

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25540126

研究課題名(和文) 接近-回避の動機づけ状態を脳波で判定する新しい手法の開発

研究課題名(英文) The development of a new method of discriminating the approach-avoidance motivational states by the electroencephalographic data

研究代表者

入戸野 宏 (NITTONO, Hiroshi)

広島大学・総合科学研究科・准教授

研究者番号：20304371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、前頭部で測定する脳波活動の非対称性から、接近と回避の動機づけ状態を判定する新しい方法を開発することであった。背景脳波・プローブ刺激法・定常状態視覚誘発電位を用いて、動画や写真に対する動機づけ状態の評価を試みた。しかし、信頼できる脳波の非対称性パターンは観察されなかった。今回試作した脳波測定-分析システムを用いて、探索的な検討をさらに続ける必要がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present study was to develop a new method of discriminating a person's approach-avoidance motivational states by measuring the asymmetry of the electroencephalographic (EEG) activities recorded at frontal sites. Background EEG, a probe-stimulus method, and steady-state visual evoked potentials were used to assess motivational states toward movies and pictures. However, no reliable EEG asymmetry patterns were observed. Further exploration is required by using the EEG recording-analyzing system we developed for this study.

研究分野：実験心理学

キーワード：感性 脳波 心理生理学 動機づけ

1. 研究開始当初の背景

脳活動を測定することで人間の心理状態を客観的に知りたいという社会のニーズが高まっている。他方、基礎研究者の取り組みと現場の要望には大きなギャップがある。

大がかりな測定装置を必要としない脳波は、フィールドでも使える中枢神経系測定として期待されている。しかし、脳波は大脳皮質の神経活動を反映したものであり、情動にかかわる扁桃体や報酬系にかかわる大脳基底核のような脳深部の活動を直接反映するものではない。

脳波を使って「これはいいね」とか「これが欲しい」といったことが分からないだろうか？ このようなテーマに関して、左右前頭皮質の賦活の非対称性が情動や動機づけに関係することが古くから指摘されている。以前は左半球が快、右半球が不快という情動の次元に関係するといわれてきたが、現在は、左半球が接近、右半球が回避という動機づけの次元に関係するという説が提唱されている。

この分野では、脳波のアルファ帯域(8-13 Hz)パワーの左右差を指標とした研究が数多く行われている。アルファ帯域パワーは皮質の全体的な賦活レベルに逆比例する(皮質が活動するほどパワーが低くなる)と考えられている。非対称性指数として、[右前頭部におけるパワーの自然対数] - [左前頭部におけるパワーの自然対数]が提案されており、この値が高いほど、左半球の賦活が高いことを示す。

安静状態における脳波パワーの非対称性に特性レベルの個人差があることについては、一貫した知見が得られつつある。しかし、個人内における非対称性指数の変化が、特定の刺激に対する接近-回避動機づけの方向性と強さを反映するかどうかについては議論がある。

研究代表者と分担者は、これまで隠匿情報検査(concealed information test)における前頭部脳波アルファ帯域パワーの検討を行ってきた。隠匿情報検査の被検査者は、自分の知っている項目が実験者に検出されないように隠すという課題を行う。隠したいと思う(回避動機づけがある)項目に対して、アルファ帯域パワーは左前頭部において(右前頭部に比べて)相対的に大きくなった。この結果は右前頭皮質が相対的に賦活していることを示す(Matsuda et al., 2013, *Neuroscience Letters*, 537, 55-59. doi:10.1016/j.neulet.2013.01.029)。このような知見に基づけば、特定の刺激に対する処理の違いが前頭部脳波の非対称性に反映される可能性はある。

2. 研究の目的

本研究では、前頭部脳波の非対称性に注目し、「欲しい」とか「避けたい」といった動機づけ状態を評価する方法を開発すること

を目指した。産業界のニーズに基づき、次の2つの具体的な場面を設定した。一つは、映画やCMを見ているときの接近-回避動機づけの状態を連続的にモニタするという場面である。もう一つは、2つの刺激(画像、写真、商品等)のどちらにより接近したいと感じているかを判定する場面である。

3. 研究の方法

(1) 隠蔽意図に関連する皮質部位の推定

隠匿情報検査において、項目を隠すときに活動する皮質部位について検討した。隠そうとする項目が提示されてから500-1000 msの区間に、前頭部陰性-後頭部陽性の緩徐電位(late positive potential: LPP)が生じることが知られている。この電位の発生源についてsLORETA(standardized low-resolution electromagnetic tomography)法を用いて推定した。

(2) 測定システムの試作

左右前頭部に装着した電極から脳波を計測し、非対称性指数をオンラインで簡易表示するソフトウェアをメーカー(有限会社のるぷろライトシステムズ)の協力を得て開発した。携帯型デジタル脳波計(株式会社ミユキ技研 ポリメイト)からの入力を取り込み、complex demodulation(CDM)法によりアルファ帯域(または指定したその他の周波数帯域)のパワー値を時系列的に算出し、図として表現するという工夫を行った。

(3) 動画に対する関与度の違いと脳波

動画を見ようとする動機づけが脳波の非対称性に反映されるかどうかを検討する実験を32名の大学生・大学院生を対象として実施した。動画の物理的属性は変えずに関与度だけを操作するために、2本の動画(各4分間)を用意して実験前に片方を反復視聴させた。どちらの動画を反復視聴するかは参加者間でカウンタバランスした。脳波を頭皮上34部位から測定し、新奇動画と反復動画を見ているときのアルファ帯域パワーとその非対称性を検討した。実験1では自然な状態で視聴させた。実験2では同じ動画を用いたが、動画とは無関係な聴覚刺激(プローブ刺激)を視聴中に提示し、それに対するボタン押し反応を求めることで、動画に向けられる注意の量を測定した。

(4) 写真に対する接近動機づけの測定

前頭部脳活動の非対称性を調べる別の方法として、定常状態視覚誘発電位(steady-state visual evoked potential: ssVEP)に注目した。この方法は、視覚刺激を高速に点滅させ、その点滅周波数に同期した脳波成分を分析する。強い接近動機づけを引き起こす刺激として幼児の写真16枚、対照刺激として成人(中高年)の写真16枚を用いた。24名の参加者に、3秒間に1枚のペースでラン

ダムな順序で写真を提示した。点滅周波数は 12.5 Hz とした。脳波を頭皮上 128 部位から測定し、刺激提示後 2 秒間の波形データに高速フーリエ変換を行うことで 12.5 Hz のパワー（振幅）を算出した。

4. 研究成果

(1) 隠蔽意図に関連する皮質部位の推定

図 1 に示すように、隠そうとする項目に対して、右前頭皮質（中前頭回、下前頭回）の賦活が認められた。左半球ではこのような賦活は生じなかった。項目を隠そうとする場合に、右前頭皮質が活動するという結果は、右前頭部と回避動機づけが関連するという仮説と整合する。同じ脳領域は認知的制御を行うときにも活動するので、回避動機づけに特異的であるとは結論づけられないが、脳波の非対称性と皮質活動との対応を示唆する一例といえる。

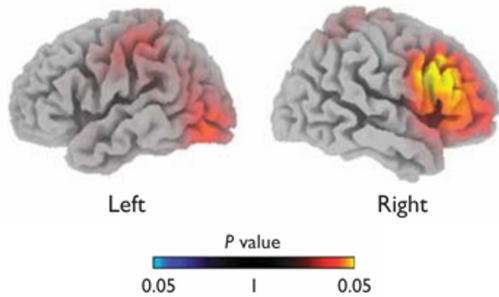


図 1. 隠そうとするときに活動する皮質領域 [発表論文 1 の Fig. 2 を一部改変]

(2) 測定システムの試作

試作したソフトウェアのサンプル画面を図 2 に示す。左パネルには記録中の脳波波形が、右パネルには非対称性指数が示されている。右パネル上部にはその瞬間の指数が棒グラフで表示され、下部には過去の指数が線グラフで表示される。非対称性指数に加えて、左右部位におけるパワーの絶対値を色相で表現し、直感的に脳波活動が把握できるようになっている。このソフトウェアは、「リアルタイム CDM 非対称性モニタプログラム (CDM-Asymmetry EEG Monitor)」として、有限会社のるぷるライトシステムズから市販されている。

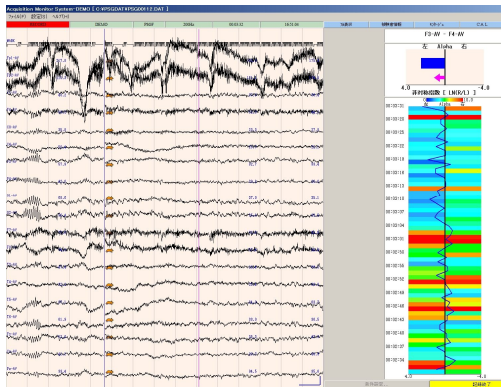


図 2. 試作ソフトウェアのサンプル画面

(3) 動画に対する関与度の違いと脳波

図 3 に示すように、新奇動画を見ているときは、反復動画を見ているときよりも、後頭部のアルファ帯域パワーが抑制されていた。この結果は先行知見と一致し、動画を見ようとする動機づけの違いが脳波に反映されることを示している。しかし、前頭部脳波の非対称性には有意な差が認められなかった。

新奇動画を見ているときのほうが、プローブ刺激に対する反応時間が長く、無反応・誤反応数も多かった。また、プローブ刺激に対する脳電位 P3 成分の振幅も新奇動画を見ているときに小さくなった。これらの結果は、プローブ刺激法を用いることで、動画に向けられる注意量を推定できることを示している。しかし、プローブ刺激を入れることで、アルファ帯域パワーに現れる関与度の効果が小さくなるという知見も得られた。プローブ刺激法は背景となる心理生理状態を変化させるので、慎重に利用する必要がある。

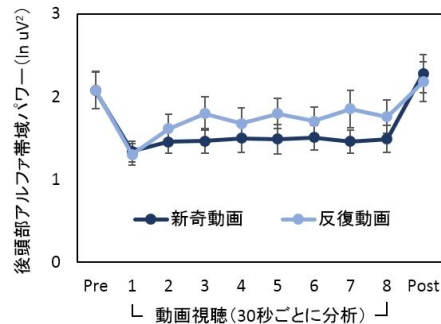


図 3. 新奇動画と反復動画を見ているときのアルファ帯域パワーの時系列変化

(4) 写真に対する接近動機づけの測定

図 4 に示すように、実験後に行った主観評価では、幼児の写真は、成人の写真に比べて、より接近したいという気持ちを引き起こしたと報告された (1-7 の 7 件法)。しかし、ssVEP の振幅には有意な条件差・左右差が得られなかった。

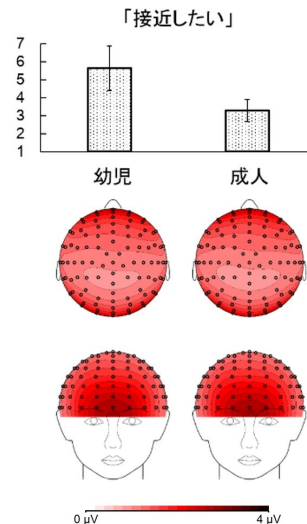


図 4. 接近動機づけの主観評価 (上) と定常状態視覚誘発電位の頭皮上分布 (下)

(5) 結論

前頭部脳波の非対称性は、大脳皮質の賦活の左右差を反映することもある。しかし、今回試みた背景脳波・プローブ刺激法・ssVEPいずれの方法を使っても、動機づけ状態を反映する頑健な指標は得られなかった。

左右の前頭皮質を快-不快または接近-回避動機づけのどちらかに二分法的に当てはめるのは問題を単純化しすぎているという批判がある(e.g., Miller et al., *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7:2. doi:10.3389/fnint.2013.00002)。前頭皮質にはさまざまな領域があり、異なる機能を担っている。そのため、今後、前頭部脳波の非対称性から動機づけ状態を検討するためには、測定部位を選び、分析方法をさらに工夫する必要がある。今回作成したソフトウェアは、そのような探索的な検討を行う際に有益であろう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

1. Matsuda, I., & Nittono, H., The intention to conceal activates the right prefrontal cortex: An ERP study. *NeuroReport*, 査読有, 26, 2015, 223-227. doi:10.1097/WNR.0000000000000332

2. 三木盛登・入戸野 宏, 脳波を用いた動画に対する興味の推定 - 単一プローブ刺激法による検討 -, 生理心理学と精神生理学, 査読有, 32, 2014, 1-10. doi:10.5674/jjppp.1401oa

[学会発表](計6件)

1. 入戸野 宏・三木盛登, プローブ刺激法を用いると動画視聴中の心理生理状態は変化する, 第34回日本生理心理学会大会, 2016年5月15日, 名古屋大学(愛知)

2. 松田いづみ・入戸野 宏・小川時洋・常岡充子, 情報の隠蔽と伝達を意図したときの事象関連電位, 第34回日本生理心理学会大会, 2016年5月14日, 名古屋大学(愛知)

3. Nittono, H., & Miki, S., The effects of introducing probe stimuli on background psychophysiological states during video viewing, 25th Annual Conference of the Australasian Society for Psychophysiology (ASP2015), December 3, 2015, Sydney (Australia), doi:10.3389/conf.fnhum.2015.219.00032

4. Miki, S., & Nittono, H., Assessing a viewer's interest in video clips by P3 amplitude and alpha-band power in a single-stimulus probe method, 17th World

Congress of Psychophysiology, September 24, 2014, Hiroshima (Japan), doi:10.1016/j.ijpsycho.2014.08.822

5. Miki, S., & Nittono, H., The correlation between probe P3 amplitude and degree of interest in movie trailers, 23rd Annual meeting of the Australasian Society for Psychophysiology (ASP2013), November 20, 2013, Wollongong, NSW (Australia), doi:10.3389/conf.fnhum.2013.213.00028

6. 三木盛登・入戸野 宏, 脳波を用いたプローブ刺激法による動画に対する興味の評価, 第31回日本生理心理学会大会, 2013年5月18日, 福井大学(福井)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

入戸野 宏 (NITTONO Hiroshi)
広島大学・大学院総合科学研究科・准教授
研究者番号: 20304371

(2) 研究分担者

松田 いづみ (MATSUDA Izumi)
科学警察研究所・法科学第四部・主任研究官
研究者番号: 80356162

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

三木 盛登 (MIKI Shigeto)
広島大学大学院総合科学研究科