

オフィスの窓側において窓に背を向けた VDT 作業者の最大許容窓面輝度と昼光利用の限界

楠本 真弘

Masahiro KUSUMOTO

1 はじめに

オフィスにおける照明のエネルギー消費量は、オフィス全体のエネルギー消費量の 40 % を占めている¹⁾。この照明のエネルギー消費量を削減する方法として、自然エネルギーである昼光の積極的な利用が注目を集めている²⁾。オフィスにおいては、ブラインド等の日射遮蔽装置を用いて昼光利用することが多く、昼光により窓側の人工照明を減光することで、照明のエネルギー消費量を削減できると報告されている³⁾。

しかしながら、ICT の発展に伴い VDT 作業が増加した今日のオフィスにおいては、執務者の視線が水平方向にあるため、昼光利用時の窓面輝度が執務者の視環境に及ぼす影響は大きい。特に窓に背を向けた窓側の執務者は、窓面輝度によっては VDT 画面上に不快グレアが発生するため、執務に支障をきたす場合がある。先行研究においては、窓側において窓に背を向けた座席配置が最も好まれないことが、アンケート調査によって報告されている⁴⁾。ところが、日本の伝統的なオフィスレイアウトである対向島型のオフィスでは、管理職者が窓側において窓を背に向けた状態で執務することが多いため、この問題について定量的に検討する必要がある。

そこで本研究では、昼光利用の限界を明らかにすることを目的として被験者実験を行った。被験者実験では、窓を背にした窓側の執務者の最大許容窓面輝度を求め、そのときの机上面照度の増加量を明らかにし、窓側の人工照明の省エネルギー効果の限界を示した。

2 オフィスにおける昼光利用

2.1 昼光利用とは

昼光利用とは、人工照明の省エネルギー効果を得ることを目的として、窓を通して昼光を室内に導入し利用することである。昼光は、太陽から直接届く直射光、大気で散乱した後地上に届く天空光およびそれらが地面や建物で反射した地物反射光からなる⁵⁾。

直射日光は、直接執務者の目に入ることにより不快グレアの原因となる。そのため、今日のオフィスにおいてはブラインドを用いて直射日光を遮蔽することが多い⁶⁾。しかしながら、直射日光を遮蔽した際、窓面輝度が非常に高輝度となり、これが執務者の視環境に与える影響は大きい。

2.2 日本のオフィスにおける昼光利用の問題点

日本のオフィスでは、上下関係において何らかの場の優位性を空間的に構成しようとするヒエラルキーが存在

し、場の優位性が高くなる共通的条件として① 出入口から奥の位置にある座席② 窓に近い座席③ 単独に離れた位置にある座席④ 後方に他者を配置しない座席が挙げられることが先行研究によって分かっている⁷⁾。これらの条件は、日本の伝統的なオフィス形態である対向島型オフィスにおける、管理職者の座席配置にあたる。

このオフィス形態は OA 化以前から続くが、OA 化した現在のオフィスでは VDT 画面が主たる視対象であり、側窓では昼光利用により高輝度となった窓面が VDT 画面上に映り込む可能性が大きい。窓面輝度によっては LCD 画面上に不快グレアが発生し、対向島型オフィスにおける管理職者の執務に支障をきたす場合がある。そこで、どの程度の窓面輝度までならこの執務者が許容できるかが分かれば、その許容範囲内で昼光利用すれば良い。本研究では、その許容できる窓面輝度の範囲を求めるために、被験者実験を行った。

3 実験方法

3.1 実験環境

実験室の平面図を Fig.1 に、断面図を Fig.2 にそれぞれ示す。実験室には、オフィスにおける窓を模擬した面光源装置 (以下、模擬窓) を設置した。模擬窓は 32 W の昼白色蛍光灯 16 本によって構成されており、表面は乳白色の亚克力板で覆われている。模擬窓面の輝度 (以下、窓面輝度) は、ロータリー式調光器による制御に加え、亚克力板を覆う模造紙の枚数を変えることにより 500 cd/m^2 から 16000 cd/m^2 まで変化させることができる。模擬窓内の蛍光灯は実験開始 1 時間前から点灯させた。なお、Fig.1 に示すパーティションは可動式であり、左右に移動させることで模擬窓の光を完全に遮断し、外光の有無両方の環境を実現できる。模擬窓面から 1500 mm 離れた位置には実験用の机が配置されており、その机上面にはノングレアタイプの 19 型 LCD とロータリー式調光器が設置されている。LCD 画面の垂直方向の角度は 90° に設定した。LCD 画面には、白背景に黒文字の文書を表示させた。LCD 画面の輝度は、白背景の部分の輝度が 100 cd/m^2 になるよう設定した。机上面照度は 750 lx になるよう天井照明を調光した。天井照明はグリッド型の LED 照明 12 台で、色温度は 5000 K である。実験用の機の左隣には、待機用の机が配置されている。実験参加者は、眼疾患を有さない 20 代前半の学生 7 名である。

なお、本実験における照度計測には東京光電社製の照度計 ANA-F10 を、輝度計測にはコニカミノルタ社製の輝度計 LS-100 を用いた。

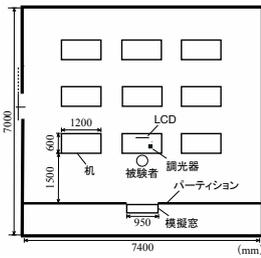


Fig.1 平面図

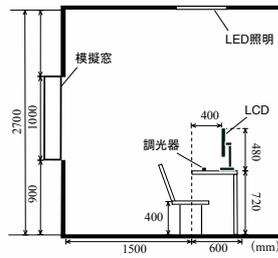


Fig.2 断面図

3.2 実験手順

実験参加者は実験室に入室後、待機用の椅子に着席し10分間待機した。この間、実験者は参加者に対して実験の手順を説明した。その後参加者は移動し、実験用の椅子に着席した。着席完了後、実験者がパーティションを移動させ、模擬窓を現した。このとき、窓面輝度は 500 cd/m^2 である。参加者は実験者の合図をもとに、LCD画面を見ながら調光器のつまみを徐々に回していき、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LCD画面を見て不快であると感じた場合、つまみを調節し、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、参加者は合図をし、実験者は模造紙の枚数を一枚減らした。参加者は合図をした直後、調光器のつまみを最小に戻す。模造紙の枚数を変更後、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。実験風景を Fig.3 に示す。作業終了後、参加者は待機用の机に移動し、不快であると感じた時の画面の見え方に関するアンケートに回答した。



Fig.3 実験風景

4 実験結果および考察

Table. 1 に、各実験参加者の最大許容窓面輝度と机上面照度の増加量の測定結果を示す。全実験参加者の最大許容窓面輝度の平均値は 1714 cd/m^2 、標準偏差は 434 cd/m^2 であった。先行研究⁸⁾において、太陽位置に応じて自動でスラット角を制御する自動制御ブラインドを用いた場合、窓面平均輝度の測定データが示されているが、そのデータによると日中は 2000 cd/m^2 を超えること

が多い。そのため、窓を背にした窓側執務者の最大許容窓面輝度を考慮すると、日中の窓面輝度が低くなるように何らかの方策を施す必要がある。また、本実験で求めた最大許容窓面輝度は、不快ではない窓面輝度の最大値を示すため、執務者の快適性を考慮するならば、日中の窓面輝度をさらに低くする必要がある。窓面輝度が最大許容窓面輝度であるときの机上面照度増加量の平均値は 140 lx 、標準偏差は 38 lx であった。したがって、人によってばらつきがあるが、昼光による窓側の人工照明の照度増分は 140 lx 程度とするのが良いと考えられる。ただし、本実験では単一の模擬窓を用いたが、実オフィスにおいては複数の窓から昼光が入射するため、照度増分は 140 lx よりも高くなることが考えられる。

実験後のアンケートでは、「画面が白く光り文字が見えにくかった」「窓からの光と自分の影がディスプレイに映り、その明るさの差異がとても不快に感じた」等の回答が得られた。

Table1 各実験参加者の最大許容窓面輝度と机上面照度の増加量

	最大許容窓面輝度 [cd/m^2]	照度増分 [lx]
A	2135	176
B	2178	182
C	1558	127
D	2210	183
E	998	76.5
F	1538	126
G	1380	111

※ A~G：各実験参加者の呼称

参考文献

- 1) 一般財団法人省エネルギーセンター. オフィスビルの省エネルギー. <http://www.eccj.or.jp/officebldg/img/office2.pdf>.
- 2) 宮田紀元. 昼光利用の背景と動向. 照明学会誌, Vol. 88, No. 10, pp. 766-770, 2004.
- 3) 井上隆, 神野雅文, 吉澤望. 照明における省エネルギー化の推進に向けて. 照明学会誌, Vol. 95, No. 12, pp. 783-786, 2011.
- 4) 岡本賢, 若井正一. 官庁型オフィスの座席配置と vdt 作業環境に関する一考察：窓際着座者からみたパソコンの使用実態. 日本建築学会関東支部研究報告集 II, pp. 129-132, 2002.
- 5) 栃原裕. 人工環境デザインハンドブック. 丸善株式会社, 2007.
- 6) 土井正一, 溝田有子, 太田明子. オフィスにおけるブラインドの使用実態. 日本建築学会学術講演梗概集. D., pp. 65-66, 1991.
- 7) 松下信禎, 若井正一. 官庁型オフィスにおける執務者の適応条件に関する研究：その3. 座席配置によるヒエラルキーと環境移行の問題. 日本建築学会東北支部研究報告集, pp. 129-132, 1994.
- 8) 笹島, 井上ほか. 日射遮蔽手法が熱・光・眺望性に及ぼす影響：その2. ブラインド仕様による窓面輝度および視環境. 日本建築学会学術講演梗概集. D-1, pp. 431-432, 2009.