

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01128

研究課題名(和文)湿度の感性、生理への影響の探索

研究課題名(英文)Physiology and Psychology of Humidity and Wetness

研究代表者

永島 計(NAGASHIMA, KEI)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号：40275194

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 29,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、湿潤感覚に影響を与える要因を調査した。まず、異なる水分含有量(0.00～18.75 microgram/cm²)のフィルターペーパーを30℃で触れた際の湿潤感覚を調べた。水分量が増えると湿潤感覚を感じる割合は増加したが、11.25 microgram/cm²で頭打ちとなった(68.1±25.5%)。次に、18.75 microgram/cm²のペーパーを用い、温度を20～40℃に変えた実験では、30℃未満では温度が低いほど湿潤感覚が増加し、30℃以上では温度との明確な関係は見られなかった。30℃では湿潤感覚が一貫して確認されたが、低温では冷感、高温では温感や熱感が影響を与えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

湿度感覚や濡れ感のメカニズムは未だに明らかではない部分が多い。この研究は、湿潤感覚に影響を与える要因として触知する物質の含水量と温度の関係を明らかにする学術的意義を持っている。研究では、両者が湿潤感覚に影響を与えることが示され、かつこの関係を定量的に明らかにすることに成功した。生体の触覚のうち、濡れ感覚に関する基本的な理解を深めるだけでなく、人工皮膚や感覚代替デバイスの開発にも貢献する可能性が示唆された。また、湿潤感覚の研究は、医療分野での治療法や製品開発にも応用される可能性があり、快適性や機能性の向上に寄与することが期待される。

研究成果の概要(英文)：The study investigated wet perception modulation by thermal and wetness stimuli. Participants assessed wetness among filter papers with varying water content (0.00-18.75 microgram/cm²) at 30℃, and wet perception increased with water content, plateauing at 11.25 microgram/cm² (68.1 ± 25.5%). Evaluation at temperatures from 20℃ to 40℃ revealed wet perception increased with decreasing temperature below 30℃ but plateaued above it. Higher water content consistently enhanced wet perception at 30℃, while temperature effects were notable below 30℃, associated with cold sensation. Above 30℃, no clear relationship between temperature and wet perception was found, indicating influence of thermal cues, especially cold sensation, on wetness perception.

研究分野：温熱生理学

キーワード：濡れ感 むれ感 温熱的快適感 湿度 含水量 温度感覚 感覚神経 皮膚温度

1. 研究開始当初の背景

体温調節は、未だ明らかでない事が多い研究対象である。我々ヒトを含めた体温調節には大きく分けて、i)汗腺や脂肪などを用いて、産熱や放熱を制御する自律神経調節；ii)着衣や空調の使用など適切な環境を探索し、獲得することを求める行動性体温調整に分類されている。特に行動性体温調節の神経基盤は未知に近い。現在に至るまで、体温調節機構の解析においては、温度が入力（環境温度、皮膚温度、中枢温度）出力（中枢温度もしくは中枢温度と皮膚温度の統合）のパラメータとして用いられる。

i)湿度、皮膚の濡れと体温調節 しかし、ヒトの体温調節においては、温度以外のパラメータである湿度、皮膚の濡れ、濡れ感が、大きな影響を持つことが古くから報告されている。特に濡れ感は、明確に我々の意識にのぼり、温熱的快不快感に影響する。温熱的快不快感は、さらに行動性体温調節の動機付けになると考えられている。この理由は、ヒトが他の動物と異なり、発汗（蒸散性熱放散）が重要な体温調節の手段であるためと予想される。高湿度環境、皮膚表面の湿潤は、物理的に発汗効率（蒸散性熱放散）をさせる。一方、湿度、皮膚の濡れ感、皮膚の濡れは汗腺における汗の生成の抑制、温熱的不快感に強く影響することが知られている。このため湿度や濡れを感じるシステムは恒常性の維持のために非常に重要であると考えられる。しかし、これらのメカニズムは、ほとんど分かっていないのが現状である。

研究課題の核心をなす学術的「問い」

ii)湿度、皮膚の濡れのセンシング機構の探索 濡れ、湿度センサー 環境の湿度感覚、皮膚表面の濡れ感は、明確に我々ヒトの意識に上る感覚である。いくつかの昆虫においては、湿度センサーが同定されており、適切な孵卵環境の察知等に関与していることが明らかになっている。一方、現在に至るまでヒトにおいては、湿度や濡れを触知するセンサーは同定されていない。いくつかの間接的実験事実から、皮膚の温度受容器、機械受容器への独立した入力統合によって形成されるという仮説がある(右図は申請者による仮説)。研究における最初の「問い」は、湿度感覚、皮膚表面の濡れ感の神経基盤は何かである。

ii)湿度、皮膚の濡れ(感)の発汗修飾メカニズムの探索 皮膚表面の濡れは、運動時や運動後における汗腺からの発汗量を抑制することが報告されている。しかし、このメカニズムは未だ明らかにされていない。過去の研究からのいくつかの仮説が提唱できる。a)湿度感覚、皮膚表面の濡れ感による中枢からの発汗抑制メカニズムの存在、b)皮膚での局所反射による抑制メカニズムの存在である。湿度、濡れ感と発汗を結びつける調節機構は何か？2つ目の「問い」である。

iii)湿度、皮膚の濡れ(感)と温熱的快不快感 最後の「問い」は、我々が日常経験する高湿度あるいは皮膚表面の濡れ（衣服内環境でも同様である）が何故、我々の温熱的不快感を増強するのか？あるいは運動時の疲労感につながるのか？である。

2. 研究の目的

i)日常的に我々の意識に上る湿度や皮膚の濡れ感の神経基盤を、現在までの知見をもとに明らかにすることである。濡れ感のメカニズムの基本となる概念は100年以上前のBentleyの実験に端を発する(Bentley I. The synthetic experiment. Am J Psychol 1900; 11: 405-25)。被験者が、ラバーシースを介して指を冷水の中に入れると濡れ感が生じる。濡れ感は指にかかる圧力と水温の2の要因によって変化する。Bentleyの仮説は、濡れ感は、2つの異なる感覚を利用した、いわば“錯覚”であるというものである。この実験は、様々な定性的な方法で追試されてきたが、未だ仮説の域を出ていない。この“錯覚”の神経基盤を明らかにする事、さらに“錯覚”をもとに自律性体温調節や行動性体温調節が行われていることが証明できれば非常に画期的な

発見となる。過去の研究からは、これら2種類の刺激の統合が中枢で行われている可能性が示唆されている。研究目的の一つは、脳機能画像装置を用いて濡れ感にかかわる脳部位、あるいは形成メカニズムを同定する。

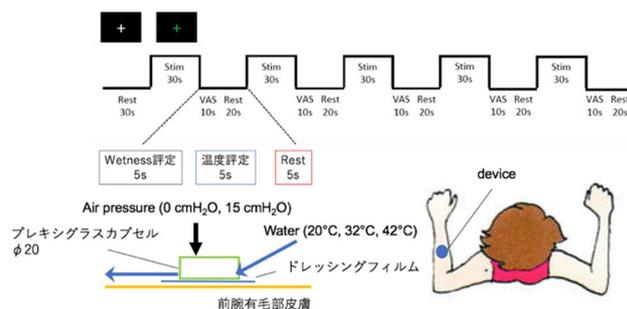
濡れ感は温熱的不快感につながるが、そのメカニズムは不明である。申請者は温熱的快不快感（投稿中）に関わる脳部位を特定している。濡れ刺激が、温熱的不快感となるには、刺激面積と部位に依存することが行動実験により明らかになっている。実際の住環境や衣服のモデル作りには、この神経基盤の解明が重要であり、研究では応用を目指した実験も行う。

ii) i)のような錯覚が、我々の体温調節の一つである発汗調節に用いられているか否かを証明していく。汗腺での汗の分泌は深部体温の上昇や皮膚温の上昇によって基本的に決定されるが、Nadelらの研究(JAP 1970)は、皮膚表面の濡れあるいは湿度が汗腺での汗の産生に大きな影響を与えることを示唆している。このメカニズムの解明を、生理学的な測定方法を用いて解明する。高湿度環境での高体温障害（熱中症）の発生にも関与する現象であり、重要な研究課題である。

3. 研究の方法

i) 行動実験とfMRIによるBentley's hypothesisとその中枢性機序の解明

a. 装置の概要 下図に示した装置を作成する。円筒形のプレキシグラス内に水が還流できる装置を作成する。水は恒温水槽によって供給される。また、プレキシグラス内は上部からの空気圧によって一定の圧力がかかるようにする。プレキシグラスはドレッシングフィルムを介して、有毛部前腕皮膚に装着する（皮膚表面は濡れない）。



圧によって一定の圧力がかかるようにする。プレキシグラスはドレッシングフィルムを介して、有毛部前腕皮膚に装着する（皮膚表面は濡れない）。

b. 実験では図上部に示したようなブロックデザインでの刺激を行う。30秒でのコントロール刺激では空気圧 0

cmH₂O、水温 32°C（平均的な皮膚温度と同一）に保って還流を行う。刺激時には空気圧を 0 もしくは 15 cmH₂O、水温を 20°C もしくは 42°C で還流する。刺激後、visual analogue scale にて濡れ感の rating を行う。冷温+機械刺激によって濡れ感が創出される過去の研究の追試を行うとともに、温度や圧力を変化させて定量的解析を追加する。

c. b で行った行動実験を MRI 装置内（大阪？眞野先生と）で行い。濡れ感の中枢メカニズムを活動部位の同定により探索する。申請者の過去の実験では温度刺激により insula, SII が活動する。一方、機械的刺激では SI および SII が活動すると予想される。濡れ感の rating scale と BOLD signal が相関する部位を探索すると共に、温度刺激、圧刺激で同定される責任部位との違いを同定する。

ii) 局所の湿度が発汗、皮膚交感神経活動に与える影響の生理学的解析

a. 被験者は 28°C、湿度 40%の温度中性域に安静にする。右図のように、チャンバー内に足部を入れ安静にした上で、腓骨神経より、皮膚へ分布する交感神経活動を記録する。同時に換気法で発汗量を、レーザードップラー法で皮膚血流量を測定する。

b. 安静後、環境チェンバー内の温度を 28°C から 50°C に上昇させ、局所発汗を促す。この際湿度条件を 40%と 75%の2種類に変化させる。この際、microneurography で得られる皮膚交感神経活動は変化がないことを確認した上、局所発汗量を2つの湿度条件で比較する。これによ

り皮膚の局所的な湿度刺激による汗腺分泌への影響を明らかにする。

4. 研究成果

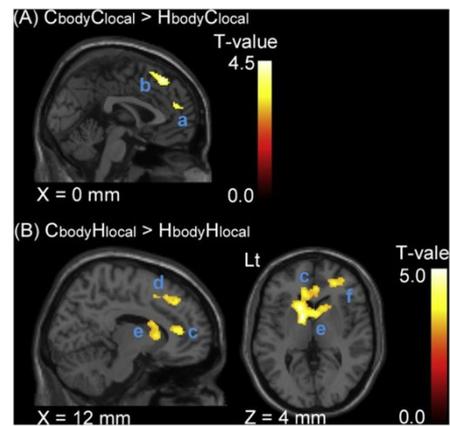
fMRI を用いた快適性にかかわる脳部位の探索

温熱刺激の意識的な知覚は、温冷覚（弁別的要素）と快・不快（快感的要素）の2つに分けられる。この2つの要素を明確に区別した研究はほとんどない。本研究の目的は、1)温熱刺激の知覚自体に關与する脳領域を、2つの要素に關係する脳領域を区別して特定し、さらに2)2つの要素の明示的な評価過程の脳領域を調べることであった。16人の参加者が、47.0°C、32.0°C、また

は17.0°Cの全身温熱刺激を受けている間に、41.5°Cまたは18.0°Cの局所温熱刺激を受けた。局所刺激はペルチエ素子で右前腕に与えられた。水灌流スーツを通して与えられた全身刺激は、局所刺激に対する温熱の快・不快を調節することを目的としていた。同一温度での局所刺激は、30秒間隔で5回行われた。脳の活性化は機能的磁気共鳴画像法（fMRI）で評価され、参加者は各局所刺激の停止後に温冷覚と快不快の評価を報告するように求められた。局所温冷刺激は、局所刺激や全身刺激の温度に關係なく、前帯状皮質、島皮質、下頭頂葉などの特定の脳領域を活性化したが、熱さや冷たさの感覚に対する特定の活性化は觀察されなかった。快と不快は異なる脳領域と關連しており、快には尾状核と前頭葉、不快には内側前頭葉と前帯状皮質が關連していた。さらに、局所刺激の停止直後の弁別的要素と快楽的要素の明示的な評価プロセスには、異なる脳領域が關与していた。温冷感を明確に評価する際には内側前頭前皮質から前帯状皮質、島皮質、中前頭皮質、頭頂葉までが、快・不快感を明確に評価する際には内側前頭前皮質、後帯状皮質、下頭頂葉が關与する。

図の説明

(A) 全身寒冷条件下での局所冷刺激中に、全身温熱条件下でよりも高い活動を示した脳領域（すなわち、CbodyClocal > HbodyClocal）。内側前頭皮質内にある2つの異なる領域、(a)内側前頭前野（MPFC）と(b)前補足運動野（pre-SMA）で有意に大きな活性化が觀察された。2つの領域は、SPM標準脳の矢状断面（X = 0 mm）に重ねて表示されている。(B) 全身寒冷条件下での局所温熱刺激中に、全身温熱条件下でよりも高い活動を示した脳領域（すなわち、CbodyHlocal > HbodyHlocal）。(c)前帯状皮質（ACC）、(d)pre-SMA、(e)両側尾状核、および(f)右中前頭回で有意に大きな活性化が觀察された。脳領域は、SPM標準脳の矢状面（X = 12 mm）および軸方向（Z = 4 mm）の断面に重ねて表示され、統計閾値は、ボクセルレベルでは補正なしの $p < 0.001$ 、クラスターレベルでは多重比較のFWE補正後の $p < 0.05$ に設定されている。Ltは脳の左側を示す。



fMRI を用いた温熱感覚にかかわる脳部位の探索

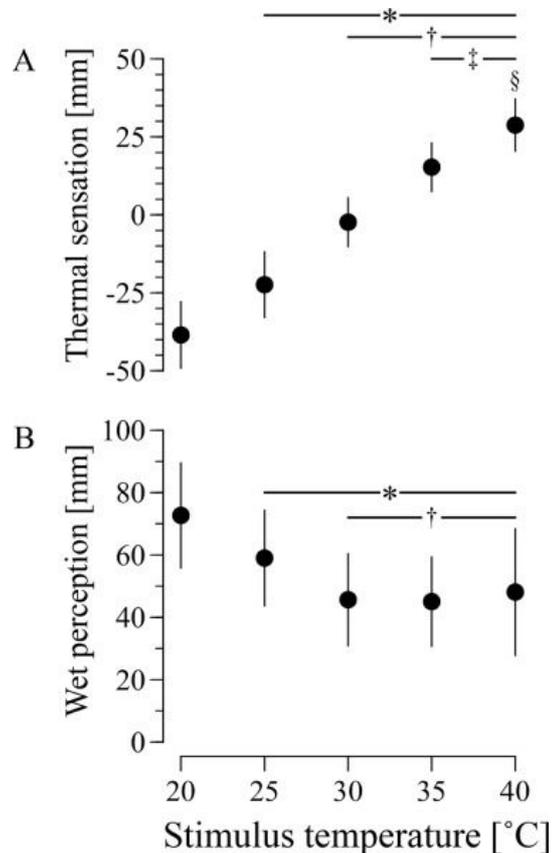
いくつかの神経イメージング研究では、温冷覚に關与する神経ネットワークが分析されている。これらの研究のいくつかでは、被験者は、画像データを取得する際に、ポイントスケール、視覚アナログスケール、またはその他の心理物理学的評価ツールを使用して温冷覚を評価および報告するように指示されている。したがって、画像データは、感覚と評価の両方のプロセスに關与する信号を反映している可能性がある。本研究の目的は、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を使用して、異なる温度刺激の識別に關与する神経ネットワークと2つの異なるプロ

セスを識別することです。ペルチェ装置を使用して、左前腕に4つの異なる温冷刺激（「熱い」(40 °C)、「暖かい」(36 °C)、「冷たい」(27 °C)、「冷たい」(22 °C)）を適用しました。刺激中、被験者は評価するか（評価タスク）、評価しないか（評価なしタスク）を指示され、温冷覚を報告しました。評価課題の有無にかかわらず、4種類の温熱刺激中に内側前頭前皮質/前帯状回、下前頭回、両側島皮質、後頭頂皮質で脳の活性化が見られました。さらに、評価課題ありの刺激では、右前頭頭頂葉および前島皮質領域を含む、より強力で広範な活性化が誘発された。これらの結果は、温熱刺激が、温熱条件や評価プロセスとは無関係に、共通の神経ネットワークを活性化することを示している。さらに、評価プロセスによって温熱刺激への注意が高まり、右側腹側注意ネットワークが活性化される可能性がある。

濡れのみか、特に温度との関わりの解析

湿潤感覚に影響を与える要因は複数報告されている。この研究では、熱刺激や湿潤刺激に関連する要因を調整した際の湿潤感覚の変化を検討した。まず、異なる水分含有量のろ紙（0.00、3.75、7.50、11.25、15.00、18.75 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ）に対する湿潤感覚を経験した被験者の割合を、右手人差し指腹による静的タッチ中に評価した。刺激温度は30 °Cに設定されました。次に、水分含有量18.75 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ のろ紙の湿潤感覚を、刺激温度20 °C、25 °C、30 °C、35 °C、40 °Cで評価した。最初の実験では、湿潤感覚を経験した参加者の割合が水分含有量の増加とともに増加したが、その割合は11.25 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の水で頭打ちになった（ $68.1 \pm 25.5\%$ ）。2番目の実験では、刺激温度が30 °C未満の場合に、刺激温度が低下するにつれて湿潤感覚が増加した。しかし、湿潤感覚は刺激温度が30 °C以上で頭打ちになった。刺激温度が30 °Cの場合、水分含有量が増加するにつれて、参加者はより一貫して湿潤感覚をえた。湿潤感覚に対する温度の影響は、冷感を誘発する刺激温度が30 °C未満の範囲に限定されていた。しかし、温感/温熱感覚を誘発する刺激温度が30 °C以上の場合、刺激温度と湿潤感覚の間に明確な関係は観察されなかった。

図の説明 5つの異なる温度のろ紙に触れた際の人差し指の温冷感と湿潤感覚の知覚率。値は平均 \pm SD として表示。*、20 °Cでの刺激との有意差、†、25 °C、 $P < 0.05$ 、‡、30 °C、 $P < 0.05$ 、§、35 °C。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 永島計 | 4. 巻 285(6) |
| 2. 論文標題 自律性体温調節と行動性体温調節の相互作用 - 環境の温度刺激に対する応答からの考察 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 医学のあゆみ | 6. 最初と最後の頁 540-547 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 永島計 | 4. 巻 64(4) |
| 2. 論文標題 温熱感覚, 温熱的快不快感の定量的評価を目指して (第 64 回快適性・健康を考えるシンポジウムより) | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 繊維製品消費科学 | 6. 最初と最後の頁 25-30 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------------|
| 1. 著者名 Issei Kato, Yuta Masuda, Kei Nagashima | 4. 巻 258 |
| 2. 論文標題 Characteristics of wet perception during the static touch of moist paper by the index fingertip alongside thermal stimulus application. | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Physiology & Behavior | 6. 最初と最後の頁 114033-114033 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physbeh.2022.114033 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Kei Nagashima, Hiroki Nakata, Tokiko Harada, Issei Kato, Norihiro Sadato | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Differences in the neural networks of thermal sensation with and without evaluation process | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 IBRO Neuroscience Reports | 6. 最初と最後の頁 274-283 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ibneur.2022.09.006 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|------------------------|
| 1. 著者名 Yuta Masuda, Riho Sakai, Issei Kato, Kei Nagashima | 4. 巻 17(11) |
| 2. 論文標題 Thermoregulatory heat-escape/cold-seeking behavior in mice and the influence of TRPV1 channels. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 PloS one | 6. 最初と最後の頁 e0276748 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0276748 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 KATO Issei, MASUDA Yuta, NAGASHIMA Kei | 4. 巻 59(5) |
| 2. 論文標題 Surgical masks do not increase the risk of heat stroke during mild exercise in hot and humid environment | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Industrial Health | 6. 最初と最後の頁 325-333 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2486/indhealth.2021-0072 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|--------------------|
| 1. 著者名 Yuta Masuda, Issei Kato, Kei Nagashima | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Factors affecting an increase in core body temperature and heat tolerance during hot water immersion | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Physical Fitness and Sports Medicine | 6. 最初と最後の頁 1-11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Aizawa Yuka, Harada Tokiko, Nakata Hiroki, Tsunakawa Mizuki, Sadato Norihiro, Nagashima Kei | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Assessment of brain mechanisms involved in the processes of thermal sensation, pleasantness/unpleasantness, and evaluation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 IBRO Reports | 6. 最初と最後の頁 54 ~ 63 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ibror.2019.01.003 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Masuda Yuta, Marui Shuri, Kato Issei, Fujiki Mayuka, Nakada Mariko, Nagashima Kei | 4. 巻 82 |
| 2. 論文標題 Thermal and cardiovascular responses and thermal sensation during hot-water bathing and the influence of room temperature | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Thermal Biology | 6. 最初と最後の頁 83 ~ 89 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtherbio.2019.03.014 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 永島計 | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 体温調節の脳機構と加齢による変容－特に温度感覚と行動性体温調節の観点から－ | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 基礎老化研究 | 6. 最初と最後の頁 17-22 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 永島 計, 唐木 幸音, 増田 雄太, 加藤 一聖, 杉 泰佑 |
| 2. 発表標題 自律性体温調節と行動性体温調節の相互作用 |
| 3. 学会等名 第75回日本自律神経学会総会 基礎のシンポジウム4 体温調節と自律神経機能 (招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 永島計 |
| 2. 発表標題 温熱感覚、温熱的快不快感の定量的評価を目指して |
| 3. 学会等名 繊維製品消費科学会 第64回快適性・健康を考えるシンポジウム |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kei Nagashima, Hiroki Nakata, Tokiko Harada, Issei Kato, Norihiro Sadato |
| 2. 発表標題 温度刺激はどのように認識されるのか？ fMRIを用いた研究からの知見 |
| 3. 学会等名 温度生理学研究会 自然科学機構 岡崎（オンライン） |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 永島計 |
| 2. 発表標題 水分補給と健康 PART1「なぜ水分補給は必要か」、PART2「水分補給の方法」 |
| 3. 学会等名 水分補給と健康 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kei Nagsahima |
| 2. 発表標題 Office syndrome-its etiology from the view of body fluid and circulation physiology |
| 3. 学会等名 Understanding Office Syndrome (招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 永島 計、増田 雄太、加藤 一聖 |
| 2. 発表標題 暑熱馴化の決定因子の実験的考察 |
| 3. 学会等名 日本臨床スポーツ医学会学術集会（オンライン開催） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 増田雄太, 永島 計 |
| 2. 発表標題 暑熱順化に伴う熱産生の変化とそのメカニズムの探索 |
| 3. 学会等名 第60回日本生気象学会大会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 唐木幸音, 増田雄太, 加藤一聖, 永島 計 |
| 2. 発表標題 個別と集団の飼育条件の差がマウスの寒冷負荷時の体温調節行動に与える影響の解析 体温調節反応の可塑性の考察 |
| 3. 学会等名 第60回日本生気象学会大会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 永島 計 |
| 2. 発表標題 蒸れ感覚の形成への吸気に対する温度感覚の関与 |
| 3. 学会等名 第60回日本生気象学会大会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 増田雄太, 永島 計 |
| 2. 発表標題 マスク着用が暑熱下運動中の深部体温変化に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 永島 計 |
| 2. 発表標題 蒸れ感覚の要因としての鼻部温度の関与 |
| 3. 学会等名 2021年度温熱生理研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yukine Karaki, Yuta Masuda, Issei Kato, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Exploring the mechanism of behavioral thermoregulation in female mice |
| 3. 学会等名 第44回日本神経科学学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Issei Kato, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Study on the mechanism of humid perception generation in human |
| 3. 学会等名 第44回日本神経科学学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 永島 計 |
| 2. 発表標題 温度と湿度感覚の神経基盤 |
| 3. 学会等名 第58回日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 永島 計 |
| 2. 発表標題 熱中症の原因の理解から、適切な予防法を身につけよう！ |
| 3. 学会等名 農林水産研修所 令和3年度農作業安全組織計画・運営研修(オンライン研修)「熱中症及び作業環境対策コース」 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Issei Kato, Yuta Masuda, Shuri Marui, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Resting heart rates reflect thermal load during intermittent exercise |
| 3. 学会等名 Experimental Biology |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuta Masuda, Riho Sakai, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 "Fundamental Research on Behavioral Thermoregulation and Thermal Perception -Using a novel cross-shaped behavioral thermoregulatory system-" |
| 3. 学会等名 第98回日本生理学会大会(名古屋) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Issei Kato, Yuta Masuda, Shuri Marui, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Effect of elevated core body temperature on heart rate recovery during exercise interruption |
| 3. 学会等名 第98回日本生理学会大会(名古屋国際会議場オンライン開催) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 小林美沙, 加藤一聖, 永島 計 |
| 2. 発表標題 湿度感覚のメカニズムの探索 |
| 3. 学会等名 第16回日本感性工学会春季大会 (オンライン開催) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 増田雄太, 丸井朱里, 永島 計 |
| 2. 発表標題 温度及び水分量がヒトの濡れ感覚知覚に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第16回日本感性工学会春季大会 (オンライン開催) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 増田雄太, 丸井朱里, 加藤一聖, 永島 計 |
| 2. 発表標題 入浴時の温熱負荷の検討 |
| 3. 学会等名 第85回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(東京) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuta Mausda, Riho Sakai, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Fundamental Research on Behavioral Thermoregulation and Thermal Perception -Using a novel cross-shaped behavioral thermoregulatory system- |
| 3. 学会等名 第98回日本生理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 第98回日本生理学会大会 |
| 2. 発表標題 Effect of elevated core body temperature on heart rate recovery during exercise interruption |
| 3. 学会等名 第98回日本生理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|----------------------------|
| 1. 発表者名 小林美沙, 加藤一聖, 永島計 |
| 2. 発表標題 湿度感覚のメカニズムの探索 |
| 3. 学会等名 第16回日本感性工学会春季大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 増田雄太, 丸井朱里, 永島 計 |
| 2. 発表標題 温度及び水分量がヒトの濡れ感覚知覚に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第16回日本感性工学会春季大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 増田雄太, 丸井朱里, 加藤一聖, 永島計 |
| 2. 発表標題 入浴時の温熱負荷の検討 |
| 3. 学会等名 新しい十字形マウス行動性体温調節評価システムの開発とその有効性の検証 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 山本晏未, 増田雄太, 丸井朱里, 永島計 |
| 2. 発表標題 暑熱下運動中のマスク着用が体温調節へ及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第59回日本生気象学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 増田雄太, 加藤一聖, 丸井朱里, 唐木幸音, 永島計 |
| 2. 発表標題 加湿冷却装置の生理学的冷却効果の検討 |
| 3. 学会等名 第57回生気象学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yuta Masuda, Kei Nagashima |
| 2. 発表標題 Thermal perception of heat may be suppressed during heat acclimation, which augments spontaneous exercise in mice |
| 3. 学会等名 8th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 加藤一聖, 増田雄太, 丸井朱里, 永島計 |
| 2. 発表標題 運動中のマスク着用の有無が深部体温および身体周囲環境に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 温熱生理研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 永島計 |
| 2. 発表標題 ホールボディから見える体温調節研究の面白さ |
| 3. 学会等名 第97回日本生理学会大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年～2020年 |

| |
|-------------------------|
| 1. 発表者名 永島計 |
| 2. 発表標題 暑熱耐性の再考 |
| 3. 学会等名 第97回日本生理学会大会 |
| 4. 発表年 2019年～2020年 |

〔図書〕 計7件

| | |
|------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 永島計（監修） | 4. 発行年 2023年 |
| 2. 出版社 株式会社エヌ・ティー・エス | 5. 総ページ数 384 |
| 3. 書名 温度ストレスによる生体応答ダイナミクス | |

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 永島計（分担執筆，範囲：脳と睡眠） | 4. 発行年 2022年 |
| 2. 出版社 株式会社ワールドプランニング | 5. 総ページ数 122 |
| 3. 書名 人間科学で読み解く 幸せな認知症 | |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 永島 計 (編者(編著者)) | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 杏林書院 | 5. 総ページ数 192 |
| 3. 書名 体温の「なぜ?」がわかる生理学 からだで感じる・考える・理解する | |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 永島計 (分担執筆) | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 ニュートンプレス | 5. 総ページ数 176 |
| 3. 書名 健康の科学知識 : 食事、睡眠、美容、体調、知って役立つ体の知識50 | |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 永島 計 | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 杏林書院 | 5. 総ページ数 179 |
| 3. 書名 体温の「なぜ?」がわかる生理学 からだで感じる・考える・理解する | |

| | |
|----------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 永島 計 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 ニュートンプレス | 5. 総ページ数 176 |
| 3. 書名 Newton 別冊 健康の科学知識 | |

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 永島 計 | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 化学同人 | 5. 総ページ数 200 |
| 3. 書名 40 超えの日本列島でヒトは生きていけるのか | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--------------------------------|
| 早稲田大学 体温体液研究室HP www.btfl.jp |
|--------------------------------|

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|---|----|
| 研究分担者 | 上條 義一郎 (KAMIJO YOSHIICHIRO) (40372510) | 獨協医科大学・医学部・教授 (32203) | |
| 研究分担者 | 中田 大貴 (NAKATA HIROKI) (40571732) | 奈良女子大学・工学系・准教授 (14602) | |
| 研究分担者 | 眞野 博彰 (MANO HIROAKI) (10571581) | 国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室・研究員 (82636) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|---|----|
| 研究分担者 | 丸井 朱里 (MARUI SHURI) (50824554) | 早稲田大学・人間科学学術院・助教 (32689) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |