

# 簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析

平井章康 吉田幸二 宮地功

山内 拓海

情報システム工学科

2022 年 11 月 22 日

## 背景

生体情報として脳波は、脳の情報処理過程の評価指標として広く用いられており、脳波の特性の中でもその周波数特性が学習、言語、知覚などの認知過程と密接に関連することが示されている。

## 本研究の目的

簡易脳波計装着時の認知作業中における脳波と学習状態時の思考及び記憶の関係性を分析することである。よって認知プロセス中の脳波を測定し、採取した脳波と思考との関係や周波数特性を観察し、学習状態と脳波の相関関係を検討する。

## MindSet

本研究では簡易脳波計と呼ばれる比較的安価で装着性の良い NeuroSky 社の MindSet という脳波計を使用する。MindSet は脳波の数値データを PC に送信する。

## MindSet の特徴

- ・測定箇所：前頭葉 (国際 10/20 法 (Fp1)) の一点のセンサー
- ・耳朶に基準点を設けている
- ・ドライセンサー型 EEG モジュール
- ・センシングから解析までイヤープッド内チップで行う
- ・ほとんどのプロセッサや DSP で動作可能
- ・PC へのデータ転送は Bluetooth 通信を用いる
- ・512Hz でサンプリング
- ・1 秒ごとに FFT (高速フーリエ変換) をかけて各周波数成分を抽出

## データ取得

取得したデータに FFT (高速フーリエ変換) をかけて周波数成分を抽出し、データをデジタル信号化して PC にデータを送信する。これ以外にも送信されるデータがあり、poorsiglev(ノイズの強さ)・e-sense メーター (NeuroSky 社独自の指標) である attention(集中度) と meditation(瞑想度) もデータとして受け取ることが可能である。FFT の際の各周波数成分範囲は表 1 のとおりである。

タイプ	測定可能データ (Hz)	心理状態
δ 波	0.5 - 2.75	夢を見ない深い睡眠、ノンレム睡眠、無意識
θ 波	3.5 - 6.75	直感的、創造的、想起、空想、幻想、夢
Low α 波	7.5 - 9.25	リラックス、ただし気だるくはない、平穏、意識的
High α 波	10 - 11.75	旧 SMR (感覚運動リズム)、リラックスしているが集中している、統合的
Low β 波	13 - 16.75	思考、自己および環境の認識
High β 波	18 - 29.75	警戒、動揺
Low γ 波	31 - 39.75	記憶、高次精神活動
Mid γ 波	41 - 49.75	視覚情報処理

(a) 表 1

## $\alpha$ 波 $\beta$ 波の特徴

一般的に  $\alpha$  波は安静時・覚醒時共に見られる波形だが、リラックス状態時には  $\alpha$  波の振幅が大きくなり、反対に緊張時には  $\alpha$  波の振幅が小さくなり  $\beta$  波の出現が見られるなどの特徴がある。

## 実験の注意点

実験では各周波数帯パワースペクトルとセンサー感度を記録する。  
解析する際の前提条件として、

センサー感度が一番良好の時のみしか解析を行わない。

5 Hz 未満の  $\delta$  波と  $\theta$  波にノイズが発生しやすいため、解析は省く。  
筋肉や眼球の動きに大きく影響を受ける Mid  $\gamma$  (41 – 49.75) も同様に省く。

$\beta$  波に近い為か  $\gamma$  波の中でも Low  $\gamma$  波 (31 – 39.75) は影響は少ない為、解析する。

## 認知課題

被験者が PC と向かい合った状態で椅子に座り，簡易脳波計を装着した状態で指定の認知課題行う．そのときの脳波を脳波取得システムにより逐次記録していく．認知課題は以下の通りです。

(実験 1). 音楽鑑賞

(実験 2). 算術的課題学習 (flash 暗算)

## 調査項目

- ・ 音楽鑑賞 3 種からのジャンルの好み
- ・ 自由計算時の取り組み方法
- ・ 計算と記憶の得意・不得意

## 音楽鑑賞

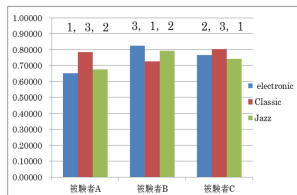
3 分間指定されたジャンルの音楽を鑑賞する．計測は開眼状態で行う．鑑賞するジャンルは以下の通りである．

## 実験結果

表には各被験者のジャンルの好みの順位と  $\alpha$  成分， $\beta$  成分のスペクトル平均， $\beta/\alpha$  の平均を記載する．図 3 には各被験者のジャンルの好みの順位と  $\beta/\alpha$  の平均のグラフを示す．

	音楽鑑賞	好みの順位	$\alpha$ 平均	$\beta$ 平均	$\beta/\alpha$ 平均
被験者 A	electronic	1	3.35895	1.74865	0.65167
	classical	3	2.36037	1.39479	0.78461
	Jazz	2	3.25979	1.77580	0.67513
被験者 B	electronic	3	2.21645	1.32405	0.82492
	classical	1	2.67938	1.56875	0.72554
	Jazz	2	2.39551	1.45120	0.79272
被験者 C	electronic	2	2.69348	1.59780	0.76520
	classical	3	2.38589	1.40642	0.80344
	Jazz	1	2.82039	1.61367	0.74251

(a) 表 2



(b) 図 3

## 算術的課題

- ・ 自由計算 (指示を与えず, 各自自由に問題に取り組む)
- ・ 計算重視 (覚えずに表示された瞬間に順次計算する)
- ・ 記憶重視 (先に表示された 5 つの数字を覚えてから計算する)

## 実験結果 (自由計算)

被験者 A: 基本的に計算重視, 計算が間に合わない時のみ記憶して計算する.

被験者 B: 2 番目の数字までは計算し, 残りは記憶して計算する.

被験者 C: 計算が簡単な数字のみを計算して, 難しいと判断したら記憶して計算する.

## 実験結果 (自由計算)

表には【音楽鑑賞 (electronic) が好み、計算が得意】な被験者 A, 【音楽鑑賞 (classical) が好み、記憶が得意】な被験者 B, 【音楽鑑賞 (jazz) が好み、どちらも同じ位】な被験者 C の 3 名による  $\beta/\alpha \cdot \text{low } \gamma$  の平均, 分散をそれぞれ記載する.

被験者 A	認知作業	$\beta/\alpha$ 平均	$\beta/\alpha$ 分散	Low_ $\gamma$ 平均	Low_ $\gamma$ 分散
音楽鑑賞	音楽鑑賞 (electronic)	0.65167	0.23039	0.28196	0.05579
	音楽鑑賞 (classical)	0.78461	0.25888	0.30471	0.09386
	音楽鑑賞 (jazz)	0.67513	0.20000	0.22446	0.04573
算術的課題	自由計算	0.70166	0.22966	0.24043	0.07013
	計算重視	1.57748	1.74876	0.27906	0.04940
	記憶重視	0.86462	0.22815	0.77958	0.69460

被験者 B	認知作業	$\beta/\alpha$ 平均	$\beta/\alpha$ 分散	Low_ $\gamma$ 平均	Low_ $\gamma$ 分散
音楽鑑賞	音楽鑑賞 (electronic)	0.82492	0.26036	0.25213	0.02883
	音楽鑑賞 (classical)	0.72554	0.27589	0.24604	0.03976
	音楽鑑賞 (jazz)	0.79272	0.21514	0.21514	0.06640
算術的課題	自由計算	0.92881	0.74894	0.53062	0.39876
	計算重視	1.09457	1.18760	0.40270	0.14323
	記憶重視	0.74728	0.24607	0.80152	0.74628

被験者 C	認知作業	$\beta/\alpha$ 平均	$\beta/\alpha$ 分散	Low_ $\gamma$ 平均	Low_ $\gamma$ 分散
音楽鑑賞	音楽鑑賞 (electronic)	0.76704	0.28385	0.30986	0.05646
	音楽鑑賞 (classical)	0.80344	0.33070	0.28253	0.05584
	音楽鑑賞 (jazz)	0.74251	0.31665	0.30328	0.04828
算術的課題	自由計算	1.18927	0.99259	0.37377	0.09034
	計算重視	1.37995	1.62096	0.40329	0.08138
	記憶重視	0.84637	0.37325	0.62736	0.59020

## まとめ

実験の結果、 $\beta / \alpha$ 成分を観察することによってストレスの度合いや、瞬間的な思考をするための集中度を測る指標となると考えられる。また Low  $\gamma$  においては記憶しているのか度合いを測る判断基準として有効であると考えられる。