

日本代表スプリンターにおけるレース中のピッチ変化が記録向上に及ぼす影響

土江寛裕
城西大学

キーワード: スプリント走, 100m, ピッチ, ストライド, 競技力向上

【要 旨】

100m を専門とし、オリンピック出場経験を有する短距離選手 T の、レース中のピッチ(全体ピッチ)とストライド(全体ストライド)を測定し、記録の向上に伴う変化を分析した。その結果、記録の向上が主に全体ピッチの増加によるものであった。さらに、10 歩ごとの 5 区間(区間 I ~ V)に分けて区間ピッチを分析したところ、すべての区間ピッチの向上がみられ、特に区間 III (30~40 歩目)の増加が大きかった。また、区間 I では他の区間に比べて区間ピッチの向上は小さかった。この選手は二次加速局面から最大速度局面(区間 III ~ IV)で区間ピッチの増加によって、加速とトップスピードを高めていたことと、速度逡減局面での区間ピッチの維持により、速度低下を抑えることが出来るようになったことが、記録の向上につながったと推察された。

スポーツパフォーマンス研究, 1, 169-176, 2009 年, 受付日:2009 年 3 月 9 日, 受理日:2009 年 3 月 19 日
責任著者: 土江寛裕 〒350-0295 埼玉県坂戸市けやき台 1-1 城西大学 tsucchi@athlete.nifty.jp

Influence of pitch change during sprint races on improvements in the record of Japan's top 100 meter sprinter.

Hiroyuki Tsuchie
Josai University

Key Words: sprint, 100 meters, pitch, stride, improvement of competitive power

[Abstract]

The present study measured the pitch (number of steps per second) and stride (stride length) during a race of a track sprinter who specializes in the 100 meter and has participated in the Olympics, and analyzed changes accompanying improvements in the runner's times. The analysis suggested that improvements were mainly the result of an increase in total pitch. Section pitch was analyzed

further by splitting the range into 5 sections (sections I~V) of 10 steps each. This analysis revealed that the pitch increased in all sections, with the largest increase in section III (between the 30th and 40th steps), whereas the smallest increase in section pitch was found in section I. From those results, it was concluded that in order to improve his times, this sprinter accelerates and reaches top speed by increasing the section pitch from the second acceleration phase to the maximum speed phase (sections III-IV), and by avoiding a decrease in speed by maintaining the section pitch in the slow-down phase.

I. 緒言

走運動はヒトの最も基本的な運動であり、どれだけ速く走れるかを競う陸上競技の短距離走は、多くの人に興味をもつものである。それゆえこれまでも多くの研究がなされてきた。また基礎的な研究のみならず、いくつかの実践報告も見られる。土江(2004)は、100m 走の記録の向上をストライドの増加によって目指したが、100m 走中のピッチとストライドを分析した結果から、目標記録の達成が平均ピッチの増加によるものであったことを報告している。100m 走は、その速度変化から、加速局面(一次, 二次), トップスピード局面, 速度逡減局面に分けられる(渡木ほか, 2000; 土江, 2008)。土江(2004)の報告では、ピッチの向上は 100m 全体の平均値であり、それがどの局面によるものであったかは明らかでない。

そこで本研究は、100m 走中の各局面におけるピッチの変化が記録向上にどのような影響を与えたかを、日本代表経験を有する短距離選手 T の 100m 走中の 10 歩ごとの平均ピッチの変化を分析することで検討した。

II. 方法

1. 被験者(選手)

被験者(選手 T)は、100m を専門とし、複数回のオリンピック出場の経験を持つ選手 1 名(身長 171cm, 体重 65kg, 100m ベスト 10 秒 21)であった。

2. データ分析方法

選手 T が 100m に出場した際に、ビデオで撮影された、もしくはテレビ中継された映像資料 6 試技を用いて分析した。

100m の平均走速度(RS)は正式記録(OR)を用い、以下のように求めた。

$$RS = 100 / OR$$

さらに、レースの映像資料より、スタートからゴールまでの総歩数(TS)を数え、最後の 1 歩は 1/4 歩単位で目測し、加えた。そして 100m 全体を通じてのピッチ(全体ピッチ, SF)およびストライド(全体ストライド, SL)は以下のようにして求めた。

$$SF = OR / TS$$

$$SL = RS / SF$$

そして、1992 年からのデータで、ベスト記録時と同等のストライド(1.95m 前後, 総歩数 51.0~51.5 歩)のものを 6 つピックアップした。スタート後 1 歩目を着地してから 11 歩目の着地までの 10 歩の時間をビデオ映像のフレーム数(60fps)から求め、10 歩ごとの区間の平均ピッチ(区間ピッチ)を求めた。以後同様に 51 歩目の着地までの 10 歩ごとの平均ピッチを求めた。10 歩ごとの区間ピッチをスタートから順に区間 I (1~11 歩目), 区間 II (11~21 歩目), 区間 III (21~31 歩目), 区間 IV (31~41 歩目), 区間 V (41~51 歩目)とした。

区間ピッチの最大値に対する、最大値出現後の最小値の比から、区間ピッチの低下率を求めた。

Ⅲ. 結果

図1 および表1は、分析したすべてのレースの全体ピッチと全体ストライドである(土江, 2004). 全体ストライドは1.95m 前後であり, 1992年から2004年の自己ベストまで, 一部の追い風参考記録を除いてはほとんど変わらず, 主に全体ピッチによって記録の向上が起こったと考えられる.

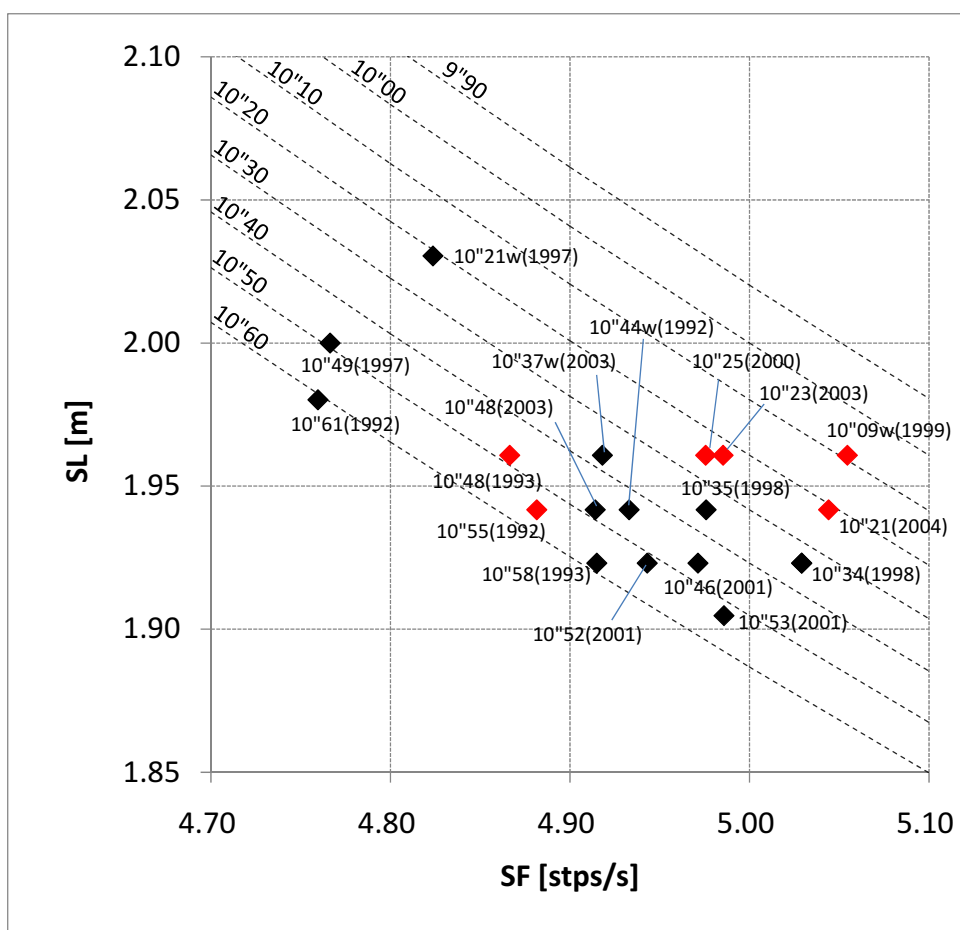


図1 T 選手の1992年から2004年までの主なレースにおける平均ピッチ(SF)と平均ストライド(SL)(土江 2004). 赤印はピックアップした6つのレースのデータ.

表1 正式記録および走速度, 総歩数, 全体ピッチ, 全体ストライドおよびその時の映像

| 年 | | 正式記録 [sec] | 走速度 [m/s] | 総歩数 [stps] | 全体ピッチ [stps/s] | 全体ピッチ [m] | 試合名 | 映像 |
|------|----|---------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|---------|-------|
| 1992 | | 10.44W | 9.58 | 51.5 | 4.93 | 1.94 | インターハイ | |
| 1992 | SB | 10.55 | 9.48 | 51.5 | 4.88 | 1.94 | 国体予選 | 動画 1 |
| 1992 | | 10.61 | 9.43 | 50.5 | 4.76 | 1.98 | 国体予選 | |
| 1993 | | 10.58 | 9.45 | 52.0 | 4.91 | 1.92 | 全日本インカレ | |
| 1993 | SB | 10.48 | 9.54 | 51.0 | 4.87 | 1.96 | 中国五県 | 動画 2 |
| 1997 | | 10.21W | 9.79 | 49.25 | 4.82 | 2.03 | 織田記念 | |
| 1997 | | 10.49 | 9.53 | 50.0 | 4.77 | 2.00 | 水戸国際 | |
| 1998 | | 10.35 | 9.66 | 51.5 | 4.98 | 1.94 | 日本選手権 | |
| 1998 | SB | 10.34 | 9.67 | 52.0 | 5.03 | 1.92 | 全日本実業団 | |
| 1999 | | 10.09W | 9.91 | 51.0 | 5.05 | 1.96 | 日本選手権 | *動画 3 |
| 2000 | SB | 10.25 | 9.76 | 51.0 | 4.98 | 1.96 | 南部記念 | 動画 4 |
| 2001 | | 10.52 | 9.51 | 52.0 | 4.94 | 1.92 | スーパー陸上 | |
| 2001 | | 10.53 | 9.50 | 52.5 | 4.99 | 1.90 | 日本選手権 | |
| 2001 | | 10.46 | 9.56 | 52.0 | 4.97 | 1.92 | 全日本実業団 | |
| 2002 | | 10.34 | 9.67 | 52.0 | 5.03 | 1.92 | 日本選手権 | |
| 2003 | SB | 10.23 | 9.78 | 51.0 | 4.99 | 1.96 | 織田記念 | 動画 5 |
| 2003 | | 10.37 | 9.64 | 51.0 | 4.92 | 1.96 | 織田記念(予) | |
| 2003 | | 10.48 | 9.54 | 51.5 | 4.91 | 1.94 | 水戸国際 | |
| 2004 | PB | 10.21 | 9.79 | 51.5 | 5.04 | 1.94 | 日本選手権 | *動画 6 |

PB: Personal Best SB: Seasonal Best W: Wind Assisted

(*著作権確認中)

図2はピックアップした6つのレース(表1中ピンクの網掛け)における, 10歩ごとのI~Vの区間ピッチの変化を表す. 自己ベストをマークした2004年におけるIIIでもっとも高い区間ピッチ(5.45stps/s)を記録している. 1992年を除いてはI~IIIにかけて区間ピッチは上昇し, ゴールに向かって減少している. 1992年はスタート直後のIで最大をマークし, ゴールに向かって徐々に減少していた.

図3および表2は,ピックアップした6つのレースにおける区間ピッチの絶対値, 低下率および1992年に対する相対値の変化を, 10歩ごとの各区間別に比較したものである. この期間に一番変化が大きかったのはIIIで, 1992年に対し2004年の自己ベスト時で7.3%の増加であった. 次いでII(6.3%増), IV(5.3%増), V(4.2%増)であった. 一方, Iの増加は比較的小さく(2.6%増), レースによっては, 記録は向上しているにもかかわらず, ピッチは減少しているものもみられた.

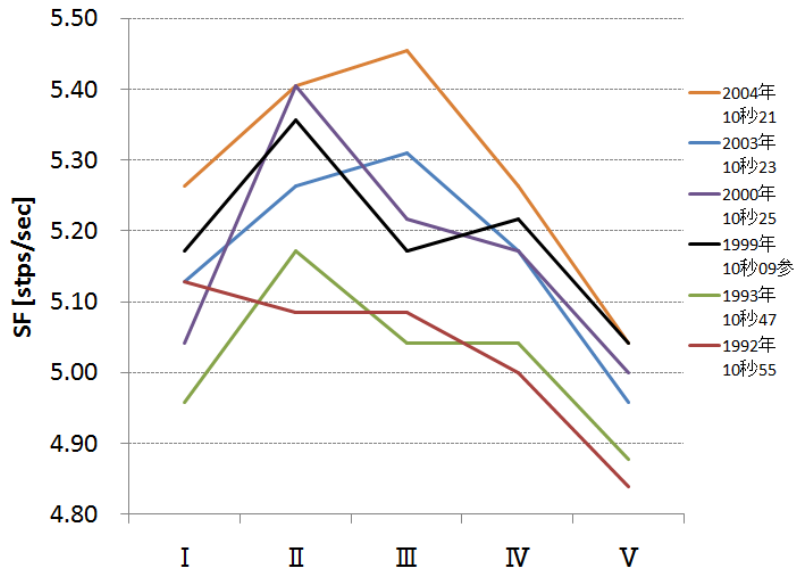


図 2 1992 年から 2004 年までの6レースにおける各区分 (10 歩平均) のピッチの変化

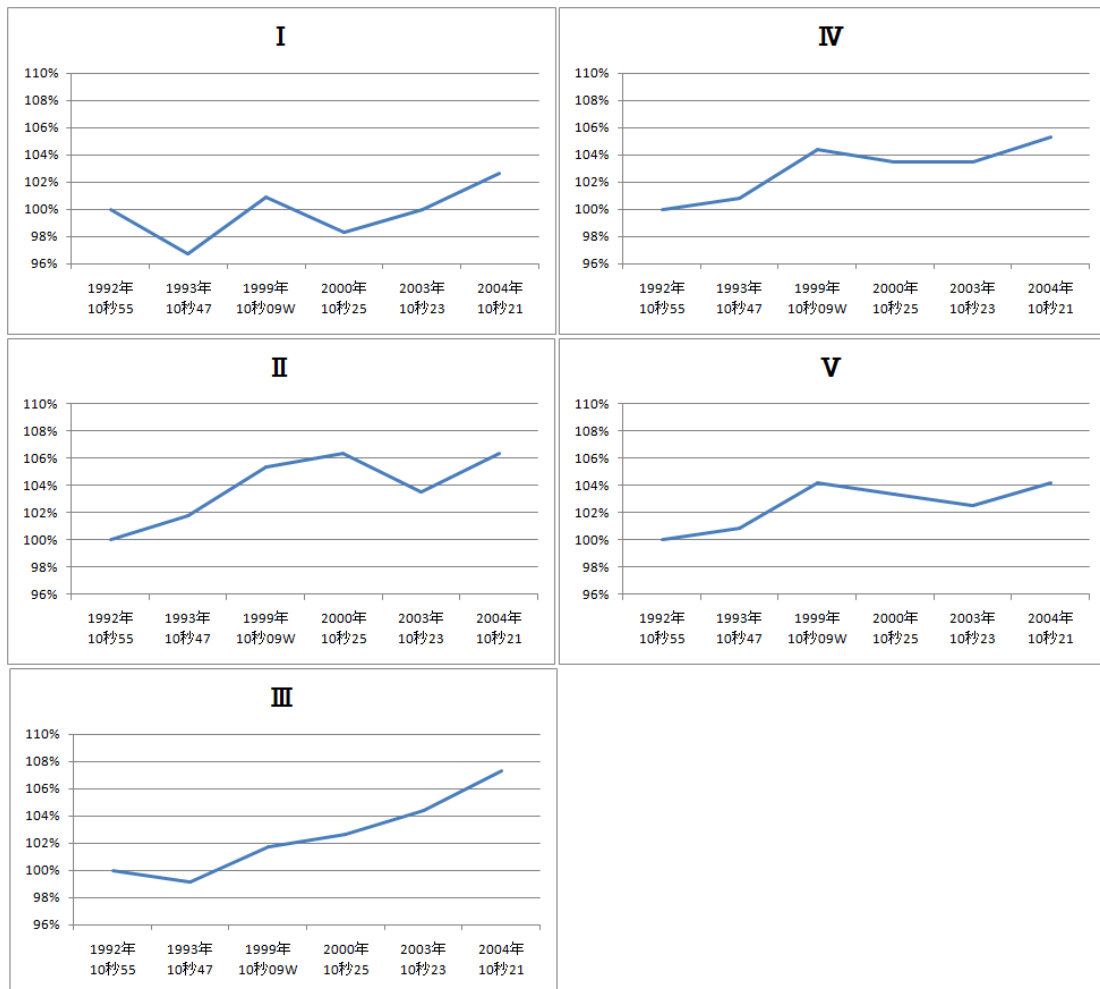


図 3 各局面における相対ピッチ (対 1992 年)

IV. 考察

図 1 および土江 (2004) の報告から、選手 T の記録の向上は全体ピッチの増加であったといえる。このレースの中でもっとも記録が良かった 1999 年の 10 秒 09 は追い風 3.3m の中で行われたレースで、参考記録であった。図 1 を見ると、1999 年の全体ストライドはその他のレースとほぼ同程度であるが、全体ピッチは最も高かった。パフォーマンスは追い風によって高まるが、このレースの場合はピッチが高められたことによるものであると考えられる。2004 年の 10 秒 21 のレースでは、1999 年のレースとほぼ同程度 (5.05stps/s 前後) まで全体ピッチを高めることができたが、全体ストライドがやや劣ることによって 1999 年ほどの記録は得られなかった。しかしながら、1999 年での追い風参考レベルのピッチを、追い風の助力を得なくとも出すことができるようになったことが、10 秒 21 の自己ベストを出すことができた要因であると考えられる。

また、図 2 を見ると、全体ピッチの増加は特に区間Ⅲのレースの中間地点付近での区間ピッチの増加によるものと思われる。区間Ⅰの 10 歩は、スタート直後であり、他の区間に比べストライドは小さいと考えられるため、区間Ⅲは 100m の中間地点である 50m よりややスタートよりであったと考えられる。100m 走のトップスピードは 60m 付近で出現することが多く、区間Ⅲはそのトップスピードが出現する前の二次加速局面付近に相当すると考えられる。二次加速局面の重要性は、先行研究 (渡木ほか, 2000) でも指摘され、トレーニング現場でも重要視されているが、その区間でのピッチの増加がパフォーマンスの向上につながったことは、その認識の妥当性を裏付けるものであると考えられる。

区間ピッチの最大値がみられた区間は、1992 年では区間Ⅰ、1993 年、1999 年、2000 年では区間Ⅱ、2003 年、2004 年では区間Ⅲであった。記録が向上するのに従い、区間ピッチの最大値がスタート直後から中間疾走へシフトしていた (表 2)。つまり加速局面でピッチを増加させることによってより高い速度へ加速させることが可能になったことが、記録の向上につながったと推察される。さらに、区間ⅢおよびⅣは二次加速局面に引き続きおこるトップスピード局面に相当すると考えられるが、その区間で顕著な区間ピッチの向上が見られた。松尾ほか (2008) はレーザー式走速度測定装置を用い、多くの走速度データから、トップスピードの高さとフィニッシュタイムが強い直線関係にあることから、トップスピードの高さがパフォーマンスに大きな影響を与えている。区間ⅢおよびⅣでの区間ピッチの向上によって、より高いトップスピードの実現を可能にし、記録の向上に寄与したと考えられる。トップスピード局面ではピッチよりストライドが重要であると指摘する先行研究 (Weyand et al., 2000) も見られるが、本研究の結果からは、選手 T 1 名のみの事例ではあるが、ピッチの向上がトップスピードの向上につながったと考えるのが自然であろう。

また、区間Ⅴはフィニッシュ直前の 10 歩であるが、これは速度逓減局面に相当すると考えられる。速度逓減局面の速度低下の要因としては、ピッチの低下が指摘される (土江・永田, 1997)。区間Ⅴでの区間ピッチの増加は、速度低下の要因となるピッチ低下が抑えられ、走速度が持続されている可能性を示唆するものであり、これも記録の向上に寄与すると考えられる。

一方、区間Ⅰでは他の区間に比べると区間ピッチの増加は小さく、レースによってはタイムが向

上しているにもかかわらず, 1992 年よりも小さいものもみられた(図 3). スタート直後はストライドの増加により加速するとされる(土江・永田, 1997)ことや, 世界記録をマークした Asafa Powel 選手(ジャマイカ)のスタートダッシュの分析(松尾, 2008)では, スタート直後に力積を大きくし, 大きなストライドを得ることで加速していることを報告している. これらの報告から, スタート直後の区間 I では, ピッチの増加より, ストライドの増加が重要であり, そのため, 選手 T においてもこの区間でのピッチの増加はあまり見られなかったものと考えられる.

表 2 ピックアップした 6 つのレースにおける各区間のピッチ, ピッチ低下率, および 1992 年に対する相対値

| | 1992 年 | 1993 年 | 1999 年 | 2000 年 | 2003 年 | 2004 年 |
|--|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | 10 秒 55 | 10 秒 47 | 10 秒 09W | 10 秒 25 | 10 秒 23 | 10 秒 21 |

ピッチ[stps/s]

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| I | 5.13 | 4.96 | 5.17 | 5.04 | 5.13 | 5.26 |
| II | 5.08 | 5.17 | 5.36 | 5.41 | 5.26 | 5.41 |
| III | 5.08 | 5.04 | 5.17 | 5.22 | 5.31 | 5.45 |
| IV | 5.00 | 5.04 | 5.22 | 5.17 | 5.17 | 5.26 |
| V | 4.84 | 4.88 | 5.04 | 5.00 | 4.96 | 5.04 |

| | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| ピッチ低下率 | 5.6% | 5.7% | 5.9% | 7.5% | 6.6% | 7.6% |
|--------|------|------|------|------|------|------|

区間ピッチ[%]

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| I | 100.0% | 96.7% | 100.9% | 98.3% | 100.0% | 102.6% |
| II | 100.0% | 101.7% | 105.4% | 106.3% | 103.5% | 106.3% |
| III | 100.0% | 99.2% | 101.7% | 102.6% | 104.4% | 107.3% |
| IV | 100.0% | 100.8% | 104.3% | 103.4% | 103.4% | 105.3% |
| V | 100.0% | 100.8% | 104.2% | 103.3% | 102.5% | 104.2% |

以上を総括すると, 本研究で対象とした選手 T は, 二次加速, トップスピード, 速度減局面でのピッチの増加が記録向上に大きく貢献したと考えられる. この結果から, 100m のパフォーマンス向上に重要だとされるトップスピードや, その速度まで加速させる二次加速局面のパフォーマンスを高めるために, その局面でのピッチを高めることが有効であり, ピッチ向上によってトップスピードを向上させることを狙ったトレーニングも有効であるといえることができるであろう. しかしながら, ピッチの向上を可能にした要因については本研究での結果からは言及できないし, 一般的にもピッチの向上がどのようにして実施可能か, 明らかになっていない. ピッチの向上やピッチの持続を可能にする要因を明らかにすることにより, 100m パフォーマンスの向上に大きく役立つものと考えられる.

V. 参考文献

- 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 杉田正明 (2008) 男女 100m レースのスピード変化. バイオメカニクス研究. 12(2):74-83.
- 松尾彰文 (2008) 最大下スピード練習の効果を高めるための提案—ランニングパフォーマンスへの応用—. 体育の科学 58(11):756-764.
- 中野正英, 尾縣貢, 伊藤道郎, 吉武信二 (1991) 100m レース後半の疾走速度逡減を規定する動作要因の検討. 陸上競技研究. 3(6):2-7.
- 土江寛裕, 永田晟 (1997) 100m 競走に見られる疾走速度逡減の動作要因. 日本体育学会 第48回日本体育学会大会号 337.
- 土江寛裕 (2004) アテネオリンピックに向けての「走りの改革」の取り組み. スポーツ科学研究. 1: 10-17.
- 土江寛裕 (2008) スプリント走の各局面に影響を及ぼす体力と技術. 陸上競技研究. 75(4):2-11.
- 渡木正光, 秋田真介, 金高宏文 (2000) 100m 走における疾走速度曲線の縦断的分析—最大疾走速度に影響する加速区間はどこか. 日本スプリント学会第11回大会発表資料.
- Weyand PG, Sternlight DB, Bellizzi MJ, Wright S (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground force not more rapid leg movements. J. Appl. Physiol. 89(5):1991-9.