

## 加速疾走のトランジションに関する地面反力研究

研究代表者 永原隆 (鹿屋体育大学)

メンバー 金久博昭 (立命館大学)、福永哲夫 (鹿屋体育大学)

### 目的

全力での加速疾走において、疾走動作の特異的な変容がスタートから5歩目、15歩目前後で生じることが知られている。<sup>2)</sup>これらはトランジションと呼ばれ、5歩目前後ではステップ頻度の増加が頭打ちになり、身体重心の上昇率が変化し、支持期において膝関節の屈曲が生じるようになる。また、15歩目前後では、身体重心の上昇や体幹部の姿勢変化が収束し、股関節屈曲伸張動作の範囲や角速度の減少が始まる。トランジション現象について、これまで時空間変数や疾走動作の観点から研究されているが、<sup>1)</sup><sup>3)</sup>地面反力の変容は、明らかになっていない。時空間変数や身体重心位置の変化は地面反力に大きく影響を受けることから、加速疾走における1歩ごとの地面反力にも特異的な変化が生じることが予想され、それらを明らかにすることで、トランジションについてより深い理解が得られる。これらのことから、本研究では、加速疾走中の1歩ごとの地面反力にトランジション現象と考えられる特異的な変化が生じるか明らかにすることを目的とした。具体的には、加速疾走における各変数が滑らかに(指数関数的に)変化するかという観点からトランジションの有無について検証した。

### 方法

#### 1. 実験

短距離走選手21名に60mの全力走を行わせ、疾走中の地面反力について54台のフォースプレートからなる長走路フォースプレートシステムを用いて計測した。

#### 2. 分析

得られた地面反力データから、時空間変数や地面反力の平均値、力積などを求めた。その後、加速局面における変数変化を指数関数および3直線で近似し、残差の大きさについて比較した。また、特定されたトランジション前後の地面反力波形の変化について、Statistical parametric mapping (SPM) を用いて分析を行った。

### 結果

疾走速度は、3直線近似より指数近似の残差が少なかったが、その他の変数については3直線近似の残差が少なかった。支持期前半鉛直効果力積の3直

線近似によって、5歩目、15歩目の変曲点が特定された。第1変曲点では、支持期における前後方向の地面反力に第2減速局面が発現し、第2変曲点では、第1加速局面が消失した。

### 考察

本研究の結果は、加速疾走における地面反力に関する各変数の変化が滑らかなものではなく、3直線により近似できる変化であることを示している。支持期前半鉛直効果力積は、変曲点を特定する変数として挙げられ、スタートから5歩目(6.3 m)と15歩目(24.7 m)の変曲点が特定できた。これらの変曲点は、先行研究で疾走動作から特定された変曲点と一致するものであった。<sup>2)</sup>SPMの結果、それぞれの変曲点前後では、前後方向の地面反力に大きな値の変化がみられ、第1変曲点では、前後方向の地面反力に第2減速局面が発現し、第2変曲点では、第1加速局面が消失した。これらのことは、支持期中盤における地面反力の発揮パターンがトランジションと関係していることを示唆している。

### まとめ

加速疾走における地面反力には、トランジションと考えられる特異的な変化が生じ、各変数は3直線により近似できる変化をすることがわかった。変曲点は、スタートから5歩目(6.3 m)と15歩目(24.7 m)に生じることが明らかになった。

### 参考文献

- 1) Ettema G, McGhie D, Danielsen J, Sandbakk O, Haugen T. On the existence of step-to-step breakpoint transitions in accelerated sprinting. PLoS ONE, 11:e0159701, 2016.
- 2) Nagahara R, Matsubayashi T, Matsuo A, Zushi K. Kinematics of transition during human accelerated sprinting. Biology Open, 3:689-699, 2014.
- 3) von Lieres und Wilkau HC, Irwin G, Bezodis NE, Simpson S, Bezodis IN. Phase analysis in maximal sprinting: an investigation of step-to-step technical changes between the initial acceleration, transition and maximal velocity phases. Sports Biomechanics, 19:141-156, 2020.