

LED 照明の諸特性に関する基礎的研究

花田 一磨*

論文要約

近年、地球環境問題やエネルギー資源問題を背景とし、省エネルギーの推進が重要となっている。省エネルギー対策の一つには省エネルギー機器への更新が挙げられ、その中でも効果が期待できるのが省エネルギー照明への更新である。八戸工業大学においても、文部科学省の平成 21 年度エコキャンパス推進事業の補助を受けた「八戸工業大学エコキャンパス推進事業」により太陽光発電設備の導入に加えて直管型 LED 照明の導入がされている。そこで、本研究では、本学に導入された直管型 LED 照明の照度や消費電力などの基本的な特性について調査を行った。

キーワード：直管型 LED 照明、省エネルギー、照度、消費電力

Basic Study of Characteristics of LED Lighting

Kazuma HANADA*

ABSTRACT

The promotion of the energy saving is needed in the context of climate change problem and energy resource problem. The update to an energy-saving lighting is considered for one of the energy-saving methods. In Hachinohe Institute of Technology, solar power generation system and tube type LED lightings are introduced by Hachinohe Eco Campus Project. Therefore, in this study, basic characteristics such as illuminance and power consumption of the tube type LED lightings introduced into Hachinohe Institute of Technology are investigated.

Keywords : *tube type LED lighting, energy saving, illuminance, power consumption*

1. はじめに

近年、地球環境問題やエネルギー資源問題を背景とし、省エネルギーの推進が重要となっている。省エネルギー対策の一つには省エネルギー機器への更新が挙げられ、その中でも効果が期待できるのが省エネルギー照明への更新である。日本における照明の年間使用電力量を見てみると、家庭部門が382 [億 kWh] (家庭用の使用電力量の13 [%])、業務部門が891 [億 kWh] (業務用の使用電力量の33 [%])、産業部門が233 [億 kWh] (産業用の使用電力量の6 [%])となっており、合計1506 [億 kWh]で、総使用電力量の16 [%]をしめている¹⁾。このため、LED照明の普及が求められ、一般家庭にも普及が進んでいる。このような中で、八戸工業大学においても、文部科学省の平成21年度エコキャンパス推進事業の補助を受けて太陽光発電設備の導入に加え、直管型LED照明の導入がされている²⁾。そこで、本研究では、本学に導入された直管型LED照明の照度や消費電力などの基本的な特性について調査を行った。

2. 直管型LED照明導入前後の照度の比較

2.1 電気電子システム専門棟2階廊下

文部科学省平成21年度エコキャンパス推進事業の補助を受け、電気電子システム学科専門棟2階廊下の天井照明の一部が通常の蛍光灯から直管型LED照明に更新された。後日、残りの蛍光灯も別途更新され、2階の全ての蛍光灯が直管型LED照明に更新されることとなった(写真1)。

これを機会として行った廊下の床上における照度測定の結果を以下に示す。測定は外部の明かりはほぼ入らないように夜間に行い、図1に示す廊下の●印が測定を行った点である。また、照度計はFine デジタル照度計FLX-1334を使用した。



写真1 電気電子システム専門棟2階に導入された直管型LED照明

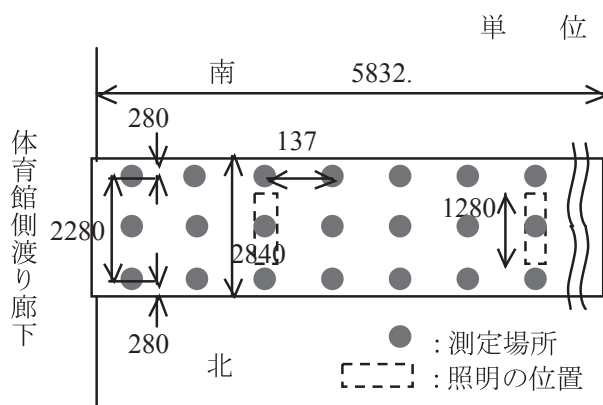


図1 電気電子システム専門棟2階廊下の照度測定場所

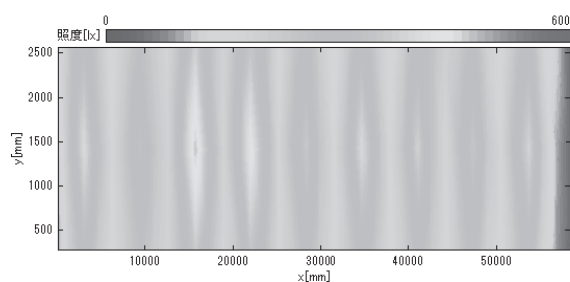


図2 廊下の照度測定結果 (LED照明導入前)

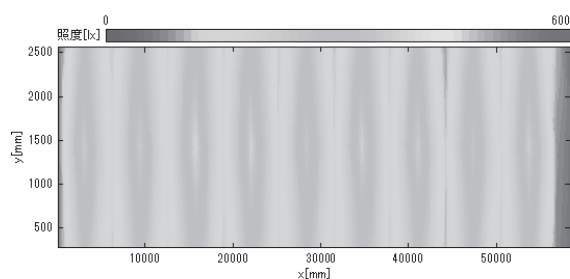


図3 廊下の照度測定結果 (LED照明導入後)

南北方向に南側の壁から280[mm]の点をはじめとして1140[mm]間隔で3点、東西方向に体育館側廊下250[mm]の点をはじめとして1575[mm]間隔で38点、合計114点で床上の照度を測定した。直管型LED照明更新前に通常の蛍光灯を点灯したときの測定結果を表1に、直管型LED照明更新後の測定結果を表2に示す。また、この測定結果を基に、横軸を図1の体育館側廊下からの距離、縦軸を南側壁からの距離、色合いを照度としたコンターマップを図2、図3に示す。

LED照明の特徴として、蛍光灯に比べて光の指向性が高く、灯りのむらができるのではないかと懸念されるため、照度のむらを評価するために照明器具から遠い体育館側廊下側からの距離250[mm]と56750[mm]、58325[mm]を除いた各測定点における照度について、最大値を E_{max} [lx]、最小値を E_{min} [lx]とし、照度のむら

$$(1 - E_{min} / E_{max}) \times 100 [\%]$$

として評価した。この結果、表3のような結果が得られた。

LED 照明の諸特性に関する基礎的研究 (花田)

表1 電気電子システム専門棟2階廊下の照度測定結果 (更新前)

単位:照度 [lx]

体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	250	1625	3200	4775	6350	7925	9500	11075	12650	14225	15800	17375	18950
280	93	213	314	225	156	216	274	223	177	270	364	268	168
1420	103	261	404	270	167	247	335	246	186	320	468	309	181
2560	139	244	319	231	146	215	273	220	167	271	374	269	175
蛍光灯の位置			40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯		
体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	20525	22100	23675	25250	26825	28400	29975	31550	33125	34700	36275	37850	39425
280	229	348	264	166	223	294	214	155	224	299	235	155	213
1420	299	438	307	174	272	355	243	166	269	399	275	165	253
2560	266	349	265	150	239	295	210	140	230	313	230	143	218
蛍光灯の位置		40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯			
体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	41000	42575	44150	45725	47300	48875	50450	52025	53600	55175	56750	58325	
280	288	229	155	232	294	196	158	237	307	185	86	36	
1420	377	259	167	265	350	236	168	282	385	232	95	37	
2560	300	259	196	232	292	195	156	240	303	179	120	35	
蛍光灯の位置	40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯		※北側に 足元灯		

表2 電気電子システム専門棟2階廊下の照度測定結果 (更新後)

単位:照度 [lx]

体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	250	1625	3200	4775	6350	7925	9500	11075	12650	14225	15800	17375	18950
280	57	169	282	187	115	192	289	192	121	210	297	210	109
1420	60	206	364	230	124	226	362	226	131	254	389	240	126
2560	53	149	284	195	107	195	291	194	117	216	309	214	113
蛍光灯の位置			40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯		
体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	20525	22100	23675	25250	26825	28400	29975	31550	33125	34700	36275	37850	39425
280	181	304	215	121	191	282	196	116	196	282	215	116	188
1420	234	381	244	126	222	353	235	123	228	378	243	125	219
2560	204	299	213	109	190	284	197	103	192	296	207	110	182
蛍光灯の位置		40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯			
体育館渡り廊下からの 南側壁からの 距離 [mm]	41000	42575	44150	45725	47300	48875	50450	52025	53600	55175	56750	58325	
280	280	196	104	197	286	176	112	196	300	181	76	52	
1420	370	224	112	227	349	226	121	225	372	226	82	55	
2560	292	170	91	191	285	173	111	193	294	177	101	52	
蛍光灯の位置	40W × 4 灯				20W × 8 灯				40W × 4 灯		※北側に 足元灯		

表3 照明の更新前後の照度のむら

南側壁からの距離 [mm]	照度のむら [%]	
	更新前	更新後
280	57.4	65.8
1420	64.7	71.2
2560	62.6	70.6

表3より、LED照明に更新後、照度のむらが平均で約8 [%] 増加していることが確認できた。この結果は使用する照明器具にも大きく左右されるため、LED照明への更新にあたっては、照度のむらに注意する必要があると思われる。

また、LED照明に更新した表2の結果を見ると、床上の照度が100[lx]前後となっている場所が確認できる。文部科学省が定めた学校環境衛生基準³⁾における教室等の照度の基準は次のようになっている。

- (ア) 教室及びそれに準ずる場所の照度の下限値は、300 lx (ルクス) とする。また、教室及び黒板の照度は、500 lx 以上であることが望ましい。
- (イ) 教室及び黒板のそれぞれの最大照度と最小照度の比は、20 : 1 を超えないこと。また、10 : 1 を超えないことが望ましい。
- (ウ) コンピュータ教室等の机上の照度は、500 ~ 1000 lx 程度が望ましい。
- (エ) テレビやコンピュータ等の画面の垂直面照度は、100 ~ 500 lx 程度が望ましい。
- (オ) その他の場所における照度は、工業標準化法 (昭和24年法律第185号) に基づく日本工業規格 (以下「日本工業規格」という。) Z 9110 に規定する学校施設の人工照明の照度基準に適合すること。

また、ここで触れられている日本工業規格 Z 9110 には、学校における領域、作業又は活動の種類別の照度の基準が示されている。表4に一部抜粋した学校の照度基準を示す。なお、下表中の維持照度は、ある面の平均照度を使用期間中に下回らないように維持すべき値を示している。

表4 学校の照度基準

領域、作業又は活動の種類		維持照度 \bar{E}_m (lx)
作業	精密工作	1000
	精密実験	1000
	キーボード操作	500
	図書閲覧	500
学習空間	実験実習室	500
	教室	300
執務空間	研究室	500
共用空間	倉庫	100
	階段	150
	廊下、渡り廊下	100

また、照度を測定する高さに関して基準では、教室では机上、教室以外の場所では床上75 [cm] の高さとしている。

表4より、今回本学電気電子システム専門棟に導入した直管型LED照明に関しては、若干照度が低いと思われるものの、学校の照度基準は満たしていることが確認できる。

2.2 電気電子システム学科エジソン倶楽部

電気電子システム学科 E205 室エジソン倶楽部には図4のように110形蛍光灯が6本設置してあり、これをすべて直管型LED照明に更新している (写真2)。



写真2 エジソン倶楽部に導入された直管型LED照明

E205室における下図4の●印の場所の机上に照度計 Fine デジタル照度計 FLX-1334 を設置し、室内の照度を測定した。この結果を表5、6に示す。なお、測定は外部の明かりはほぼ入らないように夜間に行い、また、図4のgCの位置にはロッカーが、fG、gGの位置には棚があったために照度の測定ができなかった。

図4の左下 (gA側) を原点とし、幅方向の距離を横軸に、奥行き方向の距離を縦軸にとり、各場所の照度を色合いで表現したコンターマップで示すと下図5のようになる。なお、上述のように測定できなかった地点の照度は0 [lx] としている。

更新前後の測定結果を比較すると、室内全体の照度が平均で17.6 [%] 低下していることがわかる。部屋の中心部分の照度は300 ~ 400程度 [lx] であり、表4を見ると、実験実習室や研究室に要求される基準よりも照度が不足していることが確認できる。なお、この測定結果は環境光が入り込まないように夜間に行っているため、自然採光が可能な昼間には適当な照度が得られているものと思われる。また、精密作業を行うに当たっては、別途タスク照明を用意する必要がある。

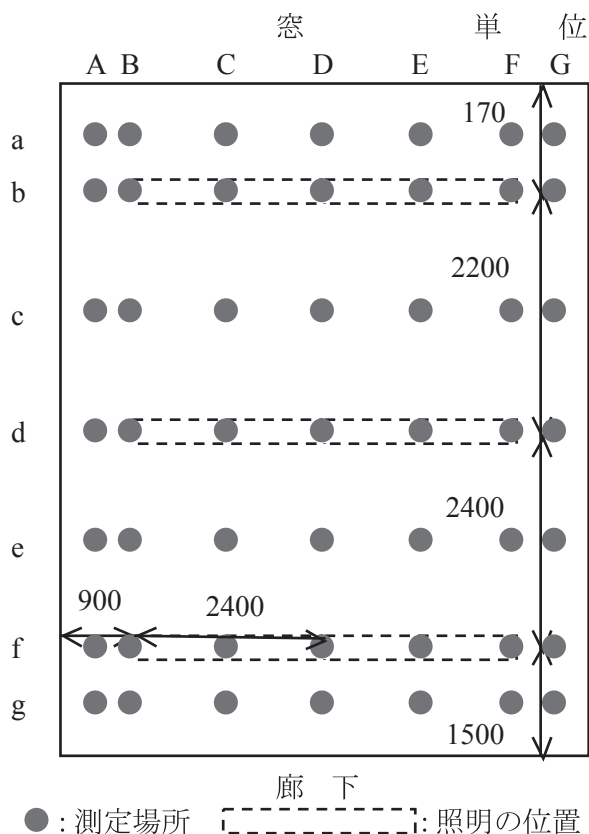


図4 エヂソン倶楽部における照度測定場所

表5 エヂソン倶楽部の照度測定結果 (更新前)

(単位: 照度 [lx])

	A	B	C	D	E	F	G
a	222	252	330	361	339	225	207
b	281	313	454	490	450	313	241
c	273	338	502	538	501	358	291
d	308	360	533	565	521	374	302
e	316	362	520	553	520	350	294
f	283	349	468	500	440	322	---
g	255	280	---	420	360	277	---

表6 エヂソン倶楽部の照度測定結果 (更新後)

(単位: 照度 [lx])

	A	B	C	D	E	F	G
a	161	201	295	302	283	215	171
b	238	252	386	394	376	289	214
c	214	274	390	427	409	293	240
d	242	322	428	470	441	318	252
e	249	312	419	435	403	295	236
f	234	284	386	408	378	276	---
g	218	238	---	325	309	229	---

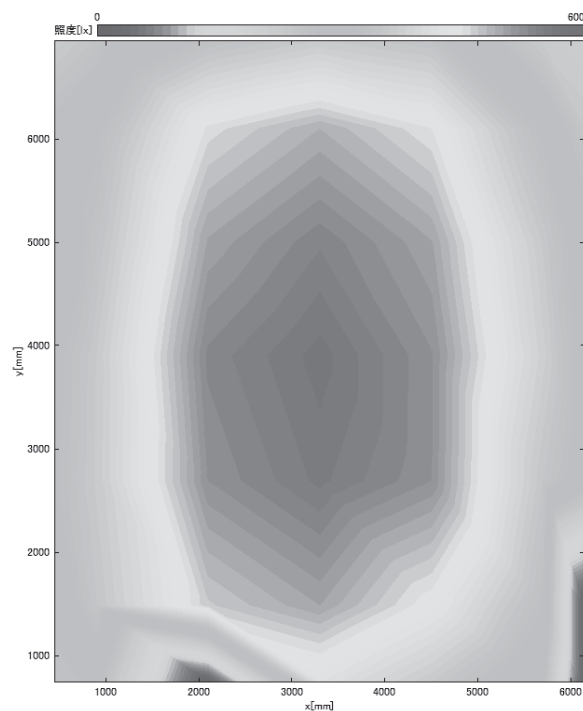


図5 エヂソン倶楽部の照度測定結果 (更新前)



図6 エヂソン倶楽部の照度測定結果 (更新後)

3. 直管型 LED 照明導入による省エネルギー 効果の測定

LED 照明の導入は省エネルギー効果を期待して行われるものであるため、40W 形×24 灯、20W 形×24 灯の照明が接続されている学科内の分電盤内の廊下照明の分岐回路に測定器（中国計器工業（株）省エネナビ CK-5 型）を設置し、消費電力の測定を行った（写真3）。電気電子システム専門棟2階廊下の直管型 LED 照明と従来型蛍光灯の点灯時の消費電力を比較した結果を表7に示す。



写真3 照明の消費電力の測定の様子

表7 照明の消費電力の測定結果

	消費電力 [W]
直管型 LED 照明	768.4
従来型蛍光灯	1818.2
差	1049.8

表7を見ると、直管型 LED 照明の消費電力は従来型蛍光灯の半分以下となっており、40W 形×24 灯、20W 形×24 灯の合計で約1 [kW] の省エネルギー効果が得られていることがわかる。直管型 LED 照明を768.4[Wh] 使用すれば、従来型蛍光灯を使用していた時よりも使

用電力量を1049.8 [Wh] を削減することができるため、2011 年度における直管型 LED 照明の使用電力量1,397 [kWh] であったので、LED 照明への更新により1,909 [kWh] の節電が行っていたことになる。また、これによる二酸化炭素排出量の削減量は、本学のディーゼル発電機の kWh あたりの CO₂ 排出原単位を0.705 [kg-CO₂/kWh] とすれば、

$$1,909 \text{ [kWh/年]} \times 0.705 \text{ [kg-CO}_2\text{/kWh]} \\ = 1346 \text{ [kg-CO}_2\text{]} = 1.346 \text{ [t-CO}_2\text{]}$$

となる。

5. おわりに

本研究は筆者が八戸工業大学電気電子システム専門棟の LED 照明導入に関わり、照明の使用感について意見を聞く機会があったこと、また、省エネルギーに関する講義・講習の講師として活動した際に受講者から疑問・質問を得られたことをきっかけに、省エネルギー照明として注目されている直管型 LED 照明に関して、いくつかの特性を測定したものである。

この結果、直管型 LED 照明の省エネルギー性能があらためて確認できた一方、機種や器具にもよると思われるが、照度のむらが発生すること、更新する場所によっては照度が不足する場合もあることが確認できた。今後はちらつきや発光波長に関する調査を行っていく。

参考文献

- 1) 財団法人日本エネルギー経済研究所：LED 照明の省電力ポテンシャル, <http://eneken.ieej.or.jp/data/3862.pdf>, 2011,
- 2) 花田 一磨, 関秀廣, 藤田成隆：八戸工業大学エコキャンパス推進事業報告, 八戸工業大学紀要第30巻, pp.103-106, 2011,
- 3) 文部科学省：「学校環境衛生の基準」, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afeldfile/2009/04/01/1236264_9.pdf, 2009.