

概要

概要照明器具における LCCO2, LCC 削減のケーススタディとして、廊下部分での共用照明として広く活用されはじめている LED ダウンライトの検討結果について報告する。

検討条件

検討モデル

<共用廊下部>

平面プラン：2.0m×32.0m

天井高さ：2.4m

設定照度：床面平均照度 150lx

器具形式：ダウンライト

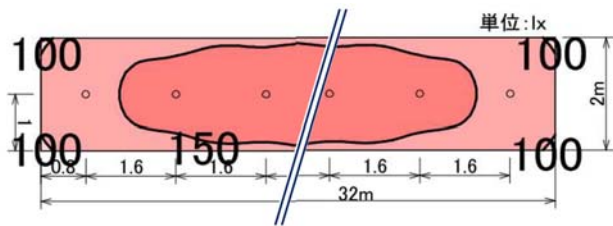


図1 検討モデルの照度分布図 (ケース b)

検討ケース

これまで一般的であった FHT 蛍光灯(ケース b)) を標準とし、比較のため FDL 蛍光灯(ケース a)) も加える。LED 照明については、同数でほぼ同照度となるよう平成 25 年度公共型番から選定した。

ケース a) : 蛍光灯ダウンライト FDL 27W

ケース b) : 蛍光灯ダウンライト FHT 32W

ケース c) : LEDダウンライト 14.7W

ケース d) : LEDダウンライト 16.9W

+人感センサ

- ・年間点灯時間：3,000 時間/年
- ・ランプ寿命 (FDL 蛍光灯)：6,000 時間
(FHT 蛍光灯)：10,000 時間
- ・人感センサによる省エネ率：25%
- ・修繕周期：10 年 (LED 照明にも適用)
- ・修繕率：20% (LED 照明にも適用)
- ・更新周期：20 年 (LED 照明にも適用)
- ・器具単価：ケース a) は前回報告時の金額
ケース b) は 2013/09 建設物価
その他は 2014/03 建設物価による

※LED の製造者公称値は、寿命 40,000 時間のものが多いが、試算上 20 年は交換がないものとした。

計算方法

- ・器具台数
平均照度法により、a) は 30 台、b) c) d) は 20 台とする。(計算過程は割愛)
∴ ケース a) 15501m×30 台×照明率 0.29×保守率 0.7/室面積≒1501x
- ・省エネ率の算出
参考文献 1) の省エネルギー率を採用して計算する。センサは照明器具に内蔵し、一台ごと制御する。
省エネルギー率 = (1 - (設定された調光時の消費電力) / (最大消費電力)) × (1 - 人感センサ感知時間率) = 25%
※人感センサ感知時間率は、国土交通省の実態調査から約 25~60% という結果が得られており、効果値を小さく考え、約 60% とする。
- ・総合省エネルギー率
ケース c) の省エネ率 = 在/不在制御による省エネ率 = 0.25 → 25%

検討結果

LCCO2

LCCO2 の評価結果を図 2 に示す。LCCO2 は、運用時に消費する電力が大半を占めている。

LED は消費電力が小さく、ケース b) に比べ半分程度となっている。また、ケース c) とケース d) の差が僅かであり、このケースではセンサによる省エネ率とセンサ自体の消費電力が見合いとなりエネルギー削減には効果が少ない結果となった。

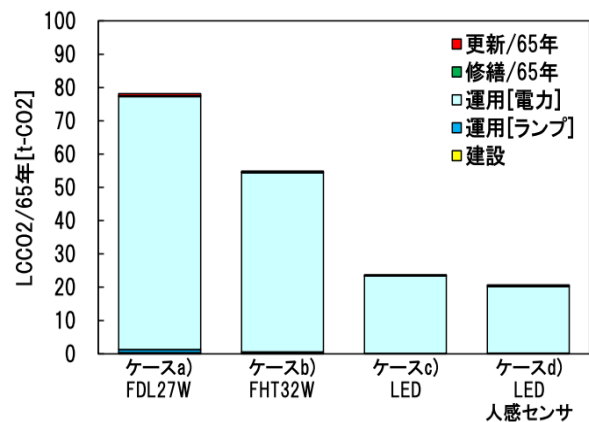


図2 LCCO2 の比較検討結果 (FDL, FHT, LED, LED+人感センサ)

LCC

LCCの評価結果を図3に示す。まず、従来照明群(ケースa, b)とLED群(ケースc, d)の比較では、運用段階での電力消費が少ないことから、LED群のほうがLCCを低く抑えられていることが分かる。一方LED群の中での比較として、ケースdは、ケースcよりもLCCが高くなっている。その理由は、建設時と更新時のコストである。ケースdの人感センサ付きLEDダウンライトは、他のケースの器具に比べ約1.5倍程度コストが高い。前述のようにエネルギーの大幅削減が見込めない中、建設、更新のインパクトが大きい結果となった。

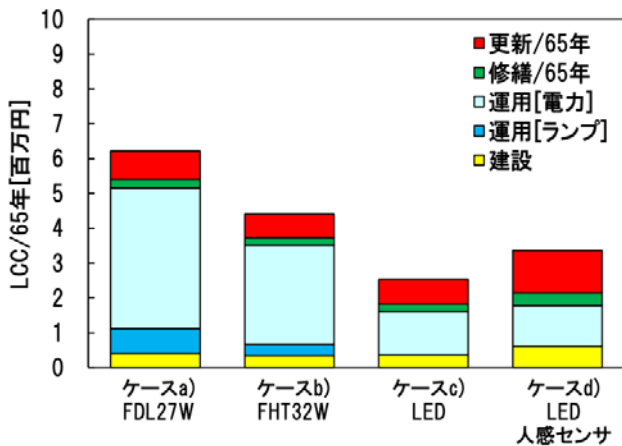


図3 LCCの比較検討結果
(FDL, FHT, LED, LED+人感センサ)

留意事項

人感センサ付は、取付場所によって、点灯保持時間の選定が必要である。(例: 通路・階段 10秒、トイレ6分等) また、器具を傾斜天井に取付けた場合、検知感度が鈍くなり、パーティション等の遮へい物がある場合は検知できない。

人感センサ1台で照明器具4~5台を一括制御する方法もあるが、部屋の出入口の位置等を考慮して、センサの死角がないように配置する必要がある。

その他の検討事項

運用の省エネ効果を考慮した単位設備電力 [Wh/h・㎡] を図4に示す。

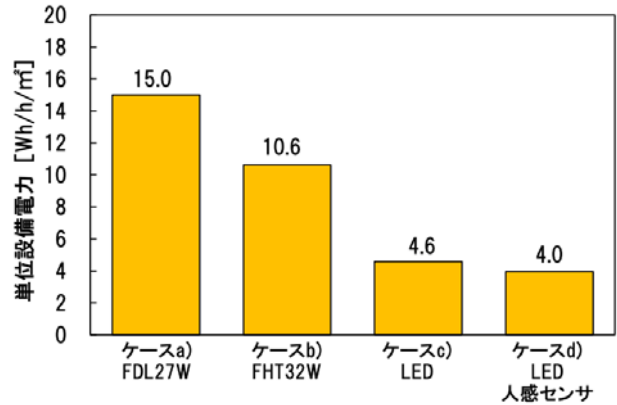


図4 単位設備電力 [Wh/h・㎡]

ここでは、ケースc)とd)がそれぞれ4.6, 4.0と極めて小さい値となっている。

この値は、ケースb)の10.6を基準として考えた場合、60%程度まで低減されていることを示しており、センサの有無にかかわらず、LEDによる省エネルギー効果の大きさを表すものとなった。

トピックス

<LED照明の普及状況>

- ・近年のLED照明の普及状況は目覚ましいものがあり、2014年度の照明器具出荷数量ベースでは約75%がLED照明となっている。(日本照明工業会自主統計による)
- ・一例として、これまでオフィス共用部(廊下等)のダウンライト用光源として主流であったコンパクト蛍光灯(FHTなど)のほとんどがLED照明に置き換わりつつあり、公共施設用照明器具標準(JIL5004)でも2013年版より蛍光灯・HIDダウンライトを廃止しLED機種への全面シフトを図っている。

<照明制御について>

- ・人感センサによる在室検知、明るさセンサによる昼光利用や初期照度補正などの制御手法は、無駄な照明エネルギーの削減に寄与し、その効果量への期待は大きい。これらをパッシブな照明制御と呼ぶとすると、今後は更に電力デマンド低減等を対象としたアクティブな照明制御も必要になる可能性がある。
- ・近年のLED照明の普及により、従来の省エネ中心の制御から調色等の照明の質に関する制

検討ケース 3	高効率照明、照明の制御(オフィス共用部)	照明の手法
---------	----------------------	-------

御も可能になってきている。

- ・電気設備学会では、2015年から「建築照明設備のIT化に対応した設計・施工手法の調査研究委員会」を立ち上げており、ハードウェア、ソフトウェア両面での研究成果に期待が持たれる。

〈ブルーライトの影響について〉

- ・LED照明の普及に伴い、青色光（ブルーライト）により光化学的に細胞が損傷する生理的障害（青色光網膜傷害）が発生する可能性が指摘されており、近年その研究が活発になってきている。
- ・日本照明工業会、日本照明委員会、LED照明推進協議会（JLEDS）、照明学会の照明関連4団体は調査を実施し、その結果¹⁾をとりまとめた。これらは個人差もあって定量化は難しいと言われているが今後の研究成果に注目していきたい。

〈直管LEDランプについて〉

- ・従来の蛍光灯ランプと口金形状、長さなど構造的に互換性をもたせた「直管LEDランプ」が多く事業者より販売されているが、既設の蛍光灯照明器具との組合せで、安全面、寿命面、光学面等で問題が発生している。
- ・既存照明器具のG13口金から給電する方式は電気用品安全法技術基準に不適合となる恐れがある。従って器具全体をLED照明に交換するかソケットをGX16t-5またはR4などの口金に交換する必要がある。詳細は日本照明工業会ホームページ²⁾を参照されたい。

〈水銀条約について〉

- ・2013年10月10日、水銀による汚染防止を目指した「水銀に関する水俣条約」³⁾（水銀条約）が、国連環境計画（UNEP）の外交会議で採択・署名された。
- ・今後、水銀を使った製品（水銀ランプなど）の製造や輸出入が制限されていくことが予測される。

- 1) 日本照明工業会,日本照明委員会,LED照明推進協議会,照明学会：「LED照明の生体安全性について」 H26年10月1日版
<http://www.jlma.or.jp/information/ledBlueLight.pdf>
- 2) 日本照明工業会：「直管LEDランプ使用上のご注意」
http://www.jlma.or.jp/shisetsu_renew/anzen/anzen4.html
- 3) 日本照明工業会：「水銀に関する水俣条約」の国内担保状況について H27年9月15日版

参考文献・出典

検討ケース 3	高効率照明、照明の制御(オフィス共用部)	照明の手法
---------	----------------------	-------

データシート(LCCO2・LCC 計算結果)

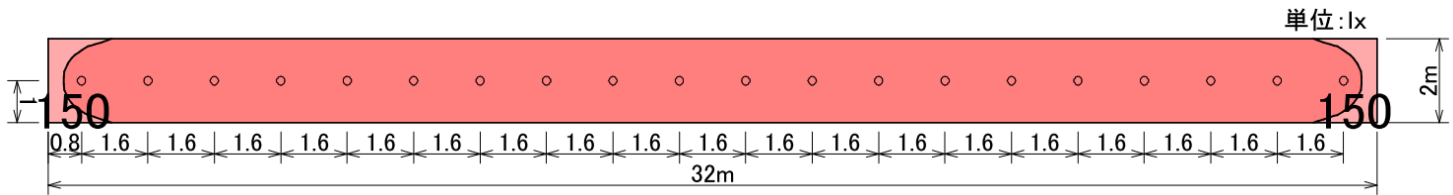
比較ケース		ケース a)	ケース b)	ケースc)	ケースd)	備考
		FDL27-1DL (1990)	FHT32-1DL	LEDダウンライト (一体型)	LEDダウンライト 人感センサー付(一体型)	
省エネルギー項目	高効率照明	—	○	○	○	
	明るさ連動制御	—	—	—	—	
	人感連動制御	—	—	—	○	
	省エネ率	0%	0%	0%	25%	器具工業会技術資料130-
計算条件	対象面積	64.0㎡	64.0㎡	64.0㎡	64.0㎡	32m×2m
	設計照度	150lx	150lx	150lx	150lx	
	点灯時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	委員会共通条件
	ランプ寿命	6,000時間	10,000時間	40,000時間	40,000時間	
	電力料金(基本)	1,638円	1,638円	1,638円	1,638円	委員会共通条件
	電力料金(従量)	15.83円/kWh	15.83円/kWh	15.83円/kWh	15.83円/kWh	委員会共通条件
	評価対象期間	65年	65年	65年	65年	LCCデータベース
	修繕周期	10年	10年	10年	10年	LCCデータベース
	修繕率	20%	20%	20%	20%	LCCデータベース
	更新周期	20年	20年	20年	20年	LCCデータベース
	更新費用率	98.0%	98.0%	98.0%	98.0%	LCCデータベース
	照明器具CO2原単位	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	H17年ライフサイクルコストの計算法
	ランプ //	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	H17年ライフサイクルコストの計算法
需要端電力 //	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	委員会共通条件	
照明器具	形式	FDL27W1灯	FHT32W1灯	LEDダウンライト	LEDダウンライト	
	消費電力	32W	34W	14.7W	16.9W	力率98%
	器具単価	13,900円	17,500円	18,200円	30,900円	建設物価2014/03で見直し
	器具重量	1.3kg	1.0kg	.8kg	1.0kg	
	ランプ単価	810円	960円	0円	0円	建設物価2014/03で見直し
	ランプ重量	0.080kg	0.095kg	0.000kg	0.000kg	
	台数	30台	20台	20台	20台	
	設備電力	1.0kW	0.7kW	0.3kW	0.3kW	
省エネ率	単位設備電力	15.0W/㎡	10.6W/㎡	4.6W/㎡	4.0W/㎡	
	年間消費電力量	2,880kWh	2,040kWh	882kWh	761kWh	
	電力量削減量	-840kWh	0kWh	1,158kWh	1,280kWh	
LCCO2	電力量削減率	-41.2%	0.0%	56.8%	62.7%	
	更新回数	2回	2回	2回	2回	
	修繕回数	3回	3回	3回	3回	
	建設	326kg-CO2	167kg-CO2	134kg-CO2	167kg-CO2	イニシャルCO2
	運用[ランプ]	976kg-CO2	432kg-CO2	kg-CO2	kg-CO2	ランニングCO2
	運用[電力]	76,003kg-CO2	53,836kg-CO2	23,276kg-CO2	20,070kg-CO2	ランニングCO2
	修繕/65年	196kg-CO2	100kg-CO2	80kg-CO2	100kg-CO2	
	更新/65年	639kg-CO2	328kg-CO2	262kg-CO2	328kg-CO2	
	合計	78,140kg-CO2	54,862kg-CO2	23,752kg-CO2	20,665kg-CO2	
	年平均	1,202kg-CO2/年	844kg-CO2/年	365kg-CO2/年	318kg-CO2/年	
	// 単位面積当たり	18.78kg-CO2/㎡・年	13.19kg-CO2/㎡・年	5.71kg-CO2/㎡・年	4.97kg-CO2/㎡・年	
LCCO2比率	142%	100%	43%	38%		
LCC	建設	417千円	350千円	364千円	618千円	イニシャルコスト
	運用[ランプ]	705千円	311千円	0千円	0千円	ランニングコスト
	運用[電力]	4,030千円	2,855千円	1,234千円	1,158千円	ランニングコスト
	修繕/65年	250千円	210千円	218千円	371千円	
	更新/65年	817千円	686千円	713千円	1,211千円	
	合計	6,220千円	4,412千円	2,530千円	3,358千円	
	年平均	96千円/年	68千円/年	39千円/年	52千円/年	
	// 単位面積当たり	1,495円/㎡・年	1,061円/㎡・年	608円/㎡・年	807円/㎡・年	
LCC比率	141%	100%	57%	76%		
コスト回収年数	ΔIC/ΔRC (a)ベース)	基準	-2.78年	-0.98年	3.65年	
	ΔIC/ΔRC (b)ベース)	—	基準	0.47年	8.68年	
イニシャルコスト IC	器具合計	417千円	350千円	364千円	618千円	
	// 単位面積当たり	6,516円/㎡	5,469円/㎡	5,688円/㎡	9,656円/㎡	
	コスト低減率	119.1%	100.0%	104.0%	176.6%	
ランニングコスト RC	ランプ必要本数	0.446本/台・年	0.249本/台・年	0.000本/台・年	0.000本/台・年	
	年間ランプ必要本数	13.385本/年	4.985本/年	0.000本/年	0.000本/年	
	年間ランプ分	11千円/年	5千円/年	0千円/年	0千円/年	
	年間電力量分	62千円/年	44千円/年	19千円/年	18千円/年	基本料金含む
	年間合計	73千円/年	49千円/年	19千円/年	18千円/年	
	// 単位面積当たり	1,138円/㎡・年	761円/㎡・年	297円/㎡・年	278円/㎡・年	
コスト低減率	149.6%	100.0%	39.0%	36.6%		

検討ケース 3	高効率照明、照明の制御(オフィス共用部)	照明の手法
---------	----------------------	-------

計算根拠

		ケース a)	ケース b)	ケースc)	ケースd)
器具形状		FDL27-1DL(1990)	FHT32-1DL	LEDダウンライト (一体型)	LEDダウンライト 人感センサー付(一体型)
計算条件	間口	32m	32m	32m	32m
	奥行	2m	2m	2m	2m
	対象面積	64.0㎡	64.0㎡	64.0㎡	64.0㎡
	設計照度	150lx	150lx	150lx	150lx
	高さ	2.4m	2.4m	2.4m	2.4m
	計算面高さ	0m	0m	0m	0m
	反射率	70/50/10	70/50/10	70/50/10	70/50/10
	台数	30台	20台	20台	20台
	点灯時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間
	省エネ率	0%	0%	0%	25%
器具条件	形式	FRS13-D271	FRS22-H321	LRS1-1400LM	LDS-LRS1-1400LM
	消費電力	32W	34W	14.7W	16.9W
	器具単価	13,900円	17,500円	18,200円	30,900円
	器具重量	1.3kg	1.0kg	.8kg	1.0kg
	ランプ形式	FDL27EX-N	FHT32EX-N	—	—
	ランプ単価	810円	960円	0円	0円
	ランプ重量	0.080kg	0.095kg	0.000kg	0.000kg
	ランプ寿命	6,000時間	10,000時間	40,000時間	40,000時間

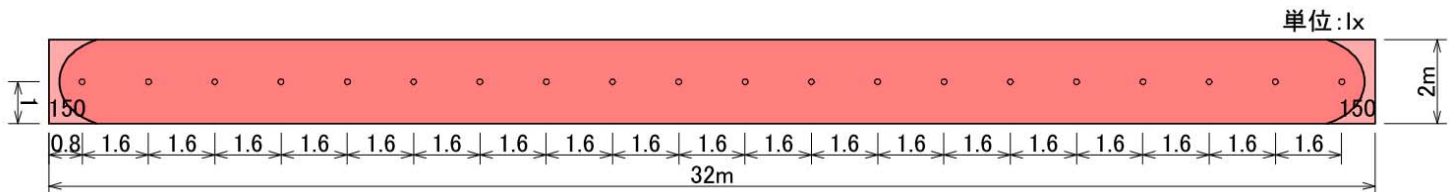
ケース c) LED ダウンライト (一体型)



	○
器具品番	NNN73075Z-LE9(100-242V)
器具種類	LED ダウンライト
ランプ	NNN73075Z
全光束	1550 lm
保守率	0.63
器具コード	K0124395
取付高さ	2.4 m
取付台数	20 台

	全体
平均照度	192 lx
最小照度	103 lx
最大照度	217 lx
G1(最小/平均)	0.538
G2(最小/最大)	0.476

ケース d) LED ダウンライト人感センサ付
(一体型)



	○
器具品番	NNNS73110-LE9(100-242V)
器具種類	LED ダウンライト
ランプ	NNNS73110
全光束	1640 lm
保守率	0.63
器具コード	K0130689
取付高さ	2.4 m
取付台数	20 台

	全体
平均照度	201 lx
最小照度	109 lx
最大照度	227 lx
G1(最小/平均)	0.540
G2(最小/最大)	0.479