

非接触型および顔認証型体表面温度と腋窩体温の関係*

坂崎 貴彦^{*1}, 小村 龍樹^{*1}

Relationship between non-contact and face-recognition type body surface and axillary body temperature

Takahiko SAKAZAKI^{*1} and Tatsuki KOMURA^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

OBJECTIVES: Although non-contact body surface temperature measurement has become the mainstream in COVID-19, it is believed that non-contact measurements such as face recognition type tend to show lower values. Therefore, we investigated the relationship between face-recognition type body surface temperature, non-contact type body surface temperature, and axillary body temperature.

METHODS: Three measurements of 32 male university students were taken. The room temperature and humidity at the time of each measurement were also noted. Significant differences and correlation coefficients between the measurements were examined. A risk rate of less than 5% was considered significant.

RESULTS: The Friedman test showed significant differences ($p=0.0000006$). Furthermore, Bonferroni's multiple comparison test showed significant differences between axillary and non-contact ($p=0.00011$) and non-contact and face recognition ($p=0.0000028$), but not between axillary and face recognition. In addition, no significant correlations were found among all measurements. Partial correlations that removed the effect of room temperature showed no significant correlations, but Spearman's rank correlation coefficient, which subtracted room temperature from each measurement, showed significant correlations among all measurements ($p=7.76E-10, 6.7E-10, 2.75E-10$).

CONCLUSIONS: Body surface temperature may be related to axillary, non-contact, and face recognition measurements.

Key Words : non-contact, face-recognition, axillary body temperature

1. 緒 言

新型コロナウイルス感染症が流行し、数々のイベントが中止または延期となる今日において、感染者の拡大を防止するためにも体温測定は必要不可欠である。体温 37.5 度以上の人を事前に確認できれば、感染拡大を未然に防ぐ効果が期待できる⁽¹⁾。毎日体温を記録用紙に記入し、発熱その他体調不良の場合は来学や課外活動への参加を禁止し、マスクの着用や手指消毒を徹底している大学も多い⁽²⁾。

体温測定については、従来の腋窩体温計よりも、測定時間が 1 秒であるという簡便さから、耳式体温計が使用されているという報告もある⁽³⁾。しかしながらコロナ禍では、簡便さに加えて非接触であることが要求される。最近、不特定多数の人が出入りする場所で、非接触型体表面温度測定を実施している光景をよく見かけるようになった⁽⁴⁾。しかし非接触型体表面温度測定で計測された値については、気温により変化するため、頼りすぎは禁物であるという見解もある⁽⁵⁾。体温計については、過去に腋窩体温計と耳式体温計の計測値の差を調べた研究が行われ、耳式体温計の方が深部体温を計測でき、高値を示したと報告されている⁽³⁾。

* 原稿受付 2022 年 4 月 28 日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科

E-mail: t-sakazaki@fukui-ut.ac.jp

今日では、腋窩体温計による測定値と体表面温度との関係を調べる必要がある。さらに非接触型である顔認証型体表面温度測定にも一定のニーズがあるため、それについては非接触型と分けて分析を行う必要もあると言える。しかしながら2年にも及ぶコロナ禍で、非接触型体表面温度測定を非接触型と顔認証型に分け、腋窩体温との関係について調べた研究は行われていない。

そこで本研究では、非接触型の中で顔認証型を区別し、顔認証型体表面温度測定器（顔認証型）、非接触型体表面温度測定器（非接触型）と腋窩体温計（腋窩）の測定値の関係について調べてみることにした。

2. 方 法

男子大学生 32 名（18～22 歳）を対象に、顔認証型体表面温度測定器（サーモマネージャーサーマルカメラ、東亜産業）、非接触型体表面温度測定器（HW-F7, Simzo 社製）及び腋窩体温計（BT-47X, タニタ）を用いて計測を行った。5 分間椅子に座って安静にした後にそれぞれ 2 回ずつ計測し、初回に計測した値を測定値とした。腋窩体温については本人が希望する側で予測検温により計測した。各測定時の室温及び湿度についても温湿度計（TP53JP, Thermo Pro）を用いて計測した⁽⁶⁾。

測定中、被験者が途中で苦痛を感じたり止めたくなくなったりしたらいつでも止めることができる旨を口頭で説明した。測定は 7 日間に分けて行った。初回の測定値が 37.0 度以上の被験者については、全て 2 回目に 37.0 度未満であることを確認した。

統計については、まずシャピロ-ウィルク検定を用いて正規性を検定した。各測定項目間の差の検定についてはフリードマン検定を用い、有意な場合は多重比較検定を行った。相関については正規分布が認められた場合にはピアソンの相関係数、認められなかった場合はスピアマンの順位相関係数を求めた。危険率 5%未満を有意とした。解析にはフリー統計ソフト EZR version2.7-0 を使用した⁽⁷⁾。

本研究は、「福井工業大学における人を対象とする研究倫理審査委員会」の承認を得て実施した（承認番号：人-2021-06）。

3. 結 果

測定の結果は、Table 1 のとおりであった。

Variables	Mean (Sd)	Median (25th-75th percentile value)
Axillary body temperature (°C)	36.2(0.5)	36.1(35.8-36.6)
Non-contact (°C)	36.7(0.2)	36.7(36.6-36.8)
Face-recognition (°C)	36.1(0.2)	36.2(36.0-36.2)
Room temperature (°C)	22.5(1.3)	22.0(21.2-23.8)
Humidity (%)	55.8(3.1)	57.0(53.0-58.0)

正規性の検定の結果、腋窩及び非接触型における測定値については正規分布が確認されたが ($p \geq 0.05$)、顔認証型、室温及び湿度については確認されなかった ($p < 0.05$, Table2)。

Variables	p-value
Axillary body temperature	0.0905
Non-contact	0.0926
Face-recognition	0.0001
Room temperature	0.0005
Humidity	0.0033

非接触型および顔認証型体表面温度と腋窩体温の関係

対数変換を行い、再度正規性の検定を試みたが、正規分布が認められた測定項目は、対数変換前と同じく腋窩と非接触のみであった($p \geq 0.05$, Table3).

Table3 Results of Shapiro-Wilk test after log transformation

Variables	p-value
Axillary body temperature	0.0971
Non-contact	0.0841
Face-recognition	0.0001
Room temperature	0.0006
Humidity	0.0023

各測定項目間の差の検定についてフリードマン検定を用いて調べた結果、有意な差が認められたため($P=0.0000006$), ホルムの多重比較検定を行った結果、腋窩と非接触型、非接触型と顔認証型の測定値間には有意な差が認められたが($p=0.00011$, 0.0000028), 腋窩と顔認証型との間には認められなかった (Table4).

Table4 Difference between each variable (p-value)

Variables	Axillary body temperature	Non-contact	Face-recognition
Axillary body temperature	—		
Non-contact	0.00011*	—	
Face-recognition	0.568	0.0000028*	—

* $p < 0.05$

各測定値間の関係を調べるため、「腋窩と非接触型」との関係についてはピアソンの相関係数で、「腋窩と顔認証型」及び「非接触型と顔認証型」の関係についてはスピアマンの順位相関係数を調べた結果、有意な相関は認められなかった (Table5).

Table5 Correlation matrix for each variable

Variables	Axillary body temperature	Non-contact	Face-recognition
Axillary body temperature	1	—	—
Non-contact	r=0.0483 p=0.793	1	—
Face-recognition	r=0.0098 p=0.958	r=0.1550 p=0.397	1

Upper row is correlation coefficient, lower row is p-value.

各測定項目に室温が関係すると考え、正規分布が確認された腋窩と非接触型との偏相関係数を調べた結果、有意な相関は認められなかった。

計測時の室温が測定値に影響を与える可能性を考え、各測定値から室温を減じ、シャピローウィルク検定を用いて正規性の検定を行った結果、腋窩体温のみに正規分布が認められた($p \geq 0.05$, Table 6).

Table6 Results of Shapiro-Wilk test after reduction at room temperature

Variables	p-value
Axillary body temperature	0.1834
Non-contact	0.0077
Face-recognition	0.0151

そこで、スピアマンの順位相関係数を調べた結果、すべての測定値間で有意な相関が認められた($p < 0.05$, Table 7).

Table 7 Correlation matrix for each variable after subtracting at room temperature

Variables	Axillary body temperature	Non-contact	Face-recognition
Axillary body temperature	1	—	—
Non-contact	$r=0.850$ $p=7.76E-10^*$	1	—
Face-recognition	$r=0.860$ $p=2.75E-10^*$	$r=0.954$ $p=6.7E-18^*$	1

Upper row is correlation coefficient, lower row is p-value.

* $p < 0.05$

室温調整前後の散布図行列を Fig.1 に示した。室温を減じる前（左側）よりも減じた後（右側）の方が、回帰直線に近づいている。

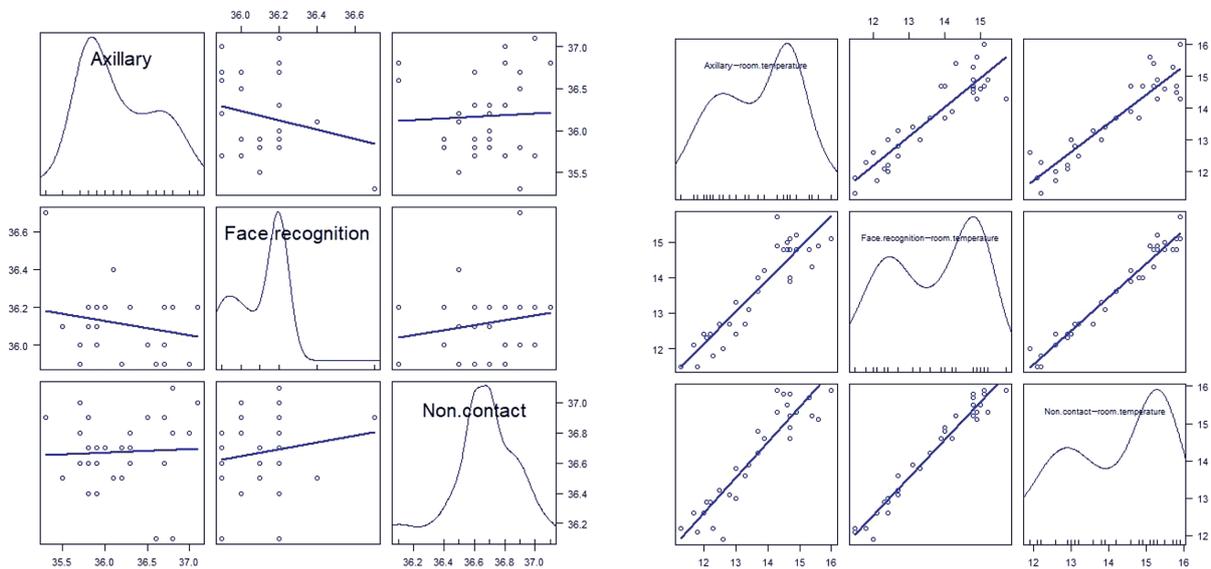
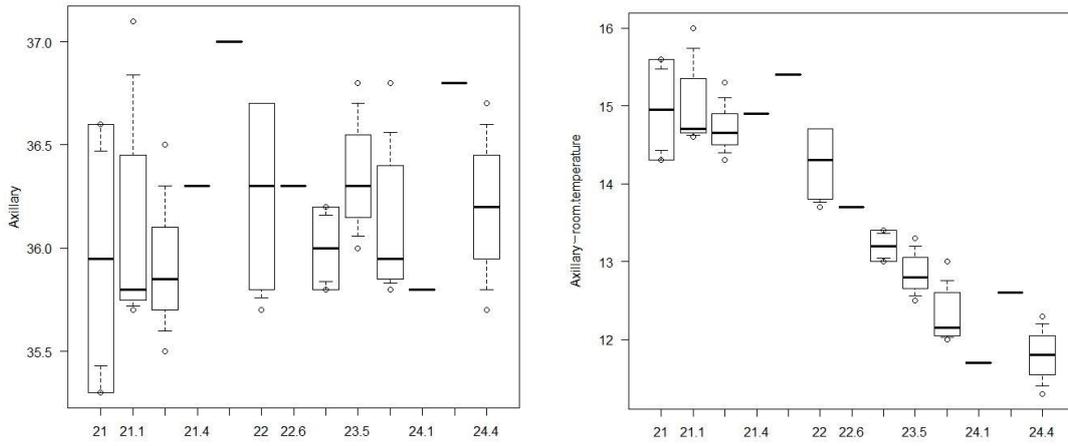


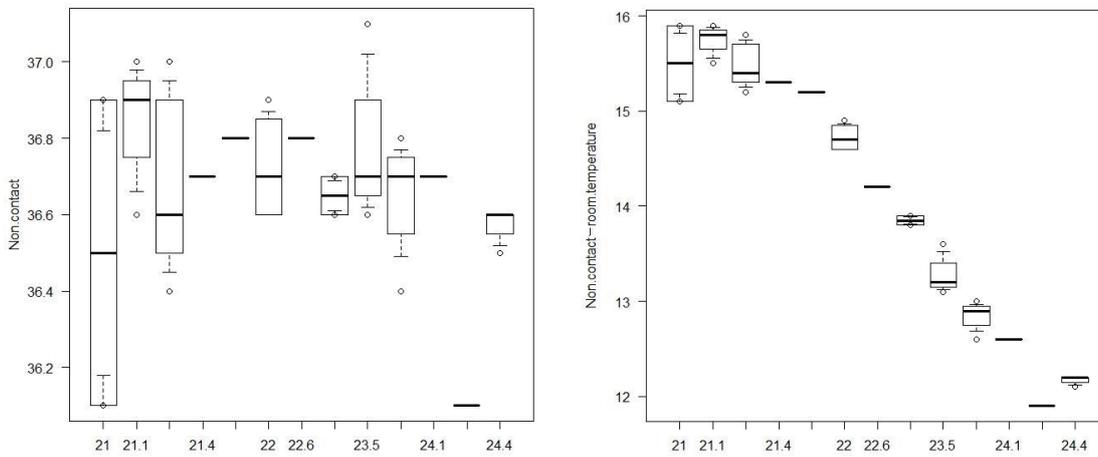
Fig.1 Scatterplot matrix before room temperature reduction (left side) and after room temperature reduction (right side)

各測定値について、室温を減じる前（各図左側）と減じた後（各図右側）の室温ごとの箱ひげ図を Fig.2(a-c) に示した。室温で各測定値を減じた値は、室温が高くなると低下する傾向がある。

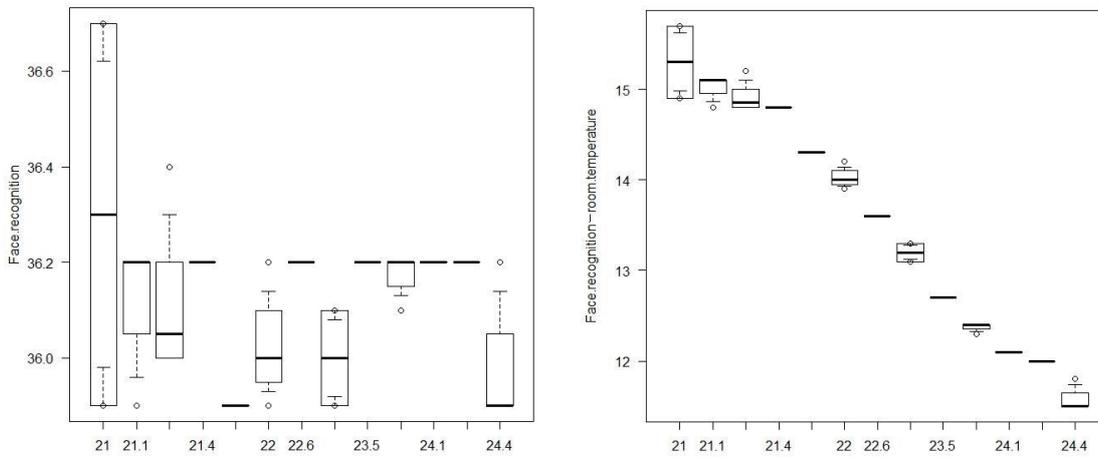
非接触型および顔認証型体表面温度と腋窩体温の関係



a) Axillary body temperature before room temperature reduction (left side) and after room temperature reduction (right side)



b) Non-contact values before (left side) and after (right side) room temperature reduction



c) Face recognition values before (left side) and after (right side) room temperature reduction

Fig.2 Box-and-whisker plot of each measurement before and after room temperature reduction

4. 考 察

本研究では、顔認証型、非接触型および腋窩の3つの測定値の関係について差の検定を行い、相関係数を調べ検証した。3つの測定値が異なる測定項目であるにもかかわらずフリードマン検定を用いた理由は、被験者が対応していることと、武田らが電子体温計による腋窩体温と前額部深部温との比較検討を行った際、対応のあるt検定を用いたことから⁶⁾、対応のある3群以上の差の検定を行う方法が妥当であると判断したためである。

従来の体温測定は、主に腋窩体温計により行われてきた。腋窩体温は予測値が深部体温よりも有意に高かったという報告があることから⁹⁾、体温が高い人をよりみつけやすい指標であるといえる。しかし新型コロナウイルス禍では、ソーシャルディスタンスを保つことができ、時間もかからない非接触型の体表面温度測定へと移行してきている。この状況については、不特定多数が集まる場所において素早く体温測定を行うことが可能な点では効果的であるが、もし一定の誤差が生じるのであれば、それを想定したうえで測定を行うべきである。本研究で計測を行うにあたり、腋窩以外の測定では非接触であるために、測定値が低くなる傾向があるのではないかと考えた。顔認証型の75パーセンタイル値のみでそれが確認されたが（Table1）、顔認証の中央値および25パーセンタイル値が腋窩より高いことから（Table1）、必ずしも顔認証の値が低くなるとは言えない。

また各測定項目間の差を調べた結果、腋窩と非接触型、非接触型と顔認証型の測定値間には有意な差が認められたが、腋窩と顔認証型との間には認められなかった（Table4）。この結果から、必ずしも顔認証型の値のみに低い傾向があるとも言えない。

これらの点について本研究では、腋窩を測定する際、被験者に対して左右いずれかの側を指定せず、本人に任せていることから、統一性がなく、そのことが影響しているのではないかと考えた。しかし左側からに統一したために偏りが生じた可能性があるとする先行研究も存在する⁸⁾。

各測定値間の相関を調べた所、全ての測定項目間で有意な相関が認められなかった（Table5）。そこで測定の際、室温が測定値に及ぼす影響について考えてみた。先行研究では、室温が24～26℃に調整されているが⁸⁾、本研究では調整を行わず、結果として21.0～24.4℃の中で行われていることから、測定値に室温が影響したのではないかと考えた。先行研究でも、テルモ研究所から腋窩の測定値が外気温の影響を受けている可能性があるというコメントを得たと報告されている⁸⁾。また、深部体温以外の体温は気温に大きく影響されるという報告もある¹⁰⁾。しかし正規分布が認められた腋窩と非接触型との間で、室温の影響を取り除いた偏相関を調べても、有意な相関は認められなかった。体温と室温の関係を考えた場合、偏相関係数を調べる上で室温の影響を取り除くという考え方のみでなく、それぞれの測定値から室温を減じる方法についても、室温が測定値に影響を及ぼすという観点から調べてみる必要があると考えた。そこでそれぞれの測定値から室温を減じ、相関係数を調べた結果、腋窩、非接触型および顔認証型間に有意な相関が認められた（Table7）。室温を減じる前後の散布図からもそれを確認することができ（Fig.1）、更に室温が高くなると室温で各測定値を減じた値が低くなる傾向があることがわかった（Fig.2）。

これらの結果から、3つの測定値には、室温が何らかの影響を及ぼす可能性があるのではないかと考えられるが、非接触でない腋窩も同様に室温を減じることにより、有意な相関が認められた。この点については、三浦らは耳式体温計が腋窩に比べ気温に左右されないと述べている³⁾。本研究は、約20秒間で測定できる予測検温で実施したため、より長い時間をかけて計測を行ってれば、異なった結果が得られたかもしれない。しかし今日の測定はスピードが要求され、殆どの人が予測検温で測定していることから、腋窩体温計の保管から使用までの取扱いについて何らかのルールを決める必要があったかもしれない。

本研究では室温を計測しているが、前述のように一定の室温に設定していない。この点については、大学生を対象に授業の空き時間で実施したため、測定が複数日となってしまうことも原因である。また、男子の学生数が圧倒的に多く、男子学生のみを対象とせざるを得なかった。さらに前日の生活の状況についても調べていない。今後は室温への考慮が必要であり、外気温への考慮から計測時の室温を高く設定してみることを検討するとしている先行研究も存在することから⁸⁾、室温を一定させた中で測定が必要である。さらに前日から計測までの生活の状況、男女差についても調べる必要がある。

本研究には種々の課題はあるものの、コロナ禍で大学生を対象に腋窩と非接触型および顔認証型の3つの測定値を調べ解析し、室温が関係する可能性を示すことができたことについては意義があると言える。

7. 結 論

腋窩、非接触型および顔認証型それぞれの測定値自体に高低の傾向があることは認められなかったが、測定値には室温が影響する可能性がある。今後は機器の取扱いに関する定義を確立し、室温をできる限り一定とした中で測定を行う必要がある。

参考文献

- (1)中村尚樹, “医療・警備分野に見る遠隔操作技術と5G”, 専修大学社会科学研究所月報, No. 688 (2020), pp. 30-52.
- (2)小松美砂, 菱沼典子, 笠谷昇, 浦野茂, 永見桂子, 出井隆裕, 寺春彦, 萬野智, 大田浩, 大森聖子, “新型コロナウイルス感染症に対する三重県立看護大学の取り組み(第2報)ーリスク管理の観点から”, 三重県立看護大学紀要, 特別号 (2021) pp.10-24.
- (3)三浦梨絵, 江藤晴美, 岡島敦子, 関寺友美子, “耳式体温計の有用性についての検討ー腋窩体温計との比較を通して導入を考えるー”, 東京医科大学病院看護研究集録, Vol. 23(2003), pp.25-28.
- (4)山梨雅枝, “コロナ禍における学内ダンス公演ー体育館を劇場空間へー”, 仙台大学紀要 Vol. 53, No. 1 (2021), pp. 51-62.
- (5)竹田佳彦., “非接触型体温計 頼りすぎ禁物 気温などで変化しやすい”, 中日新聞, 2021-03-26, 朝刊, 特設ページ.
- (6)小林勇登, 日下部太星, 松橋将太, 小野寺良二, 宍戸道明, “利用者の温冷感による咬筋部筋電位計測の動作信頼性”, 産業応用工学会論文誌, Vol. 9, No. 1 (2021), pp.46-52.
- (7)Kanda Y, ”Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics”, Bone Marrow Transplant, Vol.48(2013), p452-458.
- (8)遠藤芳子, 武田淳子, 大池真樹, 丸山真紀子, “電子体温計による腋窩体温と前額部深部温との比較検討”, 宮城大学看護学部紀要, Vol.12, No. 1 (2009), pp.1-8.
- (9)遠藤芳子, 武田利明, 武田淳子, 大池真樹, 小野寿江, “電子体温計による腋窩体温と前額部深部温との比較検討 (第2報)”, 宮城大学看護学部紀要, Vol.13, No. 1(2010), pp.27-35.
- (10)近藤徳彦, “人の体温調節反応”, 神戸大学発達化学部研究紀要, Vol.5, No. 2 (1998), pp. 55-66.

(2022年8月4日受理)