

快・不快感情の精神生理学的研究

平成 11・12・13 年度科学研究費補助金

基盤研究(C) (2)

課題番号 11610089

研究成果報告書

平成 14 年 3 月

研究代表者

早稲田大学人間科学部

山崎 勝 男

目 次

1. 研究目的	1
2. 研究計画	2
3. 名称と研究課題	2
4. 研究組織	2
5. 研究経費	3
6. 研究成果	3
1) 研究論文	3
2) 学会報告	3
7. 研究成果の概要	5
8. 資料	7

1. 研究目的

快・不快に関する従来の感情研究は、主として質問紙法によるチェックリストや各種心理テストを用いて行われてきた。その結果、快・不快の各カテゴリーに含まれるサブグループが抽出され、感情心理学の研究に大きく貢献してきた。一方、快・不快に関する精神生理学的研究は、快を正の感情として、不快を負の感情としてそれぞれ独立的に捕らようと試みてきたが、不安や恐れ、さらには気分の落ち込みといった負の感情に関する知見のみが集積されてきたきらいがある。その大きな理由は、実験室内で負の感情を被験者に誘発させることが比較的容易であったことによる。確かに、これら負の感情に関する精神生理学的知見が、心理臨床の領域に多大な貢献をしたことは、疑う余地がない事実である。しかしながら、快に関する精神生理学的な知見は皆無状態にあると言っても、決して過言ではない。実験室内の研究で、急激な喜びとか気分爽快感といった正の感情を誘発させることは、手続的にも非常に困難視されている。

このような状況はしばらく持続してきたが、最近になってコンピュータを用いた脳波の左右差分析から、左前頭部の賦活は正の感情経験と表出に、右前頭部の賦活は負の感情経験と表出に関連するという Anterior Valence Model が提唱されてきた。このモデルの特徴は左前頭部の役割として接近行動を、右前頭部の役割として撤退行動を想定していることにあり、精神分裂病やうつ病で得られた諸知見を統合した魅力あるものとなっている。問題はこのモデルを完全に検証した実験結果がみられないことにある。その理由は関連論文の検討から明らかになってくる。つまり、既に確立され、国際標準となっている脳波測定の方法論を踏んでいない研究がかなり目につくことである。従って、このモデルの妥当性を適切な方法で検証することが焦眉の急となってきた。左前頭部の賦活は正の感情経験と表出に関連が深いとするこのモデルが妥当ならば、快感情を調べる新たなツールが出現ということになる。

この快感情の精神生理学的なメカニズムが脳波学およびポリグラフ的に解明されれば、身体活動が個人の健康や社会的相互作用に良い影響を及ぼすという一般論、すなわち身体活動をすることによって得られる気分と健康の改善、抑うつの改善、不安の軽減、心理的な健康の改善などが客観的に証明されることになる。

本研究の最終目的は身体活動の精神生理学的な効果を明らかにすることであるが、その前段階として、快・不快という感情に精神生理学的な検討を加えたい。本研究では、快・不快の感情を脳波学的に再検討するとともに、研究実績のある自律神経ポリグラフを同時併用して、得られた結果に多重分析を適用する。これら一連の作業を通して、快・不快は精神生理学的に解明されると考えるからである。

2. 研究計画

研究は以下の計画に従って進めた。

- 1) 快・不快の映像シーンが挿入されている約 10 分程度のビデオテープを 2 本編集する。ビデオテープの映像は物語性のあるものとし、快・不快の喚起シーンが少なくとも時間的には分単位長となるようにする。快・不快を喚起させないニュートラルな映像も準備する。
- 2) 感情喚起スライド(International affective picture system,IAPS)を利用する。
- 3) 同上の映像とスライドを感情喚起刺激として使用する。
- 4) 被験者に対して、上記映像およびスライドを個別に提示し、その間の生理的事象をポリグラフィ的に記録する。
- 5) 生理指標は、脳波、血圧、心電図、表面皮膚温、容積脈波、皮膚電位活動、呼吸とし、それらを同時記録する。
- 6) 実験の前後に、各種心理テストおよび感情評価のチェックリストを施行する。
- 7) 強度を異にする 2 種類の運動を負荷し、運動前・中・後に渡り、上記 5)、6) を施行する
- 8) 脳波は左右対称部位を対象として、パワースペクトル分析を実施する。

3. 名称と研究課題

平成 11・12・13 年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)

課題番号：11610089

研究課題：快・不快感情の精神生理学的研究

4. 研究組織

研究代表者：山崎勝男 (早稲田大学人間科学部教授)

研究協力者：本多麻子 (早稲田大学人間科学部助手)

竹内茂生 (早稲田大学メディアネットワークセンター助手)

正木宏明 (日本学術振興会海外特別研究員)

高澤則美 (科学警察研究所心理第 1 研究室室長)

5. 研究経費

平成 11 年度	1,500 千円
平成 12 年度	500 千円
平成 13 年度	500 千円
計	2,500 千円

6. 研究成果

1) 研究論文

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

正・負の情動誘発刺激に対する自律神経系の反応特異性. ヒューマン・サイエンス・リサーチ(早稲田大学大学院人間科学研究科紀要),8,75-86,1999. (6月)

Yamazaki, K., Okamura, T., & Takasawa, N.

Overt palmar surface sweating produces positive component of palmar skin potential responses. Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology. 19(1),1-6, 2001. (4月)

本多麻子・依田麻子・山崎勝男

ストレス刺激に対する自律神経系反応パターン. ヒューマンサイエンスリサーチ(早稲田大学大学院人間科学研究科紀要),10,133-141,2001. (7月)

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

強度の異なる運動が感情と脳波の偏側性に及ぼす効果. 生理心理学と精神生理学,19(3),217-225,2001. (12月)

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

情動喚起刺激が自律神経系の反応特異性に及ぼす影響. 生理心理学と精神生理学,20(1),9-17,2002. (4月)

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

情動喚起刺激に対する心臓血管系反応と脳波の偏側性. 人間科学研究(早稲田大学人間科学部紀要),15(1),39-45,2002. (4月)

2) 学会報告

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

正・負の情動誘発刺激に対する大脳半球の偏側性. 第 17 回日本生理心理学会学術大会プログラム・予稿集,p.31,1999. (5/20,21) (東北大), 生理心理学と精神生理学,17(2),p.97,1999.

Honda,A., Masaki,H.,& Yamazaki,K.

Respiration and heart rate to the positive and negative emotion-inducing film stimuli. International Interdisciplinary Symposium on Respiration " Respiration and Emotion ". July23-25,1999. (Waseda University International Conference Center).

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

正・負の情動誘発刺激に対する心臓血管系反応パターン. 日本心理学会第 63 回大会発表論文集,p.257,1999. (9/5-7) (中京大)

本多麻子・正木宏明・山崎勝男

情動誘発刺激に対する指尖表面皮膚温と心拍数の変化. 日本生理心理学会第 18 回学術大会プログラム・予稿集,p.26,2000. (6/27-28) (北大), 生理心理学と精神生理学,18(2),p.92,2000.

Honda, A., Masaki, H., & Yamazaki, K.

Hemisphere asymmetry and cardiovascular responses to the emotion-inducing film stimuli. XXVII International Congress of Psychology. Stockholm, Sweden. July 23-28, 2000. International Journal of Psychology, 35(3/4),p.54. 2000.

本多麻子・正木宏明・高澤則美・山崎勝男

感情喚起スライドに対する心臓血管系反応. 日本生理心理学会第 19 回大会プログラム・予稿集,p.35,2001. (7/5-6) (九大), 生理心理学と精神生理学,19(3), p.140,2001.

本多麻子・正木宏明・高澤則美・山崎勝男

強度の異なる身体活動が快感情と大脳偏側性に及ぼす効果. 日本健康心理学会第 14 回大会発表論文集,p.88-89,2001. (11/3,4) (仙台)

竹内茂生・山崎勝男・春木 豊

体温と感情の関係性. 日本生理心理学会第 19 回大会プログラム・予稿集, p.39,2001.(7/5-6)(九大), 生理心理学と精神生理学,19(3), p.150,2001.

本多麻子・正木宏明・高澤則美・山崎勝男

感情喚起スライドに対する大脳半球の偏側性. 日本心理学会第 65 大会発表論

- 文集,p.71, 2001. (11/7,8,9) (筑波大)
- 竹内茂生・菅村玄二・春木 豊・山崎勝男
感情の三次元に基づいた基本感情の評価. 日本心理学会第 65 回大会発表論文
集, p.592, 2001. (11/7,8,9) (筑波大)
- 本多麻子・正木宏明・高澤則美・山崎勝男
感情喚起スライドに対する心臓血管系反応(2). 日本生理心理学会第 20 回大
会プログラム・予稿集,p.37,2002. (5/22-23) (早大)
- 本多麻子・正木宏明・高澤則美・山崎勝男
感情喚起スライドが脳波の偏側性に及ぼす影響. 日本心理学会第 66 回大会発
表予定, 2002. (9/25,26,27) (広島大)
- 竹内茂生・菅村玄二・春木豊・山崎勝男
情動表情および情動語の評価に関する検討. 日本心理学会第 66 回大会発表
予定, 2002. (9/25,26,27) (広島大)

7. 研究成果の概要

映像刺激により喚起された快・不快感情に対する自律神経系の反応パターンを検出することと、自律神経系の指標による各感情の判別を検討した。映画を 10 min 間に編集し、映像刺激のストーリー性を活用することで、感情をより強く生起させようと試みた。快感情を喚起する Positive 条件、不快感情を喚起する Negative 条件、特定の感情は喚起させない Control 条件を設定した。映像呈示中、血圧 (BP)、心電図、指尖表面皮膚温、呼吸を記録した。その結果、標的感情の喚起が認められた場面で、BP、HR、指尖表面皮膚温に快・不快感情の差異を認めた。心臓血管系の指標は快感情喚起時では低下し、不快感情喚起時では上昇した。指尖表面皮膚温は、快感情喚起時では緩やかに低下したものの、不快感情喚起時では急峻に低下した。映像刺激によって喚起された快・不快感情は、心臓血管系指標に異なる方向、あるいは同方向であっても程度の異なる反応を引き起こした。快・不快感情がそれぞれ心臓血管系指標に及ぼす影響は、感情喚起刺激に対する行動的側面、認知的側面および血行力学的側面から説明可能である。自律神経系反応の方向性や振る舞いから、快・不快感情の判別が可能になった。

強度の異なる身体活動が感情と前頭部 EEG の偏側性に及ぼす影響を検討した。これまでに、運動後に生ずる快感情の増加や状態不安の軽減などが報告されてきたものの、感情変化に影響する主観的・客観的な運動強度は明らかにされていない。本実験の身

体活動には、被験者が主観的に快適と感じる快適自己ペース条件と、70 % $\dot{V}O_2$ max 条件の2条件を設定し、それぞれ15 minの自転車エルゴメータ運動を課した。EEGは運動前の安静時10 minと運動後の安静時60 minに渡って測定した。質問紙は運動前、運動中、運動終了後に行った。その結果、両条件で運動の終了直後から60 minの回復時点に至るまで状態不安が軽減した。快感情とリラックス感の消長時点や持続時間には、条件間で違いのあることが明らかとなった。快適自己ペース条件では、運動前と運動後の前頭部 α パワーに左右差はみられなかったが、70 % $\dot{V}O_2$ max 条件では運動終了後の回復時間帯には左前頭部が持続的に賦活していた。70 % $\dot{V}O_2$ max 条件に認められた左前頭部の α パワーには、運動後の不安軽減と快感情が反映していたものと考えられる。不安の軽減と快感情およびリラックス感に随伴する前頭部EEGは、 $\alpha 1$ や $\alpha 3$ の帯域成分よりも、 α 波の中心周波数である $\alpha 2$ 帯域に求められることを本実験では明らかにした。70 % $\dot{V}O_2$ maxの身体活動で生じた快感情と前頭部EEGの偏側性は、少なくとも60 minは持続することが示唆された。

IAPS スライドによって喚起された快・不快感情が心臓血管系反応とEEGの偏側性に及ぼす影響を調べた。刺激に対する予期や予測は、HRあるいはEEGの偏側性に影響すると報告されている。実験1では、同一カテゴリの感情価スライドをブロック呈示することで、スライドの感情価を予測できる事態とした。実験2では、ランダム呈示によりスライドの感情価に対する予測性を排除した。生理指標は心拍間隔(IBI)とEEGを記録した。質問紙の結果より、実験1と実験2ともに標的感情が喚起されたことから、被験者の予測よりもむしろ、感情価そのものが主観的評価に影響を及ぼすものと考えられた。本実験とIAPS感情価評定の相関は非常に高いことから、IAPSを感情喚起刺激として日本人に適用する妥当性は高いものと考えられる。実験1と実験2ともに、不快スライドではHR低下(ABI延長)が生じ、全スライドに時間経過に伴うHR低下も認められたことから、被験者の予測の有無がもたらす影響よりも、むしろ感情価そのものが、心臓血管系指標に影響することが示唆された。不快スライドの呈示がHR低下をもたらした理由は、不快スライドに対してより多くの注意資源が配分されたためと考えられる。前頭部EEGについては、実験1と実験2ともに、スライドの感情価に関わらず、左前頭部の相対的な賦活が確認された。本実験のEEGの結果は、接近-撤退モデルとは合致しなかった。

本研究で用いた10 minの動画は、標的である快・不快感情の喚起が確認された場面で、心臓血管系指標に異なる影響を及ぼした。静止画によって喚起された快・不快感情は、刺激呈示後、約10拍のABI推移にのみ影響を及ぼした。この期間のABI推移は刺

激に対する定位反応と考えられる。本研究の結果より、静止画が感情喚起に及ぼす影響は定位反応の範囲に留まり、一方、動画のもつストーリー性は被験者の主観的注意を惹きつけることから、定位反応の出現後も生理指標に影響したものと考えられる。静止画による感情喚起は前頭部 EEG に何ら偏側性を生起させなかった。しかしながら、比較的強度の高い身体活動(70 % $\dot{V}O_2$ max)に伴う感情は、接近-撤退モデルと合致する前頭部 EEG に偏側性をもたらしたことから、ここでは視覚刺激と身体活動による感情喚起の相違に議論を加えた。

研究遂行の過程で、体温と感情の関係性、感情三次元に基づいた基本感情の評価、情動表情および情動語の評価等について一定の成果を得た。加えて、感情の生理指標として多用される皮膚電位反応波形と発汗との関連性についても、発汗生理学的な知見を得た。

8. 資料

資料の掲載順序は 3-5 頁に記載した「6. 研究成果」に従った。

資 料

原 著

正・負の情動誘発刺激に対する自律神経系の反応特異性

本 多 麻 子*・正 木 宏 明**・山 崎 勝 男***

要 旨

本研究では情動刺激に関する自律神経系の反応特異性を検出すること、および反応特異性により情動を弁別することを目的とした。自律神経系の反応特異性とは、ある特定の刺激に対して、特定の生理的傾向を示すことをいう。情動が生じるコンテキストを考慮して、情動誘発刺激にはそれぞれ10minに編集した映像を用いた。正の情動を誘発するPositive条件、負の情動を誘発するNegative条件、特に情動を誘発しないControl条件の3条件を設定し、ランダム呈示した。生理指標は、眼電図、血圧、心電図、指尖表面皮膚温、指尖容積脈波、呼吸数、皮膚電位水準・反応を記録した。各条件終了後、映像刺激により喚起された情動を評定させた。

その結果、皮膚温はPositive条件において低下し、Control条件において上昇した。Negative条件において最も不快であったと報告された場面で自発性瞬目率が上昇し、血圧と心拍数も同じ場面向い上昇した。本実験の結果は、心臓血管系の指標の減少には刺激への注目などの「環境の取り込み」が関係し、亢進には「環境の拒絶」が関係するという「取り込み-拒絶」説(Lacey & Lacey, 1978)に合致した。心臓血管系の指標と皮膚温の一部に、Positive条件とNegative条件とでは異なる方向性を示す生理反応が認められたため、反応特異性が検出できたといえる。

キーワード：自律神経系、反応特異性、情動、取り込み-拒絶説

自律神経系の反応特異性 (autonomic response specificity) とは、ある特定の刺激に対して特定の生理的反応傾向が生じることをいう (Lacey, Bateman, & Van Lehn, 1953; Lacey & Lacey, 1958)。Ax (1953)は情動刺激に対する生理的反応特異性を見出した。恐怖と怒りを誘発する状況を設定し、複数の生理指標を同時記録した結果、怒りでは恐怖に比べて拡張期血圧の上昇、心拍数の減少、皮膚コンダクタンス反応の増加が認められた。怒りの反応パターンはエピネフリンとノルエピネフリンの注射により誘発された血管収縮反応に類似し、恐怖の反応パターンはエピネフリン注射により誘発された血管拡張反応に類似していた。

Ekman, Levenson, & Friesen (1983)は、標的とする情動に言及せずに顔筋を指示通りに動

張期血圧の上昇、心拍数の減少、皮膚コンダクタンス反応の増加が認められた。怒りの反応パターンはエピネフリンとノルエピネフリンの注射により誘発された血管収縮反応に類似し、恐怖の反応パターンはエピネフリン注射により誘発された血管拡張反応に類似していた。

*早稲田大学大学院人間科学研究科博士後期課程

**日本学術振興会

***早稲田大学人間科学部・人間科学研究科

かす課題と、過去の情動経験を30s間想起するという課題を用いることにより、自律神経系の活動が、怒り、恐怖、嫌悪、悲しみ、幸福、驚きの生得的・普遍的な基本情動にそれぞれ特異的に生じるものかについて検証した。心拍数、表面皮膚温、皮膚電位、筋緊張を測定した結果、正・負の情動間だけでなく、負の各情動間にも差が認められた。Wagner (1989)によると、異なる情動に対する生理的反応特異性は1, 2種類の指標でみられる全体的な差異より、複数の指標を組み合わせた微細な部分でみられるパターン化として生じるという。ただしLevenson (1992)の指摘にあるように、あらゆる情動が独自の自律神経系の反応パターンをもつのではなく、ある情動が一貫した方向で他の情動と異なった生理反応パターンを示すことに留意すべきである。例えば、怒りにおける心拍数亢進は、心臓に代謝を要求する“闘争”の運動プログラムや活動傾向との密接な関連を反映している。一方、恐怖での心拍数亢進は、心臓に代謝を要求する“逃走”の運動プログラムとの関連を反映している。

Hubert & de Jong-Meyer (1990)は心拍数、呼吸数、皮膚コンダクタンス、顔の筋電図を指標とし、それぞれ9-10min間の正・負の情動を誘発する映像刺激に対して、反応特異性が認められるかについて検討した。その結果、Positive映像とNegative映像に対して、それぞれ自律神経系の指標に差が認められた。心拍数はどちらの映像刺激においても減少傾向がみられた。呈示される映像刺激を積極的にみようという「環境の取り込み」は心拍数の減少につながり、呈示映像から目をそらす「環境の拒否」は心拍数の増加につながるとする「取り込み-拒絶」説(Lacey & Lacey, 1978)に一致した。映像呈示は情動誘発に適した手法であり、情動負荷の高い映画を抜粋して呈示することによって、主観的・表出的・生理的レベルでの顕著な変化を期待することができる(Philippot, 1993)。

Collet, Vernet-Maury, Delhomme, & Dittmar (1997)は情動刺激に対する自律神経

系の反応特異性を確認し、生理指標を組み合わせることで情動の弁別を試みた。怒り、恐怖、嫌悪、悲しみ、幸福、驚きを誘発するスライドと中性スライドをランダムに1min間呈示し、指標には皮膚電気活動、皮膚血流量、皮膚温、呼吸を用いた。ひとつの指標では情動弁別は不可能であるが、複数の自律神経系の指標を組み合わせることによって、弁別されない情動はないという。

情動と自律神経系活動との間に対応関係が認められてきた一方で、刺激呈示の方法が問題視される。先行研究の多くは、数s単位のスライド呈示や数min単位の映像刺激を用いて情動を誘発してきた。緩徐で比較的持続的な感情とは異なり、情動は一過性に生起し、短い持続時間と激しい強度に特徴づけられる(高橋, 1996)。情動は急激に生じるが、その生起に至るまでにはコンテキストがあり、それにより喚起される情動の強度は異なる。本研究では情動誘発刺激にビデオ映像を用いて、コンテキストを操作することにより、自然発生的な情動を生起させ、情動誘発に対応する自律神経系の反応特異性に検討を加えた。

方 法

被験者：本実験の趣旨を説明したうえで同意を得られた心身ともに健康な大学生及び大学院生7名を被験者とした(平均年齢22.9±0.7歳)。

実験刺激：3種類のビデオ映像をそれぞれ10min間に編集した映像刺激をランダムに呈示した。Positive条件、Negative条件、Control条件の3条件を設定した。全て音声付きの映像であった。Positive条件にはディズニーアニメの「トイ・ストーリー」(copyright ; The Walt Disney Company、ブエナビスタホームエンターテインメント)を用いた。これは自分の意思で自由に行動できる主人公の2体のおもちゃが持ち主と離れ離れにされてしまい、数多くの難関を乗り越えて持ち主の元へと無事に帰り着くという内容であった。Negative条件には、人食

い人種を描いたホラー映画「食人族」(copyright; TRANSAMERICA. FILM、1982。CBS/FOXビデオファーマーイースト株式会社、1988)を用いた。これはジャングルに暮らすある部族のグロテスクな食人習慣を描いたものであった。Control条件には砂漠の風景映像(NHKビデオ; 地球大紀行 移動する砂漠)を用いた。これはさまざまな砂漠の映像が続くという単調な内容であった。

各映像刺激呈示後、質問紙により最も印象的な場面を指摘させ、何人もの被験者があげた場面をイベントと定義した結果、Positive条件では3ヶ所、Negative条件では4ヶ所のイベントが設定できた(Table 1)。Positive条件のevent 1は、持ち主の引っ越しでトラックに乗り遅れた2体のおもちゃが、走って追いかける場面であった。event 2は、トラックに追いついた1体が、仲間のおもちゃ達と共にもう1体を助けようとするが、また2体で放り出される場面であった。event 3は、2体で試行錯誤した末に空を飛んで持ち主のもとへ無事に戻る場面であった。Negative条件のevent 1は、食人部族が死体を斧で切り裂く場面であり、event 2は死体の内臓を無理に食べさせる場面であった。event 3は、生きたカメの甲羅を剥ぎ、手足を切断する過程を詳細に追った場面であった。event 4は、杭を打たれた少女の死体の礎であった。

質問紙：怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲しみ、驚きの6つの基本情動(Ekman et al., 1983; Ekman, 1992)に、不安、困惑、軽蔑を加えた9つの情動に関する評定尺度を作成した。各情動毎に、10cmの線分を用意し、その両端を「全

く感じない」、「非常に感じる」とした。被験者には、主観的に感じた情動の程度を示す位置に印を記入するように教示した。条件終了毎に、全体を通して喚起された情動と、最も印象的だった場面によって喚起された情動についてそれぞれ尺度評定させた。最も印象的だった場面については、それがどの場面であったかを報告させた。

手続き：生理指標を測定するための電極、ピックアップを装着した後に、実験中の体動抑制、質問紙の記入方法などに関する教示を与えた。実験開始前の情動状態を得るため、情動評定に記入させた。実験は被験者がVTRの再生ボタンを押すことで開始した。映像刺激の呈示順序は被験者間でカウンターバランスを図った。各映像終了毎に3min間の休憩をとり、その間に情動評定に記入させた。3条件とも終了した後、内省報告を聴取した。

測定装置及び記録方法：眼電図(EOG)、血圧(BP)、心電図(ECG)、指尖表面皮膚温(fingertip skin temperature)、呼吸(respiration)、指尖容積脈波(finger plethysmogram; F-PTG)、皮膚電位水準/反応(SPL, SPR)を同時測定した。電極は全て銀塩化銀電極を用いた。SPL、SPRを除く全ての生理指標は、日本電気三栄製ポリグラフ360を用いて増幅し、記録器(日本電気三栄製、レクチホリー8K23)を用いて、紙送り速度3mm/sでペン書き記録するとともに、データレコーダ(NF Electronic Instruments 製、5870 PCM DATE Recorder)に磁気記録し、オフライン処理に供した。

瞬目計測のために、垂直眼球運動を左眼窩上

Table 1 The events of the positive and negative conditions, and the start time (duration) of them on the 10-min film stimuli

Condition	Event 1	Event 2	Event 3	Event 4
Positive	Pursuing the motortruck 3'20''(70s)	Rescued by fellows 6'50''(30s)	Flying in the air 8'55''(15s)	—
Negative	Body dissected by the ax 2'05''(10s)	Eating entrails of body 4'57''(13s)	Dissection of the live turtle 7'15''(100s)	Body put on the cross 9'20''(10s)

下縁部より、時定数(T.C.) 3s、高域遮断周波数(H.C.) 30Hzで導出した。血圧は左手第3指にフィナプレスカフを装着し、オメガ社製のフィナプレス非観血式電子血圧計2300型で、6s毎の平均血圧を測定し、直流記録した。心電図(ECG)は銀塩化銀ディスポーザブル電極(日本電気三栄製)を用いて胸部誘導により、T.C. 0.01s、H.C. 100Hzで導出した。表面皮膚温はサーミスタ温度計(日本電気三栄製)を用い、左手第2指の指尖腹側部から直流記録した。呼吸はチューブ式呼吸ピックアップ(日本電気三栄製、45256)を用いて腹部より、T.C. 6s、H.C. 100Hzで導出した。映像刺激の呈示には、SONY製 トリニトロン・カラーテレビ(KV29HR1) 29インチ、東芝製カセットVTR(A-E52)を用いた。

分析方法：被験者7名のうち2名については、EOGにおける筋電位混入などによるアーチファクトが著しかったため分析から除外した。本実験では自発性瞬目、平均血圧、心拍数、指尖表面皮膚温、呼吸数、情動評定に関する質問紙を分析対象とした。情動評定を除く全ての指標は測定値と実験前の安静時ベースラインに対する変化量を、条件間及び各条件内で比較した。

自発性瞬目：垂直EOGの変動のうち、持続時間400ms以下、電位変動0.1mV以上の反応を自発性瞬目と同定し、瞬目率(N/min)を算出した。Positive条件の3ヶ所、Negative条件の4ヶ所のイベントにおいて、映像開始からevent 1終了までをブロック1、event 1終了後からevent 2終了までをブロック2とした。その結果、Positive条件では4ブロックに分類され、Negative条件では5ブロックに分類された。ブロック毎の瞬目率と、実験前における安静時記録の平均瞬目率を算出した。また、各10min間の刺激呈示時間において、1min毎の平均値を求め、時間経過に伴う瞬目率の変化も調べた。

平均血圧：フィナプレスにより算出された瞬時最高血圧と最低血圧の6s毎の平均値を、サンプリング周波数1HzでAD変換した。その後、0.5min毎に平均血圧と平均血圧変化量

(mmHg)を算出した。

心拍数：シグナルプロセッサ(日本電気三栄製、7T18型)を用いて、ECG波形のR-R間隔から瞬時心拍数を求めた。さらに0.5min毎の平均値を求めた後に、安静時記録の平均値を引いた平均心拍変化量(bpm)を算出した。

指尖表面皮膚温：磁気記録した表面皮膚温をサンプリング周波数1HzでAD変換した後、1s毎の平均皮膚温を求め、0.5min毎の平均皮膚温と平均皮膚温変化量(°C)を算出した。

呼吸数：自発性瞬目と同様に、イベントに基づいてPositive条件を4ブロックに、Negative条件を5ブロックに分類した。ブロック毎に1min間あたりの平均呼吸数と平均呼吸変化数(N/min)を算出した。各10min間の刺激呈示時間において、1min毎の平均値を求め、時間経過に伴う呼吸数の変化も調べた。

情動評定：各情動毎に、10cmの線分上に記入された印の位置を、「全く感じない」からcm単位で計測した。したがって評定は最低値0から最高値10.0であった。各条件毎に、全体を通して感じた情動と、最も印象的な場面について感じた情動に分けて、情動毎の評定平均値を算出し、条件間、各条件内で比較した。

結果

情動評定：各映像刺激呈示後、喚起された情動の評定結果を比較したところ、Positive条件、Negative条件、Control条件全てに有意差が認められた情動は、幸福($F(2, 8)=54.13, p<.01$)であった。Negative条件における恐怖、悲しみ、嫌悪、困惑、不安の負の情動は、Positive条件、Control条件における各情動よりも有意に高く評定された：恐怖($F(2, 8)=41.26, p<.01$)、悲しみ($F(2, 8)=21.51, p<.01$)、嫌悪($F(2, 8)=156.41, p<.01$)、困惑($F(2, 8)=100.69, p<.01$)、不安($F(2, 8)=11.8, p<.01$)。驚きはPositive条件、Negative条件において、Control条件より有意に高く評定された($F(2, 8)=37.39, p<.01$)。

自発性瞬目：Fig.1は、Positive条件と

Negative条件におけるブロック間の瞬目率の推移を示したものである。条件毎に一要因分散分析した結果、Negative条件におけるブロック5の瞬目率が、ブロック4よりも有意に低かった ($F(4, 16)=4.08, p<.05$)。Positive条件におけるブロック間には有意差はなかった。Fig.2は、1min毎の瞬目率変化量の推移である。二要因分散分

析(条件×時間)を行った結果、時間の主効果 ($F(9, 36)=3.84, p<.01$)、および交互作用が認められた ($F(18, 72)=1.75, p<.05$)。交互作用は、Positive条件の瞬目率変化量は後半に漸減したのに対して、Negative条件、Control条件では後半8minまで上昇したことによるものであった。

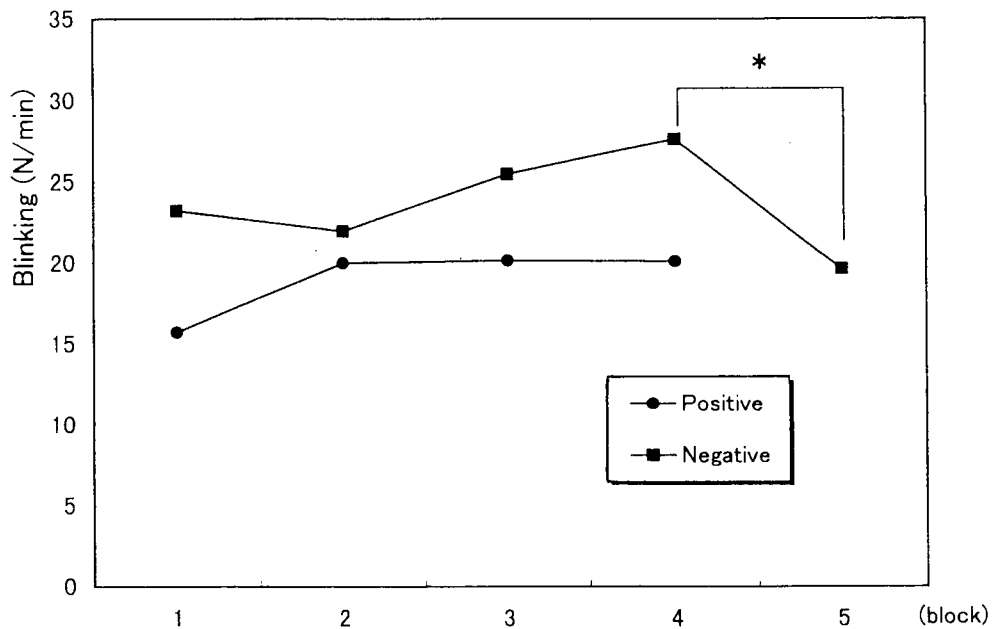


Fig.1 Blinking rate for each block of the Positive and Negative conditions (* $p<.05$).

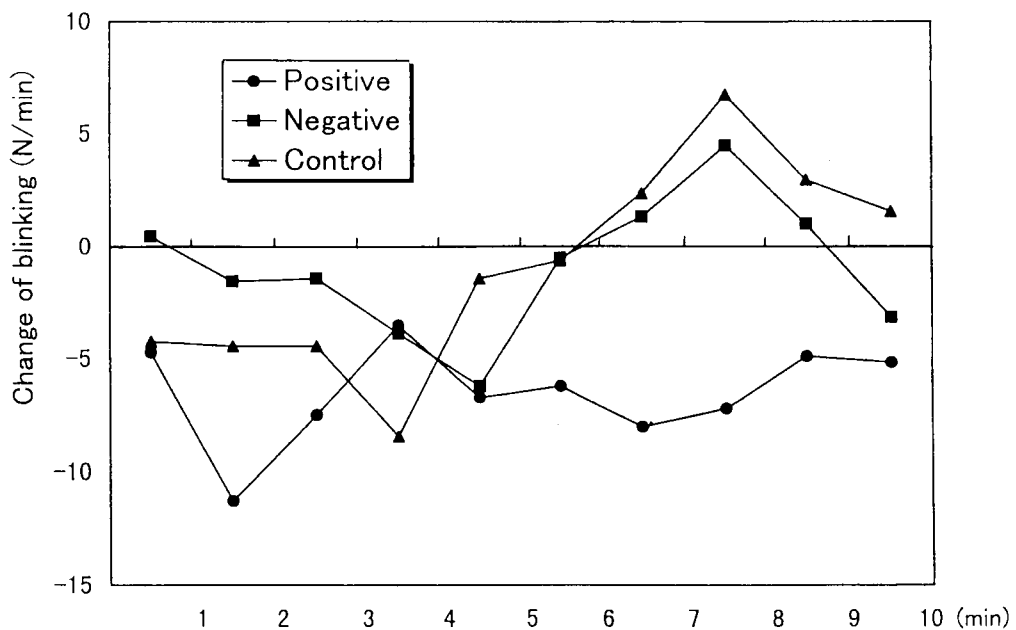


Fig.2 Mean change of blinking rate for each condition.

平均血圧: Fig.3は、0.5min毎の平均血圧変化量の推移である。条件間で二要因分散分析（条件×時間）を行ったところ、条件間に差はなく、時間の主効果のみが認められた ($F(19, 76) = 4.57, p < .01$)。交互作用はなかった。

各条件毎に一要因分散分析を行った結果、Positive条件では、最初の0.5minが3.4-5-6min

よりも有意に高かった ($F(19, 76) = 2.10, p < .05$)。Negative条件でも有意差がみられ ($F(19, 76) = 3.55, p < .01$)、最初の0.5minが1-1.5minより高かったほかは、8.5-9minが1-1.5minよりも有意に高い結果であった (9minについては3.5, 4.5minとの間にも有意差があった。いずれも $p < .05$)。

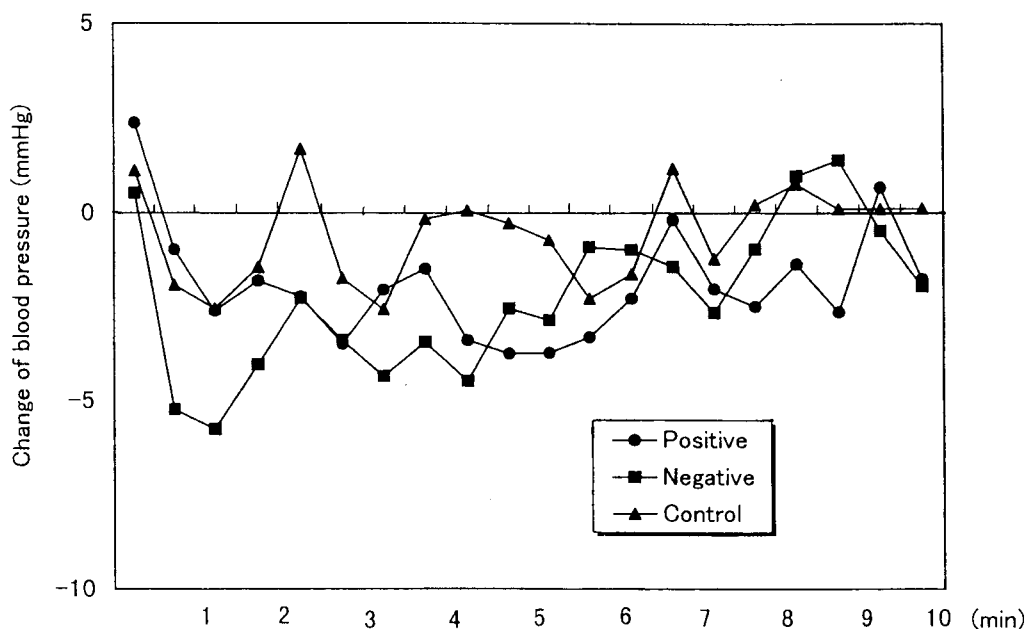


Fig.3 Mean change of blood pressure for each condition.

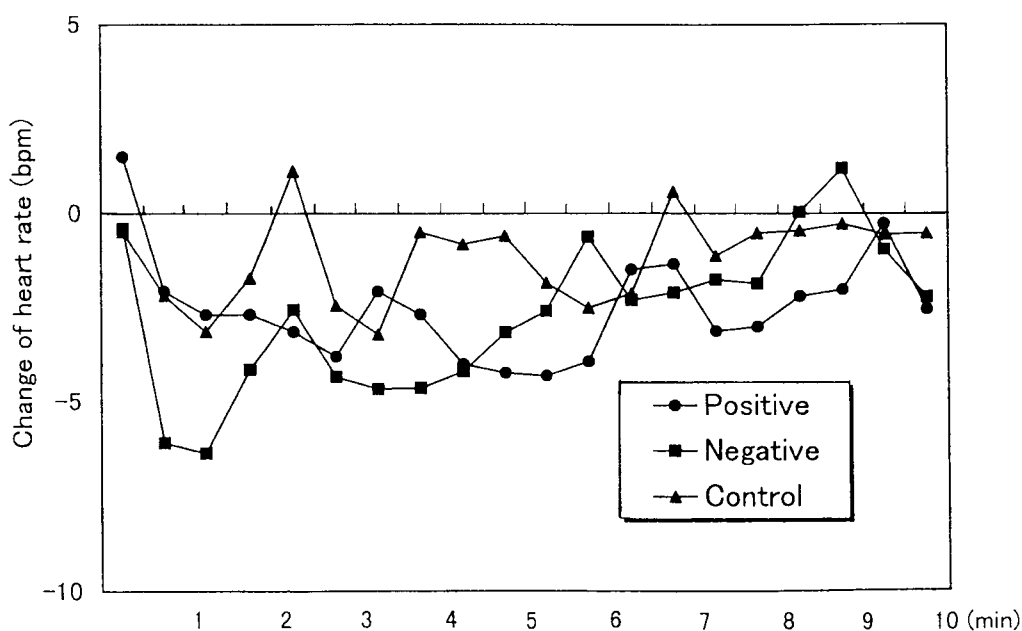


Fig.4 Mean change of heart rate for each condition.

心拍数：Fig.4は、0.5min毎のHR変化量の推移である。Positive条件、Negative条件間で二要因分散分析を行った結果、時間の主効果が認められ ($F(19, 76)=3.83, p<.01$)、交互作用も認められた ($F(19, 76)=1.75, p<.05$)。交互作用はPositive条件では、最初の0.5minの心拍数が他の期間より高かったのに対し、Negative条件で

は1-1.5minで低下し、8.5-9minで再び増加したことによるものであった。

指尖表面皮膚温：Fig.5は、0.5min毎の平均皮膚温変化量の推移である。二要因分散分析(条件×時間)を行った結果、交互作用が認められた ($F(38, 152)=2.08, p<.01$)。交互作用は各条件間で平均皮膚温の推移が異なることを示してい

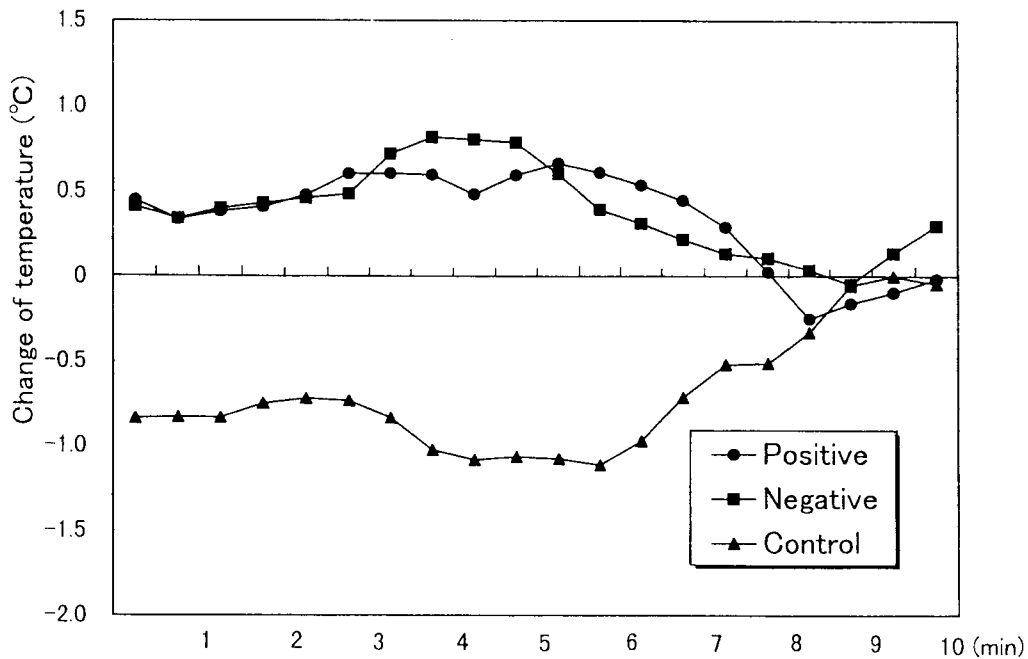


Fig.5 Mean change of fingertip skin temperature for each condition.

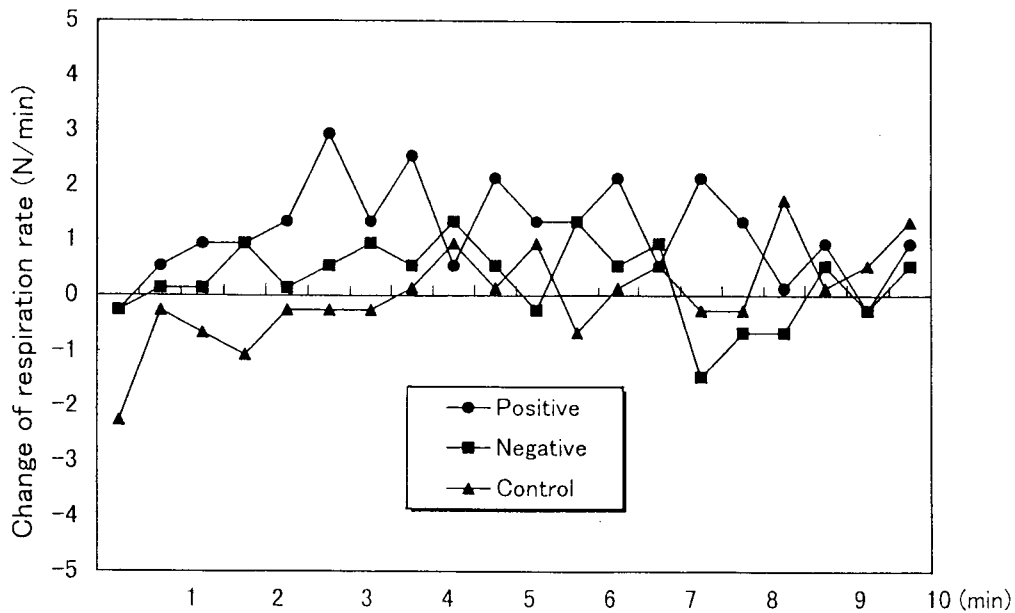


Fig.6 Mean change of respiration rate for each condition.

る。Control条件は最初の3min間は変化がなく、中盤の3minでやや低下し、最後の3minで上昇した。Positive条件では前半変化がみられなかったが、後半徐々に低下し、最後の2minで再び上昇した。Negative条件では8-9minにかけて低下傾向がみられた。

呼吸数: Fig.6は0.5min毎の呼吸変化数の推移である。条件間で二要因分散分析(条件×時間)を行った結果、有意差はなかった。各条件毎に一要因分散分析を行った結果、Control条件において、最初の0.5minが4.5, 5.5, 8.5, 10minより有意に少なかった ($F(19, 76)=2.62, p<.01$)。

考 察

情動評定によりPositive条件、Negative条件、Control条件の3条件間に有意差が認められたものは幸福のみであった。Positive条件、Negative条件間に有意差が認められたものは恐怖、悲しみ、嫌悪、不安、幸福であった。Gross & Levenson (1995)によると映像刺激を用いて怒り、嫌悪、楽しみ、満足を誘発することは、悲しみ、驚き、恐怖を誘発するよりも難しいという。本実験で用いたNegative条件の映像は、ある部族の食人習慣を描いたものであり、負の情動のなかでも特に嫌悪感を喚起すると考えられる不快な内容であった。実際に、負の情動間で嫌悪のみが特に高く評定された。

Table 2は条件毎の各生理指標の推移を模式的に示す。右上がりの矢印は上昇・増加を示し、右下がりの矢印は低下・減少を示し、水平の矢印は変化がなかったことを示す。

瞬目率についてはNegative条件の8minで増

加がみられた。実験終了後の情動評定によると、この期間は多くの被験者が最も印象的な場面として挙げた箇所と一致していた。心的負荷が高いほど瞬目率は増加することから(田多, 1987)、本研究の結果は、映像の与える高い心的負荷によって瞬目率が増加したものと解釈される。Control条件では時間経過に伴い、瞬目率の漸増がみられ、8minで最も瞬目率が高かった。この結果は単調な砂漠映像の呈示によって低下した覚醒水準に起因したものと考えられる。Positive条件における瞬目率の推移には変化が認められなかった。時間経過に伴う覚醒水準の低下による瞬目数増加と、主観的興味によって映像刺激に対する注意の維持に起因する瞬目抑制との均衡が、瞬目率に変化をもたらさなかった原因であると考えられる。瞬目率と覚醒水準の間にはU字関数が想定されており、強い興奮状態は瞬目率を高め、逆に退屈や眠気によっても瞬目は多発するが、興味の高い刺激に注目することで瞬目率は抑制される(山田, 1991)。瞬目中は、外界からの視覚情報は全く入らない状態になるため、単位時間内にどれだけ多くの情報を獲得するかが重視される場面では、瞬目の抑制は理にかなった行動となる(山崎・清水・正木, 1996)。本実験における不快な映像に対しては、視覚情報を遮断したいという欲求から瞬目数が増加したと考えられる。

心臓血管系の指標である平均血圧と心拍数は、Negative条件の後半8.5-9minにおいて条件内の他の期間よりも有意に増加した。映像刺激により喚起された負の情動に伴い血圧と心拍数に上昇が生じたと考えられる。Positive条件、

Table 2 The results for each condition

Condition	Blinking	Blood pressure	Heart rate	Temperature	Respiration
Positive	→	↘	↘	↘	→
Negative	↗	↘ ↗	↘ ↗	→	→
Control	↗	→	→	↗	↗

Negative条件のどちらにおいても、映像呈示後0.5min間の血圧、心拍数が有意に上昇し、その後急激に減少した。これは映像呈示という新奇刺激に対する定位反応によるものと考えられる。心臓血管系の亢進という点では定位反応も、Negative条件の8.5-9minで認められた上昇も等しい結果にみえる。しかしながら、その結果に至ったプロセスが異なる。「取り込み-拒絶」説(Lacey & Lacey, 1978)によると、心臓血管系の指標の減少には、刺激への注目など「環境の取り込み」が関連しており、他方、亢進には認知的・精神的努力を要する事態や、見たくないものを見せられたときのような「環境の拒否」が関係する(稲森, 1998による)。実験終了後の情動評定や内省報告からNegative条件の後半部において不快感が強かったことは明らかであり、Negative条件の8.5-9minにおける心臓血管系の亢進は環境の拒否に関連したものと考えられる。Negative条件での結果は、負の情動に関連して血圧、心拍数は上昇するという従来の知見(Ax, 1953; Boiten, 1996; Ekman et al., 1983; Hubert & de Jong-Meyer, 1990, 1991; Levenson, Ekman, & Friesen, 1990; Schwartz, Weinberger, & Singer, 1981; Sinha, Lovallo, & Parsons, 1992; Sinha & Parsons, 1996)に合致するものである。Positive条件では正の情動に対応する血圧、心拍数の変化はみられなかった。正の情動に伴う心臓血管系の変化は生じにくく、安静時ベースライン水準で推移するという従来の知見(Hubert & de Jong-Meyer, 1990, 1991; Schwartz et al., 1981; Sinha et al., 1992; Sinha & Parsons, 1996)に合致するものである。

指尖表面皮膚温は、Control条件において、後半8.5-10minに前半部より有意に上昇した。単調な砂漠の映像を見続けることで、被験者がリラックスしていったならば皮膚温の上昇につながると考えられる。Positive条件における表面皮膚温は5.5minより8.5minで有意に低下した。実験後の情動評定や内省報告によると、この時

間は最も印象的な場面として被験者が挙げた箇所に至る前段階、あるいは文脈に一致していた。この場面は、持ち主と離れ離れにされた2体のおもちゃが、多くのトラブルを越えて持ち主の元に帰り着くというストーリー上、他の場面よりも集中して見る部分であった。この推察はPositive条件の8minでは瞬目率が他条件より抑制されていたことから支持される。Negative条件において表面皮膚温の推移に有意差は認められなかったが、内省報告により最も不快であった場面に向って、表面皮膚温は低下していった。皮膚温の変化は皮膚の血流量の変化であり、皮膚血管運動の変化である。痛み、精神的ストレス、定位反応によって、手指などの末梢部血管に収縮が生じると、皮膚血流、皮膚温は一過性に低下し、リラクゼーション、弛緩により皮膚温は上昇する(廣田, 1998)。Control条件では、時間経過に伴うリラクゼーション効果によって後半部で皮膚温が上昇した。Negative条件の最も不快感を喚起する場面で皮膚温の低下傾向が認められたことは、映像に対する情動的ストレスのためであると考えられる。

本実験において、Control条件の呼吸変化数は最初の0.5minが有意に少なく、他に有意差が認められた期間はなかった。呼吸変化数の推移を概観すると、どの条件においても呼吸変化数は安静時より増加する傾向にあった。Boiten(1996)は情動刺激に対する呼吸運動系の反応を調べたところ、呼吸が浅くなり、呼気、吸気持続時間が短くなり、ポーズ時間が延長した。また機能的残気量は心臓血管系に作用するといわれている。菊池(1991)によると、呼吸数と呼吸振幅の増加は不安に関連しており、これらの減少は緊張、不安、怒りの抑圧、悲しみ、落胆に関連している。Hubert & de Jong-Meyer(1990)は、情動を誘発する映像刺激を呈示した場合、映像刺激の内容に関わらず、呼吸数はベースラインよりも増加することを見出した。本研究もこの結果に合致する。

Ekman et al. (1983)、Ekman (1992)の主張する基本情動は、怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲しみ、驚きの6つであり、このうち正の情動は幸福だけである。彼の主張に準じて、本実験では情動評定を行わせるための情動を選択した。しかし、正の情動間における自律神経系の反応特異性を検出するためにはこの設定は不適切だったといえる。正の情動という大きな枠組みでの反応特異性であるのか、正の情動を構成する幸福という1要素の反応特異性であるのか特定できないからである。一方、Negative条件では、嫌悪という負の情動に関する自律神経系の方向分留、反応特異性を検出できたといえるだろう。

下川(1994)によると、情動構造を正の情動、負の情動としてとらえた場合、両情動は常に独立しているのではなく、一方の情動が強く生起しているときにはもう一方の情動が抑制されるという。本実験では皮膚温、平均血圧と心拍数の一部に、Positive条件とNegative条件とでは異なる方向性を示す生理反応が認められたため、自律神経系における反応特異性が検出されたといえるだろう。

引用文献

- Ax, A. F. 1953 The physiological differentiation between fear and anger in humans. *Psychosomatic Medicine*, 15, 433-442.
- Boiten, F. 1996 Autonomic response patterns during voluntary facial action. *Psychophysiology*, 33, 123-131.
- Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., & Dittmar, A. 1997 Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions. *Journal of Autonomic Nervous System*, 62, 45-57.
- Ekman, P. 1992 An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6, 169-200.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. 1983 Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Gross, J. J., & Levenson, R. W. 1995 Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9, 87-108.
- 廣田昭久 1998 体温調節系。宮田洋(監)・藤沢清・柿木昇治・山崎勝男(編) *新生理心理学* 第1巻 北大路書房 Pp.222-236.
- Hubert, W., & de Jong-Meyer, R. 1990 Psychophysiological response patterns to positive and negative film stimuli. *Biological Psychology*, 31, 73-93.
- Hubert, W., & de Jong-Meyer, R. 1991 Autonomic, neuroendocrine, and subjective responses to emotion-inducing film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 11, 131-140.
- 稲森義雄 1998 心拍の計測と処理。宮田洋(監)・藤沢清・柿木昇治・山崎勝男(編) *新生理心理学*。第1巻 北大路書房 Pp.158-171.
- 菊池長徳 1991 情動と呼吸。自律訓練研究, 12, 3-7。
- Lacey, B. C., & Lacey, J. I. 1978 Two-way communication between the heart and the brain. *American Psychologist*, Feb., 99-113.
- Lacey, J. I., & Lacey, B. C. 1958 Verification and extension of the principle of autonomic response-stereotypy. *American Journal of Psychology*, 71, 50-73.
- Lacey, J. I., Bateman, D. E., & Van Lehn, R. 1953 Autonomic response specificity. *Psychosomatic Medicine*, 15, 8-21.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. 1990 Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.

- Levenson, R. W. 1992 Autonomic nervous system differences among emotions. *Psychological Science*, 3, 23-27.
- Philippot, P. 1993 Inducing and assessing differentiated emotion-feeling state in the laboratory. *Cognition and Emotion*, 7, 171-193.
- Schwartz, G. E., Weinberger, D. A., & Singer, J. A. 1981 Cardiovascular differentiation of happiness, sadness, anger, and fear following imagery and exercise. *Psychosomatic Medicine*, 43, 343-364.
- 下川昭夫 1994 ポジティブ情動とネガティブ情動の相互抑制について。心理学研究、64, 434-441。
- Sinha, R., & Parsons, O. A. 1996 Multivariate response patterning of fear and anger. *Cognition and Emotion*, 10, 173-198.
- Sinha, R., Lovallo, W. R., & Parsons, O. A. 1992 Cardiovascular differentiation of emotions. *Psychosomatic Medicine*, 54, 422-435.
- 田多英興 1987 自発性瞬目率に与える課題及び負荷の影響。日本心理学会第51回大会発表論文集、51, 98。
- 高橋雅延 1996 記憶と感情の実験的研究の問題点。聖心女子大学論業、86, 63-102.
- Wagner, H. 1989 The peripheral physiological differentiation of emotions. In H. Wagner, & A. Manstead. (Eds.), *Handbook of social psychophysiology*, John Wiley & Sons Ltd, Pp. 77-98.
- 山田富美雄 1991 まばたきの評価法と測度。田多英興・山田富美雄・福田恭介(編) まばたきの心理学。北大路書房 Pp.45-54.
- 山崎勝男・清水泰貴・正木宏明 1996 スポーツ観戦時の自発性瞬目。早稲田大学体育学研究紀要、28, 25-31。

(1999年4月7日受理)

Autonomic response specificity to positive and negative emotion-inducing film stimuli

Asako Honda*, Hiroaki Masaki** & Katuo Yamazaki***

Abstract

The purpose of this study was to detect the autonomic response specificity to emotional film stimuli and to discriminate emotions by response specificity on the autonomic nervous system. Both positive and negative conditions were introduced to induce positive and negative emotional states, respectively. The control condition was also introduced so as not to specially incite emotional state. Three 10-min film stimuli were randomly presented to the subject while monitoring electrooculogram (EOG), blood pressure (BP), heart rate (HR), fingertip skin temperature, respiratory frequency, finger plethysmogram and skin potential level / response (SPL, SPR). Subjects were instructed to check off each item (anger, fear, happiness, sadness, disgust, surprise, anxiety, contempt and embarrassment) on a 10-cm line scale (0; not at all, 10; very much) to what extent he or she experienced the corresponding emotion after the film presentation. The results indicated that BP and HR increased during the negative condition, and that fingertip skin temperature increased during the control condition and decreased during the positive condition. The results were consistent with the suggestion of Lacey & Lacey (1978) that situations involving the intake of information are characterized by BP and HR deceleration. On the other hand, situations involving the rejection of information are characterized by their acceleration. In conclusion, autonomic response specificity was supported by the finding that the direction of the responses differed between the positive and negative conditions.

Key words : autonomic nervous system, response specificity, emotion, intake-rejection theory

*Graduate School of Human Sciences, Waseda University

**Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science

***School of Human Sciences · Graduate School of Human Sciences, Waseda University

Overt palmar surface sweating produces positive component of palmar skin potential responses

Katuo YAMAZAKI

School of Human Sciences, Waseda University
2-579-15 Mikajima, Tokorozawa 359-1192, Japan

Toshihiko OKAMURA

Kagoshima Prefectural College
1-52-1 Shimo-Ishiki, Kagoshima 890-0005, Japan

and

Noriyoshi TAKASAWA

National Research Institute of Police Science
6-3-1, Kashiwanoha, Kashiwa 277-0882, Japan

We simultaneously recorded palmar sweating and skin potential responses (SPRs) to determine their relationship. We used a highly sensitive capacitance hygrometer to simultaneously record sweating responses from the palm and SPR by DC. Ten healthy male college students were enrolled as subjects. Stimuli such as continuous short tone burst and hand claps were randomly provided to induce sweating responses and SPR. When a total of 202 SPR waves induced were investigated in relation to sweating responses, sweating responses were observed in all 140 responses in which positive components were included in the SPR waves. However, no sweating responses were observed in 62 responses in which the SPR waves exhibited monophasic negative waves. These results suggest a close relationship between the positive components in SPRs and surface sweating. Our findings have presented a clear answer to the controversy surrounding this problem, and have partially verified Edelberg's poral valve model.

Key words: Palmar SPR, Palmar sweating, Surface sweating, SPR positive wave, Edelberg's poral valve model

The question of in which part of the skin the electrodermal response (EDR) emerges has long attracted the attention of researchers. In particular, several models have been proposed with respect to the mechanism of peripheral occurrence of skin potential responses (SPRs) exhibiting negative waves, diphasic waves, and positive waves. It has been suggested that negative waves which are slow in reaching inertia and positive waves which are quick in reaching inertia

arise from different origins (Forbes & Bolles, 1936), and the two-effector hypothesis was proposed. On the basis of the study results suggesting that negative waves originate from the sweat glands and positive waves originate from the dermis (Takagi & Nakayama, 1959), and the finding that positive components are affected when various cations are applied to the skin (Edelberg, Greiner, & Burch, 1960), it has been assumed that positive components are an independent phenomenon, and emerge at sites different from negative waves. Research results with respect to

skin conductance responses (SCRs) and SPRs were obtained, leading to the so-called membrane model for the emergence of EDR (Edelberg, 1972). This model hypothesized the presence of a membrane for the reabsorption of sweat, which regulates the level of hydration in the epidermis, and prevents excessive hydration of the skin surface. However, the presence of this membrane and its innervation have not been anatomically demonstrated to date.

Fowles (1986) carefully reviewed various studies on the mechanism of emergence of EDR, and proposed a single innervation model for the above-mentioned two components. The EDR emergence phase introduced in this model is composed of the secretion of sweat, the reabsorption of sodium in the dermal duct, the rise of sweat in the epidermal duct, the movement of sweat across the duct wall into the corneum, and the stretching of the duct at the epidermal level which may occur when sweat secretion is sufficiently strong. The stretching of the duct serves as a trigger for activation of the ductal membrane. When stretching of the duct reaches the triggering level, the permeability across the duct wall rapidly increases, resulting in an elevation of conductance. This model is attractive in that it explains the membrane characteristics of the EDR effector, without assuming different innervation for each process of EDR.

It has been a long time since a close association between palmar sweating and EDR was suggested. However, no consistent conclusions have been drawn because of the lack of appropriate technologies for determining sweating, and differences in the methodology of EDR determination employed. In this study, we simultaneously recorded sweating responses from the palm and SPRs using a recently-developed highly-sensitive continuous sweating measuring device, and compared our results with various findings reported previously.

Methods

The subjects were ten healthy male volunteers aged between 19 and 21 years. Informed consent was

obtained from all subjects.

Apparatus

Palmar sweating was determined using a capacitance hygrometry technique. A capsule covering a skin area of 1 cm², which was mounted on the left hypothenar eminence, was ventilated with dry nitrogen gas at a rate of 0.3 l/min. The humidity of the effluent nitrogen gas was read with a capacitance hygrometer (Hydrograph AMU-2, Fourtion, Nagoya, Japan) and recorded on the pen-recorder described below (Fig. 1). Capacitance hygrometry has a quicker response and a higher linearity over the full range of relative humidity than resistance hygrometry (Sugenoya & Ogawa, 1985). The time delay in detecting sweating was minimized by reducing the length of the tube connecting the capsule and humidity sensor.

The SPR was measured with equipment which has stable DC amplifiers and a high input impedance recorder (Toa, EPR-23A, Tokyo, Japan). Two Ag-Ag Cl Beckman cup electrodes filled with 0.05 M NaCl in Unibase were attached by means of double stick adhesive collars. One active electrode was placed on the left palm adjacent to the capsule and the reference electrode on a lightly abraded ventral surface of the left forearm. Fig. 2 shows the capsule used to measure the sweating response and SPR recording electrodes.

Procedure

Each subject was seated in a comfortable chair with his eyes closed in a quiet room and was informed in detail of the nature of the experiment. The electrodes and the capsule were then attached, following which was a 10 min resting period. A series of hand

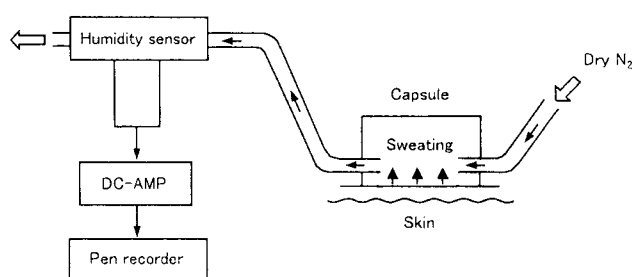


Fig. 1 Diagram of system used to monitor sweating response.

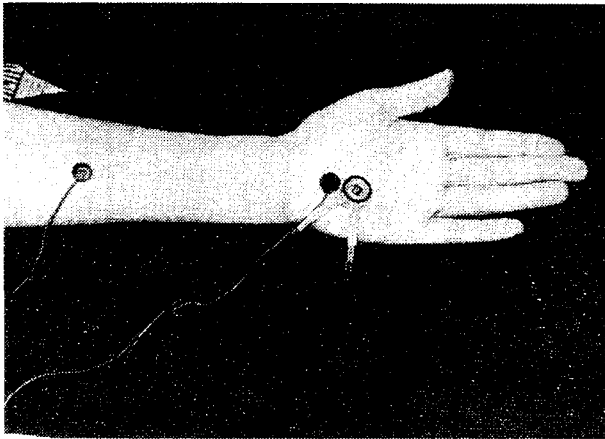


Fig. 2 Capsule used to measure sweating response together with SPR recording electrodes.

claps and bursts of white noise (85 dB SPL intensity and 0.5 s duration) were administered at random inter-trial intervals between 40 and 60 s. The experimenter was seated to the rear of the subject and operated the apparatus. The experimental session lasted approximately 35 min. The room temperature was maintained at 22 to 24 °C. The white noise was administered by a speaker placed 1 m behind the subject.

Scoring of responses

SPRs to each stimulus were scored on the basis of the amplitude and wave form observed within 0.5 to 3.0 s after stimulus onset. SPR negative waves of 0.2 mV or more were measured from the starting baseline to the peak negative deflection. In diphasic SPRs, an amplitude was measured from the negative to the positive peak. SPR positive waves of 0.2 mV or more were measured from the starting baseline to the peak positive deflection. SPR wave forms were classified into monophasic negative, distorted diphasic, diphasic, and monophasic positive waves. A distorted diphasic wave indicates a wave form in which a negative wave induced by the stimulus shows some small positive notches and then reaches a negative peak, and a wave form in which a negative wave exhibits a sudden deflection, but does not exceed the baseline to turn positive, and increases again on the negative side. Sweating responses of 0.003 mg/cm²/min or more were measured from the prestimulus baseline to peak deflection.

Results

A total of 202 SPRs, including 62 monophasic negative waves, 22 distorted diphasic waves, 98 diphasic waves, and 20 monophasic positive waves, were recorded in response to the above-mentioned stimuli. When all SPRs were paired with sweating responses, it was found that distorted diphasic waves, diphasic waves and monophasic positive waves were all associated with sweating responses (100%). No sweating response appeared during monophasic negative waves. An example of simultaneous recording of SPRs and palmar sweating is shown in Fig. 3. A significant correlation was obtained between the amplitude of SPR positive components or positive waves, and corresponding sweating responses ($r=0.53$; $F(1,138)=18.82$, $p<.001$).

Discussion

The ventilation method is suited to quantitative measurement of local sweating. The ventilation method is the most common method at present, by which a capsule covering a small area on the skin is ventilated with dry air, and increases in humidity at the site are determined and recorded with a hygrometer. Resistance hygrometry, which is a variation of this method, uses humidity-related changes in electric resistance of hygroscopic elements, and is capable of continuously recording the sweating volume, and accurately detecting subtle variations in sweating. However, a disadvantage of this method is that the responses do not accurately reflect decreases in the sweating volume because the dehumidification rate of the hygroscopic substances is relatively slow. The capacitance hygrometry method using a highly-sensitive apparatus employed in this study is superior to resistance hygrometry in terms of the frequency properties, accuracy in reflecting decreases in humidity, and reliability of the data obtained (Sugenoya & Ogawa, 1985; Sugeno, Iwase, Mano, & Ogawa, 1990).

A close correlation between EDRs and sweating has been suggested by a number of studies. It seems important to present some of these studies for

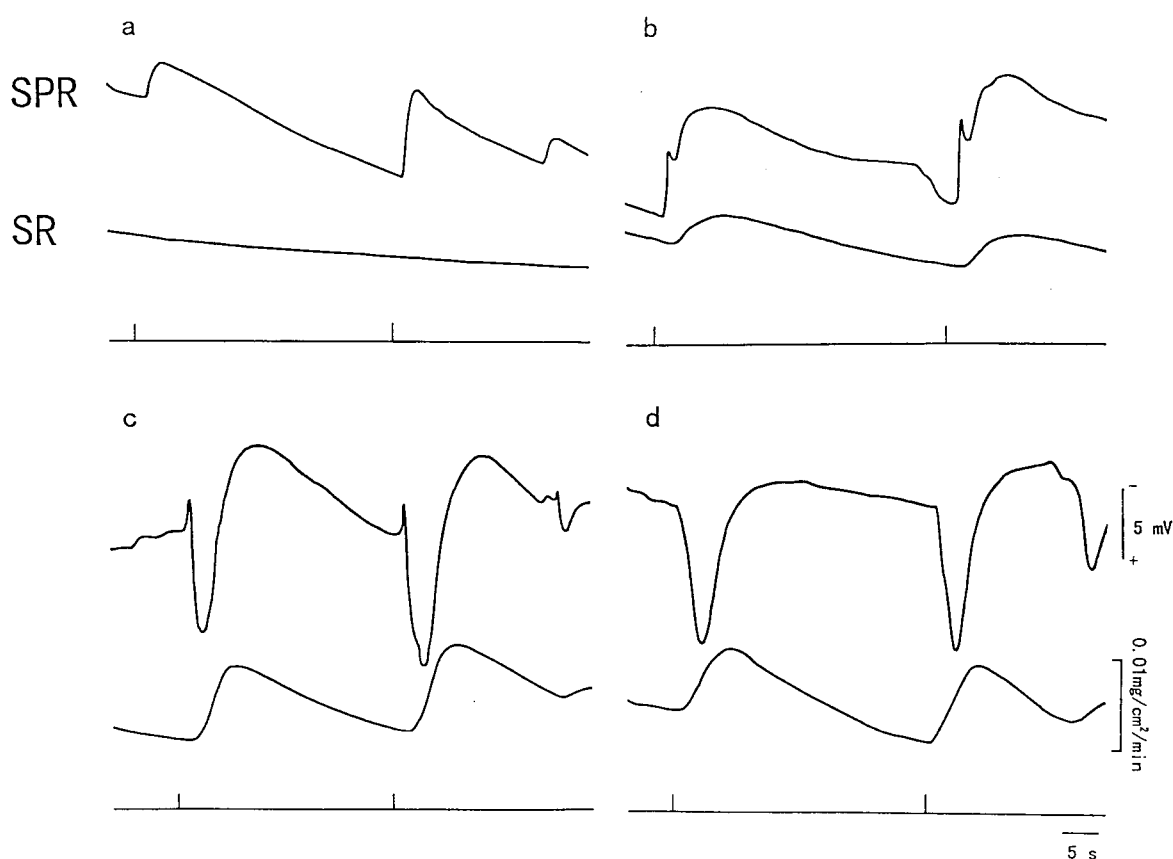


Fig. 3 Simultaneous recording of SPRs and sweating responses(SR).

The notch on the event marker indicates tonal stimulus. Negativity at the active electrode of SPR is indicated by an upward deflection. No sweating response is appeared during monophasic negative waves(a). Sweating responses are always observed during positive component of SPRs(b,c,d).

interpreting our study results. Reports of the lack of SCRs or SPRs in patients with a congenital absence of sweat glands (Richter, 1927), or patients after peripheral nerve section and sympathetic ganglionectomy (Richter, 1927; Richter & Woodruff, 1941), and reports which suggest that, similarly to after peripheral nerve section, blocking of the activities of sweat glands by such drugs as atropine eliminates SCR and SPR (Lader & Montagu, 1962; Venables & Martin, 1967; Wilcott, 1964) seem to suggest that EDRs do not emerge in the absence of sweat gland activities. Regarding the relationship between EDR and surface sweating, the emergence of negative components in SCRs and SPRs about one second prior to surface sweating has been reported (Darrow, 1932, 1964; Wilcott, 1958, 1962). These findings indicate that negative components in SCRs and SPRs originate from electric activities deep within sweat glands.

There is also a report suggesting a close association between SCRs with a rapid recovery limb and sweating or positive components of SPRs, and that positive SPR waves are more closely associated with sweating than negative SPR waves (Darrow, 1932, 1964).

According to a study on latency in EDRs and latency in surface sweating (Wilcott, 1962), there was almost indistinguishable synchronism between the latency in positive components of SPRs and the latency in surface sweating, in contrast to negative components of SPRs. Moreover, obvious sweating was not observed in some cases during the emergence of SCRs and monophasic negative SPR waves. These findings on EDRs and sweating appear to indicate close associations between these two factors. Wilcott (1962) simultaneously recorded and quantitatively analyzed sweating responses and SPRs, and reported

correlations of 0.62 to 0.80 between sweating responses and negative SPR waves, and close correlations of 0.81 to 0.95 between sweating responses and positive SPR waves. It is true that the correlation between sweating and positive SPR waves was strong, but some correlations were also noted between sweating and negative SPR waves, and therefore, it is difficult to speculate on the association between sweating and negative or positive components of SPRs from these correlation coefficients.

Several studies have attempted the simultaneous recording of sweating and skin resistance responses (SRRs) which exhibit only monophasic simple variations, and reported correlations of 0.8 to 0.9 between these factors (Adams & Vaughan, 1965; Wilcott, 1962). These studies suggest a 1:1 correlation between the sweating volume and the SRR amplitude. However, another study has reported significant correlations in only four of 12 subjects investigated, failing to observe meaningful correlations in the remaining eight subjects (Edelberg, 1964).

The greatest reason why the past studies have failed to observe obvious associations between the SPR wave forms and sweating, or failed to agree on the relationship between sweating and SRRs or SCRs, may be that sweat-measuring apparatuses with a relatively slow dehumidification rate of hygroscopic substances was used in these studies, as mentioned above. Therefore, the responses observed in these studies may not have accurately reflected the decreases in sweating volume. Highly-sensitive sweat-measuring devices were not available at that time.

In the current study, the emergence of sweating responses was not observed when the SPR waveform showed negative waves. On the other hand, the emergence of sweating responses was confirmed when the SPR waveform exhibited distorted diphasic, diphasic, and positive waves. These results indicate that the SPR negative waves represent electric phenomena deep within the sweat gland, while positive SPR waves and positive components suggest electric phenomena closely associated with surface sweating.

Concerning the physiological mechanism of the emergence of SPRs, Fowles (1974, 1986) suggested that negative components emerge while the sweat secreted from the sweat gland body to the sweat duct does not reach the sweat duct of the mucus layer level, and that positive components appear when the sweat secretion is continued until the sweat duct is filled with sweat to the level of the mucus layer. Recently, Edelberg (1993) partially modified his membrane model, and proposed a new model of intraductal pressure. It is the poral valve model which suggests that, when pressure is applied to the closed duct space between the sweat gland and the electrode on the skin, the pores in the skin open up like valves, and the conductivity of the duct rises sharply, thereby increasing skin conductance. This pressure model is valuable in that it does not assume the presence of a reabsorption membrane in explaining the rapid changes in conductance. In this model, the sequence of events in an EDR can be summarized as follows; A) At first, the sweat duct is empty and its pores are closed. SCRs and SPRs are not observed at this stage. B) Although the duct is partially filled with sweat, the pores are still closed. Negative components of SCRs and SPRs begin to emerge at this stage. C) When the duct is filled with sweat, the intraductal pressure becomes higher than the tissue pressure, and spreads the poral valve to induce surface sweating. At the same time, sweat is driven into the deeper corneum of the skin. At this stage, SCRs increase even more, and SPRs turn from negative components to positive components. D) When sweat is released from the skin surface, intraductal pressure falls below the tissue pressure, and pores on the skin surface are closed. Closure of the pores results in sudden decreases in conductance. At this stage, SCRs decrease, and the SPR wave form begins to shift toward the negative side after reaching the peak. The results on SPRs and sweating responses obtained in the current study appear to partially verify this model. This model is attractive, and will become even more refined by verifying studies conducted in the future (Hugdahl, 1995).

Sweating responses were not observed at all in the presence of SPR negative waves in our study, which contradicts the findings of Wilcott (1962). This contradiction may be attributable to the above-mentioned differences in the sensitivity and reliability of the methods employed for measuring sweating. Although we observed the significant correlation between the amplitude of SPR positive components and sweating responses, the coefficient did not show a close correlation ($r=0.53$). It may be explained by the method of measuring the amplitude of positive components of SPR. Development of a reliable method for measuring distorted diphasic waves remains a problem to be solved in the future.

REFERENCES

- Adams, T., & Vaughan, J. A. 1965 Human eccrine sweat gland activity and palmar electrical skin resistance. *Journal of Applied Physiology*, 20, 980-983.
- Darrow, C. W. 1932 The relation of galvanic skin reflex recovery curve to reactivity, resistance level, and perspiration. *Journal of General Psychology*, 7, 261-272.
- Darrow, C. W. 1964 The rationale for treating the change in galvanic skin response as a change in conductance. *Psychophysiology*, 1, 31-38.
- Edelberg, R. 1964 Independence of galvanic skin response amplitude and sweat production. *Journal of Investigative Dermatology*, 42, 443-448.
- Edelberg, R. 1972 Electrical activity of the skin: Its measurement and uses in psychophysiology. In N. S. Greenfield & R. A. Sternbach (Eds.), *Handbook of psychophysiology*. New York: Holt. Pp.367-418.
- Edelberg, R. 1993 Electrodermal mechanisms: A critique of the two-effector hypothesis and a proposed replacement. In J. C. Roy, W. Boucsein, D. C. Fowles, & J. H. Gruzelier (Eds.), *Progress in electrodermal research*. New York: Plenum. Pp.7-30.
- Edelberg, R., Greiner, T., & Burch, N. R. 1960 Some membrane properties of the effector in the galvanic skin response. *Journal of Applied Physiology*, 15, 691-696.
- Forbes, T. W., & Bolles, M. M. 1936 Correlation of the response potentials of the skin with "exciting" and non "exciting" stimuli. *Journal of Psychology*, 2, 273-285.
- Fowles, D. C. 1974 Mechanisms of electrodermal activity. In R. F. Thompson & M. M. Patterson (Eds.), *Bioelectric recording techniques*. Part C. New York: Academic Press. Pp.231-271.
- Fowles, D. C. 1986 The eccrine system and electrodermal activity. In M. G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology-systems, processes, and applications*. Amsterdam: Elsevier. Pp.51-96.
- Hugdahl, K. 1995 Electrodermal activity. In K. Hugdahl, *Psychophysiology: the mind-body perspective*. Cambridge: Harvard University Press. Pp.101-130.
- Lader, M. H., & Montagu, J. D. 1962 The psychogalvanic reflex: A study of the peripheral mechanism. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 25, 126-133.
- Richter, C. P. 1927 A study of the electrical skin resistance and psychogalvanic reflex in a case of unilateral sweating. *Brain*, 50, 216-235.
- Richter, C. P., & Woodruff, B. G. 1941 Changes produced by sympathectomy in the electrical resistance of the skin. *Surgery*, 10, 957-970.
- Sugenoya, J., & Ogawa, T. 1985 Characteristics of central sudomotor mechanism estimated by frequency of sweat expulsions. *Japanese Journal of Physiology*, 35, 783-794.
- Sugenoya, J., Iwase, S., Mano, T., & Ogawa, T. 1990 Identification of sudomotor activity in cutaneous sympathetic nerves using sweat expulsion as the effector response. *European Journal of Applied Physiology*, 61, 302-308.
- Takagi, K., & Nakayama, T. 1959 Peripheral effector mechanism of galvanic skin reflex. *Japanese Journal of Physiology*, 5, 75-80.
- Venables, P. H., & Martin, I. 1967 The relation of palmar sweat gland activity to level of skin potential and conductance. *Psychophysiology*, 3, 302-311.
- Wilcott, R. C. 1958 Correlation of skin resistance and potential. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 51, 691-696.
- Wilcott, R. C. 1962 Palmar skin sweating vs. palmar skin resistance and skin potential. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 327-331.
- Wilcott, R. C. 1964 The partial independence of skin potential and skin resistance from sweating. *Psychophysiology*, 1, 55-66.

原 著

ストレス刺激に対する自律神経系反応パターン

本 多 麻 子*・依 田 麻 子**・山 崎 勝 男***

要 旨

心臓血管系の反応パターンには能動的対処と受動的対処がある。前者は対処可能なストレス刺激に対して能動的に挑戦や競争を行うことであり、後者はストレス刺激に対して動きのとれないまま注目や監視を続ける受け身の状態をいう。ストレス場面における能動的対処と受動的対処が自律神経系活動に及ぼす影響を検討することと、自律神経系の反応パターンを検出することを目的とした。能動的対処条件は、コンピュータゲームを自由に遂行できる状態とした。受動的対処条件は、課題呈示されたモニタを黙視する状態とした。2名1組の被験者を各条件に割り当てて、皮膚電位反応 (SPR) と指尖容積脈波を記録した。質問紙により不安水準と自尊感情を評価した。その結果、能動的対処条件ではSPR各波形の出現数に差はないものの、受動的対処条件では陰陽二相性波と陽性単相波の出現数が少なかった。能動的対処条件の陰陽二相性波の反応量は、陰性単相波と陽性単相波、加えて受動的対処条件のSPR各波形の反応量に比較して大きかった。心拍数 (HR) は、能動的対処条件の方が受動的対処条件よりも高い傾向を示した。能動的対処条件における交感神経系の賦活は、受動的対処条件よりも大であり、SPRの頻出とHRの増加につながったものと説明できる。能動的対処における心臓血管系反応の亢進は、動機づけと心的努力の高さに起因するという指摘がある。HRの反応パターンは、能動的対処条件で亢進がみられたことから従来の知見に合致した。SPRの反応パターンは、能動的対処条件下に生じる陰陽二相性波の振幅増大と、受動的対処条件下に生じる陰陽二相性波と陽性単相波の出現低下に特徴づけられるだろう。SPRとHRの反応パターンは、刺激価が影響した交感神経系の賦活と覚醒水準の上昇、動機づけおよび心的努力の高さに起因したものと考えられる。

キーワード：自律神経系、反応パターン、能動的対処、受動的対処

ストレス刺激に対する心臓血管系の反応には、能動的対処 (active coping) と受動的対処 (passive coping) があり、それぞれ異なる血行力学的反応パターンに特徴づけられる

(Obrist, Gaebelin, Teller, Langer, Gringnolo, Light, & McCubbin, 1978)。能動的対処は、対処可能なストレス刺激に対して能動的に挑戦や競争を行うことであり、受動的対処は、

*早稲田大学大学院人間科学研究科博士後期課程

**日本大学文理学部

***早稲田大学人間科学部・人間科学研究科

ストレス刺激に対して動きのとれないまま注目や監視を続ける受け身の状態をいう (澤田, 1998)。能動的対処では交感神経系の活動が亢進し、受動的対処では副交感神経系の活動が亢進する (Inamori & Nishimura, 1995; Obrist et al., 1978)。

能動的対処および受動的対処と心臓血管系の反応パターンに関する研究数は多い (Beh & Harrod, 1998; Bongard, 1995; Bongard, Hodapp, Frisch, & Lennartz, 1994; Gerin, Pieper, Marchese, & Pickering, 1992)。しかしながら、心臓血管系の指標と皮膚電気活動 (electrodermal activity, EDA) を同時記録し、能動的対処と受動的対処を検討した研究は少ない。Sosnowski, Nurzynska, & Polec (1991) は、ストレス状況下で遂行する課題に対して、2名1組の被験者をそれぞれ能動的対処条件と受動的対処条件に割り当て、心拍数 (heart rate, HR) と皮膚コンダクタンス反応 (skin conductance response, SCR) を記録した。能動的対処条件に割り当てられた被験者はスライド呈示された行列の空欄に数値を素早く返答する課題を遂行したが、受動的対処条件に割り当てられた被験者は単に他方の被験者を監視するに止めおかれた。その結果、能動的対処条件ではHRの亢進が生じ、受動的対処条件ではSCRの頻出と反応量の増大がみられた。

この結果は、能動的対処と受動的対処をそれぞれ、行動接近系 (behavior approach system) と行動抑制系 (behavior inhibition system) として捉え直したFowles (1988, 1980) の主張とも合致する。行動接近系は欲求動機づけ (appetitive motivation) により、誘因に対する接近行動を引き起こし、行動抑制系は嫌悪動機づけ (aversive motivation) により、嫌悪刺激や新奇刺激に対する回避行動を引き起こすものと考えられている。さらに自律神経系の活動には、行動接近はHR亢進として反映され、行動抑制はEDAの頻出として反映される (Fowles, 1980)。したがって、Sosnowski

et al (1991) の結果を動機づけの点から解釈しても自律神経系活動の振る舞いに矛盾は生じない。

本研究では、HRとEDAを用いた能動的対処・受動的対処研究がほとんど報告されていないことに着目し、Sosnowski et al (1991) のパラダイムに基づいた実験を行った。ストレス場面における能動的対処と受動的対処が自律神経系活動に及ぼす影響を検討することと、自律神経系の反応パターンを検出することを目的とした。自律神経系の指標には、HRと皮膚電位反応 (skin potential response, SPR) を用いた。また、被験者の不安水準および自尊感情 (self-esteem) は質問紙により評価した。

EDAと能動的対処と受動的対処の関係を検討した従来の知見を概観すると、陰性波、陰陽二相性波、陽性波といったSPR波形の極性に言及したものはほとんどみられていない。本研究では、能動的対処と受動的対処がSPR波形の極性に及ぼす影響も検討することとした。さらに、パーソナリティと行動接近系および行動抑制系との関係がこれまで指摘されており、行動接近優勢者は誘因に対して鋭敏に反応し、外向的・衝動的であるとされ、行動抑制優勢者は、脅威に対して鋭敏に反応し、不安傾向・神経症傾向をもつとされている (Fowles, 1980; Sutton & Davidson, 1997)。Lader & Wing (1964) は、不安患者のEDA特徴として反応の頻出と慣れの生じにくさを指摘しており、本研究でもSPRとパーソナリティとの関連について検討した。

方 法

被験者

常用手が右手の健康な大学生20名を対象とした (平均年齢 21.0 ± 1.12 歳)。面識のある同性2名を1組とした。実験課題として用いたコンピュータゲームに対して、被験者は日常的に経験しており、ナイーブな者はいなかった。

実験課題

コンピュータゲーム (テトリス) を用いた。

テトリスは、モニタ上部から落下してくる様々な形のブロックを回転させて隙間なく積み重ねることで、敷き詰められた段を消し、得点を獲得するゲームである。能動的対処条件は、自由に課題を遂行できる状態とした。受動的対処条件は、自らも課題を遂行しているつもりで、課題呈示されたモニタを動かさず、黙視する状態とした。

手続き

左手に電極類を装着した後、2名1組の被験者をモニタから約30cmの距離に並んで座らせた。3minの安静時記録後、自発性SPRが出現しない時点から実験を開始した。1セッションは3minとし、セッション毎に被験者の対処条件を交替させた。2セッション終了後に3minの休憩を挿入し、合計4セッション行った。教示した内容は以下の通りである：(1) 右手のみで課題を遂行する、(2) 能動的対処条件の被験者が課題を遂行している間、受動的対処条件の被験者は自らも課題を遂行しているつもりでモニタを黙視し続ける、(3) 課題はできるだけ高得点を目指す、(4) 役割交替の指示に従って速やかに交替した後、相手が遂行途中であった課題を引き続き遂行する、(5) 体動、発声を抑制すること。全セッション終了後、STAI、自尊感情尺度、印象評価質問紙への回答を求め、内観報告を聴取した。能動的対処条件および受動的対処条件の遂行順序は、被験者間でカウンターバランスをとった。

測定装置および記録方法

本研究で記録した生理指標は、SPRと指尖容積脈波であった。指尖容積脈波はHRを求めるために測定した。SPR電極は、あらかじめエイジングを行い、電極間電位差が0.5mV以下の銀塩化銀電極を用いた。これらの電極は左手掌小指球部と左前腕部に装着し、時定数 (time constant: T. C.) 10sでSPRを導出した。左前腕部は皮膚前処理剤 (日本光電製 スキンピュア) を用いて不活性化処理を施した。指尖容積脈波は、左手第3指の指尖腹側部にピック

アップ (日本電気三栄製 反射式脈波ピックアップ) を装着し、遮光カバーで覆い、T. C. 0.3sで導出した。これらの生理指標は、ポリグラフ (日本電気三栄製 360システム) により増幅し、Omniace (日本電気三栄製 RT2108A) を用いて紙送り速度10mm/sでペン書き記録した。課題は、パーソナルコンピュータ (Macintosh Performa 6310) を用いて、ディスプレイ (Apple Multiple Scan 14 Display) に呈示した。

質問紙

STAI (State-Trait Anxiety Inventory; Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970)、自尊感情尺度 (星野, 1970) および自作の印象評価質問紙を用いた。STAIは状態不安項目と特性不安項目の両方を用いた。10項目から構成された自尊感情尺度は、各項目について4件法で評定する質問紙であった。7項目から構成された印象評価質問紙は、5件法で評定させた。自尊感情尺度および印象評価質問紙の各項目は付録1と2に掲載した。

分析方法

本実験では、SPR、指尖容積脈波および質問紙を以下のように分析した。

SPR: SPRは、振幅が0.2mV以上を反応とみなし、1セッションを通じて得られた総SPR出現数 (N)、および総SPR反応量 (mV) を総SPR出現数 (N) で除した平均SPR反応量 (mV/N) をそれぞれ算出した。対処条件を交替するとき体動が生じるため、セッション開始後10s間に生じた反応は計数から除外した。SPRの反応量は立ち上がり、立ち下がり時点を基線として、頂点時までをそれぞれmV単位で求めた。多相性波のSPRは、山崎・渡辺・新美 (1969) に従い、はじめの陰性波成分と次の陽性波成分に限定して計測した。またSPR波形は陰性単相波、陰陽二相性波、陽性単相波の3タイプに分類し、波形毎のSPR出現数 (N) とSPR反応量 (mV/N) も同様に算出した。

指尖容積脈波: 指尖容積脈波の個々のピーク

波形間から、HR (bpm) を算出した。

質問紙:STAIは状態不安得点および特性不安得点をそれぞれ求めた。自尊感情尺度は10項目の合計得点を求めた。

統計方法:能動的対処条件と受動的対処条件毎に、各2セッションのSPR、HR平均値を算出した。HRは能動的対処条件と受動的対処条件間で比較した。総SPR出現数(N)と総SPR反応量(mV/N)もそれぞれ条件間で比較した。波形別SPR出現数(N)とSPR反応量(mV/N)については、条件(2)×波形(3)の2要因分散分析を行った。多重比較にはTukey法を用い、 $p < .05$ の場合に有意とした。自尊感情尺度得点とSTAIの状態不安得点および特性不安得点から、それぞれ相関を求めた。各質問紙と総SPR出現数(N)および総SPR反応量(mV/N)もそれぞれ相関を求めた。

結 果

SPR

能動的対処条件と受動的対処条件の波形別SPR出現数(N)はFig. 1に示した。条件(2)×波形(3)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果が認められ($F(1, 19) = 51.0, p < .01$)、交互作用も認められた($F(2, 38) = 8.59,$

$p < .01$)。交互作用が有意であったので単純主効果を調べたところ、交互作用の原因は、能動的対処条件では各波形の出現数に差はないものの、受動的対処条件では陰陽二相性波と陽性单相波の出現数が少ないことに求められた($p < .01$)。

両条件の波形別SPR反応量(mV/N)はFig. 2に示した。条件(2)×波形(3)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果($F(1, 19) = 11.9, p < .01$)と波形の主効果が認められ($F(2, 38) = 4.97, p < .05$)、交互作用も認められた($F(2, 38) = 7.39, p < .01$)。交互作用の単純主効果を調べた結果、交互作用は能動的対処条件の陰陽二相性波の反応量が、陰性单相波と陽性单相波、加えて受動的対処条件の各波形の反応量に比較して大きかったことに起因したものであった($p < .01$)。

総SPR出現数(N)と総SPR反応量(mV/N)のそれぞれについて、条件間で対応のある t 検定を行った。いずれの指標においても能動的対処条件は受動的対処条件と比較して有意に増加していた(それぞれ $t(19) = 7.14, p < .01$; $t(19) = 3.45, p < .01$)。

HR

能動的対処条件と受動的対処条件で対応のあ

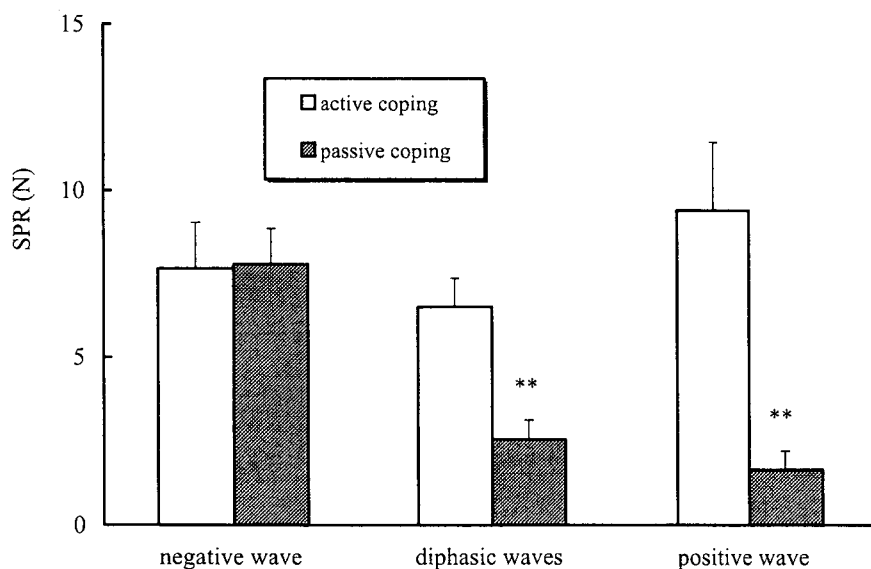


Fig. 1 Number of SPR categorized by waveform in both the active coping and the passive coping. Vertical bars show the S. Es. (** $p < .01$).

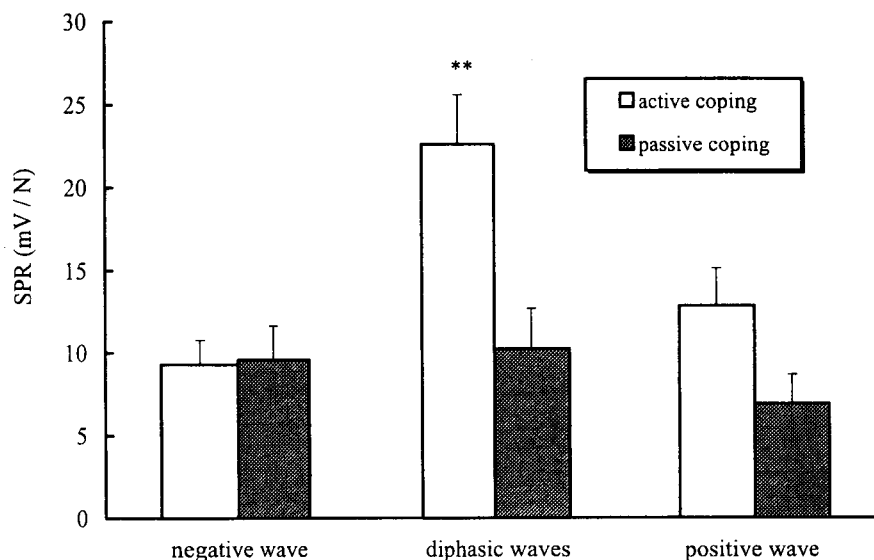


Fig.2 Magnitude of SPR categorized by waveform in both the active coping and the passive coping. Vertical bars show the S. Es. (** $p < .01$).

る t 検定を行った。その結果、能動的対処条件のHRは受動的対処条件と比較して増加傾向を示した ($t(19) = 1.84, p < .10$)。

質問紙

質問紙間および質問紙とSPR間の相関係数をTable 1に示した。自尊感情尺度得点と特性不安得点間の相関係数は-.85であり有意であった ($p < .01$)。説明率は72.3%であり、両変数間には高い負の相関が認められた。自尊感情尺度得点と状態不安得点間の相関係数は-.47であり有意であった ($p < .05$)。説明率は21.8%であり、両変数間には中程度の負の相関が認められた。特性不安得点と状態不安得点間の相関係数は.64であり有意であった ($p < .01$)。説明率は40.0%であり、両変数間には中程度の相関が認められた。自尊感情尺度得点と能動的対処条件における総SPR反応数(N)との相関係

数は-.54であり有意であった ($p < .05$)。説明率は29.2%であり、両変数間には中程度の負の相関が認められた。他の変数間には有意な相関はなかった。

考 察

本研究では、2名1組の被験者に能動的対処条件と受動的対処条件を設定し、両条件のSPRとHRの変化を検討した。能動的対処条件ではSPR各波形の出現数に差はみられなかったが、受動的対処条件では陰陽二相性波と陽性单相波の出現数が少なかった。SPRは覚醒水準の低い安静時には陰性单相波が観察され、覚醒水準の高い注意時や警戒時には陰陽二相性波や陽性单相波が優位に出現することから(宮下, 1986; 新美・渡辺・山崎・堀・丹治, 1971)、受動的対処条件の覚醒水準は能動的対処条件と比較して

Table 1 Correlation coefficient of each variable

	questionnaire			SPR (N)		SPR (m V / N)	
	self-esteem	trait-anxiety	state-anxiety	active	passive	active	passive
self-esteem		-0.85 **	-0.47 *	-0.54 *	-0.33	0.17	0.08
trait-anxiety	-0.85 **		0.64 **	0.30	0.12	-0.09	-0.04
state-anxiety	-0.47 *	0.64 **		0.16	0.27	0.04	0.12

** $p < .01, * p < .05$

低かったと考えられる。また、能動的対処条件で出現した陰陽二相性波のSPR反応量は、他のSPR波形の反応量と比較して有意に大であった。刺激価 (value) とSPRには密接な関係があり、弱い刺激の場合には陰性单相波は低振幅であるものの、刺激価の増加に伴いその振幅は増大し、ある程度以上の刺激になると陰陽二相性波に変化する。さらに刺激価が増すと、陽性单相波が出現するようになる (新美, 1986; 山崎・岡村・高澤, 1991)。したがって刺激価の点からみても、能動的対処条件の方が受動的対処条件よりも高かったといえる。

総SPR出現数および総SPR反応量もまた、能動的対処条件の方が受動的対処条件よりも大であった。HRは能動的対処条件の方が受動的対処条件よりも高い傾向を示した。Sosnowski et al (1991) の知見に基づくと、HRは能動的対処条件で増加し、一方、SPRは受動的対処条件で顕著に出現すると予想された。しかしながら、SPR, HRともに能動的対処条件の方が受動的対処条件よりも増加していた。HRは交感神経系と副交感神経系の両方に神経支配されており、一方、EDAは主に交感神経系に支配されている。交感神経系と副交感神経系は拮抗的に作用するものの、両者とも常にある程度の興奮を維持している (稲森, 1998)。本研究の能動的対処条件における交感神経系の賦活は、受動的対処条件のそれよりも大であったと考えられ、HRの増加およびSPRの頻出につながったものと説明できる。

内観報告と印象評価質問紙の結果から、能動的対処条件では懸命に課題を遂行したことと、受動的対処条件では単にモニタを監視した者もいたことが判明した。能動的対処における心臓血管系反応の亢進は、動機づけと心的努力 (mental effort) の高さに起因するという指摘もある (Bongard, 1995; Fowles, 1988; Gerin et al., 1992)。したがって、本研究で検出されたSPRおよびHRの反応パターンは、刺激価が影響した交感神経系の賦活と覚醒水準の上昇、動機

づけおよび心的努力の高さに起因したものと考えられる。一方、ストレスに対する過去経験の有無が自律系反応に及ぼす影響を考慮する必要があるだろう。しかしながら、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) などと比較して、本研究で用いたゲームは、ストレスとしての程度が非常に軽度であったといえる。実験課題のゲームに対してナイーブな被験者はいなかったことから、本研究のストレスに対する過去経験は同程度であったと考えられる。コンピュータゲーム課題の特性として、能動的対処により心臓血管系活動の亢進を生ずるという知見にはほぼ一致がみられる (稲森, 1998; 澤田, 1998)。そのために、本研究ではストレスに対する過去経験の有無は自律系反応の独立変数とはならないと考えられる。

質問紙の結果から、自尊感情尺度得点と特性不安得点の間には、高い負の相関が認められた。自尊感情尺度得点とSPR出現数の間には、中程度の負の相関が認められた。被験者毎に質問紙の結果とSPRの出現様相の対応を調べたところ、自尊感情尺度得点の低い5名は、能動的対処条件でSPRの頻出を示した5名に合致した。自尊感情尺度得点の最も低かった2名について、能動的対処条件の波形別SPR反応数を確認した結果、陽性单相波の出現数が陰性单相波と陰陽二相性波よりも多かった。不安患者のEDA特徴として、自律神経系の過喚起状態に由来するEDAの頻出と慣れの生じにくさが指摘されている (Lader & Wing, 1964)。水口・下仲・中里 (1991) の基準に従うと、本研究において高不安水準を示した被験者は、日常生活において問題は生じていないものの、臨床的に問題とされる不安患者と同程度の高不安水準にあることが明らかになった。自尊感情尺度得点の低い被験者は特性不安が高く、自律神経系の過喚起による高覚醒状態にあったと考えられる。そのために、課題に対する慣れが生じにくく、SPRの頻出につながったといえる。

自律神経系の指標には刺激に特異的な反応パ

タンが存在する (Lacey & Lacey, 1958; Wenger, Clements, Coleman, Cullen, & Engel, 1961)。例えば、本多・正木・山崎 (1999) は、映像刺激呈示による情動喚起時に自律神経系活動を記録した結果、HR、血圧および指尖表面皮膚温において正・負の情動に特異的な反応パターンを検出した。本研究では、ストレス状況下にある能動的対処と受動的対処において、SPRとHRにそれぞれ異なる自律神経系反応パターンが検出された。HRの反応パターンは、能動的対処条件で亢進がみられたことから従来の知見に合致した。SPRの反応パターンは、能動的対処条件下に生じる陰陽二相性波の振幅増大と、受動的対処条件下に生じる陰陽二相性波と陽性単相波の出現低下に特徴づけられるといえるだろう。本研究からは両条件に関与する副交感神経系の振る舞いが推察できなかった。

引用文献

- Beh, H. C., & Harrod, M. E. 1998 Physiological responses in high-P subjects during active and passive coping. *International Journal of Psychophysiology*, **28**, 291-300.
- Bongard, S. 1995 Mental effort during active and passive coping: a dual-task analysis. *Psychophysiology*, **32**, 242-248.
- Bongard, S., Hodapp, V., Frisch, M., & Lennartz, K. 1994 Effects of active and passive coping on task performance and cardiovascular reactivity. *Journal of Psychophysiology*, **8**, 219-230.
- Fowles, D. C. 1980 The three arousal model: implications of Gray's two-factor learning theory for heart rate, electrodermal activity, and psychopathy. *Psychophysiology*, **17**, 87-104.
- Fowles, D. C. 1988 Psychophysiology and psychopathology: a motivational approach. *Psychophysiology*, **25**, 373-391.
- Gerin, W., Pieper, C., Marchese, L., & Pickering, T. G. 1992 The multi-dimensional nature of active coping: differential effects of effort and enhanced control on cardiovascular reactivity. *Psychosomatic Medicine*, **54**, 707-719.
- 本多麻子・正木宏明・山崎勝男 1999 正・負の情動誘発刺激に対する自律神経系の反応特性 ヒューマンサイエンスリサーチ, **8**, 75-86.
- 星野 命 1970 講座 感情の心理と教育 (2) 児童心理, **24**, 1445-1477.
- 稲森義雄 1998 心拍の計測と処理 宮田洋 (監)・藤澤 清・柿木昇治・山崎勝男 (編) 新生理心理学 I 巻 北大路書房 京都 Pp. 158-171.
- Inamori, Y., & Nishimura, K. 1995 Cardiovascular changes during different mental load tasks. *Japanese Journal of Biofeedback research*, **22**, 19-22.
- Lacey, J. I., & Lacey, B. C. 1958 Verification and extension of the principle of autonomic response-stereotypy. *American Journal of Psychology*, **71**, 50-73.
- Lader, M. H., & Wing, L. 1964 Habituation of the psycho-galvanic reflex in patients with anxiety states and in normal subjects. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, **27**, 210-218.
- 宮下彰夫 1986 覚醒水準と知覚情報処理 新美良純・鈴木二郎 (編) 皮膚電気活動 星和書店 東京 Pp. 120-140.
- 水口公信・下仲順子・中里克治 1991 日本版STAI

- 使用手引き 三京房 京都 (Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E., 1970 STAI manual. Palo Alto, Calif: Consulting Psychologist Press. Pp. 23-49.)
- 新美良純 1986 皮膚電気活動の主な性質
新美良純・鈴木二郎 (編) 皮膚電気活動
星和書店 東京 Pp. 12-21.
- 新美良純・渡辺尊己・山崎勝男・堀 忠雄・丹治哲雄 1971 皮膚電位活動と覚醒準位
神経研究の進歩, **15**, 127-139.
- Obrist, P. A., Gaebelin, C. J., Teller, E. S., Langer, A. W., Grignolo, A., Light, K. C., & McCubbin, J. A. 1978 The relationship among heart rate, carotid dp/dt, and blood pressure in humans as a function of the type of stress.
Psychophysiology, **15**, 102-115.
- 澤田幸展 1998 血行力学的反応 宮田 洋 (監)・藤沢 清・柿木昇治・山崎勝男 (編)
新生理心理学 1巻 北大路書房 京都
Pp. 172-195.
- Sosnowski, T., Nurzynska, M., & Polec, M. 1991 Active-passive coping and skin conductance and heart rate changes.
Psychophysiology, **28**, 665-672.
- Sutton, S. K., & Davidson, R. J. 1997 Prefrontal brain asymmetry: a biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems.
Psychological Science, **8**, 204-210.
- Wenger, M. A., Clements, T. L., Coleman, D. R., Cullen, T. D., & Engel, B. T. 1961 Autonomic response specificity.
Psychosomatic Medicine, **23**, 185-193.
- 山崎勝男・岡村俊彦・高澤則美 1991 音に対する注意の有無と皮膚電位反応の出現態度
早稲田大学人間科学研究, **4**, 9-17.
- 山崎勝男・渡辺尊己・新美良純 1969 条件づけ過程にみられる皮膚電位反射波形の特異性
心理学研究, **40**, 98-102.

[2001年4月14日受理]

付録1. 自尊感情尺度項目

	1	2	3	4
1. 私はすべての点で自分に満足している				
2. 私はときどき、自分がでんでめだと思う				
3. 私は、自分にはいくつか見どころがあると思っている				
4. 私にはたいていの人がやれる程度には物事ができる				
5. 私にはあまり得意に思うことがない				
6. 私は時々たしかに自分が役立たずだと感じる				
7. 私は少なくとも自分が他人と同じレベルに立つだけの価値ある人だと思う				
8. もう少し自分を尊敬できたならばと思う				
9. どんなときでも例外なく、自分を失敗者だと思いがちだ				
10. 私は自身に対して前向きな態度をとっている				

注) 1. 全くちがう, 2. いくらか, 3. まあそうだ, 4. その通りだ

付録2. 印象評価質問紙項目

	1	2	3	4	5
1. 思いどおりにゲームを進められた					
2. ゲームに対し、苦手意識があった					
3. ゲーム全体を通し、おもしろかった					
4. 普段テトリスをやっている					
5. 相手の順番のときも注意して画面を見ていた					
6. 相手の視線が気になった					
7. 相手に交替するとき欲求不満を感じた					

注) 1. 全くちがう, 2. いくらか, 3. どちらでもない, 4. まあそうだ, 5. その通りだ

Autonomic response patterns to stimuli induced stress

Asako Honda*, Asako Yoda** & Katuo Yamazaki***

Abstract

The cardiovascular responses have two response patterns. Active coping is associated with sympathetic activation, and passive coping is engaged in the parasympathetic system. The former is defined in terms of opportunity to influence the output of an event, whereas the latter occurs when an individual cannot influence the output. The purpose of this study is to investigate the effect of both ways of coping on the autonomic nervous system, and to detect the autonomic response patterns to them. Twenty undergraduates were paired. One performed a computer game task freely during active coping, and the other stood still, monitoring the task during passive coping. Both ways of coping were changed over every session. Skin potential response (SPR) and finger plethysmogram were continuously measured during each session. Participants completed two questionnaires about anxiety level and self-esteem. Results of SPR waveform indicated that biphasic waves and positive waves decreased during the passive coping. SPR magnitude showed biphasic waves increased during the active coping. Heart rate (HR) during the active coping was higher than that during the passive coping. Increase of SPR and HR suggested that the arousal level and stimulus value during the active coping were higher than those during the passive coping. Participants with high-anxiety showed much SPR as a result of an excessive autonomic activation. Both motivation and mental effort caused the increase of HR during the active coping. The autonomic nervous system responds in a specific way to specific stimulus. It is suggested that the response patterns of SPR increase amount of magnitude of biphasic waves during the active coping and decrease biphasic waves and positive wave during the passive coping, and that the response pattern of HR increases during the active coping. The response patterns of both SPR and HR appear to be caused by sympathetic activation, high-arousal, motivation, and mental effort.

Key words : autonomic response pattern, active coping, passive coping.

*Graduate School of Human Sciences, Waseda University

**College of Humanities and Sciences, Nihon University

***School of Human Sciences · Graduate School of Human Sciences, Waseda University

強度の異なる運動が感情と脳波の偏側性に及ぼす効果^{1), 2)}

早稲田大学大学院人間科学研究科

本多 麻子

日本学術振興会

正木 宏明

早稲田大学人間科学部

山崎 勝男

Effects of aerobic exercise intensity on emotion and hemispheric asymmetry

Asako HONDA

Graduate School of Human Sciences, Waseda University,
2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192

Hiroaki MASAKI

Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science

Katuo YAMAZAKI

School of Human Sciences, Waseda University
2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192

We studied the relationship between hemispheric asymmetry, emotion, and aerobic exercise intensity. Nine participants used a bicycle ergometer to exercise for 15-minute periods at 2 different exercise intensities: a comfortable self-established pace (CSEP) and 70% $\dot{V}O_2$ max. CSEP was defined as exercise intensity that the subject subjectively determined to be comfortable. Electroencephalograms (EEG) were monitored prior to exercise and during exercise recovery. To evaluate emotional changes associated with exercise, questionnaires were completed prior to, during, immediately after exercise and during exercise recovery. The α -power spectrum of the frontal EEG was classified as follows: α 1, 8-9.5 Hz; α 2, 9.5-11.5 Hz; and α 3, 11.5-13 Hz, and compared at F3 to F4 for each α -power spectrum. Both exercises at CSEP and 70% $\dot{V}O_2$ max intensity showed decreased anxiety between immediately after exercise and during exercise recovery. Duration, rise, and fall of positive emotion and relaxation differed between exercise intensities. Exercise at CSEP intensity was not hemispherically asymmetric prior to exercise and during recovery. Exercise at 70% $\dot{V}O_2$ max was not hemispherically asymmetric prior to exercise, however, the α 2 power of F3 was lower than that of F4 during 60-minute recovery. The left frontal α -power spectrum, specially α 2, at 70% $\dot{V}O_2$ max would reflect increased positive emotions and decreased anxiety during exercise recovery. These results are discussed based on the approach-withdrawal model of Davidson.

Key words: emotion, hemispheric asymmetry, exercise intensity.

2001.9.25 受稿, 2001.10.30 受理

- 1) 本研究の一部は、文部科学省科学研究費基盤研究C (課題番号: 11610089 研究代表者 山崎勝男) の補助を受け実施した。
- 2) 本研究の実施にあたり、林 紀子さん (早稲田大学人間科学部平成13年卒) の協力を得たことに心より感謝いたします。

【要約】 本研究では、強度の異なる運動が感情と前頭部脳波 (EEG) に及ぼす効果を検討した。運動には快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件を設定し、それぞれ15 minの自転車エルゴメータ運動とした。快適自己ペースとは、遂行者自身が快適と感じる主観的運動強度であった。両条件に参加した男子大学生9名から、運動前と後の安静時に前頭部EEGを記録した。運動に伴う感情変化は質問紙を用い、運動前、運動中、運動終了時点、運動後回復の各時点でチェックした。前頭部EEGは、8 Hz以上9.5 Hz未満を $\alpha 1$ 、以下同様に9.5-11.5 Hzを $\alpha 2$ 、11.5-13 Hzを $\alpha 3$ と分類し、各帯域毎の α パワー値を左右(F3とF4)で比較した。快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件の運動では、運動の終了直後から60 minの回復時点に至るまで状態不安が軽減した。両条件の運動では、快感情やリラックス感の消長時点や持続時間に違いがあった。快適自己ペース条件では、運動前と運動後の前頭部 α パワーに左右差はみられなかった。一方、70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件では α パワーに左右差のない運動前に比較して、運動終了後の回復時間帯には左前頭部が持続的に賦活していた。本研究の70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件で認められた左前頭部の α パワー、とりわけ $\alpha 2$ 帯域には、運動後の不安軽減と快感情が反映したものと考えられた。以上の結果はDavidsonの接近 (approach) - 撤退 (withdrawal) 行動モデルから議論した。

身体活動と感情には密接な関連がある。これまでに、運動後に生ずる快感情の増加や不快感情の減少、状態不安の軽減などが数多く報告されてきた (Bahrke & Morgan, 1978; Biddle & Mutrie, 1991; Morgan, Horstman, Cymerman, & Stokes, 1980; Nowlis & Greenberg, 1979; Willis & Campbell, 1992)。これらの研究では感情評価尺度を運動前と運動後に適用し、二つの時点から得られた結果を相互に比較しているものが多く、運動直後から回復時間に至る感情変化を追跡している研究は非常に少ない。感情変化に影響する客観的な運動強度はまだ不明ではあるが、運動に伴う快感情には、主観的な運動強度の関与が指摘されている (Tuson, Sinyor, & Pelletier, 1995)。遂行者自身が快適と感じる主観的な運動強度は、快適自己ペース (comfortable self-established pace: CSEP) と呼ばれており、快適自己ペースの運動は再現性が高いと指摘されている (橋本・斉藤・徳永・高柳・瀧, 1994)。

一方、運動による感情変化は、前頭部脳波 (electroencephalogram: EEG) の左右差からも検討されてきた (Hatfield & Landers, 1987; Petruzzello, Hall, & Ekkekakis, 2001; Petruzzello & Landers, 1994; Petruzzello & Tate, 1997)。これらの研究では前頭部EEGの左右差が、 α 帯域 (8-13 Hz) パワー値の左右差として捉えられており、当該部位の賦活は α 帯域パワー値の減衰によって推定されている。Davidson (1992) のモデルによれば、接近 (approach) 行動をもたらす快感情は左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退 (withdrawal)

行動をもたらす不快感情は右前頭部の相対的な賦活に関係するといわれている。したがって、前頭部EEGの α 帯域パワー値の左右差は、快・不快を客観的に評価しうるツールと考えられる (Davidson, 1993a, 1993b; Tomarken, Davidson, Wheeler, & Doss, 1992)。

これまでの研究によれば、軽・中等度の運動強度に較べて、比較的強い運動強度は、運動後に快感情と状態不安の軽減をもたらすことが示唆されている (Morgan, 1985; Sime, 1977)。さらに運動強度が強く、あるいは運動時間が長くなれば、運動後に生じる快感情と不安軽減の持続時間は、延長することも示唆されている (Raglin & Morgan, 1987)。

本研究では運動強度と感情の関係をさらに明らかにするために、快適自己ペース運動と70% $\dot{V}O_2\text{max}$ (最大酸素摂取量の70%) 運動を被験者に適用し、運動直後から回復時間に至る感情変化のプロセスと前頭部EEGの左右差を検討した。快感情をもたらす主因が比較的強い運動強度であるならば、快適自己ペースよりも70% $\dot{V}O_2\text{max}$ の運動強度の方が、運動後の不安軽減と快感情の発現効果は大きく、左前頭部にEEG賦活が期待される。一方、快感情をもたらす主因が快適自己ペース運動にあるならば、70% $\dot{V}O_2\text{max}$ よりも快適自己ペースの方が、運動後の不安軽減と快感情の発現効果は大きく、左前頭部のEEG賦活が予測される。

方 法

被験者

常用手が右手の健康な男子大学生9名（平均年齢 21.9 ± 0.78 歳）を対象とした。

実験課題

課題は自転車エルゴメータ（ヘルスガード・アクティブ10、竹井機器工業社製）による15 minの運動とした。本研究では快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件を設定した。快適自己ペース条件では、被験者が最も快適と感じる主観的運動強度で運動を行わせた。 $\dot{V}O_2\text{max}$ の定義は複数存在するが、本研究では220から年齢を減じることによって推定された最高心拍数（heart rate: HR）を用いた（American College of Sports Medicine, 1991）。70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件は、被験者の最高HRと安静時HRを用いて、次式： $[70\% \dot{V}O_2\text{max HR} = 0.7 \times (\text{最高HR} - \text{安静時HR}) + \text{安静時HR}]$ から算出したHRを運動中維持することであった。安静時HRは椅子に腰掛けた状態で、左手根掌側部から計数した1 min間の脈拍数とした。実験は1日に1条件を配し、2日連続で行った。両条件の遂行順序は被験者間でカウンターバランスをとった。

手続き

安静時HRを測定し、70% $\dot{V}O_2\text{max}$ に相当するHRの推定後に、安静時記録を10 min測定した。その後、15 minの自転車エルゴメータ運動を課した。運動開始から5 minで目標運動強度に到達するためのペース調節後に、10 min一定のペースを維持させた。条件終了後には、安静時記録を60 min測定した。実験中は、80 dB/SPLのピンクノイズをヘッドフォンから呈示し、外部の遮音を図った。質問紙は運動前、運動中、運動終了後に行った。運動中の質問紙聴取はマイクロフォンを通して行い、口頭により回答を得た。実験終了後に、内観報告を聴取した。被験者に与えた快適自己ペース条件の教示は橋本他（1994）に準じて、「運動中に苦痛感を伴わないこと、始めから終わりまで同じペースを守ること、運動後にもまた運動が継続できる余裕を残しておくこと」、を含め主観的に最も快適と感じる速さで運動を行うことであった。一方、70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 条件の教示は、「自転車エルゴメータ付属パネルに表示したHR値を運動中維持すること」であった。両条件とも運

動前後の安静時記録の際には、エルゴメータに向かって左側の椅子に腰掛け、できるだけ動かずに前方の印を持続的に注視させた。

質問紙

本研究では以下に示す3種類の質問紙を用いた。

STAI：日本版STAI（水口・下仲・中里，1991）を使用し、運動前、運動終了時点、運動終了後15, 30, 45, 60 minの各時点で状態不安を合計6回測定した。

RPE（rating of perceived exertion; Borg, 1970, 1973）：主観的運動強度を評価する目的で開発されたものであり、0（全くなんともない）から12（最大限オーバー）までの運動強度を13件法で評定する修正型（American College of Sports Medicine, 1991）を用いた。運動中の各5, 7, 9, 11, 13, 15 min時点で合計6回測定した。

MCL-S1（mood check list-short form 1（橋本・斉藤・徳永・花村・磯貝，1996）：MCL-3尺度（mood check list-3; 橋本・高柳・徳永・斉藤・磯貝，1992）から抽出した「快感情」「リラックス感」の8項目とSTAIから抽出した2項目を加えた計10項目で構成されている。本研究では上述したSTAIを使用しているため、MCL-S1の中から不安に関わる2項目を削除し、残りの8項目を利用した。回答は7件法で評定させた。最も肯定的感情には3点、最も否定的感情には-3点を配して得点化した。運動前、運動開始5, 10 minの時点、運動終了時点、運動終了後15, 30, 45, 60 minの各時点で合計8回測定した。

EEGの測定と記録方法

EEGの測定部位は国際10/20法によるF3, F4とし、両耳垂結合を基準に時定数0.3 s、高域遮断周波数30 Hzで導出した。垂直方向の眼電図（electrooculogram: EOG）もEEGに準じて導出した。電極は銀塩化銀電極を用いた。EEGとEOGは日本電気三栄製ポリグラフ（360システム）により増幅し、レクチグラフ（レクチホリー，8K23-L）を用いて紙送り速度5 mm/sでペン書き記録すると同時に、データレコーダ（NF Electronic Instruments製，5780 PCM DATA Recorder）に磁気記録し、オフライン処理に供した。EEGは運動前の

安静時10 minと運動後の安静時60 minに渡って測定した。

分析方法

質問紙毎に評定値を算出し、STAIの状態不安得点、RPE評定値およびMCL-S1評定値の推移を条件間で比較した。MCL-S1は快感情因子4項目(生き生きしている、爽快な気分である、はつらつしている、すっきりしている)の合計評定値と、リラックス感因子4項目(リラックスしている、ゆったりしている、落ち着いている、穏やかな気分である)の合計評定値を求め、それぞれ快感情とリラックス感の代表値として条件間の推移を比較した。

EEGは多用途生体情報解析プログラムBIMUTAS II (キッセイコムテック社製)を用いて、サンプリング周波数200 HzでA/D変換した後、高速フーリエ変換により α パワー値を算出した。処理に際して、瞬目などのアーチファクト相は慎重に除去した。田中・林・堀(1995)を参考に、8 Hz以上9.5 Hz未満を $\alpha 1$ 、以下同様に9.5-11.5 Hzを $\alpha 2$ 、11.5-13 Hzを $\alpha 3$ と分けた。周波数分解能は0.2 Hzとした。解析対象は運動前の安静時記録10 minと、運動終了後5-15、20-30、35-45、50-60 min

の各回復区間とし、各区間におけるF3とF4の α パワー値を条件別に求めた。

統計方法

STAIとRPEには条件(2)×時間(6)の2要因分散分析を、またMCL-S1には条件(2)×時間(8)の2要因分散分析をそれぞれ適用した。各区間のEEG α パワー値については、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ の帯域毎に対応のあるt検定を行った。分散分析の多重比較にはNewman-Keuls法を用い、 $p<.05$ の場合に有意とした。

結 果

STAI

快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2max$ 条件の状態不安得点推移をFig. 1に示した。条件(2)×時間(6)の2要因分散分析をした結果、時間の主効果だけを認めた($F(5, 40)=4.72, p<.01$)。多重比較の結果、両条件の状態不安得点は、運動前に比較して運動終了後の全回復時点で有意な低下を示した($ps<.05$)。

RPE

快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2max$ 条件のRPE得点推移をFig. 2に示した。条件(2)×時間(6)の2

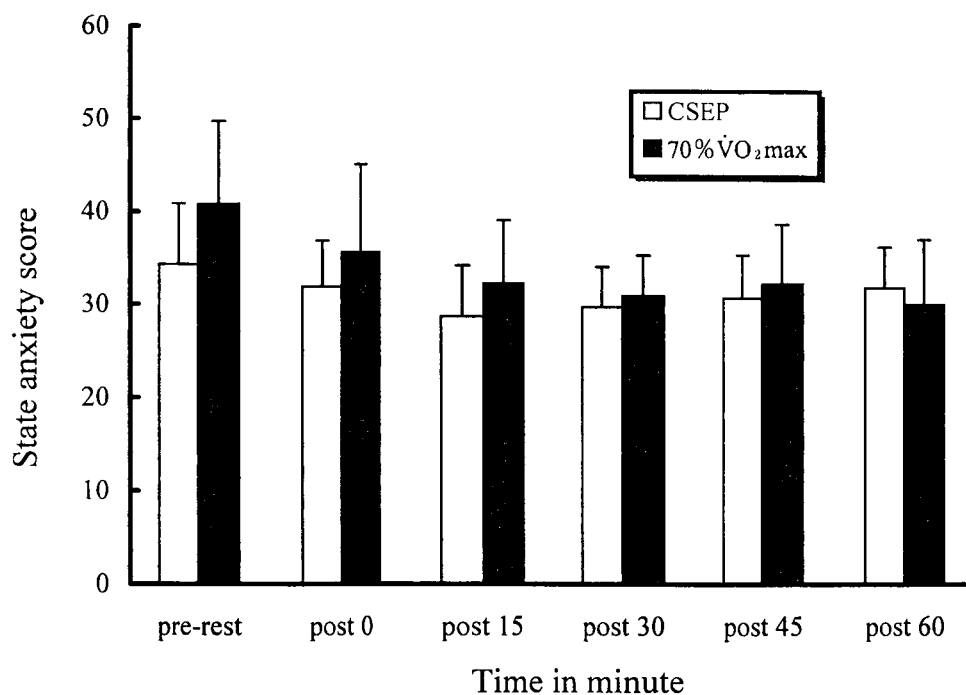


Fig. 1 State anxiety score (STAI) for comfortable self-established pace (CSEP) and 70% $\dot{V}O_2max$ exercise conditions.

要因分散分析をした結果、条件の主効果だけ認め、快適自己ペース条件と比較して、70% $\dot{V}O_2$ max条件の主観的運動強度は有意に強かった ($F(1, 8)=14.39, p<.01$)。

MCL-S1

快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2$ max条件の快感因子とリラックス感因子の得点推移をFig. 3に示した。快感因子を条件(2)×時間(8)の2要因分散分析した結果、交互作用を認めた ($F(7, 56)=5.55, p<.01$)。多重比較をした結果、快適自己ペース条件では運動終了時点で生じた快感が運動終了後の15 min以降に低下した ($ps<.05$)。70% $\dot{V}O_2$ max条件では、運動終了後の15, 30 minに生じた快感は運動前よりも強く ($ps<.05$)、快適自己ペース条件の運動終了45 min後よりも強かった ($ps<.05$)。同様にリラックス感因子を条件(2)×時間(8)の2要因分散分析した結果、条件の主効果 ($F(1, 8)=32.3, p<.01$)、時間の主効果 ($F(7, 56)=21.3, p<.01$)、および交互作用を認めた ($F(7, 56)=9.14, p<.01$)。多重比較の結果、70% $\dot{V}O_2$ max条件の運動開始5, 10 minと運動終了時点は、他のいずれの時点よりも低かった ($ps<.05$)。

EEG

70% $\dot{V}O_2$ max条件時の α パワー値推移をFig. 4に示した。各分析区間で t 検定した結果、運動終了後5-15 min区間の $\alpha 1$ と $\alpha 2$ パワー値は、F3がF4よりも有意に減衰していた ($\alpha 1: t(8)=2.38, p<.05$; $\alpha 2: t(8)=2.74, p<.05$)。また、運動終了後20-30, 35-45, 50-60 minの各回復区間でも、F3の $\alpha 2$ パワー値はF4よりも有意に減衰していた ($ps<.05$)。このように、運動終了後の回復時間には、左前頭部が右前頭部よりも持続的に賦活していた。しかしながら、快適自己ペース条件では運動終了後のいずれの回復区間にも、 α パワー値に左右差を認めなかった。

考 察

本研究では、強度の異なる運動が感情と前頭部EEGに及ぼす効果を検討した。運動には快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2$ max条件の2条件を設定し、それぞれ15 minの自転車エルゴメータ運動とした。快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2$ max条件では、運動の終了直後から60 minの回復時点に至るまで状態不安が軽減した。状態不安の軽減に運動

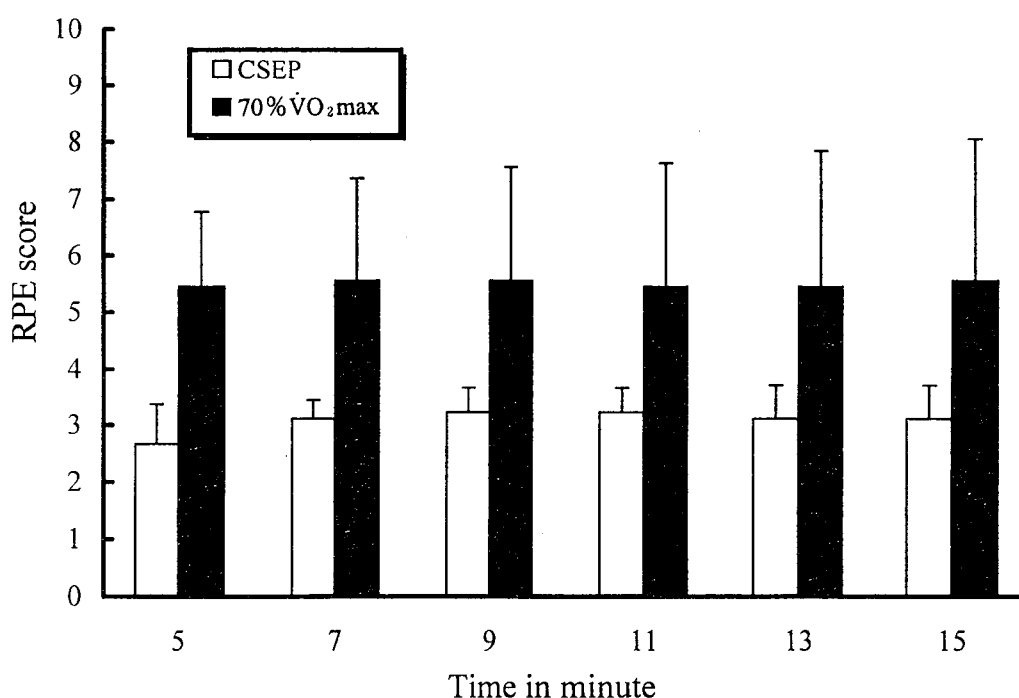


Fig. 2 Rating of perceived exertion (RPE) score for comfortable self-established pace (CSEP) and 70% $\dot{V}O_2$ max exercise conditions.

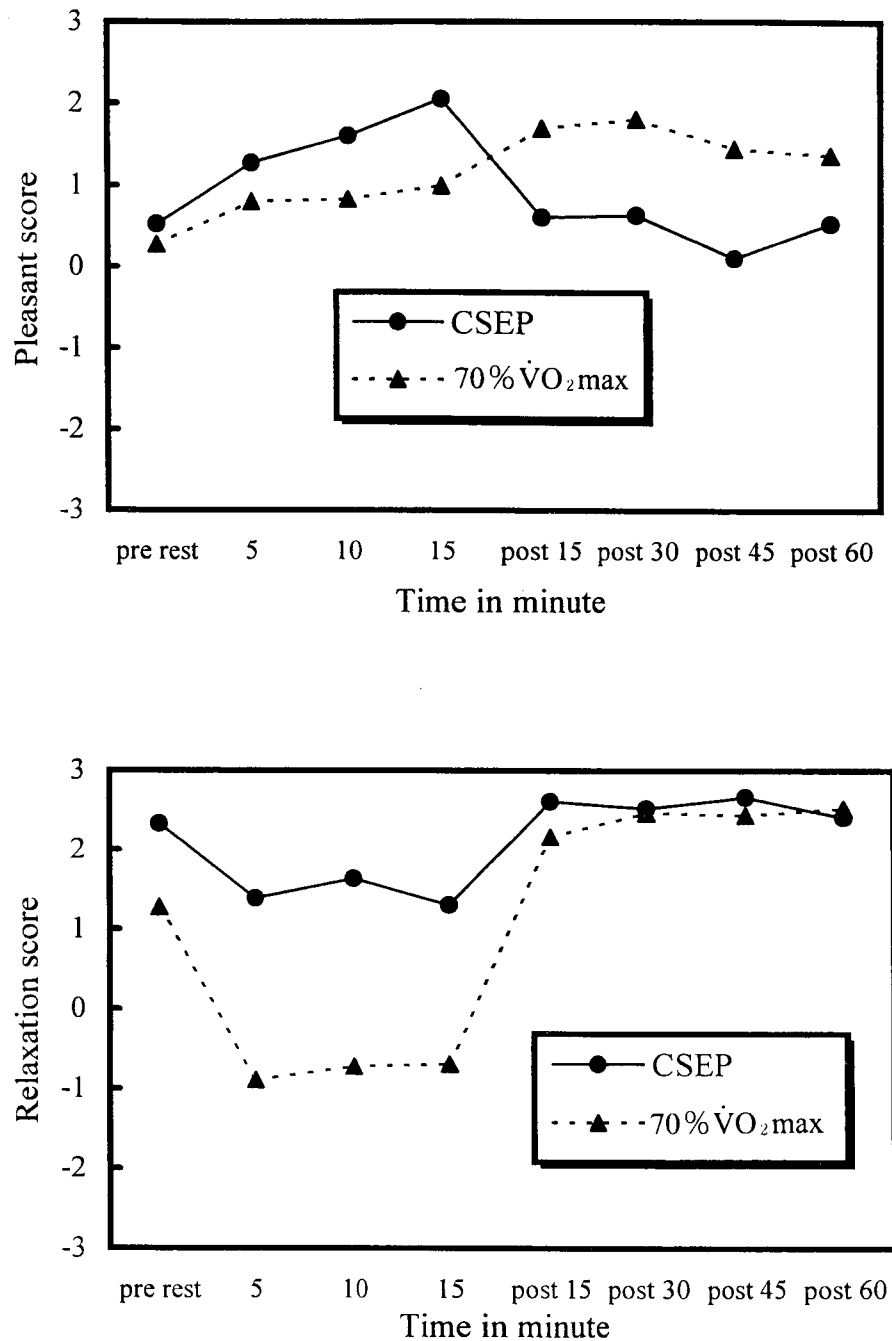


Fig. 3 Change in mood check list-short form I (MCL-S1) scores for comfortable self-established pace (CSEP) and 70% $\dot{V}O_2\max$ exercise conditions. Upper: pleasant score. Lower: relaxation score.

の強度差は反映されなかった。また、MCL-S1の結果から、快適自己ペース条件と70% $\dot{V}O_2\max$ 条件の運動では、快感情やリラックス感の消長時点や持続時間に違いのあることが明らかとなった。

15 minのトレッドミル運動に快適自己ペース走を適用した研究(橋本他, 1996)では、運動開始5 min後から生じた快感情は、運動直後にピーク

を迎え、回復期まで有意に持続する。一方、リラックス感は運動終了後の回復期15 minにピークを迎え、回復期60 minまで有意に持続すると報告されている。同じ快適自己ペース条件を使用したにも関わらず、彼らの結果と本研究のそれとの間には相異がみられた。運動強度を調べてみると、橋本他(1996)の快適自己ペースは約52% $\dot{V}O_2$

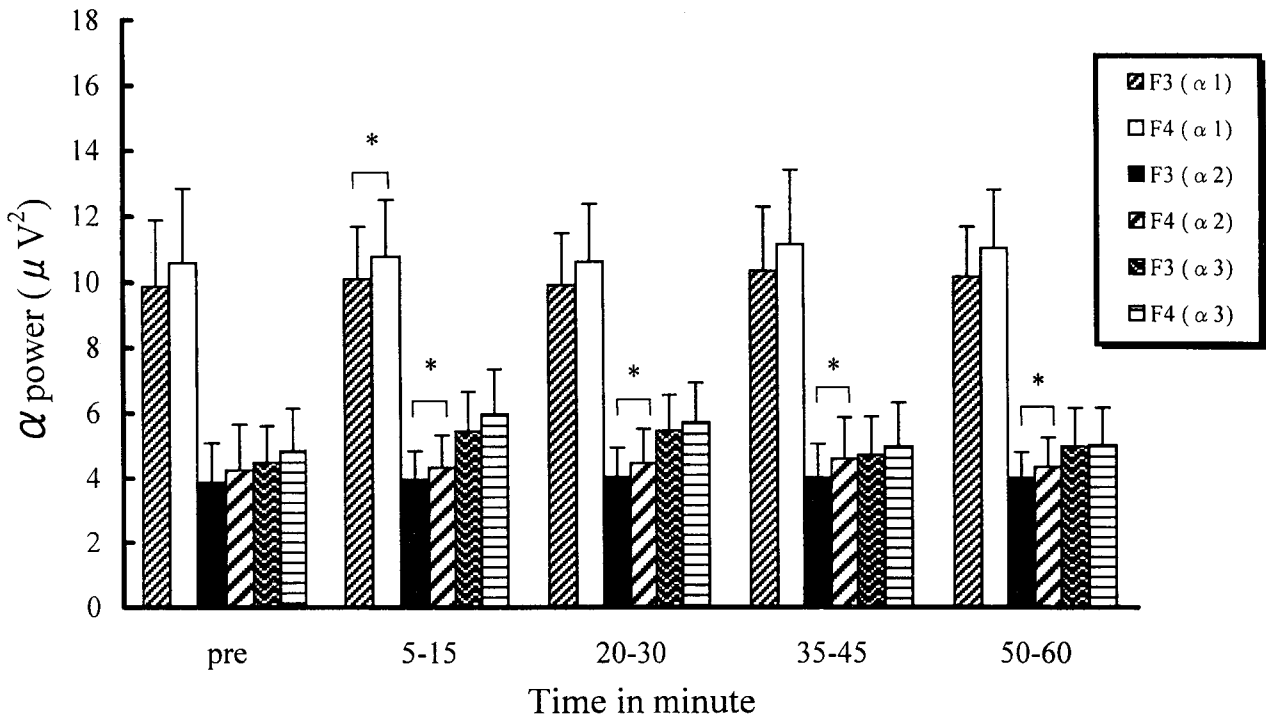


Fig. 4 Change in α power (μV^2) during exercise at a 70% $\dot{V}O_2$ max intensity ($*p < .05$). The α -power spectrum of the frontal EEG was classified as follows: $\alpha 1$, 8-9.5 Hz; $\alpha 2$, 9.5-11.5 Hz; and $\alpha 3$, 11.5-13 Hz. Vertical bars show the standard errors.

maxの運動強度であるのに対し、本研究の快適自己ペースはHRから推定すると約30% $\dot{V}O_2$ maxの運動強度に相当していた。この運動強度の違いが、結果の差に反映したものである。

各質問紙が実施された時点と、その近傍時間帯に出現した前頭部EEGを両条件で比較してみると、以下に示す興味深い結果が得られた。快適自己ペース条件では、運動前と運動後の前頭部 α パワーに左右差はみられなかったが、70% $\dot{V}O_2$ max条件では α パワーに左右差のない運動前に比較して、運動終了後の回復時間帯には左前頭部が持続的に賦活していた。一般的に、一側半球部位の α パワーが対側半球の同部位に比較して相対的に減少を示すときは、その一側半球部位が賦活したサインと理解されている。 α 活動が盛んなときに暗算課題を提示すると、 α 活動が減衰する様相は周知の事実である。このことから、左前頭部の賦活サインは左前頭部の α パワーの低下、また右前頭部の賦活サインは右前頭部の α パワーの低下として把握することができる。

運動がもたらす不安軽減と快感情は、左前頭部の相対的な賦活に反映されるという大脳機能側性仮説 (cerebral lateralization hypothesis; Hatfield & Landers, 1987) や、接近 (approach) - 撤退 (withdrawal) 行動モデルから説明されてきた (Davidson, 1984, 1992)。接近行動をもたらす快感情は左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退行動をもたらす不快感情は右前頭部の相対的な賦活に関係するというのが、Davidson (1984, 1992) モデルの骨子である。Davidsonのモデルは、Kinsbourne (1978) をベースにしたものと理解される。上記の仮説やモデル構築の背景には、以下に示す臨床病理学的な観察がある。左半球の損傷は右半球の損傷に比較して、ひどい抑うつ反応をもたらす。とりわけ左前頭葉の損傷部位が、左前頭極に近ければ近いほど、抑うつの徴候はひどくなる。脳損傷で躁状態を呈した患者は、一様に右半球に病巣のある確率が高い (Robinson, Kubos, Starr, Rao, & Price, 1984)。これらの臨床観察は、左前頭部が快感情に、右前頭部が不快感

情に深く関与することを示唆している。また EEG の α 波を指標とした研究からは、嫌悪刺激に対する右前頭部の賦活、幸せな笑いに伴う左前頭部の賦活、いやな味覚刺激に嫌悪表情を示した新生児の右前頭部賦活、などが指摘されている。Beck の抑うつ尺度 (BDI) で高スコアを示した者は、低スコア者に比較して、左前頭部の賦活が相対的に低下していたという報告もある (Davidson, 1993a, 1993b)。

最近、Davidson (1998, 2000) は快・不快の感情システム (Approach-Withdrawal System) に対応する脳部位と構造を以下のように要約している：「前前頭背外側皮質、前前頭皮質の腹側/中側部、側坐核、基底核、扁桃核、前部側頭皮質、頭頂皮質、視床下部。さらに、これらの部位には、接近系、撤退系の両方に関与する部位もあるが、どちらか一方のシステムにより関係が深いものもある。接近系は側坐核に、撤退系は扁桃核に特化する」。これらの脳内部位がどのような神経回路を相互に形成し、左右前頭部がどのような経路で感情と関係するのかについては不明な点も多い。

Petruzzello & Landers (1994) と Petruzzello & Tate (1997) と Petruzzello et al. (2001) は、30 min のトレッドミル運動前後に EEG と状態不安を測定し、運動後に不安軽減と左前頭部の相対的な賦活を認めた。彼らの研究と比較すると、本研究の 70% $\dot{V}O_2\max$ 条件で、運動終了直後から回復期 60 min の各区間に認めた左前頭部の α パワーには、運動後の不安軽減と快感情が反映していたものと考えられる。軽・中等度の運動強度よりも、比較的強い 70% $\dot{V}O_2\max$ の運動強度が、状態不安の軽減に効果的とする報告は他にもみられている (Morgan, 1985; Sime, 1977)。本研究では、運動強度の強弱には関係なく、運動終了後の回復期に持続的な不安軽減を認めた。また、リラックス感も運動強度の強弱には関係なく、運動終了後の回復期にほぼ同じ値を示した。しかしながら、運動強度が弱い快適自己ペース条件では、運動終了直後から回復期 60 min に至るまで、前頭部の α パワーには左右差を認めなかった。このことは、質問紙による自己評価と生物学的なマーカーによる EEG

評価との乖離を示唆している。本研究では、比較的強い 70% $\dot{V}O_2\max$ 運動後に生じた左前頭部の持続的賦活と不安の軽減・快感情の増加・リラックス感の発現という関係図式に、積極的な意味をみいだせたものと考えられる。

また、本研究では田中他 (1995) を参考にして、 α 波の帯域を 3 つに分類し、それぞれのパワー値を得た。健常成人では 8 Hz 前後の slow α や 12-13 Hz の fast α は出現しにくいといわれている (大熊, 1985)。従来の研究では、8-13 Hz の α 帯域を一括してパワー値を求め、快感情と不快感情の偏側性をみいだしているものが多い (Davidson, 1992, 1993a, 1993b)。しかしながら、本研究では不安の軽減と快感情およびリラックス感に随伴する前頭部 EEG は、 $\alpha 1$ や $\alpha 3$ の帯域成分よりも、 α 波の中心周波数である $\alpha 2$ 帯域に求められることを明らかとした。

引用文献

- American college of sports medicine 1991 *Guidelines for exercise testing and prescription* (4th edition). Philadelphia: Lea & Febiger. Pp. 16-22, 69-71.
- Bahrke, M. S., & Morgan, W. P. 1978 Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Therapy and Research*, 2, 323-333.
- Biddle, S., & Mutrie, N. 1991 *Psychology of physical activity and exercise*. London: Springer-Verlag.
- Borg, G. 1970 Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavia Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92-98.
- Borg, G. 1973 Perceived exertion: a note on history and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5, 90-93.
- Davidson, R. J. 1984 Affect, cognition and hemispheric specialization. In C. E. Izard, J. Kagan, & R. Zajonc (Eds.), *Emotion, cognition and behavior*. New York: Cambridge University Press. Pp. 320-365.
- Davidson, R. J. 1992 Emotion and affective style: hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R. J. 1993a The neuropsychology of emotion and affective style. In R. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotion*. New York: Guilford Press. Pp. 143-154.
- Davidson, R. J. 1993b Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums. *Cognition and Emotion*, 7, 115-138.
- Davidson, R. J. 1998 Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression: Conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35, 607-614.
- Davidson, R. J. 2000 Affective style, mood, and anxiety

- disorders: an affective neuroscience approach. In R. J. Davidson (Ed.), *Anxiety, depression, and emotion*. New York: Oxford University Press. Pp. 88-108.
- 橋本公雄・斉藤篤司・徳永幹雄・花村茂美・磯貝浩久
1996 快適自己ペース走に伴う運動中・回復期の感情の変化過程 九州体育学研究, 10, 31-40.
- 橋本公雄・斉藤篤司・徳永幹雄・高柳茂美・瀧 豊樹
1994 快適自己ペース走の再現性の検討 健康科学, 16, 57-64.
- 橋本公雄・高柳茂美・徳永幹雄・斉藤篤司・磯貝浩久
1992 一過性の運動による感情の変化と体力の関係. 健康科学, 14, 1-7.
- Hatfield, B. D., & Landers, D. M. 1987 Psychophysiology in exercise and sport research: an overview. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 15, 351-387.
- Kinsbourne, M. 1978 Evolution of language in relation to lateral action. In M. Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical function of the brain*. New York: Cambridge University Press. Pp. 553-556.
- 水口公信・下仲順子・中里克治 1991 日本版STAI使用手引き 三京房 京都 (Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E. 1970 *STAI manual*. Palo Alto, Calif: Consulting Psychologist Press. Pp. 23-49.)
- Morgan, W. P. 1985 Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 94-100.
- Morgan, W. P., Horstman, D. H., Cymerman, A., & Stokes, J. 1980 Exercise as a relaxation technique. *Primary Cardiology*, 6, 48-57.
- Nowlis, D. P., & Greenberg, N. 1979 Empirical description of effects of exercise on mood. *Perceptual and Motor Skills*, 49, 1001-1002.
- 大熊輝雄 1985 臨床脳波学 医学書院 Pp.74-110.
- Petruzzello, S. J., Hall, E. E., & Ekkekakis, P. 2001 Regional brain activation as a biological marker of affective responsiveness to acute exercise: influence of fitness. *Psychophysiology*, 38, 99-106.
- Petruzzello, S. J., & Landers, D. M. 1994 State anxiety reduction and exercise: does hemispheric activation reflect such changes? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 1028-1035.
- Petruzzello, S. J., & Tate, A. K. 1997 Brain activation, affect, and aerobic exercise: an examination of both state-independent and state-dependent relationships. *Psychophysiology*, 34, 527-533.
- Raglin, J. S., & Morgan, W. P. 1987 Influence of exercise and quiet rest on state anxiety and blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 456-463.
- Robinson, R. G., Kubos, K. L., Starr, L. B., Rao, K., & Price, T. R. 1984 Mood disorder in stroke patients: importance of location. *Brain*, 107, 81-93.
- Sime, W. E. 1977 A comparison of exercise and meditation in reducing physiological response to stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 9, 55.
- 田中秀樹・林 光緒・堀 忠雄 1995 入眠期脳波の頭皮上分布とその構造の分析 脳波と筋電図, 23, 49-58.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., & Doss, R. C. 1992 Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 676-387.
- Tuson, K. M., Sinyor, D., & Pelletier, L. G. 1995 Acute exercise and positive affect: an investigation of psychological processes leading to affective change. *International Journal of Sport Psychology*, 26, 138-159.
- Willis, J. D., & Campbell, L. F. 1992 Exercise psychology. Champaign, IL: Human Kinetics.

情動喚起刺激が自律神経系の反応特異性に及ぼす影響¹⁾

早稲田大学大学院人間科学研究科

本多 麻子

日本学術振興会

正木 宏明

早稲田大学人間科学部

山崎 勝男

Influence of emotion-inducing film stimuli on autonomic response specificity

Asako HONDA

Graduate School of Human Sciences, Waseda University,
2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192

Hiroaki MASAKI

Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science

Katuo YAMAZAKI

School of Human Sciences, Waseda University
2-579-15 Mikajima, Tokorozawa, Saitama 359-1192

Autonomic response specificity refers to a patterning of autonomic variables according to a particular stimulus. The present study investigated the autonomic response patterns elicited during the viewing of video-taped stimuli selected to produce positive and negative emotions in the viewer. Neutral footage, designed not to provoke any emotional state, was also used. Fifteen participants successively viewed three 10-minute films; blood pressure (BP), electrocardiogram, fingertip temperature and respiration rate were measured throughout the viewing of the films. The participants completed two questionnaires after each film presentation. The questionnaires concerned the emotions that were provoked by the films. Once the provoked emotions were identified by the questionnaires the physical findings were analyzed; cardiovascular responses decreased during positive and increased during negative emotion. Fingertip temperature increased during negative emotions but did not change during positive emotions. From a hemodynamics viewpoint, the increase in BP resulted from an increase in the peripheral vascular resistance (PVR) and heart rate. Based on the cognitive aspects of the responses to the film stimuli, the different cardiovascular patterns during positive and negative emotions were explained by the stimulus intake-rejection hypothesis; i.e., cardiovascular response increases during information intake and decreases during information rejection. In conclusion, autonomic response specificity patterns may be detected among different cardiovascular response patterns using emotion-inducing stimuli.

Key words: autonomic response specificity, emotion, cardiovascular response

2001.9.29 受稿, 2001.12.15 受理

- 1) 本研究の一部は, 平成11年度日本学術振興会科学研究費基盤研究C (課題番号: 11610089 研究代表者 山崎勝男) と2001年度早稲田大学特定課題研究助成費 (課題番号: 2001A-149 研究代表者 山崎勝男, 課題番号: 2001A-902 研究代表者 本多麻子) の補助を受けて実施した。

【要約】 自律神経系の反応特異性とは、特定の刺激に対して特定の生理的反応が生じることをいう。本研究の目的は、正・負の情動喚起に対する自律神経系の反応特異性を検出することと、自律神経系の指標によって各情動を弁別することであった。各10 min間に編集した3種類の映像刺激を用いて、正の情動喚起条件、負の情動喚起条件、特定の情動は喚起させない統制条件を設定した。15名の被験者から、血圧、心電図、指尖表面皮膚温、呼吸を同時測定した。映像刺激呈示後、質問紙によって喚起された情動について評定させた。その結果、正・負の情動喚起条件ともに、それぞれ標的とした情動が明確に喚起された。強く情動が喚起された時点で、心臓血管系の指標は、正の情動喚起時では低下し、負の情動喚起時では上昇した。指尖表面皮膚温は、正の情動喚起時では変化しなかったものの、負の情動喚起時では急峻に低下した。指尖表面皮膚温の低下は、恐怖、嫌悪といった強い負の情動喚起に伴う末梢血管抵抗の上昇に起因したものと考えられる。血行力学的側面から、平均血圧上昇は末梢血管抵抗と心拍数の上昇が重畳したものであると考えられる。また、刺激に対する認知的側面から、情動喚起場面でみられた条件間で異なる心臓血管系反応パターンは、取り込み-拒絶仮説からも説明可能である。正の情動喚起時では映像刺激に興味を抱き、環境刺激を取り込んだために心臓血管系指標が低下した。一方、負の情動喚起時では不快な映像刺激を拒絶したことによってそれらが増加したものと考えられる。動画によって喚起された正と負の情動に対する異なる方向の反応パターンは、自律神経系の反応特異性が検出されたことを示したと考えられる。

情動の特性として、顔面表情、言語、態度の表出 (expression)、覚醒 (arousal) の上昇、主観的快・不快を両極にもつ情動価 (valence) の変化が挙げられる (Russell, 1980)。また、情動喚起時には生理指標の変化を伴うことから、これまで自律神経系の反応特異性 (autonomic response specificity) に注目した精神生理学的研究が数多く行われてきた。反応特異性とは、特定の情動喚起刺激に対して特定の生理的反応が生じることをいう (Lacey, Bateman, & Van Lehn, 1953; Lacey & Lacey, 1958)。特にEkman (1992) が基本情動 (basic emotion) として指摘した、怒り、恐怖、嫌悪、悲しみ、幸福、驚きに対する反応特異性の報告は多く、自律神経系の指標は単に情動を正・負に分離するだけでなく、負の情動を細分しうる事が明らかにされてきた。例えば、心拍数 (heart rate: HR) は、怒り、恐怖、悲しみで亢進し、嫌悪と驚きでは減少する。皮膚温は、恐怖よりも怒りの方が上昇は顕著である (Ekman, Levenson, & Friesen, 1983; Levenson, Ekman, & Friesen, 1990)。ただし、単一の生理指標で情動を弁別することは不可能であり、複数の自律神経系の指標を組み合わせることで初めて情動弁別が可能となる。その結果、各基本情動に特異的な反応パターンが見いだされてきた (Collet, Vernet-Maury, Delhomme, & Dittmar, 1997)。しかしなが

ら、反応特異性は、個人差、状況、動機づけによってその反応が異なる多様性をもつため、定義が曖昧となっているという指摘もあり、各側面に基づいた反応特異性の定義づけが求められている (Hinz, Seibt, Hueber, & Schreinicke, 2000)。

情動やストレス課題に対する自律神経系の反応特異性を検討した先行研究の多くは、数s単位のスライド呈示や、数min単位の映像刺激呈示によって情動を喚起している。しかしながら、実験室内で比較的短時間に限定した刺激呈示が、日常生活で経験する情動と質的に等しいものかについては疑義が残る。自然発生的な情動の生起とそれに伴う情動反応には、覚醒と注意が深く関連している。刺激の中でも特に動画の呈示は、主観的・生理的覚醒を高めるために、被験者の注意をより惹きつけ、強い情動反応を喚起する (Detenber, Simons, & Bennett, 1998)。Simons, Detenber, Roedema, & Reiss (1999) は、静止画と動画を情動喚起刺激として用いた結果、筋電図、HR、皮膚コンダクタンスおよび主観的評定の変化は動画呈示の方で大きく、強い情動喚起と覚醒水準の上昇をもたらすことを確認した。また動画では、情動価に関わらず映像に向ける主観的注意が高く維持された。静止画よりも動画の方が、映像の持つ意味メッセージが強調されることから、被験者の認知情報処理過程への影響も大きくなると考えら

れている (Lang, Dhillon, & Dong, 1995). このことから、単に映像の持続時間だけでなく、映像のコンテキストも情動喚起に重要な役割を担っていると示唆される。したがって、情動喚起する映像刺激としては静止画よりも動画を用いる方が適していると考えられる。また、喚起された情動を適切に評価する際に、ベースラインとして、中性刺激映像を呈示する条件設定が有効視されている (Gross & Levenson, 1995; Philippot, 1993).

これらの知見を踏まえて本研究では、映画を10 min間に編集し、映像刺激のコンテキストを活用することで、情動をより強く生起させようと試みた。映像条件として、正の情動を喚起するPositive条件、負の情動を喚起するNegative条件、特定の情動は喚起させないControl条件を設定した。この手続きにより、正・負の情動喚起に対する自律神経系の反応特異性を検出することと、自律神経系の指標によって各情動を弁別することを検討した。

方 法

被験者

常用手が右手で、心身ともに健康な大学生及び大学院生15名を被験者とした (平均年齢 23.9 ± 1.8歳)。いずれも本実験の趣旨に対する同意を得た。

測定装置及び記録方法

血圧 (blood pressure: BP), 心電図 (electrocardiogram: ECG), 指尖表面皮膚温, 眼電図 (electrooculogram: EOG), 呼吸, 指尖容積脈波, 皮膚電位水準 / 反応 (skin potential level: SPL, skin potential response: SPR) を同時測定した。電極は全て銀塩化銀電極を用いた。SPL, SPRを除く全ての生理指標は、ポリグラフ (日本電気三栄製 360) を用いて増幅し、レクチグラフ (日本電気三栄製 レクチホリー 8 K23-L) を用いて、紙送り速度 3 mm/sでペン書き記録した。また、データレコーダ (NF Electronic Instruments製 PCM DATA Recorder 5870) に磁気記録し、オフライン処理に供した。SPL, SPRはレコーダ (東亜電波工業製インテリジェントレコーダ INR-6000) を用いて、紙記録をするとともにフロッピーディ

スクに記録した。BPは左手第3指にフィナプレスカフ (オメガ社製 2300) を装着し、6 s毎の平均BPを測定し、高域遮断周波数 (high cut filter: H. C.) 100 Hzで直流記録した。ECGは銀塩化銀ディスプレイ電極 (日本電気三栄製) を用いて胸部誘導により、時定数 (time constant: T. C.) 0.01 s, H. C. 100 Hzで導出した。指尖表面皮膚温はサーミスタ温度計 (日本電気三栄製) を用い、左手第2指の指尖腹側部にピックアップを装着した。外気を遮断するため周囲を覆い、直流記録した。垂直方向の眼球運動は、左眼窩上下縁部より T. C. 3 s, H. C. 30 Hzで導出した。呼吸はチューブ式の呼吸ピックアップ (日本電気三栄製 45256) を腹部に巻きつけ、T. C. 6 s, H. C. 100 Hzで導出した。SPL, SPRは探查部位の左手掌小指球部と基準部位の左手前腕部を酒精綿で精拭し、スキンプュア (日本光電社製) を用いて前腕部に不活性化処理を施した後、不活性銀塩化銀電極を用いて直流記録した。映像刺激の呈示には、29インチのカラーテレビ (SONY製 トリニトロン・カラーテレビKV29HR1), VTR (東芝製 A-E52) を用いた。

実験刺激

3種類の映画をそれぞれ10 min間に編集した映像刺激^{脚注1}を用いた。Positive条件、Negative条件、Control条件の呈示順序は被験者間でカウンターバランスをとった。映像刺激は全て音声付きであり、いずれの被験者も初めて見る映像であった。Positive条件として、「グース」 (copyright; COLUMBIA PICTURES INDUSTRIES, INC., 株式会社ソニーピクチャーズエンタテインメント, 1996) を用いた。これは人間に育てられたために、時期が来ても渡ることを知らないグース達に、小型飛行機の操縦によって少女がグース達の先導に成功するという内容であった。Negative条件として、「乙女の祈り」 (copyright; 松竹ホームビデオ, 1996) を用いた。これは2人の少女が共謀して少女の母親を殺すという内容であった。Control条件として、Virtual trip THE BEACH Hawaii OAHU (copyright; PONY CANYON INC., 1997) を用いた。これは砂浜に打ち寄せる波の映像から構成されたビデオの一部であった。

質問紙

VAS (visual analog scale) に基づき情動評定質問紙を作成した。怒り, 恐怖, 幸福, 嫌悪, 悲しみ, 驚き, 興味, 楽しみ, 満足, 不安の計10項目とした。両端を「全く感じない」, 「非常に感じる」とした10 cmの線分において, 各情動に対し, 主観的に感じた程度を示す位置に印を記入させた。各条件終了後に, 喚起された情動について尺度評定させた。また最も印象的だった場面を挙げてもらい, 当該場面に対して喚起された情動を思い出し, 尺度評定させた。

手続き

実験前にY-G性格検査, STAIの特性不安項目に記入させた後, 電極, ピックアップ類を装着した。その後, 映像刺激呈示中はなるべく動かないこと, 映像刺激終了毎に喚起された情動の程度を質問紙に評定すること, 評定方法などに関する教示を与えた。実験開始前の被験者の情動状態を得るために, 情動評定質問紙に記入をさせた後, 安静時記録を3 min測定した。実験は被験者がVTRの再生ボタンを押すことにより開始した。映像刺激呈示用のカラーテレビモニターは, 被験者前方1 mの位置に設置した。実験時の照度は約30 lxであった。映像終了毎に3 minの休憩をとり, その間に情動評定質問紙に記入してもらった。3条件とも終了した後に内観報告を聴取した。

分析方法

本実験では磁気記録したBP, HR, 指尖表面皮膚温, 呼吸活動, および情動評定質問紙を以下のように分析した。平均BPは, サンプリング周波数1 HzでA/D変換した後, 30 s毎の平均値を求めた。シグナルプロセッサ (日本電気三栄製7T18) によって, ECGのR-R間隔から30 s毎の平均HRを算出した。指尖表面皮膚温は, サンプリング周波数1 HzでA/D変換した後, 30 s毎の平均値を算出した。シグナルプロセッサによって, 呼吸曲線から30 s毎の平均呼吸数および呼吸比 (inspiratory duty cycle; inspiration time / breath time) を算出した。全ての生理指標は, 測定値から実験前の安静時ベースラインの平均値を引いた変化量を算出した。情動評定質問紙は, 「全く感じない」からプロット箇所までをmm単位で計測

し, 各情動に関する評定値とした。全体を通して感じた情動と, 最も印象的な場面について感じた情動において, 条件毎に各情動の平均評定値を算出した。

統計方法

生理指標に関して, 条件(3) × 時間(20)の2要因分散分析を行った。また, 各時点の計測値とベースライン(0値)との間で, 対応のあるt検定を行った。情動評定質問紙に関して, 各情動別に1要因3水準の分散分析を行った。分散分析の多重比較にはTukey法を用い, $p < .05$ の場合に有意とした。

結 果

情動評定質問紙

各映像刺激呈示後に全体を通して喚起された情動の評定結果をTable 1に示した。Negative条件の嫌悪, 怒り, 悲しみ, 恐怖, 不安の評定値はそれぞれ, Control条件とPositive条件に比較して有意に高かった ($ps < .01$)。Positive条件とControl条件間に有意差はなかった。またPositive条件の楽しみ, 満足, 幸福の評定値はControl条件とNegative条件よりもそれぞれ高かった ($ps < .01$)。Positive条件とNegative条件の驚きはControl条件よりも高かった ($ps < .01$)。Positive条件の興味はControl条件よりも高かった ($p < .05$)。

最も印象的な場面によって喚起された情動の評定結果をTable 2に示した。Negative条件の嫌悪, 怒り, 悲しみ, 恐怖, 不安は, Control条件とPositive条件よりも高く ($ps < .01$)。Positive条件とControl条件間に有意差はなかった。Positive条件とControl条件の幸福は, Negative条件よりも高かった ($ps < .01$)。Positive条件の興味は, Control条件とNegative条件よりも高かった ($ps < .01$)。Positive条件とNegative条件の驚きは, Control条件よりも高かった ($ps < .01$)。Positive条件の楽しみと満足はNegative条件よりも高かった ($ps < .01$)。

このように, Positive条件とNegative条件ともに, それぞれ標的とした情動が映像刺激呈示によって明確に喚起された。

BP

各条件の平均BP変化量の推移をFig. 1に示し

Table 1 Mean rating of emotions in each condition (** $p < .01$, * $p < .05$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	7.5	0.5	7.6	0.2	4.5	6.7	0.7	7.3	0.6	1.4
N	6.3	6.5	2.3	2.9	6.3	2.5	5.2	1.1	5.8	5.1
C	4.8	1.8	4.2	1.0	1.6	4.1	0.9	4.5	0.7	1.3

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

Table 2 Mean rating of emotions about the most impressive sense in each condition (** $p < .01$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	8.0	0.6	6.6	0.2	5.7	6.9	0.8	7.1	1.9	2.1
N	5.1	6.5	2.3	3.4	6.4	2.0	5.7	1.6	7.4	5.9
C	5.5	0.4	4.6	0.3	2.0	4.4	0.7	5.8	0.2	0.7

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

た。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果($F(2, 28) = 10.42, p < .01$)と時間の主効果が認められ($F(19, 266) = 2.51, p < .01$)、交互作用も有意であった($F(38, 532) = 4.48, p < .01$)。交互作用が有意であったので単純主効果を調べたところ($F(2, 28) = 2.53 - 30.33, ps < .05; F(19, 266) = 2.18 - 5.78, ps < .05$)、Positive条件とNegative条件間の有意差は4.5 min以降にみられた($ps < .05$)。Negative条件の平均BPは、4.5 min以降はベースライン近傍で変化を示さなかったが、最後の1 min間では急峻な上昇を示した。一方、4.5 min以降のPositive条件の平均BPは、いずれもNegative条件を下回った。

条件別に各時点の計測値とベースライン(0 mmHg)について t 検定を行ったところ、Positive条件は1 min以降全てベースラインを下回った($ps < .05$)。Negative条件は1 - 3, 4 minの時点でベースラインを下回り、10 minの時点でベースラインを上回った($ps < .05$)。Control条件はいずれの時点も有意ではなかった。

HR

各条件の平均HR変化量の推移をFig. 2に示した。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果($F(2, 28) = 15.01, p < .01$)と時間の主効果が認められた($F(19, 266)$

$= 4.30, p < .01$)。また交互作用も有意であった($F(38, 532) = 2.83, p < .01$)。単純主効果を調べたところ($F(2, 28) = 2.18 - 15.98, ps < .05; F(19, 226) = 2.53 - 4.51, ps < .01$)、Positive条件とNegative条件間の有意差は4.5 - 6 minと、8 min以降にみられた($ps < .05$)。両条件とも4 minまでは同様の推移を示したものの、4.5 min以降においてNegative条件のHR変化量はPositive条件を上回り、最後の1 min間には急峻な上昇を示したことが交互作用に反映された($ps < .05$)。

条件別に各時点の計測値とベースライン(0 bpm)について t 検定を行ったところ、Positive条件は1 min以降全てベースラインを下回り、

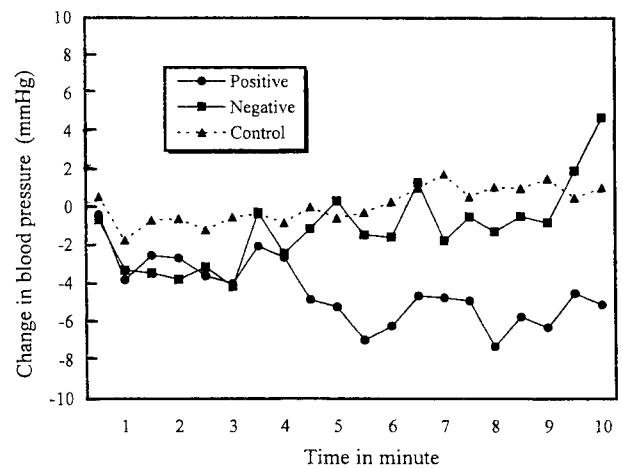


Fig. 1 Change in blood pressure during each condition.

Negative条件は0.5-3, 4, 5.5 minの時点でベースラインを下回り, 10 minの時点でベースラインを上回った ($p < .05$). Control条件は8 minの時点のみベースラインを上回った ($p < .05$).

指尖表面皮膚温

各条件の指尖表面皮膚温変化量の推移をFig. 3に示した. 条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果, 時間の主効果が認められ ($F(19, 266) = 17.51, p < .01$), 交互作用も有意であった ($F(38, 532) = 2.54, p < .01$). 単純主効果を調べたところ ($F(19, 266) = 4.95 - 14.40, p < .01$), 交互作用は, Positive条件とControl条件の皮膚温推移は時間経過にしたがって緩やかに低下したのに対し, Negative条件では最後の2 min間で急峻に低下したことに起因するものであった ($p < .05$). 条件別に各時点の計測値とベースライン(0°C)について t 検定を行ったところ, 全条件のいずれの時点もベースラインを下回った ($p < .01$).

呼吸活動

各条件の呼吸変化数と呼吸比のそれぞれについて, 条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果, いずれの主効果も交互作用も有意ではなかった. 条件別に各時点の計測値とベースライン(0 N/min)を t 検定したところ, 呼吸数と呼吸比ともに有意差はなかった.

考 察

本実験では, 映像刺激により喚起された正・負

の各情動に対する反応特異性が, 複数の自律神経系活動の同時記録によって検出可能であるかどうか検討した. その際, 情動を喚起させない映像刺激呈示中の生理変化と比較することによって, 正・負の各情動に特異的な生理変化をとらえようと試みた.

映像刺激のコンテキストによって情動を喚起するために編集されたPositive・Negative条件は, どちらもその妥当性が質問紙の結果から支持された. さらに実験終了後の印象評定でも, 後半2 min間の場面を最も印象深い場面として指摘する被験者が多かった. このように映像刺激のストーリー展開を重視した編集によって, 映像刺激後半で情動が強く喚起された. Negative条件では, 特に9 min目に起こる殺人場面で恐怖と嫌悪が強く喚起された. また, Positive条件では, 9 min目に始まる場面で正の情動が喚起されたものの, 楽しみ, 満足, 幸福に細分するには至らなかった. この時間帯の心臓血管系の指標は正の情動喚起時では低下し, 負の情動喚起時では上昇した. 一方, 指尖表面皮膚温は, 正の条件では緩やかに低下したものの, 負の条件では急峻に低下した. 自律神経系指標の異なる方向性の反応, あるいは同方向でありながらも程度の異なる反応によって, 正・負の情動が弁別できるものと考えられる.

皮膚温変動のメカニズムは皮膚血流量の変化であり, さらには皮膚血管運動の変化である(廣田, 1998). 末梢血管抵抗の増加に伴って末梢皮膚血流量が低下し, 皮膚温の低下が生じる.

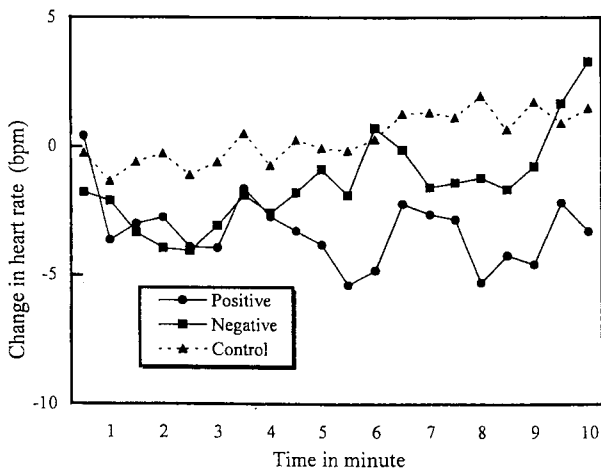


Fig. 2 Change in heart rate during each condition.

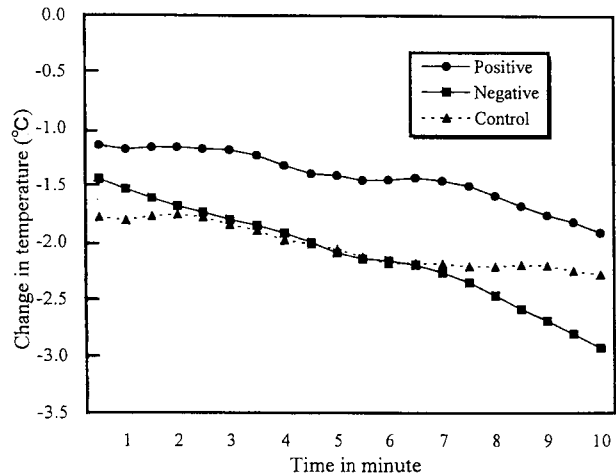


Fig. 3 Change in fingertip temperature during each condition.

Kistler, Mariauzouls, & von Berlepsch (1998) は、約 4 min の映像刺激に対する指尖皮膚温変化から血管収縮反応を検討した。その結果、殺人場面で顕著な皮膚温低下が認められ、末梢血管抵抗の増加に伴う血流量低下によるものと考えられた。そのほかにも、恐怖という強い負の情動が顕著な皮膚温低下をもたらすと報告した研究は多い (Collet et al., 1997; Ekman et al., 1983; Levenson et al., 1990; Sinha & Parsons, 1996)。これらの知見を参考にすると、本研究でみられた指尖表面皮膚温の低下も、恐怖、嫌悪といった強い負の情動喚起が末梢血管抵抗を上昇させたために生じたものと結論づけられる。

映像刺激呈示後約 4 min 間の心臓血管系指標には、Positive・Negative条件ともにベースラインからの低下がみられた。心臓血管系指標は環境からの刺激を取り込むことで低下し、環境からの刺激を拒絶することで上昇すると指摘した取り込み-拒絶仮説では、刺激に対する認知的側面と心臓血管系指標との関連性が強調されている (Lacey & Lacey, 1978)。刺激呈示後 4 min 間は、映像刺激の導入部分であり、正・負の情動に関係なくその後のストーリーを把握するうえで重要な期間である。そのため、積極的に刺激を取り込み続けることになり、両条件ともに心臓血管系指標に低下が生じたものと考えられる。その後、Positive条件では、一貫してベースラインからの低下が認められた。一方、Negative条件ではベースライン近傍に回復した後、9 min以降に急峻な上昇が認められた。条件間にみられた心臓血管系指標の分岐は、映像刺激のもつストーリー性がもたらした結果であろう。この推察は、質問紙から同定された標的情動喚起場面と、生理指標の分岐時点が時間的に合致していることから裏付けられる。したがって、正・負の各情動に対する反応特異性は、4.5 min以降の心臓血管系指標の分岐として検出されたと考えられる。

呼吸性不整脈 (respiratory sinus arrhythmia: RSA) に代表されるように呼吸活動とHRには密接な関係があることから、呼吸活動がHRに及ぼす影響も考慮する必要がある。しかしながら、本実験の呼吸活動にはいずれの条件においても変化

がみられなかったことから、呼吸活動はHRに条件間で有意に異なる影響を及ぼさなかったといえるため、RSAの影響を考慮しなくてよいものと考えられる。

情動やストレスに対する心臓血管系反応には、血行力学に基づいたBP目標値仮説が提唱されている (澤田, 1997)。「平均BP=心拍出量×末梢血管抵抗」と表現できることから、平均BPは心拍出量ないしは末梢血管抵抗のいずれか一方、または双方が変化することによって変動することになる。さらに心拍出量は「1回拍出量×HR」と表現されることから、「平均BP=1回拍出量×HR×末梢血管抵抗」と表現し直すことができる。生体メカニズム的に1回拍出量はほぼ一定であるため、本研究では末梢血管抵抗とHRの上昇が平均BPの上昇をもたらしたものと考えられる。Negative条件でみられた指尖表面皮膚温の低下から、強い負の情動喚起時に末梢血管抵抗の上昇が生じたと考えられる。Negative条件の10 min時点におけるHRは8 min時点よりも有意に上昇した。同時点では平均BPの上昇も有意であった。血行力学的側面から、この平均BP上昇は、末梢血管抵抗とHRの上昇が重畳したものであるというBP目標値仮説 (澤田, 1997) に合致する。Kistler et al. (1998) によると、一過性の血管収縮が5 s続いた場合、約15 sの潜時で指尖皮膚血流量の低下が生じ、皮膚温低下として反映される。血管収縮とは血管抵抗の上昇であるため、本研究でみられた指尖皮膚温低下と、HR・平均BP上昇が生じた時間的な対応もまた血行力学的側面に合致すると考えられるだろう。

また、刺激に対する認知的側面に着目すると、情動喚起場面でみられた条件間で異なる心臓血管系反応パターンは、取り込み-拒絶仮説 (Lacey & Lacey, 1978) からも説明可能である。Positive条件では映像刺激に興味を抱き、環境刺激を取り込んだために心臓血管系指標が低下した一方で、Negative条件では不快な映像刺激を拒絶したことによってそれらが増加したものと考えられる。したがって、BP目標値仮説 (澤田, 1997) と取り込み-拒絶仮説 (Lacey & Lacey, 1978) のどちらも、それぞれ異なる側面から、条件間の指標の分

岐（反応特異性）を説明しうるとされる。

覚醒、情動、ストレスに伴う呼吸数と換気量の増加が報告されているが（Grossman, 1983）、本実験では呼吸数、呼吸比ともに情動喚起に伴う変化はなかった。呼吸活動の指標には、呼吸中枢の強度を反映するdrivingメカニズムと、周期的に呼吸中枢に入力を切り替えるtimingメカニズムがある（Boiten, 1998）。暗算、ストレスフィルムなどはdrivingメカニズムに有意に作用し、一方、timingメカニズムは一過性のストレス刺激に対して変動が生じにくい指標である（梅沢・寺井, 2001）。本研究ではtimingメカニズムを反映する呼吸比を指標としたが、呼吸活動に及ぼす情動の影響を検討するためには、drivingメカニズムを反映する指標であるポーズ時間や分時換気量を同時記録する必要があったと考えられる。また、Boiten (1998) は、映像刺激により喚起された情動が呼吸活動に及ぼす影響について、情動価よりもむしろ刺激強度（intensity）の重要性を指摘している。本研究で用いた映像刺激は、指尖表面皮膚温と心臓血管系指標に条件間で異なる影響を及ぼしたものの、その刺激強度は、呼吸活動に影響を及ぼすに至らなかったものと考えられる。

本研究では、平均BPとHRと指尖表面皮膚温に標的情動の影響が認められた。映像刺激の中でも、動画による情動喚起は覚醒の上昇、注意と情動反応の喚起、認知過程に及ぼす影響などが指摘されている（Detenber et al., 1998; Lang et al., 1995）。動画によって喚起された正と負の情動に対する異なる方向の反応パターンは、自律神経系の反応特異性が検出されたことを示している。また、自律神経系反応の方向性や振る舞いから正・負の各情動の弁別は可能であるといえるだろう。Hinz et al. (2000) の指摘通り、反応特異性の定義や解釈に関する問題点は残るものの、BP目標値仮説（澤田, 1997）や取り込み－拒絶仮説（Lacey & Lacey, 1978）に基づいて、情動喚起刺激に対する反応特異性を心臓血管系指標から検討することは可能であるものと結論づけられる。

引用文献

- Boiten, F. A. 1998 The effects of emotional behavior on components of the respiratory cycle. *Biological Psychology*, 49, 29-51.
- Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., & Dittmar, A. 1997 Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 62, 45-57.
- Detenber, B. H., Simons, R. F., & Bennett, G. G. 1998 Roll'em!: the effects of picture motion on emotional responses. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 42, 113-127.
- Ekman, P. 1992 An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6, 169-200.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. 1983 Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Gross, J. J., & Levenson, R. W. 1995 Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9, 87-108.
- Grossman, P. 1983 Respiration, stress, and cardiovascular function. *Psychophysiology*, 20, 284-300.
- 廣田昭久 1998 体温調節系. 宮田 洋 (監)・藤沢 清・柿木昇治・山崎勝男 (編) 新生理心理学 第 1 巻 北大路書房 京都 Pp. 222-236.
- Hinz, A., Seibt, R., Hueber, B., & Schreinicke, G. 2000 Response specificity in psychophysiology: a comparison of different approaches. *Journal of Psychophysiology*, 14, 115-122.
- Kistler, A., Mariauzouls, C., & von Berlepsch, K. 1998 Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 35-41.
- Lacey, B. C., & Lacey, J. I. 1978 Two-way communication between the heart and the brain. *American Psychologist*, Feb., 99-113.
- Lacey, J. I., Bateman, D. E., & Van Lehn, R. 1953 Autonomic response specificity. *Psychosomatic Medicine*, 15, 8-21.
- Lacey, J. I., & Lacey, B. C. 1958 Verification and extension of the principle of autonomic response-stereotypy. *American Journal of Psychology*, 71, 50-73.
- Lang, A., Dhillon, K., & Dong, Q. 1995 The effects of emotional arousal and valence on television viewers' cognitive capacity and memory. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 39, 313-327.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. 1990 Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.
- Philippot, P. 1993 Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in the laboratory. *Cognition and Emotion*, 7, 171-193.
- Russell, J. A. 1980 A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161-1178.
- 澤田幸展 1997 心臓血管系における自律神経調節機能の評価 - 批判的評論 - 心理学評論, 40, 203-

220.

Simons, R. F., Detenber, B. H., Roedema, T. M., & Reiss, J. E. 1999 Emotion processing in three systems: the medium and the message. *Psychophysiology*, 36, 619-627.

Sinha, R., & Parsons, O. A. 1996 Multivariate response patterning of fear and anger. *Cognition and Emotion*, 10, 173-198.

梅沢章男・寺井堅祐 2001 リラクゼーション評価のパラダイム：呼吸とリラクゼーション 生理心理学と精神生理学, 19, 69-74.

脚注 1

映像刺激が正・負の情動を喚起するか確認するために、複数の映像刺激を用意して、予備調査を行った。その結果から本研究で用いた映像刺激を選択した。映像刺激を10 min間に編集するため、Positive条件とNegative条件それぞれについてあらかじめ最終場面を決め、直接関係がないと思われる場面は除外した。Positive条件の最終場面は、少女がグースの先導に成功する場面であった。少女とグースとの出会い、飛来地を教えるための試行錯誤など、先導に成功するまでの経緯を編集した。Negative条件の最終場面は、2人の少女による母親の殺人であった。仲の良い2人の少女が母親の都合によって引き離されることに反発し、共謀して母親を殺すまでの経緯を編集した。

情動喚起刺激に対する心臓血管系反応と脳波の偏側性¹⁾

本多 麻子* 正木 宏明** 山崎 勝男*

Influence of emotion-inducing film stimuli on hemispheric asymmetry and cardiovascular responses

Asako Honda*, Hiroaki Masaki** & Katuo Yamazaki*

Abstract

The present study investigated the cardiovascular responses and hemispheric asymmetry elicited during the viewing of video-taped stimuli selected to produce positive and negative emotions in the viewer. Neutral footage, designed not to provoke any emotional state, was also used. Fifteen participants viewed three successive 10-minute films; blood pressure (BP), electrocardiogram and electroencephalogram (EEG) were monitored throughout the viewing of the films. The participants completed questionnaire after each film presentation. The questionnaires concerned the emotions that were provoked by the films. To estimate hemispheric asymmetry in each region, the α -power (μV^2) of the EEG were calculated, and the left and right values for each region were compared. Once the provoked emotions were identified by the questionnaires, the physical findings were analyzed; cardiovascular responses decreased during positive and increased during negative emotions. The EEG results showed hemisphere asymmetry in the right parietal regions during the viewing of films that induced negative emotions, suggesting that negative emotions are activated in the right hemisphere. Based on the cognitive aspects of the responses to the film stimuli, the different cardiovascular patterns during positive and negative emotions were explained by the stimulus intake-rejection hypothesis; i.e., the cardiovascular response increases during information intake and decreases during information rejection. Using a model in which different emotions produce different patterns of brain activity, depending on the relative activity of the right posterior and anterior regions, the right posterior region appears to be differentially involved in the arousal dimension, whereas the anterior regions are involved in the emotion valence dimension. In conclusion, the increased cardiovascular response that occurs during the experience of negative emotions reflects a high arousal state, possibly as a result of induced activation in the right parietal region.

Key words: emotion, cardiovascular responses, hemispheric asymmetry

* スポーツ科学科

* *Department of Sports Sciences*

** 日本学術振興会

** *Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science*

1) 本研究の一部は、平成11年度日本学術振興会科学研究費基盤研究C (課題番号:11610089 研究代表者 山崎勝男) と2001年度早稲田大学特定課題研究助成費 (課題番号:2001A-149 研究代表者 山崎勝男; 課題番号:2001A-902 研究代表者 本多麻子) の補助を受けて実施した。

中枢神経系には情動に対する偏側性があり、情動価 (valence) の違いが大腦半球の賦活パターンに影響を及ぼすといわれている。大腦賦活パターンの偏側性は、脳波 (electroencephalogram: EEG) の偏側性から検討されてきた。EEGの偏側性は、 α 帯域 (8–13 Hz) パワー値の左右差によって捉えられており、当該部位の賦活は α 帯域パワー値の減衰によって示される。左前頭部の賦活サインは左前頭部の α パワーの低下、また右前頭部の賦活サインは右前頭部の α パワーの低下として把握することができる。

EEGの α パワー値の左右差を用いて、情動と大腦賦活パターンはモデル化されてきた。Davidsonのモデルによると、接近 (approach) 行動をもたらす正の情動は、左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退 (withdrawal) 行動をもたらす負の情動は、右前頭部の相対的な賦活に関する (Davidson, 1992, 1993a, 1993b; Tomarken, Davidson, Wheeler, & Doss, 1992)。Hellerのモデルは、情動価と前頭部の関係に加え、覚醒と頭頂部の関係を統合したものである。このモデルによると、覚醒の上昇は右頭頂部の相対的な賦活に関連し、覚醒の低下は右頭頂部の相対的な賦活の低下に関係する (Heller 1990, 1993; Heller & Nitschke, 1997; Heller, Nitschke, & Lindsay, 1997)。

中枢神経系には、自律神経系支配に関する偏側性も存在するといわれている。心拍変動 (heart rate variability: HRV) について、低周波数成分 (low-frequency: LF) は交感神経系と迷走神経系の両方に媒介されており、一方、高周波数成分 (high-frequency: HF) は迷走神経系機能を反映する。LFをHFで除した値 (LF / HF ratio) は、交感神経系と迷走神経系のバランスの変化を表現するといわれている (Öri, Monir, Weiss, Sayhouni, & Singer, 1992)。Yoon, Morillo, Cechetto, & Hachinski (1997) は、中枢神経系抑制薬を用いて一側半球のみを賦活させ、その前後にHRVの周波数分析を行った。その結果、HRVのLF / HF ratioにとって、右半球が優位半球であることが示されたことから、心臓血管系の交換神経系機能の調節に関して、右半球が優位であると示唆された。

情動に関する精神生理学的研究は数限りなく存在するけれども、情動に対して、中枢神経系と自律神経系の両側面から同時にアプローチした知見は数少ない。Waldstein, Kop, Schmidt, Haufler, Krantz, & Fox (2000) は、正・負の情動喚起時の心臓血管系反応と前頭部EEGの関係を調べた。幸福感および怒りを喚起するために、イメージ想起と映像刺激呈示を用いた。その結果、怒り想起中に生じた右前頭部EEGの賦活は、収縮期血圧と拡張期血圧の反応性と有意に関連していることが明らかとなった。また、幸福感の喚起中、左前頭部EEGの賦活を示した被験者は、収縮期血圧と拡張期血圧の反応性が最大であった。したがって、情動覚醒時の前頭部EEGの偏側性は、異なる心臓血管系反応パターンを誘発することが示唆された。

本研究の目的は、情動喚起刺激に対するEEGの偏側性と心臓血管系反応の関連を調べることであった。Waldstein et al. (2000) の知見では、大腦賦活パターンの中でも、特に前頭部EEGの偏側性に着目したものであった。本研究では、Davidsonのモデルに加え、Hellerのモデルも考慮したうえで、中枢神経系と自律神経系の両側面から情動反応を捉えることを目的とした。正の情動は左前頭部EEGの賦活に関係し、一方、負の情動は右前頭部EEGの賦活に関係すると予想される。情動喚起刺激が前頭部EEGのみならず、右頭頂部と心臓血管系指標に及ぼす影響も同時に検討しうるものと考えられる。

方法

被験者

常用手が右手で、健康な大学生および大学院生15名を被験者とした (平均年齢 23.9 ± 1.8 歳)。いずれも本実験の趣旨に対する同意を得た。

測定装置および記録方法

血圧 (blood pressure: BP)、心電図 (electrocardiogram: ECG)、EEG、眼電図 (electrooculogram: EOG) を同時測定した。電極は全て銀塩化銀電極を用いた。BPは左手第3指にフィナプレスカフ (オメガ社製 2300型) を装着し、6s毎の平均BPを測定し、高域遮断周波数 (high cut filter: H. C.) 100 Hzで直流記録した。ECGは銀

塩化銀ディスプレイ電極 (NEC三栄製) を用いて胸部誘導により時定数 (time constant: T. C.) 0.01s、H. C. 100 Hzで導出した。EEGは、国際10-20法に基づいてF3, F4, C3, C4, P3, P4より両耳垂結合を基準にT. C. 0.3 s、H. C. 100 Hzで導出した。垂直方向の眼球運動は左眼窩上下縁部よりT. C. 3 s、H. C. 30 Hzで導出した。EEGを除く生理指標は、ポリグラフ (日本電気三栄製 360システム) を用いて増幅し、レクチグラフ (日本電気三栄製 レクチホリー 8K23-L) を用いて、紙送り速度3 mm/sでペン書き記録した。EEGは脳波計 (NEC三栄製 Synafit 1000) を用いて、紙送り速度10 mm/sでペン書き記録した。全ての生理指標は、データレコーダ (NF Electronic Instruments製 5870 PCM DATA Recorder) に磁気記録し、オフライン処理に供した。映像刺激の呈示には、29インチのカラーテレビ (SONY製 トリニトロン・カラーテレビKV29HR1) とVTR (東芝製 A-E52) を用いた。

実験刺激

被験者前方約1 mに設置したモニタより、3種類の映画をそれぞれ10 min間に編集した映像刺激をランダムに呈示した。Positive条件、Negative条件、Control条件の3条件を設定した。全て音声付きの映像であった。Positive条件として、「グース」 (copyright; COLUMBIA PICTURES INDUSTRIES, INC., 株式会社ソニーピクチャーズエンタテインメント, 1996) を用いた。これは人間に育てられたために、時期が来ても渡ることを知らないグース達に、飛来地までのルートを教えようと試行錯誤した後に、少女の操縦する小型飛行機でのグース達の先導に成功するという内容であった。Negative条件として、「乙女の祈り」 (copyright; 松竹ホームビデオ, 1996) を用いた。これは2人の少女が共謀して少女の母親を殺すという内容であった。Control条件として、Virtual trip THE BEACH Hawaii OAHU (copyright; PONY CANYON INC., 1997) を用いた。これは砂浜に打ち寄せる波の映像から構成されたビデオの一部であった。

質問紙

VAS (visual analog scale) による情動評定質問紙を作成した。怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲し

み、驚き、興味、楽しみ、満足、不安の計10項目とした。両端を「全く感じない」、「非常に感じる」とした10 cmの線分において、各情動に対し、主観的に感じた程度を示す位置に印を記入させた。各条件終了後に、喚起された情動について尺度評定させた。また最も印象的だった場面を挙げてもらい、当該場面に対して喚起された情動を思い出し、尺度評定させた。

手続き

実験前にY-G性格検査、STAIの特性不安項目に記入させた後、電極、ピックアップ類を装着した。映像刺激呈示中はなるべく動かないこと、呈示された映像を見終わる毎に、喚起された情動の程度を質問紙に評定すること、評定方法などに関する教示を与えた。実験開始前の被験者の情動状態を得るために、情動評定質問紙に記入をさせた。被験者がVTRの再生ボタンを押すことにより、実験を開始した。各映像終了後3 minの休憩をとり、その間に情動評定質問紙に記入してもらった。3条件とも終了した後、内観報告を聴取した。

分析方法

本実験では、BP、心拍数 (heart rate: HR)、EEG、情動評定質問紙を以下のように分析した。BPは磁気記録した6 s毎の平均BPを、サンプリング周波数1 HzでA/D変換した後、30 s毎に平均BPを求めた。シグナルプロセッサ (日本電気三栄製 7T18型) により、磁気記録したECGのR-R間隔から30 s毎の平均HRを求めた。BPとHRは、測定値から実験前の安静時ベースラインの平均値を引いた変化量を算出した。磁気記録したEEGは、サンプリング周波数250 HzでA/D変換した後、高速フーリエ変換 (fast fourier transform: FFT) により周波数分析を行った。各条件の最後の1 min間からFFTによって α パワー値 (μV^2) を算出した。区間選択の理由は、質問紙とBPとHRの結果から当該区間で正と負の情動喚起が認められたためであった。情動評定質問紙は、「全く感じない」からプロット箇所までをmm単位で計測し、各情動の評定値とした。全体を通して感じた情動と、最も印象的な場面について感じた情動において、条件毎に各情動の平均評定値を算出した。Y-G性格検査とSTAIは、参考程度に留めた。

統計方法

HRとBPに関して、条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った。EEGのαパワー値は、条件毎に各部位で対応のあるt検定を行った。情動評定質問紙に関して、情動毎に1要因分散分析を行った。分散分析の多重比較にはTukey法を用い、 $p < .05$ の場合に有意とした。

結果

情動評定質問紙

各映像刺激呈示後、全体を通して喚起された情動の評定結果をTable 1に示した。Negative条件の嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安の評定値はそれぞれ、Positive条件よりも有意に高かった($ps < .01$)。また、Positive条件の興味、楽しみ、満足、幸福の評定値はNegative条件よりも高かった

($ps < .01$)。最も印象的な場面によって喚起された情動の評定結果をTable 2に示した。Negative条件の嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安は、Positive条件よりも高かった($ps < .01$)。Positive条件の興味、楽しみ、満足、幸福は、Negative条件よりも高かった($ps < .01$)。したがって、Positive条件とNegative条件ともに、それぞれ標的とした情動が映像刺激呈示によって喚起された。

BP

0.5 min 毎のPositive条件、Negative条件、Control条件の平均BP変化量の推移をFig. 1に示した。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果($F(2, 28)=10.4, p < .01$)と時間の主効果が認められた($F(19, 266)=2.51, p < .01$)。交互作用も認められた($F(38, 532)=4.48, p < .01$)。交互作用が有意であつ

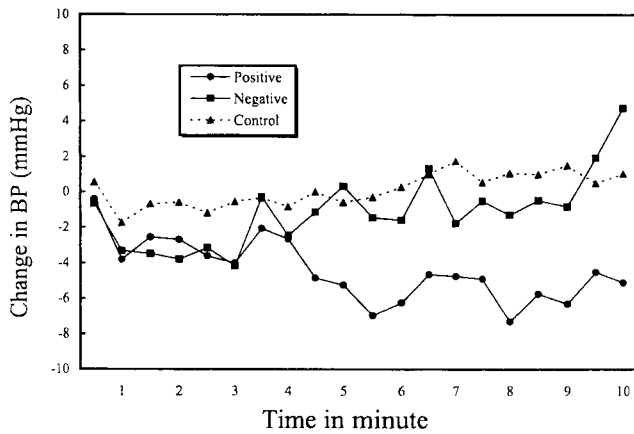


Fig. 1 Change in blood pressure during each condition.

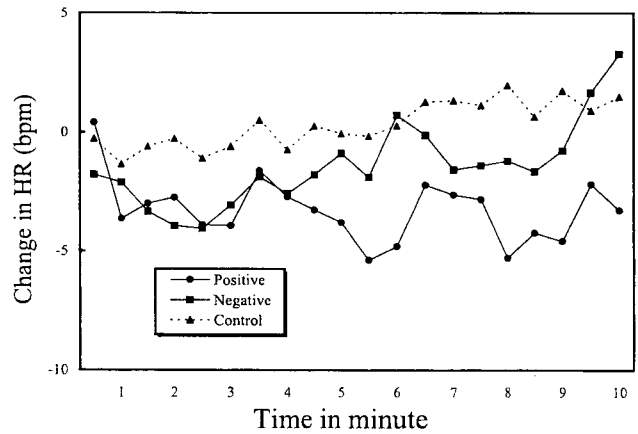


Fig. 2 Change in heart rate during each condition.

Table 1 Mean rating of emotions in each condition (** $p < .01, *p < .05$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	7.5	0.5	7.6	0.2	4.5	6.7	0.7	7.3	0.6	1.4
N	6.3	6.5	2.3	2.9	6.3	2.5	5.2	1.1	5.8	5.1
C	4.8	1.8	4.2	1.0	1.6	4.1	0.9	4.5	0.7	1.3

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

Table 2 Mean ratings of emotions about the most impressive scene in each condition (** $p < .01$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	8.0	0.6	6.6	0.2	5.7	6.9	0.8	7.1	1.0	2.1
N	5.1	6.5	2.3	3.4	6.4	2.0	5.7	1.6	7.4	5.9
C	5.5	0.4	4.6	0.3	2.0	4.4	0.7	5.8	0.2	0.7

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

Table 3 α power (μV^2) and standard deviation at each condition corresponding to region (* $p < .05$)

		Frontal		Central		Parietal	
		α power	SD	α power	SD	α power	SD
Positive	Left	13.24	(5.28)	11.17	(3.89)	12.11	(5.69)
	Right	13.53	(4.48)	11.81	(3.53)	11.63	(6.10)
Negative	Left	14.06	(5.18)	10.98	(5.04)	11.21	(4.58)
	Right	15.09	(4.69)	10.89	(4.20)	10.22	(3.73)
Control	Left	16.23	(11.57)	14.55	(10.51)	14.47	(8.84)
	Right	16.49	(8.97)	15.12	(9.50)	14.94	(10.43)

たので単純主効果を調べた結果、Positive条件は時間の経過に伴ってBPが低下したのに対し、Negative条件は映像呈示後3min間ではPositive条件と同様に低下を示した後、ベースラインまで回復し、さらに最後の1minで急激な上昇を示した ($ps < .01$)。交互作用は条件間でBPの推移が異なることに起因したものであった。

HR

各条件の平均HR変化量の推移をFig. 2に示した。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果が認められ ($F(2, 28) = 15.0, p < .01$)、時間の主効果も認められた ($F(19, 266) = 4.30, p < .01$)。交互作用も認められた ($F(38, 532) = 2.83, p < .01$)。単純主効果を調べたところ、Positive条件では最初の0.5minが高く、急激に低下したが ($p < .01$)、その他はPositive条件とNegative条件間で前半5min間のHRに変化はなかった。後半部では、Positive条件のHRにあまり変化がなかったものの、Negative条件では最後の1min間で急激な上昇がみられた ($ps < .01$)。BPの推移と同様に、交互作用は、Negative条件の急激なHR上昇に起因したものであった。

EEG

各条件における測定部位毎の α パワー値 (μV^2) をTable 3に示した。条件毎に、各測定部位で対応のある t 検定を行った結果、Negative条件では、P4の α パワー値がP3よりも有意に減衰していた ($t(13) = 2.50, p < .05$)。したがって、Negative条件では、右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。Positive条件とControl条件では、いずれの測定部位にも α パワー値の左右差はなかった。

考察

本研究では、情動喚起刺激に対するEEGの偏側性と心臓血管系反応の関連を調べた。コンテキストを利用して10minに編集した映像刺激によって情動を喚起した。Negative条件では、特に9min目に起こる殺人場面で恐怖と嫌悪が強く喚起された。一方、Positive条件では、9min目に始まる場面で正の情動が喚起されたものの、楽しみ、満足、幸福に細分するには至らなかった。この時間帯の心臓血管系の指標は、正の情動喚起時では低下し、負の情動喚起時では上昇した。映像刺激毎に最後の1minにおいて、EEGの偏側性を調べた結果、Negative条件では右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。

映像刺激呈示後約4min間の心臓血管系指標には、Positive条件、Negative条件ともにベースラインからの低下がみられた。心臓血管系指標は、環境からの刺激を取り込むことで低下し、環境からの刺激を拒絶することで上昇するという取り込み-拒絶仮説がある (Lacey & Lacey, 1978)。取り込み-拒絶仮説では、刺激に対する認知的側面と心臓血管系指標との関連性が強調されている。刺激呈示後4min間は、映像刺激の導入部分であり、正・負の情動に関係なくその後のストーリーを把握するうえで重要な期間であった。したがって、積極的に刺激を取り込み続けることになり、両条件ともに心臓血管系指標に低下が生じたものと考えられる。その後、Positive条件では、一貫してベースラインから低下した推移であった。一方、Negative条件ではベースライン近傍に回復した後、9min以降に急峻な上昇が認められた。強い情動喚起が確認された場面において、Positive条件では映像刺激に興味を抱き、環境刺激を取り込んだために心臓血管系指標が低下した。一方、

Negative条件では不快な映像刺激を拒絶したことによってそれらが上昇したものと考えられる。条件間にみられた心臓血管系指標の分岐は、映像刺激のもつストーリー性やコンテクスト操作がもたらした結果であると考えられる。この推察は、質問紙から同定された標的情動喚起場面と、生理指標の分岐時点が時間的にほぼ合致していることから裏付けられる。

質問紙と心臓血管系指標の結果から、各条件の最後の1 min間で、正と負の情動喚起が認められた。そのため、この時間帯をEEGの解析区間として選択した。条件毎に、各測定部位でEEGの左右差を調べたところ、Negative条件では、右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。

情動と大脳賦活パターンは、EEGの α パワー値の左右差から検討されてきた。一側半球部位の α パワーが対側半球の同部位に比較して相対的に減少を示すときは、その一側半球部位が賦活したサインと理解されている。情動価と前頭部EEGの関係を強調するDavidsonのモデルによれば、接近行動をもたらす正の情動は左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退行動をもたらす負の情動は右前頭部の相対的な賦活に関係する (Davidson, 1992, 1993a, 1993b; Tomarken et al., 1992)。また、Heller (1990, 1993) は、Davidsonのモデルに情動と自律神経系の覚醒の次元を加味したモデルを提唱した。Hellerのモデルは、情動価と前頭部の関係、および覚醒と頭頂部の関係に着目したものである。右頭頂部の相対的な賦活は覚醒の上昇に関連し、右頭頂部の相対的な賦活の低下はそれらの覚醒の低下に関係する (Heller 1990, 1993; Heller & Nitschke, 1997; Heller, Nitschke & Lindsay, 1997)。例えば、同じ負の情動価をもつ情動であっても、覚醒の高い嫌悪は、右前頭部と右頭頂部の賦活を示し、一方、覚醒の低い抑うつは、右前頭部の賦活と、右頭頂部の賦活の低下を示すと考えられている。

Hellerのモデルによると、右頭頂部は情動のみならず、自律神経系の賦活レベルを反映すると考えられている。このことは、中枢神経系には自律神経系支配に対する偏側性が存在することを意味している。中枢神経系が自律神経系にもたらす偏側性を裏付ける知見がある。臨床的知見によると、

右半球の損傷は、左半球の損傷と比較して自律神経系の機能不全につながりやすいといわれている (Andersson & Finset, 1998; Gainotti, Caltagirone, & Zoccolotti, 1993)。解剖学的知見では、右半球の星形神経節への刺激はHR上昇を引き起こしたのに対し、左半球の星形神経節への刺激ではHRに変化がみられなかったことから、HRは左半球よりも右半球によって影響をうけることが示された (Lane, Novelly, Cornell, Zeitlin, & Schwartz, 1988; Lane & Schwartz, 1987)。また、心臓血管系の交感神経系コントロールについて、HRVのLF / HF ratioと、心筋動作からも右半球が優位性をもつことが示唆されている (Wittling, Block, Schweiger, & Genzel, 1998; Yoon et al., 1997)。したがって、右頭頂部は心臓血管系コントロールについて優位性をもつと考えられる。

本研究のNegative条件で喚起された情動は、情動的覚醒の高い嫌悪と恐怖であった。情動価と前頭部の関係を強調するDavidsonのモデルに、覚醒と右頭頂部の関係を統合したHellerのモデルと照合すると、強く喚起された覚醒の高い負の情動が、心臓血管系指標と頭頂部EEGの偏側性に影響を及ぼしたものと推察される。本研究のNegative条件では、質問紙から判明した情動的覚醒と、心臓血管系指標の上昇を引き起こした自律神経系の覚醒が、右頭頂部の賦活に影響を及ぼしたものと考えられる。

本研究では、負の情動喚起が確認された時点において、心臓血管系指標の上昇と、右頭頂部EEGの賦活が認められた。正の情動に対するEEGの偏側性はみられなかった。従来の知見では、情動に対して、中枢神経系と自律神経系の両側面から同時にアプローチした例は少ない。本研究の結果から、大脳半球の偏側性と心臓血管系指標の同時記録によって、情動喚起刺激が中枢神経系と自律神経系の相互に及ぼす影響を検討できるものと考えられる。

引用文献

Andersson, S., & Finset, A. 1998 Heart rate and skin conductance reactivity to brief psychological stress in brain-injured

- patients. *Journal of Psychosomatic Research*, 44, 645-656.
- Davidson, R. J. 1992 Emotion and affective style: hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R. J. 1993a The neuropsychology of emotion and affective style. In R. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotion*. New York: Guilford Press. Pp. 143-154.
- Davidson, R. J. 1993b Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums. *Cognition and Emotion*, 7, 115-138.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., & Zoccolotti, P. 1993 Left / right and cortical / subcortical dichotomies in the neuropsychological study of human emotions. *Cognition and Emotion*, 7, 71-93.
- Heller, W. 1990 The neuropsychology of emotion: developmental patterns and implications for psychopathology. In N. Stein, B. L. Leventhal, & T. Trabasso (Eds.), *Psychological and biological approaches to emotion*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates Inc. Pp. 167-211.
- Heller, W. 1993 Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476-489.
- Heller, W., & Nitschke, J. B. 1997 Regional brain activity in emotion: a framework for understanding cognition in depression. *Cognition and Emotion*, 11, 637-661.
- Heller, W., Nitschke, J. B., & Lindsay, D. L. 1997 Neuropsychological correlates of arousal in self-reported emotion. *Cognition and Emotion*, 11, 383-402.
- Lacey, B. C., & Lacey, J. I. 1978 Two-way communication between the heart and the brain. *American Psychologist*, Feb., 99-113.
- Lane, R. D., Novelly, R., Cornell, C., Zeitlin, S., & Schwartz, G. 1988 Asymmetric hemispheric control of heart rate. *Psychophysiology*, 25, 464.
- Lane, R. D., & Schwartz, G. E. 1987 Induction of lateralized sympathetic input to the heart by the CNS during emotional arousal: a possible neurophysiologic trigger of sudden cardiac death. *Psychosomatic Medicine*, 49, 274-284.
- Öri, Z., Monir, G., Weiss, J., Sayhouni, X., & Singer, D. H. 1992 Heart rate variability: frequency domain analysis. *Cardiology Clinics*, 10, 499-537.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., & Doss, R. C. 1992 Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 676-687.
- Waldstein, S. R., Kop, W. J., Schmidt, L. A., Haufler, A. J., Krantz, D. S., & Fox, N. A. 2000 Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology*, 55, 3-23.
- Wittling, W., Block, A., Schweiger, E., & Genzel, S. 1998 Hemisphere asymmetry in sympathetic control of the human myocardium. *Brain and Cognition*, 38, 17-35.
- Yoon, B. W., Morillo, C. A., Cechetto, D. F., & Hachinski, V. 1997 Cerebral hemispheric lateralization in cardiac autonomic control. *Archives of Neurology*, 54, 741-744.

正・負の情動誘発刺激に対する大脳半球の偏側性

○本多麻子 (早稲田大学大学院人間科学研究科)
 正木宏明 (日本学術振興会)
 山崎勝男 (早稲田大学人間科学部)

【はじめに】

正・負の情動に対して大脳半球に偏側性が認められる。本実験では情動誘発刺激に映像を用いて情動が生ずるコンテキストを操作し、自然発生的な情動を生起させた。誘発された情動に対する大脳の偏側性を検出することを目的とした。正の情動を誘発する Positive 条件、負の情動を誘発する Negative 条件、特に情動を誘発しない Control 条件を設定した。

【方法】

被験者：常用手が右手の大学生及び大学院生 14 名 (平均年齢 24±1.9 歳)。

測定装置及び記録方法：脳波 (EEG) は、銀塩化銀電極を用い、F3, F4, C3, C4, P3, P4 より両耳垂結合を基準に T.C.0.3s, H.C.100Hz で導出した。測定事象はデータレコーダに磁気記録し、オフライン処理に供した。

実験刺激：それぞれ 10 分間に編集した 3 種類の映像をランダム呈示した。Positive 条件には映画「グース」を用いた。人間に育てられたため、渡ることを知らないグース達に、飛来地までのルートを教えようと試行錯誤した後、少女の操縦する小型飛行機でグース達を先導し、成功するという内容であった。Negative 条件には映画「乙女の祈り」を用いた。これは 2 人の少女が共謀して少女の母親を殺すという内容であった。Control 条件には「Virtual trip THE Hawaii OAHU」を用いた。波の映像から構成されたリラクセーション用のビデオの一部であった。

質問紙：怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲しみ、驚き、興味、楽しみ、満足、不安の 10 の情動に関する評定尺度を用いた。各情動毎に 10cm の線分を用意し、その両端をそれぞれ「全く感じない」、「非常に感じる」とした。被験者には主観的に感じた情動の程度を示す位置に印を記入させた。

手続き：電極を装着した後、映像刺激呈示中の体動抑制、呈示された映像終了毎に、喚起された情動の程度を質問紙に記入すること、評定方法などに関する教示を与えた。各映像終了毎に 3 分間の休憩をと

り、その間に情動評定に記入させた。3 条件とも終了した後、内省報告をさせた。

分析方法：磁気記録した EEG をサンプリング周波数 250Hz で AD 変換した。心拍数、血圧の推移において、Negative 条件の後半 8-10 分に有意な上昇が認められ、Positive 条件は全体的に低下した。Positive, Negative 条件それぞれの最後の 2 分間に限定して FFT により周波数分析を行った。それぞれの測定部位における α 帯域含有量を算出した後、条件毎に対応する部位において半球間で比較した。

【結果】

α 帯域含有量に基づき、Positive, Negative 条件において部位毎 (F3, F4, C3, C4, P3, P4) に半球間の α 帯域含有量を比較したところ、Negative 条件の頭頂部位において、P4 が P3 より有意に賦活した ($t(13)=2.34, p<.05$) (Fig. 1)。

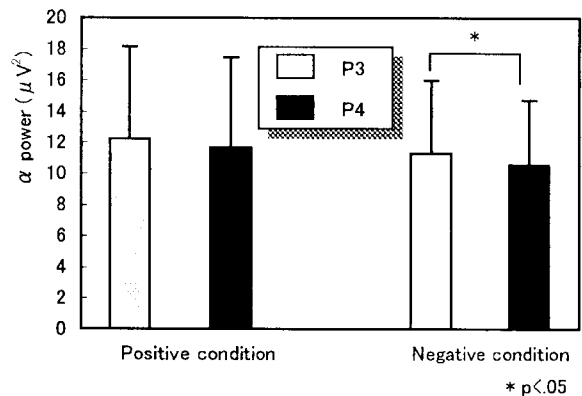


Fig.1 α power for positive and negative condition.

【考察】

質問紙の結果から、目的の情動が喚起されたことが明らかであった。負の情動に対して、左頭頂部位より右頭頂部位において賦活が認められた。Approach-withdrawal 理論によると、正の情動に対して左前頭部位が、負の情動に対して右前頭部位が賦活する。また、右半球仮説によると、右半球は情動表出において優位性を示す。右頭頂部 EEG は心臓血管系と自律系の喚起レベルを反映すると考えられている。本研究の結果は上記理論のそれぞれに部分的に合致するものであった。喚起された情動により、覚醒水準が上昇し、心臓血管系と EEG が賦活したと考えられる。

11. Respiration and heart rate to the positive and negative emotion-inducing film stimuli

Asako Honda*, Hiroaki Masaki**, & Katuo Yamazaki***

(*Graduate School of Human Sciences, Waseda University)

(**Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science)

I (***)School of Human Sciences, Waseda University)

The purpose of this study was to detect the relationship between respiratory responses and heart rate (HR) to emotional film stimuli. Both positive and negative conditions were designed to induce positive and negative emotional states, respectively. The control condition was also designed so as not to incite any emotional state. Three 10-min film stimuli were randomly presented to the subject while monitoring respiration rate, inspiratory duty cycle time (i.e., inspiratory time / total breath duration), respiratory amplitude and HR. Subjects were instructed to check off each item (anger, fear, happiness, sadness, disgust, surprise, anxiety, contempt and embarrassment) on a 10-cm line scale (0; not at all, 10; very much) to what extent he or she experienced the corresponding emotion after the film presentation. The results indicated that HR increased during the negative condition and decreased during the positive condition, and that inspiratory duty cycle time in both stimuli decreased during the last 3 minutes. In conclusion, the results of HR were consistent with the assertion of Lacey & Lacey (1978) that situations involving the intake of information are characterized by HR deceleration and situations involving the rejection of information are characterized by their acceleration.

正・負の情動誘発刺激に対する心臓血管系反応パターン

○本多麻子 正木宏明 山崎勝男
 (早稲田大学大学院人間科学研究科) (日本学術振興会) (早稲田大学人間科学部)
 key words: 自律神経系, 反応特異性, 情動

【目的】

従来知見から自律神経系の指標には情動やストレス課題に関する反応特異性が存在する。本実験では、情動誘発刺激として映像を用いて情動が生起するコンテキストを操作し、自然発生的な情動を生起させた。誘発された情動に対する自律神経系の反応特異性を検出すること、自律神経系の指標によって各情動が弁別できるかどうかについて検討することを目的とした。正の情動を誘発する Positive 条件、負の情動を誘発する Negative 条件、特に情動を誘発しない Control 条件を設定した。

【方法】

被験者: 大学生及び大学院生 15 名 (平均年齢 23.9 ± 1.8 歳)。
測定装置及び記録方法: 血圧、心電図を同時測定した。測定事象はデータレコーダに磁気記録しオフライン処理に供した。
実験刺激: それぞれ 10 分間に編集した 3 種類の映像をランダム呈示した。Positive 条件には映画「グース」を用いた。これは人間に育てられたため、時期が来ても渡ることを知らないグース達に、飛来地までのルートを教えようと試行錯誤した後、少女の操縦する小型飛行機でグース達を先導し、成功するという内容であった。Negative 条件には映画「乙女の祈り」を用いた。これは 2 人の少女が共謀して少女の母親を殺すという内容であった。Control 条件には「Virtual trip THE Hawaii OAHU」を用いた。これは砂浜に打ち寄せる波の映像から構成されたリラクゼーション用のビデオの一部であった。

質問紙: 怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲しみ、驚き、興味、楽しみ、満足、不安の 10 の情動に関する評定尺度を用いた。各情動毎に 10cm の線分を用意し、その両端をそれぞれ「全く感じない」、「非常に感じる」とした。被験者には主観的に感じた情動の程度を示す位置に印を記入させた。

手続き: 生理指標を測定するために電極、ピックアップ等を装着した。映像刺激呈示中の体動抑制、呈示された映像を見終わる毎に、喚起された情動の程度を質問紙に記入すること、評定方法などに関する教示を与えた。各映像終了毎に 3 分間の休憩をとり、その間に情動評定に記入させた。3 条件とも終了した後、内省報告をさせた。

分析方法: 血圧、心拍数、情動評定に関する質問紙を分析対象とした。サンプリング周波数 1Hz で AD 変換した最高・最低血圧の平均血圧と、心電図の R-R 間隔より求めた瞬時心拍数から 0.5 分毎の平均血圧、心拍数を算出した。実験前の安静時記録の平均値に基づき変化量を求めた。情動評定は 10cm の線分において、「全く感じない」から被験者が書き込んだ印までを mm 単位で計測し、評定値とした。血圧変化量、心拍変化量、情動評定はそれぞれ条件間及び各条件内で比較した。

【結果】

Fig.1 は 0.5 分毎の平均血圧変化量の推移である。二要因分散分析 (条件×時間)を行った結果、交互作用が認められた ($F(38, 532)=4.48, p<.01$)。Fig.2 は 0.5 分毎の平均心拍変化量の推移である。二要因分散分析 (条件×時間)を行った結果、交互作用が認められた ($F(38, 532)=2.83, p<.01$)。どちらの交互作用の原因も、3 条件とも前半 5 分間は定位反応が見られた後ほとんど変化しなかったが、後半において Positive 条件ではやや低下し、Control 条件では徐々に上昇し、Negative 条件では最後の 1 分間で急激な上昇がみられたことによる。交互作用は条件間で平均血圧、心拍数の推移が異なることを

示すものであった。

情動評定により条件間で弁別できた情動は、楽しみ ($F(2, 28)=25.21, p<.01$)、幸福 ($F(2, 28)=30.83, p<.01$)であった。嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安は Positive 条件、Control 条件より Negative 条件において有意に高かった: 嫌悪 ($F(2, 28)=28.05, p<.01$)、怒り ($F(2, 28)=10.24, p<.01$)、悲しみ ($F(2, 28)=30.25, p<.01$)、恐怖 ($F(2, 28)=22.78, p<.01$)、不安 ($F(2, 28)=12.74, p<.01$)。満足は Negative 条件、Control 条件より Positive 条件が有意に高かった ($F(2, 28)=12.37, p<.01$)。Negative 条件内の負の情動間 (嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安)では、怒りより恐怖と嫌悪が有意に高かった ($F(4, 56)=4.81, p<.01$)。

【考察】

平均血圧、心拍数とも、Negative 条件の 9.5-10min で急激に上昇した。「取り込み—拒絶」説 (Lacey & Lacey, 1978)によると、心臓血管系の指標の低下には、刺激への注目など「環境の取り込み」が関連しており、一方、亢進には認知的・精神的努力を要する事態や見たくないものを見せられた場合など「環境の拒否」が関連する。本実験では Positive 条件の映像刺激を取り込むことにより心臓血管系の指標は低下し、Negative 条件の映像刺激を拒絶することによりそれらは上昇したと考えられる。正・負の情動に対して、心臓血管系の指標に異なる方向性の反応パターンが認められたことから自律神経系の反応特異性が検出されたと考えられた。

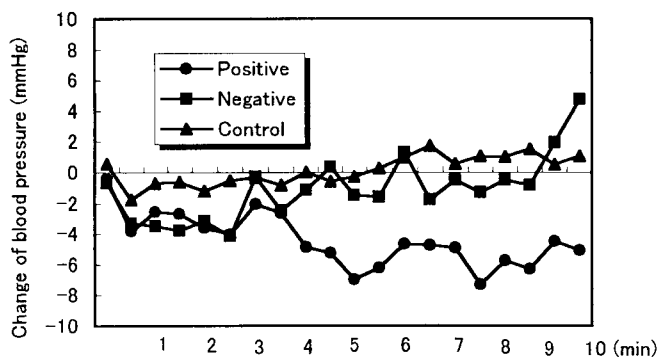


Fig.1 Mean change of blood pressure for each condition.

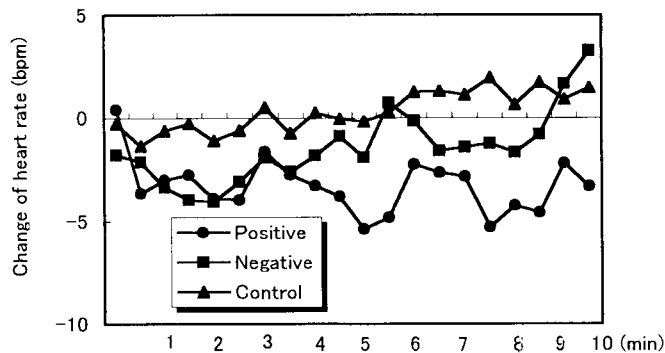


Fig.2 Mean change of heart rate for each condition.

(HONDA Asako, MASAKI Hiroaki, YAMAZAKI Katuo)

情動誘発刺激に対する指尖表面皮膚温と心拍数の変化

○本多麻子 (早稲田大学大学院人間科学研究科)
 正木宏明 (日本学術振興会)
 山崎勝男 (早稲田大学人間科学部)

はじめに

自律神経系の指標には情動誘発刺激に対する反応特異性がある。本実験では情動誘発刺激に映像を用いて情動が生ずるコンテキストを操作し、自然発生的な情動を生起させた。本研究では、誘発された正・負の情動に対する自律神経系の反応特異性について検討した。

方法

被験者：学生 15 名 (平均年齢 23±1.8 歳)。
記録方法：指尖表面皮膚温は、サーミスタ温度計を用い、指尖腹側部にピックアップを装着し、直流記録した。心電図 (ECG) は胸部誘導により T.C. 0.01 s, H.C. 100 Hz で導出した。測定事象は磁気記録し、オフライン処理に供した。

実験刺激：正の情動を誘発する Positive 条件、負の情動を誘発する Negative 条件、特に情動を誘発しない Control 条件を設定した。それぞれ 10 min に編集した 3 種類の映像をランダム呈示した。

質問紙：怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲しみ、驚き、興味、楽しみ、満足、不安の情動毎に analog visual scale を用いて評定させた。10 cm の線分の両端をそれぞれ「全く感じない」、「非常に感じる」とし、主観的に感じた情動の程度を示す位置に印を記入させた。映像全体に関する情動と、最も印象的な場面に関する情動とを別々に評定させた。

手続き：電極を装着した後、映像刺激呈示中の体動抑制、呈示された映像終了毎に喚起された情動の程度を質問紙に記入すること、評定方法などに関する教示を与えた。各映像終了毎に 3 min の休憩をとり、その間に質問紙に記入させた。

分析方法：表面皮膚温はサンプリング周波数 1 Hz で A/D 変換した後、1 s 毎の平均皮膚温を算出し、安静時記録に対する 30 s 毎の平均皮膚温変化量を算出した。ECG の R-R 間隔から瞬時 HR を算出し、30 s 毎の平均 HR 変化量を算出した。質問紙は各情動毎に「全く感じない」から被験者が書き込んだ印

までを mm 単位で計測し、評定値とした。全指標とも Control 条件に対する Positive 条件、Negative 条件の変化量を求めた後、質問紙は平均評定値を、生理指標は変化量推移をそれぞれ比較した。

結果

最も印象的な場面で喚起された情動について、驚き以外の情動は全て Positive 条件、Negative 条件間で弁別された (いずれも $p < .01$)。Positive 条件、Negative 条件の皮膚温変化量の推移を Fig. 1 に示した。2 要因分散分析を行った結果、交互作用が認められた ($F(19, 266)=2.29, p < .01$)。これは Negative 条件において最後の 2min で急激な低下が認められたためである。Positive 条件、Negative 条件の HR 変化量の推移について、2 要因分散分析を行った結果、交互作用が認められた ($F(19, 266)=3.71, p < .01$)。

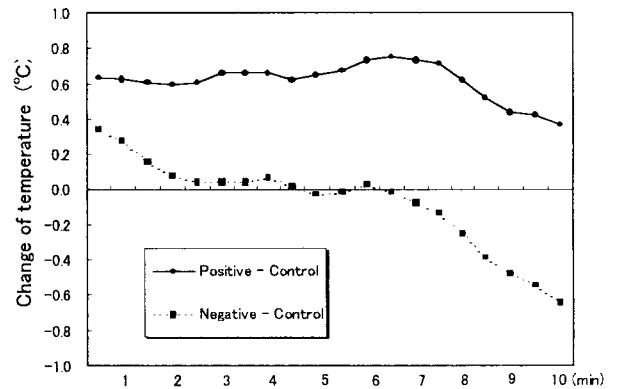


Fig. 1 Positive, Negative 条件における皮膚温変化量。

考察

質問紙の結果から、Positive, Negative 条件どちらも最後の場面が最も印象的であり、目的とする情動の喚起が認められた。Negative 条件では、指尖皮膚温が時間経過に従って低下し、主観的評価で最も不快とみなされた場面では顕著に低下した。同じ場面において、HR は増加した。Positive 条件に対する HR は基線より低下の推移を示した。ストレス映像呈示に対して、末梢血管の抵抗増加が生じ、心臓血管系の指標の上昇をもたらす。末梢血管の抵抗増加に伴い、末梢皮膚血流量が低下し、皮膚温の低下に至る。Negative 条件において、末梢血管抵抗の増加が HR 増加、皮膚温の低下をもたらしたと考えられる。Positive 条件とは異なる自律神経の指標の振る舞いから、反応特異性が検出されたと考えられる。

11605.09 Hemisphere asymmetry and cardiovascular responses to the emotion-inducing film stimuli

Honda, Asako (*Graduate school, WASEDA University, Tokorozawa-shi, Saitama, JAPAN*)

Masaki, Hiroaki (Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Scienc) Yamazaki, Katuo (School of Human Sciences, WASEDA University)

The purpose of this study was to detect the relationship between hemisphere asymmetry and cardiovascular responses to emotional film stimuli. Both positive and negative conditions were designed to induce positive and negative emotional states, respectively. The control condition was also designed so as not to incite any emotional state. Three 10-min film stimuli were randomly presented to fifteen subjects while monitoring EEG, blood pressure (BP) and heart rate (HR). The results indicated that BP and HR increased during the negative condition and decreased during the positive condition, and that hemisphere asymmetry was found in negative emotion in the parietal regions.

感情喚起スライドに対する心臓血管系反応

- 本多麻子 (早稲田大学大学院人間科学研究科)
- 正木宏明 (日本学術振興会)
- 高澤則美 (科学警察研究所)
- 山崎勝男 (早稲田大学人間科学部)

目的

感情と心臓血管系反応に関する知見が一致しない理由は、実験刺激や実験手続きによるものといわれている。映像刺激として、動画と静止画を用いた場合でさえも、心臓血管系に異なる影響を及ぼすと指摘されている。本実験では、標準化された感情喚起スライド IAPS (International affective picture system; Lang et al., 1999) に対する心臓血管系反応について検討した。

方法

被験者：大学院生 14 名 (平均年齢 23.9±2.1 歳)。
 実験刺激：IAPS の感情価評定に基づき、快条件、不快条件、統制条件を設定した。各スライド呈示時間は 50 s とした。条件の呈示順序は、快→統制→不快と、不快→統制→快の 2 種類を設定した。
 記録方法：心電図 (ECG) は胸部誘導により T.C. 0.01 s, H.C. 100 Hz で導出した。血圧 (BP) はフィナプレス (オメダ社製) により、左手第 3 指に装着したカフから直流記録した。
 質問紙：スライド毎に、喚起された感情 (幸福、楽しみ、満足、怒り、恐怖、嫌悪、悲しみ、不安) の程度を VAS (visual analog scale) により評定させた。感情価、覚醒、支配性について、SAM (Self-assessment manikin; Lang et al., 1999) により 9 段階で評定させた。
 手続き：電極装着後、各スライド呈示後に行う質問紙の記入方法、実験中の体動抑制などを教示した。安静時記録を 3 min 間測定した後、実験を開始した。各条件終了後に 5 min 間の休憩をとった。
 分析方法：ECG ; R-R 間隔から心拍間隔 (IBI) を算出した。BP ; 収縮期血圧 (SBP), 平均血圧 (MBP), 拡張期血圧 (DBP) それぞれについて、安静時記録に対する変化率を算出した。VAS は最小値から被験者のプロット位置までを mm 単位で計測し、評定値とした (最大値 10)。刺激呈示後 10 拍の IBI 推移と、10 s 間の BP 変化率の推移をそれぞれ条件間で比較した。

VAS と SAM は項目毎の評定値を条件間で比較した。

結果

VAS と SAM の結果から、快条件と不快条件は共に標的感情を喚起した (いずれも $p < .01$)。本研究と IAPS 感情価評定の相関係数は .98 であり、高い相関がみられた ($p < .01$)。スライド呈示後 10 拍の IBI 推移について、条件(3)×時間(10)の 2 要因分散分析を行った結果、条件の主効果 ($F(2, 24)=3.70, p < .05$) と時間の主効果 ($F(9, 108)=6.59, p < .01$) が認められた (Fig. 1)。不快条件に IBI 延長 ($p < .05$) と、全条件に時間経過に伴う IBI 延長がみられた ($p < .05$)。スライド呈示後 10 s 間の SBP, MBP, DBP 推移について、それぞれ条件(3)×時間(10)の 2 要因分散分析を行った結果、MBP と DBP は時間の主効果に有意傾向がみられ ($p < .10$)、MBP と DBP の推移は減少傾向を示した。

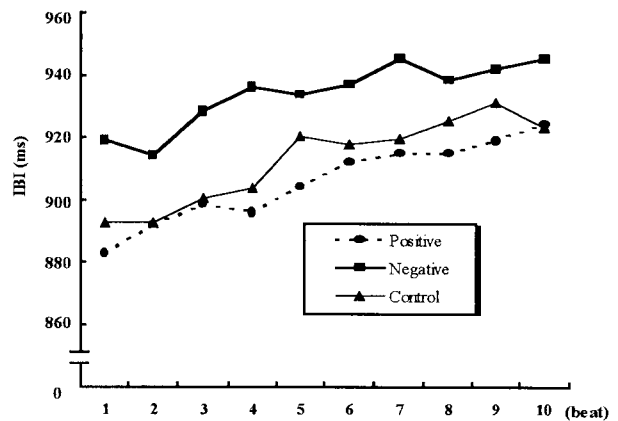


Fig. 1 Change in IBI (ms) after stimulus onset.

考察

質問紙の結果から、条件毎に標的感情の喚起が認められた。本研究の感情価評定と IAPS 感情価評定の相関は非常に高いことから、日本人に対する IAPS 使用の妥当性が示されたと考えられる。スライド呈示後、不快条件の IBI 延長が認められ、心拍低下が示された。また全条件に時間経過に伴う IBI 延長も認められた。MBP と DBP にも同様の傾向がみられた。したがって、不快条件ではスライドに対する定位反応が大であったといえる。不快条件は他条件よりもスライドに対してより多くの注意が配分されたことによるものと考えられる。

付記：本研究で用いた IAPS スライドの番号は以下であった；1274, 1440, 1710, 1750, 2070, 2209, 3010, 3053, 3063, 5001, 6150, 7020, 7050, 7090, 7100, 7550, 9320, 9405。

強度の異なる身体活動が快感情と大脳偏側性に及ぼす効果

○本多麻子

正木宏明

山崎勝男

(早稲田大学大学院人間科学研究科) (日本学術振興会) (早稲田大学人間科学部)

目的

運動に伴う快感情には主観的な運動強度の関与が指摘されており、遂行者自身が快適と感じる主観的な運動強度は、快適自己ペースと呼ばれている(橋本他, 1993)。快適自己ペースによる運動は再現性が高く、運動開始から5 min以内に快感情が生じ、運動終了後少なくとも30 min持続することなどが報告されている。運動に伴う感情変化は、前頭部脳波(EEG)の左右差からも検討されてきた。前頭部EEGの非対称性は α 帯域(8-13 Hz)パワ値の左右差により捉えられており、当該部位の賦活は α 帯域パワ値の減衰によって示される。Davidson(1992)によると、approach行動をもたらす快感情は左前頭部の相対的賦活に関係し、逆にwithdrawal行動をもたらす不快感情は右前頭部の相対的賦活に関係する。軽・中等度の運動強度よりも、70%VO₂maxといった比較的高い運動強度が、状態不安の低減に効果的であり、快感情をもたらすとする報告がある(Morgan, 1985; Petruzzello & Tate, 1997)。本研究では知見の一致がみられていない運動強度と快感情の関係を明らかにすることを目的とした。快適自己ペースと70%VO₂maxの異なる運動強度で自転車エルゴメータを遂行させ、それぞれに伴う感情変化と前頭部EEGの非対称性を検討した。快感情をもたらす主因が比較的高い運動強度であるならば、70%VO₂maxの方が快適自己ペースよりも運動後の不安低減と快感情の増大は大きく、左前頭部にEEGの賦活が期待される。また、快感情の持続時間も70%VO₂maxの方が延長すると予想される。一方、快感情をもたらす主因が快適自己ペース運動にあるならば、快適自己ペースの方が70%VO₂maxよりも運動後の不安低減と快感情増大は大きく、左前頭部EEGの賦活が予測される。

方法

被験者：常用手が右手の健康な男子大学生9名(平均年齢21.9±0.78歳)を対象とした。

実験課題：自転車エルゴメータによる15 minの運動であった。快適自己ペース条件では、被験者が最も快適と感じる主観的な運動強度で運動を行わせた。70%VO₂max条件は、被験者の最大HRと安静時HRを用いて算出されたHRを運動中維持する条件であった。

手続き：安静時記録を10 min測定した後、自転車エ

ルゴメータによる15 minの運動を行わせた。条件終了後、安静時記録を60 min測定した。質問紙は運動前、運動中、運動終了後に行った。快適自己ペース条件では主観的に最も快適であると感じる速さで運動を行うこと、70%VO₂maxでは自転車エルゴメータに装備されたパネル表示を手がかりに、予め推定されたHRを運動中維持すること、安静時の体動抑制などを教示した。

質問紙：STAI；運動前、運動終了時点、運動終了後15, 30, 45, 60 minの各時点で状態不安を測定した。主観的な運動強度(RPE)；0から最大までの13件法で運動中の各5, 7, 9, 11, 13, 15 min時点で測定した。MCL-3(mood check list-3)；快感情、リラックス感、満足感に関する23項目について7件法で、運動前と運動終了時点で測定した。MCL-S1(mood check list-short form 1)；MCL-3とSTAIに準じた10項目について7件法で評定させた。運動前、運動開始5, 10 min時点、運動終了時点、運動終了後15, 30, 45, 60 minの各時点で測定した。

記録方法：EEG測定部位はF3, F4とし、両耳垂結合を基準にT.C. 0.3 s, H.C. 30 Hzで導出した。垂直方向の眼電図はT.C. 3 s, H.C. 30 Hzで導出した。生理指標は磁気記録後、オフライン処理に供した。

分析方法：質問紙毎に、各測定時点について算出した項目毎の評定値を条件間で比較した。EEGはサンプリング周波数200 HzでA/D変換後、高速フーリエ変換(FFT)により、F3とF4の α パワ値(μ V)を算出した。 α パワ値は8 Hz以上9.5 Hz未満を $\alpha 1$ とし、同様に9.5-11.5 Hzを $\alpha 2$ 、11.5-13 Hzを $\alpha 3$ と分類した。解析対象は、運動前の安静時記録10 minと、運動終了後の5-15, 20-30, 35-45, 50-60 minの各区間とし、条件毎に各解析区間の α パワ値を左右で比較した。

結果

STAI：快適自己ペース条件と70%VO₂max条件の状態不安得点推移について、条件(2)×時間(6)の2要因分散分析の結果、時間の主効果が認められた($F(5, 40) = 4.72, p < .01$)。多重比較の結果、状態不安得点は運動前よりも運動終了後の全ての時点で低下した($p < .05$)。

RPE：両条件において条件(2)×時間(6)の2要因分析を行った結果、条件の主効果が認められ、70%VO₂max条件の方が快適自己ペース条件よりも主観的な運動強度は有意に高かった($F(1, 8) = 14.39, p < .01$)。

MCL-3: 快適自己ペース条件の運動前後のMCL-3得点について項目毎に t 検定を行った。運動後に評定値が増加した項目は、生き生きした、満足な、爽快な、はつらつした、頭が冴えた、明るいなどであった (いずれも $p < .05$)。したがって、運動直前と比較して運動直後に快感情が生じたと示された。一方、70%VO₂max 条件では、いずれの項目も運動前後に有意差はなかった。

MCL-S1: 両条件のMCL-S1得点推移について、項目毎に条件(2)×時間(8)の2要因分散分析を行った。交互作用が認められた項目は、生き生きしている ($p < .05$)、爽快な気分である、はつらつしている、すっきりしている (いずれも $p < .01$ 。以上、快感情因子)と、リラックスしている、ゆったりしている、落ち着いている、穏やかな気分である (いずれも $p < .01$ 。以上、リラックス感因子)であった。快感情因子の各項目について多重比較を行った結果、快適自己ペース条件では運動中に生じた快感情は運動終了後に消失し、一方、70%VO₂max 条件では運動終了後に生じた快感情が持続すると示された ($p < .05$)。リラックス感因子の各項目について多重比較を行った結果、70%VO₂max 条件の運動開始5, 10 min と運動終了時点は、いずれの時点よりも低かった ($p < .05$)。

EEG: 70%VO₂max 条件時の α パワ値の推移を Fig. 1 に示した。各解析区間で t 検定を行った結果、運動終了後5-15 min 区間の $\alpha 1$ と $\alpha 2$ パワ値はF3がF4よりも有意に減衰していた ($\alpha 1: t(8) = 2.38, p < .05$; $\alpha 2: t(8) = 2.74, p < .05$)。運動終了後20-30, 35-45, 50-60 min の各区間でもF3の $\alpha 2$ パワ値は、F4よりも有意に減衰して

いた (いずれも $p < .05$)。快適自己ペース条件ではいずれの測定区間にも α パワ値の左右差はなかった。

考察

快適自己ペース条件では運動中から運動終了時点にかけて快感情が生じ、運動終了後15 min以降に減少した。一方、70%VO₂max 条件では運動中に感情の変化はなかったものの、運動終了後15 min以降に快感情が生じ、運動終了後60 minまで維持された。質問紙の結果は、前頭部EEGの非対称性からも支持される。前頭部EEGは両条件ともに運動前安静時には非対称性が認められなかったにも関わらず、70%VO₂max 条件では運動終了後に左半球の相対的な賦活が認められた。 α 活動には10 Hzをピークとし広範囲に分布する広汎性成分と、8 Hzをピークとし中心部に局在する限局性成分がある。 $\alpha 2$ 帯域の非対称性が持続的に確認されたことから、前頭部EEGの非対称性は α 活動の広汎性成分の偏側性に由来したものと考えられる。

用いる運動の種類と強度、持続時間も考慮する必要がある。快適自己ペース運動としてランニングを用いた橋本他 (1993, 1995, 1996)と異なり、本研究では自転車エルゴメータの運動を用いたが、運動持続時間は同様に15 minとした。本研究の快適自己ペース条件の主観的運動強度は、RPEによると「弱い」から「やや強い」であり、橋本他 (1994, 1995)の主張する快適自己ペース運動の主観的強度に合致したため、知見の比較は可能と考えられる。したがって、本研究の結果から、快適自己ペースよりも、70%VO₂maxの方が運動終了後に快感情を長時間生じさせるものと結論づけられる。

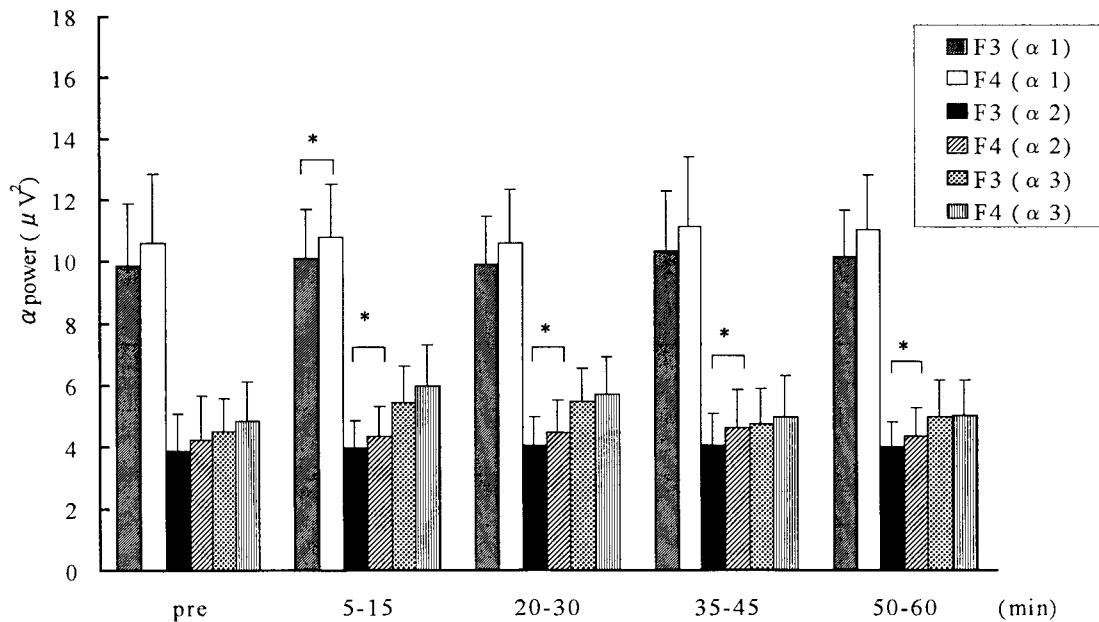


Fig.1 Change in α power (μV^2) during the condition of 70%VO₂max (* $p < .05$). The α power spectrum shows: $\alpha 1$ denotes 8 - 9.5 Hz, $\alpha 2$ does 9.5 - 11.5 Hz, and $\alpha 3$ does 11.5 - 13 Hz. Vertical bars show the standard errors.

体温と感情の関係性

○竹内成生 (早稲田大学大学院人間科学研究科)
 春木 豊 (早稲田大学人間科学部)
 山崎勝男 (早稲田大学人間科学部)

目的

これまで、感情と体温についての検討は比較的少ない。感情との関連性が高いと指摘されているのは上肢指尖温度および前額部皮膚温度である。しかし、体温と感情の関連性についての結果は一様ではないことが余語(1994)により指摘されている。本研究では体温と感情の関連について指摘した Zajonc (1985,1998) の VTEE 理論に基づき、感情と体温の関連を検討した。さらに本研究では前額部、上肢指尖の検討のみではなく、足指を含めた検討とした。

方法

被験者 大学生・大学院生 31 名 (男性 22 名, 女性 9 名, 年齢 23.5 ± 2.1 歳) とした。

実験環境 温度 $25.2 \pm 1.0^\circ\text{C}$ (湿度 $38.7 \pm 17.5\%$)

提示刺激 吸気温度刺激提示は冷氣噴出装置を用い、被験者に吸気させた。冷氣吸気条件の設定温度は 10°C とし、統制条件では室温とした。また、加温刺激はケースで覆われた加温器に被験者の手・足を置かせた。統制条件では、空のケースに被験者の手・足をおかせた。加温条件の設定温度は 40°C とした。以上の提示刺激の組み合わせによって 2 (吸気: 冷氣・室温) \times 2 (手加温・足加温) の 4 条件とした。

機材・材料・記録方法 顔面皮膚温度および指尖皮膚温度の測定は赤外線サーモグラフィ (NEC SAN-EI 6T67) を用いた。測定機器の温度分解能は 0.1°C であった。測定は時系列多点温度測定によるものとした。測定部位は前額部、頬 (大頬骨部位)、こめかみ、頸部、上肢指尖、足指とした。心理尺度には POMS を用いた。

手続き 被験者は入室後、10 分間の安静をとった。刺激提示中の姿勢を教示した後、7 分間のベース測定を行い、POMS に回答させた。刺激提示は 7 分間とし、終了時に POMS を回答させた。表面皮膚温度測定は、サーモグラフィを用い、 0.5Hz で取得した。各条件の提示は順序効果を相殺するためにランダムに組み合わせられた。

結果

サーモグラフィの結果から、刺激条件による表面皮膚温度変動が確認された (いずれも $p < .001$)。測定部位について検討した結果、前額部 ($F(4,150)=5.37$)、頬 ($F(4,150)=13.75$)、こめかみ ($F(4,150)=5.66$) の部位で刺激条件による差が認められた (いずれも $p < .001$)。刺激条件間での POMS 得点変化を検討した結果、A-H (怒り-敵意) において冷氣吸気・足指加温と常温吸気・足指加温の間に有意差 ($p < .05$) が認められた。また、F (疲労) において冷氣吸気・足指加温と常温吸気・足指加温に有意差傾向が認められた。ベースと刺激条件の差を検討した結果、冷氣吸気・足指加温条件で T-A (緊張-不安)、D (抑うつ) に有意差傾向が認められた。表面皮膚温度変動と POMS 得点変化の相関を検討したところ、冷氣吸気・足指加温条件において上肢指尖温度変動と V (活気) 以外の POMS 得点に弱い正の相関が認められた (いずれも $r \approx .4$, $p < .05$)。

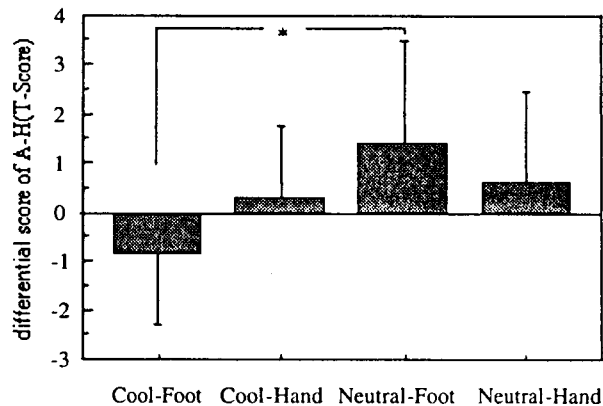


Fig.1 冷氣・足指加温条件と常温・足指加温条件における A-H 得点の変化 (*: $p < .05$)

考察

表面皮膚温度変動の結果から、提示刺激による表面皮膚温度変化は吸気による影響が強かった。冷氣吸気・足指加温条件での POMS 得点の A-H 低下、および T-A, D 低下傾向から、冷氣吸気・足指加温によりポジティブな情動が喚起されたと推察される。また、上肢指尖皮膚温度変化が冷氣吸気・足指加温状況下での気分変容との関係性を有することが示唆された。本実験の結果からは Zajonc, McIntosh や Ekman らが指摘した感情と体温の関係性を一部支持するものであった。しかし、体温と感情の関係性を検討するには、全身性の温度変動にまで検討を広げる必要があるように思われる。

感情喚起スライドに対する大脳半球の偏側性

○本多麻子 正木宏明 高澤則美 山崎勝男
 (早稲田大学人間科学部) (日本学術振興会) (科学警察研究所) (早稲田大学人間科学部)
 key words: 大脳偏側性, 感情, IAPS

目的

Approach - withdrawal モデルによれば, approach 行動をもたらす快感情は左前頭部脳波 (EEG) の相対的賦活に関係し, withdrawal 行動をもたらす不快感情は右前頭部 EEG の相対的賦活に関係し, 当該部位の賦活は, EEG の α 帯域 (8 - 13 Hz) パワ値減衰によって捉えられるといわれている. 本研究では感情喚起スライド IAPS (International affective picture system; Lang et al., 1999) を用いて, 感情喚起に伴う大脳半球の偏側性を検討した. また, 本研究の感情価評定と, IAPS の感情価評定の相関を調べることにより, 日本人に対する IAPS 使用の妥当性も検討した.

方法

被験者: 常用手が右手の健常大学院生 14 名 (平均年齢 23.9 ± 2.1 歳) を対象とした.

実験刺激: IAPS の感情価評定に基づき, 快条件, 不快条件, 感情を誘発しない統制条件を設定した. 各条件は 6 枚のスライドから構成され, 各スライド呈示時間は 50 s とした. スライドはプロジェクタを用いて, 被験者の前方 3.4 m に設置したスクリーン上に投射した. スライド呈示は条件毎にブロック化した. 条件の呈示順序は, 快→統制→不快と, 不快→統制→快の 2 種類を設定し, 半数の被験者をそれぞれに割り当てた.

質問紙: 各スライドによって喚起された感情 (幸福, 楽しみ, 満足, 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安) の程度を VAS (visual analog scale) によって評定させた. また, SAM (Self-assessment manikin; Lang et al., 1999) により, スライド毎に感情価, 覚醒, 支配性について 9 件法で評定させた.

記録方法: EEG は両耳垂結合を基準とし, F3, F4, C3, C4, P3, P4 より時定数 (T.C.) 0.3 s, 高域遮断周波数 (H.C.) 60 Hz で導出した. 眼電図 (EOG) は左眼窩上下縁部より T.C. 3 s, H.C. 30 Hz で導出した. 測定事象は磁気記録し, オフライン処理に供した. 本研究では, F3, F4 のみを分析対象とした.

手続き: 電極装着後, スライド呈示中の瞬目と体動の抑制, スライド呈示終了毎に喚起された感情に関する質問紙記入, 記入終了後にボタン押しを行うことなどを教示した. 安静時記録を 3 min 間測定した後, 実験を開始した. 各条件終了後に 5 min 間の休憩をとった. 3 条件終了後, 再び安静時記録を 3 min 間測定した後, 電極を外し, 内観報告を聴取した.

分析方法: EEG; 高速フーリエ変換 (FFT) によって, 条件毎, 部位毎の α 帯域パワ値 (μV^2) を算出した. 質問紙; VAS は, 「全く感じない」から被験者のプロット位置までを mm 単位で計測し, 評定値とした (最大値 10). α 帯域パワ値は, 条件および部位 (前頭部, 中心部, 頭頂部) 毎に t 検定を行った. VAS と SAM は, 各評定値を条件間で比較した. さらに, 本研究の感情価評定と, IAPS の感情価評定の相関を調べた.

結果

質問紙: VAS; 感情毎に 1 要因分散分析を行った結果, 全ての感情で条件間の差が認められた (いずれも $p < .01$). 幸福, 楽しみ, 満足の評定値は快条件 > 統制条件 > 不快条件の順に高かった (いずれも $p < .01$). 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安は, 不快条件の評定値が快条件と統制条件よりも高かった (いずれも $p < .01$).

SAM: 感情価評定は, 快条件 > 統制条件 > 不快条件の順に高かった ($p < .01$). 不快条件の覚醒は快条件と統制条件よりも

高く評定された ($p < .01$). 快条件と統制条件の支配性は, 不快条件より高く評定された ($p < .01$). 本研究と IAPS の感情価評定の相関を調べた結果, 相関係数は .98 であり, 高い正の相関が認められた ($F(1, 16) = 368.4, p < .01$).

EEG: 各条件の前頭部 EEG の α 帯域パワ値を Fig. 1 に示した. 条件毎に左右の α 帯域パワ値を比較した結果, 快条件と不快条件の F3 は F4 よりも有意に小であった (いずれも $p < .05$). したがって, 快条件と不快条件では, 左前頭部の相対的賦活が認められた. 統制条件では α パワ値に差はなかった.

考察

質問紙の結果から, 快感情 (幸福, 楽しみ, 満足) は, 3 条件間で弁別され, 評定値は快条件, 統制条件, 不快条件の順に高かった. 一方, 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安は, 快条件と統制条件よりも, 不快条件で有意に喚起された. EEG レベルでは, 快条件と不快条件で左前頭部の賦活を示す大脳半球の左右差が確認された. 感情価に関わらず, 感情喚起スライドは左前頭部 EEG の賦活を引き起こしたと考えられる. この結果は, 快感情は左前頭部 EEG の賦活に, 不快感情は右前頭部 EEG の賦活にそれぞれ関係するという従来の知見に合致しない. 感情喚起刺激として用いた IAPS は, 生理系よりもむしろ, 被験者の主観的変化に関わる評価系により大きな影響を及ぼすものと考えられる.

本研究の感情価評定と, IAPS の感情価評定には非常に高い相関がみられた. IAPS は欧米人を対象として標準化されたものであるが, 本研究で選択した IAPS に限っては, 日本人に対しても感情喚起刺激として有効であると考えられる.

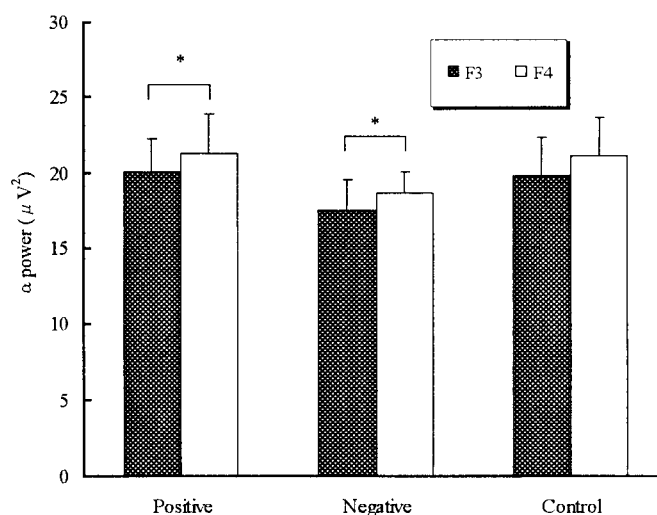


Fig.1 α power of frontal region in each condition (* $p < .05$).

引用文献

Lang et al. 1999 International affective picture system (IAPS): instruction manual and affective ratings. The center for research in psychophysiology, University of Florida.

(HONDA Asako, MASAKI Hiroaki, TAKASAWA Noriyoshi, YAMAZAKI Katuo)

感情の三次元に基づいた基本情動の評価

— 身体心理学の研究(65) —

○ 竹内 成生¹ 菅村 玄二² 春木 豊³ 山崎 勝男³

¹(早稲田大学人間科学研究科) ²(University of North Texas) ³(早稲田大学人間科学部)

key words: 情動, 表情, 感情の三次元説

【目的】

Wundt(1896)は、快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩を、感情の3つの独立した次元と考えていた。これらの次元は、一般的に感情と呼ばれるものよりも、より漠然とした身体感覚にも近い印象を受ける。しかし、怒り・悲しみ・嫌悪・喜び・驚き・恐れの基本情動に生物学的基盤があるのなら、怒りや驚きといったラベリングされた単位よりもむしろ、プリミティブな変化として捉えやすいと考えられる。また、認知派の研究者が主張するように、感情が基本要素の集合体であるとしても、その要素にWundtの3次元が関連していないとは言い切れない。

そこで、本研究では、「感情の三次元説」の有効性を検証するため、快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩という3次元が、基本情動とどのような関係をもつのかということ調査することを目的とする。

【方法】

調査対象者 大学生78名(男性39名,女性39名),平均年齢21.7±1.0歳であった。

調査方法

調査用紙: 快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩の各項目について両端を「非常に感じる」とした長さ11cmの直線上に、縦線を記入させるビジュアル・アナログ形式を用いた。

手続き: Picture of Facial Affect (Ekman & Friesen,1976)による各情動表情のスライドを呈示し、「このスライドの人物はどのような状態であるか」について回答させた。なお、本調査で用いたスライドは、怒り・悲しみ・嫌悪・喜び・驚き・恐れの基本情動および中性表情とした。

分析

1. 調査から得られた回答について各情動を独立変数とし、快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩を従属変数とした分散分析をおこなった。
2. 快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩について3次元の独立性を検討するために相関を求めた。
3. 各情動の相互関係を検討するため多次元尺度による布置およびクラスター分析をおこなった。

【結果】

分散分析の結果、快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩のいずれにおいても情動要因による差が認められた(快-不快: $F(6,539)=126.5, p<.001$,興奮-沈静: $F(6,539)=55.9, p<.001$,緊張-弛緩: $F(6,539)=51.1, p<.001$)。多重比較の結果、情動間において快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩のそれぞれにおいて有意差が認められた($p<.01$)。

快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩における相関についての結果は以下に示すとおりであった。不快-快と緊張-弛緩に弱い正の相関($r=.33, p<.001$)、興奮-沈静と緊張-弛緩の間に中程度の正の相関($r=.62, p<.001$)が認められた。

多次元尺度法による各情動の布置図をFig.1に示した。怒りと嫌悪、中性と驚きが近接した空間上に配置された。クラスター分析からも同様な結果が得られ、幸福が最も離れた距離関係に配置された(Fig.2)。

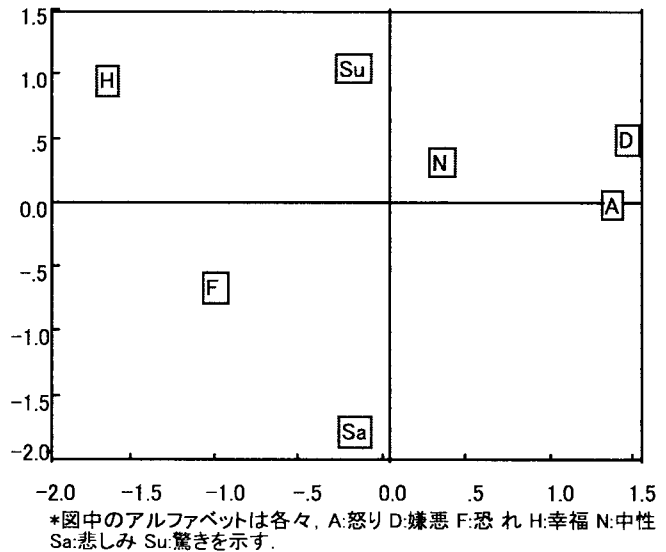


Fig.1多次元尺度法による情動の布置図

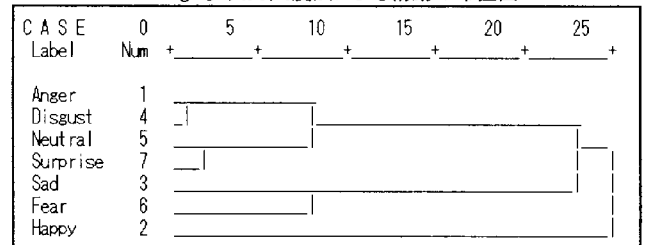


Fig.2情動のデンドログラム

【考察】

分散分析の結果から、Wundtの「感情の三次元」の要素である快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩を用いて基本情動を評価することは有効であると思われる。

しかしながら、快-不快、興奮-沈静、緊張-弛緩における相関関係からは、3つの次元の関係が直交する3次元であるとはいえず、むしろRusselに代表される表情知覚の2次元モデルに近い結果となった。このことから、多次元尺度法・クラスター分析を用いた結果をRussel(1980)の情動円環モデルと比較したところ、怒りと嫌悪の位置関係のみが同様であった。驚きと中性表情の布置や、幸福が他の情動と離れた位置関係となった理由として、中性表情の評価の偏り、表情の次元モデルが単純な2次元ではないなどが挙げられる。また、幸福表情が他の表情に比べて異質であることを示したことから、情動の円環性を支持するものではなかった。

本研究からは「感情の三次元説」を支持するには至らなかったが、指標としての有効性は示された。今後の展望として、対象者を更に増やしての検討、情動を表す単語から受けるイメージや、自己の情動評価などをWundtの「感情の三次元」を用いて、更に検討をおこなっていく必要がある。

(TAKEUCHI Shigeki, SUGAMURA Genji, HARUKI Yutaka, YAMAZAKI Katuo)

感情喚起スライドに対する心臓血管系反応 (2)

○本多 麻子 (早稲田大学人間科学部)
正木 宏明 (日本学術振興会)
高澤 則美 (科学警察研究所)
山崎 勝男 (早稲田大学人間科学部)

目的

標準化された感情喚起スライド IAPS (international affective picture system; Lang et al., 1999)を用いた先行研究 (本多他, 2001)では, 不快スライド呈示に伴う心拍間隔 (IBI)の延長を認めた. しかしながら, 同一カテゴリの感情価スライドをブロック呈示したため, 被験者は呈示スライドを予測できる事態であった. そこで本研究では, ランダム呈示によりスライドの感情価に対する予測性を排除したうえで心臓血管系反応を調べた.

方法

被験者: 大学院生 15 名 (平均年齢 23.3±1.8 歳).

実験刺激: 本多他 (2001)で用いたスライド 18 枚について, 快・不快・統制スライドを各 2 枚ずつ含む 3 群に分類した. 各群について, 快・不快・統制スライドの呈示順序はカウンターバランスした. 各スライド呈示時間は 30 s とした.

記録方法: 心電図 (ECG)は胸部誘導により時定数 0.01 s, 高域遮断周波数 100 Hz で導出した.

質問紙: スライド毎に, 喚起された快感情 (幸福, 楽しみ, 満足)と, 不快感情 (怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安)の程度を VAS (visual analog scale)により評定させた. 感情価, 覚醒, 支配性について, SAM (Self-assessment manikin; Lang et al., 1999)により 9 段階で評定させた.

手続き: 電極装着後, 各スライド呈示後に行う質問紙の記入方法, 実験中の体動抑制などを教示した. 安静時記録を 3 min 間測定した後, 実験を開始した. 各条件終了後に 3 min 間の休憩をとった.

分析方法: ECG の R-R 間隔から IBI を算出した. VAS は最小値から被験者のプロット位置までを mm 単位で計測し, 評定値とした (最大値 10). スライド呈示後 10 拍の IBI 推移, および VAS と SAM の項目毎の評定値をそれぞれスライドの感情価間で比較した.

結果

VAS と SAM の結果から, 快・不快スライドは共に標的感情を喚起した ($ps < .01$). VAS による快感情と SAM の感情価評定は, 快>統制>不快スライドの順に

高かった ($ps < .01$). VAS による不快感情の評定値は, 不快スライドが快・統制スライドよりも高かった ($ps < .01$). スライド呈示後 10 拍の IBI 推移について, 感情価(3)×時間(10)の 2 要因分散分析を行った結果, 感情価の主効果 ($F(2, 24)=15.3, p < .01$)と時間の主効果 ($F(9, 108)=3.75, p < .01$)が認められた (Fig. 1). 多重比較の結果, 不快スライドの IBI は, 快・統制スライドよりも延長した ($ps < .01$). いずれの感情価のスライドにおいても時間経過に伴う IBI 延長がみられた ($ps < .05$).

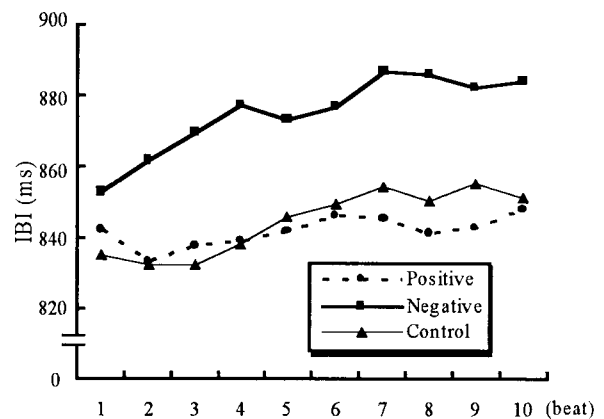


Fig. 1 Change in IBI (ms) after stimulus onset.

考察

質問紙の結果は本多他 (2001)に合致した. 快感情は各感情価のスライド呈示時で弁別され, 評定値は快, 不快, 統制スライドの順に高かった. 一方, 不快感情の評定は不快スライド呈示時に高く, 快・統制スライド呈示時には弁別できなかった. IBI の結果もまた, 本多他 (2001)に合致した. 不快スライド呈示時に IBI 延長が認められ, 心拍低下が示された. いずれのスライド呈示にも時間経過に伴う IBI 延長が認められた. 不快スライドに対して配分された注意が定位反応を有意に大きくしたものと考えられる. したがって, 被験者の予測とは無関係に, 感情価そのものが主観的評価と心臓血管系指標に影響を及ぼすものと示された.

引用文献

本多他 2001 感情喚起スライドに対する心臓血管系反応 生
理心理学と精神生理学, 19, 140.

Lang et al., 1999 International affective picture system (IAPS):
instruction manual and affective ratings. The center for
research in psychophysiology, University of Florida.

本研究の一部は, 2001 年度早稲田大学特定課題研究助成費
(課題番号 2001A-902 研究代表者 本多麻子)の補助を得た.

感情喚起スライドが脳波の偏側性に及ぼす影響

○本多麻子 (早稲田大学人間科学部) 正木宏明 (日本学術振興会) 高澤則美 (科学警察研究所) 山崎勝男 (早稲田大学人間科学部)
key words: 大脳偏側性, 感情, IAPS

目的

感情と前頭部脳波 (EEG) について, approach 行動をもたらす快感は左前頭部 EEG の相対的賦活に関係し, withdrawal 行動をもたらす不快感情は右前頭部 EEG の相対的賦活に関係するといわれている. 当該部位の賦活は, EEG の α 帯域 (8-13 Hz) パワー値減衰によって捉えられてきた. 感情喚起スライド IAPS (International affective picture system; Lang et al., 1999) を用いた先行研究 (本多他, 2001a) では, 快感喚起条件と不快感情喚起条件で左前頭部の賦活を示す EEG の左右差が確認された. しかしながら, 同一カテゴリの感情価スライドをブロック呈示したため, 被験者は呈示スライドを予測できる事態であった. そこで本研究では, ランダム呈示によりスライドの感情価に対する予測性を排除したうえで, 感情喚起に伴う前頭部 EEG の偏側性を調べた.

方法

被験者: 常用手が右手の健常大学生及び大学院生 15 名 (平均年齢 23.3 ± 1.8 歳).

実験刺激: IAPS の感情価評価に基づき, 快, 不快, 統制スライドを各 6 枚選択した後, 各感情価のスライドを 2 枚ずつ含む 3 群に分類した. 各群について, 快, 不快, 統制スライドの呈示順序はカウンターバランスした. 各スライドの呈示時間は 30 s とした. スライドはプロジェクタを用いて, 被験者の前方 3.4 m に設置したスクリーン上に投射した.

質問紙: 各スライドによって喚起された感情 (幸福, 楽しみ, 満足, 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安) の程度を VAS (visual analog scale) によって評定させた. また, SAM (Self-assessment manikin; Lang et al., 1999) により, スライド毎に感情価, 覚醒, 支配性について 9 件法で評定させた.

記録方法: EEG は両耳垂結合を基準とし, F3, F4, C3, C4, P3, P4 より時定数 (T.C.) 0.3 s, 高域遮断周波数 (H.C.) 60 Hz で導出した. 眼電図 (EOG) は左眼窩上下縁部より T.C. 3 s, H.C. 30 Hz で導出した. 測定事象は磁気記録し, オフライン処理に供した. 本研究では, F3 と F4 のみを分析対象とした.

手続き: 電極装着後, スライド呈示終了毎に喚起された感情に関する質問紙記入, 記入終了後にボタン押しを行うこと, スライド呈示中の瞬目と体動の抑制などを教示した. 安静時記録を 3 min 間測定した後, 実験を開始した. 各群終了後に 3 min 間の休憩をとった. 3 群終了後, 再び安静時記録を 3 min 間測定した後, 電極を外し, 内観報告を聴取した.

分析方法: EEG; 高速フーリエ変換 (FFT) によって, スライドの感情価・部位毎の α パワー密度 ($\mu V^2/Hz$) を算出した. 本多他 (2001b) に従い, 8 Hz 以上 9.5 Hz 未満を $\alpha 1$, 同様に 9.5-11.5 Hz を $\alpha 2$, 11.5-13 Hz を $\alpha 3$ と分けた. **質問紙:** VAS は, 「全く感じない」から被験者のプロット位置までを mm 単位で計測し, 評定値とした (最大値 10). α パワー密度は, 感情価・帯域毎に左右で対応のある t 検定を行った. VAS と SAM は, それぞれ各評定値を感情価間で比較した.

結果

質問紙: VAS; 各感情 (幸福, 楽しみ, 満足, 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安) について 1 要因分散分析を行った結果, 全ての感情でスライドの感情価による差が認められた ($ps < .01$). 楽しみ, 満足, 幸福の評定値は快 > 統制 > 不快スライドの順に高かった ($ps < .01$). 怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安は, 不快スライドの評定値が快・統制スライドよりも高かった ($ps < .01$).

SAM; 感情価評定は, 快 > 統制 > 不快スライドの順に高かった ($p < .01$). 不快スライドの覚醒は快・統制スライドよりも高く評定された ($p < .01$). 快・統制スライドの支配性は, 不快スライドより高く評定された ($p < .01$).

EEG: 感情価・部位・帯域毎の α パワー密度を Table 1 に示した. 当該部位の α パワー密度を比較した結果, 快スライドでは $\alpha 1$ と $\alpha 2$ において, F3 が F4 よりも有意に小であった ($ps < .05$). 不快スライドと統制スライドでは, $\alpha 2$ と $\alpha 3$ において, F3 が F4 よりも有意に小であった ($ps < .05$). したがって, 感情価に関わらず, 左前頭部の相対的な賦活が認められた.

Table 1 □ power density ($\mu V^2/Hz$) of frontal region in each emotion valence (** $p < .01$, * $p < .05$)

		$\alpha 1$ (8-9.5)	$\alpha 2$ (9.5-11.5)	$\alpha 3$ (11.5-13) (Hz)
P	F3	0.887	0.869	0.559
	F4	0.924	0.906	0.608
N	F3	0.851	0.834	0.531
	F4	0.882	0.874	0.574
C	F3	0.891	0.902	0.596
	F4	0.920	0.949	0.651

Note: P, Positive slide; N, Negative slide; C, Control slide

考察

質問紙の結果は, 本多他 (2001a) の知見に合致した. 快感 (幸福, 楽しみ, 満足) は, 感情価間で弁別され, 評定値は快, 統制, 不快スライドの順に高かった. 一方, 不快感情 (怒り, 恐怖, 嫌悪, 悲しみ, 不安) は, 快と統制スライドよりも, 不快スライドで有意に喚起された. したがって, 被験者の予測の有無とは無関係に, 感情価そのものが主観的評価に影響を及ぼすものと考えられる.

前頭部 EEG について, 感情価に関わらず, 左前頭部の賦活を示す EEG の左右差が確認された. 従来の知見によると, 快感は左前頭部 EEG の賦活に, 不快感情は右前頭部 EEG の賦活にそれぞれ関係するという. 本多他 (2001b) は, 快感とリラックス感に随伴する前頭部 EEG は, $\alpha 1$ や $\alpha 3$ の帯域成分よりも, α 波の中心周波数である $\alpha 2$ 帯域の偏側性に求められることを明らかとした. 本研究の結果から, 被験者の予測の有無は, 感情喚起に伴う前頭部 EEG の偏側性に異なる影響を及ぼすとはいえないものと示唆された.

引用文献

- 本多他 2001a 感情喚起スライドに対する大脳半球の偏側性 日本心理学会第 65 回大会発表論文集, pp. 71
本多他 2001b 強度の異なる運動が感情と脳波の偏側性に及ぼす効果 生理心理学と精神生理学, 19, 217-225.
Lang et al., 1999 International affective picture system (IAPS): instruction manual and affective ratings. The center for research in psychophysiology, University of Florida.

本研究の一部は, 2001 年度早稲田大学特定課題研究助成費 (課題番号 2001A-902 研究代表者 本多麻子) の補助を得た.

(HONDA Asako, MASAKI Hiroaki, TAKASAWA Noriyoshi, YAMAZAKI Katuo)

情動表情および情動語の評価に関する検討

○ 竹内 成生¹ 菅村 玄二² 春木 豊³ 山崎 勝男³

¹(早稲田大学人間科学研究科) ²(University of North Texas) ³(早稲田大学人間科学部)

key words: 情動語, 表情, 感情の三次元説

【目的】

感情については、心理学でも古くから議論の対象になってきたが、その測定が困難なこと、および、その概念が明確でないことから、今日でも統一的な見解はない。このような状況にあつて竹内ほか(2001)は、Wundt(1896)の感情三次元説を再評価し、表情スライド(Ekman & Friesen, 1976)を用いて、基本6情動を測定するという試みを行なった。その結果、怒り・悲しみ・嫌悪・喜び・驚き・恐れ of 表情によって、快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩の三次元に違いが認められ、指標としての有効性が示唆された。

本研究では、感情の三次元が尺度として有用かどうかをさらに検証するため、表情ではなく、情動語を用いて調査する。つまり、表情を用いて基本情動を呈示する場合とその表情が表わす情動を言葉によって呈示する場合とを比較する。これによって、感情の三次元の尺度としての信頼性と各次元要素の関係性を検討する。

【方法】

調査対象者

大学生78名(男性39名,女性39名),平均年齢21.7±1.0歳であった。

調査方法

調査用紙:快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩の各項目について両端を「非常に感じる」とした長さ11cmの直線上に、縦線を記入させるビジュアル・アナログ形式を用いた。

手続き:各情動語を呈示し、「あなたが以下に示した言葉の表情であるとき、どのような状態であるか」について回答させた。なお、本調査で用いた情動語は、怒り・悲しみ・嫌悪・喜び・驚き・恐れの6情動とした。

分析

1. 調査で得られた回答について各情動語を独立変数とし、快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩を従属変数とした分散分析をおこなった。
2. 快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩について各次元の独立性を検討するために相関を求めた。
3. 各情動の相互関係を検討するため多次元尺度による布置をおこなった。
4. 各々の分析結果を竹内ほか(2001)で得られた結果と比較検討した。

【結果】

分散分析の結果、快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩のいずれにおいても情動語間に差が認められた(快-不快: $F(5,462)=368.8, p<.001$, 興奮-沈静: $F(5,462)=37.6, p<.001$, 緊張-弛緩: $F(5,462)=65.8, p<.001$)。多重比較の結果、快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩のそれぞれにおいて有意差が認められた($p<.01$)。

快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩における相関については、以下に示すとおりであった。快-不快と緊張-弛緩に弱い正の相関($r=.35, p<.001$)、興奮-沈静と緊張-弛緩の間に弱い正の相関($r=.38, p<.001$)が認められた。

多次元尺度法による各情動語の布置関係は恐れと怒り, 悲しみと嫌悪が近接した空間上に布置され、喜びが他の情動と離れた位置に布置された。

本研究で得られた快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩の得点と竹内ほか(2001)で得られた得点について、対応する情動ごとに相関関係を検討したところ、相関は認められなかった。

多次元尺度法による比較の結果、情動表情と情動語の喜び・悲しみ・驚き・怒りの布置関係が同様であった(Fig.1)。

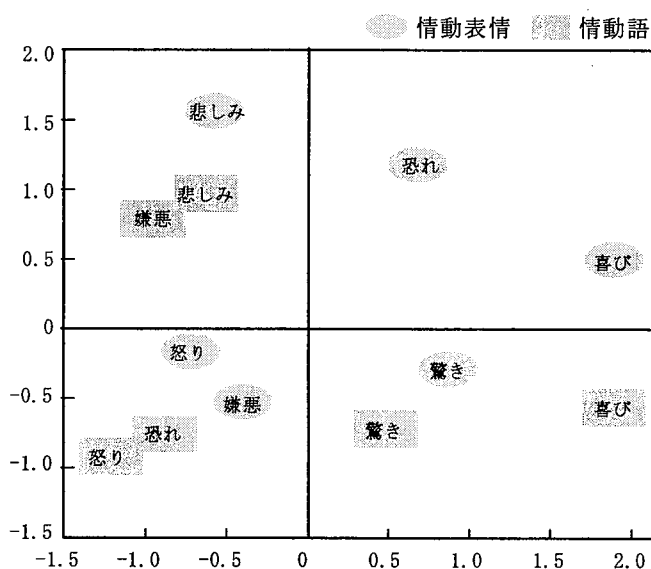


Fig.1 多次元尺度法による布置

【考察】

分散分析の結果から、Wundtの「感情の三次元」の要素である快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩を用いて基本情動を評価することは有効であると思われる。しかし、快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩における相関関係から、各次元は直交する3次元ではないことが示された。

また、本研究と竹内ほか(2001)の結果との相関関係からは、情動表情と表情を示す情動語において快-不快, 興奮-沈静, 緊張-弛緩の各次元要素の変化に一致は認められなかった。しかし、多次元尺度法による位置関係からは、6情動のうち4情動について対応が認められた。このことから、3つの次元要素は、個々の変化が直接、情動に関与しているのではなく、変化の総和が各情動に関与している可能性が示唆された。

本研究からは「感情の三次元説」を支持するには至らなかったが、指標としての有効性が示された。今後の展望として、対象者を増やし、各次元要素の相互関係を明らかにしていくものとする。また、他者および情動語の評価検討に加え、自己の情動評価への利用可能性についても検討を重ねていくものとする。

(TAKEUCHI Shigeki, SUGAMURA Genji, HARUKI Yutaka, YAMAZAKI Katuo)