

タスク実行時の解答方法の違いによる脳血流への影響調査

東隆弘¹ 吉田香¹

概要: 近年、ながら作業が普及したことにより、BGMなどの作業環境が作業に及ぼす影響を調査する研究が数多く行われている。本研究の最終的な目的は、脳血流計を用いて作業中のBGMが作業中のストレスに与える影響を調査することである。しかし、与えられた作業への解答方法自体が脳血流に影響することが考えられる。そのため、本稿では、作業への解答方法の違いが脳血流に与える影響を調査し、今後実施予定の実験に適した解答方法を検討した結果を報告する。本実験では、脳血流を用いたRLS値を算出してストレス評価を行う。検討した解答方法は、タイピング、口頭、筆記の3種類である。実験の結果、いずれの解答方法でもRLS値には有意差がみられなかった。このことから、タスク実行時の解答方法は、本実験で検討した3種類のいずれでもよいと結論付けた。

キーワード: 2160101 感性情報処理, 2160302 学習支援, 2090405 脳・神経系

Study of the Effect on Cerebral Blood Flow by Different Response Manners during Task Execution

TAKAHIRO HIGASHI^{†1} KAORI YOSHIDA^{†1}

Abstract: The purpose of our study is to investigate the effects of background music on stress during work using a cerebral blood flow meter. In recent years, many studies have been conducted to investigate the effects of the work environment, such as background music. However, the manner of responding to a given task itself may affect cerebral blood flow. Therefore, this paper reports the results of an investigation of the effects of different manners of responding to tasks on cerebral blood flow and a study of suitable response manners for future experiments. In this experiment, stress is evaluated by calculating RLS values using a concentration of hemoglobin levels. Three response manners were investigated: typing, oral, and written. The experimental results showed no significant differences in the RLS values for any response manners. From this result, we concluded that any of the three response manners during task execution could be used in this experiment.

Keywords: 2160101 Kansei information processing, 2090405 Brains/nervous systems, 2160302 Learning support

1. はじめに

近年、端末やネットワークの普及により音楽や動画等の視聴が日常的に行われるようになった。これにより、何らかの作業を音楽や動画を視聴しながら行う「ながら作業」が一般的になりつつある。ながら作業に焦点を当てた研究は過去にも数多く行われてきた。例えば、異なる音楽環境下で文章課題への影響を調査した研究では、音楽に歌詞が含まれている場合に課題の誤答率が増加したことが示されている[1]。このように特定環境下で何らかの作業を行わせる研究は、環境による作業の効率や正確さへの影響を調査するものが多い。

一方で、作業には少なからず心理的ストレスがかかるため、作業中のストレスに着目した研究も存在する。すなわち、音楽などの聴覚刺激が作業中のストレスにどのような影響を与えるか調査を行ったものである。例えば、合掌ら[2]により、作業の合間の休憩時間中に音楽を聴取することによるストレスの影響を調査し、休憩中の音楽聴取によって身体的な疲労やストレスが緩和される可能性があること

が報告されている。また、東出ら[3]により、楽曲の歌手のキーの高さがストレスに影響を及ぼす可能性があることが報告されている。

これらの研究では、ストレスの評価手法としてアンケートが用いられることが多いが、被験者の主観的な評価に加え生体反応など客観的なストレス評価手法も採用することが望ましいと考える。そこで、本研究では、客観的な評価手法のひとつとして、脳血流の測定を行いストレスの評価を行う。

さらに、永盛ら[4]によると、作業中の動作が脳血流に影響を与える可能性を考慮し、被験者の動作を最小限に抑えるよう、実験中の作業の遂行方法を調整している。これは、被験者の動作が脳血流に影響を与える可能性を示唆している。そこで、本研究では、作業の遂行方法によって脳血流値に差が表れるかについて実験を行い評価することを目的とする。

2. ストレス評価法

本実験では、脳血流測定のために近赤外線分光法 (NIRS) を用いる。NIRSは、3cm感覚で頭部に発光器と受光器を配置することで、脳活動の変化を部位ごとに非侵襲的に観測する技術である。NIRSで用いられる近赤外線は、人体

¹ 九州工業大学
Kyushu Institute of Technology

組織を透過する一方で血中のヘモグロビンには吸収されるという性質を持つ。この近赤外光の減衰量によって脳活動を可視化する[5]。

生体反応を用いてストレスを評価する手法は複数存在する。その代表的な手法のひとつとして挙げられるのが、唾液を用いる手法である。野村ら[6]の精神作業時における生理的なストレスを評価した研究や、加藤ら[7]の急性ストレス下による唾液成分の変化に関する研究にあるように、唾液中の成分を分析することでストレスの指標とする。唾液を採取する際に一般的に多く用いられる方法は、綿を被験者に咀嚼させるというものや、唾液を直接ストローなどによって採取するというものである[8]。いずれの手法についても、唾液を採取されること自体や採取されている段階での不快感などがストレスに影響する可能性が考えられる。また、実験中にストレス値を得るには、実験を中断して複数回唾液採取を行う必要があり、実験の遂行の阻害や被験者への負担となりかねない。

唾液によるストレス評価手法に対して、NIRS によるストレス評価手法は、機器を頭部に装着すること自体の不快感はあるが、実験を中断せずにリアルタイムでストレス評価に用いるデータを取り続けることができる。そのため、より精度の高いストレス値が得られる可能性がある。また、唾液の成分解析については専門の施設などに依頼を行う場合もあるが、NIRS データは個人でも分析を行うことができる。以上の点から、NIRS によるストレス評価の有用性があると考え、本研究で採用することとした。

3. 実験方法

3.1 実験概要

脳血流の測定には NeU 社の WOT-HS [5]を用いる。WOT-HS のチャンネル数は 34 である。ストレス値の計算方法は後述する。

本実験では、被験者にタスクとして計算問題を提示し、タイピング・口頭・筆記の3種類の解答方法でタスク実行させる。計算問題は2桁+2桁の加算とし、ディスプレイ上部に計算式、下部にその解の候補を表示する。計算問題の出題形式を図1に示す。

解の候補は田邊ら[9]の研究を参考に、以下の3項目のいずれかのパターンで提示する。

- 「解」, 「解+10」, 「解+20」
- 「解-10」, 「解」, 「解-10」
- 「解-20」, 「解-10」, 「解」

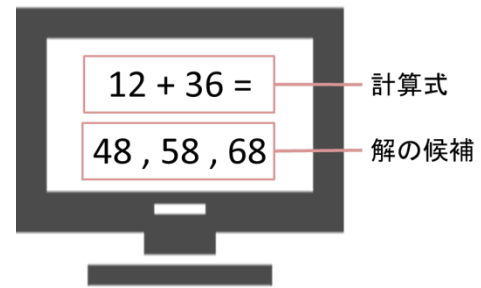


図1 計算問題の出題形式

Figure 1 Format of calculation questions.

計算問題への解答方法は以下の3種類である。

1) タイピングによる解答

タイピングによる解答方法では、キーボードのキーを押下させる。ディスプレイに表示された解の候補が、左から順にそれぞれ、“A”、“S”、“D”のキーに対応しており、正しい解に対応したものを押下させる。図2の例で説明すると、計算式の答えである48を解答する場合、左に位置しているため“A”を押下して解答する。また、この解答方法では1問解答するごとにEnterキーを押下することで次の問題が表示される。この操作は、タイピングによる解答時のみ被験者に行わせる。以下に示す他の解答方法では実験者がEnterキーを押下して次の問題を表示する。そのため、Enterキーは右手で、それ以外のキーは左手で押下するよう指示する。

2) 口頭による解答

口頭による解答方法では、計算問題の答えを口頭で解答させる。

3) 筆記による解答

筆記による解答方法では、計算問題の答えを紙面に書くことで解答させる。筆記用具の種類については特に指定は行わない。

今回は実験手法としてブロックデザインを採用した。ブロックデザインとは、図2に示すように、同一刺激(タスク)と休憩(レスト)を複数回繰り返し行う実験手法である。本実験におけるタスクとは、計算問題のことである。タスク時間を30秒、レストは30秒とした。レストの間、被験者には目を閉じるよう指示した。タスク・レストの切り替わり時には、あらかじめタイマーで設定したベルを鳴らし、合図を行った。

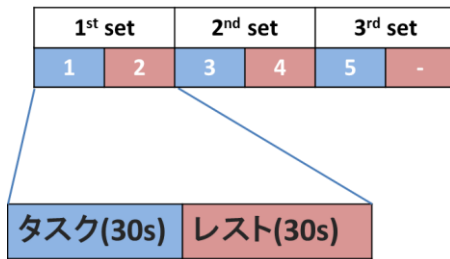


図2 ブロックデザイン

Figure 2 Block design.

3.2 実験プロトコル

今回の実験プロトコルを以下に示す。

- (1) 脳血流計を装着する。
- (2) 実験の内容を説明する。
- (3) ブロックデザインでの課題遂行に慣れてもらうため、各解答方法の練習を行う。
- (4) 目を閉じて安静（レスト）にしてもらい、1分間その状態でデータを記録する。
- (5) 一連の流れとして、30秒間の2桁同士の加算（タスク）と30秒間のレストを、3回繰り返す。加算は3種類の解答方法で解答してもらうため、この一連の流れを解答方法別に3回行う。
- (6) アンケートに解答させて終了する。アンケートは Visual Analogue Scale (VAS) 法を用いて感性評価を行うものであり、実験中のストレスの度合いやタスク内容の好みについて解答してもらう。

4. 実験結果

実験によって得られたオキシヘモグロビン (oxyHb) のデータから、右偏指数 (RLS) を算出した。RLS は脳血流によってストレスを数値化する際に用いられる値で、ストレスによる心拍変動と有意な相関関係が認められている [10]。RLS の算出方法を式(1)に示す。RLS 値は、正の値を示すほどストレスに脆弱な状態であることを表し、負の値であればストレスに対して強靱であることを表す。

$$RLS = \frac{(\text{右}\Delta\text{oxyHb} - \text{左}\Delta\text{oxyHb})}{(\text{右}\Delta\text{oxyHb} + \text{左}\Delta\text{oxyHb})} \quad (1)$$

ただし、 ΔoxyHb はタスク前 10 秒間に対するタスク開始後 30 秒間の oxyHb の平均変化である。小山内らの研究を参考に、右前頭葉を ch10-18, 左前頭葉を ch19-25 とした [11]。今回の実験では、図 2 中の 2, 3 ブロック目による結果を 1 回目、4, 5 ブロック目を 2 回目として RLS 値を算出した。

被験者は 20 代男性 5 人、20 代女性 1 人の計 6 人であった。各解答方法の被験者ごとの RLS 値を表 1 に示す。

表 1 RLS 値

Table 1 RLS value.

回答方法	回数	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6
タイピング	1回目	-0.352	0.138	1.112	0.392	1.853	-0.744
	2回目	-0.358	0.247	0.963	-1.020	1.557	-0.852
口頭	1回目	-0.384	-0.807	20.702	-0.568	1.130	-1.400
	2回目	-0.606	-0.120	0.501	1.520	-0.385	-0.966
筆記	1回目	-0.318	-0.082	0.922	0.370	0.083	-0.731
	2回目	-0.463	-0.040	-5.282	0.278	3.071	0.239

表 1 の結果から、被験者毎の分布を視覚化するため作成した箱ひげ図を図 3 に示す。左の図が 1 回目、右の図が 2 回目の結果である。

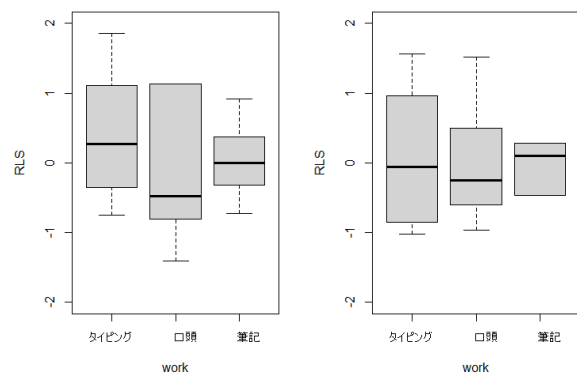


図 3 RLS 値の箱ひげ図

Figure 3 Box plot of RLS values.

解答方法によって RLS 値に有意な差があるかについて、フリードマン検定を行った。帰無仮説は「有意な差はない」であり、有意水準は 0.05 とした。検定の結果、p 値は 1 回目では 0.22, 2 回目では 0.31 となり、帰無仮説が採択された。

5. おわりに

今回の実験の目的は、被験者に行ってもらったタスク内容が、RLS 値に影響を及ぼすといえるか調査することであった。平均値の結果を見る限りでは有意差があるとは言えず、いずれの解答方法を用いても結果に影響を与えないと考えられる。また、図 3 の箱ひげ図から、筆記による解答方法で得られた RLS 値のばらつきがその他の解答方法より小さい。そのため、筆記による解答は個人差が比較的反映されにくい傾向にある可能性がある。これは、今後実施予定の実験を行う際に、環境によるストレスへの影響を見やすくすると考えられるため、解答方法を選択する際のひとつの指標となる可能性がある。なお、外れ値については現段階では具体的な原因を明らかにできておらず、計測の際の異常値が関係しているという推測の域を出ない。

参考文献

- [1] 門間政亮, 本多薫. 音楽に含まれる言語情報が文章課題に与える影響に関する検討. 人間工学, 2009, vol. 45, no.6, p. 170-172, DOI: <https://doi.org/10.5100/jje.45.170>
- [2] 合掌頭, 五十川沙織. 休憩時の音楽聴取がストレス緩和と作業に与える影響について. 人間・環境学会誌, 2013, vol. 16, no. 1, p. 6, DOI: https://doi.org/10.20786/mera.16.1_6
- [3] 東出裕貴, 亀井且有, Eric W Cooper. 主観的および生理的評価に基づく Vocaloid 音楽によるストレス緩和効果. 日本知能情報フアジイ学会, フアジイ システム シンポジウム 講演論文集, 2013, vol. 29, p. 850-851.
DOI: https://doi.org/10.14864/fss.29.0_193
- [4] 永盛祐介, 中森志穂, 水谷奈那美, 内山俊朗, 山中敏正. NIRS による創造的行為時の脳血流の計測. 日本デザイン学会研究発表大会概要集. 2007, vol. 54, P. 21,
DOI: <https://doi.org/10.11247/jssd.54.0.P21.0>
- [5] NeU. 脳計測ハードウェア(NIRS)&システム - 株式会社 NeU.
<https://neu-brains.co.jp/solution/nirs/>
- [6] 野村 収作, 水野 統太, 野澤 昭雄, 浅野 裕俊, 井出 英人. 唾液中の cortisol による軽度な精神作業負荷の生理評価. バイオフィードバック研究. 2009, vol. 36, no. 1, p. 23-32,
DOI: https://doi.org/10.20595/jjbf.36.1_23
- [7] 加藤 佳子, 宮谷 真人, 前田 健一, 森 敏昭, 田崎 慎治. 急性的な心理的ストレス課題による唾液中 sIAg 濃度の変化に関する研究. 日本心理学会大会発表論文集. 2006, vol. 70, p. 83,
DOI: https://doi.org/10.4992/pacjpa.70.0_1EV083
- [8] 井澤 修平, 城月 健太郎, 菅谷 渚, 小川 奈美子, 鈴木 克彦, 野村 忍. 唾液を用いたストレス評価. 日本補完代替医療学会誌. 2007, vol. 4, no. 3, p. 91-101,
DOI: <https://doi.org/10.1625/jcam.4.91>
- [9] 田邊竜也. 計算課題および記憶課題における脳血流変化の fNIRS による測定, 2011.
<http://is.doshisha.ac.jp/papers/pdf/10/2010mthesis/2010tanabe.pdf>
- [10] 酒谷薫, 岡田英史, 星 詳子, 宮井一郎, 渡辺英寿. NIRS—基礎と臨床—. 新興医学出版社, 2012.
- [11] 小山内美公, 村本優一郎, 加藤駿一, 畑中魁. NIRS を用いた母国語及び多言語を聞いた時の脳血流動態の計測. 弘前大学医学部保健学科作業療法学専攻卒業論文集. 2021, vol. 17, p. 52-56,
<https://www.hs.hirosaki-u.ac.jp/ot/sotugyouronnbnunnsyuu/sotugyouronnbnunnsyuu.html>