

令和元年6月14日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02888

研究課題名(和文) 着衣と人体生理状態を考慮した無線通信による熱中症予防支援システムの構築

研究課題名(英文) Building of the heatstroke prevention system by wearable body area network that clothing and physiological state of human were considered

研究代表者

薩本 弥生 (SATSUMOTO, YAYOI)

横浜国立大学・教育学部・教授

研究者番号：10247108

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：環境・生理データを無線で集積できるWBAN熱中症予防システムの改良を目指して若年者の運動時の評価に加え、熱中症リスクの高い高齢者の温熱環境、生理量を計測し、着衣や温熱生理の実態把握を試みた。また、着衣の熱、水分移動、換気性能に着衣デザイン、風速や発汗が及ぼす影響を評価するため被験者実験及び発汗サーマルマネキンとトレーサガス法を用いて実験を行った。防護服着用時のWBGT補正式の検討から防護服着用時に日常の服より湿球の重みが小さく乾球の重みが大きいことを示した。熱中症発症リスクの一つである舗装路面温度の低減策として保水性舗装や遮熱性舗装の温熱環境評価を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

To revise the heatstroke prevention system, the thermal environmental data and physiological and psychology data of the senior people who has the high risk of heatstroke were measured under the summer heat environment and the precision of the model was evaluated.

研究成果の概要(英文)：To make the heatstroke prevention system, the thermal environmental data and physiological and psychology data of the senior people who has the high risk of heatstroke were measured under the summer heat environment and the precision of the model was evaluated. This study aims to find out the effect of vapor permeability and opening design of parka on its water vapor transfer and ventilation rate by experiments using sweating thermal manikin and tracer gas methods. In this study, we proposed a new effective WBGT for general vapor permeable clothing ensembles and vapor impermeable protective clothing that is applicable to occupants engaged in moderate intensity work. As a reduction plan of the pavement surface temperature which is one of heat stroke risk, the effect of a water holding capacity pavement on its heat and water vapor transfer and feeling of subject were evaluated in the hot environment.

研究分野：被服環境学

キーワード：熱中症予防 温熱的快適性 ウェアラブルデバイス/WBAN 着衣の蒸発熱伝達 換気計測-トレーサガス法
発汗マネキン 路面舗装素材 高齢者

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

夏季には熱中症が毎年多数、報告されている。若年者では暑熱環境下の屋外でのスポーツや肉体的作業時に多い。一方で、高齢者では住宅内部での熱中症が多数報告されている。高齢者、幼児、暑熱順化していない人、持久力のない人、肥満傾向の人は、体温調節機構が機能不全になりやすく、死亡事故につながる危険があり、対策が必要である。温熱環境における人の快適性状態や熱ストレス状態を正しく評価するためには、単に環境情報のみで判断するのではなく、個々人の生理状態を考慮する必要がある。日常生活において人の生理状態を計測するために出来るだけ無拘束で低侵襲な方法としてウェアラブル無線 BAN システムが有用であると考えられる。

暑熱環境での衣服の役割は大きい。身体からの放熱量や水分蒸発、外部からの輻射熱の3観点から人体周りの熱収支の調節が出来る。着衣の温熱的快適性には衣服の熱水分移動性能、特に蒸発放熱が支配的で、暑熱環境時の熱中症予防のため、暑熱時に温熱的に快適にするための条件として着衣素材の種類のみでなく着衣のデザインや、人の動作、環境の風速等の寄与は大きい。そこで、被験者の個別の状況に応じて病的状態にならないうちに運動を中断するために、熱中症への移行状態の早期把握と、その予防システムの構築が必要である。

2. 研究の目的

本研究では人 - 着衣 - 環境に関わる温熱環境物理量を計測し無線で集積し、同期して人の温熱的快適性の指標となる温熱生理計測(耳型体温、心拍、活動量、皮膚温、衣服内気候等)および心理申告データの蓄積ができ、着衣の素材の種類やデザインの影響を考慮し、さらに、被験者に装着負荷が少なく、常時モニタリング可能な無線機能付きのウェアラブルシステムを開発・改良し、着装時の環境状態および人間状態の計測・分析をし、着装時の環境状態計測評価を試みる。手足の揺動による着衣のふいご作用による換気は、人体からの熱水分移動性を促進させるため環境の風の効果以上に着衣の温熱快適性向上に重要であるが、しかし、現状では、きちんとした定量法が規定されていない状況である。そこで、本研究では、熱中症予防に効果的な着衣の条件を検討するため発汗・歩行動作マネキンとトレーサガス法を用いて温熱的に快適な着衣のデザインを検討する評価法を構築する。さらに換気の生じやすい着衣デザインを考案し、サーマルマネキンを用いて評価を行い、熱中症予防に効果的な着衣デザインをデータエビデンスに基づいて提案したい。

3. 研究の方法

3-1 ウェアラブル無線 BAN システム構築・改良

ウェアラブル無線 BAN システムにより生体データを取得し、環境センサシステムの環境データと統合することで、熱中症予防支援システムを構築する。ウェアラブル無線 BAN システムは、耳孔内温度センサ、皮膚温センサ・衣服内気候センサ、活動量センサ(心拍・温度・加速度センサ)から構成される。環境センサシステムは、環境中に配置した WBGT センサ、温湿度センサで構成する。これらのセンサによって取得されたデータはネットワークを介しクラウドサーバに蓄積されるとともに、時々刻々の生体状態を評価してフィードバックを行うことが可能である。

3-2 暑熱環境時の温熱環境・生理応答の実測と実測データを用いたモデルの検証

スポーツ用ウェアの背部にコインを入れて換気速度、熱水分移動性、被験者の主観へおよび効果を検証することを目的としてふいご作用を増幅するコイン入りTシャツとコイン無しのTシャツ着用時の2条件でトレーサガス法による換気計測実験と、トレッドミル歩行による温熱負荷の被験者実験を行った。上記実験データをもとに WBAN 熱中症予防モデルを用いて暑熱環境での環境・人体生理・心理の評価とモデルの精度検証を行った。

3-3 防護服着用時の WBGT 補正式の検討

本研究では、非透湿性防護服を着用したときと日常の衣服を着用したとき人体の熱収支式の比較から、着衣の透湿特性の大きく異なる非透湿性防護服着用時を対象とする補正 WBGT (Wet Bulb Globe Temperature (WBGT))を得た。

3-4 被服環境デザインの評価法確立

歩行による着衣のふいご作用の換気は人体からの熱移動性を促進させるため環境の風の効果以上に着衣の温熱快適性向上に重要であるが、現状ではきちんとした定量法が規定されていない状況である。そこで歩行サーマルマネキンとトレーサガス法による換気計測と発汗マネキンや被験者実験(図1)と同期計測によって着衣デザインと風・動作が着衣の換気・熱移動性能におよぼす影響を定



図1 発汗サーマルマネキン被験者実験とトレーサガス法による最適被服環境デザイン評価システム

量的に評価した。また、暑熱に効果的な着衣の条件を検討するため、発汗サーマルマネキン、トレーサガス法を用いた実験によりアウトドア用のパーカ着装時の蒸発熱伝達率や換気速度にパーカの特
 性、発汗、環境がどのように影響するかを明らかにすることを目的とした。さらに、蒸発熱伝達率と換気
 速度評価を同期して行い、両者を比較することで、着衣の熱移動性の評価法として換気速度からの間
 接的評価法の妥当性を検証することを第2の目的とした。

3-5 着衣の素材・デザインが放熱に及ぼす効果

着衣は人体の温熱快適性に大きく影響することが知られており、衣服と人体の間の微小空間における気候形成について検討を行った。センサを用いた温度、湿度、気流の計測が困難である。そこで、本研究では、円筒型ヒータとアクリルフィルムによる模擬人体着衣モデルを作成し、人体モデルの空隙内の気流及び空気性状を実測、観察することで衣服内気流形成メカニズムの基礎的解明を試みた。衣服内での気流を可視化する実験のために、着衣模擬人体を作成し、PIV 計測を行った。人体を円筒型として扱い、図2に示すように着衣模擬人体を人体-衣服の二層同心円筒にモデル化した。模擬人体として円筒型ヒータ、模擬衣服として円筒型透明アクリルフィルムで人体胴体部の着衣人体を再現した。

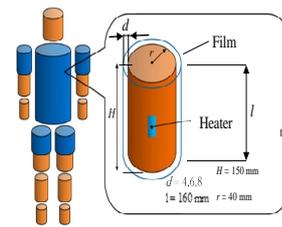


図2 人体モデル

3-6 舗装路素材が暑熱環境で及ぼす影響

路面舗装素材の熱中症発症リスクへの影響評価: 人体温熱環境の形成に人体周囲の素材の影響は大きい。特に舗装など人工被覆は日中の温度上昇やその蓄熱のため熱中症発症リスクの一つである。路面温度低減策として保水性舗装や遮熱性舗装等の様々な舗装技術が提案されており、素材単体での評価に加え、空間滞在者への影響も含めた総合的な温熱環境評価を実施した(図3)。

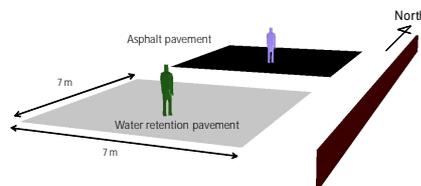


図3 実験舗装の状況

3-7 温熱負荷環境時の温熱環境・生理応答の実測・解析

夏季の高齢者の日常生活における温熱環境物理量および、人体の皮膚温、衣内温湿度、心拍を携帯可能なセンサを用いて測定し、アンケートおよび観察により、日常生活における温熱環境に関わる行動や生活時間の記録を行い、高齢の被験者の暑熱環境時の実態把握を試みた。夏季の高齢者の日常生活における睡眠時室内環境を評価することを目的として、温熱環境物理量および、皮膚温2点(胸、大腿)、衣内温湿度1点(胸)、心拍を携帯可能なセンサを用いて8日間測定し、その結果について分析、考察を行った。これらにより高齢者の暑熱環境時の実態把握を試みた。

4. 研究成果

4-1 WBAN と温熱環境評価システムとのデータ統合による熱中症予防支援システムの構築

WBAN センサのデータをスマートフォンで取得し、ネットワーク接続してサーバにリアルタイムにデータ送信し、サーバに収集された温熱環境情報や属性情報をもとに時々刻々の個別の生体情報から状態を判別するためのアルゴリズムを開発して、サーバシステムを構築した。ユーザーの装着・測定負担が低く、スマートフォン等のモバイル端末でリアルタイムにデータをモニタリングできるように、上記の

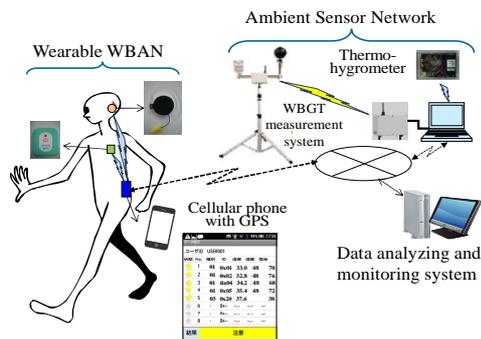


図4 WBAN 熱中症予防システムの構築

熱中症予防支援システム構築に必要なセンサやアルゴリズムの開発および改良を行った(図4)

4-2暑熱環境時の温熱環境・生理応答の実測と実測データを用いたモデルの検証

熱中症予防の指標として、修正TNM(Two Node Model)、等価標準有効温度SET*の有用性と限界、および改善にむけての方向性について検討を行った。その結果、深部温に関しては十分対応できていなかったが、皮膚温に関しては精度良く予測できていた(図5)。

修正TNMおよび等価SET*は環境要因に加え、活動量と着衣量の人体要因も考慮されているため様々な状況に対応できると考える。今後モデルの改善にあたりデザインの差異による着衣の低減率の違いも組み込むことで予測の精度を上げることができると考える。そのためには様々な着衣のデザインの差による低減率を算出しデータを蓄積していくことが必要であると考え。

4-3 防護服着用時の WBGT 補正式の検討

熱ストレスは自然湿球温度、黒球温、気温、切片の係数の重みづけ積算から評価できた。透湿性防護服着用時の環境温(気温と黒球)の重みは日常の着衣よりも増加し、湿球の重みは減少した。日射のあるアウトドア環境では黒球の割合が増加し、気温の割合は気流の増加により減少した(図 6)。WBGTeff*の予測式が透湿性のある着衣向けと不透湿の防護服向けに提案された。

4-4 発汗サーマルマネキンとトレーサガス法による被服環境デザインの評価法確立

素材の透湿性および換気口は立位安静で無風環境でも蒸発熱伝達率向上に有効であった。換気速度と蒸発熱伝達率には MP を除いて相関係数 0.68 で相関係数があることが明らかになった。着衣の蒸発熱移動性の評価法として換気速度からの間接的に評価できる可能性が確かめられた(図 7)。

4-5 着衣の素材・デザインが放熱に及ぼす効果

日射のない室内実験室で実験を実施した。例として、人体発熱量 $q = 80 \text{ W/m}^2$ 時の PIV 画像を図 8 に示す。模擬人体の発熱に伴い自然対流が生じるため、下部開口部からはほぼ垂直に気流が流入し、上部開口部に向かって流れ、上部開口部より流出する。また、空隙内において、人体側の局所流速が衣服側より大きくなる傾向を示した。

4-6 舗装路素材が暑熱環境で及ぼす影響

屋外環境における人体温熱状態への影響で最も大きいのが日射である。実験は8月の連続した5日間に行われた。今回用いた保水性材料(WR)は日射率が約25%と高い一方で、アスファルト(AS)舗装の日射反射率は約9%である。そのため日射量の大きな環境下では反射日射による照り返しによる悪影響と、保水することで得られる地表面温の低下、下方向からの赤外放射量の低下の影響を分けて議論する必要がある。図 9 には下方向からの赤外放射量、反射日射量の両舗装上での違いと全天日射量を合わせて全被験者実験試行分を描いた。黒塗りの棒グラフは、AS 舗装上での赤外放射量が WR 舗装上より多い量を示し、白塗りの棒グラフは、AS 舗装上での反射日射量が WR 舗装上より多い量を示している。白塗り棒グラフが下向きに伸びているのは、WR 舗装上での反射日射による受熱量が AS 舗装上よりも大きいことを意味する。この両者の相対的な関係性で赤外放射量が支配的か、反射日射量が支配的か判断できる。総じて全天日射量が減少すると、反射日射量の両舗装上での差異は小さくなり、赤外放射量の両舗装上での差異は大きくなる。

4-7 温熱負荷環境時の温熱環境・生理応答の実測・解析

被験者(65歳以上の健康な女性1名)の日常生活のうち、冷房のない2階において、洗濯物を干す作業を行うことが習慣となっていたことに着目した。暑熱環境において洗濯物を干す作業を行うと、被験者の皮膚温、衣服内温湿度は上昇し、心拍数も急激な上

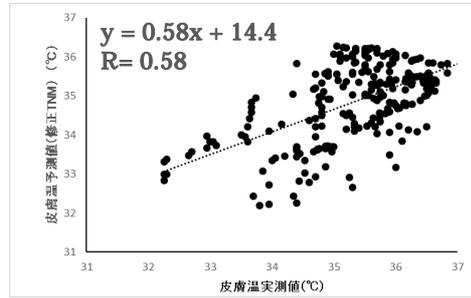
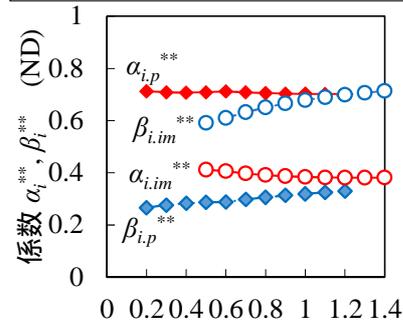


図5 皮膚温の予測と実測値の関係

$v = 0.3 \text{ m/s}$, 等温環境, $S = 0 \text{ W/m}^2$



静穏での基礎着衣熱抵抗 $I_{cl,st}$ (clo)

図6 日常の着衣と防護服時の着衣の基礎熱抵抗ごとの湿球の係数 α_i^{**} と黒球の係数 β_i^{**} (日射の無い環境)

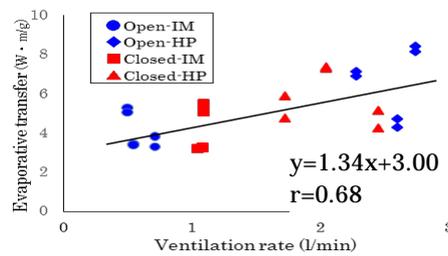


図7 換気速度と熱通過率の関係

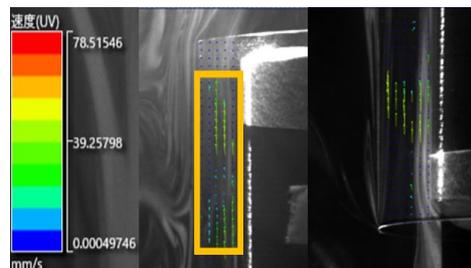


図8 PIV 測定結果例

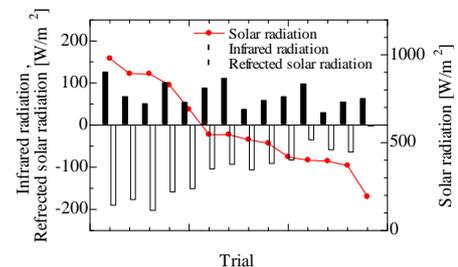


図9 日射量別にみるふく射環境の違い

昇が認められた。また、夏季の高齢者の睡眠時における、温熱環境物理量、皮膚温、衣内温湿度、心拍を携帯可能なセンサを用いて8日間測定した。65歳以上の男性1名の睡眠時の生理量の結果について報告した。温熱環境や心拍、皮膚温等の計測により、日常生活や睡眠時の熱環境の特徴やリスクをとらえ、フィードバックすることが可能であるが、日常的に被験者の負担なく測定できるようなセンサ開発が望まれる。また無線式等で、随時、急激な気温上昇、心拍や皮膚温の上昇が認められる際にアラートがなるようなシステムも重要である。今回、心拍系は、腕時計式で被験者への負担も少なかったものの、心拍を時系列で把握するのに留まり、詳細な睡眠深度や自律神経活動の特徴を分析することはできなかった。使用用途・目的・測定精度と測定時の被験者の負担とのバランスを考える必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計11件)

1. 田中英登, 江口潤, 斉藤武比斗, 蔡桜蘭, 子どもの熱中症予防のための夏休み時の外遊び及びスポーツ活動時刻に関する調査研究: 小学生及びスポーツ指導者の調査から, 体育研究, 48, 21-28, 2015. (査読有)
2. Y. Shimazaki, M. Murata, Effect of gait on formation of thermal environment inside footwear, Applied Ergonomics, 49, 55-62, (2015), DOI:10.1016/j.apergo.2015.01.007 (査読有).
3. Shimazaki, Y., Matsutani, T and Satsumoto, Y. Evaluation of thermal formation and air ventilation inside footwear during gait: The role of gait and fitting, Applied Ergonomics 55,234-240(2016), doi:10.1016/j.apergo.11.002, 2015. (査読有)
4. Y. Shimazaki, S. Goto, A. Yoshida, and T. Yamamoto, The effect of solar radiation on temperature distribution in outdoor human-clothing-environment systems, International J. of Heat and Mass Transfer, 104, 1-6, 2017. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.08.022, 2016. (査読有)
5. Y. Satsumoto, S. Piao and M. Takeuchi, Effects of Shoe Fit and Moisture Permeability of a Leather Shoe on Shoe Microclimate and Air Exchange, J. Ergonomics, 6:4,1-7,2016. (査読有)
6. 薩本弥生, おむつ内で生じる熱水分移動現象と温熱的快適性向上, (株)技術情報協会, 衛生製品とその材料開発事例集, 7章3節, 230-242, Dec, 2016. (査読有)
7. 薩本弥生, 暑熱環境時の着衣の熱水分移動と温熱的快適性, 繊維製品消費科学, 58(1), 26-33, Jan. 2017. (査読有)
8. 城所哲宏, 田中英登, 子どもの生活習慣病リスクと身体活動の重要性, 女子体育 60-6・7:69-71, 2018.(査読有)
9. 島崎康弘(解説記事)屋外快適性を創る - 人と身のまわりの素材との関わり -, 繊維誌, 59(8), 613 - 616, 2018. (査読有)

〔学会発表〕(計26件)

1. 中田いずみ, 薩本弥生, 夏季の熱中症予防のための環境温熱評価システムとアンケート調査, 日本家政学会 2015 年度年次大会, 盛岡, 5.14.,2015..
2. 薩本弥生, 島崎康弘, 香川利春, 高山清隆, 竹内正顯, 空 11 圧を用いた靴の換気計測用模擬歩行装置, 繊維学会 2015 年度年次大会, 東京, 6.11,2015.
3. 青柳卓也, 薩本弥生, アウトドア用パーカ前部に設置した換気口が温熱的快適性に及ぼす効果, 第 39 回人間生活環境系学会シンポジウム(HES), 東京, 11.21, 2015.
4. 佐古井智紀, WBGT は人体の皮膚温と蓄熱量のどちらを表すか?, 2015 年度日本建築学会大会(関東)学術講演会梗概集, 環境系 II,(2015).
5. 島崎康弘, 吉田篤正, 人体要素を考慮した屋外温熱環境解析, 第 53 回日本伝熱シンポジウム, 平成 28 年 5 月 24 日, 大阪.
6. Y. Shimazaki, K. Kurashima, J. Nitta, S. Fujimoto, and Y. Satsumoto, Prediction of Shoed-foot comfort, The Fifth International Conference on Human- environment System, 1 Nov 2016, Nagoya.
7. Y. Satsumoto, Izumi Kikuchi, Evaluation of bellows effect of coins-inserted design of track T-shirt to prevent heat stroke in hot environment, IFHE in Korea, 20160804
8. Y. Satsumoto, Yuni Tanaka, Izumi Kikuchi, and Y. Shimazaki, Study of the CGS material most suitable for heatstroke prevention during exercise in summer heat and solar radiation environment, The Fifth International Conference on Human -environment System, 2 Nov 2016, Nagoya.
9. S. Katsuta, Y. Shimazaki, S. Nozu, and T. Yamamoto, Measurement of sweat evaporation at body regions under distinct wind conditions, The 5th International Conference on Human -environment System, 1 Nov 2016, Nagoya.
10. J. Nitta, Y. Shimazaki, M. Aoki, K. Kamidouzono, T. Sakoi, and Y. Satsumoto, Experimental evaluation of cooling effects of water retaining pavement on human, 8th Japanese-German Meeting on urban Climatology, 27 Mar 2017, Osaka.
11. 薩本弥生, 青柳卓也, 小柴朋子, 田村照子, アウトドアパーカの蒸発熱伝達および換気性能に素材の透湿性と換気口がおよぼす効果 —発汗サーマルメッキと換気装置を用いた実験—, 日本家政学会年次大会, 2017,0527.

12. Y. Shimazaki, S. Katsuta, A. Yoshida, and T. Yamamoto, Modeling for clothed human thermal load, The Asian Conference on Thermal Sciences 7, 29 Mar , Jeju, 2017.
13. 薩本弥生, 青柳卓也, WBGT による熱中症予防指針の有効性および限界に関する検討, 繊維学会年次大会 06.08, 2017.
14. 薩本弥生, 青柳卓也, 佐古井智紀, 熱中症予防指針作成のための修正 TNM , 等価 SET* の有用性についての検討, 日本繊維製品消費科学会年次大会, 06.24, 2017..
15. Y. Satsumoto, T. Aoyagi, T. Koshiba, T. Tamura, A. Dempoya, Evaluation of CO₂ permeability for water vapour permeable waterproof clothes, International Conference of Environmental Ergonomics ICEE2017, 11.12, 2017.
16. 薩本弥生, 着衣の温熱的快適性に着衣の換気がおよぼす影響, 第41回人間-生活環境系シンポジウム, 12.09, 2017.
17. 薩本弥生, 林静紅, スポーツウェアの熱水分移動性能に背部の立体的な換気口がおよぼす効果, 日本繊維製品消費科学会年次大会, .6.24, 2018
18. Y. Satsumoto, T. Aoyagi, A. Dempoya, T. Koshiba, T. Tamura, Effect of Vapor Permeability and Aperture of Outdoor Parka and Environmental Velocity on Evaporative Heat Transfer and Ventilation rate -Using sweating thermal manikin and tracer gas methods-, The Fiber Society's Spring 2018, .6.13, 2018.
19. 薩本 弥生, 池田 文美, 渡邊 圭, 大澤 道, 透湿防水性ナノファイバー膜を使用したシューズの換気性能および透湿性能評価, 一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集, 2018.5.26
20. Tanaka H, Performance and Environment. -Prevention of decline in exercise performance in a hot environment -, International Conference on Athletes Care & Performance. 2018 Nov. 16-17, 2018
21. 薩本弥生, スポーツ用パーカの換気効率化, 第42回人間 - 生活環境系学会シンポジウム, 12. 8, 2018.
22. 西原直枝, 薩本弥生, 夏季における高齢者の日常生活における温熱環境および心拍の計測, 第42回人間 - 生活環境系学会シンポジウム, 12. 8, 2018.
23. 佐古井智紀, 防護服着用を想定したWet Bulb Globe Temperatureの補正日本建築学会大会,
24. 神崎勇人, 島崎康弘, 春木直人, 模擬人体を用いた衣服内の空気性状計測日本機械学会 シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス, 11.22, 2018.

(図書) (計 4 件)

1. 間瀬清美・薩本弥生編著, 衣生活の科学-テキスタイルから流通マーケットへ-, (株)アイケイコーポレーション, 250, 2015..
2. 日本家政学会 (編集), 大塚美智子 (編集), 薩本弥生分担執筆, 衣服の百科事典, 4.30, 2015
3. 薩本弥生分担執筆, 被服学事典, 朝倉書店, 10.15, 2016.
4. 三宅康史編著, 薩本弥生分担執筆, 医療者のための熱中症対策, 日本医事新報社, .06.15, 2019

6 . 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 杉本千佳

ローマ字氏名: CHIKA SUGIMOTO

所属研究機関名: 横浜国立大学

部局名: 工学研究院

職名: 准教授

研究者番号: 40447347

研究分担者氏名: 田中英登

ローマ字氏名: HIDETO TANAKA

所属研究機関名: 横浜国立大学

部局名: 教育学部

職名: 教授

研究者番号: 60163557

研究分担者氏名: 島崎康弘

ローマ字氏名: YASUHIRO SHIMAZAKI

所属研究機関名: 豊橋技術科学大学

部局名: 工学研究科

職名: 准教授

研究者番号 (8 桁): 20584270

研究分担者氏名: 佐古井智紀

ローマ字氏名: TOMONORI SAKOI

所属研究機関名: 信州大学

部局名: 繊維学部

職名: 准教授

研究者番号: 70371044

研究分担者氏名: 西原直枝

ローマ字氏名: NAOE NISHIHARA

所属研究機関名: 聖心女子大学

部局名: 文学部

職名: 准教授

研究者番号: 50108221

研究分担者氏名: 小柴朋子

ローマ字氏名: TOMOKO KOSHIBA

所属研究機関名: 文化学園大学

部局名: 服装学部

職名: 教授

研究者番号: 70310399