

昼光を導入したオフィスにおける執務者視野内の明るさ評価

ASSESSING BRIGHTNESS WITHIN OFFICE WORKERS' VISUAL FIELD IN OFFICES UTILIZING DAYLIGHT

小林茂雄*, 中村芳樹**, 乾 正雄***, 佐藤仁人****
Shigeo KOBAYASHI, Yoshiki NAKAMURA, Masao INUI
and Masato SATO

The purpose of this research project is to present the methods for and important points relating to artificial lighting plans that are based on seated office workers' assessment of brightness in an office where daylight is utilized. In the brightness assessment experiment carried out by the authors, daylight was used as the ambient lighting and perceived brightness was assessed in offices with differing layouts, in which many chairs were used as objects. The results show that perceived deficiency of brightness was related not only to low luminance in the location in question, but also to position in the visual field, and to the types of surfaces. It was also discovered that the distance between an office worker and an object, as well as qualitative factors such as the importance of the object to that office worker, also affected the level of brightness perceived as necessary. These results demonstrate that the task and ambient lighting that would most effectively provide the needed brightness depends on the types of surfaces in the seated office workers' visual field, and how those surfaces comprise that visual field.

Keywords: *brightness, daylight, task and ambient lighting, luminance distribution*

明るさ感, 昼光, タスクアンビエント照明, 輝度分布

1. 研究の背景と目的

現在、オフィス等の作業空間では、昼間であっても全ての人工照明が使用されているのが通常である。オフィスの室内照明に昼光を活用することは、照明の省エネルギーや負荷平準化に対して重要な課題となっているにも関わらず、実際に昼光の寄与を考慮した照明計画がなされることは少ない。しかし、今日数多くみられるようになった、タスク照明とアンビエント照明を分離させたオフィス照明では、視作業の機能に直接影響を与えることのないアンビエント照明を低照度に抑えることが可能となり、アンビエント照明に昼光を活用できる余地は十分あると考えられる。ただし、昼光だけによるアンビエント照明では、室内の照度や輝度が過度に不足することになり、視作業用にタスク照明を用いたとしても、室内が暗く陰鬱な雰囲気になることが予想される。室内の照明計画においては、作業面を十分に照明することによって視作業に支障をきたさせなくすることのみに留意するばかりでなく、在室者の視野内に不快となるような暗さを生じさせなくすることにも留意する必要がある。特に、オフィスのような作業空間は明るい雰囲気が望まれる事が多い為、視野内全体の明るさをある程度確保しなければならない。その為、昼光に加えたアンビエント照明として、室内を明るくすることを目的とした照明方法が取られなければならない。

一方、昼光を導入したオフィス空間の光環境は、窓面の位置や形状

の他、室の規模、机や什器の種類とそのレイアウトなど、室内の空間構成によって多様な状態となる。また、同一の空間に在室する執務者にとっても、座席の位置によって室内の中で目に入る部分が異なる為、視野の構成は様々でない。すなわち、昼光によるアンビエント照明によって空間がいかにも明るくなるかということは、執務者を取り囲む空間の構成に依存している。つまり、執務者視野内の明るさに応じて、人工照明による適切なアンビエント照明の方法は異なるものと考えられる。

そこで本研究では、はじめに室内空間の構成が異なるオフィスの多数の座席を対象として、昼光によるアンビエント照明時における明るさ評価実験を行い、明るさが不足する視野内の位置とその要因を把握する。さらに、昼光を導入したオフィスにおいて、着席した執務者の明るさを満足させるための効果的なタスクアンビエント照明の方法について検討する。

2. 既往研究における本研究の位置づけ

2.1 昼光導入に対する人工照明の計画法

かつて、人工照明は夜間や悪天候時に備えての補助手段とされていた。その後、昼間であっても人工照明による補助が常時必要とされるようになり、PSALI (常時補助人工照明) が言い出された。更に、昼間であっても人工照明が照明の主体となり、昼光の存在は量的には安

* 東京工業大学人間環境システム専攻 助手・工修
** 東京工業大学人間環境システム専攻 助教授・工博
*** 武蔵工業大学建築学科 教授・工博
**** 東京電力技術研究所 工博

Research Assoc., Tokyo Institute of Technology, M. Eng.
Assoc. Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.
Prof., Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.
Tokyo Electric Power Company, Dr. Eng.

全側の誤差として無視されることが多くなった。その為、昼光導入に対する人工照明の計画は、室内の作業面に所定の照度を確保する方法を提案したものとなった。これは、昼光で過剰となる量だけ人工光を削除するという考え方であり、大野ら⁽¹⁾や松浦ら⁽²⁾は、片側採光のオフィスで、窓の寸法や質の形状を基にして人工照明を消灯できる範囲を予測する方法を求めている。

2.2 昼光照明の質的側面

窓からの昼光は室内の照度分布や輝度分布を過度に不均一とし、また極端な高輝度となる窓面も、グレアやシルエット現象などを起こす要因となることから、光環境の質的側面から考えると昼光の導入は決して良好な視環境に寄与するものとはいえない。そこで、照明学会の技術基準 (JIEC-001.1992) のオフィス照明の推奨基準では、顔の表情の見えの重要性を考慮して、鉛直面の推奨照度を設定している。昼光利用に基づく室内照明環境の基本的要件は、所要の作業面平均照度と照度均斉度及び窓を背にした室奥側の鉛直面照度 (床上1.2m) の150lx以上の維持としている。

一方で、昼光照明は人工照明では得ることが困難な優れた心理的効果を持っていることが知られている。Boubekriら⁽⁴⁾は、主に直射光を含む昼光の導入によって在室者がリラックスするという実験結果を得ている。他にも、オフィス空間に自然光が導入されることや、窓から外部の眺望が得られることを在室者が望んでいるという報告⁽⁵⁾⁽⁶⁾等は数多く見られる。

2.3 オフィス室内の明るさ感

オフィスにおける照明の役割は、視作業面の明視性を高めることだけでなく、それによって室内の雰囲気をつくることでもある。オフィス空間において重視される雰囲気には明るさ感があり、執務者の多くは、視作業面だけでなく空間全体から明るい感じが得られることを望んでいる。

筆者らの既往の研究⁽⁷⁾においても、オフィスにおける行為は活動的で集中したものとして捉えられており、静的で気軽な行為が行われる住宅等よりも室内が明るいことを要求していることを示している。また、田淵ら⁽⁸⁾は、オフィスの作業面照度に対する周辺の机上面や壁面それぞれの許容照度を求めており、壁面にも十分な明るさが必要とされることを示している。

2.4 本研究の位置づけ

既往の研究では、昼光照明を主に作業面に所定の照度を確保するための補助照明として位置づけている。本研究では、昼光照明を作業面照度を補助するものとしてではなく、タスクアンビエント照明を前提としたオフィスの、アンビエント照明の一部として扱っている。そして、昼光照明を執務者にとって必要な明るさ感に寄与するものとして捉えている。

つまり本研究では、昼光照明について限られた側面だけを取り上げて評価するものであり、総合的な役割を考えているわけではない。

しかし近年、省エネルギーに応える照明方式としてのタスクアンビエント照明の実施が、全体的にアンビエント照明に低い照度を与えることから、室内が暗くて不快になるという事例が報告されてきている。このことから、執務者にとって視野に必要な明るさを充足することは、適所適光を行うタスクアンビエント照明においても大きな課題となっているといえる。

また、明るさ感の評価に関しては、既往の研究では作業面の明るさや室内全体の明るさを調査するものであった。本研究では、実際に視野内でどの位置の明るさが問題になっているかを把握するものとし、視野の概要を記した評定用紙を用いて評価する方法を取っている。

3. 明るさ評価実験の概要

3.1 実験対象座席の概要

実験の対象としたオフィスは5箇所の執務室 (実際は4箇所のオフィスと1箇所の大学研究室) である。それぞれのオフィスでは、空間の規模や、パーティション等の遮蔽物の有無、机や什器のレイアウトのタイプなどは異なっている。またそれらの空間の中で評価対象の座席として選定したものは、窓面との距離、窓面に対する座席の向き、座席からの室内の見え方が多岐に渡るように考慮した59席である。図.1に各室の平面図と座席の位置を示している。

評価対象とした座席からの視野の実状を記録するために、執務者の視点位置から正面方向を光軸として、正射影魚眼レンズを用いて写真撮影した。さらに、各座席からの視野の構成を定量的に表すため、この正射影画像を基に構成要素を分類することにした。構成要素の分類として、はじめに、視野内を執務者個人が占有するスペースの構成面と、その他の共有スペースの構成面に分割した。そして、前者を自席領域、後者を周辺領域と定義した。次に、自席領域を机上面と自席を囲むパーティションや本棚等に分類し、周辺領域を、天井、壁、窓、室内の什器や床等、の4種類の構成要素に分類した。図.2は、座席から180°の視野がどの要素で構成されているかを、立体角投射率の大

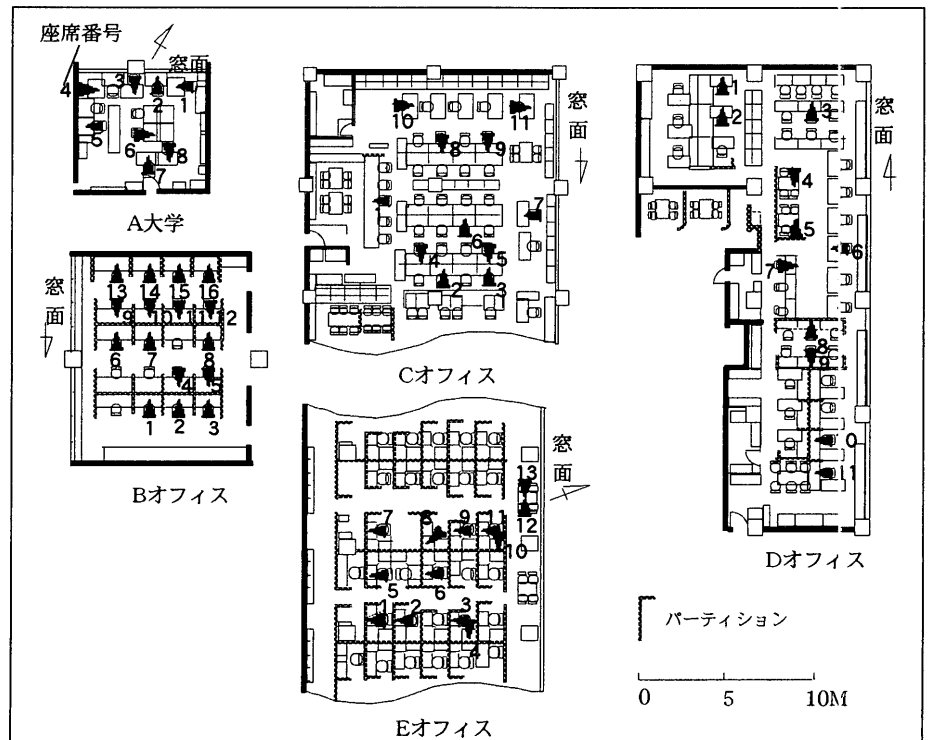


図.1 実験対象オフィスと座席の配置図

きさで示した。図からは、オフィスや座席の違いによる視野の構成の特徴が読みとれる。A大学やCオフィスは、天井面や床面が視野内で50%以上占め、自席領域の占める割合が低い座席が多い。また、BオフィスやEオフィスでは、パーティションや本棚などが視野内で50%以上占め、周辺領域が視野に入る割合が低い座席が多く見られている。

3.2 アンビエント照明のパターン

明るさ評価実験における室内のアンビエント照明は、側窓からの昼光照明と天井面に設置された全般照明を組み合わせた以下の3種類とした。

(1) 昼光照明：室内の全般照明を消灯し、側窓からの昼光のみによるアンビエント照明

(2) 昼光照明+人工照明：全般照明と側窓からの昼光の両方によるアンビエント照明

(3) 人工照明：窓面のブラインドにより昼光を遮蔽し、全般照明のみによるアンビエント照明

なお、実験中の昼光による照度の変動を抑えるために、実験はできるだけ曇天空時に実施した。A大学は北側窓面であり、晴天時に実施した。

また、CオフィスとEオフィスは、連続する室内空間の一部のみを実験に使用することができたため、昼光照明のみの照明パターンについても両側の隣接する空間の全般照明は点灯した状態となっている。

3.3 視野内の明るさ評価の方法

着席した執務者の視野内における明るさ評価を、図.3に示すような評定用紙を用いて実施した。これは、執務者の視野の様子を輪郭線で表現したものであり、事前に正射影魚眼レンズを用いて各座席から撮影した画像を基に作成した。実験において被験者は、視野内に「明るすぎて不快な部分」「もう少し明るさが欲しい部分」「暗すぎて不快な部分」があると判断すると、それぞれの領域を、評定用紙の中に色鉛筆を用いて着色することとした。

また、この明るさ感評価はタスク照明を点灯した状態での評価とした。

3.4 実験手順

実験は、各アンビエント照明の状態に40分間固定している間に行った。最初の10~20分間は各座席で視作業を行うと同時に、室内の様子を見回して雰囲気を感じる時間とし、その後には視野内の明るさ感評価を行うものとした。この時の視作業は、各机上面上でA4紙面に書かれた文章を理解するものである。実験時間中に、全座席の机上面の水平面照度と鉛直面照度を測定し、各オフィス数箇所の座席において、正射影レンズを用いた輝度分布の写真測光を行った。

被験者は、その座席で通常作業している執務者の他に大学生を用いており、各座席について2~3名である。

4. 実験結果

4.1 照明パターンの違いと明るさ評価

視野内の明るさ評価において、何らかの問題があると指摘された位置と大きさを把握するため、評定用紙の中で着色された部分の面積(正射影で投影された面積)を計測した。座席からある対象を見たときの見かけの大きさは立体角で表されるため、見かけの大きさに従った計測単位は通常は立体角が用いられる。しかし、視対象が被験者の正面にある場合と側面にある場合では心理的な効果は異なるため、心理的な効果を考慮に入れると視線方向に適当な重みをつけた方がよいといえる。本実験で用いた評定用紙内の任意部分の面積は正射影面積を表しており、紙面上の面積が被写体の撮影点正面に与える放射効果に比例するものである。そこで、ここでは正射影による比重をそのまま

表.1 実験時の室内光環境の概要

A大学				Dオフィス			
日時	照明状態	平均照度 (lx)	均斉度	日時	照明状態	平均照度 (lx)	均斉度
平成6年8月15日	昼光照明	976	0.067	平成6年10月4日	昼光照明	35.4	0.091
14時~16時	昼光照明+人工照明	2315	0.183	13時~15時	昼光照明+人工照明	567	0.507
天候:晴れ	人工照明	524	0.376	天候:曇	人工照明	540	0.501

Bオフィス				Eオフィス			
日時	照明状態	平均照度 (lx)	均斉度	日時	照明状態	平均照度 (lx)	均斉度
平成6年9月21日	昼光照明	92.7	0.123	平成6年10月27日	昼光照明	341	0.026
13時~15時	昼光照明+人工照明	594	0.401	13時~15時	昼光照明+人工照明	883	0.487
天候:曇	人工照明	445	0.422	天候:曇	人工照明	751	0.745

Cオフィス			
日時	照明状態	平均照度 (lx)	均斉度
平成6年10月4日	昼光照明	223	0.034
10時~12時	昼光照明+人工照明	1254	0.201
天候:曇	人工照明	1089	0.691

平均照度: アンビエント照明の平均照度
(タスクライト消灯時の机上面水平面照度の平均値)
均斉度: 室内水平面照度の 最低照度/最高照度

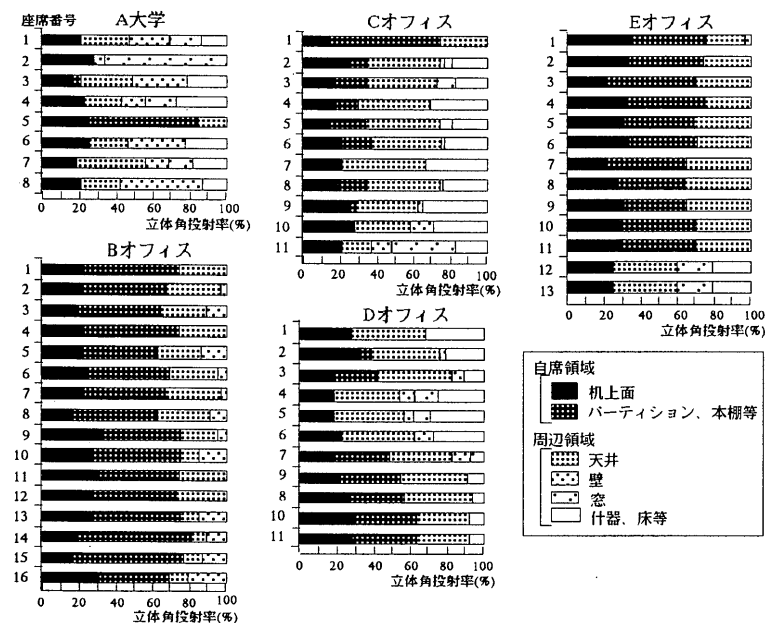


図.2 各座席の視点からの視野の構成



図.3 視野内の明るさ評価評定用紙 (Eオフィス座席番号7)

利用することによって視野内の面積を表すことにした。

図.4には、視野内の明るすぎて不快な部分、もう少し明るさが欲しい部分、暗すぎて不快な部分の面積を照明パターンごとに示した。実験データは、2名以上の被験者が重複して指摘した部分としている。明るすぎて不快な部分が占める割合が最も大きいのは、昼光照明+全般照明の場合で、昼光照明の場合は最も小さい。また、もう少し明るさが欲しい部分と暗すぎて不快な部分は、昼光照明の場合が最も大きい。昼光照明は、この両者の指摘部分を足し合わせると、立体角投射率で約50%にもなり、(正射影に投影した)視野の約半分で明るさが不足していることになる。全般照明を点灯した場合は、両者の指摘部分を合わせても約10%であり、全般照明を点灯すると明るさが不足する部分はかなり小さくなるのが分かる。

4.2 明るさ評価部分の大きさ

図.5には、明るすぎて不快、もう少し明るさが欲しい、暗すぎて不快、と指摘された部分の視野内でのひとまとまりの大きさを、(立体角投射率の)度数分布で表した。

明るすぎて不快な部分は、立体角投射率0.05以下であることが多い。これらの位置は、全般照明やタスク照明の光源部分が窓面である。全般照明の光源は、天井直付けあるいは埋込型の蛍光灯で、個々の投影面積は微小である。立体角投射率が0.05を越えるものはすべて窓面に対する評価である。このように、明るすぎて不快な部分は視野全体の中で極度に輝度が高い部分であり、この輝度の高さが不快感を引き起こしていると考えられる。つまり、この不快感はグレアと同様なものであり、CIEのUGR等のグレア算出式を用いることによってある程度推定できるものと思われる。

もう少し明るさが欲しい部分と暗すぎて不快な部分は、明るすぎて不快な部分に比べて、ひとまとまりの面積が大きい傾向がある。実際の、それらの指摘対象の部分は、机上面や天井面、壁面、本棚などの大面積で低い輝度となっている箇所全体、あるいは一部であることが多い。さらに、指摘対象周辺の輝度分布を検討したところ、極端に輝度が低い部分であっても非常に小面積であれば指摘されていないことが多く、必ずしも輝度の低さと明るさが不足している部分が一致しているわけではないことが読みとれた。グレアを引き起こすような高輝度部分は、視野角が小さくても輝度を抑えなければならないが、輝度の低さはそれ自身が生理的な不快感を起こすものではない。この不快感の理由は、雰囲気暗さや、見たいものがよく見えないことや、不均一な輝度による目の疲労等によるものと思われる。その為、微小な部

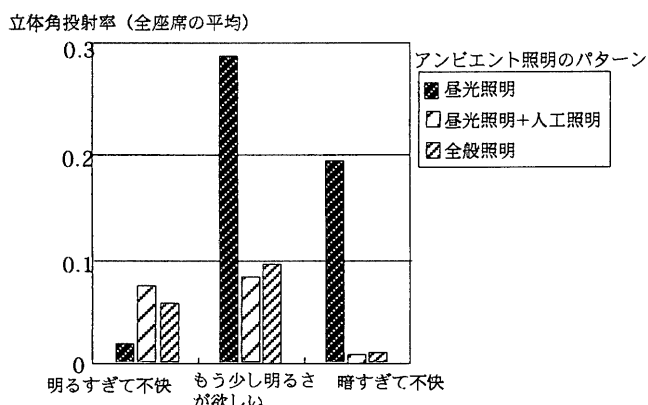


図.4 アンビエント照明パターンの違いによる明るさ評価の大きさ

分の輝度の低さよりも一団となった輝度の低さが特に問題になると考えられる。

4.3 鉛直面照度と明るさ評価

アンビエント照明のパターンによって明るさ評価を比較したところ、昼光照明のみの場合に視野内の明るさに関する問題が顕著であり、人工照明を点灯した場合には十分な明るさが得られている場合が多かった。そこで、昼光照明のみのアンビエント照明を取り出し、その問題となっている部分について検討していく。

はじめに、昼光照明のみによるアンビエント照明時の明るさ評価と視野内に入射する光の総量との関係を見る。図.6には、明るさ評価時の執務者視点における鉛直面照度と明るさ不足面積の関係、視野における自席領域の大小別に表している。

図からは、全体的に鉛直面照度が高くなる程、明るさ不足面積が減少するという弱い負の相関が見られる。また、自席領域が50%以上の座席の中には、周辺領域が50%以上の座席に比べて、同程度の明るさ不足面積に対する鉛直面照度が高いものが幾つか見られている。これらの座席(C9, C3, A7, A1, A4)は、図.2からも分かるように、視野内の一部が窓面で構成されているものである。つまり、視野内が全体的に明るいのではなく、窓面から局所的に強い光が入射している。その為、鉛直面照度が高くと、視野内に明るさが不足する部分が存在すると考えられる。

このように、鉛直面照度と明るさ不足面積の間には、やや負の傾向がみられるものの、ばらつきが非常に大きく、強い説明力があるとは言えない。視野内の明るさ評価は、座席周辺の空間構成や光の分布に大きく依存していると考えられる。つまり、視野に入る光を総合した鉛直面照度ではなく、視野内の輝度の分布についても検討する必要があるといえる。

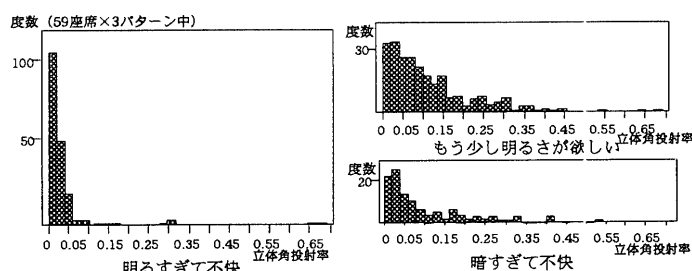


図.5 明るさ評価のひとまとまりの度数分布

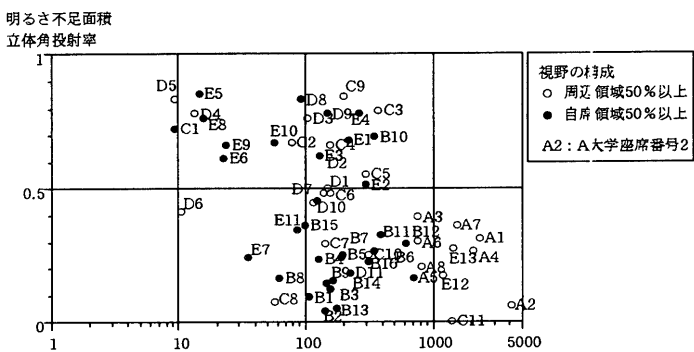


図.6 明るさ不足面積と鉛直面照度の関係 (昼光照明によるアンビエント照明時)

4.4 輝度分布と視野内の明るさ評価

そこで、視野内の明るさ評価を位置的に検討するため、各座席からの輝度分布と併せて比較してみる。本実験では、合計15の座席において輝度分布を測定した。測定した輝度分布画像は正射影に投影されたものであり、その解像度は、画像の中心部で1ドット当たり約0.31°、周縁部では1ドット当たり約6.0°となっている。

図.7には、視野内の明るさ不足部分(明るすぎて不快な部分ともう少し明るさが欲しい部分)における輝度分布の、対数軸上における平均値と標準偏差を示した。明るさ不足部分は、全体的に約30cd/m²以下の輝度となっていることが分かる。しかし、座席の違いによってその範囲は一致せず、D6のように約2cd/m²以下で明るさ不足部分が表れている場合もある。この原因の一つは、各視野による平均的な輝度に違いがあるためであり、それが不快となる輝度の高さに影響していると考えられる。

そこで、視野内における輝度の相対値を用いて検討することにした。本実験では机上面の視作業を前提としていることから、机上面上の紙面の輝度を基準とする。各輝度分布画像において、机上面上の反射率0.8の紙面の輝度(紙面の輝度が測定されてない座席では、機の反射率をもとに反射率0.8の輝度を割り出した)に対する輝度比を画像全体に渡って算出した。図.8は、こうして求めた輝度比と明るさ不快範囲の関係を表している。また図.9は、明るさが不足している部分の、紙面に対する輝度比の平均値(幾何平均)と標準偏差を示している。全体的に、紙面との輝度比が1/10~1/3の間に分布しており、1/3以上の輝度比は余り存在していないことが分かる。

さらに、これらの輝度比を視野の構成面別に表したのが図.10である。図から、視野の構成面の違いによって、明るさが不足する輝度の

範囲がずれていることが分かる。パーティションや本棚等において明るさが不足している部分は、紙面との輝度比が大凡1/3以下となっている。また、天井面や壁面で明るさが不足している部分は、輝度比が1/3~1/10以下である。床面や什器等は大凡1/10以下である。このように、輝度比の低い部分と被験者が明るさが不足しているとしている部分は単純に一致せず、視野の構成面によって違いがあることが読みとれる。

次に、これらの結果と、既存の推奨輝度値と比較する。国際標準化機構(ISO)⁽⁹⁾や国際照明委員会(CIE)⁽¹⁰⁾は、作業面の輝度に対して、適切な輝度比を次のように規定している。

- (1) 作業領域周辺の輝度は、作業面輝度の1/3 (ISO, CIEで規定)
- (2) 視野周辺の輝度は、作業面輝度の1/10 (CIEで規定)

これらの推奨値と輝度比の関係は、本研究における視野内の構成面の種類と輝度比の関係とある程度対応がみられる。すなわち、作業領域周辺はパーティション等の構成面と、視野周辺部分は什器や床等と対応している。実際にパーティションは視野内において作業面と位置的に近く、こうした視野内での構成面の位置が明るさ評価と関係していると考えられる。

しかし、概して視野の同じ位置に表れているものであっても、不快

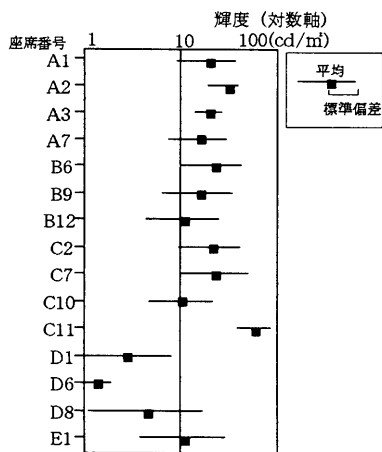


図.7 明るさ不足部分の輝度

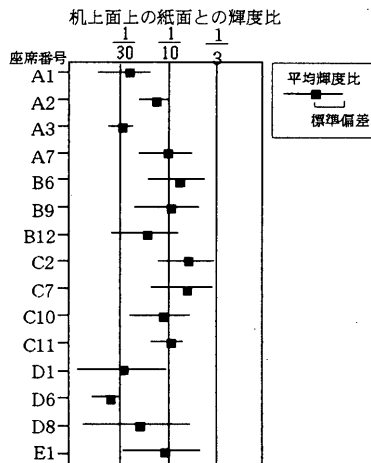


図.9 明るさ不足部分の視作業面に対する輝度比

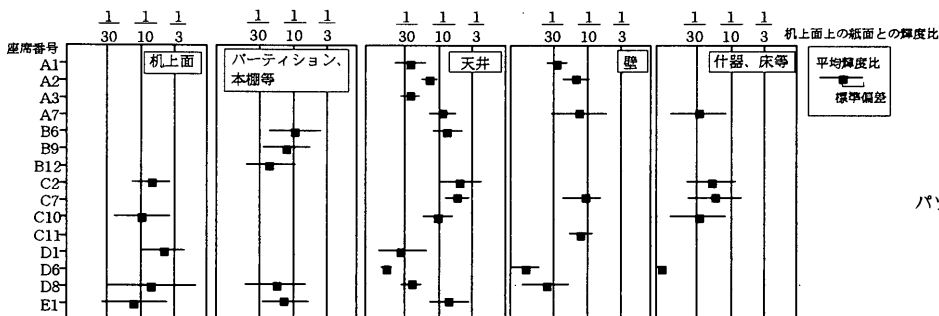


図.10 明るさ不足部分の視作業面に対する視野構成面別輝度比

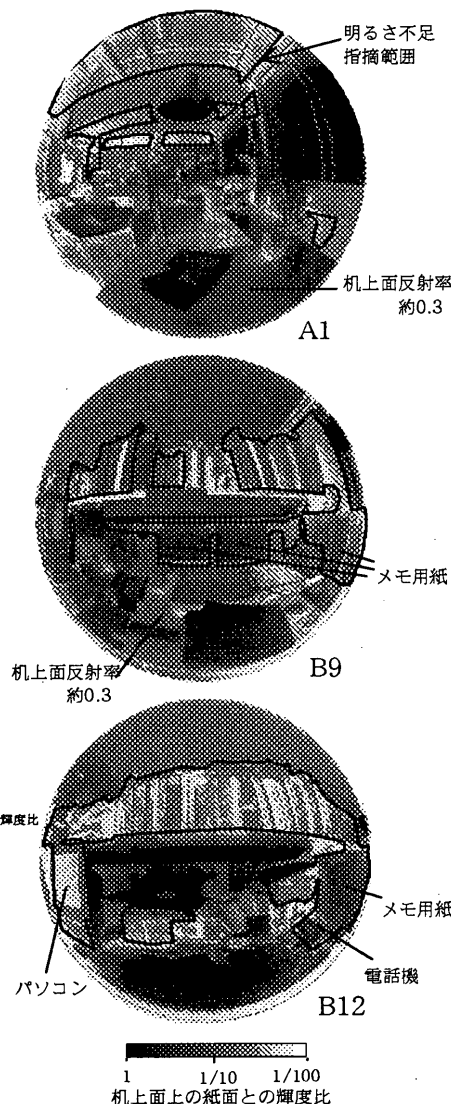


図.8 明るさ不足部分と視作業面に対する輝度比の関係

となる輝度に違いが見られるものもある。例えば、図.10からも、パーティションの表面は壁面よりも高い輝度が要求されていることが分かる。すなわち、求められる明るさ（輝度）は、作業面の近傍が周辺だけでなく、視点と対象面との距離によっても影響されるのではないかと考えられる。

さらに、実験結果を詳しく検討すると、視野内の位置や距離以外の要因も見られた。

一つは、構成面の反射率との関係である。机上面の輝度は、紙面の輝度に対して1/3以下であっても不快となっていない座席があった(A1,A2,A3,B6,B9,C7) (図.8)。これらの座席は、机上面の反射率が約0.3で、紙面の反射率より随分低いために、明るさの恒常が見られたものだと考えられる。机上面以外の構成面では反射率に大差がなかったこともあって、このような違いは確認できなかった。

もう一つは、同一対象面上にある物体の違いによって、同じ輝度でも評価が異なることである。例えば、B6,B12では電話機が暗いと評価されており、B9,B12ではパーティションに貼付されているメモ用紙が暗いと評価されている(図.8)。その他にも、コンピュータや壁面の貼り紙等がより暗く評価されていることが分かった。このことから、頻繁に使う物や文字情報を持っているものなど、執務者にとって重要である物体は、対象面の中でも高い輝度が要求されると考えられる。以上の様に、視対象の質的な側面も、執務者が要求する明るさに

関する一つの要因となっている。

今後、視野内全体について必要とされる輝度を正確に表すためには、こうした実験を繰り返して得られる結果から抽出された要因を踏まえることが必要となるであろう。その場合、空間的な輝度変化の明るさに与える影響や、不均一な視野輝度の眼の順応輝度との関係などの要因についても考慮に入れなければならない。また、4.2で述べたように極度に低い輝度であってもその面積が小さい場合には不快とされなかったことから、低輝度部分の大きさや明るさの評価の関係についても明らかにする必要がある。

4.5 明るさ評価と視野構成面の実面積の関係

執務者の視野内の明るさを充足するように照明を施そうとする場合、実際には執務者の視野に占める表面の立体角投射率ではなく、その部分が実空間上でいかに広がっているかが重要になる。座席位置によ

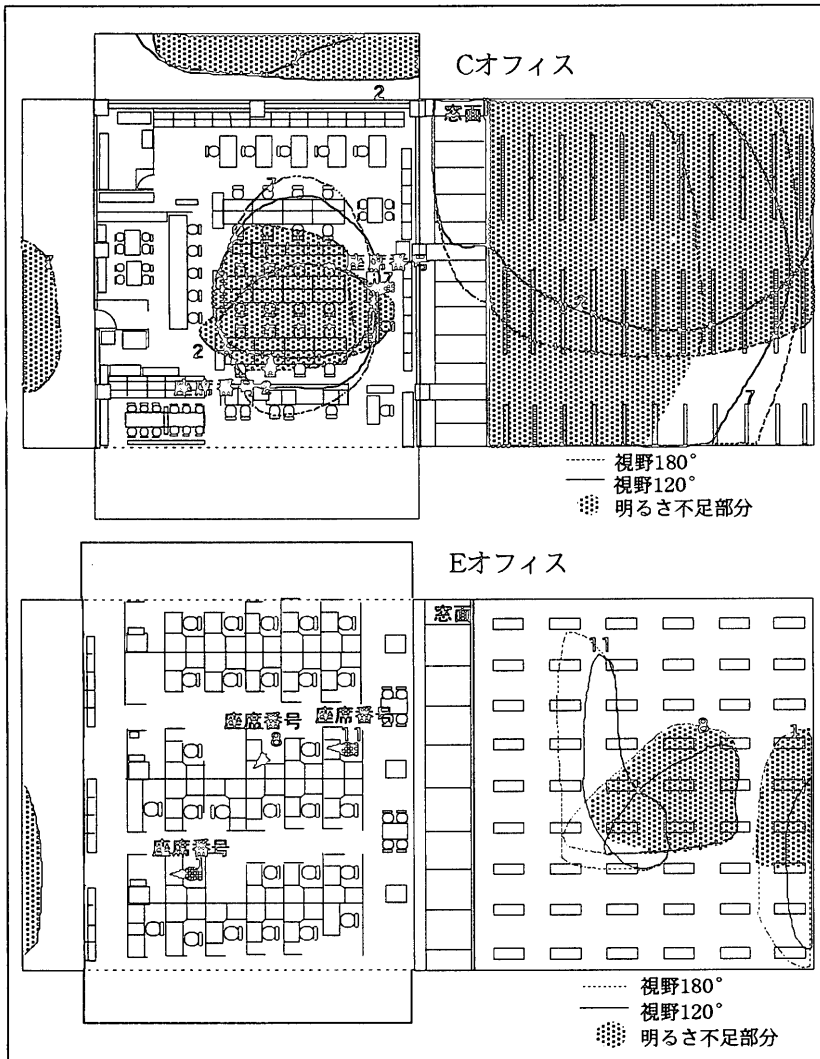


図.11 室内展開図上の視野範囲

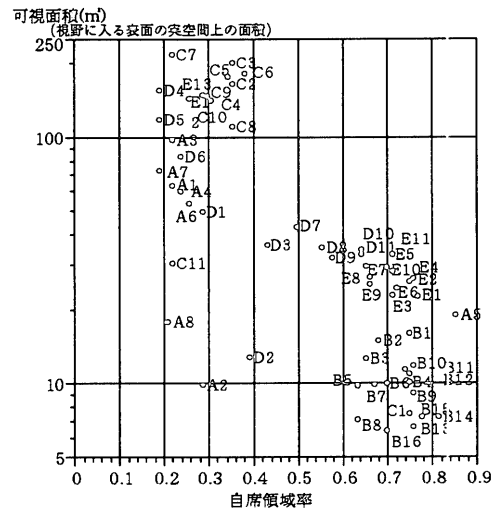


図.12 自席領域率と可視面積の関係

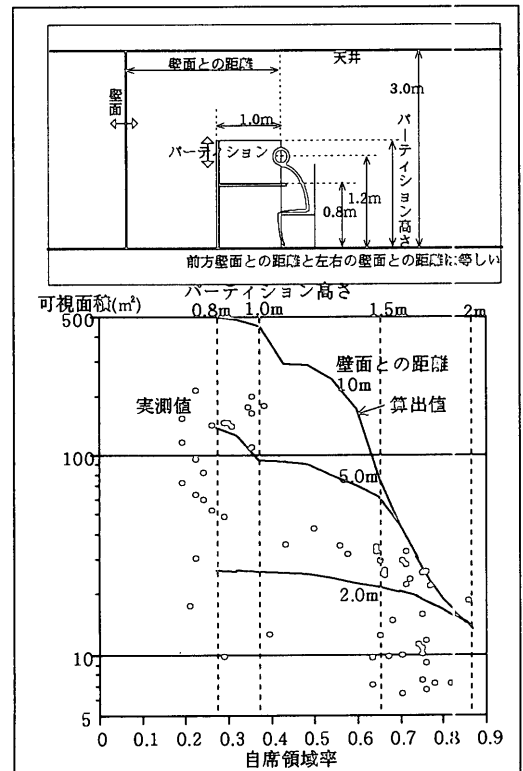


図.13 室の広がりとの可視面積の関係

て、室内の遠方が広く見える場合もあり、室内の近接部分しか見えない場合がある。室内空間の中で視野に入る範囲を把握することは、どれだけ広い部分の明るさを確保しなければならないかを把握することに繋がる。

そこで、執務者の視点からオフィス室内が見える範囲を表すため、各座席位置から正射影レンズで撮影した画像を基に、視野に入る領域を室内の展開図上に示した(図.11)。上図はオフィスCの座席2と7について、 180° と 120° の視野に入る範囲を示している。オフィス室内の広範囲が視野に入っており、室内の相当部分の表面の明るさを確保する必要があることが分かる。一方下図は、オフィスEの座席1、8、11について記している。ここではパーティションの表面は記していない。視野 180° の範囲でも、天井面の一部が視野に入る程度であり、個人が専有するパーティション内部を照明することによって、視野の大部分の明るさ確保できることが分かる。

こうした、視野に入る実空間上の表面積のことを可視面積とし、図.12に実験の対象とした座席について、自席領域率と可視面積の関係を表した。自席領域率と可視面積の間には負の相関が見られている。例えば、自席領域が0.8の座席は可視面積が大凡30 m^2 以下であるのに対して、自席領域が0.2の座席は可視面積が100 m^2 を越えるものが多い。しかし、両者の関係にはばらつきも多く、他の要因も強く関わっていると考えられる。そしてその要因の一つとして、室内の大きさの違いが挙げられる。

そこで、座席から壁面までの距離と可視面積の関係を条件を固定して表すことにした。図.13上に示すような室内状況を設定し、パーティション高さを変えた場合の、自席領域率を算出した。図.13下に、その計算結果を、実際の可視面積と併せて示している。執務者と壁面との距離に応じた可視面積の増加の程度が読みとれる。しかし、実際のオフィスの可視面積と計算結果とを比較すると、計算による可視面積の方が大きい傾向がある。この主な理由は、可視面積の算出には他の座席や什器を設定しなかったが、実際のオフィスでは什器などにより視線が遮られる割合が高い為ではないかと考えられる。

周辺領域部分の占有割合が高い座席では、その可視面積は大きくなる。しかし、周辺領域の比率が高くなると、図.11上のCオフィスのような室内の場合のように、複数の座席で重なって視野に入る表面も増加していく。つまり、室内全体にアンビエント照明として常時適切な光を与えるとすると、在室者が多くなるほど可視部分が共有される割合が高くなり、一人当たりの照明量も相対的に少なくなると考えられる。一方、Eオフィスのような場合は、自席領域は各執務者個人の視野に入るだけであり、天井の可視部分も複数の執務者によって重なる割合が少ない。つまり、在室者が増えても一人当たりの照明量に大きな変化はないが、不在者の自席領域の照明を消灯することによって、全体的に照明量を抑えることができると考えられる。

5. まとめ

昼光を導入したオフィスにおいて、執務者視野内の明るさ評価を行った結果、主に以下の事柄が明らかになった。

- (1) 昼光照明時に明るさが不足していると指摘される部分は、視野内で連続してまとまった範囲であることが多い。輝度の低さ自体は不快感を起すものではない為、低輝度部分が一団となったときに問題となると考えられる。
- (2) 明るさが不足する部分は、その部分の輝度の低さと関係がある以外に、視野内における位置や構成面の種類とも関係があることが分かっ

た。さらに、執務者と対象物との距離や、執務者にとっての対象物の重要性等といった質的側面によっても、必要とされる明るさが異なることが分かった。

(3) パーティション等が座席周辺にあるオフィスでは、執務者との距離が近い位置の明るさを充足する必要があるため、照射範囲を限定して高輝度となるようなアンビエント照明を行うことが効果的であることが分かった。一方、座席周辺に視野を遮る物がないオフィスでは、天井面や壁面等の執務者から遠い位置の明るさを満たす必要があり、比較的低輝度でよいが照射範囲が広いアンビエント照明を行うことが効果的であることが分かった。

今日のオフィスでは、従来のオープンプラン形式のレイアウトからパーティションを導入したブース型レイアウトが多く見られるようになった。パーティションや本棚に囲まれた座席では、視野の多くの部分が自身が占有する物体で占められ、机上面近傍の照明の重要性が増してくることになる。タスク照明とアンビエント照明の役割と照射方法をレイアウトに応じて検討することにより、また、昼光によって得られる室内の光環境の状態を把握することによって、省エネルギー効果が高く、明るさを満足させる照明計画に寄与できるものと考えられる。

今後の課題

本研究では、日中の限られた時間内において行った実験結果を基にしている。その為、昼光の時間的な変動を考慮に入れていない。窓からの採光は季節、天候、時刻により量的に変動する不安定な光源である。実際は、こうした昼光の変動実態に沿って、採光された室内の輝度・照度分布を測定し、評価していかなければならない。

一般的に照明設計は、静的な動作を対象としていたために、このような動的な変化に対する方法論は確立されていない。今後、不規則に変動する昼光の瞬時瞬時の状況に対応した柔軟な照明制御も必要になり、そのような場合の心理的効果も明らかにしていく必要がある。

また、現在のオフィス照明は室内全ての位置において均質な照明方式が取られることが多い。しかし一方で、執務者の作業内容や好みによって好ましい照明環境が異なることが知られている。高いパーティションで囲まれる座席は、視野の構成が自席領域で占められることから、自己の行動や嗜好に応じて、最も都合の良い照明を選択できる方法に対しても検討を進めていく必要がある。

謝辞

本研究は、実験と解析を通して、竹中妙子氏と土屋真奈氏(当時日本女子大学)に御協力をいただいた。また実験に際しては、東電設計(株)に協力していただいた。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- (1) 大野治代, 伊藤克三, 佐藤隆二: 昼光利用照明設計に関する研究(その1, 2), 照明学会誌, 第62巻, pp.535-539, pp.567-574 (1978)
- (2) 松浦邦男: 省エネルギーのための窓際の消灯範囲決定方法, 照明学会誌, 第62巻, pp.111-116 (1978)
- (3) 照明学会技術基準JIE C-001: オフィス照明基準 (1992)
- (4) Mohamed Boubekri, Robert B. Hully and Lester L. Boyer: Impact of window size and sunlight penetration on office worker's mood and satisfaction, Environment and Behavior Vol.23 No.4,

pp.474-493 (1991)

(5) Butler, D. L. and Biner, P. M. : Effects of setting on window preferences and factors associated with those preferences, *Environment and Behavior*, Vol.21 No1, pp.17-31 (1989)

(6) H.E.Beckett and J.A.Godfrey : *WINDOWS, Performance,Design&Installation* RIBA Publications Ltd, (1974)

(7) 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*, 第 481 号, pp.13-22 (1996)

(8) 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*, 第 75 号, pp.275-281 (1991)

(9) ISO/8995 : *Lighting of Work systems-Principles of Visual ergonomics*

(10) CIE Pub.No.29-2 : *Guide on Interior Lighting*, second edition (1986)

(11) 中村洋, 慎仁重, 古賀靖子 : 建築空間における昼間の光環境の動的変動に関する研究 その1 住居空間の昼光環境について, *照明学会誌*, 第 79 号, pp.49-56 (1995)

(1996年9月9日原稿受理, 1997年2月25日採用決定)
