

一流男子ソフトボール打者のソフトボール打撃と野球打撃の比較  
Comparison between softball batting and baseball batting performed  
by an elite male softball player

樋口貴俊<sup>1)</sup>, 大嶋匠<sup>2)</sup>, 彼末一之<sup>3)</sup>

Takatoshi Higuchi<sup>1)</sup>, Takumi Ohshima<sup>2)</sup>, Kazuyuki Kanosue<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

<sup>2)</sup> 早稲田大学スポーツ科学部

<sup>3)</sup> 早稲田大学スポーツ科学学術院

<sup>1)</sup> Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

<sup>2)</sup> School of Sport Sciences, Waseda University

<sup>3)</sup> Faculty of Sport Sciences, Waseda University

キーワード: バッティング, 競技転向, ベースボール型種目

Key words: batting, switching sports, baseball-type sports

抄 録

本研究では一流ソフトボール選手 A の野球とソフトボールでの打撃特性を報告し, 異種競技へのスムーズな移行を実現させるための有用な知見や情報を発見することを目的とした. ソフトボール及び野球で用いるボール及びバットを用い, 地上 0.8m の高さに設置したボールを各 30 球打ち, 両競技での打撃パフォーマンスの測定を行った. その結果, スイング速度はソフトボール用バットを用いた場合の方が大きかった(野球打撃:  $35.9 \pm 0.6$  m/s vs. ソフトボール打撃:  $39.3 \pm 0.9$  m/s). インパクト時のボール中心からバット芯までの距離は野球打撃の方が短く(野球打撃: 18 mm vs. ソフトボール打撃: 29 mm), インパクト位置の再現性(標準偏差の小ささで評価)も野球用バットの方が高かった(野球打撃: 9 mm vs. ソフトボール打撃: 15 mm). また, インパクト時のバットの長軸の傾きを示す Tilt Angle は野球打撃の方が有意に大きかった(野球打撃:  $-22.8 \pm 0.8^\circ$  vs. ソフトボール打撃:  $-21.2 \pm 1.0^\circ$ ) が, インパクト前 5 ミリ秒間のバット先端の軌道を示す Horizontal Angle は 2 つの打撃で有意な差は認められなかった(野球打撃:  $2.0 \pm 1.2^\circ$  vs. ソフトボール打撃:  $1.5 \pm 1.4^\circ$ ). 投球を打つという事に関しては 2 つの競技は共通しているが, バットの形状及び慣性モーメントが異なり, それがパフォーマンスに影響する事が本研究から示唆される. この 2 つの競技間での転向を考えるアスリートは投手に合わせた打撃準備動作や投球飛翔軌道への対応ばかりではなく, 道具が変わることによる打撃特性の変化も認識しなければならない.

## I. 緒言

人々にはどのスポーツを行うかを自由に選択できる権利があるが、個人の身体特性や能力や生活環境、所属可能なチームやリーグの有無によっては本人が希望するスポーツを希望する場所やレベルで行えない場合がある。特に、好結果を求められ続けるトップレベルの競技者においては、体力的・技術的限界に直面し、別の競技への転向を試みる者もいれば、オリンピック選手やプロ選手になるために競技転向を試みる者もいる。しかし、野球とソフトボールのように似通ったスポーツでありながら、競技転向者があまりいない例もある。野球とソフトボールは共にベースボール型競技に分類され、投手の投じたボールを打者がバットで打ち、走者を本塁まで進めることによって得た点数を競う競技である。打つ、投げる、走るといった要素や攻守のルールにおいては類似した点が多いが、使用するボール、投手の動作やルールにおいては違いがある。打撃においては投球をバットの芯と呼ばれるバット先端からグリップエンド方向へおよそ 152 mm の箇所まで正面衝突させた時、打球速度は最大となる (Adair, 2002)。しかし、野球とソフトボールは道具や投球飛翔軌道が異なるため、一方の競技において適切なバットスイングでも、もう一方の競技においては適切ではない可能性がある。しかし、ソフトボール打撃と野球打撃を比較した研究は本筆者らが知る限りでは未だない。両方の競技における一流打者の特徴を把握することは各競技における打撃の特徴と競技転向した打者が考慮すべき要因の解明につながるかもしれない。

スポーツ科学において、スポーツ選手の競技力向上を目的とした研究は今日まで数多く行われてきた。しかし、その多くはある一つの競技において競技経験者とその競技でのパフォーマンスを高めるための研究であり、他の競技を行ってきた者にその競技への転向の成功を科学的にサポ

ートするためのエビデンスはほとんどない。たしかに競技転向のパターンは幾通りも存在し、選手の競技転向をサポートするための普遍化された科学的知見を見出すのは非常に困難である。しかし、各選手の競技転向の試みをケーススタディとして蓄積することは、将来類似の転向を行おうとするアスリートに情報を提供するという点で大きな意義を有する。このような視点から、本研究では、異種競技へのスムーズな移行を実現させるための有用な知見や情報を提供することを目的とし、当時日本のスポーツ史上初めて男子ソフトボールからプロ野球へ転向を目指していた選手 A の打撃特性について報告する。実際の打撃では、投球の飛翔軌道やタイミングの取り方が大きく異なる。そこで本研究ではソフトボールと野球の道具の違いが打撃パフォーマンスに及ぼす影響を検討するためにティー上に設置された静止状態のボールを打つ課題を実施した。

## II. 方法

### 1. 被験者と課題

選手 A (大学男子ソフトボール部所属、捕手、身長 1.80 m、体重 95 kg、右投げ左打ち) には事前に測定内容の説明を行い、参加の同意を得た。測定としてバッティングティー (ミズノ製) に設置された硬式野球ボール (直径: 約 74 mm, 質量: 約 145.3 g, ミズノ製) もしくは硬式ソフトボール (直径: 約 97 mm, 質量: 約 187.8 g, ミズノ製) を 5 球ずつ交互に合計 60 球 (野球打撃 30 球及びソフトボール打撃 30 球) 打たせた。ティーに設置されたボール中心の位置は地上 0.8 m とした。バットは硬式野球ボールを打つ際には木製の硬式野球用バット (ミズノ製)、ソフトボールを打つ際には金属製 (アルミニウム合金) の硬式ソフトボール用バット (ディマリニ製) を使用した。2 つのバットの特徴を表 1 に示す。設置されたボールに対する打者の立ち位置は選手 A が試し打ちを行い、最も打

ち易いと感じた位置で固定し、毎試行同じ位置に後ろ足を置くように指示した。疲労によるパフォーマンスの変化を防ぐために2分間の休憩を1セット(5 試行)の後に与え、各試行間のインターバルは15秒間に設定した。また選手Aがそれ以上

にセット間の休憩を必要とすれば休憩時間を延長した。なお選手Aには、本番の試行に入る前に本番と同様に打撃を全力で行えるようになるまで十分にウォームアップを行わせた。

表1. 野球バットとソフトボールバットの特徴

バット	全長(m)	直径(mm)	質量(kg)	重心(m) <sup>*1</sup>	慣性モーメント(kg・m <sup>2</sup> )	
					グリップエンド <sup>*2</sup>	重心 <sup>*3</sup>
野球	0.84	64	0.90	0.573	0.324	0.034
ソフトボール	0.86	57	0.76	0.499	0.230	0.041

\*1 グリップエンドからの距離

\*2 グリップエンドを回転軸とした場合

\*3 重心を回転軸とした場合

## 2. 分析方法

2 台の高速カメラ(図 1A, camera1 および camera2, Fastec Imaging 社製 Trouble Shooter, 撮影速度:1000 フレーム毎秒, 露光時間:1/10000 秒)を同期し、インパクト前後約 0.1 秒のボールおよびバットの様子を撮影した。1 台(camera1)はホームベースから投球方向に対し垂直に、もう1台(camera2)は捕手側 6 m に設置した。ホームベースの先端を Global 座標系 XYZ の原点とした(図 1B)。バットのグリップ付近(バット先端から 450 mm の位置)には反射テープを巻き、バットのヘッド先端には白色テープと反射マ

ーカーを貼付し、解析の際のバット位置の指標とした。Adair (2002) によると、バット先端から 152 mm の位置でボールとバットが衝突した際に打球飛距離が最大になる。また、Cross (1998)や Crisco et al (2001) はバット先端の1次振動モードの節と2次振動モードの節の間(バット先端から 102 mm ~ 178 mm)で、ボールが当たった時に振動が比較的小さい部分を有効打撃部位と定義している。本研究では、2 つのバットでのインパクト位置を比較するためにバット先端から 150 mm の位置をバットの芯と定義し、インパクト位置の目安として用いた。

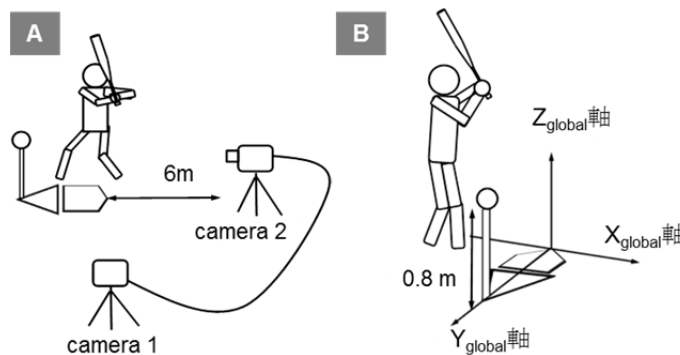


図 1. カメラ位置(A)と Global 座標系(B)

2 台の高速ビデオカメラから得た打撃中のバットのヘッド、グリップ、ボールの変位を動作解析

ソフト Frame Dias IV (DKH 社製) を用いデジタル化した(図 2)。全 60 試行で算出したバット先端

からグリップ付近のマーカの距離は  $453 \pm 0.4$  mm で, 実測値 (450 mm) との誤差は 1% 以下であった. 映像上でバットに接触したボールが最初に動いたコマの 1 つ前のフレームをインパクトフレームとし, インパクト前の 4 フレームとインパクトフレームをデジタル区間とした. スイング速度は各フレーム間のバット先端の移動速度 (Global-XYZ 軸方向の合成速度) の平均値とした.

ームとし, インパクト前の 4 フレームとインパクトフレームをデジタル区間とした. スイング速度は各フレーム間のバット先端の移動速度 (Global-XYZ 軸方向の合成速度) の平均値とした.

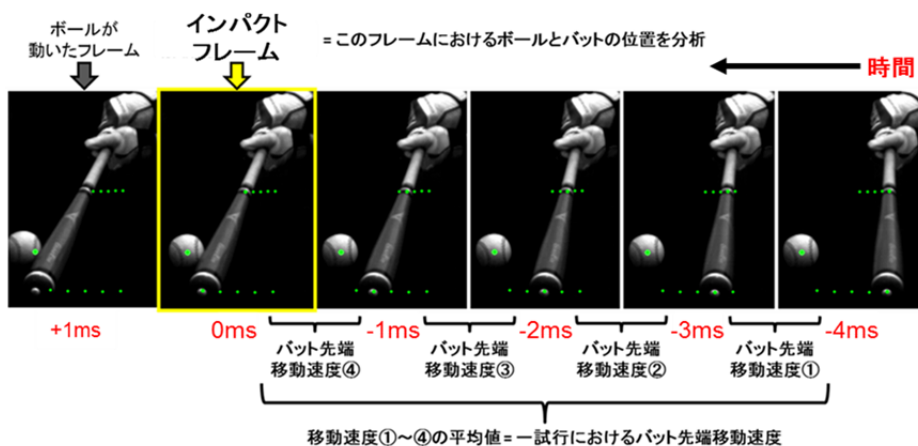


図 2. camera1 の取得映像におけるインパクトまでの 5 フレームのデジタル点の軌跡とインパクトフレーム

インパクト位置の分析では, インパクトフレームにおけるボール中心とバット芯の位置関係について検討した. バット芯を原点とし, バットのグリップエンドからヘッドの先端部分を通る軸 ( $X_{bat}$  軸) および  $X_{bat}$  軸と直行し, 上向きで  $Z_{global}$  軸と平行な軸 ( $Z_{bat}$  軸) で構成される Bat-XZ 平面にボール中心座標を投影した. バット芯からボール中心までの距離およびその  $X_{bat}$  軸方向成分と  $Z_{bat}$  軸方

向成分を分析した. スイング軌道の特徴と再現性の指標として, インパクト時における, Global-XZ 平面上に投影されたバットと  $X_{global}$  軸のなす角度 (Tilt Angle) (図 3) と Global-YZ 平面上に投影されたバットヘッド先端部分の第 1 デジタルフレームから第 5 デジタルフレームにおける位置を結んだ線と  $Y_{global}$  軸のなす角度 (Horizontal Angle) (図 4) を用いた.

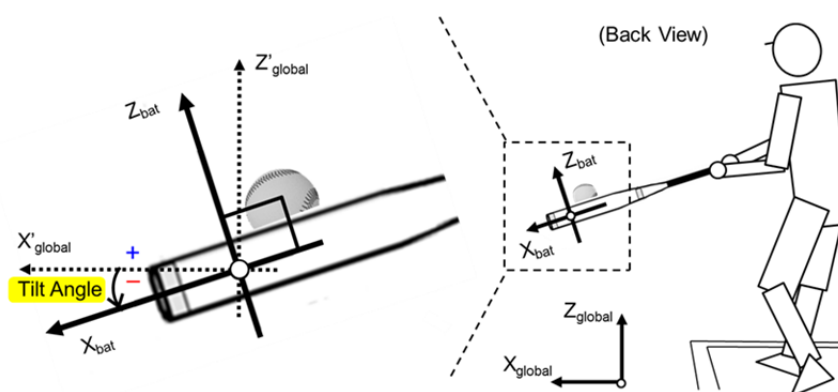


図 3. Tilt Angle の定義

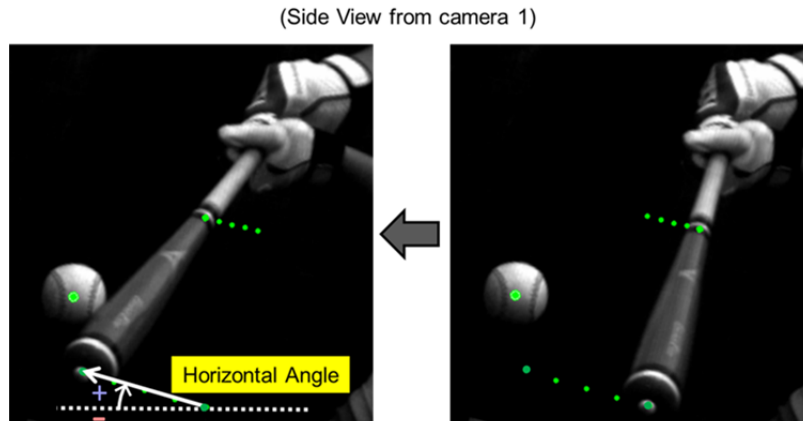


図 4. Horizontal Angle の定義

### 3. 統計処理

野球打撃試行とソフトボール打撃試行各 30 球におけるバットスイング速度, インパクトフレームにおけるバットの芯からボール中心までの距離及びその  $X_{bat}$  軸方向の距離と  $Z_{bat}$  軸方向の距離, Tilt Angle, Horizontal Angle の値を平均値  $\pm$  標準偏差で示した. 野球打撃とソフトボール打撃における各指標の有意差を対応のある t 検定を用い, Bonferroni 補正の有意水準 ( $p < 0.008$ ) で検討した.

### III. 結果

野球打撃及びソフトボール打撃の結果, スイング速度(野球打撃:  $35.9 \pm 0.6$  m/s vs. ソフトボール打撃:  $39.3 \pm 0.9$  m/s) (図 5), インパクト時

のボール中心とバット芯の距離(野球打撃:  $18 \pm 9$  mm vs. ソフトボール打撃:  $29 \pm 15$  mm) (図 6), インパクト時のボールとバット芯のバット上の長軸方向の位置(野球打撃:  $-5 \pm 16$  mm vs. ソフトボール打撃:  $-26 \pm 18$  mm) (図 6), インパクト時のボールとバット芯のバット上の短軸方向の位置(野球打撃:  $10 \pm 7$  mm vs. ソフトボール打撃:  $3 \pm 10$  mm) (図 6), インパクト時の Tilt Angle(野球打撃:  $-22.8 \pm 0.8^\circ$  vs. ソフトボール打撃:  $-21.2 \pm 1.0^\circ$ ) (図 7)において有意差が認められた ( $p < 0.001$ ). インパクト時の Horizontal Angle(野球打撃:  $2.0 \pm 1.2^\circ$  vs. ソフトボール打撃:  $1.5 \pm 1.4^\circ$ ) (図 8)では有意差は認められなかった.

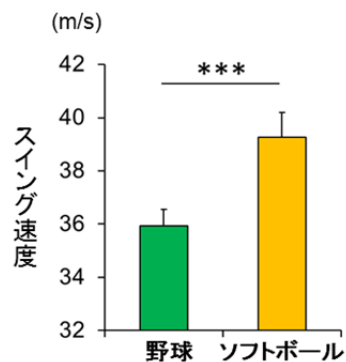


図 5. スイング速度の比較 \*\*\*  $p < 0.001$

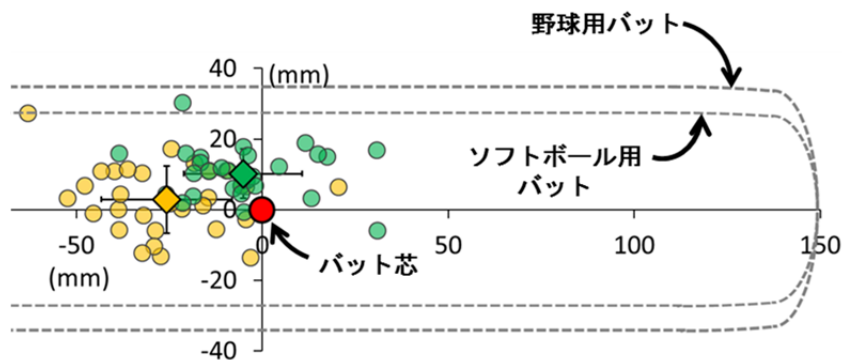


図 6. 野球打撃 30 試行のインパクト位置 (●) と平均位置 (◆) 及びソフトボール 30 試行のインパクト位置 (●) と平均位置 (◆)

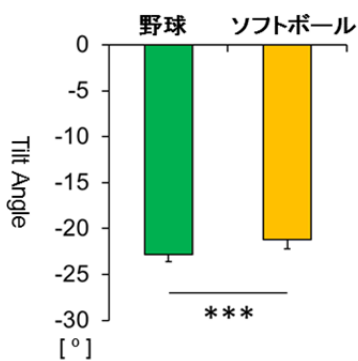


図 7. Tilt Angle の比較 \*\*\*  $p < 0.001$

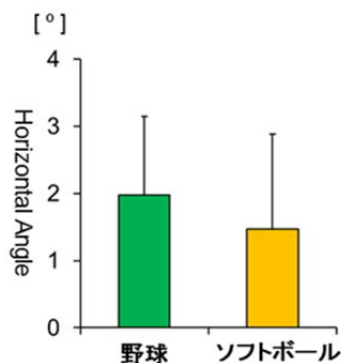


図 8. Horizontal Angle の比較

#### IV. 考察

ソフトボールから野球へ転向しようとしていた選手 A では、ソフトボール用バットを用いたティー打撃時のスイング速度 ( $39.3 \pm 0.9$  m/s)の方が野球用バットを用いたティー打撃時のスイング速度 ( $35.9 \pm 0.6$  m/s)よりも大きい事が明らかになった。これは、野球用バットにおけるグリップエンドまわりの慣性モーメントの方が大きかった(表 1)ためであると考えられる。しかし、本測定を行った当時、選手 A はまだ野球転向に向けてのトレーニングを行っておらず、技術的に未発達であったことも野球用バットを用いたスイング速度が小さかった原因かもしれない。しかし、Tabuchi et al. (2007)が測定した大学野球選手 8 名のスイング速度は約 33m/s で、選手 A の野球打撃でのスイング速度はすでにこれらの大学野球選手よりも優れていた。選手 A は本実験実施後、プロ野球の球団からド

ラフト指名を受け、野球選手としてのキャリアを積んでいくことになった。今後もソフトボール用バットでのスイング速度を観察していくことによって、ソフトボール用バットを振らなくなったことの影響(デイトレーニング)や、野球用バットを振ることによるソフトボール用バットでのスイングへの影響(クロストレーニング)を検証できる可能性がある。

選手 A の打撃正確性に関して興味深かったのは、野球打撃 30 試行のインパクト平均位置がソフトボール打撃 30 試行のインパクト平均位置に比べてバットの先端方向へ約 20 mm シフトしていた点である。これは使用したバットの長さの違い(ソフトボール打撃用バット:860 mm, 野球打撃用バット:840 mm)が影響したと考えられる。瞬時に行われる打撃動作は、感覚情報がフィードバックされないオープンループ制御により行われる (Tresilian, 2004)。もし、選手 A がバットの長さの

違いを考慮せずに野球打撃とソフトボール打撃を同じ距離感で行っていたら、今回のようなインパクト位置のズレが生じる可能性はある。本研究ではバットの芯をバット先端から 150 mm (Adair, 2002)と定義した。しかし、本測定で用いた2種類のバットは材質、形状、全長などが異なるため、「芯」の位置がどちらもバット先端から150 mmであったとは考えにくく、必ずしも打者はその位置でインパクトしなければ良い打球を打てないわけではない。ボールが当たった時の振動が比較的小さく速い打球を打ち返すことのできる部位(バット先端から 102 mm ~ 178 mm)を有効な打撃部位(Cross 1998; Crisco et al., 2001)とするのであれば、選手 A のインパクト平均位置はいずれの打撃においてもそのような部位に位置していたことになる(野球打撃:バット先端から 155 mm, ソフトボール打撃:バット先端から 176 mm)。そこで選手 A はバットの種類に応じてインパクト位置を修正する必要を感じなかったと考えられる。

世界大会での大学野球選手の打撃を調査した森下ら(2012)の報告によると、センター方向への打撃時のスイング角度(Horizontal Angle)はほぼ水平(レベルスイング)であった。本測定における選手 A の Horizontal Angle(野球打撃  $\simeq 2.0^\circ$ , ソフトボール打撃  $\simeq 1.5^\circ$ )も、ほぼ水平(レベルスイング)であったことから、選手 A は野球転向に向けて Horizontal Angle を大幅に変更する必要はないかもしれない。また、インパクト時の Global-XZ 平面上に投影したバットの傾きを表す Tilt Angle に関しては、野球打撃の際の Tilt Angle( $22.8 \pm 0.8^\circ$ )の方がソフトボール打撃の際の Tilt Angle( $21.2 \pm 1.0^\circ$ )よりも森下ら(2012)が報告した大学野球選手のバットの傾斜角度(Tilt Angle)( $27.8 \pm 6.9^\circ$ )に近い値を示した。Tilt Angle が野球打撃において有意に大きな傾きを示したことに关しては、バットの重さの違いが考えられる。野球用バットの方がソフトボール

用バットよりもグリップエンドまわりの慣性モーメントが大きかったため、スイング中にバット先端を地面へ傾ける力が大きく働き、Tilt Angle が負の方向へ増加したと考えられる。また、野球打撃時において Tilt Angle がソフトボール打撃時に比べより大きく傾いたため、短軸方向における平均インパクト位置(図 6)がソフトボール打撃時に比べ上方へシフトした可能性も本研究では示唆された。もし、バットの Tilt Angle が選手 A の打撃において重要な要因であるとするれば、野球打撃で思うような打撃パフォーマンスができていない場合はバットの Tilt Angle を修正することがパフォーマンス向上に有効であるかもしれない。このような道具の違いによるパフォーマンスへの影響を数値化し比較することは、転向前の競技での感覚に転向競技でのパフォーマンスを近づけさせたり、違いがあることを踏まえた上での動作習得などに有効であると考えられる。

打撃の再現性を示すインパクト位置の標準偏差は野球打撃のほうが小さかった(バット長軸方向:野球打撃 =  $\pm 16$  mm vs. ソフトボール打撃 =  $\pm 18$  mm, バット短軸方向:野球打撃 =  $\pm 7$  mm vs. ソフトボール打撃 =  $\pm 10$  mm)。この結果の理由として、ソフトボール打撃は金属製バットであったのに対し、野球打撃は木製バットで行われたという点が考えられる。金属バットは強くボールを弾き返すことのできるバットで、長軸方向の有効打撃部位が木製よりも広い(Smith, 2001)。それ故に木製バットでは感知することのできた微細なインパクト位置のズレを金属バットでは感知できなかった可能性が考えられる。しかし、当時、野球打撃のトレーニングを行っていなかった選手 A でも正確な野球打撃ができていたことから、ソフトボール打撃と野球打撃には大きな違いは無い可能性が示唆された。

本研究で得られたデータは選手 A にすぐにフィードバックされた。本研究で明らかとなった選手 A

のバット速度やスイングの特徴は選手 A が感覚的に抱いていた野球とソフトボールの打撃の違いを数量的にあらわしたものであり, 選手 A 自身は大変参考になると述べていた. バットの長さ・重さが異なり, それがパフォーマンスに影響する事が本研究から示唆された. この2つの競技間での転向を考えるアスリートは投手に合わせた打撃準備動作や投球飛翔軌道への対応ばかりではなく, 道具が変わることによる打撃特性の変化も認識しなければならない.

## V. 参考文献

- Adair RK. *The physics of baseball*. 3rd ed. New York, NY: HarperCollins Publishers; 2002: 121-130.
- Crisco JJ, Greenwald RM, Blume JD, Penna LH. (2002). Batting Performance of wood and metal baseball bats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(10), 1675-1684
- Cross R. (1998). The sweet spot of a baseball bat. *American Journal of Physics*. 66(9), 771-779.
- 森下義隆, 那須大毅, 神事努, 平野裕一 (2012): 広角に長打を放つためのバットの動き. *バイオメカニクス研究* 16(1):52-59.
- Smith LV. (2001). Evaluating baseball bat performance. *Sports Engineering*. 4, 205-214.
- Tabuchi N, Matsuo T, Hashizume K. (2007). Bat speed, trajectory, and timing for collegiate baseball batters hitting a stationary ball. *Sports Biomechanics*, 6(1), 17-30.