

VDT 作業者の最大許容窓面輝度と昼光利用の限界

外村 篤紀

Atsuki TONOMURA

1 はじめに

現在、オフィスビルにおける照明の消費電力量は、オフィスビル全体の約 24 % を占めている¹⁾。今日まで昼光利用に関する研究は多くなされており、昼光利用により大幅な省エネルギー効果が得られることが分かっている²⁾。

オフィス内には紙面作業を行う執務者と VDT 作業を行う執務者が混在する。紙面作業を行う執務者は、昼光を積極的に取り入れることで手元の照度を確保することができる。しかしこの場合、窓面輝度が高くなるため、VDT 作業者にとってはグレアの原因となる可能性がある。

そこで本研究では、机上面照度を確保しつつ、VDT 作業者が許容できる最大窓面輝度を明らかにすることを目的として被験者実験を行った。

2 昼光利用

2.1 昼光利用の有効性

近年、昼間の明るさを室内に取り入れることにより、人工照明によるエネルギー消費量の削減をすることができる昼光利用が、オフィスビルにおける省エネルギー手法として注目されている。人工照明による消灯・減光は照明発熱による冷房負荷の削減を期待できるため、昼光利用による省エネルギー効果は高いとされている。

2.2 昼光利用の課題

オフィス内には紙面作業を行う執務者と VDT 作業を行う執務者が混在する。紙面作業を行う執務者にとっては、昼光を積極的に利用することで紙面作業に必要な照度を確保することができる。これにより、天井照明の明るさを抑えることができるため、省エネルギー性が見込める。一方で、ICT の発展に伴い VDT 作業が増加している。VDT 作業では執務者の視線は水平方向にあるため、窓面輝度が執務者の視環境に及ぼす影響は大きい。紙面作業を行う執務者のために窓面から昼光を取り入れると VDT 作業者にとって不快になる可能性がある。

そこで本研究では、窓面に VDT 作業者が正対する場合を想定し、被験者実験を行った。実際の昼光利用を想定した環境で、机上面照度を確保しつつ、VDT 作業者が許容できる最大窓面輝度を明らかにする。

3 実験方法

3.1 実験環境

実験環境を Fig. 1 に示す。実験室には縦 820 mm、横 960 mm のオフィスにおける窓を模擬した面光源装置（以下、模擬窓）を床上 1300 mm の高さに設置した。模擬窓は 32 W の昼白色蛍光灯 16 本で構成されており、表面は乳白色の亚克力板で覆った。模擬窓面の輝度（以下、窓

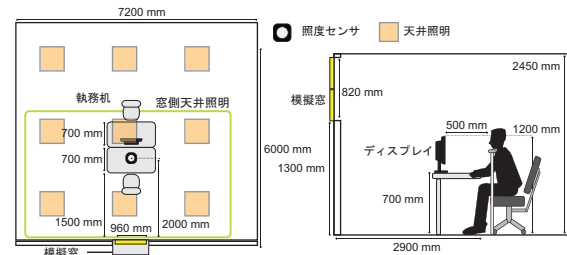


Fig.1 実験環境の平面図（左）と側面図（右）

面輝度)は、机上面に置いたテンキーを操作することで調光することができる。本実験では、亚克力板を覆う白色の模造紙の枚数を変えることにより $1200 \text{ cd/m}^2 \sim 18000 \text{ cd/m}^2$ の範囲で調節可能とした。天井照明はグリッド型 LED 照明 9 台を用いた。

本実験環境では東芝ライテックの技術資料を基に昼光利用システムを構築した³⁾。一般的な昼光利用システムは天井照度センサで計測した照度を基に、机上面が一定の照度となるように窓側天井照明を調光する。このとき、窓側天井照明以外の照明は最大点灯光度で点灯している。本環境では天井照度センサのかわりに、窓から 200 mm 離れた机上面に設置した照度センサを用いた。被験者は、眼疾患を有さない 20 代前半の学生 5 名である。床から被験者の目の高さは、顎台を用いて 1200 mm に固定した。また、ディスプレイ画面上端の高さを目線の高さと同じ 1200 mm にし、目からディスプレイまでの距離を 500 mm とした。

3.2 実験方法

被験者は実験室に入室後、目線位置を調節し、ディスプレイに表示された文章を黙読する。5 分間の順応の後、実験者は模擬窓を点灯させた。このとき、窓面平均輝度は 1200 cd/m^2 である。参加者は実験者の合図をもとに、ディスプレイの文章を黙読しながらテンキーを操作し、模擬窓の照明を明るくなるよう調光した。参加者は、調光中にディスプレイを見て不快であると感じるまでテンキーを操作し、許容できる範囲の最大値（最大許容窓面輝度）を決定した。つまみが最大になった場合でも参加者が許容できる場合、実験者は模擬窓を消灯し、模造紙の枚数を一枚減らした。5 分間の順応時間を設けた後、参加者は再び調光した。この手順を参加者が最大許容窓面輝度を決定するまで繰り返した。そして、上記の手順を窓面にロールカーテンを設置した環境と、ブラインド（スラット角 45° ）を設置した環境で行った。実験風景を Fig. 2 に、被験者の視点から見た実験環境を Fig. 3 に示す。



Fig.2 実験風景

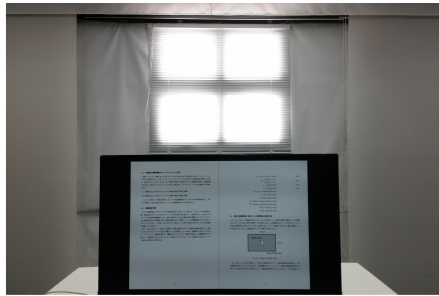


Fig.3 被験者の視点から見た実験環境

4 実験結果および考察

先行研究より、光源のパラメータのうち最大輝度と平均輝度が視覚に対して強い影響を与えると報告されている⁴⁾。よって、ここでは窓面最大輝度と各被験者の最大許容窓面輝度の関係を Fig. 4 に、窓面平均輝度と各被験者の最大許容窓面輝度の関係を Fig. 5 に示す。また、被験者 5 名の最大許容窓面輝度の平均値を Table.1 に示す。

Table.1 から、ブラインドよりロールカーテンのほうが高輝度を許容できることがわかった。しかし、被験者 D のようにブラインドのほうが高輝度を許容できる被験者もいた。

Fig. 4 において、被験者 A, B, および C に関してはブラインドとロールカーテンの許容値に大きな差は認められない。これらの被験者は口頭アンケートにて「ブラインドの隙間から目に対する刺激が強い」と回答していたことから、窓面内の最大輝度に応じて許容値が決定されたと考えられる。

一方で、Fig. 5 において、被験者 D のブラインドとロールカーテンの許容値に大きな差は認められない。この被験者は窓面の平均輝度に応じて許容値を決定した可能性がある。

Table1 最大許容窓面輝度の平均値

	窓面最大輝度	窓面平均輝度
ロールカーテン	4031 cd/m ²	2741 cd/m ²
ブラインド	3715 cd/m ²	1873 cd/m ²

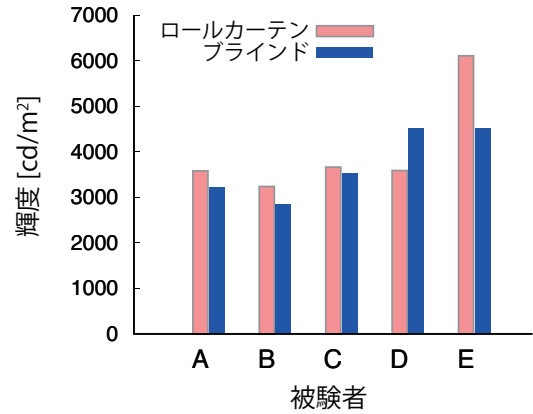


Fig.4 窓面最大輝度と最大許容窓面輝度の関係

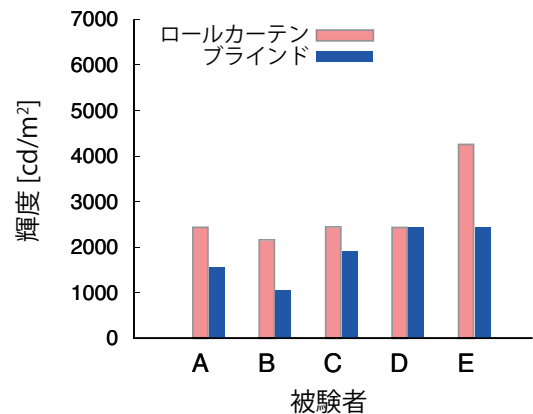


Fig.5 窓面平均輝度と最大許容窓面輝度の関係

5 今後の研究方針

最大許容窓面輝度の観点から、VDT 作業においてはブラインドよりロールカーテンのほうが有効であることがわかった。今後はエネルギーの観点から、VDT 作業における昼光利用の限界を明らかにする。

参考文献

- 1) 財団法人省エネルギーセンター. オフィスビルの節電計画行動フォーマット, 入手先. <<http://www.meti.go.jp/setsuden/20110513taisaku/07.pdf>>.
- 2) 正土井, 三千子岩田, 芳一中根. 昼光利用照明における人工照明制御に関する研究: 実測昼光照度資料に基づく人工照明の点滅制御シミュレーション. 日本建築学会計画系論文報告集, No. 418, pp. 29-40, dec 1990.
- 3) 東芝ライテック. オフィスにおける照明設備の省エネ制御. <https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2004/10/59_10pdf/a06.pdf>.
- 4) Ju Young Shin, Geun Young Yun, and Jeong Tai Kim. View types and luminance effects on discomfort glare assessment from windows. *Energy and Buildings*, Vol. 46, No. Supplement C, pp. 139 - 145, 2012. Sustainable and healthy buildings.