全般照明型TAL方式 エネルギー簡易評価ツール の概要

松下進建築･照明設計室　　松下　進

【TAL方式における省エネルギー効果の計算プロセス】

省エネルギー効果の自動計算→【全般照明型TAL方式 エネルギー簡易評価ツール】

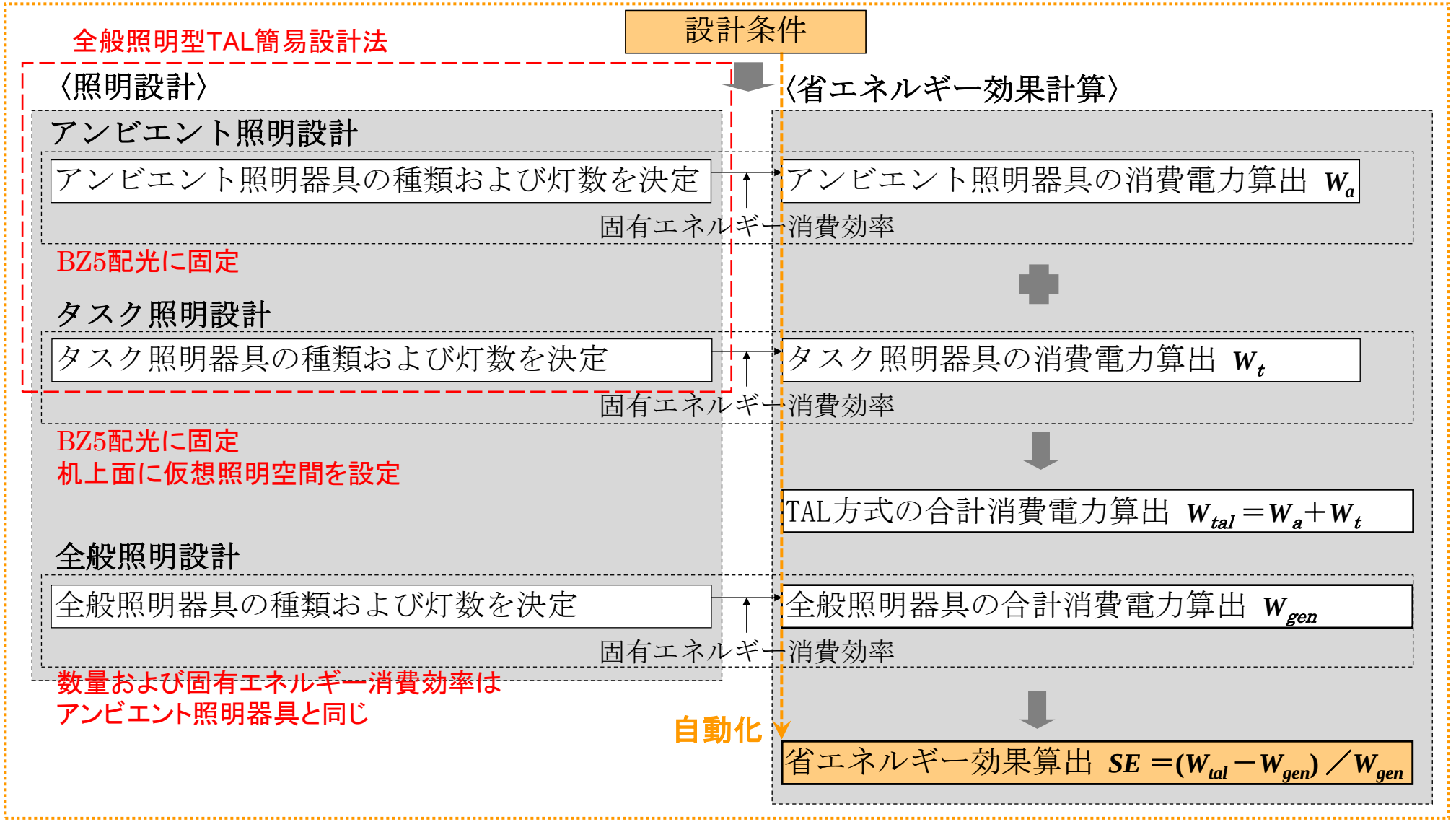


図1　全般照明型TAL方式における省エネルギー効果の計算プロセス

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】

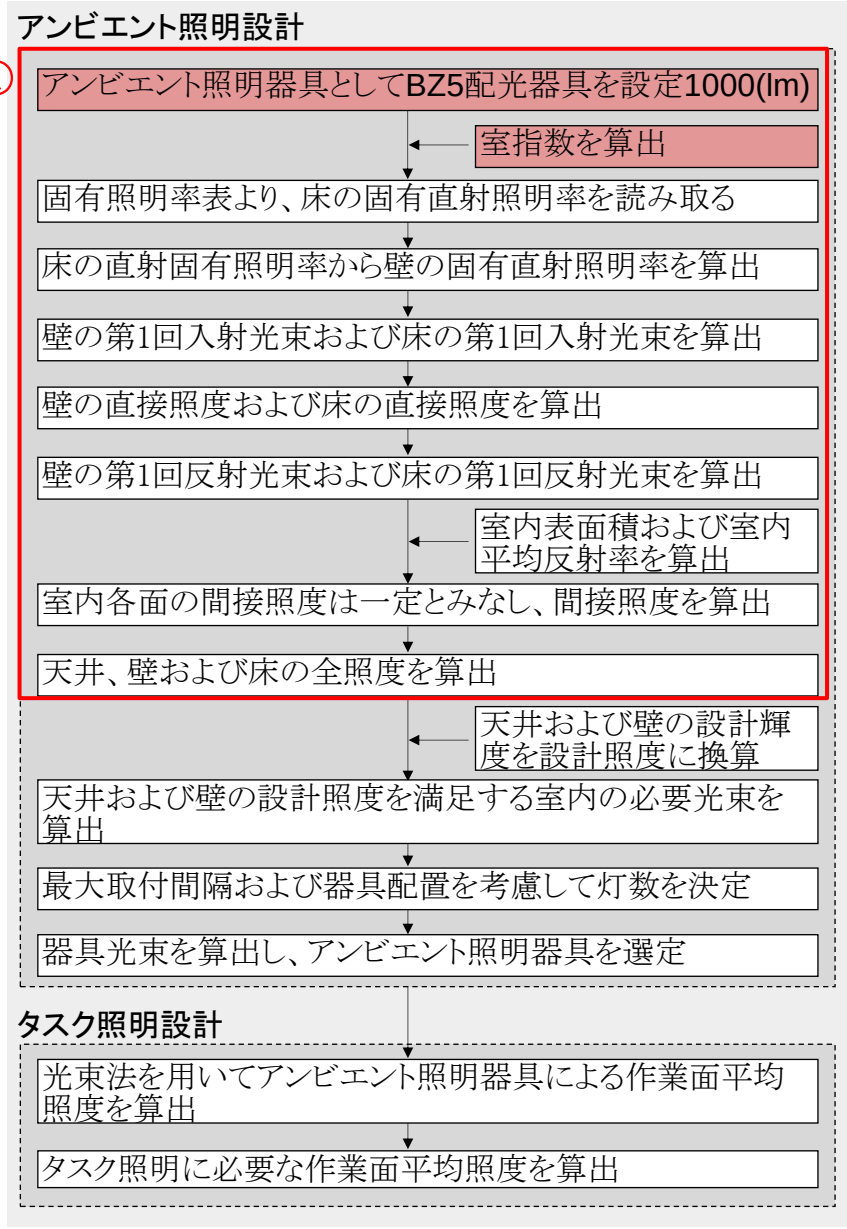


図2　照明設計手順（全般照明型TAL簡易設計法）

［アンビエント照明設計開始］

①−1

アンビエント照明器具を設定

・照明器具はBZ5配光に固定
（固有照明率表および最大取付間隔を予め用意しておく）
・器具光束は1000（lm）

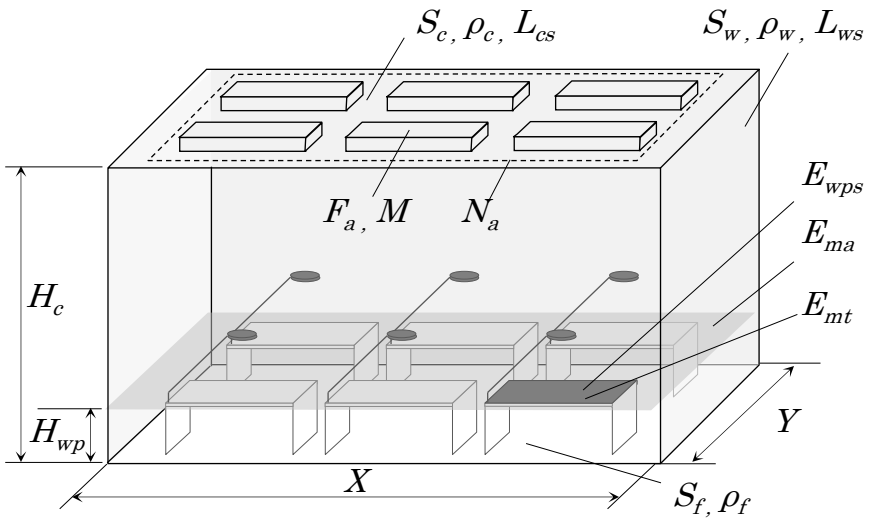
Manufacturer		Sample				Distribution curve of luminous intensity
Luminaire catalog		Sample				
Lamp		LED				
Luminaire luminous flux		1000 lm	maximum mounting interval			
Luminaire efficiency	upward	0 %	A-A	1.3H		
	downward	100 %	B-B	1.3H		
Maintenance factor		Good 0.86	Normal 0.81	Bad 0.72		

Utilance table

Reflectance																					
Ceiling		80						70						50				30		20	0
Wall		70		50		30		70		50		30		50		30		30		10	0
Floor		30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	0
Room index		Utilance (×0.01)																			
0.6		59	54	44	42	34	33	57	53	43	41	34	33	41	40	33	33	33	32	27	25
0.8		70	64	55	52	45	43	68	62	54	51	45	43	52	49	43	42	43	42	36	34
1		79	71	64	59	54	51	76	69	63	59	53	51	60	57	52	50	50	49	44	42
1.25		87	77	73	67	63	59	84	75	71	66	62	58	68	64	60	57	58	56	51	49
1.5		93	82	80	72	70	65	89	80	78	71	69	64	74	69	66	63	64	62	57	55
2		101	88	90	80	81	73	97	86	87	79	79	73	82	77	76	71	73	70	66	64
2.5		106	92	96	85	88	79	102	90	93	84	86	79	88	82	82	77	79	76	72	70
3		110	94	101	89	94	84	106	93	98	87	91	83	93	85	87	81	83	80	76	74
4		115	98	108	93	102	89	111	96	105	92	99	88	98	90	94	87	89	85	82	80
5		118	100	112	96	107	93	114	99	109	95	104	92	102	93	98	90	93	89	86	84
7		122	103	118	100	114	98	118	101	114	99	110	97	107	97	104	95	98	93	91	89
10		125	105	122	103	119	102	121	104	118	102	116	101	110	100	108	99	102	97	95	93

図3　BZ5配光の固有照明率表

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



①–2
室指数を算出

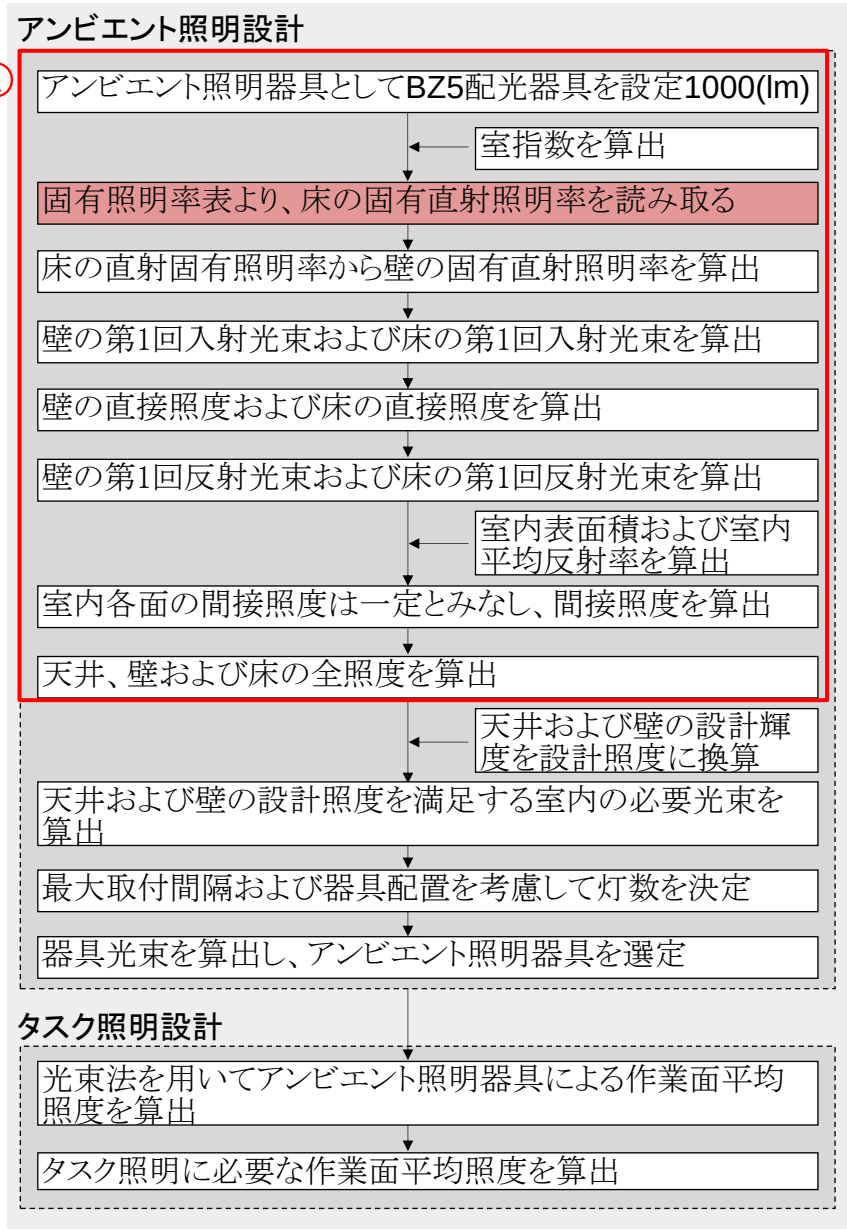
$$RI_c = X\,Y \,/\, \{H_c\,(X+Y)\} \qquad \cdots (1)$$

RI_c：天井高さにおける室指数(-)
X：間口(m)、Y：奥行(m)、H_c：天井高さ(m)

S_c:天井面積(m²)、ρ_c:天井反射率(-) 、L_{cs}:天井の設計輝度(cd/m²)
S_w:壁面積(m²)、ρ_w:壁反射率(-)、L_{ws}:壁の設計輝度(cd/m²)
S_f:床面積(m²)、ρ_f:床反射率(-)
F_a:アンビエント照明器具の器具光束(lm)、M:保守率(-)
N_a:アンビエント照明器具の灯数(灯)
E_{wps}:作業面の設計照度(lx)
E_{ma}:アンビエント照明による作業面平均照度(lx)
E_{mt}:タスク照明に必要な作業面平均照度(lx)
H_c:天井高さ(m)、H_{wp}:作業面高さ(m)、X: 間口(m)、Y: 奥行(m)

図4　全般照明型TAL簡易設計法の各変数

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



[直接照度の算出開始]

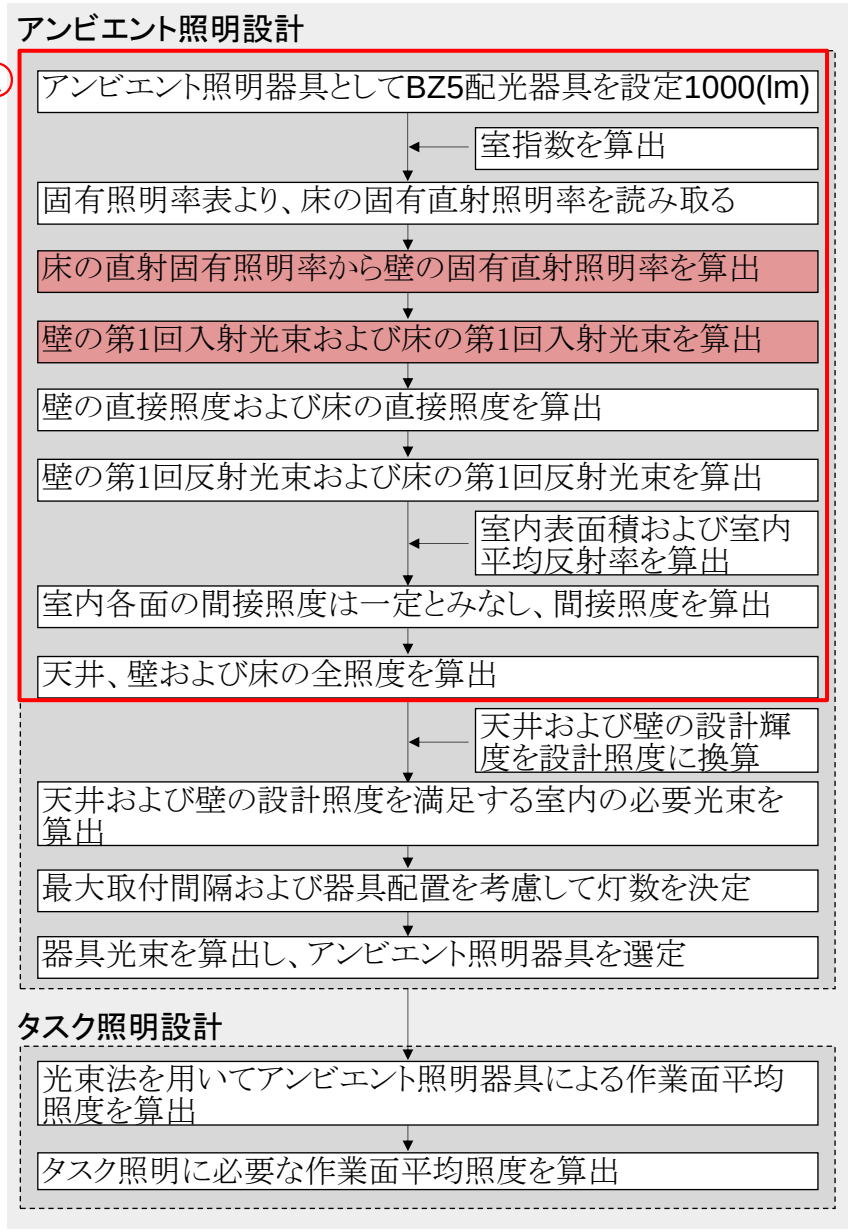
①−3

固有照明率表より、床の固有直射照明率を読み取る

0			70						50				30		20	0
0	30		70		50		30		50		30		30		10	0
10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	0
Utilance（×0.01）																
42	34	33	57	53	43	41	34	33	41	40	33	33	33	32	27	25
52	45	43	68	62	54	51	45	43	52	49	43	42	43	42	36	34
59	54	51	76	69	63	59	53	51	60	57	52	50	50	49	44	42
67	63	59	84	75	71	66	62	58	68	64	60	57	58	56	51	49
72	70	65	89	80	78	71	69	64	74	69	66	63	64	62	57	55
80	81	73	97	86	87	79	79	73	82	77	76	71	73	70	66	64
85	88	79	102	90	93	84	86	79	88	82	82	77	79	76	72	70
89	94	84	106	93	98	87	91	83	93	85	87	81	83	80	76	74
93	102	89	111	96	105	92	99	88	98	90	94	87	89	85	82	80
96	107	93	114	99	109	95	104	92	102	93	98	90	93	89	86	84
100	114	98	118	101	114	99	110	97	107	97	104	95	98	93	91	89
103	119	102	121	104	118	102	116	101	110	100	108	99	102	97	95	93

図5　固有直射照明率の例

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



①-4
床の固有直射照明率から壁の固有直射照明率を算出

$$U_{wd} = 1 - U_{fd} \quad \cdots (2)$$

U_{wd}：壁の固有直射照明率(-)
U_{fd}：床の固有直射照明率(-)

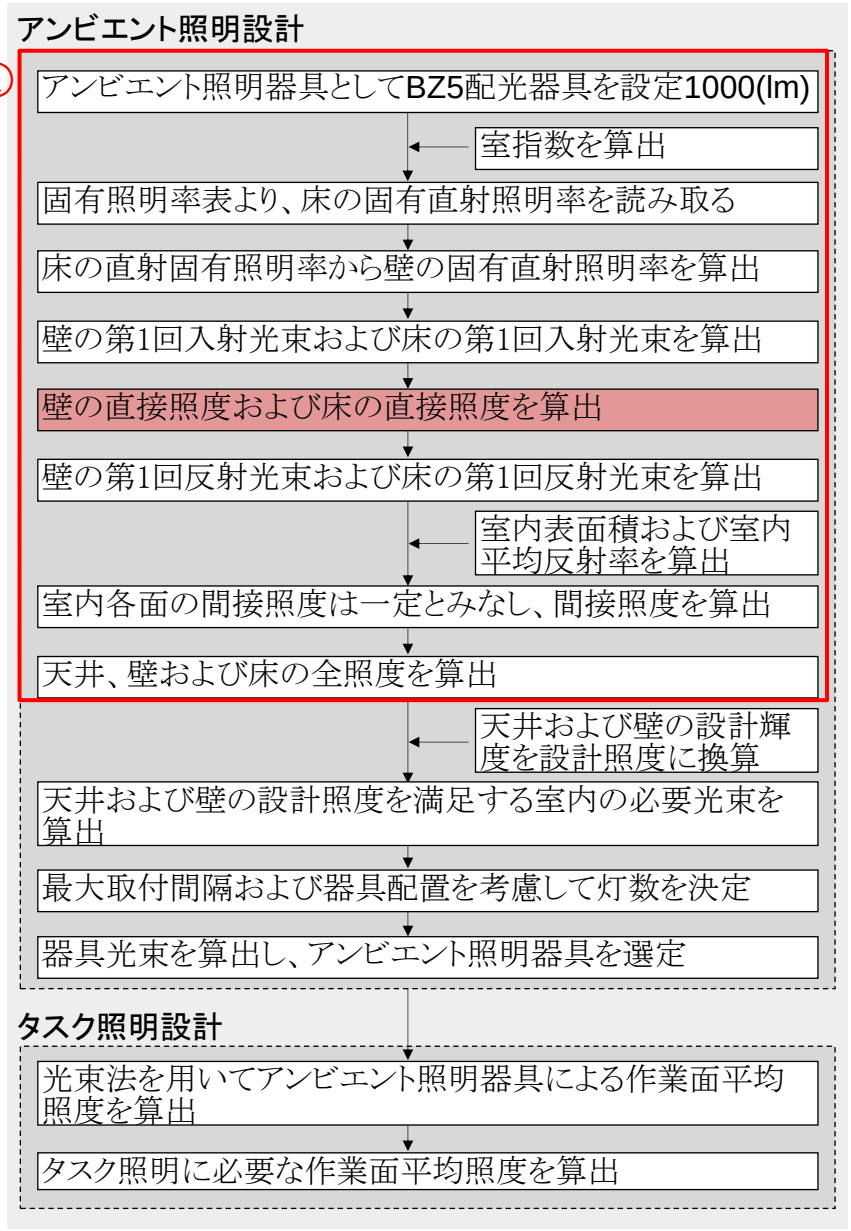
※天井照明器具は器具から放射される光束が概ね床面と壁面に入射する

①-5
壁の第1回入射光束および床の第1回入射光束を算出

$$F_{w_in} = F_{a_temp}\, U_{wd}\, M \quad \cdots (3)$$
$$F_{f_in} = F_{a_temp}\, U_{fd}\, M \quad \cdots (4)$$

F_{w_in}：壁の第1回入射光束(lm)
F_{a_temp}：仮のアンビエント照明器具の器具光束=1000(lm)
M：保守率(-)
F_{f_in}：床の第1回入射光束(lm)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



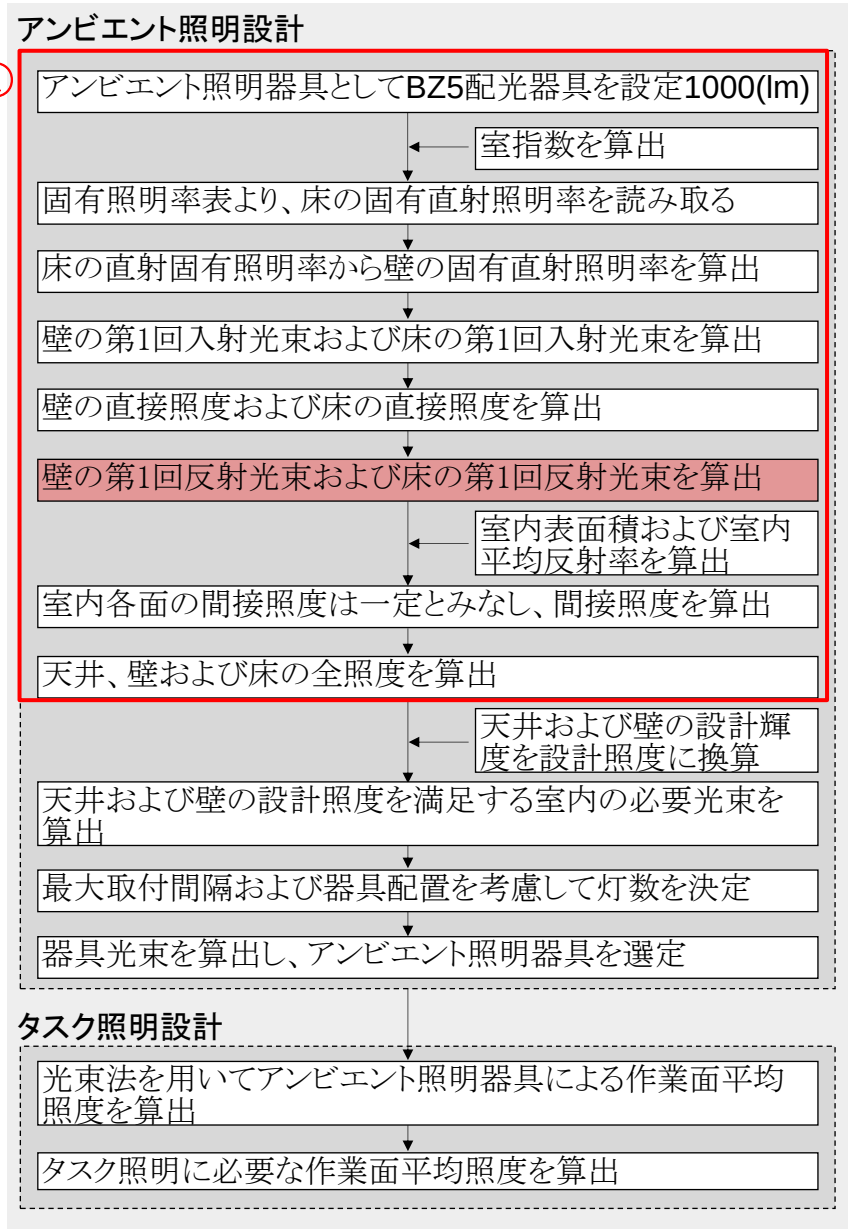
①−6
壁の直接照度および床の直接照度を算出

$$E_{wd} = F_{w_in} / S_w \quad \cdots (5)$$

$$E_{fd} = F_{f_in} / S_f \quad \cdots (6)$$

E_{wd}：壁の直接照度(lx)、S_w：壁面積(m^2)、E_{fd}：床の直接照度(lx)、S_f：床面積(m^2)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



[間接照度の算出開始]

①−7

壁の第1回反射光束および床の第1回反射光束を算出

$$F_{w_ref} = F_{w_in}\,\rho_w \quad \cdots (7)$$

$$F_{f_ref} = F_{f_in}\,\rho_f \quad \cdots (8)$$

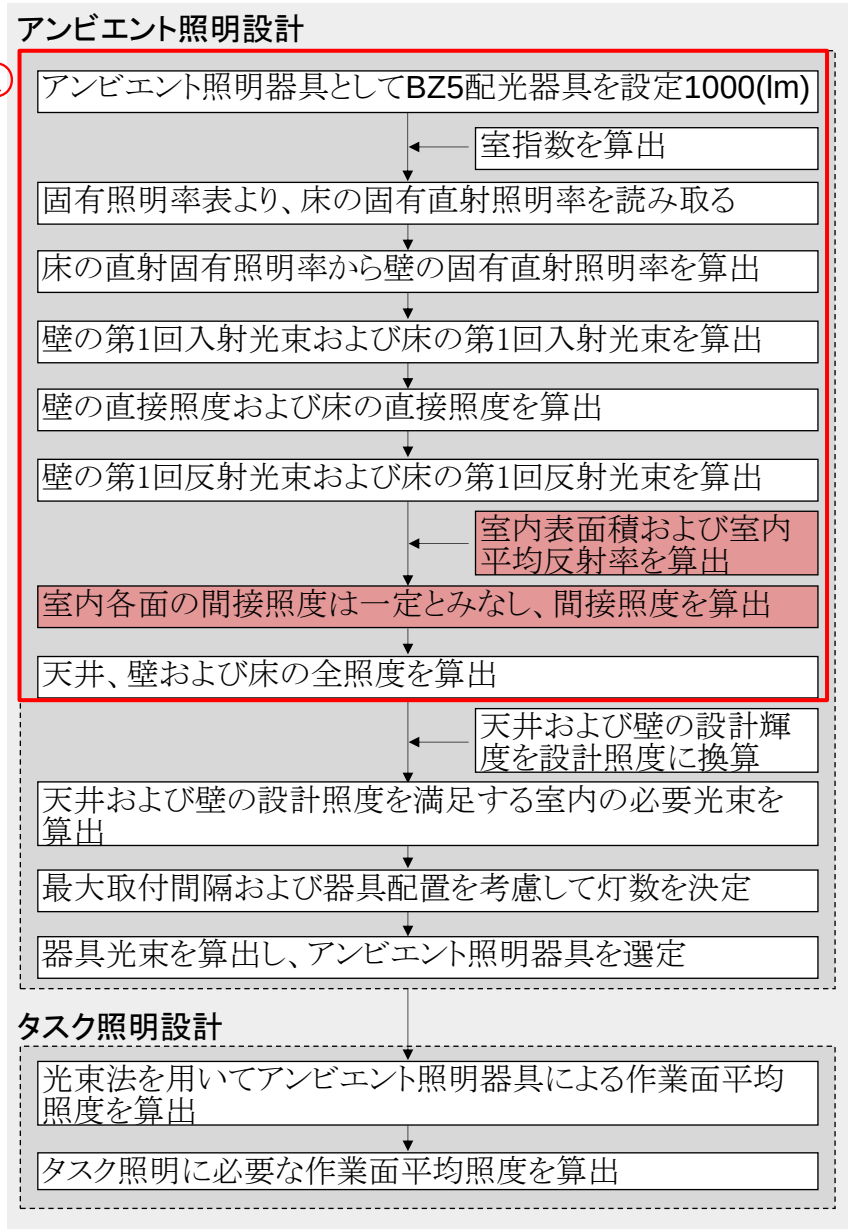
F_{w_ref}：壁の第1回反射光束(lm)

ρ_w：壁反射率(-)

F_{f_ref}：床の第1回反射光束(lm)

ρ_f：床反射率(-)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



①−8
室内表面積および室内平均反射率を算出

$$S_{all} = S_c + S_w + S_f \quad \cdots (9)$$

$$\rho_m = (\rho_c S_c + \rho_w S_w + \rho_f S_f) / S_{all} \quad \cdots (10)$$

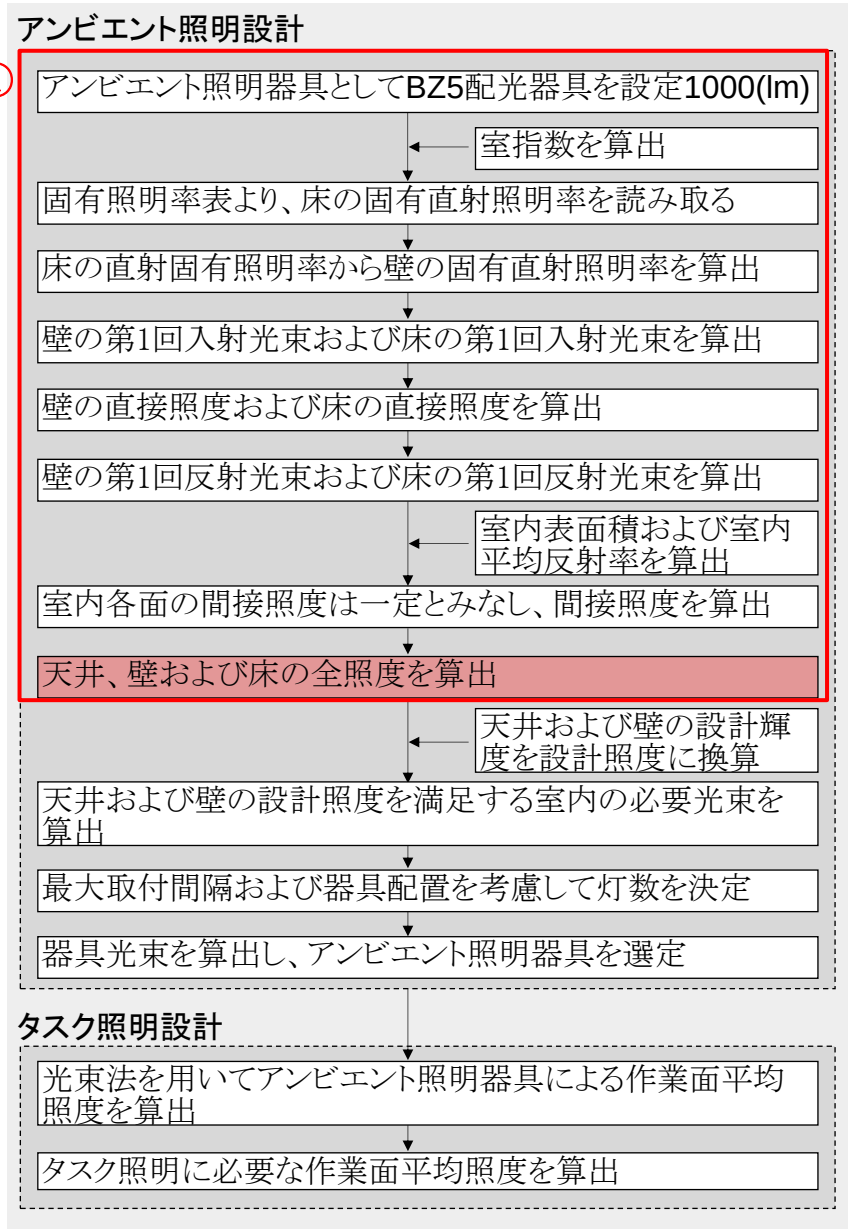
S_{all}：室内の表面積(m^2)
S_c：天井面積(m^2)
ρ_m：室内の平均反射率(-)
ρ_c：天井の反射率(-)

①−9
各面の間接照度は一定とみなし、間接照度を算出

$$E_i = (F_{w_ref} + F_{f_ref}) / \{S_{all}(1-\rho_m)\} \quad \cdots (11)$$

E_i：間接照度(lx)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



①−10
天井、壁および床の全照度を算出

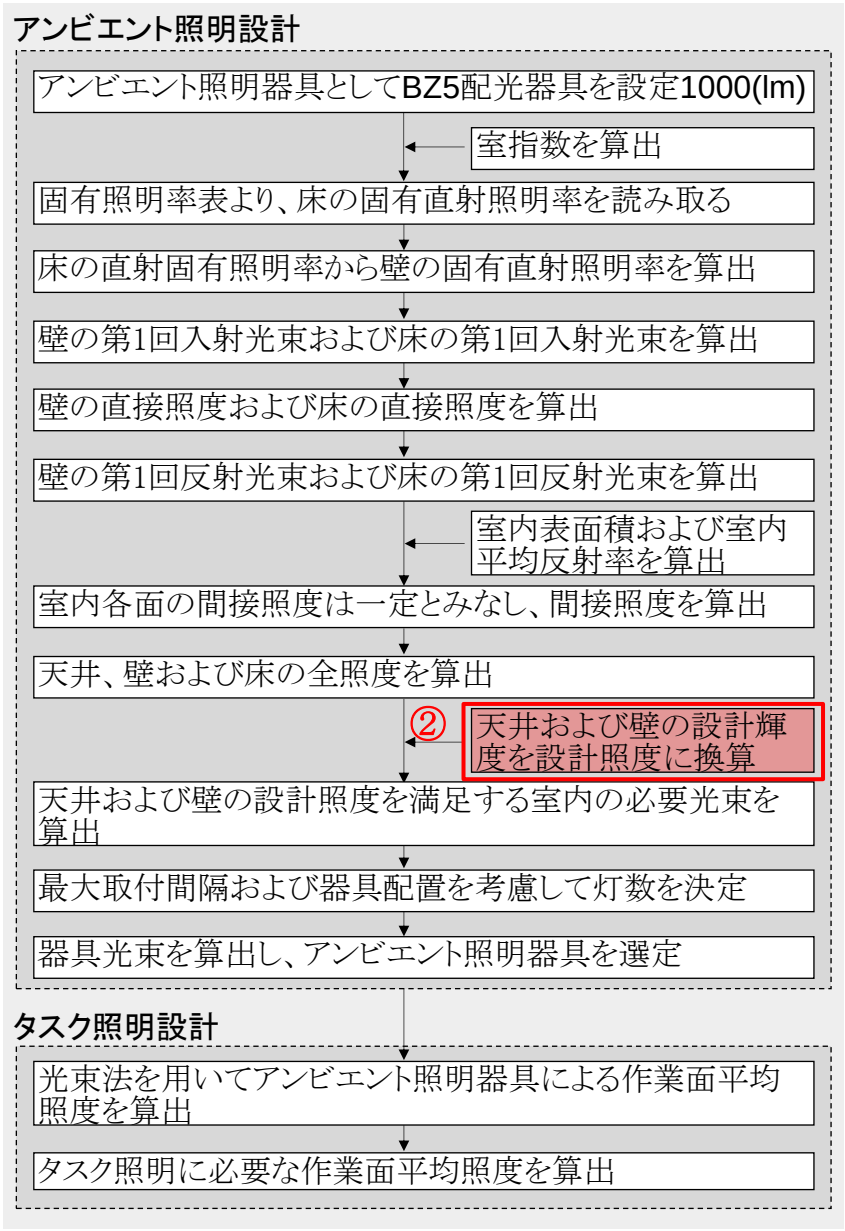
$$E_{c_all} = E_i \quad \cdots (12)$$

$$E_{w_all} = E_{wd} + E_i \quad \cdots (13)$$

$$E_{f_all} = E_{fd} + E_i \quad \cdots (14)$$

E_{c_all}：天井の全照度(lx)
E_{w_all}：壁の全照度(lx)、
E_{f_all}：床の全照度(lx)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



[設計輝度→設計照度]

②

天井および壁の設計輝度を設計照度に換算

$$E_{cs} = L_{cs}\,\pi / \rho_c \qquad \cdots (15)$$

$$E_{ws} = L_{ws}\,\pi / \rho_w \qquad \cdots (16)$$

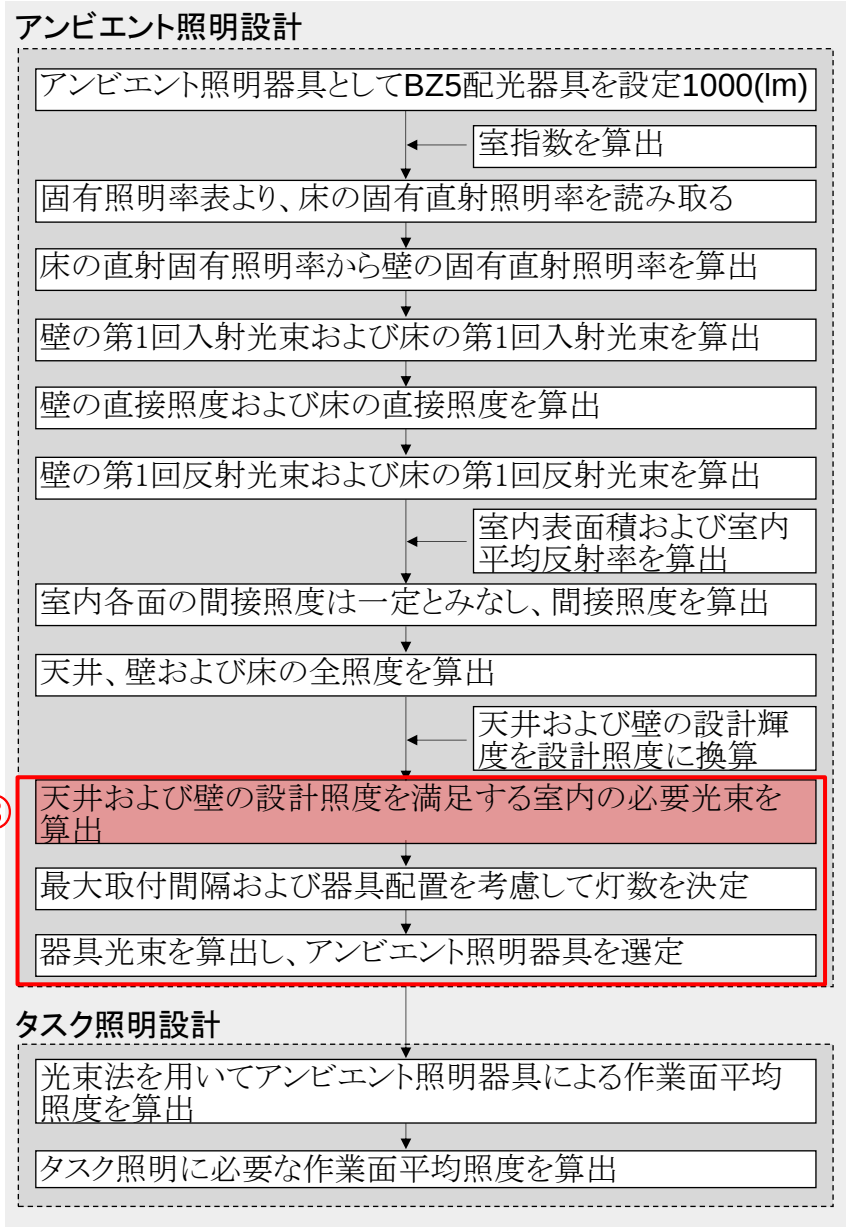
E_{cs}：天井の設計照度(lx)

L_{cs}：天井の設計輝度(cd/m^2)

E_{ws}：壁の設計照度(lx)

L_{ws}：壁の設計輝度(cd/m^2)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



[アンビエント照明器具の灯数・器具光束算出開始]

③−1

天井および壁の設計照度を満足する室内の必要光束を算出

$$N_c \geqq E_{cs} \diagup E_{c_all} \quad \cdots (17)$$

$$N_w \geqq E_{ws} \diagup E_{w_all} \quad \cdots (18)$$

$$F_{a_all} = 1000\, N_c \quad (N_c \geqq N_w \text{の場合}) \quad \text{or}$$

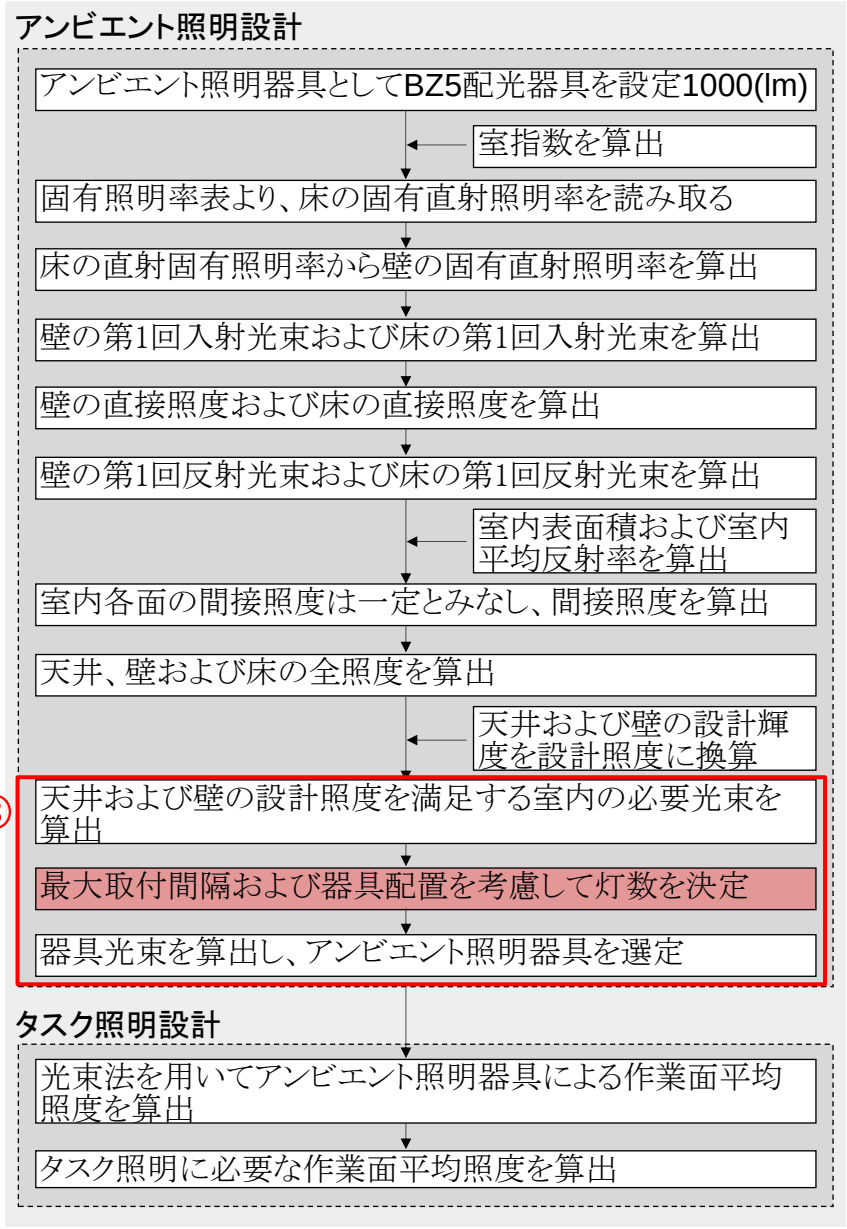
$$F_{a_all} = 1000\, N_w \quad (N_c < N_w \text{の場合}) \quad \cdots (19)$$

N_c：天井の設計輝度を満たす必要灯数(灯)

N_w：壁の設計輝度を満たす必要灯数(灯)

F_{a_all}：室内の必要光束(lm)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】



③−2
最大取付間隔および均等配置を考慮して灯数を決定

$$P_x = T_x (H_c - H_{wp}) \quad \cdots (20)$$

$$P_y = T_y (H_c - H_{wp}) \quad \cdots (21)$$

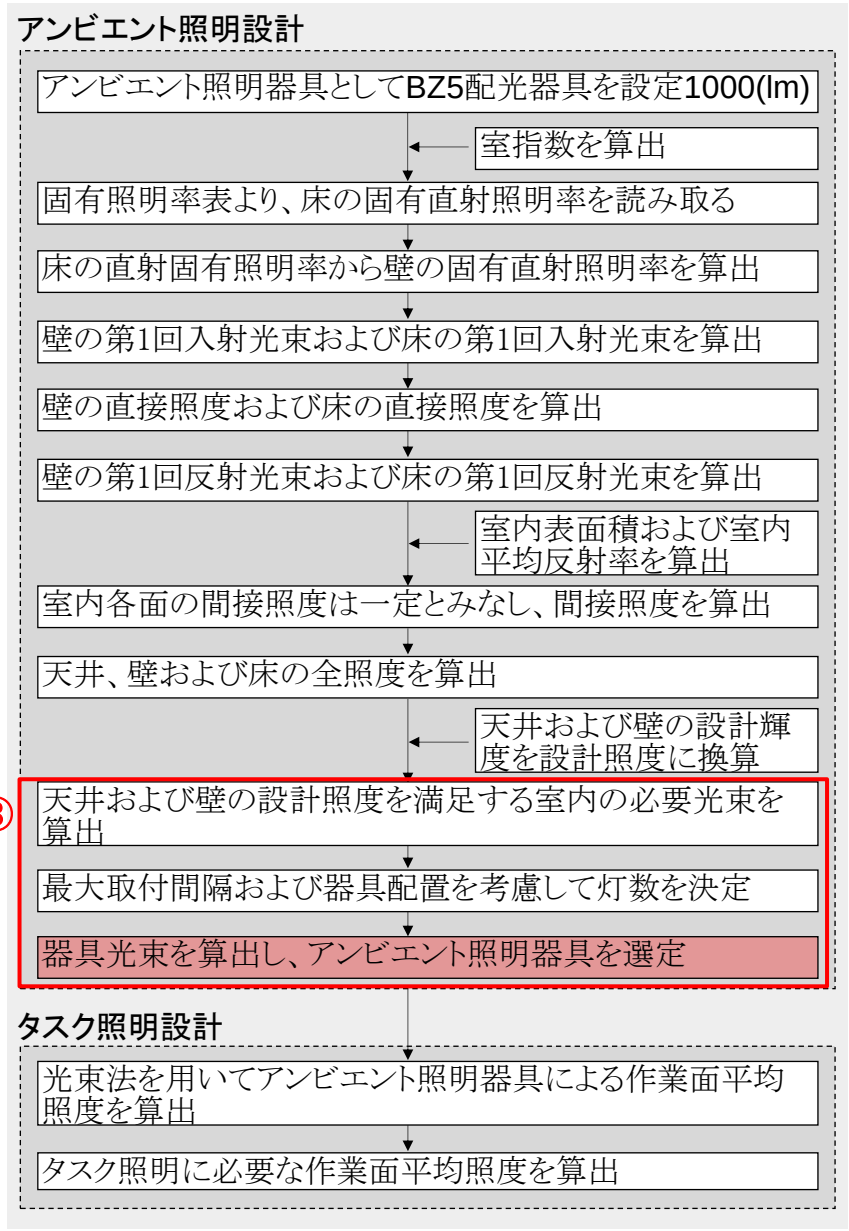
$$N_x \geqq X / P_x \quad \cdots (22)$$

$$N_y \geqq Y / P_y \quad \cdots (23)$$

$$N_{a_all} = N_x N_y \quad \cdots (24)$$

P_x：間口方向の最大取付間隔(m)
T_x：間口方向の最大取付間隔係数(-)
H_{wp}：作業面高さ(m)
P_y：奥行方向の最大取付間隔(m)
T_y：奥行方向の最大取付間隔係数(-)
N_x：間口方向の最少灯数(灯)
N_y：奥行方向の最少灯数(灯)
N_{a_all}：アンビエント照明器具の灯数(灯)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_アンビエント照明】

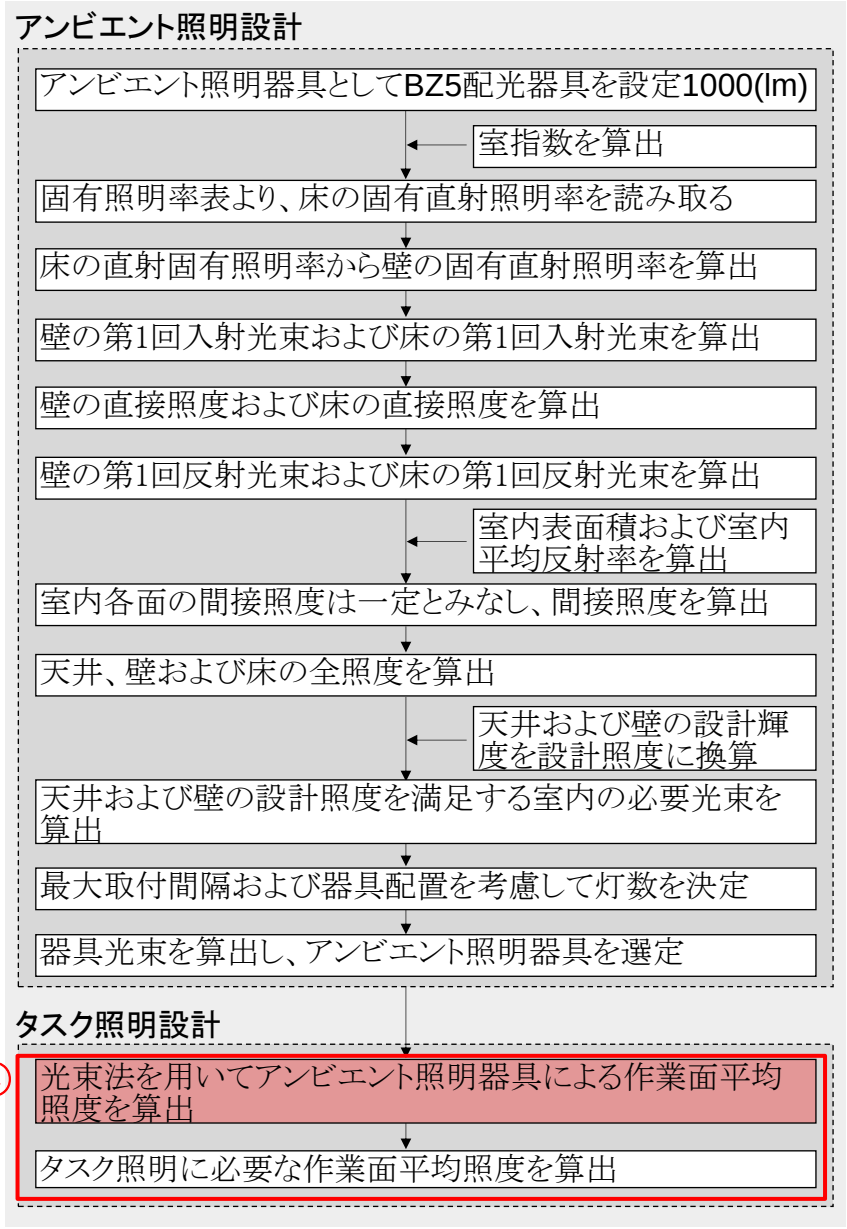


③−3
アンビエント照明器具の器具光束を算出

$$F_a = F_{a_all} / N_{a_all} \quad \cdots (25)$$

F_a：アンビエント照明器具の器具光束(lm)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_タスク照明】



[タスク照明設計開始]

④−1

光束法を用いてアンビエント照明器具による作業面平均照度を算出

$$RI_{wp} = X\,Y \,/\, \{(H_c - H_{wp})\,(X + Y)\} \quad \cdots (26)$$

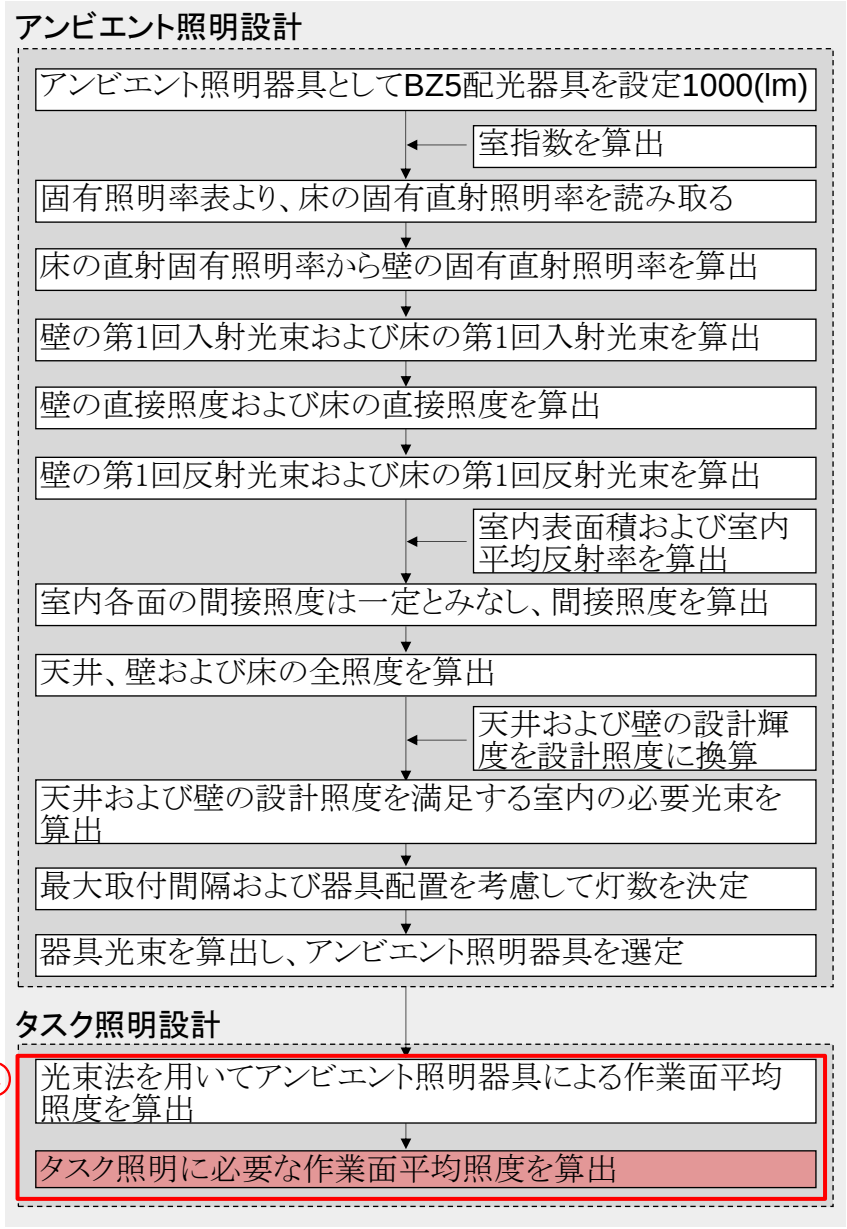
$$E_{ma} = F_a\,U\,M\,N_{a_all} \,/\, (X\,Y) \quad \cdots (27)$$

RI_{wp}：作業面高さにおける室指数(-)

E_{ma}：アンビエント照明による作業面平均照度(lx)

U：固有照明率(-)

【照明設計手順_全般照明型TAL簡易設計法_タスク照明】



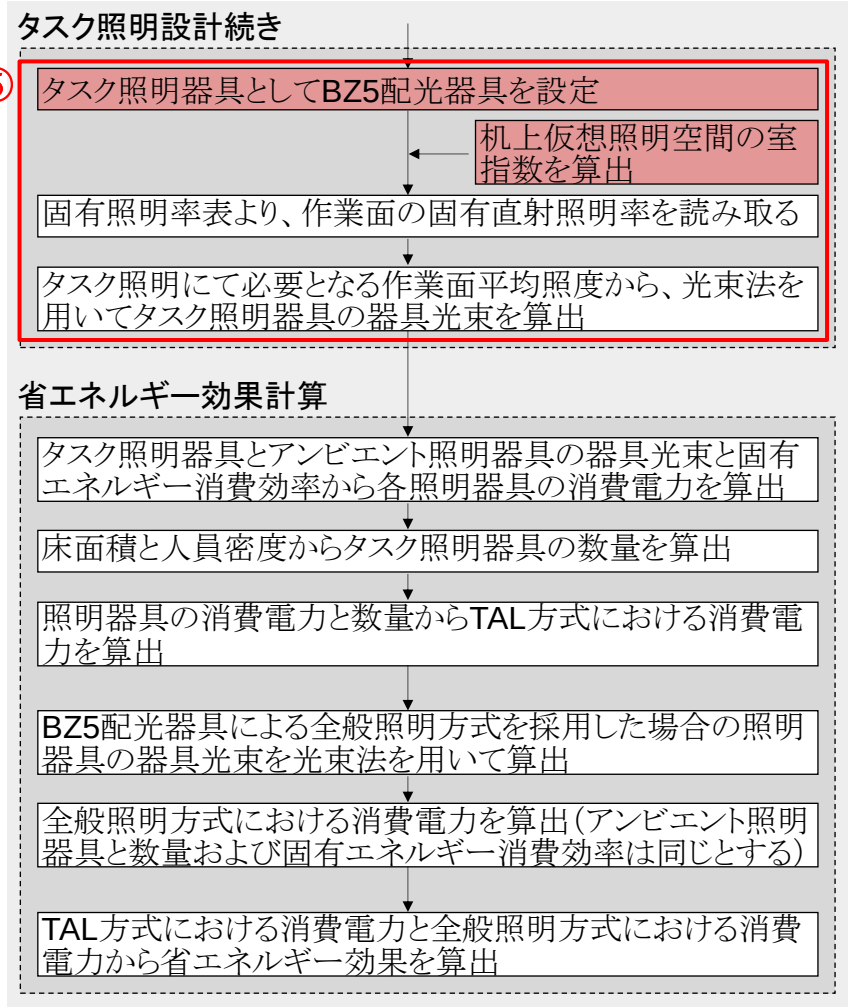
④−2
タスク照明に必要な作業面平均照度を算出

$$E_{mt} = E_{wps} - E_{ma} \quad \cdots (28)$$

E_{mt}：タスク照明に必要な作業面平均照度(lx)
E_{wps}：作業面の設計照度(lx)

・デスクごとに１灯のタスク照明器具と仮定

【照明設計手順_タスク照明】



⑤−1
タスク照明器具を設定

・照明器具はBZ5配光に固定

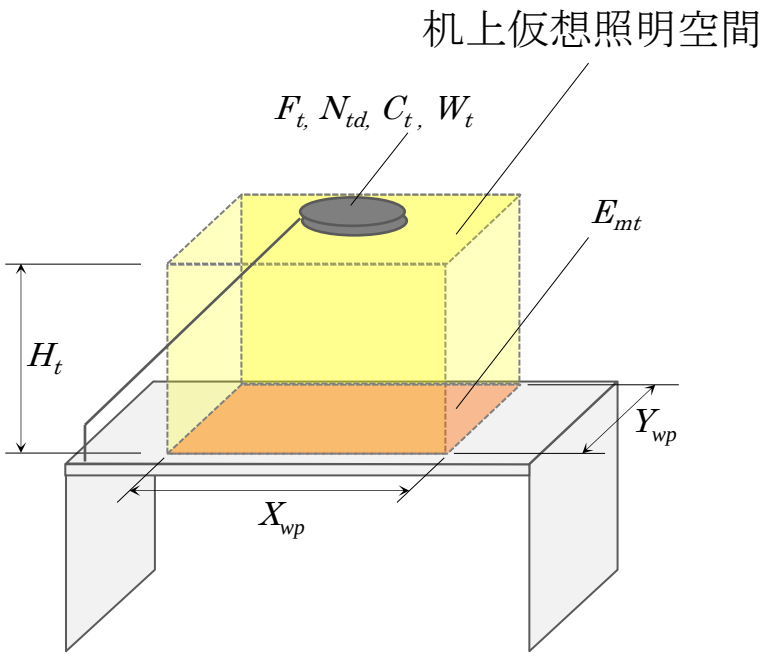
Manufacturer		Sample				Distribution curve of luminous intensity
Luminaire catalog		Sample				
Lamp		LED				
Luminaire luminous flux		1000 lm	maximum mounting interval			
Luminaire efficiency	upward	0 %	A-A	1.3H		
	downward	100 %	B-B	1.3H		
Maintenance factor		Good 0.86	Normal 0.81	Bad 0.72		

Utilance table

Reflectance																							
Ceiling		80						70						50				30		20	0		
Wall		70		50		30		70		50		30		50		30		30		10	0		
Floor		30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	0		
Room index		Utilance (×0.01)																					
0.6		59	54	44	42	34	33	57	53	43	41	34	33	41	40	33	33	33	32	27	25		
0.8		70	64	55	52	45	43	68	62	54	51	45	43	52	49	43	42	43	42	36	34		
1		79	71	64	59	54	51	76	69	63	59	53	51	60	57	52	50	50	49	44	42		
1.25		87	77	73	67	63	59	84	75	71	66	62	58	68	64	60	57	58	56	51	49		
1.5		93	82	80	72	70	65	89	80	78	71	69	64	74	69	66	63	64	62	57	55		
2		101	88	90	80	81	73	97	86	87	79	79	73	82	77	76	71	73	70	66	64		
2.5		106	92	96	85	88	79	102	90	93	84	86	79	88	82	82	77	79	76	72	70		
3		110	94	101	89	94	84	106	93	98	87	91	83	93	85	87	81	83	80	76	74		
4		115	98	108	93	102	89	111	96	105	92	99	88	98	90	94	87	89	85	82	80		
5		118	100	112	96	107	93	114	99	109	95	104	92	102	93	98	90	93	89	86	84		
7		122	103	118	100	114	98	118	101	114	99	110	97	107	97	104	95	98	93	91	89		
10		125	105	122	103	119	102	121	104	118	102	116	101	110	100	108	99	102	97	95	93		

図3　BZ5配光の固有照明率表

【照明設計手順_タスク照明】



F_t:タスク照明の器具光束(lx)
N_{td}:机上のタスク照明の灯数(灯)
C_t:タスク照明の固有エネルギー消費効率(lm/W)
W_t:タスク照明の消費電力(W)
E_{mt}:タスク照明に必要な作業面平均照度(lx)
X_{wp}:作業面の間口(m)、Y_{wp}:作業面の奥行(m)
H_t:机上のタスク照明器具高さ天井高さ(m)、

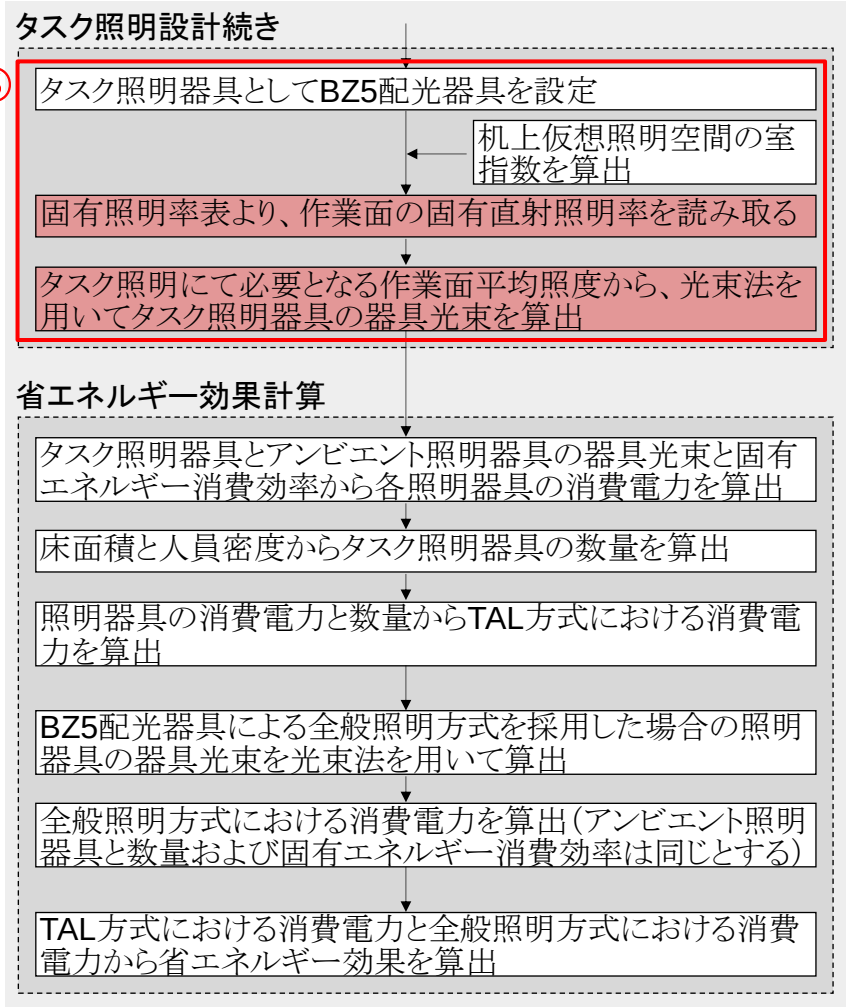
図6　机上仮想照明空間の各変数

⑤−2
机上仮想照明空間の室指数を算出

$$RI_t = X_{wp}\,Y_{wp} / \{H_t\,(X_{wp} + Y_{wp})\} \quad \cdots (29)$$

RI_t：机上のタスク照明器具高さにおける室指数(-)
X_{wp}：作業面の間口(m)、Y_{wp}：作業面の奥行(m)
H_t：机上のタスク照明器具高さ(m)

【照明設計手順_タスク照明】



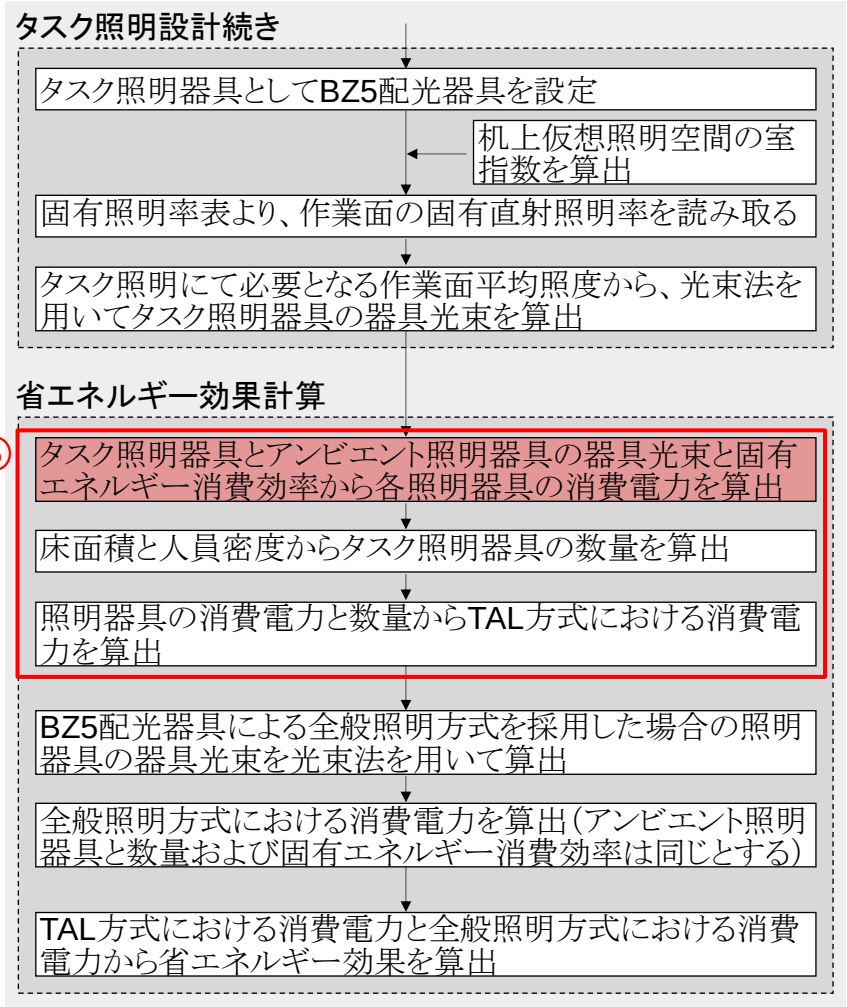
⑤−3
固有照明率表より、作業面の固有直射照明率を読み取る

⑤−4
光束法を用いてタスク照明器具の器具光束を算出

$$F_t = E_{mt} X_{wp} Y_{wp} \,/\, (U M N_{td}) \qquad \cdots (30)$$

F_t ：タスク照明器具の器具光束(lx)
E_{mt} ：タスク照明に必要な作業面平均照度(lx)
N_{td} ：机上のタスク照明の灯数=1 (灯)

【照明設計手順_省エネルギー効果計算】



[省エネルギー効果計算開始]

⑥−1

器具光束と固有エネルギー消費効率から各照明器具の消費電力を算出

$$W_t = F_t \,/\, C_t \qquad \cdots (31)$$

$$W_a = F_a \,/\, C_a \qquad \cdots (32)$$

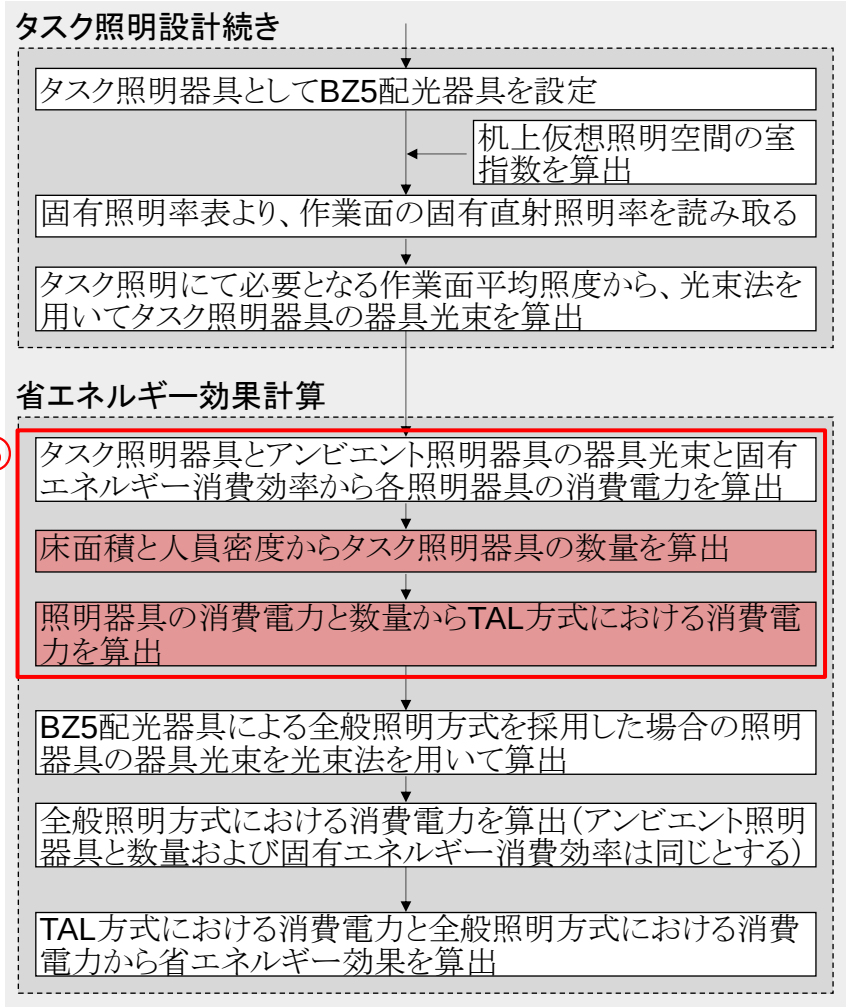
W_t ：タスク照明器具の消費電力(W)

C_t ：タスク照明器具の固有エネルギー消費効率(lm/W)

W_a ：アンビエント照明器具の消費電力(W)

C_a ：アンビエント照明器具の固有エネルギー消費効率(lm/W)

【照明設計手順_省エネルギー効果計算】



⑥−2
床面積と人員密度からタスク照明器具の数量を算出

$$N_t = S_f \,/\, D_h \qquad \cdots (33)$$

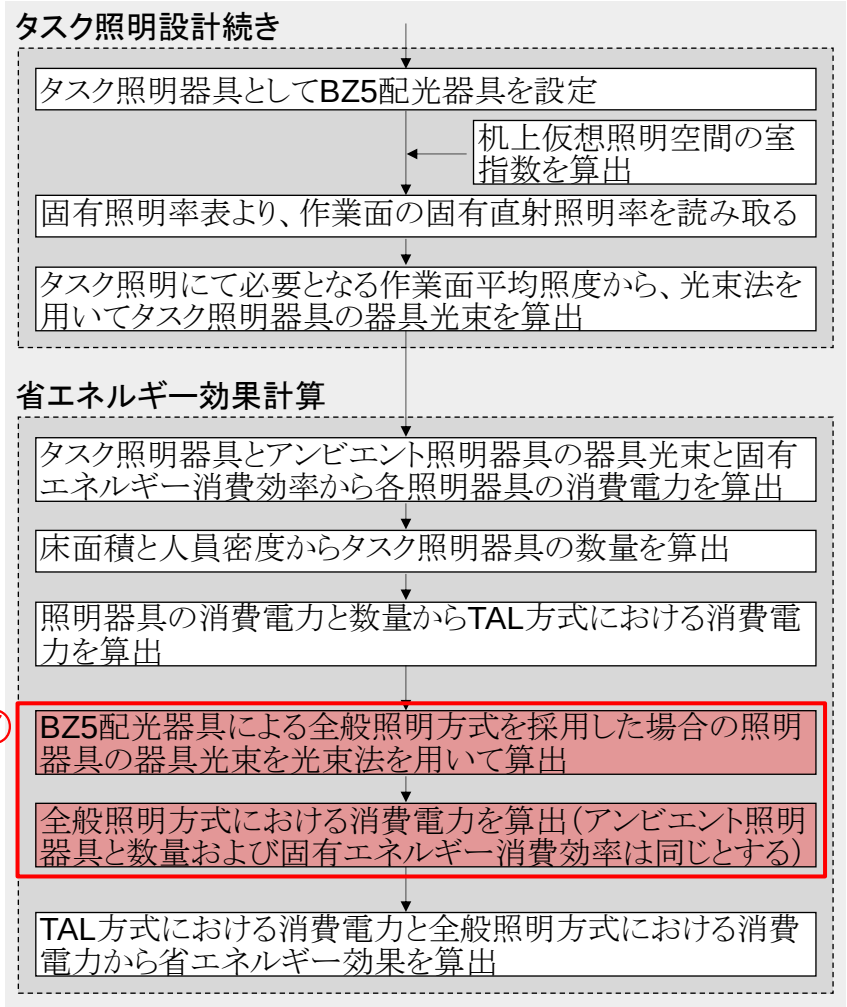
N_t ：タスク照明器具の灯数(灯)
D_h ：人員密度(人/m^2)

⑥−3
照明器具の消費電力と数量からTAL方式における消費電力を算出

$$W_{tal} = W_a N_a + W_t N_t \qquad \cdots (34)$$

W_{tal} ：全般照明型TAL方式における消費電力(W)

【照明設計手順_省エネルギー効果計算】



⑦−1

BZ5配光器具による全般照明方式を採用した場合の照明器具の器具光束を光束法を用いて算出

$$F_g = E_{wps} X Y \,/\, (U M N_a) \qquad \cdots (35)$$

F_g ：全般照明器具の器具光束(lx)

⑦−2

全般照明方式における消費電力を算出（アンビエント照明器具と数量および固有エネルギー消費効率は同じとする）

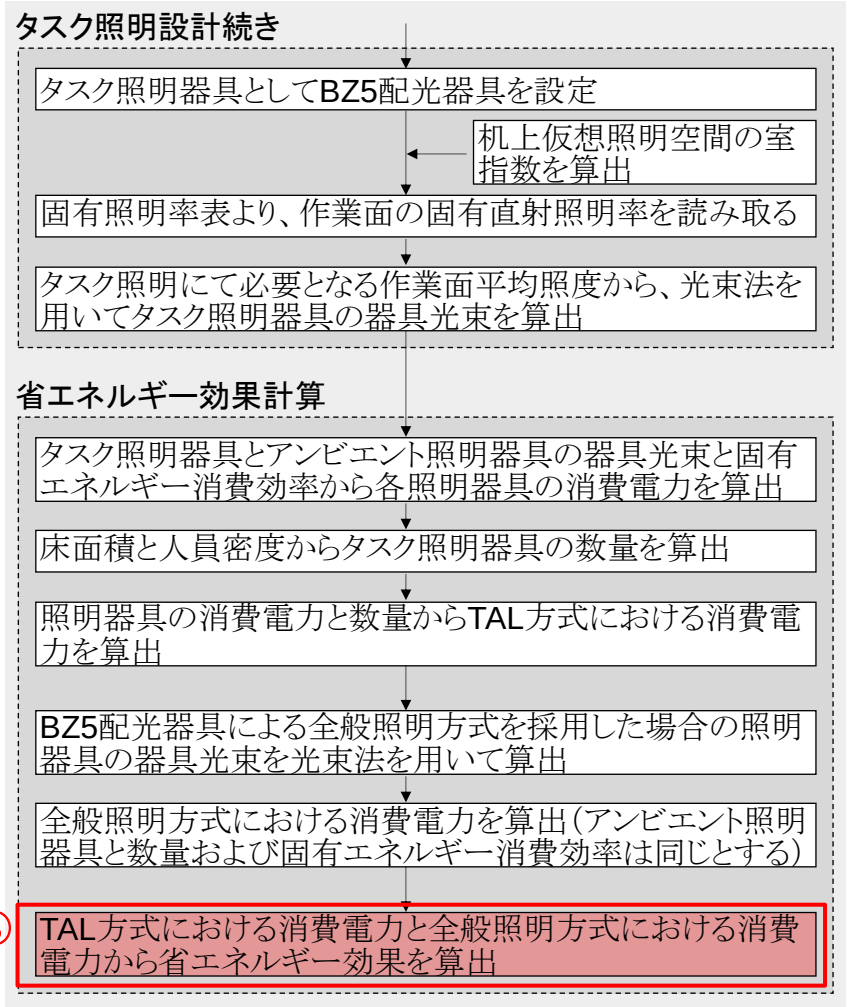
$$W_g = F_g \,/\, C_a \qquad \cdots (36)$$

$$W_{gen} = W_g N_a \qquad \cdots (37)$$

W_g ：全般照明器具の消費電力(W)

W_{gen} ：全般照明方式における消費電力(W)

【照明設計手順_省エネルギー効果計算】



⑧

TAL方式における消費電力と全般照明方式における消費電力から省エネルギー効果を算出

$$SE = (W_{tal} - W_{gen}) \,/\, W_{gen} \qquad \cdots (38)$$

SE ：省エネルギー効果(-)