

1日当りのエネルギー消費量と ペドメータ歩数との相互関係

福井大学 戎利光
(共同研究者) 名古屋造形芸術短期大学 斎藤由美
福井工業高等専門学校 島田茂
愛知医科大学 加藤孝之

Correlation between Daily Energy Expenditure and Pedometer Reading of the Day

by

Toshimitsu Ebisu

Faculty of Education, Fukui University

Yumi Saito

Nagoya Junior College of Creative Art

Shigeru Shimada

Fukui National College of Technology

Takashi Kato

Dept. of Public Health, Aichi Medical University

ABSTRACT

With the Progress of mechanization and civilization, physical labor is not required so much to accomplish work recently. Whereas the mechanization and civilization make a great contribution to our society since we do not have to actually make things by hands and manpower, it seems that the reduction in physical activity in daily life causes health problems lately. Research studies on the physical activity, therefore, have been frequently conducted.

In some studies a pedometer is used to estimate the amount of physical activity. However, whether or not pedometer reading indicates a reliable quantity of physical activity is not widely known.

The purpose of this study is, therefore, to clarify correlation between daily energy expenditure and pedometer reading of the day in university male and female students, senior high school male and female students and junior high school boys and girls.

One hundred and sixty two university male students (mean age: 19.6 ± 1.2 yrs) , 172 university female students (mean age : 19.1 ± 1.1 yrs) , 222 senior high school male students (mean age : 15.9 ± 0.7 yrs) , 85 senior high school female students (mean age : 15.4 ± 0.6 yrs) , 121 junior high school boys (mean age : 12.3 ± 0.5 yrs) and 114 junior high school girls (mean age : 12.2 ± 0.4 yrs) . Subjects in this study were, therefore, 876 in total. Daily energy expenditure of all the subjects was determined by applying a method of a time study. A pedometer was attached to the hip of the carrying individual on the belt all day long excluding sleep hours.

As results of this study, it was found that there was a significant correlation between daily energy expenditure and pedometer reading of the day in all of the age groups of this study. Daily energy expenditure value without calory expended during sleeping was also significantly correlated with pedometer reading of the day. This study also showed regression equations in predicting daily energy expenditure and the expenditure without calory expended during sleeping from pedometer reading of the day.

要 旨

運動不足による健康障害が、子供から中高年と広範囲にわたる年齢層において指摘されており、運動(身体的活動)の必要性を強調している研究者が多い¹⁻⁴⁾。そして、その身体的活動量を把握するために、万歩計(ペドメータ)がひんぱんに利用されているものの、ペドメータによって身体活動量を正確に把握できるか否かについては、波多野ら⁹⁾、星川ら^{15,17)}、SarisとBinkhorst³⁰⁾などの指摘や報告はあるが、十分な結論が出ていない。したがって、本研究の目的は、1日当りのエネルギー

消費量と1日間のペドメータ歩数の相互関係を、被験者の年齢層別に分けて、男女別に明らかにすることである。

本研究の被験者は、男子大学生162名(19.6 ± 1.2 歳)〔()内は、おのおの年齢の平均値±標準偏差を示す〕、女子大学生172名(19.1 ± 1.1 歳)、男子高校生222名(国立工業高等専門学校2年生128名を含む)(15.9 ± 0.7 歳)、女子高校生85名(国立工業高等専門学校2年生16名を含む)(15.4 ± 0.6 歳)、男子中学生121名(12.3 ± 0.5 歳)、女子中学生114名(12.2 ± 0.4 歳)の合計876名である。1日当りのエネルギー消費量は、タイムス

タディを利用して算出し、ペドメータ歩数は、エネルギー消費量測定日の起床時から就寝時までを、電子歩数計（リズム時計工業）により計測した。そして、全被験者の1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数を測定し、その相互関係を検討した。

本研究により、大学生・高校生・中学生のどの年齢層においても、男女とも、1日のペドメータ歩数は、1日当りのエネルギー消費量との間に有意な相関を示し、さらに、睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量とも有意な相関を示すことが明らかになった。

緒 言

文明化・機械化され、身体をあまり動かす必要のなくなった便利な現代社会において、健康の維持・増進をはかるために、運動（身体的活動）の必要性が、子供から中高年と広範囲にわたる年齢層において指摘されている¹⁻⁴。そして、その身体的活動量を把握する為に、万歩計（ペドメータあるいはペドメーター）がひんぱんに利用されている。

また、運動の必要性が広範囲の年齢層にわたって指摘されていることと同様に、ペドメータを利用した研究にみられる被験者の年齢層も幅広く、ペドメータを活用することによって、小笠原ら²⁷は、3歳児から中学生にわたる子供の日常の活動性を評価しており、宮丸ら²²は、5～6歳の幼稚園児87名を対象に、運動遊びにおける運動量を検討し、斎藤と戎²⁸は女子大生の身体的活動量を分析した。

ペドメータを利用した研究や報告は、まだ多くみられており、星川ら¹⁴は中学生の体育授業時における運動量を報告し、戎は壮年の女性⁵や男性⁷の身体的活動量を検討し、小林と近藤¹⁸は高齢者89人を対象に、40週間にわたり身体的活動量を調査した。そして、島岡ら³⁷はペドメータを利用

して、健康づくり教室に参加した女性の日常の身体活動状況を評価し、ペドメータ歩数と最大酸素摂取量との有意な相関を報告している。また、身体的活動量以外にも、ペドメータを利用した波多野ら¹¹は、日常生活での歩行数とライフスタイルとの関係を報告している。

さらに、身体的活動量の検討を目的の一部として、ペドメータを活用した研究の中には、中学校3年生男子を被験者に、ペドメータ歩数が3,500以上になる体育授業を週3回、2カ月間実施し、その効果をPWC₁₇₀の変化から検討した研究¹⁶、小学校5年生の1日のペドメータ歩数を調べ、都市部と農村部では差がある¹⁹という報告、小学校5年生の肥満傾向児の1日歩数は、普通児より少ない傾向を示した⁸という研究報告などがある。

ところが、ペドメータによって身体活動量を正確に把握できるか否かについては、波多野ら⁹、星川ら^{15,17}、SarisとBinkhorst³⁰などの指摘や報告はあるが、十分な結論が出ていないようである。つまり、1日間のペドメータ歩数が1日当りのエネルギーの消費量を反映しているか否か、あるいは、どの程度反映しているかについては、ほとんど研究報告がみられない。ただ、波多野ら⁹は、ペドメータにより、1日当りのエネルギー消費量を大体把握できることを指摘し、星川らは、単一強度の運動ではなく、さまざまな運動強度の動作が混在するover allな運動については、ペドメータ歩数は運動強度をかなりよく反映するインデックスとなりうること¹⁵やペドメータ歩数が生理的負荷量、さらにはエネルギー消費量と密接な関係にあること¹⁷を報告している。

また、SarisとBinkhorst³⁰は、運動強度が弱い場合には、ペドメータの歩数は正しいことを指摘しており、このような指摘や報告を総合すると、over allな運動で、選手養成のための特別ハードな運動ではなく、かつ1日間という比較的長期間なら、ペドメータ歩数によりエネルギー消

費量を十分把握できることが推測される。1日当りのエネルギー消費量を測定する目的でカロリーカウンターがよく利用されているものの、カロリーカウンターはペドメータと比較してかなり高価であり、1日間のペドメータ歩数により、1日当りのエネルギー消費量を推定できれば、ペドメータをかなり実用的に活用することができる。

したがって、本研究の目的は、1日当りのエネルギー消費量と1日間のペドメータ歩数の相互関係を、被験者の年齢層別に分けて、男女別に明らかにすることである。

方 法

男子大学生162名(19.6 ± 1.2歳)、女子大学生172名(19.1 ± 1.1歳)、男子高校生222名(国立工業高等専門学校2年生128名を含む)(15.9 ± 0.7歳)、女子高校生85名(国立工業高等専門学校2年生16名を含む)(15.4 ± 0.6歳)、男子中学生121名(12.3 ± 0.5歳)、女子中学生114名(12.2 ± 0.4歳)の合計876名を対象に、1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数との相互関係を検討した。ただし、個々の活動のエネルギー消費量が、男女別・基礎代謝量別に異なることから、1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数との相関は、男女別・各年齢層別に検討した。

1日当りのエネルギー消費量の測定については、戎と斎藤⁶⁾、波多野ら¹²⁾、波多野と加藤¹⁰⁾、沼尻²⁶⁾の方法を活用した。具体的には、大学生・高校生の場合は、各被験者が次のような手順でタイムスタディを行った。まず、事前に作成した記録用紙を利用して、10分間隔で1日の生活行動を24時間にわたって記録した。その後、エネルギー消費量計算のために作成した計算用紙を利用して、共通の行動項目ごとに行動内容を整理した。そして、その共通の行動項目のエネルギー代謝率(RMR)値を調べ、各共通行動項目のエネルギー消費量を算出した。

そこで、その24時間(1,440分)にわたるエネルギー消費量を1日当りのエネルギー消費量とした。したがって、大学生・高校生については、被験者自身が1日当りのエネルギー消費量を算出した。ただし、大学生・国立工業高等専門学校学生については、本研究代表者が、数回にわたり消費エネルギーおよびその算出方法について講義を行った後、データを収集し、その算出時に、算出方法の不確かな学生については、本研究代表者がその都度説明し、タイムスタディが正確であることを確認した。

中学生のタイムスタディでは、各被験者に10分間隔で1日の生活行動を24時間にわたって記録してもらったのみで、その後は共同研究者の1人が各被験者の1日当りのエネルギー消費量を算出した。また、共同研究者の1人が、担任教諭に消費エネルギーおよびその算出方法について説明をした上で、データを収集した。

ただ、自転車の運転では、腰部に付けたペドメータがほとんどカウントしないこと、水中のペドメータ使用は故障の原因になることから、生活行動の内容に「自転車」・「サイクリング」・「水泳」を記入した者は、本研究の被験者から除外した。1日のペドメータ歩数については、測定日の起床時から就寝時まで、全被験者の腰にペドメータ(リズム時計工業・電子歩数計)を装着してもらい、そのカウント数を計測した。

1日当りのエネルギー消費量は、24時間(1,440分)のタイムスタディにより算出したことから、睡眠中のエネルギー消費量が含まれているものの、睡眠中にはペドメータを脱着しており、ペドメータはまったくカウントしていない。睡眠中のペドメータ装着は、睡眠中動いてペドメータ上に乗ってしまう可能性もあり、体重の重みがペドメータに加わり、ペドメータの故障の原因にもなりかねないこと、睡眠中にもカロリーを消費しているにもかかわらず、ペドメータはほとんどカウ

ントしないなどの理由から、睡眠中はペドメータを脱着し、1日当りのエネルギー消費量から、睡眠中のエネルギー消費量を差し引いたエネルギー消費量と、1日のペドメータ歩数との相関も算出した。

ところが、同一の年齢層では、睡眠時間にそれほど大きな個人差は考えられないことから、睡眠中のペドメータ歩数は測定していないにもかかわらず、睡眠中のエネルギー消費量を含めた1日当りのエネルギー消費量と本研究でのペドメータ歩数は相関を示す可能性が十分考えられる。さらに、相関が認められれば、徹夜時や極端な睡眠時間の多少時以外の日常的な睡眠時には、1日のペドメータ歩数から1日当りのエネルギー消費量を推定できることから、本研究結果を実用的に活用でき、したがって本研究では、1日当りのエネルギー消費量および睡眠中のエネルギー消費量を除

いた1日当りのエネルギー消費量と1日のペドメータ歩数との相互関係に注目した。

結 果

本研究の結果を、大学生・高校生・中学生といった年齢層に分けて、男女別に表1から表4に示した。表1には、各年齢層における1日当りのエネルギー消費量・ペドメータ歩数・睡眠時のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量・睡眠時間の平均値と標準偏差値を示し、その分布幅を表2に示した。健常者では男子で2,500 kcal、女子で2,200 kcal ぐらいが望ましい²⁶⁾という指摘があり、本研究の大学生の値(男子: 2,617 ± 650 kcal, 女子: 2,197 ± 375 kcal)は、男子がこの2,500 kcal よりやや多いものの、女子はこの2,200 kcal と類似した値を示した。

表3は、各年齢層における1日当りのエネル

表1 Mean and standard deviation values of daily energy expenditure, pedometer reading, daily energy expenditure without calory expended during sleeping, and sleeping hours.

	E. E. (kcal)	P. R. (steps)	E. E. W. S. (kcal)	S. H. (min)
U. male students (n= 162)	2617±650	7646±3875	2120±657	473±108
U. female students (n= 172)	2197±375	6300±2558	1805±362	440±67
S. H. S. male students (n= 222)	3087±907	10314±4857	2624±907	453±85
S. H. S. female students (n= 85)	2270±430	10925±3843	1922±450	411±81
J. H. S. boys (n= 121)	2355±325	16427±3994	1945±296	482±55
J. H. S. girls (n= 114)	2162±289	14185±3584	1787±278	454±60

where : E. E. =daily energy expenditure
 P. R. =daily pedometer reading
 E. E. W. S. =daily energy expenditure without calory expended during sleeping
 S. H. =sleeping hours
 U. =university
 S. H. S. =senior high school
 J. H. S. =junior high school

表2 Range, maximum and minimum values of daily energy expenditure, pedometer reading, daily energy expenditure without calory expended during sleeping, and sleeping hours.

	E. E. (kcal)	P. R. (steps)	E. E. W. S. (kcal)	S. H. (min)
U. male students	5519(6763~1244)	21399(23550~2151)	5629(6327~ 698)	960(960~ 0)
U. female students	1978(3434~1456)	16282(18305~2023)	1819(3012~1193)	470(690~220)
S. H. S. male students	4888(6530~1642)	20956(23178~2222)	5123(6179~1056)	480(720~240)
S. H. S. female students	2335(3176~ 841)	18725(20081~1356)	2463(2980~ 517)	510(630~120)
J. H. S. boys	1603(3158~1555)	17458(25003~7545)	1344(2575~1231)	310(660~350)
J. H. S. girls	1922(3474~1552)	17353(25200~7847)	1684(2880~1196)	300(600~300)

[Range (max.~min.)]

ギー消費量とペドメータ歩数、および睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数の相関関係をおのおの示したものである。表3より、大学生・高校生・中学生のどの年齢層においても、1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数は有意な相関を示すことがわかり、同様に、睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数との間でも、どの年齢層においても有意な相関が認められた。

表4は、1日当りのペドメータ歩数から、エネルギー消費量、および、睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量を推定するための回帰直線とその回帰係数の有意性を示したものである。表4より、本研究において算出した直線の回帰係数はすべて有意であることがわかる。

表3 Correlation coefficient values between daily energy expenditure and pedometer reading and between daily energy expenditure without calory expended during sleeping and pedometer reading of the day.

	E. E. vs. P. R.	E. E. W. S. vs. P. R.
U. male students	0.235**	0.243**
U. female students	0.223**	0.246**
S. H. S. male students	0.380**	0.396**
S. H. S. female students	0.334**	0.381**
J. H. S. boys	0.624**	0.624**
J. H. S. girls	0.597**	0.589**

(**P<0.01)

表4 Regression equations in predicting daily enegy expenditure (y₁) and the expenditure without calory expended during sleeping (y₂) from pedometer reading of the day (x) and the F values.

	E. E.	F	E. E. W. S.	F
U. male students	y ₁ =0.0393x+2316.3	9.469**	y ₂ =0.0412x+1804.9	10.041**
U. female students	y ₁ =0.0327x+1991.8	8.896**	y ₂ =0.0348x+1586.0	10.950**
S. H. S. male students	y ₁ =0.0710x+2355.7	37.129**	y ₂ =0.0739x+1862.3	40.916**
S. H. S. female students	y ₁ =0.0375x+1860.8	10.422**	y ₂ =0.0446x+1435.0	14.094**
J. H. S. boys	y ₁ =0.0509x+1520.4	75.883**	y ₂ =0.0464x+1184.3	75.883**
J. H. S. girls	y ₁ =0.0483x+1477.6	62.024**	y ₂ =0.0458x+1137.7	59.495**

(**P<0.01)

考 察

1週間にわたってペドメータ歩数を計測し、1日当りの平均を算出した斎藤と戎²⁸⁾の研究では、平均値および標準偏差が、9,069.1 ± 2,835.5 歩 (n = 129) であったにもかかわらず、表1に示されたペドメータ歩数の標準偏差は、かなり大きい。しかしながらこの現象は、本研究の内容上、ペドメータ歩数の測定日を1日のみにする必要があったからである。つまり、ペドメータ歩数を数日間にわたって測定しその平均をとると、歩数の多い日と少ない日が平均化され、その結果、標準偏差は、前述した研究結果のように小さくなることは十分考えられる。

本研究において、1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数との相関関係については、大学生・高校生の場合、ペドメータ歩数と、睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量との相関の方が、1日当りのエネルギー消費量との相関よりも高く、この現象は、睡眠中にはペドメータを脱着したことから十分理解できる。ところが中学生については、男子が類似した相関を示し、女子については、1日当りのエネルギー消費量との相関の方が高い。これは、本研究被験者の中学生は、大学生・高校生に比べて、一般的に身長や体重にかなり個人差があ

る。

り、したがって、体表面積にみられた個人差が睡眠時間をまさって影響した可能性も考えられるが、この問題を追究するには、さらに研究が必要である。

ペドメータ歩数と実際に測定した歩数（実歩数）との相互関係については、速歩（6～9 km/時）や速い走行（15 km/時）では、ペドメータ歩数は過大評価し（1歩当り 0.1～0.3 カウント）、ゆっくりとした歩行では、反対に、過小評価する（1歩当り 0.2～0.7 カウント）²⁰⁾ ことがわかっており、中学生の一定距離走（1000 m 走）では、走速度が毎分 150 から 300 m へと増加するにつれて、ペドメータ歩数は減少する傾向にあり、走速度が分速 60 m 前後のペドメータ歩数は、実歩数より過小評価し、分速 250 m 以上になると、過大評価する場合がある²⁰⁾。その割合は、中学生男子のペドメータ歩数の実歩数に対する誤差が、歩行時で約±10%、走行時で+15%から-10%の範囲にあった²⁵⁾。

つまり、ペドメータ歩数は、速歩や速い走行では、実歩数より多く表示し、ゆっくりとした歩行や走行では、実歩数より少なく表示することがわかる。しかしながら、中学校3年生男子において、速度が200～300 m/分の走行になると、ペドメータ歩数と実歩数とに有意な相関がみられた²⁴⁾という報告や、反復横跳びと垂直跳びではペドメータ歩数と実歩数との間に有意な相関がみられなかったものの、前後走では両者の間に有意な相関が認められた²⁰⁾という報告がある。

したがって、跳躍動作が多い動きや、かなり速い走行・歩行、或は、かなり遅い走行・歩行でなければ、ペドメータ歩数と実歩数にそれほど大きな相違は考えられない。つまり、跳躍がそれほど多くない動作時や、それほど速くない、或は、それほど遅くない走行・歩行時には、ペドメータ歩数は、それほど実歩数と違わないことになる。

また、跳躍中の心拍数・酸素摂取量は、跳躍リ

ズムが速くなるにしたがって、ペドメータ歩数が減少し²¹⁾、ペドメータ歩数と呼吸循環能力は相関を示さないようであるが、40分間の体育授業の中で、小学校のペドメータ歩数と心拍数は有意な相関を示しており¹³⁾、跳躍運動ばかりで構成された運動ではなく、多種類の動きをともなった活動では、ペドメータ歩数と心拍数は相関を示す可能性が強いようである。

ペドメータ歩数が生理的負荷量、さらにはエネルギー消費量と密接な関係にある¹⁷⁾という指摘もあり、本研究のように、特殊な動きではなく、over allな動きが多い日常生活におけるペドメータ歩数と身体的活動量との相関は充分考えられる。このように、単一強度の運動ではなく、さまざまな運動強度の動作が混在する over allな運動については、ペドメータ歩数は運動強度をかなりよく反映するインデックスとなりうること¹⁵⁾やペドメータ歩数が生理的負荷量、さらにはエネルギー消費量と密接な関係にあること¹⁷⁾を考えると、波多野ら⁹⁾の指摘のように、ペドメータにより、1日当りのエネルギー消費量を大体把握できるということになる。

つまり、日常的な睡眠時間の場合には、ペドメータ歩数(x値)を利用して、表4の公式(y₁値)により、各年齢層別・男女別に、各々1日当りのエネルギー消費量を実用的に推定でき、さらに、徹夜の場合や、睡眠時間が多い場合や少ない場合にも、同じく表4の公式(y₂値)により、睡眠中以外のエネルギー消費量を算出し、その値に、睡眠時間(分単位)×基礎代謝量×0.9の値を加算して、1日当りのエネルギー消費量を推定できる。

このように、ペドメータを利用することにより、1日当りのエネルギー消費量を推定できるが、ペドメータの装着は、そのカウント数を知ることにより、身体的活動量の程度を知り、少なければ、活動的に動こうとする試みがなされる。ペ

ドメータの活用により、1日当りのエネルギー消費量の把握と同時に、運動不足の解消にも大いに心がけていただきたい。

総 括

本研究により、大学生・高校生・中学生のどの年齢層においても、男女とも、1日のペドメータ歩数は、1日当りのエネルギー消費量と、睡眠中のエネルギー消費量を除いた1日当りのエネルギー消費量の双方とに、有意な相関を示すことが明らかになった。つまり、タイムスタディによる1日当りのエネルギー消費量の測定や算出には非常に手間がかかるものの、1日のペドメータ歩数により、1日当りのエネルギー消費量を充分推定できることになる。

謝 辞

多くの研究協力者に恵まれ、本研究が無事完成しました。特に、福井大学教育学部 戎研究室の山口美由紀さん・室谷知徳君には、コンピュータによるデータ分析時に補助をしていただき、また、卒業論文作成の実験や研究室のゼミに忙しい中、データの収集・分析時にいろいろと協力して下さった戎研究室の学生諸君に、いつもながら心から感謝します。

また、データの収集に快くご協力いただいた福井県立短期大学の多田信彦先生、愛知県立旭丘高等学校の斎藤正晴先生、名古屋市立振甫中学校の柳澤伸郎先生・長谷川超先生・富田精三先生のご援助がなければ、本研究は完成に至らなかったことを付記し、心からお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 戎 利光;「運動持続距離の分散が心肺持久性及び血液脂質に及ぼす影響」体育学研究, 30-1, 37-43 (1985)
- 2) 戎 利光;「二カ月間の継続的運動が身体組成に及ぼす影響」体育学研究, 31-2, 143-149 (1986)

- 3) 戎 利光ほか;「ディトレニングが血液成分・肺機能・身体組成・各種体力要素に及ぼす影響」臨床スポーツ医学, 4-12, 1473-1478 (1987)
- 4) 戎 利光; 子供のからだの健康学, あいわ出版 (1987)
- 5) 戎 利光; 親と子でつくるからだ健康学, あいわ出版 (1988)
- 6) 戎 利光, 斎藤由美; 現代社会の運動健康学, 中部日本教育文化会 (1989)
- 7) 戎 利光;「現代社会と運動健康学⑥一日頃の生活内容と歩数」帰れ自然へ—アルク—, 289, 6-7 (1989)
- 8) 原田弘子ほか「万歩計によって肥満児の生活状態が把握できるか・子供たちの運動意欲をかりたてることができるか」デサントスポーツ科学, Vol. 1, 100-105 (1981)
- 9) Hatano, Y. et al., "Relationship between pedometer recording and energy expenditure", Proceedings of the 30th Japanese Conference of Educational Medicine and the Commemorative International Meeting of Educational Medicine, pp. 48-63 (1984)
- 10) 波多野義郎, 加藤敏明; 奇跡の速歩健康術, 朝日ソノラマ (1985)
- 11) 波多野義郎ほか;「日常の歩行数調査及び歩行数とライフスタイルとの関係」日本体育学会第38回大会大会号, p. 796 (1987)
- 12) 波多野義郎ほか; 健康体力づくりのスポーツ科学, 同朋舎 (1987)
- 13) 星川 保ほか;「Pedometerの歩数および心拍数からみた小学校体育授業時の活動量について」体育科学, 9, 1-11 (1981)
- 14) 星川 保ほか;「Pedometer Scoreからみた中学校校正課体育授業時の生徒の運動量について」体育科学, 12, 14-24 (1984)
- 15) 星川 保ほか;「ペドメータ歩数と酸素摂取量との関係—中学校体育のバレーボール, サッカー, バスケットボール教材について—」体育科学, 14, 7-14 (1986)
- 16) 星川 保ほか「Pedometer Score 3,500以上を目標とした中学校体育授業のPWC₁₇₀に及ぼす効果」体育科学, 13, 46-53 (1985)
- 17) 星川 保;「ペドメータに基づいた運動の消費カロリーの算出法とその問題点」体育の科学, 36-11, 864-869 (1986)
- 18) 小林寛道, 近藤孝晴; 高齢者の運動と体力, 朝倉書店 (1985)
- 19) 栗田憲昭;「運動量をめぐる現場の問題点」体育の科学, 29-1, 61-65 (1979)
- 20) 黒田 浩ほか;「3種の動作における万歩計測定値

- と実測歩数との関係について」徳島大学教養部紀要（保健体育），16，35-43（1983）
- 21) 黒田 浩ほか；「跳躍動作における万歩計測定値とエネルギー代謝量の関係について」徳島大学教養部紀要（保健体育）17，1-11（1984）
 - 22) 宮丸凱史ほか；「Pedometerの歩数および心拍数からみた幼児の運動遊びにおける運動量について」体育科学，12，118-131（1984）
 - 23) 森 悟，長沢 弘；「長距離走の授業におけるPedometerの活用法に関する研究（第2報）」日本体育学会第37回大会大会号，p. 855（1986）
 - 24) 森 悟，長沢 弘；「長距離走の授業におけるPedometerの活用法に関する研究（第3報）」日本体育学会第38回大会大会号，p. 799（1987）
 - 25) 森 悟，長沢 弘；「長距離走の授業におけるPedometerの活用法に関する研究（第4報）一歩行及び走行時におけるデジタル式歩数計の正確性の検討一」日本体育学会第39回大会大会号，p. 531（1988）
 - 26) 沼尻幸吉；活動のエネルギー代謝，労働科学研究所（1987）
 - 27) 小笠原由法ほか；「小児の日常活動性の評価一歩数計による分析一」小児科，29-4，441-442（1988）
 - 28) 斎藤由美，戎 利光；「女子学生における身体活動量・身体組成・各種体力要素の相互関係」名古屋造形芸術短期大学研究紀要，10・11，1-16（1988）
 - 29) Saris, W. H. M. and Binkhorst, R. A.; "The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part I : reliability of pedometer and actometer" , *Europ. J. Appl. Physiol.*, **37**, 219-228 (1977)
 - 30) Saris, W. H. M. and Binkhorst, R. A.; "The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part II : validity of pedometer and actometer measuring the daily physical activity" , *Europ. J. Appl. Physiol.*, **37**, 229-235 (1977)
 - 31) 島岡 清ほか；「健康づくり教室参加女性の体力水準と日常の身体活動状況」総合保健体育科学，11-1，75-82（1988）
 - 32) Washburn, R. et al.; "Accuracy of pedometer in walking and running" , *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **51**-4, 695-702 (1980)