

# 知的照明システムにおける照度実現可能範囲の可視化

伊藤 博高

Hiroataka ITO

## 1 はじめに

近年、オフィス環境の改善に注目が集まっていることから、著者らは個別照度を実現する分散制御照明システム（知的照明システム）を提案し、高い省エネルギー効果があることを確認している<sup>1)</sup>。しかしながら、近くに在席しているワーカー同士の要求する照度（目標照度）が一定値以上異なる場合など、各ワーカーの目標照度をすべて満たすことが物理的に困難な状況も生じている。

そこで本研究では、ワーカーが実現可能な目標照度を判断できるように、目標照度の実現可能な範囲をシミュレーションにより推定し、その範囲の可視化を行う。

## 2 知的照明システム

### 2.1 知的照明システムの概要

知的照明システムは各照明器具の協調動作によって各ユーザの目標照度を満足させ、かつ消費電力量を最小化するように自律的にその光度を変化させる照明システムである。

ワーカーは知的照明システムの Web ユーザインタフェース（以下 UI）を用いて目標照度の設定を行う。知的照明システムは検証実験において、ワーカーが要求する目標照度を実現し、消費電力量に関しても従来の照明と比較して 50%程度削減が可能であり、省エネルギーの観点からも良好な結果を出している<sup>1)</sup>。

### 2.2 検証実験において生じた課題

オフィスでの検証実験により、ワーカーが要求する目標照度を物理的に満たせない状況が存在することがわかった。ワーカーは目標照度を満たせていない場合、システムが機能していないと判断し、ストレスを感じる可能性がある。また、目標照度を満たせていないため、少しでも照度を上げるために目標照度に必要以上の過剰な値を設定するワーカーもいる。目標照度に過剰な値を設定することにより、そのワーカーの周囲の人に影響が生じる可能性もある。

そこで、知的照明システムが各ワーカーの実現可能な目標照度の範囲をシミュレーションにより推定し、システムがワーカーにその範囲を提示することにより、この問題を解消する。

## 3 照度実現可能範囲の可視化

照明の点灯光度と照度の間には、逐点法より線形関係が存在し<sup>2)</sup>、式 (1) で表すことができる。

$$I = R \times L \quad (1)$$

$I$ : 照度 [lx],  $R$ : 影響度 [lx/cd],  $L$ : 光度 [cd]

なお、影響度は照明と照度センサの位置関係により求まる値であるため、これらの位置を固定した場合には影響度を定数と見なすことができる。式 (1) を用いることにより、各照明の光度および各照明による各照度センサの影響度から各照度センサの照度を推定することができ、知的照明システムの制御をシミュレーションすることが可能となる。

実現可能な照度範囲を求めるワーカーの目標照度をシミュレーション上で変更していき、周囲のワーカーの目標照度を実現した状態で、ワーカーが実現可能な目標照度の最大値および最小値を求める。

求めた値から照度の実現可能範囲を実装した UI を Fig. 1 に示す。

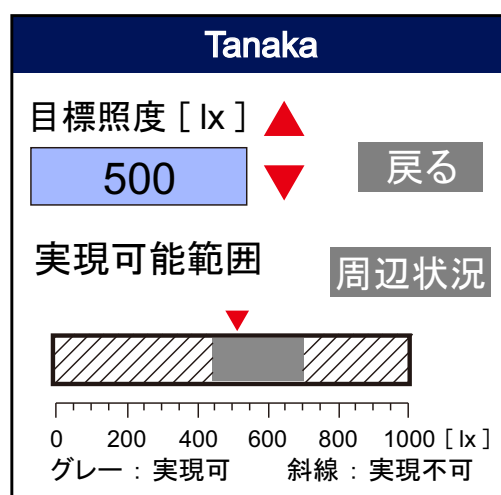


Fig. 1 目標照度変更画面

照度の実現可能範囲はバーで表現し、グレーは実現可能な範囲、斜線は実現不可能な範囲とした。

## 4 照度実現可能範囲の有効性の検証

### 4.1 実験概要

本実験では、本実験空間に知的照明システムの構築を行い、被験者は照度実現可能範囲の可視化を行った提案

UI と可視化を行っていない従来 UI をそれぞれ使用する．各被験者が執務に最適と思われる目標照度を適宜設定し，それぞれ 15 日間普段と同様の執務を行う．被験者は，20 代前半の男女 9 名とし，実験終了後に以下の項目についてアンケートを実施した．

項目 1 実現範囲内に設定したい照度があったか

項目 2 目標照度の実現範囲は参考になったか

また，それぞれの UI で被験者が設定した目標照度に対して，知的照明システムがどの程度の照度を実現できているかを検証する．

#### 4.2 結果および考察

各アンケート項目における結果を Fig. 2 に示す．

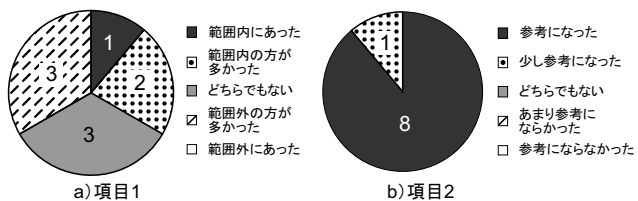


Fig. 2 アンケート結果

項目 1 の結果，被験者により異なった回答が得られ，また，項目 2 の結果，全被験者から参考になったという回答が得られた．従来 UI を使用していた場合には，自身の設定する目標照度が実現できるかどうかを判断することが容易ではなかったため，項目 1 の結果からもわかるように実現できない目標照度を設定していた可能性もある．一方，提案 UI では目標照度の設定の際に実現範囲を参考にして設定が行われていると考えられる．

次に，日ごとの各被験者の実現照度と目標照度の平均誤差の最大値，最小値および平均値を Fig. 3 に示す．

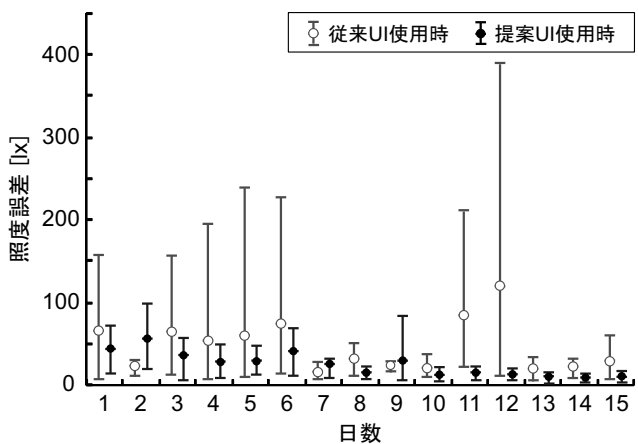


Fig. 3 平均照度誤差

Fig. 3 より，従来 UI 使用時には目標照度と実現照度の照度誤差は大きく，最大で 400 lx 程度であるが，提

案 UI 使用期間においては目標照度と実現照度の照度誤差は 100 lx 以内であることがわかる．また，それぞれの UI 使用時に照度誤差の大きい日の照度の実現状況を Fig. 4 および 5 に示す．

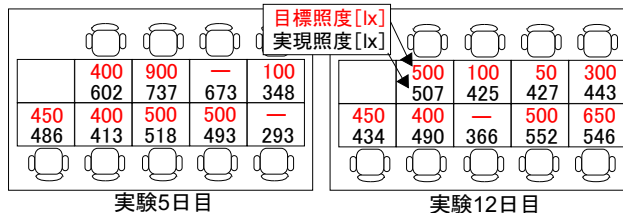


Fig. 4 従来 UI 使用時の照度状況

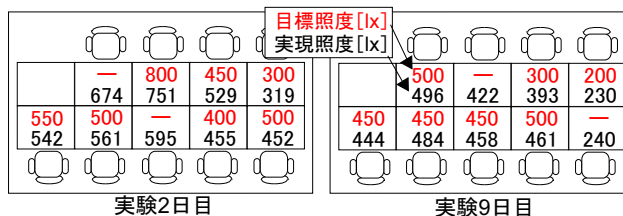


Fig. 5 提案 UI 使用時の照度状況

Fig. 4 は従来 UI 使用時の 5，12 日目の照度の実現状況を表しており，Fig. 5 は提案 UI 使用時の 2，9 日目の照度の実現状況を表している．Fig. 4 では，900 lx や 100 lx および 50 lx といった周囲の目標照度と大きく異なり，実現困難な値を設定している被験者がいたために照度誤差が大きかった．

一方，Fig. 5 では，800 lx や 200 lx といった目標照度を要求している被験者もいるが，周囲の被験者の目標照度と実現照度の照度誤差は減少している．アンケート結果より実現照度範囲を全被験者が参考にしていることがわかる．このことから，実現照度範囲を可視化した際には，その範囲を参考にして周囲の照度状況に対して過剰な目標照度を設定することがなくなったため，多くの被験者の目標照度と実現照度の誤差が減少したと考えられる．

以上の結果より，知的照明システムにおいて実現照度範囲を可視化することは有効であると考えられる．また，ユーザが要求する照度を満たせない原因を容易に判断できるようになり，目標照度が実現できていない場合に生じていた知的照明システムに対するストレスは軽減すると考えられる．

#### 参考文献

- 1) 三木 光範, 加来 史也, 廣安 知之, 吉見 真聡, 田中 慎吾, 谷澤 淳一, 西本 龍生, 実オフィス環境における任意の場所にユーザが要求する照度を提供する知的照明システムの構築, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J94-D, No. 4, pp. 637-645, 2011
- 2) 社団法人 照明学会, 照明ハンドブック, オーム社, 2003