



第1章 21世紀の照明用光源

白色LEDのしくみと特徴

清水 恵一
Keiichi Shimizu

電気、化学などのエネルギーを光エネルギーに変換して光を発生する装置を**光源**と呼びます。太陽や火炎なども光源に含まれますが、一般には人工的に光を発生する**人工光源**を指します。現在、照明に用いられる光源のほとんどは、**電気エネルギー**によって光を作るものです。

エジソンが1879年に白熱電球を発明して以来、光源の効率を向上し寿命を延ばすために多くの発明、改良が続けられてきました。

電気エネルギーから光を作る第1の光源を白熱電球とすると、蛍光ランプは第2の光源、HID (High Intensity Discharge) ランプは第3の光源と位置付けられています。

LED (Light Emitting Diode：発光ダイオード)は、従来から各種機器の動作表示などとして広く用いられていましたが、1997年に青色LEDに黄色発光の蛍光体を組み合わせた白色発光のLEDが商品化されて以来、照明用の光源としても注目されるようになり、現在では第4の光源として位置付けられています。

白色LEDは、21世紀の光源として、今後、蛍光ランプなどとの置き換えが進むものと期待されています。それでは、LEDはどのような原理で光を発生し、従来の光源と比較するとどのような特徴があるのでしょうか？ここでは、これらを分かりやすく解説します。

LEDの特徴と応用分野

● 蛍光ランプと白熱電球、白色LEDの比較

LEDの特徴を表1に示します。照明用光源として白色LEDを見たとき、蛍光ランプや白熱電球に対してどんな特徴があるのか比較してみましょう。

従来の光源では、フィラメントが切れるなどで、ある時点で点灯できなくなるのに対して、LEDでは突然不点灯になることはほとんど起こりません。

点灯時間とともに光量は次第に減少していきませんが、**40000時間**を越える長寿命の製品が開発されています。高所に取り付けられる照明器具など、ランプの交換が

困難な場合、LED器具を採用することでメンテナンスを省力化できるようになります。

光源が**小形/軽量**なので、従来に無いデザインの照明器具を設計できる特徴もあります。また、点光源に近いので、反射板やレンズなどの光学系と組み合わせることで**光の制御を精密に行うことができます**。キラメキ感を活かして、LEDならではのデザインのシャンデリアも登場しています。白色以外のLEDにも目を向ければ、**光色を自在に調光/混色した演出用への応用もLEDならではの重要な用途**です。

LEDの光には、**可視光以外の放射をほとんど含まないので**、例えば、熱に弱いチョコレートのような商品を明るく照明しても溶けてしまうような心配がほとんどありません。また、絹織物のような光に敏感な品物でも退色を抑えることができます。さらに、**割れない、環境に有害な物質を含まない**など、従来の光源では実現できなかった数々の特徴があるので、安全/安心の照明を実現できます。

● LED照明の発展の方向

LEDには数々の特徴がありますが、このような特徴を基本に、LEDの照明への応用展開を考えてみます。

最初の段階は、省電力/長寿命を活かしたニッチ市場から応用が始まっています。具体的には、屋外における視線誘導や足下の照明、建築物の外壁などへの装飾的な利用などがあります。

表1 LEDの特徴

- | |
|--------------------|
| (1)長寿命 |
| (2)小形/軽量 |
| (3)点光源に近い |
| (4)多様な光色が得られる |
| (5)点滅性能が優れる |
| (6)可視光以外の放射がほとんどない |
| (7)割れない |
| (8)環境に有害な物質を含まない |

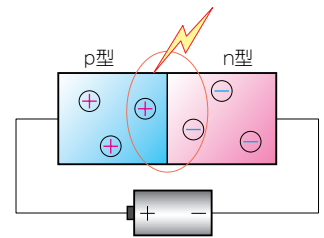
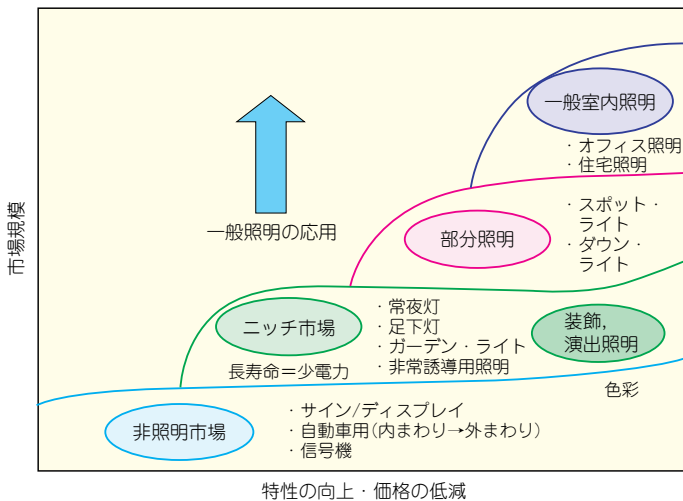


図2 LEDの点灯原理

LEDに電流を流すと、p-n接合部において電子とホールが出会って結合するときに電気エネルギーを直接光エネルギーに変換して発光する

図1 LEDの応用分野

LEDの性能が向上し、光量や価格の面で蛍光灯のような従来光源に追いつく時点では、全般照明に普及が広がっていくと考えられる

これに続いて、店舗用の**小形ダウン・ライト**や**スポット・ライト**のような部分照明へ応用分野が広がってきています。現在は、ちょうどこの時期にさしかかっています。

LEDの性能が向上し、光量や価格の面で蛍光灯のような従来の光源に追いつく時点では、全般照明に普及が広がっていくと考えられます。また、色光や点滅を使った「見せる照明」から、本来の「照らす照明」へ進展していくものと考えられます。図1は、LED照明の発展の方向を模式的に示したものです。

白色で発光するしくみ

LEDとは、**Light Emitting Diode**の頭文字を取った、電流を流すと光を発生する**半導体素子**(ダイオード)です。発光原理は、LEDに電流を流すと、ホール(+の性質を持つ)と電子(-の性質を持つ)が半導体結晶中を移動していき、p-n接合部において電子とホールが出会って結合する(この現象を**再結合**という)ときに、電気エネルギーを直接光エネルギーに変換して発光するものです(図2)。

発光波長は、使用する半導体材料や半導体チップの

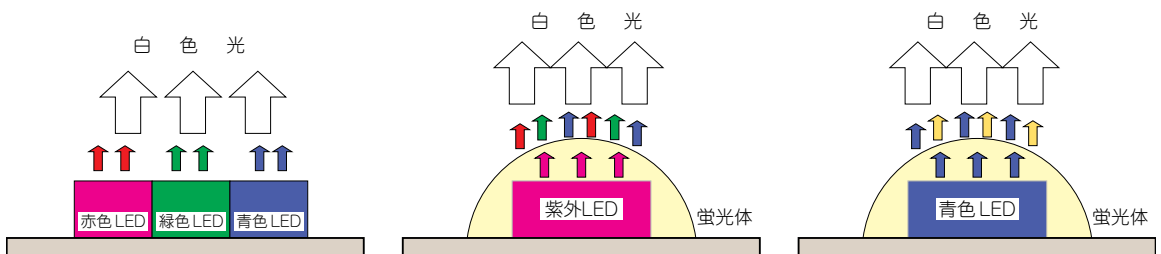
設計により、紫外、紫、青、緑、黄、赤、赤外領域まで得られますが、鮮やかな色光が得られることが特徴です。

一般照明用光源として利用する場合、鮮やかな色光では不都合なので、光色の異なる光を混合して白色の光を作って利用しています。一般に知られている白色化の方式には、以下の3種類があります(図3)。

- ① 青色発光LED + 緑色発光LED + 赤色発光LED
- ② 近紫外or紫色発光LED + 赤/緑/青発光蛍光体
- ③ 青色発光LED + 黄色発光蛍光体

①の方式は、3色のLEDチップから放射される光を混合して白色光を作るものです。見た目には白色光が得られても、スペクトルで見ると放射エネルギーの無い波長域があるので、照明として用いたときに物の色の見え方が不自然になることもあります。一般には、品物を照らす照明ではなく、光を直接見せるディスプレイなどに用いられています。

②の方式は、3波長形蛍光灯と同じ原理であり、青色より波長の短いLED光源を用い、赤/緑/青発光の蛍光体を励起させる方式です。一般に、LEDの発



(a) 青色LED+緑色LED+赤色LED

(b) 紫外LED+蛍光体

(c) 青色LED+黄色蛍光体

図3 LEDによる白色光の生成方法

3波長蛍光灯▶光の3原色(青、緑、赤)に蛍光体を混合した蛍光灯。色が鮮やかに見える。