

壁面照明を併用した知的照明システムにおける快適性と省エネルギー性

田村 聡明

Satoaki TAMURA

1 はじめに

我々は各執務者に個別の照度を提供する知的照明システムの研究・開発を行っている。知的照明システムは省エネルギー性の観点から各執務者の要求する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、執務者の離席や退社によって、執務者が少なくなったオフィスで消灯制御が行われたとき、執務者の周囲が暗くなり快適性を損なわれることがわかった。そのため、消灯制御を行うのではなく、最小点灯光度で点灯することで快適性を保っている。これを以後、最小点灯手法と呼ぶ。しかし、最小点灯手法では消費電力削減効果が低下する。

一方で、空間全体の明るさ感を向上させる方法として壁面照明がある。壁面照明は壁面を明るくし、部屋の雰囲気を変えることで、快適性を向上する。

そこで本研究では、知的照明システムの消灯制御時に壁面照明を用いる手法を提案する。これを以後、壁面照明手法と呼ぶ。明るさを変更可能な壁面照明を用いた場合と明るさと色を変更可能な壁面照明を用いた場合について被験者実験を行い、最小点灯手法と壁面照明手法を比較する。ディスプレイ作業時において、壁面照明手法がより快適で、省エネルギー性の高い照明制御手法であることを明らかにする。

2 知的照明システム

知的照明システムは、各天井照明の明るさ（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、かつ省電力な照明環境を実現するシステムである。

知的照明システムでは、省エネルギー性の観点から各執務者の要求照度を満たす上で不要な天井照明を消灯する。しかし、離席や退社によって執務者が少なくなったオフィスで消灯制御を行った場合、執務者の快適性を損うことが実証実験で明らかになった。執務者が少なくなったオフィスで消灯制御を行った場合、執務者の周囲が暗くなり、執務者が陰鬱に感じてしまう。そこで、我々は最小点灯手法を用いて、部屋全体を明るくし快適性を保っている。しかし、最小点灯手法では不要な照明を点灯させるため、消費電力削減効果が低下してしまう。

3 壁面照明を併用した知的照明システム

壁面照明は壁面に光を照射する照明である。壁面照明は壁面を明るくすることで、部屋全体としての明るさを

向上させ、リラックス効果や部屋を広く感じさせる効果をもたらす。そこで、知的照明システムの消灯制御時に壁面照明を用いる壁面照明手法を提案する。

4 明るさを変更可能な壁面照明を用いた場合の検証

4.1 実験概要

最小点灯手法と壁面照明手法の環境でそれぞれ被験者実験を行い、快適性と省エネルギー性について比較する。被験者は眼疾患を有さない 20 代前半の学生 8 名である。

被験者は実験室に入室後、環境に適応するために 10 分間待機する。最小点灯手法の実験では被験者の周囲の消灯していた天井照明を最小点灯光度で点灯し、ディスプレイに表示した文章を 10 分間黙読する。壁面照明手法の実験では壁面照明を点灯し、ディスプレイに表示した文章を 10 分間黙読する。被験者は壁面照明を快適と感じる明るさに調光する。このとき、被験者は壁面照明制御端末を用いることで明るさを 100 段階で変更できる。また、壁面照明の色温度は天井照明と等しくなるようにする。それぞれの実験後、アンケートを記入する。

4.2 実験環境

実験環境図を Fig. 1 に示す。実験室には壁面照明 8 灯を設置した。本実験で用いた壁面照明は Philips Hue シングルランプ 8 灯とした。天井照明は三菱電気製調光調色 LED 照明 12 灯とした。天井照明の色温度は 4800 K とし、被験者の要求照度は 500 lx とした。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天井照明 2 灯のみが点灯する。最小点灯手法では、被験者の真上付近の天井照明 2 灯以外の天井照明 10 灯が最小点灯光度で点灯し机上面照度を 500 lx に保つ。最小点灯光度は全ての天井照明を点灯した時に机上面が 150 lx となる光度とした。壁面照明手法では、被験者の真上付近の天井照明 2 灯と壁面照明が点灯する。最小点灯手法と壁面照明手法の環境を Fig. 2 に示す。

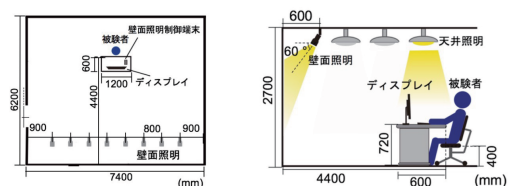


Fig. 1 実験環境図

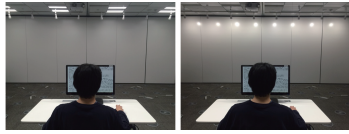


Fig. 2 最小点灯手法 (左) と壁面照明手法 (右) の環境

4.3 明るさを変更可能な壁面照明手法と最小点灯手法の比較

最小点灯手法と明るさを変更可能な壁面照明手法を快適性の観点で比較した場合、被験者 8 名中 6 名が明るさを変更可能な壁面照明手法を好んだ。また、1 名が最小点灯手法を好み、1 名が等しい快適性であると回答した。SD 法を用いたアンケート結果の平均を Fig. 3 に示す。SD 法における比較では、壁面照明手法のほうが快適性が高い結果となった。

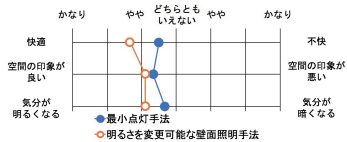


Fig. 3 SD 法における明るさを変更可能な場合の結果

最小点灯手法の消費電力に対する明るさを変更可能な壁面照明手法の消費電力割合を Fig. 4 に示す。壁面照明手法は最小点灯手法より消費電力が小さかった。壁面照明手法の消費電力を平均した場合、壁面照明手法は最小点灯手法の約 20% の消費電力を削減した。

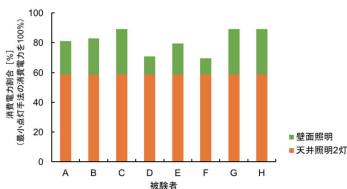


Fig. 4 明るさを変更可能な壁面照明手法の消費電力割合

5 明るさと色を変更可能な壁面照明を用いた場合の検証

5.1 実験内容

明るさを変更可能な壁面照明を用いた場合と同様に実験を行う。ただし、壁面照明の明るさだけでなく、色も 100 段階で変更可能とする。

5.2 壁面照明の選好した色

壁面照明の色として、青色を 5 名、オレンジ色、黄緑色、白色を 1 名ずつが選好した。壁面照明の色として青色が最も選好された。青色を選好した理由として、落ち着くからという理由が挙げられた。オレンジ色を選好した理由は心が和むためであり、黄緑色を選好した理由は目が疲れにくいからであった。白色を選好した理由は天

井照明の色と異なる色で壁面照明を点灯した場合不自然に感じられるためであった。

5.3 明るさと色を変更可能な壁面照明手法と最小点灯手法の比較

最小点灯手法と明るさと色を変更可能な壁面照明手法を快適性の観点で比較した場合、被験者 8 名中全員が明るさと色を変更可能な壁面照明手法を好んだ。SD 法を用いたアンケート結果の平均を Fig. 5 に示す。SD 法における比較では、明るさと色を変更可能な壁面照明手法のほうが最小点灯手法よりも快適性が高い結果となった。また、明るさと色を変更可能な壁面照明手法は明るさのみ変更可能な壁面照明手法よりも快適性が向上した。

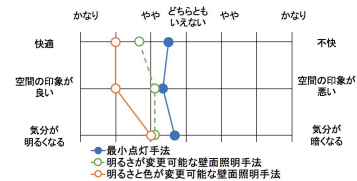


Fig. 5 SD 法における結果

最小点灯手法の消費電力に対する壁面照明手法の消費電力割合を Fig. 6 に示す。明るさと色を変更可能な壁面照明手法の消費電力は全て、最小点灯手法よりも消費電力が小さかった。明るさと色を変更可能な壁面照明手法の消費電力を平均した場合、明るさと色を変更可能な壁面照明手法は最小点灯手法の約 26% の消費電力を削減した。また、明るさのみ変更可能な壁面照明手法よりも、明るさと色を変更可能な壁面照明を用いた場合のほうが省エネルギー性が高かった。

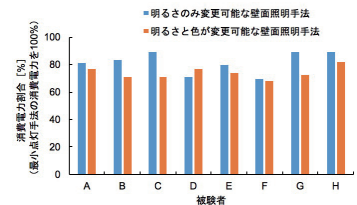


Fig. 6 壁面照明手法の消費電力割合

6 結論

最小点灯手法よりも壁面照明手法のほうが快適性と省エネルギー性が高いことがわかり、壁面照明手法の有用性を示すことができた。さらに、明るさと色を変更可能な壁面照明手法と明るさのみ変更可能な壁面照明手法を比較した場合、明るさと色を変更可能な壁面照明手法のほうが快適性と省エネルギー性がより向上することがわかった。

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, J95-D[12], 2072-2078 (2012).