

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01787

研究課題名(和文)「行きたい山」と「行ける山」の体力度を合致させて安全登山を実現するシステムづくり

研究課題名(英文) Optimization of mountaineerer's physical fitness with purposing mountain route

研究代表者

山本 正嘉 (YAMAMOTO, Masayoshi)

鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授

研究者番号：60175669

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：登山は日本において、老若男女を問わずに親しまれている生涯スポーツの一つである。しかし事故が増加の一途を辿っている。その主要因として、体力に不相应な山に行く人が多いことがあげられる。本研究では、様々な登山コースの体力度の数値化、登山の運動特性にマッチした体力テストの開発、登山の運動特性に合致するようなトレーニング法の開発を行った。そしてこれらの成果を総合して、登山者自身で体力相應のコースに行けるような方法論を提案し、一定の成果を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

登山事故が起こるたびに「気をつけよう」「無理をしないようにしよう」といった注意喚起にとどまっているのが現状で、これまで効果的な解決策を打てなかった。本研究では、体力に不相应な登山とはどのようなことを指すのか、無理をしないこととはどういうことなのか、といった点を科学的なエビデンスを示して明らかにし、安全登山のための具体的な方策を提案した。その成果は、国立登山研修所や日本山岳ガイド協会などのホームページでも掲載され、登山界から一定の評価を得ることができた。

研究成果の概要(英文)： In Japan, mountaineering by middle and old aged men and women is very popular, but accidents increase year by year. Accidents by slipping down are most common and it suggest their lack of leg muscle strengths. In spite of they carry out daily aerobic exercise such as walking, many of them experience physical troubles in mountain caused by the lack of leg strengths, i.e.: leg muscle soreness, knee joint pain, and wobbly legs. These facts indicate that their fitness level and training programs are not enough for preventing mountaineering accidents. This study aimed to solve the following points; 1) estimating the physical intensity during mountaineering, 2) developing physical fitness tests for mountaineers, 3) showing physical training programs for improving mountaineering specific fitness.

研究分野：運動生理学

キーワード：登山 事故防止 安全教育 体力評価 体力トレーニング

1. 研究開始当初の背景

登山は日本において、老若男女を問わず最も親しまれている生涯スポーツの一つである。しかし登山事故は増加の一途を辿っており、1960年代に統計を取り始めて以降、最悪の数値を毎年更新し続けている。特に、体力の低下が起こる60~70代の中高年に事故が多いが、近年では若者の間での登山人気を受けて、若年者の事故も確実に増加している。

事故が起こる大きな要因として、体力に不対応な山に行く人が多いことが指摘されている。しかし、「気をつけよう」「無理をしないようにしよう」といった、漠然とした注意喚起にとどまっており、効果的な解決策を打てないのが現状である。

2. 研究の目的

上記の背景を受けて、登山者が自ら、体力にふさわしい山を選んで登れるようにするため、次の3つの課題に取り組んだ。1)目的とする登山コースを歩くために必要な体力の程度(体力度)を科学的な数値で明らかにすること。2)自己の体力を簡易に自己評価できるテスト方法と体力トレーニング方法を開発すること。3)登山者が自らの手で、1)と2)の要素を組み合わせることで体力相応の登山ができるような方法論を提案すること。

3. 研究の方法

(1) 研究1

筆者が過去に開発した、登山中に消費するエネルギーを算出する方程式を活用し、様々な登山コースを歩くために必要な体力度を、科学的な数値で表せるようにする検討を行う。

(2) 研究2

登山者が、安全性の高い山で、自分の体力を自己評価できるテスト方法を開発する。具体的には、きつさを感じず登ることのできる最大の「マイペース登高速度」を、メッツ(Mets)と呼ばれる単位に置き換え、生理学的な運動強度で表すための検討を行う。

(3) 研究3

登山の特異性に応じた体力(筋力、持久力、柔軟性、敏捷性、平衡性など)を改善するためのトレーニング方法を開発する。

以上の研究成果を統合させて、自らの手で安全な登山コースを選んだり、実際にそのコースに出かけた時に安全な登山を実行できるような方法論を提案する。また、目的のコースに対して体力がマッチしていない場合には、それを解決するための事前のトレーニング法や、登山中に実行できる行動適応法(歩行ペースの調整など)を提案する。

4. 研究成果

(1) 研究1

登山コースの体力度を科学的な数値で示せるコース定数(当該コースを歩く際に、時間と水平および上下方向への移動距離の4要素で決まる定数)の概念を用いて、本州の主な山岳県(長野、新潟、山梨、静岡、岐阜、群馬、栃木、秋田、山形など)では、



申請者の研究成果を取り入れて、2014年以降、長野、新潟、山梨、静岡、岐阜の各県で作成され、県のホームページに掲載されている「山のグレーディング」の一覧表。縦軸の「体力度」は、申請者が開発した登山のエネルギー方程式の係数を用いて設定している。

主な登山コースの「グレーディング表」が作成され、県のホームページで公開された(**図参照**)。

また、海外からの登山者にも利用できるよう、英語版、韓国語版、中国語版も製作された。加えて、老舗の登山ガイドブック会社(山と溪谷社)では、全国の全ての都道府県の主な登山コースにこの定数を掲載するようになった。

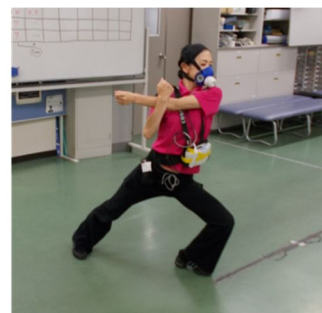
(2) 研究2

登山者が自身の体力を簡易な方法で自己評価できる「マイペース登高能力テスト」を開発した。これには、通常の登山道をマイペースで登高し、1時間あたりでどの程度の高度差を上昇できるかを見るものと、登高速度がリアルタイムで把握できる時計を用いてより簡易に把握できるものと、2通りの方法を提案した。

(3) 研究3

近郊の低山を利用して行える「低山トレーニング」、日常生活で実行できる「登山筋力のトレーニング」、ラジオ体操をモデルにして登山における身のこなしを総合的に改善するための「登山体操」(**写真参照**)を考案した。

たとえば週に1回、上り下りがそれぞれ500m程度の低山登山を励行し、1ヶ月の累計で2000mの上り下りを行うことで、筋力、敏捷性、バラ



NHKのホームページに掲載された「登山体操」と、その生理応答の測定

ンスなど、多様な体力が著しく改善することや、メタボリックシンドロームの罹患率が低くなることを明らかにした。

また、このような低山での登山の励行は、平地でのウォーキングなどこれまで健康スポーツの代表と見なされてきた種目の励行よりも、体力や健康の増進に対してより効果が高いことも明らかにした。

(4) 登山現場へのフィードバック

研究1~3の成果を有機的に結びつけて、自分の体力にふさわしい登山コースを選ぶ方法や、目的の山に必要な体力が足りない場合に行うべきトレーニング処方についても提案した。また、目的の登山コースにおいて体力不足が懸念される場合には、体力相応の歩行ペースに落として歩くための方法論も開発した。

これらの成果をいくつかの登山の現場に適用したところ、それまで起こっていたトラブルの消失に大きな効果をもたらすことも確認することができた。以上の研究成果は、国立登山研修所、日本山岳ガイド協会、長野県山岳総合センターのホームページなどにも掲載され、登山界から高い評価を得ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 山本正嘉, 笹子悠歩, 梅ちか子	4. 巻 34
2. 論文標題 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の紹介	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 登山研修	6. 最初と最後の頁 20-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 笹子悠歩, 山本正嘉	4. 巻 22
2. 論文標題 低山での登山の励行が中高年者の心身の健康に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ウォーキング研究	6. 最初と最後の頁 41-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 笹子悠歩, 山本正嘉	4. 巻 38
2. 論文標題 週一回の低山登山を励行する中高年者の健康および体力に関する調査研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 登山医学	6. 最初と最後の頁 43-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山本正嘉	4. 巻 33
2. 論文標題 登山とスポーツ科学	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 登山研修	6. 最初と最後の頁 52 - 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村越真, 山本正嘉	4. 巻 37
2. 論文標題 登山におけるヒヤリハットの特徴と発生要因; 高山と低山でのフィールド調査からの検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 登山医学	6. 最初と最後の頁 121-132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 笹子悠歩, 藤田英二, 山本正嘉	4. 巻 69
2. 論文標題 低山での登山を励行する登山者の体力特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 体力科学	6. 最初と最後の頁 171-180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jspfsm.69.171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 照内明良, 笹子悠歩, 山本正嘉	4. 巻 39
2. 論文標題 登高速度のわかる機器を用いて体力相応の歩行ペースを自主学習する試み	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 登山医学	6. 最初と最後の頁 83-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 笹子悠歩, 梅ちか子, 山本正嘉	4. 巻 39
2. 論文標題 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の開発; 生理的および力学的応答から見た運動強度の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 登山医学	6. 最初と最後の頁 91-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 梶ちか子、山本正嘉	4. 巻 11
2. 論文標題 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 196-207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山本正嘉	4. 巻 69
2. 論文標題 環境に適応する力とは ; 80歳でのエベレスト登頂を支えた要因	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 641-645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 笹子悠歩、山本正嘉
2. 発表標題 低山での登山の励行が中高年者の心身の健康と体力に及ぼす影響
3. 学会等名 第22回日本ウォーキング学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹子悠歩、宮崎喜美乃、安藤真由子、山本正嘉
2. 発表標題 登山中に起こる脚筋系トラブルと膝伸展筋力との関係
3. 学会等名 第31回日本トレーニング科学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹子悠歩, 藤田英二, 山本正嘉
2. 発表標題 週一回の定期的な登山を行う中高年者の健康および体力に関する調査研究
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹子悠歩, 山本正嘉
2. 発表標題 週一回の定期的な登山を行う中高年者の健康および体力に関する調査研究
3. 学会等名 第38回日本登山医学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤真由子, 山本正嘉
2. 発表標題 低酸素環境での安静時及び運動時において動脈血酸素飽和度を主観的に予測することは可能か
3. 学会等名 第4回アジア・太平洋登山医学会 第37回日本登山医学会合同学術集会(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 笹子悠歩, 山本正嘉
2. 発表標題 登山の励行が心身の健康に与える影響; ウォーキング、水中運動、筋力トレーニングとの比較から
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 山本正嘉、猪熊隆之、宮内佐季子（監修）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 洋泉社	5. 総ページ数 109
3. 書名 最新・登山の科学	

1. 著者名 宮下充正編著	4. 発行年 2018年
2. 出版社 杏林書院	5. 総ページ数 234
3. 書名 疲労と身体運動	

1. 著者名 山本正嘉	4. 発行年 2018年
2. 出版社 青島出版社、中国	5. 総ページ数 292
3. 書名 登山：技巧全攻略	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----