

第 3 部門 C の研究活動に関する報告

(平成 20～平成 23 年度)

研究課題名：環境を重視した LED の高光度化と 影響評価に関する研究

笠原 三紀夫

Abstract: LED, Light Emitting Diode, which is semiconductor light source, has a lot of advantages such as lower energy consumption, longer lifetime, smaller size, faster response, etc. They become widely used as lighting as well as indicator lamps in many devices. Japan and USA Joint LED Project was established to develop the white LED with super high brightness. Environmental protection is given greater importance in the project. Assuming that LEDs become widely used as illumination lamp, the effectiveness of LED is evaluated from a view point of energy consumption, environmental protection, economical efficiency and resource conservation using Life Cycle Assessment (LCA) method. The outline of the LED and the Project are summarized in this report.

Keywords : LED, Super high brightness, Joint project, Environmental protection

1. はじめに

LED は “Light Emitting Diode” の略で、発光ダイオードと呼ばれている。LED は、電流を流すと発光する半導体素子の一種で、p 型半導体と n 型半導体からなり、両者の間に数ボルトの電圧かけると電流が流れ、両者の接合部で電気エネルギーが光エネルギーに直接変換され発光する。異なる材質を用いることにより異なる発光色を得ることができ、現在では光の 3 原色である赤、緑、青色が揃い、それらを組み合わせることで白色を含む全ての色の光を作ることができるようになり、その用途は照明をはじめ各種分野で急速に広がっている。

筆者は、現在日米共同 LED プロジェクトに参加し、環境保全を配慮した LED の高光度化に係る研究に従事している。ここでは、LED 及びプロジェクト研究の概要について述べる。

2. LED の概要

1960 年代に赤色、黄色、黄緑色の LED が開発され、当初から表示などとして使用されてきた。その後 1993 年に、名古屋大学工学部・赤崎勇教授（当時）を中心に青色 LED が開発され、3 原色である赤、

緑、青色が揃うと共に、1996年には青色LEDを応用した白色LEDが開発された。その後多くの改良が加えられ発光効率も高まり、近い将来、省エネ照明光源として広く普及するものと思われる。

LEDは、従来の電球と比較した場合、①小型・軽量である、②エネルギー効率が高い（消費電力は1/5以下）、③寿命が長く高い信頼性をもつ（寿命は10倍以上）、④応答速度が極めて速い（応答時間は $1/10^6$ 以下）、⑤点滅性能に優れる、⑥可視光以外はほとんど放射されない、⑦ガラスを用いていないので振動や衝撃に強く安全・安心である、⑧蛍光灯における水銀といったような、環境汚染の原因となる有害物質を含まない、等々の優れた特長がある。

また、エネルギー効率が高く、長寿命、小型・軽量であることから、使用時ばかりでなく、LEDの生産から廃棄に至る全過程で、エネルギー消費量を抑制し、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出量を削減することができ環境保全に貢献するばかりでなく、資源の保全、廃棄物排出量の抑制などを同時に図ることが可能である。

LEDは室内外照明のみならず、既に自動車、交通、通信、広告、計測、事務機器、家電、医療、農林・漁業等々、きわめて広い分野に応用され、その特長と併せ、今後さらに拡大していくものと考えられる。

3. 日米共同 LED プロジェクト

2007年10月に日米共同LEDプロジェクトが発足し、図1に示したように、青色LEDの高光度化、黄色蛍光体を用いた白色発光LEDの超高光度化、高演色性化、長寿命化、また長期的にはLED応用商品の開拓を中心とした研究・開発を進めている。なお、本プロジェクトでは、生産から廃棄に至る全プロセスで「環境の保全」を基本的コンセプトとし、設備の整備、技術開発においても環境保全を重要項目としている。

筆者はその一環として、LEDの高光度化に伴うエネルギー・環境・資源保全性・経済性評価を担当している。解析・評価にあたっては、図2に示したように、ライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment, LCA)手法を用い、白熱電灯や蛍光灯の代わりにLEDが普及した場合、生産から廃棄に至る全プロセスを考慮して、エネルギー削減、環境保全、資源保全、経済にどのような効果をもたらすかを家庭、国（日本、米国）、世界規模で推定する。

最も簡単なケースとして、LEDの照明時のみの利用に伴う日本における環境改善（CO₂排出量）効果について考えてみる。日本の現在の一次エネルギーの使用量の約45%は電気エネルギーであり、その内照明の占める割合はおよそ25%であるから、一次エネルギーに占める照明の割合はおよそ11%となる。したがって、LEDのエネルギー効率を現照明の10倍に高めることができれば、一次エネルギー削減率は約10%となり、一次エネルギーに占める化石燃料比率約80%を勘案すれば、LED照明への転換に伴うCO₂排出量の削減率は約8%に達する。LEDの長寿命性、小型・軽量性に伴う効果を生産～廃棄に至る全プロセスについて考慮した場合、その環境改善効果はさらに大きくなることは明らかである。

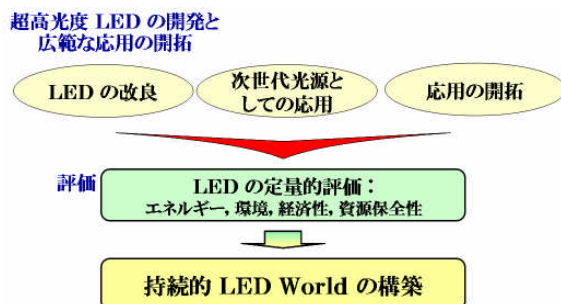


図1 日米共同LEDプロジェクト研究の概念図

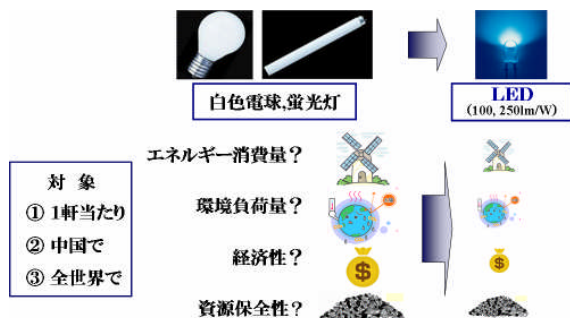


図2 LED照明の普及とその有効性の評価