

色の錯視いろいろ / A Variety of Color Illusions

(2) 色の恒常性と2つの色フィルタ

(2) Color constancy and two types of color filters

北岡 明佳 Akiyoshi Kitaoka

立命館大学文学部

Faculty of Letters, Ritsumeikan University / JST, CREST

「色の錯視を紹介する」という連載企画を日本色彩学会から頂いたので、まずは錯視量の多いものを紹介しようと考え、先回第1回目は「『目の色の恒常性』という錯視の絵」¹⁾というタイトルで、色の恒常性における色の錯視の側面をクローズアップしてみた。そうしたところ、発刊後ただちに、ある先生から「初学者に誤解を与える表現がある」とのご指摘と、「フィルタが不自然である。新しい知見が含まれているかもしれない」というご意見を頂戴した。

「初学者に誤解を与える表現」とは、色の錯視の説明に走りすぎていて、色の恒常性の意味が理解しにくいということである。数人に聞いてみたが、どうやらそうらしい。色の恒常性とは、照明の色みやフィルタの色みによって物理的な色みに変化しても、本来の色が変わらず（恒常に）知覚される場合のことを言う。一方、物理的には同じ色が周囲の状況によって異なる色に見えることに注目すると、それは色の錯視の一種である。色の恒常性が成立している状況では同時に色の錯視が起こっていることになる、ということの本稿で今一度デモンストレーションさせて頂きたい。

図1は、トマトなど筆者の家のダイニングにあったものを集めて撮った写真である。このような普通の写真でも恒常性は働いているようである。たとえば、図1の写真の中では鮮やかな黄色に見える部分も、取り出してみると彩度はさほど高くない。

図2は、先回の本コラム¹⁾と同じ色フィルタを使って図1を加工したものである。フィルタの色はRGBで表す場合のシアン色（GとBの加法混色）（水色に近い色）である。ペールがかかったようなすっきりしない画像となるが、それでもトマトは赤く見える。赤いトマトが赤く見えれば色の恒常性である。一方、この赤く見えるのは色の錯視の一種であり、この写真ではトマトは灰色か彩度の低いシアン色であって、物理的には赤みは存在しない。なお、ここでいう「色の錯視」

は属性という点から言うと「色相の錯視」であり、現象的には「色相の対比」ということになる。

「トマトは赤いという知識があるから赤く見えるのではないか」と読者は想像するかもしれない。そのような記憶色効果の寄与の可能性を否定はできないが、赤いものなら何でもよいようなので、記憶色効果はあっても副次的なものと考えられる。

フィルタの色相は何でもよい。たとえば、マゼンタ色（RとBの加法混色）のフィルタをかけた図3において、図1で緑色や黄色や水色だったものがその色に見えれば色の恒常性が成立していることになる。

さて、その先生が指摘した「フィルタが不自然である」という問題についてである。図2や図3で用いたこの色フィルタは、市販のドロソフトに標準装備されている透明機能である。筆者が所有している Adobe Illustrator (CS4) では「透明パネル」の「描画モード：通常」に設定し、「不透明度」を操作することで得られる。筆者が愛用している CorelDRAW (X4) では、「インタラクティブ透明ツール」の「種類：標準」・「マージ：標準」に設定し、「不透明度」を操作することで得られる。しかも、両ソフトともこのフィルタを透明機能のデフォルトに設定している。この機能は、Adobe Illustrator では2000年の Illustrator 9 から搭載²⁾されている。CorelDRAW については、1999年に発売された筆者所有の CorelDRAW 9 には搭載されているが、それ以前のことはわからなかった。設計段階において開発者がこの色変換によっても色の恒常性は働くことを確認したからこそ搭載され、その使いやすさ（フィルタをかけても暗くならない）からデフォルトに設定されたかと推定される。このフィルタは、元の画像の各ピクセルのRGB値にフィルタ色のRGB値を加重平均する「加算的アルゴリズム」である。

しかしながら、物理的な色フィルタあるいは色照明による色変換は、元の画像の各ピクセルのRGB値に

それぞれに与えられた透明度を乗じる「乗算的アルゴリズム」に相当する。図4と図5は、そのような「自然な」フィルタでもって図1を変換したものである。現在、筆者の所有している Adobe Illustrator (CS4) では「透明パネル」の「描画モード：乗算」が、CorelDRAW (X4) では「インタラクティブ透明ツール」の「種類：標準」・「マージ：乗算」が、「自然な」フィルタにそれぞれ対応している。

筆者が求めたところでは、ターゲットとなる画像の特定のピクセルの色を $(R, G, B) = (r_o, g_o, b_o)$ 、フィルタの色を (r_f, g_f, b_f) 、透明度あるいは透過率を τ とする

と（ただし、 $0 \leq r_o, g_o, b_o, r_f, g_f, b_f, \tau \leq 1$ ）、変換されて得られる色は「加算的アルゴリズム」では $(\tau r_o + (1 - \tau)r_f, \tau g_o + (1 - \tau)g_f, \tau b_o + (1 - \tau)b_f)$ と表され、「乗算的アルゴリズム」では $((\tau + (1 - \tau)r_f)r_o, (\tau + (1 - \tau)g_f)g_o, (\tau + (1 - \tau)b_f)b_o)$ と表される。

その先生のご指摘は、色の恒常性は「乗算的アルゴリズム」では研究されているが、「加算的アルゴリズム」での研究となると新しいのではないか、という点である。新編色彩科学ハンドブック〔第2版〕³⁾などを調べて見たが、手がかりは得られなかった。引き続き、調査してみたい。

参考文献

- 1) 北岡明佳：色の錯視いろいろ (1)「目の色の恒常性」という錯視の絵、日本色彩学会誌 35 (2) (2011) 118-119.
- 2) <http://kb2.adobe.com/jp/cps/218/218845.html>
- 3) 日本色彩学会編：新編 色彩科学ハンドブック〔第2版〕、東京大学出版会（1998）

筆者のメールアドレスとホームページ

akitaoka@lt.ritsumei.ac.jp

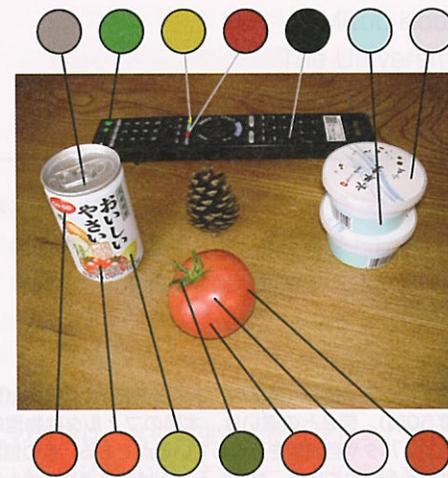
<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>

図1 色フィルタで加工する前の写真。

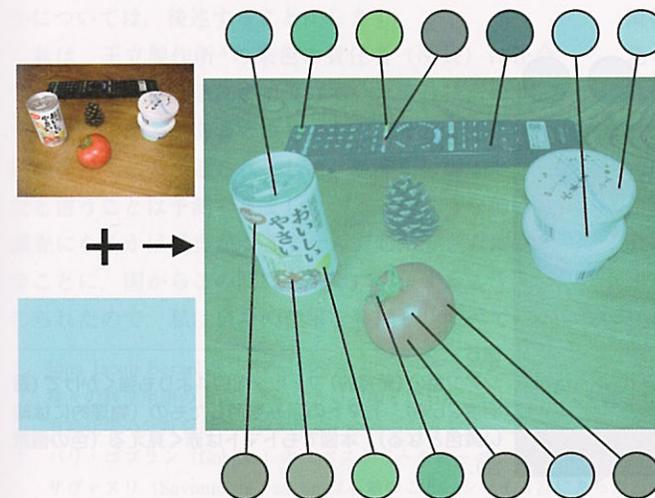


図2
図1にシアン色の（加算的）フィルタをかけたもの（透明度50%）。トマトは赤く見える（色の恒常性）が、物理的にはせいぜい灰色である（色の錯視）。

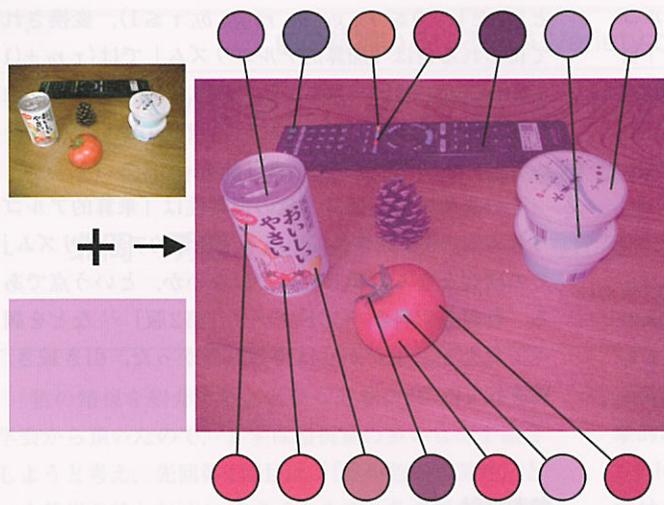


図3
図1にマゼンタ色の(加算的)フィルタをかけたもの(透明度60%)。リモコンの緑色のボタン(左上)は緑色に見える。トマトのヘタは暗い緑色に見える。水羊羹の側面が水色に見えれば色の恒常性が成立している。物理的にはそれらはそれぞれ暗い紫色、暗い赤紫色、明るい紫色である。

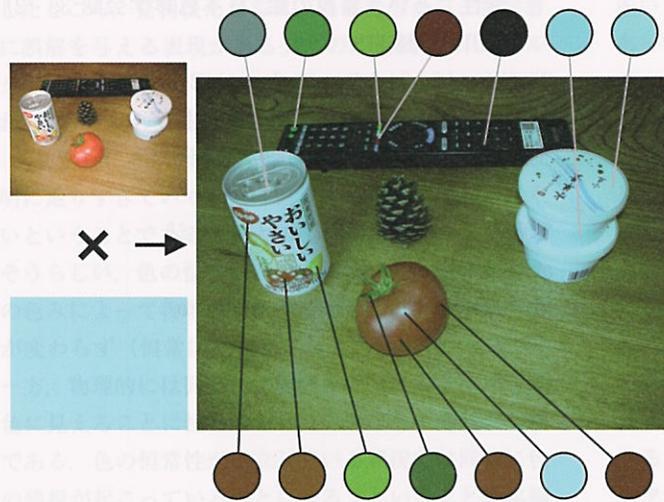


図4
図1にシアン色の(乗算的)フィルタをかけたもの(透明度50%)。図2との違いは、本図のフィルタは物理的な色フィルタや色照明を近似している点である。色の恒常性はよく保たれている。なお、トマトは図2よりもずっと赤らしく見えるが、物理的にも赤みがある。

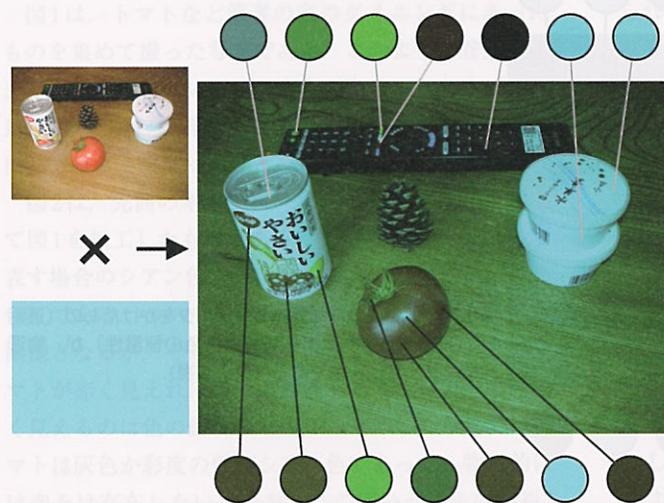


図5
シアン色の(乗算的)フィルタを図4よりも強くかけて(透明度25%)、トマトの赤みを消したもの(物理的には暗い黄色となる)。本図でもトマトは赤く見える(色の恒常性)。

翻訳 (2)

M. E. シュヴルール著
色彩の同時対比の法則とその応用

De la Loi du Contraste Simultané des Couleurs,
et de ses Applications.
par M. E. Chevreul.
Paris, 1839.

小林 光夫 電気通信大学名誉教授

Mituo Kobayasi, Professor Emeritus,
The University of Electro-communications.

(下訳:) 宮崎敬子 Keiko Miyazaki, Color Station.

J. ベルセリウス¹氏へ、

個人に対する友情と深い尊敬の証として!

業績に対する賞賛の証として!

著者, M. E. シュヴルール。

まえがき

この著作は、私の人生の大部分を占めた学問分野²と大いに関係しています。一見してまったく異なる多くの主題が含まれているので、なぜ私がこの著作に取り組んだのかを、読者に説明すべきだと考えます。なぜここまで必要以上に範囲を広げざるを得なかったかについては、後述することになります。

私は、王立製作所³の染色の責任者(所長)に任命されてまもなく、それまで欠けていた染色技術の基礎を確立する必要があると感じました。そして、正確な調査を行う必要に迫られました。数多くの調査が必要だと言うことは予測できましたが、どのような種類の調査になるかは見当が付きませんでした。さらに困難なことに、国からこの問題を早急に解決するように命じられたので、私は自身の仕事を整理し、すべての契

約から自由にならざるを得なくなりました。

ゴブランの染色工房で作られた色に関して、寄せられた苦情の原因が何であるかを探していくと、とくに多かった苦情は、青と明るい紫はくすませたり暗くしたりすると安定しないというものであり、これは青や紫の布を暗くするために用いた黒の力強さの欠如に起因すると、すぐ気づきました。この青や紫自体には欠陥はありませんでした。フランスの国内外の著名な工房で染色された黒いウールを入手し、ゴブランで染色されたウールと比較すると、優劣の差は認められませんでした。そして、黒の力強さの欠如に対する苦情は、隣接する色に起因することを発見したのです。これは色の対比の現象です。そこで、染色の責任者として、二つの課題に取り組む必要を感じました: 第一は、色の対比を、科学的な観点および応用面から一般的に考察することです。第二は、染色の化学的側面です。この二つが10年間の研究の中心でした。これが公表されれば、読者は、私が時間と苦勞を要し、あえて加えるなら葛藤をも感じたことを、お分かりいただけると思います。「動物性脂肪物質に関する研究⁴」と「有機分

1 Jöns Jacob Berzelius [1779-1848]. スウェーデンの高名な化学者。いくつかの元素の発見、元素の原子量の決定、触媒の概念の確立、種々の科学用語の制定など、大きい功績を残した。
2 有機化学の分野を指す。シュヴルールはこの頃まで、この分野で業績を挙げた化学者であった。
3 パリ・ゴブラン (Goblines) のタペストリーやカーベットの製作所を指す。パリの北部ボーヴェ (Beauvais) のタペストリー製作所、サヴォヌリ (Savonnerie, savon は石鹸のこと、シャイヨ宮にあった石鹸工場にちなむ) のカーベット製作所は、当時はゴブランに統合されていた。
4 Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale, Paris, 1823.