

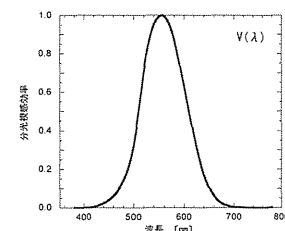
石田泰一郎

Taichiro ISHIDA

### 1. 分光視感効率 $V(\lambda)$ ～人間感覚の普遍性

光の分野には分光視感効率という重要な関数がある。これは、物理的な放射エネルギーを人が感じる光の量に変換するために必要となる眼の分光感度である。例えば、赤外放射はいくらエネルギーが大きくても眼で見ることはできず、明るさはゼロである。だから、放射を人間の視覚が感じる光の量として記述するためには、波長ごとのエネルギーに眼が感じる明るさに応じた重みを付けなくてはならない。そのための関数が分光視感効率であり、1924年に国際照明委員会(CIE)が定義したものである。これによって光の量を記述するための国際標準が確立されたことになる。

CIEが定義した国際標準の眼、すなわち分光視感効率は251名の測定データに基づいて定められた。この被験者数は感覚データの測定として決して少なくはないが、やはり、そこには人間の眼の感度は何らかの共通した機構によって決まっているとの前提がある。近代科学を基礎とする機械的な人間像であるといっても良い。もっとも、当時の科学者達が人間をまるっきりそのような存在であると考えていたのではあるまい。現にスペクトル光の明るさを直接評価した場合には、多くの個人差が生じることは良く知られていた。そのため分光視感効率の測定には、光の明るさを直接評価する方法ではなく、高周期で交替する光のちらつきを最小にする方法(交照法)などが採用されている。そのことは後々問題になるのであるが、当時の科学者たちは、光の測定の国際標準確立という社会的、技術的要請と、実験によって明らかになった人間の眼の特性の双方を考慮して、選択可能な解答を出したということである。そしてこの分光視感効率による光の記述は概ね人の視覚特性をうまく説明し、照明、映像、色彩工学など幅広い科学技術の基盤を形成してきたのである。



分光視感効率関数  $V(\lambda)$   
2° 視野, 明所視

### 2. 照明空間に対する心理評価

ところで、今日の光環境分野の研究者や専門家が関わる課題は、例えば、空間の明るさ感や快適性であったり、人の行為に相応しい光環境のあり方であったりする。ここにきて、光環境の研究が新しいステージを迎えようとしていると言ってもよいだろう。つまり、ものが見やすく、目に優しいという明視性の確保だけでなく、人間の心理や行動を考慮したより積極的な光環境設計に対する貢献が求められているのである。文字の見やすさ、表示物の明るさなどを問題にするのであれば、その解決は容易ではないにしても、考えるべき物理要素と人間の眼の機能との関係は比較的分かりやすかった。例えば、文字の見やすさを調べるためには、物理量として文字の大きさ、文字と背景の輝度、さらに周辺の輝度といったところが主要な変数となる。それらをパラメータとして文字の視認性を測定すれば必要なデータが得られる。さらに、文字の見やすさは眼の感度や空間解像力といった視覚の入力段階の特性で決まると考えられるので、その特性に個人間で共通性があるとの前提に立てば、結果を一般化することも可能である。ところが、照明空間に対する人間の感じ方や心理的な印象を評価するという課題に対しては、同じような方法論では対処できそうもない。そこには、多様な環境要素と人間の認知過程が相互に影響する複雑な関係が含まれているのである。端的には、光環境の物理要素と人間の心理・行動との直接的な対応が見えない状況といえる。

### 3. 環境と人間 — その実践と科学

このような環境と人間の複雑な問題に対しては、様々なアプローチが考えられるだろう。ひとつには、ある環境における人間の心理や行動の問題を個別の事例として、各々問題解決を図るという考え方であ

る。例えば、建築や照明の設計者や環境デザインに実践的に携わる人は、それぞれの事例に対して条件を満足する解を見出す必要があり、さしあたってそれで十分でもある。あるいは、環境と人間の関係は現場において個別的に研究すべきであると考え人もいるだろう。ある環境を人がどのように感じるのかは、個人的な経験、社会的な関係、文化的な背景など、明示的に記述できない多様な要素が影響するはずであり、科学ではなく、実践や臨床の対象として考えるべきであると。

人間と環境の複雑な関係に対するもうひとつのアプローチは、それを科学的に分析しようとする立場である。筆者は基本的にこの立場で考える。ここで科学的という意味をある程度限定しておかねばならない。筆者がここで述べる科学的とは、何らかの因果性に基づいて事象をモデル化することである。因果性とは原因があって結果があるという関係性のことだ。つまり、人間と環境の関係を科学的に分析しようということは、そこに何らかの因果性が存在すると想定していることになる。モデルの記述は必ずしも定量的である必要はなく、定性的な記述もあり得る。ひとつ強調しておきたいことは、因果性に基づいたモデルを得ることができれば、現場での実践や環境設計においても役に立つと考えられることである。なぜならば、モデルの適用範囲内であれば、新たな環境で何が起こるか予想できるからである。

人間と環境の関係を実践の問題と捉えるか、科学の問題と捉えるか、煎じ詰めれば、2通りの立場が考えられる。もっとも、実際にはそのどちらか一方だけに加担する人はまれなはずだ。筆者が研究の方法として科学的アプローチに力点を置くといっても、もちろん、それは実践的な対処を否定しているわけではない。否、むしろ人間の問題には、実践的な、あるいは臨床的な対処が必要となる領域の方が多いはずだ。科学と実践、この両者が相互にフィードバックし、人間理解のためのサイクルを循環させていくことが望まれるのである。

#### 4. 人間-環境の科学的アプローチの考え方<sup>\*)</sup>

さて、筆者が科学的なアプローチを当面の研究の方略とするのは、かなりの程度、それが可能であると考えているからに他ならない。もちろん、一度に包括的なモデルを作ることはできない。まずは科学的方法論にのっとり、対象を単純化することが必要だ。

問題設定の第一歩は、複雑に見える事象を仕分けて、いかにエッセンスを抽出するか、ということである。仕分けのポイントの一つは環境の諸要素である。建築空間や日常環境には多様なものが存在している。その中から問題とする心理・行動に直接影響しそうな要素を見極めなくてはならない。もうひとつのポイントは人間の心の働きについてである。人間の心の働きの中から、説明しようとする心理・感覚を明確にしておく必要がある。筆者のこれまでの研究では、例えば空間の明るさ感<sup>1-6)</sup>であったり、都市の色彩のにぎやかさ感<sup>7)</sup>であったりする。ある心理・感覚に焦点を絞って分析するということは、それが他の心の状態から(ある程度)独立であるとみなしていることになる。例えば、空間の明るさ感を捉える認知モジュールがあると考えてもよい。

第二には問題となる心理・感覚を説明する水準を考えなくてはならない。便宜的に人間の認知システムを、外部環境の情報を獲得する入力レベル、知覚情報を構成する知覚レベル、さらに上位の思考や記憶などが関わる認知レベルと分けて考えてみる。重要なのは問題とする事象を決定づけているレベルである。事象の因果関係はそれを導いているレベルで記述するべきである。上位のレベルで決まっている事象を下位レベルの情報で記述すると間接的になり、また、下位レベルで決まっている事象に上位レベルの諸要素はあまり影響しない。例えば、文字の視認性は主として視力など入力レベルの特性に依存し、物理量による直接的な記述で説明することができる。空間の明るさ感は、おそらく知覚レベルが強く関与しており、人が何を見て明るいと感じているのか、まずは知覚の次元で考察すべき問題だろう。さらに、日常環境では、認知や思考のプロセスも射程に入れなくてはならない。そこでは個人の経験や記憶、さらには社会的、文化的要素も考慮することが必要になるだろう。一般に、複数の層をなす認知システムの上位レベルには、下位レベルの情報がパターン化された情報が形成されると考えられ、そのパターン情報が明らかでない限り、上位レベルの機能を下位レベルで説明することは難しい。例えば、私たちが指先である表面をなぞるとき、私たちが着目し感じているのは指先の振動ではなく、その表面の凹凸や肌理である。指先の振動という下位レベルの情報は、知覚システムによって何らかのパターンに変換され、それが表面の肌理の知覚を導く。この前提なしに振動のみを分析しても、それが意味するものは見えてこない。もちろん、このような認知のメカニズムそのものを探求することは、今日の科学の重要

\*) 石田泰一郎、人と環境のサイエンス建築雑誌 2001年6月号, p.25

1) 荻内康雄, 石田泰一郎: 仮想輝度分布法による実大空間の明るさ感推定に関する検討, 日本建築学会環境系論文集, 583号, pp.7-14, 2004

2) 荻内康雄, 石田泰一郎: 仮想輝度分布法による空間の明るさ感推定の有効性, 照明学会誌, Vol.87,

3) T. Ishida and Y. Ogiuchi: Psychological determinants of brightness of a space - Perceived strength of light source and amount of light in the space, Journal of Light & Visual Environment, Vol.26, No.2, pp.29-35, 2002.

4) 荻内康雄, 石田泰一郎: 仮想輝度分布法による空間の明るさ感の物理的な評価法 - 均等拡散面の場合 -, 照明学会誌, Vol.84, No.8A, pp.529-533, 2000.

5) 石田泰一郎, 荻内康雄: 空間の明るさ感の心理的決定要因—光源の強さ感と空間の光量感, 照明学会誌, Vol.84, No.8A, pp.473-479, 2000.

6) 石田泰一郎, 荻内康雄: 参照マッチング法による空間の明るさ感評価の基礎的検討, 照明学会誌, Vol.83, No.5, pp.295-305, 1999.

7) T. Ishida and K. Yagi: Relationship between visual impression of a city landscape and its characteristics of color, Proceedings of AIC Midterm Meeting, pp.99-108, 1999.

な課題のひとつである。ただし、環境と人間の関係性をモデル化するためには、その心理を導いている要因を探り、近接した因果関係を記述することが先決であり、重要であるとする。

ここで述べた科学的アプローチのための単純化や水準設定に決まった方法はない。研究者の問題設定の考え方に依存するところが大きい。問題の設定や実験の方法によっては、重要なものを見落としていたり、不十分な結果しか得られないこともあるだろう。しかし、まずは、学術的、あるいは実用的に重要な問題について、実現可能な方法で手をつけていくしかない。科学的アプローチの特徴の一つは、研究やモデルの評価、方法の議論が検証可能な形でオープンにできるところにある。オープンな議論と研究を繰り返して、理論やモデルの質を高めて行くこと、それが科学の強みであり、面白さであるといえるだろう。

## 5. 空間の明るさ感の評価モデル

前置きのつもりが長くなってしまった。本稿の最後に荻内、石田らが進めてきた空間の明るさに関する研究<sup>1-6)</sup>をごく簡単に紹介する。空間の明るさ感とは人が照明空間から感じとる最も主要な感覚といえてよい。空間の明るさ感を定量的に推定する方法があれば、照明設計に新たな可能性が広がるといえるだろう。その方法の開発を目指して、次のような方針で研究を進めた。

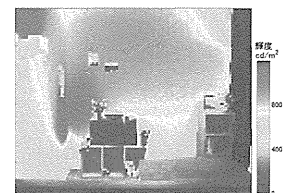
まず、空間の明るさ感に影響する主な環境要素は空間における光の分布状況であり、室の形状、什器類などは、副次的な影響に留まると考えた。次に、空間の明るさ感とは、照明された空間そのものの明るさ感であるとして、個々の表面や物体の明るさとは区別した。さらに、予備的な実験を通して、空間の明るさ感を被験者が判断することは可能であり、また個人差も比較的少ないことを確認した。それによって空間の明るさ感を独立に扱っても良いと考えた。以上が問題の整理である。次に分析の水準を考えなくてはならない。ある面の明るさであれば、その感覚は主として面の輝度が決めていると考えてよく、物理的な記述が有効となる。しかし、空間の明るさ感を決めている環境要素は明らかではない。著者らは空間の明るさ感を決めているのは、空間に存在する光の分布パターンに基づいて知覚された光に関する何らかの情報であると考えた。したがって決定要因は知覚レベルで考えることになる。

以上のことから、空間の明るさ感評価モデルを作るための問題設定は次のようになる。第一に、空間の明るさ感とは照明空間の光のどのような知覚量によって導かれる感覚であるのか明らかにする。第二に、その知覚量を光の物理量から推定するための工学的な方法を開発する。

研究の結果のみ述べると、空間の明るさ感とは、その空間に満ちていると知覚される光の量（空間の光量感）に対応する感覚であることが明らかになった。さらに、その空間の光量感を室内の輝度分布から定量的に推定する方法—仮想輝度分布法を開発した。これらの結果は、模型実験、実大室実験によって有効性を確認している。現在は、明るさ感に関する他の研究者の成果と合わせて、明るさ感に基づいた照明設計の普及にむけた活動<sup>8)</sup>を進めている。

## 6. 結び

冒頭で述べた分光視感効率の制定には視覚特性を普遍的とみなす前提が存在する。少なくとも実用になるとの判断があった。その判断は正しく、CIEが定めた標準の眼は今に至るも有効に機能している。しかし、今日の課題に取り組むためには、人が知的な知覚システムを備えた存在であり、また、文化や社会に多面的に関わる認知の構造を有する存在であることも考えなくてはならない。そして、これらの特徴は何層にも重なって人の中に組み込まれているだろう。その意味で、やはり人と環境との関わり方は複雑で多様である。その個別的な分散の中から、ある輪郭をなす枠組みを探求し、人に相応しい環境を作るための基礎とする。それが人と環境の科学の意図するところである。人と環境の関係に科学で迫れるところまで行った先に何があるのか。人を科学的に探求するということは、すなわち、人間性とは何かを問うていることに他ならないのである。



輝度分布から空間の明るさ感を導いているパターンを探る

8) 照明学会, 空間の明るさ評価研究調査委員会

参考図書  
色彩工学の基礎, 池田光男, 朝倉書店, 1980  
色彩工学, 大田 登, 東京電機大学出版局, 1993  
心理学の新しいかたち—方法への意識, 下山晴彦他, 誠信書房, 2002  
科学哲学入門, 内井惣七, 世界思想社, 1995  
暴走する科学技術文明, 市川博信, 岩波書店, 2000  
システムの科学, H.A. サイモン, パーソナルメディア, 1987  
暗黙知の次元, マイケル・ポラニー, 紀伊国屋書店, 1980