

## 色の記憶とカテゴリカル色知覚の比較

杉山 徹・内川 恵二

東京工業大学大学院 総合理工学研究科

〒227 横浜市緑区長津田町4259

### 1. はじめに

これまで人間の色知覚メカニズムについて網膜レベルから大脳レベルに至るまで様々な研究が行われてきているが、色覚の比較的高次のレベルの機能の一つとして、すべての色が11の基本色カテゴリー（赤、緑、黄、青、茶、紫、ピンク、オレンジ、白、黒、灰）によって、いつ、誰が見ても一致して分類されることが知られている<sup>1,2)</sup>。また、マカクザルの大脳の下側頭皮質において、色空間のある限られた範囲の色度点に選択性を持つニューロンが存在することが報告されている<sup>3)</sup>。このように心理物理学、生理学の両面の報告から、大脳の色覚中枢レベルにカテゴリカル色知覚を行なうメカニズムの存在が示唆されている。

そこで本研究では、人間の色の記憶を調べることにより、中枢レベルにおける色覚メカニズムのカテゴリー性を明らかにすることを目的とした。まず、色票の色を記憶し、カスケード選択法という手法によってその記憶内の色のあいまいさの範囲を調べ、次に、色票をカテゴリカルカラーネーミングによって11のカテゴリーに分類する。この2つの実験の結果を比較することにより、記憶による色の再認の不確かさと色のカテゴリカル領域との関係を調べる。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験装置

刺激としてはOSAの424枚の均等色尺度色票を用い、その中から均等に選んだ108枚をテスト色

票とした。装置としては、D65標準光源によって色票面が500 lxになるように照明した実験ブースを用い、被験者は視距離50 cmで刺激を観察する。刺激は視角2.9°の円形である。刺激の周囲はマンセルN5相当の灰色の紙によって覆われている。

#### 2.2 手続き

##### (1) 色の記憶実験

テスト色票が5秒間呈示され、その30秒後に被験者はテスト色票をOSA色票全体から選び出すタスクを開始する。テスト色票が呈示される5秒間とその前後10秒間、被験者はある3桁の整数から3ずつ減算していくというタスクを同時に行なう。これは、言葉によって色票の色を記憶することを妨害するためである。また、テスト色票の呈示から選択開始までの30秒間、被験者は目を閉じている。

選択には、カスケード選択法という新しい手法を用いた。この選択法は、可能性のある色票を段階的に絞り込んでいく手法であり、4つのstageからなる。まず、被験者は424枚の色票を見て、明らかに違う色票を排除する(stage 1)。次に、残った色票の中からおそらく違うだろうという色票を除く(stage 2)。その後、残った色票の中からテスト色と思う色票を選び出す。どれがテスト色票であるか確信を持ってない場合は複数枚選ぶ(stage 3)。最後に一番もっともらしいと思う色票を強制的に1枚選び出す(stage 4)。

##### (2) カテゴリカルカラーネーミング実験

被験者はOSA色票424枚を基本11色によって各

色票2回ずつネーミングを行ない、OSA色空間を11のカテゴリーに分割する。2回とも同じ色名でネーミングされた色票の範囲をそのカテゴリー領域とした。また同時に被験者は、それぞれのカテゴリーを代表する色票 (focal color) を選ぶ。

被験者は男性2名、SN (23才)、RA (22才) で色覚正常である。

### 3. 結果

図1に結果の一例を示す。図1 (a), (b) から、stage2~4で選ばれた色票は、1つのカテゴリー内に分布することが分かる。ま

た、そのとき選ばれた色票は、各カテゴリーを代表する色 (focal color) 方向へシフトする傾向がある。しかし、図1 (c) のように2つのカテゴリーにまたがって分布する場合もある。図1 (a), (b) のように1つのカテゴリーに分布した場合が被験者RAでは有彩色8カテゴリー中3カテゴリー、被験者SNでも3カテゴリーであった。ただし、無彩色の白、黒、灰についてはデータ数が少ないため解析を行っていない。

図2に特徴的な分布の例を示す。(1)のgreenのカテゴリーの境界付近の1枚のテスト色票に対して選ばれた色票の分布は、フォーカル

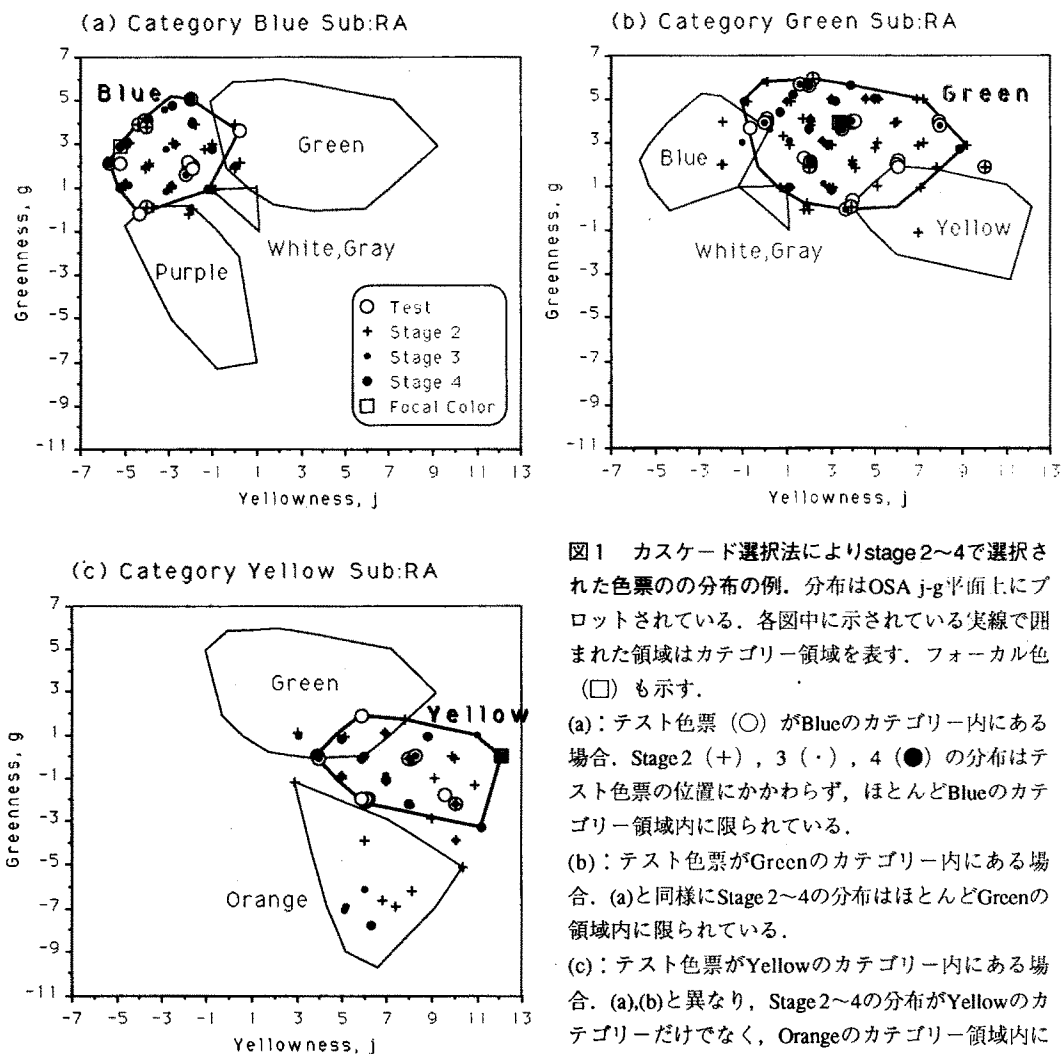


図1 カスケード選択法によりstage2~4で選択された色票の分布の例。分布はOSA j-g平面上にプロットされている。各図中に示されている実線で囲まれた領域はカテゴリー領域を表す。フォーカル色 (□) も示す。

- (a): テスト色票 (○) がBlueのカテゴリー内にある場合。Stage2 (+), 3 (●), 4 (●) の分布はテスト色票の位置にかかわらず、ほとんどBlueのカテゴリー領域内に限られている。
- (b): テスト色票がGreenのカテゴリー内にある場合。(a)と同様にStage2~4の分布はほとんどGreenの領域内に限られている。
- (c): テスト色票がYellowのカテゴリー内にある場合。(a),(b)と異なり、Stage2~4の分布がYellowのカテゴリーだけでなく、Orangeのカテゴリー領域内にもまたがっている。

色 (focal color) 方向にシフトしており、最終的に選ばれた色票はフォーカル色 (focal color) そのものであることがわかる。(2), (3) の yellow のカテゴリーの境界付近の2枚のテスト色票に対して選ばれた色票の分布は対照的である。まず、(2) に対しては、選ばれた色票すべてが yellow のカテゴリーに分布している。ところが、(3) に対しては、選ばれた色票すべて

が orange のカテゴリーに分布している。これから、カテゴリーの境界付近の色票の分布は2つのカテゴリーに同時にまたがって分布するのではなく、1つのカテゴリーに偏って分布することがわかる。図1(c) のように2つのカテゴリーにまたがる分布は、境界付近のテスト色票に対して、(3) のような分布が見られたために起こった現象である。

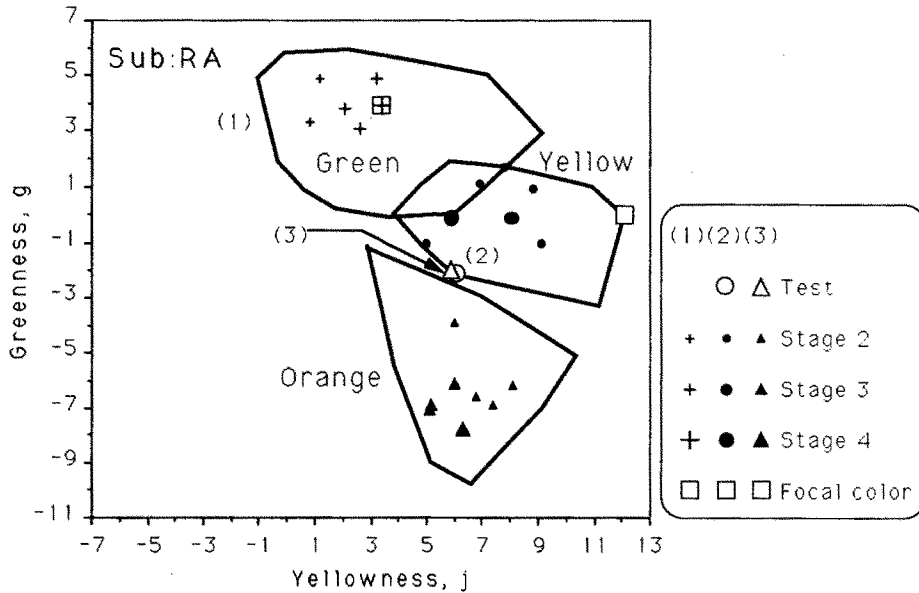


図2 色票の特徴的な分布の例。

- (1) Green: 選ばれた色票の分布がフォーカル色の方向へシフトしている。
- (2) Yellow 1: カテゴリー境界のテスト色票において、選ばれた色票がテスト色票と同じカテゴリーに分布している。
- (3) Yellow 2: カテゴリー境界のテスト色票において、選ばれた色票がテスト色票と異なるカテゴリーに分布している。

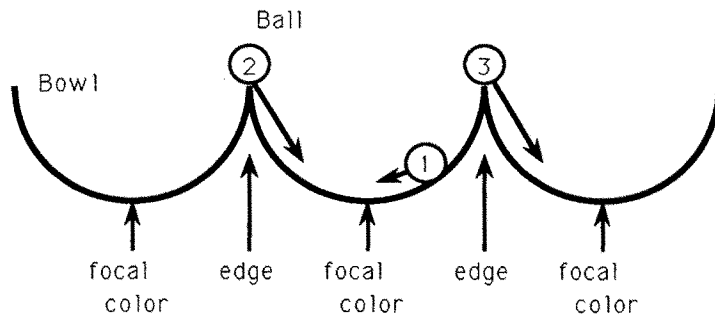


図3 色の記憶のどんぶりモデル。

- (1) : フォーカル色方向へシフトする。
- (2) : カテゴリーの境界から同じカテゴリーにのみ分布する。
- (3) : カテゴリーの境界から他のカテゴリーにのみ分布する。

#### 4. 考察

まず、カテゴリーの中心に近いテスト色票に対して記憶によって選ばれた色票は、1つのカテゴリー内に分布することがわかった。そのとき、選ばれた色票の分布はフォーカル色の方向へシフトする場合が多い。次に、カテゴリーの境界付近のテスト色票に対して選ばれた色票は、2つのカテゴリーに同時にまたがって分布することは少なく、どちらかのカテゴリーにのみ分布することが明らかとなった。このように、本実験から色の記憶は11の基本色カテゴリーに強く依存することが示された。これは、人間の脳の色覚中枢レベルには、11の基本色カテゴリーに対応するメカニズムが存在することを示唆していると考えられる。その様子は、図3のような色のカテゴリーをどんぶり、色票をボールにたとえたモデルで説明することができる。すなわち、それぞれのどんぶりの底がフォーカル色に対応しており、どんぶりの中のボールは図3(1)のようにフォーカル色に引っ張られ、どんぶりの底のほうに移動する。また、図3(2)、(3)のように、カテゴリーの境界に対応するどんぶりの縁に置かれたボールは、フォーカル色に引っ張られ必ずどちらか一方のカテゴリーのどんぶりに落ち込むことになる。

#### 文 献

- 1) R. M. Boynton and C. X. Olson: Locating basic colors in the OSA space. *Color Research and Application*, 12, 94-105, 1987.
- 2) K. Uchikawa and R. M. Boynton: Categorical color perception of Japanese observers: Comparison with that of Americans. *Vision Research*, 27, 1825-1833, 1987.
- 3) H. Komatsu, Y. Ideura, S. Kaji and S. Yamane: Color selectivity of neurons in the inferior temporal cortex of the awake macaque monkey. *Journal of Neuroscience*, 12, 408-424, 1992.