

# 相互温度参照現象 Thermal referral の身体部位依存性

## The differences by the part of Thermal Referral

○渡辺 亮（電通大） 岡崎 龍太（電通大） 梶本 裕之（電通大，科学技術振興機構）

Ryo WATANABE, The University of Electro-Communications, r.watanabe@kaji-lab.jp  
Ryuta OKAZAKI, The University of Electro-Communications, okazak@kaji-lab.jp  
Hiroyuki KAJIMOTO, The University of Electro-Communications, kajimoto@kaji-lab.jp

When thermal stimulation is applied to one place and tactile stimulation is presented to the other place on the skin, we also perceive thermal sensation on the latter place. This illusion known as Thermal Referral (TR), was well studied in fingers and forearm. However its character in other parts is seldom known. We conducted an experiment to verify the difference in TR occurrence rate in four places applied to a breast from a right hand. As a result, TR occurrence rate at the case of stimulating two over a wrist or median line were very low.

**Key Words:** thermal referral, thermal-tactile illusion.

### 1. 緒言

触刺激と温度刺激を同時に異なる場所に提示した時、温度感覚が触刺激を提示した箇所に移動する錯覚現象 Thermal Referral (略称 TR) が知られている[1]. これまで TR は主に手指、前腕で観察されてきたが、その他の身体部位における性質は未知である[2][3]. 本研究では全身における TR について検討する. 本稿では特に、右前腕から胸にかけての 4 部位における TR 生起率を検証した.

### 2. 実験

皮膚上の 2 箇所に温度刺激および触刺激を提示したとき、TR によりそれぞれの位置に知覚される温度感覚を口頭で回答させた. 本実験は電気通信大学倫理委員会の承認のもと行われた.

#### 2.1. 被験者

20 代の男性被験者 4 名が参加した.

#### 2.2. 実験環境

室温 19°C 室内で実験を行った. なお実験を通して、被験者は上半身の衣服を脱いだ状態であった.

#### 2.3. 実験システム

システムは 2 個の温度刺激提示装置から構成される (Fig. 1). 各装置はヒートシンクおよび冷却ファン、温度制御用サーミスタを搭載した 40mm×40mm ペルチェ素子から構成される. サーミスタにより温度を計測し、モータドライバによりペルチェ素子に加える電圧を制御することにより、呈示温度は一定に保たれる. 2 個の温度刺激提示装置は 100mm の距離を隔てて壁面の床から約 140cm の位置に配置された.



Fig. 1 Temperature stimulator

#### 2.4. 実験条件

温度刺激の呈示部位は以下の 4 条件を用意した (Fig. 2).

- (1) 右手首をまたいだ掌、前腕の 2 箇所
- (2) 右肘をまたいだ前腕、上腕の 2 箇所
- (3) 右肩をまたいだ上腕、胸部の 2 箇所
- (4) 正中線をまたいだ左右胸部の 2 箇所

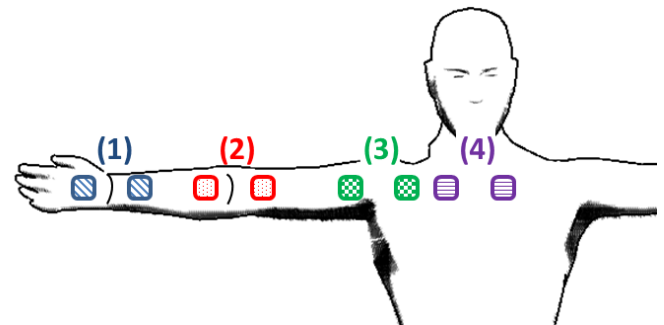


Fig. 2 The stimulated places

2 個の温度刺激提示装置から提示した温度刺激のパターンは以下の 3 種であった.

- (a) 近位側（体幹に近い側、左側）装置：40°C，遠位側（末端に近い側、右側）装置：30°C
- (b) 近位側装置：30°C，遠位側装置：40°C
- (c) 近位側装置：30°C，遠位側装置：30°C

40°C は皮膚の損傷なく温覚を生起可能な温度であり、30°C は皮膚温に極めて近い温度である[4]. このため 30°C の温度刺激が加えられた際には温度感覚は生起せず、温度素子に接触したことによる触覚のみが生起すると考えられる.

呈示部位 4 条件それぞれに対し刺激パターン 3 種が用意されているため、被験者は計 12 条件の実験を行った.

#### 2.5. 実験手順

被験者は全 12 条件それぞれに対し 4 試行ずつ、計 48 試行をランダムな順序で行った. 以下に 1 試行あたりの手順を示す. 被験者は(1)~(4)のうち指定された部位を壁面の温度刺激提示

示装置に 10 秒間押し当てた。10 秒後、装置から離れ、各装置が接触した部位に温覚（「熱い」「あたたかい」）が生じたかどうか回答を行った。

## 2.6. 実験結果

実験結果を Fig. 3 に示す。グラフ縦軸の「TR 生起率」は(a)(b)の条件の際に、被験者が 2 箇所ともに温覚が生じたと回答した割合を示す。(2)肘をまたいだ 2 箇所(3)肩をまたいだ 2 箇所では TR 生起率が高いが、対して(1)手首をまたいだ 2 箇所(4)正中線をまたいだ 2 箇所での生起率が非常に低いことがわかる。Holm 法による多重解析の結果、(2)は(1)および(4)との間に 1%有意差が、(3)は(1)および(4)との間に 5%有意差が認められた。

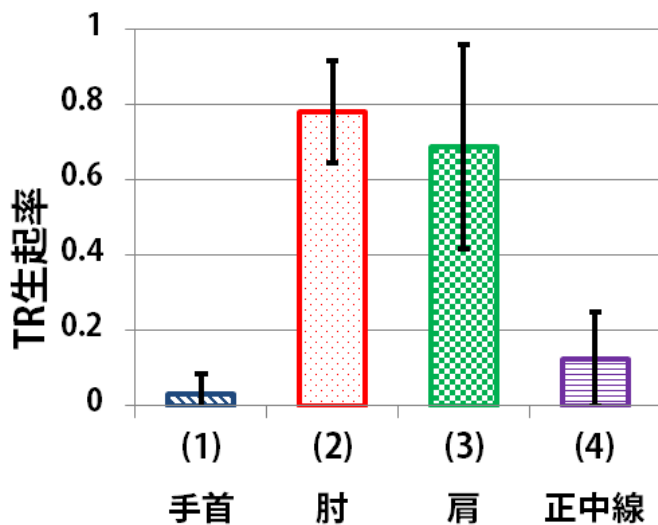


Fig. 3 TR occurrence rate in four places

## 3. 結言

本稿では右前腕から胸にかけての 4 部位における TR の生起率を被験者実験により検証した。実験の結果、手首及び正中線をまたいだ 2 点間では TR の生起率が大きく減少することが示唆された。

## 文 献

- [1] Green, B. G., "Localization of thermal sensation: An illusion and synthetic heat." Perception & Psychophysics, Vol. 22 (4), pp. 331-337, 1977.
- [2] Green, B. G., "Synthetic heat at mild temperatures." Somatosensory & motor research, 19(2), pp. 130-138, 2002.
- [3] Ho, H. N., Watanabe, J., Ando, H., & Kashino, M., "Somatotopic or spatiotopic? Frame of reference for localizing thermal sensations under thermo-tactile interactions." Attention, Perception, & Psychophysics, 72(6), 1666-1675, 2010.
- [4] ISO13732-1: Ergonomics of The Thermal Environment-Methods for The Assessment of Human Responses to Contact with Surfaces (Part1: Hot Surfaces), 2006.