

教員養成課程の学生を対象にした短距離走の授業実践からわかったこと：  
速度を決定する歩幅と歩数頻度について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田中, 秀一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/8264">http://hdl.handle.net/10098/8264</a>

## 教員養成課程の学生を対象にした短距離走の授業実践からわかったこと — 速度を決定する歩幅と歩数頻度について —

福井大学教育地域科学部 田中 秀一

本研究は小学校教諭免許状取得に必要な教科に関する科目「体育科」として、本学部学校教育課程で開講されている小科目「体育実習A」で、1991年より20年以上にわたり実践してきた陸上運動における総計1263名の受講学生一人ひとりの50m走結果に基づいている。50m走記録と最高速度には、世界一流競技者、小学5・6年生および中高年齢者を対象とした100m走記録と最高速度の関係と同様に、有意な負の相関関係が男子( $r=-0.882$ ,  $p<0.01$ )と女子( $r=-0.922$ ,  $p<0.01$ )ともに認められた。さらに、最高速度を發揮時の歩幅と歩数頻度(男子: $r=-0.948 \sim -0.971$ , 女子: $r=-0.903 \sim -0.961$ )および歩幅指数と歩数指数(男子: $r=-0.893 \sim -0.951$ , 女子: $r=-0.848 \sim -0.889$ )にも、速度の高低に関わらず男女ともに有意( $p<0.01$ )な負の相関関係が認められた。これらの結果から、最高速度を高めることは50m走を早く走ることに通じるが、歩幅と歩数頻度の組み合わせには個人差の大きいことが明らかになった。

キーワード：短距離走, 最高速度, 歩幅, 歩数頻度

### I. はじめに

本研究は小学校教諭免許状取得に必要な教科に関する科目「体育科」として、本学部で開講されている小科目「体育実習A」陸上運動における50m走測定の結果に基づいている。短距離走は小学校学習指導要領(文部省, 1998; 文部科学省, 2008)に、第5学年及び第6学年で領域づけられている「陸上運動」の内容として、短距離走・リレーと示されている運動種目のひとつである。そして技能的側面として、「自己の能力に適した課題を決め、課題の解決の仕方を工夫することができるようにする」(文部省, 1998), 「自己の能力に適した課題の解決の仕方、競争や記録への挑戦の仕方を工夫できるようにする」(文部科学省, 2008)が求められている。

短距離走では「速く走る」ことができるようになるための指導と、学習過程が求められることになるが、「速く走る」とはどのようなことであろうか。小学校学習指導要領解説—体育編—には、短距離走は「50～80mの距離を全力で走る」(文部省, 1999), 「50～80m程度の短距離走」(文部科学省, 2008)とだけ示されている。「速く走る」とは、50～80mの距離を走る平均速度(m/秒)が大きいことであり、その平均速度はその間の歩幅(m/歩)と歩数頻度(歩/秒)の積によって決定される。平均速度とは、一般的に加速局面、最高速度局面および速度逓減局面の3つに、大きく区分される短距離走の局面で發揮された速度の平均である。したがって「速く走る」ことができる、すなわち大きな平均速度を得るためには、3局面のそれぞれで適切な歩幅と歩数頻度を組み合わせた走動作を行うことが必要となる。

教員養成課程の学生は将来、児童・生徒の一人ひとりが「自己の能力に適した課題」を見つけ出し、「解決の

仕方」を工夫できるようになる、短距離走の学習指導ができる確かな知識を習得すべきであろう。「体育実習A」陸上運動では、50mを短距離走の距離として用いている。結果としての記録(秒)と、原因としての歩幅と歩数頻度(歩/秒)の関係、さらに足音と足跡の相違を加えた考察を行って「何故、速く走れるのか?」、「何故、遅いのか?」、「どのように脚と腕を動かせば、さらに速く走ることができるのか?」を、受講生一人ひとりが自身の結果について考える内容のReportを課している。

これまでに、「体育実習A」陸上運動を受講した女子学生のうちで「走るのが遅い」学生に対して、歩幅と歩数頻度に焦点をあてた学習課題の提示(田中, 2001)と提示するためのノモグラム(田中, 2006)を作成した。本研究は「体育実習A」の陸上運動として、1991年より短距離走として実践してきた50m走を、歩幅と歩数頻度(歩/秒)を中心として検討することを目的とした。

### II. 方法

授業のおよその流れについては前報(田中, 2004; 2005; 2006)を、50m走計測法の詳細については安田と田中(1995; 1999)の報告を参照されたい。50m走計測について簡単に説明すると、スタートからフィニッシュまでの10m区間毎に、それぞれの所要時間(秒)を計測して速度(m/秒)を算出する。走者以外の受講生は、走路に沿って並び走路に残った足跡の先端に釘を刺すと同時に、足音を聴き取り、足跡の形状と走路に刺された釘がどのように並んでいるかを観察記録する。

10mの区間毎について算出した速度のうち、最も高い速度が發揮された区間の速度を最高速度として、その区間における歩幅と歩数頻度を検討に用いた。算出方法は、

以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{速度 (m/秒)} &= 10\text{m} \div 10\text{m毎の所要時間 (秒)} \\ \text{歩幅 (m/歩)} &= 10\text{m} \div 10\text{m毎の所要歩数 (歩)} \\ \text{歩数頻度 (歩/秒)} &= \text{歩数} \div 10\text{m毎の所要時間 (秒)} \end{aligned}$$

さらに、歩幅に対する身長の影響を取り除くために歩幅指数を、歩数頻度に対する下肢長の影響を取り除くために、Alexander (1977) の式を参考にして歩数指数をそれぞれ算出した。

$$\text{歩幅指数} = \text{歩幅} \div \text{身長}$$

$$\text{歩数指数} = \text{歩数頻度} \times (\text{下肢長} \div g)^{1/2}$$

ここで、gは重力加速度そして下肢長は20歳に相当する日本人の平均下肢長比（東京都立大学体育学研究室、1989）を、実測した身長に乗じて求めた。授業は主に2年生を対象学生にしているが、3年生と4年生も若干名が受講していた。身体に障害が無く全速力を発揮して50mを走ることができた学生数は、表1に示したごとく男子443名と女子820名の計1263名であった。

表1. 対象にした受講学生

項目	男子 (N=443)	女子 (N=820)
身長 (m)	1.723 ± 0.057	1.594 ± 0.049
脚長 (m)	0.901 ± 0.030	0.830 ± 0.026
50m走記録 (秒)	7.59 ± 0.45	9.32 ± 0.63
最高速度 (m/秒)	7.83 ± 0.56	6.20 ± 0.48
歩幅 (m/歩)	1.84 ± 0.13	1.58 ± 0.10
歩数 (歩/10m)	5.47 ± 0.39	6.36 ± 0.41
歩数頻度 (歩/秒)	4.28 ± 0.32	3.93 ± 0.28
歩幅指数	1.07 ± 0.08	0.99 ± 0.06
歩数指数	1.29 ± 0.10	1.14 ± 0.08

### Ⅲ. 結果と考察

50m走記録と最高速度の関係には、男子（図1）と女子（図2）ともに有意な高い負の相関関係が認められた。同様な傾向を、50m走能力が劣る女子学生についてもすでに報告（田中，2001；2006）されている。陸上競技選手に関しては、100m走記録と最高速度の高い負の相関関係が、一流短距離選手（阿江，1991；阿江ら，1994；小林，2001）、小学5・6年生の男女児童（加藤ら，2002）、およびマスターズ競技会における中高年齢男性（田中と印牧，2004）と女性（田中と印牧，2005）についても報告されている。これらことから、最高速度を高めることが、50～100m走の記録を向上させるために重要であると示唆される。短距離走の高いPerformanceを

発揮するためには、①スタートの合図に対するすばやい反応→②短時間のうちに大きな最高速度を発揮→③大きな最高速度をフィニッシュまで維持、しなければならない。図1と2の結果および100m走記録と最高速度の関係から、最高速度を高めることを「課題」にして、その解決法あるいは解決の仕方を工夫すれば、50mを「速く走る」ことができるようになるであろう。目標とする最高速度を発揮できるようになるための解決法のひとつとして、50m走能力が低いと判断した女子学生のみを対象にした前報（田中，2001；2006）では、歩幅あるいは歩数頻度のどちらか一方を高めることに焦点を合わせる、改善しようとする歩幅あるいは歩数頻度の具体的な目標数値を提示するノモグラムを作成した。本研究は表2と

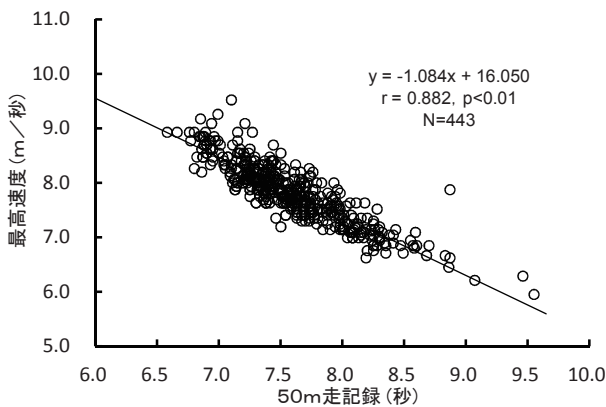


図1. 50m走記録と最高速度の関係（男子）

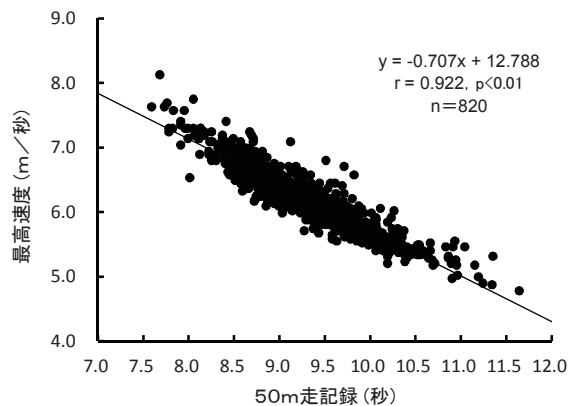


図2. 50m走記録と最高速度の関係（女子）

3に示したごとく、男子学生と女子学生のともに最高速度が低い者から高い者まで、歩幅と歩数頻度の現状を明らかにしようと試みた。

最高速度が男子では6.5m/秒未満の4名と9.0m/秒を超える5名、女子では5.0m/秒未満の4名と7.5m/秒を超える7名は、いずれも人数が少ないためにグループ分けから除外した。したがって、男子434名と女子809名を最高速度が、男子では6.5～9.0m/秒未満まで、女子では5.0～7.5m/秒未満まで、それぞれ0.5m/秒毎の5段階に分類して、歩幅と歩数頻度の関係を表2（上段；男子，下段；女子）と図3（左側；男子，右側；女子）に示した。歩幅に対する身長の影響と歩数頻度に対する下肢長の影響を取り除くために、それぞれ無名数である歩幅指数と歩数指数を算出して、その関係を表3（上段；男子，下段；女子）と図4（左側；男子，右側；女子）に示した。

四肢の運動頻度は、四肢の長さの逆関数として変動することが知られているごとく、男子と女子および5段階に分類した各速度について、いずれも歩幅と歩数頻度の関係（表3）、および歩幅指数と歩数指数の関係（表4）は有意な負の相関関係が認められた。両脚ともに地面か

ら離れる局面がある「走」では、片脚が常に地面と接しかつ両脚が同時に地面と接する局面がある「歩」よりも、歩幅に対する下肢長の形態的な影響は小さいと考えられる。また、短距離走能力を向上させようとする学習や指導において、歩幅を拡大することを「課題」のひとつとした場合、身長を基準とした指標が用い易いのではないだろうか。斉藤と伊藤（1995）は歩幅指数と歩数指数ともに、下肢長を基準にしているのに対して、本研究ではこのような理由で歩幅指数には身長を基準にした。

走速度（m/秒）は歩幅（m/歩）と歩数頻度（歩/秒）の積で表されるごとく、全体的な傾向は最高速度が高いグループほど大きな歩幅と高い歩数頻度であった（図3）。また同様に、歩幅指数と歩数指数の関係（図4）についても、身長や下脚長の相違に関わらず、最高速度が高いグループほど大きな歩幅指数と歩数指数であった。しかし、歩幅と歩数頻度およびその指数が分布している範囲（図3と4）は、同一最高速度を發揮していても、歩幅は大きい歩数頻度が低い走動作と、歩幅は小さい歩数頻度が高い走動作が、混在していることが明らかである。最高速度を0.5m/秒毎の5段階に分類したが、男子では6.5～7.0m/秒未満と女子では5.0～5.5m/秒未満、男子では7.0～8.0m/秒未満と女子では5.5～6.5m/秒未満、男子では8.0～9.0m/秒未満と女子では6.5～7.5m/秒未満の3グループに大別できるように思える。走動作が完成したとみなすことができるのは、歩幅指数が1.0以上になった時点であると報告（天野，1985）されているが、歩幅と歩数頻度の至適組み合わせについては今後の課題にしたい。

歩幅はまた、下肢部の伸筋群と屈筋群の筋パワーによって大きな影響を受ける。すなわち、大きな走速度を發揮するには、短時間に大きな力を地面に加えることで大きな地面反力を得て、この反力を用いて身体が空中に在る滞空局面を増加させることが重要である（Wayandら，2000）と示唆されている。このためには、より大きな力を地面に加えるだけでなく、関節や筋群によって緩衝されることなく、反力を受け止める必要がある。この受け止める能力を示すのが、股関節、膝関節および足関節の周囲にあり、走運動に関わる主動筋群と拮抗筋群の共同収縮によって調節される脚スティフネス（Hortobagyi & DeVita，2000）である。歩数頻度が増加すると、脚スティフネスも増加（Farley & Gonzalez，1996）する。歩数頻度は脚動作の反復的な切り換えの速さを示し、脚の機能的要素を直接的に表す。こうした動作の切り替えの速さは、神経系の発達が早い幼児期からすでに成人と変わらないとされている。しかし、成人になって下肢長の増加とそれともなう下肢質量の増加は、二重振り子として的大腿部と下腿部の慣性負荷となる。大きな最高速度を發揮したグループは、高い歩数頻度を發揮できる優れた脚筋パワーを備えていると推察できるが、斉藤と伊藤（1995）は体力以外の要素が歩数

表2. 最高速度毎の歩幅と歩数の回帰式

(男子は上段, 女子は下段)

最高速度 (m/秒)	N	回帰式	r	p<
6.5～7.0未満	31	Y=-2.208X+7.808	-0.971	0.01
7.0～7.5未満	80	Y=-2.226X+8.061	-0.949	0.01
7.5～8.0未満	144	Y=-2.294X+8.441	-0.961	0.01
8.0～8.5未満	136	Y=-2.182X+8.480	-0.948	0.01
8.5～9.0未満	43	Y=-2.180X+8.744	-0.965	0.01
5.0～5.5未満	60	Y=-2.157X+6.832	-0.937	0.01
5.5～6.0未満	228	Y=-2.261X+7.263	-0.918	0.01
6.5～7.0未満	336	Y=-2.248X+7.525	-0.903	0.01
7.0～7.5未満	149	Y=-2.469X+8.153	-0.938	0.01
7.5～8.0未満	36	Y=-2.497X+8.486	-0.961	0.01

表3. 最高速度毎の歩幅指数と歩数指数の回帰式

(男子は上段, 女子は下段)

最高速度 (m/秒)	N	回帰式	r	p<
6.5～7.0未満	31	Y=-1.081X+2.306	-0.951	0.01
7.0～7.5未満	80	Y=-1.180X+2.462	-0.923	0.01
7.5～8.0未満	144	Y=-1.160X+2.518	-0.924	0.01
8.0～8.5未満	136	Y=-1.094X+2.519	-0.893	0.01
8.5～9.0未満	43	Y=-1.120X+2.626	-0.935	0.01
5.0～5.5未満	60	Y=-0.929X+1.924	-0.889	0.01
5.5～6.0未満	228	Y=-1.015X+2.083	-0.869	0.01
6.5～7.0未満	336	Y=-1.001X+2.147	-0.848	0.01
7.0～7.5未満	149	Y=-1.138X+2.363	-0.879	0.01
7.5～8.0未満	36	Y=-1.138X+2.442	-0.886	0.01



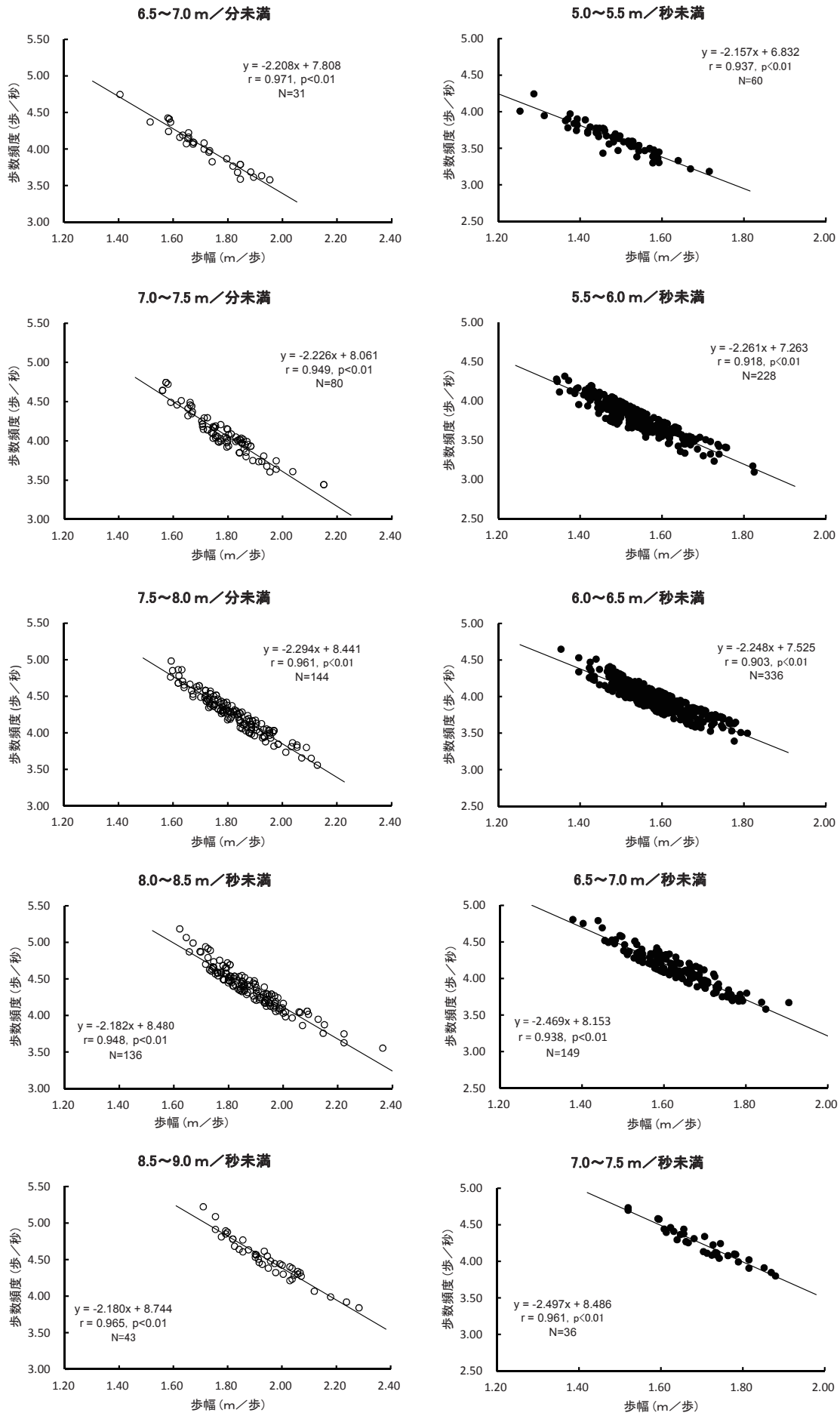


図3. 歩幅と歩数頻度の関係 (左側: 男子○, 右側: 女子●)

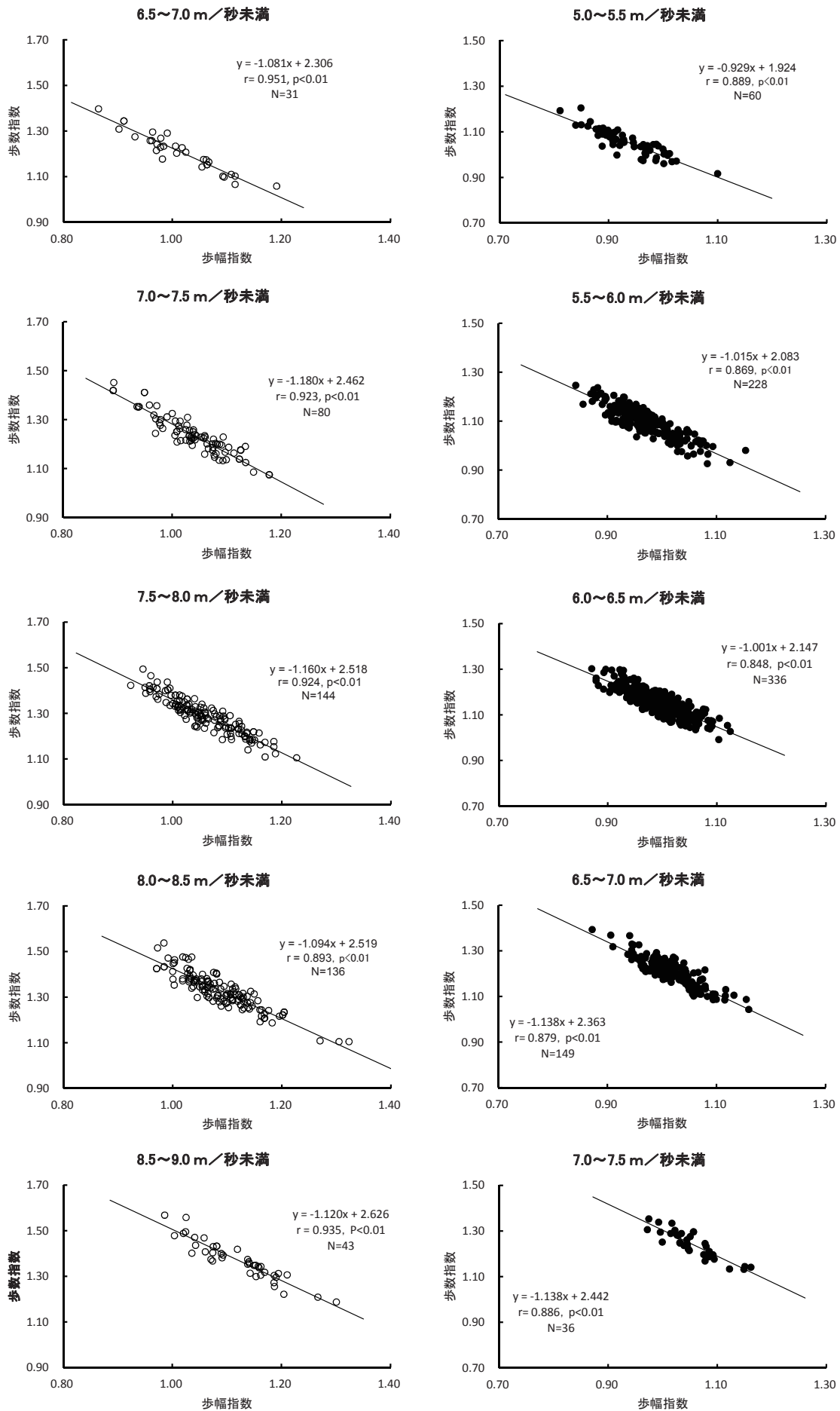


図4. 歩幅指数と歩数指数の関係 (左側; 男子○, 右側; 女子●)

頻度を決定するとも示唆している。

#### IV. まとめ

本研究は小学校教諭免許状取得に必要な教科に関する科目「体育科」として、1991年より20年以上にわたり実践してきた「体育実習A」陸上運動の授業において測定した、受講学生一人ひとりの50m走結果に基づいている。50m走記録と最高速度には、男子 ( $r=-0.882$ ,  $p<0.01$ ) と女子 ( $r=-0.922$ ,  $p<0.01$ ) とともに有意な負の相関関係が認められた。さらに、最高速度を發揮時の歩幅と歩数頻度 (男子; $r=-0.948 \sim -0.971$ , 女子; $r=-0.903 \sim -0.961$ ) および歩幅指数と歩数指数 (男子; $r=-0.893 \sim -0.951$ , 女子; $r=-0.848 \sim -0.889$ ) にも、速度の高低に関わらず男女ともに有意 ( $p<0.01$ ) な負の相関関係が認められた。これらの結果から、最高速度を高めることは50m走を早く走ることに通じるが、歩幅と歩数頻度の組み合わせには個人差が大きいことも明らかになった。また、短距離走能力向上のためには、最高速度を高めることだけでなく、最高速度を發揮するまでに要する時間を短縮する、フィニッシュでの速度逓減を小さくする、などの方法も考えられよう。本研究で得られた成果を教員養成課程の学生に示すことによって、走速度を決定する歩幅と歩数頻度を改善する学習内容を考える一助になるであろう。さらに、小学生や中学生にも当てはまるかどうかを検証するとともに、学校体育の限られた授業時間内での活用も試みたい。

#### 引用・参考文献

阿江通良 (1991) 陸上競技におけるトップアスリートの技術—短距離選手の疾走フォーム—. 体育の科学, 41: 279-284.

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—. 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編, 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: 14-28.

Alexander,R.McN. (1977) Terrestrial locomotion. In: Alexander,R.McN. and Goldspink,G. (Eds) Mechanics and Energetics of Animal Locomotion. Chapman and Hall:London, p.168-203.

天野義裕 (1985) 走動作の習熟. 体育の科学, 35: 115-121.

Farley,C.T. and Gonzalez,O. (1996) Leg stiffness and stride frequency in human running. J. Biomechanics, 29:181-186.

Hortobagyi,T. and DeVita,P. (2000) Muscle pre- and coactivity during downward stepping are associated

with leg stiffness in aging. J. Electromyogr. Kinesiol., 10:117-126.

加藤謙一・佐藤里枝・内原登志子・杉田正明・小林寛道・岡野 進 (2002) 小学生スプリンターにおける短距離走の適正距離の検討. 体育学研究, 47: 231-241.

小林寛道 (2001) ランニングパフォーマンスを高めるスポーツ動作の創造. 杏林書院, 東京.

文部省 (1998) 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局:東京, 80-89.

文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領. 東京書籍:東京, 92-101.

文部省 (1999) 小学校学習指導要領解説—体育編—. 東山書房:京都, 74.

文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説—体育編—. 東洋館出版:東京, 69.

齊藤昌久・伊藤章 (1995) 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(2): 104-111.

田中秀一 (2001) 50m疾走能力が劣る女子大学生の最高速度向上のための学習課題. 日本スポーツ教育学会第20回記念国際大会論集: 441-444.

田中秀一 (2004) 教員養成課程の学生を対象にした短距離走の実践報告. 福井大学教育実践研究, 第29号: 187-196.

田中秀一・印牧司人 (2004) 中高年齢者の100m走中間疾走局面における最高速度, 歩数頻度および歩幅の加齢にともなう変化. 陸上競技紀要, 17: 12-19.

田中秀一 (2005) 教員養成課程の学生を対象にしたリレーの実践報告. 福井大学教育実践研究, 第30号: 113-120.

田中秀一・印牧司人 (2005) 中高年齢女性の100m走中間疾走局面における最高速度, 歩数頻度および歩幅の加齢にともなう変化. 陸上競技研究紀要, 1: 8-15.

田中秀一 (2006) 50m走能力が劣る女子学生の最高速度向上の実践に向けて—歩幅と歩数頻度に着目して—. 福井大学教育実践研究, 第31号: 59-63.

東京都立大学体育学研究室編 (1989) 日本人の体力標準値表. 第4版, 不昧堂出版:東京, pp.305-306.

Wayand,P.G., Sternlight,D.B., Bellizzi,M.J. and Wright,S. (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. J. Appl. Physiol., 89:1991-1999.

安田英雅・田中秀一 (1995) 短距離走指導におけるパーソナルコンピュータの活用の一試案. 学校体育, 48(13): 75-77.

安田英雅・田中秀一 (1999) 短距離走学習へのパソコン活用例. 体育科教育, 47(4): 73-75.