

要 旨

定常色及び時間交代色変化の等輝度照明下での色恒常性に対する高年齢・色弱模擬機能性分光フィルタの影響

橋田 美緒

人間が色を知覚する際に生じる現象の一つに色恒常性がある。例えば、赤い照明光のもとで白い紙を見たとき、紙は赤く照らされているのにも関わらず紙の色を白と認識できるが、これは色恒常性が生じているから特別な違和感もなく認識できているのである。この色恒常性のメカニズムについては現在までに様々な要因が推測されているが、いまだ明確にはなっていない。

先行研究で、色恒常性が2色覚（色覚異常）者や高齢者でも必要十分に機能していることがごく限られた実験条件で分かっていた [1]。本研究では、そこからさらに色恒常性の測定実験を行うことで色恒常性のメカニズム解明への一助となるのではないかと考え実験を行うこととしたが、網羅的に研究することは被験者確保の観点から容易ではない。そこで、若年一般色覚者に色弱模擬の機能性分光フィルタあるいは高齢者水晶体模擬フィルタを使用した場合の色恒常性を検証することとした。フィルタ使用によるさらなる利点は、フィルタ使用時は、生得・長期的色順応や機序の調整がない状況であり、初期色覚入力変化が高次過程で補正されず、初期過程の影響がそのまま高次過程で表象され、一般色覚者と差異が最大になるため、色恒常性の機序を明確化することに寄与するとともに、生活上配慮すべき色環境についても最悪の状況を再現することができる点である。

そこで、本研究ではカテゴリカルカラーネーミングの手法を用いて2種類の実験を行った。実験1では、標準白色板上輝度で強度定義した等輝度条件（ $\sim 17.5 \text{ cd/m}^2$ ）の白色、赤色、青色のそれぞれの照明下で、OSA色票558枚に対して基本11色（白、黒、赤、緑、黄、青、茶、橙、

紫, 桃, 灰) によるカテゴリカルカラーネーミングを, フィルタ未着用・色弱模擬フィルタ着用・高齢者模擬フィルタ着用の3パターン行った. 実験2も手順はほぼ実験1と同じであるが, OSA 色票が $L=0,1$ の計 134 枚で, 新たに赤-白-青-白あるいは青-白-赤-白に5秒ごとに変化する2種類の時間交代色変化照明を用いた. 実験2では, 照明が赤あるいは青の場合の結果を測定した.

結果, 高齢者模擬フィルタはほぼ色恒常性に影響がなく, 色弱模擬フィルタの結果はフィルタ未着用の結果に, フィルタ効果を加味することで予測できる結果となった. 結果予測が容易であることから, 色恒常性は順応などの単純な機構で起こると考えられる. 一方, 照明色を変化させる実験2でも実験1とほぼ同様な色恒常性が見られ, 錐体順応効に1秒ほどしかかからないことになり, 色恒常性は学習により獲得された高速な処理, すなわち物体分光反射推定や統計的推定が主要因である説を推奨する結果も同時に得られた.

以上のことから, 色恒常性の主要因とされる「錐体順応や信号利得制御」と「物体分光反射率推定や統計的推定」の二つがどちらも寄与していると考えられる. なぜ色恒常性の主要因として異なる二つの要因を予想できる結果が導き出されたのかは現段階では明らかにならず, 今後さらなる研究が必要であると言える.

キーワード 色恒常性, カテゴリカルカラーネーミング

Abstract

Influence by use of spectral functional filters simulating dichromats and elderly people to color constancy measured under equi-luminance illuminations of chromatic stability and periodic change in color

Mio Hashida

One of the phenomena in human color perception is color constancy. Color constancy enables us to estimate original color of an object regardless of color of illumination. The mechanism of color constancy is still unclear though many researches have been conducted and many factors have been argued.

Previous study has been revealed that color constancy works on aged observers and color deficient observers, in limited conditions[1]. I aimed to investigate color constancy of those observers but it was difficult to collect sufficient number of them. Thus I applied goggles with functional spectral filter simulating the color discrimination of dichromats or aged people to young people with normal color vision, and measured color constancy of them. This method has an extra merit that the effect of long-term adaptation to abnormal environments is omitted and the difference between normal and simulated color vision. So the worst possible color environment is considered and it helps to reveal the mechanism of color constancy.

I conducted two experiments of categorical color naming in this research. In experiment 1, I performed categorical color naming by 11 basic colors (white, black, red, green, yellow, blue, brown, orange, purple, peach and gray) for Optical Society of Amer-

ica Uniform Color Scales (558 chips) under one of illuminations; white, red and blue (about 17.5 cd/m²) lights. The categorical color naming was made four times on one chip by three states; wearing no filter, the dichromatic filter, or the aged lens filter. In Experiment 2, I used 134 chips (at L=0 and L=1) of OSA Uniform Color Scales under the rapidly-changed colored illuminations at 5 seconds interval and the color naming was performed only when the illumination color was red or blue. Other conditions were identical with Experiment 1.

In Experiment 1, under the condition of wearing the dichromatic filter, I observed typical changes in the result of the categorical color namings that can be predicted by effects of the dichromat filter under each illuminant's colors and it means that I could not find any distortion of color constancy. It means that the mechanism of color constancy are composed by simple factors like color adaptation. Additionally, I found that almost no change in color constancy by wearing the aged lens filter, in the measurement by the categorical color naming. In Experiment 2, the result was almost the same with the result of Experiment 1. The accuracy of color constancy became worse, but tendency of color naming was almost the same between static and rapidly-changed colored illuminations. It suggests that adaptation of cone photoreceptor takes around 1 second. Thus rapid processing obtained by learning, like spectral reflectivity estimation or statistical estimation, also contributes color constancy mechanism.

From the results of the experiments, two factors contribute to color constancy mechanism. One is early stage of visual processing like adaptation of cone photoreceptor or gain control of signal. The other is higher processing like spectral reflectivity estimation or statistical estimation. The reason why these factors contribute is still unclear and further researches are needed.

key words Color constancy, Categorical color naming