

# VR エアロバイクが心身に与える影響

心理学科 15hp202 秋山 慎太郎

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：VR, 心拍数, 心拍変動, 皮膚コンダクタンス

## 問題と目的

超高齢化が進む現代社会では、生活習慣病の予防が大きな課題となっている。森谷 (2003) によれば、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、生活習慣病の大きな要因である。平成 14 年には「健康増進法」による基盤整備がなされ、自らの健康の増進を努めることが国民の責務となっている (石原・堀田・中山・丸山・田中・中村, 2007)。高額な治療費負担を抑制するためにも、運動習慣の導入がのぞましい。2016 年は VR 元年と呼ばれ、VR は急激に身近なものになりつつある。医療・福祉・教育からの製造やアミューズメントに至る幅広い分野への応用が期待されている (井野, 2001)。本研究では VR 映像を用いたエアロバイク運動が心身に与える影響について検討した。

## 方法

実験参加者：大学生の男性 5 名、女性 5 名の計 10 名であった。平均年齢は 21.1 歳 ( $SD=0.88$ ) であった。

実験課題：エアロバイクと映像を連動させたものを使用した。エアロバイクを漕ぐと、スクリーンに映った映像も動くという VR 映像を用いた課題であった。群構成として、VR 映像とエアロバイクを連動させた映像あり群と、映像を見せないでエアロバイクをする映像なし群を設け比較した。

指標：生理指標として、心拍数(HR)、心拍変動(RMSSD)、皮膚コンダクタンス(SC)を計測した。心理指標として主観的感情を測定するために小川・門地・菊池・鈴木(2000)の一般感情尺度を測定した。また、主観的運動負荷に関しては、満石・長野・竹中(2010)を参考に運動課題中に 1 分毎に記録した。

手続き：映像あり条件は、前安静 3 分、課題期 5 分、後安静 3 分の計 11 分の計測を行った。課題では、エアロバイクと映像を連動させたもので、映像を見ながら 5 分間自由に運動してもらった。映像なし群は、映像あり群同

様に 11 分の計測を行い、課題ではエアロバイクで 5 分間自由に運動してもらった。参加者は、2 条件行うため条件と条件の間に疲労の回復が見込める 30 分のインターバルを設け、連続して実験を行った。

## 結果

課題中に、HR は有意に上昇、RMSSD は有意に下降したが、映像の有無の効果は見られなかった。ポジティブ感情の変化には条件×期間の交互作用が見られ、課題中映像あり条件で上昇したのに対し、映像なし条件では下降した。課題中にネガティブ感情は上昇、リラックス感情は下降したが、どちらも映像の有無による有意な効果は見られなかった。主観的運動負荷は、期間の効果と条件×期間の交互作用が見られ、課題継続に従い上昇するが、その程度は映像なし条件で有意に大きかった。ペダル回転数は映像あり条件において、多い傾向が認められた。

## 考察

課題期にかけて HR は上昇し、RMSSD は下降した。また、課題期から後安静にかけて HR は下降し、RMSSD は上昇した。これは先行研究 (鍋倉・後藤・永井・池上, 1998) と同様の变化であった。ポジティブ感情は、映像あり条件では上昇、映像なし条件では下降と、真逆の結果となった。ネガ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。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、落ち着き感情は下降していた。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言えた。これらに加え、主観的運動負荷に関しては、条件間で差があったこと、ペダル回転数が映像あり条件で多い傾向があったことを踏まえると、エアロバイクに同期した VR 映像の提示は、全体的にポジティブな感情を強め、かつ運動の辛さを和らげ、結果として運動を促進する方向に働いていると言えた。

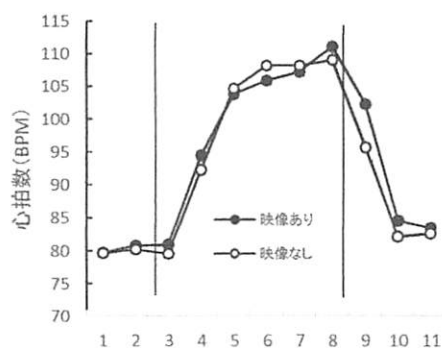


図1 条件別心拍数の変化

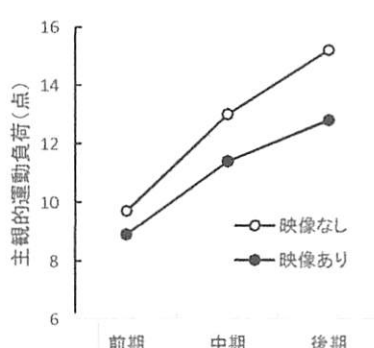


図2 条件別主観的運動負荷

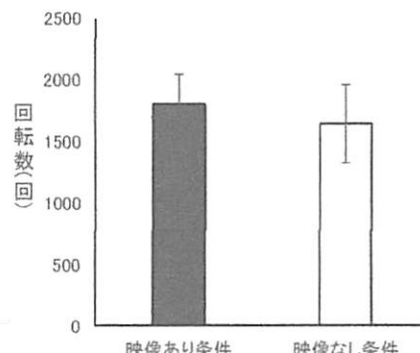


図3 条件別ペダル回転数

# VR エアロバイクが心身に与える影響

学籍番号	15hp202
氏名	秋山慎太郎
指導教員	長野祐一郎

## 序と目的

### 【生活習慣病】

現代社会は、医療発達により平均寿命が延び、超高齢化社会を目前に、疾患予防の取り組みが盛んになっている。その予防の取り組みの中でも、生活習慣病は代表的なテーマの1つである。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）を含めて「生活習慣病」と呼び換えることにした（富永，2006）。また、厚生労働省の厚生労働白書（平成26年版）によると、生活習慣病が原因となった死因の割合が約6割、生活習慣病にかかる医療費に占める割合が約4割を占めている。今や、健康長寿の最大の阻害要因となるだけでなく、国民医療費にも大きな影響を与えている。

### 【生活習慣病と運動不足】

生活習慣病の大きな原因としては、運動不足が挙げられるであろう。森谷（2003）は、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はなく、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。運動不足は肥満につながり、肥満は糖尿病や高血圧などといった病気を起因させるだけでなく、肥満度が高いほど、また、体力が低いほど、いろいろな病気に罹りやすく短命であると述べている。

### 【生活習慣病の予防】

平成12年に運動や生活習慣の改善によって、成果湯習慣病の予防や健康寿命の伸長を目指した「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」が定められ、平成14年には「健康増進法」による基盤整備がなされ、自らの健康の増進を努めることが国民の責務となっている（石原・堀田・中山・丸山・田中・中村，2007）。国民の生活習慣病は先天性のものもあるが、全ての人間に発症リスクがある。そこで、予防を心掛けながら生活することが最も重要である。生活習慣病を患ってしまうと高額な治療費がかかってしまうこともあるため、運動療法によって生活習慣病を予防することが良い。

### 【VR機器の普及】

運動療法をより効果的に行うために、バーチャル・リアリティー（VR）との組み合わせが有効である可能性がある。2016年はVR元年と呼ばれ、Oculus RiftやPSVRの発売、アミューズメント施設への導入等が行われ、VRは急激に身近なものになりつつある。VRは一般ユーザーのゲームや動画での利用だけでなく、製造業や医療分野、不動産業など、多くの分野での活用が想定される。VRは、視覚情報だけでなく、多様な感覚情報を同時に呈示でき、かつインタラクティブな機能を備えているために、医療・福祉・教育からの製造やアミューズメントに至る幅広い分野への応用が期待されている（井野，2001）。

### 【本研究の目的】

以上のことを踏まえ、本研究では楽しく運動できる手法として、VRエアロバイクが心身に与える影響について検討した。

## 方法

### 実験参加者

大学生 10 名(平均年齢 21.1 歳、 $SD=0.88$ )を対象とした。そのうち男性は 5 名、女性は 5 名だった。

### 実験課題

エアロバイクと映像を連動させたものを使用した。エアロバイクを漕ぐと、スクリーンに映った映像も動くという VR 映像を用いた課題であった (図 1 参照)。

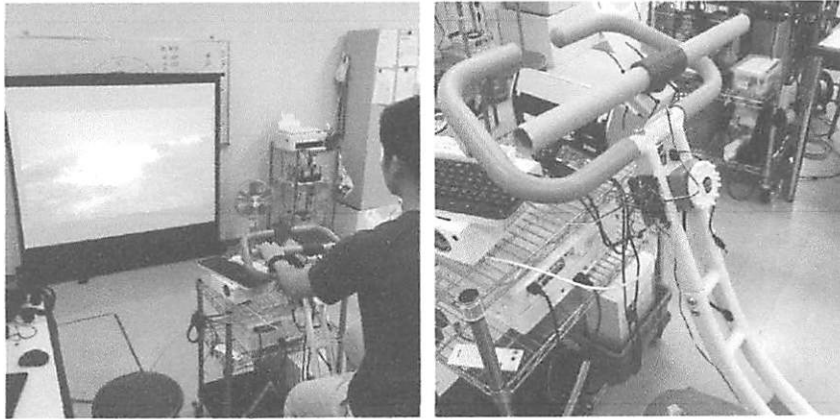


図 1 実験に用いたエアロバイク

### 条件構成

映像あり条件となし条件を比較した。映像あり条件は、VR を用いた映像とエアロバイクを連動させ参加者に運動をさせる条件であった。映像なし条件は、映像を見せないで、エアロバイクを用いて運動させる条件であった。

### 生理指標

心拍数(Heart Rate:以下 HR)、心拍変動 (RMSSD)、皮膚コンダクタンス(Skin Conductance:以下 SC)を測定した。

### 心理指標

心理指標として主観的感情を測定するために小川・門地・菊池・鈴木(2000)の一般感情尺度を測定した。肯定的感情(PA)、否定的感情(NA)、安静的感情(CA)の計 24 項目に対し、「まったく感じていない」～「非常に感じている」の 4 件法で回答させた。また、主観的運動負荷に関しては、満石・長野・竹中(2010)を参考に、運動課題中に 1 分毎に記録した。

### 実験機材

エアロバイク (ALINCO 製, クロスバイク AFB4417) と長野(2012)で使用されたものと同様の心電図アンプ、皮膚コンダクタンス測定装置を用い、第 II 誘導法電極配置により心電図を、非利き手の母子球・小指球より皮膚コンダクタンスを測定した。エアロバイクには 3D プリンタで作成したハンドル、回転数センサーを装着し、マイクロコンピュータ経由で VR ソフトウェアにハンドル角度とペダル回転数の情報を送信し、それに応じて VR 映像が動く仕組みとした。VR 映像はゲームエンジン Unity (Ver. 2017. 4. 1f) を用いて作成した。参加者は、ハンドルとペダルの操作により、VR で表現された世界の中を自由に移動する事ができた。



## 手続き

本実験で行う課題は身体に害がない事を伝え、インフォームド・コンセントを得て、その後、被験者に測定器を取り付け、測定器の動作を確認した。その後、実験を開始した。

参加者に対して、映像あり条件時には、「これから実験の説明をします。実験は前安静3分間、課題5分間、後安静3分間の計11分間で行います。前安静期、後安静期では目を閉じて安静にしてください。課題では、エアロバイクと映像を連動させたもので運動をしてもらいます。映像を見ながら、5分間自由に運動してください。」と教示を行い、映像なし条件時には、「これから実験の説明をします。実験は前安静3分間、課題5分間、後安静3分間の計11分間で行います。前安静期、後安静期では目を閉じて安静にしてください。課題では、エアロバイクで運動をしてもらいます。5分間自由に運動してください。」と教示を行った。参加者は、2条件行うため条件と条件の間に疲労の回復が見込める30分のインターバルを設け、連続して実験を行った。大まかな実験の流れを図に示した(図2)。

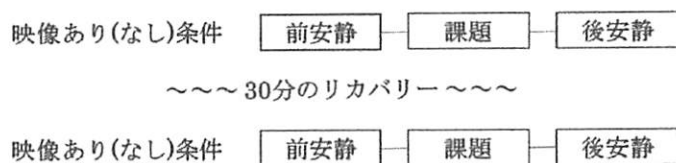


図2.実験スケジュール

## 結果

条件別のHRの変化を図3に示した。

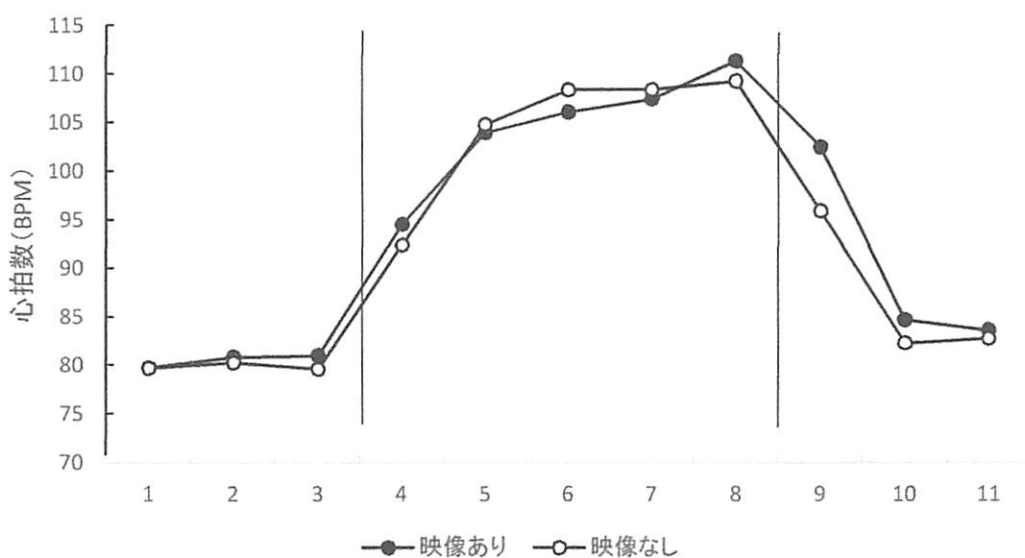


図3 各条件のHRの変化

HR に関しては期間ごとの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が見られ、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：映像あり、映像なし）×3（期間：前安静、課題、後安静）の対応のある分散分析を行った。その結果、期間の効果が有意であり ( $F(2,18)=48.75, p<.01$ )、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： $F(1,9)=0.17, ns$ ; 条件×期間： $F(2,18)=0.53, ns$ ）。期間の効果が有意であったため、LSD 法による多重比較を行ったところ、すべての期間に有意な差が認められ、HR の値は、課題>後安静>前安静の順である事が示された(いずれも  $p<.05$ )。

条件別の RMSSD の変化を図 4 に示した。

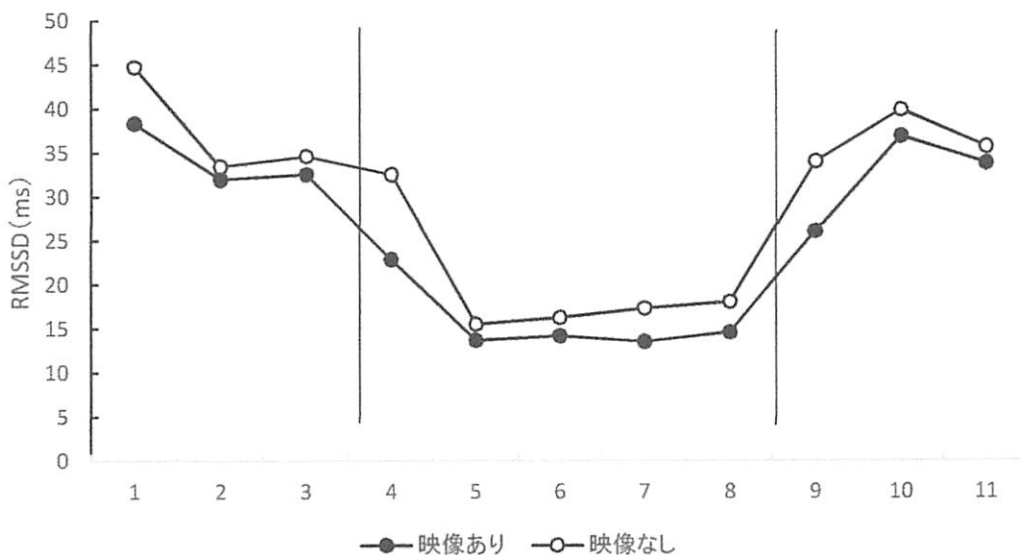


図 4 各条件の RMSSD の変化

RMSSD に関しては全体的に見ると、各条件ともに前安静、後安静に比べ、課題期が低く、期間ごとに変化があることがわかった。特に、映像あり条件では、課題期に突入後すぐに、大きく低下が見られたが、映像なし条件では、突入してから一分が経過してから、変化が見られた。また、全体を通して、映像なし条件のほうが、RMSSD が高いことがわかった。

同様に、各期間の RMSSD の平均値を求め、それらを従属変数とし、分散分析を行った。その結果、期間の効果が有意であり ( $F(2,18)=8.25, p<.01$ )、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： $F(1,9)=2.01, ns$ ; 条件×期間： $F(2,18)=0.08, ns$ ）。期間の効果が有意であったため、LSD 法による多重比較を行ったところ、課題期の RMSSD は、後安静および前安静より有意に低い事が示された(どちらも  $p<.05$ )。

各期間の PA の変化を条件別に図 5 に示した。

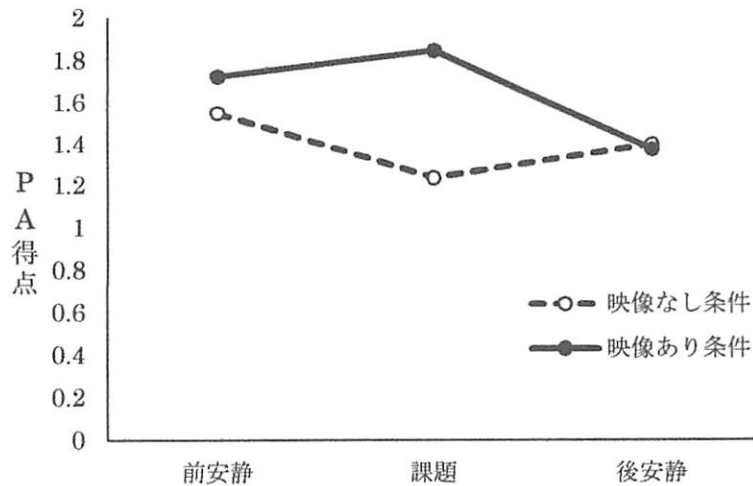


図 5 各条件の PA の変化

PA 得点に関しては、映像あり条件では、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。映像なし条件では、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き、対症的な変化が見られた。どちらも、課題期で大きく変化していることは共通していた。

PA 得点を従属変数として、2 条件(映像なし,映像あり)×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、条件の効果のみ有意傾向であり ( $F(1,9)=3.92, p<.10$ )、期間の効果 ( $F(2,18)=1.16, ns$ )、条件×期間の交互作用 ( $F(2,18)=4.98$ ) は有意ではなかった。期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、課題期と後安静の間に有意な差が認められた ( $p<.05$ )。

各期間の NA の変化を条件別に図 6 に示した。

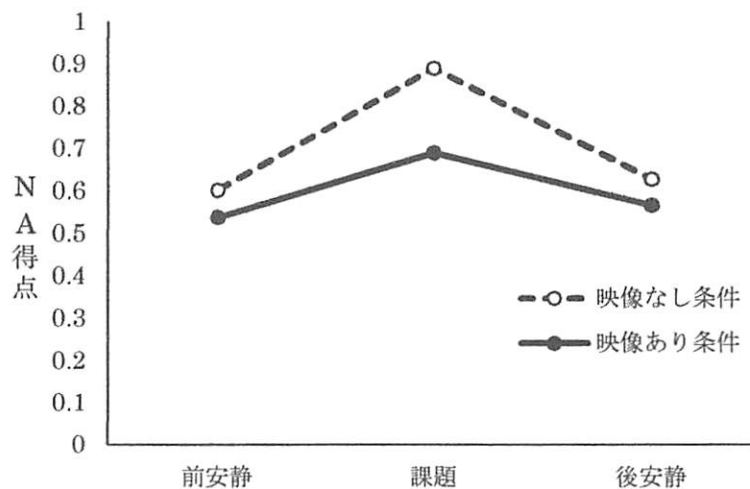


図 6 各条件の NA の変化





NA 得点に関しては、各条件ともに、前安静、後安静に比べ、課題期での得点が高かった。特に、映像なし条件での課題期での得点の変化は大きく上昇していた。

NA 得点を従属変数として、2条件(映像あり,映像なし)×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、条件の効果( $F(1,9)=1.86, ns$ )、期間の効果( $F(2,18)=1.97, ns$ )、条件×期間の交互作用( $F(2,18)=0.30, ns$ )は有意ではなかった。

各期間の CA の変化を条件別に図 7 に示した。

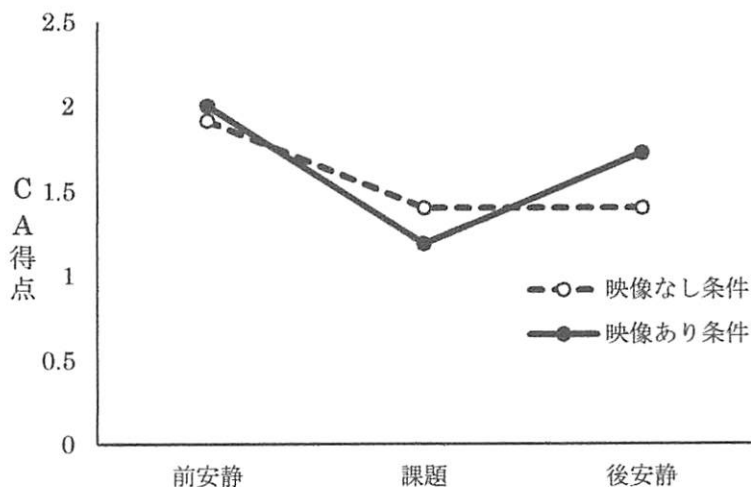


図 7 各条件の CA の変化

CA 得点に関しては、映像なし条件では前安静から課題期にかけて、大きく下降し、課題期から後安静にかけては、得点の変動はあまり見られなかった。映像あり条件では、前安静から課題期にかけて大きく下降し、課題期から後安静にかけて上昇していることがわかった。

CA 得点を従属変数として、2条件(映像なし,映像あり)×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( $F(2,18)=8.56, p<.01$ )のみ有意であり、条件の効果( $F(1,9)=0.49, ns$ )、条件×期間の交互作用( $F(2,18)=2.32, ns$ )は有意ではなかった。期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、前安静と課題、前安静と後安静の間に有意な差が認められた( $p<.05$ )。



図 8 に、各条件の主観的運動負荷を示した。課題中最初の 1 分目の評価を前期、同じく 3 分目を中期、5 分目を後期として表示した。

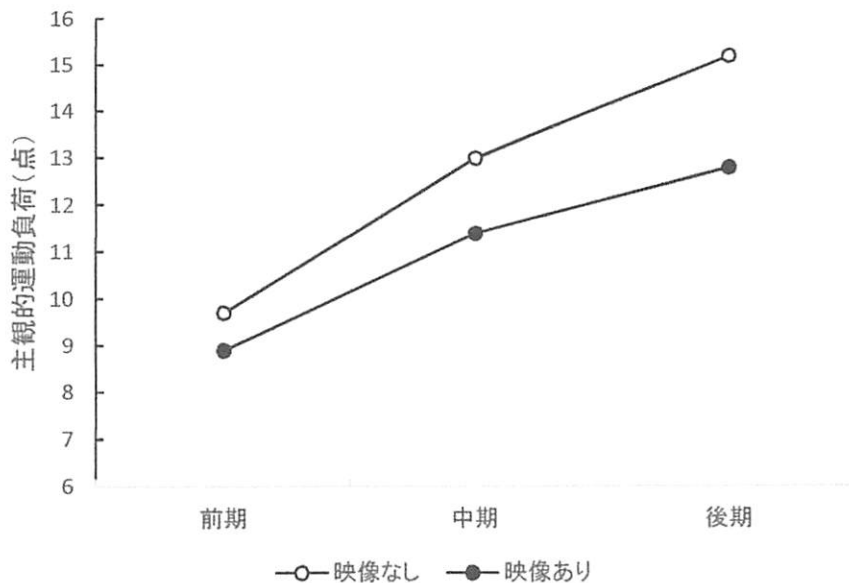


図 8 運動時の主観的運動負荷量

主観的運動負荷に関しては、課題期 5 分間を三分割し、前期、中期、後期として捉えた。全体的に見ると各条件ともに前期、中期、後期と時間が経つにつれ、得点も右肩上がりに推移していた。特に、映像なし条件は映像あり条件に比べ、各期間での得点が上回っていた。また、各期間の得点の乖離も時間が経過するごとにひらいていったことがわかった。

主観的運動負荷を従属変数として、2 (条件:映像なし,映像あり)×3 (期間:前期,中期,後期)の対応のある分散分析を行った。その結果、条件および期間の効果が 1%水準で有意であり (条件: $F(1,9)=12.99$ ,  $p<.01$ ; 期間:  $F(2,18)=62.48$ ,  $p<.01$ )、条件×期間の交互作用が 5%水準で有意であった ( $F(2,18)=4.97$ ,  $p<.05$ )。期間の効果が有意であったため、LSD 法による多重比較を行ったところ、すべての期間に有意な差が認められ、主観的運動負荷得点は、後期>中期>前期の順である事が示された(いずれも  $p<.05$ )。交互作用が有意であったため、単純主効果をもとめたところ、中期および後期においてのみ、条件の単純主効果が有意であった(いずれも  $p<.01$ )。

次に、ペダルの回転数を条件別に図 9 に示した。

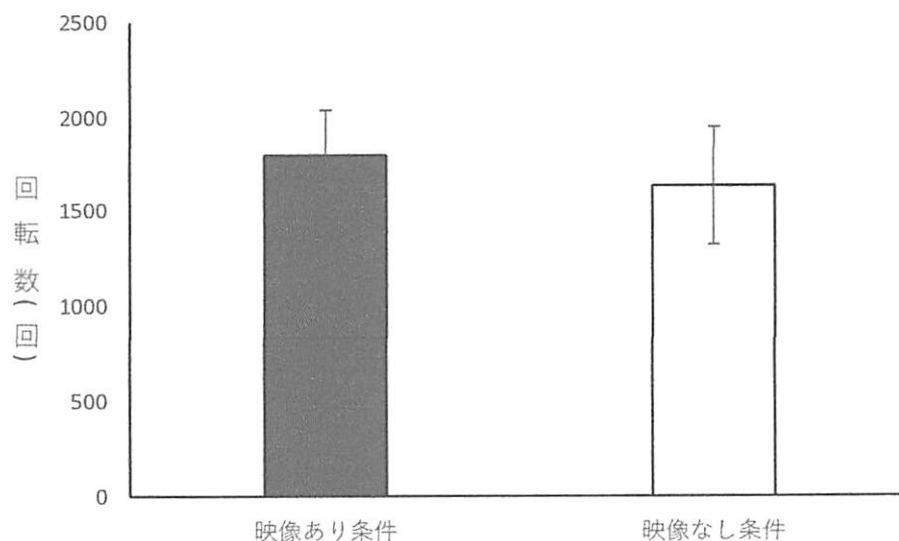


図 9 条件別ペダル回転数

ペダル回転数は、映像あり条件でやや多いように見受けられた。回転数のばらつきは、映像なし条件でやや多いように見受けられた。

両条件のペダル回転数を従属変数として、対応のある t 検定を行ったところ、 $t(9)=1.93$ ,  $p<.10$  となり、映像あり条件回転数に有意に高い傾向が認められた。

## 考察

本研究では、どの年層の人たちも共通で使用したことのある自転車を模倣したエアロバイクに VR 映像を組み合わせ、それらが心身に与える影響を明らかにすることを目的とした。

### 【生理指標の結果】

まず生理指標に注目すると、各条件ともに前安静から課題期にかけて HR は上昇し、RMSSD は下降した。また、課題期から後安静にかけて HR は下降し、RMSSD は上昇した。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。これらの結果は本研究の結果と一致するので、運動時に HR が上昇し RMSSD が下降することは運動時に一般的に見られる反応であったといえる。条件別に比較したところ条件の差は見られなかった。つまり、両条件のもたらした身体的負荷は同等と言えた。映像あり条件での運動量増加を予測したが、この点に関しては予想と違う結果であった。

### 【心理指標の結果】

ポジティブ感情に関しては、映像あり条件では上昇したのに対し、映像なし条件では下降し、真逆の結果となった。ネガ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、統計的に有意ではないものの、映像あり条件は映像のおかげで上昇が抑えられているように見受けられた。リラックス感情に関しては、運動中に下降する点はどちらの条件も同じであったが、後安静で映像あり条件のみにおいて回復が見られ、映像なし条件はリ

リラックス感情の低下が続いているように見えた。同様に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、落ち着き感情は下降していた。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言えた。同じくエアロバイクを用い、運動前後で感情状態の差を検討した荒井・竹中・岡(2003)では、運動後に高揚感の上昇および否定的感情の下降がみとめられているが、落ち着き感に運動前後で差は認められなかった。しかし、これらの研究はエアロバイクをただこぐだけのものであり、本研究では映像あり条件において運動後のリラックス感情が上昇する可能性が認められ、VR映像の追加が運動後の感情をさらに改善する可能性が考えられた。さらに主観的運動負荷に関しては、条件間で明確な差が見られ、運動時間が経過するにしたがい映像無し条件の負荷が増加し、VR映像は主観的な運動負荷を和らげる働きがあると示された。

以上から、エアロバイクに同期したVR映像の存在は、全体的にポジティブな感情を強め、ネガティブな感情の発生を抑制し、かつ運動の辛さを和らげる方向に働いていると言えた。

### **【運動量の結果】**

本研究では、心拍数の他にエアロバイクから得られるペダル回転数も測定していた。心拍数やRMSSDに条件間の差は認められなかったが、ペダル回転数には有意傾向が認められ、映像あり条件のほうがやや多く運動している結果であった。したがって、映像あり条件はより少ない主観的な負荷で、多くの運動量を引き出した点で、画期的であったと言えた。

### **【改善点とまとめ】**

参加者の普段の運動量はまちまちであり、人によっては辛すぎる事があった。速度やペダルの重さを個人ごとに調節することで、より多くの運動量をこなせるようになるかもしれない。コースの完成度が低く、実験中にインストラクションを行う事があったが、それが参加者の集中を妨げる可能性があったため、より完成度の高いコースを作成することで、没入感を高めることができるだろう。

## **引用文献**

- 荒井弘和・竹中晃二・岡浩一郎(2003). 一過性運動に用いる感情尺度 健康心理学研究 16, 1, 1-10.
- 井野秀一(2001) VR刺激の生体への影響 イオメカニズム学会 25, 2, 75-80.
- 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变化とその関係. 健康心理学研究, 23, 52-60.
- 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・池上晴夫(1998) 一定強度の長時間運動中に起こる心周期分画の変動 体力科学 37, 263-272.
- 長野祐一郎(2012) 計算・迷路課題が自律系生理指標に与える影響の検討 文京学院大学人間学部研究紀要 vol.13, 59-67

小川時洋・門地里絵・菊谷麻美・鈴木直人 (2000) 一般感情尺度 健康心理学研究  
71, 3, 241-246.

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  
所紀要 2, 21-27.