

2016 年度修士学位論文

一般市民ランナーの体力・形態・経験年数に
基づくマラソンタイムの予測

立命館大学大学院

スポーツ健康科学研究科

スポーツ健康科学専攻 博士課程前期課程 2 回生

6232140014-6

高尾 憲司

一般市民ランナーの体力・形態・経験年数に 基づくマラソンタイムの予測

立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科 博士課程前期課程2回生 高尾 憲司

要旨

キーワード：一般市民ランナー，20m シャトルラン，月間走行距離，ランニング歴，マラソンタイム予測

【背景】

ランニングデータ 2015 によれば，フルマラソン大会が増加し，2014 年度マラソン完走者は 313,493 人にのぼっている．この背景からランニングを生涯に渡り，安全に行うために一般市民ランナーの実態を調査することはランナーに貢献すると考えられる．

最大酸素摂取量と乳酸性作業閾値，ランニングエコノミーの 3 要因で約 70%のマラソンタイムが予測できることが報告されている．しかしながら，それらの項目を測定するためには，特別な機器や測定環境，また測定方法を熟知している人材などが必要なため，一般市民ランナーの測定は現実的ではない．

そこで本研究は，体力測定及びアンケート調査を実施し，マラソンタイムとの関係を明らかにし，さらに，一般市民ランナーの体力・形態・経験年数に基づくマラソンタイムを予測する式を作成することを目的とした．

【方法】

被験者は，マラソンを完走している 20 歳から 65 歳の男性 100 名，女性 111 名の一般市民ランナーとした．測定項目は，身長・体重・BMI，体力測定として，長座体前屈・上体起こし・体重支持指数・20m シャトルランを実施した．アンケート調査は，年齢・ランニング歴・週間トレーニング回数・月間走行距離・マラソンタイムであった．統計処理は，男性女性別にマラソンタイムと各測定項目との関係を明らかにした．さらに，マラソンタイムを従属変数に相関関係を認めた項目を独立変数とし，ステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った．

【結果と考察】

一般市民ランナーの特徴は、男性 100 名：年齢 45.8 ± 9.0 歳，身長 171.2 ± 5.3 cm，体重 65.4 ± 7.7 kg，女性 111 名：年齢 42.3 ± 8.7 歳，身長 158.4 ± 5.4 cm，体重 52.4 ± 6.4 kg であった。マラソンタイムと相関関係を認めた項目は、男性で BMI ($p < 0.01$)，上体起こし ($p < 0.01$)，体重支持指数 ($p < 0.01$)，20m シャトルラン ($p < 0.01$)，ランニング歴 ($p < 0.01$)，週間トレーニング回数 ($p < 0.01$)，月間走行距離 ($p < 0.01$) の 7 項目であり，女性で BMI ($p < 0.01$)，上体起こし ($p < 0.02$)，20m シャトルラン ($p < 0.01$)，ランニング歴 ($p < 0.01$)，週間トレーニング回数 ($p < 0.01$)，月間走行距離 ($p < 0.01$) の 6 項目であった。この結果からマラソンタイムを従属変数に相関関係を認めた項目を独立変数とし，重回帰分析を行った結果，男性女性ともに，20m シャトルラン・月間走行距離・ランニング歴を独立変数とした有意な回帰式が得られた。

男性： $Y = -82.310x_1 - 2594.369x_2 - 2218.123x_3 + 28289.223$ ($R = 0.766$, $R^2 = 0.587$, $p < 0.01$)

女性： $Y = -90.661x_1 - 3640.752x_2 - 2083.027x_3 + 30285.489$ ($R = 0.801$, $R^2 = 0.642$, $p < 0.01$)

Y：マラソンタイム

x_1 ：20m シャトルラン

x_2 ：月間走行距離(log 変換値)

x_3 ：ランニング歴(log 変換値)

【結論】

本研究では，一般市民ランナーを対象に実施した簡便な体力測定およびアンケート調査より，マラソンタイムにおいて，体格や筋持久力，全身持久力など様々な項目との関連が明らかになった。さらに，体力・形態・経験年数からマラソンタイムを予測することが可能となった。エネルギー基質の違いなどにより，今回は男性女性別に検討を実施した。この結果から，マラソン競技でのパフォーマンスに重要な決定因子であるペース戦略に貢献し，安全なペースでのレースに貢献することが示唆された。

A record prediction of marathon based on physical traits, fitness levels, and running experience in amateur runners

Abstract

Keywords: Amateur runners, Multi-stage fitness test, Running distance, Running experience, Marathon time prediction

【Object】 The purpose of this study is to establish a formula for marathon time prediction on the basis of performance appraisal, conducting a questionnaire survey and a physical fitness test against amateur runners.

【Methods】 211 amateur runners (100 male; 111 female) were measured in terms of physical traits (Height; Weight; BMI, Body Mass Index). They underwent a physical fitness test, consisting of sit and reach test, sit-up, weight bearing index, and a multi-stage fitness test, and answered a questionnaire consisting of age, running experience, frequency of training, running distance, and the latest record of marathon.

【Results & Discussion】 A record of marathon was significantly correlated with BMI ($p<0.01$), sit-up ($p<0.01$), multi-stage fitness test ($p<0.01$), running experience ($p<0.01$), frequency of training ($p<0.01$), and running distance ($p<0.01$) in both men and women, and with weight bearing index ($p<0.01$) in men. Multiple regression analysis indicated significant regression equations: For men, $Y = -82.310x_1 - 2594.369x_2 - 2218.123x_3 + 28289.223$ (Y: record of marathon, x_1 : multi-stage fitness test, x_2 : running distance (log), x_3 : running experience (log)); $R=0.766, R^2=0.587, p<0.01$); For women, $Y = -90.661x_1 - 3640.752x_2 - 2083.027x_3 + 30285.489$ (Y: record of marathon, x_1 : multi-stage fitness test, x_2 : running distance (log), x_3 : running experience (log)); $R=0.801, R^2=0.642, p<0.01$).

【Conclusion】 This study shows that record of marathon may be predictable by multi-stage fitness test, running distance, and running experience. This result can contribute to running pace strategy which is an important factor for performance in marathon, and may be a guideline to run safely.

目 次

第一章 緒 論.....	1
1.1 本研究の背景.....	1
1.2 本研究の目的.....	3
第二章 方 法.....	4
2.1 被験者.....	4
2.2 測定項目.....	4
2.3 統計処理.....	8
第三章 結 果.....	9
3.1 被験者の特徴.....	9
3.2 体力測定とアンケート調査の結果.....	9
3.3 マラソンタイムと調査項目との相関関係.....	10
3.4 重回帰分析の結果.....	18
第四章 考 察.....	20
第五章 結 論.....	25
参考文献.....	27

第一章 緒 論

1.1 本研究の背景

我が国の人口において、国立社会保障・人口問題研究所『日本の将来推計人口』によると、2025年には人口能動中の団塊世代の全員が75歳以上(後期高齢者)となり、高齢化社会を迎えることになる¹⁸⁾。医療の発展に伴い我が国の平均寿命は年々延伸しているが、平均寿命から要介護期間を引いた健康寿命では、男性で9.16年、女性で12.68年の差があり¹⁹⁾、対策が求められている。

現在、オリンピック・パラリンピックに関する世論調査において、成人週1回以上の運動・スポーツを行う者の割合は40.4%、週3回以上行う者の割合は19.6%と報告されている²⁸⁾。スポーツ・体力に関する世論調査では、過去1年間で実施したスポーツはウォーキング(散歩等を含む)が50.8%と最も多く、続いて体操(ラジオ体操,エアロビクス等を含む)が30.8%、ボーリング12.7%、ランニング(ジョギング)12.7%の順になっている²⁶⁾。ランニング(ジョギング)のような有酸素運動は、最大酸素摂取量の向上、一回拍出量の増加、安静時心拍数の低下、体脂肪量減少といった、生活習慣病危険因子の軽減やメタボリックシンドロームの予防・解消等の効果が認められており¹⁶⁾、森谷は、運動には、心臓疾患、糖尿病、癌などの予防・改善効果だけでなく、さらに脳機能維持の可能性があることも示唆している²⁷⁾。

都市型マラソンとして2007年に開催された東京マラソンが端を発し、ランニングを実施する人口は年々増加している。また開催大会も、2014年度フルマラソン公認コースでは、73大会と前年度より11大会も新設され、ランニングブームとなっている³⁴⁾。この背景からスポーツライフに関する調査報告では、成人の年1回以上ランニング実施率は9.5%(推定人口:約986万人)とされ、その半数以上の5.3%(約550万人)が週1回以上ランニングを実施している³⁸⁾。また、田中は、ランニングブームの背景には、時間・場所・仲間を選ばない、低コストで実施できる、低体力・スポーツが苦手な人でも楽しめるといった、思い立ったら気軽に始められるという特性があることを報告している⁵⁰⁾。さらに、実践が上達に直結する、体力が向上する、肥満や生活習慣病に効果がある、ストレス解消に役立つといった、継続すれば多様な成果が実感できることから、ランニングが日本中に広まったと考えられる。

ランナーのトレーニング頻度について、Billat V et al.によると、エリートランナーおよび準エリートランナーの週間トレーニング回数は10~14回であり³⁾、ランニングデータ2015による一般市民ランナーの週間トレーニング回数は平均3回と報告されている³⁴⁾。一般市民ランナーの週間トレーニング回数は、スポーツ基本計画²⁵⁾の政策目標とした「運動を週3回以上実施する」を達成している。

しかし一方で、一般市民ランナーはランニング傷害を76%と高頻度で認め⁴⁶⁾、その中でも膝関節に傷害が多いことが報告されている^{13,46)}。スポーツ選手においては、貧血や使いすぎ症候群、女性選手では、無月経や骨粗鬆症など不健康な状態であることも少なくないと言われている^{17,47,54)}。また、一般市民ランナーにおいても、食習慣や飲酒習慣は必ずしも良好ではないことが報告されており¹⁰⁾、ランニングが悪影響を及ぼす危険性も示されている。さらに、日本の市民マラソン大会では、参加者の約5万人に1人の割合で心停止が発生すること⁴⁰⁾やランニング中の突然死の報告⁴⁸⁾、ハーフマラソンよりマラソンの方が心停止の発生率が高いことが報告されている¹⁴⁾。よって、パフォーマンス評価やメディカルチェックの必要性が求められる。

マラソンのような持久的競技スポーツのパフォーマンスの評価には、最大酸素摂取量を用いることが多い。最大酸素摂取量とは、1分間あたりに体内に取り込むことのできる酸素量の最大値であり、有酸素運動の指標として一般的に最も用いられている¹⁵⁾。最大酸素摂取量とパフォーマンスについては先行研究において数多くの報告があり、豊岡は5000m走の記録と最大酸素摂取量との間に関連があり、高い最大酸素摂取量を有するほど優れた記録で走ることを報告している⁵¹⁾。また綱分らの高校生を対象とした報告では、最大酸素摂取量とパフォーマンスの間に関係があることを示している⁵²⁾。さらに、一般市民ランナーを対象とした研究においても、マラソンタイムと最大酸素摂取量の関係が高いことが報告されている^{12,57)}。しかしながら、最大酸素摂取量が高値だけで持久的競技で好成績を収められるのではなく、乳酸性作業閾値やランニングエコノミーも大きくマラソンタイムに影響することが報告されている⁶⁾。乳酸性作業閾値とは、乳酸が血液中にたまり始める運動強度のことであり、マラソンスピードを予測することが可能とされている⁷⁾。Davis JA.もマラソン競技の走速度と乳酸閾値での走速度に高い正の相関関係があることを報告し⁵⁾、松生らの研究においても、男子長距離ランナーの競技記録が優れたグループほど、血中乳酸濃度時の走行速度が速い傾向を示している²³⁾。また、ランニングエコノミーとは、「走の経済性」と訳され、ある走速度に対してより少ないエ

エネルギーで走れるかをみるものであり²²⁾、ケニア選手は日本選手と比べ、同一のスピードをより少ない酸素摂取量で走ることができると報告されている⁶⁾。

Adrian W. et al.は、最大酸素摂取量と乳酸性作業閾値、ランニングエコノミーの3要因でマラソントimeを約70%の予測ができることを報告している¹⁾。しかしながら、これらはトップアスリートを対象としているものが多く、また、測定するためには、特別な機器や測定環境、測定方法を熟知した人材が必要なため、一般市民ランナーを測定するには現実的ではない。そこで、簡便な体力測定やアンケート調査でマラソントimeの予測を行うことができれば、現在の体力レベルに似合ったマラソントimeの予測が可能となる。レース中のペースについて、山本らは、マラソン大会の記録が上位者ほど、10kmごとのスプリットタイムの低下率が低いこと⁵⁶⁾、Ely MR.は、30km以降のペースを維持できるか否かでマラソンパフォーマンスが大きく左右されること⁸⁾を報告している。つまり、マラソントimeの予測を行うことは、レース中のペース配分の設定、そして、トレーニング強度の設定にも有効となりパフォーマンス向上に繋げることができ、一般市民ランナーに貢献できると考えられる。

1.2 本研究の目的

一般市民ランナーのマラソンゴールタイムには、大きな差がある。先頭でゴールするランナーは2時間半であり、最終ランナーでは、レース制限の5~7時間と2倍以上の時間を要する。その理由として、アスリートと一般市民ランナーを比較すると年齢や生活環境が大きく異なり、多くの一般市民ランナーの走る目的は趣味であり健康を意識したものである。したがって、パフォーマンス評価を行う場合、特殊な機器や環境を必要とせず、簡便な評価方法が望ましい。

そこで本研究は、上体起こし、長座体前屈、20m シャトルランの新体力テスト種目と、下肢筋力を評価する体重支持指数といった簡便な体力測定、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離のアンケート調査とマラソントimeの関係を明らかにし、さらに一般市民ランナーの体力・形態・経験年数からマラソントimeを予測する式を作成することを目的とした。

第二章 方法

2.1 被験者

被験者は、マラソンを完走している 20 歳から 65 歳の男性 100 名、女性 111 名の一般市民ランナーとした。本研究の一般市民ランナーの定義は、ランニングデータ 2015 において、週間トレーニング回数の平均は 3 回であること³⁴⁾、Billat V et al.の報告において、エリートランナーおよび準エリートランナーの週間トレーニング回数は 10~14 回実施していることから³⁾、週間トレーニング回数が 9 回以下であるランナーを一般市民ランナーと定義した。

本研究は、事前に承認を得た立命館大学倫理委員会の「人を対象とする研究倫理」の規定に基づき、各被験者には必ず測定を行う前に、口頭および書面にて研究の目的・測定の内容、安全性の説明を行い、十分な理解を得られた上で、全ての被験者から書面による参加の同意を得た(承認番号：BKC-人医-2016-011)。

2.2 測定項目

①基礎形態測定

身長および体重、BMI(Body Mass Index)の測定を実施した。BMI は体重と身長の関係から算出される肥満度を表す体格指数であり、以下の計算式によって算出した。

$$\text{BMI} = \text{体重(kg)} \div [\text{身長(m)} \times \text{身長(m)}]$$

②体力測定

1) 長座体前屈

長座体前屈測定は、デジタル長座体前屈計(竹井機器社製、T.K.K.5412 ; 図 1)を用いて文部科学省新体力テスト実施要項に従い実施した²⁴⁾。初期姿勢は、シューズを脱いで、壁に背中・臀部をつけ長座姿勢となる(図 2)。肩幅の広さで両手のひらを下にし、デジタル長座体前屈計を親指と人差し指の間で挟んだ。膝を曲げないように注意し、ゆっくりとまっすぐ前方にできるだけ遠くに前屈させるように指示した(図 3)。なお、測定の試技は 2 回とし、良い記録を採用した。



図1 竹井機器社製デジタル長座体前屈計(T.K.K.5412)



図2 長座体前屈測定(長座姿勢)



図3 長座体前屈測定(前屈姿勢)

2) 上体起こし(図 4)

上体起こし測定は、文部科学省新体力テスト実施要項に従い実施した。マット状に仰臥位で両手を軽く握り、両腕を胸の前で組み、両膝を角度は屈曲 90 度に固定した姿勢から、両肘が両大腿部に接触するまで上体を起こし、背中(肩甲骨)がマットにつくまで上体を倒すように指示した²⁴⁾。なお、被験者の両下腿部をしっかりと固定するため補助者は補助を行った。また、腰痛の自覚症状のある被験者については、測定を実施しないようにした。測定試技は 1 回とし、30 秒間の回数を記録した。



図 4 上体起こし

3) 体重支持指数(Weight Bearing Index : WBI)

体重支持指数は、アイソメトリックな膝伸展筋力を評価する指数であり、脚筋力測定台(竹井機器社製, T.K.K.5710m ; 図 5)を用いて、片足ずつ膝伸展筋力を測定し、以下の計算式によって算出した。なお、測定試技は左右 1 回ずつとした。

$$\text{膝伸展筋力(kg)} = [\text{左膝伸展筋力(kg)} + \text{右膝伸展筋力(kg)}] \div 2$$

$$\text{体重支持指数} = \text{膝伸展筋力(kg)} \div \text{体重(kg)}$$

測定方法は、黄川らに従って、膝関節屈曲角度は 70 度で実施した³²⁾。最適角度は 60 度とされているが、脚筋力測定台の付属品の影響で 10 度前後の関節伸展が発生するため 70 度を採用としている。被験者は測定台に座り、計測する足の位置を決め、動かないようにベルトで固定した。どちらかの足から膝が伸びる所まで伸ばし、片足ずつ測定をした。できるだけ反動を使わず最大筋力を発揮させるように指示した。



図5 脚筋力測定(竹井機器製, T.K.K.5710m)

4) 20m シャトルラン

20m シャトルラン測定は、室内に 20m の距離間に 2 本の平行線を引き、その線上の両端と中心にカラーコーンを立てた。測定には、文部科学省新体力テスト用 CD を用いて実施した。被験者はスタートから一定の間隔で電子音が鳴り、次の電子音までに 20m 先のラインに必ず達し、次の電子音までにスタート地点に戻って折り返すという方式に加え、漸増する電子音に追従できなくなるまでシャトルランを続行した。また、2 回連続電子音に到達できなかった場合は、テストを終了する方式の文部科学省新体力テスト実施要項に従い実施した²⁴⁾。なお、測定試技は 1 回とし、片道 20m の走行を 1 回として数える片道反復回数で記録した。また、接触を避けるため 10 名を目途にスタートをさせた。

③アンケート調査

年齢、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離、マラソンタイムは測定記録用紙に自記式記入にて調査した。ランニング歴は、ランニングを開始してから測定日までの年数とした。また、途中ブランクがある場合はその年数を含めていない。週間トレーニング回数は、測定日から三か月前までの週間のトレーニング回数を平均したものとした。月間走行距離は、測定日から三か月前までの月間走行距離を平均したものとした。マラソンタイムは、測定日から 1 年以内に参加したマラソン大会のうち最も身近な記録をマラソンタイムとした。

2.3 統計処理

全ての結果は、平均値±標準偏差で示し、Kolmogorov-Smirnovの方法によって、データの正規性の検定を行い、正規分布を確認した。正規分布をしている項目にはパラメトリック検定を用い、正規分布していない項目には、ノンパラメトリック検定を実施した。マラソンタイムと各測定項目との関係を明らかにするために、Pearsonの相関係数とSpearmanの順位相関係数を用いた。さらに、マラソンタイムを従属変数に相関関係を認めた項目を独立変数として、ステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った。本研究における統計処理は、SPSS for Windows ver19.0(IBM社製)を用いて行った。なお、統計学的有意水準は全て危険率が5%未満とした。

第三章 結果

3.1 被験者の特徴

マラソンを完走している一般市民ランナー，男性 100 名，女性 111 名の基礎形態測定の結果は，男性：年齢 45.8 ± 9.0 歳，身長 171.2 ± 5.3 cm，体重 65.4 ± 7.7 kg，BMI 22.3 ± 2.1 kg/m²であり，女性：年齢 42.3 ± 8.7 歳，身長 158.4 ± 5.4 cm，体重 52.4 ± 6.4 kg，BMI 20.9 ± 2.4 kg/m²であった(表 1)。

表 1 基礎形態測定結果

項目	全体(n=211)		男性(n=100)		女性(n=111)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
年齢(歳)	44.0	9.0	45.8	9.0	42.3	8.7
身長(cm)	166.4	8.4	171.2	5.3	158.4	5.4
体重(kg)	58.6	9.6	65.4	7.7	52.4	6.4
BMI(kg/m ²)	21.6	2.4	22.3	2.1	20.9	2.4

3.2 体力測定とアンケート調査の結果

体力測定とアンケート調査の結果は，男性では，長座体前屈 37.5 ± 10.1 cm，上体起こし 21.1 ± 5.5 回，体重支持指数 0.9 ± 0.2 ，20m シャトルラン 76.9 ± 19.8 回，ランニング歴 5.7 ± 4.9 年，週間トレーニング回数 3.1 ± 1.5 回，月間走行距離 136.5 ± 81.7 km，マラソンタイム 15249.3 ± 2899.6 秒(4 時間 14 分 09 秒 \pm 48 分 02 秒)であり，女性では，長座体前屈 40.0 ± 9.6 cm，上体起こし 16.1 ± 5.3 回，体重支持指数 0.7 ± 0.2 ，20m シャトルラン 53.4 ± 16.2 回，ランニング歴 4.2 ± 2.6 年，週間トレーニング回数 2.8 ± 1.3 回，月間走行距離 95.3 ± 55.7 km，マラソンタイム 17390.3 ± 2764.3 秒(4 時間 49 分 50 秒 \pm 46 分 04 秒)であった (表 2)。

表 2 体力測定とアンケート調査の結果

項目	全体 (n=211)		男性 (n=100)		女性 (n=111)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
長座体前屈 (cm)	38.3	9.9	37.5	10.1	40.0	9.6
上体起こし (回)	18.5	5.9	21.1	5.5	16.1	5.3
体重支持指数	0.8	0.2	0.9	0.2	0.7	0.2
20m シャトルラン (回)	64.5	21.5	76.9	19.8	53.4	16.2
ランニング歴 (年)	4.9	3.9	5.7	4.9	4.2	2.6
週間トレーニング回数 (回)	2.9	1.4	3.1	1.5	2.8	1.3
月間走行距離 (km)	114.9	72.0	136.5	81.7	95.3	55.7
マラソンタイム (秒)	16375.6	3019.0	15249.3	2899.6	17390.3	2764.3

3.3 マラソンタイムと調査項目との相関関係

図 6～図 13 は、男性におけるマラソンタイムと各項目(BMI, 長座体前屈, 上体起こし, 体重支持指数, 20m シャトルラン, ランニング歴, 週間トレーニング回数, 月間走行距離)の相関分析結果を示す. BMI($r=0.37$, $p<0.01$), 上体起こし($r=-0.31$, $p<0.01$), 体重支持指数($r=-0.26$, $p<0.01$), 20m シャトルラン($r=-0.65$, $p<0.01$), ランニング歴($r=-0.33$, $p<0.01$), 週間トレーニング回数($r=-0.43$, $p<0.01$), 月間走行距離($r=-0.60$, $p<0.01$)の 7 項目に有意な相関関係が認められ, 長座体前屈($r=-0.08$, n.s.)のみ認められなかった.

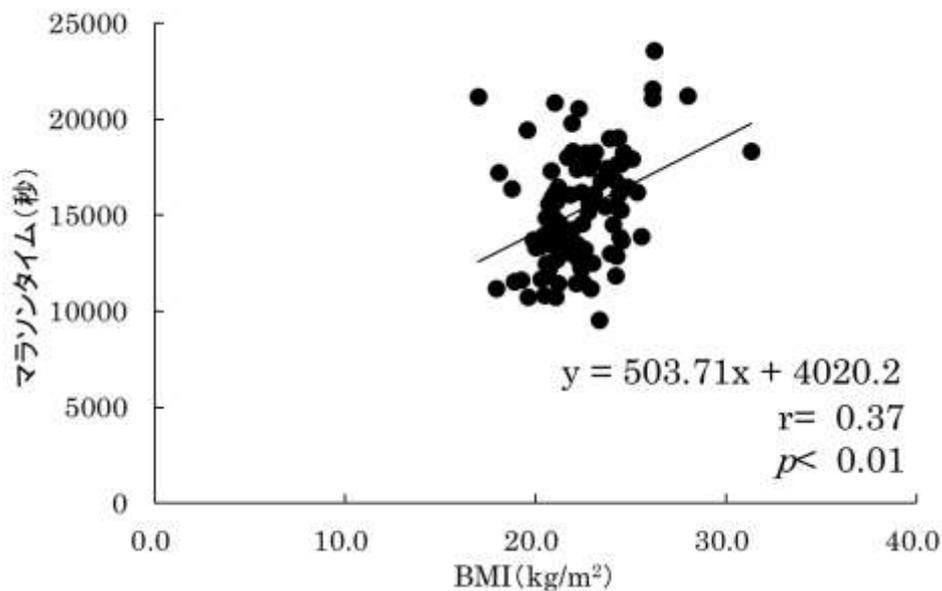


図 6 マラソンタイムと BMI との相関関係(男性)

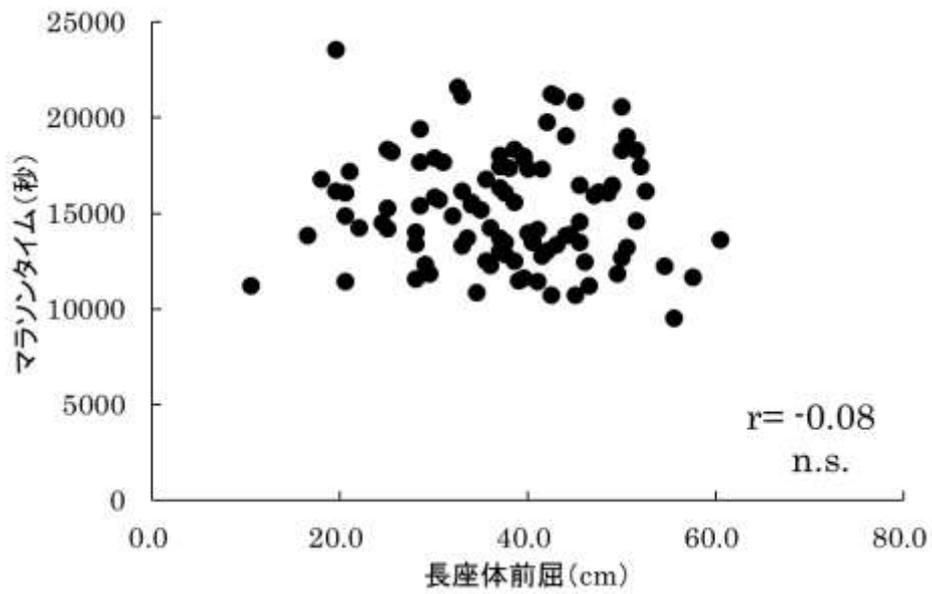


図7 マラソンタイムと長座体前屈との相関関係(男性)

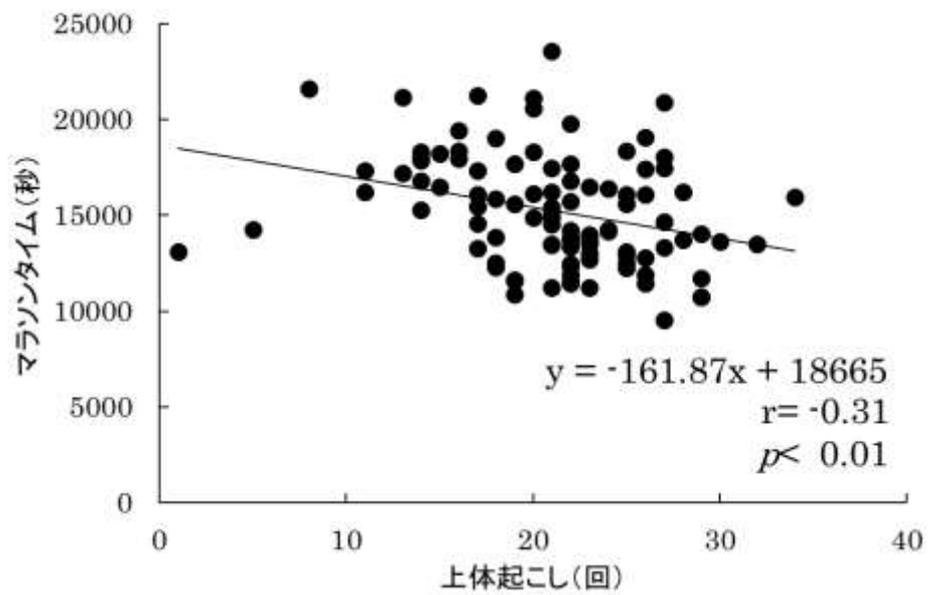


図8 マラソンタイムと上体起こしとの相関関係(男性)

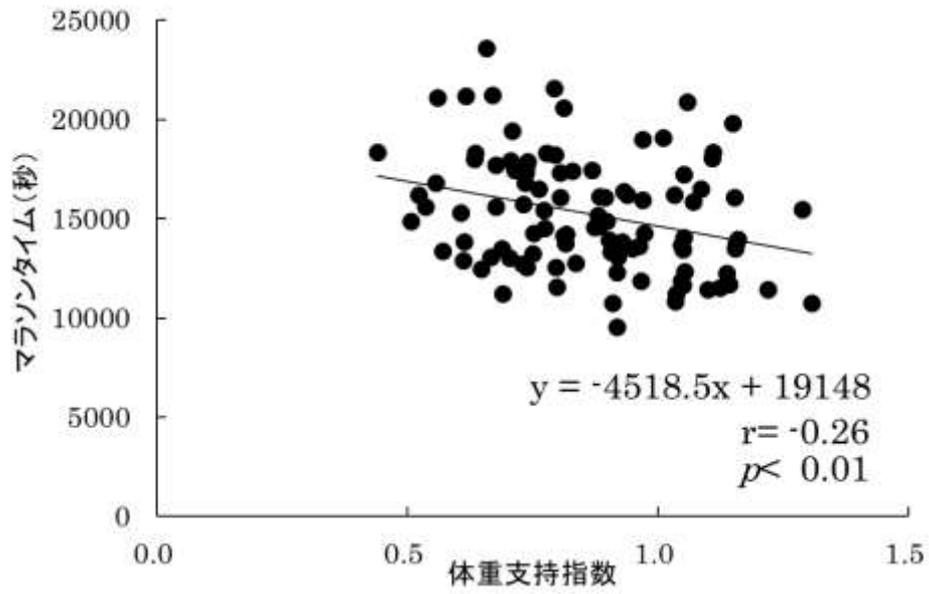


図9 マラソンタイムと体重支持指数との相関関係(男性)

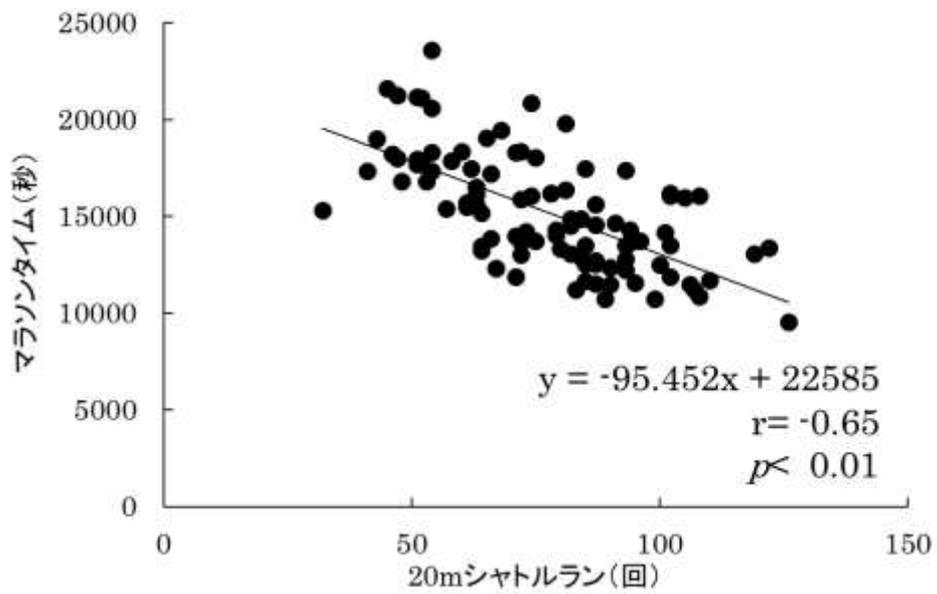


図10 マラソンタイムと20mシャトルランとの相関関係(男性)

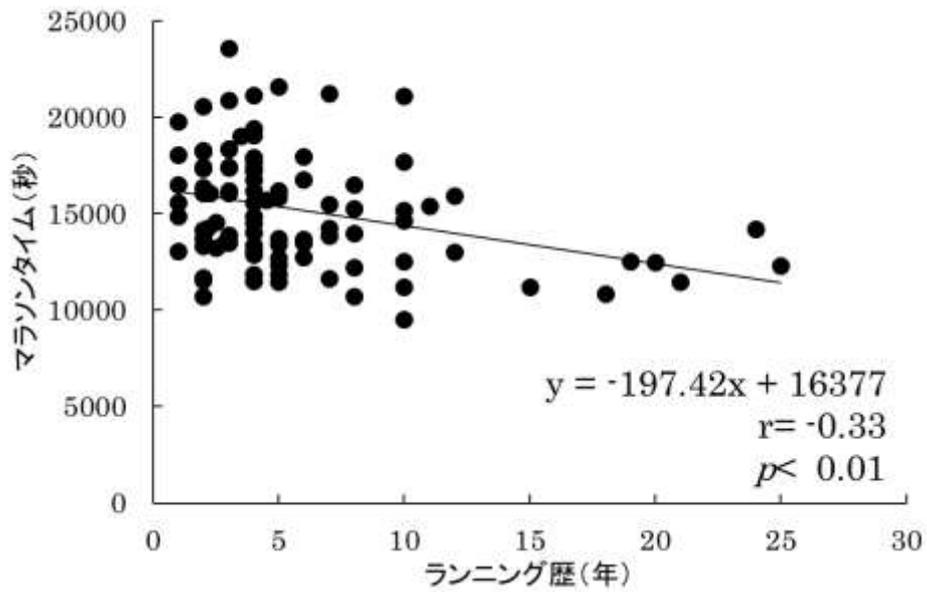


図 11 マラソンタイムとランニング歴との相関関係(男性)

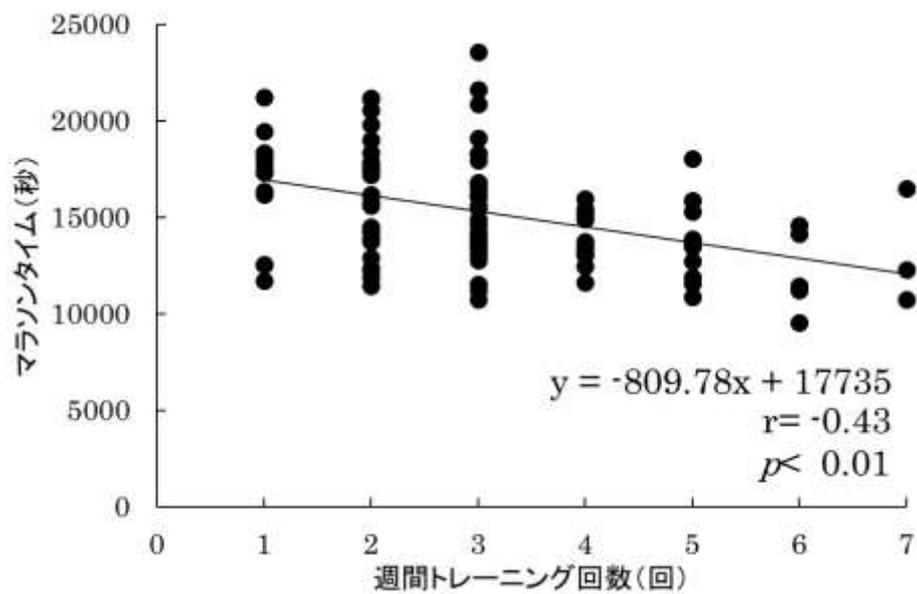


図 12 マラソンタイムと週間トレーニング回数との相関関係(男性)

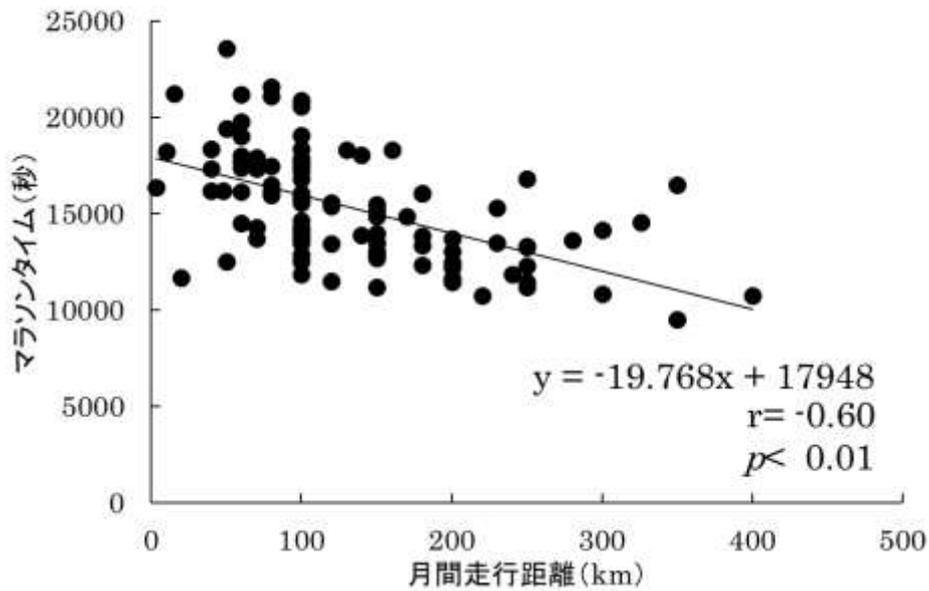


図 13 マラソンタイムと月間走行距離との相関関係(男性)

図 14～図 21 は、女性におけるマラソンタイムと各項目(BMI, 長座体前屈, 上体起こし, 体重支持指数, 20m シャトルラン, ランニング歴, 週間トレーニング回数, 月間走行距離)の相関分析結果を示す. BMI($r=0.41$, $p<0.01$), 上体起こし($r=-0.24$, $p<0.02$), 20m シャトルラン($r=-0.70$, $p<0.01$), ランニング歴($r=-0.27$, $p<0.01$), 週間トレーニング回数($r=-0.31$, $p<0.01$), 月間走行距離($r=-0.59$, $p<0.01$)の 6 項目に有意な相関関係が認められ, 長座体前屈($r=0.02$, n.s.)と体重支持指数($r=-0.12$, n.s.)には認められなかった.

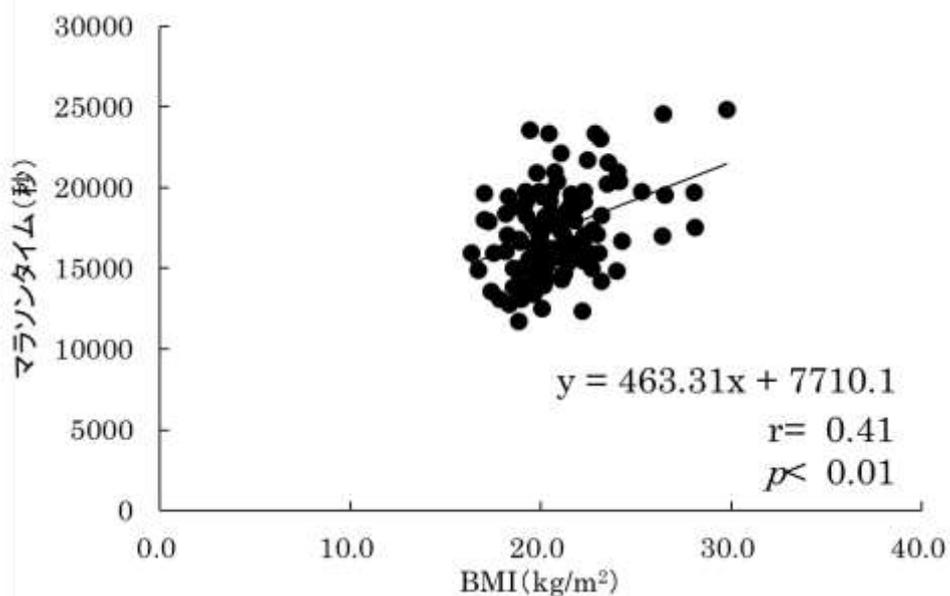


図 14 マラソンタイムと BMI との相関関係(女性)

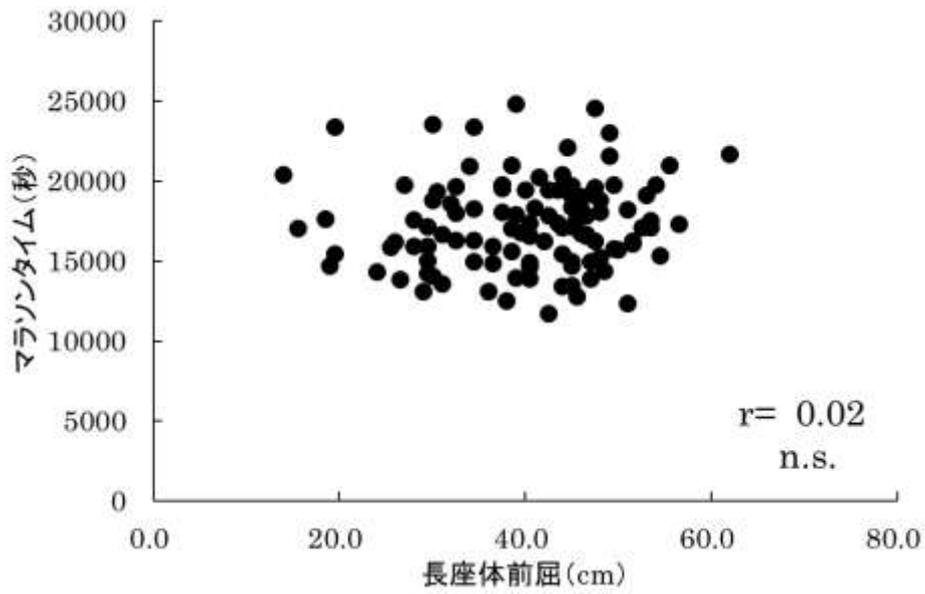


図 15 マラソンタイムと長座体前屈との相関関係(女性)

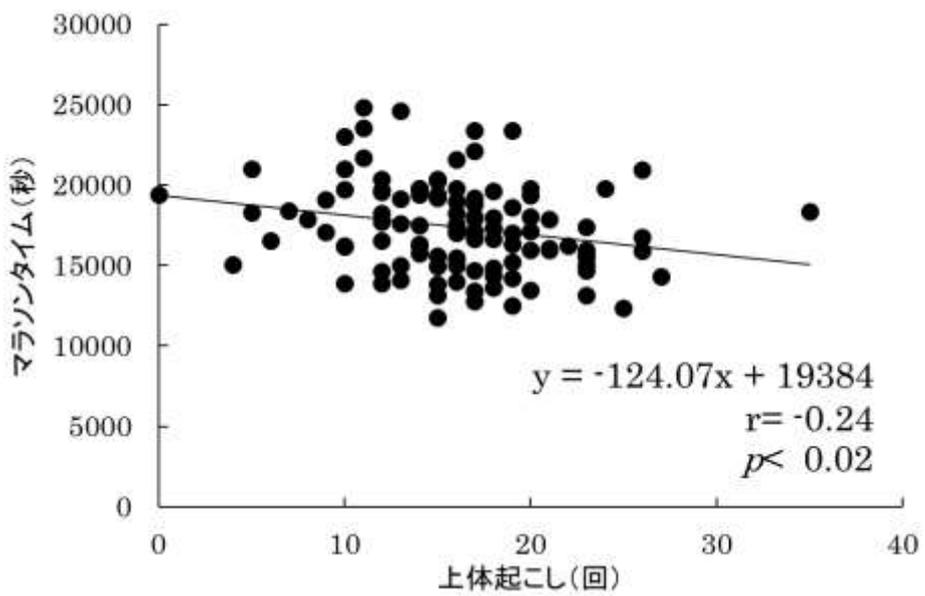


図 16 マラソンタイムと上体起こしとの相関関係(女性)

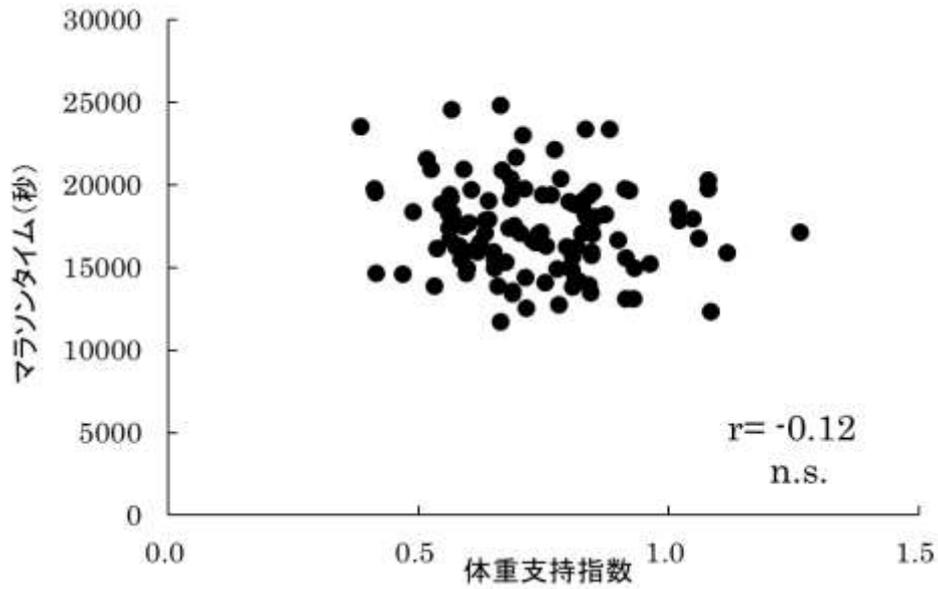


図 17 マラソンタイムと体重支持指数との相関関係(女性)

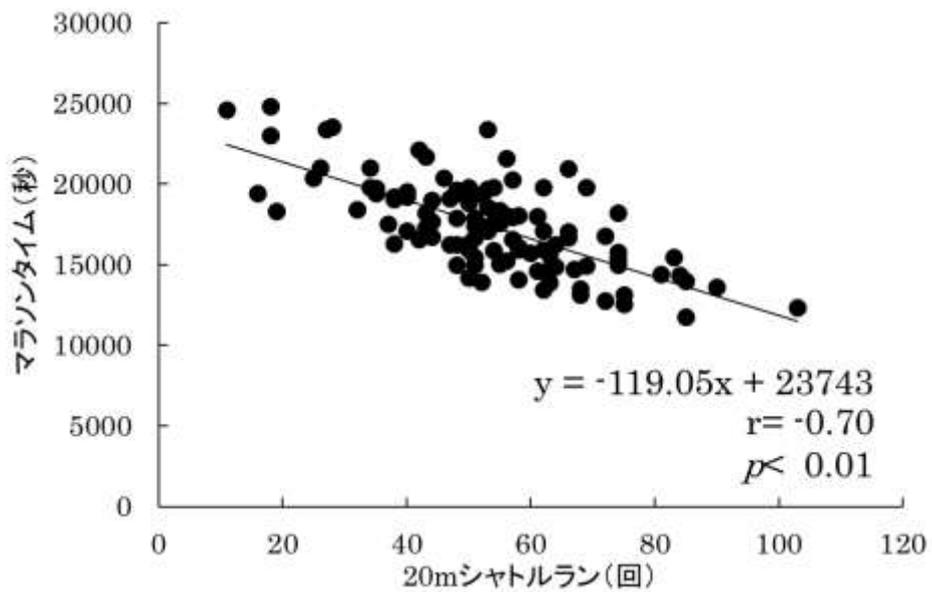


図 18 マラソンタイムと 20m シャトルランとの相関関係(女性)

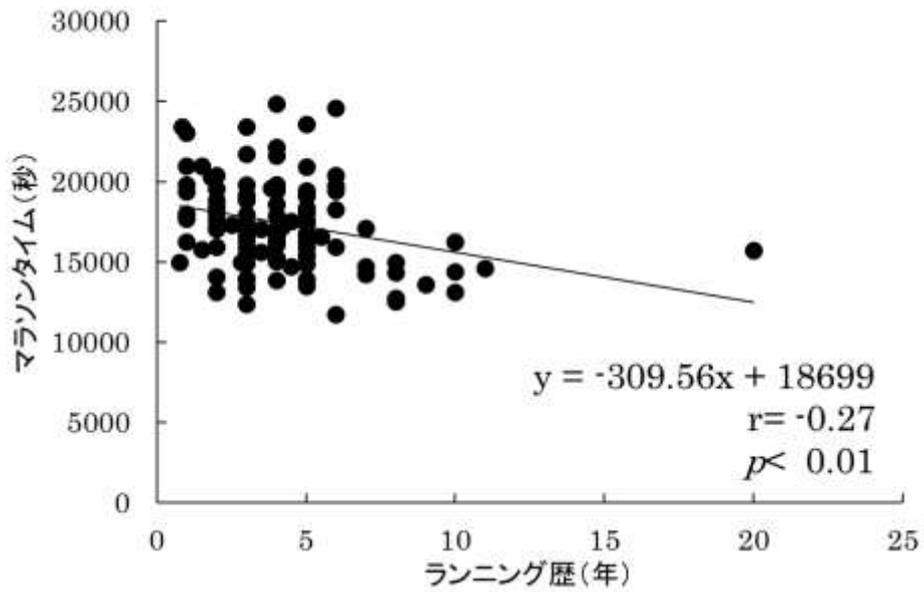


図 19 マラソンタイムとランニング歴との相関関係(女性)

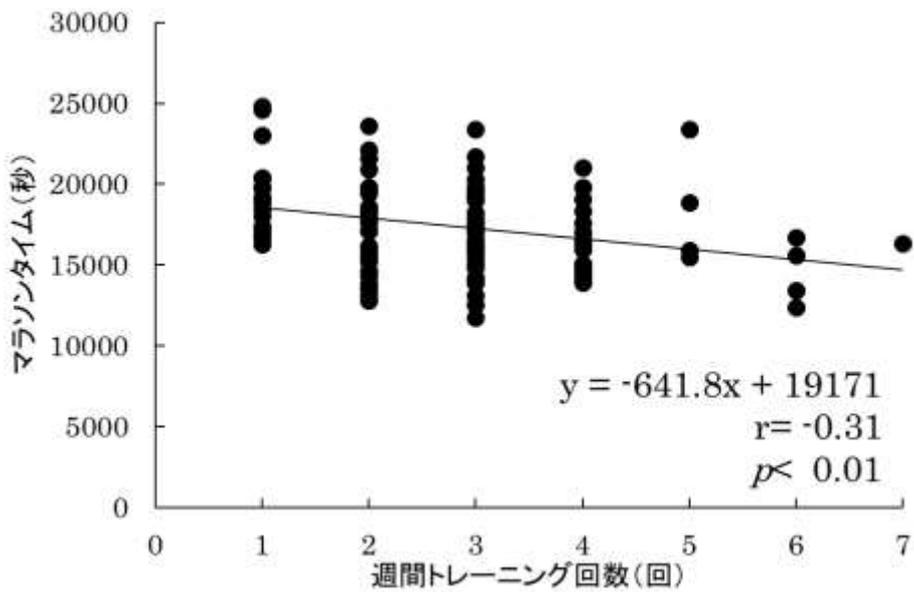


図 20 マラソンタイムと週間トレーニング回数との相関関係(女性)

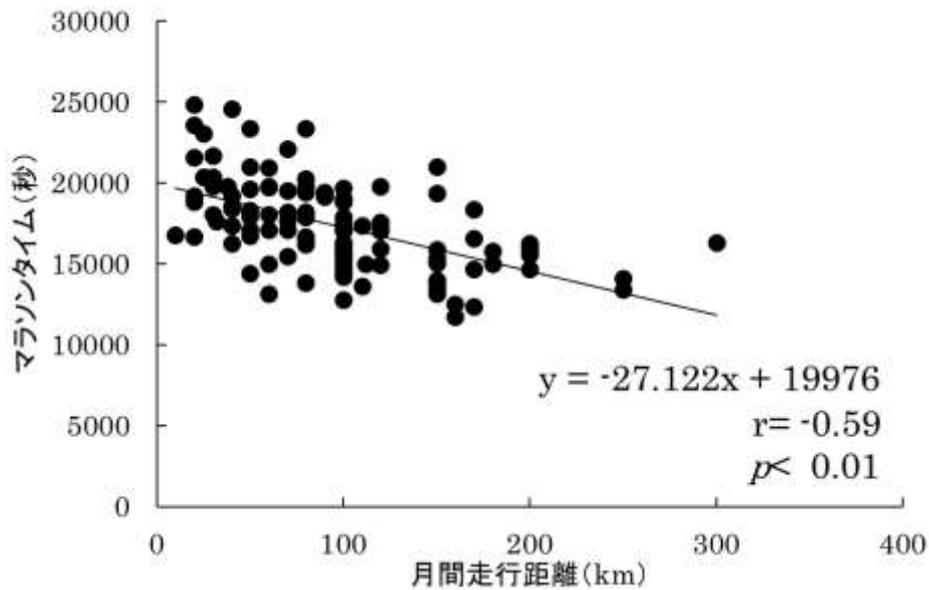


図 21 マラソントimeと月間走行距離との相関関係(女性)

3.4 重回帰分析の結果

マラソントimeを従属変数に相関関係を認めた項目(男性：BMI，上体起こし，体重支持指数，20m シャトルラン，ランニング歴，週間トレーニング回数，月間走行距離の7項目，女性：BMI，上体起こし，20m シャトルラン，ランニング歴，週間トレーニング回数，月間走行距離の6項目)を独立変数として，ステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った。なお，正規分布をしていないランニング歴，週間トレーニング回数，月間走行距離に関しては，底を10とするlog変換値を用いた。その結果，男性($R=0.766$ ， $R^2=0.587$ ， $p<0.01$)，女性($R=0.801$ ， $R^2=0.642$ ， $p<0.01$)ともに20m シャトルラン・月間走行距離(log変換値)・ランニング歴(log変換値)を独立変数とした有意な回帰式が得られた(表3，表4)。

男性： $Y=-82.310x_1-2594.369x_2-2218.123x_3+28289.223$

女性： $Y=-90.661x_1-3640.752x_2-2083.027x_3+30285.489$

Y：マラソントime

x_1 ：20m シャトルラン

x_2 ：月間走行距離(log変換値)

x_3 ：ランニング歴(log変換値)

表 3 重回帰分析の結果(男性)

変数	非標準化係数	標準誤差	標準偏回帰係数	F値	95% 信頼区間
20mシャトルラン	-82.310	10.052	-.562	.000	-102.264 - -62.356
月間走行距離(log変換値)	-2594.369	622.281	-.291	.000	-3829.587 - -1359.151
ランニング歴(log変換値)	-2218.123	610.216	-.243	.000	-3429.393 - -1006.854
(定数)	28289.223	1287.884		.000	25732.793 - 30845.653

R=0.766 R²=0.587 p<0.01

表 4 重回帰分析の結果(女性)

変数	非標準化係数	標準誤差	標準偏回帰係数	F値	95% 信頼区間
20mシャトルラン	-90.661	10.698	-.533	.000	-111.869 - -69.453
月間走行距離(log変換値)	-3640.752	597.419	-.378	.000	-4825.064 - -2456.439
ランニング歴(log変換値)	-2083.027	614.259	-.200	.001	-3300.724 - -865.330
(定数)	30285.489	1128.150		.000	28049.063 - 32521.914

R=0.801 R²=0.642 p<0.01

第四章 考 察

本研究は、マラソン完走者からマラソンタイムの予測に興味がある一般市民ランナーを対象に簡便な体力測定およびアンケート調査を実施しマラソンタイムとの関係を明らかにした。マラソンタイムと体力測定およびアンケート調査の結果は、男性では、BMI、上体起こし、体重支持指数、20m シャトルラン、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離の7項目、女性においては、BMI、上体起こし、20m シャトルラン、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離の6項目でマラソンタイムと相関関係を認めた。さらに男性、女性ともに20m シャトルラン・月間走行距離(log 変換値)・ランニング歴(log 変換値)を独立変数とした有意な回帰式が得られた。

先行研究によると、最大酸素摂取量の80%の運動強度で運動させたところ疲労困憊までの時間は、男性で平均38分、女性では平均53分と男性より女性の方が有意に長かったことが報告されている⁹⁾。さらに、運動中の主なエネルギー源として糖質と脂質が利用されるが、運動中の脂質利用率は男性よりも女性で高いこと⁴⁹⁾、脂肪源の利用方法には性差があること³³⁾など、男性と女性ではエネルギー基質の利用の違いがあることも報告されている。これらのことから、本研究では男性女性別に検討を行った。

20m シャトルランは、文部科学省新体力テスト実施要項では、全身持久力を測定する項目であり、その結果より、推定の最大酸素摂取量を算出することが可能である²⁴⁾。今回の結果では、20m シャトルランの回数は男性で76.9回、女性で53.4回であり、そこから算出される推定最大酸素摂取量は、男性約43.3ml/kg/min、女性約37.9ml/kg/minであった。一般成人の最大酸素摂取量と比較すると、男性40代平均は37.0 ml/kg/min、女性40代平均は31.0 ml/kg/minであり³⁶⁾、一般市民ランナーの方が高い結果であった。ちなみにトップアスリートの最大酸素摂取量は、男性マラソン選手であるフランク・ショーターは71.3ml/kg/min、女性マラソン選手で世界記録保持者のポーラ・ラドクリフは75.0 ml/kg/minと言われている²²⁾。最大酸素摂取量は、1分間当りに体内に取り込むことのできる酸素量の最大値のことであり、持久系の種目は最大酸素摂取量と密な関係がある。これまでの先行研究において、マラソンタイムと最大酸素摂取量との関係は多く報告されており^{12,57)}、本研究でもマラソンタイムと高い相関関係を示し、同様な結果が得られた。また、パフォーマンスのみならず、最大酸素摂取量を高く維持することは骨や筋量の減少を抑制する可能性が示唆されている⁴³⁾。さらに、冠動脈疾患患者におい

てすべての原因による死亡率および心血管が原因での死亡率との関係で、最高酸素摂取量と死亡率は反比例することを示していることより⁵³⁾、健康増進のためにも最大酸素摂取量を高めておく必要がある。

長距離走やマラソンのような長時間の身体移動運動では、過度な体重はマイナス要因としてパフォーマンスに影響する。全日本大学女子駅伝の選手を対象とした研究において BMI が低値なほど 3000m の記録が良いこと⁴⁴⁾、高校生長距離ランナーにおいても身体組成が競技成績に影響していること⁵²⁾が報告されており、本研究でも、記録が優る一般市民ランナーほど、身長に対して体重が軽い傾向であったことが明らかになった。マラソンのような長距離走は、長い時間にわたってエネルギーを産生し続けるスポーツであり、マラソンのエネルギー消費量は、おおよそ「体重約 1kg 当たり×1km×1kcal」で算出される。例えば、体重 60kg の人がマラソンを走ると「60kg×42.195km×1kcal≒2,531kcal」と多くのエネルギーが消費されていることになる。つまり、同じ速度で走行しても体格がスリムなランナーほど、エネルギー消費量が少なくなり、パフォーマンスに影響すると考えられた。

今回、男性は 22.3kg/m²、女性は 20.9kg/m² であり、肥満度判定基準(日本肥満学会)の標準体重(18.5≦BMI<25.0)の中に当てはまり、ランニングが肥満を予防する運動として効果的であることを支持でき、さらに、誰でも気軽に実施できることから肥満予防に最適であると考えられる。しかし、前述しているようにマラソンは多くのエネルギーを消費し、さらに脚にかかる負担は体重の約 3 倍とされている。大須賀らは、女性アスリートにおいて、BMI18.5kg/m² 未満の選手は BMI18.5kg/m² 以上の選手と比較すると有意に無月経の割合が高いこと³⁰⁾、福永は、鉄欠乏性貧血は足底部強打による溶血、多量の発汗などが原因であると報告しており¹⁰⁾、さらに、高尾らは一般市民ランナーにおいて体重と Hb 値の間に正の相関関係を示し、体重が軽いほど Hb 値が低値であることを報告していることから⁴⁷⁾、体重や BMI は必ずしも低値が良いとは言えない。基本的には、運動で消費したエネルギーは、食事から摂取する必要があるが、一般市民ランナーの食習慣や飲酒習慣は必ずしも良好ではないことが報告されていることから¹¹⁾、一般市民ランナーのパフォーマンス向上、健康維持のためには栄養調査等の必要性があげられる。

体重支持指数とマラソンタイムとの間に、男性のみ相関関係を認めた。三本木らは、筋力・筋パワーそのものがタイムに影響するかは不明としているが、長距離走中の走速

度を維持するためには、脚筋力を高い水準で維持することが必要であると報告している³⁷⁾。しかし、比較的競技水準が低い集団においては、レースの平均走速度を高めるためには、有酸素能力が優れていることが一番の要因とされている³⁷⁾。今回、女性には体重支持指数とマラソンの間に相関関係を認めず、マラソンタイムは17390.3秒(4時間49分50秒)であった。アールビーズの報告では、女性のマラソン自己ベストタイムの平均は4時間23分であり³⁴⁾、比較的競技水準が低かったこと、さらに、長距離走のピッチと走効率において、女性はピッチを変化させても酸素摂取量に変化しないなど、男性女性ではピッチと走効率の関係が異なっていることが報告されている³⁹⁾。つまり、女性においては、脚筋力がパフォーマンスに影響を与えるのではなく、有酸素能力がパフォーマンスに大きく影響することが示唆された。男性においては、体重支持指数が高値なほどマラソンタイムが速い結果を認めた。Damasceno M.V. et al.は男性一般市民ランナーが筋力トレーニングを行うことで10kmのタイムが向上すること⁴⁾、吉儀らは脚筋力の向上が競技記録の短縮につながったことを報告している⁵⁹⁾。そして、男子学生において下肢筋力は最大酸素摂取量と相関すること³⁷⁾を考えると、パフォーマンスに下肢筋力も影響することが考えられた。

上体起こしは、文部科学省新体力テスト実施要項では、筋持久力を測定している項目とされている²⁴⁾。筋持久力とは、持続的または反復的な筋収縮を継続する筋の能力と定義されている²⁾。大谷らは、反復動作の能力が優れていることがパフォーマンスにも影響する一要因であること³¹⁾、木村らは大学生駅伝チームにおいて、5000mのタイムと筋持久力の間に正の相関関係が認められること²¹⁾や、上体起こしで使われる筋群である大腰筋の筋横断面積が高校トップレベルの男子長距離走者においてパフォーマンスと有意な関係性が示されている⁵⁸⁾。また、タイムで上位群と下位群の2群に分け、上位群の方が下位群に比べ、筋持久力の低下率が低く、筋持久力がパフォーマンスに影響していることを報告している²¹⁾。さらに、筋持久力は、筋グリコーゲン貯蔵量、有酸素系エネルギー産生能力、脂肪エネルギーや利用能力、遅筋繊維の割合に関係していることが示されていることから、マラソンタイムと上体起こしの間に相関関係が認められたと考えられる。

今回長座体前屈とマラソンタイムとの間には、男性女性とも相関関係が認められなかった。柔軟性の測定は、障害などのリスク予防につながるとしていることから²⁰⁾、マラソンタイムとも関係があると仮定して測定を試みたが、長座体前屈とマラソンタイムと

の間には関係が認められなかった。先行研究で涉猟しえた範囲では、柔軟性とパフォーマンスに関する報告が見当たらず、今後も検討する必要がある。

アンケート調査項目のランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離において、男性女性ともにマラソントタイムと有意な相関関係が認められた。繁田らは、マラソントタイムと月間走行距離の間に負の相関関係を認めており、長い距離を走った者ほど、マラソントタイムが速い成績であることを報告している⁴¹⁾。また、大学生を対象にフルマラソン完走者と未完走者を比べると、練習回数、時間、距離のすべてにおいて、完走グループが有意に大きかったことが調査されている⁴²⁾。さらに、週間トレーニング回数とマラソントタイムの間にも相関関係を認めているが、これに関しては、週間トレーニング回数が多いほど、月間走行距離にも影響している可能性があるため、週間トレーニング回数はマラソントタイムと影響している可能性が示唆された。ランニング歴においては、継続してランニングを行っている者の最大酸素摂取量は年齢相応以上であることが示されており²⁹⁾、ランニング歴も最大酸素摂取量に影響している一要因であることから、マラソントタイムと関係していることが示唆された。

体格や筋持久力、全身持久力などマラソントタイムと相関関係があることが明らかになったが、どの項目がマラソントタイムに大きな影響を与えているか検討するため、マラソントタイムを従属変数に相関関係を認めた項目を独立変数として、ステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った。その結果、男性女性ともに20m シャトルラン、月間走行距離、ランニング歴において有意な回帰式が得られた。この回帰式を使用することにより、事前にマラソントタイムの予測が可能となり、ペース配分などに役立つと考えられる。ペースに関する先行研究において、レースペースのスプリットタイムから凹型、前半型、凸型、波形、後半型、イーブン(一定)型、ジグザグ型のパターンに分類されることが示されている⁵⁵⁾。さらに、一般市民ランナーの上位でゴールをしている者の10km ごとのスプリットタイムの低下率は低く、一定のペースで走っていること⁵⁶⁾や30km 以降はペースを維持できるか否かでマラソンパフォーマンスが大きく左右されること⁸⁾が報告されている。よって、事前に回帰式を使用してマラソントタイムを予測し、1km ごとのペースをあらかじめ決めて走ることが出来れば、レース中のペース変動や30km 以降のペースの落ち込みが少なくなり、パフォーマンスの向上に繋がる可能性がある。また、マラソントレーニングにおいても、ペースや運動強度の設定、現状の体力レベルの把握や再確

認などにも使用できる。このように、マラソンタイムの予測をすることで一般市民ランナーのペース戦略や体力レベルの把握に貢献することが示された。

マラソンタイムの回帰式で使用する3つの項目のうち、月間走行距離とランニング歴は簡単に調査することができ、20m シャトルランも新体力テストの項目であることから、簡便に測定することが可能である。高橋らは、12分間テストの走行距離から推定の最大酸素摂取量を算出し、即座にランニング速度が得られること⁴⁵⁾、西城らは、一般市民ランナーを対象とした研究で、換気性閾値を求めることで、マラソンタイムの記録を予測することができる³⁵⁾。このように先行研究では、マラソンタイムを一つの測定項目で検討しているものが多く、本研究のように20m シャトルランや月間走行距離、ランニング歴といった項目を用いて複合的にマラソンタイムの回帰式を作成できたことは新規性が高いと考えられる。

本研究は、一般市民ランナーを対象とした研究であるため、アスリートに近い3時間を切るような一般市民ランナーには対応していないことは限界としてあげられる。また、パフォーマンスに関する測定・調査のみであり、ランニング傷害やトレーニング内容などに関する調査は実施していない。今後、マラソンを安全かつ、健康につなげるためには、ランニング傷害の調査はもちろんのこと、栄養調査やトレーニング強度や頻度など、きめ細かい調査を行うことが課題である。

第五章 結 論

本研究は、一般市民ランナー男性 100 名、女性 111 名を対象に、体力測定とアンケート調査を実施し、マラソントタイムと関係する項目を明らかにすることと、それに基づいて一般市民ランナーの体力・形態・経験年数からマラソントタイムを予測することを目的とし検証した。その主な結果は以下の通りである。

1) 一般市民ランナーの基礎形態特徴は、男性は、年齢 45.8 ± 9.0 歳、身長 171.2 ± 5.3 cm、体重 65.4 ± 7.7 kg、BMI 22.3 ± 2.1 kg/m²であった。女性は、年齢 42.3 ± 8.7 歳、身長 158.4 ± 5.4 cm、体重 52.4 ± 6.4 kg、BMI 20.9 ± 2.4 kg/m²であった。

2) マラソントタイムと相関関係が認められた項目は、男性では、BMI、上体起こし、体重支持指数、20m シャトルラン、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離の 7 項目であった。女性では、BMI、上体起こし、20m シャトルラン、ランニング歴、週間トレーニング回数、月間走行距離の 6 項目であった。

3) マラソントタイムを従属変数に相関関係を認めた項目を独立変数としてステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った結果、以下のような有意な回帰式が得られた。

男性： $Y = -82.310x_1 - 2594.369x_2 - 2218.123x_3 + 28289.223$ ($R = 0.766$, $R^2 = 0.587$, $p < 0.01$)

女性： $Y = -90.661x_1 - 3640.752x_2 - 2083.027x_3 + 30285.489$ ($R = 0.801$, $R^2 = 0.642$, $p < 0.01$)

Y：マラソントタイム

x₁：20m シャトルラン

x₂：月間走行距離(log 変換値)

x₃：ランニング歴(log 変換値)

以上の結果より、マラソントタイムと相関関係のある項目が明らかになり、それを基にマラソントタイムの回帰式を作成することができた。そして、回帰式を使用して事前に 1km ごとのペースを決めて走ることが出来れば、レース中のペースの変動や 30km 以降のペースの落ち込みが少なくなり、パフォーマンスの向上に繋がる可能性が示唆された。つまり、本研究によって、簡便な体力測定やアンケート調査でマラソントタイムの予測を行うことができ、一般市民ランナーのペース戦略に貢献することが示された。

謝 辞

本論文の作成するにあたり，スポーツ健康科学研究科の先生方，被験者としてご協力頂きました皆さんをはじめ，多くの方々にご支援頂き，心から感謝いたします。

副査を務めて頂きました，海老久美子教授，塩澤成弘准教授には修士論文作成にあたり御教授頂きましたことを深く御礼申し上げます。

最後に，本研究の施行，論文執筆ならびに学位論文申請に際し，多大なる御支援，御指導・御鞭撻を頂きました伊坂忠夫教授には深く感謝の意を表したく存じます。

参考文献

- 1) Adrian W. Midgley, Lars R. McNaughton, Andrew M. Jones (2007) : Training to Enhance the Physiological Determinants of Long-Distance Running Performance, sports Med, Vol.37 No.10,857-880.
- 2) American College of Sports Medicine (2011) : 運動処方指針-運動負荷試験と運動プログラム-(原書第8版),南江堂,東京.
- 3) Billat.V, Demarle.A, Paiva.M, Koralsztein.J.P (2002) : Effect of Training on the Physiological Factors of Performance in Elite Marathon Runners (Males and Females) ,Int J Sports Med, Vol.23,336-341.
- 4) Damasceno M.V, Lisa-Silva A.E, Pasqua L.A, Tricoli V, Duarte M, Bishop D.J, Bertuzzi R (2015) : Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial, Eur J Appl Physiol, Vol.115 No.7,1513-1522.
- 5) Davis JA (1985) : Anaerobic threshold:review of the concept and directions for future research,Med Sci Sports Exerc, Vol.17,6-18.
- 6) 榎本靖士 (2013) : 長距離選手のランニングエコノミーに影響を及ぼす体力および技術的要因の検討, 筑波大学体育学紀要, Vol.36,137-140.
- 7) Enrico Tam, Huber Rossi, Christian Moia, Claudio Berardelli, Gabriele Rosa, Cario Capelli, Guido Ferretti (2012) : Energetics of running top-level marathon runners from Kenya, European Journal of Applied Physiology, Vol.112 No.11,3797-3806.

- 8) Ely MR, Martin DE, Cheuvront SN, Montain SJ (2008) : Effects of ambient temperature on marathon pacing is dependent on runner ability, *Med Sci Sports Exerc*, Vol.40,1675-1680.
- 9) Froberg,K. Pedersen,P.K.(1984) : Sex differences in endurance capacity and metabolic response to prolonged, heavy exercise. *Eur J. Appl. Physiol. Occup Physiol*, Vol.52,446-450.
- 10) 福永慶隆 (2010) : 鉄欠乏性貧血, *小児科臨床*, Vol.63 No.4,814-818.
- 11) 濱口幹太,高尾憲司,田中史朗,大槻伸吾 (2014) : 一般市民ランナーの生活習慣は良いか?—生活習慣に関するアンケート調査より—, *関西臨床スポーツ医・科学研究会誌*, Vol.42,45-48.
- 12) 星研一,河原崎清栄,梅垣茂,五十嵐宏美,黒岩敏明 (2011) : 長野マラソン参加市民ランナー酸素摂取量測定会の試み, *信州公衆衛生雑誌*, Vol.6 No.1,34-34.
- 13) 今井寛,原邦夫,森原徹,北條達也,新井祐志,生駒和生,久保俊一 (2010) : 市民ランニングチームにおけるランニング障害の疫学調査, *日本臨床スポーツ医学会誌*, Vol.18,13-18.
- 14) Jonathan H. Kim, M.D. (2012) : Cardiac Arrest during Long-Distance Running Races, *The New England Journal of Medicine*, Vol.366 No.2,130-140.
- 15) 勝田茂,和田正信,松永智 (1997) : 入門運動生理学 第3版,啓林書院.
- 16) 健康・体力づくり事業財団 (2009) : 健康運動実践指導者養成用テキスト ,第8章 健康づくり 運動の実際,109-172,南江堂,東京.

- 17) 小幡早紀,佐久間夕美子,宮内清子,加藤綾子,小山葉月,遠藤里美,高祖麻美,佐藤千史 (2011) : プロスポーツ選手における生活習慣と健康意識,臨床スポーツ医学,Vol.28, 335-342.
- 18) 国立社会保障・人口問題研究所 (2014) : 「日本の将来推計人口(平成 24 年 1 月推計)」.
- 19) 厚生労働省 (2014) : 主な年齢の平均余命,平成 26 年簡易生命表の概況.
- 20) 木戸貴弘,山本裕太郎,金相培,市丸直人 (2016) : 長座体前屈による柔軟性測定の実用性,福岡教育大学紀要,Vol.65 No.5,85-88.
- 21) 木村瑞生,古泉一久 (2015) : 大学駅伝チームにおける 5000m 走のパフォーマンスと脚筋パワーおよび脚筋持久力の関係,スポーツパフォーマンス研究,Vol.7,171-182.
- 22) Kyle R Barnes, Andrew E Kilding (2015) : Running economy : measurement, norms, and, determining factors, Sports Medicine Open,Vol.1,1-15.
- 23) 松生香里,福嶋利浩,和田光代,豊岡示朗 (2001) : 男子長距離ランナーの OBLA スピード推定簡便法,大阪体育大学紀要,Vol.32,33-39.
- 24) 文部科学省 (2005) : 新体力テスト-有意義な活用のため-,東京.
- 25) 文部科学省 (2012) : スポーツ基本計画.
- 26) 文部科学省 (2013) : スポーツ・体力に関する世論調査.
- 27) 森谷敏夫 (2003) : 生活習慣病における運動療法の役割,リハビリテーション医学,Vol.40,430-435.
- 28) 内閣府 (2015) : 東京オリンピック・パラリンピックに関する世論調査.

- 29) 小野三嗣,福山芳江,倉田博 (1973) : 持久走鍛錬中高齢者の体力に関する研究,体力科学,Vol.22,63-70.
- 30) 大須賀穰,能瀬さやか (2016) : アスリートの月経周期異常の現状と無月経に影響を与える因子の検討,日本産婦人科科学会雑誌,Vol.68 No.4 付録,4-15.
- 31) 大谷和寿,久保田康毅(1981) : ランニングタイムにかかわる体力要素の分析, 島根大学教育学部紀要,Vol.25,1-6.
- 32) 黄川昭雄,山本利春,佐々木敦之,吉永規夫,徐涛 (1991) : 機能的筋力測定・評価法—体重支持指数(WBI)の有効性と評価の実際,日本整形外科スポーツ医学会誌,Vol.10,463-468.
- 33) Roepstorff C, Charlotte H. Steffensen, Madsen M, Stallknecht B, Kanstrup I, A. Richter E, Kiens B (2002) : Gender differences in substrate utilization during submaximal exercise in endurance-trained subjects, Am J Physiol Endocrinol Metab,Vol.282,435-447.
- 34) アールビーズ (2015) : ランニングデータ 2015.
- 35) 西城克俊,山本正彦,木村瑞生 (2005) : 呼気ガス分析から予測するランニングパフォーマンスの再検討,東京工芸大学工学部紀要,Vol.28 No.1,71-75.
- 36) 斎藤太郎 (2010) :42.195KM トレーニング編,星雲社,東京.
- 37) 三本木温,佐伯徹郎,山本泰明,鍋倉賢治,高松薫 (2000) : マラソンレースにおける走速度の低下と筋力および筋パワーの低下との関係,体育学研究,Vol.45,503-512.
- 38) 笹川スポーツ財団 (2014) : スポーツライフに関する研究.

- 39) 佐竹昌之,池上晴夫 (1985) : 長距離走におけるピッチとストライドの変化が走効率に及ぼす影響,体育学研究,Vol.30 No.3,231-239.
- 40) 白川遼,田中秀治,喜熨斗智也,高橋宏幸,後藤奏 (2013) : マラソン大会における心停止の発生頻度, 国士館大学体育研究所報,Vol.32,127-130.
- 41) 繁田進,有吉正博,押切由夫 (1985) : 大衆ランナーのフルマラソン完走度に関する調査研究,東京学芸大学紀要,Vol.37,165-173.
- 42) 杉本光公,藤井彩乃 (2015) : 信大マラソン 2014 における自主練習量と完走結果についての検討,信州大学人文社会科学研究,Vol.9,110-116.
- 43) 鈴木政登,清水桃子,河辺典子,高尾匡,町田勝彦,川上健司 (1996) : 健康女性の最大酸素摂取量. 血清脂質, 体組成, 骨密度の加齢変化および習慣的運動の影響,体力科学,Vol.45,329-344.
- 44) 高橋篤志,足立哲司,山崎大樹,豊岡示朗 (2012) : 大学女子長距離選手の競技記録と最大酸素摂取量および最大酸素摂取量で走れるスピードとの関係,大阪総合体育大学紀要,Vol.7,95-103.
- 45) 高橋篤志,友金明香,池島明子, 豊岡示朗 (2013) : 市民ランナーのマラソンレース中の推定%VO₂max の変動-12 分間走テストを基にした予測法-,大阪総合体育大学紀要,Vol.8,33-44.
- 46) 高尾憲司,濱口幹太,大槻伸吾,田中史朗,堀部秀二 (2013) : 一般市民ランナーにおける妥当な週間トレーニング回数と月間走行距離について～ランニング傷害のアンケート調査より～,関西臨床スポーツ医・科学研究会誌,Vol.23,55-56.

- 47) 高尾憲司,濱口幹太,日野未奈子,田中史朗,川上由紀子,高尾理樹夫,堀部秀二 (2015) : 一般市民ランナーの貧血と食習慣・トレーニングの状況の関連,日本健康体力栄養学雑誌,Vol.20 No.1,29-34.
- 48) 高田英臣,村山正博 (1998) : II.突然死の実態とその病態生理 8.スポーツ中の突然死,日本内科学会雑誌,Vol.87 No.1,77-82.
- 49) Tarnopolsky L.J., MacDougall J.D., Atkinson S.A., Tarnopolsky M.A., Sutton J.R. (1990) : Gender differences in substrate for endurance exercise, Journal of Applied Physiology Published,Vol.68,302-308.
- 50) 田中俊夫 (2014) : なぜランニングが魅力的なスポーツになってきたか,臨床スポーツ医学,Vol.31,182-186.
- 51) 豊岡示朗 (1977) : 長距離ランナーの「トレーニングの可能性」と有酸素パワー,体育の科学,Vol.27,246-441.
- 52) 綱分憲明,田原靖昭,湯川幸一,道向良,岡崎寛 (1996) : 高校長距離ランナーにおける身体組成、最大酸素摂取量、最大酸素負債量および競技成績とその性差,陸上競技研究,Vol.27,2-11.
- 53) Vanhees L, Fagard R, Thijs L, Staessen J ,Amery A (1994) : Prognostic significance of peak exercise capacity in patients with coronary artery disease, J Am Coll Cardiol, Vol.23, 358-363.
- 54) 渡部裕一,野口蒸治,宮本義明 (1996) : 一般市民ランナーの下肢傷害,整形外科と災害外科,Vol.45 No.2,475-477.
- 55) 山地啓司 (1983) : マラソンの科学,大修館,東京.

56) 山本正彦,木村瑞生(2004): スプリットタイムからみた市民マラソンレースの一考察,
東京工芸大学工学部紀要,Vol.27 No.1,102-107.

57) 山本正彦,木村瑞生 (2013): 市民ランナーのマラソン記録推定における VT と
vVO₂max の比較,東京工芸大学工学部紀要,Vol.36 No.1,6-9.

58) 山中亮,松林武生,佐伯徹郎,榎本靖士,山崎一彦,杉田正明 (2016): 高校トップレベル
男子長距離走者のパフォーマンスと大腰筋の筋横断面積および最高酸素摂取量の関
係,Vol.65 No.3,307-313.

59) 吉儀宏,澤木啓祐,仲村明 (2000): 長距離走者の競技力と脚筋力,陸上競技研
究,Vol.41,13-18.