

# 脳波に基づく VR と現実での作業者の心的状態の計測と比較

六浦由佳<sup>†</sup> 長尾 確<sup>‡</sup>

名古屋大学 工学部電気電子・情報工学科<sup>†</sup> 名古屋大学 大学院情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

Virtual Reality (VR)による体験は現実での活動に影響を与え、技術指導や体験者の能力の向上に活用されている[1]. さらに、VRは教育への利用が検討され、一部の地域では試験的に導入されている[2].

しかし、実験や見学など体験学習におけるVRの有効性は検証されているが[3], 計算力や記憶力などの知的作業におけるVRの有効性や妥当性に関する報告はまだ少ない. 知的作業におけるVRの有効性が検証されれば、VRの教育分野への導入が促進される.

本研究ではVRと現実で類似した内容の知的作業を実施し、知的作業時の作業者の心的状態を脳波により比較することで、VRにおける知的作業の有効性を検証する.

## 2. 実験環境

### 2.1. 脳波計

脳波の測定にはNeuroSky社の簡易脳波計MindWaveMobile(図1)を使用した. この脳波計では以下の8つの周波数域のパワースペクトルを毎秒1回出力する.

- $\delta$ 波 (周波数: 0.5~2.75 Hz)
- $\theta$ 波 (3.5~6.75 Hz)
- low- $\alpha$ 波 (7.5~9.25 Hz)
- high- $\alpha$ 波 (10~11.75 Hz)
- low- $\beta$ 波 (13~16.75 Hz)
- high- $\beta$ 波 (18~29.75 Hz)
- low- $\gamma$ 波 (31~39.75 Hz)
- mid- $\gamma$ 波 (41~49.75 Hz)

取得した脳波データの内、  
i.  $\alpha$ 波の値(low- $\alpha$  + high- $\alpha$ )  
ii.  $\beta$ 波の値(low- $\beta$  + high- $\beta$ )  
を用いて脳波に関する検証を行った.



図1 簡易脳波計  
Mind Wave Mobile

### 2.2. VRの環境

VR HMD (Head Mounted Display)としてHTC Viveを、コンテンツをHMDに描画するPCとして、ルームスケールで実験が行えるMSI社のバックパック型PC VR Oneを使用した.

現実とVRで類似した環境で作業を行うため、本研究では構造計画研究所のNavVisによって生成された現実空間の3次元地図を使用した[4]. 図2に本研究で実験を行った部屋(以下、スタジオ)の写真と、HMD上に表示した点群データを示す.



図2 実際の部屋と点群データの比較

## 3. 実験内容と結果

### 3.1. 検証内容

本研究で実施する知的作業(以下、タスク)は以下の3項目5つである.

- i. 思考力の検証 (簡単な暗算とお絵描き)
- ii. 記憶力の検証 (神経衰弱)
- iii. 緊張と不安の検証 (黒ひげ危機一発と火災体験)

暗算のタスクは、スタジオの壁や床に設置された問題10問を探し口頭で解答すること、お絵描きのタスクはホワイトボードに現実では「世界地図」、VRでは「日本地図」の絵を描いてもらうことである. 神経衰弱のタスクは16組32枚のトランプを使用し、黒ひげ危機一発のタスクはタカラトミー社の「超飛びジャンボ黒ひげ危機一発」を使用して、2人1組で行った. 火災体験はスタジオに火災が発生する様子を再現したモデルを現実では大型ディスプレイで視聴し、VRでは3次元で視聴した.

### 3.2. 実験手法

被験者は24名(男性12名、女性12名)とし、上記5つのタスクをVRと現実で別日に実施した. ただし、タスクの実施順序は考慮しない.

### 3.3. 評価手法

Measurement and Comparison of Mental Situation Based on Brain Wave of Workers in VR and the Real World

<sup>†</sup>MUTSUURA, Yuka (mutsuura@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)

<sup>‡</sup>NAGAO, Katashi (nagao@i.nagoya-u.ac.jp)

<sup>†</sup>Department of Information Engineering, Nagoya University

<sup>‡</sup>Graduate School of Informatics, Nagoya University

脳波は個人差が大きいいため、取得した脳波データを各被験者の各タスク実施前の平均値で正規化した。正規化された脳波データに対しVRと現実のデータでF検定を行い等分散性の有無を確認する。等分散性がある場合はStudentのt検定、ない場合はWelchのt検定を用いてVRと現実の脳波の有意差を検定する。p値は0.05とした。有意差のある被験者の割合(以下、有意比率)から脳波データの有意差の検証を行う。

また、脳波データの分析の他にタスクのパフォーマンス(時間や正答率など)も分析する。

### 3.3.1. 思考力の検証

#### 3.3.1.1. 簡単な暗算

歩き回って問題を探す時間を「探索時」、解答を考える時間を「計算時」と分類した。

データが有効な被験者22名に対し、VRと現実の両方で全問正解した被験者9名と片方でミスがあった被験者11名に分けて比較すると、探索時のβ波の有意比率に大きな違いが見られた。表1にその有意比率を示す。

表1 探索時のβ波の有意比率(単位:%)

	ミスあり	全問正解
β波	64%(7/11)	11%(1/9)

これはVRの視野の狭さと歩き方の違い(VRではコントローラを振ると顔の向きに進むようにした)が原因で集中力が低下したと考えられる。

計算時の有意比率は小さかったため、考えることに差はないといえる。

#### 3.3.1.2. お絵描き

描き始めるまでの時間を「思考時」、描いている時間を「描画時」と分類した。表2に全被験者の内、被験者23名に対する有意比率を示す。

表2 お絵描きの脳波の有意比率(単位:%)

	思考時	描画時
α波	43%(10/23)	39%(9/23)
β波	43%(10/23)	52%(12/23)

思考時及び描画時で約半数弱の被験者に有意差が見られた。それらの被験者の脳波の平均を確認すると、描画時にα波が高く、β波が低いことから、絵を描くことに集中できているといえる。

### 3.3.2. 記憶力の検証(神経衰弱)

カードをめくるまでの時間の脳波に高い有意比率が見られた。記憶力に個人差があると考え、すべてのカードのペアが揃うまでにかかった時間を比較したところ、13組中8組はVRの方が早くすべての組を揃えられ、3組は現実の方が早く、残り2組には差が見られなかった。VRの方が早くすべてのペアを揃えられる組が多いことから、VR上ではカードを覚えることに集中できていたといえる。VRで集中できることは視野が狭いこ

とで周りの環境に注意が向かないことが原因と考えられる。

### 3.3.3. 緊張と不安の検証

#### 3.3.3.1. 黒ひげ危機一発

黒ひげが飛び出した時の脳波に高い有意比率が見られた。表3に被験者24名の正規化された脳波データの黒ひげが飛び出した時のβ波の平均を示す。

表3 黒ひげが飛び出した時のβ波の平均

	VR	現実
β波	-0.04946	0.3391296

表3を見ると現実の方にβ波が多く検出されているため、現実で多くのストレスを感じていると分かる。VRでは物理的な接触がないため、黒ひげが飛び出すことへの不安が小さいと考えられる。

#### 3.3.3.2. 火災体験

目の前で火災が発生するときのβ波に対して約3分の1の被験者に有意差が見られ、その被験者らのβ波を確認すると、現実でのβ波の方が高い被験者が多かった。VRでは被験者は様々な視点で火のモデルを見ることができたが、現実では固定された視点から見たため、火災の状況の変化を集中して観察する必要があった。また、観察するのにストレスを感じていたと考えられる。

## 4. おわりに

本研究で様々な知的作業をVRと現実で実施し、その時の脳波を基にVRの有効性の検証を行った。思考に関して、VRは現実と大きく変わらないことが分かり、記憶に関してはVR上の方が優れていた。しかし、緊張や不安は現実の方が大きいという結果となった。

今後の課題として、緊張と不安に関する検証を別のタスクでも行うことや、VRでの学習コンテンツの提供による学習の有効性を更に詳細に検証することが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 新時代の社員教育?VRを使った研修事例9選, <<http://www.moguravr.com/vr-training/>> 2018年1月10日アクセス
- [2] Mercedes Bent: Where is VR/AR and Education Now?, <<https://vrscout.com/news/vr-ar-education-now/>> 2018年1月10日アクセス
- [3] Beijing Bluefocus E-Commerce Co., Ltd.: A Case Study - The Impact of VR on Academic Performance, Beijing iBokan Wisdom Mobile Internet Technology Training Institutions (2016)
- [4] 宮川 祐輔, 長尾 確: 3次元地図とオブジェクトの動的配置によるVR災害シミュレーション, 情報処理学会第79回全国大会(2017)