

色みえを改善したLED照明器具の試作

光音技術グループでは、視感評価実験による各種LED照明器具の色みえ(演色性)の評価を行いました。さらに、その結果を基に、色みえを考慮したLED照明器具を試作しました。

照明器具に求められる演色性

近年、高効率、長寿命などの特長を持つLED照明器具が注目を集めています。LEDを照明器具として用いる際には、従来光源と同様に、演色性など照らされた物体の色みえの再現性や良さが求められます。

光音技術グループでは首都大学東京との共同研究により、LED照明器具の色みえに関する視感評価実験を行い、実験結果から、色みえの改善を行ったLEDの分光分布を計算し、それに基づく照明器具の試作を行いました。

視感評価実験の内容

視感評価実験は、試験光源と基準光源との一対比較で行いました(図1)。2個一組の評価用ブースを用意し、左側に試験光源を、右側に基準光源を設置しました。基準光源として、標準的な昼光(太陽光)として知られているCIE昼光に近似したD65蛍光ランプを用いました。



図1 視感評価実験に用いたブースの外観

試験光源用と基準光源用のブースの色票を比較して、色見え方の質問に答えます

試験光源は、LED光源A(青色LED+黄色蛍光体、Ra=68)、LED光源B(青色LED+RG蛍光体、Ra=94)、LED光源C(紫外LED+RGB蛍光体、Ra=98)、電球形蛍光ランプ(3波長形、Ra=83)、白熱電球(Ra=100)の5種類とし、市販されている製品の中から選択しました(Raは平均演色評価数を表します)。ブース底面に同じ色票(演色評価数R1~R15を評価するための色票)を一つずつ配置し、実験参加者(大学生45名)には、その色票の色みえを比較して評価することを求めました。質問は20個の形容詞について行いましたが、そのうち、基準光源との色みえの違いを評価するために、「(基準光源と比較して)違って見える」かどうかを質問しました。

評価結果と照明器具の試作

「(基準光源と比較して)違って見える」の評価結果(被験者45名の評価値の平均)の一部を図2に示します。図に示すように光源の違いによる色見え方に違いが生じました。

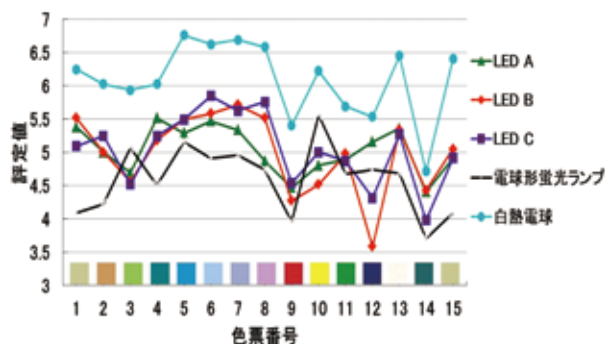


図2 基準光源との色見えの違い

評価値が高いほど、基準光源(D65蛍光ランプ)との色みえの差が大きいことを意味します。光源により基準光源との色みえの差に違いが生じています

この色みえの違いが光源の分光分布の違いによって生じると考え、各光源の分光分布から色みえの違いを表す色差を計算しました。色差の計算には、現在、演色性の一般的指標として普及している演色評価数に利用されている

U*V*W*色空間と次世代の色みえモデルとして期待されているCIECAM02-UCS(均等色空間)を用いました。計算値と実験結果の一部を図3に示します。今回の実験結果には、CIECAM02-UCSによる計算値がよく一致しました。他の光源についても同様な結果となりました。このようにCIECAM02-UCSによる色差の計算値は視感評価実験の結果を十分予測していることを示しています。

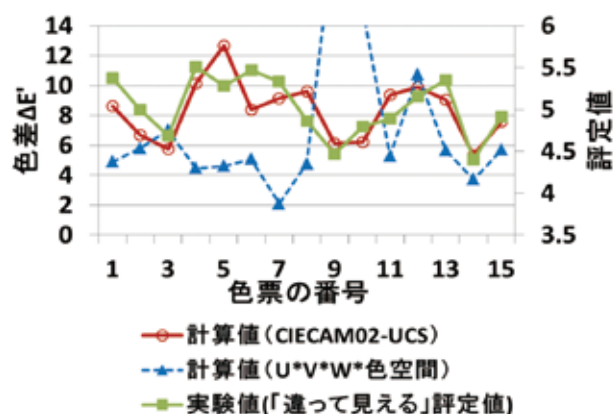


図3 色差の計算値と実験値の比較 (LED A)

CIECAM02-UCSによる計算値は、実験値との相関が高いことを示しています

この結果を受け、CIECAM02-UCS を用いた分光分布設計を行いました。分光分布は、次のような手順で算出しました。白色 LED と青色、青緑色、緑色、赤色の単色 LED を用い、加法混色して目的に適した白色光を合成します。この白色光について、CIECAM02-UCS の色差 $\Delta E'$ を最小にするように最適化計算を行いました。設計した分光分布を図4に示します。

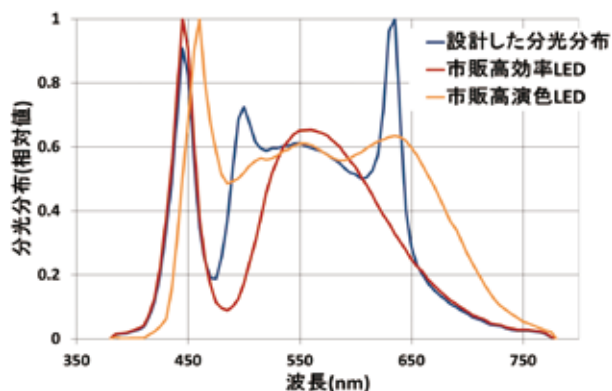


図4 設計した分光分布

白色LEDと単色(青、青緑、緑、赤)LEDの組み合わせで実現しました

図5は、市販高効率LEDに比べて、昼光(太陽光)との色差が小さく抑えられている(太陽光の色みえに近い)ことを示しています。市販高演色LEDに比べても、色票番号12(鮮やかな青)の色差を低減させることが期待できます。このような分光分布を持つLED照明器具を試作しました。図6に試作した照明器具の外観を示します。

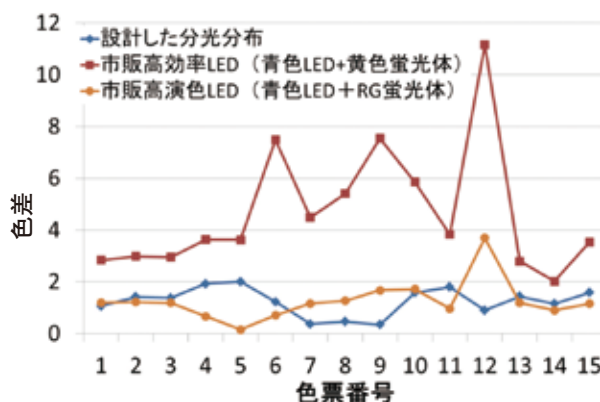


図5 設計した分光分布と昼光との色差

色差は、CIE昼光(太陽光)との色見えの違いを表します

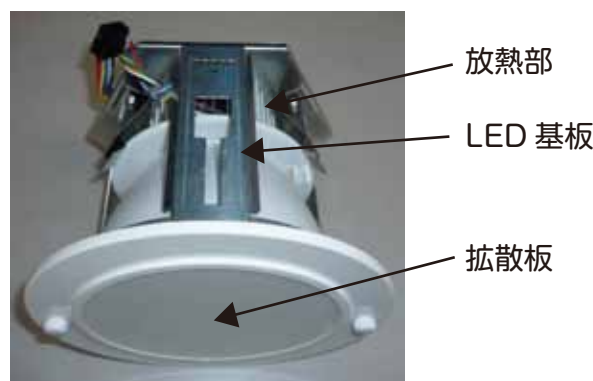


図6 試作したLED照明器具の外観

ダウンライト形の照明器具を試作しました

おわりに

今後は試作した照明器具の評価を行っていきます。演色性の評価方法についてや本研究に関することなど、ご相談をお受けしておりますのでお問い合わせください。

開発本部開発第一部 光音技術グループ<本部>

岩永 敏秀 TEL 03-5530-2580

E-mail:iwanaga.toshihide@iri-tokyo.jp