

フルカラー照明装置における演色性

Color Rendering Properties of Full-color Light Equipment

田村 繁治 Shigeharu Tamura 産業技術総合研究所 AIST
 平賀 隆 Takashi Hiraga 産業技術総合研究所 AIST
 杵本日出夫 Hideo Sugimoto 株式会社 大日電子 DAINICHI DENSHI CO.,LTD

Keywords: LED、カラーLED、フルカラー、演色性、演色評価数、照明装置

1. はじめに

演色性は光源の性能を評価するための重要な指標の1つである。近年、LED照明の普及は目覚ましいが、白色LEDについては、平均演色評価数Raは数年前には70程度であり、現在は85程度にまで向上してきた(筆者らによる実測)。

筆者らは、先に赤、緑、青、白の4種類のLEDを利用して、携帯タイプのフルカラー照明パネル光源を試作した[1, 2]。この光源ではユーザーが指定する任意の色度座標の光環境を実現することができる。今回、この照明パネルが提示する黒体放射軌跡近傍の色度座標と同じ数点の光について平均演色評価数Raの評価を行った。また一定の条件下でRa = 95を再現性良く達成したので報告する。さらに、過去に構築した蛍光灯フルカラー照明部屋[3]での結果についても報告する。

2. 実験

2.1 各種光源の色度とRa

各光源のRaは、LEDについては赤($x=0.608$, $y=0.301$, $Ra=14$)、緑($x=0.193$, $y=0.711$, $Ra=-17$)、青($x=0.126$, $y=0.083$, $Ra=-42$)、白($x=0.312$, $y=0.314$, $Ra=87$)であった。蛍光灯については、白色蛍光灯の周囲にカラーフィルターを装着し、赤($x=0.669$, $y=0.332$, $Ra=33$)、緑($x=0.280$, $y=0.630$, $Ra=4$)、青($x=0.143$, $y=0.101$, $Ra=-133$)、白($x=0.395$, $y=0.411$, $Ra=61$)であった。白色蛍光灯のRaは低いがカタログ値とは一致している。

上記の特性の光源を利用して何種類かの照明環境下でのRaの測定あるいは、スペクトル値からRaを計算した。また、LED照明、蛍光灯照明のそれぞれについて、高Raの探索を行った($Ra \sim 95$)。

2.2 LEDフルカラー照明パネルでの演色性

照明色として、A光、D40、D65、D100、D200の黒体放射軌跡近傍の色度座標の光を5種類、赤色($x=0.55$, $y=0.30$)、緑色($x=0.25$, $y=0.60$)、青色($x=0.20$, $y=0.20$)、黄色($x=0.45$, $y=0.50$)、紫色($x=0.35$, $y=0.20$)のカラー光を5種類選び、各5種類の照度の下でのRaを求めた。また本照明パネルで実現可能な高Ra値について調べた。照明パネルから測定器までの距離は50cmである。

2.3 蛍光灯フルカラー照明部屋での演色性

照明色として、A光、D40、D65の色度座標の光3種類について、300lx、200lx、100lxの各3種類の照度の下でのRaを求めた。また、本装置で実現可能な高Ra値について調べた。照明部屋の天井から測定器までの距離は150cmである。

3. 結果

3.1 LEDフルカラー照明パネル

各照明光について、実現可能な最大照度下でのRaは、黒体放射軌跡近傍の色度の光では、それぞれ42, 69, 78, 77, 76であり、カラー光では、それぞれ13, 36, 57, 32, -45であった。D40, D65, D100, D200の色度の光について、いずれも最大照度に近づくほどRaが高くなった。A光の色度の光については最大照度に対して80%以下ではいずれの照度でも19と低かった。これらの理由として、黒体放射軌跡上の色度の光については最大照度の50%程度以上の照度になるとRaが高い白色LEDが点灯し始め、A光の色度の光については最大照度の80%程度以上の照度になると白色LEDが点灯し始める。他の光については、最大照度の60%程度以上の照度になると白色LEDが点灯し始め、照度が低いほどRaも低かった。

次に、本フルカラー照明パネルで、4種類の色の光を個別に制御することで達成可能な最大Raについて探索した結果、赤、緑、青、白のduty比がそれぞれ、60/255、70/255、0/255、255/255の時にRa = 95を再現性良く達成した。光源の色

度座標は (0.326, 0.350)、照度は 1480 lx であった。本ケースでは実質的には R、B、W の 3 色合成であった。赤、緑、青、白を実際に利用した場合には 80/255、120/255、30/255、255/255 で $R_a = 94$ を達成し光源の色度座標は (0.313, 0.347)、照度は 1590 lx この場合も白色領域であった。

図 1 に $R_a = 95$ の時の分光スペクトルを、図 2 に演色評価数のグラフを示す。

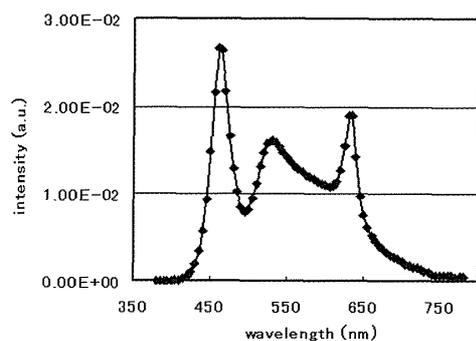


図 1 LED 照明の分光スペクトル

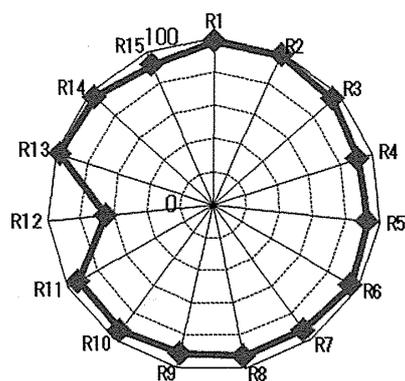


図 2 LED 照明の演色評価数

3.2 蛍光灯フルカラー照明部屋

蛍光灯照明では、A 光と D40 の色度の光では照度が高いほど高い R_a が得られた。A 光の色度の光については 300 lx の照度の時に $R_a = 95$ が得られた。D40 の色度の光では 93 であり、D65 の色度の光では 200 lx の照度の時に 84 であった。測定場所では D100 と D200 の色度の光について最大照度は 100 lx であり、各 R_a は 77、79 であった。

これ以外にも 300 lx の照度下で、4 種類の色の光を個別に制御することで色度座標が (0.297, 0.294)、(0.333, 0.319)、(0.353, 0.366) の時に $R_a = 95$ が再現性良く得られ、LED 照明とは異なり、色が異なる複数の領域で $R_a = 95$ が得られた。蛍光灯に関しては、この結果は、白色蛍光灯の R_a が低くても、他のカラー色を組み合わせれば、高い R_a が実現出来ることを示している。

図 3 に A 光の色度の光と色度座標が (0.297, 0.294) (白色系) の照明光の分光スペクトルを、図 4 に演色評価数のグラフを示す。

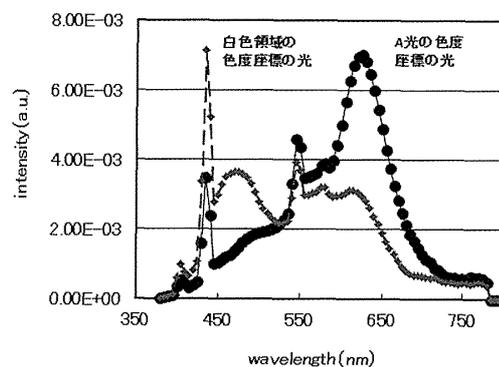
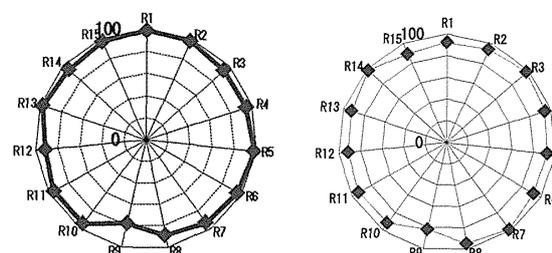


図 3 蛍光灯の分光スペクトル



(a) A 光の色度の光 (b) 白色系

図 4 蛍光灯の演色評価数

4. まとめ

赤、緑、青、白の 4 種類の光を利用した LED フルカラー照明パネルおよび蛍光灯フルカラー照明部屋について、 $R_a = 95$ を再現性良く達成した。各光源の照度を調節することで、各色単独の場合よりも高い R_a が達成できることがわかった。今回の実験では、黒体放射軌跡近傍の色度の光、および白色領域の光については、蛍光灯の方が LED よりも演色性が高かった。なお、色覚バリアフリー照明[4]の領域では、非日常的な色の光であるため、 R_a は負の値になるなど、非常に悪かった。これについては、別途報告する。

本研究の一部は科研費 (日本学術振興会 基盤研究 (C) 23611054) の助成を受けて行われた。

- [1] 田村、高浜、平賀：日本色彩学会誌、34-suppl. (2010)107.
- [2] S. Tamura, T. Hiraga and H. Sugimoto: J. Light and Visual Environment, Vol. 36(3), (2012) pp. 100-102.
- [3] 田村: AIST TODAY (産総研)、5(2005)15.
- [4] 田村: 日本色彩学会誌、36-supplement (2012)124.