

# バレーボールのフローターサーブに関する運動学的研究

橋原 孝博  
広島大学総合科学部

## 邦文抄録

本研究の目的は、バレーボールゲームにおけるサーブ距離とサーブレシーブ成績との関係を検討することにより、フローターサーブの技術指導に関する資料を得ることであった。大学女子バレーボールの試合 71 セットをビデオ撮影し、再生画像をパソコンに取り込んで分析した。サーブの位置データは 2 次元 DLT 法により算出し、サーブ効果は、相手サーブレシーブ成績をサービスエース、チャンスボール、二段攻撃、コンビ攻撃の 4 段階評価して求めた。サーブ効果有のサーブ回数が多かった打球距離は、17m と 21m 付近の二ヶ所であった。サーブの打球距離が長くなれば、ボールが臨界速度に達して空中で急激な変化を生じ、サーブレシーブが難しくなる。またジャンプフローターのような、打球方向が水平に近く、助走踏切中に生じた水平方向の運動量を利用した打球速度が速いサーブを用いれば、打球距離が短くてもボールは空中で変化を生じ、サーブ効果があげられると考えられた。

キーワード：バレーボール、フローターサーブ、打球距離、変化球

## 緒言

近年、トップレベルのバレーボールの試合ではパワー、スピードを主とする破壊力を持ったジャンピングサーブが隆盛である(徳永 1992<sup>16)</sup>, 1993<sup>17)</sup>, 伊藤他 2002<sup>5)</sup>)。しかしながら、小学生から成人に至る幅広い年齢層あるいは初級者から一流選手の技能レベルまで広範囲に亘って使用頻度が最も高いサーブは、フローターサーブである。

フローターサーブの特徴は、打球が空中で予測できない方向に突然変化する、変化球サーブである。先行研究によれば、ボールの変化には臨界速度が関係していると報告されている(森脇 1957<sup>10)</sup>, 古市他 1970<sup>2)</sup>, 菅原他 1982<sup>14)</sup>)。そして石島他(1986)<sup>4)</sup>, 篠村他(1986<sup>12)</sup>, 1987<sup>13)</sup>)は、理論式をもとに、投射角 10 度では飛距離 14m 以上に、投射角 20 度から 30 度では、飛距離 21m 付近に落下するような強さで打てば、落下点の分散の大きいサーブになると推定している。

従って、フローターサーブは、特別に優れた身体的能力は要求されない、その技術を習得すればサーブ効果を上げることができるサーブであるから、指導場面では是非とも選手に習得させたい技術の一つである。そこで本研究では、バレーボールゲームをビデオ撮影し、2次元DLT法を使用して算出したサーブ距離とサーブレシーブ成績との関係を検討することにより、フローターサーブの技術指導に関する資料を得ることを目的とする。

## 研究方法

### 1. 撮影対象

研究対象は、2002 年にビデオ撮影した大学女子バレーボールの試合、中国大学バレーボール 1 部リーグ戦春季大会 31 セット、中国四国学生バレーボール選手権大会 13 セット、西日本バレーボール大学女子選手権大会 27 セットの合計 71 セットであった。これらの撮影ビデオをもとに画像分析を行った。

### 2. 画像の取り込み

ビデオカメラとパソコンをアルファデータ社製ビデオキャプチャー・アダプターAD-VDO301で

接続した。Windows にビデオキャプチャーの ActiveX コントロールを登録し、Visual Basic ツールボックスに追加して、サーブ距離分析プログラムのメインフォームにビデオキャプチャーの ActiveX コントロールを配置した。画像取り込みは、Visual Basic により Windows API 関数を使用して処理をした。動画の取り込みスピードは毎秒 30 フレーム、画像サイズは 320×240 pixel であった。取り込んだ競技中のカメラ画像を 640×480 pixel の画像サイズに拡大してパソコンのスクリーン部分に表示した。

### 3. 分析方法

図 1 は Visual Basic で作成したサーブ距離のビデオ分析画面を示したものである。録画テープの再生画像をパソコンのスクリーンに取り込み、2次元DLT法を使用して分析を行った。

サーバー側のエンドライン両端とサーブレシーブ側のアタックライン両端の合計 4 点を較正点に使用し、DLT係数を算出した(図中コート上の■印および①を参照)。

サーブを打った瞬間とサーブレシーブした瞬間の静止画像をもとに、マウスをクリックすることにより、サーバーとサーブレシーバーの両足の中点の位置を座標検出してサーブ距離を算出した(図中コート上の矢印および②を参照)。

③の記入欄に、サーバーの背番号を入力、④の記入欄に、打撃したサーブの種類を入力した。⑤の技能評価は、相手サーブレシーブの成績を、サービスエース、チャンスボール、二段攻撃、コンビ攻撃の 4 段階評価し、選択した。そして、⑥の記入欄にチーム名を入力し、分析データをパソコンに保存した。

## 結果および考察

### 1. サーブ種類別の使用頻度

図 2 は、ゲームで使用されたサーブ種類別の使用頻度を示したものである。F は、フローター、JF はジャンプフローター、J はジャンプ、S はサイドハンド、D はドライブサーブを表している。

5 種類のサーブの中で、最も多く使用されていたサーブはフローターの 986 回で、全体の 78%

を占めていた。次いで、ジャンプフローターの147回であったが、ジャンプフローターの使用頻度はフローターに比べて少なく、全体の12%であった。

このように、大学女子バレーでは、選手のほとんどがフローターサーブを使用しており、これは宮内と浅井(1995)<sup>9)</sup>が、女子国際大会において使用されているサーブは、全897本の内777本(86.6%)がフローターサーブであったという結果と一致する。

## 2. 全サーブレシーブ成績

図3は、全サーブレシーブ成績を割合で示したものである。

相手にコンビ攻撃をさせなかった割合、すなわち二段攻撃とチャンスボールとサービスエースを加算した合計は、48%であった。

バレーボールのゲーム分析では、サーブレシーブからの攻撃の巧拙がゲームの勝敗に関係するという報告が多く見られる(林他1982<sup>3)</sup>、都沢他1992<sup>8)</sup>)。サービスエースのような直接得点や、チャンスボールのような攻撃につながらないサーブを打つことは容易ではないが、コンビ攻撃をさせないようなサーブが打てればゲームを優位に進めることができると考えられる(岡野、1960)<sup>11)</sup>。

## 3. サーブ種類別のサーブレシーブ成績

図4は、サーブ種類別のサーブレシーブ成績を割合で示したものである。

二段攻撃とチャンスボールとサービスエースの割合の合計は、ジャンプフローターが最も高く65%、次いでサイドハンドとフローターがそれぞれ49%、47%であった。

ジャンプフローターは、本研究の使用頻度から見ると、フローターに次いで多く使用されていたが、サーブの有効性から判断すると、もっと多用すべきサーブであると考えられる。

鈴木他(2000)<sup>15)</sup>は、ジャンピングフローターはジャンピングサーブよりも踏切離地から着地までの移動距離が長く、水平方向の運動量を打撃に利用しているという動作分析結果を報告している。

## 4. サーブ種類別の打球距離

図5の左の図は、サーブ種類別の最短から最長

までの打球距離を示したものである。右の表は、種類別のサーブそれぞれの最短、最長、平均値を示している。

フローターの打球距離は、最長30.1mから最短12.4mの広い範囲に分布していた。一方、打球距離の分散が最も小さいサーブは、ドライブの最長17.7mから最短14.6mであった。

ドライブは、フローターのような空中での予測できないボール変化は起こさないから、打球距離が一定であれば落下地点の予測はしやすい。そして男子よりも筋力・パワーが劣る女子選手によるサーブであったこと等が本研究においてドライブが最もサーブレシーブされやすかった原因であったのかもしれない。

## 5. サーバーの打撃位置

図6は、サーバーの打撃位置を、エンドラインからの垂直距離で、サーブ種類別に示したものである。表は、サーブそれぞれの最短、最長、平均値を示している。

サーバーの打撃位置が、エンドラインから最も遠かったのはフローターの11.5mであった。ジャンプフローター、ジャンプ、サイドハンドも打撃位置の最大値を見ると、それぞれ7.6m、7.0m、7.7mであり、エンドラインのかなり後方から打撃している。

サーブ後は、サーバーも相手チームのアタックをレシーブしなければならない。エンドライン後方からサーブを打てば打つほど、打撃後は走って早くレシーブ位置に戻らなければならない。

## 6. 打撃位置と打球距離との関係

図7は、サーブの打撃位置と打球距離との関係を示したものである。

エンドライン直後からサーブを打ってもサーブ打球距離が長い場合もあれば、エンドライン後方からサーブを打ってもサーブ打球距離が短くなる場合もある。しかし、図を全体的に見ると、打撃位置が遠くなるにつれて、サーブの打球距離も長くなっている。

McElroy(1979)<sup>6)</sup>は、フローターサーブのボール速度が、打撃直後の平均14.45m/sから着床直前には平均11.41m/sとなり、3.04m/s減少した。サ

ープボールは、空気抵抗を受けて飛行中にボール速度が減少するので、変化を生じる臨界速度を得るためには、打球距離の長いサーブを打つ必要があると報告している。

## 7. 打球距離とレシーブ成績との関係

図8は、サーブ打球距離とサーブレシーブ成績との関係を示したものである。打球距離1mごとにサーブ回数をカウントし、サーブレシーブ成績別に度数分布表でサーブ回数を示した。サーブ効果有は、サービスエース、チャンス、二段攻撃を加算した値である。

ゲーム中に使用されたサーブ打球距離は、およそ15mから23mまでの範囲に含まれるものが大部分を占めていた。この内、コンビ攻撃をされたサーブ回数が最も多かった打球距離は、17mであった。一方、サーブ効果有においてサーブ回数が最も多かった打球距離は、17mと21m付近の二ヶ所あった。サーブ効果有の結果は、石島他(1986)<sup>4)</sup>、篠村他(1986<sup>12)</sup>、1987<sup>13)</sup>が理論式をもとに推定した落下点の分散が大きい飛距離に近い値になった。

サーブ打球距離が長くなれば、ボールが臨界速度に達して変化を生じ、サーブレシーブが難しくなる。しかし、サーブ打球距離が短い時は、ボール速度が遅くて変化を生じないから、コンビ攻撃ができるサーブレシーブがやり易くなる。但し、ジャンプフローターのような特殊な技術、すなわち打点位置が高いので打球方向が水平に近く、助走踏切で生み出された水平方向の運動量を利用した打球速度が速いサーブを用いれば、サーブ打球距離が短くてもボールは空中で急激な変化を生じ、サーブ効果があげられるのだと考えられる。

## 技術指導に対する示唆

技術指導においては、合理的な動きを身に付けることが重要である。古市他(1970)<sup>2)</sup>は、変化球サーブにおける無回転ボールの打撃を検討している。また遠藤と武川(1999)<sup>1)</sup>は、女子大学生のフローターサーブ動作様式を分析したところ、より洗練された動作パターンに分類された者ほど、打つ方の肩を後方に引き、上体の捻れを使って打撃してい

ると述べている。

しかしフローターサーブの特徴は、変化球サーブであるから、技術指導における最も重要なポイントは、ボールが空中で臨界速度に達して打球方向の変化を生じるように、サーバーの打撃位置をエンドラインの後方にとらせ、打球距離の長いサーブを打たせることである。

McGown(1994)<sup>7)</sup>は、「技術を指導する時は、示範、手がかり、手がかりに関するフィードバックを用いることにより、選手が情報を記憶したり、より早く学習するように援助することが大切である。ヒトの情報処理能力には限りがあるので、一定の割合で少量の情報を提示すること。情報が多すぎても速すぎてもならない」と述べている。従って、本研究で明らかにされた、サーバーの打撃位置をエンドラインの後方にとらせ、打球距離の長いサーブを打たせることは、変化球サーブを指導する際の技術資料(McGownの言う「手がかり」として役立つと考えられる。当然、サーブ動作も身に付けていない初心者に対していきなり打球距離の長い打撃をさせることは、肩や腰など身体を負傷する危険性がある。サーバーをエンドライン後方に立たせて打球距離の長いサーブを打たせることは、フローターサーブに威力を加えるための画竜点睛の「手がかり」として指導すべきである。

中学生ぐらいになれば体が大きくなり筋力もついてくるから、打球距離の長いサーブを打たせるまで指導段階を進めることは容易である。しかし小学生、特に小学生低学年は幼くてボールを叩くことすら十分にはできないので、指導方法に工夫が必要である。但しこの場合、短絡的にアンダーハンドサーブやサイドハンドサーブを教えることで(もっとも小学生低学年はアンダーハンドでさえボールを叩いてサーブすることは簡単にはできないが)急場を凌ごうとするのは賢明ではない。なぜなら、McGownによれば運動プログラムは特異的であり、苦勞して習熟したアンダーハンドあるいはサイドハンドサーブの運動プログラムはフローターサーブの練習時に轉移しないからである。それよりも、軽量ボールを使用してサーブさせるとかボールを床に打ちつけてオーバーハンドのスイング動作を補強練習させる等、少しでも早くフ

ローターサーブそれ自体のスキルを身に付けさせるように援助する方が、子どもが無駄な労力を使わなくてすむ。

## 要 約

本研究の目的は、大学生のバレーボールゲームをビデオ撮影し、2次元DLT法を使用して算出したサーブ距離とサーブレシーブ成績との関係を検討することにより、フローターサーブの技術指導に関する資料を得ることであった。

研究対象は、2002年にビデオ撮影した大学女子バレーボールの試合、合計71セットであった。録画テープの再生画像をパソコンのスクリーンに取り込み、2次元DLT法を使用してサーブ距離を算出した。サーブ効果は、相手サーブレシーブ成績をサービスエース、チャンスボール、二段攻撃、コンビ攻撃の4段階評価して求めた。

以上のような研究方法で得られた知見をまとめると、次のようになる。

- 1) サービスエースやチャンスボールが取れる確率は約1割と低いから、コンビ攻撃をさせない、即ちクイックができなくて二段攻撃になるようなサーブを心掛けること。
- 2) 大学女子バレーボールにおいては、フローターの使用頻度が78%と極めて高い。フローターは、エンドラインの後方11.5mから打球距離が30mにもなる長いサーブが打てる。打球距離21m付近でサーブ効果有の頻度が最大になった原因は、フローターでエンドライン後方から打球距離の長いサーブを打ち、ボールが臨界速度に達して空中で急激な変化を生じ、サーブレシーブが難しくなったからだと考えられる。
- 3) コンビ攻撃をされた回数は、打球距離17m付近が最も多くなった。しかし一方、サーブ効果有の頻度も多くなり、17m付近ではサーブ効果有りと無しの相反する現象が認められた。ジャンプフローターは、本研究において、最も効果の有るサーブであった。打撃位置の平均が1.8mで打球距離の平均が17.0mと短い、サーブ打点位置が高いので打球方向が水平に近い打撃ができ、また助走・踏切中に生じた水平方向の運

動量を利用した打球速度の速いサーブになる。ボール速度が速ければ、打球距離が短くても、ボールは空中で急激な変化を生じ、サーブレシーブが難しくなると考えられる。

本研究で明らかにされた、サーバーの打撃位置をエンドラインの後方にとらせ、打球距離の長いサーブを打たせることは、フローターサーブを指導する際の技術資料として役立つと考えられる。なお本研究では打球距離が約21m付近においてサーブ効果有の頻度が最高になったが、これは本研究で使用したボール重量およびネット高が成人用のものであったからだと考えられる。ボール重量が軽くネット高も低い時（例えば小学生用）では打球が空気抵抗の影響を受けやすいと推測されるが、この場合にサーブ効果有の打球距離がどのくらいになるかについては、本研究結果の範囲内では言及できず、これは今後の課題として研究を進めるべきである。

## 参考文献

- 1) 遠藤俊郎, 武川律子「女子大学生におけるサーブ動作様式の分析—フローターサーブに関して—」バレーボール研究 1(1): 1-8, 1999.
- 2) 古市英, 小鹿野友平, 関一誠「バレーボールのサーブ球についての一考察」体育学研究 14(5): 291, 1970.
- 3) 林幸夫, 川合武司, 浜野光之「バレーボールにおけるサーブレシーブと戦術に関する研究—サーブレシーブからの攻撃パターンと成功率の関係—」日本体育学会第33回大会号抄録 714, 1982.
- 4) 石島繁他「バレーボールのサーブに関する一考察」日本体育学会第37回大会号抄録A 282, 1986.
- 5) 伊藤雅充他「サーブボールの軌跡, 速度に関する考察」バレーボール研究 4(1): 63, 2002.
- 6) McElroy, G. K. 「Understanding the Volleyball Float Serve」Sports Coach 3(3): 35-37, 1979.
- 7) McGown, C. 「Science of Coaching Volleyball」, Human Kinetics Publishers, 1994 <遠藤俊郎訳「バレーボール コーチングの科学」ベース

ボールマガジン社, 16-52,1998.>

- 8) 都沢凡夫他「バレーボールのサイドアウトに関する研究(4)」筑波大学運動学研究 8,81-90,1992.
- 9) 宮内一三,浅井正仁「バレーボールゲームのサーブとサーブレシーブの分析—サービスゾーン廃止後の FIVB World Super Four '94 for Women を対象として—」大阪体育大学紀要 26,111-120,1995.
- 10) 森脇正夫「流体中を通過する Ball と Circulation の関連性(Volley Ball の Serve 上における Reason)」体育学研究 2(7) : 199-200,1957.
- 11) 岡野英子「Volley Ball における Serve の正確性とその方法について」体育学研究 5(1) : 152,1960.
- 12) 篠村朋樹,枋堀申二,丸山貴也「バレーボールのサーブ軌道に関する一考察—無回転サーブの軌道解析—」日本体育学会第 37 回大会号抄録 A 281,1986.
- 13) 篠村朋樹,枋堀申二,吉田清司「バレーボールのサーブ軌道に関する一考察—無回転サーブの軌道解析(第 2 報)～」日本体育学会第 38 回大会号抄録A 300,1987.
- 14) 菅原秀二,小林一敏,前田寛,勝本真「バレーボールの臨界レイノルズ数について」日本体育学会第 33 回大会号抄録 400,1982.
- 15) 鈴木陽一,矢島忠明,瀧間久俊,河野貴美子「ジャンピングサーブについてのバイオメカニクスの分析—ジャンピングフローターについて—」バレーボール研究 2(1) : 67,2000.
- 16) 徳永文利「バレーボールのジャンピングサーブに関する研究 A Study of Jumping-Serve on Volleyball」東京工業大学人文論叢 18,253-260,1992.
- 17) 徳永文利「バレーボールのジャンピングサーブに関する研究(2) A STUDY OF JUMPING - SERVE ON VOLLEYBALL(2)」東京工業大学人文論叢 19,13-20,1993.

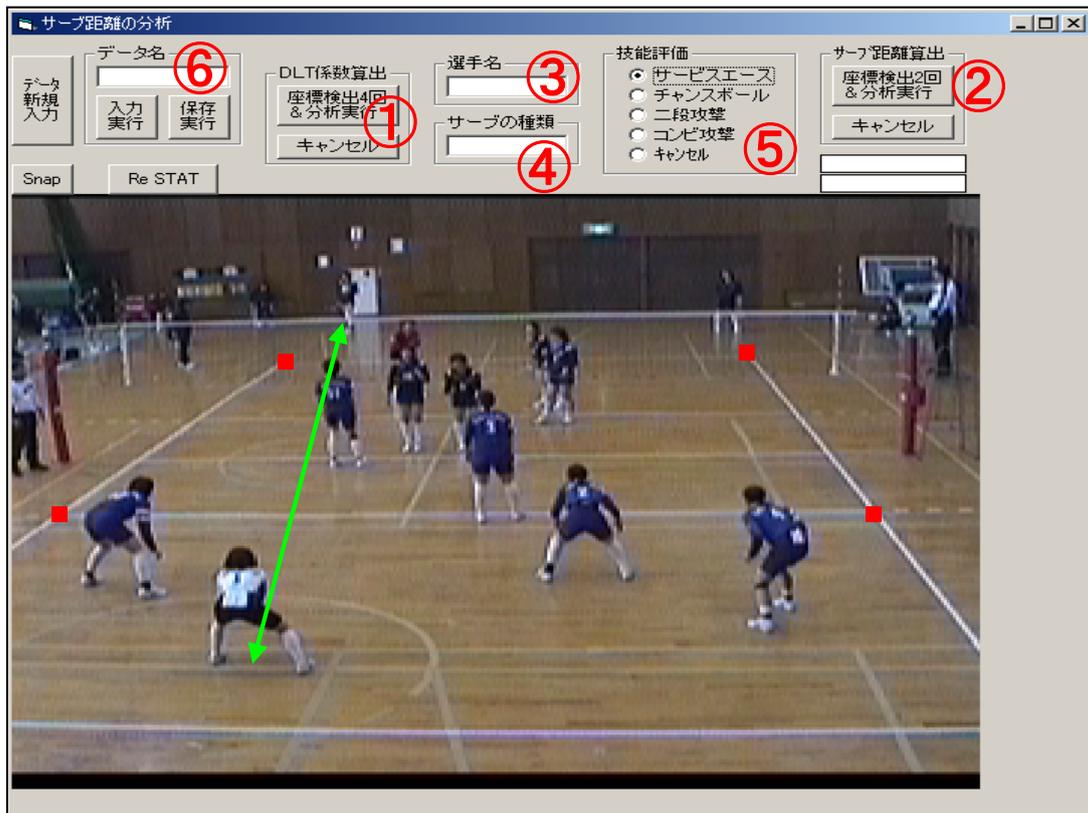


図1 ビデオ分析画面

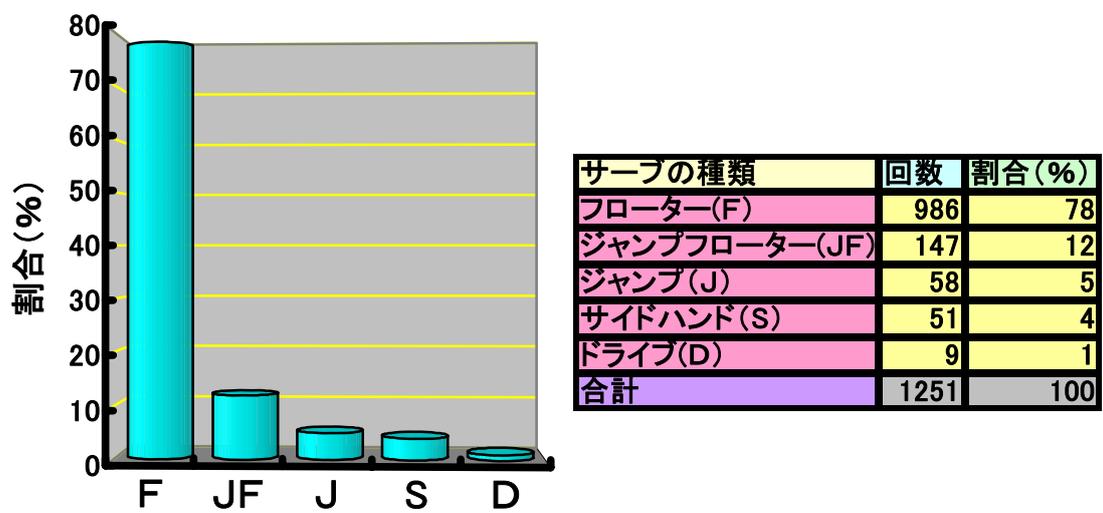


図2 サーブ種類別の使用頻度

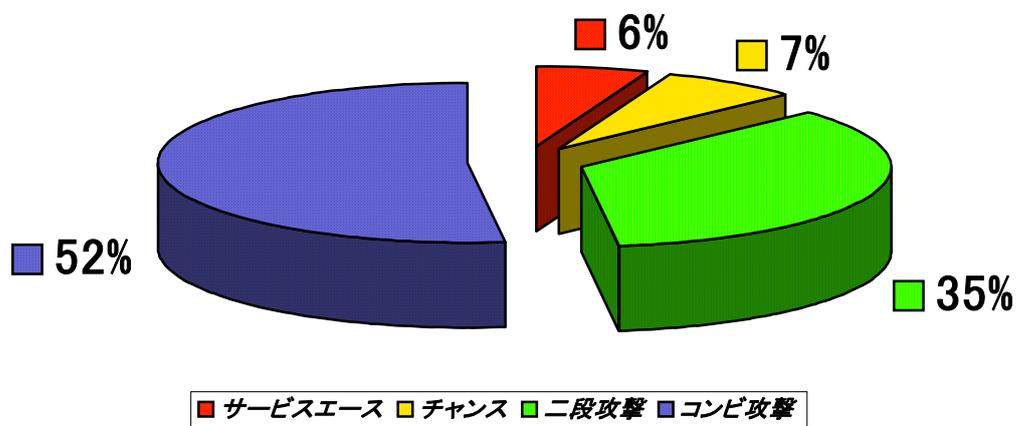


図3 全サーブレシーブ成績

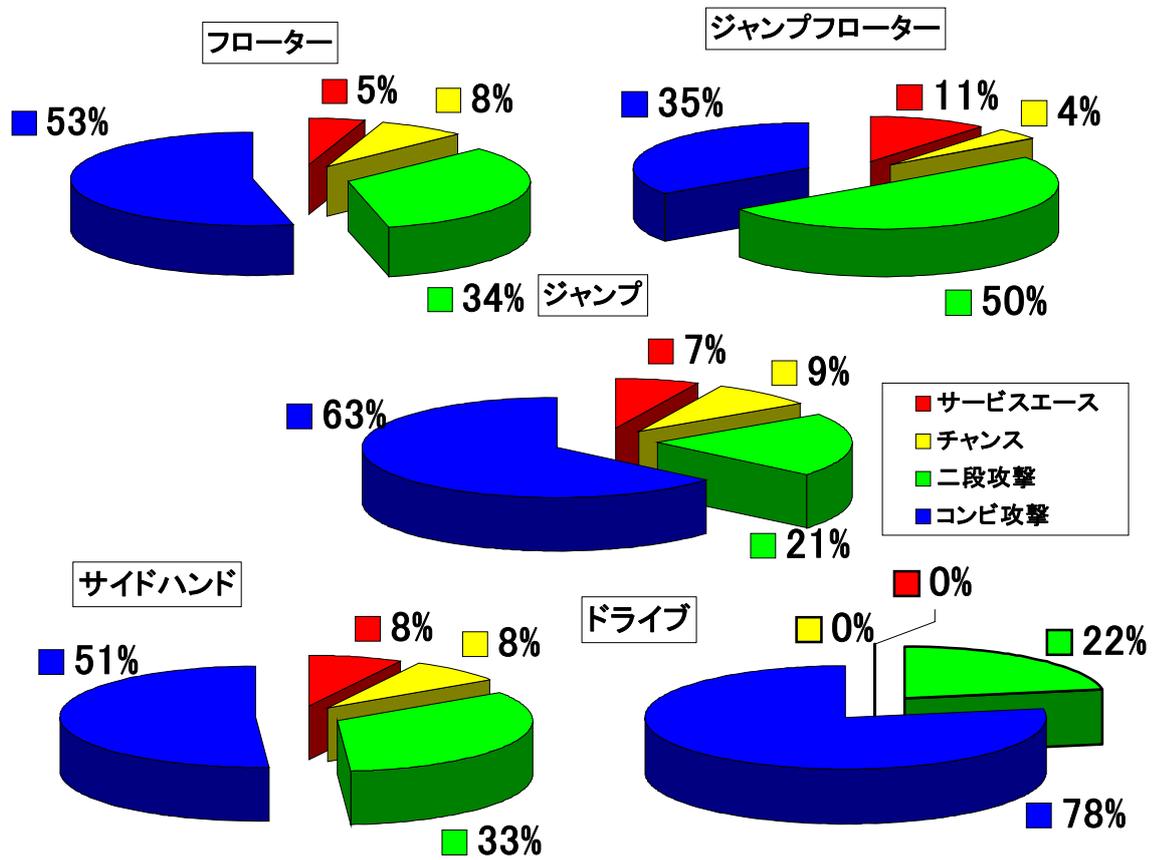


図4 サーブ種類別のサーブレシーブ成績

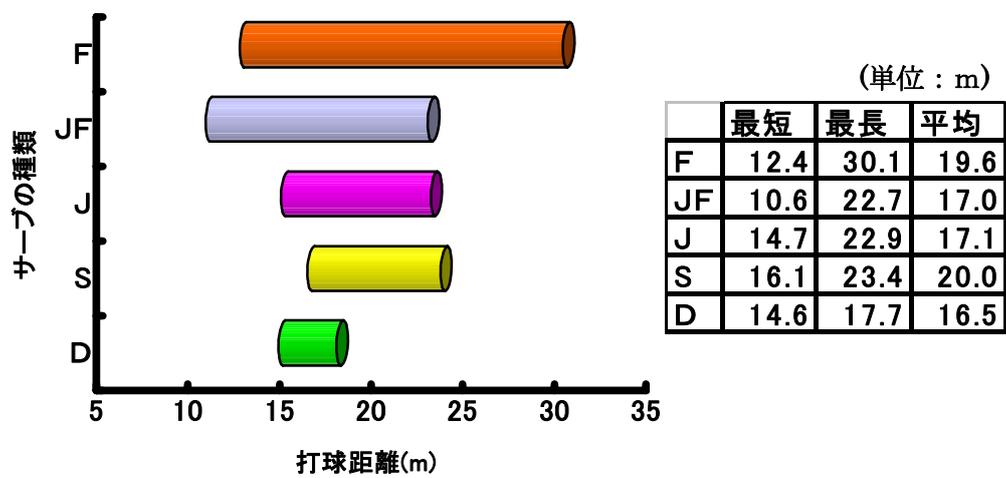


図5 サーブ種類別の打球距離

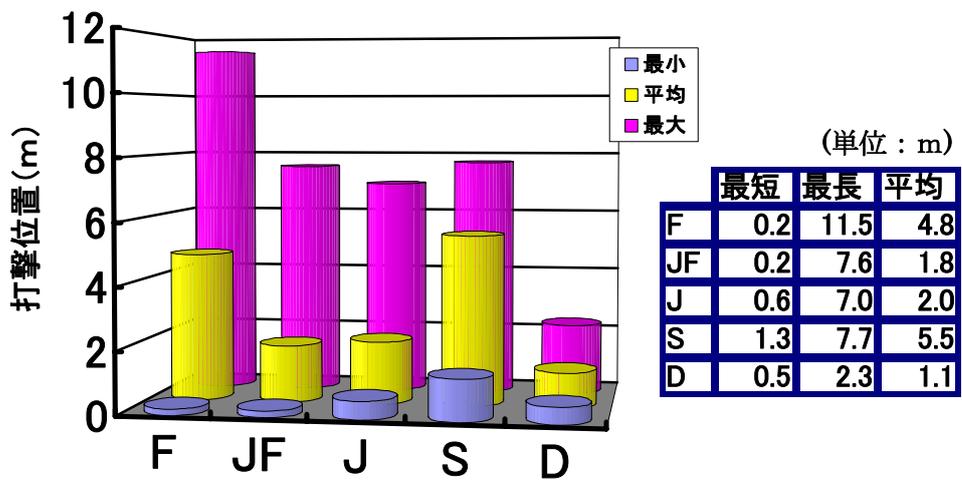


図6 サーバーの打撃位置

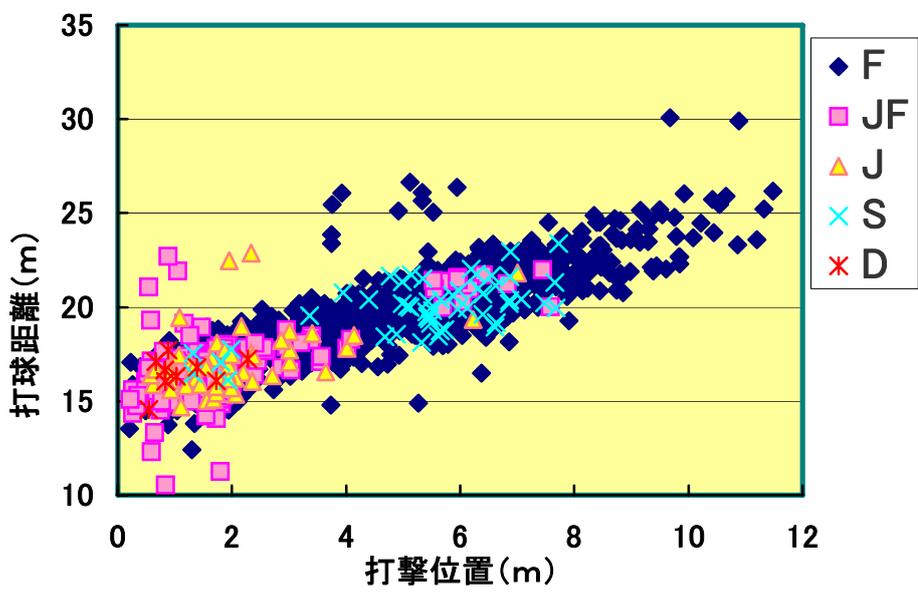


図7 打撃位置と打球距離との関係

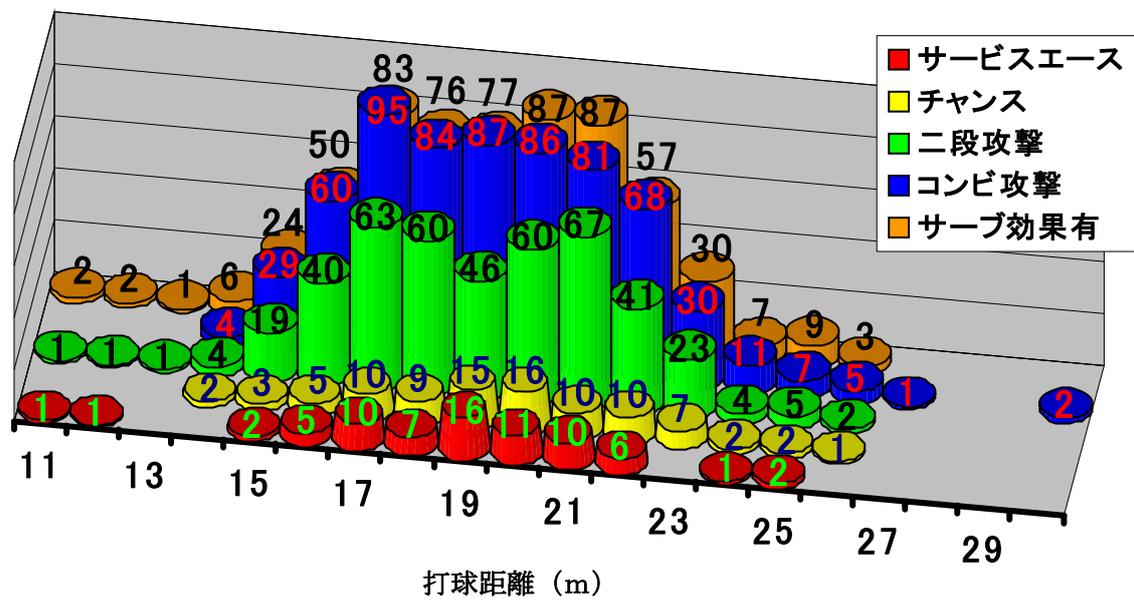


図8 打球距離とサーブレシーブ成績との関係

# A Kinematic Study on the Overhand Floater Serve in Volleyball

Yoshihiro Hashihara

Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

This study was designed to analyze the effect of the flight length of a served volleyball on the performance of the receiver of the service, in order to attain useful information for coaching overhand floater serve. A cinematographic image taken with a video camera during the game was reflected on the screen of a personal computer. After digitizing the middle point of player's feet, the flight length of the served ball from server to receiver was calculated using the Two-dimensional Direct Linear Transformation Method. Successful serves tend to have a flight length of around either 17 or 21 meters. The floater serve well back from the service line should be effected by an increase in air resistance that causes the ball to move in an erratic trajectory as it approaches the receiver. This in turn requires the serve from behind the service line to have an appropriate initial velocity and angle of launch.