

## 一般学生の疾走能力の発達に関する研究

加藤謙一\*, 宮丸凱史, 宮下 憲  
阿江通良, 中村和彦, 麻場一徳

### Development of Running Performance in University Students

Ken-ichi KATOH, Masashi MIYAMARU, Ken MIYASHITA  
Michiyoshi AE, Kazuhiko NAKAMURA and Kazunori ASABA

#### Abstract

The purpose of this study was to cross-sectionally investigate the development of running performance in university students. The subjects were 199 university students (80 males and 119 females) ranging from 18 to 21 years of age. Running motion during 50m-dash with maximum effort was filmed with a high speed video camera operating at 200 fps. The excellent group (EG) and the poor group (PG) in male and female subjects were selected based on the mean value and the standard deviation of running speed in each sex.

The running motion was compared between the EG and the PG using kinematic parameters such as running speed, step length, step frequency and path of the centers of gravity for the whole body (CG) and the leg (Leg CG) during running.

The results were summarized as follows:

- 1) Running time was slightly increased with age from 7.18sec to 7.33sec in males and from 8.68sec to 9.01sec in females. Running speed of both males and females was slightly decreased with age. Step length and step length/body height were similarly decreased with age. However, step frequency and flight time/support time showed no appreciable change with age. Sex difference of the running performance was remarkable in these ages.
- 2) Running speed of the EG was greater than the PG. The difference of running speed between the EG and the PG was 1.33m/s in males and 1.59m/s in females. Step frequency, step length/body height, and flight time/support for the EG were greater than those for the PG.
- 3) Although horizontal displacement/body height of the CG of the EG was greater than that of the PG, vertical displacement/body height of the CG of the EG was smaller than that of the PG. Average ascending angle from the lowest to the highest points of the CG of the EG was smaller than that of the PG, while horizontal displacement of the CG during the

---

\* 宇都宮大学教育学部

nonsupport phase in the ratio to that of the support phase of the EG was greater than that of the PG.

4) Horizontal and vertical displacement of the Leg CG and toe relative to the trochanter as a reference point of the EG were greater than those of the PG. These results indicate that clear difference of running motion between the EG and the PG was found, namely the running motion of the PG was can be characterized by short stride and bouncing motion.

5) From the results of this study, it was evident that the running performance of the PG was on relatively low level, namely the running speed of the PG in males was slightly inferior to that of 13-year-old boys and that of the PG in females was almost same level as 9 or 10-year-old girls.

Key Words: University students · Running performance · Running motion · Development

## I. 緒言

疾走運動のパフォーマンスは、形態や機能の発育発達に大きく依存している。したがって、疾走能力の発達については、様々な年齢段階でその発達水準が検討される必要がある。

疾走運動は、体力・運動能力テストなどの1項目として、おもに、50m走の記録などから経年的発達が捉えられている。しかし、疾走能力の発達を捉えるには、パフォーマンスの経年的変化だけでなく、歩幅や歩数の経年的変化、また、動作の経年的変容も明らかにする必要がある。

これまで、発育期にある幼児や児童・生徒の疾走運動については、走速度や歩幅、歩数などの面から<sup>1)2)</sup>、あるいはその動作の面から<sup>3)4)5)6)7)</sup>多くの報告がなされている。しかし、身体的成熟に達した一般成人の疾走能力に関する報告は少なく、パフォーマンスなどから検討されたもの<sup>8)</sup>はあっても、疾走動作などの質的な変容を捉えたものはほとんどみられない。

一般成人、とりわけ大学生段階の疾走能力を検討することは、この時期における体育の学習指導やスポーツの指導に携わる者にとっては意義あるものになると思われる。

そこで、本研究は、一般学生の疾走能力を明らかにし、疾走能力および疾走動作の発達水準を捉えようとするものである。

## II. 研究方法

### 1. 被験者

被験者は、昭和60年5月に実施された筑波大学体力・運動能力測定に参加した1年から4年までの体育専門学群学生を除いた、一般学生199名(男子80名、女子119名)であった。被験者の身体的特性は、表1のようであった。

### 2. 実験およびデータ処理

50m全力疾走の25m地点での疾走フォームを被験者の側方30mよりハイスピードビデオカメラ(nac HSV-200)を用いて毎秒200コマで撮影した。撮影されたビデオフィルムから、各被験者の身体各部位の座標をビデオポジションアナライザーにより2コマごとに取り出し、パーソナルコンピューターに入力し、フィルムに写し込んだスケールマークをもとに各点の座標を実長に換算した。

得られたデータから次のような項目を求めた。なお、フィルム分析は、少なくとも2歩にわたって行い、その平均値をデータとして用いた。①走速度：歩幅と歩数の積とした。

表1 被験者の身体的特性

AGE (years)		18	19	20	21
Number of Subjects	Male	16	19	14	31
	Female	40	44	16	19
Body Height (cm)	Male	169.8 (3.9)	169.9 (7.1)	170.8 (3.4)	170.1 (4.9)
	Female	158.9 (5.4)	159.0 (4.8)	157.2 (5.4)	159.9 (4.8)
Body Weight (kg)	Male	60.6 (5.5)	60.1 (7.6)	63.3 (5.6)	63.5 (7.1)
	Female	51.3 (7.0)	51.9 (5.1)	50.1 (5.1)	51.7 (5.2)

Mean (SD)

②歩幅：離地時における足先点間の距離とした。③歩数：1歩に要した時間をコマ数から求め、その逆数とした。同様にして滞空時間および支持時間を求めた。また、疾走中の身体や脚の重心、足先の変位を算出した。

さらに、男女別に全体の走速度の平均値と標準偏差を基準として、疾走能力の Excellent Group (以下 E 群) と Poor Group (以下 P 群) を選び出し、両群を比較検討した。なお、E 群は、走速度の平均値プラス1.5SD 以上の者、P 群は、平均値マイナス 1.5SD 以下の者であった。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. 50m 走時間、走速度、歩幅、歩数などの経年的変化

18歳から21歳にかけての50m 走時間、走速度、歩数、歩幅、歩幅の身長に対する比および滞空時間と支持時間との比の結果は、表2のとおりであった。

本研究の被験者である18歳から21歳の50m 走時間は、男子では、7.18秒から7.35秒、女子では、8.68秒から9.09秒の範囲であった。これらの値を日本人の体力標準値<sup>9)</sup>に示されている50m 走時間の値と比較すると、各年齢の男女において若干異なるが、いずれの年齢においてもその差はきわめて少なく、本研

究の被験者の値は、男女とも18歳から21歳における標準的なものと判断された。

男子では、走速度は、毎秒7.81m から毎秒7.48m へ経年的に減少し、歩幅や歩幅の身長に対する比も179.9cm, 1.06 から171.4cm, 1.01 へ経年的に減少した。また、女子の走速度も、毎秒6.36m から毎秒6.09m へ経年的に減少し、歩幅や歩幅の身長に対する比も157.5cm, 0.99から152.0cm, 0.95 へと経年的に減少した。一方、歩数や滞空時間と支持時間との比は、男子が各々4.27歩/秒, 0.86から4.37歩/秒, 0.95の範囲に、女子が各々4.01歩/秒, 0.85から4.04歩/秒, 0.90の範囲にあり、それぞれ経年的変化はみられなかった。

#### 2. 疾走能力の経年的発達

図1は、本研究の18歳から21歳における疾走能力の発達段階を捉えるために、これまでの先行研究の結果に基づいて走速度、歩幅、歩幅の身長に対する比、および歩数の経年的変化を示したものである。この図における2歳から11歳の値は、斉藤、宮丸ら<sup>6)</sup>の、また12歳から14歳の値は、加藤ら<sup>10)</sup>の報告によるものであり、宮下、阿江ら<sup>11)</sup>の世界およびわが国の一流スプリンターの値をも比較のためにプロットした。

表2 50m走時間と走速度, 歩幅, 歩数, 歩幅/身長および滞空時間/支持時間の経年的変化

AGE (years)		18	19	20	21
50 m Running Time (sec)	Male	7.18 (0.24)	7.35 (0.29)	7.27 (0.36)	7.33 (0.37)
	Female	8.68 (0.56)	8.78 (0.49)	9.09 (0.42)	9.01 (0.41)
Running Speed (m/s)	Male	7.81 (0.26)	7.56 (0.31)	7.63 (0.42)	7.48 (0.35)
	Female	6.36 (0.45)	6.25 (0.39)	5.99 (0.34)	6.09 (0.33)
Step Length (cm)	Male	179.9 (8.0)	177.5 (11.2)	175.1 (8.4)	171.4 (10.7)
	Female	157.5 (10.7)	155.1 (11.3)	148.1 (8.2)	152.0 (10.5)
Step Frequency (steps/s)	Male	4.34 (0.19)	4.27 (0.24)	4.36 (0.26)	4.37 (0.22)
	Female	4.04 (0.22)	4.03 (0.21)	4.04 (0.19)	4.01 (0.24)
Step Length/ Body Height	Male	1.06 (0.05)	1.04 (0.05)	1.03 (0.05)	1.01 (0.05)
	Female	0.99 (0.07)	0.98 (0.06)	0.94 (0.04)	0.95 (0.07)
Flight Time/ Support Time	Male	0.95 (0.11)	0.93 (0.11)	0.36 (0.09)	0.94 (0.11)
	Female	0.87 (0.12)	0.87 (0.12)	0.85 (0.08)	0.90 (0.10)

Mean (SD)

走速度は, 2歳から11歳まで加齢につれて増大し, 明確な性差は認められない。しかし, 思春期を迎える12歳から14歳になると, 男子では走速度は著しく増大し, 歩幅や歩幅の身長に対する比も同様に増大する。一方, 女子では12歳以降, 走速度, 歩幅, 歩幅の身長に対する比は男子のような経年的増大はみられず, 停滞の傾向を示す。そして, 走速度, 歩幅に著しい性差が生じる。しかし, 歩数は2歳から14歳まで男女とも大きな違いがなく, 経年的変化は認められない。

本研究の対象となった18歳から21歳にかけて男子の走速度は, 思春期までのような経年的増大はみられず, むしろ, 経年的に減少する傾向を示し, 歩幅や歩幅の身長に対する比も経年的に減少した。一方, 女子も走速度,

歩幅, 歩幅の身長に対する比は経年的に減少した。走速度の性差は, 思春期よりも一層明らかになった。歩数は, 2歳から14歳の値と比べ, 男子では, やや高い値を示したが, 女子では, ほぼ同様の値を示した。そして, その経年的変化は, 男女とも認められなかった。このことは, 歩数は脚の動作の反復的切り換えの速さによるものであり, こうした敏捷性は神経系の発達が早い幼児期からすでに成人と変わらぬレベルにある<sup>12)</sup>と指摘されていることからもうかがえる。

これらの結果から, 18歳から21歳にかけての走速度の経年的減少は, 男女とも主に歩幅の減少によるものと考えられる。

松浦<sup>13)</sup>は, 走力の最高レベルに到達する時期は, 男子では, 10代後半, 女子では, 10

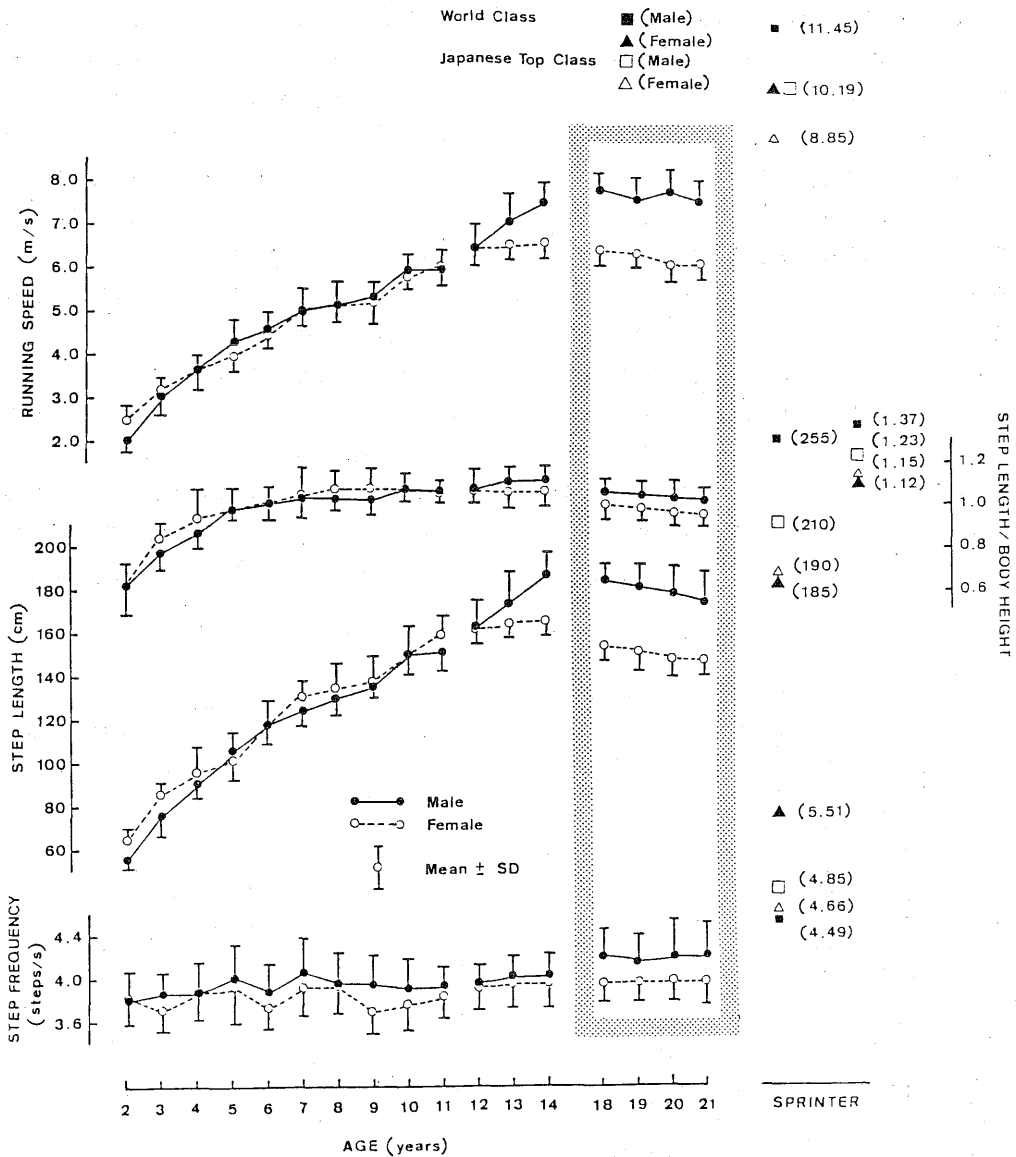


図1 走速度、歩幅、歩幅/身長、および歩数の経年的変化と一流スプリンターの値

代前半であると指摘している。また、これまでの資料<sup>9)</sup>によれば、50m 走速度が最高に達する時期は、男子では、17歳から18歳、女子では、13歳から15歳であるとみられる。

これらのことを考慮すると、本研究の結果にみられた走速度の低下の傾向は、男女ともにすでに疾走能力のピークが過ぎていることを示している。

一方、高度な技術を持ち、競技レベルの高い一流スプリンターは、長年にわたる長期的なトレーニングを要することから、その最高成績を発揮する年齢が一般成人より遅く、男性では、22歳から24歳、女性では、20歳から22歳と報告<sup>14)</sup>されている。その高度にトレーニングされた世界や日本における一流スプリンターの疾走速度、歩幅、歩幅の身長に対す

る比、および歩数の値は、一般成人に比べて著しく大きな値であり、その能力差は極めて大きいことが明確であった。

### 3. E群とP群の疾走能力の比較

図2は、本研究の被験者全体について、男女別にE群とP群および全体の疾走速度の平均値を示したものである。この図の9歳、10歳の値は、齊藤<sup>15)</sup>、13歳の値は、加藤<sup>4)</sup>によるものである。表3には、男女別にE群とP群の疾走能力に関する値を示した。E群とP群の平均疾走速度の差は、男子では、1.33m/s、女子では、1.59m/sであり、男女とも両群間に著しい違いが認められた。また、男子P群は、6.91m/s、女子E群は、6.99m/s

sでほぼ同じ値であり、両者はともに、13歳男子より低い値を示した。さらに、女子P群は、5.40m/sで9歳女子よりやや高く、10歳女子よりもやや低い値を示した。

このように、一般学生の間には、著しい個人差がみられ、とりわけ疾走能力の劣っているP群の男子では、中学2年生、その女子では、小学生4～5年生のレベルにとどまっていることが明確となった。

歩幅や歩数などの値は、いずれも男女E群の方がP群より大きい値であった。疾走動作の発達段階をあらわすといわれている<sup>6)</sup>歩幅の身長に対する比や滞空時間と支持時間の比をみると、男子E群は、それぞれ1.09、1.10であるのに対し、P群は、0.97、0.85であっ

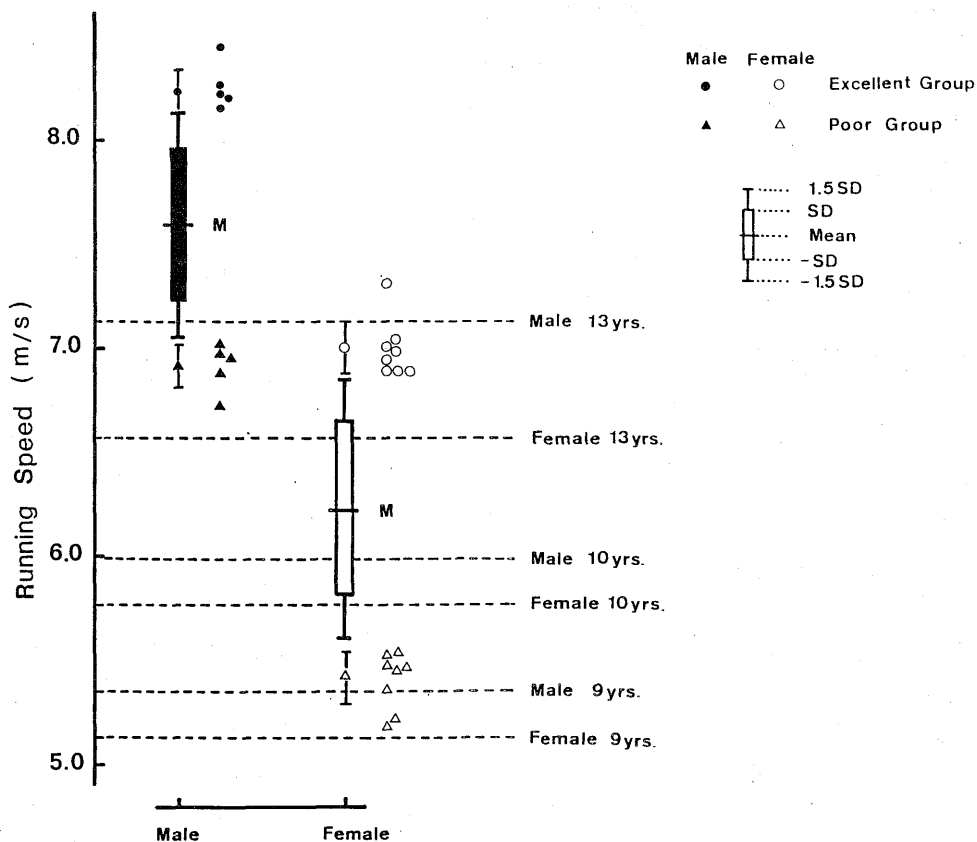


図2 E群、P群および全体の平均疾走速度

表3 E群とP群の走速度, 歩数, 歩幅, 歩幅/身長および滞空時間/支持時間

		Excellent Group	Poor Group	Total
Number of Subjects	Male	5	5	
	Female	8	8	
Body Height (cm)	Male	170.6	170.4	170.1
	Female	160.6	158.0	158.9
Body Weight (kg)	Male	69.2	65.6	62.1
	Female	53.5	51.9	51.4
Running Speed (m/s)	Male	8.24	6.91**	7.59
	Female	6.99	5.40**	6.22
Step Frequency (steps/s)	Male	4.44	4.20	4.34
	Female	4.16	3.81**	4.04
Step Length (cm)	Male	185.9	164.5**	175.2
	Female	168.1	142.2**	154.5
Step Length/Body Height	Male	1.09	0.97**	1.03
	Female	1.05	0.90**	0.97
Flight Time/Support Time	Male	1.10	0.85**	0.93
	Female	0.99	0.86*	0.87

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

た。一方, 女子E群は, それぞれ1.05, 0.99に対し, P群は, 0.90, 0.86であり, 男女とも両群間に著しい違いが認められた。

このことは, 一般学生におけるE群とP群の間に疾走動作にも大きな違いがあることを示唆している。特に, 歩幅の身長に対する比の男女P群の値は, 幼児の値<sup>15)</sup>に近いものであった。そこで, 男女両群の疾走動作につ

いて比較検討した。

#### 4. E群とP群の疾走動作の比較

図3は, 男女別にE群とP群の疾走1サイクルすなわち, 2歩中の身体重心の軌跡を示したものである。男女両群の疾走中の身体重心の水平および鉛直変位の身長に対する比などの平均値は, 表4のようであった。

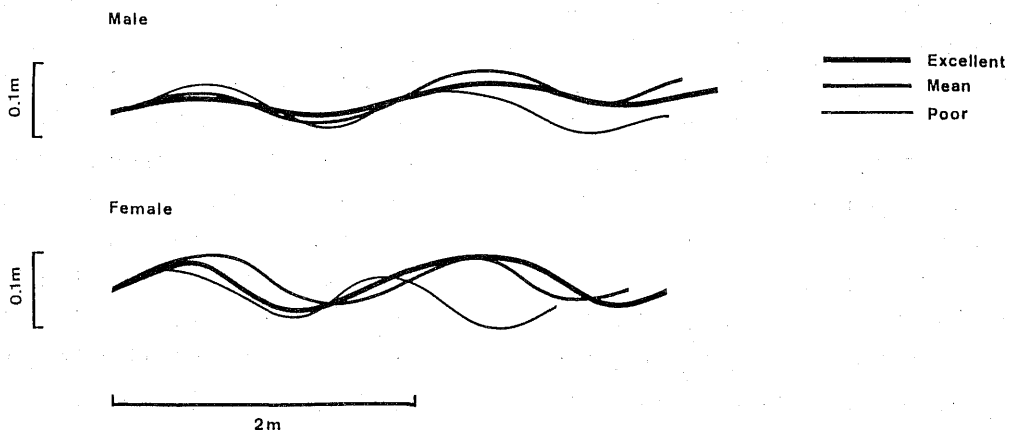


図3 E群, P群の疾走1サイクル中(2歩)の身体重心の軌跡

表4 E群, P群の疾走中の身体重心の水平および鉛直変化の身長に対する比, 跳躍比, 平均上昇角度

		Excellent Group	Poor Group	Total
<u>Horizontal Displacement of CG</u> Body Height (%)	Male	112.1	101.6**	107.1
	Female	106.2	92.4**	100.4
<u>Vertical Displacement of CG</u> Body Height (%)	Male	4.4	4.2	4.2
	Female	4.7	5.7	5.2
<u>Horizontal Disp. (non-support)</u> <u>Horizontal Disp. (support)</u>	Male	1.03	0.90	0.93
	Female	1.00	0.85**	0.91
Average Ascending Angle (deg.)	Male	3.19	3.94	3.77
	Female	4.42	5.50*	5.15

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

身体重心の水平変位は, 男女ともE群がP群よりも大きな軌跡を描いているのが明確にみられる。身体重心の水平変位の身長に対する比は, 男女ともE群(112.1%, 106.2%)がP群(101.6%, 92.4%)より大きい値を示し, その鉛直変位は, とくに, 女子ではP群(5.7%)が大きい値を示した。また, 支持期の身体重心の水平変位に対する滞空期の身体重心の水平変位の比すなわち, 跳躍比は, 男女ともE群(1.03, 1.00)がP群(0.90, 0.85)より大きい値を示し, また, 身体重心の最下点から最高点までの平均上昇角度は, 男女ともE群(3.19°, 4.42°)の方がP群(3.94°, 5.50°)より小さい値を示した。

宮丸らは<sup>16)</sup>, 幼児の疾走中の身体重心の水平変位や鉛直変位などを算出しており, これらの変位の身長に対する比と比較すると, P群の値は, 幼児に近いものであった。また, 平均上昇角度については, 男子P群では, 7歳児, 女子P群では, 4歳児レベルであった。

これらの結果は, 男女ともにE群, P群間に疾走動作の違いがみられること, すなわち, P群は, E群より歩幅が小さく, 上下動の大きい疾走動作であると考えられる。そして, Wickstrom<sup>17)</sup>が未熟な走動作の特徴の1つとしてあげている bouncing motion が男女P群において顕著にみられることを示唆している。

このような両群の疾走中の身体重心の違いは, 疾走中の下肢の動きと関連しているとみられる。そこで, 下肢の動作を捉えるためにE群とP群の疾走中の脚の重心や足先の軌跡について検討を加えた。

図4は, 男女別にE群とP群の疾走中の脚の重心および足先の軌跡を, 大転子を基点として示したものである。また, 男女両群についてこれらの軌跡における水平, 鉛直変位の身長に対する比を求めた結果は, 表5のようであった。

脚の重心の水平変位の身長に対する比は, 男女ともにE群(23.7%, 22.7%)がP群(23.1%, 19.8%)よりやや大きい値を示し, その鉛直変位についてもE群(10.2%, 9.8%)がP群(8.9%, 8.1%)より大きい値を示した。

足先の水平変位の身長に対する比においても男女E群(79.0%, 80.1%)がP群(77.8%, 72.4%)より大きく, その鉛直変位もE群(45.6%, 42.6%)がP群(35.6%, 31.7%)よりはるかに大きい値を示した。

このような脚の重心や足先の軌跡の両群の違いから, E群の疾走動作は, P群に比べ, 滞空期にある自由脚の腰関節や膝関節の屈曲や伸展が大きく, 脚の運動範囲の大きい動作であると考えられる。

以上の, 一般学生のE群, P群間にみられ



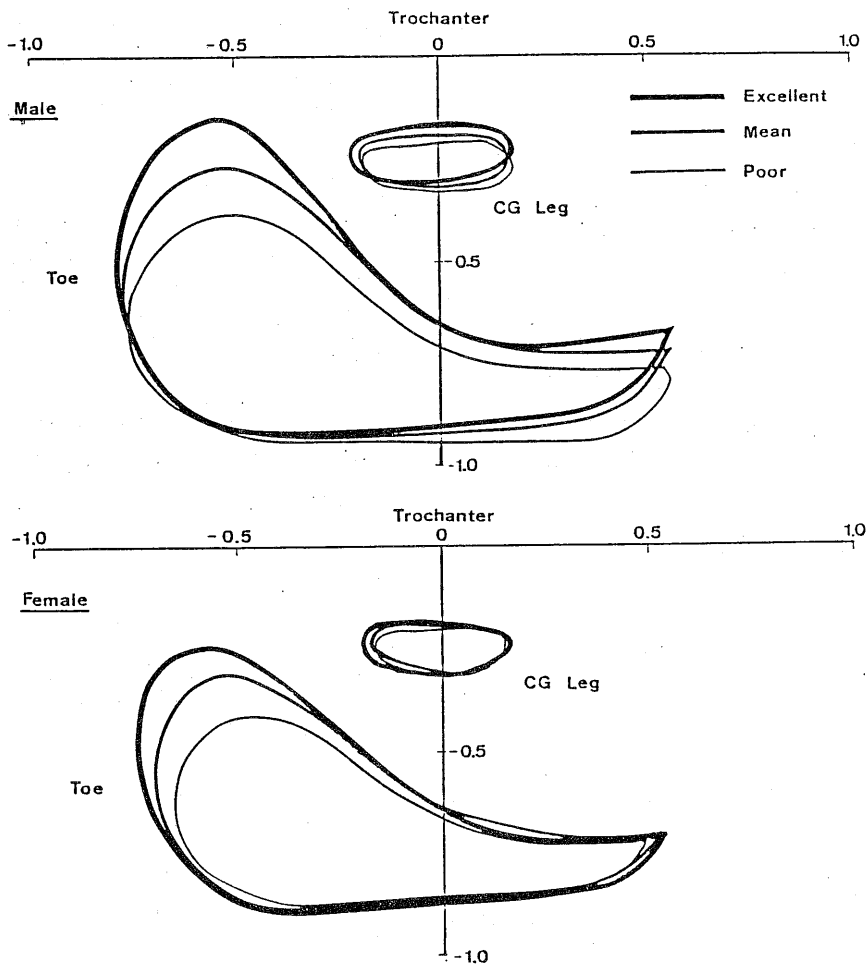


図4 E群, P群の大転子を基点とした脚の重心および足先の軌跡

表5 E群とP群の大転子を基点とした脚の重心, 足先の軌跡から求めた水平および鉛直変位

		Excellent Group	Poor Group	Total
<u>Horizontal Displacement of the Leg CG</u> Body Height (%)	Male	23.7	23.1	23.3
	Female	22.7	19.8**	21.6
<u>Vertical Displacement of the Leg CG</u> Body Height (%)	Male	10.2	8.9	9.8
	Female	9.8	8.1	9.2
<u>Horizontal Displacement of the Toe</u> Body Height (%)	Male	79.0	77.8	78.7
	Female	80.1	72.4**	76.7
<u>Vertical Displacement of the Toe</u> Body Height (%)	Male	45.6	35.6*	41.3
	Female	42.6	31.7	39.1

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

た疾走動作の違いは、疾走能力の優れた幼児と劣った幼児を比較した加藤らの報告<sup>18)</sup>とも一致するものであった。

### 5. 疾走動作の経年的発達

図5は、大転子を基点とした足先の軌跡の水平および鉛直変位の身長に対する値を、先行研究の2歳から14歳の結果に本研究の値を加えて示したものである。2歳から10歳の値は齊藤<sup>15)</sup>、12歳と14歳の値は加藤<sup>19)</sup>によるものである。水平変位および鉛直変位の身長に対する比は、2歳から6歳までの男女ともに経年的に著しく増大していく傾向にある。このことは、疾走中の脚の動作が前後の振幅

の小さい振動型から、しだいに脚の屈曲伸展をともなったモーシヨンの大きい回転振動型へと変容していくことを示している。しかし、児童期以降になると、この水平変位および鉛直変位に経年的変化がみられなくなり、これらの値は、18歳から21歳の成人の値とほぼ同じものとなる。このことから、成人の疾走中の脚の動作様式は、児童期のこどもの動作様式と比較して大きな違いのないことが考えられる。

従来より、走動作の発達段階を示すものとして歩幅の身長に対する比や滞空時間と支持時間との比があげられている。齊藤<sup>15)</sup>、宮丸<sup>20)</sup>、および天野<sup>21)</sup>は、歩幅の身長に対

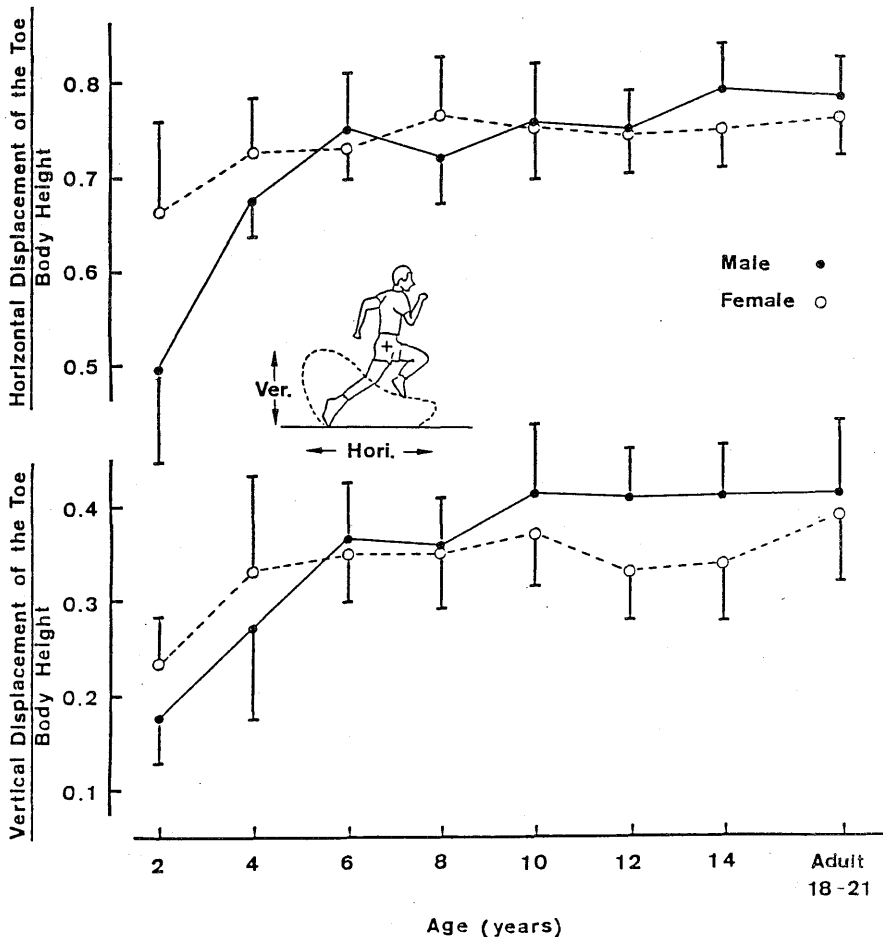


図5 大転子を基点とした足先の軌跡の水平および鉛直変位の身長に対する比の経年的変化

する比が1以上になった時点を走動作がかなり習熟した時期とみなし、その年齢は6歳から7歳頃と指摘している。

足先の軌跡の水平変位および鉛直変位の身長に対する比は、6歳以降、顕著な増大がみられず、成人と同様の値であった。走動作の発達を足先の軌跡からみても、これまでと同様の傾向が示唆された。

10代後半から20代前半の時期は、すべての体力要素が最高のレベルに達し、運動機能が最も充実した時期であるとみられる。しかし、本研究の対象となった一般学生の疾走能力の結果は、男女とも停滞から低下の傾向を示した。そして、そのE群とP群の間には、疾走能力および疾走動作にかなりの違いがみられ、男子P群の疾走能力は、13歳の中学生、女子P群は、10歳の児童のレベルよりも低いことが明らかになった。

これらの結果は、一般学生の体育やスポーツの指導において十分考慮されねばならないことを示唆している。

#### IV. 要 約

走速度、歩幅、歩数や疾走中の身体や脚の重心の軌跡などに着目して、18歳から21歳の一般学生の疾走能力および疾走動作の経年的変容を捉えた結果は、以下のように要約される。

1) 50m 走時間は、男子では、7.18秒から7.33秒へ経年的にやや増加し、女子も8.68秒から9.01秒へ経年的に増加した。

2) 走速度、歩幅および歩幅の身長に対する比は、男女ともそれぞれ減少する傾向にあった。しかし、歩数や滞空時間と支持時間との比は、男女とも経年的変化はみられなかった。また、走速度の性差は、思春期に比べ、いっそう明らかになった。

3) E群とP群の平均疾走速度の差は、男子では、1.33m/s、女子では、1.59m/sであり、男女とも両群間に顕著な違いが認められ

た。そして、歩数、歩幅の身長に対する比、滞空時間と支持時間との比は、いずれもE群の方がP群よりも大きい値を示した。

4) E群とP群の疾走動作には、以下のような違いがみられた。

①身体重心の水平変位および鉛直変位の身長に対する比は、水平変位では、E群がP群より大きく、鉛直変位では、E群がP群より小さい値であった。

②身体重心の最下点から最高点までの平均上昇角度は、E群がP群より小さく、跳躍比は、E群がP群より大きい値であった。

③大転子を基点とした脚の重心や足先の水平変位および鉛直変位の身長に対する比は、それぞれE群がP群より大きい値を示し、中でも足先の鉛直変位の身長に対する比は、E群がP群よりはるかに大きい値であった。

5) E群とP群の疾走能力および疾走動作には、著しい違いがみられ、とりわけP群の疾走能力は男子では中学2年生、女子では小学校4～5年生のレベルにとどまっていることが明らかになった。

本研究の一部は、第37回日本体育学会（筑波大学、1986.11）において発表した。

#### 文 献

- 1) 能勢修一、油野利博、有田章三：小学生における短距離走の発達、鳥取大学教育学部研究報告、教育科学、12-2：85-100、1970。
- 2) 佐藤信一：小学生における短距離疾走の進歩の追究、体育学研究、18-1：41-50、1973。
- 3) Fortney, V.L.: The Kinematics and Kinetics of the Running Pattern of Two-, Four-, and Six-Year-Old Children, Research Quarterly for Exercise and Sport, 52-4：126-135, 1983。
- 4) Marino, G.L. and McDonald, M.: A BIOMECHANICAL ANALYSIS OF CHILDREN'S RUNNING PATTERNS, Sports Science, J. Watkins, T. Reilly and L. Burwitz (edi.), 123-129, 1986。
- 5) 宮丸凱史：幼児の基礎的運動技能におけるMotor Patternの発達-1-幼児のRunning Patternの発達過程、東京女子体育大学紀要10：14-25, 1975。

- 6) 齊藤昌久, 宮丸凱史, 湯浅景元, 三宅一郎, 浅川正一: 2~11歳児の走運動における脚の動作様式, 体育の科学, 31-5: 357-361, 1981.
- 7) 辻野 昭, 後藤幸弘: 幼児・児童期における走運動 pattern の加齢的変遷, 大阪教育大学紀要, 24-3: 253-262, 1975.
- 8) 猪飼道夫, 芝山秀太郎, 石井喜八: 疾走能力の分析—短距離疾走のキネシロジ—, 体育学研究, 7-3: 59-70, 1963.
- 9) 東京都立大学身体適性学研究室編: 日本人の体力標準値 (第3版), 149-152, 不味堂, 1980.
- 10) 加藤謙一, 川本和久, 関岡康雄: 中学生の疾走能力の発達に関する縦断的研究, 体育の科学, 35-11: 858-862, 1985.
- 11) 宮下 憲, 阿江通良, 横井孝志, 橋原孝博, 大木昭一郎: 世界一流スプリンターの疾走フォームの分析, J.J. SPORTS SCI., 5-12: 892-898, 1986.
- 12) 宮下充正: スポーツとスキル, 宮下充正 (編), 現代のスポーツ科学, 第7巻, 48, 大修館書店, 1978.
- 13) 松浦義行: 体力の発達, 168-170, 朝倉書店, 1982.
- 14) マトヴェイエフ. L.P., 江上修代 (訳): ソビエトスポーツ・トレーニングの原理, 354-359, 白帝社, 1985.
- 15) 齊藤昌久: 幼児及び児童の走動作様式の発達過程に関する横断的研究, 中京大学大学院体育方法学修士論文, 1980.
- 16) 宮丸凱史, 横井孝志, 阿江通良, 加藤謙一, 中村和彦, 久野譜也: 身体重心および脚の重心の軌跡からみた幼児の走動作の発達, 筑波大学体育科学系紀要10: 299-310, 1987
- 17) Wickstrom. R.L.: Fundamental Moter Patterns, (3rd edi.), 43-63, Lea and Febiger, 1983.
- 18) 加藤謙一, 宮丸凱史, 横井孝志, 阿江通良, 中村和彦: 疾走動作の発達に関する研究(1)—疾走能力の優れた幼児と劣っている幼児の疾走動作について—, 宇都宮大学教育学部紀要, 37-2: 153-167, 1987.
- 19) 加藤謙一: 中学生における走動作の発達に関する縦断的研究, 筑波大学大学院体育研究科修士論文, 1984.
- 20) 宮丸凱史: 幼児の走技能, 体育の科学, 33-2: 90-97, 1983.
- 21) 天野義裕: 走動作の習熟, 体育の科学, 35-2: 115-121, 1985.