

# 幼児における疾走能力の分析

有川 秀之 埼玉大学教育学部身体文化講座

キーワード：幼児、疾走能力、ストライド、ピッチ

## I はじめに

走運動は、生後17ヶ月から24ヶ月頃にその原初形態が発生し、6、7歳頃までには基本的な走運動形態が定着する（宮丸2001）といわれ、走運動は基本的な運動のひとつであり、成長や運動の経験により成人の走運動へと変化していく。そして、児童・生徒の走能力は、全国的規模で平成10年から実施されている新体力テストにより把握されているが、小学校入学前の幼児は対象とされていない。

疾走速度は、1秒間に足が接地する回数で表されるピッチ（stride frequency）と片方の足の接地から逆足の接地までの歩幅で表されるストライド（stride length）の2つの要因から成立っている。つまり、疾走速度（m/秒）＝ピッチ（歩/秒（Hz））×ストライド（m）であり、歩幅（以後「ストライド」という）を大きく、かつ脚の回転（以後「ピッチ」という）を速くすると疾走速度が高まる。阿江ら（1994）が1991年東京で行われた世界選手権大会で、100m走の一流選手は最高疾走速度が50m-60m区間であったことや、これまでに短距離走の疾走能力に関する研究は、疾走速度、ピッチ、ストライドなどについて数多く報告されている（岡野ら、1988；有川ら、1999）。

しかしながら、これらの多くは、一流選手や成人を対象としたものが多く、幼児を対象にしたものは、走力、跳力や投力など運動能力として近藤ら（1998）、杉原ら（2004）が報告しているだけで、詳細な分析は見当たらない。

したがって、本研究は、小学校入学前の3歳児から5歳児を対象に横断的に、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、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 対象者

対象者は、さいたま市にあるS大学教育学部附属幼稚園（以後S幼稚園という）年少3歳児（20名）、年中4歳児（30名）、年長5歳児（30名）の計80名（男児40名、女児40名）であり、当日欠席であった3名を除く男児38名、女児39名、合計77名を対象とした。なお、全国値データが、同じ年齢でも半年刻みとしているため、生年月日を参考とし、各年児の4月から9月生まれを前半生れ、10月から3月生まれを後半生れとした。つまり、本研究において、3歳児前半（生れ）とは、3歳児の年少組で生年月日が4月から9月までの幼児、3歳児後半（生れ）とは、3歳児の年少組で生年月日が10月から3月までの幼児に区分した。同様に、4歳児前半、4歳児後半、5歳児前半、5歳児後半に区分し、6つのグループに区分して検討した。

本研究は、埼玉大学におけるヒトを対象とする研究倫理委員会の承認を得ており（承認番号：

R1-E-1)、対象者には測定直前にも中止できることを伝え、対象者の保護者には、事前に説明文書を用いて説明を行い、研究参加の同意を得た上で実施した。対象者の身体特性を表1に示した。

## 2 撮影方法及びデータ処理

体格として、身長と体重は平成31年4月に測定した。

25m走は、同年5月にS幼稚園の芝生の園庭で実験・撮影を行った(図1)。芝生の園庭でスタートからゴールまで30mの直走路を準備し、スターターの合図によって走りだした対象者を、25m地点側方のビデオカメラ(DCR-VX1000)によって、パンニング撮影した。その後、再生画像からコマ送り(1/60コマ)することによってビデオ分析を行った。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、25m走記録に含めた。しかし、旗によるスタート合図より早く動き出す、いわゆる不正スタートとなった幼児も数名いたため、不正スタートとなった場合は、反応時間を0秒とした。足が動き出してから5mのマークに対象者のトルソーが重なった位置までを最初の5m区間、さらに次のマークにトルソーが重なるまでを次の5m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、5m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。途中で走れなくなったり、撮影ができなかったりした幼児はいなかった。そして、以下のように25m走の、そして各区間の疾走速度、ピッチ、ストライド、身長比ストライドを求めた。また、各区間の疾走速度、ピッチ、ストライドの最高値をもとに、それぞれ各区間の相対疾走速度、相対ピッチ、相対ストライドを求めた。分析項目は、以下の通りである。

25m走タイム(秒)：反応時間+5区間の所要時間

疾走速度(m/s)：走距離(25m)÷所要時間(秒)

表1 各年次グループの身長、体重の平均値、分散分析及び多重比較

		人数	身長(cm)	体重(kg)
男	3歳児後半	2	94.0 ± 4.46	14.4 ± 2.40
	3歳児前半	6	99.7 ± 5.95	14.7 ± 2.71
	4歳児後半	9	105.5 ± 4.73	17.1 ± 1.69
	4歳児前半	7	105.4 ± 3.38	17.8 ± 2.05
	5歳児後半	5	109.7 ± 6.69	18.2 ± 2.19
	5歳児前半	9	115.7 ± 4.36	19.8 ± 1.52
	分散分析		p<0.001	p=0.001
多重比較		3後=3前=4後=4前 4後=4前=5後, 5後=5前 3後,3前<5後,5前 4後,4前<5前	3後=3前=4後=4前=5後 4後=4前=5後=5前 3後,3前<5前	
女	3歳児後半	6	95.1 ± 2.37	13.8 ± 1.09
	3歳児前半	4	99.6 ± 2.89	15.1 ± 0.32
	4歳児後半	4	104.2 ± 3.72	17.6 ± 2.44
	4歳児前半	10	102.5 ± 3.43	16.4 ± 1.34
	5歳児後半	3	110.2 ± 2.61	18.9 ± 3.65
	5歳児前半	12	112.9 ± 4.15	20.9 ± 3.19
	分散分析		p<0.001	p=0.001
多重比較		3後=3前<5後<5前 3後<4後, 3後<4前 3前=4後=4前 4後=5後, 4後<5前 4前<5後=5前	3後=3前=4後=4前=5後 4後=5前, 5後=5前 3後,3前,4前<5前	

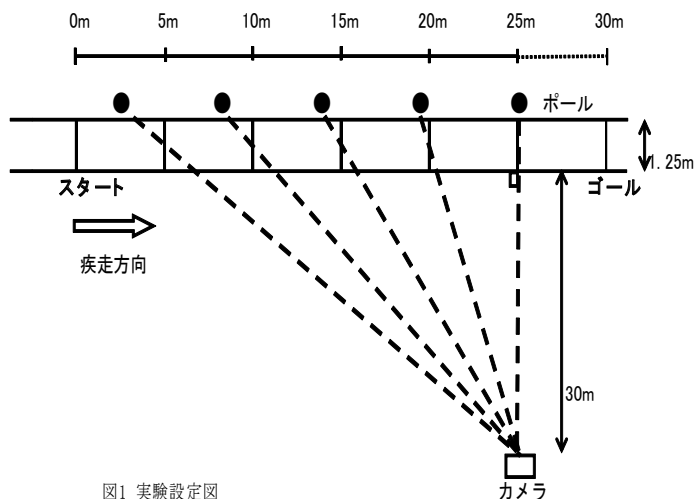


図1 実験設定図

図1 実験設定図

- ピッチ (Hz) : 25m総歩数 (歩) ÷ 所要時間 (秒)
- ストライド (m) : 走距離 (25m) ÷ 歩数 (歩)
- 身長比ストライド (%) : ストライド (m) ÷ 身長 (m) × 100
- 区間疾走速度 (m/s) : 区間走距離 (5 m) ÷ 区間所要時間 (秒)
- 区間ピッチ (Hz) : 区間歩数 (歩) ÷ 区間所要時間 (秒)
- 区間ストライド (m) : 区間走距離 (5 m) ÷ 歩数 (歩)
- 相対疾走速度 (%) : 各区間の疾走速度 ÷ 区間最高疾走速度
- 相対ピッチ (%) : 各区間のピッチ ÷ 区間最高ピッチ
- 相対ストライド (%) : 各区間のストライド ÷ 区間最高ストライド

### 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。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。なお、等分散性が保証されなかった場合、対応のない2組の平均値の差の検定 (t検定) 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。統計ソフトは、SPSS Statistics 20を用いて行なった。

## III 結果と考察

### 1 身長、疾走速度、ストライド、ピッチの関係について

図2は、男 (左側) 女 (右側) 児別に3歳児から5歳児までの身長と疾走速度、ストライド、ピッチとの関係を図示したものである。男女児とも疾走速度は、身長的高低と関連があり、有意な相関関係 (男児:  $r^2=0.609$ ,  $p < 0.001$ 、女児:  $r^2=0.606$ ,  $p < 0.001$ ) を示した。ストライドについても、男女児とも身長的高低と有意な相関関係 (男児:  $r^2=0.678$ ,  $p < 0.001$ 、女児:  $r^2=0.813$ ,  $p < 0.001$ ) を示した。ピッチについては、男女児とも身長との

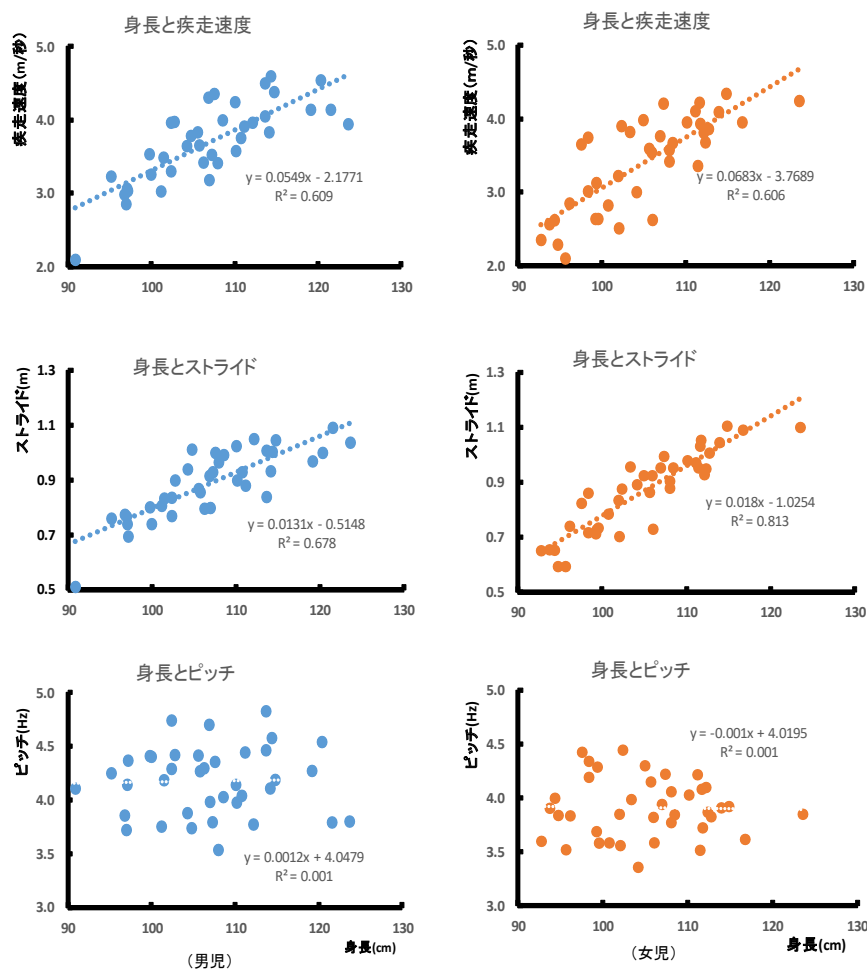


図2 身長と疾走速度、ストライド、ピッチとの関係 (左: 男児、右: 女児)

高低と関連がない(男児: $r^2=0.001$ 、女児: $r^2=0.001$ )ことを示した。したがって、3歳児から5歳児の疾走速度、ストライドは、身長が高いと疾走速度が速いし、ストライドも大きい。一方ピッチは、身長が高くても低くても関係がないことが示唆された。

2歳児から11歳児を対象とした齊藤ら(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(1995)も、2歳児と6歳児の走能力を比較した報告でも、歩数は4.2steps/sから4.2steps/sと変わらないと報告している。本研究でも、これらの報告を支持する結果となった。

図3は、男(左側)女(右側)児別に3歳児から5歳児までのピッチ、ストライド、身長比ストライドと疾走速度との関係を示したものである。ピッチについては、男児は疾走速度と弱い相関関係( $r^2=0.150$ ,  $p<0.05$ )、女児は疾走速度と中程度の相関関係( $r^2=0.255$ ,  $p<0.001$ )がみられた。男女児ともストライドが大きいと疾走速度が速く、有意な相関関係(男児: $r^2=0.723$ ,  $p<0.001$ 、女児: $r^2=0.869$ ,  $p<0.001$ )を示した。身長比ストライドと疾走速度の関係については、男女児とも有意な相関関係(男児: $r^2=0.497$ ,  $p<0.001$ 、女児: $r^2=0.878$ ,  $p<0.001$ )がみられた。したがって、幼児期においては、疾走速度の遅速は、ストライドの長短、そして身長の要因を除いた身長比ストライドの長短にも大きく関係し、さらに、ピッチの高低と疾走速度の遅速にも弱く関連していることが明らかになった。

## 2 25m走のタイム、平均疾走速度、平均ピッチ、平均ストライドについて

表2は、男女別に各年児グループの25m走タイム(秒)、25m走の平均疾走速度(m/秒)、平均ピッチ(Hz)、平均ストライド(m)、平均身長比ストライドの結果とそれぞれの分散分析、多重比較の結果を示した。

男児について、25m走タイムは、3歳児後半10.677秒、3歳児前半8.314秒、4歳児後半7.183秒、4歳児前半7.221秒、5歳児後半6.656秒、5歳児前半6.104秒であった。疾走速度は、3歳児後半2.565 m/秒、3歳児前半3.179 m/秒、4歳児後半3.610 m/秒、4歳児前半3.638 m/秒、5歳児後半3.996 m/秒、5歳児前半4.262 m/秒であった。ピッチは、3歳児後半から4.238Hz、

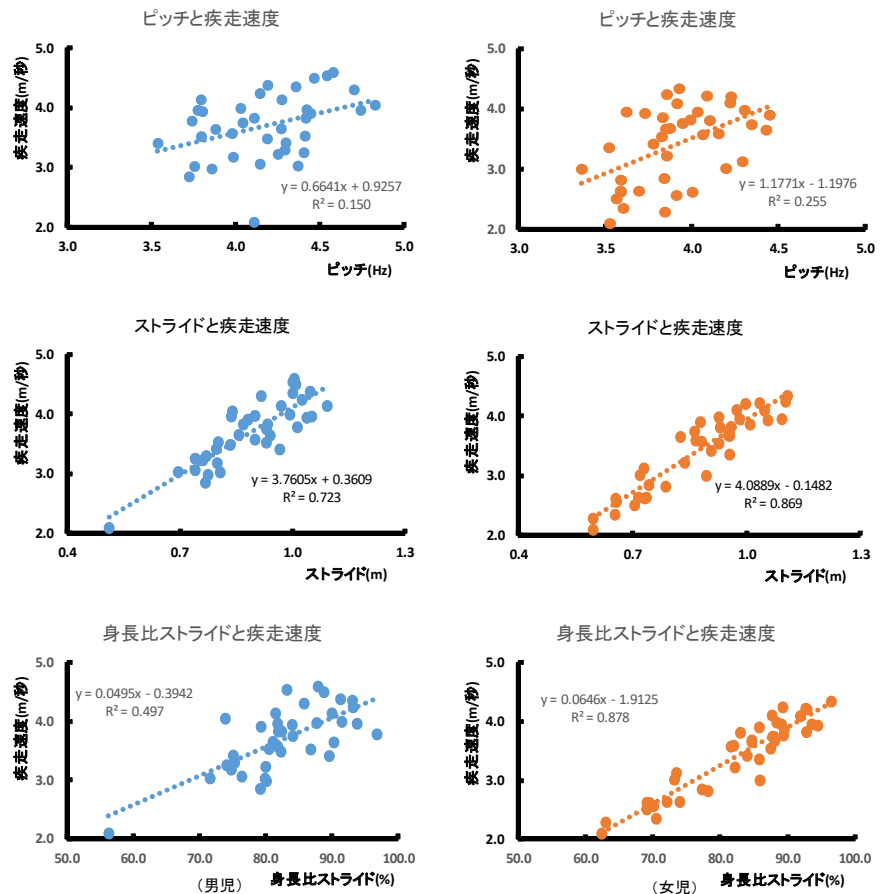


図3 ピッチ、ストライド、身長比ストライドと疾走速度との関係(左:男児、右:女児)

表2 各年児グループの25m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

	人数	25m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	3歳児後半	2	10.677 ± 3.350	2.565 ± 0.663	4.238 ± 0.184	0.602 ± 0.130	63.85 ± 10.819
	3歳児前半	6	8.314 ± 0.900	3.179 ± 0.379	4.028 ± 0.295	0.788 ± 0.050	79.05 ± 1.398
	4歳児後半	9	7.183 ± 0.440	3.610 ± 0.228	4.150 ± 0.357	0.875 ± 0.086	82.94 ± 6.766
	4歳児前半	7	7.221 ± 0.697	3.638 ± 0.394	4.166 ± 0.341	0.875 ± 0.075	82.94 ± 6.397
	5歳児後半	5	6.656 ± 0.665	3.996 ± 0.271	4.172 ± 0.258	0.962 ± 0.099	87.52 ± 5.489
	5歳児前半	9	6.104 ± 0.427	4.262 ± 0.253	4.288 ± 0.354	0.998 ± 0.065	86.30 ± 6.416
児	分散分析	—	p<0.001	ns	p<0.001	p=0.001	
	多重比較	3前=4後=4前 4後=5後, 4後=5前 4前=5後=5前 3後>3前, 4後, 4前 3後, 3前>5後, 5前	3後=3前, 3前=4後=4前 3後<4後, 4前, 5後, 5前 3前<5後, 4後=4前=5後 5後=5前 3前, 3後, 4前<5前		3後=3前, 3前=4後=4前 4後=5後, 4前=5後=5前 3後<4後, 4前, 5後, 5前 3前<5後, 3前<5前, 4後<5前	3後=3前 3前=4後=4前=5後=5前 3後<4後, 4前, 5後, 5前	
女	3歳児後半	6	10.527 ± 1.048	2.427 ± 0.216	3.746 ± 0.198	0.648 ± 0.052	68.15 ± 4.580
	3歳児前半	4	9.013 ± 0.897	2.899 ± 0.301	3.864 ± 0.259	0.750 ± 0.059	75.35 ± 5.609
	4歳児後半	4	8.396 ± 1.260	3.164 ± 0.430	3.747 ± 0.325	0.844 ± 0.088	80.90 ± 6.143
	4歳児前半	10	7.564 ± 1.128	3.499 ± 0.474	4.076 ± 0.332	0.857 ± 0.087	83.62 ± 7.612
	5歳児後半	3	6.573 ± 0.268	3.999 ± 0.279	4.107 ± 0.202	0.973 ± 0.023	88.33 ± 4.149
	5歳児前半	12	6.586 ± 0.580	3.919 ± 0.289	3.878 ± 0.185	1.012 ± 0.073	89.53 ± 4.544
児	分散分析	p<0.001	p<0.001	ns	p<0.001	p<0.001	
	多重比較	3後=3前>5後=5前 3前=4後=4前 4後=4前=5後, 4前=5前 3後>4後, 3後>4前 4後>5前	3後=3前<5後=5前 3前=4前=4後 4後=5後, 4後<5前 4前=5後=5前 3後<4後, 4前		3後=3前<5後=5前 3前=4後=4前 3後<4後, 3後<4前 4前=5後, 4前=5後 4後<5前, 4前<5前	3後=3前 3前=4後=4前=5後 4後=4前=5後=5前 3後<4後, 4前, 5後, 5前 3前<5前	

4.028Hz、4.150Hz、4.166Hz、4.172Hz、4.288Hzであった。ストライドは、3歳児後半から5歳児前半まで、0.602m、0.788m、0.875m、0.875m、0.962m、0.998mであった。身長比ストライドは、3歳児後半から5歳児前半まで、63.85%、79.05%、82.94%、82.94%、87.52%、86.30%であった。各分析項目の分散分析の結果、疾走速度、ストライド、身長比ストライドは、年児グループ間に有意性(p<0.001、p=0.001)が認められた。25m走タイムは、3歳児後半グループが2名と少なく等分散性が認められなかったため、対応のない2組の平均値の差の検定により行った。ピッチには、有意性は認められなかった。

25m走の記録は、隣り合った年児グループでは差はみられないところが多いが、全体を通して見ると、年児が進むにつれて短縮していることが明らかになった。同様に、反応時間を除いた疾走速度も、隣り合った年児グループでは差がみられないところが多いが、全体を通して見ると、年児が進むにつれて向上していた。全国的な規模で調査した杉原ら(2004)による幼児の25m記録は、4歳児前半8.12秒、4歳児後半7.33秒、5歳児前半6.93秒、5歳後半6.52秒、6歳前半6.26秒、6歳後半6.07秒と報告している。杉原らは、測定を9月から12月に実施しており、4歳児後半とは4月から9月に生まれた幼児を対象とし実年齢を報告しており、そのため本研究とは約半年のずれが生じている。よって、本研究と杉原らの報告と比較すると本研究3歳児前半グループ8.314秒と杉原らの研究4歳児前半8.12秒、5歳児前半グループ6.104秒と6歳児前半6.26秒と比較し、それぞれ有意な差はみられなかった。したがって、本研究の対象者は、全国的に平均的なレベルであることが示された。ピッチは、有意性が認められず、3歳児後半グループから5歳児前半グループまで差がみられなかった。ストライドは、年児グループが進むにつれて増大していた。身長比ストライドは、3歳児後半(63.85%)とその他の年児グループ(79.05%から87.52%)と差がみられ、年児が進むにつれて割合が大きくなった。

表3 男児各グループにおける区間ごとの各項目の平均値(±SD)

	区間	3歳児後半		3歳児前半		4歳児後半		4歳児前半		5歳児後半		5歳児前半	
		平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	
区間記録 (秒)	反応時間	0.593 ± 0.743	0.364 ± 0.295	0.216 ± 0.199	0.274 ± 0.187	0.357 ± 0.324	0.191 ± 0.204						
	0-5m	2.369 ± 0.425	1.943 ± 0.239	1.699 ± 0.221	1.683 ± 0.185	1.501 ± 0.117	1.496 ± 0.081						
	5-10m	1.902 ± 0.543	1.435 ± 0.104	1.342 ± 0.096	1.316 ± 0.105	1.225 ± 0.133	1.142 ± 0.093						
	10-15m	2.086 ± 0.849	1.455 ± 0.163	1.285 ± 0.075	1.282 ± 0.134	1.168 ± 0.085	1.073 ± 0.085						
	15-20m	1.911 ± 0.412	1.537 ± 0.200	1.281 ± 0.094	1.315 ± 0.196	1.188 ± 0.086	1.077 ± 0.082						
区間疾走速度 (m/秒)	20-25m	1.818 ± 0.378	1.577 ± 0.184	1.342 ± 0.091	1.342 ± 0.188	1.198 ± 0.086	1.096 ± 0.099						
	0-5m	2.146 ± 0.385	2.607 ± 0.335	2.997 ± 0.477	3.003 ± 0.338	3.348 ± 0.285	3.351 ± 0.183						
	5-10m	2.741 ± 0.783	3.501 ± 0.280	3.742 ± 0.261	3.822 ± 0.313	4.118 ± 0.408	4.405 ± 0.359						
	10-15m	2.615 ± 1.064	3.479 ± 0.446	3.904 ± 0.231	3.936 ± 0.422	4.300 ± 0.310	4.685 ± 0.384						
	15-20m	2.680 ± 0.578	3.305 ± 0.487	3.922 ± 0.287	3.872 ± 0.561	4.227 ± 0.308	4.667 ± 0.363						
区間ピッチ (Hz)	20-25m	2.811 ± 0.584	3.212 ± 0.419	3.740 ± 0.257	3.789 ± 0.526	4.192 ± 0.298	4.597 ± 0.419						
	0-5m	4.330 ± 0.031	4.026 ± 0.374	4.327 ± 0.865	4.221 ± 0.317	4.232 ± 0.291	4.154 ± 0.354						
	5-10m	4.165 ± 0.631	4.284 ± 0.371	4.261 ± 0.262	4.224 ± 0.379	4.438 ± 0.300	4.533 ± 0.380						
	10-15m	4.102 ± 0.009	4.029 ± 0.327	4.131 ± 0.435	4.144 ± 0.358	4.017 ± 0.336	4.255 ± 0.487						
	15-20m	4.288 ± 0.037	3.893 ± 0.171	4.083 ± 0.353	4.125 ± 0.377	4.095 ± 0.361	4.302 ± 0.377						
区間ストライド (m)	20-25m	4.295 ± 0.309	3.931 ± 0.347	3.975 ± 0.301	4.122 ± 0.426	4.054 ± 0.159	4.246 ± 0.450						
	0-5m	0.495 ± 0.085	0.647 ± 0.054	0.700 ± 0.080	0.713 ± 0.074	0.792 ± 0.061	0.812 ± 0.078						
	5-10m	0.651 ± 0.089	0.818 ± 0.019	0.882 ± 0.089	0.909 ± 0.086	0.932 ± 0.120	0.974 ± 0.065						
	10-15m	0.637 ± 0.258	0.864 ± 0.085	0.954 ± 0.105	0.951 ± 0.071	1.079 ± 0.143	1.110 ± 0.115						
	15-20m	0.625 ± 0.140	0.848 ± 0.109	0.966 ± 0.098	0.938 ± 0.099	1.043 ± 0.158	1.087 ± 0.054						
区間身長比 ストライド (m)	20-25m	0.651 ± 0.089	0.816 ± 0.051	0.947 ± 0.111	0.920 ± 0.094	1.037 ± 0.100	1.089 ± 0.101						
	0-5m	52.55 ± 6.58	64.95 ± 3.45	66.34 ± 6.63	67.59 ± 5.55	72.32 ± 5.60	70.18 ± 6.45						
	5-10m	69.20 ± 6.22	82.28 ± 4.54	83.67 ± 8.28	86.29 ± 8.16	84.86 ± 8.77	84.33 ± 7.08						
	10-15m	67.25 ± 24.25	86.57 ± 4.31	90.31 ± 8.02	90.17 ± 5.65	98.00 ± 8.16	96.08 ± 10.75						
	15-20m	66.30 ± 11.74	84.87 ± 6.26	91.56 ± 7.77	89.03 ± 9.41	94.68 ± 9.17	94.04 ± 5.57						
20-25m	69.20 ± 6.22	81.93 ± 4.43	89.71 ± 8.47	87.30 ± 8.41	94.40 ± 5.61	94.20 ± 9.30							

表4 女児各グループにおける区間ごとの各項目の平均値 (±SD)

	区間	3歳児後半		3歳児前半		4歳児後半		4歳児前半		5歳児後半		5歳児前半						
		平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD					
区間記録 (秒)	反応時間	0.156 ± 0.115	0.317 ± 0.223	0.371 ± 0.292	0.267 ± 0.195	0.289 ± 0.303	0.102 ± 0.260	2.461 ± 0.268	2.015 ± 0.237	1.748 ± 0.165	1.697 ± 0.285	1.666 ± 0.263	1.883 ± 0.086	1.631 ± 0.143	1.547 ± 0.138	1.413 ± 0.179	1.263 ± 0.092	1.252 ± 0.148
	0-5m	1.937 ± 0.189	1.606 ± 0.158	1.614 ± 0.450	1.366 ± 0.209	1.134 ± 0.130	1.166 ± 0.100	2.175 ± 0.488	1.660 ± 0.191	1.564 ± 0.366	1.351 ± 0.215	1.112 ± 0.068	1.916 ± 0.488	1.785 ± 0.292	1.454 ± 0.276	1.123 ± 0.063	1.183 ± 0.107	3.059 ± 0.400
	5-10m	2.051 ± 0.210	2.509 ± 0.314	2.881 ± 0.283	3.017 ± 0.469	3.074 ± 0.349	4.039 ± 0.430	2.661 ± 0.119	3.083 ± 0.262	3.251 ± 0.291	3.585 ± 0.415	3.974 ± 0.293	2.601 ± 0.248	3.136 ± 0.287	3.254 ± 0.750	3.730 ± 0.513	4.444 ± 0.478	4.319 ± 0.372
	10-15m	2.386 ± 0.470	3.040 ± 0.324	3.324 ± 0.732	3.777 ± 0.533	4.506 ± 0.271	4.391 ± 0.348	2.801 ± 0.933	2.851 ± 0.405	3.273 ± 0.376	3.534 ± 0.553	4.461 ± 0.259	3.528 ± 0.540	3.786 ± 0.349	4.127 ± 0.368	4.105 ± 0.026	3.914 ± 0.233	3.700 ± 0.231
	15-20m	3.608 ± 0.376	3.861 ± 0.462	3.968 ± 0.496	4.081 ± 0.547	4.094 ± 0.671	3.700 ± 0.231	3.923 ± 0.163	4.142 ± 0.372	3.847 ± 0.306	4.169 ± 0.319	4.304 ± 0.102	3.842 ± 0.263	3.816 ± 0.146	4.055 ± 0.305	4.003 ± 0.182	3.845 ± 0.287	4.156 ± 0.325
	20-25m	4.227 ± 1.330	3.747 ± 0.328	3.669 ± 0.377	3.969 ± 0.337	4.043 ± 0.207	3.833 ± 0.185	0.574 ± 0.092	0.650 ± 0.030	0.729 ± 0.035	0.740 ± 0.072	0.755 ± 0.044	0.679 ± 0.040	0.746 ± 0.046	0.861 ± 0.092	0.923 ± 0.067	0.974 ± 0.103	0.828 ± 0.115
区間ストライド (m)	0-5m	0.677 ± 0.053	0.823 ± 0.083	0.914 ± 0.189	0.920 ± 0.112	1.110 ± 0.110	1.129 ± 0.126	0.673 ± 0.058	0.807 ± 0.110	0.915 ± 0.103	1.098 ± 0.072	1.126 ± 0.111	0.661 ± 0.056	0.761 ± 0.099	0.890 ± 0.122	1.103 ± 0.014	1.113 ± 0.106	1.113 ± 0.106
	5-10m	60.33 ± 8.66	65.30 ± 1.48	69.88 ± 2.16	72.15 ± 5.95	68.50 ± 2.93	73.38 ± 9.78	71.43 ± 4.73	74.85 ± 3.72	81.15 ± 4.06	84.05 ± 8.89	86.23 ± 7.93	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	98.53 ± 8.51
	10-15m	71.43 ± 4.73	74.85 ± 3.72	81.15 ± 4.06	84.05 ± 8.89	83.90 ± 8.14	86.23 ± 7.93	71.22 ± 4.77	82.65 ± 8.37	87.35 ± 16.16	89.71 ± 9.97	100.90 ± 12.38	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	98.53 ± 8.51
	15-20m	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	85.68 ± 13.29	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	85.68 ± 13.29	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	98.53 ± 8.51
	20-25m	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51
	区間身長比 ストライド (m)	0-5m	71.43 ± 4.73	74.85 ± 3.72	81.15 ± 4.06	84.05 ± 8.89	83.90 ± 8.14	86.23 ± 7.93	71.22 ± 4.77	82.65 ± 8.37	87.35 ± 16.16	89.71 ± 9.97	100.90 ± 12.38	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09
5-10m	71.22 ± 4.77	82.65 ± 8.37	87.35 ± 16.16	89.71 ± 9.97	100.90 ± 12.38	99.85 ± 9.18	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	85.68 ± 13.29	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	98.53 ± 8.51	
10-15m	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	85.68 ± 13.29	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	85.68 ± 13.29	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	70.78 ± 4.82	81.05 ± 10.57	89.20 ± 8.99	99.73 ± 7.67	99.60 ± 8.09	98.53 ± 8.51	
15-20m	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51	
20-25m	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	69.48 ± 5.46	76.45 ± 9.79	85.63 ± 4.87	86.77 ± 11.02	100.07 ± 1.20	98.53 ± 8.51	

女兒について、25m走タイムは、3歳児後半10.527秒、3歳児前半9.013秒、4歳児後半8.396秒、4歳児前半7.564秒、5歳児後半6.573秒、5歳児前半6.586秒であった。疾走速度は、3歳児後半2.427 m/秒、3歳児前半2.899 m/秒、4歳児後半3.164 m/秒、4歳児前半3.499 m/秒、5歳児後半3.999 m/秒、5歳児前半3.919 m/秒であった。ピッチは、3歳児後半から3.746Hz、3.864Hz、3.747Hz、4.076Hz、4.107Hz、3.878Hzであった。ストライドは、3歳児後半から5歳児前半まで、0.648m、0.750m、0.844m、0.857m、0.973m、1.012mであった。身長比ストライドは、3歳児後半から5歳児前半まで、68.15%、75.35%、80.90%、83.62%、88.33%、89.53%であった。各分析項目の分散分析の結果、25m走タイム、疾走速度、ストライド、身長比ストライドは、年児グループ間に有意性 ( $p < 0.001$ ) が認められたが、男児と同様、ピッチには有意性は認められなかった。

25m走タイムは、隣り合った年児グループでは差はみられないところが多いが、全体を通して見ると、男児同様、年児が進むにつれて短縮していることが明らかになった。また、反応時間を

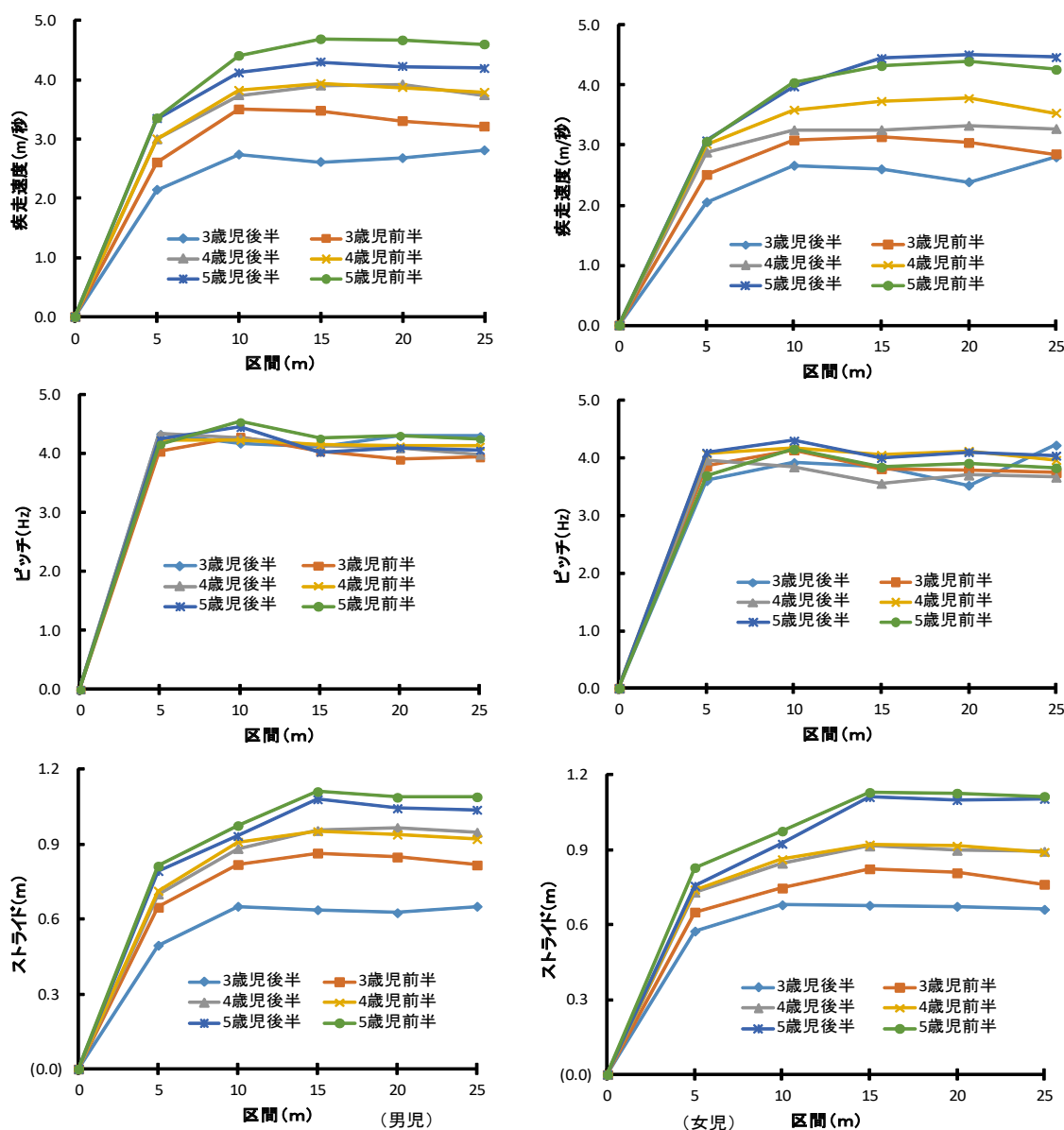


図4 グループ別区間疾走速度、区間ピッチ、区間ストライドの変化 (左図：男児、右図：女兒)



除いた疾走速度も、隣り合った年児グループでは差がみられないところが多いが、全体を通して見ると、年児が進むにつれて向上していた。全国的な規模で調査した杉原ら（2004）による女児の25m記録は、4歳児前半8.34秒、4歳児後半7.65秒、5歳児前半7.17秒、5歳後半6.69秒、6歳前半6.43秒、6歳後半6.25秒と報告している。男児同様、本研究と杉原らの報告と比較すると本研究3歳児前半グループ9.013秒と杉原らの研究4歳児前半8.34秒、5歳児前半グループ6.586秒と6歳児前半6.43秒と比較し、それぞれ有意な差はみられなかった。したがって、本研究の女児の対象者も、全国的に平均的なレベルであることが示された。ピッチは、有意性が認められず、3歳児後半グループから5歳児前半グループまで差がみられなかった。ストライドは、年児グループが進むにつれて増大していた。身長比ストライドも年児グループが進むにつれて割合が高くなっていった。

以上のことから、疾走速度はピッチとストライドの積であるので、男女児とも年児グループが進むことに伴う疾走速度の増加は、ストライドの増大によるものであることが明らかになった。なお、身長比ストライドも、3歳児後半から5歳児前半の値は、男児63.85%から86.30%、女児68.15%から89.53%であり、身長の高低の要因を除いた身長比ストライドの割合が大きくなっている。このことは、筋力の発達などによるストライドの増大によるものと示唆される。

### 3 25m走の区間疾走速度、区間ピッチ、区間ストライドの変化について

表3は男児、表4は女児ごとに各年児グループについて25mを5m毎に5区間に分けた区間記録、区間疾走速度、区間ピッチ、区間ストライド、区間身長比ストライドの平均値を示したものである。また、図4左側は男児、右側は女児、それぞれ上から区間疾走速度、区間ピッチ、区間ストライドの変化を年児グループ別に示したものである。

男児について、5m地点までを示している0-5m区間の疾走速度は、月齢順となる3歳児後半グループが最も低く2.146m/秒で、5歳児前半グループが最も高く3.351m/秒であった。どの区間も同様に、3歳児後半グループの疾走速度が最も低く、5歳児前半グループの疾走速度が最も高かった。ピッチの最高値は、3歳児後半グループで4.330Hz、5歳児前半グループで4.533Hzであった。そして、区間にも差はみられず、年児グループにも差はみられず、どの年児グループも同じよ

表5 各年児グループにおける各区間の相対疾走速度、相対ピッチ、相対ストライド

		区間	3歳児後半	3歳児前半	4歳児後半	4歳児前半	5歳児後半	5歳児前半
男	相対疾走速度 (%)	0-5m	76.3	74.5	76.4	76.3	77.9	71.5
		5-10m	97.5	100.0	95.4	97.1	95.8	94.0
		10-15m	93.0	99.4	99.5	100.0	100.0	100.0
		15-20m	95.3	94.4	100.0	98.4	98.3	99.6
		20-25m	100.0	91.8	95.4	96.3	97.5	98.1
	相対ピッチ (%)	0-5m	100.0	94.0	100.0	99.9	95.4	91.6
		5-10m	96.2	100.0	98.5	100.0	100.0	100.0
		10-15m	94.7	94.1	95.5	98.1	90.5	93.9
		15-20m	99.0	90.9	94.4	97.7	92.3	94.9
		20-25m	99.2	91.8	91.9	97.6	91.4	93.7
	相対ストライド (%)	0-5m	76.0	74.9	72.5	75.0	73.4	73.2
		5-10m	100.0	94.7	91.3	95.6	86.4	87.8
		10-15m	97.9	100.0	98.8	100.0	100.0	100.0
		15-20m	96.0	98.2	100.0	98.6	96.7	97.9
		20-25m	100.0	94.4	98.0	96.7	96.1	98.1
女	相対疾走速度 (%)	0-5m	73.2	80.0	86.7	79.9	68.2	69.7
		5-10m	95.0	98.3	97.8	94.9	88.2	92.0
		10-15m	92.9	100.0	97.9	98.8	98.6	98.4
		15-20m	85.2	96.9	100.0	100.0	100.0	100.0
		20-25m	100.0	90.9	98.5	93.6	99.0	97.0
	相対ピッチ (%)	0-5m	85.4	93.2	100.0	97.9	95.1	89.0
		5-10m	92.8	100.0	97.0	100.0	100.0	100.0
		10-15m	90.9	92.1	89.7	97.3	93.0	92.5
		15-20m	83.5	91.4	93.4	99.0	95.4	94.2
		20-25m	100.0	90.5	92.5	95.2	93.9	92.2
	相対ストライド (%)	0-5m	84.5	79.0	79.8	80.4	68.0	73.3
		5-10m	100.0	90.6	92.5	93.6	83.2	86.3
		10-15m	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		15-20m	99.1	98.1	98.1	99.5	98.9	99.7
		20-25m	97.4	92.5	97.7	96.7	99.4	98.6

は、各年児グループ別、各項目ごとの最高値出現区間を示している

うな結果であった。ストライドは、3歳児後半グループは5-10m区間と20-25m区間で0.651mの最高値が見られた。また、4歳児後半グループは15-20m区間で0.966mの最高値が見られた。その他のグループは、10-15m区間で最高値を示していた。各区間のストライドは、3歳児後半グループが最も短く、5歳児前半グループが最も長いというように、どの区間も年児グループ順に長くなっていた。

女兒については、各区間の疾走速度は、どの区間もほぼ同様に、月齢順となる3歳児後半グループが最も低く、5歳児前半グループが最も高かった。ピッチは、3歳児後半グループは20-25m区間に最高値(4.227Hz)を示し、他の各年児グループは0-5m区間か5-10m区間に最高値(3.968Hz~4.304Hz)を示した。3歳児後半グループ以外では、どの年児グループも10mまでに最高ピッチが出現しているが、それ以降25mまであまり変化がなかった。そして、年児グループに差はみられず、男児と同様に、どの年児グループも同様の結果であった。ストライドは、3歳児後半グループは5-10m区間で0.679mの最高値がみられた。また、その他の年児グループでは10-15m区間で最高値がみられ、5歳児前半グループは1.129mの最高値がみられた。各区間のストライドは、3歳児後半グループが最も短く、5歳児前半グループが最も長いというように、ほぼどの区間も年児グループ順に長くなっていた。また、どの年児グループもスタートから15mまでストライドが大きくなり、それ以降は維持あるいは少し低下をしてゴールしていた。

表5は、男女児別に、各年児グループにおける各区間の疾走速度、ピッチ、ストライドのそれぞれ最高値が出現した区間に対する各区間の相対疾走速度、相対ピッチ、相対ストライドを示した。男児の疾走速度は、3歳児後半グループは20-25m区間で、3歳児前半グループは5-10m区間で、4歳児後半グループは15-20m区間で最高疾走速度が出現し、4歳児前半、5歳児後半、5歳児前半グループは、10-15m区間で最高疾走速度が出現した。相対疾走速度は、どの年児グループも5mまでに最高疾走速度の70%を超える速度を示し、10mまでには90%を超えていた。男児のピッチは、5mで最高値あるいは91.6%~99.9%を示した。各学年とも0-5m区間か5-10m区間に最高値を示し、それ以降25mまであまり変化がなかった。男児のストライドについて、3歳児後半と4歳児後半グループを除く各年児グループは、10-15m区間までに急激に増大し、その後若干の低下が見られた。

女兒の疾走速度は、3歳児後半グループは20-25m区間で、3歳児前半グループは10-15m区間で、4歳児後半、4歳児前半、5歳児後半、5歳児前半グループは、15-20m区間で最高疾走速度が出現した。最初の5m区間で相対疾走速度は、3歳児前半グループと4歳児後半グループが、最高疾走速度の80%を超える速度を示し、他の年児グループも最高疾走速度の70%を超える速度を示していた。女兒のピッチは、3歳児後半グループは20-25m区間に最高値を示したが、他の各年児グループは0-5m区間か5-10m区間に最高値を示した。女兒のストライドは、各年児グループとも10-15m区間までに急激に増大し、その後若干の低下がみられた。

以上のことにより、疾走速度が5-20m区間で最高に達した後、疾走速度の減少は、10m以降のピッチの減少と15m以降のストライドの減少によることが明らかになった。

#### IV まとめ

本研究は、男女児の3歳児から5歳児まで77名を対象に疾走能力を分析した。主な結果は次のとおりである。

- 1 身長が高いと疾走速度が速いし、ストライドも大きい。一方ピッチは身長が高くても低くても関係がないことが明らかとなった。
- 2 幼児期において、疾走速度の遅速は、ストライドの長短、そして身長の高さを除いた身長比ストライドの長短にも大きく関係し、さらにピッチの高低と疾走速度の遅速にも弱く関連していることが示唆された。
- 3 25m走のタイムは、隣り合った年児グループでは差がみられないところが多いが、全体を通してみると、男女児とも年児が進むにつれて短縮していることが明らかとなった。
- 4 男女児の疾走速度、ピッチ、ストライドの区間変化は、どの年児も疾走速度が5-20m区間で最高に達した後、疾走速度の減少は、10m以降のピッチの減少と15m以降のストライドの減少によるものであることが示唆された。

#### 謝辞

本研究は、埼玉大学教育学部附属幼稚園の教職員と園児・保護者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。

#### 参考文献

- 阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英孝・平野敬靖（1994）世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析—男子を中心に—。佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良 監修。世界一流陸上競技者の技術。ベースボールマガジン社：東京，pp.14-28.
- 有川秀之・太田涼（1999）100M走における疾走速度変化の分析。埼玉大学紀要教育学部（教育科学Ⅲ），48(1)：141-150.
- 近藤充夫・杉原隆・森司朗・吉田伊津美（1998）最近の幼児の運動能力 体育の科学 Vol.48 pp851-859
- 宮丸凱史（1995）成長にともなう走能力の発達。J. J. Sports Sci. 14：427-434.
- 宮丸凱史（2001）児童期の疾走能力の発達。宮丸凱史 編著者。疾走能力の発達。杏林書院：東京，pp70-80
- 岡野進・渡部誠・品田龍吉（1988）100mレース（競技会）における男子スプリンターのタイム、ピッチ、ストライド。陸上競技紀要1：12-18.
- 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.
- 杉原隆・森司朗・吉田伊津美・近藤充夫（2004）2002年の全国調査からみた幼児の運動能力 体育の科学 Vol.54 pp161-170
- スポーツ庁（2018）平成30年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果について。 [http://www.mext.go.jp/prev\\_sports/comp/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afieldfile/2018/12/20/1411921\\_00\\_gaiyo.pdf](http://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2018/12/20/1411921_00_gaiyo.pdf)

(2019年9月4日提出)

(2019年10月10日受理)

# Biomechanical analysis of sprinting performance for preschool children

ARIKAWA Hideyuki

Faculty of Education, Saitama University

## Abstract

This study investigated the biomechanical analysis of sprinting performance for preschool children. The subjects were 77 preschool children who aged 3 to 6. They were filmed in VTR picture during 25m sprinting, with a pole located every 5m. 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 sprinting velocity cause by height, and by stride length in preschool children. On the other hand, stride frequency is not related to height.
- 2 It was suggested that the sprinting velocity was greatly related to stride length and stride length ratio, and also weakly related to the stride frequency.
- 3 Times of 25m sprinting were decreased from 3 to 5 years for both boys and girls.
- 4 It was suggest that both boys and girls reached the highest for sprinting velocity in the 5-20m section, and the decrease in sprinting velocity decreased for the stride frequency after 10m and for the stride length after 15m

**Keywords:** preschool children, sprinting ability, stride frequency, stride length