

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 13 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23240099

研究課題名(和文)無線通信による熱中症予防支援システムの構築と被服環境デザインの最適化

研究課題名(英文) Building of a heatstroke prevention system and optimization of environmental design of clothing by wearable body area network

研究代表者

薩本 弥生 (Satsumoto, Yayoi)

横浜国立大学・教育人間科学部・教授

研究者番号：10247108

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 26,400,000円

研究成果の概要(和文)：熱中症予防に貢献するシステムを構築するため、熱中症予防の指標として等価SET*を警報レベルの指標として用いる有用性と限界評価、人体の生理評価し無線でデータを集積しフィードバックできるWBAN(ウェアラブルボディエリアネットワーク)熱中症予防システムを構築し、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。一方、着衣の熱抵抗、蒸発熱抵抗への着衣デザイン、風速や歩行が及ぼす影響を評価する方法を確立するため歩行サーマルマネキンとトレーサガス法あるいは被験者実験による主観を含めた同評価法を用いた着衣デザインと風・動作が着衣の換気・熱移動性能におよぼす影響を定量的に評価した。

研究成果の概要(英文)：To build the heatstroke prevention system, the validity and the limit to use Two Node Model(TNM) and equivalent Standard Effective Temperature (SET*) as an index of trigger/alarm level of heatstroke were estimated. A WBAN (wearable body area network) heatstroke prevention system was built. The thermal environmental data and physiological and psychology data of body were measured under the summer heat environment and the precision of the model was evaluated.

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 ウェアラブルボディエリアネットワーク 着衣の換気計測-トレーサガス法 着衣の熱水分移動 サーマルマネキン

1. 研究開始当初の背景

20世紀後半の経済的な発展により、我が国の生活環境の基盤は飛躍的に整備された。一方、急速な少子高齢化社会の到来を迎えたために高齢者、障害者、幼児といった社会的弱者の予防医学的な環境整備に加えて、核家族化に伴い労働人口世代の生活習慣病予防や健康増進も、その重要性を増している。こうした社会状況にあつては、医学的な治療技術の向上に加えて日常生活における健康状態・快適性の向上を図ることは、健康国家の実現と予防医学並びに介護環境の充実に大きく貢献することが可能であり、国民の生活の質 (quality of life=QOL) 向上において必要不可欠な開発技術である。夏季には、熱中症が毎年多数、報告されている。特に高齢者、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、死亡事故につながりやすく、危険であり、対策が必要である。

運動時に関して現在の熱中症予防のための運動指針には、人体の熱収支に影響の大きい気温、湿度、輻射熱の3つを取り入れたWBGT (湿球黒球温度) が用いられているが、被験者の生理量と組み合わせでの細やかな対策がなされていない現状では、運動指針としては、不十分といえる。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。また、暑熱環境での衣服の役割は大きい。身体からの放熱量、外部からの輻射熱、水分蒸発の3つの観点から人体周りの熱収支の調節が出来る。同じ衣服でも、着用する環境や人体の状態が異なれば、快にもなるし不快にもなる。安静時の着衣の温熱的快適性の指標としては衣服内気候が影響し、快適なときは一定の温湿度環境に保たれている。しかし、特に暑熱環境下や運動時などでは動的な環境ではその限りではなく、人体の生理と心理および環境に応じた衣服の温熱的快適性を図るためのシステム作りが不可欠である。

このような環境での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、着衣の熱水分移動性能の向上のために、暑熱時に温熱的に快適な着衣のデザインを検討する必要がある。

熱抵抗値と対流熱伝達率と蒸発熱伝達率の相似則からトレーサガス法により算出した換気量から蒸発熱伝達率を間接的に算出する方法を Havenith 氏らが提案している。2008年に半年間、Havenith 氏の元に留学し、この方法を学んだ。この方法は直説法よりも簡便に計測でき、着衣の熱抵抗、蒸発熱抵抗に着衣のデザインや環境の風速や歩行がどう影響するかについても評価が可能である。この方法を

を応用すれば、着衣内の局所の上記物性の分布も評価できる。

2. 研究の目的

暑熱環境下でのスポーツ時、オフィス作業時や肉体労働時等の各種作業時の熱中症予防に向けて、実際の生活環境での着衣の温熱環境状態計測を連続して行うため、人体、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感覚計測ができ、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し、ウェアラブルシステムでの計測・解析・評価を行い、各種作業時の常時モニタリングシステムへ応用し、熱中症予防に貢献するシステムを構築することを目的とする。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 Havenith 氏の提案する間接法で評価を行い、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 WBAN と温熱環境評価システムのデータ統合による熱中症予防支援システムの構築

熱中症予防に貢献するシステムを構築するため、新たな熱中症予防の指標として Two Node Model をベースにした等価 SET* を警報レベルの指標として用いる有用性と限界を評価し、人体の生理を評価し無線でデータを集積しフィードバックできるウェアラブルボディエリアネットワーク (以後 WBAN と略記) システムと温熱環境評価システムを統合して熱中症予防システムを構築した (図 1)。

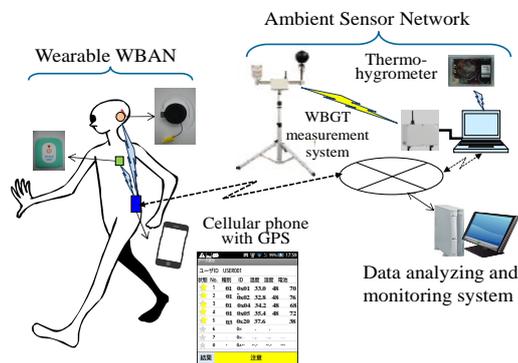


図 1 WBAN 熱中症予防システムの構築

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

アウトドア用パーカ前部に配置した換気口が換気速度、熱水分移動性、被験者の主観へおよぼす効果を検証することを目的としてアウトドア用パーカ前部に配置した換気口の開口・閉鎖の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。また必要換気速度を算出し、実測した換気速度との比から開口効果の検証を行った。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 被服環境デザインの評価法確立（全身）

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（図2）と歩行マネキンや被験者実験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、歩行サーマルマネキン、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熱通過率や換気速度にパーカの特性、歩行、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、熱通過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。

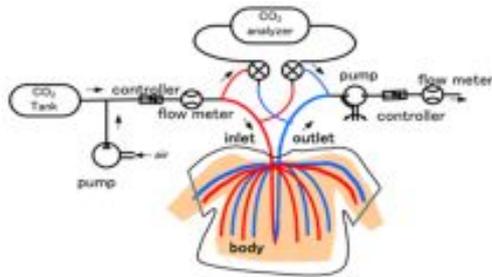


図2 着衣の換気計測-トレーサガス法



図3 歩行サーマルマネキンや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の評価システムの開発

3-4 被服環境デザインの評価法確立（足部）

足部は環境による皮膚温変動が大きく、発汗が多く靴で閉塞されるため、着靴時に激しい運

動を行うと、靴内は高温多湿化し、靴内環境に対する快適感が悪化し全身の体温調節において重要な役割を担っている。そのため、靴が足部や全身に与える温熱的影響を調べる必要がある。そこで、歩行模擬装置（図4）を開発しトレーサガス法による換気計測と同期させ歩行時の換気評価システムを構築した。目指すべき、また望ましい温熱環境を定量的に規定する必要性から、上述の結果を踏まえて、全身および足部のいくつかの温熱状態における快適感マップを作成した。



図4 空気圧を用いた着靴模擬歩行装置開発

4. 研究成果

4-1 WBAN と温熱環境評価システム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。

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

新たな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、修正TNMおよび等価SET*は従来モデルのTNMおよびSET*よりも精度を上げているが、深部温に関しては十分対応できていなかった。しかし、皮膚温に関しては精度良く予測できていた（図5）。

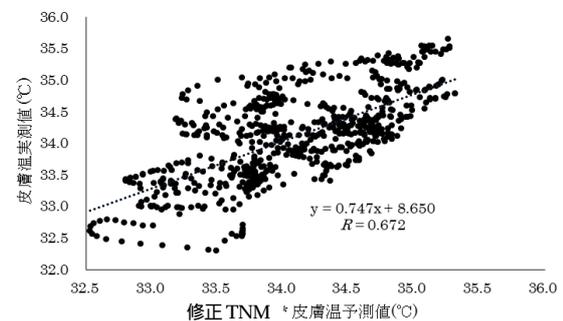


図5 皮膚温の修正 TNM 予測値と実測値の関係

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ます。

4-3 歩行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（全身）

有風時には安静・歩行時とも換気口は放熱に有効でなかった。無風環境で換気口は安静時には熱通過率向上に有効でなかったが、歩行時にはそれは有効であった。部位毎に熱通過率を見てみると開口部付近の腹部と背部で開口による有意差が認められた。換気速度と熱通過率には相関係数0.54で相関関係があることが明らかになった(図6)。

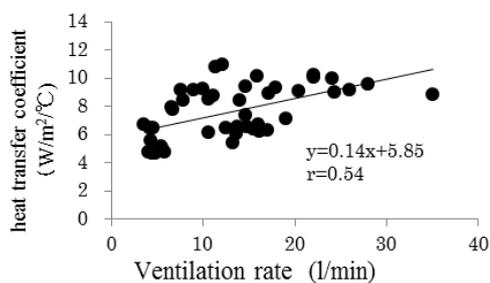
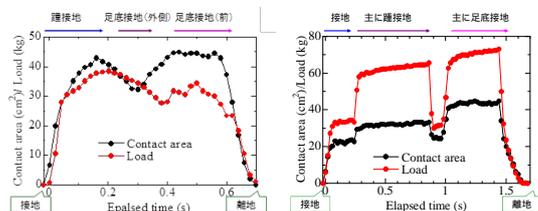


図6 換気速度と熱通過率の関係

4-4 足部および着靴時足部の温熱評価、および改善策の検討

着靴時の足部冷却の主要因と考えられる換気性能を評価できる模擬歩行装置を作製した足圧と設置面積の経時変化を被験者実験と比較すると値変化の滑らかさと形状は歩行時に正確に一致しないが、換気を引き起こす作用の面では十分なモデルとなった(図7)。換気量の値に関しては注意が必要であるが、換気量の大小比較には十分有効な装置となった。被験者に苦痛を負わせなくてもその面での実験は可能となった。以上をもって、着靴に起因する、足部温熱環境の評価法が確立され、改善策等の検討に活用できるシステムを構築できた。



(a)被験者(173cm,53kg)の
時速4km/hの歩様
(b)模擬歩行装置の足圧・接
地面積の経時変化

図7 被験者とモデルによる足圧・接地面積の比較

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計25件)

1. Y. Shimazaki, M. Murata, Effect of gait on formation of thermal environment inside footwear. Applied Ergonomics (査読有), 49, 55-62, (2015), DOI :10. 1016 /j.apergo. 2015. 01. 007.
2. 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(査読有), 48, 21-28, (2015).
3. Y. Shimazaki, A. Yoshida, S. Taketani,, Experimental analysis of human thermal condition during outdoor exercise under summer conditions, Journal of Heat Island Institute International (査読有), 9 (2), 33-38, (2014).
4. Y. Shimazaki, A. Yoshida, Y. Satsumoto, S. Taketani, Effect of properties of sports surface and clothing materials on human thermal load under hot environment, Procedia Engineering(査読有), 72, 502-507 (2014). doi:10.1016/j.proeng.2014.06.087.
5. 山増正樹, 田中英登, 比留間徹, 運動療法ががん患者に与える心理的効果, 体力科学 64:724 (2014)。
6. 田中英登, シンポジウム 14: 高齢者の熱中症予防のために体力医学会は何を成し得るか? 暑熱順化の重要性 生活習慣と耐暑性発汗能, 体力科学 64: 80, (2014)。
7. 田中英登, 佐藤栄嗣, 張曼, 張炎, 熱中症予防のための補給水温に関する研究 横浜国立大学教育人間科学部紀要 (自然科学) 2-9, (2014)。
8. 田中英登, 梅田奈々, 高齢者における夏季の冷房使用状況と冷房使用時の生理反応と温熱的快適性に及ぼす影響, 日本生気象学雑誌 (査読有), 51・141-150, (2014).
9. 薩本弥生, 熱中症予防に効果的な服装~特集: 高齢者における熱中症, 老年医学, (株)ライフ・サイエンス (査読有), 52(5), 513-517, (2014)。
10. 薩本弥生, 子供の体温と衣服~熱中症から体を守る~, 特集「子どもの成長と衣服」, チャイルドヘルス, (株)診断と治療社, 17, 16-19, (2014).
11. 田中英登, 熱中症予防のための暑熱順化の意義, 発汗学 (査読有), 20(2): 88-91, (2013).
12. 薩本弥生, 川村友希, 杉本千佳: 暑熱環境下で熱中症予防に適した剣道用稽古着の検討服装と熱中症, 繊維製品消費科学会 (査読有), 54(3), 20-30, (2013)
13. 斉藤武比斗 田中英登, CVRRを用いたASHRAE基準の生理学的評価, 日本生気象学雑誌(査読有)48, s89, (2012)
14. 田中英登, 梅田奈々, 高齢者における冷房環境下の快適性に及ぼす気流の影響, 日本生気象学雑誌 (査読有), 48, s82, (2012)
15. 薩本弥生, 服装と熱中症, 日本臨牀 (査読有), 70, 1013-1021 (2012)
16. 薩本弥生, 竹内正顯, 温熱的快適性を向上させた換気機構付きの革靴の開発, デザントスポーツ科学 (査読有), 33, 59-66 (2012)。
17. P. Hiep, F. Ono, R. Kohnno, Controlling Distances and Transmit Powers for Reliable Multi-Hop MIMO Relay System, EURASHP

- Journal on Wireless Communications and Networking,(査読有)-April, (2012), DOI: 10.1186/1687-1499-2012-153
18. H.-Bang Li, R. Kohno, Standardization on Body Area Network and a Prototype System Based on UWB Journal of Medical Systems, Springer Science +Business Media, LLC 有 - 1255-1263, (2011) , DOI 10.1007 /s10916-011-9662-9
 19. S. Miyazaki, S. Yamasaki, R. Kohno, Single-Carrier Transmission Using Overlap Frequency Domain Equalizing and Coherent Averaging, IEICE Transactions on Fundamentals (査読有) , E94-A(11) , 2169 -2177, (2011).
 20. K. Enda, R. Kohno, Iterative Delay Compensation Algorithm to Mitigate NLOS Influence for Positioning, Current Trends and Challenges in RFID (査読有) , 357-374,(2011) DOI : ISBN 978-953-307-356-9.
 21. H. Suzuki, R. Kohno, Throughput Efficiency of Hybrid ARQ Error- Controlling Scheme for UWB Body Area Network, In Tech, Open Access Publisher (査読有), no.13 , 289-310 (2011), DOI:ISBN 978-953-307-61-0.
 22. K. Sodeyama, R. Kohno, Performance Analysis of Spectrum Management Technique by Using Cognitive Radio, In Tech, Open Access Publisher(査読有), no.13, 264-272, (2011) , DOI:ISBN 978-953-307-324-8.
 23. T. Aoyagi, M. Kim, J. Takata, K. Hamaguchi, R. Kohno, Numerical Simulations for Wearable BAN Propagation Model during Various Human Movements , IEICE Transactions on Communications (査読有) , E94-B(9) , 2496-2499,(2011).
 24. 上野哲, 澤田晋一, 登内道彦, 熱中症による業務上死亡災害 : 2009 年と 2010 年の比較, 日本生気象学会雑誌 (査読有) 48 , s55, (2011).
 25. H. Hasegawa, S. Takatsu, T. Ishiwata, H. Tanaka and R. Meeusen, Continuous monitoring of hypothalamic neuro transmitters and thermoregulatory responses in exercising rats, J. Neuroscience Methods (査読有) , 202 , 119-123, (2011).
- [学会発表] (計 32 件)
1. 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).
 2. 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, 2015 年 11.21 , (2015) .
 3. N. Maruta, H. Saito, Y. Satsumoto, H. Morooka, Differences by Body Part and Age in Compressive Deformation of Body Surface and Fat Thickness in Adult Females, Chiba, 10.29, (2015).
 4. 薩本弥生, 丸田直美, 斉藤秀子, 諸岡晴美, 動作時におけるブラジャーの快適性に年齢、身体特性、ブラジャーの種類がおよぼす効果, 日本繊維製品消費科学会, 2015 年度年次大会研究発表, 長野, 6.28, (2015).
 5. 薩本弥生, 島崎康弘, 香川利春, 高山清隆, 竹内正顯, 空気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).
 6. 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).
 7. 佐藤克憲, 山末耕太郎, 杉本千佳, 河野隆二, 低消費電力を考慮した送受信パケットアクセスの一体化による医療 BAN の MAC プロトコルの提案, 2014 年度 IEICE ソサイエティ大会, B-20-3 , (2014).
 8. 韓剛熙, 杉本千佳, オフィス知的照明制御のための心拍特徴量に基づく適切感評価, IEICE_HCG シンポジウム, D4-2, (2014).
 9. 薩本弥生, 中田いずみ, 暑熱環境時の熱中症予防のためのふいご促進スポーツウェアの評価, 第 38 回人間生活環境系学会シンポジウム(HES), 長崎, (2014).
 10. Y. Satsumoto, L. Yu, T. Aoyagi, S. Ueno, Effect of material property and design of outdoor parker on its heat transfer and ventilation rate , ISF2014, Tokyo, 9.29(2014) .
 11. 中田いずみ, 薩本弥生, 衣服の着心地に関わる教育プログラムの開発をめざした研究, 日本家庭科教育学会 2014 年度年次大会, 岡山 , 6.29, (2014).
 12. 薩本弥生, 斉藤秀子, 丸田直美, 諸岡晴美, 動作時におけるブラジャーの快適性に身体特性、ブラジャーの種類がおよぼす効果, 日本繊維製品消費科学会年次大会研究発表, 京都, 6.28, (2014).
 13. 青柳卓也, 薩本弥生, アウトドア用パーカのデザイン・素材特性が温熱的快適性におよぼす効果, 繊維学会年次大会, 東京, 6.12, (2014).
 14. 田中英登, 長谷川博, 発汗機能の季節変動に及ぼす生活習慣の影響, 第 22 回日本運動生理学会大会抄録集, (2014) .
 15. 大日方裕也, 山末耕太郎, 杉本千佳, 河野隆二, 動的なチャンネル推定を利用した UWB-BAN のための干渉対策双方向通信の研究, 松山, 2 , (2013).
 16. 洪栄作, 杉本千佳, 河野隆二, 空調制御を目的としたバイタルデータを用いた個人の心地よさの推定, IEICE_HCG シンポジウム, 松山, 2 , (2013).
 17. C. Sugimoto, Human Sensing Using Wearable Wireless Sensors for Smart Environments, Proc. of the 7th International Conference on Sensing Technology (ICST2013), 12, New Zealand, (2013).
 18. 榎本ヒカル, 薩本弥生, 杉本千佳, あるクールビズ実施オフィスの温熱環境による人体影響に関する実態測定, 第 37 回人間生活環境系学会シンポジウム(HES), 12.01, 神戸, (2013).
 19. 竹谷翔平, 島崎康弘, 野津滋, 異なる運動状況における人体温熱状態の把握, 第 37 回人間生活環境系学会シンポジウム(HES), 12.01, 神戸, (2013).
 20. 島崎康弘, 橋本直之, 柏木衿香, 異なる運動状況における発汗様相, 第 37 回人間生活環境系シンポジウム(HES), 12.01, 神戸, (2013).

21. 薩本弥生, 劉雨, 青柳卓也, 上野哲, 着衣の熱移動性や換気性能に素材の物性やデザインがおよぼす効果, 第 37 回人間生活環境系学会シンポジウム (HES), 12.01, 神戸, (2013).
22. 村田雅明, 島崎康弘, 野津滋, 異なる歩行条件におけるシューズ内温熱環境形成, スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2013, 11.03, 東京, (2013).
23. 吉田篤正, 櫻原健太, 島崎康弘, 木下進一, 地表面および衣服の日射特性が人体の温冷感に与える影響, 2013 年度日本建築学会大会, 北海道, 08.31, (2013).
24. 薩本弥生, 田中唯, 中田いずみ, 島崎康弘, 暑熱環境下における熱中症予防に適したコンプレッションインターの検討, 日本繊維製品消費科学会年次大会, 名古屋, C8, 06.28 (2013).
25. 香川利春, 薩本弥生, 島崎康弘, 竹内正顯, 高山清隆, 空気圧を用いた靴の換気計測用模擬歩行装置, 日本フル・ドパワーシステム学会 25 年度春季フル・ドパワーシステム講演会, 東京.05.24, (2013).
26. 田中英登, スポーツパフォーマンス向上に及ぼす最適な水分補給温度, 5-15 水分補給の日記念シンポジウム, 東京, 05.15, (2012)
27. 松久優花, 島崎康弘, 野津滋, 歩行運動時における靴内温熱気候の計測, 日本機械学会中国四国学生会第 42 回学生員卒業研究発表講演会広島大学, 3.7, (2012).
28. S. Sawada, S. Ueno, Recent heat-related problems at outdoor work and the assessment and prevention strategy in Japan, ICHES2011, 10.5 Hokkaido University, (2011).
29. 岡龍雄, 上野哲, 澤田晋一 夏季の林業従事者の下草刈り作業における暑熱負担の検討 (1) ~ 心拍数を用いた解析, 日本産業衛生学会, 5.18 東京, (2011).
30. 上野哲, 岡龍雄, 澤田晋一 夏季の林業従事者の下草刈り作業における暑熱負担の検討 (2) ~ 深部体温, 尿成分, 体重減少量による解析, 日本産業衛生学会, 5.18 東京, (2011).
31. Y. Satsumoto, M. Takeuchi and G. Havenith, The Effect of size factor of leather shoes on ventilation rate in shoes, ICHES2011, Hokkaido University, 10.4, (2011).
32. C. Sugimoto and R. Kohno, Wireless Sensing System for Healthcare Monitoring Thermal Physiological State and Recognizing Behavior, The 6th International Conference on Broad band and Wireless Computing, Communication and Applications, (BWCCA 2011) Barcelona, Spain, 10.28, (2011).

〔図書〕(計 3 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. 榎本ヒカルら, 改訂建築物の環境衛生管理, 榊井上書院, 173, (2013).
3. 薩本弥生ら, アパレルと健康 - 基礎から進化する衣服まで -, (株)榊井上書院, 170, (2012).

〔産業財産権〕出願状況 : なし

〔その他〕: ホームページ等
最終報告書詳細版
<http://hdl.handle.net/10131/10172>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

薩本 弥生 (SATSUMOTO, Yayoi)

横浜国立大学・教育人間科学部・教授

研究者番号: 10247108

(2) 研究分担者

杉本 千佳 (SUGIMOTO, Chika)

横浜国立大学・未来情報通信医療社会基盤セン

ター・准教授

研究者番号: 40447347

田中 英登 (TANAKA, Hideto)

横浜国立大学・教育人間科学部・教授

研究者番号: 60163557

河野 隆二 (KOHNO, Ryuji)

横浜国立大学 工学研究院・教授

研究者番号: 90170208

竹内 正顯 (TAKEUCHI, Masaaki)

桐蔭横浜大学・健康スポーツ政策学部・教授

研究者番号: 80016526

香川 利春 (KAGAWA, Toshiharu)

東京工業大学・精密工学研究所・教授

研究者番号: 50108221

島崎 康弘 (SHIMAZAKI, Yasuhiro)

岡山県立大学・情報工学部・助教

研究者番号: 20584270

榎本 ヒカル (ENOMOTO, Hikaru)

東京福祉大学・教育学部・講師

研究者番号: 00423517

一木 正聡 (ICHIKI, Masaaki)

産業技術総合研究所・集積マイクロシステム研

究センター付・研究員

研究者番号: 00267395

鈴木 章夫 (SUZUKI, Akio)

産業技術総合研究所・集積マイクロシステム研

究センター・研究員

研究者番号: 20357289

上野 哲 (UENO, Satoru)

労働安全衛生総合研究所・人間工学・リスク管

理・研究員

研究者番号: 60291944

佐古井 智紀 (SAKOI, Tomonori)

信州大学・学術研究院繊維学系・講師

研究者番号: 70371044