

# 心の解明—脳波実験を通じた脳と身体の相互作用の探求—

## Unraveling the Mind—Exploring Brain-Body Interactions Through EEG Experiments—

プロジェクトリーダー：日比野未来/Mirai Hibino

### 1 はじめに

本プロジェクト「心の解明」では、脳波実験を通じて心の成り立ちを理解することを大きな目的とし、心理実験の設計から脳波・心拍データの計測、そして統計解析までの一連のプロセスを通じて、科学的な思考力と実践力を身につけることを目標とした。今日におけるITの利用や生活環境の変化は、現代の人々の活動に深く関わっている。本プロジェクトでは、「ショート動画視聴における操作方法の違いが脳波活動に及ぼす影響との関連性の検討」と「環境音下における音楽の有無が集中力と脳波活動に与える影響」という2つの課題を、2班に分かれて、脳波と心拍の観点から解明することを試みた。

### 2 ショート動画視聴における操作方法の違いが脳波活動に及ぼす影響との関連性の検討

#### 2.1 背景

近年、TikTokやYoutube shorts, Instagram Reelsなどのショート動画が急速に発達し、特に若年層を中心に日常に利用されている。これらのサービスでは、短時間で次々と動画が視聴できる設計がユーザーの集中や注意をひきつけやすく、ときに、「やめられない」使用傾向を引き起こすことが指摘されている[1]。先行研究を調査する中で、近年ショート動画に関する研究が活発化しており、特に、中国ではショート動画視聴における中毒性の高さが社会問題として注目されている[2]。そこで私たちは、ショート動画視聴において、スマートフォンをスワイプするという能動的な操作に注目した。

本実験の目的は、操作方法の違いが視聴者の脳波活動にどのような影響を与えるか明らかにすることである。

#### 2.2 方法

##### 2.2.1 実験参加者

公立はこだて未来大学の学生13名(うち10名のデータを使用)が参加した。

##### 2.2.2 手順

実験参加者に依存度を測る事前アンケートを実施後、脳波計を装着してスマートフォンまたはパソコン(PC)からランダムにショート動画を30分間視聴する。10分間の休憩後、もう一方のデバイスで同様に視聴し、事後アンケートを行う。スワイプやクリックのタイミングをタイムスタンプで記録した。本実験は普及率の高いYouTube Shortsを使用する。事前アンケートでは、聖明病院のスマートフォン依存スケール[3]の項目を利用する。事後アンケートでは、動画視聴時のデバイスの違いが集中度・身体的負担・記憶・操作性に与える影響を調べることを目的としている。

##### 2.2.3 脳波・心拍計測

スマートフォンを用いた「スワイプ操作」を用いた「クリック操作」の2条件を設定し、それぞれの操作時における脳波活動および心拍変動の推移を比較する。脳波計測は、Xon EEG Headset, 心拍計測は心拍センサ WHS-3, を使用した。脳波計のサンプリング周波数は250Hzに設定した。電極配置は国際10-20法に準拠し、リファレンスは左耳朶に設定した。

##### 2.2.4 信号解析

測定後の生データに対してサンプリング周波数250Hzに基づいた2~45Hzのバンドパスフィルタを適用し、解析に必要な帯域のデータを抽出した。フィルタリング後のデータに対しては独立成分分析(ICA)を用いて眼電アーチファクト成分を除去した。ノイズ成分を除去したデータに対し、 $\alpha$ 帯域(9-13Hz),  $\beta$ 帯域(15-25Hz),  $\theta$ 帯域(4-8Hz), の抽出とヒルベルト変換を施した後、特定のイベントに基づくエポックの作成を実施した。エポックの切り出し範囲は、脳波データ上に記録されたクリックおよびスワイプのタイムスタンプを基準

とした前後1秒間とし、これをもとに誘発脳波パワー解析をした。エポックを参照して各チャンネルの平均振幅および標準偏差を算出した。なお、脳波解析では電極及び各時間についてt検定を繰り返していることから、有意水準を1%とし、他の解析については有意水準を5%として解析した。

心拍について、スマートフォン条件、PC条件それぞれで測定したデータのLF/HF比の平均、標準偏差などを算出し、Studentのt検定を実施する。これにより、スマートフォン条件、PC条件でLF/HF比に有意な差が存在するのか判別した。

アンケートについて、事前アンケートでは、聖明病院のスマートフォン依存スケール[3]の項目を利用する。事後アンケートでは、ショート動画視聴時におけるデバイスの違いが、集中度・身体的負担・記憶・操作性に与える影響を調べることを目的とする。

## 2.4 結果

### 2.4.1 アンケート結果

まず、事前アンケートではスマホ依存度を測るものを実施したが、スマホ依存度が高い被験者が含まなかったため、スマホ依存度と脳波との解析は行わなかった。

事後アンケートの「集中した方」、「覚えている方」、「使い心地良い方」の項目で、母比率の検定をかけたところ、「集中した方」、「使い心地良い方」で有意な差が得られた。(図1)

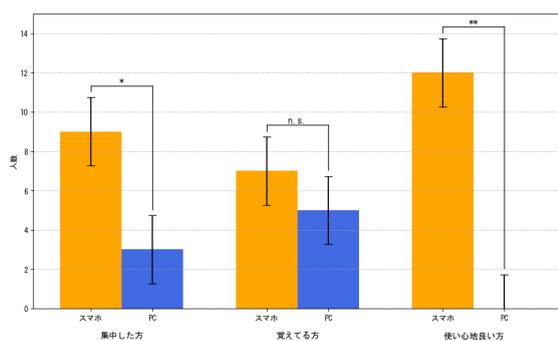


図1:アンケートに母比率の検定をかけた結果 (左から、集中した方、覚えている方、使い心地良い方を示す)

### 2.4.2 脳波結果

スマホ条件でのクリック後の $\alpha$ ・ $\theta$ 帯パワーはPC条件と比較して、頭頂から後頭部の広い領域(電極位置:C4, C3, P4, P3, F3)で有意に増大することが示された(図2)。また全体を通してスマートフォンのほう

が有意差が見られた(図2)。

PC条件でのクリック後の $\beta$ 帯パワーはスマホ条件と比較して前頭部から頭頂部の領域(電極位置:F3, C4)で有意に増大することが示された(図3)。また全体を通してスマートフォンのほうが有意差が見られた。

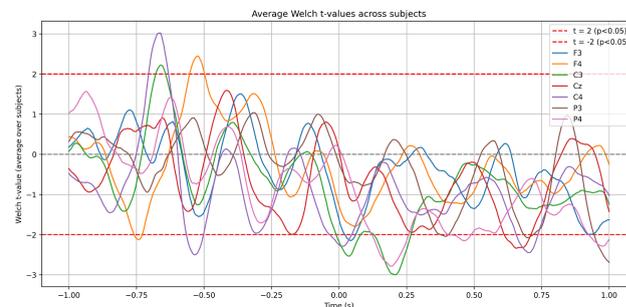


図2:クリック/スワイプ前後の脳波 $\alpha$ 波振幅の差(スマートフォン条件 - PC条件,  $t$  値)。

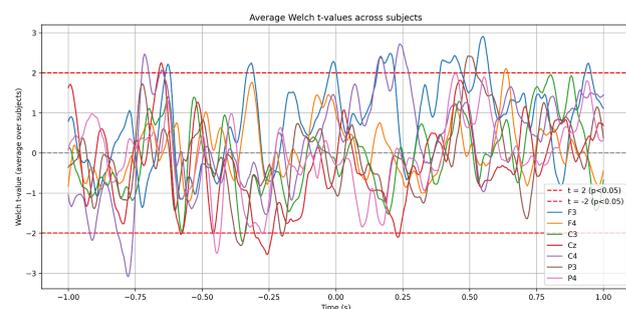


図3:クリック/スワイプ前後の脳波 $\beta$ 波振幅の差(スマートフォン条件 - PC条件,  $t$  値)

### 2.4.3 心拍結果

心拍の解析結果では、スマートフォン条件ではPC条件に比べ、平均してLF/HF比が低い結果となったが(スマートフォン条件: 平均値:1.774, PC条件: 1.931), 条件間でLF/HF比に有意な差はみられなかった( $t = 0.31$ ,  $p = 0.38$ )。

## 2.5 考察

本実験の結果、スマホ条件で、 $\alpha$ 波増大、 $\beta$ 波減少、LF/HF低め、という結果が得られた。スワイプ操作は、現代のユーザーにとって慣れた動作である。そのため、リラックスした状態であるため $\alpha$ 波と $\theta$ 波の活動が高まると考えられる。一方で、PC条件は、 $\beta$ 波増大、 $\alpha$ 波減少、LF/HF高めという結果が得られた。クリック操作は意識的な操作で不慣れであるためストレスが蓄積したため

だと考えられる。これらの結果から、慣れたインターフェースを使うことが心身の負荷減少にとって重要であることが示唆される。この操作における生理的なリラックス状態が、ショート動画が「やめられない」原因だと考えられる。

### 3 環境音下における音楽の有無が集中力と脳波活動に与える影響

#### 3.1 背景

近年、カフェなど環境音が存在する空間での作業が定着しているが、音が作業に与える影響は一律ではない。歌詞のあるBGMは注意を阻害し認知パフォーマンスを低下させる一方[4]、適度な環境音は創造性を促進する可能性が指摘されている[5]。人間は「選択的注意」を用いて必要な音を選別しており、この過程には脳内のベータ帯域の活動が関与することが知られている[6]。構造化された音楽と非構造的な環境音では、この注意メカニズムへの負荷や作業への影響が異なると考えられるため、その差異を脳波活動の観点から明らかにすることが求められている。また、実行系の課題の中でも難しくより集中力のいるパズル課題についての研究はされていない。

本研究の目的は、環境音が存在する状況下において、音楽を聴くことが集中力に与える影響を脳波、心拍および課題遂行成績を通じて明らかにすることである。

#### 3.2 方法

##### 3.2.1 実験参加者

公立はこだて未来大学の学生13名(うち10名のデータを使用)を対象とした。

##### 3.2.2 実験課題と環境

個人の知識や学習能力に依存しにくい課題として、300ピースのホワイトパズルを行った。被験者の負担軽減と難易度調整のため、あらかじめ237ピースを埋めた状態から実験を開始した。実験環境は、カフェのような作業環境を想定し、環境音(人のざわめきや食器の音)をヘイヤホンで常時提示した。環境音に付加する音楽はPythonを用い、1:1で混合した音を用いた。

##### 3.2.3 実験手順

ベースライン測定として6分間の事前課題を実

施する。実験参加者は安静閉眼状態で「M'条件(音楽+環境音)」と「N'条件(環境音のみ)」の環境で各3分間聴取した。その後40分間の本実験として、M条件(音楽+環境音)とN条件(環境音のみ)の各環境下で各10分間ずつMNNMの順で、音源を聴取した状態で課題を行った。

##### 3.2.4 脳波・心拍計測

2.2.3と同様

##### 3.2.5 データ解析

パズル結果については、条件ごとの課題実行能力を検証するため、前半20分、後半20分に分けてそれぞれ比較した。パズルの作業成績は、正しく入れたパズルピース数で評価した。脳波解析では、M'条件(安静時)を基準としたM条件(作業時)のパワー変化量と、N'条件(安静時)を基準としたN条件(作業時)のパワー変化量を算出し、参加者毎、電極毎、帯域毎、条件毎の平均パワーを算出して、条件間で対応のある平均値の差の検定を行った( $n=10$ )。心拍解析ではストレス指標としてLF/HF(交感神経と副交感神経のバランス)を計測し、条件間の有意差を検定した。有意水準はともに5%とした。

### 3.3 結果

#### 3.3.1 作業成績

ジグソーパズルの作業成績をM条件とN条件で比較した結果、残念ながら、前半・後半セクションともに、条件間に差は見られなかった(前半: $t = 0.00$ ,  $p = 1.00$ , 後半: $t = -0.69$ ,  $p = 0.51$ )。

#### 3.3.2 脳波解析結果

脳波解析の結果を図4に示す。課題実行中のパワーの変化率をM条件とN条件で比較すると、C4電極における高周波帯域(高 $\beta$ から $\gamma$ 帯域)のパワーの増加量はM条件のほうが有意に低い値を示した( $t = -2.87$ ,  $p = 0.02$ )。

#### 3.3.3 心拍解析結果

音楽なし条件ではLF/HFの平均値は、M条件で0.68、N条件で0.59で、M条件のほうが14.6%高い値を示した( $t = 1.49$ ,  $p = 0.17$ )。また、事前課題(6分間)と本課題の後半(20分間)を比較した結果、 $t = -2.46$ ,  $p = 0.04$ で有意な差が認められた。

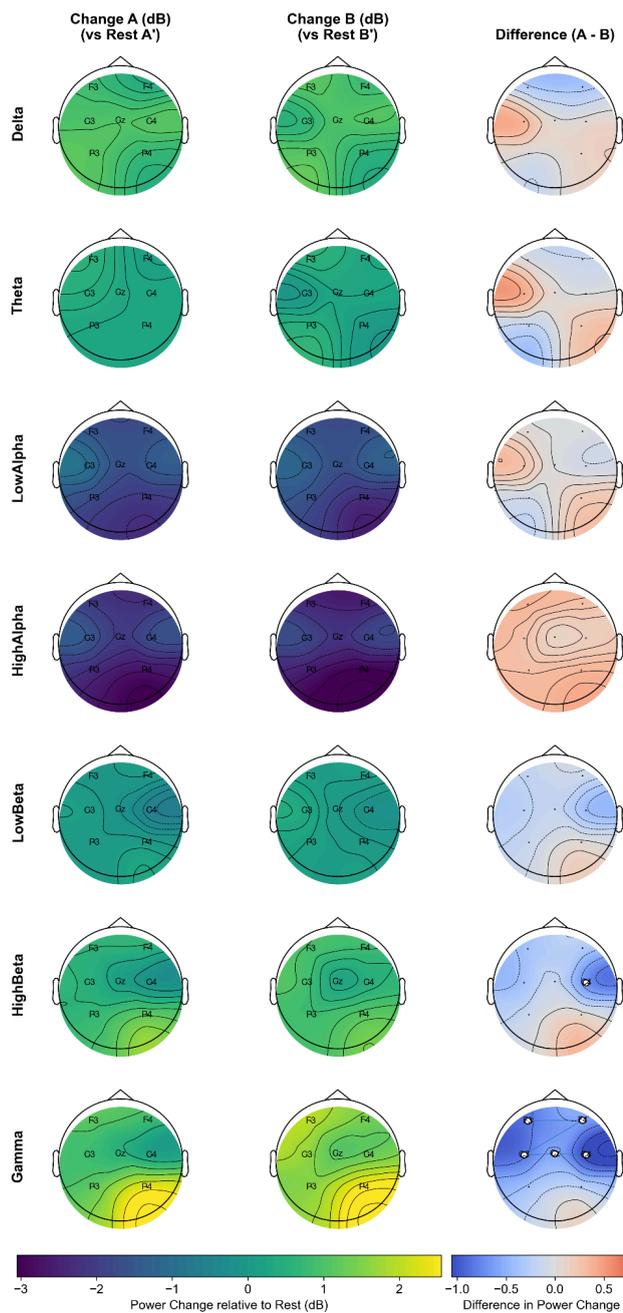


図4：安静時を基準とした課題実行中のパワー変化率の頭皮上分布。1, 2列目はM条件, N条件の結果を, 3列目はその差分 (t値) を示す。縦方向にそれぞれの周波数帯の結果を示す。

### 3.4 考察

結果として、パズルの作業成績に有意差はなかったものの、脳波解析ではM (音楽あり) 条件において高周波帯域のパワー増大が有意に抑制された。これは、同じパフォーマンスをより低い脳活動レベルで達成する「神経効率」の向上を示唆するものと考えられた。さらに心拍解析では、N (音楽なし) 条件で見られた過度なリラックス状

態が、M条件では抑制され、適度な緊張状態に保たれた。以上より、音楽は作業量そのものを即座に増やすわけではないが、プロセスにおける「脳への負荷軽減」と「長時間の集中維持」に貢献する有効な環境要因であると結論付けられる。

## 4 全体のまとめ

本プロジェクトでは脳波、心拍計測を用いて心の解明を試みた。その結果、ショート動画班は動画視聴においては慣れたインターフェースであるスマートフォンを使うことが心身の負荷減少に寄与しうることを、音楽班は環境における音楽がパズルのような持続的な集中を要する作業の神経負荷を軽減しうることを示された。

## 5 参考文献

- [1] L. Jiang, and Y. Yoo “Adolescents’ short-form video addiction and sleep quality: the mediating role of social anxiety” *BCM Psychol.*, vol. 12 (369), 2024.
- [2] Yinbo Liu, et al., “Perceived Stress and Short-Form Video Application Addiction: A Moderated Mediation Model” *Front. Psychol.*, vol. 12(747656), 2021. doi: 10.3389/fpsyg.2021.747656
- [3] スマートフォン依存スケール, <https://seimei-hp.or.jp/addiction/screening/check06/>, 医療法人十全会 聖明病院
- [4] N. Perham and J. Vizard, “Can preference for background music mediate the irrelevant sound effect?,” *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 25, pp. 625-631, 2011.
- [5] R. Mehta et al., “Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition,” *J. Consum. Res.*, vol. 39, pp. 784-799, 2012.
- [6] Y. Gao et al., “Selective Attention Enhances Beta-Band Cortical Oscillation to Speech under ‘Cocktail-Party’ Listening Conditions,” *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 11, 2017.