住宅照明の照度と所要光束[†]

専門会員 吉川 孝彌*

1. はじめに

住宅照明の設計において、定量的処理をするため、住宅用照明器具の配光特性¹⁾が得られたので、これを使用して種々の計算を行ったので報告する。

2. 照度について

照度基準(JIS)では、各部屋の全般照明として、100 lx, 50 lx などと推奨している。以下、この全般照明の照度を全般照度と呼び、床上 40 cm の水平面の平均照度とする。

全般照明による室内の明るさを考えてみると、ダウンライトによる全般照度 100 lx と、上向シャンデリアによる全般照度 100 lx とでは、前者は天井面、壁面が暗く、室内全体が非常に暗く感じられる。それに対して、後者は天井面、壁面が明るく、室内全体が非常に明るくなる。

そこで、室内全般の明るさとして、天井面、壁面、床面の平均照度(面積加重)を、室内照度“Ea”とし、さらに全般照度に 2 倍のウェイトをかけて平均(面積加重)した室内照度を、Ea2 とすることにする。

(何倍のウェイトが良いかは、今後の研究を待つ必要があるが、取りあえず 2 倍とした。)

3. 室内条件の基準化

(1) 部屋の大きさ

部屋の大きさは、0.9 m をモジュールとし、3 畳～12 畳の広さとし、高さは 2.4 m とした。

照度計算のための高さの基準として、0.3 m をモジュールとし、図 1 のごとくとした。

(2) 室内の反射率

一般的な和室として、天井 30%、壁 30%、床 30%、明るい洋室(和室)は、天井 60%、壁 40%、床 20%とした。

図 1 高さの基準化

4. 照度計算の条件

(1) 照明器具の配光特性

参考資料(1)の分類ごとの配光特性を使用した。

(2) 照明率

部屋中央 1 灯の照明率を使用した。ただし、ダウンライトと反射形電球については全般照明用の照明率を使用した。

(3) 保守率

蛍光灯器具の下面開放は 0.70、その他は 0.66、白熱灯器具の下面開放は 0.79、その他は 0.74 とした。

5. 計算結果

5.1 全般照度(床上 40 cm の水平面の平均照度)

室内照度 $Ea2=70$ 、(反射率 30/30/30)とした場合の全般照度 Ee 、その中の反射成分 Er 、照明器具の直下照度 Eo は、表 1 のごとくである。(抜粋)

($Ea2=70$ としたのは、全般照度を約 100 lx とするためである。)

この場合、一般的な照明器具では、全般照度 Ee は約 100 lx (± 15) となる。上向器具では Ea は約 70 lx (± 5) となる。

5.2 天井面、壁面、床面の平均照度

室内照度 $Ea2=70$ 、(反射率 30/30/30)とした場合の天井面照度 Ec 、壁面照度 EW 、床面照度 Ef は、表 2 のごとくである。(抜粋)

5.3 ランプの所要光束

室内照度 $Ea2=70$ 、(反射率 30/30/30)は○印、反射率 60/40/20は△印)とした場合の、ランプの所要光束は、図 2 のごとくである。配光分類の数が多いので、図 2 は特性の

[†] Illumination and required lumens for residence lighting

* 松下電工㈱

Takahiro Yoshikawaint

表1 全般照度 (lx) 他

Ea 2=70 (30/30/30)

FL デカツケ H=1.8m

ヘヤ	カイホウ			プリズム			ニューウハク			ルーバ		
	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO
3	104	19	153	99	20	141	99	20	140	107	19	160
4.5	107	17	181	103	18	166	103	18	165	110	16	190
6	108	15	211	105	16	193	104	16	193	111	15	222
8	109	14	244	106	14	223	105	15	223	111	13	258
10	108	13	281	106	14	256	105	14	255	110	12	297
12	108	12	317	106	13	289	105	13	288	110	12	337

FL シャンデリア H=1.5m

ヘヤ	プリズム			ニューウハク			ウエムキ					
	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO			
3	104	22	164	107	21	172	71	32	97			
4.5	105	20	196	109	19	205	74	31	114			
6	106	19	230	109	17	240	75	31	131			
8	105	17	269	109	16	281	76	30	151			
10	105	17	310	108	15	324	76	29	171			
12	104	16	352	107	14	368	76	29	192			

FL ペンダント H=1.5m

ヘヤ	カイホウ			プリズム			ニューウハク			ルーバ		
	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO	Ee	Er	EO
3	92	25	147	104	22	164	107	21	172	115	20	197
4.5	94	23	176	105	20	196	109	19	205	115	17	237
6	95	22	206	106	19	230	109	17	240	115	16	279
8	96	21	240	105	17	269	109	16	281	113	15	329
10	95	20	276	105	17	310	108	15	324	112	14	381
12	95	19	313	104	16	352	107	14	368	111	13	434

表2 天井面、壁面、床面の平均照度 (lx)

Ea 2=70 (30/30/30)												
FL チカツケ												
ヘヤ	カイホウ			プリズム			ニューウハク			ルーバ		
	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef
3	29	65	82	31	67	78	32	67	78	34	61	84
4.5	27	59	87	29	62	83	30	62	83	31	55	90
6	27	55	90	28	58	86	29	58	86	30	51	92
8	26	51	92	28	54	89	28	54	89	30	47	95
10	26	48	94	27	52	90	28	52	90	29	44	96
12	26	46	95	27	49	92	28	49	91	29	42	97
FL シャンデリア												
ヘヤ	プリズム			ニューウハク			ウエムキ					
	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef			
3	43	63	80	34	65	83	107	54	55			
4.5	41	58	85	32	59	88	101	52	59			
6	40	54	87	32	55	90	99	50	61			
8	39	50	89	32	51	92	96	49	64			
10	39	48	90	32	49	93	94	48	65			
12	39	46	90	32	47	93	93	47	66			
FL ペンダント												
ヘヤ	カイホウ			プリズム			ニューウハク			ルーバ		
	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef	Ec	Ew	Ef
3	53	67	71	43	63	80	34	65	83	34	58	89
4.5	51	63	76	41	58	85	32	59	88	33	52	94
6	49	60	78	40	54	87	32	55	90	32	48	96
8	48	57	80	39	50	89	32	51	92	32	44	97
10	48	55	81	39	48	90	32	49	93	32	41	98
12	47	54	82	39	46	90	32	47	93	32	39	98

表3 記号説明

O: 下面開放, P: 下面プリズム, R: 下面乳白,
 L: 下面ルーバ, U: 上向き構造, D: 下向き構造,
 V: ろうそく形, G: 下面ガラス, RF: レフ電球,
 BF: PAR 形電球散光形,
 FL: 直管形蛍光ランプ, FCL: 環形蛍光ランプ,
 ST: インバータ方式,
 N: 昼白色, EX: 3波長域発光形,
 Lw: 一般照明用電球 (白色塗装),
 LC: 装飾用小形電球 (シャンデリア電球, 透明),
 GW: ボール電球 (白色),

よく似たものを2つずつ組合せ平均したものを示す。

また、参考に、照明学会資料²⁾より換算 (×印)、筆者勤務会社資料より換算 (●印) したものを併記した。

5.4 所要ランプワット数

上記のランプの所要光束 (反射率30/30/30) に、±400～700 lm の幅を見込み、その中にランプ光束の倍数が入る整数 (本数) を求め表4を作成した。(±400～700 lm の幅は、小さい部屋から大きい部屋へと順次割り振りした。)

これは、室内照度 Ea 2=70 (全般照度約 100 lx, 上向器具では約 70 lx) を得るための所要ランプワット数である。

6. 考 察

6.1 全般照度と、その反射成分について

(1) 蛍光灯器具の場合は、全般照度のうち、約 20～10 % (30～20%) が反射成分である。ただし、次の(2)(3)(4)を除く。(数値は、3 畳～12 畳の順で、反射率は30/30/30 (60/40/20) のものである。)

白熱灯器具のペンダントの場合も、上記と同様である。

(2) 上向光束の比が 30%以上の器具、あるいは、下向配光が BZ 6 以上の器具の反射成分は、約 30～20% (50～30%) である。

(3) シャンデリアの上向器具等で、上向光束の比が 50 %以上の器具の反射成分は、約 50～40% (70～50%) である。

(4) 反射形電球 (PAR 形) の反射成分は、7 % (10 %) である。

6.2 照明器具の直下照度について

(1) 蛍光灯器具の場合は、全般照度の約 1.5～3.5 倍 (1.4～3.0 倍) が直下照度である。ただし、次の(2)(3)を除く。

(2) 上向光束の比が 30%以上の器具、あるいは、下向配光が BZ 6 以上の器具では、全般照度の約 1.4～3.0 倍 (1.3～2.5 倍) が直下照度である。

(3) シャンデリアの上向器具等で、上向光束の比が 50 %以上の器具では、全般照度の約 1.3～2.5 倍 (1.2～2.0 倍) が直下照度である。

蛍光灯器具

白熱灯器具

白熱灯器具

注

○印：Ea2=70(30/30/30)

△印：Ea2=70(60/40/20)

×印：照明学会資料より換算

●印：筆者勤務会社資料より換算

図 2 ランプの所要光束

表 4 所要ランプワット数

Ea2=70 (30/30/30) Lm-Watt ランプの種類 *灯数						
FL ヘヤ	デカツケ H=1.8m O, P	R, L	シャンデリア H=1.5m P, R	U	ペンダント H=1.5m O, P	R, L
3.0	2891 lm	3634 lm FL 20N *3 ST 20EX *2	3138 lm FCL 30N *2	3091 lm FCL 30N *2	2937 lm FCL 30N *2 FCL 40N *1	3306 lm FCL 30N *2 FCL 62N *1 ST 45EX *1
4.5	3552 lm FL 20N *3 ST 20EX *2	4466 lm FL 20N *4	3892 lm	3934 lm	3662 lm FCL 62N *1 ST 45EX *1	4096 lm FCL 70N *1
6.0	4239 lm FL 20N *4	5331 lm ST 20EX *3	4665 lm FCL 30N *3 ST 30EX *2	4782 lm FCL 30N *3 ST 30EX *2	4400 lm FCL 30N *3 FCL 70N *1 FCL 72N *1	4908 lm FCL 30N *3 FCL 72N *1
8.0	5000 lm FL 20N *4 ST 20EX *3	6294 lm FL 20N *5	5561 lm ST 30EX *2	5775 lm	5256 lm FCL 30N *3 ST 62EX *1	5857 lm FCL102N *1 ST 62EX *1
10.0	5805 lm FL 20N *5	7314 lm FL 20N *6 ST 20EX *4	6481 lm FCL 30N *4	6778 lm FCL 30N *4	6130 lm FCL 30N *4 FCL102N *1 ST 62EX *1	6832 lm FCL 30N *4 ST 72EX *1
12.0	6604 lm FL 20N *6 ST 20EX *4	8326 lm FL 20N *7 ST 20EX *5	7413 lm FCL 30N *5 ST 30EX *3	7786 lm FCL 30N *5 ST 30EX *3	7014 lm FCL 30N *4 ST 72EX *1	7819 lm FCL 30N *5 ST 72EX *1
IL ヘヤ	デカツケ H=1.8m D	シャンデリア H=1.5m D U V			ペンダント H=1.5m O, P R, L	
3.0	2818 lm Lw 40W *6 Lw 100W *2	2417 lm LC 40W *7-8 GW 40W *5-6 GW 60W *3	2655 lm LC 40W *7-8 GW 40W *6 GW 60W *4	3199 lm LC 40W *9-10 GW 40W *7-8 GW 60W *4	2372 lm Lw 40W *5 Lw 60W *3	2566 lm Lw 40W *5 Lw 60W *3
4.5	3519 lm Lw 40W *7-8 Lw 60W *4	3053 lm LC 40W *8-10 GW 40W *7-8 GW 60W *4	3388 lm LC 40W *9-11 GW 40W *7-8 GW 60W *5	4017 lm LC 40W *11-12 GW 40W *9-10 GW 60W *5-6	2976 lm Lw 40W *6 Lw 60W *4 Lw 100W *2	3196 lm Lw 40W *6-7 Lw 60W *4 Lw 100W *2

表4 所要ランプワット数(続き)

6.0	4230 lm Lw 40 W *8-9 Lw 60 W *5 Lw 100 W *3	3686 lm LC 40 W *10-12 GW 40 W *8-9 GW 60 W *5	4123 lm LC 40 W *11-13 GW 40 W *9-10 GW 60 W *6	4844 lm LC 40 W *13-15 GW 40 W *11-12 GW 60 W *7	3587 lm Lw 40 W *7-8 Lw 60 W *4	3840 lm Lw 40 W *7-8 Lw 60 W *5
8.0	5027 lm Lw 40 W *10-11 Lw 60 W *6 Lw 100 W *3	4419 lm LC 40 W *12-14 GW 40 W *10-11 GW 60 W *6	4978 lm LC 40 W *14-16 GW 40 W *11-12 GW 60 W *7	5801 lm LC 40 W *16-18 GW 40 W *13-14 GW 60 W *8	4294 lm Lw 40 W *8-9 Lw 60 W *5 Lw 100 W *3	4588 lm Lw 40 W *9-10 Lw 60 W *6 Lw 100 W *3
10.0	5850 lm Lw 40 W *11-13 Lw 60 W *7 Lw 100 W *4	5164 lm LC 40 W *14-16 GW 40 W *11-13 GW 60 W *7	5837 lm LC 40 W *16-18 GW 40 W *13-14 GW 60 W *8	6774 lm LC 40 W *19-21 GW 40 W *15-17 GW 60 W *9-10	5015 lm Lw 40 W *10-11 Lw 60 W *6 Lw 100 W *3	5354 lm Lw 40 W *10-12 Lw 60 W *6-7
12.0	6667 lm Lw 40 W *13-15 Lw 60 W *8-9 Lw 100 W *4	5915 lm LC 40 W *16-19 GW 40 W *13-15 GW 60 W *8-9	6698 lm LC 40 W *18-21 GW 40 W *15-17 GW 60 W *9-10	7755 lm LC 40 W *21-24 GW 40 W *17-19 GW 60 W *10-11	5741 lm Lw 40 W *11-13 Lw 60 W *7 Lw 100 W *4	6128 lm Lw 40 W *12-13 Lw 60 W *7-8 Lw 100 W *4

IL	ダウンライト H=2.1m		反射形電球 H=2.1m	
へヤ	O	R, L, G	RF	BF
3.0	2876 lm Lw 40 W *6 Lw 100 W *2	5676 lm Lw 40 W *12 Lw 60 W *7	1704 lm RF 40 W *4-5 RF 60 W *3	1303 lm BF 60 W *2 BF 120 W *1
4.5	3593 lm Lw 40 W *7-8 Lw 60 W *4	7101 lm Lw 40 W *14-15 Lw 60 W *9	2153 lm RF 40 W *5-6 RF 60 W *3-4 RF 100 W *2	1686 lm BF 60 W *3 BF 80 W *2 BF 120 W *1
6.0	4315 lm Lw 40 W *8-9 Lw 60 W *5 Lw 100 W *3	8535 lm Lw 40 W *17-18 Lw 60 W *10-11	2610 lm RF 40 W *6-8 RF 60 W *4 RF 100 W *2	2073 lm BF 60 W *3-4 BF 80 W *2-3
8.0	5156 lm Lw 40 W *10-11 Lw 60 W *6-7	10205 lm Lw 40 W *20 Lw 60 W *12-13 Lw 100 W *7	3137 lm RF 40 W *7-9 RF 60 W *5 RF 100 W *3	2533 lm BF 60 W *4-5 BF 80 W *3 BF 120 W *2
10.0	5975 lm Lw 40 W *12-13 Lw 60 W *7-8 Lw 100 W *4	11834 lm Lw 60 W *14-15 Lw 100 W *8	3672 lm RF 40 W *9-11 RF 60 W *5-6 RF 100 W *3	2999 lm BF 60 W *5 BF 80 W *3-4 BF 120 W *2
12.0	6811 lm Lw 40 W *13-15 Lw 60 W *8-9	13493 lm Lw 100 W *9	4208 lm RF 40 W *10-12 RF 60 W *6-7 RF 100 W *3-4	3466 lm BF 60 W *5-6 BF 80 W *4 BF 120 W *3

6.3 天井面、壁面、床面の平均照度について

(1) 蛍光灯器具の直付器具等の上向光束 10%以下の器具では、床面の平均照度に対し、壁面の平均照度は約 80～50%で、天井面の平均照度は約 40～30%である。

(2) シャンデリアの上向器具等で、上向光束の比が 50%以上の器具では、床面の平均照度に対し、壁面の平均照度は約 110～80%で、天井面の平均照度は約 200～150%である。

6.4 ランプの所要光束、所要ランプワット数について

(1) 蛍光灯ペンダント OP、白熱灯シャンデリア D、U は、照明学会資料の値とほぼ同じである。

(2) 蛍光灯シャンデリア PR、蛍光灯デカヅケ OP は、照明学会資料の値の方が、大きい部屋で少し大きい。

(3) 蛍光灯ペンダント PR、蛍光灯デカヅケ RL は、照明学会資料の値の方が、小さい部屋で少し小さい。

(4) 白熱灯ペンダント OP、RL は、照明学会資料の値の方が、小さい部屋で大変小さい。(小さ過ぎるのではないだろうか。)

7. あとがき

ここでは、全般照明のための、ランプの所要光束、所要ランプワット数、その場合の室内各面の照度、照明器具の直下照度、等を求めた。これらの数値は、いずれも全般照明のみによる照度である。作業のためには、各種の作業に応じた局部照明で必要な照度を補うことが重要である。そのために、照明器具の直下照度は参考になると考える。

このように、照明器具の配光特性が基準化され、BZ 配光で表示されておれば、パソコン等を利用して、簡単に種々の数値を定量的に求めることができる。

照明率の計算については、平田貢君に手数をわずらわせた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 吉川孝彌：住宅用照明器具の配光特性，照明学会誌 74-11 (1990) 713
- (2) 照明学会：住まいの照明ガイド，p. 4

(受付 1990 年 5 月 20 日)