

# 大学発アーバンイノベーション神戸 研究成果報告書

令和5年5月30日

申請区分	一般助成型	課題番号	A21102
研究課題名	バーチャルサイクリングを通じた有馬-六甲間のサイクルツーリズムの推進		
研究期間	令和3年度～令和4年度		
研究代表者	氏名	山口 志郎	
	大学等	流通科学大学	
交付決定額(研究期間全体)	3,000 千円		

## ○研究成果の概要（400字以内）

本研究では、有馬-六甲間の拡張現実（Augmented Reality: AR）コースを事例に、一般的なインドアサイクリングと比較し AR を伴うバーチャルサイクリング（Virtual Cycling: VC）がどの程度快感情を喚起するのか、走行中の表情および生体の変化に着目し検証すること（研究1）、VC体験が有馬温泉のPR映像に対する印象や観光意図にどの程度影響するか検討すること（研究2）、通常のサイクリングと AR を伴う VC がどの程度経験価値という点で差異を生じさせるのか明らかにすること（研究3）を目的とした。研究1の結果、心理的側面では快感情の喚起において AR を伴う VC の方が望ましいと解釈できる変化が認められた。次に、研究2の結果、有馬温泉のPR映像に対する印象に VC を体験した参加者と体験していない参加者で変化は認められなかった。最後に、研究3の結果、アウトドアサイクリングと比較して VC は主観的な身体的疲労を緩和する効果が示唆されるほか、高い安全性を確保できることが示された。

## ○研究成果の学術的意義や社会的意義（200字以内）

本研究が与える学術的意義ならびに社会的意義は、1) デジタル技術を活用した VC の効果をエビデンスとして提示できること、2) AR 技術を用いて、VC による六甲山の「実装空間」を作り出すこと、3) 有馬温泉における新たな観光文化の醸成と国内外へのプロモーションの推進に繋げることであった。これらの効果によって、バーチャルとリアルが融合するサイクルツーリズム先進都市として国内外に PR することが可能となる。

### 1. 研究開始当初の背景

新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、注目を集めるのが VC である。有馬温泉は、2020年に AR コース（Rouvy AR）を用いたアジア初となる「有馬-六甲 Virtual Ride Race」を開催し、2021年にはサイクリングの拠点施設「Casa Ciclismo」をオープンし、サイクルツーリズムの推進に取り組んでいる。VCの課題は、VRやAR映像を用いてインドアで自転車を漕ぐことにより、通常のインドアサイクリングと比較して、感情や生体にどのような違いがあるのかである。別の課題では、VCを経験したサイクリストが実際のコースを走りたくなるのか、といったバーチャルからリアルへの行動である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、有馬－六甲間の AR コースを用いて、1) 一般的なインドアサイクリングと比較して AR を伴う VC がどの程度の快感情を喚起するのか、走行中の表情および生体の変化に着目して定量的に検討すること、2) VC 体験が有馬温泉の PR 映像に対する印象や観光意図にどの程度影響するかに着目して検討すること、3) 通常のサイクリングと AR を伴う VC がどの程度経験価値という点で差異を生じさせるのか検討することであった。

## 3. 研究の方法

### 3.1. 研究 1

過去に呼吸器系・循環器系疾患のない心身ともに健康な一般人男性 15 名を対象とした。本研究では、有馬－六甲間のヒルクライムコースを再現した AR コース全 15km のうち前半 7.5km をサイクリングする AR あり条件と、AR コースを視覚的に提示しない点以外はまったく同一の AR なし条件の 2 条件を設定し、1 要因 2 水準の参加者内計画で参加者を割り当てた。なお、各条件はカウンターバランスをとって実施するとともに、参加者の疲労を考慮して 7 日間以上の間隔を空けた。

実験室内に AR コースの路面状況に応じてペダルの負荷が変化するロードバイク (KICKR BIKE, Wahoo Fitness 社製) を設置した。AR コースの映像については超単焦点型プロジェクターを使用して参加者の前方およそ 1m の位置に 80 インチ程度のサイズで投影した。実験中に参加者へ質問項目を提示できるようにハンドル部分に小型のタブレットを固定した。また、参加者の感情を微細な表情変化から分析するため、小型カメラを参加者の正面に固定した。

VC 中の心理的側面の変化を評価するため、3 時点 (スタート前・3.75km 通過時・7.5km 到達時) において主観的感情に関する尺度 (Tsai et al., 2006; 長野・伊藤, 2018) への回答を求めた。この尺度は Tsai et al. (2006) の感情評価理論に基づき、高覚醒のポジティブ感情、高覚醒のネガティブ感情、低覚醒のポジティブ感情、低覚醒のネガティブ感情の 4 側面 (各 2 項目の合計 8 項目) で構成されている。参加者には「全く感じていない」(1 点) から「非常に強く感じている」(7 点) までの 7 件法で回答するように求めた。この尺度に加えて、参加者のサイクリング中の表情を小型カメラで撮影し、撮影した表情から参加者の感情状態を評価した。表情の分析には、Affectiva 社の感情認識 AI「Affdex」を使用した感情分析ソフト (心 sensor, CAC 社製) を用いた。身体的側面の変化は、主観的運動強度 (Borg, 1982) と心拍数で評価した。心拍数は胸部に取り付けた心拍センサー (H10N, Polar 社製) で記録した。

### 3.2. 研究 2

過去に呼吸器系・循環器系疾患のない心身ともに健康な一般人男性 40 名を対象とした。研究 2 では、有馬－六甲間のヒルクライムコースを再現した AR コース全 15km のうち前半 7.5km を 100%の負荷で走行する群と、70%の負荷で走行する群の、1 要因 2 水準の参加者間計画で参加者を割り当てた。実験環境 (ロードバイク、コース映像、小型カメラ)、測定項目 (主観的感情、主観的運動強度)、及び表情分析 (心 sensor, CAC 社製) については、研究 1 と同様の方法を採用した。

既定の距離を完走した後、実験参加者には刺激映像として有馬温泉の PR 映像を視聴させた。そして視聴後に PR 映像に対する印象を評価するように求めた。本研究では特に映像の印象に着目して検討している川崎・井手口 (2002) や金他ら (2014) の研究を参考に、14 個の形容詞対 (迫力がある—物足りない、印象深い—印象が薄い、など) を用いて映像との適合度を 7 段階で評価させた。その他、現地への観光意

欲や映像に対する率直な感想について質問紙を用い回答を依頼した。また、追加研究として、VC を体験せず、有馬温泉の PR 映像を視聴した者にも質問紙を用い回答を依頼した。

### 3.3. 研究 3

過去に呼吸器系・循環器系疾患のない心身ともに健康な一般人男性 15 名を対象とした。研究 3 では、有馬-六甲間のヒルクライムコース全 5km を走行する実走行条件と、AR コース全 15km のうち前半 5km を走行する VC 条件の 1 要因 2 水準の参加者内計画で参加者を割り当てた。実走と AR コースについては同一のコースを採用し、各条件はカウンターバランスをとって実施した。両条件において走行中の感情変化を分析するが、特に実走行条件においては自転車のハンドル部分に小型カメラを固定して表情を撮影するようにした。両条件での走行の後、5-10 分程度の半構造化インタビューを実施し、両条件の経験価値について回答を求めた。

## 4. 研究成果

### 4.1. 研究 1

AR を伴う VC が一般的なインドアサイクリングと比較してどの程度の快感情を喚起するのか、身体的側面と心理的側面の変化に着目して検討した。その結果、AR の有無による身体的側面への影響は認められなかった。一方、心理的側面においては、特に快感情の喚起という点で AR を伴う VC の方が望ましいと解釈できる変化が認められた。これらの結果から、一般的なインドアサイクリングよりも AR を伴う VC の方が参加者にとって好ましい体験になり得ると考えられる。ただし、参加者の心拍数が後半にかけて平均 150bpm 以上を記録するなど、今回使用した有馬-六甲間のヒルクライムコースでは相当の身体的疲労を伴うことが明らかとなった。そのため、より効果的に快感情を喚起するには VC 中の負荷設定を軽減するなど何らかの対策が必要であると考えられる。

### 4.2. 研究 2

VC 体験が有馬温泉の PR 映像に対する印象や観光意図に影響するか検討した。その際、研究 1 で明らかとなった身体的疲労の問題を考慮するためサイクリング中の負荷設定を操作した。具体的には、研究 1 と同じ 100% 負荷群と、やや運動強度を下げた 70% 負荷群の 2 群を設定した。その結果、100% 負荷群と 70% 負荷群で身体的側面や心理的側面に有意な変化は認められなかった。また PR 映像に対する印象に関して、VC を体験した参加者と体験していない参加者を比較したがこちらもすべての観点で有意な変化は認められなかった。本研究では身体的疲労の問題を考慮するためサイクリング中の負荷設定を 70% にまで下げたが、主観的な運動強度を緩和するほどの効果が認められず、負荷設定が 100% の場合と同じく極度の身体的疲労を伴うことが明らかとなった。

### 4.3. 研究 3

現実世界と仮想世界におけるサイクリングにどの程度経験価値という点で差異が認められるのか検討した。有馬-六甲間のヒルクライムコース全 15km のうち前半 5km を走行する実走行条件と、AR 技術を用いてアプリ上に再現された同 AR コース 5km を走行する VC 条件の 2 条件を設定した。その結果、主観的運動強度に有意な変化が認められ、時間が経過するにしたがって実走行よりも VC において主観的運動強度の増加が緩やかになる傾向が認められた。VC では急な登坂やコーナーにおいて自転車を安定さ

せることに注意を向ける必要がないため、実走行と同じ負荷設定であっても主観的には身体的疲労が緩和されるのかもしれない。一方、心理的側面の変化について確認したところ、低覚醒のポジティブ感情に有意な変化が認められ、特にコース後半において VC よりも実走行において穏やかな気分やリラックスした気分が低下する傾向が認められた。これは今回使用したコース後半に道幅が狭く交通量の多い区間があり、これに伴って心的緊張が高まったと推察される。

#### 4.4. 結論

VC は一般的なインドアサイクリングよりも効果的に快感情を喚起することができる。そのため、VC は体験者（または参加者）にとって好ましい運動経験になり得る。ただし、今回使用した急坂を伴うヒルクライムコースは、サイクリングに関心のない人々にとって極端に運動強度が高いコースのように思われる。したがって、サイクルツーリズムの一環として VC を活用するのであれば何らかの対策が求められる。例えば、体力レベルの低い人でも走行可能な AR コースを新たに作成するほか、サイクリング中の負荷設定を軽減するなどの対策が考えられる。特にサイクリング中の負荷設定を見直す場合は、極端に負荷を緩和しなければ効果的に快感情を喚起することができない点に留意すべきである。最後に、VC を体験することで有馬温泉に対する印象に肯定的な変化が認められると予測していたが、実際にはそのような変化は認められなかった。とはいえ、VC では通常のアウトドアサイクリングと比較して主観的な身体的疲労を緩和する効果が示唆されるほか、高い安全性を確保できるなどサイクリング自体に集中できる環境が構築できる。そのため、サイクルツーリズムのきっかけとして VC を利用するという戦略は、多くの利点をもたらすといえる。

また、サイクリングに関心のない人々にとって有馬温泉周辺の道路環境や起伏に富んだ地形はサイクルツーリズムを阻害する要因となり得る。これらの問題を解決する方法として、まずは運動強度や安全面で利点の多い VC を活用するのは有効な施策であろう。

#### <引用文献>

- Borg, G. A. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- 川崎 智博・井手口 健 (2002) 動画映像から受ける印象の因子分析と映像再生速度の各因子に与える影響. 電気情報通信学会論文誌, J85-A(9), 1022-1025.
- 金 多賢・北島 宗雄・李 昇姫 (2014) 映像に対する嗜好と感情反応・印象評価の関係. 日本感性工学会論文誌, 13(1), 181-189.
- 長野 慎一・伊藤 央二 (2018) 熊野古道を歩くことがもたらす多局面にわたる感情経験について. 生涯スポーツ学研究, 15(1), 11-23.
- Tsai, J. L., Knutson, B., & Fung, H. H. (2006) Cultural variation in affect valuation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(2), 288-307.

※大学発アーバンイノベーション神戸による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、神戸市の要請等に基づくのではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。