

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：34428

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25630241

研究課題名(和文) 各部位の温冷感覚の感度関数および心理的構えを考慮した部位温冷感の統合モデルの導出

研究課題名(英文) Derivation of the unification model of the regional thermal sensation in consideration of the sensitivity of the warm and cool sense of each region

研究代表者

宮本 征一 (Miyamoto, Seiichi)

摂南大学・理工学部・教授

研究者番号：80273316

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：エネルギー削減をしつつ快適な温熱環境を構築するためには、不均一な温熱環境を積極的に取り入れる必要がある。このような不均一な温熱環境下においては、均一で定常な温熱環境下における生理状態と心理反応の関係から逸脱する関係が見られることがある。

そのため、青年男性被験者を対象として、人体各部位の温冷感覚を定量的に測定する方法を明らかにして、温熱的中な環境から寒冷環境までの環境下において、人体各部位の温冷感覚を測定した。

研究成果の概要(英文)：The head and the distal portion of young male subjects were given the warm or cold stimulation in constant temperature and humidity room controlled to ambient temperature 8 degrees Celsius - 28 degrees Celsius, relative humidity 50%. The temperature to perceive warm or cool stimulation and the temperature to perceive unpleasantness were calculated, and the differences with the skin temperature were calculated.

As a result, the individual differences were seen in the decrease of the warm or cool sensitivity with the decrease of skin temperature. The decrease of skin temperature decreased the sensitivity of the distal portion than the head, and it decreased the warm sensitivity than the cool sensitivity.

研究分野：建築環境・設備

キーワード：温感受性 冷感受性 部位温冷感 全身温冷感 温熱的不快感 部位 局所

1. 研究開始当初の背景

温熱環境が変化すると、生理状態（皮膚温や熱流束）が変化し、さらに、生理状態に応じて心理反応（温冷感や温熱的快適感）が変化するという関係から、均一で定常的な温熱環境下において、温熱環境（温冷刺激）- 生理状態 - 心理反応という一連のデータが蓄積されてきた。近年では、不均一または非定常な温熱環境下におけるデータの蓄積がなされつつあるが、生理状態 - 心理反応の関係について、既往の知見では説明できない関係が見られることがある。このような生理状態 - 心理反応の関係は、実験の不備や個人差として処理されることが多いが、隠された要因が作用している可能性があり、不均一または非定常な温熱環境下における心理反応を定量的に把握するためには、その隠された要因を明らかにする必要があると考えられる。

2. 研究の目的

エネルギー削減をしつつ快適な温熱環境を構築するためには、不均一または非定常な温熱環境を積極的に取り入れる必要がある。しかし、このような温熱環境下においては、均一で定常な温熱環境下における生理状態と心理反応の関係から逸脱する関係が見られることがあり、温熱環境を適切に評価できない場合がある。そのため、人体各部位の温冷感覚の部位間相互作用を明らかにして、部位の温冷感覚を非線型結合することにより、様々な温熱環境下において全身温冷感を予測する認知モデルを導出する。

3. 研究の方法

(1) 各部位の温覚と冷覚の感受性を把握するための実験を行うこととした。温覚と冷覚の感受性を測定する機器および方法は確立されているが、建築温熱環境分野で測定されている皮膚温や熱流束と比較して再現性が低いため、信頼性が高い値を得るため、温冷刺激を与える面積と温冷刺激を与える温度変化の速度について考察を行い、測定方法を確立することとする。その測定方法を用いて、温熱的中立な環境下から寒冷環境下（室温 28、23、18、13、8）において、青年被験者を対象として、各部位（頭部、頸部、胸部、腹部、背部、腰部、臀部、上腕部、前腕部、手背部、掌部、大腿部前、大腿部後、下腿部前、下腿部後、足背部、足裏部の 17 部位）の温覚と冷覚の感受性を測定した。温冷刺激を与える温度変化の速度は 0.1 /秒、0.3 /秒、0.5 /秒とした。既往の研究では、温刺激または冷刺激を知覚した時の温度と刺激を与える前の温度との差を閾値（感受性）として報告されているが、建築空間において、常に、温冷刺激に意識が向いていることはないため、温刺激または冷刺激を不快と知覚した時の温度も測定することとした。

(2) 不均一放射環境下における各部位の生

理心理反応を把握するための実験を行うこととした。居住空間で用いられるエアコンや放射パネル、床暖房システムにより、局所的な温冷刺激を被験者に曝露することとした。人体から環境への放熱量を同一な値にするために、サーマルマネキンを用いて測定される全身等価温度が同一の値となるように、室温を調節した環境下において、不均一な温熱環境を作り出した。青年被験者を対象として、部位の皮膚温、皮膚熱流束と温冷感および全身温冷感と温熱的快適感を測定した。

4. 研究成果

(1) 恒温恒湿室を熱的中立な 28 に制御した環境下において、プローブが 10mm 角のペルチェ素子である温冷感閾値計を用いて、背部および腰部に局所的な温刺激を与えた結果、背部および腰部の温感受性は腰部が最も感受性が高く（敏感）、背部上部または臀部に向かうにつれて感受性が低く（鈍感）になった。

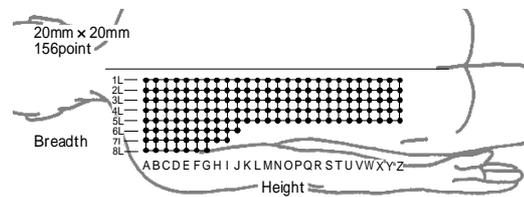


図1 測定点（背部と腰部）

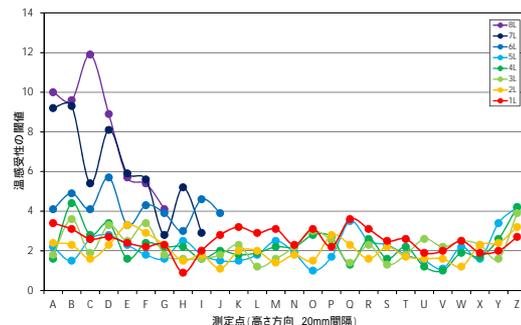


図2 温感受性の閾値を分布（背部と腰部）

同一測定点における温感受性の再現性は、温感受性が低いほど再現性が低くなるため、複数回の温感受性を測定して、その平均値を算出する必要があると考えられる。

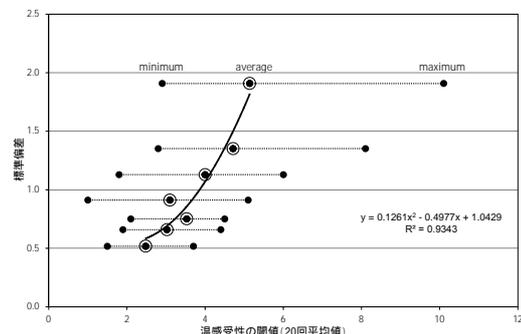


図3 温感受性の閾値とバラツキの関係

(2) プロブが 10mm 角のペルチエ素子である温冷感閾値計とプロブが 25mm 角のペルチエ素子である温冷感閾値計を用いて、背部および腰部に局所的な温冷刺激を与えた結果、局所的な温冷刺激を与える面積が広いほど、バラツキが小さくなり、再現性が高い値を得ることができた。

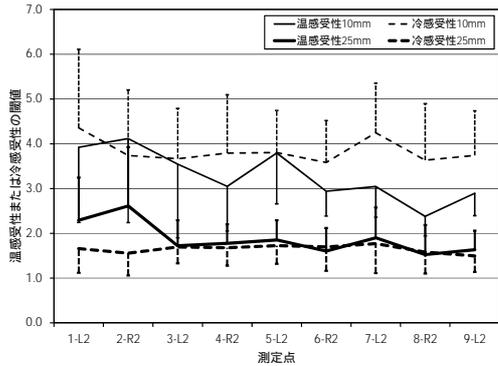


図4 温感受性の閾値とバラツキの関係

(3) 恒温恒湿室を 28、23、18、13、8 の 5 条件で制御した環境下において、プロブが 25mm 角のペルチエ素子である温冷感閾値計を用いて、額、頬、頸後、掌、手背、足背、踵、土踏まずに局所的な温冷刺激を与え、温冷刺激を知覚した温度(知覚開始温度)と、不快を知覚した温度(不快知覚温度)を測定し、曝露時の皮膚温との差を知覚開始温度差、不快知覚温度差として算出した結果、知覚開始温度差より不快知覚温度差のほうが個人差が大きくなった。温覚と冷覚では受容器が異なること、無関帯から持続性冷覚が生じる範囲での曝露であったため、温覚と冷覚では知覚開始温度差と不快知覚温度差は大きく異なった。

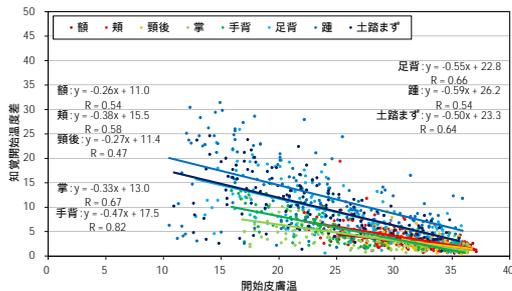


図5 開始皮膚温と知覚開始温度差の関係(温覚)

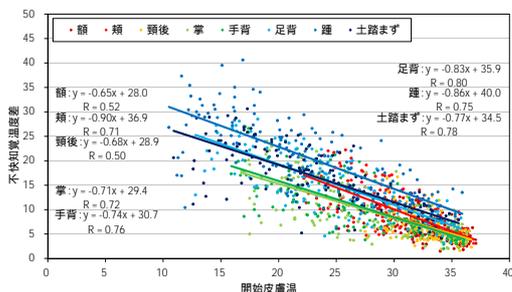


図6 開始皮膚温と不快知覚温度差の関係(温覚)

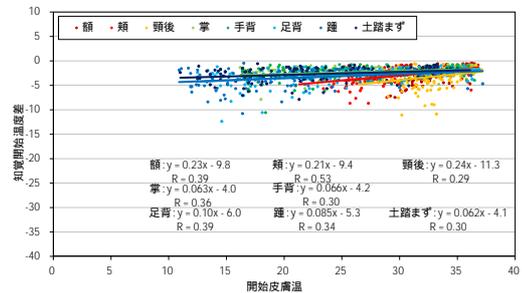


図7 開始皮膚温と知覚開始温度差の関係(冷覚)

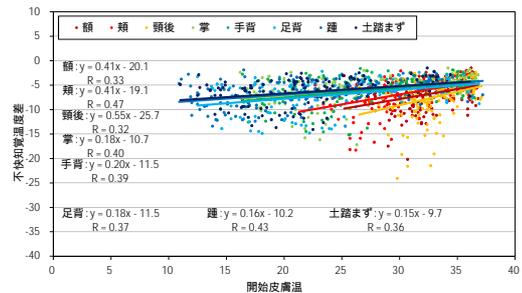


図8 開始皮膚温と不快知覚温度差の関係(冷覚)

(4) 恒温恒湿室を熱的中立な 28 に制御した環境下において、プロブが 25mm 角のペルチエ素子である温冷感閾値計を用いて、頭部、頸部、胸部、腹部、背部、腰部、臀部、上腕部、前腕部、手背部、掌部、大腿部前、大腿部後、下腿部前、下腿部後、足背部、足裏部の 17 部位に局所的な温刺激を与えた結果、冷覚より温覚のほうが、部位間の差が大きくなった。知覚開始温度差と不快知覚温度差との関係を示すと、温覚、冷覚ともに相関が高く、知覚開始温度差が大きくなると不快知覚温度差も大きくなった。

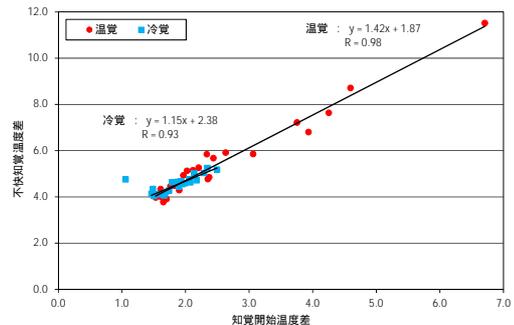


図5 知覚開始温度差と不快知覚温度差の関係

(5) サーマルマネキンを用いて等しい等価温度下となるように調節された不均一な環境下において、青年被験者を対象として、温熱的快適感、全身温冷感、部位温冷感(頭部、胸部、腹部、背部、腰部、腕部、手部、大腿部、下腿部、足部)を測定した結果、部位平均温冷感と全身温冷感の差が大きいほど、部位間温冷感差が大きくなっていることから、局所的な温冷刺激による部位の温冷感覚に意識が向くと、全身温冷感の意識が向いている部位の温冷感覚の影響を大きく受けて、全

体温冷感が部位平均温冷感から乖離すると考えられる。快適側を申告している場合より不快側を申告している場合のほうが、部位平均温冷感と全身温冷感の乖離が大きく見られた。

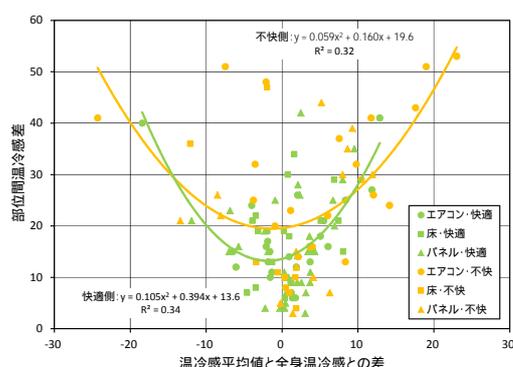


図 6 温感受性の閾値とパラッキの関係

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計6件)

宮本征一：異なる家庭用空調機を用いた等しい等価温度下における部位温冷感と全身温冷感との関係に関する研究、2016年度日本建築学会大会（九州）発表予定

宮本征一、大浦理沙：温熱的中立～寒冷環境における温冷刺激を知覚する温度と不快を知覚する温度に関する研究 青年男性被験者の頭部と末梢部の場合、人間-生活環境系シンポジウム報告集 39、pp.139-142、2015-11-16

宮本征一、大浦理沙：青年男性を対象とした温冷刺激を知覚する温度および不快を知覚する温度に関する研究、2015年度日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集（環境工学） pp.391-392、2015-09-04

宮本征一、大浦理沙：寒冷曝露時の温冷刺激を知覚する温度および不快を知覚する温度に関する研究 青年男性の頭部・手部・足部について、日本建築学会近畿支部研究報告集第55号、pp.265-268、2015-6-27

宮本征一、大浦理沙：背部および腰部における温・冷刺激面積の違いによる温・冷感受性の差異に関する研究、人間-生活環境系シンポジウム報告集 38、pp.95-98、2014-11-20

宮本征一：背部および腰部における温覚申告による局所温感受性の測定法に関する実験的研究、2014年度日本建築学会大会（近畿）学術講演梗概集（環境工学） 383-384、2014-09-12

6. 研究組織

(1)研究代表者

宮本 征一 (MIYAMOTO Seiichi)

摂南大学・理工学部建築学科・教授

研究者番号：80273316