

## 100m走の加速疾走区間における上体の前傾姿勢が 最高疾走速度に与える影響について

A study on the Effect of Forward Posture of the Upper  
Body in the Acceleration Section of 100m Race on the Maximum Speed

伊 藤 宏・伊 藤 藍\*  
Hiroshi ITO and Ai ITO

（平成21年10月 6 日受理）

### Abstract

A purpose of this study was to clarify the effect of forward posture of the upper body in the acceleration section of 100m sprint on the maximum speed. The three female sprinter who was able to run 100m in 12.5 sec., 13.0sec and 13.5sec thought themselves into sprinting by forward posture of the upper body from start to 20m, 40m and 60m. The angle of forward posture of the upper body, the 100m run time, the speed, the step frequency, the stride length from start to goal were measured with the video camera.

The results were as follows:

1. The angle of the upper body of the three female sprinters showed  $50^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$  at the 5m and 10m point. At the 60m point 12.5sec. sprinter's angle was  $10^{\circ}$ , 13.0sec. sprinter was  $8^{\circ}$  and then 13.5sec. sprinter was  $6^{\circ}$ . From 70m to the goal their upper body postures were almost upright.
2. The 100m run time varied according to the sprinters abilities and as for the 100m records, a tendency to shorten was looked at by a sprinter with the more higher running power being conscious of bending forward for a 60m.
3. As for the influence by taking bending forward out of 100m sprint, steps frequency, step length running at full speed, interaction was seen in running power level and influence by each bending forward posture distance.

### 目的

これまでの短距離走に関するバイオメカニクス的研究では、疾走動作（特に下肢の動き）と疾走速度との関係が詳細に検討されてきている（森丘ほか, 1997; 伊藤ほか, 1998）。これらの研究によると、股関節の伸展速度と脚全体の後方スイング速度は疾走速度と密接に関係しており、そのためには接地中の膝関節や足関節の角度変位を小さくすることが有効であると示唆されて

---

\* 静岡市立中島小学校

いる。

また生理学的、体力的研究からは、下肢（股、膝、足関節周囲）の筋力と疾走速度との関係が詳細に検討され、良いパフォーマンスには優れた筋力が密接に貢献していることが判明している（小木曾ほか, 1997; 渡邊ほか, 2003）。

さらに、運動学的見地からは、レースのパターンを加速、中間、後半局面に分けて、その間の疾走フォームや疾走速度、ピッチ、ストライドなどの変化を分析する研究が多く発表されてきている。

阿江（1992）は、世界一流スプリンターのレースパターンを平均速度、ピッチ・ストライドの変化パターンから、A:速度が二つのピークを示す二峰性パターン、B:ピークが一つの単峰性パターン、C:二峰性ピークであるがゴール直前で速度が上がるパターン、D:速度が徐々に減少する三峰性パターンの四つを挙げ、A・Bパターンが全体の86%で、Cは決勝のみでDは追い風参考レースのみに見られたと報告している。土江（2008）は、スプリント走を走速度の観点から加速局面（一次、二次加速）、等速局面（これ以降トップスピード局面と略記する）、減速局面に分類し、それぞれの局面における体力と技術をこれまで解明された知見を用いて対応させ、それぞれの課題を提案している。また、松尾ら（2008, 2009）は国内の主要なレースをレーザー方式の測定装置を用いて、国内一流男女選手の100mレースの速度変化からレース分析を行い、その結果これまでの報告と同様で最大スピードはゴールタイムを決定する主な要因であったと報告している。

そこで、最大スピードが出現するトップスピード局面に、その前段階にある加速局面における走り方が大きく影響し、重要な技術課題になっていると思われる。この加速局面の技術課題について、川本（2004）は「ひたすら真っ直ぐな軸を作って加速していく。この軸の傾きが、加速力となっていく。そのため、上体を起こしてしまえば、加速ができない。できるだけ上体が起きないように努めるべきである」と指摘している。また、阿部（1996）は、「滑らかな加速をするには、スピードの上昇と上体の起こし方を同調させることが決め手となります。スピードが上がるのに合わせて上体を少しずつ起こし、加速走行が終わり等速走行になった時に、上体の起きたいいわゆる「完全疾走体勢」に入ります。上体の起きるのが早すぎると、いったんスピードが落ちるか、加速でエネルギーを使いすぎるかのどちらかになります」と加速局面での前傾姿勢の取り方の重要性を指摘している。

そこで本研究では、100m走においてどの距離まで前傾姿勢を意識して走ったら100m走記録の向上につながるかを明らかにする事を目的にした。そのために、12.50秒台、13.00秒台、13.50秒台の女子選手3名の選手に100m疾走中の20m、40m、60mまで前傾姿勢を意識して走ってもらい、100m疾走中の上体の前傾角度と疾走タイム・疾走速度・歩数頻度・歩幅を運動学的側面から測定・分析した。

## 研究方法

### 1. 被検者

被検者は大学陸上部に所属し、短距離走および障害走、走幅跳を専門にしている女子3名である。表1に被検者の年齢、身体特性と100m走レベルを示した。各被検者の100m走の実力は、そのレベルのタイムが最高記録ではなく、ほぼその記録前後の走タイムをいつでも出せる実力を有している選手である。

表1 被験者の形態値

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
12.5秒台の選手	24	162.0	48.0
13.0秒台の選手	19	159.0	48.0
13.5秒台の選手	20	174.0	59.0

## 2. 測定期日

2007年11月1日から12月26日

## 3. 測定手順

## 1) 前傾姿勢の定義

前傾姿勢の定義については、図1の1に表したように、腰の大転子と耳珠点とを結んだ線と地面から垂直に上げた垂直線とのなす角度とした。「前傾度とは、着地足と体の重心とを結ぶ線が地面に対して作る角度である」とトム・エッカー（1979）とジョージ・ディンティマン、ボブ・ワード、トム・テレズ（1999）が指摘しているように地面に接した足先の地面に対する垂直線と体の重心との角度を意味しているが、実際には図1の1のように両足が地面と接していない局面も有るので、図1の2の角度は今回の分析には採用せず、図1の1を前傾角度として採用した。

## 2) 前傾姿勢での100m走試技

クラウチングスタートから20m、40m、60mまで前傾姿勢を意識した100m走を各3本ずつ計9本の全力走を行なったが、試技の際には疲労の影響を考慮して毎回走順を変えて行った。

## 3) 測定項目：スタートからゴールまでの上体の前傾姿勢の角度と疾走速度・歩数頻度・歩幅

これらの項目は、図2で示したように、スタート地点からゴールまでの各通過地点（5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100m）の通過タイム・上体の前傾角度を走路より30m離れた40m地点側方よりPanasonicデジタルビデオカメラNV-GS400Kにより走者をパンニング撮影した。また、上体の前傾角度を求めるために、あらかじめ各地点に45度の尺度を置き、同様のビデオカメラで撮影した。

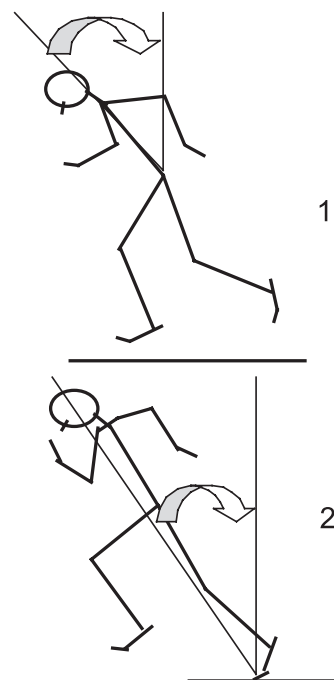
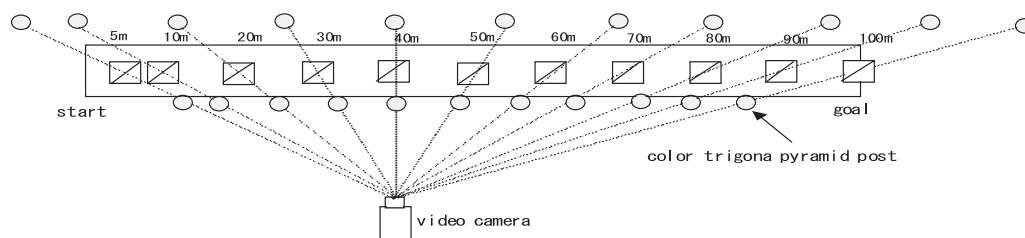


図1 前傾角度の定義



## 速度、歩数、歩幅、前傾角度の測定方法

各地点に45°になる尺度を置き、事前にビデオカメラに写し込んでおく。ビデオ画像分析で得られた角度に、事前に求めておいた各地点の係数を乗じて、各地点の前傾各角度を求める。

図2 疾走中の走者の前傾角度と速度・歩数頻度・歩幅の求め方

#### 4) 各測定項目のデータ分析

録画した映像をコンピュータに取り込み、画像分析プログラムsilicon COACH Pro(フォーアシスト社製)を用いて、各距離疾走中の各通過地点間の疾走速度、歩数頻度、歩幅を求めた。疾走タイムはピストルの発煙時と被験者が100mを通過した時とのタイム差から求めた。各区間の所用タイムは被験者の各通過地点通過タイムの前後の通過時間差から求めた。疾走速度は各区間の距離をその区間の所要時間で除して求めた。歩数頻度は各区間の中間点の一步の所要時間の逆数から求めた。歩幅は各区間の疾走速度をその区間の歩数頻度で除して求めた。

前傾角度はあらかじめ各地点に置いた尺度の45度の角度が40m地点側方のデジタルビデオカメラから撮影すると何度になるかを求め、それらから各地点の係数を求め、各走者の各地点通過時の上体の前傾角度に各地点の係数を乗じて求めた。

具体的には、20m地点での前傾角度を求める場合は、40m地点から20m地点の45°の角度は26°で測定され、その地点での走者の上体の角度が16°で分析されたので $45:26=X:16$ の比例式から、 $X=45*16/26$ の計算式から27.7°が求められる。

#### 4. 統計処理

疾走タイム・最高疾走速度・前傾角度について、二要因の分散分析(被検者間計画)(STAR:田中、山際)で比較検討を行なった。交互作用に有意差が認められた場合、LSD法による多重比較を5%水準で行った。

### 結果と考察

#### 1. 20m、40m、60mまで前傾姿勢を意識した100m走における前傾角度について

走力別の各距離まで前傾姿勢を意識した100m走における前傾角度を図3に図示し、各地点における距離別前傾姿勢意識(20m、40m、60m)と走力別(12.5秒台、130秒台、13.5秒台)の被験内計画の二要因の分散分析を行なった。

前傾姿勢による上体の前傾角度をスタートから概観してみると、5m地点での前傾姿勢角度は、48°から56°を示し、続いて10m地点では37°から42°へ、さらに20m地点では20°から30°へと急激な角度変化が起きていることが図3から読み取れる。30mから50mまでは20°から10°前後へと変化し60m以降は10°前後を示し、ほぼ上半身が垂直近くなり、80m以降は上半身を垂直に起こして走っていたことが図3から読み取れた。

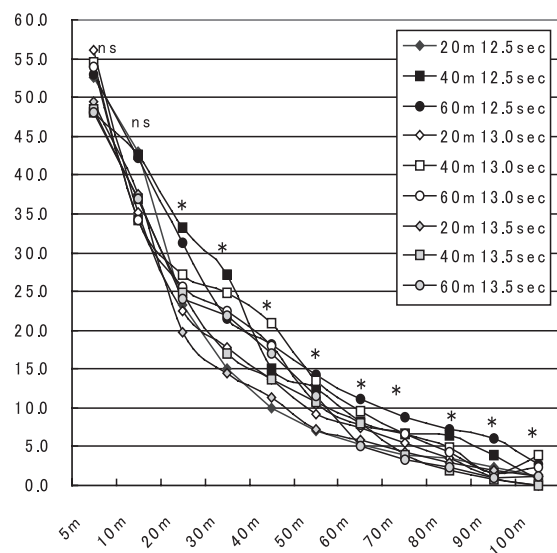


図3 走力別の20m、40m、60mまで前傾姿勢を意識した前傾角度

図3での上体の前傾角度を各測定地点で、走力別と各前傾姿勢意識距離別の二要因で分散分

析を行なったところ次のような結果であった。

5 m、10m地点では有意な違いは見られなかった。20m地点で姿勢意識距離に有意差が見られ、前傾角度は20m<40m、20m<60m、40m=60mで20m意識（20m地点まで前傾姿勢を意識して走ったことを意味し、以下「20m意識」と略す）の前傾角度が小さく、40m、60m意識した方が前傾の角度が大きいと判断された。40m地点にも姿勢意識距離に有意差が見られ、前傾角度は20m<40m、20m<60m、40m=60mであり、40m、60m意識の方が20m意識よりも前傾角度が大きいと判断された。60m点では交互作用が有意であった（ $F(2, 8)=2.81, P<0.10$ ）。そこで各要因の単純主効果をLSD法による多重比較した結果、走力12.5秒台で20m=40m、20m<60m、40m=60m（ $Mse=4.37, P<0.05$ ）であり、走力13.0秒台で20m<40m、20m=60m、40m=60m（ $Mse=0.66, p<0.05$ ）で走力の違いによって前傾角度が違い、12.5秒台は60m意識の方で前傾姿勢が保たれていた。13.0秒台では40m意識時で前傾姿勢が保たれていた。13.5秒台ではどの意識でも同じ前傾姿勢であった。60m以降も走力の違いによる前傾姿勢に違いが見られ、12.5秒台の選手の方が他の13.0秒台、13.5秒台より前傾を意識して走っていたことが判明した。

## 2. 100m走タイムについて

20m、40m、60mまでの前傾姿勢を意識して走った100m走タイムと走力別の100m走タイムを表2と図4に示し、それらの組み合わせを被験者内計画の二要因の分散分析を行なった。その結果、交互作用に有意差は見られず、走力別に有意差が見られた。LSD法による5%水準の多重比較の結果、12.5秒台=13.0秒台、12.5秒台<13.5秒台、13.0秒台=13.5秒台となり、12秒台の選手の走力が13.5秒台より速いという当然の結果になったが、図4から12.5秒台の選手が60mまで前傾意識すると記録は短縮する傾向がみられた。

上記の前傾姿勢の結果と100m走タイムとを考慮に入れて考察すると、加速局面でどの程度前傾するとどのくらい有利になるのは明確ではないが、少なくとも前傾することは走速度が速くなるほど記録短縮に有利になる傾向がみられた。

表2 前傾姿勢意識別・走力別の100m走タイム

A	B	N	Mean	S. D
20m	12.5sec.	3	13.34	0.19
	13.0sec	3	13.56	0.21
	13.5sec.	3	13.79	0.11
40m	12.5sec	3	13.37	0.09
	13.0sec	3	13.68	0.12
	13.5sec.	3	13.92	0.3
60m	12.5sec	3	13.17	0.08
	13.0sec	3	13.65	0.13
	13.5sec	3	13.91	0.21

A= with the head bent forward  
B= sprint level

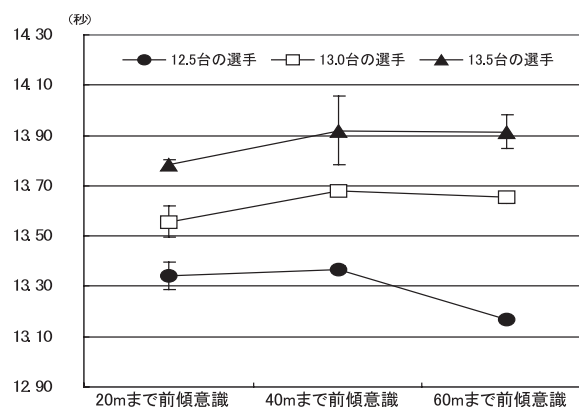


図4 走力別の前傾姿勢意識距離の違いによる100m走タイム比較

### 3. 100m疾走中の走速度、歩数頻度、歩幅について

走力別の100m疾走中の走速度、歩数頻度、歩幅を図5-1から図5-3に示した。これらの曲線を、各走者が3本計9本の平均値で示したものである。また各図には、それぞれの区間の変化量（20m地点の値から10m地点の値を引いたもので、速度で言えば速度の加速量にあたる）も図示した。速度の変化量では、意識別走力別に差異は見られず、共通に10m区間で最大の変化がみられた。歩数頻度では、意識別走力別共通に5m区間に最大値がみられた。歩幅の変化量では、意識別走力別共通に10m区間で最大の変化がみられた。このように速度・歩数頻度・歩幅の変化は、スタート直後に起こり、最初は歩数頻度が、続いて歩幅、速度に大きな変容が現れていることが判明した。

速度・歩数頻度・歩幅曲線の各地点の数値に対して、各距離まで前傾姿勢を意識と走力別を組み合わせた100m走タイムを被験者内計画で二要因の分散分析を行なった。

その結果、速度では20mまでは前傾姿勢意識と走力別の二要因の影響は見られず同様な変容を示した。30mから70mまでの区間で走力の有意な影響が見られ、走力の高いほど速度も高いという当然な結果が得られた。さらに、80m区間では、12.5秒台の選手が他の選手よりも高い速度水準を保っていた。

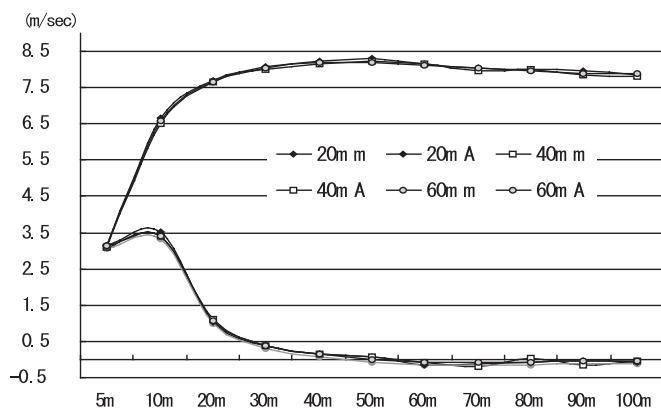


図5-1 各距離まで前傾姿勢を意識した時の速度の変化

歩数頻度では、走り始めの5m区間で走力の、次の10mまでは交互作用が有意で、12.5秒台の選手に前傾姿勢意識に有意差がみられ、 $20m=40m$ 、 $20m>60m$ 、 $40m>60m$ で20m意識の方が高い歩数頻度を示した。30m以降90mまで交互作用が見られ走力の高い方が、そして前傾姿勢意識の長い方が歩数頻度の高い傾向がみられた。

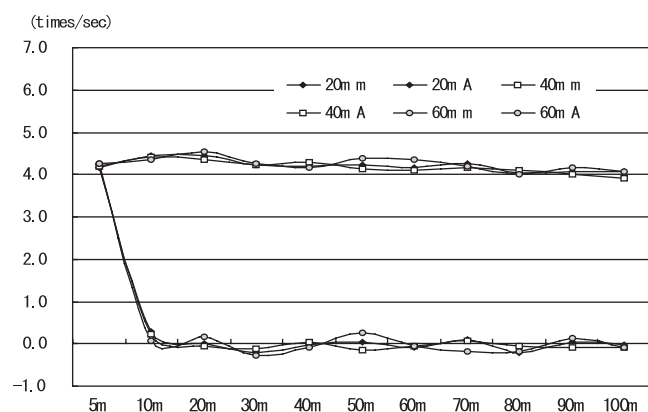


図5-2 各距離まで前傾姿勢を意識した時の歩数頻度の変化

歩幅では、5m区間では二要因の影響は見られず、10m区間で有意な交互作用がみられ、12.5秒台の

選手では、60m前傾の方が他よりも長い歩幅を示し、13.0秒台の選手では、60m前傾よりは20m前傾の方が長い歩幅を示した。また、20m前傾では13.0秒台の選手が12.5秒台、13.5秒台の選手よりも長い歩幅を示した。30m以降50mまでは13.5秒台の選手が他の選手より長い歩幅を示した。60m以降は二要因の有意な影響は見られなかった。

各距離までの前傾姿勢が、一定の影響を示すのかについては、走力別に明確な特徴は見られなかったが、長めに前傾姿勢を意識すると阿部（2004）や川本（2008）が指摘していたように後



半の速度維持に好影響が見られた。しかし、出だしの20mまで意識して走りださなければ、レースの流れに乗ることができずに自分のレースが展開できない面もあるので、常に選手の走力を考慮に入れて、何処までどの程度前傾姿勢を保ったら良いかを考慮に入れる必要がある。

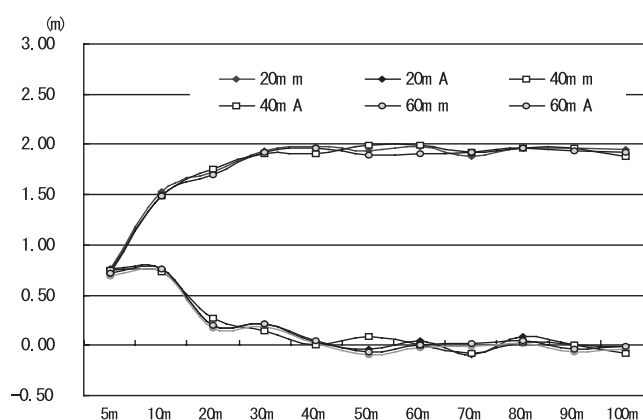


図5-3 各距離まで前傾姿勢を意識した時の歩幅の変化

### まとめ

本研究では、100m走においてどの距離まで前傾姿勢を意識して走ったら100m走記録の向上につながるかを明らかにする事を目的にし、12.50秒台、13.00秒台、13.50秒台の女子選手3名の選手に100m走を20m、40m、60mまで前傾姿勢を意識して走り、100m疾走中の上体の前傾角度と疾走タイム・疾走速度・歩数頻度・歩幅を測定・分析する運動学的側面から測定・分析した。

その結果、以下のことが示された。

1. 20m, 40m, 60mまで各選手自身が意識した前傾姿勢を意識して走ってみると、各選手ともそれぞれの距離までは前傾をして走っていた。前傾角度は5m地点では50°前後、10m地点では40°前後で、20m以降は走力によってかなりの幅が見られ、12.5秒台は33°、13.0秒台は25°、13.5秒台は22°前後を示した。60mあたりでは12.5秒台は10°、13.0秒台は8°、13.5秒台は6°前後を示し、70m以降はどの選手も上半身はほぼ垂直を示していた。
2. 100m走タイムでは、長く前傾意識を意識することは、走力によって異なり、走力のある方が長く前傾を意識することにより記録は短縮する傾向がみられた。
3. 100m疾走中の走速度、歩数頻度、歩幅から、前傾姿勢をとることによっての影響は、走力や各距離による影響に交互作用が見られたが、速度の後半80m以降に有意ではないが、速度が維持される傾向がみられた。

### 参考文献

- 阿江通良・鈴木美佐緒 (1992) 世界一流スプリンターのレースパターン. J. J. SPORTS SCI., 11-10: 609-614.
- 阿部征次 (1996) 「スプリント・トレーニングマニュアル」 ベースボール・マガジン社: 東京, p177
- 阿部征次 (2004) 「改訂版 スプリント・トレーニングマニュアル」 ベースボール・マガジン社: 東京, p161-172
- 伊藤章・市川博啓・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・小林寛道 (1998) 100m中間疾走局面における疾走動作と速度との関係. 体育学研究, 43:260-273
- 土江寛裕 (2008) スプリント走の各局面に影響をおよぼす体力と技術. 陸上競技研究,

75-4:2-11

ジョージ・ディンティマン、ボブ・ワード、トム・テレズ（1999）スポーツスピードトレーニング. 大修館書店：東京，：p154-156

川本和久(2004) 「陸上競技」指導のコツ. 体育科教育, 11：44-45

川本和久(2008) 福島大学陸上部の「速い走り」が身につく本（第3刷）. マキノ出版：東京，：p48-102

松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・土江寛裕・杉田正明（2008）2007年男女100m、100mハードルおよび110mハードルのスピード分析報告. 陸上競技紀要, 4：48-55

松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・杉田正明（2008）2008年男女100m、100mハードルおよび110mハードルのレース分析. 陸上競技紀要, 5：50-62

森丘保典・阿江通良・岡田英孝・高松潤二・宮下憲（1997）100m疾走における下肢動作の変化の分析. J. J. SPORTS. SCI., 16-1:111-118

小木曾一之・串間敦郎・安井年文・青山清英（1997）全力疾走時にみられる疾走スピードの変化特性. 体育学研究, 41:449-462

トム・エッカー（1979）「運動力学による陸上競技の種目別最新技術」ベースボール・マガジン社：東京，p33-35

渡邊信晃・榎本靖士・大山圭悟・宮下憲・尾縣貢・勝田茂（2003）スプリント走時の疾走動作および関節トルクと等速性最大筋力との関係. 体育学研究, 48:405-419