

# 色差判断課題と比較した色彩調和判断の神経基盤

## Neural basis of color harmony judgment

池田尊司 Takashi Ikeda 大阪大学 Osaka University  
 荻阪直行 Naoyuki Osaka 京都大学 Kyoto University

**Keywords:** 機能的磁気共鳴画像法, 色彩調和, 色差.

### 1. 目的

色の組み合わせが調和しているか否かという判断を下す際には, どのような心理的プロセスと, それを生み出す脳領域が関わっているのであろうか. 心理物理的特性を統制した配色刺激を用意し, 調和・不調和の判断を行わせる課題 (Harmony 条件) を遂行しているときの脳活動を計測した. そして同様の配色刺激に対して異なる判断を行わせるために, 色差の大小を答えさせる課題 (Difference 条件) を導入した. この課題を統制条件として, 色彩調和判断の遂行にとって重要な脳領域を特定し, 調和判断に関わる心理的プロセスを探ることが本研究の目的である.

### 2. 方法

#### (1) 予備調査

実験参加者は 19 歳～30 歳の健常成人 20 名 (男性 12 名・女性 8 名) であった. 色覚は石原式学校用色覚異常検査表を用いて検査し, 全員が正常であることを確認した. 刺激には, 視角 8° の正方形の中に 4 つの正方形 (各辺 4°) が含まれ, 対角線上に同じ色を配置した 2 色配色パターンを用いた. 刺激に用いた色は 6 色相 (赤・オレンジ・黄・緑・青・紫) 4 トーン (vivid・pale・light grayish・dark) に 3 つの無彩色 (白・灰・黒) を加えた全 27 色で, 予備調査ではこれらを全て組み合わせた 351 通りの 2 色配色を採用した. 刺激の色度は PCCS に基づいているが, fMRI 実験に用いたプロジェクタの色域を考慮し, CIELAB 色空間内での色度が等しくなるように, 色彩輝度計 (CS-100A, コニカミノルタ製) による計測と調整を行い, 液晶ディスプレイ (LCD2690WUXi, NEC 製) 上に作成した. 背景は刺激に用いた灰

色より暗いニュートラルな灰色であった. 実験参加者は 351 通りの刺激に対して 9 件法による評定を 2 回ずつ行った. 参加者全員の平均値をとり, 各刺激の調和スコアを算出した.

#### (2) fMRI 実験

実験参加者は 20 歳～33 歳の健常成人 14 名 (男性 8 名・女性 6 名) であった. 色覚は The Farnsworth-Munsell D-15 Test を用いて検査し, 全員が正常であることを確認した. fMRI 装置に設置されているプロジェクタ (DLA-G150CL, Victor 製) 上で, 予備調査で用いた色と同等の見えを実現するために色彩輝度計 (CS-200, コニカミノルタ製) による計測と調整を行った. 配色刺激に用いた 2 色の色差は, CIELAB 色空間における色差 ( $\Delta E_{ab}^*$ ) として算出した.

実験参加者は, fMRI スキャナ中で調和・不調和を判定する Harmony 条件と, 色差の大小を判定する Difference 条件およびボタン押しのみ Button 条件を行った. 1 試行は 30 秒で構成され, その間に 10 回の刺激呈示と, それに対する判断がなされた. 各条件とも 10 試行ずつ行われた. Harmony 条件で用いられた 100 種類の調和・不調和配色刺激は両群で色差がほぼ等しくなるように抽出し, Difference 条件で用いられた色差が大・小となる 50 種類の配色刺激は, 予備調査での調和スコアが両群でほぼ等しくなるように抽出した (図 1). Difference 条件では 1 回の実験中に同じ配色刺激が 2 回呈示された.

脳機能画像の取得は 3 テスラの MRI スキャナ (Verio, Siemens 製) で行われた. 機能画像は 2 秒ごとに 577 回撮像され, 1 つの機能画像は 30 枚の 2D 画像から構成されていた. また, 詳細な脳の構造画像を取得するため, T1 強調画像を得た. 脳機能画像解析には SPM8 (Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, London, UK) を用い, MNI テンプレートへの標準化と空間的平滑化 (半

値幅 8 mm) を行った. 以上の解析前処理を行った後, 試行開始時に上昇して一定の値を保ち, 試行終了後に基線へと戻る 1 試行中の血流動態反応をモデル化した関数を, Harmony 条件と Difference 条件, Button 条件のそれぞれ 10 試行に対して作成した.

### 3. 結果

個人解析の結果のうち Harmony 条件から Difference 条件および Difference 条件から Harmony 条件を差分したそれぞれ 14 名分の画像に対して 1 サンプルの  $t$  検定を行った. その際の有意水準は 5% とし, クラスタレベルで多重比較補正を行った. Difference 条件と比較して Harmony 条件で有意な賦活がみられた領域は, 両側の紡錘状回 (FG: fusiform gyrus, BA37), 後頭葉 (occipital cortex, BA18/19), 左頭頂間溝 (IPS: intraparietal sulcus, BA7), 下前頭回 (IFG: inferior frontal gyrus, BA47), 左上前頭回 (SFG: superior frontal gyrus, BA6/8), 前部帯状回 (ACC: anterior cingulate cortex, BA32) であった. 対して, Difference 条件で有意な賦活が見られた領域は縁上回 (supramarginal gyrus, BA40) であった.

### 4. 考察

色彩調和判断課題は後頭葉から側頭葉にかけての視覚野を強く活動させた. 特に紡錘状回にお

ける賦活部位は, 色知覚の成立に重要な役割を果たしている第 4 次視覚野 (V4; Bartels and Zeki, 2000) を含んでいる. また, Jacobsen ら (2006) は, 幾何学図形の美しさを評定させる実験において, IFG の積極的な関与を示している. IFG の中でも前部に位置する BA47 はモラル判断でも美的判断同様に活動が報告されている領域である (Avram et al., 2013). 色差を判断するとき比べて, 色彩調和の判断には社会的側面があることが示唆される.

これらを総合すると, 色彩調和判断は色の知覚と評定者の価値に関わる判断が共起することとなされていると考えられる.

以上

### 参考文献

- 1) T. Jacobsen et al.: Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage* 29 (2006) 276-285
- 2) A. Bartels and S. Zeki: The architecture of the colour centre in the human visual brain: new results and a review. *Eur. J. Neurosci.* 12 (2000) 172-193
- 3) M. Avram et al.: Neurofunctional correlates of esthetic and moral judgments. *Neurosci. Lett.* 534 (2013) 128-132

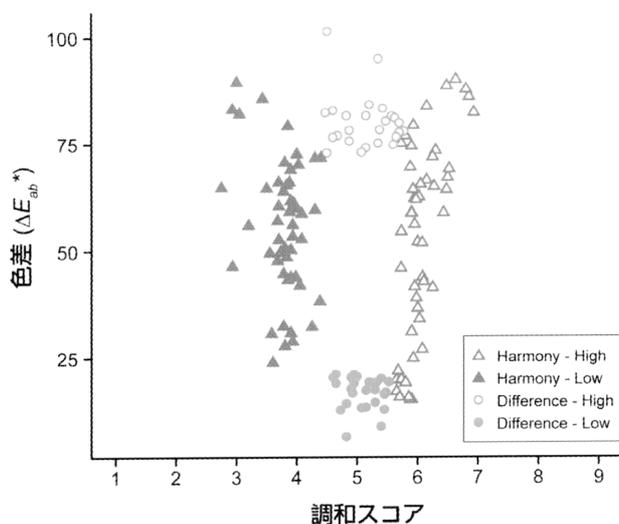


図 1 fMRI 実験で用いた配色刺激の条件別調和スコアと色差

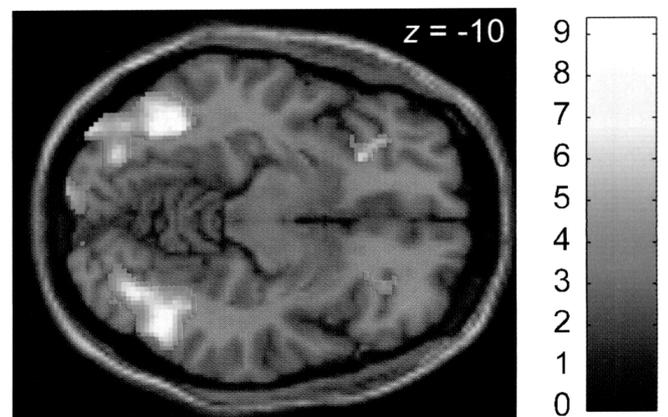


図 2 Harmony 条件 > Difference 条件の賦活部位