

氏名・（本籍） 堀内 元（愛知県）

学位の種類 博士（体育学）

報告番号 甲 第136号

学位授与年月日 2018（平成30）年3月19日

学位授与の要件 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）

第4条第1項該当

論文題目 野球のバッティングにおけるバットヘッドの加速メカニズムに関するバイオ  
メカニクス的研究

審査委員（主査） 桜井 伸 二

田内 健 二

光山 浩 人

## 博士学位審査の経過報告

- 2017年10月11日（水） 博士学位請求論文の受理、学位審査委員会の設置
- 2017年10月13日（金） 第1回学位審査委員会〈稟議〉（審査日程および本委員会運営方針の確認）
- 2017年11月7日（火） 第2回学位審査委員会（論文の評価、問題点の整理）
- 2018年1月5日（金） 第3回学位審査委員会（問題点についての質疑応答、口述試験）
- 2018年1月10日（水） 第4回学位審査委員会〈稟議〉（論文の最終確認、学位審査報告書の確認）
- 2018年1月17日（水） 博士課程委員会において審査結果の報告
- 2018年1月24日（水）～2018年1月31日（水） 論文の公示
- 2018年2月13日（火） 博士課程委員会において合否の判定

# 論文審査および最終試験の結果

## 1. 論文審査の結果

### 1) 提出論文の構成

本論文の構成は次の通りである。

第1章 序論

第2章 バットヘッドスピードの増大に関連するバットのダイナミクス

第3章 下肢および体幹における力学的エネルギーの流れ

第4章 力学的エネルギーの生成に関連する股関節のダイナミクス

第5章 総合考察

第6章 総括

### 2) 提出論文の概要

野球のバッティングにおいて、インパクト時のバットヘッドスピードは打者のパフォーマンスを評価するうえで最も重要な指標の1つである。これまでの運動学的な研究では、膝関節角度や体幹の回旋角速度および捻転角速度、バットグリップ側の肩関節角度、肘の伸展角速度などがインパクト時のバットヘッドスピードの増大との関連が強い動作であると考察されてきた。しかしながら、これらの変量は、連続したバッティング動作の一端を抽出したものであり、バットヘッドを加速させる直接的な要因ではない。一方、バッティングの指導においては、下肢の動作が重要視されることが多く、エネルギーが下肢から体幹、上肢、バットへと順次伝達されることが大きなバットヘッドスピードの獲得に貢献していると考えられている。しかしながら、野球のバッティングにおける下肢や体幹の力学的エネルギーの流れについて定量化した研究は見当たらない。以上のことから、野球における最大努力のバッティング動作を対象として、(1) バットヘッドの加速メカニズムを運動学および運動力学的観点から明らかにすること、(2) 下肢および体幹における力学的エネルギーの流れを定量化すること、(3) 力学的エネルギーの生成に関連する股関節のダイナミクスを明らかにすることの3点を本論文における研究課題として設定した。

99名の男子アマチュア野球選手の最大努力によるバッティング動作をモーションキャプチャーシステムによって記録し、同時に両足に作用する地面反力を2台のフォースプレートによって計測した。加速中のバットの運動学および運動力学的変量の変化を求めた。逆動力学分析法を用いることによって左右の下肢関節および体幹関節（体幹上部と体幹下部の間に設定した仮想関節）に作用する関節力および関節トルクを算出した。関節トルクによる力学的仕事を、各関節で発生・吸収された力学的エネルギーの指標とした。また、セグメントに作用する関節力および関節トルクによる力学的仕事を、セグメントを流入出した力学的エネルギーの指標とした。

この結果から以下の結論を得た。野球のバッティング動作では、投手側の足部が接地してから体幹下部の回旋角速度が最大に達するまでの局面において、捕手側の股関節では伸展トルク、投手側の股関節では屈曲トルクおよび内転トルクによって主に力学的エネルギーが生成される。このエネルギーは、左右それぞれの股関節トルクによって体幹下部へ流入し、さらに体幹関節トルクによって体幹下部から体幹関節へ流出する。さらに、体幹下部の回旋角速度が最大に達してからボールインパクトまでの局面において、体幹関節トルクによって生成された力学的エネルギーが体幹上部へ流入し、上肢を介してバットへ伝達されることによってバットヘッドが加速する。また、バットへ力学的エネルギーが流入する際には、グリップ

に作用するトルクによって回転の運動エネルギーが流入した後、グリップに作用する力によって並進の運動エネルギーがバットへ流入する。

本論文によって、これまで十分に検討されていなかった野球のバッティング動作における下肢から体幹にかけての力学的エネルギーの流れや、バットが加速される過程におけるバットグリップに作用する力学的要因について定量的に明らかにすることができ、野球のバッティング技術の指導において有用な情報になることが期待されると結論している。

### 3) 提出論文の評価

野球のバッティングに関するバイオメカニクス的研究はこれまでも多く行われてきた。本論文では緒言において先行研究の達成点を明らかにした上で問題点を整理し研究課題を提示している。本論文の評価される第一の点は、この先行研究の整理と問題設定である。指導書などではバッティング動作における下肢の重要性が強調され、また力学的エネルギーを下肢から体幹、上肢、さらにバットへ伝達させることを意識させるような文言がしばしば用いられてきている。しかしながら、野球のバッティングにおける下肢や体幹の力学的エネルギーの流れについて定量化した研究は、実際にはこれまでほとんどなかった。バッティングにおける下肢の役割や力学的エネルギーの伝達に関する先行研究のレビューが適切であり、またそれに基づく問題設定は妥当なものとして評価できる。

評価できる第二の点は、問題解決のために適切な方法を選び、しかも99名という多数の選手を対象として動作の分析を行っている点である。用いられた手法に特段の目新しさはないが、それだけに手堅く、野球のバッティング動作について得られた本論文の結果は、これまで行われてきた投動作やテニスの打動作など他の動作との比較が可能なものとなっている。多数のデータを適切な方法で処理し結論を導き出していることから、得られた結果の信頼性も高く、同時にデータ取得やデータ分析の方法についての論文提出者の理解の深さがうかがわれる。

しかしながら、本研究には若干の不足や問題点もある。まず研究手法上の制約によって本論文では上肢各関節に作用する力およびトルクの推定ができていない点があげられる。そのため、バットに力やトルクを及ぼす際の左右各手の役割や体幹上部から上肢、バットにかけての力学的エネルギーの流れについて言及できていない。これは、野球のバッティング動作では左右の上肢およびバットによって閉ループ系が構築されるため、通常の逆動力学分析法を用いる限り避けられない問題である。何らかの特別な方法論や仮説を用いることが必要となる。また、実際の野球のバッティングでは、上下あるいは左右のコースに様々な球速や球種でボールが投球され、打者はそのボールに対応してバッティング動作を行わなければならない。それに対して、本論文ではストライクゾーン中央付近にトスされたボールに対して最大努力でバッティングを行わせている。そのため、本論文で得られた知見は、打者が自身のタイミングでバッティング動作を行った際の特徴が抽出されていることに注意する必要がある。しかしながら、これらの諸点は本論文の価値を否定するほどのものではなく、今後の研究の発展に委ねられるところであると考えられる。

本論文の学位審査委員会は、以上を慎重に検討した結果、本論文は博士学位論文として適格であるという結論に到達した。

### 4) 提出論文と既刊論文との関係

本論文は、下記の学術誌に掲載された論文を中心にして再構成され書かれたものである。

- (1) Horiuchi, G. and Sakurai, S. (2016) Kinetic analyses on increase of bat head speed in baseball batting. *International Journal of Sport and Health Science*, 14: 94–101. (主として第2章を構成)

(2) 堀内元・中島大貴・桜井伸二 (2017) 野球のバッティングにおける下肢および体幹の力学的エネルギーの流れ. 体育学研究, 62 (2) : 575-586. (主として第3章を構成)

## 2. 最終試験の結果

本論文の内容に関して、2018年1月5日に口頭にて最終試験を実施した。その内容は、計測に関する方法論や結果の解釈などの本研究の内容にとどまらず、バイオメカニクスおよび一般的な自然科学の研究についての基本的な知識と理解度、研究に対する論理的な展開能力などについてその学識と研究能力を確認しようとするものであった。その結果、これらの事項に関し十分な学識と研究能力とを有していると判定した。

## 3. 学力の確認

本論文の提出者は、本研究科博士課程において所定の単位を取得し、かつ本研究科の指導指針にのっとり、学会誌に筆頭著者として英語論文を含む複数の原著論文を發表していることから、博士の学位を授与されるに値する学力を有すると確認した。

## 4. 結論

本学位審査委員会は、提出された博士学位請求論文が博士の学位を授与されるに値するものであり、かつ論文提出者はその専門分野における十分な学識と研究能力とを有するものであることを確認したので、博士（体育学）の学位を授与するのに適格であると判定した。

以上