

スポーツの戦術獲得支援のための 熟達者のプレイ動画提示システム

大鳥 雄司^{*1}, 小尻 智子^{*2}

^{*1} 関西大学大学院 理工学研究科

^{*2} 関西大学 システム理工学部

Tactical Acquisition Support System Based Using Play Video of Skilled Players

Yuji OTORI^{*1}, Tomoko KOJIRI^{*2}

^{*1} Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

^{*2} Faculty of Engineering Science, Kansai University

スポーツでは個々の状況に対して自身が有利になるような行動を選択する。本研究では状況とその状況に対して有利になる行動の組を戦術と呼ぶ。戦術は暗黙的なものも多く、体系的に獲得することが困難である。一方、熟達者のプレイは熟達者の保持する戦術に基づいて行動が選択されているため、プレイにおける状況と行動を分析することは戦術の獲得に繋がる。本研究では、スポーツにおいて熟達者のプレイ動画を題材として戦術の獲得を支援するプレイ動画提示システムを構築する。偏った状況の戦術しか保持していない場合、保持している戦術に含まれない状況での行動を選択することはできない。プレイ動画提示システムは、習得する戦術の状況が偏らないように、学習者の保持している戦術をもとにプレイ動画を選択して提示する。

キーワード: 身体スキル, 経験知, 観察による学習, 戦術獲得

1. 背景

対戦型スポーツでは、状況を認識し、状況に対して取るべき行動を模索し、自身が勝つ可能性の高い行動を選択する。状況は相手の行動によって試合中に動的に変化するものもあれば、スポーツを実施する環境によって決まるものもある。例えば、テニスではプレイヤーの位置やその時点のボールの速度が前者にあたり、太陽の位置やコートの状態が後者の状況となる。試合に勝つためには、個々の状況に対して可能な行動やそれがもたらす結果をあらかじめ理解し、そのうえで個々の状況で取るべき行動の選択肢を多く保持しておくことが必要である。本研究では状況と状況に対して有利となる行動の組を戦術と呼び、多くの戦術の獲得を支援することを目的とする。なお、本研究では、戦術の存在を理解することを、獲得しているとみなす。

戦術は、状況に対して有利になる行動は、様々な行動を実践の場に適用し、その結果を経験することで獲得できる。したがって、戦術の獲得には経験に基づいた学習方法が有効である⁽¹⁾⁽²⁾。従来の経験学習では、学習者に学ばせたい内容を経験できる場を設定することに焦点がおかれている⁽³⁾。松尾は、成長するためには、自身が直接成長したいことについて経験することが必要であると述べている。しかし、戦術には多くの種類があり、それぞれに対して自身が経験しなければ戦術を獲得することはできない。このように、学習者に経験をさせるアプローチで多くの戦術を獲得するためには、多くの経験をさせる必要があり、時間がかかる。

楠見は、本来は自身の経験を基に解決する問題を、自身が経験していなくとも、他者の類似体験を他者から学ぶことで問題解決に適用することが可能であると

主張している⁽⁴⁾。また、岩坂らは、同じ動作をする他人を観察し、動きを読み取ることで、自身の動作の向上にも繋がることを示した⁽⁵⁾。これらのことは、経験学習が学習者自身の経験だけではなく、類似体験をした他者の経験からも実施できることを示しており、学習者自身に多くの経験をさせることに対する負荷は解決できる。しかし、他者の経験から多くの戦術を獲得するためには、様々な戦術を経験した他者を探してくる必要がある。

このような問題に対し、本研究では他者から直接学ぶのではなく、他者の経験を録画した動画等から学ぶ手法を提案する。他者の動画を用いた学習支援システムはいくつか存在する。自身と熟達者の動画を比較することで熟達者のスキルを習得させるアプローチ⁽⁶⁾では、学習者自身がある程度スキルを有していることが前提となり、本研究のように新しい戦術を他者から獲得するような場合には適さない。

本研究では様々な戦術を使った熟達者のプレイ動画を教材として提示し、そこから戦術を読み取らせるシステムを構築する。動画からの戦術の獲得を支援するシステムとして、試合動画から戦術が適用されているシーンを自動抽出することを目的としたシステムは存在する⁽⁷⁾。この研究は指定した戦術を用いたシーンを一度に見ることで、その共通点から戦術を理解する状況や戦術の内容を理解することを狙っている。しかし、複数の動画を見ても戦術を意識的に読み取ることができなければ、戦術の獲得はできない。また、獲得する戦術はユーザが選択するため、偏った戦術しか獲得できない可能性がある。

本研究では学習者が読み取った戦術を入力させるシステムを構築することで、戦術を読み取るという活動を意識的に行わせる。また、動画はそこから読み取ることが可能な戦術とともに管理しておき、学習者が獲得した戦術に応じて、提示する動画を取捨選択することにより、より多様な状況に対応可能な戦術の獲得を支援する。

なお、本研究では身体スキルのうち、テニスに焦点をあてる。また、現時点では1回の行動のみから成る戦術とし、複数の行動で一つの目的を達成するような戦術は対象外とする。

2. アプローチ

2.1 学習すべきプレイ動画

スポーツを上達するためには、様々な状況に対して有利となるような行動を知ることが重要である。そのため、個々の状況に対して有利になるような行動である「戦術」を、様々な状況に対して保持することが必要となる。

様々な状況に対する戦術を理解するためには、様々な状況の動画を見る必要がある。状況を構成する特徴には様々なものが存在するが、習得した戦術の状況を構成する特徴が、特定の値に偏っていない方が好ましい。また、学習者が自身で視聴する動画の数を調整することを前提とすると、どのタイミングで学習をやめても、できるだけ様々な状況に対する戦術が獲得できるような順番で動画を閲覧できることが望ましい。

2.2 プレイ動画提示システムの概要

本研究では、熟達者のプレイ動画を教材として使い、学習者が多様な状況に対する戦術を獲得できるよう支援するシステムを構築する。システムの構成を図1に示す。

本システムは、2つのインタフェースで構成される。保持戦術入力インタフェースは学習者が最初に保持している戦術を入力するためのインタフェースであり、システム開始時に一度だけ起動される。入力された戦術は、学習者の保持する戦術を有する保持戦術DBへ格納される。保持戦術入力インタフェースへの入力が終わると、戦術獲得インタフェースが起動される。戦術獲得インタフェースは、提示順序制御機能により選択された熟達者のプレイ動画を、動画DBから取得して提示する。動画DBには動画とその動画で獲得できる戦術が格納されている。提示順序制御機能は保持戦術と動画の持つ戦術をもとに次に学習すべき戦術を決定する。動画取得機能は、提示順序制御機能によって決定した戦術を含む動画を取得する。学習者が動画から読み取った戦術を入力すると、正しく入力されていれば、その戦術を保持戦術DBに追加する。

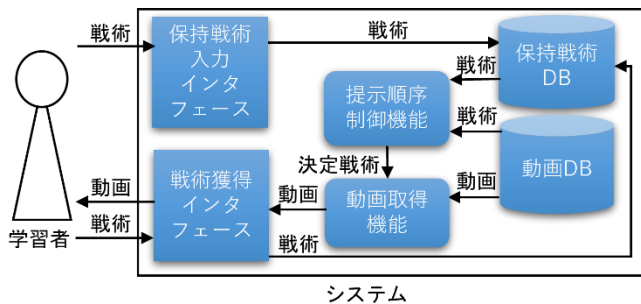


図1 システムの構成

3. プレイ動画提示システム

3.1 状況と行動

学習者が獲得した戦術をもとに提示する動画を決めるためには、戦術の構成要素となる状況や行動の特徴をあらかじめ定義しておくことが必要となる。本節ではテニスを対象に、戦術の要素となる状況と行動の特徴を定義する。

戦術の状況は、行動の決定に影響を与える特徴である。本システムでは、そのような特徴として、自分の位置、相手の位置、相手から来た返球の速さ、返球の深さ、を用いることとする。また、これらの特徴の取る値は、適切な行動が変化する粒度となればよい。そこで、自分の位置と相手の位置は「ネット際、サービスライン付近、ベースライン付近」の3値とし、返球の速さの値は「速い、普通、遅い」、返球の深さ値は「深い、普通、浅い」とした。本研究にて用いた状況の特徴とその値を表1に示す。

表1 状況データ

特徴	特徴の値
自分の位置	ネット際, サービスライン付近, ベースライン付近
相手の位置	ネット際, サービスライン付近, ベースライン付近
球の速さ	速い, 普通, 遅い
球の深さ	深い, 普通, 浅い

行動は、ショットの種類とする。具体的には、フラットショット、スライスショット、スピンショット、ドロップショット、アプローチショット、ロブ、ブロックボレー、ローボレー、ハイボレー、ドロップボレー、スマッシュを用意した。

なお、これらの行動や状況は獲得させたい行動や状況

の捉え方が変化すれば随時追加することとする。

3.2 提示順序制御機能

提示順序制御機能は、学習者の習得する戦術の状況が偏らないように提示する動画の戦術を決定する。学習者が有する戦術の中に含まれている数が最も少ない状況の値を持った戦術を、次に学習する戦術とする。提示する戦術を決定するためのフローチャートを図2に示す。

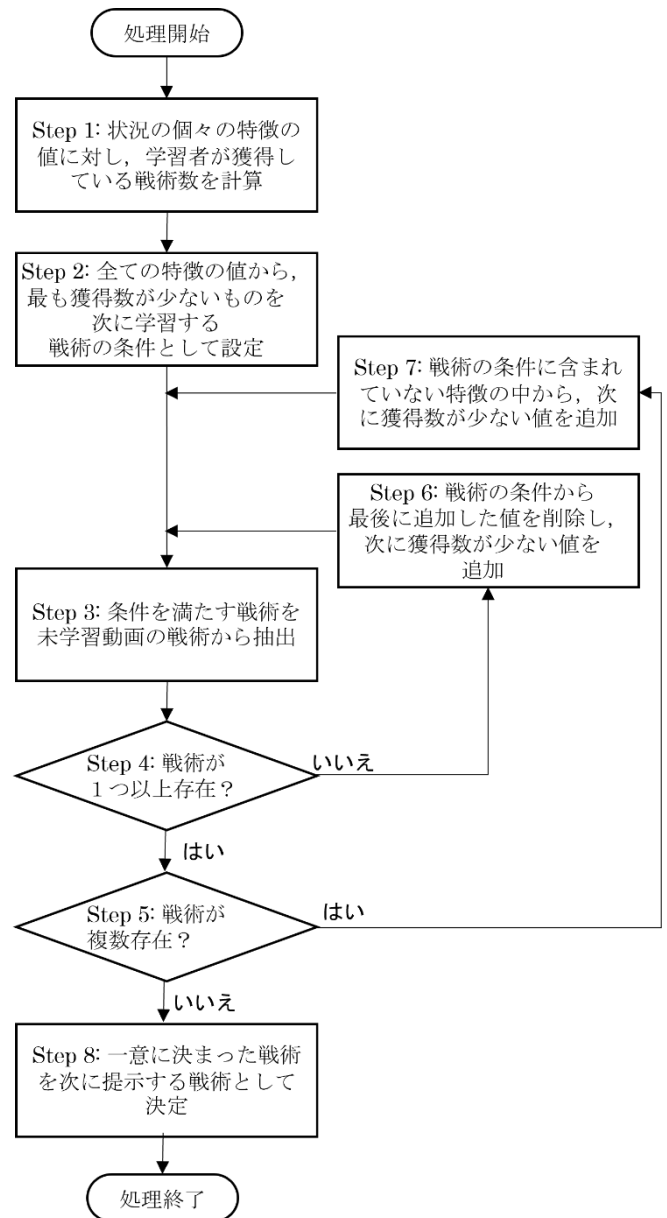


図2 提示戦術決定のためのフローチャート

まず、Step 1 では保有戦術 DB を参照し、状況のすべての特徴の個々の値に対して、学習者が保持する戦術の数を計算する。Step 2 では一番保有数の少ない特徴の値を学習者が次に学習する戦術の持つべき条件として設定する。Step 3 では、動画 DB の未学習動画か

ら、Step 2 で設定した条件の戦術を検索する。Step4, Step 5 では検索結果を満たす戦術が唯一に決まるかどうかを判定する。戦術が一つも存在しない場合は、Step 6 で最後に追加した値を条件から削除し、次に小さい値を条件に追加する。条件を満たす戦術が複数存在する場合は、Step7 で条件に含まれていない特徴から、次に値が小さいものを条件に追加し、戦術を絞る。このプロセスを、戦術が一意に決まるまで繰り返す。戦術が一つに決まったら、Step 8 でその戦術を次に提示する動画の戦術として決定する。

例を示す。動画 DB に存在する動画に含まれる未学習の戦術が表 3 のようにあるとする。また、学習者の保持戦術が表 4 とする。Step1 で状況を構成する特徴の値に対して学習者の保持戦術に含まれる数を計算すると、「球の速さ：速い」が 0 個、「相手の位置：ネット際」と「球の深さ：深い」が 1 個、それ以外が 2 個以上存在する。したがって、Step2 では「球の速さ：速い」が次に学習する戦術の条件として設定される。Step3 で「球の速さ：速い」を状況として持つ未学習動画の戦術を抽出した結果、該当する戦術は 0 個なので、Step4 では「いいえ」となる。Step6 では「球の速さ：速い」が条件から削除され、獲得数が 1 個である「相手の位置：ネット際」と「球の深さ：深い」のいずれかが次に学習する戦術の条件として設定される。候補が複数ある場合は、ランダムで選ばれる。「相手の位置：ネット際」が設定されたとすると、Step3 では戦術 1、戦術 2 が抽出される。該当する戦術が 2 個あるため、Step5 では「はい」となり、Step7 で次に獲得数が少ない「球の深さ：深い」が条件として追加される。Step3 で、「相手の位置：ネット際」かつ「球の深さ：深い」となる戦術を抽出すると、該当する戦術は戦術 1 のみとなり、Step8 で次に学習する戦術として決定される。

表 3 未学習の戦術例

	自分の位置	相手の位置	球の速さ	球の深さ
戦術 1	ベースライン付近	ネット際	遅い	深い
戦術 2	ベースライン付近	ネット際	普通	普通
戦術 3	サービスライン付近	ベースライン付近	遅い	浅い

表 4 学習者の保持戦術の例

	自分の位置	相手の位置	球の速さ	球の深さ
戦術 A	ネット際	サービスライン付近	遅い	普通
戦術 B	ネット際	サービスライン付近	遅い	浅い
戦術 C	サービスライン付近	ベースライン付近	普通	普通
戦術 D	サービスライン付近	サービスライン付近	遅い	普通
戦術 E	ベースライン付近	ベースライン付近	普通	浅い
戦術 F	ベースライン付近	ネット際	普通	深い

4. プロトタイプ・システム

提案する機能を有するプロトタイプ・システムを実装した。プログラミング言語は C# で実装し、DB には Excel を使用した、動画は mp4 形式が対応可能である。

図3に保持戦術入力インタフェースを示す。保持戦術入力インタフェースでは、学習者が既に獲得済である戦術を一つずつ入力できるようになっている。本システムでは、状況や行動はリストから選択できるようになっている。状況選択エリアにて状況の特徴とその値、行動選択エリアにて行動を選択する。入力完了後に戦術保存ボタンを押すと、入力された状況と行動の組が保持戦術DBに登録される。複数保持している場合は、再度同じ操作を繰り返す。入力完了ボタンを押すと戦術獲得インタフェースが表示される。

図4に戦術獲得インタフェースを示す。動画再生エリアに学習する動画が表示される。再生ボタンを押すと動画が再生される。読み取った戦術は状況選択エリアで状況、行動選択エリアで行動を選択することで入力できる。状況選択エリアと行動選択エリアでは保持戦術入力インタフェースと同様に、状況と行動をリストから選択できるようになっている。動画保存ボタンを押すと、システムは入力された状況・行動が入力されていれば戦術が保存された旨を伝えるメッセージボックスを表示すると同時に、入力された戦術が保持戦術DBに保存される。正常に入力されなかった場合は、エラーメッセージをメッセージボックスに表示し、再度入力を要求する。表5に学習者の入力に応じて表示するメッセージの一覧を示す。

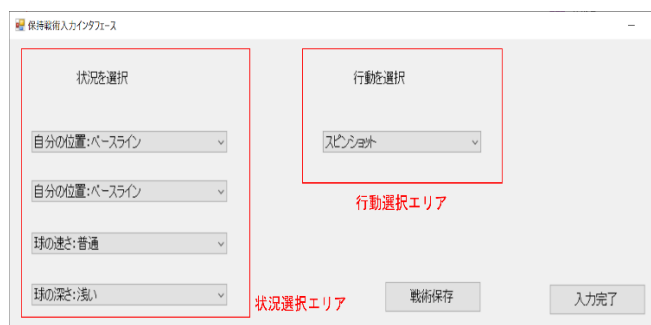


図3 保持戦術入力インタフェース



図4 戦術獲得インタフェース

表5 戦術保存ボタンを押した時のメッセージ一覧

学習者の入力	表示するメッセージ
戦術が正常に入力	正しく保存できました
状況が未入力	状況を入力してください
行動が未入力	行動を入力してください

5. 評価実験

5.1 実験1

5.1.1 実験方法

構築したシステムの戦術獲得に対する有効性を評価するため、テニス初級者5名に、システムを用いて戦術を獲得してもらった。評価する項目は、以下の項目である

- i) 熟達者のプレイ動画を観察し、読み取った戦術を入力するという学習方法は戦術の学習に適しているか
- ii) システムで設定した状況を表す特徴が十分であったか

システムには戦術を50個用意し、各戦術に動画を1つずつ用意した。

実験は以下の手順で実施した。

- ① 保持戦術入力インタフェースにて保持戦術を入力
- ② 戦術獲得インタフェースにて戦術を10種類獲得するまでシステムを使用
- ③ アンケートに回答

アンケートの内容を表6に示す。②の学習結果とアンケート結果の項目1より評価項目iを、項目2より評価項目iiを評価する。

表6 アンケート内容

項目	質問	回答方法
1	他者のプレイ動画から戦術を学ぶ学習法をしたことがあるか	はい・いいえ (いいえと答えた場合は感想を自由記述)
2	状況が戦術を表すために十分なものであったか	はい・いいえ (いいえの場合、表現されなかった状況を自由記述)

5.1.2 結果

手順②では実験協力者 5 名全員が 10 個の動画の閲覧で 10 種類の戦術を全て獲得できた。アンケート結果を表 7 に示す。

評価項目 i を評価する。動画から意図した戦術を抜き出すことができれば、熟達者のプレイ動画は戦術を獲得するという学習に適していると言える。実験ではすべての協力者が異なる戦術を有する 10 個の動画で 10 種類の戦術を獲得できていた。また、アンケートの項目 1 の結果よりではほとんどの学習者がこれまでに動画から学ぶ学習をした経験がなかったが、学習をした感想として、「気軽に学べて良かった」「自分に合った YouTube の動画を見る感覚（で楽しくできた）」といった、好意的な感想を抱いていた。このことから、熟達者の動画を観察した結果を入力させる学習方法は戦術の読み取りを可能とし、また学習者にとって受け入れられていたことがわかる。

評価項目 ii を評価する。アンケートの項目 2 の(i)では、5 名中 3 名が十分ではなかったと回答した。表現されていなかった状況として、球の飛んでくる方向や、球の質（スピン、スライスなど）が挙げられた。球を飛んでくる位置はプレイヤーが球を打つ位置であるため、「自分の位置」という特徴で代替できると考える。したがって、球の飛んでくる位置に関しては、プレイヤーに位置とみなして状況を表示してもらうようことで対処する。一方、球の質はラケットの打点に影響があるため、行動は変化する可能性がある。したがって、球の質は状況を表す特徴として追加するよう変更する必要がある。

表 7 アンケート結果

項目	はい	いいえ
1	1	4
2	2	3

5.2 実験 2

5.2.1 実験方法

提示順序制御機能の有効性を評価する。本機能による戦術の選択が妥当であれば、多様な戦術を獲得させたいという目的で人間の指導者が指導する内容と一致すると考えた。そこで、テニス指導者 2 名(A, B)に優

先的に指導する戦術 10 個を挙げてもらい、その内容を提示順序制御機能と比較した。

実験は以下の手順で実施した。

- ① テニス初級者 2 名(a, b)が保持している戦術をそれぞれ閲覧
- ② 状況と行動のリストから、個々の学習者に教える戦術を 10 種類回答
- ③ アンケートに回答

手順①で設定した個々の学習者の保持戦術を表 8、表 9 に示す、表 10 にアンケート項目を示す。手順②で提示した状況と行動は、3 節で定義したシステムの有する行動と状況の特徴およびその値である。

表 8 学習者 a の保持戦術

	自分の位置	相手の位置	球の速さ	球の深さ	行動
戦術 1	ベースライン付近	ベースライン付近	遅い	普通	フラットショット
戦術 2	ベースライン付近	ベースライン付近	遅い	普通	スライスショット
戦術 3	ベースライン付近	ベースライン付近	普通	深い	スピンショット
戦術 4	ベースライン付近	ネット際	速い	深い	ロブ
戦術 5	ベースライン付近	ベースライン付近	遅い	浅い	ドロップショット
戦術 6	ベースライン付近	ベースライン付近	遅い	浅い	アプローチショット
戦術 7	ネット際	ベースライン付近	速い	普通	ブロックボレー
戦術 8	サーブスライン付近	ベースライン付近	普通	浅い	ローボレー

戦術 9	ネット 際	ベース ライン 付近	遅い	普通	ハイボ レー
戦術 10	ネット 際	ベース ライン 付近	遅い	普通	スマッ シュ

表 9 学習者 b の保持戦術

	自分の 位置	相手の 位置	球の速 さ	球の深 さ	行動
戦術 1	ベース ライン 付近	ベース ライン 付近	普通	普通	フラッ トショ ット
戦術 2	ベース ライン 付近	ベース ライン 付近	遅い	浅い	アプロ ーチシ ョット
戦術 3	サービ スライ ン付近	ベース ライン 付近	速い	普通	ブロッ クボレ ー
戦術 4	ネット 際	ベース ライン 付近	遅い	浅い	スマッ シュ
戦術 5	ベース ライン 付近	ネット 際	普通	深い	ロブ

表 10 アンケート内容

項 目	質問	回答方法
1	どのような方針で学習すべき 10 種類の戦術を決めたか	自由記述
2	状況が戦術を表すために十分なものであったか	はい・いいえ (いいえの場合、表現されなかった状況を自由記述)

5.2.2 結果

テニス指導者の提示する戦術と、システムが提示する戦術の一致した数を表 11 に示す。

指導者 A は、両学習者ともにシステムの提示する戦術と 10 種類中 9 種類が一致した。しかし、指導者 B は学習者 a の保持戦術はシステムの提示する戦術と 10 種類中 2 種類、学習者 b の保持戦術はシステムの提示する戦術と 10 種類中 3 種類しか一致しなかった。一致した戦術はすべてが自分か相手の位置がベースライン付近のときの戦術であり、システムの提示しなかった戦術で指導者 B が提示した戦術には、自分か相手の位置がベースライン付近で行動が異なる戦術であった。

表 11 システムと指導者で一致した戦術の数

	学習者 a	学習者 b
指導者 A	9	9
指導者 B	2	3

アンケート項目 1 で指導者 A は状況の多様さを優先して戦術を決定したと回答していたが、指導者 B は多くの行動を選択することを優先して戦術を決定したと回答していた。本実験では「多様な戦術」とのみしか指示しておらず、多様なのが状況か行動かまでは指示しなかったため、解釈が異なる結果となってしまった。提示順序制御機能は保持する状況を多様にすることを目指した機能であるため、指導者 A の方針と同じである。そのため、指導者 A の結果と 9 割同じであったことは、状況が多様な戦術を選択できたことを示唆している。

アンケート項目 2 では、2 名とも十分ではなかったと回答した。実験 1 と同様に、2 名とも用意すべき状況の特徴として球の質を挙げた。このことから、球の質を特徴として追加する必要があることがわかる。

6. おわりに

本研究ではスポーツの戦術を対象に、他者のプレイ動画を観察することによって獲得する方法を提案した。様々な状況に対して適切な行動を選択できるようにするために、状況を構成する特徴の中から戦術として獲得されていないものを優先的に提示する、提示順序制御機能を持つプレイ動画提示システムを構築した。評価実験の結果により、プレイ動画からの戦術の獲得は可能であり、また学習者に好意的に受け止められてい

ることがわかった。動画の提示順序制御機能は、多様な状況を獲得させる目的を持った指導者が選択する戦術を選択できることがわかった。本実験はコロナ禍の影響もあり、少人数の協力者でしか実施することができなかった。今後はより多くの協力者にシステムを用いてもらい、その有効性を広く検証して言う必要がある。

本システムでは、プレイヤーの位置と球の速さと深さと状況を表す特徴として設定していた。実験では、学習者・指導者ともに球の質を挙げており、状況を表す要素としては不十分であったことが明らかになった。状況の捉え方は様々であり、球の質だけではなく、場合によっては天候や芝の状況なども状況になり得る場合がある。様々な特徴を、状況を表す要素として付与する必要がある。

本研究では成功したプレイ動画から、成功したプレイを戦術として読み取らせる学習方法を提案している。一方、「失敗から学ぶ」と言われているように、私たちは日常生活で失敗からも学ぶことができる。これを戦術の獲得にあてはめると、不利になった動画からその状況で不利になる行動を理解するだけではなく、どのような行動をとればよかったかを考えることで、自ら良い戦術を生み出すこともできる。学習者にこのような思考をさせることは、単に正解を理解する以上の効果がある。よって、今後は誤った動画を用いた戦術の学習も支援していきたい。

参 考 文 献

- (1) A. Ramesh Babua, N. Arulanandb, V. Satish Chandran: “Skill Development through Experiential Learning –A Case Study for Product Development Scenario”, *Procedia Computer Science*, Vol. 172, pp.16-21 (2020)
- (2) H.Linda, J.Carol: “Experiential Learning : Past and Present”, *New Directions for Adult & Continuing Education*, No. 62, pp.5-16 (1994)
- (3) 松尾睦: “プロフェッショナルへの成長プロセス: 経験学習の観点から”, *スポーツ教育学研究*, Vol.31, No.2, pp.27-32 (2012)
- (4) 楠見孝: “経験学習のクオリティを高めて熟達を早め、深化させる方法”, *RMS message*, Vol.37, pp.3-5 (2014)
- (5) 岩坂憂児, 大友伸太郎: “運動観察学習における提示動画の順序効果”, *理学療法学 Supplement*, Vol.41, No.2, p.338 (2014)
- (6) 倉本到, 稲垣喜一, 渋谷雄, 辻野嘉宏: “仮想鏡: 学習者と教示者の動作の違いを明確にする動作学習支援システム”, *情報処理学会研究報告*, 2009-EC-12-1, pp.1-6 (2009)
- (7) 箭野柊, 松浦健二, 谷岡広樹, ステファン カルンガル, 幸田尚也, 後藤田中, 和田智仁: “対戦スポーツにおけるオフェンス基本戦術のシーン抽出とその応用”, *教育システム情報学会第 44 回全国大会講演論文集*, pp.213-214 (2019)