課題難易度の差異が脳波 θ 帯域の出現量に及ぼす影響○川島哲史¹・太田直斗¹・依田麻子²(¹ 日本大学大学院文学研究科・² 日本大学文理学部心理学科)

キーワード: EEG, 注意, Frontal midline theta rhythm

The effects of difference of task difficulty on appearance volume of theta band

Satoshi KAWASHIMA¹, Naoto OTA¹ and Asako YODA²(¹ Graduate School of Literature and Social Sciences, Nihon University, ² College of Humanities and Sciences, Nihon University)

Key Words: EEG, Attention, Frontal midline theta rhythm

目 的

脳波 θ 帯域 (4-7Hz) の中でも、前頭部正中線上に出現する 6-7Hz の帯域は Frontal midline theta rhythm (以下、Fm θ) と呼称され、精神作業などで増大することから注意集中との関連が検討されてきた (石原, 1981)。また、Fm θ は精神作業を行う際の課題難易度によって出現量が変化することも知られている。しかし、先行研究の多くが内田クレペリン精神作業検査などの既存の課題を用いていることが多く、課題難易度を 1 次元上で比較できる研究は少ない。

そこで、本研究では精神作業として暗算課題を取り上げ、4 種類の異なる難易度を設定した上で θ 帯域の出現量との関連を検討することを目的とした。また、近年、主に国外の θ 帯域に関する研究では Fm θ (6-7Hz) のみならず、 θ 帯域 (4-7Hz) 全域が分析対象とされていることから本研究においても 4-7Hz および 6-7Hz を分析対象とする。

方 法

実験参加者 健康な男性 10 名が実験に参加した (平均年齢 21.1, SD=±2.02)。利き手は全員右利きであった。また、全ての実験参加者は実験に先立ち事前に実験概要について説明を受け、参加に同意した。また、本研究は実験に先立ち日本大学文理学部倫理委員会の承認を受けた (承認番号 29-64)。

実験課題 24 インチモニターの画面上で暗算課題を実施した。実験課題は難易度の異なる 4 種類の暗算を各 3 分間実施した。暗算課題は九九のみの「baseline」、暗算の難易度を上げた「task_1」、task_1 と同等の難易度で計算記号を特定の記号に変更した「task_2_1」、task_2 と同様の記号を用いて記号の役割を変更した「task_2_2」の 4 種類であり、想定される難易度は baseline < task_1 < task_2_1 < task_2_2 となる。また、課題開始前に開眼での安静状態 (以下、eyeo) を 3 分間測定した。

実験手続き 実験参加者は椅子に座位状態で、前方 40cm に設置されたモニター上に表示された各課題を手元のテンキーを用いて解答した。

脳波記録 脳波は多チャンネルデジタル脳波計 Active two (BIOSEMI 社製) を用いて頭皮上 128 チャンネルから測定した。測定条件は、サンプリング周波数 2048Hz、低域遮断フィルター 100Hz、高域遮断フィルター 0.16Hz であった。基準電極は CMS とした。

脳波解析 記録した脳波は脳波解析ソフト EMSE を使用して解析した。解析に先立ち、3-30Hz のバンドパスフィルターおよび 49-51Hz のノッチフィルターを使用した。その後、瞬目によるアーチファクトを除去するため、主成分分析を実施した。記録した脳波はパワースペクトラム解析により各課題 80 秒間を解析区間とし、5 秒おきに高速フーリエ変換を行い、計 16 個のデータを平均した上で電位パワ値を算出した。また、その際、100 μ V を超える試行は除外した。

統計分析 国際 10-20 法における Fz 電極を対象として課題 (4 種類) および eyeo における電位パワ値に差があるか検討

するため、1 要因 5 水準の分散分析を実施した。主効果が有意であった場合は、Bonferroni 法による多重比較を行った。また、各課題における課題難易度を確認するため、「解答数」、「正答率」、「平均解答時間」を算出し、同様に 1 要因 4 水準の分散分析を実施した。

結 果

各課題間および eyeo における 4-7Hz、6-7Hz の電位パワ値に差があるか検討するため、4-30Hz の電位パワ値に対する 4-7Hz、6-7Hz の比率を算出した。その後、1 要因分散分析を実施した結果、4-7Hz では主効果が有意であり (F(4, 36)=8.69, $p<.01$)、各課題と eyeo 全てに有意差が認められた。また、task_2_2 では他のすべての課題との有意差が認められた。一方、6-7Hz では、主効果は有意であったものの (F(4, 36)=3.65, $p<.05$) task_1、task_2_1、task_2_2 のみ eyeo と有意差が認められ、各課題間での有意差は認められなかった。

各課題間の課題難易度を確認するため、課題ごとに「解答数」、「正答率」、「平均解答時間」を算出し、それぞれ 1 要因分散分析を実施した。その結果、解答数では主効果が有意であり (F(3, 30)=193.75, $p<.01$)、task_2_1 と task_2_2 を除いた全ての組み合わせで有意差が認められた。正答率では、主効果が有意であり (F(3, 30)=6.25, $p<.05$)、baseline と他の全ての課題間で有意差が認められた。平均解答時間では主効果が有意であり (F(3, 30)=66.77, $p<.01$)、解答数の結果と同様に task_2_1 と task_2_2 を除いた全ての組み合わせで有意差が認められた。

考 察

本研究では、暗算課題を取り上げ、4 種類の異なる難易度を設定した上で θ 帯域の出現量との関連を検討した。その結果、4-7Hz では、task_2_2 と他の課題との電位パワ値に有意差が認められた。精神課題中における前頭部の θ 帯域の活動は注意集中と関連があることから、4 種類の課題の中で最も難易度が高い task_2_2 において θ 帯域の電位パワ値が最も高いことは妥当であると考えられる。一方で、解答数、正答率、平均解答時間においては task_2_1 と task_2_2 の間には有意差は認められなかった。これらの差異については今後具体的に検討する必要があると考えられる。6-7Hz では、eyeo と各課題の間にのみ有意差が認められ、課題間の有意差は認められなかった。このことから、注意集中に係る脳活動は前頭部正中線上に出現する 6-7Hz の活動を含めた θ 帯域 (4-7Hz) 全体の活動として観測される可能性が考えられる。

しかし、本研究では、サンプル数が比較的少数であることから上記のことについて明確な言及は出来ない。今後は、サンプル数を増やすことでより詳細に注意集中における θ 帯域の役割を明らかにすることが必要である。

引用文献

石原 務 (1981). バイオフィードバック法による Fm θ 脳波感覚の検討 臨床脳波, 23, 191-197.