

[研究ノート]

## 次世代照明 LED 蛍光灯の性能に関する研究 (第一報：照度分布および消費電力量)

矢田直之<sup>1</sup>・鈴木麻優<sup>2</sup>・遠藤悠<sup>2</sup>・三井美佳<sup>2</sup>

1 工学部機械工学科

2 工学部機械工学科学部生

A study of performances for the next fluorescent lights of LED  
(First report: The illuminated intensity and the amount of electric consumption)

Naoyuki YADA, Mayu SUZUKI, Haruka ENDO and Mika MITSUI

### Abstract

Illuminated intensity, amount of electric consumption and surface temperature for fluorescent lights of LED were measured. The experimental apparatus was set up in a darkroom of KAIT. Comparing results of usual lights and LED, the average of illuminated intensity for LED was brighter than that for usual, and the amount of electric consumption was less than that of usual. Furthermore, for the comparison of the surface temperature, LED was lower than usual. These results enable that LED is useful to saving air-conditioning electric energy in cooling.

**Keywords:** fluorescent light, LED, illuminated intensity, surface temperature, amount of electric consumption

### 1. 研究背景および目的

温室効果ガスの代表格である二酸化炭素の削減を目的として、京都議定書の採択などにより世界的に枠組みが決められ、具体的な数値目標達成のための努力が各国で実施されている。二酸化炭素の排出量を削減するためには、エネルギー消費量を削減することが有効であることは論を待たないが、我が国においても、製造部門や運輸部門などの分野においては政府の指導等の成果もあり、二酸化炭素排出量の削減が進行しつつあるが、民生部門においては期待通りに削減が進んでいないのが現状である。しかしながら民生部門の中でも照明の分野においては、電球タイプのLED照明が普及するに従って、そのエネルギー消費量削減、すなわち二酸化炭素排出量の削減を目的として、徐々に従来の照明からLED照明への交換、普及が進みつつある。

本研究では、オフィスや店舗で大量に稼働している蛍光灯照明に着目した。電球に比較して蛍光灯型照明は、同等

な照度を約半分の消費電力量で実現可能であるため、幅広い分野において採用され、稼働している。それらをLED蛍光灯に交換することにより、さらに消費電力量の削減ができる可能性が高く、また実際のLED蛍光灯の照明としての能力や省エネ性を実験的に明らかにすることも、普及促進に有意義なものと本研究では考えた。

すなわち本研究では、2種類の従来型蛍光灯（一般型とHf管型）および4種類のLED蛍光灯について、それぞれの照度分布および消費電力量を実測し、次世代照明として期待されるLED蛍光灯の性能を実験的に明らかにすることを目的とした。

### 2. 実験装置および実験方法

本研究では、各種蛍光灯またはLED蛍光灯の照度性能および消費電力量を測定するため、暗室（たて3.9m、よこ

1.8 m, 高さ 2.3 m) 内に図 1 に示す装置を製作した。そして、製作した実験装置の A に従来型の蛍光灯または LED 蛍光灯を設置して、それぞれについて、照度、裏面温度および消費電力量の測定を行った。なお、蛍光灯を設置した位置は、測定板の D および E 列のほぼ真上であり、長さ方向は 4~16 にかけての直上である。

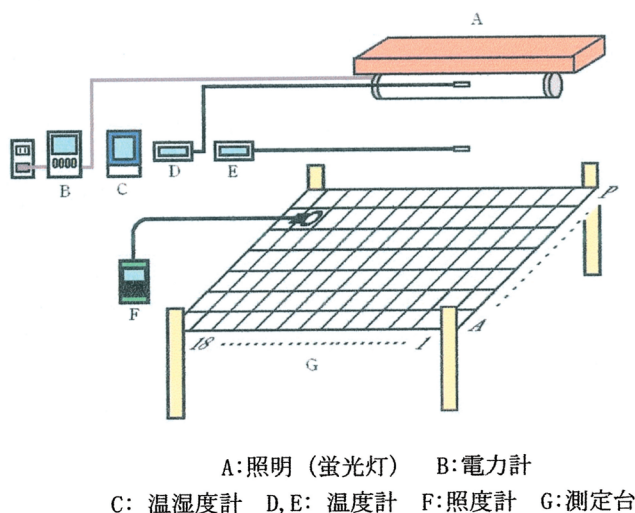


図 1 実験装置概略

照度の測定は、暗室に設置した測定台 G (蛍光灯から 1.5 m 下方に水平設置) 上に 288 ヶ所の測定点を設定し、照度計 F によって、各測定点における各種蛍光灯の照度を 3 回ずつ計測してその平均値を当該測定点における照度値とした。ここで使用した照度計は、CEM 社製 DT-1308 であり、その精度は、表示値の  $\pm 5\%$  以内である。また蛍光灯 A の裏面には温度計 D (白金抵抗測温体、測定精度  $\pm 0.25$  K) の測温部を取り付けて温度を測定し、さらに温湿度計 C を設置して室温と湿度を測定した。また、蛍光灯および LED 蛍光灯の消費電力量は、B の電力計 (計測技術研究所社製 MODEL 2000 MS1) で計測した。この電力計の測定精度は表示値の  $\pm 3\%$  以内である。

そして、製作した実験装置の A に従来型の蛍光灯または LED 蛍光灯を設置して、それぞれについて、照度、裏面温度および消費電力量の測定を行った。

照度分布の測定は、各蛍光灯を点灯させて約 30 分後から上述の測定方法 (計測点 288 ヶ所) でおこなった。温度の測定は、2 日間以上連続点灯させた後の状態で計測した。また、消費電力量は 2 日間以上連続点灯させた積算消費電力量を、点灯時間で除して 24 時間あたりの消費電力量に換算して比較した。

本研究において測定に使用した蛍光灯は、いずれも 40 W クラスの大きさ (長さ 1198 mm) のもので、以下の 6 種類 (A

~F タイプ) である。

すなわち、従来型の蛍光灯として A 社の一般型蛍光灯 (A タイプ)、B 社の Hf 型蛍光灯 (B タイプ) を使用した。また LED 蛍光灯としては、電源内蔵タイプの C 社の LED 蛍光灯 (放熱部が Mg 製 C タイプ) と電源外付けタイプの D 社の LED 蛍光灯 (普及型 D タイプ、スリット型 E タイプ、高輝度仕様 F タイプ) の 4 種類を使用した。

### 3. 測定結果

各蛍光灯の照度分布に関する測定結果をタイプ A から F まで順に、図 2~7 にそれぞれ示した。これらの図中において、水平面上の A~P および 1~18 は図 1 中の G で示した照度測定点に対応しており、垂直軸は照度を示している。

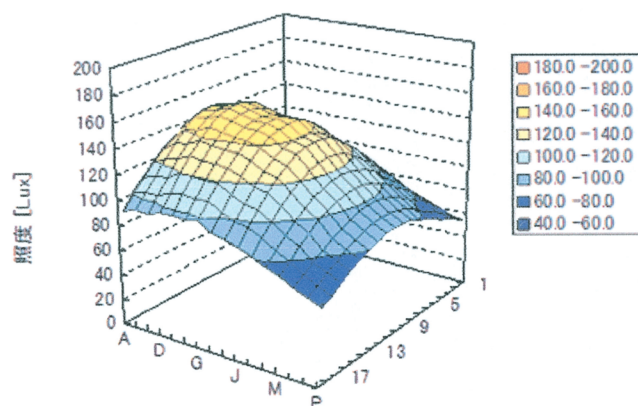


図 2 A タイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

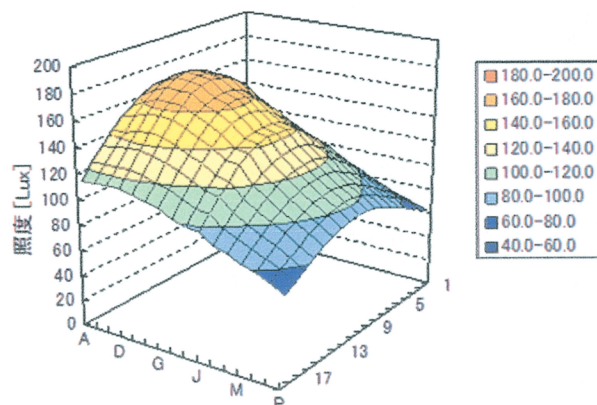


図 3 B タイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

図 2 および図 3 は従来型の蛍光灯の照度分布を示している。その平均照度が、図 2 で示した A タイプが 123.8 lux であり、図 3 で示した B タイプが 110.5 lux であることから、B タイプの Hf 管型蛍光灯の方が約 10 % 平均照度で暗く、最高照度の点を比較しても A タイプが 177.7 lux、B タイプが 155.7 lux と A タイプの従来型蛍光灯の方が明るいことがわかった。

図4～7には、4種類のLED蛍光灯の照度分布を示した。

図4から明らかなように、Cタイプの蛍光灯は平均照度が66.7 luxであり、最高照度が98.0 luxであった。

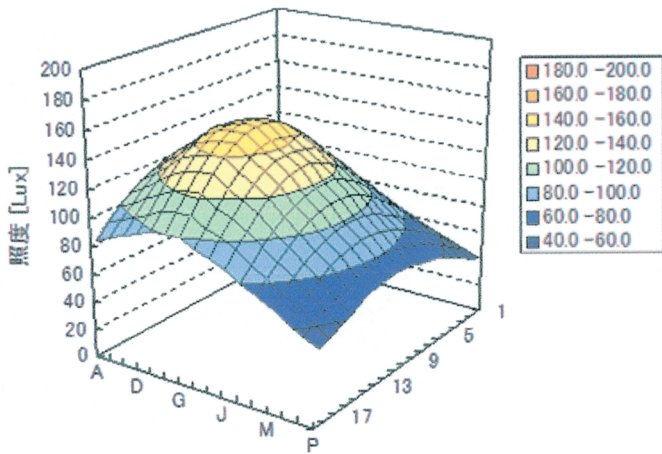


図4 Cタイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

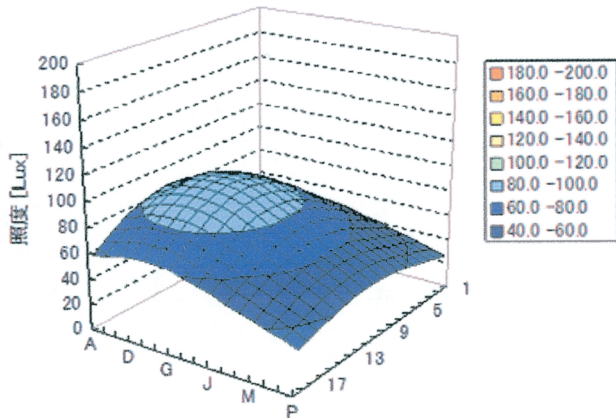


図5 Dタイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

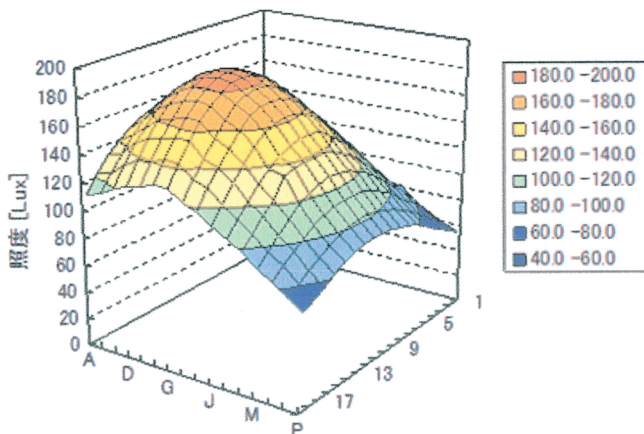


図6 Eタイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

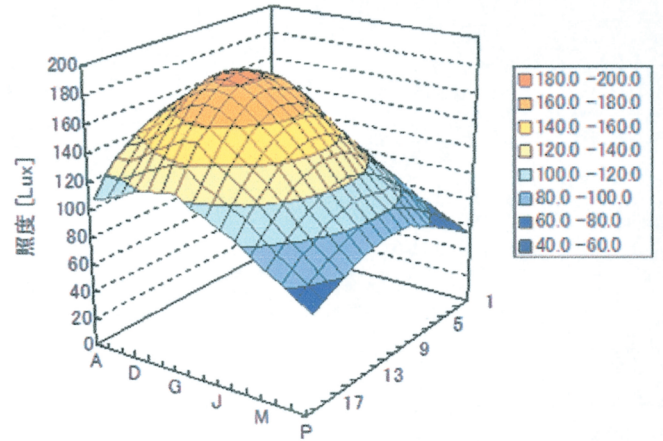


図7 Fタイプ蛍光灯の照度分布 (1.5 m 下平面)

図5～7において示すように、それぞれの平均照度および最高照度は、図5で示したDタイプが平均で126.6 lux, 最高で184.3 lux, 図6で示したEタイプが平均で102.0 lux, 最高で152.7 lux, そして図7で示したFタイプが平均で129.6 lux, 最高で187.0 luxであった。

すなわち、4種類のLED蛍光灯の相対的な比較では、もっとも照度が大きかったもの（明るかったもの）は、Fタイプであった。

従来型の蛍光灯の照度分布とLED蛍光灯の照度分布を比較すると、図2に示した従来型の蛍光灯では、最高照度が178 lux, 平均照度は124 luxであり、最高照度を示した領域の外においては、照度の低下はLED蛍光灯の方が顕著である。このことは、図7に示したLED蛍光灯の照度分布からも明らかであり、すなわち図7に示したLED蛍光灯の最高照度は187 lux, 平均照度は127 luxであり、直下からはずれた周辺部においては照度の低下が急なものの、最高照度および平均照度はいずれも従来型の蛍光灯よりも高い値を示している。

すなわち、広い領域に均一に照らす照明としては従来の蛍光灯の方がLED蛍光灯よりも優れているといえる。しかし、実際のオフィス照明では複数の蛍光灯を同時に使用するため、LED蛍光灯における各点の照度の差を抑制できると考えられる。

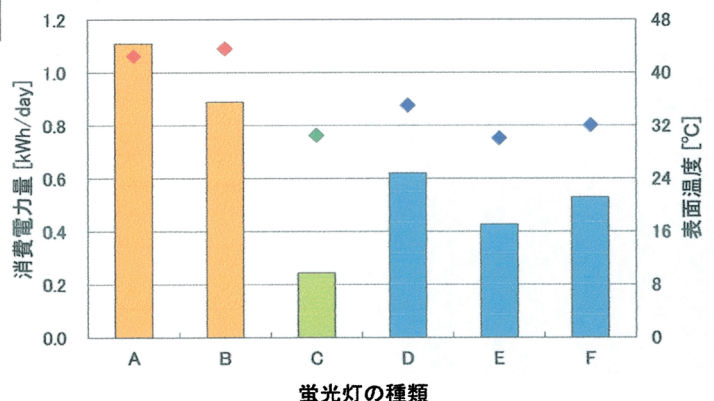


図8 各蛍光灯の消費電力量および表面温度

表 1 各蛍光灯の平均照度、消費電力量および表面温度

	A タイプ	B タイプ	C タイプ	D タイプ	E タイプ	F タイプ
平均照度 [Lux]	123.8	110.5	66.72	126.6	102.0	129.6
消費電力量 [kWh/day]	1.11	0.889	0.243	0.619	0.426	0.530
表面温度 [°C]	42.5	43.6	30.5	35.1	30.1	32.1

また、A から F タイプまでの各蛍光灯の消費電力量の比較を、表面温度とともに図 8 に示した。図 8 において棒グラフは 24 時間あたりの消費電力量を示しており、プロットは各蛍光灯の表面温度を示している。

図 8 から明らかなように従来型 A タイプと比較した場合、他の蛍光灯は、いずれも大幅な消費電力量の削減が確認できた。その値は B タイプ(Hf 管)では 19.9 %, C タイプでは 78.1 %, D タイプでは 44.2 %, E タイプでは 61.6 %, そして F タイプでは 52.3 %であった。また従来型 B タイプと LED 蛍光灯の消費電力量を比較した際も大幅な消費電力量の削減が確認でき、その値は C タイプでは 72.7 %, D タイプでは 30.4 %, E タイプでは 52.1 %, F タイプでは 40.4 %であった。

また表面温度の測定結果に関して、従来型蛍光灯は A タイプが 42.5 °C, B タイプが 43.6 °C なのに対し、LED 蛍光灯は C タイプが 30.5 °C, D タイプが 35.0 °C, E タイプが 30.1 °C, F タイプが 32.1 °C といずれも 10 °C 前後の大きな温度差が確認された。このことは、LED 蛍光灯および従来型蛍光灯において、消費電力量の一部が発熱に使用されるが、同等の照度を保ちながらも消費電力の少ない LED 蛍光灯の方がより発熱量が小さいものと考えられる。

以上、これらの平均照度、消費電力量および表面温度の測定結果を、蛍光灯ごとに表 1 にまとめた。

なお、A タイプは従来型一般蛍光灯、B タイプは従来型 Hf 管蛍光灯、C タイプは電源内臓型 LED、D タイプは電源外付け型普及 LED、E タイプは電源外付け型スリット LED、F タイプは電源外付け型高輝度 LED である。

#### 4. 結論および実用化に向けて

前節で既述したように、LED 蛍光灯の最高照度およびその平均分布は、従来型蛍光灯に比べて高くなっており、蛍光管単体としての性能は LED 蛍光灯の方が優れていることが明らかになった。また図 8 に示したように、消費電力量に関しては、LED 蛍光灯の方がその省エネルギー性能は従来の蛍光灯に比べて大きく優れており、その表面温度も

低く抑えられている<sup>1)</sup>。

室内の照明として LED 蛍光灯を使用する場合には、部屋全体の明るさを保つために、蛍光灯の本数を増やす必要があると思われるが、表 1 に示した消費電力量の測定結果から仮に本数を 2 倍にした場合でもその消費電力量は同等に過ぎず、部屋の照明として LED 蛍光灯は十分に有効であると考えられる。

表 1 にまとめたように本研究の測定結果から、同じ LED 型の蛍光灯であっても、製造会社または製品のタイプにより照度、温度および消費電力量が異なることが明らかになった。ユーザーが次世代照明として LED 蛍光灯の導入を検討する際には、直下の照度だけでなく、照度分布や表面温度などの情報も、導入製品決定の重要な判断基準となりうる。現状では、LED 蛍光灯各社が独自にその性能を PR しているが、本研究のように同一環境下での比較・検討した実測値は今後の LED 蛍光灯の普及に必要不可欠なものと考ええる。

LED 蛍光灯は、メーカーによって価格は異なるが安価なものでは従来の蛍光灯の 5 倍程度の価格で販売されており、その寿命が悪く見積もっても従来型の 7 倍であることから、蛍光灯の交換に要する人件費などのメンテナンス費用は大きく削減できる。また、従来の蛍光灯はガラス製であるのに対して LED 蛍光灯のほとんどの機種はポリカーボネイト製であり、地震等の災害時における落下時の安全性も LED 蛍光灯の方が高い。

さらに LED 蛍光灯は、図 8 から明らかなように消費電力量ばかりでなく蛍光灯自体の発熱量も少ない。これは夏期に室内照明として LED 蛍光灯を使用した場合、空調(冷房)に対して有利に働くことが予想されるものである。詳細な実験結果および検討に関しては本研究・第二報で報告する予定である。

最後に、LED 蛍光灯を提供していただいた株式会社エコリカおよび三菱化工機株式会社に謝意を表す。なお本研究は、神奈川工科大学太陽エネルギーシステム研究開発センターにおける研究の一環として遂行されたものである。

## 参考文献

矢田直之、鈴木麻優ほか：LED 蛍光灯の性能比較実験，  
平成 21 年度神奈川県ものづくり技術交流会資料，  
p. 248（2009）