

一般生徒におけるスターティングブロックの設置方法の違いが 疾走パフォーマンスに及ぼす影響：男女差に着目して

比留間浩介¹⁾ 渡邊 信晃²⁾ 森 健一³⁾ 尾縣 貢⁴⁾

Kosuke Hiruma¹, Nobuaki Watanabe², Kenichi Mori³ and Mitsugi Ogata⁴: Influence of starting block set-up on student sprint performance, focusing on gender differences. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.* 60: 651-665, December, 2015

Abstract : The purpose of the present study was to obtain basic data on sprint performance by students in physical education classes for 3 types of crouching start (CS)—bunch start (BS), medium start (MS), and elongated start (ES)— and standing start (SS), and to examine differences between males and females. The results are summarized as follows.

- 1) Over a 50-m running distance, the start method had no significant influence on performance among males in terms of most of the parameters analyzed. However, for BS, stride length in the first 1–2 steps was significantly shorter than for the other start methods.
- 2) Female's ES and SS were seen, and the running speed was seen compared with MS and BS and a high tendency was seen intentionally. For ES, the average stride and average start speed were intentionally greater than for MS and BS in males. The stride patterns during the distance and start phase were similar compared with other start methods before and behind ES and SS, and the possibility that CS (ES) was able to be accomplished in the condition similar to SS was thought.

The above findings suggest that a graded learning method for CS in physical education classes would be beneficial for males, and that BS should be excluded in the initial stage of learning, whereas for females it is recommended that ES be employed to acquire a longer stride more easily in the introduction stage.

Key words : crouch start, sprint, physical education class

キーワード : クラウチングスタート, 短距離走, 体育授業

1) 山形県立米沢女子短期大学社会情報学科

〒992-0025 山形県米沢市通町 6-15-1

2) 山形大学地域教育文化学部

〒990-8560 山形県山形市小白川町一丁目 4-12

3) 武蔵大学人文学部

〒176-8534 東京都練馬区豊玉上 1-26-1

4) 筑波大学体育系

〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

連絡先 比留間浩介

1. Faculty of Social Information Science, Yamagata Prefectural Yonezawa Women's Junior College

6-15-1 Torimachi, Yonezawa, Yamagata 992-0025

2. Faculty of Education, Art and Sciences, Yamagata University

1-4-12 Kojirakawamachi, Yamagata, Yamagata 990-8560

3. Faculty of Humanities, Musashi University

1-26-1 Toyotamakami, Nerima, Tokyo 176-8534

4. Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574

Corresponding author hiruma@yone.ac.jp

I. 緒 言

陸上競技における短距離走は、100分の1秒を争う競技であり、記録の向上や競争の楽しさや喜びを味わうことができる教材として学校体育の中で設定されている（文部科学省，2008，2009）。体育の実技副教材（大修館書店編集部編，2013）では、速く走るためには、スタートダッシュ、加速疾走、全力疾走の効率的な動きと、それにともなう体力要因が求められると記載されている。当然のことながら疾走能力を高めるためには、それぞれを高める必要があると考えられる。しかし、Sven（2001）は、スタート技術は決して軽視してはならないパフォーマンスの構成要素の1つと見なされるべきであり、スプリントトレーニングにおいてはその養成に重きをおかなければならないと指摘している。また、大塚ほか（2012）は、静止状態のクラウチング姿勢から1歩目までに生まれる加速力の高さは、40歩以上もの歩数を要する100m走の記録を左右する可能性があることを示唆している。これらの研究から、短距離走におけるスタートの重要性を理解することができる。

短距離走のスタート方法には、スタンディングスタート（以下「SS」）とスターティングブロック（以下「SB」）を利用したクラウチングスタート（以下「CS」）の2種類があり、中学校、高等学校の学習指導要領（文部科学省，2008，2009）にはCSが学習内容として示されている。一般的なSBの設置方法は、スタートラインから前足までの距離および前後の足先間の距離で分類され、スタートラインから前足の距離が広く（2足長）、前後の幅が狭い（1足長）パンチスタート（以下「BS」）、スタートラインから前足の距離が狭く（1足長）、前後の幅が広い（2足長）エロンゲータッドスタート（以下「ES」）、その中間である（1.5足長）ミディアムスタート（以下「MS」）の3種類がある（尾縣，2007；大村，2012；佐々木，2005；大修館書店編集部編，2013）。

男子短距離選手を対象として上述した3つの

スタート方法を比較したHenry（1952）およびSigerseth and Grinaker（1962）の研究では、MSが最も好ましいスタート方法であると結論付けている。また、Slawinski et al.（2012，2013）は、BSおよびMSはESよりもブロック局面でのキック時間、5mおよび10mの通過タイムが有意に短くなると報告している。さらに、体育の実技副教材（大修館書店編集部編，2013）においてもMSが最も一般的なスタート方法であると紹介されている。その一方で、高校生、大学生および一般の短距離選手201名の前後の幅の平均値は24.09cm（BSに相当）という報告（一川ほか，2006）やESを推奨する研究（Philip and Kathleen，1992）、さらには初心者にはESが向いているといった指導書（大村，2012）もある。

また、これまでSSとCSについて比較した研究もいくつかみられ、10歳から17歳までの男子児童・生徒ならびに19歳の学生を調査した山根ほか（1986）は、CSの効果が得られる者の割合が50%を超える年齢は13歳以降であると報告している。しかし、小学校5年生の男女児童を調査した中野ほか（1993）は、優れた体力を有する者にはCSが適していると報告している。その一方で、陸上競技部に所属する男女大学生と保健体育を専攻する男子学生を対象にした加藤・三村（2010）の研究では、体力が高い者であってもCSよりもSSの方がスタート速度が高いことが示されている。

このように、CSでSBを利用するための方法については、統一した見解が示されておらず、学校体育でCSを学習する際に必要な十分な情報が得られていない。その理由として、一般生徒や学生を対象に、3種類のスタート方法による疾走能力について検討した研究がみられないことが挙げられる。加えて、中学生以降では男女の形態および筋力の経年的変化が疾走パフォーマンスや疾走動作に影響を及ぼすこと（佐々木，2009）があげられる。したがって、スタート局面における疾走動態についても男女それぞれで検討することが求められる。

そこで、本研究の目的は、一般生徒を対象に

SS および 3 種類の CS を実施した際の疾走パフォーマンスの比較を行うとともに、男女それぞれの特性について検討し、体育授業で CS を学習する際の基礎的な資料を得ることとした。

II. 方 法

1. 被検者

被検者は高等専門学校 の 2 年生に在籍する男子学生 43 名 (身長 169.6 ± 4.9 cm, 体重 61.8 ± 8.8 kg, 年齢 16.6 ± 0.4 歳) ならびに女子学生 24 名 (身長 156.6 ± 5.2 cm, 体重 51.7 ± 6.0 kg, 年齢 16.7 ± 0.3 歳) であり、いずれも短距離走の専門的な経験はなかった。なお、実験を開始するにあたり、すべての被検者に本研究の目的、方法および安全性などを十分に説明し、実験参加に対する同意を得た。

2. 実験試技

実験試技は 50 m 走を行い、SS および SB を利用した BS, MS および ES の 3 種類の CS (Fig. 1) を実施した。この際、順番による影響を考慮するために、24通りの順番を作成し、各被検者でそれぞれ異なる順番で実施させた。試技は 1 日 2 本で週 2 日行い、2 週間にわたって実施した。なお、SB を利用しての CS の経験が少ない、あるいは初めての被検者がほとんどであったため、試技の前に、以下に示す 3 つの注意点を

確認しながら練習するように指示を出し、10 分ほど練習の機会 (10 m \times 5 本を実施) を与えた。

CS を実施する際の注意点は、体育の実技副教材 (大修館書店編集部編, 2013) を参考にし、位置について (on your marks) で「両手を肩幅につく」、その後の用意 (set) で「腰を真上に上げ両手と前足に体重をかける」、「両脚は伸ばしきらないようにする」の 3 つであった。また、教示する際は、実技副教材 (大修館書店編集部編, 2013) および指導書 (尾縣, 2007) を参考に作成した資料を配布して説明した。資料の内容は Fig. 2 に示した通りである。加えて、試技の前の練習時間に授業者が前出の 3 つの注意点について確認を行った。

なお、ブロックの角度は先行研究 (押切・有吉, 1979) を参考に、前足を 40 度、後足を 60 度とした。

3. 撮影方法および測定項目

1) 疾走速度

疾走速度は、先行研究 (渡邊・加藤, 2006) を参考に、スタートからゴールまでの 10 m ごとの通過タイムがわかるよう走路に 10 m ごとにポールを立て、発煙からゴール通過までの疾走動作を、被検者の右側方 25 m (スタートから 30 m 地点) からデジタルカメラ (CASIO 社製, EXILIM EX-F1, 60 fps) を用いてパニング撮影した。得られた画像データのタイマーを基に、

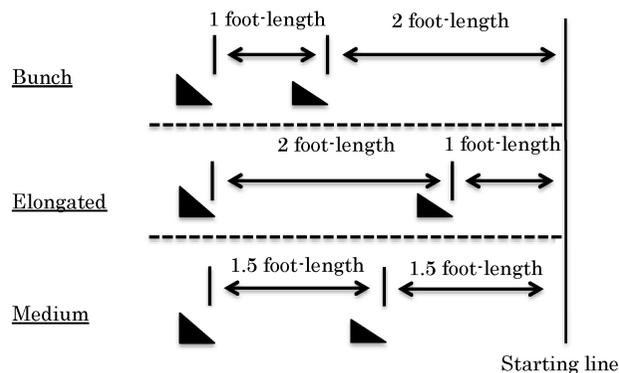


Fig. 1 Definition of three kinds of start methods.

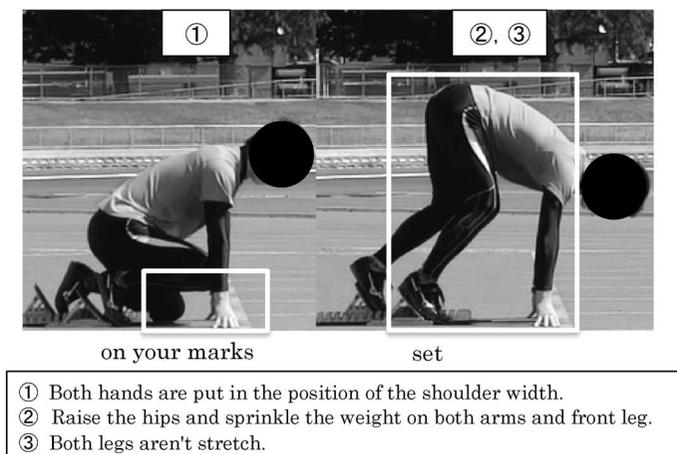


Fig. 2 Instruction points of CS.

スタートからゴールまでと 10 m ごとの速度がわかるよう、胴体がポールを通過した時点における時間を読み取り、50 m までに要した時間と 10 m ごとに要した時間からそれぞれ速度を算出した。

なお、測定試技は各被検者に 2 回行わせ、記録の優れている方を分析対象とした。

2) ピッチ、ストライドおよびスタート速度

撮影は、先行研究（加藤・三村，2010）を参考に、スタートライン前方 2.5 m 地点より右側方 30 m 地点からデジタルカメラ（CASIO 社製，EXILIM EX-F1, 300 fps）を利用して、スタート地点から約 6 m（5 歩）が撮影できるようにセッティングした。また、撮影範囲内の内側および外側のレーンに 2 m ごとに較正マークを設置した。加えて、撮影した映像にタイマーを挿入し、それをもとにデータ処理を行った。

測定項目は、スタートから 4 歩目までのピッチ、ストライドおよびストライドの身長比であり、1 歩ごとに算出した。ピッチは 1 歩に要した時間を求め、その逆数とし、ストライドは片方のつま先の接地からもう一方のつま先の接地までの水平距離とした。また、ピッチとストライドの積をスタート速度とし、それぞれ 1—4 歩目までを平均したものを平均ピッチ、平均ストライドおよび平均スタート速度とした。

3) スタートラインから前足までの距離およ

び前後距離

先行研究（一川ほか，2006）を参考に CS におけるスタートラインから前足までの距離（以下「前距離」）は、スタートラインから前足フットペダルまでとし、SS では前足をスタートラインの内側に置くように指示したため 0 cm として扱った。

CS における前足から後足までの距離（前後距離）は、前足フットペダルから後足フットペダルまでとし、SS では前足のつま先から後足のつま先までの距離とした。いずれの距離の測定にもメジャーを使用した。

4. 統計処理

相関関係の検定には Pearson の積率相関係数を用いた。また、2 群間の差を検定するために対応のない t 検定を行い、3 群間以上の差を検定するために一元配置分散分析を行った。その後、F 値が有意であった場合は、Turkey の HSD 検定によって多重比較を行った。なお、有意水準は 5% 未満とし、10% 未満は有意傾向として扱った。

Ⅲ. 結 果

Table 1 に、各自の足長に対する各種スタート方法における前後距離の割合を示した。いずれの

スタート方法においても男女間で有意な差は見られなかった。

Fig. 3 には、各種スタート方法における前距離の比較を示した。男女ともに SS は 0 cm であったため最も短く、次いで ES (男子：26.4 ± 1.3 cm, 女子：21.5 ± 0.67 cm), MS (男子：39.4 ±

1.80 cm, 女子：32.5 ± 0.99 cm), BS (男子：52.7 ± 2.6 cm, 女子：43.1 ± 1.4 cm) という順番で有意に長くなった。また、Table 2 には、各自の足長に対する各種スタート方法における前距離の割合を示したが、男女間で有意な差は見られなかった。

Fig. 4 に、各種スタート方法における 50 m 走

Table 1 Ratio of back and forth distance for the foot length.

	ES	BS	MS
Male (% foot length)	200.9 ± 4.6	100.2 ± 2.7	149.3 ± 3.8
Female (% foot length)	200.1 ± 5.1	101.2 ± 3.6	150.7 ± 2.1
difference	n.s	n.s	n.s

Table 2 Ratio of front distance for the foot length.

	ES	BS	MS
Male (% foot length)	100.1 ± 2.2	200.2 ± 1.7	150.3 ± 2.8
Female (% foot length)	100.4 ± 2.1	200.2 ± 1.6	149.7 ± 2.0
difference	n.s	n.s	n.s

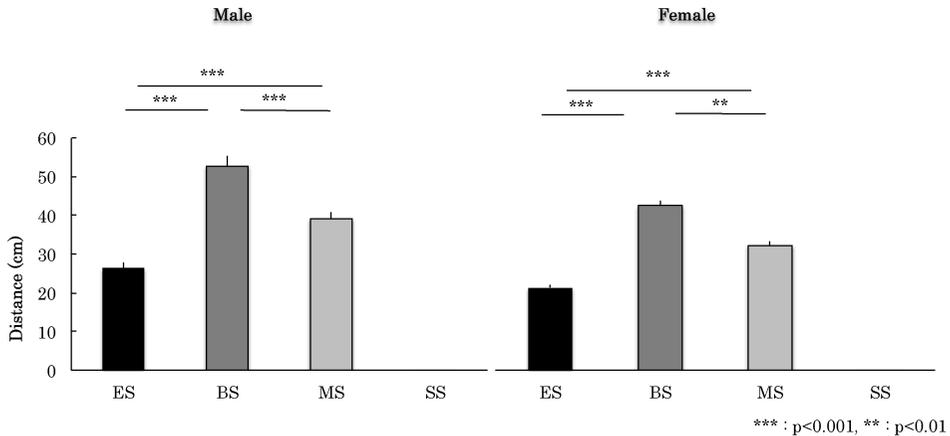


Fig. 3 The comparison of distance from front foot to start line at various start methods.

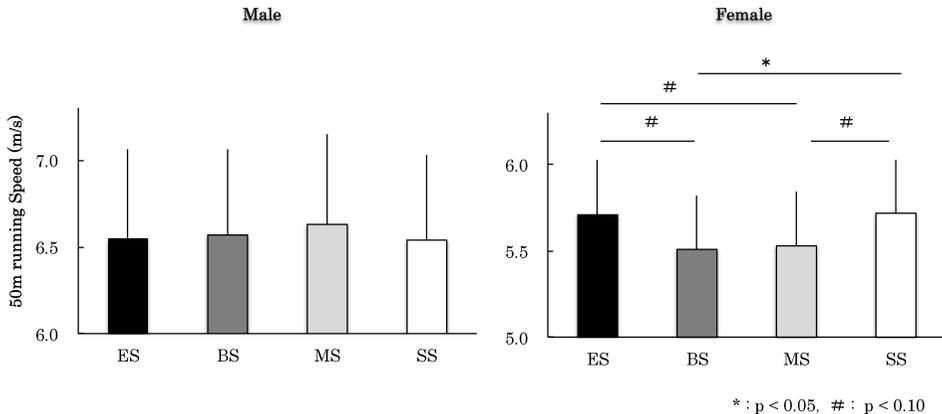


Fig. 4 The comparison of average running speed of 50 m at various start methods.

の平均疾走速度の比較を示した。男子はいずれのスタート方法においても有意な差は見られなかったが、女子ではSS (5.72 ± 0.31 m/s) がBS (5.51 ± 0.31 m/s) に比べ疾走速度が有意に高く、また、ES (5.71 ± 0.32 m/s) がBS およびMS (5.53 ± 0.30 m/s), SS がMS に比べ有意に高い傾向が見られた。

Fig. 5 には、各種スタート方法における10 m 毎の疾走速度の比較を示した。男子では、いずれの局面においても有意な差は見られなかったが、女子では、0—10 m においてBS (3.56 ± 0.26 m/s) およびMS (3.57 ± 0.34 m/s) よりES (3.79 ± 0.38 m/s) およびSS (3.83 ± 0.39 m/s) の方が疾走速度が有意に高く、10—20 m ではBS

(5.98 ± 0.81 m/s) およびMS (6.01 ± 0.34 m/s) よりSS (6.37 ± 0.31 m/s) の方が、20—30 m ではBS (6.45 ± 0.81 m/s) よりES (6.88 ± 0.50 m/s) およびSS (6.92 ± 0.41 m/s) の方が疾走速度が有意に高かった。

Fig. 6 には、各種スタート方法における平均スタート速度の比較を示した。男子は有意な差は認められなかったが、女子ではES (3.29 ± 0.22 m/s) およびSS (3.37 ± 0.21 m/s) がBS (3.09 ± 0.25 m/s) およびMS (3.13 ± 0.21 m/s) よりも有意に高かった。

Fig. 7 には、各種スタート方法における平均ピッチの比較を示した。男女とも有意な差は認められなかった。

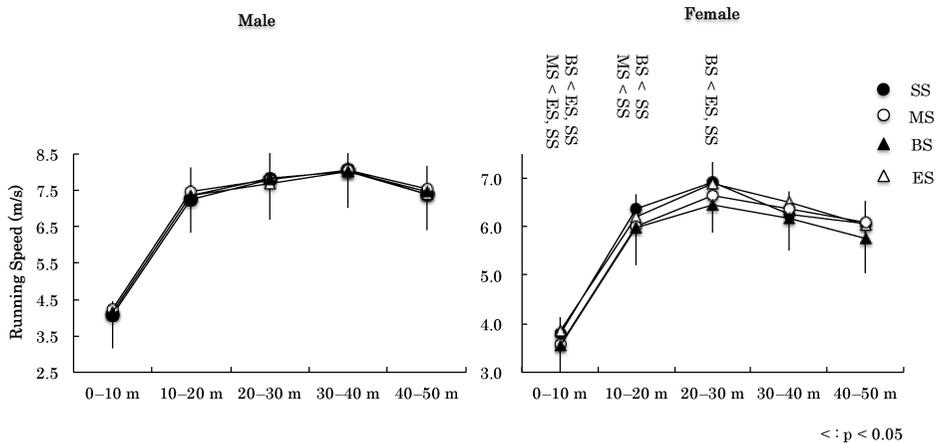


Fig. 5 The Changes of average speed of every 10 m from the start to 50 m point at various start methods.

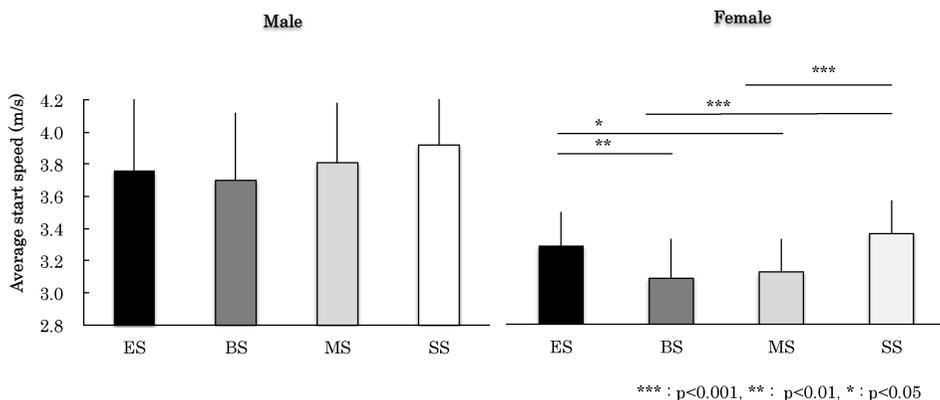


Fig. 6 The comparison of average start speed at various start methods.

Fig. 8 および 9 には各種スタート方法における平均ストライド、平均ストライドの身長比の比較を示した。いずれにおいても男子では有意な差は認められなかったが、女子では ES (平均ストラ

イド 1.08 ± 0.08 m, 身長比 0.67 ± 0.04) および SS (平均ストライド 1.09 ± 0.07 m, 身長比 0.68 ± 0.04) が BS (平均ストライド 1.00 ± 0.06 m, 身長比 0.63 ± 0.04) および MS (平均ストライド

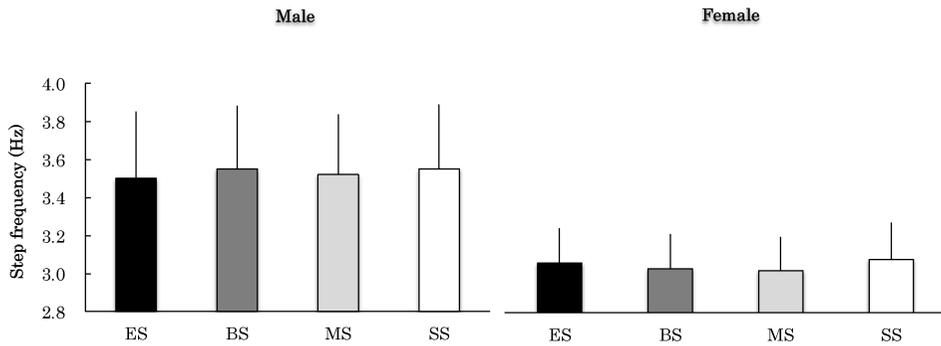


Fig. 7 The comparison of average step frequency at various start methods.

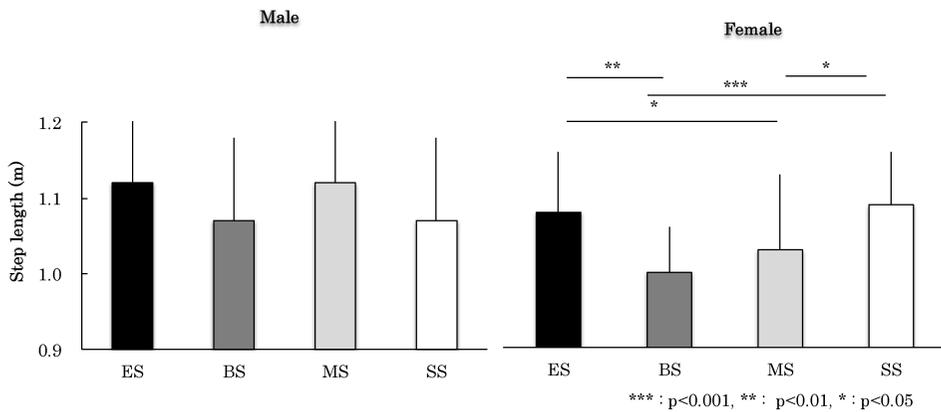


Fig. 8 The comparison of average step length at various start methods.

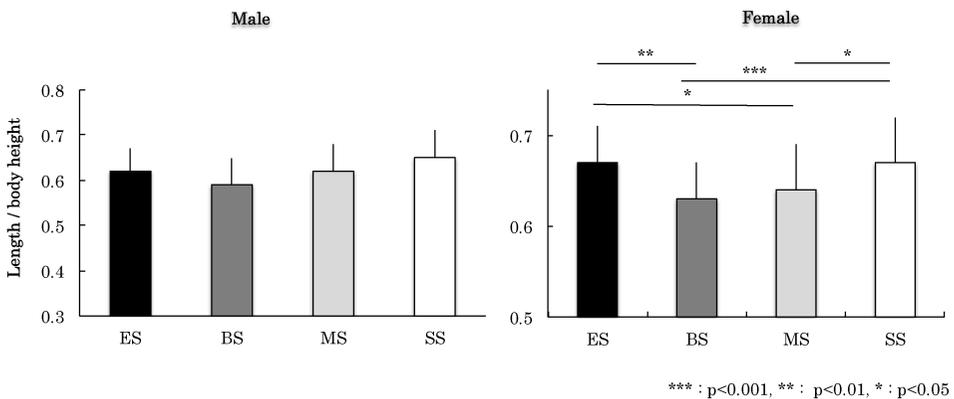


Fig. 9 The comparison of average step length / body height at various start methods.

1.03±0.10 m, 身長比0.64±0.05) よりも有意に大きかった。

Fig. 10には、各種スタート方法における1~4歩目の速度を示した。男子においては、いずれにおいても有意な差は見られなかったが、女子においては1~4歩目のすべてで有意な差が認められた(1歩目: BS (1.37±0.27 m/s) < ES (1.65±0.33 m/s) および SS (1.69±0.26 m/s), MS (1.49±0.28 m/s) < SS および ES, 2歩目: BS (3.24±0.33 m/s) < ES (3.42±0.32 m/s) および SS (3.52±0.29 m/s), 3歩目: BS (3.67±0.37 m/s) < ES (3.88±0.38 m/s) および SS (3.96±0.38 m/s), MS (3.68±0.32 m/s) < SS および ES, 4歩目: BS (4.08±0.33 m/s) < SS (4.33±0.32 m/s), MS (3.99±0.34 m/s) < SS

および ES (4.23±0.41 m/s))。

Fig. 11には、各種スタート方法における1~4歩目のピッチを示した。男女共、いずれにおいても有意な差は見られなかった。

Fig. 12には、各種スタート方法における1~4歩目のストライドを示した。男子においては1歩目 (BS (0.78±0.28 m/s) < ES (0.92±0.22 m/s), MS (0.86±0.27 m/s) および SS (0.90±0.16 m/s)), 2歩目 (BS (0.97±0.14 m/s) < MS (1.04±0.13 m/s) および SS (1.05±0.15 m/s)), 女子においては1歩目 (BS (0.91±0.14 m/s) < ES (1.10±0.18 m/s), MS (1.01±0.19 m/s) および SS (1.09±0.13 m/s), MS < ES および SS)), 2歩目 (BS (0.99±0.08 m/s) < ES (1.02±0.09 m/s), MS (0.98±0.09 m/s) < ES)), 3

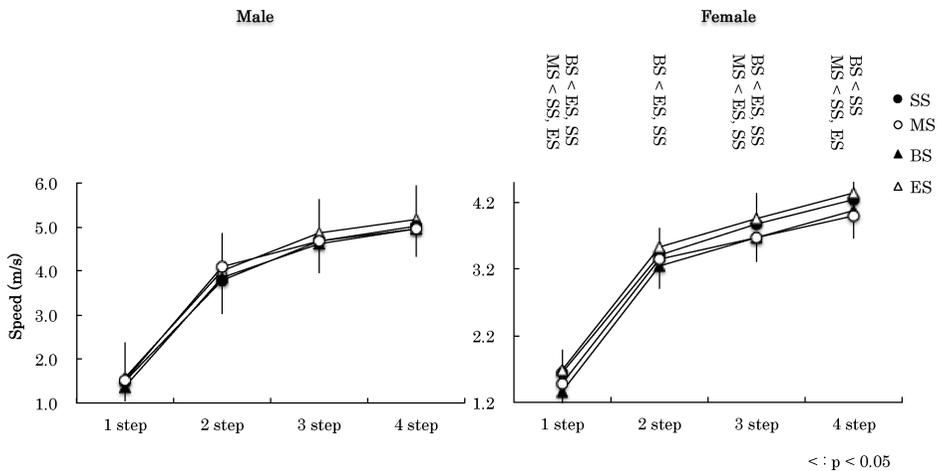


Fig. 10 The Changes of average speed of every 1step from the start to 4step point at various start methods.

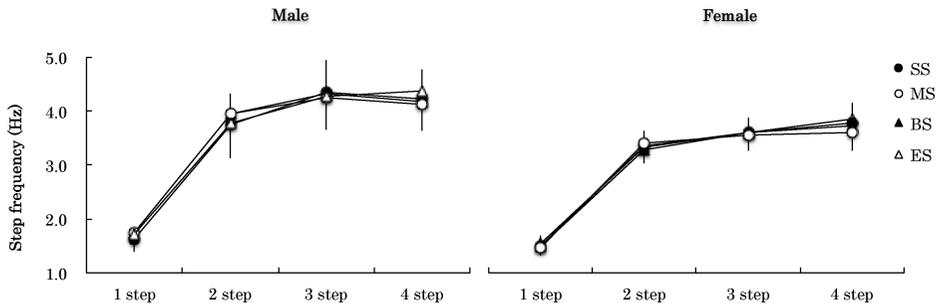


Fig. 11 The Changes of average step frequency of every 1step from the start to 4step point at various start methods.

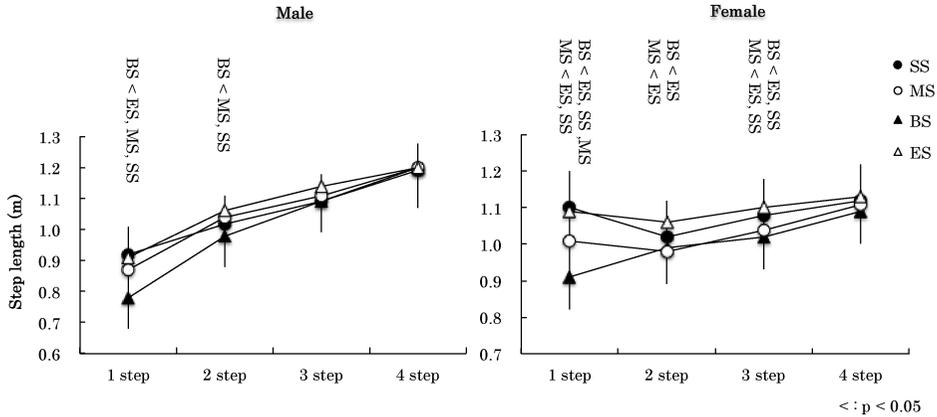


Fig. 12 The Changes of average step length of every 1step from the start to 4step point at various start methods.

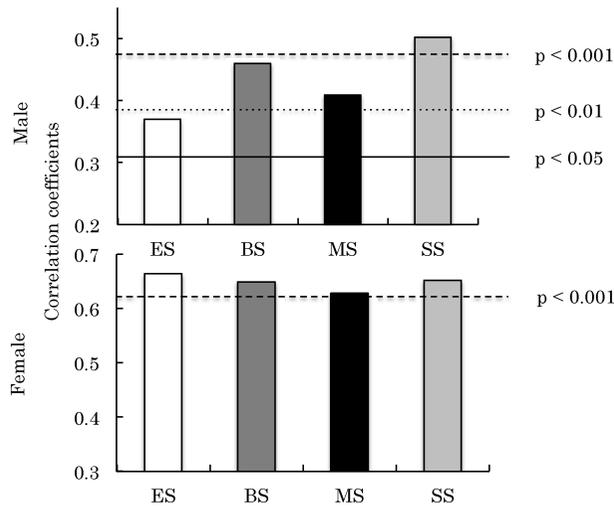


Fig. 13 Relationship between start speed and average running speed of 50 m at various start methods.

歩目 (BS (1.02 ± 0.08 m/s) < ES (1.08 ± 0.08 m/s) および SS (1.10 ± 0.07 m/s)), MS (1.04 ± 0.11 m/s) < ES および SS) で有意な差が認められた。

Fig. 13には、スタート速度と50 mの平均疾走速度との関係を示した。男子、女子いずれにおいても有意な相関関係が認められた。

Fig. 14には、スタートから1-4歩目まで、それぞれの速度とスタート速度との関係を示した。その結果、いずれにおいても有意な相関関係が認められた。

Table 3 Ratio of the back and forth distance to SS

	Male	Female	t-value
ES (%)	105.0(± 9.0)	99.4(± 6.6)	-2.52*
BS (%)	52.5(± 4.5)	49.8(± 3.2)	-2.24
MS (%)	77.9(± 6.5)	75.1(± 5.0)	1.75

*: p < 0.05

Table 3には、SSの前後距離(男子 50.4 ± 3.6 cm, 足長比 $191.7 \pm 15.7\%$, 女子 43.4 ± 2.6 cm, 足長比 $201.6 \pm 12.9\%$)に対する各種スタート方

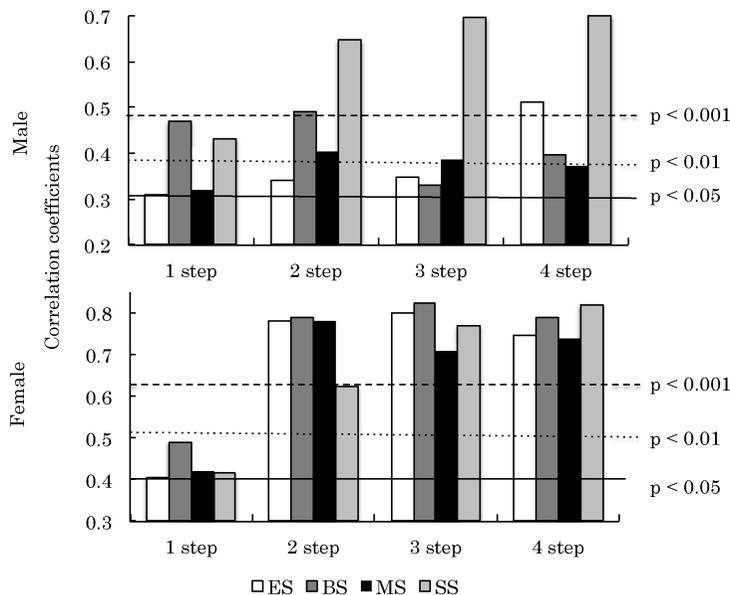


Fig. 14 Relationship between start speed and 1step from the start to 4step point at various start methods.

Table 4 Relationship between average start speed and average step frequency, step length in various start method.

	Male		Female	
	Frequency	Length	Frequency	Length
ES	0.607***	0.581***	0.397	0.559**
BS	0.602***	0.553***	0.658***	0.685***
MS	0.591***	0.486**	0.080	0.684***
SS	0.565***	0.595***	0.516*	0.474*

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

法の前後距離の割合を示した。その結果、男子が女子に比べ、SSの前後距離に対するESの前後距離の割合が有意に大きく（男子： $105.0 \pm 9.0\%$ ，女子： $99.4 \pm 6.6\%$ ），女子のESの前後距離はSSとほぼ同様の値（ES： 43.2 ± 2.0 cm，SS： 43.4 ± 2.6 cm）であった。

Table 4には各種平均スタート速度と平均ピッチおよび平均ストライドとの相関係数を示した。男子においては、いずれのスタート方法でも、平均ピッチおよび平均ストライドは平均スタート速度と有意な相関関係を示した。一方、女子においては、平均ピッチおよび平均ストライドと平均ス

タート速度との間に有意な相関関係を示したスタート方法は、SSとCSではBSのみであった。

Ⅳ. 考 察

本研究では、陸上競技の指導書ならびに体育の実技副教材（尾懸，2007；大村，2012；佐々木，2005；大修館書店編集部編，2013）を参考として、各自の足長（今回は靴のサイズ）を基準に、前距離および前後距離を設定させた（Fig. 1）。その結果、足長に対する前距離および前後距離の割合は、男女間で有意な差は見られず、男女共にFig. 1に示したそれぞれの設置方法で適切に実施できていたと考えられる。

次に、Fig. 13, 14をみると、1—4歩目のそれぞれの速度とスタート速度との間に有意な相関関係がみられ、スタート速度と50 mの平均疾走速度との間にも有意な相関関係が見られた。このことから、Sven（2001）や大塚ほか（2012）も指摘するように、一般生徒の短距離走においても、スタートでより疾走速度を高めることが、最終的な疾走パフォーマンスの向上に影響する1つの要因であると考えられる。

ところで、本研究の目的は、一般生徒を対象に SS および 3 種類の CS を実施した際の疾走パフォーマンスの比較を行うとともに、男女それぞれの特性について検討し、体育授業で CS を学習する際の基礎的な資料を得ることであった。そのため以後、主にスタート局面に着目して男子および女子の特性について考察をし、その上で実践への示唆について検討する。

1. 男子について

各種スタート方法における 50 m の平均疾走速度の比較を見ると、男子はいずれのスタート方法においても有意な差は見られなかった。また、10 m 毎の疾走速度さらには、各種スタート方法におけるスタート局面の平均スタート速度、平均ピッチおよび平均ストライドにおいても有意な差が見られなかった。

陸上競技の指導書（大村，2012）では初心者には ES を推奨しているが、高等学校年代の男子の疾走速度のみに焦点を当てた場合、必ずしも ES が有効であるとは言い難い結果であり、本研究の結果からは、高等学校年代の男子が CS を学習する際に有効な SB の設置方法は見いだせなかった。このような結果になった理由として、体力的な要因がブロックの設置方法に影響している可能性が考えられる。

これまでの先行研究では、CS には総合的な体力が必要である（中野ほか，1993）ことや、両脚のパワーが前後距離に影響を及ぼす可能性がある（一川ほか，2006）ことが指摘されている。

また、Table 1, 2 および Fig. 3 をみると SB の設置方法の違いにより前距離や前後距離が大きく異なり、それに伴ってスタート時の構えの姿勢で腕や脚にかかる負担も異なることが考えられる。実際に BS では、上体の筋力が必要であるといった指摘（尾懸，2007）もある。本研究において、男子よりも体力レベルが低いと考えられる女子では、SS および ES が BS および MS よりも 50 m の平均疾走速度やスタート速度が高かった。これらのことから、SB を利用したスタートを学習する初期段階では、女子は男子よりも体力の要因が

大きく反映することが考えられ、逆に女子よりもある程度の体力が備わっていると考えられる男子は、スタート方法の違いによる影響を比較的受けにくく、それがそれぞれの疾走パフォーマンスの平均値の差に表れてこなかった要因の 1 つであると考えられる。したがって今後、体力的な要因も含めた調査を行い、高校生よりも体力が低い中学生（文部科学省，2014）などを対象とした調査を進める必要がある。

2. 女子について

上述したように男子と異なり女子は、ES および SS が MS および BS に比べ 50 m の平均疾走速度が有意に高い傾向が見られた。また、10 m 毎の疾走速度について見ると、0—10 m, 10—20 m および 20—30 m の間で有意差が認められ、0—10 m の局面では ES および SS が MS および BS に比べ疾走速度が有意に高かった。このことから、SB の設置方法の違いにより、主に疾走局面の前半にその差が現れると考えられる。

次に、さらにその前の段階であるスタートから 1—4 歩目までの局面に着目すると、スタート局面の平均ピッチは、どのスタート方法でも有意な差は認められなかったが、平均スタート速度および平均ストライドをみると、いずれも SS と MS および BS, ES と MS および BS との間に有意な差が認められた。そのため、女子の平均スタート速度は平均ストライドの影響を強く受けている可能性が考えられる。また、SS が最も平均スタート速度が高いといったことは男子と同様であるが、前距離が小さく前後距離が大きい ES が MS および BS と比べて平均スタート速度および平均ストライドが有意に高いといった傾向は男子とは異なる結果であった。さらに、1—4 歩目までのストライドを見ると 1 歩目—3 歩目において ES が MS および BS と比べて有意に大きかった。加えて、1 歩目のストライドは、前後距離が小さい BS からその中間の MS, そして最も大きい ES になるにつれ大きくなっていることがわかる。つまり、女子の場合、構えでの前後距離の状態を保ったまま 1 歩目を踏み出し、それが 3 歩目まで

影響を及ぼす可能性が考えられる。したがって、女子においては、前後距離が大きいESがより大きなストライドの獲得を容易にし、その結果スタート速度が高まったと考えられる。また、ESは、両足が離れるまでにやや時間がかかるが、大きな力をかけられるという特徴がある(Henry, 1952)。このことから、他のスタート方法と比較してブロックを強く蹴ることができるため、ブロックを飛び出すスピードが高くなり、結果的にストライドが大きくなった可能性も考えられる。

次に、平均スタート速度と平均ピッチおよび平均ストライドとの相関関係(Table 4)をみると、男子においては、3種類のスタート方法すべてにおいて平均スタート速度と平均ピッチとの間に有意な相関関係が認められたが、女子においてはBSのみであった。この時期の疾走能力について、加藤ほか(1994)は、女子は疾走能力(ピッチ、ストライド、速度)の顕著な増大はみられない一方で、男子では疾走速度の増大がみられ、それはピッチの増大によるものであると報告している。また、短距離選手のスタート局面の加速度とピッチ変化率およびストライド変化率を調査した研究(永原・図子, 2013; 永原ほか, 2013)では、女子は男子と異なり、加速度とストライド変化率との間に有意な相関関係が見られたが、加速度とピッチ変化率との間に有意な相関関係は認められなかったと報告している。そしてそれは、股関節屈曲筋力といった体力的な要因が影響していると推察している。これらのことから、一般生徒においても、スタート局面において、疾走速度を高めるための方略は男女で異なり、女子の疾走速度には、ストライドに比べてピッチの貢献が小さいことが影響し、それが本研究のスタート局面においても疾走速度とピッチおよびストライドとの関係に表れた可能性が考えられる。また、女子のBSにおける平均スタート速度と平均ピッチとの間に相関関係が認められた要因としては、BSの難易度や他のスタート方法に比べてピッチが小さいことが挙げられる。BSは上体の筋力を必要とし(尾縣, 2007)、短距離を専門として行っている者に多いこと(一川, 2006)などが報告さ

れている。前述したように女子は男子に比べ、体力的な要因を受け易く、BSにおいてそれが顕著に表れた可能性が考えられる。これらのことから、体力要因が比較的高く、その中である程度ピッチを高めることができた者の疾走速度が相対的に高く、それが相関係数に表れた可能性が考えられる。

女子のESがMSおよびBSよりも平均ストライド、平均スタート速度が優れていた理由としては、SSでの前後距離が関係している可能性が考えられる。SSの前後距離に対する各種スタート方法の前後距離の割合をみると、男子が女子に比べ、SSの前後距離に対するESの前後距離の割合が有意に大きく、女子のESの前後距離はSSとほぼ同様の値であった。

これまでの先行研究(中野ほか, 1993; 山根ほか, 1986)では、一般生徒(児童)にとってはCSの技術習得は難しく、CSよりもSSでの疾走能力が高い者が多いと報告されているが、本研究の女子学生においては、そのような傾向はみられなかった。したがってESを利用することで、SSに比較的近い状態でCSが遂行できることが予想され、CSの導入段階として利用できる可能性が考えられる。この点については、SSとESの1-4歩目までのストライドパターンが他のスタート方法よりも、比較的類似していることから支持される。

また、CSにおける身体重心と両足の位置関係に関する研究では、後足が前足の方へ近づくにつれ、身体重心はスタートラインの方へ接近する傾向にあると報告されている(伊藤ほか, 1979)。すなわち、ES→MS→BSと前後距離が短くなるにつれ、両腕にかかる負担が大きくなることが推測される。このことから、ESは他のスタート方法と比べて、腕への負担が少なく(尾縣, 2007)、それがSSに近い状態でスタートできた1つの要因であると考えられる。

しかし、このことに関しては、前後距離やストライドパターンの類似性のみで断定することはできないので、今後、動作の比較や学習効果について検討し、その上で結論付ける必要がある。

3. 実践への示唆

学校体育において短距離走を学習する場合、CSは中学校から学習することになっている（文部科学省，2008）が、これまで一般生徒を対象としたSBの設置方法については十分な検討がされてこなかった。陸上競技選手のSBの設置方法について調査した一川ほか（2006）の研究では、調査対象者の81%が自分自身の構えやすさに任せて設置していると報告している。このように、日々試行錯誤を繰り返している競技選手にとっては、自分自身で構えやすい方法を見つけ出すことは有効であると考えられるが、授業時間数の限られている体育授業では、一般的に示されている3種類（尾懸，2007；大村，2012；佐々木，2005；大修館書店編集部編，2013）の中から選び、学習していくことが現実的であると考えられる。本研究の結果を合わせて考えると、短距離走のスタート局面についてストライドとピッチに焦点をあてた学習を行う場合は男女差について考慮する必要があり、その上で指導方法や教材開発を行う必要があると考えられる。

男子については、3種類の比較において、ほとんどの分析項目で有意な差が見られなかった。しかし、1—4歩目までのストライドをみると、BSにおける1—2歩目のストライドが他のスタート方法に比べて有意に低かった。短距離選手の前後距離の平均値は24.09 cm（BSに相当）という報告（一川ほか，2006）もあるように、BSは経験のある競技者には向いているが、学習の初期段階にある者にとっては不向きである可能性もある。このことから、CSを学習する初期段階ではBSの選択肢をなくし、ESまたはMSから導入することが学習方法の1つの選択肢として考えられる。また、平均スタート速度と平均ピッチおよび平均ストライドの関係をみると、いずれも有意な相関関係が見られることから、自分に合ったピッチやストライドを見つけ、より疾走速度を高められるよう調整していくことも必要であると考えられる。

女子については、これまで提案されているように、導入段階として体力的な要因を受けにくい

ESを勧め（尾懸，2007）、無理にピッチを上げようとせず、スタート局面（1—4歩目付近）でSSに近いストライドで疾走できることに焦点をあてた学習方法が効果的であると考えられる。その一方、BSにおけるスタート局面のストライドパターンは男子の漸増するパターンと類似しており、一流短距離選手もこのような漸増するパターンを示している（貴嶋ほか，2010）。このことから、上述したように、導入の初期段階として、SSに近いESでCSに慣れさせ、その後、ESよりもやや狭いMSを利用して漸増するストライドパターンを身につけさせることも1つの学習方法として提案できると考えられる。

また、女子に対する示唆から、男子においても体力に不安のある者、あるいは比較的ストライドが小さい者には、ESを勧めることが可能であるとも考えられる。

最後に、本研究の結果は、スターティングブロックを利用したクラウチングスタートの経験がない一般生徒が、あまり学習をせずに疾走した場合の結果であることを考慮する必要があるだろう。すなわち、男子において、学習の初期段階でBSの選択肢を外すこと、女子に対しては導入段階としてESを実施することを提案しているが、数回の学習時間を与えた場合、BSやMSの方が学習効果が高まる可能性があることは否定できない。したがって今後、これらのことを踏まえて、それぞれの学習効果を検討する必要がある。

V. 要 約

本研究の目的は、一般生徒を対象にSSおよび3種類のCSを実施した際の疾走パフォーマンスの比較を行うとともに、男女それぞれの特性について検討し、体育授業でCSを学習する際の基礎的な資料を得ることであった。その結果は以下のように要約される。

1) 男子はいずれのスタート方法においても50 mの平均疾走速度に有意な差が見られなかった。また、3種類の比較において、ほとんどの分析項目で有意な差がみられなかった。

しかし、1—4歩目までのストライドをみると、BSにおける1—2歩目のストライドが他のスタート方法に比べて有意に小さかった。

2) 一方、女子は、ESおよびSSがMSおよびBSに比べて疾走速度が有意に高い傾向がみられた。また、ESがMS、BSに比べて平均スタート速度、平均ストライドが有意に大きかった。加えて、ESとSSの前後距離やスタート局面のストライドパターンが他のスタート方法と比較して類似しており、SSに近い状態でCS(ES)を遂行できる可能性が考えられた。

以上のことから、体育授業でCSを学習するための段階的な学習方法として、男子は、学習の初期段階でBSの選択肢を外すこと、女子では導入段階としてより大きなストライドを獲得しやすいESを勧めることが提案できる。

文 献

- Henry, F. M (1952) Force-time characteristics of the sprint start. *Research Quarterly*, 23: 301-318.
- 一川大輔・安井年文・高島瑠依 (2006) スターティングブロック設置方法に関する基礎研究. *陸上競技研究*, 67(4): 13-21.
- 伊藤 宏・青木堅一・田中秀幸 (1979) クラウチングスタートにおける身体重心と両足との位置関係に関する実験的研究. *静岡大学教育学部研究報告 自然科学篇*, 30: 15-22.
- 加藤謙一・宮丸凱史・阿江通良 (1994) 女子高校生の疾走能力および最大無酸素パワーの発達. *体育学研究*, 39(1): 13-27.
- 加藤謙一・三村達也 (2010) 短距離走におけるクラウチングスタートとスタンディングスタートの比較研究. *陸上競技研究*, 81(2): 17-27.
- 貴嶋考太・福田厚治・伊藤 章・堀 尚・川端浩一・末松大喜・大宮真一・山田 彩・村木有也・瀧本隆文・田邊 智 (2010) 男女短距離選手のスタートダッシュ動作. *日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班編 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術*. 日本陸上競技連盟, pp. 24-38.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 保健体育編. 東山書房.
- 文部科学省 (2009) 高等学校学習指導要領解説 保健体育編. 東山書房.
- 文部科学省 (2014) 体力・運動能力の年次推移の傾向 (青少年). http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afiedfile/2014/10/14/1352493_02.pdf, (参照日2015年3月10日).
- 永原 隆・関子浩二 (2013) 女子短距離選手を対象としたステップ変数による加速能力の評価. *陸上競技研究*, 94(3): 38-46.
- 永原 隆・内藤 景・宮代賢治・関子浩二 (2013) 全力疾走時の加速度とピッチおよびストライド変化率との関係の変化. *スプリント研究*, 22: 143-145.
- 中野正英・尾縣 貢・真野功太郎 (1993) 短距離走のスタートに体力、スタートフォームが及ぼす影響—小学5年生の場合—. *スポーツ教育学研究*, 13: 91-103.
- 尾縣 貢 (2007) *ぐんぐん強くなる陸上競技*. ベースボールマガジン社, pp. 54-61.
- 大村邦英 (2012) *もっとうまくなる陸上競技*. ナツメ社, pp. 40-41.
- 大塚光雄・吉岡伸輔・栗原俊之・伊坂忠夫 (2012) クラウチングスタートにおけるキネマティクス—疾走パフォーマンスと関節パワーおよび仕事との関係—. *第22回日本バイオメカニクス学会大会論集*, p. 82.
- 押切由夫・有吉正博 (1979) 児童・生徒におけるクラウチング・スタートとスタンディング・スタートの比較 (その1). *東京学芸大学紀要*, 31: 181-189.
- Phillip, K. S. and Kathleen, M. K (1992) A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 63(2): 137-147.
- 佐々木秀幸 (2005) *図解コーチ陸上競技*. 成美堂出版, pp. 11-13.
- 佐々木玲子 (2009) 発達に伴う動きの男女差. *バイオメカニクス研究*, 13(2): 96-102.
- Sigereth, P. O. and Grinaker, V. F (1962) Effect of foot spacing on velocity in sprints. *Research Quarterly*, 33: 599-606.
- Slawinski, J., Dumas, R., Cheze, L., Ontanon, G., Miller, C., and Mazure-Bonnefor (2012) 3D kinematics of bunched, medium and elongated sprint start. *Int J Sports Med*, 33: 555-560.
- Slawinski, J., Dumas, R., Cheze, L., Ontanon, G., Miller, C., and Mazure-Bonnefor (2013) Effect of postural changes on 3D joint angular velocity during starting block phase. *J Sports Sciences*, 31(3): 256-263.
- Sven Michel (2001) Der Startist (fast) alles. *Leichtathletik*. No, 24.
- 大修館書店編集部編 (2013) *アクティブスポーツ2013*.

大修館書店, pp. 46-47.

渡邊 聡・加藤謙一 (2006) 中学校の体育授業における短距離走の練習効果. 体育学研究, 51(5): 689-702

山根文隆・後藤幸弘・辻野 昭・梅野圭史・藤田定彦・田中 譲 (1986) クラウチングスタート法の適時性に関する基礎的研究—クラウチングスタート法

による効果の年齢差—. 第8回バイオメカニクス学会大会論集. 杏林書院, pp. 14-20.

(平成26年11月7日受付)
(平成27年6月12日受理)

Advance Publication by J-STAGE

Published online 2015/7/15