

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：34525

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K19971

研究課題名（和文）曲走路疾走において最適な動作を習得するための支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of a support system for learning optimal movements during curved sprinting

研究代表者

大沼 勇人（Ohnuma, Hayato）

関西福祉大学・教育学部・准教授

研究者番号：10762239

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：陸上競技短距離種目においては曲走路を高い移動速度で走行する必要がある。さらに、曲走路疾走を可能にするためには、曲率半径中心に対して求心力を発揮する必要がある。その一方略として、内傾動作が挙げられる。本研究の目的は、曲走路疾走中の走動作を標準モデル化することで定量化するとともに、その定量化した動作をもとに、曲走路疾走中の動作の習得を促すためのシステムを開発し、そのシステムを用いたトレーニングが動作の習熟に及ぼす影響について明らかにすることであった。本研究の結果、曲走路疾走中の動作について定量化できたが、競技者を対象としたトレーニングでは標準的な動作の習得には至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で実施した曲走路疾走中の動作を標準モデル化、そのモデル化した動作を習得するためのトレーニングの効果を検証した内容は、国際的にも未報告であった。そのため、本研究で明らかにした内容は学術的に意義のある成果であったと考えられる。トレーニング効果については十分な成果を得るに至らなかったが、今後のトレーニング効果が得られる対象者の検討の余地があるとともに、曲走路疾走における内傾動作の巧拙を評価する際には有用であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In sprint events, it is necessary to run at high speeds on curved path. To enable curved sprinting, a centripetal force must be exerted at the center of the radius of curvature. One strategy is to use inward leaning motion. The aims of this study were to quantify running movements during curved sprinting, to develop a system to facilitate the acquisition of leaning motion during curved sprinting, and to clarify the effects of training with the system on the movements. The results of this study showed that the movements during curved sprinting could be quantified, but the training using the system for a competitor did not lead to the acquisition of a standardized leaning motion.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：スプリント動作 曲走路 動作解析 内傾動作 運動学習

## 1. 研究開始当初の背景

これまで陸上競技短距離種目のパフォーマンスに関して、レース中に出現する最高疾走速度がパフォーマンスに大きな影響を及ぼし(Mackala, 2007)、走速度に關与するバイオメカニクスの特徴について広く検討されてきた。しかしながら、陸上競技の短距離種目において、200m 走、400m、4×100mR の第1・3 走者では曲走路を走行する必要があり、レース中においても曲走路区間で最高疾走速度が出現することが報告されている(Greene, 1985)。そのため、上述した種目のパフォーマンス向上のためには、曲走路における疾走動作について詳細に検討する必要がある。

曲走路走行は直走路とは異なり、走路に沿って身体の向きを変える必要があり、曲走路走行を可能にするためには、走者は求心力を生み出す必要がある。物理法則にもとづくと、求心力は曲率半径と質量および移動速度によって決定することから、移動速度が高くなるすなわちパフォーマンスが高くなるほど、発揮する求心力も大きくなる(Usherwood and Wilson, 2006)。よって、移動速度が高い短距離種目では、大きな求心力を発揮するためのより良い動作を習得する必要がある。

求心力を発揮するための動作のひとつに身体内傾動作が挙げられる。しかしながら、身体内傾動作を含む曲走路疾走中の動作の特徴については、十分には検討されておらず、曲走路において高い走速度で走行するための動作を習得するためのアプローチについても明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、曲走路疾走中の走動作を標準モデル化することで定量化するとともに、その定量化した動作をもとに、曲走路疾走中の動作の習得を促すためのシステムを開発し、そのシステムを用いたトレーニングが動作の習熟に及ぼす影響について明らかにすることであった。

## 3. 研究の方法

本研究では、3つの実験( )を実施した。

3-1. 体幹部側屈と下肢内外転によって身体内傾動作が行われる。それらの動作と求心力の関係については明らかにされていない。実験 では、曲走路疾走中における支持期中の内傾動作と求心力との関係性について検討した。被験者は、大学陸上競技部に所属している男子大学生12名であった。試技は、陸上競技場における第1レーンに相当する曲走路で60m 走スプリント走とし、45m 地点付近の走動作をモーションキャプチャシステムおよび2枚のフォースプレートを用いて分析を行なった。分析項目は、時空間変数、支持期中の内傾動作(脚全体および胴体セグメントの内傾角度)、求心力(X軸方向の地面反力)とした。Pearsonの積率相関係数を用いて、左右脚それぞれの内傾動作と求心力の関係性について検討した。

3-2. 陸上競技短距離種目では 2 から 9 レーンまでの異なる曲率半径 (39.318m 47.858m) を走行する必要がある .異なる曲率半径における体幹部の内傾動作の特徴と ,走速度との関係性については明らかにされていない .実験 では ,異なる曲率半径における曲走路疾走中の身体内傾角度の特徴について検討した .被験者は ,大学陸上競技部に所属している男子大学生 13 名 ,女子大学生 12 名の計 25 名であった .試技は ,陸上競技場の第 2・5・9 レーンにおける曲走路で 60m 走スプリント走とし ,55m 地点付近の走動作についてハイスピードカメラを用いて分析を行なった .分析項目は ,時空間変数 ,1 サイクルにおける胴体セグメントの内傾角度とした .一元配置分散分析を用いて ,各レーンにおける走速度と身体内傾角度の平均値の違いについて検討した .また ,Pearson の積率相関係数を用いて ,走速度と身体内傾角度の関係性について検討した .

3-3.これまで曲走路疾走中の内傾動作をフィードバックし ,効果的な内傾動作を習得することを検証したトレーニング研究は報告されていない .実験 では ,フィードバックシステムを用いたトレーニングが曲走路疾走中の内傾動作に及ぼす影響について検討した .これまで収集したデータをもとに ,曲走路疾走中の体幹内傾角度を標準モデル化し ,平均値 ±2SD の範囲外に位置していた走者を抽出した .対象者は大学陸上競技部に所属している男子大学生 1 名とした .陸上競技場における第 2 レーンに相当する曲率半径の走路にて ,60m スプリント走 5 回を 1 セッションとし ,週 2 回 ,4 週間の計 8 セッションのトレーニングを実施した .走行中の身体内傾角度についてリアルタイムのフィードバックを行なった .トレーニング前後で ,パフォーマンステストおよび動作分析を実施し ,トレーニング前後の走速度と身体内傾角度について検討した .

#### 4. 研究の成果

4-1. 実験 で得られた主たる結果を図 1 に示す 求心力と脚セグメント角度の関係について ,左脚では有意な正の相関関係が見られたが ,右脚では有意な負の相関関係が認められた .一方 ,求心力と胴体セグメント角度の関係について ,左脚では有意な正の相関関係が認められたが ,右脚では有意な相関関係は認められなかった .これらの結果は ,求心力の獲得には ,脚動作だけでなく胴体の内傾動作も関与しており ,左右支持期でその貢献度は異なることを示すものである .

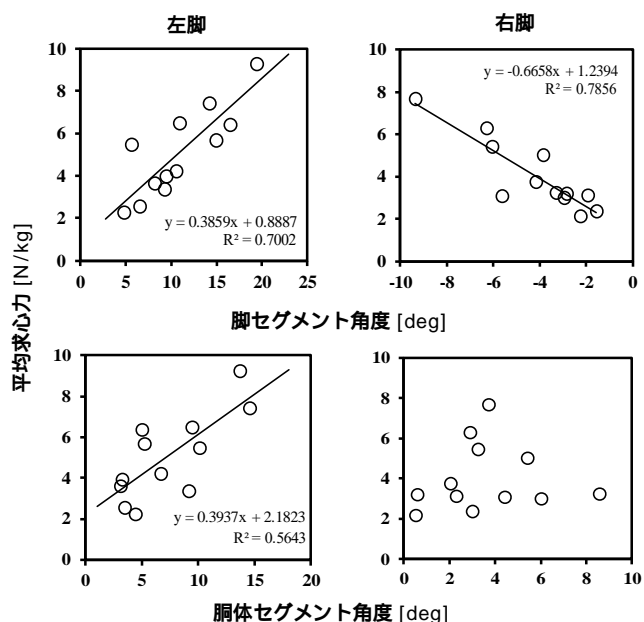


図 1 求心力と脚および胴体セグメント角度

4-2. 実験 で得られた主たる結果を図 2 に示す。走速度は男女ともに曲率半径が大きい外側レーンほど走速度(男子: 2 レーン  $9.10 \pm 0.36$  m/s, 5 レーン  $9.17 \pm 0.37$  m/s, 9 レーン  $9.38 \pm 0.33$  m/s; 女子: 2 レーン  $7.51 \pm 0.28$  m/s, 5 レーン  $7.59 \pm 0.28$  m/s, 9 レーン  $9.67 \pm 0.22$  m/s)が高く, 2 レーンよりも 9 レーンで有意に高かった。一方, 体幹内傾角度は男女ともにレーン間に違いは認められなかった(男子: 2 レーン  $12.12 \pm 2.17$  deg, 5 レーン  $11.11 \pm 1.23$  deg, 9 レーン  $11.80 \pm 2.45$  deg; 女子: 2 レーン  $8.41 \pm 2.53$  deg, 5 レーン  $8.98 \pm 1.91$  deg, 9 レーン  $8.87 \pm 2.05$  deg)。男子では走速度と体幹内傾角度との間には有意な相関関係が見られなかったが, 女子では走速度と体幹内傾角度の間に有意な正の相関関係が認められた。これらの結果は, 体幹内傾動作はレーンによる違いはなく, 脚内外転動作によって求心力を發揮していることを示すとともに, 曲走路疾走中における身体内傾角度が走速度に及ぼす影響は, 性差もしくは競技レベルによって異なる可能性を示唆するものである。

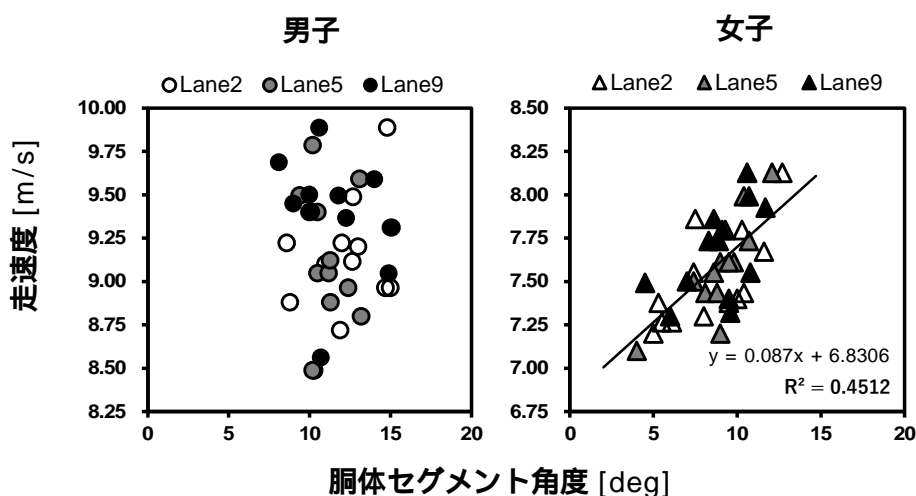


図 2 各レーンにおける走速度と身体内傾角度の関係

4-3. トレーニング前後における走速度と体幹内傾角度には, 顕著な変化は認められなかった。(走速度: Pre  $9.50$  m/s, Post  $9.48$  m/s; 体幹内傾角度: Pre  $17.19$  deg, Post  $17.43$  deg)。これらの結果は, フィードバックシステムを用いたトレーニングは, 曲走路疾走中において標準値よりも大きな体幹内傾動作を行っていた競技者に対して, 内傾動作の変化を生じさせるまでの効果を有していない可能性を示唆するものである。

< 引用文献 >

- Greene PR. Running on flat turns; experiments, theory, and applications. *J Biomech Eng.* 1985; 107:96–103.
- Mackala K. Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New Studies in Athletics.* 2007; 22:7–16.
- Usherwood JR, Wilson AM. Accounting for elite indoor 200 m sprint results. *Biol Lett.* 2006; 2:47–50.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Hayato OHNUMA, Takaya YOSHIMOTO, Kaito IWAYAMA, Ryo YAMANAKA, Toshiyuki OHYA, Takeo MATSUBAYASHI  | 4. 巻<br>181           |
| 2. 論文標題<br>Anthropometric characteristics are a non-negligible factor even in world's elite 100-m sprinters | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche  | 6. 最初と最後の頁<br>558-563 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.23736/S0393-3660.21.04682-9   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難  | 国際共著<br>該当する          |

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>大沼 勇人, 熊野 陽人, 千葉 佳裕, 吉本 隆哉 |
| 2. 発表標題<br>曲走路疾走中における内傾動作と求心力の関係      |
| 3. 学会等名<br>日本陸上競技学会 第18回大会            |
| 4. 発表年<br>2019年                       |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)       | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|-------|---------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 吉本 隆哉<br><br>(Yoshimoto Takaya) | 鹿児島国際大学・福祉社会学部・准教授    |    |
| 研究協力者 | 千葉 佳裕<br><br>(Chiba Yoshihiro)  | 城西大学・経営学部・准教授         |    |
| 研究協力者 | 熊野 陽人<br><br>(Kumano Akihito)   | 関西福祉大学・社会福祉学部・准教授     |    |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|