



のりスプレーとコールドスプレーの混合物を用いた 電氣的触感の提示手法

宮上昌大¹⁾, 金子征太郎¹⁾, Yem Vibol¹⁾, 梶本裕之¹⁾

1) 電気通信大学

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {miyakami, kaneko, yem, kajimoto}@kaji-lab.jp)

概要: 我々は電気刺激提示時に生じるいわゆるビリビリ感を機械的刺激で再現する手法を発見した。本手法はのりスプレーにコールドスプレーを吹きかけ、その混合物に対して指を押し当てるものである。これにより、主観的にビリビリ感とほぼ同一な触感を得ることができる。本発表ではこの機械的刺激によるビリビリ感の機序について行った調査について報告する。

キーワード: のりスプレー, コールドスプレー, 電氣的触感

1. はじめに

皮膚へ電気刺激を与えることで触覚提示を行う電気触覚ディスプレイは、低消費電力、透明電極を用いることでタッチパネルに適用可能といった利点があり、同様にタッチパネルに適用可能な触覚提示手法として知られる振動提示ディスプレイや静電触覚ディスプレイに対して、高い空間分解能で明瞭な提示が可能であるという利点がある。この電気刺激ディスプレイを用いた様々なデバイスが提案されている[1][2]。

しかし、電気刺激ディスプレイは振動覚や圧覚などの触覚を独立に提示することが難しいという問題がある[3]。例えば、電気刺激を用いて圧覚提示を行う際には、ビリビリなどの言葉で表現される特有の振動的知覚も生じてしまうことがある。以下この感覚をビリビリ感と表現する。

この問題を解決するために機械的刺激を与えることで振動覚をマスキングする手法が提案されている。Yem ら[4]は、振動提示をすることでビリビリ感をマスキングする手法を提案している。しかしこれは、電気刺激と機械刺激の2つを準備する必要があり、かつ、マスキングのための振動刺激自体を知覚せざるを得ないという問題がある。

本来、この問題を解決するためには、通常の振動感と電気刺激のいわゆるビリビリ感の違いの原因を解明する必要があると考えられる。電気刺激によるビリビリ感も通常の機械受容器の活動によって生じていると考えられるから、ビリビリ感は機械受容器の活動が「普段ものに触る際には生じ得ないようなパターンで」生じることによって生じていると考えられる。もしこれが明らかになれば、電気

刺激においてビリビリ感を防止するための手段が講じられると期待される。

我々は、のりスプレーとコールドスプレーの混合物に指で触れることでビリビリ感を提示できる手法を発見した。この刺激は薄手のグローブをはめても生じることから化学物質によるものではなく、機械的刺激であると考えられる。このことから、本刺激が提示されているときの皮膚変形を計測することによって、電氣的ビリビリ感がどのような皮膚刺激パターンによって生じているかを解明できる可能性がある。

このアイデアに基づき、本研究では電氣的なビリビリ感の正体を解明するため、のりスプレーとコールドスプレーの混合物を用いた機械的刺激を計測する。本稿ではその予備的検討として、発見した刺激を最適に与えることができる方法の検討と発見した刺激が電気刺激のビリビリ感に相当するかを検証する。

2. 提案手法

まずのりスプレーを平板に塗布し、その後コールドスプレーを塗布する。この混合物に指を押し当てることで、電氣的触感が得られる。これら2つを混ぜ合わせた際には気泡が発生する。この気泡のためにビリビリ感が生じていると考えられる。

Masahiro Miyakami, Seitaro Kaneko, Yem Vibol, and
Hiroyuki Kajimoto

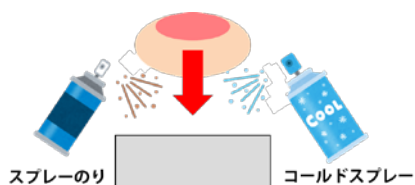


図 1 電氣的触感の提示手法

3. 予備実験

3.1 実験装置

本装置はマイクロコントローラ(mbed LPC1768, NXP), サーボモータ(MiniS RB303c, ミニスタジオ), アクリル台, PC より構成される. 実験装置の外観を図 2 に示す.

コールドスプレーとのりスプレーを混合する割合を制御するため, マイクロコントローラを用いてサーボモータを時間制御した.

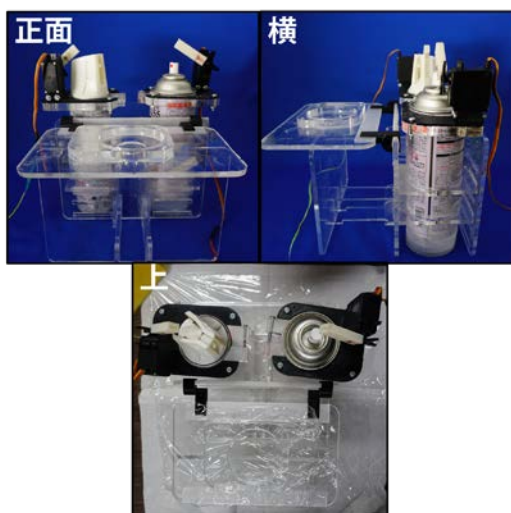


図 2 実験装置



図 3 スプレーを塗布する様子

3.2 実験 1

のりスプレーとコールドスプレーの最適な混合比率を検証するために, 各条件で被験者が想像するビリビリ感とどの程度似ていたか質問した.

3.2.1 実験条件

スプレーの混合比率 5 種類を表 1 に示す.

表 1 スプレーの混合比率

条件	コールドスプレー 噴射時間	のりスプレー 噴射時間
1	3000[ms]	0[ms]
2	3000[ms]	1500[ms]
3	3000[ms]	3000[ms]
4	1500[ms]	3000[ms]
5	0[ms]	3000[ms]

3.2.2 被験者・実験手続き

被験者は男性 5 名, 女性 1 名(22~33 歳)で行った. 被験者はホワイトノイズ音が提示されているヘッドホンを装着し, 実験担当者が被験者の肩を叩くまで閉眼するように指示をした. この間に図 4 に示す実験装置の円内の部分に対してスプレーの混合を行った. 混合の終了を確認後, 実験担当者が被験者の肩を叩き開眼させた. その後, 混合物に対して右腕の人差し指を押し当て, 感じた触感が被験者の想像するビリビリ感と似ているか 7 段階リッカートスケールで回答させた(図 6). これを各条件 1 試行ずつ, 合計 5 試行行った. 条件を提示する順番はランダムで決定した.

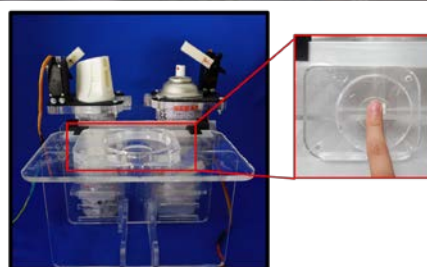


図 4 指の押し当て

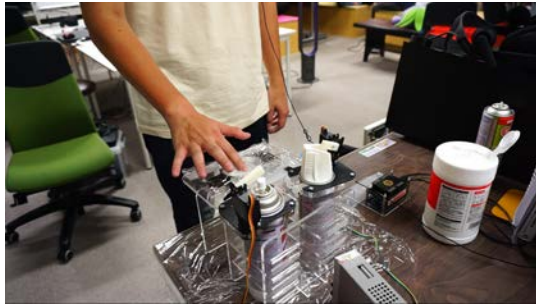


図 5 実験 1 の様子

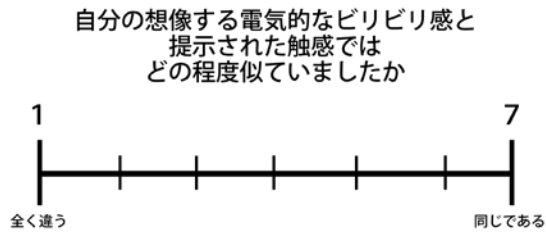


図 6 実験 1 の質問

3.2.3 実験結果と考察

図 7 に実験結果を示す．縦軸は被験者が回答した主観的なビリビリ感，横軸はスプレアの混合比率である．ノンパラメトリック分散分析による検定(Friedman 法)を行った結果，条件 1 と条件 4 では 5%水準で有意差が見られた．このことからコールドスプレアだけでは電氣的触感を感じられず，コールドスプレアよりのリスプレアの割合が高い方がビリビリ感をより感じられることが分かった．

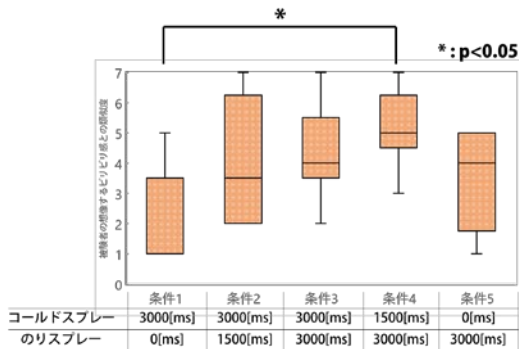


図 7 実験 1 の結果

実験 2

3.3 実験の目的

電気触覚ディスプレイを触った際のビリビリ感と，のりスプレアとコールドスプレアの混合物を比較し，主観的に同等な触感であるか検証した．

3.3.1 電気触覚ディスプレイ

本実験では，電気触覚ディスプレイを利用した(図 8)．この電気刺激ディスプレイはマイクロコントローラ(mbed LPC1768, NXP)，高速 D/A 変換及び電圧-電流変換回路が利用され，刺激電流の波形が制御可能である．電極は直径 1mm，中心間距離 2mm の電極を図 8 のように配置し，全

ての電極から刺激(30Hz, 陽極刺激)を提示する．

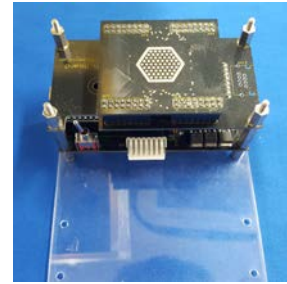


図 8 電気触覚ディスプレイ

3.3.2 実験条件

実験 1 と同一の被験者で実験を行った．被験者ごとに実験 1 の結果で最も評価の高かった混合比率の混合物を使用し，電気触覚ディスプレイによる刺激と比較した．なお，最も評価の高い条件が複数あった場合，すべての条件に対して電気触覚ディスプレイとの比較を行った．

3.3.3 実験手続

被験者は実験 1 と同じ男性 5 名，女性 1 名(22~33 歳)で行った．被験者はまず電気触覚ディスプレイに左腕の人差し指を押し当て，電氣的触感を感じるまで刺激の強度(電流値)を上昇させた．その後，実験装置の円内の部分に対してスプレアの混合を行った．混合の終了を確認後，図 4 のように実験装置の円内の部分に右腕の人差し指を押し当て，感じた触感に対して図 9 の質問に 7 段階リッカートスケールで回答させた．

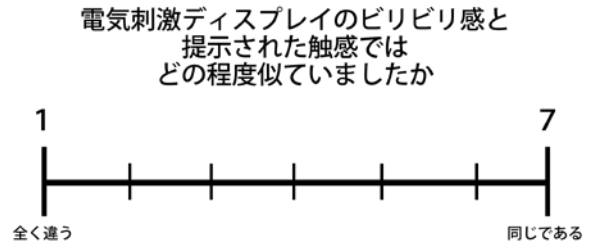


図 9 実験 2 の質問



図 10 実験 2 の様子

3.3.4 実験結果と考察

図 11 に被験者が回答した電気触覚ディスプレイのビリビリ感と本実験で提示した触感の比較結果を示す．グラフより電気触覚ディスプレイと提示された触感では類似度

が高いことがわかる。このことから、今回新たに発見されたビリビリ感が、電気刺激におけるビリビリ感に類似していることが確認された。

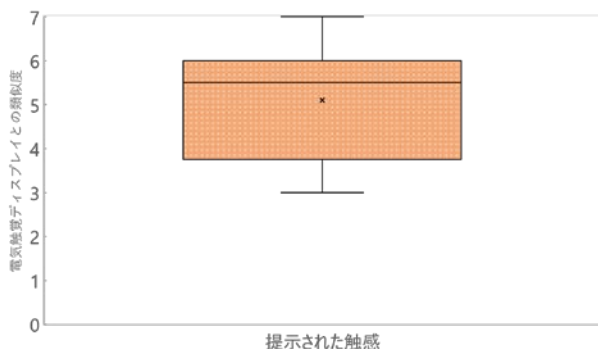


図 11 実験 2 の結果

4. おわりに

本研究では、のりスプレーとコールドスプレーの混合物の発泡による電氣的触覚提示手法の発見、その調査を行った。その結果、のりスプレーとコールドスプレーの混合比率の違いによって生起するビリビリ感が原価することが確認された。この実験でそれぞれの被験者が回答した最も評価の高い割合の混合物を比較した結果、7段階評価で中

央値 5.5 の高い類似性があることがわかった。

今後は評価が高かった複数の条件に対してレーザー変位計等を用いて指の皮膚変形の計測を行う予定である。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 15H05923（新学術領域研究「多元質感知」）の助成を受けたものです

参考文献

- [1] V. Yem, R. Okazaki, H. Kajimoto, "FinGAR: Combination of Electrical and Mechanical Stimulation for High-Fidelity Tactile Presentation." SIGGRAPH '16 Emerging Technologies, Article No. 7, 2016.
- [2] 武井, 渡辺, 岡崎, 梶本: 電気触覚ディスプレイおよび圧力分布センサを用いた把持型マスタハンドの開発(第2報)-触覚提示による物体形状の識別実験およびアプリケーションの開発-, 第16回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2015.
- [3] V. Yem, H. Kajimoto, "Comparative Evaluation of Tactile Sensation by Electrical and Mechanical Stimulation," IEEE Transactions on Haptics, Vol.10. No. 1, pp.130-134, 2017.
- [4] V. Yem, H. Kajimoto, "Masking of Electrical Vibration Sensation Using Mechanical Vibration for Presentation of Pressure Sensation," IEEE World Haptics Conference 2017.