

オペラやコンサートが上演される大きな劇場でも、テレビドラマやバラエティー番組が撮影されるテレビスタジオでも、照明は重要な役割を果たしています。照明は、そこで上演される演出効果を高める上で必要不可欠なものです。ここでは、その演出照明に用いられる照明器具を紹介するとともに、照明光に求められる品質と視覚の特性の影響を紹介します。

### 1. 照明器具<sup>1)</sup>

演出照明と一言でいっても、それに用いられる照明器具には多数の種類があります。照明担当者あるいは照明家といった演出家が、その多種類の照明器具を組み合わせてステージに合った演出照明を創り上げていきます。そこで用いられる照明器具は、大雑把にはスポット照明とフラッド照明という照明形態の違いで分類されます。前者では、いわゆるスポットライトがおもに用いられます。指向性が高く狭い範囲を明るく照らす光で、登場人物などを際立たせるのに使用されます。後者は、大きく広がる光により広い範囲を照らすもので、舞台やスタジオの全体を照明するのに使用されます。特に、フラッド照明を用いてスタジオや舞台の全体を覆うような照明は、「地あかり」と呼ばれます。これは演出照明を構成する上で基本的な要素のひとつとなります。この地あかりはいわば背景を創り出すものですが、それに用いられる照明器具にも厳しい品質が求められます。また演出照明の担当者の個々のこだわりや好みも、求められる品質に大きく影響してくるものです。

### 2. 照明の品質

このような照明器具に求められる品質を、例をあげて説明しましょう。ここでとりあげるのは、図1のようなフレネルレンズを用いたスポットライトです。これは高い照度が得られるハイパワーのハロゲンランプが用いられます。この器具は光源とレンズの距離が可変であるため照射範囲を大きくしたり小さくしたりできるという特徴があり、これによりス

ポット照明としてもフラッド照明としても用いることができます。明るく一様な照射面が広くとれるため、舞台の照明では必須の器具となっています。

このような特徴をもつ器具ではありますが、いくつかの条件により制約された光学系で構成されています。その条件とはまず、天井から吊るす使用形態もあるため、できるだけ小さく軽くする必要があります。次に、音響ノイズの発生を招くため空冷ファンを取り付けることができないので、放熱を考慮した光学系のスペースを確保する必要があります。そして何よりも、十分に明るい照明を実現する必要があります。そのため、完全に一様な明るさを実現するには高度な技術が必要とされます。

実際に図1のスポットライトの照射光を撮影したものが図2です。これはコントラストが強調されるように明るさを落として撮影したもので、やや明るさのむらが残っていることが確認できます。このむらが照明の演出家には非常に嫌われます。このむらを解消し一様性を向上させることは、あらゆる演出家に共通した要求でもあります。しかもここで重要となることは、むらとは人が感じるむらのことであり、物理的測定によって一様であるものが好まれるとは限らないことです。そもそも演出照明では、人



図1 フラッド照明も可能なスポットライト。

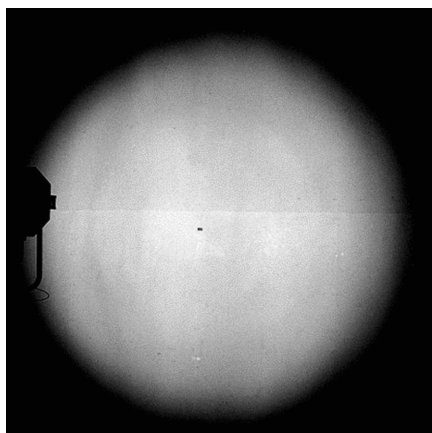


図2 スポットライトの照射光。

間の目に入る光そのもので性能の良し悪しが判断されます。したがって、「目で見たときにきれいに、自然に見える」照度分布が要求されます。ところが、そのような分布は、測光量として定義される照度が均一であることを理想とするものではありません。実際、図2の照射面では周辺部より中心部が明るくなっています。このように中心から周辺にかけて、照度が「自然に」減衰する分布が好まれるのがほとんどです。しかも、微小な照度むらが視覚特性によって強調される場合があるなどの微妙な機構も影響します。このため、照明の品質を照度分布から厳密に定量的に評価することは難しい問題となっています。

### 3. 影響する視覚特性

照明の明るさ一様性に影響する視覚特性とは、マッハ効果と呼ばれる古くから知られる特性です<sup>2)</sup>。これは、ある面の明るさは周辺の明るさの影響を受けて知覚されるというものです。例えば、図3に示したように物理的な明るさに段差がある場合、感覚的には図中の破線のように、段差の周辺部で明るいほうはより明るく、暗いほうはより暗く知覚されます。この特性は視覚の空間周波数特性 (MTF 特性) としても知られており、多くの研究が行われてきました<sup>3)</sup>。この特性はいいかえれば、輪郭強調作用とも

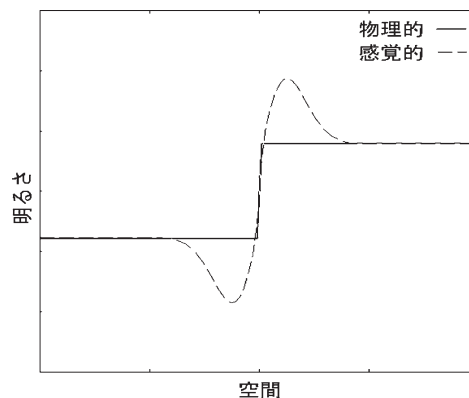


図3 マッハ効果。



図4 視覚特性によるむらの強調。

いえます。この作用は人間の知覚能力を高めるために備わっているものですが、逆にむらを強調する作用となってしまいます。つまり、地あかりのような一様性を求める照明にとっては仇になるものです。

### 4. 感覚的明るさの計算

視覚の輪郭強調作用がむらを強調してしまう作用をよりわかりやすく説明するために、図4のような横方向にむらをもつ画像を考えます。この画像では、左部分から中心付近まで細かい周期で明暗が繰り返し、中心から右部分では大きな周期で明暗が繰り返すように見えます。これをグラフで表現する

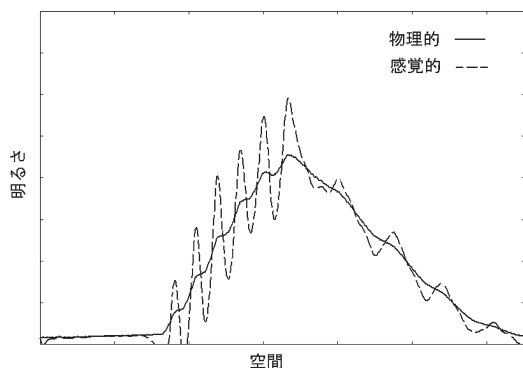


図5 物理的明るさと感覚的明るさ。

と、図5の破線の分布で表すことができます。しかし物理的な明るさは、図5の実線の分布で表されます。緩やかな階段状のうねりはあるものの、左から中心まで単調に増加し、中心から右は単調に減少しています。物理的な明るさと感覚的な明るさとは、明らかに違いがあることがわかります。その感覚的な明るさを表す分布は、画像を見る距離や環境の明るさに依存して変わり、また個人差もあるものです。しかしおおむね図中の破線のような分布として計算で求めることができます。この破線の分布は、視覚の線像分布関数 (LSF) を物理的な明るさ分布に畳み込み積分することで求められます。さらにこの LSF は、図6のようなメキシカンハット型になることが知られており、視覚の MTF を逆フーリエ変換することで求めることができます。感覚的な明るさが図5のようになるということは、物理的に明暗の繰り返しがない分布を実現しても、明暗のむらがあるように見える場合があることを示しています。照明の一様性という品質を評価するときには、

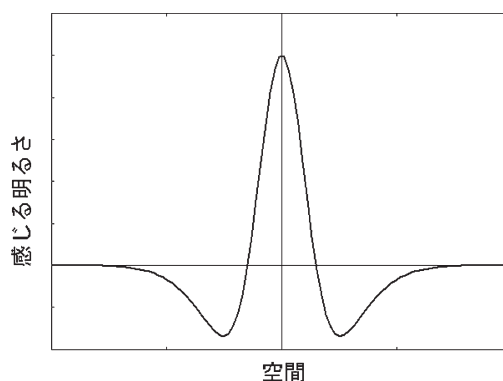


図6 視覚の線像分布関数 (LSF) の概形。

図5の破線で示したような感覚的な明るさで評価する必要があるといえるでしょう。

以上、演出照明に求められる品質と視覚特性の影響について紹介しました。実際のスタジオや劇場での地あかりは視野いっぱいに広がります。中心視野と周辺視野では空間周波数特性が異なることも知られており<sup>4)</sup>、より厳密な評価にはその影響も加味する必要があります。今後、感覚的な評価が照明器具の設計や製造にフィードバックされ、より高い品質の演出照明が可能になることが期待されます。

(東芝研究開発センター 森野剛志)

## 文 献

- 1) 照明学会：照明ハンドブック (オーム社, 2003).
- 2) 画像評価用語委員会：画像評価用語 (日本オプトメカトロニクス協会, 1988).
- 3) 河原哲夫, 大頭 仁：応用物理, **46** (1977) 128-138.
- 4) 久松正和, 大頭 仁：日本眼光学学会誌, **10** (1989) 119-123.