

# 有窓空間における机上面照度と空間平均輝度のバランス

日大生産工(院) ○梶 隆晴

日大生産工 加藤 未佳

## 1. はじめに

照明設計は視作業に必要な光量を与えること（ターゲット照明）を主眼に行われてきたが、屋内光環境規準・同解説（AIJES-L0002-2016（以下において AIJES とする））の刊行に伴い、アンビエント照明についても輝度目標値が定められるなど、空間全体の印象も指針が示されてきた。しかし、これらには昼光を含んだ状況は十分に想定しておらず、窓の影響を加味出来ていない。一般的な空間は日中の利用が多いことを考えれば、窓から入ってくる昼光と室内の人工照明を快適かつ合理的に調整し、よりよい照明環境を形成することが重要である。そこで、本研究では執務空間を対象に AIJES で定められている机上面照度と壁面及び天井面の平均輝度の関係が、有窓空間にも適用できるかを「空間の明るさ」や「視作業性」、「机上面照度と空間平均輝度の対比」等の観点から検討し、適切な制御方法を検討する上での基礎的傾向の把握を試みた。その結果を以下に報告する。

## 2. 実験計画

### 2.1 実験環境

実験空間は執務室空間を想定し、寸法 W:3520mm×D:3290mm×H:3000mm で空間中央に 1000mm×600mm の机が設置してある。空間内の内装反射率は天井面及び壁面は 59.04%、床面は 54.02% である。実験空間の詳細図面は、図1及び図5に示す。机の反射率は 82.81% である。天井面に設置した照明器具は、空間全体を照らすアンビエント照明として室中央に2台、壁面を照らすウォールウォッシャー照明を壁面に沿って6台の計8台（ENDO製：ERK1043W）設置した。また、壁面の上下の輝度ムラを少なくするために、窓面が設置されている壁面を照射するように床面に2台設置した。なお、壁面用の照明はアルミシートで作成した反射板を取り付け、壁面方向へ光が効率的に向かうように配光を制御している。さらに、机上面を照らす照明器具としてスポットライト（ODELIC製：OS030001BC）を机上の天井部の左右に2台設置した。窓については、窓面輝度のコント

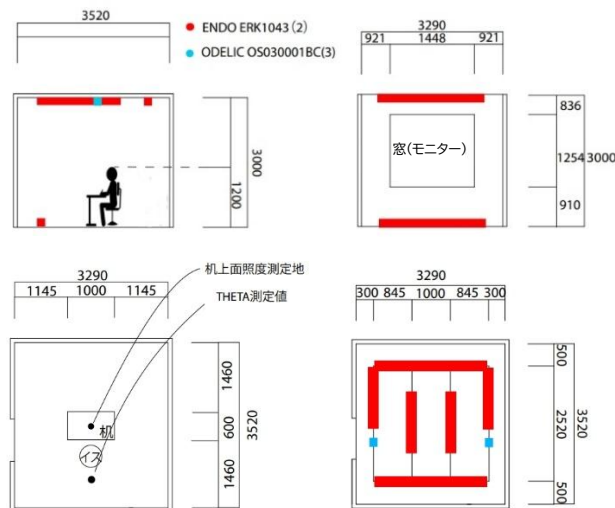


図1 実験空間図面（上：断面図、下：平面図）



図2 ODELIC OS030001BC



図3 SAMSUNG OMN-S



図4 ENDO ERK1043W



図5 実験室空間

ロール性を重視し、4000cd/m<sup>2</sup>まで出力可能なモニターを疑似窓として2台（SAMSUNG製：OM55N-S）設置した。

### 2.2 実験条件

実験Ⅰ、実験Ⅱの2種類行った。実験Ⅰは窓面からの光が無い状態で、机上面照度はAIJESで執務室の規準値である500lxに設定した。机上面の計測位置は机の中央位置（図1参照）で、高さは使用した机の高さである720mmである。

Balance between desk surface illuminance and spatial average luminance in a windowed space

Ryusei KAJI, and Mika KATO

空間平均輝度（窓面部位を除く）はAIJESで定められている最低推奨値の空間平均輝度  $20\text{cd/m}^2$  以上の値として、窓面からの光が無い状態で  $25\text{cd/m}^2 \cdot 50\text{cd/m}^2 \cdot 100\text{cd/m}^2 \cdot 200\text{cd/m}^2 \cdot 400\text{cd/m}^2$  の5条件とした。窓面輝度は  $1500\text{cd/m}^2 \cdot 3500\text{cd/m}^2$  を目標として値を2条件で設定した。なお、窓面を模したモニターを点灯した状況下の実測値は表1に示す。実験Ⅱは窓面からの光を加味して机上面照度を  $500\text{lx}$  に設定するように設定し、窓面が  $1500\text{cd/m}^2$  の場合は  $25\text{cd/m}^2 \cdot 50\text{cd/m}^2 \cdot 100\text{cd/m}^2$  の3条件、 $3500\text{cd/m}^2$  の場合は  $25\text{cd/m}^2 \cdot 50\text{cd/m}^2$  の2条件、窓面からの輝度がない場合が  $12.5\text{cd/m}^2 \cdot 25\text{cd/m}^2 \cdot 50\text{cd/m}^2 \cdot 100\text{cd/m}^2 \cdot 200\text{cd/m}^2 \cdot 400\text{cd/m}^2$  の6条件を加えた11条件行なった。また、窓面を模したモニターを点灯した状況下の実測値は表2に示す。窓面（モニター）からの光の影響に意より、いずれも高くなっている。

## 2.3 評価方法

被験者は、目線の高さが  $1200\text{mm}$  になるように調整した椅子に座り、身体は固定して首だけを自由に動かして空間を観察する。評価項目は表3に示す。また空間の提示順序はランダムとする。実験開始時に10分間の初期順応時間を取り、観察空間ごとに20秒の順応時間を設けた後、評価してもらった。被験者は20代の男性10名、女性10名の計20名の正常色覚者であり、視力は両目で  $0.7 \sim 1.5$  であった。また、日常的な状況での視力とするために、矯正視力で行う。ただし、カラーコンタクト及びブルーライトカット眼鏡は不可とし、通常のコントラクト、眼鏡で実験を行った。

## 3. 実験結果及び考察

①空間の明るさの評価結果を図6、③窓面のまぶしさの評価結果を図7に示す。なお、凡例が△の場合は窓面輝度が  $0\text{cd/m}^2$  の条件、○の場合は窓面輝度が  $1680\text{cd/m}^2$  の条件、□の場合は窓面輝度が  $3520\text{cd/m}^2$  の条件である。まず①空間の明るさの結果は、実験Ⅰ、実験Ⅱともに実験窓面輝度による有意な差が見られず、「0：ちょうど良い」となるのは空間平均輝度が  $75 \sim 100\text{cd/m}^2$  程度である。一方で③窓のまぶしさの評価はそれぞれの実験で窓面輝度による差が見られた。窓面輝度の違いは知覚しているが、この程度の窓面輝度の違いであれば、空間の明るさには大きな影響を及ぼさない可能性がある。実験Ⅰ、実験Ⅱの⑧執務室として

表1 実験Ⅰの実験条件の組み合わせ

実験番号	1	2	3	4	5
机上面照度 (lx)	687	747	702	812	1314
窓面輝度 ( $\text{cd/m}^2$ )	1680	1680	1680	1680	1680
空間平均輝度( $\text{cd/m}^2$ )	49.3	73.2	116	201	377
実験番号	6	7	8	9	10
机上面照度 (lx)	857	935	890	1013	1514
窓面輝度 ( $\text{cd/m}^2$ )	3520	3520	3520	3520	3520
空間平均輝度( $\text{cd/m}^2$ )	66.5	84.6	133	218	394

表2 実験Ⅱの実験条件の組み合わせ

実験番号	1	2	3	4	5	6
机上面照度 (lx)	501	500	460	500	536	700
窓面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
空間平均輝度(cd/m <sup>2</sup> )	11.8	25.1	51.4	103	199	400
実験番号	7	8	9	10	11	
机上面照度 (lx)	533	500	503	556	571	
窓面輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	1680	1680	1680	3280	3280	
空間平均輝度(cd/m <sup>2</sup> )	28.0	48.5	103	51.9	100	

表3 実験の評価項目

	評価項目	評価軸
実験Ⅰ、Ⅱ共通評価項目	①空間の明るさ	(-3~+3)
	②机上面の明るさ	(-3~+3)
	③窓面の眩しさ	(-3~+3)
	④視作業性のしやすさ	(0~+3)
	⑤窓面と壁面の明るさのバランス	(適・否)
	⑥机上面と窓面の明るさのバランス	(適・否)
	⑦机上面と壁面の明るさのバランス	(適・否)
	⑧執務室として総合評価	(適・否)
実験Ⅱ	⑨文字の読みやすさ	(-3~+3)
	⑩光のバランスの許容	(適・否)

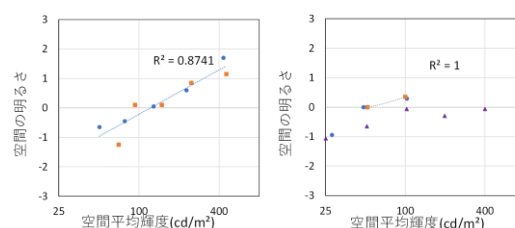


図6 空間の明るさの評価と空間平均輝度の関係(左:実験Ⅰ、右:実験Ⅱ)

の総合評価として「適している」と回答した割合と机上面輝度/空間平均輝度の関係を図 8 に示す。図 8 実験 I と実験 II の窓面輝度  $1680\text{cd/m}^2$  の場合では机上面輝度と空間平均輝度の対比が大きくなるほど「適している」との回答割合低下しており、対比が 10 下回ると、「適している」の割合が 50%を下回る。しかし図 8 実験 II での窓面輝度が  $3520\text{cd/m}^2$  の場合が「適している」の割合が窓面輝度  $1680\text{cd/m}^2$  と比べて大きく下回っている。これは図 7 右側から窓面輝度が  $3520\text{cd/m}^2$  のほうが窓のまぶしさを知覚しており、図 9 から机上面と窓面の明るさのバランスが悪いという結果から来ていると判断した。

鈴木ら<sup>1)</sup>によると、窓が無い空間における机上面輝度/空間平均輝度は、10 程度でピークをとり、20 程度まで「適している」の割合が 50%を下回ることではない。窓面が高輝度な場合、机上面輝度/空間平均輝度の対比を、人工照明のみの場合よりも抑える必要がある可能性がある。なお、図 10 に実験 I の⑦と⑧の「適している」の評価割合の関係を示す。相互には高い相関が見られている。これらから、執務室としての総合評価において、机上面照度と壁面輝度の明るさのバランスの評価が、影響を与える重要な要素である可能性が高い。

#### 4. 実験結果

今回の実験で設定した実験条件は全て、AIJESの事務室の下限値である壁面平均輝度  $20\text{cd/m}^2$  の値を満たしているが、評価結果を見ると、机上面照度  $500\text{lx}$  に設定して、窓面から光を入れる場合は「ちょうどよい」となる空間平均輝度は  $100\text{cd/m}^2$  程度の条件である。そのため、窓のある空間の場合、執務室空間として許容できる空間を設計する際、AIJESで定めている推奨最低値は低すぎであり、昼光にあわせた値設定が必要であろう。

また、昼光を加味せずに机上面照度を  $500\text{lx}$  に設定した場合と窓面輝度  $1680\text{cd/m}^2$  で昼光を加味して机上面照度を  $500\text{lx}$  にした場合は「適している」と許容されるのは対比が 10 程度までであるが、窓面輝度  $3520\text{cd/m}^2$  で昼光を加味して机上面照度を  $500\text{lx}$  にした場合には「適している」と許容されるのは条件にはなかった。そのため窓から入ってくる光量を少なくすることで許容される割合が増えることがわかる。

また、近年の昼光連動制御は、窓面輝度が高く入射光束が多いほど、窓際の照明器具を減光

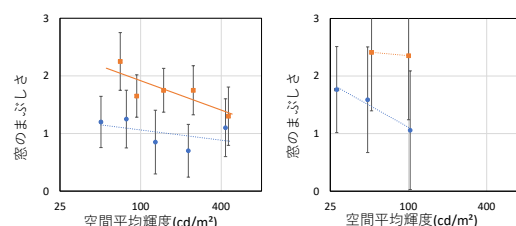


図 7 窓のまぶしさの評価と空間平均輝度の関係(左:実験 I、右:実験 II)

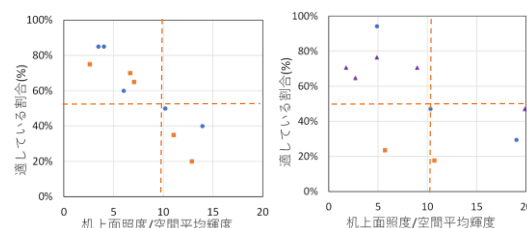


図 8 対比における執務室としての評価(左:実験 I、右:実験 II)

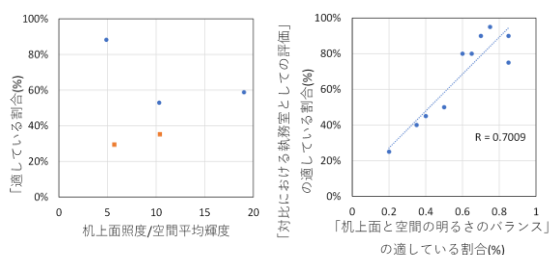


図 9 実験 II の机上面と窓面の明るさのバランスの評価と空間平均輝度の関係

図 10 実験 I の机上面と壁面の明るさのバランスの評価と執務室としての「適している」の評価割合の関係

制御する事が一般的であるが、視的快適性の担保という観点からは、むしろ増光して、対比を小さくする方が望ましいといえよう。

#### 参考文献

- 1) 原直也：窓外に景色の有する室の明るさ評価に基づく種々の明るさの指標の有効性の検討，日本建築学会環境系論文集 第 615 号，2007.5，p9-14
- 2) 鈴木宏明，加藤未佳：執務室空間の机上面照度と空間平均輝度の適切なバランス-若齢者と高齢者の比較を通じて-，第 45 回東京支部大会講演論文集，2024.11，p19
- 3) 日本建築学会環境基準 AIJES-L0002 照明環境基準・同解説，2016.6