

# エアロバイクゲームが心身に与える影響

心理学科 19HP160 渡邊 颯太

(指導教員:長野祐一郎)

キーワード:ゲーム, 運動, 肯定的感情, 安静感情

## 序と目的

厚生労働省の「平成 27 年人口動態統計」では、生活習慣病の死亡割合が増加しているなど、生活習慣病を減らすことは急務である。生活習慣病の大きな要因は、運動不足が挙げられる。森谷(2003)によると、慢性的な運動不足によって各種の生理機能の低下が要因であるとしている。我々の生活において運動の機会は益々減っている。一方で、手軽に運動できる機会として、ゲームなどを用いた運動の効果が健康増進に役立てられる可能性がある。

以上を踏まえ、本研究はエアロバイクをゲームに接続し、ゲーム中で走る道の勾配(上り坂若しくは下り坂)が、運動中の心身の反応に与える影響を検討することを目的とする。

## 方法

実験参加者:男性 10 名, 女性 3 名を合わせた大学生 13 名(平均年齢 21.69 歳,  $SD=0.72$ )を対象とした。すべての参加者が両条件に参加した。

実験課題:Unity 上で作成した仮想空間を実験刺激として使用した。エアロバイクを用い、参加者は、ハンドルとペダルの操作によりゲーム映像を動かすことができた。

条件:山道を上る条件(上り条件)と下る条件(下り条件)を設けた。

測定指標:生理指標は、心拍数(HR)、皮膚コンダクタンス(SC)、を測定し、心理指標は、肯定的感情(Positive Affect 以下 PA)、否定的感情(Negative Affect 以下 NA)、安静状態(Calmness Affect 以下 CA)の 3 因子からなる一般感情尺度(小川・門地・菊谷・鈴木, 2000)と、主観的運動強度の Borg Scale における全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性(小野寺・宮下, 1976)を測定した。

手続き:実験前に一般感情尺度への記入を行い、測定器の着用を行った。実験は前安静 4 分、課題 6 分、後安静 4 分で行った。課題中、主観的運動強度を聞いた。後安静終了後、一般感情尺度の記入を行った。

## 結果

生理指標に関しては、HR も SC も前安静から課題期、課題期から後安静など各条件の値には差が見られなかった。群×期間の 2 要因の参加者内計画による分散分析の結果、HR・SC ともに期間の主効果のみ有意であり、群の主効果及び群×期間の交互作用は有意ではなかった。

主観的運動強度は、前安静から課題期、課題期から後安静など課題ごとの各条件の変化量には差が見られなかった。条件×期間の 2 要因の参加者内計画による分散分析の結果、期間の主効果のみ有意であり、群の主効果及び群×期間の交互作用は有意ではなかった。

肯定的感情(PA)は、群による差が見られず、期間の主効果のみ有意であった。否定的感情(NA)の推移は群による差が見られず、期間の主効果のみ有意であった。安静感情(CA)は群による差が見られず、期間の主効果のみ有意であった。

## 考察

生理指標に関してはいずれも群による差が認められなかった。しかしながら、HR の上昇などは、鍋倉・後藤・永井・池上(1998)と一致していた。

心理指標に注目すると、群による差は認められなかったが、運動中に高揚感および否定的感情が上昇、落ち着き感情が下降していた。これらは運動中の心身の反応としては、満石・長野・竹中(2010)と類似した結果だった。主観的運動強度に関しては、期間の効果のみ有意であった。

群の効果が認められなかった要因としては、ペダルの回転数を条件間で統一したために、運動量が上りも下りも同一だったことが挙げられる。より完成度の高い実験をするならば、没入感を与えられる要素を加える(扇風機などを用い、風を浴びせる)ことで、より低い心理的負荷で運動を行うことができるかもしれない。

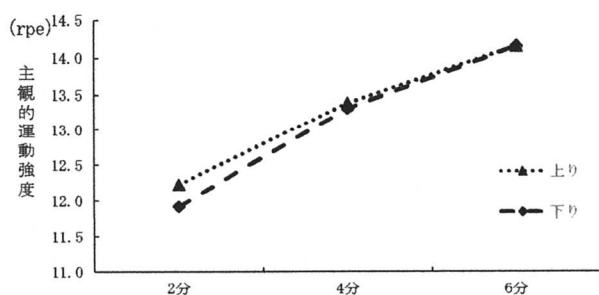


図1 各条件別の主観的運動強度の変化

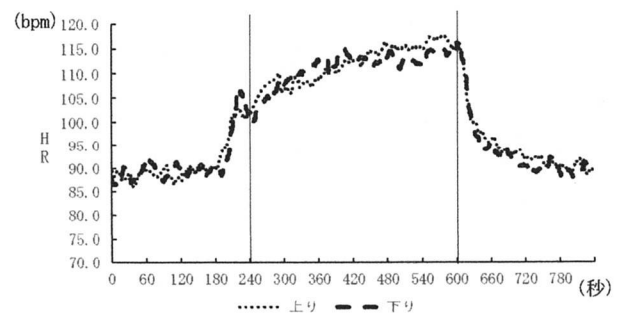


図2 各条件における心拍数変化

# エアロバイクゲームが心身に与える影響

学籍番号 19hp160

氏名 渡邊 颯太

指導教員 長野 祐一郎

## 序と目的

### [生活習慣病]

19世紀までの人類の健康上の課題は感染症の克服であったが、20世紀以降では生活習慣病が主な死亡要因になっている。厚生労働省は平成8(1996)年に以前「成人病」と呼ばれていた疾患にその他の生活習慣に深く関わる疾患(痛風、肝臓病、骨粗鬆症、歯周病、高血圧、高脂血症など)も含めて「生活習慣病」と呼び変えることにした(富永, 2006)。また、厚生労働省の「平成27年人口動態統計」では、生活習慣病の死亡割合が増加し、死因の6割に達している。生活習慣病を減らすことが急務であり、健康長寿の最大阻害要因として大きな影響を与えているのである。

### [生活習慣病と運動不足]

生活習慣病の大きな要因として、運動不足が挙げられるだろう。森谷(2003)によると、最近の運動医・科学の研究では、体力の低下や生活習慣病の発症が加齢のみに依存しているだけでなく、Kraus and Raab たちが命名した「Hypokinetic Disease : 運動不足病」に集約できる慢性的な運動不足によって引き起こされる各種の生理機能の低下が大きな要因であるという。今やコロナ禍になり、我々の運動機会の減少は如実のものとなり、1日当たりの平均歩数の目標値は男性で9000歩、女性で8500歩であるが、厚生労働省の「健康日本21」では、男性で7000歩、女性で6000歩程になっているという。

### [生活習慣病の予防]

2000年には厚生労働省により「健康日本21」が策定され、国民健康づくりが推進されることになった。また2008年には、新たに内臓脂肪蓄積を基盤とした複合リスク病態であるメタボリックシンドローム及びその予備群を2015年までに25%減少する目標が追加され、特定健診や特定保健指導が進められている。国民の生活習慣病は先天性のものもあるが、すべての人間に発症リスクがあるのである。そこで、運動療法を行うことによって生活習慣病を予防するのが良い。

### [手軽にできるゲーム環境の普及]

我々の生活の中で手軽に運動できる機会といえば、ゲームの存在は無視できないことだろう。任天堂が2006年に発売したWiiをはじめ、2019年には、Nintendo Switch専用フィットネスソフト、リングフィット アドベンチャーなどがある。また、仮想世界で本格的なサイクリングを体験できる「Zwift」など運動の選択肢としてゲームというのは現実味を帯びてきている。しかしながら、どのようなゲームだと運動するに適しているのかという実験はまだ行われていないのが現状である。

### [本研究の目的]

以上のことを踏まえ、本研究では、エアロバイクをゲームに接続し、ゲーム中で走る道の勾配(上り坂若しくは下り坂)が、運動中の心身の反応に与える影響を検討した。

## 方法

参加者：大学生 13 名(男性 10 名、女性 3 名)、平均年齢 21.69 歳 ( $SD=0.72$ ) を対象とした。

実験計画：ゲーム中で勾配を登る上り坂条件と、勾配を下る下り坂条件を設けた。すべての参加者が両条件に参加し、2 条件(上り坂, 下り坂) × 3 期間(前安静, 課題, 後安静)の混合計画で実験を行った。条件の施行順序は参加者間でカウンタバランスした。

実験課題：課題として、Unity を用いて、山岳自体に設けられた道路を再現し、標高の高い場所から開始し道を下るシーンと、標高の低い場所から開始し道を登るシーンの 2 種類を設けた。上り条件(例：図 1 左)、下り条件(図 1 右)を実験課題として、エアロバイクを用いた。参加者は、ハンドルとペダルの操作によりゲーム映像を動かすことができた。



図 1 上り条件と下り条件の画像

生理指標：心拍数(Heart Rate : 以下 HR)、皮膚コンダクタンス(Shin Conductance : 以下 SC)の 2 つを計測した。HR は、非利き手の第三指に装着した心拍数測定モジュール SparkFun Pulse Oximeter Heart Rate Sensor – MAX30101 & MAX32664(SparkFun 製)を用いて測定した。SC は、長野・永田・宮西・長濱・森田(2019)と同様の測定回路を用いて、小指球および拇指球に電極(日本光電工業製 VitrodeF-150S)を装着し測定した。また、いずれの指標も 1 秒間隔で測定を行い、コンピュータに記録した。

心理指標：主観感情の測定には、小川・門地・菊谷・鈴木(2000)の一般感情尺度を用いた。肯定的感情(Positive Affect 以下 PA)、否定的感情(Negative Affect 以下 NA)、安静状態(Calmness Affect 以下 CA)の 3 因子からなり、4 項目ずつ計 12 項目で構成されている。それぞれについて、「全く当てはまらない：1」から「非常にあてはまる：4」までの 4 件法で評定を行った。主観的運動強度の測定には、小野寺 宮下(1976)の Borg Scale(図 2)を用いた。

20	
19	非常にきつい
18	
17	かなりきつい
16	
15	きつい
14	
13	ややきつい
12	
11	楽である
10	
9	かなり楽である
8	
7	非常に楽である
6	

図 2 Borg Scale

装置: エアロバイクと心拍数及び皮膚コンダクタンスの測定装置を用いた。エアロバイクはペダル部分にセンサーを設置し、かつハンドルを追加し、ペダルの回転数とハンドルの角度を Arduino 型マイクロコンピュータを介して PC に送信する仕組みであった。映像は、Unity(Ver.2021.4.1f)を用いて作成した。

手続き:

実験では、まず初めに機器を装着してもらい、Forms を用いた質問紙に回答してもらった。その後、今回の実験の教示を行った。その際、本実験に関するインフォームドコンセントを参加者から得た。教示は、「まず、椅子に座っていただいて、目を閉じた状態で4分間の前安静をはかります。4分後に続けて課題としてエアロバイクを6分間漕いでいただきます。2分、4分、6分とこちらから「今の状態を数字で教えてください」と指示をしたら、Borg Scale を見て3回答えてもらいます。課題が終了した後は、椅子に座っていただき、目を閉じた状態で、後安静を4分間計測して、その後課題期と後安静の感情状態を質問紙として回答してもらいます。質問紙に回答していただいた後、10分間の休憩を挟んで先ほどとは異なる条件の課題を同じスケジュールにて追加で1セット、合計2セット行います。実験中はこちらで指示をするのでそれに従ってください」とした。実験刺激の場面では、課題期が始まる直前に実験者が変更した。各期間の開始時と終了時に参加者にその旨を伝えた。心拍と皮膚温は、計14分間にわたり連続的に測定をした。大まかな実験の流れを図に示した(図3)。また条件に関しては、順序による効果を考慮しカウンタバランスを取った。

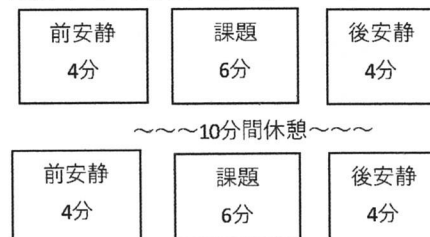


図 3. 実験スケジュール

## 結果

各条件別の HR の変化を図 4 に示した。

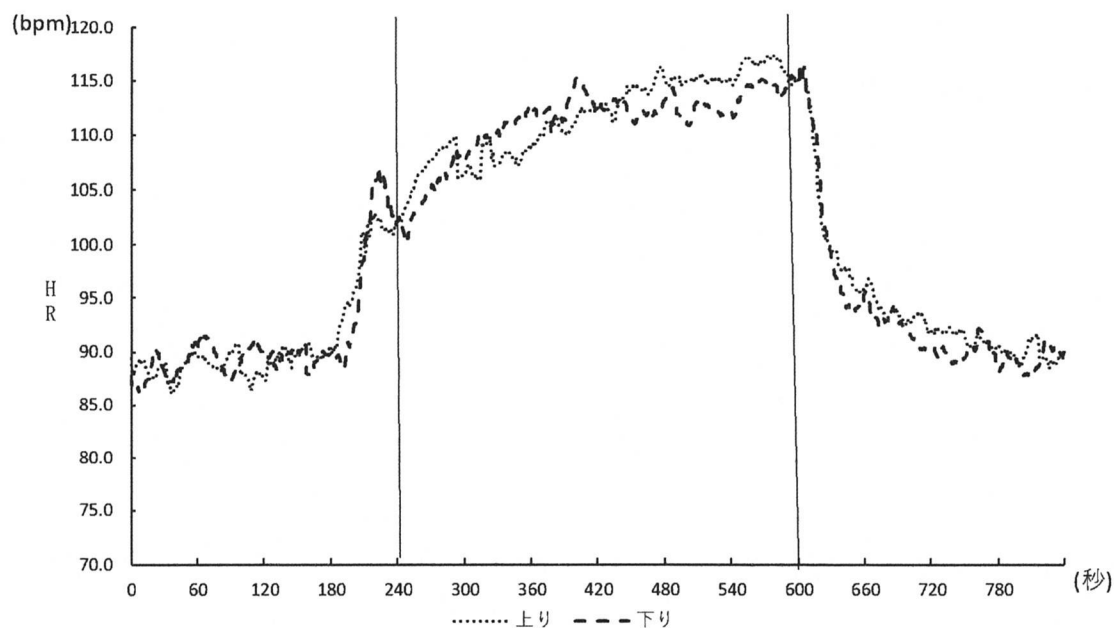


図 4 各条件の HR の変化

HR に関しては、前安静から課題期、課題期から後安静など各条件の変化量には差が見られなかった。課題期は前安静、後安静に比べ、HR が右肩上がりに推移した。各条件ともに前安静から課題期に突入してから大きな変化見られ、課題期から後安静に突入し、徐々に下降していくことが見られた。

各条件、各期間の HR の平均値を求め、それらを従属変数とし、2 (条件：上り, 下り) × 3 (期間：前安静, 課題, 後安静) の 2 要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果が有意であり、( $F(2,24)=110.30, p<.01$ )、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった(条件： $F(1,12)=0.38, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,24)=0.18, n.s.$ )。期間の効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行ったところ、HR の値は、課題>前安静、課題>後安静であることが示された(いずれも  $p<.05$ )。

各条件別の SC の変化を図 5 に示した。

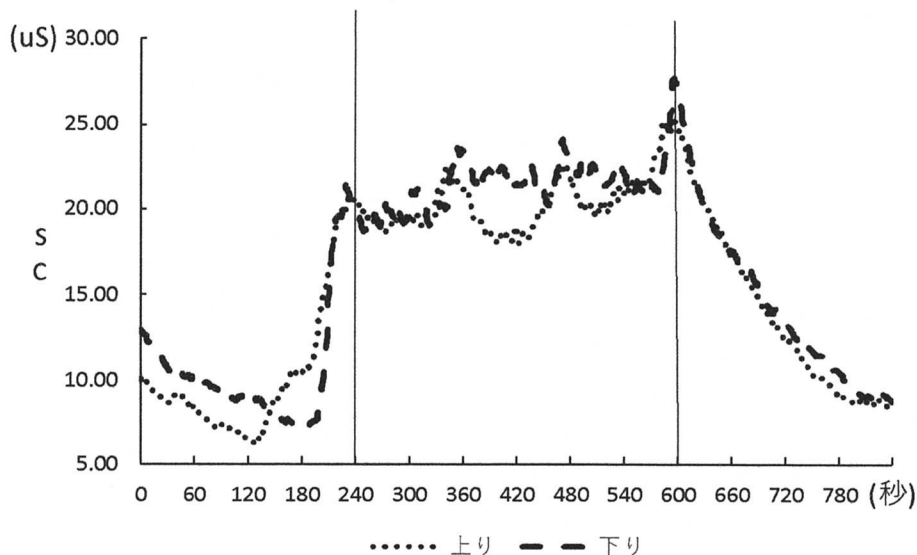


図 5 各条件の SC の変化

SC に関しては、前安静から課題期、課題期から後安静など各条件の変化量には差が見られなかった。課題期は前安静、後安静に比べ、SC が右肩上がりに推移した。各条件ともに前安静から課題期に突入してから大きな変化見られ、課題期から後安静に突入し、徐々に下降していくことが見られた。

各条件、各期間の SC の平均値を求め、それらを従属変数とし、2 (条件：上り, 下り) × 3 (期間：前安静, 課題, 後安静) の 2 要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果が有意であり、( $F(2,24)=72.92, p<.01$ )、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった(条件： $F(1,12)=0.13, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,24)=0.05, n.s.$ )。期間の効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行ったところ、SC の値は、課題>後安静>前安静の順であることが示された(いずれも  $p<.05$ )。

課題時別の主観的運動強度の変化を図6に示した。課題時間が6分間であるが、3分割して、2分、4分、6分とした。

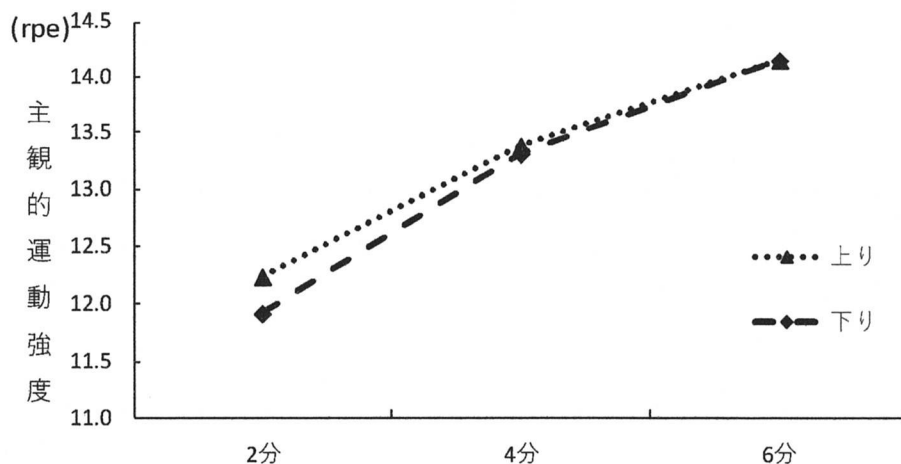


図6 各条件別の自覚的運動強度の変化

主観的運動強度に関しては、前安静から課題期、課題期から後安静など課題ごとの各条件の変化量には差が見られなかった。2分のところでは、上りの開始地点が下りより高いが、主観的運動強度は右肩上がりに推移した、各条件ともに4分から6分にかけて差はなくなった。

各条件、各期間の主観的運動強度の平均値を求め、それらを従属変数とし、2 (条件：上り, 下り) × 3 (期間：2分, 4分, 6分) の2要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果が有意であり、 $(F(2,24)=12.00, p<.01)$ 、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった(条件： $F(1,12)=0.07, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,24)=0.29, n.s.$ )。期間の効果が有意であったため、Holm法による多重比較を行ったところ、主観的運動強度の値は、4分>2分、6分>2分であることが示された (いずれも  $p<.05$ )。



各期間のPAの変化を図7に示した。

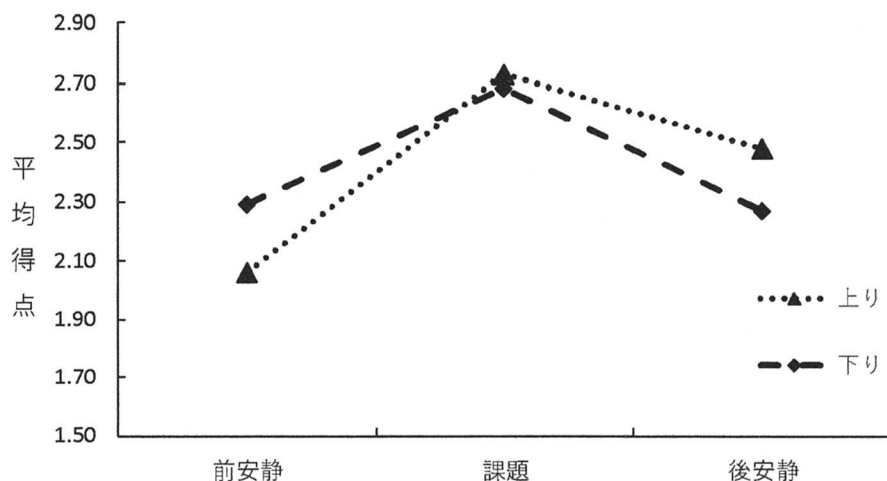


図7 各条件のPAの変化

PA得点に関しては、両条件とも前安静から課題期にかけて上昇し、課題期から後安静で下降していった。下りよりも上りの方が前安静から課題期にかけて上昇幅が多かった。

PA得点を従属変数として、2（条件：上り, 下り）×3（期間：前安静, 課題, 後安静）の2要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意傾向であり、 $(F(2,24)=20.32, p<.01)$ 、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった（条件： $F(1,11)=0.00, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,22)=1.39, n.s.$ ）。期間の効果が有意であったため、Holm法による多重比較を行ったところ、課題>後安静>前安静の順であることが示された（いずれも  $p<.05$ ）。

各期間のNAの変化を図8に示した。

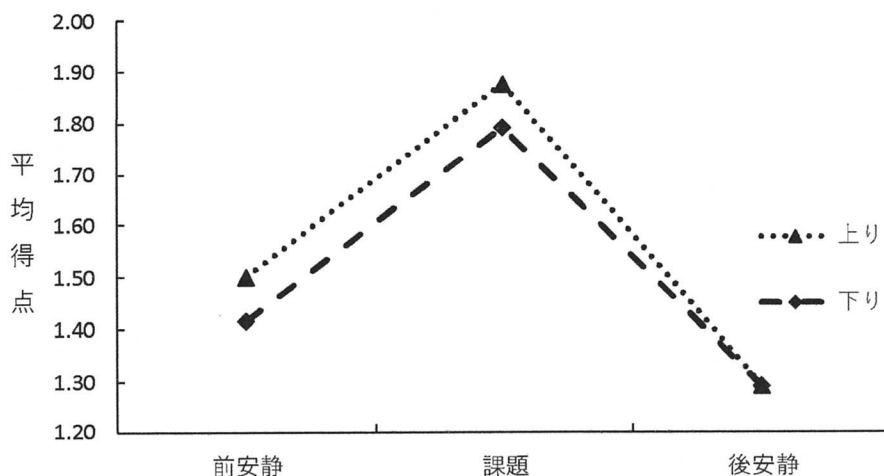


図8 各条件のNAの変化

NA 得点に関しては、両条件とも前安静から課題期にかけて上昇し、課題期から後安静で下降していった。下りよりも上りの方が前安静から課題期にかけて上昇幅が多かった。

NA 得点を従属変数として、2（条件：上り, 下り）×3（期間：前安静, 課題, 後安静）の2要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意傾向であり、 $(F(2,22)=9.44, p<.01)$ 、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった（条件： $F(1,11)=0.36, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,22)=0.10, n.s.$ ）。期間の効果が有意であったため、Holm法による多重比較を行ったところ、課題>前安静、課題>後安静であることが示された（いずれも  $p<.05$ ）。

各期間のCAの変化を図9に示した。

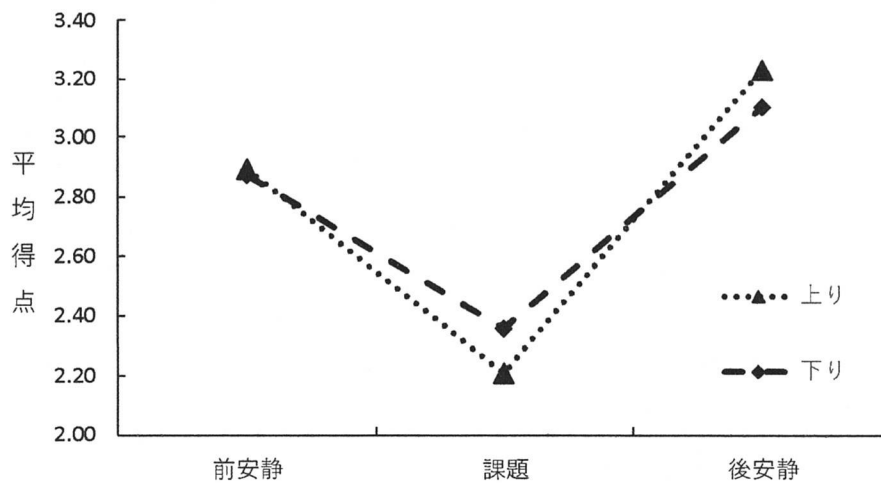


図9 各条件のCAの変化

CA 得点に関しては、両条件とも前安静から課題期にかけて下降し、課題期から後安静で上昇していった。下りよりも上りの方が前安静から課題期にかけて下降幅が多かった。

CA 得点を従属変数として、2（条件：上り, 下り）×3（期間：前安静, 課題, 後安静）の2要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意傾向であり、 $(F(2,22)=15.28, p<.01)$ 、条件の効果および条件×期間の交互作用は有意ではなかった（条件： $F(1,11)=0.00, n.s.$ ; 条件×期間： $F(2,22)=0.69, n.s.$ ）。期間の効果が有意であったため、Holm法による多重比較を行ったところ、課題>前安静、課題>後安静であることが示された（いずれも  $p<.05$ ）。

## 考察

本研究では、仮想空間内の道の勾配によって、それらが心身にどのような影響を与えるのかについて明らかにすることを目的とした。

### [生理指標の結果]

まず、生理指標をみると、各条件ともに前安静から課題期にかけて HR と SC 両方とも上昇し、課題期から後安静にかけて両方とも下降した。鍋倉・後藤・永井・池上(1998)では、HR は安静時から運動を始めると急増し、以後時間とともに緩やかに増加し続けた。本研究で用いた運動負荷は、先行研究と比較して、安静時から課題期の最初の2分間に急激に上昇している点は同じだが、先行研究よりも上昇幅は小さかった。しかしながら、先行研究では、課題期の時間が60分間であるのに対し、本研究は6分間であったが、本研究の課題終了時、心拍数の上昇傾向は続いていると思われるため、先行研究と一致する部分があったといえた。

### [心理指標の結果]

主観的運動強度に関しては、各条件間で有意な結果は得られず、期間の効果のみ得られた。しかしながら、初めの2分では、上りの開始地点が下りより高い結果だった。この時点では、仮想空間内での勾配の違いから、運動がつかないといったイメージを与えている可能性が考えられた。しかしながら、そのイメージが長続きしなかったため、より長時間継続するには、より楽に感じる楽に感じる方法を考える必要があった。ポジティブ感情に関しては、どちらの条件も運動中に上昇したが、統計的に有意な差は見られなかった。エアロバイクを用いて運動中の感情を測定した満石・長野・竹中(2010)では、運動中に高揚感および否定的感情が上昇、落ち着き感情が下降していた。これらの結果は、本研究のポジティブ感情、ネガティブ感情、リラックス感情に該当するため、同様の結果であるといえた。

### [改善点とまとめ]

本研究では、ペダルの回転数を条件間で同一にするために上りも下りもペダルを漕いでもらったが、実際の下り坂では、ペダルをさらに漕ぐことは一般的ではなく、重力によって進む瞬間が多いはずである。その点で言うと今回の実験は、実験で用いられた映像と実際に体験している体との反応の違いが多く出てしまった結果となった。実験映像と体験のより没入感を与える要素を加える(扇風機などで風を浴びさせる、下り坂ではペダルが軽くなる)ことで、より低い心理的負荷で運動を行うことができるかもしれない。

## 引用文献

小川 時洋・門地 里恵・菊谷 麻美・鈴木 直人(2000). 一般感情尺度の作成, 心理学研究 71(3),241-246.

小野寺 孝一・宮下 充正(1976). 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性,

体育学研究科 21(4),191-203.

富永 祐民(2006). 生活習慣と健康づくりと生活習慣病の予防, 中部大学生命健康科学研究  
紀要 2, 21-27.

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 40, 430-  
435.

鍋倉 賢治・後藤 真二・永井 純・池上 春夫(1998). 一定強度の長時間運動中に起こる心  
周期分画の変動, 体力化学 37,263-272.

満石 寿・長野 祐一郎・竹中 晃二(2010). 一過性運動実施に伴う感情および心臓血管反応の  
時系列的変化とその関係, 健康心理学研究 23,52-60.

長野 祐一郎・永田 悠斗・宮西 祐香子・長濱 澄・森田 裕介(2019). IoT 皮膚コンダクタン  
ス測定器を用いた授業評価, 生理心理学と精神生理学 37(1),17-27.

# エアロバイクゲームが心身に与える影響

## 目的

- ・エアロバイクをゲームに接続し、ゲーム中に走る道の勾配によって、運動中の心身に与える影響について検討した。

## 方法

- ・大学生13名を上り条件と下り条件の両条件に参加させた。
- ・図った指標は、心拍数(HR)、皮膚コンダクタンス(SC)、一般感情尺度、主観的運動強度を聞いた。

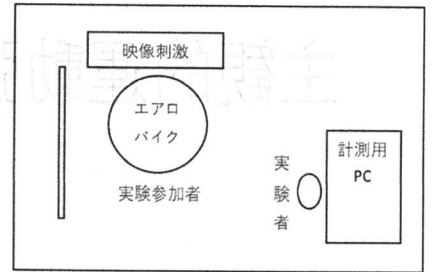


写真 上り

写真 下り

表1 主観的運動強度

20
19 非常にきつい
18 かなりきつい
17 きつい
16 ややきつい
15 楽である
14 かなり楽である
13 非常に楽である
12
11
10
9
8
7
6



上り	前安静 4分	課題 6分	後安静 4分
下り	前安静 4分	課題 6分	後安静 4分

# 生理指標

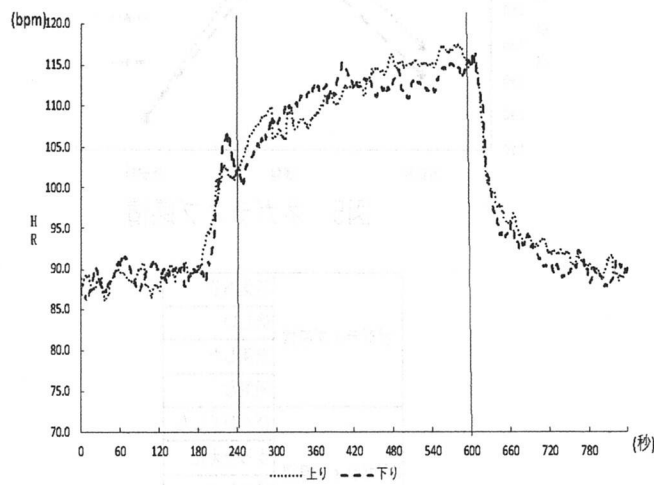


図1 心拍数

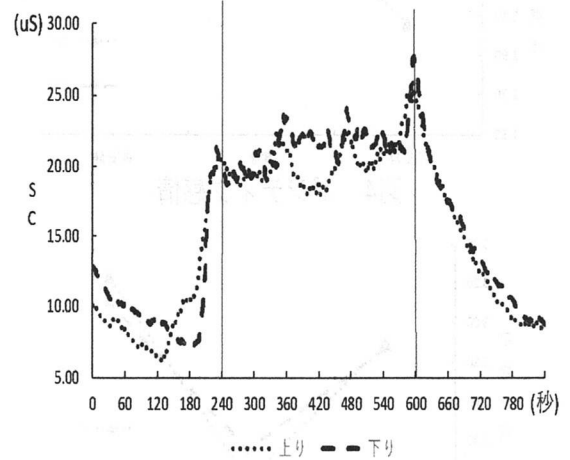


図2 皮膚コンダクタンス