

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500544

研究課題名（和文） 野球における選手の技術と体力に適合した最適なバット選びに関する研究

研究課題名（英文） Selection of the most suitable baseball bat according to the technique and physical strength of the batter

研究代表者

前田 正登 (MAEDA MASATO)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：90209388

研究成果の概要（和文）：本研究では、選手が使用するバットの特性に注目し、バットの質量及び重心位置がバットスイングにどのように影響するかを、バットに加わる加速度から評価・検討した。各被験者のスイングは、再現性が高く動作が定型化しており、スイング動作は選手それぞれで固有のものとなっていた。またそれぞれの選手について、バットの特性の変化に伴うバットに加えられる角運動量の変化から、その角運動量を最大にするバット特性の最適値を求めた。

研究成果の概要（英文）：The present study focused on the characteristics of the bat used by batters in baseball and examined the acceleration applied to a bat and how the mass and position of the COG affect swing. The swing of each batter was reproducible and unique, their swing movement conforming to a fixed form for each batter. For each batter, the most suitable bat properties to maximize angular momentum through changes in angular momentum applied to the bat according to changes in the bat were investigated.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：スポーツバイオメカニクス、野球、バット、技術、体力

1. 研究開始当初の背景

野球バットは、試合で最高のパフォーマンスを発揮するために、より機能的で使いやすいことが要求される。このことは、高校生や大学生、社会人あるいはプロの野球選手にとってはもちろん、草野球や早朝野球等で野球を楽しむ人たちにとっても、野球をする人たちすべてに共通することである。しかし、バットの使い良さは、バットそのものに絞って物理的な解析をしても、選手が使いやすいバットを究明するまでには至らない。

多種類のバットを用いて選手によるバツ

トの評価を試みた先行研究によれば、形状が全く同じであるはずのバットでも、選手は異なる評価をしている場合があり、感性による評価が持ちやすさや手触りなどの微妙な点に影響されやすいことがわかっている。一般的には、使用する用具の諸特性を変化させた場合、選手はそれに応じて動きを変化させたり調節したりすると言われており、用具の特性が異なっても使用する選手が動きを調節してしまい、使用する用具の特性変更は、競技記録などの結果として表れるパフォーマンスには直接反映され難いと言われている。

野球バットについては、バットの重量の違いがスイングスピードに影響するという報告があるものの、他方では、選手によってはバットの重量や重心位置の違いがスイングスピードに影響しないこともあり得るという報告もあり、バットの諸特性がスイングに影響するか否かは明らかにされていない。

これらの先行研究では、いずれも共通して、スイングに影響するか否かの判定に、スイング中の映像からバットの位置座標の時間変化を得て、それを時間微分して求めたスイングスピード（インパクト時のバット速度）を指標として用いており、このことが影響の有無を判定し難くする原因となっている。すなわち、元来、バットの速度はバットに力を加えてバットを加速することで得られるものであり、バットをその時刻まで動かしてきた結果としての量である。つまり、スイングへの影響を検討するならば、速度という結果を指標にするのではなく、スイング中においてバットに加えられる加速度を指標にするのが妥当であると言える。

これまでに、申請者はバットに加わる加速度を指標に選手のスイング技術を評価する方法を提案・報告している。スイング中のバットに加わる加速度を測定することにより、バットを操作することの微細な違いを示すことができ、バットのそれぞれの特性による影響の有無を明示できるものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、バットの物理的特性として質量と重心位置という2つの要因を挙げ、これら2つの特性が前方から飛来するボールを打撃する際のバットの加速度や角加速度にどのような影響を及ぼすかを明らかにし、それぞれの選手に適した特性を備えたバットを選定する方法を検討する。

3. 研究の方法

(1) 被験者

被験者は8年以上の野球経験のある大学野球選手10名（右打者5名、左打者5名）とした。

(2) 測定に用いたバット

本研究では、市販の金属製バットを基にして、質量と重心位置の設定が変えられるバットを測定用バットとして製作した。測定に用いるバットは、バット内部の錘の重さと取り付け位置を変えることができる構造になっている。

測定用バットは外観が変わることではないので、バットとしての質量や重心位置が異なっても、外見上は被験者にはわからないようになっている。また、バット内部の錘の位置

は、一旦ボルトで固定するとスイング中に移動することはない。

本研究では、金属製バット(789g)に付加する錘の質量を97g, 116g, 136g, 154g, 173gの5種類とし、錘の取り付け位置をバットのグリップエンドから49.8cm, 57.3cm, 64.8cm, 72.3cm, 83.4cmの5種類に変化させて、錘の質量と取り付け位置を組み合わせる25種類を設定した。

(3) バットに加わる加速度の測定

本研究では、実験用バットのグリップエンド内部に加速度計を装着して、スイング中にバットに加わる加速度を測定した。バットのグリップエンド部は中空の構造になっているので、2軸の測定が可能な加速度計(ADXL250:アナログデバイセス)を取り付け台に3個接着し、グリップエンド内部に挿入、取り付け台をボルトで固定した。

また、バット本体のグリップ部に握りのためのグリップテープを巻いた。

(4) 実験方法

被験者には、実験用バットを持って、バッターボックス内で試合と同じ位置で構えさせ、験者が5m離れた位置からトスする実験用ボール(スポンジ製)を打つように指示した。スイング中のバットに加わる加速度をグリップエンド内部に装着した加速度計により測定した。また測定と同時に、高速度ビデオカメラ(FASTCAM-PCI-PHOTRON)を用いて打撃動作を250Hz(シャッター速度:1/1000秒)で撮影・収録した。

測定された加速度信号は、波形表示ソフト(Wave-in:ライブラリー)を経てコンピュータに入力される。なお、この時のサンプリング周波数は1kHzとした。

打撃を行うのは、バット1種類につき10回ずつで、設定されたバットは1種類ごとにランダムとした。

(5) 分析方法

設定された25種類のバットは、バットごとに重心位置と慣性モーメントの位置は異なる。本研究では、バットを握った両手の間をグリップ位置と定義し、グリップ位置から重心位置までの距離とバット質量の積として、グリップ位置まわりの重心モーメント(MCGG)を、被験者ごと、バットごとに求めた。また、グリップ位置まわりの慣性モーメント(MIG)も被験者ごと、バットごとに算出した。

測定された並進加速度からバットの短軸方向に加わった並進加速度を算出し、測定された角加速度からバットの短軸まわりの角加速度を算出した。

本研究では、打撃スイング中のバットに加

わった並進加速度及び角加速度の時間変化をボールインパクト時刻を基準に、被験者ごと、バットごとに加算平均した。

被験者ごとバットごとに、10回分のスイング相互間における並進加速度の時間変化及び角加速度の時間変化それぞれの相関係数の平均値を求めるとともに、被験者ごとにバット種類間におけるスイング間の相関係数を求めた。

すべての試技について、スイング中におけるボールインパクトまでの0.3秒間にバットの短軸方向に加わった並進加速度、及びバットの短軸まわりの角加速度をそれぞれ時間積分し、ボールインパクト時のバットの並進速度及び角速度を算出した。さらに、バットの質量と並進速度の積によりボールインパクト時の運動量を、バットの慣性モーメントと角速度の積によりボールインパクト時の角運動量を被験者ごとバットの種類ごとに求めた。

4. 研究成果

(1) バットの特性がスイングに及ぼす影響

野球における打撃はゴルフ等と異なり、飛来するボールにタイミングを合わせてスイングすることが必要となる。したがって選手には、同じ条件で飛来するボールに対しては同じタイミングで打撃することが求められ、本研究の実験設定では同一被験者におけるバットの種類ごとのスイングで高い再現性が期待できる。

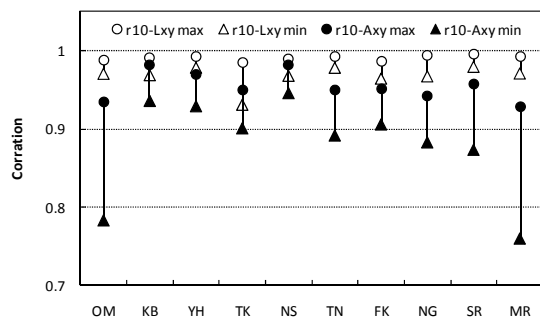


図1 各被験者におけるスイング相互間の相関係数の範囲

図1のように、各被験者におけるバット1種類あたりの10回のスイング相互間では、再現性が極めて高かった。本研究の被験者は、スイング動作が定型化しており、被験者それぞれで固有のスキルとなっていたと考えられる。また他方で、被験者O.MとM.Rのように、0.8を下回るやや低い相関係数であったバット種類もみられた。しかしこれらでは、スイング中における並進加速度や角加速度の時間積分である、ボールインパクト時のバットの速度や角速度の範囲は他の被験者と大きく異なることがなかったことから、これらの被験者では同じタイミングでボールを

打撃するために、1回ごとにスイングを調節していた可能性が考えられる。さらに、被験者M.Rでは、バット各種類の平均角加速度相互間の相関係数の範囲が0.9を下回り、値がやや低い範囲にまで及んでいることから、提供されたバットのいくつかの種類で、通常どおりのスイングを行うことができなかったものが含まれている可能性もある。

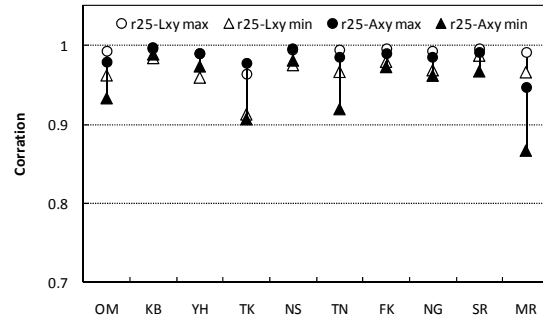


図2 各被験者におけるバットの種類間の相関係数の範囲

図2のように、本研究の被験者においては、質量や重心位置を変えたバットを使用しても各被験者のスイングが著しく変わることは無かった。つまり、Oikawa et al. (1996) や Maeda (2006) が指摘する、例えば、被験者N.Gはバットの並進速度が高い並進優位のスイング、被験者Y.Hはバットの角速度が高い回転優位のスイングというような各被験者のスイングの個性は維持されていたと考えられる。しかし他方で、バットの特性変更によってそれぞれの値はわずかながらも変化しており、各被験者のスイングに少なからず影響していることが窺える。

Fleisig et al. (2002) によれば、バットの慣性モーメントは打撃時の速度に影響するが、バットの質量は打撃時の速度には影響しないという。しかし元来、慣性モーメントという物理量は質量に少なからず影響を受けるはずで、その慣性モーメントが打撃時の速度に影響しているのであれば、バットの質量も程度は少ないにしても影響があると考えるのが妥当であろう。また、本研究の被験者10名すべての結果では、バットの特性の変化がバットに加わった運動量や角運動量に影響する度合いが異なっていた。すなわち、バットの特性の変化による打撃への影響の程度は、被験者間で差があるものと考えられる。

(2) バットに加わった加速度を元にした最適バット推定の試み

図3aと図3b(いずれも被験者がTNの例)に見られるように、MIGやMCGGが増加するにしたがって、ボールインパクト時までバットに加えられた角運動量は、MIGが0.24kg・m²、MCGGが0.4kg・mまでは増加するものの、それらを超えると角運動量は減少

へと転じていた。このように、MIGやMCGGが増加するにしたがって角運動量も増加し、ある値を超えると変化が停滞もしくは減少へと転じる変化パターンは、いずれの被験者にも同様に認められた。本研究のバットに加えられた角運動量は、ボールインパクト時のバットの角速度とバットの慣性モーメントとの積である。したがって、MCGGやMIGが増加するに伴ってこれらの値が増加することは、この関係が保たれている間はいずれの特性を備えたバットを使用してもインパクト時のバットの角速度は一定の値であること、つまりこれらのバットを使用した時のスイングがほぼ同様なスイングとなっているものと考えられる。バットには選手が行う通常のスイングを妨げない性能が求められることから、この関係が維持できなくなる変局点のMCGGやMIGが、その被験者の角運動量を最大にする最適値と考えることができる。

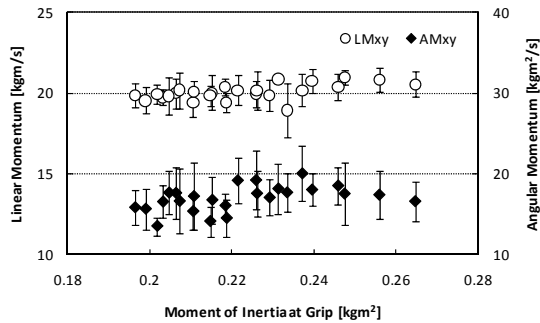


図 3a MIG とバットに加わった運動量との関係

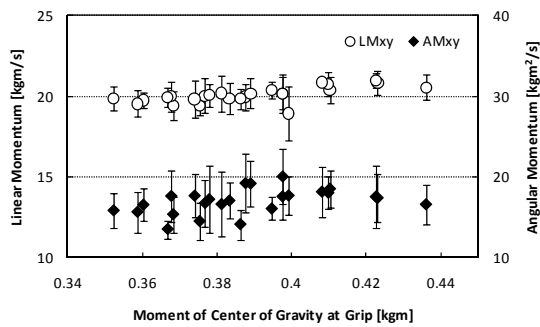


図 3b MCGG とバットに加わった運動量との関係

被験者T.Nを例に、変局点を求めた結果を図 4a (MIGの探索) と図 4b (MCGGの探索) に示す。それぞれの図の最下段のようにMIGやMCGGが小さい値の範囲と大きい値の範囲での角運動量それぞれについて、回帰直線を算出しそれらの交点を変局点とした。この方法により算出された変局点は、MIGが $0.234\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 、MCGGが $0.396\text{kg}\cdot\text{m}$ となった。これらの変局点では、図 4a、図 4bそれぞれの上段の相関係数($r_{10}\text{-Axy}$)との関係においても、この点を超えると相関係数が減少しスイングの再現性が低下するようであり、この変局点までが通常のスイングを維持できる

限界になるものと推察される。

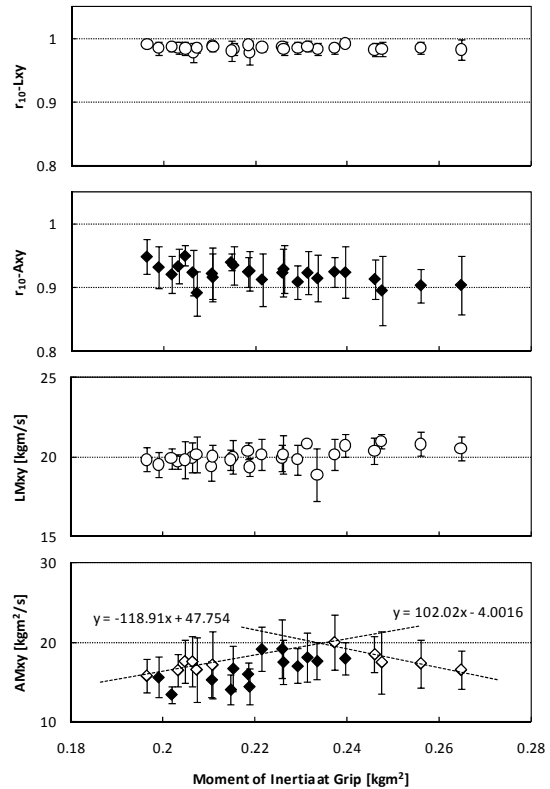


図 4a 被験者 T.N に最適な MIG の探索

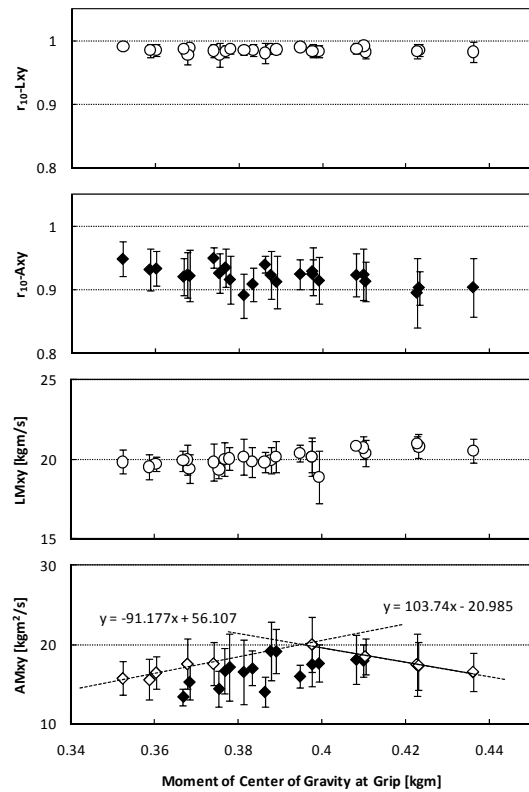


図 4b 被験者 T.N に最適な MCGG の探索

本研究の方法を用いて各被験者の角運動

量を最大にする変局点を算出した結果を図 5 に示す。MIG, MCGG が最も大きかったのはともに被験者 N.S, M.R で MIG が $0.239\text{kg}\cdot\text{m}^2$, MCGG が $0.403\text{kg}\cdot\text{m}$ であり, MIG が最も小さかったのは被験者 T.K の $0.222\text{kg}\cdot\text{m}^2$, MCGG が最も小さかったのは被験者 K.B と F.K でともに $0.391\text{kg}\cdot\text{m}$ であった。算出された値は被験者によって異なるものの, MIG が $0.232 \pm 0.007\text{kg}\cdot\text{m}^2$, MCGG が $0.396 \pm 0.005\text{kg}\cdot\text{m}$ の狭い範囲にほぼ集中していた。本研究の被験者は身長や体重などの体格ではやや差があるものの, 経験年数ではそれほど大きな差はなく特徴的なスイングをしていた者もいなかった。つまり, 被験者のスイング技術に著しい差がなかったことが, 変局点に著しい差が生じなかったことの一因とも考えられる。また被験者 O.M と M.R については, 図 1 で相関係数の範囲が 0.8 を下回る値もあったことから, 再現性の高いスイングであったとは言えず, 算出された変局点が最適値であるとするには信憑性がやや低い。これらの点を踏まえて, 今後, 被験者の競技レベルの範囲を拡大し, 様々な競技レベルの被験者でバットの特性変更によるスイングへの影響を検討するとともに, 本研究で提案した最適なバット選びに関する最適値の推定精度の向上を図る必要がある。

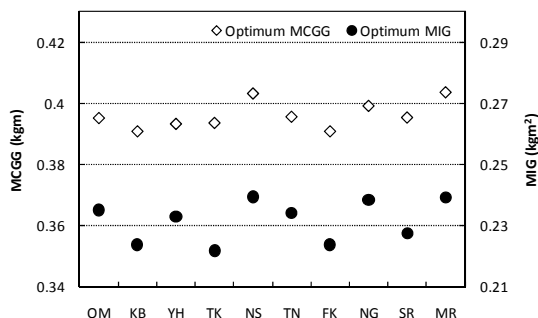


図5 算出された各被験者の最適なMIGとMCGG

V. 総括

本研究では, 選手が使用するバットの特性に注目し, バットの質量及び重心位置がバットスイングにどのように影響するかを, バットに加わる加速度から評価・検討した。その結果は, 次のようにまとめられる。

各被験者のスイングは, 再現性が高く動作が定型化しており, スイング動作は選手それぞれで固有のものとなっていた。そのために, 質量や重心位置の異なるバットを提供してスイングさせても, それらバットの特性の変化に対する反応は選手それぞれで異なった。すなわち, バットの質量や重心位置はスイングに影響するが, それらがどのように影響するか, どの程度影響するかは選手のスイングの個性によって異なり, バットの特性が変化しても選手のスイングの個性は維持されて

いた。

またそれぞれの選手について, バットの特性の変化に伴うバットに加えられる角運動量の変化から, その角運動量を最大にするバット特性の最適値を求めた。10名の被験者のうち2名で, スイングの再現性が低く算出された最適値に信憑性を欠いたが, 他の被験者においては最適値が妥当であると考えられた。本研究で提案した最適なバット選びに関する最適値の推定精度の向上を図り, それぞれの選手のスイングに適合したバットの質量や重心位置を考える必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計3件)

- ① 前田正登, 野球バットの質量及び重心位置が打撃に及ぼす影響, シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2010, 2010年11月, 東京工業大学, 東京
- ② Masato Maeda, Effects of baseball bat mass and position of center of gravity on batting, 8th Conference on the International Sports Engineering Association, 2010年7月, Vienna, Austria
- ③ 前田正登, 野球におけるバットの質量・重心位置が打撃に及ぼす影響, ジョイント・シンポジウム 2009, 2009年12月, 福岡工業大学, 福岡

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前田 正登 (MAEDA MASATO)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教授

研究者番号: 90209388