

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：52605

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12148

研究課題名(和文) 中枢温度を用いた脊髄損傷患者用体温制御システムの研究

研究課題名(英文) Research of temperature control systems for spinal cord injury patients using central body temperature.

研究代表者

吉村 拓巳 (Yoshimura, Takumi)

東京都立産業技術高等専門学校・ものづくり工学科・教授

研究者番号：30353262

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：脊髄損傷により体温調節が困難な患者は、夏場の熱中症や冬場の低体温症の危険があり、積極的な外出が難しいという問題がある。これらの問題を解決するため、本研究では「中枢温度」を用いた体温制御システムの研究を行った。熱中症の危険度を予測するため、心拍数と運動の状態から深部体温の上昇を推測するシステムの開発を行った。また、発汗機能が失われた脊髄損傷患者の温度制御に最適な冷却・加温デバイスの検討を行い、冷却能力の検証を行った。さらに、深部体温を簡便に計測するため、消費電力の大きい「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の開発と精度検証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで脊髄損傷者を対象とした体温調節の研究は行われておらず、研究により開発した体温予想システムを用いることで、脊髄損傷者のQOLを向上させることが可能になると考えられる。また、体温調節デバイスの検討から、冷却能力の客観的な評価方法の手法が確立でき、今後の研究において他の冷却方法の検討を行う際に、効果の比較検討が可能になると考えられる。さらに、深部体温センサの開発により、無拘束で長時間深部体温を計測することが可能となり、脊髄損傷者だけでなく健常者の体調管理などのモニタリング装置としての応用も可能になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Spinal cord injury patients have a reduced ability to regulate their body temperature, making it difficult for them to actively go outside due to the risk of heat stroke in the summer and hypothermia in the winter. To solve these problems, this study developed a body temperature control system using central body temperature. In order to predict the risk of heat stroke, a system was developed to estimate the increase in deep body temperature based on heart rate and exercise status. In addition, cooling and heating devices optimized for temperature control in spinal cord injury patients were investigated and their cooling capacity was verified. Furthermore, in order to measure deep body temperature easily, we developed a deep body temperature sensor that does not use the heat flow compensation method, which consumes large amounts of power, and verified its accuracy.

研究分野：生体計測

キーワード：深部体温 体温制御 双熱流法

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

脊髄損傷患者は外気温に対する体温調整機能が低下しているため、熱中症および低体温症の可能性が高くなる。全国頸髄損傷連絡会の調査によると、脊髄損傷者の約 28%が月の外出回数が5回未満であり、17%が移動の際に体温調節の不安があると答えている。このため、体温調節機能の低下は日常的な外出を妨げるだけでなく、重度の肢体不自由者が障害者スポーツに参加する上での大きな障壁となっている。また、車いすアスリートにおいても運動中および練習中の温度上昇を抑えることが重要である。これらの事より、従来から車いすアスリートの冷却効果の研究も行われているが、上昇した体温を冷却した事による、運動パフォーマンスの研究が中心で、効果的な冷却方法の検討はされていない。さらに、外気温が低い場合における「中枢温」変動の影響もほとんど研究されておらず、脊髄損傷患者の屋外における活動に制限が生じるため生活の質(QOL)向上を妨げている。

2. 研究の目的

脊髄損傷者の上述したような問題を解決するため「患者を積極的に冷却・加温する事により体温を一定に保つことができるシステム」を開発する事で、脊髄損傷患者の活動温度範囲を広げることが可能である。本研究では以下の2点について明らかにする。

(1)中枢温を用いた体温制御アルゴリズムの検討

これまで脊髄損傷患者の運動・温熱負荷による生理的な反応と、積極的な冷却・加温制御の関係は明らかとなっていない。本研究では運動・温熱負荷による生理的な反応を明らかにし、最終的には「中枢温」を指標とした「体温制御アルゴリズム」の構築を行う。

(2)体温制御システムの開発

前述の「体温制御アルゴリズム」の研究と並行して、発汗機能が失われた脊髄損傷患者の温度制御に最適な「冷却・加温デバイス」の開発を行う。体温を一定に制御するには患者の体温をモニタリングする必要がある。一般的な体温計測の方法としてはサーミスタを用いた体表面温度計測があるが、外気温に依存する事から対象者の身体内の温度を正確に知ることは困難である。そこで本研究では「中枢温」を指標とすることで、正確な体温制御を行う。

「中枢温」の計測方法としては鼓膜温度や直腸温度などがあるが、センサを挿入する必要があるため、長時間の計測は困難である。一方、体表面にセンサを装着し、ヒータを用いて「中枢温」との温度差を相殺することで測定を行う「熱流補償法」を用いた「深部体温センサ」がある。しかし、この方法はヒータを用いるため消費電力も大きく、小型化が困難であるという問題がある。本研究では、日常生活中に使用できる温度制御システムを開発するため、従来開発を行ってきた「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の小型化を行い、日常生活中の長時間計測を可能とする。

3. 研究の方法

(1)中枢温を用いた体温制御アルゴリズムの検討

研究協力者を行った健常者を対象とした環境試験室における運動負荷実験により、中枢温、体表面温度、心拍数などの生理情報を同一の負荷条件で測定し、生体情報の変化の違いから運動・温熱負荷により10分先の深部体温の上昇を推定するアプリの開発を行った。このアプリの検証を行うため、健常者を対象とした温熱運動負荷実験を行い、深部体温の計測値と推定した深部体温の比較を行った。

(2)体温制御システムの開発

(a)「冷却・加温デバイス」の開発

対象者の体温を一定に保つために、身体を冷却、加温可能なシステムの検討を行った。試作したシステムを用いて、冷却能力を客観的に計測するシステムを作成し、冷却能力の検証を行った。

(b)「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の小型化

体温制御システムを日常的に使用するには無拘束で長時間の体温測定をする必要がある。このため、本研究では従来から開発を行っている「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の無線化と小型化の研究を行った。センサは小型化により形状が従来のものと異なり、センサ内の熱の伝導が変わるため、生体を模擬した温熱ダミーを開発し、深部温度推定の方法や、センサの校正方法の検討を行った。

4. 研究成果

(1)中枢温を用いた体温制御アルゴリズムの検討

国立リハビリテーション研究所と共同で、環境試験室における運動負荷実験を行い、体温推定を行うパラメータと推定式の検討を行った結果、現在の深部体温、外気温、身体加速度から下

記の1式を用いて、10分後の深部体温を推定する方法を提案した¹⁾⁵⁾。ここで、 T_{core} は深部体温、 T_{air} は外気温度を示す。また、熱容量[C]、基礎代謝[M]、運動による熱発生率 p_a 、外気との熱伝導率[q]は過去15分間のデータからパラメータの値を随時最適値になるように更新して、算出に用いている。

$$C \frac{dT_{core}}{dt} = M + p_a - q(T_{core} - T_{air}) \quad (1式)$$

本研究では、この計算式を用いて10分後の深部体温を推定するスマートフォンアプリの開発を行った。図1に作成したアプリの画面を示す。深部体温の計測は、本研究の「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の小型化」で開発を行った深部体温センサとアプリをインストールしたAndroid端末をBluetooth接続することで取得する。アプリ画面には、現在の深部体温、10分後の予測体温、熱中症の注意域と危険域の目安を表示するようになっている。また、計測したデータや予測データをスマートフォン本体に記録できるようになっている。



図1 体温予測システムのアプリ画

開発したアプリを用いて、健康成人男性1名(身長:170cm 体重67kg:年齢:27歳)を対象に温熱運動負荷実験を行った。実験は事前に産業技術高等専門学校倫理委員会審査(29産技専管 第536号)の承認後、被験者にはインフォームドコンセントを行い実施した。室温(24°C)の部屋で60分間の安静状態の後、31°Cの環境試験室に移動し、8分間の安静状態、30分間の運動負荷、15分間の安静状態を保った。31°Cの環境試験室に移動後の実験結果を図2に示す。図2の青いラインは現在の深部体温、赤いラインは現時刻の10分前のデータから深部体温を推定した値である。実験開始から6分後の深部体温(青いライン)が上昇を始めているが、24°Cの部屋から31°Cの部屋に移動したことにより、時間遅れを伴って深部体温が上昇している。また、38分以降の安静時においては、深部体温が緩やかに下降している。予測した深部体温は計測開始、11分後と18分後に大きなノイズが生じていることがわかる。これは、10分前の深部体温、外気温度、運動加速度から推定しているため、24°Cから31°Cへ移動した際の環境温度の変化や、運動による運動加速度の上昇などが影響しノイズとして現れたと考えられる。18分以降では比較的ノイズは少なく、後半になるにしたがって実測した深部体温に近い値になっていることがわかる。これらの結果より、開発した深部体温推定システムは、外気温度などの急激な変化が無い状態であれば、推定が可能であることが分かった、一方で、外気温度や運動加速度などの変化に対して、ノイズが乗りやすいという問題も生じた。今後これらの影響を少なくするアルゴリズムの検討が必要となると考えられる。

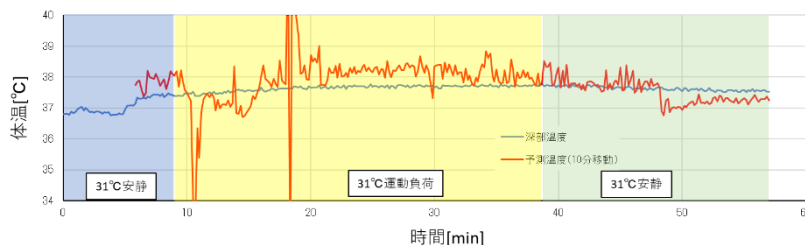


図2 体温予測システムを用いた温熱運動負荷実験の

(2) 体温制御システムの開発

(a) 「冷却・加温デバイス」の開発

冷却加温デバイスの開発では、ペルチェ素子を用いて冷却した水を、ベストに設置したチューブに通すことで体を冷却する装置を開発した。開発した装置の冷却部と、ベスト部の構成と外観を図3に示す。開発した装置はシャツのように上半身に装着するタイプでペルチェ素子により循環する水が冷却加温可能な構造とした。冷却水の冷却能力を高めるため、ペルチェ素子と冷却水の熱交換を行う構造を再検討した。また、ペルチェ素子の排熱側の能力を上げるために、空冷構造の見直しを行った。これにより冷却水の冷却温度の向上が図られた。また、実際に生体に装着した際の冷却能力を算出するため、恒温水槽を用いた生体を模擬した冷却能力の実験を行った。身体を模擬した $T_c=37^\circ\text{C}$ の温水中にベスト部分のチューブを入れ、ベスト部分の入力と出力の冷却水温度、 T_{in} と T_{out} を計測した。計測した T_{in}, T_{out} の温度差(9.3°C)とあら

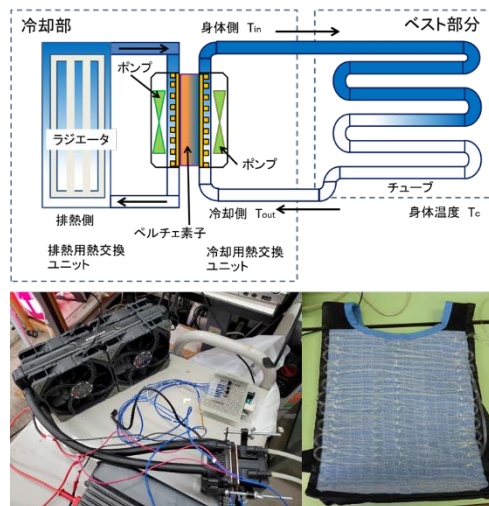


図3 水冷式冷却デバイス装置の構成と外観

かじめ測定したチューブ内の流量(62 ml/min)から計算した結果、約 40W の冷却能力があることが明らかとなった。人間の成人男性 30~49 歳の基礎代謝量は約 1500 kcal と言われており⁶⁾、単位時間当たりの熱量にすると 73 W となる。このことより開発した冷却デバイスは基礎代謝量の約半分程度の冷却能力があることが明らかとなった。

さらに本研究では手足に存在する、動静脈吻合 Arteriovenous Anastomoses (以下 AVA) 血管の冷却デバイスの検討を行った。ペルチェ素子を用い、手のひらの AVA を直接冷却する構成とした。開発した冷却デバイスを用い、運動負荷時の冷却能力の検証を行った。健康成人男性 1 名 (年齢 20 歳、身長 180cm、体重 60kg) を対象に、室温 (24℃) において、安静 20 分、エルゴメータ運動 20 分、安静 20 分間の深部体温を、AVA 冷却ありと、無しで計測を行った。実験は事前に産業技術高等専門学校の倫理委員会審査 (29 産技専管 第 536 号) の承認後、被験者にはインフォームドコンセントを行い実施した。計測結果を図 4 に示す。計測の結果、運動時②において冷却無しの場合は緩やかな上昇傾向であったが、冷却ありの場合運動開始後 10 分後から深部体温の減少が確認できた。また、運動時の最高深部体温からの下降率も冷却ありの場合が大きかった。運動終了後の安静時③においても、冷却ありの深部体温の低下が大きく、安静終了後の深部体温も冷却なしに比べて低値になった。このことより AVA 血管を冷却するデバイスにより、運動中の深部体温上昇を抑制できる可能性が示唆された。今回は被験者 1 名で実験を行ったため、今後複数の被験者で検証を行う必要がある。

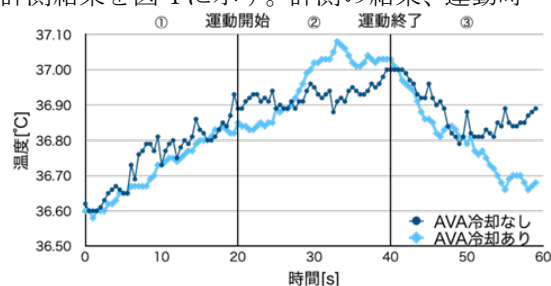


図 4 深部体温の変化

(b) 「熱流補償法」を用いない「深部体温センサ」の小型化

図 5 に双熱流法による深部体温計測の原理図を示す。原理図は双熱流法の測定プローブを横から見た図で、下の部分が組織を示し、流路長 L1 の熱流路 A と流路長 L2 の熱流路 B の 2 つの熱流路を有する形状となっている。熱流路の皮膚表面および上面の空気中側にはそれぞれ温度センサ A~B がありそれぞれの測定温度を T1~T4 とすると深部体温 Tc は以下の 2 式で計算することができる。

$$T_c = T_1 + \frac{(T_1 - T_2)(T_1 - T_3)}{K(T_2 - T_4) - (T_1 - T_2)}, K = 2 \quad (2式)$$

この方法は計測にヒータを用いないため省電力化が可能となるメリットがある。

図 6 作成したセンサの外観を示す。センサは図 5 で示したプローブ部と、2 式により算出した深部体温を Bluetooth を用いてスマートフォンに送信する本体部から構成されている。プローブの直径は 45mm、高さ 16mm、本体部の縦、横、高さは 35×52×10mm でプローブと本体を合わせた重量は 36g と装着の際に負担とならない形状とした。センサの電源はリチウムポリマ電池(110mAh)を用い、充電可能な構成としている。また、本体部は micro SD カードに計測データを記録できる構成となっている。受信側のスマートフォンには専用の受信アプリを用いて計測を可能とした。受信アプリの画面を図 7 に示す。受信アプリには算出した深部体温を表示する機能と受信したデータをスマートフォンに保存する機能、センサの校正を行う機能などが実装されている。センサの動作時間は本体の micro SD カードに保存した場合は約 12 時間、SD カードに保存せず、スマートフォンとの通信のみの場合は約 24 時間である。

精度の検証を行うには、深部体温の真値がわかる対象を計測し、モニタの計測値と比較を行う必要がある。しかし、実際に人を対象とした精度検証実験は難しいため、装着部位である頭部を模擬した精度検証装置を作成する必要がある。頭部は脳内の臓器が頭蓋骨で覆われているため、深部組織の温度 Tc と、頭蓋骨の骨を模擬した構造にする必要がある。図 8 に作成し

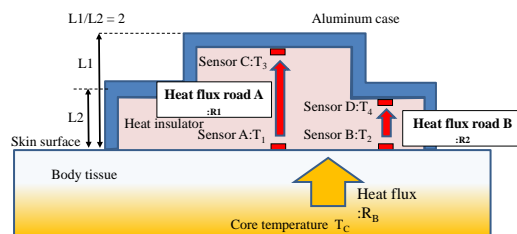


図 5 双熱流法による深部体温計測の原理図

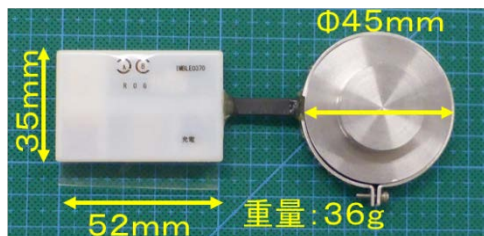


図 6 センサの外観



図 7 受信アプリの画面

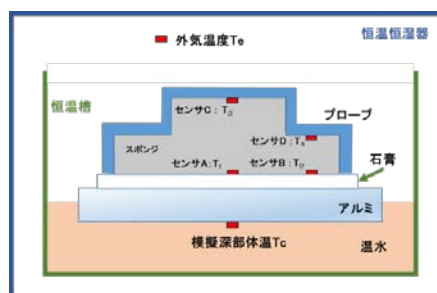


図 8 深部体温模擬装置の構成

た深部体温を模擬する装置の構成を示す。恒温水槽を用い水温を可変することで、深部体温を模擬する構成とした。プローブの装着面は、頭部の前額部の装着を模擬するため、骨の熱伝導率と厚みがほぼ同じ5.5mmの石膏を用いアルミ板を介して恒温水槽の温水と接触させる構成となっている。プローブを配置した恒温水槽全体を恒温恒湿器内に入れることで外気温度を可変して実験できる構成となっている。

作成した深部体温模擬装置を用いて、従来使用していたプローブと形状を小型化したプローブの測定精度を、外気温度を可変して計測した。図9に使用した従来プローブと小型化プローブの外観を示す。小型化したプローブは従来のプローブの一部を切り取った形状であり、高さ方向の形状は同様である。深部体温を算出する際に必要なK値はプローブの高さ方向の比から、 $K=L1/L2=2$ を用いた。深部体温 T_c は 37°C に設定し、外気温度を 15°C から 40°C 付近まで可変させ、 $T_c, T_e, T1\sim T4$ を計測し深部体温を計算式で算出した値と T_c との差を算出した。

従来のプローブと小型化したプローブの外気温度による誤差を図10に示す。縦軸が真値からの誤差、横軸が外気温度である。外気温度が深部体温に近い場合はどちらのプローブも誤差が小さいが、外気温度が低くなると真値 T_c よりも大幅に低く算出されることが明らかとなった。また、従来形状のプローブと比較して、小型化したプローブは真値からのずれが大きくなることが明らかとなった。これはセンサの形状を小型化したことにより、熱流の流れが変化し、定義した計算式(式2)のK値がずれてしまったと考えられる。このため、2式からK値を未知数とし、 T_c を既知の水温としてK値を逆算した。逆算したK値は従来プローブでは1.42、小型化プローブでは0.98となった。このK値を用い、深部体温を再計算した結果を図11に示す。図より外気温度が低い場合においても、真値からの誤差が大幅に減少していることがわかる。これより、高さの比から求めたK値を用いず、深部体温模擬装置を用いて、プローブごとに逆算したK値を用いることで、プローブを小型化した場合でも、精度よく計測が可能であることが示唆された。

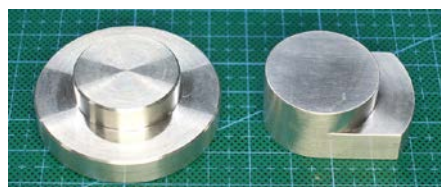


図9 プローブの外観

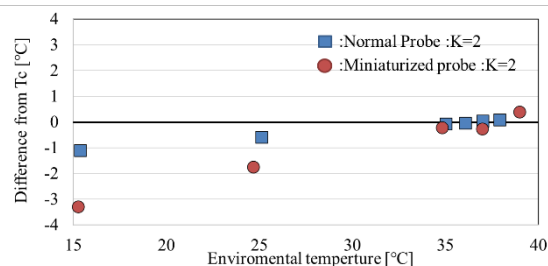


図10 外気温度による推定値の誤差

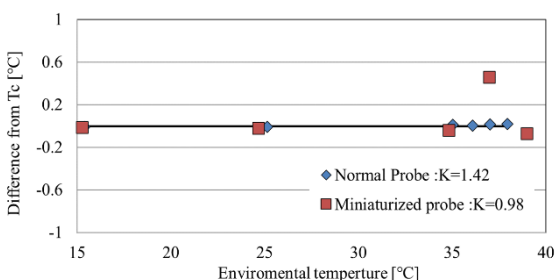


図11 再計算したK値を用いた誤差

<引用文献>

- 1) 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳. 深部体温変化線形モデルの実時間個人パラメータ同定, 計測自動制御学会システム情報部門講演会, Nov. 2018.
- 2) 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳. 暑熱環境運動時における頸髄損傷者の深部体温変化線形モデルに対する個人パラメータオンライン同定手法の検討, 日本ロボット学会学術講演会, Sep. 2018.
- 3) 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳. 暑熱環境運動時における頸髄損傷者の深部体温変化線形モデルの検討, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, Jun. 2018.
- 4) Masaru Yokota, Jun Suzurikawa, Yukiharu Higuchi, Toshiyo Tamura, Daisuke Kurabayashi, Takenobu Inoue, Toru Ogata, Atsushi Takashima. Linear Dynamic Model to Predict Core Temperature of Persons with Spinal Cord Injury, IEEE/SICE International Symposium on System Integration, Proceeding of 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 249-254, Jan. 2019. DOI: 10.1109/SII.2019.8700350
- 5) Masaru Yokota, Jun Suzurikawa, Yukiharu Higuchi, Toshiyo Tamura, Daisuke Kurabayashi, Takenobu Inoue, Toru Ogata, Atsushi Takashima. A trial of linear dynamic model extension to improve prediction accuracy of core temperature change for persons with spinal cord injury, 2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 2020. DOI: 10.1109/SII46433.2020.9026179
- 6) 厚生労働省, 「日本人の食事摂取基準(2020年版)」策定検討会報告書, P74

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7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 Tamura Toshiyo, Huang Ming, Yoshimura Takumi, Umezu Shinjiro, Ogata Toru	4. 巻 22
2. 論文標題 An Advanced Internet of Things System for Heatstroke Prevention with a Noninvasive Dual-Heat-Flux Thermometer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s22249985	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 Tamura Toshiyo	4. 巻 9
2. 論文標題 Progress of Home Healthcare Sensor in Our Experience: Development of Wearable and Unobtrusive Monitoring	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 189 ~ 196
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14326/abe.9.189	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 Park Kwang Suk, Tamura Toshiyo	4. 巻 9
2. 論文標題 Ubiquitous healthcare monitoring	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomedical Engineering Letters	6. 最初と最後の頁 1~2
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s13534-019-00099-8	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 Yokota Masaru, Suzurikawa Jun, Higuchi Yukiharu, Tamura Toshiyo, Kurabayashi Daisuke, Inoue Takenobu, Ogata Toru, Takashima Atsushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Linear Dynamic Model to Predict Core Temperature of Persons with Spinal Cord Injury	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration	6. 最初と最後の頁 249-253
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/SII.2019.8700350	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 Yokota Masaru, Suzurikawa Jun, Higuchi Yukiharu, Tamura Toshiyo, Kurabayashi Daisuke, Inoue Takenobu, Ogata Toru, Takashima Atsushi	4. 巻 -
2. 論文標題 A trial of linear dynamic model extension to improve prediction accuracy of core temperature change for persons with spinal cord injury	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration	6. 最初と最後の頁 266-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII46433.2020.9026179	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 Tamura Toshiyo, Huang Ming, Togawa Tatsuo	4. 巻 7
2. 論文標題 Current Developments in Wearable Thermometers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 88 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.7.88	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 Tamura Toshiyo, Chen Wenxi	4. 巻 -
2. 論文標題 Body temperature, heat flow, and evaporation. In seamless healthcare monitoring	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Springer international publishing AG	6. 最初と最後の頁 281 ~ 334
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17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 吉村拓巳, 黄銘, 田村俊世,
2. 発表標題 双熱流法を用いたウェアラブル深部体温計測モニタの開発
3. 学会等名 第37回ライフサポート学会大会, LIFE2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村拓巳, 木下大輔, 田村俊世
2. 発表標題 深部体温計の精度検証装置の開発
3. 学会等名 第62回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takumi Yoshimura, Toshiyo Tamura, Ming Huang
2. 発表標題 A study on accuracy of dual-heat-flux type deep body thermometer with a calibrator
3. 学会等名 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村拓巳, 高崎紀美子, 黄銘, 田村俊世
2. 発表標題 双熱流法による深部体温計測の測定精度に関する研究
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉村拓巳, 黄銘, 田村俊世
2. 発表標題 双熱流法による深部体温計測プローブの小型化に関する研究
3. 学会等名 第36回ライフサポート学会大会, LIFE2020-2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Hayashi, Takumi Yoshimura, Toshiyo Tamura
2. 発表標題 The Relationship between Arterial Blood Pressure and Pulse Transit Time During Dynamic Exercise
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村拓巳, 高崎紀美子, 田村俊世, 黄銘, 緒方徹, 井上剛伸, 硯川潤, 高嶋淳
2. 発表標題 双熱流法を用いたウェアラブル深部体温モニタの精度検証
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村 拓巳, 田村 俊世, 黄 銘, 緒方 徹, 井上 剛伸, 硯川 潤, 高嶋 淳
2. 発表標題 双熱流法を用いた深部体温測定装置の外気温度による測定精度の検証
3. 学会等名 第58回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高崎 紀美子, 吉村拓巳
2. 発表標題 双熱流法を用いた深部体温計測定の精度検証に関する研究
3. 学会等名 第38回数理学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村拓巳、田村俊世、黄銘
2. 発表標題 脊髄損傷アスリート用体温調節システムの開発
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村拓巳、田村俊世、黄銘
2. 発表標題 双熱流法を用いた深部体温計の精度検証
3. 学会等名 LIFE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 葛野拓也、吉村拓巳
2. 発表標題 脱水状態のモニタに向けた周波数可変アドミタンス計測装置の開発
3. 学会等名 LIFE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tamura T
2. 発表標題 CONNECTED HEALTHCARE MONITORING
3. 学会等名 International conference on Electrical, Electronic, Communication and Control Engineering (ICEECC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tamura T
2. 発表標題 The 2025 problem -the near future of Japan 's aging-and connected healthcare
3. 学会等名 IEEE EMBS conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳
2. 発表標題 深部体温変化線形モデルの実時間個人パラメータ同定
3. 学会等名 計測自動制御学会システム情報部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳
2. 発表標題 暑熱環境運動時における頸髄損傷者の深部体温変化線形モデルに対する個人パラメータオンライン同定手法の検討
3. 学会等名 日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横田優, 硯川潤, 樋口幸治, 田村俊世, 倉林大輔, 井上剛伸, 緒方徹, 高嶋淳
2. 発表標題 暑熱環境運動時における頸髄損傷者の深部体温変化線形モデルの検討
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 深部温度測定方法と深部温度計	発明者 吉村拓巳, 田村俊世, ほか	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特開2022-188820	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

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	田村 俊世 (Tamura Toshiyo) (10142259)	早稲田大学・次世代ロボット研究機構・その他(招聘研究 員) (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
---------	---------