

## 児童の体格と疾走能力の年次変化

有川 秀之\*・太田 涼\*\*・駒崎 弘匡\*\*\*・上園竜之介\*\*\*・河野 裕一\*\*\*

キーワード：縦断的分析、体格、疾走能力、児童

### I はじめに

宮丸ら(1990)は、1983年に小学校1年生だった児童44名(男子21名、女子23名)を対象に6年間、縦断的に走能力の発達を明らかにしようとした。その結果、疾走速度は男女とも経年的に著しく増大し、歩幅は男女ともすべての年齢間で有意に増大する一方、歩数は男子では経年的にやや減少する傾向であり、女子ではあまり大きな変化はみられなかった、と報告している。また、男子は疾走速度の増加量が最も著しい10歳から11歳、11歳から12歳において、身長が増加、ローレル指数の減少が疾走速度の増加と有意な相関関係にあった。一方、女子は11歳から12歳で、体重及びローレル指数の増大が疾走速度の年間増加量と負の相関関係にあったと報告している。

現在、一般的に児童の走能力の把握は、昭和38年スタート以降実施されている文部科学省の「スポーツテスト」による運動能力テストの50m走で行なわれている。そして、「平成19年度体力・運動能力調査」報告書(文部科学省、2008)の概要では、昭和60(1985)年度と比較して、体格(身長・体重)については、男女とも向上がみられるが、体力・運動能力について

は、男女ともすべての項目で低下がみられ、特に50m走、立ち幅跳び、ソフトボール投げにおいては、大きな低下がみられたと報告している。

50m走は、1秒間に足が接地する回数で表される歩数頻度(stride frequency)と片方の足の接地から逆足の接地までの歩幅(stride length)の積から成立っている疾走速度と同様に扱われ、歩幅(以後「ストライド」という)を大きく、かつ歩数頻度(以後「ピッチ」という)を多くすると疾走速度が高まり、50m走を速く走ることができる。

前回、著者らは小学1年時と6年時を比較し報告した(有川ら2009)が、本研究は、近年の児童を対象に、6年間縦断的に体格、疾走速度、ピッチ、ストライドなどを分析することによって、近年における発育発達による疾走能力の基礎的知見を得ることを目的とした。

### II 方法

#### 1 被検者

被検者は、2003(平成15)年にS大学教育学部附属小学校1年生であった児童120名(男子60名、女子60名)を対象に、2008(平成20)年に6年生になるまで、新体力テストの50m走の測定を行った。途中で走れなくなったり、撮影ができなかったりしたデータを除き、6年間のデータがすべて揃った68名(男子35名、女子33

\* 埼玉大学教育学部保健体育講座

\*\* 埼玉大学非常勤講師

\*\*\* 埼玉大学教育学部附属小学校

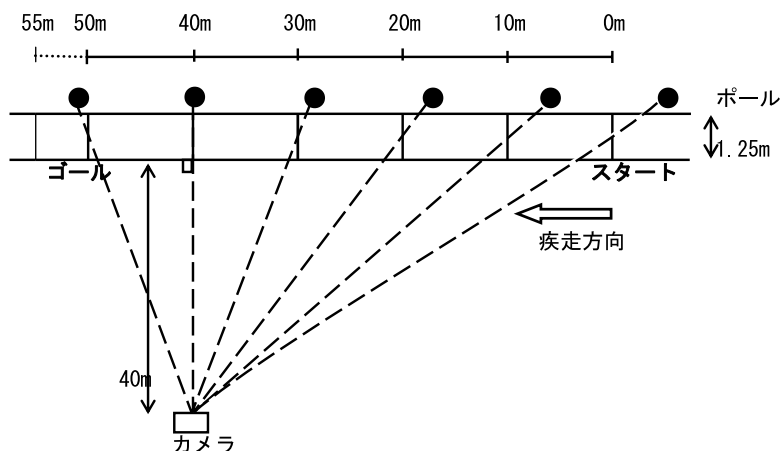


図1 実験設定図

名)を対象とした。

## 2 撮影方法及びデータ処理

身長、体重は、2003年から2008年の4月に測定した。体格指数として、身長と体重から計算した簡便な方法が用いられており、身長から100を引いて0.9をかけて標準体重を求める桂標準体重、体重を身長の2乗で割ったカウプ(kaup)指数やBMI (Body Mass Index)、体重を身長の3乗で割ったローレル (Rohrer) 指数などがあるが、菊田・高石 (1988) の報告により、学齢期であるのでローレル指数を用いた。

疾走能力は、2003年から2008年の5月に同小学校の整備された土のグラウンドで文部科学省新体力テスト実施時に、50m走を撮影した。なお、50m走のゴールの5m先にラインを引き、スタンディングスタートから55mまで全力で走るよう指示した。撮影は、図1のように、40m地点側方のカメラと走路の10mごとの地点とを結ぶ線上にポールを立てて、被検者の左側方からソニー社製のデジタルビデオカメラ (DCR-VX1000) によってシャッタースピード1/1000秒でパニング撮影を行なった。

ビデオ分析は、ビクター社製のデジタルビデオカメラ (GR-DV500K) の再生画像からコマ

送り (1/60コマ) することによって行った。旗によるスタートの合図から左右どちらかの足が動き出すまでの時間を反応時間とし、スタートの合図より若干早く動き出す児童もいたため、これは疾走能力から除外し50m走の記録には含めなかった。足が動き出してから10mのポールに被検者のトルソーが重なった位置までを最初の10m区間、さらに次のポールにトルソーが重なるまでを次の10m区間とし、5区間それぞれの所要時間を求めた。また歩数は、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、歩幅の比率によって求めた。そして本研究は、以下のように50m走のタイム、疾走速度、ピッチ、ストライド、身長比ストライドを求めた。

50m走タイム (秒) :

5区間の所要時間の積算 (秒)

疾走速度 (m/秒) :

走距離 (50m) ÷ 5区間の所要時間 (秒)

ピッチ (Hz) :

歩数 (回) ÷ 5区間の所要時間 (秒)

ストライド (m) :

走距離 (50m) ÷ 5区間の総歩数 (歩)

身長比ストライド (%) :

ストライド (m) ÷ 身長 (m) × 100

### 3 統計処理

すべての測定値は、平均値±標準偏差 (SD) で示した。縦断的分析の平均値の比較については、一元配置の分散分析を用い、F値が有意であった場合には、多重比較 (Bonferroni) を行なった。測定値の関係は、Pearsonの相関分析を用いて検討した。統計的な有意水準は、すべて5% ( $p<0.05$ ) とした。なお、統計解析ソフトは、SPSS 15.0J for Windowsを用いて行った。

### Ⅲ 結果と考察

表1は、男女別に1年時から6年時までの身長、体重、ローレル指数、および分散分析、多重比較の結果を示した。身長について、男子は117.72cmから146.01cmに、女子は117.45cmから147.53cmに伸長し、体重について、男子は21.33kgから37.43kgに、女子は21.37kgから37.76kgに増加し、分散分析の結果から、それぞれ学年間で有意な差 ( $p<0.001$ ) がみられ、多重比較からも徐々

に伸長・増加していることが明らかである。

ローレル指数は、男子は130.77から119.81に、女子は131.78から117.38にそれぞれ小さくなり、学年が上がるとともに体格が小さくなっていることを示している。男女とも身長が伸長し体重が増加し、体格指数は減少している。

表2は、男女別に1年時から6年時までの各年時の50m走タイム、50m走の平均疾走速度、ピッチ、ストライド、身長比ストライド、および分散分析、多重比較の結果を示した。50m走タイムについて、男子は1年時11.333秒から6年時8.483秒に、女子は1年時11.602秒から6年時8.869秒にそれぞれ速くなった。疾走速度について、男子は1年時4.436m/秒から6年時5.914m/秒に、女子は1年時4.326m/秒から6年時5.652m/秒にそれぞれ増大した。ピッチについて男子は、1年時4.065Hzから6年時3.976Hzに、女子は、1年時3.987Hzから6年時3.756Hzにそれぞれ減少した。ストライドについて、男子は1年時1.094mから1.489mに、女

表1 各年時の身長、体重、ローレル指数の平均値、分散分析及び多重比較

		身長 (cm)	体重 (kg)	ローレル指数 (指数)
男 子	1年時	117.72 ± 3.675	21.33 ± 1.860	130.77 ± 9.418
	2年時	123.91 ± 3.908	23.92 ± 2.314	125.65 ± 8.871
	3年時	129.43 ± 3.803	27.03 ± 2.924	124.51 ± 9.956
	4年時	134.62 ± 3.745	29.87 ± 3.712	122.20 ± 11.193
	5年時	140.24 ± 3.960	33.43 ± 4.611	120.92 ± 12.347
	6年時	146.01 ± 4.886	37.43 ± 5.456	119.81 ± 11.555
	分散分析	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$
	多重比較	$1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6$	$1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6$	$1 > 2 = 3 > 4 > 6$ $4 = 5, 5 = 6$ $1 > 5, 2 > 5, 3 > 5$
女 子	1年時	117.45 ± 3.757	21.37 ± 2.704	131.78 ± 12.968
	2年時	123.52 ± 3.889	23.72 ± 2.922	125.81 ± 12.690
	3年時	129.08 ± 3.930	26.54 ± 3.469	123.22 ± 12.571
	4年時	134.58 ± 4.264	29.45 ± 3.926	120.68 ± 13.254
	5年時	141.21 ± 4.553	33.14 ± 4.739	117.59 ± 14.251
	6年時	147.53 ± 4.928	37.76 ± 5.510	117.38 ± 14.132
	分散分析	$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$
	多重比較	$1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6$	$1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6$	$1 > 2 = 3 > 4 > 5 = 6$

表2 各年時の50m走タイム、疾走速度、ピッチ、ストライド、身長比ストライドの平均値、分散分析及び多重比較

		50m走タイム (秒)	疾走速度 (m/秒)	ピッチ (Hz)	ストライド (m)	身長比ストライド (%)
男子	1年時	11.333 ± 0.862	4.436 ± 0.327	4.065 ± 0.235	1.094 ± 0.087	92.9 ± 6.32
	2年時	10.061 ± 0.591	4.986 ± 0.287	4.092 ± 0.215	1.220 ± 0.066	98.5 ± 4.54
	3年時	9.652 ± 0.524	5.195 ± 0.285	4.116 ± 0.232	1.265 ± 0.075	97.7 ± 4.70
	4年時	9.162 ± 0.513	5.474 ± 0.304	4.112 ± 0.216	1.332 ± 0.057	99.0 ± 4.08
	5年時	8.702 ± 0.526	5.766 ± 0.341	4.069 ± 0.227	1.419 ± 0.073	101.2 ± 4.83
	6年時	8.483 ± 0.502	5.914 ± 0.343	3.976 ± 0.233	1.489 ± 0.076	102.0 ± 4.33
	分散分析	p<0.001	p<0.001	p<0.01	p<0.001	p<0.001
多重比較	1>2>3>4>5>6	1<2<3<4<5<6	1=2=3=4=5 3=4=5>6 1=6, 2=6	1<2<3<4<5<6	1<2=3=4<5<6	
女子	1年時	11.602 ± 0.733	4.326 ± 0.272	3.987 ± 0.279	1.087 ± 0.062	92.6 ± 5.29
	2年時	10.732 ± 0.467	4.667 ± 0.201	3.864 ± 0.222	1.210 ± 0.060	98.0 ± 5.14
	3年時	10.187 ± 0.481	4.919 ± 0.241	3.869 ± 0.234	1.274 ± 0.068	98.7 ± 4.72
	4年時	9.652 ± 0.497	5.194 ± 0.278	3.844 ± 0.248	1.354 ± 0.064	100.6 ± 4.59
	5年時	9.154 ± 0.487	5.477 ± 0.299	3.806 ± 0.225	1.441 ± 0.072	102.1 ± 4.59
	6年時	8.869 ± 0.453	5.652 ± 0.295	3.756 ± 0.213	1.507 ± 0.075	102.2 ± 4.58
	分散分析	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
多重比較	1>2>3>4>5>6	1<2<3<4<5<6	1>2, 1=3, 1=4 2=3=4=5, 3>6, 4>6, 2=6, 1>5=6	1<2<3<4<5<6	1<3<4=5=6, 1<2<5, 2=4, 2=3, 2<6	

表3 各年時の疾走速度と各項目の相関関係

		1年	2年	3年	4年	5年	6年
男子	身長	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	体重	ns	ns	ns	ns	-0.390*	ns
	ローレル指数	ns	ns	ns	ns	-0.438**	-0.384*
	ピッチ	ns	0.517***	0.423*	0.694***	0.609***	0.623***
	ストライド	0.710***	0.566***	0.516**	0.451**	0.480**	0.425*
	身長比ストライド	0.729***	0.514**	0.626***	0.483**	0.541***	0.514**
女子	身長	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	体重	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ローレル指数	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ピッチ	0.593***	0.529**	0.536**	0.677**	0.621***	0.588***
	ストライド	0.367*	ns	ns	ns	0.354*	0.378*
	身長比ストライド	0.388*	ns	ns	ns	ns	ns

※ 数値は、相関係数を表す。

(ns : no significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001)

子は1年時1.087mから1.507mにそれぞれ増加した。身長比ストライドについて、男子は1年時92.9%から102.0%に、女子は1年時92.6%から102.2%にそれぞれ増加した。各分析項目の分散分析及び多重比較の結果、50m走タイムは速くなり、疾走速度、ストライド、身長比ストライドは増加、ピッチは減少傾向にあることが

認められた。2歳児から11歳児を分析した斉藤ら(1981)の報告は、歩数は経年的に変わらないとしている。また宮丸ら(1990)は、歩数は経年的にみると減少する傾向にあると報告している。本研究でも、宮丸の報告を支持する結果となり、身長の増大がピッチを減少させる傾向にあると示唆される。

表3は、各年時の50m疾走速度と身長、体重、ローレル指数、ピッチ、ストライド、身長比ストライドの相関関係を男女別に示している。男子では、5年時と6年時は体格の大きさを示すローレル指数と有意な負の相関関係（5年時： $r = -0.438$ 、6年時： $r = -0.384$ ）を示している。また、1年時から6年時までストライド（ $r = 0.425 \sim 0.710$ ）と身長比ストライド（ $r = 0.483 \sim 0.729$ ）、そして1年時は有意な関係がみられなかったが、2年時から6年時までではピッチとも有意な正の相関関係（ $r = 0.423 \sim 0.694$ ）がみられた。

これらのことから、男子の疾走速度は、1年時はストライドと強く関係があり、2年時から6年時はピッチとストライドの両要因に関係していること、そして5年時と6年時においては、体格が小さければ疾走速度は高く、体格が大きければ疾走速度は低いことを示している。

女子では、疾走速度と身長や体重などの体格と有意な関係がみられなかった。ピッチとは、1年時から6年時まで有意な正の相関関係（ $r = 0.529 \sim 0.677$ ）がみられ、ストライドとは、1年時、5年時、6年時に正の相関関係（1年時： $r = 0.367$ 、5年時： $r = 0.354$ 、6年時： $r = 0.378$ ）がみられた。

これらのことから、女子の疾走速度は、1年

時から6年時までピッチと強く関係しており、ピッチが高いことは疾走速度が高いことに繋がることが示された。さらに1年時、5年時、6年時は、ストライドが長いことは、疾走速度が高いことが示唆された。

小学1年生から6年生までの横断的な研究（有川ら2004a、2004b）によると、疾走速度の増加は、ストライドの増大、つまり身長の増大が関係していると報告している。本研究では、男女とも疾走速度と身長とは関係がみられなかった。そして、男子では、各年時でストライドが長いと疾走速度が高いことは明らかとなったが、女子では、1年時、5年時、6年時は、ストライドが長いと疾走速度が高いことが明らかになった。これらのことは、縦断的分析によって、1年時から6年時まで年時ごとに関係をみたため、疾走速度と身長とは関係がみられなかったと考えられる。

表4は、各年時の50m疾走速度年間増減量と身長、体重、ローレル指数、ピッチ、ストライド、身長比ストライドの年間増減量の相関関係を男女別に示している。男子では、1年時から2年時へはストライドと身長比ストライドの増減量により、疾走速度の増減量が関係し、3年時から4年時、5年時から6年時へはピッチの増減量により、疾走速度の増減量が関係した。

表4 各年時の疾走速度増減量と各項目増減量の相関関係

		1年→2年	2年→3年	3年→4年	4年→5年	5年→6年	1年→6年
男 子	身長	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	体重	ns	ns	ns	-0.340*	ns	ns
	ローレル指数	ns	ns	ns	-0.372*	ns	ns
	ピッチ	ns	ns	0.341*	0.604***	0.476**	0.463**
	ストライド	0.497**	ns	ns	0.463*	ns	ns
	身長比ストライド	0.503**	ns	ns	0.466**	ns	ns
女 子	身長	ns	ns	0.354*	ns	0.465**	ns
	体重	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ローレル指数	ns	ns	ns	ns	-0.343*	ns
	ピッチ	0.549***	0.445**	0.577***	0.615***	0.532***	0.421*
	ストライド	0.367*	ns	0.348*	ns	0.503**	0.434*
	身長比ストライド	0.360*	ns	ns	ns	0.365*	0.359*

\* 数値は、相関係数を表す。

(ns : no significance, \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$ )

また、4年時から5年時へは体重の増加量により疾走速度の増減量が関係し、そして、ストライドとピッチの増減量により疾走速度の増減量が関係したことを示している。さらに、1年時から6年時までの疾走速度の増加量は、ピッチの増減量に關係していることを示している。なお、4年時から5年時への疾走速度の増減量と、ピッチ、ストライド、体重、ローレル指数の各項目増減量との關係を図2に示した。

女子では、1年時から2年時、3年時から4年時へはピッチとストライド、それぞれの増減量により、疾走速度の増減量が関係し、2年時から3年時、4年時から5年時へはピッチの増減量により、疾走速度の増減量が關係していた。

そして、3年時から4年時へは、ピッチ、ストライドの増減量に加え、身長伸長量により、疾走速度の増減量に關係していた。また、5年時から6年時へは身長伸長量により、ローレル指数の減少量により、そして、ピッチ、ストライド、身長比ストライドの増減量により疾走速度の増減量が關係したことを示している。さらに、1年時から6年時までの疾走速度の増減量は、ピッチ、ストライド、身長比ストライドの増減量に關係していることを示している。なお、5年時から6年時への疾走速度の増減量と、ピッチ、ストライド、身長、ローレル指数の各項目増減量との關係を図3に示した。

これらのことから、疾走速度を増加させるた

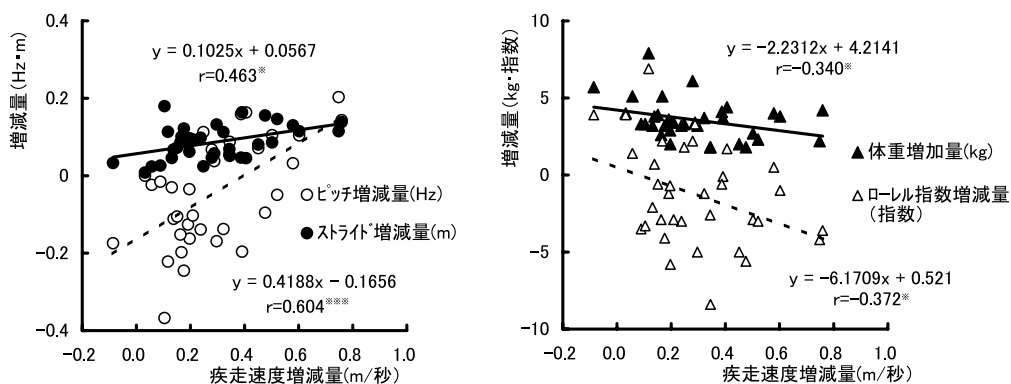


図2 男子4年時から5年時への疾走速度増減量と各項目増減量の関係

(左図：ピッチ増減量 (○)、ストライド増減量 (●)、右図：体重増加量 (▲)、ローレル指数増減量 (△))

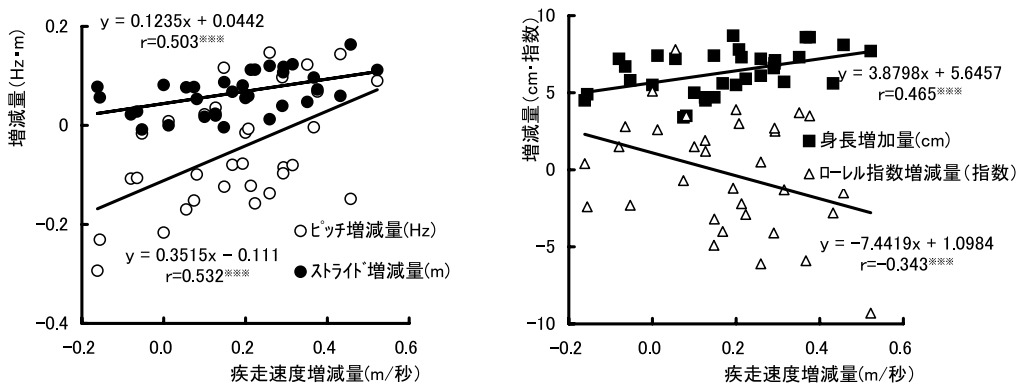


図3 女子5年時から6年時への疾走速度増減量と各項目増減量の関係

(左図：ピッチ増減量 (○)、ストライド増減量 (●)、右図：身長増加量 (■)、ローレル指数増減量 (△))

め、つまり50m走を速く走るためには、男子では、1年時から2年時は、ストライドを大きくするように走り、3年時以降は身長や体重が増加するがピッチを増加させ、あるいは少なくとも大きく減少させないようにし、4年時から5年時にかけて体重をあまり増やさないようにすることが示唆される。

女子では、1年時から2年時、3年時から4年時、5年時から6年時にストライドを大きくするように走り、1年時から身長や体重が増加するがピッチを増加させるか、少なくとも大きく減少させないようにすることが必要である。

#### IV まとめ

本研究は、男女児童1年生から6年生まで68名を対象に疾走能力を縦断的に分析した。主な結果は次のとおりである。

- 1 学年が進むにつれて身長、体重、疾走速度、ストライド、身長比ストライドは増加、50m走タイムは短縮、ローレル指数は減少、ピッチは減少傾向であった。
- 2 児童期において、各年時の疾走速度の高低は、身長の高さには関係なく、ストライドの長短、ピッチの遅速が関係していることが明らかとなった。
- 3 各年時の疾走速度増加量について、ストライドの伸長も関わっているが、ピッチの増減量が強く関わっていることが示唆された。

以上のことにより、児童期に50m走を速く走るためには、男女とも身長、ストライド、体重が増加するが、ピッチを増加させるか、少なくとも大きく減少させないようにすることが必要であることが考えられる。

#### 謝辞

本研究は、埼玉大学教育学部附属小学校の教職員と児童の全面的な協力を得てなされたものである。記して深謝の意を表します。

#### 付記

本研究は、平成19年度—平成22年度日本学術振興会科学研究費（基盤研究（C）NO.19500524、研究代表者 有川秀之）の補助を受けて実施されたものである。

#### 参考文献

- 有川秀之・太田涼・駒崎弘匡・上園竜之介・河野裕一（2009）小学1年時と6年時における疾走能力の縦断的比較。埼玉大学紀要教育学部。58（1）：81-89。
- 有川秀之・太田涼・中西健二・駒崎弘匡・上園竜之介（2004a）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。
- 有川秀之・太田涼・中西健二・駒崎弘匡・上園竜之介（2004b）女児児童における疾走能力の分析。埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要。3：77-88。
- 菊田文夫・高石昌弘（1988）我が国における学齢期小児の身体発育評価基準に関する研究（第2報）—横断的資料に基づくカウプ指数とローレル指数のパーセントイル曲線およびその年次推移について—。小児保健研究。47（5）：555-562。
- 宮丸凱史・加藤謙一・久野譜也・芹沢玖美（1990）発育期の子どもの疾走能力の発達に関する研究（1）—児童の疾走能力の縦断的発達—。平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 スポーツタレントの発掘方法に関する研究—第2報—。128-137。
- 文部科学省（2008）平成19年度体力運動能力調査。  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/001/index22.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/index22.htm)
- 斉藤昌久・宮丸凱史・湯浅景元・三宅一郎・浅川正一（1981）2～11歳児の走運動における脚の動作様式。体育の科学。31：357-361。

（2009年3月31日提出）

（2009年4月17日受理）

# A Longitudinal Study of Body Mass and Sprinting Performance for Elementary School Boys and Girls

Hideyuki ARIKAWA, Ryo OHTA, Hiromasa KOMAZAKI,  
Ryunosuke KAMIZONO and Yuuichi KHONO

Keywords : longitudinal study, sprinting performance, body mass,  
elementary school boys and girls

This longitudinal study investigated the biomechanical analysis of sprinting performance for elementary school. The subjects were 68 elementary school boys and girls who aged 6 to 12 (the 1<sup>st</sup> form to the 6<sup>th</sup> form). They were filmed in VTR picture during 50m sprinting, with a pole located every 10m. Using the VTR pictures, average speed; stride frequency; stride length between the start point and the marked distance point of each were calculated. The results obtained were as follows:

- 1 The height, weight, the average speed, the stride length, and the height ratio stride increased from the 1<sup>st</sup> form to the 6<sup>th</sup> form. Times of 50m sprinting and Rohrer index decreased, and the stride frequency was a decreasing tendency from the 1<sup>st</sup> form to the 6<sup>th</sup> form.
- 2 It was clarified that the average speed is related to the stride length and the stride frequency regardless of the height in each school year.
- 3 It was suggested that the amount of the increase and decrease of the stride frequency be strongly related to the amount of an increase of the average speed though the increase of the stride length was related to the amount of an increase of the average speed, too.

Based on these findings, it is necessary to increase the stride frequency though the height, the stride length, and the weight increase to run fast in 50m sprinting at the elementary school age.