

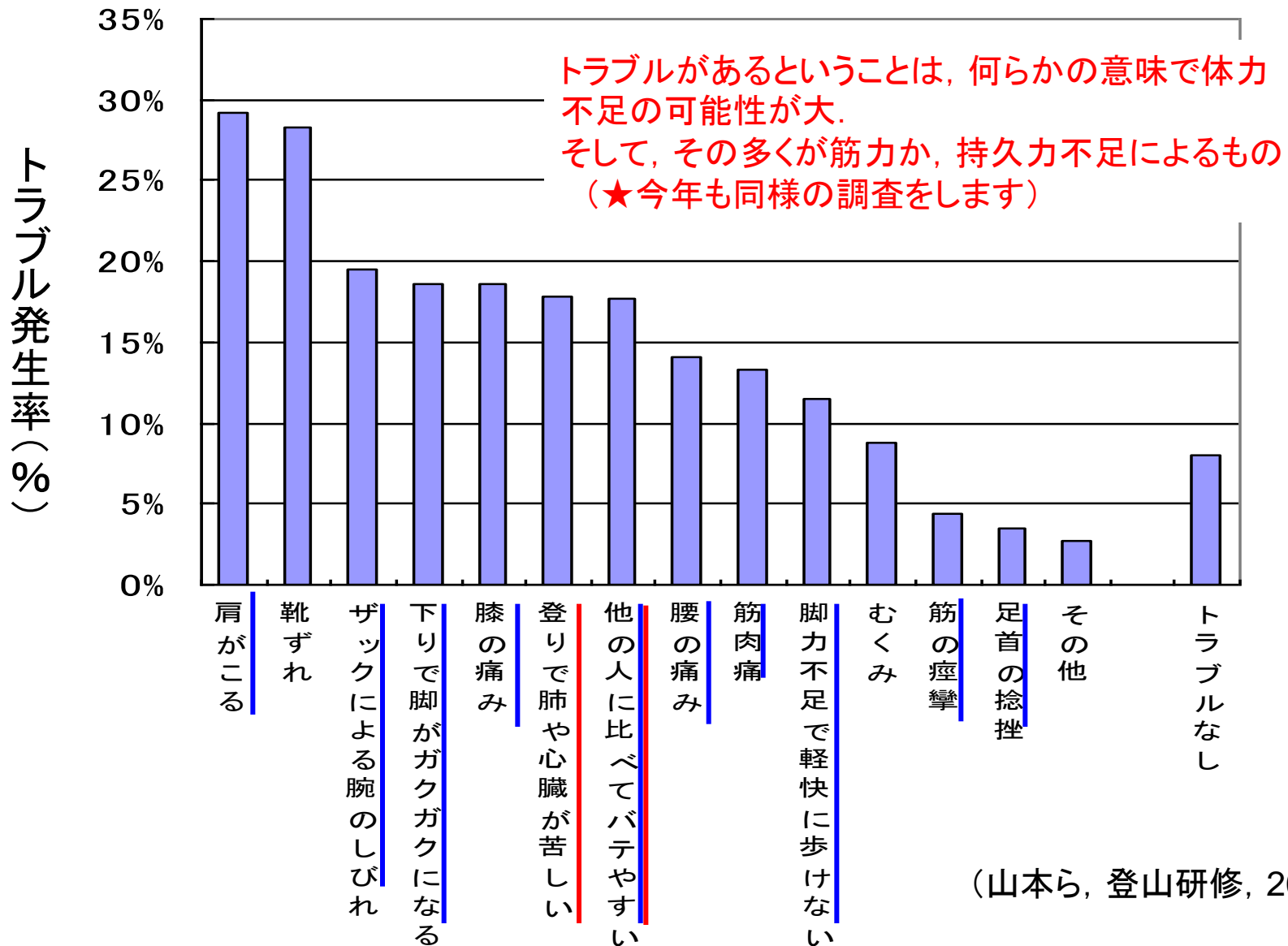
登山の運動生理とトレーニング

山本正嘉(鹿屋体育大学)

1. 大学登山部員の体力の問題点
2. 体カトレーニングの考え方と方法
 - ①トレーニングとは？
 - ②全身持久力のトレーニング
 - ③筋力・筋持久力のトレーニング
 - ④故障を防ぐためのトレーニング
 - a. 膝関節痛 b. 腰痛
3. 登山中の疲労を防ぐために
 - ①エネルギー補給
 - ②水分補給

1. 大学登山部員の体力に関する問題点

登山中の身体トラブル調査・・・1998-1999年の研修生113名の回答

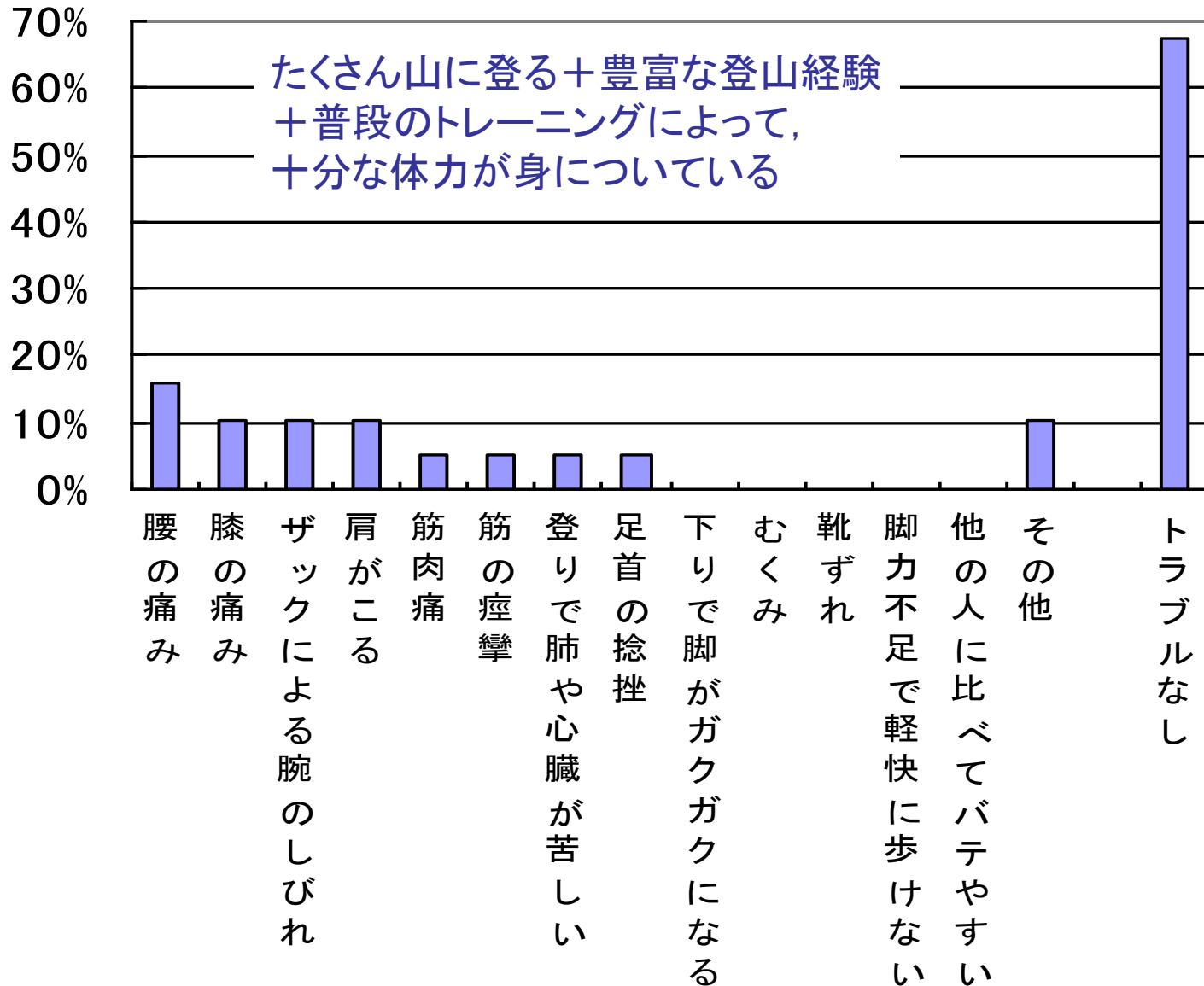


(山本ら, 登山研修, 2000)

講師(優秀な登山家)の身体トラブル

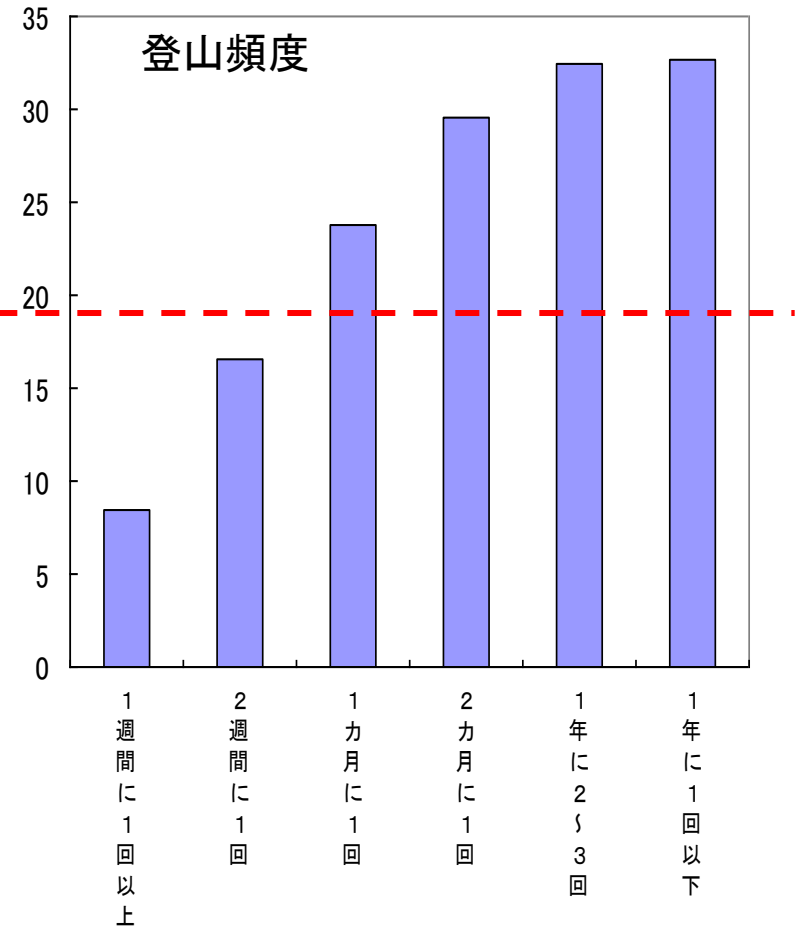
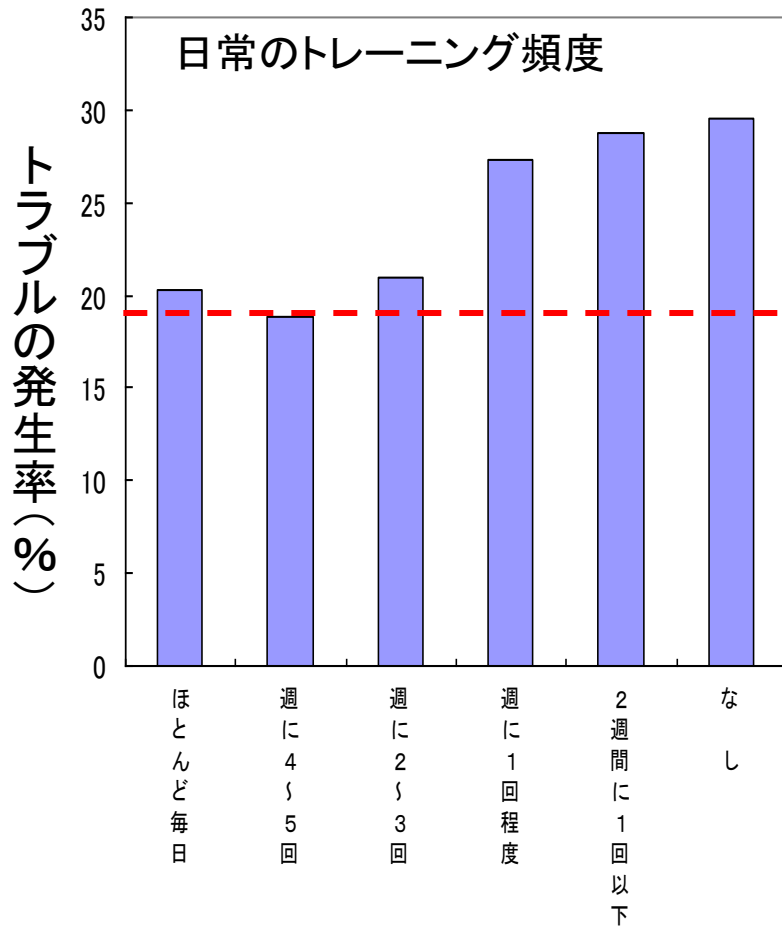
1998-1999年の講師19名の回答 (山本ら, 登山研修, 2000)

トラブル発生率(%)



トラブルは登山の実践と普段のトレーニングとで減らせる

「下りで脚がガクガクになる」に対する日常のトレーニングと登山の効果
(山本, 2000)



★2週間に1回は山に行こう(年に24回で40〜50日くらい)
大学生登山部員の現状は、平均で30日前後 →これでは少ない

最近の大学部員の登山とトレーニングの現状

(山本と小林, 登山研修, H18)

	1年間の 登山日数 (日)	1週間あたりのトレーニング状況			トレーニング の内容
		実施回数 (回)	1回の時間 (時間)	合計時間 (時間)	
山岳部 (14サークル)	37 (7~80)	1.4 (1~2.5)	1.8 (0.5~4)	2.7 (0.5~10)	回答のあった13サークル中、「ランニング」が9件、「クライミングジム」が3件、「階段昇降」と「ポッカ」が2件、「筋トレ」が1件
WV部 (14サークル)	28 (10~60)	2.4 (1~5)	1.5 (1~2)	3.6 (1~6)	回答のあった12サークル中、「ランニング」が12件、「筋トレ」が10件、「クライミングジム」「階段昇降」「ポッカ」「自転車」「サッカー」がそれぞれ1件



- ★20年以上前は最低でも年間60日程度
- ★14年前の研修生でも50日程度だった
- ★現代の中高年登山者でさえも、平均で37日山に行っている

30年前の大学山岳部のトレーニング

<山での実践トレーニング> 1年間に60~100日間程度

A.合宿

★この部分が現在では激減している

①新人訓練 ②夏山 ③初冬 ④冬山 ⑤春山 (各1~2週間)

*夏山合宿は2週間以上,うち5日間くらいは40kgの荷物を背負って縦走する

B.個人山行

岩登り,沢登り,バリエーションルートなど (2週間に1回程度)

<日常での補強トレーニング>

A.合同トレーニング(週2回) 1.5~2時間くらい

①大学の周囲(3km)を2~3周全力で走る(競走する)

②ラグビーかサッカーの練習(30~40分間)

③筋力トレーニング

・腕立て伏せ,上体起こし,上体そらし,肩車して踵上げ (各30回×3セット)

・片脚スクワット(左右10回×3セット),鉄棒懸垂(20回)

B.自主トレーニング(週2回程度) 1~1.5時間くらい

仲間と誘い合わせてランニングなど

昔と最近の大学生登山部員の体力

(山本ら, 登山研修, 2000)

	1973-77年 (220名)	1985年 (34名)	1998年 (30名)
握力	49.5 (0.81) 100%	50.3 (0.77) 95%	45.4 (0.71) ★.☆ 88%
背筋力	141.4 (2.32) 100%	156.8 (2.40) 103%	123.5 (1.93) ★.☆ 83%

★握力はともかく、背筋力は登山にとって非常に重要な筋力だが・・・
→1990年代後半でも、それ以前の8割程度の値だった。今では？

……これも今回、皆さんの値を測定してみます。

2. 体カトレーニングの考え方と方法

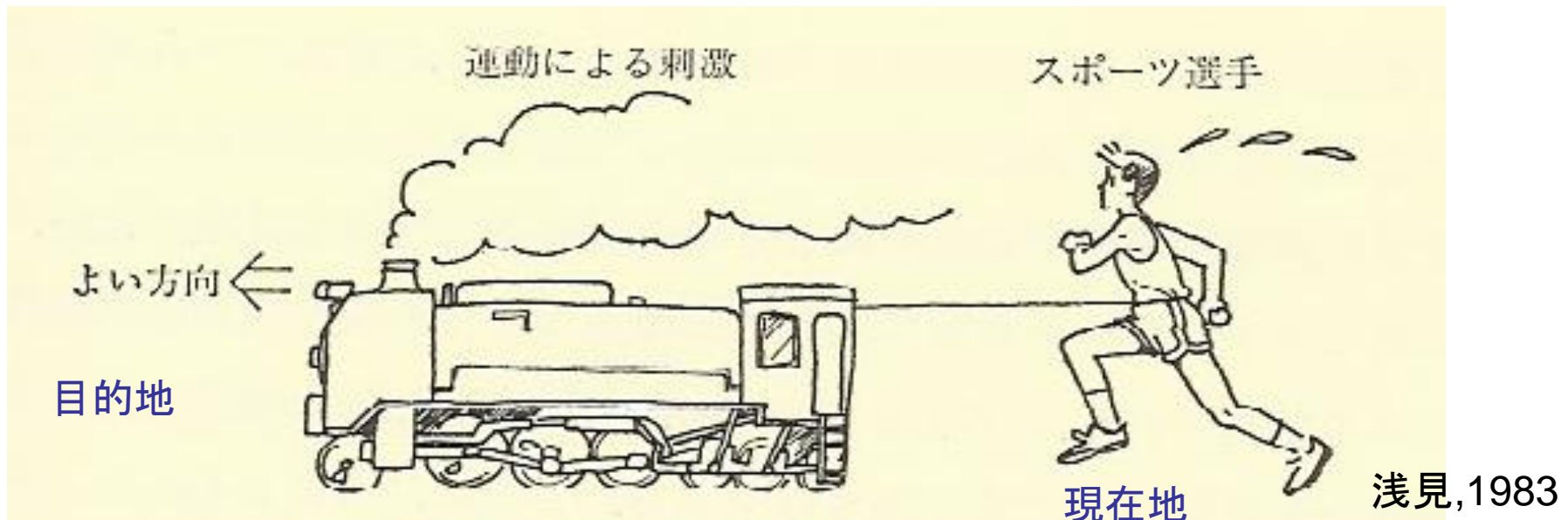
① トレーニングとは

☆語源はトレイン(Train): 列車、引っ張る

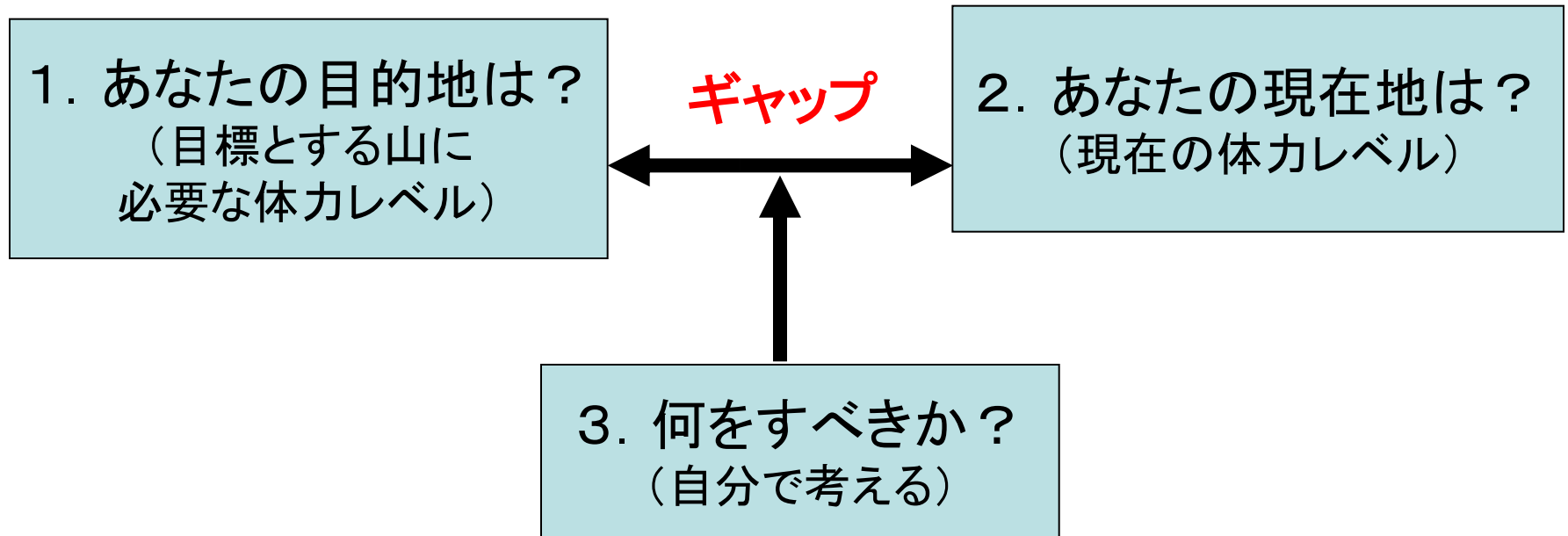
☆トレーニング(Training): ある方向へ引っ張っていくこと

★ある方向＝目標

- ・これが明瞭でないとトレーニングは迷走(暴走)してしまう
- ・何となく定期的に行っている運動は、トレーニングとはいえない
- ・だが実際には、何となくやっている人が非常に多い



真の意味でのトレーニングとは？



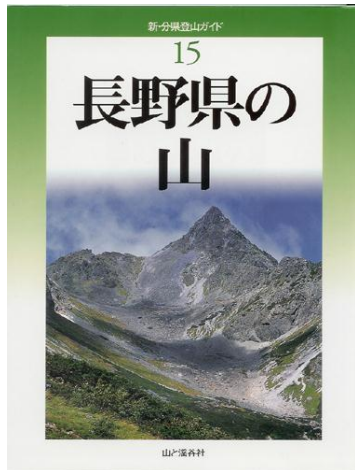
- ・1と2が明確にできて、初めて3のトレーニングが的を得たものになる
(どちらも何となくわかっているつもりで、実はわかっていないことが多い)
- ・1と2は人によって違う. だからやるべきことは皆違ってくる
(チームで行う場合には1は同じとなるが、それでも2には個人差がある)

★冒頭の図のように、登山中に様々な身体トラブルが生じているということは、
→ギャップが埋まっていない →1と2の自覚ができていないことを意味する

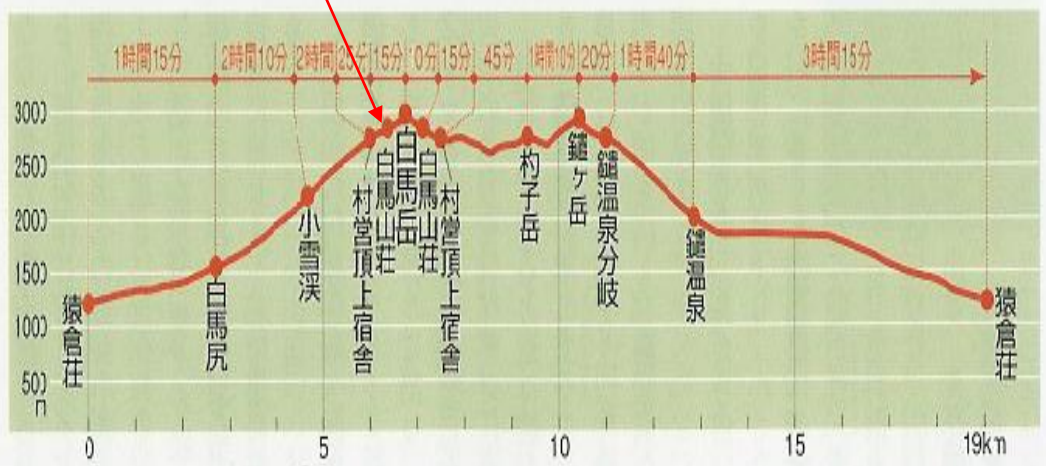
有効なトレーニングをするための手順

→1)まず, 目指す山の身体負担度を表す「カルテ」を作る

例1)無雪期の白馬岳縦走の場合



6時間の激しい運動後, 3000mに近い高度で宿泊



山と溪谷社のガイドブックより

コースの難易度	
体力度	危険度
1泊2日	
歩行時間: 第1日=6時間15分	
第2日=7時間25分	
歩行距離: 第1日=7.0km	
第2日=12.0km	
総計=19.0km	
累積標高差: 第1日=+1730m	
-130m	
第2日=+545m	
-2145m	
総計=+2275m	
-2275m	

2) 次に、現状とのギャップの確認をする

<白馬岳登山に必要な体力>

- ・歩行時間: 1日に6~7時間
- ・歩行距離: 1日に7~12km
- ・荷物の重さ: 10kgくらい
- ・登降量: 1日目は1700m以上上る
2日目は2000m以上下る
- ・運動高度: 1200m~2900m
- ・睡眠高度: 2900m (1700mを登った後に)



<日常のトレーニング>

30分間の平地ランニングの場合

- ・走行時間: 30分
- ・走行距離: 5km
- ・荷物の重さ: 0kg
- ・登高量: 上り0m
下り0m
- ・運動高度: 0m
- ・睡眠高度: 0m

★水平方向の運動に対する負荷はある程度かかっているが、垂直方向(上下とも)への負荷や、荷物を背負うことに関しての負荷はかかっていない。

★つまり、上り下りの能力や、荷物を背負う能力のトレーニングにはなっていない。

3) トレーニングの改善を考える

<白馬岳登山に必要な体力>

- ・歩行時間: 1日に6~7時間
- ・歩行距離: 1日に7~12km
- ・期 間: 2日間連続で歩く
- ・荷物の重さ: 10kgくらい
- ・登降量: 1日目は1700m以上上る
2日目は2000m以上下る



たちうち
できてる



<日常の改良型トレーニング>

坂道ランニング+筋トレに変更

- ・走行時間: 30分
- ・歩行距離: 5km
- ・登高量: 上り下り
とも100m
+筋カトレーニング



★それでもやはり、普段のトレーニングだけでは足りない。そこで……

- ・歩行時間: 5時間以上
- ・歩行距離: 10km以上
- ・荷物の重さ: 意識的に10kg以上
- ・登高量: 上り下りとも1000m以上

★近郊の低山でよいから、定期的に出かける。その際、目標とする山をシミュレーションした負荷をかける(荷物を重くする, わざと速く歩く, など)。

登山のための体カトレーニングの着目点

- ・1日に何mの標高差を登る／下るのか？
- ・1日に何km歩くのか？
- ・1日に何時間歩くのか？
- ・荷物は何kgくらいか？
- ・何日間連続で行動するのか？
- ・高度，雪，低温，高温，乾燥，日射などの環境は？
- ・食事，宿泊等の生活環境は？

★いずれもどれくらいの負荷がかかるのかを、具体的な数値で明確にする。そして、現状の体カレベルやトレーニング内容とのギャップを明確にし、その部分を補完するためのトレーニングを追加する。

★これらは、頭で考えているだけでは明確にならない。紙とペンで書き出してみることが重要。

②全身持久力のトレーニング

冬の八ヶ岳縦走時の心拍数

心拍数(拍/分)

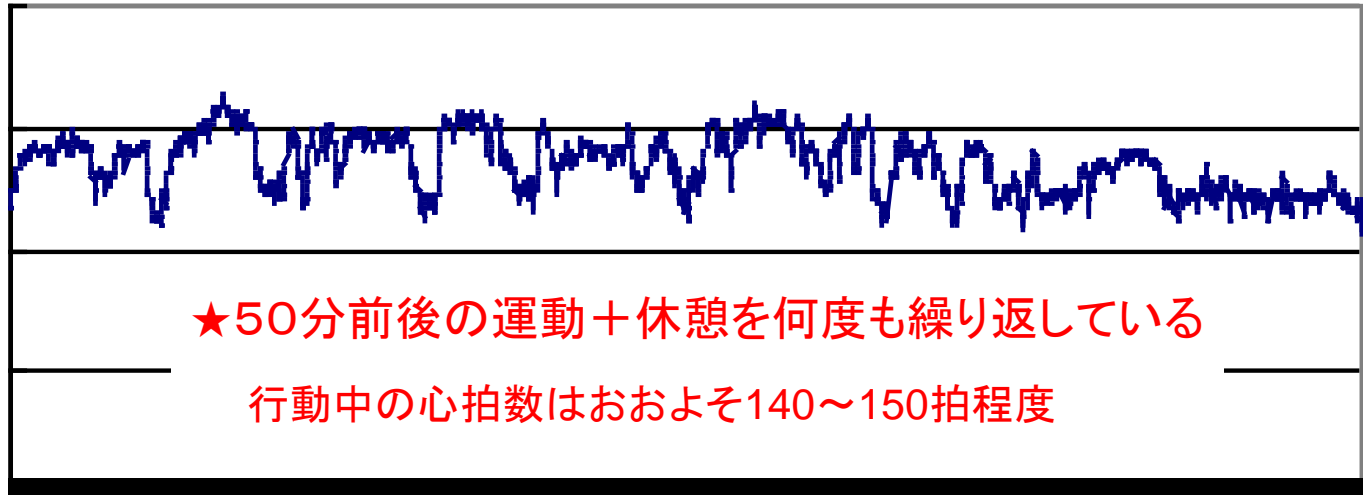
200

150

100

50

0



高度(m)

3000

2800

2600

2400

2200

2000

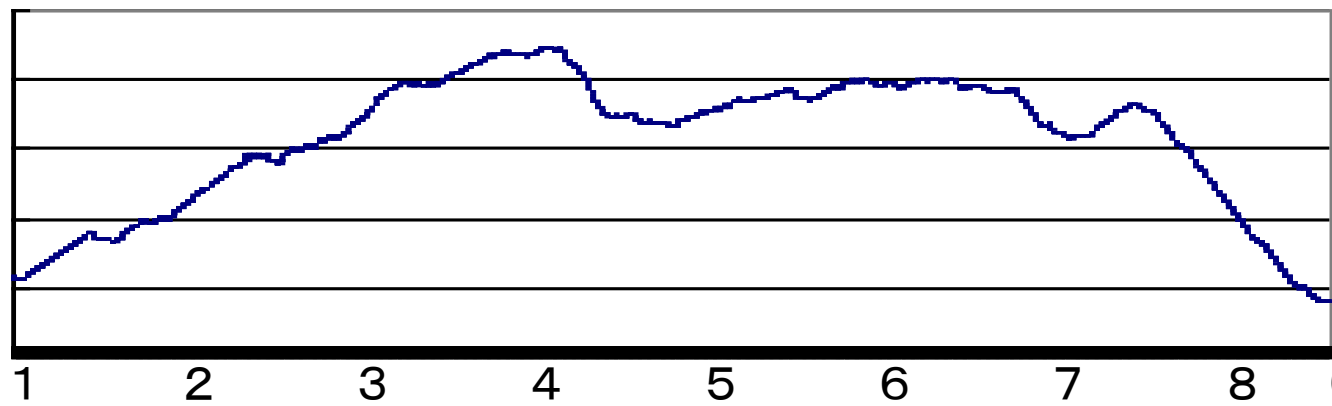
赤岳鉱泉

赤岳

横岳

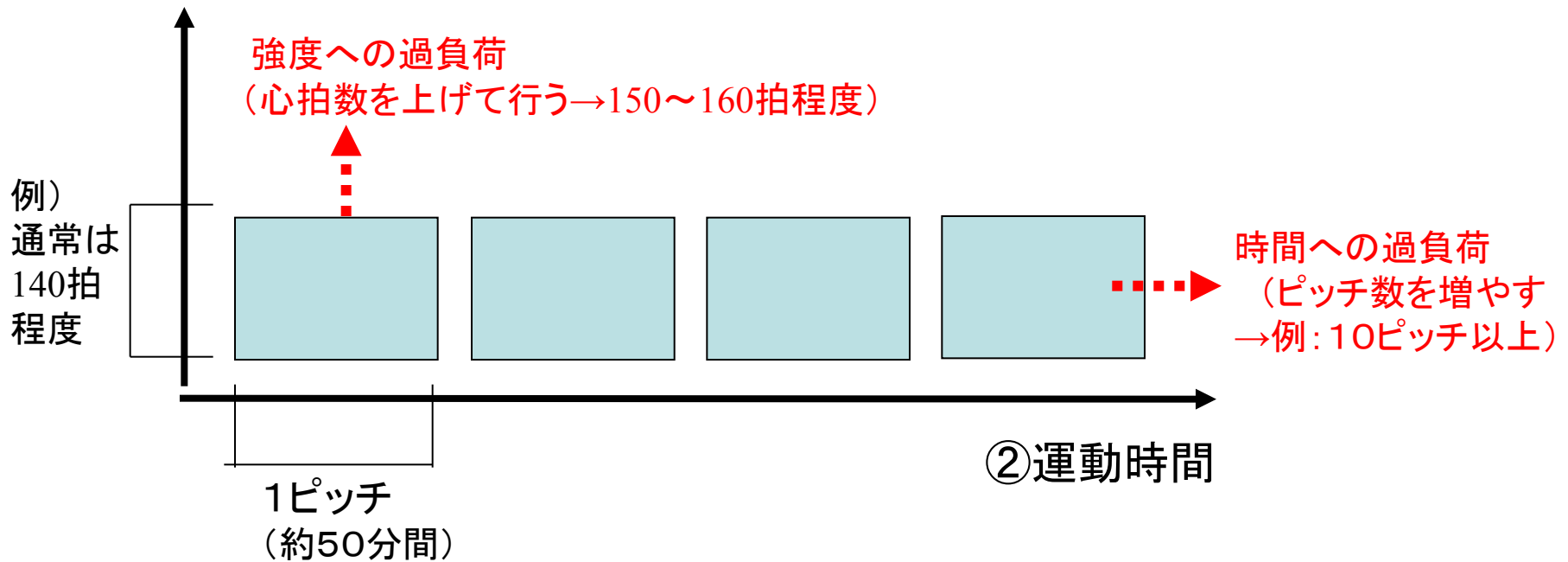
硫黄岳

赤岳鉱泉



登山の運動パターン(特異性)を頭に置いた 全身持久力のトレーニング

①運動強度
(心拍数)

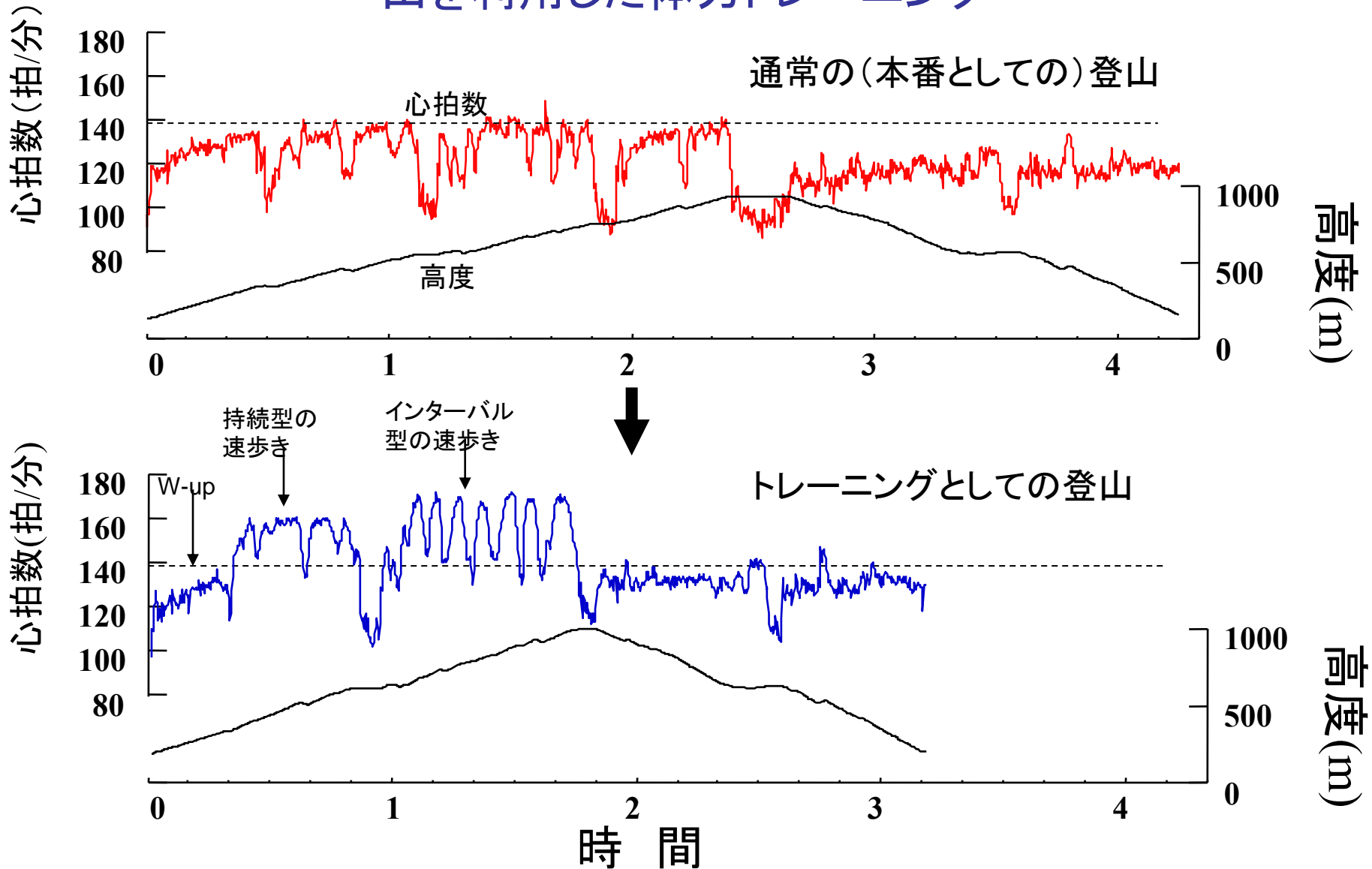


* 本格的な登山では各ピッチごとの運動強度が高く、全体の運動時間も長い。そこで、それぞれに「過負荷」をかけるようなトレーニングが必要になる。

* 両方の負荷を同時にかけることは難しいので、別々に行う。①は下界で、②は山で行うのが实际的。

* 下界では、ふつう運動時間が限られるので、1ピッチ分(30分程度でもよい)の時間を意識して、できるだけ強度の高い運動を行うとよい。

山を利用した体カトレーニング



同じ山(標高差が750m)をコースタイム通りに往復したとき(上)と速いスピードで往復したとき(下)の心拍数. 下の方は通常歩行でウォーミングアップ(W-up)をした後, 前半は持続型, 後半はインターバル型の速歩きをしている. 前者では160拍, 後者では170程度にまで心拍数は上がっている. 下りでは速く歩いたとしても心拍数はあまり上がらないので, 心肺のトレーニングにはなりにくい.

登山の運動強度は、他の運動でいえば何に相当するか？

メッツ(Mets)値・・・安静時の何倍のエネルギーを使うか、を意味する
5メッツであれば、安静時の5倍のエネルギーを使う

	運 動	生活活動
1メッツ台		寝る, 座る, 立つ, 食事, 入浴, デスクワーク, 車に乗る,
2メッツ台	ストレッチング, ヨガ, キャッチボール,	ゆっくり歩く, 立ち仕事,
3メッツ台	やや速く歩く, 軽い筋力トレーニング, ボーリング, パレーボール, 室内で行う軽い体操,	普通に歩く~やや速く歩く, 階段を下りる, 掃除,
4メッツ台	速歩き, 水中運動, バドミントン, ゴルフ, バレエ	速歩き, 自転車に乗る(時速16km以下), 高齢者や障害者の介護, 庭仕事
5メッツ台	かなり速く歩く, 野球, ソフトボール	かなり速く歩く, 子供と遊ぶ, 動物の世話
6メッツ台	ジョギングと歩行の組み合わせ , バスケットボール, 水泳(ゆっくり), エアロビクス	家具の移動, スコップで雪かきをする,
7メッツ台	ジョギング , サッカー, テニス, スケート, スキー	
8メッツ台	ランニング(分速134m) , サイクリング(時速20km), 水泳(中くらいの速さ)	重い荷物を運ぶ, 階段を上がる,
9メッツ台		荷物を上の階に運ぶ
10メッツ台	ランニング(分速161m), 柔道, 空手, ラグビー,	
11メッツ以上	階段を駆け上がる(15メッツ), 速く泳ぐ(11メッツ)	

ハイキング→

普通の登山→

本格的な登山→

★本格的な登山をするためには、ジョギングだけでは強度が不足

山での登高能力による全身持久力の評価

(萩原と山本, 2011)

1時間(実質50分) での登高率(m)	メッツ値
100m	3.6メッツ
200m	4.8メッツ
300m	6.0メッツ
400m	7.3メッツ
<u>500m</u>	<u>8.5メッツ</u>
600m	9.7メッツ
700m	11.0メッツ
800m	12.2メッツ

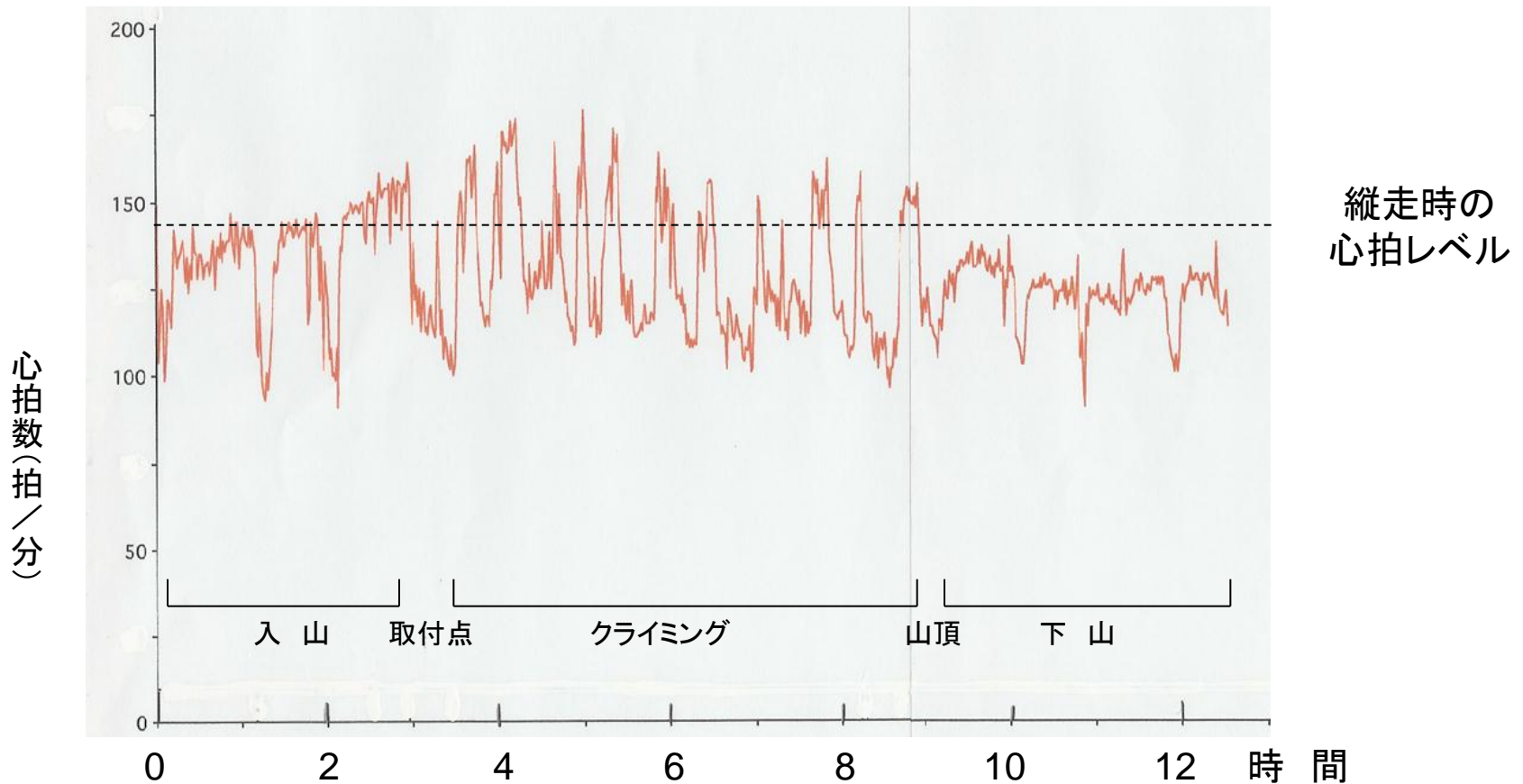
★大学生の登山部員であれば、最低でも8メッツの能力がほしい

★8メッツの能力とは、軽装の場合で、1時間(実質50分間)あたりで500mずつ登高していける能力(1時間だけで終わりではなく、そのスピードで何時間も登っていける、という意味での能力であることに注意)

★山岳ランナーの場合は、1時間で900～1000mの登高能力を持っている

★山での登高スピードは、登山者にとって最も实际的な、全身持久力の指標になる。ときどき、自分の能力を把握するために試してみるとよい。

岩登り中の心拍数 (北岳バットレス第四尾根)



* クライミングの場合は、数分～十数分程度という短時間ではあるが、歩く登山よりは心拍数がかなり上がる(160～170拍)。

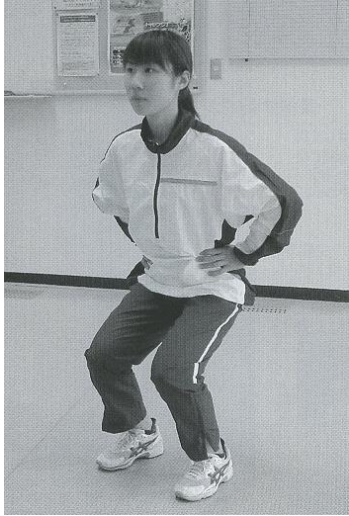
* 下界のトレーニングでも、これをシミュレーションして、インターバルトレーニングなどをすると有効

③筋力・筋持久力のトレーニング

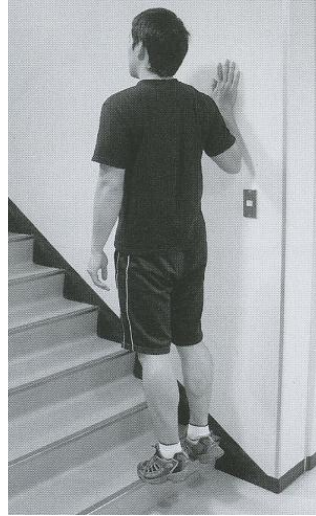
登山で使われる主な筋



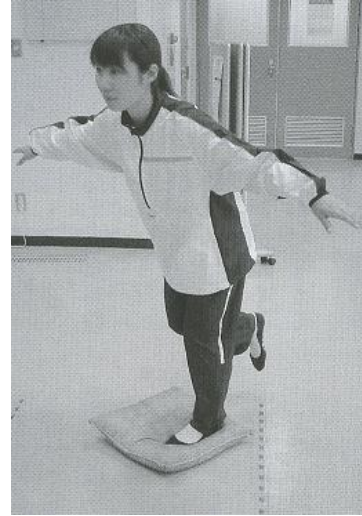
さまざまな筋力・筋持久カトレーニング



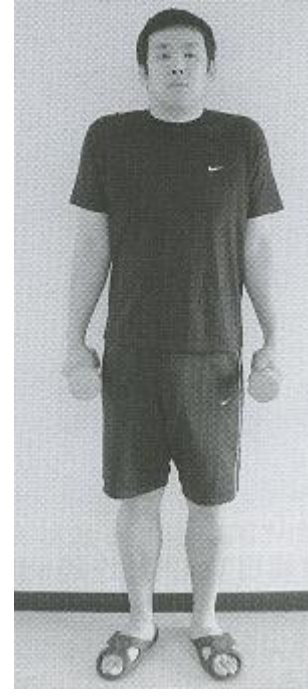
太もも前面
(大腿四頭筋)
→下りで脚がガクガクになる, 膝関節痛, 痙攣, 筋肉痛



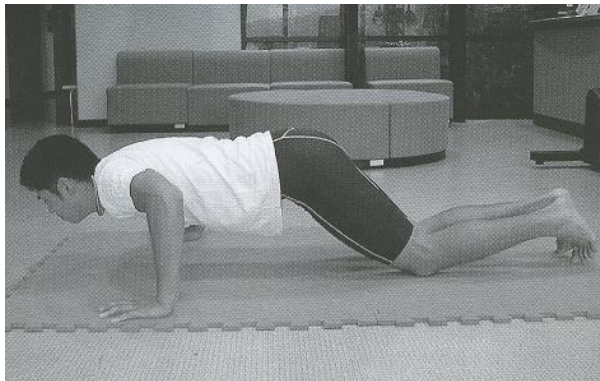
ふくらはぎ
(下腿三頭筋)
→ふくらはぎの痙攣, 筋肉痛



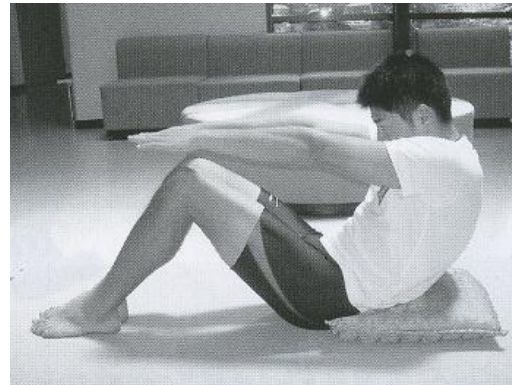
足首周りの筋
→ねんざ



肩の筋
→ザックのベルトによるしびれ, 肩こり



腕, 胸の筋
→ザック負け, ストック



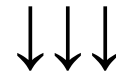
腹筋群→腰痛

④故障を防ぐためのトレーニング

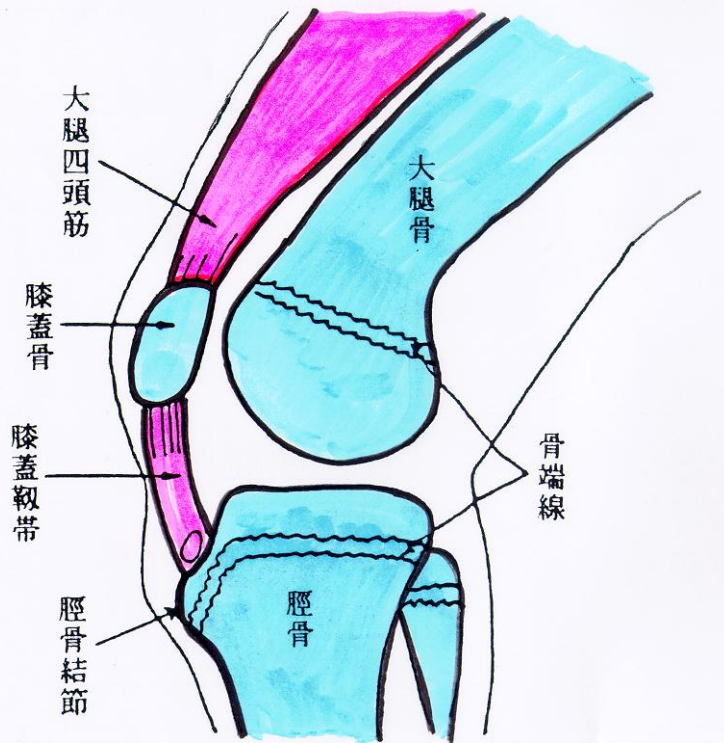
・・・膝関節痛



大腿四頭筋の筋力低下
+
大腿四頭筋の柔軟性低下



膝関節痛



筋カトレーニング

膝まわりの筋力を鍛えて、関節をガードする
(週3回程度)

スクワットは10回×3セットから。
慣れたら15回×5セットを目標



サプリメント

グルコサミン, コンドロイチンで軟骨の形成促進



腰痛防止の対策

ストレッチング

膝まわりの筋の柔軟性を確保して、
関節へのストレスを緩和す
(毎日行う)



故障を防ぐためのトレーニング……腰痛



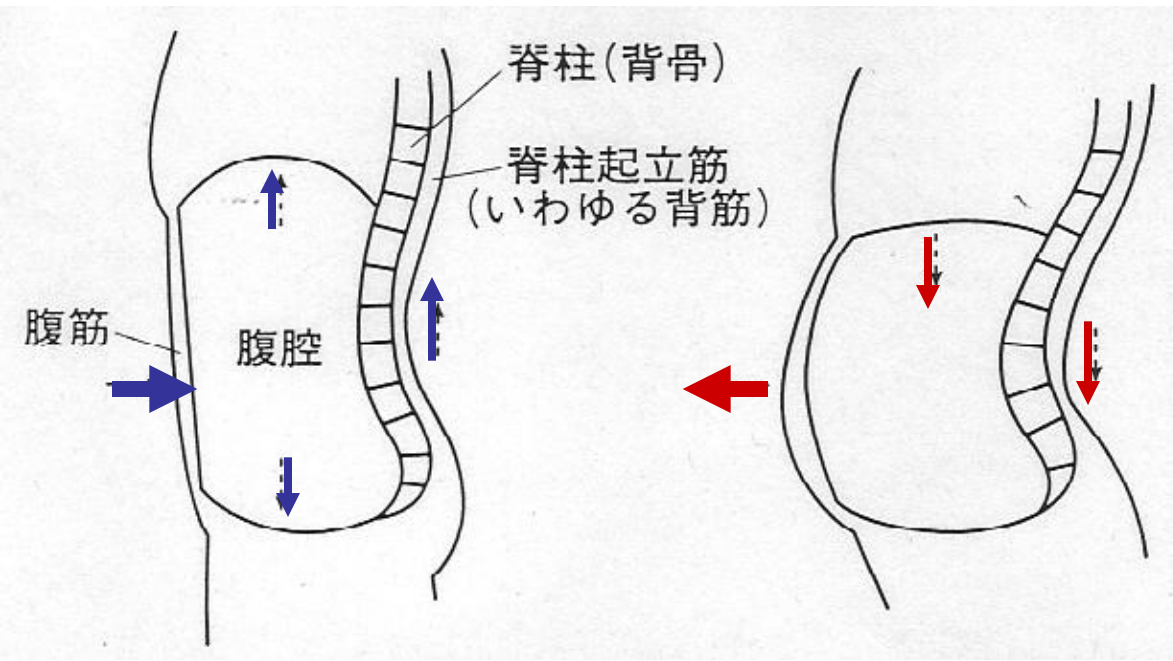
腹筋の筋力低下
+
腰背筋の柔軟性低下



腰痛

よい例(腹筋が強い)

悪い例(腹筋が弱い)



筋カトレーニング

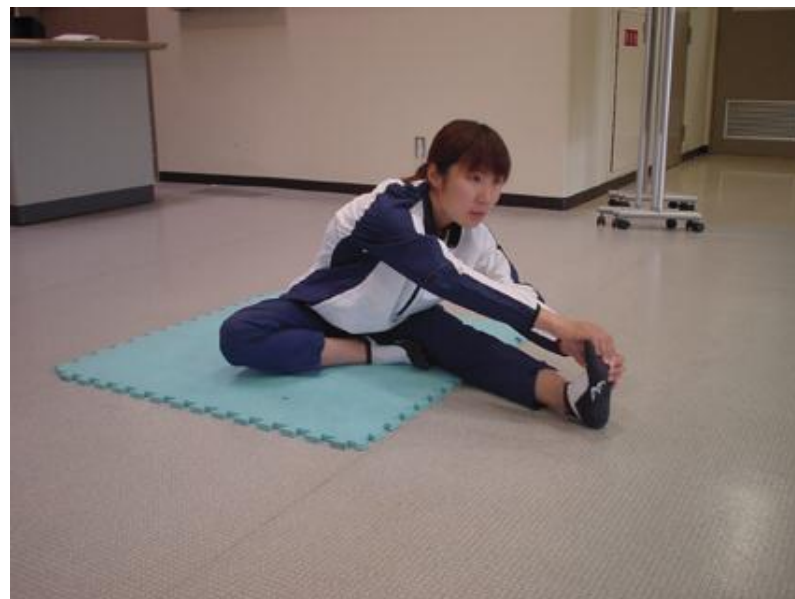
上体起こし(腹筋)運動で腰まわりの筋を鍛え、
関節を守る(15回を5セット、週に3~5回)



このように腰にクッションを入れるとよい

ストレッチング

腰背筋の柔軟性を確保し、関節へ
のストレスを緩和する(毎日)



腰痛防止の対策

腰のサポーター

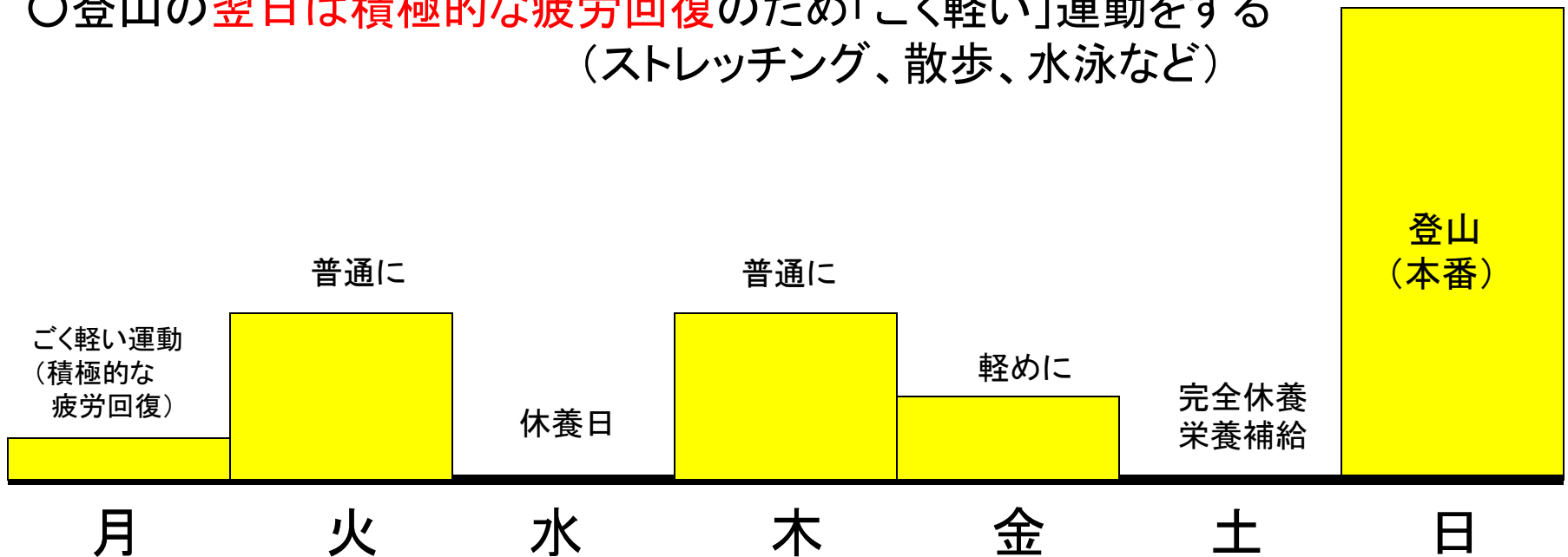
「人工腹筋」の役割を果たす。
電車、車、飛行機など、長時間
の移動中に使用すると快適



トレーニングのスケジュールリング(1週間単位)

- 登山自体も体カトレーニングと考える。山によく行く人は日常のトレーニングは少なくし、あまり行かない人は多くする
- トレーニングは、複数の種目をミックスして行う
- 日によってトレーニングに強弱をつける
- 休養日もつくる(週に1~2日は休む)
- ストレッチングは毎日行う
- 登山の前日は完全休養し、エネルギー充填のために炭水化物を多く摂る
- 登山の翌日は積極的な疲労回復のため「ごく軽い」運動をする(ストレッチング、散歩、水泳など)

★1年単位(期分け)
という概念もあるので、
これも考えてみよう。



3. 山の中で行う疲労対策

- ①エネルギー補給, ②水分補給

研修会(4泊5日)前後での身体組成の変化

(山本ら, 登山研修, 2000)

体 重: 66.0kg→64.1kg*** (1.9kg減)

体 脂 肪 量: 10.3kg→8.7kg*** (1.6kg減)

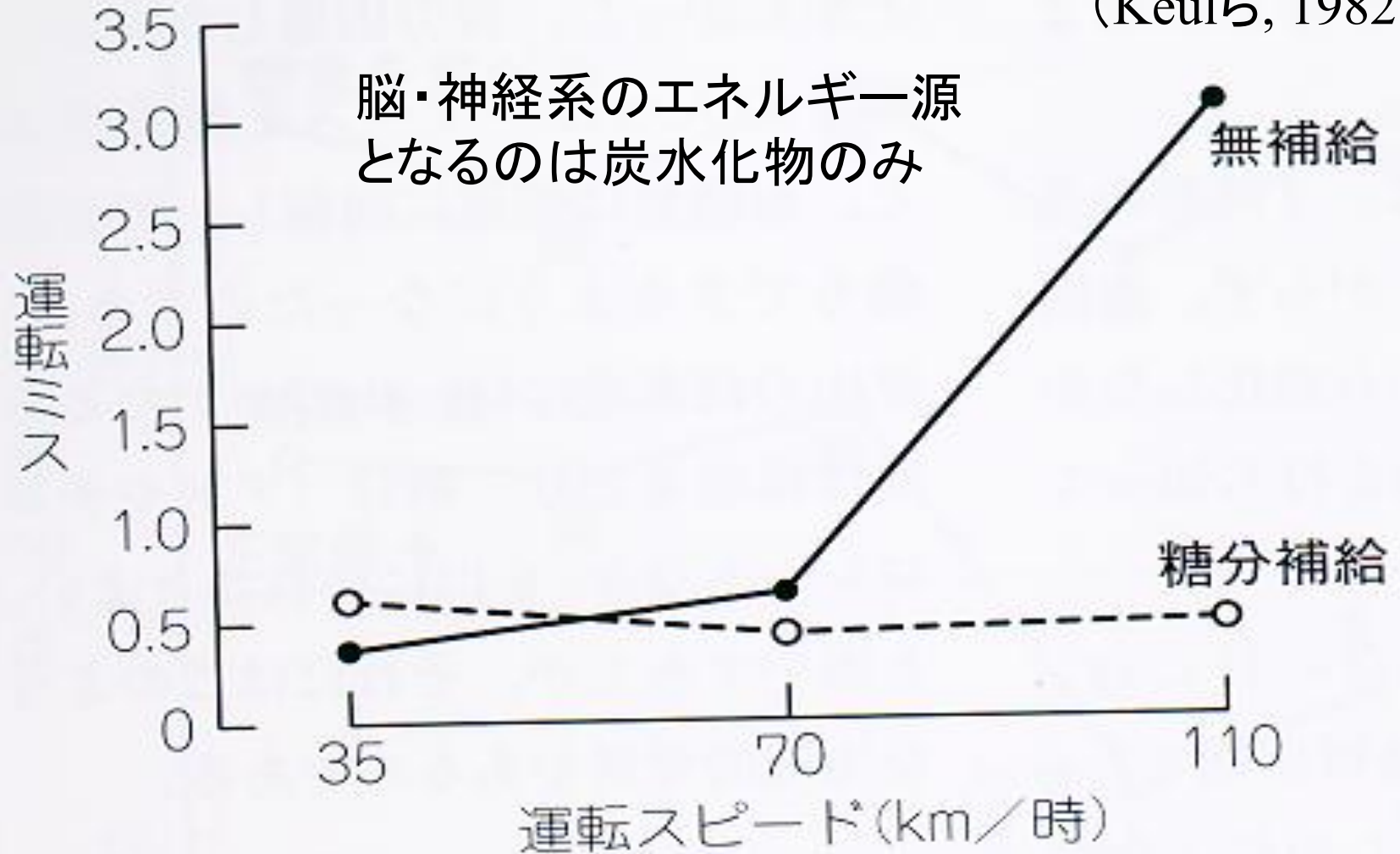
除脂肪組織: 55.7kg→55.3kg*** (0.4kg減)
(筋肉や骨)

★4泊5日の研修会で, 体重も, 体脂肪量や筋肉量も低下
→エネルギーのバランスは負になっている

エネルギー補給の重要性

エネルギー(炭水化物)を補給しないと脳の働きが落ちる

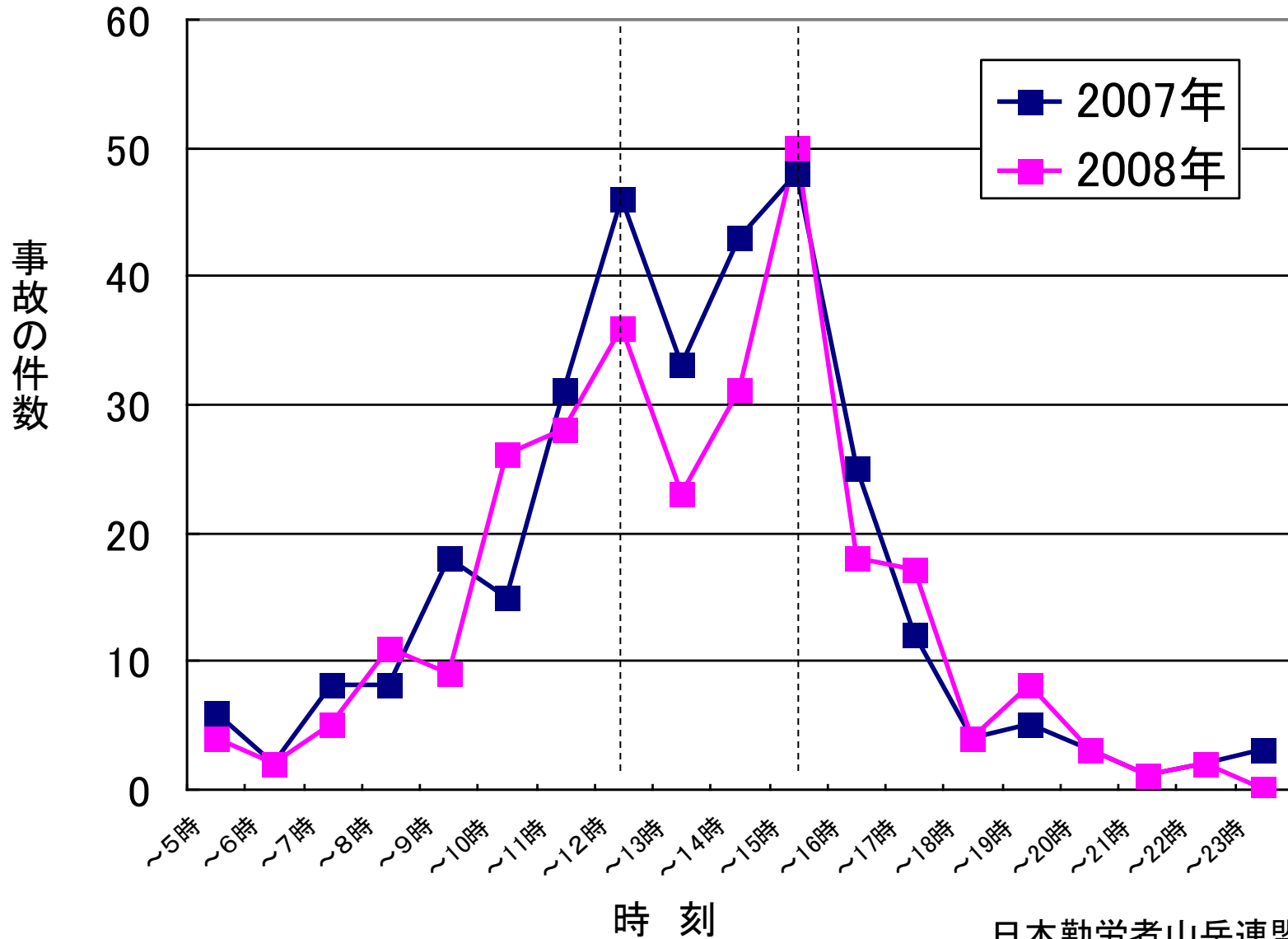
(Keulら, 1982)



★バランス能力, 敏捷性, 思考力, 判断力, 集中力, 気力など

登山事故の発生時刻

★エネルギー不足が関わっている？



行動中のエネルギー消費量を求める式(簡易版)

一般的な登山の場合、およそ以下のような式が当てはまる

$$\text{エネルギー消費量(kcal)} = \text{体重(kg)} \times \text{行動時間(h)} \times 5$$

- ★上記のエネルギー消費量の60～80%を補給する。
残りのエネルギーは体脂肪によって出すことができる
(トレーニングされた人ほど、脂肪をより多く利用できる)

計算例と補給方法)

- ・体重60kgの人が8時間の登山をすると、エネルギー消費量は
 $60 \times 8 \times 5 = 2400\text{kcal}$ となる
- ・その7割を補給とした場合、1680kcalとなる
- ・これを、朝食と行動食に割り振って食べる
- ・食べ物は炭水化物を多く含むものがよい
- ・行動中は最低でも2時間に1回はエネルギー補給をする

行動中の消費エネルギーを求める式(詳細版)

(中原, 山本, 2006)

①時間の要素 ②距離の要素 ③重さの要素

行動中のエネルギー消費量(kcal) =

$$\left(1.8 \times \text{行動時間(h)} + \begin{matrix} 0.3 \times \text{歩行距離(km)} \\ + \\ 10.0 \times \text{上りの累積標高差(km)} \\ + \\ 0.6 \times \text{下りの累積標高差(km)} \end{matrix} \right) \times \left(\text{体重(kg)} + \text{ザック重量(kg)} \right)$$

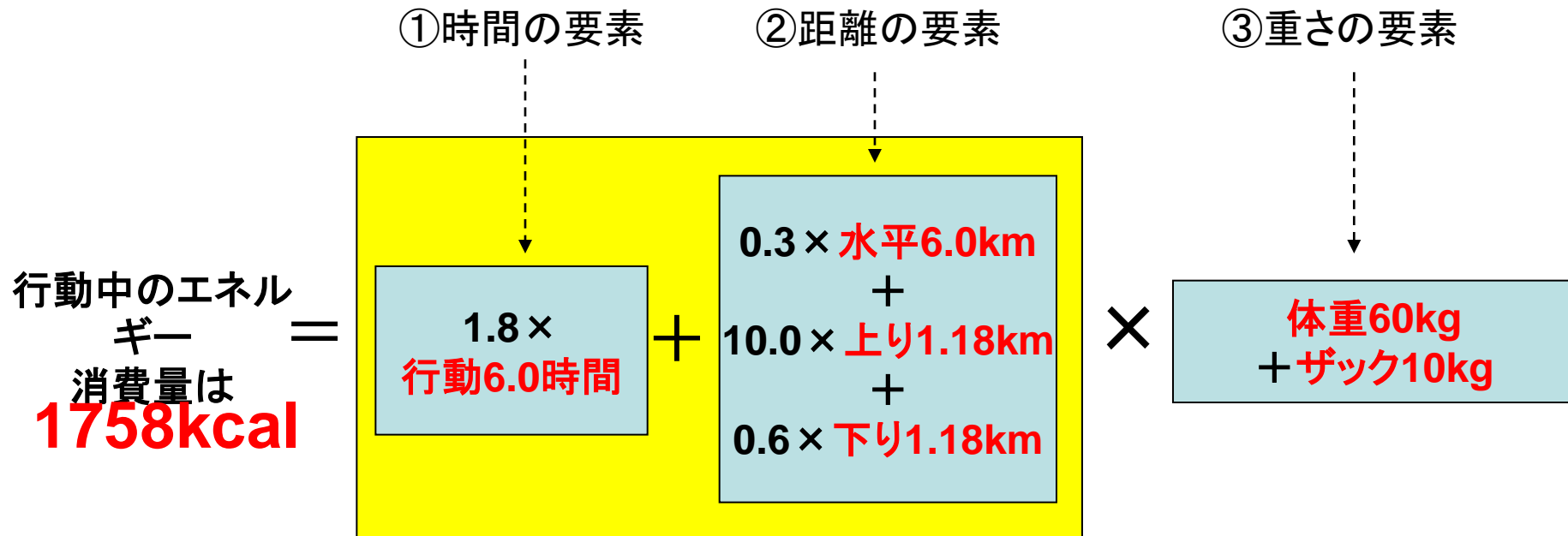
エネルギー一定数

★上り下りの距離とは、単純な標高差ではなく、「累積」の標高差であることに注意。

★上式から得られる量は、そのルートのコンドিশョンがよいときの値で、つまりそのコースを歩く時の最低値である。風雨時や道の状態が悪いときには、それに応じて値がかなり大きくなる。

計算例: 前進基地から剣岳の往復に使うエネルギーは？

体重60kgの人が、10kgのザックを背負って、別山尾根経由で、標準コースタイムの6時間で往復したとすると・・・



安静時の消費エネルギーの求め方

安静時のエネルギー消費量を推定する公式
(厚生省:第6次改定 日本人の栄養所要量, 1999)

18~29歳の人々の1日あたりの最低消費エネルギー

$$\text{男性の消費エネルギー(kcal)} = 18.6 \times \text{体重(kg)} + 347$$

$$\text{女性の消費エネルギー(kcal)} = 18.3 \times \text{体重(kg)} + 272$$

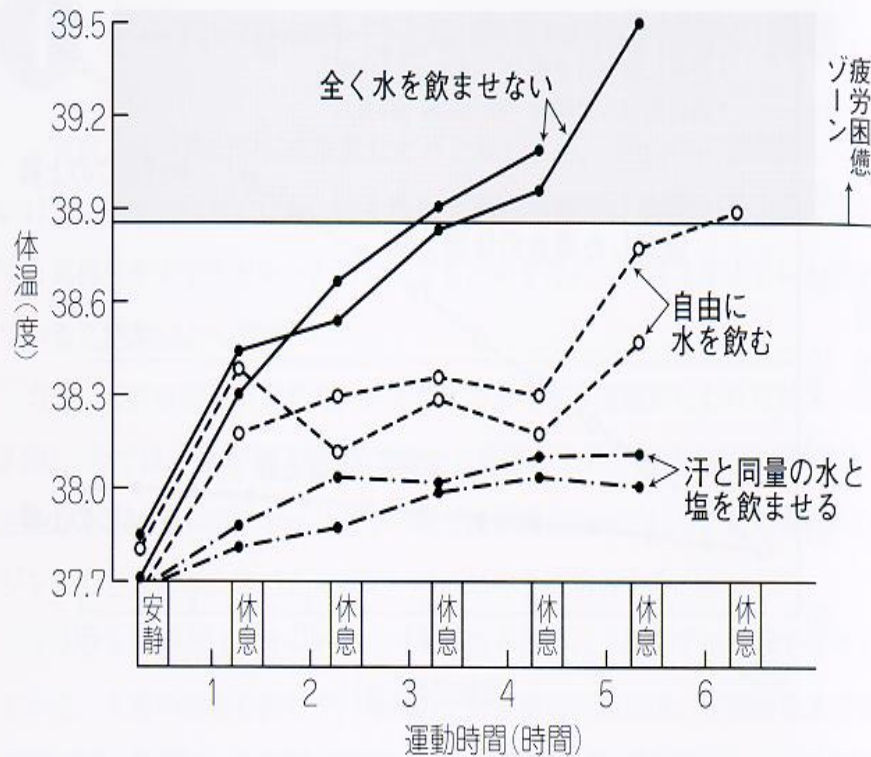
- ・この式を用いると基礎代謝量(睡眠時の値に近い)を求めることができる。
- ・その値に1.2を掛けると安静時代謝量(起きているときの値に近い)となる。
- ・この式では1日分のエネルギーが算出されるので、登山中の値を出す場合には、行動時間分のエネルギーは前出の式から算出し、残りの時間分をこの式を用いて求める。たとえば行動時間が8時間であれば、残りの16時間分のエネルギーをこの式で求めることになる。

★生活の部分が16時間分とした場合、体重の軽い人で600kcal程度、体重の重い人では800kcal程度となる。

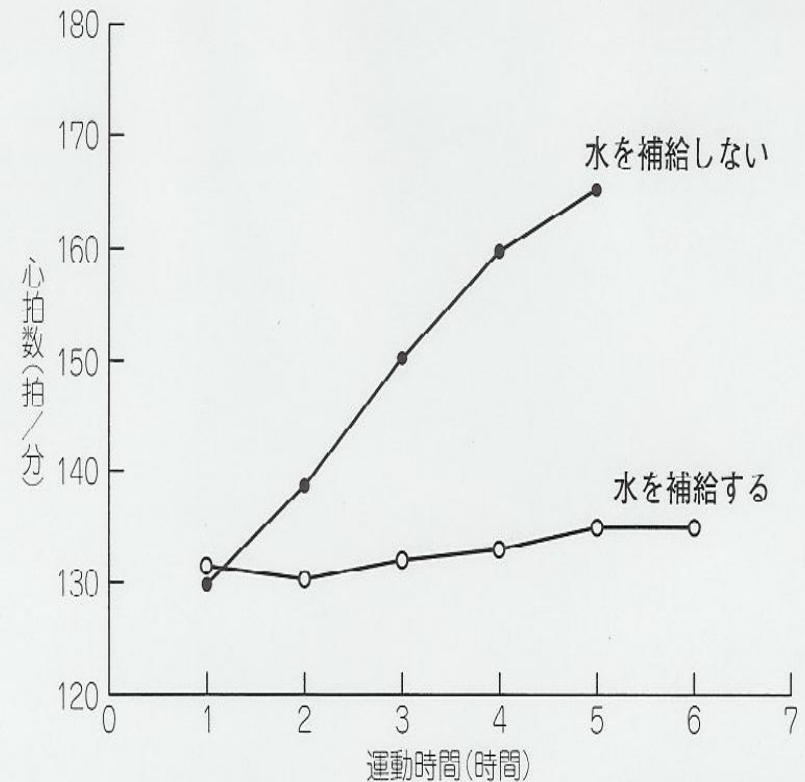
★ただし、諸雑用や、生活条件の悪さのため、実際にはもっと多くのエネルギーを使う。

②水分補給の重要性

38℃の環境で、上り坂のトレッドミルで、6時間の歩行をしたときの水分補給の状況と体温上昇（Pittsら,1944）



○血圧の低下と心拍数の上昇
○血液の粘性を高め、血栓ができやすい
→心筋梗塞, 脳梗塞を誘発



★ただ飲むだけでは不十分であり、積極的に飲む必要がある

水分補給量のガイドライン (山本,2000)

マイペースで歩いている時には、おおよそ以下の式が当てはまる

$$\text{脱水量 (ml)} = \text{体重 (kg)} \times \text{行動時間 (h)} \times 5$$

例) 体重60kgの人が8時間の登山をすると、 $60 \times 8 \times 5 = 2400\text{ml}$

脱水量と同量を飲むことが望ましいが、登山の場合は難しいことが多い → その7～8割は最低でも飲むようにする

→ 脱水量が2400mlの場合ならば、以下のようになる

$$2400 \times 0.7 \sim 0.8 = 1700 \sim 1900\text{ml}$$

出発直前にも分割して飲んでおくとよい(300～500ml程度)

水分補給の仕方・・・スポーツ選手の飲み方を参考に

山では・・・

スポーツドリンク
が最も手軽

塩分0.2%程度＋
糖分3～6%程度



ただの水よりも
たくさん飲める

出発前にも
飲んでおく

練習前や試合前に
300～500 ml



練習で試そう

冷たいもの(10℃前後)
吸収が速やか

暑い時には
冷却効果も
ある



山では・・・

冷たい山の水
も飲むとよい

15分位の間隔で
100～200 ml補給



のどが渇く前に

1時間ごとに飲む

出発前にも
飲んでおく

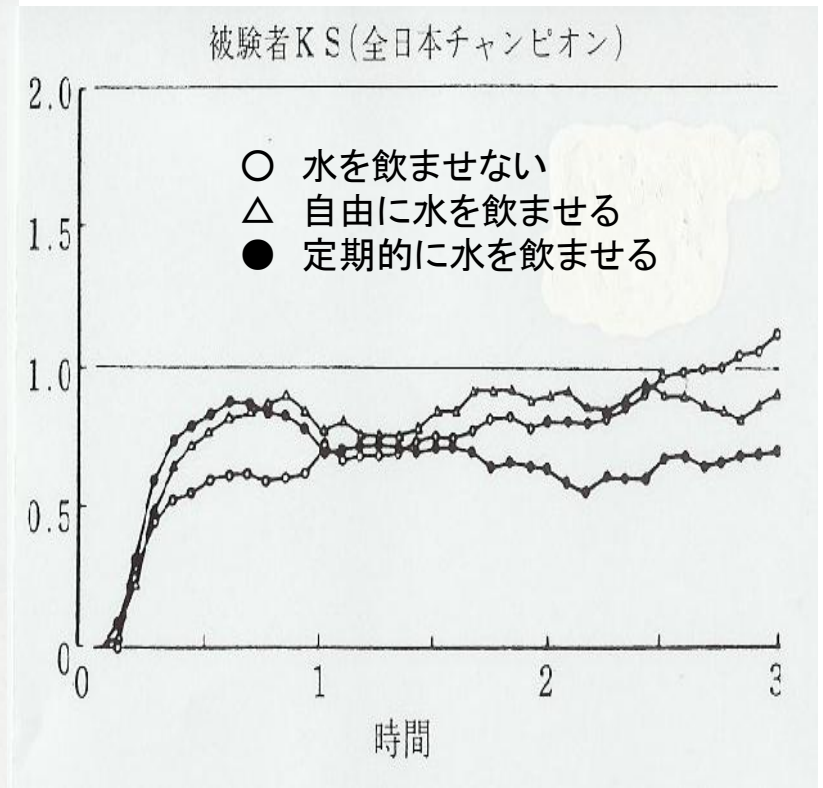
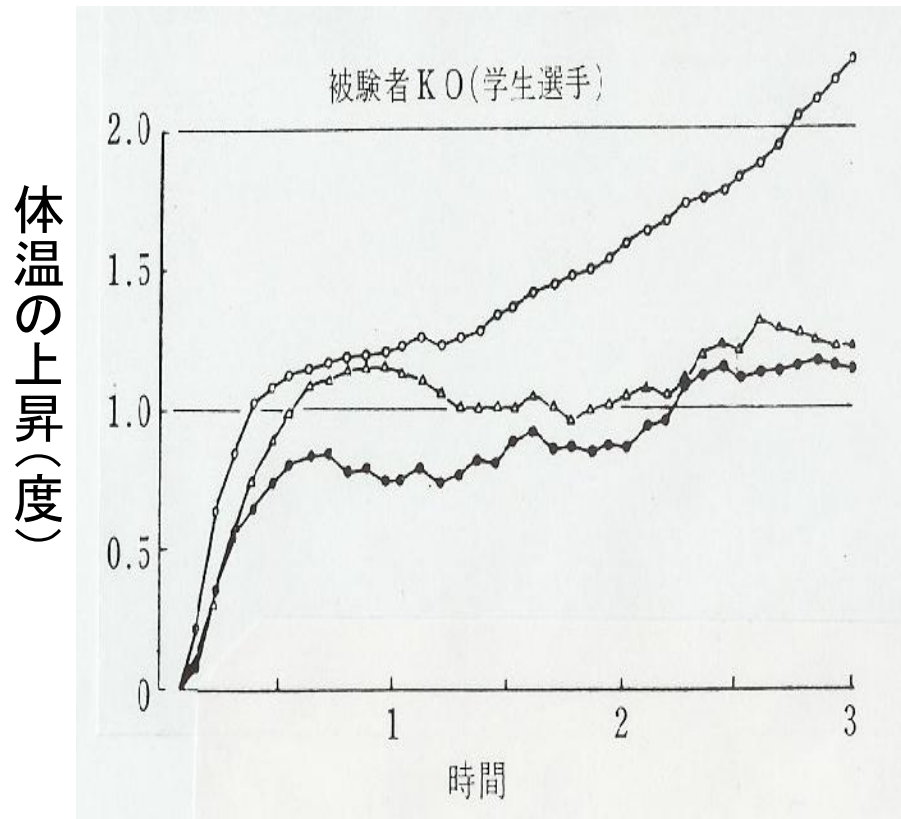
練習前後や早朝の
体重をチェック



脱水症状を
みつけよう

公式で求める
(行動時間×体重×5ml)

「強い人は飲まなくても平気だが、弱い人は飲まなければならない」



2人の競歩選手が、3種類の水分摂取条件で3時間の運動を行ったときの体温上昇。普通の選手は水を飲まないで体温が上昇するが、優れた選手は飲まなくても上昇しない。(伊藤ら,1982)

★この性質は、水分補給だけではなく、エネルギー補給にも当てはまる
(強い人は食べなくても平気だが、弱い人は食べないとバテてしまう)

★上級生が自分ができるからといって、新人に同じことを強制するのは不可

山から帰ったら、その結果を自己評価しよう

QC (Quality Control) シートによって、自分の身体の弱点を可視化する
身体版の登山記録をつくる (山本, 『登山医学』, 2011)

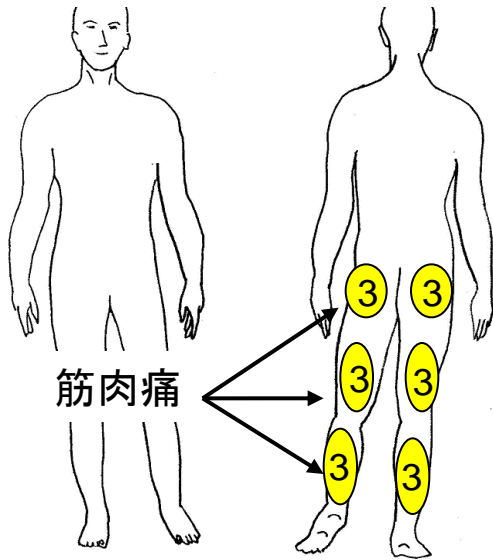
山名	コースの体力的ランク	上り, 下り, 水平方向への歩行量	登山中および登山後の身体トラブル						反省	
			筋肉痛	下りで脚がガクガクになる	膝の痛み	登りで心臓や肺が苦しい	筋肉の痙攣	腰の痛み		その他
①金峰山 (636m)	初心者向け	水平: 1.3km 上昇: 160m 下降: 160m	3 (下半身)	2		3				①これまでのトレーニングの反省点 ②今後の解決策
②野間岳 (591m)	初心者向け	水平: 2.8km 上昇: 230m 下降: 230m				2			アキレス腱 (左)	①登山に適した歩き方ができていなかった ②登山の歩行技術の習得
③藺牟田池外輪山 (485m)	初心者向け	水平: 4.5km 上昇: 300m 下降: 300m				1				なし
④開聞岳 (924m)	一般向け	水平: 8.5km 上昇: 815m 下降: 815m	2 (上半身)		1	2			3	①坂道ウォーキングと階段での脚力強化だけでは不十分な可能性がある ②スクワット運動による脚力の強化も行う

* 各トラブルについては、1: ややある, 2: ある, 3: 非常にある, で評価している

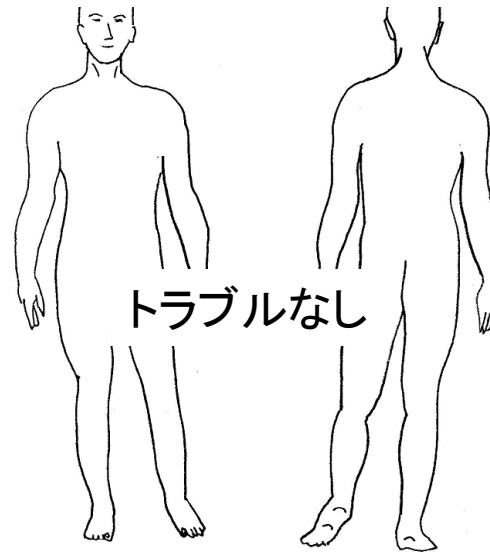
★頭で考えるだけではだめで、紙とペンを使って、頭から取り出してみることが必要。

QCシートによる身体の弱点の可視化 (山本,『登山医学』, 2011)

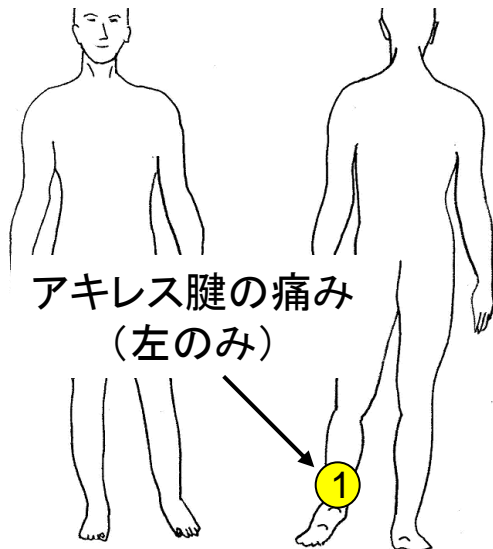
①金峰山(初心者向け)



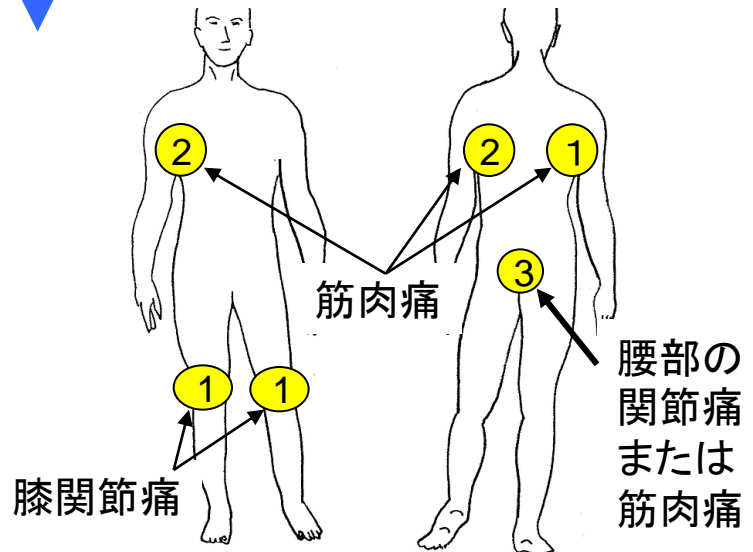
③藁牟田池外輪山(初心者向け)



②野間岳(初心者向け)

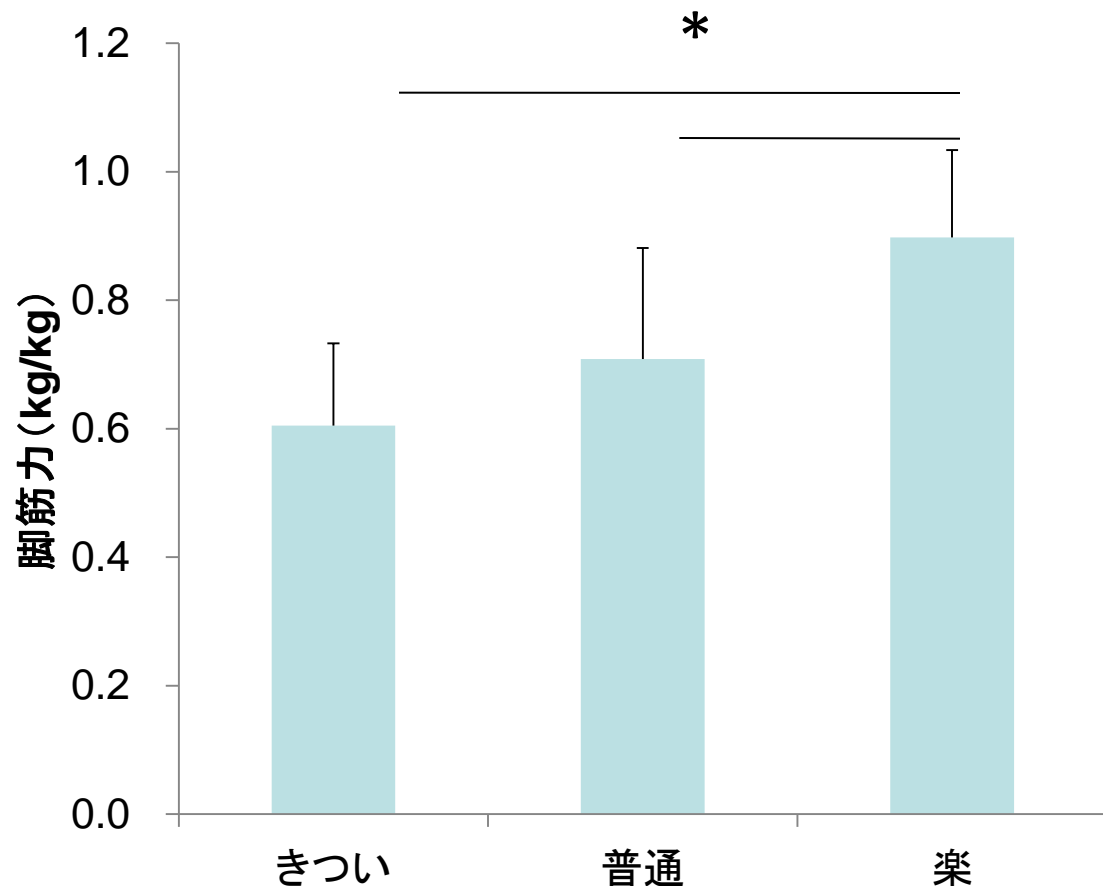
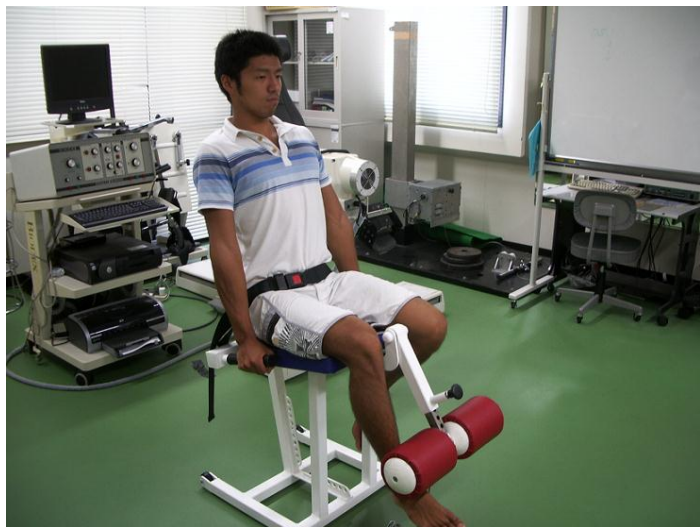


④開聞岳(一般向け)



体カテストの紹介(一部)

筋力は登山能力に直結する(脚力)

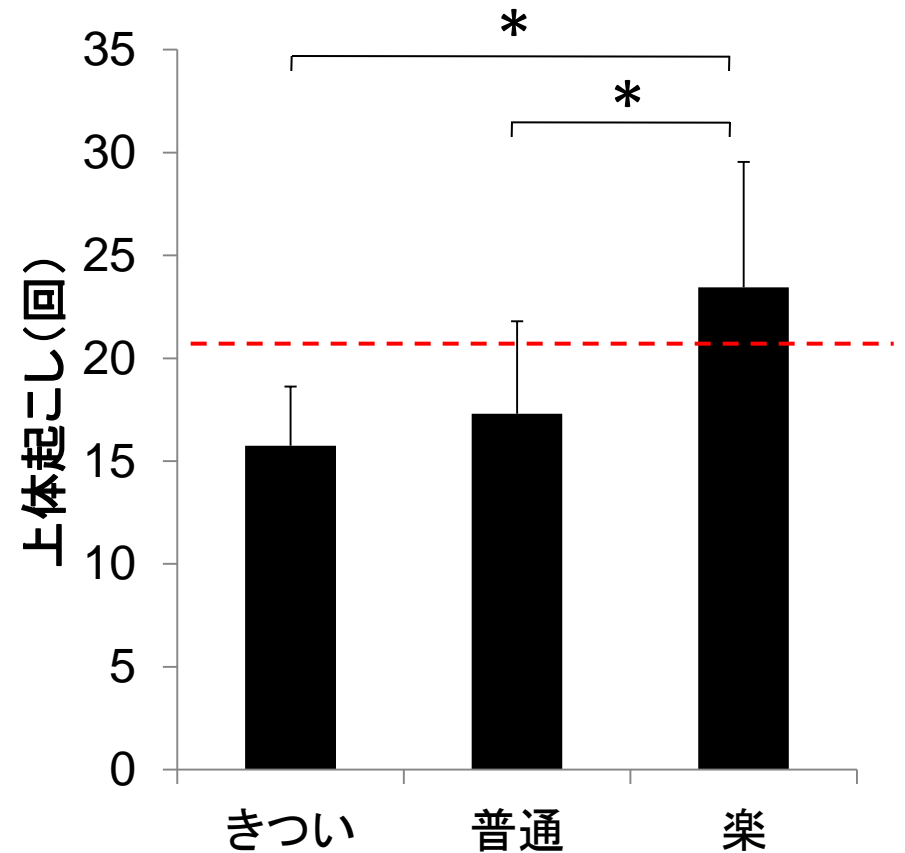


★コースタイムで歩いたときに、「楽」に歩けると答えた人は、体重あたりの脚筋力が高い値を示す。

(山本と西谷, 登山研修, 2009)

筋力は登山能力に直結する(腹筋力)

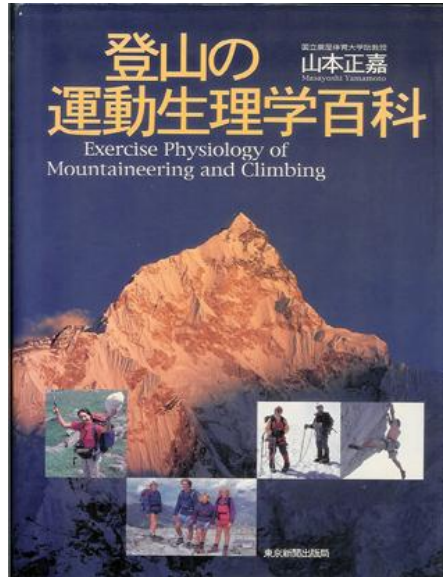
30秒間上体起こしテスト



コースタイムで歩いたときに、楽に歩けると答えた人は、腹筋力も高い値を示す

(山本と西谷, 登山研修, 2009)

この講義に関する参考文献



『登山の運動生理学百科』
東京新聞出版局,
2000年発行



現在、改訂中。来年は
新版が出ている予定！？



『登山医学入門』
山と溪谷社,
2006年発行
(5章)



『トムラウシ遭難はなぜ
起きたのか』
山と溪谷社, 2010年
(運動生理学の部分)