

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：94305

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16545

研究課題名(和文) 投げの正確性を高めるためにリリースの時間窓は伸ばせるか？

研究課題名(英文) The time window of ball release for accurate throwing.

研究代表者

那須 大毅 (Nasu, Daiki)

日本電信電話株式会社NTTコミュニケーション科学基礎研究所・スポーツ脳科学プロジェクト・リサーチアシエイト

研究者番号：20758411

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：野球の投球とバスケットボールのシュートを対象に、熟練者がリリースタイミングのばらつきを許容するような運動を習得しているか否かを検討した。リリース直後のボール挙動およびリリースタイミングとボール到達点の関連を明らかにしたが、リリースタイミングのばらつきの許容を示す直接的な根拠は得られなかった。リリースタイミングと手の軌道のばらつきは、いずれもボール到達点に影響する可能性があり、その影響程度には、個人差があるという結果であった。

研究成果の概要(英文)：For baseball pitches and basketball shots, we investigated whether trained players acquire a motion that compensate for variation in timing of ball release. We clarified the relationship between the ball behaviors immediately after ball release, timing of release and the ball arrival point. But, we could not obtain evidence showing the allowance for the variation in the timing of release. Both the variations of the timing of release and the hand trajectory may affect the ball arrival point, and there were individual differences in the degree of the influence on the arrival point from them.

研究分野：運動制御学

キーワード：投動作 タイミング ばらつき

1. 研究開始当初の背景

投擲物を的に正確に当てるためには、適切な動作パターンで手を動かすことに加えて、適切なタイミングでリリースすることが求められる。このリリースのタイミングについて、手の動作パターンを上手く調整することができれば、タイミングがある程度ばらついたとしても、狙った場所に投げられることが知られている (e.g., Nasu et al., 2014)。これはつまり、ヒトは正確に投げるためのリリースの時間窓を長くするように、運動を学習しようということの意味している。

これまでの研究は、単関節運動やダーツ投げのように動作速度が遅く、外的環境が変化しない運動課題で検証されたものであった。しかし、野球の投球やバスケットボールのシュートのような、よりダイナミックでかつ全身運動として遂行される動作においても、リリースの時間窓を長くするような運動方略を取りうるのかどうかについては明らかでなかった。

2. 研究の目的

(1) 野球の投球は、腕の振りが速く、要求されるリリースの時間精度はあらゆる投動作の中で最も短い。このような時間圧の高い投動作では、リリース時間窓を長くすることが有効に働くと考えられる。野球の投球を対象に、リリース直後のボール挙動および、リリースのタイミングとボール到達点の関連やばらつきを明らかにするとともに、熟練者がリリースの時間窓を長くするような運動を学習しているのかどうかを明らかにする。

(2) 運動者自身や周囲の環境が変化しやすく、運動がばらつきやすいと考えられるバスケットボールでも、リリース時間窓を長くすることが有効に働くと考えられる。バスケットボールのシュートを対象に、リリース直後のボール挙動および、リリースのタイミングとボール到達点の関連やばらつきを明らかにするとともに、熟練者がリリースの時間窓を長くするような運動を学習しているのかどうかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 被験者は、大学硬式野球の投手経験者 5 名とした。被験者は、軸足から 4m 離れた位置、地面から 1.5m の高さに設置された直径 10cm の円形の的の中央を狙って 15 ~ 20 球の投球した。モーションキャプチャを用いて、的周辺におけるボール挙動 (4 台, 240Hz)、および投球時の上肢・ボールの挙動 (12 台, 500Hz) を計測した。的の中心に対するボール到達位置とリリース直後のボール挙動 (位置、投射速度、角度) の関係、および、リリース直後のボール挙動と肩関節最大外旋位を基準としたリリースタイミングの関係を明らかにした。

被験者は、元プロ野球投手 1 名、大学野球投手 1 名とした。被験者は、室内マウンドから外角低めに構えた捕手に向かって 10 球投球した。野球用レーダー弾道測定器 (Trackman) を用いて、ホームベース前面におけるボール到達位置およびリリース直後のボール挙動を簡易的に計測した。ボール到達位置とリリース位置のばらつきについて、元プロ野球選手と大学野球投手で比較した。

(2) 被験者は、バスケットボール経験者 2 名と未経験者 2 名の合計 4 名とした。被験者は、通常のフリースローを 10 本行った。その際のボール挙動を高速カメラ 1 台 (300Hz) で撮影し、ボールの空間位置座標を算出した。ボールのゴール到達時の水平位置、リリース時のボール挙動 (位置、投射速度、角度)、および、保持したボールが前方に動き出した時点を基準としたリリースタイミングの関連を明らかにするとともに、それらのばらつきについて、経験者と未経験者で比較した。

4. 研究成果

(1) 大学野球投手を対象とした実験

< ボール到達点とリリース変数の関連 >

ボール到達点は斜めにばらつき (図 1)、この傾き (分散が最大となる方向) は腕ふりの角度と関連することが知られている (Shinya et al., 2017)。本研究の焦点であるリリースのタイミングは、この斜め方向 (以下、長軸方向) のばらつきと関連することが予想されるため、リリース変数についても、長軸方向平面に投影した値 (投球方向軸まわりに長軸の傾き角度だけ座標軸を回転) を算出した。算出したリリース変数は、リリース直後のボール中心の位置 (投球方向、長軸方向)、長軸方向平面における速度ベクトルの大きさ (球速) と向き (投射角度)、およびボールの回転数であった。

リリース変数 (説明変数) がボール到達点 (目的変数) に及ぼす影響の強さを明らかにするために、被験者ごとに重回帰分析を行い、標準偏回帰係数および決定係数を算出した。その結果、いずれの被験者においても、投射

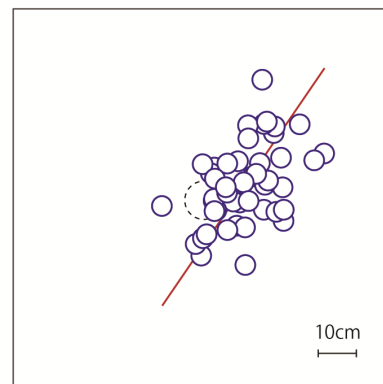


図 1 ボール到達点の分布 (被験者 A)

角度の影響が最大であることが明らかとなった。この結果から、例えば被験者 C の場合、投射角度がわずか 1.65 度 (1SD) ずれると、4m 先のボール到達点は 7cm ずれるという計算になる。このずれは、単純比率で実際の距離に換算すると、32cm ものずれにあたる。

< 投射角度とリリースタイミングの関連 >

本研究では、リリース変数の中でも、ボール到達点に最も影響を与えている投射角度とリリースタイミングの関連についてのみ記述する。投射角度とリリースタイミングについて、被験者ごとに単回帰分析を行った。その結果、投射角度とリリースタイミングに関連がみられる被験者がいた (被験者 C) (回帰式: $y = 27.75 - 0.82x$, $R^2 = 0.420$)。この被験者の場合、リリースタイミングが 2 ms ずれると、投射角度は 1.64 度ずれるという計算になる (図 2 上段)。

しかし一方で、被験者 A (回帰式: $y = -1.76 - 0.07x$, $R^2 = 0.004$) のように関連がほとんどみられない被験者もいた (図 2 下段)。つまりこの被験者の場合、投射角度への影響は、リリースタイミング (時間) のばらつきではなく、手の軌道 (空間) のばらつきの影響が大きいということの意味する。これらの結果から、リリースタイミングのばらつきと運動軌道のばらつきのどちらがよりボール到達点に影響するかについては、個人差があることが示唆された。

これまでのデータからは、コントロールが優れていることとリリースの時間窓の長さ

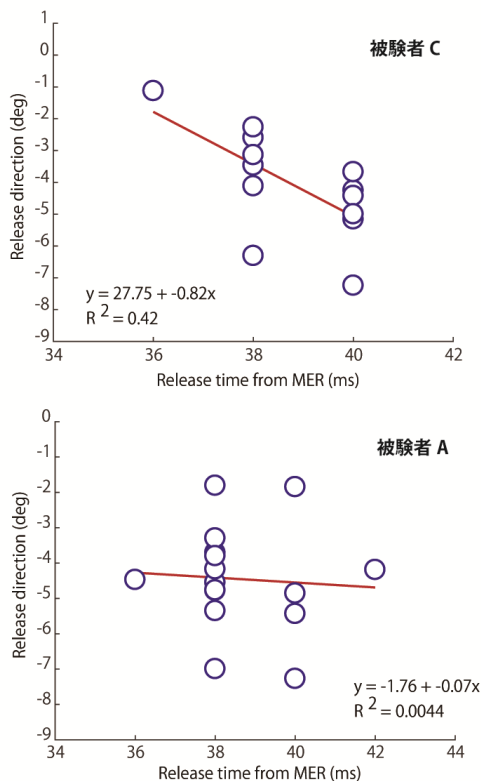


図 2 リリースタイミングと投射角度の関連

の関連は示せていない。野球の投球のようにダイナミックな動作では、空間的な運動のばらつきを抑えることが困難であり、少なくとも大学投手レベルでは、時間的ばらつきを許容するような運動の獲得には至っていないと推察される。

(1) 元プロ野球投手を対象とした実験

本実験では、投球におけるボール挙動について Trackman を用いて簡易的に計測し、ボール到達点とリリース位置のばらつきについて、大学投手と元プロ野球投手で比較した。その結果、ボール到達点のばらつきの大きさ (標準偏差) は、大学生と元プロ野球投手で同程度であるにもかかわらず、元プロ野球投手のリリース位置のばらつきは、大学生と比べて明らかに大きな値を示した (図 3)。

これはつまり、元プロ野球投手は、大学生と同程度の制球を達成するための、リリース位置の許容幅が広いことを意味している。本実験では、リリースタイミングは計測出来ておらず、リリースの時間窓との関連は不明である。しかしながら、リリースのタイミングがずれると、特に投方向のリリース位置が前後するであろうことを考慮すると、元プロ野球投手はリリースの時間窓を長くするような運動方略を用いていた可能性が高い。

野球の投球は、腕の振りが極めて速く、(1) で述べたように数ミリ秒のズレが制球力を大きく左右する。腕の到達運動やダーツ投げで報告されているようなリリースの時間窓を長くするような運動方略を取ることができれば、制球力を高めるために有利に働くことは明らかである。本実験の結果は、プロ野球投手のような高度な技術を有する選手が、時間的ばらつきを許容するように運動を学習している可能性を示唆している。

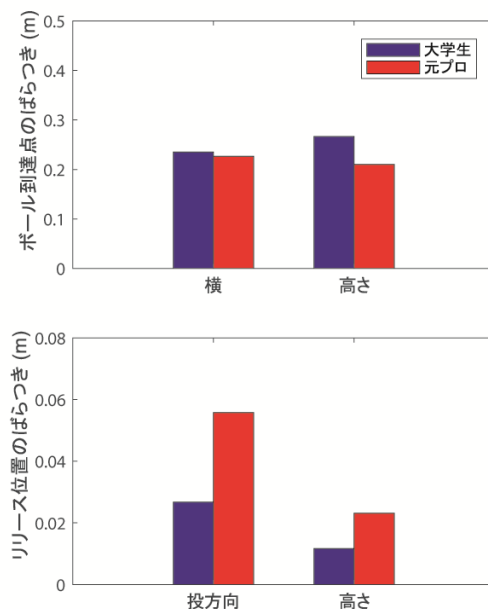


図 3 ボール到達点とリリース位置のばらつき

(2)バスケットボールのフリースローを対象とした実験

実戦のバスケットボールのシュートでは、ゴールに入るか否かが重要であるが、本研究では、シュート精度を定量的に評価するために、ゴール到達時の水平位置（水平到達点）をシュート精度の指標とした。水平到達点とリリース変数（リリース位置、速度、投射角度）の関連でみると（被験者 4 名分 40 投をひとまとめにして分析）、水平方向のリリース位置（ $r = 0.46$ ）、投射速度（ $r = 0.43$ ）、投射角度（ $r = -0.50$ ）で有意な相関がみられた。バスケットボールのフリースローシュートでは、水平リリース位置、速度、投射角度が同程度に影響を与えると考えられる。

水平到達点のばらつき（標準偏差）については、経験者が未経験者よりも小さな値を示した（図 4 上段）。しかしながら、リリース変数の内、特に速度のばらつきでは、経験者が未経験者と同程度以上にばらついていた（図 4 下段）。ただし、いずれの被験者についても、投射速度とリリースタイミングには相関がなく、速度のばらつきはリリースタイミングとは無関係であった。つまりこれらの結果は、熟練者が、リリースのタイミングとは無関係に、様々な軌道パターンのシュートを有していたことを意味する。試合の流れの中でのシュートでは、様々な距離や角度からのシュートが要求される上、相手選手のディフェンスに合うことから、様々なシュートパターンを有していることは有利に働く。フリースローの場合、外的な環境が変化することはないが、実戦場面も含めた技術を習得しているであろう熟練者は、リリース変数の冗長性

を利用した多くのシュートパターンを有していると推察される。

以上のように、大学野球投手やバスケットボールのシュートでは、リリースの時間窓を長くするような運動方略を直接確認することはできなかった。元プロ野球投手の場合は、そのような方略をとっている可能性を残したが、リリースタイミングについては直接計測できておらず、継続して研究する必要がある。今回、先行研究と同様の結論が得られなかった可能性として、被験者の技術レベルの他に、リリースタイミングの定義の困難さが挙げられる。通常、リリース時刻は、一連の身体運動のあるイベントを基準として算出されるが、これには、その基準自体のばらつきが含まれてしまう。本研究で対象とした野球の投球やバスケットボールのシュートのような全身のダイナミックな運動では、先行研究のような腕運動やダーツ投げと比べて、基準イベントのばらつきが大きくなることが予想される。そのため、単にリリースのタイミングだけを評価できておらず、先行研究と異なる結果になった可能性がある。リリースタイミングの最適な評価指標を探ることは、今後の課題である。

<引用文献>

D Nasu, et al, Two types of motor strategy for accurate dart throwing, PLoS ONE, 9(2), e88536, 2014

M Shinya, et al, Pitching form determines probabilistic structure of errors in pitch location, J Sport Sci, 35(21), 2142-2147, 2017

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2 件)

那須 大毅, 門田 浩二, 松尾 知之, “野球メジャー球の投球がパフォーマンスに与える影響”, 第 24 回日本バイオメカニクス学会大会, 2016

那須 大毅, 木村 聡貴, “投球コントロールとリリース直後のボール挙動の関連～ボールリリースのタイミングに着目して～”, 日本野球科学研究会第 4 回大会, 2016

6. 研究組織

(1)研究代表者

那須 大毅 (NASU, Daiki)

NTT コミュニケーション科学基礎研究所・リサーチアソシエイト

研究者番号: 20758411

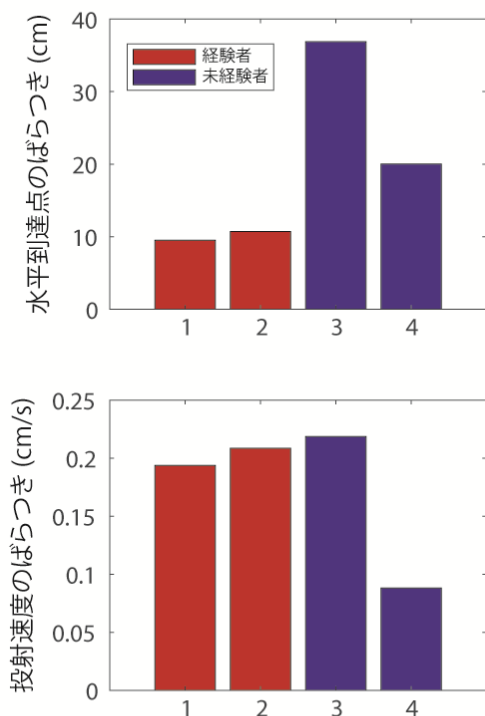


図 4 水平到達位置と投射速度のばらつき