

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：32601
研究種目：若手研究（B）
研究期間：平成 23 年度～平成 24 年度
課題番号：23700737
研究課題名（和文） 疾走能力向上のための「オーダーメイド型走技術トレーニング」の開発と実践
研究課題名（英文） Development and practice of the tailor-made technical training for enhancing the sprint running ability
研究代表者 遠藤 俊典（ENDO TOSHINORI） 青山学院大学・社会情報学部・助教
研究者番号：80555178

研究成果の概要（和文）：本研究では、個々人に対する縦断的な動作評価をもとにはじめて明らかになる「個々人の動作モデル」を作成することを目的とした。結果として、作成された「個々人の動作モデル」は個々人の技術改善に対するより効果的なトレーニングを推進することに役立つことが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to establish the motion models for individuals based on longitudinal analysis (2 years follow-up survey). As a result, the motion models for individuals contribute to the training aimed at improvement sprint running technique.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学

1. 研究開始当初の背景

競技者は、体力的（筋力やジャンプ能力）トレーニングと技術的トレーニングとを複合的に行うことによって疾走能力の向上を図っている。

体力的トレーニングの背景にある根拠は、これまで数多く報告されてきた疾走能力と筋力または筋量との関係（狩野ほか, 1997；渡邊ほか, 2000, 2003）ジャンプ能力との関係（Young et al., 1995；岩竹ほか, 2003, 2008）、あるいは疾走中の下肢関節の力（トルク・パワー）発揮の知見（阿江ほか, 1986；馬場ほか, 2000）などにある。実際に、トレーニング現場においても筋力トレーニングは頻繁に利用され、一定の効果をあげている。一方、技術トレーニングの背景にある根拠は、疾走スピードと疾走動作との関係が示された知見（宮下ほか, 1986；伊藤ほか, 1998）や、それに付随した一流選手の疾走動作モデルの

構築（阿江, 2010）によるところが大きい。しかし、実際のトレーニングの現場では、選手やコーチの感覚や経験則によるトレーニングが先行し、技術トレーニングに対する科学的知見は十分に活用されていないのが現状である。

技術トレーニングに対する科学的知見が十分に活用されていない理由の1つに、「個々人の動作・技術の特徴」について十分に評価されてこなかったことが挙げられる。スポーツ技術とは、(1) 個々のスポーツ種目で行われる運動の理想的なモデル、(2) 身につけようとしている「理想的な運動」を実現するための仕方、すなわち、選手がもっとも良い運動行為を遂行するために用いる解決策、と定義されている（グロッサー・ノイマイヤー, 1995）。これまでに得られた知見は、世界一流競技者のデータから(1)を作成しており、走者個人の形態的特性、筋量や筋力の大きさ

などの個人差を強く反映しているために、上述の技術トレーニングの(2)に発展していくためにはその乖離が大きい。実際に、これまでに先述したバイオメカニクスの知見をトレーニングに応用しても動作や疾走スピードが改善されなかった事例も存在している。以上のことから、個人の疾走スピードを向上させるための疾走技術のトレーニングを行うためには、これまでに横断的に明らかにされた「理想モデル」と同一個人内の変化特性、つまり、個々人の縦断的なデータのみ明らかにされる「個々人のモデル」との関連性と明確にするとともに、「個々人のモデル」のトレーニングによる変化特性に関するデータを蓄積することによって、個人の特性を類型化していく必要がある。

以上の課題について検討を進めていくために、本研究ではA大学陸上競技部のトレーニングに実験的に介入し、データの収集および分析を2年間にわたって継続的に行った。

2. 研究の目的

本研究では大学の陸上競技選手を対象にして、疾走動作の縦断的な評価を行うことによって個人の疾走動作(技術)の特徴を明確にすることを目的とする。さらに、得られた結果を基にしてトレーニングに介入することによって、疾走能力向上のための「オーダーメイド型走技術トレーニング」の開発と実践を試みることにした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

分析対象者は、青山学院大学陸上競技部(短距離)に所属する女子大学生競技者2名とした。表1には、対象者の身体的特性および競技レベルを示した。2名の競技者はそれぞれ2011年度における学生レベルの主要競技会の優勝者であり、日本の女子学生レベルではトップ選手であるといえる。

表1 対象者の身体的特性

	対象者A	対象者B
年齢	21歳	20歳
身長	166 cm	161 cm
体重	47 kg	48 kg
専門種目	200m / 100m	400m / 200m
自己ベスト記録	24.03 (200m) 11.96 (100m)	54.32 (400m) 24.60 (200m)
競技成績	2011年度 関東インカレ200m優勝	2011年度 日本インカレ400m優勝

(2) データ収集およびデータ分析

2011年度の年間トレーニング計画のうち、試合期に該当する4月から10月においてトレーニング時に行われたスタンディングスタートからの60mの全力疾走を分析試技と

した。2名の対象者ともに、4月から10月の間で実験的に介入して測定することが可能であった試技は8試技であった。各試技を、対象者の側方から高速度ビデオカメラ

(EX-F1, CASIO社製)を用いて、毎秒300フレーム、露出時間1/1000あるいは1/2000秒で撮影した。撮影されたビデオ画像をコンピュータに取り込み、ビデオ動作解析システム(FrameDIAS Ve.3 for Windows, ディケイエイチ社製)を用いて、毎秒150フレームで全身23点の2次元座標を読み取った。分析は右足が接地してから、再び右足が接地するまでの1サイクルにわたって行った。

(3) 算出項目

分析を行った1サイクル(2歩)における身体重心の水平移動距離を2等分したものをストライド長、1サイクルに要した時間を2等分したものの逆数をピッチとし、両者の積を疾走速度として算出した。なお、身体重心の算出には阿江(1996)の身体部分慣性係数を用いた。支持時間および滞空時間については、右脚についてより詳細に検討するために、右足の支持時間を読み取るとともに、右足離地から次の左足接地までに要した時間から滞空時間を算出した。

疾走時の下肢セグメントおよび関節の角度を算出し、角度変位を時間微分することによって角速度を算出した。

本研究では、各対象者が支持期に要した時間を100%として支持期のデータを時間規格化した。そして、対象者ごとに得られた試技をAe et al. (2007)の方法を用いて平均化することによって、「個々人の平均動作」を作成した。

4. 研究成果

本研究では、試合期において最大疾走速度を高めるトレーニング手段である60m走を分析対象とした。このことから、対象者はいずれの試技においても最大努力で疾走していたが、分析によって得られた1サイクルの平均疾走速度には、対象者それぞれにばらつきが認められ、疾走速度を構成する一般的要因の変動係数の大きさも対象者ごとに異なっていた。これらの結果は、運動パフォーマンスが一回性の原理に支配されていることを示すものであり、各選手が同一のトレーニング課題に対して同一のトレーニング手段を用いて同一の努力度で運動を行っていたとしても、結果としてのパフォーマンスは一度として同じではないことを示すものである。このことは、「動く感じ」や「運動観察」における質的な分析の観点からは十分に説明されていた(金子・朝岡, 1990; 金子, 2005)が、バイオメカニクスの分析から得られた客観的なデータにおいても十分に説明可能であることが明らかにされた。上述の内容は、

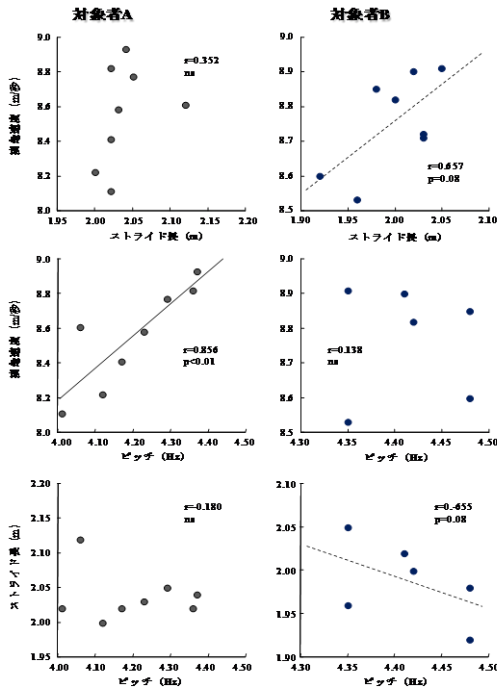


図1 対象者AおよびBそれぞれにおける個人内の疾走速度、ストライド長およびピッチの関係

疾走動作の変数をみるとさらに顕著であり、対象者AあるいはBにおいて共通する動作と変動の大きい動作が認められた。さらに興味深い結果として、図1に示すように、対象者Aでは疾走速度とピッチとの間に有意な正の相関関係が認められた一方で、対象者Bでは疾走速度とストライド長との間に相関傾向がみられたことに加えて、ピッチとストライド長とがトレードオフ関係にあることが認められた。以上のことは、個人の疾走動作の特徴を評価するためには、当該シーズンのある1回の動作を評価してそれらを一流選手のデータや他の選手のデータと横断的に比較するだけでは不十分であることを示唆するものである。このことは、本研究のように、複数回にわたって得られたデータの平均値やばらつきを各個人ごとに評価することではじめて明らかになることから、その評価によって得られたデータを「個人の動作モデル」として構築することがオーダーメイド型の疾走技術改善のためのトレーニング立案に必要不可欠であると考えられた。

(1) 個々人の動作モデルの構築

本研究の主要な目的の1つは、試合期を通して得られた複数回のデータから、「個人の動作モデル」を作成することであった。そこで、これまで Ae et al. (2007) や阿江 (2010) が提案した一流競技者の動作を平均化・標準化(標準動作モデルを作成)する手法を用いて、対象者AおよびBそれぞれの平均動作モデルを構築した。図2に対象者Aを、図3に対象者Bを示した。さらに、本研究では個人内の疾走パフォーマンスと動作との関係を

表2 ストライド長と動作要因との関係

角度の変数(度)	対象者A		対象者B	
	相関係数	p値	相関係数	p値
腿上げ角度	-0.059	ns	-0.628	0.10
引き付け角度	-0.286	ns	-0.053	ns
振り出し角度	0.647	0.09	-0.480	ns
接地時の両大腿の角度差	-0.059	ns	0.503	ns
接地瞬時の股関節角度	0.309	ns	-0.149	ns
離地瞬時の股関節角度	-0.678	0.07	0.051	ns
接地瞬時の膝関節角度	0.275	ns	0.043	ns
支持期中の膝関節最小角度	0.237	ns	-0.683	0.06
離地瞬時の膝関節角度	0.289	ns	0.543	ns
接地瞬時の足関節角度	-0.027	ns	-0.708	*
支持期中の足関節最小角度	0.272	ns	-0.803	*
離地瞬時の足関節角度	-0.370	ns	0.291	ns
角速度の変数(度/秒)				
最大腿上げ角速度	-0.312	ns	0.295	ns
最大引き付け角速度	-0.098	ns	0.552	ns
最大振り出し角速度	0.539	ns	0.655	0.08
最大振り戻し角速度	-0.360	ns	0.100	ns
股関節の最大伸展角速度	0.460	ns	0.285	ns
膝関節の最大伸展角速度	0.052	ns	0.769	*
足関節の最大底屈角速度	-0.183	ns	0.708	*
脚全体の最大後方スイング速度	-0.760	*	0.397	ns

表3 ピッチと動作要因との関係

角度の変数(度)	対象者A		対象者B	
	相関係数	p値	相関係数	p値
腿上げ角度	-0.512	ns	0.433	ns
引き付け角度	0.297	ns	0.433	ns
振り出し角度	0.116	ns	0.347	ns
接地時の両大腿の角度差	-0.636	0.09	-0.568	ns
接地瞬時の股関節角度	0.558	ns	0.227	ns
離地瞬時の股関節角度	-0.385	ns	-0.340	ns
接地瞬時の膝関節角度	0.333	ns	0.121	ns
支持期中の膝関節最小角度	0.311	ns	0.651	0.10
離地瞬時の膝関節角度	0.260	ns	-0.392	ns
接地瞬時の足関節角度	0.695	0.06	0.343	ns
支持期中の足関節最小角度	0.663	0.07	0.644	0.09
離地瞬時の足関節角度	0.493	ns	0.108	ns
角速度の変数(度/秒)				
最大腿上げ角速度	-0.090	ns	0.269	ns
最大引き付け角速度	-0.353	ns	-0.198	ns
最大振り出し角速度	0.006	ns	-0.386	ns
最大振り戻し角速度	-0.013	ns	-0.552	ns
股関節の最大伸展角速度	-0.155	ns	-0.285	ns
膝関節の最大伸展角速度	-0.289	ns	-0.709	*
足関節の最大底屈角速度	-0.090	ns	-0.421	ns
脚全体の最大後方スイング速度	0.623	0.10	-0.340	ns

調査し（表2および3）、それらとこれまで多くの先行研究で報告されている横断的なデータから明らかにされた合理的な動作との関連性を検討することによって、オーダーメイドで個人の疾走動作を評価することを試みた。

①対象者Aについて

対象者Aは、試合期を通してストライド長が比較的安定している一方で、ピッチのばらつきが大きく、そのことがパフォーマンスに影響していることが示された。したがって、試合期において疾走速度を高めるためには、ピッチを高めるような動作が重要となることが示唆された。具体的には、脚の挟み込み（シザース動作）をより前方で行うこと、下肢関節を伸展位で接地し、支持期前半の「足首のつぶれ」を小さくすることによってピッチを高める必要のあることが明らかとなった。



図2 対象者Aの平均動作

②対象者Bについて

対象者Bは、疾走速度のばらつきは対象者Aと比較してかなり小さく、一見すると安定してパフォーマンスを発揮しているかのように見受けられた。しかし、図1に示されるように、ストライド長とピッチとの間には負の関係が認められ、両者がトレードオフ関係にあることが示された。さらにその中で、ストライド長が大きい時に疾走速度が高い傾向にあることが認められた。上述のように、対象者Bにおいてはストライド長とピッチとがトレードオフ関係にあるために、どちらかの要素を大きくしようとした際に、動作のばらつきが偏っていたことから、それぞれと関係のある動作にも一定の傾向がみられなかった。したがって、対象者Bについては、ストライド長が大きい時の動作とピッチが高い時の動作とを統合した動作が目指すべき動作モデルとなることが示された。また、そのために、どのようなトレーニングによって動作が変動しているのかを検討することが重要となることが示唆された。



図3 対象者Bの平均動作

以上の結果は、疾走速度に影響を及ぼす技術的要因は個人内および個人間では異なることから、オーダーメイド型の疾走技術評価およびトレーニング立案のためには、対象者

の縦断的な評価をとおして、複数回の測定・分析データから得られる「個人の動作モデル」を構築し、個人内における動作と疾走速度の関係や個々人の動作のばらつきに影響する要因を検討する必要があることが確認された。

(2) 個々人の動作の変動に影響する要因

上述の結果から、対象者Bは、年間を通して測定時のパフォーマンス（疾走速度）のばらつきが比較的小さく、ピッチとストライドとがトレードオフ関係を示しながら速度が安定している傾向がみられる選手であった。この理由を検討するために、対象者Bの年間トレーニングを分析した。その結果、対象者Bは200mと400mを専門種目として、年間の試合配置およびトレーニング計画を遂行しており、200mの試合に向けたメゾサイクルにおいてはピッチを向上させるようにスピード系トレーニングを行っていた一方で、400mの試合に向けたメゾサイクルにおいてはストライドを安定させてスピードを維持するスピード系トレーニングを重要視していた。このメゾサイクルにおけるトレーニングを反映してピッチ、ストライドおよび疾走動作が変化している可能性のあることが明らかとなった。このことは、「個々人の動作モデル」に示された動作の特徴やばらつきは、年間の試合配置とそれに伴うトレーニングの結果を反映していることを示唆するものである。以上のことから、「個々人の動作モデル」は技術トレーニングの1つの指標としての有用であることが示唆されるが、そのためには、十分な年間トレーニングの分析が必要となることが明らかとなった。

(3) 今後の展望

本研究では、「個々人の動作モデル」は当該年度のトレーニング経過を反映している可能性のあることを示唆した。この結果の裏付けを検討し、より合理的なトレーニングマネジメントを遂行するためには、トレーニング過程における選手の実践的知見の理論化が不可欠である。本研究では、申請期間内において、その方法論の検討に着手した（例として、トレーニング映像および分析結果、選手およびコーチの主観的内容の収集とフィードバックの繰り返し作業）が、その方法論を確立するには至らなかった。今後は、その方法論を確立していくことによって、より合理的なトレーニングモデルを構築することが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 1 件)

(1) 遠藤俊典、本道慎吾、藤井宏明、杉本和那美、安井年文
・女子大学生短距離選手の試合期における疾走動作の個人内変動
日本スプリント学会第 23 回大会 (城西大学)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤俊典 (ENDO TOSHINORI)

青山学院大学・社会情報学部・助教

研究者番号：8055178

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：

研究協力者

田内 健二 (TAUCHI KENJI)

中京大学・スポーツ科学部・准教授

研究者番号：00371162

木越 清信 (KIGOSHI KIYONOBU)

筑波大学・体育科学系・助教

研究者番号：20378235

前村公彦 (MAEMURA HIROHIKO)

環太平洋大学・体育学部・准教授

研究者番号：40454863