

# 執務に関して異なる照度に対する満足度の測定および その結果に基づいた知的照明システムの新たな制御方式について

那須 大晃  
Hiroaki NASU

## 1 はじめに

オフィスでは定型的作業や知的創造的作業が同一環境で行われているが、生産性の観点より定型的作業と知的創造的作業では適した明るさが異なることが知られている<sup>1)</sup>。さらに、視力や年齢、疲労度、好み等の要因により照度に対する視覚特性は変化するため、照度値を執務者毎に細かく制御する知的照明システムが必要とされている。

## 2 知的照明システムの概要と課題

ある執務者のために付近の照明を調光した場合、近接する執務者が得る照度に影響する。すなわち、隣接執務者が大きく異なる目標照度を設定した場合、天井照明の物理的特性により目標照度が実現できない場合がある。

ところで、人間の眼は明るさに対する順応性を持つため、照度の変化に応じた視認性はなだらかであると考えられる。そこで、本研究ではこの視認性を照度に対する満足度と呼び、知的照明システムに満足度を導入することで目標照度が実現できない場合でも満足度の高い照度の提供方式の提案を行う。

## 3 執務者の照度に対する満足度

### 3.1 満足度計測実験環境

実験環境は、7.2 m(W) × 6.0 m(D) × 2.6 m(H) の模擬オフィス空間である。実験用機は実験室中央付近にある照明 2 灯間に設置し、白色パーティションが設置された壁面に正対している。天井照明はグリッド型の埋込み LED 照明 12 台を用いた。また、照度計測には知的照明システム用センサを用いた。

机上面照度 (床上 70 cm) は、約 70 lx から 1000 lx まで変化させることができる。

### 3.2 照度に関する満足度計測実験

#### 3.2.1 実験方法

本実験は被験者が呈示した照度下で得られる満足度を計測するために SD 法を用いた。実験では被験者に A4 サイズの文章を読んでもらいながら計測を行った。被験者は実験室に入室し、机上面が 300 lx

の実験用機に着席後アンケートに答える。このとき、5 分間待機する。被験者は 300 lx に順応後、実験者がランダムに変えた照度について、1 分間の順応時間後「満足」「やや満足」「普通」「やや不満」「不満」の 5 段階の SD 法で評価する。実験は 7 名の被験者に対して行った。

#### 3.2.2 実験結果と考察

ランダムに呈示した照度に対する被験者の評価結果の一例を Fig.1 に示す。図の網掛け部は執務者の選好範囲を示している。

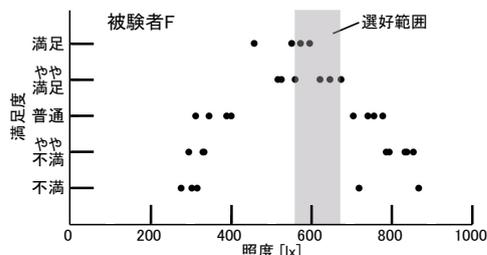


Fig.1 満足度計測実験の結果

Fig.1 の被験者の選好範囲は 560 lx から 671 lx である。Fig.1 の中で、選好範囲の外側の照度を満足と評価した測定値や内側であってもやや満足となっている測定値がある。本実験は主観評価であり、気分等の内的要因によってばらつきが大きくなるが、ランダムに照度を変更しており順応時間をあけても最初の印象が影響与えている可能性も考えられる。他の被験者の結果も Fig.1 と同様に選好範囲付近で高い満足度を示した。本実験結果を用いると執務者が得た満足度の程度を定量的に評価可能である。

## 4 満足度を組込んだ知的照明の検討

知的照明システムでは目標照度の実現が行えない場合何らかのポリシー (高照度優先, 低照度優先など) によって照度を決定する必要があるが、新たな方法として両者の満足度の合計を最大化する照度を選ぶことには合理性がある。

そこで、照度に関する満足度計測実験において得られた満足度の概形を関数近似し、各執務者の満足度関数の合計の最大値を求めることで、満足度を最大化する照明環境を提供することができる。

提案手法は消費電力を最小化しつつ、満足度の最大化を行う必要がある。この手法は式(1)を最大化することで消費電力の最小化を行い、執務者の合計満足度最大化を目指すものである。

$$f = \omega \sum_{i=1}^n s_i - P \quad (1)$$

$s_i$ : 満足度,  $P$ : 消費電力

$\omega$ : 重み,  $n$ : 照度センサの数

## 5 提案手法と従来手法の比較検証

近接執務者の目標照度が実現できない場合において提案手法と従来手法のシミュレーションの比較を行った。近接執務者 A, B の目標照度が 400 lx, 800 lx であり、執務者間の距離は 1.2 m である。提案手法に用いる執務者の満足度関数は頂点の高さを 5 とした (Fig.2)。本満足度モデルは照度に関する満足度計測実験の結果をもとに作成している。

上記の条件において従来手法では執務者 A は 464 lx, 執務者 B は 642 lx の照度となった。従来手法はできるだけ各目標照度を実現しようとするが、目標照度から外れる結果となっている。それに対して、提案手法によるシミュレーションでは執務者が Fig.2 の満足度を持つとすると、執務者 A は 518 lx, 執務者 B は 682 lx の照度となった。

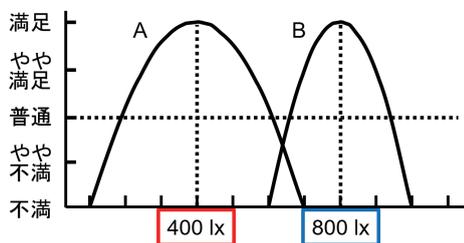


Fig.2 執務者の満足度モデル

この結果を Fig.2 の各執務者の満足度関数に代入することで、満足度を相対的な評価尺度で評価できる。すなわち、従来手法で執務者が得られた照度の合計満足度は 7.32, 提案手法では 8.00 となり、提案手法が高い満足度を示した。また、いくつかの満足度パターンでシミュレーションを行い、提案手法の方が高い合計満足度を得られることを確認した。

本検証の結果、全執務者が高い満足度を獲得可能な照明環境が提供でき、この手法によって従来手法より生産性の高いオフィスの実現が期待できる。

## 6 執務と並行した満足度取得方法の検討

### 6.1 満足度取得方法の概要

前節までに述べた手法は全執務者の満足度を事前に取得しておく必要がある。しかし、満足度を事前

に取得する方法は既に述べたように非常に多くの時間が必要となる。

提案するシステムは執務が行われるオフィスで使用されることを想定している。このため、執務者に負担をできるだけ掛けずに満足度の計測を行うには、執務中に執務者ごとの満足度を取得する必要がある。そこで、執務と並行して満足度が取得可能であるか検討を行った。

満足度の取得の手順は以下の通りである。被験者は 3 章で述べた満足度計測実験と同環境で、実験室に入室し、机上面を 300 lx に調整した実験席に着席する。実験開始後、被験者は紙面作業の執務を想定した計算問題に回答する。そして、5 分おきに満足度評価の時間を設ける。

### 6.2 実験結果

実験結果を Fig.3 に示す。結果から、執務を行いながら満足度を計測した場合でも 1 と同様に山形になることがわかった。このことから、満足度を測るために執務を中断せずに、満足度をどのように評価するかの方法の一つを考えることができた。

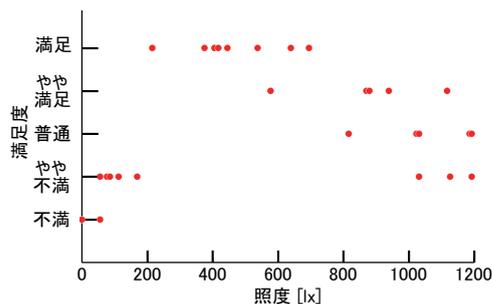


Fig.3 執務を行いながら計測を行った満足度

しかし、この方法であっても執務を 5 分おきに中断する問題がある。高満足度の照度領域を計測するなど、計測回数を削減する方法を考える必要がある。

## 7 今後の研究方針

通常の知的照明システムに使われる最適化のアルゴリズムは、実オフィスへの導入を想定した処理が内部に組み込まれている。そのため、通常最適化アルゴリズムは提案する満足度を用いた知的照明システムの動作に適さない。提案手法に適した最適化アルゴリズムの開発を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) N.Ekstrand P.Boyee and N.Simpson. Individual lighting control task performance,mood, and illuminance,”. J.Illuminating Engineering Society, pp.131142, 2000.