

## 数字や文字に色を見る共感覚者<sup>1)</sup>

今 村 義 臣<sup>2)</sup>  
木 藤 恒 夫<sup>3)</sup>

### 要 約

3名の女性共感覚者（F, K, Y）について、現象学的な調査と心理物理学的な実験を行った。3名に共通するのは、特定の数字や文字を見ることによって色の知覚が生じるという書記素・色共感覚である。ただし、3名には現象学的な違いがある。内省報告によれば、Fは「実際に色がついて見える」であり、Kは「頭に色のイメージが浮かぶ」であるという。心理物理学的な実験としては、ストループ課題と Ramachandran & Hubbard が用いたポップアウト課題を実施し、一般の知覚者と比較した。ストループ課題では、FとYは逆ストループ干渉において、Kはストループ干渉において対照群との違いが見られた。ポップアウト課題では、共感覚者の正答率は一般知覚者のものより有意に高かった。これら2つの課題のパフォーマンスにより、両者における共感覚的な知覚が実証された。

**キーワード：**共感覚、書記素・色、内省報告、ストループ課題、ポップアウト課題

### はじめに

共感覚 (Synaesthesia) とは、ギリシア語の syn (一緒に、統合) と aisthesis (感覚) を組み合わせた言葉であり、例えば特定の音に色を感じるという具合に複数の異種感覚が同時に起こる現象を指す。また、この現象は単一の感覚モダリティ内で生じる場合もある。例えば視覚において、黒色で印字された「あ」にもかかわらず、この文字が赤色で書かれているように見える場合がそれにあたる。共感覚者に関するはじめての報告は、ダーウインのいここにあたり、人間の能力や性格の遺伝的側面を調べた個人差心理学のバイオニアであるゴールトン (Galton, 1880a, b) によってなされた。その後、19世紀の終わりから20世紀のはじめにかけて、さまざまなタイプの共感覚者が紹介されてきた。例えば Lay (1896) は、数字やアルファベット、曜日や月の名称、あるいは人名といった書記素に対して色を知覚する3人姉妹を報告している。これらの種々

の報告は、主として共感覚者の現象学的な記述である。そのため、知覚者自身の主観的なものであり、特別の感情、認知スタイル、あるいは芸術的能力と結びつけて紹介されることが多かった (Rich & Mattingley, 2002)。しかし最近では、行動レベルの反応に基づき、客観的にそれらの体験が「正真正銘」の感覚体験であることを示す知見が蓄積されてきている。さらに、脳神経科学からのアプローチによる知見は、共感覚者の神経メカニズムを解明しつつある。

共感覚の説明は、異種感覚間の連合が学習によって生じたという説 (記憶連合説と呼ぶ)、および、脳における異種感覚モダリティ間の神経的結合を基盤とした説 (生物学的原因説と呼ぶ) に大別できる。記憶連合説では、子どもの頃、学習玩具等にあった色のついた数字や文字の記憶であるとする考え方が代表的であるが、それでは共感覚の遺伝 (Baron-Cohen, Burt, Smith-Laittan, Harrison, & Bolton, 1996) や、常に同じ文字や数字が同じ色に見える (Baron-Cohen, Wyke, & Binnie,

1) 本研究の調査と実験の一部は、塩塚智恵、金津菜穂子の久留米大学文学部卒業論文 (2007年度) において実施された。

2) 久留米大学比較文化研究所

3) 久留米大学文学部心理学科

1987) という事実をうまく説明できない。生物学的原因説に立つ Harrison (2001) は、共感覚者が種々の認知検査において問題がなく、精神疾患でも脳疾患でもなく、また、共感覚が生じるのは薬物の影響でもないとしている。さらに Harrison は、マカクザルとネコにおいて視覚・聴覚野の結合があり、それが生後3ヶ月の間で消失する点、この時期のヒトの子どもが聴覚刺激によって体性感覚誘発電位が活動する点をあげ、通常はこれらの連絡網は生まれて間もない時期に環境との相互作用の中で失われるのだが、共感覚者はこの結合が残っている可能性を指摘している。これらのことを踏まえると、生物学的原因説の方が共感覚の説明としては優位にあるように思われる。事実、Ramachandran & Hubbard (2001a) は、共感覚は純粋な感覚的現象 (genuine sensory phenomenon) であると述べている。ただし、先天的に共感覚の基盤なるものを備えていても、環境との相互作用なしには共感覚は生じないと考えられている。

生物学的原因説では、脳の構造的特性 (モジュール性) が共感覚の機序の根底にある。この観点から共感覚が生じているときの脳の活動状態を調べてみることに、その機序の解明に有用である。視覚連合野は複数の領域に区分され、それぞれで独自の機能を持っている。特に色の中枢と考えられている V4 (あるいはそれに相当する領野) が、共感覚的知覚が生じているときにどのような働きを見せているのかが議論の中心となる。ただし、最近では色処理の中枢に関してヒトとサルとの間で比較検討がなされており、両者間で必ずしも場所的一致を見ておらず、後述するように色中枢の領野の呼称に関しては研究者によって異なる (Hadjikhani, Liu, Dale, Cavanagh, & Tootell, 1998; Burtles & Zeki, 2000)。

Paulesu, Harrison, Baron-Cohen, Watson, Goldstein, Heather, Frackowiak, & Frith (1995) は共感覚者の脳画像をみるのに PET (ポジトロン断層法) を使用した最初の研究である。Paulesu らは単語に関して色聴が生じる共感覚者の脳活動を測定したが、初期視覚野 (V4 を含む) の有意な活動は認められなかった。Numn, Gregory, Brammer, Williams, Parslow, Morgan, Morris, Bullmore, Baron-Cohen, & Gray (2002) は、fMRI (機能的磁気共鳴画像法) を使用して色聴が生じる共感覚者の脳画像を測定した。fMRI は PET と比較すると、非侵襲的であり、空間分解能が高い。共感覚が生じる単語を聞いた時、共感覚者では色の中枢と考えられる領野である左紡錘状回 (V4 あるいは V8)

に有意な活動が認められた。これに加え、共感覚者は左下紡錘状回 (anterior fusiform gyrus) の活動も確認された。このことから、形や物体と関連した色の知覚が生じていることも示唆された。

Hubbard, Arman, Ramachandran & Boynton (2005) は、fMRI を使用し、書記素・色共感覚者に対して色を引き起こす文字や数字を見た場合、共感覚者において色に選択的な領域である hV4 (human V4; マカクザルの V4 に相当し紡錘状回にある) の活動が増大することを確認した。書記素・色共感覚は最もポピュラーに現れる共感覚で、特定の文字が実際とは異なる色に見える共感覚を指す。Hubbard らは、心理物理的実験である読み分け困難課題 (crowding task) で得られた成績と hV4 の活動の強度との間に正の相関があることを示した。読み分け困難課題では、共感覚的な色知覚が生じなければターゲットとなる文字を認識することが困難となる。文字の正答率が高い被験者ほど色の処理領域の活動が高かったという事実は、共感覚的知覚の生じ方において個人差があること、つまり、脳のどのレベルで共感覚が生じているかについても考慮に入れる必要があることを示している。Rouw & Scholte (2007) は、DTI (拡散テンソル画像法) を使用して、書記素・色タイプの共感覚者が白質において構造的な結合度が増大していることを示した。共感覚者において両側の上前頭皮質、左上頭頂皮質、および右下側頭皮質において構造的結合度が増大していた。最初の2つの領域は、Hubbard (2007) は頭頂間溝 (intraparietal sulcus) および前頭皮質と表現しており、結合 (binding) や意識に関連する領域と考えられている。右下側頭皮質は紡錘状回に隣接している部分である。上述したように紡錘状回は言葉や色を処理する領域と考えられている。Rouw & Scholte は共感覚の主観的な違い (あるいは個人差) を要因として含んだ場合についての検討も行っている。彼らは、共感覚で生じる色が外界にある書記素に投影されているように見える共感覚のタイプ (projector) と、その色が心の中で生じるタイプ (associator) を評価し、projector タイプであるほど右側頭皮質における構造的結合度が強くなることを確認した。ただし、fMRI による神経活動の結果と共感覚のタイプとの間では何の関係も認められなかった。

共感覚者の脳画像研究間における結果の相違は、個人差、測定精度の問題、あるいは領域の特定の問題等がその背景にある。それでも、紡錘状回および側頭葉、頭頂葉、前頭葉の接合部が書記素・色タイプの共

感覚が生じる上で何らかの役割を演じていることは間違いなさそうである (Ramachandran & Hubbard, 2003)。Ramachandran & Hubbard (2001a, b) は、この紡錘状回 (特に左半球) には視覚的な書記素を処理する領野があるという事実と、この領域が V4 と隣接しているという事実は、書記素・色共感覚と無縁ではないとし、この種の共感覚が生じる原因が特定の機能を持つ脳領野間における混線ではないかと推論した。ただし、混線はより高次の脳部位でも生じるとしている。例えば、側頭葉、頭頂葉、前頭葉の接合部とは、先述した“結合”を司る領域に相当し、より高次の視覚処理、数概念 (順序や量)、音素等の処理が行われていると考えられている。曜日や月名に色が見える共感覚者はこの部分の混線である可能性がある。さらに、混線の様相についても Ramachandran & Hubbard (2003) は隣接した領域の物理的混線のみならず、領域間の化学物質のバランスが崩れることによって混線と同じ効果が生じ、理屈上では大きく離れた領域間でも起こり得ると考察している。

Ramachandran & Hubbard (2001a, b) では、書記素・色タイプの共感覚者に対して様々な心理物理学的実験を行っている。その主だったものは、知覚群化 (perceptual grouping)、ポップアウト実験、および読み分け困難課題であった。いずれも共感覚者でなければ課題遂行が困難になるような刺激が使用されており、共感覚者は対照群と比較すると有意に優れたパフォーマンスを示していた。また、Ramachandran & Hubbard は、周辺視や刺激の時間的特性の共感的色知覚への影響や、数字の形態 (アラビア数字 vs ローマ数字)、触覚による数字知覚、および Navon 図形 (階層図形) といった刺激を使用した場合の共感的知覚も調べている。これらの結果を基に、Ramachandran & Hubbard は、共感覚が脳における処理のどの水準で生じているかという問題について、それが比較的低次のレベルで生じていることを強調している。

その一方で Mattingley, Rich, Yelland & Bradshaw (2001) は、ストループ効果とプライミング効果を併用して、書記素・色タイプの共感覚者に対して巧妙な実験を行い、共感覚が視覚情報処理の比較的高次の段階で生じていることを示している。予めアルファベットあるいは数字の一文字に対して生じる共感覚色と、実際に実験で字を描く場合に使う色パレットとの一致度を調べておき、両者がよく一致する文字に対して、共感覚色と一致する (あるいは一致しない) 場合の刺激セットが作成された。実験では着色された文字が提示

され、その色名を答えるまでの時間が測定された。結果は、共感覚の一致条件が共感的不一致条件より有意に時間が短かった (ストループ効果)。Mattingley らはさらに、プライム刺激として共感覚を引き起こす文字を使用し、ターゲットとして共感覚によって生じる色をつけたパッチを使用した実験も行っている。プライム刺激の提示時間は、28ms, 56ms, および 500ms で、その直後にターゲットを提示した。なお、これとは別に、プライム刺激が提示されてターゲットが提示されるまでの間隔 (SOA) を一定 (500ms) にした実験も行っている。いずれの実験でもターゲット色を答えるまでの時間が測定され、共感覚者において 500ms 条件のみでストループ干渉が生じていた。対照群では条件間に有意差は出なかった。Mattingley らが別の実験で行った 28ms および 56ms の提示時間における文字の同定課題では、正答率がそれぞれ 20%, 40% を下回っていた。プライム刺激とターゲットのいずれにも文字を使用した実験 (例えば、a と A, b と A; いずれもアルファベット小文字と大文字の組合せであった) では、形態不一致条件でターゲットを呼称するまでの時間が有意に長くなっていた。音韻が一致している条件でプライミング効果が生じていることから、プライム刺激は文字に関して形態処理を経て、音韻処理まで行われていた可能性がある。しかも、プライム刺激の同定課題がチャンスレベルを下回っていることから、それは意識に上る前の段階ということになる。結局、Mattingley らのプライミング実験では、プライム刺激は意識上には上らなくともそれが後続の処理に影響を与えていたと推論されるのである。以上より、共感覚色とターゲット色との間で生じるストループ効果は、共感的知覚を引き起こす刺激が、音韻処理よりも高次の処理を受ける必要があることを意味している。そしてそれは意識上、つまり注意を要する過程まで処理が進んでおく必要があることを示唆している。

これまでに述べた共感覚に対する研究から浮かび上がった問題や課題は次のようになる。まず、書記素・色共感覚という点で同じ範疇の共感覚者を研究対象にする場合でも、外界に色を見るタイプなのか心の中に見るタイプなのかは分ける必要がある。さらに、その色の見え方も考慮に入れるべきかもしれない。次に、共感覚が生じるのは脳のどの領域が中心的な役割を果たしているのかを明らかにする必要がある。ここでは、例えば書記素の脳における処理を考えた場合、形、音韻、意味という処理のレベルが想定され、少なくともこれらのどの段階で混線が生じているのかという点

が問題となるだろう。そしてこれが上述した共感覚のタイプを分けている可能性もある。

本研究の目的は、これらの点に着目して書記素・色タイプの共感覚者について現象学的な調査と心理物理学的な実験による検討を加えることである。現象学的調査では、どのような書記素が共感覚的な知覚を生じさせるのか。書記素がもつ刺激特性と共感覚的に生じた色（本論文では、色相とほぼ同義）には関連があるのか。そして、そのような見え方に対する主観的な印象は何かを、内省報告に基づいて検討する。心理物理学的実験では、共感覚者と一般知覚者とはパフォーマンスが異なることが予測される行動的課題を用いて、今回の研究に参加した「共感覚者」の書記素に対する見え方を実証的に明らかにする。

### 現象学的調査

共感覚で多く見られるのは、文字や数字に色を見るケースである。ここではそのタイプの共感覚者である、F (22歳)、K (29歳)、および、Y (20歳) の3名の女性に対して、仮名文字、アルファベット、および数字に対する共感覚的知覚を調べた。なお、FとYは文字に異なる色が見えるが、Kは実際に見えるのは印刷された文字の色で、イメージとして色を感じると報告している。ここでは両者を区別せず、特定の文字に特定の色を見る（感じる）ことを共感覚的知覚と呼ぶ。

### 方法

参加者に数字（アラビア数字と漢数字）や文字（平仮名、カタカナとアルファベット）が黒インクで印刷された用紙を渡し、それらの数字や文字が何色に見えるかを記入してもらった。ただし、FとKは色鉛筆で書記素自体を着色し、Yは色名を記述した。さらに、漢字に対する色の見え方等についての質問にも答えてもらった。

### 結果と考察

表1に各人の報告した色を示す。ここでは色の濃淡による違いは度外視して1つの色カテゴリにまとめてある。3名とも同じ色の共感覚的知覚が生じた文字は、「い、て、に、イ、y」が黄（オレンジを含む）、「き、せ、E、F、M」が緑、「あ、ア、A、a」が赤、そして、「ソ、6、六」が青であった。

各人で音韻の一致する文字対で色の一致度をみると、仮名（例えば、「あ」と「ア」）、アルファベット（例

えば、「A」と「a」）、数字（例えば、「1」と「一」）の順で、Fは20%、47.6%、100%、Kは78.3%、92.3%、55.6%、Yは77.8%、42.3%、66.7%であった。音韻の色への影響はKにおいて高いが、表記法は考慮に入れる必要がある。以下、3名が自由記述した報告の一部を記す。なお、漢字の意味の類似性が共感覚的知覚に与える影響は全員否定している。

参加者の内省報告（修辞上の若干の変更を加えた）

Fの場合：仮名文字が複数の場合は、別々に色が見えるときもあるし、強い色に影響を受ける場合もあります。漢字は、はっきり見えたり、ぼやけていたり。漢字によっては、部分的に見えたり、全体的に見えたりします。

Kの場合：仮名文字複数の場合は、それぞれ異なる色が見えます。画数の多い漢字は濃い色を感じる人が多いです。漢字全体で1つの色が頭に浮かぶが、部首だけを見るとそれに色を感じます。色が浮かぶ漢字は多いです。なお、読みが似ていると同系色を感じ、「き、キ、気、機、木」は緑系統、「2、二、似」や「い、井、伊、居」は黄系統、「あ、ア、a、亜、愛、阿」は赤系統、「う、宇、雨」は青系統をそれぞれ感じます。ただし、他の2名は音韻の共通性と共感覚的知覚との関係については否定的である。

説明が難しいのですが、人の名前などを聞いたとき、頭に文字が浮かぶと同時に、色が浮かんでくる感じです。この、色の印象の方が強すぎて、「何色の名前だったかは分かるけど、名前そのものが思い出せない」ということがよくあります。電話番号や、年、ものの値段を見たときも、数字は憶えられませんが、色の印象は残ります。

Yの場合：漢字は、全体的にひとつの色が見えるものと、部分的（部首ごと）に違って見えるものがあります。漢字の意味によって色が左右されることがあります。

ここでは、共感覚が音韻処理段階で生じている可能性を示す例を紹介したが、同時にそれ以外の段階を想定する必要があることも確認した。漢字・仮名は脳で異なる処理を経ていると言われており、その共感覚的知覚を調べることは日本語の処理経路の解明に役立つと思われる。

### 心理物理学的実験

「黒インクで書かれた数字や文字に色を知覚する（感じる）」といった共感覚的な体験が実際の感覚体験であるかを検証するため、さまざまな行動的研究がなさ



表1 仮名, アルファベット, 数字の各文字に対して生じた共感的知覚色。

	あ	い	う	え	お	か	き	く	け	こ	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ	て	と	な	に	ぬ	ね	の	
F	赤	黄	紫	緑	青	オレンジ	緑	黄と茶	黄	茶	青	青と紫	緑と青	青	茶	茶	茶	黄	青	茶	黄	黄	紫	紫	灰	
Y	赤	黄	ピンク	赤	赤	オレンジ	緑	茶	緑	茶	緑	茶	黄	緑	紫	青	緑	青	オレンジ	茶	黄	オレンジ	紫	オレンジ	灰	
K	赤	黄	青	緑	灰	緑	緑	灰	茶	灰	青	灰	青	緑	紫	茶	灰	黄か灰	黄	黄か灰	紫	黄	紫	緑	ピンク	
	は	ひ	ふ	へ	ほ	ま	み	む	め	も	や	ゆ	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	を	ん					
F	茶	白	黄	白	緑	緑	紫	ピンク	緑	ピンク	紫	紫	黄	黄	紫	黄	茶	緑	青	茶	黄	紫	紫	灰		
Y	黄	紫	白	黄	緑	黄	緑	青	ピンク	紫	紫	黄	赤	黄	青	黄	茶	黄	緑	茶	黄	紫	紫	灰		
K	ピンク	黄	紫	紫	灰	赤	ピンク	緑	紫	紫	黄	黄	赤	赤	青	緑	黄	黄	緑	茶	灰	紫	紫	灰		
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	セ	ソ	タ	チ	ツ	テ	ト	ナ	ニ	ヌ	ネ	ノ	
F	赤	黄									青	青			青								紫	紫		
Y	赤	黄	ピンク	赤	緑	茶	緑	茶	緑	茶	緑	茶	黄	緑	青	青	緑	紫	オレンジ	茶	黄	オレンジ	青	青		
K	赤	黄	青	緑	灰	緑	灰	茶	灰	青	青	白	青	緑	青	灰	灰	灰	黄	黄	紫	黄	紫	緑	ピンク	
	ハ	ヒ	フ	ヘ	ホ	マ	ミ	ム	メ	モ	ヤ	ユ	ヨ	ラ	リ	ル	レ	ロ	ワ	ヲ	ン					
F	黄	紫	茶	紫	緑	黄	黄	茶と緑	青	緑	紫	紫	赤と紫	オレンジ	ピンク	青	黄	青	黄	緑	茶	灰	青			
Y	黄	紫	茶	紫	緑	黄	黄	茶と緑	青	緑	紫	紫	赤と紫	オレンジ	ピンク	青	黄	青	黄	緑	茶	灰	青			
K	ピンク	黄	茶	紫	緑	赤	ピンク	紫	紫	紫	赤	黄	赤	緑	ピンク	緑	黄	黄	緑	茶	灰	青				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
F	赤	黄	青	茶	緑	緑	紫	黄	白		黄	灰	緑	緑	黄	黄	黄	青	紫	紫	黄	黄	黄	黄	紫	黄
Y	赤	黄	白	オレンジ	緑	緑	茶	赤	白		紫	灰	黄	青	オレンジ	赤	赤	青	紫	青	ピンクと紫	青	緑	緑	黄	黄
K	赤	黄	白	オレンジ	緑	緑	灰	青	白		紫	灰	黄	青	赤	赤	赤	赤	紫	紫	黄	青	青	緑	黄	茶
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
F	赤	黄	青	緑	紫	ピンク						緑	黄	黄	灰	黄	青	青	青	ピンク	青	青	黄	黄	紫	黄
Y	赤	青	黄	オレンジ	赤	茶と緑	茶	赤	青	青	緑	白	黄	黄	灰	紫	黄	青	紫	緑	ピンク	緑	黄	緑	黄	黄
K	赤	赤	白	赤	緑	緑	灰	青	白	茶	灰	黄	緑	青	赤	赤	赤	赤	緑	黄	青	青	紫	灰	黄	茶
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十						
F	赤		緑	青	赤	青	肌	緑	青		赤			緑	青	赤	肌	緑	青	赤	赤	赤	赤	赤	赤	赤
Y	白	黄	ピンク	黄	青	青	緑と青	茶			白			ピンク	青	青	赤	紫	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄
K	白	黄	緑	黄	赤	青	緑	赤	灰		黄			緑	赤	灰	青	赤	紫	赤	赤	赤	赤	赤	赤	赤

れてきた。本報告では、3名の女性共感覚者に対して「ストループ課題」と Ramachandran & Hubbard (2001a) が用いた「ポップアウト課題」を実施し、一般の感覚者の成績と比較する。

### 1 ストループ課題

#### 方法

(実験参加者) 先の現象学的調査に参加した3名 (F, K, Y) と一般感覚者13名であった。いずれも20歳の女性である。

(課題) 4つの問題で構成された新ストループ検査II (箱田・渡辺, 2005; トーヨーフィジカル社) を使用した。問1では、黒で書かれた色名語と対応する色パッチを選ぶ。問2では、不適切なインクの色で書かれた色名語に対応する色パッチを選ぶ。問3では、色パッチに対応する色名語を選択する。問4では、不適切なインクの色で書かれた色名語のインクの色に対応する色名語を選ぶ。問2が逆ストループ干渉 (RSI) 条件、問4がストループ干渉 (SI) 条件であり、問1と問3は、それぞれの統制条件である。

(手続き) 「検査の実施」の手引きに従い、それぞれ1分間の4つの問題すべてを実施した。

### 結果と考察

逆ストループ干渉とストループ干渉は各問での正答数に基づき次式により算出される。

$$RSI = (\text{問1} - \text{問2}) \div \text{問1}$$

$$SI = (\text{問3} - \text{問4}) \div \text{問3}$$

表2は共感覚者と一般感覚者の成績を示す。FとYは逆ストループ干渉において、Kはストループ干渉に

表2 ストループ課題の正答数及びRSIとSI

	問1	問2	問3	問4	RSI	SI
F	70	42	43	37	0.40	0.14
K	45	40	32	39	0.11	-0.22
Y	67	48	42	38	0.28	0.10
一般	64.1	54.2	46.3	41.7	0.15	0.10

において一般感覚者の成績との違いが観察された。共感覚者の干渉の形態が異なるのは、共感覚のタイプ [Fが外界に色を見るタイプ (projector タイプ) で、Kが、色が心の中で生じるタイプ (associator タイプ)] の違いを反映している可能性がある。

## 2 ポップアウト課題

### 方法

(実験参加者) 3名の共感覚者とストループ課題に参加した内の11名の一般感覚者であった。

(課題) 刺激要素を平仮名に変化させて、Ramachandran & Hubbard (2001a)と同様のポップアウト刺激を作成した。図1はその1例であり、「あ」の集まりで形成される図形(三角形)を検出する。

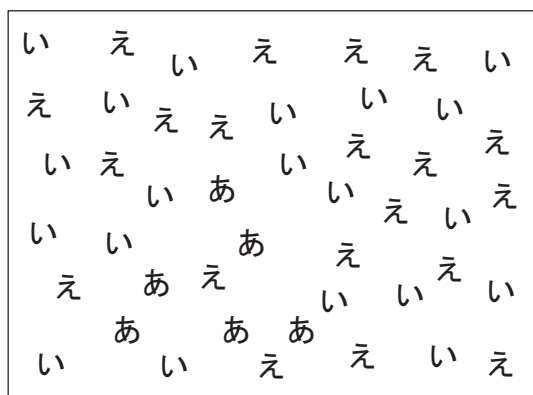


図1 ポップアウト刺激例

(手続き) ターゲットとディストラクタとして使用した文字は、黒のMSゴシック体の「あ」、「い」、「え」であった。「あ」には3名とも赤が、「い」には3名とも黄が、「え」にはFとKが緑で、Yは赤が知覚されると報告されていた。検出図形は、6つの要素で構成される正三角形、8つの要素で構成される正方形、長方形、ひし形であった。コンピュータ・ディスプレイ上に提示させる刺激の大きさは視角で $11^\circ$  (横)  $\times$   $8^\circ$  (縦)であり、提示時間は1sであった。刺激提示終了の直後に4図形の強制選択を行った。試行数は、3(文字)  $\times$  4(図形)  $\times$  2(繰返し)の24試行であった。

### 結果と考察

一般感覚者の平均正答率が31.1%に対し、Fは41.7%、Kは58.3%、Yは45.8%の正答率であり、3名の平均正答率は48.6%であった。共感覚者の成績は一般感覚者の成績よりも有意に高く( $t(12)=2.86$ ,  $p < .05$ )、両者における刺激の見えに違いがあることが示された。

## 全体的考察

ストループ課題とポップアウト課題の結果から、今回参加した共感覚者は字が実際に書かれている色とは異なる色を見るという点で、通常の人とは異なる知覚が生じていることが保証されたと思われる。また、現象学的調査から、共感覚には個人差があること、そしてそれは共感覚が生じている脳のレベルが決して1つではないという可能性が示唆された。

文字の視覚的な処理は形態処理が行われた後に、音韻処理あるいは意味処理が行われていると考えられている(御領, 1987)。本研究に参加した書記素・色共感覚者は、内省報告に依れば、Fは外に色を見るタイプ(projector)であり、Kはイメージとして色を見るタイプ(associator)である。なおYに関しては情報が得られていない。共感覚のタイプから推測すると、Fは書記素の視覚的処理の段階(形態的な処理の段階)で、Kはその段階よりも後の音韻処理の段階でそれぞれ共感覚が生じている可能性がある。しかし、初期の視覚処理過程の結果を反映していると思われるポップアウト課題の成績は、むしろ高次のレベルで共感覚が生じていると推論されるKの方が良い成績を収めている。当初の予想では、Kはポップアウト課題のパフォーマンスが良くないであろうと考えていた。高次レベルでの共感覚的知覚が瞬時に生じるとは思えなかったからである。しかし、結果を見る限り、ポップアウト刺激の提示時間の1sは共感覚が生じるのに十分な時間であったと考えられる。事実、先述したMattingleyら(2001)のプライミング実験で、プライムとターゲットが「aとA」と「bとA」であった場合、プライム刺激の提示時間が28msおよび56msであってもプライミング効果が生じている。別の実験でこれらのプライム刺激の提示時間では意識に上らないことが確認されており、視覚情報処理のかなり初期の段階で音韻あるいはそれ以降の処理が行われていることが示唆されている。

ここではむしろFの成績が悪いことの方が、解釈が難しい。その原因の1つとして考えられるのは、刺激に使用した文字に対して生じる共感覚的知覚の強度(色の鮮やかさ等)が比較的小さかった可能性が考えられる。今回は、刺激に使用した3種類の文字は、各々が共感覚者にとって異なる色に見えるという拘束条件を当てはめて選出した。その際、共感覚的な見えの強度は考慮に入れていない。また、Yとは、FとKの為の刺激セットを作成した後に出会ったため、3種の文

字が異なる色に見えるという点を確認しているだけである。また、刺激文字を提示した背景は白色であり、その明るさが共感覚的な見えに影響を与えた可能性もある。いずれにせよ、各実験参加者用に刺激セットを作成し、個人の中で今あげた要因がどのように影響を与えているのかを確かめる必要がある。もし、これらの検証から否定的な結果が得られたとしたら、Fは、自省報告では外に色を見るということであるが、それが低次の処理レベルでの共感覚の生起に直結するものではないという可能性もある。つまり、共感覚が生じる処理レベルの高低が、共感覚的知覚における見え方のタイプと必ずしも一致しないという可能性も大いにある。

数字、アルファベット、仮名のそれぞれで表記法の異なる文字間を比較した場合（音韻が同じものを比較した場合）、個人間でも個人内でも異なる様相を呈した。例えば、Fは数字に関してはその表記法に関わらず高い一致率が見られている。ところが彼女は文字の音韻一致対における色一致率は低い。これは、仮名やアルファベットは音韻処理とはあまり関係のない段階で共感覚が生じていること、数に対する共感覚だけが音韻処理レベルあるいは概念・意味処理を含んだ段階で生じている可能性を示唆している。他の3名についても同様の考察ができ、これは共感覚の生じる脳領域が個人間／個人内で書記素の種類によって異なるということを示していると思われる。Ramachandran & Hubbard (2003) が指摘しているように、書記素の形態的要因だけが共感覚を決定しているわけではない。さらに、共感覚の生じ方（つまりそれが生じる脳領域）が、個人間で千差万別であるのと同時に、個人内でも刺激の種類によっては異なるのかもしれない。

脳画像研究で得られた前頭葉の活動、あるいは階層文字を刺激とした心理物理的実験の結果から推論されるように、共感覚における注意の役割についても検討する必要があるだろう。そこから得られる知見は、注意といった高次機能がより低次の視覚情報処理にどのような影響を与えているかについての重要な発見をもたらしてくれると思われる。また、漢字や仮名は脳で異なる処理を経ていると言われており、その共感覚的知覚を調べていくことは日本語の処理経路の解明に役立つはずである。

通常、ある刺激に対する知覚は、その刺激が処理される感覚モダリティを経て、その物理的特性に応じた形で生じる。ところが共感覚者は、感覚モダリティ間の混合、あるいは単一のモダリティ内における特徴の

処理の混合が生じ、同じ刺激に対しても通常とは異なる知覚体験が生じる。例えば音に色を感じたり、黒色で書かれた文字に対して実際の色とは異なる色を感じたりするのはその典型例である。共感覚者の特異な経験を調べることは、感覚モダリティ内（間）における感覚情報の統合のされ方を調べることに役立つと考えられる。

## 引用文献

- Baron-Cohen, S., Wyke, M. A., & Binnie, C. (1987). Hearing words and seeing colours: an experimental investigation of a case of synaesthesia. *Perception*, **16**, 761-767.
- Baron-Cohen, S., Burt, L., Smith-Laittan, F., Harrison, J., & Bolton, P. (1996). Synaesthesia: prevalence and familiarity. *Perception*, **25**, 1073-1079.
- Bartles, A. & Zeki, S. (2000). The architecture of the colour centre in the human visual brain: new results and a review. *European Journal of Neuroscience*, **12**, 172-193.
- Galton, F. (1880a). Visualised numerals. *Nature*, **21**, 252-256.
- Galton, F. (1880b). Visualised numerals. *Nature*, **22**, 494-495.
- 御領 謙 (1987). 読むということ 東京大学出版会
- Hadjikhani, N., Liu, A.K., Dale, A. M., Cavanagh, P., & Tootell, R.B.H. (1998). Retinotopy and color sensitivity in human visual cortical area V8. *Nature Neuroscience*, **1**, 235-241.
- Harrison, J. (2001). Synaesthesia: The strangest thing. New York: Oxford University Press. (ジョン・ハリソン著 松尾香弥子訳 (2006). 共感覚 もっとも奇妙な知覚世界 新曜社)
- Hubbard, E.M., Arman, A.C., Ramachandran, V.S., & Boynton, G.M. (2005). Individual differences among grapheme-color synesthetes: brain-behavior correlations. *Neuron*, **45**, 975-985.
- Hubbard, E.M. (2007). A real red-letter day. *Nature Neuroscience*, **10**, 671-672.
- Mattingley, J.B., Rich, A.N., Yelland, G. & Bradshaw, J. L. (2001). Unconscious priming eliminates automatic binding of colour and alphanumeric form in synaesthesia. *Nature*, **410**, 580-582.
- Lay, W. (1896). Three cases of synaesthesia. *Psychological Review*, **3**, 92-95.

- Numn, J.A., Gregory, L.J., Brammer, M., Williams, S.C. R., Parslow, D. M., Morgan, M. J., Morris, R.G., Bullmore, E.T., Baron-Cohen, S., & Gray, J.A. (2002). Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words. *Nature Neuroscience*, **5**, 371-375.
- Paulesu, E., Harrison, J., Baron-Cohen, S., Watson, J.D. G., Goldstein, L., Heather, J., Frackowiak, R.S.J., & Frith, C. D. (1995). The physiology of coloured hearing: a PET activation study of colour-word synaesthesia. *Brain*, **118**, 661-676.
- Ramachandran, V. S. & Hubbard, E. M. (2001a). Synaesthesia: a window into perception, thought and language. *Journal of Consciousness Studies*, **8**, 3-34.
- Ramachandran, V. S. & Hubbard, E. M. (2001b). Psychophysical investigations in to the neural basis of synaesthesia. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, **268**, 979-983.
- Ramachandran, V.S. & Hubbard, E.M. (2003). Hearing colors, tasting shapes. *Scientific American*, **288**, 5, 42-49. (V.S.ラマチャンドラン／E.M.ハバード 数字に色を見る人たち 共感覚から脳を探る 日経サイエンス 2003年8月号, 16-25.)
- Rich, A. N. & Mattingley, J. B. (2002). Anomalous perception in synaesthesia: a cognitive neuroscience perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, **3**, 43-52.
- Rouw, R. & Scholte, H.S. (2007). Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia. *Nature Neuroscience*, **10**, 792-797.

## Synaesthetes who see colors in numerals and letters

YOSHIO MI IMAMURA (*The Institute of Comparative Studies of International Cultures and Societies, Kurume University*)

T SUNE O K I T O (*Department of Psychology, Kurume University*)

### Abstract

Phenomenological investigations and psychophysical experiments about three synaesthetic females (F, K, Y) were conducted. To be common to all of the three is to cause the perception of the color by seeing a specific numeral and letter. However, they have some phenomenological differences. As introspections when they see certain letters, for example, F reported that it seems that the consistent color actually attaches to each of them. On the other hand, K reported that the consistent color image specific to each of letters floats in her mind. As the psychophysical experiments, a pop-out task that Ramachandran and Hubbard used and stroop tasks that Hakoda and Watanabe made were executed, and the results were compared between synaesthetic females and controls. F and Y showed relatively higher score in reverse-stroop interference and so did K in the stroop interference than controls. In the pop out task, mean frequency of the correct responses in the three females was significantly higher than one in controls. Each performance of synaesthetic females in these two tasks suggests strongly that synaesthetic perception of occurs in real.

**Keywords** : synaesthesia, introspection, grapheme-color, phenomenology, stroop, pop-out.