

「集中力」を科学する！

菊池 陽佑 高宮 友貴 中田 舞鈴 西本 怜央 平田 瑛大 山本 満貴
兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

集中力、あるいは集中という言葉は物事に取り組む際に使われがちな言葉だが、科学的定義はなされていない。私たち研究班は、どのような環境が一番集中力に寄与するのか、ということを知りたいと思い、脳波測定器や視線センサーなどを用いて集中力の定量化に挑戦した。その結果、 α 波のパワースペクトルが環境と集中力に応じて変化する、水の入ったペットボトルを置くことで集中力が減少するという二点分かった。

1. はじめに

様々な条件下で、集中力を測定する試みはこれまでもいくつか行われている。また、その中でも脳波は盛んに集中力の測定に利用されている。脳波に関しては未だに不明な部分が多く、脳波が集中力に寄与することはないとする意見もあるが、複数の先行研究において、脳波と集中力を要する動作の効率、及び精度に相関があるという結果が現れている。しかし、実際にどのような環境、行動が、集中力に寄与する脳波を活性化することができるのか、という点に関しては研究が進んでいないように思える。そこで、私たち研究班はその点について解決すべく、集中する動作が脳波に影響を与えることを確認し、環境を変化させて対照実験を行うことを目的とした。

2. 実験に用いた機器について

2.1. 脳波測定機について

脳波測定には Neurosky 社の簡易脳波計、Mind WaveMobile を使用した。電極を額と耳たぶに当てて電位を測ることで脳波を検出する。簡易脳波計ではあるが、先行研究[1]でもいくつか使用例があり、信用に足るデータが取れると判断した。先行研究によると脳波の中では α 波(7.5~11.75Hz)、 β 波(13~29.75Hz)、 θ 波(3.5~6.75Hz)が集中力に関連があるとされている。今回使用したMindWaveMobileでは α 波及び β 波が細分化されLow α 波(7.5~9.25Hz)、High α 波(10~11.75Hz)、Low β 波(13~16.75Hz)、High β 波(18~29.75Hz)となっていたので、細分化されたそれぞれの脳波及びLow、Highを統括した α 波、 β 波において、データの分析を行った。なお、脳波の値はパワースペクトル(周波数の分布)で1秒に3データ出力されており、他の脳波の値と比較して、その数値の大小によってどちらがより優位に発生しているか、ということを知れるものではない。

2.2. 視線センサーについて

視線の検出には富士通社の Eye Expert を使用し

た。Eye Expert では被験者の視線の位置を、センサーを中心とした座標平面で検出することができる。今回の実験では、検出された座標及び範囲を九分割してそれぞれの範囲を見ていた割合を測るエリアカウント機能を用いた。[図1]



図1. 視線検出機器によるエリアカウントの例

3. 脳波について

脳波について、一般的に次のようなことが言われている。[1]

脳波の種類	周波数(Hz)	特徴
Mid γ 波	41-49.75	視覚情報処理
Low γ 波	31-39.75	記憶、高次精神活動
High β 波	18-29.75	警戒、動揺
Low β 波	13-16.75	思考、自己及び環境の認識
High α 波	10-11.75	リラックスしているが集中している。統合的
Low α 波	7.5-9.25	リラックス、ただし気だるくはない
θ 波	3.5-6.75	直観的、創造的、想起、夢
δ 波	0.5-2.75	夢を見ない深い睡眠、ノンレム睡眠

先行研究では脳波や集中、作業効率などにおいて次のようなことが分かっている。

- ・スマートフォンを置いた環境では認知機能(集中、記憶、判断、計算などの能力)が落ちる。[2]
- ・ワーキングメモリ(一時的に情報を記憶する機能)と γ 波に関係がある。[3]
- ・アーチェリーにおいて、 β 波の減少と α 波の増加がみられた選手の記録がそうでない選手より高かった。[4]
- ・ β 波/ α 波の値が瞬間的な集中力の高さと相関があるとされている。これらを踏まえて、「作業環境と作業効率(今回は先行研究をもとにタイピングを設定)」と「集中力と脳波」間の相関関係を見出すことを目的とした。ただし、「集中力」には客観的に評価できる指標がないため、安直に脳波と作業環境のみでの比較で集中力に関しても結論付けるのは不十分だと考えた。そこで、まず、脳波の増減を集中力の増減と捉えるのが本当に相応しいのかを確認するために、次のように事前実験1、2を行った。

4. 事前実験 1

4.1. 実験方法

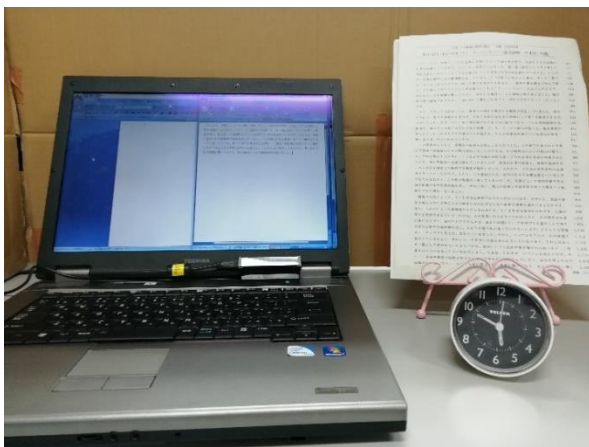


図2. 実験を行った環境(視線検出機器の設置は事前実験1、時計の設置は本実験のみで実施)

衝立で仕切り、その中にパソコン、タイピング原稿を設置したブース[図2]を作成する。ポケットの中などに入っているものを全て外に出して貰い、脳波測定器を装着し、4分間のタイピングを、視線を検出しながら、白紙にしたWordファイル上で行う。(4分間という時間は予備実験で決定、タイピングする文章はパソコン検定に利用されている物を利用)今回の実験では、独自にエリアカウントの5~9の領域に(タイピングに必要な原稿とパソコンの画面、キーボードが配置されている)視線が向いているときを「集中している」、タイピングに必要なでない1~4の

領域に視線が逸れているときを「集中していない」と定義した。被験者は、神戸高校総合理学科の生徒2年生37人(内男性29名女性8名)とした。

4.2. 実験結果と考察

視線に関する実験、環境の変化に関する実験の二種類に分け、次のような方法で解析を行った。

[視線に関する解析]

脳波の値ごとに4分間の測定内での相加、相乗平均値を取り、「視線が逸れていない」割合との相関を調べた。その結果、視線と脳波(θ 波、High α 波、Low α 波、High β 波、Low β 波)に有意に相関がある、と言える結果は現れなかった。

このような結果が出た原因としては、視線を集中力の定義としたことが不適切だった可能性、四分間という時間設定によって、何かしらの外部影響により脳波の結果にノイズが入った可能性などが考えられる。私たちは次に、外部影響の排除、集中力の定義の見直しとして、次のように実験を設定した。

5. 事前実験 2

5.1. 実験方法

椅子に座り、脳波測定器を装着する。被験者がスタートを押すとランダムなタイミングで白い丸が五回画面に表示される[9]ので、表示に合わせてクリックする。この一連の動作を「集中して行う動作」と設定し、実験中の脳波を測定する。実験時間は約30秒であり、外部からの影響を可能な限り遮断した。また、脳波の測定開始と、測定のタイミングを揃えるために、実験の開始を最初の5秒が経過後とした。被験者は当実験班のメンバー6名とし、各30回ずつ実施した。

5.2. 実験結果と考察

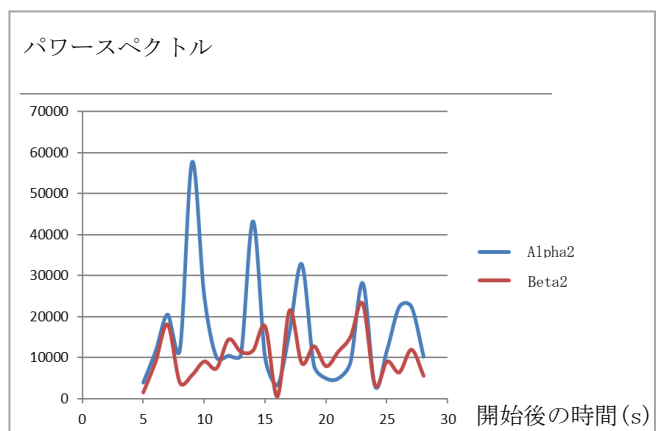


図3. 反射神経測定中の脳波のサンプル

殆どの実施においてグラフに山ができるタイミングがある程度均等に5回出ている[図3]こと、実験時間を短くし、外部の影響を限りなく減らしたことから、山ができたタイミングがクリックをしたタイ

ミングと同一であると断定する。クリックをしたタイミングに脳波に変化が生じていることが確認できたことから、集中力を脳波で代替することが可能であると結論づけた。この結果により、脳波を用いて環境ごとの集中力の差異を調べることができるようになったので、本実験に移る。

6. 本実験

6.1. 実験方法

事前実験と同様のブース[図 2]を作り、{a. 何も置かない b. スマホをブース内に置く c. 時計をブース内に置く d. ペットボトルをブース内に置く}の 4 種類のうち、2 種類の条件下で 4 分間のタイピングを行った。集中力の指標には、事前実験 2 のクリックのタイミングに増加していた α 波のパワースペクトルの値を用い、それぞれの環境でのタイピング時の α 波の値を比較し、どの環境が集中力にどのような影響を与えるかを調べた。被験者は、神戸高校総合理学科の生徒 2 年生 37 人(内男性 29 名女性 8 名)とした。

6.2. 実験結果と考察

各被験者で脳波の値と変化した環境の相関を調べたところ次のようになった。[図 4]

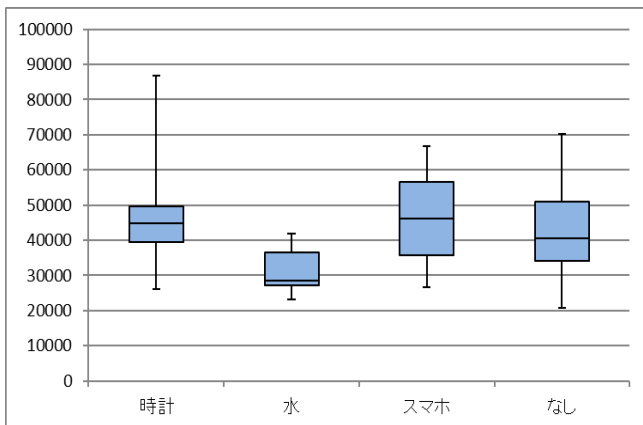


図 4. 各条件における α 波のパワースペクトル値

水を置いた場合に全体的に低い値が現れ、集中力が落ちているという結果となった。また、実験後のアンケートでも水を置いたときに集中力が落ちたという回答が多く見られた。スマートフォン、なし、時計に関しては、あまり大きな差異は現れなかった。

2016 年、アメリカの先行研究[2]では大学生 548 名に対し、スマートフォンの有無で集中力が上下したという結果が出ていた。今回は 2018 年の実験であり、被験者は総合理学部の高校生 33 名だった。先行研究と比較して、スマートフォンの使用における集中力の変化があまり見られなかった理由としては、被験者の設定によるスマートフォンの使用方法の偏りや、日米間のスマートフォンの使用用途など[7][8]

が理由として考えられる。

本研究の今後の展望としては、集中力の評価方法を確立するため、実験回数を増やしたり、被験者の集団を拡大したりすることで結果の一般性を高めることが考えられる。また、「集中できる環境」を探るため、机の上に置く物の大きさや組み合わせ、実験中に被験者が聞く音、実験環境の壁紙の色などの様々な環境の違いによる、集中力の減衰の法則性を見出したい。

謝辞

実験器具を快く貸していただいた富士通コンピューターテクノロジーズ様、器具についての説明をして下さった Neurosky 様、及び研究班の担当をして下さった大榎英行先生、サイエンスアドバイザーの方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 平井章康, 吉田幸二, 宮地功, ” 簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析” , https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=97335&item_no=1&page_id=13&block_id=8 2019年1月30日
- [2] Adrian F. ward, Kristen Duke, Ayelet Gneezy, Maarten W. Bos, “Presence OF One’ s Own Smartphone Reduces Available Cognitive capacity” , 2017 <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/691462> 2019年1月30日
- [3] Jun Yamamoto, Junghyup Suh, Daigo Takeuchi, Susumu Tonegawa” Successful Execution of Working Memory Linked to Synchronized High-Frequency Gamma Oscillations” ,2014 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/24768692/> 2019年1月30日
- [4] 進夏未, 當山美唯, 東美空, 田中和子, 吉村耕一, ” ルーティン動作が非アスリートの集中力と作業精度に及ぼす効果” , 2017 <https://doi.org/10.11425/sst.6.85> http://tonegawalab.mit.edu/wp-content/uploads/2014/06/301_Yamamoto-Cell.pdf 2019年1月30日
- [5] パソコンスピード認定試験 日本語 | 日本情報処理検定協会 https://www.goukaku.ne.jp/test_pcspeed.html 2019年1月30日
- [6] 馬場 泰 試行的作業に集中できる照明環境についての研究 <http://www.humanomics.jp/wp-content/uploads/baba.pdf> 2000年
- [7] 内閣府 青少年のインターネット利用環境実態調査 https://drive.google.com/open?id=1fUhtcJE03Cu5qYY5_wbvE5WtOF4_Gb2
- [8] mobile kids: the parent, the child and the smartphone <http://www.nielsen.com/us/en/insights/news/2017/mo>

[bile-kids-the-parent-the-child-and-the-smartphone.html](http://www.reaction.html)

[9] 反射神経測定-改

<https://www.reaction.html.xdomain.jp>

2019年1月30日