

FPS ゲームにおける着目エリアの チームごとの視界占有率を強調した振り返り支援インタフェース

川口遼太郎¹ 大図崇稔¹ 梶並知記¹

概要：本稿では、First Person Shooter（以下 FPS）ゲームにおける着目エリアのチームごとの視界占有率を強調した振り返り支援インタフェースを提案する。FPS ゲームは、複数のプレイヤーがチームもしくは個別に分かれ、ゲーム内キャラクターの一人称視点で操作し、主に武器を用いて対戦するゲームである。従来研究では、プレイヤーの行動分析や観戦支援などが行われているが、実際の振り返り作業を通してプレイヤーによって検討される、プレイ技術向上のための改善点の発見についてはあまり考慮されていない。したがって本稿では、振り返り作業時に、プレイヤーが自身のプレイについての改善点を見つけやすくなるよう、マップ内を複数の着目エリアに分割し、着目エリア内において、いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくする。各着目エリアにおいて、チームごとのキャラクターの視界の和集合の面積に基づいた視界占有率を求め、視界占有率に応じて着目エリアを着色する。加えて、試合時間の経過に応じた視界占有率の変化を折れ線グラフで描画したインタフェースを提案する。評価実験により、提案システムがゲームプレイの振り返り作業に有効であることを示す。

キーワード：FPS, 振り返り支援, e-Sports, インタラクティブユーザインタフェース

1. はじめに

本稿では、First Person Shooter（以下 FPS）ゲームにおける着目エリアのチームごとの視界占有率を強調した振り返り支援インタフェースを提案する。

FPS ゲームとは、e-Sports のジャンルの 1 つであり、複数のプレイヤーがチームもしくは個別に分かれ、ゲーム内キャラクターの一人称視点で操作し、主に武器を用いて対戦するゲームである。近年、FPS ゲームは人気の高いゲームジャンルとなっており、2020 年 11 月の、世界の人気 PC ゲームトップ 20 の中では、FPS ゲームが 7 つを占めている[1]。

FPS ゲームを対象とした従来研究では、プレイヤー同士のコミュニケーション分析[2]や、プレイヤーの武器による行動の違い[3]、初心者と経験者での視線情報の比較[4][5]といった行動分析が主に行われており、振り返り作業を支援する研究は少ない。また、キャラクターの視界と移動距離に着目したチームプレイ分析支援が行われているが[6]、実際の振り返り作業を通してプレイヤーによって検討される、プレイ技術向上のための改善点の発見について考慮されていない。

したがって、本稿では、振り返り作業時に、自身のプレイについての改善点を見つけやすくなることを目指す。チームごとのキャラクターの視界の和集合の面積に基づいた視界占有率を可視化し、着目エリアにおいて、いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくする。着目エリアとは、マップ内の広場や部屋、通路などを囲うように分けた複数のエリアの総称である。提案システムでは、各着目エリアにおいて、チームごとのキャラクターの視界の和集合の面積に基づいた視界占有率を求め、視界占有率に応じた着目エリアの着色する、

加えて、試合時間の経過に応じた視界占有率の変化を折れ線グラフで描画する。

プレイヤーに提案システムを使用して振り返り作業を行ってもらった被験者実験を行い、未使用時と同等以上の振り返りのしやすさを維持しつつ、着目エリアにおいて、いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなり、振り返り作業時にプレイヤーが自身のプレイについての改善点を見つけやすくなることを示す。

2. 本稿で扱うゲームの特徴と関連研究

2.1 本稿で扱うゲームの特徴

本稿は、FPS ゲームのメジャータイトルに備わっている観戦モードを対象にした研究である。観戦モードとは、第 3 者が俯瞰視点、もしくは特定のプレイヤーのキャラクター視点からの風景を自由に見ることができ、敵味方関係なく全キャラクターの位置や移動状況なども確認できる機能である。

表 1 は FPS ゲームのメジャータイトル 5 つの観戦モードでプレイヤーに提示される情報をまとめたものである。試合は主に複数ラウンドで構成され、タイムは、現在のラウンドの残り時間、チーム全体スコアは、試合全体の各チーム取得ラウンド数、個人スコアは、個人のポイント数やキル数、キルログは、誰が誰をキルしたかのログ、マップは、ゲーム内の構造や地形を俯瞰図で表示したもの、キャラクターの位置は、マップに表示されるキャラクターの平面座標、キャラクターの視界は、マップに表示されるキャラクターの一人称視点で見える範囲である。ゲームタイトルは、左から VALO は『VALORANT²』, CS:GO は『Counter-Strike:

¹ 文教大学
Bunkyo University.

² 『VALORANT』, 2020 年 6 月 20 日に配信開始, Riot Games.

Global Offensive³』, Siege は『Rainbow Six Siege⁴』, CoD は『Call of Duty: Modern Warfare⁵』, BFV は『Battlefield V⁶』の略称である。それぞれの情報が存在していれば○, なければ×を記述している。本稿では観戦モードで表示される情報のうち, マップに表示されるキャラクタの位置, キャラクタの視界を利用した振り返り支援手法を提案する。

図 1 は FPS ゲームにおけるメジャーなタイトルであり, 本稿の提案手法の実装対象とする『VALORANT』のキャラクタ視点での観戦モードである。チームスコア (図中黄色で囲った), マップ (図中緑色で囲った), キルログ (図中赤色で囲った), タイム (図中水色で囲った), キャラクタの位置やキャラクタの視界 (図中黒色で囲った) などが表示される。

表 1 観戦モードでプレイヤーに提示される情報

Table 1 Information displayed on watching mode view.

ゲーム タイトル	VALO	CS:GO	Siege	CoD	BFV
タイム	○	○	○	○	○
チームスコア	○	○	○	○	○
個人スコア	○	○	○	○	○
キルログ	○	○	○	○	○
マップ	○	○	×	○	○
キャラクタの 位置	○	○	×	○	○
キャラクタの 視界	○	○	×	○	○



図 1 『VALORANT』観戦画面

Figure 1 Watching mode view of “VALORANT.”

2.2 関連研究

FPS ゲームを対象とした従来研究には, プレイヤー同士のコミュニケーション分析[2]や, プレイヤーの武器による行動の違い[3], 初心者と経験者での視線情報の比較[4][5]などがある。本稿は, FPS ゲームを対象とした研究である

が, プレイヤーの行動分析や行動比較ではなく, プレイヤーの振り返り作業を支援する。

ゲームを対象とした振り返りに関連する研究では, FPS ゲームを対象としたものや[6], 格闘ゲームを対象としたものの[7][8], サバイバルゲームを対象としたものの[9]などがある。これらの研究では, キャラクタまたはゲームプレイヤーの視界や位置関係を可視化している。本稿も, これに倣いキャラクタの視界や位置関係に着目するが, ゲーム内のマップを分割した着目エリアごとに可視化する。

FPS ゲームを対象としたプレイ技術向上支援には, ピックに着目した初心者支援システム[10]や瞬間判断能力の育成システム[11]がある。本稿はプレイ技術向上を直接支援するシステムではないが, 本稿で提案するシステムを利用することで, 将来的にプレイ技術向上につながることを想定している。

3. 提案手法

3.1 コンセプト

本稿で提案するシステムのコンセプトは, 振り返り作業時に, プレイヤーが自身のプレイについての改善点を見つけやすくなるよう, チームごとのキャラクタの視界の和集合の面積に基づいた視界占有率を可視化することで, 着目エリアにおいて, いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくすることである。

図 2 は, マップと着目エリアの関係について示す。図 2 の左は, 広場や部屋, 通路などが含まれるマップの例であり, 図 2 の右は, 左のマップに含まれる着目エリアを示している。キャラクタ同士の交戦の起きやすい広場や部屋, 通路などを黒色の破線で囲った部分が, 着目エリアである。

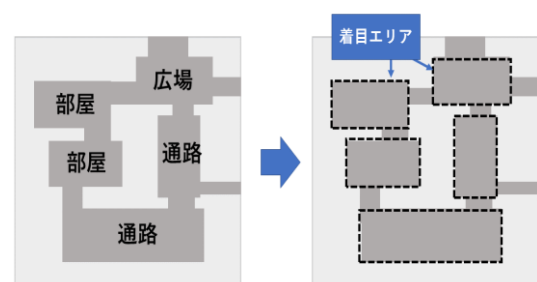


図 2 マップと着目エリアの関係

Figure 2 Relationship between a map and attention areas.

本稿では, 試合中の任意の時間帯での, チームごとの, 着目エリアに含まれるキャラクタの視界の面積/着目エリアの面積×100 したものを視界占有率とよぶ。

3 『Counter-Strike: Global Offensive』, 2012 年 8 月 12 日に配信開始, Valve Software.

4 『Rainbow Six Siege』, 2015 年 12 月 1 日に配信開始, Ubisoft.

5 『Call of Duty: Modern Warfare』, 2019 年 10 月 25 日に配信開始, Infinity Ward.

6 『Battlefield V』, 2018 年 11 月 9 日に配信開始, EA DICE.

本稿では、着目エリアごとの視界占有率に応じた不透明度の矩形を、着目エリアを覆うように描画することで、マップ内のどの場所をどの程度見ていたか強調して可視化する。また、着目エリアごとに試合時間の経過に応じた視界占有率の変化を折れ線グラフで描画することで、マップ内のどの着目エリアを、どの任意の時間帯にどの程度見ていたかキャラクターの視界の和集合の面積に基づいた視界占有率を可視化する。

図 3 は、着目エリアのチームごとに視界占有率を強調して表示する考え方を示したものである。図 3 中(a)は、キャラクター P1 が着目エリア 1 の中を広く見ている場合である。視界占有率に応じた不透明度の矩形で着目エリア 1 を覆うことで、キャラクター P1 が着目エリアの中を広く見ていることを強調して表示する。図 3 中(b)は、キャラクター P2 が着目エリア 1 の中を狭く見ている場合である。視界占有率に応じた不透明度の矩形で着目エリア 1 を覆うことで、キャラクター P2 が着目エリアの中を狭く見ていることを強調して表示する。図 3 中(c)は、キャラクター P1 と、キャラクター P1 と異なるチームに属する P2 が同じエリアを見ている場合である。視界占有率に応じた不透明度の矩形は、重ねて描画する。なお、視界占有率の高いチームに偏った色で、強調して表示する。

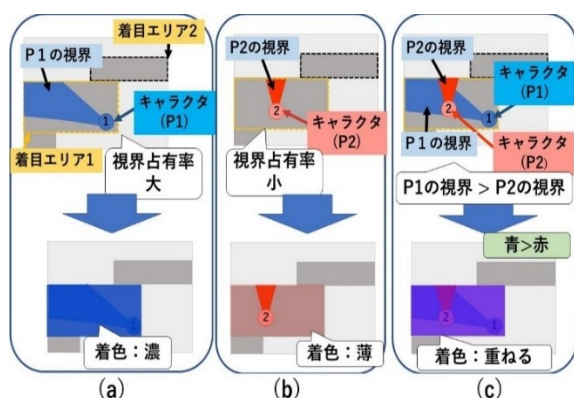


図 3 視界占有率と着目エリアの強調

Figure 3 Emphasis of attention area and field of view occupancy rate.

3.2 視界占有率の算出

式 1 は、任意の時間帯 Δt (時刻 *now* から *past* (共にフレーム、1/30s) までの間) に、着目エリア *area* における、チーム *team* の視界占有率 $cover_{team}^{area}$ である。 S_{area} は、各着目エリア *area* の面積である。

$$cover_{team}^{area} = s_{team}^{\Delta t, area} / S_{area} \times 100 \quad (1)$$

$$s_{team}^{\Delta t, area} = \frac{\sum_{t=past}^{now} s_{c1}^{t, area} \cup s_{c2}^{t, area} \cup \dots \cup s_{cn}^{t, area}}{(now - past) + 1} \quad (past \leq now) \quad (2)$$

式 2 は、任意の時間帯 Δt の間の、着目エリア *area* における、チーム *team* の視界の和集合の面積の平均 $s_{team}^{\Delta t, area}$ であ

る。 $s_{c1}^{t, area}$ は、キャラクター *c1* の時刻 *now* から *past* までの間の視界の面積を示す。 $s_{c2}^{t, area}$ は、キャラクター *c2* の時刻 *now* から *past* までの間の視界の面積を示し、 $s_{cn}^{t, area}$ は、キャラクター *cn* の時刻 *now* から *past* までの間の視界の面積を示す。 *n* はマップ上に存在するキャラクターの数である。すなわち、より多くのキャラクターが着目エリアの中を広い範囲に見ているほど、 $s_{team}^{\Delta t, area}$ の値は大きくなり、視界占有率 $cover_{team}^{area}$ も高くなる。

3.3 着目エリアの視界占有率に応じたエリア着色

3.1 節で述べたように、マップ内のどの場所をどの程度見ていたかを把握しやすくするため、3.2 節で算出した視界占有率に応じた不透明度の矩形を、着目エリアを覆うように着色する。不透明度の値域は 0~255 であり、0 が完全な透明であり、255 が完全な不透明である。完全な不透明の矩形で着目エリアを覆うと、着目エリア内に表示されているキャラクターのアイコンや視界が全く見えなくなる。そのため、本稿では視界占有率を 0~200 の不透明度として対応させる。3.2 節で算出した視界占有率 *cover* を 2 倍し、不透明度の値としている。視界占有率 $cover_{team}^{area}$ の数値が高いほど、視界占有率に応じた不透明度の矩形は濃くなる。そのため、振り替りを行う際、色の濃い着目エリアでは、味方チームや敵チームのキャラクターがより見ていたことを確認することができる。

3.4 視界占有率の変化に応じたグラフ描画

3.1 節で述べたように、任意の着目エリアを、どの任意の時間帯に、どの程度見ていたかを把握しやすくするため、3.2 節で算出した視界占有率を用いて、着目エリアごとに試合時間の経過に応じた視界占有率の変化を折れ線グラフで描画する。縦軸を視界占有率 (0~100%)、横軸を動画時間 (0~最大フレーム) とする。チームごとに異なる色の折れ線グラフを重ねて描画する。このグラフから、着目エリアごとの着目していた任意の時間帯の長さを確認できる。また、着目エリアごとの視界占有率は、どれほどの割合で着目していたか確認できる。

4. システムの構成と実行例

4.1 システムの構成と開発環境

提案インタフェースを含むシステムの全体構造は、データ作成モジュールと、提案する可視化インタフェースの 2 つからなる。データ作成モジュール役割は、録画したプレイ動画 (30f/s) から、チームごとの視界占有率を記録した、データファイルを出力することである。可視化インタフェースの役割は、観戦モードの映像と、観戦モードの映像に重ねて、視界占有率に応じた不透明度の矩形を着目エリアを覆うように描画することと、試合の経過時間に応じた視界占有率を折れ線グラフで描画し、プレイヤーの振り返り作業を支援することである。

システムの開発は、Windows10 64 ビットオペレーティング

グシステム、8.00GB のメモリ、Intel(R)Xeon(R)E-2224G の CPU を備えたデスクトップ PC 上で行った。データファイル作成モジュールの開発には統合開発環境 Spyder (Python 3.7) を使用し、使用ライブラリは OpenCV 4.3.0 を使用した。また、可視化インタフェースの開発には Processing3.5.3 を使用し、使用ライブラリは Video と ControlP5 を使用した。

本稿の提案手法を実装するにあたり、対象ゲームを FPS ゲームにおけるメジャーなタイトルである『VALORANT』としている。4 種類あるマップの中から矩形のエリアが多いマップ『アセント』を使用している。その中から、試合開始時のスタート地点 2 箇所を除いた 11 箇所を着目エリアとして分けている。

4.2 データ作成モジュール

図 4 は、キャラクターが交戦の起きやすい広場の着目エリア（赤色の破線で囲った範囲）を見ているところを拡大した画像である。この着目エリアの面積は、図 4 中赤色の破線で囲った部分の縦ピクセル数×横ピクセル数で求める。図 4 中(a)の白色の部分がキャラクターの視界である。白色の部分限定するため、白黒灰色の 3 値化を行う。また、 n 名の味方キャラクターのアイコンの視界が同じ着目エリア内で重なった場合は、白色の部分（ n 名の視界）の和集合を算出するため、白黒灰色の 3 値化を行い、白色の部分限定する。3.2 節の式 2 に基づき、白色部分を各チーム *team* の視界として、 n 名の味方キャラクターのアイコンの視界の和集合の面積を求めている。3.2 節の式 1 に基づき視界占有率を算出するため、着目エリアの面積と視界の和集合の面積の値を使用する。着目エリアの数だけ、視界占有率の算出を繰り返す。また、同様にして別のチームの視界占有率も求める。



図 4 着目エリアと視界の関係

Figure 4 Relationship between the field of view and the attention area.

図 5 は、データ作成モジュールで作成した、データファイルの一部である。データファイルはチームごとに分けて作成する。データは、左の列からフレーム数、着目エリア 1~16 の視界占有率の順で記載される。データは、1 フレームごとに 1 行ずつ保存される。例えば、図 5 中表示される 835 フレーム（上から 4 行目、図中 5 中赤色の枠線で囲った）では、最も視界占有率が高い着目エリアは、54% の

着目エリア 8 であり、見られていない着目エリアは、6 箇所である。

フレーム数	着目エリア1~16の 視界占有率
832	11.0, 0.0, 9.13, 6.53, 59.0, 7.0, 29.15, 0.8, 0
833	11.0, 0.0, 9.13, 6.53, 57.0, 7.0, 28.15, 0.8, 0
834	11.0, 0.0, 9.13, 6.53, 55.0, 7.0, 29.14, 0.8, 0
835	11.0, 0.0, 9.13, 6.52, 54.0, 7.0, 28.14, 0.7, 0
836	11.0, 0.0, 8.13, 6.52, 51.0, 7.0, 28.14, 0.8, 0
837	11.0, 0.0, 9.13, 6.52, 48.0, 7.0, 28.14, 0.7, 0
838	11.0, 5.9, 13.6, 52.45, 0.7, 0, 27.14, 0.7, 0
839	11.0, 5.9, 13.6, 51.43, 0.7, 0, 27.13, 0.7, 0
840	12.0, 5.9, 13.6, 51.40, 0.7, 0, 26.13, 0.7, 0
841	12.0, 5.9, 13.6, 51.38, 0.7, 0, 27.13, 0.8, 0
842	12.0, 5.9, 13.6, 51.36, 0.7, 0, 26.13, 0.8, 0
843	12.0, 5.9, 13.6, 51.34, 0.7, 0, 25.13, 0.7, 0

図 5 データファイルの例

Figure 5 Example of the data file.

4.3 可視化インタフェースと実行例

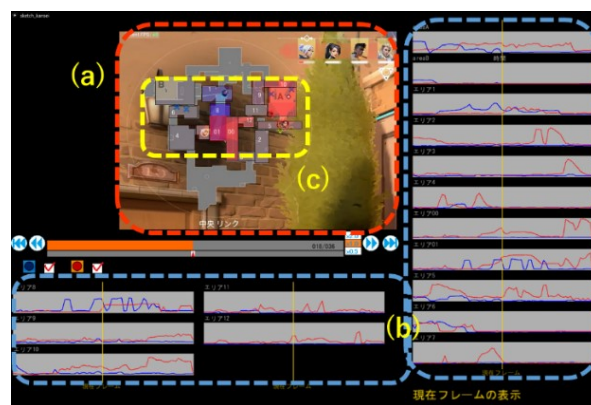


図 6 可視化インタフェース

Figure 6 Visualization interface.

図 6 は、可視化インタフェースの実行例で、チーム 1 とチーム 2 で行った試合の振り返り作業中の画面である。図 6 中(a)（図中赤色の破線で囲った）に、観戦モードの画面を表示し、その上に、チームごとの視界占有率に応じた不透明度の矩形を重ねて表示する。図 6 中(b)（図中青色の破線で囲った）は、着目エリアごとに試合時間の経過に応じた視界占有率の変化を、折れ線グラフで表示したものである。なお、着目エリアごとにチーム 1 とチーム 2 の折れ線グラフを重ねて表示する。図 7 は図 6 中(c)（図中黄色の破線で囲った）を拡大した図である。図 7 中黒の枠線は、着目エリアを示している。図 7 中エリア 8 のように、現在時刻において青チームの視界占有率の高い着目エリアでは、濃い青色で描画される。また、図 7 中エリア 01 のように、現在時刻において両チームの視界占有率の高い着目エリアでは、濃い青色と濃い赤色を重ねて描画される。赤色と青色を重ねて描画を行うと、紫色になり、視界占有率の高いチームに偏った赤紫や青紫になる。図 8 は、シークバーによる現在時刻からの遡りの図である。上矢印のアイコンをドラッグすることにより現在時刻から任意の時刻まで遡る

ことができる。上矢印のアイコンと連動しているシークバーは、現在時刻から任意の時刻の範囲を黄色く表示する。図 9 は図 6 中(b)の折れ線グラフの拡大である。図 9 中の現在時刻に応じて移動する表示線を現在時刻表示線とよび、現在時刻と任意時刻の間の範囲（任意の時間帯）を示した表示線を時間帯表示線とよぶ。図 9 中では、任意の時間帯が大きくなるほど時間帯表示線が太くなる。また、図 7 は現在時刻における着目エリアの視界占有率を強調して表示したものであるが、図 10 は、任意の時間帯の視界占有率の平均値に応じた不透明度の矩形を着目エリアに重ねて表示したものである。すなわち任意の時間帯における着目エリアの視界占有率を強調して表示したものである。例えば、図 7 中エリア 4 では、現在時刻において、どのチームも見えていないため、透明な矩形が描画されている。図 10 では、チーム 2 が任意の時間帯で、エリア 4 を見ていたため、赤い矩形が描画されている。



図 7 着目エリアの拡大

Figure 7 Zoom in attention area.

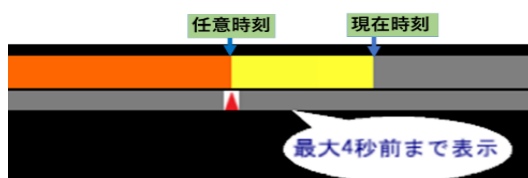


図 8 シークバーによる時間帯の指定

Figure 8 The range specification of visualization time using the seek bar.

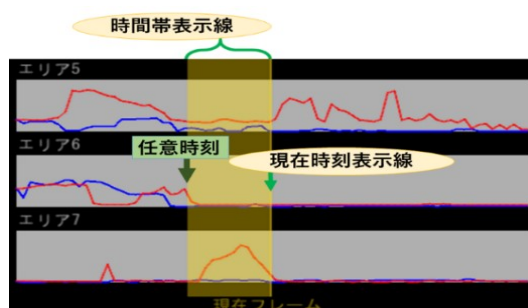


図 9 着目エリアの視界占有率と時間の折れ線グラフ

Figure 9 The line graph of field of view occupancy rate of the attention area and time.



図 10 任意の時間帯の視界占有率の平均

Figure 10 Average of field of view occupancy rate in the range specification of visualization time.

5. 振り返り作業における提案システムの有効性に関する検証

5.1 目的

本実験の目的は、プレイヤーが提案システムを使用して振り返り作業を行った場合に、提案システム未使用時と同等以上の振り返りのしやすさを維持しつつ、着目エリアにおいて、いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなり、振り返り作業時にプレイヤーが自身のプレイについての改善点を見つけやすくなるか検証することである。主な検証内容は以下の4つである。

- ・任意の着目エリアにおいてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなるか。
- ・任意の時間帯においてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなるか。
- ・自身のプレイについての改善点を振り返り作業時に発見しやすいか。
- ・総合的に、試合の振り返り作業がしやすいか。

以上を検証するため、被験者に、提案システム未使用時の振り返り作業と、提案システム使用時の振り返り作業を行ってもらう。

5.2 環境と手順

本実験では、ゲームタイトルとして、対戦型タクティカルFPSである『VALORANT』を使用する。被験者は10人（対象ゲームの経験者、対象ゲーム内のランクで上位30%以上の被験者を含む A-J）とし、ゲーム内ランクの平均値が同じになるよう2チーム（ α , β ）に分け対戦し、その試合を振り返り作業の対象とする。1試合13ラウンド先取であるため、その中で試合時間が1分以上のラウンドを振り返り作業で使用する。

表 2 は、チーム分けと振り返り作業の順序を示したものである。順序効果を考慮し、試合後の振り返り作業は、表 2 で示すように、チームごとに提案システムの使用/不使用

の順序を変え2回行う。

表 2 チーム分けと振り返り作業の順序

Table 2 Grouping and the order of post-match analysis.

チーム	被験者	提案システムの使用/未使用	
		1 回目の振り返り作業	2 回目の振り返り作業
α	A	未使用	使用
	B	未使用	使用
	C	未使用	使用
	D	未使用	使用
	E	未使用	使用
β	F	使用	未使用
	G	使用	未使用
	H	使用	未使用
	I	使用	未使用
	J	使用	未使用

手順は以下のとおりである。

- (1) 被験者 10 人に試合を行ってもらい、プレイ動画を録画する。
- (2) 著者らが録画したプレイ動画から、0 節で述べたデータ作成モジュールを用いてキャラクタの視界占有率を求め、提案システム用データファイルを作成する。
- (3) 被験者に提案システムを使用/不使用での振り返り作業行ってもらい、自身のプレイについての改善点を挙げてもらう。
- (4) 被験者に、振り返り作業での提案システムの使用/不使用に対応したアンケートに回答してもらう。
- (5) 提案システムの使用/不使用を入れ替え、手順 (3)、(4) を繰り返す。

アンケートは、システムの有無に依存しない共通の評価項目として、以下の 4 項目を用意している。

項目 1: 任意の着目エリアにおいてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ

項目 2: 任意の時間帯においてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ

項目 3: 自身のプレイについての改善点のを見つけやすさ

項目 4: 総合的な、試合の振り返りやすさ

提案システム固有の評価項目としては、提案システムの視認性 (提案システム全体は見やすかったか) と有用性 (提案システムは振り返り作業に役立つか) に関するものを用意している。評価値は 7 段階 (7:Good, 1:Bad) であり、被験者には、可能な限り理由に関するコメントを記入しても

らう。

図 11 は提案システムを用いた振り返り作業中の様子である。被験者個人が、デスクトップ PC 上で提案インタフェースを利用し、振り返り作業を行う。



図 11 提案システムを用いた振り返り作業

Figure 11 Post-match analysis using the proposed system.

5.3 仮説

本実験の仮説は以下のとおりである。それぞれ前述したアンケート項目 (項目 1~項目 4) に対応している。なお、自身のプレイについての改善点のを見つけやすさについてはアンケートに加え、見つけた改善点 1 つにつき 1 項目の箇条書きで挙げてもらい、その個数も比較する。

仮説 1: 任意の着目エリアにおいてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ

提案システム 使用 > 未使用

仮説 2: 任意の時間帯においてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ

提案システム 使用 > 未使用

仮説 3: 自身のプレイについての改善点のを見つけやすさ

提案システム 使用 > 未使用

仮説 4: 総合的な、試合の振り返りのしやすさ

提案システム 使用 $\geq$ 未使用

すなわち、提案システムが未使用時と同等以上の振り返りのしやすさを維持しつつ、着目エリアにおいて、どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすくなり、振り返り作業時に自身のプレイについての改善点を見つけやすくなれば、提案システムが有効であると考えられる。

5.4 結果と考察

表 3 は、アンケートの共通項目の結果をまとめたものである。表中の「使用時」は提案システムを使用して振り返り作業を行った場合、「未使用時」は提案システムを使用せず、従来の観戦動画のみで振り返り作業を行った場合である。各項目の値は、被験者 10 名の評価値の平均と、カッコ内に明確な肯定的評価 (評価値 5~7) を行った人数を示す。

任意の着目エリアにおいて、どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさについては、提案システム使用時の評価値の平均が 6.3 で、提案システム未使用時の評価値の平均が 4.4 であり、仮説 1 を満たす。被験者から得られたコメントに着目すると、肯定的なコメントとして「色の濃さ判別されていて直感的にわかりやすく使えた。また、複数の試合をまとめて見れば相手チームの動きの癖などが分析できそう (G)」, 「色の濃さにより警戒されている場所が一目でわかりやすかった (J)」などがあった。一方、否定的なコメントとして評価値 6 をつけた (総合的には肯定的評価していた) 被験者からは「エリア区分がされているのでどのエリアが警戒されているかはわかりやすいが、エリアのどの部分に警戒されているかわかりづらい (C)」といったコメントを得た。

これらの結果から、提案システムを使用して振り返り作業を行うことで、任意の着目エリアにおいてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなったといえる。

任意の時間帯において、どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさについても、提案システム使用時の評価値の平均が 6.1 で、提案システム未使用時の評価値の平均が 3 であり、仮説 2 を満たす。被験者から得られたコメントに着目すると、肯定的なコメントとして「時間帯ごとでどちらのチームがどのエリアを見ていたか色の濃さで判断でき、なおかつその瞬間だけでなく試合全体を通して見ることができる (D)」, 「過去から現在の時間までの視界獲得率を平均で見ることができるのは画期的 (G)」などがあった。一方、否定的なコメントとして評価値 2 をつけた被験者からは「色の判別が難しい (I)」といったコメントを得た。

これらの結果から、提案システムを使用して振り返り作業を行うことで、任意の時間帯においてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなったといえる。また、コメントから、観戦画面では現在時刻での視界しか表示されないが、提案システムは過去の視界占有率も提案システムのグラフにより一目で把握しやすい点が評価されたと考える。

自身のプレイについての改善点のを見つけやすさについては、提案システム使用時の評価値の平均が 5.3 で、提案システム未使用時の評価値の平均が 4.1 であり、仮説 3 を満たす。被験者から得られたコメントに着目すると、肯定的なコメントとして「判断する情報が増えたことで見つけやすくなった (A)」, 「自分がいる位置と、そのタイミングでの視界の取れ具合がわかるため、その時に何をすべきだったのかが実際に見つけることができた (F)」などがあった。一方、否定的なコメントとして評価値 2 をつけた被験者からは「全体を見てしまいがちで自分のキャラに真っ先に目がいかなかった (D)」, 評価値 3 をつけた被験者か

らは「自分の改善点を見つけることができるがどちらかというとチーム全体の動き方などのチームの振り返りに特化していると思う (J)」といったコメントを得た。実際に振り返り作業中に発見した改善点の個数についても、提案システム使用時の平均が 2.2 で、提案システム未使用時の平均が 1.2 であり、提案システム使用時の方が未使用時に比べ、平均で 1 多くなっている。被験者から得られた改善点には「自分の立ち位置が前に寄りすぎているため視界が確保できていなかった (A)」, 「射線が多いところ気軽にのぞかない (H)」などがあった。

これらの結果から、提案システムを使用して振り返り作業を行うことで、自身のプレイについての改善点が発見しやすいといえる。一方、個人の振り返り作業よりチームでの振り返り作業に有効であるとのコメントも被験者 J から得られ、チームでの振り返り作業の支援手法について、今後検討が必要と考える。

総合的な、試合の振り返りのしやすさについては、提案システム使用時の評価値の平均が 6.1 で、提案システム未使用時の評価値の平均が 4.6 であり、仮説 4 を満たす。被験者から得られたコメントに着目すると、肯定的なコメントとして「対戦の時には気づかなかった、視界の取れ具合や、警戒不足の位置がグラフや敵味方の視界の取れている割合などで明確に表されているため、振り返りがしやすかった (F)」, 「全体的に見てどのエリアを見落としているか、どこにリソースをかけすぎているのかをより視覚的に確認することができる (H)」などがあった。一方、否定的なコメントとして評価値 6 をつけた (総合的には肯定的評価していた) 被験者からは「警戒されている色が濃すぎてデス、キルの位置がわかりづらいため、システムがないほうがいいところもある (C)」といったコメントを得た。

これらの結果から、提案システムは、総合的に振り返り作業に有効であるといえる。一方、後述する視認性に関する項目にも関連するが、視界占有率の表現方法について、今後検討が必要と考える。

表 4 は、提案システムの提案システムの視認性 (提案システム全体は見やすかったか) と有用性 (提案システムは振り返り作業に役立つか) に対するアンケート結果をまとめたものである。表 1 と同じく各項目の値は、被験者 10 名の評価値の平均と、カッコ内に明確な肯定的評価 (評価値 5~7) を行った人数を示す。提案システムについて視認性、有用性ともに高評価を得られている。被験者から得られたコメントに着目すると、視認性に関して被験者から得られた肯定的なコメントは「エリアごとの視線の占有率をチームの色の濃淡をつけて表現していたところわかりやすかった。特に、エリアの視線の占有率が高いときに表示されるエリアを囲う線がよかった (B)」, 「時間帯ごとの視界の取れ具合をグラフで表されている点が見やすかった。ラウンド全体を通して視界確保ができていない (警戒できてい

ない) 点や, お互いにどの場所を重視しているのかわかりやすかった (F)」などがあった。一方, 否定的なコメントとして評価値 4 をつけた被験者からは「両チームのキャラクタがどこにいるのかが視界獲得時の色に覆われて見にくい。先にガンマ値など上げてから色かぶせるとわかりやすいのではないか (G)」といったコメントを得た。有用性に関しての肯定的なコメントは「プレイヤーがエリアごとの視線の占有率が勝敗に左右されることがよくわかった (B)」, 「グラフによる表現のおかげで時間帯ごとの警戒具合がわかりやすかった。また, 味方が倒されて視界が取れなくなった後に他の味方がその位置の警戒ができていないのか, 部分ごとでの警戒の漏れがあるのかが, 振り返りをする際の大きな情報になると感じた (F)」などがあった。一方, 否定的なコメントとして評価値 4 をつけた被験者からは「FPS というゲーム性上, エリア全体の警戒率より角や強ボジションの重要度のほうが高いと思われる (H)」といったコメントを得た。

これらの結果から, 提案システムの視認性については全体的に肯定的であったが, 着目エリアごとの視界占有率に応じたマップ内への着色によりキャラクタが見えなくなる点は, 今後検討する必要がある。有用性についても同様に肯定的であったが, FPS ゲームにおける振り返りでは, 視界占有率より重要な要素があると感じる被験者も存在した。

以上の結果から, 提案システムを使用して振り返り作業を行うことで, 未使用時と同等以上の振り返りのしやすさを維持しつつ, 着目エリアにおいて, いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなり, 振り返り作業時に自身のプレイについての改善点が見つけやすくなるといえる。

表 3 アンケート共通項目の結果⁷

Table 3 Result of common items set in questionnaire.

	使用時	未使用時
任意の着目エリアにおいてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ	6.3** (10)	4.4 (5)
任意の時間帯においてどれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのかの把握しやすさ	6.1** (9)	3 (2)
自身のプレイについての改善点のを見つけやすさ	5.3+ (7)	4.1 (4)
総合的な, 試合の振り返りのしやすさ	6.1* (10)	4.6 (5)

⁷ ** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$.

表 4 視認性と有用性に関するアンケート結果

Table 4 Questionnaire results on visibility and utility.

提案システム全体は見やすかったですか	5.2 (7)
提案システムは振り返りに役立ちますか	6.1 (9)

6. おわりに

本稿では, FPS ゲームを対象とした, 着目エリアのチームごとの視界占有率を強調した振り返り支援インタフェースを提案した。評価実験の結果, 提案システムを使用して振り返り作業を行うことで, 未使用時と同等以上の振り返りのしやすさを維持しつつ, 着目エリアにおいて, いつ・どれだけ味方チームが警戒していた/敵チームに警戒されていたのか把握しやすくなり, 振り返り作業時に自身のプレイについての改善点が見つけやすくなった。

今後の課題として, より見やすい可視化表現の検討やチームでの振り返りに着目した支援手法の検討が挙げられる。

参考文献

- [1] “Most Popular Core PC Games | Global”. <https://newzoo.com/insights/rankings/top-20-core-pc-games/>, (参照 2020-12-17).
- [2] Tang, A., Massey, J., Wong, N., Reilly, D., & Edwards, W. K. Verbal Coordination in First Person Shooter Games. Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work, 2012, pp. 579-582.
- [3] Giusti, R., Hullett, K., Whitehead, J. Weapon Design Patterns in Shooter Games. Proceedings of the First Workshop on Design Patterns in Games, 2012, no. 3.
- [4] Choi, G., Kim, M. Characteristics of Gaze Information According to Player's Experience Under Searching Spaces of FPS Games. Proceedings of the 2nd International Conference on Culture Technology, 2017, pp. 258-261.
- [5] Choi, G., Kim, M. Eye Gaze Information and Game Level Design According to FPS Gameplay Beats. Journal of Information and Communication Convergence Engineering, 2018, no. 16, pp. 189-196.
- [6] 廣畑賢人, 梶並知記. FPS ゲームにおける視野方向と移動距離に着目したプレイ分析支援. 日本デジタルゲーム学会第 8 回年次大会, 2018, pp. 96-99.
- [7] 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, 2018, vol.6, no. 1, pp. 17-27.
- [8] 須藤遊野, 澁澤圭亮, 梶並知記. プレイヤーの視線とキャラクターの位置関係に基づく 1 対 1 対戦型ゲーム向け振り返り支援インタフェース. 日本デジタルゲーム学会第 10 回年次大会, 2020, pp. 12-15.
- [9] 工藤真也, 長岡鼓太郎, 梶並知記. プレイヤーの移動と射撃に基づくサバイバルゲームの振り返り支援インタフェースの試作. 第 24 回デジタルコンテンツクリエイション研究会, 2020, vol. 2020-DCC-24, no.10
- [10] 前川智音, 梶並知記. FPS ゲームにおけるピックに着目した初心者支援. 日本デジタルゲーム学会第 9 回年次大会, 2019, pp. 132-135.
- [11] 古池謙人, 東本崇仁. FPS を対象とした瞬間判断能力の育成システム. 第 75 回先進的学習科学と工学研究会, 2015, pp. 50-53.