

室内環境照明の明るさ、均一さと生活行為の関係

ILLUMINANCE LEVEL AND UNIFORMITY OF INTERIOR AMBIENT LIGHTING FOR BEHAVIORS OF DAILY LIFE

小林茂雄*, 乾正雄**, 中村芳樹***, 北村麻子****

Shigeo KOBA YASHI, Masao INUI, Yoshiki NAKAMURA and Asako KITAMURA

This study examined the method of lighting preferred for indoor behaviors. Level of illuminance and uniformity of illuminance were used as the parameters affecting preference. A questionnaire survey and experiments on scale models revealed the following facts :

- (1) Bright lighting is preferred for "active" behaviors that involve "personal interaction" and require "concentration" and "tension". Uniform lighting is preferred for behaviors requiring "concentration" and "tension".
- (2) Office behaviors requiring "concentration" and "tension" are associated with higher preference given to higher illuminance and a narrower range of acceptable illuminance in comparison with living-room behaviors characterized by "relaxation" and "comfort".
- (3) Office behaviors require a high level of illuminance in spaces surrounding the work surface, in addition to the sufficient illuminance on the work surface. On the other hand, living-room behaviors do not require a high level of illuminance in the surrounding areas if the work surface is illuminated sufficiently.
- (4) The lowest illuminance of non-uniform lighting preferred by individual persons coincides with the lowest acceptable illuminance of uniform lighting. The average of the preferred illuminance of non-uniform lighting is located between the highest and the lowest limits of acceptable illuminance found for uniform lighting.

Keywords : ambient lighting, brightness, non-uniform lighting, behaviors of daily life,
環境照明, 明るさ, 不均一照明, 生活行為

1. はじめに

多様な室内照明のデザインの中で、空間の種類と使われている照明方法の組み合わせに特定の傾向が見られる場合がある。例えば、オフィスの執務室では、各座席の位置のみではなく、室内全体を高照度で均一に照明する全般照明が一般的に用いられており、レストランなど食事を楽しむ場所では、ペンダント照明やスポットライトによって、輝きと暗さをもった不均一な照明方法が多く取られている。このように、空間の種類によって光の状態が異なっているのは、特定の照明方法の特徴がその空間で行なわれる行為の行いやすさと関係があるからだと考えられる。

現実の照明設計は、空間の規模、内装、予算、設計者の嗜好など多岐に渡った要因から決定されることから、その空間での用途（行為）が照明方法に反映されている度合いは実際には明らかでない。さらに、照明設計は、光源の数、大きさ、配光、位置、色温度など多数の組み合

わせが考えられ、特定の行為の行いやすさに最も適合する照明方法が一つに決定されるとは考えにくい。行為の行いやすさと照明方法の特徴の関係を把握するためには、照明方法を何らかの基準を持って表現する必要がある。本研究では、室内環境照明の明るさと均一さを尺度として行為との関係を考察していく。

行為に即した明るさを記述した例としては、JISで定められている照度基準（JIS9110-1979）がある。この基準は、作業空間ごとに満たされるべき視作業面水平面照度が与えられており、その作業空間でなされる行為の視覚的な難易度を基準として定められたものである。

また、視対象近傍以外の領域の明るさに関しては、オフィス執務室を対象としたものがあり、照明学会のオフィス照明基準（文献2）では、オフィス執務室において人物の表情や本棚などの見えを考慮した鉛直面照度の推奨基準などが示されている。

さらにオフィスの執務室を対象としたものには、好ま

* 東京工業大学人間環境システム専攻
助手・工修

Research Assoc., Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

** 武藏工業大学建築学科 教授・工博

Prof., Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

*** 東京工業大学人間環境システム専攻
助教授・工博

Assoc. Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

**** 東芝ライテック㈱ 家修

Toshiba Lighting & Technology Corp., M.H.E.

しい机上面周囲の照度や好ましい壁面の照度等を実験により研究した例がある（文献3～8）が、以上の基準や研究例では、視環境上の見えにくさの問題や、不快な明るさを制限するためのものであり、行為の視作業に支障をきたさない照明条件を提示している。このことは視作業を伴う行為の行いやすさを考える上で基本的なものといえる。

一方、オフィス以外の状況における、行為と室内照明の明るさを扱った研究は数少ない。その中で、雰囲気を重視する住宅照明に関して、行為のしやすさと雰囲気照明の評価研究が行われている（文献9～10）。これらの研究では、照明器具の種類や個数、色温度と、雰囲気の関係が明らかにされている。しかし、雰囲気照明の方法を定量的に表しているものではなく、行為を主体に雰囲気照明を捉えているものでもない。

また、室内照明の均一さに関しては、従来から室内全体が均一に照明されるのがよいとされてきた。これは、視野輝度が非常に不均一な場合には眼が疲労しやすいことと、視作業面が室内空間全体に広がるとき、あるいは机のレイアウトなどが決定していない室内空間の場合に、室内のどの位置でも等しい照度を得るためにある。つまり、室内が均一に照明されるのがよいというのは、眼の生理的な立場と室内の使い勝手を考慮しての評価である。しかし、均一な光環境が個々の在室者の視点から周囲を見回したときに、いかなる状況でも、もっとも好ましい光環境であるという意味には捉えられない。行為や状況によっては、ある程度光の配分に差をつけた方が、かえって活気が増し、雰囲気がよくなる場合もあると考えられる。快適な照明状態の室を作るためには、視作業面、その周辺、天井、壁、床などの明るさの程度およびそれらの間の対比と、心理的影響との関係を考慮する必要がある。

以上のように、行為と室内照明の明るさ、均一さに関する研究は、オフィスの事務作業時を中心として、いくつかの空間で行われているものの、空間や状況の違いや行為の違いを比較し検討しているものではなく、照明方式の違いを定量的な指標によって比較しているものでもない。

本研究は、はじめにアンケートにより行為と照明の明るさ、均一さの関係を調査し、様々な行為がどのような照明を好む傾向にあるのかを把握する。次に、縮尺模型実験で実際の光環境を提示することによって、照明の明るさ、均一さを量的に表し、行為との関係を考察していく。

2. 生活行為に望まれる光環境の明るさ、均一さの調査

2.1 アンケート調査の目的

生活行為と室内照明の明るさ、均一さの関係を考える

中で、本章でははじめに、アンケート調査によって生活行為を行う時に望まれる、室内の明るさ感と均一さ感を把握する。本調査では、写真などの刺激は提示せず、空間や行為、光環境を言葉だけで連想させる方法をとった。

アンケート調査を行った理由は、多数の被験者を対象にできることと、空間の形態や照明器具を明示した刺激を用いた実験では、用いた刺激が具体的である程、その刺激の特徴に影響を受けた評価となるため、行為と明るさの関係のみを総合的に判断するのは困難だと考えたからである。言葉だけで連想させた光環境は、行為の機能性だけではなく、快適性、美的性、作業性、安全性など人間の照明に対する色々な反応の総合的な評価されるのであると考えられる。

過去にこのような行為と明るさを扱った調査には、Binerら（文献11～12）のものがあり、行為の機能的な面以外に、誰と一緒に行為をしているかという対人的な変数が、好ましい明るさ感に影響している結果を得ている。この調査では、他の変数に関しては個々の行為と明るさのレベルなどを表現するにとどまり、行為内容の傾向と好ましい明るさの関係については考察されていない。

2.2 アンケート調査の概要

調査対象とした行為は、表-1に示すように、6種類の場所、計23種類の行為である。この23種類の行為は、既往の多くの研究で取り上げられた空間（オフィス、住宅など）や行為と、JISの照度基準で記されている行為などから抽出した行為の中から、「高度な視作業を伴う行為かどうか」「思考作業を伴う行為かどうか」「対人的な行為かどうか」という判断基準から、組み合わせに片寄りがないように選定したものである。

アンケートの調査内容は、各行為について、「明るい」「暗い」「均一な照明」「変化のある照明」の、4つの光環境の項目を評価するものである。

被験者への教示は、「例えば、『居間で家族と話をする』場合に、居間が『非常に明るくあってほしい』と感じるならば○、『明るくあってほしい』と感じるならば○、『どちらかといえば明るくあってほしい』と感じるならば△、特にそう感じないものは無記入にして下さい」とした。室内の特定部分の光の状態を指すとは指示していないことから、被験者は、室内の光を総合的に判断して評価したものと考えられる。また、光の量の大小だけではなく、印象としての「明るさ」も含まれた評価であると考えられる。

被験者は計121名であり、その構成を表-2に示す。

2.3 調査結果

特定の行為に対する光環境の好みは、個人の生活環境や嗜好の違いによって変動することが予想される。また、全ての行為が、被験者にとって日常的な行為ではないために、経験上から回答している被験者と、想像上で回答し

ている被験者が混在している可能性もある。そこで、調査データを被験者の属性別に分類し、評定平均値を求めた。年齢別、性別ごとに平均値を比較したところ、有為な差は見られなかつたが、職業別に比較した結果、照明の実務に携わる被験者が、他の被験者よりも「変化のある照明」を強く望む傾向がみられた。これは、照明に対する意識の差が表れたものと考えられる。しかし、このような明らかに属性が異なる被験者以外には、属性による特定の傾向は見られなかつた。そこで、以後の調査結果は、全被験者に共通する傾向と考えられる平均値を用いることにする。また、データの平均をとる際には、便宜的に、「非常にそうあってほしい」～「特にそう感じない」間の評価を連続量として扱つた。

図-1に、室内の望まれる「明るさ」「暗さ」の程度と、各行為の関係を示す。「オフィスで事務作業をする」「居間・学校で勉強をする」「洗面所で鏡を見る」などの行為は、室内の「明るさ」が非常に望まれている。これらの行為は、高度な視作業を伴つた行為の場合が多いことか

ら、行為の機能的な面からも明るさ（照度）を必要としている。また、これらの行為は「明るさ」が望まれているが、逆に「暗さ」は殆ど望まれていない。

「自室で寝る」「居間でうたたねをする」「居間で音楽を聞く」「レストランで二人で食事をする」行為は、「明るさ」より「暗さ」の方が望まれている。これらの行為は特に視作業を伴わない行為であることから、行為の機能的な面ではそれほど「明るさ」を必要としていない。しかし、積極的に「暗さ」が望まれていることからは、「明るさ」が必要でないばかりでなく、嫌悪されていることが分かる。「明るく」照明された室内の中に、これらの行為を行いにくくしている要因があると考えられる。

「オフィスで休憩」「自室でくつろぐ」「居間で音楽を聞く」などの行為は、特に「明るさ」や「暗さ」のどちらかが強く望まれている訳ではないが、その両方がある程度望まれているものである。

また、「食事をする」という行為が同一でも、「居間で」という状況では「明るさ」の方が望まれており、「レスト

特にそうあってほしい

表-1 アンケート調査に用いた行為

場所	生活行為
住宅 居間	1 家族と食事をする 2 考えごとをする 3 家族と会話をする 4 客をもてなす 5 うたたねをする 6 新聞を読んでくつろぐ 7 パーティーをする 8 音楽を聞く 9 勉強をする
住宅 自室	10 くつろぐ 11 勉強をする 12 寝る
住宅 浴室	13 シャワーを浴びる 14 鏡を見る 15 洗濯をする
オフィスの執務室	16 事務作業をする 17 打ち合せをする 18 考えごとをする 19 休息をする
学校	20 勉強をする 21 会話をする
レストラン	22 二人で食事をする 23 大勢で食事をする

表-2 被験者の構成

	男性	女性	計
照明関係の業務	24	11	35
その他の業務	12	9	21
学生	19	32	51
主婦	0	14	14
計	55	66	121名

20代	79
30代	10
40代	16
50代以上	16
計	121名

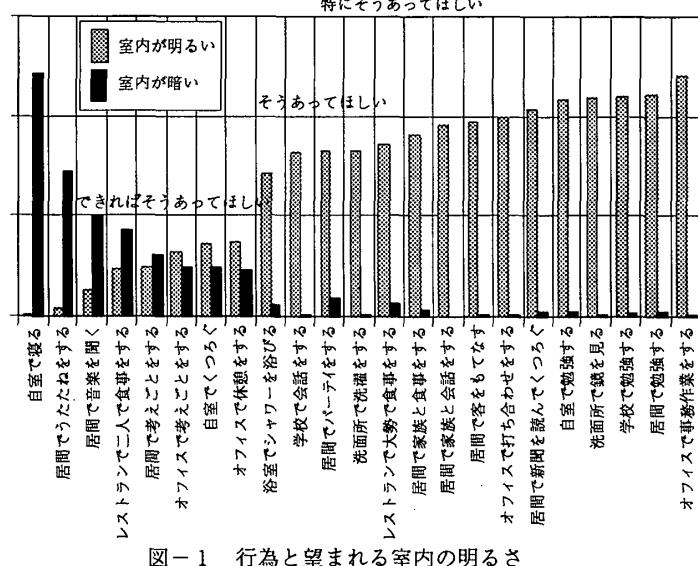


図-1 行為と望まれる室内の明るさ
特にそうあってほしい

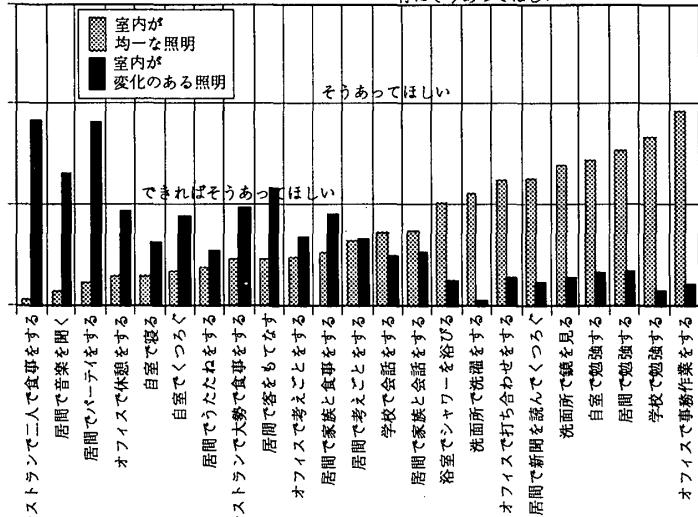


図-2 行為と望まれる室内照明の不均一さ

ランで二人で」という状況では「暗さ」の方が望まれている。このように、行為の違いだけではなく、行為を行う場所や状況によっても異なる場合が見受けられている。

図-2は、「均一な照明」と「変化のある照明」について示したものである。

「オフィスで事務作業をする」「居間・学校・自室で勉強をする」は、均一な照明が望まれている行為である。作業をする行為、特に事務的な作業を行う行為に望まれており、変化のある照明はあまり望まれていない。

「レストランで二人で食事をする」「居間でパーティーをする」「音楽を聞く」などの行為は、変化のある照明が望まれており、均一な照明はあまり望まれていない。かつろぎの行為にこのような傾向がみられている。

また、「明るく」あってほしいと同時に「暗く」あってほしい行為であった「オフィスで休憩」「自室でくつろぐ」「居間で音楽を聞く」などの行為は、均一な照明よりも変化のある照明をより強く望んでいる。このような行為が、変化のある照明を望んでいる理由の一つには、同じ室内空間内に明るさと暗さの両方を満たす為に、均一な照明よりも、不均一な照明が必要となってくるからだと考えられる。

2.4 行為の分類と光環境の関係

次に、アンケート調査結果を基にして、行為と望まれる室内の光環境にみられる特定の傾向を明らかにするため、行為をいくつかの評価尺度上に位置づけ、分類する作業を行った。行為を分類するための評価尺度は、既往の文献（文献9～14等）の記述から取り上げた約40尺度を、5名の被験者による予備実験によって類似度を出し、最終的に「活動的な」「静的な」「集中した」「リラックスした」など計14の尺度（表-3）を決定したものである。

実際の分類作業は、建築系の学生20名の被験者によって行い、アンケート調査で用いた23種類の行為が各評価尺度について、それぞれ「非常にそう思う」「そう思う」「思わない」の3段階に分類した。

分類した結果から便宜的に各分類を連続量と扱い、全被験者の平均評定値を求めた。さらに、14の評価尺度を変数、23の行為をサンプルとして因子分析（主因子法、バリマックス回転）を行ったところ、表-3に示す3因子が得られた。その中で第3因子は、「日常的な－非日常的な」であり、行為の行われる頻度と関係が深く、望まれる光環境との傾向が読みとれなかった。そこで、第1因子「活動的・対人的－静的・個人的」と第2因子「集中・緊張－リラックス・気軽」の因子得点を図-3に布置し、アンケート調査の結果と比較する。

「暗さ」が望まれている行為は、「静的・個人的」で「リラックス・気軽」な第3象限に位置しており、「明るさ」が望まれている行為は、第1、2、4象限に位置している。さらに、「均一な照明」が望まれている行為は第1、2象限

限に多く位置しており、「集中・緊張」した行為であるといえる。また、「変化のある照明」が望まれている行為は第3、4象限に多く位置しており、「リラックス・気軽」な行為であるといえる。

これらの傾向をまとめると、

1. 「明るく均一な」照明 - 「集中・緊張」した行為
 2. 「明るく変化のある」照明 - 「活動的・対人的」で「リラックス・気軽」な行為
 3. 「暗く変化のある」照明 - 「静的・個人的」で「リラックス・気軽」な行為
のように位置づけられる。

3. 行為と環境照明の明るさの許容範囲

3.1 縮尺模型実験の概要

先のアンケート調査では、室内照明に関して照明の位置を明示せず、総合的な印象を図った。

また、具体的な光環境を提示しなかったことから、「明るさ」や「均一さ」が量として表現できていない。具体

表-3 評価尺度の因子負荷量

	第1因子	第2因子	第3因子
活動的な	0.938	0.026	-0.050
静的な	-0.922	-0.071	0.125
個人的な	-0.807	-0.063	0.509
プライベートな	-0.763	-0.340	0.481
対人的な	0.753	-0.082	-0.587
社交的な	0.729	-0.131	-0.645
集中した	-0.112	0.934	-0.141
思考的な	-0.165	0.909	-0.107
リラックスした	-0.217	-0.898	-0.026
気軽な	-0.175	-0.859	0.405
緊張した	0.267	0.738	-0.579
非日常的な	0.219	0.124	-0.891
日常的な	-0.215	-0.405	0.843
あらたまつた	0.380	0.419	-0.756
寄与率	0.321	0.307	0.277

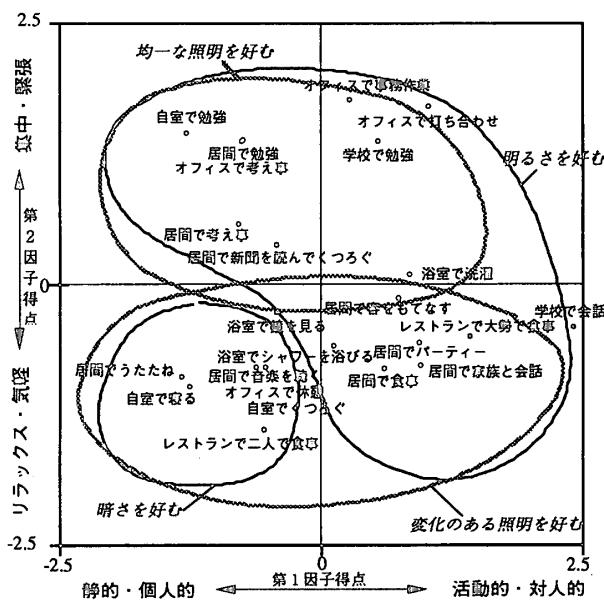


図-3 行為の分類とアンケート結果の関係

的な環境を用いて、行為と明るさ感の関係を把握するため、次に縮尺模型を用いた実験を行った。

実験は、室内空間の照明量を自由に調光できる縮尺模型によって、各行為にとって環境照明の好ましい明るさ、受け入れられる最低、最高の明るさを判断させるものである。各行為に好まれる明るさは、視作業の機能性に直接関係する視作業面部分と視作業面以外の空間全体とは異なるものと考えられるが、本実験では空間全体を照明する環境照明を扱っている。

縮尺模型は図-4に示すように、1/8スケールで製作した。対象とした空間は、オフィス執務室と住宅の居間であるが、それら二つの空間の実験結果を無理なく比較できるようにするために、オフィスでは小さめの執務室、住宅ではリビングダイニングを想定し、実寸で間口4.8m、奥行き6.4m、天井高は2.5mの大きさに決定した。室内には、各種照明設備の他、実際の雰囲気に近づけるために内装材、植栽、家具などを配した。また、オフィス設定時と居間設定時とではコンピュータや食器類などの家具を入れ替えた。家具を入れ替える際には、それによって輝度や照度の分布に大きな影響を及ぼさないように配慮した。

3.2 実験方法

図-5に示すように、被験者は模型前方部分に頭を差し込み、模型手前にある机の前に座っているものと教示される。被験者は、手元の調光器を操作することにより、自由に室内の全般照明の照明量を調節することができる。次に、手前の机上面で住宅、オフィスの計9種類の行為（表-4）を行うという設定で、以下の1~3の項目に適合するように室内の全般照明の照明量を調節する。

1. その行為を行うのに「これ以上明るいと不快である」状態（受け入れられる明るさの上限）

2. その行為を行うのに「これ以上暗いと不快である」状態（受け入れられる明るさ下限）

3. その行為を行うのに「ちょうど良い明るさ」の状態（最適な明るさ）

受け入れられる明るさ下限は、視作業を伴う「オフィスで事務作業をする」のような行為では、事務作業をするための必要な作業面の明るさと空間全体の不快とならない明るさの両者を判断基準としており、「考え方」や「うたたね」の行為は行為そのものに必要照度ではなく、空間全体の不快とならない明るさのみを判断基準としていると考えられる。

また、アンケート調査で用いた23種類の行為から9種類の行為を選択したことに関しては、視作業を伴う行為と伴わない行為の両方を含むこと、住宅とオフィスの異なる状況設定の中で作業内容が類似している行為があること、図-3の行為の分類上で片寄りがなく位置していることを考慮に入れた。

蛍光灯を光源とした全般照明は、模型室内を均一に照明し、室内平均照度が0lx~3000lxまで連続して調光することができる。また全ての行為で、机上面水平面照度

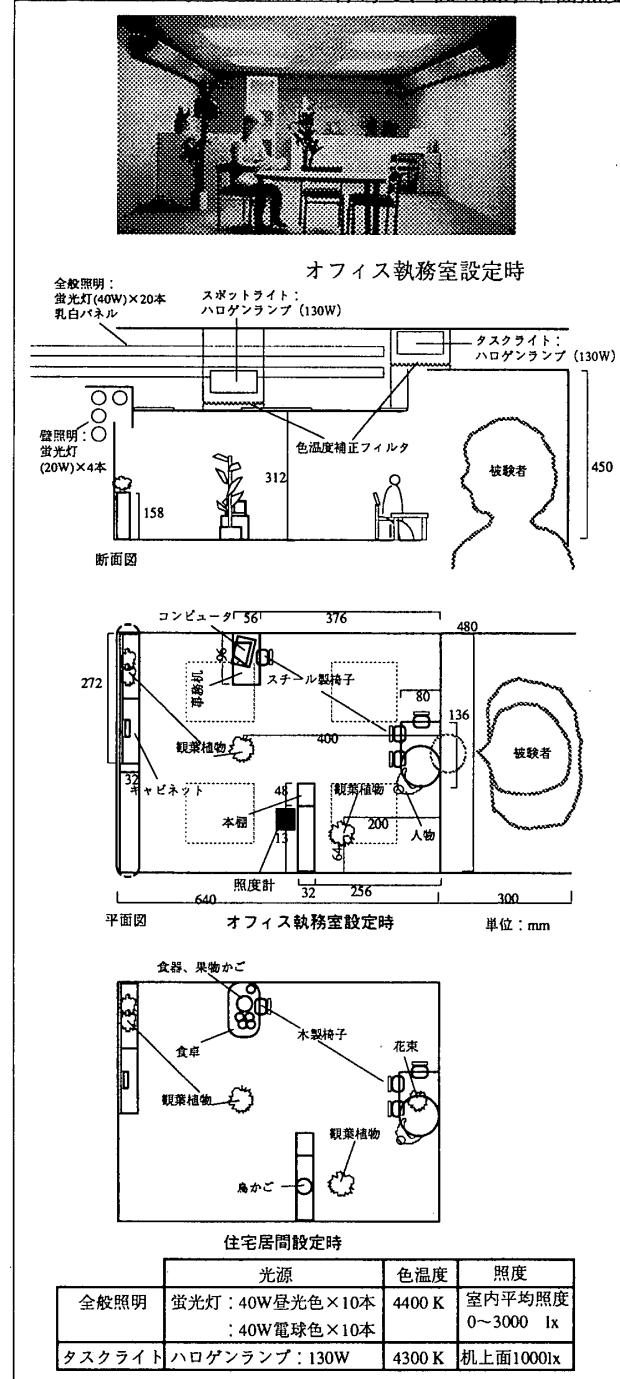


図-4 実験装置の概要

表-4 模型実験で設定した行為

場所	生活行為
オフィス執務室	事務作業をする 打ち合わせをする 考え方をする
住宅居間	勉強をする 家族と会話する 家族と食事をする 新聞を読んでくつろぐ 考え方をする うたたねをする

1000 lx のタスクライトを点灯した場合としない場合の2種類で実験を行った。

被験者は、約半数が建築系の学生 24名であり、被験者は全員 2.2 のアンケート調査を行っている。

3.3 実験結果

3.3.1 行為と明るさの関係

実験の結果、数名の被験者が全般照明の調光可能な最大値 (3000 lx) においても、受け入れられる明るさの上限とならなかったため、以後の解析で用いる全被験者の代表値は被験者の中央値としている。

図-5に、タスクライトを点灯したときの、各行為の受け入れられる明るさの上限時、下限時、最適時の、室内空間の平均照度を示している。平均照度は、模型室内の1点(図-4)の水平面照度値から全般照明の照明量を割り出し、机上面高さ水平面の室内平均照度値を算出したものである。また、タスクライト点灯時の受け入れられる明るさの下限は、行為を行う為の必要照度ではなく、室内全体が暗くて不快とならない境界を示している。

オフィスと住宅居間における状況の違いを比較すると、「オフィスで事務作業」と「居間で勉強」や、「オフィスで考え事」と「居間で考え事」など行為の内容が同一や類似したものであっても、オフィスの方が、全体的に照度値が高くなっている。また、オフィスの方が住宅居間よりも、上限と下限の間の、許容される明るさの範囲(照度の対数軸上での範囲)は狭くなっている。

オフィス、住宅居間それぞれの空間の行為に共通して許容される明るさの範囲は、図中の点線で示されているように、個々の行為の許容される範囲よりも非常に狭い。さらに、「オフィスで事務作業をする」の受け入れられる明るさの下限(時の室内水平面照度)が「居間でうたたね」の受け入れられる明るさの上限(時の室内水平面照度)よりも高くなっていることから、本実験で扱った9つの行為に共通して許容できる室内環境照明の明るさは存在していないことになる。このように、異なる状況や行為に共通して受け入れられる室内の明るさを得ることの困難さが示されている。

3.3.2 タスクライトの有無と受け入れられる照度の下限値

次に、タスクライト点灯時と消灯時で、全般照明の許容度を比較する。タスクライト点灯時の受け入れられる明るさの下限は、机上面部分に十分な明るさ(照度)が与えられた上で、その周囲に最低限必要な明るさ(照度)を表している。一方、タスクライト消灯時の受け入れられる明るさの下限は、全般照明のみによって照明される机上面と周囲の環境の両方が、不快とならない最低限の明るさ(照度)を表している。

図-6に、タスクライト点灯時と消灯時の受け入れられる明るさの下限における、全般照明の平均照度を示

した。全般照明の平均照度にはタスクライトの照度は含まれていない。「オフィスで事務作業をする」「オフィスで打ち合わせをする」などオフィスでの行為は、タスクライトを点灯時でも、タスクライト消灯時に比べて必要な全般照明の量はそれほど低くならない。一方、「居間で勉強する」「居間で家族と会話をする」など住宅での行為は、タスクライト点灯時、必要な全般照明による照度が低くなっている。オフィスでの行為は、周辺の環境も照度が高くなくては不快となるが、住宅居間では机上面や自分の居る場所の照度が高い場合には、周辺環境の照度を落とすことができると考えられる。

3.4 実大空間を用いた照度値の検討

3.4.1 実大空間実験の概要

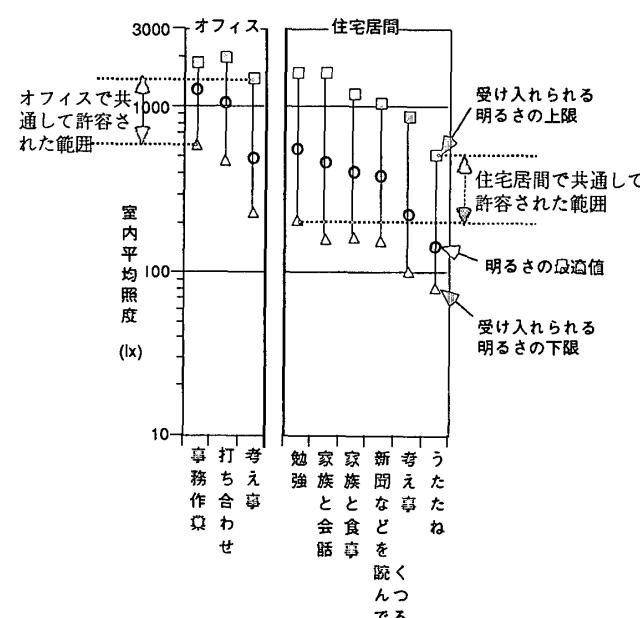


図-5 行為と許容される明るさ(タスクライト点灯時)

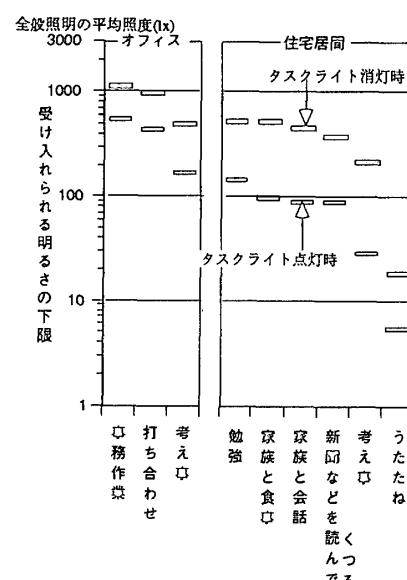


図-6 タスクライトの有無と明るさの下限値の関係

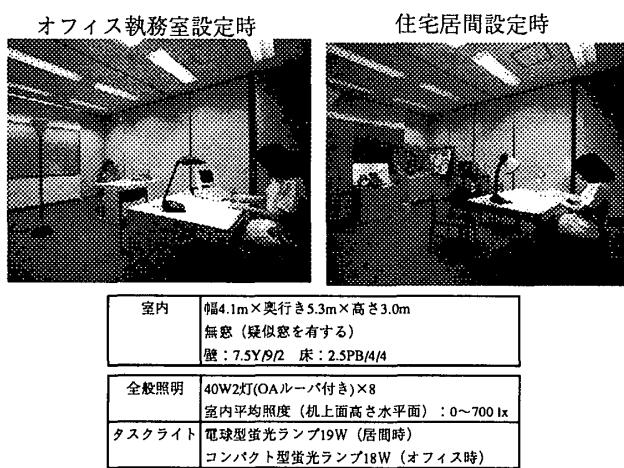


図-7 実大空間実験室概要

表-5 実大実験における明るさ感評価（タスクライト点灯時）

全般照明の平均照度(lx)	オフィス執務室			住宅居間			新聞を読んでくつろぐ	うたたね	縮尺模型実験における明るさの下限
	事務	打ち合せ	考え方	勉強	家族と会話	家族と食事			
700	○	○	○	○	○	○	○	○	×
400	○	○	○	○	○	○	○	○	
200	○	○	○	○	○	○	○	○	
100	○	○	○	○	○	○	○	○	
50	●	●	○	○	●	○	○	○	
25	●	●	○	○	●	●	●	○	
10	●	●	●	●	●	●	●	○	
1	●	●	●	●	●	●	●	○	

×：明るすぎて不快
○：受け入れられる明るさ
●：暗すぎて不快

縮尺模型実験では、スケールの小さな模型を観察して評価したため、実際の環境での評価と異なる可能性がある。ここでは実物大の実験室で実験を行ない、結果を検討する。

実験は、図-7に示すように、縮尺模型の実寸値に近い、幅4.1m×奥行き5.3m×高さ3.0mの実験室を用いた。実験室の設定は、オフィス執務室と住宅居間で、それぞれの設定ごとに家具、装飾品等の備品を交換させて無理なく状況が設定できるようにした。実験は、室内をほぼ均一に照明する全般照明の照度のみを8段階に変え、先の模型実験で扱った9種類の行為を行うという設定の下で、室内環境の明るさ感を3段階に評価するものである。被験者は主に建築系の学生12名であり、内8名が3.2の実験に参加している。

3.4.2 実験結果

表-5に、タスクライト点灯時の明るさの評価結果を、先の縮尺模型実験の結果と合わせて示している。実大実験では、全般照明の平均照度が最高700lxに限られたた

め、殆どの行為で受け入れられる照度の上限値は得られなかった。そこで受け入れられる照度の下限値のみ、模型実験の結果と比較すると、縮尺模型実験よりも実大実験の照度値の方が明かに低い値となっていることが分かった。特に「居間で考えごとをする」「うたたねする」の行為では、模型実験では受け入れられる照度の下限値が58lxと37lxであったのに対して、実大実験では全般照明の平均照度が1lxであっても受け入れられる結果となっている。これは、縮尺模型実験では、実大の空間に比べてスケールを1/8にしたことによって、照度の感覚量に違いが生じたり、観察者が実際には空間内に対峙できなかったことにより、評価に何等かのずれが生じたことなどが考えられる。

実験における照度値の各行為間の関係は、模型実験と実大実験で安定したものであることから、縮尺模型実験の行為の相対的な結果は有効であると考えられる。縮尺模型実験の照度値の扱いに関しては、今回の縮尺模型を用いた実験内の評価にのみ適用できるものとされ、一般化できるものではないと考える。

4. 行為と好ましい環境照明の不均一さ

4.1 縮尺模型実験の概要

次に、環境照明の光分布に着目し、行為を行う上でのふさわしい光の分布の検討を行う。特に本章では、いかに光が不均一なものが好まれるかを調べる実験を行っている。机上面など視作業に直接関わる部分は、均一である必要があることから、本実験で扱う照明の「均一さ」は、机上面以外の環境照明の均一さである。また、実大空間で照明の均一さを連続的に変化させることは困難であり、実験には縮尺模型のみを用いて行った。

実験には2.2と同様の縮尺模型実験装置（図-4）を用いた。照明は、全般照明とタスクライト以外に、調光可能なスポット照明（室内中央を局所的に照明する）と、壁照明（正面壁と室内奥部分を照明する）を用いている（表-6、図-8）。

3.2と同様に、模型前方部に頭を差し込んだ被験者は、模型室内を均一に照明する全般照明と、局所的に照明するスポット照明（あるいは壁照明）の両方を自由に点灯、調光することによって、環境照明の明るさや不均一さを調節することができる。実験では、スポット照明と壁照明は両方同時に点灯することなく、それぞれ別々に、与えられた行為にもっともふさわしくなるような環境照明に調光することを行った。

被験者は、22名の主に建築系の学生を対象とした。内、全ての被験者が2.2のアンケート調査を行い、18名が3.1の実験も行っている。

4.2 実験結果

4.2.1 室内照明の不均一さの表現

室内照明の均一さを表す指標は、室内照度の均齊度が一般的に用いられている。これは、対象となる平面上における最小照度の平均照度に対する比、あるいは最小照度の最大照度に対する比で表される。しかし、相當に不均一な光環境で、空間内に局所的に照度が高い部分や照度が低い部分が存在する場合には、均齊度が部分的な光の状態で決定されることになり、空間全体の照度の分布の度合いを適切に表しているとはいい難くなる。そこで、本研究では照明環境の不均一さを表現する為に、室内複数点の水平面照度を測定し、その照度分布の常用対数値の標準偏差を求めて、不均一さを表す指標とした。例えば、図-9に示すように室内照度が分布しており、平均照度（幾何平均）が100 lxで照度の常用対数値の標準偏差が1のような場合には、「不均一度」を「1」としている。

本実験では、模型室内の26点（均等な25点とスポット照明の直下点）の机上面高さ水平面照度値を測定し、不均一度を計算した。

4.2.2 好ましい不均一照明とその個人差

図-10はスポット照明と全般照明について、図-11は壁照明と全般照明について、各行為にとって好ましい明るさと不均一さをもった照明の室内平均照度と不均一度を示している。それぞれの値は、全被験者の平均値を用いている。

2つの図を比較すると、スポット照明の方が壁照明よりも全体的に不均一度が大きくなっていることが分かる。これは、スポット照明は光源直下部が局所的に高い照度値を示し、壁照明はある連続してまとまった領域を強く照明するという照明方法の違いによって、「不均一度」の値と「不均一さ」の感覚量が一致していないことなどが考えられる。また、行為間の傾向は、2つの照明方式で殆ど変化がなく、高い平均照度の行為ほど均一な環境照明が好まれ、低い平均照度の行為ほど不均一な環境照明が好まれている。

図-12に、全被験者（22人）の調光値を各行為ごとに示している。個人個人の調光値のは、ばらつきが小さい行為と非常に離散している行為がある。「オフィスで事務作業をする」や「オフィスで打ち合わせをする」、「居間で勉強する」のように、比較的明るく、均一な環境照明を好む行為は、個人によるばらつきが小さい。一方、「オフィスで考え方をする」や「居間で家族と会話する」など、暗く不均一な環境照明を好む行為は、個人ごとのばらつきが大きくなっている。また、ばらつきの大きい行為について、個人ごとの結果を検討したところ、常に他の被験者よりも不均一な環境照明を好む被験者と、均一な環境照明を好む被験者が見いだされ、個人によって好まれる環境照明の不均一さの度合いが必ずしも一致しているとはいえない。

4.2.3 不均一照明と、明るさの許容範囲の関係

各行為にとって好ましい明るさと不均一さをもった環境照明が、室内全体としてどの程度の照度値にあるのかを把握するため、均一な環境照明下で受け入れられる明るさの上限と下限における室内平均照度（図-5に示す値であり、タスクライト点灯、全般照明を調光時のもの）と比較してみる。図-12に見るように、行為によって上限値と下限値は異なっており、また行為によって個人の

表-6 不均一照明の概要

光源	色温度	室内平均照度
スポット照明 ハロゲンランプ：215W	3800K～4300K	0～3000 lx
壁照明 蛍光灯：20W白色×4本	4500 K	0～1800 lx

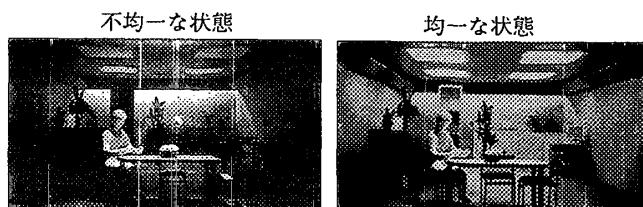


図-8 不均一照明の調光例（全般照明と壁照明）

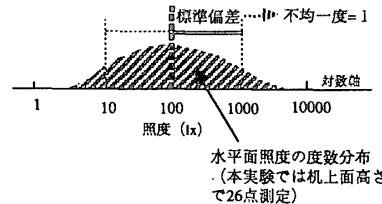


図-9 照度分布と不均一度

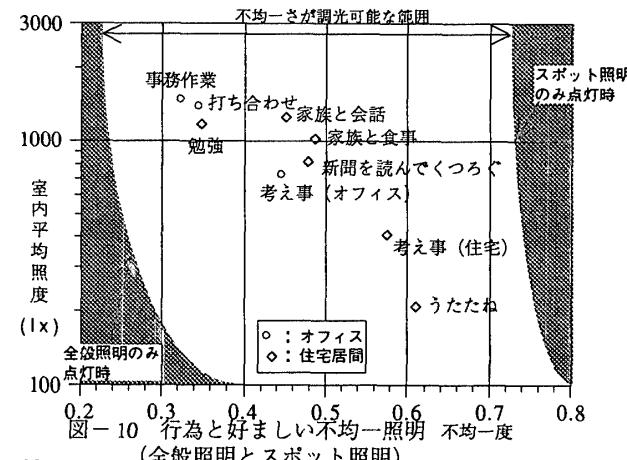


図-10 行為と好ましい不均一照明（全般照明とスポット照明）

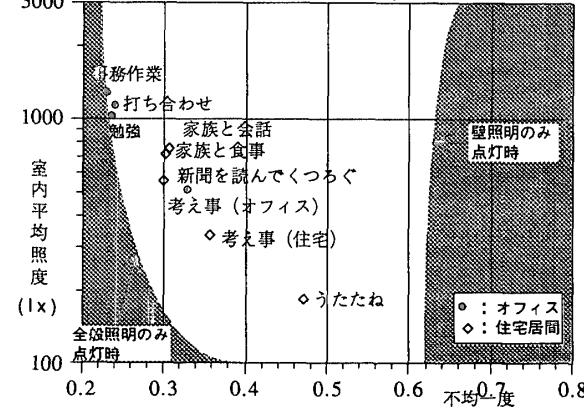


図-11 行為と好ましい不均一照明（全般照明と壁照明）

調光値の離散状態も異なっているにも関わらず、ほぼ全ての行為で被験者個人個人が調光した室内平均照度が、均一な環境照明において受け入れられる明るさの上限と下限の間に布置している。つまり、好ましい不均一な環境照明の全体的な光の量（室内平均照度）は、均一な環境照明の場合における受け入れられる照度の上限値と下限値の間に入っているものと考えられる。

次に、行為に好ましい不均一照明の、室内各位置での照度値を検討してみる。図-13は、スポット照明と全般照明による好ましい不均一照明について、図-14は壁照明と全般照明による好ましい不均一照明について、各行為の調光平均値をもとにして照度分布図を作成したものである。この照度分布図に、均一な環境照明において受け入れられる明るさの上限（の室内平均照度値）を上回る照度の領域と、明るさの下限（の室内平均照度値）を下回る照度の領域を重ねて示した。

好ましい不均一な環境照明の中で、均一な環境照明下で受け入れられる明るさの上限（の室内平均照度値）を上回る部分は、光源の直下を中心として、室内空間内に比較的広く存在している。一方、均一な環境照明において受け入れられる明るさの下限（の室内平均照度値）を下回る部分は、室内で最も照度の低い部屋の隅に部分的に存在するが、室内全体の中では僅少であるといえる。また、これらの関係は行為や照明方式の違いによっても安定して見受けられる。つまり、各行為に好ましい不均一な環境照明の、室内の最も低い照度値は、均一な環境照明状態での受け入れられる明るさの下限（の室内平均照度値）とほぼ一致しており、好ましい不均一な環境照明は、室内の全てが不快とならない暗さ（照度）以上で照明されていると考えられる。

4.3 実験結果の行為の分類による検討

最後に、この不均一な環境照明の実験結果と2.4で行った行為の分類との関係を調べ、実験結果を検証する。図-15（上図）は、実験に用いた9種類の生活行為の、2因子軸「活動的・対人的一静的・個人的」「集中・緊張ーリラックス・気軽」上の布置である。図-15（下図）は、実験5.2において求めた、全般照明とスポット照明による好ましい不均一な環境照明の、室内平均照度と不均一度を斜交軸上に布置したものである。下図の様に、平均照度と不均一度の軸を傾けることによって、各行為の布置される相対的な関係が、上図の2軸で布置された行為の分類に近くなるところがある。すなわち、好ましい不均一照明の、室内平均照度が高いほど、「活動的・対人的」で「集中・緊張」と分類された行為が位置しており、不均一度が大きいほど、「リラックス・気軽」と分類された行為が位置するようになる。

さらに、図-15（下図）の平均照度と不均一度の関係は、図-3に示した、23種類の行為に望まれる明るさ、暗

さと、均一な照明、不均一な照明の関係とも類似したものになっている。このことから、アンケート調査の室内照明の位置を明確にしていない評価結果と、環境照明の不均一さを求めた実験結果が、ある程度対応していることも分かる。

以上の結果から、2章で行ったアンケートの結果が、5章の実験の、室内環境照明の照度の高さと不均一度（照度の分布）と関係があると言える。また、実験では9種類の、僅かな行為設定によって検討してきたが、その傾向は実験で扱わなかった他の行為についてもある程度言及できると考えられる。

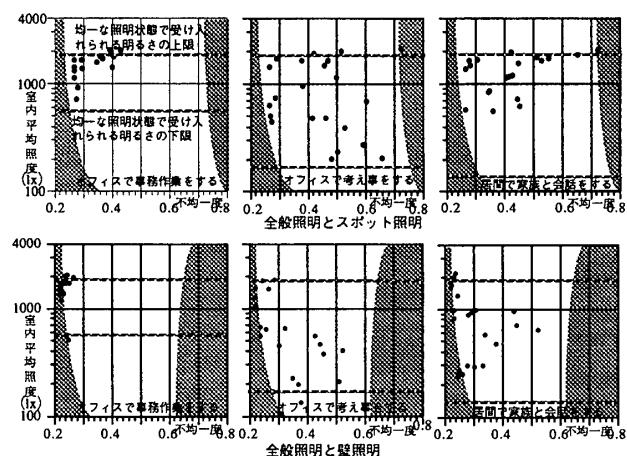


図-12 不均一照明と明るさの上限値下限値の関係

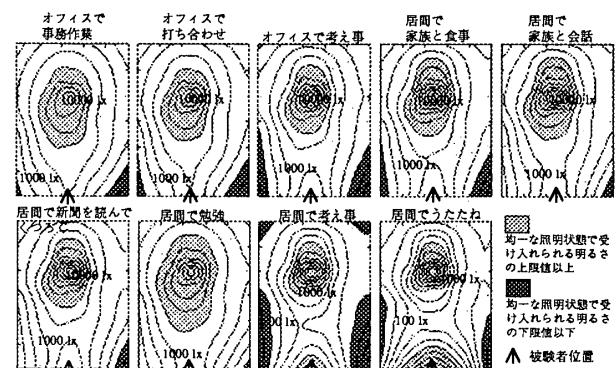


図-13 照度分布図・全般照明とスポット照明

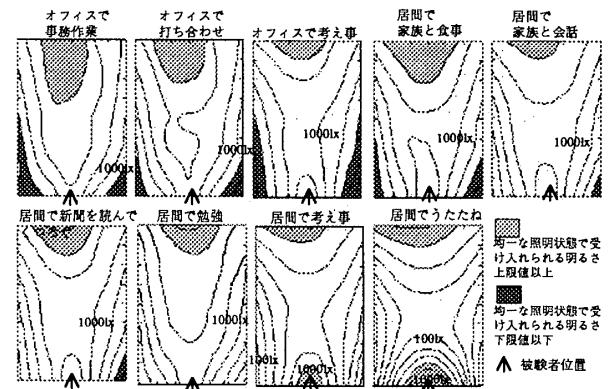


図-14 照度分布図・全般照明と壁照明

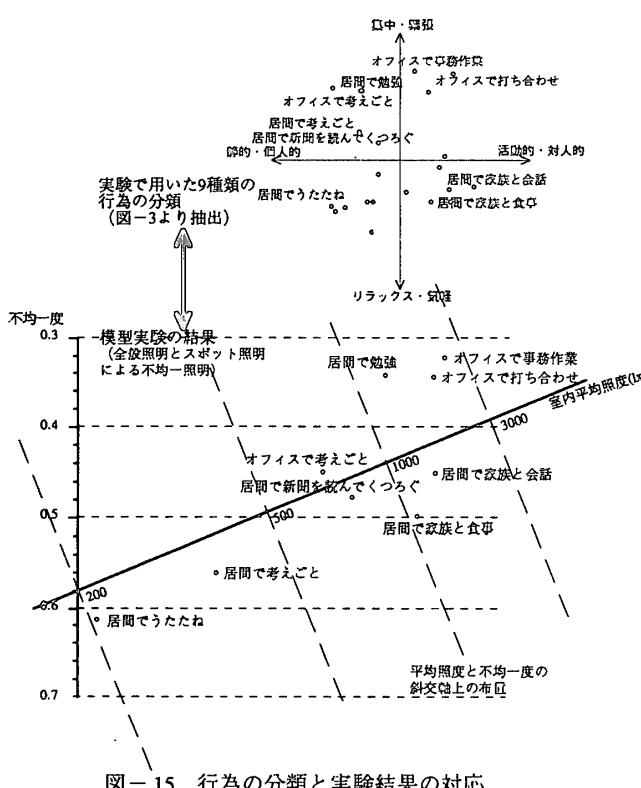


図-15 行為の分類と実験結果の対応

5 総括

本研究で得られた照明の明るさ、均一さと行為の関係をまとめると。

(1) 23種類の行為と望まれる光環境をアンケートにより調査した結果、以下の傾向が見られた。

「集中・緊張」した行為は「明るく均一な」照明が好まれる傾向にある。

「活動的・対人的」で「リラックス・気軽」な行為は「明るく変化のある」照明が好まれる。

「静的・個人的」で「リラックス・気軽」な行為は「暗く変化のある」照明が好まれる。

(2) 縮尺模型を用いて、住宅とオフィスで9種類の行為を行う上での環境照明の許容照度を調べた結果、

「オフィスで事務作業」と「居間で勉強」など作業自体が類似しているものであっても、オフィスの方が住宅居間よりも許容される照度値は高くなり、また、許容される照度の範囲は狭くなった。つまり、行為だけではなく行為を行なう状況が明るさの許容範囲に影響していることが明らかになった。

また、オフィスでの行為は、机上面の周辺の環境も照度が高い必要があったが、住宅では机上面や作業者の場所の照度が高い場合には、周辺環境の照度が低くても受け入れられた。このことから、環境照明の照度の許容下限値が行為を行なう状況によって異なると考えられた。

(3) 縮尺模型を用いて、行為を行う上で好ましい不均

一な環境照明を求めた結果、

明るさと不均一さをもった照明の、室内の最も低い照度値は、均一な環境照明状態での受け入れられる照度の下限値とほぼ一致することが分かった。また、その平均照度は、均一な環境照明状態での許容照度の上限値と下限値の間に布置することが分かった。

(4) 縮尺模型の実験結果と行為の分類関係を調べた結果、(1)のアンケート調査結果と近似したものになったことから、縮尺模型で9種類の行為を用いた実験結果が他の行為に関してもある程度言及できることを確認した。

本研究では主に縮尺模型を用いた実験結果から検討しており、実際環境に適用できるデータは十分に収集できたとは言えない。今後、室内空間で実際に行為を行っているときの不均一照明の特性を明らかにしていく。

謝辞

本論文は、東京電力(株)から委託を受けた、照明学会の「住宅、オフィスのエネルギー低減型照明特別研究委員会」(平成5年度)が行った実験の一部を基礎としている。関係者、委員各位に謝意を表する。また、実験には井汲陽子氏(当時東京理科大学卒論生)の協力を得たことも付記する。

参考文献

- 1) 北村麻子、小林茂雄、中村芳樹、乾正雄：適所適光からみた行為と室内照明の関係(その1～2)，日本建築学会大会学術講演集，1931-1934 1994
- 2) 照明学会技術基準 JIE C-001 オフィス照明基準，1992
- 3) A.R.Bean, A.G.Hopkins : Task and background lighting, Lighting Research and Technology, 12 (3) 135-139 (1980)
- 4) Slater,A.I., Boyce,P.R. : Illuminance uniformity on desks : Where is the limit? , Lighting Research and Technology, 22 (4) 165-174 (1990)
- 5) Slater,A.I., Perry,M.J., Carter,D.J. : Illuminance differences between desks : Limits of acceptability? , Lighting Research and Technology, 25 (3) 91-103 (1993)
- 6) E.Rowlands, D.L.Loe, R.M.McIntosh, K.P.Mansfield : Lighting adequacy and quality in office interiors by consideration of subjective assessment and physical measurement, CIE-Journal, Vol.4 No.1 1985
- 7) 田渕義彦、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)，日本照明学会誌 vol.73 288-294 1989
- 8) 田渕義彦、松島公嗣、中村肇、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、日本照明学会誌 vol.75 275-281 1991
- 9) 國島道子、梁瀬度子：生活行為からみた天井照明の評価、日本建築学会学術講演梗概集，1983
- 10) 田渕義彦、中村肇、長谷川吾郎：雰囲気分析に基づくリビング空間の照明技法の開発、日本照明学会誌 vol.69 563-569 1985
- 11) P.M.Biner et al : An arousal optimization model of lighting level preferences : an interaction of social situation and task demands, Environmental and Behavior, Vol.21, 1989 3-15
- 12) Butler,D.L. and P.M.Biner : Preferred lighting levels : variability among setting, behaviors, and individuals, Environmental and Behavior ,Vol.19 No.6,1987 695-721
- 13) Russel,J.A, Ward,L.M. and Pratt,G : Affective Quality Attributed to Environments : a factor analytic study, Environmental and Behavior ,Vol.13,1981 259-288
- 14) M.Merleau-Ponty : 行動の構造、みすず書房

(1995年4月5日原稿受理、1995年11月13日採用決定)