

マルチセンサを用いた打撃フォームの分析による 野球初心者の打撃技術支援システム

伊藤 大晃¹ 後藤 佑介^{1,a)}

概要：近年、センサやビデオカメラを用いて取得したデータや動画を用いてスポーツの技能向上を支援するシステムが注目を集めている。これらのシステムは、ほとんどがプロフェッショナルの選手による利用を想定して開発しており、アマチュア選手や初心者向けのシステムは少ない。一方、メジャースポーツの一つである野球における一般的な打撃技術の習得方法は、経験者からの言葉によるアドバイスといった直接的な指導や身振り手振りといった感覚的な指導である。この場合、野球の初心者は、経験者の指導内容を十分に理解して打撃フォームを再現することは難しい。本研究では、加速度センサや角速度センサといったマルチセンサを用いて、初心者の打撃技術の向上を支援するシステムを提案する。提案システムでは、経験者および初心者が3軸の加速度センサおよび角速度センサをバットと体に装着した状態でスイングを行い、センサの値をそれぞれ測定することで、初心者の打撃フォームの分析および修正を支援する。評価の結果、野球における経験者と初心者との間で打撃フォームの違いを分析でき、初心者が打撃技術の修正点を十分に理解した上で打撃フォームを修正できることを確認した。

1. はじめに

近年、センシング技術の発展にともない、センサを用いてスポーツを行う利用者の動作を分析するシステムが増加している。例えば、GARMIN 社が開発したランニングウォッチである ForeAthlete [1] では、従来のランニングウォッチの機能に加えて GPS および心拍センサを搭載している。利用者は、ランニング中に自身の位置、速度、走行距離、および心拍数の情報をリアルタイムに取得でき、トレーニングの質は大きく向上した。

また、メジャースポーツの一つである野球において、センサやビデオカメラで取得したデータや動画を用いて技術向上に繋げるシステムが注目を集めている。例えば、2015年から Major League Baseball (MLB) で導入されている Statcast [2] では、スタジアムに設置した高性能カメラやレーダを用いて、選手の動きを高速かつ高精度で分析できる。また、打球の速度や角度、投球のリリースポイント、および球の回転数といった野球における様々な要素を数値化することで、選手の体調管理や戦術深化に利用できる。

メジャースポーツにおけるセンサを用いた動作分析システムは、企業が多くのコストをかけて、主にプロフェッショナルの選手向けに開発しており、個人向けにカスタ

マイズすることは難しい [3]。特に、野球において、プロフェッショナルの選手向けのシステムは数多く開発されているが、アマチュア選手や初心者向けのシステムは少ない。

本研究では、野球において投手が投げるボールをバットでうまく当てることができない初心者に対する指導方法に注目する。一般的に、初心者が野球の打撃技術を習得する方法は、過去に打撃技術を一通り習得した経験者からの言葉や身振り手振りによるアドバイスである [4]。しかし、経験者からのアドバイスによる技術支援は自身の熟練度に依存する。このため、初心者は経験者による感覚的な指導を理解して再現することが難しい。

本研究では、加速度センサや角速度センサといったマルチセンサを用いて、野球における経験者と初心者の打撃フォームをそれぞれ数値化して分析することで、初心者の打撃技術の習得を支援するシステムを提案する。提案システムでは、3軸の加速度センサおよび角速度センサをバットと体に装着した状態でバットスイングを行い、センサの値を測定することで、打撃フォームの修正点を分析できる。

2. スポーツにおける動作分析

2.1 動作分析の必要性

近年のセンシング技術の発展により、これまでは計測が困難であった生体情報を取得できるようになり、スポーツにおいてセンサを用いた動作分析に関する取り組みが増加

¹ 岡山大学大学院自然科学研究科
3-1-1, Tsushima-naka, Kita-ku, Okayama 700-8530, Japan
^{a)} gotoh@cs.okayama-u.ac.jp

表 1 技術の習得方法に関する比較

	一般的な 習得方法	センサを用いた 習得方法
指導者の熟練度に対する依存度	高い	低い
選手の負担度	低い	センサ装着時のみ増加
指導者に対する信頼度	指導根拠がない場合は低い	数値に基づく根拠により高い

している。例として、1章で述べたランニングにおける動作分析が挙げられる。従来のランニングウォッチは、腕時計の機能に加えてストップウォッチ機能とラップ機能が搭載されている。しかし、センサの小型化やデータ処理技術の発展にともない、GPS や心拍センサといった小型センサを搭載でき、利用者はランニング中に自身の位置、速度、走行距離、心拍数、および足の回転数の情報をリアルタイムに取得でき、トレーニングの質は大きく向上した。

このような取り組みは、あらゆるスポーツで行われており、スポーツにおける動作分析の研究はさらに発展すると考えられる。

2.2 野球における打撃技術の習得方法

野球は、イギリスの球技であるタウンボールがアメリカに持ち込まれた後、1830年代から40年代にかけて原型が成立したと考えられている [5]。日本では、2016年時点で野球の参加人口が約580万人であり、現在では世界中の国々で行われているメジャーなスポーツの一つである [6]。本節では、野球における打撃技術の習得について、一般的な方法、およびセンサを用いた方法の2種類について、比較結果を表1に示すとともに、以下の項で順番に説明する。

2.2.1 一般的な習得方法

図1に、野球の打撃技術の習得における一般的なプロセスを示す。野球の打撃フォームの場合、(1)練習、(2)指導者による考察、および(3)指導者からのアドバイスの順番を繰り返すことで習得する。このプロセスの場合、指導内容が経験者の熟練度に依存する。選手の打撃フォームで改善すべき部分および方法は指導者により異なるため、選手は指導者からのアドバイスによって打撃フォームを悪化させる可能性がある。また、野球の技術指導において、経験者が感覚的な表現で指導する場面は多く、初心者が指導内容を理解して再現することは難しい。さらに、指導内容に理論的な根拠がない場合、選手は指導内容を信頼していない状態で練習を行う可能性がある。

2.2.2 センサを用いた野球の打撃技術の習得方法

図2に、本研究で想定するセンサを用いた野球の打撃技術の習得におけるプロセスを示す。センサを用いたプロセスの場合、(1)練習、(2)データ分析、および(3)指導者から改善点の提案の順番となる。野球の打撃フォームの場

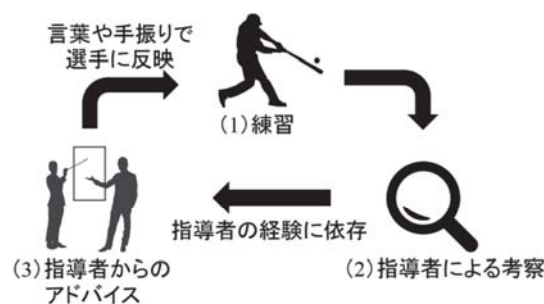


図 1 野球の打撃技術の習得における一般的なプロセス

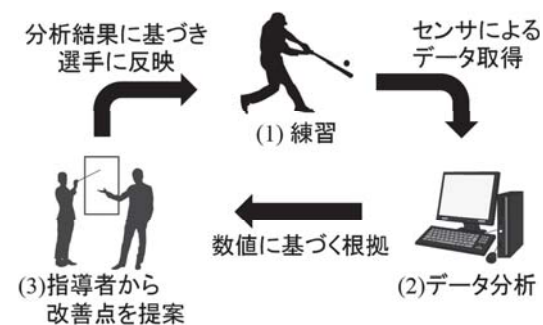


図 2 センサを用いた野球の打撃技術の習得における提案プロセス

合、はじめに初心者の体に加速度センサと角速度センサといった小型センサを装着し、バットを用いてスイングする。次に、バットスイングで得られたセンサデータの結果を計算機で数値化し、事前に取得した野球経験者の数値結果と比較して、初心者の打撃フォームを分析する。この分析結果をもとに、改善点を初心者に伝え、スイングに反映させる流れを繰り返して行う。この方法は、打撃フォームを数値化して分析した結果を用いる点、および指導者からの改善点を初心者の打撃フォームに反映させる点で、経験者の熟練度に依存しない。また、センサを用いて打撃フォームを数値化することで、改善点に対する根拠を初心者に示すことができ、指導者に対する初心者の信頼度は高くなる。

3. 関連研究

3.1 野球における動作分析システム

野球においてチームや選手の能力を向上させるため、これまでに様々な方法で動作分析が行われてきた。例えば、アメリカ合衆国のベンチャー企業である EON Sports 社が iCube [7] と呼ばれるベースボールトレーニングシステムを開発した。iCube は、バーチャルリアリティ (VR) を用いたシステムであり、野球のスタジアムに設置したボールトラッキングシステムに蓄積されたデータを撮影した映像に組み合わせて、実際の投手の投球をリアルに再現する。プレーヤーは、ヘッドマウントディスプレイを着用することで、投球の速度、球筋、ノビ、および変化球のキレといった情報を高い臨場感で利用できる。また、蓄積されたデータを用いて対戦投手や球種を自由に選択できるため、試合に向けてより実践的な準備ができる。このシステムは、2017



図 3 はんだ付け後のセンサの外観

年から日本のプロ野球球団である横浜 DeNA ベイスターズが練習時に導入している。

MLB アドバンスド・メディア社が開発した Statcast [2] は、2015 年から Major League Baseball (MLB) で導入されている。Statcast は、野球のスタジアムに設置した高性能カメラやレーダを用いて、選手の動きを高速かつ高精度で分析できる。特に、打球速度や角度、投球のリリースポイントや球の回転数といった様々な要素を数値化することで、選手の体調管理や戦術深化に利用できる。

MLB の球団であるヒューストン・アストロズは、Statcast から得られた打球の弾道に関するデータを用いて、ホームランになる可能性が高い打球の角度を分析した [8]。この分析結果をもとに、アストロズは「フライよりゴロを打つべき」というこれまでの常識を覆し、「ゴロよりフライを打つべき」との発想に転換することで、2017 年シーズンでホームラン数が大きく増加し、MLB における優勝決定戦であるワールドシリーズで優勝した。

以上より、最先端の技術を用いた動作分析システムを導入する球団は、さらに増加することが予想される。また、野球における動作分析の必要性はさらに高まると考えられる。

3.2 マルチセンサを用いた動作分析システム

これまでの研究で、筆者らはマルチセンサを用いたサッカーの動作分析システムを提案してきた [9]。提案システムは、GPS、角速度センサ、および地磁気センサをマイクロコンピュータで制御し、これらの端末を体に装着して、サッカーにおける運動動作を分析する。これにより、オフザボールと呼ばれるボールを保持していない状態における動作分析が可能となる。

しかし、サッカーや野球といったメジャースポーツにおいて、センサを用いたシステムは既に多くの企業が多額の予算をかけて開発を進めており、特にプロフェッショナルの選手向けのシステムを個人で開発することは難しい。以上より、本研究では、初心者がスポーツを楽しく継続的に取り組むことができるためのシステムを提案する。



図 4 無線マイクロコンピュータ TWE-Lite DIP の外観

4. 提案システム

4.1 システムに用いる機器

本研究では、加速度センサや角速度センサを組み合わせたマルチセンサを用いて、野球における経験者と初心者の打撃フォームをそれぞれ数値化して分析することで、初心者の打撃技術の習得を支援するシステムを提案する。野球経験者と初心者の打撃フォームを測定するため、加速度センサ、角速度センサ、および TWE-Lite DIP [10] を用いる。これらの小型センサは、低コストかつ低消費電力である。また、加速度センサおよび角速度センサはジャンパワイヤを用いてはんだ付けで繋げ、体に装着する。はんだ付け後の加速度センサと角速度センサの外観を図 3 に示す。加速度センサおよび角速度センサに電源を供給する電池は、3.0 V、220 mAh の CR 系コイン型リチウム電池を用いた。

4.2 動作分析の対象

今回は、野球における経験者と初心者で打撃フォームの違いを分析するため、実際の投球に対するバットスイングではなく、素振り時の分析を行う。経験者および初心者は、体の複数箇所にセンサを取り付けた上で、グリップエンドと呼ばれる打撃時に握るグリップの端にセンサを装着したバットを用いて実験を行う。

4.3 センサ

4.3.1 TWE-Lite DIP

TWE-Lite DIP は、超小型無線マイクロコンピュータ TWE-Lite [11] を Dual In-line Package (DIP) 型の集積回路 (IC) に改良した上で、専用のソフトウェアを搭載した無線マイクロコンピュータである。図 4 に、TWE-Lite DIP の外観を示す。2.4 GHz 周波数帯の無線規格で通信を行い、通信速度は 250 kbps である。また、TWE-Lite DIP は親機と子機の 2 台で通信を行う。本研究では、計算機側に設置する TWE-Lite DIP を親機とし、体に装着する加速度センサ TWE-Lite 2525A [12] を子機とした。TWE-Lite DIP は、工場出荷時の設定で書き込まれているアプリケー

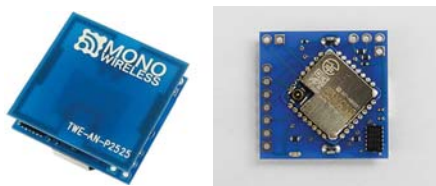


図 5 加速度センサ TWE-Lite 2525A の外観

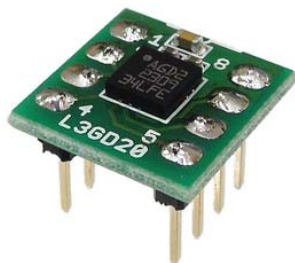


図 6 角速度センサ L3GD20 の外観

ションを使用すると、計算機には 16 進数文字列で表されるデータ受信コマンドのみ表示される。そこで、このアプリケーションをシリアル通信専用のアプリケーションに書き換えることで、TWE-Lite 2525A で取得した打撃フォームの計測データを TWE-Lite DIP に送信でき、計算機上で計測データを表示できる。

4.3.2 加速度センサ

本研究では、被験者の打撃フォームを素振り時のスイングスピードの観点で分析するため、加速度センサを用いる。加速度センサ TWE-Lite 2525A [12] の外観を図 5 に示す。加速度センサ TWE-Lite 2525A は、無線マイコン TWE-Lite 上でコイン電池ホルダと X, Y, Z の 3 軸加速度センサを搭載しており、一辺は 25 mm と小さい。また、ビーコンとして使用したり、対象物の状態を検知することができ、取得した情報を無線で送信できる。TWE-Lite 2525A では、出荷時に省電力で動作する無線タグアプリがインストールされており、TWE-Lite DIP に USB で接続するためのアダプタである TWE-LiteR を用いることで、他のアプリケーションとの入れ替え、および独自のアプリケーション開発が可能となる。

4.3.3 角速度センサ

本研究では、被験者の打撃フォームを体の回転速度の観点で分析するため、角速度センサを用いる。角速度センサ L3GD20 [13] の外観を図 6 に示す。角速度センサ L3GD20 は、X, Y, Z の 3 軸で角速度を 16 ビットデータで読み取り可能な小型センサである。また、シリアル通信が可能な Inter-Integrated Circuit (I2C) インタフェースと Serial Peripheral Interface (SPI) の両方に対応する。

4.4 センサの装着位置

図 7 に、被験者に装着した各センサの位置を示す。センサの装着位置は、少年野球の技術指導書 [4] に基づき、

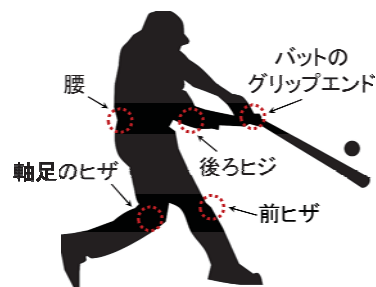


図 7 センサの装着位置（右打者の場合）

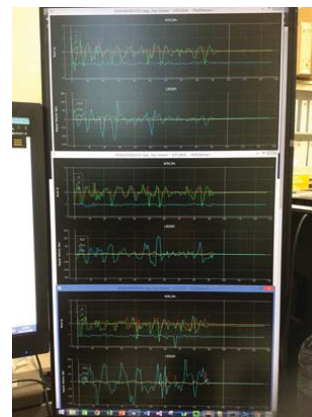


図 8 リアルタイムで表示される加速度と角速度のグラフ

(1) バットのグリップエンド、(2) 腰、(3) 軸足のヒザ、(4) 後ろヒジ、および (5) 前足のヒザの計 5 箇所とする。ここで、軸足とは、打撃時におけるスイングの軸となる部分であり、左打者の場合は左足、右打者の場合は右足となる。後ろヒジとは、スイングスピードを向上させるために体が生み出すスイングの力をバットに伝える部分であり、左打者の場合は左ヒジ、右打者の場合は右ヒジとなる。前足とは、スイング時のステップを行う部分であり、軸足の反対側の足となる。このため、左打者の場合は右足、右打者の場合は左足となる。

4.5 分析手順

図 2 に示した提案システムのプロセスを用いて、分析の手順を説明する。はじめに、被験者はマルチセンサをバットと体にそれぞれ装着した状態で素振りを行う。このとき、マルチセンサが取得した数値データは、TWE-Lite DIP を経由して計算機に送信され、計算機が受信した数値データは CSV 形式のログとして保存される。

図 8 に、リアルタイムで表示される加速度と角速度のグラフを示す。計算機が受信した数値データは、加速度と角速度のグラフとして、計算機上にリアルタイムで表示される。指導者は、取得した数値データを分析し、経験者と初心者における打撃フォームの違いを明確にした上で、初心者の打撃フォームを向上させる。

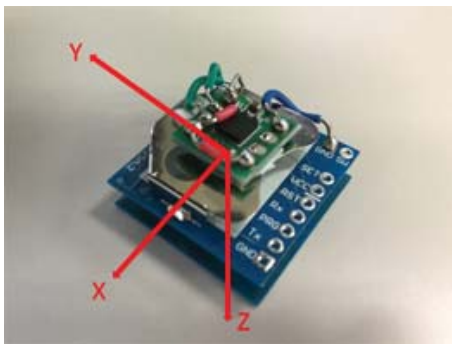


図 9 加速度センサの座標軸

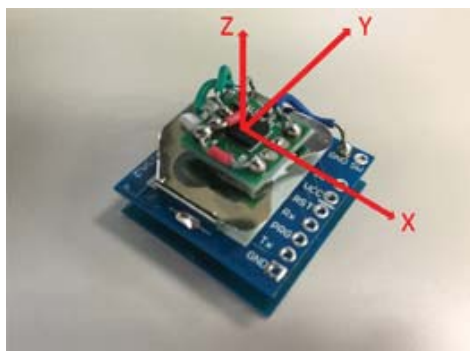


図 10 角速度センサの座標軸

5. 評価

5.1 概要

マルチセンサを用いた提案システムにおいて、野球における経験者および初心者の打撃フォームを分析して支援することで、初心者の打撃技術がどのように向上するかを評価する。

5.2 評価基準

提案システムの評価基準として、初心者のスイングスピードの向上を設定する。スイングスピードが上がるメリットは、二つ挙げられる。一つ目は、打撃時にバットがボールに与える衝撃が強くなり、打球の飛距離が伸びる点である。二つ目は、スイングスピードが上がると、投手が投げた球がバットで打つポイントに到達するまでの移動時間が短くなり、投手が投げたボールの球筋や球種を判断する時間が相対的に長くなる点である。野球では、長打やホームランを打つためには飛距離を伸ばす必要がある。また、あらゆる変化球に対応するため、できるだけ長くボールを見て、球の特徴を判断する必要がある。

また、初心者が打撃フォームでスイングスピードを上げるためには、単純にバットを速く振るだけではなく、体全体を使ってスイングをする必要がある [4]。そこで、体の各部位に装着したセンサで被験者のスイングを測定する。



図 11 木製バットのグリップエンドに装着したマルチセンサ

表 2 被験者の詳細

野球歴	経験者 A	経験者 B	初心者 C	初心者 D
打席	16 年	15 年	なし	なし
身長	174 cm	170 cm	178 cm	176 cm
体重	63 kg	61 kg	97 kg	75 kg

5.3 評価環境

被験者は、加速度センサ TWE-Lite 2525A および角速度センサ L3GD20 で構成されるマルチセンサを体に装着する。加速度センサ TWE-Lite 2525A は図 9 に示す座標軸、角速度センサ L3GD20 は図 10 に示す座標軸をそれぞれ設定した。

実験では、3 個のマルチセンサを用いて、木製バットのグリップエンド、腰、および軸足のヒザにマルチセンサを装着する方法と、木製バットのグリップエンド、後ろヒジ、および前足のヒザにマルチセンサを装着する方法の 2 種類について、バットスイングをそれぞれ行う。図 11 に示すように、木製バットのグリップエンドにマルチセンサを装着した。また、腰、軸足のヒザ、および前足のヒザに装着したマルチセンサは、図 9 に示す加速度センサの Y 軸負方向、および図 10 に示す角速度センサの X 軸正方向が頭の方向となるように装着した。また、後ろヒジに装着したマルチセンサは、加速度センサの Y 軸負方向および角速度センサの X 軸正方向が指先の方向となるように装着した。

被験者の詳細を表 2 に示す。被験者は、野球の経験者が 2 名、初心者が 2 名の計 4 名である。

5.4 実験 1 : スイング指導前

実験 1 の内容について説明する。はじめに、被験者 4 名は、加速度センサ TWE-Lite 2525A および角速度センサ L3GD20 で構成されるマルチセンサを腰と軸足のヒザに装着し、グリップエンドにマルチセンサを装着した木製バットを使用して、スイングを 10 回行った。次に、被験者は、前足のヒザと後ろヒジにマルチセンサを装着し、同様の木製バットを使用してスイングを 10 回行った。

実験は、岡山大学工学部 4 号館 6 階 609 室で行った。

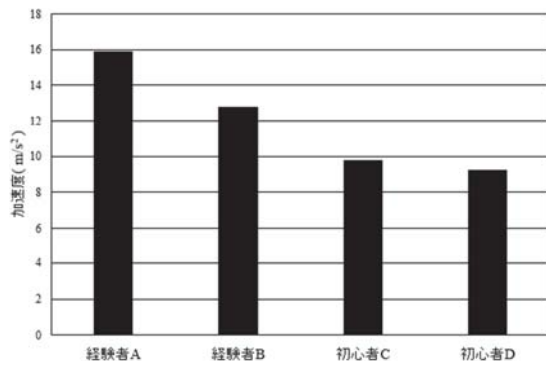


図 12 グリップエンドにおける加速度 Y 軸の最大値の平均

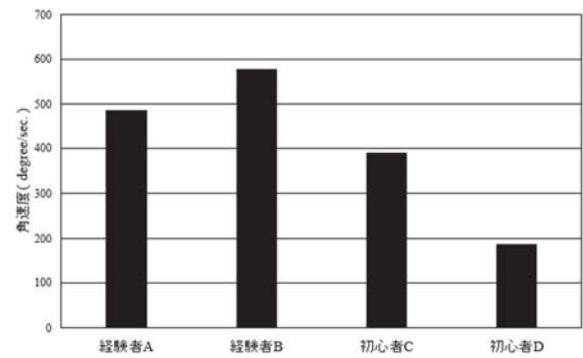


図 14 軸足のヒザにおける角速度 X 軸の最大値の平均

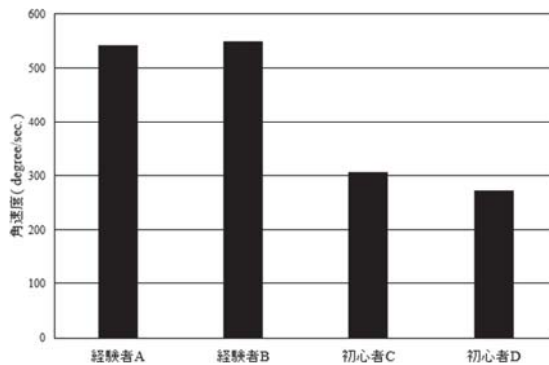


図 13 腰における角速度 X 軸の最大値の平均

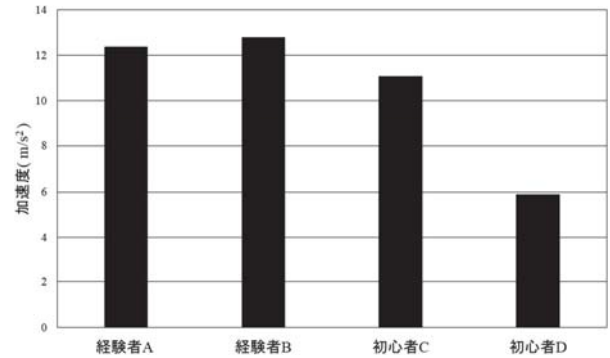


図 15 後ろヒジにおける加速度 Z 軸の最大値の平均

野球の経験者と初心者における打撃フォームの違いを分析するための測定結果を図 12, 図 13, 図 14, 図 15, および図 16 に示す. すべての図について, 横軸は被験者である. また, 縦軸について, 図 12, 図 15, および図 16 の縦軸は加速度, 図 13 および図 14 の縦軸は角速度である.

5.4.1 グリップエンドの加速度

図 12 に, 各被験者のグリップエンドにおける加速度 Y 軸の最大値の平均を示す. 図 12 より, 初心者 C, D のスイングスピードは, 経験者 A, B に比べて遅いことが分かる. 加速度 Y 軸の値は, スイング時にバットが地面に対して平行状態となる動きであり, バットでボールを打つポイントの付近で投手と捕手との間の直線で構成される基準軸に対するグリップエンドの加速度を表す. このため, グリップエンドにおける加速度 Y 軸の最大値の平均が増加すると, スイングスピードは上がる.

5.4.2 腰の角速度

図 13 に, 腰の角速度 X 軸におけるスイング 10 回の最大値の平均を示す. 図 13 より, 初心者 C, D における腰の回転速度は, 経験者 A, B に比べて低い. 腰の回転速度が遅い場合, 下半身の力がバットに伝わりにくく, スイングスピードの向上を妨げる. このため, 初心者 C, D は, 腰の回転を意識してスイングする必要がある.

5.4.3 軸足のヒザの角速度

図 14 に, 軸足のヒザの角速度 X 軸におけるスイング 10 回の最大値の平均を示す. 図 14 より, 初心者 C, D のス

イングスピード軸足のヒザの回転速度は, 経験者 A, B に比べて低い.

また, 初心者 C, D について, 軸足のヒザにおける回転速度の差は大きい. このため, 初心者は軸足のヒザの回転を意識してスイングする必要がある.

初心者 C, D のスイングスピードが経験者 A, B に比べて遅い原因として, 軸足のヒザの回転により発生した力を腰の回転でバットに十分に伝えていない点が挙げられる. つまり, スイングスピードを速くするためには, 腕による上半身の力だけでバットを振るのではなく, 軸足のヒザおよび腰の回転で発生する下半身の力をバットに伝える必要がある.

5.4.4 後ろヒジの加速度

図 15 に, 後ろヒジの加速度 Z 軸における 10 回の最大値の平均を示す. 図 15 より, 初心者 D における後ろヒジの加速度は, 経験者 A, B, および初心者 C に比べて低いことが分かる.

後ろヒジの加速度が低い場合, 後ろヒジの動きが小さく, 脇が開いた状態でスイングしたと考えられる. 脇が開いた状態でスイングする場合, バットにうまく力を伝えることができず, 速くスイングできない. このため, 初心者 D はスイング時にヒジをたたみ, 脇を閉じる動作を意識する必要がある.

5.4.5 前足のヒザの加速度

図 16 に, 前足のヒザの加速度 X 軸におけるスイング 10 回の最大値の平均を示す. 図 16 より, 前足のヒザの加速

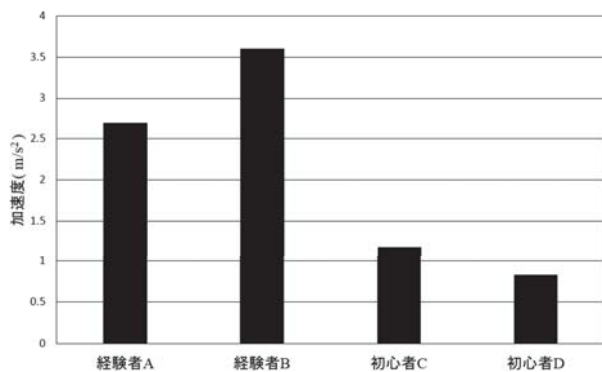


図 16 前足のヒザにおける加速度 X 軸の最大値の平均

表 3 グリップエンドに対するセンサの装着箇所における相関関係

センサの装着箇所と基準軸	グリップエンドの加速度 Y 軸に対する相関係数
腰の角速度 X 軸	0.90
軸足のヒザの角速度 X 軸	0.70
後ろヒジの加速度 Z 軸	0.70
前足のヒザの加速度 X 軸	0.75

度は初心者 C, D に比べて低い。

前足のヒザの加速度が低い原因は、スイングの動作時にステップを行っていないためである。ステップとは、スイングの動作前に前足のヒザを体の中心方向に上げ、元の位置から投手方向に対してヒザを踏み出すまでの一連の動作である。ヒザを体の中心方向に上げた場合、重心は軸足に移動する。また、ヒザを元の位置より少し投手方向に踏み出すことで、上半身と下半身との間で体のひねりが生じ、発生した力がバットに伝わり、スイングスピードが上がる。初心者 C, D は、ステップの動作が不十分であるため、スイングスピードが遅い。そこで、ステップの動作を行った後にスイングを行う必要がある。

5.4.6 グリップエンドの加速度に対するセンサの装着箇所と基準軸の相関関係

グリップエンドの加速度 Y 軸における最大値の平均に対して、腰の角速度 X 軸、軸足のヒザの角速度 X 軸、後ろヒジの加速度 Z 軸、および前足のヒザの加速度 X 軸それぞれにおける最大値の平均との相関関係を表 3 に示す。

表 3 より、すべての項目において、グリップエンドの加速度 Y 軸に対する正の相関は強い。このため、初心者がスイングスピードを上げるためには、腰の回転、軸足のヒザの回転、後ろヒジのたたみ方、および前足のヒザを使ったステップを意識してスイングすることが有効である。

5.5 実験 2 : スイング指導後

実験 2 の内容について説明する。はじめに、初心者 C, D は、実験 1 の結果に基づき、指導者から打撃フォームの修正内容についてアドバイスを受け、練習を約 30 分間行った。この後、実験 1 と同様の実験を行った。実験は、

表 4 初心者 C, D の打撃フォーム修正前後における測定結果
(上部: 初心者 C, 下部: 初心者 D)

測定箇所	修正前	修正後	変化率
グリップエンドの 加速度 Y 軸	9.77 m/s ²	11.74 m/s ²	+20.16%
	9.25 m/s ²	13.88 m/s ²	+50.05%
腰の 角速度 X 軸	306.0 dps	464.6 dps	+51.83%
	273.0 dps	376.5 dps	+37.91%
軸足のヒザの 角速度 X 軸	390.0 dps	490.6 dps	+25.79%
	187.0 dps	575.9 dps	+207.97%
後ろヒジの 加速度 Z 軸	11.06 m/s ²	5.36 m/s ²	-51.54%
	5.88 m/s ²	8.86 m/s ²	+50.68%
前足のヒザの 加速度 X 軸	1.18 m/s ²	2.11 m/s ²	+78.81%
	0.83 m/s ²	1.55 m/s ²	+86.75%

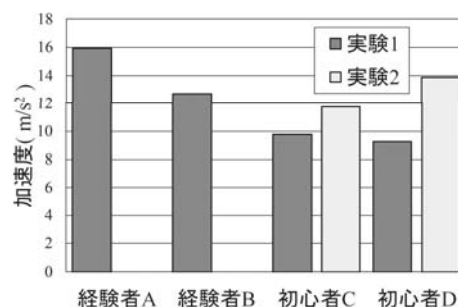


図 17 グリップエンドの加速度 Y 軸における比較

岡山大学工学部 4 号館 6 階 609 室で行った。

5.5.1 初心者の打撃フォーム修正前後における比較

表 4 に、初心者 C, D の打撃フォーム修正前および修正後における測定結果をそれぞれ示す。表 4 より、初心者 C, D はともにグリップエンドの加速度 Y 軸が向上し、スイングスピードが上がった。また、修正例と比較して、数値が下がった測定箇所は初心者 C における後ろヒジの加速度 Z 軸のみであり、初心者 C, D はともに全身を使ってスイングできていることが分かる。

5.5.2 実験 1 との比較

図 17, 図 18, 図 19, 図 20, および図 21 に、センサの装着箇所および基準軸に応じた実験 1 および実験 2 の比較結果を示す。実験 2 について、初心者 C, D のみに対して実験を行ったため、実験 2 における経験者 A, B の結果は無い。

図 17, 図 18, 図 19, および図 21 より、グリップエンドの加速度 Y 軸、腰の角速度 X 軸、軸足のヒザの角速度 X 軸、および前足のヒザの加速度 X 軸において、初心者 C, D の数値は上がり、経験者 A, B の数値に近づいた。また、初心者 C, D において、グリップエンドの加速度 Y 軸の数値が上がった。これは、腰および軸足のヒザについて、野球経験者と同じく十分に回転しており、スイング時にステップの動作を正しく行ったためと考えられる。

図 20 より、後ろヒジの加速度 Z 軸について、初心者 D の数値が上がり、経験者 A, B の数値に近づいた。一方で、初心者 C において、実験 2 の数値は実験 1 に比べて低く

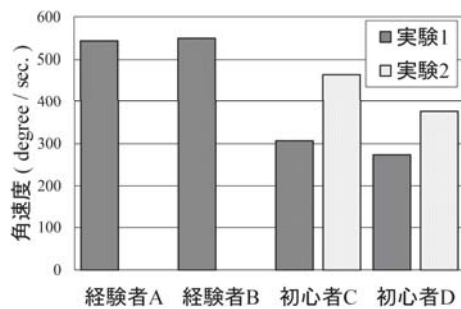


図 18 腰の角速度 X 軸における比較

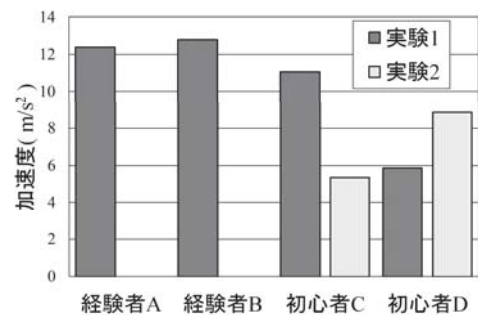


図 20 後ろヒジの加速度 Z 軸における比較

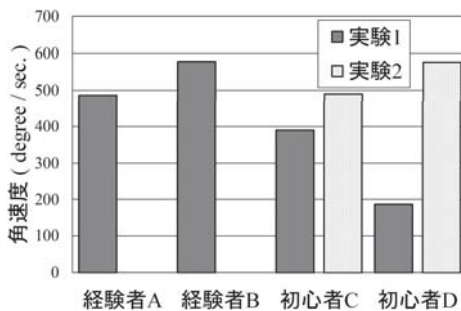


図 19 軸足のヒザの角速度 X 軸における比較

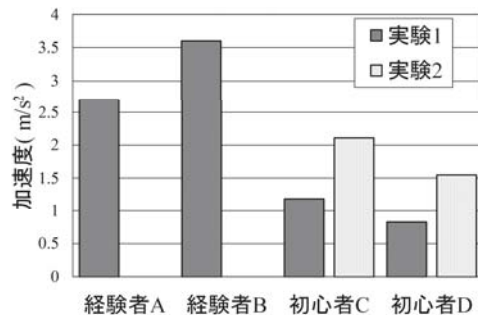


図 21 前足のヒザの加速度 X 軸における比較

なった。このため、初心者 C は、後ろヒジの動作を改善することで、スイングスピードをさらに向上できる。

5.6 考察

今回の実験で、初心者 C、D から、「自分の打撃フォームを数値化して可視化でき、改善箇所が明確になった」、および「少しの練習で打撃技術を習得できた」といった感想があった。以上より、初心者が効率的に打撃技術を習得する上で、提案システムは有用であることを確認した。

6. おわりに

本研究では、加速度センサや角速度センサといったマルチセンサを用いて、野球における経験者と初心者の打撃フォームをそれぞれ数値化して分析することで、初心者の打撃技術の習得を支援するシステムを提案した。評価の結果、加速度センサ、角速度センサ、および TWE-Lite DIP で構成されるデバイスを用いることで、野球における経験者と初心者との間で打撃フォームの違いを分析でき、野球初心者の打撃技術を効率的に支援できることを確認した。

今後の予定として、被験者の数を増やすことで野球における経験者と初心者の打撃フォームの違いに関する詳細な分析、および計測データの取得後から初心者に改善点を提案するまでの処理の自動化が挙げられる。

参考文献

- [1] ForeAthlete : Garmin International, Inc. (online), (入手先 <http://www.garmin.co.jp/minisite/foreathlete/>) (2018.07.19).
- [2] Statcast : MLB アドバンスド・メディア (online),

- (入手先 <http://m.mlb.com/statcast/leaderboard/>) (2018.07.19).
- [3] 4DMOTION : 4D Motion System for Baseball (online), (入手先 <http://www.4dmotionsports.com/instructors/baseball/>) (2018.09.21).
- [4] Hitting Coach - Facilitator Guide : National Coaching Certification Program, Canada (online), (入手先 <https://nccp.baseball.ca/pdfs/fac/en/Instructor%20Beginner%20-%20Hitting%20-%20Facilitator%20Guide%20-%20English.pdf>) (2018.09.21).
- [5] Baseball Almanac : Town Ball : The Rules of the Massachusetts Game (online), (入手先 <http://www.baseball-almanac.com/rulestown.shtml>) (2018.09.21).
- [6] (公財) 日本生産性本部: レジャー白書 2017 余暇の現状と産業・市場の動向, 生産性出版 (2017).
- [7] iCube : 横浜 DeNA ベイスターズ (online), (入手先 <https://www.baystars.co.jp/news/2017/03/0301.03.php>) (2018.09.21).
- [8] MLB : MLB.com (online), (入手先 <http://m.mlb.com/glossary/statcast/barrel/>) (2018.09.21).
- [9] 伊藤大晃, 後藤佑介: マルチセンサを用いたサッカー選手の動作分析システムの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-DPS-167, No.9, pp.1-8 (2016).
- [10] TWE-Lite DIP : モノワイヤレス (株) (online), (入手先 <https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-Lite-DIP/>) (2018.09.21).
- [11] TWE-Lite : モノワイヤレス (株) (online), (入手先 <https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-LITE/>) (2018.09.21).
- [12] TWE-Lite 2525A : モノワイヤレス (株) (online), (入手先 <https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-Lite-2525A/>) (2018.09.21).
- [13] L3GD20 : (株) 秋月電子通商 (online), (入手先 <http://akizukidenshi.com/download/ds/akizuki/ae-l3gd20.pdf>) (2018.09.21).