

# LED 照明を利用した省エネルギー化への取り組み

## Approach on Energy Conservation Using LED Lighting

古井 英則、飯塚 真次、吉田 信也

FURUI Hidenori, IIZUKA Shinji, YOSHIDA Shinya

### 1. はじめに

クリーンエネルギーの活用については、省エネルギー、経済の活性化、環境対策などの総合政策の一環として政府も力を注いでいる。

紀要 25 号 (前号) には、このクリーンエネルギー利用の一つ、太陽光発電について関係技術者の育成を目的とした教材開発や、実用化の取り組みについて概要報告をした。

クリーンエネルギーの利用に合わせて、重要な要素に消費エネルギーの省エネ化がある。

本紀要では、照明電力の省エネルギーの具体的な検討の出来る教材作成を行なった。また、測定データが得られたので概要を報告するものである。



図-1 実験装置の外観図

### 2. 教材製作

#### 2.1 教材製作のコンセプト

- ①コンパクトな実験装置として、作業台上で実験の出来る装置サイズとする。
- ②計測設備は、電気工学基礎実習で利用している機器を利用し、計測知識の復習を兼ねるものとする。
- ③照明の省エネルギー知識習得は勿論のこと、光源に関連する知識 (色温度、演色性など) の知識習得が可能な教材作成とする。

#### 2.2 実験装置

- ①計測設備は、電気工学基礎実習で利用している計測機器を利用している (図-1 参照)。
- ②教材は、測定暗箱、各種光源 (白熱電球、省エネ蛍光管電球、LED 省エネ電球、自作 LED アレー光源) と暗箱専用レセプタクルなどである。

#### 2.3 製作教材について

##### ①測定暗箱について

コンパクト化を図るため、スタンド照明を想定し暗箱を製作した (図-2, 図-3 参照)。

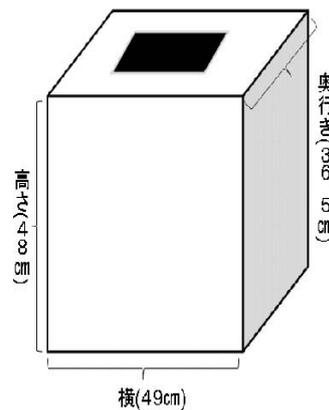


図-2 測定暗箱

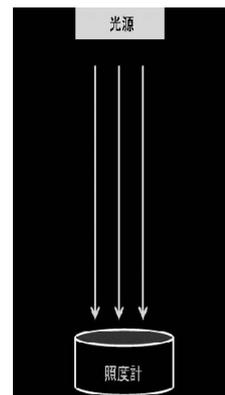


図-3 内部構成

## ②光源について

市販の光源（含む省エネ電球）の暗箱専用レセプタクルを製作した（図-4 参照）。

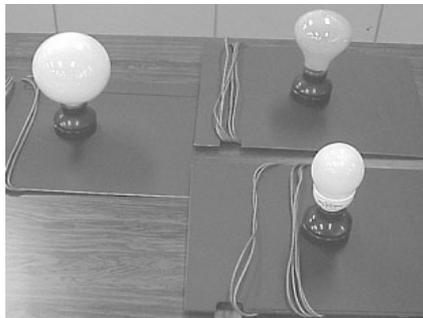


図-4 各種電球の専用レセプタクル例

また、LED 省エネ電球は、口金から光源球間のスカート部に、降圧インバータ（定電圧化、定電流化）が構成されている。このため外部からの電圧調整で明るさ（光束）調整が不可能である。

そこで、ディスクリット LED をアレー状にして光源を製作し外部より調整可能な駆動回路を作製した。また、この取り組みにより色温度や演色性についての学習が可能となった（図-5、図-6）。

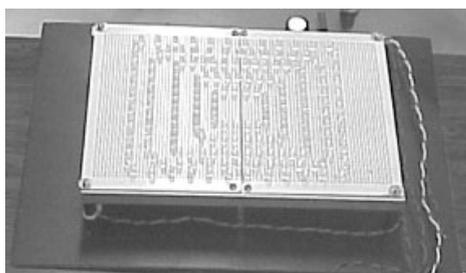


図-5 製作した LED アレー光源 (a)

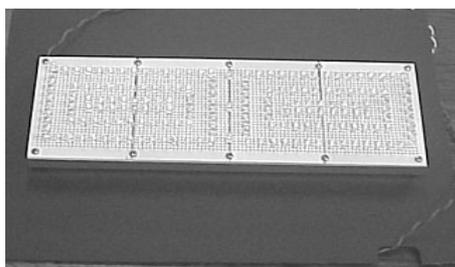


図-6 製作した LED アレー光源 (b)

## ③LED アレー光源の構成について

光源 (a) (b) 何れも 45 個の白色 LED を直列接続し、更に、このアレーを 4 並列に接続したものである。図-7 に概要を示す。

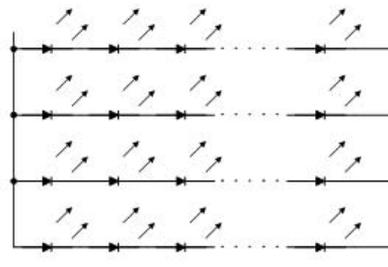


図-7 LED アレーの概要

特に LED アレー光源 (b) は、アレーを構成している LED 中の 7 個（四隅と中央 3 個）を高輝度赤色 LED に置き換えた構造にした。

これにより光源の演色性の改善（発光色温度シフト）を試みたものである。

## 3. 関連知識の指導資料について

### 3.1 各種光源とその特徴に関する資料

#### ①各種光源と可視光の割合



可視光	赤外光	熱
10%	68%	22%

図-8 白熱電球と可視光の割合例



可視光	赤外光	熱
22%	36%	42%

図-9 省エネ蛍光管電球と可視光の割合例

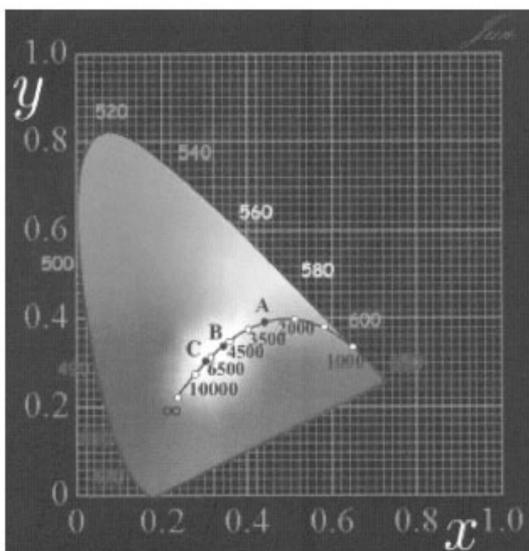
②各種光源の光学的特性

各種光源での、光エネルギーへの変換効率、発光スペクトル、色温度、演色性、寿命などの特性例のデータを教材として用意している。

また、その特性について解説をする際の参考資料として準備する。

表-1 光学的特性の一例

種類	白熱電球	蛍光灯	LED照明
エネルギー変換効率	8-14%	約25%	15-20%
発光スペクトル	400-700nm 連続増加	蛍光体の400nm,550nm と水銀の570nmにピーク	470nm,575nmに ピーク
色温度	2,400-3,000K	4,200-6,500K	4,600-15,000nm
演色性	100%	61-74%	72%
寿命	約1,000時間	約12,000時間	約2万~6万時間



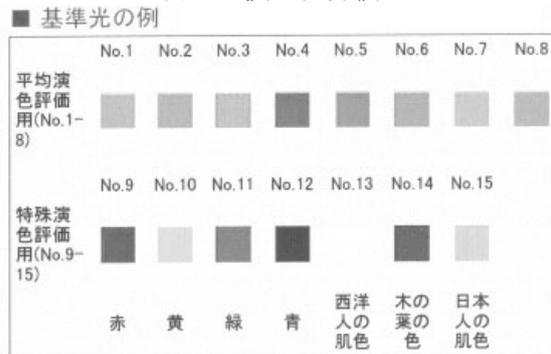
A点タンガステン電球 [2865K]  
B点太陽光 [4500-5500K], C点青空からの光 [6774K]  
蛍光灯 [4200-5200K], 白色LED [4600-15000K]

図-10 各種光源と色温度の一例

③演色性についての資料

演色性を評価する際の、基準光の例（評価カラー）をカラーコピー資料で用意している（表-2 参照）。

表-2 演色性評価色



4. 消費電力測定回路と測定法

4.1 電力測定回路構成について

商用電源（AC100V）をスライドトランスにより電圧調整を行う回路構成である。この回路の電圧計と電流計の積より消費電力を算出する方法である。図-11 は、市販各種光源向け計測回路構成である。図-12 は、LEDアレーの計測回路構成である。

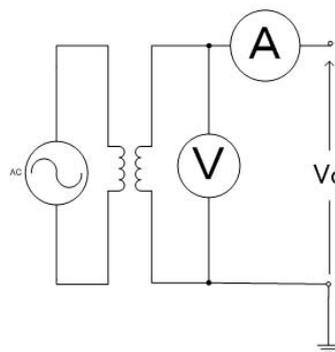


図-11 市販光源用の測定回路

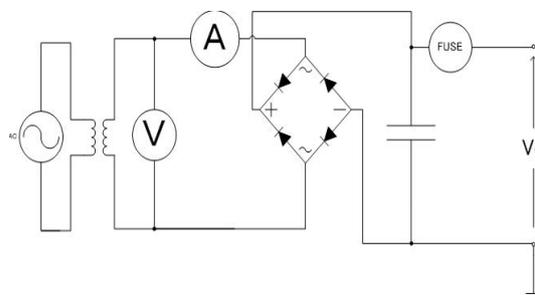


図-12 LEDアレー用の測定回路

## 4.2 測定方法について

①白熱電球では、スライドトランスを調整して電源電圧 105 [V]に設定すると、回路電流は約 0.62 [A]となる。この時の消費電力は約 65 [W]である（この条件下で、照度計は概ね 500 [lx]程度を表示する）。

②この点を基準として、スライドトランスを調整し電源電圧を変えて照度計の照度を 300, 400, 500, 600 [lx] に合致するように調整を行い、その時の電圧計、電流計の指示値を用いて消費電力を求める。

（但し、照度を調整後 5 分経過後、スライドトランスを微調整し再度照度計を合わせてから計測する）。

③LED アレーについても、同様な方法にて計測する。

## 5. 測定結果について

### 5.1 測定データの一例

①白熱電球の計測結果

表-3 白熱電球の計測結果

照度[lx]	電圧[V]	電流[A]	電力[W]
300	91	0.58	52.8
400	97	0.60	58.2
500	105	0.62	65.1
600	111	0.64	71.0

②省エネ蛍光管電球の計測結果

表-4 省エネ蛍光管電球の計測結果

照度[lx]	電圧[V]	電流[mA]	電力[W]
300	73	220	16.0
400	88	247	21.7
500	96	242	23.2
600	112	245	27.4

③LED アレーの光源

表-5LED アレー光源の計測結果

照度[lx]	電圧[V]	電流[mA]	電力[W]
300	109	14	1.53
400	117	18	2.10
500	125	23	2.88
600	133	27	3.58

## 5.2 測定データのグラフ化

これらの主な 3 光源について、照度と消費電力の関係をグラフ化したものが、図-13 である。LED アレー光源の効率の良さが際立っている。

LED 省エネ電球の仕様に記述されている消費電力に概ね等しく、効率の良さが確認される。

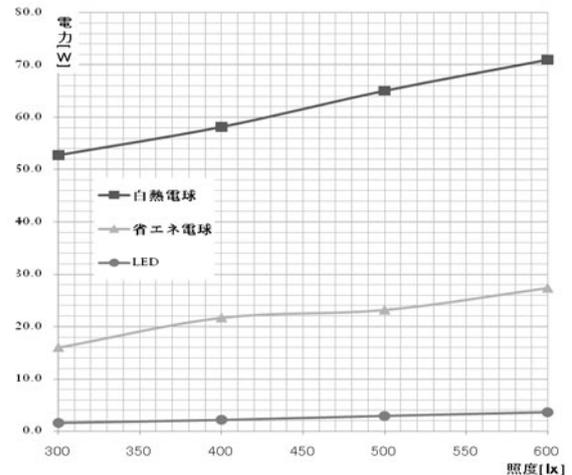


図-13 各種光源と消費電力

### 5.3 消費電力量の相対比較

電力量は白熱電球光源 (60W) を定格電圧にて利用した時の照度 500 [lx]を基準として、他の光源を比較検討すると次の結果を得る (表-6 参照)。

表-6 各種光源の消費電力比較

光源	消費電力	消費電力相対比較
白熱球	約 65W	100%
省エネ球	約 23W	約 36%
LED	約 6W	約 10%

## 6. 演色性や色温度の指導と確認実験

### 6.1 演色性の指導と確認

①実際に複数色有する物を用意し、各種光源光を照射し、その色合いの違いを確認させる（この時、同一照度とする）。

②演色性の評価カラーに、同様方法により光を照射し各カラーの色合いについて確認させる。

③ ①、②の結果を基に、光源の違いにより（発光スペクトルの違いにより）同一色でも、視覚認識の異なる結果になることを確認し、光学基

礎知識の一つである演色性について理解させる。

## 6.2 色温度の指導と確認

①簡易暗箱の下部に設置した照度測定計（可視光範囲）の計測部に合わせ、可視光内で短波長より分光感度特性のある光センサー（具体的には Cds 光電導素子）を用いる（図-14 参照）。

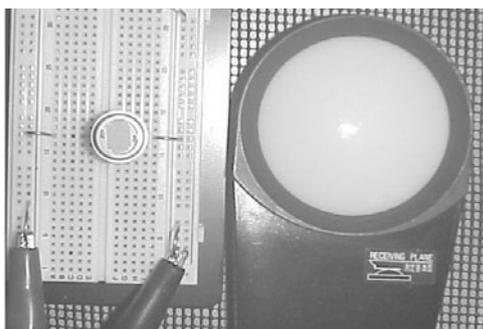


図-14 計測部に併設した Cds 素子

②Cds 光電導素子の分光感度特性（特性表）を資料として用意し特性の解説をする（図-15 参照）。

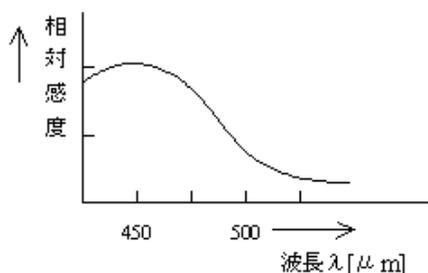


図-15 Cds 分光感度特性

図より、光源波長が長波長側にシフトすると光電導素子の感度は下がる。その結果、可視光内での照度が一定でも素子抵抗値が増大することを良く理解させる。

③LED アレー光源 (a) (b) それぞれを利用し、照度を一定 (500 [lx]) とし Cds 光電導素子の抵抗値を計測する。

④LED アレー光源 (a) に比較し、(b) は抵抗値が上昇していることを確認する。

⑤光源全体としての発光波長が変化しているこ

とが確認され、光源の色温度が変化していることが理解される。

## 7. まとめ

①照明の省エネルギーでは、各種省エネルギー光源が市販されている。その光源の省エネルギー程度について定量的計測が簡単に出来る教材である。

②LED 省エネ電球は、LED 駆動に降圧インバータ構成（定電圧化、定電流化）であり、外部より明るさ（光束）を自由に調整することは出来ない。そこで LED アレー光源を製作し、駆動条件により明るさ（光束）調整が可能な LED 光源を得ている。

③その LED アレー光源を用いることで、照明に関連する基礎知識の習得が可能な教材が出来た。

④製作した LED アレー光源は指向性が強い、そのためディスクリット LED を出来るだけ幅広く構成し光源の広さを確保する工夫はしているが、散乱板利用等により指向性に対する更なる改善を必要としている。

⑤暗箱をコンパクト化（スタンド照明を想定）したため、机上で容易に省エネルギーの実験が可能となった。

## 参考文献

①実践教育訓練研究協会 2010 全国大会予稿集

「照明器具の省エネルギー教育教材の製作と検討」古井、吉田

②実践教育訓練研究協会 2011 電気・電子系 2011 ジャーナル原稿

「照明器具の省エネルギー教育教材の製作と検討」古井、飯塚、吉田