

野球のバッティングにおけるボール情報の有用性

Usefulness of Positional Information on the Ball When Batting in Baseball

石垣 尚 男*
Hisao ISHIGAKI

福田 和 夫**
Kazuo FUKUDA

Summary

We have carried out two experiments on the usefulness when batting in baseball of positional information of the thrown ball over the distance between the point released by the pitcher to the home base. The purpose of the experiments was to determine the point up to which the batter needs to see the ball in order to hit it successfully. All the balls thrown were fast balls. The result of the experiments showed the following:

1. The batter judges whether the ball will be a strike or a ball by the time it reaches the initial one third distance between the release point and the home plate.
2. But he cannot hit the ball successfully when the information on the ball is available only for the initial one third section.
3. The batter needs to see the ball for at least four fifths of the entire distance in order to hit it successfully.
4. The ball information generated immediately before the ball reaches the home plate is not useful for the batter.

1. 緒言

野球のピッチャーズマウンドとホームプレートの距離は 18.44m である。投手のリリースポイントは 1.5m ほど手前になるので距離は約 17m となり、時速 140km の投手のボールは約 0.44 秒で到達する。この間に打者はスイングするかどうか、いつスイングするか、どのようなスイングをするかを決定しなければならない。瞬時ともいえるこの間の打者の感覚-知覚問題とバッティング動作は研究者の興味を惹きつけてきた。

Hubbert ら¹⁾ は打者のバッティング時の頭部と眼球運動について、打者はバッティングの際、頭部を固定して眼球運動で追跡しているが、追跡しているのはホームプレートの手前 2.4~4.6m まででありインパクトの瞬間まで追跡していないとしている。この理由として、追跡してもバッティングのための有益な情報が得られないか、あるいは打者に近づくにつれボールの角速度が速くなるため追跡できないため

でないかと考察している。また、バットスイングに要する時間は約 160msec であったとしている。

Schmidt²⁾ は彼の著書「MOTOR LEARNING & PERFORMANCE」の中で、ボールが 460msec でホームプレートまで到達するとしたとき、バットスイングに要する時間を Hubbert ら¹⁾ の結果から 160msec とし、また、スイング開始の引き金になる内在的な開始信号は動作前 150~170msec に出されるという Slater³⁾ の先行研究をもとにして、打者はリリースから 130msec (460msec-170-160=130msec) の時点で打つ、打たないの最終決定をしなければならないと述べている。打者は投手の手を離れてからホームプレートまでの初めの 1/3 の地点にボールが来るまでに決断しなければならないことになる。

一方、Delucia ら⁴⁾ は、野球選手に 100km/h のテニスボールを打たせる課題において、リリースから 1/3 までを視覚遮蔽、中間の 1/3 を遮蔽、ホームプレートの手前 1/3 だけ遮蔽の 3 つの条件を設定して打撃の内容を調べている。その結果、コースが遮蔽されない条件ではボール接触率は 79% であったが、リリースから 1/3 で遮蔽された場合には 69%、中間 1/3 では 57%、プレートの手前 1/3 では 65% であったとしている。

* 愛知工業大学 (豊田市)

** キクチ眼鏡専門学校 (名古屋市)

またバッティングの内容でみると, ポップフライがそれぞれ 19%, 23%, 30%に増加し, また, ライナー性の打球はそれぞれ 13%, 11%, 9%に低下したとしており, ホームプレートに近い区域が遮蔽されるほどバッティングの内容は低下する傾向があったとしている。

Schmidt²⁾の指摘のように, リリースからホームプレート間(以下, コースとする)の1/3までに打者は打撃のための意志決定をしているとすれば, この間が遮蔽される条件ではバッティング内容は落ちるはずである。しかし, むしろ中間, あるいは手前1/3が遮蔽される条件の方がバッティングの内容は低下するという Delucia⁴⁾の結果は, 中間, あるいは手前1/3にもバッティングに必要な視覚情報が含まれていることを示唆している。

Bahill⁵⁾は打者がボールを追跡するときの眼球運動を分析している。約100km/hの模擬的に作られたストレートボールを追跡するとき, プロ野球選手は学生選手よりホームプレート近くまでボールを追跡することを明らかにしている。この実験では実際にスイングしていないので, スイング中もボールを追跡しているかは不明である。しかし, 平野⁶⁾は実際のバッティング時における眼球運動について分析し, 打者はスイングを開始してからもボールを追跡しているという結果を得ている。

さらに, 近年, スイングを開始してもスイングの途中でスイング動作を変化させることができる事象が指摘されている。Bootsma⁷⁾は, 5名のトップクラスの卓球選手のフォアハンドドライブにおいてスイングの時間的な開始は一定でないにもかかわらず, ボールとラケットのインパクトは時間的に正確であったことから, 一瞬のスイングの途中であっても動作の修正を行っている可能性を指摘している。

また, 山本⁸⁾は野球のバッティングにおいて, インパクト直前50msecでもスイング動作の軌跡が変わる事象を得ている。Bootsma⁷⁾や, 山本⁸⁾の報告からするとスイングはインパクト直前まで調整されていることが推定される。しかし, スイング開始の引き金になる内在的な開始信号は動作前150~170msecに出されるという Slater³⁾の結果をもとにすれば, スイングを開始してからの視覚情報によってバッティングの調整がなされているのではなく, スイング開始以前の情報によってインパクト直前の調整がなされていると思われる。

2. 研究目的

このような先行研究からすると, バッティングにおいて打つ, 打たないの意志決定は Schmidt²⁾が指摘するようにリリースから1/3までになされるのではなく, さらにホームプレートに近いところまでの視覚情報を利用して決定していることは明らかである。では, どこまでの視覚情報があればバッティングができるのであろうか。この研究ではバッティングのための視覚情報はコースのどの時点まで必要であるかを明らかにしようとする。実験手法は視覚遮蔽

法であり, 視覚情報が得られる範囲を制限することにより, リリースからホームプレートまでのどこまでの情報がバッティングに必要なかを検討する。

野球のバッティングにおいて打者は2つの予測が必要となる。一つは次に投手が投げるのがたとえば直球(以下, ストレート)なのか, カーブなのかといった球種の確率的な予測であり, 2つめは飛来するボールのスピード, 方向, 回転をもとにホームプレート上の空間座標を予測することである。投手と打者との間で駆け引きのある試合でのバッティングを想定したとき, 球種の確率的予測はバッティングを大きく左右する要因であるが, 感覚-知覚とバッティング動作の実験事態において球種の予測まで含めると複雑になり実験結果をあいまいにするおそれがある。そこで, この実験では球種をストレートに限定し, 視覚遮断とバッティングの関係を考察した。この研究では以下の2つの実験をおこなった。

実験1 打者はコースのどの時点までにストライク, ボールの判断ができるか

実験2 打つためにはどの時点までの情報が必要か

3. 実験1

目的: 打者はコースのどの時点までにストライク, ボールの判断ができるかを明らかにする。

1) 被験者: 野球経験15年以上の硬式野球の経験を有する軟式野球選手3名。全員右打者。

2) 実験方法: 被験者は写真の視覚遮蔽装置を装着した。この装置は投手のリリース時の手が赤外線をカットしてから任意のdelay時間(msec単位)において, 前額部の遮蔽プレートが落ち視覚を遮蔽するものである。プレートが0°から90°になるための器械的タイムラグは40msecであるが, 45°になった時点で被験者の視覚を遮断することから器械的タイムラグを20msecとしてdelay時間をセットした。投手のボールリリース地点に2本の赤外線を通した。1つは遮蔽装置用であり, 他の一つはホームプレート上に設置したボードにボールが当たるまでの時間を計測して球速を検出するものである。ボードの振動を検出してカウンタをストップさせた。赤外線と

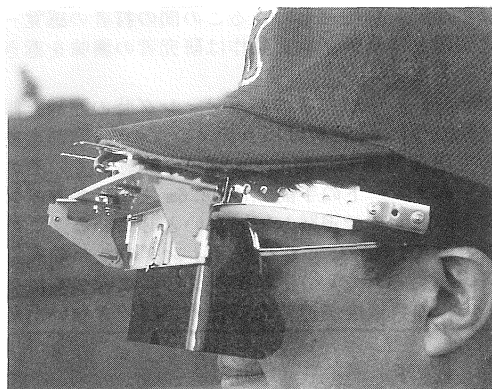


写真1 視覚遮蔽装置(自作)

ボードとの距離を 17m とし時間 (msec 単位) から球速を算出した。

3) 実験手順: 硬式野球の経験を有する軟式野球の右投げ投手 3 名が投球した。遮蔽区間を設定するための予備的投球として、3名の投手が軟式野球ボールを各 10 投した。球種はすべてストレートとした。各投手の 10 投の平均球速はそれぞれ 104km/h, 104km/h, 103km/h であった。各投手の平均球速をもとにリリースから 1/5 で遮蔽され以降の視覚情報がない条件, 1/3 で遮蔽される条件, 2/5 で遮蔽される条件, 1/2 で遮蔽される条件, 遮蔽されない条件の 5 つの条件を設定した。

図 1 にリリースしてから被験者の視覚を遮蔽するまでのおおむねの距離を示した。各投手は各打者に 50 球, 計 150 球を投げた。したがって各打者は 3 名の投手の計 150 球の投球 (遮蔽 5 条件につき各 30 球) を判定した。遮蔽条件はランダムとし打者にはどこで視覚が遮蔽されるか予測できないようにした。

ホームプレート上にはストライクゾーンを記したボードを置いた。被験者は打席にたちストライクゾ

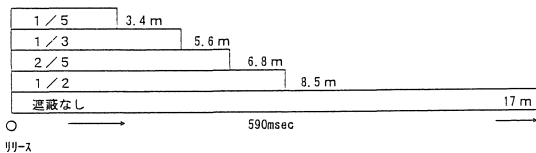


図 1 遮蔽条件

ーンにボールが入ったと判断すれば「ストライク」、外れたと判断すれば「ボール」とコールした。投手の投げた球がボード上のどこに当たったかは検者が一球ずつ確認した。ストライクゾーンの線上に当たった球はストライクに分類した。投手にはストライク, ボールの投球の内容は特に指示しなかった。実験は屋外野球場でおこなった。

4) 結果と考察

図 2 は投球がストライクであったものに対して被験者が「ストライク」とコールした正答率である。被験者 KA では遮蔽条件にかかわらず正答率は 50~60%の間で変化したが、被験者 IM, MO はコースの 1/5 で遮蔽された場合はそれぞれ 23%, 28%であったが、1/3 ではそれぞれ 64%, 60%に向上した。3名の平均値でみると、それぞれ 1/5 (正答率 36%), 1/3 (59%), 2/5 (57%), 1/2 (49%), 遮蔽なし (56%)であり、遮蔽なし、つまりコースのすべてが見えている場合と、1/3, 2/5, 1/2の条件との間で正答率に差がなかった。遮蔽なしと視覚が遮蔽された場合の正答率が変わらなかったことは、コースのすべてが見えれば正答率が高くなるわけではないことを示唆している。つまり、打者はリリースされてからある時点までの情報をもとに「ストライクになる」、「ボールになる」という判断を下し、それ以降の情報をストライクか否かの判断に利用しないという認知判断をしているものと思われる。

1/3, 2/5, 1/2の間で差がなかったことからみて、打者はコースの初めの 1/3 までの情報をもとに判断し

ていることが示唆される。つまり、打者はコースの 1/5, いいかえればリリースしてから初めの 20%までの情報ではストライクか否かの判断は困難であるが、おおむねコースの 1/3 まで飛来すればその情報をもとにストライクか否かの判断をすることが推測される。

リリースから 1/3 の時点で判断しているとしたとき、では打者はここまでの情報だけでバッティングでき、1/3 以降の情報はバッティングには有用ではないのであろうか。実験 2 でバッティングにはどこまでの情報が有用であるかを検討する。

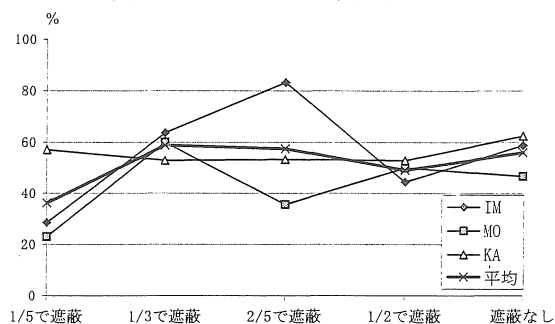


図 2 ストライクの正答率

4. 実験 2

目的: 打つためにはどの時点までの情報が必要かを明らかにする。

1) 被験者: 野球経験 15 年以上で硬式野球の経験を有する軟式野球選手 5 名がバッティングした。うち 2 名は実験 1 と同じ被験者である。全員右打者。

2) 実験方法: 投球にはアーム式ピッチングマシンを利用した。ボール速度は 120km/h とした。リリースの位置に赤外線を通し、ホームプレートより後ろ 1 m に立てたマットに振動センサーを置き、リリースポイントからマットまでの距離 (18.2m) を 540msec (120km/h) で到達するようにマシンのバネを調整し速度を一定にした。したがって、ホームプレートまでの距離 (17.2m) をもとに、ボール到達時間は $540\text{msec} \times 17.2/18.2 = 510\text{msec}$ とした。リリースポイントに 2 本の赤外線を通した。一つは被験者の視覚遮蔽用であり、他はバッティング動作開始時点の特定用である。バットスイング動作において、被験者の右肘がホームプレート方向にスライドする位置に上下に赤外線センサーを通した。この実験ではバットを引はじめた時点バッティング動作を開始する時点とした。

3) 実験手順: 投球はすべて 120km/h のストレートとした。被験者の遮蔽条件は、リリースから 1/3 で遮蔽され以降の視覚情報がない条件, 2/3 で遮蔽される条件, 4/5 で遮蔽される条件, 遮蔽されない条件の 4 条件を設定した。遮蔽条件はすべてランダムで被験者は遮蔽か否か予測できないようにした。被験者は遮蔽条件ごとに 20 本, 計 80 本のバッティングをおこ

なった。被験者にはすべてマシンの方向,つまりセンター方向へ,またラインドライブの飛球になるバッティングをするように要求した。一打ごとのバッティングについて2名の野球経験者の協議によって打球の方向をレフト,センター,ライト;その他の4分類に,打球の内容をゴロ,ラインドライブ,フライ,ファウルチップ,空振りの5つに分類した。

4) 結果と考察

(1) 打球の方向と内容

図3は5名の被験者の打球方向の割合を平均したものである。センター方向への打球はタイミングが合ったバッティング,レフト方向へはタイミングが早く,ライト方向は振り遅れと判定した。ファウルチップは後方への飛球である。図4は打球の内容で分類したものである。ラインドライブの打球をバットの芯に当たった打球とし,ゴロはバットの下部に,フライはバットの上部に当たった打球と判定した。図3においてファウルチップ,空振りを除く前方に飛んだ打球の方向では,レフト方向,ライト方向に較べてセンター方向への打球の割合が最も多い。遮蔽の有無の条件で比較すると,遮蔽されない条件で最も多く,1/3まで見える,2/3まで見える,4/5まで見えるというように見える範囲が長くなるほどセンター方向への打球の割合が多くなった。

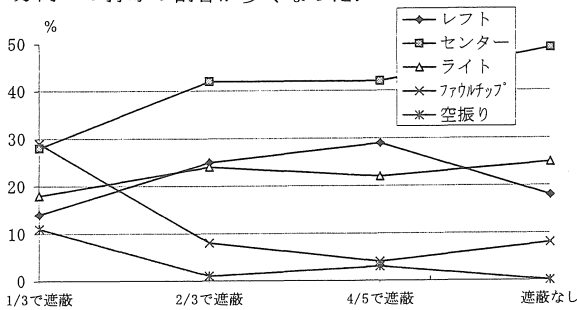


図3 打球の方向

図4の打球の内容では,前方に飛んだ打球の中ではゴロ,フライに較べてバットの芯に当たったラインドライブの打球の割合が最も少ない。遮蔽の有無の条件で比較したラインドライブの割合は遮蔽なしの条件で最も多く,1/3まで見える,2/3まで見える,4/5まで見えるというように見える範囲が長くなるほどラインドライブの打球が多くなった。空振りやファウルチップを含めると,センター方向へ(タイミングが合った),かつ,ラインドライブで飛んだ(芯に当たった)打球の割合は1/3まで見える条件で10%,2/3まででは12%,4/5まででは19%,遮蔽なしが16%であった。また,1/3まで見える条件ではファウルチップが29%,空振りが11%であり,スイング中の40%がファウルチップと空振りであった。2/3まで見える条件ではファウルチップ8%,空振り1%に減少した。4/5まで見える,遮蔽なしでは両者を合わせたものはそれぞれ7%,8%であった。この結果からコースの1/3まで見えるだけではほとんどバッティングにならず,2/3でもまだ充分でなく,4/5まで見えれば

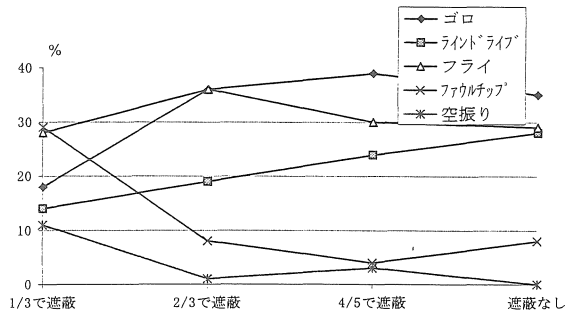


図4 打球の内容

遮蔽なしと同じバッティングができるものと思われる。

(2) バッティング動作開始時間

表1は被験者のバッティング動作開始時間の平均値である。この時間はボールリリース後,右肘がホームプレート方向に移動し赤外線をカットするまでの時間である。各被験者ともこの時間は遮蔽条件にかかわらずほぼ一定であったので,表1には遮蔽条件を平均して表示した。各被験者の時間はほとんど一致しており,おおむね260msecであった。ボールはリリース後,510msecでホームプレートに到達するのでボールがほぼ中間点に達した時点でバットを引きはじめていることがわかる。この実験ではすべての打球を打ったが,実際のバッティングではバットを引きはじめてもスイングを中止することもありうる。したがって,この時点はスイングの開始ではなくバッティング動作の開始時点である。スイングが開始されインパクトするまでのスイング時間はこの実験では不明である。

表1 バッティング動作開始時間の平均値

被験者	msec				
	SA	IM	KA	KI	TA
時間	256	259	264	256	254

5. 論議

実験1から,打者はリリースからホームプレート間のおおむね1/3までにボールが飛来する間に「ストライク」,「ボール」の判断を下すことが推測された。なぜなら,さらにボールが見える条件であっても正答率は変わらなかったからである。さらに手前まで見て判断を確実化させても,その時点では振り遅れるかあるいは振れないものと推測され,ストライク,ボールを判断するためのタイムリミットがこの付近にあると考えられる。

しかし,実験2の結果から1/3まで見えるだけではほとんどバッティングにならないことが明らかになった。この間だけの情報では最適なバッティングのためには不足であり,バットスイングの空間的位置,タイミング,パワーなどの調整のためには更にボールが見えている必要があることを示唆する。2/3

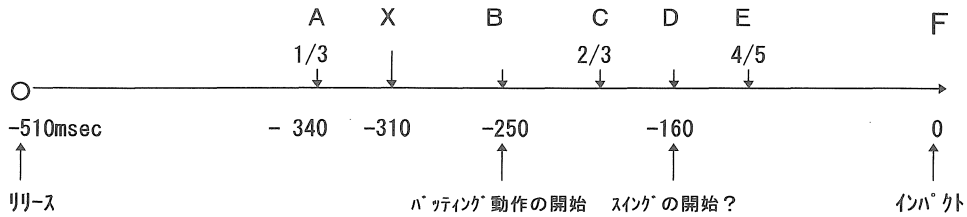


図5 推定されたボールの位置とバッティングの関係

まで見えても十分なバッティングができず、4/5では遮蔽なしと同じバッティングができると考えられたことから、2/3よりさらに手前で、4/5までの間の情報も必要になると考えられる。いいかえれば 4/5以降の情報、時間にしてインパクト前 100msec の情報はバッティングに有用ではないことを示唆する。

本実験で得られた時間・空間関係を図5のように推測する。Aまでの時点ですでに打者はストライク、ボールを判断し、さらにボールを見つつバットスイングの空間的位置、タイミング、パワーなどの内的調整をしながら、コースのほぼ中間に来た時点でバットを引きはじめ、2/3から4/5の間のDの付近でスイングを開始しFでインパクトする。Dは Hubbert ら¹⁾ のスイング時間 160msec によったものである。

本実験ではスイング開始時点は不明であるが、そもそもスイング開始をどこにするかの特定は難しい。スイングの開始をバットが回転しはじめスイングの中止ができない時点とすると、内在的な開始信号は動作前 150msec に出されるとする Slater³⁾ に基づけば、Dでスイングを開始するためにはXで出されなければならない。このためバッティングのために有用となるのはコースのはじめの40% (200msec) となり、2/3以上必要とする本実験結果と大きく異なるものとなる。本実験ではB付近でバットを引きはじめている。この時点からさらに打つが否かが決断され、これ以降の情報によってはバッティングの中止もありうる時点であり、スイングの開始時点ではないことは明らかである。熟練したバッターの習熟したバッティングでは 150msec 前ではなく、動作のごく直前に出される可能性も考えられるが推測の関を出ない。スイング開始時点の特定、さらには内的信号の発令などの特定が必要になる。

本研究の2つの実験で得られた結果はいずれも打球はストレートであった。さらに実験2では速度が一定でしかもすべてバッティングするという条件下のものである。実験2でバットを引きはじめる時点が中間付近で一定となったのは球種や速度が一定であるためと思われる。実際のバッティングでは球種、速度、バッティングの可否など条件は非常に複雑であり、本実験で得られた結果は限定された条件下のものである。今後、球種、速度を複雑にして継続して研究をすすめる。

文献

- 1) Hubbert, A. W., Seng, C. N.: Visual movement of batters. Res. Quart, 25, 42-57, 1954.
- 2) 「運動学習とパフォーマンス」Richard A. Schmit, 調枝孝治監訳, 大修館書店, 1994. pp120-123.
- 3) Slater-Hammel, A. T. : Reliability, accuracy, and, refractoriness of a transit reaction. Res. Quart, 31, 217-228, 1960.
- 4) Delucia, P. R., Cochran, E. L.: Perceptual information for bating can be extracted throughout a ball's trajectory. Perceptual and Motor Skills, 61, 143-150, 1985.
- 5) Bahill, A. T., LaRitz, T: Why can't batters keep their eyes on the ball?. American Scientist, 72, 249-253, 1984.
- 6) 平野裕一: 「打つ動作のバイオメカニクス」, 体育学研究, 40, 399-404, 1996.
- 7) Bootsma, R., Wieringen, C. W: Timing and attacking forehand drive in table tennis. J. of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 16, No1, 21-29, 1990.
- 8) 山本裕二, 池上康男, 桜井伸二: 「打動作における柔軟さと固さ - バッティング動作における視覚情報との同期-」, 日本認知科学会第14回論文集, 1997.

(受理 平成9年3月21日)