

刺激色と視覚誘発電位の関係

佐々木 弘* ・ 杉 峠 洋 司**

The Relation between Stimulus Color and Visual Evoked Potential

Hiroshi Sasaki and Youji Sugitawa

We have visual organs which can recognize colors. They are the retina and the cerebrum. The color information is entered through the retina and it is transformed into an electric signal there. As the next step, it is sent to the visual cortex which is located in the occipital lobe of the cerebrum. We can detect the signal as a slight variation in the electroencephalogram. The electroencephalogram is defined as the time fluctuation of the potential which is generated by the electric activity of the brain. Especially, the electroencephalogram generated when a visual stimulus is given from the exterior is called the visual evoked potential. In this study, the influence of the difference of the stimulus colors (or the background colors) has been investigated, and the further descriptions are given, that is, how visual information processing is carried out by the retina and the cerebrum, and how the visual evoked potential is affected by the difference.

1. はじめに

現代社会にはさまざまな色があふれており、それらの色情報は我々が生活をする上で大きな影響を及ぼしている。色の見え方の違いは光の波長によるものであり、その波長の差はほんの僅かであるのにも関わらず、我々は難なく色の違いを識別してしまう。色を認識できる視覚器官は網膜と脳である。色情報は網膜を通して入力され、そこで電気信号に変換されて脳の後頭葉にある視覚領へ伝えられる。その信号は脳波の微小変化として検出することができる。脳波とは脳の電気活動により発生する電位の時間的変動であり、外部から刺激が与えられて発生する脳波を誘発電位と言う。特に、視覚刺激が与えられて発生するものを視覚誘発電位と言う。本研究では、刺激色（あるいは背景色）の違いがどのように網膜と脳で視覚情報処理され、視覚誘発電位に影響を及ぼしているのかを調べている。

* 電気工学科 ** 電気工学専攻大学院生

2. 測定方法

- ① 直径約 1 cmの銀・塩化銀電極（図 1）を被検者（22才の男性）の外後頭結節より 5 cm上の部位（正中後頭部電極：MO）を中心に，左右それぞれ 5 cmの部位（左後頭部電極：LO，右後頭部電極：RO）の頭皮上 3 点に装着する．基準電極には両耳朵連結電極を用い，接地電極は顎に付ける．そして，LO，MO，ROの各電極と両耳朵連結電極との間の電位差を測定する．
- ② 被検者をチェアベッドに座らせ，頭をヘッドレストにもたれかけさせて，眼前 1.5mの所に置いたCRTディスプレイから視覚刺激を与える．CRTディスプレイには1秒間隔で同じ色の刺激（14cm×14cmの正方形）を表示させ，その刺激色を被検者に与えることにより視覚誘発電位を測定する．（図 2） なお，測定は暗所開眼状態にて行う．
- ③ CRTディスプレイにおける色の表示方法としては，刺激色をパラメータ（青，赤，緑，黄の 4 色）とした場合の測定では刺激色以外の部分の背景色を黒とし，背景色をパラメータ（青，赤，緑，白，黒の 5 色）とした場合の測定では刺激色を黄とした． なお，今回CRTディスプレイに表示させた色を色彩色差計（ミノルタ株式会社製 type CS-100）で測定し，XYZ（Y x y）表色系で数値化したものを表に示す．
- ④ 視覚誘発電位の測定には加算平均法を用いる．すなわち，刺激の開始点をトリガーとし，同一刺激による記録で算術加算を繰り返すことで基礎律動を減少させ，それを加算回数で割ることにより記録できる．加算回数はある程度多い方がより鮮明な視覚誘発電位が得られるので 100回とし，この測定を各パターンとも 5 回ずつ行う．視覚誘発電位は多チャンネル生体アンプ（日本電気株式会社製 type 6R12）を通して多チャンネル生体信号処理装置（日本電気株式会社製 type DP1100）に取り込み，データ処理をする．（図 3）

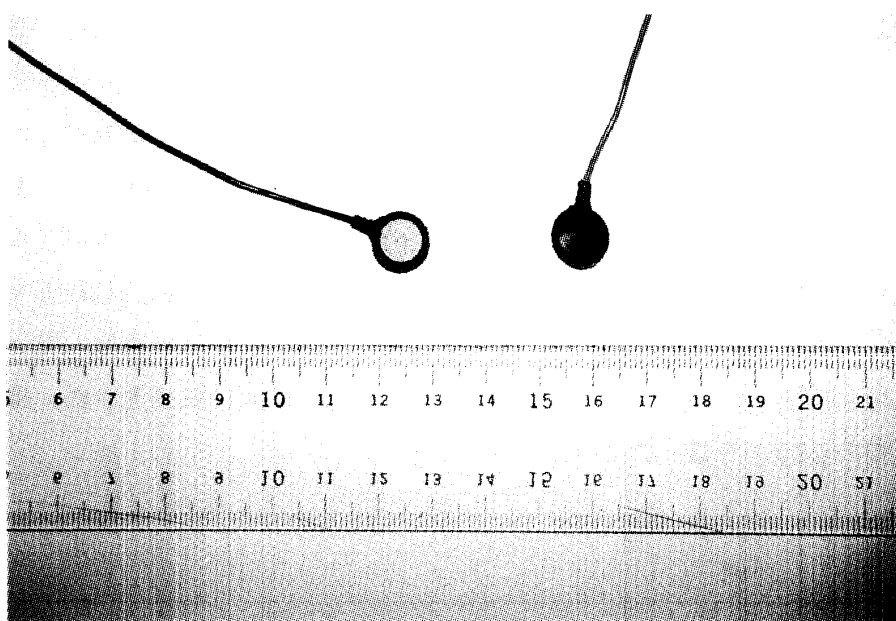


図1 銀・塩化銀電極

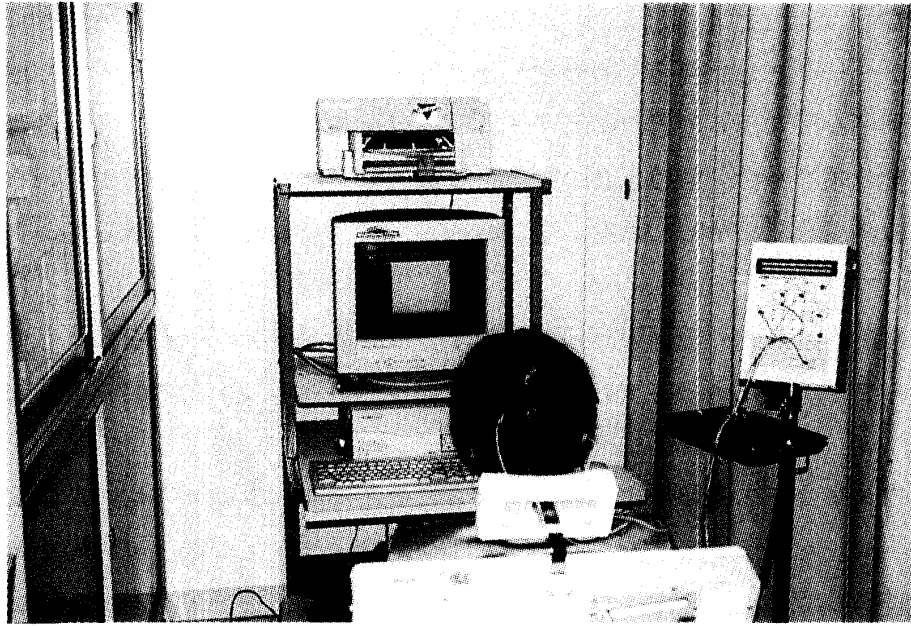


図2 測定風景

表 XYZ(Yxy)表色系による反射率および色度

表示色 \ Yxy値	Y(反射率)	x(色度)	y(色度)
青	4.69	0.144	0.071
赤	12.23	0.603	0.360
緑	35.17	0.297	0.583
黄	47.48	0.406	0.503
白	52.30	0.299	0.327
黒	—	—	—



図3 測定装置

3. 結果・考察

刺激色をパラメータとした場合（背景色：黒）と、背景色をパラメータとした場合（刺激色：黄）の測定結果例を図4、5にそれぞれ示す。図4は刺激色が黄の場合、図5は背景色が青の場合である。上から順にLO、MO、ROの部位での視覚誘発電位波形を表している。横軸は刺激を与えてからの経過時間を示し、刺激点を0msecとして242msecまで表示してある。縦軸は電位の大きさを表している。

視覚誘発電位波形の最初の上向きピークをP1、最初の下向きピークをN1とする。そして刺激を与えてからP1が出現するまでの時間をP1潜時、P1とN1との間の電位差をP1-N1電位とする。

刺激色をパラメータとした場合について、図6にP1潜時（5回の平均）、図7にP1-N1電位（5回の平均）をグラフに表している。P1潜時は、すべての部位において黄が最も早く、次に緑、赤、青の順であり、P1-N1電位は、MOの部位において一部例外はあるが、黄が最も大きく次に緑、赤、青の順となっている。これらの結果は、刺激色が黄の時に被検者自身が眼に対する刺激を最も強く感じ、次に緑、赤、青の順であることに一致している。

一方、背景色をパラメータとした場合について、図8にP1潜時（5回の平均）、図9にP1-N1電位（5回の平均）をグラフに表している。P1潜時は、すべての部位において黒が最も早く、その他の4色の時はほとんど同じ値となっている。これは、実際に被検者が黄の刺激色を背景色が黒の時に最も強く感じ、背景色が青、赤の時は背景色の刺激が強いため黄の刺激色を強く感じておらず、背景色が緑、白の時は背景色と黄の刺激色が同化して見えるため、その刺激色をあまり感じていないということに一致している。また、このことは「黒色と黄色の配合は最も視認度が高く、白色と黄色の配合は最も視認度が低い」と記述されている配色に関する文献の内容にも当てはまっており、P1潜時が早いということは視認度が高いと考えられる。P1-N1電位については、MOの部位を除いて背景色が黒の時に最も大きくなっている。

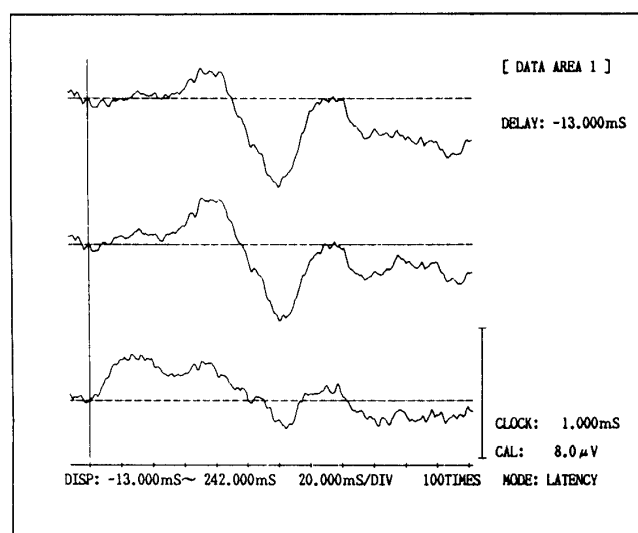


図4 刺激色がパラメータの場合の視覚誘発電位波形例
(刺激色：黄，背景色：黒)

刺激色と視覚誘発電位の関係

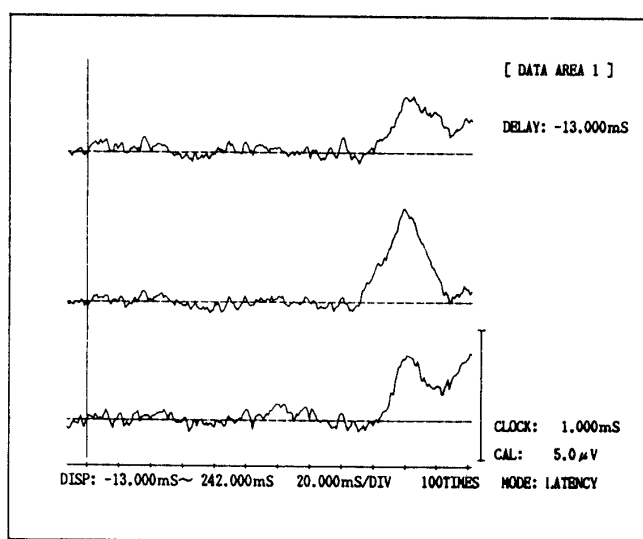


図5 背景色がパラメータの場合の視覚誘発電位波形例
(背景色:青, 刺激色:黄)

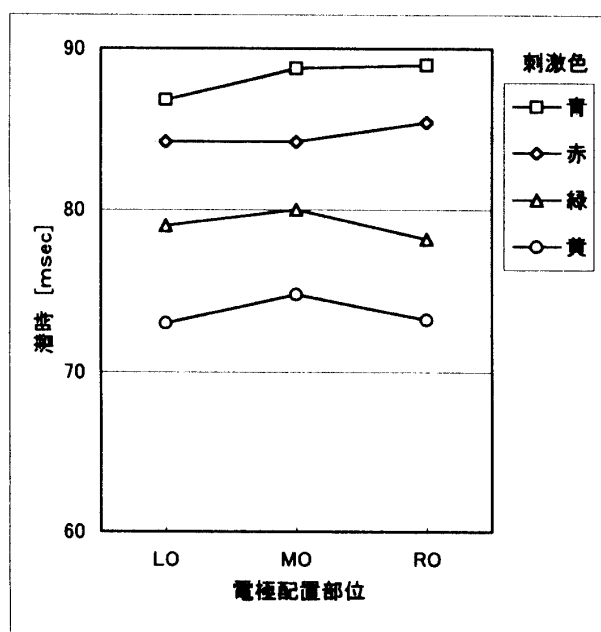


図6 刺激色がパラメータの場合の
P1潜時 (背景色:黒)

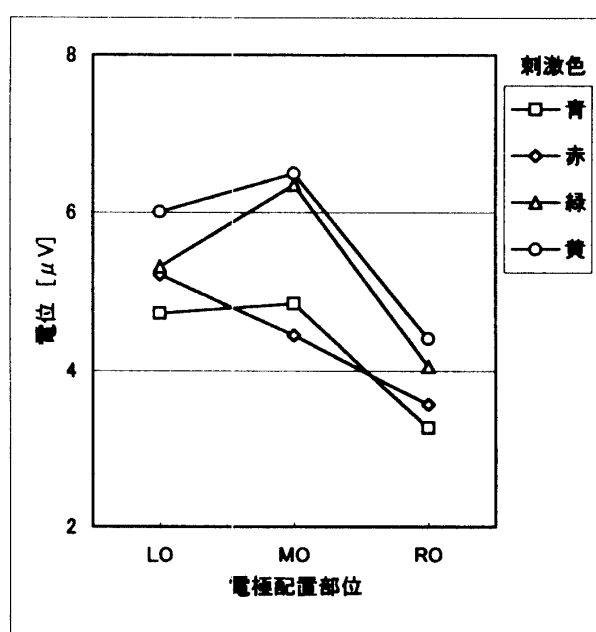


図7 刺激色がパラメータの場合の
P1-N1電位 (背景色:黒)

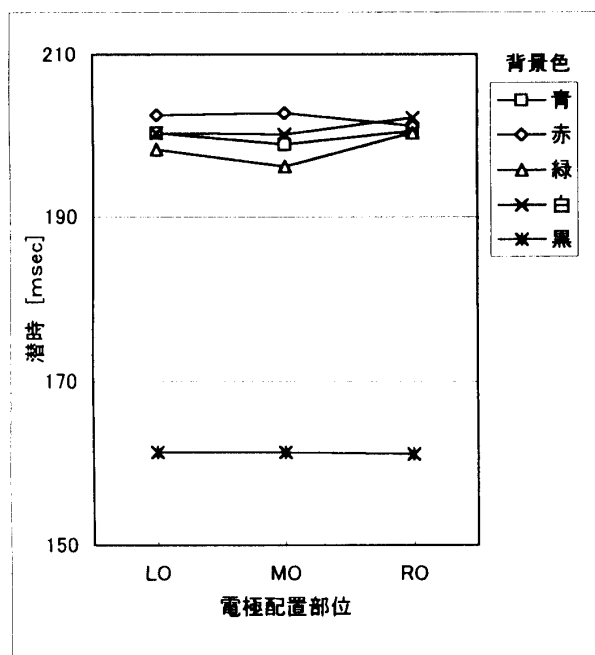


図8 背景色がパラメータの場合の
P1潜時(刺激色:黄)

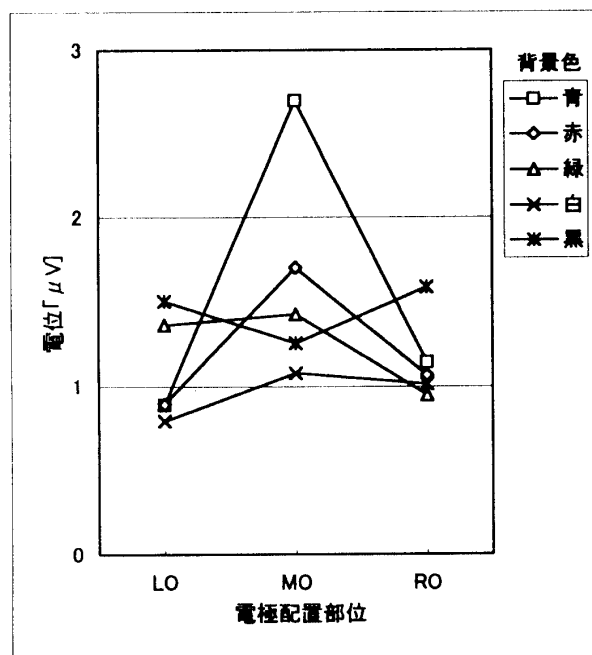


図9 背景色がパラメータの場合の
P1-N1電位(刺激色:黄)

4. まとめ

本研究を通して刺激色（あるいは背景色）の違いが視覚誘発電位に影響を及ぼしていることが確認でき、以下の結論が導き出される。

- ① 刺激色がパラメータの場合（背景色：黒）では、刺激色が黄の時にP1潜時は最も早く、P1-N1電位は最も大きくなっており、次に緑、赤、青の順である。これは被検者が眼に対する刺激を強く感じる順序に一致している。
- ② 背景色がパラメータの場合（刺激色：黄）では、背景色が黒の時にP1潜時が最も早く、P1-N1電位はMOの部位を除いて最も大きくなっており、この時、被検者も眼に対する刺激を最も強く感じている。

従って、黄は視感度が高く、黄と黒の配合は視認度が高いと考えられ、刺激色が黄と背景色が黒の組み合わせの時に、脳が最も反応しているということがわかる。

参考文献

- H.Sasaki, T.Tsukida and N.Ishii: "On the Characterization of Color Vision by Evoked Potentials", Proceedings of the IASTED International Conference Artificial Intelligence, Expert Systems and Neural Networks, 307-309 (1996)
- 太田 安雄, 清水 金郎: "色覚と色覚異常", 金原出版株式会社(1990)
- 黒岩 義之, Gastone G.Celesia: "視覚誘発電位", 西村書店(1989)

(平成11年12月6日受理)