

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：32705

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24530798

研究課題名(和文)対人コミュニケーション状況において顔面から計測する心理生理学的情報に関する研究

研究課題名(英文) Measuring psychophysiological information obtained from the face during interpersonal communication

研究代表者

廣田 昭久 (HIROTA, AKIHISA)

鎌倉女子大学・児童学部・教授

研究者番号：40266060

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は対人コミュニケーション状況において顔面から計測する各種の心理生理学的情報について検討した。顔の複数部位から皮膚電位活動を測定し、精神性発汗に関連する活動を確認した。額部の皮膚電位活動と皮膚血流量は対人文脈を含む課題において増加し、対人関係特性の有無を示す弁別的指標であると考えられた。また顔の血流は心臓血管系とは独立に調節されていると考えられた。今後は個人の有した対人性格特性等との関係を考慮する必要があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The present study measured psychophysiological information obtained from the face during interpersonal communication. We measured skin potential activities from several areas in the face, and the activities related to mental sweating were confirmed. Increased skin potential activity in the forehead area was observed when a task involving an interpersonal context was performed. Sweating on the forehead was considered to be an indicator of whether or not a situation included interpersonal characteristics. Additionally, changes in skin blood flow in the forehead area indicated whether a task involved an interpersonal context. The blood flow in the face appeared to be regulated independently from the regulation of the cardiovascular system. Future studies should consider the examining the personality characteristics of individuals in interpersonal situations.

研究分野：心理生理学

キーワード：対人コミュニケーション 顔 精神性発汗 皮膚電気活動 皮膚血流

1. 研究開始当初の背景

近年、顔に関する研究が多数行われ、そこから得られた成果はデジタルカメラ等の顔認識機能等として応用されている。しかしながら、これらの顔に関する研究は、大部分が表情に関する研究であり、それ以外の顔に関わる反応・情報については、ほとんど研究がなされていない。しかし日常生活においては様々な事態において、顔色の変化を経験する。人前での活動時や様々な感情喚起に伴い、顔の紅潮や蒼白が生じる。また、漫画やアニメ等では、精神的動揺を示す典型的パターン画として顔の汗が描かれ、精神的緊張や各種の感情喚起時の顔面の汗腺活動の高まりを推測することができる。しかしながら、このような日常的な経験があるにも関わらず、顔色変化や顔の発汗機能については、ほとんど心理生理学的な検討がなされていない。

従来、汗腺の活動については、精神的な変化に対応した、いわゆる精神性発汗は、主に手掌と足底に生じると考えられてきた。他の部位については、温熱性発汗が汗腺活動の主体であるとみなされ、顔面は日常的な経験や認識にも関わらず、一般的には精神性発汗部位とは考えられていない。しかし、強いストレス事態では、前腕部にも精神性発汗がみられたとの報告や、反応時間課題時に頭皮上から皮膚電気活動が記録されたとの報告もあり、精神性発汗を手掌・足底に限定することの妥当性が疑問であり、顔面を含む頭部での精神性発汗の可能性が考えられる。

また日々の生活において、顔色の変化は常に経験する事実である。様々な感情の変化によって、顔面が紅潮したり、蒼白になったりと、顔色はその時々で変化する。特に顔色の変化は対人場面において自覚し、その変化を他者に認知されることが多い。顔色の変化は、顔の皮膚の直下にある血管動態に依存する。特に、顔の紅潮は、顔面の皮膚血管の拡張の結果として理解できる。しかしながら、手指先部位での血管動態の神経機序に関しては、数多くの研究から示されているが、顔面領域の血管に対する神経支配に関しては未だ明らかでない事柄が多数ある。手指先の血管は交感神経活動のみに支配されているが、顔面皮膚の血管は交感神経だけでなく副交感神経の支配も受けている(刈田ら, 2002)。しかし、顔面皮膚部位における血管拡張の調節メカニズムについては明らかになってはいない。このように顔色の変化は日常的に経験する現象ではあるが、実際のところはその生理学的機序の詳細がまだ解明されていない。

顔面の汗腺活動も顔色の変化も、特に対人コミュニケーション状況においてより明瞭化されると推察される。この事実は、顔色の変化が、人対人のコミュニケーションの中で、何らかの機能・意味を有していることを示唆している。顔面の汗腺活動においても、対人コミュニケーションの有無による同種の効果・現象が観察される場合、顔色の変化と同

様に顔面汗腺活動が対人コミュニケーションの中で何らかの機能・意味を有していると考えられることができる。

2. 研究の目的

まず顔面汗腺活動が、精神的な変化に対応して発現するか否かを実験的に検証した。顔面の汗腺活動は、電極間の電位差を記録する皮膚電位活動として測定を試みた。顔面の複数の部位に電極を装着して部位間の反応性及び反応変化パターンの比較を試みた。また、従来法である指先から記録する皮膚電気活動との比較を行い、顔面汗腺活動の特性等について考察した。

次に、確認された顔面部の精神性発汗現象としての皮膚電位活動の定量化方法について検討した。特に、眼球運動・瞬目の影響が想定されたため、これらの影響を抑え、適切に定量化する簡便な方法について検討した。そして、明瞭な顔面皮膚電位活動を生起する歌唱課題を実施し、考案した方法により反応を数量化し、その有効性について検討した。

顔面部の皮膚電位活動及び皮膚血流が対人コミュニケーション文脈の有無により、どのような反応特徴やパターンを示すかを検討するため、対人的文脈のない課題(暗算課題)と、対人的文脈があり対人要因の影響をうける課題(歌唱課題)を設定し、両課題時の反応を比較検討して、顔面部位による相違やその反応特性について検討した。また、同時に他の心臓血管系の測度である心拍数、末梢皮膚血管の緊張度の指標を測定して、心臓血管系のふるまいの中での顔面皮膚血行動態の特徴について検討した。暗算課題は実験参加者の注意を内面に向け、内的な活動に終始するので対人文脈を前提としないのに対し、歌唱課題は表出行動を伴い、その行動について他者から評価を受けることから、対人的文脈のある課題と考えられた。

最後に実際の対人状況の有無(観察者の有無)が、顔面部での汗腺活動と皮膚血流動態にどのような影響を与えるかを検討し、対人コミュニケーション状況における顔面部の生理学的変化の意味・機能について考察した。

3. 研究の方法

(1) 第1実験: 顔面部位からの精神性皮膚電位活動の計測

顔面での汗腺活動が精神的な変化に対応して発現し変化を示すか否かを実験的に検討した。そして、顔面の複数部位の皮膚電位活動を測定し、部位間の反応性の比較と反応変化パターンの比較を行った。

大学生女子10名(平均20.7歳、 $SD=0.64$)が実験に参加した。

生体アンプ(ティアック、BA1008 一部仕様変更)を用いて、右側顔面複数部位と右手指先部から皮膚電位活動を計測した。顔面については、探査電極を額、頬、鼻尖に、基準電極を右耳朶に装着した。指先については、

探査電極を第二指末節腹側部に、基準電極を第一指爪上に置いた。電極は米国精神生理学会 (SPR) 勧告の電解質濃度 (NaCl 0.05 mol) を有した Ag/AgCl のディスポ電極 (ティアック、PPS-EDA) を用いた。電極はアクティブ電極コード (ティアック、AP-C130-015) に接続し、時定数 10 秒、HFF 1Hz にて増幅し、皮膚電位活動を測定した。

4 種の課題を実施した。(a)感情喚起映像注視課題。各種の感情を喚起する目的で数分間に編集された映画の 1 シーンを注視した。(b)感情喚起スライド注視課題。IAPS (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005) から選んだ数枚のスライドを 30 秒間注視した。(c)歌唱課題。童謡を 1 分間歌い続ける課題。(d)暗算課題。1 分間にわたり 200 から 13 ずつ次々と連続的に減算を続ける課題。各課題の実施順序は実験協力者ごとにランダムであった。

(2) 第 2 実験：顔面部皮膚電位活動の定量化方法と課題時の反応についての検討

眼球運動・瞬目が額、頬、鼻から導出する皮膚電位活動にどのような影響が生じるか検討した。そして、眼球運動・瞬目による影響を抑え、有効かつ簡便な定量化方法 (中央値法) について検討した。さらに、歌唱課題時の顔面部皮膚電位活動を中央値法により定量化し、課題とその前後の値を求めて顔面部の精神性発汗現象について検討した。

大学生女子 10 名 (平均 20.5 歳、 $SD=1.03$) が実験に参加した。

皮膚電位活動の計測部位 (額、頬、鼻) と装置等は第 1 実験と同じであった。

両袖椅子に着席した実験参加者前方 270 cm に位置する白い壁面に、プロジェクターを用いて青色のスクリーン (縦 95 cm × 横 135 cm、スクリーン下限は床面から高さ 110 cm) を投影した。スクリーン中央部分を注視させた後、上限部、下限部、右端部、左端部への視線の移動と注視 (約 5 秒間) を行い、最後に約 5 秒間瞬目を繰り返すように教示した。

次に、歌唱課題を実施した。1 分間童謡を歌い続けるよう教示した。顔面部の皮膚電位活動は歌唱開始前 30 秒、課題中 1 分間、課題後 30 秒について計測した。

(3) 第 3 実験：暗算時と歌唱時の顔面部皮膚電位活動及び皮膚血流量の比較検討

对人的文脈のない課題 (暗算課題) と、对人的文脈がある課題 (歌唱課題) を設定し、両課題時の皮膚電位活動と皮膚血流量を比較検討して、顔面部位による反応パターンの相違やその反応特性について検討した。また、同時に心拍数、規準化脈波容積 (NPV) を測定して、心臓血管系のふるまいの中の顔面部の血行動態の特徴等について検討した。

大学生女性 21 名 (平均 20.5 歳、 $SD=0.91$) が実験に参加した。

皮膚電位活動の計測部位と装置等は第 1 実験と同じであった。

レーザードップラー血流計により、額部と頬部から皮膚血流量を記録した。心電図を計測し、各拍動毎の 1 分あたりの瞬時心拍数 (HR) を求めた。指尖部から脈動毎に血管緊張度の指標である NPV を計測した。

暗算課題は連続減算問題を用いた。課題中の 1 分間と、その前後の 30 秒間について計測した。歌唱課題は第 2 実験と同じ手続と内容であった。暗算課題と歌唱課題の実施順序は実験参加者間でカウンターバランスした。

(4) 第 4 実験：暗算及び歌唱課題時の顔面部皮膚電位活動と皮膚血流量における観察者の有無による相違

実際の対人状況の有無 (観察者の有無) が、对人的文脈が異なる 2 種の課題時の顔面部での汗腺活動と皮膚血流動態に与える影響について検討し、対人コミュニケーション状況における顔面部の生理学的変化の意味・機能について考察した。

実験参加者の右前方に位置する観察者が、課題遂行時の状態について観察し記録する観察あり条件と、観察者のいない条件のもとに実施する観察なし条件とを設定し、第 3 実験と同様に暗算課題と歌唱課題を実施した。観察者は実験参加者と面識のない実験協力者が担当した。

観察あり条件の実験参加者として大学生女子 23 名 (平均 19.8 歳、 $SD=1.01$) が参加した。観察なし条件のデータとして、第 3 実験の 21 名のデータを用いた。

測定する指標、用いた装置等は、第 3 実験と同じものを使用した。

4. 研究成果

(1) 顔面部の皮膚電位活動の測定方法については、先行する文献がなかったため、探索的に電極の装着部位やアンプの各種設定を検討した。特に、顔面部の探査電極の位置については、廣田ら (2012) の顔面部皮膚血流量変化に関する研究から、額と頬、そして鼻尖に装着することとした。一方、基準電極部位としては心電図が顔面皮膚電位活動に混入しないよう、右耳朶に装着した。また、今回使用した電極は皮膚電気活動において推奨されている電極を使用し、アクティブ電極方式の生体アンプを用い、時定数を 10 秒と長く設定して、ノイズの影響を少なくし、安定的かつ汗腺の緩徐な活動に対応して計測をより適切に行えるようにした。

顔面での精神性発汗現象の確認と反応変化パターンの比較を視察にて行った。

感情喚起映像注視課題においては、特に「驚愕」と「おかしさ」映像注視時に顕著な変化が見られた。感情喚起スライド注視課題においては、水着でキスをする男女のスライドを提示した際に、皮膚電位活動の変化が観察された (図 1)。図 1 の中央部の波形の高まりが、スライド提示中の各顔面部位の反応である。いずれの部位においても、電位の増

加が観察される。歌唱課題においては、歌唱中に顕著な皮膚電位活動の変化が見られた。一方、暗算課題では皮膚電位の変化は他の課題に比べて小さかった。

以上の結果から、顔面部位においても、指尖部と同様に、明瞭な精神性発汗が生じていると考えられた。

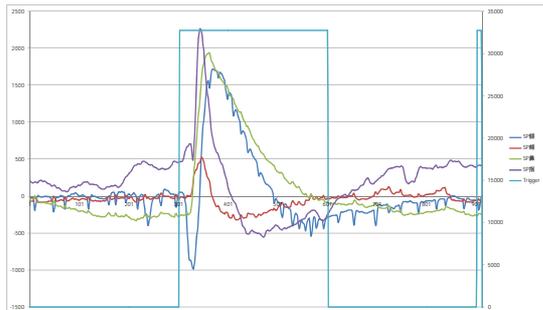


図1 感情喚起スライド注視時の反応例

顔面各部において、課題・刺激に対する皮膚電位活動の反応変化パターンの特徴が見出された。額においては、一相性の増加パターンと一時低下した後増加に転じる二相性のパターンとが見られた。頬においては、一相性の増加または低下のパターンが見られ、個人によっては無変化の場合もあり、反応の有無と変化の方向性には個人差があることが示された。鼻尖においては、一相性の増加パターンが見られ、他の顔面部位に比べて顕著な変化として観察されるケースが多かった。一方、指尖部では波形が大きく上下する変化の反復が多く見られた。

観察された顔面部の皮膚電位活動をどのように定量化するかという課題が残された。眼球運動、瞬目等の影響が想定されるため、これらを汗腺活動由来の電位変化と分離してデータ処理する効果的な処理方法を検討する必要があることが指摘された。

(2) 上下左右方向への眼球運動と瞬目による顔面各部の皮膚電位変化を検討した結果、眼球運動は顔面皮膚電位活動へ影響を与えないことが明らかとなった。一方、瞬目により、顔面各部の皮膚電位は一過性に変化することが示された。そして、その変化の方向は部位毎に異なるが、実験参加者間で一定であることが分かった。

瞬目の際に生じる電位変化は、背景となる持続的な電位に対して一過性に生じる大きな電位変化であり、いわば「外れ値」的な現象と考え、その影響を受けない統計量として中央値 (median) が顔面部皮膚電位活動の定量化方法として採用できると考えた。

顔面部皮膚電位活動から瞬目に伴う眼電図 (EOG) の影響部分をマニュアルにて除外し、除外前後の電位について、算術平均値と中央値を各部位毎に求めて比較検討した。その結果、顔面部位により EOG の影響の程度は異なるものの、中央値による定量化方法が、

顔面皮膚電位活動の簡便かつ有効な方法であることが示された。

歌唱課題開始直前の 10 秒間 (BL)、歌唱時の 1 分間を 20 秒毎の 3 区間に分けた各期間 (P1~P3: period1~3)、課題終了後 30 秒間の最後の 10 秒間 (Rec: recover) の各期において中央値を求めた。そして、部位毎に 5 区間でフリードマンの検定と多重比較を行った。

その結果、鼻尖部では P2 と Rec 間で有意差が示された。また、額においては区間で有意差傾向が示された。これに対して、頬では区間で有意差が示されず、顔面部位での皮膚電位活動の相違が見られた。

(3) 対人的な文脈のない課題 (暗算課題) と対人的文脈が強い課題 (歌唱課題) を設定し、各期における中央値を求め、部位別の平均を図 2 に示した。

暗算課題時の額と鼻における皮膚電位活動には有意な変化は見られなかった。頬においては、P1 と P3 間においてのみ有意差が見られたが、総じて、暗算時の反応には実質的な変化がほとんど示されなかった。これに対して、歌唱課題時の反応は極めて顕著であり、額と鼻部においては有意な増加が示された。額においては P2 と Rec、P3 と Rec 間に有意差、P1 と Rec の間には有意差傾向が示された。鼻においては、BL と P2、P1 と Rec、P2 と Rec 間に有意差が見られた。一方、頬においては区間の差は示されなかった。

このように顔面部皮膚電位活動は対人コミュニケーション文脈の有無を反映することができる弁別的指標となりえる可能性が示唆された。しかし、この機能には部位差があり、頬の皮膚電位活動においては課題間の差は示されなかった。

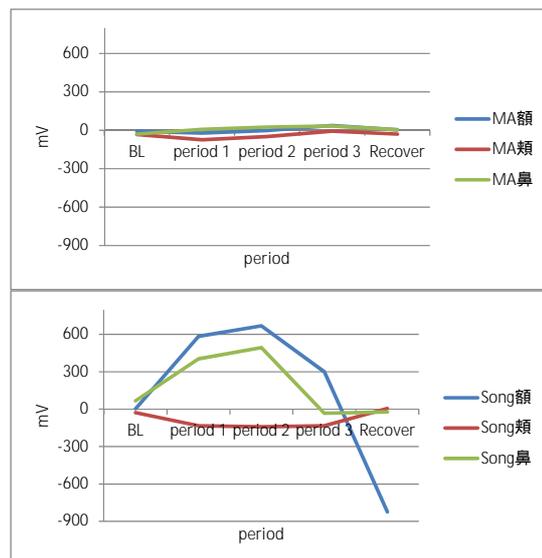


図2 暗算課題 (MA) と歌唱課題 (Song) の顔面部皮膚電位活動

額と頬の皮膚血流量と心拍数、NPV については、実験参加者毎に区間内の平均を求め、

その値について課題(2) × 区間(5)の分散分析を実施した。額の血流量は、課題と区間の主効果、及び交互作用ともすべて有意であった。暗算課題では、額の血流量はほとんど変化がなかったのに対し、歌唱課題では課題時に増加した。頬の血流量については、区間の主効果と課題 × 区間の交互作用のみ有意であり、課題間の差は示されなかった(図3)。

HR は課題と区間の主効果、交互作用ともに全て有意であった。暗算課題では課題の後半になるほど HR が増加したのに対し、歌唱課題では課題の後半になるほど HR は低下した(図4)。特に、歌唱課題では課題開始前に既に覚醒が高まり HR が増加し、課題開始後徐々に鎮静化に向かい HR が低下したと考えられた。

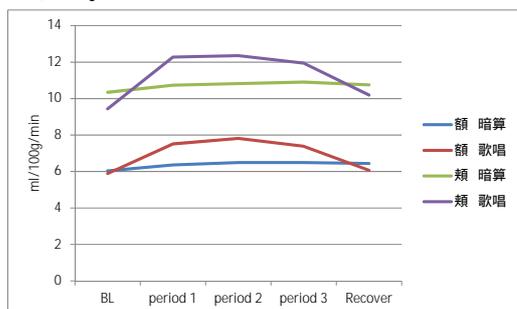


図3 暗算課題と歌唱課題の皮膚血流量

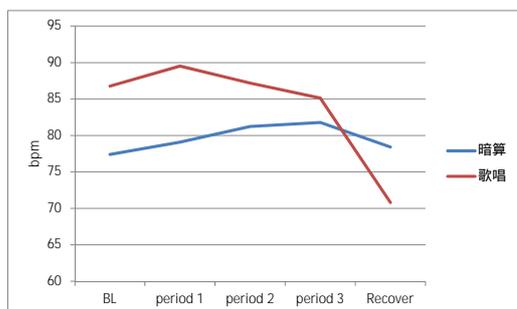


図4 暗算課題と歌唱課題の瞬時心拍数

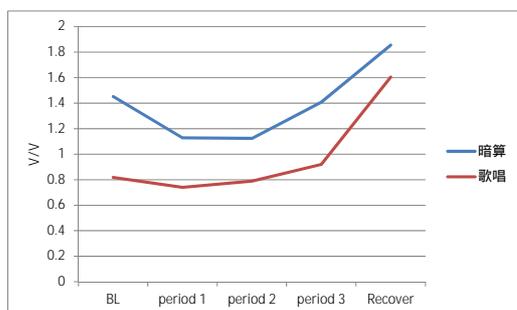


図5 暗算課題と歌唱課題のNPV

NPV は課題と区間の主効果、交互作用ともに有意であった。両課題ともに課題開始後にNPVの低下が生じるが、歌唱課題では課題開始前からNPVの低下が見られ、課題後に大きく増加した(図5)。このNPVの結果はHRの結果と類似しており、課題開始前の覚醒の高まりを反映していると考えられ、対人文脈のある課題での特徴的な反応と考えられた。

以上の結果から、HRとNPVに示される一般的な心臓血管系指標については、BLの変化に示されたような、課題に応じた覚醒や緊張等の全般的な水準の変化を反映していると考えられた。これに対し、顔面の皮膚血流量は全体的な水準の変化はなく、課題時の一時的な変動(増加)として示された。特に、額においては課題間の差が示され、対人コミュニケーションの有無を反映する弁別的指標と考えられた。

(4) 暗算及び歌唱課題時の顔面部皮膚電位活動と皮膚血流量における観察者の有無による相違について比較検討した。

観察あり条件における顔面部皮膚電位活動について検討した。その結果、暗算課題においても歌唱課題においても、いずれの顔面部においても区間間の有意差はなかった。

実際の対人状況において、その状況をどう感じ、捉えるかについては個人差を想定することができる。他者の目をどれだけ気にするか、対人恐怖傾向等、個人間の特性の違いを仮定することができる。実際、今回データとして求めた中央値の実験参加者間の標準偏差を求めたところ、全体的に観察あり条件の方が大きかった。このように観察者のいる条件での課題に対する実験参加者毎の反応性が異なったために、データのばらつきが大きくなり、有意な差が得られなかったのではないかと推察された。

観察あり条件における、額と頬の皮膚血流量について実施した課題(2) × 区間(5)の分散分析の結果、額については課題と区間の各主効果、及び交互作用とも、すべて有意であった。また、暗算課題では区間間に有意差はなかったが、歌唱課題では課題時のBLからの増加(有意差傾向)が示された。対人文脈の強い歌唱課題では有意な額の血流量の増加が示されたのに対し、観察者がいる状況であるにも関わらず対人文脈の低い暗算課題では額の血流量の変化は見られなかった。観察者の有無に関わらず、課題の有した対人文脈の有無に応じて、額の血流量が変化することが示され、この値が対人文脈の有無を弁別する指標となる可能性が示唆された。観察者なしの条件においても、暗算課題では額の血流量にはほとんど変化がないのに対して、歌唱課題では増加を示した。以上の結果を総合すれば、額の血流量は現在置かれている状況が、その個人にとって対人文脈と認知されているか否かを弁別する対人コミュニケーション指標となり得ることを示唆している。

頬の血流量についても、課題・区間の主効果、交互作用ともすべて有意であった。区間間の差は歌唱課題でも暗算課題でもBLから課題時にかけての有意な増加が示された。一方、額の血流量においては、暗算課題では区間間の有意差は示されず、その結果から頬の血流量に比べ、額の血流量の方が対人文脈の有無を示す弁別性の高い指標と考えられた。

HR と NPV とともに、課題の主効果はなく、区間の主効果と交互作用が有意となった。HR は暗算課題ではほとんど変化がないのに対し、歌唱課題では課題開始時から既に高い値となり、課題開始から終了時にかけて徐々に低下を示した。この反応パターンは観察者のない条件でのパターンに等しい。観察者の有無に関わらず、対人文脈のある歌唱課題での HR の反応は、課題開始前での高まった覚醒・緊張と、課題開始後の課題に対する慣れと課題終了後の精神的負荷からの開放を反映したものと考えられる。

観察のある条件においては、NPV は暗算課題でも歌唱課題でも課題時の低下が示され、対人文脈の有無の弁別的指標とはならなかった。一方、観察のない条件においては、課題間の有意差が示されており、実際の対人状況の有無によって、課題の有する対人文脈性の有無の判断指標となり得るか否かが決まると考えられる。実際の対人状況においては、NPV が全体的に低下し、維持されるので、課題間の差が生じにくいと推察される。

以上の結果を総合すれば、顔面部の皮膚電位活動の結果から、顔面部でも精神性発汗が生じていると結論できるが、その反応には部位による差があることが明らかとなった。また、顔面部での皮膚電位活動は対人文脈を有する課題において明示され、対人コミュニケーション状況の有無に応じた変化を示す弁別的指標になり得ると考えられた。特に、額の皮膚電位活動がその弁別性が高く信頼性のある指標と推察される。また、顔面部の皮膚血流量の変化についても、額の血流量変化は、観察者の有無に関わらず課題の有した対人文脈を反映した弁別性の高い指標であることが示された。

顔面部の皮膚血流量の結果と、心臓血管系の一般的指標である心拍数及び NPV との反応パターンの比較から、心拍数と NPV が全体的な覚醒・緊張レベルに応じた変化を示したのに対し、顔面部の血流変化はそれとは独立に課題の対人文脈的特性に応じて変化を示し、顔面部の皮膚血流がホメオスタシス的な心臓血管系の調節機序とは別個に調節されていることが推察された。

対人状況に対する認知は個人差があるため、今後は各個人の有する対人性格特性等からグループ分けするなどして、個人差を考慮した分析を行うことで、顔面汗腺活動及び皮膚血流活動の反応変化パターンや反応特性等についてのより詳細な検討をすることができると考える。

<引用文献>

・廣田昭久、小川時洋、松田いづみ (2012) 対人コミュニケーションにおける顔面皮膚血流変化に関する研究 科学研究費助成事業 (科学研究費補助金) 研究成果報告書 基盤研究 (C)

・刈田啓史郎、清水潤、佐藤しづ子、和泉博之 (2002) 顔面における皮膚血流および発汗の特徴、日本生理学会雑誌、64(4)、68
・Lang, Bradley, & Cuthbert (2005) International affective picture system (IAPS): Digitized photographs, instruction manual and affective ratings. Technical Report A-6. University of Florida, Gainesville, FL.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計4件)

廣田昭久、小川時洋、松田いづみ 顔面複数部位からの精神性皮膚電位活動の計測 第31回日本生理心理学会大会 2013年5月18・19日 福井大学教育地域科学部(福井県福井市)

廣田昭久、小川時洋、松田いづみ 顔面部皮膚電位活動の定量化方法に関する検討 第32回日本生理心理学会大会 2014年5月17・18日 筑波大学大学会館(茨城県・つくば市)

廣田昭久、小川時洋、松田いづみ 歌唱時の顔面部皮膚電位活動 日本心理学会第78回大会 2014年9月10~12日 同志社大学今出川キャンパス(京都府・京都市)

廣田昭久、小川時洋、松田いづみ 歌唱時と暗算時の顔面部皮膚電位活動の比較検討 第33回日本生理心理学会大会 2015年5月23・24日 グランフロント大阪(大阪府・大阪市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

廣田 昭久 (HIROTA AKIHISA)
鎌倉女子大学・児童学部・教授
研究者番号: 40266060

(2)研究分担者

小川 時洋 (OGAWA TOKIHIRO)
科学警察研究所・法科学第四部・室長
研究者番号: 60392263
松田 いづみ (MATSUDA IZUMI)
科学警察研究所・法科学第四部・主任研究官
研究者番号: 80356162