

オフィス室内における座席間照度の不均一さの個人作業への適性

THE SUITABILITY OF ILLUMINANCE NON-UNIFORMITY BETWEEN DESKS FOR INDIVIDUAL WORK IN THE OFFICE ROOM

小林茂雄*, 小原和輝**, 中村芳樹***

Shigeo KOBAYASHI, Kazuteru OBARA and Yoshiki NAKAMURA

This study examined the worker's satisfaction of non-uniform lighting environments in the office room. An evaluation experiment was carried out in an experimental room with the other person placed at next desk. The level of illuminance on the working plane and illuminance distribution between the desks were assumed to be variables, and the satisfaction of the lighting environment for various kinds of work were evaluated. As a result, the subjects' evaluations on the non-uniform lighting were observed to separate to two groups. One group preferred continuous illumination between the desks, and the other group preferred discontinuous illumination between the desks. Next, the further experiment was done with no other person placed at next desk. The results showed the interpersonal factor also affected the preference of non-uniform lighting environment.

Keywords: non-uniform lighting, visual task, office, task and ambient lighting, interpersonal consciousness
不均一照明、視作業、オフィス、タスク・アンビエント照明、対人意識

1 研究の背景と目的

オフィス室内の照明は、各座席間を均一に照明する全般照明が主流である。しかし省エネルギーの観点から、環境照明と作業用照明を分離したタスク・アンビエント照明や、昼光を積極的に導入した不均一な室内照明も見直されている。全般照明による均質な照明では、自席と周辺の座席との間に明るさの斑は生じないが、タスク・アンビエント照明では作業面より周辺の照度が低いため、座席と座席の間に明るさの谷を持つことになる。また、昼光を導入した室内は、窓側から室奥へと徐々に照度が低下し、緩やかで大きい明るさの変化が生じる。これまでオフィスの不均一照明は、視作業に適した視環境の観点から作業面とその周辺の照度比を基礎として検討されており、周辺照度はその最大値や最小値のみが問題にされるが多かった。しかし、タスク・アンビエント照明と昼光照明では照度の分布が異なり、それらの質的側面を照度の最大・最小値によって捉えることには無理があると思われる。作業に対する座席周辺の光環境の適性を考える上では、室内照度分布の特徴について検討する必要がある。

またオフィスの執務室は、一般に一人の個人が空間を専有することよりも、複数の執務者によって共有されている。日常的に他の執務者とコミュニケーションを取る場合には、互いの視覚的な関係が

重視されるが、直接コミュニケーションを取らない場合であっても、座席からの他者の見え方や他者との間の環境の変化は両者の心理に何らか働きかけているものと考えられる。これまでオフィス照明は、個人の視作業に適した視環境を形成するという視点に立ち、他の座席については自席に対する周辺環境の一部として捉えられてきた。しかし室内照明が不均一で座席間で明るさが異なるときには、それによって引き起こされる心理的な意識についても検討する必要があると考えられる。

本研究では、他者と共有したオフィス室内において、座席間の照度の不均一さが照明環境に対する満足感に与える影響を検討するのである。自席の机上面照度に対する周辺照度のレベル、座席と座席との照度のバランス、座席間の照度の不均一さを変えた実験条件によって、作業に対する室内照明の満足感を把握する。さらに、隣人他者と空間を共有することが照明に対する満足感に与える影響を取り出すため、他者の存在の有無を変えた条件についても検討する。

2. 作業面照度と周辺照度の関係に対する課題

オフィス室内の座席間の照度については、自席の作業面照度に対する周辺座席の机上面照度の比について検討したものがあ

* 武蔵工業大学工学部建築学科 講師・博士(工学)

** 松下電工(株) 工修

*** 東京工業大学大学院人間環境システム専攻
助教授・博士(工学)

Lecturer, Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.
Matsushita Electric Works, M. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Built Environment, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Slaterら⁽¹⁾⁽²⁾は、向かい合う2つの机の照度バランスを変化させ、単純な事務作業に対する満足度を調べた。その結果、全ての被験者が満足するには2つの机の照度比が0.7以上必要であるという結果を得ている。ただし、照度比が0.3と低い場合でも不満率が50~70%に留まっていることから、満足度にはばらつきがあったことが伺える。田淵ら⁽³⁾⁽⁴⁾も同様に被験者に簡単な視作業を行なわせ、周辺の座席照度の許容量を求めた結果、机上面照度700lxでは、許容される周辺机上面照度は220~700lxとなることを示している。これらの実験では周辺座席に人物を配しておらず、被験者一人が滞在した状態で評価を行ったものである。

またオフィス室内において作業面照度と周辺照度のバランスを取り上げたものとして、Fischer⁽⁵⁾は、アンビエント照明器具とタスク照明器具との照度比を変化させ、好ましくなる照度比を回答させた。その結果、周辺照度は作業面照度の35%以上必要となることを示している。一方、Taylorら⁽⁶⁾は同様な条件での実験の結果、Fischerとは逆に周辺照度の低い局所照明の方が全般照明よりも作業効率が良くなったことを示している。

視作業以外を対象としたものでは、明石ら⁽⁷⁾⁽⁸⁾は、周辺照度を変化させた条件で長時間の作業を行わせ、作業に対する集中度を評価させた。その結果、一般的な事務作業では全般照明が作業に集中しやすいが、思考を伴う作業では周辺照度は作業面照度の10%程度で最も集中しやすくなることを示している。一方望月ら⁽⁹⁾は、周辺照度が異なる条件下で長期間の評価実験を行った結果、思考を伴う

作業は周辺の照度が低い方が満足度は高くなることを示しており、その理由として、周辺照度の低さは、気が散らずに作業に集中できる効果があるためだと考察している。

以上は、タスク・アンビエント照明による不均一な室内照明を対象にしたものであるが、これらは、作業面の周辺照度は基本的に均一な状態を仮定している。本研究では、タスク照明による照度差やアンビエント照明による照度差を含めた条件によって、自席と周辺座席の照度変化の影響を取り上げた点に特徴がある。

また作業に適した作業面照度と周辺照度の比については、研究事例により結果が異なっており、その要因についても明確ではない。既往研究では、照明に対する個人の反応は同等であるという立場から被験者の大半が満足する照明の条件を求めているが、結果の差異は評価の個人差によることも考えられる。本研究では、作業内容の違いに対する照明条件の満足感を調べると同時に、照明に対する個人の評価の傾向についても検討する。

3 座席間の照度分布が個人作業に与える影響

3.1 実験の目的

オフィス室内で他者と共有した状態において、各種個人作業に適した周辺照度の分布を評価させる。既往研究では、作業面に対する

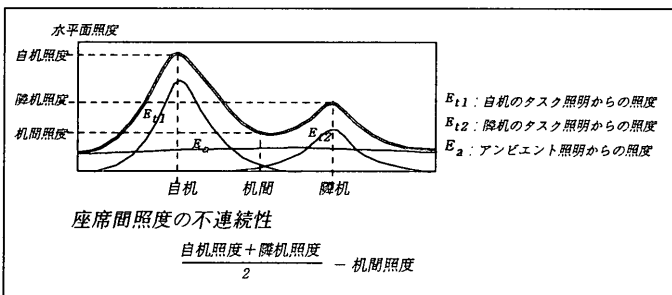


図1 座席間照度の不連続性

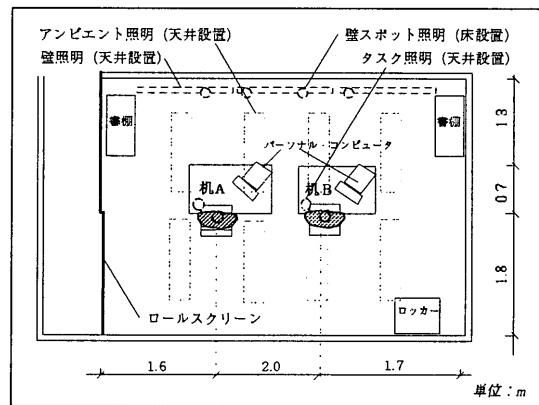


図2 実験室平面図

表1 実験条件の主要照度

照明 パターンの 略号	座席間 照度変化の 不連続性	各面の照度 (lx)					照度分布模式図
		自席	机間	隣机	隣人	対向壁	
A	0	200	200	200	97	90	
B	0	200	200	200	128	280	
C	0	300	300	300	149	160	
D	0	300	300	300	176	320	
E	0	800	800	800	333	340	
F	50	300	500	800	360	200	
G	50	800	500	300	156	200	
H	200	300	350	800	380	160	
I	200	800	350	300	159	160	
J	400	800	400	800	380	160	
K	400	800	400	800	407	320	
L	500	800	300	800	368	90	
M	520	300	30	800	394	5	
N	520	800	30	300	148	5	
O	600	800	200	800	437	260	
P	730	800	70	800	413	120	
Q	750	800	50	800	395	7	

照度測定位置 自席、机間、隣席：水平面照度（床上0.7m）
隣人：隣人の顔面位置でのスカラー照度（床上1.0m）
対向壁：平均鉛直面照度

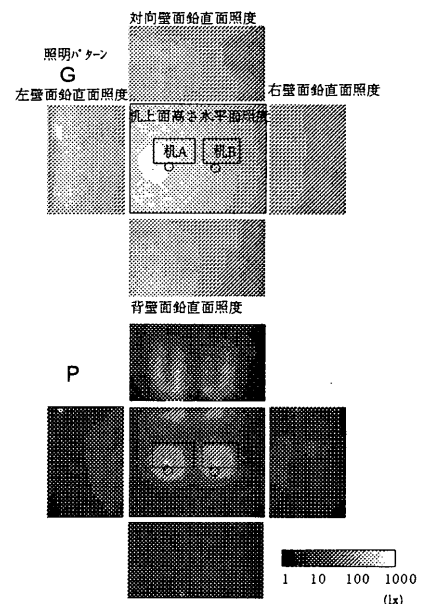


図3 室内照度分布の例

周辺照度の値は、他の座席の机上面照度やアンビエント照明の平均照度などで表されているが、これらには室内照度の分布の特徴が表れていない。本研究では、水平面照度の座席間での変化について、タスク・アンビエント照明のような座席間に照度の谷を持つ不連続な照度変化と、昼光照明のような座席間の照度が緩やかで連続的に変化するものを区別する。またこの座席間の照度の不連続性を表すために、図1に示すように、両座席の机上面照度の平均値と両者の中間位置での照度の差をとり、「座席間照度の不連続性」として用いることにした。

3.2 実験の概要

図2に示すオフィス執務室を想定した実験室内 (5.3m × 3.8m) において、2つの執務机を平行に配置した。実験室は無窓とし、外光は遮断している。室内各面の反射率は、机上面0.4、対向壁面0.8、床面0.3であり、机上のCRT画面の輝度は約110cd/m²である。実験における光環境は、(1)机上面の照度レベル、(2)両座席の机上面照度レベルの差、(3)座席間の照度の不連続性、(4)対向壁面の照度、の4条件によって設定した。表1に、照度の不連続性の順に並べた17の照明条件を示す。図3に室内照度分布図の例を示す。

被験者は2人一組とし、両者を同時に実験室内に入室させた。各座席に着席後1分間アイマスクを着用させ、その間に評価対象の照明を設定した。アイマスクを外した後、順応のための30秒の時間を挟み、表2に示す文章読解作業をそれぞれの被験者に5分間行なわせた(図4)。作業終了後、作業に対する室内照明の満足感を求めた。評価は、「非常に満足～全く満足しない」までの7段階尺度とし、作業を継続して行くことを想定させた上で判断するように教示した。以後、表2に示す作業を順に行わせ評価させた。被験者は事務職、研究職、大学院学生の計20名(男10名、女10名)で、視作業を遂行する十分な視力を有している。また2人の組み合わせは全て知人同士とし、10組中8組は同姓の組である。実験中には互いに私語を交わさないようにしている。

3.3 実験結果

(1) 評価傾向からみた被験者の分類

各作業に対する照明環境への満足感の評価は、全被験者でみると、同一照明条件に対しても被験者によるばらつきは大きく、全てが一致した傾向を持っているとは認められなかった。被験者による評価差は、評価の絶対基準の置き方や評価の振幅差に起因するとみられる分散もあったが、特定の作業や照明条件において特に差異が激しくなるなど、照明に対する好み被験者により異なることによるばらつきがあることも想定された。そこで、評価の類似性を知るため、被験者間の評価の相関係数を求め、相関係数を類似度としたクラスター分析(平均距離法)を行った。図5に示すクラスターは、性別や年齢、職種などの属性による関わりについては特定されなかったが、大きく2グループに分かれている。2つの被験者グループをそれぞれグループI、グループIIとした。図6に被験者グループ間の満足感の評価平均値を布置している。グループ間での評価の違いは、照明条件によって異なる傾向がみられる。文章読解作業やワープロ入力作業では、Eのような高照度な全般均一照明で両グループ共に高い評価となっている。また、B,C,Dのような低照度で均一に照明されている照明パターンでは、グループIでは評価が高く、グループIIでは評価が低くなる傾向にある。M,P,Qのような自席の作業面照度に対して周辺照度が低い照明条件では、グ

表2 作業内容

作業名	作業内容
文章読解	OA用紙に印刷された新聞記事を読む (A4用紙、文字サイズ12ポイント、1行40字)
ワープロ入力	CRT画面を見ながら自由な文章を考え、ワープロで入力する (画面の文字サイズ12ポイント、陽画表示)
思考作業	類語の作成などの思考問題を解く
休憩	椅子に座ったままで休憩する

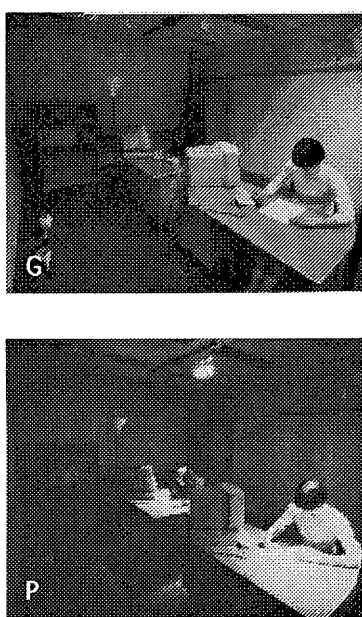


図4 実験風景(文章読解作業)

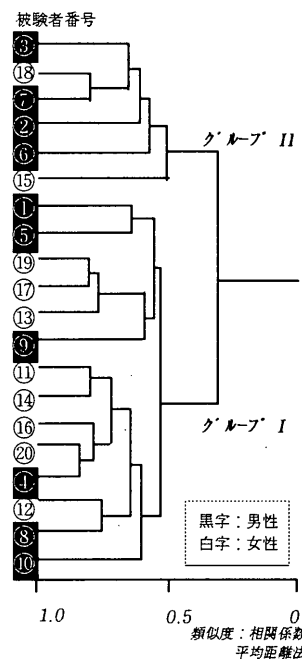


図5 被験者のクラスター

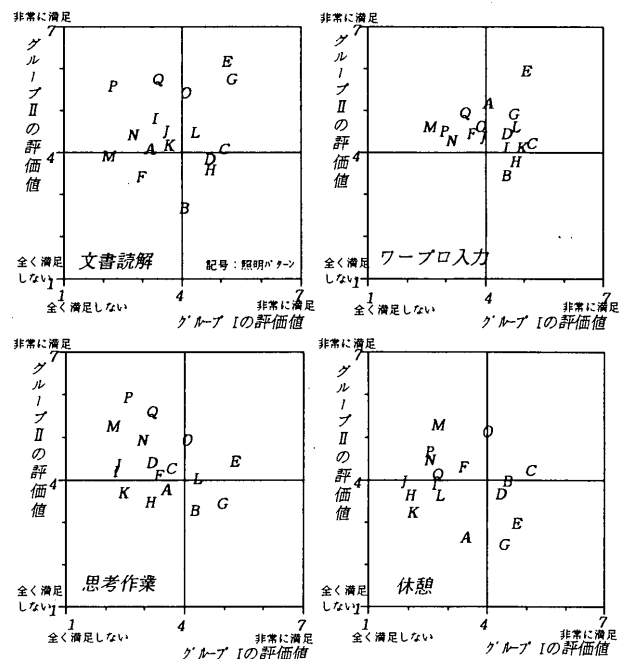


図6 被験者グループ間の評価値の布置

グループ I では評価が低くグループ II では評価が高くなっている。こうした傾向は、思考作業や休憩においてより顕著にみられている。座席間の照度が不連続な照明条件に対して、両グループの嗜好は対極的であったと考えられる。

これまで、オフィスの不均一照明に対する満足感は、被験者による若干のばらつきがあること⁽¹⁾や、ばらつき方が事務作業よりも思考的な行為によって顕著になること⁽¹⁰⁾が示されていた。しかし被験者によって特定の照度分布の嗜好が反転するなどの事例は報告されていない。これには、既往研究で扱っている照度分布と本実験では条件が異なることや、他者を記したことによる対人的な影響があったことなどに原因があるのではないかと考えられる。

(2) 座席間の照度分布による検討

表3には、各作業に対する照明の満足感と、既往研究等で取り上げられた照度に関する幾つかの指標との相関係数を示している。自机照度（自席の机上面照度）の高さは、グループ II の文章読解作業では高い相関がみられるが、それ以外では顕著な関係はみられていない。

座席間照度の不連続性はどの作業に対しても全体的に強い相関があり、またグループ I と II で符号が逆転している。

隣机照度 / 自机照度では、既往研究⁽¹⁾では1に近い値で適正とされているが、本実験では高い相関はみられない。ここでは隣机照度 / 自机照度が1を越える実験条件を含んでおり、その実験条件によって安定した結果とならなかったことが考えられる。

室内平均照度 / 自机照度は、既往研究においても結果が安定しているわけではないが、本実験では被験者グループによって傾向が異なることに特徴が表れている。すなわち、グループ I の文章読解作業では室内平均照度 / 自机照度と正の相関であり、Fitcher⁽⁵⁾、望月ら⁽⁹⁾の結果と類似した傾向にある。またグループ II の文章読解作業では負の相関で、明石ら⁽⁷⁾の結果と類似した傾向にある。しかし、室内平均照度は分布の特徴が排除されていることによって、既往研究との関連について平均照度のみを軸として考察することは難しい。また実験パターンが座席間照度の不連続性と室内平均照度がある程度関連していることによる影響も考えられる。

自机照度と対向壁面照度の比は、グループ I のワープロ入力作業と休憩、グループ II の思考作業において高い相関がみられている。

表3 作業に対する評価値と照度に関する指標との相関係数

グループ I	自机照度	座席間照度の不連続性	隣机照度 / 自机照度	室内平均照度 / 自机照度	対向壁面照度 / 自机照度
	文章読解	0.21	-0.58 *	0.29	-0.50
ワープロ入力	-0.19	-0.76 **	0.08	-0.18	0.65 *
思考作業	0.20	-0.47	0.27	-0.38	0.33
休憩	-0.32	-0.57 *	0.45	-0.18	0.56 *

グループ II	自机照度	座席間照度の不連続性	隣机照度 / 自机照度	室内平均照度 / 自机照度	対向壁面照度 / 自机照度
	文章読解	0.73	0.58	-0.60	-0.43
ワープロ入力	0.29	0.01	-0.12	-0.02	-0.35
思考作業	0.35	0.75	-0.64	0.02	-0.57
休憩	0.03	0.60	-0.36	0.33	-0.15

** : 相関係数有意性検定 1% * : 相関係数有意性検定 5%

次に、最も高い相関がみられた座席間の照度の不連続性について、評価値との布置を図7に示す。グループ I では、座席間照度が不連続なほど満足感の評価が低く、同じ不連続性の場合、休憩以外の作業は自机照度が高いほど評価が高い傾向にある。また、対向壁面を照明したパターン O は、座席間の照度が不連続でも比較的満足感が得られている。一方グループ II では、全体的に座席間照度が不連続なほど評価が高くなっている。ワープロ入力作業では、均一で高照度な E の評価が突出して高くなっており、また対向壁面を照明した O はグループ II でも比較的高い評価を得ている。O の評価の高さから、壁面への付加照明による鉛直面の照度の確保は、座席間の不連続な照度分布による肯定的な印象を損なうことなく、否定的な印象を緩和する働きがあるのではないかと考えられる。

明石ら⁽⁷⁾や望月ら⁽⁹⁾は、思考作業は視作業と異なり、周辺照度が低い方が好まれるとしているが、本実験では机上面の作業はグループにより評価は異なるものの、作業による違いは認められなかつ

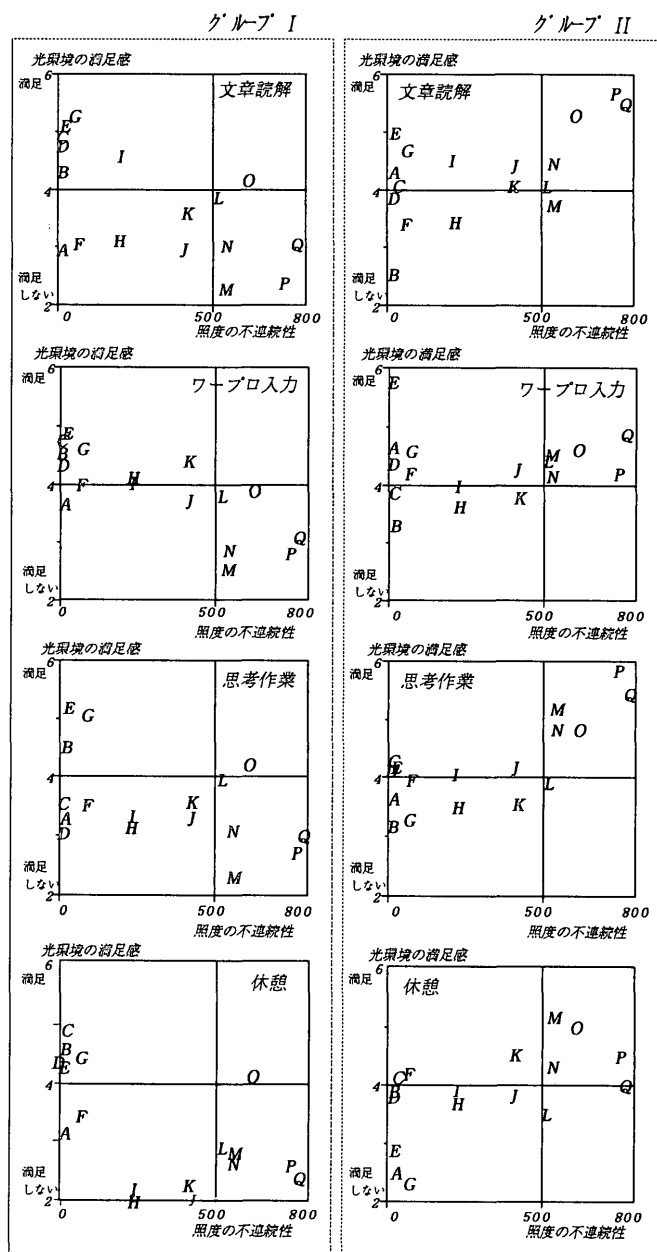


図7 座席間照度の不連続性と各評価値の関係

た。思考作業等に対する評価は、作業の中身や作業時間、室内規模などの空間の状況に左右されやすいが、本実験の場合には、他者を配したことによる対人的な影響が強く働いた可能性が考えられる。

4 他者の存在の有無が照明環境の評価に与える影響

4.1 実験の概要

他者と室内を共有した状態での評価実験は、被験者同士は直接コミュニケーションをとらなかったものの、空間を共有することによる対人的な意識が照明環境の満足感に影響を与えていたことが想定される。そこで次に、隣席に他者を配さず一人で空間を専有した状況において検討することとした。

先に行った17の照明条件から、座席間の照度の不連続性や満足感の評価の類似性から条件を絞り、表4に示す13の照明条件を設定した。実験の手順は、隣席を空席とした以外同様の手続きで行った。被験者は、グループIの9名と、グループIIの3名の計12名（男性5名、女性7名）である。

4.2 実験結果

両方の実験に参加した被験者を対象にして、他者の有無それぞれの条件でグループ毎の評定平均値を求めた。図8に、被験者グループ間の評価の布置を、隣席に他者を配した場合と配さない場合とで記している。他者を配した場合よりも配さない場合の方が、両者の相関が全体的に高まっていることがわかる。しかしこの被験者のグループ分けは、元々他者を配した場合の実験結果を基に行ったものであり、回帰効果によってグループ間の評価が平均化した可能性もある。そこで他者を配した場合と配さない場合について、座席間の照度の不連続性に対する被験者の個人データのばらつきを調べた。その結果、個人レベルにおいても他者を配さない状態の方がばらつきは小さくなることが確認された。

表4は、他者の有無による満足感の評価差を座席間照度の不連続性の小さい順に示したものである。グループIでは、座席間照度が連続的な照明条件では、他者を配さない場合に満足感が低下しており、不連続な照明条件で満足感が上昇する傾向にある。すなわち、他者

を配さない場合には全体的に座席間が不連続な照明の方を好むようになってきている。一方グループIIは他者の有無による評価差はあるものの、評価の変化に座席間照明の不連続性との傾向はみられなかった。ただし3名と少ない被験者のため、明確な判断ができるわけではない。

また実験後のインタビューでは、他者を配した場合には、「不連続な照明ほど隣席とが分断されるようで、他者への気づかひが増す」といった指摘が複数の被験者からみられた。つまり座席間に照度の谷を持つような照明は、各執務者の持つ領域が分断して意識されやすくなり、他者との心理的距離が広がっていくのではないかと考えられる。こうした対人的な意識の変化は、環境に対して受ける違和感に結びついている可能性がある。例えば、グループIの被験者が他者がある場合に不連続照明を好まなかったことにも、他者へ対す

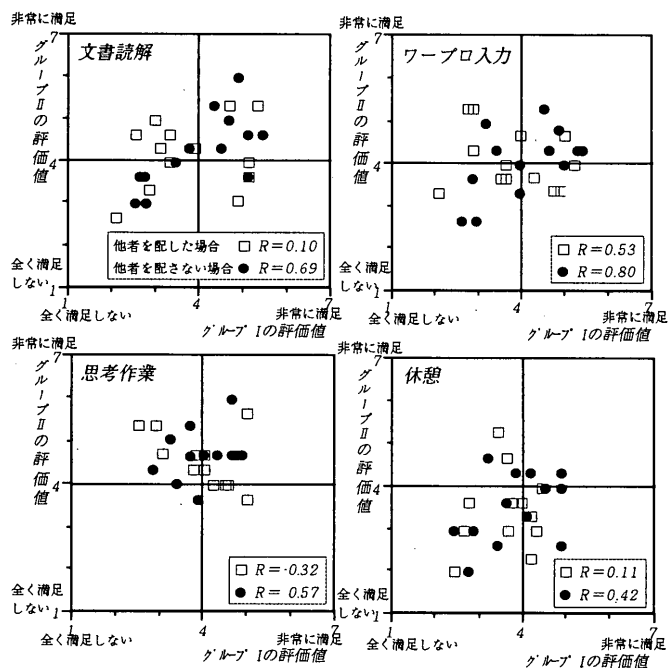


図8 他者の有無による被験者グループ別評価値の布置

表4 他者の有無による評価差と座席間照度の不連続性

照明パターン	座席間照度の不連続性	グループI				グループII			
		他者を配さない場合の評定値	他者を配した場合の評定値	他者を配さない場合の評定値	他者を配した場合の評定値				
A	0	-0.44	-0.56	-0.67	-1				
E	0	0.22	-0.44	0.67	0.67				
F	50	-0.89	-0.78	-1.06 *	0				
G	50	-0.22	-0.22	-0.11	1				
H	200	0.44	0.33	0.56	-0.33				
I	200	0.33	0.78	0.67	1.33				
J	400	0.00	0.56	0.22	0.67				
K	400	0.28	0.56	0.83	0.17				
M	520	0.44	0.56	0.33	-0.67				
N	520	-0.11	0.33	-0.11	0				
O	600	0.78	0.67	0.00	0				
P	730	1.78 *	1.11	0.33	0.67				
Q	750	0.44	0.67	-0.44	-1				

平均値の差の検定 * 5%有意

平均値の差の検定 * 5%有意

る気遣いをより強く感じるという対人行動の特性や、他者との距離をより保ちたいというパーソナルスペースへの指向性が関係していることが考えられる。何れにしても、照明環境によって他者との分離をどの程度意識するかには個人差が大きく、それによって照明環境に対する評価が左右されることについて十分に留意する必要がある。

本実験は全被験者を対象としたものではなく、その評価の変化を十分把握できたとはいえない。また他者がいない場合に被験者の嗜好が類似することは確認されたが、全ての被験者が一致した傾向を持つようになるのかまでは確認できていない。他者と空間を共有することの影響については、さらに多くの実験データを得て信頼性を高める必要があると思われる。

5 まとめ

本研究では、複数の執務者でオフィス室内を共有する場合の、個人作業に対する照明の満足感について、主として座席間の照度分布の観点から検討した。実験の結果明らかとなったことをまとめる。
・座席間の照度分布が不均一な場合、個人作業に対する室内照明の満足感は、既往研究のように作業面照度と周辺座席照度との比のみによって説明することはできない。座席間に照度の谷を持つ不連続な変化か、照度の谷を持たない連続した緩やかな変化かといった照度の不連続性などを考慮する必要がある。

・隣席の他者と共有した室内では、満足される座席間の照度分布は全ての被験者で一致した傾向とはならず、大きく2つの傾向がみられる。一方は座席間の照度が不連続なパターンを好む者であり、他方は座席間の照度が連続的なパターンを好む者である。また、不連続な座席間の照度を好まない被験者であっても、鉛直面の明るさを確保すると満足感が得られることがある。

・空間を他者と共有するかどうかによって、満足感が得られる室内照明環境は異なる。全体的に、他者と共有する場合よりも、他者がなく一人で空間を専有する場合の方が、座席間の照度が不連続な分布が好まれやすい。この原因の一つとして、他者のいる座席との照度が不連続な場合、互いの領域が分断されるという意識が生じるためではないかと考えられる。

今後の課題

本研究では座席間の水平面照度の不均一さを軸として考察したが、光環境に対する評価は室内全体の平均照度ともある程度相関がみられた。これは実験パターンにおいて、照度の不連続性と平均照度レベルに因果関係があったからでもある。室内の平均照度は、空

間全体の明るさ感とも関連づけられることから、今後、座席間の照度の不均一と室内の平均照度レベル、また鉛直面の照度レベル等とも合わせて検討していくことが求められる。

また本実験は、一組の被験者を全て知人同士としたが、こうした被験者相互の人間関係の設定によって、好まれる座席間の照明環境は異なるものと考えられる。すなわち、両者の関係が対等であるか、目上・目下の関係であるか、また気楽な関係であるか、緊張に満ちた関係であるかなどに対する違いである。さらに、他者と直接コミュニケーションをとる場合に対する照明環境の満足感については、互いに交流を持つ対人的な作業を加えることによって検討することが求められる。

参考文献

- (1) Slater, A.I., Perry, M.J., Carter, D.J.: Illuminance differences between desks: Limits of acceptability?, *Lighting Research and Technology*, Vol.25, pp.91-103, 1993
- (2) Slater, A.I., Boyce, P.R.: Illuminance uniformity on desks: Where is the limit?, *Lighting Research and Technology*, Vol.22, pp.165-174, 1990
- (3) 田淵義彦、松島公嗣、中村肇、別府秀紀：事務所照明における照度と輝度の好ましいバランスに関する研究（その1）、*照明学会誌*、Vol.73、pp.288-294、1989
- (4) 田淵義彦、中村肇、松島公嗣、別府秀紀：事務所で局部照明を併用する場合の好ましい照度バランスに関する研究、*照明学会誌*、Vol.75、pp.275-281、1991
- (5) Fischer, D.: General lighting versus local lighting in offices, *International Lighting Review*, No.4, pp.108-110, 1980
- (6) Taylor, L.H., Sucov, E.W., Shaffer, D.H.: Office lighting and performance, *Lighting Design and Application*, May, pp.21-25, 1975
- (7) 明石行生、金谷末子、八木昭宏：作業者の集中度と周辺照度／作業面照度の比との関係、*照明学会誌*、Vol.80、pp.540-549、1996
- (8) 坂上美香、明石行生、梅野千絵、八木昭宏：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*、Vol.81、pp.385-391、1997
- (9) 望月菜穂子、宇治川正人、平手小太郎、安岡正人：オフィスにおける行動と好まれる照明、*日本建築学会計画系論文集*、No.479、pp.17-25、1996.1
- (10) 小林茂雄、乾正雄、中村芳樹、北村麻子：室内環境照明の明るさ、均一さと生活行為の関係、*日本建築学会計画系論文集*、No.481、pp.13-22、1996.3
- (11) Flynn, J. E.: A study of subjective responses to low energy and nonuniform lighting systems, *Lighting Design and Application*, No.2, pp.6-15, 1977
- (12) 照明学会：屋内照明基準、1999

(1999年11月10日原稿受理、2000年8月30日採用決定)