

## 色と共感覚

## Color and Synesthesia

長田 典子  
Noriko Nagata関西学院大学理工学部  
School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

キーワード：色字共感覚, 色聴共感覚, 音楽, 調性, モダリティ間相互作用

Keywords: grapheme-color synesthesia, colored-hearing synesthesia, music, tonality, cross-modal interaction

## 1. はじめに

小学1年生のK君は、教科書に載っていたひらがなの表を見て、書き順ごとに色分けされている色が「ボクが見える色と違う」(図1)とお母さんに打ち明けた。お母さんは最初、息子が何を言っているのか全く理解できなかったそうだ。またチェリストのSさんは、音楽を聴くと色が「うのようによ」とグラデーションで見える。曲が転調すると色が変わるそうだ。

このように、文字や数字に色が付いて見えたり、音を聴くと色が見えたり、また何かを味わうと手に形を感じたりする現象は「共感覚」と呼ばれる。共感覚は100年以上前から知られていたが、客観的な測定方法がなく、しかも薬物による幻覚と共感覚現象の区別がつかなかったため、長い間、非科学的なものとして扱われてきた。しかし近年の脳機能イメージング技術等によって、共感覚現象が実際に脳の中で起こっていることが確かめられるようになった。また研究成果が書籍や映画などのメディアで取り上げられる機会が増え、一般にも広く知られるようになった<sup>1)</sup>。本稿では共感覚について概観し、とくに色に関わる話題を中心に最近の知見を紹介する。

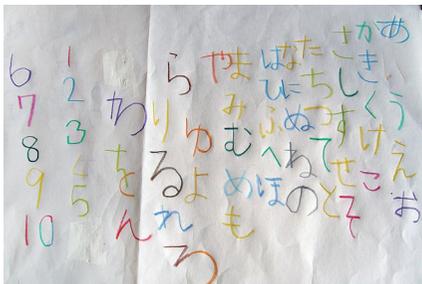


図1 ボクが見える文字の色

される現象である。語源はギリシャ語の「一緒に・統合」(syn)と「感覚」(aisthesis)とを合わせたとされる。

共感覚には多様なタイプがあり、文字や数字に色を感じる「色字(しきじ)共感覚」、音を聴くと色が見える「色聴(しきちょう)共感覚」などがよく知られている。最も多いとされるのは、曜日や月から色を感じる「カレンダー-色共感覚」で、他にも味から形、匂いから色、痛みから色、数列やカレンダーから空間配置を感じるものなどがある。これらを inducer と concurrent の組み合わせでとらえると150種類以上の共感覚が確認されている。大規模調査からみた inducer として多いのは言語(文字、数字、単語など)であり、concurrentとして多いのは視覚的反応である。とりわけ concurrentに「色」が喚起される共感覚が圧倒的に多いことは興味深い。また共感覚の結びつきは一般的に一方であると言われているが、それでも色から音の「音視(おんし)共感覚」(グラデーションを見るとシャーンと鳴る等)も色聴の1/10以下の規模ではあるが確認されている。

共感覚を持つ著名人の体験が記録に残っている。例えば「ロリータ」の著者ウラジミール・ナボコフは文字に色を感じる共感覚者で、「pはまだ青いりんご、wがやや紫がかってくすんだ緑色に見える」と述べている。ノーベル物理学賞を受賞したりチャード・ファインマンは、方程式の文字に色を感じると語っている。

共感覚が出現する確率は、以前は10万人に1人などとされていたが、最近では約4%の人に見られると言われている。1人で10数種類の共感覚を持つ人もいれば、1種類しか持たない人もいる。芸術家には7倍多く出現するとも言われている。また遺伝性が見られることが知られているが、祖父母から孫に伝わる事例や、双子でも片方だけにしか発現しない例、また同じ家系でもタイプの異なる共感覚が発現する例も報告されており、メカニズムはまだわかっていない。

共感覚かどうかを見分ける方法については、まだ本質的な方法はみつけれられておらず、通常は時間的安定性(すなわち1度テストを行い、その後1週間程時間をあけて再度テストを行い、その一致度合いから判定す

2. 共感覚の概要<sup>2)</sup>

共感覚(synesthesia, シネスジーア)は、一つの感覚刺激(誘因刺激, inducer)から、通常感覚に加えて別の感覚(併発反応, concurrent)が無意識に引き起こ



なかった。この問題に対して Asano らは、漢字を偏と旁のように部首に分けることで、部首毎に共感覚色を持つ、すなわち漢字においても形態要因が色に影響を及ぼしていることを明らかにした<sup>4)</sup>。さらにその影響の仕方が、共感覚の主観的な経験の違い（いわゆる投射型 (Projector) と連想型 (Associator)<sup>2)</sup>）に関係していることが示唆された。投射型は共感覚色が文字の上に投影されて（重なって）見えるタイプであり、連想型は共感覚色が頭の中でイメージとして浮かぶタイプとされているが、投射型傾向が強いほど文字の形態情報の影響を受けるという結果が得られている。さらに Hamda らは、文字の順序性要因 (ABC 系列の順序の近さ) と共感覚色の影響を調べたところ、連想型の傾向が高ければ高いほど、順序性が共感覚色に与える影響が強いことを示した<sup>7)</sup>。

これらの研究は、連想型は共感覚色をトップダウン的に知覚し、投射型はボトムアップ的に知覚するという先行研究<sup>8)</sup>を支持する。またこうした個人特性が共感覚の脳のメカニズムの違いを表すものと考えられている。

## 4. 2 色聴共感覚

音が色と結びつく現象に関してもさまざまな研究が行われており、これらを統合し inducer ごとに共通する音と色の対応付けを説明するルール (要因) 探しが行われている<sup>8)</sup>。Inducer にはこれまで曲調、音色、調、音高 (ピッチやトーン)、和声、リズム、声<sup>9)</sup>などが挙げられている。例えば音色について、高調波成分が増えると色の彩度が上がり明度が下がる、とか、音高について、音高が上がると色の明度が上がるといった傾向がある。しかしこれらのルールについては色字共感覚と同様、共感覚者のみならず非共感覚者にも類似した傾向が見られる<sup>10)</sup>。こうしたことから、共感覚に共通する神経基盤の一部は、通常の視覚と聴覚のマルチモダリティで説明できるのではないかという議論もある<sup>8)</sup>。

ただし、ハ長調は白、二短調は黄色というような、調に固有な色が見える共感覚では、ピッチが数ヘルツ上下しようとも色には影響せず、調ごとに固有な色が見える。このように同じ音楽の刺激であっても、ピッチの影響を受けるものもあれば、絶対音感のような高次な音楽認知と関係する共感覚もあり、これらは別のメカニズムで発生しているのではないかと考えられている。こうした調 (ハ長調やヘ短調) に固有の色を感じる色聴共感覚者が、目を瞑って音楽を聴いているときの脳活動を計ると、聴覚野の活動だけでなく、本来活動

することのない視覚野の色知覚野 (V4v エリア) の活動が捉えられる (図 3)<sup>11,12)</sup>。ただし調性に色を感じる共感覚の場合は、絶対音感を持つ場合に限定されるため、脳活動が共感覚によるものなのか絶対音感によるものなのかの切り分けの問題等があり、まだ十分な議論は行われていない。

また共感覚と芸術には密接な関係があり、芸術から見た色聴共感覚の研究が多く行われている。映像作品における音楽と映像の関係を分析した事例では、ジブリやディズニーのアニメーションにおいて、曲調が転調するタイミングで映像の色彩が強調され、その調と色の関係において共感覚のルールが見られることを示している (図 4)<sup>13)</sup>。このこともまた、映像制作過程において共感覚的なクロスモーダル関係が関与している可能性を示唆している。

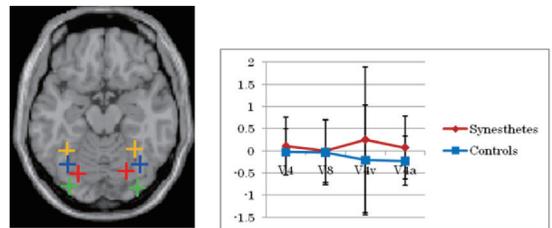


図3 音楽刺激呈示時の色知覚領域の脳活動

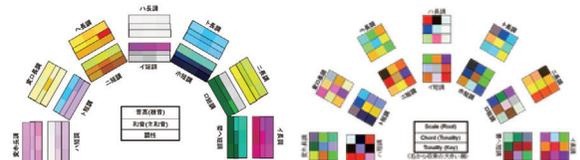


図4 (左) 共感覚者が音楽の調に見る色 (右) アニメーションにおける音楽の調性と映像の色彩の関係

## 5. 共感覚が起こるしくみ

共感覚の脳科学的研究はかなり進んでいるものの、共感覚がなぜ生じるのかについてのメカニズムについての決定的な知見はまだ得られていない。現在のところ従来から提案されている2つの仮説が支持されている。

[仮説1] ハイパーコネクティビティ仮説

異なる感覚部位の間に、共感覚固有の強い神経結合 (ネットワーク) があるというものである。例えば文字の知覚部位と色の知覚部位は脳内で隣接していて、色字共感覚者ではその間に通常より強い神経ネットワークが見られる<sup>14)</sup>。

[仮説2] 脱抑制仮説

異なる感覚同士を統合する仕組みがあつて、通常は

そこからもとの低次感覚部位へ信号が逆戻りしないように抑制されているが、何らかの理由によって抑制が低下して、本来流れない別の感覚経路へ信号が流れてしまうというメカニズムである。この考え方であれば、色聴共感覚のような異なる感覚間で生じる高次の共感覚を説明できる。また抑制が少ないというのは、例えば芸術的活動の持つ、枠を超えた表現とか異次元の概念の統合といった特性となじみやすい。

## 6. おわりに

本稿では色に関わる共感覚研究について概観し、とくに前回解説の機会をいただいた<sup>15)</sup>以降に発表された研究を中心に紹介した。ここ10年間での進展は、研究成果の蓄積・比較により共感覚現象における共通性を広く議論できるようになった結果、文字や音に色を感じるという従来共感覚者に特有と考えられていた性質の一部は、実は非共感覚者にも共通して観測される、一般的なマルチモダリティ(本特集で取り上げている)として説明できる可能性が示されたことである。

しかしながら一方で、ナボコフの(一見脈略のない)色へのこだわりや、数字の並びが汚い色だから答えを間違えるといった強い情動を伴う文字や音と色のクロスモダリティは、一般的なマルチモダリティで説明できるとは考え難い。すなわち、なぜ共感覚で色が見えるのか、なぜ色にまつわる共感覚が多いのかという問いは残されたままである。こうした共感覚の本質的なメカニズムの解明のためには、共感覚の共通性を追求するだけでなく、個人特異性に着目したアプローチが有効であろう。また紙面の都合で紹介できなかったが、概念やクオリアなどトップダウン的な枠組みからのアプローチ<sup>8)</sup>も始められており、今後の研究の進展が期待される。

## 参考文献

- 1) R.E. サイトウィック and D.M. イーグルマン, “脳のなかの万華鏡”, 河出書房新社, 2010.
- 2) J. Ward, “Synesthesia”, Annual Review of Psychology, vol. 64, no.1, pp.49-75, 2013.
- 3) N.B. Root, R. Rouw, M. Asano, C.Y. Kim, H. Melero, K. Yokosawa and V.S. Ramachandran, “Why is the synesthete's “A” red? Using a five-language dataset to disentangle the effects of shape, sound, semantics, and ordinality on inducer-concurrent relationships in grapheme-color synesthesia”, Cortex, vol. 99, pp.375-389, 2018.
- 4) 宇野究人, 浅野倫子, 横澤一彦, “漢字の形態情報
- 5) G. Beeli, M. Esslen and L. Jancke, “Frequency correlates in grapheme-color synaesthesia”, Psychological Science, vol. 18, no. 9, pp.788-792, 2007.
- 6) A. Shiraiwa, M. Nishimoto, T. X. Fujisawa and N. Nagata, “Frequencies of hiragana, alphabets, and digits correlates in color association: Comparison between synesthetes and non-synesthetes in Japanese”, Proc. 36th European Conference on Visual Perception, P8, p.169, 2013.
- 7) D. Hamada, H. Yamamoto and J. Saiki, “Multilevel analysis of individual differences in regularities of grapheme-color associations in synesthesia”, Consciousness and Cognition, vol.53, pp.122-135, 2017.
- 8) C. Curwen, “Music-colour synaesthesia: Concept, context and qualia”, Consciousness and Cognition, vol.61, pp.94-106, 2018.
- 9) J. A. Nunn, et al., “Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words”, Nat Neurosci., vol. 5, no.4, pp. 371-375, 2002.
- 10) 長田典子, 岩井大輔, 津田学, 和氣早苗, 井口征士, “音と色のノンバーバルマッピング—色聴保持者のマッピングルール抽出とその応用—”, 信学論A, vol. J86-A, no.11, pp.1219-1230, 2003.
- 11) R. Yayama, T. Shimotomai, R. Takahashi, S. Akatsuka, E. Aiba, T. X. Fujisawa and N. Nagata, “Brain activity in the color area when listening to music: An fMRI study of synesthesia”, Proc. 16th annual meeting of the organization for Human brain mapping, p.4659, 2011.
- 12) R. Takahashi, T. X. Fujisawa, N. Nagata, T. Sugio and S. Inokuchi, “An fMRI study of synesthesia -Brain activity in colored-hearing by listening to music-”, Proc. 13th annual meeting of the organization for human brain mapping, 204 TH-PM, 2007.
- 13) D. Cai, N. Asai and N. Nagata, “Emotion of colors: Synesthetic cross-modal key modulation”, Proc. ACM SIGGRAPH 2014 Studio, Article No.3, 2014.
- 14) R. Rouw and H. S. Scholte, “Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia”, Nature Neuroscience 10, pp.792-797, 2007.
- 15) 長田典子, “音を聴くと色が見える: 共感覚のクロスモダリティ”, 日本色彩学会誌, vol.34, no.4, pp. 348-353, 2010.