

壁面照明を併用した知的照明システムにおいて快適性と省エネルギー性

田村 聡明
Satoaki TAMURA

1 はじめに

我々は各執務者の要求する照度を個別に実現する知的照明システムの研究を行なっている。実際のオフィスに知的照明システムを導入した結果、各執務者の快適性が向上し、かつ大幅な消費電力の削減を実現した¹⁾。しかし、執務者が少なくなった際に、知的照明システムは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を消灯するため²⁾、周囲を見渡す場合、明るさ感が低下し快適性が損なわれる。これを改善する方法として、消灯していた照明を一定の低い光度で点灯する方法（以後、低光度点灯手法）と壁面照明を用いて部屋の明るさ感を保つ手法（以後、壁面照明手法）を考える。壁面照明手法と低光度点灯手法を比較することで、ディスプレイ作業時において、快適性を損なわず消費電力を抑える手法が、壁面照明手法と低光度点灯手法のいずれであるか検討する。

2 低光度点灯手法と壁面照明手法

知的照明システムは執務者が少なくなった際に、周囲を見渡すと明るさ感が低下し快適性が損なわれる。これを改善する方法として、不要な天井照明を消灯せずに一定の低い光度で点灯する方法（低光度点灯手法）がある。執務者の周囲の天井照明を一定の低い光度で点灯することで、部屋全体が明るくなり快適性を保つことができる。また、部屋の明るさ感を向上させる別の方法として壁面照明がある。壁面照明とは壁面に光を照射し、壁面全体を明るくする照明のことである。不要な天井照明が消灯し執務者の快適性を損なう場合、壁面照明を点灯する方法（壁面照明手法）を用いることで、部屋の明るさ感が向上し執務者の快適性を保つ。被験者実験を行い、低光度点灯手法と壁面照明手法を比較することで、ディスプレイ作業時により快適で、省エネルギー性の高い照明制御手法を明らかにする。

3 明るさ感に関する実験

3.1 実験環境

実験環境平面図を Fig. 1、実験環境側面図を Fig. 2 に示す。実験室には壁面照明として Philips Hue シングルランプ 8 灯を設置した。天井照明は三菱電気製調光調色 LED 照明 12 灯とした。被験者は調光装置を使用し、照明を調光することができる。照明の配置図を Fig. 3 に示す。天井照明の色温度は 4800 K とした。また、室内の気温は 25℃、湿度は 50% で一定にした。

3.2 実験概要

低光度点灯手法の環境と壁面照明手法の環境で被験者実験を行い、アンケートを用いて快適性について評価する。壁面照明手法の実験に関しては、明るさのみ変更可能な壁

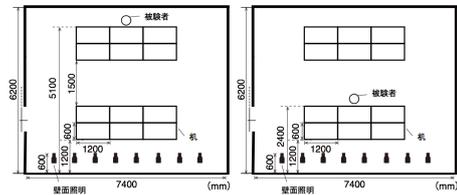


Fig.1 実験環境平面図

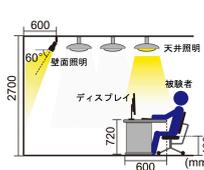


Fig.2 実験環境側面図

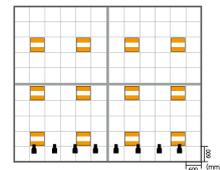


Fig.3 照明配置図

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検証した。アンケート項目は快適性、空間の印象、気分の 3 点で、被験者はそれぞれの程度を 7 段階で回答する。また、低光度点灯手法と壁面照明手法の消費電力を測定し比較することで省エネルギー性について評価する。一般的なオフィスを想定して、被験者の位置は壁面から 2400 mm と 5100 mm の 2 パターンの位置で検証を行う。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、席に着席し机上面照度 300 lx、500 lx、700 lx の環境から好みの明るさを選択する。その後、被験者の好みの照度を満たす上で必要のない照明を実験者が消灯する。被験者は環境に適応するために 10 分間待機する。その後、ディスプレイに表示した文章を 10 分間黙読する。低光度点灯手法の実験では黙読しながら、調光端末を用いて被験者の周囲の消灯している天井照明を快適と感じる明るさに調光する。壁面照明手法の実験では黙読しながら、調光端末を用いて壁面照明を快適と感じる明るさ（と色）に変更する。被験者は 10 分間の黙読後、快適性に関する 7 段階の SD 法を用いたアンケートを記入する。実験は 5 月下旬に行った。

4 実験結果と考察

4.1 被験者の選好した壁面照明の色

壁面照明の色として 4 名が黄色、4 名が白色を選好した。黄色を選好した理由として、気分が上がることや春らしいことが挙げられた。白色を選好した理由として、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る事が挙げられた。予備実験として 8 月中旬と 2 月下旬に実験を行った際は 8 月中旬は青色が 6 名、白色が 1 名、オレンジ色が 1 名、2 月下旬はオレンジ色が 6 名、白色が 1

名、青色が1名であった。季節によって、選好する壁面照明の色は変わると考えられる。

4.2 快適性の比較

低光度点灯手法の環境と壁面照明手法の環境を快適性の観点で比較した場合、壁面からの距離にかかわらず、被験者8名中5名が明るさと色が変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法の環境を好んだ。また、2名が低光度点灯手法の環境を好み、1名が全て等しい快適性であると回答した。壁面から2400mmと5100mmの地点で執務した場合についてSD法を用いたアンケート結果の平均をFig.4とFig.5に示す。SD法における比較でも、壁面照明手法の環境のほうが快適性が高い結果となった。また、空間の印象や気分に関しても、壁面照明手法のほうが良好な結果が得られている。壁面照明手法を好む理由として、壁面に陰影がつき空間にメリハリができるため、部屋の印象が向上することや部屋がより明るく感じられることが挙げられた。明るさのみ変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法よりも明るさと色の変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法のほうが快適性を向上できることがわかった。

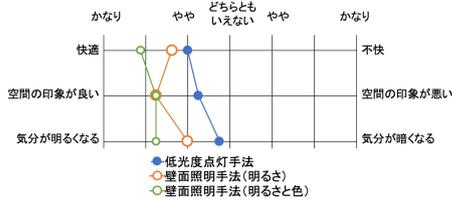


Fig.4 アンケート結果 (壁から 2400mm 地点で執務)

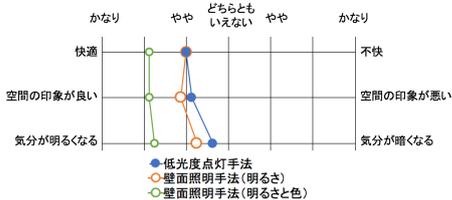


Fig.5 アンケート結果 (壁から 5100mm 地点で執務)

4.3 消費電力の比較

壁面から2400mmと5100mmの地点で執務した場合についてそれぞれの被験者が選好した壁面照明手法と低光度点灯手法の消費電力をFig.6とFig.7に示す。なお、消費電力は天井照明と壁面照明の消費電力の合計として算出している。壁面近くで執務している場合、低光度点灯手法に対して明るさのみ変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法は平均11%、明るさと色を変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法は平均14%の消費電力を削減できた。また、壁面から離れて執務している場合、低光度点灯手法に対して明るさのみ変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法は平均15%、明るさと色を変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法は平均16%の消費電力を削減できた。また、明るさのみ変更可能な壁面照明を用いた壁面照明手法よりも明るさと色の変更可能な壁面照明を用いた壁面照明

手法のほうが消費電力を削減できることがわかった。壁面照明手法の消費電力が低光度点灯手法の消費電力よりも削減された理由として、壁面照明の消費電力が天井照明の消費電力よりも小さいことが挙げられる。また、壁面照明は視野内の輝度を効率よく上げるため、小さい消費電力でも快適性を向上できたと考える。

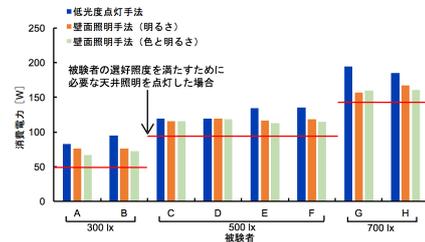


Fig.6 消費電力 (壁から 2400mm 地点で執務)

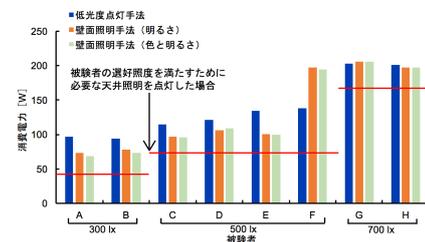


Fig.7 消費電力 (壁から 5100mm 地点で執務)

5 結論

知的照明システムでは、執務者が要求する照度を提供する上で不要な照明を消灯するため、執務者が少なくなった際に周囲を見渡すと明るさ感が低下し快適性が損なわれる。その改善策として、消灯している照明を低光度で点灯する低光度点灯手法と壁面照明により部屋の明るさを向上させる壁面照明手法を考えた。被験者実験を行い、壁面照明手法と低光度点灯手法を快適性と省エネルギー性について比較することで有用性について検証した。検証の結果、低光度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、壁面照明を併用した知的照明システムの有用性を示すことができた。また、壁面照明手法において明るさに加え、色も変更可能な壁面照明を用いた場合、さらに快適性と省エネルギー性を向上できることがわかった。

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, no.3, pp.399-410, 2007.
- 2) 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.