

野球打者におけるボール速度の感覚 Perception of ball speed by the baseball batter

石垣 尚 男 † 樽 本 裕 樹 ††
Hisao ISHIGAKI Yuki TARUMOTO

Summary

The purpose of our experiment is to clarify how the batter perceives the speed of the second ball thrown at him after experiencing the speed of the first ball. 16 combinations of four ball speeds, 110km/h, 120km/h, 130km/h and 140km/h, were studied in 36 high school baseball players. The main results of the experiment are summarized as follows:

1. If the speed of the second ball was equal to that of the first ball, the batter perceived the former to be equal to the latter, regardless of the speed applied.
2. If the speed of the second ball was faster than that of the first ball, it was observed that the greater the difference between the speeds of the two balls, the faster the batter perceived the speed of the second ball to be.
3. If the speed of the second ball was slower than that of the first ball, it was observed that the greater the difference between the speeds of the two balls, the slower the batter perceived the speed of the second ball to be.

1. はじめに

時速 140 km の投手のボールは 0.5 秒で打者に到達する。打者がヒットするためには飛来するボール情報をもとにベース上での高低・左右という空間的な予測と、いつベースに到達するかという時間的な予測が必要になる。最近の研究で打者は飛来するボール情報をもとに空間的な位置を予測した打撃動作と、時間的な予測に基づくタイミング調整を同時に行っている¹⁾ことが明らかにされている。

このうちのタイミングに着目すると、バットとボールが接触する時間はきわめて短時間であり、ベース上で遅くもなく早くもない時間的±0のタイミングで打撃するのは難しい。したがって投手は打者のタイミングを外すことを工夫し、打者はタイミングを合わせることを第一にする。

野球ではいかに高速なボールであっても、同じ速度のボールを投げ続けるとタイミングを合わされやすい²⁾とされる。このため投手はカーブやフォークボールなどの変化球でバッティングのタイミングを外したり、いわゆるボールに緩急をつける投球を行う。

ボールに緩急をつけること、つまりスピードの遅いボール、速いボールを投げ分けることはタイミングを外す投球

術の1つとなっている。緩急をつけたボールが有効な理由として、緩急があることによって打者はボール速度を誤認することによると思われる。打者にとってボールの速度感覚は相対的なものと思われる。速いボールを見た後に遅いボールを見れば、その速度を絶対的な速度以上に遅く感じるであろう。また、遅いボールを見た後の速いボールも同様である。いわば速度の誤認、あるいは錯覚とも言える事象が打者におきることを利用し、投手はタイミングを外す手段の1つとしていると考えられる。

この実験では打者のボールの速度感覚は相対的なものであることを明らかにするために行った。ボールの速さの感覚は、その前のボールの速さによって違って感じられることを実験的に観察し、そこから法則性を見出すのが目的である。

2. 方法

2.1 被験者

野球歴 8 年±3.2 年の S 高校の硬式野球部員 36 名。右打者 32 名、左打者 4 名。

2.2 実験装置

マウンド上にピッチングマシン (ZETT 社, BM-1) を設置した。ボールの出口はピッチャープレートから 1.5m 前方とした。ピッチングマシンのボール出口の高さは地上高

† 愛知工業大学経営情報科学部マーケティング情報学科 (豊田市)

†† 星城高等学校 (豊田市)

0.91mである。ホームベース後方の捕手位置にネットを配置し、ネット後方 1m, 地上高 0.85mにスピードガン (Dectur Electronics, Inc, PSK-DSP) を置き、すべてのボール速度を記録した。マウンドの背景は黒であり、実験時間帯や明るさの違いが被験者の速度感覚に影響する環境ではなかった。

2.3 ボール速度の設定

予備実験をもとに、高校生が日常体験するボール速度として次の4つに分類した。

- ・非常に遅い速度-110 km/h 前後
- ・やや遅い速度-120 km/h 前後
- ・やや速い速度-130 km/h 前後
- ・非常に速い速度-140 km/h 前後

これらの速度になるようにピッチングマシンを調整した。すべてのボールがストライクゾーンに入るように調整したが、ゾーンを外れるボールもあった。ゾーンを外れたボールも判断させた。球種はストレートのみとした。

2.4 ボール速度の判断

被験者はバッターボックスに立ち、バッティングをせずにピッチングマシンから出る1球目(以下、前球)に対して、約15秒後に出る2球目(以下、次球)の球速をどのように感じたかを下記の11段階で用紙にチェックする方法で回答した。同じと感じた場合を±0とし、感じ方の程度を5段階とした。+5になるほど速く感じ、-5になるほど遅く感じたとした。15秒は投球における一般的なインターバルである。次の条件の前球が出るまでに約1~2分の間隔をおき、前の条件の影響が残らないようにした。

5 4 3 2 1 ±0 -1 -2 -3 -4 -5
 速い ← 同じ → 遅い

非常に遅い(110km/h)~非常に速い(140km/h)の4つの速度から次の16通りの組み合わせを設定した。被験者は16通りの組み合わせのすべてに対し1回どおり判断し(1順)、これを3順した。被験者の判断回数には16回×3順=48回である。16通りの順序は被験者によってランダムとした。2名の被験者がペアとなり1順ごとに交代した。1順に要する時間は約15分であり、1人の被験者に要した時間は約45分であった。これを36名について行った。判断したボール総数は1728球である。

2.5 ピッチングマシンの精度

ピッチングマシンの回転数およびボールの関係でボール速度は予定した速度が出ない場合がある。そこで実験終了後、スピードガンによるすべてのボール速度をもとに、139~146km/hを140km/h、131~138kmを130km/h、127~131kmを120km/h、117~126kmを110km/hとした。その結果、140km/hは592球、130km/hは457球、120km/hは387

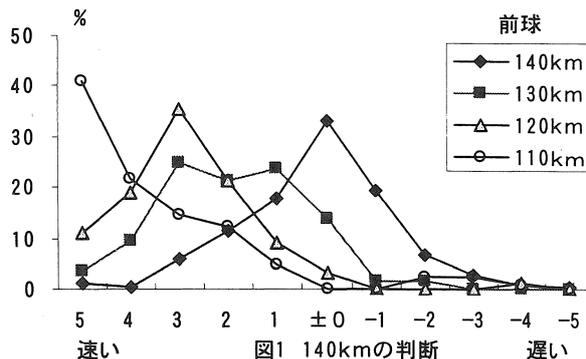
球、110km/hは292球であった。

速度差	前球	次球
+30km	110	140
+20km	110	130
	120	140
+10km	110	120
	120	130
	130	140
±0km	110	110
	120	120
	130	130
	140	140
-10km	140	130
	130	120
	120	110
-20km	140	120
	130	110
-30km	140	110

3. 結果

3-1 ボール速度の相対的な感覚

図1~図4はそれぞれのボール速度をどのように感じたかの11段階評価の割合である。図1は140kmのボール速度の評価である。X²検定(独立性の検定)の結果、p<.001で有意であり4つの分布は独立であった。前球が140kmの場合、次球の140kmのボール速度を±0(同じ)と判

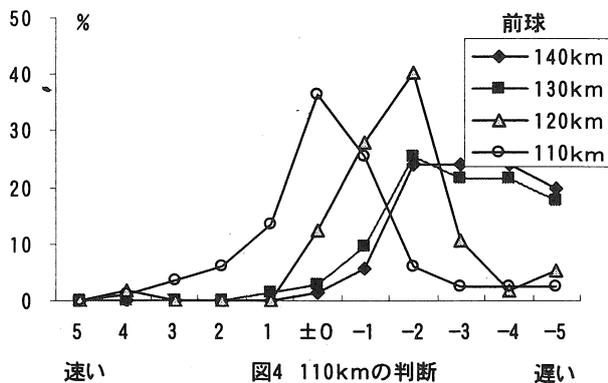
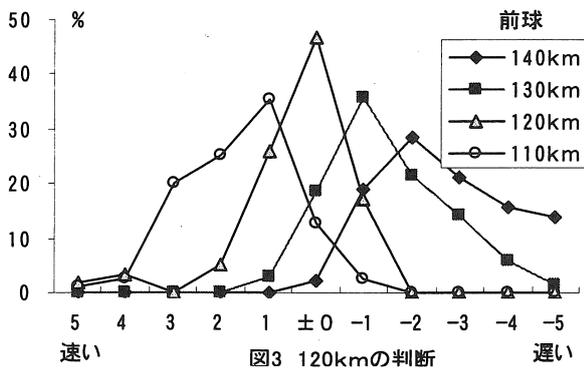
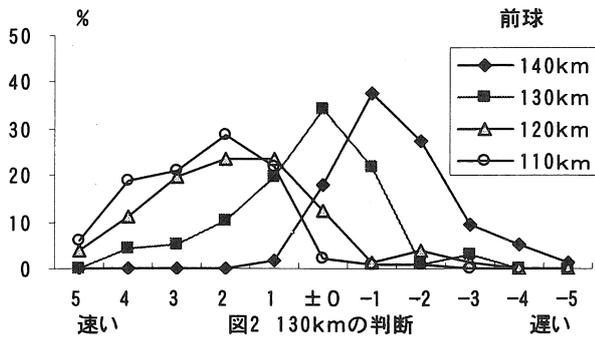


断した割合は35%であり、±0をピークとしてほぼ正規分布している。これに対し前球が110kmの場合、5に分布のピークがあり、すべての評価が5~1の「速い」に分布している。これは前球が110kmと遅い場合、前球が140kmの場合と比べて、同じ140kmのボールをより速く感じていることを表している。同様に前球が120kmでは3に分布のピークが、130kmでは2にピークがある。

つまり、打者は同じ140kmのボール速度であっても、前球との速度差が大きいほどより速く感じていることを

示している。同時に、前球との速度差が少ないほど分布のピークが±0（同じ）に近づいていることから、前球との速度差が少ないほど140 kmの感覚に近く感じることを示している。

130 km（図2）においても、120 km（図3）、110 km（図4）の評価においても χ^2 検定（独立性の検定）の結果は $p < .001$ で有意であり、140 kmの評価と同様の結果であった。これらの結果は140 kmだけに生じる事象ではなく、110 km、120 km、130 kmのいずれの速度でも、前球のボール速度によってそれらのボールの速度を違



感じることを示している。以上をまとめると次のようである。

- ① 判断すべき次球のボール速度が前球と同じ場合には140 km、130 km、120 km、110 kmのいずれの速度でも同じと感じる。
- ② 次球が前球より速い場合、その差が大きいほどボール速度をより速く感じる。

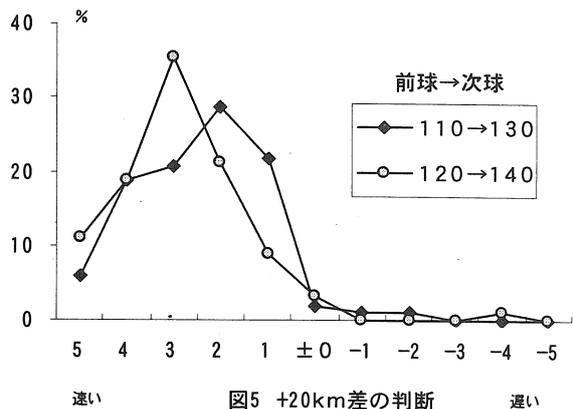
- ③ 次球が前球より遅い場合、その差が大きいほどボール速度をより遅く感じる。

3-2 緩急の速度差を同じにした場合の感覚

3-1 では110 km、120 km、130 km、140 kmの各速度の感じ方は前球の球速に依存するという結果であった。では投手の立場からみて、同じ速度差で緩急をつける場合、打者がより速度を速く感じたり、遅く感じたりする組み合わせはあるのだろうか。

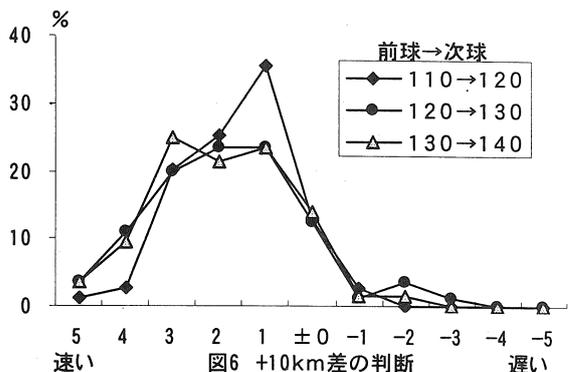
本実験条件の組み合わせでは、+20 km差、+10 km差、-20 km差、-10 km差がある。それぞれの場合の組み合わせと判断の分布を図5～図8に示した。図5の+20 kmの分布のみ、 χ^2 検定（独立性の検定）の結果、 $p < .001$ で有意であり2つの分布は独立であった。その他の条件では分布に有意な違いはなかった。

図5の条件は前球 110 km→次球 130 km、前球 120 km



m→次球 140 kmであり、ともに+20 kmの緩急をつけた場合である。120 km→140 kmの分布のピークは3にあり、110 km→130 kmでは2にある。つまり、同じ+20 kmの差であっても、120 kmを見た後の140 kmは110 kmの後の130 kmより、より速く感じることを示している。

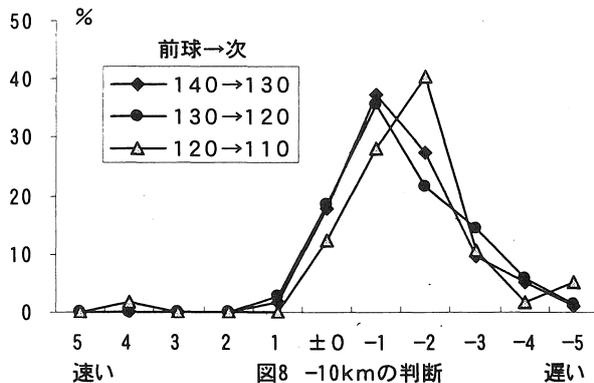
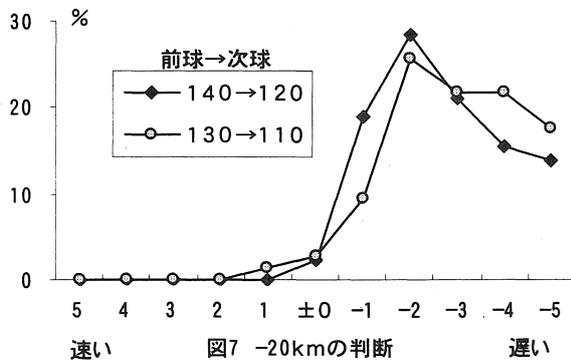
+10 km差（図6）では、110 km→120 km、120 km→



130 km、130 km→140 kmとも2にピークがあり分布に差がない。つまり、前球の速度に関わりなく+10 kmの差を同じように感じていることを示している。同様に-10 km

m差 (図 8) でも分布に差はなかった. また, 前球より-20 km遅い速度 (図 7) でも, 140 kmの後の 120 kmも, 130 kmの後の 110 kmも分布に差はなかった. 以上をまとめると次のようである.

- ① 110 kmの後の 130 km (+20 km差) より前球が 120 kmの 140 kmの方をより速く感じる.
- ② 140 kmの後の 120 km (-20 km差) より, 130 kmの後の 110 kmをより遅いと感ずることはない.
- ③ +10 kmの緩急をつけた 110 km-120 km, 120 km-130 km, 130-140 kmの組み合わせでは, やや速いという感じ方は同じであり, 特に速く感ずる組み合わせはない.
- ④ これは-10 km差 (140 km-130 km, 130 -120 km, 120 km-110 km) でも同様である.



4. 考察

速いボールを投げた後に遅いボールを投げる, 遅いボールの後に速いボールを投げるなど, ボールに緩急をつけるのは打者のタイミングを外すための投球術の 1 つとされている. これは緩急によってボールの速さを実際の速度以上に速く感ずさせたり, 遅く感ずさせたりするためと思われる. 実際に, 打者のボールの速度感にこのような速度の誤認ないしは錯覚とも言える現象が生じるのかを明らかにするのが実験の目的である.

3-1 の結果から打者のボール速度の感ずは相対的なものであることが明らかになった. まず実験に用いた被験者

の速度感の信頼性であるが, 判断すべき次球が 140 km (図 1), 130 km (図 2), 120 km (図 3), 110 km (図 4) のいずれにおいても, 前球がそれらと同じ速度であれば±0(同じ)を中心としてほぼ正規分布している. つまり, 同じ速度であれば同じと感ずすることを示しており, このことから結果の信頼性は高いものと考えられる.

打者は次球が前球より速い場合, その差が大きいほどボール速度をより速く感ず, 逆に次球が前球より遅い場合, その差が大きいほどボール速度をより遅く感ずることが明らかとなった. これは打者に絶対的な速度感があるのではなく, 常に前球の速さに依存して次球を感ずしていることを示唆している.

したがってこの結果を実際の投球に応用するなら, 110 kmを投げた後に 140 kmを投げる, あるいは 140 kmの後に 110 kmを投げるなど, 前球と次球の速度差を大きくするほど 140 kmは 140 km以上に, 110 kmは 110 km以下に感ずさせ, 打者のタイミングを外すのに有効となるであろう.

3-2 は投手の立場に立って, ボールに緩急をつけた場合に置き換えることができる. 110 kmの後の 130 km (+20 km差) より前球が 120 kmの場合の 140 km (+20 km差) の方をより速く感ずするという結果のみ有意であった. つまり, 投手が同じ+20 kmの緩急をつけるなら, 先に 120 kmを投げておいて次に 140 kmを投げた方が 110 kmの後に 130 kmを投げるより+20 km差をより活用することができることになる.

また, +10 kmや, あるいは-10 km差の緩急では前球が 140 km, 130 km, 120 km, 110 kmのいずれの速度でもやや速い (図 6), やや遅い (図 8) と感ずても, 特に速いあるいは特に遅いと感ずる速度の組み合わせはないことを示している.

さらに-20 kmでも同様である. 140 kmの後に 120 km, また 130 kmの後に 110 kmを投げて, やや遅い (図 7) と感ずし, どちらかの組み合わせがより遅く感ずさせるものではないことを示している.

120 kmの後に 140 kmを投げる方が 110 km→130 kmより, より速く感ずる結果となったのは対象が高校生であり, 高校生にとって 140 kmという非常に速いボールを見る機会が少ないためと思われる. しかし, より速度差を感ずさせるならば 120 kmの後の 140 kmより, 110 kmの後の 140 km (+30 km差) の方がより 140 kmを速く感ずる (図 1) ことはすでに述べた.

今回の被験者は高速ボールを体験する機会の少ない高校生である. この結果がさらに経験を積んだ選手でも動揺に感ずる現象なのか, くわえて今回はストレートボールについての結果であり, これが変化球でも生じるかについては不明である. 今後の研究課題としたい.

5. まとめ

野球の打者のボール速度に対する感覚は相対的なものであることを明らかにするために、高校野球選手 36 名を被験者としてピッチングマシンから 140 km/h, 130 km/h, 120 km/h, 110 km/h のボールを投げた。これらの速度から 16 通りの組み合わせを設定し、前球（1 球目）に対する次球（2 球目）の速度感覚を 11 段階で記入する方式で実験を行った。この実験から得られた主要な結果は以下のものである。

- ① 判断すべき次球のボール速度が前球と同じ場合には 140 km, 130 km, 120 km, 110 km のいずれの速度でも同じ速さと感じる。
- ② 次球が前球より速い場合、その差が大きいほどボール速度をより速く感じ、次球が前球より遅い場合、その差が大きいほどボール速度をより遅く感じる。

③ ボールに+20 kmの緩急がある場合、110 kmの後の130 km (+20 km差) より前球が 120 kmの場合の 140 km (+20 km差) の方をより速く感じる。

④ +10 km, -10 km, -20 kmの速度差では特により速く感覚したり、より遅く感覚する組み合わせはなかった。

文献

- 1) 山本裕二:打球動作の制御・学習へのダイナミカルシステムアプローチ」、Nagoya J. Health, Physical Fitness, Sports, 22(1), pp1-12, 1999.
- 2) 川口和久: 投球論, 講談社現在新書, 東京, 1999.

(受理 平成15年 3月19日)