

個別照度環境を実現する照明制御システムにおける 照度実現可能範囲の可視化

三木 光範*¹ 長光 翔一*¹ 伊藤 博高*² 吉見 真聡*¹ 長野 正嗣*³ 善 裕樹*³

Visualization of the Range of Feasible Illuminance in the previously proposed Lighting Control System to Realize an Individual Illuminance Environment

Mitsunori Miki*¹, Shoichi Nagamitsu*¹, Hirotaka Ito*², Masato Yoshimi*¹, Masashi Nagano*³, and Yuki Zen*³

Abstract – We have proposed a lighting control system that provides required illuminance for required locations, we call this system the Intelligent Lighting System. The Intelligent Lighting System controls lighting to realize individual illuminance required by users. However, when the target illuminances among nearby users differ greatly, it may be physically difficult to realize the target illuminance of many users. Because some users require much higher or lower target illuminances than those the nearby users require, it is desirable for a user to be able to check the feasible illuminance. We propose a system for visualization of the range of the feasible illuminance. By using the proposed system, the users don't require the excess target illuminances when the nearby target illuminances differ greatly.

Keywords : Office Environment, Lighting System, Interface Design, Intelligent Lighting System

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、著者らは天井照明を用いて個別照度を実現する照明システム（以下、知的照明システム）の開発を行っている^[1]。本システムでは、ユーザインタフェース（以下、UI）を用いて各執務者が要求する照度（以下、目標照度）を入力するが、近接する執務者同士の目標照度が大きく異なる場合、すべての執務者の目標照度を満たすことは物理的に困難となる。そこで本研究では、各執務者が実現可能な目標照度を判断できるように、照度シミュレーションを用いて照度実現可能範囲を推定し、その範囲の可視化を行う。

2. 知的照明システム

知的照明システムは各照明器具の協調動作によって各執務者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。執務者は知的照明システムの Web UI を用いて目標照度の設定を行う。

知的照明システムは実オフィス空間での検証実験^[2]により、執務者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。知的照明システムでは天井照明の制御を行うが、天井照明では近接する執務者同士の目標照度が大きく異なる場合、すべての執務者の目標照度を満たすことは物理的に困難となる。また、目標照度を満たせていない場合、少しでも目標照度に近づけるため、目標照度を過剰に大きい、あるいは小さい値に設定する執務者もいる。このことにより、近接する執務者の照度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執務者の実現可能な目標照度の範囲を照度シミュレーションにより推定し、システムが執務者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

照度実現可能範囲を可視化を行うために、周囲の執務者の目標照度を実現した状態で、執務者の目標照度をシミュレーション上で変更していき、実現可能な目標照度の最大値および最小値を求める。各照度センサの照度は、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。なお、影響度は照明と照度センサの位置関係により算出される値であるため、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。よって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

*1: 同志社大学理工学部

*2: 同志社大学大学院（現在は三菱 UFJ インフォメーションテクノロジー株式会社に勤務）

*3: 同志社大学大学院

*1: Department of Science and Engineering, Doshisha University

*2: Graduate School of Engineering, Doshisha University (present affiliation is Mitsubishi UFJ Information Technology, Ltd.)

*3: Graduate School of Engineering, Doshisha University

在し [3], 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]

(1) 式により, 算出した照度から照度実現可能範囲の可視化を行った. その例を図 1 に示す. 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, そしてバー上の三角形は現在設定されている目標照度を示す. また, UI 上部には執務者の名前が表示され, 目標照度の表示部分に隣接する 2 つの三角形で目標照度を変更できる.

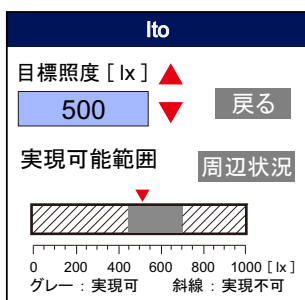


図 1 目標照度変更画面

Fig. 1 The screen to show the target illuminance.

4. 照度実現可能範囲の有効性の検証

本実験では, 執務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. 実験環境を図 2 および図 3 に示す.

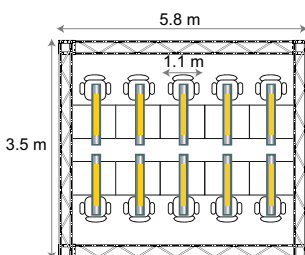


図 2 平面図

Fig. 2 Top view.

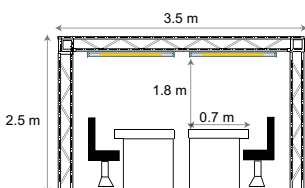


図 3 側面図

Fig. 3 Side view.

図 2 は実験環境を真上から見た平面図であり, 図 3 は側面図である. 図 2 に示すように, 各照明の鉛直下

方向に各デスクを設置する. デスクの大きさは横 1.1 m, 縦 0.7 m である. 被験者は, 20 代前半の男女 9 名とした.

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図 4 に, 提案 UI 使用時のある時間における 2 日目および 9 日目の照度の実現状況を図 5 に示す. なお, 図 5 で目標照度が 0 lx の場合は, 被験者が在席していないため目標照度の設定が行われていないことを表している.

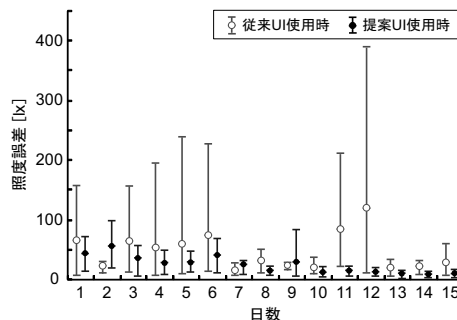


図 4 平均照度誤差

Fig. 4 Average illuminance error.

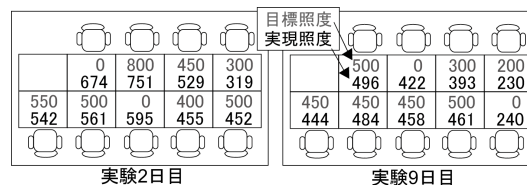


図 5 提案 UI 使用時の照度状況

Fig. 5 The illuminance situation of using the proposed UI.

図 4 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. 図 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.

以上の結果より, 知的照明システムにおいて照度実現可能範囲を可視化することは目標照度と実現照度との誤差の減少において有効であると考えられる. また, 実現照度範囲を可視化したことにより, その範囲を参考にして目標照度を入力していたため, 多くの執務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.

参考文献

- [1] 三木 光範: 知的照明システムと知的オフィスコンソーシアム; 人工知能学会, Vol.22, No3, pp.399-410 (2007).
- [2] 三木, 他: 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).
- [3] 社団法人 照明学会; 照明ハンドブック, オーム社 (2003).