

## バレーボールゲーム分析システム TOUCH VOLLEY における 戦術支援機能とデータ分析機能の実装

江崎 修央\*, 重永 貴博\*\*, 宮地 力\*\*\*

Study on Tactical support function and Data analyze function on TOUCH VOLLEY

Nobuo EZAKI\*, Takahiro SHIGENAGA\*\*, Chikara MIYAJI\*\*\*

We have developed "TOUCH VOLLEY". It is a tactical support system for volleyball by using two laptop personal computers connected by wireless LAN.

Each computer can implement by using a touch sensor function on display. The developed system is consisted of 3 functions: Data input, Tactical support and Data analysis. In the Data input function, the user can input a trajectory of ball as game data by touching display directly.

In this paper, we describe Tactical support function and Data analysis function. The Tactical support function is run during the game. This function receives a game data from connected Data input computer by wireless LAN. The team coach can see the direction chart on spike (or service) trajectory of each player immediately.

Therefore, the player can get advice about their weak point or rival team. After the game, the user can analyze the game data in detail by using Data Analysis function. The Data analysis function shows us each player's skill with using tables and diagram of spike (or service) trajectory. The members can research on their team and rival team.

By using proposed system, the team coach can advise immediately during the game. After the game, the head coach can plan the training menu by using analyzed data.

**Key words** : Volleyball, Data analyze, Tactics support, Touch sensor

我々はタッチセンサ付きノートパソコンを利用した、バレーボールゲーム分析システム "Touch Volley" を開発している。Touch Volley では、画面上に配置された選手やプレーに応じたボタンやコート上の位置を直接触れていくだけで簡単に試合データの入力が可能である。試合後の詳細な試合データの分析はもちろん、試合中にもう1台のパソコンを無線LANで接続し、リアルタイムに現在進行中のゲームデータの分析も可能である。

本論文では、試合後の詳細な試合データ分析機能と試合中の戦術支援機能について記す。戦術支援機能で表示されるデータは主にスパイクやサーブの軌道データであり、この情報から選手がどの位置からどの位置にスパイクやサーブを打ったかがひと目で分かる仕組みになっている。本システムの利用により試合中に監督やコーチが選手に的確なアドバイスを送ることが出来る。また、試合後のデータ分析機能では上述の軌道データのほかに、選手ごとのスパイク、サーブなどの決定率を一欄表として表示することも可能である。

**Key words** : バレーボール, データ分析, 戦術支援, タッチセンサ

### I. はじめに

コンピュータをはじめとする情報機器の急速な発展に伴い、スポーツにおいてもさまざまな分野で情報システム開発が行われてきている。それらを大別すると、ビデオカメラを利用したフォーム解析システム、テレビでの実況用補助画面、ベンチでの試合分析システムなどが上げられる。ビデオカメラを利用したフォーム解析システムは文字通

り、超高速カメラなどで撮影したフォームをスーパースロー再生することなどにより、関節の動きを詳細に分析することでフォームの改善や肉体への負担軽減などを目的に作られている。また、テレビでの実況用補助画面の作成は、例えば野球などで最近5試合の打率成績を表示したり、当日のこれまでの打席の映像を瞬時につなぎ合わせて表示するなどのデータベースを基にしたシステム開発が行われている。

多くのスポーツではベンチにおいて試合の記録をつけるためスコアブックをつけることが多い、野球の試合におけるスコアブックでは各チームの打順、打席結果、投手のピッチング内容などを記録しておき、試合中や試合後に自チームや相手チームの分析を行う際に利用される。また、バ

\*鳥羽商船高等専門学校 制御情報工学科

\*\*鳥羽商船高等専門学校 一般教育

\*\*\*国立スポーツ科学センター スポーツ情報研究部

レーボールにおいてもサーブや得点、得点の入った要因などを記録していくスコアブックをマネージャーが記入している。しかし、バレーボールにおけるスコアブックの記録では試合の流れを確認することは出来るが、スパイクをどこからどこに打ったか、サーブレシーブの上手でない選手は誰かなどの詳細なゲーム分析をすることは不可能である。そこで、各チームのコーチやアナリストは独自の集計用紙を作成して、スパイクコースやサーブコース、各自のレシーブ能力の評価などを行っている。しかし、全ての項目を紙面に記入する方法では限界があるため、項目を絞って記録するケースが多い。また、詳細な分析は試合後に行うことになるため、試合中に選手が確認し、即座に戦術を修正、改善することは困難であるケースが多い。

そこで、さまざまなスポーツにおいて試合データの記録、分析についてコンピュータを用いて行うシステム開発が近年盛んに行われてきている。これまでに野球、サッカー、バスケットボール、ハンドボールなどでシステムが開発され実際に利用されている。バレーボールにおいても、全日本女子チームのアナリストである西村は試合分析用システムを独自に開発し、試合中・試合後の分析に利用している。遠藤らはバレーボールの試合の流れをマルコフ連鎖モデルで表し、試合の途中経過から最終的な得点を予測するシステム開発<sup>9)</sup>を行った。また、勝本らは、バレーボールのサーブレシーブからの攻撃パターンをタブレットやマウスで入力し、XYプロッタプリンタで印刷したり<sup>10)</sup>コンピュータのディスプレイ上に表示<sup>11)</sup>するシステム開発を行い実業団や学生の上位リーグで実際に利用してその有効性を確認している<sup>12)</sup>。

現在では、イタリアのデータプロジェクト社の「データバレー」<sup>13)</sup>は各国のナショナルチーム、Vリーグや強豪大学で利用されている。データバレーは、ナショナルチームでも利用できるほどのデータ分析能力を備えているシステムであるが、データ入力にキーボードを用いているため、習得するには少なくとも数週間から1ヶ月程度必要と言われている。バレーボール競技に占めるチームの割合は小学生、中学生、高校生といったクラブチームなどがほとんどであり、それらのチームもまた勝つためにゲーム分析を行いたいと考えているのが実情である。しかし、このような一般チームで専用のアナリストを育成することは困難な上、ソフトウェアやコンピュータを購入する資金調達もままならないのが現状である。

そこで、我々は2000年からバレーボール試合分析システム「Touch Volley」の開発を行っている。「Touch Volley」は、いわゆるトップレベルのチームではなく、一般レベルのチームが十分利用可能な機能・操作について重点的に開発を進めている。特にデータ入力には、タッチセンサを用いているため、利用者は画面上に配置された選手ボタンやボール位置、プレーに応じたボタンを直接触れていくだけで試合データの入力が可能となる<sup>2)</sup>。これまでに

開発された他のゲーム分析システムの入力方法はキーボード入力やマウス入力であったが、タッチセンサを利用することにより、事前練習をほとんどなしにデータ入力が可能になっている。また、試合後に入力されたデータ分析が可能である上、試合中にも無線LANを利用してリアルタイムに試合データを閲覧できる戦術支援機能を備える<sup>3)</sup>。この戦術支援機能により、相手チームの弱点や自チームの補強ポイントなどを瞬時に確認でき、試合中に戦術の修正が可能となる。

本稿では、試合中に入力されたデータを即時に分析する戦術支援機能および、試合後の詳細なデータ分析が行えるデータ分析機能について執筆する。

## II. Touch Volley の概要

「Touch Volley」のシステムの流れは図1のようになる。システムは大きく①データ入力モード、②戦術支援モード、③分析モードから成っている。データ入力モードでは、試合開始前に両チームの選手やスターティングラインナップなどを入力したあと、試合データの入力を行う。本システムでは、スパイクやサーブなどの軌道とそれらに関わった選手の入力に主眼を置いている。例えばサーブの場合は、①サーブを打った選手番号、②サーブを打った位置、③レシーブを行った位置、④レシーブを行った選手番号の順にデータ入力を行うが、タッチセンサを用いているため画面上に配置された選手番号および、コート上の位置を順にさわっていくだけでデータ入力が行える(図2)。

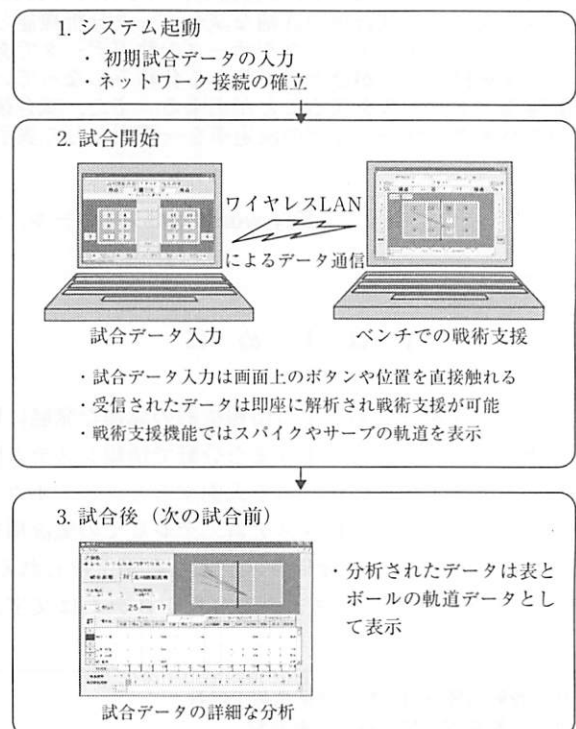


図1 システムの流れ

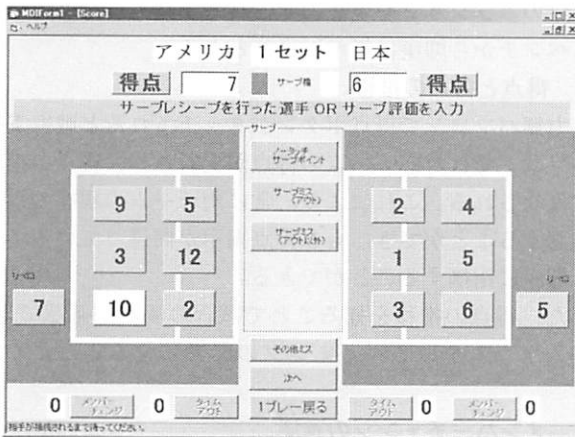


図2 データ入力画面

戦術支援モードでは、無線LANによって接続されたデータ入力パソコンから送られて来る選手データや位置データを受信し即座に解析を行う。戦術支援モードで表示される情報は、各選手がその試合で行ったサーブやスパイクの軌道である。これらの軌道情報により相手チームが現在のフォーメーションから攻撃してくるであろう選手、コースの予想が出来るほか、自チームのスパイクで決定打となったものがグラフィカルに表示され、ひと目で狙いどころなども分かるようになっている。

また、分析モードでは試合後に上記の軌道データのほかに、選手ごとに一覧表表示することによりさらに詳細なデータ分析が可能になっている。分析モードを利用して自チームの今後の練習計画を立てたり、試合前に相手チームのデータ収集をしておき、事前の試合対策や戦術の検討などが行える。

### III. 戦術支援機能

戦術支援機能とは試合中、無線LANで接続したデータ入力用パソコンから送られてくるデータをベンチ側のパソコンで瞬時に分析・表示を行い、画面に表示された情報を基に即座に監督やコーチが選手へ指示を行うものである。

戦術支援画面に表示される情報は、スパイクとサーブの軌道、選手のポジション、得点と得点の推移、メンバーチェンジの回数と交代した選手、タイムアウトの回数などである(図3)。監督やコーチはこれらの情報をリアルタイムに閲覧することができ、試合の分析を即座に行えるほか、選手に適切なアドバイスをおくる事も可能となる。どちらかのチームに得点が入ったときには画面が自動的に更新され、サーブもしくはスパイクの軌道データが書き換えられる。

データ通信にはインターネットの通信プロトコルであるTCP/IPを採用しているため、戦術支援パソコンからデータ入力パソコンのIPアドレスを指定することにより、コネクションが確立されデータ送受信が可能となる。通信さ

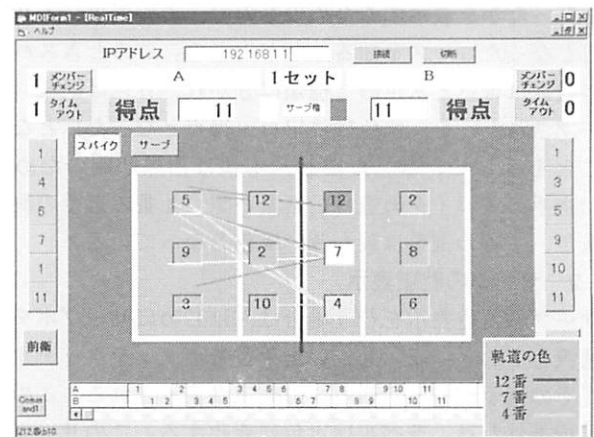


図3 戦術支援画面における前衛選手のスパイク軌道

れるデータは、入力パソコンで画面上のボタンをタッチするたびに送信される選手番号やプレー内容、プレー場所などの位置座標である。ベンチ側のパソコンでこれらのデータが受信されると、即座に解析が行われる仕組みになっている。

#### 1. スパイク・サーブ軌道の表示

戦術支援画面では、両チームの選手がこれまでに打ったスパイクかサーブの軌道が表示される。この表示より、相手チームのスパイクやサーブのコースを予測し選手へ指示を行うことが可能となる。

スパイクとサーブの表示の切り替えは、戦術支援画面の左上に配置したスパイクボタンとサーブボタンで行う。

##### 1.1 スパイクの軌道表示

スパイクボタンが選択されている場合、得点が入る毎にサーブ権のないチームの前衛選手が打ったスパイクの軌道が新たに表示される。これは、サーブレシーブからの攻撃で、誰がどこから打ってくる可能性が高いかを知るためである。このスパイクの軌道は図3のように前衛3人の選手番号と軌道の色は同じにしてあり、ピンク色の選手が打ったスパイクはピンク色の軌道で、黄色の選手が打ったスパイクは黄色の軌道で、緑色の選手が打ったスパイクは緑色の軌道で表示される。この表示により選手へ守備位置を指示することができる。また、スパイクの軌道は各チームの前衛ボタンをタッチして表示させることもできる。

具体例を示すと、図3のBチームの4番の選手はレフトからのスパイクばかりである。また、12番の選手はライトもしくはセンター攻撃しかないこともひと目で分かる。7番に関してはほとんどスパイクを打っていないことが分かる。したがってこのフォーメーションでは、4番と12番の選手の攻撃について警戒すれば良く、ブロックやレシーブに関して、ローテーション位置に応じてベンチからコート上の選手へ指示を送ることができる。

この画面で、各選手番号ボタンをタッチすると、タッチした選手番号ボタンが水色に表示され、その選手が打ったスパイクの軌道が表示される。これは選手ごとにスパイ

クを打ったかを表示するためのもので、この表示により決定打となったコースを知ることが出来る。このときスパイクの軌道は青色と水色の2種類に分かれ、青色は継続（レシーブされた）を、水色は決定打（得点となった）となったことを示している。ただし、本稿は白黒印刷のため12番の選手のスパイク軌道は最も濃い黒、4番の選手の軌道は灰色、7番の選手は最も薄い灰色となっている。

### 1.2 サーブの軌道表示

サーブの軌道表示を行う場合は、はじめにサーブボタンを選択しておき、表示したい選手番号ボタンをタッチすると、その選手が打ったサーブの軌道が表示される。このとき選択された選手ラベルは水色に変化する。このサーブ軌道情報から、どこからどこへサーブを打ってくるかを予想することができ、守備位置の指示を与えることができる。サーブの軌道は個人のスパイクの軌道と同様に黄色とピンク色の2種類に分けて表示される、黄色は継続を、ピンク色はサービスエースを示している。

また、サーブボタンが選択されている状態で得点が入ると次にサーブを打つ選手のサーブの軌道が自動的に表示されるようになっている。

図4はBチームの7番の選手が打ったサーブの軌道を表示している。この選手は全てのサーブをエンドライン付近のライト側から打っていて、しかもストレート方向ばかりに飛んできていることがわかる。この情報からレシーブ位置の指示を送ることができる。

### 2. ローテーションの確認

戦術支援画面のコート上には選手番号のラベルが配置されている。これは各チームの選手の基本ポジションを表している。サーブ権の移動に伴い戦術支援側のパソコンで自動的にローテーションが行われるため、常に現在のローテーション位置が確認でき、-positional・フォルトの反則を防ぐことができる。positional・フォルトとは、サーバーによってボールが打たれた瞬間、各自のコート内でローテーション・オーダーに従って位置していなかった場合に適用される反則である。もしラリーが長く続き選手

が自分のポジションや現在のサーバーを見失った場合などに、ベンチから即座に指示が可能となる。

### 3. 得点と得点の推移

入力側パソコンで得点ボタンがタッチされると戦術支援側パソコンでは対応チームの得点が更新され、得点の推移欄に反映される。これにより、常に両チームの現在の得点を確認することができ、もし得点揭示が間違っている場合でも即座に指摘することができる。

また、得点の推移を知ることで試合の流れが確認でき、タイムアウトを取るタイミングの参考にすることができる。

### 4. メンバーチェンジの確認

試合中、各チームは各セット6回までメンバーチェンジを行うことができる。入力側でメンバーチェンジが入力されると画面にメンバーチェンジを行った回数が表示される。また、メンバーチェンジボタンをタッチすると「メンバーチェンジ画面」が表示され、交代した選手の確認ができる。これにより、メンバーチェンジを何回行ったか、誰と誰が交代したかが瞬時に分かる。

### 5. タイムアウトの確認

試合中、各チーム各セット2回までタイムアウトを要求することができる。戦術支援画面にはタイムアウトの回数が表示されている。監督やコーチは試合が白熱した場合はタイムアウトを要求した回数を忘れやすいので、この機能により確認することができる。

## IV. データ分析機能

データ分析機能とは、データ入力機能により試合中入力されたデータについて試合後に詳細な分析を行うものである。軌道と選手ごとの打数や決定率の一覧表が一画面に表示されており、今後の試合の対策や練習方法を検討することができる。

システムを実行し、データ分析を選択すると図5のデータ分析画面が表示される。この画面には、試合データ、一

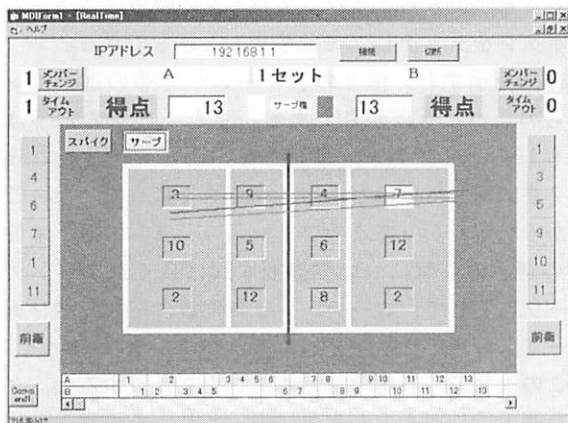


図4 サーブ軌道の表示

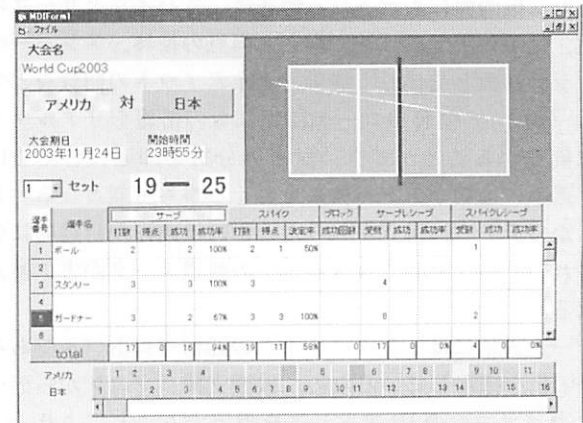


図5 データ分析機能の画面表示

覧表、軌道表示、得点の推移が表示されている。試合データとは、チーム名、大会名、日付、時間、セット、得点である。

データを表示させるためには、事前に入力された試合データを読み込む必要がある。メニューバーより「ファイル」メニューの「読み込み」を選択し、試合データファイルを読み込む。このとき試合データのファイル名は、両チームの略号、日付、試合開始時間を基に付けられているため、該当するファイルを容易に選択出来る。

チーム名ボタンをタッチすることにより、そのチームのデータを表示することが出来る。表示されるデータは、①一覧表、②軌道表示、③得点の推移である。またセット別のデータ分析はリストからセットを選択することにより、表示される。ここで、全セットの表示を行った場合、得点表示部分には獲得セット数が表示される。

### 1. 一覧表

一覧表では個人別のデータを入力された項目別に集計し、具体的な数値データとして表示する。サーブやスパイクの個人成績だけでなく、オプション入力でサーブレシーブやスパイクレシーブの評価などを入力した場合も一覧表に集計可能である。一覧表に表示される項目を表1に示す。

ここで、各項目のボタンを押すことにより選手を降順に並べ替えることができる。並べ替えにより、注目している項目で優れている選手やよく攻撃を行う選手などが分かり、今後練習するにあたって練習方法の検討などに役立てることができる。また、順番を選手番号順に戻したい場合は、選手番号ボタンを押すことによって並べ替えることができる。

### 2. 軌道表示

軌道表示画面には、試合中に入力を行ったサーブやスパイクを打った位置とボールの落ちた（レシーブした）位置を直線で結ぶことにより、軌道の表示を行う。表示方法と

表1 一覧表における表示項目

	名称	意味
サーブ	打数	サーブを打った本数
	得点	決定したサーブの本数
	成功	サーブミス以外の本数
	成功率	成功/打数
スパイク	打数	スパイクを打った本数
	得点	決定したスパイク
	決定率	得点/打数
ブロック	成功回数	ブロック決定の回数
サーブレシーブ	受数	サーブレシーブした回数
	成功	レシーブの成功した回数
	成功率	成功/受数
スパイクレシーブ	受数	スパイクレシーブした回数
	成功	レシーブの成功した回数
	成功率	成功/受数

して、サーブ、スパイクをそれぞれチーム、または個人別に表示を行う。このようにチーム、個人別で軌道表示を行えるので知りたいデータに着目でき、その選手がどのコースをよく狙っているかを一目で知ることができる。

一覧表の「スパイク」もしくは「サーブ」のボタンを押すことによって、それぞれに対応した軌道が表示される。ここで、一覧表の「total」ボタンを押すと、チーム全体での軌道の表示を行い、選手番号を押すとその選手の軌道表示を行う。スパイクの表示を行う場合は、継続した場合「青」、得点が入った場合「水色」で表示される。また、サーブの表示の場合は、継続した場合「黄色」、得点が入った場合「ピンク」で表示される。このように、決定したサーブやスパイクの軌道を色で分けることにより分かりやすく表示されている。

また、データ入力時に追加項目である「攻撃種類」を入力した場合、スパイクの種類別に線の種類が変わる。例えば実線はオープン攻撃、点線はクイックといった具合である。これにより、どの選手がどこからどのような攻撃を行ったかをひと目で知ることが出来る。

軌道表示機能により詳細な試合データの分析が可能となり、今後の練習方法の検討や次に対戦する相手チームの分析が行える。例えば、自チームの試合後のミーティングにおいて、選手ごとの個人成績を瞬時に表示することにより、次の試合に対する注意点などが明らかになる。また、次回対戦相手チームデータを事前に収集しておくことにより、相手選手のサーブ・スパイクの傾向やレシーブの上手な選手、下手な選手がひと目でわかる。

### 3. 得点の推移とラリー表示

得点の推移を表示することによって、試合全体の得点の移り変わりが容易に確認できる。また、ここで得点の表示されているボタンをタッチすることにより、ラリーごとの試合の流れが分かる。ラリー表示では、軌道表示画面にそのラリーにおけるサーブ・スパイクの軌道が表示される。また、スパイクには打たれた順番が表示されているため、ラリーの順序が確認できる。ここで、サーブは「黄色」、左チームのスパイクを「青」、右チームのスパイクを「赤」で表示する。(図6)

また、得点の推移とともにタイムアウトやメンバーチェ

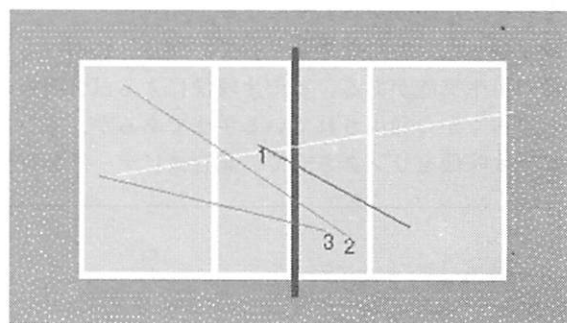


図6 ラリーの順序表示

ンジをどのタイミングで行ったかもわかる。タイムアウトを行ったときは「ピンク」、メンバーチェンジを行ったときは「水色」で得点推移のボタンが表示される。

## V. ま と め

今回、バレーボール戦術支援システム「Touch Volley」の開発を行った。本システムはタッチセンサ付きノートパソコン2台を無線LANで接続し、試合中に一台のパソコンでデータ入力を行うと、もう一台のパソコンで即座に分析・表示を行うというものである。試合中に打たれたサーブやスパイクの軌道の表示を即座に行うことで、コート上の選手へ適切なアドバイスが可能となった。さらに、試合後に詳細なデータ分析を行うことで、練習方法の検討にも役立つと考えられる。本校バレー部の試合において実際に使用したところ、セット間や試合後に学生自らスパイクの決定率や決まったコースなどについて興味を持ち、参考とする傾向が見られた。このように、本システムは選手個人の意識向上にも役立つと考えられる。

今後の課題として、本システムをフル活用するためには、データ入力パソコン、戦術支援パソコンと2台のパソコンが必要であるが、予算・人材的に厳しい一般チーム向けにはデータ入力パソコンのみで試合中の戦術支援画面の閲覧を可能にする配慮が必要であると考えている。現段階でも、システムを同時に2つ立ち上げて、ひとつのシステムをデータ入力、もうひとつのシステムを戦術支援として動作させれば、1台のパソコンでもウインドウの切り替えに実行可能であるが、パソコン操作に不慣れな利用者には分かりにくい。セット間やラリーの切れ目に、これまで入力したデータを表示し、的確なアドバイスを送ることができれば十分な場合もあると考えられるので、容易に入力画面と戦術支援画面が切り替え可能なシステム構成にするか、入力画面をうまく利用して必要最低限の分析項目を表示できるように改良していきたい。

データ分析機能においては、得点の推移ボタンを押してラリー表示を行うときにローテーション表示や、メンバーチェンジが行われていた場合はメンバーチェンジを行った選手の表示を行えるようにしたい。ローテーションの表示を行うことによって、そのラリーにおいて誰がどこでスパイクを行ったかが分かるようになる。

今後拡張したい新たな機能として、ラリーにおけるビデオ映像の再生機能がある。ビデオ映像による試合内容の検討などは古くから利用されている手法であるが、本システムとビデオ映像をリンクさせて、試合後にデータ分析機能

の得点の推移の得点ボタンを押すことでラリーを再生することが可能にしたい。これにより、いちいちビデオテープの早送りや巻き戻しを手動で行う必要がなくなる。

今後は本システムを利用してくれるチームを広く募集し、実際の試合現場で利用することでさらに実践に即したシステムへと改良を行っていくが、開発当初からの目的である「簡単・便利」なシステムとしての位置づけは守りたいと考えている。

## VI. 謝 辞

本研究を進めるにあたり、卒業研究の一環としてシステム構築に携わってくれた、鳥羽商船高等専門学校制御情報工学科卒業生である山本千智氏、宇野早織氏、山本由佳氏、田端有子氏に心よりお礼申し上げます。また、システム評価などに協力してくださった鳥羽商船高等専門学校制御情報工学科卒業生である武田太一氏および竹内千佐子氏、鳥羽商船高等専門学校バレーボール部の部員に感謝いたします。

なお本研究の一部は岡三加藤文化振興財団の研究助成金の補助による。

## VII. 参 考 文 献

- 1) 遠藤俊郎・志村栄一 (1992) バレーボールのゲームに関する基礎的研究-リアルタイム処理システムの開発-。スポーツ方法学研究 第5巻(1) : P115-125
- 2) 重永貴博・江崎修央・山本千智・山田英生 (2001) バレーボールの試合における戦術支援ソフトウェアの開発。鳥羽商船高等専門学校紀要 第24巻号 : P33-44
- 3) 重永貴博・江崎修央・宇野早織 (2002) バレーボールの試合における戦術支援ソフトウェアの開発 (2)。鳥羽商船高等専門学校紀要 第25巻号 : P41-50
- 4) 島津大宜・奥田真一・村山俊介・石川利正・西村芳夫 (1999) スカウティング。Coaching & Playing Volleyball 3号 1999年7/8月号 : P2-9
- 5) 勝本 真・吉田雅行・岡部修一 (1994) バレーボールのスカウティングシステムの開発-3- -コンピュータシステムの改良-。茨城大学教育学部紀要教育科学 第43巻 : P85-93
- 6) 勝本真・吉田雅行・岡部修一 (1999) バレーボールのスカウティングシステムの開発 (4) -リアルタイム処理に関する一考察-。茨城大学教育学部紀要教育科学 第47号
- 7) 西村芳夫 (2002) 全日本女子チームアナリスト西村芳夫のホームページ。http://www.kit.hi-ho.ne.jp/takurou/
- 8) 吉田雅行・勝本 真・岩井俊夫・岡部修一 (1991) バレーボールのスカウティングシステムの開発-1- -サーブレシーブからの攻撃のグラフィック化の試み-。大阪教育大学紀要4教育科学 39巻2号 : P285-293
- 9) 吉田雅行・岩井俊夫・勝本 真・岡部修一 (1994) バレーボールのスカウティングシステムの開発-2- -サーブレシーブからの攻撃における分析項目について-。大阪教育大学紀要4教育科学 42巻2号 : P295-304