

視覚情報処理の脳内メカニズムと感性情報

中内茂樹 (第4工学系, 視聴覚コア)

1 はじめに

情報メディア技術の進歩はめざましく、さらなる高品質化が求められていることから、従来、人間が行っていた主観評価や官能検査を自動化しようとする試み、例えば画質評価、コンテンツ評価等に対する自動化の要求は増え続けている。そこで、情報処理機械利用者としての人間の特性を考慮し、知覚・認知状態や感性と整合したコミュニケーションが求められているが、そのためには、まず人間の知覚内容や感性情報を定量的に計測する手法を確立しなければならない。そこで、本研究では、人の視覚特性に注目し、生体情報処理の解明に関する研究を行っている。本稿では、視覚刺激の違いに対し人間が感じる「自然さ」の脳活動差による定量化、色覚の違いによる色の見えの違いの定量化に関する研究を報告する。

2 自然さに関する感性情報の抽出

視覚刺激に対して感ずる自然さについて、脳活動データから推定する手法を検討する。ここでは、視覚刺激提示と同期した事象関連電位に着目し解析を行う。事象関連電位はオドボール課題遂行中に計測する。典型的なオドボール課題では、高頻度に呈示される標準刺激 (standard) と、低頻度に呈示される標的刺激 (target) の2種類の刺激が用いられ、標的刺激の出現回数をカウントさせる課題がしばしば用いられる。そのとき計測された脳波から求めたERPにおいて、特にP3 (P300) 成分は標的刺激に対して高振幅で惹起し、さらに刺激の頻度が低いほど高振幅になることが知られている [1]。本研究ではオドボール課題におけるP3振幅と刺激対との関係に着目する。具体的には、2種類の刺激A、Bに対し、Aを標的刺激 (Bを標準刺激) に設定した場合と、Bを標的刺激 (Aを標準刺激) に設定した場合について、P3振幅を比較する。もし、P3振幅が刺激頻度のみによって決まっているのであれば、それは刺激の役割を入れ替えることで変化しないはずである。逆に、刺激頻度のみではなく、いわゆる実世界における頻度、すなわち見慣れているか (familiarity)、あるいは自然か (naturalness) によってもP3振幅が変化するのであれば、標的刺激と標準刺激の質の違いを反映したP3非対称性が現れることが期待される。

もし、オドボール課題のP3成分に認知レベルの刺激特徴を反映した非対称性が現れれば、具体的な行

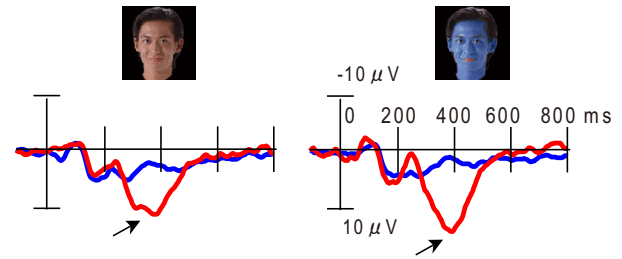


Fig. 1 不自然さによってP3振幅が増大した例 (記憶色)。赤線が低頻度刺激、青線が高頻度刺激に対する脳波。日常見ることの少ない青い顔を低頻度刺激として計測した (図右) 場合に、P3振幅 (矢印) の増加が見られた。

動反応を必要とせず、P3という比較的安定したERP成分に着目できることから、新たな刺激特徴の評価指標として期待できる。

用いる視覚刺激は、特に人間のコミュニケーションにおいて特別な意味を有すると予想される顔画像、身体ポーズ、記憶色、など自然さが記憶表象のあり方としてコードされている可能性の高い刺激とした。

実験の結果、2種類の画像で、オドボール課題を行い、その画像の役割を交代させることでERPに非対称性が現れる画像 (顔画像、身体ポーズ画像、記憶色) があることがわかった (Fig.1)。特に、身体ポーズ画像に対しては、倒立させた場合には、そうしたP3非対称性が消失し、倒立効果 (倒立させることによって対象物の不自然さを知覚しにくくなる現象) との相関が認められた。また、顔色などの記憶色に関わる反応からも、P3非対称性が認められた。

以上の結果より、刺激の呈示頻度に加え、その刺激が自然か不自然かによってもP3 (P300) 成分が大きく変化する可能性が示唆され、新たな刺激特徴の評価指標として期待できることがわかった。

3 一般色覚と2色型色覚の色名応答

2色型色覚は、ある特定の色の組み合わせがほぼ見分けられないということがよく知られているが、その一方で、たとえ見分けにくい色であっても、一般色覚と同様に色名を応答することができるという報告がある [2]。2色型色覚が一般色覚と同様の色名応答を示すために働いているメカニズムについては、これまでいくつかの示唆がなされている。たとえば、

幹体視細胞の寄与 [3] や、変異した錐体の寄与 [4] などが考えられているが、こうした仮説はまだ2色型色覚の色名応答メカニズムを十分に説明するには至っていない。そこで、本研究室では、色弱者の色名カテゴリの分布をカテゴリカルカラーネーミング実験により求め、同様のタスクで求めた一般色覚の色名カテゴリ分布との比較解析を行った。

実験では、OSA 色票 424 枚を刺激として被験者の色名応答の分布を測定した。その結果、2色型色覚も一般色覚と同様に、見分けにくいはずの緑や橙の色名を適切に応答した (Fig.2)。また、2色型色覚の色名応答における一致度が高く、これらの色名が安定して応答されていることがわかる。また一方で、2色型色覚の色名カテゴリが一般色覚と比較して明るさ方向に偏りがあることがわかった。以上より、2色型色覚が狭められた知覚色空間の中で、明るさ情報を積極的に用いて、一般色覚と同様に色名を応答しているのではないかと考えられる。

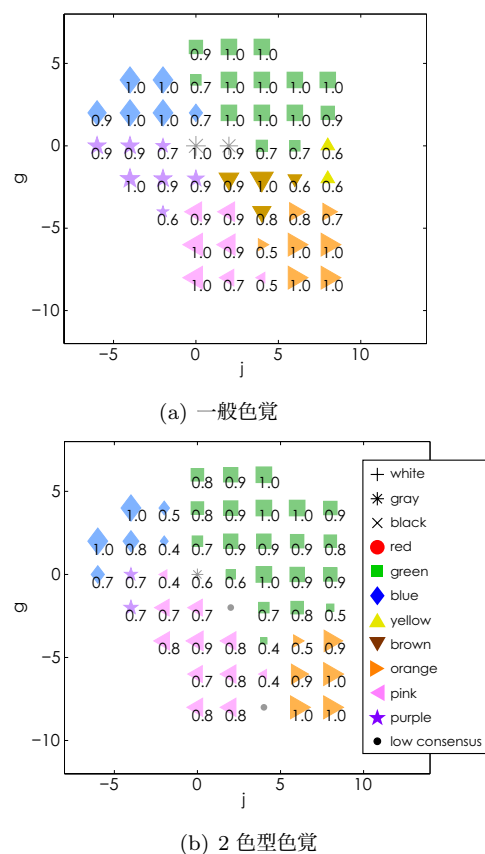


Fig. 2 カテゴリカルカラーネーミング実験結果(L=0の平面)。それぞれの座標がOSA色票の色に対応し、j軸が青-黄、g軸が赤-緑の色相に対応している。右下の数値は一致度で、その色票に対する色名の応答割合を示す。

参考文献

- [1] Luck S.J., An introduction to the Event-Related Potential technique, MIT Press (2005)
- [2] Jameson D., and Hurvich L.M., Dichromatic color language: "reds" and "greens" don't look alike but their colors do. Sensory Processes, Vol.2, No.2, pp.146-155 (1978)
- [3] Montag E.D., Boynton R.M., Rod influence in dichromatic surface color perception. Vision Research, Vol.27, No.12 pp.2153-2162 (1987)
- [4] Montag E.D., Surface color naming in dichromats. Vision Research, Vol.34, No.16, pp.2137-2151 (1994)

発表論文

- [1] 豊田敏裕, 中内茂樹, 白井支朗, 色信号の統計的性質に基づく知覚的色彩透明視の成立条件, 映像情報メディア学会論文誌, Vol.61, No.8, pp.1202-1208 (2007)
- [2] Shinomori, K., Hamaguchi, M., Miyazawa K., Oda, H., Tsurumi, S., Onouchi, T., Nakauchi, S., Functional spectral filter for optical simulation of dichromats in color discrimination, Fall Vision Meeting (FVM2007, Berkeley, CA, USA) (2007)
- [3] Goto, K., Takai, H., Kitazaki, M. and Nakauchi, S., Dependency of the P3 amplitude in the odd-ball task on naturalness of visual stimuli, International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2007 (KEER2007, Sapporo, Japan), p.9 (2007)
- [4] 小峰央志, 中内茂樹, 篠森敬三, 色弱者における色の見えとカテゴリカル色知覚の関係, カラーフォーラム JAPAN2007 論文集, pp.89-92 (2007)
- [5] 中内茂樹, カラーユニバーサルデザインのための色弱シミュレーション技術, 光技術コンタクト, Vol.46, No.2, pp.20-25 (2008)
- [6] 宮澤佳苗, 中内茂樹, 篠森敬三, カラーユニバーサルデザインツールとしての色弱模擬フィルタ, 日本色彩学会誌, Vol.32, No.1, pp.31-36 (2008)
- [7] Nakauchi, S. and Onouchi, T., Detection of color combinations confusing to dichromats and modification to achieve universal design, Color Research & Application, Vol.33, No.3, pp.203-211 (2008)