事象関連電位を用いた図形の位相認識計測の試み

○渋川美紀¹, 船田眞里子², 二宮理恵³

¹白鷗大学発達科学部, ²白鷗大学経営学部, ³青山学院大学理工学部

On Recognition of Topological Characters of Illustrations Through Event Related Potentials

Miki Shibukawa¹, Mariko Funada² and Satoki Ninomija³

¹Department of Human Development, Hakuoh University, ²Faculty of Business Administration, Hakuoh University,

³Faculty of Science and Engineering, Aoyamagakuin University

1. はじめに

図形が同相であるとは「互いに伸ばしたり、縮めたり、曲げたり、ゆがめたりして重ねられる図形¹⁾」と定義されている。交通標識等の図形を判断するとき単純なものほど分かりやすいことは予想がつくが、図形の複雑さとその認識度を具体的に評価する方法はまだ確立されていない。そこで図形の複雑さを相で考え、問題として与えられた図形と同相の図形を選ぶ課題実行時の脳波を測定し、図形認識度と脳波の関係を明らかにし、図形認識度を示す指標を構築することを試みた。この手法を発展させて位相による認識度の差が計測可能になれば標識や商標の複雑さの決定等に幅広く応用されることが期待される。なお、指標作りに使用した脳波は広義の事象関連電位(Event Related Potentials, 以下 ERP と略称)²⁾と呼ばれる電位である。

2. 実験

以下の方法で実験を行った。

- (1)被験者：年齢 20～23 歳の女性 2 名と男性 2 名で全て右ききである。(a～d で識別)
- (2)実験場所：外界から遮断された研究室。実験時には特に実験への集中を保つように配慮した。
- (3)課題画面：19 インチの画面中央部に問題が表示される。被験者と画面の距離は約 60cm である。表示される図形は、すべて、被験者がほとんど眼球を動かさないで見ることのできる範囲内に収まる。問題図形は左右に 2 つ表示され、円と同相の図形の選択を行う。
- (4)実験時間：約 2 分。2 つの図形が 40 問表示される。表示時間は 1sec である。800～1200msec の間でランダムに変化する休み時間（白色画面）が入る（図 1）。

図 1 図形の表示方法

- (5)タスク：被験者は 2 つ図をながめ左側が問題と相が同じ場合は 4 を、右が同じ場合は 6、両方同じ場合は 8、どちらも違う場合は 2 をテンキーよりブラインドタッチで入力する。
 - (6)脳波：国際 10-20 法による A₁-A₂ を基準とする単極導出で、記録した電極の位置は Fp₁, Fp₂, C₃, C₄, O₁, O₂, C_z, P_z とした。解析は主に Fp₁, Fp₂, C₃, C₄ に関して行い、特に図形認識課題なので C₄ を中心に解析した。ERP は画面表示後 1 秒間の脳波を 10 回および 50 回加算平均して求める。
 - (7)応答時間：問題が画面に表示されてから被験者がキーを押すまでの時間を応答時間としてミリ秒単位で測定した。
- 実験は 1 日につき 5 回くり返した。これを約 1 週間おきに 4 日行った。

3. 結果

図 2, 3 は被験者 a から得られた脳波の平均の波形の例である。縦軸は電位、横軸は問題提示後の時間である。判断や文脈表現に関係するといわれる P₃₀₀, N₄₀₀ と、P₁₀₀, N₂₀₀ が出現している。その他に P₄₅₀, N₆₀₀ が出現していると考えられる。図 4 は被験者 b から得られた波形で、被験者 a と同様な電位が出現していることが確認できる。

応答時間については被験者 a については、図 5 のようになった。縦軸が応答時間、横軸がデータ測定日の順である。実験回数が進むにつれ、応答時間は早くなりばらつきが小さくなった。この傾向は他の被験者についても同様である。

図 6 は正答率のグラフである。縦軸が正答率、横軸がデータ測定の順を示している。個人差はあるが、実験日数が増すにつれ、正答率が改善されている。

4. 考察

ヒトの判断は環境、健康状態などによりしばしばばらつきが生じる。一方脳波を使用した調査は、脳波自体がヒトをコントロールしている大脳活動の電気的変動を捉えたものなので、早い時点でのヒトの判断力を図ることができる期待される。

図5はP₁₀₀—N₂₀₀, N₂₀₀—P₃₀₀, P₃₀₀—N₄₀₀, P₄₅₀—N₆₀₀の潜時差と振幅差をグラフにしたものである。N₆₀₀とP₄₅₀の潜時差と振幅差が小さく、このような波形は、写真や漢字を見ているだけのERPにはほとんど出現しないので、図形の判断やそれに続くキー入力と関係する電位であることが推定される。

図2 ERPの平均の波形の例1(加算回数50回)

図3 ERPの平均の波形の例2(加算回数50回)

図4 応答時間の例

図5 正答率の例

図6 潜時差と振幅の差の例

5. 結論

- (1) 2つの左右に並んだ図形を見てどちらが円と同相か判断する課題実行時の事象関連電位と応答時間を測定した。
- (2) 認識と文脈判断に関連が深いと推定される事象関連電位P₃₀₀とN₄₀₀がそれぞれ出現した。
- (3) P₄₅₀, N₆₀₀と呼べる電位が出現しており、図形の認識や結果の入力と関連した電位であることが推定された。

被験者を増やし、今回の結果の信頼性の検証を行うことと、再現性を確認すること等が今後の課題である。

6. 参考文献

- 1) 川久保勝夫：トポロジーの発想 ○と△を同じと見ると何が見えるか；ブルーボックス，講談社，14-15, 1995
- 2) 丹波真一他：事象関連電位，新興医学出版社，77-81, 1997
- 3) 鶴紀子編：臨床脳波と脳波解析，新興医学出版社，2000
- 4) 船田真里子：事象関連電位の測定を目的としたオブジェクト指向の雑音低減手法，白鴎大学大学院経営研究，第5号，1-17, 2005