

LED（発光ダイオード）照明

正 林 啓 志・竹之内 光 彦

最近の新聞やニュースの題材の一つとして、LED（Light Emitting Diode、発光ダイオードのこと）照明という単語を目や耳にすることが多くなっている。では、現在、何故これほどまでに話題になっているのかと言うと、その一因として省エネ、長寿命というキーワードがあげられるからである。

本稿では、LEDの誕生から発光原理、LEDを利用した照明の現状と将来に関して紹介する。

キーワード：LED、発光ダイオード、照明、光源、省エネ、長寿命

1. はじめに

照明として用いられる光源は、誕生当時から現在に至るまで4世代に分けられる。

第一世代は、「炎」であり明かりだけでなく料理や陶芸などあらゆる用途に使用されているが、照明としては非常に原始的である。

第二世代は、「電球」であり一般的には白熱ランプと言われるもので、照明器具に使用された初期の光源で現在も使用されている人工光源である。

第三世代は、「放電灯」であり一般的には蛍光ランプや高輝度放電ランプ（水銀ランプや高圧ナトリウムランプなど）と言われるもので、白熱ランプと比較して発光効率（1ワット当たりの明るさ）や寿命および明るさの出力が飛躍的に向上した現在でも主流で使用されている人工光源である。

第四世代は、「LED」であり近年実用化されてきた半導体による光源で、第二世代の光源の特徴をさらに向上できる性能を持った人工光源である。

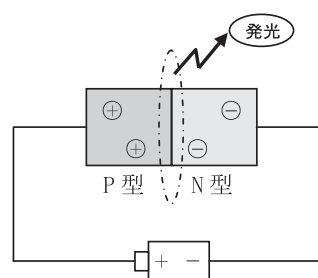
20世紀の終盤に青色LEDの生産が活発になり、赤色、緑色LEDとともに光の3原色が整いLEDでの白色化の実現が可能になった。それによりLEDの照明用光源への適用が現実味を帯びることになった。

ここでは、照明用の光源としてあらゆる可能性を秘めたLEDの発光原理、現在のLED照明、今後のLED照明、およびLED製品の展開に関して、簡潔に紹介する。

2. LEDの原理

(1) 発光原理

LEDは、通電すると光る小さなチップを透明な樹脂で覆った光源である。この光る部分に半導体と呼ばれるものが使われている。半導体は、電気を通す導体と電気を通さない絶縁体の中間に位置するもので、トランジスタやIC（集積回路）などにも使用されている。この半導体は、電気のプラス（正孔）が動くP型半導体と、電気のマイナス（電子）が動くN型半導体を合わせて電気を流すと、それぞれがぶつかり合い接合面から発光する。

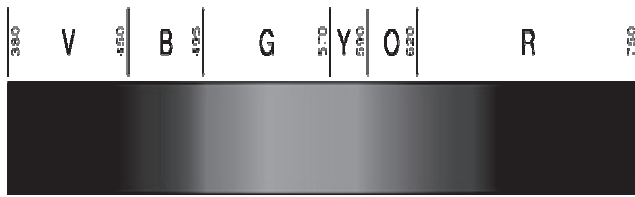


図一 半導体による発光

従来の白熱ランプは、フィラメントを加熱して光を出すことに対して、LEDは電気を直接光に変えるためにエネルギーの変換効率は良くなっている。

(2) 白色化

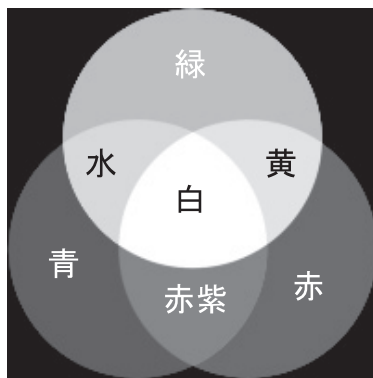
人間の眼に認識できる光の波長は、紫外線と赤外線の間挟まれた380～780nm（ナノメートル、1nmは 10^{-9} （10億分の1）メートル）の電磁波である。図一2に波長と色の関係を示す。



図一2 波長と色の関係

人間の眼はこの中でも赤 (R)・緑 (G)・青 (B) を選択的に感じ取ると言われており、この色の組み合わせであらゆる色を脳で認識している。この3色を“光の3原色”と言う。

ここで、光の3原色である R・G・B を組み合わせることであらゆる色を認識できるとあるが、言い換えるとこの3つの色を組み合わせることであらゆる色を“作り出せる”ということである。これを利用し照明として必要な色である“白色”を作り出せるということとなり、LEDの照明への応用が実現できることとなった。図一3に光の3原色を組み合わせることで作る加法混色を示す。

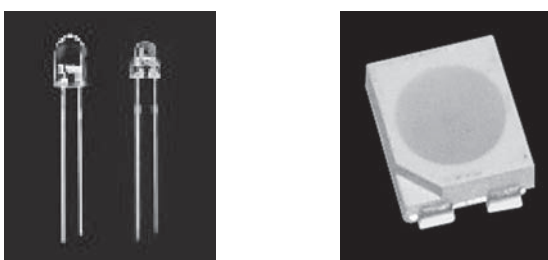


図一3 光の3原色

LEDで白色化が可能になったのは、従来では実現できなかった青色 (B) LEDの出現であり、これにより飛躍的に白色化が進み現在に至っている。

(3) LED の実際

LEDの発光媒体としては、ランプ形状と表面実装形状の2タイプがある (図一4参照)。



ランプ形状

表面実装形状

図一4 LEDの形状

照明に使用されるLEDの形状は、明るさの出力を大きくするため、表面実装タイプが多く用いられているのが実際である。

3. 現在のLED照明

LED照明としての製品は、一般家庭用等の民生品で使用されるものが多く市販されている。



図一5 販売数が増加してきたLED照明製品

また、今年に入り、白熱ランプに取って代わったLEDランプが照明メーカー各社から発売され、さらにLED製品に拍車がかかろうとしている。

4. 屋外のLED照明

現状、屋外に設置されている照明として、公共事業で利用されている場合もよくある。考えられる公共事業での照明設備としては、防犯照明、歩道照明、道路照明、トンネル照明などである。

それらの照明設備を計画する際は、機器費(イニシャルコスト)、電力費・維持費(ランニングコスト)などを十分に検討し、ライフサイクルコストが最も低くなる光源や器具を選定するのが一般的である。

最近のキーワードとして、省エネと長寿命化がある。地球温暖化対策による温室効果ガスの主要因である二酸化炭素削減が世界規模で多く叫ばれており、我が国においても必須項目として取り上げられている。それを実現するための方法として、効率の優れた省エネ機器と、廃棄物の少ない長寿命機器の利用が今後益々増えていくものと考えられる。

これらを勘案して、今後の照明設備に利用する照明器具に関しても、LED照明は大きなキーワードの一つであると考えられており、既に幾つかのLED照明としての事例がある。

現在、既に設置されている照明設備の事例を紹介する。

(1) 歩道照明

歩道部を対象にした照明で、路面からの設置高さが4~5mであり、路面の照度は5~10Lx程度(道路照明施設設置基準上の適合値)である。



図一六 LED 歩道照明の設置事例

(2) 道路照明

車道部を対象にした照明で、路面からの設置高さが 10 m 程度であり、路面輝度が 0.7 または 1.0 cd/m²（照度で換算すると 10.5 または 15 Lx）程度（道路照明施設設置基準上の適合値）である。現在、照明メーカー各社で製品化されつつある。



図一七 LED 道路照明器具

LED 照明と従来照明との性能比較の一例は表一 1 のとおりである。今後の課題としては、機器単価が現時点ではまだまだ高く、普及するためには更なるコストダウンが求められる。

表一 1 道路照明の性能比較の一例

	LED 照明	従来照明
使用ランプ	LED 140 個	高圧ナトリウムランプ 180 W
消費電力	140 W	240 W
1 km 当たり消費電力	4,000 W/km	5,106 W/km
15 年間電力料金	552 万円 /km	704 万円 /km
15 年間 CO ₂ 排出量	89 t/km	113 t/km
ランプの寿命	40,000 h	24,000 h

(3) その他の製品への応用

LED を光源とした照明以外への製品展開は既に始まっている。以下に、照明以外での製品事例を紹介する。



トンネル内誘導表示板



道路情報表示板



信号機

図一八 LED の照明以外への製品事例

5. おわりに

LED の照明への展開は始まったばかりである。本稿では、希望的観測を主に記載しているが、実際には熱による発光効率の低下や人間工学的な見地からのアプローチなど、まだまだ解決しなければならない課題が山積していることも事実である。しかし、第四世代の光源として、理想的な照明光源への可能性を大きく秘めており、それを実現するための今後の技術開発に期待する次第である。

JICMA

《参考文献》

- 1) LED 照明推進協議会：LED 照明ハンドブック
- 2) 社照明学会：照明ハンドブック

[筆者紹介]



正林 啓志 (まさばやし けいじ)
星和電機(株) 社会システム社
取締役 技術部長



竹之内 光彦 (たけのうち みつひろ)
星和電機(株) 照明社
公共事業推進部 技術開発課
課長