



## 【様式 1】

### 夏期観測 2019 研究速報(プロジェクト報告書)

#### 1.氏名

(和文) 笹子 悠歩<sup>1)</sup>、井出里香<sup>2)</sup>

(英文) Yuho Sasago<sup>1)</sup>, Rika Ide<sup>2)</sup>

#### 2.所属

(和文) 鹿屋体育大学大学院<sup>1)</sup>、東京都立大塚病院 耳鼻咽喉科<sup>2)</sup>

(英文) Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya<sup>1)</sup>  
Department of Otorhinolaryngology, Tokyo Metropolitan Otsuka Hospital<sup>2)</sup>

#### 3.共同研究者氏名・所属

(和文) 油井直子<sup>3)</sup> 東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニック

照内明良<sup>4)</sup> 鹿屋体育大学大学院

山本正嘉<sup>5)</sup> 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

(英文) Naoko Yui<sup>3)</sup> Sports and wellness clinic, The Jikei University Hosoi

Akira Teruuchi<sup>4)</sup> Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Masayoshi Yamamoto<sup>5)</sup> Sports and Life Sciences, National Institute of Fitness and  
Sports in Kanoya

#### 4.研究テーマ

(和文) ① 富士山を活用した高所順応評価の試み

② 富士登山における体幹 2 点歩行動揺計による動的歩行バランスの評価

(英文) ① An attempt to evaluate adaptation to hypoxic environment in Mt. Fuji

② Evaluation of dynamic walking balance performance using 2-point gait oscillometer  
in Mt. Fuji Climbing.

#### 5.研究結果 (プロジェクト報告) の概要

##### ① 富士山を活用した高所順応評価の試み

(和文)

海外の 4000m 以上の高山に行く登山者や旅行者の場合、事前の高所順応トレーニングは体カトレーニングと同様に欠かすことのできない重要な点である。高所順応トレーニングを行うにあたり、山に登らなくても低酸素環境を再現できる低酸素室が、近年急速に普及している。しかし低酸素室は利便性が高い一方で実際の山とは異なり、低圧、低温、乾燥、日射、風といった環境条件や、登山特有の数日間に渡る長時間の運動を再現することは難しい。

富士山は日本の山の中でも群を抜いて高く、4000m に近い標高がある。また五合目から山頂までの登山時間は上りが約 6~7 時間、下りが 3~4 時間であることに加え、山頂や途中の山小屋を活用すれば、睡眠を含めた数日間の低酸素トレーニングが可能となる。つまり富士山は海外の 4000m 以上の高山に行く登山者や旅行者のための高所トレーニングの場として有用性が高いといえる。

我々の研究グループはこの点に着目し、ヨーロッパ最高峰であるエルブルース (5,642m) の登頂を目指す中高年女性 1 名 (年齢: 58 歳、登山歴: 約 1 年) を対象として、富士山を活用した高所順応評価を実施した。測定項目は行動中 (上りと下り) の心拍数、動脈血酸素飽和度、主観的運動強度、急性高山病スコア、および睡眠中の心拍数と動脈血酸素飽和度とし、登高速度や生理学的な知見、そして低酸素環境下での呼吸法などについても教授しながら登山を行った。

下図には、登りおよび山頂での睡眠中の動脈血酸素飽和度を、対象者と同行した検者に分けて示したものである。行

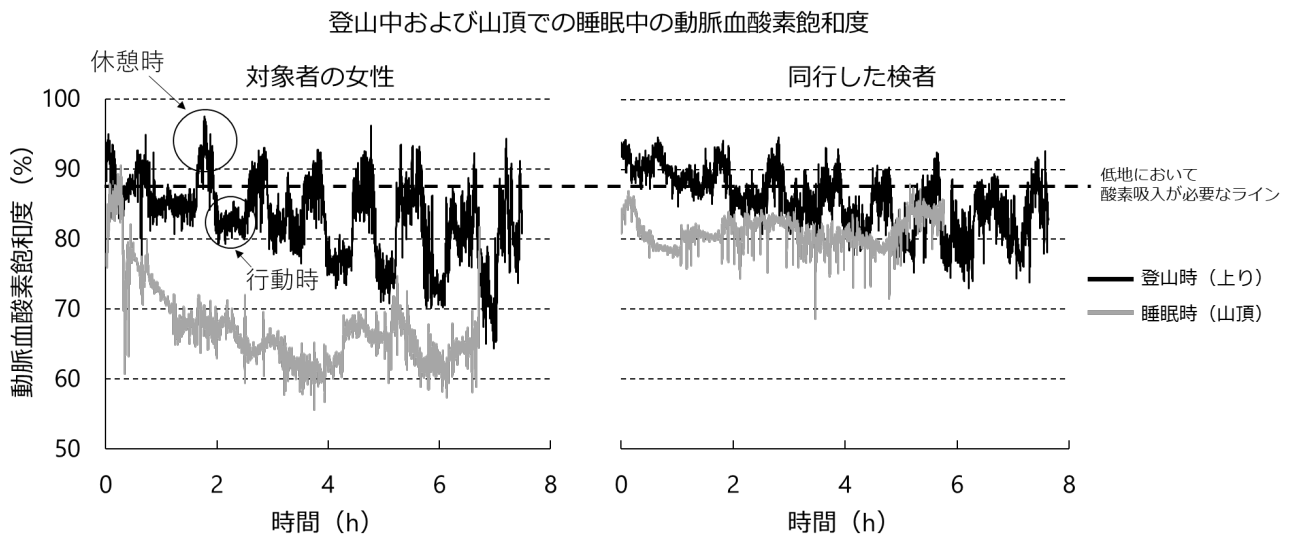


動中については、休憩時の値は検者と同程度である一方、同じ速度で歩いているにも関わらず、行動中は検者よりも低値を示し、それは山頂付近ではより顕著であった。また睡眠中の値については、同行した検者は 80%程度を推移している一方で、対象者の女性は常時 70%以下であり、一時的に 60%程度まで低下していた。

これらの結果から、①登山中の休憩時は意識的に呼吸をするため問題はないが、行動中も動脈血酸素飽和度を高くするような呼吸法を意識すること、そして②低酸素環境下で運動のみをするのではなく、仮眠や宿泊など睡眠を含めたトレーニングをすること、をアドバイスした。

富士登山後、対象者の女性はエルブルースに出発するまでの間、本測定で得られたデータを民間の低酸素トレーニングのトレーナーとも共有し、その後のトレーニングに生かしたことに加え、自身でもう一度富士登山に行くなど、低酸素環境への順応トレーニングを積極的に行った。その結果、対象者はエルブルース登頂に成功したことに加え、全行程において高山病の症状は皆無であり、睡眠時の動脈血酸素飽和度にも顕著な低下が見られなかったとのことであった。

本研究は対象者 1 名の事例的な検討である。しかし本研究の結果から、富士山は高所順応トレーニングの場としてはもちろん、その評価の場としても活用できる可能性が示唆された。



### ① An attempt to evaluate adaptation to hypoxic environment in Mt. Fuji (英文)

Pre-acclimatization training under hypoxic environment is as important as physical training for mountaineers and travelers who go to a mountain higher than 4,000 m in foreign countries. Recently, hypoxic rooms have diffused rapidly. That room is very available but different from the mountain in the environmental condition such as atmospheric air pressure, temperature, humidity, sunstroke and wind. Moreover it is difficult to train for several days and many hours like mountain climbing.

Mt. Fuji is the highest mountain in Japan and its altitude is nearly 4,000m. The time required to climb the mountain from the start point to the summit is about 6 hours or 7, and about 3 hours or 4 for descent. In addition, some mountain cottages make it possible to train for several days including sleep training under hypoxic condition. In other words, climbing Mt. Fuji is effective for mountaineers and travelers who go to a mountain higher than 4,000m in foreign countries.

Our research group focuses on this point, and evaluated hypoxic adaptation of one subject (sex: female, age: 58 years old, experience of mountain climbing: about 1 year) who aims to reach the summit of Elbrus (5,642m) that is the highest mountain in Europe. The measurement items are Heart rate (HR), Arterial oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), Rate of perceived exertion (RPE), Lake Louise Acute mountain sickness (AMS) score, and we taught her walking speed, how to breathe in hypoxic environment and others.

The following graph shows SpO<sub>2</sub> of the subject and researcher who clime together during walking and sleeping on summit. SpO<sub>2</sub> of the subject during a rest is at the same level as the

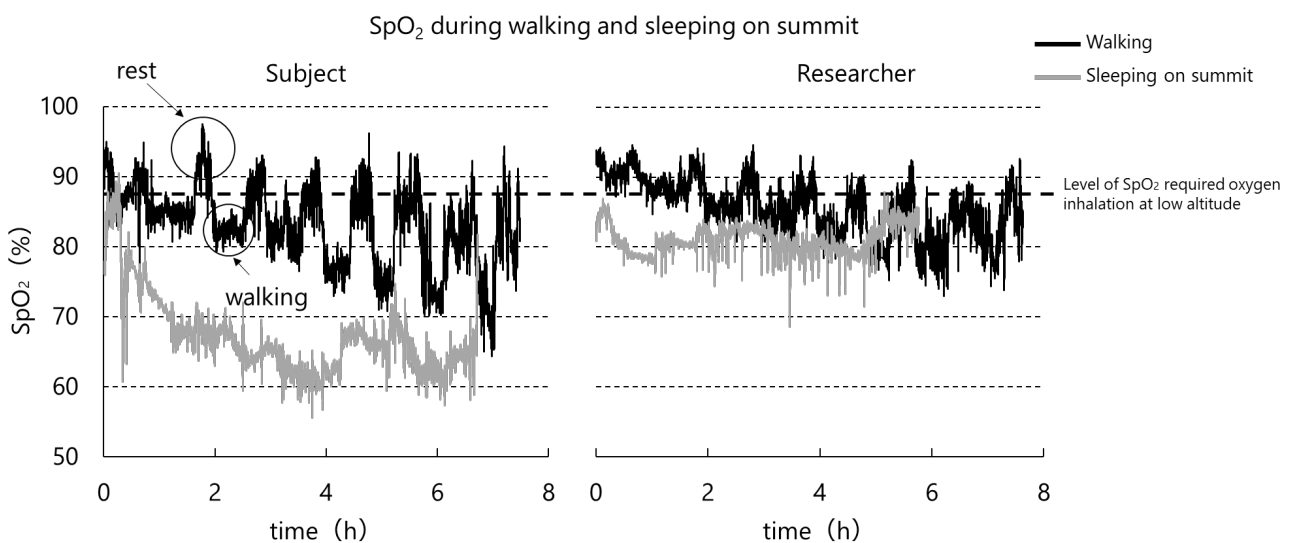


researcher but lower than researcher during walking, particularly near the summit. During sleeping, the value of researcher is about 80%, but that of the subject is always under 70% and decreased temporarily to 60%. From these results, we gave her the following advice.

1) There is no problem during the rest, but being conscious of the breathing method for raising the level of SpO<sub>2</sub> is required during walking.

2) The training of sleep under hypoxic environment is needed.

After this research, the subject showed the result to the personal trainer of hypoxic training for applying to training before going to Elbrus. In addition, she climbed to Mt. Fuji one more time for hypoxic training after this research. As a result, the subject succeeded in reaching the summit of Elbrus, and there was no symptom of AMS, and SpO<sub>2</sub> did not descend during sleeping like the time of Mt. Fuji. The number of subjects in this research was only one, but these results suggest that Mt. Fuji has a possibility not only as a place for pre-acclimatization training under hypoxic environment but also a place for evaluated hypoxic adaptation.



## ② 富士登山における体幹 2 点歩行動揺計による動的歩行バランスの評価

(和文)

### 1. はじめに

高度 2500m 以上から急性高山病 (Acute Mountain Sickness = AMS) が発症するといわれており、AMS の症状にはめまい・ふらつきがあり、これらによる滑落事故は山岳遭難につながる。前回の研究では静止時のバランス機能は高度による変化は認められなかった。今回の研究では体幹 2 点歩行動揺計を用いて富士登山における歩行時のバランス機能を評価し、AMS の重症度との関連について検討した。

### 2. 対象・方法

31~58 歳の健常者 4 名 (男性 2 名、女性 2 名) を対象とした。富士宮ルートより富士登山を行い、富士山 5 合目登り (2400m) → 富士山頂 (3776m) 到着時 → 富士山頂 (3776m) 翌日 → 富士山 5 合目下り → 平地 (新富士駅) において体幹 2 点歩行動揺計 (MVP-WS2-S : マイクロストーン社) を用いて測定した。



AMS の評価として、LLS による症状スコアリング、SpO2/心拍数(パルスオキシメーター, SAT-2000)にて測定した。

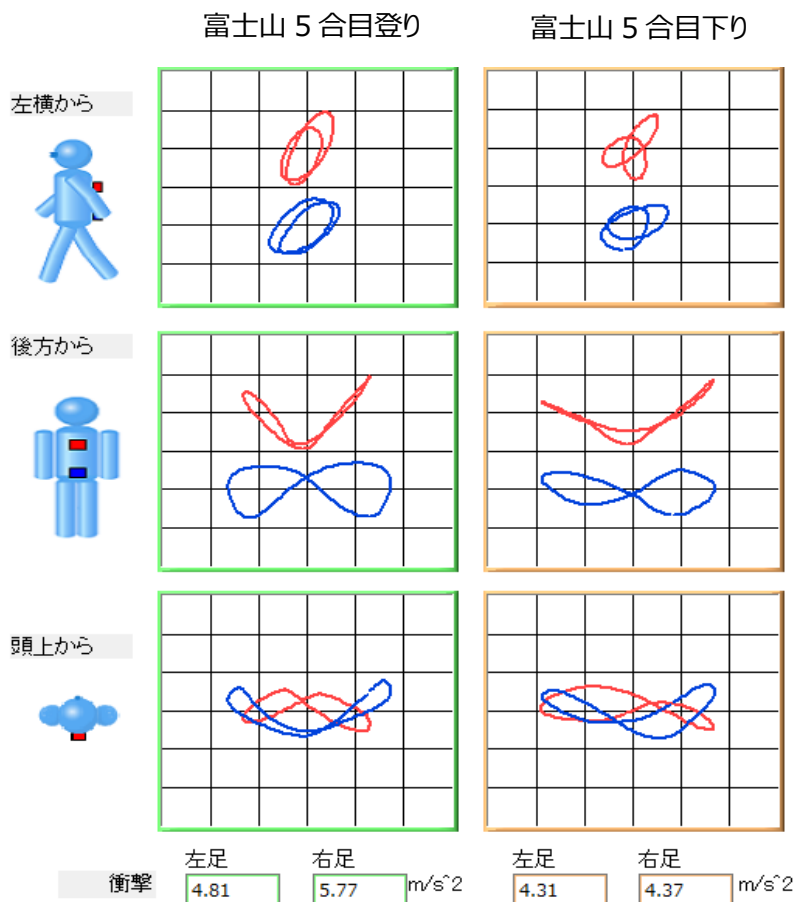
### 3. 結果・考察

富士山 5 合目から山頂までの登りの変化では上部および下部体幹ともに動揺は増大していた。特に上部体幹の左右の動揺量が顕著に増大していた。一方、富士山頂から 5 合目までの下りの変化では全例とも「円滑度」は低下し、上部体幹の「左右対称性度」も低下し、動的歩行バランスを崩しやすい傾向が見られた。これは滑落や転倒の要因につながると推測された。

### 4. 結論

歩行は立位よりより多くの酸素を必要とするため、高所での動的歩行バランスの影響が明らかになったと推察された。これらの結果は動的歩行バランスが登山中における滑落、転倒の要因を評価するのに役立つ可能性を示している。

<富士登山で体幹の左右対称度が増大した例>



## ② Evaluation of dynamic walking balance performance using 2-point gait oscillometer in Mt. Fuji Climbing.

(英文)

**Background/Aim :** Acute mountain sickness(AMS) begin to occur altitude 2500m more and dizziness/lightheadedness are the symptoms of AMS. It might be cause of sliding accident. Previous research was revealed that the high altitude-induced changes were not observed in static balance performance. This study measured dynamic walking balance performance in Mt. Fuji climbing and investigated the relation between dynamic walking balance performance and severity of AMS. **Methods :** Dynamic walking balance performance was measured body sway using 2-point gait oscillometer (MVP-WS2-S:Microstone Corp.) that three dimensional gyro sensor attached upper-body trunk and lower-body trunk. Dynamic walking balance



認定 NPO 法人

富士山測候所を活用する会

performance were measured in 4 healthy person (2males, 2females). Diagnosis and severity of AMS were judged using the Lake Louise Scoring system (LLS) and measured SpO<sub>2</sub>/heart rate using pulse oximeter. **Results :** There were increased the upper and lower body trunk sway in ascending from 2400m to 3776m. Especially the upper-body trunk lateral sway were increased markedly in dynamic walking balance performance. On the other hand, there were decreased smooth movements in descending from 3776m to 2400m. Also, Lateral symmetry in Upper-body trunk were worse and it tends to break the dynamic walking balance performance. It suggested that it may to be factor of sliding down and fall. **Conclusions :** These findings suggest that walking is need more oxygen than standing, there were clear the influence to dynamic walking balance performance in high altitude. These results indicate that dynamic walking balance performance may be useful the evaluation of the factor of sliding down and fall during mountaineering.