

## サッカービデオゲームにおける ポジショニングに着目したディフェンス学習支援システム

田中 弘夢<sup>i</sup> 梶並知記<sup>ii</sup>

<sup>i,ii</sup> 文教大学 情報学部

{<sup>i</sup>c0p31060, <sup>ii</sup>kajinami}@bunkyo.ac.jp

**概要:** 本稿では、サッカービデオゲームにおけるポジショニングに着目したディフェンス学習支援システムを提案する。サッカービデオゲームの初心者は、相手キャラクタの位置を把握しつつ、ディフェンスキャラクタ群の理想的なポジショニングを維持することが困難である。そこで本稿では、理想的なポジショニングを图形によりゲーム画面に重ねて可視化し、注意すべきエリアも強調表示する学習支援システムを構築し、有効性を示す。

**キーワード:** e-Sports, サッカービデオゲーム, リアルタイム支援, プレイ支援, 初心者支援

## A Support System for Learning How to Defend Focusing on Positioning in Soccer Video Games

Hiromu TANAKA<sup>i</sup> Tomoki KAJINAMI<sup>ii</sup>

<sup>i,ii</sup> Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

{<sup>i</sup>c0p31060, <sup>ii</sup>kajinami}@bunkyo.ac.jp

**Abstract** In this paper, we propose a support system for learning how to play defense focusing on positioning in soccer video games. Beginners in soccer video games have difficulty maintaining the ideal positioning of a group of defensive characters while keeping track of the position of the opponent's characters. In this paper, we construct a learning support system that visualizes ideal positioning superimposed on the game screen with shapes and highlights attention areas show effectiveness of the system.

**Keyword** e-Sports, Soccer Video Games, Real Time Support, Play Support, Beginner Support

### 1. はじめに

本稿では、サッカービデオゲームにおける初心者のポジショニングに着目したディフェンス学習支援システムを提案する。

サッカービデオゲームとは、11人のキャラクタのうち1人を操作しながら、現実のサッカーと類似したルールの下で得点を競うゲームである。本稿でのポジショニングとは、キャラクタ達のフィールド上での位置取りとする。

サッカービデオゲームでは、相手キャラクタからボールを奪うためには、試合の中で相手キャラクタのボールと相手キャラクタ達の動きを把握する必要がある。初心者の課題として、ボールを奪うことに集中してしまい、ディフェンスキャラクタのポジショニングを崩してしまうことがある。また、ボールを保持している相手キャラクタ以外の相手キャラクタが味方ディフェンスキャラクタの裏へ抜け出す動きをした際に対応できない問題がある。本稿では、適切なポジショニングを維持しながらディフェンスキャラクタの裏へ抜け出す相手キャラクタを警戒できるようになる学習支援システムを提案する。本稿では、守備戦術としてチームで自陣側へ引きながら守るリトリートを採用している。対義語であるフォアチェックは、前線からボールを奪いにいくが、ディフェンスラインの裏に大きなスペースができ、高い戦術理解が求められるため、基本的には、選手全員が自陣側に戻り、数的有利やスペースを消せるため失点をしにくいリトリートの方が初心者に適していると考える。ここでリトリートにおける適切なポジショニングとは、しっかりと自陣側まで引きながら、相手選手に利用されてしまうスペースを作らないポジショニングである。なお、適切なポジショニングの位置は、守備戦術としてリトリートを採用して、多くのタイトルを獲得しているスペインのFCバルセロナを参考とす

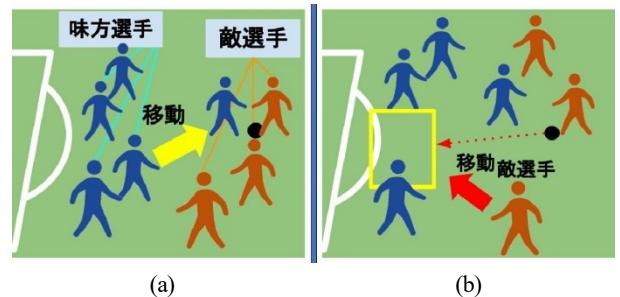


図 1. 適切なポジショニング

る。図1は、本稿での適切なポジショニングについて示したものである。図1(a)の、黄色の矩形で囲われたキャラクタが図の位置にポジショニングをすることで、相手選手が攻めてくるスペースを消しながら味方選手同士でカバーしあうことができる。しかし、黄色の矢印の方向に移動した場合、図1(b)のように、相手選手に黄色の矩形で囲われたスペースへ移動され、パスを受けてシュートされる可能性があり、危険である。

本稿では、画面サイズ 1980×1080pixel のゲーム画面に対して、2.1 節で述べる 280×195pixel のレーダーからフィールド上のキャラクタとボールを保持している相手キャラクタの取位置情報を取得し、適切なポジショニングのエリアの可視化と抜け出す可能性のある相手選手がいるエリアを可視化する。これにより、初心者が、適切なポジショニングを維持しながら抜け出す可能性のある相手キャラクタの位置を把握できるように学習し易くする。

現実のサッカーでは、勝利したチームは、シュート数が多く、シュート精度も高い[1][2]。その理由として、相手フィールド内のパス成功精度が高く、高いボールポゼッションが得

られていることが明らかになっている[1]. ボール保持と勝利の関係について、ボールの保持と勝利は無関係であると報告されており、勝利には、戦略的なチーム行動が必要であることが知られている。これには、チーム全体が味方選手同士の距離感や自陣ゴール側か相手陣ゴール側のどちらに寄ったポジショニングをするかを把握している必要がある[3]。ゴールキーパーのシュートストップ難易度を定量化した研究では、シュートがゴールに到達するまでの時間が短いほどシュートストップの失敗確率が高くなる。つまり、より近い距離からのシュートほど止め難い[4]。そして、得点となったシュートのうち、70%以上がペナルティエリア内からのシュートである[5][6]。ペナルティエリア内への侵入回数が多いチームは、勝利チームである場合が多い[7]。また、サッカーでは、1人の選手がボール保持していない時間の方が多いスポーツである。そのため、ボールを保持していない時間の動きが重要になる。そこで、選手には、フリーな状態でディフェンス選手の裏を狙うような動きが重要視されている[8]。加えて、有効な攻撃とは、攻撃の起点を中心とした部分から、多くの選手が攻撃方向に動き出すことである[9]。そのため、ディフェンス側の視点では、複数の相手選手が攻撃に参加していく。

サッカービデオゲームに関する研究として、フォワードの動きを初心者プレイヤーに学習してもらう研究や[10]、初心者プレイヤーのパス成功率向上支援の研究が行われている[11]。これらは、オフェンス向けの研究であり、ポジショニングに着目したディフェンス学習支援ではない。本稿では、得点となったシュートの内 70%がペナルティエリア内であること[5][6]、攻撃の起点を中心に多くの選手が動き出し、ディフェンス選手の裏を狙うような動きが重要であるという考え方[7][8]に基づき、相手チームのシュートを阻止するような適切なポジショニングエリアの可視化機能と、抜け出す可能性のある相手キャラクタがいるエリアの可視化機能を備えたディフェンス学習支援システムを提案する。

## 2. 提案手法

### 2.1 想定するプレイモードと提案手法の概要

本稿で提案するシステムでは、『eFootball™2023<sup>(1)</sup>』のトライアルマッチを対象とする。プレイヤーは 11 人の味方キャラクタを操作対象とし、その中から 1 人を操作して試合を行う。

図 2 はトライアルマッチのプレイ画面の一部を切り取ったものであり、プレイヤーは俯瞰視点でフィールドを見渡すことができ、操作するキャラクタの頭上に青い逆三角形の操作キャラクタアイコンが表示される。画面下部のレーダーは、フィールド全体を表示し、キャラクタ全員とボールの位置をリアルタイムで表示する。

プレイヤーは、俯瞰視点でディフェンスキャラクタを操作することができるため、相手キャラクタの動きを把握しやすい。しかし、相手キャラクタの動きに対して、適切なポジショニングでない場合、相手が自由にボールを動かしてしまう。初心者は、操作キャラクタを他ディフェンスキャラクタとの連携を意識せずに操作てしまい、危険なスペースを作ってしまう。そのため、そのスペースを利用されると得点に繋がる危険性があ

る。そこで、本稿では以下の 2 種類の機能を提案する。

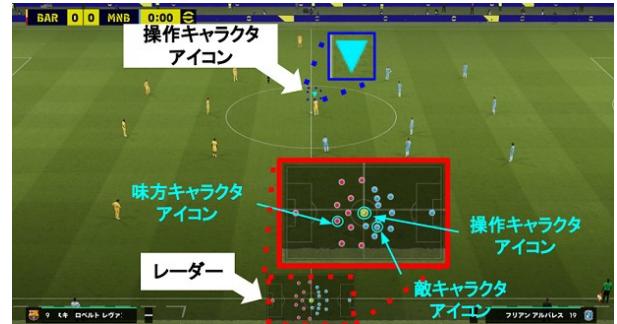


図 2. プレイ画面 1

機能 1: 適切なポジショニングエリアの可視化機能

機能 2: 抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化機能

機能 1 では、ディフェンスキャラクタに対して、ボールを保持している相手キャラクタの位置に応じた適切なポジショニングエリアを定義し、ポジショニングエリアに味方キャラクタが存在しない場合、そのエリアを緑色の枠線で囲う。機能 2 では、適切なポジショニングエリア内にディフェンスキャラクタの裏へ抜け出す可能性のある相手キャラクタが存在する場合、適切なポジショニングエリアを抜け出しキャラクタ警戒エリアとしてそのエリアを赤色の枠線で囲う。このようにエリアを可視化することにより、初心者は、状況に応じた適切なポジショニングを維持し易くなり、ディフェンスキャラクタの裏へ抜け出す相手キャラクタに対応する意識を身につける。

### 2.2 適切なポジショニングエリアの可視化機能

本稿では、適切なポジショニングエリアの数や位置をレーダーから取得したボールを保持している相手キャラクタの位置情報を元に判定する。

図 3 は適切なポジショニングエリアの大きさと位置について示した図である。図中の縦に 4 つ並んだエリア(①~④)それぞれを、適切なポジショニングエリアの候補とする。ボールを保持している相手キャラクタの位置が、リトリートに対応した、適切なポジショニングエリアの位置を定義するための境界線のどちらにあるかで、ボールを保持している相手キャラクタからどれだけ離れたエリアを適切なポジショニングエリアとするか決める。境界線は、ペナルティエリアの最前面からセンターラインまでの長さを、ペナルティエリア側、センターライン側が 1:2 になるように引かれる。ボールを保持している相手キャラクタと適切なポジショニングエリアの①と②の境目(図中の黄色い小円まで)の距離を、境界線を堀にして、ボールを保持している相手キャラクタがペナルティエリア側に属する場合 120pixel、センターライン側に属する場合 200pixel とする。適切なポジショニングエリアの大きさは、フィールドを斜めから見た視点に合わせて、奥側を小さく、手前側を大きくなるように長さを調整している。そこで、ポジショニングエリアの大きさは左サイドのタッチラインから 2 番目のエリア(以下「エリア②」と略す)の大きさとの比率で求める。エリア②の底辺を、左サイドのタッチラインの長さである、1070pixel の 1/9 の長さとする。上辺の長さを左サイドのタッチラインから 1 番目のエリア(以下「エリア①」と略す)の底辺の長さとする。高さを、ゴ

ルラインの長さである925pixelの1/10の長さとする。

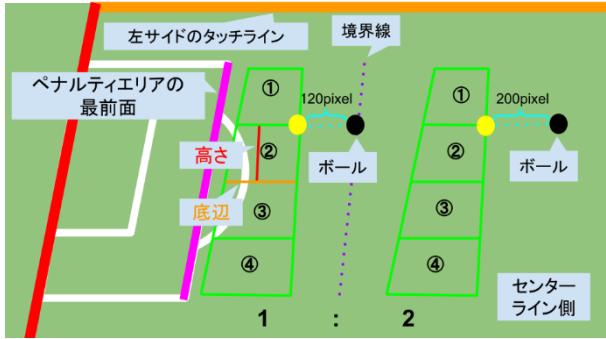


図3. 適切なポジショニングエリアの大きさと位置

他のポジショニングエリアについて、エリア②とエリア①は14:13の関係にあり、エリア②と左サイドのタッチラインから3番目のエリア(以下「エリア③」と略す)は、14:15の関係にあり、エリア②と左サイドのタッチラインから4番目のエリアは7:8の関係にある。なお、エリア①～④の左辺は、ペナルティエリアの最前面とできるだけ平行になるように底辺と左辺のなす角は70度としている(実装上、左右方向のカメラワークを考慮した固定値としている)。

図4は、適切なポジショニングエリアの判定と可視化方法について示した図である。各領域は、ペナルティエリアの左右のラインを境界とし、左サイドのタッチラインから左サイドの領域、センターの領域、右サイドの領域とする。なお、右側コートの場合、左サイドの領域と右サイドの領域は入れ替わる。適切なポジショニングエリアの数は、ボールを保持している相手キャラクタが各領域の何れかに存在するかによって、適切なポジショニングエリアの数が3つの場合と4つの場合に分かれる。適切なポジショニングエリアは、エリア内に味方キャラクタが存在する場合、適切なポジショニングエリアを囲う枠線が透明状態になる。そして、エリア内に味方キャラクタが存在しない場合、適切なポジショニングエリアを囲う枠線(緑色の枠線)が表示される。

図4(a)は、ボールを保持している相手キャラクタの位置が左サイドの領域に属しているため、3つの適切なポジショニングエリアが表示対象となる。図の例では、味方キャラクタが一人、真ん中の適切なポジショニングエリア内に存在しているため、真ん中以外の適切なポジショニングエリアを囲う枠線(緑色の枠線)が表示されている。

図4(b)では、ボールを保持している相手キャラクタの位置がセンターの領域に属しているため、4つのポジショニングエリアが表示対象とされ、各適切なポジショニングエリアのうち、上から1番目と3番目に味方キャラクタが存在しているので、2番目と4番目のポジショニングエリアを囲う枠線(緑色の枠線)が表示されている。

### 2.3 抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化機能

抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化機能とは、味方ディフェンスキャラクタの裏へ抜け出し、ボールを受ける可能性のある相手キャラクタを把握するため、適切なポジショニング

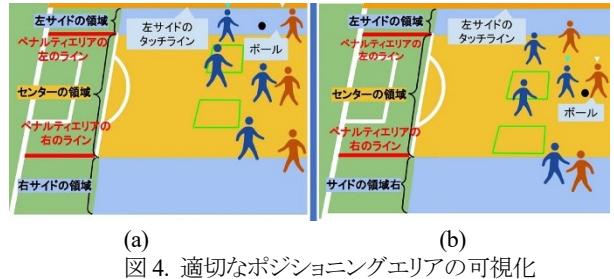


図4. 適切なポジショニングエリアの可視化

エリア内まで攻め込んでいる、相手キャラクタが存在する適切なポジショニングエリアを抜け出しキャラクタ警戒エリアとして可視化する機能である。ポジショニングエリアの決め方や、可視化手法については、2.2節と同様であるが、ポジショニングエリアを囲う枠線の表示条件が異なる。味方キャラクタではなく、相手キャラクタが存在するポジショニングエリアを囲う枠線を赤色で表示する。これにより、初心者はディフェンスキャラクタの裏へ走り出す相手キャラクタを把握しやすくなり、学習を通して警戒する意識を身につけることができる。

図5は抜け出しキャラクタ警戒エリアを可視化した例である。一番下の適切なポジショニングエリア内に相手キャラクタが存在するため、そのエリアを抜け出しキャラクタ警戒エリアとして赤い枠線で囲って表示する。

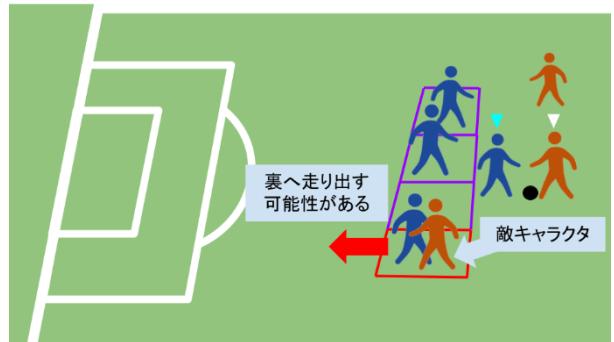


図5. 抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化

## 3. システムの実装

### 3.1 システムの構成

図6には、提案システムの構成PCでゲームを起動し、ゲームの映像は加工せずに、PCモニタにゲーム映像を写し出す。ユーザは、PCモニタに写し出されたゲーム映像を見てゲームをプレイする。基本的に文献[11]と同様の構成である。

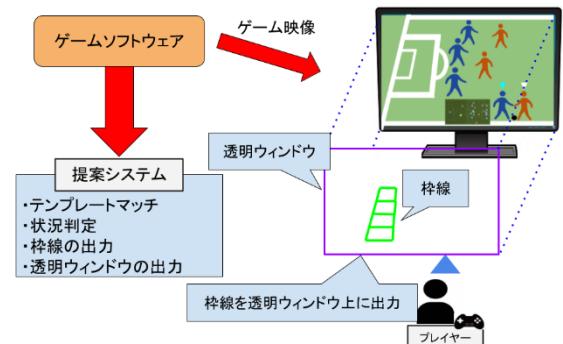


図6. システム構成

提案システムは、ゲーム映像内のレーダー部分から OpenCV を用いた 1/20 秒ごとのテンプレートマッチによる状況判定(どの領域にボールを保持している相手キャラクタがあるか)と、判定された状況に応じた枠線を出力する。枠線は、ゲーム映像の上に透明ウィンドウ(サイズはゲーム映像と同じ)を配置し、その透明ウィンドウ上に描画する。

### 3.2 テンプレート画像の生成

本稿では、レーダーのアイコンから 2.2 節、2.3 節の判定に必要な XY 座標を検出する。テンプレート画像には、味方キャラクタアイコン、相手キャラクタアイコン、相手キャラクタとボールが重なったアイコンを利用する。これらのアイコンは、あらかじめ用意おく、図 7 は左から、味方キャラクタアイコン、相手キャラクタアイコン、相手キャラクタとボールが重なったアイコンである。味方キャラクタアイコンを 13×13pixel、相手キャラクタアイコンを 13×13pixel、相手キャラクタとボールが重なったアイコンを 16×16pixel で使用する。



図 7. テンプレート画像<sup>1</sup>

### 3.3 システムの実行例

図 8 は提案システムの実行例である。図 8(a)は 2.2 節の図 4(a)の手法が実行された場面を示したものである。ボールを保持している相手キャラクタが左サイドの領域に属しており、相手キャラクタが 7 人以上自陣側にいるため、3 つの適切なポジショニングエリアが表示対象となる状況である。図 8(a)では、エリア②内に味方キャラクタが存在しないため、味方キャラクタが存在しない適切なポジショニングエリアを緑色の枠線で囲うように描画する。図 8(b)は 2.2 節の図 4(b)の手法を示したものであり、ボールを保持している相手キャラクタがセンターの領域に属しており、相手キャラクタ(水色のユニフォーム)が 7 人以上自陣側にいるため、4 つの適切なポジショニングエリアが表示対象となる状況である。そこで、エリア③内に味方キャラクタが存在しないためその部分を緑色の枠線で囲うように描画する。

図 8(c)は 2.3 節の手法を示したものであり、相手キャラクタが適切なポジショニングエリア内に存在している状況である。抜け出しキャラクタ警戒エリアを赤色の枠線で囲うように描画する。

## 4. 評価実験

### 4.1 目的と評価項目

本実験の目的は、サッカービデオゲームの初心者が提案システムを使用して練習することにより、提案システム未使用で練習した場合と比較して、プレイの学習効果を検証することである。本稿では、以下の 3 つの項目から、学習効果を測る。



(a)



(b)



(c)

図 8. システムの実行例<sup>1</sup>

項目 1: 攻められた回数のうち、枠内のシュートを打たれた回数

項目 2: 攻められた回数のうち、シュートを打たれずに奪った回数

項目 3: 攻められた回数のうち、ペナルティエリア内まで侵入された回数

ここで、攻められた回数とは、自陣側へ相手キャラクタがボールを運んできてから、ボールの主導権が、味方キャラクタへと入れ替わるか。ボールがフィールド外に出た時点である。しかし、自陣側において図 4(a)で示した各領域の外で行われた主導権の交代は対象としない。

ボールを奪った回数には、相手キャラクタのシュートエラーによるボールの奪取を含まない、味方キャラクタによてもたらされたシュートエラーか不確かであるためである。また、セットプレー時では、味方キャラクタのポジショニングが通常時と違ったため、相手キャラクタからの枠内シュート数に含まないものとする。

<sup>1</sup> 図 1 と図 7 と図 8 で使用している画像の一部は、『eFootball™2023』<sup>(1)</sup>から学術引用している。

<sup>1</sup> 図 1 と図 7 と図 8 で使用している画像の一部は、

## 4.2 環境と手順

本稿では、1 試合 10 分の全キャラクタを操作対象とし、その中から 1 人を操作できる、プレイヤー対 CPU のゲームモードを使用する。さらに、ゲーム難易度は、最もレベルの高いスーパースターを使用かつ、プレイ時のカメラ視点を俯瞰視点であるタクティカルに設定する。チーム選択では、プレイヤーの操作するチームは FC バルセロナとし、CPU をマンチェスター B とする。被験者は、サッカービデオゲーム初心者(サッカービデオゲームの未経験者でコントローラの操作には慣れており、3 試合程度行い、サッカービデオゲームの基本的操作がわかる状態)10 名とする。被験者 10 名を 5 名ずつに分け 1 人 7 試合行う。被験者には、練習試合と評価試合の 2 種類を行つてもらう。2, 3, 5, 6 試合目を練習試合とし、1, 4, 7 試合目を評価試合とする。A グループの被験者は練習試合にて提案システムを使用し、評価試合にて提案システム未使用でプレイする。B グループの被験者は練習試合、評価試合共に提案システムを未使用でプレイする。A グループの実験手順は以下のとおりである。

1. 被験者 5 人には 1 人ずつ参加してもらい、ゲームモードの説明と提案システムの機能について説明する。
2. 被験者にはキャラクタの操作に慣れてもらうためにトライアルマッチにてコンピュータ相手に 3 試合程度練習してもらう。
3. 被験者に、実験環境で 7 試合プレイしてもらう。被験者には事前に「少しでも上手になることを意識してください」と伝えておく。また、著者らは、プレイ中の映像をすべて記録しておく。
4. 7 試合すべて終了、被験者にはアンケート(ディフェンスのプレイの迷いに関する設問と、A グループ限定で提案機能の有効性に関する設問)に回答してもらう。
5. 著者らが 1 試合目、4 試合目、7 試合目の評価試合について、自陣に攻められた回数のうち、枠内のシュートを打たれた回数、シュートを打たれずに奪った回数、ペナルティエリア内まで侵入された回数を、記録したプレイ中の映像から測定する。なお、B グループにおいては、手順 1 の段階で提案システムについての説明を省く、提案システムが存在していること自体を伏せた状態とする。

## 4.2 結果と考察

表 1 は、4.1 節で述べた評価項目、攻められた回数のうち、枠内のシュートを打たれた回数と、シュートを打たれずに奪った回数と、ペナルティエリア内まで侵入された回数について、評価試合  $n$  と評価試合  $m$  の平均値(小数点以下 4 桁を四捨五入)を比較して、どれだけ増減したかをまとめたものである。表中「A」は提案システム使用、「B」は提案システム未使用を示す。また、「枠内シュート」は攻められた回数のうち、枠内のシュートを打たれた回数、「ボール奪取」シュートを打たれずに奪った回数、「PA 侵入」ペナルティエリア内まで侵入された回数を示す。項目内の数値は、5 人の被験者が、攻撃された回数のうち、枠内のシュートを打たれた回数が評価試合  $n$  と評価試合  $m$  を終えて、変化した値の平均の増減を示した値である。すなわち、表中、正の値は、平均して回数

が増加したことを示し、負の数は減少したことを示す。例えば、提案システムを使用して練習した A グループの被験者では、攻撃された回数のうち、シュートを打たれずにボールを奪った回数について、4 試合目の評価試合と 7 試合目の評価試合を比較して、0.098 回増加したことを示す。また、表 2 の提案システム未使用で練習した B グループの被験者では、攻撃された回数のうち、シュートを打たれずにボールを奪った回数について、4 試合目の評価試合と 7 試合目の評価試合を比較して、0.036 回減少したことを示す。

表 1. 評価試合における平均値の増減

評価 試合 $n \rightarrow m$	枠内シュート		ボール奪取		PA 侵入	
	A	B	A	B	A	B
1→4	0.012	0.116	0.067	-0.001	-0.015	-0.016
4→7	-0.019	-0.084	0.098	-0.036	-0.025	-0.017
1→7	0.044	0.033	0.165	-0.037	-0.040	-0.032

表 1 から、A グループの 1→4 試合目(0.012)と 1→7 試合目(0.044)の増減値と B グループの 1→4 試合目(0.116)と 1→7 試合目(0.033)の増減値を比較して、システム未使用で練習した B グループの方が枠内シュートを打たれた回数については、減少が多いことがわかる。しかし、攻められた回数のうち、シュートを打たれずにボールを奪った回数は、システムを使用して練習した A グループの方が、値が増加していることがわかる。また、攻められた回数のうち、PA 侵入回数は、1→4 試合目時点での値では、システム未使用で練習した B グループの方が減少していたが、4→7 試合目、1→7 試合目では、どちらもシステムを使用して練習した A グループの方が減少していることがわかる。

表 1 から、提案システムを使用して練習することで、提案システム未使用で練習する場合よりも、シュートを打たれずにボールを奪うこと、ペナルティエリア内への侵入を防ぐことについて、学習し易くなっていると考える。

被験者 10 名に行った、ディフェンスのプレイの迷いに関する 5 段階評価(5:Good, 1:Bad)のアンケート(設問:1 試合目と比べてディフェンスのプレイに対してどの程度迷わなくなつたか)結果では、提案システム使用側と未使用側のそれぞれの平均値として、使用者 4.0、未使用者 4.8 を得た。また、明確に肯定的な評価をした(評価値 4 以上)被験者の人数は、使用者側が 4 人、未使用者側が 5 人であった。評価から、提案システム未使用側の方が高評価となり、明確に肯定的な評価をした人数も多い、すなわち、被験者の主観では、提案システムを使用して練習する方が、プレイに対する迷いが生じ易くなると考えられる。

提案システム使用側の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、「指示通りのディフェンスをしたときに、相手のボールが取れたので、その成功体験によって迷わずどう行動すればよいか判断できるようになった(被験者 A、評価値 4)」、「動き方が明確になったから(被験者 E、評価値 5)」などがあった。否定的なコメントとして「ボールを取りにいけない(取りに行かずに守る)感覚が難しかった(被

験者 D, 評価値 1)」などがあった。一方、提案システム未使用側の被験者からは、肯定的なコメントとして「操作の慣れや理解から、エリアのキープやボールプレイヤーに対する圧かけ、複数人での対処などのプレイが有効であることが少しずつ分かっていった(被験者 G, 評価値 5)」、「相手選手への圧の掛け方やボールを奪おうとするタイミングの理解度が上がったから(被験者 H, 評価値 5)」などがあった。これらの結果から、提案システムを未使用側では、自身のスタイルに合ったディフェンスを練習することで主観的に学習効果を自覚し易いと考える。提案システム使用側は、提案システムのスタイルで練習してもらうため、主観的に難しく感じられ、学習効果を自覚しにくい場合があると考える。

提案システムを使用した、A グループの被験者 5 名 (A, B, C, D, E) に行った、提案機能の有効性に関する 5 段階評価 (5:Good, 1:Bad) のアンケート結果では、評価値の平均値として、適切なポジショニングエリアの可視化機能に対応する項目(設問:適切なポジショニングの指示はどの程度役に立ったか、以下「項目 PP」と略す)では 4.0、抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化機能に対応する項目(設問:抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化はどの程度役に立ったか、以下「項目 EC」と略す)では、3.4 を得た。また、明確に肯定的な評価をした(評価値 4 以上)被験者の人数は、項目 PP では 4 人、項目 EC では 3 人であり、高評価である。

被験者から得られたコメントに着目すると、項目 PP 関しては肯定的なコメントとして「パスカットなどが最初にあまりできなかったが、できるようになった(被験者 C, 評価値 4)」、「相手に抜かれることが減り、チームとしての守備ができるようになった(被験者 E, 評価値 5)」などがあった。一方否定的なコメントとして「表示している時間が短く分かりづらかった(被験者 A, 評価値 2)」を得た。これらのコメントから、提案システムを使用して練習を行うことで、練習中はチームとしての守備を行えるようになり、相手に抜かれることやパスカットが増え、ペナルティエリア内まで侵入回数が減少したと考える。一方で、プレイヤーが可視化した枠線を見る余裕がない場面もあるため、常に枠線を表示する仕組みを検討する課題があると考える。

項目 EC に関しては肯定的なコメントとして「相手がしてくることに対して、視覚的に警戒が出来た。また、操作しているキャラの動き方をポジショニングの指示でアシストされているため、自分が考えることとして相手の動き方に意識を割くこともできた(被験者 E, 評価値 5)」などがあった。一方否定的なコメントとして「そこまで見ている余裕がなかった(被験者 B, 評価値 2)」を得た。これらのコメントから、表示された枠線を見ることで抜け出すキャラクタへ向けたパスを防ぐことができ、ボールを奪う回数が増えたと考える。一方で、被験者 B は、項目 PP に対しては高評価をしていることから、表示された枠線の色まで認識する余裕がない場面もあるため、色による識別ではなく、他の識別方法を検討する課題があると考える。

以上の実験結果をまとめると、提案システムを使用して練習することで、未使用時と比較し、初心者が適切なポジショニングを確認でき、相手の動きやパスに連動するように動くことができるようになり、練習時にどのように動けばよいかなど

の組織的な動きを身につけやすくなつたと考える。しかし、ペナルティエリア外からの枠内シュートを防ぐようなディフェンスの練習には、提案システムでは対応できないという課題があげられる。また、今回の結論は、被験者数が少なく限定的なものであり、今後被験者数を増やし実験を続ける必要がある。

## 5. おわりに

本稿では、サッカービデオゲームにおける初心者プレイヤーのポジショニングに着目したディフェンス学習支援システムを提案した。適切なポジショニングエリアの可視化機能と抜け出しキャラクタ警戒エリアの可視化機能を実装し、評価実験を行った。結果、提案システムを使用して練習を行うことで、初心者が適切なポジショニングでディフェンスを行うことができ、相手の動きやパスに組織的な動きを身につけやすくなつたと考える。今後の課題として、ペナルティエリア外からの枠内シュートを防ぐことを学習できる手法の検討が挙げられる。また、被験者数を増やし実験を続ける必要がある。

## 参 考 文 献

- [1] Bekris, E., Giordasis, A., Ioannis, G., Komsis, S. (2014) Winners and Losers in Top Level Soccer. How Do They Differ?, Journal of Physical Education and Sport, 14(3), pp.398-405.
- [2] Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., Gómez, M. (2010) Game-Related Statistics that Discriminated Winning, Drawing and Losing Teams from the Spanish Soccer League, Journal of Sports Science and Medicine, 9(2), pp.288-293.
- [3] Ajibua, M. A., Igbokwe, N. (2013) Ball Possession as a Determinant of Victory in Soccer, Developing Country Studies, 3(8), pp.1-7.
- [4] 平嶋裕輔・中山雅雄・内藤清志・浅井武(2014)サッカーにおけるゴールキーパーのシュートストップ難易度の定量化、体育学研究, 59(2), pp.805-816.
- [5] Michailidis, Y., Michailidis, C., Primpa, M. (2013) Analysis of Goals Scored in European Championship 2012, Journal of Human Sport and Exercise, 8(2), pp.367-375.
- [6] Njororai, W. W. S. (2013) Analysis of Goals Scored in the 2010 World Cup Soccer Tournament Held in South Africa, Journal of Physical Education and Sport, 13(1), pp.6-13.
- [7] Ruiz-Ruiz, C., Fradua, L., Fernandez-Garcia, A., Zubillaga, A. (2013) Analysis of Entries into the Penalty Area as a Performance Indicator, Journal of Sport Science, 13(3), pp.241-248.
- [8] 久保島康裕・星名卓郎・池上敦子・大倉元宏・鈴木滋(2004)サッカーにおけるオフザボールの動きの重要性、ジョイント・シンポジウム：スポーツ工学シンポジウム・シンポジウム・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集, 11(10), pp.297-300.
- [9] 吉村雅文・野川春夫・久保田洋一・末永尚(2002)サッカーにおける攻撃の戦術について -突破の選手、フォローの選手、バランスの選手の動きについて-, 順天堂大学スポーツ健康科学研究, 6(6), pp.137-144.
- [10] 梶並知記・小林竜汰(2022)サッカービデオゲームにおけるフォワードの初歩的な動きの学習支援インターフェース、ヒューマンインターフェース学会論文誌, 24(3), pp.181-194.
- [11] 増山嘉人・松井紘儀・梶並知記(2022)サッカービデオゲーム初心者を対象としたパス成功率向上支援システム、情報処理学会研究報告, 2022-DCC-30(34), pp.1-8.

## ゲーム

- (1) 『eFootball™2023』, コナミデジタルエンタテインメント, 2023. (PS4, PC)