

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25590207

研究課題名(和文)「色彩転換メガネ」の着用による色彩への順応及び色彩のクオリアの研究

研究課題名(英文) Interchanged qualia glasses -- effects on color image and adaption

研究代表者

野村 弘平 (Nomura, Kohei)

大阪大学・人間科学研究科・特任研究員

研究者番号：40648672

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：自分に赤く見える物が他人には青く見えていてもそれは決してわからないのではないかという問題は、古くから哲学上の難問として知られている。本研究では、色彩を実際に入れ替える「色彩転換メガネ」を作成しこの問題を調べた。参加者は赤が青、青が緑、緑が赤(あるいは、青が赤、赤が緑、緑が青)に変換された光景を見ながら一日四時間、四日間過ごし、その影響を調べられた。

結果として、参加者はその状態に慣れていくこと、例えば青色は温度が低いイメージがあるが実験後にはそのイメージが弱まることなどが示された。これらの結果は日本視覚学会2015年冬季大会で発表され、また英文の科学雑誌に発表するため現在論文を作成中である。

研究成果の概要(英文)：Inverted qualia is an old philosophical problem. Current research used interchanged qualia glasses to investigate this problem. Participants spent four days with wearing interchanged qualia glasses four hours per day. Interchanged qualia glasses changed red to blue, blue to green, and, green to red (or, blue to red, red to green, and, green to blue). After that, effects of interchanged qualia glasses are tested.

As results, participants showed they adapt the color change. And also, images for colors changed. For example, blue color showed less cold image after equipping interchanged qualia glasses.

Those results were introduced at Vision Society of Japan 2015 winter convention. Also an article for journal submission is in progress.

研究分野：人間科学

キーワード：クオリア 色彩 認知

1. 研究開始当初の背景

色彩の感覚は、心理学および哲学の分野において、古典的なテーマであるが、近年になってクオリア (茂木, 1997) という概念が導入されたことによって、新たな観点からの脚光を浴びている。すなわち、様々な波長の光が視神経に受け取られ、脳で処理されるという物理的な過程において、いかにして「赤さ」や「青さ」といった感覚質 (クオリア) をもつ体験が生み出されるのか、が問われ始めている。

クオリアにまつわる議論の中でも、特に有名なもののひとつが、逆転クオリアの問題である。逆転クオリアの問題は、すでに『人間悟性論』(1690)の中で Locke によって論じられている。これはすなわち、自分にとっての主観的体験は、他の者にとっての主観的体験と同じものだろうか、という疑問である。「私」が、ある対象を指して赤いと言い、他の者も同じ対象を指して赤いと言うとき、そこには合意が成り立っており、矛盾が無いように見える。しかしそのとき、他の者の内部では、「私」にとっては青色を見るときに相当する主観的体験が生じているかもしれない。「私」にとって赤色の主観的体験は活力を感じさせ怒りのイメージを伴うとしても、他の者にとっては「私」にとっては青色であるような主観的体験こそが活力を感じさせ怒りのイメージを伴うのかも知れず、その場合にはその違いは決して発見されないのではないか、というのが逆転クオリアの問題である。逆転クオリアの問題を考察した哲学者は数多いが、確かだと見なすことができる結論は出ていない (Taylor, 1966; Shoemaker, 1969; Lycan, 1973 など)。

本研究の原型となるものとして、Dennet (1991) は、赤や緑の色彩を伝える視神経を互いに繋ぎ変える想像上の外科手術ができれば、この問題に大きな光が当たるだろうと論じている。この想像上の手術を受けた者には、これまで赤色に見えていた物が緑色に見え、これまで緑色に見えていた物が赤色に見える。彼は最初は混乱するだろうが、ちょうど上下逆転メガネをかけた者と同じように、徐々に自らの新たな視覚に順応してゆくのではないかと Dennet は論じている。

Dennet が想像上の外科手術を持ち出したのは、色彩を入れ替えるメガネは、上下逆転メガネよりもはるかに制作が困難だという技術上の理由によるであろう。1991年という比較的近い年代であっても、頭に装着して日常生活を送ることができるテレビジョンといったものは想像することも難しかったと言える。

ごく近年になって、軽量のヘッドマウントディスプレイが実用化されたことから、カメラと連動してリアルタイムで色彩を転換して表示するヘッドマウントディスプレイの制作が可能となったことより、本研究の実行が可能となった。本研究は近年の技術的な進

歩によって初めて可能になったものであり、心理学・認知科学・神経科学・哲学における重要な問題であるクオリアの本質に迫る実験アプローチとしてまさに最先端の試みである。

2. 研究の目的

本研究は、心理学、認知科学に留まらず、哲学上の大きなテーマとなっている、逆転クオリア (Inverted qualia) の問題について、初めて実験的なアプローチをもって迫るものである。

人間の視覚は非常に大きな可塑性を持ち、特異な状況におかれた場合でも驚くほどの順応性を見せることが知られている。Stratton (1896, 1897) の実験では、鏡とプリズムを用いて、目に入る光景の上下が逆転するように作られたメガネをかけて生活すると、最初は非常な混乱が生じて歩くことすら困難になるものの、やがてはその光景に対する順応が生じ、この逆転メガネをかけたままでも不自由なく生活できることが示されたばかりか、光景が上下逆転している事実それ自体が意識されなくなることが示された。

色彩についても順応は生じる。赤い照明で照らされた部屋では全ての対象がそれ自体は赤と判断される波長の光線を返すが、人間はその部屋でも物体の色を見分けることができるし、サングラスをかけたままでいると見ている光景に色がついていることが意識されなくなるとは日常生活でも経験される。(Cole, 1990)

しかし、全ての色合いが赤に「偏った」光景に対しては、その偏りに順応できるとしても、赤が青に、青が緑に、緑が赤にと、「入れ替わった」光景に対して順応が可能であるかは未知数である。本件急では、色彩転換メガネを作成し、色合いが「入れ替わった」光景に対して順応が生じるか、仮に順応するとして、それはどのような順応であるのかを調べることを目的とする。

結果としては、何らかの形の順応が生じること、すなわち、協力者は変換された色彩に対して違和感を持ち続けたまま一週間を過ごすわけではないこと、を予測している。ただしその順応が、「木の葉が赤色であることが自然だと感じるように慣れる」ものか、「まるでその色彩が変換されていないように、例えば色彩転換メガネをかけたままでも木の葉が緑色に見える」ものかについては、これを探索的に調べる。前者の結果が出た場合には、我々が植物を見て心安らぐのは緑色の特性ではなく、植物が赤色ならば我々は赤色を見て心が安らぐのだと言え、また後者の結果が出た場合には、人間の色彩感覚が、従来考えられていたよりも遙かに主観的かつ柔軟なものだと言える。共に、機械的、神経科学的な色彩感覚の説明に新たな知見を加えるものとなる。

3. 研究の方法

デジタルカメラとヘッドマウントディスプレイを用いて、「色彩転換メガネ」を作成、使用する。この装置は、ビデオ画像のディスプレイがRGBによって色彩を表示することを利用し、カメラで受け止めた映像を、赤の信号を青に、青の信号を緑に、緑の信号を赤に変換して（あるいは、青を赤に、赤を緑に、緑を青に変換して）ヘッドマウントディスプレイに表示する。下に、作成された色彩転換メガネ、及び、色彩変換メガネを通して見た光景のイメージを示す。



図1 色彩転換メガネ装着時の様子、変換装置本体写真、本体とバッテリーをバックパックに入れて背負った状態

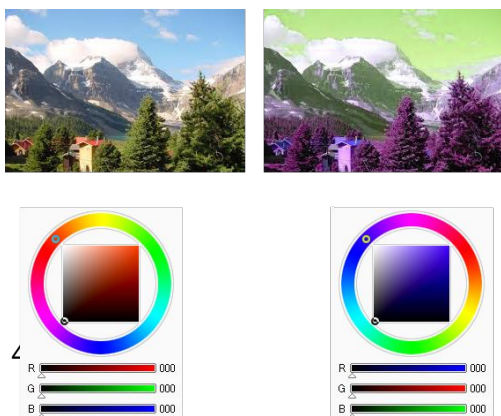


図2 変換のイメージ 左図の光景が、右図のような色合いに変換される

実験の参加者は、色彩転換メガネを装着して一日四時間、四日間過ごした。

着用中の参加者が、人工物、例えば赤い椅子を見て、それが青い椅子に見えたとしても、

それは色彩転換メガネ無しで最初から青い椅子を見るのと変わらないと思われる。実験中には、人間、植物、その他自然物を眺めることがふさわしかった。実験中の参加者は、大学に隣接する自然公園で一日二時間半から三時間過ごした。

装着期間の直前および直後に、参加者には色彩から感じる主観的なイメージについてのテスト、色彩の分解能のテスト、色彩の持つ明度、彩度への感受性のテストを受けてもらい、色彩転換メガネの着用への順応によって色彩感覚が影響を受けたかを調べた。また、インタビューによるその主観的体験の報告も、質的な研究材料として重要視した。

4. 研究成果

(1) 応用ストループテスト

文字の意味をすばやく判断するテストにおいて、例えば「失敗」という言葉を赤で書いたときと緑で書いたときには赤で表示されたほうが判断が早くなることが知られており、応用ストループテストと呼ばれている。本実験では、20種類の形容詞それぞれを13種の異なる色で表示し、その形容詞がよい意味か悪い意味かをすばやく答える応用ストループテストを行った。参加者はモニター上に表示された形容詞を見て、キーボードの矢印ボタンを押すことでそれに答えた。

応用ストループテストの結果、色彩転換メガネの着用は色の持つイメージに影響を与えることが示された。例えば植物の葉が青く見える青 赤、赤 緑、緑 青条件において「暖か」という言葉を青、水色、明るい水色で表示した場合、着用前に比べて着用後のほうが反応時間が短くなっていった一方、植物の葉が赤く見える赤 青、青 緑、緑 赤条件においてはその影響が見られなかったことなどは、色彩の変換された世界が人間に与える影響を示唆するものであるだろう。

回答時間の変動は、2件の例外を除いてすべて装着前よりも装着後のほうが短くなっていった。色彩のイメージが変動したのであれば、短くなる変化もあれば長くなる変化もあるはずであるが、これは以下のように説明できる。ストループテストは、色と文字の意味のコンフリクトによって回答に時間がかかるものであると考えられており、応用ストループテストにおいてもこれは同じである。今回の実験では、色彩転換メガネの装着によって従来のコンフリクト(例えば「暖か」とblueのコンフリクト)が弱められたために回答時間が短くなったといえる。一方で、今回の実験における1日4時間、4日間の着用では、新たなコンフリクトを形成するまでには至らなかったと考えられる。

(2) カラーカードによる明るさ評定

日本色研の新配色カード 199c より、vivid tone の偶数番号のカード12枚、肌色のカード6枚のそれぞれについて、「それと同じ明

るさの灰色」を、無彩色のカード17枚から選んでもらうテストを、色彩変換メガネの着用前と着用後に行った。

着用前と着用後を対応のある因子、赤 青、青 緑、緑 赤条件と青 赤、赤 緑、緑 青条件を対応のない因子として、一般線形モデルによる反復測定を行ったところ、スマレ色(v20)について交互作用があった($p = .046$)。スマレ色(v20)については、赤-青条件では着用後により暗く、青-赤条件では着用後により明るく評価されていた。

色彩変換メガネによる色彩の転換によって、色彩への明るさ判断が変わることが示された。

(3) マンセル100ヒューテスト

色彩変換メガネの着用前と着用後において、色彩の識別能力への影響を調べるため、マンセル100ヒューテストを行った。赤 青、青 緑、緑 赤条件、青 赤、赤 緑、緑 青条件それぞれについて、着用前の誤答、着用後に誤答が正答に変わった数、着用後に正答が誤答に変わった数をグラフ化したものを図3及び図4に示す。

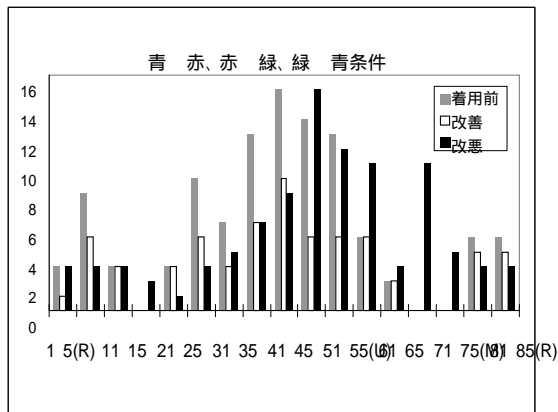
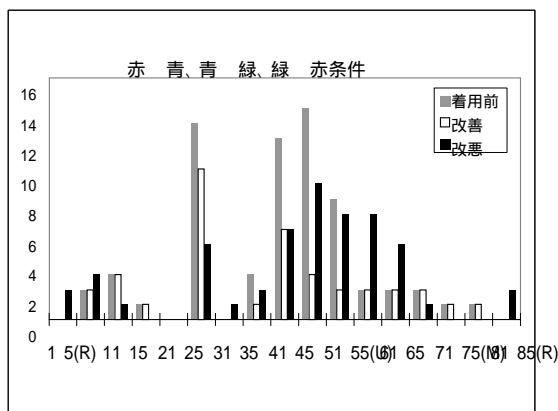


図3 図4 青 赤、赤 緑、緑 青条件でのマンセル100ヒューテストの結果。着用前の誤答数、着用後に誤答が正答に変わった数、着用後に正答が誤答に変わった数のグラフ。85個の色チップを、1から5、6から10と5刻みに加算してある。

色彩変換メガネの着用は、ヘッドマウントディスプレイの画面を長時間眺めることを意味する、その影響によって色彩の識別能力それ自体が大きく低下するのであれば、着用の前後で影響が生じたとしても、それは色彩の転換によるものとは言えなくなる。着用の前後でマンセル100ヒューテストを行った結果、色彩の識別能力はやや低下するものの、十分に識別能力が保たれていることが示された。また、着用前に間違いが多かった色相、すなわち判別が難しい色相において着用後も変動が大きく、着用前に間違いが少なかった色相においては着用後の影響も小さいことが示された。ふたつの条件間で、マンセル100ヒューテストへの影響の差異は認められなかった。

(4) 参加者による主観的報告

すべての参加者が、3日目、または4日目には、「この変換された色の光景にも慣れてきた」と報告した。すべての参加者に対して、「この色彩変換メガネをもっと長期間つけ続けていたら、この光景に慣れることで、色彩変換メガネをかけたままでも植物が元の緑色に見えるようになると思うか」という質問がなされた。これに対してイエスと答えた参加者はいなかった。すべての回答が、「これを長期間つけ続けていたら、変換された色彩が普通だと思うようになると思う。しかし、変換された色を元の色と感じるようにはならないと思う」であった。

実験中、参加者には常に実験者が付き添った。参加者と実験者とは自由に会話を行った。その中で、色彩変換メガネによる光景についての感想で興味深いものを以下に示す。

両条件に共通して、「肌の色の濃い人よりも色白の肌の人のほうが、色に変換されてもより自然に見える」という報告があった。

赤 青、青 緑、緑 赤条件において、「色彩変換メガネをつけているにもかかわらず、植物が緑色に見える」、「空が緑色なのは不自然だが、安心する色合いでもある」、「木の葉が赤いが、紅葉に似ているので、そこまで不自然ではない」、「(並木道を歩いて)視界の大半が赤くなるので驚く」、「植物のそばのコンクリートが赤く見える」、「コンクリートの壁、濡れたアスファルトや水溜りが緑色に見える」、「(実験者にとっては暗いと感じられた曇り空を見て)空が明るい緑に見える」という報告があった。

青 赤、赤 緑、緑 青条件において、「(緑は青に変換されているにもかかわらず)植物の葉が赤に見える」、「光景に黄色、オレンジ色がなく、それらの色がほしく感じる」、「(枯葉が)きれいな緑に見える」という報告があった。

両条件を受けた参加者から、「植物の葉が青いのは、赤いのに比べてより違和感を感じる」という報告があった。

(5) 総合考察

応用ストループテスト、カラーカードによる明るさ評定の結果から、色彩転換メガネの装着による色彩が転換された光景での生活によって、色の持つイメージが影響を受けることが示された。変換された自然物を眺めることで色彩のイメージが変わったことの意義は大きい。自然物が重要なのは、色の持つイメージ、赤は活気のある色、青は静かな色、といったイメージが、生得的なものなのか、それとも経験から身につくものなのかという問題があるからであるが、色彩が変換された自然物を眺めることで色彩の持つイメージが変わったという本研究の結果は、例えば緑が穏やかだったり新鮮だったりというイメージを持つのは、それが植物の葉の色として経験される結果であることを強く示唆する。すなわち、もしも植物の葉の基本的な色が赤という世界で生まれ育ったならば、われわれは赤を穏やかで新鮮な色と感じるものであると考えられる。この知見からは、色彩の持つイメージについての新たな研究テーマが豊富に生じるものであると考える。

参加者からの主観的報告からは興味深い知見が豊富に得られた。まず、色彩転換メガネに対して主観的な順応が生じること、しかし上下逆転メガネとは異なり、色彩転換メガネへの順応は、まるで色彩が転換されていないかのように慣れるのではなく、転換後の色彩に慣れるものであると明らかになった。

肌の色の転換については、赤 青、青 緑、緑 赤条では肌色が紫に、件青 赤、赤 緑、緑 青条件では肌色が緑になるのであるが、色合いがより薄いほど自然に見えることが報告された。本来はありえない肌の色であっても、その色が濃ければ違和感が強く、その色が薄ければ違和感が小さいことが示唆された。(ただしここで問題になっているのはアジア系の日本人の肌色であることに留意する必要がある。)

環境光についても興味深い知見が見られた。例えば赤 青、青 緑、緑 赤条件では、植物のそばの無彩色のコンクリートは赤色に見える。これは植物の色彩の照り返しである。通常の生活においては照り返しは意識されない。例えば緑色の植物のそばの無彩色のコンクリートは緑色の照り返しを生じているが、その色合いは意識されない。これはわれわれが色彩への順応によって環境光を補正した認知を行っているからだと考えられている。しかしながら、色彩転換メガネのもとでは、赤い植物のそばに赤い照り返しがあることは違和感として報告された。すなわち、日常生活においてわれわれが緑色の照り返しを意識しないのは、それが環境光であるからだけではなく、植物のそばに緑色の照り返しがあることは非常によくあるために、特に植物の周りの緑色に特化した環境光を補正機能が存在すると考えられる。同様のことは

空の色にも言える。日常生活の水溜りは空の色を青く反射しているが、水溜りは青くは感じられない。しかしながら赤 青、青 緑、緑 赤条件において水溜りが緑色(空の色の反射)として報告されたことは、青色の環境光の補正もそれがただ環境光であるというだけでなく、空の色の青色は非常に広く照り返しを生じるために、青色に特化した環境光の補正が存在すると考えられる。日常生活において、赤みが買った灰色や緑みがかかった灰色はその色が意識されるのに対し、青みがかかった灰色はモノクロと感じられることも、青色に特化した環境光の補正があるとすれば説明がつく。

また、特に植物の葉についてはさまざまに興味深い報告があった。赤 青、青 緑、緑 赤条件で「色彩転換メガネをつけているにもかかわらず、植物が緑色に見える」という報告は照葉樹について繰り返しなされ、植物の葉が空の色を照り返していることによるものだと判明した。照葉樹の葉は空の青を照り返すため、緑と青の混合であり、赤 青、青 緑、緑 赤条件の下では緑と赤に見える。緑と赤の混合においては、緑が優先的に意識されることが示された。また、青 赤、赤 緑、緑 青条件では、緑と青の混合である照葉樹は青と赤に見えるが、これは赤に見えると報告された。両条件で、さまざまな種類の植物、紅葉したものと枯葉の混じったものを見た結果、(a)色の混合に緑が混じっている場合緑が強く意識される、(b)色の混合に青が混じっている場合、青は無視されやすい、というふたつの傾向が見出された。植物を発見する必要があるため緑を重視すること、青は空の反射光としていたるところにあるので無視すること、は共に有用であり、進化心理学から考えても合理的な特徴である。日常生活において、照葉樹は緑と青の混合であるが青はまったく意識されず緑色にみえることもこれによって説明がつく。

色の明るさについても興味深い報告があった。赤 青、青 緑、緑 赤条で曇り空が明るい緑に見えたこと、青 赤、赤 緑、緑 青条件で枯葉がきれいな緑色に見えたことは、日常生活での明るさ判断に、対象が何であるかという認知が関わっていることを示している。暗い曇り空は、空としては暗いが色そのものとしては明るい色であり、枯葉は生気や活力を感じさせないが色そのものとしては明るい色であって、日常生活においては認知によってそれらがより暗く感じられている。

総合的な結論として、本研究はこれまでにない研究手法を用いて古典的な問題に新たな光を当てるものであり、新奇かつ興味深い知見を豊富に生み出したものであって、挑戦的萌芽研究の名に恥じない成果をもたらしたと考える。現在、国際的な科学雑誌に投稿するため英文での論文を作成中であるが、本研究の成果が論文として公表されれば、心理

学の枠にとどまらず、哲学をはじめとする広範囲な分野に対してインパクトを与えるものと予想している。

<引用論文>

Cole, D. (1990). Functionalism and Inverted Spectra, Synthese, 82, 207-222.

Denet, D. C. (1991). Consciousness Explained. Boston: Little & Brown.
(邦訳) 山口泰司 訳. (1998). 解明される意識, 青土社

Locke, J. (1690). Essay Concerning Human Understanding. London: Basset.

Lycan, W. (1973). Inverted Spectrum, Ratio, 15, 315-319

茂木健一郎 (1997). 脳とクオリア なぜ脳に心が生まれるのか, 日本経済新聞出版社

Shoemaker, S. (1969). Time Without Change, Journal of Philosophy, 363-381

Stratton, G. M. (1896). Some Preliminary Experiments on Vision Without Inversion of the Retinal Image, Psychology Review, 3 611-617.

Stratton, G.M. (1897). Vision without inversion of the retinal image. Psychological Review, 4, 341-360, 463-481.

Taylor, D. M. (1966). The Incommunicability of Content, Mind, 75, 527-541

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計1件)

野村弘平、森川和則、赤井誠生、「色彩転換メガネ」の着用による色彩への順応及び色彩のクオリアの研究、日本視覚学会 2015 年冬季大会、2015 年 1 月 21 日、東京都・新宿区

6 . 研究組織

(1)研究代表者

野村 弘平 (NOMURA, Kohei)
大阪大学・大学院人間科学研究科・特任研究員
研究者番号：4 0 6 4 8 6 7 2

(2)研究分担者

森川和則 (MORIKAWA, Kazunori)
大阪大学・大学院人間科学研究科・教授
研究者番号：7 0 3 1 2 4 3 6