

令和元年6月23日現在

機関番号：37101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01644

研究課題名(和文) 市民ランナーの安全で効率良いランニングフォーム学習支援システムの構築

研究課題名(英文) Construction of safe and efficient running form learning support system for recreational marathon runner

研究代表者

得居 雅人 (Tokui, Masato)

九州共立大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：00227571

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：ランニング動作改善のためのドリルの即時的効果を検討した。最大下速度では、ストライドが増大した。最大速度では、着地脚を振り戻して身体の近くで着地するフォームに変化した。行なったドリルが、走動作改善につながったものと考えられる。また、走速度増加に伴う地面反力とランニング動作の変化を調査した。走速度とピッチ、およびストライドには直線関係が見られた。走速度の増加に伴い、地面反力のピーク値は、3成分ともに直線的に増加した。一方、走速度と力積の関係は方向により異なっていた。垂直変位はステップ頻度と垂直方向の力積に関連していた。これらの知見をランニング動作の改善に役立てなければならない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

市民ランナーにとって、安全で効率の良いランニングフォームを獲得することは重要であるが、市民ランナーが自らそれを学ぶ方法は確立されていない。本研究の目的は、市民ランナーのランニングフォーム学習を支援するシステムを構築することである。身体の真下でのフラットな着地感覚のイメージ作りにより、ブレーキの少ないフォームを獲得できる可能性が示された。頭頂の垂直変位は、ステップ頻度や鉛直方向の力積と関連していた。また、開発したセンサーにより手足の同調を評価できる可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：Effects of drill on improvement of running form was examined. A stride length at the submaximal running speeds was found to increase after the drill. Angles of leg, thigh and shank, and landing distance at landing phase were decreased at maximal running speed after drill, leading the improvement in a running form to make a leg landed just below the center of mass of the body. It is suggested that the drill could be effective to improve a running form. Ground reaction force and kinematic variables were investigated during running. Ground reaction force of three directions increased with increase in running velocity, but the impulses showed different change depending on the direction. The vertical displacement of the top head was related with step frequency and vertical impulse. These results obtained in this study should be useful for running form improvement.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：市民ランナー ランニングフォーム 地面反力 フラット着地 センサー

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

ランニングブーム真っ只中の我が国では、多くの市民ランナーが、健康づくりや生き甲斐づくり、自己実現を求めて汗を流している。傷害につながらず快適に走ることのできる安全で効率の良いランニングフォームの普及は急務といえるが、市民ランナーがそれを学ぶ方法は確立されていない。本研究の目的は、ランニングフォーム改善につながるコアとなるイメージ作りのための教示方法・練習方法の確立、及びランニングフォームを評価するセンサーの開発によって、市民ランナーのランニングフォーム学習を支援するシステムを構築することである。目的を達成するため、以下の3課題について研究を実施した。

【研究1】市民ランナーの走動作イメージづくりの即時的効果（ケーススタディ）

【研究2】市民ランナーの走速度変化に伴う地面反力と走動作の変化

【研究3】ランニングフォーム評価センサーの開発

【研究1】市民ランナーの走動作イメージづくりの即時的効果（ケーススタディ）

2. 研究の目的

一般の市民ランナーがランニングフォームを改善にするためには、一流選手の動作の特徴などの客観的な情報とともに、どのような感覚で体を動かせば、どのような動作や力発揮の変化が起こるのかと言った主観的な情報が欠かせない。しかし、現実に各ランナーが自らのランニングフォームを改善するための方法は十分に示されていない。本研究目的は、市民ランナーに手足の同調を意識したフラットな着地感覚のイメージ作りを行わせることが、ランニングフォームに与える即時的な効果を明らかにし、ランニングフォーム学習の一助とすることである。

3. 研究の方法

1) ケースA：女性市民ランナーA1名を対象とした。まず、ランナーに2.78m/s (6'00"/km)のペースで疾走させ各種データを収集した。次にフォーム改善のためのイメージづくりを行い、その後、同じペースで疾走させデータを収集した。イメージづくりの感覚は、『身体の真下にフラットな感じで着地する。足部のどこで実際に着地するかではなく、あくまでも「フラットな感覚」。着地と同時に、「しっかり踏ん張る」、「真上から押す」、「足の上に乗る」などの感覚を持てるようにする。』である。また、ドリルとして、その場片足ジャンプを行い、『跳び上がるのではなく、あくまでもしっかり「押す」「乗る」結果として、ジャンプが起こる意識で。』行わせた。

2) ケースB：女性市民ランナーB1名を対象とした。まず、ランナーに6'00"/km、4'30"/km、および全力(Max)の3段階のペースで疾走させ各種データを収集した。次にフォーム改善のため感覚を教示し、イメージ作りを行い、その後、同じペースで疾走させデータを収集した。イメージづくりの感覚は、『身体の真下に足がフラットな感じで着地する。着地と腕振り（腸骨の前で太鼓をたたくような）を同調させる。着地と同時に、「しっかり踏ん張る」、「真上から押す」、「足の上に乗る」などの感覚を持てるようにする。』とした。

3) データ収集：実験は、屋内の全天候型実験走路において実施した。ランナーは点灯式のペースメーカーに先導されて疾走し、身体に貼付した基準点28点の3次元座標をモーションキャプチャーにより、地面反力をフォースプレートにより取得した。

4. 研究成果

1) ケースA：走速度は、設定した2.78m/sに対して、pre: 2.83m/s (ストライド: 1.0m×ピッチ: 2.83Hz)、post: 2.73m/s (0.97m×2.82Hz)であった。Preでは前足部着地であったが、着地方法の指示は全くしていないにもかかわらず、Postでは踵着地に変化した。Preでは地面反力のブレーキ成分のピークが観察されたが、Postでは、ピークが消失した(図1-1)。Preに比較してPostでは地面反力の前後方向の力積が減少した。一方鉛直方向の力積は同等の値を示した(図1-2)。以上の結果は、身体の真下で着地するイメージ作りにより、ブレーキの少ないフォームを獲得できたことを示すものである。踵着地はブレーキになりやすいと考えられがちであるが、どこで着地するかということよりも、着地のイメージを大切にすることが重要であると考えられる。

2) ケースB：6'00"/kmと4'30"/kmにおいては、同等の速度で走っているにもかかわらず、PostではPreと比較してストライドの増大がみられた。ランニング動作においては回復脚の膝を締めて(膝関節角度を小さくして)膝を高く上げる(大腿角度が大きな)フォームに変化した。このことは、地面をしっかり押す動作により導かれたものと考えられる。Maxでは、着地時に着地脚を振り戻して身体の近くで着地するフォームに変化した(着地距離、脚角度、大腿角度、下腿角度がすべて小さくなった)。下に向け叩くような腕振りと脚の動きを同調させるドリルが、足を身体の下で着地させようとする動きにつながったものと考えられる。これより、本研究で行った腕と足を同調させるドリルはランニングフォームの改善に有効であることが示唆された。

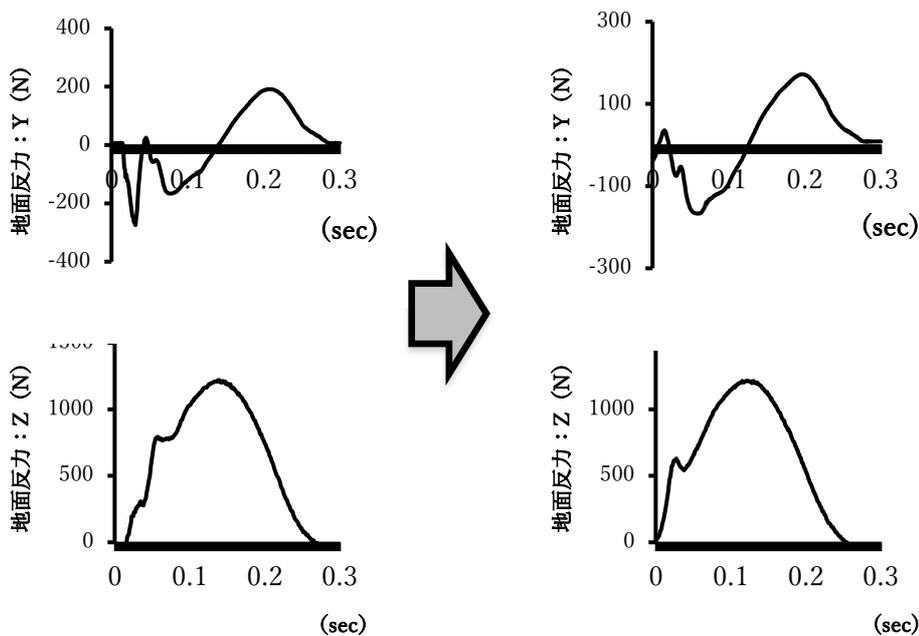


図 1-1. Pre (左)、Post (右) の地面反力 (上：前後、下：鉛直)

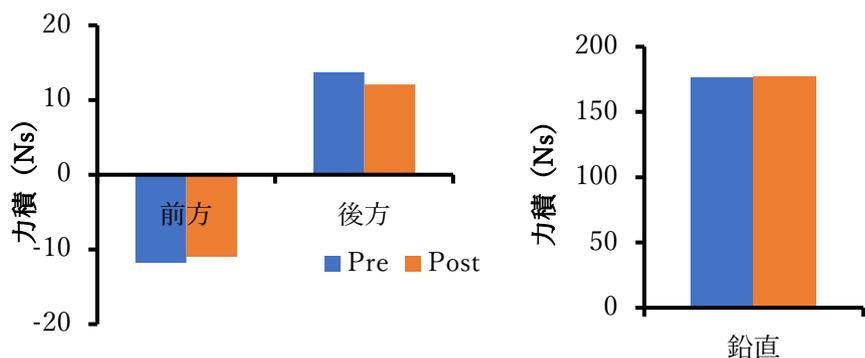


図 1-2. Pre、Post の地面反力の力積 (左：前方、中：後方、右：鉛直)

【研究 2】市民ランナーの走速度変化に伴う地面反力と走動作の変化

2. 研究の目的

ランニング中、ランナーは地面に力を与えて身体を推進させ、ステップ頻度とステップ長の増加により速度を増加させている。本研究では、市民マラソンランナーを対象に、ランニング中の走速度変化に伴う地面反力、ステップ頻度、ステップ長、動作の変化、および、これらの関係を明らかにする。

3. 研究の方法

13名の市民マラソンランナー（男性5名、女性8名）が、屋内の全天候型実験走路（50m）において、自ら選んだ6～10段階のペース（7' 00" /km～2' 30" /kmの30秒毎）で疾走した。走速度調整のため点灯式のペースメーカーに先導され、それぞれの試技の間に十分に休息した。28の身体計測点の3次元座標をモーションキャプチャにより記録し、ステップ頻度、ステップ、走速度、頭頂点の上下動を算出した。走路に埋設されたフォースプレートにより、前後方向（負の値をブレーキ成分、正の値を推進成分）と鉛直方向の地面反力のピーク値と力積を算出した。測定項目間の関係を、ピアソンの相関係数により検討した。

4. 研究成果

ステップ頻度とステップ長は、走速度増加に伴い直線的に増加し、高い相関関係を示した（表 1-1）。また、走速度増加に伴い 3 方向の地面反力のピーク値は増加し、接地時間は減少した。その結果、走速度は、すべての方向の地面反力のピーク値との間に高い相関を認めたが、力積との間の関係は方向により異なっていた。ステップ長は、3 方向の地面反力とブレーキ方向の力積との間に高い相関を認めた。一方、ステップ頻度は、鉛直方向の力積との間に高い相関を認めた。また、頭頂の垂直変位とステップ頻度、鉛直方向の力積の間に高い相関を認めた（表 1-2）。

表 2-1. 走速度、ステップ頻度、ステップ長、頭頂部の垂直変位の間の関係

	走速度	ステップ長	ステップ頻度	頭頂部の垂直変位
走速度	-			
ステップ長	0.96 ^c	-		
ステップ頻度	0.62 ^c	0.40 ^c	-	
頭頂部の垂直変位	-0.24 ^a	N.S.	-0.72 ^c	-

a: $p < 0.05$, b: $p < 0.01$, c: $p < 0.001$

表 2-2. 走速度、ステップ頻度、ステップ長、頭頂部の垂直変位と地面反力、力積との関係

	ブレーキ方向		推進方向		鉛直方向	
	地面反力	力積	地面反力	力積	地面反力	力積
走速度	0.80 ^c	0.65 ^c	0.88 ^c	0.34 ^c	0.70 ^c	-0.50 ^c
ステップ長	-0.77 ^c	0.70 ^c	0.86 ^c	0.39 ^c	0.73 ^c	-0.30 ^b
ステップ頻度	-0.46 ^c	0.21 ^a	0.50 ^c	N.S.	0.26 ^b	-0.89 ^c
頭頂部の垂直変位	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.26 ^a	0.77 ^c

a: $p < 0.05$, b: $p < 0.01$, c: $p < 0.001$

【研究 3】ランニングフォーム評価センサーの開発

2. 研究の目的

個人で練習を行う多くの市民ランナーには、コーチが存在するわけではなく、ランニングフォームの評価方法を持たない。近年、加速度センサー等の技術の進歩は目覚ましいものの、一般のランナーにとって安価で手軽とは言えない。本研究の目的は、市民ランナーが簡便に自らのランニングフォームを評価できるセンサーシステムの開発である。

3. 研究の方法

3 軸の加速度センサーを用いて、より詳細な動きを分析できるようレンジを調整した（図 3-1）。ランニング動作の評価の観点、腕振りと逆足の着地の同調性とした。すなわち、手首と逆足の足首に装着したセンサーにより加速度を求め、動作のアクセント（加速度のピーク）の同調を解析できるようセンサーシステムを設計した（図 3-2）。

4. 研究成果

手首と足首にセンサーを装着しランニングを行なった。腕振りと逆足の着地の同調性を測定・解析可能であることが示された（図 3-3）。ランニング動作の測定・解析技術の開発において、低額で専門知識の必要がなくても利用できるシステムの開発につながるものである。



図 3-1. 加速度センサー



図 3-2. 実験の様子

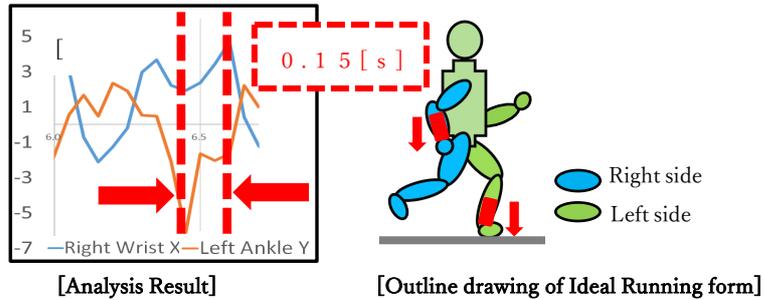


図 3-3. 手足の同調したランニングフォームと解析結果

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 6 件）

- ① 腕振りと足の動きの同調を意識した市民ランナーのランニングフォーム改善，平成 28 年 8 月，第 2 回スポーツパフォーマンス学会（東京ビッグサイト）
- ② Effect of drill synchronizing arm swing and leg movement on running form in a female citizen runner—a case study—, 平成 28 年 11 月，10th International Conference on Strength and Conditioning (Kyoto, Japan)
- ③ ランニングフォームに対する動作解析システムに関する研究，平成 29 年 3 月，第 7 8 回 F T C 研究会（兵庫県）
- ④ 市民ランナーのランニングフォームに関する意識，平成 30 年 3 月，第 30 回ランニング学会大会（筑波大学）
- ⑤ Stride length, cadence, and ground reaction force with increase in running speed in middle-aged recreational marathon runners, 平成 30 年 7 月，Asia-Singapore Conference on Sport Science 2018 (Singapore, Singapore)
- ⑥ 市民ランナーの走速度変化に伴うランニングフォームと地面反力の変化，平成 31 年 3 月，第 31 回ランニング学会大会（新潟大学）

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：小木曾一之
 ローマ字氏名：(OGISO, Kazuyuki)
 所属研究機関名：皇學館大学
 部局名：教育学部
 職名：教授
 研究者番号（8 桁）：20249809

研究分担者氏名：宮瀬紘平
 ローマ字氏名：(MIYASE, Kouhei)
 所属研究機関名：九州工業大学
 部局名：大学院情報工学研究院
 職名：准教授
 研究者番号（8 桁）：30452824