

知的照明システムにおいて壁面照明を併用し快適性と省エネルギー性を両立させる手法の有効性

田村 聡明

Satoaki TAMURA

1 まえがき

我々は各執務者の要求する照度を個別に実現し、かつ消費電力を削減する知的照明システムの研究を行なっている¹⁾。知的照明システムは、消費電力削減を目的として、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²⁾。しかし、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明るさ感が低下するため、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（以後、低光度点灯手法）がある。周囲の天井照明が点灯することで、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。

本研究では、低光度点灯手法と不要な天井照明を消灯し壁面照明を点灯する手法（以後、壁面照明手法）を比較する。ディスプレイ作業時に快適性を損なわず消費電力を抑える手法がいずれの手法であるか検討する。

2 低光度点灯手法と壁面照明手法の比較実験

2.1 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それぞれ被験者実験を行い、アンケートを用いて快適性について評価する。また、壁面照明手法の実験では壁面照明の明るさのみ変更可能な場合と明るさと色を変更可能な場合について行う。天井照明の明るさ、壁面照明の明るさ、色はそれぞれ 100 段階で調光可能である。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。低光度点灯手法での消費電力と壁面照明手法で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。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。季節によって選好する壁面照明の色が異なる可能性があるため、4 月、7 月、10 月、1 月に 12 名ずつ被験者実験を行う。

低光度点灯手法では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、被験者の好みの机上面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。最終的に選択した明るさで被験者は再び 10 分間の黙読を行い、アンケートを記入する。壁面照明手法の実験でも同様に実験を行い、壁面照明の実験では 10 分間の適応時間の後、壁面照明を快適と感じる明るさ（と色）に調光する。

2.2 実験環境

実験環境側面図を Fig. 1 に示す。本実験では壁面照明として Philips Hue シングルランプを 8 灯設置した。天井照明は三菱電気製調光調色 LED 照明 12 灯とした。天井照明の色温度は 4800 K とし、壁面照明の明るさのみ変更可能な場合の実験における壁面照明の色温度も 4800 K とした。また、気温や湿度によって選好する壁面照明の明るさや色が変わることも考えられるため、室内の気温は 25℃、湿度は 50% で一定にした。

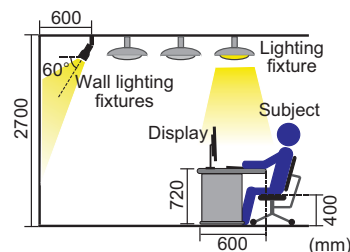


Fig. 1 実験環境側面図

3 実験結果

3.1 選好された壁面照明の色

4 月の実験では壁面照明の色として、6 名が黄色、3 名が黄緑色、3 名が白色を選好した。黄色、黄緑色を選好した理由として、春らしいことや開放感があることが挙げられた。また、白色を選好した被験者は、壁面照明の色を天井照明の色と違う色にした場合、違和感を感じるため白色を選好していた。7 月の実験では壁面照明の色として、9 名が青色、1 名が黄色、2 名が白色を選好した。青色を選んだ理由として、寒色であるため、涼しく

感じられることが挙げられた。10月の実験では壁面照明の色として、6名がオレンジ色、2名が黄色、2名が黄緑色、2名が白色を選好した。オレンジ色、黄色、黄緑色を選好した理由として、紅葉の色で秋らしいことが挙げられた。1月の実験では壁面照明の色として、8名がオレンジ色、2名が黄色、2名が白色を選好した。オレンジ色を選好した理由として、暖色であるため、暖かく感じられることが挙げられた。部屋の室温、湿度は等しかったが、季節感によって、被験者の好む壁面照明の色が変わることがわかった。

3.2 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48名中38名が明るさと色の変更可能な壁面照明手法の環境を好んだ。また、4名が低光度点灯手法の環境を好み、6名がすべて等しい快適性であると回答した。

壁面から2400 mmと5100 mm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. 2とFig. 3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、色も変更可能にした場合、さらに快適性が向上している。空間の印象や気分に関しても、壁面照明手法のほうが良い結果が得られている。

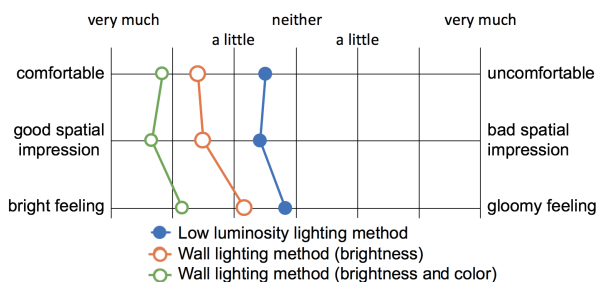


Fig. 2 アンケート結果（壁面から2400 mm離れた場合）

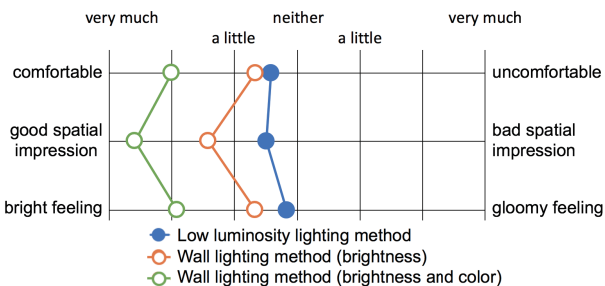


Fig. 3 アンケート結果（壁面から5100 mm離れた場合）

3.3 消費電力の比較

壁面から2400 mmと5100 mmの地点で執務した場合について壁面照明手法の消費電力と低光度点灯手法

の消費電力の平均をFig. 4とFig. 5に示す。なお、消費電力は天井照明の消費電力と壁面照明の消費電力の合計として算出している。

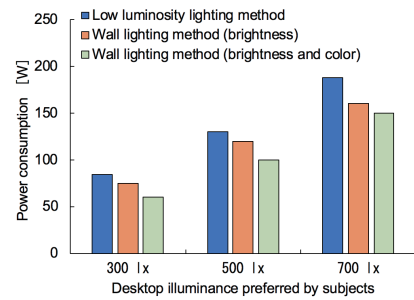


Fig. 4 消費電力（壁面から2400 mm離れた場合）

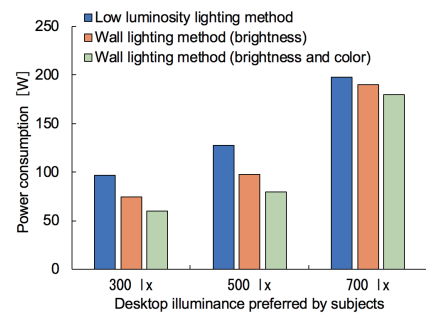


Fig. 5 消費電力（壁面から2400 mm離れた場合）

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手法は平均14%の消費電力を削減できた。また、明るさと色を変更可能な壁面照明手法は平均26%の消費電力を削減できた。

4 むすび

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、明るさと色を変更可能にすることで快適性、省エネルギー性ともに、さらに向上させることができた。色を変更可能にした場合、季節により選好する色が変わることがわかった。

参考文献

- 1) T.H.M.Y. Shingo Tanaka, Mitsunori Miki: An evolutionary optimization algorithm to provide individual illuminance in workplaces, Proc IEEE Int Conf Syst Man Cybern, pp.941-947, 2009.
- 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.