



# 手指での温冷覚誤認現象に関する実験と考察

## Experiments and Discussion of Paradoxical Thermal Illusion on Fingers

橋口哲志<sup>1)</sup>

Satoshi HASHIGUCHI

1) 龍谷大学 先端理工学部 (〒520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5, s\_hashi@rins.ryukoku.ac.jp)

**概要:** 温度感覚は Thermal Grill Illusion や Thermal Referral といった錯覚現象のように、近傍に複数の刺激があると誤認してしまう。さらに刺激箇所を増やした場合には誤認が頻出し、温覚刺激を冷たい、冷覚刺激を温かいと真逆に誤認してしまう場合もある。そこで、本稿では温度提示で最も想定される手指に装着した提示でもこの誤認現象が発生するのかを確認する。実験に使用する装着型の温度提示装置を製作して実験を行ったところ、手指において誤認現象が発生することがわかった。

**キーワード:** 温度感覚, 温度錯覚, 誤認

### 1. はじめに

温度感覚は Thermal Grill Illusion (以下, TGI) や Thermal Referral (以下, TR) といった多くの錯覚現象が発見されている[1]。TGI は温覚刺激と冷覚刺激を皮膚上の近傍へ同時に提示した際に痛痒や灼熱感を生起させる。TR は振動覚刺激や圧覚刺激などの触覚刺激が温冷覚刺激の近傍に提示された場合、温度の知覚位置が触覚刺激を提示した箇所に誘導される。このように近傍の複数の刺激は温度感覚を誤認させてしまう。さらに温度刺激を増やした場合には温度の誤認は頻出する。その中でも温覚刺激を冷たい、冷覚刺激を温かいと真逆に誤認してしまう場合もある[2]。このような誤認現象は、温度提示を困難させる一要因になりうるが、一方で発生傾向を分析することで活用することも考えられる。

そこで、本稿では温度提示の活用が最も想定される手指に装着した提示でも、この誤認現象が発生するかを確認することにした。

### 2. 実験

#### 実験装置

図 1 のように温冷覚の提示部は、手指で装着型に設計するため、安定して制御可能な最小限の大きさ 23mm のペルチェ素子 (TEC1-07106, 海渡電子) を用いた。提示面には幅 10 mm のリング状にした銅板を用いて、ペルチェ素子からの熱を伝導させた。指の腹側のみ温冷覚提示を行うため、背側には伝熱しないように断熱材をいれた。提示面の反対側には放熱させるため、放熱板とファンをつけた。この装置の指腹側に温度センサ (103JT-025, SEMITEC) を取り付け、ペルチェ温度コントローラ (VPE-20-5V, ピックス) によって温度を制御した。温度の制御では、まず試行開始前に装置を装着した状態で温覚と冷覚とも感じ

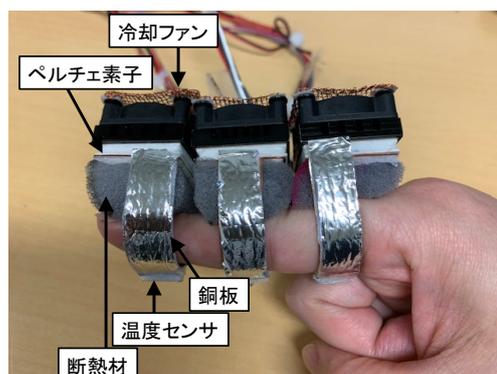


図 1 装着型温度提示装置

ない無関温度 32°Cになるまで温度を制御する。そして、温度刺激を提示する際、10 秒間に 5 度上昇 (37 度まで) もしくは下降 (27 度まで) させる。

#### タスク

実験では右人差し指 3 点 (指先, 中央, 付根の腹部) に温度刺激を提示した。刺激の組み合わせは、単一の温度刺激が並ぶ The same condition (指先から付根に向けて、HHH, CCC という順序; H は温覚刺激, C は冷覚刺激, 以下同上) と異なる温度刺激が混在する The mixed condition を用意した。さらに The mixed condition では、同じ熱的性質の刺激が 2 つ隣合わせに並ぶ The mixed\_adjacent condition (HHH, CHH, CCH, HCC) と、Green と同様の組み合わせの異なる熱的性質の刺激が交互に並ぶ The mixed\_alternate condition (HCH, CHC) の 2 種類を設けた。これらの刺激パターンが各所で知覚された温度を確認する。回答法には、リッカート尺度という心理測定法を採用し、7 段階で温度感覚の選択肢を見せて回答してもらう[3]。選択肢は最も冷たい部位を-3, 最も暑い部位を+3, 真ん中の何にも感じない部位を 0 とした 7 段階の尺度の中で当てはまるものを 1 つだけ選択する。

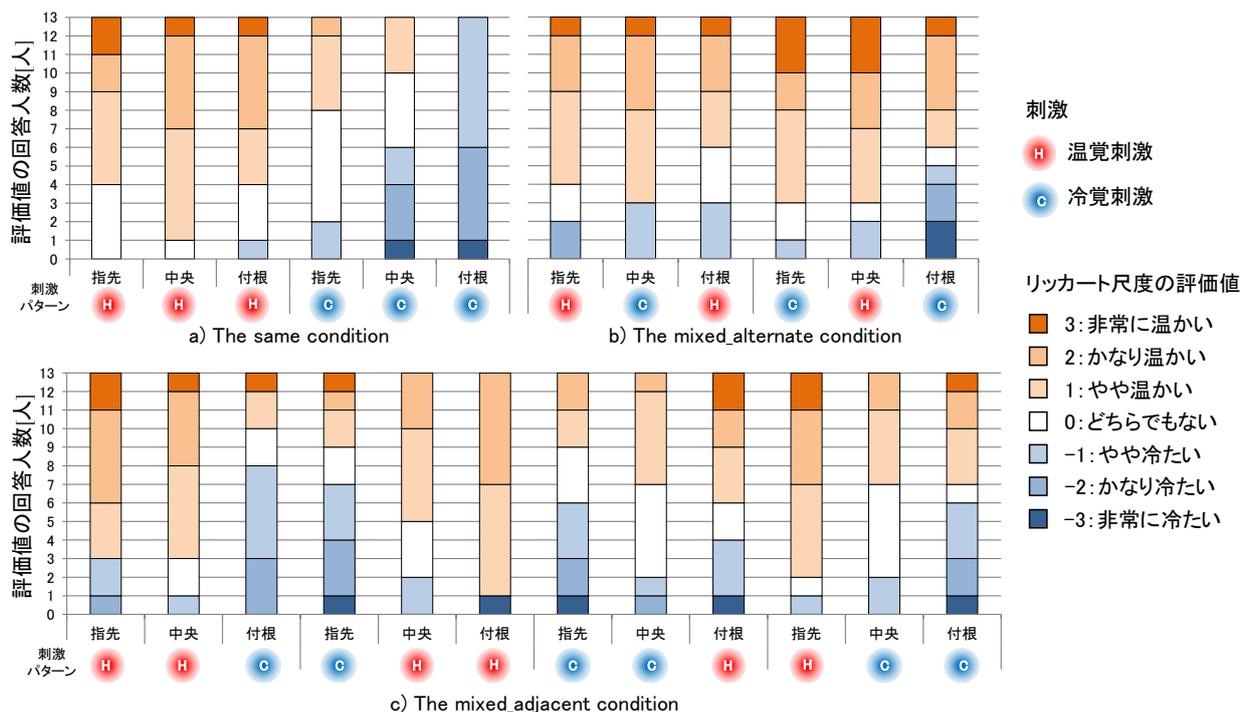


図2 実験結果：温度感覚の評価値

### 実験手順

実験には、成人13名（男性10名、女性3名）が参加した。参加者全員にインフォームドコンセントを得た上で実験を行った。まず、実験参加者に温度提示装置を装着させ、32°Cの無感温度に設定した値に達するまで待つ。次に8試行の刺激パターンの中からランダムに1つ提示する。そして、目標温度（温覚刺激：37°C、冷覚刺激：27°C）に到達した時点で3つの部位で知覚する温度感覚を7段階のリッカート尺度で回答させる。前試行の温度感覚が残らないように、十分休憩した上で次の刺激パターンを提示する。これを全8試行して、最後にコメントを聴取した。実験中の室温を25度±1度に設定した。

### 実験結果と考察

実験参加者13名のリッカート尺度の評価値を積み上がりグラフにした結果を図2に示す。この結果からThe mixed-alternate conditionの場合（図2b）に最も高い確率（13名中9名が真逆に誤認）で誤認することがわかる。HCHの刺激パターンは、中央Cが両端のHによって独占されている。一方、CHCは両端のCが温かいと知覚された。このことから、特にCHCの場合には独占でなく、中央から両端への相互作用が生起したと考えられる。

The mixed\_adjacent condition（図2c）では、数の多い刺激によって独占されることを予想していたが、The mixed-alternate conditionと比較すると誤認する確率は低かった（最も高確率の試行で13名中6名が真逆に誤認）。この結果は手指での誤認は独占による誤認よりも、相互作用によって多く発生する可能性を示唆している。

また、The same condition（図2a）では、単一の温度刺激が並ぶので、正確に温度知覚できると予想していたが、

こちらにも予想外に誤認する場合もあった。特に指先において冷覚刺激が最も誤認する結果となった。全体の結果を通してみると指先での誤認が多いことから、最も物体に触れて敏感であると考えられる指先は温度感覚が鈍感である可能性が示唆された。

### 3. むすび

本稿では、手指において温冷覚誤認現象を分析することを目的に、最も活用が想定される装着型の温度提示装置を製作して確認実験を行った。その結果、手指においても温度感覚は誤認することがわかった。特に異なる熱的性質の刺激が交互に並ぶような組み合わせでは、最も誤認する確率が高いことを確認した。また、今回の実験条件では指先での誤認が多かったが温度条件によっては異なる可能性があり、今後さらに分析していく必要がある。

謝辞 実験に協力頂いた三津川貴登氏に感謝する。本研究の一部は科研費・若手研究 No. 18K18079 による。

### 参考文献

- [1] B. G. Green: "Localization of thermal sensation: An illusion and synthetic heat," Perception & Psychophysics, Vol. 22, No. 4, pp. 331 - 337, 1977.
- [2] K. Arai, S. Hashiguchi, F. Shibata, and A. Kimura: "Analysis of paradoxical phenomenon caused by presenting thermal stimulation on three spots," proceedings of Human-Computer Interaction Int. 2017 (HCII 2017), pp. 281 - 286, 2017.
- [3] J. Tewel, J. Bird and G R. Buchanan: "The Heat is On: A Temperature Display for Conveying Affective Feedback," Proceedings of 35th ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2017), pp. 1756 - 1767, 2017.