

100m走の試合内・試合間における パフォーマンスの個人内変動

—疾走技術改善過程に関する実践的研究—

天野 秀哉・森 健一*・大山 康彦

キーワード：自己観察・他者観察・疾走速度・ピッチ・ストライド

I. 緒 言

100m走の指導の現場では、指導者が疾走中の人間の動きにおける問題点を重視した指導を行うことが多く（金原，1979），運動指導や運動学習には，競技者自身の自己観察が大きな意味を持っている（大田・有川，2001）。運動学習の過程では，最終的に競技者自身の身体の動きの感じが，運動実践の大きな手がかりとなりうる（宮下・大築，1978）。そのため，運動修正においては，競技者自身の自己観察に基づいて合目的な動作へと習熟する過程をたどることとなる。

一方で動作を改善するためには，運動経過を客観的にとらえる必要もあり，全ての人に利用できるように提供され，さらに追検査できる，他者観察も大きな意味を持っている。VTRなどの客観的な手段を用いて競技者の動作を観察し，その実態をとらえることは，競技者にとっては，自分自身の動作を客観的にとらえることのできる，数少ない手段の一つである。競技者が運動経過を，行われている姿のまま分析する際には，印象分析が不可欠であり（マイネル，1981），この印象分析によって，動作改善やそれを行う過程での，決定的な役割を果たす仮設がとらえられる。動作の欠点や制限要因を明らかにすることで，効果的なトレーニング法を選択し，必要に応じて考案することで，動作の変更への試みへと進むことができるのである。

100m走は，様々な構造特性を有している（阿江ほか，1994；伊藤ほか，1998，など）が，実際に競技者が，これらの特性を全て意識しながら疾走していることは不可能に近いと考えられる。そこで図子（1999）は，「100m走技術の学習ということになれば，自己の内面から見る，自己観察的な視点で理解する方法と，動作を外から見る他者観察的な視点でとらえる方法の両方から理解しなくてはならない」としている。100m走において，競技者が自己の目標像を理解し，トレーニング手段を構築，遂行していくことは，パフォーマンス向上を目指す上で必要不可欠であり，そのためには，問題解決型の思考スキルを用いた，スプリントトレーニングのマネジメントを循環させていくことが有益となる（図子，

*筑波大学大学院人間総合科学研究科

1999；2006)。また100m走は、競技会において同日に複数回疾走し、順位を競うことが多い。そのため競技者には、試合内においても現状と目標の比較から課題を見つけ出し、トレーニング遂行時よりも短時間での技術修正を行う能力が求められる。

本研究の目的は、男子100m走競技者1名の疾走技術改善の実践から、試合期初期の3ヶ月間における試合間のパフォーマンスの個人内変動と同日試合内のパフォーマンスの個人内変動を、自己観察的な視点と他者観察的な視点から明らかにすることとした。また、試合間における競技者の目標像の設定とトレーニング手段の構築を実践例から示し、遂行時の過程を明らかにすることで、トレーニング実践現場における有益な示唆を得ることとした。

Ⅱ. 方 法

本研究では、試合間における被験者1名の疾走技術改善の実践方法として、図子(1999)の問題解決型の思考スキルを用いたスプリントトレーニングのマネジメントを参考にした流れのトレーニングマネジメントを行った。シーズンにおける主要試合の設定を2010年7月3日とし、シーズンにおける最大パフォーマンスの発揮を目指した。問題点を明確にするためにシーズン初戦直前に60m走コントロールテスト、シーズン初戦(2010年4月4日)を用いて、競技者の自己観察を内省、他者観察をVTR撮影にて、原因の分析と究明を行った。主要試合に向けての課題の設定とトレーニング方法・手段を選択し、トレーニングの実践を行った。トレーニングにおける評価と診断は、主要試合直前の60m走コントロールテスト、主要試合(2010年7月3日、予選)を用いて、競技者の自己観察を内省、他者観察をVTR撮影行い、トレーニング期間を通した試合間のパフォーマンス変動の評価とした。

また、パフォーマンスの試合内変動を主要試合にて行い、予選・準決勝・決勝の3本における、各レース直後の内省と、VTR撮影から得られた客観的なデータを用いて、それぞれのレースにおけるパフォーマンスの個人内変動を明らかにするとともに、試合内におけるパフォーマンスの評価と診断、課題の明確化を行った。

1. 被験者

被験者は短距離走を専門としている男子1名(年齢：27歳，身長：173.0cm，体重60.5kg，100m走ベスト記録：10.75s，2009年度シーズンベスト記録：10.97s)とした。なお、被験者には本実験の趣旨，内容ならびに安全性についてあらかじめ説明し，参加の同意を得た。

2. 実験試技

(1) 60m走コントロールテスト測定

被験者は、試合期初戦(2010年4月4日・筑波大学競技会)の試合1週間前と、試合期主要試合(2010年7月3日)の1週間前に、60m走の全力走を1本行なった。なお、60m走においては、実際の100m走のレースを想定して走ることを指示した。

(2) 100m走レース測定

2010年4月4日の100m走1レース(以下，R1)と，2010年7月3日の予選・準決勝・

決勝の100m走, 3レース(以下, R2h・R2s・R2f)の, 計4レースとした。いずれも公認競技会であり, 被験者は全レースを全力下で行った。

また, 本研究では, 試合間比較をR1, R2hとし, 試合内比較をR2h, R2s, R2fとした。

3. 実験方法

(1) 60m走コントロールテストにおける実験設定

60m走のタイム測定は, 光電管タイム測定器(Brower Timing System: Brower社製)を用いて, 10m, 20m, 50m, 60m地点にて行った。

また, 疾走動作の撮影は, 高速度デジタルカメラ(EXILIM EX-F1: CASIO社製: 300fps, シャッタースピード1/2000)を2台用いて, 60m走を, 10m地点・55m地点の側方よりパンニング撮影にて, 0m地点から60m地点まで行った。撮影された画像データから, ソフト(Frame Dias For Windows: DKH社製)を用いて, 150fpsで全身23点と走路の両側に2m間隔で設置した構成マーク(被験者の近傍4点)の2次元座標から読み取った。分析は, 0m地点から20m地点までと, 50m地点から60m地点までの2区間にわたって行った。画像から読み取った身体各部の座標は構成マークを元に実長換算した後, デジタルフィルターを用いて遮断周波数6・9Hzで平滑化した。実験設定における詳細はFig 1に示した。

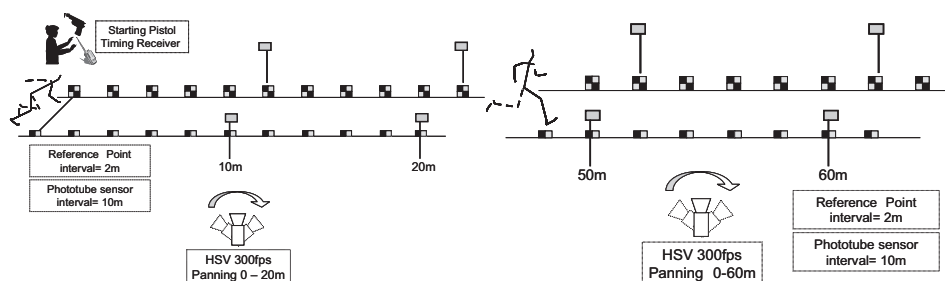


Fig 1 60m走コントロールテストにおける実験設定

(2) 100m走レース測定における実験設定

100m走レースのタイム測定は, 競技会における電気掲示の公式記録を採用した。

また, 疾走動作の撮影は, 高速度デジタルカメラ(EXILIM EX-F1: CASIO社製: 300fps, シャッタースピード1/2000)を2台用いて, 100m走を, 30m地点・70m地点の側方よりパンニング撮影にて, 0m地点から100m地点まで行った。実験設定における詳細はFig 2に示した。

(3) 内省調査

1) 60m走コントロールテストにおける内省調査

60m走コントロールテスト終了直後, 疾走動作を見る前に, 疾走中感じたことを自由記述において記録用紙に記録した。

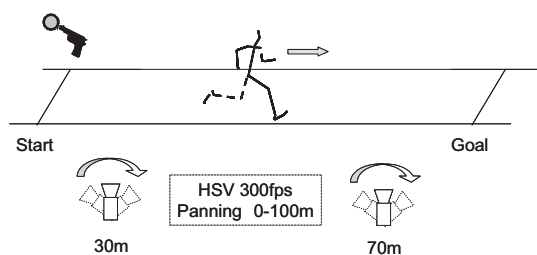


Fig 2 100m走レース測定における実験設定

2) 100m走レースにおける内省調査

100m走レース終了直後、疾走動作を見る前に、疾走中感じたことを自由記述において記録用紙に記録した。試合内間においても同様に記録した。

4. 算出項目

(1) 60m走コントロールテストにおける算出項目

10m地点、20m地点、50m地点、60m地点における光電管の通過タイムを疾走タイムとし、区間距離を通過タイムで時間微分することで区間疾走速度を算出した。また分析を行った2区間における、1サイクル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とし（羽田ほか，2003；遠藤ほか，2008），1サイクルにかかった時間を高速度デジタルカメラのコマ数から算出し、その時間の逆数をピッチとした。さらに、1サイクルごとの脚の支持時間と滞空時間は、高速度デジタルカメラのコマ数から算出した。

分析を行った2区間における水平・鉛直身体重心位置には、阿江（1996）の身体部分慣性係数を用いて算出し、身体重心位置を時間微分することで水平・鉛直身体重心速度を算出した。疾走時の下肢の関節およびセグメント角度を算出し、角度変位を時間微分することで角速度を算出した。それぞれの角度の定義はFig 3に示した。

(2) 100m走レースにおける算出項目

100m走レースの公式記録を疾走タイムとし、被験者のトルソーが10mごとのマーク

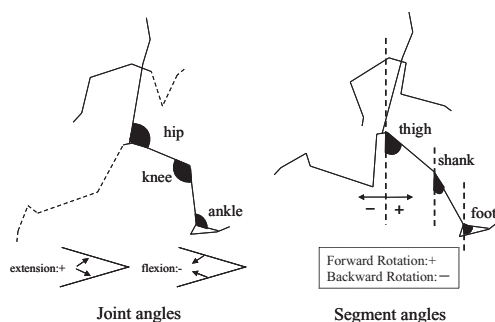


Fig 3 関節角度・セグメント角度の定義

を通過した時間を高速度デジタルカメラのコマ数から算出し、区間タイムとした。また、区間距離を通過タイムで時間微分することで区間疾走速度を算出した。

100m全歩数ごとの、1サイクルにかかった時間を高速度デジタルカメラのコマ数から算出し、その逆数をピッチとして算出した。1サイクルごとの脚の支持時間と滞空時間も同様に算出した。また区間距離を、区間ごとにかかった歩数で微分し、区間ごとの平均ストライド長を算出した。

Ⅲ. 結 果

1. 60m走コントロールテスト・初戦結果からみる問題点の明確化

(1) 自己観察（内省）における問題点の明確化

R1の100m走レースの実施直後における内省を、①試技後の全体的な「感じ」、②身体の位置と動きの「感じ」、③疾走局面ごとに意識した「感じ」の3つに分けて記入した。

主な結果として、①「何かがかみ合っていない、空転している感じ」があり、「自分なりのテンポに身体がついていけなく、事前に想像していたよりも動きが鈍い感じ」があった。また②、「フワフワしていて、身体が宙に浮いてしまっている感じ」があり、「地面を押している感じと蹴っている感じ」があまり無かった。さらに③「スタート5歩目までの浮き上がってしまった感じと1歩目接地するまでに一瞬間があるような滞空時間を感じ」と「中間疾走時に遊脚を挟み込む動きがスムーズだった感じ」であった。

(2) 他者観察（連続写真）における問題点の明確化

Fig 4 は、Beforeの60m走コントロールテストにおける加速疾走過程（0から11歩まで）、Fig 5 は、疾走動作の中間疾走過程（28から33歩まで）を示した、疾走動作の連続写真である。

加速疾走過程において、スタート直後の飛び出しでは前方に蹴り出しているのではなく、多少上方になってしまっていた（Fig 4 No.2）。また、特に3から6歩目の離地時における腰の位置が高めであり、スタート後すぐに起き上がってしまっており、前方へ向って蹴りだしているというよりは上方へ向って蹴りだしていた（Fig 4 No. 4, 7, 9, 11, 13）。さらに、接地時において接地脚が身体の前につきすぎており、身体全体が接地脚に乗り込めておらず、腰が後方に残っていた（Fig 4 No. 8, 10, 12, 14）。中間疾走過程では、接地時において加速過程の時ほど腰が後ろに残っていることはないが、若干身体全体が接地脚に乗り込めておらず、腰が後方に残っていた（Fig 5 No. 1, 4, 7, 11, 14）。これらのことにより、身体全体が前方へ進みにくい動きになっていることが明らかとなった。

2. 主要試合に向けての課題の設定とトレーニング目標・手段の選択

(1) トレーニング課題の設定

BeforeとR1における自己観察の結果より、主な悪いイメージとして、「かみ合っていない、空転している感じ」、「自分なりのテンポに身体がついていかない感じ」「動きが鈍い感じ」、「身体が宙に浮いてしまっている感じ」、「地面を押す、蹴る感じがいない」ということが明らかとなった。また、連続写真における他者観察の結果より、スタート

後に上方へ蹴りだしすぎていることと、接地位置が前すぎるにより、身体全体が接地脚に乗り込めておらず、腰が後方に残っていることが明らかとなった。これらの結果より、スタート直後の加速過程の動きに問題点があることに着目し、加速過程の動きの改善をトレーニングにおける最大課題とした。

(2) トレーニング目標の設定

スタート直後の0 - 20m区間の加速過程の動きを改善させるために、この部分を意識

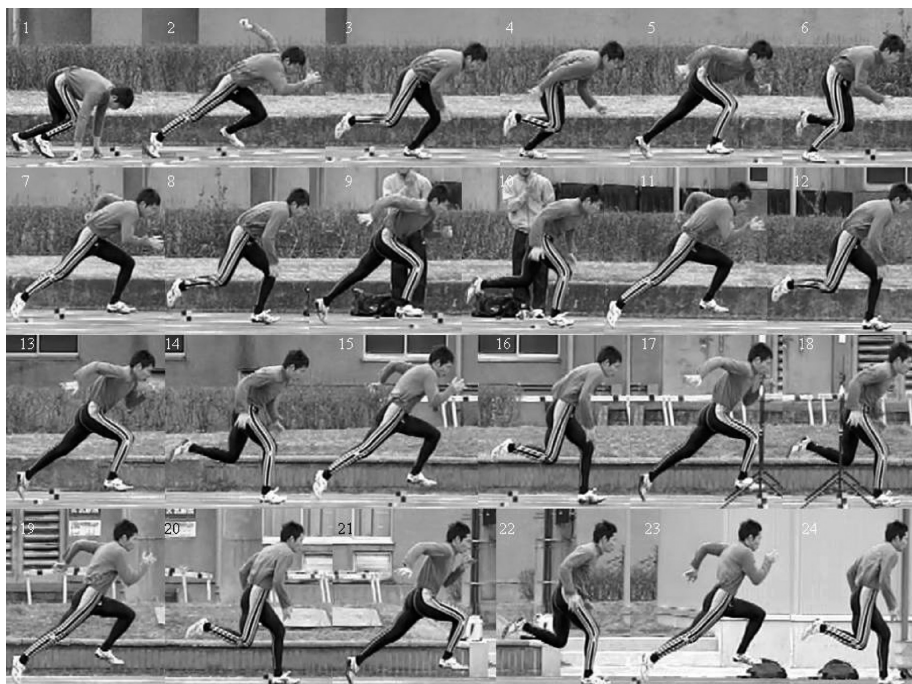


Fig 4 Beforeにおける加速疾走過程連続写真

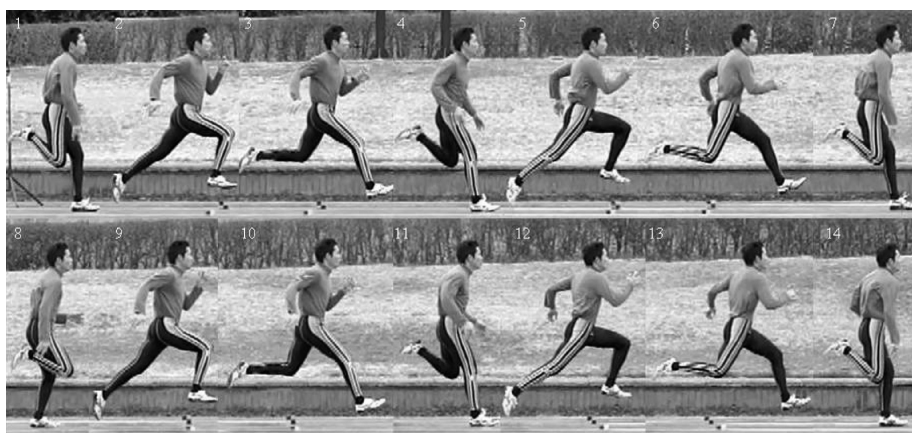


Fig 5 Beforeにおける中間疾走過程連続写真

的に取り出して分習的にトレーニングすることが効果的であると考えた。

自己観察結果における、「地面を押す、蹴る感じがしない」ことより、スタート直後の数歩は地面をしっかりとりえる、グリップ感を得る感覚に重点をおくことを1つ目の目標とした。また、「かみ合っていない、空転している感じ」、「自分なりのテンポに身体がついていかない感じ」「動きが鈍い感じ」より、はじめから速い動きを意識すると、このような感じが残り続けると考え、グリップ感を得る感覚を重視した後、速い動きに鋭く変えていくことを2つ目の目標とした。

他者観察より明らかとなった、「腰の位置が高く、スタート後すぐに起き上がる」、「上方へ向って蹴りだしている」ということより、低い姿勢を維持するために身体全体を前傾させる意識を持つことを3つ目の目標とした。また「身体全体が接地脚に乗り込めず、腰が後方に残っている」ということより、身体全体を前傾したところに足を置いていき地面をとらえる意識を持つことを4つ目の目標とした。

これら4つをトレーニングにおける目標として身体をより前方へ移動しやすくするための動きの改善へつなげることにした。

(3) トレーニング手段の設定

トレーニング目標とした、①スタート直後の数歩はグリップ感を得る感覚を重視する、②グリップ感を得る感覚を重視した後、速い動きに鋭く変えていく、③身体全体を前傾させる意識を持つ、④身体全体を前傾したところに足を置いていき地面をとらえる意識を持つ、という4点の達成は、主に課題走とスタートダッシュに焦点をあてて取り組むこととした。

課題走は5歩+30m (20m+10m)とした。スタンディングスタートから行い、無理に上体が起きないように、視線は頭部の真下とし、最初の5歩をしっかりグリップ感を得ながらスタートし、ピッチを無理に上げようとせず、接地時間は短くならないように意識させた。また、足部だけで地面をとらえる意識ではなく、接地時に身体全体が足部の上に乗る意識にすることで、より大きなグリップ感と腰が後方へ残らないように意識させた。5歩以降から20m区間はピッチを上げるよう意識し、その際に上体が起きないように視線をそのままにして行うことを意識させた。20mから30m区間は腰部から上体を起こしていく感じを意識し、同時に視線を10mかけて少しずつ前方へ向けていくよう意識させた。また、ピッチを落とさないように疾走のリズムを意識をおき、無理にストライドを増加させるような意識を持たないように意識させた。

スタートダッシュにおいては、5歩付近として8m地点、28m地点、38m地点にマークを置き、課題走での意識をそのままにして、スターティングブロックからのスタートで行うことで、実践に対応する感覚を身に付けるよう意識させた。

3. 試合間におけるパフォーマンス比較

(1) 自己観察（内省）におけるパフォーマンス変化

R1同様に、R2hの実施直後における内省を、①試技後の全体的な「感じ」、②身体的位置と動きの「感じ」、③疾走局面ごとに意識した「感じ」の3つに分けて記入した。主な結果として、①「全体的に大きな動きであり、固有のリズムが少し落ちた感じ」、「全

体としては動きが速くないがシャープであった感じ」であった。また②,「身体を低く, しっかり地面をとらえられている感じ」があり,「より身体に近い位置で接地していて, 足部に身体全体が乗っている感じ」があったが,「少し足が後ろに流れている感じ」であった。さらに③,「スタートから5歩目まではしっかり地面をとらえられている感じ」,「加速過程では低い姿勢で前方へ身体を投げ出している感じ」,「スタート数歩は身体全体が大きな動きをしている感じ」があったが,「中間疾走時から後半にかけて遊脚が遅れ, 脚全体が後方へ流れている感じ」があった。

(2) 他者観察におけるパフォーマンス比較

1) 60m走コントロールテスト結果比較

(a) 連続写真における疾走動作変化比較

Fig 6 には, 加速疾走過程の0から5歩まで, Fig 7 には6から11歩まで, Fig 8 には, 疾走動作の中間疾走過程の28から33歩までを示した, BeforeとAfterの疾走動作の連続写真比較である。

Beforeでは, スタート直後の飛び出しでは前方に蹴り出しているのではなく, 多少上方になってしまっていたが, Afterではより低く前方へ蹴り出せるようになっていた (Fig 6 No. 2)。またBeforeでは, 特に3から6歩目の離地時における腰の位置が高めで, スタート後すぐに起き上がってしまっており, 前方へ向って蹴りだしているというよりは上方へ向って蹴りだしていたが, Afterでは, 腰の位置は低くなり, Beforeよりも身体が起き上がらず, より前方へ蹴りだせていた (Fig 6

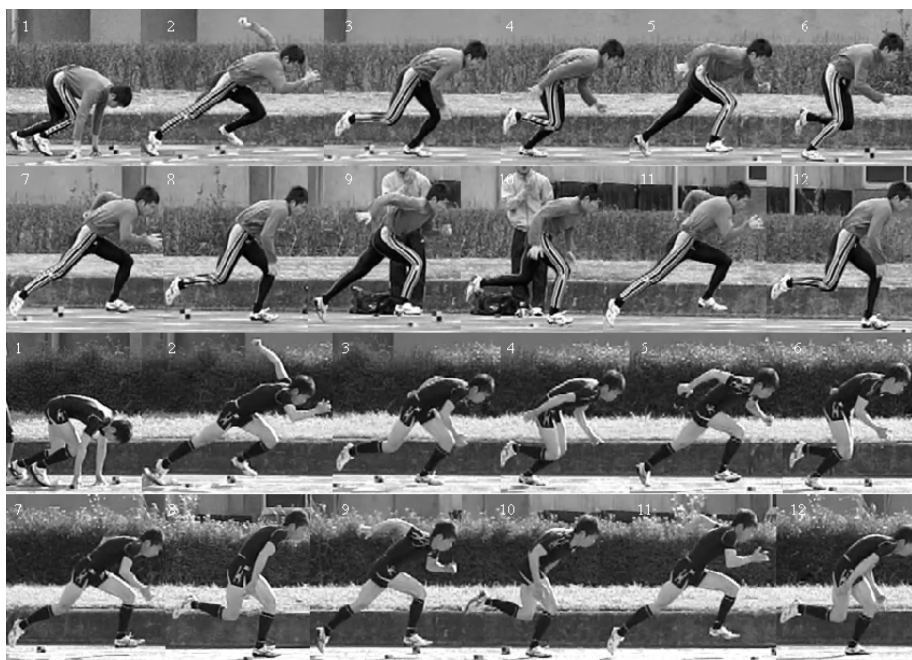


Fig 6 BeforeとAfterの疾走動作の連続写真比較 (0から5歩まで)

No. 5, 7, 9, 11, Fig 7 No.13, 15, 17, 19, 21, 23)。さらに、接地時において、BeforeよりもAfterの方が、上体が低く身体全体が接地脚に乗り込めていた (Fig 7 No. 3, 8, 10, 12, Fig13 No.14, 16, 18, 20, 22, 24)。

中間疾走過程では、Afterの方が、接地瞬間において上体が後ろに反っており、若干身体全体が接地脚に乗り込めていなかった。またAfterの方が、遊脚が後方に残っていた (Fig 8 No. 1, 4, 7, 11, 14)。さらに、Afterの方が離地瞬間における前方脚の大腿の位置がより高く前方へ位置していた (Fig 8 No. 2, 5, 9, 12)。

(b) キネマティクスの変化比較

Table 1 には、BeforeとAfterの各区間における通過タイムを、Table 2 には区間ごとのラップタイムを示した。通過タイムは、各区間全てにおいてBeforeよりもAfterの方が早く、またラップタイムも各区間全てにおいてBeforeよりもAfterの方が早かった。各区間においてBeforeよりもAfterの方が高い疾走速度であった (10m: 4.98m/s・5.15m/s, 20m: 8.20m/s・8.62m/s, 50m: 9.29m/s・9.68m/s, 60m: 9.62m/s・9.72m/s)。また、20m地点の疾走速度の差が最も大きく、60m地点での疾走速度の差が最も小さかった。

Fig 9 には、疾走動作撮影を行った 0 - 20m区間 (以下、Acc) と、50 - 60m区間 (以下、Max) の歩数ごとのピッチ・ストライド長変化を示した。ピッチは、Accの 1 - 12歩間において、BeforeよりAfterの方が全体的に低下していた。50 - 60m区間

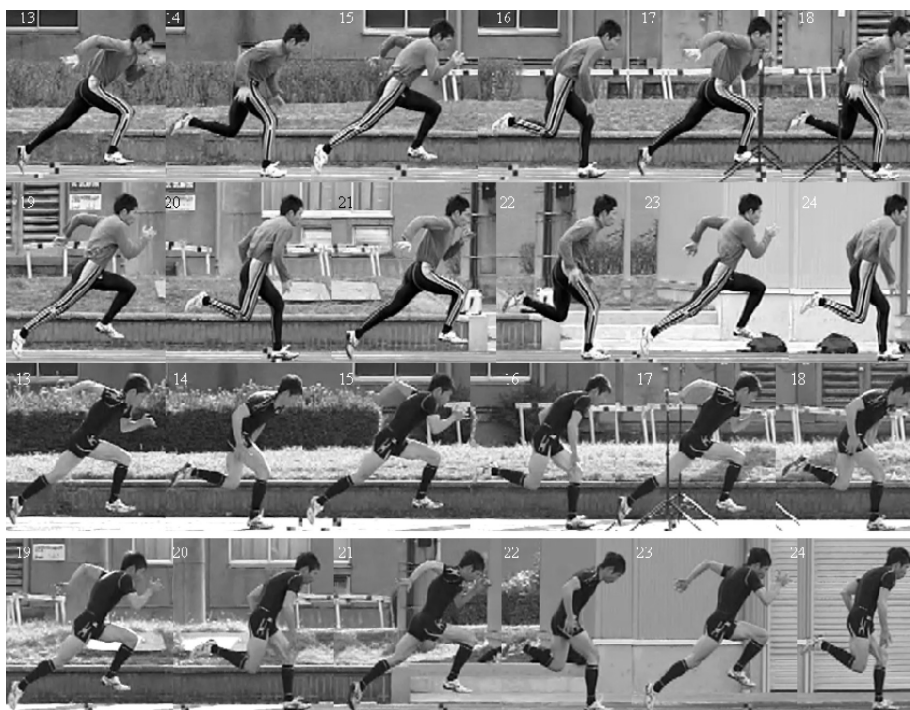


Fig 7 BeforeとAfterの疾走動作の連続写真比較 (6 から11歩まで)

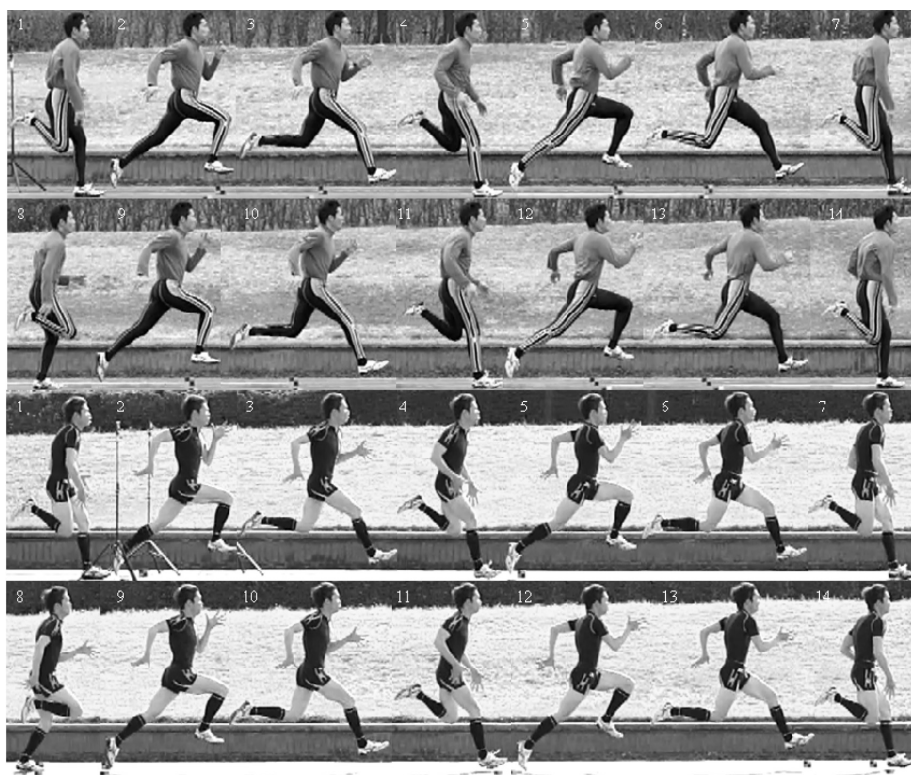


Fig 8 BeforeとAfterの疾走動作の連続写真比較 (28から33歩まで)

Table 1 BeforeとAfterの各区間における通過タイム

	10m	20m	50m	60m
Befor	2.01s	3.23s	6.46s	7.50s
After	1.94s	3.10s	6.20s	7.23s
Difference	-0.07s	-0.13s	-0.26s	-0.27s

Table 2 区間ごとのラップタイム

	10m	20m	50m	60m
Befor	2.01s	1.22s	3.23s	1.04s
After	1.94s	1.16s	3.10s	1.03s
Difference	-0.07s	-0.06s	-0.13s	-0.01s

の27 - 33歩間においては、BeforeとAfterでほとんど差は見られなかった。ストライド長は、Accの1 - 12歩間において、BeforeよりAfterの方が全ての歩数で長かった。Maxの27 - 33歩間においては、BeforeとAfterでほとんど差は見られなかった。

Fig10には、AccとMaxの歩数ごとの支持時間・滞空時間の変化を示した。支持時間は、Accの1 - 9歩間において、BeforeとAfterに顕著な差は見られなかったが、10歩以降ではAfterの方がBeforeより短くなっていた。滞空時間はBeforeよりAfterの方が全体的に長くなっていた。Maxの27 - 33歩間においては、支持時間・滞空時間ともに、BeforeとAfterでほとんど差は見られなかった。

Fig11には、Accの身体重心高（鉛直方向）の変化と身体重心速度（水平方向）の変化を示した。AccにおいてBeforeよりAfterの方が全体的に低くなっていた。特に

0 - 5 m間と8 - 12m間においてAfterの方が低くなっていた。Maxにおいては、全体的にBeforeとAfterでほとんど差は見られなかった。また、身体重心速度はBeforeよりAfterの方が全体的に高くなっていた。特に8 m以降においてAfterの方がより顕著に高くなっていた。Maxにおいては、全体的にAfterの方が高くなっていた。

Fig12には、Acc（4歩目）における、下肢3関節の関節角度の時系列変化を示した。股関節と膝関節は、回復後期から支持期、回復前期にかけてBeforeの方がAfterよりも高値で推移していた。しかし、足関節においてはBeforeの方がAfterよりも低値で推移していた。

Fig13には、Max（30歩目）における、下肢3関節の関節角度の時系列変化を示した。股関節と膝関節は、回復後期から支持期、回復前期にかけてBeforeの方がAfterよりも高値で推移していた。

Fig14には、（4歩目）における、下肢3関節の関節角速度の時系列変化を示した。股関節では回復後期の30%までは屈曲角速度はAfterの方がBeforeよりも高値で

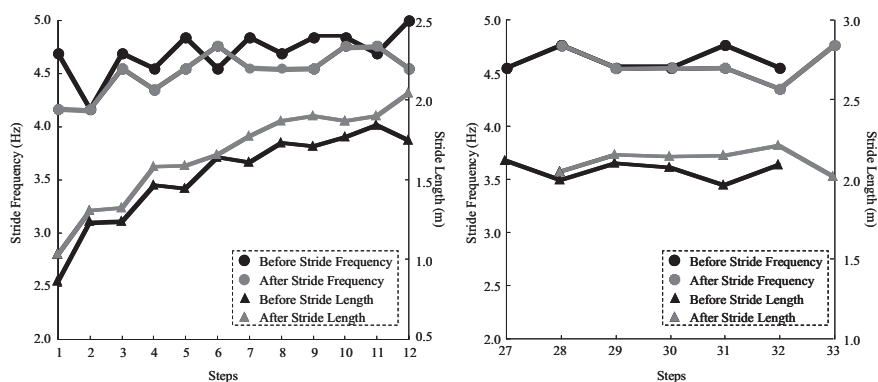


Fig 9 Acc, Maxにおける歩数ごとのピッチ・ストライド長変化

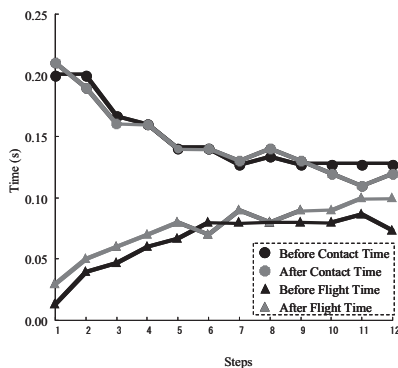


Fig10 Acc, Maxにおける歩数ごとの支持時間・滞空時間変化

あった、その後、伸展角速度は、回復後期から支持期の20%まではAfterの方がBeforeよりも低値であり、20%以降からはAfterの方がBeforeよりも高値であった。膝関節はBeforeとAfterに大差は見られなかった。また、足関節では支持期における底屈および背屈角速度はAfterの方がBeforeよりも高値であった。

Fig15には、Max（30歩目）における下肢3関節の関節角速度の時系列変化を示した。股関節は、支持期の60%の伸展角速度が、beforeの方がAfterよりも高値で推移していた。膝関節は、支持期の60%の屈曲角速度が、beforeの方がAfterよりも高値で推移していた。足関節は、支持期の80%の屈曲伸展角速度がbeforeの方がAfter

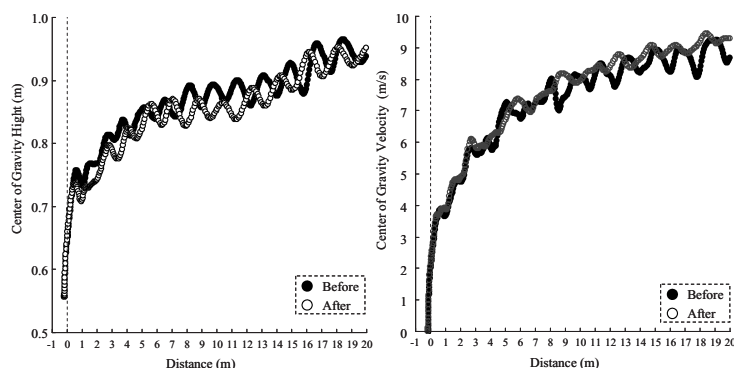


Fig11 Accの身体重心高（鉛直方向）と身体重心速度（水平方向）変化

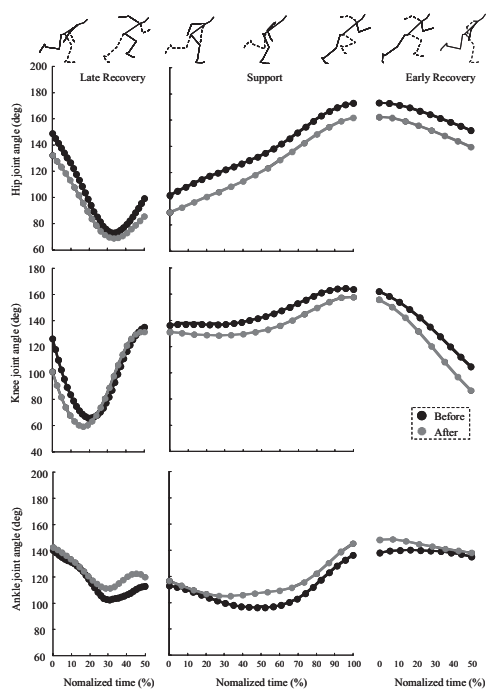


Fig12 Before・AfterのAcc（4歩目）における下肢3関節の関節角度の時系列変化

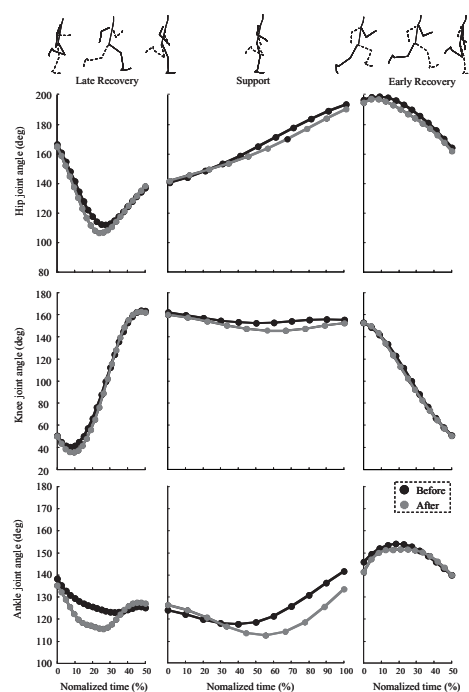


Fig13 Before・AfterのMax（30歩目）における下肢3関節の関節角度の時系列変化比較

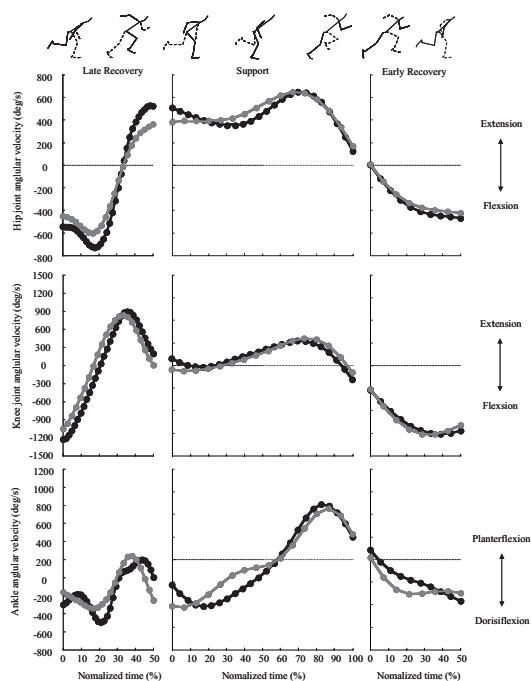


Fig14 Before・AfterのAcc（4歩目）における下肢3関節の関節角速度の時系列変化比較

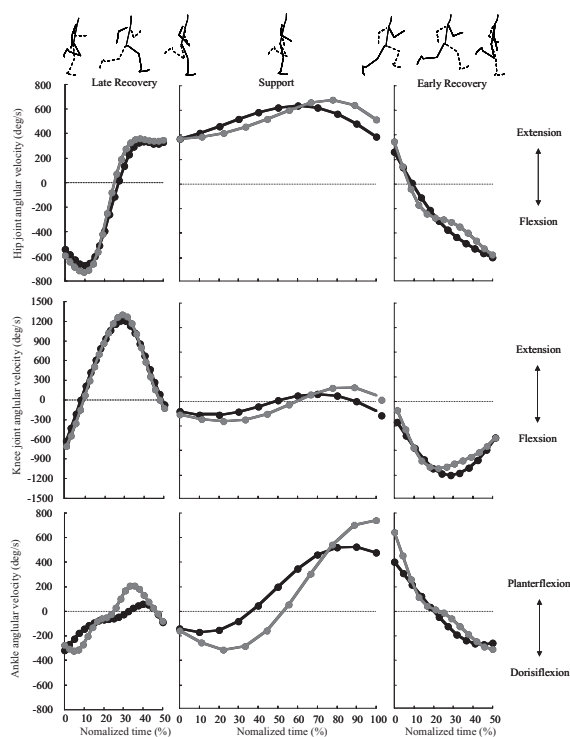


Fig15 Before・AfterのMax（30歩目）における下肢3関節の関節角速度の時系列変化比較

よりも高値で推移していた。

2) 100m走レース結果比較

(a) キネマティクスの変化比較

R1の結果は11.43s (+0.5), R2hは11.02s (-0.9) であり, R1よりもR2hの方が0.41sタイムが良く, 向風であったことも含めて, 明らかに高いパフォーマンスであった。

Fig16には, R1とR2hの区間平均疾走速度の変化を示した。各区間においてR1よりもR2hの方が高い疾走速度であった (10m: 5.08m/s・5.13m/s, 20m: 8.82m/s・8.96m/s, 30m: 9.68m/s・10.42m/s, 40m: 10.03m/s・10.60m/s, 50m: 9.87m/s・10.34m/s, 60m: 9.97m/s・10.45m/s, 70m: 9.62m/s・10.24m/s, 80m: 9.40m/s・9.90m/s, 90m: 9.46m/s・9.52m/s, 100m: 8.93m/s・9.15m/s)。また, 20m-30m地点において疾走速度の差が最大になり, その後は80m付近までほぼ一定の差のまま推移していた。最大疾走速度はR1・R2hともに40m付近で, それぞれ10.03m/s・10.60m/sであり, およそ0.57m/sの差があった。

Fig17には, R1とR2hの区間ごとのピッチ・区間平均ストライドの変化を示した。ピッチは, スタート後から10mまではR1の方がR2hよりも高く推移していたが, 20mから50mにかけてR2hの方が高く推移していた。また, レース後半においては,

全体的にR2hの方が低く推移していた。

R1とR2hのストライド長は、全体的にR2hの方が大きな値で推移していた。特に20m地点以降での増加量が著しく、また60m地点と90m地点でもストライドが増大していた。

Fig18には、R1とR2hの歩数ごとの支持時間・滞空時間の変化を示した。支持時間は、R1よりR2hの方が短く推移しており、特に1 - 30歩間は顕著であった。滞空時間は、1 - 40歩まではR1よりR2hの方が長く推移しており、特に1 - 25歩間は顕著であった。また40歩以降ではR1よりR2hの方が若干短く推移していた。

4. 試合内におけるパフォーマンス比較

(1) 自己観察（内省）におけるパフォーマンス変化

R2s, R2fの実施直後における内省、特にR2hからR2s, R2sからR2fに向けての主観的な修正点を、①試技後の全体的な「感じ」、②身体の位置と動きの「感じ」、③疾走局面

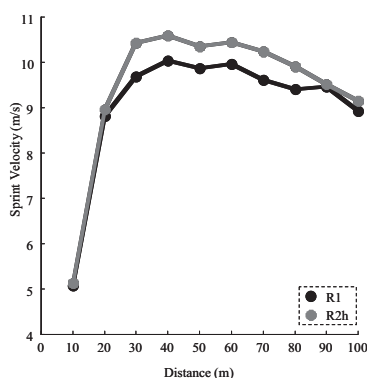


Fig16 R1・R2h区間平均疾走速度変化比較

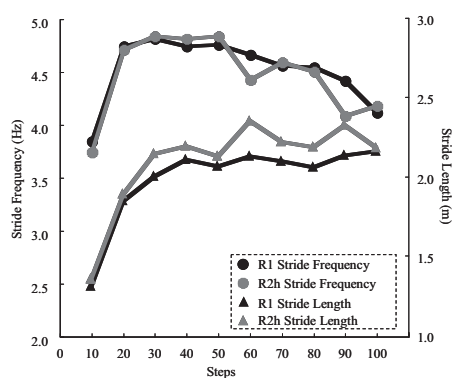


Fig17 R1・R2h区間平均ピッチ・ストライド長変化比較

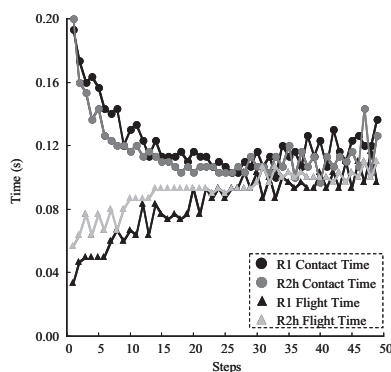


Fig18 R1・R2h歩数ごと支持時間・滞空時間変化比較

ごとに意識した「感じ」の3つに分けて記入した。

R2hからR2sにかけて主観的な修正点として、①「全体的に少し固有のリズムを上げる感じ」、②、「より身体に近い位置で接地し、足部に身体全体が乗っている感じ」の継続、③、「中間疾走時から後半にかけてピッチが遅れないようにする意識」とした。R2sにおいては、③「加速過程において、5歩目以降地面をしっかりとらえられない感じ」、「中間疾走、50m付近から一気に足が回らなくなる感じ」があった。R2sからR2fにかけて主観的な修正点としても、R2hからR2sにかけての主観的な修正点と同様の意識をすることとした。

(2) 他者観察におけるパフォーマンス比較

R2hの結果は11.02s (−0.9), R2sは10.95 (+1.5), R2fは11.08 (+0.2) であった。

Fig19には、R2h, R2s, R2fの区間平均疾走速度の変化を示した。(10m: 5.13m/s, 5.02m/s, 5.04m/s, 20m: 8.96m/s, 9.55m/s, 9.52m/s, 30m: 10.42m/s, 10.00m/s, 9.84m/s, 40m: 10.60m/s, 10.49m/s, 10.00m/s, 50m: 10.34m/s, 10.56m/s, 10.31m/s, 60m: 10.45m/s, 10.10m/s, 10.34m/s, 70m: 10.24m/s, 10.10m/s, 10.17m/s, 80m: 9.90m/s, 9.90m/s, 9.68m/s, 90m: 9.52m/s, 9.90m/s, 9.68m/s, 100m: 9.15m/s, 9.90m/s, 9.58m/s)。

R2hは10m - 30m区間で疾走速度が急激に高まり、その後100m地点まで緩やかに減速していた。R2sは、50m地点まで加速した後、50m - 60m区間で減速した後、大きな減速も無く100m地点まで速度を維持していた。R2fは10m - 60m区間まで緩やかに加速した後、60m - 80m区間まで減速し、80m - 100m地点まで速度を維持していた。

Fig20には、R2h, R2s, R2fの区間ごとのピッチ・区間平均ストライド長の変化を示した。ピッチは、R2h, R2s, R2fにおいて、スタート後から50mまでは大差はないが、60m, 90m区間でR2hのピッチが極端に下がっていた。また、R2sとR2fは90m区間までは同じようなピッチの推移をしているが、90m - 100m区間にかけてR2sのピッチは上がり、R2fのピッチは下がっていた。

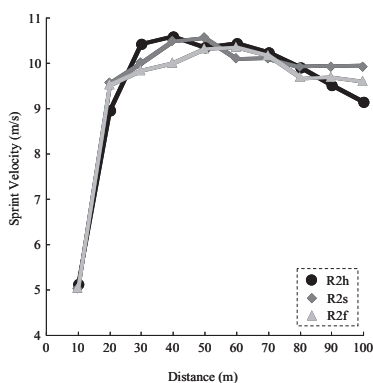


Fig19 R2h, R2s, R2fの区間平均疾走速度変化比較

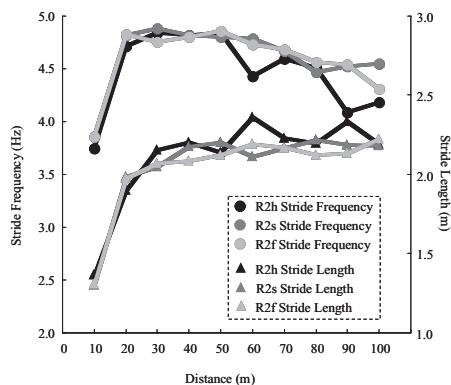


Fig20 R2h, R2s, R2fの区間平均ピッチ・ストライド長変化比較

ストライド長は、20m - 50m区間にかけて R2h, R2s, R2fそれぞれ推移が異なり、R2hは30m区間にかけてと60m区間において、R2sは40m区間にかけて急激に上昇し、R2fは20m - 60mにかけて緩やかに上昇していた。また、R2fのみ90m - 100m区間において上昇が見られた。

V. 考 察

本研究における100m走レースパフォーマンスは、全て主観的に全力下で行われた。疾走タイムは、11.43s・11.02s・10.95s・11.08sであり、昨シーズンベスト（10.97s）を上回るパフォーマンスも見られたことより、被験者にとっては、高いパフォーマンスにおける試技になったと考えられ、試合間・試合内の検討としては、事例として十分に提示できる内容であったと考えられる。

試合間における記録変動は、R1が11.43s（+0.5）、R2hが11.02（-0.9）であり、R1よりもR2hの方が0.41sタイムが良く、風向きも含めて試合間の記録変動が大幅に起こり、R1よりもR2hの方が良いパフォーマンスであったと考えられる。このことは、いち選手の事例として、本研究における競技者の目標像の設定とトレーニング手段の構築・実践が、ある程度成功を収めたものと考えられる。

また試合内における記録変動は、R2hが11.02（-0.9）、R2sが10.95（+1.5）、R2fが11.08s（+0.2）であった。3本のレースそれぞれが風向きを考慮すると同じような記録であった。予選・準決勝・決勝と短時間にレースをこなす際に、それぞれ短時間で現状を把握し目標との比較から課題を見つけ出し、技術修正を行うことが求められるが、R2hからR2sは記録の伸びからも成功していると考えられるが、R2fにおいては最も悪い記録に終わっており、成功しなかったと考えられる。3本目のレースで順位が確定することを踏まえると、本研究における、試合内の短時間での技術修正は成功しなかったと考えられる。

1. 試合間変動における自己観察結果・他者観察結果の比較検討について

R1の主に加速過程における自己観察結果として、「身体が浮いて、空転している感じ」、「動きが鈍い感じ」の大きく2つの内省感覚が占めていたが、R2hにおける結果では、「身体が低く、しっかり地面をとらえられている感じ」、「動きは速くないが、シャープであった感じ」に変化していた。これは試合間における、パフォーマンスの主観的な変化を示すものであり、動きの「感じ」としてはパフォーマンスのプラス面での変化が見られたと考えられる。身体の位置感覚として、上方に上がってしまっていたものが、低く抑えられるようになったこと、空転して地面をとらえる感覚が欠如していたものが、しっかり地面をとらえられる感覚になったこと、動きが鈍い感じであったものが、シャープであった感じと、いずれの3つの変化は、試合間におけるパフォーマンスの向上としてとらえることができるだろう。しかし中間疾走以降における自己観察結果として、「中間疾走時に遊脚を挟み込む動きがスムーズだった感じ」であったものが「中間疾走時から後半にかけて遊脚が遅れ、脚全体が後方へ流れている感じ」に変化していた。これは動きの「感じ」としてはパフォーマンスのマイナス面での変化が見られたと考えられる。

他者観察結果としては、Before・AfterにおけるAccの身体重心高の変化があり、Before

よりもAfterの方が全体的に低くなっている (Fig11)。これは試合間においてより低い姿勢で疾走できるようになったと考えられる。また、4歩目の股関節、膝関節の関節角度の時系列変化 (Fig12) においても、BeforeよりAfterの方が1サイクルほぼすべての過程で、より屈曲した状態で推移し続けていることから、低い姿勢で疾走できるように変化していたと考えられる。これらは、Fig 6 のBeforeとAfterにおける疾走動作の連続写真比較でみられた、特に3から6歩目の離地時における腰の位置が高めで、スタート後すぐに起き上がり、前方へ向って蹴りだしているというよりは上方へ向って蹴りだしていたものが、Afterでは腰の位置は低くなり、Beforeよりも身体が起き上がらず蹴りだせていたという写真から見て取れる疾走動作の変化を、裏付ける結果として考えられる。

岩井ほか (1997) は、支持期の膝関節角度が大きくなり、高い姿勢でキックすることが、一般的に言われる「身体が浮いた」現象に深く関与している可能性のあることを推察し、支持期におけるキック力の低下に関わる動作の要因の一つと位置づけている。本研究においても、これと同様の結果が得られており、Accにて低い姿勢で疾走できるように変化したことは、試合間におけるパフォーマンスの向上の一つとしてとらえることができるだろう。これらのことより、「身体を低くできるようになった」主観的な変化は、客観的にも起こっていたことが示され、試合間における、動き・動作の変化を目標像に近く達成できていたと考えられる。

また、R1・R2hにおける、区間ごとのピッチ・区間平均ストライド長の変化は、加速時においてピッチは、大差はないが、ストライド長がR2hの方が大きく伸びていた (Fig17)。歩数ごとの支持時間と滞空時間の変化も同様に比較してみると、支持時間が短くなる一方で滞空時間が伸びており (Fig18)、短い時間でより大きな力を地面に加え、より前方へ身体を移動できるようになっていたと考えられ、支持期においてより良いキック動作に変化していたことが推察される。Fig12の足関節の角度変位においては、支持期中にBeforeよりもAfterの方が接地瞬時から支持期後期にかけて、屈曲せずに推移しており、支持期中に足関節がつぶれることなく地面を蹴れていたことが考えられる。支持期中の足関節の固定は脚のスウィング速度をより確実に地面に伝達する意味を持っており (阿江ほか 1994)、R2hではR1よりも、より高い疾走速度を獲得するためのキック動作になっていたと推察される。

Fig21には4歩目の支持期における下腿のセグメント角度の時系列変化と下腿のセグメント角速度の変化を示した。下腿のセグメント角度変化においては接地時から離地時までBeforeよりもAfterの方がより前傾して推移していた。また、下腿のセグメント角速度変化においては、Afterは0-30%は低値、40-70%は高値に推移していた。宮下ほか (1986) は、世界一流選手の動作の特徴として、支持期に下腿が大きく、すばやく前傾していることを報告し、阿江 (2001) は、離地時の下腿部の前傾角度が大きいは推進力を前方へ向けるために有効であることを示唆しており、小木曾ほか (1998) はこれらの動作が個人内において高い疾走速度を得るために重要になるとしている。本研究においても、支持期のキック動作としてR2hではR1よりも、より高い疾走速度を獲得するためのキック動作になっていたと推察される。これらのことより、主観的に感じた「空転して地面をとらえる感覚が欠如していたものが、しっかり地面をとらえられる感覚になったこと」の主観的な

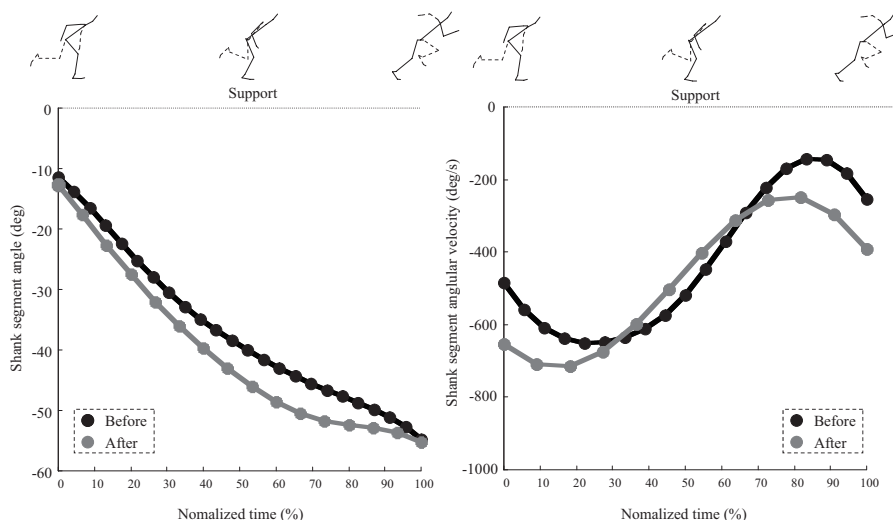


Fig21 4歩目支持期における下腿のセグメント角度の時系列変化と下腿のセグメント角速度の変化

変化は、客観的にも起こっていたことが示され、試合間における、動き・動作の変化を目標像に近く達成できていたと考えられる。

さらに、R1・R2hにおける、区間ごとの平均ピッチ・ストライド長の変化は、加速時においてピッチは、大差はなかった (Fig17) が、これは歩数ごとの支持時間と滞空時間の変化は支持時間が短くなる一方で滞空時間が伸びていた (Fig18) ことにより、ピッチは大差なくとも、1サイクルに占める支持時間と滞空時間の割合の差が生じていた。この差が「動きが鈍い感じであったものが、シャープであった感じ」の主観的な変化に現れていたのではないかと考えられる。

一方で、R1とR2hにおける疾走速度変化において、最大疾走速度到達区間から100m地点に向けて、R1よりもR2hの方が疾走速度の低下具合が著しかった。R1の速度逓減率は11.01%であったのに対し、R2hは13.72%であった。これは高い疾走速度を維持する疾走ができなかったことを示している。 Fig22にはBefore・Afterにおける、30歩目の支持期における下肢3関節と脚全体（大転子と拇指球を結んだ線分）の関節角速度の時系列変化を示した。BeforeよりもAfterの方が、支持期前半の足関節と膝関節の屈曲速度が高く支持期後半の伸展速度が大きかった。また、股関節と脚全体の角速度の変化において、Beforeの方がAfterよりも一致せずとも、近いタイミングで屈曲・伸展していた。阿江ら (1994) は、世界一流競技者において、支持期中の足関節の固定は脚のスウィング速度をより確実に地面に伝達する意味を持ち、キック中の膝関節の屈伸が少なければ、股関節の伸展速度は脚全体のスウィング速度にそのまま転換するため、股関節の伸展速度と脚全体の後方スウィング速度が一致し、しかも足の速度は大きなものとなるとしている。本研究においてはBeforeよりAfterの方が足関節の屈曲伸展が大きかったことは、地面をイメージした足関節の屈曲・伸展の動きとして表現されたと推測でき、この動作が中間疾走以降の疾走速度

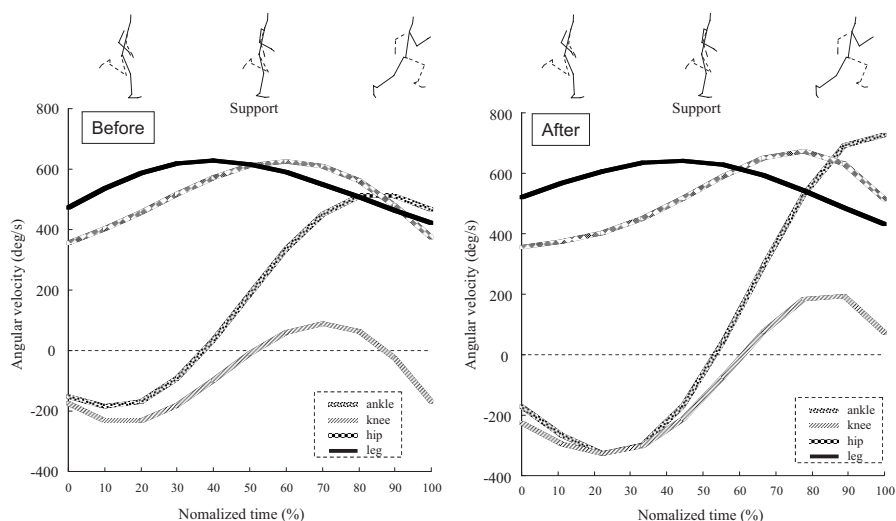


Fig22 Before・Afterにおける30歩目支持期の下肢3関節と脚全体の関節角速度の時系列変化

維持ができなかった要因と考えられる。また、BeforeよりAfterの方がキック中の膝関節の屈伸が大きく、脚全体のスイング速度への速度の転換が起こりにくくなったと考えられる。

以上のことから、本研究において自己観察結果における主観的なパフォーマンス変化は、他者観察結果の客観的なキネマティクス変化によっても説明することができ、自己のパフォーマンスを自己観察的な視点で理解する方法と、動作を外から見る他者観察的な視点でとらえる方法の両方から理解することの有益性を示すことができたと考えられる。また、本研究の被験者は、疾走技術改善過程に関する実践において、自己の目標像を理解し、トレーニング手段を構築、遂行していくことにある程度成功し、これらがパフォーマンス向上を目指す上で必要不可欠であることを裏付ける、一例になり得たと考えられる。

2. 試合内変動における自己観察結果・他者観察結果の比較検討について

R2h後の主な自己観察結果からの修正点として、「疾走のリズムを変化させる、ピッチが遅れないような意識」が挙げられる。短時間で複数本数疾走する場合の主観的な技術変更点は、主に疾走時のリズム変化に注目する結果となった。R2hとR2sにおいては、このリズム変化がピッチの変化として現れており、R2hでの60m・90m地点におけるピッチ低下がR2sでは修正され、ストライド長の間延びがなくなっていた。そのため、レース後半での速度の低下が抑えられた可能性が考えられる。R2sとR2fにおいては、R2fの30m地点でのピッチの低下が、40-60mでの疾走速度の伸びの妨げとなり結果として、パフォーマンスの低下につながったと考えられる。3本目のレースで順位が確定することを踏まえると、本研究における、試合内の短時間での技術修正は成功しなかった部分が見受けられるが、主観的な疾走のリズム変化を意識することが、客観的なピッチの変化に現れることが明らか

となった。これは試合内における短時間の疾走技術改善に関する実践において、有益な一例になりえるであろう。

謝 辞

本論文作成にあたり、筑波大学大学院人間総合科学研究科の荻山靖氏には分析にあたり多大な協力をしていただきました。心より感謝いたします。また、測定、実験機材を貸して下さり、論文作成にあたり多大な御協力をして下さった筑波大学陸上競技コーチング論研究室の方々、測定に御協力して下さった皆様に心より感謝いたします。ありがとうございました。

引用・参考文献

- 阿江通良, 鈴木美佐緒, 宮西智久, 岡田英孝, 平野敬靖 (1994) 世界一流スプリンターの100m レースパターンの分析—男子を中心に—。世界一流競技者の技術。第3 回世界陸上選手権大会 バイオメカニクス班報告書。日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス班編。ベースボール・マガジン社, 東京。
- 阿江通良 (1996) 日本人幼少年およびアスリートの身体部分係数。Jpn.J.Sports Sci.,15:155-162.
- 阿江通良 (2001) スプリント走に関するバイオメカニクス的研究から得られるいくつかの示唆。スプリント研究, 11: 15-26
- 伊藤 章, 市川博啓, 齋藤昌久, 佐川和則, 伊藤道郎, 小林寛道 (1998) 100m中間疾走における疾走動作と速度との関係。体育学研究, 43: 260-273。
- 岩井雅史, 市川博啓, 伊藤 章 (1997) 100m走における疾走速度減の要因。第13回バイオメカニクス学会大会編集委員会。身体運動のバイオメカニクス:173-177
- 遠藤俊典, 宮下 憲, 尾縣 貢 (2008) 100m走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティクスの要因の影響。体育学研究, 53: 477-490。
- 大田 涼, 有川秀之 (2001) 短距離走の疾走動作改善過程に関する実践的研究:運動学的考察の観点から。46: 61-75。
- 小木曾一之, 安井年文, 青山清英, 渡辺健二 (1998) 全力疾走時の速度変化に伴う支持脚各部の機能の変化。体力科学, 47: 143-154。
- 金原 勇 (1976) 陸上競技のコーチング 1 総論・トラック編 (1976)。大修館書店, 東京。
- 図子浩二 (1999) トレーニングマネジメント・スキルアップ革命-スポーツトレーニングの計画がわかる①~⑦-問題解決型思考によるトレーニング計画の勧め。コーチングクリニック, 14 (1)-(7) 連載。ベースボールマガジン社, 東京。
- 図子浩二:日本トレーニング科学会編 (2009) スプリントトレーニング—速く走る・泳ぐ・滑るを科学する。朝倉書店, 東京。
- 羽田雄一, 阿江通良, 榎本靖士, 法元康二, 藤井範久 (2003) 100m 走における疾走スピードと下肢関節のキネティクスの変化。バイオメカニクス研究, 7: 193-205。
- マイネル:金子明友訳 (1981) スポーツ運動学。大修館書店, 東京。
- 宮下 憲, 阿江通良, 横井孝志, 橋原孝博, 大木明一郎 (1986) 世界一流スプリンターの疾走フォーム分析。Jpn.J.Sports Sci.,5:892-898.
- 宮下充正, 大築立志 (1978) スポーツとスキル。大修館書店, 東京。

Intraindividual variation of performance in race 100m run and between races.
A practical study on the process of movement correction in 100m sprint running.

Hideya Amano, Kenichi Mori, Yasuhiko Ohyama

The purpose of this study was to investigate the intraindividual variation of performance in race 100m run and between races. The subject was one sprinter case. Sprint running movement was analyzed by self-observation and outside-observation. The main results obtained were as follows: 1) The result of R1 was 11.02s(-0.9) 11.43s(+0.5) and R2h, and an obviously high better than that of R1 0.41s time of R2h, performance.2) As for the center of gravity amount, After has lowered overall in Acc than Before. This was able to add bigger power to ground at short contact time, and to move the body more forward. A subjective performance change in the self-observation is suggested that the profit of can the explanation by an objective kinematics change in the outside-observation, and understanding from both was able to be shown. In the present study, it is thought that it was possible to become one example of proving it is necessary for these to succeed to some degree in the understanding of own target image, and construction, and the accomplishment of the training means, and to aim at the system performance enhancement.