

色聴共感覚における音色に基づく音のカテゴリ化

鳥羽山 莉沙
横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科
東京大学大学院人文社会系研究科

共感覚ではカテゴリ化された誘引刺激が励起刺激と結びつくことが示唆されている。絶対音感を持つ色聴共感覚者は、ピッチクラス（ド、レ、ミ…）によって音をカテゴリ化し、ピッチクラスと色相や彩度を対応付けていることが近年の研究により明らかになった。本研究では、絶対音感を持たず、ピッチクラスによって音をカテゴリ化することのできない色聴共感覚者が、音色という音次元によって音をカテゴリ化し、色が喚起されている可能性を検証した。また、文字をカテゴリ化して色と結びつける色字共感覚者が、より音のカテゴリ化をする傾向にあるかも検討した。その結果、色聴共感覚傾向が高い個人において、音色が共通である楽器群に対しては、同じ色相や近い彩度を結びつけていることが明らかになった。色字共感覚の保持は音と色の対応付けに影響しないことが示唆された。

Keywords: Sound-color synesthesia, Grapheme-color synesthesia, Pitch class, Pitch height, Timbre

問題・目的

共感覚とは、ある感覚入力を受けた時、通常は生じない別の感覚が生じる現象を指す。共感覚を引き起こす側の刺激を誘引刺激、引き起こされる感覚側の刺激を励起刺激と呼ぶ。

共感覚には様々な種類が存在するが、多く研究されてきたものとして、文字に色を感じる色字共感覚がある。この色字共感覚においては、文字はカテゴリとして扱われ、そのカテゴリに色がついていることが示唆されている。例えば、同じ文字であればカテゴリは変わらないとされ、フォントが違っていても色は変わらないことや、同様にアルファベットの大文字小文字の違いによって色は変わらないことが分かっている

(Grossenbacher & Lovelace, 2001)。

同じく色を励起刺激として持つ共感覚の種類として、音に色を感じない色聴共感覚が存在する。この色聴共感覚においても、音をある側面からカテゴリ化して色が喚起されることが、Itoh, Sakata, Kwee & Nakada (2017)の研究で示唆されている。Itoh et al. (2017)の研究の参加者は絶対音感を持つ色聴共感覚者であり、彼らに同じ音色の様々なピッチクラス（ド、レ、ミ…など）の音を聴かせると、ピッチクラスごとに異なる色相の色を感じていた（ピッチクラス順と色相の波長順が対応）。ピッチクラスが上がるごとに彩度はだんだん下がったが、明度は一定であった。つまり、彼らは、音をピッチクラスでカテゴリ化し、そのカテゴリ化に基づいて、明度を除いた色属性である色相と彩度が対応付けられていると考えられる。

しかし、絶対音感を持たなければ、ピッチクラスによるカテゴリ化は困難である。絶対音感を持たない色聴共感覚者がいるならば、ピッチクラス以外の音の属性である音色によって、音をカテゴリ化し、ピッチクラスは関係なく、音色ごとに異なる色を感じている可能性がある。そこで本研究では、さまざまな音色とピッチクラスを持つ音刺激を用いて、絶対音感を持たないが色聴傾向の高い個人を対象に、音と色の対応付け（以後色聴対応付け）を調べた。Itoh et al. (2017)に基

づけば、色の属性の中でも、色相と彩度が音色と対応しているのではないかと考えられる。一方明度に関しては、ピッチクラスをはっきりとカテゴリ化できず相対的にしか音程の高低を把握できない場合、Ward, Huckstep & Tsakanikos (2006)で確認されているような、高い音程には高い明度を感じないという音程と明度の対応付けが現れると考えられる。また、カテゴリに色を感じている色字共感覚者の方が、誘引刺激が音であってもカテゴリ化する傾向がある可能性が存在する。そこで本研究では、色字共感覚者を使い、色聴対応付けが非色字共感覚者の色聴対応付けと異なるか比較した。

方法

参加者 18名の色字共感覚者と25名の非色字共感覚者が実験に参加した。

刺激 40種類の音刺激を用いた。音程は8種類（D2, A2, E3, B3, Gb4, Db5, Ab5, Eb6）で、楽器群は、ピアノ、弦楽器、金管楽器、木管楽器の4種類に加え、フィルター刺激として純音を用いた。楽器群が同じであれば、楽器本体の材質や構造、調音方法などが共通であるため、音色も同じだと考えられる。

手続き 本課題 参加者は画面上部にある音再生ボタンをクリックし、ランダム順に提示される音を聴いた。その後、同じ画面上に提示されている138色で構成された色パレット（Asano & Yokosawa (2011)に従う）の中から、音に対して感じる色を選択させ、各参加者の色聴対応付けと、色聴共感覚傾向の高さを調べた。

補足課題 参加者の絶対音感の有無を調べるため、Web上の絶対音感テスト (<http://valse.lolipop.jp/mr-bear-crash/pitch/test/perfect-pitch-test.html>) を受けてもらい、その正答率を絶対音感のレベルとして測定した。音を聴いて正しいと思われる音階名を3択から選ぶ問題が10題という構成で、絶対音感を持つならば正答率が100%になると予測される難易度であった。

結果

分析 色はCIE L*a*b*色空間（空間内の2点間距離が人間の知覚する距離と対応する表色系）の座標に変換した。そのうち明度はL*値、彩度はa*b*空間での原点からの距離、色相はa*b*空間での角度で定義される。

参加者の色聴共感覚傾向 各人の色聴共感覚傾向の高さを、同一の音刺激に対して期間をあけて2回提示したときの色差の大きさ（色聴対応付けの時間的安定性）で定義した。色字共感覚者の中で、どの非共感覚者よりも色聴傾向が高い5名と、非色字共感覚者の中で、どの共感覚者よりも色聴傾向が低い8名がいた。そこで、色字（色聴高）群5名、色字（色聴中）群13名、非色字（色聴中）群17名、非色字（色聴低）群8名に分類した。その中でも、色字（色聴中）と非色字（色聴中）は色聴傾向が同程度であると見なし、色聴対応付けに違いがないかに注目した。

絶対音感テストの成績 群ごとの平均正答率は、色字（色聴高）群は56.0% ($SD = 33.61$)、色字（色聴中）群は74.16% ($SD = 21.08$)、非色字（色聴中）群は72.94% ($SD = 24.43$)、非色字（色聴低）群は63.75% ($SD = 23.26$)であった。一要因分散分析の結果、群の要因効果は有意ではなかった ($F(3, 39) = 0.77, n.s.$)。このことから、色聴傾向の高い群が他の群に比べてピッチクラスがわかるわけではないことが保証された。

色相と楽器 楽器群が共通である音の全ペアの色相差を平均し、群ごとにその平均値を求めたところ、色字（色聴高）群は26.49 ($SD = 7.17$)、色字（色聴中）群は42.90 ($SD = 13.84$)、非色字（色聴中）群は46.83 ($SD = 9.55$)、非色字（色聴低）群は51.74 ($SD = 11.47$)であった。この楽器群に対する色相差の平均値を、群を参加者間要因とする一要因分散分析にかけたところ、群の要因効果は有意であり ($F(3, 39) = 5.79, p < .01$)、色字（色聴高）群と非色字（色聴中）群、色字（色聴高）群と非色字（色聴低）群の間で有意差が見られた。このことから、色聴共感覚傾向が高いと、同じ楽器に対して、異なる音程でも色相は同じであることが分かった。

彩度と楽器 楽器群が共通である音の全ペアの彩度差を平均し、群ごとにその平均値を求めたところ、色字（色聴高）群は17.44 ($SD = 5.65$)、色字（色聴中）群は24.59 ($SD = 7.53$)、非色字（色聴中）群は24.96 ($SD = 3.61$)、非色字（色聴低）群は27.17 ($SD = 4.88$)であった。この楽器群に対する彩度差の平均値を、群を参加者間要因とする一要因分散分析にかけたところ、群の要因効果は有意であり ($F(3, 39) = 3.41, p < .05$)、色字（色聴高）群と非色字（色聴中）群、色字（色聴高）群と非色字（色聴低）群の間で有意差が見られた。このことから、色聴共感覚傾向が高いと、同じ楽

器に対して、異なる音程でも彩度は同じであることが分かった。

音程と明度 どの群でも音程が上がるにつれ明度は概ね単調増加し、Ward et al. (2006) と整合していた。各音程の明度平均をプロットし、群ごとに直線回帰した係数や切片、決定係数をまとめたのが表1である。

表 1. 各群の音程ごとの明度平均の回帰直線

| | 色字 (色聴高) | 色字 (色聴中) | 非色字 (色聴中) | 非色字 (色聴低) |
|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 係数 | 5.8814 | 5.6976 | 4.8743 | 5.2148 |
| 切片 | 30.827 | 28.543 | 31.493 | 25.856 |
| 決定係数 R^2 | 0.9851 | 0.9677 | 0.9567 | 0.8569 |

考察

絶対音感を持たない色聴傾向の高い色字共感覚者は、音色に基づいて音をカテゴリ化し、そこに色相と彩度が結びつくと示唆された。ただし、音色という属性は、音の立ち上がりや減衰の仕方、倍音構造など、様々な次元により成立している。音色の中のどの次元が色相ないし彩度に結びついているのかは、今後の詳細な検討が必要である。

色聴傾向が同程度の色字共感覚者と非共感覚者とでは、色聴対応付けに差は見られなかったことから、色字共感覚と色聴共感覚は、誘引刺激をカテゴリ化して色が喚起されるメカニズムは同様であるが、それぞれ独立の現象であり、色字共感覚の保持の有無が色聴対応付けに影響しなかったと考えられる。これを踏まえると、本研究に参加していない、色字共感覚を持たない色聴共感覚者が存在した場合も、本研究に参加した色聴傾向の高い色字共感覚者と同様の色聴対応付けを示すと考えられる。

引用文献

- Itoh, K., Sakata, H., Kwee, I. L. & Nakada, T. (2017). *Scientific reports*. Advance online publication. doi:10.1038/s41598-017-18150-y.
- Grossenbacher, P.G., Lovelace, C.T. (2001). *Trends in Cognitive Sciences*, 5 (1), 36–41
- Ward, J., Huckstep, B., & Tsakanikos, E. (2006). *Cortex*, 42, 264-280
- 音楽云々ミスターベアクラッシュ. 絶対音感テスト <http://valse.lolipop.jp/mr-bear-crash/pitch/test/perfect-pitch-test.html> (閲覧日: 2018年2月16日)