コミュニケーションを目的とした単語想起時の事象関連電位の解析

○松田真里子¹, 渋川美紀², 松田忠³, 二宮理憲⁴

An Analysis of Event Related Potentials Evoked by Visualizing Words for Communication between Human and Computers

Mariko Funada¹, Miki Shibukawa², Tadashi Funada³, Satoki P. Ninomija⁴

¹Business Management, Hakuoh Univ., ²Early Childhood education Hakuoh Univ.,

³College of Science, Rikkyo Univ., ⁴College of Science and Engineering, AoyamaGakuin Univ.

1. はじめに

本研究は、通常のコミュニケーションが不可能な障害者や病人とコンピュータを活用してコミュニケーションする福祉機器の作製や、人とコンピュータとの情報交換の円滑化を目標とするコミュニケーションシステム構築に関する基礎研究である。すでに、母音・名詞・形容詞の推定^{1,3)}や簡単な日本語の文・同音異義語の区別について可能性を検討した。

想起文字識別のために、脳内で被験者が思っている語を、事象関連電位⁴⁾ (Event Related Potentials, 以下 ERP と略称) を用いて推定し、仮説1:「想起文字はERPにより推定可能である」、仮説2:「文字とERPの対応関係は1対1である」、仮説3:「想起名詞、形容詞もERPを用いて推定可能である」、仮説4:「同音異義語は識別可能である」の仮説の検証を試みた^{1,3)}。本年はこれらの試みの中で「文字想起課題への集中の持続」「想起文字の正しさ」「『想起』の意味のあいまいさ」などの問題点が明らかとなったため、その改善について検討した。また前述の仮説中の関連仮説についてはその検証も試みた。

2. 研究方法

2-1 実験方法

実験は以下の方法で行った。

- (1) 被験者: 実験に協力的な成人男女4名 (21歳~22歳) (a~dとして識別)
- (2) 実験場所: 外界から遮断され、実験のみに使用される研究室。実験時には特に実験への集中を保つよう配慮した。
- (3) 想起文字の種類: {りんご, みかん, いちご, バナナ, メロン}
- (4) 刺激の種類: 次の5セットを刺激として使用した。
{津軽□□□, 津軽■□□, 津軽□■□, 津軽□□■}
{温州□□□, 温州■□□, 温州□■□, 温州□□■}
{石垣□□□, 石垣■□□, 石垣□■□, 石垣□□■}

{台湾□□□, 台湾■□□, 台湾□■□, 台湾□□■}
{夕張□□□, 夕張■□□, 夕張□■□, 夕張□□■}
最初の漢字2字は続く果物を連想するために用いた。途中の■はその位置にある文字を想起することを促すために用いた。

- (5) 刺激表示のタイミング: 19インチの画面の中央に(4)の文字列を1秒間ずつ、間に800~1200msecのランダムな間隔をおいて表示した。被験者は画面と目の距離が60-80cmとなる場所に腰掛けており、文字列は1文字が約1cm×0.8cmの正方形内に納まる大きさで、眼球を動かさず十分見ることができるようにした。
- (6) タスク: 被験者は各文字列セットの最初の刺激でどの果物かを確認する。次の刺激で最初の文字を無音で口を動かさずに頭の中で発語する。今回はこの無音・無動の発語を「想起」と呼ぶことにする。次の刺激で2番目、最後の刺激で最後の文字を想起する。
- (7) 反復回数: 5種類の文字列セットをランダムな順序で2回反復した。この繰返しを1セットとよび1分間の休憩をはさんで5セット連続して行った。その後、別の課題を行い、再度5セット行った。
- (8) 実験時間: 1セットの実験に要する時間は(約2秒)×(4刺激)×(5種類)×(2セット)÷60秒=約1分20秒。
- (9) 脳波: 国際10-20法によるA₁A₂を基準電極とするFp₁, Fp₂, C₃, C₄の単極導出とし、C₃を中心に解析した。
- (10) A/D変換: 脳波のサンプリング周波数は1kHzとし、刺激表示後1秒間のデータをリアルタイムでA/D変換してコンピュータに取り込む。

2-2 解析方法

最初に、測定データにカットオフ周波数が時間とともに変化するアダプティブフィルタを用いて、高周波雑音と瞬きなどの低周波雑音を除去した。次に、各波形を標準化し、最後に、想起した単語をそれぞれ2回から数百回加算平均してERPを求めた。

3. 結果と考察

図1は今回の実験で求められた連想課題の問題文を提示中の被験者aについてC₃に関する80回の加算平均波形の例である。横軸が問題提示後の時間で、縦軸が標準化後の加算平均波形の振幅である。問題文を見ることによる視覚誘発電位N₂₀₀や認識によるP₃₀₀、文脈解釈と関連すると言われるN₄₀₀が出現している。その後、P₄₅₀と呼べるような電位が出現し、これが「問題文から想起する文字を決定する場合」の特徴的な電位として測定された。

図2は「ん」を想起した場合の被験者a, 80回加算平均ERPの例である。図1と比較するとP₄₅₀は出現せず、図2中の波形のN₂₀₀~N₄₀₀までの類似性が極めて高く、この区間の電位が「ん」の想起と関連が深いことが推定される。

図3は被験者b, 測定部位C₃についての「い」の文字想起時のERPの例である。N₂₀₀~N₄₀₀の区間に着目すると、類似性が高いことが確認され、また電位の差や多峰性の波形があるなどの小さい差があり、これが子音の違いを反映している可能性を示唆している。

図4は被験者aについて母音の共通するものをさらに加算平均した結果である。これらの波形は、この被験者aに関する母音想起の差と対応すると考えられる。

4. 結論

以上より、想起の説明を「無音・無動の『発語』」と変え、課題を連想による文字想起課題とし、想起位置を確認する情報を刺激に加えることで、より明確な事象関連電位が測定された。その結果、第1の仮説は本報告でも成立する可能性が高いことが示唆された。第2、第3の仮説については、引き続き検討を行う必要がある。今まで以上に鮮明な事象関連電位を測定する方法を得たので、この実験方法による波形の再現性の確認等が今後の課題である。

参考文献

- 1) Mariko F. FUNADA, Satoki P. Ninomija: A Discrimination Algorithm of Event Related Potentials Evoked by Characters, BioMed2004, 2004
- 2) Mariko FUNADA et al: An Estimation of Homonyms Using Event Related Potentials Caused by Visualizing Them in Mind, ISTEAD, Signal and image processing, Hawaii, 2005
- 3) 船田眞里子, 他: 事象関連電位を用いた人とコンピュータとのコミュニケーションの試み, 人間工学会第46回大会, 2005
- 4) 丹波真一, 鶴紀子編著: 事象関連電位, 新興医学出版, 1997
- 5) 山本剛, 牧敦, 小泉英明: 光を用いた脳機能測定法, 一近赤外線トポグラフィー, 日本物理学会誌, Vol. 59, No. 10, 675-681, 2004

図1 連想課題刺激表示時のEERPの例(C₃)

図2 「ん」想起時のERPの例(測定部位:C₃)

図3 「い」の文字{り, み, い, ち}想起時のERPの例

図4 問題文字列と{あ行, い行, え, お行, ん}に関してまとめて加算平均した場合のERPの例
(問題文字列の場合のはP₄₅₀の電位が出現している。)