



# VR 空間における 視覚表現と痛覚の生起に関する基礎的検討

A Basic Study on Visual Representation and Pain Induction  
in VR Environments

朝野翠, 河合隆史  
Midori ASANO, and 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:** 本研究は, VR 空間内のバーチャルハンドに対して, 視覚刺激を提示した際の痛覚体験に着目し, 視覚情報によって痛覚を得ることを目的として, 実験を行った. 本実験は, 虫刺されと打撲を想起させる視覚刺激を用いて, 刺激の有無や刺激面積の大小, すなわち刺激強度の違いにおける痛覚の生起を検討した. 刺激の有無の違いにおける結果では, 視覚情報からでも痛覚の生起が可能であることが示唆された. 刺激強度の違いにおける結果では, 視覚情報によって, 痛覚の強度を変化させることが可能であることが示唆された.

**キーワード:** 痛覚, クロスモーダル, ラバーハンド錯覚, フルダイブ

## 1. はじめに

バーチャル環境に全身で没入することを可能とするフルダイブ[1]をテーマとして扱う SF 作品では, 痛みが没入感に影響を与えると表現する描写が存在する. 人間の痛みの経験は, 自分の身体であるという感覚に依存[2]していることから, 痛覚体験は没入感を高める上で重要な要素と考えられる. そこで本研究では, VR 空間内のバーチャルハンドに対して, 視覚情報のみからの痛覚生起を目的とする. 痛覚体験は, 感覚の相互作用を利用したクロスモーダル[3]を用いる.

## 2. 目的

手に直接触覚刺激を提示しない環境下において, 視覚と触覚のクロスモーダルを用いることで, 視覚刺激のみで痛覚を生起させることを目的とする. 手への直接的な触覚刺激の提示を避けるため VR 環境内で実験を行い, ハンドトラッキング機能を用いる.

## 3. 方法

### 3.1 実験機器

Meta 社の VR ヘッドセット「Meta Quest2」を使用した.

### 3.2 実験環境

参加者は, 机の上に腕を置き, 左手は 90 度肘を曲げた状態, 右手は掌を上にした状態で, 姿勢を維持する.

### 3.3 実験条件と刺激

虫刺されと打撲を想起させるテクスチャをバーチャルハンドに貼ることで手に対する傷の再現を行った. 傷から考えられる痛覚をかゆみといたみとし, 各条件について, 刺激の大きい状態をかゆみ大といたみ大, 刺激大の条件に対して刺激面積を 1/4 にした状態をかゆみ小といたみ小として, 合計で 4 条件の実験を行った.



図 1 かゆみ大



図 2 かゆみ小



図 3 いたみ大



図 4 いたみ小

また、刺激提示の流れについて、40秒を1サイクルとし、合計3サイクル120秒を1条件の試行時間とする。

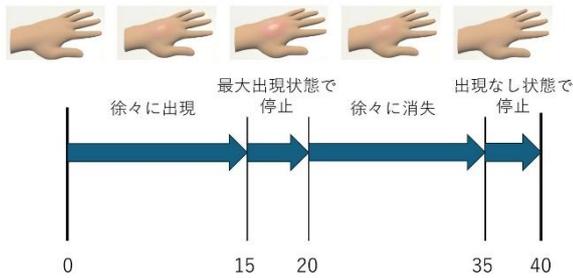


図 5 刺激提示の流れ

3.4 測定項目

主観指標はNRS(Numerical Rating Scale)と評定尺度法を用いた。NRSは、痛みの強さを直感的に表現することが可能[4]となる評価方法である。本実験では、NRSについて、0～100の101段階の数値を、刺激提示が停止している5秒間に口頭で回答することとした。また評定尺度法では提示刺激について、実体験での馴染みの有無を質問し、1～5の5段階で質問紙にて回答を行った。

客観指標は、皮膚電気活動(EDA: electro dermal activity)の計測を行った。EDAは交感神経による汗腺の活動を電氣的に計測するものであり、中でも外的な刺激に対して、一過性の皮膚電気抵抗の変化を指すSCR(Skin Conductance Response)[5]の回数を解析した。

3.5 実験手続き

実験の参加者は20代の男女17名であり、事前に説明を十分に行い、同意を得た。4条件をランダムに提示した。

4. 結果

4.1 心理反応

試行中に回答されたNRSの結果について、標準化した後、参加者の平均を取った値を時間ごとに取得した。

かゆみといたみの両方について、NRSの増減がみられた。二元配置分散分析を行ったところ、かゆみといたみの両方で、時間による有意差が認められた。また、いたみでは、刺激強度による有意差が認められた。



図 6 かゆみ刺激のNRS結果

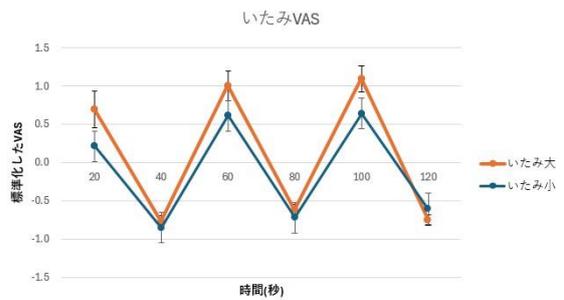


図 7 いたみ刺激のNRS結果

馴染みの有無の評定尺度値については、かゆみといたみの両方で、刺激強度大の方が低い値がみられた。二元配置分散分析を行ったところ、かゆみといたみの両方で、刺激強度による有意傾向が認められた。

4.2 生理反応

SCR回数については、かゆみといたみの両方について、SCR回数の増減がみられた。よって、二元配置分散分析を行ったところ、かゆみといたみの両方で、刺激の有無による有意差は認められなかった。また、いたみでは、刺激強度による有意差が認められた。

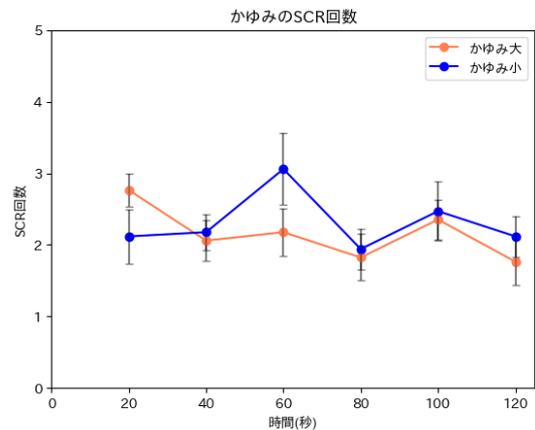


図 8 かゆみのSCR回数

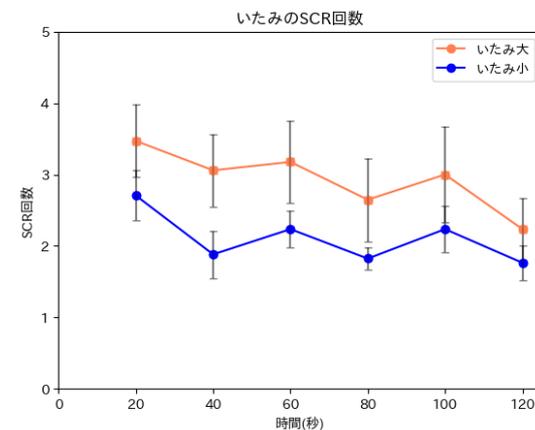


図 9 いたみのSCR回数

## 5. 考察

以上の結果について、刺激の出現の有無によって主観・客観で変動がみられることから、視覚刺激の情報のみでも、痛覚を再起させることは可能であると考えられる。また、いたみ刺激では、刺激強度の大きい時に NRS や SCR 回数の値が高く、一方馴染みの有無の評定尺度値については、大きい刺激は小さい刺激より馴染みが薄いことから、馴染みの有無にかかわらず、刺激強度を大きくすることでいたみの感覚の強度は増すと考えられる。

## 6. 結論

実験を通して、視覚情報のみでも痛覚は生起し、また、いたみの誘発においては刺激強度と痛覚強度に対応関係がみられ、馴染みの有無に関わらないことが分かった。

今後の展望について、今回の実験では視覚と痛覚に注目し研究を行ったため、かゆみやいたみを想起させる聴覚の要素を加えることを予定している。また、痛覚を引き起こす原因となる事象、例えば虫に刺される瞬間や重量

物が落下する場面のアニメーションを、傷の刺激提示前に行うことで、痛覚の生起に及ぼす影響を検討したい。

## 参考文献

- [1] 望月典樹. 用語解説. 知能と情報. 2021, vol.33, no. 3, p.99.
- [2] Pia, Lorenzo.; et al. Pain and Body Awareness: Evidence from Brain-Damaged Patients with Delusional Body Ownership. *Sensory Neuroscience*. 2013, vol.7.
- [3] 岡嶋克典. 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*. 2018, vol.72, no.1, p.8-11.
- [4] 濱口眞輔. 痛みの評価法. *日臨麻会誌*. 2011, vol.31, no.4, p.560-569.
- [5] 福田玄明. 生理計測で何が分かるのか-環境心理学への応用-. *人間・環境学会誌*. 2018, vol.21, no.1, p.67-7.