

100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を 意識する時間の違いが前傾角度，疾走速度， ピッチ，ストライドに及ぼす影響

足立達也
(2017年10月4日受理)

The Effect of the Difference in Time Length of Consciousness Keeping the Lean Position
in the Acceleration Phase of 100 m Sprint on Forward Angle, Running Velocity,
Stride Frequency, and Stride Length

Tatsuya Adachi

Abstract: The purpose of this study was to clarify the effect of the differences in time length of consciousness keeping the lean position in the acceleration phase of 100 m sprint on running velocity, stride frequency, and stride length. In this study, nine male collegiate sprinters ran 100 m sprint with three acceleration methods. The first method is the acceleration keeping their lean positions consciously during normal time (Normal Method: NM). The second and the third methods is the acceleration keeping their lean positions consciously during shorter and longer times than NM respectively (Shorter Method: SM, Longer Method: LM). Experimental trials were recorded by four high-speed cameras (300 fps) and one digital video camera (30 fps). Forward angle, running velocity, stride frequency, and stride length in the acceleration phase and 0 m—100 m running velocity, stride frequency, and stride length were calculated. The results were as follows: 1) Forward angle of SM was smaller and forward angle of LM was larger at the 5 m, 10 m, 20 m, and 30 m. 2) 0 m—30 m, and 0 m—40 m running speed with LM were higher than that of SM. 3) There were no differences in stride frequency and stride length among the three acceleration methods. These results indicated that the differences in time length of consciousness keeping the lean position changed movement of the lean position in the acceleration phase, and as the result, the change affected running velocity.

Key words: lean position, forward angle, acceleration phase, 100m sprint, running velocity

キーワード：前傾姿勢，前傾角度，加速局面，100m 走，疾走速度

1. 緒言

陸上競技100m 走は，平均疾走速度が大きい者ほど，そのタイムも必然的に短くなる種目である。こ

本論文は，課程博士候補論文を構成する論文の一部として，以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：上田 毅（主任指導教員），出口達也，
古賀信吉

の100m 走のタイムを短縮させるために，様々な100m 走の研究がなされてきた。

100m 走は加速局面，中間疾走局面および減速局面の3局面に分類され (Delecluse et al., 1995)，局面毎に研究されることが多い (猪飼ほか，1963；伊藤，1998；内藤，2013)。疾走速度はスタートから20m まで急激に増加し (Mackala, 2007)，40m 近くまで増加を続ける (羽田ほか，2003)。その後，加速局面を終えて，最高疾走速度が出現する中間疾走局面を迎

える。そして、最高疾走速度を維持できずに速度が削減していく。この最高疾走速度が高い短距離選手ほど、100m 走のタイムが短い（阿江ほか、1994；松尾ほか、2015）。また、100m 走が速い者ほど、0m 地点から最高疾走速度が現れる地点までの距離が長くなる（天野・宮下、2009）。ゆえに、優れたスプリンターは、減速局面が短くなると推察される。また、一流スプリンターは、速度減が小さいことも報告されている（猪飼ほか、1963）。これらを考慮すると、最高疾走速度に至るまでの疾走速度の増加量と距離の長さが、100m 走タイムの短縮につながる一因となる。したがって、加速局面は100m 走タイムの短縮のための重要な役割を果たす。

加速局面において、100m 走選手はスターティングブロックを用い、頭を下げた状態で走行する。指導現場において、この姿勢は前傾姿勢と呼ばれている。また指導書において、川本（2004）は、疾走中の加速度を消さないために、上体の前傾を維持することが大切であることを示している。さらに、阿部（1996）は、疾走速度の上昇と上体の起こし方を同調させることが、滑らかな加速をすることに重要であることを示した。すなわち加速局面における前傾姿勢の重要性を指摘している。また、前傾姿勢についての研究がいくつか報告されている。村木・宮川（1973）は、日本のトップスプリンターは一般選手と比べ、加速過程における前傾姿勢を維持する距離が長く、その前傾角度はスタート地点に近いほど大きいことを示した。伊藤・伊藤（2010）は、女子3名を対象に、前傾姿勢の保持を意識した距離を20m、40m、60mの3つに区分し、この前傾姿勢の保持を意識した距離の違いが、100m 走のタイムに及ぼす影響を検討した。その結果、前傾姿勢の保持を意識する距離の違いは、100m 走のタイムに影響を及ぼすことが明らかになった。とりわけ、前傾姿勢の保持を意識する距離を長くすることで、競技成績が高い選手の疾走速度は増大した。小林ほか（2009）は、加速局面である4—6歩目において、一流短距離選手の地面反力の作用方向は、大学生短距離選手のものとは比べ、進行方向へ傾斜していた。また、この進行方向への傾斜が、大きな水平成分の獲得に成功したと報告した。この地面反力の作用方向が進行方向に傾斜したということは、身体を前方に傾けていることを意味する。このように、前傾姿勢は加速局面の疾走速度および100m 走のタイムに影響があると考えられる。

しかし、前傾姿勢を保持する意識に関する研究は少ない。また伊藤・伊藤（2010）は、前傾姿勢の保持を距離の長短で意識させたが、意識的に前傾姿勢を保持

する場合、時間という視点からも考えられる。これまで、前傾姿勢の保持を意識する時間の長短が、100m 走の疾走速度やピッチとストライドに及ぼす影響は明らかにされていない。

そこで本研究では、100m 走において通常通りの前傾姿勢を保つ時間を基準として、それよりも前傾姿勢の保持を意識する時間を長くあるいは短くすることが、100m 走の加速局面における前傾角度、疾走速度、ピッチとストライドへの影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、大学陸上競技部に所属している男子短距離選手9名（年齢：20.8±1.3歳、身長：174.3±5.0cm、体重：68.1±7.8kg、ベストタイム：11.19±0.43秒）とした。なお、すべての被験者には、本実験の主旨、内容および危険性について事前に説明し、実験への参加の同意を得た。

2.2 実験試技

被験者は、実験試技の前にウォーミングアップをおこなった。ウォーミングアップの内容は任意として、1時間程度とした。その後、被験者は実験試技をおこなった。実験試技は、クラウチングスタートから以下の3種類の加速方法を用いた100m 走として、計3本であった。また、以下に示した加速方法の通常とは、各被験者が普段の試合で用いる前傾姿勢を保った方法であった。

- 1) 通常の時間の意識で、前傾姿勢を保ち加速を行う（以下「前傾通常」と略す）。
- 2) 通常より短い時間の意識で、前傾姿勢を保ち加速を行う（以下「前傾短」と略す）。
- 3) 通常より長い時間の意識で、前傾姿勢を保ち加速を行う（以下「前傾長」と略す）。

各被験者の3本の試行順序は、試行順序による影響をなくすためランダムとした。なお、1本毎の休息は30分程度とした。

2.3 撮影方法

Fig.1に実験設定図を示した。実験試技の撮影方法は、有川ほか（2004）の方法を参考にして、カメラの配置を決めた。実験試技中において、被験者は片側の脚の大転子、耳珠点の2点に反射マーカーを付けた状態で走行した。本研究において、この実験試技を、高速度デジタルビデオカメラ（CASIO 社製、EXILIM EX - F1）4台とデジタルビデオカメラ（SONY 社製、HDR-CX180）1台を用い、100m の0m—40m の範囲を0m—

100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の
違いが前傾角度、疾走速度、ピッチ、ストライドに及ぼす影響

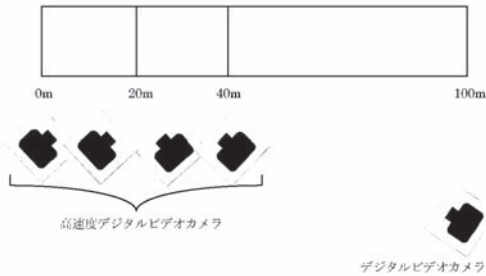


Fig.1 Experimental setup.

20m と20m—40m に分けて撮影した。なお、高速度デジタルビデオカメラとデジタルビデオカメラの撮影スピードは、それぞれ毎秒300コマと30コマであった。

2.4 測定項目と算出方法

本研究は、羽田ほか (2003) の報告より、0m—40m を加速局面の対象とした。そして、5m, 10m, 20m, 30m, 40m 通過時の前傾角度を測定した。前傾角度は、伊藤・伊藤 (2010) の方法を参考にして、耳珠点と大転子を結んだ直線と地面に対する垂直線とのなす角度とした。前傾角度は、ビデオ動作解析装置 (DKH 社製, FRAME-DIAS) を用いて求められた。撮影されたビデオ画像をコンピュータに取り込み、ビデオ動作解析装置を用いて大転子、耳珠点のデジタイズをおこなった。大転子、耳珠点の実座標を三次元 DLT 法によって、較正マークをもとに実長換算から求めた。本研究では、被験者の進行方向を X 軸、X 軸直行するものを Y 軸、鉛直軸を Z 軸に用いた。較正マークの間隔を、X 軸は2.5m 毎に、Y 軸は1.21m 毎に、Z 軸は0.2m 毎に設定した。また、有川ほか (2004) を参考にして、0—40m の間の疾走速度、ピッチとストライドを算出した。0—40m においては、高速度デジタルビデオカメラで撮影されたビデオ画像を、0—100m においては、デジタルビデオカメラで撮影されたビデオ画像を、コンピュータに取り込んだ。再生画像をコマ送りすることにより、疾走速度、ピッチとストライドの算出をおこなった。実験試技のスタート開始は、雷管を用いておこなった。スタートの合図である雷管のけむりが出た時点から、10m 地点に被検者の胴体が重なった時点までを最初の10m 区間、その後は10m 毎に、胴体が重なる時点までを次の10m 区間とし、全4区間それぞれの区間所要時間を求めた。加えて、100m 走全体の疾走速度、ピッチとストライドは、デジタルビデオカメラによるパンニング撮影画像から求められた。また区間歩数は、10m のそれぞれの区間で足が接地した回数を数え、2区間にまたがった場合は、またがった1歩の時間の比率によって0.01

歩数単位で算出した。以下に、区間疾走速度、区間ピッチと区間ストライドを求めるための式を示した。

区間疾走速度 (m/s) = 各区間の距離 / 各区間の所要時間

区間ピッチ (m/s) = 各区間の歩数 / 各区間の所要時間

区間ストライド (m/s) = 各区間の距離 / 各区間の歩数

また、0m から各距離までの疾走速度、加速局面のパフォーマンスとして検討するため、ピッチとストライドを算出した。以下に、0m から各地点の疾走速度、0m から各地点のピッチと0m から各地点のストライドを求めるための式を示した。

0m から各地点の疾走速度 (m/s) = 0m から各地点の距離 / 0m から各地点の所要時間

0m から各地点のピッチ (m/s) = 0m から各地点の歩数 / 0m から各地点の所要時間

0m から各地点のストライド (m/s) = 0m から各地点の距離 / 0m から各地点の歩数

2.5 統計処理

測定値は、平均値 ± 標準偏差で示した。測定値の関係を、Pearson の相関分析を用いて検討した。検討するため平均値の比較を加速方法の違い (前傾短、前傾通常、前傾長) による対応のある一要因分散分析を用いて検討した。F 検定の主効果が有意であった場合、加速方法間の差を明らかにするため、Bonferroni 法を用いて多重比較をおこなった。すべての検定は $p < .05$ をもって有意とした。

3. 結果

Table 1には、加速局面における3つの加速方法の前傾角度を示した。5m 地点において、前傾通常と前傾長の前傾角度は前傾短に比べ、有意に高く (それぞれ $p < .05$)、前傾長の前傾角度は前傾通常に比べ、有意に高かった ($p < .05$)。10m 地点において、前傾通常と前傾長の前傾角度は前傾短に比べ、有意に高く (それぞれ $p < .01$, $p < .001$)、前傾長の前傾角度は前傾通常に比べ、有意に高かった ($p < .01$)。20m 地点において、前傾長の前傾角度は前傾短に比べ、有意に高かった ($p < .001$)。30m 地点において、前傾長の前傾角度は前傾短と前傾通常に比べ、有意に高かった (それぞれ $p < .05$, $p < .01$)。40m 地点において、3つの加速方法の前傾角度は有意な差はみられなかった。

Table 2には、0—30m, 0—40m, 0—100m における3つの加速方法の疾走速度と0—30m, 0—40m, 0—100m における3つの加速方法のピッチと0—30m, 0—40m, 0—100m における3つの加速方法のストライドを示した。0—30m において、前傾通常と前傾長の疾走速度は前傾短に比べ、有意に高かった (それぞれ

Table 1 Forward angle with three methods in the acceleration phase.

	Shorter method	Normal method	Longer method	differences
5m (deg)	34.7±9.6	48.8±7.7	52.8±8.9	SM<NM*, LM* NM<LM*
10m (deg)	25.6±9.1	37.2±8.5	44.3±9.0	SM<NM**, LM*** NM<LM**
20m (deg)	17.0±7.6	22.0±5.2	27.5±5.4	SM<LM*** NM<LM#
30m (deg)	16.2±5.4	19.5±6.8	25.2±5.2	SM<LM* NM<LM**
40m (deg)	12.7±4.8	12.9±6.1	12.7±4.7	n.s

***:p<.001 **:p<.01 *:p<.05 #:p<.10

Table 2 0 m—30 m, 0 m—40 m, and 0 m—100 m running velocity, stride frequency, and stride length.

	Shorter method	Normal method	Longer method	differences
0m—30m (m/sec)	6.58±0.18	6.70±0.15	6.71±0.17	SM<NM*, LM*
0m—40m (m/sec)	7.10±0.20	7.21±0.16	7.21±0.18	SM<NM*, LM*
0m—100m (m/sec)	8.25±0.26	8.29±0.24	8.33±0.26	n.s
0m—30m (steps/sec)	4.12±0.24	4.14±0.26	4.17±0.22	n.s
0m—40m (steps/sec)	4.21±0.23	4.23±0.26	4.26±0.22	n.s
0m—100m (steps/sec)	4.33±0.22	4.34±0.25	4.37±0.24	n.s
0m—30m (m/step)	1.60±0.09	1.62±0.09	1.61±0.08	n.s
0m—40m (m/step)	1.69±0.09	1.71±0.10	1.70±0.08	n.s
0m—100m (m/step)	1.91±0.10	1.92±0.11	1.91±0.10	n.s

*:p<.05

Table 3 Running velocity at every 10 m with three methods in the acceleration phase.

	Shorter method	Normal method	Longer method	differences
0m—10m (m/sec)	4.51±0.10	4.61±0.10	4.62±0.13	SM<NM**, LM*
10m—20m (m/sec)	8.17±0.27	8.32±0.20	8.35±0.17	SM<LM#
20m—30m (m/sec)	8.95±0.29	9.02±0.27	9.04±0.26	n.s
30m—40m (m/sec)	9.32±0.30	9.33±0.25	9.30±0.27	n.s

*:p<.05 #:p<.10

Table 4 Stride frequency at every 10 m with three methods in the acceleration phase.

	Shorter method	Normal method	Longer method	differences
0m—10m (steps/sec)	3.63±0.25	3.65±0.25	3.69±0.25	n.s
10m—20m (steps/sec)	4.57±0.28	4.60±0.27	4.62±0.21	n.s
20m—30m (steps/sec)	4.61±0.24	4.63±0.27	4.63±0.21	n.s
30m—40m (steps/sec)	4.60±0.23	4.62±0.29	4.62±0.22	n.s

Table 5 Stride length at every 10 m with three methods in the acceleration phase.

	Shorter method	Normal method	Longer method	differences
0m—10m (m/step)	1.25±0.07	1.27±0.07	1.26±0.07	n.s
10m—20m (m/step)	1.79±0.09	1.81±0.10	1.81±0.08	n.s
20m—30m (m/step)	1.95±0.09	1.95±0.10	1.95±0.08	n.s
30m—40m (m/step)	2.03±0.09	2.03±0.12	2.02±0.09	n.s

$p < .05$)。0—40mにおいて、前傾通常と前傾長の疾走速度は前傾短に比べ、有意に高かった(それぞれ $p < .05$)。0—30m, 0—40m, 0—100mにおける3つの加速方法のピッチは有意な差はみられなかった。0—30m, 0—40m, 0—100mにおける3つの加速方法のストライドは有意な差はみられなかった。

Table 3には、加速局面における3つの加速方法の10m毎の疾走速度を示した。0m—10mにおいて、前

傾通常と前傾長の疾走速度は前傾短に比べ、有意に高かった(それぞれ $p < .01$, $p < .05$)。Table 4には、加速局面における3つの加速方法の10m毎のピッチを示した。いずれの区間における3つの加速方法のピッチは有意な差はみられなかった。Table 5には、加速局面における3つの加速方法の10m毎のストライドを示した。いずれの区間における3つの加速方法のストライドは有意な差はみられなかった。

100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが前傾角度、疾走速度、ピッチ、ストライドに及ぼす影響

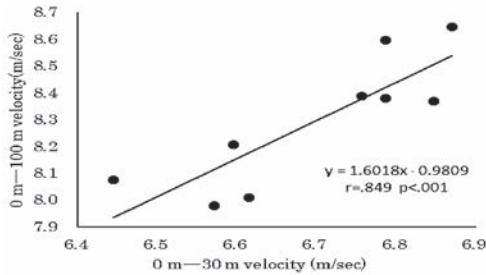


Fig.2 Relationship between 0—30 m running velocity with Normal Method and 0—100 m running velocity with Normal Method.

Fig.2には、前傾通常の0—30mにおける疾走速度と前傾通常の0m—100mにおける疾走速度との関係を示した。前傾通常の0—30mにおける疾走速度と前傾通常の0m—100mにおける疾走速度との間には、強い相関関係 ($r = .849, p < .001$) があった。

4. 考察

本研究において、各被験者は加速局面における前傾姿勢の保持を時間の長短で意識した。前傾短と前傾長の前傾角度は前傾通常に比べ、5m地点から有意な差があらわれた。このことから、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、本研究の被験者にスタート直後である5m地点という早い段階から、前傾角度を調整させる影響をあたえることが明らかになった。伊藤・伊藤 (2010) は、短い距離を前傾姿勢の意識で加速したときの前傾角度は、長い距離を前傾姿勢の意識で加速したときに比べ、小さくなることを報告した。本研究においても、スタートから30m地点までの前傾角度の大きさは、この報告と一致した結果であった。一方、3種類の加速方法間で、前傾角度の有意な違いがなくなったのは40m地点であった。このことから、本研究の競技水準の被験者では、前傾姿勢を長く維持する意識、短く維持する意識を用いたとしても、40m地点における前傾角度の違いはなくなることが明らかになった。

本研究では、0—30m、0—40mにおいて、前傾通常と前傾長の疾走速度は前傾短に比べ、有意に高かった (すべて $p < .05$)。したがって、前傾姿勢を時間的に長く保つ意識で加速することは、加速局面である0—30m、0—40mの疾走速度を高める効果があることが明らかになった。結城ほか (1996) は、一般的な力学的原理として、水平反力は重心速度の方向に成分を持つと述べている。つまり、100m走のスタートにおいても、低く飛び出し加速していくことは、水平方向

への力を大きくする。このように、前傾角度を大きくすることは、水平方向への力を大きくする作用があったと考えられた。小林ほか (2009) は、4—6歩目という加速局面において、一流選手は、地面反力の作用方向を進行方向に傾斜させ、水平成分を獲得し、身体速度増加分の累積が大きなストライドでの疾走を可能にしたと報告した。つまり、身体の前傾により、ストライドを増加させたということである。しかし、本研究において、加速局面におけるストライドの増加はなかった。したがって、本研究の被験者の水準では、前傾による疾走動態の変化がストライドを改善させるには十分でない可能性が考えられた。

本研究において、加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の違いは、加速局面における前傾角度という疾走動作を変化させた。しかし、その疾走動作の変化は0—10mや0—20mという加速の立ち上がりの疾走速度のみに作用し、0—100mの疾走速度には影響を及ぼさなかった。加藤・木越 (2012) は、男子大学生を被験者に、全力疾走時における遊脚の引き付け動作を意識的に変えさせた。その結果、被験者の実際の走動作は変化した。被験者の疾走速度は変化しなかった。つまり、1回の試技における動作を意識的に変化させることは、実際の疾走動作を変化させることはあるが、疾走速度を必ずしも増減させるとは限らないことが考えられた。一方、本研究において、前傾姿勢の保持を時間の長短で意識する1回の試技は、加速局面の疾走動作を変化させ、加速の立ち上がりの局面の疾走速度を増加させた。以上のことから、加速局面における前傾姿勢の保持を時間で意識することは、加速局面における疾走速度を増加させることへの有用性があることが示された。また、スタートから30m地点の通過タイムが良い者ほど、最高疾走速度が高く、100m走のタイムが良い (松尾ほか, 2015)。本研究の被験者は、前傾通常の0—30mにおける疾走速度と前傾通常の0—100mにおける疾走速度との間には、強い相関関係 ($r = .849, p < .001$) があったことから、松尾の報告 (2015) に一致した。また、最高疾走速度が高い短距離選手ほど、100m走のタイムが短い (阿江ほか, 1994; 松尾ほか, 2015)。これらのことから、前傾姿勢を意識的に長く保つことが、加速局面における走動作を改善し、0—30mの疾走速度や最高疾走速度を増加させ、100m走のタイムを改善する可能性が示された。したがって、継続的な前傾姿勢を維持するためのトレーニングや実践への取り組みは、走動作や最高疾走速度、100m走のタイムを改善する可能性があることが示唆された。

本研究において、前傾姿勢の保持を意識する時間の

違いは、疾走速度の構成要素であるピッチとストライドを変化させなかった。これまで、短距離選手をピッチ型とストライド型に分けた研究がなされてきた（阿江ほか，1994；内藤ほか，2013）。疾走速度の増加の要因には、ピッチとストライドの上昇、ピッチのみの上昇、ストライドのみの上昇、ピッチとストライドに影響を受けないとされる4つのタイプがあるという報告もある（松尾ほか，2015）。したがって、前傾姿勢の保持を時間の長短で意識することが、ピッチとストライドへ影響するかどうかは、個人によって異なることも考えられた。今後、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、ピッチ型とストライド型に及ぼす影響を検討する必要があると考えられた。

5. まとめ

本研究の目的は、100m 走の試合で用いる前傾姿勢を保つ時間を基準として、それよりも前傾姿勢の保持を意識する時間を長くあるいは短くすることが、100m 走の加速局面における前傾角度、疾走速度、ピッチとストライドへの影響を明らかにすることであった。被験者は、男子短距離選手9名であった。主な結果は、以下の通りであった。

- 1) 5m, 10m, 20m, 30m 地点において、前傾姿勢を時間的に短く保つという意識の試技の前傾角度は小さく、前傾姿勢を時間的に長く保つという意識の試技の前傾角度は大きかった。また、40m 地点において、3つの加速方法間で前傾角度に差はなかった。
- 2) 前傾姿勢を時間的に長く保つ意識の試技は、前傾姿勢を時間的に短く保つ意識の試技に比べ、加速局面である0—30m, 0—40mの疾走速度が高かった。
- 3) 前傾姿勢の保持を時間で意識することの違いは、ピッチとストライドを変化させなかった。

以上の結果から、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いが、加速局面における前傾姿勢という走動作を変化させ、疾走速度に影響を及ぼすことが明らかになった。今後においても、前傾姿勢の保持を意識する時間の違いによる100m 走への影響の検討が必要であると考えられた。

【文献】

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, pp. 161-163.
 阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英考・平野敬靖 (1994) 世界一流競技者の技術. ベースボールマ

ガジン社：東京, pp. 14-28.

天野秀哉・宮下憲 (2009) 男子100m 走中の疾走速度動態からみたタイム特性. 日本体育学会大会予稿集 (60), 244.
 有川秀之・太田涼・中西健二・駒崎弘匡・上園竜之介 (2004) 男子児童における疾走能力の分析. 埼玉大学紀要, 53 (1), 79-88.
 Delecluse CH., Van Coppenolle H., Willems E., Van Leemputte M., Diels R. and Goris M. (1995) Influence of high resistance and high velocity training on sprint performance. Med and Sci in Sports and Exercise, 27 : 1203-1209.
 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.
 猪飼道夫・芝山秀太郎・石井喜八 (1963) 疾走能力の分析：短距離走のキネシオロジー. 体育学研究, 7: 59-70.
 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.
 伊藤宏・伊藤藍 (2010) 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. 静岡大学教育学部研究報告教科教育学篇, 41 : 229-236.
 加藤彰浩・木越清信 (2012) 全力疾走時における意識の相違による動作の変容：遊脚の動作に着目して. 陸上競技研究, 89 : 15-23.
 川本和久 (2008) 福島大学陸上部の「速い走り」が身につく本. マキノ出版：東京, pp. 92-93.
 小林海・土江寛裕・松尾彰文・彼末一之・磯繁雄・矢内利政・金久博昭・福永哲夫・川上泰雄 (2009) スプリント走の加速局面における一流短距離選手のキネティクスに関する研究. スポーツ科学研究, 6 : 119-130.
 Mackala K. (2007) Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100metres. New Studies in Athletics, 22(2) : 7-16.
 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・松林武生・高橋恭平・小林梅・杉田正明 (2015) 2015シーズンと記録別にみた男女100mのレース分析について. 陸上競技研究紀要, 11 : 141-149.
 村木征人・宮川千秋 (1973) 短距離疾走の加速過程における運動の変化：歩幅、サイクル数、上体の前傾、および下肢関節筋群を中心として. 東海大学紀要体

100m 走の加速局面における前傾姿勢の保持を意識する時間の
違いが前傾角度, 疾走速度, ピッチ, ストライドに及ぼす影響

育学部, 3: 55-72.

内藤景・菊山靖・宮代賢治・山元康平・尾縣貢・谷川
聡 (2013) 短距離走競技者のステップタイプに応じ
た100m レース中の加速局面の疾走動態. 体育学研

究, 58: 523-538.

結城匡啓・阿江通良・藤井範久 (1996) 速度スケート
滑走中のブレード反力. バイオメカニズム, 13: 41
-51.