

Sternberg 課題遂行中の脳波トポグラフィによる 認知症早期診断法の予備的研究

上床 真美*・俣 江 忠**・塗木 淳夫**・辻村 誠一**
湯ノ口 万友**・黒野 明日嗣***

A Preliminary Study on Early Diagnosis for Dementia Using EEG Topography during Sternberg Task

Mami UWATOKO,* Tadashi MATAE,** Atsuo NURUKI,** Sei-ichi TSUJIMURA**
Kazutomo YUNOKUCHI,** Asutsugu KURONO***

Abstract Our goal is to establish an early diagnostic method for dementia by electroencephalography (EEG) using a working memory task (Sternberg task). We studied four dementia patients and eighteen healthy subjects. In all subjects, the EEG was recorded while performing a Sternberg task. A power spectrum value was calculated from the recorded brain waves, and EEG topography image was made based on recording from 19 electrodes. The resulting shape of distribution over the activated region of healthy subjects was an oval at around vertex points Fz, Cz, and Pz at frequencies of 4.392 Hz, 4.880 Hz, and 5.368 Hz, respectively. In contrast, the shape of power spectrum distribution in dementia patients was distorted. It is suggested that the difference in the shape of EEG topography is related to the dementia.

Keywords : working memory, sternberg task, EEG topography, theta band.

1. はじめに

近年は、高齢社会となり、高齢者の介護を伴う疾病が深刻な問題となっている。その一つに記憶障害や判断力が徐々に低下する症状を持つ認知症があげられる。認知症は、明確な症状が見られないため、本人は気づかず、家族もしくは身近な人が発見するケースが多い。この場合、すでに症状が進行していることが多く、進行具合によっては本人だけではなく介護者の負担が増す。しかし、現代医療において認知症は、早期発見しリハビリや治療を行うことで病気の進行を遅らせることができ、介護者の精神的不安を和らげることができる。そのため、早期に診断すること

が重要である。

そこで、我々は、記憶や判断といった脳の情報処理によってリズムが変動する脳波に着目し、認知症の早期診断法の確立を最終目的としている。その際、日常での会話や暗算といった認知活動を行う上で常に働いており、脳の情報処理に欠かせないワーキングメモリ [1] に注目した。ワーキングメモリとは、外部情報を一時的に保持しつつ、長期記憶の検索及び比較処理や情報の更新を行う高次脳機能のことをいう。今回は、ワーキングメモリの機能の1つである記憶保持に注目し、その機能を独立して働かせるタスクとして Sternberg 課題 [2] を用いて実験を行った。

また、測定した脳波よりパワースペクトル値を算出して 19 部位を基準にトポグラフィを作成した。従来、脳波は、大きく 4 つの周波数帯域に分かれており、その帯域を用いて研究を行う場合が多い。我々の研究においても、帯域別の脳波トポグラフィを作成し、検討を行っていた。しかし、個人によるトポグラフィとグループによるトポグラフィでは、活性部位の形状が異なり、早期診断にこれらの画像を用いるのは難しいと判断した。そこで我々は、視点を変えて、帯域内でも周波数によっては活性部位が異なる予想し、帯域を分けずに各周波数におけるパワースペクトルのトポグラフィ画像を作成し検討を行った。

生体医工学シンポジウム 2008 発表 (2008 年 9 月, 大阪)
2008 年 7 月 29 日受付, 2008 年 10 月 8 日改訂, 2008 年 12 月 22 日再改訂

Received July 29, 2008; revised October 8, 2008, December 22, 2008.

* 鹿児島大学大学院理工学研究科

The Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

** 鹿児島大学工学部生体工学科

Department of Bioengineering, Kagoshima University

*** 愛と結の街, 谷山病院

Ai to Yui no Machi, Taniyama Hospital

よって、今回、我々は、短期記憶遂行に関連して発生するとされる θ 波[3]帯域近辺の周波数に注目し、記憶保持に関連して活性部位が安定する周波数を発見すると共に、脳波トポグラフィの活性部位の形状変化を用いて成人健常者と認知症患者の違いを明らかにした。

2. 方 法

2.1 ワーキングメモリタスク

本研究では、ワーキングメモリタスクとして Sternberg 課題を用いた。Sternberg 課題は、部分区間で解析することによってワーキングメモリの機能である記憶保持と判断を時間的に独立して捉えることができる。今回は、記憶保持に着目して報告を行っている。

Sternberg 課題を図 1 に示す。この課題は、Presentation (Neurobehavioral Systems 社, San Pablo, USA) という視覚刺激呈示用ソフトを用いて作成し、課題はパソコンにて行う。

Sternberg 課題は、最初に呈示された記憶文字を覚え、次に呈示されたテスト刺激と記憶した文字が一致するかどうかを判断する課題である。課題は、固視点から始まり、記憶文字呈示時間を含めて保持時間を 3 秒とし、固視点呈示後、テスト刺激を 1 秒間呈示した。1 試行を 9 秒とし、一致が 25 試行、不一致が 25 試行、擬似ランダムに実施され 50 試行行われた。年齢による記憶の衰えを考慮した上で記憶保持に負荷を与えるために、エラー率が 20~25% 前後 (図 2) になる条件下において実験を行った。成人健常者の場合 (図 1a)、記憶文字 6 文字を 200 ms 呈示し、テスト刺激呈示より 2 秒以内に一致かどうかを判断してもらった。高齢者及び認知症患者の場合 (図 1b) は、記憶

文字 4 文字を 300 ms 呈示し、3 秒以内に判断してもらった。なお、呈示される文字は、母音及び子音の重なりが少なくなるよう選んだかな文字を計 12 文字使用し、提示文字による偏った影響を少なくするため、提示文字の順番及び提示回数でカウンタバランスをとった。

2.2 測定方法

被験者は、成人健常者 18 名 (23 歳男性 15 名, 23 歳女性 3 名)、高齢者 1 名 (77 歳女性)、認知症患者 4 名 (男性 3 名, 女性 1 名) としタスク遂行中の脳波を測定した。事前実験内容を詳しく説明した後、同意を得て実験を行った。なお、認知症患者においては、谷山病院倫理委員会承認されたプロトコルに基づき、同意を得た上で実施し、さらに、不足の事態に瞬時に対応できるように、病院内の脳波室にて実験を行った。

また同時に、認知症診断テストとして一般的に有名な認知機能検査 (Mini-Mental State Examination; MMSE) を行った。MMSE の評価は、27~30 点は正常値、22~26 点は軽度認知障害の疑いがあり、21 点以下は認知症などの認知障害がある可能性が高いとなっている。なお、今回の認知症患者 B~C は、MMSE = 25~27 点であるため、軽度認知症患者として考え、認知症患者 A においては、MMSE = 15 点より重度認知症患者として考える。

実験は、暗室で行い、モニタ画面を被験者の前方 60 cm に配置し、被験者はこのモニタ画面に呈示される Sternberg 課題を実行する。また、被験者は、クリックボタンが 1 つ付いているマウスを 2 個用いてタスクの一致/不一致を判断するが、その際、被験者には、一致であれば右手元にあるマウスを、不一致であれば左手元にあるマウスをクリックするように指示した。

測定電極は、国際 10-20 電極配置法に基づき、基準電極を両耳朶連結電極とする 19 個の電極 (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, Pz, T6, O1, O2) を頭皮上に配置した。電極の接触抵抗値を 5k Ω 以下とし、課題遂行中の脳波を、サンプリング周波数 500 Hz で脳波計 (日本光電社, Neurofax) に取り込み、バンドパスフィルタ 0.5~60 Hz で処理した。なお、記録した脳波から明らかなアーチファクトは除去した。

2.3 解析方法

2.3.1 パワースペクトル解析 パワースペクトル解析は、高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform, FFT) により求めることができる。我々は、サンプリング周波数 500 Hz で記録された脳波からパワースペクトル値を算出した。その際、データの取り込み区間と周期が一致しない場合に生じる時間窓による誤差を考慮して、1024 ポイントで Hanning 窓を適用し、隣接するデータセグメントを 50% 重複させ、高速フーリエ変換によって計算した。解析区間は各試行の記憶保持区間 3 秒 (図 1) とした。算出されたデータは、19 電極における各部位におい

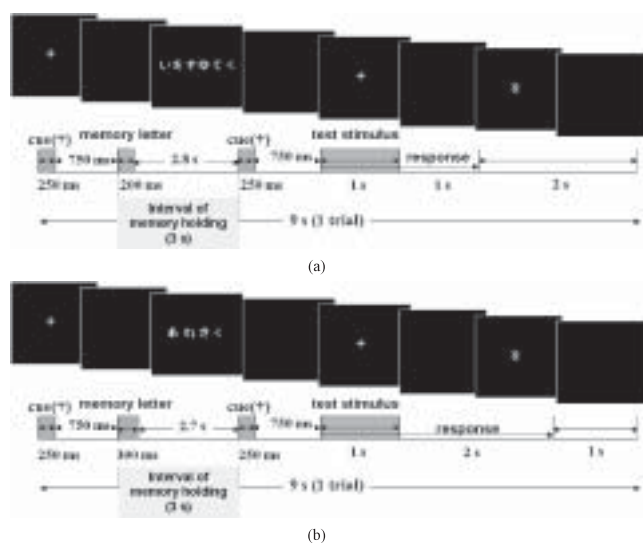


図 1 Sternberg 課題

- (a) 成人健常者における Sternberg 課題のダイアグラム、
(b) 認知症患者における Sternberg 課題のダイアグラム

Fig. 1 (a) A diagram of Sternberg task for healthy subjects, (b) A diagram of Sternberg task for dementia patients.

て 0.488 Hz 間隔で離散的にパワースペクトルが抽出された。なお、この時点で、各部位の周波数において 50 試行分の平均を出した。

2・3・2 脳波トポグラフィ 我々は、各周波数における 19 電極を基準に作成したトポグラフィ画像を脳波トポグラフィと呼ぶ。なお、19 電極中での活性部位の形状変化を観測したいため、各周波数において 19 電極中の最大パワースペクトル値で規格化を行った。

脳波は、従来、大きく 4 つの周波数帯域 (δ 波帯域 (1~3 Hz), θ 波帯域 (4~7 Hz), α 波帯域 (8~13 Hz), β 波帯域 (14~35 Hz)) に分かれており、各帯域に着目して、数多くの研究が行われている。我々の研究においても、帯域別の脳波トポグラフィを作成し検討を行ってきた。しかし、検討した結果から、個人間及びグループ間でも活性部位の形状変化が異なり、成人健常者と認知症患者の違いを見つけることは困難であると判断した。形状が異なる理由として考えられることは、帯域内でも周波数によって活性部位に変化がある点である。また、脳波研究において一般的に個人内及び個人間のばらつきが大きいことが支持されており、如何にしてばらつきを少なくするかが大きな課題であった。そこで、視点をかえ、帯域を分けずに各周波数におけるパワースペクトルのトポグラフィ画像を作成し検討を行った。この各周波数における脳波トポグラフィを用いる利点として以下のことが上げられる。

- ・各周波数における活性部位の形状変化の移り変わりを捉えることができる
- ・平均を取ることによって生じる誤差を最小にすることができる
- ・脳波トポグラフィに現れる要因 (例えば、成人健常者と認知症患者など) の検討を行いやすい

3. 結 果

3・1 エラー率及び反応時間

エラー率と反応時間を図 2(a), (b) に示す。被験者 A 以外の結果をみると、エラー率は、成人健常者から認知症患者まで約 20~25%前後になっていることが分かる。反応時間は、認知症患者においては、1.2 秒前後と少し遅れがちだが、成人健常者は 1 秒以内に反応していることが分かる。しかし、被験者 A においては、エラー率も高く、反応時間も他に比べて極端に遅いことが分かる。

3・2 エラー率と脳波トポグラフィの関連性

エラー率と脳波トポグラフィの関連性が分かりやすいように、記憶保持時の 4.392 Hz の脳波トポグラフィをエラー率の結果とともに図 2(c) に示す。この結果より同じ課題遂行率である成人健常者、高齢者、認知症患者の脳波トポグラフィの分布形状が、それぞれ異なることが分かる。また、成人健常者において課題遂行率の高い被験者も低い被験者も脳全体が活性していることが分かる。

3・3 脳波トポグラフィを用いた記憶保持に関連する周波数

θ 波は短期記憶の遂行により発生するとされる。我々は、脳波トポグラフィを用いて記憶保持に関連する周波数を検討するために、 θ 波帯域近辺の周波数 (2.928 Hz, 3.416 Hz, 3.904 Hz, 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz, 5.856 Hz, 6.344 Hz, 6.832 Hz, 7.320 Hz, 7.808 Hz) での脳波トポグラフィを計 11 個作成した。図 3 に成人健常者における脳波トポグラフィを示す。図 3 より、 α 波帯域に近づくにつれて活性部位の形状が変化していることがわかる。また、 δ 波帯域から θ 波帯域に含まれる 2.928 Hz から 5.368 Hz までの 6 個の脳波トポグラフィでは、活性部位の形状が似ており安定していることが分かる。なお、成人健常者 18 人中 15 人において同様に 2.928 Hz から 5.368 Hz までの 6 個の脳波トポグラフィで安定した形状を示した。その他に、 θ 波帯域の平均脳波トポグラフィを見ると、細かい形状変化が、活性部位の強い周波数における脳波トポグラフィに引っ張られてぼやけていることが分かる。

また、図 4 に認知症患者における θ 波帯域に含まれる各周波数 (2.928 Hz, 3.416 Hz, 3.904 Hz, 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz, 5.856 Hz, 6.344 Hz, 6.832 Hz, 7.320 Hz, 7.808 Hz) の脳波トポグラフィを示す。上記と同様に認知症患者でも δ 波帯域から θ 波帯域にかけての 2.928 Hz, 3.416 Hz, 3.904 Hz, 4.392 Hz, 4.480 Hz, 5.368 Hz の脳波トポグラフィで、活性部位の形状が似ており安定していることが分かる。また、 θ 波帯域中の前半にある 4 つのトポグラフィと後半にある 4 つのトポグラフィでは明らかに活性部位の形状が異なることが分かる。それらの影響から θ 波帯域平均脳波トポグラフィでは、明らかに前半部分の周波数におけるトポグラフィ画像で顕著な特徴が、全く見られず、後半部分の活性部位の変化も捉えられていないことが分かる。

3・4 脳波トポグラフィで見られる θ 波帯域内の周波数に対する α 波の影響

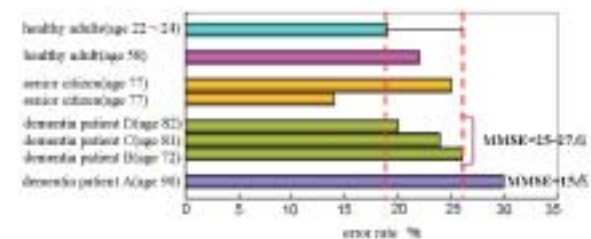
軽度認知症患者の脳波トポグラフィによる分布形状の推移を 3.416 Hz から 0.488 Hz 間隔で作成したトポグラフィ画像を図 5 に示した。 θ 波帯域に含まれる後半部分の周波数の脳波トポグラフィは、 α 波帯域に含まれる前半部分の脳波トポグラフィの形状と似ていることが分かる。

3・5 成人健常者及び高齢者の脳波トポグラフィ

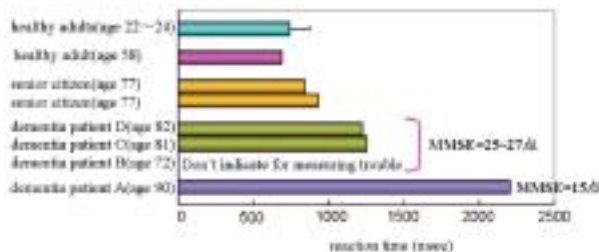
図 6 に成人健常者及び高齢者の 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz のそれぞれにおける脳波トポグラフィを示す。図 6 より、成人健常者における活性部位の形状は、Fz, Cz, Pz を中心に楕円形であることが分かる。また、高齢者における活性部位の形状は、Cz, Pz を中心に円形であることが分かった。なお、他の成人健常者 15 人においても同様に、楕円形もしくは円形の分布形状が見られた。

3・6 認知症患者の脳波トポグラフィ

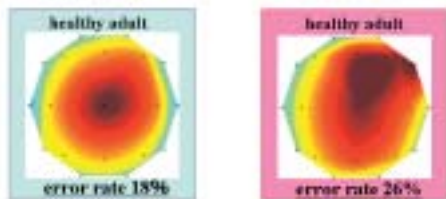
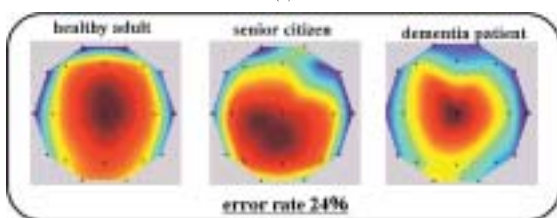
図 7 に認知症患者の 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz のそ



(a)



(b)



(c)

図2 (a)エラー率, (b)反応時間, (c)エラー率と脳波トポグラフィの関係

Fig. 2 (a) error rate, (b) reaction time, (c) relation between error rate and EEG topography.

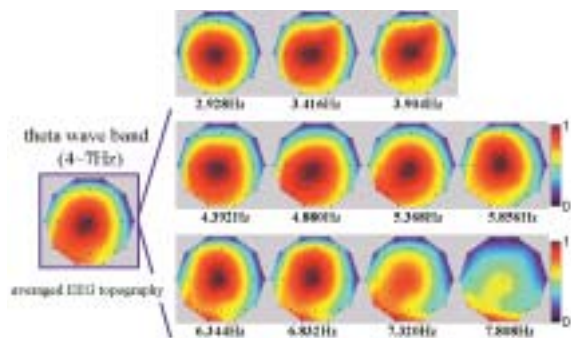


図3 成人健常者によるθ波帯域周辺の各周波数脳波トポグラフィ及びθ波帯域平均脳波トポグラフィ

Fig. 3 EEG topography at each frequency around θ band (right) and averaged EEG of θ band(left) topography in a healthy subject.

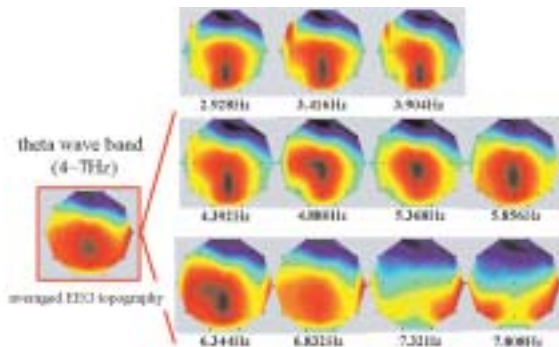


図4 認知症患者によるθ波帯域周辺の各周波数脳波トポグラフィ及びθ波帯域平均脳波トポグラフィ

Fig. 4 EEG topography at each frequency around θ band (right) and averaged EEG of θ band(left) topography in a dementia patient.



図5 認知症患者Bにおける3.416 Hzから10.248 Hzまでの各周波数脳波トポグラフィ

Fig. 5 EEG topography at each frequency from 3.416 Hz to 10.248 Hz in a dementia patient B.

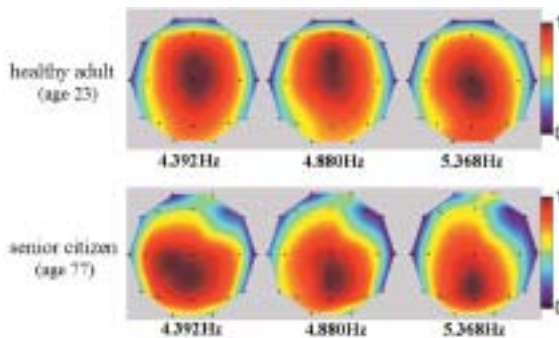


図6 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hzでの各周波数における成人健常者及び高齢者の脳波トポグラフィ

Fig. 6 EEG topographies in each frequency of 4.392 Hz, 4.880 Hz, and 5.368 Hz in a healthy adult and a senior citizen.

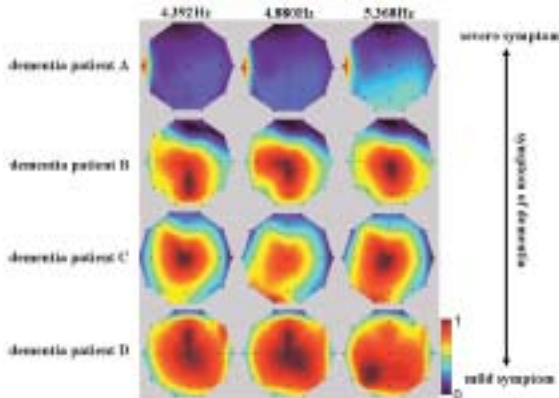


図7 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hzでの各周波数における認知症患者の脳波トポグラフィ

Fig. 7 Dementia patients' EEG topography in each frequency at 4.392 Hz, 4.880 Hz, and 5.368 Hz.

れぞれにおける脳波トポグラフィを示す。被験者 A から D に向かうにつれて認知症の症状が軽度となる。図 7 より、認知症患者の活性部位における分布形状は、図 6 で示した成人健常者らにおける分布形状と比べて明らかに歪んでいることが分かる。また、認知症の症状が重度になるにつれて、活性部位の分布が縮小されていることが分かる。

4. 考 察

エラー率と反応時間の結果より認知症患者 A 以外のエラー率は、成人健常者から認知症患者まで約 20~25% 前後であり、反応時間は、認知症患者が成人健常者及び高齢者と比べて、少し遅れがちであったが、コンピュータに慣れていないことや年齢を考えるとこれらの反応時間の遅れは、認知症の差ではなく個人の能力の差であると考えられる。また、エラー率と脳波トポグラフィの結果より、同じ課題遂行率であったにも関わらず成人健常者、高齢者、認知症患者の脳波トポグラフィの分布形状が、それぞれ異なっていた。また、成人健常者において課題の遂行率に関係なしに脳全体の活性がみられた。以上のことから課題に対して非協力的であることや課題をこなせなかったということがトポグラフィに反映される可能性は低いと考えられる。よって、健常者と同様に認知症患者は、課題をこなしていたが、脳波トポグラフィには課題遂行度以外の影響による形状変化が見られたと考えられる。しかし、認知症患者 A においては、エラー率も高く、反応時間も他に比べて極端に遅いことから課題をこなすことができなかつたと考えられ、また、実験状況においても認知症患者 A は課題をこなせていなかったことが確認されている。これらのことから、軽度認知症患者においては、健常者と同様に十分この課題を遂行する能力があると判断できる。しかし、症状が重度になると課題遂行は難しいことが分かった。

脳波トポグラフィを用いた記憶保持に関連する周波数を明らかにするために、記憶保持に関連する周波数の検討を行った。 θ 波が短期記憶の遂行により発生する[3]ということから、 θ 波帯域近辺の各周波数での脳波トポグラフィを作成した。まずは、帯域平均と各周波数における脳波トポグラフィの違いを比較すると、特に、認知症患者において、帯域平均脳波トポグラフィの分布形状が、活性部位の強い周波数（ここでは、6.344 Hz）における脳波トポグラフィに影響されてぼやけたり、各周波数の細かい形状変化が、打ち消されていることが分かった。これは、 θ 波帯域内の周波数で平均を取ることによって生じた誤差が分布形状に大きく影響を及ぼし、細かい形状変化を捉えることができないことを示している。それ故、帯域平均による脳波トポグラフィでは、細かい部分の違いを捉えることができず診断に用いることは難しいと考えられる。

次に、各周波数による脳波トポグラフィをそれぞれ比較すると、成人健常者及び認知症患者において、 δ 波帯域か

ら θ 波帯域に含まれる 2.928 Hz から 5.368 Hz までの 6 個の脳波トポグラフィで、比較的、安定した活性部位の分布形状が得られた。これは記憶保持によって得られた分布であると推測されるため、2.928 Hz から 5.368 Hz の周波数が、記憶保持に関連していると考えられる。なお、図 4 で明らかのように θ 波帯域内でも各周波数によって活性部位の分布形状が異なることが分かった。特に、認知症患者の θ 波帯域内の後半部分にある 4 つのトポグラフィは、 α 帯域に大きく関与している（図 5 より α 波帯域に含まれる各周波数の分布形状と似ているため）と考えられる。我々の先行研究[4]において、 α 波帯域は、視覚情報（記憶保持の文字数や固視点）に大きく影響されることを示した。この結果から、後半部分の 4 つの周波数においては記憶保持以外の要因が関与しており、本実験の解析には適切な周波数ではないと考えている。また、 δ 波帯域及び θ 波帯域は、脳の機能障害の際に出現されると言われている[5]ことから安定した分布形状が得られた 6 つの周波数に着目することは重要であると考えられる。その中でも、 θ 波が短期記憶の遂行により発生するということから θ 波に含まれる 3 つの周波数 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz に重点的に注目する必要があると考えている。

成人健常者及び高齢者の脳波トポグラフィ結果より成人健常者における活性部位の形状は、Fz, Cz, Pz を中心に楕円形であり、高齢者における活性部位の形状は、Cz, Pz を中心に円形であることが分かった。脳波自体の加齢による影響が懸念されるが、脳波トポグラフィで見られる活性部位の分布形状には大きな違いは見られないと考えられる。なお、個人差が大きいとされる脳波で、18 名中 15 名の成人健常者における脳波トポグラフィの活性部位の分布形状が、円形、もしくは楕円形となった。いずれの被験者にも応用できると推測するが、更なる成人健常者におけるデータを蓄積し、パターンを把握することで成人健常者における指標を確立できると考えている。

認知症患者の脳波トポグラフィの結果より成人健常者及び高齢者と比べて活性部位の分布形状が明らかに歪んでいることが分かった。また、認知症の症状が重度（MMSE の結果より判断）になるにつれて、活性部位の分布が縮小されていることが分かった。これらの分布形状の歪みや縮小は、脳萎縮などの原因によって記憶保持における正常な経路（機能）が働かず、別経路、もしくは別の補助機能が働いたため歪んだ分布になったと考えられる。よって、これらの歪みが、認知症に関連している可能性があることと示唆する。

最後に、周波数帯域の細分化に対する脳波トポグラフィの安定性（ばらつきの増加など）については、頭皮上の 19 部位中の最大パワースペクトル値で規格化することによって 19 部位中の活性部位の形状を見ており、被験者毎に値のばらつきが大きくなることはないと考えている。また、活性部位の形状では、現在、成人健常者において 18

人中 15 人において楕円形に分布が広がっていることを確認した。また、各試行のパワースペクトル値も 50 試行分の平均を取っているため、個人内における誤差もある程度抑えられていると考えられる。さらに、帯域内に含まれる各周波数脳波トポグラフィの形状の移り変わりは、個人によって違っており、帯域平均をとる方が、誤差が大きくなり細かい形状が捉えられなくなる。よって、帯域平均をとることよりも本論文で提案している 3 つの周波数 (4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz) における脳波トポグラフィの方が、いろいろな要因から生じるばらつきを最小にすることができ、分布形状的に安定していると考えられる。

5. ま と め

本研究では、短期記憶遂行に関連して発生するとされる θ 波帯域近辺の周波数に注目し、記憶保持に関連して活性部位が安定する周波数を発見すると共に、脳波トポグラフィの活性部位の形状変化を用いて成人健常者と認知症患者の違いを明確にすることを目的とした。結果より 4.392 Hz, 4.880 Hz, 5.368 Hz の 3 点が記憶保持に大きく関連する周波数であると考えられ、それらの周波数における脳波トポグラフィより成人健常者では、円形もしくは楕円形の分布形状が示され、認知症患者は、明らかに歪んだ分布形状が示された。この分布形状の歪みが、認知症に関連していると示唆している。

文 献

1. Baddely A: The episodic buffer, a new component of working memory?. *Trends in cognitive Sci.* 4: 417-423, 2000.
2. Jensen O, Gelfand J, Kounios J, Elisman J: "Oscillations in the Alpha Band (9-12 Hz) Increase with Memory Load during Retention in a Short-term Memory Task", *Cerebral cortex*, pp. 877-882 (2002).
3. 荻原直行: 脳とワーキングメモリ, 京都大学学術出版会, 京都, 2000, pp. 171-172.
4. 上床真美, 辻村誠一, 湯ノ口万友: ワーキングメモリタスクを用いた早期認知症診断法開発のための基礎的検討. *生体医工学*. 46(特別号): 132, 2008.
5. 大熊輝雄: 臨床脳波学 第 4 版, 医学書院, 東京, 1991, pp. 79-111.

上床 真美 (ウワトコ マミ)

平成 19 年鹿児島大学工学部生体工学科卒業。同年同大学大学院理工学研究科生体工学専攻博士前期課程入学。平成 21 年鹿児島大学大学院理工学研究科生体工学専攻博士前期課程修了予定。ワーキングメモリ、脳波トポグラフィ、早期認知症診断法の開発に関する研究に従事。



俣江 忠 (マタエ タダシ)

平成 17 年鹿児島大学工学部生体工学科入学。現在に至る。ワーキングメモリ、脳波トポグラフィ、早期認知症診断法の開発に関する研究に従事。



塗木 淳夫 (ヌルキ アツオ)

平成 13 年鹿児島大学工学部理工学研究科博士課程修了。同年同大学工学部生体工学科助手、平成 19-20 年英国ロンドン大学ソーベル学部客員研究員、平成 19 年鹿児島大学工学部助教。現在に至る。博士 (工学)。磁気刺激の筋疲労回復の研究、経頭蓋磁気刺激法を用いた運動学・視覚研究等に従事。電子情報通信学会、電気学会、計測自動学会、日本臨床生理学会、日本体育学会、運動生理学会等の会員。



辻村 誠一 (ツジムラ セイイチ)

平成 10 年筑波大学大学院工学研究科単位修得後退学。同年同大学準研究員、平成 11 年英国アストン大学神経科学研究所博士研究員、平成 12 年米国ニューヨーク州立大学博士研究員、平成 14 年ドイツマックスプランク脳研究所博士研究員、平成 16 年鹿児島大学工学部助教授、平成 19 年鹿児島大学工学部准教授。現在に至る。博士 (工学)。心理物理学、神経生理学に関する研究に従事。視覚学会等の会員。



湯ノ口 万友 (ユノクチ カズトモ)

昭和 50 年鹿児島大学大学院研究科修士課程電子工学専攻修了。同年同大学工学部助手。昭和 63~平成 2 年 M.I.T., フランシスビッタ国立磁気研究所客員研究員、平成 6 年鹿児島大学工学部助教授、平成 8 年同大学工学部教授。現在に至る。工学博士。生体磁気に関する研究、生体信号の計測、解析に関する研究等に従事。日本生体医工学会、日本生体磁気学会、電子情報通信学会、IEEE 等の会員。



黒野 明日嗣 (クロノ アスツグ)

1989 年鹿児島大学医学部卒。同年より鹿児島大学医学部第三内科に入局し、臨床の傍ら、カリウムチャンネルについて研究。1998 年スウェーデンウプサラ大学短期留学。2003 年より介護老人保健施設 愛と結の街にて、施設長として慢性期医療、認知症に取り組む。日本神経内科学科医認定医、日本内科学会、日本神経内科学会、日本神経生理学会、日本生理学会等の会員。

