

平成 30 年 5 月 17 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04690

研究課題名(和文) 等色における線形性および加法性に関する研究

研究課題名(英文) Linearity and additivity of color matching

研究代表者

矢口 博久 (Yaguchi, Hirohisa)

千葉大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：30134844

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：現在、産業界では広くCIEが1931年に制定したXYZ表色系が用いられているが、この等色関数は短波長域で実際の観測者より低い感度を持っているという問題がある。そこで、CIEは2006年に錐体分光感度である錐体基本関数(CIE2006LMS)を、さらに2015年に錐体基本関数に基づくXYZ型の表色系(CIE2015XYZ)を発表した。本研究では、この新しい表色系を観測者条件等色の問題解決と個人差、特に異常3色覚の色の見えのシミュレーションに応用した。

研究成果の概要(英文)：New CIE colorimetric systems, the CIE2006LMS and the CIE2015XYZ are applied to solve a problem of observer metamerism and to analyze the individual difference of color appearance for anomalous trichromatic.

研究分野：視覚工学，色彩工学，画像工学

キーワード：等色関数 条件等色 異常3色覚

1. 研究開始当初の背景

現在、広く普及している CIE 表色系は短波長域で感度が低いという問題点があり、CIE は 2006 年に錐体の分光感度である錐体基本関数を、2015 年には錐体基本関数に基づく XYZ 型の表色系を制定した。これにより、観測者メタメリズムの問題の解決などの応用に期待が高まっていた。

2. 研究の目的

白色 LED、有機 EL などの固体素子光源の開発、普及が急速に進む中、新たな測色の問題が起きている。測色には 1931 年に制定された CIE 表色系が ISO 国際標準として用いられているが、測色値は等しいが分光放射分布の異なる光源の色の見えが異なることが指摘されている。これは、CIE 表色系に用いられている等色関数の不適正を意味する重大な問題である。また、等色は線形性、加法性が成立するとするグラスマンの法則に則っているが、実際には加法性が成立しないことも考えられる。本研究の目的は、等色関数を見直し、等色に関するグラスマンの法則を検証することにより、新規光源にも適応可能な新たな測色法を国際標準に向けて提言することである。

3. 研究の方法

本研究では、等色関数の個人差、等色における加法測、線形性の検証、等色実験における桿体、ipRGC 等の介入の可能性を検証するために、テスト光源として高彩度の単色光のみならず分光放射分布の異なる白色光源を含めた種々の光源について等色実験を行う。本研究で得られる等色実験の結果を既存の等色関数と新たな CIE 等色関数を用いて、順応条件、個人差、加法性等種々の観点から考察する。

4. 研究成果

本研究では、(1)新しい CIE 表色系が従来の CIE1931XYZ の問題を解消できるか？(2)CIE2006 の錐体基本関数を基にした色の見えの個人差の解析の 2 つを実施した。
(1) 分光放射分布の異なる光源 HID ランプとそれと同じ測色値を持つ LED ランプ(LED-W1)、さらに測色値は異なるが同じ色に見える LED ランプ(LED-W2)を狭波長帯域の赤、緑、青の LED の混色による等色実験を行った。その結果、図 1 に示すように、CIE2015XYZ 表色系は CIE1931XYZ に比べて、HID と LED-W2 がわずかに近くという改善が見られたが、条件等色の問題を完全に解決するまでには至らなかった。その原因として、視覚作用を起こさないといわれている ipRGC (ip 神経節細胞) に含まれるメラノプシンの色の見えへの介入の可能性が考えられ、錐体に加えて ipRGC さらに桿体の介入の可能性を解析した。その結果、短波長域に感度を持つ光受容細胞では、S 錐体の等色実験への寄与が最大で、ipRGC

の直接的な介入は不確定的であった。ipRGC と S 錐体との相互作用が示唆された。

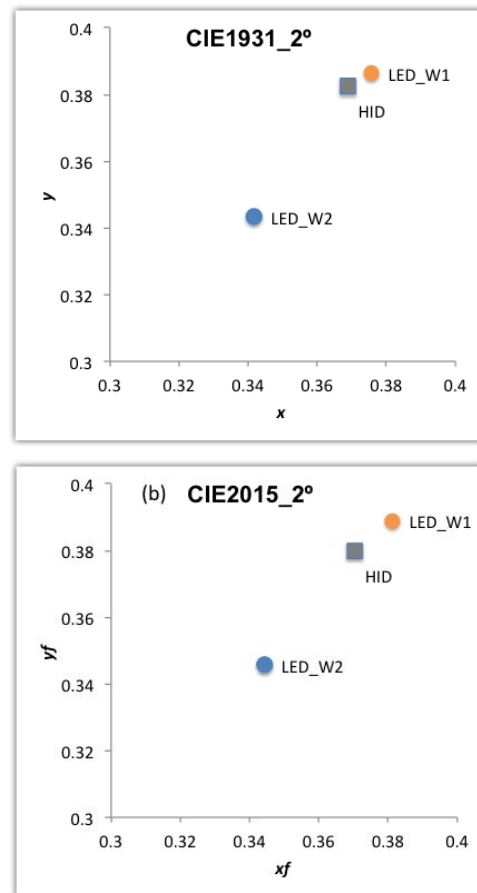


図 1. 白色光(HID, LED)の新旧色度図の比較 (HID と LED-W2 が同じ色に見える)

(2) 近年、ディスプレイの広色域化に伴い、ディスプレイ原色の高彩度を実現するために、狭波長帯域の原色を用いることが多くなった。これはディスプレイの色の見えが個人により異なる観測者条件等色の問題となる。色覚の個人差の顕著な例として、異常 3 色覚があげられる。本研究では、CIE2006LMS (錐体基本関数) を基にした異常 3 色者の色の見えのシミュレーションモデルを開発し、異常 3 色者の等色関数による等色実験の解析を行った。このモデルでは、図 2 に示すように、異常 3 色覚の錐体分光感度が正常者と比較して波長方法にシフトしていると仮定している。その妥当性は異常 3 色覚者による視覚実験で実証された。この研究成果を J. Opt. Soc. Am. A に発表した。さらに、LED で照明された色票と R, G, B 3 原色ともレーザー光を用いたディスプレイを用いた等色実験を行った。このモデルにより、分光放射分布が異なるディスプレイで色覚正常者では同じ色に見えるものが、異常 3 色者で大きく異なるという実験結果を説明することができた。この研究はさらに継続の予定である。

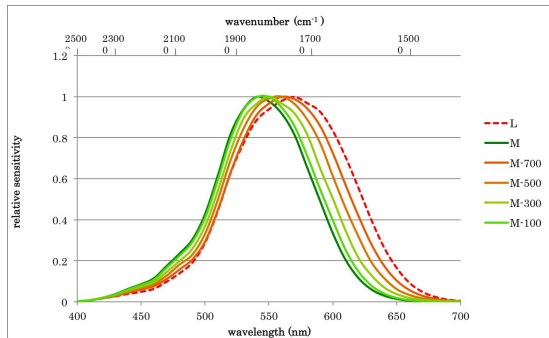
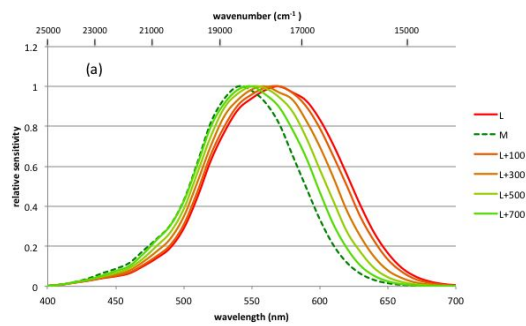


図 2. 異常 3 色覚の錐体の分光感度

- 1 型 3 色覚の L 錐体は短波長側にシフト
2 型 3 色覚の M 錐体は長波長側にシフト

< 引用文献 >

1 Yaguchi Hirohisa, Luo Junyan, Kato Miharu, Mizokami Yoko, Computerized simulation of color appearance for anomalous trichromats using the multispectral image, Journal of the Optical Society of America A, 35, 2018, B278-B286.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

1 Yaguchi Hirohisa, Luo Junyan, Kato Miharu, Mizokami Yoko, Computerized simulation of color appearance for anomalous trichromats using the multispectral image, Journal of the Optical Society of America A, 35, 2018, B278-B286.

doi.org/10.1364/JOSAA.35.00B278

2 矢口博久, CIE 錐体基本関数に基づく XFYZF 表色系, 日本色彩学会誌, 41 巻, 2017, 218-224

3 矢口博久, CIE 錐体基本関数, 日本色彩学会誌, 41 巻, 2017, 161-167

[学会発表](計 6 件)

1 桂 重仁, 田村青空, 首藤廉太郎, 須長正治, 矢口博久, ディスプレイの広色域化により異常 3 色覚が被る問題, 日本色彩学会色覚研究会, 2018.

2 Hirohisa Yaguchi, New Trends of Color Management Systems, 8th Lux Pacifica, 2018.

3 Hirohisa Yaguchi, An Introduction of New CIE Colorimetric Systems, CIE2006LMS and CIE2015XYZ, IDW17, the 24th International, Display Workshops, 2017.

4 Hirohisa Yaguchi, CIE Colour Fidelity Index, The Conference of "Smarter Lighting for Better Life" at the CIE Midterm Meeting 2017.

5 Hirohisa Yaguchi, Applications of CIE2015 Cone-Fundamental Based Colorimetry, The 13th AIC Congress, 2017.

6 Miharu Kato, Yoko Mizokami, Hirohisa Yaguchi, Verification of the simulation of anomalous trichromats with multispectral images, The 28th Symposium of International Color Vision Society, 2017.

[図書](計 1 件)

1 Yaguchi H. et. al., CIE 224:2017, CIE 2017 Colour Fidelity Index for scientific accurate use, The International Commission of Illumination, 2017, 54

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

矢口博久 (YAGUCHI, Hirohisa)
千葉大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 30134844

(2) 研究分担者

溝上陽子 (MIZOKAMI, Yoko)

千葉大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：40436340

(3)連携研究者
()

研究者番号：

(4)研究協力者
()