

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「LED照明器具」及び近年導入例が増えつつある「タスク・アンビエント照明方式」についての試算評価を行った。タスク・アンビエント照明方式のタスクライトは、センサ「有り」と「無し」の2パターンについての定量的評価も行い、センサ制御の効果を明確にした。ベンチマークはオフィスで広く利用されている「FHP45W×2灯タイプ」を評価基準としている。

ここで、全般照明方式は、天井に均一に配した照明器具によって必要な照度を確保する方式であり、一方タスク・アンビエント照明方式は、タスクライトと、作業者の周辺(アンビエント)を照明するアンビエントライトのそれぞれ専用の特性を有する照明設備を組み合わせて、照明する方式である。

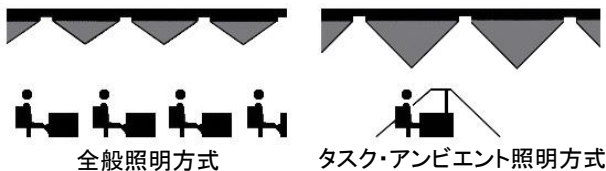


図1 全般照明方式とタスク・アンビエント照明方式¹⁾

- ・アンビエントライトの手法
 - ①天井取付器具(直接照明)
 - ②直接・間接兼用照明(吊下型, 床置型)
 - ③間接照明(天井付, 吊下型, 床置型什器利用型)

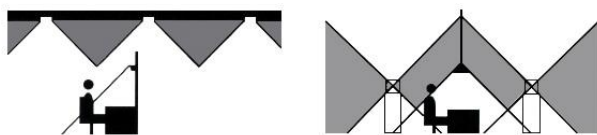


図2 タスクとアンビエントライトの組み合わせ例¹⁾

- ・タスクライトの手法

- ①天井付け
- ②吊下げ器具
- ③スタンド
- ④パーティション取付器具

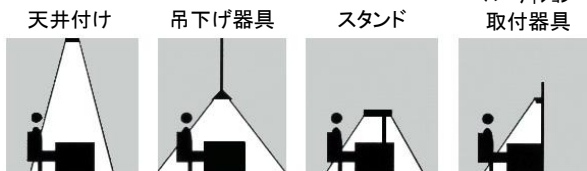


図3 タスクライトの例¹⁾

検討条件

検討モデル

事務室条件

- ・W21.6m×D14.4m×H2.7m(311m²)
- ・在室人数:10m²あたりに1人(31人)

・設定照度

=全般照明=

机上面(床面高さ0.8m)750lx

=タスク・アンビエント照明=

アンビエント設定照度:机上面 300lx

タスク設定照度:机上面 450lx以上

注)アンビエント300lx+タスク450lx以上により、タスクアンビエント方式でも机上面照度計750lx以上となる。

・保守率:FHP 0.7,LED 0.86

・ランプ寿命

12,000時間(FHP35W)

40,000時間(LED)

検討ケース

次の4つのケースについて検討した。

=全般照明=

ケースa):埋込下面ルーバ FHP45W×2

ケースb):埋込下面ルーバ LED35W

=タスク・アンビエント照明=

ケースc):埋込下面ルーバ LED35W

+LED デスクスタンド 13W

※LED スタンドに人感センサ無し

ケースd):埋込下面ルーバ LED35W

+人感センサ付 LED デスクスタンド 11W

計算方法

・器具台数

全般照明及びアンビエント照明分は、平均照度法により計算し

① 全般照明[750lx]:96台(FHP,LEDとも)

② アンビエントライト[300lx]:48台(LED)

③ タスクライト:32台(机数を台数分とした)

とし、タスクライト(LED デスクスタンド)のセンサ制御効果検討のための着席率は50%と仮定した。

検討結果

LCCO₂

ケース a)とケース b)の比較から FHP を LED にすることで 35%程度 の LCCO₂ が削減されており、LED 化の効果が明らかになった。

次に LED 全般照明方式のケース b)とタスクアンビエント方式のケース c)及び d)の比較では、ベース照明の器具台数が半減するためケース c)及び d)はケース b)の 50%以下となった。また LED スタンドの人感センサー有無を比較したケース c)と d)では、ケース d)がケース c)比べ若干減少し人感センサーによる効果が見られた。

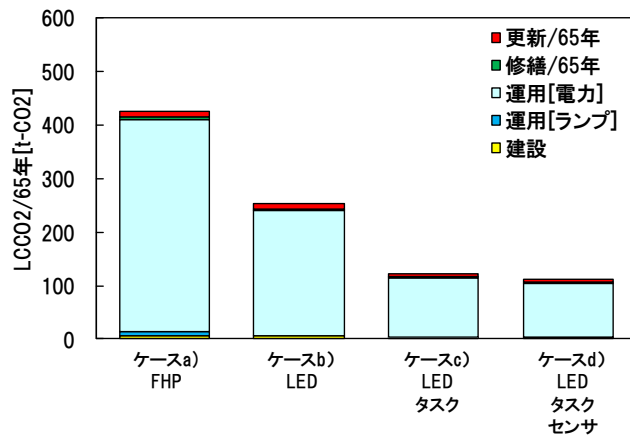


図 4 LCCO₂ の比較検討

LCC

LED のケース b)は、FHP であるケース a)に比べ建設・更新コストが大きい。これは両ケースの器具台数は同じであるが、器具単価が異なるためである。しかし、ケース b)は運用時の消費電力が大きく削減されたため、合計値ではケース a)を若干下回った。LED 化によるインシヤルコストアップをランニングコストで補っているといえる。

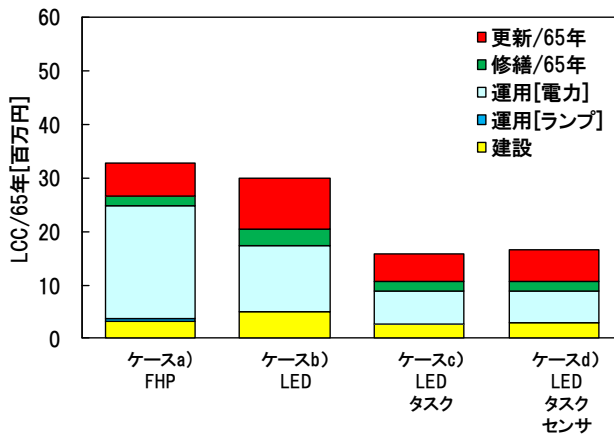


図 5 LCC の比較検討

その他の検討事項

単位設備電力の比較

ケース毎の単位設備電力を図 6 に示す。評価基準となるケース a)が 16.1Wh/h/m²であり、LED 照明のケース b)は 9.6Wh/h/m²でケース a)を大きく下回った。タスク・アンビエント方式のケース c)では 5.2Wh/h/m²、センサ付きの LED スタンドのケース d)は 5.0Wh/h/m²となり、センサにより単位設備電力も低減していることがわかった。

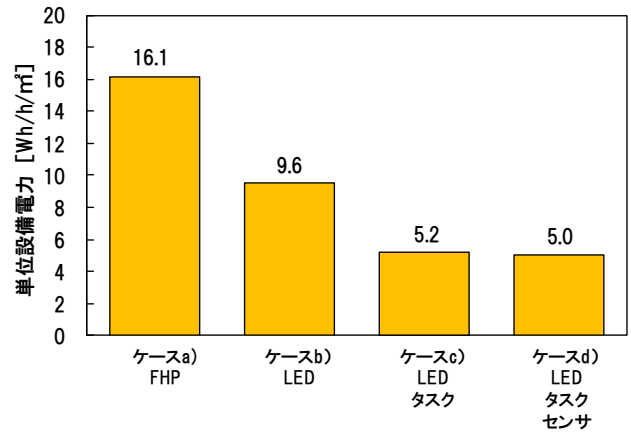


図 6 単位設備電力の比較検討

トピックス

〈タスクライトについて〉

- ・今回のケーススタディ試算に用いたタスクライト (LED スタンド) は、人感センサーが内蔵された製品である。点灯後、5 分間離席した場合自動消灯となる。
- ・アンビエント照明を人感センサーで制御するケースは多いため製品も多い。しかしタスクライトにセンサーを設置している製品は比較的少ないようである。ローコストな製品が今後多く製造されることを期待したい。



図 6 人感(熱線)センサー付タスクライトの例²⁾

〈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³⁾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⁴⁾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」⁵⁾(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。

参考文献・出典

- 1) 経済産業省:「ニューオフィス化の指針」1998 年 4 月発行
- 2) 山田照明:「メーカーカタログ「CATALOG 2014-2015」
- 3) 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>
- 4) 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
- 5) 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

データシート(LCC02・LCC 計算結果)

比較ケース		ケース a) FHP	ケース b) LED	ケース c) LED+タスク		ケース d) LED+タスク (セパ)		備考				
		FHP45W2灯 埋込下面ルーバ FRS28L5-P452	LED35W 埋込下面ルーバ LRS5L5-3150LM	アンビエント、300lx LED35W 埋込下面ルーバ LRS5L5-3150LM	タスク、450lx LEDデスクスタンド SQ430Y	アンビエント、300lx LED35W 埋込下面ルーバ LRS5L5-3150LM	タスク、450lx LEDデスクスタンド +人感センサー Z-81 (山田照明)					
省エネルギー 項目	高効率照明	○	○	○	○	○	○					
	明るさ運動制御	—	—	—	—	—	○					
	人感運動制御	—	—	—	—	—	—					
	適正照度補正率	58%	89%	72%	100%	72%	100%					
	省エネ率	0%	0%	0%	50%	0%	75%	器具工業会技術資料 130-				
計算 条件	対象面積	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	21.6m×14.4m			
	設計照度	750lx	750lx	300lx	450lx	300lx	450lx	450lx				
	点灯時間	3,000時間	3,000時間	3,000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	12,000時間	40,000時間	40,000時間	40,000時間	40,000時間	40,000時間	40,000時間	委員会共通条件			
	電力料金 (基本)	1,638円	1,638円	1,638円	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	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	65年	65年	65年	文献1)			
	修繕周期	10年	10年	10年	10年	10年	10年	10年	文献1)			
	修繕率	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	文献1)			
	更新周期	20年	20年	20年	20年	20年	20年	20年	文献1)			
	更新費用率	98.0%	98.0%	98.0%	98.0%	98.0%	98.0%	98.0%	文献1)			
	照明器具CO2 原単位	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	8.360kg-CO2/kg	文献2)			
	ランプ原単位	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	14.021kg-CO2/kg	文献2)			
	需要端電力 原単位	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	0.406kg-CO2/kWh	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	FHP45W2灯	LED35W	LED35W	LED13W	LED35W	LED11W	適正照度補正率を反映済			
		消費電力	52W	31W	25W	13W	25W	11W	建設物価2014/03で 見直し			
器具単価		32,500円	51,000円	51,000円	9,500円	51,000円	18,500円	建設物価2014/03で 見直し				
器具重量		6.8kg	6.6kg	6.6kg	2.5kg	6.6kg	1.5kg					
ランプ単価		270円	0円	0円	0円	0円	0円					
ランプ重量		0.253kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg					
台数		96台	96台	48台	32台	48台	32台	10㎡/人と設定				
省エネ率	設備電力	5.0kW	3.0kW	1.2kW	0.4kW	1.2kW	0.4kW					
	単位設備電力	16.1W/㎡	9.6W/㎡	3.9W/㎡	1.3W/㎡	3.9W/㎡	1.1W/㎡					
	年間消費電力量	15.034kWh	8.928kWh	3.600kWh	624kWh	3.600kWh	264kWh					
	電力量削減率	0.0%	40.6%	76.1%	95.8%	76.1%	98.2%					
LCC02	更新回数	2回	2回	2回	2回	2回	2回					
	修繕回数	3回	3回	3回	3回	3回	3回					
	建設	5,457kg-CO2	5,297kg-CO2	2,648kg-CO2	669kg-CO2	2,648kg-CO2	401kg-CO2	イニシャルCO2				
	運用[ランプ]	8,854kg-CO2	—	—	—	—	—	ランニングCO2				
	運用[電力]	396,737kg-CO2	235,610kg-CO2	95,004kg-CO2	16,467kg-CO2	95,004kg-CO2	6,967kg-CO2	ランニングCO2				
	修繕/65年	3,274kg-CO2	3,178kg-CO2	1,589kg-CO2	401kg-CO2	1,589kg-CO2	241kg-CO2					
	更新/65年	10,697kg-CO2	10,382kg-CO2	5,191kg-CO2	1,311kg-CO2	5,191kg-CO2	787kg-CO2					
	合計	425,019kg-CO2	254,467kg-CO2	104,432kg-CO2	18,848kg-CO2	104,432kg-CO2	8,396kg-CO2					
	年平均	6,539kg-CO2/年	3,915kg-CO2/年	1,607kg-CO2/年	290kg-CO2/年	1,607kg-CO2/年	129kg-CO2/年					
	年単位面積 当たり	21.02kg-CO2/㎡・年	12.59kg-CO2/㎡・年	5.17kg-CO2/㎡・年	.93kg-CO2/㎡・年	5.17kg-CO2/㎡・年	100%	60%	25%	4%	25%	2%
LCC	建設	3,120千円	4,896千円	2,448千円	304千円	2,448千円	592千円	イニシャルコスト				
	運用[ランプ]	674千円	—	—	—	—	—	ランニングコスト				
	運用[電力]	21,039千円	12,494千円	5,038千円	1,104千円	5,038千円	663千円	ランニングコスト				
	修繕/65年	1,872千円	2,938千円	1,469千円	182千円	1,469千円	355千円					
	更新/65年	6,115千円	9,596千円	4,798千円	596千円	4,798千円	1,160千円					
	合計	32,820千円	29,924千円	13,753千円	2,187千円	13,753千円	2,770千円					
	年平均	505千円/年	460千円/年	212千円/年	34千円/年	212千円/年	43千円/年					
年単位面積 当たり	1,623円/㎡・年	1,480円/㎡・年	680円/㎡・年	108円/㎡・年	680円/㎡・年	137円/㎡・年						
LCC比率	100%	91%	42%	7%	42%	8%						
コスト 回収年数	ΔIC/ΔRC (a)ベース	基準	12.52年	-2年	—	0年	—					
	ΔIC/ΔRC (b)ベース	—	—	—	—	—	—					
イニシャルコスト IC	器具合計	3,120千円	4,896千円	2,752千円	—	3,040千円	—					
	単位面積当たり	10,031円/㎡	15,741円/㎡	8,848円/㎡	—	9,774円/㎡	—					
	コスト低減率	100.0%	156.9%	88.2%	—	97.4%	—					
ランニングコスト RC	ランプ必要本数	0.400本/台・年	0.000本/台・年	0.000本/台・年	0.000本/台・年	0.000本/台・年	0.000本/台・年					
	年間ランプ必要本数	38,400本/年	0.000本/年	0.000本/年	0.000本/年	0.000本/年	0.000本/年					
	年間ランプ分	10千円/年	—	—	—	—	—					
	年間電力量分	324千円/年	192千円/年	78千円/年	17千円/年	78千円/年	10千円/年	基本料金含む				
	年間合計	334千円/年	192千円/年	95千円/年	—	88千円/年	—					
	年間単位面積 当たり	1,074円/㎡・年	618円/㎡・年	304円/㎡・年	—	282円/㎡・年	—					
	コスト低減率	100.0%	57.5%	28.3%	—	26.3%	—					

文献1) 建築保全センター：「平成17年度版建築物のライフサイクルコスト」(2005)

文献2) 日本建築学会：建築物のLCA指針～温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール～改訂版(2013)

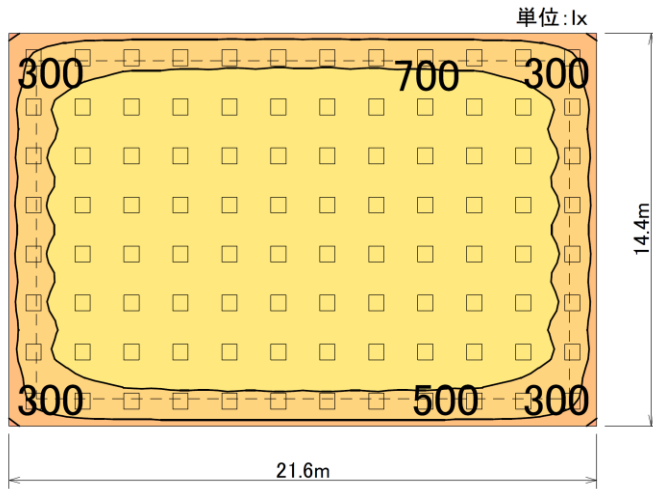
検討ケース 4	タスク・アンビエント照明	照明の手法
---------	--------------	-------

計算根拠

器具形状		ケース a)	ケース b)	ケース c)		ケース d)	
		FHP45W2灯 埋込下面ルーバ	LED35W 埋込下面ルーバ	LED35W 埋込下面ルーバ	LED デスクスタンド	LED35W 埋込下面ルーバ	LEDデスクスタンド +人感センサー
計算条件	間口	21.6m	21.6m	21.6m	—————	21.6m	—————
	奥行	14.4m	14.4m	14.4m	—————	14.4m	—————
	対象面積	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡	311.0㎡
	設計照度	750lx	750lx	300lx	450lx	300lx	450lx
	高さ	2.7m	2.7m	2.7m	2.7m	2.7m	2.7m
	計算面高さ	0.75m	0.75m	0.75m	0.75m	0.75m	0.75m
	反射率	70/50/10	70/50/10	70/50/10	—————	70/50/10	—————
	台数	96台	96台	48台	32台	48台	32台
	点灯時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間	3,000時間
	適正照度補正率	58%	89%	72%	100%	72%	100%
器具条件	照明器具型式	FRS28L5-P452	LRS5L5-3150LM	LRS5L5-3150LM	SQ430Y	LRS5L5-3150LM	Z-81 (山田照明)
	消費電力	52W	31W	13W	13W	13W	11W
	力率	98%	98%	98%	—————	98%	—————
	器具単価	32,500円	51,000円	51,000円	9,500円	51,000円	18,500円
	器具重量	6.8kg	6.6kg	6.6kg	2.5kg	6.6kg	1.5kg
	ランプ型式	HESX32HF21/24HK	—————	—————	—————	—————	—————
	ランプ単価	270円	0円	0円	0円	0円	0円
	ランプ重量	0.253kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg	0.000kg

照度分布図

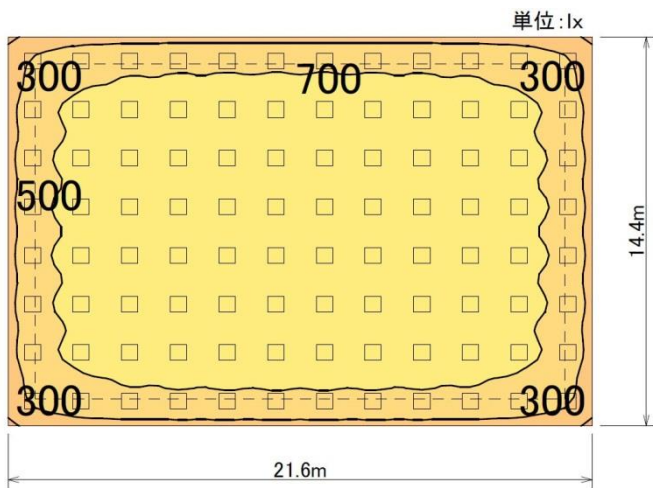
ケース a) 全般照明 750lx FHP45W×96 台



エリア名	1mバック
平均照度	759 lx
最小照度	561 lx
最大照度	821 lx
G1(最小/平均)	0.739
G2(最小/最大)	0.684

※ 全般照明:58%調光

ケース b) 全般照明 750lx LED35W×96 台

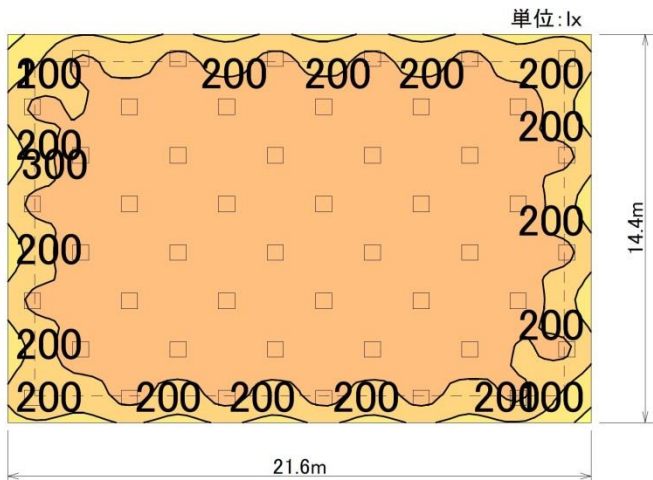


エリア名	1mバック
平均照度	750 lx
最小照度	550 lx
最大照度	816 lx
G1(最小/平均)	0.733
G2(最小/最大)	0.674

※ 全般照明:89%調光

ケース c) 及びケース d)

アンビエント照明 300lx LED35W×48 台



エリア名	1mバック
平均照度	329 lx
最小照度	190 lx
最大照度	390 lx
G1(最小/平均)	0.579
G2(最小/最大)	0.488

※ アンビエント照明:72%調光