

【論文】

大学野球選手の球速・回転数・回転軸の特徴

伊藤 知之

ITO Tomoyuki

1.はじめに

野球競技における投手の投球するボールは、その競技の勝敗を大きく左右するとも言われるほど重要である。投手の投球するボールに要求される要素は、速い球速や制球力、ストレートやカーブといった球種等多岐に渡るため、研究に関しては、その要素に関する多くの研究が行われてきている。その中でも、近年は指導現場において球速とは異なって評価されてきた投球するボールの「キレ」「ノビ」といった「球質」について注目されている。球質に関して、これまでは指導者や捕手、対戦打者の見解による定性的な評価しかされてこなかったが、近年では、球質を定量的に評価できるようになったからである。球質に関する研究では、無回転でボールが投球される時を基準として、ボールの回転数や回転軸角度によってそのボールがどのように変化するのかで評価されている。(神事・桜井:2006, 前田・白井:2008, 林:2019)また、ボールの回転数や回転軸角度に関係する投球動作についての研究も行われている。(神事ら:2006, 神事・桜井:2008, 大岡・前田:2012, 永見ら:2016)その結果、より揚力を有するストレートを投げる投手は、回転数が多く、回転軸が水平に近いことなどが明らかになっている。また、Higuchi et al. (2013)の報告では「より高い回転スピードかつ純粋なバックspinで飛翔するボールは打者がバットの芯でとらえづらい」ことを示している。このことから、ボールの回転数や回転軸角度などの球質に関する項目は、投手の評価として重要なものであると証明されてきた。

これらの研究は、近年のハイスピードカメラの発展によるものが大きく、より高速度の撮影速度の撮影を複数台で行えるようになったことで実現した研究であると言える。しかしながら、これまでの研究手法では、分析に多くの時間を費やすことや実験の準備時間が必要であった。また、

多くの実験参加者を集めて測定を実施できないことが課題であった。

日本プロ野球やアメリカメジャーリーグの球団では、「トラックマン」という3Dドップラー方式のレーダー板を球場に設置し、投球後即座に球速や回転数、ボールの軌道などを表示する試みが行われている。このトラックマンから算出される数値は、高速度カメラの撮影映像から算出した数値と同等の精度があることが証明され、ここ数年前から研究としても用いられるようになってきた。(村上ら, 2016)さらに、ボール内に加速度センサーを入れ投球後に計測結果が表示されるものや映像処理によって投球後に計測結果が表示されるものなど、より簡易的及び即座に球速及び回転数、回転軸を計測することが可能になった。すなわち、球質計測できることがより競技現場で行われるようになってきているということである。今後このような測定器を用いて練習する上で、測定者や指導者が得られたデータをどのように解釈し、選手に伝えていくのかはより重要なことになると考える。

2.目的

本研究は、大学野球選手の球速・回転数・回転軸を計測し、大学野球選手の基礎的知見を得ることにより、競技力向上に対する考察をすることを目的とした。

3.方法

3-1 実験協力者(表 1)

本研究は、大阪大谷大学硬式野球部に所属する68名の部員を対象とした。なお、実験協力者は事前に実験説明を受けるとともに、同意書(大阪大谷大学研究倫理承認済み:19-10)に同意した対象者とした。

表1 実験協力者の身体的特徴(n=68)

年齢	身長	体重	体脂肪率	除脂肪体重
yrs	cm	kg	%	kg
20.1 ± 0.9	172.2 ± 5.4	71.3 ± 9.0	13.8 ± 3.9	61.2 ± 5.7
mean ± SD				

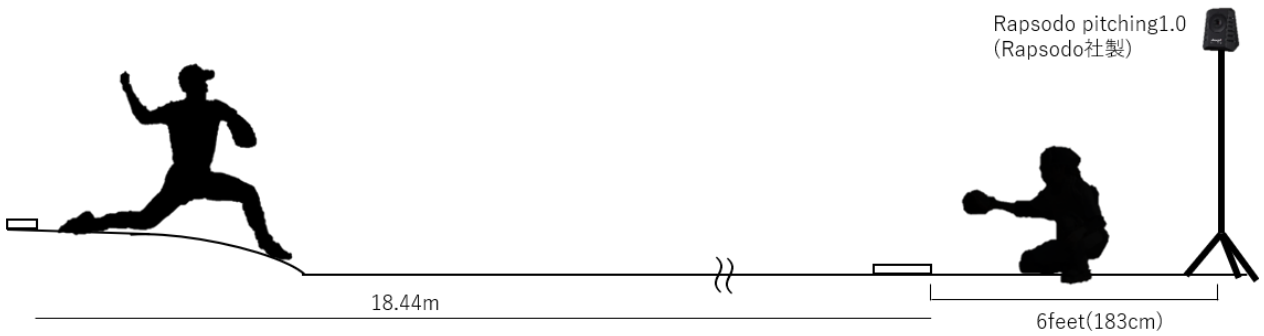


図1 実験配置図

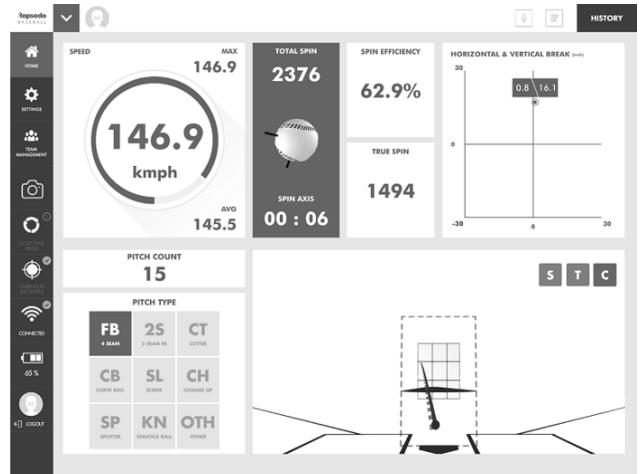
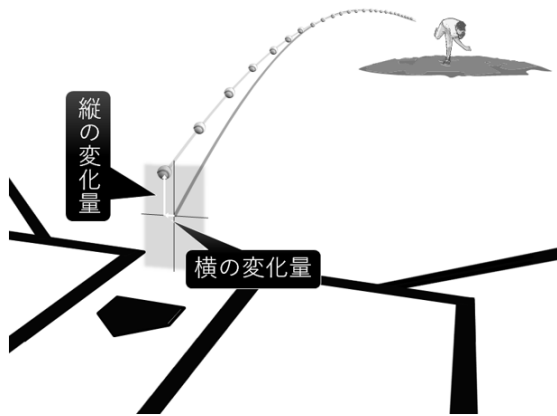


図2 Rapsodoの計測画面例及び水平移動距離及び垂直移動距離
 ※<https://www.baseballgeeks.jp/pitching>を引用

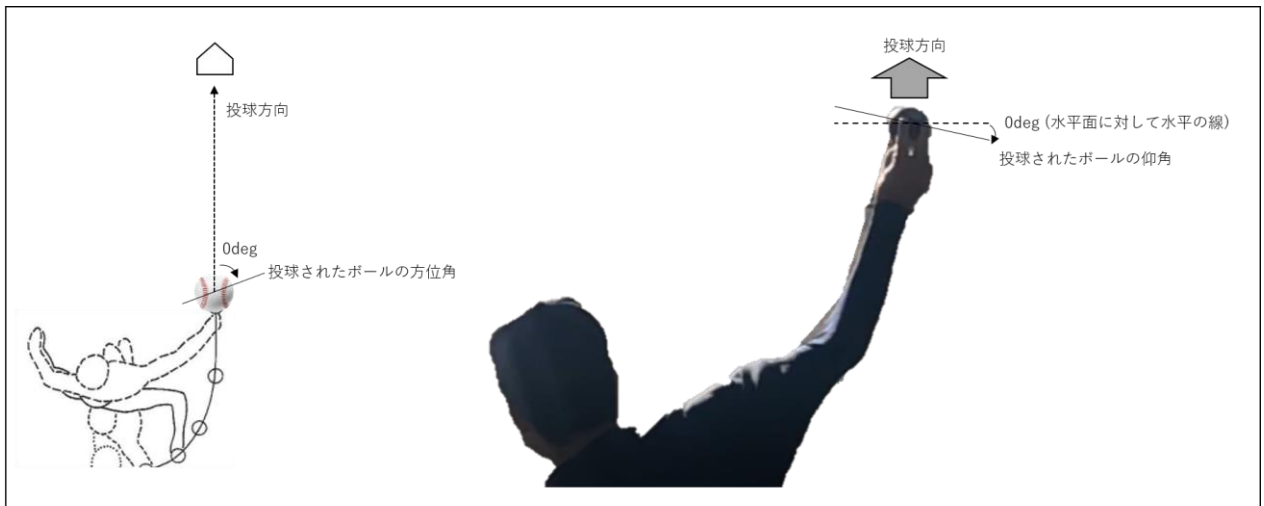


図3 Rapsodoから計測した水平回転軸と垂直回転軸の定義

3-2 実験設定(図1)

実験前に各自十分にウォーミングアップを行い、準備を確認した後に実験を行った。実験は、マウンドからホームベースにいるキャッチャーに向けて全力投球を3球行った。投球後、投球を計測できているかを確認し、計測できなかった場合、再度投球を行った。投球は、すべて「フォーシーム(日本名は直球)」で行うように指示し、それ以

上の細かい握り方などには介入しなかった。

計測は、ホームベース後方1.83m(測定器指定は6feet)に弾道計測器(Rapsodo pitching:以下Rapsodo)を設置し、ipadとWi-Fiで接続した。専用アプリにて必要なキャリブレーションを行った。(弾道計測器を専用三脚に設置し、計測を側方に水平に、前方に20deg傾けた)

3-3 分析方法(図 2)

測定器から得られる項目は球速・回転数・水平移動距離・垂直移動距離・方位角・仰角である。方位角 (SPIN EFFICIENCY)は、投球方向に対して回転軸が直角場合を 100%, 回転軸が平行の場合を 0%と表示されるため、1%を 1.11deg として計算した。また、仰角 (SPIN AXIS)は時間の時計により傾きが表示されており、水平面に対して水平の回転軸の場合 00:00 で表示される。この時計を 0deg, 03:00 が 90deg 傾くことになる。そのため、1 分ごとに 0.5deg 傾くとして計算した。なお、投球腕が左の実験協力者のデータは、投球腕が右のデータと合わせるため、正負を反対にした。(図 3)

3-4 統計処理

得られた結果は、項目ごとに平均値±標準偏差を算出した。なお、それぞれの項目との関係はピアソンの積率相関係数を用いた。

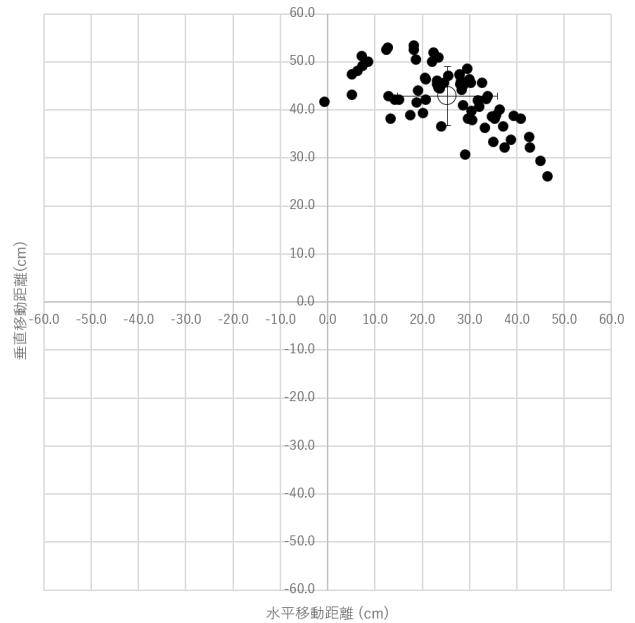


図4 全実験協力者の水平移動距離及び垂直移動距離 ●は各実験協力者データ、○は実験協力者の平均値

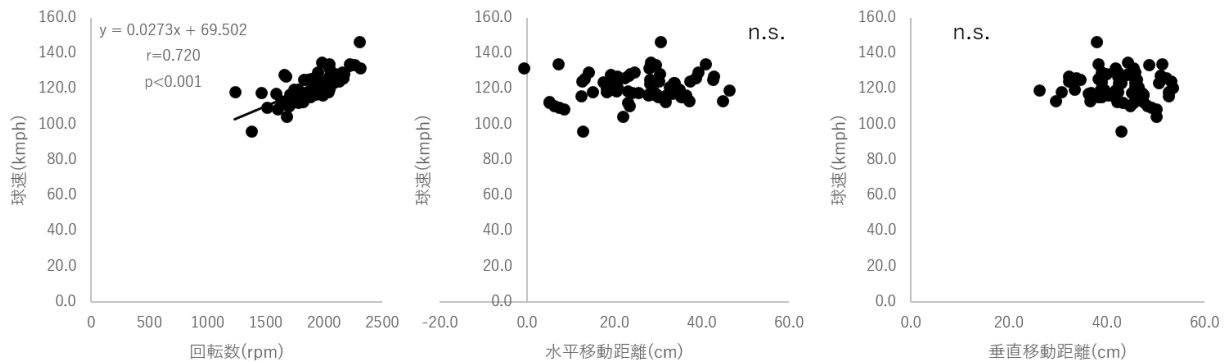


図5 回転数(a)、水平移動距離(b)、垂直移動距離(c)と球速との関係

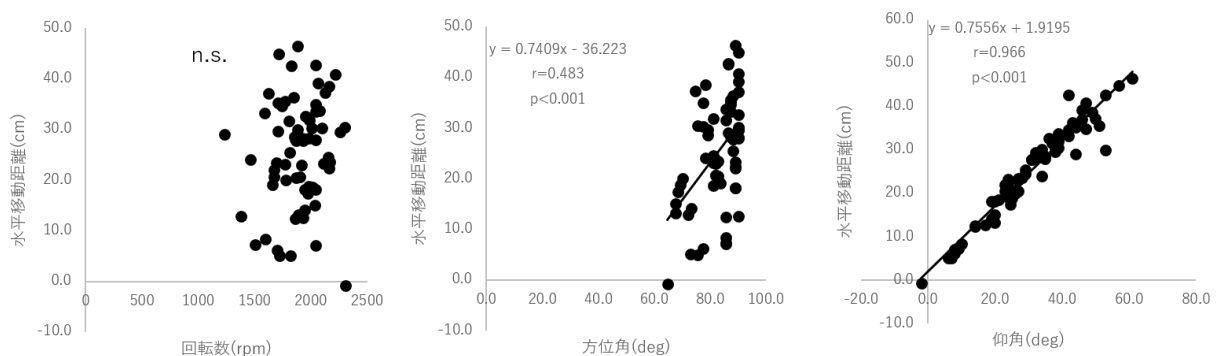


図6 回転数(a)、方位角(b)、仰角(c)と水平移動距離との関係

表2 Rapsodoから計測した項目の全実験協力者の平均値(n=68)

球速	ボール回転数	方位角	仰角	水平移動距離	垂直移動距離	ボール変化量
kmph	rpm	deg	deg	cm	cm	cm
121.1 ± 8.1	1889.9 ± 213.1	83.1 ± 6.9	31.0 ± 13.5	25.3 ± 10.6	42.9 ± 6.1	51.1 ± 4.1

mean ± SD

4.結果

表2は Rapsodo から計測した項目の全実験協力者の平均値データを示したものである。今回の実験協力者は投手を専門的に行っている選手だけでなく、ポジション関係なく全部員を対象にしている。そのため、投球速度の最速値で146.9kmph, 最遅値で96.2kmph と大きな差があった。

図4は全実験協力者の水平移動距離及び垂直移動距離を示したものである。全体の散布状況を見ると、水平移動距離では-0.8-46.4cm, 垂直移動距離で26.2-53.5cm と幅広かった。

図5は、回転数と水平移動距離、垂直移動距離と球速との関係を示したものである。回転数と球速は0.1%水準の高い正の相関関係が認められた。一方、水平移動距離と垂直移動距離には相関関係がみられず、球速が高いほど水平及び垂直方向への移動距離が大きいということではなか

った。

図6は、回転数(a)と方位角(b), 仰角(c)と水平移動距離の関係を示したものである。回転数と水平移動距離には相関関係がみられず、方位角と仰角はそれぞれ0.1%水準の相関関係が認められた。なお、それぞれの図から示されるように、方位角よりも仰角と水平移動距離との関係の方がばらつきはみられず、より影響が強いものと考えられる。水平移動距離を大きくするためには、仰角を大きくすることに加え、方位角が90degに近いことが必要であることがわかった。

図7は、回転数(a)と方位角(b), 仰角(c)と垂直移動距離との関係を示したものである。回転数と方位角は垂直移動距離と相関関係がみられなかった。一方、仰角と垂直移動距離には0.1%水準の相関関係が認められた。垂直移動距離をより大きくするためには、仰角を0degに近づける必

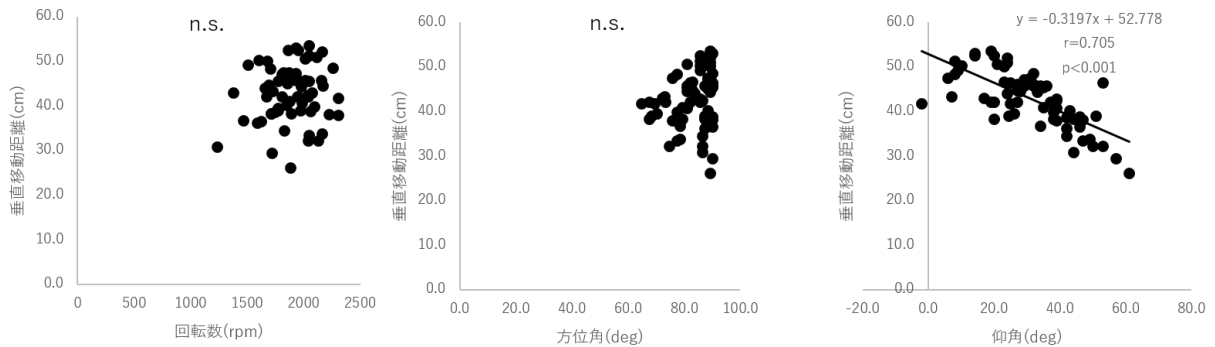


図7 回転数(a)、方位角(b)、仰角(c)と垂直移動距離との関係

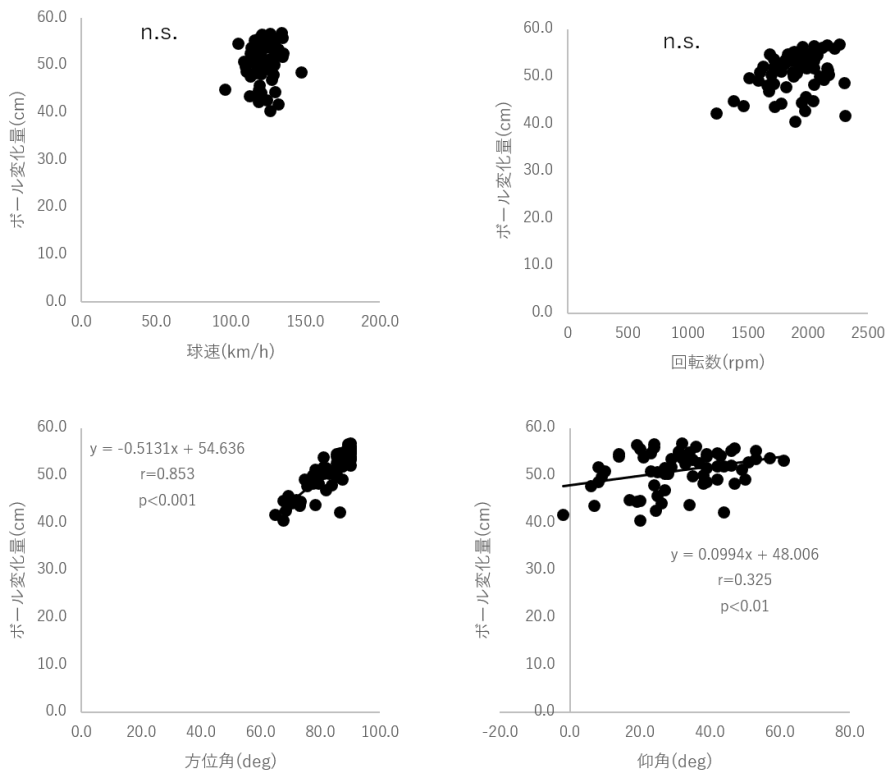


図8 球速(a)、回転数(b)、方位角(c)、仰角(d)とボール変化量との関係

要であった。

図 8 は、球速(a)と回転数(b), 方位角(c), 仰角(d)とボール変化量との関係を示したものである。球速と回転数に相関関係はみられず、方位角($p<0.001$)と仰角($p<0.01$)との間に相関関係が認められた。このことは、よりボールを変化させようとする場合、方位角を 90deg に近づける必要があるということを示したことになる。また、今回の実験協力者の場合、ボール変化量を 50cm 以上にするためには、方位角の傾きを 81-90deg(90%以上)にする必要があった。

5.考察

5-1 球速・回転数・ボール変化について

本研究の実験協力者の球速は $121.1\pm 7.2\text{kmph}$, 回転数は $1889.9\pm 213.1\text{rpm}$ であった。神事と桜井(2006)の大学野球投手を対象にした研究では、球速が $121.7\pm 6.1\text{kmph}$, 回転数が $1884\pm 162\text{rpm}$ であり、本研究の実験協力者はほぼ同程度の値であった。この先行研究では、球速及び回転数の計測を高速カメラを用いて分析されており、本研究で用いた測定器は同程度の数値を示すことが推察することができる。しかしながら、高速カメラから算出する方法と Rapsodo を測定結果の誤差を検証した研究は行われていないため、今後の課題である。一方、同程度の測定結果を得ることが可能であるならば、測定結果提示まで即時性のある Rapsodo は、球速や回転数に関する研究において、様々な研究課題に対し大きく貢献できることが期待できる。

図 5(a)で示す通り、回転数と球速には、0.1%水準の高い正の相関関係が示された。この結果については、先行研究と同様に結果であった。(神事と桜井:2006, 神事ら:2008) また、大岡と前田(2012)の研究では、ボール初速度を大きくする投球動作とボール回転量を大きくする投球動作は、個人内において密接な関係はみられなかったと報告していることから、投球腕の先端速度などを高めるなど、投球速度を高める動作の獲得が回転数を高めることにもつながっていると考えられる。これらの結果は、打者にとって球速と回転数との近似直線上にあるボールは、経験によって対応できる可能性が高いともいえる。Higuchi et al. (2013)の報告では、より高い回転スピードかつ純粋なバックスピンの飛翔するボールは打者がバットの芯でとらえづらいつことを示している。また、図 6(a, b, c)と図 7(a, b, c)で示す通り、回転数とボール変化方向及び変化量に関係がなく、いずれも回転軸と関係していることを示している。これらのことから、打者にとって打ちにくいとされる投球を投手がするためには、回転数を高めることに特化した練

習を考えるよりも、回転軸をどのようにするか(例えば、より垂直方向に変化させたいか水平方向に変化させたいか)を考える方が、打者がバットの芯でとらえにくいボールを投球することに繋がりやすいのではないかと考える。さらに、よりそのような効果を高めるためには、ボールリリースの前腕部角度や手掌の向きが関係している(大岡と前田:2012, 神事と桜井:2006)ことから、肘から先の動作をどのようにするのかをより明確にすることが望んだパフォーマンスに近づく可能性を示唆する。また、指導する側としては、これまでの球速や制球力、変化球の種類といった評価だけでなく、フォーシームでのボール軌道の変化量という評価を加えられる可能性がある。

5-2 本研究の課題と今後の展開について

表 2 で示した通り、本研究の実験協力者が投じたボールの水平移動距離平均は $25.3\pm 10.6\text{cm}$, 垂直移動距離平均は $42.9\pm 6.1\text{cm}$ であり、水平方向に 47.2cm の幅があり、垂直方向に 27.3cm の幅があった。永見ら(2016)の研究では、Four-seam fastball の水平移動距離は平均 $28.9\pm 9.5\text{cm}$, 垂直移動距離は $29.1\pm 11.2\text{cm}$ の結果を示している。この研究の対象者は、大学・社会人野球・プロ野球チームのいずれかに所属する投手であり、本研究の実験協力者より投能力において優れた選手であることが考えられる。この結果と照らし合わせてみると、本研究の結果は、水平移動距離は同程度の結果を示しているが、垂直移動距離は平均値で 13.8cm ほど高い値を示した。本研究の実験協力者は、先の先行研究とは異なり、投手だけではなく全ポジションの選手を計測している。この結果になった要因は、図 8(c)で示す通り方位角がボール変化量に大きく貢献していることが推察される。本研究で算出した方位角と仰角は、方位角で $83.1\pm 6.9\text{deg}$, 仰角で $31.0\pm 13.5\text{deg}$ であった。この角度について先行研究では、方位角が $63.6\pm 3.1\text{deg}$, 仰角が $30.4\pm 3.3\text{deg}$ (神事ら:2008)や、方位角が 63deg , 仰角が 32deg (永見ら:2008)という報告がある。これらの研究と比較すると、いずれもいずれも方位角に約 20deg の差があり、仰角にほとんど差がないことがわかる。仰角は、水平移動距離及び垂直移動距離いずれも 0.1%の高い相関関係を示していることから(図 6(c), 図 7(c)), ボールが変化する方向は先行研究と差がない可能性があるが、ボールが変化する量について、特に垂直方向で大きく先行研究より高い値になっているのではないかと推察する。しかしながら、この問題に関しては、同一実験協力者のもと、それぞれの分析方法を用いて検証することでしか結論づけられないため、今後は測定機器の検証を進めることが

必要である。

6.結論

本研究は、大学野球選手の球速・回転数・回転軸を計測し、大学野球選手の基礎的知見を得ることにより、競技力向上に対する考察をすることを目的とした。

その結果、球速と回転数には正の相関関係があること、ボール変化方向やボール変化量を変えるまたは高めるためには、回転数よりも回転軸を目的に沿って変えることが重要であることを明らかにした。

(いとう ともゆき 人間社会学部スポーツ健康学科准教授)

7.参考文献

- 1) Jinji T, Sakurai S(2006)Direction of spin axis and spin rate of the pitched trajectory . Sports Biomechanics, 5, 197-214.
- 2)前田正登, 白井信幸(2008)野球投手における投球数の増加が投球軌道に及ぼす影響. トレーニング科学, 20(3), 183-193.
- 3)林卓史, 佐野毅彦(2019)大学野球におけるストレートのリリース速度と回転速度の効力の検証. スポーツ産業学研究, 29(2), 137-147.
- 4) 神事努, 桜井伸二, 清水卓也, 鈴木康博(2008)発育期の野球投手におけるボールスピンの特徴. 中京大学体育学論叢. 49(1), 21-27.
- 5) 大岡昌平, 前田正登. 野球投手における投球腕の動作がボールの回転に及ぼす影響(2012)体育・スポーツ科学, 21, 41-47.
- 6) 永見智行, 木村康宏, 彼末一之, 矢内利政(2016)野球投手が投じる様々な球種の運動学的特徴. 体育学研究, 61, 589-605.
- 7) Higuchi T., Morohoshi J., Nagami T., Nakata H., and Kanosue K. (2013) The effects of fastball backspin rate on baseball hitting accuracy. Journal of Applied Biomechanics. 29(3), 279-284.
- 8)村上俊祐, 高橋仁大, 松村憲, 佐藤文平, 佐藤雅幸, 小屋菜穂子, 北村哲, 前田明(2016)ボール挙動測定器を用

いたテニスのサーブのボール速度とボール回転数の解析の可能性. スポーツパフォーマンス研究, 8, 361-374.