

# 押下運動動作の強度と視覚的フィードバック量が感情評価に与える影響

The effect of the intensity of pressing movements and the amount of visual feedback on emotional evaluation

榎崎 一弘<sup>†</sup>      松村 直季<sup>†</sup>      角谷 ひなた<sup>†</sup>      米澤 朋子<sup>†</sup>  
Kazuhiro Narasaki   Naoki Matsumura   Hinata Kakutani   Tomoko Yonezawa

## 1. はじめに

現代の日本社会は、膨大な情報への接触、環境変化、社会的な人間関係の複雑さなどから「ストレス社会」と言われる状況にある。日常の中で蓄積される精神的負荷は、人々の生活や健康に少なからぬ影響 [1] を及ぼしており、メンタルヘルス対策 [2][3][4] は重要な社会課題となっている。このような背景のもと、2015 年には労働安全衛生法が改正され、年 1 回のストレスチェック制度が施行されるなど、制度的なメンタルヘルス対策が整備されてきた。また近年では、個人レベルでのセルフケアの重要性も認識されつつあり、従来のストレス発散方法として筆記表現法や呼吸法、運動など多様なストレス発散法が提案されている [5][6][7][8]。

現状のストレス発散方法でも十分な効果が得られているが、近年では VR 技術の発展により、現実では困難な行動や環境を構築できることから、新たな感情発散手段として VR の活用が注目されている。先行研究として「叩く」、「殴る」という攻撃的動作を VR 内で安全に実施し、ストレスを軽減する取り組みが報告されている [9]。さらに、温冷覚刺激が VR 体験中の快感情や覚醒感を高める効果も報告されており [10][11]、VR を用いた感情誘導の可能性が広がっている。

加えて、現実世界における感情発散方法の多くには、「筋肉に力を込める」という身体的特徴が共通して見られる。たとえば、漸進的筋弛緩法 [12][13] やスクイーズ、プッシュポップバブルといったストレス発散道具の使用、あるいはバッティングセンターで球を打つなど握る、叩く、押すといった力学的動作を通じて感情の発散が図られている。これは、身体への力の加え方が心理的な状態に影響を与える可能性を示している [14]。このように、VR の拡張的表現力と、筋肉を使った身体動作の感情への影響という 2 つの要素を組み合わせることで、より効果的な感情発散手段が構築できる可能性がある。特に、現実では得られない視覚的・触覚的なフィードバックを VR で提示することで、感情状態への影響を強化できると考えられる。本研究では、先行研究で行われていない「押下運動」に着目し、VR 空間における筋肉の使用量に

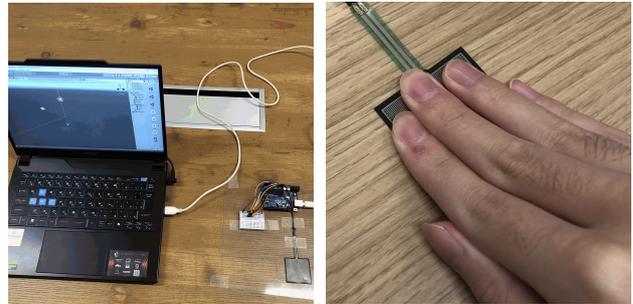


図 1: 実験システム

図 2: 押下時の手

応じた拡大フィードバックの有無が、感情状態、特にストレス軽減や快感情の誘発に与える影響を検討することを目的とする。

## 2. 実験

### 2.1 実験概要

本実験では、押下動作の強度が快・不快感情に与える影響を検証する実験 1 と、押下運動に対するフィードバックの有無や大きさが快・不快感情に与える影響を検証する実験 2 を行った。実験には 20 歳-27 歳の男女計 24 名 (男性 21 名、女性 3 名、平均年齢 21.7 歳、標準偏差 1.6) が参加した。

### 2.2 実験システム

本実験に用いたシステムは、ノート PC (Windows 11 Home, メモリ: 16GB, CPU: 13th Gen Intel (R) Core (TM) i7-13620H) と Unity (Unity 2019.3.6f1) 上で構築されたインタフェースに Arduino と圧力センサを接続したものである (図 1)。被験者が押下操作を行うことで圧力センサが力の強度を測定し、それに応じた視覚的变化が画面上に提示される構成とした。また、圧力センサを押す際は参加者ごとに押す態勢や押す角度によって押し方がばらつかず、なおかつ手指全体の筋肉使用量を調整しやすい、人差し指、中指、薬指の 3 本で押しってもらうよう指示をした (図 2)。

<sup>†</sup> 関西大学大学院 総合情報学研究科, Faculty of Informatics Kansai University

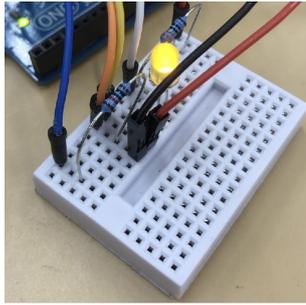


図 3: 点灯風景

表 1: 評価項目

	質問内容一覧
Q1	操作して楽しいと感じた
Q2	操作して爽快感を感じた
Q3	操作してリラックスできた
Q4	操作して不快に感じた
Q5	操作してストレスを感じた
Q6	操作してイライラした

## 2.3 実験 1

### 2.3.1 仮説と要因

押下動作の強度が感情に与える影響を検証するため、 $H1$ : 筋肉使用量が多いほど、快感情が強まる。という仮説のもと、手で圧力を加え押下強度（要因 A）に対し A1: 強い力, A2: 弱い力, A3: 軽く手を添える程度の力, の 3 水準を設定した。

### 2.3.2 実験手順

参加者はそれぞれの条件下で、圧力センサに対して 3 秒間の押下動作を行い、操作終了後にアンケートに回答した。押下の開始タイミングは LED の点灯によって指示され、終了は LED の消灯をもって終了とした（図 3）。なお、操作中は画面を見せないようにし、外的視覚刺激による影響を最小限に抑えるよう配慮した。アンケートの評価項目は表 1 に示す 6 項目を設定し、各項目について 5 件法（1: 全くそう思わない, 5: とてもそう思う）で回答を得た。また、2 つの自由記述項目も設定し、主観的な印象を聴取した（表 2）。

### 2.3.3 実験 1 の結果

実験により得られた各質問項目の回答値に対して、有意水準  $\alpha=0.05$  で一元配置分散分析を実施した。表 3 に分散分析結果、図 4 に平均値と標準偏差をそれぞれ示す。快感情の評価項目では、Q1, Q2, Q3 全てにおいて要因

表 2: 自由記述質問項目

記述項目
コンテンツを通して特に快感を得たポイントがあれば教えてください
操作して不快や違和感を感じた要因があれば教えてください

表 3: 実験 1 分散分析結果

実験 1	A		
	F	p	多重比較
Q1	4.043	.024*	
Q2	18.306	<.001*	A1>{A2,A3}
Q3	28.532	<.001*	{A2,A3}>A1
Q4	4.2	.021*	
Q5	6.729	.003*	A1>A3
Q6	11.986	<.001*	{A1,A2}>A3

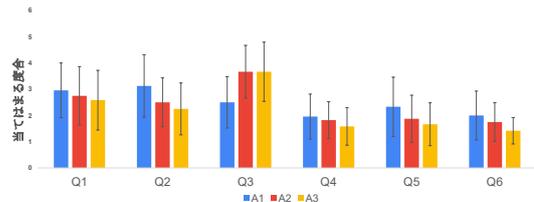


図 4: 実験 1 各条件の平均値と標準偏差

A の主効果が見られた。ただし、多重比較の結果、楽しい (Q1) に関しては、有意差は認められなかった。

一方、爽快感 (Q2) では A1>{A2,A3} が、リラックス (Q3) では {A2,A3}>A1 が確認された。そのため、強い押下条件 (A1) は他の条件に比べ爽快感を高めるが、リラックスには不向きであることが示唆された。

また、不快感情の評価項目では、Q4, Q5, Q6 全てにおいて要因 A の主効果に有意差が見られた。多重比較の結果、Q5 で A1>A3, Q6 で {A1,A2}>A3 が確認され、ストレス及びイライラの感情は強い押下条件 (A1) により高まる傾向がみられた。ただし、多重比較の結果、Q4 に関しては多重比較において有意差は確認されなかった。

## 2.4 実験 2

### 2.4.1 仮説と要因

押下動作に伴う視覚的フィードバックの強度が感情に与える影響を検証するため、 $H2$ : 視覚効果の強度が高いほど、快感情が強まる。という仮説のもと、視覚フィードバックの強さ（要因 A）に対し A1: 強い視覚効果, A2: 弱い視覚効果, A3: 視覚効果なし, の 3 水準を設定した。

なお、本検証では、身近にあるもので想像しやすい点から、レモンを押して絞るコンテンツを視覚コンテンツとして用意し、各要因によって発生するパーティクル数と直径の短縮度合いを変更（図 5）することで、強い視覚効果や弱い視覚効果を設計した。それぞれ、圧力データが最大の時に生じるパーティクル数と直径の短縮度合いを表 4 に示す。

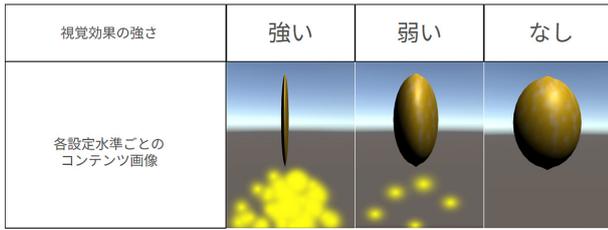


図 5: 設定水準ごとのコンテンツ

表 4: 各設定水準

視覚効果の強さ	強い	弱い	なし
発生パーティクル数	200	10	0
圧力最大値の直径が縮む倍率	0.96	0.30	0

#### 2.4.2 実験手順

参加者は、表示される視覚コンテンツを視聴しながら、圧力センサに対して 10 秒間の押下を行い、その後 5 秒間の休憩を挟むセットを 4 回繰り返した。押下の強さは自由とし、4 セット終了後に、実験 1 と同様のアンケートに回答を求めた。

#### 2.4.3 実験 2 結果

実験により得られた各質問項目の回答値に対して、有意水準  $\alpha=0.05$  で一元配置分散分析を実施した。表 5 に分散分析結果、図 6 に平均値と標準偏差をそれぞれ示す。

全ての評価項目で、要因 A の主効果に有意差が見られたため、多重比較を行ったところ、快感情の評価項目では楽しい (Q1)、爽快感 (Q2)、リラックス (Q3) において、{A1,A2} > A3 が確認され、視覚的フィードバックが存在するほうが他の条件に比べて、快感情が高まること示唆された。しかし、A1 と A2 においては、水準間の差がみられなかった為、視覚効果が強いほど快感情が強まるのかは示されなかった。

一方で、不快感情の評価項目でも、不快 (Q4)、ストレス (Q5)、イライラ (Q6) において A3 > {A1,A2} が確認され、視覚的フィードバックが存在しないことで、不快感情が高まる傾向がみられた。しかし、A1 と A2 に

表 5: 実験 2 分散分析結果

実験 2	A		
	F	p	多重比較
Q1	62.484	<.001*	{A1,A2}>A3
Q2	88.44	<.001*	{A1,A2}>A3
Q3	13.8	<.001*	{A1,A2}>A3
Q4	15.568	<.001*	A3>{A1,A2}
Q5	14.46	<.001*	A3>{A1,A2}
Q6	13.823	<.001*	A3>{A1,A2}

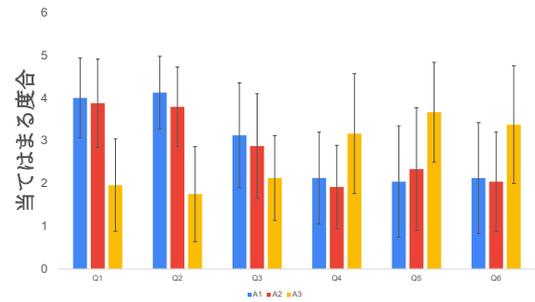


図 6: 実験 2 各条件の平均値と標準偏差

おいては、水準間の差がみられなかった為、視覚効果が強いほど不快感情が弱まるのかは示されなかった。

このことから、視覚的フィードバックの有無が快・不快の印象に影響を与えていることが示唆されたが、視覚効果の強さによる快・不快感情への影響が分からなかった為、仮説は支持されなかった。

これらの結果は、身体的操作に対する視覚的な応答の有無およびその強度が、操作体験の情動的評価に寄与する可能性を示唆している。

### 3. 考察

本研究では、押下動作と視覚的フィードバックの強度が感情体験に及ぼす影響を明らかにするため、2 つの実験を実施した。

実験 1 においては、押下の力が強いほど爽快感が増す一方、弱いまたは手を軽く添える程度の力での押下時には、リラックス感が高まる傾向が示された。これは、筋肉に力を込めた押下動作は、快感情の喚起に影響を与えている一方、緊張状態を伴うことでリラックスを妨げる [15] ことを示唆している。同様に強く押す条件ではストレスやイライラといった不快感情評価も相対的に高くなる傾向が見られた。これらの結果から、筋肉使用量が多いほど快感情が強まるという仮説は一部のみ支持されたが、楽しい/リラックスといった快感情に関する仮説は支持されなかった。

楽しさやリラックスといった快感情において仮説が支持されなかった原因の一つに、本実験では反力のみでのフィードバックであったことがあげられる。強く押した際にも反力以外のフィードバックがないため、押下運動の感覚がうまくつかめないという自由記述も見受けられ、実験内の不安や緊張が不快感情につながった可能性が考えられる。力を出すことで快感を感じるという自由記述も多く見られたことから、強い力を発する動作自体ではなく、フィードバックが反力のみであることによる不快感情の影響があったと考えられる。

また、指定した時間押さないで開始と終了の確認用の

LED が消えないなどの実験装置の仕様上の問題により、操作時にセンサが正常に反応しているかどうか不安になるといった報告もあり、これがリラクセス評価に悪影響を与え、不快感やストレス評価に転じて影響を及ぼした可能性も考えられる。これらを分離的に扱うための実験の設定の再検討が必要である。

実験2においては、押下動作に対する視覚的フィードバックがあることが感情評価に影響を及ぼすことが確認された。フィードバックありでは、楽しさ、爽快感、リラクセスといった快感情が有意に高く、フィードバックなしでは、不快感、ストレス、イライラといった不快感情が増加する傾向があった。これにより、押下動作に対する反応を視覚的に提示することがポジティブな情動の喚起を補強するものとして機能することが示された。しかし、フィードバックがある条件の中でも「強い」と「弱い」の間では有意差が認められなかった。これらの結果から視覚効果の強度が高いほど、快感情が強まるという仮説は支持されなかった。この要因として、フィードバックの強弱を「パーティクルの個数の違い」のみに基づいて設計したため、視覚的な形状や動きに十分な違いがなかったことが考えられる。自由記述でも、力の強さによって伸縮するところに快感を感じる一方で、エフェクトの形状や量が一定量な部分に違和感を感じる意見が多く見受けられ、一定量のフィードバックに限られたことで押下によるフィードバックがあるかないかのみ注意到向いた可能性がある。

以上の結果より、感情発散を目的としたインタラクシオン設計においては、身体的運動の強度や運動動作に対応した即時的な視覚的フィードバックが重要な要素であることが示された。特に「叩く」、「押す」といった行動の瞬発的な運動とそれに対する視覚反応の組み合わせは、効果的な感情調整手段として期待できる。一方で、参加者の性別の偏り（女性が3名のみ）があり、力を入れることによる発散効果の性差を考慮できていないことや、短期間での感情変化のみを対象とした点など、本研究にはいくつかの制約が存在する。また、提示される視覚や触覚刺激の質や内容による影響として、刺激自体が快／不快のいずれかの属性がある場合、同じ操作であっても感情評価が大きく左右される可能性がある。今後は、個人特性や性差に応じた効果的なフィードバックの種類や強度を検討する必要がある。

#### 4. おわりに

本研究では、押下動作における筋肉使用量の違いや視覚的フィードバックの有無・強度が、快／不快の感情体験に与える影響を明らかにすることを目的として実験を実施した。その結果、フィードバックのない押下動作は

筋肉使用量が多い時に爽快感を高める一方で、不快感情の軽減やリラクセス感には必ずしも寄与しない可能性が示された。また、視覚的フィードバックの存在は快感情を向上させることが示された。今後は、本実験結果だけでなく、感情の種類や生理的状态も踏まえ、状況や個人に最適化された感情発散を促すインタラクシオン設計を目指す。

#### 謝辞

本研究の実験参加者としての協力者に深く感謝する。

#### 参考文献

- [1] Chiesa, A., Serretti, A. (2009). Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: a review and meta-analysis. *The journal of alternative and complementary medicine*, 15(5), 593-600.
- [2] 田邊綾子, 長谷川珠代, 鶴田来美. (2015). 中規模事業場におけるメンタルヘルス対策と労働者の職場復帰支援に対する認識. *日本健康医学会雑誌*, 24(2), 145-153.
- [3] 甲斐裕子. (2019). 身体活動とメンタルヘルス. *体力科学*, 68(1), 26-26.
- [4] 阿部浩之. (2021). メンタルヘルスを理解するために. *生活協同組合研究*, 550, 5-13.
- [5] 伊達萬里子. (2006). 呼吸法によるストレス低減の試み: 女子学生を対象に. *武庫川女子大学紀要. 人文・社会科学編*, 53. (pp. 25-31).
- [6] 厚生労働省 (2011). こころと体のセルフケア. <https://www.mhlw.go.jp/kokoro/youth/stress/self/index.html>, (参照 2025/07/14)
- [7] 大森美香. (2013). 心理社会的ストレス対処のための筆記表現法の応用可能性の検討. *RIETI ディスカッション・ペーパー*, 「人的資本という観点から見たメンタルヘルスについての研究」, 独立行政法人経済産業研究所.
- [8] 山本大誠. (2011). 身体運動によるストレスへの対策. *バイオメカニズム学会誌*, 35(1). 15-20.
- [9] 須田秀明, 羽田久一. (2021). VR を用いたストレス発散. In *画像電子学会研究会講演予稿 画像電子学会第296回研究会講演予稿* (pp. 112-115). 一般社団法人画像電子学会.

- [10] 前田智祐, 倉橋哲郎.(2018). ウェアラブルな温冷覚多点提示システム TheModule の基礎検討, 日本 VR 学会論文誌第 23 回論文集.
- [11] 西本凱士. (2023). 振動と温冷による被弾・出血感の擬似感覚提示システムを用いた VR ゲームの没入感の検証. 2022 年度関西大学総合情報学部卒業論文.
- [12] 山田重行, 今別府志帆. (2008). 漸進的筋弛緩法の習得過程におけるリラックス反応の経時変化. 千葉大学看護学部紀要, 30, 11-17.
- [13] Toussaint, L., Nguyen, Q., A., Roettger, C., Dixon, K., Offenbacher, M., Kohls, N., Sirois, F. (2021). Effectiveness of progressive muscle relaxation, deep breathing, and guided imagery in promoting psychological and physiological states of relaxation. Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine, 2021(1), 5924040.
- [14] 妹尾江里子. (2003) 筋パフォーマンスに及ぼす感情イメージの効果について. 成城文藝, (181), 94-72.
- [15] Wahlström, J., Lindegård, A., Ahlberg Jr, G., Ekman, A., Hagberg, M. (2003). Perceived muscular tension, emotional stress, psychological demands and physical load during VDU work. International archives of occupational and environmental health, 76(8), 584-590.