた、感情ギャップの推移を理解することができるか。

選出した 6 本の試合映像を、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を観戦者に提示したパターン、どちらか片方を提示したパターンの 3 パターン、計 18 本(6 本×3 パターン)の評価実験用動画を作成する。この際、使用した観戦者のデータは、無作為に選出している。評価実験は、脈拍・集中度取得、提案システム未使用時の評価に参加した 5 名とは異なる、12 名(A~L)で行う。評価実験用動画を被験者 12 名に割り振り、観戦してもらいアンケートに回答してもらう。

### 4.4.2 手順と設問

実験手順を以下に示す。

手順 1 : 被験者に、観戦してもらい観戦用の映像の本数や、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの見方、観戦後にアンケートに回答してもらう旨を説明する。また、この時点ではアンケートの設問については説明しない。

手順 2 : 観戦用の映像を観戦してもらう。被験者ごとに、観戦してもらい観戦用の映像の順番が異なる。

手順 3 : 観戦終了後アンケートに回答してもらう。

2 と 3 を繰り返す。

手順 3 で使用するアンケートの設問の内容は以下のとおりである。

設問 1 : 観戦した試合はどの程度面白く観戦できましたか。

設問 2 : プレイヤ 2 名や観戦者の感情の異なり(同じ感情/異なっている感情)がどの程度分かり易かったですか。

設問 3 : プレイヤ 2 名や観戦者の感情の異なりの推移がどの程度分かり易かったですか。

設問 2 が、4.4.1 節の項目 2 の評価に対応し、設問 3 が項目 3 に対応している。ベースライン設定段階での設問 b と設問 c と同様の主旨で文言を変更した設問が、設問 2 と設問 3 である。

### 4.4.3 結果と考察

表 2 は観戦パターン別に、被験者 A~L から得られたすべての評価値の平均をまとめたものである。被験者ごとの評価の詳細は、表 3 に示す。表中の「両方」は、試合映像に加えて感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いて観戦したパターンである。「関連のみ」

は、感情ギャップ関連グラフのみを用いて観戦したパターン値である。「推移のみ」は、感情ギャップ推移グラフの値である。「面白さ」は、4.4.2 の設問 1 に対応し、どの程度面白く観戦できたかに関する項目である。「差の理解」は、4.4.2 の設問 2 に対応し、感情ギャップをどれだけ理解できたかに関する項目である。「推移の理解」は、4.4.2 の設問 3 に対応し、感情ギャップの推移をどれだけ理解できたかに関する項目である。カッコ内の数値は、ベースラインの値との差である(有意な差が認められたのは、「両方」の「推移の理解」( $p=.001<.01$ )と「推移のみ」の「推移の理解」( $p=.026<.05$ )である。

表 2 観戦パターン別の平均評価値

| 観戦パターン | 面白さ             | 差の理解            | 推移の理解             |
|--------|-----------------|-----------------|-------------------|
| ベースライン | 3.89            | 3.79            | 3.15              |
| 両方     | 4.08<br>(+0.19) | 4.42<br>(+0.63) | 4.33**<br>(+1.18) |
| 関連のみ   | 4.08<br>(+0.19) | 4.25<br>(+0.46) | 3.83<br>(+0.68)   |
| 推移のみ   | 3.83<br>(-0.06) | 4.08<br>(+0.29) | 4.00*<br>(+0.85)  |

表 2 から、面白さに関して、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いて観戦したパターンと、感情ギャップ関連グラフのみを用いて観戦したパターンの評価値が 4.08 で最も高く、ベースライン 3.89 との差は 0.19 である。感情ギャップ推移グラフのみの評価の平均値は 3.83、ベースラインとの差は-0.06 である。感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの数値は 0.19 上昇しており、関連のみのパターンと同等に、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を組み合わせて用いることが面白さの向上に繋がるといえる。

差の理解に関して、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフのパターンを用いて観戦したパターンが最も評価の平均値が高く 4.42、ベースライン 3.79 との差は 0.63 である。感情ギャップ関連グラフのみの評価の平均値は 4.25、ベースラインとの差は 0.46 である。感情ギャップ推移グラフのみの評価の平均値は 4.08、ベースラインとの差は 0.29 である。

推移の理解に関して、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いて観戦したパターンが最も評価の平均値が高く 4.33、ベースライン 3.15 との差は 1.18 である。感情ギャップ関連グラフのみを用いて観戦したパターンの評価の平均値は 3.83、ベースラインとの差は 0.68 である。感情ギャップ推移グラフのみの評価の平均値は 4.00、ベースラインとの差は 0.85 である。差の理解につい

て、評価の平均値やベースラインからの増分が、関連のみ(4.25, +0.46)>推移のみ(4.08, +0.29)となり、推移の理解について、評価の平均値やベースラインからの増分が、推移のみ(4.00, +0.85)>関連のみ(3.83, +0.68)となっており、感情の差を強調して可視化する感情ギャップ関連グラフと、感情ギャップの推移を強調して可視化する感情ギャップ推移グラフが、有効に機能しているといえる。

表 3 被験者別の評価値

|   | パターン | 面白さ | 差の理解 | 推移の理解 |
|---|------|-----|------|-------|
| A | 両方   | 4   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 4   | 4    | 4     |
|   | 推移のみ | 4   | 4    | 4     |
| B | 両方   | 4   | 5    | 5     |
|   | 関連のみ | 4   | 4    | 4     |
|   | 推移のみ | 4   | 4    | 4     |
| C | 両方   | 4   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 4   | 4    | 5     |
|   | 推移のみ | 3   | 3    | 3     |
| D | 両方   | 4   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 4   | 5    | 4     |
|   | 推移のみ | 5   | 5    | 4     |
| E | 両方   | 2   | 4    | 3     |
|   | 関連のみ | 4   | 3    | 1     |
|   | 推移のみ | 3   | 4    | 3     |
| F | 両方   | 5   | 5    | 5     |
|   | 関連のみ | 5   | 5    | 3     |
|   | 推移のみ | 4   | 5    | 5     |
| G | 両方   | 3   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 5   | 4    | 5     |
|   | 推移のみ | 2   | 4    | 2     |
| H | 両方   | 5   | 5    | 5     |
|   | 関連のみ | 4   | 5    | 4     |
|   | 推移のみ | 4   | 4    | 5     |
| I | 両方   | 4   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 3   | 3    | 3     |
|   | 推移のみ | 4   | 4    | 4     |
| J | 両方   | 4   | 4    | 4     |
|   | 関連のみ | 4   | 4    | 4     |
|   | 推移のみ | 4   | 3    | 4     |
| K | 両方   | 5   | 5    | 5     |
|   | 関連のみ | 4   | 5    | 4     |
|   | 推移のみ | 4   | 4    | 5     |
| L | 両方   | 5   | 5    | 5     |
|   | 関連のみ | 4   | 5    | 5     |
|   | 推移のみ | 5   | 5    | 5     |

表3から被験者Cと被験者Gの関連のみのパターンで、評価値が、差の理解<推移の理解となっており、感情の差を強調して可視化する感情ギャップ関連グラフを用いて観戦しているものの、推移の理解の方が高評価となっていることが分かる(該当箇所の評価値を太字にしている)。被験者Dと被験者E、被験者Gの推移のみのパターンで、評価値が、差の理解>推移の理解となっており、感情ギャップの推移を強調して可視化する感情ギャップ推移グラフを用いているが、評価が逆転している(こちらも同様に該当箇所の評価値を太字にしている)。今後、これらの理由に関して、詳しく分析する必要があると考える。

次に、被験者から得られたコメントに基づき、観戦の面白さに与える理由について分析する。感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いて観戦したパターンでは、以下のようなポジティブなコメントが得られた。コメント末尾のカッコ内に被験者記号を記す。

- 2ターン目に入ってから1P-観戦者のギャップが他2つに比べ大きくなり始めたのが面白かった。(L)
- 基本展開のところは同じような感情で起伏が少ないのが見られて面白かった。(F)
- 特定のタイミングで感情が負の方向に振りきって面白かった。(E, H, K)

これらのコメントから、変化のなさに注目している被験者もいたものの、多くの被験者が感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの、大きな変化に着目していたと考える。また、Eは評価値を2としているが、ポジティブなコメントが得られた。この理由に関して、今後詳しく分析する必要があると考える。一方、ネガティブなコメントとして、

- 感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの対応がわかりにくい。(E)
- 細かい変化が見にくい。(I)

といったものがあつた。これらのコメントから、表示方法については改良する余地があると考えられる。

感情ギャップ関連グラフのみを用いて観戦したパターンでは、以下のようなポジティブなコメントが得られた。

- 戦況がわかりやすくて良かった。(E)
- 特定のタイミングで感情が振りきって面白かった。(D, J, L)

これらのコメントから、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いて観戦したパターンで得られたコメント「特定のタイミングで感情が負の方向に振りきって面白かった。(E, H, K)」が、感情ギャップ関連グラフの影響を受けたものだと考える。なお、被験者D, E, J, Lは、評価値4をつけている。一方、ネガティブなコメントとして、

- (試合中に)動きすぎて少し邪魔に感じた。(B)
- どれだけ動いたのかわからない。(J)

といったものがあつた。これらのコメントから、試合映像に集中する観戦を邪魔しないまま、より感情のギャップをわかりやすくする手法の検討、表情アイコンの短時間の移動履歴を可視化する手法の検討が必要と考える。

感情ギャップ推移グラフのみを用いて観戦したパターンでは、以下のようなポジティブなコメントが得られた。

- 感情のギャップを予測しながら見るのが面白かった。(E)
- 特定のタイミングでグラフが大きく動いたのが面白かった。(F, K)

これらのコメントからも、感情ギャップの推移と面白さが結びついていると考える。一方、ネガティブなコメントとして、

- 試合を見ながらだと推移を見比べるのがむずかしい。(E)

といったものがあつた。感情ギャップ関連グラフのみを用いて観戦したパターンでも類似したコメントが得られていたが、このコメントからも、試合映像に集中する観戦を邪魔しないまま、感情ギャップの推移をわかりやすくする手法の検討が必要と考える。

感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの両方を用いた観戦パターンにおける面白さについてネガティブな評価をした被験者Eと、感情ギャップ推移グラフのみ用いた観戦パターンにおける面白さについてネガティブな評価をした被験者Gに着目して考察する。被験者Eは、「両方」のパターンにおいて、差の理解と推移の理解ではネガティブの値を取っておらず、「特定のタイミングで感情が負の方向に振りきって面白かった」とコメントをしている。さらに、「関連のみ」、「推移のみ」では、ネガティブな評価をしていない。これらから、グラフを見ることに集中してしまい、試合を楽しむ余裕がなかったのではないかと考える。被験者Gは、感情ギャップ推移グラフのみを用いて観戦したにもかかわらず、推移の理解が2と低くなっている。感情ギャップ推移グラフに注目して観戦したが、理解できなかったため、面白さの評価が低下することになった可能性がある。これら2点からも、先に述べた、試合映像に集中する観戦を邪魔しないまま、感情ギャップの推移をわかりやすくする手法の検討がより必要と考える。

以上の結果から、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフを用いることで、感情ギャップの差と感情ギャップの推移を、より理解できているものと考えられる。感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフの2つを、同時に使用することで、観戦の面白さが向上するといえる。また、今後の課題として、試合映像に集中する観戦を邪魔しない手法の提案が必要と考える。感情ギャップ関連グラフでは、感情ギャップをより分かりやすくする手法、表情アイコンの短時間の移動履歴を可視化する手法の2つの検討が必要と考える。感情ギャップ推移グラフでは、推移グ

ラフによる面白さへの影響を大きくする手法、感情ギャップの推移をわかりやすくする手法の2つの検討が必要と考える。さらに、本稿では、観戦者を1名と限定しているが、複数人の観戦者の感情を統合し可視化する手法の検討も、今後の課題としてあげられる。

## 5. おわりに

本稿では、ゲームプレイ中のプレイヤーと他の観戦者間の、感情ギャップをネットワーク構造で可視化した感情ギャップ関連グラフと、ゲームプレイ進行に応じた感情ギャップの推移を折れ線で可視化した感情ギャップ推移グラフを備えた、観戦支援システムを構築した。評価実験を行い、提案システムの有効性と改善点を示した。結果として、感情ギャップ関連グラフと感情ギャップ推移グラフは、それぞれ、感情ギャップと感情ギャップ推移への理解を、向上させることを示した。また、感情ギャップ関連グラフと、感情ギャップ推移グラフを、同時に使用することで、観戦の面白さが向上することを示した。

今後の課題としては、試合映像に集中する観戦を邪魔しない手法の提案が必要と考える。感情ギャップ関連グラフでは、感情ギャップをより分かりやすくする手法、表情アイコンの短時間の移動履歴を可視化する手法の2つの検討が必要と考える。感情ギャップ推移グラフでは、推移グラフによる面白さへの影響を大きくする手法、感情ギャップの推移をわかりやすくする手法の2つの検討が必要と考える。さらに、複数人の観戦者の感情を統合し可視化する手法の検討も、今後の課題としてあげられる。

## 参考文献

- [1] 荒木勇人, 池田太一, 小澤拓海, 河原健太, 川合康央: ユーザの脈拍数に応じて演出が変化する没入感を高めたホラーゲームの開発, 情報処理学会インタラクシオン 2017, pp.739-744 (2017).
- [2] Hasan, Y. Begue, L. and Bushman, B.J.: Violent Video Games Stress People Out and Make Them More Aggressive, *Aggressive Behavior*, Vol.39, No.1, pp.64-70 (2013).
- [3] 平松拓也, 池田悠平, 保科篤志, 馮晨, 高橋裕也, 菅谷みどり: 生体情報による感情推定手法とステージの観客反応による評価, マルチメディア・分散協調とモバイルシンポジウム 2017 論文集, pp. 857-864 (2017).
- [4] 梶並知記, 長谷川和也: キャラクタの位置情報に基づいた対戦型格闘ゲームの初心者向け観戦支援システム, 情報処理学会論文誌 デジタルコンテンツ, Vol.6, No.1, pp. 17-27 (2018).
- [5] Kajinami, T. and Miyauchi, Y.: Observer Interface Focused on Trends of Character Movement and Stamina in Fighting Games, 2020 IEEE Conference on Games (CoG2020), PaperID.196 (2020).
- [6] 西原陽子, 高山玲央名, 菱田賢祐, 山西良典: コマの配置を用いた争点と玉の危険度の評価による将棋初心者の局面把握支援, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.30, No.6, pp.796-803 (2018).
- [7] 小川紗也加, 藤原幸, 山川俊貴, 阿部恵里花, 加納学: 次第に速くなる虚偽心拍フィードバックを用いたゲーム体験の向上, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集, pp.280-286 (2017).
- [8] Porter, A. M. and Goolkasian, P.: Video Games and Stress. How Stress Appraisals and Game Content Affect Cardiovascular and Emotion Outcomes, *Frontiers in Psychology*, Vol.10, Article.967 (2019).
- [9] Russell, J. A.: A Circumplex Model of Affect, *Journal of Personality and Social Psychology* 1980, Vol.39, No.6, pp.1161-1178 (1980).
- [10] 佐藤弘典, 西野順二: ファジィ推論を用いた心理戦情報提示によるネット配信型野球観戦支援システム, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.30, No.5, pp.691-699 (2018).
- [11] 渡辺一生, 菅谷みどり: 生体情報を用いた感情推定手法による運転時の人の反応の評価, 情報処理学会 研究報告 ユビキタスコンピューティングシステム, Vol.2018-UBI-5757, No.34, pp.1-8 (2018).