

研究報告

野球における投球の回転が打球の回転に及ぼす影響

中島 大貴¹⁾・桜井 伸二²⁾

The Effect of Pitched Ball Spin on Batted Ball Spin in Baseball

Hiroataka NAKASHIMA, Shinji SAKURAI

I. 緒言

野球において、ホームランのような飛距離の大きな打球を放つ能力は重要である。打球の飛距離を決定する最も大きな要因は打球速度であるが、打球の回転が飛距離に及ぼす影響も無視できない。Nathan (2008) は、打球が同一速度・角度で発射された場合、バックスピン方向の回転数が多いほど、打球の飛距離が大きくなることを報告している。また、Nakashima et al. (2018) は、打球の回転軸の向きも飛距離に影響を及ぼすことを報告しており、飛距離の大きな打球を放つためには、サイドスピンやスパイラルスピンを含まない純粋なバックスピンを打球に加える必要があると述べている。

打球の回転を決定する要因として、投球の回転、バットとボールの衝突位置、バットとボールの衝突中のバットの動きなどが挙げられる。しかしながら、これらの要因がどの程度打球の回転に影響を及ぼしているかについては未だ明らかになっていない。そのため、本研究ではまず投球の回転が打球の回転に及ぼす影響に着目する。Nathan et al. (2012) は、ピッチングマシンから投射されるバックスピン、トップスピン、無回転の3種類の回転数の異なる投球を固定したシリンドーに衝突させ、衝突後の打球について調べた結果、打球の回転数は、投球の回転数

に大きく依存しなかったと報告している。しかしながら、サイドスピンのような回転軸の異なる投球が打球の回転に影響を及ぼすか否かについては明らかにされていない。投球の回転軸が打球の回転に及ぼす影響が明らかになれば、投球の球種によって打球の飛距離や軌道がどう変わるかについて明らかにすることができるという点においても価値があると考えられる。

そこで本研究では、回転軸の異なる投球(バックスピンとサイドスピン)をバットに衝突させ、その後の打球の回転について調べることにより、投球の回転が打球の回転に影響を及ぼすか否かを検証することを目的とした。

II. 方法

1. 実験手順

本実験は屋内野球練習場にて行った。超高速球が投射可能な特注のエアースピニングマシン(TOPGUN、共和技研社製)から投射されるボールを、固定したバットに衝突させた。バットは単管パイプで作成した固定台に取り付け、バットの長軸が水平、且つ投球に対して垂直になるように向きを調整した。ピッチングマシンは固定したバットの2m前方に設置した(Figure 1)。なお、実際の打撃時のバットとボールの相対速度を再現するため、投球の速度は約85m/s

¹⁾中京大学大学院体育学研究所

²⁾中京大学スポーツ科学部

になるように設定した。投球の回転はバックスピン条件（水平且つ進行方向に対して垂直な軸周りの回転）と、サイドスピン条件（垂直な軸周りの回転）の2条件に設定した。投球の回転数は約25rpsになるように設定した。なお、バックスピン条件では金属製バット（長さ：84cm、直径：6.7cm、重さ：900g、JKONG NJ703、ミズノ社製）、サイドスピン条件では木製バット（長さ：84cm、直径：6.7cm、重さ：900g、リーグチャンプBAMBOO、エスエスケイ社製）を使用した。

2. データ収集

衝突前後のボールの動きを、3台の高速度ビデオカメラ(MEMRECAM HX-7S、MEMRECAM MX、ナックイメージテクノロジー社製)を用い、撮影速度1000fps、露光時間1/10000sで撮影した。投球および打球の速度、ならびに打球の発射角度を算出するため、2台のカメラ (Figure 1のCamera 1、Camera 2)を、バットの位置からピッチングマシンを見て右および左斜め前方にそれぞれ設置し、バットの周辺の約1mの範囲が映るように画角を調整した。これら2台のカメラの解像度は1920 × 1080 pixelであった。実

験に先立ち、3次元空間を構築するため、キャリブレーションを行った。0.2mごとに較正点を取り付けたキャリブレーションポールを撮影範囲の9か所に垂直に立て、順に撮影した。座標系は、打球の初速度ベクトルを水平面に投影したベクトルをY軸、鉛直上向き方向をZ軸、Y軸とZ軸の外積成分をX軸と定義した。また、打球の回転数および回転軸を算出するため、もう1台のカメラ (Figure 1のCamera 3)を、ピッチングマシンの真後ろに設置し、衝突直後の打球が大きく映るように画角を調整した。このカメラの解像度は2560 × 1680 pixelであった。

3. データ処理

撮影した映像をPCに取り込み、動作解析ソフト (Frame-DIAS V、DKH社製)を用いて分析した。Camera 1およびCamera 2から得られた映像から、ボール中心をデジタイズし、投球および打球の速度、ならびに打球の発射角度を算出した (Figure 2a)。Camera 3から得られた映像から Jinji and Sakurai (2006) の方法を用い、打球の回転数および回転軸の角度を算出した。回転軸角度について、 θ はX軸と回転軸ベクトルを水平面に投影したベクトルとのなす角度、 ϕ

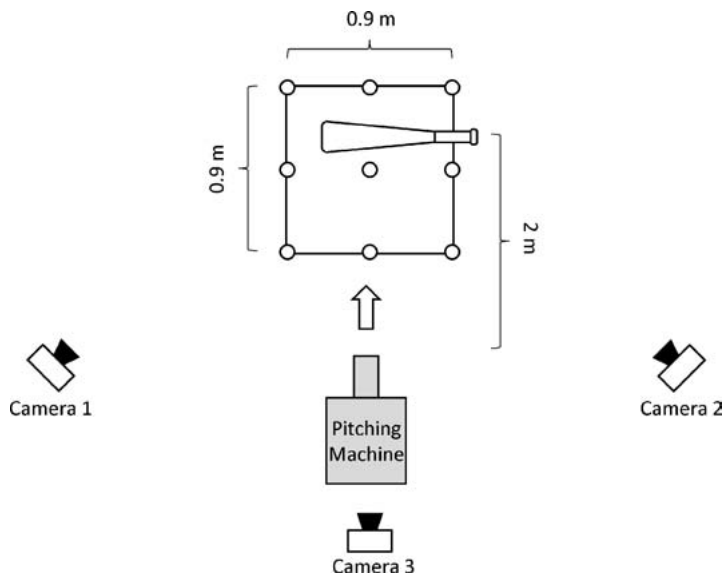


Figure 1 Experimental setup.

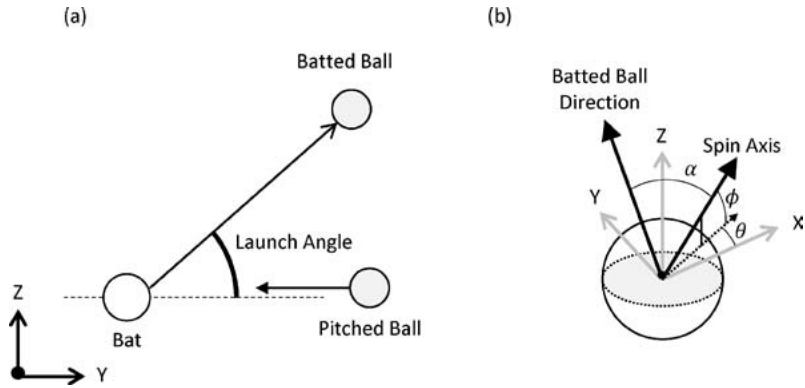


Figure 2 The definition of (a) the launch angle, and (b) the angle of the spin axis.

は回転軸ベクトルと水平面のなす角度、 α は回転軸ベクトルと打球の速度ベクトルとのなす角度、と定義した (Figure 2b)。

4. 統計処理

バックスピン条件とサイドスピン条件の打球の回転軸角度の比較には、対応のないt検定を用いた。また、打球の発射角度と打球の水平速度および回転数の関係を調べるため、Pearsonの積率相関を用いた。有意水準はともに5%未満とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 分析試技と実験条件

本実験で得られたデータの内、デジタイズ点が正確に判断できなかった試行を除いた13試行(バックスピン条件:6試行、サイドスピン条件:7試行)を分析の対象とした。ピッチングマシンから発射される投球速度は、バックスピン条件が $86.9 \pm 1.4\text{m/s}$ 、サイドスピン条件が $86.7 \pm 1.2\text{m/s}$ であり、両条件において同程度の速度で実験が行われたことが確認できた。各試行の投球の回転数および回転軸角度は算出できなかった。

2. 両条件間の打球の回転軸角度の比較

各条件の打球の回転軸角度 θ 、 ϕ 、 α の平均値お

Table 1 Comparison of the angle of the spin axis of the batted ball.

	θ (deg)	ϕ (deg)	α (deg)
Backspin Condition	-8.4 ± 7.4	-6.1 ± 14.8	93.4 ± 11.1
Sidespin Condition	-7.4 ± 11.2	-2.8 ± 6.6	92.3 ± 4.1
Student's t-test	n.s.	n.s.	n.s.

よび標準偏差を Table 1 に示した。回転軸角度 α はおおよそ90度であり、回転軸の向きは打球の進行方向に対してほとんど垂直であった。回転軸角度 θ 、および ϕ はともに、0度に近い値を示した。これは、衝突後の打球がサイドスピンやスパイラルスピンの少ない純粋なバックスピンに近い回転をしていたことを意味する。上記のいずれの回転軸角度においても、両条件間に有意な差が認められなかったことから、投球の回転はバットとボールの衝突時に打ち消され、打球の回転軸にはほとんど影響を及ぼしていないと考えられる。

3. 打球の発射角度と打球の水平速度および回転数の関係

先行研究において、Nathan et al. (2012) は、打球の発射角度が大きくなるほど、回転数は増加すると報告している。一方で、打球の回転数と打球の水平速度はトレードオフの関係にあることがわかっており、打球の発射角度が大き

なるほど、打球の水平速度は減少すると考えられる。そこで、異なる投球の条件で実験を行った本研究においても同様の結果が得られるか確認するため、打球の発射角度と打球の水平速度および回転数の関係を調べた。その結果、打球の発射角度と打球の水平速度の間には有意な負の相関関係 (Figure 3a)、打球の発射角度と打球の回転数の間に有意な正の相関関係が認められ (Figure 3b)、先行研究と同様の結果が得られた。両条件を含めたすべての試行において上述した関係が認められたことは、投球の回転は打球の水平速度や回転数にもほとんど影響を及ぼさないことを示唆している。

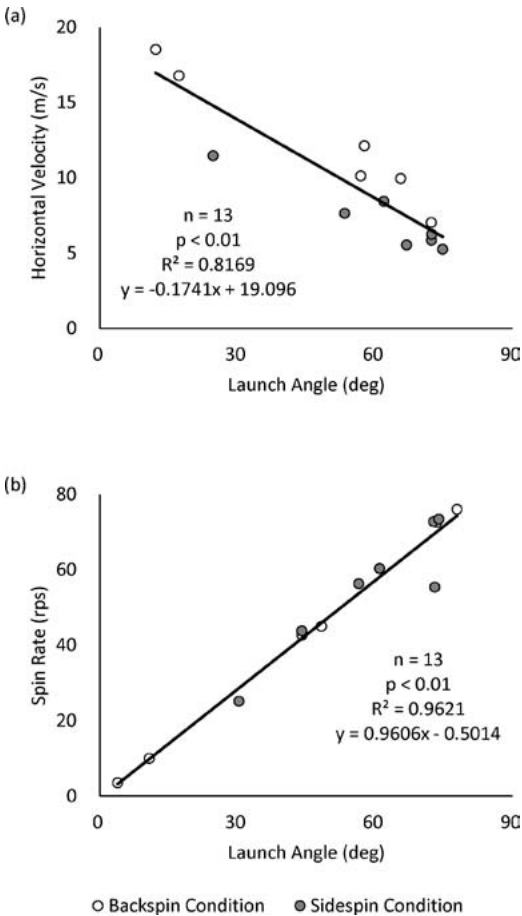


Figure 3 The relationship (a) between launch angle and horizontal velocity of the batted ball, (b) between launch angle and spin rate of the batted ball.

4. 両条件間のバットの材質の違いが結果に及ぼす影響

本研究において、バックspin条件では金属製バット、サイドspin条件では木製バットを使用したため、バットの材質の違いが結果に影響を及ぼしている可能性が懸念される。もしバットの材質の違いが結果に影響を及ぼしていた場合、Figure 3の散布図にプロットされている値は条件ごとに偏りがみられると考えられる。しかしながら、両条件のそれぞれの値は回歸直線の周辺にプロットされている。このことから、バットの材質の違いが結果に及ぼす影響は無視できるほど小さいと考え、本研究の結果は妥当であると判断した。

IV. まとめ

本研究では、投球の回転が打球の回転に影響を及ぼすか否かを検証することを目的とし、バックspinとサイドspinの回転軸の異なる投球をバットに衝突させ、その後の打球の回転を比較した。その結果、両条件間の打球の回転軸角度に有意な差が認められなかったことから、投球の回転が打球の回転に及ぼす影響は極めて小さいことが示唆された。

V. 引用文献

1. Nathan AM, Cantakos J, Kesman R, Mathew B, Lukash N, Spin of a batted baseball. *Procedia Engineering* 34: 182-187, 2012
2. Nakashima H, Horiuchi G, Sakurai S, Three-dimensional batted ball in baseball: effect of ball spin on the flight distance. *Sports Engineering* 21: 493-499, 2018
3. Nathan AM, The effect of spin on the flight of a baseball. *American Journal of Physics* 76(2):119-124, 2008
4. Jinji T, Sakurai S, Direction of spin axis and spin rate of the pitched baseball. *Sports Biomechanics* 5(2): 197-214, 2006