

第4回6月22日(土) 10:30～ 澤木宣彦 名産研研究部長(愛知工業大学教授)

「松明からLEDまで」

人類(ホモサピエンス)はその黎明期から火と言葉を使うことで他の霊長類に比べ決定的な優位性を得たとされる。その人類は、20 万年以上にわたって、太陽光の下で進化し、地球上に多くの人種を形作ってきた。光に関して言えば、我々人類



の遺伝子(DNA)には「昼間の太陽光、夜の火の光」が刷り込まれているといえる。

夜の長いヨーロッパでは、窓が小さな建物の中での明るい光が求められ、沢山のろうそく(candle)を集めたシャンデリア(Chandelier)が考案された。一方、障子で象徴される間口の広い日本家屋では、行灯が使われた。いずれも江戸時代まで、「燈」は油や蠟あるいは薪などによる「火」であった。照明の歴史では火を「第1世代の燈」と呼んでいる。

英国のヨセフ・スワン(1878年)と米国のトーマス・エジソン(1879年)が相次いで「白熱電灯」を発明した。その後僅か30年余の1911年にはタングステンフィラメントを使った現在の白熱電灯の原型が出来上がっている。極めて明るい白熱電灯は夜を昼に変え、人類の生活環境に大きな異変をもたらすこととなった。その後、1937年には米国で蛍光灯が発明された。幾多の改良の末、高効率で明るい蛍光灯が普及した。蛍光灯は水銀灯と同じく水銀蒸気を封入した放電管で、水銀プラズマ発する紫外線を蛍光材料に照射し、蛍光材料からの発光を利用している。照明の歴史では白熱電灯を第2世代、蛍光灯を第3世代と呼んでいる。現代の照明は、そのほとんどが白熱電灯、蛍光灯などの電気器具によるものである。しかし、その歴史は150年にも足らず、人類進化の歴史に比べて余りにも短い。

発光ダイオード(LED)は1962年米国で発明された赤外線を発する素子が発端である。この赤外線LEDはGaAsという半導体材料を使ったもので、家電製品のリモコンの発光素子として多用されている。この発明から僅か10年の間にLEDの発光色は、赤色、黄色から緑色にまで広がった。可視光LEDは表示用(パイロットランプや掲示板)として、あらゆる所で使われている。

太陽光は7色の光を持っていると言われているが、その合成で昼の光(昼白色)が形成される。人工的には、赤(R)、緑(G)、青(B)の3つの色(光の三原色)で白色を含め任意の色を創ることが出来る。テレビやパソコン、携帯電話などのディスプレイはこの3つ色によってすべての色調を合成している。LEDでフラットパネルディスプレイを実現するため

には、1970年までに開発された赤色(R)と緑色(G)に加えて、青色(B)のLEDが必要であった。青色発光 GaN-LED は 1989 年になって名古屋大学の赤崎勇教授らの発明により現実のものとなった。この結果、LED は当初の開発目標であったディスプレイに限らず、松明や白熱電灯、蛍光灯に代わる第 4 世代の燈としての用途が広がった。

地球上の人口が爆発的に増加し、世界の人々が等しく夜を楽しむことが出来るようになりつつあるが、先進国が照明に使うエネルギーは全消費エネルギーの 20 パーセントにも及び、地球環境保全という観点からその効率改善が喫緊の課題である。

LED に 21 世紀の燈として大きな期待が寄せられているのは、その省エネルギー性にある。白熱電灯は、黒体輻射という原理による発光で、熱（赤外線）の放射を伴う。蛍光灯は紫外線による蛍光材料の励起によるもので、紫外線の放射が不可避的であるばかりかタングステン電極からの熱の発生もある。ともに照明という視点に立てばはなはだ効率が悪い。これに対して LED は使用する半導体材料のエネルギーバンドギャップによって決まる色の光だけを放出する。この結果、1 ワットの電力で白熱電灯が 16 ルーメンという光束（可視光線の総量）しか出せないのに対し、蛍光灯は 80 ルーメン、LED は 150 ルーメンという一桁の効率改善が得られる。

現在電気屋で手に入る LED 照明器具の光は太陽光の光とは違って、緑色や赤色がやや弱いという欠点（演色性に劣る）があり、自然な光を得るには尚研究開発の必要がある。しかし、紫外線や赤外線を出さない「優しい照明装置」は、美術館や商品の展示などに適している。また、視認性に優れる特長は世界の交通信号機を LED に替えつつある。さらに、省エネルギー形である特長は、特定の色の光だけで効果が得られる「烏賊つり漁」や「野菜工場」における照明への応用が考えられている。最近では紫外線を放出する LED の開発も進み、照明分野に限らず、様々な光応用分野が開けている。

20 世紀に発達したエレクトロニクスは現代の情報化社会を作り上げたが、同時に、照明が夜を昼に変え、生活のリズムを一変させた。すなわち、我々の体内に埋め込まれた、太陽の明るい光で朝を迎え(覚醒)、火の赤い光を見ながら床につく(睡眠) という体内時計のリズムを壊し、生理的不具合という危険性を与えることになった。せめて、LED 照明だけでも、就寝前には電球色（黄色い光）に変化させることを心がけたい。