

ディスプレイ輝度に応じた選好照度の検証と 輝度を考慮した知的照明システムの検証

松本 大樹, 三木 光範, 池上 久典, 間 久典
Taiki Matsumoto, Shouhei Matsushita

1 はじめに

著者らはオフィスの光環境改善を目的とし、各執務者が要求する照度を実現する知的照明システムの研究を行っている。また近年、オフィス照明設計では、照度だけではなく輝度の設計も重要である¹⁾。知的照明システムにおいても輝度を考慮した制御を行うことで、執務者の快適性向上が期待できる。照度とは平面上の物体に照射される光の明るさを表す物理量であり、輝度とは光源から照射される単位面積当たりの光の明るさを表す物理量である。PC のディスプレイ輝度と執務者が作業しやすいと感じる照度は一人一人異なるため²⁾、執務者と作業内容に合わせた細かな照明制御が必要である。そこで、輝度計やカメラを用い、執務者が快適に感じる照度を、輝度を考慮して提供する照明制御手法を提案した²⁾。しかし、実際のオフィスでは計測機の設置場所の観点や装置が高価である点から執務者全員に対して輝度計測装置を用いることは容易ではない。そこで、輝度計測装置を用いずに、ディスプレイ輝度に応じた執務者の選好する照度を提供し、快適な執務環境を提供するシステムを提案する。

2 輝度に応じた知的照明システム

知的照明システムは複数の照明器具、照明制御装置、照度センサおよび電力計を 1 つのネットワークに接続することで構成される。知的照明システムの構成図を Fig. 1 示す。

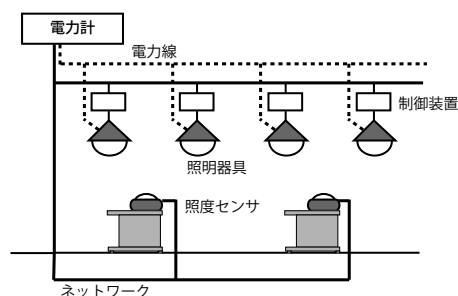


Fig.1 知的照明システムの構成

知的照明システムは、各執務者が個別に要求した目標照度を提供することができる。輝度を考慮する知的照明システムでは、ディスプレイ輝度に応じて照明の光度を変化させ、各執務者が選好する照度を提供することを目的とする。提案するシステムは、執務者の視野内輝度分布を評価することにより、知的照明システムの制御に必要な目標照度を自動決定する²⁾。輝度は専用の機器やカメラを用いることで計測することができる。しかし、専

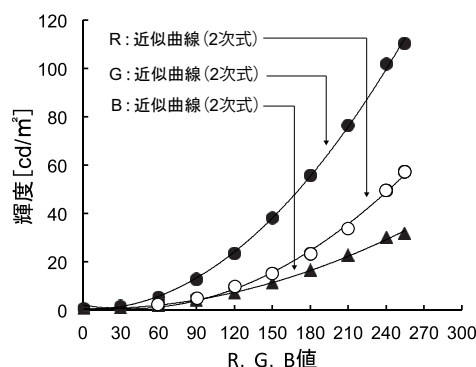


Fig.2 画面の色と輝度の関係 (バックライト最大時)

用の輝度計測装置は高価である。また、カメラはプライバシーやセキュリティの観点からオフィスでは好まれない。そこで、本研究では専用の輝度計測装置を用いずに PC のバックライトの明るさと出力画面の R, G, B 値から輝度値を算出する方法を提案する。そして算出した輝度を基に各執務者の選好照度を求め、その照度を目標照度として設定し、照明の制御を行う。

3 輝度算出

3.1 輝度算出方法の概要

PC のバックライトと表示されている画面の R, G, B 値からディスプレイ輝度を算出するため、バックライトの明るさと画面の色を変化させ、輝度値を計測した。今回はバックライトの明るさが 21 段階で調節可能なノート PC (Panasonic 製 Let's note CF-W5) を用いる。

3.2 輝度計測方法

R, G, B 値の各段階 (1~255) を 30 ずつ変化させた画像を PC の画面に表示した。そして PC 画面を机上面に対して 90 度、画面に対して 90 度に輝度計 (KONICA MINOLTA LS-100) を設置し、各色の輝度値を計測した。この時、画面の色と輝度の関係を Fig. 2 に示す。

次に、ディスプレイ輝度を算出する方法について述べる。各画素の RGB 値を画面のバックライトの明るさとスクリーンショットから輝度値を算出する。RGB 値それぞれの輝度値を Fig. 2 から算出する。算出した RGB 値の輝度値を加算することで、ある画素ごとにディスプレイ輝度を算出する作業を繰り返し、全画素の輝度を加算する。加算した値を画素数で割ることで、ディスプレイの平均輝度を求めることができる。ここで、 $R=(255, 0, 0)$, $G=(0, 255, 0)$, $B=(0, 0, 255)$ の時の画面輝度を加

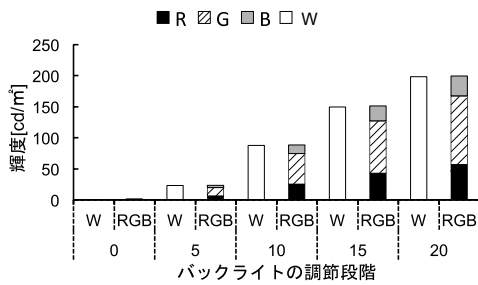


Fig.3 加算値の検証

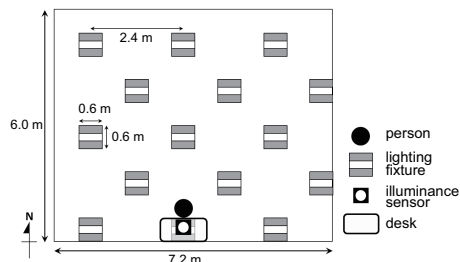


Fig.4 実験環境

算したものが、画像が R, G, B=(255, 255, 255) の時の画面輝度（ここでは W 値と呼ぶ）と同じであることを検証した。検証したものを Fig. 3 に示す。

4 ディスプレイ輝度と選好照度の関係

ディスプレイ輝度に応じ、執務者が快適に PC 作業を行うことができる照度の関係を検証する被験者実験を行う。調光可能な白色蛍光灯 15 灯を用いて、机上面に 300 lx から 1000 lx まで提供できる実験環境を構築した。机の高さは新 JIS 規格により推奨されている 70 cm、机と天井の距離は 190 cm に構築した実験環境を Fig. 4 に示す。被験者は 20 代前半の男女 10 名とする。被験者は画面に表示される文章を読みながら、手元にあるキーボードで照明の明るさを適切になるように調節する。調節の基準は「主観的に文字が最も見やすく、長時間の作業を想定しても疲れにくいと思われる明るさ」とした。また、画面のバックライトの明るさは 5 段階ずつ変化させて行った。Fig. 5 に選好照度計測実験の結果を示す。また、現在のディスプレイ輝度から選好照度を算出するための式を Fig. 5 より求める。以下に選好照度算出の一般式を (1) に、被験者 A の式を (2) に示す。

$$B_t = a * L_d + b \quad (1)$$

$$B_t = 4.11 * L_d + 453.3 \quad (2)$$

B_t : 選好照度, L_d : ディスプレイの輝度, a, b : 定数

5 提案手法の検証実験

5.1 実験概要

Fig. 4 のような実験環境を構築し、提案した手法を用いた実験をおこなう。まず、照明 15 灯 100 % 点灯状態から開始し、バックライトの明るさは 15 段階目 (103 cd/m²) に設定した。このとき、3.1 節よりディスプレイ

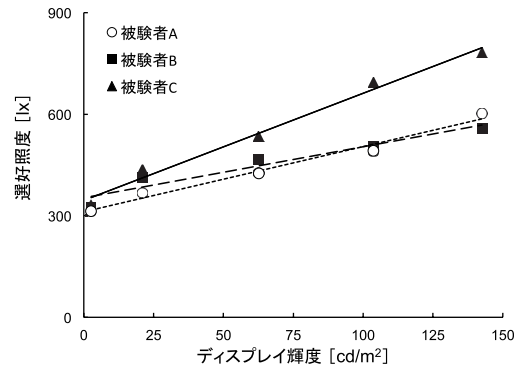


Fig.5 画面の色と輝度の関係 (バックライト最大時)

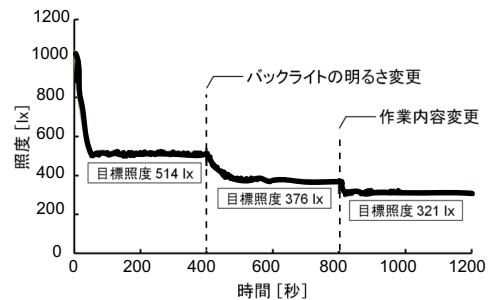


Fig.6 机上面照度履歴

輝度を算出する。そして 4 節の (1) 式から目標照度を求める。現在のディスプレイ輝度から目標照度を 514 lx とし、照度収束を行う。1 動作開始から 200 ステップ後 (約 400 秒後) にバックライトの明るさを 5 段階目に変更する。バックライトの明るさ変更に伴い、目標照度は算出式 (1) から 376 lx となる。バックライトの明るさ変更後、200 ステップ後 (約 400 秒後) に作業内容を変更し、その時のディスプレイ輝度から目標照度を 321 lx と変更する。ディスプレイ輝度の変化に応じて照明の光度が変更され、目標照度を実現できるか検証を行った。ここで、1 ステップは 2 秒である。

5.2 実験結果

照度履歴を Fig. 6 に示す。Fig. 6 より、バックライトの明るさによってディスプレイの輝度が変わると、目標照度が自動で変更され、照度が一定値に収束することが確認できた。この結果から、執務者がディスプレイ輝度を変動させた場合に、ディスプレイ輝度に応じて、執務者の選好する照度を実現可能か検証を行った。以上の結果より、輝度計測装置を用いずに輝度値を算出することができた。さらに、執務者に合わせた光環境を提供することができる。

参考文献

- 1) 中村 芳樹, "照度設計から輝度設計へ: 照明設計における CG 画像の利用研究調査報告 (年報ズームアップ)", 照明学会誌, 90, 8, 537-541, 2006, 社会法人照明学会
- 2) 三木光範, 池上久典, 江見 明彦, 吉井 拓郎, 東 陽平, "執務者の視野内輝度分布を考慮した知的照明システム"