

氏名・（本籍） 豊嶋 陵司（大阪府）

学位の種類 博士（体育学）

報告番号 乙 第56号

学位授与年月日 2017（平成29）年3月19日

学位授与の要件 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）

第4条第2項該当

論文題目 短距離走の最大速度局面におけるピッチとストライドとの
トレードオフの克服に関するバイオメカニクスの要因

審査委員（主査） 桜井 伸二

田内 健二

山田 憲政

論文審査の経過および結果

1. 論文審査経過

- 2016年9月13日（火） 博士学位論文の受理、審査委員会の設置
- 2016年9月22日（木） 第1回学位審査委員会
（本審査委員会運営方法の確認、審査日程と方針を決定）
- 2016年11月2日（水） 第2回学位審査委員会
（論文の問題点の検討、本人への問題点の提示）
- 2016年12月21日（水） 第3回学位審査委員会
（修正の確認、問題点についての質疑応答、口述試験）
- 2017年1月11日（水） 第4回学位審査委員会〔稟議〕
（審査報告書の審議）

2. 論文審査の結果

2.1 提出論文の審査経過

本委員会は次の手順で提出論文の審査を行った。

2016年9月13日 論文受理および審査委員会の設置（博士課程委員会）。

2016年9月22日 第1回学位審査委員会。提出論文について審議し、次の合意が得られた。提出論文の内容に関しては学位に値するものと認められる。ただし、精細な査読を行い、その結果により説

明や修正を求めるものとする。

2016年11月2日 第2回学位審査委員会。査読結果を持ち寄り検討した。その結果、特に遊脚の動作に注目した根拠やその考察についてより詳細な説明を求めることとし、あわせて図表の参照をより明確にすること、用いられる術語の統一を図ること、文献リストの記載法を修正することなどを求めることとした。上記について、論文提出者に具体的に通知し、指摘箇所に関する加筆・修正の検討を求めた。

2016年12月21日 第3回学位審査委員会。加筆・修正点の確認をした上で、口頭にて最終試験を行った。

2017年1月11日 第4回学位審査委員会（稟議）。学位審査報告書の確認を行った。

2.2 提出論文の概要と評価

提出された論文の構成は次のとおりである。

第1章 緒言

第2章 短距離走の最大速度局面における同一個人のピッチとストライドとのトレードオフ発生機序（研究課題1）

第3章 短距離走の最大速度局面におけるピッチが高い選手およびストライドが大きい選手の運動学的特徴（研究課題2）

第4章 短距離走の最大速度局面における遊脚キネティクスとピッチおよびストライドとの関係（研究課題3）

第5章 総合考察

第6章 総括

短距離走における疾走速度の向上に焦点を当てた研究は古くから行われてきた。脚の後方スイングが速いこと、支持期における膝関節の伸展や足関節の底屈変位が小さいこと、大腿部の後方変位が小さいこと、脚の前方への回復が早いことなどが高い疾走速度に関係していると考えられる。一方、疾走速度はピッチとストライドの積である。上記のさまざまな動作要因が、どのようにピッチおよびストライドを介して疾走速度に影響しているのかは明らかにされていない。疾走速度の向上は、ピッチとストライドのうち、一方を向上させながらも他方を維持するという、トレードオフの克服によって達成される。ピッチを高めることおよびストライドを増大させることには、異なる要素が関係すると考えられるが、これまでの研究では、疾走速度に関係する動作要因は一括りにされてきた。ストライドを維持しながら高いピッチを獲得することと、ピッチを維持しながら大きなストライドを獲得することに分け、それぞれに関係する動作要因を明らかにした研究はみあたらない。本研究の目的は、短距離走の最大速度局面におけるピッチとストライドとのトレードオフ関係について、その発生および克服に関するバイオメカニクスの要因を明らかにし、疾走速度を高めるために有用な方策を示すことであった。

以上の目的を達成するために、以下の3つの研究課題を設定した。

【研究課題1】短距離走の最大速度局面において、同一個人内におけるピッチ型の疾走とストライド型の疾走試技とを比較し、ピッチとストライドとのトレードオフの発生機序を明らかにすること。

【研究課題2】短距離走の最大速度局面において、ストライドが類似した選手間での高いピッチ、および、ピッチが類似した選手間での大きいストライドに関係する運動学的要因を明らかにすること。

【研究課題3】短距離走の最大速度局面における遊脚のキネティクスと、高いピッチおよび大きいストライドそれぞれとの関係を明らかにすること。

研究結果は、以下のようにまとめられる。

- (1) トレードオフの発生要因：支持時間が同じで滞空時間のみが異なることが、ピッチとストライドとのトレードオフを生み出した。その滞空時間の差は、鉛直地面反力の大きさに由来していた。鉛直地面反力は、接地時における遊脚大腿部の角度に影響を受け、前方への角変位が大きいほど鉛直地面反力は大きくなった。
- (2) ストライドが類似した場合のピッチが高い選手の特徴：ストライドが類似している場合のピッチが高い選手は、支持時間および滞空時間がともに短かった。また、支持距離も短かったが、それは長い滞空距離によって相殺されていた。下肢については、接地時の下肢後方スイング角速度が大きく、離地時の股関節および膝関節角度が小さかった。さらに、遊脚期における股関節屈曲トルクおよびパワーが大きかった。
- (3) ピッチが類似した場合のストライドが大きい選手の特徴：ピッチが類似した場合のストライドが大きい選手は、滞空距離が長かった。また滞空時間も長いですが、それは短い支持時間によって相殺されていた。下肢については、接地時の下肢後方スイング角速度が大きく、離地時の足関節底屈角速度が小さかった。また、接地時に遊脚の大転子に対する質量中心の相対鉛直加速度が大きく、これは、大腿部の早期回復が関係していた。この大腿部の早期回復には、遊脚の前方スイングが開始された際に、股関節屈曲トルクが大きく、パワーが早期に増大することが関係していた。

以上の結果から、疾走速度を高める上で、主にピッチの向上を目指す場合には、支持期に下肢関節の伸展動作を小さくすることや、股関節まわりの筋群を強化することが必要であり、ストライドの増大を目指す場合には、足関節スティフネスを高めるトレーニングに加え、股関節の早期屈曲を促すために、股関節を屈曲させる力発揮のタイミングを改善する必要があると考察された。また、接地時に下肢の後方スイング速度を高めて短い支持時間に対応することは、ピッチとストライドのどちらの改善を目指す場合であっても必要なことだと示唆された。

なお、本研究において収集されたデータは全て100mが10秒台中盤から12秒台までの成人男性選手のものであり、異なるレベルや女性の選手に適用することには限界があること、最大速度局面を対象としたものであってスタートからのスピードの獲得過程における考察はできないこと、走動作における左右差は無視できる程度であると仮定したことなどを、本論文の限界として述べている。

2.3 提出論文の評価

陸上競技の短距離種目は古くから行われてきた。走動作は最も基本的な身体動作の一つと考えられ、また数多くのスポーツ種目で重要な役割を果たしている。疾走動作、およびその最大速度向上に関しては、スポーツバイオメカニクス分野においてもこれまで多くの研究がなされてきた。

本論文では緒言において先行研究の達成点を明らかにした上で問題点を整理し研究課題を提示している。本論文の評価される点の第一は、この先行研究の整理と問題設定である。先行研究のレビューは広範にわたり適切である。またそれに基づく問題設定は合理的であり、妥当なものと評価できる。

評価できる第二の点は、問題解決のために適切な方法を選び、しかも丁寧な分析を行っている点である。同一個人内におけるピッチ型の疾走とストライド型の疾走試技とを比較する、あるいはストライドが類似した選手間での高いピッチ、およびピッチが類似した選手間での大きいストライドに関係する運動学的要因を明らかにするなどの方法を用い、さらに多数のデータを適切な方法で処理している。これらの手法に

特段の目新しさはないが、それだけに手堅く、得られた結果は信頼できるものとなっている。データ取得やデータ分析の方法についての論文提出者の深い理解がうかがわれる。

第三に評価できる点は、疾走速度を高めるために、主な課題がピッチの向上である場合とストライドの増大である場合のそれぞれに対して、有用な知見が示されたことである。本研究から得られたこれらの知見は、陸上競技短距離種目において選手の疾走タイプに応じたトレーニングや指導を行うために大きな影響を与え、さらには幅広いスポーツの競技パフォーマンス向上に貢献しうるものであると高く評価できる。スポーツ現場への研究成果のフィードバックが期待される。

一方、キネティクスの要因については遊脚期の分析のみに留まっており、また本研究の分析項目は下肢を中心としたものである。よって、支持期の下肢キネティクスの要因がピッチとストライドに及ぼす影響や上肢の動作についても今後検討していく必要があると考えられる。しかしながら、これらの問題点や研究上の制約・限界は本研究の価値を否定するほど大きなものではなく、むしろ本論文によってスポーツバイオメカニクス分野における疾走動作の研究の可能性や新たな研究領域が開拓されるものと見ることもできよう。

1.4 提出論文の既刊論文との関係

本論文の第2章と第3章は下記の学術誌に掲載された論文の内容を中心に書かれている。

・第2章

豊嶋陵司・田内健二・遠藤俊典・磯繁雄・桜井伸二 (2015) スプリント走におけるピッチおよびストライドの個人内変動に影響を与えるバイオメカニクスの要因. 体育学研究, 60: 197-208.

・第3章

Toyoshima, R. and Sakurai, S. (2016). Kinematic characteristics of high step frequency sprinters and long step length sprinters at top speed phase. Int. J. Sports Health Sci., 14: 41-50.

3. 最終試験の結果

第3回学位審査委員会において、口頭にて質疑応答を行い最終試験とした。その内容は本論文の内容や研究方法論を含み、ヒトを対象とした実験研究における倫理、あるいはバイオメカニクスおよび一般的な自然科学の研究についての基本的な知識と理解度、研究に対する論理的な展開能力などを確認するものであった。その結果、論文提出者は研究能力および専門領域についての十分な学識を有していると判定した。

4. 学力の確認

本研究科の指導指針にのっとり、英文での論文を含み学会誌に筆頭著者として複数の原著論文が掲載されている。また本論文を構成する研究内容の発表により、日本コーチング学会第25回大会 (2014) において「日本コーチング学会大会賞」を受賞した。これらのことにより、論文提出者は博士の学位を授与されるに値する学力を十分に有していると判定した。

5. 結論

本学位審査委員会は、提出された博士学位請求論文が博士 (体育学) の学位に値するものであり、かつ、論文提出者は専門領域に関する十分な学識と研究能力を有するものと判定した。

以上