

心臓血管系及び温熱系指標に基づく課題取り組み態度の時系列特性の評価 Evaluation of Time Series Characteristics of Behaviour on Task Based on Cardiovascular System and Thermal System Indices

黒木 菜々子[†] 南雲 健人[†] 大岩 孝輔[†] 野澤 昭雄[†]
Nanako Kurogi Kent Nagumo Kosuke Oiwa Akio Nozawa

1. はじめに

昨今の日本において、就業者におけるメンタルヘルスの悪化が社会的な問題となっている。対策として、2019年4月より働き方改革関連法が施行され、企業にとって労働環境の整備が急務となっている[1]。メンタルヘルスの維持という点においては、意欲的・能動的な働き方が求められており、取り組み態度を定量的に評価できれば、オフィスのみならずリモートワークの働き方の把握などにも応用できる。生体情報は生理心理状態の客観的定量的評価に適している。身体的拘束を要する機器が多い中、近年の画像計測技術の発展により遠隔計測の可能性は高まっている。特に顔面皮膚温度のサーモグラフィ計測は生理心理状態の遠隔評価法として注目されている。

皮膚温度は血流量の変動に依存する自律神経系指標である。鼻部周辺には毛細血管の血流量を調整する動静脈吻合血管(Arteriovenous anastomoses:AVAと略記)が集中しており、また他の部位では血管は脂肪層の下にあるのに対して、鼻部周辺の血管は鼻骨と皮膚の僅かな隙間にあることから、鼻部皮膚温度には生理心理状態が顕著に現れる[2]。日沖らや善住らは鼻部皮膚温度とストレス強度や快不快状態との関連を明らかにした[3][4]。しかし顔面皮膚温度と取り組み態度の関連性はいまだ明らかになっていない。

我々は課題に対する取り組み態度の時系列特性を遠隔計測によって評価するための基礎検討として、血行力学動態に基づくストレス対処様式を主な指標として評価した[5]。その結果、課題の特性により取り組み態度の時系列変動は、心臓血管系の応答と心理的応答を特徴として区別された一方で、鼻部皮膚温度との関連は明らかになっていない。

そこで本研究は顔面皮膚温度と課題取り組み態度について、生理学的ストレス対処様式との関連性から検討した。

2. 実験方法

2.1 計測システム

被験者は21~22歳の健常成人10名、 $23.4 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ のシールドルーム内で実験を実施した。連続血圧・血行力学動態測定器(FinometerMIDI, Finapres Medical Systems B.V社製)の測定カフを被験者の左手中指第二関節に装着し、平均血圧(Mean Blood Pressure:MBPと略記)、心拍数(Heart Rate:HRと略記)、心拍出量(Cardiac Output:COと略記)、全末梢血管抵抗(Total Peripheral Vascular Resistance:TPRと略記)をサンプリング周波数200Hzで測定した。また、国際10-20法に従い脳波計(PolymateMini, 株式会社デジテックス研究所)の導出用電極を正中頭部(Pz)、基準電極を左耳朶(A1)に装着し脳波を測定した。さらに赤外線サーモグラフィ(FLIR A615-Model:A615, FOV45°, FLIR Systems社製)を被験者の前方1.2mの位置に設置し、サンプリング

周波数1Hz、顔面皮膚放射率 $\epsilon=0.98$ で鼻部皮膚温度(Nasal Skin Temperature:NSTと略記)を測定した。本装置の熱画像のサイズは 640×480 pixel、温度分解能は 0.05°C であった。

2.2 実験手順

被験者は座位にて3分間安静閉眼(Rest1)した後、トラッキング課題を15分間(Task)行い、1分間安静閉眼(Rest2)した。トラッキング課題とは、被験者の前方3.3mの位置に投影された48.0インチの大きさの画面上を、不規則に移動する標的を机上のマウスを用いて追尾するものである。標的の早さは意欲的に取り組むことが期待される約150mm/s(Fast)、単調作業となる約40mm/s(Slow)の2つの難易度とし、順序効果を考慮した。

心理評価として、快適感及び覚醒感、疲労感の3種類の主観的感覚量をVisual Analogue Scale(以下、VASと略記)を用いて実験前後に測定した。本研究において配置した語句について、快適感は「非常に不快」-「非常に快適」、覚醒感は「とても眠い」-「はっきり目覚めている」、疲労感は「とても疲れている」-「とても元気」とした。

3. 評価方法

生理指標は心臓血管系指標である血行力学動態及び中枢神経系指標である脳波の α 波成分、温熱系指標であるNSTを用いた。ストレス対処様式は血行力学動態の上昇・下降パターンに基づき、心筋の収縮活動や血管拡張による骨格筋への血流量増大による能動的対処(MBP, HR, CO:上昇)、末梢血管の収縮に伴う受動的対処(MBP, TPR:上昇)、対処なし(MBP:下降)に分類される。また、心理指標は主観的感覚量、行動指標は標的とマウスのカーソルとの距離差(トラッキングエラー:TErrと略記)を用いた。

血行力学動態及びTErrはTask区間を3分ごと5つに分割(T1~T5)し、各区間の平均値を評価値とした。血行力学動態はRest1の終盤1分間、TErrはTaskの序盤1分間の平均値を基準として減算、除算規格化した。NSTは額部皮膚温を減算し、Taskを5つに分割したT1~T5区間及びRestを解析区間とした。各解析区間の平均値を評価値とし、Rest1の終盤1分間の平均値を基準として減算規格化した。NSTのベースラインからの上昇は交感神経系の抑制、下降は亢進を意味する。 α 波パワー比はRest1の α 波パワーを基準とし、Rest2の α 波パワーを除算規格化した。 α 波パワー比の上昇は覚醒度の上昇を意味する。また主観的感覚量は実験前後のVASスコアの差を評価値とした。

統計的評価として、全指標ベースラインからの変位に対してWilcoxonの符号順位検定を適用した。さらに生理・行動指標は条件と時間の二要因に対して分散分析、心理指標は各感覚量の条件間の比較にWilcoxonの符号順位検定を適用した。

[†]青山学院大学 Aoyama Gakuin University

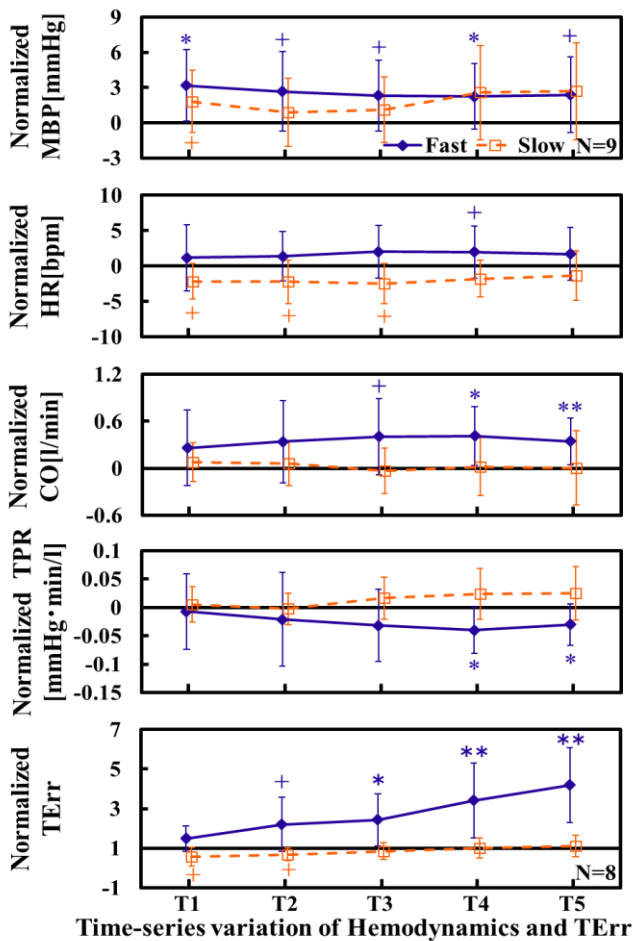


図1 血行力学動態及びTErrの時系列変動

4. 結果及び考察

図1, 2に規格化した血行力学動態及びTErr, 規格化したNSTの時系列変動, 図3に主観的感覚量の変動を示す。縦軸は規格化した各指標の評価値, 図1, 2の横軸は各解析区間の時系列, 図3の横軸は各感覚量, エラーバーは標準誤差を示す。また図中にWilcoxonの符号順位検定の結果の $p < 0.01$ を**, $p < 0.05$ を*, $p < 0.1$ を+として記載した。

血行力学動態及びTErrは二要因分散分析の結果, HRの条件要因に主効果($p < 0.05$), TErrは条件要因に主効果($p < 0.01$), 時間要因に主効果($p < 0.001$), 交互作用($p < 0.001$)が認められた。主観的感覚量はベースラインからの変位に有意であると認められたが, 各感覚量において条件間に有意な差は認められなかった。また, α 波パワー比はベースラインからの変位及び条件間に有意な差は認められなかった。Fast条件では, 全区間においてMBPが有意に上昇し, T3~T5ではCOもベースラインに対して有意に上昇した。このことからFast条件に対しては能動的態度がみられたと考えられる。またFast条件のTErrが有意に上昇したが, これは時間経過に伴って疲労が蓄積し注意・集中力の低減によるものであると考えられる。

NSTはベースラインからの変位に有意差は確認されず, 二要因分散分析の結果, 各要因に主効果及び相互作用は認められず, 課題難易度の違いからNSTの時系列特性の違い

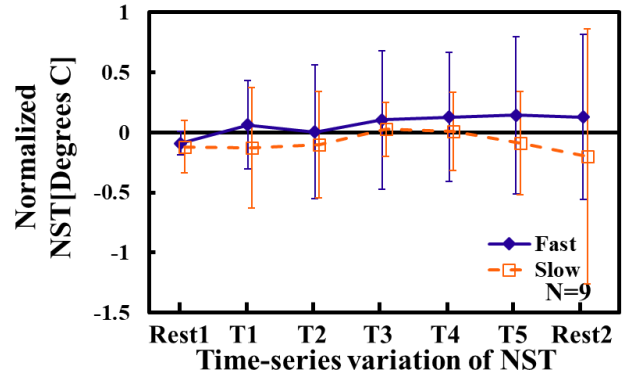


図2 NSTの時系列変動

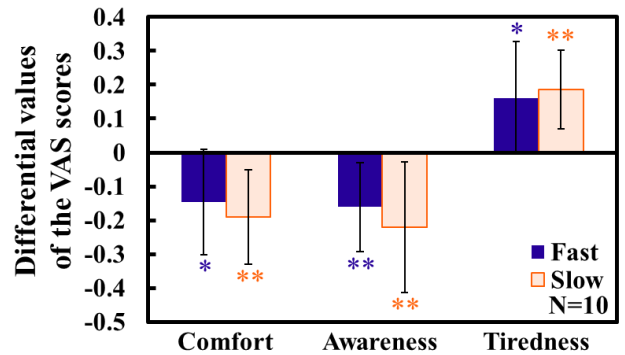


図3 各主観的感覚量の変化

は認められなかった。統計的評価において有意差が認められなかった原因として, 同じ難易度の課題に対しても被験者ごとに応答が異なっていたことが挙げられる。今後は被験者ごとの心臓血管系の応答と温熱系指標の特性との関連を検討していく。

5. まとめ

本研究では, 課題取り組み態度に対する心臓血管系応答と温熱系指標の応答の関連を検討した。結果として, 課題難易度の違いから鼻部皮膚温度の時系列特性の違いは判断できなかった。これは被験者ごとに応答が異なっていたことが原因だと考えられるため, 今後は被験者ごとの心臓血管系の応答と温熱系指標の特性との関連を検討していく。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “「働き方改革」の実現に向けて”, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html>, (2020年6月17日閲覧)
- [2] 澤田 幸展, “体温調節系”, 新生理心理学(宮田洋監修), 第13章, 北大路書房, pp.222-235, (1998)
- [3] 日沖 求, 野澤 昭雄, 水野 統太, 井出 英人, “時間的圧迫状況下におけるメンタルワークロードの生理心理評価”, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol.127, NO.7, (2007)
- [4] 善住 秀行, 野澤 昭雄, 田中 久弥, 井出 英人, “鼻部皮膚温度変化による快-不快状態の推定”, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol.124, NO.1, (2004)
- [5] 黒木 菜々子, 南雲 健人, 大岩 孝輔, 野澤 昭雄, 富永 滋, “課題取り組み態度の時系列特性の評価”, 第21回日本感性工学会大会, 13P-03, (2019)