

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26282163

研究課題名(和文) 顔面皮膚血流を用いた情動と味覚の判別手法の開発

研究課題名(英文) Discrimination of emotion and taste by using facial skin blood flow responses

研究代表者

林 直亨 (HAYASHI, Naoyuki)

東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・教授

研究者番号：80273720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,600,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、おいしいと感じると瞼の血流が増加し、まずいと感じると鼻の血流が低下することを報告した。顔面血流から味覚を容易に判別することが可能かを検討するために、男女89名を対象に、おいしい飴とまずい飴をなめた際の顔面皮膚血流を簡易的に記録した。特異的な変化はなく、いわゆる実験環境以外で味覚を判別するのは困難であった。次に、皮膚血流に部位差が表れる要因を解明するため、顔に温度刺激を与えた。頬、額では、温度変化に伴い血流が変化した一方、瞼では温熱に伴う血流増加はなく、鼻でも冷却に伴う血流減少はなかった。顔面皮膚血流の特異的応答は、血管の拡張・収縮の容易さではなく、神経性因子によるものと示唆された。

研究成果の概要(英文)：We reported that the eyelid blood flow increases when one feels tasty, while nose blood flow decreases when one feels not-tasty. We tested the possibility that facial blood flow responses give us objective information regarding to how the person feels the food. Facial skin blood flow was recorded while 89 subjects ate tasty and non-tasty candies without controlling environments. No characteristic response was obtained. Easy detection of one's feeling was impossible without lab environments. Next, to investigate factors inducing characteristic blood flow response to taste, heat and cold stimuli were applied to subjects' face. Blood flow in cheek and forehead changed accordingly to changes in the temperature of the stimuli. Eyelid showed no response in the blood flow to the change in temperature, and nose showed no decrease response to decrease in temperature. The characteristic response in facial blood flow should be dependent on neural factors, not on responsiveness of facial vessels.

研究分野：応用生理学, 健康科学

キーワード：顔面血流 味覚 神経性因子 温度刺激

### 1. 研究開始当初の背景

意思疎通のできない患者の介護には、患者側のもどかしさと、患者がどう思っているのかをわからない介護側の苦悩とがつきものである。そうした両者のすれちがいに起因するストレスが大きい(川口, 逝かない身体 2009)。筋萎縮性側索硬化症や筋ジストロフィーの患者は重症になると、のどや顔面部を含むほぼすべての随意筋を動かせなくなるため、声や表情による意思の表出が不可能になり、意思疎通が困難となる。ところが、たとえ植物状態といわれるほどまでに病状が進んでも、顔色は患者の心情を反映するという。顔面の皮膚血流変化を、情動を発露する最終手段として利用できないだろうか。これが本研究を開始した切欠である。

これまでに研究代表者と分担者・鍛島とは、「おいしい」と感じると脛の血流が増加し、「まずい」と感じると鼻の血流が低下することを報告した(Kashima and Hayashi, 2011)。

感じている味覚や情動を、客観的に判別しようという試みはこれまでもなされている。我々は顔面血流の変化から判別することが可能ではないかと考えた。

### 2. 研究の目的

これまでの研究成果を様々な場面に活用できれば、多少なりとも患者・介護者の意思疎通がスムーズになるような研究の基礎となる可能性が高い。そこで、本研究では集団において、快・不快という情動や「おいしい・まずい」といった味覚を顔面皮膚血流応答から簡易に判定する方法の開発を行うことを目的とする。いわゆる実験室のような制御された環境下でなくとも、顔面皮膚血流から味覚の良し悪しを客観的に判別できるのかについて検討した。

加えて、顔面の皮膚血流に部位差が表れるメカニズムを解明することを目的とした。顔の血流に部位差を起す要因としては、神経性と血管性の因子があると考えられる。顔面血管の神経性調節機構を操作することは困難である。一方、血管を冷却・加温した際の応答を計測することにより、血管自体の応答性を検証することが可能である。情動や味覚によって応答しやすい部分と血管応答の大きな部分とが一致するのであれば、血流の増減に血管性の機序が貢献している可能性が示される。このような要因を解明しておくことにより、今後、疾患患者や高齢者を含め、様々な対象者の顔面血流から情動を計測する際のメカニズムの違いを解明することが可能になる。

### 3. 研究の方法

本研究では主に2つの実験研究を行った。研究1では、中規模集団を対象に顔面の皮膚血流の応答から味覚の良し悪しを簡便に判別することが可能であるかについて検討し

た。研究2では顔面皮膚血流応答に部位差をもたらず要因について検討した。なお、両研究実施に当り東京工業大学人を対象とした研究等倫理審査委員会の承認を得た。

#### 【研究1】

大学のオープンキャンパス時に来場した20歳~77歳の男女89名を対象に実験を行った。安静時の顔面皮膚血流をレーザースペックルフローグラフィー(LSFG-PI-E, Softcare製)によって10秒間記録した。その後、市販の日本製のフルーツキャンディと、日本人の多くがまずいと評価する飴(フィンランド製、ドイツ製)をなめさせ、その際の顔面皮膚血流を10秒間記録した。記録終了後に飴の主観的味覚をvisual analog scaleにて確認した。飴の投与間には、水でうがいをさせ、口の中に味が残っていないことを本人に確認してから次の試行を行った。

#### 【研究2】

##### 2.1. 被験者

健常成人男性14名(年齢 27.4±9.7歳)が実験に参加した。温度刺激装置を用いて(intercross-210, インタークロス製)、顔面の皮膚を刺激した。刺激温度の範囲は20から40であった。温度刺激部位は、右頬、右脛、鼻、額の4部位とした。1回の測定で1箇所の部位を刺激した。レーザースペックルフローグラフィーを用いて顔の皮膚血流量を評価した。顔の皮膚血流量の測定部位は、右頬、右脛、鼻、額、左頬、左脛下の6部位とした(図1)

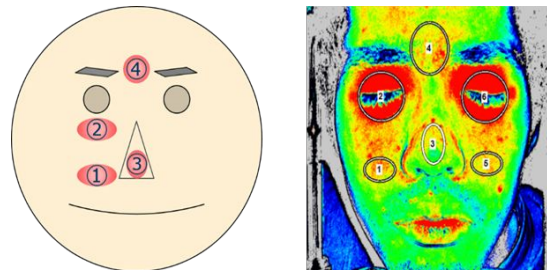


図1 温度刺激部位(左)と測定部位(右)

温度刺激中に、温度刺激部位の主観的温度感覚の変化を調査するため、感覚スケールについて、視覚的アナログスケールVAS(「想定できる最大の冷たさ」から「想定できる最大の熱さ」)を用いて被験者に解答させた。左手中指装着した自動血圧計(Finometer, Finapres Medical System Amsterdam, Netherlands)を用いて血圧を測定した。温度刺激開始直前、20の温度刺激時、30の温度刺激時、および40の温度刺激時、それぞれ10秒間のデータを平均することで、心拍数(HR)および平均血圧(MAP)のデータを収集した。

被験者の来室後、室温22の実験室にて、被験者に20分間の座位安静を保せた。実験は、各被験者で2回、1回約2時間行われた。1回目には刺激温度を20から40まで、毎分2のペースで連続的に温度が上昇する試

行を行った。2 回目には刺激温度を、40 から 20 まで、毎分 2 のペースで連続的に温度が下降する試行を行った。温度刺激部位である 4 部位に 2 つの温度刺激の条件を用いたので、計 8 試行を行った。

各試行のはじめに、ベースラインの皮膚血流量を測定した。続いて、プローブを温度刺激部位に接触すると同時に、温度刺激を開始した。温度刺激中の皮膚血流量は、30 秒毎に測定した。

すべてのデータは平均値 ± 標準誤差で表記した。有意水準は危険率 5%とした。HR および MAP のデータは、ベースラインとそれぞれの刺激時との間で、t 検定を行った。顔の皮膚血流量のデータは、拍動に連動したクリアな波形が 2 拍以上観察されたデータのみ採用した。皮膚血流量の測定項目すべてにおいて、ベースラインに対する温度刺激時の相対変化率(%)を算出した。ベースラインとの比較には、ベースラインとそれぞれの刺激時の皮膚血流変化率との間で、t 検定を行った。また、刺激間の比較を行うため、繰り返しのある 2 要因の分散分析(刺激温度すなわち時間変化と測定箇所)を 8 試行(4 刺激部位 × 2 温度条件)それぞれに用いた。被験者内効果の検定にて、有意な交互作用が認められた場合、刺激温度と測定部位それぞれの要因ごとに水準別の主効果の有無を Bonferroni の多重比較検定によって行った。

皮膚血流変化率を感覚スケールのデータによって説明する単回帰分析を行った。

#### 4. 研究成果

##### 【研究 1】

主観的な味覚は、日本製の飴で 3.8、海外製の飴で -2.3 となり、日本製の飴はおいしく、海外製の飴はまずいと評価された。使用した飴が、味覚の良し悪しを引き起こしたことが確認された。

ところが、顔面の皮膚血流には特異的な変化は観察されなかった。我々の先行研究を支持することができなかった。これは、被験者来室前の状態が食前・食後などの状態を含めて一定ではないことや、実験室に不慣れであることなど、様々な要因が影響したものと考えられる。顔面の皮膚血流を用いて、いわゆる実験室環境以外で、主観的な味覚の良し悪しをすばやく容易に評価することは難しい可能性が示された。

##### 【研究 2】

MAP は、すべての条件にて有意な変化を示さなかった。したがって、圧力変化に応じた血流への影響を考慮しなかった。

刺激部位(4 部位)と刺激温度(2 条件)それぞれの皮膚血流変化率について、ベースラインと各温度刺激時の比較をしたところ、頬、鼻(上昇条件のみ)、額は 40 の刺激温度にて刺激部位の皮膚血流変化率が有意に増加した。一方、脛は有意な差を示さなかった。また、30、20 の刺激温度では、すべての部

位で刺激部位の皮膚血流変化率が、ベースラインとの比較で有意な差を示さなかった。

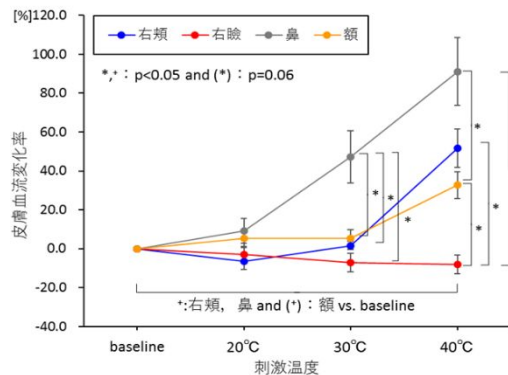


図 2 温度上昇条件時の、刺激部位と同じ部位の血流変化。脛部には有意な増加が認められなかった。

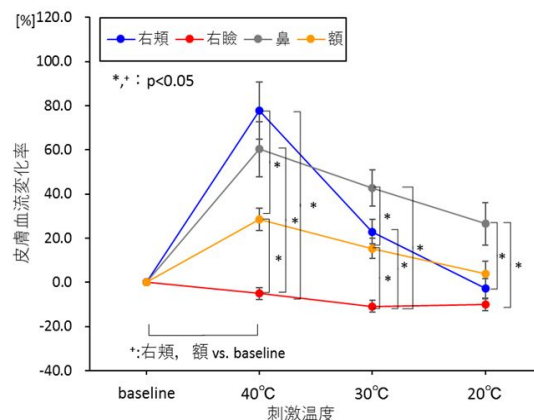


図 3 温度下降条件時の、刺激部位と同じ部位の血流変化。鼻部には有意な低下が認められなかった。

40 の刺激温度にて、右脛、鼻(下降条件)を除き、刺激した部位の皮膚血流変化率が、他の測定部位と比較し有意に大きな値を示した。そこで、各測定にて刺激部位の皮膚血管変化率の値を抽出し、刺激部位の多重比較検定を行った。各刺激部位の皮膚血流変化率を多重比較検定した結果、上昇条件では、20 の刺激時に部位差がなかった。30 の刺激時、鼻が右頬、右脛、額に比べ有意に大きかった。額、右頬、右脛の間では有意差が示されなかった。40 では、鼻、右頬、額、右脛の順に大きく鼻と右脛、右頬と右脛、額と右脛、また鼻と額の間で有意差が示された。下降条件では、40 にて、右頬、鼻、額、右脛の順に大きく、右頬と右脛、鼻と右脛、額と右脛、右頬と額の間で有意差が見られた。30 では、鼻、右頬、額、右脛の順に大きく、鼻と右脛、右頬と右脛、額と右脛、鼻と額の間で有意差が見られた。20 の刺激時は、鼻が右脛と右頬に比べて有意に大きかった。

本研究では、頬、鼻、額で刺激温度が高温になるにつれ、皮膚血流が増加したことから、脛の皮膚血流と刺激温度の間に関係が認め

られなかったことが特徴的であった。

先行研究で快感情が認められた際、瞼の皮膚血流が上昇した。一方、本研究では、瞼への温度刺激時、刺激温度を変化させても、瞼の皮膚血流変化率は、刺激温度間で有意な差を示さなかった。したがって、快感情で瞼の皮膚血流が部位特異的に増加した要因が、血管機能の差異により、血管拡張しやすい部位が反応したという仮説を支持することができない結果となった。

また、先行研究で不快感情を伴う刺激により、鼻の皮膚血流が他の部位と比べ有意に低下した。ところが、本研究においては、温度下降条件で鼻を刺激した際、20 の温度刺激にて、他の部位よりも有意にベースライン比の皮膚血流変化率が高かった。このことから、鼻が温度変化に伴って血管収縮しやすい部位であるとは考えられない。したがって、不快感情が伴う刺激で、鼻の皮膚血流が部位特異的に低下した要因は、血管機能の差異により、血管収縮しやすい部位が反応したという仮説を支持することができない結果となった。一方、温度上昇条件では、鼻は他の部位よりも皮膚血流変化率が有意に高かった。このことから、鼻が温度変化に伴って血管拡張しやすい部位であると考えられた。

本研究により、瞼への刺激温度を変化させても、瞼の皮膚血流量は有意な変化を示さなかった。頬、鼻、および額への刺激温度を上昇させると、これらの部位の皮膚血流量が増加した。また、頬および額への刺激温度を低下させると、皮膚血流量が低下した。一方、鼻への刺激温度を低下させても、鼻の皮膚血流量は変化しなかった。したがって、我々の研究グループの先行研究で示された、瞼の血流増加および鼻の血流減少を中心とした様々な情動変化に伴う顔面の皮膚血流の特異的な変化を起こす要因は、血管機能の部位特異性ではないことが示唆された。

なお、本研究に関連した成果をもとに、企業5社より研究内容の照会があり、2社と受託・共同研究を行うことが決定した。このことも本研究の成果として付記しておく。

#### 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1件)

1. 林直亨, 鍛島秀明. 味覚に伴う顔面皮膚血流の特異的な応答, 第142回微小光学研究会予稿集(Microoptics News 34: 4) 印刷中(査読なし)

〔学会発表〕(計1件)

1. 林直亨, 鍛島秀明. 味覚に伴う顔面皮膚血流の特異的な応答, 第142回微小光学研究会, 2016年12月2日, 大阪

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等  
<http://hlab.hum.titech.ac.jp/> (研究内容  
蘭に紹介)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

林直亨(HAYASHI, Naoyuki)  
東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・  
教授  
研究者番号: 80273720

##### (2) 研究分担者

福場良之(FUKUBA, Yoshiyuki)  
県立広島大学・人間文化学部・教授  
研究者番号: 00165309

##### 鍛島秀明(KASHIMA, Hideaki)

県立広島大学・人間文化学部・助教  
研究者番号: 40714746

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号:

##### (4) 研究協力者

( )