

右側頭葉を重点的に活性化するソフトの試作

山脇 伸行¹, 小迫 秀夫¹, 中川 優², 駒井 則彦³, 中井 國雄⁴

¹近畿大学 生物理工学部

²和歌山大学 システム工学部

³高次脳機能障害研究所

⁴和歌山県立医科大学

我々は、神経心理学的検査法にもとづいた痴呆診断支援システムを試作しその有効性を示した。そのシステムは健康な人の脳機能の評価やトレーニングに応用できる可能性がある。そこで、我々はそのようなシステムを作成するために、痴呆診断支援システムに含まれる問題をもとにして右側頭葉を重点的に活性化する問題を試作した。本稿では、被験者が問題を実行しているときの2次元脳電図を用いて、それらの問題を評価した結果を示す。

Trial Production of Problems for Activation of a Right Temporal Lobe

Nobuyuki Yamawaki¹, Hideo Kosako¹, Masaru Nakagawa²,
Norihiro Komai³, Kunio Nakai⁴

¹Faculty of Biology-Oriented Science and Technology, Kinki University

²Faculty of System Engineering, Wakayama University

³Highercortical Dysfunction Laboratory

⁴Wakayama Medical College

We have produced a diagnosis support system for dementia based on the neuropsychological examination and have documented the validity of the system. The system is considered available as a system to estimate and train highercortical function of person of health. Therefore, we have produced problems for trial for activation of a right temporal lobe by modifying the problem included in the diagnosis support system. In this report, we show the estimation of the problems through the investigation of computed topographic EEG.

1. はじめに 日本では人口の高齢化が進行しており、それに伴って増加することが予想される老人性痴呆症患者の早期発見と早期治療が大きな問題となっている。そのような問題の解決に役立つ一つの手段として痴呆の早期発見を支援する痴呆症診断システムが作成された[1]。しかし、最も良いのは痴呆症にならないことであり、加齢などに伴って起こる脳機能の低下をできるだけ防ぐことである。そこで、健康な人の脳機能を調べることができると同時に、脳のトレーニングもできるようなシステムを作るための基礎的な研究を行った。我々は、そのようなシステムを以前作成した痴呆診断システムをもとに作成することとし、その第一段階として右脳を重点的に活性化するためのソフトを試作した。

2. 痴呆症診断システム[1] 脳はその領域ごとに処理する情報が異なっているため、計算や図形の記憶、音声の聞き分けなどを行う場合、活動する脳の領域がそれぞれ異なる。それら脳の各領域に異常がないかどうか調べるために使われているのが神経心理学検査法である。この検査法にもとづいて、問題が作成されている。問題は画面上に文字や図形などで表示されるかスピーカーから音声で流れる。コンピュータへの答えの入力は全てマウスを使用して行う。システムは、数字の記憶3問、図形の識別2問、図形の記憶3問、そして図形と単語の識別、単語の記憶、音声の聞き分け、計算が各1問で合計12問からなる。

3. 痴呆症診断システム使用時の脳波測定実験

被験者が痴呆症診断システムの問題12問を実行しているときの脳波を測定した。

使用した脳波計はNEC製のSYNAFIT2100、EEGマッピングソフトとしてキッセイコムテック社製のATAMAPを使用した。サンプリング周波数は200Hz、国際10/20法にもとづく双極導出法によって測定した。被験者は21~24歳の健康な男子学生6名(右利き)である。

脳の活動状態を調べるために β 波の周波数帯域に対する2次元脳電図を用いた。 $\beta 1$ は13~20Hz、 $\beta 2$ は20~30Hzである。2次元脳電図を作成するときの感度は全て同じ値に設定した。2次元脳電図では黒色の領域が活性化していない領域、灰色の領域が活性化している領域を表している。本稿の2次元脳電図は全て同一の被験者のものである。

測定の結果、左右の側頭葉を使う問題以外では2次元脳電図からでは活性化している領域が顕著に現れなかった。しかし、左右の側頭葉を使う問題では多くの被験者に共通する傾向が見られた。それらの問題を以下に示す。

数字の記憶(図1(a))：問題は次の2つに別れている。①数字が1つずつ画面上に表示される。被験者は示される数字を記憶し、数字の表示終了後に記憶した数字列を順番どおりに答えるという問題である。答えは、画面上に用意された0~9までの10個の数字をマウスで選択してコンピュータに入力する。②①と同様に数字が示されるが、示された順番とは逆に数字を並べ替えて答える。

図形の記憶(図1(b))：はじめに画面上に幾何学図形が一つずつ複数個表示される(表示される図形の数は毎回1個ずつ増えてゆく。最大8個)。次にそれらの図形を含む12個の図形が画面に表示される。被験者はその図形群の中から記憶した図形を順番どおりにマウスを使って選択する。

実験の結果、数字の記憶、図形の記憶ともに2次元脳電図では左側頭葉が活性化(図2)傾向が見られた。その原因の一つとして、右手によるマウスの操作が考えられるが、被験者がマウスの操作のみを行ったのときの2次元脳電図では左側頭葉の活性化の度合いが問題実行時と比べて低い(図3：本実験で設定した感度では右側頭葉は黒くなっていて活性化していないように見える)

ことから、問題による活性化とみなすことができると考えられる。

また、実験後に行ったアンケートから、右利きの1名以外の被験者は図形を言語で表現して記憶していたことがわかった。言語で記憶していた被験者のほとんどは多くの図形を正確に記憶できており、高得点者であった。つまり、被験者の多くは実験中に言語野のある左側頭葉（右利きの人では言語野が左半球にあることが多く、その割合は約9割 [2]である）を比較的良く使っていたことになる。このように被験者が図形を言語で表現して記憶した理由は、使用されていた図形が、四角形や台形など図形に名前が付いているものであったためと考えられる。

4. 右側頭葉を重点的に活性化するための問題 右側頭葉が切除されると言語による記憶は冒されないが、言語では簡単に表現できないような種類の視覚的、聴覚的パターンを認識したり、記憶したりすることができなくなる[2]ことから、言語で表現しにくい図形を使い、さらに言語で表現する時間を被験者に与えないような短い提示時間にすることで右側頭葉をより活性化できる可能性がある。被験者が図形を認識できるかどうかの検査では名前の付いた図形を使用して良いが、右脳をできるだけ強く活性化することを目的とする場合は、簡単に言語で表現することのできない図形の方が適していると考えられる。

そこで、簡単に言語で表現することが難しい図形を用意して問題を作成した。記憶する図形の提示時間は1秒とした。これは、3秒の提示時間で実験を行ったところ、多くの被験者が問題で使用されている図形にその場で適当な名前を付けたり、特徴のある箇所を“上”、“下”、“右”、“左”のように言語で表現して記憶していたためである。

右側頭葉を重点的に活性化する図形の記憶

(図4)： はじめに画面上に図形が一つずつ複数個表示される（表示される図形の数はいくつでもよい）。

ずつ増えてゆく。最大8個。) 。次にそれらの図形を含む3個または5個の図形が画面に表示される。被験者はその図形群の中から記憶した図形を順番どおりにマウスを使って選択する。

上記のような問題を7問作成し、図5に示したのは、その中の2問である。

5. 右側頭葉を重点的に活性化する問題実行時の脳波測定実験 痴呆症診断システム使用時の脳波測定実験と同じ測定条件で実験を行った。ただし、被験者は21～24歳の健康な男子学生4名（右利き）である。脳波測定実験終了後にアンケートを行って、問題が難しかったかどうかと図形をどのようにして記憶していたかを調べた。

得られた2次元脳電図では個人差が大きく一概には言えないが、図形をはじめて見るとき（問題開始直後）は左右の側頭葉が活性化し、その後は右側頭葉も活性化するが主に左側頭葉が活性化する傾向があった（図5）。そのような2次元脳電図の傾向を示した被験者はアンケートに対して「問題は簡単であった」と答えており、全問正解かそれに近い高得点者であった。また、図形を言語で表して記憶していた。図形を言語で表現する仕方は、図形を見た瞬間に連想したものの名前を使ったり、特徴を言語で表現するというものであった。図4 (a) は人の横顔、同図 (b) は犬などの動物に見えた、という答えもあった。アンケートから、言語で表現しにくいと思われる図形も既知の何かに似ているように見えることが多く、また、既知のなにかを連想しなかった場合は特徴を言語で表現して記憶することが多いように考えられる。

6. 考察 以上の実験結果から右側頭葉を活性化する問題作成時の注意点として、

1. 使用する図形は言語で簡単に表現できないような図形とする。

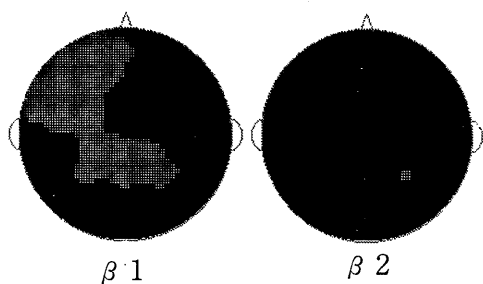


(a) 数字の記憶

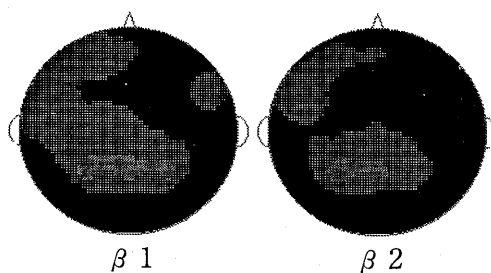


(b) 図形の記憶

図1. 痴呆症診断システムに含まれている問題

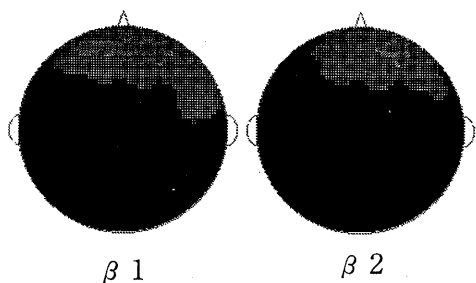


(a) 数字の記憶の場合

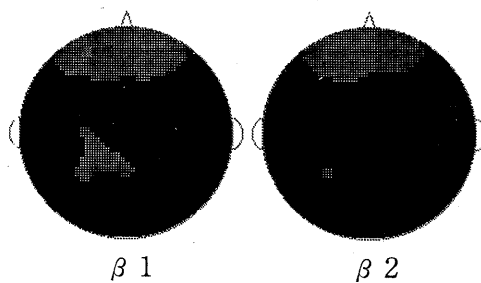


(b) 図形の記憶の場合

図2. 問題実行時の2次元脳電図の例

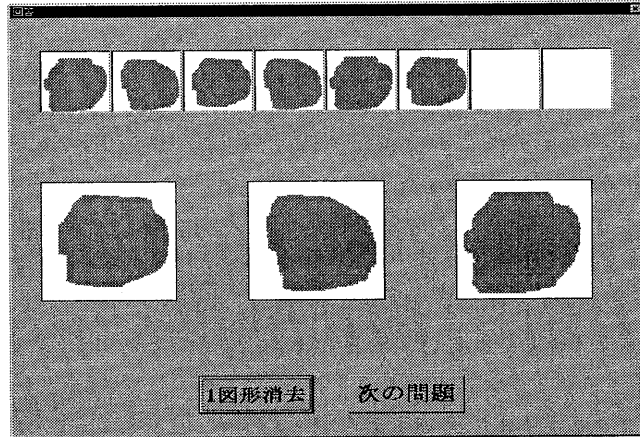


(a) マウスを動かした場合

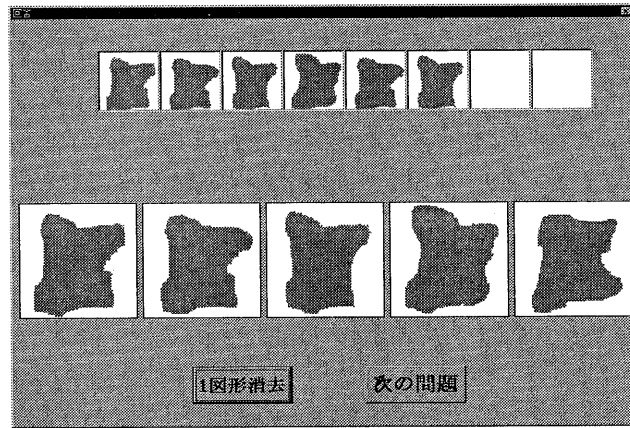


(b) マウスのボタンを押した場合

図3. マウス操作時の2次元脳電図の例

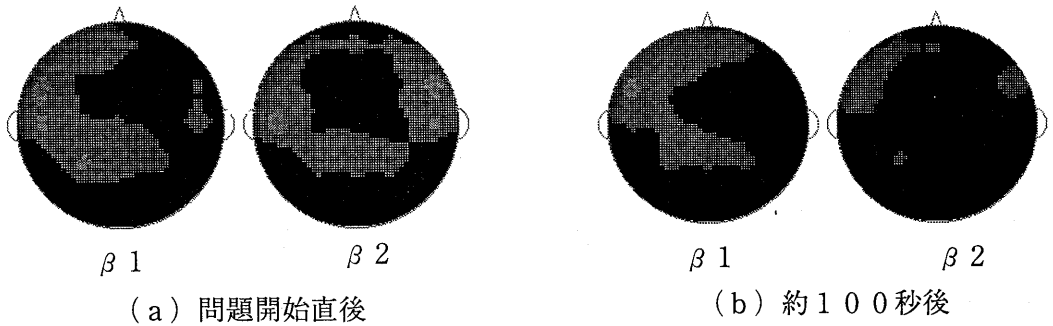


(a) 簡単な問題



(b) 難しい問題

図4. 新しい図形の記憶の問題例



(a) 問題開始直後

(b) 約100秒後

図5. 新しい図形の記憶の問題 (図4の(b)) 実行時の2次元脳電図の例 (解答に要した時間は約3分)

2. 図形の特徴を言語で表現できないような短い提示時間とする。
3. 解答を選ぶために示す図形群には答えの図形と似ている図形を示す。
4. 問題中で使用する図形は問題を実行する度に変わるようにする（同じ図形は使わない）。
5. 解答群の図形には回転させた図形を示すなど考えさせる要素を付加する。

などが考えられる。

7. おわりに 健康な人の脳機能を調べることができると同時に、脳のトレーニングもできるようなシステムを作るための基礎的な研究を行った。そのようなシステムを、以前作成した痴呆診断システムをもとに作成することとし、その第一段階として右脳を重点的に活性化するためのソフトを試作した。その理由は右側頭葉を使うと考えられている問題であっても言語野のある左側頭葉の方がよく使われる傾向のあることがわかったからである。今回試作したソフトでは右側頭葉が活性化するが左側頭葉も同時に活性化する傾向があり、右側頭葉を重点的に活性化するソフトとしてはまだ十分ではない。図形の記憶方法、2次元脳電図ともに個人差があり、しかも調べた被験者数が少ないため、今後さらに多くの被験者で調べる必要がある。そして得られた結果と考察で挙げた注意点をもとに右側頭葉が重点的に活性化するようなソフトへ改良してゆく予定である。また、脳の他の領域を活性化するソフトも作成する予定であるが、そのときにも役立つと考えられる図形の色や大きさ、提示時間などの正解率への影響を系統的に調べる予定である。

謝辞 プログラムの作成を行った近畿大学生物理工学部電子システム情報工学科オペレーティングシステム研究室の西尾勇一氏（現（株）ソフトウェア情報開発）、常田秀明氏（現（株）日本情報通信）、中澤弘氏 および（株）アルファックスの木村浩造氏、原山享大氏、（株）東和興産の

西尾彰郎氏をはじめ実験に協力頂いた関係者の方々に感謝致します。

参考文献

- [1] 山脇伸行, 小迫秀夫, 中川優, 前島伸一郎, 中井國雄: 神経心理学検査法による痴呆症診断システムの試作, 情報研報, 97-FI-48, pp61-66 (1997)
- [2] 伊藤正男: 脳の設計図, 中央公論社, 1980
- [3] 江藤文夫, 原寛美, 板東充秋, 本田哲三: 別冊/高次脳機能障害のリハビリテーション, 医歯薬出版株式会社 (1995)