

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19700483  
 研究課題名（和文） 温熱的快・不快感に関与する要因を探る－体力・自律性体温調節能に着目して－  
 研究課題名（英文） The relationship between thermal comfort sensation and autonomic thermoregulation  
 研究代表者  
 依田 珠江（YODA TAMAE）  
 獨協大学・国際教養学部・専任講師  
 研究者番号：40348818

## 研究成果の概要：

本研究は行動性体温調節の原動力である『温熱的快・不快感』と自律性体温調節の効果器反応の関係を明らかにするため①暑熱負荷実験（環境温 29 度～35 度）と②寒冷負荷実験（環境温 31 度～25 度）の 2 条件下において実験を行った。体力の高い成人男性は温度変化に対する自律性体温調節反応が素早く起こった。高齢者は温度感覚が変化しても自律性調節反応が起こりにくいという結果が得られた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,000,000	0	1,000,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,600,000	180,000	1,780,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：温熱的快・不快感、行動性体温調節、体力

## 1. 研究開始当初の背景

地球温暖化や都市部のヒートアイランド現象、熱中症などの問題はわれわれの生活に温度環境の変化が影響を及ぼし始めていることを示している。こうした温度変化に対して体温を一定に保つために体温調節反応が重要な役割を果たしている。特に温度に関係した感覚（温熱的快・不快感、温度感覚）は行動性体温調節を開始するきっかけとなる。

温熱的快・不快感は同じ外部からの刺激（皮膚温の変化で知覚）であっても体の内部の状態によって快であったり不快であった

りする（Mower, 1976）。「冷え性」女性を対象とした研究で、冷えを強く感じる女性は代謝が低い、つまり産熱能が対象女性群より劣っているため、それを補う形で冷えに対する主観的温度感覚が鋭くなっているという報告がある（Nagashima et al. 2002）。申請者はラットを絶食させたときの自律性および行動性体温調節反応を調べ、絶食によって非活動期の深部体温が低下し、寒冷逃避行動が増強されるという結果を得た（Yoda, et al. 2000）。つまり絶食というエネルギーがない状況下では、ラットは生存戦略として自律性

調節を抑えることで余計なエネルギーの損失を防ぎ、一方で行動によって体温の過度の低下を避けるようにふるまうという適応を示した。またアルコールを摂取した際の自律性および行動性体温調節反応を調べたところ、暑熱環境下では深部体温が低下を示したのに対し、温熱的感覚はむしろ「暑く」なった (Yoda et al., 2005)。寒冷環境下においても「寒い」という感覚がアルコール摂取により「寒くない」という方向に転じた。このように生体のおかれた状況によって自律性のみならず行動性体温調節も影響を受け、状況に応じた反応を示すと考えられる。単なる個人差ではなく、自律性体温調節反応では、体力の有無や順化によって違いが見られるように、行動性体温調節反応にも相違があるかもしれない。

## 2. 研究の目的

本研究では行動性体温調節の原動力である『温熱的快・不快感』と自律性体温調節の効果器反応の関係とそれに影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究は実験の開始にあたり、早稲田大学スポーツ科学学術院の研究倫理に関する委員会より承認を得た。

被験者は健康な成人男性および 55 歳以上の高齢男性とした。

①温熱的中性域～暑熱負荷実験－熱放散反応との関係－

皮膚血管拡張および発汗反応と温熱的快・不快感を測定し、熱放散反応と感覚の関係の特徴を明らかにする。

環境温は 29 度の温熱的中性域でベースラインのデータを 30 分間測定し、その後 60 分間で漸増的に 29 度から 35 度に上昇させ、さらに 35 度を 60 分間保つ。

②温熱的中性域～寒冷負荷実験－熱産生反応との関係

皮膚血管収縮および代謝と温熱的快・不快感を測定し、熱産生反応と感覚の関係の特徴を明らかにする。

環境温は 31 度の温熱的中性域でベースラインのデータを 30 分間測定し、その後 60 分間で漸増的に 31 度から 25 度に低下させ、さらに 25 度を 60 分間保つ。

実験はすべて人工気候室内で行い、湿度は 50% に設定した。

測定項目は以下に示す。

深部体温・心拍：経口式の体温測定用センサーと胸部に装着した心拍測定用プローブからの信号をテレメトリーシステム (HIT Technologies, Inc, CorTemp2000) にて連続的に測定した。

皮膚温：全身 8 箇所 (前額・胸部・背部・前

腕・腹部・大腿・下腿・足指) から熱電対にて連続的に測定した。

皮膚血流量：胸部、前腕および手指にセンサーを装着して、レーザードップラー血流計

(アドバンス ALF21) で連続的に測定した。発汗量：胸部に装着したプローブを用いて発汗計 (Kenz Perspiro oss-100) で連続的に測定した。

血圧：手首で自動加圧式血圧計を用い、5 分毎に測定した。

温冷感および快適感：ラインスケールによる自己申告方式を用いた。主観的溫度感覚 (温冷感：暑い～寒い) および温熱的快・不快感 (快適感：快適である～不快である) を被験者自身が安静時 5 分毎、温度変化開始後 2 分毎、感覚の申告を行った。

実験の前に被験者に実験の趣旨、内容を説明し実験の同意書を得た。

被験者は実験当日、直前の食事を抜きあらかじめ用意しておいたスポーツドリンク (500ml) のみを摂取し、実験室入室 1 時間前に体温測定用センサーを飲んだ。実験室入室後 1 時間、短パンのみを着用し座位安静にした。その間実験用機器を装着した。

実験①と②の順番は被験者ごとにランダムとした。

## 4. 研究成果

成人男性を最大酸素摂取量で高体力群と一般群に分類した。加えて高齢者群を設けた。

①温熱的中性域～暑熱負荷実験

深部体温は各群とも安静時、変動はあるものの安定していたが、環境温が上昇するにつれ深部体温も上がっていった。

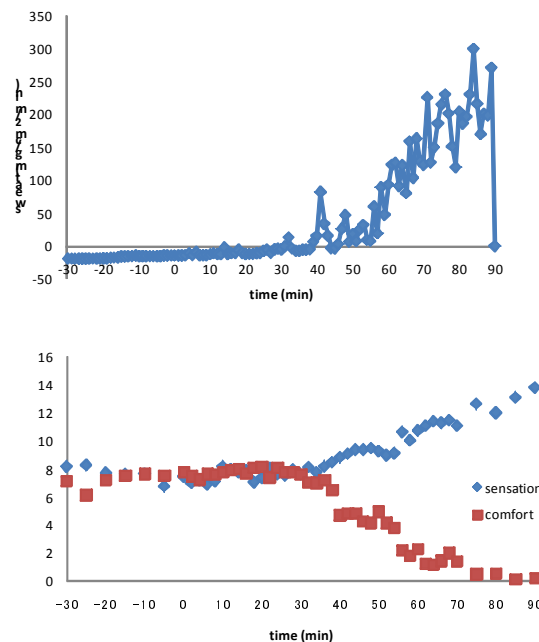


図1. 暑熱実験時の高体力群の発汗反応(上図)および温度感覚・温熱的快適感(下図)の一例

高体力群は一般群、高齢者群よりも暑熱負荷実験中の発汗反応が早く、発汗量も多かった。温熱感、快適感の変化開始には高体力群、一般群には違いが見られなかった。

一方、高齢者群は温熱的感覚が変化しているにもかかわらず、熱放散反応である発汗が始まるのが環境温変化開始後 60 分と遅くなっているという結果が得られた。

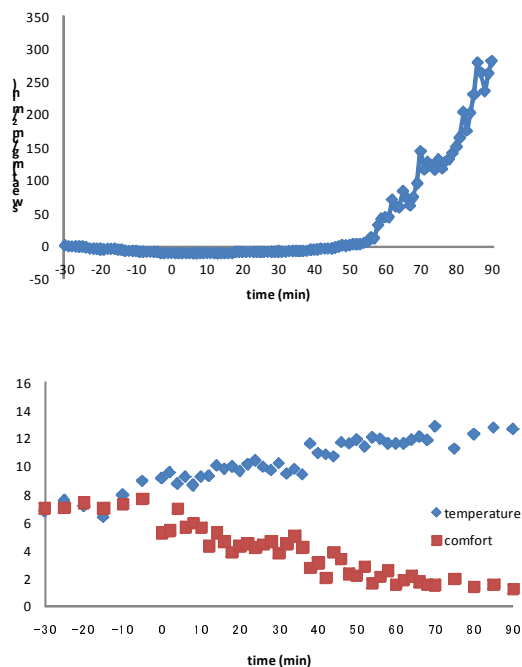


図2. 暑熱実験時の高齢者群の発汗反応(上図)および温度感覚・温熱的快適感(下図)の一例

## ②温熱的中性域～寒冷負荷実験

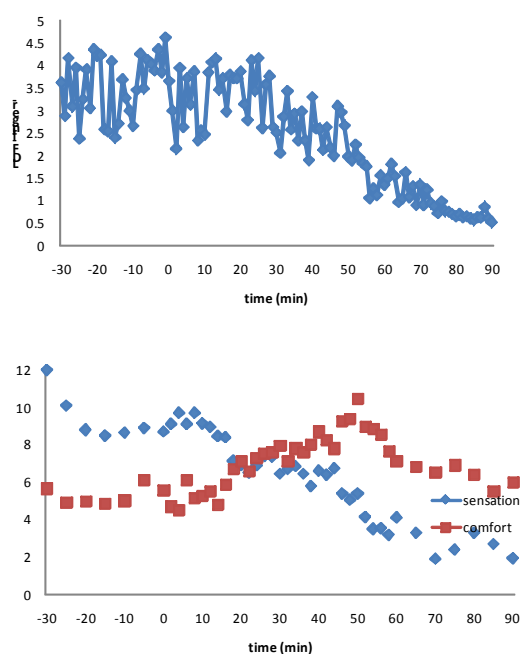


図3. 寒冷実験時の高体力群の手指皮膚血流反応(上図)および温度感覚・温熱的快適感(下図)の一例

寒冷負荷実験では高体力群の皮膚血管反応が一般群よりも早く、環境温の低下が始まった直後から皮膚血流量が減少した。高齢者は環境温の変化が始まる前から皮膚血流量の低下がみられた。冷却感ほどの群も環境温低下とともに低下した。

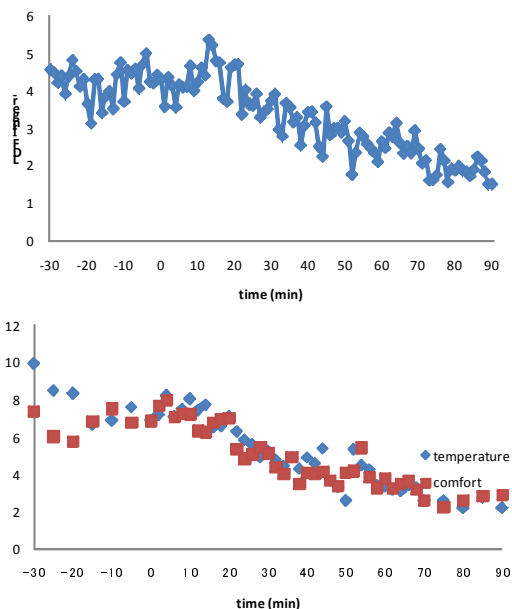


図4. 寒冷実験時の高齢者群の手指皮膚血流反応(上図)および温度感覚・温熱的快適感(下図)の一例

体力の高い人、つまり普段から運動の習慣のある人は体温調節反応が活発に働くということが示された。

高齢者の中でも運動習慣等で体力の違いで比較し、その影響を検討する必要があるだろう。

今回の研究では温熱的快・不快感と自律性体温調節反応との間にどのような関係があるかを体力と老化に着目して調べることを目的として行ったが、温熱的感覚の個人差が大きかったため、はっきりとした傾向がつかめなかった。今後は被験者数を増やすことと、さらに環境温による負荷のかけ方を工夫して感覚、自律性反応とも明確な変化を示すような実験プロトコルを考え、この課題を克服しなければならないだろう。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2件)

①Mayumi Nakamura, Tamae Yoda, Larry I Crawshaw, Saki Yasuhara, Yasuyo Saito, Momoko Kasuga, Kei Nagashima and Kazuyuki Kanosue. Regional differences in temperature sensation and thermal

comfort in humans. *Journal of Applied Physiology* 105(6), 1897-1906, 2008. 査読有

② Tamae Yoda, Larry I Crawshaw, Kumiko Saito, Mayumi Nakamura, Kei Nagashima and Kazuyuki Kanosue. Effects of alcohol on autonomic responses and thermal sensation during cold exposure in humans. *Alcohol* 42(3), 207-212, 2008. 査読有

〔学会発表〕（計 1 件）

Mayumi Nakamura, Tamae Yoda, Larry I Crawshaw, Saki Yasuhara, Yasuyo Saito, Momoko Kasuga, Kei Nagashima and Kazuyuki Kanosue. Regional differences in thermal comfort in humans. The 18<sup>th</sup> International Congress of Biometeorology, 2008 年 9 月 26 日, Tokyo.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

依田 珠江 (YODA TAMAE)

獨協大学・国際教養学部・専任講師

研究者番号：40348818

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし