117. 視覚誘発電位を用いた色覚特性計測法の開発

～色刺激の複数同時提示の検討～

花形 潤 百瀬 桂子
(神奈川工科大学)

1. はじめに

ヒトの色覚特性を定量的に把握することは、色情報の一般的な取扱いや色覚異常検出等において重要な課題である。筆者らは、視覚刺激に対する客観的な応答の 1 つである視覚誘発電位 (VEP) に非線形システム解析法 (Binary Kernel 法) を適用し、VEP による色覚計測の有効性を示した^{[1][2]}。しかし、前報での刺激方法では長時間の測定を要するため、実用的な計測法とはなりえなかった。本研究では、VEP を用いた短時間色応答検出法の実用化を目的とし、短時間でより多くの色覚応答を得るための刺激方法の検討をおこなった。

2. Binary Kernel 法と複数刺激同時提示

Binary Kernel 法は、1 入力 1 出力の非線形システムにおいて、2 値の疑似ランダム信号である M 系列を入力とし、出力との相互相関関数から入出力関係を同定する方法である。この方法は多入力 1 出力にも適用でき、2 種類以上の異なったパターンの M 系列を複数入力したときの 1 つの出力から、M 系列との相互相関関数をそれぞれ求めることにより、個々の入力についての入出力関係を分離抽出できる^[3]。本研究では、ある M 系列とその M 系列の周期を半周期ずらした M 系列を作成し、それらに基づく 2 種類の色刺激を同時に提示し、VEP との相互相関関数をそれぞれ求めることにより、1 つの脳波から 2 種類の色刺激に対する反応を分離抽出することとした。

3. 実験方法

本研究で作成した測定システムを図 1 に示す。視覚刺激発生用高速ビデオカード VSG (Cambridge Research System 製) により発生された色刺激を CRT に表示して被験者に与え、そのときの脳波を生体アンプで増幅・フィルタリングし、A/D 変換して処理をおこなった。

色刺激は、等輝度の 2 色を M 系列に基づいて切り替え、幅が視角 8 度、高さが視角 6 度の長方形として提示した。刺激に用いた 2 色のうち一方を無彩色 (標準 C 光源) に固定し、もう一方を赤、黄、緑、青の有彩色とした。2 種類提示時の組み合わせは、赤-緑、黄-青の 2 種類である。色刺激の輝度は $15[\text{cd}/\text{m}^2]$ とし、有彩色は標準 C 光源を中心に、知覚的に均等に選択した。

M 系列信号は、クロック周波数 $100[\text{Hz}]$ 、1 周期が $40.95[\text{s}]$ (4095 個) のものを用いた。クロック周波数は VSG の動作周波数に相当する。1 周期分を 1 回の刺激とし、これを 3 回くり返しその平均の VEP を 1 回の測定データとした。被験者は、健康な大学生男女 3 名とした。VEP は日を変えて 1 被験者につき 2 回以上測定した。

色刺激を 1 種類のみ提示した時の VEP と色刺激を 2 種類同時に提示した時の VEP を測定した。この VEP と M 系列との 1 次相互相関関数 ($0-300[\text{ms}]$) を算出し、1 種類提示時と 2 種類提示時を比較した。

4. 結果・考察

色刺激を 1 種類のみ提示した場合の 1 次相互相関関数は、刺激色により波形の形状が異なり、色による応答の違いが確認できた。色刺激 2 種類提示時の結果のうち、赤-緑の組み合わせの結果を 1 種類提示時の結果と重ねて図 2、3 に示す。波形は 1 被験者について日を変えて測定した 2 回の平均値である。どちらも波形形状が類似しており、2 種類刺激時にも 1 種類刺激と同様の色応答検出が可能であることが示唆された。しかし、緑刺激では $90-150[\text{ms}]$ 付近に振幅の違いがある。同被験者の黄、青の波形についても、形状は類似しているが振幅の違いがみられた。さらに、他の被験者においても、色によっては波形の振幅の違いが $90-200[\text{ms}]$ 付近に見られた。図 2、3 の被験者の場合、1 種類提示と 2 種類提示との相関係数は、緑と黄の場合に低く (赤: 0.782, 緑: 0.502, 黄: 0.582, 青: 0.751)、他の被験者でも、相関係数が低い色があった。この原因としては、複数同時提示したことにより、個々の色刺激の影響が小さくなったことが考えられる。

5. まとめ

色刺激を 2 種類同時提示した場合にも、1 種類刺激時と類似の VEP を検出できることを確認した。2 種類同時に提示することにより、計測時間が半減でき、実用的である。今後の課題として、1 種類刺激時と 2 種類刺激時に振幅が異なる色についての色度の検討、より多くの刺激の同時提示についての検討があげられる。

<参考文献>

- [1] 百瀬桂子, “視覚誘発電位による色覚特性計測の試み,” 平成 12 年度照明学会全国大会講演論文集, p194, 2000.
- [2] Momose K., IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E81-D, No.1, pp.124-131, 1998.
- [3] Sutter E.E., in *Nonlinear Vision*, ed. Pinter R.B. and Nabet B., pp.171-220, CRC press, 1992.

図 1 色刺激・VEP 測定システム

図 2 赤色刺激に対する VEP

図 3 緑色刺激に対する VEP