

タスク・アンビエント照明における良好な均斉度を得るための照度値の下限値調査

城森 岳

1 はじめに

近年、地球温暖化防止や東京電力福島第一原子力発電所の事故による電力量逼迫により、省エネルギーが社会的に求められている。オフィスではそれに応えるために、様々な対策がなされている。照明方式で省エネルギーを実現する方法の一つに、タスク・アンビエント照明方式がある。これは、全体照明であるアンビエント照明の照度を落とし、照度の不足分を個人のデスクに設置されたタスクライトで補う方法である。この方式は省エネルギー性が高い上に、個々の要求する照度や色温度に低コストで対応できるという特長を持っている。

しかし、タスク・アンビエント照明では作業面上やオフィス空間の照度分布が不均一になる。この均一さの指標となるものに均斉度というものがある。均斉度が低下するとワーカの集中度や疲労に影響を与えるという問題がある^{1) 2)}。

そこで、国際照明学会 (CIE) が定めた均斉度の推奨基準である 0.7 を満たす³⁾、アンビエント照明の照度の下限値を調べた。

2 タスク・アンビエント照明方式

2.1 タスク・アンビエント照明方式の特徴

タスク・アンビエント照明方式は、ワーカの近くに設置された個人の業務に必要な明るさを提供するタスクライトと、天井や壁などに設置され空間全体を照らすアンビエントライトとを組み合わせる方式を指す。タスク・アンビエント照明方式の特徴として、執務者の個人的な好みへの対応が可能であること、省エネルギー性が高いこと、および環境への対応の柔軟性の高さを使いやすいことがある⁴⁾。これらの項目について以下の節に述べる。

2.1.1 執務者の個人的な好みへの対応

ワーカの年齢や精神状態、あるいは作業の種類によって好ましい照度および色温度が異なる。しかしながら、全般照明では個々に調整して対応するには個人ごとに照度や色温度を調整して対応することは困難である。一方、タスクライトを用いた場合、個人の要望に低コストで対応することが可能となる。

2.1.2 高い省エネルギー性

ワーカのデスクにタスクライトを置き、個別に照度を提供しているため、アンビエント照明の照度を抑えることができ、低消費電力に繋げることができる。また、アンビエント照明の照度を落とすため、放熱する熱の量を減らすことができ、さらなる省エネルギーが期待できる。

2.1.3 環境への対応の柔軟性の高さおよび使いやすさ

全般照明方式の大部屋では、タスクライトを用いることは多少煩わしさが伴う。しかし、パーティションで区切られたオフィスではパーティションにタスクライトを取り付けられるので、部屋全体の印象が煩わしくなることもなく、可動式タスクライトを用いれば自由な方向に照明の向きを変えることも可能である。

2.2 タスク・アンビエント照明の課題

アンビエント照明を暗くし、タスク照明を明るくすれば省エネルギーにはなるが、机上面の均斉度は低下する。均斉度が低い場合、目の疲労や知的生産性に影響を与えるという報告がなされている^{2) 5)}。そこで本研究では机上面の均斉度を CIE の推奨水準である 0.7 以上に保つアンビエント照明の下限値について検討する。

3 机上面の均斉度が 0.7 以上を満たすアンビエント照明の照度の下限値調査

3.1 概要

机上面の均斉度が 0.7 以上を満たすアンビエント照明の下限値の調査を行った。

まず、机上面のタスクライト、およびアンビエント照明をそれぞれ用いた場合の照度分布を取得し、そのときの均斉度を計算する。次にそれぞれの照度分布を用いてシミュレーションを行うことにより、タスク・アンビエント照明の照度分布を取得し、そのときの均斉度を計算する。その中で均斉度が 0.7 以上のものを取り上げる。

3.2 机上面上の照度分布の測定

3.2.1 タスク照明のみの場合

タスク照明のみのときの机上面の均斉度を測定するために、机上面上の照度分布を取得する実験を行った。実験方法は幅 120 cm × 奥行き 60 cm のデスクで測定間隔 10 cm の 49 点で測定を行った。タスクライトの設置位置は、光源の中心が机上面の中心に来るように、かつ机上面から光源までの高さが 40 cm になるように設置した。測定点の配置を Fig.1 に示す。

使用したタスクライトはベセトジャパン製の ILS-1000 である。この製品は 3 段階の光度調整と 3 段階の色温度調整が可能な LED 照明である。照度センサはセコニック社製の照度センサを使用した。

均斉度の算出式は最小照度を E_0 、平均照度を E_a とすると E_0/E_a である。なお、平均照度 E の算出方法は (1) 式の通りである⁶⁾。

まず、平面上の隅点 E_s 、辺点 E_h 、および内点 E_n の照

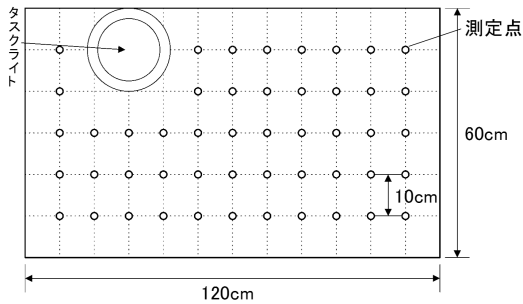


Fig.1 測定点（タスクライト）

度をそれぞれ足し合わせる．次に (1) 式で平均照度を求める．ただし，M は縦の辺の数，N は横の辺の数である．

$$E = (1/4MN)(E_s + 2E_h + 4E_n) \quad (1)$$

本実験において用いた，タスクライトの調光パターン，およびそのときの均斉度を Table.1 に示す．なお，Table.1 における照度は机上面の中心の照度である．また，条件 4 における照度分布図を Fig.2 に示す．

Table.1 タスクライトの調光パターンおよび均斉度

条件	光度の段階	照度 [lx]	色温度 [K]	均斉度
1	3	769	6500	0.22
2	2	476	6500	0.22
3	1	317	6500	0.22
4	3	1015	5000	0.22
5	2	629	5000	0.22
6	1	426	5000	0.22
7	3	307	3000	0.24
8	2	188	3000	0.25
9	1	125	3000	0.24

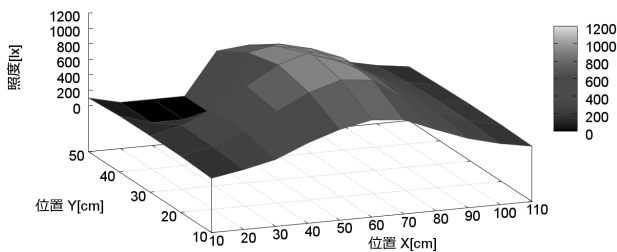


Fig.2 条件 4 の照度分布図

Table.1 より，どの条件下でも均斉度は 0.2 程度とかなり低いことが分かる．また，均斉度は照度の変化にかかわらず一定であることが分かる．

3.2.2 天井照明のみの場合

天井照明のみの場合の照度分布の取得実験を行った．使用した照明器具はシャープ製のグリッドスクエア型 LED 照明器具 DL-A014E を 9 灯用いた．この器具 LED には白色光源と電球色光源が存在するが，今回は白色光

源を使用した．実験室の寸法は幅 720 cm × 奥行き 600 cm × 高さ 250 cm である．なお，机上面から天井までの高さは 180 cm である．机の設置位置は，9 灯の照明のうち，中央の照明の直下に机の中心が来るように設置した．照度分布は机上面照度が 200, 400, 600, 800 および 1000 cd のときのもの取得した．なお，それぞれの光度における光源直下の照度は 130, 270, 398, 534, および 672 lx である．取得方法は前述したとおりである．なお，測定点は 55 点である．測定点を Fig.3 に示す．また，机と照明の位置関係を Fig.4 に示す．

各光度のうち，1000 cd のときの照度分布図を Fig.5 に示す．また，各光度における平均照度，最小照度および均斉度を Table.2 に示す．

Table.2 より，どの光度においても均斉度はとても高いことが分かる．

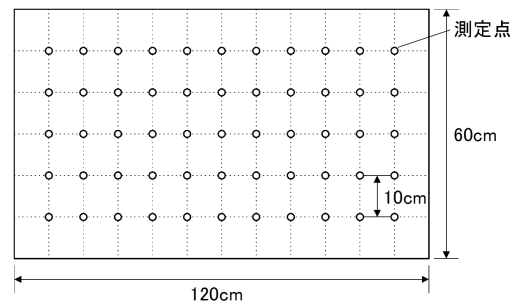


Fig.3 測定点（天井照明）

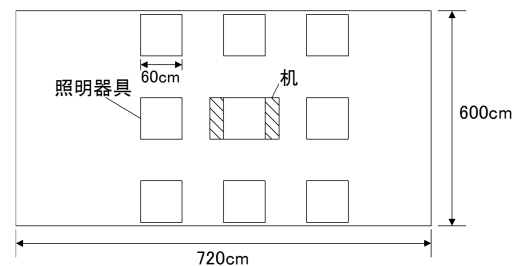


Fig.4 測定環境

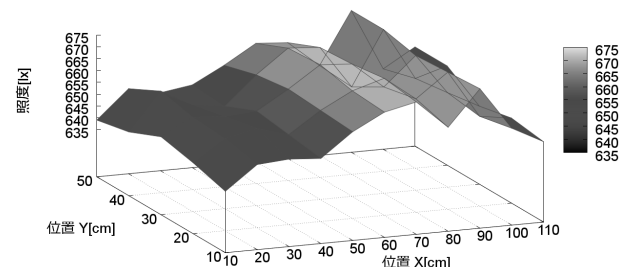


Fig.5 1000 cd のときの照度分布図

3.3 照度分布シミュレーション

3.3.1 シミュレーションの概要

タスクライトのみ，およびアンビエント照明のみの照度分布の結果を組み合わせた際の均斉度のシミュレシ

Table2 各条件下での均斉度（天井照明）

光度 [cd]	最小照度 [lx]	平均照度 [lx]	均斉度
200	126	130	0.97
400	256	265	0.96
600	378	394	0.97
800	512	526	0.97
1000	672	659	0.97

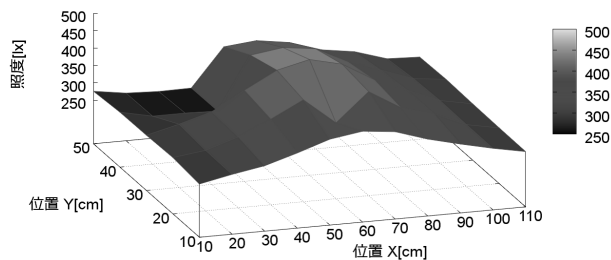


Fig.7 Table.3における9番の条件の照度分布図

ンを行った。

シミュレーションは前述したタスクライトの照度分布と天井照明の照明の照度分布を用いて、タスク・アンビエント照明の照度分布を得る。その際の均斉度を計算する。パターンは45パターン存在する。

3.3.2 シミュレーション結果

45パターンの中で、机上面の中心点の照度がおよそ400, 700, 1000, 1300 および 1700 lx になるようなパターンの中で、均斉度が0.7以上になるパターンと0.7以下になるパターンを取り上げ、それにおける均斉度をTable.3に示す。なお、Table.3におけるアンビエント照明の照度は机上面の中心の照度である。また、Table.3における1番および9番の照度分布図をFig.6およびFig.7に示す。

Table3 条件の一覧および均斉度

	タスクライトの照度 [lx]	アンビエント照明の照度 [lx]	机上面照度 [lx]	均斉度
1	1015	672	1700	0.59
2	769	534	1300	0.60
3	629	672	1300	0.70
4	769	270	1000	0.44
5	476	534	1000	0.71
6	476	270	700	0.55
7	317	398	700	0.71
8	307	130	400	0.49
9	188	270	400	0.75

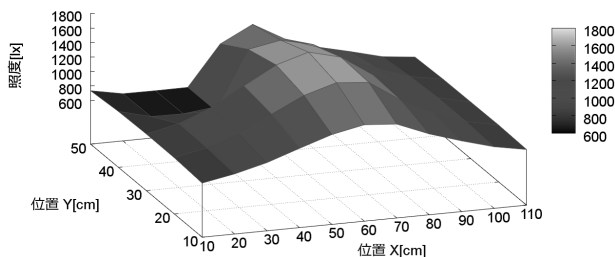


Fig.6 Table.3における1番の条件の照度分布図

今回の実験におけるアンビエント照明の下限値は、270 lx すなわち 400 cd であることが明らかとなった。

3.3.3 考察

Table.3における1番は、タスクライトおよびアンビエント照明共に最大照度で点灯している。しかし、均斉度は0.7を下回っている。ここから分かることは、単に照

明の照度を上げるだけでは均斉度をうまく上げることができないということである。

一方、Table.3における9番は全45パターンの中で最もアンビエント照明が低い状態で均斉度が0.7になるパターンの1つである。このパターンが今回使用した機器の組み合わせによる、アンビエント照明の照度が低い状態で0.7以上の均斉度を満たすパターンである。

また、タスクライトとアンビエント照明の照度の比率を表すT/A比という観点から結果を見ると、T/A比が1~2、すなわちタスクライトの照度よりアンビエント照明の照度が高いときに、均斉度が0.7以上になる傾向が見られた。一方、T/A比が1以下、すなわちタスクライトの照度よりアンビエント照明の照度が低いときには、均斉度が0.7以下になる傾向が見られた。

4 まとめおよび今後の展望

本論文では机上面の均斉度を0.7に保つアンビエント照明の下限値を調査した。その結果、3.3.2節より270 lx すなわち 400 cd であることが明らかとなった。

今後は、タスクライトの机上面から光源までの高さを変更した際、およびアンビエント照明を1灯ずつに制御した際、均斉度にどう影響を及ぼすかの検証が必要であると思われる。また、タスクライトを変更した際の均斉度の検討も必要と考えられる。

参考文献

- 1) 坂上, 明石, 梅野, 八木: 作業者の集中度と照明環境との関係について 照明学会誌 81-5 (1997) 385-390
- 2) 永井, 安陪: 目の疲労から見たタスク・アンビエント照明 照明学会誌 80-Appendix (1996) 374-375
- 3) CIE: Lighting of Indoor WorkPlaces, CIE S 008/E-2001, p.4 (2001)
- 4) 照明学会編: 照明ハンドブック第2版, p.274, 2003
- 5) 藤田, 稲沼, 坂田, 岩淵, 武田: タスク・アンビエント照明の快適性とエネルギー評価(その2) 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1998) 365-366
- 6) 日本工業規格 JIS C 7612-1985 照度測定方法