

論文

野球の実用書に記された『正しい』流し打ち技法の数理的評価  
Numerical evaluation of the orthodox opposite field hitting technique in baseball

志村芽衣<sup>1)</sup>, 宮澤 隆<sup>1)</sup>, 矢内利政<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 早稲田大学スポーツ科学研究センター

<sup>2)</sup> 早稲田大学スポーツ科学学術院

Mei Shimura<sup>1)</sup>, Takashi Miyazawa<sup>1)</sup>, Toshimasa Yanai<sup>2)</sup>

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

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

キーワード: 文献研究, 数値シミュレーション, 近似, 感度

Key words: literature review, simulation, approximation, sensitivity

【抄 録】

本研究では、野球のバッティングにおける流し打ちの実践方法や習得方法について述べられた実用書と流し打ちの打撃技術やメカニズムを分析した学術論文に基づいて流し打ち技法を構成する運動力学的要素を列挙すること、および、これらの中から精度高く流し打ちを実施するための技術要素を数理的に導き出すことを目的とした。実用書は、国立国会図書館オンラインで「野球 バッティング」、「野球 打撃」をキーワードとした図書のうち、東京本館・図書カウンターで閲覧可能なものおよび、その他、閲覧・入手可能であったものを加えたもので、流し打ちの実践方法を解説・指導する内容を含む書物とした。これら実用書では、[1]捕手寄りの位置でボールをインパクトすること、[2]インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向けること、[3]ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトすることが流し打ちを『正しく』行うため重要な要素であると共通して述べられていることが確認された。一方、学術論文では、実測研究やシミュレーションによって上記[1]は概ね支持されているが、[2]と[3]についてはこれに従わなくても流し打ちは可能であることが示された。すなわち、バットの打撃面を流し打ち方向へ向けなくとも、バットヘッドをグリップエンドよりも低くしてボールの下部を打撃すれば流し打ちが可能であることが示されている。このことは、実用書に記された『正しい』流し打ち技法が水平面上(2次元)の斜衝撃メカニズムを基盤としていること、並びに流し打ちがバット横断面上の斜衝撃を伴った3次元的なメカニズムとしても説明し得ることを示すものである。両流し打ち技法が合理性をもって並立するにも拘らず、経験豊富な野球選手や指導者が実用書において前者を異口同音に『正しい』技法として位置付けることの妥当性を検証するため、感度(インパクト時に生じる小さな偶然誤差が打球の飛翔方向に及ぼす影響の度合い)の分析を通じて両流し打ち技法における打球飛翔方向の安定度を分析・比較した。その結果、実用書に記された『正しい』流し打ち技法の方が偶然誤差の影響が小さく、安定して意図した方向へ打球を放つことを可能とする技法であることが明らかになった。以上より、バットヘッドをグリップより過度に下げずに打撃面を狙った方向に向けてインパクトするという、実用書に記された『正しい』流し打ち技法を広く推奨・指導することは数理的に妥当であることが示された。

スポーツ科学研究, 17, 92-105, 2020 年, 受付日:2020 年 4 月 10 日, 受理日:2020 年 10 月 25 日

連絡先: 矢内利政 359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-151 早稲田大学スポーツ科学学術院

tyanai@waseda.jp

## I. はじめに

野球は日本における国民的スポーツの1つで、幅広い世代が競技を実践または観戦していることに加え、競技力向上を支援する科学研究も多数行われている。野球の技術に焦点をあてた動作解析研究は数多く、そこから得られた知見や方法論を現場に活かす取り組みのひとつとして、指導の現場においても映像が活用されるようになっていく。研究による「科学」と現場における「実践」をうまく融合することが今後更に求められ、これが野球の発展につながると考えられる。

打撃技術の向上が求められる技法のひとつに『流し打ち』がある。これは、右打者が右翼方向へ、左打者が左翼方向へ打球を放つ打撃のことで、左打者による流し打ちは内野安打になりやすく、右打者による流し打ちは走者を進塁させやすいという利点がある。チームバッティングとして効果的であることから、流し打ちは打率アップ、チームの得点力向上という面においても重要な打撃技術の1つとされている。流し打ちによる打球の制御は、水平面上で生じる2次元的な衝突現象として、バットの水平面上の左右への方位が投球に対して入射角を生じさせ、この反射角によって打球が左右に放たれるというという力学的解釈(以降、第1メカニズムと記す)で説明できる(McIntyre and Pfautsch, 1982)。一方、近年では、城所・矢内(2015)によって、流し打ちの実施にはバットの打撃面を必ずしも流し打ち方向へ向けてインパクトする必要はなく、バットヘッドを下向きに傾斜させてボールの下側を打撃することによるバットの横断面上での斜衝突(以降、第2メカニズムと記す)によってもそれが可能になることが示された。また、志村ほか(2019)の流し打ちにおけるシミュレーション研究によって、バットヘッドが下方へ大きく傾いているときほど打球の左右飛翔方向はバット打撃面の向きに依存しなくなることも示された。このように、流し打ちの実測研究(城所・矢内, 2015, 2017a)やシミュレーション研究(志村ほか, 2018, 2019)では、量的研究として具体的にバッティングデータを数値化することで、バットヘッドを下向きに傾斜させた際の流し打ちの利点について新たな知見が得られている。

バットヘッドの向きやボールインパクト時のバットとボールの位置関係の違いによって、どのような打球が放たれるかは変わってくるが、その条件の組み合わせは無数に及ぶ。数多くあるパラメータの中から、特に影響を及ぼす因子を抽出することができれば、流し打ちを行う際に気をつけるべき点を絞ることができると考えられる。このような分析には、各関連因子が結果に及ぼす影響度を分析する「感度分析(sensitivity analysis)」が有用である(福澤・小川, 2016, p.110)。「感度」とは、ある入力値の微小変化に対する出力値の変化量の割合のことであり、変化の度合いが大きければそれだけその変数の感度が高い、すなわち影響度合いが大きいことを意味する。感度分析の主な目的は、結果に最も大きな影響を与える要素が何なのかを判断することと、各入力値または複数の入力値の変化に対して結果がどの程度の影響を受けるのかを定量化することである。流し打ちにおける打球の飛翔方向に及ぼす影響の大きいパラメータ、つまり感度の高いパラメータは、微小な変化によって飛翔方向を大きく変化させることから、最適値に合わせる高度な打撃技術が必要な難易度の高い状況が生じる試技になると思われる。一方で、感度の低いパラメータは多少の変動が生じて飛翔方向への影響は小さいため、初心者でも比較的低い難易度で最適なバッティングが行えると考えられる。このように、感度分析は変数が結果に及ぼす影響の大きさを定量的に示す分析ツールであることから、この尺度を用いることで、現場の経験値と研究による形式知を照らし合わせる可以考虑。

そこで本研究では、野球のバッティングにおける流し打ちの実践方法や習得方法について述べられた実用書と流し打ちの打撃技術やメカニズムを分析した学術論文に基づいて流し打ち技法を構成する運動力学的要素を列挙すること、およびこれらの中から精度高く流し打ちを実施するための技術要素を数理的に導き出すことを目的とした。打球の飛翔方向についての数理的な感度を検証する研究は国内外を通して初めてのものであり、本研究の取り組みならびに得られた結果は新規性の高いものと考えられる。

## II. 先行研究に記された流し打ち技法

### 1. 実用書

野球に関する実用書については、国立国会図書館オンラインで「野球 バッティング」、「野球 打撃」をキーワードとして、東京本館・図書カウンターで閲覧可能な図書を検索・収集した（「野球 バッティング」で 62 件、「野球 打撃」で 149 件ヒットした）。そのうち、流し打ちの実践方法を解説・指導する内容を含む書物で、スイング動作またはバットとボールの挙動について着目したもののみを抽出し、さらにこれらの書物以外に、閲覧・入手可能であった書籍などを加えて、計 21 件で述べられている内容をまとめた。

実用書には、流し打ちをする際に「ヘッドを遅ら

せる」という表現が多く用いられている（江藤，2011，p.116；本間，2007，p.62；元木，2008，p.40；佐相，2017，p.117；篠塚，2013，p.84；篠塚，2014，p.94；角，2001，p.187；立浪，2011，p.51；得津，2009，p.76；山本，2000，p.126；全国野球振興会編，2003，pp.164-165）。「ヘッドを遅らせる」ことによって流し打ちを行うメカニズムは、著者によって表現は多少異なるが（表1），凡そ次のように説明されている。すなわち、グリップエンドに対してバットヘッドの始動を遅らせてスイングし、「ミートポイントを捕手寄り」（江藤，2011，p.116）にしてインパクトすることで、右打者の場合、バットの打撃面が右翼方向を向くため、打球が右翼方向へ飛びやすくなる（篠塚，2013，p.84）。

表1. 実用書における流し打ちの技術・指導に関する記述のまとめ

1. 捕手寄りの位置でボールをインパクトすること	
山本 (2000)	外めのボールを引きつけて打ち返す(pp.124-125, 1.1) 流し打ち時には、バットを長めに持つことでアウトコースのボールにも対応できるようになる(p.126, 1.2-5)
角 (2001)	ポイントを遅らせる(p.187, 左 1.24)
篠塚 (2002)	アウトコースのボールをコースに逆らわないでスイングすれば、バットにボールがミートする角度から、右側(ライト方向)へ打球は飛ぶ(p.104, 右 1.2-6)
若林ほか (2006)	外角に向けたスイングを始動する際、キャッチャー寄りでインパクトをむかえることが理想的(p.110, 左 1.5-7)
本間 (2007)	アウトコースの投球をねらって、キャッチャー寄りで打つ(p.62, 1.2-3)
Baseball Skills 編著 (2007)	ボールをギリギリまで呼び込んで打つ(p.155, 中央 1.1-3)
江藤 (2008)	ミートポイントは内角球に比べるとキャッチャー寄りになるので、できるだけ引きつけて打つ(p.54, 下段左 1.11-12)
得津 (2009)	アウトサイド打ちの基本は必ず反対方向へ打つこと(p.59, 中段 1.1-3) 体の前でなく捕手寄りですとらえるようにする(p.112, 1.11-13)
古田 (2010)	バッティングポイントはインコースの球は投手寄り、アウトコースは捕手寄り(p.25, 1.7-10) アウトコースのボールを力強く弾き返すには、ポイントをキャッチャー寄りに置いて、「後ろの手で打つ」という癖をつける(p.90, 1.10-12)
江藤 (2011)	ポイントは内角球や真ん中よりも捕手寄りで、体が前に出たはいけない(p.116, 1.12-13)
篠塚 (2013)	「コースに逆らわずに打つ」というバッティングの基本を考えると、外角球は最も流し打ちをしやすい(p.84, 1.4-5)
全国野球技術研究会編 (2013)	ボールの勢いを利用してコースに逆らわずに打ち返す(p.134, 中段 1.1-3) 左バッターならアウトコースはレフト方向へと打ち返す(p.134, 中段 1.4-7)
川村 (2014)	アウトコースのボールはグッと体を寄せて(踏み込んで)、逆方向へ打球を飛ばす(p.67, 下段 1.15-17)

2. インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向けること	
山本 (2000)	アウトコースにボールがきたら見逃さずに、グリップエンドをボールの方向へ突き出し、ヘッドが遅れて出てくるようにスイングする(p.126, 1.18-23) ボールをしっかり引き込み、わきを締めて振り抜く(p.129, 右 1.13-15)

角 (2001)	インサイド・アウトのスイングでバット・ヘッドを遅らせる(p.187, 左 1.24-25)
篠塚 (2002)	右わきを締めて振り出す動きは、ボールを引きつけて打つということにつながる(p.109, 左 1.7-8, 右 1.1-3) 引っ張るときよりも1テンポ遅らせて、グリップより先にバットヘッドが出ないようにインパクトする(p.127, 右 1.8, 左 1.1-2)
全国野球振興会編 (2003)	右方向へ打つには、わきを締めてヘッドを遅らせぎみに出す(p.164, 1.1-2) バット全体を遅らせるような気持ちでステップし、ボールの内側を打つようにする(p.165, 1.4-5) 右腕のヒジを意識して閉めるようにする(p.165, 1.6)
成美堂出版編集部 (2005)	右ヒジをたたんで上手くヘッドを走らせる(p.42, 1.6-8)
若林ほか(2006)	外角にくると判断した時点で、グリップエンドを外角に向けることでバットのヘッドを残したスイングをする(p.110, 右 1.7-8, p.111, 1.1-2)
本間 (2007)	アウトコースの場合には、余裕を持ってボールを引き付け、グリップエンドをボールに突き出すようにしながらヘッドが遅れてくるようにスイングする(p.62, 1.6-8)
Baseball Skills 編著 (2007)	右脇を締め、バットのヘッドを押し出すようにして打つことで、バットにロスなく力が伝えられ、右方向にも強い打球が打てる(p.116, 1.12-17)
江藤 (2008)	右ヒジを体の近くに寄せて、バットのヘッドをやや遅れぎみにしてボールをぶつけるスイング(p.54, 下段右 1.2-3)
元木 (2008)	右方向へ打つためには一塁側にバントするときのようなバットの角度を作り出せばいい。そのためには、右バッターの場合はヘッドを先に出してはいけない。グリップから先に出していき、ヘッドを遅らせてミートする(p.40, 上段 1.6-11)
得津 (2009)	バットヘッドを遅らせて、体を開かずに打つ(p.76, 1.1-2) 早く手を返さない。グリップの返しが早いと、引っ張った打球になる。(p.59, 中段 1.4-8)
古田 (2010)	バットを「インサイドアウトに」出す癖をつけ「手首を返さないで打つ」(p.92, 1.7-9)
江藤 (2011)	左打者の場合バットは左脇を締めて、ヘッドを少し遅れぎみに出すのがコツ。グリップをトップの位置から体の近くを通し、左ヒジをへその前に出すようにすると、うまくヒジがたためてバットはインサイドアウトに出るため強い打球を打つことができる(p.116, 1.13-19)
立浪 (2011)	バットの出し方としては「上から」ではなく「内側から」を強く意識することで、ボールに対してバットを最短距離で出す「インサイドアウト」のスイングにつながる(p.46, 1.1-3) 右バッターであれば右ヒジをスイングの過程でみぞおちのあたりに入れていく。バットの動きとしては、グリップエンドの部分をピッチャー方向へ差し込む感覚で振る(p.46, 1.5-7) バットのヘッドが遅れて出ていったとき、バットの「面」は自分にとって「逆方向」と正対する位置関係になっている(p.51, 1.11-12) バットの面が逆方向と正対する位置関係で振り出すことができれば、逆方向へのバッティングが可能となる(p.51, 1.14-15)
井端 (2013)	ボールの内側にバットを入れて、ヘッドが返らないことに気を付けて押し出す(p.116, 1.3)
篠塚 (2013)	「ヘッドが遅れて出る」というバットの動きが必須条件(p.84, 1.11-12) バットの面を逆方向へ向ける意識が大切(p.84, 1.17) 外角球に対して逆らわずにバットを出していけば、自然とヘッドが遅れて打球は逆方向に飛ぶ。バットが遠回りして手首が早く返ってしまわないようにする。後ろの手でバットが体の近くを通るようにスイングしていき、バットの面を逆方向に向けて、手首のコックがほどけるのをギリギリまで我慢する(p.82, 1.2-5)
篠塚(2014)	「ヘッドが遅れて出る」というバットの動きが必須条件(p.94, 右段 1.16-17) バットの打撃面を逆方向へ向けて振る。(p.94, 右段 1.25-26, p.96, 左段 1.1) 外角球に対して逆らわずにバットを出していけば、自然とヘッドが遅れて打球は逆方向に飛ぶ。バットが遠回りして手首が早く返らないようにする。後ろの手でバットが体の近くを通るようにスイングしていき、バットの面を逆方向へ向けて手首のコックが解けるのをギリギリまでガマンできるとうまく流し打つことができる。(p.97, 図注釈 1.1-16)
佐相 (2017)	ヘッドを遅らせることでボールを引き込んで、ヘッドの返しを利用して逆方向に弾き返す(p.117, 1.10-12)
川村 (2014)	体をアウトコースへ寄せていき、通常通りにインサイドアウトでボールを捉える(p.67, 中段 1.12-14) バットのヘッドを返さずに、固定した状態で逆方向に打つ(p.122, 1.4-6) ライト方向へバットを放り投げるイメージで打つ(p.122, 1.22-23)

3.ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトすること	
成美堂出版編集部 (2005)	右打ちをする時は、バットのヘッドが下がらないようにする(p.73, 下段 1.1)
Baseball Skills 編著 (2007)	確実な右打ちをおこなうために、ヘッドが下がらないように注意する(p.15, 中央 1.2-5) しっかりと脇を締めてリストを効かせたバッティングによって、ヘッドも走り、右方向へ鋭い打球が打てる(p.154, 1.8-12)
古田 (2010)	ヘッドが下がった状態でボールに当たると、ボールはスライス回転し、右打者であれば弱々しいボールが一塁方向へのファールに流れてしまう(p.90, 1.5-8) ヘッドを立てるためには「後ろの手を立てる」イメージ(p.90, 1.13-15)
齋藤 (2011)	逆方向にファウルフライが上がったり、打球が切れたりするのは、外角高めのボール球に手を出し、ヘッドが倒れた状態で打っていることが大きな原因(p.135, 左 1.1-7)
立浪 (2011)	ピッチャー側の腕のワキを開けない。ワキが開いてしまうと、たとえ後ろのヒジがしっかりみぞおちに入っても、インパクトの瞬間ではバットのヘッドが下がりやすくなる。バットのヘッドがグリップよりも下がってしまうと、バットに力が入らなくなる。(p.46, 1.15-16. p.48, 1.1-2) 実践で低いボールを打とうとすれば、どうしてもバットのヘッドはグリップよりも下の位置にくる。しかし、バットに最大限のパワーを伝えるためにはバットのヘッドがグリップよりも上の位置を回るようにスイングする。「ヘッドを立てる」イメージ。(p.48, 1.6-9) ワキを締め、グリップの位置よりもヘッドが下がらないように振る。(p.48, 1.11-12)
篠塚 (2013)	バットが下から出て、ヘッドがバットのグリップの高さよりも下がってしまう、こうしたスイングでは力もうまく伝わらない(p.54, 1.6-p.55,1.1) 実際、低めのボールを打つときなどは、バットのヘッドも少し下がるもの。手首を立ててヘッドの利いた状態にすることができていれば、ボールに強い力を与えられる(p.55, 1.3-5)
佐相 (2017)	アウトコースを打つ時は、バットを立てて、肩の下辺りからヘッドが出て、さらにバットを外に放り出すイメージで振る(p.96, 1.3-4) ヘッドが下がらないように、「アウトコースを引っ張る」イメージで打つことが大切。「アウトコースを流す」とイメージすると、ヘッドが下りがちになり、パワーが伝わらず強い打球が飛ばなくなる(ファールにもなりやすくなる)(p.96, 1.9-12)

流し打ちをする際には「バットのヘッドを下げるな」(成美堂出版編集部, 2005, p.73; Baseball Skills 編著, 2007, p.15)という指導の必要性についても多数の実用書に記されている。低めのボールを打つときなどは、「バットのヘッドが下がりやすくなり」(立浪, 2011, p.48; 篠塚, 2013, p.55), 力強い打球を正確に流し打ち方向放つことが困難になるとの経験値や考えが基盤になっているものと推察される。ヘッドを過度に下げて流し打ちした際には、「逆方向にファウルフライが上がったり、逆方向へ流し打ちをした打球が切れたり」(齋藤, 2011, p.135), 「ボールはスライス回転し、右打者であれば弱々しいボールが一塁方向へのファールに流れてしまうことになる」(古田, 2010, p.90). 篠塚氏は著書『流し打ちの極意』の中で、「バットが下から出て、ヘッドがバットのグリップの高さよりも下がってしまう」スイングでは「力もうまく伝わらない」(篠塚, 2013, pp.54-55)と述べている。そのため、ボールインパクト時に、「手首を立ててヘッドの利いた状態にする」つまり、両手部を上下に並

べ、ヘッドを高い位置に維持するようにスイングする必要性があり、このようなスイングができれば、「ボールに強い力を与えられる」(篠塚, 2013, p.55)と述べられていることから、ヘッドをグリップより過度に下げないスイングで流し打ちを行うことが重要と言える。

実用書から抽出したプロ野球選手や有名コーチの経験に基づいた記述によると、流し打ちを『正しく』行うには、主に、[1]捕手寄りの位置でボールをインパクトすること、[2]インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向けること、[3]ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトすることが重要とされていることが明らかになった。以上のように実用書に記されている様々な現場の声・言葉を総合的にまとめることによって見出され推奨された流し打ち技法を本研究では『正しい』技術と表現することとする。表 1 に、この 3 項目に関して各書物で記されている表現をまとめ、さらにこれらを実現するための手法を整理して示した。これによると、[1]~[3]を実践するためには、主に下

記のようなイメージングやスイング動作を心がける必要があるとされている。

[1] コースに逆らわない(つまり, インコースは引っ張り, 真ん中はセンター返し, アウトコースは流す)で打撃すること

[2] バット加速時に右脇(右打者)をしめ, グリップをヘッドに先行して突き出すことにより, バットをインからアウトの軌道でスイングすること

[3] 加速時に左脇(右打者)をしめ, 手首を立ててスイングすること

## 2. 学術論文

「流し打ち」に関するスイング動作とインパクト時のバットとボールの挙動に着目した科学研究についてまとめた。参考文献の検索には学術データベース CiNii を活用し, 「流し打ち」「opposite filed hitting」をキーワードとして検索・収集した結果(「流し打ち」11 件, 「opposite filed hitting」14 件ヒットした), 重複を除き 5 件の学術論文が抽出された。さらに補足として, 「Google Scholar」を活用し, 上記検索エンジンでは検索されなかったものの, レビューを進める上で重要だと思われる「流し打ち」に関連する学術論文, 学術専門誌を収集し, 計 14 件で述べられている内容についてまとめた。

### 1) 「捕手寄りの位置でボールをインパクトすること」に関する記述

城所・矢内(2017b), 金堀ほか(2017)によるフリー打撃での実測研究において, 「投球されたボールがインコースへの投球に対しては投手寄り, アウトコースへの投球に対しては投手寄りインパクト」と述べられている。さらに, 森下ほか(2012)の試合中の実際の打撃や, 城所・矢内(2017b)のフリー打撃による実測研究では, 打球の飛翔方向に関しても, 「打球は投手寄りでのインパクトほど引っ張り方向に, 捕手寄りでのインパクトほど流し打ち方向に飛翔する」と報告されている。これら結果は, 実用書において流し打ちを『正しく』行うには「捕手寄りの位置でボールをインパクトすること」が必要であると述べられている内容と一致している。

### 2) 「インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向けること」に関する記述

McIntyre and Pfautsch(1982)は, 頭上から打撃フォームを撮影した実測研究において, ボールとバットの衝突を水平面上で生じる 2 次元運動として捉え, 引っ張り流し打ちの動作について分析している。その結果, 引っ張りよりも流し打ちの方がインパクトの瞬間にバットの打撃面がより大きく右翼側(右打者を想定)へ向いていたことを報告している。また, 複数のカメラを用いて行った実測による 3 次元分析においても「インパクト時にバットの打撃面を狙った方向に向ける必要がある」と同様の内容が述べられている(森下ほか, 2012; 森下・矢内, 2018; 城所・矢内, 2015, 2017a)。さらに, 城所・矢内(2015)の研究では, 「バットの打撃面をライト側へ向けた流し打ちは, 全体の 7 割を超えていた(78.3%)」と具体的な数値結果で示している。一方で, 城所・矢内(2015)は, 「流し打ち方向に打球が放たれたにもかかわらず, バットの打撃面がレフト方向に傾斜したインパクトが全体の 16.4%に相当」とも報告している。つまり, 実用書において流し打ちを『正しく』行うには, 「インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向ける」必要があるという概念は文字通りの絶対的な意味を有するものとして解釈すべきではなく, 相対的な意味を有する表現として, 引っ張り打撃時に比べてバット打撃面をより大きく流し方向へ向けると解釈すべきものと考えられる。

また, McIntyre and Pfautsch(1982)は, インパクト時の左手の中手骨の位置が, 流し打ちの際にはバットヘッドより前方に, 引っ張りの際には後方へ位置していたと報告しており, 流し打ちをする際には, グリップをヘッドに先行して突き出し, バットヘッドが相対的に遅れて出るという傾向を示す結果となった。森下・矢内(2018)は, 「流し打ちを行うにはグリップエンド側の手部でバットの水平回転を抑制するし, バットヘッドの進行方向に力を加える」必要があり, これは「バットの先端をインコースからアウトコースに押し出すようスイングすべきである」という指導と同義と考えられると述べている。また, 荒木ほか(2012)の研究は, 実戦での流し打ちにおいてインパクト直前のバットヘッド速度

が速い選手と遅い選手の打撃動作について、右打者を例にして以下のように述べている。

ヘッド速度上位群は下位群よりも、右肩の屈曲角度が小さくしたままスイングを行っていた。これは右脇を締める動作であり、ヘッド速度を大きくするためには右脇を締める動作が有効であると示唆される。(荒木ほか, 2012, p.50)

田子ほか(2006)は、ティー打撃において内角、真ん中、外角のポイントで内角は引っ張り、真ん中はセンター返し、外角は流し打ちを指示した際、流し打ちでは、ボールインパクト時まで生じる肩や腰の打撃方向への角変位が小さかったと報告している。この結果は、右打者の場合、「いわゆる「体を開かない状態」にして、さらに、バットとボールが接触した時点では、左肩関節の外転を小さくしボールを引き付けた状態でインパクトしていた」ことを意味すると述べている。これら結果は、実用書において流し打ちをする際に、「インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向ける」ことを実践するためには、「バット加速時に右脇(右打者)をしめ、グリップをヘッドに先行して突き出すことにより、バットをインからアウトの軌道でスイングすることが必要である」と述べられている概念と一致するものである。

### 3) 「ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトすること」に関する記述

実用書では流し打ちを『正しく』行うためには「ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトすること」が重要であると記述されているが、実際の打撃では打球方向に関わらずバットヘッドはインパクト時に下方に傾斜していることが多数の実測研究によって報告されている(Fleisig et al., 2002; Higuchi et al., 2013; King et al., 2012; 森下ほか, 2012)。このことは、実用書で推奨された「ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトする」という概念が物理的な位置関係を意味するものではなく、バットが下方へ傾斜するという通常のスイングを基準にした相対的な意味合いを有するものと解釈できる。すなわち、ヘッドをグリップ

に対して『過度に下げ過ぎない』ようにスイングするための忠言であると考えられる。実際に森下・矢内(2018)が流し打ちの場合は引っ張りと比べてバットはより大きく下方に傾斜すると報告しているように、流し打ち時にヘッドが通常よりも大きく下方に傾斜する傾向があることから、この傾向に対する予防策としての意味合いを有するものと考えられる。

実用書にバットの下方傾斜に関する記述が重要度をもって語られるのは、バットの下方傾斜が打球の飛翔方向に大きな影響を及ぼすことに起因する可能性が示唆される。城所・矢内(2015)は、バットヘッドを下向きに傾斜させてボールの下側を打撃すれば、バットの打撃面を必ずしも流し打ち方向へ向けてインパクトすることなく流し打ちを実施することができるかと報告している。さらに、バットヘッドを下向きに傾斜させてボールの上部を打撃すると、例えばバットの打撃面が流し打ち方向へ向いていたとしても、ゴロがよりセンター方向や引っ張り方向へ放たれる場合があることも報告している(城所・矢内, 2017a)。これら知見は実用書で推奨された『正しい』流し打ち技法の1要素である「ヘッドをグリップより下げないでスイング・インパクトする」ことが流し打ちを行うための必要条件ではないことを意味する一方で、バットを大きく下方傾斜して流し打ちを試みると打球の飛翔方向がバットの打撃面の向きによって規定できず、フライやライナーの場合はより大きく側方へ飛翔する流し打ちとなり、ゴロの場合はセンター方向寄りや引っ張り方向への打球となることを示すものである。

McIntyre & Pfautsch(1982)は、右打者は流し打ちの方が引っ張りに比べ、インパクトまでのバットを加速する間で、左肘関節を伸展する度合いが小さいことを明らかにした。一方、田子ほか(2006)は、ティー打撃による外角球の流し打ちでは、左肘関節の伸展動作が大きかったと、逆の結果を報告している。この結果は、ティー打撃では、内角球は肘をたたんでインパクトするのに対して、外角のティー台に置かれたボールを打撃するには、肘を伸ばしてインパクトする必要があったためであると考えられる。このように、実用書において「加

速時に左脇(右打者)をしめる」必要があるという概念は、研究データと一致するものではなかった。

### 3. 流し打ち技法を構成する運動力学的要素に関するまとめ

流し打ち技法の中で、特にインパクト時のバットとボールの相対的な位置関係に着目してみると、①バットの打撃面を流し打ち方向へ向けてボールを打撃する方法(第 1 メカニズム)と、②バットヘッドをグリップエンドよりも低くしてボールの下部を打撃する方法(第 2 メカニズム)、及びこれらの組み合わせで流し打ちが実施可能であることが示された。このことは、流し打ちが水平面上(2次元)の斜衝撃メカニズムのみならずバット横断面上の斜衝撃を伴った 3 次元的なメカニズムとしても説明し得ることを意味する。換言すれば、流し打ちは「インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向ける」こと、および、「ヘッドをグリップより過度に下げないでスイング・インパクトする」ことを重要とする実践的知見に基づいた技法とは大きく異なる打撃技術(バットヘッドを過度に下げてボールの下部をインパクトする技法)を用いても実践可能であること、及び実用書では水平面上(2次元)の斜衝撃メカニズムを基盤として構築された流し打ち技法が『正しい』と位置づけられていることが示されたと言える。このように、バットの打撃面を流し打ち方向に向ける流し打ち、および、バットヘッドをグリップエンドよりも低くしてボールの下部を打撃する流し打ちの両流し打ち技法が合理性をもって並立することが明らかになったが、経験豊富な野球選手や指導者が実用書において「ヘッドをグリップより過度に下げないでスイング・インパクトする」必要があることを異口同音に『正しい』技法として位置付ける科学的根拠について検証する必要がある。そこで、バットを大きく下方傾斜して流し打ちを試みると打球の飛翔方向がバットの打撃面の向きによって規定できず、フライやライナーの場合はより大きく側方へ飛翔する流し打ちに、ゴロの場合はセンター方向寄りや引っ張り方向への打球になるという研究報告より着想を得て、打球の飛翔方向の安定度を両流し打ち技法で比較することとした。具体的には、打球の飛翔方向

を決定づける力学的重要因子(バットの水平面・鉛直面での角度とボールの短軸方向のインパクト位置)の一つ一つが打球の飛翔方向に及ぼす影響の度合いを、感度分析の手法を用いて比較した。

### III. 流し打ち技法を構成する技術要素の数理的検証

#### 1. 分析方法

打球の飛翔方向を決定づける力学的重要因子のそれぞれが飛翔方向に及ぼす影響の強さを定量化するため、志村ほか(2019)が提示した 858 試技分のシミュレーション結果を用いて感度分析を行った。本研究では、偶然誤差によって生じるボールの短軸方向のインパクト位置のズレが打球の飛翔方向に及ぼす影響の度合いを感度として定量化し、それを様々な下方傾斜角と水平角を組み合わせたバットの向きについて比較した。このシミュレーションでは、有限要素法を用いて実物の形状と物性値に合わせて木製バットと硬式野球ボールをモデリングし、流し打ち打撃におけるボールとバットの挙動を分析している。分析する際の入力値はインパクト直前の投球されたボールの球速・回転数・軌道(鉛直面上の角度)と、インパクト直前のバットのヘッド速度・スイング軌道(鉛直面上の角度)・ローリング角速度・スイング角速度および、バット水平角と鉛直角に加え、インパクト位置を示すヘッドからの距離・衝撃線角度の 11 パラメータで、出力値は打球の速度(速さ、水平角、鉛直角)であった。このシミュレーションモデルの妥当性は、城所・矢内(2015)の研究において収集された大学野球選手 16 名による流し打ち試技を用いて検定されている。本研究では、一定の条件で投げられた投球に対し、インパクト時のバットの位置と角度を表すバット水平角、バット鉛直角、衝撃線角度の 3 つのパラメータのみを系統的に変化させたときの打球の速度(速さ、水平角、鉛直角)をこのモデルで算出し、フェアグラウンドに打球が落下した試技( $n = 858$ )について重回帰式(目的変数:打球方向, 説明変数:衝撃線角度, バット鉛直角, バット水平角)で表した。以下に感度分析の手順を示す。



水平面上(2次元)の斜衝撃メカニズム(第1メカニズム)によって飛翔方向に影響を及ぼす要因としてバット水平角を、バット横断面上の斜衝撃を伴った3次元的なメカニズム(第2メカニズム)によって影響を及ぼす要因として、ボールがバットの横断面上のどの位置に衝突したかを示す角度(衝撃線角度)とインパクト時のバットヘッドの鉛直面上における下向きの傾斜角度(バット鉛直角)を定義した(図1)。そして、各角度の変動の大きさは同じであっても実質的な発生しやすさは大きく異なることから(衝撃線角度 10°の変動はバット

のヘッドの位置を約 5 mm 変動させることによって生じ得るが、バット水平角 10°の変動はバットヘッドの位置を約 150 mm 変動させなければ生じない)、この影響を排除するため、以下の式を用いて各角度を長さとして表される指標に変換した(図2)。  
 衝撃線角度指標(x) = (バット半径 + ボール半径) × sin(Δ衝撃線角度)  
 鉛直角指標(y) = バット長 × sin(Δバット鉛直角)  
 水平角指標(z) = バット長 × sin(Δバット水平角)  
 (ただし、バット長はグリップエンドからインパクト位置までの距離とした)

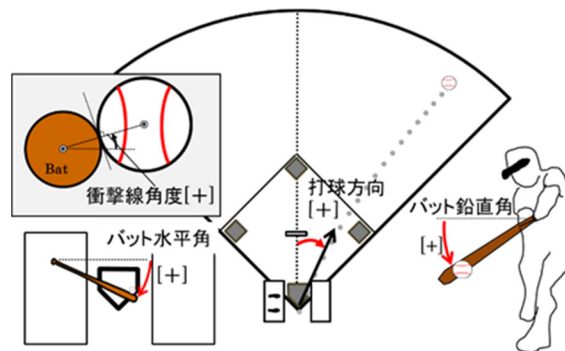


図 1. パラメータの向きの定義

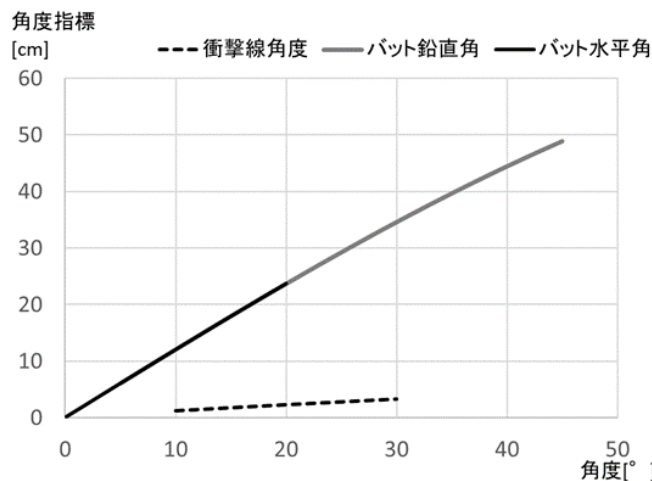


図 2. 3つの角度とこれらを長さに変換した角度指標の関係

上記のように変換した指標(x, y, z), および各々の自乗項(x<sup>2</sup>, y<sup>2</sup>, z<sup>2</sup>), さらに各々の3通りの積である交互作用項(xy, yz, zx)の計9つを説明変数とする線形結合(式(1))として表すため、重回帰分析を行った。得られた線形結合を用いて推定した打球の飛翔方向はシミュレーション出力値として得られた値(n=858)とほぼ一致するような

高い相関(r=0.9999)が認められた。また、推定値をシミュレーション値の関数とする一次回帰式を求めたところ、回帰直線の傾きが1.0となった(y = 0.9998x + 0.0056)。これより、この線形結合から十分な精度でシミュレーション値を推定できることが確認された。重回帰分析によってシミュレーション結果が高精度に予測できたのは、①バットの種

類が 1 つに限定されていたこと, ②インパクト時のヘッド速度と角速度を一定にしてシミュレーションが行われたことに起因すると考えられる. また, 精度の検定が実測値との比較ではなく, シミュレーションによる出力値との比較によって行われたことも高い精度が得られた原因の一つと考えられるが, シミュレーションの結果は打撃実験の実測値との間に高い相関 ( $r=0.865$ ) を有し, 回帰式の傾きがほぼ  $1.0 (y = 0.9999x - 0.00005)$  となることが確

認されている(志村ほか, 2018)ことから, 本研究における重回帰モデルによる算出値も実測値との間で同程度の強い関連が認められるものと考えられる.

$$\beta = f(x, y, z) = ax^2 + by^2 + cz^2 + dx + ey + fz + gxy + hyz + izx + j \quad \text{式(1)}$$

( $a \sim j$  は係数(表 2))

表 2. 重回帰分析の結果

	係数	標準誤差	t 値	
(衝撃線角度指標) <sup>2</sup>	$a$	0.6878	0.01500	45.9
(鉛直角指標) <sup>2</sup>	$b$	0.0003	0.00004	5.9
(水平角指標) <sup>2</sup>	$c$	0.0015	0.00011	13.8
衝撃線角度指標	$d$	-2.5168	0.08500	-29.6
鉛直角指標	$e$	-0.0083	0.00373	-2.2
水平角指標	$f$	2.0106	0.00700	287.2
衝撃線×鉛直	$g$	0.1939	0.00091	213.3
鉛直×水平	$h$	-0.0028	0.00008	-33.2
水平×衝撃線	$i$	0.0144	0.00186	7.7
切片	$j$	-3.7501	0.13418	-27.9

各変数が飛翔方向を決定する際に及ぼす影響度を検証するため, 式(1)を各指標について偏微分(式(2))することにより感度(各指標の変動が打球の飛翔方向に与える影響の大きさ)を求めた.

$$\beta' = f'(x, y, z) = \left( \frac{\partial \beta}{\partial x}, \frac{\partial \beta}{\partial y}, \frac{\partial \beta}{\partial z} \right)$$

$$= (2ax + d + gy + iz, 2by + e + gx + hz, 2cz + f + hy + ix) \quad \text{式(2)}$$

$\left(\frac{\partial \beta}{\partial x}\right)$  は衝撃線角度の感度,  $\left(\frac{\partial \beta}{\partial y}\right)$  はバット鉛直角

の感度,  $\left(\frac{\partial \beta}{\partial z}\right)$  はバット水平角の感度を表す.

これらの感度は打球の飛翔方向 $\beta$ [°]の単位を[cm]に変換した指標  $x, y, z$  で各々偏微分した値であることから, その単位は[°/cm]で表される. 式(2)の指標に任意の値を入力することで, 規定さ

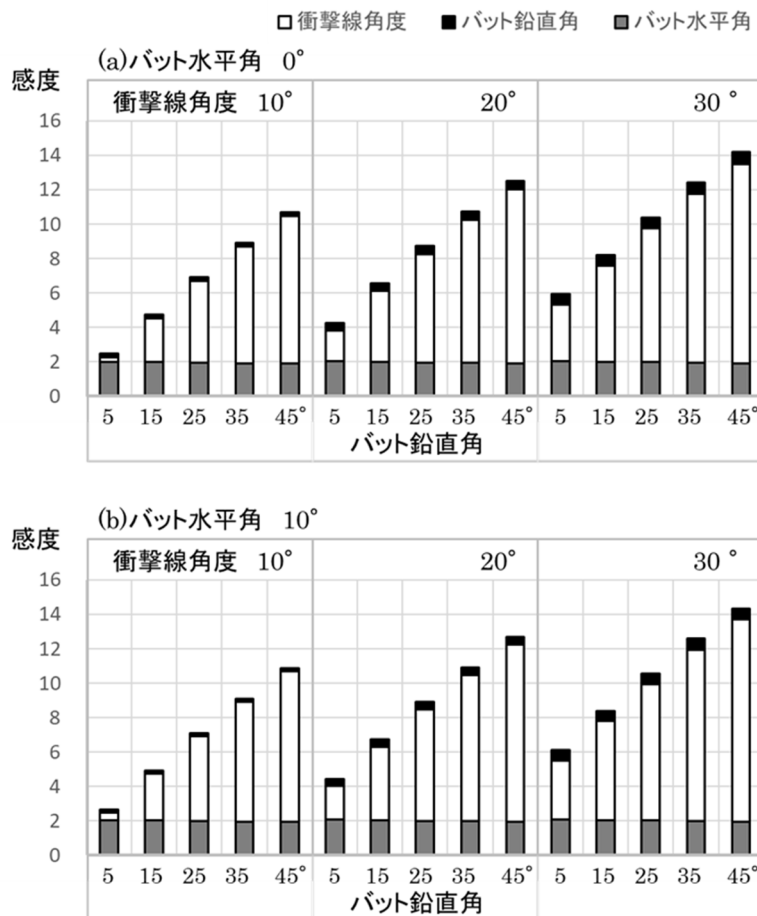
れた衝撃線角度, バット鉛直角, バット水平角における各指標の感度を算出した. 感度は, その値が大きいものほど打球の飛翔方向に及ぼす影響が大きいこと(つまり感度が高いこと)を意味する. 尚, 感度を算出すべく任意の指標は, 実測で起こりうる範囲内(衝撃線角度は  $10 \sim 30^\circ$ , バット鉛直角は  $5 \sim 45^\circ$ , バット水平角は  $0 \sim 20^\circ$ )で等間隔( $10^\circ$ )となるように設定し, これらの組み合わせ(計 45 通り=  $3 \times 5 \times 3$ )のそれぞれについて打球の飛翔方向に影響を及ぼす各指標の感度を算出した.

## 2. 分析結果および考察

規定した衝撃線角度, バット鉛直角, バット水平角の各組み合わせにおける各指標の感度をバット水平角毎にまとめたグラフを示す(図 3a~c). まず, 3 つの指標の感度の和に着目する. バット鉛直角が  $5^\circ$ の時, つまりバットをほぼ水平に保つ

た際の流し打ちでは、バット鉛直角が大きい時と比較して衝撃線角度とバット鉛直角それぞれの感度および 3 変数の感度の和が低く、ライナー性の打球を放つ衝撃線角度(10°)の場合はバット水平角の感度が3指標の中で最も高かった。この結果は、バットヘッドをグリップより過度に下げないでライナー性の打球を放つ際の流し打ちにおいて、打球の飛翔方向を変動させる要因が主にバット水平角にあることに加えて、第 2 メカニズムの影響は限定的であることを意味する。城所・矢内(2017a)で流し打ちのゴロでは、とりわけ第 1

メカニズムの貢献度が高かったと報告されているが、本分析結果から衝撃線角度が小さいライナー性の打球でも同様の傾向があることが確認された。このように、小さいバット鉛直角でインパクトした場合、3 変数の感度およびその合計が最も低くなる。そのため、バットヘッドを下げないで行う流し打ちの方がヘッドを下げたで行う流し打ちよりもバットコントロールの不正確さに起因する変動の影響度が小さいことから、比較的正確に意図した方向へ流し打ちができると言える。



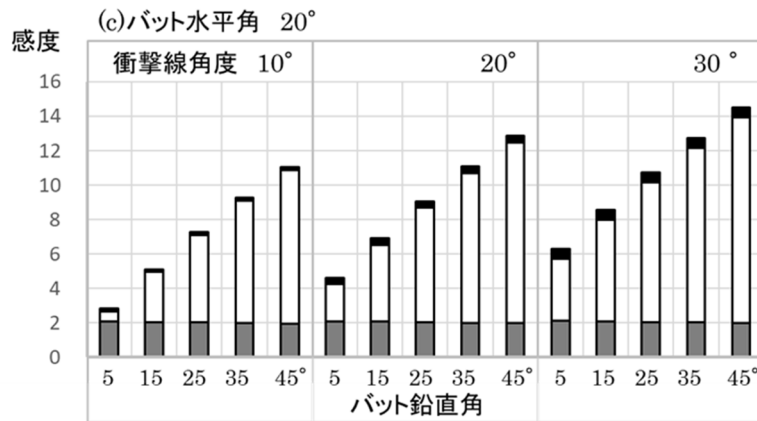


図 3. バット水平角の違いによる打球の飛翔方向に影響を及ぼす変数の感度[°/cm]

次に各指標の感度の高さに着目すると、3つの角度の大きさに関わらずバット水平角の感度はほぼ一定(約2°/cm)で、バット鉛直角の感度は最も低い(<1°/cm)ことが分かる。前者の結果は、水平面上でのバット角度の微小な変動が打球の飛翔方向に及ぼす影響は衝撃線角度やバット鉛直角の大きさに関わらず極めて小さいことを示すものである。後者の結果も、一見するとバット鉛直角が流し打ちにおける打球の飛翔方向へ与える影響が限定的であることを示すように思われるが、第2メカニズムの影響を勘案すると異なる解釈が導き出される。バット鉛直角が大きい時ほど(つまりバットヘッドが下方に下がるほど)衝撃線角度の感度が高くなる傾向が図3より明瞭に読み取れることから、バット鉛直角の変動は衝撃線角度の感度を変化させ、その結果として間接的に打球の飛翔方向に影響を及ぼすものと解釈できる。つまり、バットヘッドをグリップエンドよりも過度に下げてスイングした際の流し打ちでは、衝撃線角度の微小の変動が打球の飛翔方向に及ぼす影響が極めて大きいことを意味する。この結果は、バットヘッドを下げてスイングで流し打ちを行おうとすると、ボールの短軸方向のインパクト位置の微小なズレによって打球は意図した方向から大きく外れた方向へ飛翔するため、打者が意図する方向へ打球を飛翔させることが極めて困難であることを示すものである。したがって、第2メカニズムを基盤とした打撃技術を用いて意図した方向へ流し打ちをするには精度の高いバットコントロールが求められる。

以上の感度分析より、①「インパクト時にバット

の打撃面を流し打ち方向に向け」、「ヘッドをグリップより過度に下げないでスイング・インパクトすること」を重要とする実践的知見に基づいた技法を用いるとボールの短軸方向のインパクト位置の微小な変動に起因する飛翔方向の変動は小さく、打球はほぼ意図した方向へ放たれることが明らかになった。一方で、②バットヘッドを大きく下げてボールの下部をインパクトする技法を用いると、ボール短軸方向のインパクト位置の微小な変動によって打球は意図した方向から大きく外れた方向へ飛翔することが示された。この結果は、実用書に記された『正しい』流し打ち技法の方が人的過誤の影響が小さく、安定して意図した方向へ打球を放つことを可能とする技法であることを示すものである。したがって、より精度高く比較的容易に意図した方向へ打球を放つための最適な技法は実用書で『正しい』とされる流し打ち技法であると結論付けられる。

この結果に対する現場への応用として、指導現場では、ピッチャーにとって「アウトコース低めは生命線」と言われるように、アウトコース低めに投げられるか否かが重要視されている(全国野球技術研究会編, 2013 a, p.59)理由を科学的に検証する。打者は、アウトコースに投げられたボールについては、捕手寄りでインパクトしやすい(城所・矢内, 2017b)。また、アウトコースのボールを捕手寄りの位置でインパクトする際、バットの打撃面は右翼方向を向きやすい(志村ほか, 2019)ことから、アウトコースは流し打ちしやすいコースであると言える。その際に、ボールの高低について考えると、

打者は高めのボールを狙う場合には、①のように、「インパクト時にバットの打撃面を流し打ち方向に向け」、「ヘッドをグリップより過度に下げないでスイング・インパクトする」ことで比較的容易に流し打ちを行うことができる。一方アウトコース低目を打つ場合には、バットヘッドを下げなければならない状況が生じる。この場合には、②のようにボールの数ミリ上もしくは下を叩くことによる微小なインパクトのズレが打球方向に及ぼす影響が大きくなる。さらにインパクトポイントも目から遠い位置にあることから、正確なバットコントロールができる打撃技術の高い打者でなければ、最適なインパクトポイントで打撃することは難しい。このように、投手が打者を抑えるためには、打者が正確に打球を捉えることが困難なアウトコース低めに投球することが重要であることが本研究結果から示された。

#### IV. まとめ

野球のバッティングにおける流し打ちの実践方法や習得方法について述べられた実用書では、バットの打撃面を流し打ち方向へ向けて打撃するという、水平面上(2次元)の斜衝撃メカニズムを基盤として合理性を有する流し打ち技法が『正しい』と記されていた。一方、流し打ちの打撃技術やメカニズムを分析した学術論文では、バット横断面上の斜衝撃を伴った3次元的なメカニズムにより、バットの打撃面を流し打ち方向へ向けなくとも、バットヘッドをグリップエンドよりも低くしてボールの下部を打撃すれば流し打ちが可能であることが示された。両流し打ち技法が合理性をもって並立するにも拘らず、経験豊富な野球選手や指導者が実用書において前者を異口同音に『正しい』技法として位置付けることの科学的根拠を感度分析により検証した。その結果、実用書に記された『正しい』流し打ち技法の方が人的過誤の影響が小さく、安定して意図した方向へ打球を放つことを可能とする技法であることが明らかになった。以上より、バットヘッドをグリップより過度に下げずに打撃面を狙った方向に向けてインパクトするという実用書に記された『正しい』流し打ち技法を広く推奨・指導することは数理的に妥当であることが示された。

#### 参考文献

- ・ 荒木理行, 川村卓, 島田一志, 平野裕一, 松尾知之, 那須大毅, 森下義隆(2012)ヘッド速度を大きくするための動作要因について～流し打ち方向への打撃動作の分析～, バイオメカニクス研究, 16(1):47-51
- ・ Baseball Skills 編著(2007)メジャーVS 日本野球最強のバッティングフォーム, 西東社, 東京, p.15, p.116, pp.154-155
- ・ 江藤省三(2008)実戦に強くなる 野球絶対上達, 実業之日本社, 東京, p.54
- ・ 江藤省三(2011)江藤省三の野球教室 : 野球が上手くなる Q&A100, 東京新聞, 東京, p.116
- ・ Fleisig, G. S., Zheng, N., Stodden, D. F., and Andrews, J. R. (2002) Relationship between bat mass properties and bat velocity, Sports Engineering, 5(1):1-8
- ・ 福澤英弘, 小川康(2016)不確実性分析実践講座:ケースで学ぶ意思決定の手法, ネクスプレス, 東京, p.110
- ・ 古田敦也(2010)フルタの方程式 バッターズ・バイブル, 朝日新聞出版, 東京, p.25, p.90, p.92
- ・ Higuchi, T., Nagami, T., Morohoshi, J., Nakata, H., and Kanosue, K. (2013) Disturbance in hitting accuracy by professional and collegiate baseball players due to intentional change of target position, Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sport, 116(2): 627-639
- ・ 本間正夫(2007)少年野球「バッティング」のすべて この1冊で打率が上がる 飛距離がのびる主婦の友ベスト BOOKS, 主婦の友社, 東京, p.62
- ・ 井端弘和(2013)勝負強さ(角川 one テーマ21), 角川書店, 東京, p.116
- ・ 金堀哲也, 谷川聡, 島田一志, 内藤景, 川村卓(2017)大学野球におけるレギュラー打者と非レギュラー打者のインパクトパラメーターに関する事例的研究—マシン打撃における試技結果および投射コースの比較から—, コーチング学研究, 30(2):167-178

- ・ 川村卓(2014)バッティングの科学 理想のスイングを極める, 洋泉社, 東京, p.67, p.122
- ・ 城所収二, 矢内利政(2015)野球における「流し打ち」を可能にするもう一つのインパクトメカニズム, 体育学研究, 60(1):103-115
- ・ 城所収二, 矢内利政(2017a)野球打撃における左右への打ち分けに寄与する2つのインパクトメカニズム:打球速度と各メカニズムの貢献, 体育学研究, 62(2):475-490
- ・ 城所収二, 矢内利政(2017b)野球における打ち損じた際のインパクトの特徴, バイオメカニクス研究, 21(2):52-64
- ・ King, K., Hough, J., McGinnis, R., and Perkins, N.C.(2012)A new technology for resolving the dynamics of a swinging bat, Sports Engineering, 15(1):41-52
- ・ McIntyre, D.R. and Pfautsch, E.W. (1982) Kinematic analysis of the baseball batting swings involved in opposite-field and same-field hitting, Research Quarterly for Exercise and Sport, 53(3):206-213
- ・ 森下義隆, 那須大毅, 神事努, 平野裕一(2012)広角に長打を放つためのバットの動き, バイオメカニクス研究, 16(1):52-59
- ・ 森下義隆, 矢内利政(2018)バットスイング軌道からみた左右方向への打球の打ち分け技術, 体育学研究, 63(1):237-250
- ・ 元木大介(2008)野球少年必見 打撃上達パーフェクトマニュアル, ベースボールマガジン社, 東京, p.40
- ・ 佐相眞澄(2017)神奈川で打ち勝つ 超攻撃的バッティング論, 竹書房, 東京, p.96, p.117
- ・ 齋藤正直(2011)野球ステップアップシリーズ バッティング編, ベースボールマガジン社, 東京, p.135
- ・ 成美堂出版編集部(2005)野球が突然うまくなる奇跡のバッティング術—コンピュータ解析による打撃論・技術論, 成美堂出版, 東京, p.42, p.73
- ・ 志村芽衣, 宮澤隆, 矢内利政(2018)『流し打ち』における打球速度を最大にする最適なバットの向きとボールインパクト位置, 体育学研究, 63:65-75
- ・ 志村芽衣, 宮澤隆, 矢内利政(2019)『流し打ち』におけるバットの向きとボールインパクト位置の違いによる飛翔特性変化:野球のインパクトシミュレーション, 体育学研究, 64(2):487-500
- ・ 篠塚和典(2002)プロが教えるバッティング入門:プロの技, 駆け引き, 戦術を伝授, 大泉書店, 東京, p.104, p.109, p.127
- ・ 篠塚和典(2013)流し打ちの極意, ベースボールマガジン社, 東京, pp.54-55, p.82, p.84
- ・ 篠塚和典(2014)至高の流し打ち論. プロ野球バッティングバイブル:剛柔自在のスイングが身につく, ベースボールマガジン社, 東京, p.94, p.97
- ・ 角晃司(2001)野球上達 book バッティング, 成美堂出版, 東京, p.187
- ・ 田子孝仁, 阿江通良, 藤井範久, 小池関也, 川村卓(2006)野球における内外角の打撃ポイントが打撃動作に及ぼす影響, バイオメカニクス研究, 10(4):222-234
- ・ 立浪和義(2011)立浪和義超打撃術, ベースボールマガジン社, 東京, pp.46-48, p.51
- ・ 得津高宏(2009)試合で大活躍できる バッティング上達のコツ 50, メイツ出版, 東京, p.59, p.76, p.112
- ・ 若林健一, 篠田秀美, 佐伯勉, 川端理香(2006)150 キロのボールを打つ, ナツメ社, 東京, pp.110-111
- ・ 山本清春(2000)野球バッティング:技術とパワーアップ練習法, 西東社, 東京, pp.124-126. p.129
- ・ 全国野球技術研究会編(2013a)打者を追い込む投球術がよくわかる 野球 配球の極意, 実業之日本社, 東京, p.59
- ・ 全国野球技術研究会編(2013b)野球攻撃・走塁事典:戦略的なバッティングと走塁術がよくわかる, 実業之日本社, 東京, p.134
- ・ 全国野球振興会編(2003)野球指導書:for the dreams of boys and girls, 全国野球振興会, 東京, pp.164-165