登山における移動技術を高めるトレーニング方法の検討：一般登山者における岩場・鎖場の移動技術に着目して

東　山　昌　央（山梨学院大学スポーツ科学部）

１．はじめに

登山を安全におこなうためには、適切なトレーニングをおこない、自己の能力に適した山に臨むことが重要である。多発する山岳遭難の背景には、これらが十分でない登山者の実態が指摘されており[1)]、普段からのトレーニングの重要性と、その方法論を発信していくことは重要な課題である。近年では、長野、山梨などの山岳県と山岳連盟が協働し、「山のグレーディング表」[2),3)]が開発された。この表では、登山ルートの難易度が体力度[注1)]と技術度[注2)]の観点から一覧化され、目標とする山に臨む際には、双方の観点に立ったトレーニングをおこなうことの重要性が示されている。

この双方の観点から登山のためのトレーニング方法を概観すると、体力度を高める方法は、科学的知見に基づいた情報発信が進んでいる。例えば、グレーディング表における体力度の設定においては、運動生理学の方法論により作成された登山のエネルギー消費量推定式[4)]が根拠となっている。また、登山時の登高速度、運動強度、エネルギー消費量の関係を体系的に整理した知見[5)]をもとに、１時間当たりの登高速度から自らの体力度を把握する登高能力テスト[6)]開発されるなど、登山に向けた段階的な体力トレーニングの方法が提案されている。

一方、技術度については、このような情報発信は十分ではない。登山技術の基盤に位置づく移動技術を例にすると、登山技術書では、平坦地から岩場・鎖場などの難所にいたるまで、登山場面ごとに必要な動作・姿勢[7),8)]が示されているが、その動作・姿勢の合理性の根拠となる知見は十分に示されていない。また、そのトレーニング方法に関する情報も限られ、技術の習得には実際の登山における特異的な状況（不整地、多様な地形変化、岩場・鎖場などの難所、ほか）の通過経験を重ねていくことが主な手段とされている。

この理由の一つには、普段のトレーニング場面において、登山に類似した特異的な状況の設定が難しいことなどが挙げられる。しかし、実際の登山場面においてのみ技術の習得が可能という状況や、具体的なトレーニング方法に関わる知見の不足は、現実的に登山頻度が限られる者や、経験の浅い者にとっては活動のリスクを高めることになる。実際に、技術的難易度が高い岩場・鎖場などの難所では、毎年一定数の事故が発生している[9)]。

以上のことから、近年の体力トレーニングに関する研究と同様、移動技術の合理性を科学的に明らかにしながら、そのトレーニング方法に関わる知見を充実させていくことは、登山者のトレーニングのあり方に関わる重要な課題と考える。本稿では、このような問題意識から実施した研究事例を紹介する。これは、クライミングウォールを活用して、普段のトレーニング場面において岩場・鎖場の移動技術の習得を試み、そのトレーニング手段としての有効性を検討したものである。

なお、本稿では「クライミング」という用語を、クライミングジムでおこなわれるボルダリングおよ

びルートクライミングを指すものとして用いる。また、移動技術という用語は、「ロープによる安全確保技術などを含めず、歩行を基本として、四肢を活用した登り下りを合理的におこなう動作・姿勢」と定義して用いる。そして、登山の準備としておこなわれる普段のトレーニングを、「日常のトレーニング」と表現して論究を進める。

2．研究の概要

クライミングの運動課題は、四肢を合理的に活用して目標地点まで移動するというものである。これは、一般登山道における岩場・鎖場での移動運動とも関連する。このことから、クライミングジムの普及が進む近年の状況[注3)]を鑑みると、登山者の日常におけるトレーニング手段としての活用可能性も考えられる。

しかし、クライミングウォールは、主にフリークライミングや岩登りをおこなう者のトレーニング手段に利用され、一般登山者にとってはなじみが薄いのが実態である[10)]。この理由の一つとして、登山で求められる移動技術と、クライミングウォールで習得可能な技術を関連付けた知見が不足していることが挙げられる。

そこで、一般登山者がクライミングウォールを利用したトレーニングを日常でおこなった場合、実際の岩場・鎖場における移動技術に対してどのような効果を及ぼすのかを明らかにするため、①クライミングウォールでのトレーニング実験と、②登山実験で構成される実験を実施した。（図1）参加者は、T大学の野外スポーツコースに所属する女子学生25名であった。なお、実験参加に関わる同意および安全管理に関わる手続きは、T大学の研究倫理審査委員会の審査を受け、承諾されたうえでおこなった。

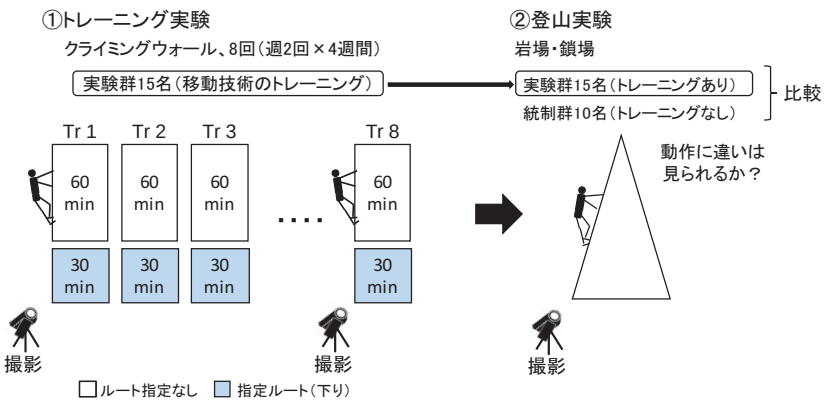


図１．研究の概要

3．クライミングウォールでのトレーニング実験

実験①では、実験群（15名）を対象として、岩場・鎖場の移動技術の習得をねらうクライミングトレーニング（ボルダリング）をおこなった。参加にあたっては、登山の経験年数は１年未満、クライミングジムでの経験日数は５日未満であることを条件とした。トレーニングは１回90分を計８回おこない、各回の終了後に、後述するトレーニング課題に対する５段階の自己評価（５点：できる、１点：できない）を所定用紙に記入させた。また、初回と最終回には、指定ルートでの動作の撮影をおこない、前後での変化からトレーニング効果を検証した。各回の平均登はん本数は12.5±2.5本であった。

（1）トレーニング課題

岩場・鎖場の通過においては、転倒・滑落、落石の発生を防ぐため、壁面やホールドへの衝撃を抑制する技術（動作・姿勢）が求められる[6),7)]。また、下りでの事故が頻発しており、安全に下るための技術の重要度が高い。これらをふまえ、以下の①～⑤の課題を設定した。なお、課題に応じて利用できるホールドに制限を加え、習得すべき動作の意識づけをおこなった。（図2）

① 基本姿勢の習得

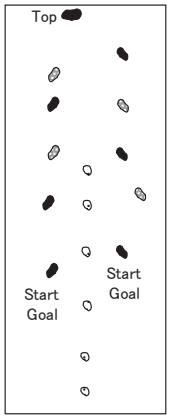
岩場・鎖場では、ルート観察や移動動作の準備のため、フットホールドに適切に荷重して立つこと、腕を伸ばして壁面から体を離すことが求められる。高度感のある場所でも安定してこの姿勢を取れるようになることを課題とした。

② 手足の移動順序の理解

体の位置を下げていくためには、準備動作として、足に先行して手の位置を下げる必要がある。これをせずに足を先行して下ろしていくと、手足の位置が離れて全身が伸び切る状態が生まれる。この順序性を理解することを課題とした。



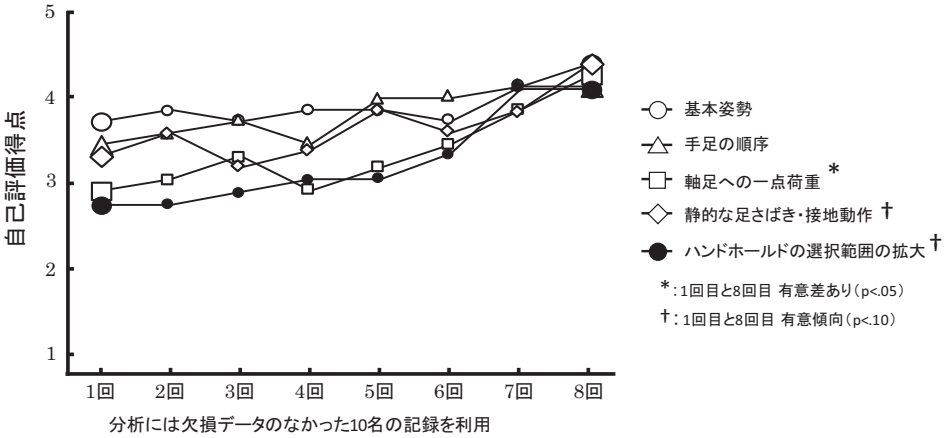
垂直壁,
H450cm×W180cm



トレーニング課題	ホールド指定 ハンドホールド	ホールド指定 フットホールド	動作のチェックポイント
基本姿勢	●●		停止姿勢で腕が伸びている（壁面から距離を取る） 移動時にも腕を曲げない
手足の順序	●●		手の位置を下げてから足を下ろしていく
軸足での一点荷重	●●	○	フットホールドに体の中心を移動する（軸足を作る） 軸足に荷重し、速度をコントロールして体を下げる
静的な足さばき・接地	●●	○	つま足を接地するまで目線をきらない つま足を壁に擦らせず、接地時には音を立てない
ハンドホールドの選択範囲の拡大	●		胸から腰の位置のハンドホールドを使って下りる

StartからTopまで自由に登り、再びGoalまで下りる際に、表のトレーニング課題に取り組むもの。課題に応じて利用できるホールドが指定される。ハンドホールドは、人差指から小指第一関節まで入る大きめの形状のもの（通称ガバホールド）を中心に利用した。フットホールドはつま先から母指球が乗るサイズを利用、図で指定されたホールド以外にも配置している。落下時に備え、下部にはソフトマット（厚さ40cm）を使用している。

図２．下りの移動技術の習得をねらいとするトレーニング課題



分析には欠損データのなかった10名の記録を利用

図３．トレーニング課題に対する自己評価の得点推移

③ 軸足での一点荷重の習得

安定して体の位置を下げるには、フットホールドに体の中心を移動し、体重を一点で支える軸足を作る必要がある。この状態であれば、上肢に依存することなく、移動速度をコントロールして体を下げることができる。この軸足での一点荷重の感覚を理解することを課題とした。

④ 静的な足さばきと接地動作の習得

足さばきを丁寧におこない、接地の衝撃を抑える技術は、落石の防止や、フットホールドが体重を支えるに足るかの判断において重要である。この習得のため、つま先がフットホールドに接地する瞬間までホールドを目視すること、できるだけ音を立てずに接地する動作の習得を課題とした。

⑤ ハンドホールドの選択範囲の拡大

ハンドホールドの選択範囲の広さは、姿勢を安定させる際や、体の位置を下げる際の動作の自由度に影響する。通常は目線から肩の範囲にあるホールドを選択するが、この範囲を広げるため、通常よりも低い、胸から腰の位置にあるハンドホールドを利用して下る動作の習得を課題とした。

（2）トレーニング前後の変化

図３に、トレーニング課題に対する自己評価の得点推移を示した。回を重ねるにつれて、波状的に向上していく様相が確認された。トレーニング初回の得点と、各回の得点をマン・ホイットニーのU検定で比較すると、８回目において、「軸足への一点荷

重」（p < .05）に有意差が認められた。他の項目では、「静的な足さばき・接地動作」、「ハンドホールドの選択範囲の拡大」において有意傾向が認められた（p < .10）。これらのことから、基本的な技術であっても、理解と習得には一定の時間を要することが確認された。また、「（トレーニングの回が進むにつれて）自分ではできていたと思っていた技術が、実はできていなかったことに気づいた（原文ママ）」という内省報告も見られた。

これらのデータは参加者の自己評価であり、動作の習得状況を客観的に示すものではない。そこで、トレーニング前後における動作の典型例から、トレーニングの効果を検討した（図４）。トレーニングの初期には、フットホールドの観察や、手足の順序の理解が不十分なため、全身が伸び切る動作や、つま先を壁面に擦り付ける動作が見られた。また、フットホールドで体重を支えること（軸足での一点荷重）が十分でないために、クライミングの初心者に典型的な上肢の屈曲動作が多く見られた。トレーニングの後期には、軸足での一点荷重が適切におこなわれるようになり、速度をコントロールして体の位置を下げる動作が見られた。同時に、フットホールドへの接地の衝撃を抑制できるようになった。

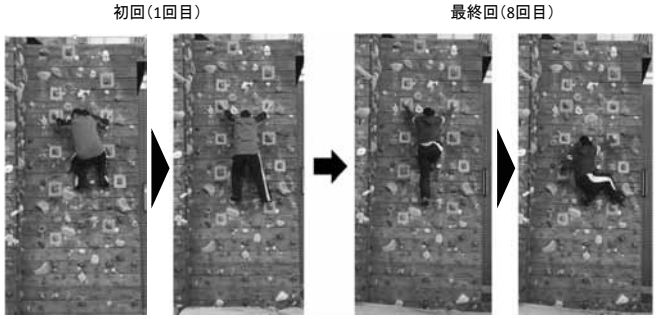


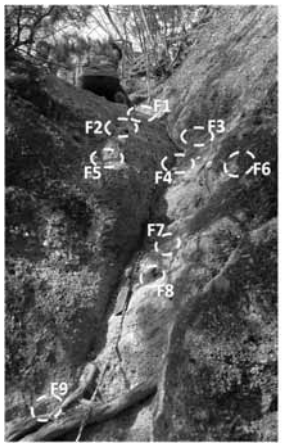
図４．トレーニング前後での下り動作の典型例

４．実際の岩場・鎖場での登山実験

（1）実験概要

次に、実験②では、一般登山道における岩場・鎖場において、トレーニングをおこなった実験群の動作と、トレーニングをおこなっていない統制群（10名、登山経験１年未満、クライミング経験５日未満を条件）の動作を比較した。なお、本研究では、実験群のトレーニング前の状態を、別人の統制群として想定している。岩場・鎖場の移動技術は、通常の日常生活では経験しにくい特異なものであるため、登山やクライミング経験が少なければ、初心者は共通する技術的課題を有するものと考えられる。このことから、比較対象として問題はないと判断した。

実験場所は、山梨県大月市にある岩殿山（634m）であった。ここは、低山でありながら高度感のある岩場・鎖場が連続する場所として知られ、急峻な岩場・鎖場が含まれる日本アルプスなどに向かう一般登山者のトレーニング場所としても利用されている。実験ルート（図５）は、傾斜面に左右から挟まれた岩溝状（約５m）で、上部の支点から4.5mの鎖が設置されている。傾斜は上部から１m程度は40°程度、それ以降は60～65°程度となり、下部に向かうにつれてきつくなる。そのため、上部からは高度感を感じるとともに、フットホールドの観察がしにくい。安定して通過するには基本的な岩場・鎖場の移動技術が求められる。



破線Fは試技で利用したフットホールドの位置

図５．実験ルート（岩場・鎖場）

実験試技は、上部から指定場所まで約５m下ることを３回おこなうものであり、この動作を下部から

撮影した。速度は問わず、自分のペースで落ち着いて下ることを指示した。なお、事故防止のため、実験協力者によるロープ確保をおこなった状態で実施した。実験後には、岩場・鎖場の通過に関わるアンケートへの回答をおこなわせた。

（2）擦り足・探り足の出現回数の定量化

実験ルートは傾斜、鎖の有無などの点でクライミングウォールと特性が異なり、また、試技においては利用するホールドを規定しなかった。そのため、参加者や試技ごとに動作パターンが異なり、事前トレーニングで習得を図った技術（図２）の有無を比較評価する局面の設定が困難であった。そこで、トレーニングの効果を評価するための指標として、事前のトレーニング課題と関連している、壁面に足を擦り付けながら下ろす動作（擦り足）、つま先でフットホールドを探る動作（探り足）に着目した。この動作の出現回数を定量化し、トレーニングの有無によって差が現れるかどうかを検証した。この定量化においては、観察的動作評価法を援用した。これは、動作の質的な変容過程を観察的に評価する方法であり、スポーツの指導方法や練習プログラムの効果を検証する研究などで活用されている[11),12)]。

まず、下りにおける計75試技（１人３回×25名）の映像データについて、スタートからゴールまでの移動時間、利用したフットホールドの位置、および利用回数を記録した。その後、映像データを、群を伏せた状態でランダムに並べ、筆者を除く観察者２名が、データ中の擦り足・探り足の出現回数をカウントした。観察者には、登山・クライミングに関する著書を有する登山ガイド１名、登山・クライミング歴20年以上の経験者に依頼した。各群の出現回数の比較は、観察者2名の各試技におけるカウント数を平均し、そのデータをマン・ホイットニーのU検定で比較した（$p < .05$）。

（3）擦り足・探り足の出現回数

図６は、各群の擦り足・探り足の出現回数を比較したものである。その結果、群間に有意な差が認められ、クライミングウォールでのトレーニングをおこなった実験群が低い値を示した（$Z = -2.816$, $p < .01$）。なお、試技において、ルート選択に手間取る様子や、足を踏みなおす動作などは両群で確認された。統計的にも、各群の移動時間、およびフットホールドの利用回数には、有意な差は認められなかった。さらに、擦り足・探り足の出現回数と、移動時間、およびフットホールドの利用回数には、相関関係は認められなかった。つまり、擦り足・探り足の出現回数の差は、ルート選択や移動に手間取ることには関わらず、群の特性、すなわち、トレーニングによる合理的な動作の習得の有無によるものと考えられる。

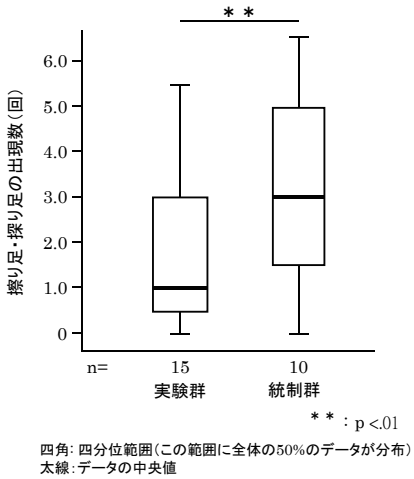


図６．擦り足・探り足の出現回数

（4）各群の動作の典型例

次に、各群の動作の違いからトレーニング効果を検討するため、各群の動作の典型例を示した（図７）。左は統制群で見られた典型例である。壁面から上体を離すことができず、ルートに覆いかぶさる姿勢となり、フットホールドの観察が十分におこなうことができていない。また、手に先行して足を探りながら下ろすため、壁面への擦り付けが生じる。右は、実験群のなかで、事前のトレーニング課題で取り組



図７．下り動作の典型例（岩場・鎖場）

んだ技術の実践が確認された例である。フットホールドに適切に立ち、腕を伸ばして壁面から体を離すこと、体の位置を下げていくための準備動作として足に先行して手の位置を下げること、軸足での一点荷重により速度を抑制するなどの動作が確認された。

（5）岩場・鎖場の通過に関わるアンケート

表１に、実験後におこなった岩場・鎖場の通過に関わるアンケート結果を示す。両者をマン・ホイットニーの検定で比較したところ、有意差があった項目は、事前のトレーニング課題（図２）と関連する項目であった。このことは、実験群において、下りにおけるホールドへの衝撃を抑制する技術の意識と実践がなされた結果とみることができる。一方で、「鎖に体重を預けないようにあつかうことができる」のように、事前のトレーニング課題と関連していない項目については差が認められなかった。

５．実験のまとめ

以上を総合すると、クライミングウォールを利用した事前のトレーニングでは、岩場・鎖場の基本的な移動技術の習得を図ることが可能といえる。それによって、実際の登山場面において、落石等のリスクに関わる動作（擦り足・探り足）を抑制し、通過時の安定性を高められる可能性がある。この意味で、クライミングウォールを利用したトレーニングは、一般登山者が日常で移動技術を高める手段として有効であると考えられる。

このことには、次のような意義がある。登山の移動技術は、実際の登山経験を重ねていくことにより習得するものという考えが一般的である。しかし、本稿で示したように、基本的な技術であっても習得には一定の反復機会を要する。また、現実的に登山者が山に向かえる頻度が限られていることなどから、

表１．岩場・鎖場の通過に関わるアンケート（実験後）

	実験群（n＝15）		統制群（n＝10）				
	M	T	M	T	U	z	p
1. 足場（フットホールド）を，目で確認して下ることができる	4.0	230.5	3.5	94.5	39.5	2.23*	0.026
2. 腰の位置にあるホールドを利用して下ることができる	4.0	220.0	3.0	105.0	50.0	1.424	0.154
3. 小さなフットホールドでも安定して立つことができる	4.0	208.0	3.0	117.0	62.0	0.75	0.453
4. 上半身はリラックスさせて，ひざを曲げて体（重心）を下げていくことができる	4.0	241.0	2.5	84.0	29.0	2.64**	0.008
5. 落石をおこさないように，足を静かに接地することができる	3.0	235.0	2.0	90.0	35.0	2.41*	0.016
6. 鎖に体重を預けないようにあつかうことができる	3.0	223.0	2.0	102.0	47.0	1.655	0.098
7. 安定した三点支持を取ることができる	4.0	211.5	3.0	113.5	58.5	0.965	0.335
8. 腕を伸ばし，岩から体を離して下りることができる	3.0	233.0	2.0	92.0	37.0	2.19*	0.029
9. 落石をおこさないように，ハンドホールドに静かに力をくわえることができる	4.0	233.5	2.5	91.5	36.5	2.20*	0.028

注）M：中央値，T：順位総和　＊：p<.05，＊＊：p<.01，
実験をふまえ、上の9項目についての自己評価を5段階で回答（1点：できない、5点：できる）。
群間に統計的な有意差のあった項目を色付けで表示。

安全な環境で事前に技術のトレーニングができることは、登山の安全性を高めることにつながる。

ただし、本研究の実験デザインでは、トレーニングの効果をより詳細に説明するには限界がある。今後、クライミングトレーニングの前後で登山実験を実施するデザインなどによって、事前のトレーニングで効果的に習得できること、できないこと（実際の岩場・鎖場においてより効果的に習得できること）を、より具体的な方法とともに明らかにしていくことができると考えられる。

5．まとめと今後の展望

本稿では、クライミングウォールを利用した日常のトレーニングが、岩場・鎖場の通過に関わる技術を高めること、それによって、実際の登山場面における安全性を高められる可能性があることを報告した。今回は岩場・鎖場の移動技術に限定して論究を進めたが、必要な技術を取り出して日常でトレーニングをおこない、実際の登山においてその効果を確かめていく研究は、他の移動技術の知見を得る上でも重要である。今後、歩行をはじめとする他の移動技術についても研究対象としていくことが必要と考えている。

その際には、以下が重要と考える。本研究では、事前のトレーニング課題と関連していない項目は、実際の登山場面では効果が認められなかった。このことから、まずは移動技術の要素を見定め、適切なトレーニング課題に落とし込むことが重要であり、そこでは移動技術に熟知した登山熟練者の視点や経験知が有用と考える。その上で、実際に生じている現象を、科学の視点でもとらえていくことが必要ではないだろうか。

はじめに述べたように、移動技術の合理性や、そのトレーニング方法に着目した研究は、体力トレーニングの研究と比較すると十分ではない。このような研究の知見が充実することによって、登山者が目標とする山に求められる体力度、技術度に対して、その双方からトレーニングを積んで山に臨む登山実践が可能となる。このことは、安全な登山実践に貢献するものと考える。

付記

本研究はJSPS科研費 JP26870609の助成を受けたものです。

注釈

注１）
登山のエネルギー消費量推定式に含まれる定数をもとに、ルートの難易度を10段階に示したもの。
注２）
技術的困難さに影響する地形的特徴（ハシゴ、岩場・鎖場、岩稜帯等の難所）に着目して、５段階の難易度と、それぞれに必要な技術・能力を記述したもの。
注３）
月刊レジャー産業資料（2015.5）によれば、「(公社)日本山岳協会の調査によると、2012年のクライミングジムは全国で230施設。登録者数（ジムを利用する際に登録が必要）は30万人であったが、14年には343施設、50万人と、この２年間で施設数は100以上、登録者数は20万人も増加している」（pp54-57）ことが報告されている。

引用文献

１．長野県山岳総合センター（2013）：一般登山者アンケート実施結果、インターネット、http://www.sangakusogocenter.com/chousa/docs/2013enquete.pdf（2018/12/1アクセス）.
２．長野県山岳総合センター（2014）：信州山のグ

レーディング、インターネット、
http://www.sangakusogocenter.com/topics/docs/grading. pdf（2018/12/1アクセス）.
3．山梨県公式ホームページ（2017）：山梨山のグレーディング、インターネット、
http://www.pref.yamanashi.jp/kankou-sgn/shintyaku/grading.html（2018/4/1アクセス）
4．中原玲緒奈・萩原正大・山本正嘉：登山のエネルギー消費量推定式の作成；歩行時間、歩行距離、体重、ザック重量との関係から．登山医学26、2006、115-121.
5．萩原正大・山本正嘉：歩行路の傾斜、歩行速度、および担荷重量との関連からみた登山時の生理的負担度の体系的な評価；トレッドミルでのシミュレーション歩行による検討．体力科学60(3)、2011、327-341.
6．山本正嘉・宮崎喜美乃・萩原正大：山での登高能力を指標とした登山者向けの体力テストの開発．登山研修30、2015、29-37.
7．谷山宏典：難所の歩き方、山と渓谷社、2016、38-47.
8．野村　仁：転倒・滑落しない歩行技術、山と渓谷社、2012、100-121.
9．嶌田　聡：登山白書2017、山と渓谷社、2017、121-122.
10. 東山昌央：クライミングジムでのトレーニングと岩場・鎖場における移動技能の習得、日本山岳文化学会論集16、2018、73-84.
11. 油野利博・尾縣貢・関岡康雄・永井　純・清水茂幸：成人女性の投動作の観察的評価法に関する研究、スポーツ教育学研究15(1)、1995、15-24.
12. 陳　洋明・池田延行・藤田育郎：小学校高学年の走り幅跳び授業における指導内容の検討ーリズムアップ助走に着目した教材を通して、スポーツ教育学研究32、2012、1-17.