

# 蒸気圧覚に関する研究

A Study on Pressure Sensation by Steam

甲斐卓弥<sup>1)</sup>, 小島雄一郎<sup>1)</sup>, 橋本悠希<sup>1)</sup>, 梶本裕之<sup>1)</sup>

Takuya KAI, Yuichiro KOJIMA, Yuki HASHIMOTO and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 人間コミュニケーション学科

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 {kai.t, y-kojima, hashimoto, kajimoto}@kaji-lab.jp)

**Abstract:** In rare cases, pressure sensation perceives besides the thermal sensation when the hand is held on the boiling water. Some reason would exist such as steam, temperature, humidity and tactile receptor. A novel non-contact tactile display could be proposed by applying this phenomenon. In this paper, we try to solve the reason of this phenomenon by separating each element.

**Key Words:** Steam, Pressure Sensation, Humidity

## 1. はじめに

デバイスと皮膚が接触しない非接触型の触覚ディスプレイは、ユーザを拘束しない理想的な提示手法としていくつか提案されてきた。星ら [1]は超音波を照射し、皮膚表面で放射圧を生じさせることにより空中での触覚提示を可能としている。橋本ら [2]は風を知覚するまでの閾値を検証し、微風による触感生成を検討している。また、触覚の提示を行う時のみデバイスを皮膚に密着させる無負荷時非接触の遭遇型触覚提示手法もいくつか提案されている [3][4]。

しかしそれぞれの手法には課題が残る。超音波を用いた手法は提示面積の拡大に伴い振動子の個数が増加してしまう。風を利用する手法では、圧覚が生じる風量を提示するために大きなエネルギーが必要となる。遭遇型デバイスは装置が大がかりであるために自由度の高い触覚提示方法としては取り入れにくい。

本研究では非接触下での触覚提示を目的とし、さらに簡便な手法を検討する。

我々は水を沸騰させた際に発生する蒸気にゆっくりと手をかざした際、時に温度感覚とは別に指が持ち上げられるような圧覚が生じる現象に着目した。我々はこの現象を“蒸気圧覚”と名付け、新しい非接触圧覚提示手法として提案する。

この現象は確実に生じるわけではなく、ある一定の条件下でのみ生じる傾向がある。生じる要因を検証することで新しい空中触覚ディスプレイへと応用が可能となると考えられる。本論文ではこの“蒸気圧覚”現象を発生させるために様々な条件下で比較実験を行い、原因の解明を試みる。

## 2. 蒸気圧覚発生要因の予備的検討

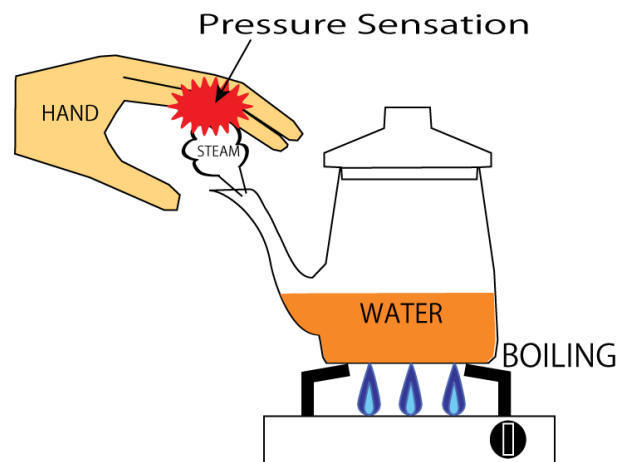


図 1 提案手法：蒸気による圧覚

この知覚が蒸気による圧力負荷の影響ならば掌全体で知覚可能と考えられるが、現段階では指先のみ圧覚を生じ、手掌部では生じない傾向にある。指先と手掌部で圧覚知覚閾値に関して比較的大きな差が無い [5] ことから実際の圧力によって圧覚が生じているわけではないと推測される。蒸気は大きく分けると水蒸気 (気体) と熱という二つの要素で構成されているから、どちらかが要因となって圧覚が生じている可能性がある。

まず気体のみが要因となっているかどうか検証した。比較的温度の低いドライアイスの水蒸気に手をかざして検証したところ、圧覚は生じなかった。一方、熱のみが起因しているかどうか検証するために遠赤外ヒーターの熱で圧覚が生じるか検証したところ、熱単体では圧覚を生じることとはなかった。蒸気と熱の両者が発生条件として必要な複

合的な現象だと推測される。

### 3. 実験

蒸気に手をかざす前の手の状態や提示面積を変化させる事によって、蒸気圧覚発生閾値に変化が生じるか実験を行った。

被験者には蒸気圧覚で感じる圧覚がどのような圧覚かを事前に説明した上で、蒸気への手の出し入れを 30 分間繰り返し、圧覚を生じた人を被験者とした。

圧覚を生じた被験者 5 人 (男性 4 名女性 1 名、21~23 歳) に対して 4 つの実験を行った。

#### 3.1 蒸気圧覚を提示する面積の変化

同形状の 5 つの容器を用意し、それぞれの容器に水 400ml を入れ加熱し、沸騰したところで直径 10mm, 20mm, 30mm, 40mm, 50mm の穴が空いている 5 種類のふたをそれぞれの容器に被せた。径の小さい穴から順に比較させ、それぞれ蒸気圧覚が変化するかどうか回答させた。手とふたとの距離は 10mm で固定し実験を行った。

#### 3.2 温覚感覚の付加

温度そのものが重要なのか、主観的な温度感覚が必要なのかを区別するため、一方の手に温覚刺激用のカプサイシンを塗布し、もう一方には何も塗布せずに、左右両方の手の圧覚の感じ方の変化を比較させた。また、左右の条件を逆にして同様の実験を行った。

#### 3.3 冷覚刺激の付加

一方の手に冷覚刺激用のメントールを塗布し、もう一方には何も塗布せずに、左右両方の手の圧覚の感じ方の変化を比較させた。左右の条件を逆にして同様の実験を行った。

#### 3.4 手の水分

一方の手に手を乾燥させるため無水エタノールを塗布し、乾燥するまで待った。もう一方には何も塗布せずに、左右両方の手の圧覚の感じ方の変化を比較させた。その際無水エタノールによる冷却の可能性を取り除くため、塗布した側の手の温度が回復してから比較を行った。左右の条件を逆にして同様の実験を行った。

### 4. 結果

実験結果を表 1 に示す。各実験による感じ方の変化の有無を表にしたものである。変化ありという回答を○、変化なしを×とした。

径の値が大きくなるに従い圧覚の刺激強度が強まる感じがすると被験者全員が回答した。カプサイシンによる知覚変化はなかった。メントール塗布によって圧覚に変化を生じた被験者は 3 名、生じなかった被験者は 2 名であったが、使用した薬品にはメントールだけでなくエタノールも含まれていたため他の要素がぬぐえず、表では△と表記している。手の水分を除去した場合には圧覚が強まったという回答や、圧覚を感じる位置が鮮明になったという回答を得た。

最初の 30 分間蒸気に手を出し入れしていたときに、手をかざす速度によって蒸気圧覚が発生する時と発生しない時があったという報告が 5 人中 4 人あった。手をかざす速度が遅いと熱のみを知覚し、早いと何も感じず、適度な速度で初めて圧覚が発生するという報告があった。さらに手を動かしている時のみ圧覚が発生し、蒸気にかざし静止していると圧覚がなくなったという報告も 5 人中 4 人から得た。

表 1 実験結果

		被験者				
		A	B	C	D	E
行った実験項目	蒸気提示する穴の大きさの変化	○	○	○	○	○
	温覚刺激の付加	×	×	×	×	×
	冷覚刺激の付加	×	×	×	△	△
	手の乾き具合	○	○	×	○	○

### 5. おわりに

本論文では非接触触覚提示手法として蒸気による圧覚提示を提案した。またこの現象が発生しやすい条件について実験を行うことにより、温度は関係するものの、温度感覚の関与がほぼ考えにくいこと、および蒸気の提示面積と手の乾燥が原因の可能性として考えられることが分かった。

### 参考文献

- [1] 星, 岩本, 篠田: 空中超音波振動子アレイによる触覚提示, Proceeding of the 2009 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Fukuoka, Japan, May 24-26, 2009
- [2] 橋本, 今枝: 人間の指先における微風の知覚特性に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol. 106, No.91 pp. 35-40, 2006.
- [3] 朝原, 梶本, 川上, 舘, 株式会社テック・エキスパート, 川淵: テレグジスタンスの研究 (第 37 報) - TELESAR II マスターアームの開発 (1) -, 第 4 回システムインテグレーション部門学術講習会, 2003
- [4] 横小路泰義, 村守宣彦, 吉川恒夫: 多指遭遇型ハプティックデバイスの設計, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.69-72, 2002
- [5] 大山, 今井, 和気: 新編感覚・知覚心理学ハンドブック, 誠信書房, 1994, pp.1226-1229