

# DistrActive：意識的な非集中状態の観測システムの提案

長澤 宏太<sup>\*1</sup> 林 吉経<sup>\*1</sup> 坂口 耕祐<sup>\*1</sup> 大津 耕陽<sup>\*1</sup>

伊藤 雄一<sup>\*1</sup>

an observation system for intentional de-concentration

Kota Nagasawa<sup>\*1</sup>, Yoshitsune Hayashi<sup>\*1</sup>, Kosuke Sakaguchi<sup>\*1</sup>, Kouyou Otsu<sup>\*2</sup>,  
Yuichi Itoh<sup>\*2</sup>

## Abstract

In this paper, we propose an observation system for the act of consciously creating a state of distraction. We observe whether you can consciously create your own distraction and measure the state of relaxation at that time. We utilize the  $\theta$ ,  $\alpha$ , SMR, and  $\beta$  waves observed by EEG sensors, and define the values estimated by frequency analysis as the degree of distraction and the degree of relaxation. We propose to design a game in which distraction works to the advantage, and to create an experience in which the participant intentionally tries not to concentrate.

**Keywords** : EEG, EMG, Distruction, Relaxation

## 1. はじめに

近年、脳波を活用した研究が活発に行われており、医療やスポーツ分野をはじめとした多様な場面での応用が期待されている<sup>[1]</sup>。その中でも、脳波を用いた集中度推定の技術が注目されている。脳波から得られるデータを活用し、集中度を推定してコンピュータシステムに組み込むことで、人間とのインタラクションを実現する技術はBCI (Brain Computer Interface) と呼ばれ、多く研究が行われている。

しかしながら、「集中度」という概念は研究者により定義が異なり、その意味も曖昧なままで用いられているのが現状である。また、集中度に関する研究は多く存在する一方で、集中していない状態、すなわち「非集中度」に着目した研究は十分に進んでいない。

そこで本研究では、「集中度」ではなく「非集中度」に注目し、この概念を新たに定義する。さらに、非集中状態を「リラックス状態」と「非リラックス状態」に細分化し、それぞれにおける脳波データの特徴を明らかにする。本稿では、これらの特徴を分析を通じて、非集中状態に基づく社会的意義のある新たなヒューマン・インタラクション技術の提案を目指す。

## 2. 関連研究

### 2.1 脳波データによる集中度の推定

脳波センサは、脳の電氣的活動を計測し、 $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\theta$  波、 $\delta$  波などの異なる周波数帯域の信号を取得可能である。この信号を利用して感情状態や認知負荷、疲労度、集中度などさまざまな情報に変換し、研究論文で表現されている<sup>[2,3,4]</sup>。特に、脳波データの活用先として集中度を推定して、定義する研究が多くなされている。

Velnath らは、集中力は年齢に応じて変化するとし、20～23 歳と 29～31 歳の 2 つの異なる年齢層の異なる人々から集中時の EEG データを収集し、FFT、平均値、標準偏差 (SD)、中央値、および平均二乗根を使用して特徴を抽出し、比較している<sup>[5]</sup>。また、Dehnavi らは、EEG 信号から複数の特徴を抽出し、ネットワークを用いて、信号をリラクゼーション、中程度の集中、高集中の 3 つのカテゴリに分類している。この分類したカテゴリに対し、様々な特徴量を用いて分類精度の向上を試みている<sup>[6]</sup>。しかし、これらの研究では、被験者が集中している状態のデータに焦点を当てており、集中していない際のデータは、大きく活用されていない。そこで、本研究では、集中している状態のデータではなく、集中していない状態のデータに着目して、「非集中度」として定義し、さらにその「非集中度」からリラックス度に関する特徴を取り出し分類することで、詳細に定義された「非集中度」の新たな活用方法を目指す。

<sup>\*1</sup>: 青山学院大学 大学院理工学研究科

<sup>\*1</sup>: Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

<sup>\*2</sup>: Department of Integrated Information Technology, College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

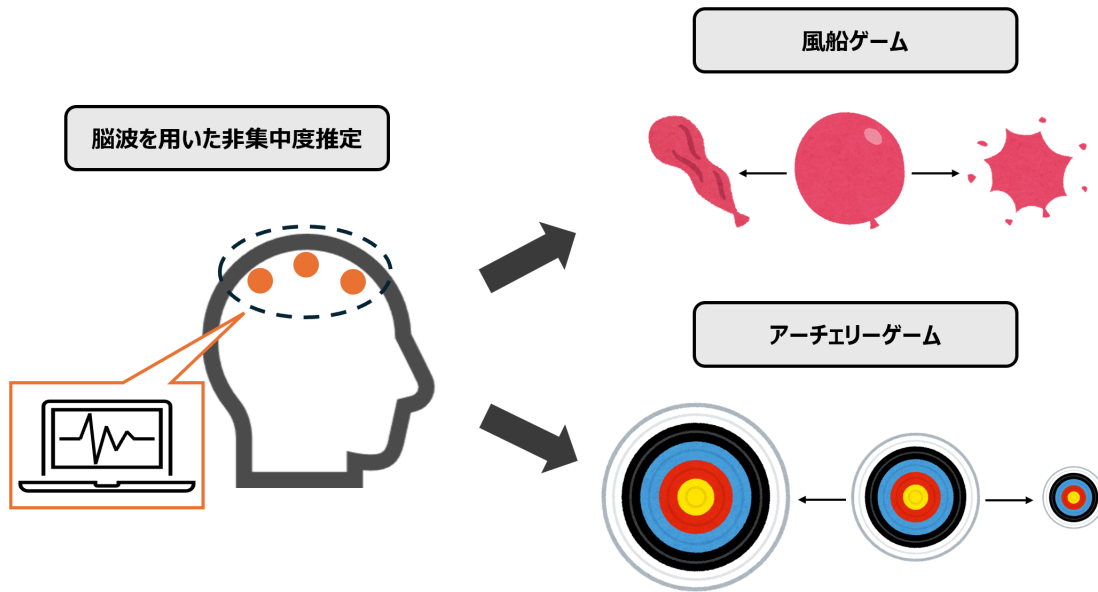


図1 体験イメージ図

## 2.2 集中度を活用したインタラクション

近年、脳波データを活用して定義した集中度を利用して、人間の作業補助や社会意義のある新規的なアイデアを体現するインタラクション開発を行う研究が多くなされている。

xiao らは周波数領域におけるベータ波とシータ波の総電力の比であるフォーカス値  $R$  を算出し、脳の集中度と定義し、これを音楽コントロールなどのアプリケーションに応用し、パーキンソン病患者などの音量変化やスイッチの入出力を実現している [7]。

また、puiaç らは、EEG と生成 AI を統合し、ユーザーの精神集中の変化に応じて画像を動かすことで EEG ベースのインタラクティブアートを製作し、アートの影響を実証している [8]。

しかし、これらの研究は、脳波センサの一部のデータの変化により「集中している」と「集中していない」に分類し、インタラクティブな開発を行っている。本研究では、集中していないデータに着目するとともにリラックス度に関する  $\alpha$  波や脳波センサ以外の皮膚電位センサや筋電センサなど複数のセンサを活用し、データを統合して非集中度をさらに分類して推定し、インタラクティブ開発に活用することを考える。

## 3. 実装計画

本稿では、頭皮上の 2 点間の電位差から脳波の生データを取得可能な BITalino 製の脳波センサと筋電図センサを用いる。センサは 0.8Hz~48Hz までの帯域に対応しており、 $\theta$  波、 $\alpha$  波、SMR 波、 $\beta$  波の取得が可能である。取得した生データは周波数分析を行うことにより、これらの各脳波成分として抽出できる。

表1 脳波の種類と周波数帯

脳波	周波数帯
$\theta$ 波	4~8
$\alpha$ 波	8~13
SMR 波	13~15
$\beta$ 波	15~30

表1に抽出する脳波の種類とそれぞれの周波数帯について示す。一般的に、脳波と集中の関係について、集中していない時には  $\theta$  波が、集中して作業している時には  $\beta$  波と SMR 波がそれぞれ向上することが明らかとなっている。また、リラックス状態では  $\alpha$  波が向上することが明らかとなっている。

本稿では、非集中度を、 $\beta$  波・SMR 波の合計値に対する  $\theta$  波の割合として定義する。また、リラックス度を  $\alpha$  波の絶対値として定義する。脳波センサを 4 個使用し、装着する際の電極位置は、国際的な標準配置法である国際 10-20 法に従って決定する。

表 3.2 に使用する脳波の種類と電極配置位置、機能領域の関係について示す。これらの電極配置により得た生データは、その後の脳波分析に用いる。また、筋電図センサを用いて、手の動きを取得する。特徴量を抽出し、機械学習を行うことで、特定のジェスチャを認識する。

## 4. 体験プラン

本体験プランでは、「非集中状態を意識的に作り出す」という一見矛盾した体験を提供する。提供するゲームに、非集中状態が有利に働くルールを適用することで体験者は非集中状態を作り出そうとする。しか

表 2 脳波の種類と周波数帯		
脳波	電極位置	機能領域
$\theta$ 波	Fz	前頭葉中央
$\alpha$ 波	Oz	後頭部中央
SMR 波	Cz	中央
$\beta$ 波	F4	前頭葉右

し、ゲームを有利に進めようとするゲームそのものに集中してしまうというジレンマの中でゲームを楽しむ。また、ゲームがうまくいかないことによるリラックス状態の変化もゲームに適用する。本稿では、図??に示すように、非集中状態を可視化し、それをコントロールできるようにする風船のゲームと、非集中度に加えてリラックス度もゲーム性に作用するようにしたアーチェリーのゲームを提案し、体験の様子を観客が観察する。

#### 4.1 体験シナリオ 1

体験者は、VR ゴーグルを装着し、VR 空間内にある風船を見つめる。ルールとして、視線を風船に寄せたうえで、集中してはいけないという指示を与える。非集中度が下がり、集中状態になると風船は膨らみ、逆に非集中度が大きくなると風船はしぼむ。集中に関係なく、時間経過により風船は膨らむ。体験者は意識的に注意を散漫にすることで、風船が割れないようにする。

#### 4.2 体験シナリオ 2

体験者は、VR ゴーグルを装着し、VR 空間内でアーチェリーを行う。体験者は 4.1 節と同様に、非集中状態を保ちながらアーチェリーを行う。非集中状態では、アーチェリーの的は大きくなり、的を狙おうとして集中状態になると、的が小さくなる。また、アーチェリーにおける外的要因として、風があげられる。リラックス度を  $\alpha$  波により算出し、リラックス状態であると風が収まり、矢はまっすぐ進む。逆に、緊張状態になると風が吹き、矢の軌道がぶれる。この条件の中で体験者は的の真ん中を狙い、高得点を目指す。体験者は実際のアーチェリーと同じ動作を行い、筋電図センサによる情報からジェスチャを認識すると、矢を放出する。体験者は的を狙うが、集中してしまうと不利になり、そのジレンマに対するイライラもまたゲームに不利に働くため、「リラックスしながら、集中しすぎない」ようにする。

#### 4.3 フロアプラン

図 2 に、フロアプランを示す。本企画では 2 つの体験シナリオを一つの HMD より提供する。2 m×2 m のスペースを想定し、1 台のテーブルの上に体験で使用する物品を配置する。テーブルの片側にシステムを制御するための PC などを配置し、もう一方には体験

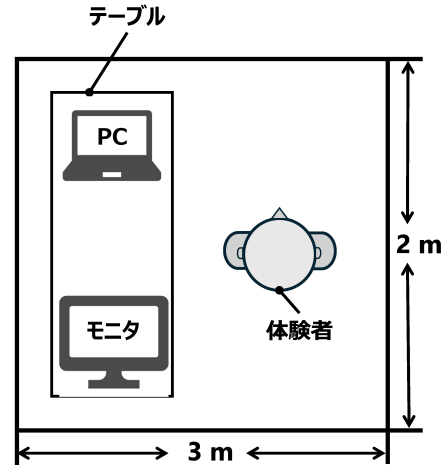


図 2 フロアプラン

者の視点をミラーリングするモニタを配置する。体験者はテーブルの横に立ち、任意の体験を行う。体験者が体験をしながら企画提案者がサポートを行うのに必要十分な空間として、上記のスペースを想定している。

#### 参考文献

- [1] Silvoni S, Ramos-Murguialday A, Cavinato M, Volpato C, Cisotto G, Turolla A, Piccione F, Birbaumer N. Brain-computer interface in stroke: a review of progress. Clin EEG Neurosci, 2011, pp245-252.
- [2] GUO, Xiang, et al. Emotional activity is negatively associated with cognitive load in multimedia learning: A case study with EEG signals. Frontiers in Psychology, 2022, 13: 889427.
- [3] HOU, Xiyuan, et al. CogniMeter: EEG-based emotion, mental workload and stress visual monitoring. In: 2015 International Conference on Cyberworlds (CW). IEEE, 2015. p. 153-160.
- [4] NGUYEN, Philon; NGUYEN, Thanh An; ZENG, Yong. Empirical approaches to quantifying effort, fatigue and concentration in the conceptual design process: An EEG study. Research in Engineering Design, 2018, 29: 393-409.
- [5] Velnath R, Prabhu V, Krishnakumar S, Analysis of EEG Signal for the Estimation of Concentration Level of Humans, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021.
- [6] M. S. Dehnavi, V. S. Dehnavi and M. Shafiee, "Classification of mental states of human concentration based on EEG signal," 2021 12th International Conference on Information and Knowledge Technology (IKT), Babol, Iran, Islamic Republic of, 2021, pp. 78-82.
- [7] D. Xiao and W. Zhang, "Electroencephalogram based brain concentration and its human computer interface application," 2015 IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu, China, 2015, pp. 21-24.
- [8] Puiac, A.V Cioca, L.-I, Lakatos, G.D, Groza, A. Real-Time Electroencephalogram Data Visualization Using Generative AI Art. Designs 2025.