

ラップトップコンピュータによる パーソナリティ評定時の気分状態と前頭脳血流の揺らぎ

松田 浩平・佐藤 恵美

In personality tests, various factors, including the test environment, an individual's physiological responses, and psychological elements, can influence behaviors related to personality assessment. Even mentally and physically healthy individuals may experience variations in reaction times and stress responses due to factors such as impatience, anxiety, interest, or boredom. These influences depend on the assessment's circumstances, question content, and item count. Additionally, concentration and stress reactions during self-reflection can affect physiological indicators, like brain activity in the frontal lobe, which is critical for regulating brain function.

Recent advancements in experimental equipment enable the measurement of personality assessment processes and intra-individual factors. This study explores the impact of informed consent during experiment recruitment and mood states established through rapport-building before experiments. Researchers analyze how these factors affect fluctuations in cerebral blood flow values in the prefrontal cortex using Hemoencephalography (HEG), focusing on ethical considerations in psychological experiments that utilize physiological indices.

As the results reveal that participants' mood states were influenced by rapport-building. Notably, moderate mood states, whether high or low, were found to be optimal for participant performance. In conclusion, quantitative data underscore the significance of ethical considerations for experimental participants, not only for moral reasons but also for enhancing measurement accuracy.

脚注

本稿は「基盤研究C 20K03380 生理・行動指標を用いた実験的方法による性格特性と性格類型の相互作用に関する研究」による研究の一部である。本報告では、生理指標を用いる心理実験における倫理的配慮について定量的に確認した。

序論

自己理解のためパーソナリティ検査を実施する場合は、回答者が自分の特性を知りたいという動機づけがあるため虚構尺度や建前回答が高得点にはならない(村上&村上, 1996)。しかし、就職試験など自分のパーソナリティ特性が他者に参照されるような場合には、社会的望ましさによって虚構尺度の得点が上昇する(登張, 2007)。また、感覚処理感度は、「中枢神経系の感度の向上と、身体的、社会的、感情的刺激のより深い認知処理」を含む、気質またはパーソナリティ特性とされる。この特性は、「新しい状況で「チェックするために一時停止」する傾向、微妙な刺激に対する感度の向上、対処行動を採用するためのより深い認知処理戦略の関与によって特徴付けられる。このため、感覚処理感度の高さによって、検査や実験によるストレス反応が変動するため、それ自体も個人を特徴付ける特性の一つと考えることもできる(高橋, 2016)。さらに、パーソナリティ検査における自己評定は、実施方法や提示法など外的要因によって結果が変化する。これは、実施時のさまざまな環境的要因が、個人内の生理的反応にある程度、パーソナリティ評定の一連の行動に影響を与えることが考えられる。さらに、心身共に健康な個人であっても、評定時の場の状況や質問の内容や項目の多さなどによって、焦りや不安、興味深さや退屈さなどの心理的要因によって、反応時間や測定によるストレス反応に影響を与える(Sato & Matsuda, 2021)。このように質問紙検査によるパーソナリティ測定には、恣意的に回答することができるため、その結果のフィードバックや利用の状況により社会的望ましさによる回答の歪みから逃れることができないという宿命がある。いっぽうで回答者が自己理解のため回答へ動機づけられた場合には、自己申告の内容を集計した単なるセルフレポートに過ぎず、客観的に評価できる指標化という批判を払拭することはできない(Costa Jr, P. T., et al, 2005)。

このような理由から、質問紙調査のようなセルフレポートではなく行動指標や生理指標を用いた心理検査や測定の重要性が指摘されるようになってきた。心理特性のうち、パーソナリティ、感情や動機づけと関わる特性は、社会的価値、社会的評価をはじめ評定者との利益相反の有無などに影響を受けやすい。たしかに、虚構尺度や建前回答による回答の正確性のチェックは可能である。しかし、ある回答者の結果で虚構尺度の得点が高い場合は、その回答が恣意的であったり自己内省を反映していなかったりを意味するだけであり、正しく回答した場合の特性を反映する尺度得点を推定することまではできない。その回答を利用できない。つまり、回答者の状態や、質問紙検査が行われる目的や状況によっては、質問紙によるパーソナリティ測定は信頼性と妥当性が担保されない(Tuulia M. Ortner, et al, 2015)。

そのため質問紙検査によらないパーソナリティの測定が試みられてきた。この中でも反応時間は、刺激が与えられてから反応が観察される間に含まれる、生理学的な反応や精神的な作用遅延の複雑な合計を意味した近似的な値であるため古くから心理的測定で用いられてきた(Chocholle, 1963)。パーソナリティ評定語を用いた選択反応時間の測定や質問項目への回答時間の測定などは古くから行われてきた。これらの実験にはプロジェクション式タキストスコープや制御用のコンピュータなどの大がかりな装置を必要とした。当時の実験では、これらの研究はあくまでも物理刺激と心理的反応における法則定率的な研究の範疇でありパーソナリティ測定のような個性記述的

な心理測定ではなかった。しかし、2000年頃からいわゆるパーソナルコンピュータでも心理実験が可能となり状況が変化した。実験心理学的手法による個性記述的なパーソナリティ測定では、紙筆式性格検査で用いられるパーソナリティ評定語を用い、聴覚提示の直後に視覚提示し、その同異判断に要する反応潜時を測定することで、パーソナリティ特性のうち外向性と情緒安定性について個人特性の抽出に成功した (Sato & Matsuda, 2009)。反応時間は、複数の生理的反応や精神的反応の合計であることから個人差が大きい。言い換えれば反応時間は個人ごとに一般的傾向を持ち個人特性値としての反応時間内で変動が起きることを意味している。そのため、条件ごとに個人間平均を用いて比較しても、個人差が大きく条件による変動を上回り特徴を検出することができない (Sato & Matsuda, 2012, 2016)。そこで、主要な個人内変動要因を連立させ方程式を解くことにより反応時間の個人内変動係数を基準に判断時間増加モデルを導くことができた。これによって、反応時間による個性記述的なパーソナリティ測定への道筋を拓いた (Matsuda & Sato, 2019)。

反応時間の測定では実験参加者に、より正確により早く反応することを求めるため課題に対する集中度が必然的に求められる。このような場合には、集中度やストレス反応が前頭葉の脳活動など生理指標で表される個人内要因に少なからず影響を与えたと考えられる。前頭前野は前頭連合野とも呼ばれ、脳の活動性の調節に重要な役割を果たしている。この脳部位は、記憶や学習と深く関連し、ワーキングメモリー、反応抑制、行動の切り替え、プランニング、推論などの認知・実行機能に加えて、高次な情動・動機づけ機能とそれに基づく意思決定過程も担うとされている。このような脳活動の測定にはシールド室内での脳波計やfMRI (functional magnetic resonance imaging) のような大規模な機器を必要としていた。しかし、最近では実験機器の発展により、大規模な装置を用いなくてもパーソナリティ評定のプロセスや評定時の個人内要因も測定することが可能になってきた。なかでも、近接赤外線イメージングによる脳活動の指標として、Hemoencephalography (HEG) が注目されている。近接赤外線 (nIR: Near Infrared) による HEG は、最初はバイオフィードバックの手法として開発された (Toomim H, 2000)。これによれば、脳運動として特定の脳部位における局所脳血中酸素濃度 (rCBO2: degree of oxygen saturation oxygen saturation) が実験参加者の心理状況による亢進や鎮静を脳生理学的に測定した。非侵襲的な赤外分光法とよばれる赤色光と近接赤外線の吸収率によって酸化ヘモグロビンと脱酸化ヘモグロビンのモル比による脳血流のグラフィックアナログである HEG が、rCBO2の指標として有効であることを示した (Toomim H, et.al, 2005)。HEG は、近赤外分光法 (Nirs: Near Infrared Spectroscopy) を利用した計測であり、皮下への浸潤や身体的な負荷を与えず、試薬や消耗品を使用しない成分測定法であるため実験参加者への負担が少ないとされている。その原理は、近赤外領域と呼ばれる800~2500nmの光を測定対象物に照射し、その吸収された波長に統計手法を駆使することで他成分を同時に測定できる。このような、Hemoencephalography とは、Hemo (血液: blood), encephalo (脳: brain), graphy (計測: measurement) を意味する用語として脳波計や脳電図 (EEG: electroencephalograph) に推する生理指標を示す術語として定義された (Siever 2008)。HEGの測定方法は、額にバンドをまいて前頭前野の血流を計測するもので、EEG (脳波計) よりも筋電のアーチファクトを受けにくく、瞬き、表情の変化による影響も受けにくい。身体の向き、上からの明りの影響は受けるため、

バンドの上から黒いニット帽などを用いて遮光する。測定は前頭前野で行われるが、この部位は、リスク管理、予測や計画や意志決定に大きな役割を果たす。それだけではなく、酸化ヘモグロビンと脱酸化ヘモグロビンのモル比は瞬時値で表示されるため、対象の部位について連続して経時的に血流量の増減を記録することができるという利点がある（図1）。



図1 バイタルモニタとHEGセンサーを用いた実験場面

これまで述べてきた理由から筆者らは、「生理・行動指標を用いた実験的方法による性格特性と性格類型の相互作用に関する研究（科研費 基盤研究C 20K03380）」として、2012年度よりの「生理・行動指標によるパーソナリティの実験心理学的研究（科研費 基盤研究C 24530846）」に引き続き継続的に研究を進めてきた。これらの実験的研究では、反応時間とHEGの測定を主たる指標として用いてきた。これらの参加者は、実験者と1対1の対面で実験に参加した。面接や質問紙検査とは異なり、生理機器の装着に加えて、反応時間の測定のため合計で720回以上のラップトップコンピュータで提示される聴覚刺激と視覚刺激へのキー押し反応が求められる。そのため1回の実験に要する時間は反応の早さにより個人差はあるが、60～90分に及ぶ。実験参加者には募集段階で実験の概要と所要時間を説明し、十分なインフォームドコンセント、実験参加中でも中断可能であることなどの確認をした上で実施して2,000～3,000円の報酬を支払った。しかしながら、実験参加者への負担を最小化してはいるが時間的経過を含め気分の変化を生じさせている。このような謝礼は、医療に於ける治験研究では誘導的な結果を導くことを避けるため被験者負担軽減費（subject reimbursement payment）と呼ぶように改められている。日本では、厚生労働省により「治験を円滑に推進するための検討会」で1998年～1999年にかけて検討され、被験者負担軽減費は、交通費を含み適正額として1回あたり7,000～10,000円を上限とする範囲とするよう指針が示されている（厚生労働省 1999）。心理学の領域では特に決まりはないが、概ね拘束時間に対してパートタイム労働賃金相当に上乗せした額とされる傾向があると筆者らは考えている。謝金もしくは被験者負担軽減費を伴いつつ

も実験参加によって気分状態が損なわれないかどうか、気分と生理指標との関係について明らかにすることは研究計画の妥当性との関連を含めて有意義なことであると考えた。そこで本研究では、生理指標を含む実験的研究への参加者の気分状態が実験開始前と実験終了後でどのような違いがあるか気分評定により検討することとした。

気分の測定は、心理尺度を用いることとした。心理学では、人間の情動を気分や感情・情緒といった主観的側面からアプローチする。ことを目的に、1950年代終わりから1960年代初めにかけ米国でPOMS (profile of mood states) の開発がすすめられ (Albrecht & Ewing, 1989), 日本では1994年に日本語への翻訳と信頼性、妥当性の検証が行われ初版 (短縮版30項目) が刊行された (Yokoyama K, et.al, 1990)。その後、米国ではPOMS初版の改訂が行われ、2012年にPOMS2 (Heuchert & McNair, 2012) が刊行された。これに伴い、日本においても横山によってPOMS2の日本語への翻訳、標準化、信頼性・妥当性の検証が行われた (横山和仁, 渡邊一久, 2015)。日本では2012年よりPOMSからPOMS2 (短縮版35項目) への切り替えが始まり2020年からはPOMS2に統一された。本研究では、基盤研究C 24530846との互換性を考えたが、版の切り替え時期にさしかかりPOMS初版が絶版となったためPOMS (短縮版) とPOMS2 (短縮版) が混在してそれぞれ項目数と質問文が多少異なっている。しかし、総合的気分状態をあらわすTMD (Total Mood Disturbance) 得点についてはPOMS初版とPOMS2で互換性が保証されている (横山和仁, 2017)。POMS/POMS2は医療場面を含め、広く使われ気分障害の指標として実績が高い。

目的

本研究では実験参加によるラップトップコンピュータによるパーソナリティ評定作業時の前頭前野の脳血流についてHEGを用いてパーソナリティ評定条件による変動を測定し実験前後における気分の変化との関連を検討する。特に本報告では、パーソナリティ評定に影響を与えられ考えられるストレス反応について心理的気分尺度を用いて評価する。実験開始前の気分がHEGの変動パターンの個人差によって実験終了後にどのように変化したのかを明らかにする。そこで、実験参加に向けた気分状態の指標であるTMDと実験中の前頭脳血流の状態であるHEGについて次のような仮説を設定した。

仮説1 実験参加には十分な説明を行っているのでTMDがHEGに影響を与えない

仮説2 TMDにより前頭脳血流の揺らぎ幅が異なりHEGの変動推移が異なる

これらの仮説を検証することを通じて、比較的心的負荷が大きな反応時間実験に参加するときの気分状態と前頭脳血流の変化について考察する。

方法

<実験期間>2022年5月-12月

<実験参加者>分析対象61名 (欠損値1名), 男性29名, 女性33名 (欠損値=1で, 32名)。なお欠損値は実験中に発生した機器不調によるものでPOMSや前半の生理指

標については結果が得られている。

＜実験参加者への倫理的配慮＞

都内および東北地方の大学生に対して、実験内容についてパンフレットを作成し謝金の支払いを含めて説明し参加者の募集を行った。応募してきた参加希望者に対して事前に書面による実験内容を口頭で読み上げながら項目ごとに説明を行った。特に実験に参加することを希望しても直前にキャンセルすることや実験開始後に中断することも可能であること、中断した場合でも謝金を支払うことなども説明した。そのうえで、実験参加者の希望に基づいて実験参加日時を決定した。

本研究計画は日本心理学会および国際応用心理学会（The International Association of Applied Psychology）の倫理要項に沿って科研費申請書作成の段階で実験計画を立案した。さらに、科研費申請時の平成31年（2019年）4月3日付けで東北文教大学倫理審査委員会の承認を得た。なお実際に科研費が受理されたのは翌年の平成32年度（2020年度）からであった。また、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、直ちに対面実験を開始することができずに実験開始が2022年度からとなっている。

＜実験刺激＞主要5因子性格検査のもとになった性格特性語から、各因子につき4語を抽出し、合計で5因子×4語の20語を刺激語として使用した。また、練習試行として3語を用いた（表1）。

表1 反応時間測定で使用した刺激語

| カテゴリー | | 刺激語 | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 練習試行 | | 正直な | 素直な | 冷静な | |
| 主要5因子 | 外向性 | 積極的 | 社交的 | 消極的 | 控えめな |
| | 誠実性 | 親切的な | やさしい | 頑固な | けちな |
| | 協調性 | 有能な | 誠実な | だらしない | 頼りない |
| | 情緒安定性 | 気楽な | 落ち着いた | 怒りっぽい | 心配性 |
| | 知性 | 知的な | 利口な | 保守的 | 単純な |

＜実験器具＞

＜反応時間測定と実験制御＞ E-prime 3.0 on the laptop computer (HP250G7-MBN9F81S, Windows 10) during the three PC sessions.

＜脳血流＞ Vital Monitor ProComp SA7700/SA7500 (Thought Technology Ltd, Canada), HEG-Sensor MediTECH.

＜唾液アミラーゼ＞ Salivary Amylase Monitor (ニプロ; 27B1X00045000073, Osaka, Japan) .

＜質問紙＞ 5因子性格検査 (村上 & 村上, 2017), 日本語版BIS/BAS尺度 (上出ら, 2005), POMSまたはPOMS2 (横山ら, 2015)

＜実験手続き＞説明を含め90分以内とするため実験そのものは約50～70分で終了するように設定した。

1. 実験説明と承諾書, POMSまたはPOMS2
2. HEGの実験機器装着

3. 質問紙による主要5因子性格検査
4. 唾液アミラーゼ測定 (30秒)
5. 閉眼 (3分)
6. PC評定 (Phase-1, Phase-2, Phase-3)
 - 1) 練習試行 (単純反応試行と同様)
 - 2) 単純反応試行 (Phase-1) : 注視点 (500ms) を提示後, 黒丸 (700ms) を提示した。この黒丸提示時に音声刺激が提示された。このときの音声刺激は, 視覚刺激と同様に, 主要5因子性格検査の各4語, 合計20語を聴覚・視覚刺激として使用し, 被験者ごとにランダムに配置した。被験者は聴覚刺激と視覚刺激の単語が同じならばYes, 聴覚刺激と視覚刺激の単語が異なっているならばNOを押すように教示を与えた。YES/NOの反応キーを押すと, 視覚刺激としてシャープを3つ提示してマスキングし, 終了とした。この手続きを, 聴覚刺激と視覚刺激が同じ刺激となる40試行と, 聴覚刺激と視覚刺激が異なる刺激60試行, 各2回計200試行を繰り返し, 聴覚・視覚刺激に対する反応を形成させた。

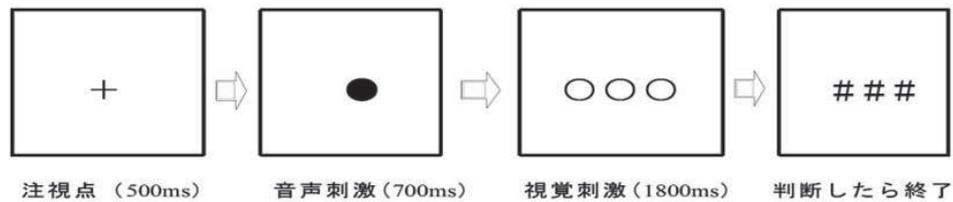


図2 単純反応試行 (Phase-1) のブロックダイアグラム

- 3) 性格評定試行 (Phase-2) : 視覚刺激で注視点 (500ms) を提示後, 黒丸 (500ms) を提示した。音声刺激は提示なしとした。次に, 特性語20語を視覚刺激としてランダムに提示した (3000ms)。被験者は, 視覚刺激の単語が自分に当てはまると思ったらYesを押し, 自分の性格に当てはまらないと思ったらNoを押すように教示を与えた。Yes/Noの反応キーを押すと, 視覚刺激としてシャープを3つ提示してマスキングし, 終了した。この手続きを被験者ごとにランダムに配置し, 100試行を行った。

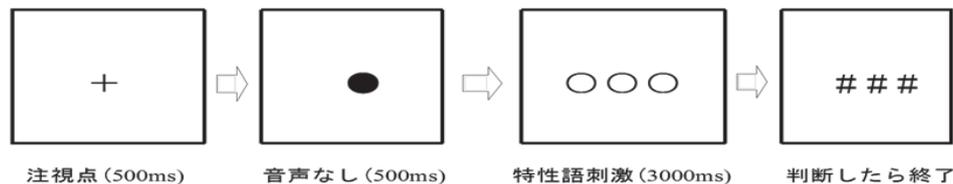


図3 性格評定試行 (Phase-2) のブロックダイアグラム

- 4) 文章評定試行 (Phase-3) : 視覚刺激で注視点 (500ms) を提示後, 黒丸 (500ms) を提示した。音声刺激は提示なしとした。次に, 「あなたは～ですか?」の文章に, 20語を当てはめる文章刺激を視覚刺激としてランダムに提示した (3000ms)。被験者は, 視覚刺激の単語が自分に当てはまると思ったらYesを押し, 自分の性格に当てはまらないと思ったらNoを押すように教示を与えた。YES/

Noの反応キーを押すとシャープを3つ提示してマスキングし、終了した。この手続きを被験者ごとにランダムに配置し、64試行を行った。

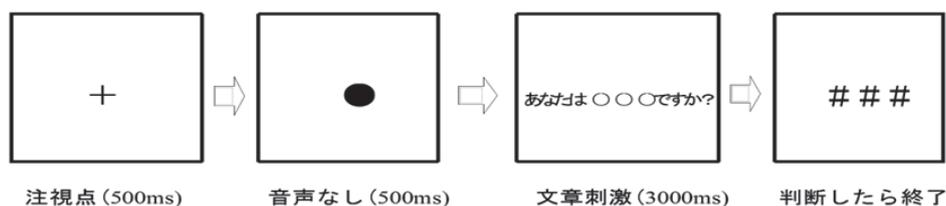


図4 文章評定試行 (Phase-3) のブロックダイアグラム

7. 質問紙：Self-Control Scale, BIS/BAS尺度日本語版
8. 唾液アミラーゼ (30秒)
9. 実験機器の取り外しとお礼, 謝金 (都内大学では気分侵害の補償の意味もあり2000円相当のクオカードを手渡しとした。東北地区の大学では事務取扱制度の違いによる会計手続きの制約により、後日事務局経由で現金にて支払い)。

<結果の処理>

これらの手続きのうち、本稿で分析に使用する指標は、POMS/POMS2による実験開始前の総合的気分状態と各条件に於けるHEGに限定した。このような拘束時間60分程度の実験参加による心的負担は唾液アミラーゼの変化から確認することができた (Sato, E., & Matsuda, K., 2021)。本稿は生理指標と行動指標による謝金を伴う実験を前にした気分状態を質問紙検査であるPOMS/POMS2によって測定し、実験中のHEGの変動に影響を与えるかどうかの確認でもある。

POMS/POMS2より得られた気分状態尺度得点であるTMDについて、得点分布をもとに下位25% (Q 1) と上位25% (Q 3) を分割点として3分類した。TMD得点より下位25%を沈静 (Stabil) 群, 上位25%を高揚 (Exultant) 群, ほかは中間 (middle) 群と分類してTMD得点群とした。各実験区間におけるHEGの算術平均による区間平均と、その区間内での変動係数を区間変動係数として求めた。

測定値を区間内で平均化すると瞬時値の揺らぎが反映されない。一般的には区間内の標準偏差が指標になる。しかし、絶対値から見た場合の瞬時値変化は測定上の精度とも関わり平均値の大きさによって標準偏差も影響を受けるため瞬時値の揺らぎを示す係数としては変動係数 (CV: Coefficient of Variance) が一般的である。変動係数は、区間標準偏差を区間平均で除した瞬時値の揺らぎの割合を示す値であるため百分率 (%) 表示とした。

よって、TMD得点群を独立変数として、HEGの区間平均およびHEGの区間変動係数を従属変数とする一要因分散分析を行い仮説1と仮説2について評価・検討した。

結果

全参加者62名によるTMDの値は、最小値の-19から最大値の+45まで分布していた。正規分布としての判断基準として歪度 (skewness) が0.79と0.5より大きく、尖

度 (kurtosis) が1.85と2.5~3.5の間に入っておらず、得点分布を見る限りに於いて対称性は保証されてはいるが平均値付近に得点が集中しており正規分布として見なすことはできなかった。そのため相関分析や回帰分析を用いることは不適切と判断した。参考までに算術平均は6.8, 標準偏差11.0であった。そこで, TMDの四分位偏差を求めた。その結果, Q 2 (中央値) は5.0であり, Q 1 (下位25%) は1.0, Q 3 (上位25%) は11.0であった。POMS2のマニュアルによれば通常の状態ではTMD得点は, 標準得点が40~60 (つまり $\pm 1 \sigma$ の範囲) とするとき概ね0~40点の範囲である。実験者とラポールが成立して落ち着いた状態では10点未満になるとされている。このことから, 実験前の書面を示しながらの口頭説明や実験者による機器の説明のあと, 殆どの実験協力者が落ち着いて実験に参加してくれたことを示していた。最も高い参加者でも45点であり標準得点でも61であるため実験参加によって気分状態を必要以上に高揚させてはいなかった。

TMD得点の四分位偏差をもとに, 得点が11点以上の参加者を高揚 (Exultant) 群, 得点が1点以下の参加者を沈静 (Stabil) 群, そのほかの中間値を示す参加者を中間 (middle) 群と分類した。

TMD得点による分類結果は, 高揚 (Exultant) 群で18名 (男性9名, 女性9名), 中間 (middle) 群では26名 (男性12名, 女性14名), 沈静 (Stabil) 群は18名 (男性8名, 女性10名) であった。性差は想定していないが, 念のため確認したがTMD得点群について性差は認められなかった ($\chi^2(2) = 0.11, p = 0.94$)。

仮説1にもとづきHEGの区間平均と区間標準偏差をTMD得点群ごとに求めた。その結果を表2に示した。

表2 TMD得点の高中低による実験区間ごとのHEG (モル比)

| TMD 得点群 | | 実験区間(Session) | | | | | | |
|----------------|--------|---------------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | | Total | Big Five | Eye Close | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | BIS/BAS |
| 高揚 Exultant | データ数 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 |
| | 区間平均 | 127.8 | 127.8 | 124.6 | 128.1 | 127.2 | 127.2 | 132.0 |
| | 区間標準偏差 | 26.0 | 25.7 | 25.3 | 27.6 | 26.9 | 27.1 | 26.6 |
| 中間 middle | データ数 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 区間平均 | 133.0 | 136.8 | 135.0 | 131.5 | 130.3 | 130.2 | 138.2 |
| | 区間標準偏差 | 35.5 | 36.7 | 36.1 | 36.0 | 35.7 | 35.6 | 36.1 |
| 沈静 Stabil | データ数 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 |
| | 区間平均 | 126.6 | 128.6 | 128.4 | 125.9 | 126.3 | 125.5 | 130.4 |
| | 区間標準偏差 | 42.0 | 42.7 | 43.1 | 42.3 | 41.8 | 42.2 | 41.3 |

表2によれば, 実験参加時の気分が高揚も沈静もしておらず中間的な状態の参加者がHEGの値が高いようにも見えたが標準偏差も大きく断定はできなかった。

したがって, TMD得点群 (Exultant, middle, Stabil) を独立変数として全区間および各実験区間のHEGを従属変数として一要因分散分析を行った。全区間 (Total) では $F(2, 58) = 0.21, p = 0.82$, 質問紙である主要5因子性格検査への回答中 (Big Five) では $F(2, 58) = 0.43, p = 0.65$, 閉眼安静3分 (Eye Close) では $F(2, 58) = 0.47, p = 0.63$, 単純反応試行 (Phase 1) では $F(2, 58) = 0.13, p = 0.87$, 性格評定試行 (Phase 2) では $F(2, 58) = 0.08, p = 0.92$, 文章評定試行 (Phase 3) では $F(2, 56)$

=0.09, $p=0.91$, 質問紙であるBIS/BASへの回答中(BIS/BAS)では $F(2,58)=0.30, p=0.75$ と全てで有意差は認められなかった。全ての区間において下位検定を行い確認したが有意差は全て認められなかった。

併せて、TMD得点群(Exultant, middle, Stabil) × Session(Big Five回答中, 閉眼安静3分, Phase 1, Phase 2, Phase 3, BIS/BAS回答中)を独立変数としHEGの区間平均を従属変数とする一般線形化モデルによる二要因分散分析を行った。ここでも同様に、主効果TMD得点群では $F(2,364)=1.26, p=0.28$, 主効果Sessionでは $F(5,346)=0.27, p=0.93$, 交互作用でも $F(10,346)=0.05, p=0.99$ と全ての条件で有意差は認められなかった。

この結果から、仮説1の実験参加には十分な説明を行っているのでTMDの状態差がHEGに影響を与えないことが確認された。

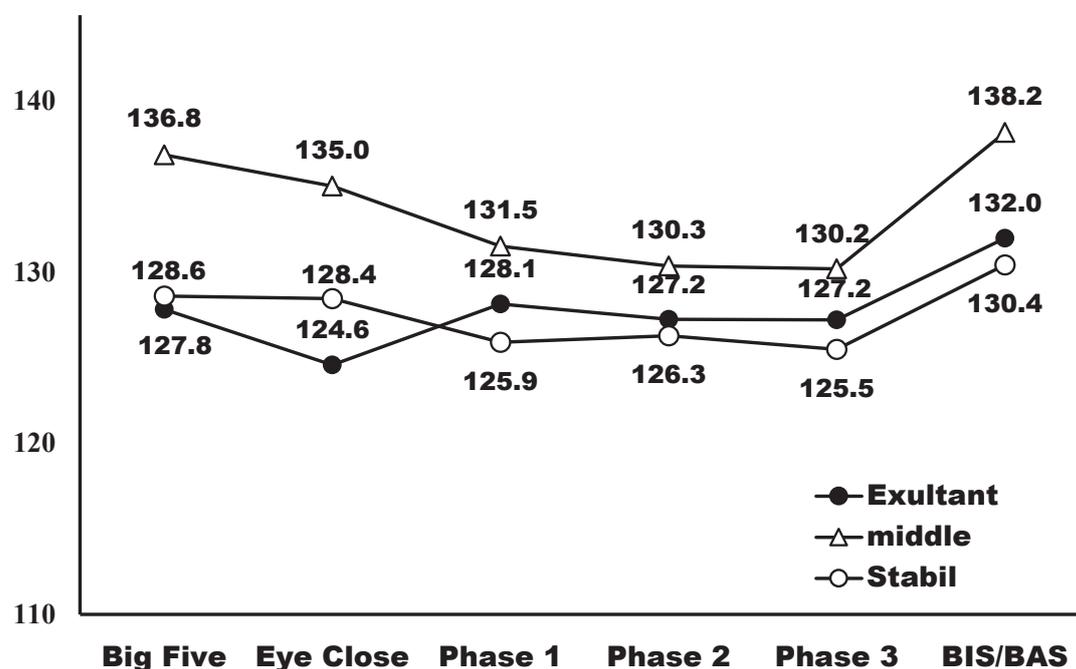


図5 実験前の気分状態によるHEGの実験区間に於ける変化

※一般的にHEGは、集中して作業している場合には120以上を示す(Toomim H, et.al 2005)。参加者が集中して実験課題に取り組んでいることが示されている。

この前頭脳血流は、記憶や学習と深く関連し、ワーキングメモリー、反応抑制、行動の切り替え、プランニング、推論などの認知・実行機能に加えて、高次な情動・動機づけ機能とそれに基づく意思決定過程も深く関わるため、毎回のキー押しや刺激語によって変動することが予想される。しかし、HEGは脳波のように時間分解能が低く刺激を受けてから前頭脳血流に反応が生じるまで30~90秒の潜時がある。キー押し反応ごとのHEGの計測までは実験精度ともかかわり測定はできないが、区間内の変動の程度によって比較することは可能である。HEGの変動係数について、区間平均と区間標準偏差をTMD得点群ごとに求めた。

表3 TMDの高中低による実験区間ごとのHEGの変動係数 (%)

| TMD 得点群 | | 実験区間(Session) | | | | | | |
|----------------|--------|---------------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | | Total | Big Five | Eye Close | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | BIS/BAS |
| 高揚 Exultant | データ数 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 |
| | 区間平均 | 6.34% | 4.22% | 3.33% | 3.38% | 2.93% | 3.30% | 4.47% |
| | 区間標準偏差 | 2.74% | 3.09% | 1.88% | 1.78% | 1.65% | 2.22% | 2.20% |
| 中間 middle | データ数 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 区間平均 | 5.12% | 3.22% | 1.93% | 2.10% | 2.01% | 1.98% | 2.84% |
| | 区間標準偏差 | 3.72% | 2.58% | 1.33% | 1.10% | 1.43% | 1.15% | 1.84% |
| 沈静 Stabil | データ数 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 |
| | 区間平均 | 5.29% | 2.70% | 2.54% | 2.89% | 2.95% | 2.17% | 2.83% |
| | 区間標準偏差 | 2.83% | 2.31% | 1.52% | 1.60% | 2.10% | 1.18% | 2.36% |

そこで、TMD得点群 (Exultant, middle, Stabil) を独立変数として全区間および各実験区間のHEGの変動係数を求めて一要因分散分析を行った。全区間 (Total) では $F(2,58) = 0.83$, $p = 0.44$, 質問紙である主要5因子性格検査への回答中 (Big Five) では $F(2,58) = 1.51$, $p = 0.23$, 閉眼安静3分 (Eye Close) では $F(2,58) = 4.17$, $p = 0.02$, 単純反応試行 (Phase 1) では $F(2,58) = 4.16$, $p = 0.02$, 性格評定試行 (Phase 2) では $F(2,58) = 2.17$, $p = 0.12$, 文章評定試行 (Phase 3) では $F(2,56) = 4.02$, $p = 0.02$, 質問紙であるBIS/BASへの回答中 (BIS/BAS) では $F(2,58) = 3.84$, $p = 0.03$ と全区間と主要5因子性格検査への回答中以外の区間に於いて5%水準でHEGの変動係数に有意が認められた。下位検定 (5%水準) の結果より、閉眼安静3分と単純反応試行 (Phase 1) では高揚 (Exultant) 群と中間 (middle) 群で有意差を認めた。文章評定試行 (Phase 3) では特定のTMD得点群で示した気分状態間に有意差は認められなかった。下位検定 (5%水準) の結果より、BIS/BASへの回答中 (BIS/BAS) では、高揚 (Exultant) 群と中間 (middle) 群および高揚 (Exultant) 群と沈静 (Stabil) 群で有意差が認められた。

併せて、TMD得点群 (Exultant, middle, Stabil) × Session (Big Five回答中, 閉眼安静, Phase 1, Phase 2, Phase 3, BIS/BAS回答中) を独立変数としてHEGの変動係数を従属変数とする一般線形化モデルによる二要因分散分析を行った。主効果TMD得点群では $F(2,364) = 14.12$, $p < 0.0001$ と有意差が認められた。下位検定の結果から、危険率5%未満で有意差が認められたのは、高揚 (Exultant) 群 - 沈静 (Stabil) 群, 高揚 (Exultant) 群と中間 (middle) 群であった。主効果Sessionでは $F(5,346) = 2.91$, $p = 0.01$ と有意差が認められた。下位検定の結果から危険率5%未満で有意差が認められたのは、Big Five回答中 - 閉眼安静3分, Big Five回答中 - Phase2, Big Five回答中 - Phase2, Big Five回答中 - Phase3, BIS/BAS回答中 - 閉眼安静3分, BIS/BAS回答中 - Phase2, BIS/BAS回答中 - Phase3の7通りの組合せであった。交互作用は $F(10,346) = 0.68$, $p = 0.74$ と有意差は認められなかった。

この結果から、TMDの状態差により前頭脳血流の揺らぎ幅が異なりHEGの変動推移が異なるという仮説2も支持された。

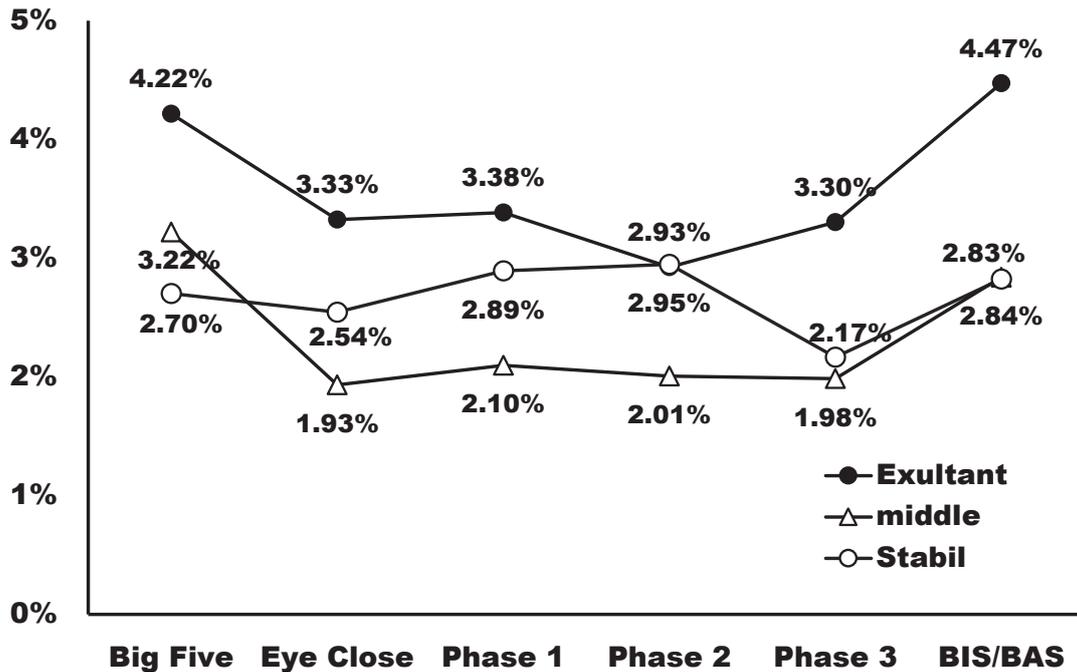


図6 実験前の気分状態によるHEGの実験区間に於ける変動量の推移

※変動係数は区間ごとの平均値に対する標準偏差の割合を占めている。この値が高いほどHEGが計測時間単位内で変動していることを示している。

一般的にHEGの変動係数が5%を超えるようでは安定した測定とは考えられない。その理由は、実験計画における仮説検証の有意水準を5%に設定していたためであった。図6によれば、実験開始後はHEGから示される前頭脳血流の変動係数として測定値の揺らぎが認められ、実験参加者は少し落ち着かない状態であっただろうが5%未満の範囲に収まっていた。このようなHEGの揺らぎは実験進行とともに安定することが示された。最初の主要5因子性格検査や最後のBIS/BASにおいてHEGの区間平均ならびに変動係数が上昇していた。これらのSessionは何れも質問紙への回答である。コンピュータから提示される刺激への反応場面ではHEGの区間平均ならびに瞬時値の揺らぎを示す変動係数は低めであった。

考察

自律神経系や感情と関係が深い生理指標は気分状態によって変動する。そのため生理指標を用いる実験では、実験参加者への十分なインフォームドコンセントにより実験参加における安全性を維持しつつ信頼形成による安心感の確保が重要と考えた。本稿では、実験参加前の気分状態が主要な生理指標とどのように関係するかを検討した。これは、一般的に生理指標を用いた実験では個人差が大きく不安定であるとの指摘が多いためである。そのため本稿では、実験結果実施にあたってその妥当性を実験参加者へ過剰な負荷を与えていないかという倫理的側面を実験参加前の気分状態と実験中の脳血流の変化から定量的に検討した。

仮説1より、HEGの時間分解能との関係もあるが実験場面 (Session) における

HEGの変化は、気分状態によって変わることはなく安定していた。このことから、本実験は実験参加者に不快感や苛立ちなどを与えることなく実施できたと判断した。また実験者は、実験終了後にHEGについては、コンピュータディスプレイで遷移グラフを実験参加者とともに確認し、実験者がデータをどのように利用するかについても説明した。全ての参加者が実験終了後もデータの提供について同意を示してくれた。

仮説2より、実験参加前の気分がやや高揚気味の実験参加者においては、許容範囲ではあるものの前頭脳活動の細かい時間内での変動が大きめであることを示した。かといって、気分が鎮静している場合でも気分が中庸な場合よりも高くなっていた。このことから、あまりに落ち着いた状態では実験課題や提示される刺激に反応するため気分をある程度は高揚させる必要を認める結果であった。

以上のことから、バイタルセンサの身体装着を求める実験にあたっては、1) 参加者募集段階から実験概要と所要時間の説明を行うこと、2) 実験者は実験参加者に対して実験前にも改めて書面を指さしながら説明を行うこと、3) 実験開始後でも中断することは可能であることをはじめとするインフォームドコンセントが測定値に与える影響として瞬時値の揺らぎに関係することが認められた。また、実験前のラポールとインフォームドコンセントの成立を気分感情の測定によって確認することができた。

実験にあたって、実験参加者の気分感情は、高揚していたり沈静していたりするとHEGで示される前頭脳血流の瞬時値に揺らぎを生じさせていた。中間群のTMD得点範囲から推定すると、実験者と実験参加者の関係は「落ち着いた状態で静かに日常的な会話を楽しむ程度」までラポール形成ができれば実験参加者に過剰な負担感を与えることなく生理指標の測定を伴う実験が可能であることを示した。また時間的拘束や実験参加・協力への労力は適切な謝金によって負担軽減費用として相殺できることが示された。

結論

結論として、実験参加者への倫理的配慮は、単に道徳的理由のみならず、測定される数値の精度向上のためにも重要であることが定量的データによって示された。

謝辞

本研究はJSPS科研費「基盤研究C 20K03380 生理・行動指標を用いた実験的方法による性格特性と性格類型の相互作用に関する研究」の助成を受けたものです。

参考・引用文献

1. Albrecht, R. R., & Ewing, S. J. (1989). Standardizing the administration of the Profile of Mood States (POMS) : Development of alternative word lists. *Journal of Personality Assessment*, 53 (1), 31-39.

2. Chocholle, R. (1963). 反応時間. 現代心理学, 87-185. (Chocholle, R. : Le temps de reaction, leur utilisation possible en audiologie. Ann. Otolaryng., 71; 379, 1954 より引用)
3. Costa Jr, P. T., Bagby, R. M., Herbst, J. H., & McCrae, R. R. (2005). Personality self-reports are concurrently reliable and valid during acute depressive episodes. Journal of affective disorders, 89 (1-3), 45-55.
4. Heuchert, J. P., & McNair, D. M. (2012). Profile of Mood States 2nd Edition™.
5. 上出寛子, カミデヒロコ, & 大坊郁夫. (2005). 日本語版 BIS/BAS 尺度の作成. 対人社会心理学研究, 5, 49-58.
6. 厚生労働省 (1999). 「治験を円滑に推進するための検討会」報告書について (概要) https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/1106/h0625-1_15.html (平成11年6月29日 報道発表資料/2023年9月8日閲覧)
7. Matsuda, K., & Sato, E. (2019). Classification of Participants Based on Increase–Decrease Rate Model of Reaction Time to Personality Trait Words. Behavioral Sciences, 9 (12), 155.
8. Murakami 村上宣寛, & 村上千恵子. (1997). 主要5因子性格検査の尺度構成. 性格心理学研究, 6 (1), 29-39.
9. Murakami 村上宣寛, 村上千恵子, & 三訂版主要. (2017). 因子性格検査ハンドブック 性格測定の基礎から主要5因子の世界へ.
10. Sato, E., & Matsuda, K. (2009). An experimental study on the relationship between reaction time and personality traits: the differences in reaction time by the personality trait terms. Japanese Journal of Applied Psychology, 34, 72-81.
11. Sato, E., & Matsuda, K. (2012). Variance Trend in Reaction Time for Personality Traits: Personality Traits of Version and Emotional Stability. Japanese Journal of Applied Psychology, 38, 92-100.
12. Sato, E., & Matsuda, K. (2016). The feature of the reaction time for performing personality self-rating: conditions by personality trait terms and by sentence. Japanese Journal of Applied Psychology, 42, 8-15.
13. Sato, E., & Matsuda, K. (2021). Stress Response and Personality Traits based on Salivary Amylase Changes in Personality Rating. Journal of Psychology and Behavioral Science 9 (2), 54-62.
14. Siever, D. (2008). Applying audio-visual entrainment technology for attention and learning (Part 3). Biofeedback magazine, 31 (4).
15. 高橋亜希. (2016). Highly Sensitive Person Scale 日本版 (HSPS-J19) の作成. 感情心理学研究, 23 (2), 68-77.
16. 登張真穂. (2007). 社会的望ましさ尺度を用いた社会的望ましさ修正法——その妥当性と有効性. パーソナリティ研究, 15 (2), 228-239.
17. Toomim H. (2000). A report of preliminary data: QEEG, SPECT, and HEG; Targeted treatment positions for neurofeedback. In Applied Psychophysiology and Biofeedback, 25 (4), 253-254.
18. Toomim H, Mize W, Kwong PC, Toomim M, Marsh R, Kozlowski GP, Kimball M, Rémond A. (2005). Intentional increase of cerebral blood oxygenation using

- hemoencephalography (HEG) : An efficient brain exercise therapy. *Journal of Neurotherapy*, 8 (3), 5-21.
19. Tuulia M. Ortner (ed), Fons J. R. Van De Vijver (ed) (2015) *Behavior-Based Assessment in Psychology: Going Beyond Self-report in the Personality, Affective, Motivation, and Social Domains*, Hogrefe & Huber Pub. ISBN: 978-0889374379.
 20. Yokoyama, K., Araki, S., Kawakami, N., & Takeshita, T. (1990). Production of the Japanese edition of profile of mood states (POMS) : assessment of reliability and validity. [日本公衆衛生雑誌] *Japanese journal of public health*, 37 (11), 913-918.
 21. 横山和仁, 渡邊一久. (2015) *POMS2日本語版マニュアル*. 金子書房.
 22. 横山和仁 (2017) *POMS2日本語版マニュアル補助資料*. 金子書房.