

## バレーボールのスカウティングシステム“Touch Volley”に関する データ入力の評価とビデオリンクの実装

江崎 修央\*, 梶原 修平\*, 重永 貴博\*, 宮地 力\*\*

Development and evaluation of the volleyball scouting system “Touch Volley”

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

This paper is the second report on Touch Volley after Vol. 6 No. 1 of Journal of Volleyball Sciences.

This paper describes the outline of Touch Volley, an evaluation of the progress of each user's data input manipulation to this system and a Video Link.

Touch Volley is a volleyball tactical support system. Each computer implements a touch sensor function in the display. The developed system consists of 3 functions: Data Input, Tactical Support and Data Analysis. In the Data Input function, the user inputs game data by touching display directly. If 2 laptop personal computers are connected by LAN, the user can use the Tactical Support function during the game. This function receives a game data from Data Input function of the other laptop PC. After the game, the user can analyze details of the game data through the Data Analysis function. After the game, the user can pick up some of the plays and compare them, and the cause of the poor plays can be found.

We evaluated the system itself through the actual game to check the usability and reliability of each user's data input manipulation. From the experimental results, several trials are needed for the full command of the system.

We have incorporated Video System into Touch Volley. The Video System can record volleyball games and playback the video by referring to the analysis results. On inputting the Data, the user can choose the Recording Video function from the function list. Starting of the video recording is synchronized with that of the data input. The scene of scoring and spiking (or serving) by the player can be searched by the analysis results. The Video System makes the player aware of their good and bad points immediately.

**Key words** : Scouting system, Touch sensor, Data analyze, Tactics support, Video Link

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。本稿は Touch Volley に関する研究資料であり、本誌第 6 巻第 1 号に続く第 2 報である。

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、システムの全体像、データ入力の評価、ビデオリンクの実装について記す。データ入力の評価は、バレーボールの実際の試合で試合データの入力に関する習熟度評価の実験を行って、データ入力を行うためにどの程度の練習が必要であるかをしらべており、本システムにおけるデータ入力操作の容易性と信頼性を確認するものとする。

ビデオリンクの実装では、ビデオ録画機能とビデオ再生機能を実現させた。録画された映像は、試合後はもちろん試合中でも再生が可能となっている。Touch Volley のデータの集計一覧やグラフィックな軌道表示と合わせて、映像をそれらのデータにリンクさせることで利用者の理解や認識を深めることが出来る。

**Key words** : スカウティングシステム, タッチセンサ, データ分析, 戦術支援, ビデオリンク

### 1. はじめに

現在のスポーツ分野において、用具の開発、動作の分析、試合における戦術の組み立てなど、さまざまな面に関して工学的なアプローチとの連携による研究が行われてきてい

る。バレーボール競技においても、自チームや相手チームの戦力を分析することで、試合に対する戦術の検討や練習方法の方針決定などが重要視されており、いくつかのスカウティングシステムが開発・利用されている<sup>1-5)</sup>。スカウティングシステムとは試合データを収集し、相手チームや自チーム、各個人の弱点や強化ポイントなどを分析するソフトウェアである。数あるスカウティングシステムの中でも、(有)バレーボール・アンリミテッド社が販売する“Data Volley”<sup>6)</sup>はナショナルチームなど、多くのトップレベルのチームが使

\*鳥羽商船高等専門学校 Toba National College of Maritime Technology

\*\*国立スポーツ科学センター Japan Institute of Sports Sciences

用している。しかし、データの入力方法にキーボードを利用するため、タッチタイプできることが必須条件となる上、プレイや場所に応じた記号を暗記しておく必要があることなどから、一般的なレベルのチームが使用することは困難であるといえる。その他に開発されているシステムとしては、日本バレーボール協会が独自に開発したjVIS、広島大学の橋原らが開発したスカウティングシステム<sup>1)</sup>などがある。jVISは、個人記録（スパイク打数、決定率など）集計用のソフトウェアで、男女のVリーグ、V1リーグの公式記録用に使用されている。このjVISはマウスを利用してデータ入力を行うが、もともとの用途が個人成績の記録用であることからスカウティングシステムとしては当然利用されていない。また、橋原らのシステムは相手チームのサーブレシーブ、スパイク、スパイクレシーブの3項目の入力を3人で分担して行うため、人的資源に乏しいチームには利用できないと考えられる。

そこで、我々はスカウティングシステムの更なる普及を目指して5年前からタッチセンサ付きノートパソコンを使用したバレーボールスカウティングシステム“Touch Volley”の開発を行っている<sup>7-9)</sup>。Touch Volleyは、利用者のターゲットを中高生などの一般的なレベルのチームとしている。つまり、これまで多くのスカウティングシステムが国の代表チームやいわゆるトップチームの利用を主に考えていたが、機能を制限し、操作を単純化することにより、誰もが簡単便利に利用出来るシステム構成を実現している。

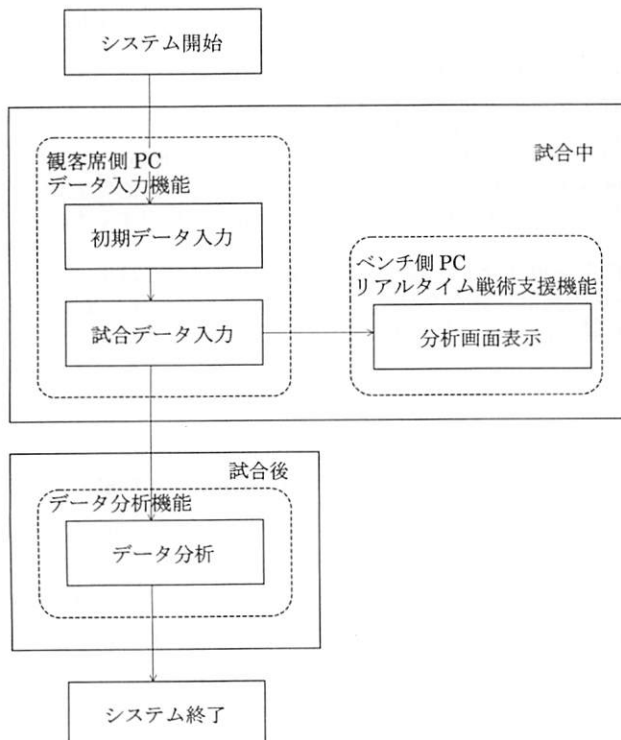


図1 システム構成図

Touch Volleyの運用形態は、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、試合中に観客席でデータ入力を行う。この時、ベンチ側のパソコンにリアルタイムにデータが送られ、データの解析が可能である。これにより監督やコーチは選手への迅速な指示を行うほか、試合後にも詳細なデータ分析が可能で、練習方法の検討や相手チームの試合前の分析などに利用できる。このシステムの最大の特徴は、タッチセンサ付きノートパソコンの画面にタッチしながらデータ入力を行うため、キーボードの操作に慣れる必要はなく、誰でも簡単にデータ入力を行うことができる。また、位置座標の入力も画面のコートを直接触れることで精度の高いデータ入力が可能である。

なお、本稿は、バレーボール学会誌第6巻第1号に続く第2報である。

## II. システムの構成と機能について

### 1. システム概要

Touch Volleyは、「データ入力機能」、「戦術支援機能」、「データ分析機能」の3つの機能から成る。この3つの機能の説明とシステムの流れを図1に示す。システム起動後、まず試合を行うにあたって必要な初期データを試合開始前に入力する。そして、試合データの入力を行う。入力されたデータをベンチで別のパソコンが自動的に分析し、分析結果を利用して戦術の支援を行う。また試合終了後、データ分析機能により自チームや相手チームに関する個人の詳細なデータを表示することができる。

### 2. データ入力機能

データ入力機能は、試合中にボールの移動の動きを記録するため、「誰が触ったか」「ボールがどこからどこへ飛んだか」という情報を入力してデータ収集を行う機能である。

試合データは、図2に示す試合データ入力画面で行う。サーブやスパイクなどのプレイに応じて、画面上に配置された選手番号ボタンやコート上の位置をタッチすること

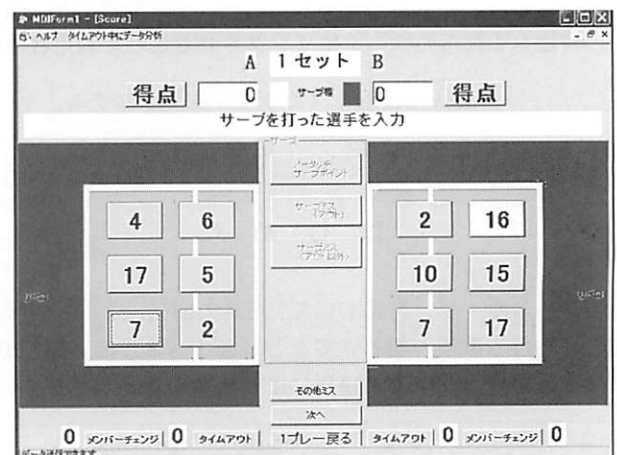


図2 データ入力画面

で、プレイをした選手(選手番号)やボールの軌跡(位置情報)を入力していく。このデータ入力の際にボタンやコート上のあるポイントをタッチした時間も記録しておくことにより、IVで説明するビデオの再生時間として利用可能となる。このように実際のイベントの発生時間を記録していくことをタグ付けと呼ぶ。

第6巻バレーボール学会誌で報告した“バレーボール分析システム Touch Volley におけるデータ入力機能”と入力方法について若干の変更を行った。変更のポイントはレシーブした選手番号入力のオプション化とブロック入力手順の変更である。

従来のシステムではサーブ、スパイクのデータ入力時にレシーブした選手も基本入力項目として入力を行っていたが、オプションとすることでラリーデータの入力が迅速に行えるようになった。

また、新たにブロックボタンを作成し、複雑だったブロックについての入力を簡単に行えるようにした。

追加可能な入力項目は、「レシーブ選手入力」、「サーブレシーブ評価」、「スパイクレシーブ評価」、「攻撃種類」、「ブロック選手入力」、「ビデオ録画」である。「レシーブ選手入力」、「ブロック選手入力」、「ビデオ録画」は、今回新たに追加された項目である。「ビデオ録画」については、IVで詳しく説明する。

### 3. リアルタイム戦術支援機能

リアルタイム戦術支援機能は、試合中に無線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、監督やコーチが選手へ指示を行う手助けをする機能である。戦術支援画面に表示される要素としては、スパイクとサーブの軌道、選手のローテーション位置、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。

リアルタイム戦術支援機能では、試合が開始されたらデータ入力パソコンのIPアドレスまたはホスト名を図3上

部のテキストボックスに入力し、接続ボタンを押すとコネクションが確立されデータ通信が開始される。

図3の戦術支援画面は、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。これにより、相手のサーブカットからの攻撃で、誰がどこから打ってくる可能性が高いかを知ることができる。また、図4は選手番号を選択した場合である。一人の選手に関するスパイク軌道の表示を行うことで、注目している選手がどこからどこへスパイクを多く打ち、どこに打った場合が決定打となったかを知ることが出来る。

図5はAチームの5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レフト側から打っていて、しかもバックゾーンのセンターからライト付近ばかりに飛んできていることがわかる。

このようにリアルタイム戦術支援機能を利用することにより、試合中の各状況に応じて必要なデータを瞬時に取り出すことが可能となり、戦術のアドバイスを即座に行える。

### 4. データ分析機能

試合後には、データ分析機能の利用により、サーブ、サ

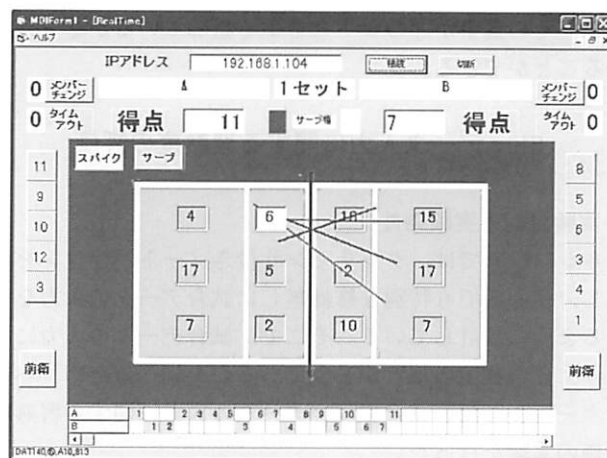


図4 戦術支援画面(個人のスパイク表示)

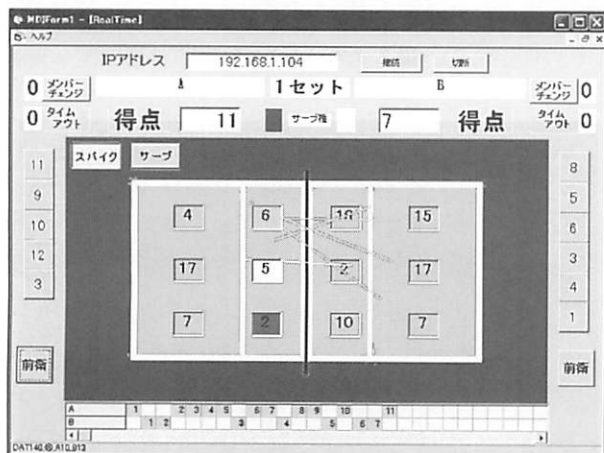


図3 戦術支援画面(前衛のスパイク表示)

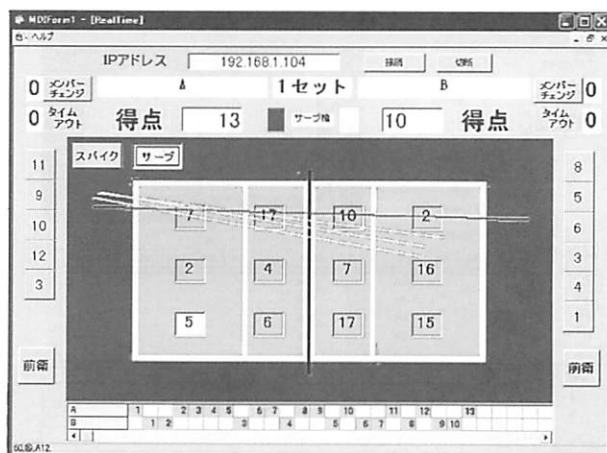


図5 戦術支援画面(個人のサーブ表示)

ーブレーション、スパイク、スパイクレーションを項目別に集計可能である。集計結果は、テキストベースによる一覧表やグラフィカルなボール軌道として表示される(図6)。これらの集計結果はチーム別、セット別にデータ表示が可能であり、これらの集計結果を綿密に分析することにより、当該試合におけるチームや個人の反省、それに基づいた今後の課題、練習方法の検討などに役立てることができる。

図6の中央部分の表はサーブとスパイクの一覧表による集計データの表示である。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、具体的な数字で表示する。サーブの打数はサーブを打った本数、得点は決定したサーブの本数、成功はサーブミス以外の本数、成功率は成功/打数を表示している。スパイクも同様である。ここで、各項目のボタンを押すことにより選手を該当データの降順に並べ替えることができる。このように並べ替えることにより、各項目で優れている選手が分かる。

図7、図8は軌道表示画面である。ここでは、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(レーションした)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。

### III. データ入力に関する習熟度の評価

#### 1. 実験目的と実験条件

本システムでは、タッチセンサ付きノートパソコンを使用し、初心者でも特別な修練無しに試合データの入力を行えるように設計している。そこで、試合データの入力にあたり、どの程度の練習が必要であるかを調べるため、バレーボールの実際の試合で試合データの入力に関する習熟度評価の実験を行った。

Figure 6 shows a screenshot of the data analysis software. The interface includes a match summary section with fields for '大会期日' (2006年11月26日), '開始時間' (13時30分), '大会名' (習熟度実験試合), and '対戦相手' (A vs B). Below this is a table for 'セット 22-25' with columns for '選手名', 'サーブ', 'スパイク', 'ブロック', 'サーブレシーブ', and 'スパイクレーション'. The table contains numerical data for each player and team across various metrics like '打数', '得点', '成功', and '成功率'. A small graphical representation of a volleyball court is visible in the background of the software window.

図6 データ分析画面

実験では、これまでに本システムでデータ入力を一度も行ったことのない6人の学生を被験者とした。実際の試合データの入力前に簡単なガイダンスとして、Touch Volleyの操作手順を簡単に示したあと、ビデオ映像を見ながら1セット程度の練習を行ってもらった。また、この実験では、IIの2で説明したラリーの追加入力項目は選択せずにデータ入力を行った。入力対象の試合は鳥羽商船高等専門学校の男子チームの紅白戦6セット分である。試合後、ビデオ撮影された同じ試合から正解データの作成を行った。

#### 2. 評価値の算出方法

「選手の番号と順序が正しく入力されているか」、「サーブとスパイクの打撃位置、レーション位置情報がどの程度正確に入力されているか」を評価対象として被験者によって入力されたデータと正解データの比較を行った。「選手の番号と順序」の評価では、式1に基づく評価値  $E_{player}(\%)$  の算出を行った。また、「サーブとスパイクの位置の正確さ」の評価値  $E_{position}(m)$  は式2により計算を行った。

$$E_{player} = \frac{correct}{all} \quad (1)$$

ここで、correctは「選手番号とその順序が正しく入力された数」、allは「ラリーにおける全ての選手データ数」を示す。

$$E_{position} = \sqrt{(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2} \quad (2)$$

ここで、は正解データにおける座標。は入力データにお

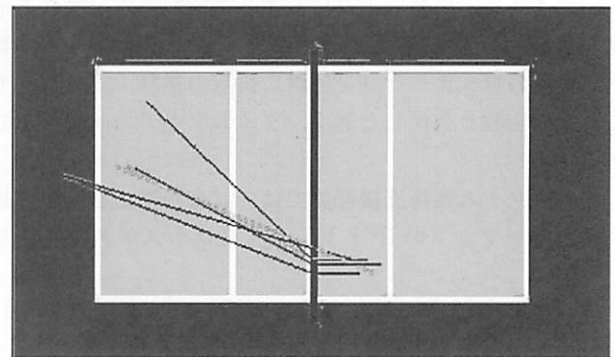


図7 スパイクの軌道

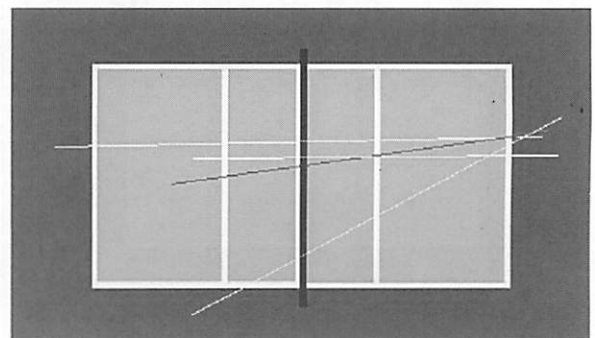


図8 サーブの軌道

ける座標である。

### 3. 実験結果

図9は背番号入力 of 正解率をグラフに示したものである。横軸はセット数、縦軸は入力データの正確さをしめしている。選手の背番号入力の評価では、本システムの「誰がどこからどこへ打ったか」の“誰が”にあたる部分である。実際の試合を入力する前に1セット程度の操作練習をするだけで、試合入力第1セット目から9割前後という高い精度のデータ入力が可能であることが分かった。また、その精度はセットが進んでもあまり変動はないことから、選手番号と順序はかなり正確に入力できることが分かる。

次いで、図10は被験者6人の6セット分における、サーブ及びスパイクの打撃位置、落下位置に関する正解データとの距離の差の分布を示したものである。横軸は正解データとの距離の差 (m)、縦軸はデータの個数 (個) を示す。

実験より、正解データとの距離の差の平均値は1.6mであった。この標準偏差は、1.3mであったから、おおむね3m以内の距離差で入力されている。これは、画面を指でタッチすることでデータ入力を行っているので、被験者は正確な位置を入力したつもりでも、指の腹で押しているため誤差が出てしまうこと、画面上のコートと実際のコートとの比率、一人の選手の守備範囲などを考慮すれば、妥当な大きさの誤差である。今後は、このような誤差をなくするためにペン先を使うなどの工夫をしていきたいと考えている。

図10を見れば分かるように、4m、5m、6mなどの大き

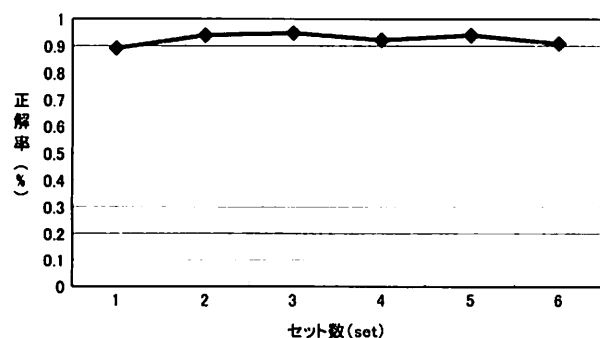


図9 背番号入力 of 習熟度

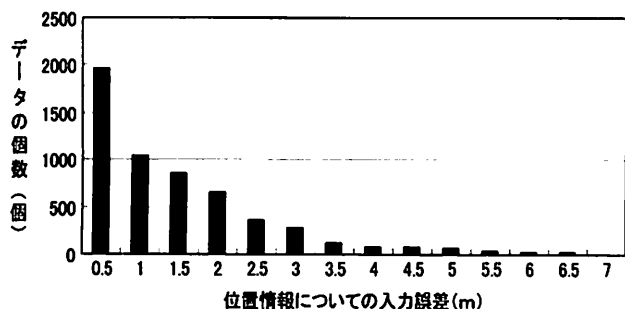


図10 位置情報の入力誤差

い誤差が見られた。これらのデータについて調べたところ、6人同時に大きな誤差を生じることはなく、まれに2、3人同時に大きな誤差を生じていた。これは、ラリーが続き他の選手の影になったりしてプレイが見えなかった場合や、入力が追いつかなかった場合に、入力を追いつかすよう仮入力を行ったり、画面を間違えて触ってしまうなどの行為が原因だと考えられる。よって、データ入力をこなしていけば、このような大きな誤差はなくなると思われる。

## IV. ビデオリンクの実装

### 1. ビデオリンク機能

コンピュータを利用したデータの集計一覧やグラフィカルな軌道表示を行うことで試合データの分析が容易に行えるが、映像をそれらのデータにリンクさせることでさらに利用者の理解や認識を深めることが可能になる。このような映像がリンク可能で市販されているスカウティングシステムは、“Data Volley” の上位製品である“Data Video”のみである。この“Data Video”では、ビデオの録画には一般的なビデオカメラを利用し、試合後にアナリストが“Data Volley”で入力したイベントデータと時間合わせをすることで、ビデオ映像のデータベース化を実現している。例えば、“Data Video”を利用したビデオ映像の提示例としては、トップチームの選手に試合前など短時間に要点を伝える為、アナリストが対象プレイを抜き出したあとにそれぞれの再生開始時間、再生終了時間を手動で設定して連続動画を作成している。

我々はこのようなビデオリンク機能を実現する為、近年普及しつつあるUSB接続によるWebカメラをデータ入力用パソコンに接続することで、容易にビデオ映像が録画可能なシステム設計を行った。これにより、映像撮影用にビデオカメラを別途用意する必要がないだけでなく、直接映像データをパソコンで録画可能である為、試合後はもちろん試合中においても映像の再生が可能となる。さらに、録画時間はデータ入力と同期しているので、再生する際、あらためて試合開始時間を同期させる必要がない。

図11はビデオ再生機能の実行画面である。

本システムにおけるビデオリンク機能は、ビデオ録画機能とビデオ再生機能で構成されている。ビデオ録画機能は、IIの2節で示したデータ入力機能の追加項目欄で、「ビデオ録画」を選択することにより、USB接続されたカメラを用いて試合映像をMPEG形式で録画する。

ビデオ再生機能では得点シーンを検索および選択した選手のプレイシーンを検索することが可能で、得点シーンの検索は、IIの4節のデータ分析機能の得点推移表示ボタンを押すだけで該当箇所の再生が行われる。プレイシーンを検索する機能は、データ分析機能の個人データ一覧表から、個人データ一覧表の「選手」と「プレイの種類」を選択すると、図11のビデオ再生画面にチーム名、選択した



図11 ビデオ再生画面

選手の背番号、プレイの種類が表示される。ここで、該当する選手のその試合における指定したプレイが連続再生できる。プレイは1つずつ再生されて、**Next** ボタン押すとシーンが再生される。

## 2. ビデオ再生開始時間の自動決定

ビデオの再生には開始時間と終了時間の指定が必要である。再生の終了時間はそのプレイの落下位置情報などが入力された時間であると推測されるが、開始時間は実際に選手番号が押された時間から少しさかのぼる（巻き戻し）必要がある。再生開始時間を早めに設定すると注目しているプレイが再生されるまでしばらく待たされることとなり、逆に遅めに設定すると既に注目プレイが始まっている可能性がある。そこで、適切な再生開始時間を自動的に決定するために、データ入力時間に関する調査を行った。調査実験はⅢの2節のデータ入力習熟度評価と同じ条件で行った。

データ入力を「サーブ入力」と「スパイク入力」に分けて、実際にプレイが始まった時間とデータ入力ボタンが押された時間の差を測定した。「サーブ入力」と「スパイク入力」に分けた理由として、「スパイク入力」はスパイクが実際に行われたあとに対応するボタンが押されるのに対して、「サーブ入力」はサーブを打つ選手があらかじめ分かっているため、実際にボールをサーブする前にデータ入力が始まっている場合が見受けられたためである。

図12は、サーブの場合の時間誤差を示したものである。ここで時間誤差とは、タグ付けされた時間と実際の試合でのイベント時間とのずれをさす。横軸は時間誤差（秒）、縦軸はデータの個数（個）を示す。実験結果より、時間差の平均は3.5秒、データの広がり示す標準偏差は2.5秒という結果が出た。これより、ビデオ再生するときの巻き

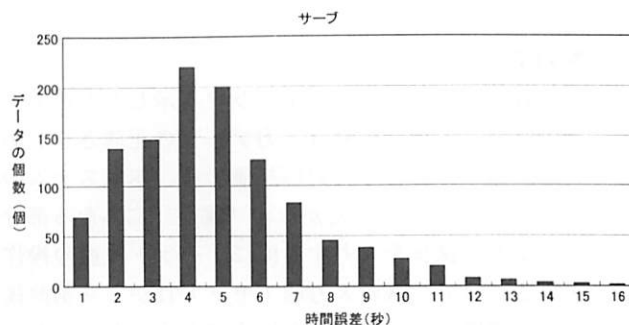


図12 サーブに関する時間誤差

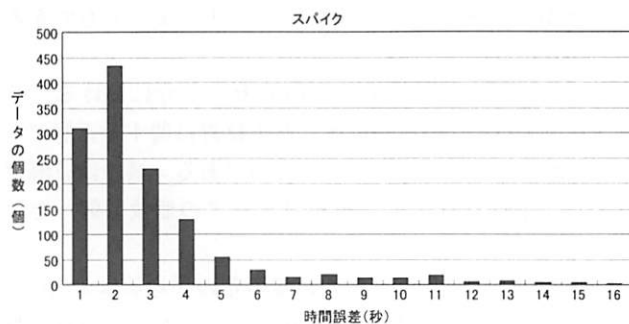


図13 スパイクに関する時間誤差

戻し時間は6秒とすることにした。

また、図13はスパイクの場合の時間誤差を示したものである。横軸は時間誤差（秒）、縦軸はデータの個数（個）を示す。平均2秒、データの広がり示す標準偏差は2.5秒という結果が出た。これよりスパイク再生の際の巻き戻し時間は、4.5秒にすることとした。

## V. まとめ

今回、バレーボール戦術支援システム「Touch Volley」における改良とビデオリンク機能の搭載、データ入力に関する習熟度評価を行った。改良について本編では詳しく触れなかったが、データ入力の流れやブロック入力方法の見直しを行い、より簡単に入力出来るシステムとなった。本システムにおけるデータ入力の習熟度評価では、背番号の正解率はデータ入力前に簡単な操作方法を示すだけで、9割前後という高い正解率が得られた。位置情報に関しては、3m程度の入力誤差で入力可能であった。これにより、本システムにおけるデータ入力操作の容易性と信頼性が確認できた。さらに新機能としてビデオ機能の開発を行った。これは、録画機能と再生機能とで構成されている。録画機能は、データ入力用パソコンに取り付けられたUSBカメラにより試合映像を行うため、Data Videoのように試合データと映像データの時間的同期が不要となる。また、再生機能については、各プレイに応じた映像の再生時間が自動的に設定され、自分が閲覧したいシーンを容易に再生させることが可能となった。このように、視覚情報を簡単に利用することで選手はさらに各自のプレイを直感的

に理解できるようになる。

「Touch Volley」は、入力、戦術支援、データ分析という3つの機能を利用して、トップレベルのチームや分析の専門家でなくても、容易に試合のデータ分析を行えるというものである。さらに完成度を高めるとともに、開発当初からの目的である「簡単、便利」なソフトウェアとしての充実を図り普及に努めたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 橋原孝博, 佐賀野健, 吉田雅行, “バレーボールのスカウティングプログラム開発に関する研究”, バレーボール研究, Vol.7, pp20-25, 2005
- 2) 遠藤俊郎・志村栄一, 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, 1992
- 3) 勝本 真・吉田雅行・岡部修一, 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, 1994
- 4) 島津大宜・奥田真一・村山俊介・他, スカウティング, Coaching & Playing Volleyball 3号 1999年7/8月号: P2-9
- 5) 吉田雅行・勝本 真・岩井俊夫・他 (1991) バレーボールのスカウティングシステムの開発-1- —サーブプレシ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
- 6) <http://unlimited.volleyball.ne.jp/>
- 7) 重永貴博, 江崎修央, 宮地力, “バレーボールゲーム分析システム TOUCH VOLLEY におけるデータ入力機能”, バレーボール研究, Vol.6, No.1, pp22-28, 2004
- 8) 江崎修央, 重永貴博, 宮地力, “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”, バレーボール研究, Vol.6, No.1, pp29-34, 2004
- 9) T. Shigenaga, N. Ezaki, “Development of TOUCH VOLLEY -volleyball tactical support system.” The Engineering of Sport 5, Volume2, pp.589-595, 2004.