

小特集—音にかかわる多感覚統合の世界—

音にかかわる共感覚の世界*

長田典子 (関西学院大学)**

1. はじめに

ピアニストのNさんは6歳のとき「メヌエット (ト長調) は青色の曲だね」と言ったそうだ。今でも弾く曲の調に合わない色のドレスは着ないと言う。笛奏者のRさんは音が紐(ひも)になって見える。紐には毛のような模様があって、笛を吹くと音にあわせて模様が変わっていく。「上手に吹くのは簡単なんです。紐がきれいに見えるように吹けばいいから」, 「師匠が吹くと(音から見える)紐が本当にきれいなんです」とおっしゃっていた。

このように、音を聴くと色や形が見えたり、文字や数字に色が付いて見えたり、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[1]。

本稿では共感覚について概観し、特に音にかかわる共感覚を中心に最近の知見を紹介する。

2. 共感覚の概要 [1, 2]

共感覚 (synesthesia) は、一つの感覚刺激 (inducer, 誘因刺激) から、通常感覚に加えて別の感覚 (concurrent, 励起感覚) が無意識に引き起こされる現象である。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る。文字や数字に色を感じる色字(しきじ)共感覚 (grapheme-color synesthesia), 音を聴くと色が見える色聴(しきちょう)共感覚 (colored-hearing synesthesia, chromesthesia) などがよく知られている。その他、曜日から色, 味から形, 音から匂い, 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多くの組み合わせがある。これらを誘因刺激と励起感覚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。

共感覚を持つ著名人の体験が記録に残っている。オリヴィエ・メシアンは和音に色を感じる共感覚者で、著書の中で「ブルー—オレンジの和音のおだやかなつながり」と書いている(色から音を感じる双方向の共感覚者だという説もある)。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。

共感覚が出現する確率は、以前は10万人に1人などと言われていたが、最近では約4%の人に見られるという研究もある。1人で十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。また、遺伝的要因が関与することが知られているが、祖父母から孫に伝わる事例や、双子でも片方にしか発現しない環境的要因の例、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、メカニズムはまだ分かっていない。共感覚に関わる遺伝子を探す研究も行われているが、単一の遺伝子の特定には至っていない。

芸術家には5~7倍多く出現するとされているが、その理由は分かっていない。創造性との関係を調べた研究では差が確認されていない。共感覚者は視空間認知など一部の認知能力が優れる傾向にあることが分かっている、それと芸術性の関係

* The synesthetic world of sounds.

** Noriko Nagata (Graduate School of Science and Technology/Kwansei Gakuin Institute of Kansei Value Creation, Kwansei Gakuin University, Sanda, 669-1337) e-mail: nagata@kwansei.ac.jp
[doi:10.20697/jasj.77.3.186]

が指摘されている。

共感覚かどうかを見分ける方法についても、まだ本質的な方法は見つけられていない。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る）が用いられている。

共感覚が自分にあると気付くのは、物心ついたころ（小学生前後）の人もいれば、成人後かなりたってからの人もいる。S君は小学生の頃「音楽に色が見える」と口にして、まわりからそんなことはないと言われて以降、その話をしなくなった。また、多くの人が大人になってから初めて気が付いて、「子どもの頃からそれが普通と思っていた」、「物心ついたときからあったが、皆も見えていると思っていた」、「30歳を過ぎてから誰もがこういう認識をするのではないということを知った」などと述べている。

本特集エディタ饗庭絵里子先生のお許しを得て、筆者の個人的な共感覚体験を書かせていただく。筆者も色字と色聴体験があり、数字や文字や音楽の調に色がある。例えば数字では白(1)、赤(2)、水色(3)、アルファベットでは赤(A)、緑(B)、パールブルー(C)、長調ではざらっとした白(C)、ギラギラした橙色(D)、黄緑(E)、華やかなピンク(F)、青(G)、深紅(A)、えんじ(B)などである。小さい頃から電話番号、歴史の年号や人の名前を色の並びで覚えていたり、調や和音の色を手がかりに探したりしていたので、他の人に色がないことを知ったときには、色がないと不便だろうなと思った。また、娘には色字と痛みから形（腹痛はラグビーボールの形がするらしい）の共感覚がある。文字に見える色は違うので（例えば筆者はカ行が緑色で、娘はピンク色）、お互いの共感覚色を「そんな汚い色はありえない」とけなし合っている。

3. 共感覚の特徴

共感覚に共通した特徴として、以下の点が挙げられる。

- 1) 自動的に起こる：無意識的で、自分でコントロールすることはできない。
- 2) 個人ごとに異なるが、個人内では一貫性がある：例えば「火曜日」に感じる色は、黄・赤・黒など人によってバラバラだが、個人ごとに見れば、子供のときから感じる色が変わることは

ない。

- 3) 記憶を助ける：名前や電話番号を色の並びで覚えるように、誘因刺激を忘れても励起感覚は覚えているとされる。（円周率 π を22,514桁まで暗唱するダニエル・タメットも共感覚の色を使って覚えているようだ）
- 4) 情動を伴う：単に共感覚が誘発されるだけでなく、好き/嫌いとか快/不快といった感情を伴う。例えば色字共感覚を持つジャーナリストNさん（ペンネーム）は、自分の本名の色が汚いので、きれいな色のペンネームを使っていて、いくら尋ねても本名を教えてくれない。また、昨年SNSで「 $5+3=7$ 」[3]が話題になったように、数字に色が見える小学生が計算結果の数字が汚い色だからと綺麗な色の数字に書き換えてしまい、答えを間違える話をよく聞く。情動を伴うことが共感覚の最大の特徴であると思われる。

4. 共感覚の種類

大規模調査の結果、共感覚の種類とその出現確率についての傾向として、以下のことが分かったという[4]。一つ目は、色字共感覚や色聴共感覚をはじめ、励起感覚として色が圧倒的に多いことである。また、二つ目は、書記素（文字など）や音（楽音や音素など）など誘因刺激として音が多いことである。三つ目は例えば文字から色が見えても、色から文字が見えないというように、共感覚の結びつきが一方向であることである。ただし逆方向が全くないわけではなく、例えば色聴共感覚と逆の、色から音の「音視（おんし）共感覚」も色聴の1/10以下の規模ながら確認されている。筆者もこれまで一人だけ、グラデーションを見るとシャーンと鳴る共感覚者に会ったことがある。

冒頭に挙げた色字共感覚、色聴共感覚の他に、よくみられるタイプの共感覚として、数型（すうけい）共感覚（number forms synesthesia）、ミラータッチ共感覚、序数擬人化（ordinal linguistic personification）が挙げられる。数型共感覚は空間系列共感覚とも呼ばれており、カレンダー、月日など順序性を持つ数やアルファベットが、曲がったりジグザグしながら3次元的に空間配置されるタイプの共感覚である。ミラータッチ共感覚は、他人が身体に触れられているのを見て、自分の身体

が触れられているように感じる共感覚である。序数擬人化は文字や数字に性別や人格を知覚するタイプの共感覚であり、7は男性、8は女性、Eは穏やかな、などと擬人化して捉えられることが知られている。

5. 音にかかわる共感覚

音にかかわる共感覚として、音が誘因刺激となる共感覚には、色聴（音一般から色）、色字（の中の音韻から色）の他、音から味・触感・匂い・運動・温度を感じる共感覚がある。逆に音が励起感覚となる共感覚として、前述した通り出現確率はわずかながら、音視（色や光景から音）の他に、匂い・運動・触感・味・温度から音を感じる共感覚がある。

ここではまず音にかかわる「音韻から色」を含んだ色字共感覚を紹介し、次に色聴共感覚と、最近注目されている Ideasthesia について紹介する。

5.1 色字共感覚 [5]

文字や数字、あるいは単語などに色を感じる色字共感覚の、刺激と反応の関係を調べて共感覚の特性を明らかにし、発生メカニズムを推定しようとする研究は古くから行われており、今でも共感覚研究の中心となっている。その理由は色字共感覚者の数が多いこと、また文字も色も視覚にかかわるため実験対象として扱い易いことが挙げられる。Web サイト等を利用して大規模データを集めることも可能である。文字や数字がなぜ色と結びつくかはいまだ明らかではなく、また見える色（共感覚色）は個人ごとでバラバラ（個人特異性がある）である。しかし結びつきの傾向の一つに、例えばアルファベットの A は赤と言う人が多いとか、数字の 0 は白だと言う人が多いといった、特定の文字が特定の色に結びつき易いという傾向があることが分かってきた。こうした共感覚者間に共通する文字と色の対応付けの法則（要因）として、文字の出現頻度、意味や概念、音韻、形態、文字順序、などがこれまでに明らかになっている。

文字の出現頻度の要因というのは、新聞をはじめとするメディアや様々なコミュニケーションなど社会一般でどのくらい頻繁に使われているかということである。この出現頻度と、文字に見える色の彩度や明度とが、相関することが確かめられた。つまりよく目にする文字は、鮮やかな色や明

るい色と結びつく傾向にあるというものである。更に共感覚者だけでなく一般の非共感覚者においても、文字の出現頻度と色の彩度・明度との間に相関があることが示されている [6]。このことは文字と色の対応付けは共感覚者固有のものではない可能性を示している。

意味や概念の要因というのは、B は青 (Blue)、Y は黄色 (Yellow) になり易いといった頭文字によるプライミング効果（呼び水効果）のことである。日本語でも赤という漢字は赤、青という漢字には青という色が結びつき易く、更に竹という漢字はくすんだ緑色というような意味（概念）が色を引っ張る効果が確認されている。

次に音韻要因であるが、ひらがなでカ行は黄、サ行は青など、音（子音）に依存した色の選択傾向があることである。しかしこれらの現象もやはり、共感覚者特有のものでなく、非共感覚者においても有意な傾向として確認されている。英字の場合は逆に、音韻情報はあまり影響が見られないが、それは同じ文字であっても複数の音素と対応づけられるためと考えられている。

一方、形態要因については、アルファベットや数字、また日本語でも漢字の偏と旁のような部首ごとに共感覚色を持つ、すなわち形態要因が色に影響を及ぼすことを明らかにした。更にその影響の仕方が、共感覚の主観的な経験の違いに関係することが分かった。投射型 (Projector) と呼ばれるタイプ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 (Associator) は共感覚色が頭の中でイメージとして浮かぶタイプと説明される。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ふ結果や、連想型傾向が強いほど文字の順序性 (ABC など) の影響を受けるといふ結果 [7] が示されている。これらの結果は、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説明に合致する。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る。

しかしこうした共通の傾向に関する研究が進む一方で、個人の特異性に関してはほとんど説明ができていない。例えば小学 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。この文字と色の

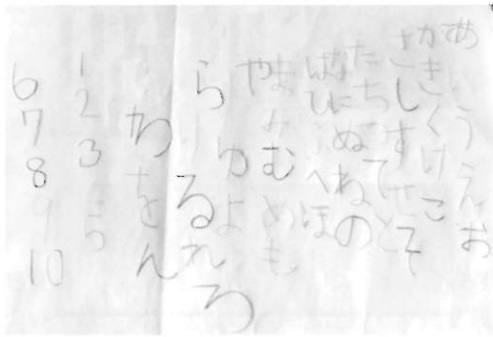


図-1 ボクが見える文字の色

結びつきからは上に挙げたような法則はあまり読み取れない。個別の共感覚者における特異性の法則を見出すのは容易ではない。

5.2 色聴共感覚

音が色と結びつく現象に関しても様々な研究が行われており、これらを統合し誘因刺激ごとに共通する音と色の対応付けを説明する法則探しが行われている [8]。誘因刺激にはこれまで音色、音高（ピッチ）、ピッチクラス（ドレミのようなピッチカテゴリ）、和音、和声、調、曲調、リズム、声 [9] などが挙げられている。色聴研究の数はまだ少なく、その理由は色字共感覚に比べて出現確率が極めて低いことに加えて、聴覚刺激の複雑さのため条件統制が難しいことが一因となっている。

音色については、高調波成分が増えると色の彩度が上がり明度が下がる傾向がある。また、音高について、音高が上がると色の明度が上がる傾向がある。ただしこれらの法則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 [10]。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クロスモダリティで説明できるのではないかという議論がある。

一方で、ハ長調は白、二短調は黄色というような、調（調性感, tonality）に固有な色が見える共感覚は、音にかかわる共感覚のうち最も複雑な現象と言える。ピッチが数ヘルツ上下しようとも調に影響しなければ色には影響しない。根音（単音）だけで感じる色とも、主和音だけで感じる色とも必ずしも一致しない (図-2) [11]。また、同じ曲でも転調すれば調ごとに固有な色が見える。ピッチが四半音ぐらい下がったり、崩れたりした場合

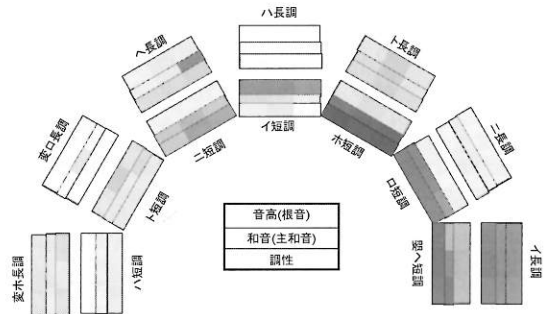


図-2 調性に関する色聴共感覚保持者が見える色

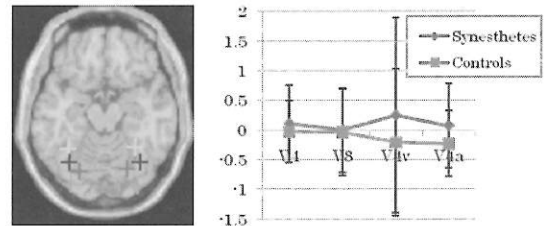


図-3 音楽刺激呈示時の色知覚領域の脳活動

は色のはっきりしなくなる（ピアニスト N さん）。このように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) [12, 13]。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か、絶対音感によるも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。実際に、絶対音感保持者の約五分の一が共感覚を保有しているとの研究がある。また、共感覚と絶対音感の神経基盤に関連性があるといった研究例もある [8]。

なお、調ではなく、単音のドレミファソラシの音名（ピッチクラス）に色を感じる共感覚者を調べて、ド（赤）からシ（紫）の虹色の色相に対応したという報告がある [14]。この傾向は絶対音感保持者でも相対音感保持者でも同様に見られたという。しかしこの色相はいわゆる色音符の色とほぼ一致していることから、幼少期の体験との関係ではないかと指摘されている [5]。

5.3 Ideasthesia

こうした色聴共感覚に関する議論の中で、“概念”が共感覚を引き起こすという Ideasthesia という考え方に注目が集まっている [8]。これまで共

感覚の原因を音や色といった物理的（知覚的）な誘因刺激に求めてきた。しかし中には、感覚刺激なしでも概念が呈示されるだけで共感覚体験が引き起こされる可能性が指摘されてきた。例えば曜日にかかわる共感覚であれば、曜日の名前ではなくカレンダーにおける曜日の位置を呈示するだけで色が引き起こされる事例などである。Itohら [14] は音名（ピッチクラス）に色を感じる色聴共感覚において、音高から音名を同定する段階と、（音を聴かずに）音名から見える色を連想する段階の2段階のモデルで説明でき、共感覚色の連想においては音刺激が不要であることを示した。

調性に色を感じる共感覚についても、確かに調が分かると色が見える（ハ長調だと感じるとハ長調の色が見えてくる）。また、嬰へ長調と変ホ長調が音楽理論上は同じ調であるにも関わらず違う色になったり、曖昧な色になったりするものも、これで説明がつく。翻って色字共感覚においても、AとHの間のような文字を見せて何色の共感覚色が見えるかを問う課題では、Aと思えばAの色、Hと思えばHの色が見える。これらは共感覚全般において Ideasthesia という概念が包括するのかもしれない。しかしながら冒頭に挙げた音に合わせて模様が変わるような、感覚刺激による低レベルの共感覚の存在も指摘されており、今後の研究の進展が待たれるところである。

5.4 芸術における共感覚

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法則が見られることを示している [11]。カンディンスキーの抽象絵画とシェーンベルクの無調音楽の間のクロスモーダル対応を調べた事例では、Osgoodのセマンティックディファレンシャル法によって、両者の抽象-具象性におけるクロスモーダル構造を確認したという [15]。これらから芸術作品の制作過程における共感覚的なクロスモーダル関係の関与が示唆される。

共感覚をモチーフとしたアート作品も多数発表されている。共感覚をテーマにしたアートについて、全体として洗練された基盤になり注目を集め

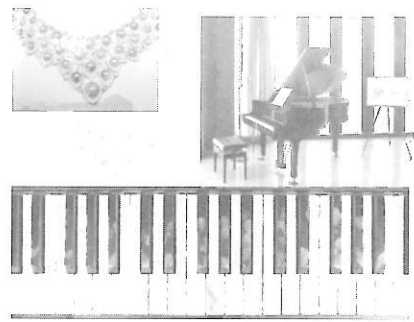


図-4 trace (cross-wiring)
ブルガリカラーオープニングパフォーマンス/インスタレーション

るが、調和的、意味的に調和する組み合わせにならないので、審美的な修正が必要であると述べている。図-4に宝飾品の共感覚色をモチーフとした美術家、作曲家、ピアニストとのコラボレーションによるインスタレーションの例を示す [16]。

6. 共感覚が起こるしくみ

共感覚の脳科学的研究は近年急速に進んだものの、共感覚が生じるメカニズムについての決定的な知見は得られていない。現在のところ従来から提案されている二つの仮説が支持されている。

[仮説1] ハイパコネクティブティ仮説

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 [17]。

[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って、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、何等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。この考え方は、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易い [1]。

しかしながら Curwen [8] は色聴共感覚に関する八つの神経基盤に関する研究を比較した結果、すべての研究が支持する仮説はまだ存在しないとしており、Ideasthesia の概念により単一のメカニズ

ムで説明できる可能性を示唆している。

7. 共感覚と多感覚統合

それでは共感覚は、一般のクロスモーダル関係である感覚間協応（通様相性）と同じなのだろうか、違うのだろうか [5]。これまでに見てきたように、色字共感覚における文字と色の対応や、色聴共感覚における音色や音高と色の明度彩度の対応については、共感覚者と非共感覚者とで同じ傾向を示すことが分かっている。また、Ideasthesia の枠組みでとらえたときには、感覚間協応の代表例であるブーバキキ効果と共感覚は同じ概念で説明ができる。芸術においてかいま見られる共感覚的なクロスモーダル関係も、万人に共通する感覚間協応が基盤になっていることを示している。

他方、メシアンやナポコフの（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と答えを間違えてしまうほどの強い情動は、一般的な感覚間協応でどのように説明できるのだろうか。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。

8. おわりに

本稿では音にかかわる共感覚研究について概観し、最近の研究を紹介した。研究成果の蓄積により、共感覚現象における共通性を広く議論できるようになり、その結果、従来共感覚者に特有と考えられていた性質の一部が、実は非共感覚者にも共通して観測される、一般的な多感覚統合として説明できる可能性が示された。今後も学際的な協業により、共感覚を含む多感覚統合のメカニズム解明が進むことを期待する。

文 献

- [1] R. E. サイトウィック, D. M. イーグルマン, 脳のなかの万華鏡 (河出書房新社, 東京, 2010).
 [2] J. Ward, "Synesthesia," *Annu. Rev. Psychol.*, 64, 49–75 (2013).

- [3] NHK News Up, "5+3 が 7 になるのはなぜ? 共感覚という個性," <https://www.nhk.or.jp/seikatsu-blog/800/420188.html> (参照 2019-10-30).
 [4] 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*, 99, 375–389 (2018).
 [5] 浅野倫子, 横澤一彦, 共感覚: 統合の多様性 (シリーズ統合的認知) (勁草書房, 東京, 2020).
 [6] G. Beeli, M. Esslen and L. Jancke, "Frequency correlates in grapheme-color synaesthesia," *Psychol. Sci.*, 18, 788–792 (2007).
 [7] D. Hamada, H. Yamamoto and J. Saiki, "Multi-level analysis of individual differences in regularities of grapheme-color associations in synesthesia," *Conscious. Cogn.*, 53, 122–135 (2017).
 [8] C. Curwen, "Music-colour synaesthesia: Concept, context and qualia," *Conscious. Cogn.*, 61, 94–106 (2018).
 [9] J. A. Nunn, L. J. Gregory, M. Brammer, S. C. R. Williams, D. M. Parslow, M. J. Morgan, R. G. Morris, E. T. Bullmore, S. Baron-Cohen and J. A. Gray, "Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: Activation of V4/V8 by spoken words," *Nat. Neurosci.*, 5, 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, J86-A, 1219–1230 (2003).
 [11] D. Cai, N. Asai and N. Nagata, "Emotion of colors: Synesthetic cross-modal key modulation," *ACM SIGGRAPH 2014 Studio*, 3 (2014).
 [12] 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," *16th Annu. Meet. Organization for Human Brain Mapping*, 4659 (2011).
 [13] R. Takahashi, T. X. Fujisawa, N. Nagata, T. Sugio and S. Inokuchi, "Brain activity in colored-hearing by listening to music: An fMRI study," *2nd Int. Congr. Synaesthesia, Science and Art* (2007).
 [14] K. Itoh and T. Nakada, "Absolute pitch is not necessary for pitch class-color synesthesia," *Conscious. Cogn.*, 65, 169–181 (2018).
 [15] M. Haverkamp, "Impetus and challenges of synesthetic music painting," *Music and Synesthesia*, 35–41 (2020).
 [16] 四宮 優, 長田典子, 鈴木輝昭, 鈴木あずさ, "trace (cross-wiring)," プルガリカラーオープニングパフォーマンス/インスタレーション (東京, 2011).
 [17] R. Rouw and H. S. Scholte, "Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia," *Nat. Neurosci.*, 10, 792–797 (2007).