



光のコントロールで快適な空間を

——乾・中村研究室～社会開発工学専攻——



(右) 乾 正雄 教授

(左) 中村 芳樹 助教授

松明、あんどんに始まり、エジソンの白熱電球から蛍光灯まで、私たちの祖先は常に空間を明るくしようとしてきた。ところが現代になって、明るさの追求だけでは人の住みよい快適な光空間を作れないということが認識され始めている。ただ明るくするだけではなく、光をうまくコントロールして、空間の用途にふさわしい明るさにしたり、陰を強調したりして光空間をもっと快適にできないだろうか。今回はそのような視点で研究を進める乾・中村研究室にお話をうかがった。数々の興味深い研究のうち、いくつかを紹介しよう。



雰囲気と明るさの関係を探る

食事をしたりくつろいだりと空間には様々な用途がある。その用途に応じた雰囲気を光を用いて作ることができれば、もっと快適な空間が生まれ出せるのではないだろうか。乾・中村研究室ではそのような考えから、光、特に明るさと雰囲気との対応関係を探る研究を進めている。

明るさと雰囲気の関係客観的に明らかにするためには、明るさを測る尺度が必要である。部屋の明るさを表す時によく使われるのは、照度という尺度である。それはある面に当たっている光の量を表す尺度で(図1)、単位はルクスである。照度が高いとは、光が面に多く当たっているということである。

照度は日常よく用いられるのだが、雰囲気との対応関係を調べる尺度としては不十分である。そもそも雰囲気とは目に光が入り、それを人が認識して感じるものである。だから光が面にどれだけ当たっているかということよりも、その面を眺める私たちの眼にどれだけ光が入ってくるかということが重要なのだ。それを測定するのに最も適した尺度として輝度というものがある。輝度とは、

計測点を定め、面からその方向に向かう光の量を表す尺度である(図1)。これは私たちの感じている明るさにかかなり近いと考えられるのだが、一致するわけではない。例えば、ある角度から見て同じ輝度が測定されている黒い壁と白い壁を考えてほしい。たとえ同じ輝度であっても、私たちは白

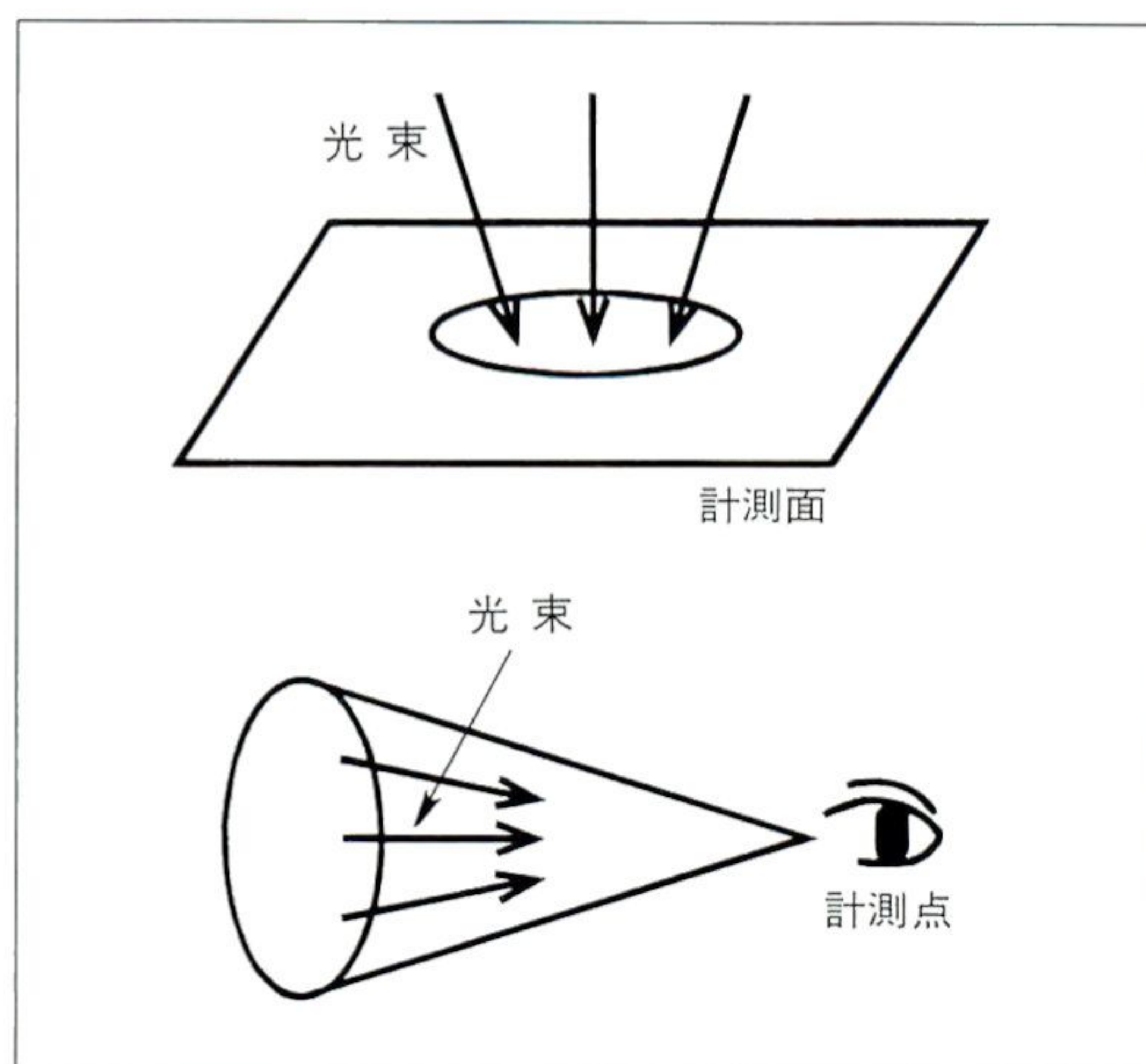


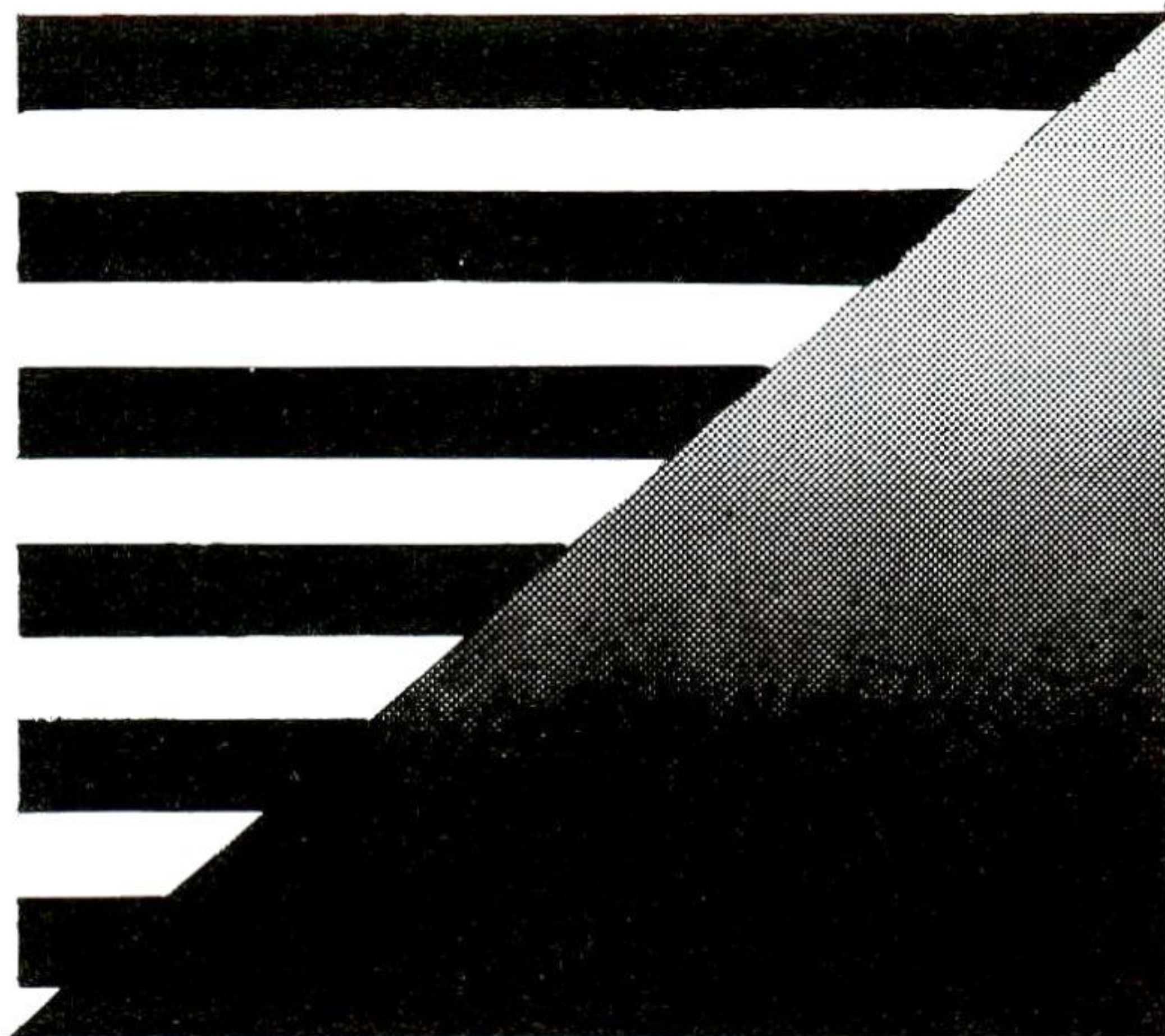
図1 (上)照度 (下)輝度

い壁の方を明るく感じるのである。輝度を用いるにはまだこのような問題があるものの、現段階では、私たちの明るさの感じ方に最も近い尺度として用いられている。

明るさと雰囲気の関係を探るうちに、明暗の兼ね合いが雰囲気に大きくかかわっていることがわかってきた。部分的に明るさを変えたり、陰をつけて暗くしたりすることで雰囲気を変えられるというのである。例えば写真1を見てほしい。これを見てあなたはどうか感じるだろうか。左や右より中の方がいきいきとして、見た時の雰囲気が良く感じられるだろう。

この現象を客観的に説明するためには、明暗の兼ね合いを表現する方法が必要である。その一つに輝度比がある。普通、あるものを見るとその表面には輝度の高い部分と低い部分がある。輝度比とはその対象をある角度で見た際に測定される輝度のうち、最大値と最小値の比をとったものである。これを用いれば、一般に明暗の兼ね合いと雰囲気との対応は次のように示される。最大値／最小値が1.5以下になると平板的な雰囲気を受け、逆に10以上になるとどぎつく感じられるのである。好ましい雰囲気を感じさせるのは輝度比が2～6程度である。

だが、輝度比では明暗の兼ね合いを正確に表現



することはできない。輝度比は2点の輝度しか考えないので2点間の輝度の変化は表せないのである。そこで乾・中村研究室で考えたのは、輝度分布という表現方法である。輝度分布とは輝度の変化の仕方、つまり明るさの変化の仕方である。これを用いれば、明暗が次第に変化してグラデーションとなっているのか、それともしま模様のように明暗の境がはっきりとしているのかということのようなことがわかる。

雰囲気を輝度分布によって説明するために行われた実験の一つ、建物のライトアップ実験をみて



平板的



好ましい



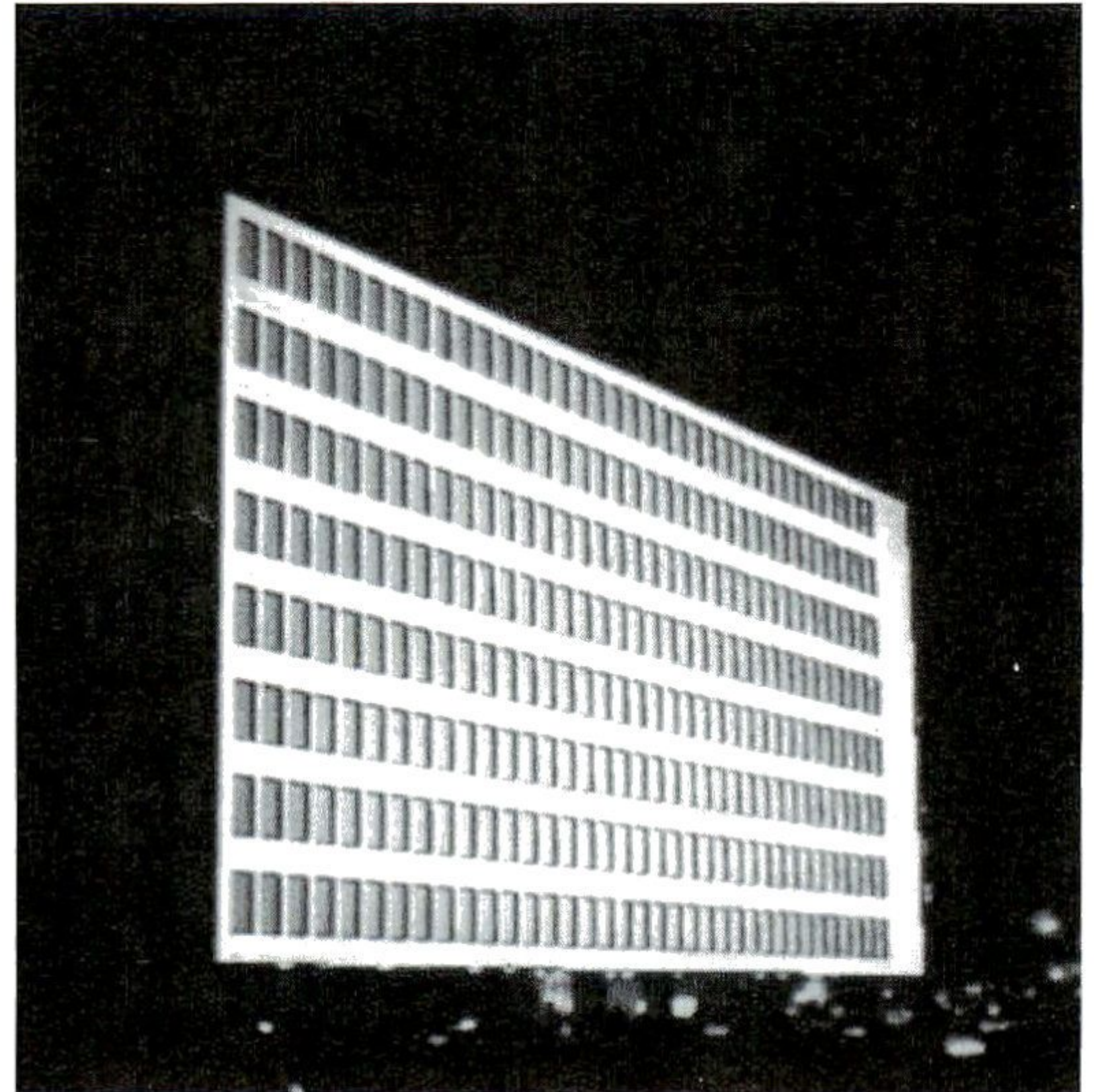
どぎつい

写真1 明暗の兼ね合いが雰囲気に大きくかかわってくることの例

みよう。写真2と3を見てほしい。この実験ではこのように様々な輝度分布を設定して、それを見た人に、感じた雰囲気を感じ、落ちつく等といった単純な選択肢の中から回答させた。あなたはこの2枚の写真を見てどのように感じるだろうか。おそらく、写真2の方が好ましく感じられるだろう。実験でも多くの方がそのように答えた。写真3は建物の下の方が明るくて、上の方へいくにつれて次第に暗くなっている。このような輝度分布を設定すると、おぼけを想像させて好ましくない雰囲気を感じさせる。逆に写真2のように明暗がはっきりとした輝度分布を設定すると、建物の輪郭が闇にくっきりと浮き彫りにされて良い雰囲気を感じさせる。

だが、輝度分布が同じでも私たちの眼は別の雰囲気を感じることもある。例えば石面とタイル面にそれぞれ光を当てて、全く同様の輝度分布を作り出したとしても、両者を見た雰囲気はかなり違う。なぜなら、私たちの眼は材質の質感の違いをも捉えることができるからである。つまり、輝度分布だけで雰囲気が決まるわけではないのである。また、実際に利用する段階にも課題が残されている。部屋の内面の形(凹凸)や内面を包む材質の反射率によって輝度分布が変化することも考えねばならないのだ。

このような問題を克服し、明るさと雰囲気の関係が明確になれば、照明等を用いて輝度分布を設定することで、雰囲気を意図的に作り出すことができる。まだまだ残された課題は多いが、いずれは食事が美味しく感じられる照明やくつろげる照明が売り出されるようになるだろう。



建物のライトアップ実験の様子
(上) 写真2 (下) 写真3



現代オフィスに最適な日よけを考える

快適な光空間を一から作り出すのではなく、従来の光空間に改善を加える姿勢で行われた研究もある。それを紹介しよう。

皆さんは現代オフィスの姿をご存知だろうか。OA機器が大量に導入され、パソコンが多く用いられるようになった。すると、机上の仕事に適した照明を採用してきた従来の環境のままでは画面への映り込みという問題が起こってきた。映り込みとは画面に作業者の姿や後方からの光が映り、その像で画面が見にくくなる現象である。この現

象は作業者の姿や光源の像が、見ようとしている画面より高輝度であるために起こる。私たちの眼は高輝度のものにひかれやすい性質がある。だから画面中に輝度の高い部分があると、眼が自然とその部分にひかれて本来見たい画面を見づらく感じるのである。夕方の電車の中で窓から外を見ると、窓に映っている自分の姿に気づくだろう。あれは外よりも電車内の方が相対的に明るいために起こる。その証拠に外も電車内もほぼ同じ明るさの昼間は、窓に自分の姿が映ることはない。窓を画面

におきかえれば、映り込みが生じる理由もわかってくる。つまり部屋の明るさをうまく調節すれば、映り込みが防げるのだ。

具体的には日よけを用いて、窓から入ってくる光の量を抑えればいい。したがって作業をする時は日よけをしめきりにすれば良いのだが、それでは見通しが失われてしまう。窓の景色がもたらすちょっとした開放感や気晴らしはオフィスのように、精神的に負担のかかる作業を長時間行う場所では非常に重要なのである。

以上を考えると、現代オフィスに最適なのは見通しがよく、しかも窓から入る光の量を抑える日よけということになる。そのような日よけを実験によって調べてみることにした。日よけの種類としては、素通しの布のようなロールスクリーン、羽根状の板が横に連なったベネシャンブラインドの2種で、各々白、黒、灰の3色が用意された。

まず、各日よけがどれだけ窓から入る光の量を抑えるかを調べるために、図2のような実験装置を用意した。外の照度を室内の照度よりも高くして、外の光が日よけの隙間を透過して室内に入る割合と、日よけ自体を透過してくる割合、室内の光が日よけに反射する割合を求めた。この場合、どの割合も低いものが窓から入る光の量を抑えることになる。結果は、ベネシャンブラインドよりもロールスクリーンの方が低く、色で比較すると黒色が最も低く、灰、白の順で高くなった。

次に、各日よけを通しての景色の見え具合を調べた。日よけを下ろしていない状態の見え具合を100%とし、各日よけを下ろした時の、景色の見え具合をパーセントで被験者に回答させた。これは数値が大きければ大きいほど見通しが良いということになる。結果は黒色のロールスクリーンが最も大きい値であった。

白色より黒色の方が景色が見やすいというのは非常に不思議な感じがするかもしれない。だが先にも述べたように、人の眼は輝度の高いものにひかれやすい。白色は黒色よりも光をよく反射するので、輝度が高くなる。だから私たちが白いロールスクリーンを通して景色を見ようとしても、眼が白色にひかれてしまい景色を正確に捉えられないのである。

以上を調べた結果、選択肢のうちでは黒のロールスクリーンが現代オフィスに最も適していることがわかった。この実験を応用すれば、オフィスだけでなく、私たちの住まいにふさわしい日よけも考えられる。それは外側が白で内側が黒のロールスクリーンだ。プライバシーの保護が叫ばれる中、外からは内の様子がうかがいにくく、内からは外の景色が楽しめる、このような日よけは将来多く用いられるようになるだろう。

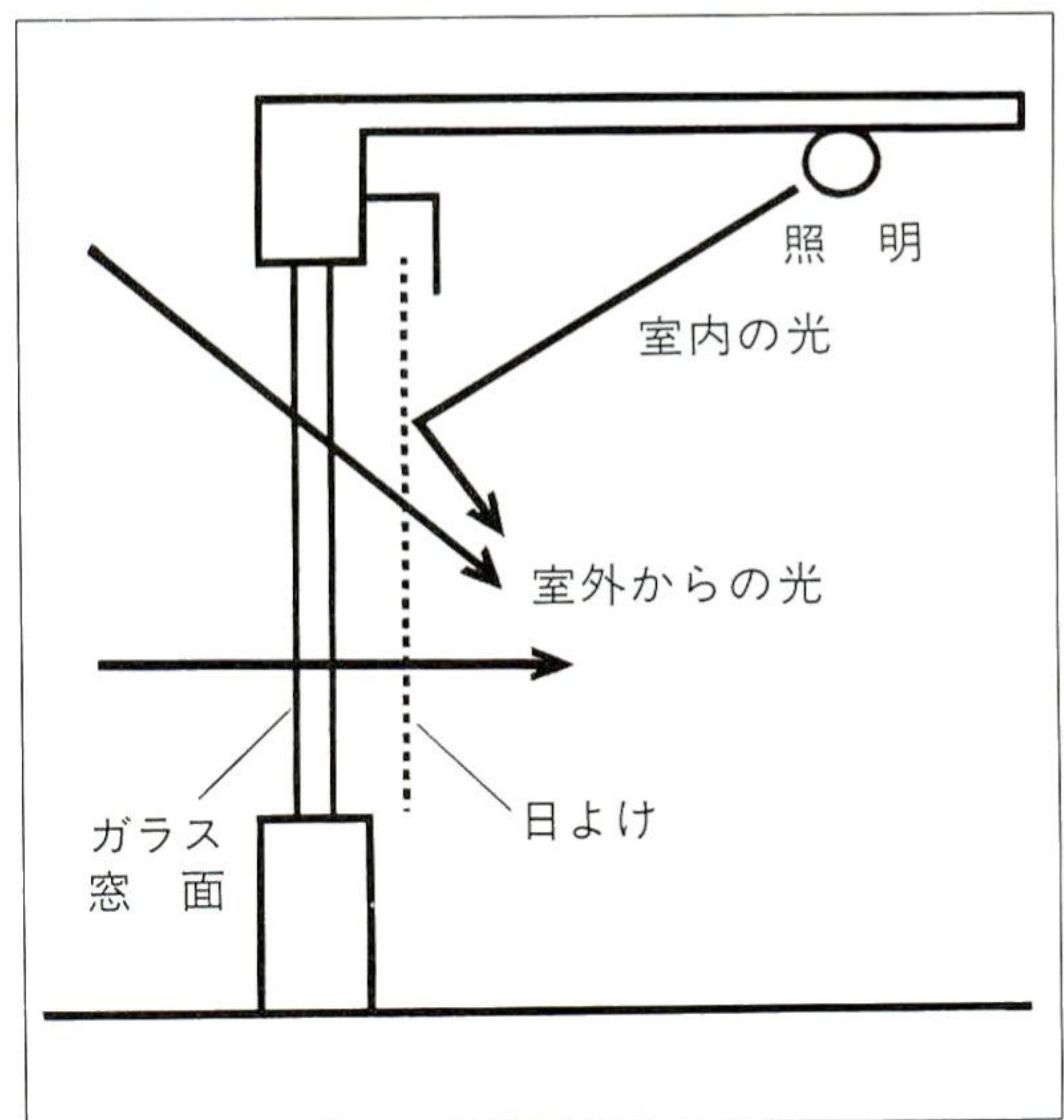


図2 実験装置の概略

「東京タワーや都庁のライトアップ。あのような光の演出を見て、皆が綺麗だなあ、あるいは気味が悪いなあと感じるのはどうしてだろうか。その理由が知りたいのです」グリーンやオレンジの光でライトアップされた東工大本館を見るたびに、中村助教授の言葉が思い出される。照度も輝度も知らない私に、丁寧に説明してくださった中村助教授に深く感謝いたします。また、院生の方々は

緊張しきっていた私をアットホームな雰囲気ですててくださり、不慣れな取材を無事終えることができました。重ねてお礼を申し上げます。

最後に、乾教授は本年3月をもって退官なさいました。研究室の益々の御発展をお祈りいたしております。

(渡辺 木綿子)