

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月15日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009～2012

課題番号：21247040

研究課題名（和文） 地球温暖化と人工環境普及に伴う人類の暑熱適応能の変化に関する研究

研究課題名（英文） Studies on changes in human heat adaptability in an era of global warming and widespread use of artificial environments

研究代表者

栃原 裕 (TOCHIHARA YUTAKA)

九州大学・芸術工学研究院・教授

研究者番号：50095907

研究成果の概要（和文）：

長期暑熱馴化による体温調節機能の特徴を知るために、形態特性と体力が同等の日本人10名およびマレーシア人10名の青年男性を選抜し、以下の実験を行った。(1)28℃での安静条件、(2)28℃条件下で42℃下腿温浴60分間、(3)32℃、70%条件下で給水有と無の条件で55%Vo2max運動60分間。その結果、安静下の熱帯住民の直腸温は高く、手や足皮膚温は低値を示し、下腿温浴や運動による直腸温上昇は有意に低い。また熱帯住民は乾き感も少なく、皮膚温度感受性が鈍いことが認められた。

研究成果の概要（英文）：

For the coherent understanding of heat acclimatization in tropical natives, we compared ethnic differences between tropical and temperate natives during resting, passive and active heating conditions. Experimental protocols included: (1) a resting condition (an air temperature of 28°C with 50% RH), (2) a passive heating condition (28°C with 50% RH; leg immersion in a hot tub at a water temperature of 42°C), and (3) an active heating condition (32°C with 70% RH; a bicycle exercise). Morphologically and physically matched tropical natives (ten Malaysian males, MY) and temperate natives (ten Japanese males, JP) participated in all three trials. The results saw that: tropical natives had a higher resting rectal temperature and lower hand and foot temperatures at rest, smaller rise of rectal temperature and greater temperature rise in bodily extremities, and a lower sensation of thirst during passive and active heating than the matched temperate natives. It is suggested that tropical natives' homeostasis during heating is effectively controlled with the improved stability in internal body temperature and the increased capability of vascular circulation in extremities, with a lower thirst sensation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	12,500,000	3,750,000	16,250,000
2010年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
2011年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
2012年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
総計	35,600,000	10,680,000	46,280,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学・応用人類学

キーワード：ストレス、下腿温浴、人工環境、運動、暑熱適応

1. 研究開始当初の背景

外気の気候が厳しくなるにつれて、人工環境への依存が高まることが今後益々予想され、人工環境普及に伴う健康障害への影響の拡大も懸念される。また、人工環境の普及が高まれば、さらに地球温暖化を加速することとなる。このような悪循環を防ぐ手段としては、人工環境への依存度低減のために、人類が本来備えている温熱適応能を生かすことに主眼を置くことが必要である。そのためには、人類の暑熱環境への順化・脱順化のメカニズムを解明していくことが急務となる

2. 研究の目的

本研究の目的は、地球規模での暑熱適応能の地域差（熱帯地住民と日本人）を、同一の実験場所と実験装置を使用して比較検討し、暑熱環境への順化・脱順化のメカニズムを解明し、地球温暖化が危惧されている今日、冷暖房のような人工環境の普及に依存することなく、人類が本来備えている温熱適応能を生かした方策を明らかにすることである。また、人類の温熱環境適応能を残しつつ、快適に生活しうる人工温熱環境の条件や生活習慣（冷暖房、身体活動、衣服など）のあるべき姿を明らかにするために、暑熱適応能に及ぼす生活習慣の影響を解明した。

3. 研究の方法

「マレーシア人および日本人青年男子の体温調節能に関する比較研究」

本研究では長期暑熱馴化による体温調節機能の適応現象を明らかにすることを目的とし、形態特性および最大酸素摂取量（ Vo_{2peak} ）が同等の日本人（温帯地域）およびマレーシア人（熱帯地域）の男性を選抜し、日本国内の人工気象室において両群を対象に実験を行い、以下の一連の研究を行った。

対象者は日本人男性 10 名（JP: 20.8 ± 0.9 歳; 64.0 ± 4.9 kg; 168.9 ± 4.5 cm; BSA 1.75 ± 0.09 m²; Vo_{2peak} 41.8 ± 4.8 ml \cdot min⁻¹ \cdot kg⁻¹）およびマレーシア人男性 10 名（MY: 22.3 ± 1.6 years; 65.3 ± 11.3 kg; 167.9 ± 5.4 cm; BSA 1.74 ± 0.15 m²; Vo_{2peak} 39.6 ± 3.6 ml \cdot min⁻¹ \cdot kg⁻¹）とした。

(1) 皮膚における温度感受性の比較のため、皮膚表面の各点における局所的加温および冷却刺激に対する温冷感覚閾値の評価を行った。温度感受性の測定には温冷覚閾値計を用い、皮膚表面に接触させるプローブの温度を徐々に加温または冷却していき、対象者が温覚または冷覚を感じた時点でスイッチを押し、その時点の皮膚温および初期皮膚温からの変化をもって温度感受性の指標とした。

(2) 下肢温浴による受動的暑熱負荷時における体温調節応答の比較を行った。対象者は

ショートパンツのみ着用し、気温 28°C、湿度 50%RH に設定された人工気象室内で 30 分以上安静にした。その後、42°C のお湯に足部および下腿部を 60 分間水浸し、その間の直腸温、皮膚温、総発汗量、カプセル換気法による局所発汗量、活動汗腺数、レーザードップラー法による皮膚血流量を測定した。

(3) 暑熱環境下での自転車運動時の体温調節・体液調節応答の比較を行った。気温 28°C、湿度 50%RH に設定された人工気象室内で 10 分間座位安静の後、運動の開始とともに気温 32°C、湿度 70%RH まで上昇させ、55% $V(\cdot)O_{2peak}$ の運動強度で 60 分間リカンベント型自転車エルゴメータによる運動 (55% Vo_{2peak}) を行った。各対象者が給水有り (kg 体重当たり 3mL の水を 4 回飲水)、無し の 2 条件で実験を行った。実験中に、直腸温、皮膚温、呼気ガス (AE-300S, ミナト医科学)、心拍数、レーザードップラー法による皮膚血流量、カプセル換気法による局所発汗量を測定した。呼気ガスは安静時の 5 分間、運動開始後 10-15 分間、50-55 分間に測定した。また、安静時、運動開始 5 分後、60 分後に各 10 ml の採血を行った。実験前と実験直後の体重変化から総発汗量を算出し、また、排尿後の体重変化から尿量および実験前体重からの脱水率を算出した。血中ヘモグロビン濃度およびヘマトクリットから運動終了時における血漿量の安静値からの変化率を算出した。

「タイ人女性における発汗機能の年齢差と民族差に関する研究」

(1) タイ人の少女 (10 歳前後) 12 名、若年女性 (20 歳前後) 22 名に対し、環境温度 28°C、相対湿度 60% に設定した実験室で、少なくとも 30 分間の椅座安静を保持させたのち、下肢温浴 (膝から下の下肢を浴槽内の 42°C のお湯に浸す) を 40 分間負荷した。その間、直腸温、6 部位の皮膚温、前額・胸・大腿の局所発汗量 (SR: カプセル換気法) と皮膚血流量 (%LDF) を連続的に測定した。胸と大腿の活動汗腺数 (ASG) を 40 分間下肢温浴の終了直前にヨウ素澱粉法で測定し、単一汗腺あたりの汗出力 (SGO=SR/ASG) を算出した。なお、被験者には実験当日の過激な運動・スポーツおよび実験 2 時間前から食事摂取を禁止した。全ての実験は、チェンマイ大学の生理学教室で実施した。若年女性は卵胞中期に実験に参加することを要求した。

(2) 高齢女性 (63 歳前後) 17 名に対し、実験 (1) と同様の下肢温浴を負荷し、(1) と同様の体温調節反応を測定し、それらの指標を若年女性 vs. 高齢女性で比較した。

(3) 26°C 環境下で実験 (1) に参加したタイ人の少女、若年女性、高齢女性に対し、アセチルコリン (ACh) 誘発性発汗テストを実施

した。この発汗テストでは、26℃環境下で、前腕と大腿の皮膚に 10%ACh 溶液をイオントフォーシス法 (2 mA) で 5 分間それぞれ投与した。投与後 7 分間の発汗曲線をカプセル換気法でそれぞれ測定した。発汗曲線に基づき、終了前 5 分間の平均発汗量 (DIRSR)、活動汗腺数 (DIRASG)、単一汗腺あたりの汗出力 (DIRSGO) をそれぞれ求めた。DIRASG は直接刺激性発汗の測定終了直後にヨード澱粉紙法で測定し、DIRSGO は DIRSR/DIRASG で算出した。得られたデータに基づき、タイ人女性の汗腺機能の発育・老化特性を検討した。

(4)日本人の若年女性 (20 歳前後) 37 名および高齢女性 (65 歳前後) 10 名に対し、実験 (3) と同様の Aセチルコリン (ACh) 誘発性発汗テストを実施し、実験 (3) のタイ人の若年女性および高齢女性の ACh 誘発性発汗と比較した。

「体質が自律性および行動性体温調節に及ぼす影響」

調査は 21~23 歳の健康な女子大学生 20 人を対象に行った。事前に行ったアンケート調査により、暑がり群 10 名 (年齢 20.6±0.8 歳、身長 155.1±5.9cm、体重 46.7±6.1 kg : 平均値±標準偏差)、非暑がり群 10 名 (年齢 21.7 歳、平均身長 156.1±3.2cm、平均体重 48.1±5.3 kg) に分けた。群間に年齢、身長、体重に有意差は認められなかった。調査内容を説明し、各被験者から参加同意書を得た。

7 月下旬~8 月中旬にかけて被験者の自宅で測定してもらった。自宅の所在地は福岡県 18 名 (内福岡市 13 名)、佐賀県 2 名である。建築様式は、木造 7 名、鉄筋コンクリート 13 名である。全ての被験者の住居にはエアコンが設置されており、使用可能であった。

調査項目:

測定部位は、前額、胸部、前腕、手背、大腿前、下腿後、足背の計 7 部位とした。放射温度計 (PC-8400 II、佐藤計量器製作所社製) を用い、在宅時に約 1 時間間隔で測定した。平均皮膚温は Hardy-DuBois の 7 点法を用いて算出した。温湿度計は THERMO RECORDER RS-11 (ESPEC 社製) を用い、被験者が居る部屋の直射日光の当たらない場所において、2 分間隔で記録した。アメダスを利用し、調査期間中の一週間の温度を 1 時間間隔で収集した。各被験者の自宅から最も近いアメダスの観測点 (福岡、博多、宗像、飯塚、太宰府、久留米、佐賀) を使用した。

各被験者について家庭における冷房の使用状況、生活状況、生育環境についてアンケートを記入させた。

着替え、食事、入浴、睡眠 (起床、就寝)、外出、帰宅の時刻について記入してもらった。また、在宅時の冷房の使用状況、設定温度、窓の開閉、扇風機の使用状況と、外出着、部屋着、睡眠時の服装、寝具も記入してもらった。

た。皮膚温を測定した際に、温冷感、温熱的快適感、希望度、発汗の有無、気流感について記入してもらった。

調査は一週間にわたって行った。被験者は温湿度計を自分がいる部屋に置き、普段通りの生活を送るように指示された。部屋を移動する時は温湿度計を持ち運び、入浴やトイレなどの時は部屋に置いたままにしてもらった。皮膚温は在宅時のみ約一時間ごとに測定し、起床時、帰宅時、入浴前後、就寝前、部屋でのくつろぎ時を含め計 6 回以上測定してもらった。同時に、心理評価もしてもらった。部屋の気温、湿度、外気温が被験者に与える影響を調べるために、部屋の気温、湿度、外気温は皮膚温測定時に一番近い時刻を使用した。

4. 研究成果

「マレーシア人および日本人青年男子の体温調節能に関する比較研究」

(1)皮膚表面における局所的加温および冷却刺激に対する温冷感覚閾値の評価を行ったところ、長期暑熱馴化したマレーシア人被験者の前額部で有意に温感覚閾値皮膚温が高く、手部および足部において冷感覚閾値皮膚温が低い傾向が示された。全体的に温感覚感受性が日本人でマレーシア人よりも高かった。また、日本人では前額部が他の部位に比べて高い温度感受性を示したのに対し、マレーシア人では温度感受性の部位差が小さかった。前額部の温度感受性が最も顕著に長期暑熱適応の影響を反映する指標と考えられた。

(2)長期暑熱馴化したマレーシア人被験者では、下肢温浴開始前の安静時において直腸温が有意に高く、暑熱曝露中の直腸温上昇が日本人に比べて有意に低く抑えられた。総発汗量に差は見られなかったものの、前額部と大腿部における局所発汗量がマレーシア人で低値を示したことから、非測定部位を含めた全身的な発汗の分布がマレーシア人で比較的一様に分布している可能性が示唆された。平均皮膚温には群間の差は見られなかったが、手部の皮膚温に着目すると、マレーシア人で暑熱曝露前に有意に低値を示しており、下肢温浴中の温度上昇が大きかった。この手部皮膚温の上昇が熱放散を高めていると考えられ、皮膚血流を局所的に特異的に調節している可能性が示唆された。

(3)まず、給水無し条件におけるグループ間の体温調節応答の比較を行った。また、給水の有無の 2 条件と 2 グループの交互作用を検討することにより、体液調節を含めた比較を行った。給水無し条件での群間比較では、下肢温浴実験と同様に、運動開始前の安静時における直腸温がマレーシア人で有意に高く、運動終了までの直腸温の上昇が有意に低

く抑えられた。総発汗量に群間の差は見られず、運動終了時の平均皮膚温と皮膚血流量が日本人で高値を示した。マレーシア人において、安静時直腸温が高いことにより、深部温-皮膚温間の温度勾配を大きくすることができ、深部から皮膚への熱輸送による熱放散を高めている可能性が示唆された。また、安静時に低値を示した手部皮膚温を暑熱曝露時に大きく上昇させることにより、熱放散を高めていると考えられ、皮膚血流を局所的に特異的に調節している可能性が示唆された。

給水の有無による検討では、マレーシア人は給水条件において給水無し条件に比べて運動時の直腸温上昇が有意に抑えられたが、日本人は給水による影響は見られなかった。体重当たり等量の水分を補給した際にマレーシア人の方が日本人よりも脱水率を抑え、血漿量の減少が抑えられた。給水条件における総発汗量および尿量の増加がマレーシア人で日本人に比べてわずかに抑えられる傾向にあり、これにより脱水率が抑えられたと考えられる。給水に伴う発汗量の増加は熱放散反応の亢進と言えるが、給水無し条件においても全身が十分に濡れており、増加分は熱放散の増加につながらない無効発汗と考えられる。マレーシア人は給水時の無効発汗の増加を抑え、体液量を保持した結果、皮膚に血流を配分して熱放散を亢進させる可能性が示された。本研究では、運動終了時における平均皮膚温がマレーシア人の給水条件で給水無し条件よりも高い傾向が見られ、皮膚血流量の変化に給水条件とグループ間の交互作用が見られたことから、これらの熱放散反応により直腸温の上昇を抑える可能性が示唆された。

「タイ人女性における発汗機能の年齢差と民族差に関する研究」

(1) ベースラインおよび40分間の下肢温浴時の直腸温 (Tre)・平均皮膚温 (Tsk)・平均体温 (Tb) において、タイ人の少女と若年女性との間に有意な年齢群差はみられなかった。前額・胸・大腿における SR の経時変化においても有意な年齢差はみられなかった。ASG は胸・大腿とも少女が若年成人より有意に高かった。そのため、SGO は大腿で少女が若年女性より有意に低かった。%LDF は、前額・大腿で有意な年齢群差はみられなかったが、胸で少女が若年女性より有意に高かった。この結果は、タイ人の少女でも日本人の男児で観察された子どもの体温調節特性 (未発達な汗腺機能を皮膚血流の顕著な増加で代償する) はみられたが、発育に伴う若年女性の汗腺機能の亢進が顕著でないことが窺われた。

(2) ベースライン Tre・Tsk・Tb および下肢温浴中の Tre・Tsk には有意な年齢群差はみられなかったが、下肢温浴中の Tb は高齢者

が有意に低かった。SR は前額・胸・大腿とも高齢女性が若年女性より有意に低かった。ASG は胸のみ高齢者が低値を示したが、SGO は胸・大腿とも高齢者が低値を示した。%LDF は、前額・胸・大腿とも高齢者が若年者より有意に低く、その低下は大腿で顕著だった。この結果は、日本人でみられた老化特性 ((a) 皮膚血流量→SGO→ASG の順序で低下が観察され、(b) その低下が下肢→軀幹後面→軀幹前面→上肢→前額と拡大する) の(a)の順序性は窺われたが、今回の比較的マイルドな暑熱実験条件からは(b)の老化特性は窺われなかった。

(3) DIRSR は少女が高齢者より前腕で有意に低かったが、大腿では少女・若年女性、高齢女性で有意な年齢群差はみられなかった。DIRASG には前腕・大腿とも有意な発育・老化の影響はみられなかった。DIRSGO にも前腕・大腿とも少女・若年女性、高齢者で有意な年齢差はみられなかった。この結果は、タイ人の男性の DIRSR や DIRSGO で観察された少年から若年男性に増加し、高齢者で低下することを報告した先行研究結果と異なった。すなわち、タイ人の女性では単一汗腺あたりの汗出力 (DIRSGO) の変化が (汗腺サイズ and/or コリン感受性の変化) 男性と比較して小さいことが窺われる。

(4) 若年女性ではタイ人が日本人より有意に低い前腕・大腿 DIRSR を示したが、高齢女性の DIRSR では有意な民族差はみられなかった。DIRASG には若年女性・高齢女性とも有意な民族差を示さなかった。DIRSGO は大腿でのみ若年女性でタイ人が有意な低値を示したが、高齢女性には民族差はみられなかった。この結果は、タイ女性では汗腺機能の発育・老化に伴う変化が小さいため、若年時には女性でも日本人より小さな汗腺サイズ and/or 低いコリン感受性を示すが、高齢者ではその差は消失する可能性が示唆された。

「体質が自律性および行動性体温調節に及ぼす影響」

被験者が温冷感を申告した際の室温と温冷感の関係について検討した。各被験者とも調査期間 (7日間) において、1日6回から10回の温冷感申告を記録した。暑がり群における室温は 23.7°C から 35.3°C (29.3±2.4 : 平均値±標準偏差) であった。非暑がり群における室温は 24.6°C から 36.6°C (29.7±2.2 : 平均値±標準偏差) であり、両群間に有意差は認められなかった。両群とも室温と温冷感の間に有意な相関関係が認められた。回帰直線から、温熱的中立 (暑くも寒くもない) が得られる室温は、暑がり群 27.2°C、非暑がり群 28.3°C であった。

希望度は、1 : もう少し暖かくしたかった、2 : このままでよい、3 : もう少し涼しくしたかったに分けて申告させた。このままでよ

いと申告した場合の室温の平均値（標準偏差）は、暑がり群 27.9 (2.15) °C、非暑がり群 28.5(1.87)°Cであり、両群間に有意差が認められた。もう少し涼しくしたいと申告した場合の室温の平均値は、暑がり群 30.4 (2.07) °C、非暑がり群 30.9 (1.77) °Cであり、両群間に有意差が認められた。もう少し暖かくしたいと申告した例は少なく、両群間に有意な差異は認められなかった。

発汗の程度と室温の関係について検討した。やや汗をかいていると回答した時の室温は、暑がり群 30.1 (2.39) °C、非暑がり群 30.7 (1.81) °Cであり、両群間に有意差が認められた。汗をかいていると回答した時の室温は、暑がり群 30.2 (2.13) °C、非暑がり群 31.3 (1.60) °Cであり、両群間に有意差が認められた。

暑がり群の被験者は暑さに敏感であり、涼しい環境を好む傾向にあることが示された。また、エアコンを使用して快適環境を構築する傾向にあることも示唆された。

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 13 件)

①. Joo-Young Lee, Yutaka Tochihiro, 4名4番目, Cold-induced vasodilation and vasoconstriction in the finger of tropical and temperate indigenes. *J. Thermal Biology*, 査読有 38(2): 70-78, 2013.

DOI : 10.1016/j.jtherbio.2012.11.004

②. Manabu Shibasaki, Yoshimitsu Inoue, 3名3番目, Aging and thermoregulation. *J Phys Fitness Sports Med*. 査読有, 2(1): 37-47, 2013.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpfsm/2/1/2_37/_article

③. 大中忠勝、暑がりを自覚する者が居住する夏季の住宅温熱環境調査、人間と生活環境、査読有、20: 1-6, 2013. DOIなし

http://ci.nii.ac.jp/organ/journal/INT100004360_ja.html

④. Nobuko Hashiguchi, Yutaka Tochihiro, 4名4番目, Effects of vertical air temperature gradients on physiological and psychological responses in the elderly. *Journal of the Human-Environment System*, 査読有 14(1): 9-17, 2011.

<http://dx.doi.org/10.1618/jhes.14.9>

⑤. Joo-Young Lee, Yutaka Tochihiro, 4名4番目, Cutaneous thermal thresholds of tropical indigenes residing in Japan. *Journal of Thermal Biology*, 査読有 36(7): 461-468, 2011.

DOI : 10.1016/j.jtherbio.2011.08.002

⑥. Hitoshi Wakabayashi, Yutaka Tochihiro, 6名6番目, Comparison of heat dissipation response between Malaysian and Japanese males during exercise in humid heat stress. *International Journal of Biometeorology* 査読有 55(4): 509-517, 2011.

DOI : 10.1007/s00484-010-0374-5

⑦. Titis Wijayanto, Yutaka Tochihiro, 6名6番目, Comparison of thermoregulatory responses to heat between Malaysian and Japanese males during leg immersion. *International Journal of Biometeorology*, 査読有 55(4): 491-500, 2011.

DOI : 10.1007/s00484-010-0358-5

⑧. Yutaka Tochihiro, Teruyuki Kumamoto, 4名1番目 Age-related differences in cutaneous warm sensation thresholds of human males in thermoneutral and cool environments. *Journal of Thermal Biology*, 査読有 36(2): 105-111, 2011.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2010.11.007>

⑨. 大中忠勝、野中麻由、2名1番目、やや暑い環境での青年女子における暑がりの生理・心理反応、人間と生活環境、査読有、18(2)、93-98、2011.

<http://ci.nii.ac.jp/els/110008798586.pdf>

⑩. Joo-Young Lee, Yutaka Tochihiro, 7名7番目, Cutaneous warm and cool sensation thresholds and the inter-threshold zone in Malaysian and Japanese males. *Journal of Thermal Biology* 査読有 35(2): 70-76, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2009.11.002>

⑪. Tomoko Ichinose-Kuwahara, Yoshimitsu Inoue, 6名2番目, Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Exp Physiol*. 査読有, 95(10): 1026-1032, 2010

DOI : 10.1113/expphysiol.2010.053710

⑫. Narihiko Kondo, Yoshimitsu Inoue, 4名3番目, Non-thermal modification of heat-loss responses during exercise in human. *European Journal of Applied Physiology*, 査読有, 110:447-458, 2010. DOI : 10.1007/s00421-010-1511-x

⑬. Yoshimitsu Inoue, Tomoko Ichinose-Kuwahara, 7名1番目, Cutaneous vasodilation response to a linear increase in air temperature from 28°C to 40°C in prepubertal boys and young men. *Physiol Anthropol*. 査読有, 28(3): 137-144, 2009

DOI : 10.2114/jpa2.28.137

[学会発表] (計 17 件)

①. Titis Wijayanto, Physiological

responses during hot water leg immersion of tropical Asian males residing in Japan. 第 50 回日本生気象学会大会, 2011 年 11 月 3-5 日, 京都女子大学 J 校舎

②. Hitoshi Wakabayashi, Comparison of the hydration effect on body fluid regulation and thermoregulation between Malaysian and Japanese males exercising in heat. The Fourth International Conference on Human-Environment System ICHES2011 (The 4th International Conference on Human-Environment System), 2011 年 10 月 6 日、北海道大学 (札幌市)

③. Ohnaka T. Seasonal differences in length of time spent indoors and physical activity in Japanese female students. ICHES2011 (The 4th International Conference on Human-Environment System), 2011 年 10 月 6 日、北海道大学 (札幌市)

④. Joo-young Lee, Cutaneous thermal thresholds of tropical indigenes residing in Japan XIV International Conference on Environmental Ergonomics, ICEE2011, 2011 年 6 月 12 日, Nafplio, Greece

⑤. Hitoshi Wakabayashi, Comparison of the hydration effect on body fluid regulation during exercise in heat between Malaysian and Japanese males XIV International Conference on Environmental Ergonomics, ICEE2011, 2011 年 6 月 14 日, Nafplio, Greece

⑥. 大中忠勝、やや暑い環境における暑熱環境非適応者(暑がり)の生理・心理反応、生理人類学会第 64 回大会、2011 年 6 月 12 日、九州大学 (福岡市)

⑦. 野中麻由、やや涼しい環境における冷え性者の生理・心理反応、第 34 回人間-生活環境系シンポジウム、2010 年 11 月 27 日、新潟大学 (新潟市)

⑧. 大中忠勝、「暑がり」が居住する夏季の住宅温熱環境と生理・心理反応、第 34 回人間-生活環境系シンポジウム、2010 年 11 月 27 日、新潟大学 (新潟市)

⑨. Titis Wijayanto, Effect of hot water leg immersion on hemoglobin changes in frontal cortex during performing cognitive task. 日本生理人類学会第 63 回大会 (千葉), 2010 年 10 月 30 日, 千葉大学西千葉キャンパス(千葉市)

⑩. Nonaka M., Physiological and psychological response during a mild-heat exposure in young Japanese women being sensitive to the heat. ICPA2010 (10th International Congress of Physiological Anthropology), 2010 年 9 月 10 日, Fremantle, Australia

⑪. Ohnaka T., Seasonal differences in physical activity and length of time spent

indoors in Japanese female students. ICPA2010 (10th International Congress of Physiological Anthropology), 2010 年 9 月 10 日, Fremantle, Australia

⑫. Joo-Young Lee, Thermoregulatory responses during rest, passive and active heating in Malaysian and Japanese males, 第 33 回人間-生活環境系シンポジウム, 2009 年 11 月 28-29 日, 福岡女子大学

⑬. 野中麻由、平均皮膚温と局部皮膚温の差が温熱快適性に及ぼす影響、第 33 回人間-生活環境系シンポジウム、2009 年 11 月 28 日、福岡女子大学 (福岡市)

⑭. Titis Wijayanto, Thermoregulatory responses and mental performance during passive heating in Japanese and Malaysian males, 第 48 回日本生気象学会大会, 2009 年 10 月 30-31 日, つくば

⑮. Joo-Young Lee, Physiological parameters relevant to peripheral thermal threshold in Malaysian and Japanese males. 第 33 回人間-生活環境系シンポジウム, 2009 年 10 月 30-31 日, つくば

⑯. Titis Wijayanto, Thermoregulatory responses to heat in Japanese and Malaysian males. 第 61 回日本生理人類学会, 2009 年 9 月 26-27 日, 東京家政大学

⑰. 若林斉, マレーシア人と日本人における暑熱環境下運動時の体温調節応答, 第 61 回日本生理人類学会, 2009 年 9 月 26-27 日, 東京家政大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柄原 裕 (TOCHIHARA YUTAKA)

九州大学・大学院芸術工学研究院・教授
研究者番号: 50095907

(2) 研究分担者

井上 芳光 (INOUE YOSHIMITSU)

大阪国際大学・人間科学部・教授
研究者番号: 70144566

大中 忠勝 (OHNAKA TADAKATSU)

福岡女子大学・人間環境学・教授
研究者番号: 20112716

(3) 連携研究者

なし