

# 日本野球科学研究会 第4回大会

-in 東京大学 駒場キャンパス-

## 大会報告集

日本野球界のさらなる発展のために  
～科学と実践の融合を目指して～

日 程：

2016年（平成28年）12月3日（土）・4日（日）

会 場：

東京大学 駒場キャンパス 21KOMCEE east



日本野球科学研究会ホームページ：<http://baseballscience.net/>

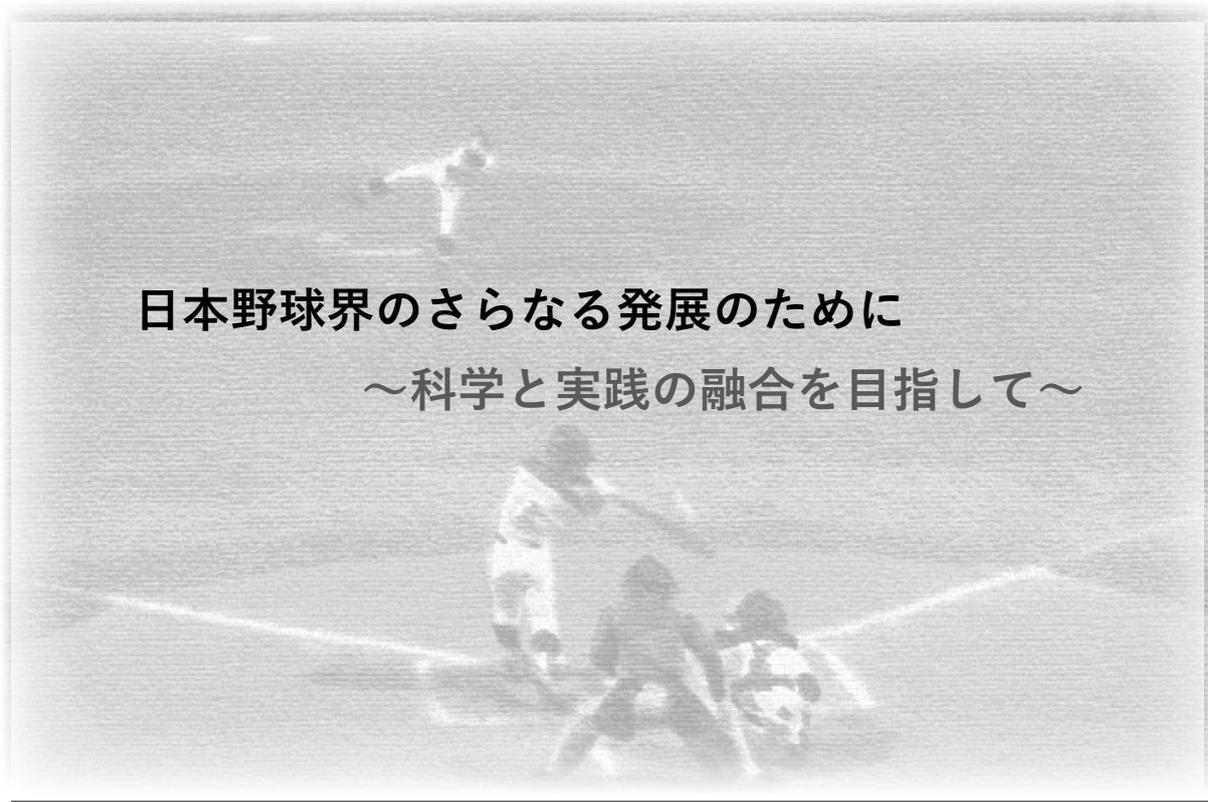
第4回大会専用ホームページ：<https://sites.google.com/site/bbscience2016/home>

主催：日本野球科学研究会，日本野球科学研究会第4回大会実行委員会



# 日本野球科学研究会 第4回大会

## 報告集



日本野球界のさらなる発展のために

～科学と実践の融合を目指して～

日 程：2016年（平成28年）12月3日（土）・4日（日）

会 場：東京大学 駒場キャンパス 21KOMCEE east

〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1

主 催：日本野球科学研究会

日本野球科学研究会第4回大会実行委員会



# 目次

日本野球科学研究会設立趣旨 .....	1
大会実行委員長挨拶 .....	3
特別講演.....	5
日本の野球界のさらなる発展に向けた提言　～科学と実践の融合を目指して～	
シンポジウムⅠ.....	11
これからの指導者に求められること	
シンポジウムⅡ.....	19
コントロールを上達されるにはどうすればいいのか？	
シンポジウムⅢ.....	25
真剣勝負中の生体信号計測とその応用 ～科学技術振興機構 CREST プログラムの取り組み～	
パネルディスカッション .....	33
今後求められる学生野球の姿とは？	
一般ポスター発表.....	41
ミズノ主催セミナー報告書 .....	156
協賛企業一覧.....	159



# 日本野球科学研究会設立趣旨

野球は、日本では国民的スポーツとして愛され続け、小学生から中高齢者のシニア世代までの幅広い人気により、競技人口の最も多いスポーツです。にもかかわらず、野球に特化した学会はありません。他の競技をみると、日本武道学会が1968年に設立されたのを皮切りに、ゴルフ、陸上（ランニング学会、日本スプリント学会）、水泳、テニス、バレーボール、フットボール、ハンドボールなど、さまざまな競技の学会が設立されています。

野球競技の学会がなかった理由は、さまざま考えられますが、その一つとして、野球を学問として捉え、エビデンスを基礎として、知識を集積しようという人が少なかったことが挙げられるでしょう。その根底には、野球研究者の数の問題が一つあったと考えられます。しかし、ここ数年、体育・スポーツ関係の学会に限らず、いろいろな学会で野球を題材とした研究が数多く発表されるようになりました。また、他の競技に関する研究はもとより、基礎研究にも負けない優れた研究内容のものも、しばしば見受けられるようになりました。つまり、量的にも質的にも学会設立の下地ができてきた、機は熟した、ということではないでしょうか。

現在に生き、野球を愛する我々には、野球の持つ科学性と文化的価値を高め、そして次世代に発展的につなげる役割があるはずです。個人の持つ知識（形式知）や経験（経験知）を個人の記憶だけに留めていては、文化としての発展は望めません。それらを集積し、整理することによって、新たな展開や発見といった発展性が望めるのです。その役割の「核」となる集団として、（仮称）日本野球科学会の設立を目指そうではありませんか。その足掛かりとして、この度、日本野球科学研究会を設立いたしました。

本研究会の目的は、野球競技の普及・発展に寄与するために、1) 野球競技に関する科学研究を促進すること、2) 会員相互および内外の関連機関との交流を図り親睦を深めること、3) 指導現場と研究者間での情報の流動性を高めることにあります。この研究会で、会員相互の交流を図り、実践レベル、研究レベル、運営レベルなど、さまざまなレベルで討論を交わすことにより、学会設立時には、確固たる方向性を持った熟成した団体として飛び立てるよう、準備したいと考えております。それには、会員皆様の研究会への積極的な参画・参加が必要となります。

100年後に世界中の人々が、楽しく安全に野球をプレーしている姿を想像し、その基礎データとして我々の研究データが活かれていることを目指して！

## 発起人（50音順）

川村卓（筑波大学）、桜井伸二（中京大学）、中本浩揮（鹿屋体育大学）、  
平野裕一（国立スポーツ科学センター）、前田明（鹿屋体育大学）、  
松尾知之（大阪大学）、宮下浩二（中部大学）、宮西智久（仙台大学）、  
矢内利政（早稲田大学）



## 日本野球界のさらなる発展のために

### — 科学と実践の融合を目指して —

第4回大会実行委員長 中澤公孝  
(東京大学総合文化研究科)

第4回野球科学学会は、東京大学駒場キャンパスにて、2016年12月3日、4日の両日、総勢300名以上の参加者を集め、盛況のうちに終えることができました。これもひとえに、一般参加者、野球科学学会会員、そして何より約1年間準備に奔走してくれた今大会実行委員、全ての皆様のご協力のおかげと、ここに改めて心より御礼申し上げる次第です。初日の桑田真澄氏の講演でも問題提起されたように、近い将来、日本の野球が現在同様メジャースポーツの地位を確保するためには、多くの改革が必要と見ざるを得ません。このような問題意識の基に、第4回大会のテーマを「日本野球界のさらなる発展のために」としました。この大会が日本野球の発祥の地とも言えるここ東京大学駒場キャンパスで開催できたことに、私は何か因縁めいたものすら感じています。

さて、大リーグにおける先端情報科学の導入やセイバーメトリックスの発展を見るにつけ、野球というスポーツが先端科学の導入によって今以上に人々を引き付ける魅力的なスポーツへと更に発展していく余地があると感じます。しかし日本の野球界は残念ながら、科学技術の導入という点では米国に大きく後れを取っているといわざるを得ません。また、日本の野球文化とも言える古くからの野球界の体質には、依然として不合理なしきたりがまだまだ多く残っていることも認めざるを得ないでしょう。野球科学学会はその設立趣旨に100年後の野球の普及と発展に寄与することをうたっています。今回の研究会では野球を対象とした様々な側面からの50以上の研究が発表されました。その内容は実に多岐にわたり、野球という一つのスポーツにそれほど多様な研究テーマがあることに驚きを覚えました。私はこの研究会の活動が、科学的な立場から日本野球界の発展に寄与していく中心的役割を担うと確信しています。そのためには、古くから言われる研究室と現場のギャップを埋めること、すなわち「科学と実践の融合」が必須であることは言うまでもないでしょう。30年後の野球界が過去を振り返った時、第4回大会は野球科学学会を野球科学会へと発展させる契機となり、ひいては日本野球界をさらに発展させ、今よりさらに魅力的なスポーツへと進化させた一つのマイルストーンであったとの評価を得ていることを祈るものです。



# 日本野球科学研究会第4回大会 特別講演

## 日本の野球界のさらなる発展に向けた提言 ～科学と実践の融合を目指して～

**講演者：桑田 真澄**

(元読売ジャイアンツ／ピッツバーグ・パイレーツ投手,  
東京大学大学院総合文化研究科特任研究員)

**コーディネーター：中澤 公孝**

(東京大学大学院総合文化研究科)

※ 講演内容 (一部抜粋)

## 日本野球界の未来に対する危機感

2016年の野球界を振り返ると、高校野球が盛り上がりを見せたこと、また、プロ野球では広島東洋カープの25年ぶりの優勝やパ・リーグを中心に観客動員数が増加傾向にあるなど、明るいニュースが多く見られました。一方で、野球人口の減少、選手の不祥事、メジャーリーグとの格差拡大と、日本野球界にとって解決すべき課題はまだまだ山積しています。特に私が心配しているのは、若い世代を中心に野球への無関心層が確実に増加していることです。このままでは20年後、30年後に野球がマイナースポーツに転落するという危機感を抱いています。そんな状況を防ぐため、早く野球界の環境整備をしなければならないと考えています。

現在、私は東京大学大学院総合文化研究科の特任研究員として、効率的・合理的な投球フォームの研究を行っています。本講演では「科学と実践の融合」を目指す中で、私がどのような経験をして自分自身の投球理論を確立していったのか、これまでの野球人生を振り返りながら紹介したいと思います。

## 投球フォームの追求と指導者との出会い

私は幼少期に父とキャッチボールを始めて以来、野球が大好きでした。幼い割には得意だったと思います。小学校高学年になってボーイズリーグに入ると元プロ野球選手のコーチから、「投手の常識」として「トップを早く高く作れ」「まっすぐ立て」「上から投げ下ろせ」という指導を受けました。元プロ野球選手が言うなら正しいだろうと従ったものの、全く結果が出ませんでした。中学では学校の野球部に入部しましたが、コーチがいなかったため自分の投げやすいフォームで投げることができました。その結果、中学では肘や肩を痛めることなく、コントロールも磨くことができました。ところが、高校に入るとコーチから「これが投手の常識だ」と再びフォームを矯正されました。案の定、結果が出ず投手をクビになってしまい、外野手への転向を余儀なくされました。しかし、運が良かったことに、私の考えに理解を示してくれる臨時コーチと出会い、投球フォームを元に戻した私は、甲子園で優勝投手になることができました。その後、読売ジャイアンツに入団しプロ野球選手になりましたが、一年目の自主トレ直後からコーチやOB、評論家に投球フォームを否定され、「これが投手の常識だ」と矯正されてしまいました。その結果、成績が残せず低迷し、「このままではプロで生きていけない」と悩む日々が続きました。そんな中、プロ2年目に宮田征典投手コーチと出会いました。宮田さんは私が理想とするフォームに賛同して下さり、「好きなフォームで投げろ」と背中を押してくれました。その一言がきっかけになり、僕はジャイアンツのエースとして長く活躍することができました。

こうして、私は紆余曲折しながらも自分に合う投球フォームをひたすら模索してきました。プロ野球の世界に入ってから、練習だけでなく試合でも様々なフォームを試しました。ときには小学生の時から言われてきた「トップを早く高く」作るフォームも、たとえ一ヶ月勝ち星がなくても続けたこともありました。このように、私は日本での選手生活の中で、合理的な投球フォームを身につけるため、自分なりに仮説と検証を繰り返してきました。そんな蓄積が土台となり、晩年メジャーリーグに挑戦した際には、メジャーの一流投手にも自分の考えと共通するポイントを確認することができました。

## メジャーリーグとの比較から見えてきた日本の長所と課題

選手としてメジャーリーグを経験した中で、世界中の野球選手がこの舞台を目指す理由には大きく三

つあると感じました。一つ目は、世界中からトップレベルの選手が集まることです。一流選手なら誰しもがレベルの高いところでプレーしたいと思うのは当然だと思います。二つ目は、年俵が高いことです。実は 20 年前、日本のプロ野球とメジャーリーグは収益がほぼ同じでした。ところが現在は日本のプロ野球の収益は当時から横ばいなのに対して、メジャーリーグは 5 倍になっています。その結果、日本プロ野球の平均年俵は 3,800 万円なのに対し、メジャーリーグは 5 億円と大きな開きが生じています。三つ目は、環境の素晴らしさです。メジャーリーグはどここの球場を訪れても綺麗でロッカー設備も素晴らしく、選手である私も遠征で新しい球場に行くのがいつも楽しみでした。

このようにメジャーリーグには日本よりも優れた点がいくつもありましたが、同時に日本の野球の素晴らしさも再確認することができました。メジャーリーグのベースボールはパワーやスピードがありますが、プレーは大雑把で道具の扱いも雑です。一方、日本の野球は基本プレー、連携プレー、サインプレーが細かく、挨拶や道具を大切にします。ただ、練習は非効率で怪我が多く、依然として絶対服従や体罰も残っています。私は日本の野球界のそういった長所と短所は、同じ価値観から来ているのではないかと考えるようになりました。現役引退後、日本の野球界にどのような形で貢献したいか考えていた私は、早稲田大学大学院に入学して「野球道」について研究することを決意しました。

### 「野球道」の再定義

今日は、早稲田の修士論文としてまとめた研究の要点をお話したいと思います。学生野球の父と呼ばれる飛田穂洲さんは、早稲田大学野球部の監督時代、野球を通じて人格を磨くことが大切だ、「野球だけでなく勉強もやり、模範となる学生になりなさい」というバランスの取れた指導をされていたそうです。しかし、戦争が始まると、野球は政府や軍部から弾圧されてしまいます。そこで飛田さんは「野球は強い兵隊を育てるのに有効である」と主張し、武士道精神に基づいた「練習量の重視」「精神の鍛練」「絶対服従」という三つの価値観を強調しました。野球を弾圧から守るために作られたこの考え方は、戦後復員して先輩選手、指導者、審判として野球界に戻った人たちによって全国に広まり、現在もなお「誤解された野球道」として野球界に脈々と受け継がれています。そこで私は、「誤解された野球道」を今の時代に合わせ、武士道精神を「スポーツマンシップ」、練習量の重視を「練習の質の重視（サイエンス）」、精神の鍛練を「心の調和（バランス）」、絶対服従を「尊重（リスペクト）」に置き換えることを提言しました。野球を取り巻く環境の変化に合わせて指導理念を再定義すれば、野球を通じて社会で活躍できる人材を育成できるのではないかと考えたのです。

### 野球を科学的にとらえるための研究活動

早稲田大学修士課程を修了後、今度はグラウンドで活かせる研究をしたいと思い、東京大学大学院で効率的な投球動作に関する研究を始めました。投手にとって大事なものはスピードよりコントロールだと私は考えています。しかし、投手に関する研究を調べてみると、その多くが球速に関する研究で、コントロールやキレに関する研究はほとんどありませんでした。おそらく、その理由はコントロールを良くするメカニズムを科学的に解明することが極めて難しいからでしょう。現段階では、コントロールのバラツキの方向や程度などを数値化することで、投手のコントロールの「質」が徐々にわかってきています。今後は、フォームとコントロールの関係性を分析する上で重要なデータになると思います。

私たちの研究グループでは、打者から見たボールの見やすさの違いを比較するため、現役プロ野球

選手5名と私を被験者にして超高速カメラで投球動作を撮影してみました。その結果、どの現役投手もすばらしい身体能力を持っているものの、打者からボールが見えてしまうタイミングが大きく異なることがわかりました。例えば、ある投手は踏み込み足が着地する前の段階で既に打者側からボールが見えてしまっています。一方、別の投手は踏み込み足が着地して以降にボールが見え始め、一軍で活躍しているある投手はリリース直前までボールが見えませんでした。このような客観的な手法を用いることで、肉眼ではとらえ切れないフォームの時間的要素を明らかにすることができます。野球界では投げ込み、走り込みが大事と言われますが、こういった客観的データをもとにフォームを追求していくことも、これからの時代は重要ではないかと思います。

### 科学と実践の融合を目指して～一流投手に共通する投球フォームの特徴～

前置きが長くなりましたが、ここから今日のテーマである「科学と実践の融合」についてお話しします。技術論の前提として、人間の身体は一人一人違います。ですから、私の経験や理論が誰にでも当てはまるとは思っていません。しかし、人間の身体の構造にはある程度共通点があります。私は、プロ野球で10年、15年とエースとして長く活躍した先人たちのフォームを中学生の頃から自分なりに研究し、その投手たちのフォームには共通点がいくつか見られることに気づきました。一方で、野球選手としての経験則として、コーチが投球フォームを指導する際に用いる言葉は、実際の動作と異なることが多く見られます。選手やコーチが言葉にする感覚と実際の動作にはギャップがあることも、頭に入れておく必要があります。

投手の目的は打者をアウトにすることで、球速を競うことではありません。私の経験上、どんな速いボールでも真ん中周辺に投げるとヒットを打たれます。打ちづらいコースにコントロール良く投げれば、抑えられる確率は上がります。また、キレのあるボールを投げるには、手先ではなく全身の筋肉を使う必要があります。つまり、下半身で生み出したエネルギーを体幹を通じて、リリースの瞬間に指へ伝えるのです。こうしたフォームを身につけることで、疲労を溜めずに再現性を高めることもできます。そんな効率的なフォームについて説明するため、今日は「肩を下げてはいけない」「トップは早く高く」という、投球において常識とされている二点に疑問を投げかけます。

野手と比べて、投手が難しい理由は傾斜にあります。野手はみな平地でプレーしますが、投手はマウンドという傾斜でプレーします。ですから、傾斜に対応して投げるのが好投手の条件となります。傾斜をうまく使うためには、右投手ならば右肩を落としながら体重移動していくことが大事です。右肩を落とせば、右の股関節に自然と体重が乗ります。そして、リリースまで腕を加速させる距離ができるため、腕は振ろうとしなくても勝手に振られます。よく「ヒップファーストを作れ」と言われますが、右肩さえ落とせば自然にヒップファーストを作れます。次に日米のエースの投球フォームを見てみましょう。

「沢村賞」で知られる沢村栄治投手、276勝した稲尾和久投手、200勝投手の平松政次投手、アメリカのニグロリーグで2000勝したサ切尔・ペイジ投手、火の玉投手と呼ばれたボブ・フェラー投手、読売ジャイアンツの大エースだった江川卓投手、メジャーリーグで活躍するダルビッシュ投手、みんな右肩を下げながら体重移動しています。左投手も、サンディー・コーファックス投手、ウォーレン・スパーン投手、日本の大エース金田正一投手、鈴木啓示投手、工藤公康投手、山本昌投手、大野豊投手、岩瀬仁紀投手、いずれの投手も左肩を落としています。ほかにも、メジャーの大エース、ペドロ・マルチネス投手、ノーラン・ライアン投手、グレッグ・マダックス投手にも同じ特徴が見

られます。また、「右肩の高さよりも肘を上げなさい」と言われますが、大投手はそんな動作をしていません。例えば、300勝以上しているロジャー・クレメンズ投手、世界最高のストッパーと言われたマリアーノ・リベラ投手の投球フォームを見てみると、左足の着地直前でも肘は肩よりわずかに低い位置を保っています。これにより、打者からボールを隠すことができていると考えられます。アンディ・ペティット投手、サイ・ヤング賞を三回も獲得しているクレイトン・カーショウ投手といったサウスポーも左肩を落とすとともに、トップは作っていません。ドン・サットン投手、トム・シーバー投手、江夏豊投手、杉内俊哉投手とも、足が着地してもまだ肩より肘が低いところにあります。誰一人としてトップを作らず、打者からボールを隠すため肩を開かないようにしています。最後に現在の私のフォームです。ほかの投手と同じように、足が着地した時の肘は肩より低い位置にあります。そして、リリースの瞬間に、肘の位置が最も高くなっています。私は、歴代投手のフォームからみて「リリースの瞬間がトップである」という解釈が必要ではないかと考えています。根本に立ち返ると、「いちばん高いところ」がトップという言葉の意味だからです。いろんな投手に聞きましたが、一般的に言われているトップの場所を意識して投げている人はいません。今までトップと言われてきたポジションは、あくまで腕が勝手に振られる通過点と考えるべきなのです。

## 最後に

これまでの野球指導は、指導者の個人的経験や感覚に頼るところが大きかったと思います。スポーツ医科学が未発達だった時代には、感覚に頼るのは仕方ないことでした。でも、感覚だけで指導することで、選手もコーチも言葉に騙されてしまいます。「まっすぐ」「高く」「上から投げ下ろす」、どれも言葉では正しいように聞こえます。しかし、これからの時代は野球界の常識を疑い、スポーツ医科学を活用して実際の動きに即した言葉で指導することが大事だと思います。

私は、野球はとても難しいスポーツだと感じています。その上、野球の研究も思ったように進まず、野球を科学的にとらえるのはつくづく難しいと痛感しています。今の時代、ダルビッシュ投手や大谷翔平投手のように体格的に外国人に劣らない日本人選手もいますが、多くの選手はパワーとスピードで外国人選手に敵いません。そんな中で、日本人はどうしたら勝てるのか。それは技術力しかないと思います。今後みなさんと一緒に効率的・合理的なフォームを研究し、野球界全体に伝える活動を続けることで日本の野球を世界に通用するものにしていきたいと考えています。

### 【講演者紹介】



1968年生まれ。PL学園高校で1年生からエースとして活躍し、甲子園5季連続出場（優勝2回、準優勝2回）を果たす。通算20勝（戦後歴代1位）、本塁打6本（戦後歴代2位タイ）を記録。

1985年、ドラフト1位で読売ジャイアンツに入団。2年目の87年に沢村賞を獲得。88年には球団史上最年少で開幕投手に抜擢された。

1994年に最多奪三振王となりシーズンMVPを獲得。95年6月、試合中に右肘靭帯断裂の重傷を負うが、懸命のリハビリの末、97年に復活。02年には最優秀防御率のタイトルを獲得した。

2006年、メジャーリーグに挑戦し、翌07年にピッツバーグ・パイレーツでメジャー初登板を果たす。08年3月に現役を引退。通算173勝。

2009年、早稲田大学大学院スポーツ科学研究科に入学し、翌10年に修士課程を修了。

2013年からの2年間、東京大学硬式野球部の臨時コーチとして指導。

2014年より東京大学大学院総合文化研究科に在籍し、16年4月より特任研究員として研究活動に励んでいる。その他、野球解説、評論、執筆活動、講演活動も行っている。



## シンポジウム I

---

### これからの指導者に求められること

#### シンポジスト

- 福士 一郎太 (公益財団法人日本サッカー協会)  
馬見塚 尚孝 (独立行政法人国立病院機構西別府病院)  
上田 誠 (慶應義塾高等学校)  
桑田 真澄 (東京大学)

#### コーディネーター

- 勝亦 陽一 (東京農業大学)

## 指導者養成及び登録制度

～学ぶことをやめたら、教えることをやめなければならない～

福士一郎太（公益財団法人日本サッカー協会）

日本サッカー協会では、指導者養成及び指導者登録制度、いわゆるライセンス制度というものを持っている。「学ぶことをやめたら教えることをやめなければならない」、これが指導者養成のキーワードになる。時代はどんどん変わっていく。ということは、教える側も学び続けなければならない。

サッカー界の全体背景と指導者養成の歴史、日本サッカー協会の指導者ライセンス体系、養成方法とリフレッシュ制度、大きく分けて三つのこと述べたい。

### サッカー界の全体背景と指導者養成の歴史

日本代表はFIFA ワールドカップを目指して頑張っている。ワールドカップはFIFA 国際サッカー連盟が主催となり、予選も入れると世界 211 の国と地域が参加している。FIFA の下には、アジア、ヨーロッパ、北中米、アフリカそれぞれの大陸連盟があり、アジアサッカー連盟の下に日本サッカー協会がある。日本では北海道から九州まで九つの地域サッカー協会があり、その地域の下に 47 都道府県サッカー協会があり（その下には市区町村サッカー協会もある）、日本サッカー協会はその統括団体となる。日本サッカー協会はアマチュアからプロまですべての団体を統括しており、選手登録、チーム登録、指導者登録、審判登録と、四つの登録を行っている。

指導者養成の歴史は、1960 年にドイツ人のデットマール・クラマー氏が東京オリンピックの強化のため日本代表の指導者として来日したことから始まった。クラマー氏は四つの提言を残した。一つ目は、トップリーグを作り、トップ選手たちが日常的に戦うリーグ戦を行うこと。二つ目は、ワールドカップ、オリンピックなどの世界大会に出るために代表を強化すること。三つ目は、当時なかったサッカーのための芝生のグラウンドを作ること。そして四つ目が指導者養成。

これを引き継いで今サッカー協会が取り組んでいるのは、代表強化、ユース育成、指導者養成の“三位一体普及”である。代表が強くなれば子供たちは「サッカー選手になりたい」と思ってくれる。そんな子供たちが強くなれば、代表選手も強くなる。そして、教える指導者がしっかりしていれば日本の選手たちはさらに強くなる。そのすべては、子供たちの笑顔のためにある。子供たちに「やっぱりサッカーは楽しい」と思ってもらえるために、サッカー協会は存在している。

### 日本サッカー協会の指導者ライセンス体系

プロチームを指導できる S 級を取るためには C 級、B 級、A 級とステップを踏む必要がある。C 級やその下の D 級は、サッカーを広く知ってもらうために取得しやすい仕組みにしている。ライセンス体系のベースには、公認キッズリーダーというものがあり、それについては練習会場やスクールに来るお父さんお母さん向けに講習会を開いている。D 級、C 級、は 47 都道府県で講習会が開かれており、B 級以上は日本サッカー協会が講習会を行っている。現在の指導者人数は約 7 万 8570 人で、そのうち S 級は 431 人。日本のライセンスを持っていると、J リーグだけではなく海外でも指導ができる。ヨーロッパのクラブチームの指導もでき、反対にヨーロッパの UEFA プロの資格を持っていれば J リーグの指導もできる。D 級 4300 人、C 級 29000 人と数が多いのは、D 級と C 級が小学校の全国大会

に出るためには必要なライセンスだからである。

### **ライセンス養成方法とリフレッシュ制度**

日本サッカー協会は61名のインストラクターを抱えており、彼らがB級以上の講習を担当している。C級以下については、都道府県にチーフを一名ずつ置いて、その下に526名のインストラクターが存在する。インストラクターはまず二泊三日の研修を受け、その後も年に一回、一泊二日の研修を受ける必要がある。C級以上のライセンスは、4年以内に40のリフレッシュポイントを獲得しないと資格を失効する。S級ライセンスであれば2年間で40ポイントが必要で、リフレッシュ研修会はイーラーニングでも4年間で最大10ポイントまで取得することができる。しかし、指導チームポイントで20ポイント取得した場合でも、残りの10ポイントは必ず研修会を受けないと取得できない仕組みになっている。また、日本サッカー協会は様々な登録料をいただくかわりに、各種大会の戦術的な報告、トレーニングメニュー、新しい考え方、暑熱対策や落雷ガイドラインなどの情報発信を行うテクニカルニュースを発行している。また、指導者とチームのマッチングも行い、取得したライセンスが無駄にならない仕組みも作っている。

Jリーグの大会規約では、Jクラブの指導者はS級ライセンスを持つことが義務づけられている。そして、ユース育成アカデミーの開設も義務づけられ、そのディレクターもA級ライセンスの取得が義務化されている。小学校のチームが全国大会予選に出るためには、指導者はライセンスを取得する必要がある。また、適正指導者ニーズを満たすためにも指導者資格は必要である。指導の中で気づきを得るためには、適正人数での指導が求められるからである。そのためにも、指導者ニーズを満たして余裕が持てる環境を作らなくてはならない。

元日本代表監督のイビチャ・オシム氏が「大事なのは今日の結果ではなく、明日子供がどんなプレーをするか楽しむこと」と言っている。指導者は子供たちの将来に触れている。勝負事なので勝利至上主義になりがちだが、それ以前に子供たちが「コーチ、できた!」と言ってくれたらコーチもやりがいがあり、子供もハッピーである。そういうことも理解してもらうため、日本サッカー協会は指導者養成としてこういったメッセージを発信している。

### **これからの指導者（野球界）に求められること**

**馬見塚尚孝（独立行政法人国立病院機構西別府病院）**

日本の野球が何を目指しているのか（指導理念）をもう一度考えたほうがいいと感じている。その理念に基づいた指導要領をもとに指導者ライセンスを作って、サッカーのように調査・改善して次の指導要領に反映していく必要がある。私の考えでは、その指導要領に必要なのは、「安全管理」「障害対策」「人材育成」「サイエンス」「お金」である。野球科学研究会がリーダーとなって、医師、現場監督、スポーツ科学と様々な立場を包括的に考えながら、課題を解決するプロジェクトチームをぜひ立ち上げていただきたい。

#### **安全管理**

以前、中学3年生の男子生徒の胸に送球が当たり、トレーナーが胸骨圧迫を行ったことがあった。そ

の場には AED が設置されていたが、準備できたのが救急隊の到着後だったので使用されなかった。実際、1~2年に一人がこのようなケースで亡くなっている。もし一次救命処置が適切に行われなければ、訴訟問題になることもある。野球に関わるみなさんが一次救命処置の能力を持つべきであり、指導者ライセンスの中にも一次救命処置講習受講に関する評価の仕組みが必要だと私は考えている。その他にも、二回目に脳震盪を起こすと死亡率が50%を超えるセカンド・インパクト・シンドロームや、食物依存性運動誘発アナフィラキシー、落雷で命を落とすケースなどがある。このような知識についても指導者ライセンスの要項に入れるべきである。

## 障害対策

中学時代の腰椎分離症が原因で、大人になってからの競技生活や日常生活に支障をきたすケースがある。指導者が小学生や中高生に教えていることが、将来の障害につながり得るということである。また、靭帯損傷の場合、骨片がなければ七割は復帰できるが、骨片がある場合は保存療法をしても三割しか復帰できない。骨片は13歳までしかできないが、大学生や社会人になってから影響が出てくることもある。こういったことも知識として持っていないとてはならない。

## 人材育成

アフリカ野球友の会が日本の野球をアフリカに持っていったら、規律、尊敬、正義をアフリカに移植することができたそうで、それが日本野球の目指すことなのかもしれない。私が学生の頃は、攻撃型、否定型、強要型が規律、尊敬、正義の伝え方のスタンダードであった。今の社会でこういうコーチングは選ばれなくなっている。新しいコーチングは、質問、承認、提案、傾聴、個別対応であり、日本野球が人材育成を目指すならば、社会の変化に適応した指導に変わっていく必要がある。主体性、実行力、課題発見力、想像力、傾聴力などの社会人基礎力は、学校の授業でトレーニングするのは難しいが、野球に限らず部活動にはそういったことを鍛えられるポテンシャルがある。日本のアマチュア野球が社会人基礎力を鍛えるという理念を打ち出して育成していけば、それは大きな社会貢献になると考えている。

## サイエンス

日本野球は伝統的に、体を作ってから技術を磨き、戦術を練るというトレーニングピラミッドモデルが基本となっている。しかし、チームや選手の課題は何かを診断し、その課題に合ったアプローチをすること（トレーニングサイクル循環モデル）も大切である。あるチームでは、課題が技術と戦術だったので体力トレーニングをメニューから外した。練習はフリーバッティングから始め、その間にほかの選手がウォーミングアップを個々にやり、「キープニングコンディショニング」の考えを選手に教えて実行してもらった。投球に関しては、投球数、投球強度、フォーム、コンディショニングの四つの要素に介入することで投球障害を総合的に考え、怪我人を4分の1に減らすことに成功し、チーム成績も向上した。

## お金

子供がいる世代の貧困率は16.3%で、そのうち54.6%は片親である。このような家庭では、ほぼ100%野球をやることができない。ほかにも、お茶当番、車での送迎、高価な用具の購入など、貧困層へのハードルが高い。野球を選べないこのような環境を、今後も続けていいのでしょうか。みんなが楽しんで野球ができるようにすべきではないのでしょうか。これまで述べてきた課題を解決し、サッカーのような指導者ライセンスを作っていくことをぜひ提案したいと思う。

## ディスカッション

**勝亦**：指導者について、今日は「野球界の理念」「指導力の格差や安全・技術の話」「野球人口の減少」についてお話ししたいと思います。まず上田さん、桑田さん、これまでお二人の話を聞いてどんな感想をお持ちですか。

**上田**：ショックです。先日、少年野球の指導に行ってきましたが、1チームが4試合やっていて、小学5年の男の子が2~3試合連投し、4試合目で捕手をやっていた。この子の将来を考えたら、確実に肘が壊れてしまう。指導者が煙草を吸いながら子供たちに話をする悲しい現状もある。少しでもサッカーに近づきたいと思った。

**桑田**：私も小学生と中学生のチームを持って10年間指導させてもらったが、対戦相手チームの監督は怒鳴ってばかりで、エラーしたら全員集合、座って煙草を吸いながら「基本がなってない」と。それを見て悲しくなった。野球界は、誰かが立ち上がらなければ変わらない。今日を機会に、皆さん同志となって一人一人がライセンス制度に向けて前に進んでいけたらと思う。

**勝亦**：野球界では今のところ大きく分けて軟式野球の資格と、元プロ野球選手がアマチュア選手を教えるための資格の二つがある。まず、野球の理念とは何なのか。上田さんと桑田さんに、現場での経験や今後に求めることをお聞きしたいと思う。

**上田**：自分は何のために野球を教えているのか、それが指導をする中ですごく大事だと思うようになった。子供たちを怪我なく育てていくことを、我々がもっと発信しないといけないと感じた。また、国際化も大事だと思っている。しかし、以前慶應高校が台湾に招待されて遠征に行くことになり、日本高野連に申請書を出したのですが、海外試合審査室からダメだと言われた。理由は、単独チームでは海外に行ってはいけないから。11月から2月まで試合をやってはいけないから。何か違うのではないかと言い続けてきたが、跳ね返されてばかりである。

**福士**：サッカー協会では、代表チーム、クラブチーム、学校のチームは、日本サッカー協会に海外遠征申請を出せば、紛争地でない限り通る。申請が必要なのは、事件事故があった時にどのチームがどこに行っているかを把握しておくため。逆に、様々な国からチームの受け入れもしている。

**勝亦**：桑田さんも以前ご自分のチームを持たれていた経験がありますが、理念についてはどうお考えですか？

**桑田**：日本の野球界のどの組織も、ビジョン、理念、ミッションなど素晴らしいことを謳っている。残念なことに、実践できていないのが現状だと思う。

**勝亦**：サッカー協会は、理念のブラッシュアップもしているようだが、理念についてはどんな考えを持って取り組んでいるのか。

**福士**：サッカーを通じてスポーツ文化を創造し、人々が豊かになることがいちばんの理念。スポーツの楽しさと喜びを原点とする「エンジョイ」、選手にとって最善を考える「プレーヤーズファースト」、そして「フェア」「チャレンジ」「リスペクト」。そういったことをベースに、理念、ビジョン、バリューを常に考えている。

**勝亦**：「エンジョイ」という言葉があったが、上田さんが「エンジョイ・ベースボール」の考えに至った課程について教えていただけますか。

**上田**：我々の世代は、血と汗と涙と母校愛で、自己犠牲の中で修行僧のように野球をやっていた。ちっともおもしろくなくて、それでいいのかという考えが常にあった。でも、一方で楽しくやっているだけでは辛抱強い子は育たない。その間で悩みながらみなさんも指導しているのではないかと思う。でも、根性は人につけてもらうものではない。添乗員に連れて行ってもらうより、自分で地図を持って予定を立ててその土地に辿りついたほうが旅行も面白い。それが、我々の考えるエンジョイ・ベースボールだと思っている。

**勝亦**：次に、指導力の格差について。野球は技術習得やルールの理解も難しく、事故や障害のリスクもある。指導者はすぐにでもライセンス化して学ばないといけないと思うが、馬見塚先生がこれまで様々な講習をしてきて手ごたえは感じていますか。

**馬見塚**：AEDを含む一次救命措置は講習を受けると生存率が倍くらい上がるとわかっているので、講習は受けたほうがいいと思う。以前、筑波大学で講習を受けた学生が、倒れた人に遭遇した時に駆け寄り勇気が出たと言っていた。救命率が向上するとともに、積極的にアクションを起こせる人が増えるということ。

**勝亦**：技術に関しては、ライセンスや指導書に落とし込む時に難しいのではないかと思うが、指導のうまい人とそうでない人の差はどこから来るのか。

**上田**：個人的経験に基づいたピッチングバイブルを出版している人も多いが、できれば学問にして、いろんな人が学んでその中から選択していく形を作ることも必要ではないかと思う。自分の指導を正々堂々と公にしていく姿勢も大事ではないかと。なかなか我々に伝わってこないところに野球界の閉塞性を感じる。

**勝亦**：神奈川県は強豪校が揃っていて、いろんな野球のスタイルがあるが、お互い紹介し合ったり勉強会をやったりすることはあるのか。

**上田**：横浜高校の渡辺先生がみんなでも共有しようという考えをお持ちだったので、勉強会などで共有することができた。指導力の格差をなくすためには、いろんな指導者が協力し合って知識を出し合うことが大事です。

**桑田**：今の時代は道具、戦術、技術はすべて進化している。指導力だけが進化しないのはなぜか。それは言葉に騙されるから。守備でも「正面で、両手で捕る」というと間違いに聞こえない。「なぜ正面で？なぜ両手で？」と聞くと、「それが基本だ、常識だ」と言われるだけ。私は片手のほうが操作性もよく捕球しやすいと思う。キャッチボールでもゴロでもフライでも、少し横から見てボールの回転や軌道を確認して最後に正面に入って捕る。また、バックハンドや片手で捕る練習をする。今は片手でも捕球できるグラブなのだから、練習方法もそれに合わせて変わらないといけない。

**勝亦**：指導書にしていく時に、言葉が一人歩きすることはよくある。それを防ぐためにサッカー協会が工夫していることがあれば教えてください。

**福士**：サッカーでは、「なぜ？」に答えられる指導者を養成していくことに取り組んでいる。子供に「なぜ？」と聞かれると「うるさい、走っておけ」と言ってしまいがちだが、海外の指導者はきちんとそれに答え「だからこういう戦術なのだよ」と指導する。また、ワールドカップごとに指導のトレンドも変わるので、リフレッシュ研修では内容も改定している。

**勝亦**：技術・戦術のトレンドを実際に検証して改定していくサッカー協会の試みは素晴らしいと思う。最後に野球人口の減少について。高校、大学の野球人口は減っていないのですが、ボトムとなる小学生、中学生が減少している。まず、サッカーでは競技人口を伸ばすためにどんなことをしていますか。

**福士**：実は、サッカー協会も焦っています。文科省の指導要領が変わって、サッカーが授業で必須ではなくなった。競技人口が増えたのはメリットだが、うまい子が二人でもいるとサッカーの授業がなかなか成立しないため、新たな評価基準を作って各学校にインストラクターを派遣し、先生に向けて授業のやり方を提案するような取り組みをしている。

**馬見塚**：私は「選ばれる野球」という考えが大事だと思う。プロ野球が興行をやることも一つの方法だが、子供たちが野球を選ぶ環境を作ることとても大事。それには指導者の影響がいちばん大きい。新しい時代にマッチした指導者になれるような仕組みがほしい。

**上田**：チームをシャッフルしていろんな指導者が教えられたら、子供たちも喜ぶのではないか。高校生が小学生を教えるのも合っていると思う。実は慶應高校は近隣の小学生向けに15年間それをやってきたのだが、「リクルートになるから」という理由で高野連から中止にされた。サッカーと比べるとこんなに違うのかと悲しい思いです。

**桑田**：プロ野球にとってアマチュア野球、学生野球、学童野球は大事な供給源なのだから、プロ野球の関係者はアマチュア野球にも還元して、大事に育てる組織やシステムを作っていくといけなくない。それから、野球人口を増やすことも大事ですが、最大化よりも最適化を私は提案します。実際グラウンドに目をやると、3年間試合に出られない子がたくさんいる。そんなのはハッピーではない。うまい子はうまい子なりに、そうでない子はそうでないなりに、3年間かけて上手にさせてあげたいという考えでいい。プロ野球選手を育てることも大事だが、将来どんな分野に行っても「野球って素晴らしい」「子供にもやらせたいな」と思ってもらえること。「野球に育てられた、だから今俺は頑張れる」という人材を増やしていくといけなくない。

## 【講演者紹介】

福士 一郎太 (ふくし いちろうた)



1995年 PR会社に入社、企業広報や、各種スポーツ競技団体、各種国内外スポーツイベントの広報業務に従事。

2000年 シドニーオリンピック・トライアスロン日本代表広報。

2000年より2002FIFAワールドカップ日韓大会組織委員会 広報報道部参事。

大会終了後2002年10月より日本サッカー協会入局（広報部所属）。

「アテネオリンピック サッカー競技 予選」(2004)、「2006FIFAワールドカップドイツ大会」、「2007FIFAU-20ワールドカップカナダ大会」、「北京オリンピック」(2008)、「2010FIFAワールドカップ南アフリカ大会」の各国際大会にて日本代表広報。

2010年 大会終了後サッカー協会技術部へ異動。

サッカーの「ユース育成」・「指導者養成」・「指導者登録」など国内外で養成講習会、リフレッシュ研修会、登録の運営を担当、ここで自身も指導者ライセンス取得。

2015年 コミュニケーション部（旧名広報部）へ現在に至る。

馬見塚 尚孝 (まみづか なおたか)



西別府病院スポーツ医学センター野球医学科副センター長

日本整形外科学会専門医

日体協公認スポーツドクター

元筑波大学硬式野球部部长兼チームドクター

元首都大学野球連盟医学委員

U16野球日本代表帯同ドクター

ゼット株式会社メディカルアドバイザースタッフ

臨床現場での野球選手診療経験、高分解能MRIによる投球障害研究経験、大学野球部および高校野球部での選手育成経験、バイオメカニクス研究経験、長期選手育成研究およびチーム介入研究経験、クラブおよびトレーニングシューズの開発経験などから、野球選手の諸問題を多面的かつ包括的に議論する。

ベースボールクリニック誌に『野球医学への招待』連載中、『野球医学の教科書』（ベースボールマガジン社）、『高校球児なら知っておきたい野球医学』（ベースボールマガジン社）。



上田 誠 (うへだ まこと)

1957年神奈川県生まれ、59歳。湘南高校、慶應義塾大学卒。現在慶應義塾高校英語科勤務。野球指導歴は桐蔭学園野球部で副部長、県立厚木東で監督。慶應義塾高校で25年監督を務め昨年退任。甲子園出場は春3回、夏1回（春夏ベスト8進出）。明治神宮大会優勝。99年から2年間アメリカUCLAにコーチ留学。今年の広島ドラフト1位加藤拓也投手などプロ野球、社会人野球に多くの教え子を輩出している。「エンジョイベースボール」を提唱し既存の軍隊的な高校野球に一石を投じてきた。著書『エンジョイベースボール』（NHK出版）等で新しい高校野球の有り方を広めたいと考えている。現在は「野球円卓会議」や「野球指導者セミナー」等で少年野球の「肩・肘の障害予防」の為に活動を行っている。



桑田 真澄 (くわた ますみ)

1968年生まれ。PL学園高校で1年生からエースとして活躍し、甲子園5季連続出場（優勝2回、準優勝2回）を果たす。通算20勝（戦後歴代1位）、本塁打6本（戦後歴代2位タイ）を記録。

1985年、ドラフト1位で読売ジャイアンツに入団。2年目の87年に沢村賞を獲得。88年には球団史上最年少で開幕投手に抜擢された。

1994年に最多奪三振王となりシーズンMVPを獲得。95年6月、試合中に右肘靭帯断裂の重傷を負うが、懸命のリハビリの末、97年に復活。02年には最優秀防御率のタイトルを獲得した。

2006年、メジャーリーグに挑戦し、翌07年にピッツバーグ・パイレーツでメジャー初登板を果たす。08年3月に現役を引退。通算173勝。

2009年、早稲田大学大学院スポーツ科学研究科に入学し、翌10年に修士課程を修了。

2013年からの2年間、東京大学硬式野球部の臨時コーチとして指導。

2014年より東京大学大学院総合文化研究科に在籍し、16年4月より特任研究員として研究活動に励んでいる。その他、野球解説、評論、執筆活動、講演活動も行っている。

## 【コーディネーター紹介】



勝亦 陽一 (かつまた よういち)

主な研究テーマは、身体の発育と運動能力の発達の関係、野球の競技力を高めるトレーニング方法の開発である。また、主な教育活動は、中学生、高校生の野球選手を対象としたトレーニング指導者および大学硬式野球部の副部長などの競技力向上に関する指導、小学生および高齢者の運動教室などの健康増進に関する指導である。ベースボール・クリニックに「生まれ月による野球力格差の検証」連載中。経歴静岡県立富士高等学校、早稲田大学人間科学部スポーツ科学科、早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 博士課程（博士（スポーツ科学））早稲田大学スポーツ科学学術院 助手

国立スポーツ科学センター スポーツ科学部 研究員

現在

- ・東京農業大学応用生物科学部 助教
- ・東京農業大学硬式野球部 副部長

## シンポジウム II

---

コントロールを上達させるにはどうすればいいのか？

### シンポジスト

松尾 知之 (大阪大学)

工藤 和俊 (東京大学)

進矢 正宏 (東京大学)

桑田 真澄 (東京大学) ※パネルディスカッションのみ参加

### コーディネーター

平野 裕一 (法政大学)

## コントロールを上達させるにはどうすればいいのか？ ～力学的要因と身体的要因から考える～

松尾知之（大阪大学）

投げられたボールをキャッチャーがどこで捕球するかは、リリース位置、速度、方向、ボールの回転軸・回転数（リリースパラメータ）によって変わってくる。リリースパラメータを変更したら、どのように捕球位置が変わるか、そしてまた、それに関連する体の動きに関する結果をご紹介します。

### コントロールの良否を決めるリリースパラメータ

まずリリース位置に関して。社会人野球の投手に、速度重視、コントロール重視で投球をしてもったところ、リリース位置はボール1個分程度のバラつきがあったが、リリース位置のばらつきでは捕球位置のばらつきを説明できないことがわかった。

投球の速さについて、理論的には速いボールの方が重力による落下が小さいことになる。しかし、投球の速さの影響を調べるために、投球速度を121キロから135キロまで変化させて投げてもらったところ、投球速度と捕球位置のばらつきの間に相関関係はなかった。

投球の方向については、投射角度がマイナス4～8度の範囲内ではばらつくと、捕球位置は約1メートルのバラツキが生じることがわかった。理論上、リリース時の方向がたった1度でも異なると、捕球位置では約25センチの差が生じる。低めに投げようとしても真ん中周辺に行ってしまうことになる。垂直方向（高さ）と水平方向（左右）に分けて分析すると、垂直、水平方向ともに、投射角度と高い相関があることがわかった。

ボールの回転数について、ある投手の投球の回転数が、毎秒28回転から毎秒34.5回転に変わると縦方向に15センチ、横方向に10センチ変化することになる。回転数の違いでコントロールを説明することはできないが、回転数が上がって15センチも変化が出るとなると「バッターを打ち取る」ことについては回転数が関係してくると言える。回転軸については横方向の軸と縦方向の軸の二つとも、実際の投球ではコントロールと相関関係はない。

### リリース時の手指の動きとボールにかかる力

以上のことから、ストレートの場合には主にリリース時の投球方向で捕球位置が決まるということがわかった。そこで、投射角度が決まるリリース時の指の動きを計測した。130キロ程度のボールを投げる人だと、手の中をボールが転がっていき、急激に指が曲がる前に、指は屈曲の力を出しながら伸展していく。つまり、伸張性収縮をしながら、ボールの進む方向をコントロールすることになる。伸張性収縮での微妙な力加減が投球方向の1度に違いにつながり、最終的な捕球位置で約25cm変わるという結果になるのではないかと考えている。

指からボールに力がどれだけかかっているのか、実際にボールの中に力センサーを組み込んで実験した。ある投手は、人差し指と中指の力が全然違うことがわかった。リリース直前に指でボールを切る際に力が出ている人、出していない人、人差し指だけ力が出て中指がほとんど出ない人がいることなど、非常に個人差があるということがわかった。

投球中の全身の動きがどれだけ安定しているか、バラついているのかについて。実験では、投球してもらった的に当たった10球を抽出した。その10球の体の動きをコンピューター上でバラバラにし

てから、再構成することで1000回のシミュレーション動作を生成し、そのバラつきを見た。すると、手の位置や手の方向、手の軌道、いずれにおいても実際に投げた時のバラつきは、理論上出てくるバラつきよりも非常に小さいことがわかった。これは、各関節のバラつきが相殺されるように全身が協調して動いていることを示している。

## 投球コントロールにおける動作の再現性と協調性

工藤和俊（東京大学）

物を投げるという行為は、人類学の分野で、人間の知性を発達させる上でとても重要な役割を果たしていたという説がある。正確に物を投げるには、事前に軌道を予測し運動を計画する必要があり、時空間的に精細な制御を必要とする。つまり、投げることは人類の進化にも密接に関わる知的な行為といえる。

### トップアスリートの高い安定性

運動の再現性に関する1970年代の先行研究で、ボウリングの選手がテイクバックしてボールをリリースする動作を横から10回撮影してそれらを重ね合わせた結果、平均スコア160の中級者に比べると、平均スコア200の熟練者は軌道がきれいに重なったという報告がある。私たちの研究では、プロゴルファーのスイング中の筋活動を計測し、未熟練者と比較して、高い再現性を確認した。また、未熟練者では、再現性の比較的高い筋とそうでない筋があることが明らかになった。

また、高いコントロールを実現するには、野球でも下半身の安定性が非常に重要だと言われている。スキージャンプのワールドカップ優勝選手とオリンピックの金メダリストがそれぞれ平地でクラウチングからジャンプする時の床反力を計測し比較すると、金メダリストがジャンプをする時の床反力ベクトルのほうが、左右のブレが極めて少ないという結果が出た。さらに、静止立位時に、オリンピックの金メダリストは左右への動揺が少なく、目を閉じても動揺が増大しないことがわかった。野球でボールを投げる時にも、基本姿勢の安定が重要になるのではないかと思われる。

### 「ばらつき」はなくなる ~ばらつきの協調~

ただし、人間の体のバラつきは決してなくなる。その中で高い安定性を実現するためにポイントになるのが、バラつきの協調である。リリースの段階で、位置や速度、投射角度等に変動があったとしても、この変動をうまく組み合わせることによって最終的には目標点に到達するような軌道が理論的に実現できるといえる。

左手の下手投げでボールを投げて的に当ててもらおうという課題をやってもらい、練習前後で手先の軌道を見るという実験では、練習前の段階では手先のリリースの時点でのバラつきがそのまま落下点のバラつきに結びついてしたが、練習後にはリリース変数が協調してボールの落下点が一定の位置に収束していくことがわかった。

テニスで確認した事例では、プレイヤーが認知した打球のばらつきは、実際の打球のばらつきとは異なる、つまり認知にバイアスが存在することがわかってきた。どう認知するかによって、修正の仕方が変わって、さらには学習に効いてくるという可能性がある。

また、自らの運動のばらつきに応じて最適な狙いどころ決める際に、リスクを取りすぎて失敗し続けてなかなか学習しない人や、失敗を恐れて保守的に狙い所を決めてしまう人なども出てくる。この

ような認知バイアスは、通常のパフォーマンスフィードバックを与えただけでは改善しにくいいため、個人ごとのバイアスを明確に定量化しフィードバックする必要がある。

## ばらつきの「かたち・むき」

進矢正宏（東京大学）

### 誤差について学ぶことで相手打者を打ち取る

一般的にコントロールについては、「同じところ、狙ったところに投げられるか」ということに注目されることが多いため、投球位置に関する話をしたいと思う。

「コントロールを上達させる」とは何なのか。それは、適切な制御を行って最終的に投球位置の誤差を小さくすることといえる。しかし誤差をゼロにすることができない以上、誤差について学ぶことで、「打者を打ち取る」という投手の目的につなげていこうという考え方をしてみることにする。

科学者は誤差を定量するためには、狙った位置から平均的にどのくらいずれるのか(constant error)、狙った位置からどれくらいばらつくか(variable error)という2種類の誤差がある。しかし、これは一次元上のパラメータの話で、ボールの到達位置を二次元で見た場合、縦方向・横方向のずれ、さらに縦方向・縦方向のばらつき、2つのパラメータの共分散によって誤差を定量することができる。

### 腕振りの角度が投球のばらつきの向きを決める

投球位置の、ばらつきは斜め方向に楕円状に分布することがわかっている。ばらつきには「向き」が存在するというので、今回私が発表のテーマとしたいものである。

昨今のデータ野球では、データに基づいて真ん中、内、外、アウトローを狙いたいとなる。しかし、右上がりの向きを持つ投手と、左上がりの向きを持つ投手では、同じ大きさの誤差でもリスクが変わってくるのではないかと考えられる。そのためばらつきの向きを考慮することが大事であるといえる。

バラつきの向きを何が決めるのか。実験では、左右のオーバースロー、サイドスロー、アンダースローまで、様々なフォームの投手に投げてもらった。投手をネット裏から高速度カメラで撮影し、手首の位置をトラッキングして腕振りの傾きを算出した。投球のバラつきの向きについては、投球位置の分布を二次元正規分布で近似し、得られた長軸の傾きを投球誤差分布の向きと定義した。腕振りの角度との長軸の傾きには、非常に高い相関関係があることがわかった。つまり、右のオーバースローの投手は右肩上がりのバラつきの向きがあり、左のオーバースローの投手は左肩上がりのバラつきの向きを持っており、サイドスローの投手だとその向きはやや寝てくるということになる。

### 楕円状のばらつきの意味

投球位置の楕円状分布において、長軸方向のバラつき、短軸方向のバラつきが異なるメカニズムによって起きている可能性がある。長軸方向のバラつきにはリリースタイミングが効いていて、短軸方向のバラつきにはフォームの安定性が効いているのかもしれない。このように、向きに注目して分析していくと面白いことがわかっていくのかもしれないと私は考えている。

運動のバラつきを自覚することは運動意思決定には不可欠なことである。例えば、捕手が一球外に構えることがあるが、その際に内側にずれることもあるためやや外に構る。この時、どのくらい外を狙うかは、理論的にはその投手のバラつきを元に決定されるべきである。では、投手自身は自分のバラつきを定量的に把握しているか。そこに過少バイアス、認知バイアスなどがないのか。捕手のほう

は、投手のバラつきをどう認識しているのか。誤差をゼロにはできない以上、自分のバラつきを知ることが大事ということが言えるのではないだろうか。

## ディスカッション

**平野：**研究成果の話をもつ聞かせていただきましたが、まずは桑田さんに、コントロールを磨くために実際どういう練習をしていたのかお聞きしたいと思います。

**桑田：**今の進矢さんのお話を聞いて思い出したのですが、私も現役時代、絶対に打たれたくない状況で力んで投げると必ずボールがインハイに抜けるか、アウトローにボールをひっかけることが多かったです。投球の腕の角度によってバラつきが変わるのは納得がいきますね。現役時代にこういうことを知っていればもう少し勝てたのではないかと思いました。私は体が小さかったですし150キロを超す速球も投げられなかったので、コントロールを磨くしかありませんでした。キャッチボールで狙ったところに投げられない人はブルペンでも投げられないし、ブルペンで投げられなければ試合でも投げられないと私は思っています。だからキャッチボールは非常に大切に、キャッチボールで声を出してはいけないと指導しているのはそのためです。私の場合は10球ほど投げて肩ができれば、相手に右肩、左肩のあたりにグラブを構えてもらって、インコース、アウトコースの投げ分けを一球ずつ集中して行っていました。そして、次に顔の位置、胸の位置と縦の投げ分けをする。ピッチング練習では簡単などころから入らずアウトローだけを集中して投げました。すると、一つの軸ができるため、アウトハイ、インロー、インハイはステップの位置を少し変えるだけで簡単に投げられるようになります。ある時は、アウトコース、インコースの縦のライン出し、別の日には高め、低めの横のライン出しを行います。カーブでも、インコースのカーブ、アウトコースのカーブ、低めのカーブと分けて練習しました。大事なのは、一球ずつ準備して投げて、反省すること。試合はプレッシャーがかかるので、キャッチボールやブルペンの時からコントロールを磨く練習をしておくことが大事だと思います。

**平野：**では、発表して下さったお三方から、今の桑田さんのご意見に対するコメントをいただければと思います。

**進矢：**何をしたいかによって協調関係は変わりますが、もしかすると、内と外、高めと低めで、それぞれ協調関係が組み変わるのかもしれませんが。一球ずつ投げた結果を振り返って観察することについては発表の中では触れませんでした。誤差を一回ごとに観察してどうやって活かしていくかという「修正」という観点は、コントロールを研究する上では大事なポイントになると思いました。

**工藤：**ゴルフの青木功さんが「ウォーミングアップは自分の体と対話する重要な練習」と言っていることがあります。バラつきを知る、そしてバラつきの原因を知る、この二つの作業のためには、自分の体の感覚を鋭敏にする作業が必要です。そういった作業はキャッチボール、ウォーミングアップ、ストレッチなどを通してトレーニングしていくものであって、投球だけでそれができるようになるわけではありません。一流の選手たちは、そういうことがわかっていて、普段の練習から感覚を身につけるためにいろんなことをしています。桑田さんのお話を聞いて、それがコントロールにも関連してくるのだと思いました。

**松尾：**桑田さんに質問ですが、アウトコースとインコースでステップの位置をどのくらい変えていたのですか？（桑田：3～5センチくらいです。）先ほど発表したように、1度ズレると投球位置に25センチくらいのズレが生じます。3センチ足幅を変えると、おそらく1度以上ズレていることになります。もしかしたら、アウトコース、インコースは微妙に違う動きになっていた可能性があるのかもしれない。いろんな指導者、元プロの方に聞いてみると、何人かの方はアウトコース、インコースでは足の着地する位置を変えていたと言っていました。コントロールを良くするためにはフォームを固めることが大事だという人がいますが、よく考えると本人も気づかぬうちにフォームを変えて投げている可能性もあるなと感じました。

**桑田：**僕の場合はプレートを使い分けていました。プレートの右端からアウトローに投げる時、左端からアウトローに投げる時、左端からインコースに投げる時と、いろいろなパターンがありました。マウンドによって掘れるところや硬いところが違うので、あまりずらしたくない時は右足だけ少しずつずらしてアウトコース、インコースと投げていました。それがなぜできたかという、「この形でここにステップするとアウトローに行く」という基本の動きを早い段階で構築できたからです。そのためにも、やはりキャッチボールのやり方が大事だと思います。

#### 【講演者紹介】



松尾 知之（まつお ともゆき）

大阪大学医学系研究科健康スポーツ科学講座 准教授，博士（医学）  
筑波大学体育専門学群卒業，筑波大学大学院体育研究科修士課程修了  
元大阪大学硬式野球部監督  
専門：スポーツバイオメカニクス，身体運動学，運動制御と学習  
著書：「少年野球 体づくり虎の巻」，「身体運動学：行動選択の規準と運動の経済性（訳書）」など。  
野球研究に関する論文を国際誌・国内紙に多数掲載。  
野球のコーチングに関する研究で平成23年度日本体育学会賞受賞。  
優れたスポーツ選手が見せる，華麗で，俊敏で，巧みな動きに魅了され，スポーツ科学研究者となり，主に野球の投打に関する研究に従事。



工藤 和俊（くどう かずとし）

1998年 東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系 修了  
1998年 東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系 助手  
2002-2003年 米国 コネチカット大学 知覚と行為の生態学研究センター 客員研究員  
2011年 東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系 准教授  
2016年 東京大学 大学院情報学環・学際情報学府 准教授  
これまで，動作・筋活動・心拍・発汗等の生体情報計測・解析を通して一流アスリートや音楽演奏家に共通する「上手な身体/筋肉の使い方」についての研究を進めるとともに，非線形力学系モデルやベイズ統計モデルなどを用いて，伸び悩みを含めた山あり谷ありの運動学習プロセスを数理的に理解する試みを推進している。



進矢 正宏 (しんや まさひろ)

2010年3月、京都大学大学院人間・環境学研究科を修了、博士(人間・環境学)を取得。博士取得後は、2010年4月から2011年3月までは、カナダのアルバータ大学にて博士研究員として勤務、その後2011年4月から2014年3月までの3年間を、学術振興会特別研究員(PD)として東京大学大学院総合文化研究科に所属。

2014年4月からは、現職である東京大学大学院総合文化研究科生命環境科学系身体運動学研究室の助教として勤務。

歩行などの日常動作や、野球やテニスなどの様々なスポーツ動作における運動制御を専門として研究に取り組んでいる。



桑田 真澄 (くわた ますみ)

1968年生まれ。PL学園高校で1年生からエースとして活躍し、甲子園5季連続出場(優勝2回、準優勝2回)を果たす。通算20勝(戦後歴代1位)、本塁打6本(戦後歴代2位タイ)を記録。

1985年、ドラフト1位で読売巨人軍に入団。2年目の87年に沢村賞を獲得。88年には球団史上最年少で開幕投手に抜擢された。

1994年に最多奪三振王となりシーズンMVPを獲得。95年6月、試合中に右肘靭帯断裂の重傷を負うが、懸命のリハビリの末、97年に復活。02年には最優秀防御率のタイトルを獲得した。

2006年、メジャーリーグに挑戦し、翌07年にピッツバーグ・パイレーツでメジャー初登板を果たす。08年3月に現役を引退。通算173勝。

2009年、早稲田大学大学院スポーツ科学研究科に入学し、翌10年に修士課程を修了。

2013年からの2年間、東京大学硬式野球部の臨時コーチとして指導。

2014年より東京大学大学院総合文化研究科に在籍し、16年4月より特任研究員として研究活動に励んでいる。その他、野球解説、評論、執筆活動、講演活動も行っている。

## 【コーディネーター紹介】



平野 裕一 (ひらの ゆういち)

1953年東京生まれ。

東京大学大学院教育学研究科博士課程終了後、東京大学大学院教育学研究科 助教授、国立スポーツ科学センタースポーツ科学研究部 部長・主任研究員、副センター長を経て、現在 法政大学スポーツ健康学部 教授。

小学校から野球を楽しみ、中学、高校、大学では野球部に所属。打順は1、2番、守備は捕手、遊撃手、中堅手と投手以外は経験した。特筆する程の選手およびチーム成績はなかったが、高校時代に強豪校とも戦えた達成感から大学でも野球を続けた。動作分析、トレーニング科学を専門としていることで、その後、指導者の道へ。選手時代に打撃には自信があったこと、また得点しないと勝てないというチーム事情から打撃の指導に注力した。1試合10安打、その中に本塁打が含まれると「してやったり」の気持ちになった。

1980年～1982年 1990年～1996年 東京大学硬式野球部監督

2013年～ 全日本野球協会 選手強化委員会医科学部会員



## シンポジウム III

---

### 真剣勝負中の生体信号計測とその応用

～科学技術振興機構 CREST プログラムの取り組み～

#### シンポジスト

- |       |                        |
|-------|------------------------|
| 渡邊 克巳 | (早稲田大学)                |
| 柏野 牧夫 | (NTT コミュニケーション科学基礎研究所) |
| 中澤 公孝 | (東京大学)                 |

#### コーディネーター

- |       |        |
|-------|--------|
| 井尻 哲也 | (東京大学) |
|-------|--------|

## 潜在アンビエント・サーフェス情報の解読と活用による知的情報処理システムの構築 渡邊克巳（早稲田大学）

### 潜在情報の計測と活用

自分の努力や意識ではどうしようもできないこと、身体表層に現れる潜在的・非言語的な情報（潜在アンビエント・サーフェス情報）がある。それをいかに解読するか、スポーツや日常生活などの現場に取り込むかというのが我々の研究テーマである。我々が行ってきた潜在情報の計測や活用に関する知識を、テクノロジーと組み合わせることでうまく利用できないか、また、そこに我々が心理学や認知科学、脳科学で積み上げてきた知識を組み合わせることで、スポーツのパフォーマンスを上げられないか、それを最終的な目標として研究してきた。

### 悲しいから泣くのか、泣くから悲しいのか ～情報の解釈として成立する感情～

外部の情報をフィードバックすること、外にある情報の解釈として自分の体感が成り立つ（泣くから悲しい）という学説がある。例えば、話している時に声に感情フィルターをかけて、普通に話しているのに悲しく聞こえるように、話者の耳に返す（嘘のフィードバック）という実験を昔から行ってきた。すると、自分は悲しくないのにだんだん悲しくなる。これを無意識のうちにやることも我々は研究してきた。基本的には、自分の感情をテクノロジーによって調整することが可能である。つまり、身体外部に一度出てきた情報を、変調をかけて返すことで、内的な情報やパフォーマンスのほうを変調できるといえる。

このような仕組みを利用して、いいパフォーマンスをさらによくしたり、悪いパフォーマンスをさらに悪くしたりすることができる可能性がある。例えば、笑っている子供を見ていると、見ているだけで楽しくなってこちらも笑ってしまうことがある。外にある楽しさが感染するという。テクノロジーをうまく使えば、自分のパフォーマンスや感情をうまく操作することができるようになる可能性がある。

### 他者との関係性の中で決まるスポーツパフォーマンス

また、パフォーマンスは一人だけで決まるわけではなく、他の人との関係性によっても決まると言われている。心理学者としては、心の内的状況を他者との関係性の中で表現したいという思いがある。例えば、投手と捕手の間の脳活動の同期を測ることができれば面白いと思う。二つの脳を同時に測り、二つの脳を一つのシステムとして解析する。集団スポーツにおいては、そういった手法を多人数に展開するということになる。全体としてどうパフォーマンスを上げるために、我々が持っているものを使えないかということで研究がスタートした。

### 本番でのリアルな感情を計測する

CREST という国のプロジェクトで研究を提案して、いろんなグループが集まって現在研究している。それぞれ最終的にやりたいのは、スポーツの中でどうやってデータやテクノロジーを使えるようになるかである。2020 年の東京オリンピックに向けてパフォーマンス向上のための使い方したい。また、先ほど述べた二者間を同時に測定することがどれだけ有効かも知りたい。そのためには競技中に多人数を同時に測るシステムの開発が重要になる。また、心理学、脳科学、認知科学の分野でわかっ

ていないことの一つに「報酬」や「喜び」といったものがある。例えば、実験室の中である課題を実行して 5000 円もらったとしても、嬉しさの度合いは「まあまあ嬉しい」という程度。野球で本当に勝ちたいと思って勝った時の喜びとはおそらく質が違う。さらには、「9 人全員で勝った」という喜びの際に全員の脳活動がどうなっているかも知りたい。そして、観客がどう喜ぶかも測りたい。スポーツの現場において真のウェアラブルを作ると、いろいろと面白いことができると考えている。テクノロジーは非常に重要ではあるが、それ以上に我々はパフォーマンスが上がって「楽しい」「嬉しい」というスポーツをやっている人の気持ちに向けて研究したいと思っている。

## スポーツ脳科学プロジェクト

### ～アスリートの脳を知り、「勝てる脳」を鍛える～

柏野牧夫 (NTT コミュニケーション科学基礎研究所)

#### なぜ脳なのか

最近、自走式掃除機やヒューマノイドなど、ロボットが世間に一般化してきている。ロボットに必要な要素には、外界の情報を取り込むカメラなどのセンサと、動かすためのアクチュエータ、入ってきた情報を解析してどう動けばいいかを計算するコントローラの 3 種類がある。これを人間に当てはめると、センサは目や耳などの感覚、アクチュエータは筋骨格系、コントローラは脳となる。言うまでもなく、コントローラがなければロボットは動かない。巧みな動きは、コントローラ的设计にかかっている。というわけで、我々の研究ではスポーツにおけるコントローラ (脳機能) にアプローチしようと考えた。

#### 相手の意図、動きを予測する能力

ボクシングチャンピオンの井上尚弥選手は、一体何が優れているのか。筋力や動体視力のあるテレビ番組でそれらを測ったら並みのレベルであったという。彼に「いちばんの長所は何か」と聞いたら、「空間認識能力 (相手との距離感を即座に把握する能力) です」と言った。相手の動きに関する予測能力の高さはまさに潜在脳機能で、本人の自覚しないところで複雑な処理ができています。こういうことを解明することが、「トップアスリートを知る」ということにつながると考えている。

野球において、打者が投球を予測する時の情報源は、配球の傾向を示したデータもあるが、それ以外にもその場で得られる「投球フォーム」と「ボールの軌跡」に関する情報がある。ただ、投球が投げられてから打者に到達するまで 0.5 秒未満の世界においては、視覚情報を処理するのにかかる時間と動きを生成するのにかかる時間でその 0.5 秒をほぼ使い切ってしまう。すなわち、ボールが投げられた後の情報を使うことには限界がある。つまりボールが投げられる前の情報、つまりフォームから来る情報を (無自覚的であるにせよ) 使うことが不可欠である。投手目線と言うならば、いかに予測させないフォームで投げるか、あるいは予測を外すフォームで投げるかが重要ということになる。「キレ」については、球速にも回転数にも単純に対応しないと、フォームが影響している可能性が大きいのではないだろうか。球速 140 km/h と 150 km/h では、打者への到達時間はせいぜい 30 ミリ秒しか変わらない。しかし、投球フォームの最初のほうで球種が判別できる投手とぎりぎりまで判別できない投手では、そのタイミングは数百ミリ秒、あるいはそれ以上違いうる。打者からみれば、予

測の手がかりが与えられるタイミングが遅ければ、対応する猶予がなくなり、「球速以上に打ちにくい」と感じられることになる。

### 脳科学と情報技術によるトップアスリートの脳機能の解明

脳科学と情報技術 (ICT) を使ってトップアスリートの脳のメカニズムを解明し、効果的なトレーニング方法を開発するために引き続き研究を進めている。いろんなテクノロジーを使うことによって、選手特性を評価する際にフィジカルだけでなく脳機能の構造や感覚運動系なども含めて考えられるようになる。その際に、アスリートの生体情報を非侵襲・非拘束に計測する技術が必要になる。例えば、NTT と東レで開発したウェアラブル電極 hitoe®を使えば、実際のプレーに近い状態で心電図や筋電図を計測できる。そして、計測した情報を解析し、脳や身体の状態を解読して、アスリートが自身の状態を直感的に調整できるように感覚系からフィードバックする、それらの手法を NTT では開発している。

## 野球試合中生体信号計測とその応用

～これまでの取り組み～

中澤公孝（東京大学）

### 真剣勝負中の生体信号計測

私たちは、なるべく真剣勝負中の情報を取得し、そこから何が得られるか見ていこうということで研究を進めている。身体動作や姿勢そのものにも何らかの情報が隠れており、心拍、血圧、体温などの自律神経系の反応や、筋電位、脳波、皮膚電位などからも様々な情報が読み取れる。こういった情報を取得することで、動作の特徴や心理的な状態まで推し量ることができるのではないかと考えている。実験室的に解明されたスキルが、精神的な要素が加わった実際の試合中にどのように変化していくのか、この辺りを定量したい。野球場、体育館、アリーナなどで自動解析の生体情報計測システムを常備することが今後行われていくのではないかと考えられる。

我々は研究プロジェクトの一環として野球チームを結成し、選手の心拍数や筋電図を計測した。さらに、投手にはアイカメラをつけて試合中のデータを計測した。また、投手の制球力、打者一投手間の時間関係も分析している。ワイヤレスのセンサを投手につけて 5 イニング投げて筋活動の変化を見てみると、イニングごとにバラつくことがわかった。これは、実際の試合中に取って見ないとわからないことであり、試合状況などによってどう変わるのかをこれから明らかにすることができると考えている。

### プロ級のスキルを持つスーパー小学生の存在

小学生の 12 球団ジュニアトーナメントはスーパー小学生が集まる日本一決定戦で、まぎれもない真剣勝負であり、ここで投手のコントロールのバラつきを定量した。コントロールのバラつきを見ると、非常にハイレベルなスキルを身につけていることが分かる。16 メートルの距離から 130 キロのボールを投げる小学生がほぼ毎年いる。それを大人の距離 (18.44 メートル) に換算すると、初速時速 150km に相当する。これは大学生のトップレベルに匹敵することになる。打つほうは最初なかなか対応できないが、試合を重ねていくうちに正確に反応できるようになることもある。短い時間で、

経験によって視覚運動系が慣れて対応することができるようになったのだと思われる。スーパー小学生は大学のトップ選手と同じくらいの視覚動作系の処理能力を脳の中に持っているということが推測される。神経系の発達には小学6年くらいでプロレベルに到達する子たちがいる可能性がある。

次に、実験室的な統制された条件下で、ジャイアンツの投手のコントロールを評価した。高校生と比較すると、プロの選手は変化球でも外れる時は外角低めに分布し、きちんと安全な方にコントロールされていた。(高校の)エース級の投手は、分布そのものは小さいが、変化球に関してはストレートと同じような分布で、プロのように外角低めに外れることはなかった。

こういったことを自動的に行うシステムを東大のブルペンに入れることを今計画している。毎日練習中のデータを取っていけばビッグデータの的に解析することができ、試合中にどのような特徴を以て変わるのかを見ることができる。

### 【講演者紹介】



渡邊 克巳 (わたなべ かつみ)

カリフォルニア工科大学で PhD を取得後、NIH、産業技術総合研究所研究員、東京大学先端科学技術研究センター認知科学分野准教授などを経て、現在早稲田大学理工学術院教授。人間を含む認知行動システムの科学的理解を目的とした研究を行い、様々な心的過程を巡る現代の問題に対して科学的なパースを維持し、研究分野の枠を積極的に越えるための基盤としての認知科学の展開を行っている。JST-CREST「潜在アンビエント・サーフェス情報の解読と活用による知的情報処理システムの構築」研究代表者。



柏野 牧夫 (かしの まさお)

1964 年生まれ。1989 年東京大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話株式会社に入社。2010 年より、NTT コミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部 部長・上席特別研究員。博士(心理学)。Wisconsin 大学客員研究員(1992-93)、東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報システム専攻 連携教授(2006-16)、東京工業大学工学院情報通信系 特任教授(2016-)、JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクトグループリーダー(2005-2010)、JST CREST 研究代表者(2009-2015)、JST CREST 主たる共同研究者(2014-2020)等を歴任。専門は心理物理学・認知神経科学。聴覚を中心として、無自覚のうちに高度な認知を実現する脳の働き(潜在脳機能)の解明に従事。平成 28 年度文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)受賞。著書に『空耳の科学-だまされる耳、聞き分ける脳』(ヤマハミュージックメディア、2012) 他。



中澤 公孝 (なかざわ きみたか)

東京大学大学院総合文化研究科・教養学部教授。博士(教育学)。専門：運動神経科学、リハビリテーション科学。東京大学大学院教育学研究科修了後、国立障害者リハビリテーションセンター研究所運動機能障害研究部神経筋機能障害研究室にてニューロリハビリテーションの基礎研究に従事(1991年から2009年)、同部部長を経て、2009年から現職。野球経験：長野高校野球部、金沢大学準硬式野球部。

### 【コーディネーター紹介】



井尻 哲也 (いじり てつや)

東京大学大学院総合文化研究科にて修士号、博士号(学術)を取得後、NTT コミュニケーション科学基礎研究所にリサーチアソシエイトとして着任。2016年より現職、東京大学大学院総合文化研究科の助教を務める。学部生時代は東京大学硬式野球部に所属し、東京六大学野球連盟にてプレーした。視覚運動制御のメカニズム、情動と感覚情報処理および運動制御の関連について研究している。



## パネルディスカッション

---

### 今後求められる学生野球の姿とは？

#### パネリスト

- |       |          |
|-------|----------|
| 小林 至  | (江戸川大学)  |
| 加藤 貴昭 | (慶應義塾大学) |
| 広尾 晃  | (ライター)   |
| 平野 裕一 | (法政大学)   |

#### コーディネーター

- |       |        |
|-------|--------|
| 高橋 義雄 | (筑波大学) |
|-------|--------|

## 学生野球に対する印象

**広尾：**野球には「観る」「やる」「支える」とありますが、観る側から大学野球について申し上げますと、端的に言って「野球しかしていない」という印象です。高校から7年間、野球だけやっている人たちという感じがします。大学野球含めて野球が今どういう状況にあるのか、どこまで認識があるでしょうか。例えば今、東京六大学野球ではお客さんが入らず神宮が満員になりません。小学生が野球をしなくなり、大学生がプロ入りする頃にお客さんになるであろう世代が野球を観なくなっている。社会との関わりが見えてこないのです。それについてどう感じておられるのか、その疑問を今日は4人の先生方にぶつきたいという気持ちです。

**小林：**社会の関わりという点でいうと、野球界も含め、日本のスポーツの世界は世の中と乖離しているのではないかという感じがします。オリンピックですら、1974年にアマチュアリズムを憲章から排除していますが、日本ではいままアマチュアリズムの精神に基づき、いろんな人に痩せ我慢を強いているのではないのでしょうか。監督や指導者は、教員になるか事務局などの雇用を持たない限り、いくら素晴らしい選手を育てても食べていくことができません。これは、おかしいと思います。そういった痩せ我慢を強いて、それが「美しい」というのは日本独特のアマチュアリズムです。それを全否定するつもりはありませんが、我々が生活している世界は資本主義の社会ですから、それに合った学生スポーツの形にしていく必要があると思います。

**平野：**私は指導者でしたから、そういった実感があって、指導者のステータスを保証することはとても大事なことだと感じます。私は教員だったのでなんとなくはなっていました、今の状態を続けていくと、若くて優秀な指導者が大学野球の中でうまく活動できません。野球部が経済的に自立することができていけばいいことなので、その辺りをうまくやってほしいなと思いますね。

## 大学スポーツの産業化

**高橋：**ちなみに、スポーツ省で大学スポーツ推進委員会の委員長をされている小林さんから見て、大学スポーツの産業化についてはどうお考えですか。

**小林：**今ちょうど大学スポーツ振興に関する検討会議タスクフォースの座長を拝命しておりまして、日本版NCAAを設立しようと動いています。これは金儲けをしようということではなく、中央統轄組織を作って大学のスポーツにマネージメントを導入しようという動きです。これにより、いい形でコストを賄えるだけの費用を捻出することができると考えられます。並行して、それぞれの大学に体育局を作って、大学スポーツを大学の重要な部局として位置づけてもらいたい。野球部や駅伝部などをはじめ、多くの私立大学が、部活動を、大学のブランディングや、学生確保のために活用しています。ところが、部活の運営に関しては、課外活動として自主運営ということになっています。本来なら、ブランディングに貢献しているのだから指導者はそれに見合った報酬をもらうべきだし、コーチやトレーナーなども揃えてきちんとした組織として大学からお金をもらうべきです。

**高橋：**大学の運動部は学生自治で法人格を持っているわけではないので、ある程度大きな額を動かしているわりにはアバウトな状況も実はあります。しかし、世の中の的にスポーツが振興すればするほどそれが知られてきて、世の中で許されるのかという状況になっています。そのためにも、しっかりした組織でお金の管理もできる環境を作ることを考えていく必要がありますね。

**広尾：**僕らが希望するのは、学生がマネージメントを「受ける側」ではなく「する側」になること。優秀な選手と同じようにマネージメントができる優秀な人が野球部から出てくれば、その人たちが

NPB などに行って力を発揮できるので、そういう機能を果たしてほしいのです。サッカーと比べて野球のいちばんつらいところは、選手あがりの経営者がまったくいないことです。例えば、川淵三郎さんは古河電工のグループ企業で役員まで務めたビジネスマンになって、サッカー界に戻ってきた。野球部員からそういったビジネスマンが出てくるような仕組みを作してほしいですね。

**加藤：**うちの大学野球部は今 200 人くらいの選手がいますが、当然試合に出られる人数は限られています。指導者は現在二名ですが、200 人を見るのはやはり難しい。試合に出られない選手が野球を「支える」ようになるためにどうすればいいか、そういった取り組みをやりたい気持ちはあるのですが、大学としてそれをきちんと支える仕組みがあるかという、大学は「関係ない」いうスタンス。そこが寂しいと思いますね。

**広尾：**高知大学はサッカー協会から予算が出ていて小学生の指導をしているのですが、サッカー指導だけではなく練習が終わったら子供たちの宿題を見てあげているそうです。お母さんたちは当然、「野球をやると土日にはお茶当番や車の送迎に駆り出されるけど、サッカーは勉強まで見てくれる」となりますよね。そういったこともあり、子供たちを根こそぎサッカーに持っていかれているそうです。野球に関わる人が野球のために何かをするのが、野球部の機能としてあるべきです。野球だけやるというスタンスでは、これからの時代は厳しいと思います。

**高橋：**野球では青田買いをするのではないかお互い疑心暗鬼になって、そういうことはやめましようとなっていますが、罰せられるのではないかと心配してやらないのではなく、おそらくやったもの勝ちで、どんどん積極的に新しいソリューションを提案することも必要ですね。

**広尾：**指導の中身も重要ですよ。素質のある子をピックアップするためにやるという発想はもうダメじゃないかと。今こんなに野球をやる人が減っているのだから、まず野球の面白さを伝えることが大事。以前サッカーのキッズ指導の取材をしましたが、その現場は爆笑につぐ爆笑でした。指導者が「僕にボールを当ててごらん」と言うわけです。その横では野球少年が「そんなじゃダメだ！」と言われながらバントの練習をさせられている。この差が絶望的でしたね。

**小林：**有難いことに野球は長い間日本でナンバーワンの人気を誇っています。そのせいか、発想が基本的に「排除」なんですね。かつて、高校野球では、1 年生が殴られたり、ボール拾いだけをやらされたりしましたが、その根本に、辞めさせるという発想があったと思う。しかしこれからは、高校野球をやってくれる人はむしろ「お客さん」です。そのお客さんによってプロ野球もアマチュアも成り立つわけです。

**広尾：**排除の理屈を感じながら私も取材をしています。日本では、二言目には「嫌ならやめろ」と言われます。アメリカ人指導者が日本の指導者に「お前の国はマフィアが野球を教えている」と言ったそうですが、そう見られていることをどれだけの人が認識しているのでしょうか。個別には改善されているところがあっても、全体のイメージは全然変わっていません。

**小林：**とどのつまり、これはマネージメントの問題です。誰かが手をあげると誰かが足を引っ張る。野球に限らずスポーツの世界は内紛が多いですよ。水戸黄門が印籠を出すまで、小競り合いが続く。野球は、まだ危機感がないのでしょうか。小競り合いの構図は変わっていないですよ。

**広尾：**もう危機に瀕するのは不可避のことと考えるべきです。大学野球もレベルの高いところでやっているわけですから、選手、指導者それぞれが認識を持ってもらわないといけな。相変わらず野球だけやっているのでは困ります。

**加藤：**六大学では早慶戦がいちばん盛り上がりますが、少し前から応援席は現役の学生だけではなく

OBでも誰でも入れるようになりました。実際に行ってみると現役の学生は少なく、おじいちゃん、おばあちゃんに支えていただいているのが現状です。これに対しては、六大学も考えていけないですね。

## 競技と学業と人材育成

**高橋**：競技と学業の両立について、「4年で124単位取るために1年30単位ずつ取る」とルールを設けたら「部員がやめてしまう」と理事会から反発があったというケースがありました。部活動と学びのバランスについては、学生野球はどう考えればいいでしょうか。

**小林**：昔は就職活動で「〇〇大学の野球部です」とにっこり笑えば内定をもらえましたが、そんな時代は終わりました。ですから、今は勉強せざるを得ない状況になっているのではないのでしょうか。

**広尾**：文武両道を謳っていても、文武並道、文武別道が現実です。高校時代からこの子は勉強、この子はスポーツと分けられているから、大学にあがって勉強についていけるかという問題がつきまといまいます。

**平野**：高校の状況まではなかなか追求できないので大学でどうするかを考えると、私としては囲い込みをしないで一般の学生と同じように学ばせることが有効かと思います。結局は中身の問題で、彼らの今後に関わる技術やスキルをきちんと教育することが大事かなと。

**高橋**：アメリカでは奨学金で入ってくる選ばれた学生に対しては、チューターがフォローして単位をきちんと取れているかのチェックもしています。そういった手厚いサポートの仕組みづくりは日本の大学も参考にすべきですね。

**加藤**：山梨学院大学や早稲田大学の早稲田アスリートプログラムではチューター制度があるようなので、それがうまく回っているかはわかりませんが、参考になるかもしれません。また、うちの大学は、野球部の学生には「いっぱい友達を作りなさい」と伝えています。体育会の学生は学ランを着て黒いかたまりで行動していると、まわりが怖くて近づけないですから。

**小林**：アメリカのアスリートは、borrowed timeという表現をします。つまり、スポーツは天から与えられた時間であり、必ず終わる。だから、その後何をするか。スポーツは人生を豊かにするためのツールなのだということです。スポーツの能力を使って学歴、お金、人脈を手に入れて次の人生を豊かに過ごす。この考えがアメリカでは徹底しています。でも、日本の選手に「野球で一生過ごすなんてなかなかできないよ」と言っても通じないのです。これから、この考えをどう浸透させるかが課題です。

**広尾**：昔南海ホークスにいたゲイル・ホプキンスが大阪球場で試合が終わった後に医者への試験のための勉強をしていたと聞いたことがあります。そういうことができる意識づけを大学生も持ってもらう。規則など強制力によるものではなく、自発的に「俺は野球以外のこともできるはずだ」と思えるかですね。

**小林**：スポーツの能力のおかげで慶應に行ける子は多いと思います。それを使って人生を豊かにしようという考え方は学生にはないのでしょうか。

**加藤**：それはすごく大事な考え方だと思います。ただ、過去にそういうロールモデルがないという問題がありますね。

**小林**：ゲイル・ホプキンスのように、プロで一流で、さらに別の世界でも一流というロールモデルが日本にもほしいところですね。

**広尾**：野球というツールで大学に入る人もいれば、勉強というツールで入る人もいる。どちらも同じだという意識が必要です。今では軍隊と一般人くらいの差があるのではないですか。

**高橋**：筑波大学では体育会 240 人のうち 80 人が推薦、160 人はセンター試験を受けています。そのくらいの比率だとバランスがいいのではないかなと思います。お互いリスペクトし合っていますし。

**加藤**：うちの大学の野球部も、一般入試で入ってきた学生へのリスペクトがちゃんとありますね。私たちの時代は浪人を経て入学する学生が半分くらいいましたが、中には三浪、四浪、五浪の人もいました。でも、そういう人が苦勞してでも大学野球をやりたい、レギュラーになれなくてもみんなで頑張ろうという雰囲気を作ってくれて、人材としてはとても貴重でした。

**広尾**：小宮山悟さんが二浪して早稲田に入られて、野球選手としても一流ですけど、今お話されていることは絶対に野球から来るものだけではないと感じます。「この人は野球をやっていたのだから知的な人に違いない」と思われるようにならないと、野球の魅力は広がりません。

**高橋**：今後の少子化を考えると、大量に野球部員を集めて学費と入学金でなんとか回そうというのはあまりにもリスクが高い。「社会に適応できる」という観点から野球部員を集めていくほうが大事ですね。

**広尾**：昔は「体育会系は言うことを聞いてよく働く」と企業が進んで採用しましたが、今の時代に必要とされるのは自分で考える能力や行動力のある人材です。上の言うことを聞くばかりで「はい」「はい」と返事は立派だけど何もわかっていないというわけです。「野球をやっている人が知的レベルにおいても素晴らしい」となるのが最終モデルにならないといけませんよね。日本は一芸に秀でているのがすべてに通ずるみたいな考え方があって、野球だけできていけばいいと思われる。でも今の時代はそうではない。それと、師弟関係で物を考える傾向があるので、それが硬直化する原因ではないかとも思えます。

**高橋**：大学スポーツも、伝統的な大きな大学と小さな規模で新進気鋭の大学では状況が違うと思いますが、江戸川大学はどうですか。

**小林**：江戸川大学には野球部がなくて、強化しているのはバスケットボール部とサッカー部です。「人数確保」と「強化」の両方の使命を負っています。野球でいえば、2016 年の大学野球選手権ベスト 4 に進出したところは、江戸川大学と同様に、人数確保と強化の両方の使命を担っている大学でしたね。

**加藤**：私の大学の後輩が、二軍の選手だけが出場するサマーリーグ戦を 3 日間行いました。7 試合くらいしかないですけど、人数確保と強化を両方実践するためには、試合を開催することはとても大事だと思います。

**広尾**：東京六大学は年間 20 試合しかありません。出ている選手は少ないし、試合数も少ないです。アメリカの大学野球は年間 100 試合くらいやっていますが、そうすれば選手もたくさん出られるし、ビジネス面を考えても 1000 人でも入れれば観客動員もとれるし、普及もできる。それは日本では難しいのでしょうか。

**小林**：現状、六大学は土日開催ですが、リーグによっては平日の日中にやりますよね。学生の本分からすると、あまりよろしくない。夏休みにやれないのでしょうかね。

**平野**：秋のリーグ戦に合わせて、夏休みはその準備に掛かり切りになってしまうから、結局夏にやるのは難しいとなってしまいます。そこをマネジメントできれば夏休みにやることも可能ですよね。

**広尾**：日本の野球は練習ばかりで試合をしませんよね。試合を増やせば今まで出られなかった子も出られるし、逆にレギュラークラスを休ませることもできます。それと、大学野球まで進んだ子はそれ

なりにキャリアのスタッツを残して卒業すべきだと思います。アメリカでは、大学の選手のスタッツはすべて見るすることができます。だから、メジャーリーグでドラフトにかかった選手がどんな選手なのかはわかります。でも、日本にはそういう情報がない。なぜこの選手がドラフト1位なのか、まったくわからないのです。

## 社会に開かれた学生スポーツ

**平野**：いくつかの大学でビジネス化しようとしている動きもありますが、なかなかうまくいかない点というのは、どういうことがあるのでしょうか。

**小林**：中継がありませんよね。地上波ですと、時間を買取らないと放送してもらうのは、難しいかもしれませんが、冠スポンサーをつければ、CSやBSなどのコンテンツにはなると思います。大学のバスケは既に「三菱電機プレゼンツ」となっています。たとえば、東京六大学も普及とパブリシティのために冠スポンサーをつけて、中継することも考えて良いのではないのでしょうか。

**広尾**：一年目、二年目は視聴率がとれないと思うので、中継については長いプランにさせていただかないといけませんね。

**小林**：大学野球は、放送コンテンツとしての価値はあると思います。その意味で、チャンスがまだいっぱいある、宝の山だと思います。

**加藤**：気になるのは、箱の問題ですね。アメリカの大学は、キャンパス内にお客さんが一万人規模で入るスタジアムがあります。そこまで大きなスタジアムとはいかないまでも、数百人でもお客さんが入る施設があるといいのですが。

**平野**：先ほどお客さんが入らないという話がありましたが、野球界は野球だけでなんとかしようとする傾向があると感じます。野球を知らない人が、ほかのことで来たついでに野球も観られるような仕掛けがあってもいいと思うのですが。

**広尾**：NPBはそれで成功していますよね。最近は野球を一生懸命観ている人はあまりいなくて、カップルでジャイアンツとカープのユニフォームを着て観ているような人が多いですけど、あれは雰囲気を楽しんでいるわけですね。そういったプロモーションが大事ですが、そのプロモーションこそ、ぜひ野球部に考えてもらいたいと思います。特に各大学の野球部のホームページは本当にお粗末です。業務連絡をしているだけで何もわかりません。

**小林**：それは、すべての競技団体に言えることですね。カレッジスポーツの試合が開催されていること、テレビのニュースで初めて知ることって多いじゃないですか。大人気のオリンピックが出ているのに、そのことの事前告知があまりないですね。つまり「お客さん」を意識していないのですよ。野球界もそうです。野球を愛してくれる人はプロアマ関わらず皆お客さんで、お客さんを大事にしないといけません。

**広尾**：パ・リーグが各球団のホームページのフォーマットを統一しましたが、そういうことを六大学もやるべきだと思います。大学野球は、自分たちが見られているという意識が足りないのではないのでしょうか。試合についてはオンタイムで報道してもらいたいですし、選手の名鑑はきっちり出してほしい。ホームページはアクセス数を稼ぐためのものにしてほしいです。社会とつながるといっているのはそういうことです。

**高橋**：ちなみに、野球界において「女性」というのはどうでしょう。東大には女性選手がいましたよね。高校野球では現状ありえないようですけど。

**広尾**：野球人口が減っているのであれば女子は絶対に取り込まないといけないですよね。女子甲子園を背伸びしてでもやれば良いと思います。

**小林**：男子の甲子園の決勝戦が13時開始だったら、女子の決勝戦は10時からやれば良い。サッカーは、そういう取組を世界的にやっている。どうして野球はやらないのでしょうか。

**平野**：駅伝もやっていますね。

**広尾**：甲子園でグラウンドに女子が入ったらダメだからでしょう。そんなことを言っているレベルではとてもできないですよね。女子野球の取材もしていますけど、すごく楽しいですよ。監督が怒鳴りつけない。上級生のフォームを見て下級生が「先輩それおかしいですよ」と言える。文化が男子と違い、いいなと思うことがたくさんあります。そういう文化が流れてくることはプラスですよ。

**小林**：そう考えると伸びしろはまだたくさんありますね。大学野球も、野球全体も。

## 学生野球の国際化

**高橋**：昔は早稲田がアメリカに行ったりしていましたが、最近は国際化についてはどうなのでしょうか。

**加藤**：何年かに一度いろんな大学が海外に行っていますが、特別なルートがあるわけではなく、知り合いなど伝手を辿ってやっているようです。本格的に日米の大学が交流できているかという点、そういうわけでもありません。バスケ、サッカーなどは毎年韓国と交流していて、なぜ野球はできないのかなと思います。最近知ったのですが、ニュージーランドの大学へのラグビー留学は、日本のラグビー選手が競技の強化をしに行くわけではなく、一般の学生が本場のラグビーの知識を得て帰ってくるものだそうです。日本でも、海外の一般の学生を野球部に連れてきて練習させて日本の文化を広めるという国際交流をやったらいいのではないかと思います。

**小林**：東大野球部にキューバの選手を留学生として連れて来てはどうかと、私は前から言っています。キューバ人は教育水準が高いですし、みんな日本に来たがっていますから。

**高橋**：連盟でルール上の問題があれば、それをどう変えているかという話ですね。

**平野**：今の時代はそういった動きを拒めないと思いますけどね。

**広尾**：アメリカの大学はプロ化しすぎていますから、日本の野球と何かやるというのは難しいかもしれません。競技としてはできるかもしれませんが、日本の学生がうっかりメジャーのドラフトにかかったりしたらまた問題になりかねない。また、高校野球は甲子園を頂点とする仕組みはそろそろ変わっていくべきだと思います。サッカーではトレンドによってライセンス制度が変わる。野球はいまだに昔と同じことをやっている。伝統芸能ではないのだから、もっと変わってもらわないといけません。

### 【講演者紹介】

#### 小林 至 (こばやし いたる)



1968年1月30日生まれ、神奈川県出身。92年、千葉ロッテマリーンズにドラフト8位で入団。史上3人目の東大卒プロ野球選手となる。93年退団。翌年から2000年まで、7年間、アメリカに在住。96年に、コロンビア大学で経営学修士号(MBA)を取得。01年、参議院選挙に東京選挙区から立候補(落選)。02年より江戸川大学助教授(06年から教授)。05年から福岡ソフトバンクホークス取締役を兼任。連盟担当、営業担当、IT戦略担当などを歴任したのち、10年からは、フロント実務の責任者としてチームづくりに携わる。14年限りで退団。専門はスポーツ経営学。大学スポーツの振興に関する検討会議タスクフォース(スポーツ庁)の座長、スタジアム・アリーナ推進官民連携協議会(スポーツ庁)の幹事、サイバー大学客員教授、福岡大学非常勤講師なども務める。近著『スポーツの経済学』(PHP)など著書、論文多数。家族は妻と2男1女。



加藤 貴昭 (かとう たかあき)

1997年 慶應義塾大学 環境情報学部 卒業。  
野球部では主将を務め、卒業後に渡米し、MLB シカゴ・カブス傘下のマイナーリーグにてプレー。  
2003年 大学院政策・メディア研究科博士課程にて博士(学術)取得。  
人間工学会、スポーツ心理学会などに所属し、NHKの特別番組などに協力。  
現在はスポーツにおける知覚・運動スキルを中心に、視覚、脳、熟達化などについて研究している。  
環境情報学部 准教授。  
体育会副理事。三田倶楽部理事。



広尾 晃 (ひろお こう)

「野球の記録で話したい」というブログを日々更新しているブロガーです。  
野球ライターとして「野球崩壊」という著作を2016年10月に上梓。  
それとは別に、主として高校の部活の取材を年に数十件こなしています。  
野球競技人口、愛好者人口が2010年以降激減しているという現実を前提に、学生野球に求められているものについて、私なりに述べたいと思っています。



平野 裕一 (ひらの ゆういち)

1953年東京生まれ。  
東京大学大学院教育学研究科博士課程終了後、東京大学大学院教育学研究科 助教授、国立スポーツ科学センタースポーツ科学研究部 部長・主任研究員、副センター長を経て、現在 法政大学スポーツ健康学部 教授。  
小学校から野球を楽しみ、中学、高校、大学では野球部に所属。打順は1, 2番、守備は捕手、遊撃手、中堅手と投手以外は経験した。特筆する程の選手およびチーム成績はなかったが、高校時代に強豪校とも戦えた達成感から大学でも野球を続けた。動作分析、トレーニング科学を専門としていることで、その後、指導者の道へ。選手時代に打撃には自信があったこと、また得点しないと勝てないというチーム事情から打撃の指導に注力した。1試合10安打、その中に本塁打が含まれると「してやったり」の気持ちになった。

1980年～1982年 1990年～1996年 東京大学硬式野球部監督  
2013年～ 全日本野球協会 選手強化委員会医科学部会員

## 【コーディネーター紹介】

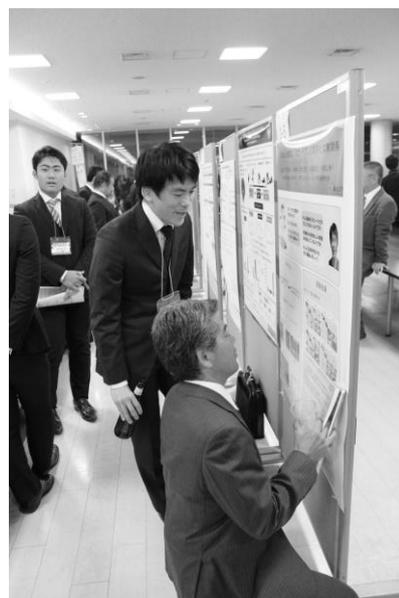
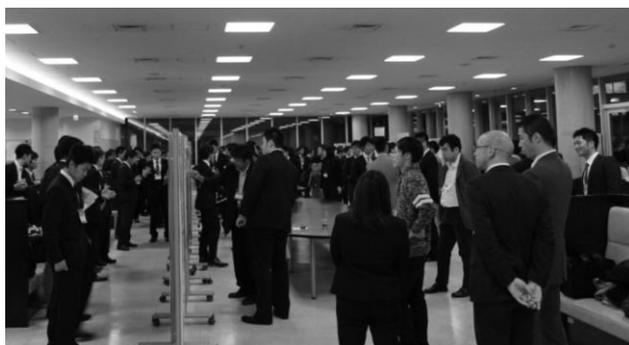


高橋 義雄 (たかはし よしお)

筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ健康システム・マネジメント専攻 准教授

1968年東京都生まれ。東京大学教育学部卒業。東京大学大学院教育学研究科博士課程単位取得退学。1998年より名古屋大学助手、エジンバラ大学客員研究員(2003-2004)。2008年より筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ健康システム・マネジメント専攻准教授として、社会人を対象にスポーツマネジメントを教育・研究。2015年からは筑波国際スポーツアカデミー(TIAS)のスポーツマネジメント分野ディレクター。専門はスポーツ社会学、スポーツマネジメント。現在、日本卓球協会評議員、日本トップリーグ連携機構事業推進委員会アドバイザー、日本スポーツツーリズム推進機構常任理事、アリーナスポーツ協議会理事、TIASアソシエーション理事・事務局長。行政では、スポーツ庁スポーツ未来開拓会議委員、スポーツ庁スポーツ経営人材プラットフォーム協議会座長、経済産業省産業構造審議会地域経済産業分科会臨時委員、秋田県スポーツ推進審議会委員、豊田市スポーツ推進審議会委員長。

# 一般ポスター発表



1. **木村 新（東京大学大学院総合文化研究科）**  
野球の投球動作における上脛への力学的エネルギー流入量を規定する要因の検討
2. **村上 光平（鹿屋体育大学大学院）**  
高校野球選手の投球におけるステップ動作の有無が球質および正確性に及ぼす影響
3. **齋藤 健治（名古屋学院大学）**  
踏み出し脚のステップ方向が変わると投動作はどのように変わるか
4. **堀内 賢（筑波大学大学院）**  
投球動作における肩甲骨の可動性とパフォーマンスの関係について
5. **進矢 正宏（東京大学大学院総合文化研究科）**  
球のキレの感覚はスピードガンの数字とは無関係
6. **三上 竜之介（国際武道大学大学院）**  
高校野球選手における投球後のクーリングダウン実施内容の違いが翌日の投球パフォーマンスと肩関節機能に及ぼす影響
7. **久野 宗郎（株式会社アシックス スポーツ工学研究所）**  
投球データ即時フィードバックシステムの開発
8. **福田 岳洋（早稲田大学大学院）**  
MiLB 本拠地の立地条件と観客増員策の日本プロ野球 2 軍での実行可能性
9. **鶴瀬 亮一（新潟医療福祉大学健康科学部スポーツ学科）**  
野球の打撃における指導言語に関する研究  
～「引き付けて打て」という指導言語を例に～
10. **井尻 哲也（東京大学大学院総合文化研究科）**  
ウェアラブルセンサーを用いて試合中の緊張量を定量評価する新手法の提案
11. **西川 範浩（アシックス）**  
グラブ選択支援システムの開発
12. **小林 裕央（東京大学大学院総合文化研究科）**  
小学生は 150 km/h の速球を打てるのか？
13. **早津 寛史（筑波大学大学院人間総合科学研究科体育学）**  
野球の打撃における腰部回転様式の違いによる類型化の試み
14. **堀内 元（中京大学大学院）**  
野球のバッティングにおける力学的エネルギーの流れ  
～下肢および下脛部に着目して～
15. **桑野 将幸（福岡教育大学大学院教科教育創造コース）**  
ティーバッティングにおけるスイング軌道と打撃能力との関連

～Swing Tracer を用いたスイング軌道の計測と分析手法～

16. **御前 純（立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科）**  
野球打撃におけるインパクト位置の空間的再現性と関節角度の変動の関係  
～大学野球選手によるティー打撃を対象とした検討～
17. **木下 岳（神戸大学大学院）**  
高校野球選手の敏捷性に関する研究  
～ポジション別の比較から～
18. **相馬 幸樹（中央学院高等学校）**  
高校野球におけるオリジナルマニュアル本の活用方法  
～ホームページや SNS を利用したチームの情報共有について～
19. **徳永 大嗣（神戸大学大学院 人間発達環境学研究科）**  
バットの重心位置が打撃中のバットのスイングに及ぼす影響
20. **杉村 雅己（大阪府立摂津支援学校高等部）**  
スローピッチ・ソフトボールにおける初心者の打撃動作分析  
～熟練者との比較を通して～
21. **蔭山 雅洋（鹿屋体育大学）**  
野球打撃における打ち分け技術について  
～パフォーマンスが高い選手と低い選手を比較して～
22. **小野寺 和也（筑波大学大学院）**  
連続トス打撃の即時効果
23. **田淵 規之（ミズノ株式会社）**  
バットの慣性モーメントの違いが振り重さ感と動作に与える影響
24. **相馬 満利（日本体育大学大学院トレーニング科学系）**  
大学女子ソフトボール選手における三次元人体形状相同モデルを用いた  
ポジション特性の検討
25. **高嶋 優（法政大学大学院理工学研究科）**  
ソフトボール用 FRP 製バットのバレル部圧縮応力と反発性能
26. **八木 快（筑波大学大学院）**  
社会人野球の試合におけるビッグデータを用いた仮説検証
27. **宮西 智久（仙台大学体育学部）**  
スポーツコーチングカムにおける垂直ブランキング期間の計測  
～ローリングシャッターを用いた CMOS カメラの動画解析問題～

28. **今若 太郎 (国士舘大学大学院)**  
大学野球選手における2塁走の疾走経路に関する検討
29. **西中 裕也 (筑波大学大学院人間総合科学研究科体育学専攻)**  
外野手への打球と捕球形態の類型化
30. **菊地 亮輔 (筑波大学大学院)**  
中学野球選手における中継プレイ動作に関する基礎的研究
31. **鈴木 智晴 (鹿屋体育大学大学院)**  
試合映像からみる捕手の二塁送球における時間的特徴
32. **菊政 俊平 (筑波大学大学院)**  
プレー指示が優れた捕手はどのように視覚情報を獲得しているのか?
33. **菊池 諒 (立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科)**  
野球選手における守備の能力評価の検討
34. **大石 泰広 (筑波大学)**  
高校野球におけるイニング別得点の傾向
35. **中島 一 (阿南工業高等専門学校、鹿屋体育大学大学院)**  
野球打撃における経時的な変化から見た地面反力とスイング速度の関係
36. **坂口 拓也 (筑波大学大学院)**  
打撃動作におけるフォロースルーと打撃パフォーマンスとの関係
37. **劉 璞臻 (筑波大学大学院人間総合科学研究科)**  
野球の打撃動作分析に関する研究
38. **橋本 雄二 (アシックス)**  
ベースボールバット選択システムの開発
39. **樋口 貴俊 (福岡工業大学)**  
バット速度を高めるためのバットスイング初期姿勢での牽引運動
40. **見邨 康平 (筑波大学大学院人間総合科学研究科)**  
一度振り始めたバットの軌道はどこまでなら調整できるのか
41. **森下 義隆 (国立スポーツ科学センター)**  
投球コースの違いがバットスイングに及ぼす影響
42. **高浜 健太 (アシックス)**  
実条件下における軟式野球の打撃シミュレーション
43. **壺内 浩紀 (筑波大学大学院)**  
高校野球の指導と活動の現状について

44. **松崎 拓也（北九州工業高等専門学校）**  
野球における主体的な活動が状況判断に与える影響
45. **大森 雄貴（筑波大学大学院 野球総合科学研究室 ）**  
野球における競技離脱者の傾向についての一考察
46. **古曳 正太（鳥取県立米子東高等学校野球部）**  
競技人口が激減する学童野球の課題と対策
47. **瀧山 健（東京農工大学大学院工学研究院）**  
機械学習を用いた運動パフォーマンスに関連する運動要素の同定
48. **國井 恒太郎（筑波大学大学院）**  
中学生におけるハンドボール投げの距離の獲得に作用する要因
49. **栞野 聡（大阪体育大学大学院スポーツ科学研究科博士前期課程）**  
投球動作における体幹部の非投球側への傾きが体幹と肩の運動学的変数および肩関節周囲筋の筋活動に及ぼす影響
50. **田中 ゆふ（近畿大学経営学部教養・基礎教育部門）**  
CG 映像を用いた投球動作の微細な変化に対する無意識的判断
51. **那須 大毅（NTT コミュニケーション科学基礎研究所）**  
投球コントロールとリリース直後のボール挙動の関連
52. **鶴澤 大樹（筑波大学大学院）**  
投球時の示指および中指におけるボール作用力の推定
53. **水谷 未来（鹿屋体育大学）**  
女子プロ野球投手におけるピッチング時の指の動きとボール速度との関係
54. **内藤 耕三（創価大学）**  
野球の投球におけるダイナミックカップリング  
～投球腕の速度を生み出すために身体各部の運動をいかに組み合わせるか～
55. **中田 真之（筑波大学大学院）**  
野球の投球における非投球腕の動作の違いが及ぼす影響について

# 野球の投球動作において上胴への 力学的エネルギー流入を規定する要因の検討

木村 新<sup>1</sup>, 吉岡 伸輔<sup>1</sup>, 深代 千之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院 総合文化研究科

投球腕へ大きな力学的エネルギーを伝達するには、上部体幹(上胴)へ大きな力学的エネルギーを流入させる必要があると考えられ、流入を規定する要因を検討することはボール速度の増大を考える上で重要であると言える。そこで本研究では野球の投球動作において上胴への力学的エネルギー流入を規定する要因を検討することを目的とした。被験者は野球経験者 12 名とし、仮設のマウンドにて 5 m 前方的へ全力投球を行わせ、全身を 16 のセグメントが 15 の関節で連結する剛体リンクモデルを用い解析を行った。その結果、捻転トルクは主に力学的エネルギーを伝達する役割があり、その際発揮される捻転トルクは最大下である可能性が示唆された。このことから上胴へ大きな力学的エネルギーを流入させるには下肢で大きな力学的エネルギーを発生する必要があると考えられる。

**キーワード**: エナジェティクス, 捻転トルク, 力学的エネルギーの伝達, 最大下

## 1. はじめに

末端部の速度を増大させることが目的の運動では、身体を中心部あるいは大きな仕事のできる部位から末端の順に、力学的エネルギーが伝達している<sup>1)</sup>。野球の投球動作においては、下肢および体幹によって生み出された力学的エネルギーが上肢へ伝達され、その際投球腕は大きな力学的エネルギーを発生しないことが報告されている<sup>2-3)</sup>。従って、投球腕へ大きな力学的エネルギーを伝達するためには上部体幹(上胴)へ大きな力学的エネルギーを流入させる必要があると考えられる。先行研究より、上胴への力学的エネルギーの流入とボール速度の間に正の相関が認められていることから<sup>4)</sup>、上胴への力学的エネルギーの流入を規定する要因を検討することは、ボール速度の増大を考える上で重要であると言える。

そこで本研究では野球の投球動作において、

上胴への力学的エネルギー流入を規定する要因を検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者および対象試技

被験者は野球経験者 12 名(身長:173.1±6.6 cm, 体重:67.6±7.4 kg, 年齢:22.4±2.3 歳, 競技歴:10.9±3.0 年)とし、仮設の投球マウンドにて 5 m 前方的へ全力投球を 3 回行わせた。

### 2.2 データ収集およびデータ処理

被験者の身体特徴点に 48 個の反射マーカートを貼付し、身体動作のデータ収集には光学式三次元自動動作分析装置(Motion Analysis Corporation, USA)を用い、地面反力データの収集にはフォースプラットフォーム(Force Plate 9281E, Kistler, Switzerland)を用いた。

本研究では第 12 胸椎と第 1 腰椎の間に胸部仮想関節を、第 5 腰椎と仙骨の間に腰部仮想関節を設定し、体幹を骨盤、腰部、上胴の 3 つのセグメ

ントに分割し、全身を 16 のセグメントが 15 の関節で連結する剛体リンクモデルを使用した。

### 3. 結果および考察

本研究の結果より、上胴への力学的エネルギー流入のうち胸部仮想関節の捻転トルクによる力学的エネルギー流入が最も大きかったため、捻転トルクについて検討することとした。

図 1 は胸部仮想関節の捻転トルクによる力学的エネルギーの発生・吸収及び伝達について時系列変化のアンサンブル平均を示したものである。踏み出し脚が接地する直前からボールリリースまでの間において、捻転トルクによる力学的エネルギーの発生と比較し、腰部-上胴間における力学的エネルギーの伝達の方が大きいことが認められ、同様の事が腰部仮想関節においても認められた。

図 2 は胸部仮想関節捻転トルクのトルク-角速度関係のアンサンブル平均を示したものである。踏み出し脚の膝が最も高く上がった点から、踏み出し脚接地にかけて捻転トルクが増大していき、捻転角度が 28.2°, 捻転角速度がおおよそ 0 deg/s 時に捻転トルクがピーク値 ( $67.2 \pm 24.9$  Nm) を示していた。

Kumar et al., (2002) は成人男性の体幹 30° 捻転位における等尺性最大筋力を測定し、その際のピーク値は  $131 \pm 41$  Nm であったと報告している<sup>4)</sup>。本研究の結果における捻転トルクのピーク値は角速度が 0 deg/s の際に出現しており、Kumar et al., (2002) が報告した値と比較すると下回っていた。このことから投球動作時に発揮される捻転トルクは最大下である可能性が示唆される。

以上、本研究の結果より野球の投球動作において体幹の捻転トルクは主に力学的エネルギーを伝達する役割があることが明らかとなり、その際に発揮される捻転トルクは最大下である可能性が示唆された。このことから、上胴へ大きな

力学的エネルギーを流入させるには下肢で大きな力学的エネルギーを発生する必要があると考えられる。

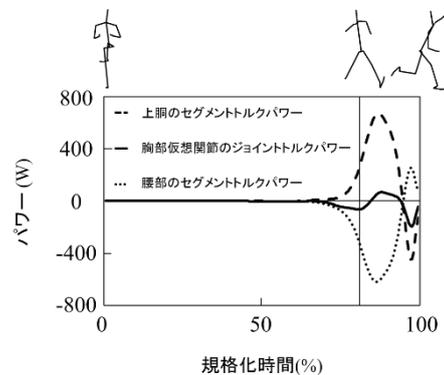


図 1 胸部仮想関節の捻転トルクによるエネルギーの発生・吸収および伝達を示した時系列データ

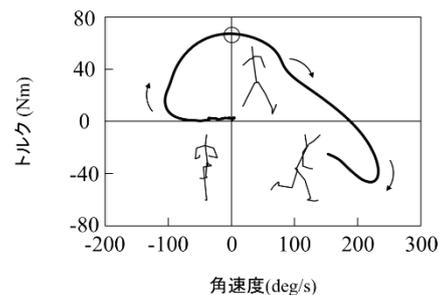


図 2 胸部仮想関節捻転トルクのトルク-角速度関係

### 文献

- 1) Kneighbaum, E & Barthels, KM. Biomechanics A Qualitative Approach for Studying Human Movement. 4th ed., Allyn & Bacon (1996)
- 2) 宮西智久ら. 野球の投球動作における体幹および投球腕の力学的エネルギーフローに関する 3 次元解析. 体力科学 46.1, 55-67 (1997)
- 3) 島田一志ら. 野球のピッチング動作における体幹および下肢の役割に関するバイオメカニクス的研究. バイオメカニクス研究 4.1, 47-60 (2000)
- 4) 島田一志ら. 野球のピッチング動作における力学的エネルギーの流れ. バイオメカニクス研究 8.1, 12-26 (2004)
- 5) Kumar, S et al. Isometric axial rotation of the human trunk from pre-rotated postures. European Journal of applied physiology 87.1, 7-16 (2002)

# 高校野球選手の投球におけるステップ動作の有無が球質および正確性に及ぼす影響

村上 光平<sup>1</sup>, 蔭山 雅洋<sup>2</sup>, 北 哲也<sup>3</sup>, 前田 明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿屋体育大学大学院, <sup>2</sup>鹿屋体育大学, <sup>3</sup>大島商船高等専門学校

これまで高校野球選手の投球能力に関する研究は、ステップの無い条件で行われることが多く、野手が試合状況でよく用いるステップ動作からの投球が、ボールの速度、回転数などの球質や正確性にどのような影響を及ぼすかについては不明な点が多い。そこで本研究では、高校野球選手 40 名を対象に、ステップの有無が球質および正確性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。実験は、18.44m の的に対して全力投球をステップ有と無で各 5 球実施した。その際、ボール軌跡追尾システム (TrackMan baseball, TrackMan 社製) を用いて、球質及び正確性を計測した。その結果、ステップ有の投球はステップ無よりもボールの速度、回転数が高い傾向を示した。この結果は、ステップを利用することで身体重心移動の距離や速度が増大したためと推察される。また、正確性(的中点とボールの到達位置との距離)において有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。これにはポジション特有の動作要因の存在が考えられ、今後は、動作測定や年齢別・競技レベル別での検討が必要である可能性が示唆された。

**キーワード** : 野手, Trackman Baseball, 球速, 回転数, 正確性,

## 1. はじめに

高校野球選手を対象とした投球能力に関する研究は、現在まで様々なものが散見される。ボールの速度、回転数などの球質、正確性に着目したもの、それらを競技レベル別、発育発達別に検討したものなどが挙げられる。しかし先行研究では、投手のようなステップ動作の無い状態で実験が行われることが多く、野手が試合状況で用いるようなステップ動作をいれての投球能力に関する知見は、不明な点が多い。そこで本研究では、高校野球選手の球質および正確性に着目し、ステップ動作の有無がこれらに及ぼす影響を明らかにすることとした。

## 2. 方法

### 2.1. 被検者

被検者は、異なる 2 チームの健常な高校野球選手全 40 名 (年齢  $16.2 \pm 1.8$  歳, 身長  $169.3 \pm 6.4$  cm, 体重  $63.5 \pm 7.0$ kg) を対象とし、内訳は投手 8 名, 捕手 7 名, 内野手 13 名, 外野手 12 名であった。

### 2.2 実験手順

実験は、18.44m 先の的 (ホームベース前線より垂直高 70cm を中点とする) に対して、全力投球をステップ有と無で各 5 球投じてもらった。その際、ボール軌道追尾システム (Trackman Baseball, Trackman 社製) を用いて、ボールの

速度、回転数、回転軸、正確性を計測した。正確性の規定は、システムによって算出されたボールの到達位置からの的中点までの直線距離とした。

### 3. 結果

#### 3.1 球質

ステップ有では、ステップ無と比較して球速で1.1km/h、回転数では28.7r/mの増加傾向を示した(図1, 2)。また、回転軸はポジション別にみると、最も垂直軸に近い傾きのボールを投げていたのは捕手であった(図3)。

#### 3.2 正確性

ステップ有では、-4.5cmとステップ無と比較して有意に増加した(図4)。しかし、ポジション別に検討すると、有意差が見られたのは内野手(-8.6cm)のみであった(図4)。

### 4. 考察

#### 4.1 球質

球速および回転数が増加傾向を示した要因として、身体重心移動の距離や速度の増大が影響したものと考えられる。

#### 4.2 正確性

ステップ動作の有無が正確性に及ぼす影響は、内野手において顕著であることを示唆している。これにはポジション特有の動作要因の存在が考えられ、今後の課題となり得る。

### 5. まとめ

本研究では、高校野球選手を対象にステップ動作の有無が球質および正確性に及ぼす影響を明らかにしようとした。その結果、ステップを入れることにより、球速、回転数および正確性が向上した。今後の課題として、動作分析やよりポジションに特化したステップ動作での検討などが挙げられる。

### 文献

- 1) 宮西ら. 守備位置の異なる野球選手の投球動作のキネマティクスの比較. *体育学研究* **60**,551-564(2015)
- 2) 蔭山ら. 大学野球投手における下肢関節の力学的仕事量と投球速度との関係. *体育学研究*. **60**,87-102(2015)

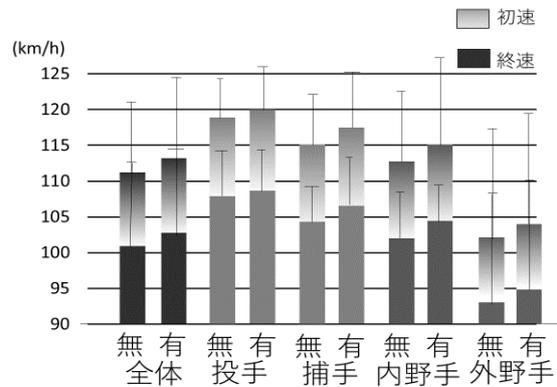


図1. 球速

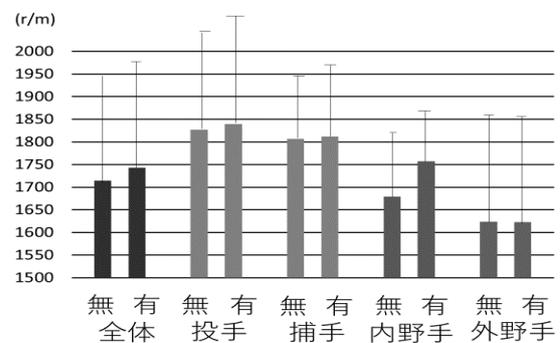


図2. 回転数

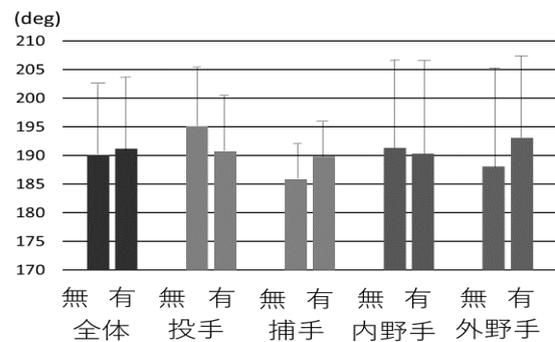


図3. 回転軸

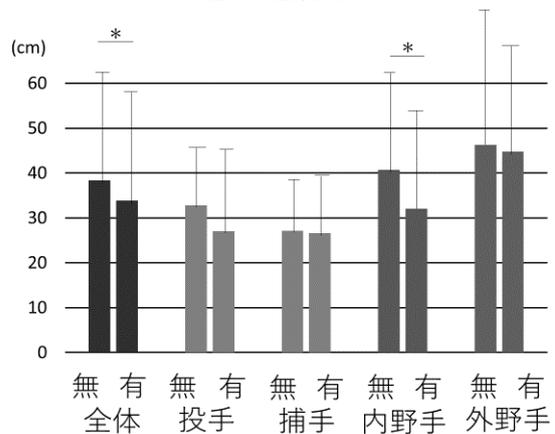


図4. 正確性

# 踏み出し脚のステップ方向が変わると投動作はどのように変わるか

齋藤健治<sup>1</sup> 佐藤菜穂子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋学院大学スポーツ健康学部, <sup>2</sup>名古屋学院大学リハビリテーション学部

投球動作の解説書や指導書には必ずといっていいほど、踏み出し足のステップ方向について記述がある。いわゆる「インステップ」、「アウトステップ」あるいは「まっすぐ踏み出すステップ」と呼ばれるステップ動作についてであるが、これらは必ずしも厳密に定義されているわけではなく、現場においても指導上その取り扱いが徹底されているということでもなさそうである。つまり、ステップ動作のまづさがその後の投動作、結果として投球スピードやコントロールに影響していると思われるが、必ずしも修正的指導はなされていないようである。本研究では、ステップ方向をノーマルなステップにインステップ2種類、アウトステップ2種類を加え、ステップ方向を変えると投球動作にどのような影響が出るのかを、慣性センサを用いて計測、分析した。結果は次の通りである。投球スピードはインステップよりアウトステップで大きくなる傾向が見られた。関節運動の角速度はアウトステップで大きくなる傾向があった。動作時間はアウトステップで小さくなる傾向があった。

**キーワード** インステップ, アウトステップ, 角速度,

## 1. はじめに

投球動作に関する多岐多数に及ぶ研究成果は、種々のメディア、啓蒙書などを通じて指導現場にも紹介され、有用な知見として蓄積されてきている。ところで、多くの指導書では、投球動作のうちステップ動作についてその望ましい方向があることを記している。ただしそれらは、例えば「投球方向に踏み出す」、「インステップでない方がよい」という程度で、その影響について明示されていないため、現場指導においても強く意識されているわけではないようである。とくに、小中学野球ではステップ動作に対する意識は弱く、ステップ方向の乱れがその後の不適切な投球動作につながったり、不適切な動作とセットになっていたりするようである<sup>1)</sup>。しかしながら、ステップ方向の影響については五百川他<sup>2)</sup>や木暮他<sup>3)</sup>だけで、十分検証されているとはいえない。そこで、本研究は、ステップ方向の違いが、その後の投球動作に及ぼす影響について調べた。

## 2. 方法

### 2.1 被験者、試技および計測

被験者は大学野球選手8名であった。被験者の手首に4個、上腕部に4個の加速度センサを、体幹背部と腰部にそれぞれ二軸のジャイロセンサを装着した<sup>4)</sup>。また、被験者の投球側人差し指と中指の爪に

ひずみゲージを貼付し、ボールリリースタイミングを検出した。計測チャンネルは計19チャンネルであった。

被験者には、室内に設置している前方5mにあるネットに向かって、①ウォーミングアップ投球、②10球の通常のステップによる投球(normal)、③5~8球ずつの20cmインステップ投球(+20)、40cmインステップ投球(+40)、20cmアウトステップ投球(-20)、40cmアウトステップ投球(-40)を行わせた。

これらの間、スピードガン(Bushnell社製)により投球スピードを計測した。また19チャンネルのセンサ信号は、遮断周波数20Hzのローパスフィルタをかけた後、前腕と上腕で計測した加速度から角速度を計算した。

## 3. 結果(図1)

投球スピードは、インステップよりノーマル、アウトステップ時で大きかった。

角速度ピーク値は、腰部左回旋以外のすべてでインステップよりノーマル、アウトステップで大きかった。ボールリリース前の角速度ピーク時刻は、インステップにおいてアウトステップより早かった。つまり、アウトステップにおけるボールリリース前の角速度ピーク時刻はインステップより遅く、逆にリリース後のそれらは早かった。その結果として、アウトステップでは動作時間が30ms~100ms短か

った。一方、ステップ方向にかかわらず、ボールリリースからみた「上腕部の腕振りによる角速度」「前腕部の腕振りによる角速度」のピーク時刻は、概ね一致する傾向にあった。

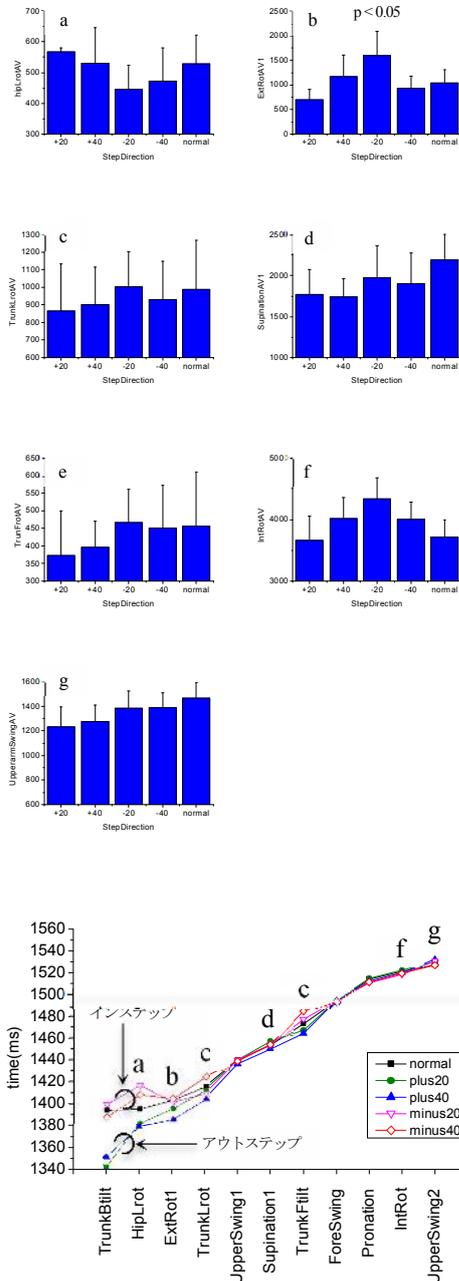


図 1 五種のステップ方向における、投球時間関節運動の角速度ピーク値とピーク時刻の平均。1500 ms がボールリリース時刻。概ねステップ足接地前後からの関節運動を生起順に示している（最下段）。順に、体幹後傾，a 腰部左回旋，b 肩外旋，c 体幹左回旋，上腕部振り一つ目のピーク，d 前腕回外，e 体幹前傾，前腕部振り，前腕回内，f 肩内旋，g 上腕部振りの二つ目のピーク，である。ステップ方向の有意な影響は、肩外旋ピーク値に認められた。

#### 4. 考察

小学生や中学生の投動作をビデオ撮影などによる観察の結果、未熟投動作で最も多い動作パターンとしてインステップが指摘されている<sup>1)</sup>。このようなインステップやアウトステップなどのステップ方向の投動作への影響は、身体への負担が大きくなり障害の原因になるなどの説明が多いものの、検証を試みた研究は少なく<sup>2,3)</sup>、未だ明確な結論には至っていない。

インステップ時の種々角速度ピーク値が、ノーマル、アウトステップより小さいこと、ピーク時刻が早い(ボールリリースまで時間がかかる)ことから、インステップ動作は動作速度が上がりづらく、ボールリリースまで時間がかかる投げ方であるといえる。この傾向は、投球スピードにも現れており、したがって、インステップ動作は投球スピードを上げるには不利な動作であるといえる。また、とくに体幹の回旋や前傾の動作から上腕振りや前腕振りまでの時間がかかることは、いわゆる打者の立場からのタイミングの点で何らかの影響を及ぼすかも知れない。

#### 文献

- 1) 齋藤健治, 宮崎光次, 新井野洋一, 投球動作非熟練者の投動作から見えること, 日本野球科学研究会第3回大会報告集 (2015), pp.96-97.
- 2) 五百川 威, 飯田 晋, 相田将宏, 古賀良生, 山本智章, 田中正栄, 西野勝敏, 近 良明, 塩崎浩之, 成長期少年野球選手における In step、Out step の投球動作への影響, 第 41 回日本理学療法学会大会抄録集, Vol.33 Suppl. No.2 (2006), A0747
- 3) 木暮洗一, 川越 誠, 桜井進一, 久保雅義, 投球動作におけるリードレッグ接地位置の違いが肩関節に及ぼす影響, 第 47 回日本理学療法学会大会抄録集, Vol.39 Suppl. No.2 (2012), p. Cb1388.
- 4) 齋藤健治, 細谷 聡, 井上伸一, 湯川治敏, 野球投球における投球種によるボールリリースと投動作の変化, シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2013 講演論文集 (2013), CD-ROM.

# 投球動作における肩甲骨の可動性とパフォーマンスの関係について

堀内 賢<sup>1</sup>,川村 卓<sup>2</sup>,奈良 隆章<sup>2</sup>,中田 真之<sup>1</sup>,鵜澤 大樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

本研究の目的は,投球動作中の肩甲骨の可動性と投球パフォーマンスについて検討することとした.研究対象者は大学硬式野球選手の19名で,投球動作に支障がないものとする.研究対象者には十分なアップをしてもらい,投球動作を18.44m先の的に向かって行ってもらった.光学式三次元自動動作分析装置(VICON MX+, Vicon Motion System 社製,250Hz)を用い,試技中の身体分析点(49点)及びボール(4点)に張付した専用の反射マーカの三次元座標値を収集し,Butterworth digital filterを用いて,平滑化処理を行った.球速と肩外旋,球速と肩甲骨内転,肩外旋と肩甲骨内転における相関関係を算出した.球速と肩外旋にのみ相関がみられた( $p<0.01$ ).また,セットポジションという統一条件化においても,テークバック動作などに先行研究にみられたような投手と野手の違いがあることがわかった.

**キーワード**: 投球動作,肩甲骨,投球パフォーマンス

## 1. はじめに

野球の投球において肩甲骨の可動性は,肩関節の位置と円滑な動きを補助するという重要な役割を担っており,結果的にそれはパフォーマンスや障害予防に直結する重要な要素である<sup>1)</sup>.

しかしながら,肩甲骨の可動性は,皮膚に直接針を刺す事など倫理的な面で方法論に限界があることから,現在に至るまでその特定はできていないのが現状である.

そこで,本研究では肩甲骨の動きを鎖骨を基準として肩甲骨の動きを推定し,投球パフォーマンスと肩甲骨の可動性の関係について調べた.

## 2. 方法

### 2.1 実験方法

実験は筑波大学内の体育総合実験棟で行う.研究対象者は大学硬式野球選手の19名(投手9名,

野手10名,身長 $176.6\pm 5.4$ cm 体重 $76.1\text{kg}\pm 6.8$ kg)で,投球動作に支障がないものとする.

光学式三次元自動動作分析装置(VICON MX+, Vicon Motion System 社製,250Hz)を用い,試技中の身体分析点(49点)及びボール(4点)に張付した専用の反射マーカの三次元座標値を収集する.なお,投球方向をY軸,三塁側をX軸,鉛直方向をZ軸とする.得られた3次元座標値に対し,Butterworth digital filterを用いて,平滑化処理を行った.

### 2.2 実験手順

研究対象者には十分なアップをしてもらい,18.44m先の的に向かって「全力投球で,かつ的に投げるように」という指示を与えた上で,投球を行ってもらった.5球投げてもらい,毎回の試技の後に5段階の内省を確認した.内省の良いものを分析試技とした.

### 3. 結果

3.1 パフォーマンスと肩甲骨の可動性について  
パフォーマンス(球速)と肩最大外旋(MER)は、 $r=0.5261, p<0.01$  で相関と有意差がみられた。

パフォーマンス(球速)と肩甲骨(肩最大外旋位時), 肩最大外旋(MER)と肩甲骨(肩最大外旋位時)では相関・有意差ともにみられなかった。

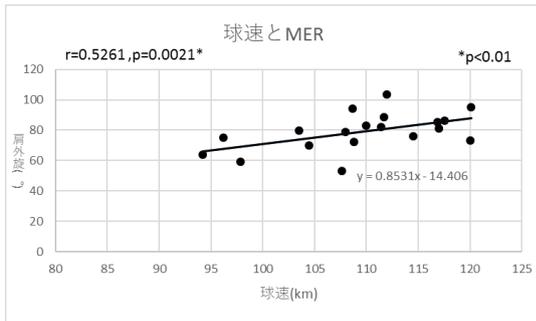


図 1.球速と肩最大外旋(MER)

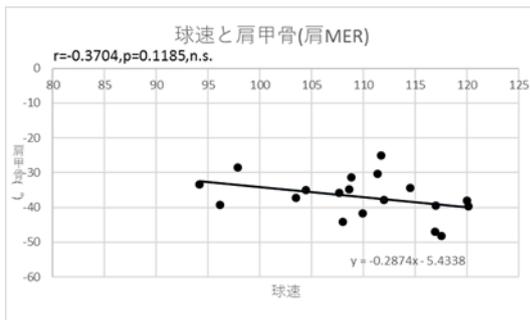


図 2.球速と肩甲骨(肩 MER 時)

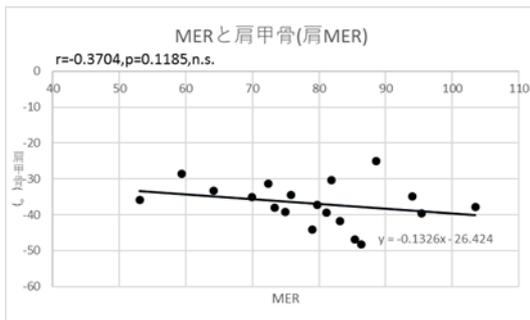


図 3.肩最大外旋と肩甲骨(肩 MER 時)

### 3.2 その他

FC 時, 投手と野手で肩外転で  $10^\circ$ の違いがあった。

投手と捕手では肩最大外旋 (MER) が  $21^\circ(p<0.01)$ の違いがあった。

### 4. 考察

肩甲骨とパフォーマンス(球速)には相関はみられず, パフォーマンス(球速)と肩最大外旋にのみ相関がみられた(図 1.  $r=0.5261, p<0.01$ ).

本研究では, 球速のみの指標では推定した肩甲骨の動きとパフォーマンスを規定できないことがわかった. 今後は, コントロールや球速に制約を設けた条件下での比較検討も必要と考えた. また, 投球に伴う疲労度も考慮した分析も必要となると考えた。

宮下らは, 「基本的に投球障害の発生は, いわゆる「手投げ」と言われるような下肢・体幹・上肢の連動が効率的に行えず, 肩関節や肘関節の運動に依存した投球動作で発生することが多い」としており<sup>2)</sup>, パフォーマンスだけでなく, 障害予防という観点からも肩甲骨の可動性が投球にどのように影響しているかも含めて検証していく必要がある。

また, 本研究の過程で先行研究にみられたような投手と野手ではテークバック動作に違いがあった<sup>3)</sup>. 今回の結果ではそれに加えてポジションからの送球と投球ではなく, セットから全力投球するという条件を同じにしても, 違いがあることがわかった。

### 参考文献

- 1) 橋内基純ら. 投球動作における肩甲骨周囲筋群の筋活動特性. スポーツ科学研究, 8, 166-175, (2011).
- 2) 宮下浩二ら. スポーツによる上肢の運動障害の予防とリハビリテーション. 日職災医誌, 60:131-136, (2012)
- 3) 宮西智久ら. 守備位置の異なる野球選手の投球動作のキネマティクスの比較 体幹と投球腕に着目して. 体育学研究, 60:551-564, (2015)

# 球のキレの感覚はスピードガンの数字とは無関係

進矢 正宏<sup>1</sup>, 那須 大毅<sup>2</sup>, 小林 裕央<sup>1</sup>, 井尻 哲也<sup>1</sup>, 桑田 真澄<sup>1</sup>, 中澤 公孝<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学 大学院総合文化研究科, <sup>2</sup>NTT コミュニケーション科学基礎研究所

投球の質を主観的に表す日本語表現に「キレ」という言葉がある。「キレ」という言葉が表す情報を明らかにするため、主観的に採点されたキレと、客観的なパラメータとの関係を調べた。1名の元プロ投手、2名のアマチュア準硬式投手、1名のアマチュア野手がストレートを20球投じた。投手本人と捕手に加えて、投球をバッターボックス付近から観察した4名の評価者に、投球の質の主観的な評価として、1球ごとに「キレ」の採点と、どの程度のスピードがでていたかと思ったかの主観速度を答えてもらった。客観的な評価として、スピードガンによる初速および終速の測定、ハイスピード撮影された映像からボールの回転量の計測、キャッチャーがミットを構えた位置からの投球の誤差、をそれぞれ計測した。キレおよび主観的球速は評価者間である程度の相関がみられたが、それらと客観的な指標との間には相関関係はみられなかった。これらの結果は、日本語話者の野球選手の間には、キレという言葉に表される何らかの共通の感覚があること、また、それはスピードガンのスピードのような単純な物理指標ではないということを示唆している。

**キーワード**: 球速, 投球誤差, アンケート調査

## 1. はじめに

野球現場において投球のクオリティー、特にフォーシームのストレートのクオリティー、を表す言葉として「キレ」という言葉がしばしば用いられる。このキレという言葉は、異なる投手間のクオリティーの違いを論じる際にも用いられるし、同一投手内の投球のクオリティーの違いを論じる際にも用いられる。前者の例として、「彼のストレートはキレがいい」といった表現が、後者の例としては「さっきの球は今日一番キレがあった」といった表現が該当する。しかしながら、主観的なキレという感覚が、いかなる物理的なプロパティと対応しているのかについては、いまだよくわかっていない。

球のキレとは何かというテーマに挑んだこれまでの研究においては、しばしば被験者間比較を

行っている<sup>1</sup>。この研究では、投手を主観的なキレにより順位づけし、そのスコアとバイオメカニクス的に測定された各種物理量との間の相関関係を調べることにより、キレとはなにを表しているのか、に迫っている。本研究では、同じ投手が20球のストレートを投じる際に、それを見ている評価者が1球ごとにキレを評価することによって、同一被験者内でのキレの感覚が、どのような物理量と関係があるのかについて検討したものである。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

4名の投球者、1名の捕手、4名の評価者が実験に参加した。投球者のうち1名は元プロ野球選手であり、自分の投球時以外は評価者としても参

加した。他の投球者のうち1名は元捕手、2名は準硬式野球の現役投手であった。4名の評価者は全て大学までの競技野球経験者であった。

## 2.2 実験手順

投球者はチェンジアップを10球投げた後、ストレートを20球投げた。分析ではストレートのみを用いた。

投球の物理的指標として、スピードガンを用いて初速および球速を、1kHzでのハイスピード動画撮影によりボールの回転数を、60Hzのデジタルビデオカメラにより捕手の構えたミットの位置からの投球位置のずれを、それぞれ計測した。

バッターボックス後方に立った評価者と捕手は、1球ごとに投球の主観的な球速と、主観的な球のキレを100点満点で手用の用紙に記入した。主観的なキレのスコアは、平均値を0、標準偏差が1となるように正規化された。

同一投手内でキレている球、キレていない球として評価されるキレのばらつきが、1) 複数の評価者間で一致しているのか、2) どの物理的な指標と関係があるのか、をそれぞれ明らかにするために、複数の評価者により主観指標の間および、すべての評価者の主観指標の平均値と物理的指標との間のPearsonの積率相関係数を、投球者ごとに算出した。

## 3. 結果と考察

複数の評価者による球のキレの評価同士では高い相関関係が観察された。すべての投手、すべての評価者間を含めた55組のうち、50組で $p < 0.01$ 水準での有意な相関が観察され、うち34組では $p < 0.001$ 水準であった。このことは、ある評価者がキレがいいと評価した球は、他の評価者もキレがいいと評価することが多いということを示しており、「キレ」という主観的な言葉に何らかの共通した情報が含まれていることを示唆

している。

主観的球速の評価者間の相関は、キレと比べてやや低く、55組中36組で $p < 0.01$ 、うち14組で $p < 0.001$ であった。物理的な球速を直接推定させる質問である「何キロだったと思うか」という評価よりも、「キレ」ていたか、という評価の方が、主観的には共通性が高い可能性を示唆している。

主観的評価に評価者間での相関が認められた一方で、キレの評価と球速・スピン量・ミットからの誤差といった物理的な指標との間には、 $p < 0.1$ 水準での有意な相関は観察されなかった。この結果は、ある投手が何球も投げたうち球のキレがよかったと評価された投球は、球速が速い・回転数が多い・ミットを構えた位置に投げている、といった単純な物理的な指標では全く説明がつかないということを示している。

本研究の結果は、球のキレの主観的な感覚とスピードガンの数字とは無関係、すなわち、「本日最速」「今日一番のキレ」といった表現で表される球は一致しないということを示している。本研究の限界として、投球数が少ないため重回帰分析のような複雑な対応関係を検証する手法はとれなかった点が挙げられる。また、投球者・評価者とも、競技レベルが揃っていないため、ある競技レベル水準での「キレ」を研究対象とすることはできなかった点にも注意が必要だろう。今後、そういった問題を考慮にいれつつ、主観的な言葉と客観的な物理量の写像関係を明らかにする研究を進めていきたい。

## 文献

- 1) 永見智行・矢内利政. "キレがある"と評される直球の特徴：大学野球投手を対象として. 日本体育学会大会予稿集 (66), 193, 2015-08-25

# 高校野球選手における投球後のクーリングダウン方法の違いが

## 翌日の投球パフォーマンスと肩関節機能に及ぼす影響

三上 竜之介<sup>1</sup>, 山本 利春<sup>2</sup>, 笠原 政志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国際武道大学 大学院, <sup>2</sup>国際武道大学

投球過多は肩関節機能や投球パフォーマンスの低下を引き起こし, 結果として投球障害を発生させてしまうことも多い. これらを予防するため, 主に投手において投球後にアイシングや軽運動といったクーリングダウン (以下, C-down) が行われている. しかし, 投手の中には投球後のアイシングを好まない選手も存在する. そこで, 本研究は高校野球投手の連投を想定した際の, 投球後の C-down 実施内容の違いが, 翌日の投球パフォーマンスと肩関節機能に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした. 高校硬式野球部に所属する投手 7 名を対象として, 投球後の C-down をアイシング条件 (以下 ICE) と肩関節軽運動条件 (以下 LSE) の 2 条件で, 試合を想定した投球シミュレーションを 2 日間実施した. 1 日目, 2 日目の投球開始前, 直後, リカバリー後, 2 日目投球から 24 時間後の肩関節機能の変化の比較をした. また投球パフォーマンスは 2 日間すべての投球を測定した. その結果, 両条件間で投球パフォーマンスに有意な差はなかったが, 肩関節機能においては LSE が ICE よりも有意に高値を示した.

**キーワード:** アイシング, 軽運動, 肩関節外旋可動域, 肩関節内旋可動域

### 1. はじめに

高校硬式野球の投手は 1 試合に 100 球以上投げることが多くあり, 時には 2 日連続して投球することも少なくない. この投球過多により, 肩関節可動域, 肩関節周囲筋力および投球パフォーマンスは低下すると報告されている<sup>1)</sup>. また, 多くの研究により投球過多により生じた肩関節機能の低下は, 投球障害の発生につながると考えられている<sup>2)</sup>. これらのことを予防する目的として, 多くの高校野球現場において投球後にストレッチングや軽運動, アイシングなどのクーリングダウンが行われている. 上野らは<sup>3)</sup>, 投球後のアイシングは肩の主観的な疼痛が改善すると報告し, Yanagisawa ら<sup>4)</sup>は投球後のアイシングと肩の軽運動は, 肩関節可動域・筋力の回復と疼痛軽減に有効であると報告している. しかし, 選手の中

には投球後の肩関節周囲のアイシングを拒む者も存在し, 連投条件でのアイシング実施の良し悪しについて言及しているものはない.

そこで, 本研究は高校野球現場の連投を想定した投球後におけるクーリングダウンの実施内容の違いが, 翌日の投球パフォーマンス・肩関節機能に及ぼす影響を明らかにすることとした.

### 2. 方法

#### 2.1 対象・実施期間

高等学校の硬式野球部に所属する健常な投手 7 名 (年齢:  $16.0 \pm 0.8$  歳, 身長:  $172.9 \pm 5.0$ cm, 体重:  $64.3 \pm 5.0$ kg) を対象に, 2016 年 7 月 24~9 月 6 日に実施した.

#### 2.2 実験手順 (図 1)

試合を想定した投球シミュレーションとして

100 球の全力投球を 2 日間行い、投球後に異なるクーリングダウンを実施した。クーリングダウンの内容として、肩関節周囲へのアイシング条件（以下、ICE 条件）と軽運動実施条件（以下、LSE 条件）の 2 条件とした。投球シミュレーションの詳細は図 2 に示した。

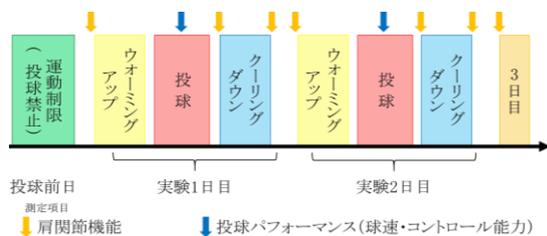


図 1 実験手順



図 2 投球シミュレーション

## 2.3 クーリングダウン実施内容

ICE 条件ではアイシングサポーター（アシックス野球用アイシングサポーター肩用 BEE-60）を使用し、15 分間実施した。LSE 条件では、セラバンド YELLOW（米 HYGENIC 社製）を用い、肩関節外旋、内旋、外転運動を実施した。負荷は 1 秒に 1 回のテンポで行い、10 回ごとの主観的疲労感覚（Rate in Fatigue Sensation）を用い、主観的に疲れたと感じた時点で終了とし、2 セット実施した。

## 2.4 測定項目および測定方法

全力投球時のストライクゾーンに入った数、球速、肩関節機能として、肩関節 90°外転位での外旋・内旋の関節可動域（以下、ERII・IRII）、肩関節筋力は上腕下垂位、肘関節 90°屈曲位、前腕中間位、立位のもと、筋力測定器ミュータス F-1（アニマ社製）を使用して 5 秒間の等尺性外旋・内旋筋力を測定した。測定実施のタイミングは、1 日目・2 日目の投球開始前・終了後、クーリングダウン

実施後、2 日目の投球終了から 24 時間後とした。

## 2.4 統計処理

Microsoft Excel（エクセル統計 2016）の 2 元配置分散分析を用いて、ICE 条件と LSE 条件の条件内・条件間での比較を行った。

## 3. 結果および考察

### 3.1 投球パフォーマンス・肩関節筋力

全測定項目において、ICE 条件と LSE 条件それぞれの条件内と条件間において有意な差は見られなかった。

### 3.2 肩関節可動域

ICE 条件・LSE 条件それぞれの条件内において、全測定項目で有意な差は見られなかった。ICE 条件と LSE 条件の条件間において、ERII（自動）で 3 日目（ $p < 0.05$ ）、IRII（自動）で 3 日目（ $p < 0.05$ ）、IRII（他動）で 2 日目の C-down 後と 3 日目（ $p < 0.05$ ）、Total arc（自動）で 2 日目の C-down 後（ $p < 0.05$ ）と 3 日目（ $p < 0.01$ ）、Total arc（他動）で 3 日目（ $p < 0.05$ ）と ICE 条件よりも LSE 条件の方が有意に高値を示した。これらのことから、投球後のクーリングダウンにおいては肩関節のアイシングよりも肩の軽運動を実施した方が、ERII・IRII の低下を防ぐことができると考えられる。

## 文献

- 1) 柳澤 修ら. 高校生投手の投球数増加が身体諸機能に及ぼす影響—いわゆる 100 球肩の検証—. 臨床スポーツ医学, (2000) 17 (6), 735-739.
- 2) 末永 直樹ら. 野球選手における肩関節可動域と肩障害の関連について. 肩関節, (1994) 18 (1), 77-81.
- 3) 上野 愛範ら. 投球後のアイシングが肩関節に及ぼす影響. 愛知県理学療法学会誌, (2012) 24 (2), 51-55
- 4) Yanagisawa O et al. The effects of various therapeutic measures on shoulder strength and musclesoreness after baseball pitching. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, (2003) 43 (2), 189-201.

# 投球データ即時フィードバックシステムの開発

久野 宗郎<sup>1</sup>, 武市 一成<sup>1</sup>, 品山 亮太<sup>1</sup>, 羽田 勇<sup>2</sup>, 木村 雅春<sup>2</sup>, 三原 祐亮<sup>2</sup>  
(株式会社アシックス スポーツ工学研究所<sup>1</sup>, 株式会社ユーテック<sup>2</sup>)

投球したボールの飛行軌跡には、球速、回転数、回転軸が影響する。これらの数値を定量的に把握することで、投手の能力や状態を適切に評価することが可能となる。そこで我々は、投球したボールの挙動を簡便に計測し、即時にフィードバックを可能とするセンサー内蔵ボール（以下 Sensor ball）を開発した。Sensor ball の精度検証は、3名の野球経験者が投球試技を行い、その際に Sensor ball で計測された球速、回転数、回転軸と、3次元動作解析システムによって算出された計測値との比較をもって行なった。その結果、Sensor ball で計測された球速、回転数、回転軸の平均誤差は、それぞれ 1.5%、0.3%、22.5deg であった。回転軸の算出アルゴリズムを修正することで、投球データ即時フィードバックシステムになり得ることがわかった。

**キーワード：**センサー、球速、回転数、回転軸、即時フィードバック

## 1. はじめに

ピッチャーが投じたボールの特徴は、伸びやキレなどの言葉を使って表現されることが多く、それらは球速、回転数、回転軸が密接に影響していることが報告されている<sup>1)</sup>。これらの値を把握することで、投手の特徴や状態、能力を定量的に評価することが可能になると考えられる。

現在、球速はスピードガンを用いて、簡便に計測しうるが、回転数や回転軸においては、高速度ビデオカメラや 3 次元動作解析システム（以下 MoCap）など、高価で且つ特殊な計測機器が必要となる他、計測のための比較的広い場所や電源の確保も必要となり、容易に測定することは難しい。またデータ処理にも時間を要するため、即時フィードバックが求められるトレーニングの現場では、有益な情報とはなりにくい。

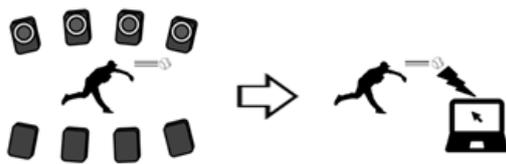


Fig.1 MoCap(左)と Sensor ball(右)の計測イメージ

そこで我々は、投球したボールの球速、回転数、回転軸を簡便に計測し、即時にフィードバックを可能とする Sensor ball の開発に取り組んだ (Fig.1)。

## 2. Sensor ball の仕様

Sensor ball のコア部は、三軸方向の計測が可能な加速度、ジャイロ、地磁気センサーを含み、マイコン、通信モジュール、またワイヤレス受電モジュール等で構成されている (Fig.2)。その重量は 146.7g、外周 23.3cm と公式球規格（重量 141.7-148.4g 外周 22.9-23.5cm）に適合している。投球データは、投球後 10 秒程度で算出される。

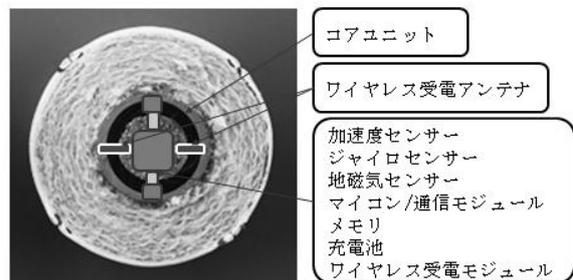


Fig.2 Sensor ball 内部構造

## 3. Sensor ball の精度検証方法

Sensor ball の精度を検証するために、MoCap より算出された計測値との比較を行った。

野球経験者 3 名を対象とし, Sensor ball を最大努力で投球する試技を 5 回行った. 球種はフォーシームストレートとした. データ収集範囲はリリース位置から約 3m とし, サンプリング周波数は 500Hz とした.

計測項目は球速, 回転数, 回転軸とし, Fig.3 に示すように Sensor ball に貼付した 3 点の反射マーカークの位置座標より算出した.  $\overline{ab}$  はボールの直径に対応し,  $\overline{ab}$  に下ろした垂線の足が  $\overline{ab}$  の中点, すなわちボールの中心  $o$  となる位置点  $c$  に反射マーカークは貼付されている. 球速は点  $o$  の移動距離と移動時間から算出し, 回転軸は, 移動ベクトル  $\overrightarrow{aa'}$ ,  $\overrightarrow{cc'}$  に垂直かつ点  $o$  を通る直線  $l$  とし, 回転数は, 点  $c$  から  $l$  に下ろした垂線の足を  $g$  とし,  $\overline{gc}$  と  $\overline{gc'}$  のなす角と移動時間から算出した<sup>1)</sup>. 回転軸の比較は, Sensor ball と MoCap の回転軸ベクトルの内積をもって行った.

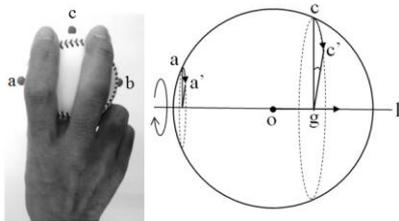


Fig.3 反射マーカーク貼付位置と握り方(左)  
球速, 回転数, 回転軸算出説明図(右)

#### 4. 検証結果

Fig.4, Fig.5 に, 全被験者の Sensor ball と MoCap から得られる球速, 回転数の関係を示す. 球速, 回転数ともに, Sensor ball と MoCap の計測値は, 同程度の値が得られている.

Fig.6 に Sensor ball と MoCap から得られる回転軸が最小のものを示す. ボールの回転方向は, 右手母指を矢印方向に向けた際, 他の指方向に回転している.

各項目の平均誤差は, 球速 1.5% (誤差範囲 0.0%-4.2%), 回転数 0.3% (誤差範囲 0.0%-0.9%), 回転軸 22.5deg (誤差範囲 11.1deg- 34.1deg) となった.

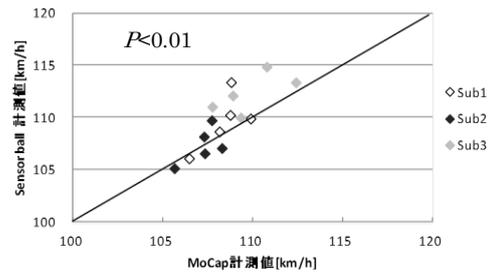


Fig4. Sensor ball と MoCap の関係 (球速)

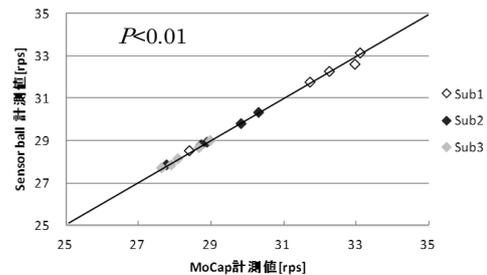


Fig5. Sensor ball と MoCap の関係 (回転数)

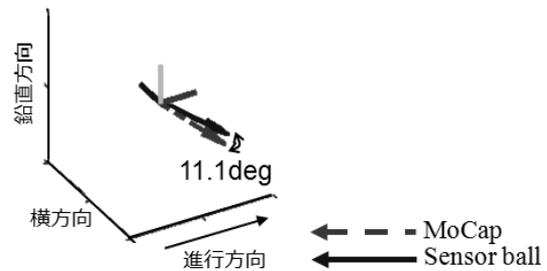


Fig6. Sensor ball と MoCap の回転軸例

#### 4. まとめ

Sensor ball と MoCap の比較結果から球速, 回転数は, 統計上同じ値を示すのに対し, 回転軸は, 誤差が大きいものがあり, 算出アルゴリズムを改良する余地があると考えます. また, 今回の検証では, 115km/h 未満のデータであったため, 今後は 115km/h 以上の高速度帯での検証が必要といえる.

回転軸の精度を改善し, 高速度帯での精度が確認できれば, 本システムは, 投球データが 10 秒程度で算出できるため, 即時に有益な情報を提供できる手段になると考える.

#### 文献

- 1) Jinji T, Sakurai S (2006a): Direction of spin axis and spin rate of the pitched baseball. Sports Biomech 5 (2):197-214

# MiLB 本拠地の立地条件と観客増員策の日本プロ野球 2 軍での実行可能性

福田 岳洋, 平田 竹男

早稲田大学大学院 トップスポーツマネジメントコース

国内外における多くのプロスポーツには下部組織が備わっている。選手の育成を目的として設置されているプロ野球(NPB)2 軍において観客動員数の増加に着手することは、選手のモチベーションアップや球団の普及にも好影響が期待されるため、今後の取り組みの必要性を強く感じた。そこで本研究では、アメリカ、メジャー・リーグ(MLB)の下部組織にも関わらず多くの観客動員数を誇るマイナー・リーグ(MiLB)の本拠地立地条件から観客増員策を調査し、2 軍での実行可能性を明らかにすることを目的とした。今回の研究によって、MiLB には MLB のない州への設置傾向、観客が観戦可能な時間帯での試合開催など、様々な工夫がなされていることが確認された。現在の日本において実行可能な要素も多くあることから、2 軍本拠地の再立地によって、これまでプロ野球を実際に観戦することが出来なかった人々の観戦を可能にし、さらなる野球人気再生の可能性が充分あると考えられる。

**キーワード**：スポーツマネジメント、下部組織、独立採算、地方球場、アンケート調査

## 1. はじめに

2015 年のプロ野球 1 軍の平均観客動員数は 28,240 人、2 軍は 1,025 人であった。一方、アメリカの MiLB に目を向けると、2 軍にあたる 3A 球団においても 9,000 人以上の平均観客動員数を誇る球団も存在していた。元 MiLB 球団職員によると、MiLB では観客を増やすために年間通して地域密着を行っている事や、観客に対して常に  $\alpha$  のサービスを提供する等、日本の 2 軍ではあまり熱心に取り組まれていない手法が取り入れられていることが分かった。選手のモチベーションアップにもなり、球団の普及にも好影響が期待されるため、プロ野球 2 軍の観客数増加の取り組みの必要性を強く感じた。

これまでに、アメリカでの Arthur T. Johnson からのマイナー球団の設置が地域活性につながるといった研究や、石原ら<sup>2)</sup>の MiLB の持続的経営に関する研究はあった。しかし、MiLB の立地条件や取り組まれている内容が日本で実行可能

なのかを明らかにした研究は見当たらない。

そこで本研究では、アメリカ MiLB の本拠地立地条件と観客増員策の日本プロ野球 2 軍での実行可能性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 MiLB, NPB2 軍に関する調査

対象：

MiLB, 3A に所属する 30 球団, NPB2 軍の 12 球団

調査項目：

- 都市人口
- MLB (NPB1 軍) 本拠地との位置関係
- スタジアム規模と稼働率
- 試合日程
- その他プロスポーツとの比較

調査方法：公式 HP, 文献等により調査

### 2.2 NPB 現役選手へのアンケート

対象：2015 年 11 月時点での現役選手

収集データ：試合環境, ファンサービス

## 3. 結果

### 3.1 MiLB の現状

#### A) 立地条件

全米 50 州のうち 21 州に MiLB の本拠地が置かれており、30 球団中 16 球団は MLB のない州に設置されていた。MLB と傘下である MiLB 本拠地との平均距離は 798km であった。MiLB 球団を置く都市は 1 万人を切る都市から 100 万人を超える都市まで、幅広く分布されていた。

#### B) 試合環境

全球団が 90%近い割合でナイター開催をしており、全ての球団がホームゲームを本拠地球場で開催していた。

#### C) その他プロスポーツとの関係

州面積が広いため、同一州に複数競技の本拠地が 10 球団以上ある州もあった。

### 3.2 NPB2 軍の現状

#### A) 立地条件

12 球団中 6 球団が、2 軍本拠地を同一県内に持っていた。特に関東 4 県には 1 軍 2 軍合わせて 11 の本拠地があった。1 軍 2 軍における本拠地間の距離は平均 127km であった。2 軍の本拠地を置く都市は 10 万人を切る都市から 200 万人を超える都市まで、幅広く分布されていた。

#### B) 試合環境

ナイター設備が備わっている球団は 3 球団しかなく、多くの試合がデイゲーム開催であった。全ての球団が地方球場での開催を行っていた。

#### C) その他プロスポーツとの関係

関東 4 県でプロ野球球団、J リーグ、BJ リーグを合わせると 26 球団の本拠地があった。野球以外のスポーツは本拠地が全国に分布されていた。

### 3.3 現役選手へのアンケート調査の結果

回答した全ての選手が 2 軍の試合でも多くの観客の中でプレーすることがモチベーションの向上につながるとあり、65%の選手が現在の試合前のファンサービスに関して負担に感じておらず、参加しても良い意思があることがわかった。

## 4. 考察

アメリカでは MLB の傘下である MiLB 球団を同一州に置く傾向はなく、MLB 球団のない州へ設置する事によって、新たなファンの獲得を図っていたと考えられる。設置都市における人口においては日本と大差はなく、都市人口が動員数に与える影響は少ないと考えられる。さらに MiLB では、その他プロスポーツ球団が近くにある事で稼働率が高くなる傾向があり、他競技の本拠地がある州では人々が、スポーツを観戦する習慣が備わっていると考えられる。独立採算制である MiLB では球団職員による集客が重要視されており、それにより高い人気を獲得する事が可能であることが示唆されている。

日本では狭い範囲の中で 1 軍 2 軍の本拠地が設置されている事が多く、1 軍戦への観戦が容易になっていることや、2 軍戦のナイター開催が少ないことにより観客動員数が伸び悩んでいたと考えられる。選手によるファンサービスの充実、球団職員による集客によって、さらなるファンの獲得が可能であると考えられる。

## 5. 結論

2 軍の再立地条件として、1 軍の本拠地との距離が近過ぎず、その他スポーツ球団のある地域かつ、収容力が多く、ナイター設備を有する球場を持つ事が良いと考えられる。これまでに全ての球団が、現有する本拠地球場以外での開催を経験している事から、現存する地方球場を新たに本拠地とすることは可能であると考えられる。それにより新たな野球ファンの獲得、さらには選手の育成向上を生み出すことが可能であると言える。

## 文献

- 1) Arthur T. Johnson (1991) Local Government, Minor League Baseball, and Economic Development Strategies
- 2) 石原 豊一 (2011) A Sustainable Business Model of Minor League Baseball in Japan Based on a Comparison of the US and Japanese Baseball Businesses

# 野球の打撃における指導言語に関する研究

## ～「引き付けて打て」という指導言語を例に～

鵜瀬 亮一<sup>1</sup>, 大室 康平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟医療福祉大学 健康科学部, <sup>2</sup>八戸工業大学 基礎教育研究センター

本研究は、野球の打撃における「引き付けて打て」という指導言語が選手のパフォーマンスとキネマティクスに及ぼす影響、およびその有用性について明らかにすることを目的とした。高校野球部員 10 名を用いて「普段通り」のフリー打撃と「引き付けて打て」と教示をした際のバッティング動作を比較した。その結果、インパクト位置が変わらなかった 5 名（以後、非変化群）と有意に短く変化した 5 名（以後、変化群）に分かれた。教示により非変化群はバットスピードを維持しながら、ミートの正確性が向上した。一方、変化群はミートの正確性を維持したもののバットスピードは低下した。これらのことから「引き付けて打て」という指導言語は非変化群に有用であることが示唆された。また、両群を見極める方法として、toe on から toe off 局面での体幹の角度に特徴があった。非変化群は肩の角度を維持したまま、腰を正の方向に回転させており、変化群は腰と肩を負の方向に回転させていた。

**キーワード**：バッティング，指導用語，引き付けて打つ，インパクト位置，

### 1. はじめに

指導者が用いる指導法や指導言語は、現場における選手の技術向上にとって重要な役割を果たしている。野球の指導現場には伝統的な指導言語が多々あり、「軸を意識する」「割れを作る」など比喩的、抽象的なものも多いが、科学的検証がなされているものは少ない。そうした指導言語の効果やそれがどんな選手に有用であるかを検討することは、より効果的な指導を実践することにつながる。そこで、本研究では「引き付けて打て」という指導言語が打撃パフォーマンスおよび打撃動作中のキネマティクスに及ぼす影響を明らかにし、どのような選手に有用であるかを検討する。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

高等学校の硬式野球部に所属する右打ちの選手 10 名（年齢  $16 \pm 1$  歳，身長  $170.9 \pm 6.0$  cm，体重  $66.6 \pm 9.6$  kg，競技年数  $8 \pm 2$  年）。

#### 2.2 実験試技

被験者にはピッチングマシンから発射される 120 km/h の直球に対し、「普段通り」のフリー打撃を 5 球，その後「引き付けて打て」の教示を与え，5 球の打撃を行わせた。打者の軸足の位置については，あらかじめ打席内に引いたライン上に乗せるように指示し，打撃時は毎回同じ位置に構えるようにさせた。

#### 2.3 分析方法

実験試技を 2 台の高速度カメラ（HSV - 500C<sup>3</sup>，Nac 社製）を用いて 125frame/s，シャッタースピード 1000Hz で撮影した。本研究では，ホームプレートから投球板へ向かうベクトルを Y 軸，Y 軸に対して直交するベクトルの水平方向を X 軸，鉛直方向を Z 軸として右手系の静止座標系を設定

した。また、反射マーカ―は左右肩峰、左右大転子、左右つま先、左右かかと、バットの先端、グリップエンドに貼付した。

## 2.4 分析項目

本研究ではインパクト直前のバットヘッドの1フレーム分の変位を時間微分し、バットスピードとして算出した。ミートの正確性としては、打球スピードをバットスピードで除した値を用いた<sup>1)</sup>。また、軸足のつま先からインパクトまでの水平距離をインパクト位置として算出した。スイング局面については、ストライド脚が離地した時点をも「toe off」、ストライド脚が接地した時点をも「toe on」、ボールインパクトの時点をも「ball impact」と定義した。

## 3. 結果

### 3.1 教示前後のインパクト位置

「引き付けて打て」という教示を与えたところ、10人の平均値については、インパクト位置以外に有意差は認められなかった。そこでインパクト位置について個別のデータを検討したところ、教示を与えてもインパクト位置が変わらなかった5名（以後、非変化群）と有意に短くなった5名（以後、変化群）が存在したことから、以後両群に分けて分析を進めた。

### 3.2 バットスピードとミートの正確性、体幹の角度

バットスピードは、教示により非変化群では維持され、変化群では有意に低下した（表1）。ミートの正確性は、非変化群では有意に高くなり、変化群では変わらなかった（表2）。体幹の角度は、toe on時の両群に有意差が認められ、変化群は非変化群に比べ、肩と腰の角度が負の方向に大きかった（表3）。

## 4. 考察

### 4.1 「引き付けて打て」という指導言語の効果について

「引き付けて打て」と教示を行うことで非変化群はバットスピードを維持したまま、ミートの正確性が向上した。一方、変化群はミートの正確性こそ維持されたが、バットスピードが低下した。このことから「引き付けて打て」という指導言語が非変化群のミートの正確性を高めることが示唆された。同時に、変化群への使用についてはパフォーマンスの低下につながることを示唆された。

### 4.2 指導言語が有用な選手の見極めについて

「引き付けて打て」という指導言語がどのような選手に有用であるかを見極めるには体幹の角度に特徴が見られた。非変化群はtoe offからtoe onにかけて肩の角度を維持したまま、腰を正の方向に回転させていた（表3）。一方、変化群は腰と肩を負の方向に回転させ続けていた。

## 5. まとめ

本研究の結果から「引き付けて打て」という指導言語はミートの正確性を向上させることが示唆された。その際、全ての選手に有用ではなく、指導言語を用いる際に、打撃動作の見極めが指導者に要求される可能性が示唆された。

## 文献

1) 川村 卓ら (2001) : 熟練野球選手の打撃動作における両手の動きについて. 大学体育研究, 23 : 17-28

# ウェアラブルセンサーを用いて試合中の緊張量を定量評価する

## 新手法の提案

井尻 哲也<sup>1,3</sup>, 木村 聡貴<sup>2,3</sup>, 柏野牧夫<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院総合文化研究科, <sup>2</sup> NTT コミュニケーション科学基礎研究所,

<sup>3</sup> 国立研究開発法人科学技術振興機構 CREST

心拍数の変動から、実戦状況におけるアスリートのコンディションを推定することは、計測機器が運動を阻害することや、心拍数が運動強度や疲労などの影響と心理的影響を受けて変動することから困難であった。本研究では、ウェアラブル生体電極を用いて非拘束に計測した運動中の心電位や加速度データから、実戦状況のスポーツ選手の心拍変動量を、運動強度を考量したうえで定量評価する手法を提案した。ウェアラブル生体電極を搭載したインナーウェアを装着したアマチュア野球選手 2 名の、3 日間の練習中および、1 日の試合中の心電図と体幹部の加速度を計測した。運動の影響により変動する心拍数を予測するモデルを構築した。試合中の加速度データにそのモデルを適用し、算出された予測心拍数と実測心拍数の差分値を心理的要因による心拍数変動量と定義した。試合において、モデルからの心拍数差分値は約 0~60 bpm の変動を示し、試合状況に関連した心拍数の上昇を、運動そのものによる影響を排除したうえで検出することができた。

**キーワード**：緊張，心拍数，ウェアラブルセンサー，真剣勝負，

### 1. はじめに

スポーツ選手が最高のパフォーマンスを発揮するためには適度な緊張と集中力が必要だと言われる<sup>1,2</sup>。しかし逸話的に語られる緊張状態の質的な違いの実態や、パフォーマンスとの関係は明らかではない。

緊張状態の指標となる心拍数は、自律神経活動のバランスによって変動する。しかし多様な運動を行うスポーツの場合、心拍数に運動による変動成分と心理的要因による変動成分が混在するため、心拍数からの選手の心理状態を評価することは難しい。

そこで、本研究では、NTT 物性科学基礎研究所と東レ株式会社が共同開発したウェアラブル生体電極“hitoe”<sup>3</sup> を搭載したコンプレッションインナーウェア（以下 hitoe インナー）を活用し、

スポーツ競技の練習および実戦環境下での心電位および体動による加速度データを計測し、直前の運動量変動を考量した上で、心拍数の変動を定量評価するための手法を提案することを目的とした。

### 2. 心拍-運動強度関係推定モデルの構築

#### 2.1 基礎データ計測

被験者は、健康成人男性 2 名（被験者 1: 50 歳，被験者 2: 30 歳）とし、3 日間における野球の練習日、および試合日の心電図（200 Hz）と体幹中央部（胸部前面）の 3 軸加速度（25 Hz）を計測した。

#### 2.2 心拍-運動強度関係の推定

練習中のデータだけをもちいて、運動強度から心拍数を予測するモデルのパラメータ推定を行

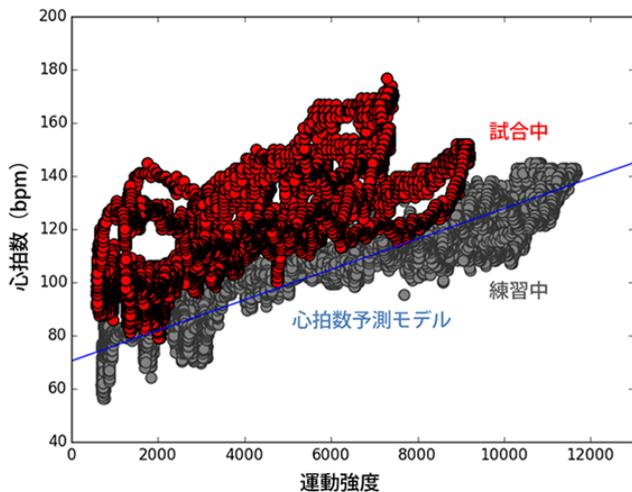


図 1. 運動強度と心拍数の関係

うと、運動強度-心拍数直線が得られる（図 1 の直線）。運動強度はある時刻  $t_0$  から過去 15 分間の加速度から推定した。運動強度は 15 分間の加速度振幅を過去に向かって指数関数的に減衰させた後、積分することによって算出した。心拍数-運動強度推定値間の線形回帰式を求めた結果、回帰式の決定係数は 0.86 であった。練習時に総じて心理的緊張度が低いという前提に立つと、この回帰式から推定される心拍数は運動由来の心拍数と解釈できる。

### 3. 試合日の心拍数と運動強度推定値変動

試合時に計測した加速度データから運動強度を算出し、前項で求めた回帰式へ代入すると、試合時における心拍数が推定される（図 1 の上部）。

図 2. 試合時の心理的要因による心拍数変動値の時系列データ

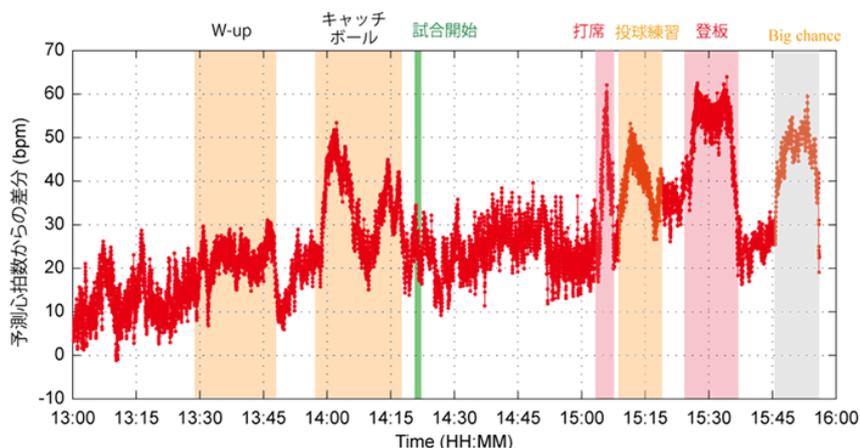


図 1 から明らかなように、試合時の実測心拍数は、試合状況に応じた心理的緊張の影響による変動が混在しているため、モデルが予測する心拍数（図 1 の直線）との差分値が生じる。この値を心理的要因による心拍数変動値と定義し、試合当日の心拍数変動の時系列を表したものが図 2 である。図 2 から見て取れるように、予測心拍数からの差分値は、最初の「打席」や、「登板」において著しく増大している。このように実測心拍数から運動強度由来の成分を除いた残り値を時系列で見ることで、その選手の精神状態が試合の局面ごとにどのように変動していたかがわかる。そうした精神状態の変動とパフォーマンスとの関係を分析すれば、一人一人の選手が自分にとって最適な心拍数を把握できる可能性がある。

### 文献

1. Yerkes RM, Dodson JD. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J Comp Neurol Psychol.* 1908;18(5):459-482.
2. Csikszentmihalyi M, LeFevre J. Optimal experience in work and leisure. *J Personal Soc Psychol.* 1989;Vol 56(5):815-822.
3. Tsukada S, Nakashima H, Torimitsu K. Conductive polymer combined silk fiber bundle for bioelectrical signal recording. *PLoS One.* 2012;7(4).

# グラブ選択支援システムの開発

西川 範浩, 落知 勇

株式会社 アシックス スポーツ工学研究所

野球選手のグラブ選択において、フィット性は重要な要素の一つである。多くの選手は、店頭で実際にグラブを試着し、手に対するフィット性を主観評価し、購入するのが一般的である。このような感覚を頼りにした方法では、選手に最もフィットしたグラブが選択されているとは言い難い。また、これまで手とグラブのフィット性に関して定量的なアプローチは見られない。本研究では、深度センサとスキャナを複合した簡易の3次元計測装置を開発し、高校野球選手を対象に手型の測定を行った。得られたデータを基に特徴点を体系的に整理し、手型とグラブ形状がフィット性の官能に及ぼす影響を調査した。その結果、選手がフィット性に対する感覚が高い部位を特定できた。さらに、手型とグラブ形状の特定部位を照合するアルゴリズムを作成することで、個々の選手にフィットしたグラブを定量的に選択支援するシステムを開発した。

**キーワード**：3次元計測装置、フィット性、選択支援

## 1. はじめに

野球選手において、手にフィットしたグラブを選択することは重要な要素となっている。当社で実施した高校野球選手 350 名でのアンケート結果において、7 割の選手が店頭で実際にグラブを試着しフィット性を確認してからグラブを購入すると回答した。一方で、グラブを試着してフィット性を確認するという方法は、選手の主観や感覚に頼っており、選手に最もフィットしたグラブが選択されているとは言い難い。この問題に対し、これまで手とグラブのフィット性を定量的に確認するアプローチは見られない。本研究では、手型とグラブ形状がフィット性に及ぼす影響を調査し、個々の選手にフィットしたグラブを定量的に選択支援するシステム開発について報告する。

## 2. 簡易手型計測装置の開発

野球選手の手型を収集するため、簡便で精度良く手型が計測できる 3 次元計測装置を開発した。計測装置を Fig.1 に示す。2 次元スキャナと小型の 3 次元深度センサにより構成される。2 次元スキャナは手の平側の 2 次元画像を、3 次元深度センサは手の甲側の 3 次元形状を計測する。これらのデータを用いて、独自に考案したアルゴリズムにより、Fig.2 に示すように、フィット性設計の指針となりうる特徴部

位の長さを算出した。計測時間は約 20 秒である。



Fig.1 手型計測装置

Fig.2 計測部位

## 3. 手型の体型化

高校野球選手 138 名を対象に手型を計測し、選定した 6 箇所部位のデータを体系的に整理した。結果の一例を Fig.3 に示す。各部位の計測値より得られる正規分布に従い、標準偏差を用いて 7 段階のサイズに被験者を分類した。

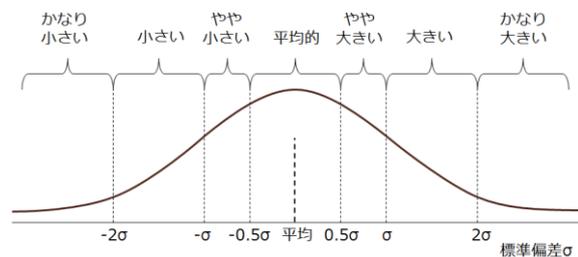


Fig.3 手型の体型化

## 4. フィット性判定, グラブ推奨

手型に対し適切なクリアランスを有するグラブを、フィット性に優れるグラブと定義し、手型とグラブ

形状の各部位の寸法を比較した。その結果より、グラブ形状で選定した部位の寸法に、クリアランスを考慮した係数を設定した。一例として、フィット性が高いと感じる手囲とベルト周囲長の関係を Fig.4 に示す。

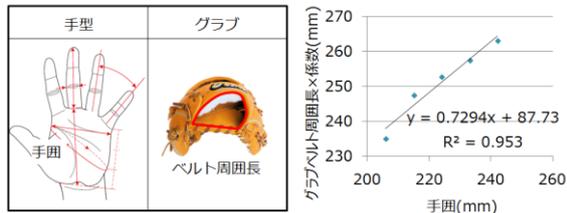


Fig.4 フィット性の判定事例

また、手が小さく薬指と小指のなす角度が狭い選手は、グラブ挿入時に小指の付け根がグラブに接触し、不快に感じる事が分った。これに該当する被験者 2 名について、21 種類の自社グラブを試着し、小指付け根の接触について調査した。

結果を Fig.5 に示す。「軽く接触」「接触なし」と判断されたグラブは、小指袋に薬指と小指を入れるタイプ（以下、小指二本入れタイプ）と軟質の革を使用したタイプ（以下、軟質革タイプ）であった。



Fig.5 グラブ試着テストの結果

以上の結果より、グラブの推奨はフィット性の特徴部位 6 箇所について、手型とクリアランスを考慮したグラブ形状が総合的に一致している上位 3 タイプのグラブが選択される。また、手が小さく薬指と小指のなす角度が狭い選手においては、小指二本入れタイプと軟質革タイプを優先し推奨する。

## 5. グラブ推奨のアルゴリズム

手型の計測からグラブの推奨までを行う本システムを「HAND ID」と称し、以下に一連のアルゴリズムを示す。

- (1) 手型の計測
- (2) 手型の判定
- (3) 推奨グラブの提示
- (4) プレースタイルによる推奨グラブの表示



Fig.6 計測結果

(1)の結果は、Fig.6 に示すように表示される。各部位の判定は、先の高校野球選手のデータベースより偏差値を算出しているが、今後、蓄積されるデータを追加して母集団がアップデートされる。

Fig.7 に、推奨グラブのアウトプット画面の一例を示す。ここでは、フィット性を重視した際に推奨される上位 3 つを表示する。さらに、(4)においては、選手のプレースタイルを重視した順位で表示することもできる。例えば、捕球を重視するのであれば、フィット性で選ばれた 3 つのグラブを、ポケットの深い順に表示する。



Fig.7 推奨グラブの表示の一例

## 6. まとめ

3次元で手型形状を簡便、且つ精度良く計測できる装置を開発し、得られた手型情報とグラブ形状の照合によりフィット性を判定する方法を確立した。また、個々の選手にフィットしたグラブを定量的に選択支援するシステムを開発した。

## 文献

- 1) K・F・ウェルズら. 新版キネシオロジ—身体運動の基礎原理—. ベースボール・マガジン社., pp. 139-140. (1979).
- 2) 人間工学生活工学研究センター. 日本人の手の寸法データ集 2010

# 小学生は 150 km/h の速球が打てるのか？

小林裕央<sup>1</sup>, 進矢正宏<sup>1</sup>, 小幡博基<sup>2</sup>, 井尻哲也<sup>1</sup>, 萩尾耕太郎<sup>1</sup>, 桑田真澄<sup>1</sup>, 中澤公孝<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院総合文化研究科, <sup>2</sup> 九州工業大学教養教育院

野球の打撃では、例えば 150 km/h に迫る速球の場合、投球リリースからボールが打撃点に到達するまでの時間 (TTC : time to contact) はわずか 400 ミリ秒とされる。打者はその中で、時間的および空間的に正確なバットスイングが要求される。では、このスキルは発達過程のどの段階で獲得されるのか？本研究は小学生から大学生を対象に試合中の TTC を計測し、また、反応時間を計測して両者の間に関係性があるのかを調べた。試合中の投手の球速は小学生に比べ、大学生の方が明らかに速かったが、小学生の最高レベルとみなされる大会中の TTC 最短値は中学生や高校生を上回る 410 ms を記録し、151 km/h を記録した大学生の TTC 最短値 (400 ms) と遜色ない値を示した。一方、ボタン反応課題を用いて評価した反応時間は、単純反応および Go/Nogo 選択反応時間ともに小、中学生よりも高校、大学生の方が有意に早く、TTC との関係性は見られなかった。以上の結果から、小学生の段階で既に 150 km/h の速球に対応する視覚運動処理能力を獲得する子供の存在が明らかとなったが、この能力の背後の神経機序は反応時間に関与する神経機序とは異なることが示唆された。

キーワード : 打撃スキル, 発達, time-to-contact, 反応時間

## 1. はじめに

野球の打者は非常に厳しい時間的制約の下、投球に正確にタイミングを合わせて打ち返すことが要求される。例えば、150 km/h に迫る速球の場合、投球リリースからボールが打撃点に到達するまでの時間 (TTC: Time-to-contact) はわずか 0.4 秒しかない。打者はその中でボールを見極め速球に対応しなければならず、必要とされる打撃スキルは極めて高度なものとなる。

ではこのスキルは発達過程のどの段階で獲得され得るのか？現状ではこれに関する具体的検証例はまだない。一方、この時間的対応能力に関与する要素として反応スキルが考えられる。

Kida et al. (2005) は高校野球の打者は Go/Nogo 反応時間が他競技よりも優れ、さらにスキルレベルに従って有意に早くなることを報告しており、反応スキルは速球への対応能力を説明し得る可

能性がある。そこで本研究は、小学生から大学生を対象に試合中の TTC を計測し、150 km/h の速球に相当する時間的対応能力がどの段階で獲得されるのか、また、反応スキルはその能力と関連があるのかについて検証した。

## 2. 方法

(研究 1 : 試合中の TTC の比較)

対象とした試合は小学生から大学生の各年代の全国大会とした。TTC の計測は 1 台の高速度カメラ (600 fps) を用いて試合中の投手と打者を同時に撮影し、ボールリリースから打撃するまでの時間を算出した。球速も合わせて計測した。

(研究 2 : スイング反応時間の比較)

被験者は小学生から大学生の野球選手 126 名とした。課題はボタン押し動作による単純反応および Go/ Nogo 反応課題とし、被験者は目の前の

青色LEDが点灯したら素早く反応し (Go), Go/Nogo課題ではさらに赤色LEDが点灯した場合は反応しない (Nogo) よう指示された。

### 3. 結果

(研究1) 小学生の試合では平均球速で  $111.8 \pm 6.9$  km/h, 最高球速は 127 km/h を記録し, 小学生の中でもトップレベルの球速を示した。また, 大学生では最高で 151 km/h を記録した(図1a)。

一方, TTC は球速とは全く異なる傾向を示し, 小学生のTTCは平均  $469.2 \pm 46.6$  ms, 最短では 410 ms と大学生(平均:  $447.5 \pm 31.2$  ms, 最短: 400 ms) と遜色ない値を示した。これらは中学生や高校生を上回る値であり, 小学生の段階で既に150 km/h 相当の速球にタイミングを的確に合わせて打撃する視覚運動処理能力を既に有している選手が存在することが分かった(図1b)。

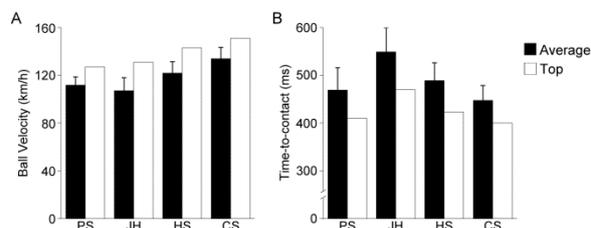


図1. 小学生から大学生の球速とTTCの比較. 球速(a)およびTTC(b)は小学生(PS), 中学生(JH), 高校生(HS), 大学生(CS)の順でそれぞれの平均値(黒)および最高値(白)を示している。

(研究2) ボタン押し反応課題では, 単純反応および Go/Nogo 反応時間共に, 小学生と中学生との間に有意差はなく, 両群とも高校生および大学生に比べて有意に遅かった。一方, 高校生と大学生との間には有意差はなかった(図2)。

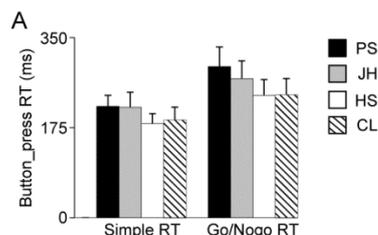


図2. 小学生から大学生におけるボタン押し反応課題の比較。

### 4. 考察

試合中のTTCの結果から, 小学生の段階で150 km/hに相当する速球に対応するだけの時間的対応能力が既に備わっている選手がいることが明らかになった。現時点でこの背後にある神経機序については不明だが, 最近の研究で打撃スキルレベルの高い打者は投球フォームを注視する位置が異なること (Takeuchi and Inomata 2009), 打者の球種予測の正確性はシーズンの打撃成績と関連を示すことが明らかとなっており (Müller and Fadde 2016), 準備期における予測能力やそれに関与する神経機序はトップレベルの小学生の打撃スキルを説明し得るかもしれない。

一方, 各年代間の反応スキルを比較したところ, 小学生の反応スキルは高校生以上と比べてまだ未成熟であり, 反応スキルに関与する神経機序は小学生の特筆した速球への対応能力の背後にある神経機序とは異なるようである。また, 本研究ではGo/Nogo反応時間に競技スキル特性が反映されなかったことから, 刺激の提示方法の違いによっては野球選手のスキルレベルが反映されない可能性が示唆された (Kida et al. 2005)。

### 5. まとめ

小学生の段階で既に150 km/hの速球に対応する視覚運動処理能力を有する子供の存在が明らかとなったが, この能力の背後の神経機序は反応時間に関与する神経機序とは異なることが示唆された。

### 文献

- 1) Kida et al. (2005) Brain Res Cogn Brain Res 22:257-264.
- 2) Takeuchi and Inomata (2009) Percept Mot Skills 108: 971-980.
- 3) Müller and Fadde (2016) J Appl Sport Psychol 28:49-61.

# 野球の打撃における腰部回転様式の違いによる類型化の試み

早津 寛史<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

野球の打撃において腰部の回転はバットスピードを生み出すために重要であるとされており、指導現場や指導書でも回転させることや肩との捻りを生み出すことについて言われている。しかし、現場では打者それぞれに腰部の回転の方法やタイミングに違いがあり、一様な指導方法を用いるべきではなく、それぞれの動作に合った指導をすべきであると考え。そこで本研究では、打撃の腰部回転様式の違いによる類型化をすることを目的とする。研究方法は、社会人野球選手及び大学野球選手を対象とし、ティー打撃における打撃動作を光学式三次元解析した。分析試技は内省評価の最も良いものとした。その結果、腰部回転様式を踏み出し足接地後からインパクトまで回転を大きくするタイプ、踏み出し足接地後回転をあまりせず並進するタイプ、踏み出し足接地後に並進し、インパクト直前で回転をするタイプの3つに分類することができた。

**キーワード**：回転軸，回転，並進，

## 1. はじめに

野球の打撃において体幹・下肢は重要視されており、特に腰部の回転について森下(2001)<sup>1</sup>が「体幹においては、腰の回転がバットスピードを増加させるために最も重要であり、次に腰の回転後に生じる体幹下部（腰部に対する胸郭）の捻り戻しの回転が重要であることが示唆された。」と述べているように重要度が高いとされている。また、腰部について指導現場、指導書では、「一気に回転させろ」、「肩との捻りを作れ」などの表現で指導がされている。しかし、実際には打者それぞれ腰部の回転の方法やタイミングに違いがあると感じられ、一様な指導方法を用いるべきではなく、それぞれの動作に合った指導をすべきであると考え。そこで本研究では打撃の腰部回転様式の違いによる類型化をすることを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 対象者

社会人野球選手 16 名，大学野球選手 13 名。

### 2.2 実験試技，分析試技

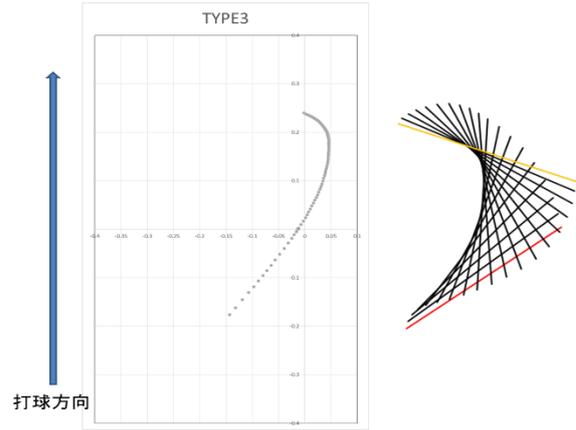
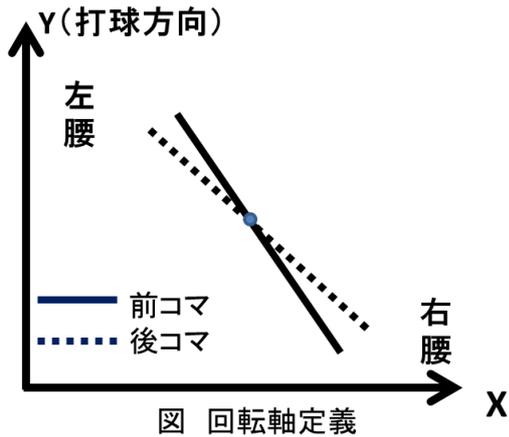
T 打撃を 5 球ほど行い、最も内省の良い試技を分析試技とした。

### 2.3 データ収集

光学式三次元自動分析装置を用い、三次元座標値を収集した。

### 2.5 腰部回転軸の定義

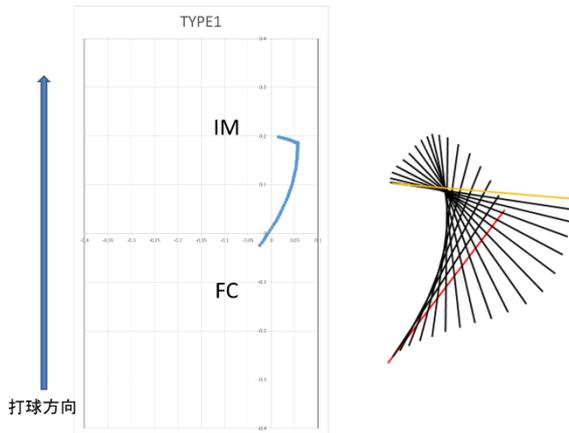
三次元座標値から XY 平面上の両股関節を結んだ線を算出する。分析範囲の前後コマの両股関節を結んだ線の交点を軸とし、1 コマ目と 2 コマ目の交点、2 コマ目と 3 コマ目の交点と算出していき、それを追ったものを軸の軌道とした。



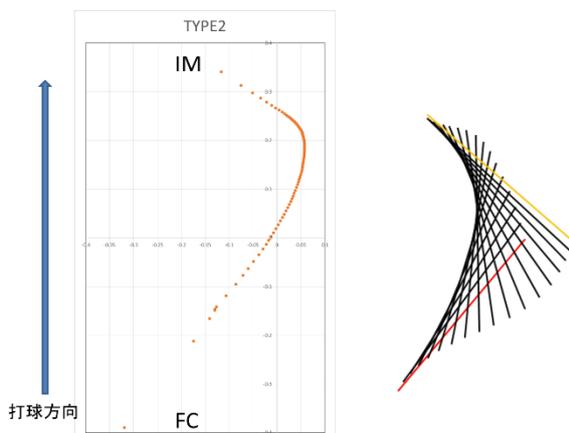
腰部回転軸軌道とスティック(TYPE3)

### 3. 結果および考察

腰部回転軸の軌道から腰部回転様式を 3 つに分類することができた。



腰部回転軸軌道とスティック(TYPE1)



腰部回転軸軌道とスティック(TYPE2)

#### 3.1 TYPE1

ステップ足接地時から腰を回転させ、インパクト時には両腰のラインが打球方向を向いている。また、TYPE2、TYPE3 と比べると打球方向への移動が少なく、その場で回転していると推察される。

#### 3.2 TYPE2

ステップ足接地時からインパクト時まで腰の回転をあまりせず、打球方向への移動が TYPE1 より大きくされている。ステップ足接地後 20% ほどの間は腰の傾きがほとんど変化していかないため軸の位置が離れている。

#### 3.3 TYPE3

ステップ足接地時から TYPE2 と同様に腰の回転をあまりせず、打球方向へ移動していき、インパクト直前で一気に回転し、インパクト時に腰がやや打球方向へ向いている。

### 5. まとめ

腰回転軸から腰部回転様式を大きく 3 つにわけ、それぞれ、回転を大きくする TYPE (TYPE1)、あまり回転せず並進する TYPE (TYPE2)、並進後一気に回転する TYPE (TYPE3) とした。

### 文献

- 1) 野球のバッティングにおけるスイング速度に対する体幹および上肢の回転運動の貢献 森下義隆,

# 野球のバッティングにおける力学的エネルギーの流れ

## ～下肢および下胸部に着目して～

堀内 元<sup>1</sup>, 桜井 伸二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中京大学大学院 体育学研究科, <sup>2</sup>中京大学 スポーツ科学部

本研究の目的は、野球のバッティングにおける力学的エネルギーの発生・吸収および流れを下肢および下胸部に着目して評価することであった。アマチュア野球選手 79 名のバッティング動作および両足に作用する地面反力をモーションキャプチャーシステムおよび 2 枚のフォースプレートを用いて記録した。逆動力学演算によって関節力および関節トルクを算出した。加えて、力学的エネルギーの発生・吸収を評価するため、関節トルクによる力学的パワーを算出した。力学的エネルギーの流れを評価するため、関節力および関節トルクによってセグメントに作用する力学的パワーを算出した。主な結果は以下の通りである；

1. ストライド足（投手側の足）が接地してから下胸部の回旋角速度がピークに達するまでの局面において（下胸部加速局面）、股関節トルクによって力学的エネルギーが左右の股関節で発生し、下胸部へ流入していた。
2. 下胸部加速局面において、体幹関節トルクによって力学的エネルギーが下胸部から上胸部へ流出していた。
3. 下胸部の回旋角速度がピークに達してからインパクトするまでの局面において（スイング局面）、体幹関節トルクによって力学的エネルギーが発生し、上胸部へ流入していた。
4. 分析範囲を通して、体幹部における力学的エネルギーの変化は小さかった。

これらの結果から、野球のバッティングにおいて、両股関節は力学的エネルギーの発生源であり、体幹部は力学的エネルギーの伝達経路としての役割を果たしていることが示唆された。

**キーワード：**逆動力学，関節力，関節トルク，エネルギーフロー

## 1. 背景

野球のバッティングの指導において、下肢の動作は重要視されることが多い。バッティング動作中における筋電図を測定した研究では、下肢の高い筋活動レベルが報告されている<sup>1,2)</sup>。また、バッティング動作について検討した研究では、エネルギーを下肢から体幹、上肢、バットへ順次伝達させることが、バットヘッドスピードの増大に貢献すると考察されている<sup>3)</sup>。これまで野球のバッ

ティング動作における力学的エネルギーの発生・吸収および流れについて検討した研究は見当たらない。そこで、本研究の目的は野球のバッティング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について明らかにすることとした。

## 2. 方法

### 2.1. データ収集

分析対象者は男子アマチュア野球選手 79 名で

あった(身長:  $173.0 \pm 5.6$  cm, 体重:  $71.4 \pm 7.4$  kg, 年齢:  $19.8 \pm 1.3$  years). モーションキャプチャー (250 Hz) および 2 台のフォースプレート (1000 Hz) を用いて, トスバッティング動作および左右の足部に作用する地面反力を記録した.

## 2.2. データ処理

本研究では, 投手側の足部が接地してからインパクトまでを分析範囲とし, 分析範囲を 100% として時間を規格化した. また, 下胴部の回旋角速度が最大となる時点を 66% とした. 下胴部の回旋角速度がい最大に達するまでを下胴部加速局面, それ以降をスイング局面とした.

## 2.3. 算出項目

関節力および関節トルクによる力学的エネルギーの流れ, 関節トルクによる力学的エネルギーの発生・吸収を力学的仕事として評価した<sup>4)</sup>.

# 3. 結果

## 3.1. 下胴部加速局面

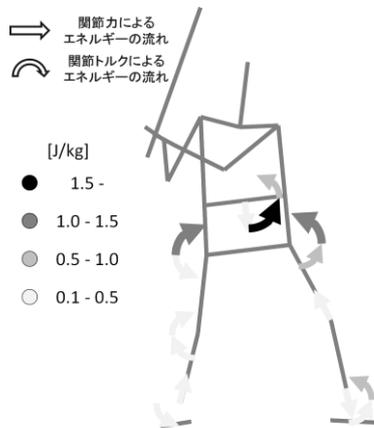


図 1 下胴部加速局面の力学的エネルギーの流れ

力学的エネルギーが, 左右の股関節で発生, 体幹関節で吸収していた. また, 関節トルクによって, 力学的エネルギーが左右の股関節から下胴部へ流入, さらに下胴部から体幹関節へ流出していた.

## 3.2. スイング局面

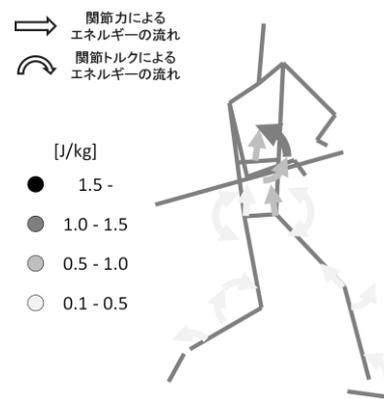


図 2 スイング局面の力学的エネルギーの流れ

力学的エネルギーが体幹関節で発生していた. また, 関節トルクによって, 力学的エネルギーが体幹関節から上胴部へ流出していた. 下肢における力学的エネルギーの流れは小さかった.

## 4. まとめ

野球のバッティングにおいて, 左右の股関節は力学的エネルギーの発生源であると考えられる. また, 大きな力学的エネルギーが体幹へ流入していたにもかかわらず, 体幹の力学的エネルギーの変化が小さかったことから, 体幹は力学的エネルギーの伝達経路としての役割を果たしていることが推察された.

## 文 献

- 1) Shaffer et al. Baseball Batting: An Electromyographic Study. *Clin. Orthop.* **292**, 285-293 (1993).
- 2) Nakata et al. Electromyographic analysis of lower limbs during baseball batting. *J. Strength Cond. Res* **27(5)**, 1179-1187 (2013).
- 3) Escamilla et al. A comparison of age level on baseball hitting kinematics. *J. Appl. Biomech.* **25(3)**, 210-218 (2009).
- 4) Gordon and Winter. Mechanical energy generation, absorption and transfer amongst segments during walking. *J. Biomech.* **13(10)**, 845-854 (1980).

# ティーバッティングにおけるスイング軌道と打撃能力との関連

## —Swing Tracer を用いたスイング軌道の計測と分析手法—

桑野 将幸<sup>1</sup>, 岡村 裕太<sup>1</sup>, 蔭山 雅洋<sup>2</sup>, 村上 光平<sup>3</sup>, 樋口 善之<sup>4</sup>,  
市丸 直人<sup>4</sup>

<sup>1</sup>福岡教育大学大学院 <sup>2</sup>鹿屋体育大学 <sup>3</sup>鹿屋体育大学大学院 <sup>4</sup>福岡教育大学

打撃を決定づける要因の一つとしてスイング軌道が挙げられる。スイング軌道に関する指導法としては、「バットは上から出す」という考え方が一般的であった。一方で、メジャーリーグやプロ野球の一流選手のスイングは必ずしもバットを上から出しているとは言えない。そこで本研究では、スイング軌道に着目し、mizuno 社製の Swing Tracer を用いて、スイング軌道に関するデータを収集した。対象はF大学硬式野球部員 24 名とした。測定方法は、ティーバッティングを 5 試行し、平均値を算出した。併せて、当該チームの指導者により被験者の一般的な打撃能力評価を 3 段階で行った。打撃能力の高い選手を A、続いて B、最後に C という評価を与えた。分析の結果、ティーバッティングにおけるスイング軌道と打撃能力との関連において有意な差は得られなかったが、打撃能力の高い選手はスイング軌道が上向き（バットは下から出ている）傾向にあった。

**キーワード.** ティーバッティング, 5 試行, 平均値, 上向き

### 1. はじめに

野球において、打撃は最も魅力のある動作の一つである。打撃のポイントには様々なものが存在し、中でも重要視されるものとして、タイミングの取り方、バットコントロール、スイングスピード、スイング軌道などが挙げられる。スイングスピードについて、大藪ら<sup>1)</sup>は、早いスイングスピードは高い打球速度を生むとしている。しかしタイミングの取り方やバットコントロールについて樋口ら<sup>2)</sup>は、大学野球レベルの打者の打撃の正確性は、バットコントロール能力やタイミング把握能力の違いによるものではないとしている。このように、打撃において従来重要な技術として伝えられてきたものが必ずしも正しいものとは言えない。さらに、スイング軌道と打撃能力についての先行研究は少ない。よって、スイング軌道と打撃能力との関連について明らかにすることは、今後の打撃指導において大変意義深い。

### 2. 方法

#### 2.1 対象

対象はF大学硬式野球部 24 名とした。

#### 2.2 測定方法

測定器具として、mizuno 社製の Swing Tracer を用いて、スイング軌道に関するデータを収集した。測定方法は、ティーバッティングを 5 試行し、平均値を算出した。併せて、当該チームの指導者により被験者の一般的な打撃能力評価を 3 段階で行った。打撃能力の高い選手には A、続いて B、最後に C という評価を与えた。

### 3. 結果

#### 3.1 打撃能力評価

打撃能力評価において A を獲得した選手は 10 名、B を獲得した選手が 11 名、C を獲得した選手が 3 名であった。

#### 3.2 スイング軌道

24 名の軌道のスイング軌道の平均は 4.01 で標準偏差は 5.82 であった。A を獲得した選手のスイ

ング軌道の平均値は 4.8 で標準偏差は 5.8 であった。B を獲得した選手のスイング軌道の平均値は 4.1 で標準偏差は 5.9 であった。C を獲得した選手のスイング軌道の平均値は 0.9 で標準偏差は 3.0 であった。

Figure1 は打撃能力別にティーバッティングにおけるスイング軌道と打撃能力の測定値を示したものである。F (2, 21)=3.47 (p=0.613) であった。

#### 4. 考察

一元配置分散分析の結果、打撃能力とスイング軌道の関係において有意な差は得られなかった。しかし、打撃能力の高い選手はスイング軌道が正の値、つまりスイング軌道が上向き(バットは下から出ている)傾向にあることが示唆された。これは、打撃能力の高い選手はより遠くへ打球を飛ばすこ

とができるため、このような結果になったのではないと思われる。今回の実験ではティーバッティングによる計測を行ったため、打球の飛距離を計測していない。スイング軌道と合わせて、打球の飛距離も計測することで、打撃能力向上のさらなる知見となるだろう。

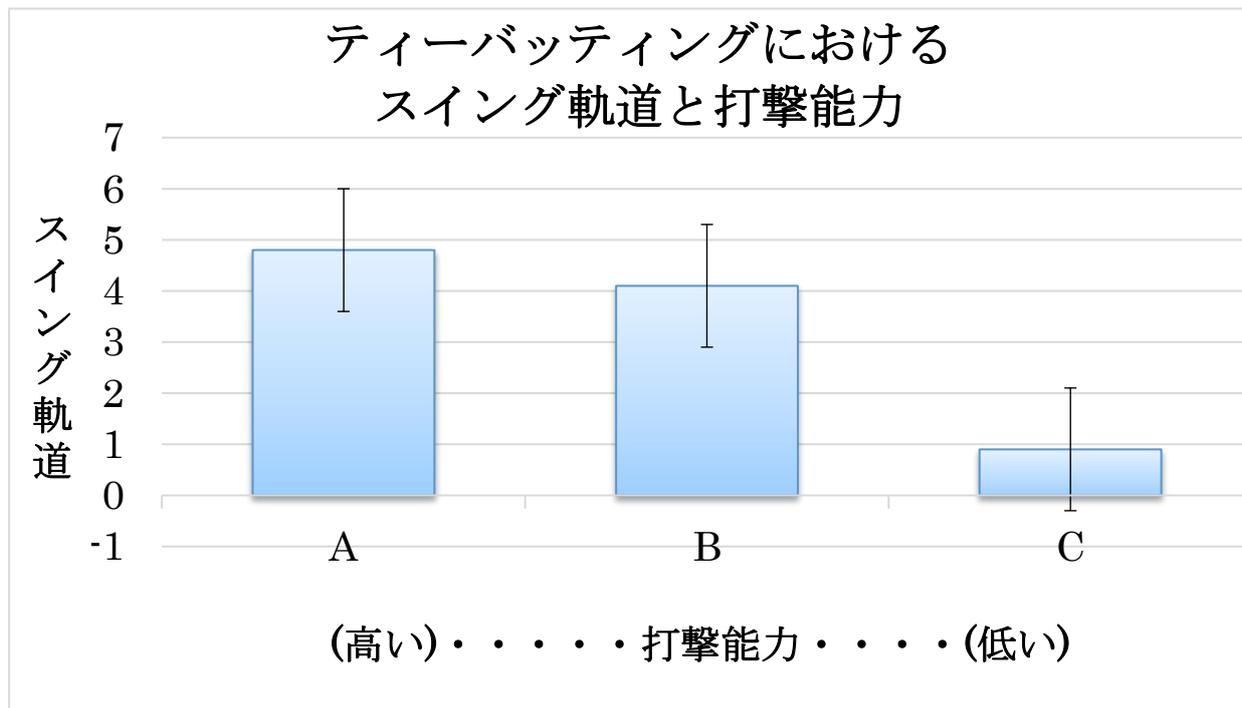
#### 5. まとめ

打撃能力の高い選手はスイング軌道が上向き(バットは下から出ている)傾向にあった。

#### 文献

- 1) 大藪 由夫・高橋 邦郎・須藤 芳樹・佐藤 宣紘・和田 忠 (1980). 野球におけるバッティングの動作分析 日本体育学会 31
- 2) 樋口 貴俊・永見 智行・彼末 一之 (2011) 野球打撃のバットコントロール能力とタイミング把握能力の解析 日本体育学会大会予稿集 62

Figure 1



# 野球打撃におけるインパクト位置の空間的再現性と

## 関節角度の変動の関係

### ～大学野球選手によるティー打撃を対象とした検討～

御前 純<sup>1</sup>, 樋口 貴俊<sup>2</sup>, 藤本 雅大<sup>1</sup>, 佐藤 隆彦<sup>1</sup>,  
土金 諒<sup>1</sup>, 佐伯 紘道<sup>1</sup>, 伊坂 忠夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>立命館大学 スポーツ健康科学部, <sup>2</sup>福岡工業大学 社会環境学部

本研究の目的は、バット上のインパクト位置の再現性を規定するスイング動作の各時点における関節・セグメント角度を特定することであった。大学野球選手 24 名を対象とし、ティー台上に設置したボールを 20 球打撃させた。重回帰分析の結果、スイング開始・中期・後期の時点で共通して、骨盤セグメント左右傾斜角度の標準偏差 (SD) が、インパクト位置の再現性と正の関係を示す変数として抽出された。また、インパクト時点では、上肢の 3 つの関節角度の SD が、インパクト位置の再現性と正の関係を示した。一方、スイング開始時点では軸脚股関節屈曲、中期では踏出脚足関節底屈、後期では踏出脚膝関節屈曲・押手手関節掌屈の SD が、インパクト位置の再現性と負の関係を示した。これらの関節を用いるバットコントロールにより、優れたインパクト位置の再現性が生み出されることが示唆された。

**キーワード** : バットコントロール, 静止球打撃, 動作解析, 重回帰分析

#### 1. はじめに

野球打者がより良い打撃結果を得るためには、高いバット速度と高いバットコントロールの精度が重要である<sup>1,2)</sup>。特に、バットを意図した位置に運ぶ能力であるバットコントロールは、打撃結果に大きく影響する。バットコントロール能力は、静止球を打撃した際のバット上におけるインパクト位置の再現性として評価することができる。いずれの関節・セグメント角度がインパクト位置の再現性に関係するかを検討することで、バットコントロール能力向上に向けた知見の獲得が期待される。本研究の目的は、バット上のインパクト位置の再現性を規定するスイング動作の各時点における関節・セグメント角度を特定することであった。

#### 2. 方法

##### 2.1 対象者・実施課題

大学野球選手 24 名を対象に、20 球のティー打撃を行わせた。対象者には、センター方向に設置した標的の中心を狙うよう指示を与えた。

##### 2.1 データ取得

関節・セグメント角度算出のため、三次元動作解析システム (サンプリング周波数: 500 Hz) を用いて解剖学的標認点に貼付した反射マーカの位置座標を記録した。また、バット上のインパクト位置を算出するために、高速度ビデオカメラ (サンプリング周波数: 1000 Hz, 画素数: 1280 × 960 pixel) を用いてインパクト前後のボールとバットの映像を撮影した。

### 2.3 データ解析・統計処理

取得した解剖学的標認点の位置座標から、各被験者における上肢・下肢関節角度、骨盤・胸郭セグメント角度（全30項目）を算出し、試技間の標準偏差（SD）を算出した。なお、解析に用いた時点は、スイング開始・スイング中期・スイング後期・インパクトの4時点であった（図1）。スイング開始時点は、グリップエンドに貼付したマーカの投手方向への移動速度が1m/sを超えた時点と定義した。スイング中期ならびに後期は、スイング開始からインパクトまでの規格化時間における50%時点、80%時点と定義した。

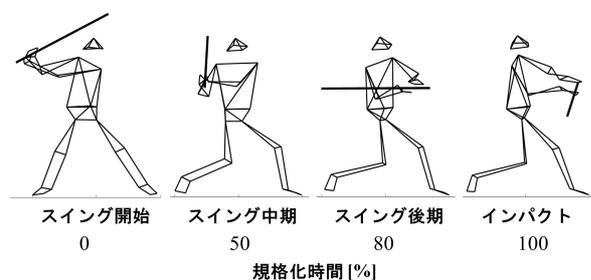


図1 スイング時点の定義

また、バット先端からグリップ方向に150mmの位置を原点とし、グリップエンドからバット先端へ向かうXbat軸を定義した。次に、Xbat軸とグローバル座標系のY軸の外積としてZbat軸を定義した。Xbat軸とZbat軸で構成される平面上に投影したボール中心位置の座標を、バット上におけるインパクト位置とした。インパクト位置の再現性指標は、各被験者におけるインパクト位置のバット長軸・短軸方向の2SDがなす長方形の面積として算出した。

統計処理には、インパクト位置の再現性指標を従属変数、関節・セグメント角度のSDを独立変数とする重回帰分析（ステップワイズ法）を行い、4つの時点それぞれについて回帰式を算出した。

### 3. 結果・考察

表1に、重回帰分析の結果を示した。スイング

開始・中期・後期の3つの時点に共通して、骨盤セグメントの左右傾斜角度のSDが、インパクト位置の再現性と正の関係を示す変数として抽出された。よって、スイング開始から後期にかけては、骨盤の左右傾斜角度のばらつきを抑制することで、野球打者におけるインパクト位置の再現性が向上することが示唆された。

インパクト時点では、引手肩関節屈曲・押手肘関節回内・押手手関節掌屈角度のSDが、インパクト位置の再現性と正の関係を示す変数として抽出された。このことから、インパクト時の上肢関節角度におけるばらつきが大きいほど、インパクト位置の再現性が低下することが示唆された。

一方、スイング開始時点では軸脚股関節屈曲、中期では踏出脚足関節底屈、後期では踏出脚膝関節屈曲・押手手関節掌屈のSDが、インパクト位置の再現性と負の関係を示した。これらの関節を用いたバットコントロールを行うことで、優れたインパクト位置の再現性が生み出されることが示唆された。

表1 重回帰分析の結果 (\*p < 0.01)

関節角度のSD [deg]	スイング開始	スイング中期	スイング後期	インパクト
	標準化係数 β			
引手 肩関節屈曲				0.554
引手 手関節掌屈	0.382			
押手 肘関節回内				0.400
押手 手関節掌屈			-0.447	0.317
踏出脚 股関節内転		0.500	0.922	
踏出脚 膝関節屈曲			-0.467	
踏出脚 足関節底屈		-0.428		
軸脚 股関節屈曲	-0.736			
骨盤 左右傾斜	0.871	0.602	0.323	
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.503*</b>	<b>0.545*</b>	<b>0.618*</b>	<b>0.592*</b>

### 文献

- 1) Szymanski, D. J., et al. Contributing factors for increased bat swing velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **23**(4), 1338-1352 (2009).
- 2) Higuchi, T., et al. Disturbance in hitting accuracy by professional and collegiate baseball players due to intentional change of target position. *Perceptual and Motor Skills*, **116**(2), 627-639. (2013).

# 高校野球選手の敏捷性に関する研究

木下 岳<sup>1</sup>, 芝 利晃<sup>2</sup>, 高田 義弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院, <sup>2</sup>兵庫県立伊丹北高等学校, <sup>3</sup>神戸大学

野球において最も必要な体力要素は敏捷性と報告されている。本研究の目的は、各ポジション及び競技レベルごとの敏捷性能力の特徴を明らかにすることである。対象は甲子園出場経験のある私立 K 高校 (87 名) と甲子園出場経験のない公立 I 高校 (21 名) の硬式野球部員計 108 名とした。形態 5 項目, 敏捷性 9 項目, 質問紙にて測定を行った。その結果, 甲子園出場経験のある K 高校は I 高校に比べて体格, 方向転換・スピードが有意に優れていた。ポジション別の比較では, 内野手と外野手のレギュラー群は非レギュラー群に比べて有意に方向転換・スピードに優れていた。投手と捕手は敏捷性に特徴が見られなかった。反応時間に関しては公立高校が私立高校に比べて有意に短かった。以上より, 方向転換・スピードの要素がパフォーマンスに重要であることが示唆された。

**キーワード**: 敏捷性, 反応時間, 方向転換, スピード

## 1. はじめに

野球の競技特性を考えると, 試合での投球, 打撃, 守備, 走塁というすべての動作は瞬発的でパワフルである。さらに野球はクイックスタートとクイックストップのスポーツであるといわれており (葛原, 2005), 最も必要な体力要素は敏捷性であることが報告されている (河村ら, 2006)。敏捷性は Young et.al (2002) によって反応時間と方向転換・スピードの両要素から構成されていることが報告されている。先行研究では, 敏捷性を反応時間と方向転換・スピードのどちらか一方から評価している研究が多く (河村ら, 2006), (橋口ら, 1984), 両要素から敏捷性を評価する必要があると考えられる。野球において敏捷性の中でも反応時間と方向転換・スピードのどちらがパフォーマンスに重要であるかはまだ明らかにされていない。そこで, 本研究では, レギュラー群 (以下「R 群」と略す) と非レギュラー群 (以下「NR 群」と略す) の比較や甲子園出場経験もあり毎年県大

会上位の成績を残している私立 K 高校と甲子園出場経験のない公立 I 高校の比較から, 野球において敏捷性の中でも反応時間と方向転換・スピードのどちらがパフォーマンスに重要であるかを明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 測定項目

測定項目は以下の通りである。

体格: 身長, 体重, 体脂肪率, 筋肉量

反応時間: 単純反応時間 (RT), 選択反応時間 (CRT)

方向転換・スピード: 10m 走, 20m 走, 30m 走, 10m バック走, 反復横跳び, T-テスト, プロアジリティーテスト (PAT)

## 3. 結果

### 3.1 各ポジションの R 群と NR 群の比較

投手と捕手には特徴が見られなかったが, 内野手と外野手の R 群と NR 群を比較した所, 方向転換・スピードの項目で以下のような結果を得た。

(1) 30m 走, 10m バック走, T-テスト, PAT の向

転換・スピードの4項目でR群は有意にNR群より優れていた ( $p < 0.05$ ).

(2) 体格及び反応時間には有意差が認められなかった.

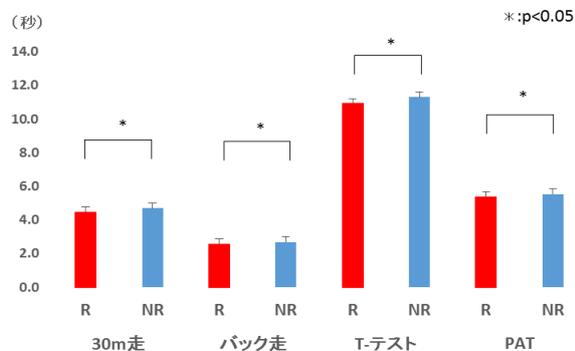


図1. 内野手のR群とNR群の比較

### 3.2 私立K高校と公立I高校の比較

表1. 私立K高校と公立I高校の比較

測定項目		K高校 (n=87)		I高校 (n=21)	
		Mean	SD	Mean	SD
身長	(cm)	172.2 ± 5.7		171.2 ± 4.6	
体重	(kg)	67.4 ± 8.0	>	61.6 ± 9.0	**
体脂肪率	(%)	14.5 ± 3.8	>	12.2 ± 5.0	*
筋肉量	(kg)	54.4 ± 5.1	>	51.0 ± 5.4	**
RT	(msec)	233.4 ± 44.0	<	207.7 ± 33.6	*
CRTL	(msec)	263.3 ± 32.5	<	243.0 ± 37.2	*
CRTTR	(msec)	261.7 ± 31.0	<	242.4 ± 40.4	*
10m走	(秒)	2.0 ± 0.1	>	2.2 ± 0.1	**
20m走	(秒)	3.3 ± 0.2	>	3.4 ± 0.2	**
30m走	(秒)	4.5 ± 0.2		4.7 ± 0.3	
バック走	(秒)	2.6 ± 0.2		2.6 ± 0.2	
反復横跳び	(回)	63.7 ± 4.2	>	56.9 ± 4.7	**
Tテスト	(秒)	11.1 ± 0.5	>	11.4 ± 0.4	**
PAT	(秒)	5.4 ± 0.3		5.5 ± 0.2	

甲子園出場経験のある私立K高校と甲子園出場経験のない公立I高校を比較した結果以下のような結論を得た.

(1) 体格において身長に差はないが、K高校は体重、体脂肪率、筋肉量においてI高校に比べて有意に高値を示した.

(2) 反応時間においてI高校がRTとCRTの両方で有意に短かった.

(3) 方向転換・スピードにおいてK高校が10m走、20m走、反復横跳び、Tテスト、PATの項目で有意に優れていた ( $p < 0.05$ ).

## 4. 考察

### 4.1 各ポジションのR群とNR群の比較

内野手と外野手のR群とNR群を比較した結果から、R群は有意に方向転換・スピードが優れており、R群を決める一つの要因となっていることが考えられる.

### 4.2 甲子園出場経験の有無による学校間の比較

私立K高校は、公立I高校に比べて、体格と方向転換・スピードが優れていた. 一方公立I高校は、反応時間が優れていた. 両校のR群の間に反応時間の有意差が認められなかった. 反応時間はトレーニングをすることによって短くなることが報告されており(足利ら, 1989), 私立K高校は部員数も多く、NR群は一人当たりの練習機会が少ない為に、反応時間が遅くなったことが考えられた. 以上より、パフォーマンスに重要なのは体格と方向転換・スピードであることが示唆された.

## 5. まとめ

(1) 内野手と外野手のR群とNR群を分ける要因として方向転換スピードが一つの要因となっていることが考えられる.

(2) 学校間比較において、過去の競技成績の優れている私立K高校が、体格と方向転換・スピードが有意に優れており、これらがパフォーマンスに重要であることが示唆された.

## 文献

- 1) 河村剛光ら：大学野球選手の競技力とフィールドテスト結果の関係—野球におけるフィールドテストの有効性と利用限界—トレーニング科学 18(3),219-228.(2006).
- 2) Young,W.,R.,James,and I.Montgomery.Is muscle power related to running speed with changes of direction? J.Sports Med.Phys.Fitness.42:282-288.(2002)
- 3) 葛原憲治:野球におけるコンディショニング, 東邦学誌,p13-27 (2005)
- 4) 橋口剛夫ら：大学野球部選手のポジションにおける身体的特徴, 日本体育学会 大会号 (35) 536, 10-18 (1984)

# 高校野球におけるオリジナルマニュアル本の活用方法

## ホームページや SNS を利用した情報共有について

相馬 幸樹<sup>1</sup> (中央学院高等学校)

高校野球のみならずスポーツにおいて、強いチームを作るために、組織づくりとコーチングを明確にすることは必要不可欠であろう。特に高校野球においては、野球部に関わる父母会、後援会による周辺組織の整備が課題となっているチームは少なくない。

そこで、本校ではマニュアル本を野球部員および部員保護者にホームページ上で閲覧できるようにした。そして、後援会には SNS を利用して活動を報告するようにしている。ここで言うマニュアル本とは、本校独自のものであり、野球というスポーツの技術・心理的アプローチを基本から応用まで掲載したものである。また、高校野球という特殊な環境に対応すべく、学校生活や人格並びに心構えといった側面にも検討を加え、野村克也氏（前楽天イーグルス監督）のパーソナルコメント等も引用し解析した。

ここでは、オリジナルマニュアル本の活用方法がもたらしたチーム（野球部、父母会、後援会）の変容と、情報の共有による効果と今後の展望について考察していく。

**キーワード**：高校野球, SNS, オリジナルマニュアル本

### 1. はじめに

高校野球のみならずスポーツにおいて、組織づくりとコーチングを明確にすることは強いチームを作るために必要不可欠であろう。そして、チームの士気を高める為にも、コーチと選手の相互理解を示すことは重要である。

そこで、本校では野球部員および保護者にマニュアルを配布している。ここで言うマニュアルとは、本校独自のものであり、野球というスポーツの技術・心理的アプローチを基本から応用まで掲載したものである。また、高校野球という特殊な環境に対応すべく、学校生活や人格並びに心構えといった側面にも検討を加え、野村克也氏（前楽天イーグルス監督）のパーソナルコメント等も引用し解析した。

ここではその内容の理解と活用方法を模索しホームページや SNS による情報共有がどのように役に立つ事ができたのかを考察していく。

### 2. オリジナルマニュアル本作成と活用方法

#### 2.1 作成期間

2013 年に初版を発行し、以後 2016 年まで内容に加筆修正をしながら発行している。

#### 2.2 対象者

本校高等学校硬式野球部に所属している部員 80 名および父母会、後援会

#### 2.3 内容について

1 ページから 95 ページまでに本校野球部に関わる文書等を記載している。

#### 2.4 マニュアル本の活用方法と各団体の情報連携

##### 2.4.1 ホームページを利用した活用方法

ホームページにおいては資料 1 の通りである。ホームページ公開日は 2016 年 2 月 1 日である。

##### 2.4.2 ツイッターを利用した活用方法

ツイッターの利用に関しては、野球部員だけをフォロワーにして制限をかけ、技術面の動画や写

真, 連絡事項など必要に応じてツイートするようにした。

#### 2.4.3 フェイスブックを利用した活用方法

フェイスブックに関しては, 野球部における後援者およびOBのみをグループ(現在97名)として認めている。

#### 2.5 オリジナルマニュアル本を作成してからの主な年度別成績

2013年	全国高校野球選手権千葉大会	ベスト16
2014年	全国高校野球選手権千葉大会	ベスト8
2015年	全国高校野球選手権千葉大会	ベスト4
2016年	秋季千葉県高校野球大会	準優勝
	秋季関東地区高校野球大会	ベスト8

### 3. 考察

#### 3.1 内容について

野球部として発信したい内容をアナログからデジタルに変えたことにより, 圧倒的な情報量が増えた点は効果が見られた。

ホームページ閲覧者数は表1のとおり, 2015年5月から10月の期間で346,352を数え, その役割の可能性を示唆する数字となったといえる。

SNSの情報共有に際しミーティングだけでは受け手側(生徒)が理解することができない部分を確認するツールとしての役割が明確にできた。

以上から, これまでの野球部におけるマニュアル本を教科書的に利用するよりも伝えるべき内容をWEB上で共有することは, 情報の扱い方として大きな前進を示したと考えられる。

	アクセス数	野球部行事
2015年5月	36,257	強化合宿
6月	53,632	調整合宿
7月	66,489	全国高校野球千葉県大会
8月	42,765	秋季千葉県ブロック予選
9月	56,447	秋季千葉県大会
10月	90,762	関東地区高校野球大会

表1 2015年5月から12月ホームページ閲覧者数

### 4. まとめにかえて

2013年から, 中央学院高校野球部とは何を求めているのか. それを形にするためにオリジナルマニュアル本を作成し, 今に至っている. そして, 我々の取り組んだことに対しての成果は, 競技成績の向上に表れている. そして, 何よりも本校野球部に対する帰属意識こそが増大していることは言うまでもない. この取り組みを進化させ, 新たな情報を更新していき, 地道な指導を繰り返すことにより, 「文化」が学校野球部に根付くものだろうと思われる。

野球界においての高校野球は, 「甲子園」という特異な存在がある. それだけに, 小中学生から野球の人口を守るためにも, 我々の置かれている責任は重い. 単に勝利だけを目指すスカウティング偏重の高校野球ではなく, 野球の特異性や競技としての面白さを追求して選択できるような交流ができることが望ましいと言えよう。

#### 文献

- 1) 徳永幹雄著. 教養としてのスポーツ心理学, 大修館書店(2005)
- 2) シダックス野球部ミーティングノート(2003)
- 3) 野村克也. 野村ノート, 小学館文庫(2009)
- 4) 土橋恵秀・小山田良治・小田信午編著, 野球選手ならしておきたい「からだ」のこと-投球・送球編, 大修館書店(2009)
- 5) 相馬幸樹・中野翼・小倉祐貴・福嶋翔平・小野達也. 高校野球におけるマニュアル作成について, 千葉県体育学会発表資料(2013)
- 6) 相馬幸樹・土屋裕睦. 投手における心理状態尺度の開発とメンタルトレーニングへの応用, 大阪体育大学大学院修士論文(2006)
- 7) 相馬幸樹・福嶋翔平・中野翼. 日本野球科学研究会発表資料, 高校野球におけるオリジナルマニュアル本を利用した実践報告(2015)

# バットの重心位置が打撃中のバットのスイングに及ぼす影響

徳永 大嗣<sup>1</sup>, 岡本 亘能<sup>1</sup>, 前田 正登<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院, <sup>2</sup>神戸大学

打撃パフォーマンスに影響を及ぼす要因の一つとして、バットの重量や重心位置、長さなど、バットそのものの特性が挙げられる。先行研究により、バットの重量が打撃パフォーマンスに影響を及ぼすことが明らかになっているが、重心位置や長さに着目した研究は多くない。一方指導の現場では、打撃指導の一環で重量を付加したバットや長尺バットを使用することがあるが、バットの重量や長さを変更することは、結果的にはいずれも重心位置を変更することに繋がる。したがって、打撃パフォーマンスの向上を図るには、バットの重量や長さ及び重心位置の変化が打撃に及ぼす影響に着目した研究が必要である。本研究では、バットの重心位置が打撃中のバットのスイングに及ぼす影響を検討した。実験の結果、重心位置の変化はスイング中のバットの並進運動よりも角運動に影響することが明らかになり、各選手には自身が意図する打撃を行うにあたって、バットの重心位置の許容範囲があることが推察された。

**キーワード**：打撃パフォーマンス、物理的特性、バット長、バット重量

## 1. 緒言

打撃パフォーマンスとバットの特性に関する研究はこれまでに多く行われており、村田<sup>1)</sup>はバットの重量がヘッドスピードに影響することを報告している。以上より、バットの重量が打撃パフォーマンスに影響を及ぼすことは明らかになっているが、バットの長さや重心位置に着目した研究は見当たらない。一方、打撃指導の一環で重量を付加したバットや長尺バットを使用することがあるが、バットの重量や長さを変更することは、結果的にはいずれも重心位置を変更することに繋がる。したがって、打撃パフォーマンスの向上を図るには、バットの重量や長さ及び重心位置の変化が打撃に及ぼす影響に着目した研究が必要である。本研究では、バットの重心位置が打撃中のバットスイングに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2.1 測定用バット

全長と重量がそれぞれ 0.84 m, 0.901 kg である中空円筒構造の金属製硬式バットを使用した。バット内部にて錘の固定ができ、錘の取り付け位置によりバットそのものの重心位置を変えることができる。錘の取り付け位置を 5 箇所設けており、グリップエンドの内部には 2 軸測定可能な加速度計を 3 つ取り付けられている。

### 2.2 実験方法

被験者は大学硬式野球部に所属する男性 4 名とした。被験者をバッターボックス内に立たせ、ホームベースより 4.024 m 離れたトスマシーンより飛来するボール（スポンジ製）を測定用バットで打撃させた。測定用バットは重心位置が 5 種類になるように設定し各設定のバットを用いて 10 試技ずつ行わせた。

測定された加速度データより、スイング中のバットの速度及び、角速度、バットに加えられた運動量、角運動量を算出し、スイング開始からインパクトまでのバット操作を分析した。

### 3. 結果

4名の被験者のうち、特徴的であった1名の実験結果について報告する。

#### 3.1 スイング中のバットの並進速度とバットに加えられた運動量

バットの並進速度  $LV_{xy}$  を Fig. 1 に、及びバットに加えられた運動量  $LM_{xy}$  を Fig. 2 にそれぞれ示す。  $LV_{xy}$  及び  $LM_{xy}$  は、いずれもバットの重心位置の変化に対してほぼ一定であった。

#### 3.2 スイング中のバットの角速度とバットに加えられた角運動量

バットの角速度  $AV_{xy}$  を Fig. 1 に、及びバットに加えられた角運動量  $AM_{xy}$  を Fig. 2 にそれぞれ示す。  $AV_{xy}$  及び  $AM_{xy}$  は、いずれもバットの重心位置が 0.52 m 付近で増加傾向から減少傾向に転じていることがわかる。

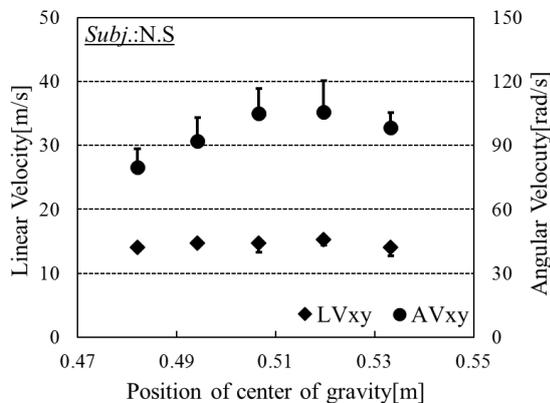


Fig. 1 重心位置と並進速度及び、角速度との関係

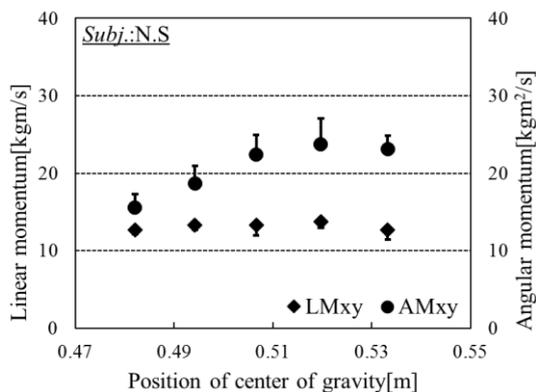


Fig. 2 重心位置と運動量及び、角運動量との関係

### 4. 考察

#### 4.1 スイング中のバットの並進速度とバットに加えられた運動量

以上の結果より、重心位置の変化はスイング中のバットの並進運動に大きく影響することはない、スイング中のバットの並進運動は常に同じように行われている可能性が示唆された。

#### 4.2 スイング中のバットの角速度とバットに加えられた角運動量

以上の結果より、この被験者としては、打撃するためのバットとして、重心位置の設定には許容範囲があり、その許容限界は 0.52 m 程度であることが推察され、これを超える設定がされたバットを用いることで、この被験者の打撃パフォーマンスを最大限に発揮できないのではないかと考えられる。

### 5. 総括

本研究では、バットの重心位置が打撃中のバットのスイングに及ぼす影響について検討した。その結果、バットの重心位置の変化はスイング中のバットの並進運動には影響を及ぼさず、むしろ角運動に影響を及ぼすことが明らかとなり、さらに、選手にはバットの重心位置の設定で許容範囲があることが推察された。

### 文献

- 1) 平野裕一. 当てる打撃と運ぶ打撃. Japanese Journal of Sports Science, Vol.12, No.6, pp. 340-345 (1993).
- 2) 前田正登. 野球バットの特性がスイングに及ぼす影響に関する研究. スポーツ産業学研究, Vol.13, No.1, pp. 45-51 (2003).
- 3) Koenig, K. et al. The influence of moment of inertia on baseball/softball bat swing speed. Sports Engineering, Vol.7, pp. 105-117 (2004).
- 4) Masato Maeda. Effects of baseball bat mass and position of center of gravity on batting. The Engineering of Sport 8, pp. 2675-2680 (2010).

# スローピッチ・ソフトボールにおける初心者の打撃動作分析

## - 熟練者との比較を通して -

杉村 雅己

大阪府立摂津支援学校 高等部 ソフトボール部

本研究では、スローピッチ・ソフトボールにおける初心者と熟練者の打撃動作について比較検討し、初心者の打撃技術指導に関する基礎資料を得ることを目的とした。そして初心者、熟練者それぞれにスタンダード投法によって投げられたボールを 10 球打撃させたところ、以下のような結果を得た。打撃時における頭の動きが大きいほど打撃の正確性が低下すると明らかになった。また、頭の動きの中でも、投手方向への突っ込みや上下方向への動きが、打撃の正確性に大きな影響を与えていると考えられる。さらに熟練者群では、投手方向への頭の突っ込みが大きいほどバットヘッドが後方に位置し、鋭いバットスイングができていないと示唆された。また本研究では、打撃時の膝の屈伸動作について検討した。初心者群はボールの高低への対応を膝の屈伸動作で行っており、これが頭の上下方向への移動にも影響していると考えられ、その結果、打撃の正確性の低下につながっていると考えられる。

**キーワード：**初心者指導，ベースボール型，ソフトボール，体育授業

### 1. 緒言

新中学校学習指導要領より、各教科・保健体育において「球技・ベースボール型」が必修となり、ソフトボールが多くの中学校で教材として扱われることが想定される。体育授業では、打者が打ちやすいように山なりのボールが投げられることが多いが、初心者は空振りや凡打が目立ち、ベースボール型スポーツの魅力の一つである打撃の楽しさを十分に味わえていない。先行研究では、ソフトボール授業研究やウインドミル投法の動作分析が多くみられたが、打撃に関する研究や初心者に対する指導法の研究はほとんど見られなかった。そこで本研究は、スローピッチ・ソフトボールにおける初心者と熟練者の打撃動作を比較検討し、初心者の打撃技術指導に関する基礎資料を得ることを目的とした。

### 2. 方法

被験者は O 大学女子学生 15 名とし、打撃に類似する競技経験のない女子学生 8 名を初心者群、O 大学ソフトボールサークルに所属する女子学生 7 名を熟練者群と分類した。

試技として被験者に、投手がスタンダード投法で投げたボールを 10 球打撃させた。撮影はハイスピードカメラ (210fps) を使用し、投手後方と打者側方に合計 5 台のカメラで被験者が映るように固定撮影した。撮影した映像のうち 60 試技を動作解析ソフト (DKH 社製 Frame-DIASV) に取り込み、身体 10 点とボール、バットグリップ及びバットヘッドの 3 次元座標を DLT 法によって算出し、ボールとバット芯の距離 (以下 BB 距離)、頭頂移動距離、拇指球とバット位置の Y 座標距離、膝関節屈曲角を求めた。

### 3. 結果と考察

初心者群と熟練者群の平均BB距離を比較した結果、初心者群 14.9(±4.2)cm, 熟練者群 13.7(±4.0)cm と初心者群のほうが 1.2cm 大きな値を示した。このことから、打撃の正確性において初心者群は熟練者群よりも劣ることが明らかになった。

BB 距離と 3 次元の頭頂移動距離の関係から、初心者群( $r=0.422$ ), 熟練者群( $r=0.309$ )ともに頭頂移動距離が大きいほど、BB 距離が増加する傾向を示した。このことから、打撃時に頭の動きが大きいほど打撃の正確性が低下すると示唆された。表 1 に X.Y.Z 軸方向への頭頂移動距離と BB 距離の相関係数を示した。全試技における Y 及び Z 軸方向への頭頂移動距離と BB 距離に有意な正の相関関係がみられた。このことから、打撃時の投手方向への頭の突っ込みや頭の上下動が打撃の正確性に影響を及ぼしていると考えられる。Y 軸方向への頭頂移動距離とバットヘッド位置の関係から、熟練者群において有意な負の相関関係がみられた( $r=-0.425, p<0.05$ )。このことから、熟練者群は投手方向への頭の突っ込みが小さいほど、バットヘッドが前方に位置することが明らかになった。

図 1 に膝関節屈曲角の最小値とボール Z 座標の関係を示した。初心者群において有意な正の相関関係がみられた。このことから、初心者群はボールが高いと膝を伸展させ、ボールが低いと膝をより大きく屈曲させて打撃していると考えられる。膝関節屈曲角の最小値と BB 距離の関係から、熟練者群において有意な負の相関関係がみられた( $r=0.607, p<0.001$ )。このことから、熟練者群は膝の屈曲が大きいほど打撃の正確性が低下することが示唆された。

### 5. まとめ

本研究の結果、初心者群は頭の動きが大きいほど打撃の正確性が低下することが明らかになっ

た。原因として、頭の動きに伴う目線のブレによって、ボール位置の認知が難化したと考えられる。また、ボールの高低への対応を膝の屈伸動作で行っており、これが頭の上下動にも影響していると考えられる。本研究で得られたこれらの知見が、ベースボール型スポーツ初心者への打撃技術指導の一助となることが期待される。

表 1 : X.Y.Z 軸方向への頭頂移動距離と BB 距離の相関係数

	X	Y	Z
全試技(n=60)	n.s.	$r=0.606(p<0.001)$	$r=0.333(p<0.01)$
初心者群 (n=32)	n.s.	$r=0.538(p<0.01)$	n.s.
熟練者群 (n=28)	$r=0.459(p<0.05)$	$r=0.708(p<0.001)$	$r=0.376(p<0.05)$

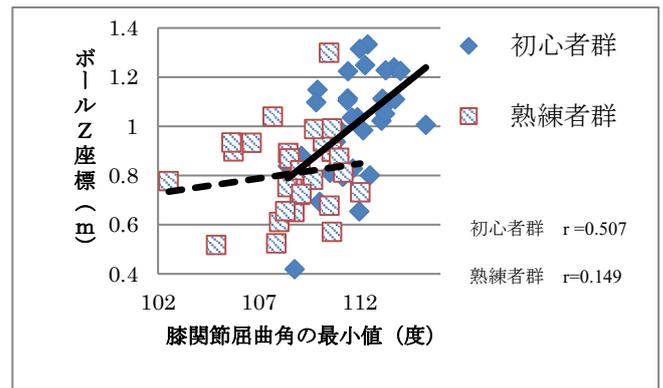


図 1 : 膝関節屈曲角の最小値とボール Z 座標の関係

# 野球打撃における打ち分け技術について

## ～パフォーマンスが高い選手と低い選手を比較して～

蔭山 雅洋<sup>1</sup>, 村上 光平<sup>2</sup>, 鈴木 智晴<sup>2</sup>, 中島 一<sup>2,3</sup>, 前田 明<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿屋体育大学, <sup>2</sup> 鹿屋体育大学大学院, <sup>3</sup> 阿南工業高等専門学校

本研究は、大学野球選手 30 名のうち、打撃パフォーマンスが高い A 選手と低い B 選手をそれぞれ 1 名選定し、レフト、センター、ライト方向へ打ち分けた場合に、バットの動きおよび打撃動作にどのような違いを及ぼすか明らかにすることを目的とした。研究 I ではスイング計測システムを用いバットの動きを、研究 II では光学式 3 次元動作解析システムとフォースプレートを用い打撃動作を計測した。研究 I の結果、A 選手はどの方向に打ち分けた場合でもスイング時間および回転半径の変化が小さく、スイング軌道の再現性が高いことが示された。また研究 II の結果、A 選手はすべての方向において、スイング速度ならびに両脚に作用する地面反力、下脚および体幹捻転の角速度が高いことが示された。したがって、打撃パフォーマンスが高い野球選手は、打ち返す方向が異なる場合でも、両脚に作用する地面反力を高めながら腰の回旋および体幹捻転の動作を利用することで、大きなスイング速度を獲得していることが示された。

**キーワード:** バッティング、モーメント、地面反力、身体重心、ティー打撃

### 1. 緒言

野球の打撃パフォーマンスにおいて、打者は投手が投じたボールを守備者に阻まれないようにどの方向にも打ち返すことが求められる。そこで本研究では、打撃パフォーマンスが高い A 選手（高打者）と低い B 選手（低打者）をそれぞれ 1 名選定（二人とも右投左打）し、レフト、センター、ライト方向へ打ち分けた場合に、バットの動き（研究 I）および打撃動作（研究 II）にどのような違いを及ぼすか明らかにすることとした。なお、本研究では、両選手の半年間の打撃成績（図 1）および指導者の評価に基づき、打撃パフォーマンスを決定した。

### 2. 方法

実験は、レフト、センター、ライトの三方向へ

最大努力によるティー打撃を実施した。研究 I では各方向へ 7 回（計 21 回）、研究 II では各方向へ 10 回（計 30 回）とした。その際、研究 I ではスイング計測システム（MIZUNO Swing Tracer, ミズノ社製）を用いバットの動きを、研究 II では光学式 3 次元動作解析システム（Mac3D, Motion Analysis 社製）とフォースプレート（9287C, Kistler 社製）を用い身体部位に貼付した 3 次元座標および地面反力を計測した。なお、打撃するボールは、硬式球を使用し、被検者が構えた姿勢でのボールの中心が大転子の高さと同じ高さになるようにティー台を測定者が設定し、打撃位置は被検者が各方向へ打ちやすい地点とした。

分析項目は、研究 I ではスイング計測システムから得られる 8 つ（スイング時間、インパクト時のスイング速度、Max 時のスイング速度、インパクト加速度、ローリング、バット回転半径、バッ

ト角度, スイング軌道) とした. また研究Ⅱでは得られた三次元座標および地面反力のデータより, 身体重心, 体幹の回旋速度および捻転速度, 両脚に作用する地面反力, 重心回りの力積モーメントを算出した.

### 3. 結果および考察

#### 3.1 バットの動きについて (研究Ⅰ)

高打者のバットの動きは低打者と比較すると, スイング時間は短く, 回転半径は大きかった. また高打者のスイング速度は, センターおよびライト方向において, 低打者よりも高値であった. このように, 打撃パフォーマンスが高い野球選手は, どの方向に打ち分けた場合でもスイング時間および回転半径の変化が小さく, スイング軌道の再現性が高いことが示された.

#### 3.2 打撃動作について (研究Ⅱ)

高打者における身体重心鉛直軸周りの力積モーメントは低打者と比較すると, 高打者は流しおよび引っ張り方向へ打つ際に大きかった. また身体重心 (図2) は, 高打者は動作開始から踏込脚接地までに変化が小さいものの, 低打者は大きかった.

上胴の最大角速度は, 流し方向において高打者は低打者よりも高い値であった. 下胴および打撃方向への体幹捻転の最大角速度は, すべての方向

において高打者は低打者よりも高い値であった. また打撃方向とは反対方向への体幹捻転の最大角速度は, レフト方向では高打者が低打者より低く, ライト方向では高打者が低打者よりも高い値であった. 地面反力 (合成) の最大値は, 軸脚ではすべての方向において高打者は低打者よりも高い値を示し, 踏込脚はライト方向において, 高打者は低打者よりも高い値であった. これらの結果より, 高打者は両脚に作用する地面反力を高めながら, 腰の回旋および体幹の捻転動作を利用することでスイング速度を獲得することが示唆された.

### 4. まとめ

打撃パフォーマンスが高い野球選手は, 打つ方向が異なる場合も, 両脚に作用する地面反力を高めながら腰の回旋および体幹捻転の動作を利用することで, 大きなスイング速度を獲得し, かつ再現性の高いスイングを行っていることが示された.

高いパフォーマンスの打者 (身長173.0 cm, 体重68.4 kg, 野球歴15 yr)	低いパフォーマンスの打者 (身長168.4 cm, 体重68.3 kg, 野球歴11 yr)
半年間の成績 19試合出場/23試合	半年間の成績 7試合出場/23試合
打率 0.323 (65打数 21安打)	打率 0.250 (8打数 2安打)
(ヒットの内訳 レフト:39.1%, センター:33.3%, ライト:28.6%)	(ヒットの内訳 レフト:50%, センター:0%, ライト:50%)
打点 12 打点	打点 0 打点
本塁打 1 本	本塁打 0 本

図1. 高打者と低打者の身体特性および打撃成績

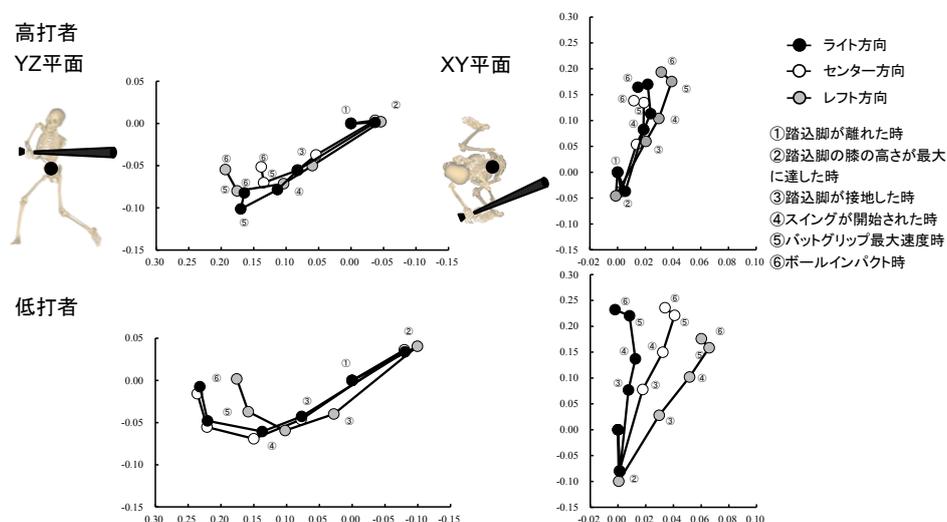


図2. 身体重心の変化

# 連続トス打撃の即時効果

小野寺 和也<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学体育系

打撃練習には様々な方法が存在するが、矢継ぎ早にトスされたボールをネットに向かって次々に打ち返す連続トス打撃は連ティ、早打ちなどと呼ばれ、比較的短時間で多くの数を打撃することができる練習として、多くの指導現場で極一般的な練習として取り入れられている。本研究は連続トス打撃という練習が即時的に選手の打撃動作（バット、肩、腰）と打球速度にどのような変化を及ぼすのかを検証し、指導現場において連続トス打撃を行う際の目的や留意点を検討するための知見を得ることを目的とした。そこで高校硬式野球部員 16 名を被験者とし、連続トス打撃を実施し pre-post のティ打撃の動作と打球速度をキネマティクスの的に分析し比較検討した。その結果、pre 試技に比べ、post 試技でスイング速度が増加し有意な差がみられた ( $p<0.01$ )。インパクト時点でのバット回転角度が増加しヘッドが返った状態となり有意な差がみられた ( $p<0.05$ )。踏み込み足接地時点で肩が入った状態になる傾向がみられた ( $p<0.1$ )。

**キーワード:** バッティング ドリル 連続トス打撃 キネマティクス スイング速度

## 1. はじめに

連続トス打撃は、短時間で多く打撃できるドリル練習として頻繁に行われている。連続トス打撃を行う目的やメリットについて述べる指導者がいる一方でデメリットについて述べる指導者も存在する。連続トス打撃の効果について述べた研究はなく連続トス打撃の効果は客観的な検証がなされていない。本研究は連続トス打撃という練習が即時的に選手にどのような変化を及ぼすのかを検証し、連続トス打撃を行う際の目的や留意点を検討するための知見を得ることを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2.1 被験者

高校野球硬式野球部に所属する選手 16 名。

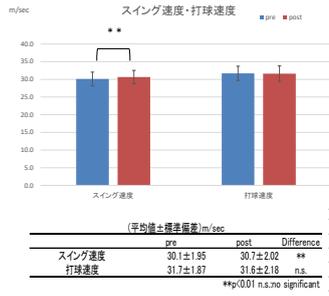
### 2.2 実験

防球ネットに向かってティ打撃 5 球 (pre 試技)

→連続トス打撃 (10 球×5 セット) →ティ打撃 5 球 (post 試技) を行い、pre 試技と post 試技を撮影した。ボールは被験者が打ちやすい高さに設定し、pre-post 試技で変化がないようにした。打球についてはセンターに強い打球を打つように指示をした。連続トス打撃についてはネットから垂直に 4m 離れた位置にベースを置き、斜め 45 度から矢継ぎ早にトスをされたボールをネットに打ち返した。バットは被験者が所属する高校野球部が練習で使用している木製バット (82cm900g 平均) を使用した。撮影は、2 台の高速度 VTR カメラ (CASIO 社製 EX-F1) を用いて、毎秒 300 コマ、シャッタースピード 1/1000 秒で行った。分析試技は pre-post 各試技の中で内省が最もよかった 1 試技とした。

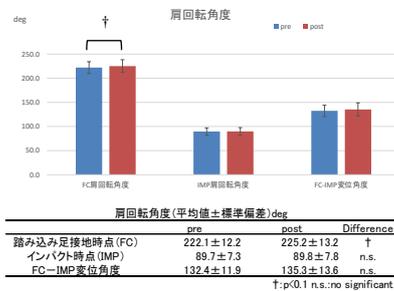
## 3. 結果と考察

### 3.1 スイング速度・打球速度

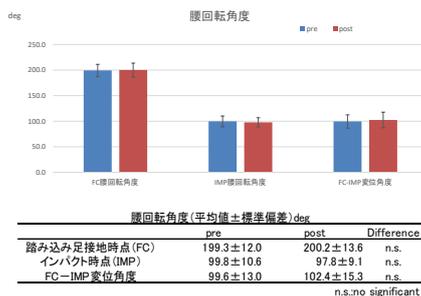


スイング速度は増加し有意な差がみられた ( $p<0.01$ ). 打球速度・打球変換効率には変化はみられなかった。

### 3.2 肩腰回転角度について



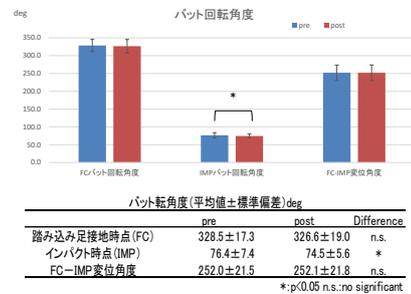
肩回転角度について、pre 試技と比べ post 試技で FC (踏み込み足接地) 時点で肩が入った状態になる傾向がみられた ( $p<0.1$ ). 斜め 45 度の角度からトスされたボールを連続して打ち返した感覚が、残存したためにこのような変化が生じたものであると考えられる。



腰回転角度については pre 試技と比べ post 試技で変化は見られなかった。これは川村ら (2012) がトス打撃におけるトス角度の違いによる打撃動作を比較した際に、腰の回転角度は肩の回転角度ほど顕著な差としてはみられないという報告に関連しているものであると考えられる。連続

トス打撃においてもトス角度を変えることで異なる結果が得られる可能性があると考えられる。

### 3.3 バット回転角度について



pre 試技と比べ post 試技で IMP (インパクト) 時点でヘッドが返った状態になった ( $p<0.05$ ). 本実験では、対象者に「センターに強い打球」を打つように指示をしているが、センターを狙っているが、ヘッドが早く返ってしまうという結果が得られ引っ張り方向の打球が増える可能性が示された。

### 4. 指導への示唆

連続トス打撃は即時的に、スイング速度を増加させるという目的において有効であることが示唆された。一方で、センターを狙うにも関わらずインパクトヘッドが返った状態になることが示され引っ張り方向への打球が増える可能性が考えられる。また、打球速度が増加しないという結果から、正確にバットとボールをコンタクトさせるという点においては、負の即時効果がある可能性が示唆された。

### 参考文献

1)川村卓ら (2012) 野球のトス打撃における投球角度の違いがスイング動作に及ぼす影響：肩・腰およびバットの回転角度に着目して. 筑波大学体育科学系紀要 35, 59-66

# バットの慣性モーメントの違いが振り重さ感と動作に与える影響

田淵 規之

ミズノ株式会社

野球の打者にとって、数あるバットの中からその特性の違いを感じ、自分に適したものを選択することは優れたパフォーマンスを発揮するために重要である。そこで本研究では、バットのわずかな慣性特性の差異がユーザーの動作や感覚に与える影響について明らかにすることを試みた。野球経験のある一般成人の被験者に対し、スイング時のおおよその回転中心を基準とする慣性モーメントに最大で約7%の差異がある4種類のバットをそれぞれティー打撃および素振りですイングさせ、その時のスイングスピードおよび、バット間の振り重さ感の差異に関する主観的評価を計測した。その結果、ティー打撃であるか素振りであるかによらず、野球経験者はスイングスピードに有意な差が生じない程度のわずかな慣性モーメントの差異であっても、慣性モーメントの差異を正しく知覚できうることが示された。

**キーワード**：野球，素振り，ティー打撃，スイング動作，感覚

## 1. はじめに

スポーツ選手が優れたパフォーマンスを発揮するためには、適切な用具を選択することが求められる。野球をはじめとする用具で打撃動作を行う競技に関しては、用具のグリップまわりの慣性モーメントが増大するほどスイングスピードが減少する傾向が見られることが知られている<sup>1)</sup>。一方、用具の慣性モーメントに対する選手の感覚に関する先行研究としては、クリケット用バットの質量特性に着目したものがああるもの<sup>2)</sup>、競技者が用具選定を行うシーンを想定したような、わずかな差異を扱った研究はほとんど見られない。

そこで、本研究では、野球経験者と野球用バットを題材として、ヒトがスポーツ用具のわずかな慣性モーメントの違いを知覚できるかどうかを明らかにすることを試みた。

## 2. 方法

### 2.1 被験者および実験に使用したバット

被験者は野球経験のある成人男性 11 名であつ

た（野球経験年数  $15 \pm 5$  年）。バットは市販の軟式野球用金属バットを実験用に加工した図 1 に示すバット（0.84m, 0.868kg）を使用した。バットの打球部の内部には 0.06kg の錘を任意の位置に固定できる機構を備えた。本実験では、錘を図 1 に示す A~D の位置に固定した状態でバットを使用することとした。それぞれの状態でのバットのグリップまわりの慣性モーメント（グリップエンドから 0.11m の点を基準）は、A, B, C, D の順に  $0.216\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $0.221\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $0.226\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $0.231\text{kg} \cdot \text{m}^2$  であった。



図 1. バットおよび内部の錘の固定位置

### 2.2 バットの振り重さの感覚の評価方法

バットの慣性モーメントの評価はシェッフェの対比較法によって行うこととした。被験者は 1 セット 4 スイングの試行を 8 セット行った。約

30 秒のセット間のインターバルでは、実験者によって錘の位置の変更がなされ、被験者は前のセットと比べてバットが振り重くなったか振り軽くなったかを 7 段階で回答することが求められた。条件ごとに全被験者の結果を中屋の変法に基づく方法で処理し<sup>3)</sup>、錘位置ごとの振り重さ判断の推定値を‘振り重さ感スコア’とした。これをティー打撃と素振りで行った。

### 2.3 バットスイング動作特性の計測

スイング動作の特性はスイング解析システム（ミズノスイングトレーサー、ミズノ社製）を用いて計測した<sup>4)</sup>。システムで算出される指標のうち、スイングスピードの最大値を評価変数とした。

## 3. 結果

### 3.1 慣性モーメントと振り重さ感スコア

ティー打撃条件、素振り条件ともに慣性モーメントが大きい順に振り重さ感スコアも高かった。

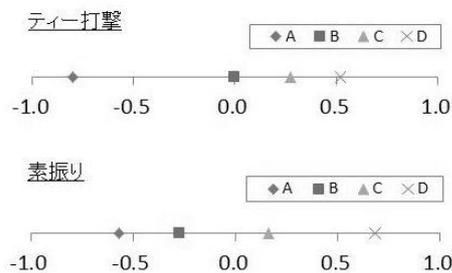


図 2. 条件ごとの振り重さ感スコア

### 3.2 慣性モーメントとスイングスピード

素振り条件で錘の位置がスイングスピードに与える影響をそれぞれ確認したところ、素振り条件の錘位置 A と錘位置 D の間のみで有意なスイングスピードの差異が認められた。

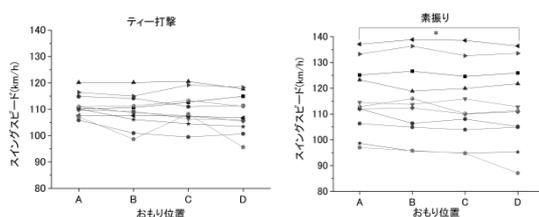


図 3. 条件別の錘の位置とスイングスピードの関係

## 4. 考察

クリケットのバットを対象とした先行研究において、最大で 40% 程度の慣性モーメントの差がある 6 種類のバットに対してプレイヤーが好ましいバットを選択した事例が報告されている<sup>1)</sup>。一方で、本研究では、最大でも 7% 程度の慣性モーメントしか差がない 4 種類の野球用バットに対して、多くのプレイヤーが正しく慣性モーメントの違いを知覚していたことが示された。ティー打撃ではスイングスピードの有意差が認められなかったことから、今回の慣性モーメントの差異はわずかなものであるとみなせると考えられるが、素振りでもティー打撃でも同様の結果が得られたことから、打者はインパクトの衝撃の情報を使うまでもなく、わずかなバットの物理特性の違いを知覚できると考えられる。

今回の実験の被験者は、比較的長い野球経験を持つプレイヤーのみに限られていたため、このわずかな違いを知覚するスキルが長い競技経験によって得られたものかどうかは未解明であり、その点を明らかにするにはさらなる検証が必要である。

## 文献

- 1) Cross, R. & Nathan, A.M. Performance versus moment of inertia of sporting implements. *Sports Technology*, **2**, 7-15 (2009).
- 2) Headrick, J. et al. Attunement to haptic information helps skilled performers select implements for striking a ball in cricket. *Attention, Perception, & Psychophysics*, **74**, 1782-1791 (2012).
- 3) 難波精一郎・桑野園子. 音の評価のための心理学的測定法. コロナ社: 東京, pp.100-107 (1998).
- 4) 清水雄一ら. 慣性センサを用いた野球スイングにおけるバット挙動の計測, シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2015 講演論文集, A-21 (2015).

# 大学女子ソフトボール選手における三次元人体形状相同モデルを用いた

## ポジション特性の検討

相馬 満利<sup>1</sup>, 柏木 悠<sup>1</sup>, 高橋 流星<sup>2</sup>, 船渡 和男<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>日本体育大学大学院 トレーニング科学系, <sup>2</sup>日本体育大学

本研究では、人体形状相同モデルを用いて投手および野手（内野手・外野手）を比較し、主成分分析（以下PCA）を用いてポジション間における形態的特徴を提示した。参加者は、大学女子ソフトボール選手46名とし、投手（以下P）10名、内野手（以下IF）18名、外野手（以下OF）13名および捕手（以下C）5名であった。なお、捕手5名の結果は、ポジション間比較の対象から除外した。三次元人体計測装置を用いて、全身の撮像を行った。身体の「かたち」やサイズによってデータ数が異なるポリゴンデータを、データ数を2万点に統一する伸び縮みできるジェネリックテンプレートモデルにフィッティングし、相同モデル化を行った。また、PCAを用いて点群データ2万点に対する主成分スコアを算出し、形状変化の分類を試みた。投手は野手と比較して、広背筋、腹斜筋、内転筋の発達がみられた。このことから、ポジション特性が存在し、日々のトレーニングを行う上で極めて有益な知見である可能性が示唆された。

**キーワード：**主成分分析, ソフトボール

### 1. はじめに

従来の形態計測法は、一般的に、マルチン式計測法やテープメジャーを用いた長さや太さの一次元計測であり、同じ長さ、同じ周囲長でも、具体的に身体のどこの部分のどこに差があるのか、前側なのか、後ろ側なのか、サイズ計測や形の表示だけでは「かたち」そのものを捉えるには限界がある。

近年では、パソコンの普及と計測方法の発達に伴い、サイズ計測や形の表示だけではなく、「かたち」そのものを捉える手法がなされている。中でも、人体形状相同モデル（HBM；Homologous Human Body Shape Model）を用いて「かたち」の定量化が普及しており、幾何学的な形態計測が行われている。

アスリートの形態的特徴は、パフォーマンスと密接に関係し重要な測定項目の1つといわれており、ソフトボール競技において競技種目特性およびポジション特性が存在することが報告され

ている<sup>1)</sup>。特に、投手は打席に立つことが少なく、競技中の動作やポジションに特化したトレーニング内容が身体の「かたち」に影響することが考えられる。相同モデルの主成分分析を用いて、身体の「かたち」を詳細に捉え、サイズ計測や「かたち」の表示だけではなく「かたち」そのものを捉えることを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 参加者

大学女子ソフトボール選手46名とし、投手(P; Pitcher)10名、内野手(IF; Infielder)18名、外野手(OF; Outfielder)13名および捕手(C; Catcher)5名であった。なお、捕手5名の結果は、ポジション間比較の対象から除外した。

#### 2.2 計測およびデータ解析

三次元人体計測装置を用いて、全身の撮像を行った。身体の「かたち」やサイズによってデータ数が異なるポリゴンデータを、データ数を2万点

に統一する伸び縮みできるジェネリックテンプレートモデルにフィッティングし、相同モデル化を行った。また、主成分分析を用いて点群データ2万点に対する主成分スコアを算出し、形状変化の分類を試みた。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 身体的特徴

Pは、IFと比較し、体重(P vs IF;  $66.2 \pm 5.2\text{kg}$  vs  $60.0 \pm 6.3\text{kg}$ ,  $p < 0.05$ )において統計上有意に大きな値を示した。身長、体脂肪率、除脂肪量において、統計上有意な値はみられなかったものの、PはIFに比べ大きい傾向が示された。また、PはOFと比較し、すべての項目で統計上有意な差はみられなかったものの、大きい傾向が示された。IFとOFとの間に大きな違いはなかったため、野手(以下F)とした。

一流日本ソフトボール選手<sup>1)</sup>、一流オーストラリア選手<sup>2)</sup>も同様な傾向を示した。国際大会では、日本選手よりもはるかに大きい海外の選手と戦い、勝たなくてはならない。日本選手は、海外の選手に比べ体格では劣っており、どのように勝負するかがソフトボールの面白いところでもある。野手においては、足を使った攻撃や、ホームベースを踏ませない固い守りが重要である。そのため野手は、瞬発力や俊敏性が必要となり、体脂肪率は低い方が望ましいと考えられる。

#### 3.2 主成分分析における形状差

Fig.1より、PはFと比較して、胸囲、腹囲、臀囲の発達が示された。Fig.1の散布図から得たPおよびFにおける身体の「かたち」の形状変化をより詳細に捉えるために、Fig.2では、PおよびFの相同モデルの形状差を示した。F(灰色)を基準としてPとの形状差を法線ベクトル(黒色)を用いて示したところ、PはFと比較して、広背筋、腹斜筋、内転筋の発達がみられた。

ポジションによる専門性が強いソフトボール競技は、ポジションに特化したトレーニング内容が身体の「かたち」に影響することが考えられる。

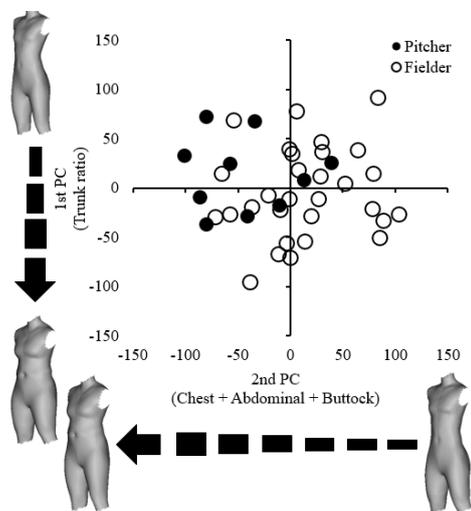


Fig.1 Distribution maps using principal components score for pitcher and fielder by plotting in x-y coordinate. Plotting of PC scores on x (2<sup>nd</sup> PC) and y (1<sup>st</sup> PC) coordinates for pitcher and fielder.

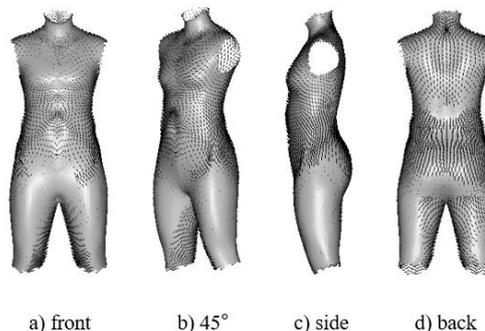


Fig.2 Difference in body shape between pitcher(black) and fielder(white).

### 4. 結論

ポジション特性が存在し、ポジションに特化した日頃のトレーニングが、特有の身体の「かたち」に影響することが示唆された。

### 文献

- 1) 前川剛輝ら。一流日本女子ソフトボール選手における身体的および体力的特性。JJESS 3, 13-27 (2010)
- 2) Australian Institute of Sport: Physiological tests for elite athletes. Human Kinematics. Champaign, IL. 1:363-371 (2000)

# ソフトボール用複合材バットのバレル部圧縮応力と反発性能

高嶋 優<sup>1</sup>, 湊 美帆<sup>1</sup>, 時枝 健一<sup>2</sup>, 藤原 聖司<sup>2</sup>, 新井 和吉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>法政大学大学院, <sup>2</sup>ゼットクリエイト株式会社, <sup>3</sup>法政大学理工学部

バットの反発特性において、ボールとの衝突の際にバットが変形し、復元する力でボールをより遠くへ飛ばすトランポリン効果と呼ばれる現象が重要となる。ソフトボールに広く用いられている FRP 製バットは、積層材間に剥離が生じることでトランポリン効果が増大し、バットの反発性能が向上する傾向にある。そのため、反発性能基準を満たしていたバットであっても、使用を重ねることにより基準値を超えてしまう可能性がある。そこで米国では試合直前にバットの反発性能を簡易的に評価するため、小型のバレル部圧縮試験機を採用しているが、この試験機を用いて測定されたバレル部圧縮応力とバットの反発性能との関係性を評価した研究は少ない。そこで本研究では、国内外の計 6 本のソフトボール用 FRP 製バットを用いてバレル部圧縮応力を測定した後に、衝突試験を行うことで圧縮応力と反発性能との関係性を検討した。その結果、圧縮応力と反発性能の間に良い相関が見られたため、バレル部圧縮応力を測定することで、バットの反発性能を簡易的に評価できるものと考えられる。

**キーワード** : FRP 製バット, トランポリン効果, バレル部圧縮試験, BBS

## 1. はじめに

バットの反発特性においてボールとの衝突の際にバットが変形することでボールを遠くに飛ばすトランポリン効果が重要となる<sup>1)</sup>。また、多重構造が用いられている FRP 製バットは、使用を重ねるにつれて積層材間で剥離が生じ、トランポリン効果が増大する傾向にある。そのため、反発性能基準を満たしたバットであっても使用を重ねることで基準値を超えてしまう可能性がある。そこで米国では試合直前に反発性能を簡易的に評価する方法として、小型のバレル部圧縮試験機を採用しているが、バレル部圧縮応力とバットの反発性能との関係性を評価した研究は少ない。

そこで本研究では、国内外の計 6 本のソフトボール用 FRP 製バットを用いてバレル部の圧縮応力を測定した後に、衝突試験を行うことでバレル部圧縮応力と反発性能との関係性を検討した。

## 2. 方法

### 2.1 バレル部圧縮試験

図 1 に圧縮試験に用いた小型のバレル部圧縮試験機 (G4 SSL Bat Tester) を示す。バットのバレル部先端から 6 in. (152.4 mm) の位置を圧縮するように設置し、試験機のレバーを引くことで圧縮応力を負荷することができる。初めに余荷重として 500 psi (3.45 MPa) を負荷した後に、0.05 in. (1.27 mm) の変位を与えることによりバレル部の剛性の評価を行った。また、圧縮試験装置 (株島津製作所, AGS-5kNG) を用いて小型の試験機と同様にバレル部に対して圧縮試験<sup>2)</sup> (C.H.S.=53.34 mm/min) を行い、小型の試験機の妥当性の確認を行った。



図 1 小型のバレル部圧縮試験機

## 2.2 衝突試験

衝突試験は ASTM F2219<sup>3)</sup>に準拠した実験条件で行い、衝突試験装置にはエアガン方式のボール発射装置を用いた。バットに対してボールの牛皮部が衝突した際のデータのみを採用するため、ボールの発射には高密度ポリエチレン製のサボを使用し、ボールの衝突面を制御した。ソフトボールは、恒温恒湿槽（オリオン機械㈱, PAP01B-KJ）を用いて温度  $22\pm 0.1^\circ\text{C}$ 、湿度  $60\pm 1\%$  の環境で 48 時間以上保管した後に衝突試験に供した。ボールの衝突および反発速度の 3 次元測定には高速度ビデオカメラ 2 台（㈱Photron, FASTCAM APX RS および FASTCAM SA5）を使用した。

## 2.3 BBS 算出方法

反発性能の評価には、バットのスイングスピードおよびボールの投球速度を考慮した打球速度である BBS（Batted Ball Speed）を用いた。また BBS は、ASTM F2219 で定義される以下の式を用いて算出した。

$$\text{BBS} = \left( \text{BESR} - \frac{1}{2} \right) v_{\text{pitch}} + \left( \text{BESR} + \frac{1}{2} \right) v_{\text{bat}} \quad (1)$$

ここで、 $v_{\text{pitch}}$  はボールの投球速度（m/s）、 $v_{\text{bat}}$  は衝突直前のバットのスイングスピード（m/s）、BESR はバットに対するボールの相対速度と打球速度の比である。

## 2.4 ソフトボール用複合材バットの BBS 測定

国内製バット 3 本（JS-1~3）、国外製バット 3 本（AS-1~3）の計 6 本のバットを用いて BBS の測定を行った。ボールの衝突位置はバット先端から 130~210mm の範囲において 20mm 間隔、計 5 箇所とした。ボールの衝突速度は 50m/s とし、各バットの BBS の最大値を算出した。

## 3. 結果

### 3.1 バレル部圧縮応力と BBS との関係

図 2 に小型の試験機によるバレル部圧縮応力と各バットの BBS の最大値との関係を示す。両者の間には良い相関がみられ、バレル部の剛性が低いバットほど BBS は高くなることがわかった。このことからバレル部圧縮応力はトランポリン効果の大きさを定量的に表しており、小型のバレル部圧縮試験機を用いることでバットの反発性能を簡易的に評価可能であると考えられる。

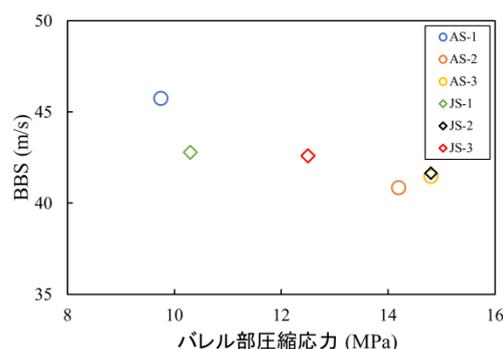


図 2 バレル部圧縮応力と BBS の関係

## 4. まとめ

本研究の結果より、以下のことがわかった。

1. 圧縮試験装置を用いて、小型のバレル部圧縮試験機の妥当性を確認することができた。
2. バレル部圧縮応力と反発性能との間には良い相関が見られ、バレル部の剛性が低いバットほど反発性能が高いことがわかった。
3. バレル部圧縮試験はトランポリン効果を定量的に示すものであり、小型のバレル部圧縮試験機を用いることでバットの反発性能を簡易的に評価できることがわかった。

## 文献

- 1) Sutton, A.D. and Sherwood, J.A. Using Vibrational Analysis to Investigate the Batted-ball Performance of Baseball Bats. *Procedia Engineering* **2**, pp.2687-2692 (2010).
- 2) Jenifer Yee et al. Batted-Ball performance of Composite Softball Bat as a Function of Ball Type. *Procedia Engineering* **72**, pp. 465-470 (2014).
- 3) ASTM Designation:F2219-11, Standard Test Method for Measuring High-Speed Bat Performance (2011).

# 社会人野球におけるビッグデータを用いた仮説検証

## 元社会人野球選手へのインタビューを手がかりに

八木 快<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

今回の仮説検証は客観的なビッグデータを主観的な試合仮説を参考に分析することで、選手やコーチがより試合データを有効的に分析し、活用していくという点において意義があると考え、仮説の検証結果を示すことにした。仮説①として「優れた投手から単打および連打によって得点するのは難しいのではないか」、について進塁では、優れた投手には犠打の割合が高く、単打の割合が低かったことから連打は生まれにくく、アウトを伴った進塁であることで単打による得点は難しいと考えられる。仮説②では「チャンスにおける安打による得点は初球を打っているのではないか」について、状況別の初球に関する割合を算出したが有意な差はみられなかった。今回の検証では制球力や球速、変化球、点差、イニング等が考慮されていないことから、今後は詳細な状況設定における検証を行うことが必要と考えられる。

**キーワード**: セイバーメトリクス, ゲーム分析

### 1. 背景

近年、試合におけるデータ収集は入力方法やデータの電子化が進んでおり、データの集計、分析が容易となった。社会人野球におけるデータ収集の目的は、対戦相手の分析である。そこでビッグデータである客観的な試合記録を主観的な試合仮説を参考に検証することは、今後、選手やコーチがより試合記録を有効的に分析し、試合に活用していくという点において意義があると考え、今回は仮説の検証結果を提供することにした。

### 2. 方法

#### 2.1 試合仮説の生成

社会人野球で5年間のプレー経験がある野手1名にインタビューを実施し、以下の2つの試合仮説を抽出し、検証した。仮説①「優れた投手から単打および連打によって得点するのは難しいのではないか」。仮説②「チャンスにおける安打に

よる得点は初球を打っているのではないか」。

#### 2.2 分析対象および統計処理

仮説①では社会人野球投手で200打席以上の登板がある投手72名から防御率の上位・下位20名ずつを抽出し、それぞれ上位・下位群とした。そして出塁および進塁について走者状況、アウト数から出塁および進塁理由の割合を算出した。

仮説②ではアウト数に関わらず、走者無しの場合と走者三塁(チャンス場面)における初球トライ率(初球トライ数/初球機会)、ワンショット率(初球ヒット/初球トライ数)、初球ヒット率(初球ヒット/初球機会)を算出した。

算出された割合は、2群の母比率の差の検定を実施し、有意水準は5%および1%とした。

### 3. 結果

#### 3.1 出塁理由の割合(仮説①)

四死球により先の走者が進塁しない状況にお

ける打者の出塁理由の割合は単打:上位群 35.9%, 下位群 48.6% ( $p<0.05$ ), 四死球:上位群 52.6%, 下位群 42.8% ( $p<0.05$ )であった。

### 3.2 進塁理由の割合 (仮説①)

二進理由の割合は単打:上位群 19.5%, 下位群 26.3% ( $p<0.05$ ), 犠打:上位群 47.9%, 下位群 38.8% ( $p<0.05$ )であった。(図1)。

次に三進理由の割合は凡打死:上位群 40.9%, 下位群 31.0% ( $p<0.05$ ), 凡打死について上位群の方が有意に割合が高かった(図2)。

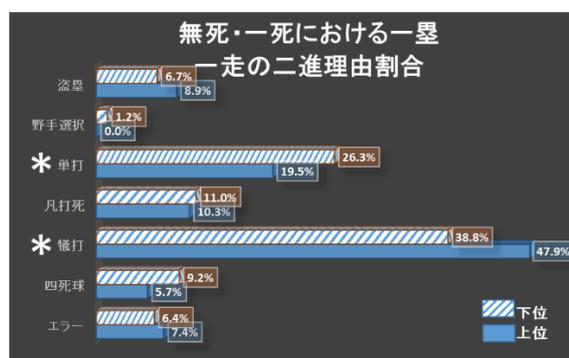


図1 二進理由割合

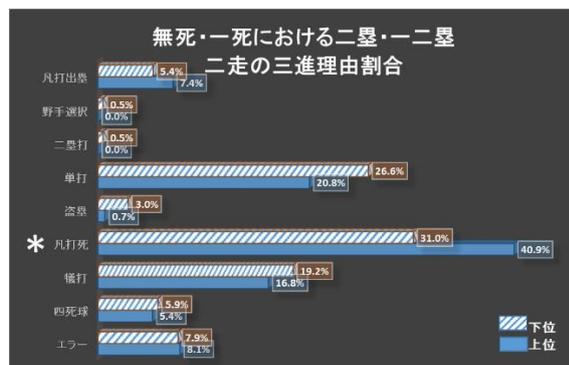


図2 三進理由割合

### 3.3 打者の初球に関する割合 (仮説②)

初球トライ率については、チャンス状況、走者無し状況ともに 28.9%, ワンショット率は、チャンス状況 12.0%, 走者無し状況 12.7%, 初球ヒット率は、チャンス状況 3.5%, 走者無し状況 3.7%でいずれも有意な差はみられなかった。

## 4. 考察

### 4.1 出塁理由割合について (仮説①)

図1のスコアリングポジションでは上位群は四死球の割合が高く、厳しいところを攻めることで、結果として四死球になると考えられる。上位群は四死球という選択肢を利用しながら勝負するという勝負所の見極めと、それに伴う投球術が優れていると考えられる。単打において、上位群の割合が低いのは厳しいコースを攻めていることが要因であろう。この状況下での四死球と単打の価値は異なり、単打では高い確率で塁上走者の進塁を許すが、四死球では走者は増えても、塁上走者の進塁は許さない。結果として失点を防ぐことにつながると考えられる。

### 4.2 進塁理由割合について (仮説①)

一進の二進に関しては単打および犠打において有意な差がみられた。単打と犠打による進塁の違いは、アウト数が増えるかどうかである。強攻か、犠打かの選択は投手の能力によって判断されていることが考えられる。二進の三進について上位群は凡打死による進塁の割合が高いことから、二進同様に進塁は許すものの、アウト数を増やしているということが考えられる。

## 5. まとめ

上位群には犠打を多用していることから、連打の可能性は低くなり、アウト数は増加していることから単打による得点は難しい可能性がある。しかし今回の検証では制球力や球速、変化球について検討していないことから今後検討の余地がある(仮説①)。チャンスにおけるヒットは印象には残るが、数字的には、差がみられなかった。今後はチャンス度合を考慮した検討も必要と考えられる(仮説②)。

# スポーツコーチングカムにおける垂直ブランキング期間の計測 ～ローリングシャッターを用いた CMOS カメラの動画解析問題～

宮西 智久<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>, 島田 一志<sup>3</sup>, 高橋 佳三<sup>4</sup>, 平山 大作<sup>2</sup>

<sup>1</sup>仙台大学, <sup>2</sup>筑波大学, <sup>3</sup>金沢星稜大学, <sup>4</sup>びわこ成蹊スポーツ大学

近年, 従来の CCD カメラに代わり, 高解像度かつ高速度撮影機能をもつ民生用の廉価な CMOS カメラが開発され市場に投入されてきた. これらのカメラのシャッター機構はほぼ全てローリングシャッターである. そのため, これらのカメラで撮影された動画は各 frame 内の上部と下部層間の画像に固有の時間差(“画像-時間ひずみ現象”)が生じている. バイオメカニクス解析を行う場合, この時間差は補正すべきである. この時間差は各 frame 内の垂直座標に従い各標点に異なる時間スケールを割り当てることで補正可能であるが, そのためには垂直ブランキング期間(BP)を計測する必要がある. 本研究では JVC 社のスポーツコーチングカムカメラ(GC-LJ25B)の BP 値を計測し明らかにすることを目的とした. 先行研究の方法により, 各撮影速度(60 Hz, 120 Hz, 240 Hz, 300 Hz)毎に設定されたカメラ画像にストロボスコープからの発光信号を録画した後, BP 値を求めた. その結果, 以下の BP 値を得た: 0.3052±0.0009 (60 Hz), 0.5422±0.0037 (120 Hz), 0.0947±0.0035 (240 Hz), 0.3296±0.0013 (300 Hz).

**キーワード**: 民生用カメラ, GC-LJ25B, 画像-時間ひずみ現象, バイオメカニクス

## 1. はじめに

近年, 従来の CCD カメラに代わり, 高解像度かつ高速度撮影機能をもつ民生用の廉価な CMOS カメラが開発され市場に投入されてきた. これらのカメラのシャッター機構はほぼ全てローリングシャッターである. そのため, これらのカメラで撮影された動画はその機種に応じて各 frame 内の上部と下部層間の画像に固有の時間差(“画像-時間ひずみ現象”)が生じている(写真1). バイオメカニクス解析を行う場合, この時間差は補正すべきである. この時間差は各 frame 内の垂直位置に従い各標点に異なる時間スケールを割り当てることで補正可能であるが, そのためには画像表示の制御パラメータの一つである垂直ブランキング期間(BP)(図 1)を計測する必要がある. これまで若干の機種において BP 値が報告さ



(a) 静止画



(b) 動画 (左から右へカメラをパンニング)



(c) 動画 (右から左へカメラをパンニング)

写真1 ローリングシャッターによる画像-時間ひずみ現象

れているが<sup>1)</sup>, JVC 社のスポーツコーチングカムカメラ (GC-LJ25B) の BP 値を計測した報告は見当たらないようである. 本研究では当該カメラの BP 値を計測し明らかにすることを目的とした.



図1 垂直ブランキング期間

## 2. 方法

### 2.1 垂直ブランキング期間の計測と算出式

BP 値は, 先行研究の方法<sup>1)</sup>により, ストロボスコープ (Strobotac Type 1531-AB, General Radio Company, US) を用いてストロボの発光信号 (周波数) をカメラ画像に録画することにより求めた.

具体的には, 暗室において, カメラと Strobotac を設置した後, カメラの撮影速度 (計測周波数) をそれぞれ 60 Hz (解像度 1920×1080 画素), 120 Hz, 240 Hz, 300 Hz (以上同 640×360 画素) に設定した. 各周波数よりも若干低い周波数に設定した Strobotac の発光信号をカメラで数回撮影した. 各設定で撮影された画像をパソコンに取り込んだ後, 動作解析ソフトを使い, 各動画を再生・停止することにより, 発光信号の全帯域幅 (B), B が画面を通過する際に生じる上端帯域幅 (BF1) および下端帯域幅 (BF2) を計測し, 以下の式 [1] により, BP 値 (平均値と標準偏差) を算出した<sup>1)</sup>.

$$BP = (B - (BF1 + BF2)) / (H + (B - (BF1 + BF2))) \quad [1]$$

ここで, H は垂直表示期間 (垂直画素数) を示す.

## 3. 結果

### 3.1 垂直ブランキング期間の算出値

本研究により算出された JVC 社のカメラ (GC-LJ25B) の BP 値は 60 Hz 時が  $0.3052 \pm 0.0009$ ,

120 Hz 時が  $0.5422 \pm 0.0037$ , 240 Hz 時が  $0.0947 \pm 0.0035$ , 300 Hz 時が  $0.3296 \pm 0.0013$  であった.

## 4. 考察

### 4.1 垂直ブランキング期間の比較について

BP 値 (非表示期間) は, 一般に垂直表示有効期間の 5~10% を占めるとされている<sup>3)</sup>. 先行研究では, Sony 社 HVR-V1P が  $12.33 \pm 0.03\%$  (50 Hz), Casio 社 EX-F1 が  $14.36 \pm 0.08\%$  (300 Hz),  $13.46 \pm 0.04\%$  (600 Hz),  $14.72 \pm 0.10\%$  (1200 Hz) であったと報告され<sup>1)</sup>, JVC 社 GC-PX10U が  $3.97 \pm 0.16\%$  (59.94 Hz), 同 GC-PX10AS が  $6.06 \pm 0.06\%$  (50 Hz) であったとされる<sup>2)</sup>. 本研究で計測した JVC 社 GC-LJ25B の BP 値は  $30.52 \pm 0.09\%$  (60 Hz),  $54.22 \pm 0.37\%$  (120 Hz),  $9.47 \pm 0.35\%$  (240 Hz),  $32.96 \pm 0.13\%$  (300 Hz) であった. 計測された BP 値の撮影速度が各社で異なるため一概に言うことはできないが, Sony 社, Casio 社のカメラの BP 値は 12~15% の範囲内にあるのに対し, JVC 社のカメラの BP 値は概して低周波数では低く, 高周波数では高い傾向をもつようである. JVC 社カメラの BP 値が計測周波数の違いで広範囲に及ぶ理由についてはカメラ本体の設計上の特性によるものであろう.

## 5. まとめ

本研究において JVC 社の CMOS カメラ (GC-LJ25B) の垂直ブランキング期間を明らかにした. ローリングシャッターを使ったカメラを用いてバイオメカニクス解析を行う場合には, BP 値を用いて 1frame 内標点座標の時間差 (画像-時間ひずみ) を補正することが望まれる.

## 文献

- 1) Dapena, J. The rolling shutters of CMOS camcorders interfere with biomechanical motion analysis calculations: problems and solutions. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **41**, S21 (2009).
- 2) Dapena, J. Personal communication, (2016).
- 3) 寺前裕司. デジタル画像技術事典 200. インタフェース編集部 (編). CQ 出版社: 東京 (2015).

# 大学野球選手における 2 塁走の疾走経路に関する検討

今若 太郎<sup>1</sup>, 平塚 和也<sup>1</sup>, 宮崎 光次<sup>2</sup>, 角田 直也<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国土舘大学大学院 スポーツ・システム研究科,

<sup>2</sup> 桜美林大学 健康福祉学群, <sup>3</sup> 国土舘大学 体育学部

本研究は、本塁-1 塁間の膨らみ幅に着目し、2 塁走における疾走時間の短縮に最も適した疾走経路について、明らかにすることを目的とした。大学野球選手 54 名を対象に、本塁-1 塁間の膨らみ幅をファウルラインから 1m 以内 (1m 試技)、2m 以内 (2m 試技)、3m 以内 (3m 試技) とした計 3 種類の 2 塁走を実施させた。本塁から 2 塁までを 4 区間に分け、光電管を用いて合計疾走時間及び区間疾走時間を計測した。同時にビデオカメラを用いて区間体傾斜角度を算出した。合計疾走時間は、1m 試技と比較して 2m 試技及び 3m 試技が有意に短い疾走時間を示した。また、区間疾走時間は 1 塁触塁後の区間で、それぞれの試技間に有意な差が認められ、3m 試技が最も短い疾走時間を示した。以上の結果から、本塁-1 塁間の膨らみ幅の違いは、1 塁触塁後の疾走時間に影響を与えることが明らかとなり、2 塁走の疾走時間を短縮する為には、2m から 3m 程度の膨らみ幅で疾走する経路が効果的であることが示唆された。

**キーワード：** 走塁、合計疾走時間、区間疾走時間、区間体傾斜角度、膨らみ幅

## 1. はじめに

走塁の指導内容に関して、指導書の中で村上<sup>1)</sup>は、直線的に走りベース上でクイックターンを行うべきだと述べている。一方で、戸栗<sup>2)</sup>は、膨らみを持った走路を取りながら、触塁するべきだと述べている。この様に指導内容の多くが、本塁-1 塁間における疾走経路に関するものであることから、走塁において疾走経路は重要な要素であると考えられる。疾走経路の調節は、膨らみの大小で行うもの<sup>3)</sup>とされているが、これまでに膨らみ幅の違いが、走塁の疾走時間に与える影響について明らかにしたものはみられない。そこで、本研究は 2 塁走における本塁-1 塁間を異なる膨らみ幅で疾走させ、疾走時間、疾走動作を比較することで、2 塁走疾走時間を短縮する為最も適した膨らみ幅を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

被検者は、男子大学野球選手 54 名とした。測定試技は、本塁-1 塁間の膨らみ幅をファウルラインから 1m 以内 (1m 試技)、2m 以内 (2m 試技) 及び 3m 以

内 (3m 試技) とした計 3 種類の 2 塁走並びに 2 塁走と同距離である 54.8m 直線走とした。算出項目は、2 塁走における合計疾走時間、区間疾走時間及び区間体傾斜角度並びに直線走合計疾走時間とした。疾走時間は光電管、体傾斜角度はビデオカメラを用いて、今若ら<sup>4)</sup>と同様の手法で算出した (図 1)。

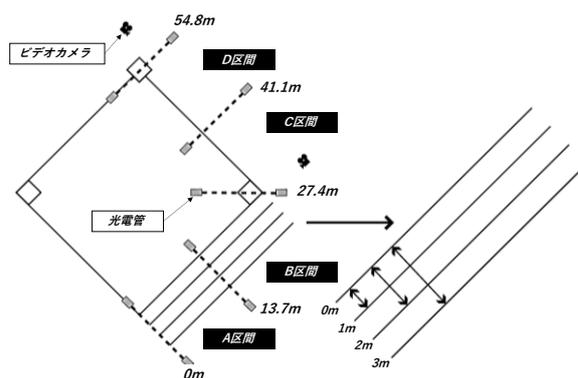


図 1. 測定模式図及び区間定義

## 3. 結果及び考察

合計疾走時間は、2m 試技及び 3m 試技が 1m 試技と比較して、有意に短い疾走時間を示した (表 1)。従って、本塁-1 塁間の膨らみ幅を 2m から

3m 程度で疾走することで、2 塁走の合計疾走時間を短縮できることが示唆された。

表 1. 各試技における合計疾走時間

合計疾走時間 (sec)			試技差
1m 試技	2m 試技	3m 試技	
8.25 ± 0.34	8.05 ± 0.29	8.02 ± 0.30	2m, 3m < 1m
Significant difference (p < 0.05)			Values are mean ± S.D.

区間疾走時間は、C 区間で全ての試技の間に有意な差が認められ、3m 試技が最も短い疾走時間を示した (表 2)。また、区間体傾斜角度は A 区間及び B 区間で全ての試技間に有意な差が認められた (表 3)。このことから、膨らみ幅の違いは、本塁-1 塁間の体傾斜角度及び 1 塁触塁後における区間疾走時間に影響を及ぼすことが明らかとなった。

表 2. 各試技における区間疾走時間

区間	区間疾走時間 (sec)			試技差
	1m 試技	2m 試技	3m 試技	
A	2.39 ± 0.09	2.39 ± 0.08	2.41 ± 0.08	n.s.
B	1.81 ± 0.10	1.79 ± 0.09	1.83 ± 0.09	2m < 3m
C	2.16 ± 0.12	1.99 ± 0.10	1.92 ± 0.09	3m < 2m < 1m
D	1.90 ± 0.11	1.88 ± 0.10	1.87 ± 0.10	n.s.
区間差	B < D < C < A	B < D < C < A	B < D < C < A	
Significant difference (p < 0.05)			Values are mean ± S.D.	

表 3. 各試技における区間体傾斜角度

区間	区間体傾斜角度 (deg)			試技差
	1m 試技	2m 試技	3m 試技	
A	3.1 ± 1.8	5.2 ± 2.9	7.4 ± 3.1	1m < 2m < 3m
B	17.8 ± 3.4	20.0 ± 4.1	21.5 ± 3.3	1m < 2m < 3m
C	16.8 ± 4.4	16.3 ± 3.9	15.7 ± 4.4	n.s.
D	4.1 ± 2.4	5.2 ± 2.8	6.2 ± 2.5	n.s.
区間差	A, D < B, C	A, D < C < B	A, D < C < B	
Significant difference (p < 0.05)			Values are mean ± S.D.	

1 塁触塁前区間における体傾斜角度が走塁疾走時間を短縮する為の走塁スキルであるという報告<sup>4)</sup>を踏まえ、B 区間体傾斜角度と合計疾走時間の関係及び B 区間体傾斜角度と全ての試技間に有意差が認められた C 区間疾走時間の関係について、直線走疾走時間を調整因子とした偏相関係数を算出した。その結果、2m 試技及び 3m 試技で有意な負の相関関係が認められた (表 4)。本研究の結果から、2m 試技及び 3m 試技における 1 塁触塁前区間の体傾斜角度は、直線走疾走能力に影響されない、走塁スキルであることが示唆された。一方で、1m 試技においては有意な関係性が認められず、本塁-1 塁間を直線的に疾走した場合、体傾斜角度は走塁スキルと成り

得ず、1m 試技は体傾斜角度を活かすことのできない疾走経路であることが考えられた。

表 4. 各試技における B 区間体傾斜角度と合計疾走時間及び C 区間疾走時間との偏相関係数

主因子	調整因子	偏相関係数		
		1m 試技	2m 試技	3m 試技
合計疾走時間	直線走疾走時間	-0.098	-0.390*	-0.413*
C 区間疾走時間		-0.093	-0.316*	-0.457*

\*: p < 0.05

#### 4. まとめ

本研究は、2 塁走における本塁-1 塁間の膨らみ幅の違いが合計疾走時間に与える影響について、疾走時間及び体傾斜角度から検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. 2m 試技及び 3m 試技の合計疾走時間は、1m 試技よりも短い疾走時間を示した。
2. 本塁-1 塁間における膨らみ幅の違いは、1 塁触塁前の体傾斜角度と 1 塁触塁後の区間疾走時間に影響を与えることが明らかとなった。
3. 2m 試技及び 3m 試技において、1 塁触塁前区間の体傾斜角度は合計疾走時間及び 1 塁触塁後の区間疾走時間に影響を与える因子であることが明らかとなった。

以上のことから、合計疾走時間を短縮する為には、本塁-1 塁間の膨らみ幅を 2m から 3m 程度で疾走し、1 塁触塁前区間において体傾斜角度を増加させることが効果的であると示唆された。

#### 5. 文献

- 1) 村上豊. 科学する野球/ドリル編. 株式会社ベースボール・マガジン社: 東京. pp. 358-359(1989).
- 2) 戸栗和秀. ベースボールクリニック 6 月号. 株式会社ベースボールマガジン社: 東京. pp. 88-89(2016).
- 3) 大岡昌平ら. 野球における進塁時間短縮方法に関する研究. 体育・スポーツ科学 22, 41-48(2013).
- 4) 今若太郎ら. 大学野球選手における走塁の運動学的解析. 東京体育学研究 7, 5-12(2016).

# 外野手への打球と捕球形態の類型化

西中 裕也<sup>1</sup> 川村 卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

野球は得点を競う競技であり、得点を増やす攻撃力と失点を減らす守備力が重要となる。ピッチングに関する研究が多い一方、守備の一角を担う外野手に関する研究は少ない。本研究は、外野手への打球と捕球形態を類型化し、外野手に関する研究の基礎的知見を得ることを目的とした。データ収集方法は、2016年に行われた第98回全国高等学校野球選手権大会のテレビ中継を録画したものを使用し、分析項目は独自に作成した。その結果、落下地点は内野で1バウンド目を迎えたものに次いで左翼定位置から右翼定位置までに多く分布し、左右ともにライン際が少ないこと、また、ダイレクト捕球時の平均滞空時間は約4.53秒であることが明らかになった。捕球形態に関して、飛球を捕球するときは半数以上が歩きながらの姿勢であり、グラブの位置は大多数が顔より上にあり、ベルトより低い位置で処理したものはほとんどなかった。また、ゴロをバックホームする際、捕球時の足の位置は、「非投球腕側が前」と「投球腕側が前」がほぼ同数であった。

**キーワード** 外野手, 落下地点, 滞空時間, 飛球, 送球

## 1. はじめに

野球は得点を競う競技であり、得点を増やす攻撃力と失点を減らす守備力が重要となる。守備に関してはピッチングに関する研究が多い一方、守備の一角を担う外野手に関する研究は少ない。そこで本研究は、外野手への打球と捕球形態を類型化し、外野手に関する研究の基礎的知見を得ることを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 分析対象

2016年8月7日から14日間阪神甲子園球場で行われた第98回全国高等学校野球選手権大会の全48試合における1225球の外野手への打球と、同大会の外野手への打球から本塁打を除いた1188球における捕球形態を対象とした。

### 2.2 データ収集

テレビ中継をDVDレコーダーで録画した。

### 2.3 分析項目

#### 打球

- ① バウンド数：外野手が処理するまでのバウンド数
- ② 落下地点：1バウンド目、またはダイレクト捕球した位置
- ③ 処理した位置：外野手が打球を処理した位置
- ④ 滞空時間：ボールがバットに当たってから1バウンド、またはダイレクト捕球されるまでの時間
- ⑤ 処理までの時間：ボールがバットに当たってから外野手に処理されるまでの時間

#### 捕球形態

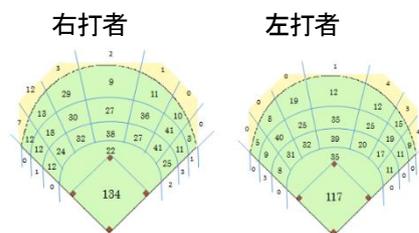
- ① 足の状態：捕球時の足の状態

- ② 捕球した位置（高さ）：捕球時にグラブがどの高さにあったか
- ③ 捕球した位置（横）：捕球時にグラブが身体より非投球腕側、身体の正面、身体より投球腕側のいずれにあったか
- ④ 体の向き：本塁側を前として、捕球時に身体がどの方向を向いていたか
- ⑤ グラブの向き：捕球時にグラブの先がどの方向を向いていたか
- ⑥ 捕球時の姿勢：捕球時にどのような姿勢であったか
- ⑦ 打球への入り方：本塁側を前として、捕球時にどの方向へ動いていたか
- ⑧ 手：捕球時に投球腕がグラブに近い位置にあったか
- ⑨ 送球の方向：誰を目標に送球を行ったか

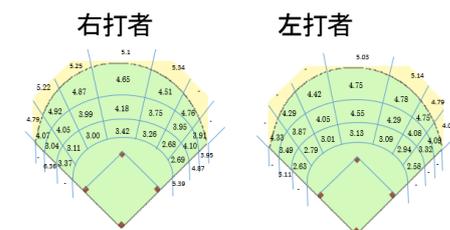
## 3. 結果

### 打球

- ・落下地点の分布

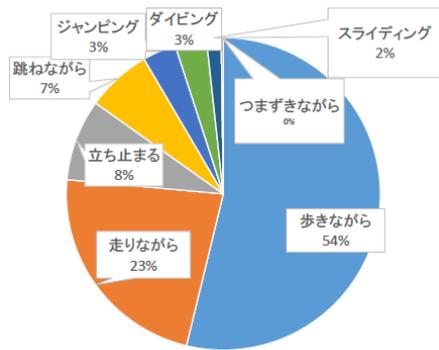


- ・平均滞空時間



### 捕球形態

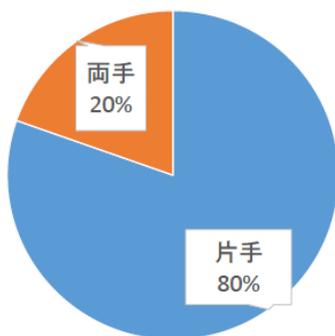
- ・飛球ダイレクト捕球時の捕球形態 (464球)



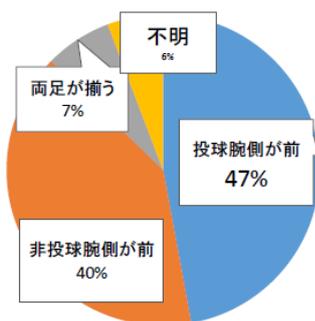
・飛球を捕球した位置 (464 球)

	非投球腕側	正面	投球腕側
頭上	78	118	5
顔	76	127	8
胸	11	22	2
ベルト	4	3	0
膝	4	3	0
地面	2	1	0

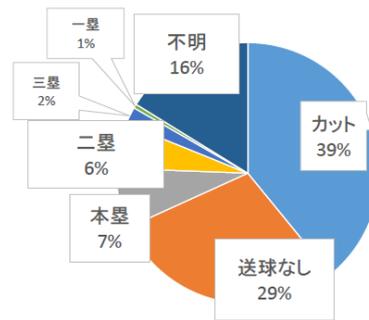
・飛球ダイレクト捕球時の手 (464 球)



・バックホーム時の足の状態 (88 球)



・送球の方向 (1188 球)



#### 4. 考察

##### 打球

右打者、左打者ともにライン際への打球が少なかった。定位置より前への打球は流し方向に多く、定位置より後ろへの打球は引っ張り方向に多かった。

##### 捕球形態

飛球は大多数が歩きながら捕球され、ジャンピングキャッチ、スライディングキャッチ、ダイビングキャッチは少ない。また飛球は大多数が顔より上で捕球され、ベルトより低い位置での捕球はほとんどなく、片手捕球が主流である。バックホーム時は投球腕側の足を前に出して捕球することが多い。外野手による送球はカットへ返すか送球をしない場合が半数以上を占め、各塁へ送球する機会は少ない。

#### 5. まとめ

打球に関して、本研究では打者の左右を分けた上で分析項目を5個設定し、記録した。今後は、「投手の左右」、「球種」、「球速」、「投球コース」などより細かい観点から打球を記録し、場面や状況にあわせた野手の適切なポジショニングの確立を目指す。

捕球形態に関して、本研究では個々の捕球形態を記録し、観点ごとの割合を算出した。今後は、多く見られた捕球形態が実際に合理的な方法であるかを検証する。

また、本研究では高校生を対象に分析を行った。今後は小中学生、大学生、社会人野球を対象にし、レベルや年代、バットの材質による違いを検討していく。

# 中学野球選手における中継プレイ動作に関する基礎的研究

菊地 亮輔<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>, 小倉 圭<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

野球の内野手に求められるプレイの一つとして、外野手からの返球を捕球し、状況によって様々な位置に送球する中継プレイがある。中継プレイで打者や走者をアウトにするためには、すばやく正確な送球が要求される。しかし、これまで内野手の中継プレイに関する研究はほとんど行われていない。そこで本研究は、中学野球選手における中継プレイ動作に着目し、送球動作時間の異なる選手間において、すばやく送球するための動作の特徴を明らかにすることを目的とした。被験者は中学硬式野球チームの内野手 13 名であった。試技は胸から頭の高さ付近に投げられたボールを中継プレイの動作で捕球し、25m 先の的に向かって全力ですばやく送球するものとした。試技の撮影には 2 台の高速度 VTR カメラを用い、三次元画像分析を行った。分析試技は内省が良く、的の得点が最も高い試技とした。動作を各局面に分け、それらに要した時間の相関を求めた。その結果、捕球からリリースまでの局面時間と捕球から右足接地までの局面時間に有意な正の相関が認められた( $r=0.933$ ,  $p<0.01$ )。また、捕球から右足接地までの局面時間が短い選手は左足接地のタイミングが早い傾向がみられた。

**キーワード**：中継プレイ，動作時間，送球時間，ステップ時間

## 1. はじめに

野球の内野手に求められるプレイの一つとして、外野手からの返球を捕球し、状況によって様々な位置に送球する中継プレイがある。中継プレイでは、時間的制約が大きい状況で、打者や走者をアウトにするために、すばやく正確な送球が要求される。指導書<sup>1)</sup>では、「なるべく早く外野手と送球相手とを結ぶ線に入る」などの中継に入る位置や、「捕球時は左足を自分の送球方向へ引き、半身になる」などの捕球体勢について多く記述されている。先行研究<sup>2)</sup>では、発達段階に応じた内野手のゴロ捕球からの送球動作に関する研究は行われているが、内野手の中継プレイに関する研究はほとんど行われていない。

そこで本研究は、中学野球選手における中継プレイ動作に着目し、送球動作時間の異なる選手間において、すばやく送球するための動作の特徴を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 対象者

対象者は、中学硬式野球チームに所属する内野手

13 名(身長:  $1.61 \pm 0.10$ m 体重:  $50.2 \pm 7.9$ kg)とした。

### 2.2 実験

実験試技は、胸から頭の高さ付近に投げられたボールを中継プレイの動作で捕球し、25m 先の的へ全力ですばやく送球するものとした。いずれの被験者にも 6 回の試技を行わせ、各試技の中で最も内省が良く、的の得点が高い 1 試技を分析試技とした。

試技は、2 台の高速度カメラ(CASIO 社製, EX-F1)を用い、撮影速度毎秒 300 コマ、露出時間 1/1000 秒で撮影した。分析試技の VTR 画像から身体各部 25 点及びボール 1 点の計 26 点を DKH 社製 Frame-DIASIV を用いてデジタイズし、DLT 法により分析点の三次元座標を算出した。得られた座標値は Wells and Winter (1980) の方法により最適遮断周波数を決定し、Butterworth digital filter を用いて平滑化した。統計処理は、2 変数の短相関分析を行った。相関係数は Pearson の積率相関係数を用いた。また、本研究の統計的有意水準は 5% とした。

### 2.3 各局面に要した時間の定義

ボールを捕球した時点(捕球時)からボールが的に到達した時点(到達時)までを「送球時間」とし、

捕球時からボールをリリースした時点（リリース時）までを「動作時間」、リリース時から到達時までを「滞空時間」とした。また、動作時間を3局面に分割し、捕球時からステップした右足が接地した時点（ステップ足接地時）までを「ステップ時間」、ステップ足接地時から踏み出した左足が接地した時点（ストライド足接地時）までを「ストライド時間」、ストライド足接地時からリリース時までを「スローイング時間」とした。また、本研究において、ステップ足とは逆の左足が捕球前に接地するAタイプの選手と左足が捕球後に接地するBタイプの選手がいたため（Aタイプ：5名、Bタイプ：8名）、捕球時の時間を基準に、左足接地時の時間との差を「準備時間」として算出した。時間は、Aタイプの時間を負、Bタイプの時間を正として表した（図1）。

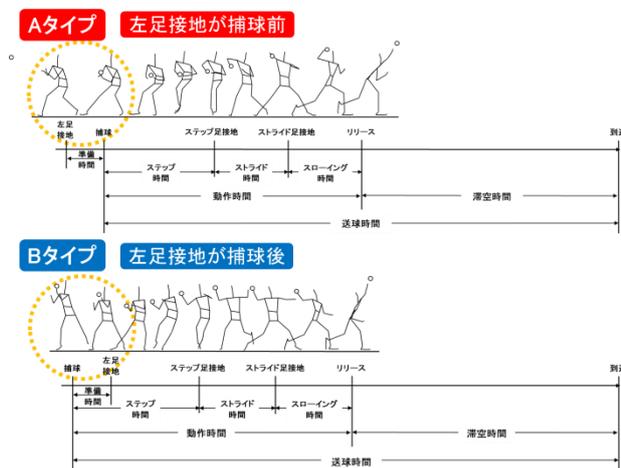


図1 AタイプとBタイプの各時点と局面時間の定義

### 3. 結果および考察

#### 3.1 捕球に対する左足接地タイミングによる分類

動作時間は、AタイプがBタイプより有意に短かった（A：0.76±0.06s、B：0.87±0.06s、 $p<0.01$ ）。川村（2016）<sup>3)</sup>は、すばやく送球するために、後ろに移動しながら捕球すること、大島（2008）<sup>4)</sup>は、受ける側の基本は、ボールを捕りにいかないことを指摘している。このことから、AタイプはBタイプに比べて、捕球に重点を置くのではなく、次のステップ動作に移行しやすい動きをすることで動作時間が短くなったと推察される。

#### 3.2 パフォーマンスと各局面時間の関係

送球時間と動作時間、滞空時間との間に、それぞれ有意な正の相関が認められた（動作時間： $r=0.813$ 、

$p<0.01$ 、滞空時間： $r=0.845$ 、 $p<0.01$ ）。動作時間と滞空時間との間に有意な相関は認められなかった（ $r=0.376$ 、n.s.）。また、ボール速度と動作時間との間に有意な相関は認められなかった（ $r=0.292$ 、n.s.）が、送球時間、滞空時間との間に、それぞれ有意な正の相関が認められた（送球時間： $r=0.779$ 、 $p<0.01$ 、滞空時間： $r=0.971$ 、 $p<0.01$ ）。以上から、中学野球選手は、動作時間と滞空時間の両方を短くする必要があると考えられる。また滞空時間を短くする要因の一つとして速いボールを投げることが挙げられることが推察される。

動作時間とストライド時間、スローイング時間との間に、それぞれ有意な相関は認められなかったが、ステップ時間との間に有意な正の相関が認められた（ $r=0.931$ 、 $p<0.01$ ）。また、準備時間と動作時間、ステップ時間との間に、有意な正の相関が認められた（動作時間： $r=0.743$ 、 $p<0.01$ 、ステップ時間： $r=0.889$ 、 $p<0.01$ ）。以上から、動作時間が短い選手ほど、捕球してからステップ足接地までの時間が短く、左足接地のタイミングも早かったと考えられる。

### 4. まとめ

本研究から、以下のことがわかった。

- ①中学野球選手の中継プレイにおけるパフォーマンスの向上には、滞空時間、動作時間をより短くすること、ボール速度を大きくすることが要求されると考えられる。
  - ②動作時間が短い選手は、捕球してからステップ足が着くまでの時間が短く、捕球前に左足が着いている傾向があることが推察された。
- 今後は、異なる捕球位置や投距離での動作の検討および対象者の年代や体格など、発達段階に応じた知見を蓄積していく必要があると考えられる。

### 文献

- 1) 西井哲夫ら（2006）目で見てマスターしよう野球技術 ポジション別技術指導と練習方法、舵社：東京、82-83.
- 2) 宮西智久ら（2015）「発達レベルの異なる野球内野手の送球動作のキネマティクスの比較：体幹と上肢の動作に着目して」体育学研究、60、53-69.
- 3) 川村卓（2016）守備・走塁の科学、洋泉社MOOK、98-99.
- 4) 大島康徳ら（2008）小・中学生のための野球上達法 プロが徹底アドバイスする打撃と守備のテクニック①、ベースボール・マガジン社、164-165.

# 試合映像からみる捕手の二塁送球における時間的特徴

鈴木 智晴<sup>1</sup>, 藤井 雅文<sup>1</sup>, 村上 光平<sup>1</sup>, 蔭山 雅洋<sup>2</sup>, 前田 明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿屋体育大学大学院, <sup>2</sup>鹿屋体育大学

本研究では, 試合映像を用い, 捕手の二塁送球における時間的特徴を盗塁阻止率との関係から検討することを目的とした. 使用した映像は, 大学硬式野球の練習試合および公式戦の盗塁, 盗塁死の映像であった. 状況は走者一塁の盗塁のみに絞った. 捕球からボールリリースまでを Motion Time (以下 M.T.), ボールリリースから二塁送球到達までを Ball Time (以下 B.T.), 二塁送球到達から味方野手がタッチするまでを Touch Time (以下 T.T.), これらの総時間を All Time (以下 A.T.) とした. その結果, A.T. が 2.30 秒以内であると, 盗塁阻止率が約 70%、2.31 秒以上であると, 約 40%であった. また, 2.30 秒以内のものは 2.31 秒以上ものと比較すると, M.T., B.T., T.T. において有意に短い値を示した ( $P < 0.001$ ). 加えて, 2.31 秒以上のものは T.T. が 105.7%, 2.30 秒以内のものより長かった. 以上のことから, 盗塁阻止率を高くするためには, 「より正確な」送球を行うことが重要であることが示唆された.

**キーワード**: 盗塁阻止, 所要時間, 送球の正確性, 試合映像

## 1. はじめに

捕手が盗塁 (二盗) を阻止する条件として, 捕球してから相手ランナーにタッチするまでの所要時間が短いことが挙げられる. そこで, 本研究では, 試合映像を用いて, 捕手の二塁送球における時間的特徴を盗塁阻止率との関係から検討することを目的とした.

## 2. 方法

使用した映像は, 2014 年から 2016 年までの大学硬式野球の練習試合および公式戦の盗塁, 盗塁死の場面映像であった. 全ての映像は 60fps で撮影したものであった. 走者一塁の状況に絞り, ディレイドスチール, 投手の投球がワンバウンドになる隙をついた盗塁, 牽制の際に盗塁のスタートを切ったものを除外した 308 件の映像を使用した. さらに 308 件の映像を, ①捕手捕球, ②捕手リリース, ③味方野手が捕球, ④味方野手タッチ, 以上のような 4 つの

計測点全てが計測できたもの (180 件) を分析対象とした<sup>1)</sup>. また, 捕球からボールリリースまでを Motion Time (以下 M.T.), ボールリリースから二塁送球到達までを Ball Time (以下 B.T.), 二塁送球到達から味方野手がタッチするまでを Touch Time (以下 T.T.), これらの総時間を All Time (以下 A.T.) とした. 以上の計測点間の所要時間を, 映像分析ソフトウェア (Dartfish Software, DARTFISH 社製) を用いて算出した.

## 3. 結果

### 3.1 各局面の所要時間と盗塁阻止率

図1に各局面の A.T. と盗塁阻止率の関係を示した. A.T. および T.T. は短いものほど, 盗塁阻止率が高かった. 加えて, A.T. が 2.30 秒以内であると, 盗塁阻止率が約 70%、2.31 秒以上であると, 約 40%であった. M.T. が 0.600 秒以内のものは, 盗塁阻止率が低かった. B.T. は短いものほど, 盗塁阻止率が高いが, 1.250 秒以内になると盗塁阻止率が低かった.

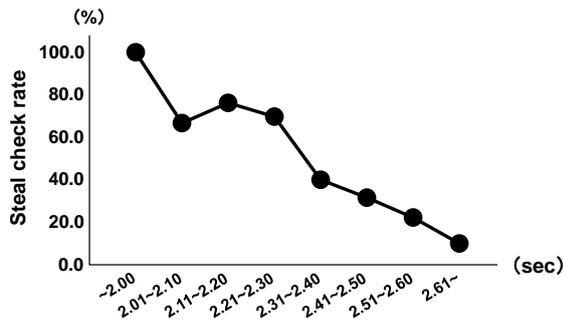


図1 All Time と盗塁阻止率

### 3.2 各局面の所要時間の比較

図2に盗塁を阻止したもの(以下 Out)と、阻止できなかったもの(以下 Safe)との比較を示した。OutはSafeと比較すると、B.T., T.T., A.T.において有意に短い値を示した( $P < 0.001$ )が、M.T.に差は認められなかった。図3にA.T.が2.30秒以内のもの、2.31秒以上のものとの比較を示した。2.30秒以内のものは2.31秒以上のものとの比較すると、全ての局面(M.T., B.T., T.T.)において有意に短い値を示した( $P < 0.001$ )。また、2.31秒以上の局面別時間は、M.T.が11.6%, B.T.が4.6%, T.T.が105.7%, 2.30秒以内のものより長かった。

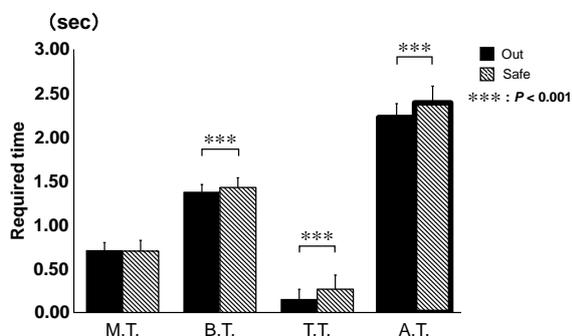


図2 Out vs Safe

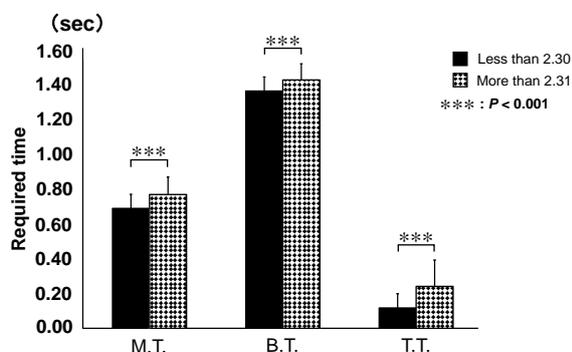


図3 2.30秒以内 vs 2.31秒以上

## 4. 考察

### 4.1 各局面の所要時間と盗塁阻止率

A.T.およびT.T.は時間が短いほど、盗塁阻止率が高かった。一方で、M.T.およびB.T.はある時間よりも短くなると(M.T.: 0.600秒以内, B.T.: 1.250秒以内)、盗塁阻止率が低かった。この要因として、M.T.とB.T.が互いに影響し合っている可能性が考えられる。また、捕手は、ランナーが好スタートをした時点で、M.T.を短縮させることに重点を置くことが考えられる。つまり、捕手は盗塁を阻止する確率が高くない送球の際は、M.T.を短縮し、投機的な送球を行っていると考えられる。

### 4.2 各局面の所要時間の比較

OutはSafeと比較すると、M.T.以外の局面において有意に短い値を示した( $P < 0.001$ )。このことから、盗塁阻止の成否は同一のM.T. (0.700秒前後)内でB.T.およびT.T.をいかに短縮するかで決定することが示唆された。また、A.T.が2.30秒以内のものは2.31秒以上のものとの比較すると、全ての局面において有意に短い値を示し( $P < 0.001$ )、2.31秒以上のもものはT.T.が105.7%、2.30秒以内のものより長かった。以上のことから、より高い盗塁阻止率を実現するためには特に、T.T.を短縮することが重要であると考えられる。

## 5. まとめ

野球捕手が二盗を阻止するためにはA.T.を短縮することが重要である。A.T.が2.30秒以内であると、盗塁阻止率は約70%であった。盗塁阻止率を高くするためには、0.700秒前後のM.T.で「より正確な」送球を行うことが重要であることが示唆された。

## 文献

- 1) 大南淳. 映像解析で盗塁阻止に対する捕手の貢献を探る. プロ野球を統計学と客観分析で考える セイバーメトリクス・レポート4, 株式会社水曜社: 大阪, pp. 12-18 (2015).

# プレー指示が優れた捕手はどのように視覚情報を獲得しているのか？

## 視線配置パターンと注意配分からの検討

菊政 俊平<sup>1</sup>, 國部 雅大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学体育系

本研究は、1) 捕手がプレー指示に関する状況判断をする際の視覚情報獲得方略を視線配置パターンと注意配分の変化から検討すること、2) 状況判断能力の優劣による視覚情報獲得方略の違いを検討することを目的とした。大学硬式野球部の捕手 10 名が眼球運動測定装置を着用した状態で、事前に作成したテスト映像を用いて、無死 1 塁での投手への送りバントに対して送球する塁を判断（指示）する課題を 48 試行を行った。対象者は適切なタイミングで対応するボタンを押し、各試行後、注意配分の変化について問う質問紙に回答した。分析の結果、捕手はインパクトから判断まで大きな視線移動を伴うランナーへはほとんど視線を配置せず、主にボールに視線を固定した状態で、インパクト時にはボールに多くの注意を配分し、判断時にはボール、投手、ランナーに対して包括的に注意を配分していることが示された。また、状況判断能力の優劣による違いは注意配分の変化の過程にみられ、状況判断能力が高い捕手は、ボールから投手、ランナーの順に段階的に注意配分を切り替えていることが明らかになった。

**キーワード**：状況判断、周辺視、視支点 (visual pivot)、選択的注意

### 1. はじめに

捕手は「グラウンドの監督」と形容されることから伺えるように、他の選手が実行するプレーに関する指示を行うことが求められるポジションである。

視覚探索方略に関する多くの先行研究<sup>1)</sup>から、周辺視の重要性が主張されているが、周辺視の活用については検討の余地が多く残されている。捕手は視野内に存在する複数の対象に注意を配分し、状況に応じてその配分を切り替えることで、効果的に手がかかり情報を獲得していると予想されるため、視線配置パターンと注意配分の変化を検討することで、周辺視による視覚情報の獲得についてより具体的に捉えることができると考えられる。

また、捕手の中でも状況判断能力に差があると考えられるため、捕手を判断の正確性によって群分けし、状況判断能力の優劣による視覚情報獲得方略の違いを視線配置パターンと注意配分の変化の観点から検討する必要がある。

そこで本研究は、1) 捕手がプレー指示に関する状況判断をする際の視覚情報獲得方略を視線配置パターンと注意配分の変化から検討すること、2) 状況判断能力の優劣による視覚情報獲得方略の違いを検討することの 2 点を目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 対象者と課題

大学硬式野球部の捕手 10 名を対象とし、無死 1 塁での投手への送りバントに対する送球する塁の判断（1 塁または 2 塁の指示）の課題を行った。

#### 2.2 手続き

対象者は 1.3m×2.7m のスクリーンから 2.4m 離れて座り、眼球運動測定装置を装着した。事前に作成した捕手視点のビデオ映像を用いて 48 試行をランダムな順で行った。対象者は適切なタイミングで指示する塁に対応するボタンを押し、その瞬間に映像は遮蔽された。各試行後、注意配分の変化について問う質問紙への回答を求めた。

## 2.3 分析

判断の正確性を基に、上位群 5 名 (75% - 83%), 下位群 5 名 (65% - 71%) に群分けし, ①時間データ (判断時間: インパクトから判断までの時間, 相対的判断時間: インパクトから投手が捕球するまでの時間に対する判断時間の割合), ②インパクトから判断までのボール, 投手, ランナーに対する視線配置パターン (上位群 3 名, 下位群 2 名), ③インパクトから判断までの時間を 3 フェーズにわけ, 各フェーズでのボール, 投手, ランナーに対する注意配分 (各フェーズの合計が 10) について比較した。

## 3. 結果

### 3.1 時間データ

対応のない *t* 検定の結果, 上位群 (1.13±0.12 秒, 63.7±6.2%) と下位群 (1.21±0.12 秒, 67.5±6.6%) に有意な差はみられなかった。

### 3.2 視線配置パターン

分析の対象とした 5 名の視線配置パターンを表 1 に示した。なお, 判断の正確性が高い順に A から E とした。ボールのみに視線を配置した試行の割合は両群とも約 65%であった。また, インパクト時にボールに視線を配置した試行の割合は上位群 98%, 下位群 95%であり, 判断時にボールに視線を配置した試行の割合は上位群 71%, 下位群 65%であった。

### 3.3 注意配分の変化

群別に二要因分散分析 (フェーズ×エリア) を行った結果, 両群で交互作用がみられた。単純主効果の検定の結果, 上位群は, フェーズ 1 ではボールへの配分が投手, ランナーより大きく, フェーズ 2 ではボールへの配分がランナーより大きかったが, フェーズ 3 ではエリア間の差はみられなかった。下位群は, フェーズ 1, 2 ではボールへの配分が投手, ランナーより大きかったが, フェーズ 3 ではエリア間の差はみられなかった (図 1)。

表 1 各対象者における視線配置パターン

	A	B	C	D	E
B	77	60	60	75	54
BP	8	27	38	10	33
BR	4	2	0	6	0
BPB	4	4	0	0	0
BRB	6	0	0	0	0
BPR	0	2	0	0	2
BRP	0	0	0	0	6
P	0	4	2	6	4
R	0	0	0	2	0

B: ボール P: 投手 R: ランナー (%)

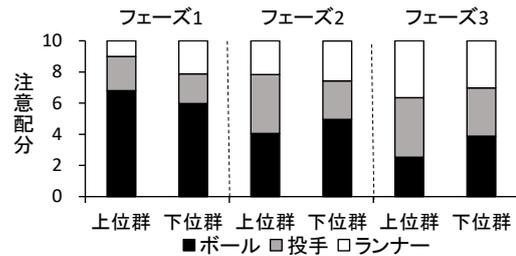


図 1 注意配分の変化の比較

## 4. 考察

プレー指示に関する状況判断能力の優劣によって判断までの時間に有意な差はみられなかった。この結果はフィールド課題を用いた先行研究<sup>2)</sup>を支持し, プレー指示に関する状況判断能力が高い捕手は必ずしも早い判断をしているわけではなく, 指示に適したタイミングで判断していることが示唆された。

また, 捕手はインパクトから判断まで大きな視線移動を伴うランナーへはほとんど視線を配置せず, 主にボールに視線を固定していることが明らかになった。特定のエリアに視線を固定するといった振り舞い (視支点: visual pivot) は, 野球の熟練打者<sup>1)</sup>などにおいても報告されており, 大きな視線移動中の情報の欠如を防ぐとともに, 視対象の位置関係を安定的に把握することができる方略であると考えられる。さらに, 捕手はインパクト時にはボールに多くの注意を配分し, 時間経過に伴ってその配分を周辺視野内の投手やランナーに切り替えることで, 判断時にはボール, 投手, ランナーに対して包括的に注意を配分していることが明らかになった。

さらに, プレー指示に関する状況判断能力の優劣による視覚情報獲得方略の違いは, 注意配分の変化の過程にみられ, 状況判断能力が高い捕手はインパクトから判断までの時間において, ボールから投手, ランナーの順に段階的に注意配分切り替えていることが明らかになった。

## 文献

- 1) 加藤貴昭・福田忠彦. 野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索ストラテジー. *人間工学*, 38, 6, 333-340 (2002).
- 2) 菊政俊平・國部雅大. 野球の捕手におけるフィールドでの状況判断能力に関する認知的要因の検討. *いばらき健康・スポーツ科学*, 31, 1, 1-10 (2016).

# 野球選手における守備の能力評価の検討

菊池 諒<sup>1</sup>, 金城 岳野<sup>1</sup>, 西 純平<sup>2</sup>, 岡本 直輝<sup>3</sup>

<sup>1</sup>立命館大学大学院, <sup>2</sup>京都府立北嵯峨高等学校, <sup>3</sup>立命館大学

野球の守備力評価法は未だ確立されておらず、指導者の勘や経験に頼る傾向が強い。そこで、本研究は野球における内野手のゴロ処理について、動作時間の「速さ」に焦点を当てた評価法を考案し、現場での利用の可能性について検討することを目的とした。被験者は高校・大学野球部に所属する内野手計 19 名であった。被験者を遊撃手の定位置に立たせ、その地点から 5m 離れた 7カ所（正面、左右斜前、左右真横、左右斜後）に球を置き、指示者の合図と同時に被験者に予め指示していた方向の球をグラブで捕球させ、一塁へ送球させた。被験者の動作をハイスピードカメラによって撮影し、動作開始から終了までの動作時間を計測した。また、質問紙を用いて、被験者が所属する野球部各 2名の指導者に選手の守備について 5段階で評価させ、その評価値と各選手の動作時間との関係について検討した。その結果、「守備の総合力」の評価項目と動作時間はどの指導者においても相関関係が見られなかった。このことから、多くの指導者は動作の「速さ」で守備を評価していないことが考えられる。

**キーワード**：内野手，動作時間，評価法

## 1. 背景及び目的

野球選手の評価は、試合結果、指導者の経験や勘によって行われる場合が多い。特に、年間の試合数が少ない学生野球においては、試合結果から選手の能力を評価することは極めて困難である<sup>1)</sup>。

近年では、野球選手の試合成績以外の打撃の評価指標として、スイング速度や打球速度の重要性が報告されている<sup>2)</sup>。一方で、打撃と比較して野球選手の守備に関する研究は、ほとんど行われていない。打撃と同様に、守備を定量的に評価することが可能になれば、パフォーマンス向上へつなげることができる。

金堀らは「内野手の守備範囲に飛来したゴロ打球を処理する能力を高めることは、失点を抑え、勝利へとつながる」と述べており<sup>3)</sup>、野球選手の中でも、特に内野手のゴロ処理の能力について評価を行うことが重要である。また、内野手のゴロ処理における最大の特徴は、時間的制約の中で処理を完了させなければならないことである。つまり、ゴロ処理動作を評価する上では「速さ」が重要と考える。また、「速さ」に焦点を当てることで、指導現場でも理解しやすい情報を提供できるものとする。

そこで本研究は、野球における内野手のゴロ処理

について、動作時間の「速さ」に焦点を当てた評価法を考案し、指導現場での利用法について検討することを目的とした。

## 2. 方法

1) 被験者は高校・大学の硬式野球部に所属する右投げ内野手計 59 名とした。被験者を遊撃手の定位置に立たせ、その地点から 5m 離れた 7カ所（左後方向、左横方向、左前方向、正面方向、右前方向、右横方向、右後方向）に球を置き（図 1）、指示者の合図と同時に被験者に予め指示していた方向の球を捕球させ、一塁へ送球させた。被験者らの動作をハイスピードカメラによって撮影し、動作開始から終了までの動作時間を計測した。

2) アンケート用紙を用いて、被験者が所属するチームの各 2名の指導者に選手の守備について評価させた。具体的な質問項目は選手の守備における「打球への反応」、「フットワーク」、「グラブさばき」、「スローイング」、「状況判断力」、「守備範囲」、「総合力」の 7項目で、それぞれ 5段階で評価させ、その評価値と各選手の動作時間との関係について検討した。

## 3. 結果及び考察

1) の実験結果においては、図 2 に示すようにすべて

の方向において大学生は高校生よりも有意に短い動作時間を示した ( $p<0.05$ )。本研究における被験者の

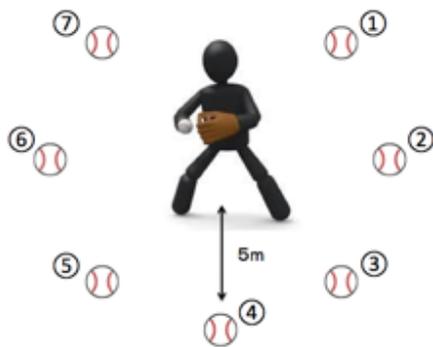


図1 測定法の概要

うち、大学生は全国大会に出場するレベルの大学の選手である。一方、高校生は全国大会の出場経験がない県内中堅高校の選手である。このことから、本研究の大学生と高校生における動作時間の差は、両者の守備技術の差を表している可能性があり、本測定法は野球選手の守備能力の評価法の一つとして利用可能であると考ええる。

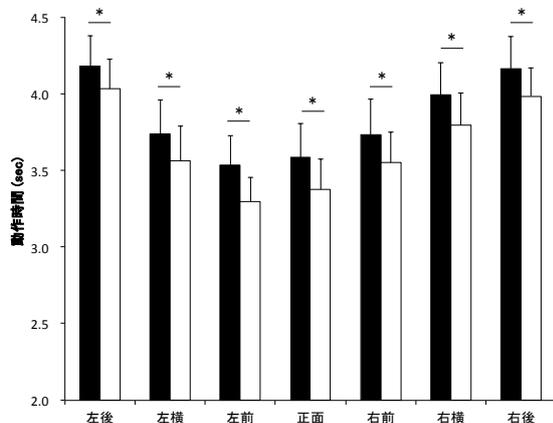


図2 各方向における動作全体時間の高校生と大学生の比較 ( $p<0.05$ )

2) の実験結果において、相関関係を示す評価項目と動作局面との組み合わせは、指導者によって異なることが明らかとなった。また、多くの組み合わせで相関関係を示す指導者と、相関関係を示す組み合わせが少ない指導者に分かれることが明らかになった。この結果から、指導者によって内野手における守備力の評価視点は異なることが考えられる。特に、ゴ

ロ処理時の動作時間の速さと正確性は相反するもの<sup>4)</sup>であり、指導者の視点はどちらかに寄る傾向があるものと考えられる。しかしながら、ゴロ処理動作における最大の特徴は、時間的制約の中で動作を行わなければならないものであり、本研究における評価法は内野手の守備において重要な能力のひとつである、ゴロ処理動作の「速さ」を評価するものとして現場において有効に利用できるものであると考える。

#### 4. 結論

本研究では静止している球を用いて測定を行ったため、本測定法は野球選手の守備力を包括的に評価できるものではない。しかしながら、本研究においては、現場の選手や指導者が理解しやすい評価法を考案することを目的としており、現場でも理解しやすく、かつ内野手において重要な能力であるゴロ処理の「速さ」に焦点を当て研究を進めた。これらのことから、本研究における評価法は内野手の守備において重要な能力のひとつである、ゴロ処理動作の「速さ」を評価するものとして現場において有効に利用できるものであると考える。

#### 文献

- 1) Kohmura, Y et al. Development of a baseball-specific battery of tests and a testing protocol for college baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(4), 1051-1058 (2008)
- 2) Gerald T et al. Predictors of fielding performance in professional baseball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8, 510-516 (2013)
- 3) 金堀哲也・川村 卓・岡本 嘉一・小倉 圭 (2015) 大学野球選手の内野ノック守備における動作パターン. *コーチング学研究*, 29 (1) :23-29.
- 4) 小倉圭・島田一志・金堀哲也・野本堯希・奈良隆章・川村卓 (2016) 野球内野手における通常ゴロおよびイレギュラーバウンドに対するゴロ捕球動作に関するキネマティクスの研究; 上位群と下位群間の下肢および体幹の動作の比較. *体育学研究* 61(1): 59-74.

# 高校野球におけるイニング別得点の傾向

## 高等学校野球選手権地方大会から

大石 泰広<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学, <sup>2</sup>筑波大学 体育系

イニングごとに攻守が交代する野球では、そのイニングでいかに得点するかが重要である。そこで、選手権地方大会（S県、2016年7月10日～7月27日、参加112校、112試合）を取り上げ、イニング別得点の傾向を分析した。本研究の目的は、それぞれの試合における得点の推移をヒントにして、高校野球監督が攻撃や守備において用いる戦術選択に影響を与えることである。イニング別得点を分析した結果、先制したチームの勝利は、112試合中79試合（70.54%）であった。イニング別得点平均は、1回が有意に高く、5回は有意に低いという結果であった。

キーワード：先制点、点差、得点、序盤

### 1. はじめに

先行研究において、「先制点を取ったチームの勝率が7割である、ただし先制点を取ったチームが同点・逆転を許すと勝ちにくい」（川村）と述べている。

そこで、先制点を取ったチームの勝率について、一つの地方大会でもその傾向が表れるのかを検証することを目的として行うこととした。

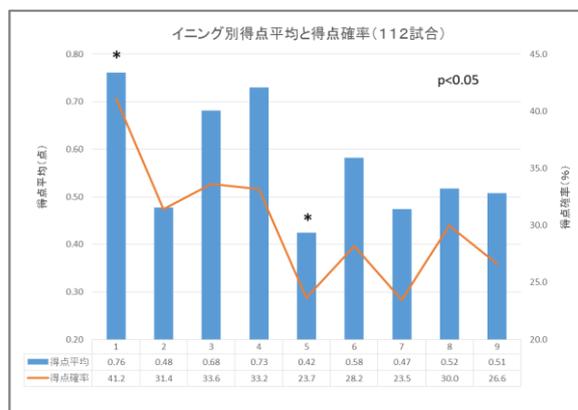
また、得点が入りやすいイニングとして、投手の立ち上がりである、初回の攻撃、5回終了後のグラウンド整備直後の6回、何が起こるかかわからない最終回、など諸説ある。さらに、「決勝点につながる勝負どころは、7、8、9回よりも、1、2、3回である」（川村）ことについて、実際にその傾向が見られるか分析を試みた。そこで、イニング別得点傾向を分析することとし、あわせて、点差と得点の関係性を分析することを通じて、何らかの傾向が見られるかを分析した。

### 2. 方法

第98回全国高等学校野球選手権地方大会（2016年7月10日～7月27日、S県、参加112校、112試合、引き分け再試合を含む）を取り上げ、イニング別得点の傾向を分析した。点差と得点の関係性を示すため、試合ごとに、点差と得点を分析し、試合展開の様相ごとに分類した。

### 3. 結果

#### 3.1 イニング別得点平均と得点確率

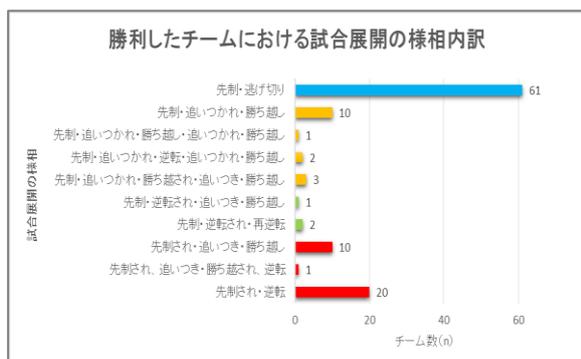


イニング別得点平均と得点確率を分析したところ、得点平均は、1回が有意に高く、5回は有

意に低いという結果となった。(p<0.05)

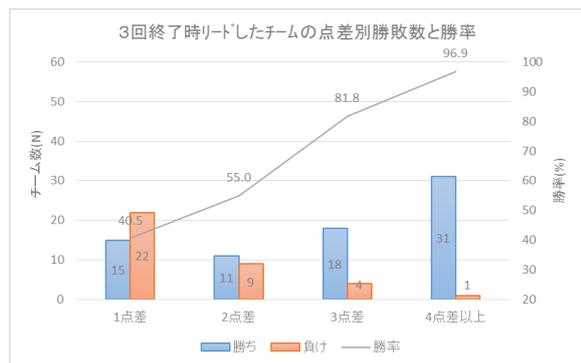
得点確率は、1回～4回までと比較して、5～9回は相対的に低かった。なお、先攻後攻の勝敗については、先攻したチームの勝利は44%、後攻が56%であった。

### 3.2 勝利したチームの試合展開の様相



勝利したチームの試合展開の様相をすべて分析し、先制点、その後の得点の推移に関して上記のグラフのように、類型化した。先制して逃げ切ったチームが、111試合中61試合(54.95%)であった。先行研究における「決勝点につながる勝負どころでは、7、8、9回よりも1、2、3回」と同様の傾向が表れているといえる。

### 3.3 序盤3回終了時の点差に注目して



序盤3回終了時にリードしたチームの点差別勝敗数と勝率をグラフに表した。序盤3回の時点で、4点以上リードした31チームのうち96.9%が勝利した。さらに、そのうち28試合は、リードしていたチームは、追いつかれたり逆転されたりすることなく勝利していた。

## 4. 考察

### 4.1 イニング別得点

初回は、相手投手の問題や、選手権大会独特の雰囲気による影響などから、勢いに乗じて得点することができているのではないかと推測される。さらに、上位打線は攻撃力のある選手が揃い、その力を発揮していると予想できる。

### 4.2 先制点と勝敗

先制点を取ったチームの勝率は70.54%である。そのうち54.9%は、先制した後、一度も追いつかれなかったり、逆転されたりしなかったまま勝利した。先制点を挙げることは、試合を有利に進めることに繋がり、良い雰囲気を保った状態で攻撃を続けることができると推測できる。試合中に同点になった場合では、先に勝ち越したチームが勝利する傾向があることから、「第2の先制点」ともいえる勝ち越し点を奪うことも重要であると言える。

### 4.3 序盤の戦い

今回の大会では、3回までに4点差をつけることが、いわゆるセーフティリードと捉えることができる可能性が示唆された。

## 5 まとめ

先制点を奪うこと、および、1イニングに大量得点を狙う戦術の重要性が確認できた。試合の序盤が勝負の決め手となる試合も多いことから、初回および1打席目から、攻撃のパフォーマンスが発揮できるような練習方法が必要であろう。地方大会において、高校野球監督が選択する様々な戦術のなかで、先制点を奪い、そのリードをいかにして保つかという視点で采配をすることも重要であると言える。

## 文献

- 1) 川村卓・中村計 徹底データ分析 甲子園戦法 セオリーのウソとホント. 朝日新聞社 (2007).

# 野球打撃における経時的な変化から見た地面反力とスイング速度の関係

中島 一<sup>1,2</sup>, 蔭山 雅洋<sup>3</sup>, 村上 光平<sup>2</sup>, 前田 明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>阿南工業高等専門学校, <sup>2</sup>鹿屋体育大学大学院, <sup>3</sup>鹿屋体育大学

野球の打撃において、スイング速度を高めることは打撃パフォーマンスを向上させる手段の一つである。スイング速度は身体重心の並進運動と重心に対する回転運動によって生みだされており、それらの運動エネルギーを生み出しているものは両脚によって発揮された地面反力である。本研究では、経時的な観点から、各局面・各成分の地面反力とスイング速度との関係を明らかにすることを目的とした。被験者は大学野球選手 46 名とし、打撃中の地面反力及び三次元座標を計測した。その結果、地面反力の絶対値とスイング速度の間には有意な相関関係が認められ、質量や下肢筋出力を高めることによってスイング速度が高められる可能性が示唆された。また、地面反力の相対値では、軸脚による背面側への荷重及び踏込脚による投手側への荷重とスイング速度の間に有意な相関関係が認められた。このことから、打撃中の荷重方向と局面を適切に指導することによって、スイング速度を高められる可能性が示唆された。

**キーワード：** 下肢, 軸足, 踏込脚, フィードバック, 回旋

## 1. 諸言

野球の打撃において、スイング速度を高めることは打撃パフォーマンスを向上させる手段の一つである。矢内による野球のバッティングにおける *Deterministic model*<sup>1)</sup> では、スイング速度を生み出すエネルギーの大半は、両脚によって発揮される地面反力であると述べられている。しかし、これまでの研究からは、どの局面でどの方向への荷重がスイング速度に影響を与えているかについては不明である。そこで、本研究では地面反力を各成分に分割し、それらとスイング速度の関係を経時的に見ることで、スイング速度を高めるための知見を得ることを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

被験者は大学野球選手 46 名を対象とした。ま

た、年齢及び身体特性は、年齢  $20.9 \pm 2.3$  歳 身長  $172.4 \pm 5.3$ cm 体重  $69.5 \pm 7.5$ kg であった。

### 2.2 実験手順

被験者を 2 枚のフォースプレート上に立たせ、最大努力でのティー打撃を行わせた。その際、フォースプレートにて地面反力を計測するとともに、光学式三次元動作解析システム *Mac3D* (*Motion Analysis* 社製) を用い、身体各部の三次元座標を計測した。

### 2.3 局面

局面は、踏込脚離地から踏込脚最大高までを第一局面、踏込脚最大高から踏込脚接地までを第二局面、踏込脚接地からインパクトまでを第三局面とし、それぞれ 100% で規格化した。

## 3. 結果及び考察

各脚によって発揮された地面反力とスイング速度との相関関係を求めた。地面反力の最大値で

見ると、絶対値では各脚によって発揮された全方向への荷重とスイング速度の間に相関関係が認められた。一方、発揮された地面反力を体重で除した相対値で見ると、軸脚による背面方向への荷重と、踏込脚による投手方向への荷重とスイング速度の間に相関関係が認められた。

そこで、相対値を経時的に見ることとした。軸脚では、下胴の回旋角速度が発生し始める180%から200%付近で背面方向への荷重とスイング速度の間に相関関係が認められた。一方、踏込脚では、下胴の回旋角速度を上胴の回旋角速度が追い越す260%から280%付近で投手方向への荷重とスイング速度との相関関係が認められた。

これらの結果は、両脚に作用する地面反力のうち、特に上記2方向への荷重によって、下胴、上胴の角速度を増大させていると考えられる。

#### 4. 実践現場への示唆

スイング速度を高めるためには、身体質量の増加あるいは筋出力を高めることが有効であると考えられる。また、軸脚及び踏込脚による各方向への荷重を意識することによってもスイング速度を高められる可能性が示唆された。野球打撃中の地面反力に関するフィードバック方法を検討した中島ほか<sup>2)</sup>の研究によると、地面反力を時間—ベクトルグラフとして提示する方法は選手へより良いフィードバックを行う上で有効な方法の一つであり、それをより効果的にするためには、地面反力の概念を選手に理解させることが重要であるとしている。このようにスイング速度を向上させるためには一定の力学的な基礎知識を与える科学的アプローチが有効ではないかと考えられる。

#### 文献

- 1) 矢内利政. 野球のバッティングにおける重心移動と回転運動—Deterministic modelを用いた分析. バイオメカニクス研究 11(3), 200–212 (2007).
- 2) 中島一, 蔭山雅洋, 前田明. 野球打撃における地面反力フィードバック方法の検討. スポーツパフォーマンス研究 147-158 (2015).

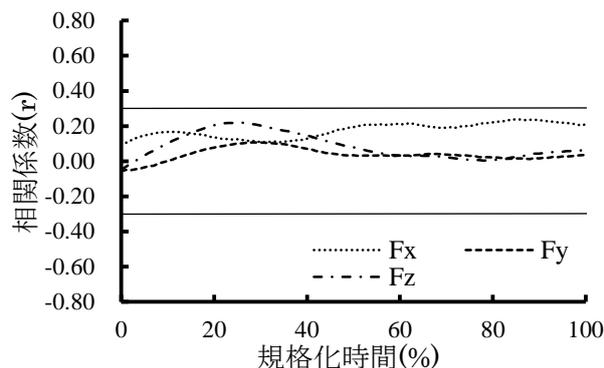


図1 軸脚地面反力とスイング速度との相関係数の推移

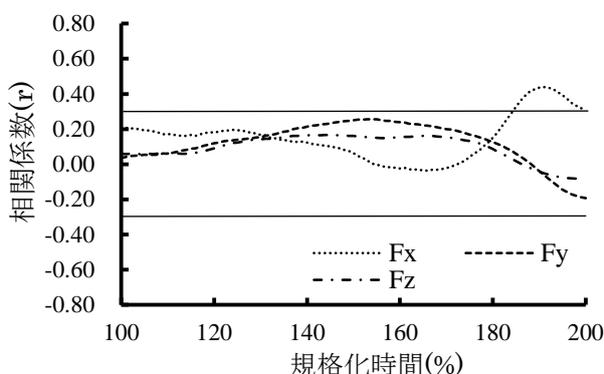


図2 軸脚地面反力とスイング速度との相関係数の推移

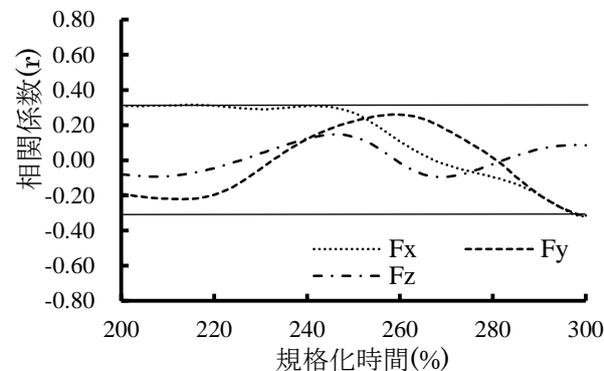


図3 軸脚地面反力とスイング速度との相関係数の推移

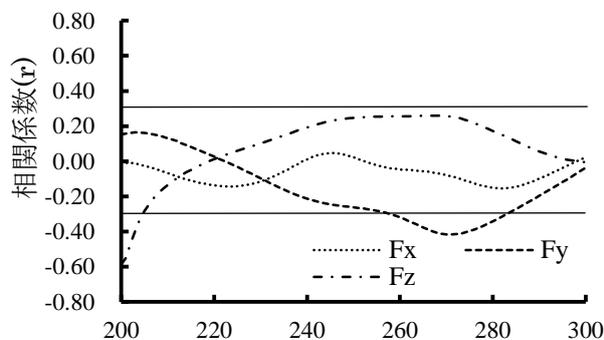


図4 踏込脚地面反力とスイング速度との相関係数の推移

# 野球の打撃動作におけるフォロースルーと打撃パフォーマンスの関係

坂口 拓也<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>, 金堀 哲也<sup>2</sup>, 大石 泰広<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

野球の打撃動作において、打球速度を大きくするにはバット速度を大きくすることと、バットとボールを正確に衝突させることが重要である。これまで、打撃動作において、投球コース別のバットスイングの影響やヘッドスピードに関する研究はあるが、バットスイングの終末局面である「フォロースルー」(以下F T) についての研究は見当たらない。本研究では、バットスイングのF Tに着目し、F Tと打撃パフォーマンスとの関係を明らかにすることを目的とした。対象は中学硬式野球選手 19 名とし、試技は T 打撃を 5 球ネットに全力で打撃するように指示与え、内省の最も良い試技を分析した。撮影は 2 台のハイスピードカメラと 1 台のビデオカメラを用い、DLT 法で三次元画像解析を行った。また、19 名を所属チームの指導者 3 名により上位群 7 名、下位群 7 名を抽出してもらい、その後、他チームの指導者 3 名に T 打撃のインパクト後の映像から、打撃パフォーマンスを判断してもらった。結果は、F Tのみで打撃パフォーマンスを判断できる可能性が示唆された。

**キーワード:** 野球, バッティング, フォロースルー, 終末局面

## 1. はじめに

野球の打撃動作において、打球速度を大きくするにはバット速度を大きくすることと、バットとボールを正確に衝突させることが重要である。これまで、打撃動作において、投球コース別のバットスイングの影響やヘッドスピードに関する研究はあるが、バットスイングの終末局面である「フォロースルー」についての研究は見当たらない。

本研究では、①バットスイングのフォロースルーに着目し、フォロースルーと打撃パフォーマンスとの関係を明らかにすること、②フォロースルーに関する着眼点を抽出し、現場への示唆することを目的とした。

## 2. 方法 (MS ゴシック, 11 ポイント)

### 2.1 実験対象者

対象者は硬式のクラブチームに所属する中学野球選手 19 名とした。

### 2.2 実験手順

実験試技は、T 打撃を 5 球全力でネットに打撃するように指示を与え、内省の最も良い試技を分析した。撮影は 2 台の高速度カメラ (CASIO 社製, EX-F1) と 1 台のビデオカメラ (SONY 社製, HDR-CX535) を用い、DLT 法で三次元画像解析を行った。次に被験者 19 名を所属チームの指導者 3 名により上位群 7 名、下位群 7 名を抽出してもらった。その 14 名を他チームの指導者 3 名に T 打撃のインパクト後の映像から、打撃パフォーマンスを判断してもらった。また、判断し

た着眼点をもとに打撃動作を比較検討した。

### 3. 結果

#### 3.1 インパクト後の映像による判断

インパクト後の映像による他チームの指導者の打撃パフォーマンスの判断の正答率は約 65%であった。しかし、3人とも共通して上位の選手を下位の選手と判断しており、その3名の選手を加えると約 86%までになった。

#### 3.2 指導者の着眼点

3人の指導者のフォロースルーから打撃パフォーマンスを判断した着眼点を自由記述してもらった。主に「バットが走っている」「打球方向にスイングの方向が向いている」「バットが外回りしている」「スイングが背中側へロスが生じている」などがあげられた。

#### 3.3 三次元画像動作分析の結果

インパクト後のスイングのz軸方向の成分に大きさに有意差があり、スイングの軌道がアップ気味であるかどうかで上位群と下位群で違いがあることがわかった。

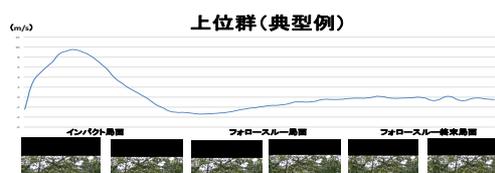


図1 ヘッドスピードz軸方向成分（上位群）

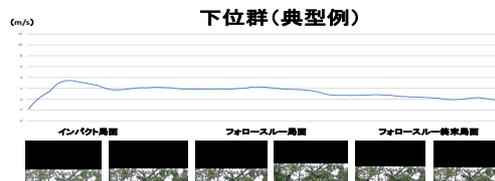


図2 ヘッドスピードz軸方向成分（下位群）

### 4. 考察

印象分析を行い、共通して間違えた選手3名は全て上位群であったことから、中学生であれば体

格が良いと技術が低くても打球が飛び、上位群になることが考えられた。今回は上半身のみの映像にしたが、「フォローでバットが走っている」「打球方向にスイング方向が向いているか」などの軌道に関する着眼点以外に、「頭がぶれていないか」「肩甲骨の動き」といった意見もあり、バットの軌道以外での評価もできることがわかった。また、動作分析からは上位群の選手は下位群の選手よりもアップスイング気味であることがわかり、分析者の「フォローでバットが走る」や「スイングの弧が大きい」といった判断基準に繋がってきているのではないかと推察する。

### 5. 指導現場への示唆

打撃パフォーマンスを判断する着眼点として、打撃動作の終末局面であるフォロースルーが関係していることが推察されたため、フォロースルーに着目し、指導することで打撃パフォーマンスの向上に繋がるのではないかと考える。

### 6. 指導現場への示唆

本研究では、インパクト後のバット軌道により、打撃パフォーマンスの判断ができるかを調査し、着眼点をもとにバイオメカニクスの観点から分析を行ったかったが、バットの軌道以外での着眼点も抽出された。そのことから、全身の撮影映像での判断によって正答率は変わってくるのか、バットの軌道以外での動作でも有意差が示されるかが今後の課題である。また、フォロースルー、スイングの終末時点の定義づけについても検討しなければならない。

### 文献

- 1) 金堀哲也 野球の打撃動作における指導者の着眼点に関する研究 (2013)
- 2) プロ野球打者の共通フォーム&習得法 著立花龍司 (2016)

# 野球の打撃動作分析に関する研究

## ～中国のプロ野球選手と日本の社会人野球選手の比較から～

○劉璞臻<sup>1</sup>、川村卓<sup>2</sup>、小倉圭<sup>1</sup>、梶田和宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学

本研究では、日中両野球チームの打撃動作の違いを明らかにすることが目的である。具体的には、中国ナショナルチームの野球選手の打撃動作を分析し、日本の社会人野球選手の打撃動作と比較する。ティーバッティングの方法を用い、2台のハイスピードカメラで打撃動作を撮影した後、3次元動作解析を行い、それぞれの選手のスイングスピードやスイングの軌道の分析を行った。その結果から、日本選手と中国選手の共通してみられる特徴または違いを抽出することができた。以上より、現場のコーチングに活かすことができる指導方法の新たな知見を得ることが期待され、今後は中国の野球の競技レベルの向上に寄与すると考えられる。

**キーワード**：日本, 中国, ティーバッティング, スイング

### 1. はじめに

これまで野球の打撃動作に関する研究は多くあるが、中国と日本の野球選手の打撃動作の比較をした研究はほとんどない。また、中国における打撃動作に関する記述もまだ少ないのが現状である。日本に比べ、中国国内の野球競技レベルが比較的低いことが現状であり、どのようにして野球の指導現場でのコーチングレベルを向上させていくのかが今後の大きな課題であると考えられる。

本研究は、まず、日本と中国における野球選手の打撃動作を比較し、日本選手と中国選手に共通してみられる特徴または違いを抽出する。そして、中国の指導現場でのコーチングに活かすことができる新たな指導方法への示唆を獲得することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

中国プロ野球選手 15 名と日本社会人野球選手

16 名 (2 球団) とした。

### 2.2 測定試技

本研究の実験は T 打撃で測定をした。それぞれの選手が各 2 球の試技を行い、内省の最も良かった試技を分析試技とした。

### 2.3 撮影方法

試技の撮影は、高速度 VTR カメラ 2 台 (CASIO 社製, 毎秒 300Hz) を用いた。

### 2.4 データ処理

撮影した画像を用いて手動でデジタルイズを行い、三次元画像分析法を用いて座標を算出した。分析項目は、スイング速度 (バットヘッド速度)、打球速度、インパクト角、打球変換効率を算出し、比較検討した。分析範囲は、踏み出し足着地前 5 コマからインパクト後 10 コマまでとした。

## 3. 結果および考察

### 3.1 中国選手と日本選手との比較

中国プロ野球選手の打撃結果と日本社会人野球選手の打撃結果を比較すると、スイング速度は有意差あり ( $p < 0.01$ )、打球速度は有意差なし、

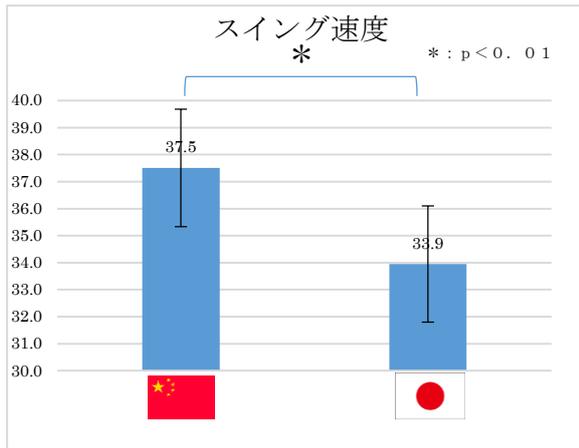


図1 スイング速度

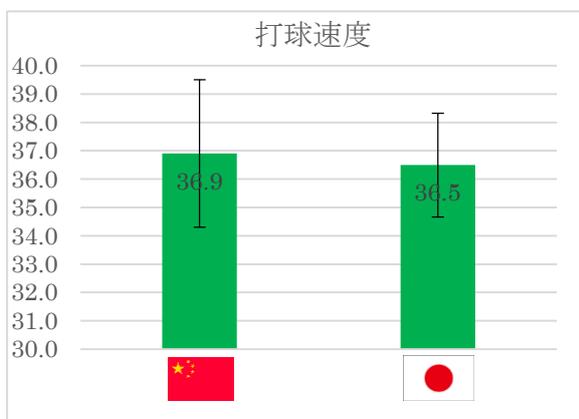


図2 打球速度

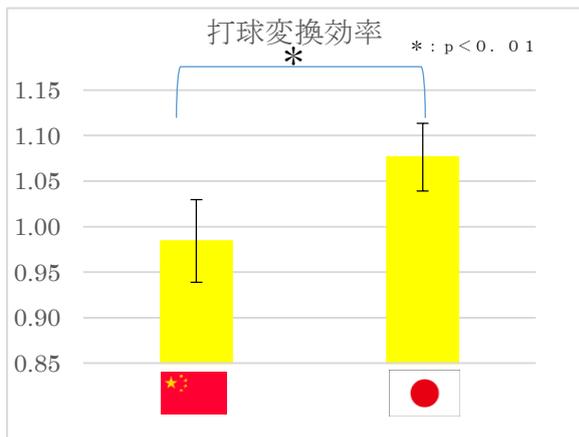


図3 打球変換効率

打球変換効率は有意差あり (P<0.01)、インパクト角は有意差なしという結果となった。中国プロ野球選手は、日本社会人野球選手と比べてスイング速度と打球速度は速いが、打球変換効率は低い傾向にあることがわかった。中国プロ野球選手は、

バットをボールに対して正確にインパクト(直衝突)させる技術が低いことが考えられる。

### 3.2 打撃軌道

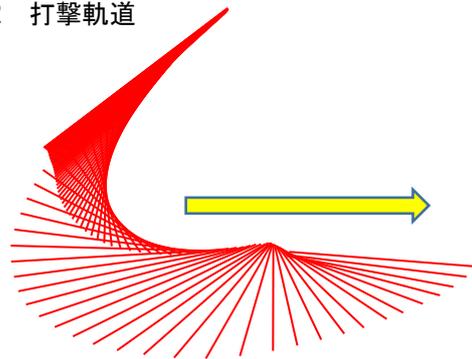


図4 中国プロ野球選手 (典型例)

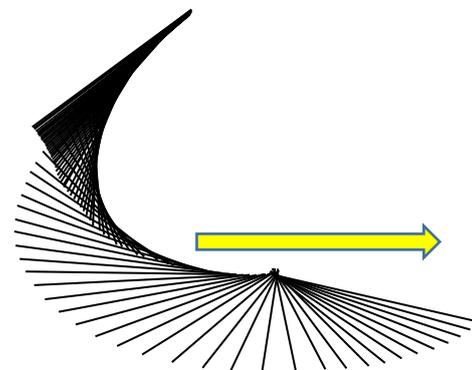


図5 日本社会人野球選手 (典型例)

## 4. まとめ

今回の結果により、中国プロ野球選手はバットをボールに対して正確にインパクト(直衝突)させる技術が低いことが考えられる、中国プロ野球選手はアウトサイドイン、アップスイングをしていると考えられ、大きくスイングするイメージがある。一方で、日本社会人野球選手はインサイドアウト、レベルスイングをしていると考えられ、コンパクトにスイングするイメージがある。

今後は、各選手の体幹および上肢における角度、膝・股関節の屈曲・伸転角度等の結果から、打撃動作とそれらの要因を明らかにし、その共通点と相違点について検証する必要がある。

## 参考文献

川村 卓 (2014) バッティングの科学 洋泉社 MOOK

# ベースボールバット選択システムの開発

橋本 雄二, 大冢 陽右

株式会社 アシックス スポーツ工学研究所

高校野球選手が使用する硬式金属バットは、バランスの違いを中心に差別化されており、同一メーカー内でもその種類は多岐にわたる。そのため、選手のパフォーマンスを最大化し得るバットを、選手自身が選択することは困難であり、販売店等においても、数多くあるバットの中から、選手に適したバットを提供することは容易ではない。本研究では、場所や計測者に因ることがない簡便で画一的なバット選択システムを開発することを目的に、ティバッティング時のスイング速度、ボール初速度、ボールスピンの量を計測できるシステムを開発した。本システムを用いて、基準となるバットスイング時の物理量を取得することにより、予めシステム内に記録してあるスイングデータから偏差値および変動係数が算出され、スイングした結果を定量的に評価することができる。この結果を基に、選手の体力レベル、スイングスキルに適したバットを選択し得ることが確認できた。

**キーワード**：硬式金属バット， バットバランス， スイングデータ， 偏差値， 変動係数

## 1. はじめに

高校野球選手が使用する硬式金属バットは、野球規則<sup>1)</sup>により 900g 以上の重量を有することと定められており、市場にあるバット重量はおおよそ 910g 前後となっている。各メーカーから発売されるバットは、慣性モーメントで表されるバットバランスの違いにより差別化されている。バットバランスは、重心位置の関係から、ライトバランス、ミドルバランス、トップバランスに大別される。ライトバランスの特徴として、バットが振りぬき易くバットコントロールは容易であるが、重心位置がグリップエンドに近いことから飛距離性能に劣ると言われている。一方、トップバランスは、重心位置がグリップエンドから遠く飛距離性能に優れる反面、バットコントロールが難しく、バットを振りぬくために高い体力レベルが求められる。

高校野球選手のバット選択方法は、店頭での販売員の定性的な評価やインターネットでの口コミ情報、チームメイトの評判などが参考にされることが多い。その結果、体力レベルが未発達であ

っても、飛距離性能を重視して、トップバランスのバットが選択される場合もある。現状、スイングのスキルレベルとバットの関係性を簡便に評価するためのシステムが身近にないため、選択されたバットが選手に適しているかを自他共に判断することが困難と言える。

本研究では、簡便で画一的なバット選択システムを開発し、選手のスイングパフォーマンスが満足に発揮されるバット選択を支援することを目的とした。

## 2. 計測システムの開発

計測システムは、2 台のボール計測用高速度カメラおよび赤外線 LED からなる計測器とバット速度計測用のドップラーセンサにより構成される。本体サイズは高さ 88cm、幅 24cm、奥行き 19cm、重量は 8kg である。計測では、Fig.1 に示すような縦 350-400cm、横 250-300cm 内において、セットされたネットに向かってティバッティングを行い、バットのスイング速度、ボール初速度、ミート力、打ち出し角度、スピン量が計測される。ここでミート力とは、ボール初速度をインパクト

直前のスイング速度で除した値であり、バットコントロールスキルが高いほど値が高くなる。さらに、得られたデータを基に弾道軌跡が予測され、弾道軌跡と飛距離の即時フィードバックを可能とした。

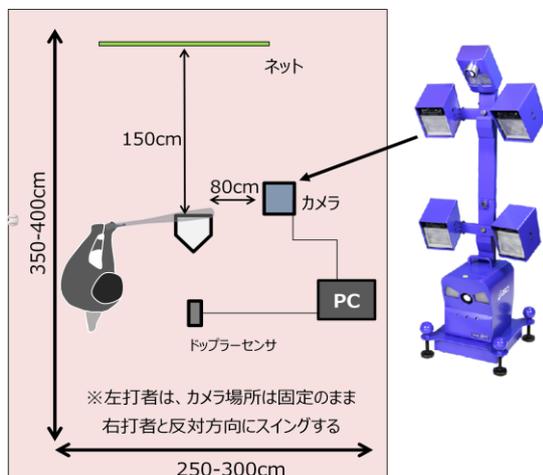


Fig.1 スイング計測システムの構成

### 3. 推奨バット選択方法と結果表示例

外観で識別できないようにマスキングされたライト、ミドル、トップと異なるバットバランスの供試バットを3種類用意した。被験打者は、これらを用いて、各5スイングずつティバッティングを行い、上記計測器により各物理量を取得した。各供試バットのスイング速度とミート力を評価パラメータとし、それぞれの偏差値と変動係数を以下の式(1)、(2)により算出した。ここで、偏差値を算出するための母集団データは、モーションキャプチャシステムを用いて、別途計測された高校野球選手の970スイングデータを用いた。被験打者に適しているバットバランスを判定するために、3種類のバットそれぞれについて、スイング速度およびミート力の偏差値のそれぞれを

偏差値(Deviation value)

$$Dv = 50 + \frac{10 \times (x - AVE)}{SD} \quad \dots \text{Eq. (1)}$$

x:測定値  
AVE:母集団の平均値  
SD:母集団の標準偏差

変動係数(Coefficient of variation)

$$Cv = \frac{sd}{ave} \times 100 \quad \dots \text{Eq. (2)}$$

ave:5スイングの平均値  
sd:5スイングの標準偏差

乗ずることにより Dv スコアを算出した。その値にスイングのばらつきを示す変動係数を乗ずることにより Total スコアを求めた。Total スコアが最も大きくなった供試バットのバットバランスが被験打者に最も適したバットバランスであると判定した。さらに、推奨バットの絞込みを行うべく、判定されたバットバランス内において、スイング速度とミート力の偏差値のどちらか一方が偏差値 50 を満たした場合、バットバランス内のトップバランスに近い方に位置するバットが推奨される(Fig.2)。

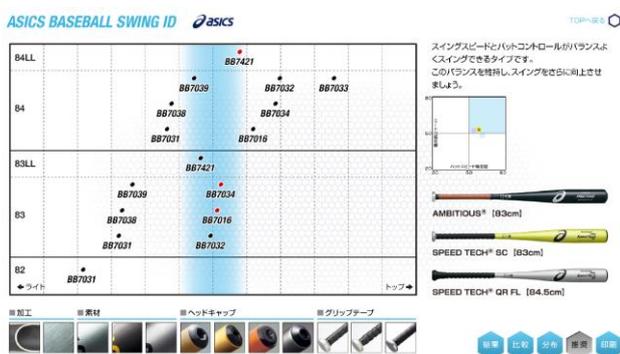


Fig.2 バット推奨結果の表示画面

### 4. まとめ

ティバッティング時のスイング速度、ボール初速度、及び打ち出し角度、スピンの量を簡便に計測できる計測器を開発した。バットバランスの異なるバットを用いてスイングした時のスイング速度とミート力の関係から、被験打者に適したバットバランスを判定することが可能となった。

以上のことから、高校野球選手が自身のスイングパフォーマンスを満足に発揮するためのバットを簡便で画一的に判断することができるシステムを開発することができた。また、本システムでは、スイング速度、ミート力の偏差値を求めることにより、バッティング能力を評価する指標も確立した。

### 文献

- 1) 野球・ソフトボール用具規則(2016)

# バット速度を高めるためのバットスイング初期姿勢での牽引運動

樋口 貴俊

福岡工業大学

バットスイングに関わる主な筋群は、バットヘッドの加速が始まるバットスイング初期に大きく活動することから、バットスイング初期における大きな力発揮がバット速度を生み出すためのカギであると考えられる。本研究では大学野球選手を対象として、1) バットスイング初期姿勢での牽引力とバット速度の関係について検証し、2) バット速度を高めるためのトレーニング法及びウォームアップ法としての同牽引運動の有効性について検証した。その結果、牽引力とバット速度には有意な正の相関関係が認められた ( $r = 0.53$ ,  $p < 0.05$ )。また通常の打撃練習に加えて、片手ずつ5秒間の牽引運動を12週間(4セット/日, 3~4日/週)行った野球選手群において、バット速度が有意に増加し、ウォームアップ効果としての一時的なバット速度の向上も認められた。以上のことから、バットスイング初期姿勢での牽引力はバット速度と正相関し、牽引運動はバット速度を高めるためのトレーニング法及びウォームアップ法として有効であることが示された。

**キーワード:** ヘッドスピード, 筋力, トレーニング, 等尺性収縮

## 1. はじめに

本報告書では、バット速度を高めるトレーニング法としての有効性が認められた、バットスイング初期姿勢での牽引運動について解説する。

## 2. バット速度の重要性

野球において打者は、投手からボールがリリースされてから捕手に到達するまでのおよそ0.5秒前後の時間でボールの到達位置を予測し、バットを加速させて正確にボールを打つことが求められる。熟練した打者はティー上に置かれたボールであれば高い正確性と再現性で打つことができるが、飛翔球に対しては到達する位置や時間の予測とバットスイングの調整が求められるため、打撃の正確さが低下する<sup>1)</sup>。投球の到達位置の把握に関しては、スイング開始(インパクトの約0.15秒前)までの視覚情報が重要であることが示唆されている<sup>2)</sup>。より短い時間でバットをより高い速

度まで到達させることができれば、ボールの到達位置を予測し、打つか否かの判断を下すまでの時間をより長くすることができるだけでなく、打球速度の向上により安打率や飛距離の増大も期待できる<sup>3)</sup>。これまでに、バット速度の向上やスイング時間の短縮のための種々の練習法やトレーニング法が考案・実施されているが、幅広い競技人口やプレースタイルの変化等に対応していくためには、今後も練習法やトレーニング法には多様性と有効性が追求されるべきである。

## 3. 新規トレーニング法の考案

本研究では、バット速度の増大に大きく貢献していると思われる筋群が *early swing phase* と *mid swing phase* において最大随意収縮に近い活動を示しているという報告から<sup>4)</sup>、*early swing phase* や *mid swing phase* の姿勢での力発揮能力を高めることでバット速度が向上すると考えた。新規トレーニング法では、実施者が打撃姿勢を維持した

まま最大努力での等尺性収縮を行えるように、固定されたワイヤーロープ（伸縮しない素材）に繫いだグリップハンドルを片手ずつ交互に牽引する方法を採用した（図1）。下肢及び体幹で発揮される大きな力に手首や上腕の耐え切れず姿勢を維持できなくなることを防ぐために、上腕はワイヤーロープに対してできる限り平行にし、手首は曲げずにハンドルを持った状態で牽引運動を行う。また、接地した足が滑らないように注意し、必要であれば牽引運動の実施者の捕手側の足の傍に補助者の足を置いて足場を固定させる。牽引運動を開始する際には、ワイヤーロープが張られた状態から開始するようにし、勢いや反動をつけて牽引しないように注意する必要がある。

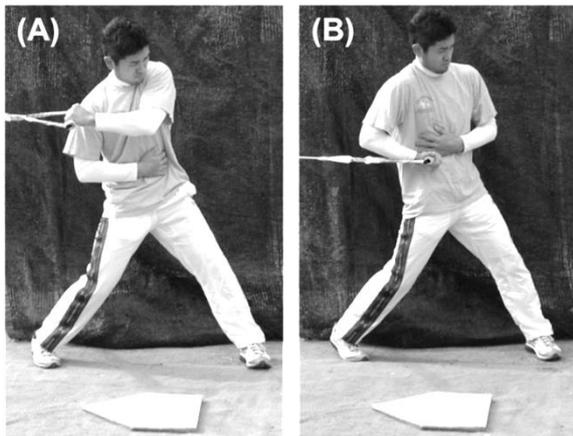


図1. スイング時の姿勢での引手（A）と押手（B）での牽引運動（転載許可を取得して文献5より引用）。牽引運動でのトレーニングは、最大努力での牽引を引手、押手、引手、押手の順に5秒ずつ連続して行い、約1分間の安静後に実打もしくは素振りでもットスイングを5回行う（1セット）。本研究では4セット/日、3～4日/週）の頻度で行った。

#### 4. 牽引運動の効果

本研究の牽引運動を用いたトレーニング法は、バット速度を高めるために有効であることが確認された<sup>5)</sup>。また一定条件下で、短時間の等尺性最大随意収縮の後に起こる一時的な力発揮速度の

増大効果<sup>6)</sup>も期待できることから、牽引運動とバットスイングを組み合わせることで、一時的により高いバット速度を発揮できる可能性がある状態での打撃練習によるトレーニング効果も期待できる。実際に、牽引運動の直後にティー打撃時のバット速度が有意に増加することも確認された<sup>5)</sup>。

野球の打撃では、バット速度だけでなくバットスイング位置の正確性と再現性の高さもパフォーマンスに影響することから、本研究で用いた牽引運動が打撃の正確さに及ぼす影響についても先行研究<sup>7)</sup>と同じ方法で検証を行ったところ、牽引運動の直後および牽引運動を用いたトレーニングの後のティー打撃時の打球位置と再現性の高さに統計的に有意な違いは認められなかった。

#### 5. おわりに

本研究では、打者のパフォーマンス向上の一助となることを目的として打撃姿勢での牽引運動を考案し、その有効性が示唆された。今後も牽引力、筋活動、スイング動作などに着目した検証とトレーニング法の改善に取り組んでいく。

#### 文献

- 1) Higuchi, T et al. Baseball Hitting Accuracy and Contributing Factors. *Sports Performance*. Springer, 335-351. (2015).
- 2) Higuchi, T et al. Contribution of Visual Information about Ball Trajectory to Baseball Hitting Accuracy. *PLoS One*. **11**(2), e0148498. (2016).
- 3) Szymanski, D et al. Contributing Factors for Increased Bat Swing Velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. **23**(4), 1338-1352. (2009).
- 4) Shaffer, B et al. Baseball Batting: An Electromyographic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. **292**, 285-293. (1993).
- 5) Higuchi, T et al. The Acute and Chronic Effects of Isometric Contraction on Baseball Bat Velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. **27**(1), 216-222. (2013).
- 6) Sale, DG. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. **30**(3), 138-143. (2002).
- 7) 樋口貴俊ら。野球打撃前に行う加重したバットでの素振りがバット速度と正確さに及ぼす影響。東京体育学研究, **4**, 17-22. (2013).

# 一度振り始めたバットの軌道はどこまでなら調整できるのか

見邨 康平<sup>1</sup>, 小池 関也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院 人間総合科学研究科, <sup>2</sup>筑波大学 体育系

バットヘッドを短時間で高速となるまで加速する野球打撃動作では、「ハーフスウィング」に代表されるように、一度振り始めてしまうと、たとえ打者がバットを制動しようとしてもその調整が困難となる。このようにバットの即時的な操作には限界がある。この原因として、ムチ動作として知られる身体のしなりを伴う動作の特徴である関節トルクの累積的な効果の影響が考えられる。そこで本研究では、操作性を示す評価量としてバットヘッド加速度を考え、全身-バット系の計 16 セグメントの剛体リンクモデルの運動方程式に基づく動力的な分析を行うことにより、打者による即時的な操作性の限界について検討した。分析の結果、フォワードスウィング局面の中盤から、バット操作性に対する関節トルクによる即時的な効果を累積的な効果が上回っており、制動やインパクト位置に達するタイミングの変更といったスウィング中の即時的な動作の変更が非常に困難なものとなることが明らかとなった。

**キーワード**: バット操作性, 動力的な分析, 即時的な効果, ムチ動作

## 1. はじめに

野球打撃動作では、飛来するボールに応じて非常に短時間でバットヘッドを高速となるまで加速しつつ、適切なインパクト地点へと運ぶ必要がある。先端部に質量の集中するバットを振り回す動作では、関節トルク入力により累積的に生じた遠心力などからなる「運動依存項」による効果が大きくなることから、動力的な特性が強い動作であるとされている<sup>1)</sup>。一方で、実際の試合において打者は、バットヘッドの制動やインパクト高さの変更など、スウィング開始後にヘッド軌道の調整を余儀なくされる。

そこで本研究では、バットの操作性を示すヘッドの加速度を評価量として、全身-バット系の剛体リンクモデルの運動方程式に基づく動力的な分析により、関節トルク入力の累積的な効果に対する、バットヘッドの即時的な操作性について検討することとした。

## 2. 方法

### 2.1 実験

大学硬式野球部に所属する左打ちの選手 12 名を被験者として、ティー台上に設置された静止球を打撃する試技を行わせた。身体特徴点 47 点に貼付したマーカーの座標値をモーションキャプチャーにより、左右各足部による地面作用力、フリーモーメントおよび圧力中心座標を 3 台の地面反力計により、それぞれ測定した。また、バットを両手により操作することに起因する上肢の閉ループ問題を、センサーバット<sup>2)</sup>を用いることにより解決し、左右各手の作用力および作用モーメントを測定した。分析区間はスウィング開始からインパクトまでのフォワードスウィング局面とし、およそ 0.2 秒であるこの局面を 0-100%の規格化時間によって表現した。

### 2.2 分析

15 の剛体セグメントによってモデル化した全身に、バットを加えた計 16 セグメントの多体系モデルを分析対象とした。モデル化の際、各関節

の解剖学的な自由度を考慮した。また、足部と地面の接触については、足部の圧力中心に仮想関節を設けている。この時、系の運動方程式の解析式<sup>1,3,4)</sup>は、以下のように構成される。

$$\begin{aligned} & \text{全セグメントの加速度ベクトル(回転・並進)} \\ & = \text{運動依存項} + \text{関節トルク項} + \text{重力項} \\ & \quad + \text{モデル化誤差項} \end{aligned}$$

バットの運動は、選択行列を用いてバットセグメントのみの一般化加速度ベクトルを抽出した後、ヘッド加速度的評価量を算出している。

### 3. 結果

#### 3.1 バットヘッド加速度に対する各項の貢献

図1では、スウィング序盤は即時的な効果を示す関節トルク項が支配的であった。他方、スウィング中盤以降は累積的な効果を示す運動依存項が支配的となり、関節トルク項はバットヘッドの制動に寄与していた。

#### 3.2 バットヘッド加速度に対する関節トルクの即時的効果による貢献

図2において、インパクト直前では、両側の手関節トルクおよびノブ側上肢の肘関節屈曲伸展軸トルクの寄与が大きくなっていた。

### 4. 考察

バットヘッド加速度の獲得に対して、運動依存項がスウィング中盤以降で支配的になることから、バットヘッドの制動およびタイミング変更といったヘッド軌道の即時的な変更は、スウィング開始後約0.1秒(規格化時間の50%)以内であれば可能と考えられる。

加えて、関節軸ごとの詳細な検討から、インパクト直前の時刻におけるバット軌道の即時的な調整は、両側の手関節やノブ側の肘関節屈曲伸展

軸トルクによって実現させようとしていることが考えられる。しかしながら、累積的な効果が非常に大きく貢献する時間帯であるため、その効果は小さいものと考えられる。

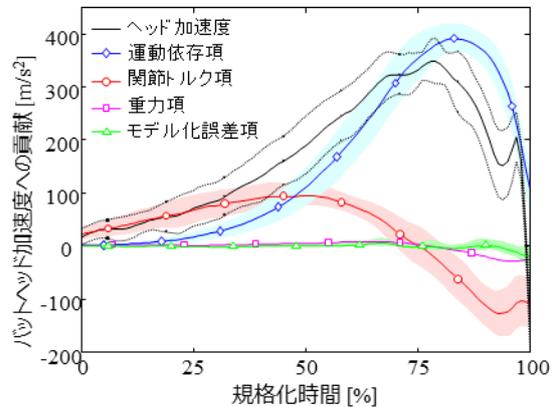


図1. バットヘッド加速度に対する各項の貢献

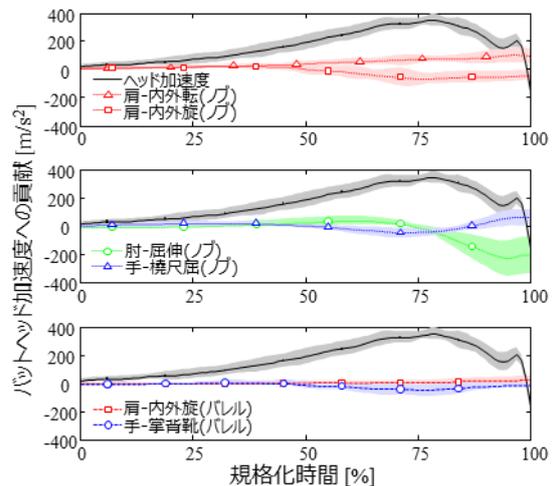


図2. バットヘッド加速度に対する各関節軸トルクの即時的な貢献

### 文献

- 1) Koike and Mimura. Contributions of joint torques, motion-dependent term and gravity to the generation of baseball bat head speed. *Procedia Engineering* Vol.147, 191-196 (2016).
- 2) 小池関也. 力覚検出型センサーバットの開発. *機能材料* 30(8), 13-17(2010).
- 3) Koike and Mimura. Main contributors to the baseball bat head speed considering the generating factor of motion-dependent term. *Procedia Engineering* Vol.147, 197-202 (2016).
- 4) Koike and Mimura. Effective timing of exerting joint torques to obtain baseball bat head speed. *Proceedings of the 34th International Conference on Biomechanics in Sports USB*, (2016).

# 投球コースの違いがバットスイングに及ぼす影響

## プロ野球選手と大学野球選手との比較

森下 義隆<sup>1</sup>, 神事 努<sup>2</sup>, 勝亦 陽一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立スポーツ科学センター スポーツ科学部,

<sup>2</sup>國學院大學 人間開発学部, <sup>3</sup>東京農業大学 応用生物学部

得点と関連性が強い長打を放つには、バットのヘッド速度を高め、スイング角度を大きくしてボールにインパクトすることが重要である。そこで本研究では、競技レベルの高い打者は低い打者と比較して、どの投球コースに対してもヘッド速度が高く、スイング角度が大きいという仮説を検証することを目的とした。プロ野球選手 12 名と大学野球選手 16 名にトス打撃を行わせ、バットの運動を記録した。投球コースは、真ん中、内角、外角、低め、高めの 5 コースとした。インパクト直前のヘッド速度とスイング角度は、高め以外のコースはプロの方が大学生より大きな値を示した。また、各被験者の試技におけるヘッド速度の最大値で除すことで標準化したヘッド速度は、プロの方が大きな割合を示した。以上の結果は、本研究の仮説を支持するものであり、プロは様々な投球コースに対して最大限に近い速度までバットを加速させ、長打になりやすいスイング角度でインパクトを迎えていることが示唆された。

**キーワード**: トス打撃, ヘッド速度, スイング角度, 競技レベル, インパクト角度

### 1. はじめに

セイバーメトリクスで用いられる OPS (=出塁率+長打率) という指標は、従来用いられてきた打率よりも得点との相関が強い<sup>1)</sup>。このことは、打率よりも出塁率や長打率を向上させることの方が、試合に勝利に直結することを示している。OPS における長打率の向上、いわゆる打球の飛距離を伸ばすには、バットのヘッド速度を高め、スイング角度(水平面に対するヘッド速度の上方への傾き)を大きくしてボールをインパクトすることが重要である<sup>2)</sup>。以上のことを考慮すると、勝つことを目的とする野球では、競技レベルの高い選手ほどヘッド速度が高く、スイング角度が大きい打撃を行っていることが推察される。本研究は、試合に勝つための打撃技術を検討するために、競技レベルの異なる打者の打撃動作を比較した場

合、レベルの高い打者の方が、どの投球コースに対してもヘッド速度が高く、スイング角度が大きいという仮説を検証することを目的とした。

### 2. 方法

競技レベルの異なる打者の打撃動作を比較するため、プロ野球選手 12 名(身長 1.80±0.06m, 体重 84.5±6.9kg, 年齢 21.3±2.3 才), 大学野球選手 16 名(身長 1.76±0.03m, 体重 80.1±7.3kg, 年齢 19.3±0.9 才)を対象に実験を行った。

被験者には、打席から投手方向に約 5m 離れた位置から検者が下手投げで投じたボールを打撃する試技(トス打撃)を行わせた。トスはストライクゾーンを基準に、真中、内角、外角、低め、高めの 5 コースに 5 球ずつ投じた。なお、右打者の場合、内角のボールはレフト方向、外角のボールはライト方向に打球を放つよう教示し、コース

と打球方向が異なる場合は試技をやり直した。

打撃中の被験者の身体、バット、およびボールの運動は光学式モーションキャプチャシステムを用いて計測した。計測した全被験者全試技の3次元座標から、インパクト直前のバットのスイング特性（ヘッド速度、スイング角度）を算出した（図1）。算出項目は、両競技レベルでコース毎に平均±標準偏差で表した。両競技レベルのスイング特性の比較には、2元配置の分散分析（競技レベル2×投球コース5）を用いた。

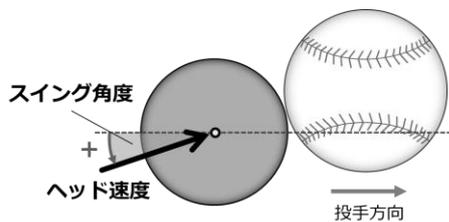


図1 インパクト直前のスイング特性の定義

### 3. 結果

プロ野球選手と大学野球選手のインパクト直前のスイング特性を比較したものを図2に示した。ヘッド速度は、交互作用が認められ、高め以外はプロの方が大学生より有意に大きかった ( $p < .05$ )。一方、スイング角度には交互作用はなく、両要因に主効果が認められた ( $p < .05$ )。

### 4. 考察

実験の結果、プロは大学生よりも高め以外のコースにおいてヘッド速度が高く、スイング角度はコースに依らず大きいことが示された。これらは、本研究の仮説を概ね支持するものであった。

競技レベル間でスイング特性が異なった要因の1つには、両群の体格差が影響していると考えられる。笠原ら (2012) は、ヘッド速度と体重との間に有意な相関関係が認められることを報告している<sup>3)</sup>。本研究においてプロと大学生の体重差は約4kgであったため、この差がヘッド速度の差となって現れた可能性がある。また、両群のインパクトまでのスイング軌道の違いもスイング

特性が異なった要因と考えられる。プロは大学生よりも腰部に対する外角方向への打撃ポイントが遠く、スイングに要する時間とバットヘッドの移動距離が長かった ( $p < .05$ )。これらのことは、プロは大学生よりも本塁から離れた位置で打席に立つことで、バットヘッドの加速距離を増加させ、ヘッド速度を増大させていたことを示唆している。また、スイング中のバットヘッドは通常インパクト付近で最下点を迎えるが、プロは大学生よりもスイング開始からグリップエンドに対するバットヘッドを下降させるタイミングを早め、最下点となる位置を捕手寄りにするすることでスイング角度を大きくしていたと考えられる。

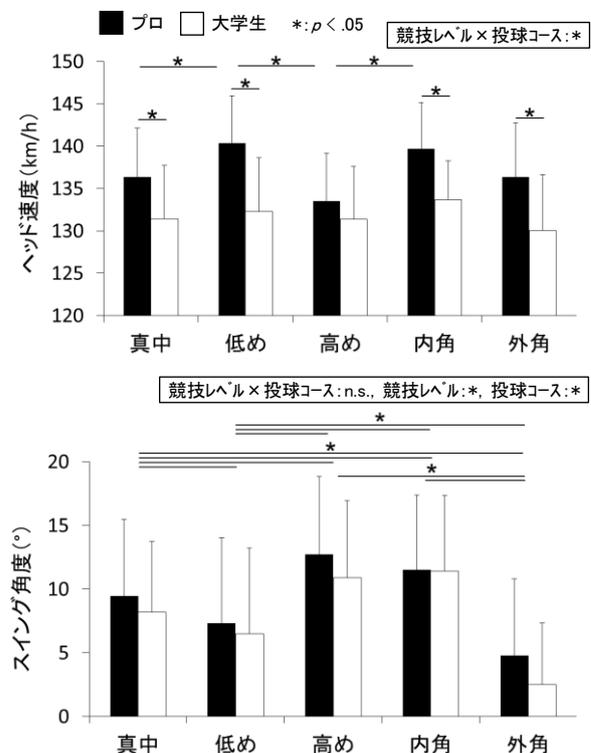


図2 各投球コースにおけるスイング特性の比較

### 文献

- 1) 鳥越規央. 勝てる野球の統計学 セイバーメトリクス. 岩波書店: 東京, pp.21-31(2014)
- 2) Sawicki, GS et al. How to hit home runs: Optimum baseball bat swing parameters for maximum range trajectories. *American Journal of Physics* 71(11), 1152-1162 (2003)
- 3) 笠原政志ら. 大学野球選手の本塁スイングスピードに影響を及ぼす因子. *Strength & Conditioning journal* 19(6), 14-18 (2012)

# 実条件下における軟式野球の打撃シミュレーション

高浜 健太, 小塚 祐也

株式会社 アシックス スポーツ工学研究所

軟式野球は硬式野球に比して、ヒットやホームランが出にくく点が入り難いことから、競技性が低い傾向にある。その要因のひとつとして、打撃時の軟式球の大変形によって、打ち損じによる凡打が多いことが挙げられる。しかし、打ち損じのメカニズムに関して、実条件下での実験的な考察が難しいとされている。本研究では、打撃時におけるボールの変形挙動を精度良く再現できる数値解析手法を構築した。本数値モデルを用いて、打撃位置、ボール速度、バット速度、ボール回転数を変更させた打撃シミュレーションを実施し、打ち損じのメカニズムについて定量的に検討を加えた。その結果、打撃位置、ボール速度、バット速度、ボール回転数から、打撃後のボールの挙動を予測することができ、任意の条件下でのボールとバットの打撃シミュレーションを行うことが可能となった。

**キーワード**：打ち損じ, 数値モデル, 反発係数, 衝突荷重, はね返り角度

## 1. はじめに

軟式野球は硬式野球に比べて打ち損じが多く、試合において点が入り難いという問題点がある。打ち損じについてボールとバットの衝突実験による考察が散見される<sup>1)2)</sup>が、実条件下における実験の再現性が低く、定量的な考察が容易ではないのが現状である。本研究では、ボール速度、バット速度、ボール回転数、打撃位置などを任意に変更できる数値モデルを構築し、実条件下でのバットとボールの衝突現象を再現した。ボールと剛体壁との衝突実験で得た反発係数と衝突荷重について解析値との比較を行い、軟式ボールの数値モデルの妥当性を検証した。さらに、軟式ボールとバットの打撃シミュレーションを行い、任意の条件下でのボールのはね返り角度 $\theta$ を算出し、打ち損じのメカニズムを定量的に論じた。

## 2. 方法

### 2.1 軟式ボールの数値モデル

軟式ボールは、外径 72mm (外層厚 3mm, 内

層厚 4.6mm), 重量 136g, 外層比重 1.25, 内層比重 1.48 とし, 材料モデルは一般化マクスウェルモデルを用いた。内部は理想気体 ( $PV^\gamma = \text{const.}$ ,  $\gamma = 1.4$ ) を充填し, 内圧は 1.0 気圧とした。

### 2.2 数値モデルの妥当性検証

数値モデルの妥当性検証のため、ボール速度 100-200km/h で剛体壁にボールを衝突させ、反発係数と衝突荷重を計測し、解析値との比較を行った。反発係数は画像解析により衝突前後のボールの速度比として算出し、衝突荷重は剛体壁に固定したロードセルで計測される衝突荷重の最大値とした。実験値と解析値の比較を Fig.1 に示す。その結果、高速度域において衝突荷重にわずかに差があるものの、反発係数、及び衝突荷重ともに実験値と解析値で良い一致が見られた。

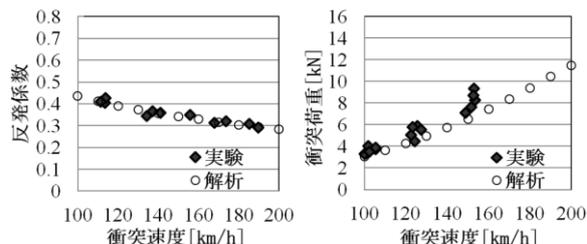


Fig.1 実験値と解析値の比較

### 2.3 打撃シミュレーション

金属バットの数値モデルは、打撃部のみを円管で表現した。円管形状は、外径 69mm、肉厚 3mm とし、重量が 700g となるよう長さを決定した。材料モデルは線形弾性体を用い、比重 2.7、ヤング率 70GPa、ポアソン比 0.33 とした。Fig.2 に示すように、ボール衝突位置、ボール速度、バット速度、ボール回転数などの条件を変化させ、打撃シミュレーションを行った。打撃位置は  $-10\text{mm} \leq y \leq 20\text{mm}$  間において 5mm 間隔の計 7 点とし、衝突後のボールのはね返り角度  $\theta$  により打ち損じを定量化した。

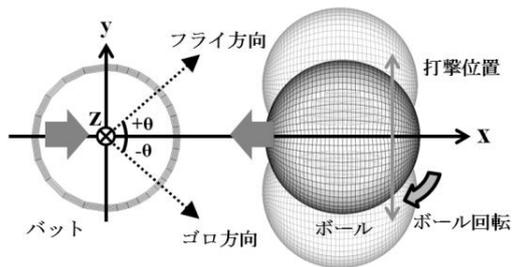
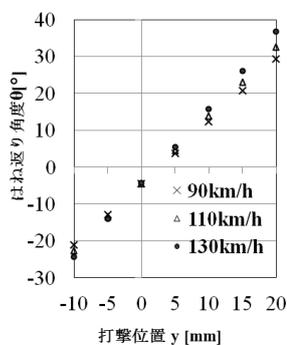


Fig.2 境界条件の概略図

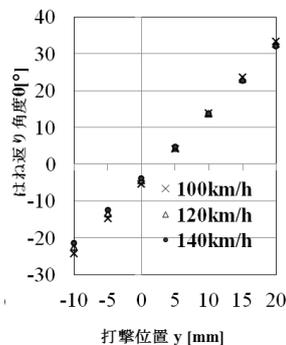
## 3. 結果

### 3.1 打ち損じに及ぼすボール速度の影響

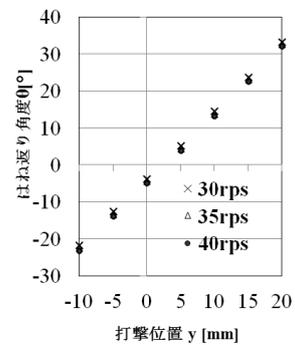
バット速度 120km/h、ボール回転数 35rps を一定とし、ボール速度を 90, 110, 130km/h と変化した条件における各打撃位置のはね返り角度  $\theta$  を Fig.4(a) に示す。ボール速度が高くなるにつれ、打ち損じが生じやすくなることが明らかとなった。



(a) ボール速度の影響



(b) バット速度の影響



(c) ボール回転数の影響

Fig.4 はね返り角度  $\theta$  と各境界条件の関係

### 3.2 打ち損じに及ぼすバット速度の影響

ボール速度 110km/h、ボール回転数 35rps を一定とし、バット速度を 100, 120, 140km/h と変化した条件における各打撃位置ではね返り角度  $\theta$  を Fig.4(b) に示す。バット速度が高くなるにつれ、打ち損じが生じにくくなることが明らかとなった。

### 3.3 打ち損じに及ぼすボール回転数の影響

ボール速度 110km/h、バット速度 120km/h を一定とし、ボール回転数を 30, 35, 40rps と変化した条件における各打撃位置ではね返り角度  $\theta$  を Fig.4(c) に示す。ボール回転数が高くなるにつれ、フライ方向は打ち損じが生じにくく、ゴロ方向は打ち損じが生じやすくなることが明らかとなった。

## 4. まとめ

ボールとバットの衝突現象を精度よく再現できる数値モデルを構築し、実験では得ることが困難であったボール速度、バット速度、ボール回転数とはね返り角度  $\theta$  の関係を知ることができた。

## 文献

- 1) 田淵規之・鳴尾丈司. 硬式野球用ボールと軟式野球用ボールの打ち出し特性の比較. シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2013 講演論文集, No.13-34, 230 (2013)
- 2) 鳴尾丈司ら. 軟式野球ボールと硬式野球ボールの空力特性比較. シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2012 講演論文集, No.12-39, (2013), pp. 79-82

# 高校野球の指導と活動の現状について

## ～北海道地区に着目して～

壺内 浩紀<sup>1</sup>, 奈良 隆章<sup>2</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>, 川口 啓太<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学, <sup>3</sup>明治大学

高校野球は、古くからの伝統があり、多くの人々に親しまれてきた。その一方で、勝利至上主義による行き過ぎた指導や、長時間の練習による障害や燃え尽き症候群などが指摘されている。そこで、本研究では、高校野球における指導と活動の現状を明らかにすることで、今後の高校野球部のあり方を考えるための基礎的知見を得ることを目的としている。現在、北海道野球協議会と北海道日本ハムファイターズが連携してプロ・アマに通ずる育成を計画している。本研究では、様々な問題を抱える野球界の将来を考え、新たな取り組みを始めている北海道地区の現状に着目し、北海道高校野球連盟に所属する野球部の指導者190名を対象にアンケート調査を実施した。調査内容は、1) 指導者自身について、2) 練習内容・活動形態について、3) 指導内容・指導理念についてである。本研究では、競技レベル別により、下位群、中位群、上位群の3群に分け、各質問項目を一元配置分散分析により統計処理を行った。その結果、練習時間において、有意差が見られた。

**キーワード**：練習時間、競技レベル、指導者

### 1. はじめに

甲子園は、今や指導者や選手の間では、憧れの場所となっている(木原・榎木<sup>1)</sup>, 2012)。一方で、長すぎる練習時間、非効率的かつ非合理的な練習や故障防止への意識の低さ、「勝利至上主義」追求による選手育成という概念の欠如が指摘されている(桑田<sup>2)</sup>, 2010)。現在、動作や指導理念、障害等の研究は数多くなされているが、指導や活動の現状に関する研究は数少ない。そこで、本研究では、プロ・アマに通ずる育成計画のため等、様々な問題を抱える野球界の将来のため、新たな取り組みを始めている北海道地区の現状に着目した。本研究では、高校野球における指導と活動の現状を明らかにすることで、今後の高校野球部のあり方を考えるための基礎的知見を得ることを目的としている。

### 2. 方法

#### 2.1 研究対象

北海道野球協議会の協力のもと、北海道地区高校野球連盟加盟校 238 校の指導者を対象に 2015 年 10 月から 11 月にかけて、アンケート調査を行った。

#### 2.2 調査方法および回収率

調査は、質問紙調査を実施した。質問紙は、大部分を選択回答式とした。調査全体での回収数は、質問紙依頼数 238 枚に対し、回収数が 190 枚であり、回収率は 79.8%であった。

#### 2.3 分析方法

本研究では、競技レベル別により、下位群、中位群、上位群の3群に分け(表1)、得られた結

果を一元配置分散分析により統計処理を行った。様々な質問項目の中から、平日および休日の練習時間、それぞれの練習時間に関する指導者の考えに関する結果について述べる。

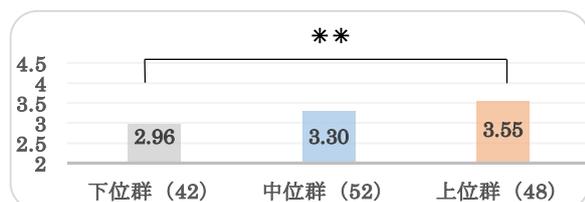
表 1

グループ	度数
下位群	47
中位群	59
上位群	52
計	158

### 3. 結果

#### 3.1 平日練習時間（シーズン）

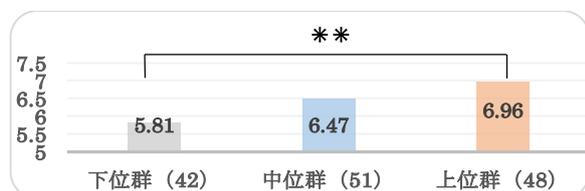
- ・下位群（n=42）：2.96±0.64 時間
- ・中位群（n=52）：3.30±0.54 時間
- ・上位群（n=48）：3.55±1.10 時間



\*\* : p<0.01

#### 3.2 休日練習時間（シーズン）

- ・下位群（n=42）：5.81±2.14 時間
- ・中位群（n=51）：6.47±1.77 時間
- ・上位群（n=48）：6.96±1.70 時間



\*\* : p<0.01

#### 3.3 平日の練習時間に関する指導者の考え（シーズン）

	どちらか といえば 多い	調度いい	どちらか といえば 少ない	少な すぎる
下位群	2.10%	51.1%	29.8%	14.9%
中位群	5.10%	52.5%	32.2%	5.10%
上位群	19.2%	46.2%	19.2%	13.5%

#### 3.4 休日の練習時間に関する指導者の考え（シーズン）

	どちらか といえば 多い	調度いい	どちらか といえば 少ない	少な すぎる
下位群	6.40%	70.2%	17.0%	6.40%
中位群	18.6%	57.6%	10.2%	5.10%
上位群	19.2%	69.2%	3.80%	5.80%

### 4. 考察

現在行われている練習時間に対して、肯定的な意見を持っている指導者が多いことが明らかになった。文部科学省<sup>3)</sup>(1997)は、望ましい活動時間として、平日2~3時間、休日3~4時間としている。比較すると、野球部の活動時間は、長いことがわかり、生徒のバランスのとれた生活を行う上では、部活動が支障となっている可能性が推察された。これは、あくまでも教育的側面からの考察であり、競技力向上等の点からも活動時間については考えていく必要があるのではないかと。

### 文献

- 1) 木原・楡木. メディアの中の甲子園・高校野球～新聞・テレビの報道量を中心に～. 鳴門教育大学研究紀要 第27巻 (2012)
- 2) 桑田. 「野球道」の再定義による日本野球界のさらなる発展策に関する研究. (2010)
- 3) 文部科学省. 運動部活動の在り方に関する調査研究報告(中学生・高校生のスポーツ活動に関する調査研究協力者会議) (1997)

# 野球における主体的な活動が状況判断に与える影響

松崎 拓也<sup>1</sup>, 野口 欣照<sup>2</sup>, 榎 淳一<sup>3</sup>, 古城 隆利<sup>4</sup>, 黒田 次郎<sup>5</sup>

<sup>1</sup>北九州工業高等専門学校, <sup>2</sup>有明工業高等専門学校, <sup>3</sup>湘南工科大学,

<sup>4</sup>日本体育大学, <sup>5</sup>近畿大学

本研究は松崎ら<sup>1)</sup>が作成した9つの因子から成る, 野球における「状況判断がよいプレー」の質問紙を用いて調査を行った. 各因子について「試合中に自分たちで考えてプレーができる」, 「自分たちでチームの練習メニューを考えることがどれくらいありますか」, 「個人の自主練習はどれくらいありますか」の質問項目について分析した. その結果, 「個人の自主練習はどれくらいありますか」の項目について, 「点差」の項目において「1 毎日」練習を行う群は, 「4 全くない」よりも有意に高い値を示した ( $MSe=6.38, p<0.05$ ). 「内的」において「1 毎日」練習を行う群は, 「4 全くない」よりも有意に高い値を示した ( $MSe=6.13, p<0.05$ ). この結果から, 自習練習を行う選手は, 自ら考えて行うため, 試合での状況判断において, 事前の予測ができることにつながるからだと思われる.

**キーワード**: 練習方法, 質問紙, 予測

## 1. はじめに

野球における「状況判断がよいプレー」は, 「場面」「状態」「対象」のあらゆる状況下において, 必要な情報を把握し予測をしながら, それに基づいた的確なプレーが遂行できることと考えられている<sup>1)</sup>.

本研究はこの判断能力の獲得は主体的な活動が影響しているという仮説を立てて, 質問紙を用いて検証することを目的とした.

## 2. 方法

### 2.1 調査対象と各調査項目の内訳

全日本大学野球連盟に加盟している6校363名と日本高等学校野球連盟に加盟している8校228名, 合計591名で, そのうち項目への無回答を除く493名(平均年齢:  $18.1 \pm 2.9$  歳, 平均競技年数:  $9.9 \pm 2.9$  年)を分析対象(有効回答率: 83.4%)とした.

### 2.2 調査内容

1) 松崎ら<sup>1)</sup>が作成した走塁・打撃・守備の「場面」, 点差・カウント・イニングの「状態」, 内的・分析・外的の「対象」の因子27項目から成る野球における「状況判断がよいプレー」の質問紙を用いた. 項目の評定は5件法「1=まったくない」～「5=毎回そうだ」とし, 評定の値が高いほど「状況判断がよいプレー」が高いことを表す. 2) 「試合中に自分たちで考えてプレーができる」の項目. 評定は2件法「1=多い」～「2=少ない」とした. 3) 「自分たちでチームの練習メニューを考えることがどれくらいありますか」の項目. 評定は4件法「1=毎回」～「4=全くない」とした. 4) 「個人の自主練習はどれくらいありますか」の項目. 評定は4件法「1=毎回」～「4=全くない」とした.

### 2.3 分析方法

「2) 試合中に自分たちで考えてプレーができる」の項目については, 各因子について得点の合計を「多い」群と「少ない」群に分け対応のない

t検定を行った。「3) 自分たちでチームの練習メニューを考えるとどれくらいありますか」と「4) 個人の自主練習はどれくらいありますか」の項目については、各因子について得点の合計を「毎回」～「全くない」群に分け(4水準)1要因の分散分析を行った。

### 3. 結果・考察

#### 3.1 「試合中に自分たちで考えてプレーができる」の項目について

各因子について、得点の合計と各群について対応のないt検定を行った。その結果、有意な差はみられなかった。

有意な差はみられなかったが、試合中に自分たちで考えてプレーをする機会が「多い」群が「少ない」群よりも状況判断能力が高い傾向にある(図1)。これは、考えてプレーをすることが多い選手は、予測と瞬時の状況判断ができるからだと思われる。

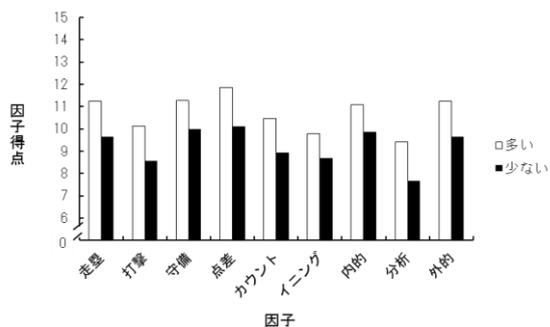


図1 試合における主体的な思考と因子の関係

#### 3.2 「自分たちでチームの練習メニューを考えるとどれくらいありますか」の項目について

各因子について、得点の合計と各群について1要因の分散分析を行った結果、主効果はみられなかった。

有意な差はみられなかったが、全体の練習メニューを考えると行う回数が「週1回くらい」の群が他の群よりも状況判断能力が高い傾向にある(図2)。これは、ある程度指導者が練習メニューをレクチャーし、それについて自分たちで考えて行うことで、状況判断能力が高まるのではないかと思

われる。

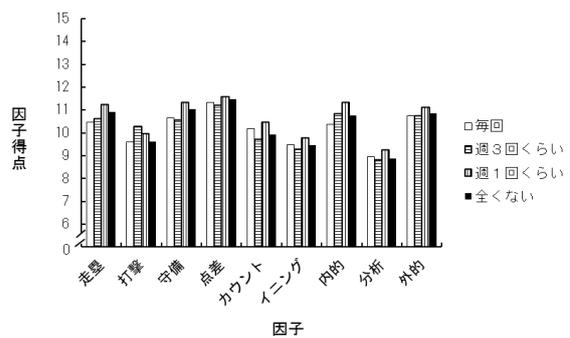


図2 主体的な全体練習のメニューと因子の関係

#### 3.3 「個人の自主練習はどれくらいありますか」の項目について

各因子について、得点の合計と各群について1要因の分散分析を行った結果、「点差」( $F_{(3,489)}=3.714, P<0.05$ ), 「内的」( $F_{(3,489)}=4.020, P<0.01$ )の因子において主効果がみられた。

そこでそれらの因子について多重比較を行ったところ、「点差」の項目において「毎日」練習を行う群は、「全くない」群( $MSE=6.38, p<0.05$ )よりも有意に高い値を示した。「内的」において「毎日」練習を行う群は、「全くない」( $MSE=6.13, p<0.05$ )よりも有意に高い値を示した(図3)。これは、自主練習を行う選手は、自ら考えて練習を行うため、試合での状況判断においての事前の予測につながるからだと思われる。

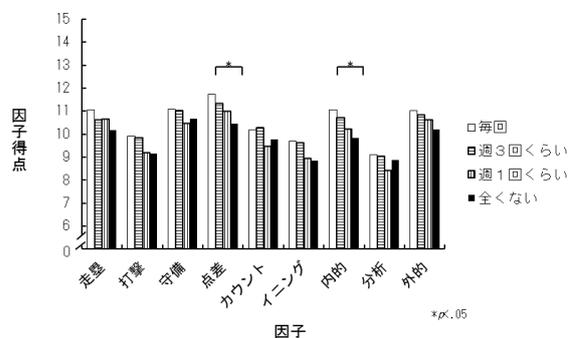


図3 自主練習と因子の関係

### 文献

- 1) 松崎拓也ら. 野球における「状況判断がよいプレー」とは? 場面・状態・対象からの検討. 運動とスポーツの科学, 21, 1, 61-67(2015).

# 野球における競技離脱の傾向についての一考察

大森雄貴<sup>1</sup>, 川村卓<sup>2</sup> 奈良隆章<sup>2</sup> 宮崎光次<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学 大学院 <sup>2</sup>筑波大学 体育系 <sup>3</sup>桜美林大学 健康福祉学群

近年、野球の競技人口低下が各所で叫ばれている。中学軟式野球部では2009年から2015年の6年間で10万4583人の減少が報告されている。少子化、および「2018年問題」を機にさらなる減少が考えられ、中学校の部員数でトップであった野球が2014年より、サッカーに抜かれ2位となる。本研究では、野球を継続しない人の理由、及び傾向を明らかにすること、また、なぜ継続しないのか、理由を指導者が知ることによって、今後のコーチングへの手助けとなることが目的である。過去にクラブ、部活動に所属し、野球をプレーしていた経験があり、現在野球部に所属しない大学生を対象に、野球を離れた理由を中心に質問紙調査を実施した。その結果、野球から離れる要因と最終経歴、離れる要因とチーム形態（軟式野球部、硬式野球部）などで有意な差が見られた。このことは離れたと思う要因が年代によって変わることが考えられる。また、約2割が体罰は存在すると質問紙で答え、コーチングのさらなる検討の必要性が示唆された。

**キーワード**：野球離れ、体罰、コーチング

## 1. はじめに

近年、野球の競技人口低下が各所で叫ばれている。日本中学校体育連盟<sup>1</sup>によると中学軟式野球部では2009年から2015年の6年間で10万4583人の減少が報告されている。少子化、および「2018年問題」を機にさらなる減少が考えられ、現在増加傾向にある大学野球部員数も減少してくことが予想される。これまで、中学校の部員数でトップであった野球が2013年より、サッカーに抜かれ2位となる<sup>1</sup>など、「野球離れ」も窺える。不況による経済的理由、地上波放送の激減、オリンピック種目から外れるなどが原因であるという報告<sup>2</sup>が挙げられているが、離れているのは子ども、生徒であり、その要因について詳細に検討しているものは少ない。

本研究では、野球を継続しない人の理由、及び傾向を明らかにすること、また、なぜ継続しないのか、理由を指導者が知ることによって、今後のコーチングへの手助けとなることが目的である。

そこで、大学生を対象に野球を離れた理由を中心に質問紙調査を実施した。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

T大学、O大学の過去にクラブ、部活動に所属し、野球をプレーしていた経験があり、現在野球部に所属しない大学生（平均21±3歳）48名を対象とした。

### 2.2 調査項目

年齢、小学校、中学校、高校のいつまで所属していたかの最終経歴、私立か公立か、所属チーム形態、ポジションなどの基礎情報に加え、野球を続けることをやめた理由を20項目から選択、及び記述した。これらは青木（1989）<sup>3</sup>などを参考にし、野球から離れた要因を6つに分類をした。また、現在の野球との関わり、現在、野球に対して持っている気持ち、最後に所属していたチームについて調査した。

## 2.3 分析方法

回顧調査を行った。選択肢に加え、個人を細かく調査するために、自由記述の欄を備え、詳しい理由究明に努めた。SPSS 等を用い、分析を行った。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 基礎情報

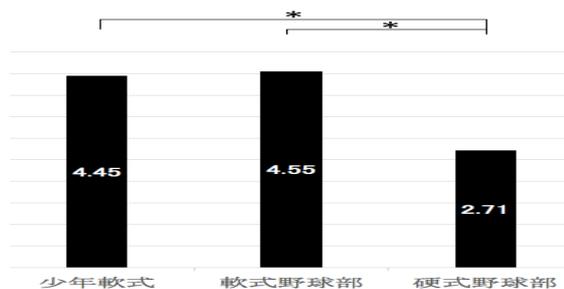
最終経歴は小学校までが 11 名、中学校までが 17 名、高校までが 20 名であった。公立出身が 83%、私立 17%、最終経歴の所属チーム形態、硬式野球部 17 名、軟式野球部 20 名、少年軟式 11 名であった。

### 3.2 野球を離れた理由

野球から離れた要因、怪我、病気等の「身体的」は 33%、主に人間関係を含む「他者との関わり」は 25%、「外的要因」では学力の問題などが挙げられ 8%、技術的、練習時間、厳しさ、環境について含むものとする「野球」は 27%、その他が 7%であった。

### 3.3 現在の野球の関わり

1.指導者として教えている.2.部活,クラブ以外で野球をしている.3.ファンとして球場に足を運ぶ.4.テレビで観戦することがある.5.野球について勉強している.6.趣味程度.7.全く関わっていない.8.その他.の中から 1 つ選択した.最終経歴の所属チーム形態を因子とすると,少年軟式, 軟式野球部の「軟式」では,テレビで観戦するという答えが多いが,「硬式」では指導者や球場に足を運ぶこと,サークルや草野球などでプレーするなど,実際に現場と関わる場合が多い傾向があると考えられる(グラフ 1)。



(グラフ 1 現在の野球との関わり) \*= $P < 0.05$

### 3.4 野球が好きである

「野球が好きである」の質問において、5 がよくあてはまるとし、1 があてはまらないとすると、離れた要因において、他者との関わりでは 5 が多くを占め (4.92)、技術や練習時間などを理由とする野球 (3.85) との差が見られた ( $P < 0.05$ )。この結果より、野球は好きであるが他者との関わりを考え続けなかった者と技術など野球を要因とする者では捉え方が違う可能性が考えられる。

### 3.4 体罰

有意な差は得られなかったが、5 がよくあてはまるとし、1 があてはまらないとした時

・体罰が存在した

(5)6.2% (4)12.5% (3)12.5% (2)20.8% (1)48%

・いじめが存在した

(5)10.4% (4)6.2% (3)14.6% (2)20.8% (1)48%

・部内暴力が存在した

(5)6.2% (4)8.3% (3)10.4% (2)22.9% (1)52.2%

と、約 2 割が体罰は存在すると質問紙で答え、コーチングのさらなる検討の必要性が示唆された。

## 4. まとめ

本研究では特徴的な理由について、顕著に有意な結果を得ることができなかった。理由としては調査対象者が 48 名と少なかったことが挙げられる。今後は調査を行う範囲を広げることや積極的にデータを取りに行くよう心がけたい。また、今回では、質問をした、自由記述の回答について、分析をすることができなかったため、さらなる研究の必要性が感じられた。

## 文献

- 1) 公益財団法人日本中学校体育連盟 ホームページ
- 2) 広尾晃. 野球崩壊. イーストプレス pp62-63 (2016)
- 3) 青木邦男. 高校運動部員の部活動継続と退部に影響する要因. 体育学研究 34(1), 89-100, (1989)

# 競技人口が激減する学童野球の課題と対策

## ～鳥取県西部地区における部員保護者対象の実態調査から～

古曳 正太, 平野 勝久

鳥取県西部地区高校野球 OB 連盟／米子東高校野球部 OB 会

全国的に小、中学生の野球の競技人口減少が進行している。そこで、野球少年・少女の入口である学童野球（小学校軟式）の部員保護者を対象とした実態調査を実施し、課題を探った。その結果、競技人口減少の要因として、主に▽試合役員等保護者への過度の負担、▽他競技を含む児童の選択肢の増加、等が示された。また、野球を通じて保護者が児童に期待することとチームの実態の間に、矛盾点があることが示唆された。これらの課題に取り組むことにより、より魅力のある学童野球の現場づくりが可能となり、競技人口減少の阻止に繋がると考えられる。

**キーワード：**野球人気回復

### 1. はじめに

鳥取県内における野球（中学校軟式）の競技人口は、鳥取県統計課学校基本調査、並びに日本中体連加盟校調査集計によると、2008年度から2016年度の間、39%減である。一方、生徒数全体は10%減、サッカーは8%増、バスケットボールは14%減であった。この間、生徒数減少の4倍程度のペースで競技人口が減少している。そこで、野球少年・少女のいわば入口である学童野球（小学校軟式）に着目して、競技人口減少の要因となる課題と、その対策を検討しようと考えた。

### 2. 調査方法

2016年2月、2015年度部員保護者を対象とし、県西部地区学童37チーム（県軟式野球連盟傘下）を通じ、アンケートを配付した。5年生以下を原則としたが、6年生にも可能な範囲で協力を仰いだ。最終回答者は、29チーム、家庭数274（部員数289）であった。なお、質問項目は、学童野球

関係者と対話した内容を参考にした。

### 3. 結果・考察

保護者から見て、野球人口減少の原因は何かを率直に尋ねたところ、「保護者の負担（イメージ・送迎・役目・金銭面等）」31%、「選択肢の増加（他競技を含む）」27%が突出していた。

まず、保護者、児童にとって、入部への障壁となった不安要素、懸念事項等があったかどうか尋ねると、「無」35%だった一方、約2/3は様々な事項を記述していた。上位項目は、「保護者の役目（大会等）」17%、「送迎」14%、「保護者の仕事・家事・兄弟の世話」12%、「活動過多（日数、回数、時間）」11%、「継続・仲良くできるか」11%、「保護者の負担」11%、等である。これらの事項を実際入部後にどう感じたか尋ねたが、保護者に係る事項である「保護者の役目（大会等）」、「送迎」、「保護者の仕事・家事・兄弟の世話」、「活動過多（日数、回数、時間）」、「保護者の負担」については、やはり大変等との回答がいずれも50%程度

に達した。保護者は、入部前、大変であることをある程度予想し、覚悟しているものと思われるが、予想を上回る大変さであることが示唆された。

野球活動に関わる中で、保護者の労力・負担が大きいと思うことについては、有 67%、無 29%であった。負担となっている項目を具体的に挙げると、上位は「役目（大会役員・当番等）」63%、「送迎」25%、「活動過多（日数・回数・時間）」14%、「仕事調整・都合」11%、等であった。

競技人口増加への一歩としては、まず友人らへの声掛けということになろう。他の家庭の児童、または保護者に対し、保護者、または児童本人から直接の入部勧誘経験を問うと、有 63%、無 36%であった。有の場合で、すぐに入部に至らなかった児童がいたとき、その理由の上位項目は、「保護者自身の負担を懸念」39%、「児童はやりたいが保護者がさせない」19%、「保護者の仕事・家事・兄弟の世話」18%、等であった。

保護者の思いについて、野球活動を通じ、児童にどのようなになってほしいと願っているか、記述された項目を、心・技・体のいずれに関わるものか検討、分類したところ、「心」90%、「体」13%、「技」7%、等であり、心に関する項目が圧倒的に多数であった。その内訳としては、「仲間との関係（思いやり・協力・協調性等）」56%、「常識（礼儀・マナー等）40%」、等であった。

（注：自由記述設問は項目計が 100%超の場合有）

#### 4. 課題

【保護者の負担】 予想以上に負担が大きいことが示唆された。負担を感じているものの多くは、大会役員や当番等、野球特有と思われる「役目」であり、具体的な内容として、大会・試合関係では、理事、審判、放送、カウントランプ、ボールボーイ、会場準備・撤収、応援、お茶出し、用具の準備、雨天時の水とり等、普段の活動では、勧誘、お茶当番、鍵当番、立当番等があった。保護

者が大変とのイメージが定着し、勧誘をしても、保護者が自身の負担を懸念する等し、入部を躊躇することに繋がっていると考えられる。

【選択肢の増加】 サッカーを筆頭に協会主導で普及活動が行われ、テニス、水泳、体操等、気軽に始められる競技が各地で増加した。テレビゲームの普及等もあり、遊びの選択肢が増加していることは事実であろう。球界を挙げての普及活動がないことに加え、テレビ中継数減少、公園での禁止等により、野球の存在感が薄れていることも関係していると考えられる。

【矛盾】 保護者の大半は、野球を通じて「心」の成長、特に仲間との関係の上で築ける、思いやり、協力、協調性等を身に付けてほしいと考えている。だが、保護者は自ら、役目として、カウントランプ、ボールボーイ、用具の準備、雨天時の水とり等を行っている。これらは、仲間と相互に協力し、部員ができる範囲のものであろう。保護者が望む児童の成長を、保護者自らが阻害し、更なる保護者負担を生み出していると言えよう。

#### 5. 対策

保護者の負担となっている役目（あるいは大会）の削減を提案する。放送等「なくても困らない」ものは中止すべきであるし、お茶の用意等、各自でできることをわざわざ役目にする必要はない。これらを見直し、指導者と部員のみで構成される現場づくりを目指してはどうか。そして、「真に児童のためになる」活動を目指せば、児童にできる役目を保護者がするといった過保護状態になることなく、児童の成長にも一層寄与できよう。指導者、部員以外が現場から遠ざかれば、「保護者が大変」とのイメージの払拭にも繋げられる。そして、何より、球界全体で、幼少期から子どもたちに「投げる」「打つ」等、野球型競技の楽しさを伝える活動を実施することが急務である。

## 機械学習を用いた運動パフォーマンスに関連する運動要素の同定

瀧山 健 (東京農工大学大学院 工学研究院 先端電気電子部門)

古木 大裕 (東京農工大学 工学部 電気電子工学科)

相手動作の"クセ"を見破ることができれば、対人競技における成績を向上させることが可能となる。自らの動作の"クセ"を知ることができれば、クセを修正して身体運動パフォーマンスを改善することが可能となる(図 1a)。このように、いかに身体運動のクセを見破るか、はスポーツを始めとする全身運動全般において重要な課題である。本研究における"クセ"とは、「運動の結果に最も寄与する関節(関節群)の動き」と定義する。

しかしながら、全身運動動作からクセを見破る手段は確立していない。その主な理由は、全身運動が 3 つの特性、1. 全身運動は複雑な運動方程式に従う非線形性(Knudsen, 2007, Springer)、2. 同一の結果を達成する運動パターンは多数存在する冗長性(Bernstein, 1967, Pargamon press)、3. 144 個もの関節を協調させて動かす必要がある高次元性(Sholtz, 1999, EBR)、を含んでおり、一見してクセを見破ることを困難にしているためである。従来、計測した全身運動データは歩行中のものか立位中のものか、など機械学習手法に基づき運動パターンの分類が行われてきた(Barbic, Proc. GI, 2004, Lustrek, 2009, Informatica)。従って、機械学習手法は全身運動データの解析に有効であり、全身運動データからクセを見破るために有効であると期待できる。しかし、目標の運動からどれだけ誤差が生じたか、など運動の結果を明確に定義できる全身運動データに対して機械学習を適用した研究は稀有であり、クセを見破ることができるか否かは未だ明らかでない。

本研究では、運動の結果を明確に定義できる投擲動作の全身運動データ計測を行い、機械学習手法(リッジ回帰, Bishop, 2006, MIT Press)を利用してクセを見破ることに挑んだ(図 1b)。第 1 に、輪投げ動作の計測・解析を行った(被験者 9 名、合計 34 セッション、図 2a)。その結果、本来全身運動が従う運動方程式は非線形であるにもかかわらず、身体運動データ  $\mathbf{x}$  の適切な線形和  $y = \sum_{i=1} \sum_{t=1} w_{i,t} x_{i,t}$  により輪投げの終点位置(運動の結果)を予測可能であることが明らかになった(図 2b)。 $x_{i,t}$  は  $i$  番目の関節の時刻  $t$  での身体運動データ、 $w_{i,t}$  とは  $x_{i,t}$  が運動の結果予測にどの程度寄与するかを表す値である。従って、 $w_{i,t}$  に基づき、運動の結果に最も寄与する関節群の動き、すなわち"クセ"を推定することが可能であった(図 3)。第 2 に、ボールのオーバースローの計測・解析を行い同様の結果を得ることができた(data not shown)。

以上、本研究では、非線形、冗長、高次元な全身運動から、運動普遍的にそしてデータ駆動型に機械学習を利用してクセを見破ることが可能であることを明らかにした。本研究を発展させることで、相手のクセを見破る、自らのクセを修正するシステムの開発へとつながり、スポーツなどへの応用が期待できる。

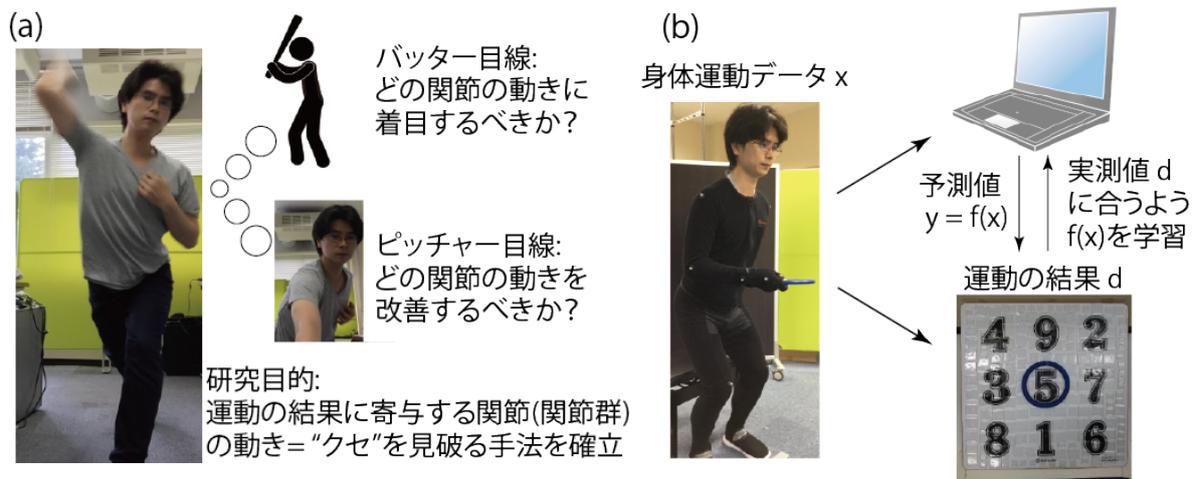


図1(a): 本研究の目的。クセを見破る重要性。リハビリテーションでもピッチャー目線と同様の問題が生じる。(b): 機械学習手法の概要。身体運動データから運動の結果を予測できるように、 $f(x)$ を学習。

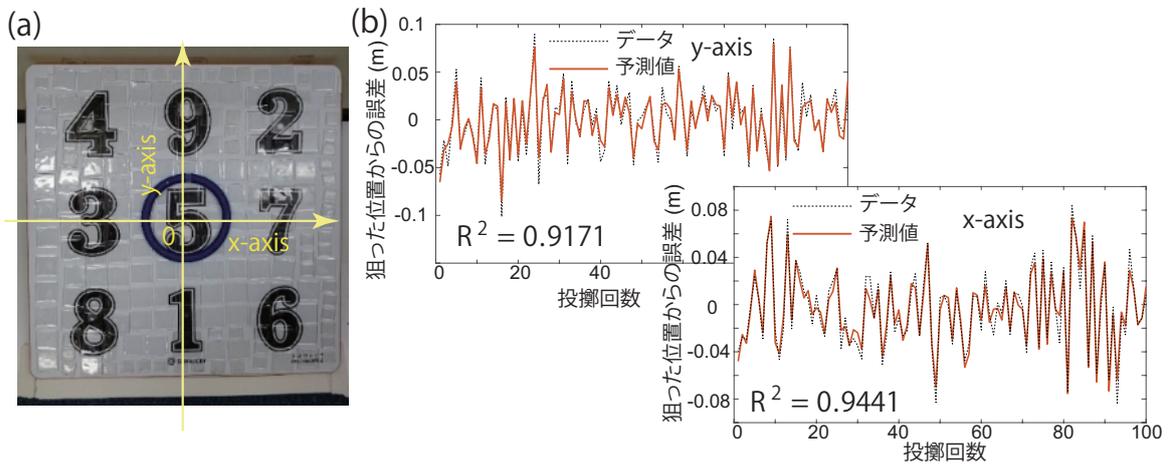


図2(a): 被験者には輪投げ台の5番を狙ってもらおう。5番を原点とし、x軸、y軸を定義。(b): 身体運動データから投擲動作の結果(y-axis, x-axis)を線形回帰により予測した代表的な値。

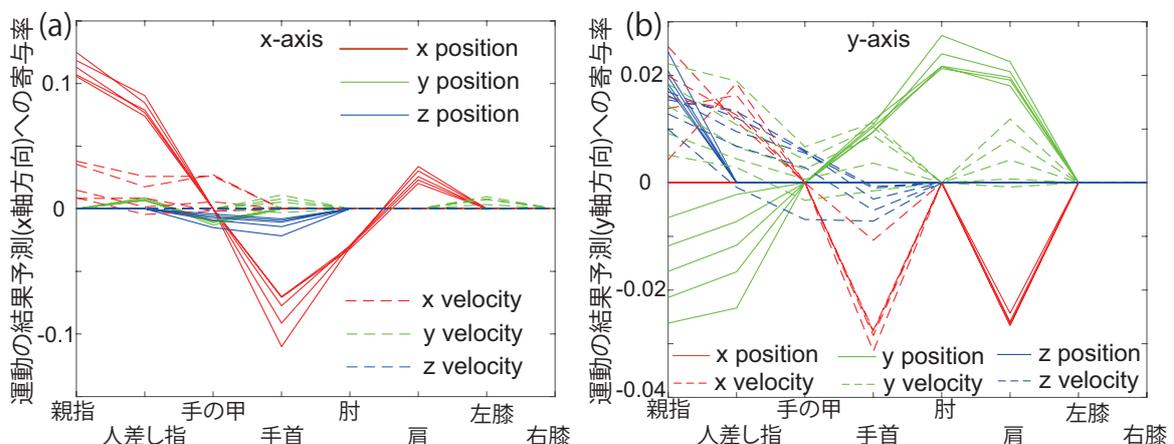


図3(a): x軸方向の運動結果予測への各関節の位置・速度の寄与 (b): y軸方向の運動結果予測への各関節の位置・速度の寄与

# 中学生におけるハンドボール投げの距離の獲得に作用する要因

## ～体力的要素と三次元画像解析の観点から～

國井 恒太朗<sup>1</sup>, 川村 卓<sup>2</sup>, 小林 育斗<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学, <sup>3</sup>茨城県立医療大学

東京都で実施された東京都統一体力テストの結果、近年、中学生の体力・運動能力の状況が低下傾向にあることがわかり、とりわけハンドボール投げの記録の低下が著しい。このような問題を受け、東京都教育委員会は「東京都アクティブプラン to 2020」を設立し、学年別・男女別・種目別に体力テストの到達目標を具体的に設定し、「体力向上ハンドブック」の作成や配布、教師用「体力向上指導マニュアル」などが取り込まれるなど、体力テストの記録の向上に着手してきている。そこで本研究ではハンドボール投げの動作分析および筋力、柔軟性などの体力要素 8 つの測定を行い、ハンドボールの投距離の獲得に寄与する体力要素を明らかにするとともに、投動作にみられた問題点を把握することを目的とした。対象は東京都のスーパーアクティブスクールの中の 4 校の計 778 名である。ハンドボール投げについては、計 2 回計測し、投距離の大きかった試技を分析対象とした。投動作の撮影は 2 台のハイスピードカメラと 1 台の民生用カメラで行い、Frame-DIASIV を用いてデジタル化した後、DLT 法により三次元座標を算出した。結果は、距離の獲得には筋力の違いによる差は小さく、手首や前腕などの使い方に違いが見られた。

**キーワード**：投能力，体力測定，ハンドボール投げ，中学生

### 1. はじめに

東京都で実施された東京都統一体力テストの結果、近年、中学生の体力・運動能力の状況が低下傾向にあることがわかり、とりわけハンドボール投げの記録の低下が著しい。このような問題を受け、東京都教育委員会は、体力テストの記録の向上に着手してきている。そこで本研究ではハンドボール投げの動作分析および筋力、柔軟性などの体力要素 8 つの測定を行い、ハンドボールの投距離の獲得に寄与する体力要素を明らかにするとともに、投動作にみられた問題点を把握することを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 実験対象者

東京都のスーパーアクティブスクールの中の 4 校の計 778 名。(今回は A 中学校 160 名のデータを分析した)

#### 2.2 体力測定内容

①手の大きさ(縦・横)②握力③指椎間距離④胸郭⑤背筋力⑥立ち幅跳び⑦プランク(体幹)⑧上体そらしの計 8 項目。

#### 2.3 投動作の測定手順

計 2 回計測し、投距離の大きかった試技を分析対

象とした。投動作の撮影は2台のハイスピードカメラと1台の民生用カメラで行い、Frame-DIASIVを用いてデジタル化した後、DLT法により三次元座標を算出した。

### 3. 結果

#### 3.1 体力測定の結果から

全体の投距離の平均(16.30m)を基準とし、上位群・下位群とに分けそれぞれの投距離と各体力要因との相関関係を調べた結果、上位群・下位群ともに指椎間距離や上体そらしなどの柔軟性との間には有意な相関はみられなかったが、握力・背筋力・立ち幅跳びなどの筋力的な項目の間に有意な相関が見られた。しかし、それぞれの筋力的な項目もそこまで強い関係ではなかった。

例) 握力 (利き手)

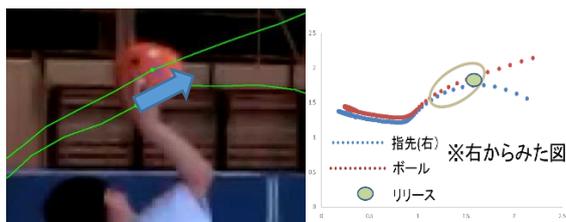
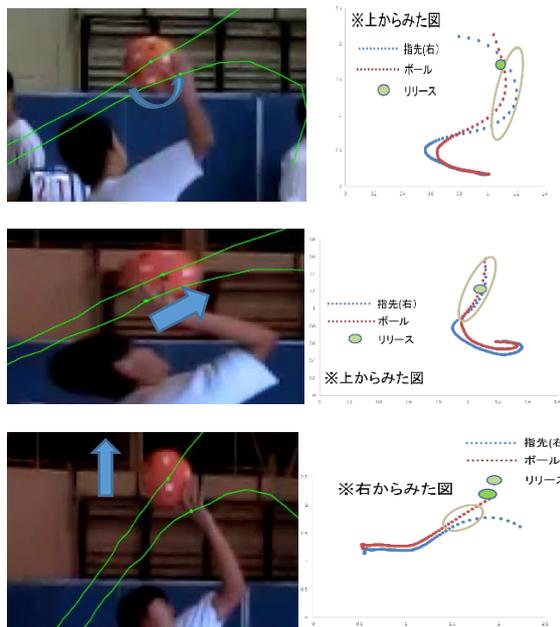
上位群 0.242  $p < 0.05$  下位群 0.409  $p < 0.05$

例) 背筋力

上位群 0.400  $p < 0.05$  下位群 0.232  $p < 0.05$

以上のことより、ハンドボール投げの距離の獲得に寄与するものは、筋力や柔軟性などの体力要因だけではないことが推察された。

#### 3.2 投動作の典型例



### 5. 考察とまとめ

①投距離上位群は体力要因が大きくは関係していなかった。

②投距離の小さい生徒の特徴として、

- (i) リリース時に前腕が回外してしまう。
- (ii) リリース直前、ボールが上に抜けてしまう。
- (iii) 手首が背屈してしまう。が挙げられた

以上のことより、手首を背屈させると、ボールを真っ直ぐに投げることが難しくなり、その結果、「抜け」が生じやすくなることや「引っ掛けた」回転のボールになりやすくなることが推察された。また、なかなかハンドボール投げのコツがつかめない生徒に対して、「腕を縦に振る」ことを意識させることが投距離獲得のための有効なアドバイスではないかと思われた。

### 文献

教育庁:平成27年度東京都児童・生徒体力・運動能力、生活・運動習慣等調査結果について(2016)

教育庁:平成26年度東京都統一体力テストの結果について(2015)

宮崎ら:優れた投能力を持つ女子児童の投動作の特徴:全国小学生陸上競技交流大会ソフトボール投げ出場者の動作分析から(2013)

小林ら:優れた投能力をもつ小学生の投動作の特徴とその標準動作(2012)

小林, 阿江:小学生の投動作の評価に関する事例的研究(2010)

# 投球動作中の肩関節最大外旋時に体幹部を非投球側へ傾けることが体幹と肩関節の運動学的変数と肩関節周囲筋の筋活動に及ぼす影響

栗野 聡<sup>1</sup>, 下河内 洋平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大阪体育大学大学院, <sup>2</sup>大阪体育大学

本研究の目的は、投球動作中の肩関節最大外旋時(MER)に体幹を非投球側へ $30^{\circ}$ 以上傾けることが、肩関節と体幹部の運動学的変数と肩関節周囲筋の筋活動に及ぼす影響を明らかにすることとした。男子大学硬式野球部投手8名から、投球動作中の運動学的変数、大胸筋、広背筋、前鋸筋、僧帽筋の筋活動を測定した。本研究の結果、肩関節最大外旋時に体幹を非投球側へ $30^{\circ}$ 以上傾けるフォームは、統制条件と比較し、運動学的変数において、MERの肩関節外旋角度( $p < .001$ )、加速期の体幹回旋角速度( $p < .001$ )、リリース時の体幹回旋角度( $p < .001$ )で有意に大きな値を示し、大胸筋の筋活動において、コッキング期( $p = .004$ )、加速期( $p = .002$ )、肩関節最大水平内転角加速度の前100msecから後50msec( $p = .007$ )、肩関節最大内旋角加速度の前100msecから後50msec( $p = .005$ )で有意傾向を示した。一方で、肩関節外転角度、肩関節水平外転角度、その他の筋肉の筋活動において、全ての局面で有意な差はみられなかった。本研究の結果から、肩関節最大外旋時に体幹を非投球側へ $30^{\circ}$ 以上傾けるフォームは、MERの肩関節外旋角度と大胸筋の筋活動が大きかったことから、肩関節前方偏位が大きくなる可能性が示唆された。

**キーワード**：投球障害、上腕骨頭前方偏移、肩関節不安定性、肩関節外旋角度

## 1. はじめに

野球の投手において、投球障害の発生と関連している要因を検証することは、投手の寿命を伸ばす上で非常に重要である。特に、投球動作中の体幹部の運動学的変数は上肢の関節負荷に影響があるとされている。Oyama<sup>1</sup>ら(2013)らは、体幹が非投球側へ過度に傾いている投手は、肩・肘求心力、肩内旋モーメント、肘内反モーメントが大きくなると報告している。しかし、投球動作中の体幹の非投球側への傾きが、肩関節不安定性や肩関節周囲筋に及ぼす影響については検証されていない。そこで本研究の目的は、投球動作の肩最大外旋時に体幹を非投球側へ $30^{\circ}$ 以上傾けることが、肩関節と体幹部の運動学的変数と肩関節周囲筋の筋活動に及ぼす影響を明らかにすることとした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

大学男子硬式野球部に所属する学生8名(身長;  $174.43 \pm 6.04$ cm、体重;  $70.67 \pm 6.73$ kg、年齢  $18.88 \pm 0.78$ 歳)とした。対象は、右利きのオーバースローまたはスリークォーターの投手、上肢への手術の既往がなく、現在、上肢に痛みのない投手とした。

### 2.2 測定手順

被験者は、実験日の約1週間前に体幹を非投球側へ大きく傾けたフォームの練習を行った。実験当日、被験者は、最初に最大外旋時に幹を非投球側へ大きく傾けたフォーム(実験条件)を3試技行った。その際、①的の中心に向かって投球すること、②最大外旋時に体幹を垂線に対し非投球側へ $30^{\circ}$ 以上傾けること、③前述の条件を行える範囲内で全力投球をすることを指示した。その後、

統制条件を行った。その際、①的の中心に向かって投球すること、②球速の差による運動学的変数および筋活動への影響を少なくするため実験条件の3試技の平均球速から±4km/h以内で投球することを指示した。モーションキャプチャーシステム、表面筋電図、スピードガンを用い、上肢と体幹の運動学的変数、大胸筋、広背筋、前鋸筋、僧帽筋の筋活動、球速を測定した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 運動学的変数の平均値±標準偏差および対応のあるt検定の結果

	実験条件		統制条件		t	p
	平均	SD	平均	SD		
球速 (km/h)	130.12	5.24	130.57	5.40	-0.64	0.27
ストライド脚接地時						
体幹 屈曲 (°)	-15.17	8.63	-14.03	4.93	-0.46	0.79
体幹 回旋 (°)	6.96	17.00	5.02	14.93	0.33	0.64
肩 水平外転 (°)	-13.28	5.67	-11.62	5.51	-0.75	0.22
肩 外転 (°)	-6.78	10.61	-2.80	12.05	-1.07	0.34
足部 踏み込み脚角度	-3.07	3.83	-1.90	3.91	-0.98	0.36
膝 屈曲 (°)	53.59	3.74	56.38	6.50	-0.78	0.46
コッキング期						
体幹 回旋角速度 (°/s)	994.52	135.36	999.79	85.89	-0.17	0.87
体幹 最大回旋角速度発生時間 (%)	19.72	6.02	19.70	6.28	0.005	0.996
肩 水平外転 (°)	-16.54	5.88	-17.66	6.60	0.56	0.63
肩 最大水平内転角速度発生時間 (%)	39.36	17.34	39.53	8.30	-0.06	0.96
肩最大外旋時						
体幹 傾き (°)	37.72	4.90	27.25	5.65	7.12	<0.01
体幹 回旋 (°)	-101.09	10.84	-98.67	9.12	-1.28	0.37
肩 外旋 (°)	75.12	11.56	61.02	14.05	6.43	<0.01
肩 外転 (°)	-1.98	8.91	-0.034	8.16	-0.71	0.52
肩 水平外転 (°)	-8.49	5.20	-7.31	2.62	-0.91	0.27
加速期						
体幹 回旋角速度 (°/s)	827.66	220.07	662.14	164.70	4.84	<0.01
ボールリリース時						
体幹 傾き (°)	38.57	4.37	26.62	5.88	7.19	<0.01
体幹 回旋 (°)	-125.21	9.09	-118.12	8.85	-5.29	<0.01
肩 外転 (°)	5.66	6.01	8.31	4.91	-1.04	0.36

最大外旋時の肩関節外旋角度は、実験条件は統制条件よりも有意に大きな値を示した。さらに、この地点において肩関節は水平外転位かつ外転約 90° であった。この肢位は、上腕骨頭の前方偏移が大きくなることが言われている<sup>2-3</sup>。また、実験条件において、全ての分析区間で大胸筋の筋活動において有意および有意傾向に大きな値を示した。最大外旋時の肩関節の肢位における大胸筋の筋活動は、上腕骨頭の前方偏移引き起こすことが報告されている<sup>4</sup>。以上のことから、実験条件は、より上腕骨頭の前

方偏移が大きくなり肩関節不安定性のリスクが大きくなる可能性が考えられる。

#### 3.2 筋活動の平均値±標準偏差および対応のあるt検定の結果

	実験条件		統制条件		t	p
	平均	SD	平均	SD		
コッキング期						
大胸筋 (%MVIC)	158.92	91.72	102.84	53.99	2.56	<b>0.04</b>
広背筋 (%MVIC)	53.19	29.72	39.24	20.77	1.41	0.20
前鋸筋 (%MVIC)	105.24	42.99	102.83	52.61	0.18	0.86
僧帽筋 (%MVIC)	42.11	54.39	18.86	13.28	1.10	0.31
加速期						
大胸筋 (%MVIC)	137.15	62.50	77.00	34.57	2.95	<b>0.02</b>
広背筋 (%MVIC)	144.94	93.87	101.25	56.03	1.23	0.26
前鋸筋 (%MVIC)	46.86	17.73	60.50	48.08	-0.83	0.44
僧帽筋 (%MVIC)	23.36	17.59	36.83	27.36	-1.67	0.14
肩関節最大水平内転加速度 前100msec～後50msec						
大胸筋 (%MVIC)	144.72	90.48	102.63	59.99	2.09	<b>0.08</b>
広背筋 (%MVIC)	36.08	22.01	31.78	22.40	0.80	0.45
前鋸筋 (%MVIC)	109.73	47.41	99.75	39.80	0.76	0.47
僧帽筋 (%MVIC)	44.25	33.04	31.55	21.80	1.66	0.14
肩関節最大内旋加速度 前100msec～後50msec						
大胸筋 (%MVIC)	139.89	72.27	92.01	39.18	2.35	<b>0.05</b>
広背筋 (%MVIC)	113.83	63.43	75.54	35.72	1.99	0.09
前鋸筋 (%MVIC)	77.33	28.78	82.11	46.18	-0.56	0.59
僧帽筋 (%MVIC)	38.02	19.23	43.10	25.20	-0.72	0.50

### 5. 現場への提言

指導現場において最大外旋時の体幹の傾きの有無を確認することは、障害発生のスクリーニングとして有用である可能性がある

#### 文献 (MS ゴシック, 11 ポイント)

- 1) Oyama, Sakiko, et al. "Effect of excessive contralateral trunk tilt on pitching biomechanics and performance in high school baseball pitchers." *The American journal of sports medicine* 41.10 (2013): 2430-2438.
- 2) Terry GC, Hammon D, France P, et al. The stabilizing function of passive shoulder restraints. *Am J Sports Med.* 1991;19:26-34.
- 3) Takagi, Yohei, et al. "Increased horizontal shoulder abduction is associated with an increase in shoulder joint load in baseball pitching." *Journal of shoulder and elbow surgery* 23.12 (2014): 1757-1762.
- 4) Labriola, Joanne E., et al. "Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles." *Journal of shoulder and elbow surgery* 14.1 (2005): S32-S38.

# CG映像を用いた投球動作の微細な変化に対する無意識的判断

田中 ゆふ<sup>1</sup>, 松尾 知之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿大学 経営学部, <sup>2</sup>大阪大学大学院 医学系研究科

本研究では、競技熟練者特有の意識には表出しない微細な身体動作の変化に対する判別能力を調べることを目的とした。実験参加者は野球熟練者8名、非熟練者9名の計17名であった。投球映像は標準刺激となる動作を基準に投球腕側の肩外転角を操作した10種類の3DCGを作成しランダムに呈示した(計400試行)。実験参加者には呈示された投球動作の投球腕の位置が標準刺激に比べて高いか低い、また回答への確信度(50%-100%)を口頭にて回答させた。結果、投球動作に対する主観的等価点(標準刺激と同等とみなす値)は熟練者が優れていることが認められた。また、動作変化の識別が曖昧な25%-75%弁別閾については、熟練者は非熟練者に比べて狭く、熟練者の微細な動作変化に対する判別能力の高さが認められた。本実験では、回答に対する確信度についても同時に回答を求めたが、熟練者・非熟練者の両方において確信度よりも実際の回答の正確性が有意に高く無意識的な正しい判断が行われていることが示唆された。

**キーワード**: 主観的等価点, 弁別閾, 投球動作識別, 野球

## 1. はじめに

先行研究では、競技熟練者の知覚能力の優位性について、視覚情報に対する効率的な選択的注意、再認、分析、解釈(Williams & Grant 1999)、多くの視覚情報から課題遂行のために必要な情報を抽出する情報フィルタリング(Philip & Patrick, 2009)、動作の識別能力・動作結果の正確な予測(Aglioti et al., 2008)、優れた視覚探索方略(e.g., 加藤・福田, 2002)が報告されている。このようなエキスパートシステムは野球の投球動作の僅かな変化に対する識別能力に貢献している可能性がある。意識に上るか上らないかの僅かな動作変化に対する識別能力は実際の指導現場での正確な選手へのフィードバックや主観的な動作分析に重要な意味を持ち、競技熟練度が識別能力に及ぼす影響と意識・無意識的な知覚判断に関する基礎的な知見を得る必要がある。

そこで本研究では、1) 投手の映像を見て、微

細な投球動作の違いを判別可能な身体運動の変化量と熟練度による影響を明らかにする、2) 実際の回答と回答に対する確信度の差異を調べ、無意識的な知覚判断について検討を行うことを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 実験参加者および実験群

本研究では熟練者群として準硬式野球部所属の男子大学生8名、非熟練者群として野球経験3年未満の男子大学生9名の計17名を対象とした。

### 2.2 実験用映像の作成と課題

NPB選手の投球映像を基にした3DCGは、投球腕である右腕の最大外旋からボールリリースまでを、基準の投球フォームの外転角度を中心に2°毎に10段階変化させた投球映像を作成した。

実験参加者はモニターに呈示された投球動作を見た直後に1) 基準の投球腕の高さ(標準刺激)よりも「高い」か「低い」か、2) 回答の確信度

(50-100%)を口頭にて回答した。

### 2.3 実験プロトコール

実験参加者には基準の投球動作(標準刺激)を20試行観察させた後、10種類の比較刺激をランダムに提示する練習試行を計16試行実施した。その後、テスト試行として標準刺激2試行の観察後に10種類の比較刺激をランダムに20試行提示し、毎試行後に1)投球腕の高さ、2)確信度を口頭で回答させた。これを1ブロックとし、計20ブロックを実施した。

### 2.4 分析方法

心理物理学的指標として、主観的評価点(PSE; 50%),上弁別閾(UT; 75%),下弁別閾(LT; 25%)不確定帯(IU, UTとLTの総和)をプロビット解析により算出し、熟練度(2)の対応のないT検定を行った。なお、危険率は5%とした。

## 3. 結果および考察

### 3.1 主観的等価点(PSE)

プロビット解析により得られた累積正規分布曲線(図1)よりPSEを算出し、T検定を実施した結果、熟練者のPSEは非熟練者に比べて標準刺激に近く( $t(15)=2.11, p<.05$ ),基準の投球動作を正確に識別していることが示された(図2左)。

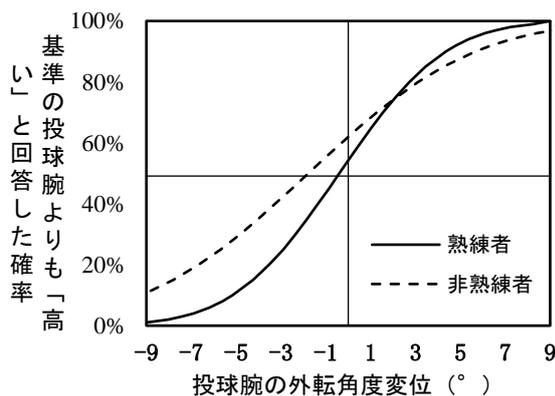


図1 プロビット解析後の累積正規分布曲線

### 3.2 上下弁別閾と不確定帯

図2(右パネル)に各群の上下弁別閾を示した。上弁別閾(基準の動作の投球腕よりも高い外転角

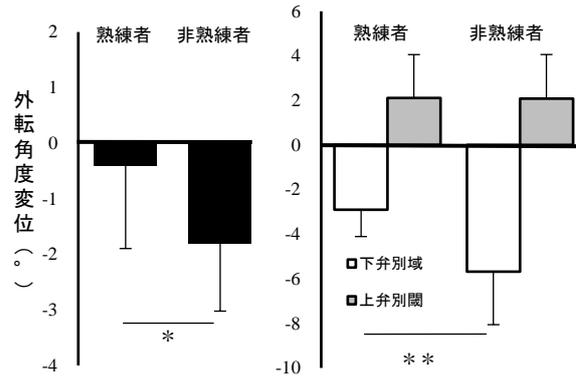


図2 各群のPSE(左)と上下弁別閾(右)

度変位)には熟練度間で差異は見られなかったが、下弁別閾には有意差が認められ( $t(15)=2.97, p<.01$ ),熟練者は非熟練者に比べて小さいことが明らかとなった。これは投球腕が下がったときの動作変化に対して熟練者の識別能力が優れていたことを示している。また、上弁別閾と下弁別閾の総和である不確定帯についても有意な差が認められ( $t(15)=1.97, p<.05$ ),熟練者は非熟練者に比べてその範囲が狭いことが示された。これは微細な投球動作の変化に対する熟練者の識別が敏感に実行されていることを意味している。

以上の結果を総合的に考察すると、熟練者は非熟練者に比べて微細な投球動作の変化に対して識別能力が正確に行われており、優れているといえる。今後、このような優れた識別能力が何に依存するのか、例えば視線行動や投手への意識等を含めた研究を進めることが必要である。

## 文献

- 1) Aglioti, S. M. et al. Action anticipation and motor resonance in elite. *Nature Neuroscience* **11**, 1109-1116 (2008).
- 2) 加藤貴昭・福田忠彦野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索ストラテジー. *人間工学*, **38**, 333-340 (2002).
- 3) Philip, L.K., & Patrick, G. Perceptual learning and human expertise. *Physics of Life Reviews* **6**, 53-84 (2009).
- 4) Williams, A.M. & Grant, A. Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology* **30**, 194-220 (1999).

# 投球コントロールとリリース直後のボール挙動の関連

## -ボールリリースのタイミングに着目して-

那須 大毅, 木村 聡貴

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

投球におけるボールの到達点は、物理的にはリリース直後のボールの位置、速度、投射角度、スピン（以下、リリース変数）によって決まる。本研究では、このリリース変数が、それぞれボール到達点にどの程度影響を与えているのかを明らかにした。また、コントロールへの影響が大きいと言われているボールリリースのタイミングとリリース変数の関連についても明らかにした。大学野球経験者5名を対象に解析した結果、リリース変数の中でもボール到達点への影響は投射角度が最も強いことが明らかとなった。ある被験者の場合、リリースのタイミングが2msずれると、投射角度は1.6度ずれ、その結果ホームベース上では理論上32cmのずれに繋がるといった結果が得られた。ただし、リリースタイミングと投射角度については、関連がみられる被験者とみられない被験者がいることも明らかとなった。

**キーワード**：モーションキャプチャ、重回帰分析、時間と空間

### 1. はじめに

投球のコントロールは、投げたボールの到達点のばらつきや狙った場所からのずれで評価される。指から放たれた後、ボールがどこに到達するかは、リリース直後のボールの初期挙動（リリース変数：位置、速度、投射角度、スピン）によって物理的に決まってくる。

また、リリース変数は、ボールを保持した手をどのように動かすのかという手の軌道とその軌道上でいつ離すのかというリリースのタイミングが影響すると考えられる。先行研究によると、ボール到達点のばらつきは、手の軌道のばらつきよりもリリースのタイミングのばらつきが大きく影響することが報告されている<sup>1</sup>。

本研究では、ボール到達点に対する各リリース変数の影響の強さを明らかにした上で、リリース変数とリリースタイミングの関連についても調査することを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

被験者は、硬式野球の投手経験者5名とした（年齢：24.0 ± 3.1歳，身長：176.2 ± 5.2cm，体重：69.2 ± 4.4kg，経験年数：13.2 ± 1.9年）。5名中1名が左利きであった。

#### 2.2 実験

被験者は、軸足から4m離れた位置、地面から1.5mの高さに設置された直径10cmの円形の的の中央を狙って投球を行った。実験は室内で実施し、マウンドおよびスパイクの着用はなかった。ボールは、大学野球の公式球（1BJBH11000, ミズノ）を使用した。十分なウォーミングアップの後、一人あたり15～20球の投球を行った。

モーションキャプチャを用いて、的周辺におけるボール挙動（ProReflex, Qualisys社製, 4台, 240Hz）、および投球時の上肢・ボールの挙動（Oqus Qualisys社製, 12台, 500Hz）を計測した。

## 2.3 分析

ボールの到達点は、ボール中心が的を通過した際の位置を求めた。ボール到達点は斜めにばらつき、この傾き（分散が最大となる方向）は腕ふりの角度と関連する<sup>2</sup>。本研究の焦点であるリリースのタイミングは、この斜め方向（以下、長軸方向）のばらつきと関連することが予想される。そのため本発表では、長軸方向の平面についてのみ議論する。リリース変数についても、長軸方向平面に投影した値（投球方向軸まわりに長軸の傾き角度だけ座標軸を回転）を算出した。

リリース変数として、リリース直後のボール中心の位置（投球方向、長軸方向）、長軸方向平面における速度ベクトルの大きさ（球速）と向き（投射角度）、およびボールの回転数を算出した。

リリースのタイミングは、肩関節最大外旋位（MER）からボールリリースまでの時間を算出した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 ボール到達点とリリース変数の関連

各リリース変数（説明変数）がボール到達点（目的変数）に及ぼす影響の強さを明らかにするために、被験者ごとに重回帰分析を行った。説明変数は全て標準化し、標準偏回帰係数および決定係数を算出した（表1）。その結果、いずれの被験者においても、投射角度の影響が最大であることが明らかとなった。この結果から、例えば被験者Cの場合、投射角度がわずか1.65度(1SD)ずれると、4m先のボール到達点は7cmずれるという計算に

なる。このずれは、単純比率で実際の距離に換算すると、32cmものずれにあたる。

### 3.2 投射角度とリリースタイミングの関連

本稿では、リリース変数の中でも、ボール到達点に最も影響を与えている投射角度とリリースタイミングの関連についてのみ記述する。投射角度とリリースタイミングについて、被験者ごとに単回帰分析を行った。その結果、投射角度とリリースタイミングに関連がみられる被験者がいた（被験者C）（回帰式： $y = 27.75 - 0.82x$ ）。この被験者の場合、リリースタイミングが2msずれると、投射角度は1.64度ずれるという計算になる。

しかし一方で、被験者D（回帰式： $y = 2.72 - 0.14x$ ）のように関連がほとんどみられない被験者もいた。このことは、リリースタイミングが同じであっても、投射角度にばらつきがみられることを示しており、すなわち、先行研究<sup>1</sup>で述べられているような、リリースタイミング（時間）のばらつきのみではなく、被験者によっては、手の軌道（空間）のばらつきも影響が大きいことを意味している。

## 文献

- 1) Hore, J et al. Errors in the control of joint rotations associated with inaccuracies in overarm throws. *Journal of Neurophysiology*, 75(3), pp.1013 - 1025 (1996).
- 2) 那須・門田, 野球ボールの種類の違いが正確性に及ぼす影響. 日本スポーツ心理学会第42回大会研究発表抄録, pp. 26-27 (2015).

表1 ボール到達点とリリース変数（標準偏回帰係数と決定係数）

sub	intercept	X	Long	Vel.	Direction	Spin rate	R <sup>2</sup>
A	0.045	-0.046	0.004	0.006	0.059	0.003	0.892
B	0.050	-0.040	0.023	0.031	0.054	-0.044	0.832
C	-0.067	-0.019	-0.001	0.019	0.070	-0.027	0.673
D	-0.080	-0.017	0.019	-0.005	0.082	-0.023	0.955
E	0.090	-0.036	0.018	-0.020	0.050	0.012	0.840

# 投球時の示指および中指におけるボール作用力の推定

鵜澤 大樹<sup>1</sup>, 小池 関也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学 体育系

投手が投じたボールは、指導現場において「キレ」や「ノビ」といった用語を用いて評価される場合が多い。一方、科学的な分析においては、これらの用語に関連して、絶対的な評価量としてボールのスピードや回転数が用いられている。投球時の手指部はボールとの直接的なインターフェースであるため、人差し指および中指の動きは、これらの評価量の生成に影響を与えている可能性がこれまでの研究で示唆されており、これら二指を分析の対象としてモデル化するとともに、リリース時の役割を分析する必要があるといえる。本研究では、バイオメカニクスの手法を用いた分析により、投球時における人差し指および中指をモデル化し、リリース時のボールスピードや回転数の生成の生成に大きく貢献すると考えられる各指によるボール作用力を推定している。結果としてボールに作用する各指の操作力は、力センサーを用いた先行研究と類似していた。

**キーワード**：投球，作用力推定，角速度，作用点，モデル化

## 1. 背景

野球の投球においてリリース時のボールには、指との接触部から作用するボール接触力(ボール作用力)によって、ボールの状態量が決定される。特にリリース時において、示指および中指によるボール接触力の作用線は、ボール重心から外れているためにボールには回転が生じる。このためストレートの球種において、ボールのスピードおよび角速度生成に大きく関与している二指からボールへ与える作用力を推定することは、ボールスピードおよびボール回転数生成のメカニズム解明につながると考えられる。

## 2. 方法

### 2.1 投球実験

被験者は大学野球投手経験者 2 名 (いずれも右投げ) とし、ストレート球による全力投球を行わせた。その際、身体代表点 47 点および示指およ

び中指に 4 点ずつのマーカーを貼付した。三次元動作分析装置 (VICON-MX, 14 台) により動作データを取得した。なお、サンプリング周波数は 500Hz である。また、指上のマーカー位置情報より、各指の関節中心位置座標を算出した。

### 2.2 対象のモデル化

示指および中指の各指における末節部および中節部を一つの剛体セグメントとしてモデル化する。また、モデル化の際、各関節は解剖学的関節自由度(DOF)を考慮した。なお、ボールに作用する外力を生成するための各指の作用力を操作力として、推定の対象とした。他方、外力を生成せず、互いに相殺するような各指の作用力については把握力として扱い、推定の対象から外した。このため、親指については、その主な役割をボールの把持として、操作力を発揮しないものと考えて、モデル化の対象外とした。

## 2.3 各指のボール作用力推定

ボール表面に貼付した複数マーカの位置座標を利用した逆動力学演算により、ボールに作用する外力および外モーメントを算出した。そのうち、これらの値を実現するボール表面の作用力とその圧力中心点(COP)位置を算出した。また、ボール COP 周りにおける力のつり合い式

$$\mathbf{F}_{\text{Ind}} + \mathbf{F}_{\text{Mid}} = \mathbf{F}_{\text{Ball}}$$

およびモーメントのつり合い式

$$\mathbf{r}_{\text{COP-Ind}} \times \mathbf{F}_{\text{Ind}} + \mathbf{r}_{\text{COP-Mid}} \times \mathbf{F}_{\text{Mid}} = \mathbf{0}$$

により、各指の作用力へと分配を行った。なお、各指の作用力作用点を各指の圧力中心点とした。

## 3. 結果

### 3.1 ボール作用力および各指の作用力

下図はボール作用力、示指および中指の作用力をグラフで示したものである。ここで、ボール作用力は二指の合力である。いずれの被験者においても、示指作用力はリリース前に二峰性を示した。これらは那須ら(2015)に類似する結果となった。なお、リリース時における両指の作用力の大きさは、被験者間において異なる値を示すとともに、その大小関係についても異なる様相であった。

## 4. 考察

### 4.1 ボール作用力（操作力）の推定

ボールに作用する把握力と操作力のうち、示指

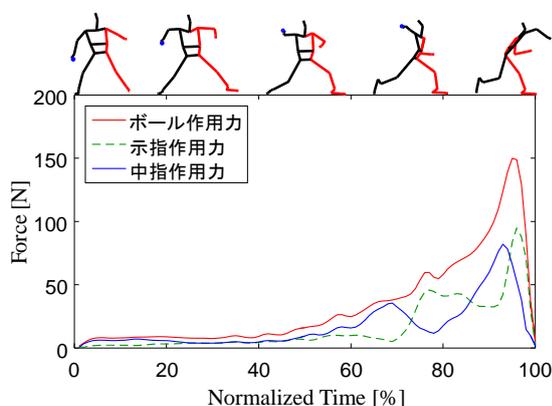


図 ボール作用力および各指における作用力  
および中指によるボール作用力を動作データから推定することを可能とした。

## 4.2 結果の妥当性

推定した作用力のうち、把握力成分を除いた示指におけるボール作用力はボールに力センサーを埋設し測定した那須ら(2015)に類似する結果を示した。

## 5. まとめ

本研究では、動作データより二指の作用力（操作力）の推定を行った。また、結果は力センサーを用いた先行研究に類似する結果が得られたことから、ボールリリース時における二指によるボール速度およびボール角速度生成メカニズムの解明につながると考えられる。

## 文献

- 1) Jinji, T. & Sakurai, S. Direction of spin axis and spin rate of the pitched baseball. *Sports Biomechanics*, 5(2), 2006.
- 2) Nagami, T. et al. Spin on fastballs thrown by elite baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc*, 43(12), 2011.
- 3) Naito, K. & Maruyama, T. Contributions of the muscular torques and motion-dependent torques to generate rapid elbow extension during overhand baseball pitching. *Sports Engineering*, 47-56(11), 2008.
- 4) Hirashima, M. et al. Kinetic chain of overarm throwing in terms of joint rotations revealed by induced acceleration analysis. *Journal of Biomechanics*, 41, 2008.
- 5) Koike, S. & Harada, Y. Dynamic contribution analysis of tennis-serve-motion in consideration of torque generating mode. *Procedia Engineering*, 72, 2014.
- 6) Hore, J. & Wats, S. Skilled throwers use physics to time ball release to the nearest millisecond *J Neurophysiol*, 106, 2011.
- 7) 那須 大毅ら, 野球投球時の指力と上肢キネマティクスに関連. *スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス講演論文集 USB*, 15-21, 2015.

# 女子プロ野球投手におけるピッチング時の

## 指の動きとボール速度との関係

水谷 未来<sup>1</sup>, 鈴木 智晴<sup>2</sup>, 藤井 雅文<sup>2</sup>, 前田 明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鹿屋体育大学, <sup>2</sup>鹿屋体育大学大学院

本研究の目的は、女子プロ野球投手におけるピッチング時の手指動作とボール速度との関係について明らかにすることである。被検者は女子プロ野球投手 4 名であった。被検者は 18.44m 先の捕手に向かって全力投球を 10 球行った。投球動作およびボールの速度と回転数をモーションキャプチャシステムおよびドップラーレーダー式ボールトラッキングシステムを用いて、それぞれ計測した。その結果、身体各部位の投球方向への最大速度は、肘、手首、指先の順に高くなる傾向を示し、ボールリリース時点では、指先の動作とボール速度がほぼ同じ値を示した。以上の結果は、指先の速度がボール速度を決定する重要な要因であることを示唆している。更に、ボール速度が高い選手の特徴として、手首と指先の最大速度出現時間に顕著な差がみられた事があげられた。また、ボール回転数が高い選手の特徴として、リリース直前の指節間関節の掌屈角度が大きく、かつその角速度が高いことが観察された。

**キーワード**：ボール速度，ボール回転数，3次元動作解析

### 1. はじめに

投球動作において、手の速度が最大に達した後、指先の最大速度が出現することから、指速度がボール速度を決定する重要な要因であることが考えられる。よって、ピッチング時の指の動きとボール速度との関係についても検討を行う必要がある。そこで本研究では、女子プロ野球投手を対象に、ピッチング時の指の動きとボール速度との関係について明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 被検者および測定内容

被検者は、女子プロ野球投手 4 名（年齢：19.5 ± 0.6 歳，身長：1.67 ± 0.78 m，体重：62.0 ± 9.5 kg）であり、全ての投手が右投げであった。被検者は 18.44m 先の捕手に向かって、直球を全力で 10 球投げた。

#### 2.2 測定方法および測定項目

投球動作は光学式 3 次元動作解析システム Mac3D (Motion Analysis 社製, 1000Hz) を用いて測定した。反射マーカーの貼付位置は、右肩峰、右肘頭、右手首、中指の中手指節関節 (MP)、近位指節間関節 (PIP)、指先 (EIP)、ボール 2 点 (x 軸に平行なボールの直径の両端) 計 8 点とした。ボールの回転数はドップラーレーダー式ボールトラッキングシステム TRACKMAN (TRACKMAN 社製) を用いて測定した。

本研究では、右肘頭、右手首、MP、PIP、EIP およびボールの速度、指節間関節角度、指節間関節角速度、ボールの回転数を測定項目とした。マーカーの欠損がある試技は排除し、その中で速度が高かった 5 試技を各被検者のデータとし、5 球の平均値および標準偏差をそれぞれ算出した。

### 3. 結果

図1は Subject A のボール速度および身体各部位の速度の典型例を示している。EIP の最大速度とボール速度はほぼ同じ値を示し、両者の間には非常に高い正の相関関係が認められた ( $r=0.979$ ,  $p<0.001$ )。ボール速度が高い選手 (Subject A:  $32.0 \pm 0.3$  m/s) は肘, 手首, MP, PIP の最大速度出現時間の差が顕著であることが確認された。

図2は指節間関節角度を示している。指節間関節角度の最大値と指節間関節角度の最小値との差を指節間関節可動幅、指節間関節角度の最大値とボールリリース時の手指関節角度との差を押し込み角度と定義した。Subject B は他の3選手に比べて、ボール回転数が高く ( $32.9 \pm 0.8$  rps)、また、Subject B は他の3選手に比べて、手指関節可動幅が小さく、押し込み角度が大きく、リリース時の手指関節角速度が高い傾向が見られた。

### 4. 考察

本研究では、全ての被検者において肘速度、手首速度、MP速度、PIP速度、EIP速度の順に最大速度が高く、EIPの最大速度とボールリリース速度との間には非常に高い正の相関関係が認められた。社会人野球および大学野球チームの投手を対象にした研究においても、同様な結果が報告されている<sup>2)</sup>。本研究および先行研究の結果をふまえると、高いボール速度を獲得するには、指先の速度を高める必要があると言える。また、ボール速度の高い選手の特徴として、手首と指先の最大速度出現時間に顕著な差がみられた事があげられた。

リリース直前、ボールは指先方向へ移動することにより、それまでボールの重心の方向へ加えられていた力の作用が重心から外れ、ボールを回転させるトルクが発生することから<sup>1)</sup>、リリース時の手指関節角速度が高いことはボール回転数を高める上で重要な要因であることが示唆できる。

従って、手指関節角速度が高い選手が回転数も高くなったと考えられる。

### 5. まとめ

投球動作において、EIPの最大速度とボールリリース速度はほぼ同じ値を示したことから、EIPの最大速度がボール速度を決定する重要な要因であることが明らかとなった。また、ボール速度が高い選手の特徴として、手首と指先の最大速度出現時間に顕著な差があることが確認された。更に、ボール回転数が高い選手の特徴として、手指関節可動幅が小さく、押し込み角度が大きく、かつリリース時の手指関節角速度が高い傾向がみられた。

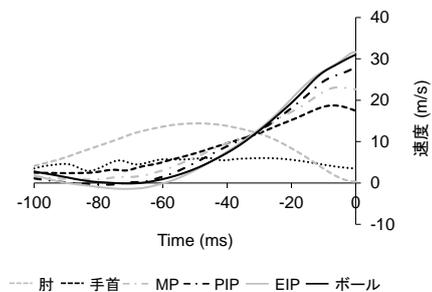


図1 ボール速度および身体部位の速度

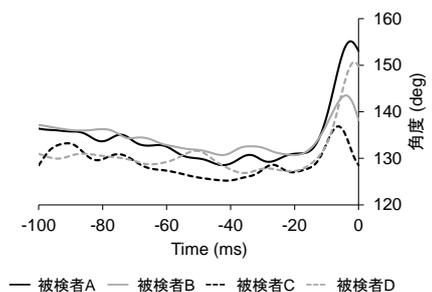


図2 手指関節角度

### 文献

- 1) 宮西智久:より速いボールを投げるために 野球の投球動作. Baseball Clinic. 5:29-34(2005).
- 2) 高橋佳三ら:野球のピッチングにおける手および指の動きとボール速度増加の関係. バイオメカニクス研究, 4:116-124(2000).

# 野球の投球におけるダイナミックカップリング

## —投球腕の速度を生み出すために身体各部の運動をいかに組み合わせるか—

内藤 耕三

創価大学 教育学部

本研究の目的はダイナミックカップリングの観点から投球腕の速度発生メカニズムを明らかにすることであった。大学生投手を対象とし、投球中の身体各部の運動をモーションキャプチャにより計測した。開発した動力学分析を用いて投球腕の速度を能動的成分、受動的成分に分解した。分析の結果、速度発生に貢献する主要な関節のうち、肩の内旋は能動的成分（筋トルクに起因）、手首、肘、胸郭の関節運動は受動的成分（遠心力やコリオリ力に起因）により駆動していることが示された。また、貢献割合の配分量には投手固有の特徴があることが示唆された。本研究において開発された手法は、今後、投球における身体各部の協調性（運動方略）を詳細に分析する上で有効なツールとなるであろう。

**キーワード：** 動力学，速度発生メカニズム，運動方略，Induced-Velocity Analysis

### 1. はじめに

投手はボールの速度と軌道をコントロールして打者と対峙する。全身を協調させた投球メカニクスの効果は、最終的にボールあるいは指先に生じる速度の大きさと方向性の調節、すなわち速度ベクトルの調節に集約されよう。投手の合目的なパフォーマンス達成能力を図るためにはバイオメカニカルなモデルによる分析が欠かせない。特に、最終遠位端である指先の出力を分析システムに組み入れる必要がある。従来、Induced-Acceleration Analysis (IAA) と呼ばれる手法<sup>1)</sup>は単一の関節運動に着目し、その発生原因を特定することが主たる目的であった。本手法は、IAAを上体（体幹、肩甲帯、左右上肢）に拡張し、指先速度の発生原因を特定するために開発された。これを Induced-Velocity Analysis (IVA) と名付ける。投球のような高速かつ多関節を持つ系では、ある身体部位の運動にもなって生じる力学的効果が身体各部で相互作用する。このような身体部位

間の相互作用関係はダイナミックカップリング<sup>1)</sup>と呼ばれる。本研究では、IVAを用いて、ダイナミックカップリングの観点から投球腕の速度発生メカニズムを明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 対象およびデータ計測

東京新大学および首都大学野球連盟（ともにI部リーグ）に所属する硬式野球部投手10名を対象とした。室内に設置したブルペンから捕手に向かって直球の全力投球を行なった。投手-捕手間は正規の距離とし、その他、実際の試合場面に近くなるよう実験条件に配慮した。モーションキャプチャシステム（カメラ18台、サンプリング周波数250Hz）により、身体部位に取り付けたマーカ位置の3次元座標値を計測した。投球側第3指DIP関節上に取り付けた点を指先と定義した。

## 2.2 Induced-Velocity Analysis

分析モデルは身体部位：8、関節自由度：20 を持つものとした。独自に開発した動力学モデルを用いて指先速度 ( $V_f$ ) を能動的成分 (MUS:筋トルク)、受動的成分 (GYR:ジャイロ、COR:コリオリ、CEN:遠心、GRA:重力、PRO:近位端点、EXT:ボール反力) に分解した (1 式)。なお、各依存項は関節運動成分としても計算された。

$$|V_f| = \text{MUS} + \text{GYR} + \text{COR} + \text{CEN} + \text{GRA} + \text{PRO} + \text{EXT} \quad (1)$$

## 3. 結果および考察

### 3.1 速度発生メカニズム

リリース瞬間の指先速度 ( $V_f$ ) に対する貢献割合は肩の内旋、手首の屈曲、胸郭の回旋、肘の伸展の順に大きかった。これら主要な 4 関節のうち、肩の内旋は加速期の筋トルクの発揮に起因し、その他 3 関節の運動は遠心力やコリオリ力などの受動的成分によってもたらされていた (図 1)。IVA によって得られた速度発生メカニズムを概念的に示すと図 2 の通りとなる。

### 3.2 運動方略

上述した速度発生メカニズムは多くの投手に共通する一方、貢献割合には投手間で異なる傾向があった。すなわち、同一のボール速度を与えるため、投手は固有の運動方略を用いていると示唆される。指先速度を構成するパラメータは膨大な数にのぼる。これらパラメータの増減を調節し、いかにして投球腕の速さと正確性を達成するか、といった問題は運動制御の観点から興味深い。優れた投球における運動方略の特性を明らかにするための今後の研究が待たれるが、そのための手段として本手法は有力なツールとなるであろう。

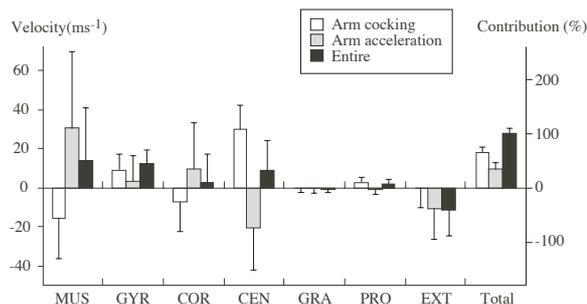


図 1 動力学的成分による貢献割合

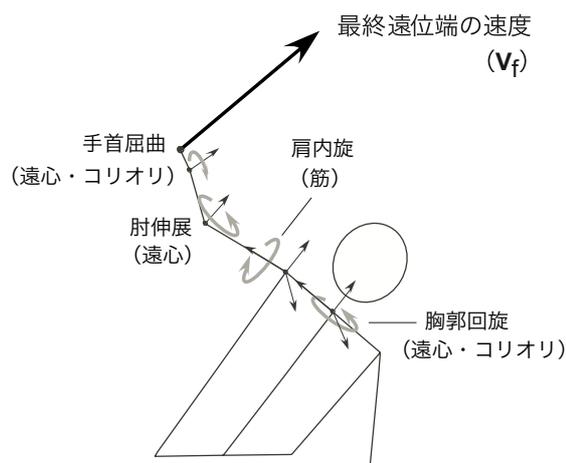


図 2 速度発生メカニズム

## 4. まとめ

ダイナミックカップリングの観点から投球腕速度の発生要因を分析し、速度発生メカニズムに関する一般的パターンを明らかにした。今後、優れた投球パフォーマンスを理解するため、本研究で開発された分析手法を用いて異なる投手間の運動方略に着目する必要がある。

## 文献

- 1) Naito, K et al. Intersegmental dynamics of 3D upper arm and forearm longitudinal axis rotations during baseball pitching. *Human Movement Science* **38**, 116–132 (2014).

# 野球の投球における

## 非投球腕の動作の違いが及ぼす影響について

○中田真之<sup>1</sup>,川村卓<sup>2</sup>,金堀哲也<sup>2</sup>,鶴澤大樹<sup>1</sup>,堀内賢<sup>1</sup>,八木快<sup>1</sup>,梶田和宏<sup>1</sup>,小野寺和也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院, <sup>2</sup>筑波大学体育系

本研究の目的は、通常の投球動作（以下N群）に加え、指定した2種類の投球動作（“グラブを投球方向に差し出す投球動作”（以下F群），“投球方向とは直角にグラブを差し出す投球動作”（以下S群））を被験者に行わせ、様々な非投球腕の動作が投球動作に及ぼす影響を明らかにすることにした。被験者はT大学硬式野球部の選手20名で、セットポジションから18.44m先の的に向かって全力投球を行わせた。その際、光学式三次元自動動作分析装置を用い、データを収集した。測定項目は、球速、各身体角度、角速度とし、3群の比較検討を行った。その結果、F群は上腕の回転が縦回転、S群は横回転をしていることが明らかになった。

**キーワード**：非投球腕、グラブ、上腕、鎖骨、回転様式

### 1. 背景, 目的

投球動作における非投球腕の役割とは、並進運動時に体から離れ、上腕の回旋の動作の前に身体に引き寄せられる。そのため、上腕の回旋に非常に影響が大きい<sup>1)</sup>。しかし、指導書では、非投球腕の差し出し方に関しては、「投球方向に差し出す」、「横に出すことが有効」または、「どちらでも構わない」というように、様々な非投球腕の動作に関して一致した見解はない。

そこで、本研究は通常の投球動作（以下N群）に加え、指定した2種類の投球動作（“グラブを投球方向に差し出す投球動作”（以下F群），“投球方向とは直角にグラブを差し出す投球動作”（以下S群））を行わせ、様々な非投球腕の使い方が投球動作に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 実験方法

被験者はT大学硬式野球部の選手の右投げ20名である。投球は、平地で行い、本塁の位置に設

置した的（高さ1.25m）に向かって、5球投げさせ、その後2種類の動作をランダムで行わせた。

光学式三次元自動動作分析装置(VICON MX+, Vicon Motion System社製,250Hz)を用い、試技中の三次元座標値を収集し、内省が最も良い試技を分析試技とした。

#### 2.2 分析区間

踏み出し脚接地(FC)～ボールリリース(REL)を分析範囲とし、時間規格化(100%)した。

#### 2.3 分析項目

XY平面上のFC時の右肩を基準に、両肩の座標を変換し、両肩を結んだ線を作成し、その前後コマの両肩を結んだ線の交点を回転軸とし、その時間的推移を算出し、それを回転様式と定義した。

球速、肩腰の捻転角度、肩回転角速度、肩内外転角度そして、鎖骨前後方角度を算出した<sup>2)</sup>。

#### 2.4 統計処理

群間の比較には、規格化時間の10%毎、対応のある分散分析を行った後、有意差が認められた区

間には, tukey 法により, 多重比較を行った ( $p<0.05$ ) .

### 3. 結果

#### 3.1 回転様式

図 1 は回転軸の時間的推移を XY 平面上にプロットしたものである. 投球方向である Y 軸について, N 群は 11-40%,F 群は 21-40%の区間で有意に大きく, 投球方向への回転が生じていることを示している. X 軸について, S 群は 31-60%の区間で有意に大きく, 回転が投球方向に対して横回転が生じていることを示している.

#### 3.2 球速

球速は 3 群とも約 110km/h であり, 有意差は認められなかった.

#### 3.3 身体角度, 角速度

捻転角度では, 1-30%区間で S 群は有意に捻転が大きく, 肩回転角速度では, 31-40%区間で S 群は有意に角速度が大きいことが認められた.

右肩外転角度では, 41-60%,91-100%に, S 群は外転が小さく, 左肩外転角度では, 71-100%区間で S 群は内転が小さいことが認められた.

右鎖骨前後移動角度では, FC 後に F 群は鎖骨が後方にあるため, 肩甲骨が内転方向にあり, 左鎖骨前後移動角度では, FC 後に S 群は鎖骨が前方にあるため, 肩甲骨が有意に外転方向にあることが認められた.

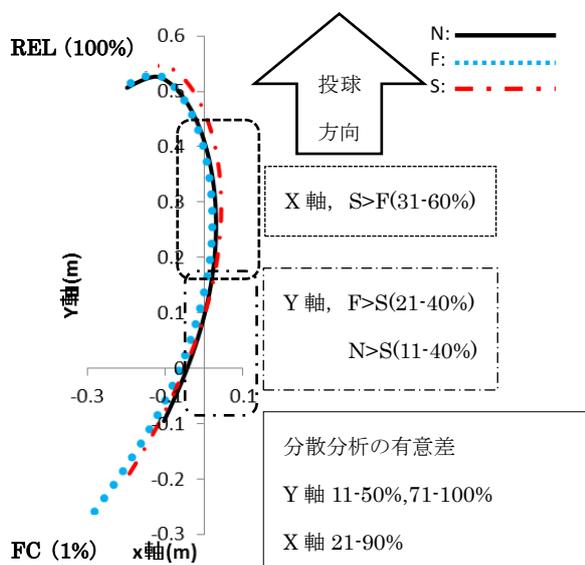


図 1.FC~REL を規格化 100%した回転軸の推移

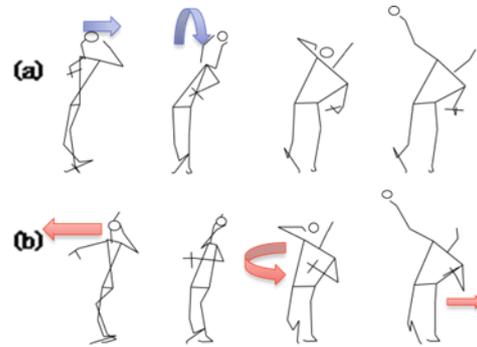


図 2.FC~REL の F 群(a),S 群(b)の典型例

### 4. 考察

#### 4.1 F 群について

捻転角度が小さいため, 肩の開きが早いことが推察されるが, 上腕の回転様式が投球方向であり, また両肩甲骨が内転方向にあるため胸の張りが使いやすいフォームであるといえる (図 2(a)).

#### 4.2 S 群について

捻転角度で, 多重比較による有意差が認められた区間の後に肩回転速度に有意差が認められたことから, S 群は捻転を大きくつくれ, 肩の回転速度を高めやすいことが推察される. また, 回転様式が横回転である影響で, REL 付近で, F 群に比べ投球肘はあまり上がらず, 非投球側の脇が開くことが推察される (図 2(b)).

### 5. まとめ

非投球腕の動作の違いが上腕の回旋に影響を及ぼすことが示された. これは前述の先行研究<sup>1)</sup>を支持するものであったことがいえる.

今後の課題としては, 球速が上がった被験者の要因を明らかにすることで投球動作における非投球腕の指導および, 非投球腕の動作の選択に有益な示唆を与えられると考えられる.

### 文献

- 1) Ishida, K & Hirano, Effects of Non Throwing Arm Movements in Baseball Pitching *International Journal of Sport of Sppport and Health Science* Vol.2,119-128 (2004)
- 2)松尾ら 投球障害肩の発症者はテイクバック時の上肢帯の可動域が小さかった *日本野球科学研究会 第三回大会報告集* 54-55 (2015).

# ミズノ主催セミナー報告書：科学的なスイング指導法とは？

## ～センシングデータの活用事例～

柴田 翔平<sup>1</sup>，久保田 憲史<sup>1</sup>，鳴尾 丈司<sup>1</sup>，加瀬 悠人<sup>1</sup>，蔭山 雅洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ミズノ株式会社，<sup>2</sup>鹿屋体育大学

野球科学研究会では初の試みとなる，ミズノが主催する企業セミナーを実施した。本セミナーでは，科学的なスイング指導を行うためのシステム提案や，センシングデータを用いた現場での指導方法に関して説明・講演を行った。はじめに，バットスイング解析システム Mizuno Swing Tracer(ミズノ社製)の開発背景を説明した。次いで，スイングに重要とされる 8 つのデータ(スイング時間・スイング回転半径・ヘッドスピード MAX・インパクト時のヘッドスピード・ヘッド角度・インパクト加速度・ローリング・スイング軌道)に関して解説を行い，その分析ツールとして有用な Mizuno Swing Tracer(ミズノ社製)の機能や性能に関して紹介を行った。最後に，センシングデータの活用例として，鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究棟における野球教室での取り組みを紹介した。本セミナーには野球研究者や指導者の方を中心に約 80 名近くの方に出席頂き，非常に盛況であった。今後もこのような企画を継続的に実施し，「野球×センシング」の領域を拡げ，科学的な指導を野球界に普及させていきたいと考えている。

**キーワード**：科学，スイング指導，センシングデータ，現場でのデータ活用

### 1. 開会挨拶

ミズノ株式会社 ダイアモンドスポーツ事業部  
執行役員 久保田 憲史

野球の現場では感覚的な部分を選手に伝えて指導することが多く，特にスイング動作は指導が難しいと言われている。今回紹介するシステムはスイングに関する客観的なデータを簡易に取得することが出来るため，感覚と実際のずれを埋めることができ，指導現場において有用であると考えられる。また，我々が開発した Swing tracer は従来の商品売り切り型とは異なる，継続的な定額サービスを採用しており，ミズノとしても新たなビジネスモデルへの挑戦であると言える。

### 2. 科学的なスイング指導のためのシステム提案

ミズノスイングトレーサーで見える化する  
8つのデータ

ミズノ株式会社 研究開発部  
主任研究員 鳴尾 丈司

我々が開発した Mizuno Swing Tracer (ミズノ社製) は慣性センサ (セイコーエプソン社製) ・アタッチメント・スマートフォンアプリケーションから構成され，スイングに重要な 8 つの項目を瞬時に表示・確認することが可能である。スイングに重要とされる 8 つの項目に関して，概要は下記の通りである。

### ① スイング時間

バットの速度 5m/s 以上の地点からインパクトまでの時間であり、ボールの見極めを表す指標。

### ② スイング回転半径

本システムではグリップエンドから回転中心までの距離を表し、スイングのコンパクトさを表す。

### ③ ヘッドスピード (MAX)

ヘッドスピードの最大値。

### ④ ヘッドスピード (インパクト)

インパクトまでのヘッドスピード。

### ⑤ ヘッド角度

インパクト時のバットの上下方向への傾き(下向き:負の値)を表す。

### ⑥ インパクト加速度

インパクト直前の加速度。

### ⑦ ローリング

インパクト時のバット長軸周りの回転量を示す数値(角速度)。ボールにスピンを加える力。

### ⑧ スイング軌道

インパクト直前にバットヘッドが移動する上下の方向(角度で表示)。下向き(ダウンスイング)の場合、負の値を示す。

## 3. センシングデータを用いた現場での指導方法

### 鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究棟の取り組み事例

鹿屋体育大学 蔭山 雅洋

鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究棟は、国内初のスポーツ分野のコーチングに必要なパフォーマンス研究の科学的検証を行う屋内研究施設である。この施設では、本学野球部の取り組みの1つである小学生、中学生、高校生対象の野球教室を開催し、その中で Mizuno Swing Tracer (ミズノ社製)によるスイング計測や高速ビデオカメラによる撮影を行っている。

参加した選手には計測後に、独自に作成したフィードバックシートを配布している。評価の基準は、「スイング時間が短い、スイング速度が速い、

ローリングが高い、回転半径が大きい」選手は評価を高くし、それぞれのカテゴリを10点満点で評価している。

また、計測値の特徴から打者のタイプを判別する方法を構築した(図1)。具体的には、アベレージバッター型(飛距離は出ないがヒットが多い)は回転半径が大きく、スイング速度が中間位でレベルスイング(約-3~3度)であり、パワーヒッター型(ホームランが多い)は回転半径が小さく、スイング速度が高いアップスイング(10度~15度)であることが示された。

その他のセンシングデータ活用事例として、トレーニング場面での使用を提案した。連続ティーバッティング時に、Mizuno Swing Tracer (ミズノ社製)を用いてスイング速度のフィードバックを毎回行うことで、フィードバックなし条件と比較して、平均速度が向上する結果が得られた(フィードバックあり:121.3 ± 2.5 km/h, フィードバックなし:118.2 ± 2.5 km/h)。トレーニング場面でのスイング速度の計測は、これまで困難であったため、今後は Mizuno Swing Tracer を使用することで打撃練習の目的がより明確になると考えている。

今後は、フリーバッティング時や実践場面での計測に加え、トレーニング方法の検討が必要になるだろう。

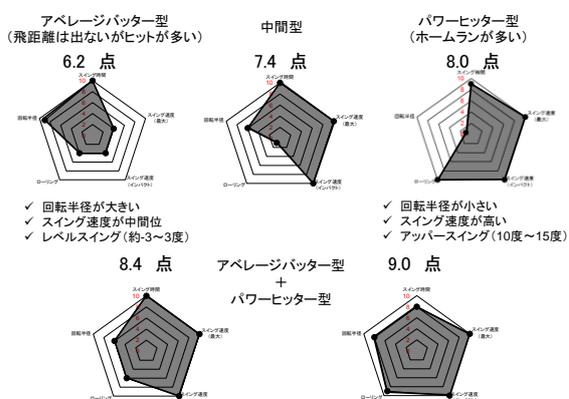


図1. センシングデータによるタイプ判別



## 協賛企業

### 協賛

ライズ TOKYO 株式会社  
大塚製薬株式会社  
ミズノ株式会社

タック株式会社  
株式会社ホンダネットナラ  
美津和タイガー株式会社

### 広告（50音順）

株式会社アシックス  
アンバサード・ド・ブルゴーニュ  
株式会社キザキ  
共立メンテナンス株式会社  
齋藤ホテル  
株式会社ザオバ  
株式会社 THINK フィットネス  
株式会社スポーツセンシング  
セノー株式会社  
学校法人滋慶学園 東京メディカル・スポーツ専門学校  
信州医療福祉専門学校

竹井機器工業株式会社  
株式会社ダートフィッシュ・ジャパン  
株式会社ディケイエイチ  
株式会社テック技販  
学校法人花田学園  
株式会社フォーアシスト  
ベースボール・マガジン社  
ミズノ株式会社  
美津和タイガー株式会社  
株式会社 ミユキ技研  
ユニオンツール株式会社

### 機器展示（50音順）

インターリハ株式会社  
株式会社 SUW  
株式会社キザキ  
キッセイコムテック株式会社  
CLIMB Factory 株式会社  
株式会社ザオバ  
株式会社 THINK フィットネス  
株式会社スパイス  
株式会社スポーツセンシング  
セノー株式会社  
株式会社ダートフィッシュ・ジャパン

株式会社テック技販  
データスタジアム株式会社  
株式会社ナックイメージテクノロジー  
株式会社フォーアシスト  
マイクロストーン株式会社  
ミズノ株式会社  
美津和タイガー株式会社  
ライズ TOKYO 株式会社  
株式会社リョーケン  
ユニオンツール株式会社  
株式会社 ユニークメディカル

**asics** BASEBALL



**WANT IT MORE**

新しい自分に、会いに行く。

**GOLDSTAGE**

# Ambassade de Bourgogne

## アンバサード・ド・ブルゴーニュ

日仏カップルが経営する、パリのブルゴーニュワイン専門ショップ&バー。  
免税手続きのお手伝い、欧州ヤマト運輸利用での日本へのご配送も承ります。  
ご注文、お問い合わせは、近藤千雅子 [adbjpn@gmail.com](mailto:adbjpn@gmail.com) まで日本語で。

6 rue de l'Odéon 75006 Paris FRANCE

Tel: +33 1 43 54 80 04

営業日時：日曜日 12 :00 – 24 :00, 月曜日 17 :00 – 24 :00

火曜日～土曜日 10 :00 – 24 :00 (休1/1, 12/25)

Web : [www.adbvin.com/index.php/jp/](http://www.adbvin.com/index.php/jp/)

Facebook : <https://www.facebook.com/adbvin>



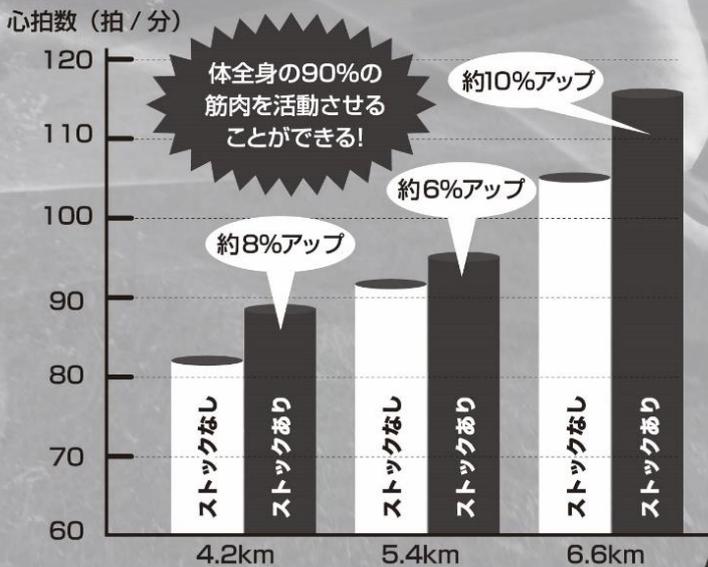
体力強化に最適！

# ノルディック・ウォーク KIZAKI

## ノルディック・ウォーク

歩くのは主として下肢の筋群の活動をもたらしますが、上肢の筋群はほとんど活動することがありません。北欧フィンランド発祥のノルディック・ウォークは専用のポールを用いて上肢の筋群も活動させて歩くことができる全身運動です。クロスカントリー競技選手が、夏季の体力強化のトレーニングとして導入しました。ストック無しで歩くときと同じスピードで歩いても心拍数も増えエネルギー消費もアップすることが証明されています。フィンランドはもちろんドイツ、オーストリアで普及している人気のスポーツです。ドイツにおけるノルディックウォーキングの人口は約800万人とされています。誰でも簡単に始めることができる、運動効果の高いウォーキングです。是非このすばらしいノルディック・ウォークをご体験ください。

### 同じスピードでも運動効果が高くなる



フルストップ  
FULL STOP

APAG-ZP14  
折りたたみ式  
コンパクトポール



株式会社 **キザキ**

〒384-0061 長野県小諸市加増上の平561-2  
TEL (0267) 22-1354 (代) FAX (0267) 23-5556  
ホームページ <http://www.kizaki-net.co.jp>

# おかえりなさい

自分の家に帰ってきたような住まい  
それが **ドーミー** (学生会館) です。

詳しい情報は <http://www.gakuseikaikan.com/>

共立の学生会館

検索 

## その旅のはじまりに。ホテスパ.ネット

こだわりの地に、こだわりのリゾートホテル  
湯宿を日本の津々浦々に。

快適にリーズナブルに「住む」  
大浴場のあるビジネスホテル  
(ドーミーイン)



詳しい情報・ご予約は <http://www.hotespa.net>

ホテスパ

検索 



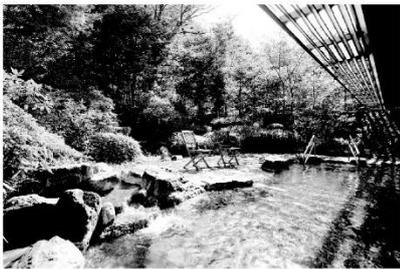
室内温泉プール(ご宿泊者無料)

# 温泉プールにバイキング 里山の自然に囲まれた オススメの宿

信州・上田  
鹿教湯温泉  
齋藤ホテル



お夕食は和・洋・中ビュッフェスタイル 地産にこだわった約40品をお好きなだけどうぞ



四季を感じる露天風呂



スタンダード8畳和室

近代的な設備と機能を持つが、創業は江戸時代という歴史ある宿。名湯と名高い温泉は緑に囲まれた大浴場、露天風呂、そして貸切風呂でのんびり楽しめる。

2名様1室利用時の  
大人1名様料金(1泊2食付)  
13,000円(税別)～



お申し込み・お問い合わせ  
**齋藤ホテル**  
〒386-0323 長野県上田市鹿教湯温泉 1387  
**TEL.0268-44-2211**(代表)  
ホームページは「齋藤ホテル」と検索してください。



<p>仙台方面からお越しの方は 9:41発 仙台駅</p> <p>東北新幹線 ゆまひこ132号 11:22着 大宮駅 11:30発</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 12:36着 上田駅</p>	<p>東京方面からお越しの方は 11:04発 東京駅</p> <p>山陽新幹線 のぞみ8号 10:03発 新大塚駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 11:00発 名産駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 12:36着 上田駅</p>	<p>博多・大阪方面からお越しの方は 9:21発 金沢駅</p> <p>山陽新幹線 のぞみ8号 10:03発 新大塚駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 11:00発 名産駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 12:36着 上田駅</p>	<p>金沢・富山方面からお越しの方は 9:21発 金沢駅</p> <p>山陽新幹線 のぞみ8号 10:03発 新大塚駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 11:00発 名産駅</p> <p>北陸新幹線 あさま607号 12:36着 上田駅</p>
---	---	---	---

駅からホテルへ、ホテルから駅へ送るバス(予約料無料)  
ホテルへ ●上田駅温泉口・松本駅東口 ……13:30発  
駅へ ●上田駅・松本駅行き ホテル ……11:20発

「BULL」は、安全・堅牢・機能的を3原則に、常に考え創り、競技者への「想い」や、もの創りに対する製作者の「こだわり」を形にしたブランドです。  
 ラインナップは、「パワーライン」「フリーウエイトライン」「ストレングスライン」。「超えていく人とともに創る」をコンセプトに開発された「BULL」は、アジアそして世界に通用するトレーニング機器メーカーになることを目指し、日々努力しています。

“BULL” is a brand that pursues perfection in every step of our manufacturing process, from design, to materials to technology, based on our three guiding principles of “safe, strong, and functional.”  
 “BULL” offers a complete lineup of racks and benches, free weight equipment, and strength equipment.  
 “BULL” developed with the concept of “Created for athletes to exceed their personal limits” aims to succeed as a training equipment manufacturer to satisfy Asian market and to have worldwide recognition.

# BULL

超えていく人とともに創る

Created for athletes to exceed their personal limits

## 【BULL 導入事例 Case Studies】

東海大学  
Tokai University



青山学院大学  
Aoyama Gakuin University



東京ヤクルトスワローズ  
Tokyo Yakult Swallows



京都大学アメリカンフットボール部  
Kyoto University American Football



九州共立大学  
Kyusyu Kyoritsu University



北陸大学  
Hokuriku University



【お問い合わせ先】 株式会社ザオバ (〒260-0824 千葉県千葉市中央区浜野町 576-1)  
 Inquiry : ZAOPA CORPORATION (576-1 Hamanocho Chuou-ku Chiba-city CHIBA-Pref. 260-0824 JAPAN)  
 TEL : 043-305-0212 FAX : 043-305-0213 Mail : info@bull-samurai.com  
 BULL HP : <http://www.bull-samurai.com>  bull.samurai

# レベルアップに必要な 野球に役立つ身体作りをサポート!

低価格&高品質で  
トレーニングマシンを販売しております



常時**300**台以上の  
中古マシンを種類豊富に  
取り揃えております!

Recyfit リサイフィット

ジム作りも豊富な導入実績を生かし、専門スタッフが完全サポート!

[www.recyfit.com](http://www.recyfit.com)

世界30カ国、国内60店舗以上、300万人を超える世界最大級のフィットネスネットワーク

## GOLD'S GYM.

最高のトレーニング環境で全ての人に結果を。

スポーツ  
チーム割引  
制度もあり  
ぜひお気軽に  
ご相談ください!



世界トップクラスのマシンラインナップ&  
充実のサポートで本気でカラダを変える!



本格的なフリーウエイトエリア



スポーツフィールド(一部店舗のみ)

勝利をつかむための  
肉体を強化!!

ゴールドジムトレーナーによる  
ウェイトトレーニング指導

基礎的な体力・パフォーマンス向上、ケガの防止にウェイトトレーニングが大きな効果を発揮するのはすでに常識。45年以上の実績、多くの有名アスリートを輩出したGOLD'S GYMでメンバー様をサポートしているトレーナーが、実技をわかりやすくご案内します。

元プロ  
野球選手に  
よるセミナー  
なども  
受付中

[www.goldsgym.jp](http://www.goldsgym.jp)

## さらに最高の結果に導くサプリメント

サプリメントの効果的な摂取方法など  
お気軽にご相談ください。

厳選素材・  
国内加工・高品質  
スポーツサプリメントの  
トップブランド

GOLD'S GYM.



身体づくりを目指す全ての人に

BEST NUTRITION LAB



FITNESS Shop

フィットネスショップ  
30年の実績から研究開発  
された高品質・低価格の  
サプリメント



中古マシンについては

Recyfit リサイフィット

TEL 0800-300-3005 [www.recyfit.com](http://www.recyfit.com)

ゴールドジムについては

GOLD'S GYM.

TEL 03-3645-9830 [www.goldsgym.jp](http://www.goldsgym.jp)

サプリメントについては

THINK FITNESS

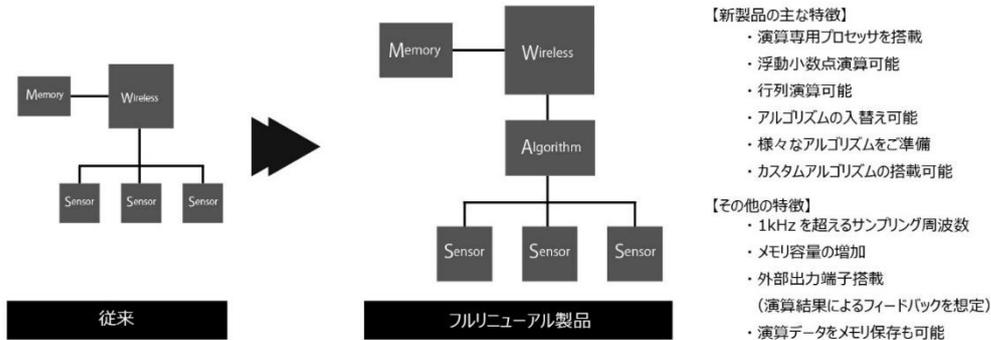
TEL 03-3645-9801 [www.thinkgroup.co.jp](http://www.thinkgroup.co.jp)

# SPORTS SENSING

～ 無線技術の様々な分野への適用/導入をお手伝いすることで、イノベーション創出に貢献 ～

素晴らしい研究成果を競技の現場で役立つツールへ!!

～ ワイヤレスセンサ製品を全製品フルリニューアル～



これまでワイヤレスセンサ製品の多くは、センサで計測された波形データを無線で送信したり、メモリへロギングするだけのものがほとんどでした。スポーツセンシング社の新製品は、高度な演算用プロセッサを搭載し、様々な競技の現場に必要な評価値（アルゴリズム）を搭載可能となりました。必要な演算結果を無線送信 / ロギングすることができる他に類を見ないワイヤレスセンサ製品です。

2016年12月発売開始予定!! (ご予約受付中)

## ワイヤレス身体運動計測



身体運動の詳細を計測しながらリアルタイムにモニタリング。内部メモリにロギングされたデータを用いて詳細解析が可能です。  
加速度、角速度、地磁気を計測する9軸ワイヤレスモーションセンサシリーズに、GPS付き、完全防水型などのラインナップが加わりました。

- ・小型9軸ワイヤレスモーションセンサ
- ・GPS+9軸ワイヤレスモーションセンサ
- ・防水型9軸ワイヤレスモーションセンサ

## スポーツコーチングカム



「タギング」「無線による遠隔操作」機能搭載。ゲーム分析 / 行動観察 / コーチングの効率を劇的に改善する新機軸ビデオカメラ。最大600fps高速撮影、可変シャッタースピード、外部バッテリー接続による長時間撮影。

## 計測データ活用アプリケーション



計測されたデータへの活用をお手伝い致します。解析値算出から3D可視化、聴覚フィードバック等。研究からコーチングまで、幅広くご活用頂けるラインナップをご準備。

- ・3D可視化アプリケーション
- ・姿勢値推定アプリケーション
- ・角度算出アプリケーション
- ・筋電信号解析アプリケーション

スポーツセンシングは計測からデータの解析～評価～コーチングまで

No Science without Measurement

## ダートフィッシュ・ソフトウェア

世界中のトップアスリートに愛用されているダートフィッシュ・ソフトウェア。高度なプロ向け映像を容易に作成することが可能です。クラウドを用いた映像共有もご準備。  
また、センサによる計測データを映像に読み込む機能を有したエディションもあり、正規販売代理店となったロジカルプロダクトでは、計測データと映像の併用をご提案することができます。

## ワイヤレス生体信号計測



無線通信による非拘束なワイヤレス筋電計測聞きを安価にご用意。  
様々な生体信号計測を容易に導入することが可能です。

- ・ワイヤレス筋電センサ (乾式)
- ・ワイヤレス筋電センサ (乾式 / 加速度付)
- ・ワイヤレス筋電センサ (湿式)
- ・ワイヤレス筋電センサ (湿式 / 加速度付)
- ・ワイヤレス ECG ロガー
- ・ワイヤレス GSR ロガー

## 様々なニーズを満たす製品を拡充

- ・ワイヤレスひずみロガー
  - ・ワイヤレス 8ch ロガー
  - ・ワイヤレスゴニオロガー
  - ・ハイパワーデータ送受信装置
  - ・同期パルス発生装置
  - ・同期発光装置
  - ・プログラマブルリモコン
  - ・WLAN コンバータ
  - ・フォースプレート
- スポーツセンシングでは、お客様から頂いたニーズを満たすための製品開発を常に続けております。無線を活用したセンサーやロガーだけではなく、現場でのトレーニング等と連動した計測を行うためのオプション機器まで、皆様のニーズを満たすことに尽力致します。

## お気軽にご相談下さい

既存のものではニーズを満たすことが出来ない場合、特注製作から既存製品のカスタマイズまで、ハードウェア / ソフトウェア / 機構設計共に、幅広く対応させていただきます。お気軽にご相談下さい。

<http://www.sports-sensing.com/>

TEL : 092-408-1203  
FAX : 092-510-7336  
E-Mail : support@sports-sensing.com



# AXILIZE

AXIS (軸) × REALIZE (気付く)

## 【AXILIZE (アクシライズ) とは】

正確な身体の『軸』『荷重線』『重心移動』を感知する能力を『足裏』から順に高めることで様々な身体能力を最大限に引き出す事ができる新感覚トレーニングツールです。



## AXILIZE

人間の身体は積み木のように、足⇒骨盤⇒胴体⇒頭と下から順番にブロックのように積み上げられており、ブロックがしっかりと積み上がってればバランスがよく崩れにくい。

AXILIZE (アクシライズ) は、従来のトレーニングツールになかった足裏の僅かな傾きとかけるべき重心ポイントのズレを可視化する事で、そのブロックをどこに積みめばいいのか、どこに力を加えたらいいのかという、身体意識を明確にし、より効率の良い身体の動きの強化を可能としているのです。

直線に近い形で足裏から地面に力を加える事により、効率の良い力の伝達が行え、動作のパフォーマンスは向上します。また、土台である足関節の傾きを調節することで、長年の身体使いの癖や怪我による代償動作などの歪みを簡単に見極めることができるのです。

AXILIZE は、足裏の意識を見える化する事で、効率の良い身体の動きの強化を可能とするのです。



【トレーニング動画公開中】



## 【ストロoopsとは】

ウェイトトレーニングで強化することが難しい、体幹から四肢へのスムーズな力の伝達を鍛えることができ、体幹が生み出すスポーツ動作の連動を強化します。競技のパフォーマンスを最大化することにフォーカスし、トレーニングルームとプレイングフィールドのギャップを橋渡してできる新しいトレーニングツールです。



【トレーニング動画公開中】

## STROOPS

1つ1つの運動やスポーツ動作のパフォーマンスは、様々な要因から成り立っており、身体のパーツを統合させたトレーニングを行なうことが重要です。このような運動連鎖における体軸は、『パワー』『安定性』『バランス』『柔軟性』の伝達を決定づける最大の要因です。STROOPS は単一部位・単一動作のトレーニングではなく、体幹と四肢の連動関係を維持しながら、一連の運動連鎖をトレーニングできるのです。



POWER  
パワー

BALANCE  
バランス

STABILITY  
安定性

FLEXIBILITY  
柔軟性

セノー株式会社 〒270-2214 千葉県松戸市松飛台250 Tel:047-385-9110 Fax:047-385-9177  
【Senoh HP】 <http://www.senoh.jp/> 【Stroops Japan HP】 <http://www.stroops-japan.com/>



TMSはアスリートを応援しています！

医療の力でスポーツを仕事に。

# MEDICAL + SPORTS



柔道整復師科  
▶午前コース/午後コース



鍼灸師科  
▶午前コース/午後コース



理学療法士科  
▶1部 昼間部/2部 夜間部

オープンキャンパス好評開催中！



学校法人 滋慶学園

東京都認可の専修学校  
**東京メヂカル・スポーツ専門学校**

〒134-0088

東京都江戸川区西葛西 3-1-16  
TEL 0120-35-2930

<http://www.tokyo-medical.ac.jp/>



学校法人  
光和学園

# 信州医療福祉専門学校

[ 文部科学大臣認定・職業実践専門課程 ] [ 厚生労働大臣認定・指定養成施設 ]



熱き魂で挑む  
球児の夢を  
応援します。

はり師、きゅう師(国家資格)を目指す学科

## はりきゅう学科

募集定員50名(午前の部・午後の部各25名)  
修業年数3年

鍼灸院や医療機関のほか、スポーツトレーナーにも有資格者が多い、東洋医学のスペシャリストを養成します。

鍼灸院開業 / 医療機関勤務 / スポーツトレーナー  
鍼灸専門学校勤務 / 介護福祉施設勤務  
美容関連機関勤務

柔道整復師(国家資格)を目指す学科

## 柔道整復学科

募集定員60名(午前の部・午後の部各30名)  
修業年数3年

一般的には「接骨院・整骨院の先生」として知られる、日本発祥の伝統医療「柔道整復術」のスペシャリストを養成します。

接骨院開業 / 医療機関勤務 / スポーツトレーナー  
柔道整復専門学校勤務 / 介護福祉施設勤務

介護福祉士(国家資格)を目指す学科

## 介護福祉学科

募集定員40名(昼間部)  
修業年数2年

「人」を相手にする介護福祉士の仕事。介護知識・技術だけでなく、人としての尊厳を理解できる「介護のプロ」を育成します。

特別養護老人ホーム / 介護老人保健施設 / 病院  
介護サービス事業所 / ティサービスセンター  
障がい者(児)施設など

# 学校見学 随時受付中

学校見学のご予約・お問合せはお電話またはインターネットで

長野市三輪1313 ☎026-233-0555  
URL <http://www.kowagakuen.ac.jp>

●長野電鉄「権堂駅」から徒歩3分



# メーカーだからできる機器がある！



正確なバッティングスピードを、いつでも好きな時に測れる物がほしい！トレーニングの効果を実感させてあげたい！

という野球部監督の声に、お応えする機器を作成しました



**TalkEye Lite**  
(眼球運動測定システム)  
選手の視線を記録できます。



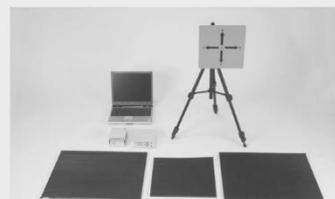
投球圧力用アタッチメント  
300mm×300mmのアタッチメントにボールを投げ、衝撃圧力を測ります。

## おすすめ スイングスピードメーター



2区間のセンサをバットで横切った時間の差によりスイングスピードを測定します。

速度表示 0.1km/h単位  
速度計測範囲 10.0~200.0km/h



リアクションMR(選択反応時間)

移動方向を示す刺激板により、刺激が点灯してからマットスイッチへ移動するまでの時間を測ります。



反応時間測定システム

光刺激、音刺激、振動刺激の3パターンによる反応時間を測定します。

先生・監督・選手のアイデアを、測定器、実験機器に仕上げます！



人間の可能性を科学する

竹井機器工業株式会社 <http://www.takei-si.co.jp>

商社営業部	〒956-0113 新潟市秋葉区矢代田619	TEL. 0250-38-4132 FAX. 0250-61-1211
仙台支店	〒984-0051 仙台市若林区新寺1-7-21(新寺KSビル7F)	TEL. 022-291-2765 FAX. 022-291-6364
新潟支店	〒956-0113 新潟市秋葉区矢代田619	TEL. 0250-38-4132 FAX. 0250-61-1211
東京支店	〒142-0064 東京都品川区旗の台1-6-18	TEL. 03-3786-4111 FAX. 03-3787-8673
名古屋支店	〒460-0008 名古屋市中区栄5-26-39(GS栄ビル4F)	TEL. 052-264-9201 FAX. 052-263-9345
大阪支店	〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-7-8(大昭ビル7F)	TEL. 06-6304-6015 FAX. 06-6304-1538
福岡支店	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-1-33(はかた近代ビル7F)	TEL. 092-411-1430 FAX. 092-475-3899

# DARTFISH



ビデオリプレイシステム  
新登場！



映像の重要場面に情報タグを付け  
映像とイベント項目を一元管理！

**キャプチャー**

**クラウド共有**  
with Dartfish TV

**映像分析**  
with Dartfish Software

**無料デモンストレーションのお申込受付中！**

当社担当スタッフがお伺いいたします。  
お気軽にお申し付けください。

TEL 03-5835-5661 Fax 03-5835-5662

E-mail [info.df\\_japan@dartfish.co.jp](mailto:info.df_japan@dartfish.co.jp)

株式会社ダートフィッシュ・ジャパン



# バイオログ<sup>®</sup>

## テレメータ筋電計

### DL-5500



- 無線筋電図をリアルタイムのアナログ電圧で出力
- 無線筋電図センサ間の時刻を同期
- 選べるアクティブ電極（防水型）とディスプレイ電極
- 無線筋電図センサに 60 分間のメモリを内蔵



[www.dkh.co.jp](http://www.dkh.co.jp)

## フォースプレート計測解析システム

様々な分野で活躍するフォースプレートがついに野球のフィールドに登場。

# 理想のフォーム追求へ 新たな計測システム誕生。

*for Batter*

理想の打撃インパクト  
フォームを解析。

進歩を続けるバッターボックスでの打者のデータ解析において、重要な体重移動をデータ化できます。

# フォースプレートが 本当の力を導き出す。

二つの  
フォースプレート  
を同時に計測可能

### フォースプレート計測解析システム

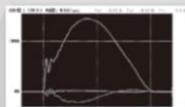
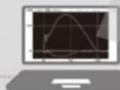
#### ▶フォースプレートとは

プレートが受けた力(体重など)を  
6つの方向に分割して計測できる装置です。

そのため、地面(=フォースプレート)に足がついてから、蹴り上げるまでの一連の動作の力学的計測が可能です。



計測



解析

<一例>

*for Pitcher*

体重移動のベストポジション  
を数値化。

マウンドに埋め込まれたフォースプレートで  
ピッチングの一連の動作を計測。プレートを  
気にすることなく、違和感なく計測できます。

新たな計測技術に挑む Open up measurement possibilities

 株式会社 **テック技販**

本社 〒611-0033 京都府宇治市大久保町西ノ端1-22  
TEL 0774-48-2334 (代) FAX 0774-48-2242

東日本営業所 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-6-12 日総第12ビル 3階  
TEL 045-594-7170 FAX 045-594-7177

弊社では、特殊形状のセンサや3軸力覚センサを応用した計測システム等、  
お客様のニーズにお応え致します。

計測業務でお困りの際は、お気軽にご相談ください。

<http://www.tecgihan.co.jp>

# HANADA



# GAKUEN

60<sup>th</sup>  
anniversary  
since 1956



## TAU 東京有明医療大学

- 保健医療学部 (鍼灸学科 / 柔道整復学科)
- 看護学部 (看護学科)

附帯教育 ※保健医療学部のみ

(公財) 日本体育協会公認AT適応コース アスレティックトレーナーコース

(公財) 健康・体力づくり事業財団 健康運動実践指導者養成校 健康運動実践指導者コース

### ■ 大学院

- ・保健医療学研究科 博士前期課程 / 博士後期課程
- ・看護学研究科 修士課程

〒135-0063 東京都江東区有明2丁目9番1号 Tel.03-6703-7000

りんかい線「国際展示場」または「東雲」駅より徒歩13分

ゆりかもめ「有明テニスの森」駅より徒歩10分

<http://www.tau.ac.jp>



厚生労働大臣認定・指定

## 日本鍼灸理療専門学校 日本柔道整復専門学校

- 本科 鍼灸あん摩マッサージ指圧科 (昼3年・夜3年)
- 専科 鍼灸科 (昼3年・夜3年)
- 柔道整復科 (昼3年・夜3年)

附帯教育

(公財) 日本体育協会公認AT適応コース アスレティックトレーナー専攻科

〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町20番1号 Tel.03-3461-4787

「渋谷」駅 南改札西口より徒歩5分

<http://www.hanada.ac.jp>



医療人の原点へ  
現代医療の未来へ

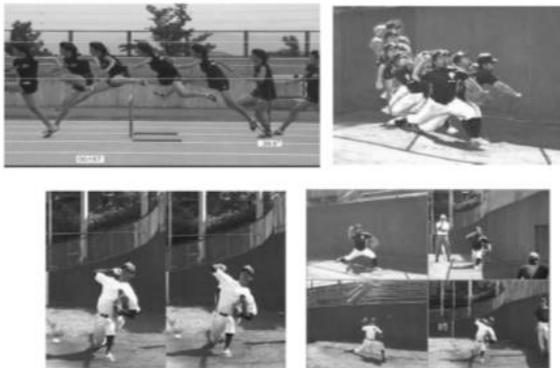
フォーム解析ソフトウェア

一連のフォームから軌跡映像を作成できる

◇マルチモーショパンorama



◇マルチモーショ動画再生



Form Motion FA-FM01 ￥385,000-(税抜)

- パノラマ画像(マルチモーショパンorama)の作成
- 連続写真、16分割が可能
- 2分割、オーバーレイ(重ね)で同期再生
- タイマーを設置してフレームごとのスプリットタイム表示が可能
- 基準線・円・十字線・八方向線、三角形・コメント入力など

Form Finder Pro1 FA-FFP1 ￥585,000-(税抜)

- 【追加機能】
- 動画から動く被写体のみを自動抽出
  - 抽出された画像を合成してユニークな軌跡映像を作成
  - 残像付スロー再生&コマ送りが可能
  - 4分割で同期再生
  - 距離・角度の測定、グラフ表示
  - マニュアルデジタイズによる軌跡表示
  - 再生速度・ブライト・コントラストなどの詳細調整
  - フィードバックしやすい印刷機能

◇その他、上位版やクラウドシステムもあります。アカデミック特典もあり。

TOPGUN

実際の投手に近いスライダーなど、多彩で生きた変化球と、ロングトス～170km/hのストレートを再現！



**スピンパッドの位置における球種の目安**

【下図は製法口を投手側から見た図。パッド①～⑧の数字はスピンパッドの位置と変化球の軌道】

スピンパッド位置	主な変化球の種類
①	ストレート・チェンジアップ・ナックル (回転数の変化による)
②	遅球・緩カーブ 速球・速スライダー
③④	③左投シュート 回転数(少):左落フォーク ④右投シュート 回転数(少):右落フォーク
⑤⑥	⑤左投スライダー(右曲) ⑥右投スライダー(左曲)
⑦⑧	⑦遅球:右投カーブ(左系) 速球:右投スライダー(左系) ⑧遅球:左投カーブ(右系) 速球:左投スライダー(右系)
十a	ボールの回転数×回転方向60種×スピードで様々な変化球が可能！

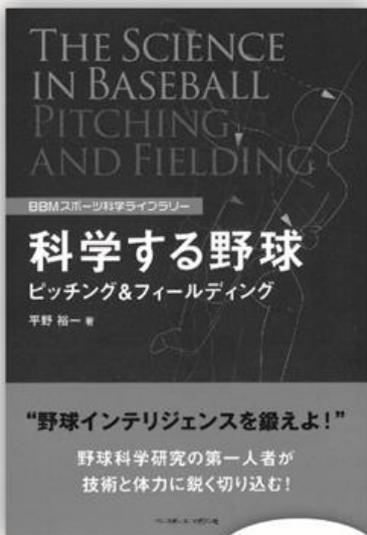
エア式ピッチングマシン TOPGUN 製品特徴

- 正確さ 最も基本で重要な事は、打てる球が来る事。ボールシューターにより従来型マシンと同じタイミングでバッティングが可能。
- 安全性 高速可動部分がないので安心。マシンにも負担が少ない。
- 利便性 調整に時間がかからず、より効率の良い練習が可能。守備にも様々な打球種で、より効果の高い練習が可能。
- 多彩な機能 スピード、変化球等をダイヤルで簡単可変。実際の投手と同じ様な理論で、様々な変化球やボール回転数の変更が可能。
- 耐久性(コスト削減) 最小限のメンテナンスと、省電力。ボールを挟み込まないため、ボールの痛みや摩耗が少ない。

お気軽にお問い合わせください。

BBMスポーツ科学ライブラリー

# 科学する野球



## 科学する野球

ピッチング&フィールディング

平野 裕一 著

“野球インテリジェンスを鍛えよ!”

野球科学研究の第一人者が  
技術と体力に鋭く切り込む!

平野裕一 著

定価(本体1,500円+税)

好評発売中!

## ピッチング&フィールディング

野球インテリジェンスを鍛えよ!

野球科学研究の第一人者が  
技術と体力に鋭く切り込む。  
投球と守備の科学的知見を  
一冊にまとめた野球指導者の  
ためのスポーツ科学読本!

かつて多くの野球指導者たちが愛読した、  
村上豊氏の「科学する野球」から30年以上  
が経過し、その流れを受け継ぐ書籍が誕生!  
野球科学のスペシャリストである平野氏  
が、専門分野からの鋭い視点で投手の  
「ピッチング」と「フィールディング」を考察。さ  
まざまなイラストや図解を入れながら、分かり  
やすく解説する一冊。



あの名著から  
32年。新しい  
「野球バイブル」が  
誕生する!

▲1984年発行、村上豊著の  
『科学する野球・投手編』

### 本書の主な内容

#### 第1部◎ピッチングの科学

ステップ、腕の振り、投動作のタイプ、コント  
ロール、ボールリリース、踏み出し脚、遠投、指  
導の着眼点、ボールスピン、急速低下、投動作  
の開始まで、投動作の上達、少年野球、トレー  
ニング計画、体格、体力トレーニング、障害予  
防、投手の能力、野球の指導

#### 第2部◎フィールディングの科学

ゴロの捕球、ゴロの捕球姿勢、捕球から送球  
まで、フライの捕球、盗塁阻止

# 科学する

左バッターは本当に有利なのか?  
NPBのトップを走る左バッターの証言



# 左バッターを

# 科学する

## 左バッターは本当に有利なのか?

DeNA・筒香嘉智&西武・秋山翔吾  
NPBのトップを走る左バッターの証言

ベースボール・マガジン社 編/定価(本体1,500円+税) ©好評発売中!

一塁側に振り切るるので、そのまま走  
れる。右ピッチャーの投球が見やすい  
など、左バッターは一般的に有利と言  
われています。しかし、果たして、そ  
の常識は本当に正しいのでしょうか?  
本書は選手の視点(感覚)から、体の  
メカニズムの専門家視点(理論)か  
ら、それぞれ左バッターについての持論  
を展開し、「本当に左バッターは得な  
のか?」に迫っていきます。

**主な内容**  
[第1章]NPBのトップ選手に聞く  
筒香嘉智(横浜DeNA)/秋山翔吾(埼玉西武)  
[第2章]データから左バッターの優位性を読む  
[第3章]バッティングのポイント/鈴木尚典インタビュー  
(技術編)バットの握り方/バッティングの構え/スタンス/軸  
足の注意点/トップの位置/ステップの取り方/グリップを  
最短距離で出す/フィニッシュ  
[第4章]左バッターのメカニズム  
左バッターになるメリットとは?/左バッターの手と腕の使い方  
/インサイドアウトとは?/左バッターの足の使い方/きき目は  
どのくらい影響するの?  
(役立つ練習法)ストライクゾーンも慣れる/ティーバッティング  
の練習/トスバッティングの練習/インコース・アウトコースを打  
ち分ける/内転筋を鍛える/肩甲骨まわりの柔軟性を高める

BASEBALL MAGAZINE SHA  
ベースボール・マガジン社

<http://www.sportsclick.jp/bookcart/>

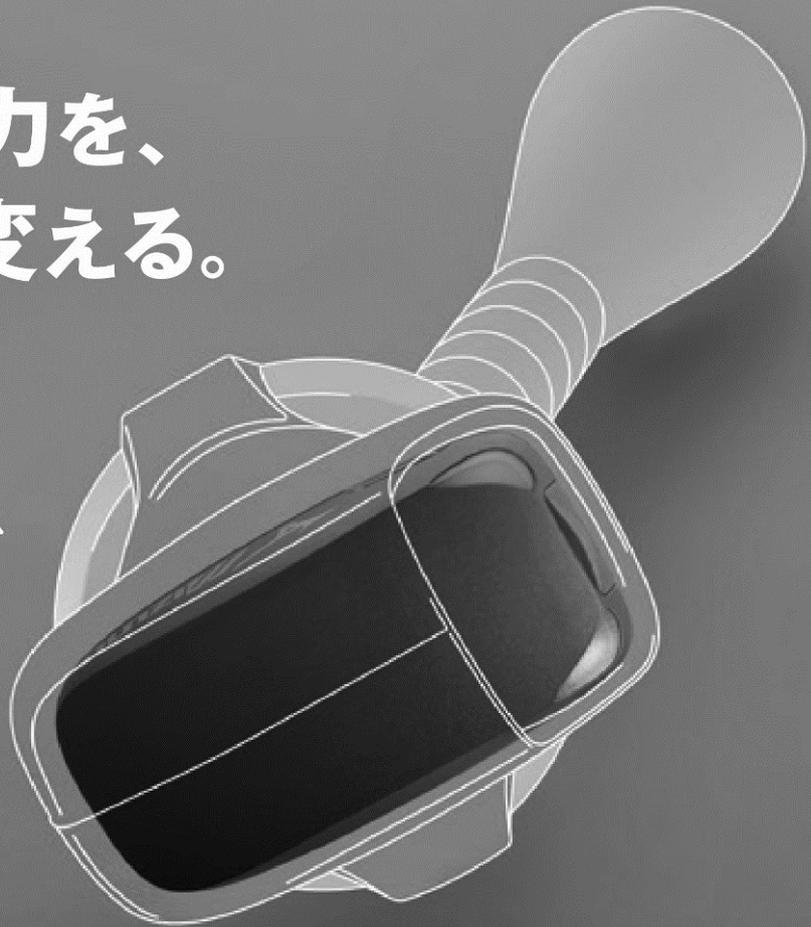
受注センター ☎0120-911-410(月~金10:00~12:00、13:00~16:00※除・祝祭日)



明日は、きっと、できる。

# 重ねた努力を、 データに変える。

バットのグリップにセンサーを取り付け、スマートフォンやタブレット端末とリンクさせるだけで、ヘッドスピードをはじめ打撃に重要となる8項目の数値をデータベース化して蓄積。データ内のスイングと比較して、「いま練習で何をすべきか」が導き出せるミズノのスイングトレーサー。この小さな一台が、これからの打撃を大きく変える。



## Swing Tracer



- 計測可能な8項目:  
スイング時間・回転半径・インパクト  
加速度・ローリング・ヘッドスピード  
(MAX)・ヘッドスピード(インパクト)・  
ヘッド角度・スイング軌道
- 感覚だけでは判断しづらい各プレー  
ヤーのスイング特性を分かりやすく  
数値化。
- スイング軌道は360° 視点を動かし  
ながら確認できる3Dアニメーション  
で表示。
- 計測データは個人アカウント別に  
データベース化して専用サーバで  
保存・管理。
- タイプの異なるプロ選手のスイング情報  
と自身のデータを比較することも可能。
- 蓄積データを比較・検証することで  
スイング修正の手がかり発見をサポート。



詳しくは、WEBサイトをご確認ください。

<http://www.mizuno-swingtracer.com>

※アタッチメントは別売です。※画面はハメコミ合成です。※数値は一例です。  
mizuno.jp ☎0120-320-799



www.mitsuwa-tiger.com

個人主義! 最適ヘッドバランスを選ぶ!

REVOLTIGER  
**BETA**  
J-GRIP +WEIGHT CONTROL

REVOLTIGER ベータシリーズ新登場

### 工学設計で効果的にパワーを

J-GRIP TECHNOLOGY FIT & HOLD

打者の手に合わせて作られた楕円形と底部の角度は、自然に手の角度に合うように設計。これにより工学的なヒットゾーンを生み出すことが可能に、更にバランス、スイートスポット、ヘッドの性能、耐久性を最適化します。

# 正軌道 その振りは もっとキレイ になる!

J-Grip

J-GRIP +WEIGHT CONTROL TECHNOLOGY



### 戦略的ヘッドバランス選択構造

A BALANCE THAT MATCHES THE INDIVIDUAL

3段階の重さから最も振り抜きやすいバットを選べば、最適なヘッドバランスでバッティングが可能。美津和タイガー独自の機能搭載で、「ライバルより遠くに飛ばす」という打者の夢を叶える

# 3 HEAD BALANCE

+0g  
セミトップ  
balance

+10g  
トップ  
balance

+20g  
スーパートップ  
balance

J-GRIP +WEIGHT CONTROL TECHNOLOGY

レボルタイガー BETA(ベータ) 硬式用(高校対応モデル)

HBRP00-090/008  
HBRP10-090/008  
HBRP20-090/008

価格 ¥29,000 (+税)

美津和タイガー独自の機能搭載 J-グリップ+ヘッドバランス選択構造



HBRP00-090 サイズ:83cm 重量:910g以上 素材:モンテックアロイ カラー:ブラック バランス:セミトップ  
HBRP10-090 サイズ:83cm 重量:920g以上 素材:モンテックアロイ カラー:ブラック バランス:トップ  
HBRP20-090 サイズ:83cm 重量:930g以上 素材:モンテックアロイ カラー:ブラック バランス:スーパートップ

HBRP00-008 サイズ:84cm 重量:910g以上 素材:モンテックアロイ カラー:オレンジゴールド バランス:セミトップ  
HBRP10-008 サイズ:84cm 重量:920g以上 素材:モンテックアロイ カラー:オレンジゴールド バランス:トップ  
HBRP20-008 サイズ:84cm 重量:930g以上 素材:モンテックアロイ カラー:オレンジゴールド バランス:スーパートップ

\*広告内の商品は印刷物のため、色が実物と多少異なる事があります。又上記の効果は個人体力差により異なります。\*価格・デザイン・仕様等、予告なしに変更する場合があります。

J-Grip



カーボンファイバー製  
ヘッドキャップ



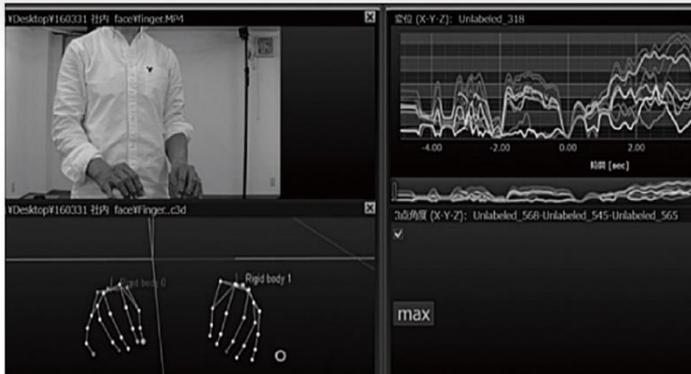
お問合せ先: 〒107-0061 東京都港区北青山 2-7-26 ヒューリック外苑前ビル 3 階 TEL 03-6455-5201 FAX 03-6455-5208  
<http://www.mitsuwa-tiger.com/tigernet/catalog-n.html>

株式会社フラッグ FLAG CORPORATION

# Kinematic Electrophysiology

動作と生体情報の同時解析

野球競技における諸動作の神経生理学的研究に



動作データと各種生体信号の  
複合解析ソフトウェア

## Skycom

OptiTrack™でキャプチャした3次元座標から様々な物理量を算出する解析評価ソフトウェア。速度や加速度、変位、相対距離や6自由度といった様々な物理量が解析項目を選択するだけで算出できます。さらに動きの特性から必要なデータを抽出し、検証することができる独自の機能を搭載、解析や評価の幅を広げます。

### ■主な解析パラメータ

関節角度、モーメント、加速度、ECG、EMG、EEG、反力、etc

オブティトラック・ジャパン社

ワイヤレス生体計測装置

## Polymate Mini

Bluetooth®内蔵・約80gの超軽量、  
手のひらサイズの小型ワイヤレスモデル



モバイル脳波計  
eegosports™

わずか500gのコンパクトなモバイル脳波計



オランダ ANT Neuro社

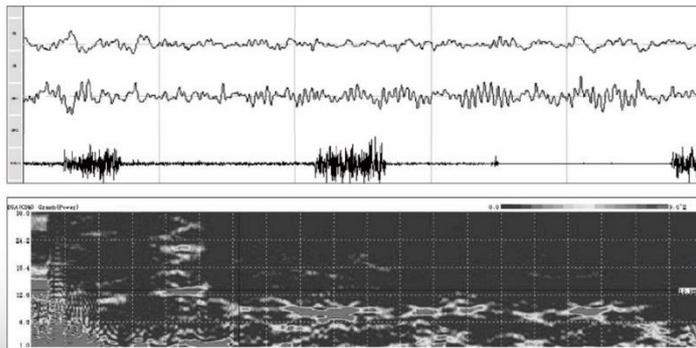
モーションキャプチャシステム  
OptiTrack™

OptiTrack™は赤外線LEDを  
搭載したカメラと三次元トラ  
ッキングソフトウェアからなる  
光学式のモーションキャプチャ  
システムです。



オブティトラック・ジャパン社

時間周波数解析



MG 株式会社 ミユキ技研

〒113-0033 文京区本郷3丁目18番14号 本郷ダイヤビル6階 TEL. 03(3818)8631 FAX. 03(8618)8632  
<http://www.miyuki-net.co.jp/>

携帯型心電計



# myBeat ホームECG

管理医療機器、特定保守管理医療機器 228A0BZX00010000

スポーツ前の健康チェックに

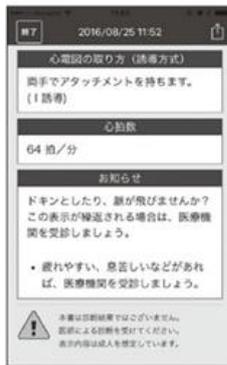
## いつでもどこでも

スマホ・タブレットの専用アプリで心電図波形を簡単に見ることができます。

〈機能一例〉

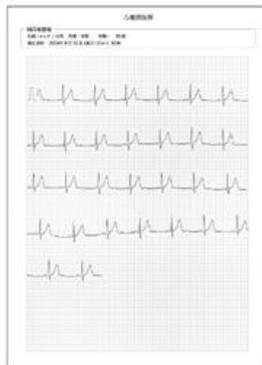
簡易レポート

- ・計測後すぐにコメント表示
- ・わかりやすいアドバイス



ホーム ECG 心電図レポートサービス

- ・任意の相手へ自動転送が可能 (最大2人)



※アプリ課金の有無によって表示内容は異なります。



### 自律神経バランスをモニタリングし

### 最高のパフォーマンスを引き出そう！



#### ウェアラブル心拍センサ WHS-1

メンタルヘルスや健康管理などに役立てます



- ・心拍情報 (数・周期・波形)・体表温・3軸加速度を同時に測定します。
- ・無線とメモリ、2つのモードを搭載 (パソコンとの連携)
- ・自律神経情報を用いたアルゴリズム開発など様々な分野で活用できます。

#### 心拍センサ WHS-2

スマホやタブレット端末で簡単センシング



- ・心拍情報 (周期または波形)・体表温・3軸加速度、自律神経バランスを Bluetooth® Smart を使って、スマホやタブレット端末に送信します。
- ・アプリ開発に必要な情報を GitHub で無償公開しており、独自のアプリ開発ができます。

製品に関するお問い合わせ

**UNION TOOL ユニオンツール株式会社**

本社特機課 ■〒140-0013 東京都品川区南大井 6-17-1  
TEL. (03) 5493-1022 (ダイヤルイン) FAX. (03) 5493-1014

Bluetooth® ワードマークおよびロゴは、Bluetooth SIG, Inc. が所有する登録商標であり、ユニオンツール株式会社によるこれらのマークの使用は許可を受けています。

myBeat およびホーム ECG は、ユニオンツール株式会社の日本における登録商標です。

平成 29 年 3 月 24 日発行

**日本野球科学研究会第 4 回大会報告集**

編 者 中澤 公孝

発行所 日本野球科学研究会第 4 会大会事務局  
〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1  
東京大学身体運動科学研究室

印刷所 協友印刷株式会社  
〒162-0801 東京都新宿区山吹町 332-6

