

エコな時代に向けて—— 豆電球から LED の世界に 飛び込もう



テレビの広告に、LEDのバックライトを使った液晶テレビやLED電球が登場しています。LEDという発光ダイオードが発明されてからすでに約50年たちましたが、実用的な白色の光が得られたのは、つい数年前の出来事です。

1973年のオイルショックにより、多くの人がエネルギー問題に興味を持ち、対策をしました。湯水のごとく使っていた石油は、有限の資源であることを思い知らされたのです。

石油・石炭を燃やして得られた電気は貴重なものです。すでに、効率のよくない白熱電球は生産を中止するメーカーも出てきました。日本では比較的効率のよい蛍光灯が照明の主流ですが、水銀を使っており、寿命もそれほど長くありません。

この記事では、次世代の照明の一翼を担うLEDを使うための方法を具体的に説明します。

神崎 康宏

1 明かりの歴史 —— 松明、かがり火、^{ろうそく}蠟燭から電球へ、電球から蛍光灯、そしてLEDへ

太陽は6000℃の放射光を放っている。

温度に応じた光(電磁波)を放出する。



ワックスは熱のためガス化され、ガス化されたワックスが燃える。

溶けたワックスが綿をより合わせた灯芯を毛細管現象で上昇する。

ワックスが溶けて液状になっている。

たき火はかがり火となる。



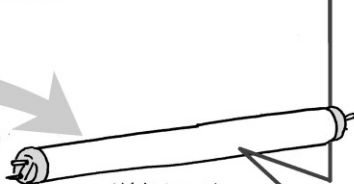
黄色に光っているのは、ワックスが分解されてまだ燃えきっていない炭素の粒子。

ガラスなどを炎にかざすと、スス^{すす}が黒くなる。このススが炭素の粒。

熱電対の温度計なら、ろうそくの炎の温度も計れる。



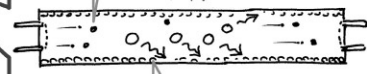
ろうそくの炭素粒子の代わりに、タングステンのフィラメントを加熱して発光させる。



蛍光灯の中、水銀ガス中で放電し、紫外線が放出される。放出された紫外線が蛍光灯の内側に塗られた蛍光物質に当たり、光を発する。

水銀原子に電子が衝突してエネルギーを受け、より外側の電子の軌道に励起される。

電子が元の軌道に戻る時、紫外線を放出し、元のエネルギー状態になる。



紫外線を蛍光物質が受ける。紫外線のエネルギーを受け、励起状態になる。励起状態から元の状態に戻る時、可視光を発光する。



● 蝋燭の炎の温度を調べてみる

たき火などの明かりから照明の歴史が始まり、蝋燭、灯芯が長く利用されていました。この灯芯の油として鯨油が利用され、いわゆるペリーの開国は、アメリカの捕鯨のための補給基地の必要からともいわれています。

その後、時代は、石油ランプ、エジソンの白熱電球へと進んできました。

● 熱くなると光り出す

照明に利用される発光には、次のようなものがあります。

- (1) 高温物体からの発光：太陽光、暑く熱した鉄の光、白熱電球など発光は温度によって決まり、物質によらない
- (2) 原子やイオンからの発光：水銀灯、ナトリウム・ランプなどの個々の原子やイオン内の電子遷移による発光
- (3) 固体からの発光：LEDなどの電子・正孔対の再結合などの原子の集団がつくるエネルギー状態の遷移による発光

ここでは、高温物体からの発光の例として蝋燭の炎の温度を熱電対^{ねつでんつい}という温度センサを使って調べてみました。蝋燭は融点(固体から液体になる温度)が100度以下の炭化水素で構成される蝋(ワックス)に、木綿の芯を埋め込んでいます。

● ロウソクの発光のしくみ

ロウソクの炎は、ロウソクの炎の熱で溶け気化した蝋が、炎の熱で生じる炎の周囲の上昇気流で供給される酸素を得て燃焼します。炎の中では炭化水素の蝋は分解し、水素は酸素と燃焼し H_2O となり、分解した炭素は炭素粒子を形成して炎の中で加熱されて黄色く発光します。加熱され黄色く

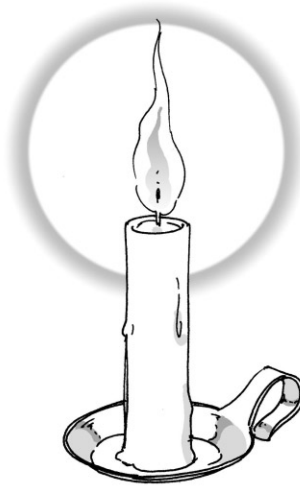
発光した炭素粒子は、酸素を得て燃焼し炭酸ガスとなります。酸素の供給が不十分だと不完全燃焼を起こし、炭素の粒子のすすとなります。

ガス・コンロなどでは同じ炭化水素を利用していますが、十分な酸素が供給され分解と同時に燃焼してしまうので青い透明な光になります。ガス・コンロでも空気孔を絞り酸素の供給を制限すると、ロウソクの炎と同じように炭素粒子が黄色の明るい炎になります。

● 太陽の光もタングステン電球もロウソクの明かりも同じ熱放射

太陽の表面は約6000℃で、タングステン電球のフィラメントは約2600℃といわれています。このロウソクの炎の温度を測ると、外炎の一番温度の高いところで900℃を超え、黄色い明るく光る部分では800℃前後でした。

懐中電灯の豆電球の明るい白色の明かりが、電池の消耗と共に黄色になり最後に赤い弱々しい光になるのは、電池の消耗と共にフィラメントの温度が下がるためです。



Arduino マイコンとオプションの熱電対セットで温度を測定しているところです。デジタル・マルチメータ(DMM)でも熱電対が利用できる機種があります。熱電対は炎の温度のほか、パン焼きのオーブンの温度なども測れて大変便利です。

