

前腕部体毛の立毛制御による驚き感情の増幅

Enhancement of Surprise Feelings by Controlling Piloerection on the Forearm

福島政期¹⁾²⁾, 梶本裕之¹⁾³⁾

Shogo FUKUSHIMA and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 情報理工学研究科 総合情報学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1, shogo, kajimoto@kaji-lab.jp)

2) 日本学術振興会特別研究員

3) 科学技術振興機構さきがけ

Abstract: There have been many proposals that add haptic stimulation to entertainment contents such as movies and music. These technologies create emotionally immersive experience by improving the reality of movie and music. By contrast, we present a method to enrich the quality of experiment by enhancing the emotion evoked by these contents. In this paper, we focused on piloerection which is a kind of involuntary emotional reaction. Our hypothesis is that it is not only an emotional “reaction”, but it can work as an emotional “input”, that enhance the emotion itself. We constructed a device that controls piloerection on the forearm by electrostatic force. From a psychophysical experiment, we revealed that the piloerection system has enhancement effect on surprise feeling.

Key Words: Enhancement of emotion, Enhancement of feeling, Piloerection, Tactile interaction.

1. はじめに

1.1 エンタテインメント技術と感情増幅

映画やゲームに触覚を付加したエンタテインメント機器が数多く提案されている[1][2][3][4][5]。例えばTactile Jacketはジャケットに多数の振動子を内蔵し、映像に合わせてそれらを駆動することで映像への高い没入感を再現している[1]。また椅子[4]や腹巻[5]に振動子を組み込み、仮現運動やファントムセンセーション等の触錯覚で触覚の動きを表現するものも存在する。これらは、映像や音声から触刺激を生成し、高い没入感やリアリティを再現する事で強い感情体験を作り出すものである。

対して我々は、視聴者自身の感情や情動の変化を直接促す事で、映画や音楽などのエンタテインメントの質を高めたいと考える。視聴者は様々な要因を手掛かりに自身の経験したコンテンツを評価する。例えば、会場や周囲の雰囲気、映像の画質や音質など、数多くの要因が考えられる。我々はこれらの中でも、コンテンツ視聴中に喚起する感情の強度と回数が本質的に重要な要素であると考えられる。

人の感情を増幅するために、感情に伴い身体に表出される様々な身体知覚に着目した。近年の脳活動可視化技術の進歩により、人の感情が脳のどの部位で知覚されているか解明されつつある。ダマシオらは、人が感情を経験する際に人の体性感覚野である島皮質と第二次体性感覚野が常に活性化することから、感情に伴う様々な身体的な知覚(ぞつとする。肌が青ざめる、ゾクゾクする等)が感情の内容

であると主張している[6]。我々はこのダマシオの仮説に基づき、感情の内容である身体知覚を触覚提示技術によって変更・促進させることで人の主観的な経験である感情を増幅したいと考える。

1.2 立毛制御による感情増幅

本研究では感情に伴う身体知覚の1つとして、人が感動した際や興奮した際に表出する立毛現象に着目した。体毛は帯電した絶縁体を接近させると立毛する。よって静電気力によって立毛は制御できる。我々は、視聴者が喚起する感情に則してこの立毛現象を人為的に制御する事で、感情によって表出した身体知覚が変更され、その結果、視聴者の感動・緊張・恐怖・怒りなどの主観的な感情経験が増幅されると考える。

本稿ではこの仮説の初段階として、人の前腕部の体毛を静電気力で立毛させる装置を製作し、本装置の感情増幅効果を検証した。本実験では立毛を表出する感情の1つとして驚きに着目し実験を行った。聴覚的な驚き刺激に前腕部の立毛現象を同期させることで驚き感情が増幅されるか、被験者の主観的な評価と、皮膚コンダクタンス反応の客観的指標の2つで驚き増幅効果を検証した。

2. 静電気力による前腕部体毛の立毛

2.1 試作装置概要

前腕部上方にアクリル板を設置し、高電圧を印加する事で生じる静電気によって体毛を立毛させる。試作した装置

の概観を図 1 に示す。前腕部の 2 センチ上方にアクリル板 (100×150×1mm) を設置し、そのアクリル板の上面に銅箔電極 (38×100×0.08mm) を貼りつけた。前腕をアースに接地した状態でこの電極に高電圧 (0~20kV) を印加すると、アクリル板が分極し、その上面に負の電荷が、下面に正の電荷が帯電する。これにより体毛が静電気力によってアクリル板に引き寄せられる。なお安全性を配慮して電極の周囲は天然ゴム (厚さ 5mm) で絶縁した (図 1)。

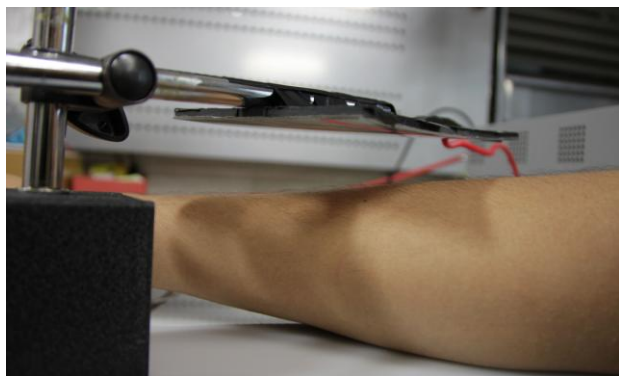


図 1 : 試作した立毛装置

2.2 静電気による立毛現象の評価

静電気力によって前腕部の体毛が立毛する事を著者自身の前腕で確認した。図 1 のようにアクリル板の下方に前腕を置き電圧を印加した。0~20kV まで 2kV 間隔で徐々に電圧を上げていき、その際の立毛現象を撮影した。

電圧印加前後の体毛の様子を図 2 に示す。6kV から触覚を知覚し、その後は電圧上昇に応じて、そのサイズと強度が強くなることを確認した。

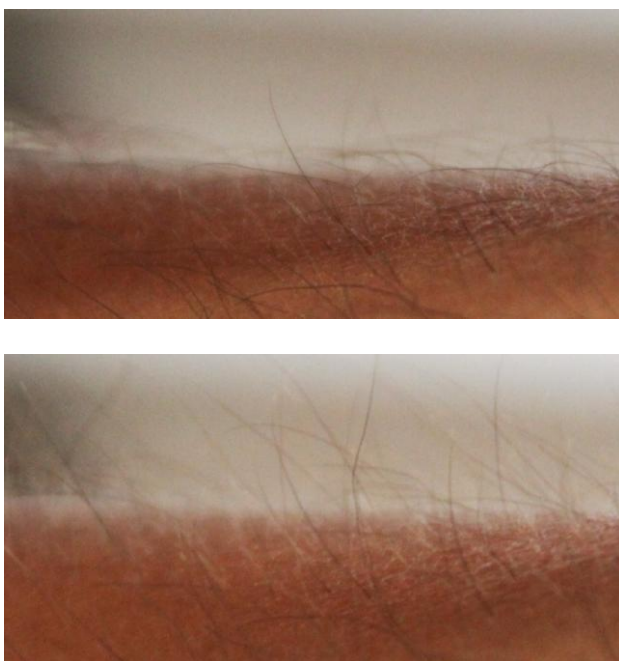


図 2 : 立毛の前後の体毛の様子 (上 : 0kV, 下 : 14kV)

3. 驚き感情の増幅効果の検証

3.1 実験概要及び実験条件

人の驚きに同期して前腕部体毛を立毛させることで、驚きの感情が増幅されることを検証する為に実験を行った。本実験では、驚きを誘発させる刺激として聴覚刺激 (警告音 : 5 秒 [7]) を使用し、聴覚刺激のみを提示する条件と、聴覚刺激と同時に前腕部体毛を立毛させる条件とを比較した。人の驚きはアンケートによる主観評価と皮膚コンダクタンス反応の 2 つの指標で計測した。アンケートに 100 点満点で自身の驚きの程度を回答してもらった。質問内容は “どのくらい驚きましたか?” である。皮膚コンダクタンス反応から驚きのを定量化する手法は 3.2.2 項に示す。

被験者は右腕前腕部の体毛を剃っていない男性 6 名 (年齢 21~22) である。被験者は聴覚刺激のみの条件と聴覚刺激と立毛刺激を同時に提示した条件を 5 試行ずつ、計 10 試行を評価する。なお、実験では聴覚刺激のみの条件と聴覚刺激と立毛刺激を同時に提示した条件を交互に提示した。本実験では同一の聴覚刺激を提示するため、第 1 試行目の驚きが最も高くなると考えられる。そこで被験者を聴覚刺激のみの条件から実験を始める被験者群 3 名と、聴覚刺激と立毛刺激を同時に提示する条件から始める被験者群 3 名に分けた。

3.2 実験システム

3.2.1 前腕部立毛装置の概観

本実験では驚き感情を効果的に増幅させるために、前腕部全周の体毛を一樣に立毛させる。立毛装置の概観を図 6 に示す。人の前腕形状に沿って円弧状にアクリル板を湾曲させ、その周囲に銅箔電極を貼付し、天然ゴムで絶縁した。また前腕の下に銅箔電極を敷き、前腕を接地した。なお使用したアクリル板・銅箔電極・天然ゴムは、2 章の装置と同一のものである。前腕部を挿入するアクリル板の直径は 90mm で、机の上に敷いたアクリル板に固定した。実験では 20kV の電圧を 1 秒間提示した。



図 3 : 立毛装置の概観

3.2.2 皮膚コンダクタンス反応を用いた定量評価

被験者の驚きや精神的な動揺を計測するために、交感神経性の発汗反応の活動を表す皮膚コンダクタンス (SCR) を測定器 (DA-3b, VEGA SYSTEMS) で計測した。この

計測装置の出力からは直流電圧が定常的に観察されたため、コンデンサと抵抗で直流成分をカットした。その後、オペアンプ(LM358N, National Semiconductor)で増幅し、PCのインターフェイスボード(PCI-3523A, Interface)のADポートに入力した。

図4に人が驚いた際に計測された皮膚コンダクタンス反応の一例を示す。本実験では人が驚いた際の皮膚コンダクタンス反応を3つの指標で定量化する。1つは振幅で、電圧値が正に最大の電圧値と定義した。2つ目は面積で、電圧値が正に振れた際の電圧値を積分した際に得られる値である。3つ目は継続時間で、電圧値が0.5V以上を越えた時間を記録した。

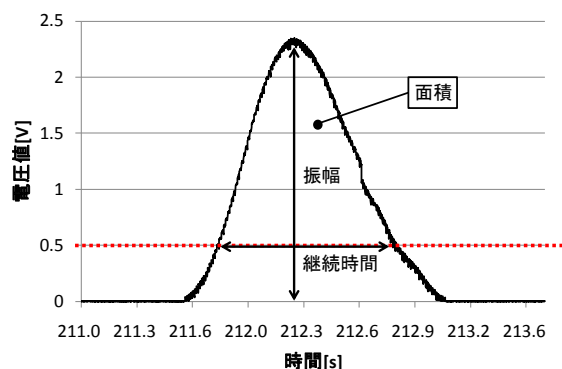


図4：驚き時の皮膚コンダクタンス反応の1例

3.3 実験手続き

被験者に本実験の趣旨を伝えた上で実験を行った。

被験者の皮膚コンダクタンス反応を記録するため、左手の手掌部をウェットティッシュで擦った後、電極を貼付した(図5参照)。皮膚コンダクタンス反応の振幅は人によって異なるため、実験開始前に被験者間の振幅値を統制した。被験者には深呼吸をしてもらい、その際に記録された皮膚コンダクタンスの振幅が2~3Vになるように、オペアンプの増幅率を設定した。この条件で本実験を行った。

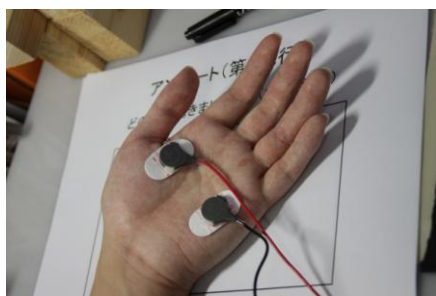


図5：電極貼付位置

3.3.1 本実験の手続き

被験者はイヤホンを装着し、右前腕部を立毛装置に挿入した状態で実験を進める。左手に皮膚コンダクタンス反応計測用の電極を貼付している。実験中は前方に視線を向けるように指示をした。

実験開始30秒後に第1試行の刺激が提示される、刺激

提示後、被験者はアンケート用紙にその時の驚きを100点満点で評価した。アンケート回答後、25~40秒後に第2試行目の刺激が提示された。次試行の刺激提示時刻を予測できないようにするために、このインターバルはランダムに変動させた。この試行を10試行繰り返した。



図6 実験時の様子

3.4 実験結果

聴覚刺激と立毛刺激を同時に提示する条件から始める被験者群の内1名は記録プログラムの不都合で皮膚コンダクタンス値が記録できなかったため、実験結果から除いた。また、刺激提示中に被験者が誤って体幹部を大きく動かしてしまった試行も実験結果から除いた。

実験結果を図7、図8、図9、図10に示す。これらのグラフはそれぞれ、聴覚刺激と同時に立毛刺激を提示した試行と聴覚刺激試行のみを提示した試行の平均値と標準偏差を示したものである。図7は被験者のアンケート結果であり、T検定の結果、両条件の平均の差は有意であった(片側検定： $t(41)=2.51, p<0.01$)。図8は記録された皮膚コンダクタンスの面積であり、T検定の結果、両条件の平均の差は有意傾向であった(片側検定： $t(41)=1.49, 0.05<p<0.1$)。図9は記録された皮膚コンダクタンスの振幅であり、T検定の結果、両条件の平均の差に有意差は認められなかった(片側検定： $t(41)=0.71, p=0.23$)。図10は記録された皮膚コンダクタンスの振幅であり、T検定の結果、両条件の平均の差に有意であった(片側検定： $t(41)=1.96, p<0.05$)。

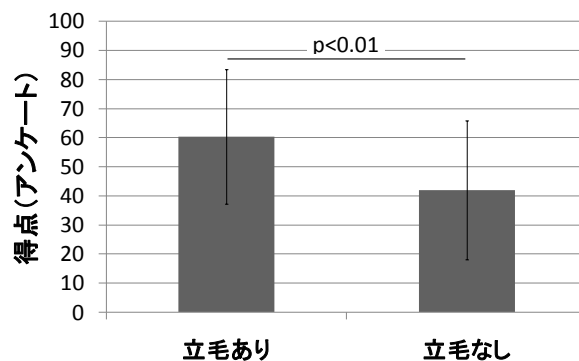


図7：アンケート結果の平均値

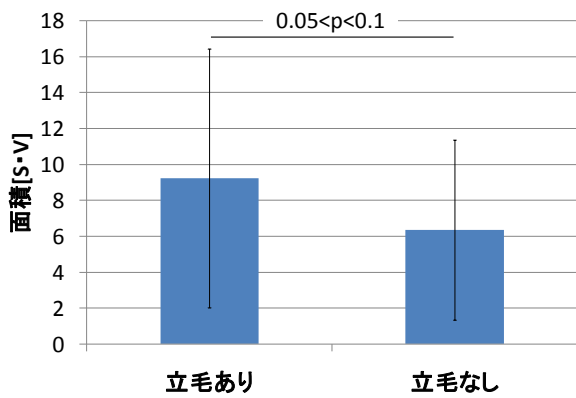


図 8 : 皮膚コンダクタンス値の面積の平均

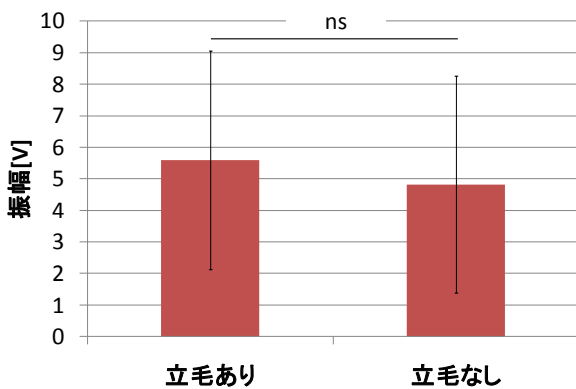


図 9 : 皮膚コンダクタンス値の振幅の平均

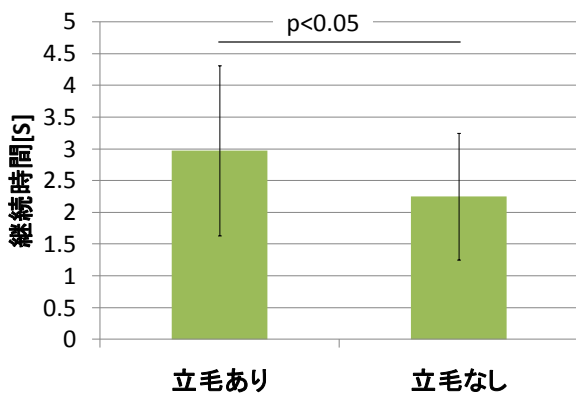


図 10 : 皮膚コンダクタンス値の継続時間

3.5 考察

ほぼ全ての被験者が内観報告で、最初の数試行は体が無意識に動いてしまうほど驚いたと報告している。よって最初の2,3試行において毛が逆立つと、明らかに主観的な驚きが増幅したと報告していた。被験者の内1人は、実験終了後に「これはいい!!」と装置を絶賛していた。その被験者は、毛が逆立つことで全身に悪寒や寒気を感じたと報告した。その際に生じた悪寒や寒気は、立毛刺激からワンテ

ンボ遅れて全身の広がったと報告していた。つまり、この立毛装置を使用することで、感情に随伴する身体知覚を誘発出来る事が示唆された結果であると考えられる。

前腕部に提示された静電気の触覚を形容してもらったところ、「オーラを纏う感じ」「生ぬるい風を感じた」「強い風覚を知覚した」「前腕部にモワッとする知覚を生じる」等の内観報告が得られた。体毛のみが駆動される経験は普段知覚し難い触感覚であるため、多様な触感覚に形容されたと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、静電気力によって前腕部体毛を人為的に立毛させる装置を製作し、人の感情の1つである驚きを増幅させることが出来ることを心理実験によって示した。

今後は椅子のアームレストと背面に立毛装置を内蔵させ、全身の毛を立毛させる装置を製作する。また、現在の立毛装置は毛が一様に逆立つように設計したが、今後は局所的に立毛現象を生じさせて、複数の触刺激とその動きをを全身に提示することを検討する。

参考文献

- [1]Lemmens, P., Crompvoets, F., Brokken, D., Jack van den Eerenbeemd, Gert-Jan de Vries. A body-conforming tactile jacket to enrich movie viewing. In Proceedings of the World Haptics '09, 2009, pp.7-12.
- [2]Karam, M., Branje, C., Nespoli, G., Thompson, N., Russo, A. F., Fels, I. D. The Emoti-chair: an interactive tactile music exhibit. In Proceedings of CHI '10, ACM, 2010, pp.3069-3074
- [3]任天堂 DS 振動カートリッジ.
<http://www.nintendo.co.jp/index.html>
- [4]Israr, A., Poupyrev, I. Exploring surround haptics displays. In Proceedings of CHI '10 (Ex-tended Abstracts), ACM, 2010, pp.4171-4176 .
- [5]Ooshima, S., Hashimoto, Y., Ando, H., Watanebe., Kajimoto, H. Simultaneous presentation of tactile and auditory motion on the abdomen to realize the experience of “being cut by a sword”. In Proceedings of EuroHaptics '08, 2008, pp. 681-686.
- [6]Damasio, AR, Grabowski TJ, Bechara A, Damasio H, Ponto LLB, Parvizi J, Hichwa RD. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. Nature Neuroscience, 3, 2000, pp1049 - 1056.
- [7]警告音の効果音.
<http://necobit.com/cat8/recentimages.html>