

壁面照明を併用した知的照明システムにおける省エネルギー性

田村 聡明
Satoaki TAMURA

1 はじめに

各執務者に個別の照度を提供する知的照明システムは、省エネルギーの観点から各執務者の要求照度を実現する上で必要のない天井照明に対して消灯制御を行う¹⁾。しかし、不要照明の消灯制御を行った場合、部屋の明るさ感が低下し快適性が損なわれる。そこで、不要照明を最小点灯光度で点灯しているが、消費電力の増大に繋がる。

一方で、タスク・アンビエント照明を用いた部屋の明るさ感を向上させるために壁面を照らす壁面照明を導入するオフィスもある。また近年、紙面作業からディスプレイ作業に作業形態が変化している。そのため、視線が上がり、壁面照明の影響を受けやすい。

そこで本研究では、知的照明システムの不要照明消灯制御時に壁面照明を用いて部屋の明るさ感を保つ手法を提案する。被験者実験を行い、各執務者が要求する照度を実現する上で必要のない照明を最小点灯光度で点灯する標準的手法と不要照明を消灯し壁面照明を用いる提案手法を比較する。ディスプレイ作業時においてより快適で、省エネルギー性の高い照明制御手法を明らかにする。

2 知的照明システム

知的照明システムは、照明器具、照明制御装置、照度センサ、および電力計を一つのネットワークに接続することで構成される。知的照明システムは、各照明の明るさ(光度)を変化させることによって執務者の要求照度を提供し、かつ省電力な状況を実現するシステムである。我々は、知的照明システムを東京にある新丸の内ビルディングや大手町ビル、東京ビルディングなどに導入し、実証実験を行ってきた。

3 壁面照明を併用した知的照明システム

知的照明システムでは、執務者が要求する照度を満たしたした場合、執務者の周辺以外の必要のない天井照明に対して消灯制御をすることで、大幅な省エネルギーを実現する。しかし、東京の大手町ビルでの実証実験において、不要照明の消灯制御を行った場合、残業時に執務者が少なくなると、部屋の明るさ感が低下し快適性が損なわれることが課題として挙げられた。

その解決法として、各執務者の机の上に”寂しいボタン”を設置した。”寂しいボタン”を押すことで、執務者の要求照度を實現する上で必要のない天井照明を最小点灯光度で点灯する。しかし、不要な天井照明を最小点灯光度で点灯させるため消費電力が増加し、省エネルギー性が低下する。

一方で、壁面照明のような間接照明は空間の印象を変化させ、リラククス効果や部屋を広く感じさせる効果などをもち、雰囲気をよくすることができる。そこで、知的照明シ

ステムの不要照明消灯制御時に快適性を向上させ、かつ省エネルギー性を実現するために、壁面照明を用いて部屋の明るさ感を保つ手法を提案する。

4 壁面照明の明るさのみ変更可能な場合

4.1 実験環境

Fig. 1 のような実験環境で被験者実験を行う。本実験では Philips Hue シングルランプ 8 灯を壁面照明として用いた。被験者は無線テンキーを使用し、壁面照明の明るさと色をそれぞれ 100 段階で変更可能である。天井照明には三菱電気製 LED 照明 12 灯を使用した。被験者の要求照度を 500 lx と設定した場合、被験者の真上付近の 2 灯が点灯する。また、天井照明の色温度は 4800 K である。最小点灯光度は執務者がいない場所でも机上面照度が 150 lx を保てる光度とした。被験者の周囲の天井照明を最小点灯光度で点灯する手法では、被験者の真上付近の天井照明 2 灯を除く、知的照明システムで不要となった 10 灯を最小点灯光度で点灯した。室内の気温は 25 °C、湿度は 50 % とした。不要照明が消灯した環境で壁面照明を点灯した壁面の見え方を Fig. 2 に示す。被験者は眼疾患を有さない 20 代前半の学生 8 名である。

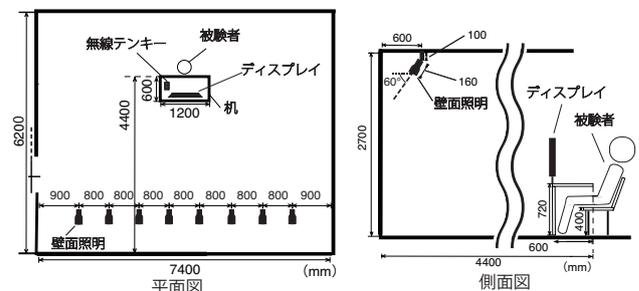


Fig.1 実験環境



Fig.2 壁面照明点灯時の壁面の見え方

4.2 SD法による標準的手法と提案手法の比較実験

被験者は実験室に入室後、天井照明2灯が点灯している環境で被験者実験席に着席し、環境に適応するために10分間待機する。その後、被験者の周囲の天井照明を最小点灯光度で点灯した環境と壁面照明を点灯し被験者が調光した環境でそれぞれ10分間、ディスプレイ内の文章を黙読する。このとき、壁面照明において調光できるのは明るさのみとし、壁面照明の色温度は天井照明と等しくなるようにする。また、環境を変更する際には天井照明2灯が点灯している状況で再び10分間待機する。被験者は10分間の黙読後、空間の雰囲気に関するSD法を用いたアンケートを記入する。

4.3 標準的手法と提案手法の比較

SD法を用いたアンケート結果の平均をFig. 3に示す。壁面照明を点灯し被験者が壁面照明の明るさを調光した環境と不要照明を最小点灯光度で点灯した環境を快適性の観点で比較した。このとき被験者8名中、壁面照明を点灯し被験者が壁面照明の明るさを調光した環境を好む被験者が6名、不要照明を最小点灯光度で点灯した環境を好む被験者が1名、どちらも快適性が変わらないと回答した被験者が1名であった。壁面照明を用いた環境を好む理由として、壁面に陰影がつき、空間にメリハリができるため、おしゃれであることが挙げられた。また、今回被験者によって選好された壁面照明の明るさの平均値を算出した。平均的な明るさで壁面照明を点灯した場合の消費電力を求めると118Wであった。不要照明を最小点灯光度で点灯した場合の消費電力は147Wであった。

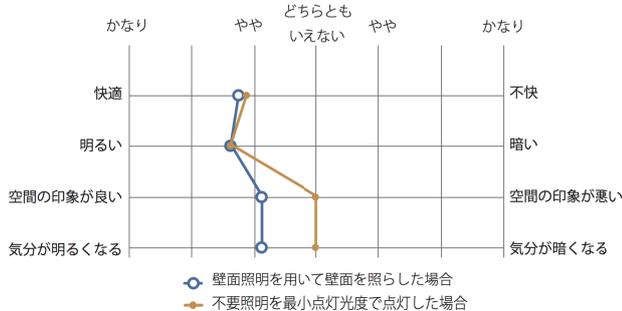


Fig.3 SD法を用いたアンケート結果の平均

5 壁面照明の明るさと色が変更可能な場合

5.1 被験者が選好する壁面照明の色を求める実験

実験環境は前述の実験と同様で、机上上面照度が500lxで不要な照明を消灯し天井照明2灯が点灯している。被験者は好みの壁面照明の色と明るさになるように10分間調光する。その後、好みの壁面照明の色と明るさで10分間ディスプレイ内の文章を黙読し、選好理由に関してアンケートを記入する。

5.2 被験者が選択した壁面照明の色およびその消費電力

被験者8名のうち、壁面照明の色として青を選好した被験者が5名、橙を選好した被験者が1名、白を選好した被験者が1名、黄緑を選好した被験者が1名であった。ディスプレイ作業時に選好した壁面照明の色と選好した理由をTable 1に示

す。また、不要照明を最小点灯光度で点灯した環境と不要照明を消灯し被験者が壁面照明の色と明るさを調光した環境を快適性の観点で比較した。このとき、被験者8名中全員が不要照明を消灯し壁面照明の色と明るさを調光した環境を好んだ。青を選好しなかった被験者に関して、5名が選択した青の平均的な色度と明るさの壁面照明が点灯している環境でディスプレイ作業をしてもらったところ、青でも許容できることがわかった。また、壁面照明を青で点灯した場合の消費電力を求めると108Wであった。

Table1 壁面照明の色を選好した理由

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H
選好した色	橙	白	黄緑	青	青	青	青	青
落ち着くから	○	○	○	○	○	○	○	
眠気が覚めるから		○		○				
集中できるから	○					○		○
やる気が出るから		○						○
自然だから			○	○	○	○	○	
普段から好きな色だから	○			○		○		
文字が読みやすいから					○	○		
涼しく感じるから								○
暖かく感じるから								
陰鬱な感じがしないから								
疲れにくいから								
その他		ディスプレイが見やすいから					明るさを調整したら、一番輝いている部分が気にならなくなったから	

6 考察

Fig. 3から、壁面照明を点灯し被験者が壁面照明の明るさを調光した環境は、不要照明を最小点灯光度で点灯した環境と同等以上の快適性があることがわかる。また、天井照明と壁面照明の色温度を同じにした場合、不要照明を最小点灯光度で点灯した場合よりも消費電力を約20%抑えており、省エネルギー性が向上した。

ディスプレイ作業時に壁面照明の色と明るさを調光可能とした場合、不要照明を最小点灯光度で点灯した場合よりも快適性が向上することがわかった。Table 1から、壁面照明の色を選択した理由として、「落ち着くから」と回答した人が多く、ディスプレイ作業時には落ち着く色を選択することがわかる。また、選好した壁面照明の色としては青が多く、ディスプレイ作業時に青色で壁面照明を点灯した場合、快適性がより向上することがわかる。壁面照明の色を青で点灯した場合、不要照明を最小点灯光度で点灯した場合よりも消費電力を約26%抑えており、省エネルギー性が向上した。なお、夏場に実験を行ったため、多くの被験者が涼しさを無意識に求めて壁面照明の色に寒色である青を選好した可能性がある。

参考文献

- 1) 三木 光範, 米本 洋幸, 小野 景子, 長野 正嗣: "知的照明システムにおける省エネルギー性向上を実現する消灯制御", 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J95-D No.12 pp.2072-2078, 2012.