

【原著論文】

## レーザー速度測定器を用いた小学生男子児童の 50 m 疾走能力の評価

伊藤知之<sup>1)</sup>, 金子憲一<sup>2)</sup>, 袴田智子<sup>2)</sup>, 柏木 悠<sup>1)</sup>, 船渡和男<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 大学院トレーニング科学系

<sup>2)</sup> スポーツ・トレーニングセンター

<sup>3)</sup> 身体動作学研究室

### Evaluation of 50 m sprint ability in elementary school boys using laser velocity measuring device

Tomoyuki ITO, Kenichi KANEKO, Noriko HAKAMADA, Yu KASHIWAGI  
and Kazuo FUNATO

**Abstract:** The purpose of this study was to evaluate the 50 m sprint ability for elementary school boys measured by laser velocity measuring device (Laveg) with special attentions to various parameters calculated from instantaneous velocity curve.

Subjects were 42 elementary school boys aged from 5 to 12 yrs. Instantaneous change in 50 m sprint running velocity was measured by Laveg as well as VTR picture. Following parameters were taken for the analysis: maximum sprint velocity (Vmax), distance from start to Vmax (Dis@Vmax), maintained distance from Vmax to 98%Vmax (Dis-98%Vmax) and %decline from Vmax to final velocity (%DecV). Average step frequency and step length for every 5 m were calculated by analyzing VTR pictures.

50 m sprint time was significantly ( $P<0.001$ ) correlated with Vmax ( $r=-0.98$ ), Dis@Vmax ( $r=-0.69$ ), Dis-98%Vmax ( $r=-0.50$ ) and %DecV ( $r=0.59$ ), respectively. Vmax of 11-12 yrs was higher than these of 5-6 yrs ( $6.37\pm0.45$  m/s vs.  $4.71\pm0.41$  m/s,  $p<0.05$ ). Dis@Vmax and Dis-98%Vmax of 11-12 yrs were longer than these of 5-6 yrs ( $p<0.05$ ). Dis@Vmax of 11-12 yrs was about 2 times longer than these of 5-6 yrs. %DecV of 11-12 yrs was smaller than these of 5-6 yrs ( $19.21\pm11.12\%$  vs.  $6.90\pm2.64\%$ ,  $p<0.05$ ).

By applying laser device for measuring instantaneous velocity in 50 m sprint, Vmax, Dis@Vmax, Dis-98%Vmax and %DecV were able to be measured precisely and those parameters could evaluate the development of sprint ability in elementary school boys.

(Received: November 6, 2011 Accepted: February 21, 2012)

**Key words:** elementary school boys, 50 m sprint, laser velocity measuring device

キーワード: 児童, 50 m 走, レーザー速度測定器

#### 1. はじめに

疾走能力を評価する代表的な項目の一つに 50 m 走がある。50 m 走は、文部科学省が行っている新体力テスト項目であり、小学校の体育の授業にも採用されている。現在の児童の 50 m 走タイムについて、文部科学省の報告では、年齢の増加に伴い、直線的に短縮する傾向がみられる。また、タイムは、1985 年頃の児童と比較すると、低い水準であることが報告されている<sup>14)</sup>。児童期は、方向転換や速度の切り換えをともなった複雑な動作の発達をする時期でもあるため<sup>13)</sup>、その

基盤となる疾走能力の低下は、様々な動作に影響を及ぼすと考えられる。

疾走中の速度は、ピッチとストライドの積で算出されるため、疾走速度を大きくするには、ピッチとストライド両方もしくはどちらか一方を高くすることが必要である<sup>21)</sup>。これまでの先行研究では、2 歳から 12 歳までの疾走速度の増大は、ストライドの増大によると報告している<sup>13,16,17)</sup>。

50 m 及び 100 m の短距離走では、スタートから最大速度に達する加速局面、最大速度及び速度維持局面、最大速度時からゴール時までの速度減速局面に分けて

パフォーマンスとの関係が調べられている<sup>2)</sup>。100 m スプリンターを対象にした研究では、ゴールタイムとの関係が最大速度と速度減率で認められている<sup>10,21)</sup>。一方、小学生児童の疾走能力については、年齢の増加に伴い最大速度が増大すると報告されている<sup>2,9,13,16,17)</sup>。また、50 m 走中の最大速度の出現は、4・5年生が20-30 m 区間で、1・2・3年及び6年生は10-20 m 区間で出現すると報告されている<sup>2)</sup>。

これまでの速度曲線を用いた研究では、光電管やビデオカメラでのパンニング撮影による測定が多く行われてきた<sup>2,4,20)</sup>。近年では、松尾ら<sup>11,12)</sup>の報告にみられるように、レーザー速度測定器がスプリント走でのレース中の速度分析に多く用いられている。また、これまでのVTRを用いた測定機器のように、5 m または10 m ごとの平均速度を評価するのではなく、1/100 sec ごとの速度データを得ることができ、最大速度到達距離及び最大速度値などの瞬時の値を簡易的に測定することができるため、レース戦略や技術評価に用いられ、様々なスポーツでも走能力評価に活用されている<sup>8,10-12,15,18)</sup>。しかしながら、小学生児童のスプリント走能力に対する活用はほとんどされていない。発育発達が著しい小学生児童の50 m 走での瞬時速度を評価することにより、タイムに影響を与える各種パラメータを表すことができるとともに、それらの年齢の増加に伴う変化についての知見を得ることができるのではないかと考えた。

瞬時速度曲線について先行研究では、最大速度、最大速度到達距離、速度維持距離及び速度減率がスプリント能力と関係することが示されている<sup>2,10,21)</sup>。そこで本研究では以下を目的とした。

- ①レーザー速度測定器がビデオ映像による解析（ピッチとストライド）を要さないほどの有用性があるかを示すこと
- ②レーザー速度測定器とビデオ映像の併用により小学生の疾走能力の詳細な解析を行うこと

## 2. 方 法

### 1) 被験者

被験者は、男子児童42名を対象として、表1に示すように5-6、7-8、9-10、11-12歳群の4群に分けた。本研究は、日本体育大学倫理規定に基づき、同倫理委員会の承認を得た上で（承認番号：第010-H21号）、児童の保護者に測定目的と安全性に関する説明を行った。被験者には、保護者と本人から参加の同意が得られたものを本測定の対象者とした。

### 2) 実験設定（図1）

被験者は、スタンディングスタートの姿勢からの50 m 全力疾走を1試技行った。レーザー速度測定器（LDM300C-SPORT, JENOPTIK社製；以下Laveg）は、スタートラインから走方向の反対側10 m 地点に設置し、100 Hz で位置記録を行った。Lavegのレンズ高は地上から0.9 m の高さとした。50 m 走中は、常に被験者の背部に機器の照準が合うようにパンニング操作を行った。

デジタルビデオカメラは、50 m 走路の25 m 地点側方27 m に設置した。デジタルビデオカメラのレンズ中心は地面から0.9 m の高さにした。50 m 走中の画角中心に被験者が映るようにパンニング撮影を行った。なお、撮影速度は30 fps、シャッタースピードは1/250 sec とした。

被験者には、ゴール地点で止まるのではなく、全力でゴール地点を走り抜けるように指示した。

### 3) 分析方法

Laveg から得られる時間—距離データから、50 m 走タイムと5 m ごとの区間タイムを算出した。

時間—距離データは、金高<sup>7)</sup>の方法を参考に、1 Hz のローパスフィルター（4次のバターワース型）を用いて平滑化した。平滑化した時間—距離データを、時間微分し（ $\Delta t=1/100$  sec）、1/100 sec ごとの距離—速

表1 被験者の身体的特徴

	n	年齢 歳	身長 m	体重 kg
5-6 歳群	7	5.60 ± 0.24 abc	1.08 ± 0.04 abc	17.2 ± 1.2 abc
7-8 歳群	10	7.31 ± 0.49 bc	1.22 ± 0.07 bc	22.2 ± 3.5 bc
9-10 歳群	13	9.63 ± 0.53 c	1.32 ± 0.05 c	28.1 ± 3.0 c
11-12 歳群	12	11.73 ± 0.55	1.44 ± 0.07	34.8 ± 4.7

Significant of Difference a : VS.7-8 歳群 b : VS.9-10 歳群 c : VS.11-12 歳群 p<0.05 mean±SD

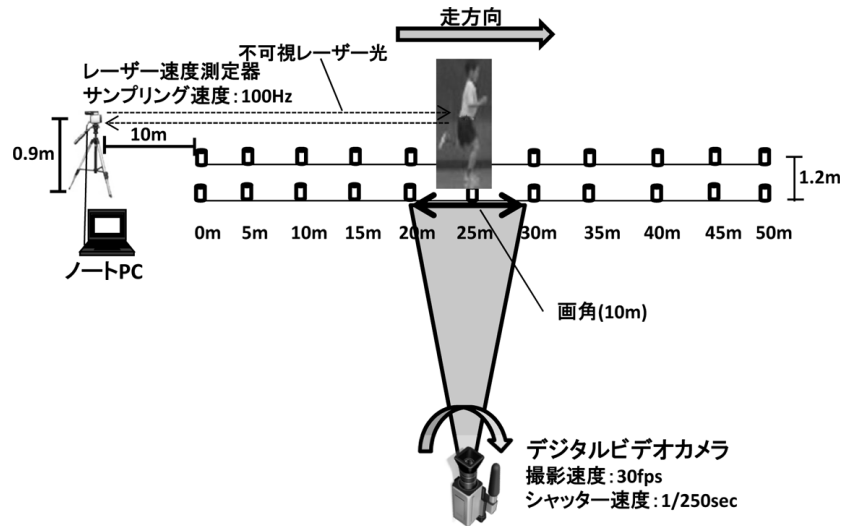


図1 50 m 疾走における実験配置図及び各測定機器の設定

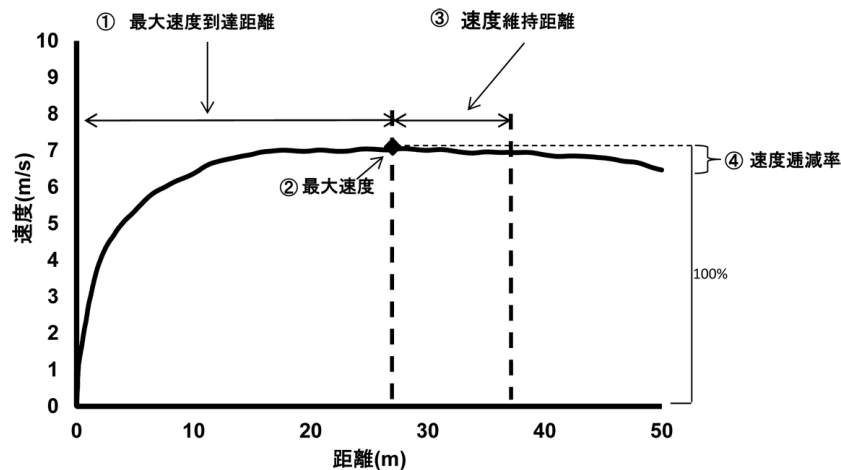


図2 距離—速度曲線から算出した項目の定義。①最大速度到達距離 (m):スタートから最大速度に到達するまでの距離。②最大速度 (m/s):50 m 走中で算出された最も速度が大きい値。③速度維持距離 (m):最大速度到達位置から最大速度の98%以上を保つことのできた距離。④速度逓減率:最大速度からゴール時の速度の逓減率。

度データを算出した。図2は、Laveg から算出した 1/100 sec ごとの距離—速度データを示した。

速度曲線からは、以下の項目を算出した。

- ①最大速度到達距離:スタートから最大速度に到達するまでの距離 [m]
- ②最大速度:50 m 走中で最も速度が大きい値 [m/s]
- ③速度維持距離:最大速度到達位置から最大速度の98%以上を保つことのできた距離 [m]
- ④速度逓減率:最大速度からゴール時の速度の逓減率 [%]

$$\text{速度逓減率} = (\text{最大速度} - \text{ゴール速度}) / (\text{最大速度}) \times 100 \quad (1)$$

デジタルビデオカメラから得られた映像は、動作解

析ソフト (FrameDiasIV:DKH 社製) を用いて 60 field で解析した。歩数は、脚が地面に接地してから反対側の脚が接地するまでを1歩とした。5 m 区間ごとの歩数は、それぞれの区間で脚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歩の時間の比率から0.1歩単位で算出した。

各区間の平均速度、ピッチ及びブストライドは、区間歩数と区間タイムから以下の式を用いて算出した。

$$\cdot \text{平均速度 [m/s]} = 5 \text{ m} / \text{区間タイム} \quad (2)$$

$$\cdot \text{平均ピッチ [steps/sec]} = \text{区間歩数} / \text{区間タイム} \quad (3)$$

$$\cdot \text{平均ストライド [m/step]} = \text{平均速度} / \text{平均ピッチ} \quad (4)$$

式 (2), (3), (4) は、それぞれ 5 m 区間ごとに算

出した。区間タイムはLavegから算出した各5m区間タイムを示す。区間歩数はデジタルビデオカメラから算出した各5m区間歩数を示す。

ピッチとストライドは、身長の影響を除く指標として、ピッチ/身長とストライド/身長を以下の式を用いて算出した<sup>1,6)</sup>。

$$\cdot \text{「ピッチ/身長」} = \text{ピッチ} \times \{\text{身長}/9.81\}^{1/2} \quad (5)$$

$$\cdot \text{「ストライド/身長」} = \text{ストライド}/\text{身長} \quad (6)$$

式(5)のピッチは各5m区間の平均ピッチ、9.81は重力加速度を示す。また、式(6)のストライドは各5m区間の平均ストライドを示す。

Lavegから求めた①~④の項目について、ビデオ映像からも同様の値を算出した。すなわち、従来から行われている手法に従い、ビデオ映像データより5m区間ごとの区間タイムから最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逡減率を求めた。

#### 4) 統計処理

算出した項目は、各年齢群で平均値±標準偏差を算出した。50m走タイム(sec)と速度曲線から得られた最大速度到達距離(m)、最大速度(m/s)、速度維持距離(m)及び速度逡減率(%)それぞれの項目との関係は、Pearsonの相関係数を用いて行った。各年齢

群の速度曲線の特徴について、最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逡減率について一元配置の分散分析を行った後に、Tukey-kramer HSDの多重比較を行った。有意水準はすべて危険率5%とした。統計処理は、SAS社製の統計処理ソフトJMPバージョン8.0を用いて行った。

### 3. 結果

#### 1) 50m走タイムと測定項目の関係

図3は、全被験者における50m走タイムと最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逡減率の相関関係を示した。全ての項目において、50m走タイムとの高い相関関係が認められた( $p < 0.001$ )。特に50m走タイムと最大速度の間には、有意に高い相関係数が示された( $r = -0.98, p < 0.001$ )。

#### 2) Lavegとビデオ映像から算出した測定項目の比較

図4は、Lavegとビデオ映像から算出した距離—速度曲線と測定項目の値を示した。距離—速度曲線において、Lavegから算出した速度は1/100secごとに計測しているため、ビデオカメラから算出した5m平均の速度と比較して、スタート後の急激な速度変化や最大速度後の微細な速度変動を捉えていることがわかる。最大速度到達距離や速度維持距離において、Lavegの値は、ビデオカメラから算出した区間内にあり、Laveg

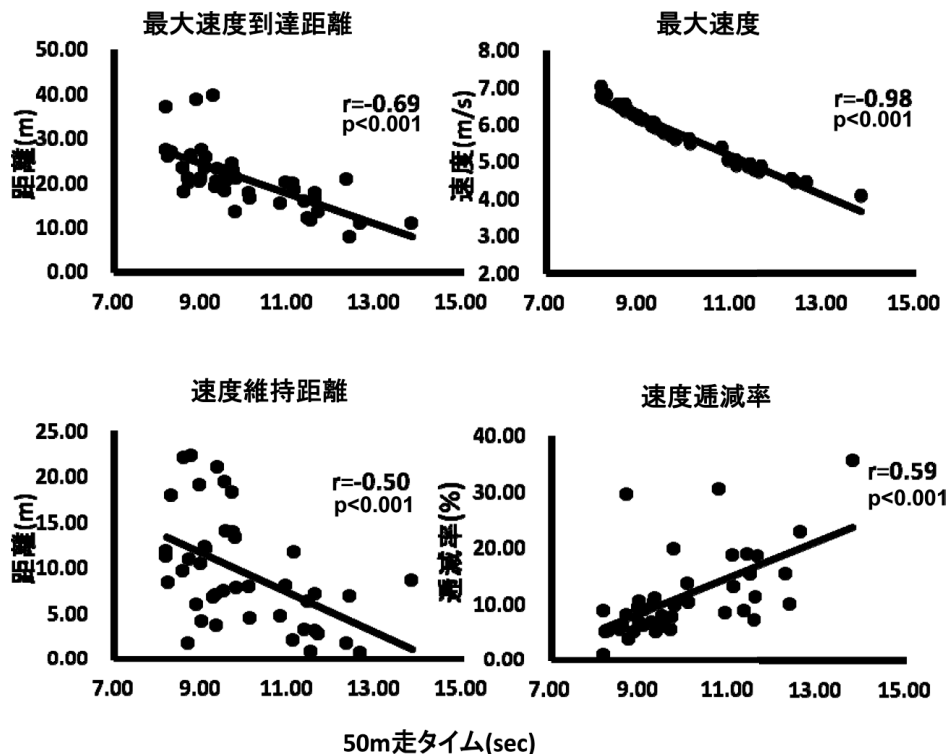
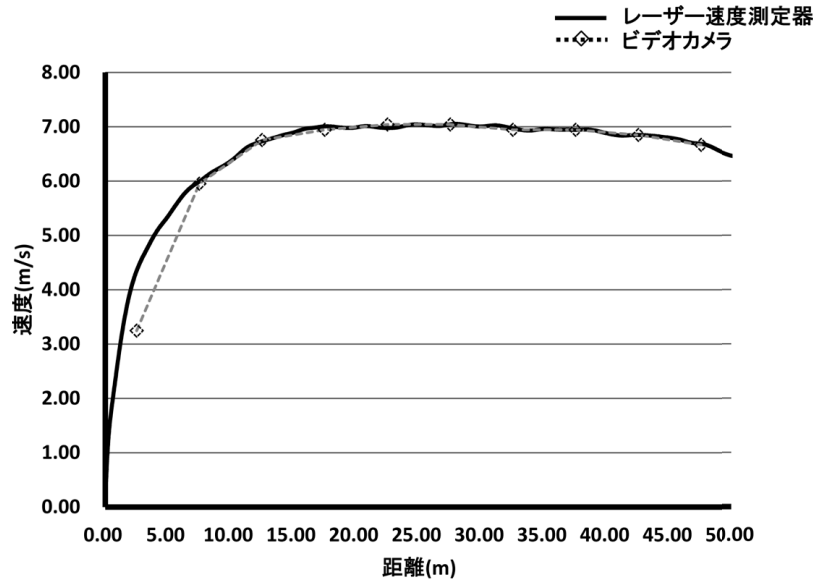


図3 全被験者における50m走タイムと各測定項目の相関関係 (n=42)



	レーザー 速度測定器	ビデオカメラ
最大速度到達距離(m)	27.50	25~30
最大速度(m/s)	7.05	7.04
速度維持距離 (m)	12.02	10~15
速度逓減率(%)	8.93	5.30

図4 レーザー速度測定器とビデオカメラ映像から算出した最大速度到達距離, 最大速度, 速度維持距離及び速度逓減率 (n=1)

表2 各年齢群間における測定項目の比較 (上段はレーザー速度測定器から, 下段はビデオカメラから算出)

【レーザー速度測定器より算出】

	50m 走タイム sec	最大速度 到達距離 m	最大速度 m/s	速度維持距離 m	速度逓減率 %
5-6 歳群 (n=7)	12.07 ± 0.99 abc	13.15 ± 3.10 bc	4.71 ± 0.41 bc	4.99 ± 2.82 bc	19.21 ± 11.12 bc
7-8 歳群 (n=10)	10.68 ± 1.08 bc	20.10 ± 7.70	5.22 ± 0.64 bc	5.18 ± 3.64 c	15.27 ± 6.42 c
9-10 歳群 (n=13)	9.27 ± 0.47 c	22.80 ± 5.97	5.99 ± 0.30	10.80 ± 5.51	8.60 ± 4.09
11-12 歳群 (n=12)	8.66 ± 0.63	24.29 ± 5.29	6.37 ± 0.45	14.37 ± 5.56	6.90 ± 2.64

Significant of Difference a : VS.7-8 歳群 b : VS.9-10 歳群 c : VS.11-12 歳群 p<0.05  
mean±SD

【ビデオカメラ映像より算出】

	最大速度 到達距離 m	最大速度 m/s	速度維持距離 m	速度逓減率 %
5-6 歳群 (n=7)	13.57 ± 3.78 b	4.63 ± 0.41 bc	7.14 ± 3.93 c	12.20 ± 4.78 bc
7-8 歳群 (n=10)	17.00 ± 7.53	5.16 ± 0.62 bc	12.00 ± 2.58	9.35 ± 3.18 c
9-10 歳群 (n=13)	20.38 ± 5.19	5.96 ± 0.31	11.54 ± 7.18	6.07 ± 2.66
11-12 歳群 (n=12)	19.58 ± 3.34	6.34 ± 0.45	17.08 ± 6.89	4.44 ± 1.77

Significant of Difference a : VS.7-8 歳群 b : VS.9-10 歳群 c : VS.11-12 歳群 p<0.05  
mean±SD

レーザー速度測定器を用いた小学生男子児童の50 m 疾走能力の評価

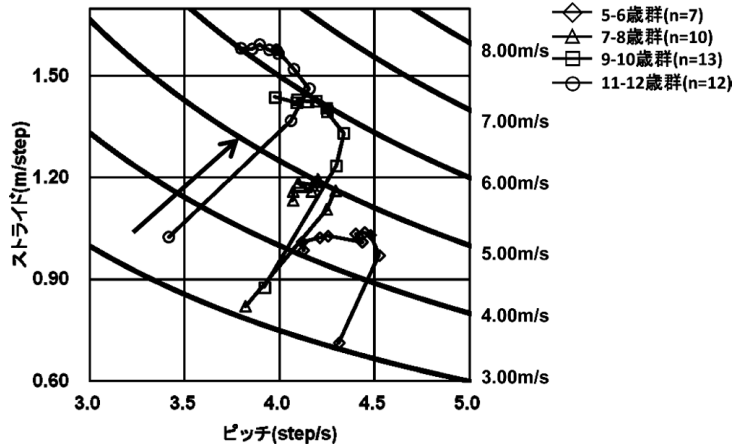


図5 各年齢群における5 m 区間ごとの平均速度、ピッチ及びストライド関係。\*塗りつぶされたプロットは最大速度区間を示す。黒の曲線は速度を示す。

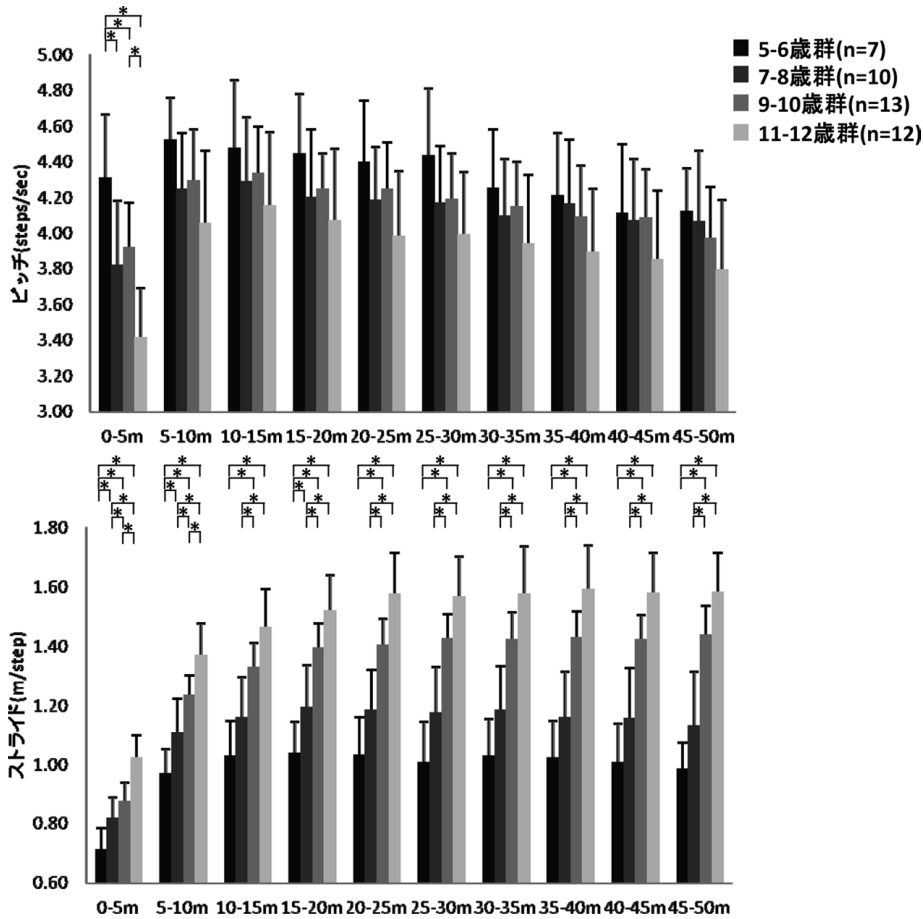


図6 各年齢群の5 m 区間ごとのピッチとストライドの比較。\*上段がピッチ、下段がストライドを示す。\*P<0.05

で算出したことによってより詳細なデータを得ることができることを示している。また、最大速度と速度通減率は、Laveg の値の方が大きい値を示した（最大速度：0.01 m/s、速度通減率 3.63%）。

表2は、各年齢群の全被験者を対象に50 m 走タイム、最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度通減率について、Laveg（上段）、ビデオ映像（下

段）から算出した値を比較したものである。最大速度到達距離において、5-6 歳群では、1 m 未満の違いがあったが、その他の年齢群では、2 m 以上の違いがあり、ビデオ映像から算出した方が小さい値を示した。最大速度では、どの年齢群でも Laveg から算出した方が 0.03 ~ 0.08 m/s 大きい値を示した。速度維持距離では、どの年齢群でもビデオカメラから算出した方が

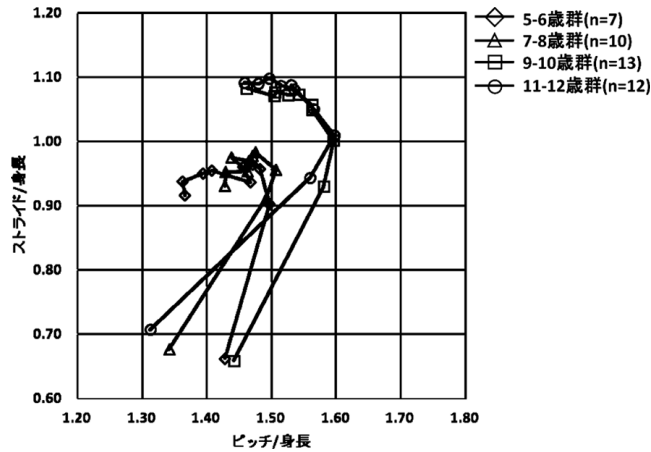


図7 各年齢群の5m区間のピッチ/身長, ストライド/身長の関係

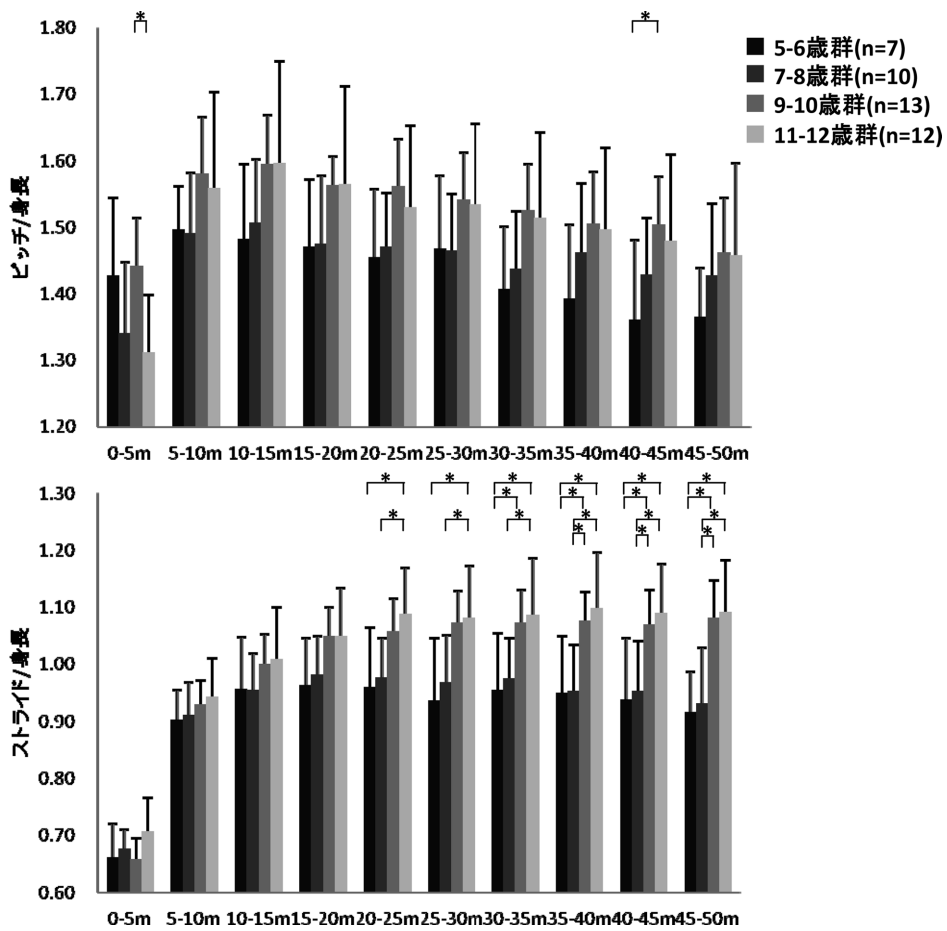


図8 各年齢群の5m区間ごとのピッチ/身長とストライド/身長の比較。\*上段がピッチ/身長, 下段がストライド/身長を示す。\*P<0.05

0.74 ~ 6.82 m 大きい値を示し、速度遞減率では、どの年齢群も Laveg から算出した方が 2.46 ~ 7.01% 大きい値を示した。

### 3) 各年齢群における測定項目の比較 (表 2 上段)

50 m 走タイムは、年齢の増加に伴い、有意に小さい値を示した (p<0.05)。最大速度到達距離は、5-6 歳群

は 9-10 と 11-12 歳群と比較してそれぞれ有意に短い値を示した (p<0.05)。最大速度は、5-6 歳群と 7-8 歳群は、9-10 と 11-12 歳群と比較して、それぞれ有意に小さい値を示した (p<0.05)。速度維持距離及び速度遞減率は、5-6 歳群は 9-10 と 11-12 歳群と比較して有意に短い値を示し (p<0.05)、7-8 歳群は 11-12 歳群と比較して有意に短い値を示した (p<0.05)。

#### 4) 各年齢群の50 m 走中のピッチとストライドの比較

図5は、各年齢群の5 m ごとの平均速度、ピッチ及びストライドを示した。各年齢群のプロットで塗りつぶしになっているプロットが、各年齢群の最大速度を示す。ピッチは、スタートからゴールまで、年齢の低い群よりも年齢の高い群で低い傾向がみられ、どの年齢群でも、スタート後10-15 m 地点で最大に達した後に低下した。ストライドは、スタートからゴールまで、年齢の低い群よりも年齢の高い群の方が高かった。5-6と7-8歳群は、最大速度に到達してから、ストライドが低下した。一方、9-10と11-12歳群は、最大速度に到達した後、ストライドは維持または増大する傾向がみられた。

図6は、各年齢群の5 m ごとの平均ピッチとストライドの比較である。ピッチは、0-5 m では、年齢の増加に伴い有意に小さい値を示したが ( $p<0.05$ )、その他の区間では、年齢群間で有意な差はみられなかった。ストライドは、すべての区間で、5-6と7-8歳群は11-12歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。さらに、5-6と7-8歳群は9-10歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。0-10 m において、5-6歳群は7-8歳群より有意に小さい値を示したが ( $p<0.05$ )、その後15-20 m 区間を除いた区間では有意な差は認められなかった。また、0-10 m において、9-10歳群は11-12歳群より有意に小さい値を示したが ( $p<0.05$ )、その後の区間では有意な差は認められなかった。

#### 5) 各年齢群の50 m 走中のピッチ/身長とストライド/身長との比較

図7は、各年齢群の5 m ごとの平均ピッチ/身長と平均ストライド/身長との関係を示した。ピッチとストライドの絶対値と傾向が異なり、5-6と7-8歳群より、9-10と11-12歳群は、ピッチ/身長とストライド/身長の向上がみられた。さらに、5-6と7-8歳群、9-10と11-12歳群は、それぞれ傾向が類似していた。

図8は、各年齢群の5 m ごとの平均ピッチ/身長とストライド/身長との比較である。ピッチ/身長は、年齢の増加に伴い高くなる傾向を示したものの、0-5 m において、9-10歳群は11-12歳群より有意に大きい値 ( $p<0.05$ )、また、40-45 m において、5-6歳群は9-10歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。ストライド/身長は、0-20 m までどの年齢群においても、有意な差は認められなかった。20-50 m のそれぞれの区間で、5-6歳群は11-12歳群より有意に小さい値を示し ( $p<0.05$ )、7-8歳群は11-12歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。30-50 m のそれぞれの区間で、5-6歳群は9-10歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。35-50 m のそれぞれの区間で、7-8歳群は9-10歳群より有意に小さい値を示した ( $p<0.05$ )。

## 4. 考 察

本研究は、Laveg から得た1/100 sec ごとの速度を評価するために、加藤ら<sup>5)</sup>の先行研究を参考にして、最大速度、最大速度到達距離、速度維持距離及び速度逓減率を算出した。これらの項目は、図3で示すように50 m 走タイムとそれぞれ有意な相関関係があり ( $p<0.001$ )、小学生児童の疾走能力を評価することができることを示した。

表2上段で示すように、年齢の増加に伴い、最大速度は増大し、最大速度到達距離と速度維持距離は延長し、速度逓減率は低下した ( $p<0.05$ )。これらの要因をピッチとストライドからみてみると、ピッチは、0-5 m 以外の区間において年齢群間で有意な差を示さなかった。また50 m 走中のピッチの変化は、どの年齢群も5-15 m 区間で最大に達し、その後低下する傾向を示した。一方、ストライドは、どの区間においても年齢の増加に伴い有意に増大したことから、最大速度の増大は、ストライドの増大によるものであり、先行研究と一致する結果であった<sup>2,4,9,13,16,17)</sup>。50 m 走中のストライドの変化をみると、5-6と7-8歳群は、スタートから最大速度到達まで増大し続けその後低下する傾向を示したのに対し、9-10と11-12歳群は、スタートからゴールまで増大または維持し続けていた。この違いが、最大速度到達距離や速度維持距離、速度逓減率に影響したと考えられる。

疾走速度とピッチ、ストライドの関係について成人男性を対象に研究を行った Hunter J. P. et al.<sup>3)</sup>は、疾走速度と関係しているのはストライドであると報告し、ストライドの増大と関係があるのは、空輪期での移動距離であると示している。このことから、年齢の増加に伴い空輪期での移動距離を大きくする要素が発達したのではないかと推察できる。この移動距離を大きくする要因として、身長の高さ、離地時の脚筋力、疾走動作が挙げられる。疾走動作について宮丸や斉藤ら<sup>13,16)</sup>は、6歳で成人に近い疾走動作パターンを獲得し、児童期において大きな変容はしないと報告している。また松尾ら<sup>9)</sup>は、7歳から18歳の身長とストライド、ピッチを求め、各年齢とも身長が高いほどストライドが大きくなる傾向を示し、さらに、脚筋力と疾走速度との間に0.1%水準で有意に高い相関関係がみられたと報告している。これらの報告から、本研究の年齢の増加に伴うストライドの増大は、身長が増大と脚筋力の向上が要因であると考えられる。最大速度後のストライドは、図7で示すように、身長を除外した値において、20-25 m 区間以降の区間で年齢群間に有意な差を示しており、筋力的側面が影響していると思われる。速度逓減は筋持久力が関係していると思



れていることから<sup>19,21)</sup>、年齢の増加に伴う筋持久力の向上が最大速度後のストライドを維持する能力の向上に影響しているものと推察される。

本研究のLavegを用いて算出した最大速度到達距離は、年齢の増加に伴って延長を示した(5-6歳群は13.15 m, 11-12歳群は24.29 mとなり、1.84倍長くなる)。この知見は今までのビデオ映像による年齢の増加に伴う延長を示さないとする傾向と異なる結果である。同様にビデオから5 m 区間タイムごとに算出した本研究結果でも、年齢の増加に伴う、最大速度到達距離の延長はみられなかった。速度維持距離では、5 m 前後であった5-6歳群と7-8歳群では、ビデオ映像からの算出は難しく、7-8歳群では2倍以上異なった値を示した(Laveg算出では5.18 m, ビデオ映像算出では12.00 m)。速度逓減率においても、どの年齢群でもLavegの方が大きい値(2.46~7.01%)を示した。これらのことから、Lavegは50 m 疾走タイムに関係する測定項目(最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逓減率)においてビデオ映像よりもより詳細な情報を提供できると考えられる。

## 5. 結 論

Lavegを用いて小学生児童の50 m 疾走中の速度変化を測定することにより以下の結果が得られた。

- 1) Lavegで小学生児童の疾走速度を計測することは、ビデオカメラで計測するよりも、50 m 疾走タイムと関係する測定項目(最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逓減率)をより詳細に提示でき、評価することが可能である
- 2) 最大速度到達距離、最大速度、速度維持距離及び速度逓減率は、50 m 走タイムと高い相関関係が認められた( $p < 0.001$ )
- 3) 年齢の増加に伴い、最大速度到達距離が延長し、最大速度が増大、速度維持距離が延長及び速度逓減率が低下することが示された。またその要因は、主にストライドの増大が影響していると考えられた
- 4) 最大速度到達距離は、年齢群間で延長し、5-6歳群(13.15 m)と11-12歳群(24.29 m)では、約2倍延長した

以上の結果から、小学生児童の50 m 疾走能力の向上は、最大速度の増大、最大速度到達距離の延長、速度維持距離の延長及び速度逓減率の低下が要因であることが示された。

**謝辞** 実験にご協力いただきました、自衛隊体育学校ジュニアトレーニングスクール軍場師助先生、緒方貴光先生、同トレーニングスクールに通う児童の保護者の方々、また、実験に参加して下さった同トレーニン

グスクールに通う児童の皆様にも深く感謝申し上げます。

加えて、実験の際にはご多忙中にもかかわらず、快くお時間を割いてくださいました、船渡研究室の皆様にも心からお礼申し上げます。

## 6. 文 献

- 1) Alexander, R. M. and Goldspink, G.: Mechanics and energetics of animal locomotion. Terrestrial locomotion., 168-203, Halesd Press, 1977.
- 2) 有川秀之, 太田 涼, 中西健二, 駒崎弘匡, 上園竜之介: 男児児童における疾走能力の分析. 埼玉大学紀要教育学部(教育科学II), 53(1), 79-88, 2004.
- 3) Hunter, J. P., Marshall, R. N. and Mcnair, P. J.: Interaction of step length and step rate during sprint running. Med. Sci. Sports Exercise, 36(2), 261-271, 2004.
- 4) 伊藤 宏: 小学高学年の望ましい短距離疾走距離についての研究. スプリント研究, 17, 32-40, 2007.
- 5) 加藤謙一, 佐藤里枝, 内原登志子, 杉田正明, 小林寛道, 岡野 進: 小学生スプリンターにおける短距離走の適正距離の検証. 体育学研究, 47, 231-241, 2002.
- 6) 門野洋介, 阿江通良, 榎本靖士, 杉田正明, 森丘保典: 記録水準の異なる800 m 走者のレースパターン. 体育学研究, 53, 247-263, 2008.
- 7) 金高宏文: レーザー速度測定器を用いた疾走速度測定におけるデータ処理の検討. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 22, 99-108, 1999.
- 8) Litkowycz, R., Mikolajec, K., Zajac, A. and Goralczyk, R.: Speed and anaerobic fitness in elite junior basketball players during a pre-competitive mesocycle. Studies in physical culture and tourism, 15(1), 67-71, 2008.
- 9) 松尾彰文, 福永哲夫, 浅見俊雄, 金久博昭: 発育期青少年の疾走速度, 地面反脚筋力の関係について. 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要, 19, 21-30, 1985.
- 10) 松尾彰文, 金高宏文: レーザー方式による経時的疾走速度の計測. 体育の科学, 51(8), 593-597, 2001.
- 11) 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 杉田正明: 男女100 m レースのスピード変化. バイオメカニクス研究, 12(2), 74-83, 2008.
- 12) 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 杉田正明: 2008年男女100 m, 110 m ハードルのレース分析. 陸上競技研究紀要, 5, 50-62, 2009.
- 13) 宮丸凱史: 疾走能力の発達. 1, 1-7, 杏林書院, 東京, 2001.
- 14) 文部科学省: 平成20年度全国体力・運動能力, 運動習慣等調査. 18-19, 文部科学省, 東京, 2009.
- 15) Nolan, L., Patrilli, B. L. and Simpson, K. J.: A biomechanical analysis of the Long-jump technique of elite female amputee athletes. Med. Sci. Sports Exercise, 38(10), 1829-1835, 2006.
- 16) 齊藤昌久, 宮丸凱史, 三宅一郎, 湯浅景元, 浅川正一: 2歳~11歳時の疾走動作における脚の動作様式. 体育の科学, 31(5), 357-361, 1981.
- 17) 齋藤昌久, 伊藤 章: 2歳児から世界一流短距離選手までの疾走能力の変化. 体育学研究, 40, 104-111,

- 1995.
- 18) 高橋流星, 小川幸三, 船渡和男:レーザードップラー方式距離計測装置によって得られた歩行運動の移動距離と速度の正確性及び妥当性. 日本体育大学紀要, 40(1), 35-42, 2010.
- 19) 土江寛裕: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, 2008.
- 20) 渡邊 聡, 加藤謙一: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, 689-702, 2006.
- 21) 関子浩二:スプリントトレーニング—速く走る・泳ぐ・滑るを科学する. スプリントトレーニングのマネジメント, 4-9, 朝倉書店, 東京, 2009.
- 

〈連絡先〉

著者名:伊藤知之

住 所:東京都世田谷区深沢 7-1-1

所 属:大学院トレーニング科学系

E-mail アドレス:tomo1986818@yahoo.co.jp