

## 熟練野球選手の打撃動作における両手の動きについて

川村 卓, 島田一志\*, 阿江通良

A kinematic analysis of the hands and bat in batting motion  
for the skilled baseball players

Takashi Kawamura, Kazushi Shimada, Michiyoshi Ae

### Abstracts

The purpose of this study was to investigate kinematics of hands and bat in batting motion for the skilled baseball players by a three-dimensional motion analysis technique. Subjects were five Japanese elite and five university level baseball players. Subjects were performed T-batting, i.e. hitting a ball on a tee, for the maximum ball velocity. A trial in which the highest ball velocity was obtained was selected for each subject to analyze the hands and bat motions by calculating the velocities and angular velocities of the hands, bat, and ball. The impact angle was defined as the angle between velocity vectors of the bat just before and the ball just after impact. As an index of the effectiveness of batting, ball-bat velocity ratio (b-b ratio) was defined as the ratio of the ball velocity after impact to the bat velocity before impact.

The results obtained in this study were summarized as follows;

- 1) There was no relationship between the bat velocity and the ball velocity.
- 2) There was a significant relationship between impact angle and b-b ratio ( $r=0.86$ ,  $p<0.05$ ). Based on b-b ratio, the subjects could be divided into two groups: high group (b-b ratio $>1.0$ ) and low group (b-b ratio $<1.0$ )
- 3) Skilled players brought the bat close to his mass center of a vertical plane in the second half of the forward swing phase so that the moment of inertia of the bat about his body was decreased to enhance the acceleration of the bat.
- 4) The subjects with high b-b ratio swinging the bat in a fairly level plane quickly pronated his top hand supinated in the early stage of forward swing phase. The subjects with low b-b ratio swinging the bat downward manner were likely to emphasize the ulnar flexion at both wrist joints in the second half of the forward swing phase.

These results suggest that the wrist motion, supination at the early stage of forward swing and pronation at the late stage of that, is one of the important factors of in baseball batting.

---

\* 筑波大学体育科学研究科

Key words: kinematics, baseball batting, skilled baseball players, impact angle, hand motion

キーワード：キネマティクス，野球の打撃，熟練野球選手，インパクト角，手の動作

## 1. はじめに

野球における打撃動作の課題は、投手の打球に対して速い球を打つこと、飛距離の出る球を打つこと、正確に打つことに大別されるであろう。このうち、速い打球や飛距離の出る打球をねらいとする打撃動作を明らかにするには、バットとボールの間の力学的衝突現象を把握しておく必要がある。Hay<sup>3)</sup>は野球のバッティングにおける力学的諸要因を総合して、バットでボールを打ったときの理論式を導出している。そして Hay はこの式にもとづいて、速い打球や大きな飛距離の出る打球を打つためには、重いバットを速く振ってスピードのあるボールを打つのがよいと述べている。また浅見は、野球の打撃動作の最重要点はバットのどの部分をどのような角度でボールにぶつけるかにあると述べ、バットを動かすために手首などの末端部分の関節の動きが最も重要な役割を果たしているとして述べている。

正確に打つことに関しては、平野<sup>4)</sup>はインパクト近くでバットの打撃位置が並進運動していると打撃位置の進む方向が定まり、ボールの動きから生じるインパクトの時間的な誤差も減少すると述べている。また、同じく平野<sup>5)</sup>は大学野球選手の打撃動作を画像分析し、鉛直軸回りのバットの角速度はインパクトする前に小さくなるが、並進速度はインパクトに向けて大きくなると報告している。そして、これと同様の報告が他の打球スポーツについても見られること<sup>7,8,10)</sup>を考慮すると、並進運動と回転運動の組み合わせで成り立っている打撃動作において正確に打つ場合には、インパクト前の回転運動が抑えられる傾向にあると推測できる。

それでは、速さと正確さが要求される打撃では上肢はどのような動きをしているのだろうか。これまで、野球の打撃動作における上肢の動きに関する研究の多くは、主にバットをいかに加速させるかという点に着目して行われている。これらの研究では、バットの速度を大きくするためのメカニズムを体幹からバットに向かって順に速度が増加していく、いわゆる運動連鎖によって説明している。そして、打撃動作を鉛直軸回りの平面スイングと仮定したものが多く。しかし野球の打撃動作は三次元運動であり、左右の上肢の役割も異なると予想されるので、合理的な打撃動作を明らかにするためには左右の腕の動きを三次元的に検討する必要がある。さらに、打撃動作では時間的制約があるため、バットをインパクトまで早く運ぶことが要求されるので、両腕がバットを速く振るためにどのように関係しているかについても検討する必要がある。

また、実際の指導現場を考えると、技術に大きな差のある未熟練者と熟練者を比較するよりも、経験を積んだ熟練者の中で優れた打撃動作とそうでない打撃動作の相違点などを明らかにすることが役立つと考えられる。

本研究の目的は、三次元 DLT 法を用いて野球の打撃動作における熟練者の上肢、特に手の動きについて分析し、打撃技術に関する基礎的知見を得ることである。

## 2. 方法

### 2.1 実験

実験は、大学野球選手および社会人を被験者として二度に分けて行った。

1 回目の実験における被験者は大学野球選

手 5 名 (身長 $1.75 \pm 0.04\text{m}$ , 体重 $74.4 \pm 5.2\text{kg}$ ) であった。被験者の所属するチームは関東主要リーグの一部に所属し, 被験者はレギュラーもしくは準レギュラーの実力を持つ競技歴が 8 年以上の熟練者であった。被験者は全員が右打者であった。

2 回目の実験における被験者は社会人野球選手 5 名 (身長 $1.74 \pm 0.02\text{m}$ , 体重 $74.2 \pm 2.9\text{kg}$ ) であった。被験者の所属する社会人野球チームは全国大会において優勝経験を有する一流チームで, 被験者はチームにおいてレギュラーもしくは準レギュラーの実力を持つ競技歴が 13 年以上の熟練者であった。被験者は 4 名が右打者で, 1 名 (T.W) が左打者であった。

図 1 は被験者, バットおよびボールの分析点を示したものである。実験試技はティー打撃を用い, ティーの高さは被験者のベルトに, コースはベースの中央部にそれぞれあわせた。被験者には通常の打撃動作でセンターの方向にボールを打つように指示した。試技の回数は 3 回としたが, 本人の希望によりそれ以上行った被験者もいた。被験者には分析点に黒

いビニールテープと発泡スチロールを利用したマークを貼りつけた。

1 回目の実験では, 撮影に 2 台の高速カメラ (ナック社製 HSV-400) を用い, 撮影速度は毎秒 200 コマで, 露出時間は  $1/2500$  秒であった。カメラの同期は発光ダイオードを利用した同期装置 (電機計測販売社製) を各カメラに写しこむことによって行った。

2 回目の実験では, 撮影に 2 台の高速カメラ (ナック社製 MEMRECAM C<sup>2</sup>S) を用い, 撮影速度は毎秒 200 コマで露出時間は  $1/1000$  秒であった。高速カメラの同期はカメラに内蔵のフェイズ・ロックシステムを用いて行った。

## 2.2 データの処理

本研究では, 各被験者の試技のうちインパクト後のボール速度が最も大きかったものを分析試技とした。選択した試技はほとんどの被験者において内省報告が最も良かったものと一致していた。

図 1 に示したように, 基準座標系は右手系で, 打球方向に対して左右方向を X 軸, 前後

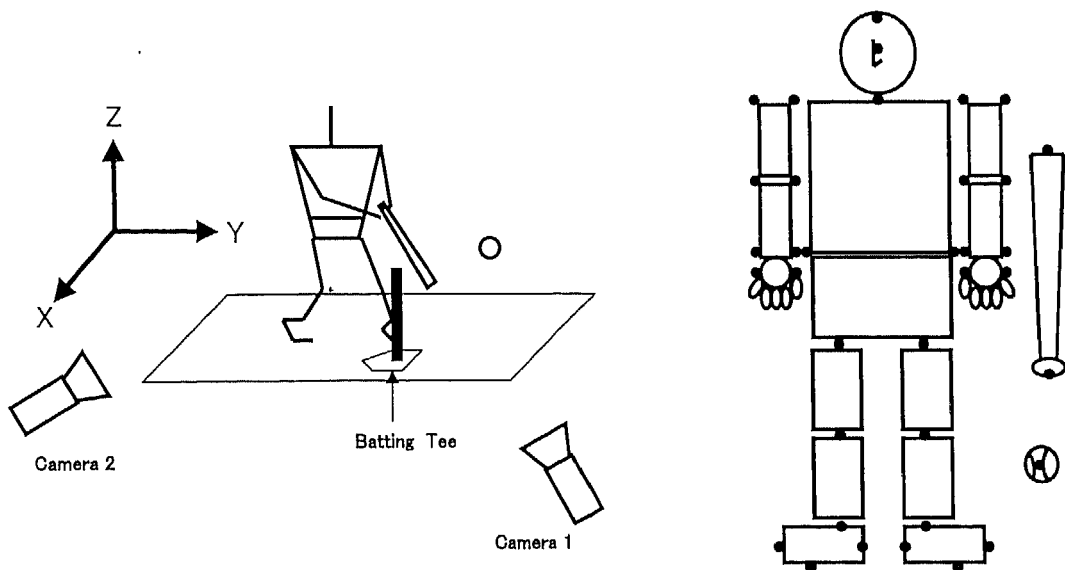


図 1 実験機器の設定とデジタイズポイント

方向を Y 軸，鉛直方向を Z 軸とした。得られた画像から VTR 分析システム (Frame-Dias, 電機計測器販売社製) を用いて分析点のデジタイズを行ない, DLT 法により三次元座標を算出した。

得られた身体分析点, バットおよびボールの三次元座標は Wells and Winter<sup>12)</sup>の方法に基づいて各分析点ごとに最適遮断周波数を決定し, バタワース型デジタルフィルタを用いて平滑化した。遮断周波数の平均値は X, Y, Z のいずれの成分も 5~7 Hz の範囲であった。なお, 本研究のような打撃動作の場合, データ平滑化の影響によりインパクト前後のデータが丸みをおびて, インパクト時の急峻な変化をとらえられなくなる可能性がある。そこで, 本研究ではバットの並進速度を算出する際にインパクトを基準にしてデータを分け, 2つのデータを個々に平滑化したものを合成し, 平滑化の影響が少なくなるようにした。このようにして得られた身体分析点の三次元座標と阿江<sup>1)</sup>の身体部分係数を用いて身体各部分の重心を算出した。

なお, 1回目の実験で用いたバットはミノノ社製(長さ0.85m, 質量0.910kg, 慣性モーメント $6.14 \times 10^{-3} \text{kgm}^2$ )で, 2回目の実験で用いたバットはルイスビル社製(長さ0.85m, 質量0.893kg, 慣性モーメント $5.53 \times 10^{-3} \text{kgm}^2$ )であった。

## 2.3 測定項目と算出法

### (1) 打撃動作の局面区分

本研究では, バットの動きに着目して, 打撃動作を次のように局面を分けた。すなわち, 打球方向における左手の速度が身体重心の速度より大きくなった時点をフォワードスイング開始 (OFS) とし, OFS 以前をバックスイング局面 (BS phase), OFS からインパクトまでをフォワードスイング局面 (FS phase), そしてインパクト以後をフォロースルー局面 (FT phase) とした。

### (2) バット速度およびボール速度

インパクト1コマ前のバットヘッドの合成速度をバット速度とし, インパクト1コマ後のボールの合成速度をボール速度とした。

### (3) 打撃速度の変換指数

バット速度とボール速度の関係をみるため, ボール速度をバット速度で除したものを打撃速度の変換指数とした。

### (4) インパクト角

インパクトにおけるバットの速度ベクトルとボールの速度ベクトルのなす角度をインパクト角とした (図2)。

### (5) 身体重心とバットの重心との距離 (XY 平面)

XY 平面の身体重心 ( $G_x, G_y$ ) とバット ( $B_x, B_y$ ) の重心の距離 (CGD) を以下の式より求めた。

$$CGD = \sqrt{(G_x - B_x)^2 + (G_y - B_y)^2}$$

### (6) 両手の並進速度

左右の手につけたマークの midpoint の速度を両手の並進速度とした。

### (7) 両手に固定した移動座標系の角速度

本研究では左右の手の移動座標系を次のように定義した (図3)。まず手の両側につけたマークの midpoint から手首の両側につけたマークの midpoint へ向かうベクトルを z 軸とした。次に z 軸ベクトルと, 手の内側のマークから手の外側のマークへ向かうベクトル ( $x'$ ) の外積により y 軸ベクトルを求め, さらに y 軸ベクトル

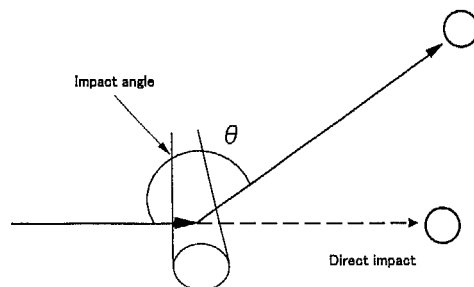


図2 インパクト角の定義

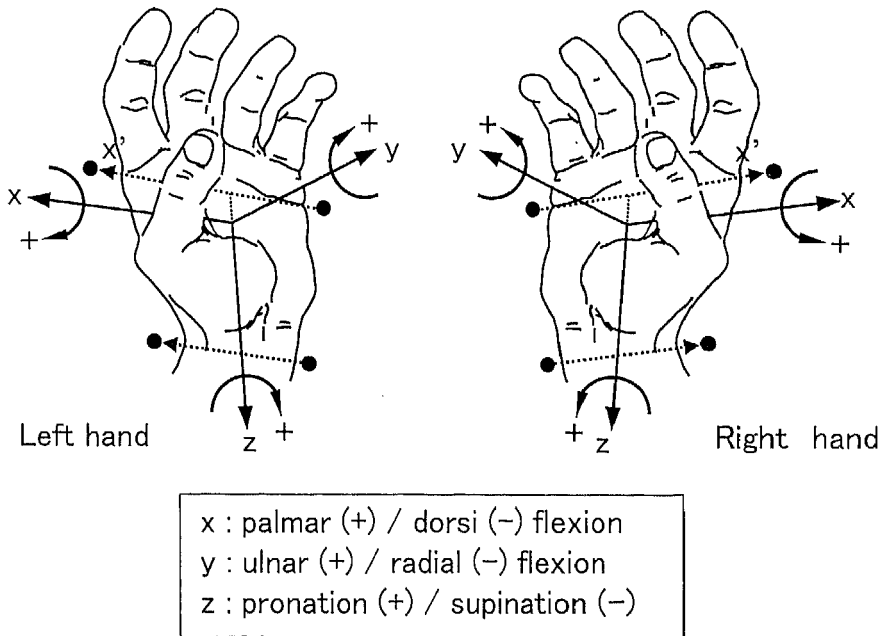


図3 両手の移動座標系の定義

とz軸ベクトルの外積によりx軸ベクトルを求めた。

次に、移動座標系の各軸まわりの角速度を以下の式により求めた<sup>11)</sup>。

$$w_x = k' \cdot \frac{dj'}{dt}, \quad w_y = i' \cdot \frac{dk'}{dt}, \quad w_z = j' \cdot \frac{di'}{dt} \quad (1)$$

ただし、 $i'$ 、 $j'$ 、 $k'$ は移動座標系の各軸の単位ベクトルを示す。

本研究の定義では、x軸まわりの角速度が掌背屈(正:掌屈,負:背屈),y軸まわりの角速度が尺橈屈(正:尺屈,負:橈屈),z軸まわりの角速度が回内外(正:回内,負:回外)をそれぞれ示すことになる。なお、左手と右手の動作方向を一致させるために、左手の移動座標系は左手系で定義した(図3)。

#### 2.4 統計処理

本研究では、バット速度、ボール速度、打撃速度の変換指数およびインパクト角につい

ての、社会人野球選手と大学野球選手間における有意差検定には一元配置分散分析を用いた。また、打撃速度の変換指数とインパクト角の関係を調べるため、ピアソンの相関係数を算出した。これらの統計処理の有意水準は5%とした。

### 3. 結果

#### 3.1 打撃速度およびインパクト角

表1はインパクト1コマ前のバットヘッドの速度(以下、バット速度)、インパクト1コマ後のボールの速度(以下、ボール速度)、および打撃速度の変換指数(以下、打撃変換指数)を示したものである。

バット速度とボール速度の間には有意な関係はみられなかった。打撃変換指数についてみると、指数が1より大きい被験者が8人、1より小さい被験者が2名みられた。そこで典型例として、打撃変換指数が1より大きくボール速度が平均値(38.3m/s)に比較的近い社会人選手K.T(37.4m/s)と、打撃変換指数

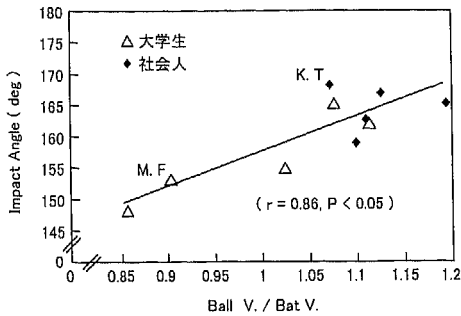


図4 打撃変換指数とインパクト角の関係

が1より小さくバット速度がK.T(35.0m/s)に近い大学生選手M.F(34.7m/s)を選ぶこととした。両被験者はともに競技歴が8年以上の熟練者である。バット速度がほぼ等しく、かつボール速度が異なる被験者の動きを比較することにより、ボール速度を獲得するための効果的な打撃技術について検討することができると思われる。

図4はインパクト角と打撃変換指数の関係を示したものである。インパクト角は147.9°から168.6°の範囲にあり、社会人の方が大きい傾向にあった。典型例のインパクト角についてみると、K.T(168.1°)の方がM.F(152.9°)よりも大きかった。また、打撃変換指数とインパクト角の間には、高い相関関係( $r=0.86$ ,  $p<0.05$ )が見られた。

### 3.2 バットの動き

図5は社会人K.Tと大学生M.Fの側面から見たバットのスティックピクチャーを示したものである。K.Tは、M.Fに比べてインパクトまでのバットヘッドの動きが大きかった。さらに、フォワードスイング(以下、FS)局面において、バットのヘッドがK.Tではより水平に動いていたのに対し、M.Fではより下方向に動いていた。

図6はXY平面における身体重心とバットの重心との距離である。これにより、バットがいかに鉛直上の身体に近づいていたか評価

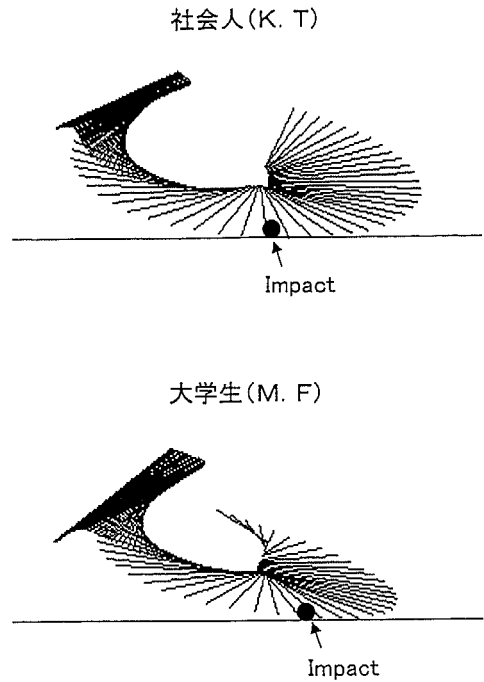


図5 YZ平面におけるバットのスティックピクチャー

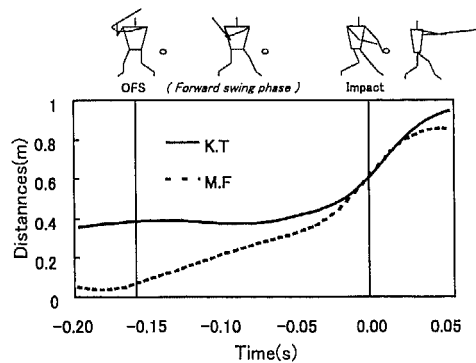


図6 身体重心とバットの重心との距離(XY平面)

できる。M.FはFS局面開始前後ではK.Tに比べ、XY平面における身体重心とバットの重心との距離が近くにあった。しかし、M.FのバットはFS局面では徐々に距離大きくして、インパクトを迎えていた。一方、K.TのバットはFS局面開始時からM.Fに比べ、XY平面における身体重心から離れていたが、FS局面前半から中盤にかけてその値を維持し、FS局面後半において一気に離れてスイングをしていた。

### 3.3 両手の動き

ここでは右打者を仮定し、右手をトップハンド、左手をボトムハンドとし、図1に示したようにX軸方向を左右方向(正:右, 負:左), Y軸(打球)方向を前後方向(正:前, 負:後), Z軸方向を上下方向(正:上, 負:下)として被験者の動きについて述べる。

図7は左右の手の並進速度の変化を社会人K.T(左)と大学生M.F(右)について示したものである。

右手(上図)では、両者ともFS局面の初期では右方向(X軸の正)と下方向の速度が増加し、右方向の速度が最大となるあたりから前方向(Y軸の正)の速度が急激に増加する傾向がみられた。しかし、右方向の速度の最大値はK.TがM.Fより大きかった。また、K.Tではインパクトまで徐々に減少し、左方向に変化したが、M.Fでは急激に左方向に変化しその速度が大きかった。左手では(下図)、FS局面前半の右方向の速度はK.Tの方がM.Fより大きかったが、インパクト前の左方向(X軸の負)の速度はM.Fの方が大きかった。

図8および9は、左右の手の角速度を社会人K.Tと大学生M.Fについて示したもので、図8が右手、図9が左手である。いずれの手においてもx軸が掌背屈(正, 掌屈; 負, 背屈), y軸が尺橈屈(正, 尺屈; 負, 橈屈), z軸が回内外(正, 回内; 負, 回外)の角速度をそれぞれ示す。

右手(図8)についてみると、x軸では両者とも全局面を通じ掌屈(正)の角速度がみら

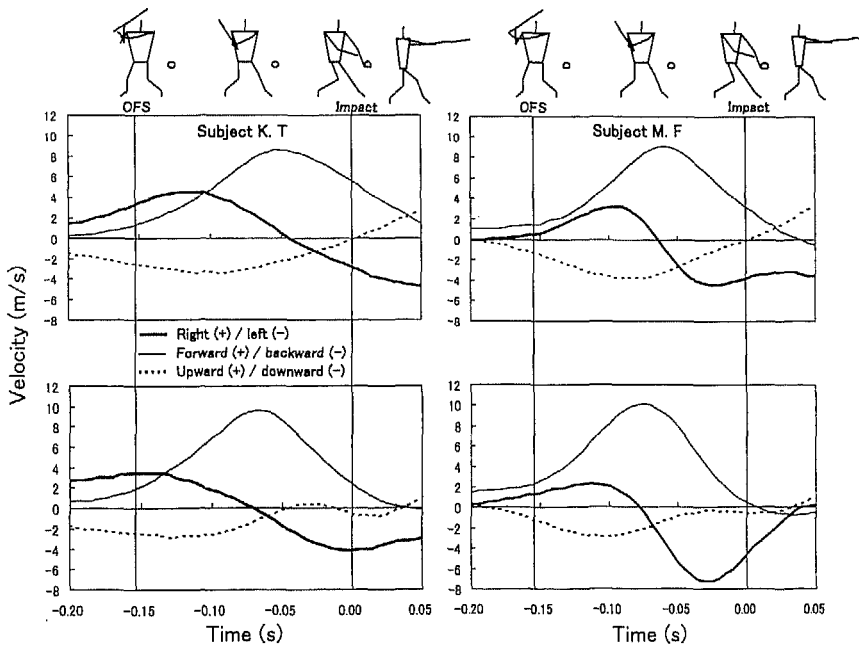


図7 両手の並進速度(上:右手, 下:左手)

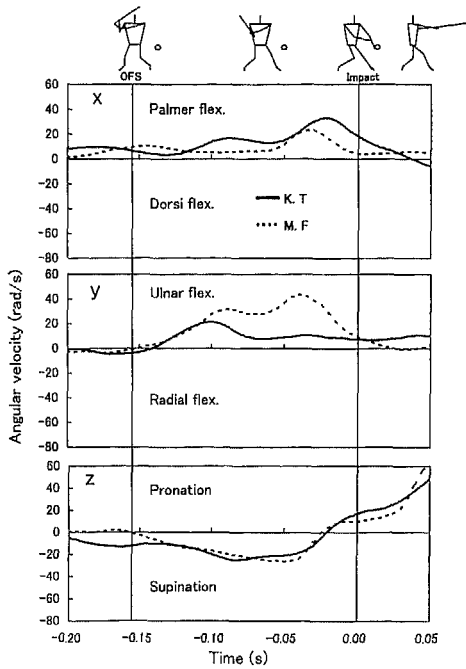


図8 右手の角速度

れた。y軸ではFS局面ではM.FはK.Tに比べ、尺屈(正)の角速度が大きかった。z軸では両者ともFS局面の始めから回外(負)の角速度がみられたが、K.Tではバックスイング(BS)局面から回外が始まっており、フォワードスイング開始時(OFS)での角速度はM.Fにくらべ大きかった。そして両者とも、インパクト直前に回内(正)の角速度へ急激に変化し、インパクトを迎えた。

左手(図9)についてみると、x軸では両者ともバックスイング(BS)局面およびFS局面前半では大きな角速度はみられず、FS局面後半から背屈(負)の角速度がみられた。y軸ではFS局面において尺屈(正)の角速度がみられたが、M.Fではインパクト前に角速度が急に増加した。z軸では両者ともFS局面の中盤までは回内(正)の角速度がみられたが、K.TではFS局面後半にかけて角速度が増加したのに対し、M.FはFS局面の前半ですでにピークに達し、後半ではほぼプラトーであっ

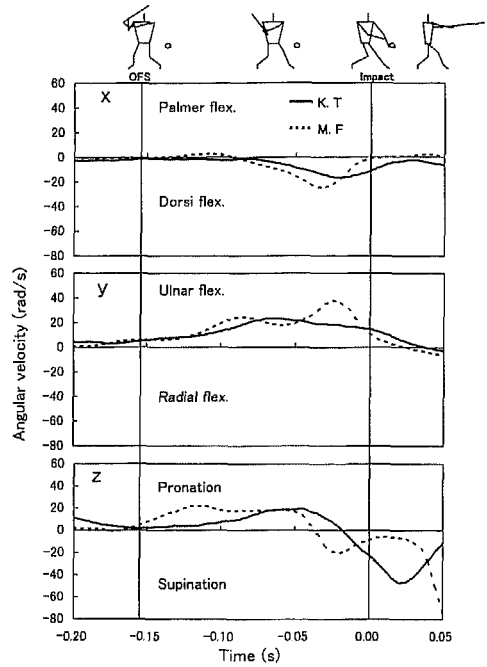


図9 左手の角速度

た。また両者ともFS局面の終盤から回外(負)の角速度に変化した。そのタイミングはM.Fのほうが早かった。

#### 4. 考察

##### 4.1 バットの動きについて

野球の打撃動作では、Hay<sup>3)</sup>や McIntyre and Pfautsch<sup>6)</sup>が指摘しているように、いかにバット速度を大きくするかが重要であると考えられてきた。しかし、表1に示したように、本研究ではバット速度とボール速度との間には有意な関係はみられず、またバット速度に大きな差がない被験者間でもボール速度に差がみられた。このことは、大きなバット速度が必ずしもボール速度を大きくするとは言えないことを示していると考えられる。

打撃をボールとバットの衝突現象とすると、バットがボールへ与える力積を大きくするためには、直衝突が最も有効であると考えられる。したがって大きなボール速度を獲得する



表1 被験者のバット速度とボール速度および変換指数

	Bat (m/s)	Ball (m/s)	Ball.V/Bat.V
〈社会人〉			
H.H	37.2	40.8	1.10
Y.T	30.5	36.3	1.19
H.W	34.5	38.1	1.11
K.T	35.0	37.4	1.07
T.W	34.4	38.7	1.12
Mean	34.3	38.3	1.12
S.D	2.44	1.68	0.05
〈大学生〉			
Y.M	36.3	36.9	1.02
M.U	34.5	29.6	0.85
M.F	34.7	31.2	0.90
D.T	36.2	38.8	1.07
H.I	31.2	34.6	1.11
Mean	34.6	34.2	0.99
S.D	2.06	3.85	0.11
〈全体〉			
Mean	34.4	36.2	1.05
S.D	2.13	3.52	0.10

$r = 0.34$  (n. s.)

には、直衝突により近い打撃をすることが望ましいと考えられる。典型例として比較した被験者のインパクト角は、ボール速度の大きかったK.TがM.Fより大きかった。これは、K.Tが直衝突により近い打撃を行っていたことを示し、そのためK.Tはボール速度を大きくできたと考えられる。また、インパクト角と打撃変換指数の間には、高い正の相関がみられた(図4)。これらのことから、インパクト角が打撃技術の指標のひとつになると考えられ、インパクト角は180°に近い者はより効果的な打撃をしていることを示すと考えられる。

図5に示したように、K.TはM.Fに比べて水平に近いバットの動きをしていた。これは、野球の打撃指導における「レベルスイング」と呼ばれるものに相当すると解釈できる。「レベルスイング」をするにはバットをFS局面前半で水平に向ける必要があるので、K.TはFS局面の早い時期にバットを水平にする動作を行っていたと考えられる。そして、この動作は打球方向へのバットの並進速度を大きくして、投球されたボールとバットのインパクト時の誤差を少なくすることにも役立つと考えられる。サッカーの熟練者のキックに関する

る研究でも、足先の軌跡には直線部分が大きかったと報告されている<sup>9)</sup>。これらのことを考えると、K.T は指導の場で「ボールを点で捉えるのではなく線で捉える」と表現される動作を行ない、直衝突により近い形でインパクト行っていたと言えるであろう。

一方、M.F ではインパクトまでのバットが下方方向に大きく動いていた(図5)。これは「ダウンスイング」と呼ばれるものに相当すると解釈できる。M.F のスイングは、図5からも分かるように、K.T のスイングに比べ、インパクトまでの軌道が短くなっている。時間的制限のある野球の打撃では、「ダウンスイング」はバットの軌道がよりコンパクトになるという理由から、多くの打者が採用してきた。しかしインパクトに着目すると、下方にバットが大きく動くためにインパクト角が小さくなる傾向が高いと考えられる。そのため、M.F はバット速度がK.T とほぼ同じであるにもかかわらず、バットがボールに与える力積を大きくできなかったために、ボール速度が小さかったと考えられる。

なお、バットがボールへ与える力積を考えた場合、バットの特性も考慮すべきである。今回、大学生の実験で用いたバットは、長さ0.85m、質量0.910kg、慣性モーメント $6.14 \times 10^{-3} \text{kgm}^2$ で、社会人の実験で用いたバットは長さ0.85m、質量0.893kg、慣性モーメント $5.53 \times 10^{-3} \text{kgm}^2$ であった。実験で使われたバットの質量と慣性モーメントの差が打撃にどのような影響を与えるかはさらに詳細なデータが必要であるが、社会人と大学生のバットでは慣性モーメントに差があるにもかかわらず、バット速度には差がなかった。また、バット速度が一定ならば、一般的にはバットの質量が大きい大学生の方がボールに与える力積は大きくなるはずである。しかし、獲得されたボール速度が社会人の方が大きかったことを考えると、今回使われた2種類のバットの特性は実験結果に影響をほとんど与えな

ったと推察される。

#### 4.2 バットと体幹の関係について

図6におけるXY平面の身体重心とバットの重心との距離は身体とバットの垂直面での距離を除くことによって、鉛直軸まわりにおいて身体からどの程度バットが離れているか、つまり、身体における鉛直軸まわりの慣性モーメントが大きくなり、いかに振りぬきにくい状況であるかがわかる。

FS局面の時間を比較すると、K.T とM.F はともに0.155秒でスイング時間に差は見られなかった。K.T はM.F と比較して、OFS時におけるXY平面の身体重心とバットの重心との距離が大きかった(図6)。しかし、その後FS局面前半から中盤にかけてXY平面における身体重心とバットの重心との距離は変わらなかった。

これはFS局面前半から中盤にかけてバットと身体の関係が変わらなかったことを示しており、K.T のスイングの特徴を示していると考えられる。

K.T の示した「レベルスイング」は、野球指導の現場ではスイングの軌道が大きくなるという理由から好ましくないとされてきた。これはバイオメカニクス的に考えると、OFS時にバットが水平に近い位置にあると身体における鉛直軸まわりの慣性モーメントが大きくなり、加速に時間がかかると考えられるためであろう。しかし、K.T は身体における鉛直軸まわりの慣性モーメントをFS局面前半から中盤にかけて変えずに、バットを身体に即したスイングをすることで、開始時にバットがより水平位にあってもフォワードスイングの時間が短かったと考えられる。

一方、M.F はFS局面においてOFS時における身体重心とバット重心との距離は小さかった(図6)が、その後FS局面において徐々に距離を大きくしながらインパクトを迎えていた。

M.Fはスイングを始める前にあらかじめ、慣性モーメントを小さくするよう身体の鉛直軸まわりの近いところにバットをおいてスイングを始めていたと考えられる。

#### 4.3 両手の動きについて

図8に示したように、K.TはBS局面からOFS前後にかけて右手の回外のタイミングが早く、しかも回外の角速度が大きかった。BS局面からOFS前後にかけて右手に回外動作がみられたことは、バットをより水平に動かすことになると考えられる。このことから、K.Tはより積極的に回外動作を行い、その結果としてバットがより水平に近くなったと考えられる。M.FはBS局面からOFS前後ではほとんど右手の回外角速度がみられなかった(図8)。さらにFS局面中盤からインパクト前にかけて、左手の左方向の速度が右手よりも大きく(図7)、両手に大きな尺屈の角速度がみられた(図8および図9)ことから、左手を左方向へ引き込みながら、両手の尺屈によってバットが下方に振り下ろされたと推察される。これらのことは、M.FがOFSまで回外が小さく、FS局面で両手の尺屈により「ダウンスイング」を行なったことを手の動きから裏づけたものと考えられる。

両者ともインパクトに向けて右手は回内、左手は回外という、いわゆる「リストターン」を行ってバットを回転させたと考えられる。

野球の打撃動作における両手の動きを詳細にみたものはまだない。本研究では典型的な2名の被験者を中心にバット速度とボール速度の関係に及ぼす両手の動きの影響を検討した。その結果、バットがボールに有効に力積を与えるためには、フォワードスイング開始時においてバットを身体の鉛直軸まわりに近づけると同時に、右手を回外させてバットを水平にすることが重要であると示唆された。これらのことは、打撃動作の指導における着眼点のひとつになると考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、野球の熟練者におけるティー打撃中のバットおよび手の動作を三次元DLT法により分析した。

本研究で得られた知見をまとめると、以下のようなだろう。

- ① インパクト角と打撃変換指数には、高い正の相関関係が見られた( $r=0.86$ ,  $p<0.05$ )。このことは、インパクト角が大きい打者はより効果的な打撃をしていることを示しており、インパクト角は打撃技術を評価する指標のひとつになると考えられる。
- ② 熟練者はフォワードスイング開始時から前半において水平面上の身体重心にバットの重心を近づけていた。これは、身体における鉛直軸まわりのバットの慣性モーメントを小さくし、バットの加速を容易にし、スイング時間を短くすることに貢献していたと考えられる。
- ③ フォワードスイング前期では右手の回外動作、フォワードスイング後期では左手の回内動作が大きかった。しかし、インパクト角の大きかった被験者はフォワードスイング開始前後の右手の回外角速度が大きく、小さかった被験者ではフォワードスイング中期において手の尺屈角速度が大きかった。これらの動きが、前者では「レベルスイング」、後者では「ダウンスイング」という特徴を生じた一要因と考えられる。

以上のことから、大きなボール速度を獲得するための打撃動作の指導では、フォワードスイング開始での手の回外とフォワードスイング後半における回内動作に着目することが役立つと考えられる。

## 参考文献

- 1) 阿江通良, 湯海鵬, 横井孝志 (1992): 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニクス11, 東京大学出版会, 23-33
- 2) 浅見俊雄 (1984): 打つ動作について, Jpn J Sports Sci 3(3): 187
- 3) Hay JG (1978): *The Biomechanics of Sports Techniques* (2nd eds.), Prentice-Hall. 215-223
- 4) 平野裕一 (1992): 打つ科学. スポーツ科学ライブラリー・7, 大修館書店, 48
- 5) 平野裕一 (1993): 当てる打撃と運ぶ打撃. Jpn J Sports Sci 12(6): 341-345
- 6) McIntyre DR and Pfausch EW (1982): A kinematic analysis of the baseball batting swing involved in opposite-field and same-field and hitting. *Res Quart for Exerc and Sport* 53(3): 206-213
- 7) 三浦 朗, 友末亮三, 小嶋武次 (1989): 加速度波形からみたテニスのフォアハンドストロークの事例研究, 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集「スポーツパフォーマンスの環境」, 杏林書院, 46-51
- 8) Neal RJ and Wilson BD (1985): 3D kinematics and kinetics of the golf swing. *Int J Sports Biomech* 1: 221-232
- 9) 戸苅晴彦 (1982): サッカーのバイオメカニクス—インステップキックの研究レビュー—1. Jpn J Sports Sci 1(1): 73-75
- 10) 友末亮三, 瀬戸 宰, 宮下充正 (1982): テニスにおけるラケットの動きとボールの速度. Jpn J Sports Sci 2(10): 763-773
- 11) 和達三樹 (1984): 物理のための数学. 岩波書店, 110
- 12) Wells RP and Winter DA (1980): Assessment of signal and noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits. *Human Locomotion I*: 92-93