

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月18日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22650150

研究課題名（和文） 野球の投球ボールの回転と手指運動の同時精密測定

研究課題名（英文） Fine measurement of ball spin and hand motion in baseball pitchers.

研究代表者

彼末 一之（KANOSUE KAZUYUKI）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：50127213

研究成果の概要（和文）：野球の投手が投じるボールの回転は投球のパフォーマンスに大きく影響すると考えられるが、これを決定する身体動作は明らかになっていない。そこで申請者は高速度ビデオカメラを用いて手、指の動作とボール回転を同時に測定するシステムを開発し、手、指の動きとボール回転との関係、ボールの“ノビ”を表す物理的性質について検討した。その結果、リリース直前に指の動作は、直球の回転速度に強く影響することが分かった。また“ノビ”が良いとされる投手の投じる直球は回転速度が高く、回転軸角度が純粋なバックスピンの近いものであった。

研究成果の概要（英文）：Although the spin of balls pitched by baseball pitchers influence the their pitching performance, how the spin is produced with hand motion is unclear. In the present study I developed the system to measure ball spin and hand motion simultaneously, and analyzed the physical properties of such ball motion as perceived as “rising”. Finger motions just before the ball release strongly influenced the ball spin rate. In those pitchers who threw “rising” ball, pitched balls had higher spin rate and spin axis closer to the horizontal plane.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
23年度	700,000	210,000	910,000
22年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：

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：バイオメカニクス，野球，投球，手指，ボール回転、飛翔軌道

1. 研究開始当初の背景

野球の投手が投ずるボールは非常に変化に富んだもので、物理的には、①速度(球速)、②ストライクゾーン内のコース、③軌道の変化(球種)で表現される。この内、③には投球されたボールの回転速度や回転軸方向が

大きく影響する。また指導の現場では、同じ球速、球種であってもボールの“キレ”、“ノビ”、“重い・軽い”などの言葉でも投球の性質は評価されている。このような性質が物理的にどのようなものであるのかはよく分かっていない。しかしそれにボールの回転が関

係しているであろうことは疑いなく(姫野, 2000; 溝田武人, 2004), 非常に重要な性質である。

ボールの回転に関するこれまでの研究の多くは風洞実験や数値シミュレーションである(Lucas and Kanade, 1981; 姫野, 2000; 溝田ら, 2007). しかしそこで得られた知見を, 実際の投球技術へ応用することは難しい. そのためには, 実際に投球したボールの回転を調べることが必要である. 実際の投球の回転についての研究報告は, 主として回転速度についてあるのみで(神事ら, 2007), ボールの変化に大きく影響すると考えられる“回転軸”について言及したものはほとんどない.

申請者はボールの回転数, 回転軸を算出する測定系を開発した(小関, 彼末ら, 日本機械学会シンポジウム講演論文集, No08-23, 78-82). 通常のボールでは回転を検出する手がかりは「縫い目」のみで, これはボール上に対称にあるため高速の回転を検出する手がかりとして十分ではない. そこで申請者らはボール表面にマークを描き, そのパターンの特徴点を抽出, 追跡することで回転数, 回転軸を算出するアルゴリズムを開発した. そして実際に投球するボールを解析して有効性を確認した(永見, 彼末ら, 日本機械学会シンポジウム講演論文集, No08-23, 108-111).

また, ボールの回転はボールリリース直前の腕, 手, 指の動きによって決まると考えられる. 特に指の動きは重要だが, この時点での指の動きは高速で, 通常のビデオ映像では細かい動きはとらえられない. そのためピッチングの指の動きに関する研究はこれまでほとんどなく, 唯一の詳細な解析も中指の動きの解析だけに限られており, ボールの回転との関係を調べたものは無い(高橋ら, 2000). そこで, 申請者は高速度ビデオカメラを3台用いて手・指の動きをミリメートル単位, ミリ秒単位の精度で測定するシステムを考案した.

2. 研究の目的

本研究では投球されたボールの回転と手指の動作を同時に測定するシステムを完成させ, 以下の問題を明らかにする.

- (1) 手, 指の動きがどのようにボールの回転速度, 回転軸に影響するか.
- (2) ボールの“キレ”, “ノビ”, “重い・軽い”といった表現は実際にはどのような物理的性質を表すか.

3. 研究の方法

実験1 直球投球時の手・指の動きの解析

被験者はプロ野球投手と大学野球部の投手計8名とした. 各被験者にはウォーミングアップ後, マウンドから座位の捕手に向けて,

できるだけ速い直球を3球投げさせた. マウンドの周囲には3台の高速度ビデオカメラ

(撮影速度1000fps, 露光時間1/10000秒)を配置し, ボール回転, 手・指の動作を撮影した. ボールは特徴抽出用にアルファベットのマークを塗布したものを使用した. また示指と中指の先端・DIP関節・PIP関節・MP関節・手根部には動作解析用の発泡スチロール製マーカー(直径3mm)を貼付した. 撮影された映像から, ボール回転速度を, 特製の回転測定器を用いて測定した. また3次元DLT法により算出したマーカー, ボール中心の3次元座標から, ボール中心に対する指先の位置, 指の各関節角度の経時的変化を測定し, ボール回転速度との関係を明らかにした.

実験2 ボール回転と飛翔軌道の関係

被験者は大学野球右投げ投手7名とし, 直球を3球ずつ投球させた. リリース直後のボールの回転の様子を実験1と同様の方法で撮影し, ボール回転速度, 回転軸角度を測定した. またリリースから捕球までのボールの飛翔の様子を3台の高速度ビデオカメラで撮影し, 3次元DLT法によってボール位置の3次元飛翔軌道を算出した. またリリース時のボール移動速度から, ボールに重力のみが働き, 自由落下したと仮定した際の到達位置を算出し, 実際の到達位置との差を算出した. またボール回転速度とボール移動速度の比(スピンパラメータ: Sp)を算出し, さらにボール回転軸角度を考慮したスピンパラメータも算出した.

4. 研究成果

実験1

示指, 中指のリリース前後17ms間の関節角度変化を図1に表した. 特にPIP関節はリリース直前に大きな角度変化を示し, その伸展量はボール回転速度と有意な正の相関関係にあった($p < 0.01$, 図2左). またリリース直前に指先がボールに覆い被さる量(バックスピン角度)と回転速度の間にも, 有意な正の相関関係が認められた($p < 0.01$, 図2右).

これらのことから, ボールの回転はリリース直前約10msでの指の動きに強く影響されていることが分かった.

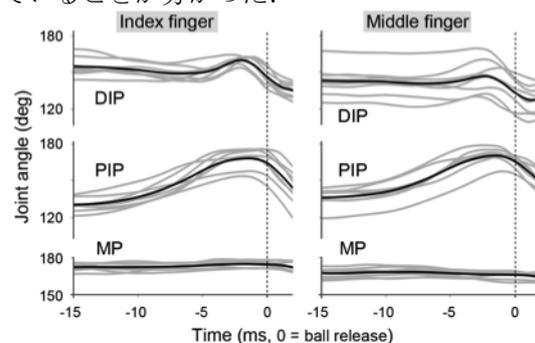


図1. 示指(左), 中指(右)の各関節角度変化

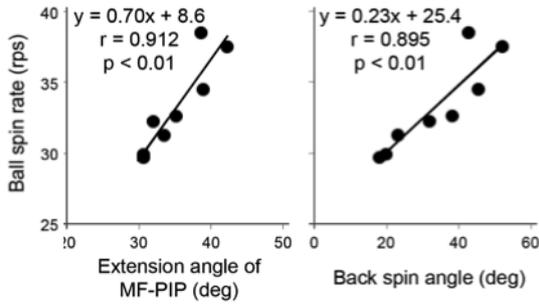


図2. ボール回転速度と中指 PIP 伸展角度 (左), バックスピン角度 (右) との関係

実験2

全ての直球は、自由落下すると仮定した場合の到達位置に比べ、全て右、かつ上方に到達していた。特に“ノビ”が良い直球を投げると評される一流投手のボールは被験者中で最も ΔZ が大きかった。これは他の投手の直球に比べてボール回転速度が高く、回転軸角度が純粋なバックスピンに近いことによるものだと言え、ボールの“ノビ”はボール回転の性質の違いによって表されることが推察できた。

また水平、垂直方向の変位量 (ΔX , ΔZ) は、スピンパラメータの水平 (Sp_{hor}), 垂直方向

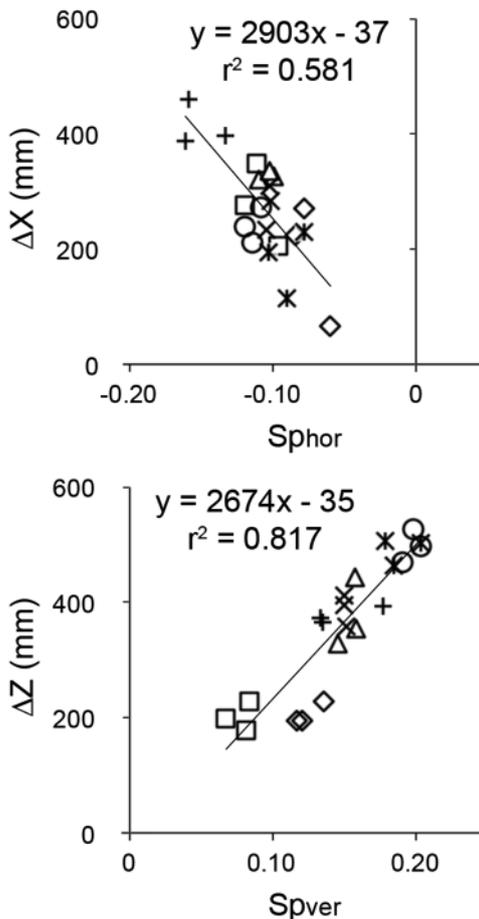


図3. スピンパラメータの各成分と変位量の関係

(Sp_{ver}) 成分をそれぞれ独立変数とした回帰式で表された (図3). このことから、移動速度を変えずに回転速度を高めることや、回転軸角度を水平、かつ進行方向と直交するように近づけることで、 ΔZ を高められることが明らかになった。例えば被験者 A と B の直球は同程度の ΔZ であったが、これをボール1個の直径分 (約70mm) 大きくする方策はそれぞれ以下のように異なると考えられる。被験者 A は回転速度が他の投手よりも遅いため、これを5回転/秒高めること、被験者 B は回転軸が他の投手よりも大きく傾いているため、回転軸を 11° 水平に近づけることがそれぞれに必要であろう。このように、各投手の投げる直球の性質に応じて、回転速度を高めるか、それとも回転軸角度を修正するか、といった個々の方策策定にも役立つと考えられる。

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)

[雑誌論文] (計2件)

- ① T. Higuchi, J. Morohoshi, T. Nagami, H. Nakata, K. Kanosue : 2012 “The Effect of Fastball Backspin Rate on Baseball Hitting Accuracy.” Journal of Applied Biomechanics. (in press). 査読あり
- ② T. Nagami, J. Morohoshi, T. Higuchi, H. Nakata, S. Naito, K. Kanosue : 2011 “The Spin on Fastballs Thrown by Elite Baseball Pitchers.” Medicine & Science in Sports & Exercise. 43(12):2321-2327. 査読あり

[学会発表] (計4件)

- ① T. Nagami, T. Higuchi, T. Yanai, K. Kanosue. “The individual difference in fastball trajectory and ball spin in baseball pitching”. ISB2011. 2011年7月4日. Brussels.
- ② 永見智行, 樋口貴俊, 諸星潤, 矢内利政, 彼末一之. 「野球投手の手指の動作-ボール回転-軌道の解析」. スポーツアンドヒューマンダイナミクス 2010. 2010年11月3日. 東京.
- ③ 永見智行, 諸星潤, 樋口貴俊, 彼末一之. 「一流野球投手のボール回転の解析」. 第61回日本体育学会. 2010年9月8日. 愛知.
- ④ 永見智行, 矢内利政, 彼末一之. 「野球投手のリリース前後の手指の動作とボール回転の関係」. 第21回日本バイオメカニクス学会. 2010年8月29日. 東京.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

彼末 一之 (KANOSUE KAZUYUKI)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：50127213