

皆さんのご自宅の照明は、蛍光灯や白熱電球から LED (Light Emitting Diode: 発光ダイオード) ランプに変わりつつあるかと思います。この LED はなぜ光るのでしょうか、そしてなぜ照明として急激に広がってきたのでしょうか。今回はこの 2 点について少し記してみます。

LED が光るメカニズム

学生のころの理科の時間に、元素は電子と陽子と中性子からできており、この電子が動くことにより電流が発生することを学んだ記憶があると思います。金属の中ではこの電子が比較的自由に動けるので電気が流れます。一方、陶器やガラスなどにはほとんど電気が流れず絶縁体となります。これらの中間がシリコンやゲルマニウムなどの半導体です。半導体と聞くとパソコンの心臓部である IC (集積回路) を思い出す方も多いと思いますが、LED も同じく半導体からできています。

半導体に特定の元素を混ぜると半導体中を自由に移動できる電子の数を増やすことができます。また、別の特定の

元素を混ぜて電子とは反対のプラス電荷が移動しやすい状態をつくることもできます。どちらの場合でも電気が流れるようになります。このように条件を整えば電気を流すことができるので半導体と呼ばれます。このプラス電荷は、電子が抜けた穴という意味でホールと呼ばれ、電子と反対向きに電気を流すものとして扱われます。

主に電子の移動で電気を流す半導体は n (Negative) 型、ホールの移動で電気を流す半導体は p (Positive) 型と呼ばれます。二つの型の半導体をくっつけた構造は pn 接合と呼ばれ、電気を一方向にしか流さないという整流性を持ちます。この pn 接合に電圧をかけると、電子は p 型領域に移動し、p 型領域にあるホールにぶつかると、光や熱のエネルギーを放出して消滅します。この現象は再結合と呼ばれ、LED が光るメカニズムです。

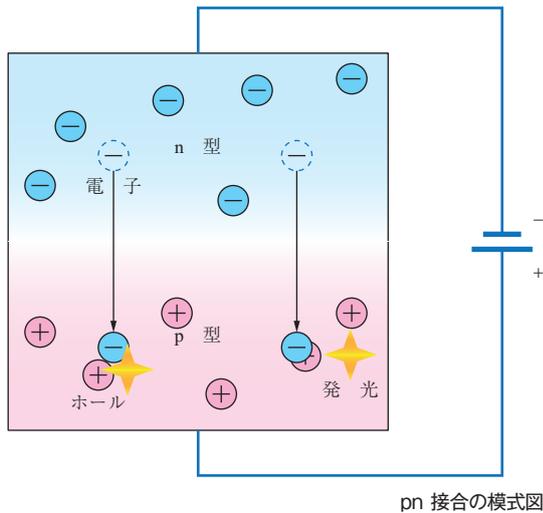
また、pn 接合の整流性はダイオードと呼ばれる電子部品として活用されています。LED が発光ダイオードと呼ばれるゆえんです。

さらに、太陽電池もこの pn 接合を用いています。

LED が発光し照明になるのはなぜか

資源・エネルギー・環境事業領域 事業開発部
久保田 伸彦





なぜ発電できるかはまたいつか。

LED は 1960 年代に赤色、黄緑色が開発され、信号機や防犯カメラ用の光源などに少しずつ利用され始めました。しかしながら白色を出すためには RGB (Red Green Blue) の残りの 1 色である青色が必要でした。多くの研究が行われ、1993 年に高輝度の青色発光ダイオードが日本で発明されました。RGB の LED がそろったことで白色を表現することができるようになり、色のきれいなディスプレイが世に出回るようになりました。また、青色 LED は黄色の蛍光体を光らせて白色をつくることもできるので、照明としても LED は世界に一気に広がりました。一つの発明が世の中を変えた一例だといえます。

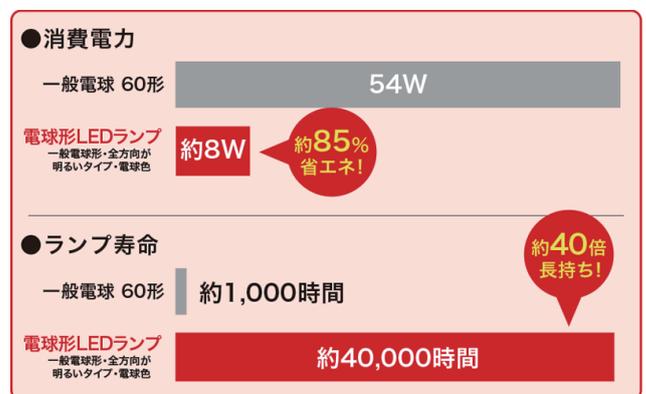
LED が照明として普及

白熱電球は電気をフィラメントに流し熱に変え、そのあと光になります。したがって、前項のメカニズムで記載したように電気を直接光に変換する LED のほうが効率が高くなります。つまり、電気を無駄なく使うことになります。同じ電気を流すと白熱電球のほうが熱くなり、電気が熱エネルギーに多く変換されていることを実感できると思います。もちろん、白熱電球は 1879 年にスワンにより発明され、エジソンがフィラメントの長寿命化に成功、1910 年ごろからはこの白熱電球を販売するために設立された General Electric 社から販売され、100 年近くも人々の生活を支えてきたことには敬意を払うべきだと思います。

では、どのくらい効率が良いのでしょうか。経済産業省が公表している、ほぼ同じ明るさになる一般電球（白熱

電球）と電球形 LED ランプの消費電力・寿命を比較すると、LED ランプは一般電球に比べて消費電力を 85%削減できると試算されています。また、照明器具は家庭における消費電力の 15%程度をも占めますが、LED の性能により環境にやさしく、家庭部門の CO₂ 削減に大いに期待されています。それに加えて、半導体である LED は 10 年以上の寿命をもつことから、一般電球と比較すると 40 倍の寿命をもつとの試算もあります。このように性能上は良い点が多い LED も、最後は経済性が気になります。皆さんも LED は一般電球に比べて高価であるとの印象をお持ちかと思います。しかし、前出のように寿命が長く、LED の価格も下がってきたため、LED 照明推進協議会の報告 (http://www.led.or.jp/led/led_cost.htm) によると、10 年間使用すると仮定したトータルコストでは 1 年未満で一般電球を逆転するとの試算があり、家庭で常時使う照明は LED のほうが経済的にも有利になる計算です。蛍光管タイプでも 3 年程度で逆転するとされています。

以上のような理由により LED の利用は急激に拡大してきました。日本政府が省エネ法改正も含め LED の普及を後押ししているのは、家庭でも省エネによる CO₂ 削減が比較的容易にできる可能性があるからです。世界的な地球環境問題の潮流を受けて、さまざまな CO₂ 削減、もしくは CO₂ 回収と再利用の方法が提案されていますが、LED 導入のように経済性が成立することにより、急激に普及するのだとあらためて感じました。



出典：経済産業省資源エネルギー庁ホームページ
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/replacement/lighting/

電球形 LED と一般電球の比較