

特 集 スキル指導とバイオメカニクス

バレーボールのスキル指導へのバイオメカニクスの応用

橋 原 孝 博

HASHIHARA Yoshihiro

広島大学総合科学部

## 1 はじめに

スキルとは、心理学者の Guthrie によれば、最高の正確さで、またしばしば最少の時間とエネルギーあるいはこれら両者の消費で、あらかじめ決められた結果を生じるように学習された能力である。

能力とは、一般的には、練習や経験によって変容しない、生まれつき備わっている運動の性能のことを言う。これらの能力には、反応時間 (reaction time)、動作速度 (speed of movement)、器用さ (dexterity)、そして動的強度 (dynamic strength)、瞬発的強度 (explosive strength)、全身協応性 (gross body coordination)、スタミナ (stamina) のような身体的諸能力など約 50 種類があると言われている (Schmidt, 1991)。これらの能力は、多くの異なったスキルの基礎となる。なぜなら、スポーツで高いパフォーマンス水準を得ようとすればするほど、それに応じた分野に高い能力が要求されるからである。能力とスキルの概念を区別して言えば、スキルは特定の運動課題に対する熟練性を表わすものである。

競技スポーツにおいては、能力の高い選手が有利であることは否定できない。しかし競技力は、能力の優劣だけで決定するものではない。技術練習や戦術的なひらめき等との兼ね合いで達成されるものである。

## 2 動作解析の活用

バレーボールをはじめとする多くのスポーツ種目では、選手の動きを判断材料として、習熟度を高めるように指導することが多い。金子 (1974) は、素晴らしい選手の技を見れば、次第に正しい運動表象を育てることができ、失敗した技の原因を見抜く場合には、技の習得や修正の貴重な資料を得ることができる。この見抜きの訓練は選手の技能上達に役立つだけでなく、コーチングにおいては不可欠の能力に挙げられていることを忘れてはならないと述べている。

映画撮影法 (cinematography) がスポーツ競技の研究における有効な手段であることは、既に半世紀も前に Cureton (1939) の論文において報告されている。当時は、2次元映画撮影法であったが、Shapiro (1978) や Walton (1979) らにより DLT 法が開発されて以来、競技中の選手の動きを3次元解析することが可能になった。都沢ら (1981) は、バレーボールワールドカップ' 81 における日本、ソ連、キューバ、ポーランド男子選手のスパイク動作を DLT 法により分析し、初めて公式試合中の3次元データを取得することに成功した。フィルムモーションアナライザーにより検出した身体各部位の座標を穿孔機にかけてデータカードを作成し、回帰分析における最少二乗法の複雑な演算を大型電算機で処理して3次元データを求めた。その後、パーソナルコンピューターの発達やフィルム分析装置の改良に伴い、DLT 法はバレーボールばかりでなく他のスポーツ種目の動作解析にも適用され、現在最も信頼性の高い映画撮影法と評価されている (阿江, 1988)。

ヒトの視覚は、意識的に焦点を合わせた対象物は自覚することができる。しかし焦点を合わせた周辺すなわち視野全体は、運動制御に影響を与えているが、無意識的に作動しており、自覚されることがないと言われている (Schmidt, 1991)。シネカメラは、撮影範囲で生じた出来事を全て記録することが

できるので、視覚で知覚できなかつた素早い動きや周辺の動きを再現し認知することにより、練習あるいは指導の精度を高めると考えられる。

### 3 技術の究明

技術とは、運動課題を合理的（合目的・経済的）に解決する運動の仕方である。技術には転移可能性という特性がある。転移可能性とは、課題を解決する方法が他の実施者へ一般化される可能性があることである。例えば、王選手の本足打法は、王選手個人が使用することで運動成果を発揮できるものであり、他の選手が真似ても効果がなく、このような個人技法は技術と呼ぶことはできない。指導に際しては、各選手固有の動作の中から転移可能なものの存在を明らかにする必要がある。

技術を明らかにするアプローチの仕方には、一つには、一流選手のように技術を身に付けていると考えられる選手を被験者に用い、その複数の一流選手の動きに共通に認められる動きを抽出する方法。例えば、各選手の動作時間を規格化して動作局面を一致させ、規格化した時刻ごとに平均化して、算出した平均値により複数の被験者に共通に内在する運動過程（技術）を示すことである（橋原ら、1988）。

金ら（1997）は、1994年広島アジア大会準決勝戦および日本リーグ決勝リーグ戦におけるバレーボール男子一流選手のスパイク動作をDLT法により分析し、打球方向の打ち分け技術を究明している。

図1は、インパクト時の肩を原点としたボールの相対位置と打ち分け角度との関係を示したものである。打ち分け角度の0度は空中で前方に跳躍している方向を表し、負の符号は左側に、正は右側に打ち分けられたことを示す。打点位置の原点は打撃側の肩（右肩）の位置であり、正の符号はボールが肩よりも右側に、負は左側に位置することを示す。●はクイック、△は時間差、○は平行、□はバックアタックの試技を示す。

ボール位置は肩の-39～33cmの範囲にある。そして肩の左側でボールを捕らえた場合は打球は体の左側へ、肩の右側でボールを捕らえた場合は打球は体の右側へ打ち分けられている。クイックスパイクではセッターがトスボールをリリースするとほとんど同時にスパイカーがジャンプを開始するので、ジャンプをしている空中で初めてトスボールの動きが観察できる。しかし研究結果を見る限り、クイックスパイクでも肩の右側あるいは左側でボールを捕らえることにより打球を左右に打ち分けられている。

図2は、インパクト時の肩の姿勢を真上から見たものである。左図が右側へ、右図が左側へ打ち分けたものである。原点はインパクト時のボール位置。右側と左側に打ち分けたスパイクごとに打ち分け角度の平均値を求め（表1参照）、平均値以上に打ち分けた試技は黒塗りの実線で、打ち分け角度が平均値以下の試技は白抜きの破線で示した。△の線はクイックの試技を、○は時間差、平行、バックアタックの試技を示している。なお原点から延ばした破線が肩の線と交差する点は右肩の位置である。

打ち分けが小さいスパイクでは、肩のインパクト姿勢に体の右側と左側に打ち分ける顕著な差異は見られない。しかし大きく打ち分けたスパイクでは、体の右側へ打ち分けた場合は右肩を後方に引き、左側へ打ち分けた場合は左肩を後方に引いたインパクト姿勢をとっていることがわかる。右側に打ち分けた試技と左側に打ち分けた試技のインパクト時肩角度平均値は、0.1%水準で有意差が認められた。従って、図1において打ち分け角度の値が大きいスパイクではボールを肩の右側で捕らえ、打ち分け角度の値が小さいスパイクではボールを肩の左側で捕らえていたのは、インパクト時に体を打撃する方向へ向けていたからである。打球を左右に打ち分ける時には、打撃する方向に体を向けた姿勢をとり、ボール

中心をインパクトすることが重要であると考えられる。

図3は、打撃動作中の胴角度変化を示したものである。胴角度とは、跳躍方向を前方向とした座標系の前頭面における、左腰関節中心から右肩関節中心に向かうベクトルが左腰関節中心を通る鉛直線となす角度である。負の符号は右肩が左腰よりも左側に位置する（胴体が左側へ傾いている）ことを示す。実線は右側へ、破線は左側へ打ち分けた試技のそれぞれ平均値である。スティックピクチャーは、左から0%（踏切離地時）、12, 24, 36%（バックスイング終了時）、48, 60, 72%（インパクト時）の各時点の動作を表し、角度曲線に付した印の時点と一致する。スティックピクチャーの黒丸の付いた身体部位は左の肩と腰である。

右および左側へ打ち分けた試技の離地時胴角度はそれぞれ平均 13, 22 度であり、両試技とも胴体を立てた姿勢をとっている。バックスイング中、左側へ打ち分けた試技では胴体の姿勢をほとんど変えないが、右側へ打ち分けた試技では胴体を左側に倒しながらバックスイングし、バックスイング終了時胴角度は平均-7度になる。フォアスイングが開始されると、右側へ打ち分けた試技の胴角度は大きくなるが、これは肩が前方にスイングされるためであり、スティックピクチャーを見ると胴体は左側へ倒されたままであることがわかる。一方左側へ打ち分けた試技では、胴体を左側に倒しながら体を左回転させるので胴角度は小さくなり、インパクト時では平均9度になる。従って、右側へ打ち分けるスパイクでは胴体を左側へ倒しながら右肩を後ろに引くバックスイングをし、バックスイング終了時付近で打ち分け方向へ体を向けている。そして左側へ打ち分けるスパイクでは右肩をフォアスイングしながら胴体を体の左側へ回転させ、インパクト直前に体を打ち分け方向へ向けている。すなわち、打ち分け方向へ体を向けるタイミングは、右側へ打ち分ける場合が左側へ打ち・u 楯<sub>ε</sub>・u「韻訃豺腓茲蠅眩珥 y・w)。

松田(1981)は、基本の運動の捉え方として、その一つは、各種の運動に含まれる共通因子を抽出し、その因子を測定することのできるような運動（パフォーマンス）を基本の運動とする捉え方であると述べている。これまで見てきたスパイクの打ち分け技術は、バレーボールのいかなる種類のスパイクにも共通に認められる動きであり、松田の基本の運動の捉え方に従えば、スパイクの基礎技術の一つであると考えられる。トレーニングというものは、基礎的なものから身に付けて、順次応用的なものに進むのが一般的な進め方であるから、打ち分け技術は、日頃よく練習される技術である。しかし指導場面では、打ち分け技術は、これまで、右利き選手の場合、打点位置を右肩の内側、正面、外側にとり、手首のスイングを斜めに使って打つように指導されることがある（松平ら、1974）。しかしボールを横殴りしたのでは（体を打ち分け方向に向けてボール中心を打撃しなければ）、たとえブロッカーをかわして打撃していても、威力のある打撃はできない。そして無理な体勢からのスイングでは、肩や腰など体を負傷する危険性も高いと考えられる。

#### 4 戦術の重要性

一般に戦術とは、ゲームに勝つという目標を達成するため、ゲーム中のプレーヤーの動きを規則化し、最適の仕方で相手チームや選手を打ち負かすことができる行動計画やシステムのことをいう。戦術がゲーム、試合のための短期間の行動計画やシステムであるのに対して、期間が長く、全体的かつ包括的な行為の計画や決定のシステムは戦略と呼ばれる（阿江、1994）。

しかしながら、バレーボールにおける戦術と戦略の捉え方は、この一般的な戦術と戦略の捉え方とは若干異なる。Beal(1989)は、戦術とは自チームの選手の能力を最大限に生かすために特定のシステム

を適用することと述べている。一方、戦略とは対戦相手に対する最適戦術の適用であると述べている。バレーボールは、各ローテーションごとに前衛、後衛の選手が替わるので、それぞれのローテーションでプレーイングシステムを選択し、6つのローテーションで特有の攻防が別々に展開されることになる。つまり相手チームに最適なこととは、相手チームの6つのローテーションに最適なことになる。アメリカでは、このようなローテーションごとの最適戦略を **Match-ups** と言う。

バレーボールはコートがネットで区切られており、味方チームのプレーは相手チームにいつい邪魔されないという特性がある。吉田 (1994) は、バレーボールの特性に着目し、自チームのプレーが十分訓練されていることが何よりも大切である。個人的に優れた技能を持ったメンバーを揃えたチームでも、戦術が整っていなければ、格下のチームに敗れる可能性がある。自チームの選手の能力を最大限に発揮できるシステムを訓練することが、相手チーム対応よりも重要であると述べ、戦術訓練の重要性を指摘している。

金ら (1998) は、1995年ワールドカップ男子バレーボール大会におけるイタリア対日本戦を 16mm 高速度カメラと VTR を併用して撮影し、サーブレシーブからの攻撃パターンを DLT 法により分析して、実力世界一と言われるイタリアチームの攻撃の特徴を究明している。

クイックスパイクができるサーブレシーブからの攻撃回数は、イタリアが総サーブレシーブ 78 回のうち 66 回 (85%)、日本が総サーブレシーブ 102 回のうち 72 回 (71%) であった。良いサーブレシーブ返球ができた時は、そのチームが意図したスパイカーの人数や配置で攻撃を仕掛けることができる。表 2 は、イタリアと日本のクイックスパイクができるサーブレシーブからのコンビ攻撃パターンを示したものである。表中の数値は、スパイクの打撃回数を示している。罫の印は、打撃はしていないが、スパイクの助走や跳躍動作をしていることを表している。

イタリアは総コンビ攻撃 66 回のうち 56 回 (85%) が 4 枚攻撃であった。一方、日本は総コンビ攻撃 72 回のうち 35 回 (49%) が 4 枚攻撃であった。セッターが後衛の時は、フォワードスパイカーが 3 人いるから、バックアタックを 1 枚加えるだけで 4 枚攻撃ができる。日本の 4 枚攻撃はセッターが後衛の時 (コンビパターン No.9, 10, 12, 13, 14) が 26 回 (74%) で、セッターが前衛の時 (コンビパターン No.11, 15, 16) は 9 回 (26%) であった。しかしイタリアの 4 枚攻撃はセッターが後衛の時 (コンビパターン No.9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18) も前衛の時 (コンビパターン No.8, 10, 17, 19) もそれぞれ 28 回 (50%) であり、4 枚攻撃の使用比率は変わらなかった。

VTR で撮影したスパイク動作とセッターのトスボールの動きを DLT 法により分析し、コンビ攻撃パターンを図示した。図 4 は、イタリアチームの 4 枚攻撃パターン No.10 の場合を示したものである。原点はレフトサイドラインとセンターラインの交点である。上図は、サイドアウトプレー中の、スパイカーの接地足の軌跡をコートの真上から見たものである。BR, BC, BL はバックライト、センター、レフトポジションを、FR, FC, FL はフォワードライト、センター、レフトポジションを示す。□は助走開始位置から打撃終了後の着地までの接地足の位置を示し、数値は助走歩数を表している。下図は、セッターリリース時からスパイカーインパクト時までのトスボールの軌跡をネットの方向から見たものである。○がセッターのリリース地点を、△がスパイカーのインパクト地点を示している。

サーブレシーブは BR と FL の 2 人で行っている。FC がセッターである。BC と FL はサーブ開始と同時に、サイドステップやクロスオーバーステップしながらコートの外まで移動し、そこから助走を開始している。9 m のコート幅いっぱいを使ったアウトサイド攻撃をしている。FR はアタックライン後方約 1 m の位置から内側へ助走しようとしたが、サーブレシーブの返球位置がライト側へ寄ったため、外側へ助走方向を変えた。そして 1 歩助走でセッターの真後ろへ踏み込み、上がり際のトスボール

を打撃している。BL は相手がジャンピングサーブを打つ時はサーブレシーブに加わることがある。しかし通常はサーブレシーブをしないで、エンドライン付近からネットに対して直角に助走し、スパイクしている。

攻撃パターン No.8 の場合はCクイックではなくBクイックを使う。セッターが後衛にいる時の攻撃パターン No.15, 18 ではバックアタックではなく、FR がライトサイドで時間差を打つ。このようにイタリアの4枚攻撃は、使用頻度の点から見れば図示したパターンに類似した攻撃が多い。

西村 (1999) は、競技力の向上について、技術、体力はもちろんのこと、選手またはチームの戦術的な能力が非常に重要である。なぜなら、いかに優れた体力と技術を身に付けていたとしても、それを具体的にどのような場面で使えばいいのかわらなければ、結局、よりよい運動成果を発揮することはできないからである。つまり、選手やチームが競技場面においてより良い結果を得るためには、理論的に、実践的に戦術観を身に付けることが必要になる。しかし、我が国のバレーボールを初めとする多くのスポーツ種目においては、戦術についての指導およびトレーニングは、技術や体力についての指導やトレーニングのように明確に確立して行われていないのが現状であろう。戦術の重要性は認識されていても、技術を習得した後に戦術を指導するという段階的な指導が主流であり、基礎技術の習得段階では、選手に戦術の認識が欠落している場合が多い。このあたりが、戦術的な能力が育たない原因になっていると述べている。

## 5 指導の方法

実践的な練習あるいは指導と口では言うが、具体的にどうすれば良いのか理解していない指導者が多いのではないだろうか。McGown (1994)は、運動学習理論に基づいたバレーボールの指導方法を奨励している。

選手の情報処理能力には限りがある。長く複雑きわまる説明よりもむしろ注意して見ることや実際に行うことによって最も良く学習する。例えば、児童に完全なスパイク動作をやらせる。しかし、助走の最後ではフットワークにだけ集中させる。たとえスパイクの他の部分が厳密には正しくなくとも心配することはない。ただ最後の2ステップだけを強調する。それから、その特定の構成要素が定着し、習慣化した時に、スパイクの別の局面に集中させ始める。

バスケットボールがうまくできる人はバレーボールもまたうまくできるような一般的な競技能力はない。運動プログラムは特異的であり、一つの運動課題から他の運動課題への学習の転移はそう多くない。また運動課題の一つのバリエーションから同じ運動課題の別のバリエーションへの転移に関する研究においても、ある研究では転移の量は極めて小さいと報告されている (Schmidt, 1975)。

従って、例えばパスの指導において、まず選手に床に膝をつかせ、さらに床の上で両手を正しいオーバーハンドパスの位置を作ることから始める。次にボールが床の上に置かれ、選手は正しいオーバーハンドパスの位置をとるようにそのボールの上に手を置く。それから選手は、腰を曲げた姿勢をとり、床から手へと繰り返してボールをバウンドさせる。さらに座ったり、床に膝をついたり、うつ伏せに寝た姿勢での練習の後、段階 15 になって初めて、選手は実際にお互いに向かい合って立ちパスをする。このような長い漸進性は、能率の上がらない、効果の少ない方法であり、段階の数がある程度限定されるべきである。

また多くのコーチは、対人レシーブが守備練習に優れたドリルであると考えている。しかし実際には、

強烈にドライブのかかったスパイクをレシーブする後衛の守備には役に立たないかもしれない。Dunphy, 1988年アメリカ男子オリンピックチーム金メダル監督, は, 最も良いスパイクのドリルはパーストスースパイクであり, 最も良いレシーブのドリルはパーストスースパイク, そしてレシーブすることであると述べている。ドリルは, その運動課題の特異な運動プログラムを発達させるよう, ゲーム状況を呈するものでなければならない。

昨年, Vリーグ男子のJTが, 旧ソ連男子チームを率いてソウル五輪に準優勝した Parshin を監督に迎えた。同氏の指導ぶりについて「常に実戦まず練習刷新」と題された地元新聞記事によれば, これまで5時間続けていた練習を, 午前と午後の2回, 2時間半ずつに分けた。ゲームの2時間をいかに集中できるかが問題。欧州のチームでは当たり前の手法。練習内容も単調な技術練習はない。サーブには必ずサーブレシーブが付き, 攻撃の練習はブロックとレシーブの練習がセットされる。全ての複合メニューで, 16人の部員が一人として息が抜けない。ストレスのない練習でいくらうまくプレーできたとしても, 試合では通じない。選手は, 最初は体も頭もついていくのがやっとなら, 10年以上やってきたバレーとは百八十度違ったと語っている(中国新聞, 2000.1.8)。日本人は練習をし過ぎる傾向がある。フォームにこだわり基礎練習に時間をかけ過ぎるように見える。日本人は欧米人に比べて体格が劣るから, その能力的な劣性を練習することで補おうとする習性が潜在的にあるのかもしれない。

## 6 おわりに

映画撮影法の開発や分析装置の発達により, 最近では, 遠方の観覧席から斜めに撮影した映像からでも精度の高い実空間座標が算出できるようになった。そしてこれを基に, コンピューターを駆使して, 動きに関するさまざまな力学情報が提供されるようになった。バイオメカニクスがスキル指導に役立つかと問われれば, これ程の科学情報が手軽に提供できるようになったのだから, 当然, 役立つと答えたい。しかしながら, JJBSE をはじめとする多くの学術雑誌を見るにつけ, なるほど詳細に精密に分析していても, 何か現場と方向が違うピントはずれの研究報告が多いと感じるのは独断的な偏見であろうか。

1984年と1988年のオリンピックに二連覇したアメリカ男子バレーボールチームのコーチングスタッフである Beal, Dunphy, McGown は, いずれもアメリカの大学の教官・研究者でありながら, スカウティング情報を活用した戦術・戦略指導, また運動学習理論に基づいた技術指導を行っている現場の指導者である。研究と現場の指導を両立させることは厳しいことであるが, しかし前例でもあるように, これを両立させて現場の要求に沿った研究をし, 研究成果を現場に還元することは不可能なことではない。両立は現場の問題点と研究の課題を一致させる最適な方法であろう。

練習あるいは指導は選手とコーチの試行錯誤の繰り返しにより行われている。これに実践的な科学データが加われば, スキル上達の近道になることは間違いない。日本体育学会は, 1988年第39回総会で学会機関誌の体育学研究に「実践研究」部門の新設を決定した。しかし, 以後, 実践研究として掲載された研究報告は極めて少なく, この部門の喚起が望まれるところである。

## 参考文献

- 1) 阿江通良 (1988) : 3次元シネマトグラフィー—キネマティクスへの応用—. *Japanese Journal of Sports Sciences* 7(9) : 581-586
- 2) 阿江通良 (1994) : スポーツの戦術. *体育の科学* 44(7) : 500-501
- 3) Beal D.(1989) : Basic team systems and tactics. *FIVB Coaches Manual I* 333-353
- 4) Cureton T.(1939) : Elementary principles and techniques of cinematographic analysis as aids in athletic research. *Research Quarterly* 10(2) : 3-23
- 5) 橋原孝博, 阿江通良, 横井孝志, 石島繁, 古藤高良, 渋川侃二 (1988) : 規格化・平均化の手法による運動技術解析の試み—バレーボールのスパイク技術について—. *体育学研究* 33(3) : 201-210
- 6) 金致偉, 佐賀野健, 橋原孝博, 西村清巳 (1997) : バレーボールのスパイクにおける打ち分け技術に関する研究. *広島体育学研究* 23 : 31-39
- 7) 金致偉, 佐賀野健, 橋原孝博, 西村清巳 (1998) : 世界トップ男子バレーボールチームのコンビネーション攻撃—1995年ワールドカップイタリア対日本戦の映像分析—. *スポーツ方法学研究* 11(1) : 25-35
- 8) マクガウン : 遠藤俊郎ほか訳 (1998) : 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 pp.16-52 <McGown C.(1994) : Science of coaching volleyball. Human Kinetics Publishers >
- 9) 松田岩男 (1981) : 子供にとって「基本の運動」とは何か. *体育の科学* 31(6) : 392-395
- 10) 松平康隆ほか編 (1974) : バレーボールのコーチング. 大修館書店 pp.198-199
- 11) 都沢凡夫, 福原祐三, 朽堀申二, 多田繁, 矢島忠明, 遠藤俊郎, 阿江通良, 橋原孝博, 横井孝志, 勝本真, 吉田雅行, 岡内優明, 岡部修一, 小山勉 (1981) : バレーボールワールドカップ'81における一流選手のスパイク動作に関する事例的研究. *日本体育協会 スポーツ医・科学研究報告* 46-55
- 12) 西村清巳(1999) : 戦術・戦略. 松岡重信編 保健体育科・スポーツ教育 重要用語 300の基礎知識 明治図書 pp.273
- 13) シュミット : 調枝孝治ほか訳 (1994) : 運動学習とパフォーマンス理論から実践へ. 大修館書店 pp.1-288 <Schmidt R.(1991) : Motor learning and performance from principles to practice. Human Kinetics Publishers >
- 14) Shapiro R.(1978) : Direct linear transformation method for three dimensional cinematography. *Research Quarterly* 49(2) : 197-205
- 15) Walton S.(1979) : Close-range cine-photogrammetry : another approach to motion analysis. Terauds J.(Eds.) *Science in biomechanics cinematography* Academic Publishers pp.69-97
- 15) 吉田敏明 (1994) : バレーボールの戦術—チームづくりへの示唆—. *体育の科学* 44(7) : 529-533

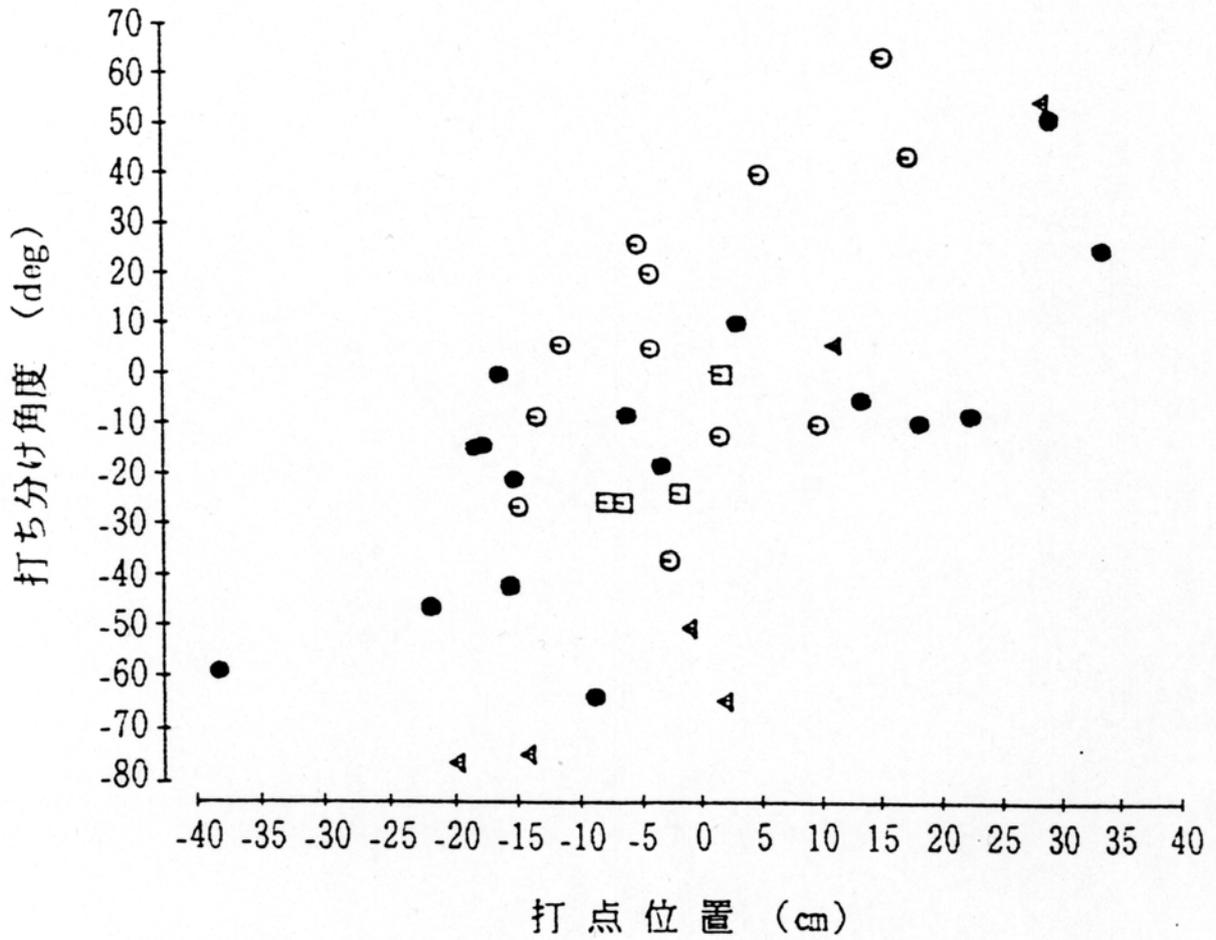


図1 インパクト時の肩に対するボールの相対位置と打ち分け角度との関係

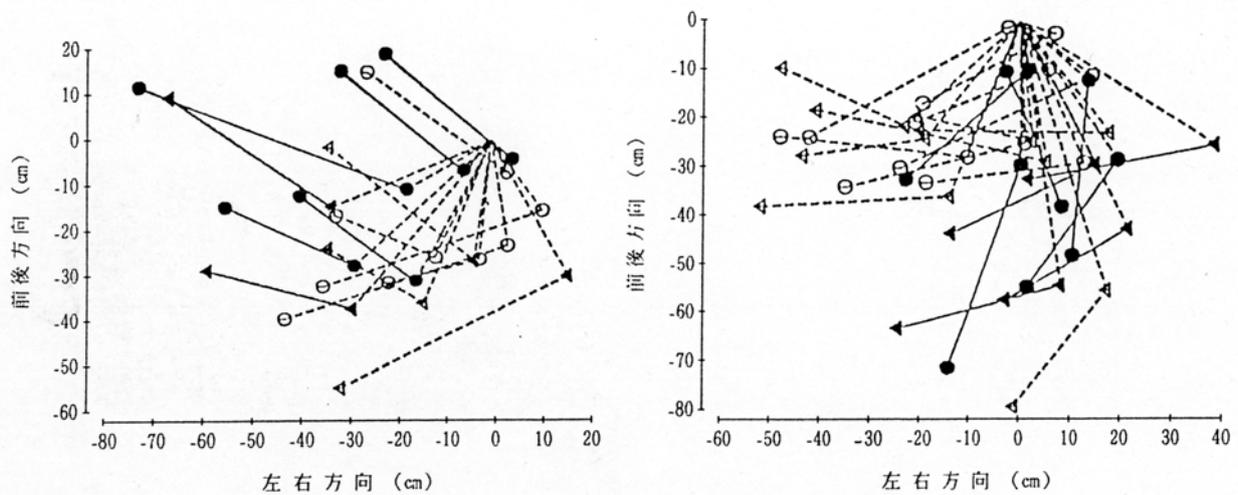


図2 ボールを体の右側および左側へ打ち分けたスパイクの肩のインパクト姿勢

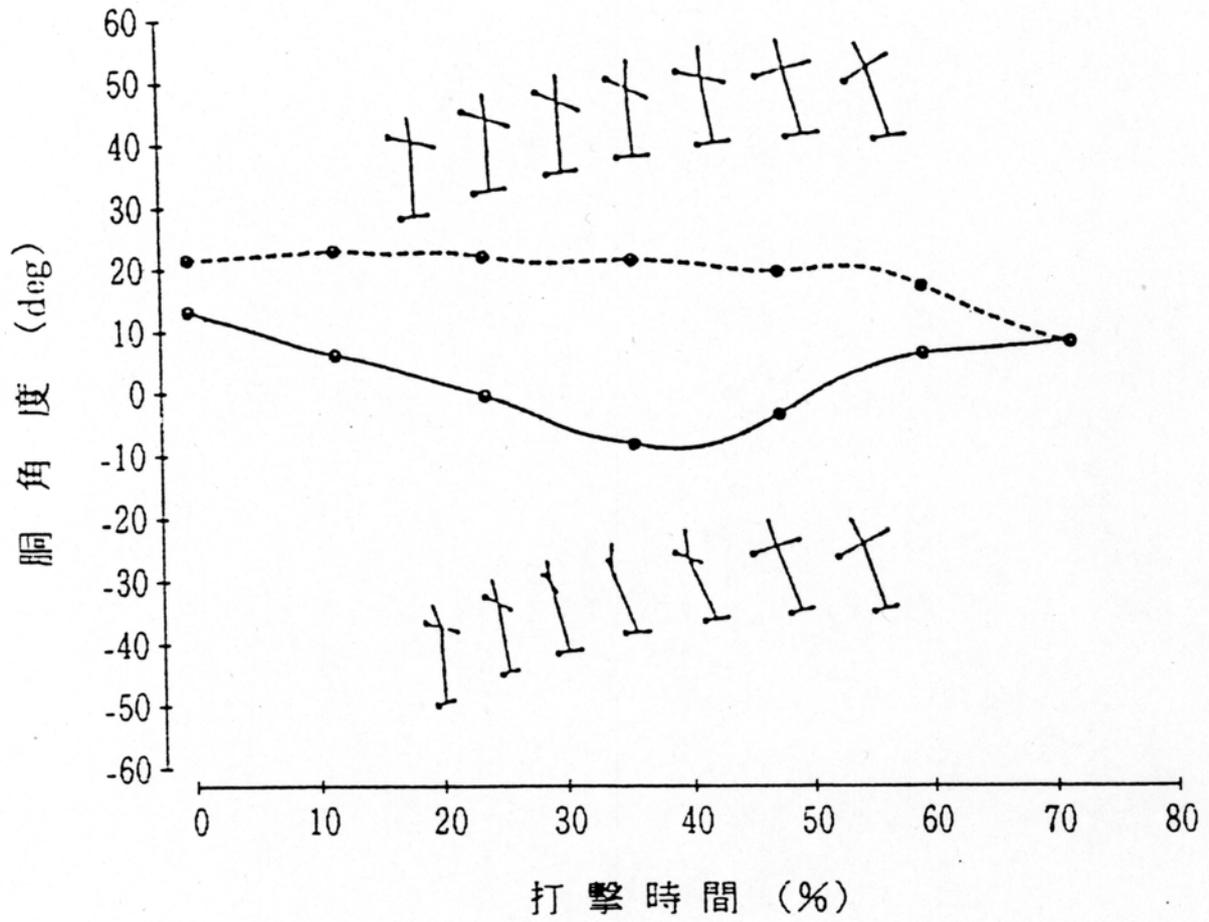


図3 打撃動作中の胴角度変化

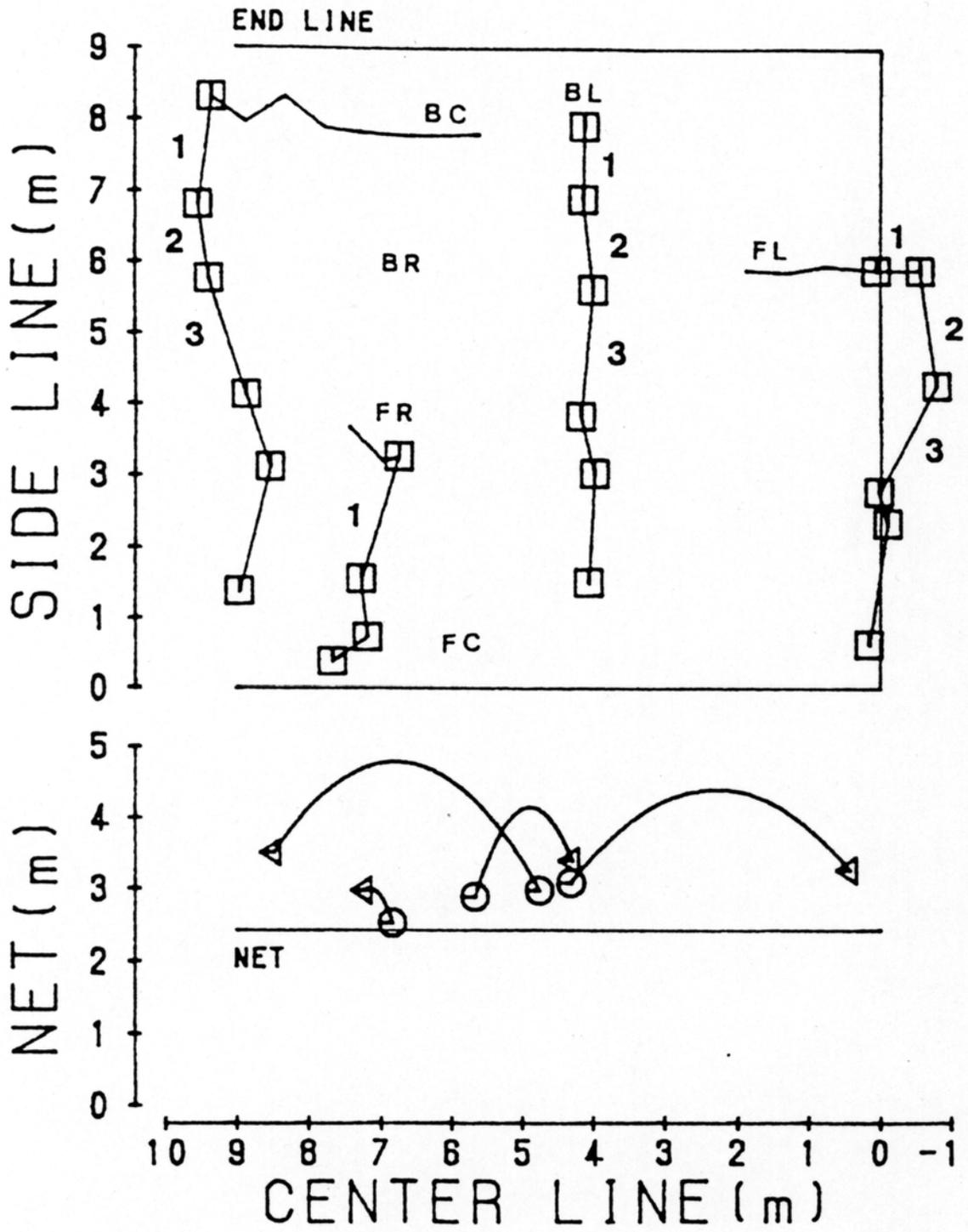


図4 イタリア4枚攻撃パターンNo. 10のトスボール位置とスパイカーの動き

表1 打撃動作中の肩および胴角度変化

試技名	スパイクの種類	打ち分け角(deg)	肩 角度 (deg)			胴 角度 (deg)			
			離地時	バックスイング終了時	インパクト時	離地時	バックスイング終了時	インパクト時	
1	VN143	A	26	-82	-90	-38	26	7	19
2	AH178	C	51	-60	-86	-28	18	-16	2
3	AH176	時間差	55	-71	-81	-18	17	11	13
4	AH67	平行	27	-51	-75	-46	13	11	-6
5	AH84	平行	44	-47	-80	-23	15	-14	21
6	AH88	平行	63	-73	-97	-36	0	-5	12
7	AH79	平行	41	-59	-114	-57	19	-35	6
	(平均)		44	-63	-89	-35	15	-6	10
8	VH53	B	0	-39	-76	28	22	4	17
9	VH94	C	11	-46	-74	-36	4	-21	-6
10	VH36	C	21	-85	-104	-30	-11	-48	-2
11	VH57	時間差	7	-62	-83	-12	16	-3	17
12	AH68	平行	21	-67	-111	-47	-4	-45	8
13	AH151	平行	6	-43	-69	23	24	18	8
14	AH175	平行	6	-50	-73	20	17	11	15
15	AH145	バックアタック	1	-21	-53	11	24	15	6
	(平均)		9	-52	-80	-5	12	-9	8
	(平均)		25	-57	-84	-19	13	-7	9
1	VN63	A	-58	-33	-57	10	29	20	22
2	AH109	A	-45	-35	-31	19	22	11	-1
3	AH156	A	-41	-22	-37	23	33	28	17
4	AH159	A	-63	-28	-22	11	28	34	18
5	AH27	時間差	-64	2	-25	103	31	43	2
6	AH66	時間差	-76	11	5	61	32	39	12
7	AH74	時間差	-49	0	-7	70	28	46	3
8	AN85	時間差	-74	23	2	85	30	42	3
9	AH86	平行	-37	-10	-42	48	34	45	22
	(平均)		-56	-10	-24	48	30	34	11
10	VH31	A	-18	-80	-93	-1	11	-10	14
11	VN37	A	-8	-117	-117	-16	-31	-37	6
12	VN61	B	-8	-67	-82	-16	15	3	16
13	AN62	C	-14	-24	-36	55	15	32	-1
14	AN72	C	-5	-38	-61	4	14	2	2
15	AH710	C	-9	-35	-47	3	25	28	2
16	AH107	C	-15	-52	-52	3	13	21	2
17	AH21	平行	-12	-27	-51	25	29	24	2
18	AN29	平行	-8	-41	-51	9	11	-6	-8
19	AH610	平行	-10	-32	-67	-18	17	-7	7
20	AH152	平行	-26	-37	-69	24	21	26	7
21	AN92	バックアタック	-25	-11	-54	21	30	35	19
22	AH99	バックアタック	-25	-23	-49	22	29	39	4
23	AN153	バックアタック	-23	-36	-39	15	31	39	29
	(平均)		-15	-44	-62	9	16	14	7
	(平均)		-31	-31	-47	24	22	22	9

肩角度：跳躍方向を前方向とした座標系の水平面において、左肩関節中心から右肩関節中心に向かうベクトルが右方向の軸となす角度。

表2 サーブレシーブからのコンビ攻撃パターン

	No	レフト	クイック			時間差		バックアタック			合計
		平行	A	B	C	センター	ライト	レフト	センター	ライト	
イ タ	3 枚 攻 撃	1		1			☐			☐	1
		2	1		2					☐	3
		3			☐		1	☐			1
		4	☐	1						☐	1
		5	1			☐		☐			1
		6	1		☐			1			2
		7	1			☐				☐	1
合計	4	1	3		1	1				10	
リ ア	4 枚 攻 撃	8	5		4				☐	2	11
		9	2	2				1		☐	5
		10	2			5			2	1	10
		11	☐		☐	1				☐	1
		12	☐	1			☐			☐	1
		13			☐		1	☐		☐	1
		14			☐	1	☐			☐	1
		15	1		2			6		☐	9
		16	☐			2	1			☐	3
		17	3	☐					1	2	6
		18	3			2		1		1	7
19			☐		☐		☐		1	1	
合計	16	3	6	11	2	8		4	6	56	
合計	20	4	9	11	3	9		4	6	66	
日	3 枚 攻 撃	1	6	4						4	14
		2	3	1	☐						4
		3	1	☐		1					2
		4	5	☐			4				9
		5	2			1			☐		3
		6	2			☐	☐				2
		7	☐			☐				2	2
		8	☐		☐					1	1
合計	19	5	1		1	4		7	37		
本	4 枚 攻 撃	9	1		☐	3				2	6
		10	3	1		☐				2	6
		11	4	1					☐	2	7
		12	3	2			1			1	7
		13	☐	1	☐					☐	1
		14	2	☐				3		1	6
		15	1			☐		☐		☐	1
16	☐		1					☐	☐	1	
合計	14	5	1	3	1	3		1	7	35	
合計	33	10	1	4	2	7		1	14	72	