



VR 空間における入浴効果の心理・生理的評価

Psycho-physiological Evaluation of Bathing in Virtual Reality

高橋直馬, 河合隆史

Naoma TAKAHASHI, Takashi KAWAI

早稲田大学 大学院基幹理工学研究科 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1, info@tkawai-lab. com)

概要: 近年のコロナ禍を発端に, オンラインコミュニケーションツールが広く利用されると同時に, VR を用いたオンラインコミュニケーションツールである VRChat の利用者数も増加している. VRChat では, しばしばクロスモーダル現象を実感したといった声が SNS 上で散見されている. 本研究では, VR 空間でのクロスモーダル現象に着目し, 温泉に入浴する VR コンテンツを作成することで, その生理・心理的影響に関して, 実験的な検討を行った.

キーワード: VR, クロスモーダル, 入浴効果

1. はじめに

クロスモーダル現象とは, 例えば, 風鈴の音によって涼しく感じたり, 落下映像を見ると落下しているように感じたりといったような, 感覚情報が他の感覚情報を変調させる現象 [1]のことである. クロスモーダル現象における温度感に関しては, VR 環境下で火炎や氷をイメージしたアバターや背景演出が, ユーザーの主観的温感評価や皮膚温度調節に与える影響について報告されている [2]. しかしながら, 日常的かつ身体的にも強く関連する入浴の体験を VR で再現した場合に, 視覚・聴覚情報を介したクロスモーダル効果が入浴効果にどのように寄与するかについては, 十分に検討されていないのが現状である.

そこで本研究では, VR 空間における温泉入浴体験が, 視覚・聴覚によるクロスモーダル効果を通じて心身に与える影響を検討した.

2. 目的

視覚刺激として, 一人称視点で温泉に入浴する映像を提示し, 映像内の水面の有無, 煙の有無が心身に与える影響について, 実験的に検討することを目的とした.

3. 方法

3.1 実験装置

VR ヘッドセットには Meta 社の Meta Quest 2 を使用した. また, 皮膚電位活動 (Electro Dermal Activity: 以下 EDA), 心拍, 及び皮膚温度の測定のために, Empatica 社の生理信号トラックリストバンド E4 wristband を使用した.

3.2 実験刺激

Unity を用いて, 浴槽に入り入浴することができるコンテンツを作成した (図 1). またバイノーラル音響を採用し, 水滴が水面に落ちる音やお湯が注がれる音, 鹿威しや水琴窟の音などを取り入れることで, 臨場感の高い VR コンテンツを意図して作成した.



図 1 作成したコンテンツ

3.3 実験条件

実験条件は, 「水面の有無」と「煙の有無」の合計 4 条件を設定し, それぞれの視覚刺激を 3 分間提示した.

3.4 測定項目

心理反応は 5 項目からなる質問を, 7 段階尺度アンケートを用いて測定した. また, 生理反応は, E4 wristband を用いて EDA と, 心拍, 皮膚温度を計測した.

3.5 実験手続き

実験参加者は 28 名で, 年齢は 19 歳から 24 歳 (平均 21.71 歳), 男性 21 名・女性 7 名であった. 実験開始前に手順

と目的を十分に説明し、インフォームドコンセントを取得した。その後、4種類の条件をランダムに提示し、各条件後に心理的反応を測定した。



図2 実験環境

4. 結果

4.1 心理反応

7段階尺度アンケートの結果を図3に示した。図からおおむね、「水面あり煙あり」、「水面のみ」、「煙のみ」、「なし」の順で値が高いことが分かる。また、Wilcoxon 符号順位検定を用いて多重比較を行った結果、「癒されたか」、「より幸せを感じるようになったか」、「すれすれがなくなったか」の三項目に関しては「水面のみ」と「煙のみ」の間に有意差 ($p < .05$) が認められた。

また、「癒されたか」「より幸せを感じるようになったか」「疲労がなくなったか」の三項目に関しては、「水面あり煙あり」と「水面のみ」の間に有意差 ($p < .05$) が認められた。

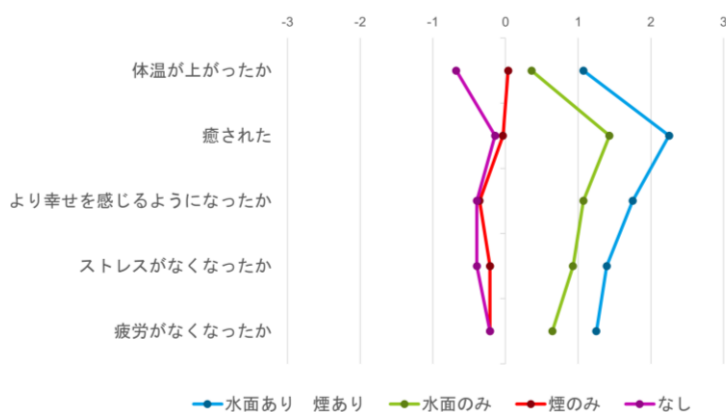


図3 7段階尺度アンケート

4.2 生理反応

4.2.1 EDA

EDAの結果を図4に示した。E4 wristbandによって得られたEDAに対し、30秒ごとの時間と、条件を因子とした二元配置分散分析を行った結果、両因子の主効果と、二因子の交互作用の有意差が認められなかった。

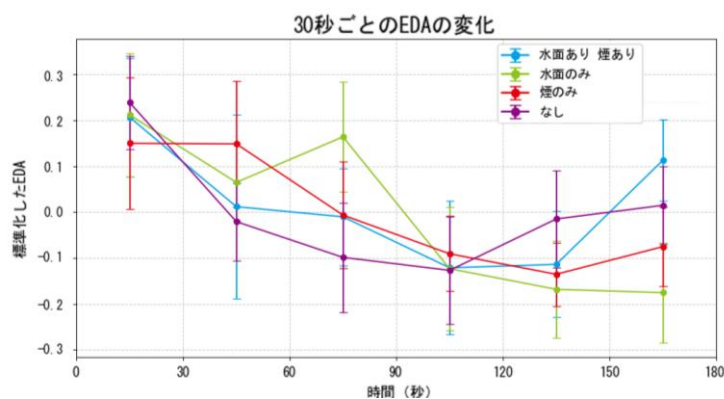


図4 条件ごとのEDAの変化

4.2.2 心拍数

心拍数の結果を図5に示した。E4 wristbandによって得られた心拍数に対し、30秒ごとの時間と、条件を因子とした二元配置分散分析を行った結果、交互作用において有意差 ($p < .05$) が認められた。交互作用という点では図5において、「水面あり 煙あり」以外の条件では、上昇傾向にあると見て取れる一方、「水面あり 煙あり」では減少傾向にあることがわかる。

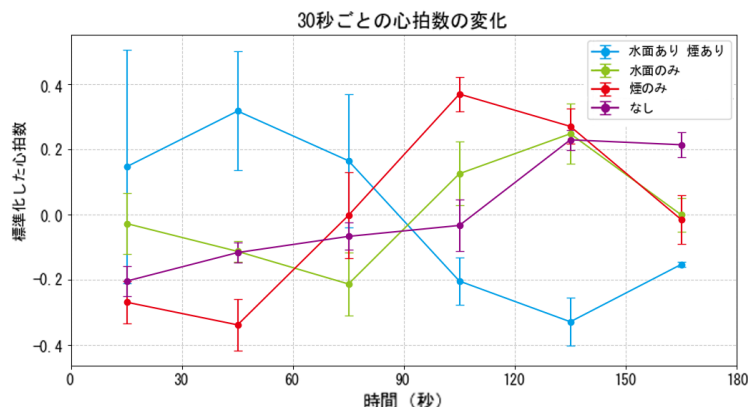


図5 条件ごとの心拍数の変化

4.2.3 皮膚温度

皮膚温度の結果を図6に示した。E4 wristbandによって得られた皮膚温度に対し、30秒ごとの時間と、条件を因子とした二元配置分散分析を行った結果、30秒ごとの時間での主効果と、交互作用において、有意差 ($p < .05$) が認められた。

主効果を確認するため、特定の条件における30秒ごとの時間についての単純主効果分析としてFriedman検定を実施した結果、「煙のみ」の条件下でのみ、30秒ごとの時間に関して有意差 ($p < .05$) が、「水面あり 煙あり」、「水面のみ」においては、有意傾向 ($p < .1$) が、それぞれ認められた。

また、交互作用という点では図6において、「煙のみ」以外の条件では値が増減している一方、「煙のみ」では値が一貫して上昇傾向にあり、その増加量も大きいことがわかる。

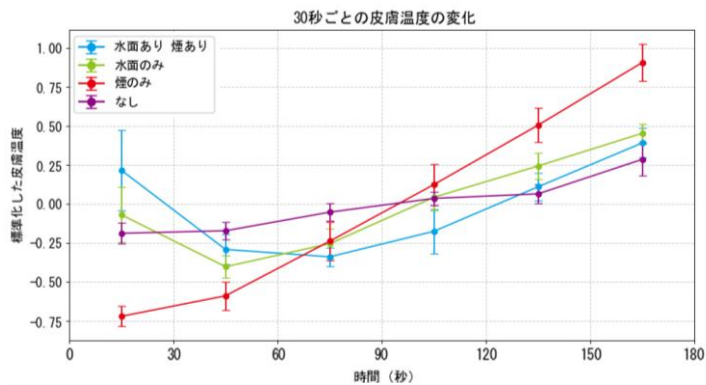


図6 条件ごとの皮膚温度の変化

5. 考察

7段階尺度アンケートの結果から、水面の有無が入浴効果の向上および体感温度の上昇に影響を与えている可能性が示された。水面が存在することで体の下が見えず、湯に浸かっている感覚が増し、没入感が向上していることが、効果の強化に寄与していると考えられる。

さらに、「水面あり 煙あり」と「水面のみ」を比較したところ、「癒されたか」、「より幸せを感じるようになったか」、「疲労がなくなったか」の各項目で有意差が確認され、その他の項目でも「水面あり 煙あり」の値が、「水面のみ」を上回る結果となった。このことから、水面と煙が組み合わせることで、煙を湯気として、水面が熱い湯であると錯覚させることで、入浴効果が一層増強されていると推察される。

続いて、EDA について、30 秒ごとの時間と、条件間においてそれぞれ有意差は認められなかった。EDA は主にストレス性刺激に対する生理反応を反映する指標であるため、本体験コンテンツがストレス性刺激を与えなかったことが、顕著な変化が観察されなかった要因であると考えられる。

さらに、心拍数では条件と時間の交互作用が有意であり、「水面あり 煙あり」の条件において他の条件と対照的に心拍数が減少傾向を示した。これは、水面と煙が組み合わ

さることで参加者が煙を湯気として認識し、あたかも実際の温泉に浸かっているかのような感覚を抱くことで、より一層リラックスできたためと考えられる。

また、皮膚温度については「煙のみ」の条件でのみ有意な上昇が認められた。複数の条件で上昇傾向が見られたのは、安静時に副交感神経活動が優位となったことによるものであると考えられる。しかし「煙のみ」の条件では、時間経過に伴う上昇幅が他条件と比較して大きく、条件と時間の交互作用によるものと推測される。これは、煙によって熱源（炎など）が近くにあると脳が錯覚し、暑さによって交感神経活動が抑制され、体温放散を促すため末梢血管が拡張した結果、皮膚温度が上昇したものと考えられる。

6. まとめ

本研究では、VR 空間におけるクロスモーダル現象として、仮想温泉入浴体験が心身に与える影響を検証した。その結果、水面の有無が入浴効果に寄与し、さらに水面と煙の組み合わせによって効果が増進することが示唆された。

得られた知見は温泉や浴場の再現にとどまらず、他の VR コンテンツ制作への応用も期待される。たとえば熱帯雨林の蒸し暑さや湿度を表現する際には煙や霧を、水辺や湿地の高湿度感を演出する際には水面描写を活用することで、没入感を高めることが可能と考えられる。

今後は、アバターのフルトラッキング制御や湯船の色彩変更など、身体所有感をさらに高める手法を検討し、没入条件の最適化を目指して研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] 岡島克典: “視覚情報によって誘発されるクロスモーダル効果,” 映像情報メディア学会誌, 第 72, 第 1, pp. 8-11, 2018.
- [2] K. Martin, J. Lukas, S. Valentin, H. Niels: “The Effects of Avatar and Environment on Thermal Perception and Skin Temperature in Virtual Reality,” in Proc. 2023 CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst. (CHI '23), pp. 1-15, 2023.