

眼鏡型計測端末を用いたゲームプレイにおける 重要なシーン抽出手法の検討

藤原優花^{†1} 南里英幸^{†1} 山浦祐明^{†1} 中村聡史^{†1}

概要 : e-Sports の技術向上において、ゲームプレイの振り返りが重要である。しかし、一般にプレイ時間は短くなく、プレイ動画の振り返りにも同等の時間が必要であり、振り返りは容易ではない。そこで我々は、プレイ動画の振り返りに要する時間を大幅に削減するため、ユーザの振る舞いからプレイ動画から重要なシーンを抽出する手法の検討を行う。本研究では特に眼鏡型計測端末を使用してゲームプレイしてもらい、初級者・中級者・上級者による重要シーンのデータセットを構築した。その結果、勝敗に集中度や落ち着きなどの値が影響することや、中級者と上級者の評価が一致するが、初級者の評価はぶれることが示唆された。また、重要シーン抽出方法について検討を行った。

1. はじめに

コンピュータ上での対戦型ゲームは、20世紀までは遊びとして認識されることも多かったが、21世紀に入るとスポーツの一種として認識されるようになり、e-Sports[1]と呼ばれている。e-Sports は FPS (First Person Shooting) や TPS (Third Person Shooting), RTS (Real-time Strategy) や RTS の一部である MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), 格闘やスポーツ, レーシングやパズルゲームなど多様であり、e-Sports で生計をたてるプロも登場している。例えば、MOBA の 1 つである League of Legends[2] (以降、LoL と略す) の国際大会では、賞金総額が 7 億円を超えている[3]。そのため、海外では奨学金の制度を導入してアスリート育成にも力を入れ始めており、今や世界ではスポーツとして認められている。また、国際大会のみならず、国内大会も年々盛り上がりを見せており、世界各地のプレイヤーが自身のパフォーマンスを向上するために日々練習に勤しんでいる。

古くからプロが組織化されている将棋や囲碁、チェスなどでは、感想戦を行い、その手の善悪について議論したり、よりよい手を模索したりといったことが行われ、レベルアップを図っている。e-Sports でも同様に、自身のプレイを振り返ることで、自身が頻繁に行うプレイスタイルを確認したり、ミスを反省してどうやるべきかの対策をたてたり、より良いプレイはどうだったかを模索したり、今後の戦術・戦略を具体化および改善したりといったことが重要であるといえる。

ここでプレイを振り返るにあたり、多くのゲームには録画機能が搭載されている。しかし、1 試合に要する時間が長いものも多く、その振り返りに要する時間も長くなってしまい、大きな手間となる。振り返りを容易化するために、複数のゲームには単純な動画としての録画だけでなく、簡易的な振り返りを可能とする仕組みもある。例えば LoL には、プレイヤー自身が相手を倒したシーンがどこかを表示する仕組みがあり、手軽に誰かが誰かを倒したシーンを視聴

することができる。ただ、誰かを倒したシーンというのは見どころの 1 つではあるものの、LoL はプレイヤーが 2 つのグループに分かれ、それぞれが役割をもち、敵プレイヤーを倒しつつ相手の本拠地を壊すことを目的とするものである (詳細については 3.1 節にて解説する) ため、実際の振り返りには相手を倒すにあたり準備がうまくいった、索敵 (敵を探す行為) がうまくいった、調査が十分じゃない状況で動いてしまい失敗してしまったなどの点を振り返る必要がある。単純に敵を倒したシーンだけでの振り返り機能では不十分である。また、e-Sports のゲームは定期的にゲーム内の調整アップデートが行われ、新しいバージョンになる度に、それ以前に録画されたゲーム内容はバージョンの変更の問題で閲覧することが不可能になることが多い。

以上の問題から、自身のプレイを振り返るということが現時点で効率的に行えていない。我々は、この振り返りを支援するため、ゲーム中の効率的な重要なシーンを抽出し、ダイジェスト動画を作成する手法の実現を目的とする。ここでプレイヤーはそのゲームに集中しているものの、その集中度合は場面や状況によって変化するものである。例えば、索敵している時はどこから敵が来るかに対して常に敏感になっていたり、攻撃をされた場合には自身がどう対応するべきかを判断する必要があるため集中力が高まっていたり、相手に倒された場面では急に集中が切れてやる気を喪失したり、自身のチームが負けている状況ではそもそも諦めてしまい集中が切れていたりする。つまり、集中を軸としてゲームの振り返りが可能になれば、自身の問題発見などが容易になると期待される。

そこで本研究では、振り返りのためのダイジェスト動画生成に向け、集中度を計測可能な眼鏡型デバイスである JINS MEME[4]を利用してプレイ動画と集中度を同時計測する。また、勝敗と集中度などとの関係について考察を行う。さらに勝敗につながるシーンに関するデータセットを上級者・中級者・初級者により構築する事で、そのシーンの特性およびデータセット構築における注意点について考

^{†1} 明治大学
Meiji University

察を行う。一方、集中データと勝利に繋がる重要なシーンとの関係性の調査を行うことで、ダイジェスト生成へ向けた索引化の検討を行う。

2. 関連研究

プレイヤーのパフォーマンス向上のための研究として、永沼ら[5]は、対戦ゲームにおいてのキー入力による瞬間的判断の特徴分析を支援するシステムを提案している。このシステムでは、MOBA ジャンルのゲームである LoL を対象に 4 つのキー入力をもとに相手のキー入力によるアクションに対し、プレイヤーがどのキー入力によるアクションで対応したかを可視化し、プレイヤーが行う癖を抽出しフィードバックしている。この研究は、ゲーム内でのプレイヤー自身のプレイスタイルをキー入力によってフィードバックすることで、プレイヤーの技術向上の支援を行っている。しかし、パフォーマンス向上を目指した研究はまだあまり行われていないというのが現状であるため、明らかになっていないことが多い。そのため、本研究ではパフォーマンス向上研究の分野に寄与することを目指している。

振り返りの有用性についての研究はいくつかなされてきている。村川ら[6]はカードゲーム型学習教材「マススピード」を用いた振り返りが、動機付けや学習意欲に影響するかを調査している。実験の結果、学習において、プレイごとに簡単な振り返りをすることが動機付けと学習意欲を向上することを調査している。このように教育の場では学習と振り返りの有用性が示唆されている研究は数多く存在するが、近年発展してきたエンターテインメント面においては、研究があまりなされていない。エンターテインメントに着目した振り返りの研究としては、梶並ら[7]の研究があり、対戦型格闘ゲームを対象に視線を利用した感想戦の支援システムを提案している。感想戦とは、囲碁や将棋、チェスなどのゲームにおいて、対戦終了後に対戦中の着手の善悪やその場面における最善手などを検討する振り返りのことであり、梶並らは格闘ゲームにおける感想戦を行う際に、視線情報から有益となる特徴的な動きを強調しながらユーザーに提示し、感想戦を行いやすいようなシステムを提案している。しかし、この研究ではシステムが有用であるかの検証実験を行っておらず、感想戦のような振り返りがエンターテインメントの分野においても有用であるかは明らかでない。本研究では、ゲームプレイの振り返りに着目しているため、エンターテインメントの分野における振り返りの有用性について明らかにできると期待される。

JINS MEME を使用した研究は多く存在する。高橋ら[8]や桑原ら[9]は、周辺視野において刺激を提示することによって集中を増加させることを示唆している。また、小川ら[10]は、JINS MEME を使用することによって、ワークロードの推定の可能性を示唆した。この研究は、ワークロード

を制御しやすいテトリスを利用した実験を行っており、高いワークロード環境下では瞬目率が低下することを示唆している。しかし、高橋らや桑原らの研究では、視線移動量が少ない限定された状況で実験を行っている。小川らの研究では集中と瞬目率の関係には着目していないということから、未だ明らかになっていない関係は多いと考えられる。本研究では、姿勢や集中度、瞬目率など JINS MEME から得られたデータを多角的に分析し、明らかにすることで、本研究が今後 JINS MEME を用いる研究の足掛かりになると期待される。

3. データセット構築

まず、重要なシーンと集中の関連性があるかどうかについて調査を行うため、ゲームに関するデータセットを構築する。ここではプレイヤーに LoL のプレイ動画の撮影を依頼し、プレイ動画を収集する。次に、収集されたプレイ動画について、複数人にその動画を視聴してもらい、重要なシーンとして「良いシーンと悪いシーン」を選定してもらい、これをデータセットとして構築する。データセット構築に LoL を用いた理由は、LoL 内には録画機能が備わっており、自身のプレイの振り返りが行えるうえ、アクティブユーザーが 2019 年時点で 1 億人を超えるほど非常に多くの人がプレイしていることと、今後研究を進めるに当たり、データの分析がしやすいと考えたためである。なお、重要なシーンである「良いシーンと悪いシーン」については 3.4 節で解説する。

3.1 League of Legends

本研究で対象とするゲームは、e-Sports を代表するゲームの一つである League of Legends (LoL) である。LoL は、MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) と呼ばれる RTS (Real-time Strategy) というリアルタイムに進行する時間に対応したゲームジャンルであり、基本的には 5 対 5 のチームゲームとなっている。

図 1 は LoL のゲーム中のマップの例である。各チームの本拠地 (画面左下と右上) から、ミニオンと呼ばれる各チームの CPU キャラクターが、3 本の道を常に進軍し、アイテムを購入したり、レベルを上げたりしながら強化されていき、タワーと呼ばれるオブジェクトを破壊しつつ、最終的に相手の本拠地を破壊することで勝利するゲームになっている。また、倒すことで味方のステータス向上できるモンスターが生息している地域があり、いかに相手に倒されずにモンスターを倒せるかなどで、試合ごとに状況が変わっていく。マップ内は自由に移動することができ、いかに相手に倒されずに味方が有利をとれるかを瞬時に判断している。また、チームのプレイヤーにそれぞれ役割があり、連携して相手を捕まえて倒したりしていくことで味方が強化されていくという競技性もあるため、世界中でスポーツの

一部として好まれている。

上記の特徴があるため、LoL では、実際に行ったプレイから上手く行った場面や失敗した場面を次のプレイで修正する必要があり、振り返ることが重要である。なお、RTS という特性上、アクション要素が低く、プレイ中に体を大きく動かしたりするものではないため、集中度計測を行う JINS MEME との相性もよいと考えられる。

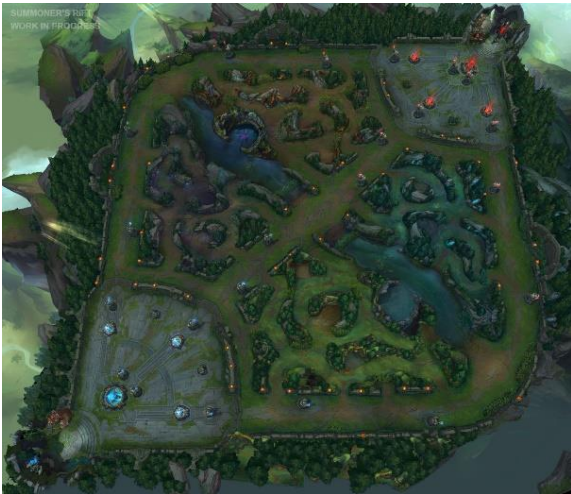


図1 LoL 内のゲームマップ © League of Legends

3.2 プレイ動画の作成

データセットを構築するに当たり、まずプレイ動画を収集する。ここで、経験が十分でないプレイヤーのプレイ動画を収集しても意味がないデータが集まるだけである。そこで今回は、日常的に LoL をプレイしており、「ランク戦」と呼ばれる自身の実力を測る試合を 10 試合以上プレイしているプレイヤーに限定して依頼した。また、この依頼においては、分析においてレベル差を考慮するため、LoL の熟練度を考慮し、できるだけ上級者・中級者・初級者が含まれるようにした。具体的には、LoL のランク分布[11]を参考に上級者、中級者、初級者に 3 分割し、それぞれのランクに分布する人口を考慮し、チャレンジャーからプラチナまでを上級者、ゴールドからシルバーまでを中級者、ブロンズからアイアンまでを初級者と定義し、その中に該当するものに依頼した。

なお、プレイ動画収録において、キャプチャソフトがインストールされた PC1 台、キーボード 1 台、マウス 1 個を使用して LoL をプレイしながらプレイ画面を録画することと、また集中度を測定するために JINS MEME を装着する条件を設けたが、環境は協力者ごとに自由な環境を選択してもらった。これはキーボードやマウス、ディスプレイの大きさといったものによりプレイの質が変わってしまうことを避け、データセット構築協力者には普段通りプレイしてもらうためである。なお、LoL にはゲーム内のコンピュータと対戦する AI 戦もあるが、実際のプレイヤーと対戦す

る対人戦のみに限定した。

上記すべての条件を満たし、10 試合以上プレイ可能な 4 名の協力者（男性 3 名、女性 1 名 / 上級者 2 名、中級者 1 名、初級者 1 名）に依頼し、243 試合分のプレイ動画を収集した。

3.3 レベル毎の勝敗に応じた集中度の傾向

4 章のデータ分析のため、事前に取得したプレイ動画に対応する、JINS MEME OFFICE で計測される集中度情報（集中・姿勢・落ち着き）が、プレイヤーのレベルに応じてどのように変化が出るかを確認するため、3 データの平均値と変動量の時間平均を熟練度別で勝ち負けに分けて求めた。ここで、分析に使用する JINS MEME OFFICE による集中度に関する計測データ（集中・姿勢・落ち着き）は、15 秒間隔で計測されており、各データは 0pt~100pt の間の数値となっている。なお、この計算においては、短すぎるゲームや、JINS MEME の計測値にエラーがあるものを対象外とし、それぞれ勝ち負けに 5 試合ずつ入るようにした。

表 1 は 15 秒ごとに計測される集中・姿勢・落ち着きの平均値、表 2 は 15 秒毎の変動量の平均を示している。この結果より、どのレベルにおいても集中の平均は勝ち試合の方が負け試合よりも高くなっていることがわかる。また、姿勢については、勝敗において差はなく、落ち着きについてはレベルによって大小が異なることがわかる。一方、表 2 より、集中と落ち着きの変動量において、いずれのレベルにおいても勝ち試合の方が負け試合よりも大きいことがわかる。以上の結果より、勝ち試合は負け試合に比べ集中度が高く、その集中度の上下動も激しいうえ、落ち着きもないことがわかる。つまり、集中と落ち着きに関する情報が、勝敗にまつわるものとして使える可能性が示唆された。

表 1 熟練度別のデータ平均

| | 集中 | 姿勢 | 落ち着き |
|-------|-------|-------|-------|
| 上級者・勝 | 56.22 | 79.78 | 59.01 |
| 上級者・負 | 51.85 | 78.03 | 46.24 |
| 中級者・勝 | 50.26 | 79.28 | 52.20 |
| 中級者・負 | 47.91 | 80.03 | 59.21 |
| 初級者・勝 | 54.23 | 77.20 | 47.68 |
| 初級者・負 | 46.56 | 80.79 | 51.58 |

表 2 熟練度別のデータ変動量の平均

| | 集中 | 姿勢 | 落ち着き |
|-------|------|------|------|
| 上級者・勝 | 4.01 | 4.80 | 4.00 |
| 上級者・負 | 3.26 | 5.15 | 3.72 |
| 中級者・勝 | 3.39 | 5.62 | 3.08 |
| 中級者・負 | 2.45 | 5.26 | 2.03 |
| 初級者・勝 | 5.00 | 5.61 | 5.28 |
| 初級者・負 | 3.23 | 4.72 | 3.49 |

3.4 重要なシーンの定義とシーンの選出

ゲームにおいて勝敗が分かれるシーンはいくつも存在する。また、振り返りにおいてどこに注目すべきであるかという点については人により評価が分かると考えたため、本研究では重要なシーンとして、以下の2点を定義した。

- 自身のプレイでその試合が味方にとって有利、または不利になると明確に判断できるシーン
- アイテムの選択の際、その試合が味方にとって有利、または不利になると明確に判断できるシーン

この定義に基づき、良いシーンを「自身のプレイによって自身を含めた味方が有利になったシーン」、悪いシーンを「自身のプレイによって自身を含めた味方が不利になったシーン」とした。

シーン選定対象とするゲームプレイ動画は、3.2節で収集した243試合分のゲームプレイ動画から、プレイヤーの勝ち試合・負け試合をそれぞれ5試合ずつ、計10試合をランダムに選択した。

シーンの選出においては、そのプレイの熟練度により視点が異なり、選出されるシーンにも違いが生じると考えられる。そこで、3.2節の協力者4名から上級者、中級者、初級者1名ずつ合計3名（男性2名、女性1名）をシーン選出者として選定した。そのため、自身のプレイ動画自体を評価することもある。

シーン選定においては、3.4節の定義を説明したうえで実際にプレイ動画を視聴してもらい、作業してもらった。なお、その数や長さの制限は設けないこととし、良いシーンと悪いシーンが無い場合も許容することとした。

4. 分析結果

3章で構築したデータセットと、JINS MEME OFFICE より得られたデータをもとに分析を行う。

4.1 全体での計測データ分析

表3は、分析対象の全10試合について、各熟練度のシーン選出者が選定した良いシーン、悪いシーンの選出数と、1シーン当たりの時間平均である。

表3 各熟練度の選出数と時間平均

| | 初級者(悪) | 中級者(悪) | 上級者(悪) |
|------|--------|--------|--------|
| 勝ち | 12 | 16 | 18 |
| 負け | 11 | 15 | 18 |
| 時間平均 | 3.43 | 2.96 | 3.47 |
| | 初級者(良) | 中級者(良) | 上級者(良) |
| 勝ち | 16 | 2 | 6 |
| 負け | 9 | 6 | 13 |
| 時間平均 | 2.56 | 3.25 | 3.05 |

なお、勝ち試合と負け試合はそれぞれ5試合ずつある。表3より1シーン当たりの時間平均が3秒前後であることがわかる。また、中級者と上級者においてシーンの選出数は試合によって偏りが見られることがわかる。

スペースの都合上、すべての試合の詳細データを示すことができないため、図2~4にある試合の結果を示す。図2は、勝ち試合（試合時間30分15秒）について、横軸に経過時間、縦軸に集中度・姿勢・落ち着きの情報を折れ線グラフで示したものである。また、図3はこの試合について、各シーン選出者が良いシーンとして選出した部分、図4は各シーン選出者が悪いシーンとして選出した部分に対応する時間をそれぞれ四角形で示している。図中の黄色の四角形は初級者、青色の四角形は中級者、緑色の四角形は上級者である。



図2 勝ち試合の測定データ

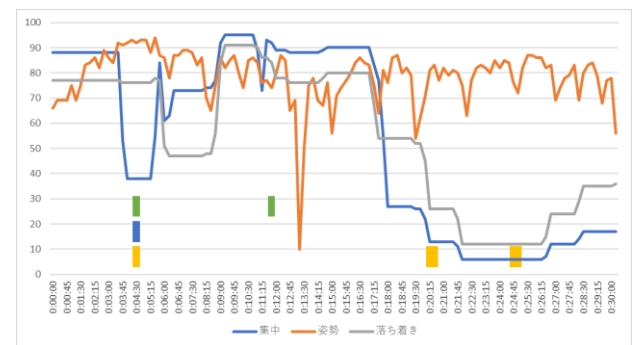


図3 各選出者が選出した良いシーン

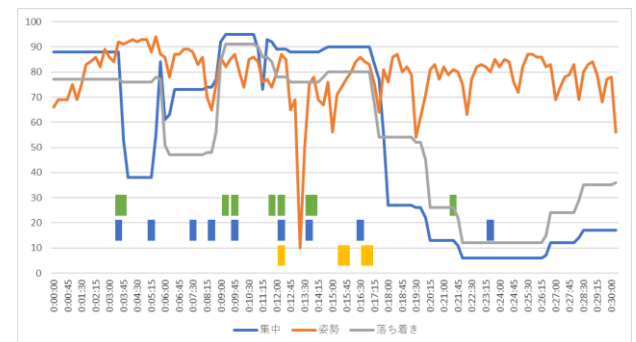


図4 各選出者が選出した悪いシーン

この結果より、集中、姿勢、落ち着きはそれぞれ関係しつつも、時間により上下していることがわかる。また、良いシーンの4分30秒(図3)、悪いシーンの12分15秒(図4)においては3者の評価が一致していることがわかる。一方、それ以外のシーンでは一致していないことが多いことがわかる。

ここで、シーン選出者によってどの程度選出にぶれがあるかを比較するため、カッパ係数(1に近いほど一致度が高い)を求めた。なお、選出するシーンの開始時間と終了時間は秒単位で自由に指定できるため、完全一致する確率は低く、JINS MEMEで取得できる値が15秒単位であることを考慮して、15秒を1ユニットとしてその中にシーン設定があるかどうかを基準に判断する。そのうえで、比較する2者間が、同じ15秒以内にシーン設定している場合に一致、一方のみがシーン設定している場合に不一致と判断した。

表4は、熟練度に応じたシーン選出の一致度を求めるため、勝ち、負けそれぞれの試合についての、良いシーン、悪いシーンの選出の一致度を、カッパ係数をもとに求めたものである。この結果より、勝ち試合の良いシーンについて、中級者と上級者の評価は一致するものの、初級者と中級者、初級者と上級者の評価が全く一致していないことがわかる。特に、初級者と中級者の負け試合の良いシーンにおいては負の値を示している。また、中級者と上級者の評価は勝ち試合の良いシーンについて一致度が高いが、負け試合の悪いシーンについては不十分な結果であることもわかる。なお、振り返りにおいては、良いシーンより悪いシーンの方が重要になるため、分析では主に悪いシーンについて取り扱う。

表4 各シーンのカッパ係数の平均値

| | 勝ち(悪) | 勝ち(良) | 負け(悪) | 負け(良) |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 初級と中級 | 0.114 | 0.100 | 0.199 | -0.013 |
| 初級と上級 | 0.148 | 0.119 | 0.196 | 0.033 |
| 中級と上級 | 0.363 | 0.663 | 0.322 | 0.450 |

初級者と中級者、初級者と上級者の評価にずれがあるという点は、初級者が悪いと思っているシーンを振り返っても効果がない可能性がある。そこで次節以降では、評価の一致・不一致に着目しつつ、詳しく分析を行う。

4.2 レベル差による評価の一致と不一致

振り返りは、負け試合の特に悪いシーンにおいて重要になると考えられるため、ここでは複数の負け試合について評価者による評価のぶれに着目しつつ分析を行う。図5~7は初級者・中級者・上級者のプレイ動画について、各値と選定されたシーンをプロットしたものである。なお、いずれも横軸が時間軸で、縦軸がJINS MEMEで取得可能な0

から100までの値となっている。また、値が高いほど集中しており、姿勢が安定しており、落ち着きがあるものである。さらに、青線は集中、オレンジ線は姿勢、灰色線は落ち着きをそれぞれ表しており、オレンジ色の棒線は初級者が選出した悪いシーン、青色の棒線は中級者が選出したシーン、緑色の棒線は上級者が選出したシーンを表している。

図5は初級者の負けプレイ動画(試合時間30分)について、各選定者が選出した悪いシーンを示している。この図より、中級者と上級者は多少ずれているものの類似したシーンを悪いシーンとして選定しているのに対し、初級者はその問題に気付いていないことが分かる。なお、上級者と中級者が指摘したシーンについては、姿勢が大幅に変化する傾向があった。

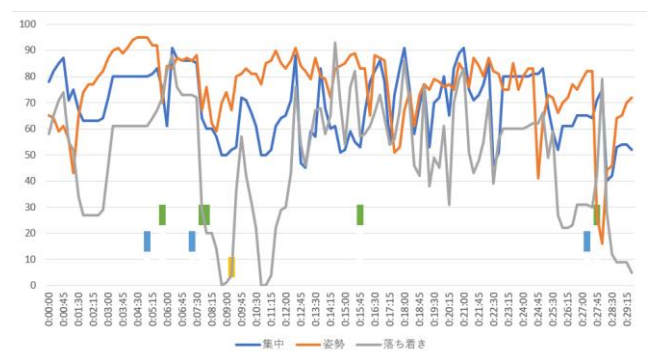


図5 初級者の負けプレイ動画についての集中度などの変化と各選定者が選出した悪いシーン

図6は中級者の負けプレイ動画(試合時間24分)について、各選定者が選出した悪いシーンを示している。ここで、13分00秒のシーンは全員の評価が悪いと一致しており、21分45秒のシーンもおおむね3者の評価が一致していることがわかる。この両シーンについて、姿勢が急に減少し、一度値が上昇した後で、また減少していることがわかる。なお、21分45秒のシーンは、ちょうど戦闘が起り始めたシーンであった。

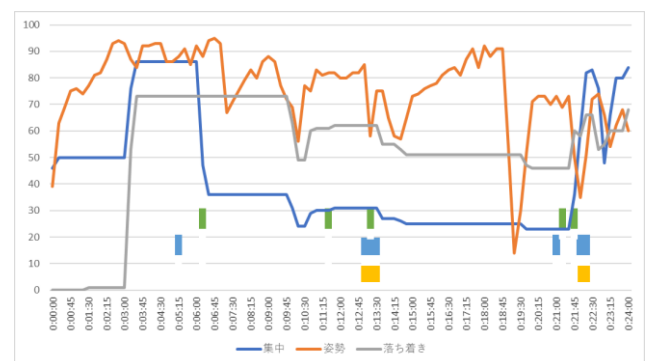


図6 中級者の負けプレイ動画についての集中度などの変化と各選定者が選出した悪いシーン

図7は上級者の負けプレイ動画(試合時間30分)について、各選定者が選出した悪いシーンを示している。この図の3名の評価が一致している11分前後のシーンでは落ち着きが急落および急上昇しており、中級者と上級者の評価が一致している15分30秒のシーンでは、姿勢が急降下し、その後回復していることがわかる。なお、このシーンはプレイヤーが索敵している最中に敵に捕まってしまった場面になる。このシーンの選出理由については、中・上級者2名とも「慎重に索敵していないため」と回答していた。15分30秒のシーンで初級者は、中級者・上級者が指摘している問題に気付いていないため、初級者は中級者・上級者のようにゲームを振り返ることができないことがわかる。

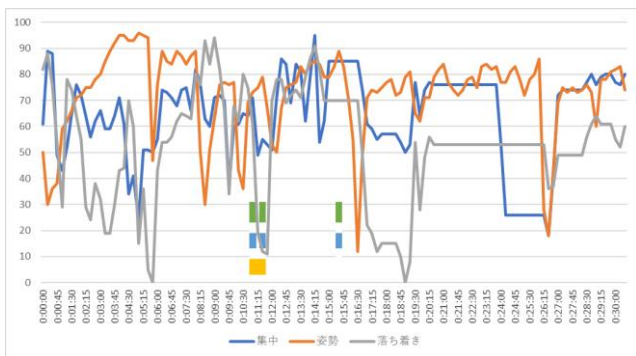


図7 上級者の負けプレイ動画についての集中度などの変化と各選定者が選出した悪いシーン

負け試合においては初級者と中級者・上級者との評価はあまり一致していないが、勝ち試合においても同様のことがいえるかは不明であるため、勝ち試合でも初級者と中級者・上級者の評価が一致するか着目しつつ分析を行う。図8は、中級者の勝ちプレイ動画について、各選定者が選出した悪いシーンである。この試合でも、39分前後のシーンを初級者・上級者が指摘しているが、初級者はこのシーンを指摘できていない。また、他のシーンにおいても、初級者は他者と評価が一致していないことがわかる。なお、勝ち試合だったためか、39分前後で姿勢について変化はあるものの、負け試合に比べて顕著な差でないことがわかる。

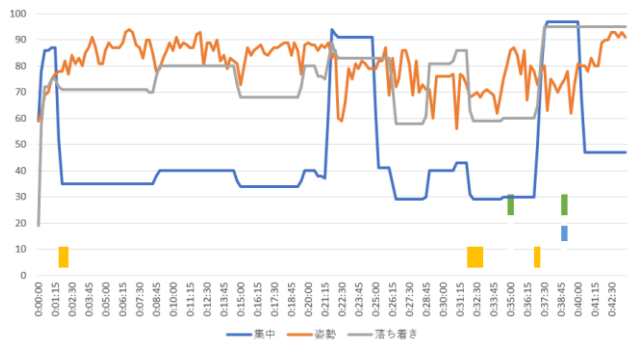


図8 中級者の勝ちプレイ動画についての集中度などの変化と各選定者が選出した悪いシーン

5. 考察

5.1 プレイ全体に対する考察

表1と表2から、勝ちの試合は集中が高く、集中と落ち着きの変動量が大きいたことがわかる。この結果より、勝ちの試合については集中を高く維持しつつも、その状況に応じて集中度が低くなるなど、変動がそれなりに激しいことがわかる。一方、負けの試合は集中と落ち着きの変動量は少なく、特に負けになることが濃厚な試合はあきらめている場合もあると考えられる。

4.1節の結果より、カッパ係数の平均値は初級者と中級者、および初級者と上級者において値が低いことがわかる。一方、シーンに対する評価が部分的に類似していないことがあるとはいえ、中級者と上級者においてはカッパ係数が高く、評価が一致する傾向にあるといえる。このことから、プレイの良し悪しを判断する能力の差、つまり選出基準は、中級者と上級者間では小さいが、初級者と中級者間、初級者と上級者間ではかなり大きいと考えられる。そのため、初級者はシーン選出者として不適切であることが示唆される。また、初級者が考える振り返るべきシーンは、中級者や上級者から見た時に不十分であるとも考えられる。

選出されたシーンについて、図3の4分30秒のシーンと図4の12分のシーンが3名全員に選出されていた。これら3名全員が選出したシーンは、熟練度に関わらず重要なシーンであることを意味していると考えられる。4分30秒のシーンは相手が奇襲をかけてきたが、プレイヤー1人でその奇襲をさばききった後のシーンであり、奇襲をさばいたことで気が緩んで集中の値が急激に低くなったのだと考えられる。また、12分のシーンは味方がステータス向上につながるオブジェクトを倒そうとしている場面であり、プレイヤーが味方のもとに寄っていたが、相手がいることを考えていなかったため、相手がいるかどうかかわからないような場所で相手に捕まってしまう倒されてしまったシーンであった。プレイヤーからも「オブジェクトだけしか意識しておらず、相手がどこにいるかを考えていなかった」というコメントが得られており、実際オブジェクトを倒す以外のことを考えていなかったことがうかがえる。集中・姿勢・落ち着きの3データ全てが高い値を示しているのは、プレイヤーが重要なオブジェクトを、相手が攻めて来る前に破壊したいと考えていたためだと推察される。以上より、集中の値が急激に低くなっているシーン、および3データ全ての値が高く維持されているシーンは、熟練度に関わらず重要なシーンとしてJINS MEMEより抽出できることが期待される。

5.2 レベル差に関する考察

表4および図5~8の結果より、初級者と中級者、初級者と上級者のシーン選定基準は大きく異なっていると考えられる。一方で、中級者と上級者の選出基準は近いといえる。

これは、初級者は戦闘した結果、プレイヤーが失敗した部分だけを悪いシーンとして選定していたが、中級者や上級者は戦闘する直前の行動から悪いシーンとして考えているといったように、広く場面をとらえることができていたことが理由であると考えられる。また、図6の12分45秒のシーンの選出理由について、初級者は「味方と一緒に索敵している比較的弱い相手を捕まえて倒せそうだったが強い相手を捕まえてしまい逆に自分たちが倒されてしまったため」という回答をしていたが、中級者は「相手の方が強いことがわかっているのに無理に相手を捕まえて倒そうとしたため」という回答をしていた。このことから、中級者は相手のことを把握したうえで相手と戦闘してはいけないと判断しているが、初級者はそのような考えには至っていなかったと考えられる。以上のように、初級者に比べて中級者や上級者は選出理由が具体的であり、LoLのゲーム性を理解した上で選定していると考えられるため、初級者よりも中級者が選出したシーンの方が重要なシーンとしての信頼度が高いといえる。

中級者と上級者の類似について、例えば図7の15分30秒のシーンは相手の姿が見えない状況であったため、戦略的には警戒を強めるべき場面であったが、警戒を怠り相手に捕まって失敗した場面である。両名の選出理由は「相手の姿が見えておらず、プレイヤーが倒されてはいけない状況で、もっと警戒する必要があるため」というものであり、プレイヤー（上級者）からも「相手に捕まってしまい前のめりになり、姿勢がくずれてしまった」というコメントが得られていた。そのため、実際にプレイヤーが警戒を怠っていたことがうかがえる。このようなシーンを、ミスをした悪いシーンとして、中級者と上級者とともに選出していたことから、集中の値が高いシーンが良いシーンであるとは限らないといえる。なお、初級者はこのシーンを選出できていなかったことから、先述の通り初級者には見通せないものが多々あると推察される。

以上のことより、初級者はシーン選出者として適切でなく、自身のプレイ動画を振り返るだけでは、適切な振り返りができないと考えられる。そのため、中級者や上級者の視点で振り返り用のダイジェスト動画を生成できれば、初級者のレベルアップの繋がると期待できる。また、今後のデータセットの改良においては、初級者は選定者に含まず、中級者や上級者を複数名選定することで、より良いものを作っていく必要があると考えられる。

5.3 推定可能性の検討

図5~8の結果より、悪いシーンとして抽出されている部分は姿勢の値が大幅に変動している。この姿勢の値は、プレイヤーの顔の傾きに強く依存するため、相手を倒すためやオブジェクトを倒す際に前のめりになったことが影響していると考えられる。このことから、悪いシーンの抽出においては、姿勢が大幅に変動している場面を利用していく

ことが考えられる。また、中級者と上級者間においては集中の値が高く、落ち着きの値が低い部分は悪いシーンとして選出されていることがわかる。このことより、集中の値が急激に低くなっている部分や、集中の値は高く、落ち着きの値が低い部分に着目すれば、重要なシーンを上手く抽出できると考えられる。今後はこうした値の関係性についてより詳細なデータセットを構築するとともに調査を行い、重要なシーンの特性をさらに明らかにすることで、重要なシーンの自動抽出について検討する予定である。

今回のシーン推定では重要なシーンの定義の都合上観測されなかったものの、集中の値が急激に低くなっているシーン、および3データ全ての値が高く維持されているシーンは、重要なシーンであることも多かった。つまり、振り返りにおいて有用であると考えられる。今後は、重要なシーンの定義を改めるとともに、抽出されたシーンを実際に振り返りに用いる実験を行い、評価をしていく予定である。一方、集中度や姿勢、落ち着きといった値が安定しつつも、中級者や上級者が悪いシーンとして選定したシーンが存在していた。これは今回の集中度などでは推定できないシーンであることが考えられる。そのため、こういったシーンを推定するには、JINS MEMEなどで推定できる情報だけでなく、ユーザの振る舞い（マウスの移動量やキーボードの操作量など）を考慮することが重要であると考えられる。

6. まとめ

本研究ではMOVAの1つであるLeague of Legendsの対人戦について、ある一定以上のプレイヤーによるJINS MEMEを用いて集中度計測されたゲームプレイ動画を多数収集した。また、そのプレイ中の集中度と良いシーン・悪いシーンがどの程度関係するかを調査するため、上級者・中級者・初級者による良いシーン・悪いシーンの選出を行ってもらった。実験の結果、勝敗に応じて、集中度の平均値に変化が生じるとともに、集中度と落ち着きの変化量が勝敗に関係することが示唆された。一方、シーン選定において、中級者と上級者は評価が一致する傾向があるものの、初級者の評価は中級者や上級者などと一致しないことが分かった。今回はそれぞれのレベル帯から1人ずつしか選定していないが、特に中級者、上級者に限定し、選定者を増やすことにより、レベルに応じて選定されるシーンが異なるのかを明らかにしていく予定である。

今回、初級者と中級者・上級者間においてプレイの良し悪しを見極める能力の差から、初級者は自身が悪いと感じているところを振り返っても効果がないと考えられる。そこで、中級者や上級者が見極めて選出したシーンをもとに振り返りシーンを抽出し、そのシーンを提示することがレベルアップにつながるのではと期待される。こうした点を

考慮しつつ、レベルに応じた振り返りシーンの選定について検討していく予定である。

また、今回の重要なシーンの定義はシーン選定者が選定しやすいように、明確なものに限定した。その結果、振り返りにおける本質的な意味で重要なシーンを抽出できていない可能性も高い。そこで今後は、評価のぶれが少ない重要なシーンの選定を行う手法を検討し、データセットを再構築する予定である。また、選出されたシーンが重要であるのかについての評価とそれにより重要なシーンが自動抽出できるか検討を行い、ダイジェスト動画の自動生成システムを行う予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST ACCEL（ Grant 番号 JPMJAC1602）と、株式会社ジinzの支援を受けたものである。

参考文献

- 1) e スポーツ産業に関する調査研究 報告書 - 総務省
http://www.soumu.go.jp/main_content/000551535.pdf
- 2) リーグ・オブ・レジェンドについて
<https://jp.leagueoflegends.com/ja/game-info/get-started/what-is-lol/>
- 3) 数字で振り返る 2018 年 LoL eSports
<https://jp.lolesports.com/news/esports-by-the-numbers>
- 4) JINS MEME TURN IT ON - 見るから、知るへ。
<https://jins-meme.com/ja/>
- 5) 永沼優一, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏: 対戦ゲームにおける技術向上のための瞬間的判断の特徴分析支援ツール, 第 177 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, (2018).
- 6) 村川弘城, 白水始, 鈴木航平: ゲームにおける方略の振り返りが動機づけに及ぼす効果: カードゲーム型隔週教材「マスपीード」を例に, 日本教育工学会論文誌, 37, pp.109-112 (2013).
- 7) 梶並知記, 小田凌平: 対戦型格闘ゲームを対象にした視線情報に基づく感想戦支援システムの試作, 第 21 回デジタルコンテンツクリエーション研究会, pp.1-4 (2019).
- 8) 高橋拓, 福地翼, 山浦祐明, 松井啓司, 中村聡史: 周辺視野における妨害刺激の減衰が集中度に及ぼす影響, 第 175 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, pp.1-8 (2017).
- 9) 桑原樹蘭, 高橋拓, 中村聡史: 一点注視型タスクにおける周辺視野への視覚刺激提示が集中度に及ぼす影響, 第 180 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, pp.1-7 (2018).
- 10) 小川剛史, 高橋信, 上間裕二, 川島隆太: メガネ型デバイス JINS MEME を用いたワークロード推定の基礎的検討, ヒューマンインターフェースシンポジウム, pp.825-828 (2015).
- 11) ランク分布 - リーグ・オブ・レジェンド - League of Graphs
<https://www.leagueofgraphs.com/ja/rankings/rank-distribution>