

# ExTLA Core マニュアル

東京大学 前研究室

# 内 容

- 気象データ(拡張アメダス、EPW、実測値)作成方法
  - ・拡張アメダス気象データ (標準年2000年、2010年)
  - ・EPW作成マクロについて
  - ・実測値から気象データ作成
  
- ExTLA(新バージョン)
  - ・気象データ入力
  - ・建物モデリング方法
  - ・出力方法

# ExTLAとは

ExTLA (Excel based Thermal Load Analysis) は東京大学前研究室で開発した建築、設備の両方で構成される建築熱環境制御システムの汎用シミュレーションプログラムの名称である。ExTLAは機器の設定などを[Microsoft Excel \(以下Excel\)](#)を上で行うことを可能、[一般ユーザーでも変更を容易にすることを目的](#)として開発された。

当該計算方法では、室内温度、室内湿度、室内部位の表面温度、壁体内温度を未知数とする熱回路網計算を採用する。壁体の非定常熱伝導計算には後退差分を適用し、室内表面の熱収支では対流と放射を分離した計算を行っている。室の計算モデルの特徴をまとめると以下の通りとなる。

- 壁体の非定常熱伝導の数値解析には後退差分を使用している。
  - 室内側表面の熱収支では、対流熱伝達と放射熱伝達は分離して扱っている。放射熱交換は相互放射を考慮した線形近似計算を行っている。室内側対流熱伝達率は、固定値、スケジュール値、表面温度と室温の温度差から計算する方法の3種類から選択することができる。
  - 床暖房、天井暖房などの放射パネルは外皮、内壁を問わず設定可能で、かつ一室に複数設置してもよい。
- 使用する気象データは時々刻々の気象データであり、専用フォーマットなどは特に設定していない。

# 気象データ

## ExTLA>Meteo シート

- ・気温と湿度は毎正時の瞬時値であるのに対して、
- ・風は毎正時前10分間の平均値、
- ・日射量及び大気放射量は正時の前後30分の積算値である。

- ・拡張アメダス(日本)
- ・EPW
- ・実測値

### ExTLA入力項目

- ・外気温度
- ・外気湿度
- ・法線面直達日射量
- ・水平面天空日射量
- ・夜間放射量
- ・太陽高度
- ・太陽方位角
- ・風向
- ・風速

水平面全天日射量(実測値)  
から直散分離可能

日射量から推定可能

# 気象データ

## 拡張アメダス気象データ(EA 気象データ)

- ・ 1981～1995年の15年間のデータから選択された「標準年EA気象データ(1981～1995)」
- ・ 1991～2000年の10年間のデータから選択された「標準年EA気象データ(1991～2000)」
- ・ 2001～2010年の10年間のデータから選択された「標準年拡張アメダス気象データ2010年版(2001～2010)」

表1 地域別・都道府県別の収録地点(1981年から2005年)

地域	収録地点(地点数)	合計地点数
北海道	宗谷(11),上川(20),留萌(9),石狩(9),空知(12),後志(11),網走(20),根室(8)釧路(11),十勝(18),胆振(11),日高(8),渡島(8),檜山(6)	162地点
東北	青森(22),秋田(24),岩手(33),宮城(18),山形(20),福島(20)	146地点
関東	茨城(14),栃木(14),群馬(13),埼玉(8),東京(12),千葉(14),神奈川(5)	80地点
中部	長野(29),山梨(10),静岡(17),愛知(11),岐阜(23),新潟(27),富山(9),石川(10),福井(9)	145地点
近畿	大阪(7),兵庫(19),奈良(6),和歌山(11),三重(12),滋賀(8),京都(8)	71地点
中国・四国	岡山(15),広島(18),島根(16),鳥取(9),徳島(8),香川(6),愛媛(14),高知(15),山口(15)	116地点
九州・沖縄	福岡(12),大分(14),長崎(14),佐賀(5),熊本(17),宮崎(16),鹿児島(26),沖縄(18)	122地点
合計	7地域 47都道府県	842地点

# 気象データ

## EPW(EnergyPlus Weather data files) 2100地点気象データ

Short Name	Long Name		ExTLA入力に使用
year	Year		
month	Month	-	Y
day	Day	-	Y
hour	hour	-	Y
minute	minute	-	N
datasource	datasource	-	N
<b>drybulb</b>	<b>dry_bulb_temperature</b>	<b>C</b>	<b>Y</b>
dewpoint	dew_point_temperature	C	Y
<b>relhum</b>	<b>relative_humidity</b>	<b>%</b>	<b>Y</b>
atmos_pressure	atmospheric_pressure	Pa	Y
exthorrad	extraterrestrial_horizontal_radiation	Wh/m2	n
extdirrad	extraterrestrial_direct_normal_radiation	Wh/m2	n
<b>horirsky</b>	<b>horizontal_infrared_radiation_intensity_from_sky</b>	<b>Wh/m2</b>	<b>Y</b>
glohorrad	global_horizontal_radiation	Wh/m2	n
<b>dirnorradi</b>	<b>direct_normal_radiation</b>	<b>Wh/m2</b>	<b>Y</b>
<b>difhorrad</b>	<b>diffuse_horizontal_radiation</b>	<b>Wh/m2</b>	<b>Y</b>
glohorillum	global_horizontal_illuminance	lux	n
dirnorillum	direct_normal_illuminance	lux	n
difhorillum	diffuse_horizontal_illuminance	lux	n
zenlum	zenith_luminance	lux	n
<b>winddir</b>	<b>wind_direction</b>	<b>degrees</b>	<b>Y</b>
<b>windspd</b>	<b>wind_speed</b>	<b>m/2</b>	<b>Y</b>
totskycvr	total_sky_cover	tenths	n
opaqskycvr	opaque_sky_cover	tenths	n
visibility	visibility	km	n
ceiling_hgt	ceiling_height	m	n
presweathobs	present_weather_observation	-	Y
presweathcodes	present_weather_codes	-	Y
precip_wtr	precipitable_water	mm	n
aerosol_opt_depth	aerosol_optical_depth	thousandths	N
snowdepth	snow_depth	cm	Y
days_last_snow	days_since_last_snow	-	N
Albedo	albedo	-	N
liq_precip_depth	liquid_precip_depth	mm	Y
liq_precip_rate	liquid_precip_rate	Hour	N

ExTLA>Meteo シート

B2: 対象EPWファイルのフォルダ名

C2: 対象EPWファイル名

を記入し、「convert EPW to ExTLA」ボタンをクリック

温度	湿度	法線面 直達日 射量	水平面 天空日 射量	夜間 放射量	太陽 高度	太陽 方位角	風向	風速	地中 温度5m
°C	%	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	°	°		m/s	°C

A A A A B C C A A D

A: EPWデータ使用

B: **夜間放射量**

$$= (\text{温度} + 273.15)^4 * (5.67 / (10^8))$$

- 大気放射量 (EPWデータ)

C: 太陽高度、太陽方位角

緯度、経度、日付から計算

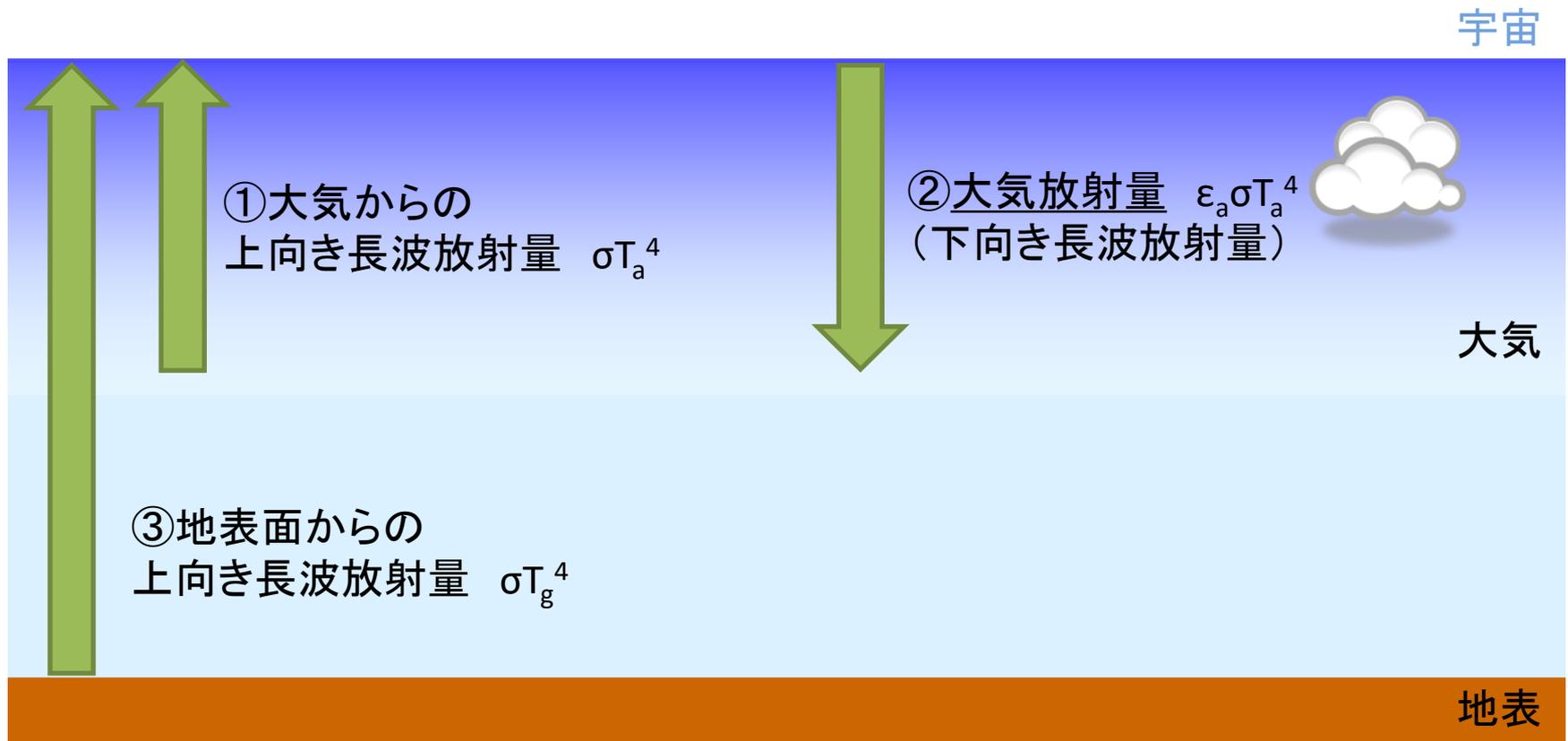
D: 地中温度

年平均気温、気温の年較差、年最高気温、  
年最低気温、土の熱拡散率[m<sup>2</sup>/day]、  
時刻から計算

※パソコンによる空気調和計算法

5.3地中温度の推定法B,C,Dは既存の  
拡張アメダスからの計算方法と同じ

# 気象データ



夜間放射: ①－②

実効放射: ③－②

地表面温度と気温が等しいとみなせる場合、  
①＝③ → 夜間放射≒実効放射

## 夜間放射量の計算法

夜間放射量

$$=(\text{外気温度}+273.15)^4 \cdot (5.67/(10^8)) - \text{大気放射量 (EPWデータ)}$$

下向き (EPW大気放射量)

$$R_{sky} = \left\{ \left( 1 - 0.62 \cdot \frac{CC}{10} \right) \cdot Br + 0.62 \cdot \frac{CC}{10} \right\} \cdot \sigma \cdot (Ta + 273.15)^4$$

雲量                      外気温度

$$Br = 0.51 + 0.209 \cdot \sqrt{Pw}$$

水蒸気分圧

上向き

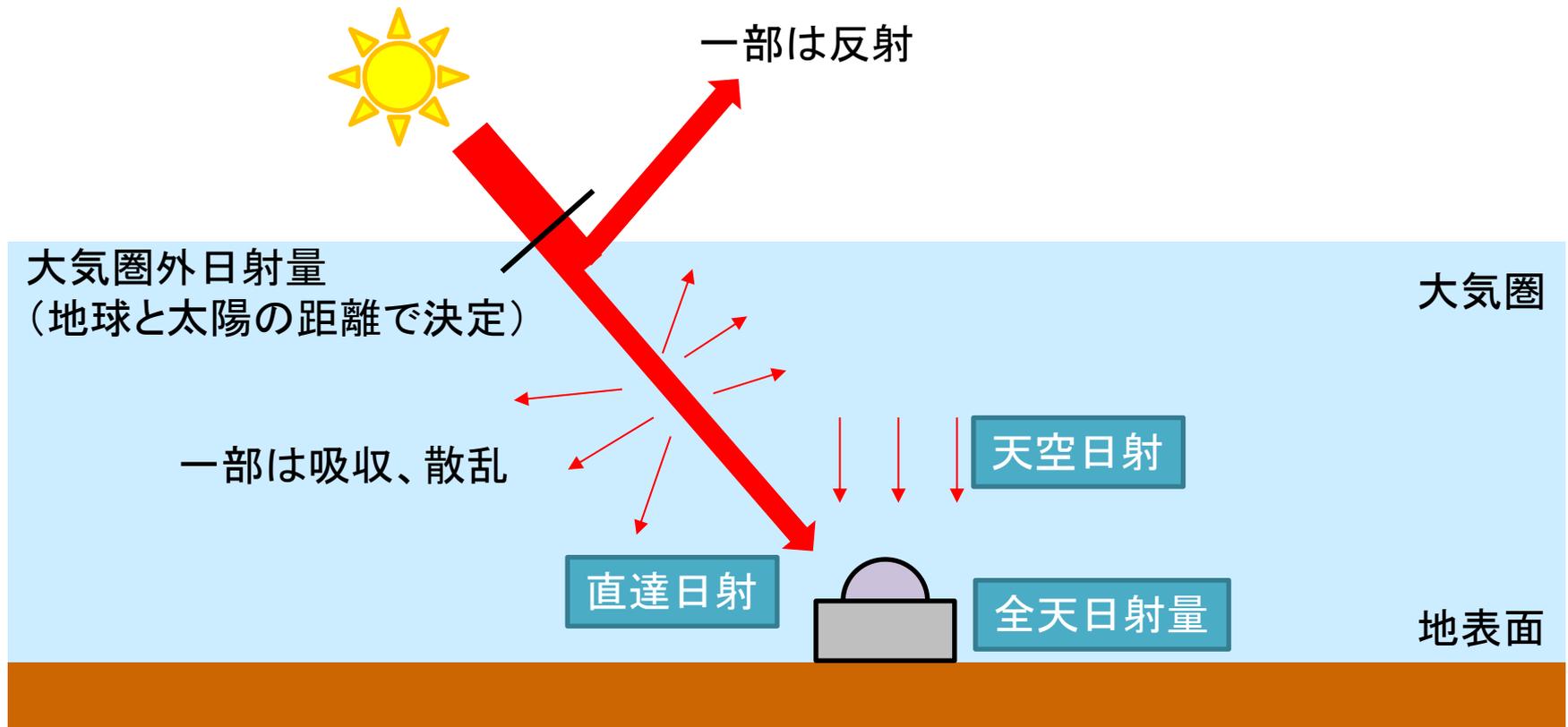
$$R_{GRD} = \sigma \cdot (Ta + 273.15)^4$$

夜間放射

$$RN = R_{GRD} - R_{sky}$$

※地面の温度を外気温度と仮定

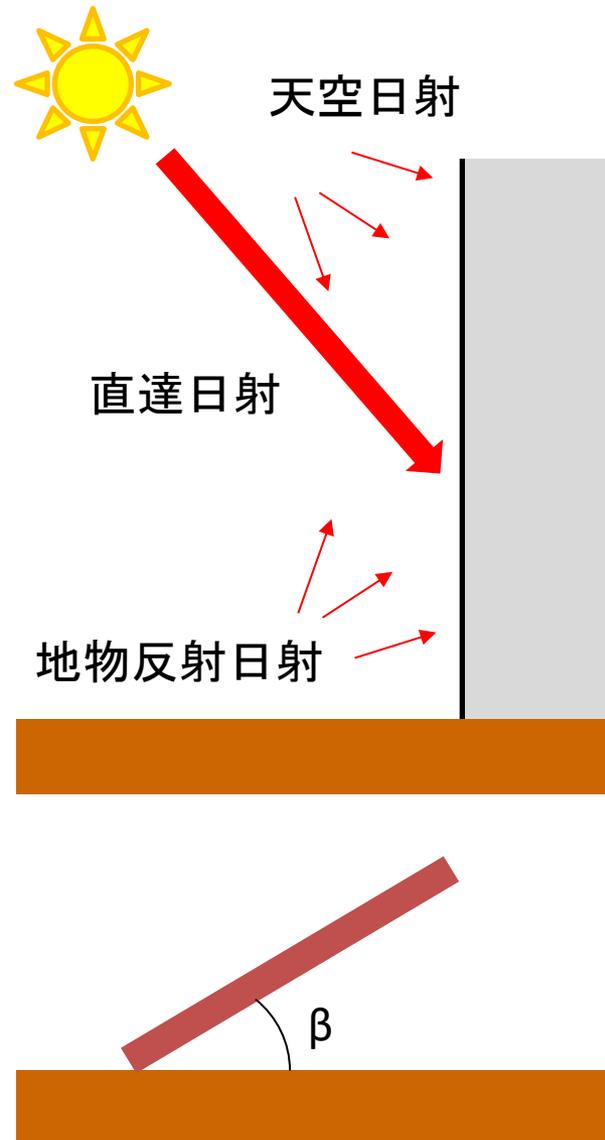
## 日射量の構成



$$\text{全天日射} = \text{直達日射} + \text{天空日射}$$



### 傾斜面日射量



名称	解説
直達日射	角度依存性あり 傾斜面直達日射 = <b>法線面直達日射</b> × cos(入射角)
天空日射	外表面と天空の形態係数が必要 傾斜面天空日射 = <b>水平面天空日射</b> × <b>天空の形態係数</b>
地物反射日射	地面の反射率、外表面と地面の形態係数が必要 傾斜面反射日射 = <b>水平面全天日射</b> × <b>反射率</b> × <b>地面の形態係数</b>

$$\text{天空の形態係数} = \frac{1 + \cos \beta}{2}$$

$$\text{地面の形態係数} = 1 - \frac{1 + \cos \beta}{2}$$

鉛直面の場合  
天空と地面が  
半々

### 地面の日射反射率

地表面の状態	アルベード [%]*	地表面の状態	アルベード [%]*
乾燥した黒土	14	森林	4~10
湿った黒土	8	乾いた砂地	18
乾いた灰色の地表面	25~30	湿った砂地	9
湿った灰色の地表面	10~12	新雪	81
乾いた草地	15~25	残雪	46~70
湿った草地	14~26		

# 建物モデリング（新バージョンExTLA）

# 気象データ(Meteoシート)

## ExTLA気象データ入力(EPW読込)

①フォルダ指定(B2)

②ファイル名(C2)

③“convert EPW to ExTLA”クリック

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		フォルダ	ファイル											
2	EPW	C:\Users\¥(CHN_Nei.Mongol.Otag.Qi.535290_				convert EPW to ExTLA				北緯[度]	東経[度]	直散分離(1時間間隔)		
3										43.5	142.2			
4	時刻	外気温度[℃]	外気湿度[N]	平面全天日射: 緯面直達日射:	平面天空日射:	夜間放射量	太陽高度	太陽方位角		風向	風速	地中温度5m		内部発熱
5		℃	%	(W/m2)	(W/m2)	(W/m2)	*	*				地中温度5m		
6	1/1 1:00	-9.5	54.0	0.0	0.0	0.0	61.0	-70.5	142.0	314.0	2.5	8.8		45
7	1/1 2:00	-10.1	60.0	0.0	0.0	0.0	45.5	-73.8	-173.0	250.0	2.5	8.8		45
8	1/1 3:00	-10.6	65.0	0.0	0.0	0.0	49.4	-68.3	-132.8	247.0	2.0	8.8		45
9	1/1 4:00	-11.2	69.0	0.0	0.0	0.0	62.0	-58.4	-111.0	31.0	2.0	8.8		45
10	1/1 5:00	-11.7	73.0	0.0	0.0	0.0	51.9	-47.1	-97.7	177.0	2.0	8.8		45
11	1/1 6:00	-12.2	74.0	0.0	0.0	0.0	63.9	-35.5	-87.8	49.0	2.0	8.8		45
12	1/1 7:00	-12.6	75.0	2.8	0.0	2.8	63.3	-23.9	-79.0	314.0	2.0	8.8		985
13	1/1 8:00	-12.7	73.0	38.9	30.6	36.1	53.9	-12.7	-70.5	30.0	2.0	8.8		385
14	1/1 9:00	-12.5	70.0	105.6	77.8	86.1	61.7	-2.1	-61.7	247.0	2.0	8.7		385
15	1/1 10:00	-11.5	65.0	169.4	122.2	127.8	44.7	7.7	-51.9	175.0	2.0	8.7		145
16	1/1 11:00	-9.9	58.0	202.8	141.7	147.2	70.3	16.1	-40.7	128.0	2.0	8.7		145
17	1/1 12:00	-7.7	51.0	208.3	150.0	150.0	55.5	22.6	-27.8	334.0	2.0	8.7		145
18	1/1 13:00	-5.2	44.0	300.0	655.6	75.0	61.3	26.7	-13.3	164.0	2.0	8.7		445
19	1/1 14:00	-2.8	37.0	255.6	819.4	41.7	64.9	27.9	2.2	158.0	2.0	8.7		145
20	1/1 15:00	-0.4	32.0	119.4	647.2	30.6	64.8	25.9	17.5	315.0	7.0	8.7		145
21	1/1 16:00	1.0	29.0	8.3	5.6	8.3	64.3	21.0	31.6	163.0	7.0	8.7		145
22	1/1 17:00	0.6	28.0	0.0	0.0	0.0	70.4	13.9	44.0	118.0	7.0	8.7		445
23	1/1 18:00	-0.3	28.0	0.0	0.0	0.0	52.3	5.0	54.8	100.0	7.0	8.7		1105
24	1/1 19:00	-1.5	29.0	0.0	0.0	0.0	79.8	-5.0	64.3	195.0	7.0	8.7		1105
25	1/1 20:00	-2.8	30.0	0.0	0.0	0.0	78.9	-15.8	73.0	95.0	7.0	8.7		505
26	1/1 21:00	-3.9	32.0	0.0	0.0	0.0	63.0	-27.2	81.4	315.0	5.0	8.7		505

# 気象データ

気象データ.xlsx

## ExTLA気象データ入力(実測値)

②“直散分離(1時間間隔)”クリック

①水平面全天日射量

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		フォルダ ファイル											
2	EPW	C:\Users¥(CHN_Nei.Mongol.Otog.Qi.535290_					convert EPW to ExTLA			北緯[度]	東経[度]	直散分離(1時間間隔)	
3										43.5	142.2		
4	時刻	外気温度[°C]	外気湿度[%]	平面全天日射:線面直達日射:	平面天空日射:	夜間放射量	太陽高度	太陽方位角		風向	風速	地中温度5m	内部発
5		°C	%	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> )	°	°			地中温度5m	
6	1/1 1:00	-9.5	54.0	0.0			61.0	-70.5	142.0	314.0	2.5	8.8	
7	1/1 2:00	-10.1	60.0	0.0			45.5	-73.8	-173.0	250.0	2.5	8.8	
8	1/1 3:00	-10.6	65.0	0.0			49.4	-68.3	-132.8	247.0	2.0	8.8	
9	1/1 4:00	-11.2	69.0	0.0			62.0	-58.4	-111.0	31.0	2.0	8.8	
10	1/1 5:00	-11.7	73.0	0.0			51.9	-47.1	-97.7	177.0	2.0	8.8	
11	1/1 6:00	-12.2	74.0	0.0			63.9	-35.5	-87.8	49.0	2.0	8.8	
12	1/1 7:00	-12.6	75.0	2.8			63.3	-23.9	-79.0	314.0	2.0	8.8	
13	1/1 8:00	-12.7	73.0	38.9			53.9	-12.7	-70.5	30.0	2.0	8.8	
14	1/1 9:00	-12.5	70.0	105.6			61.7	-2.1	-61.7	247.0	2.0	8.7	
15	1/1 10:00	-11.5	65.0	169.4			44.7	7.7	-51.9	175.0	2.0	8.7	
16	1/1 11:00	-9.9	58.0	202.8			70.3	16.1	-40.7	128.0	2.0	8.7	
17	1/1 12:00	-7.7	51.0	208.3			55.5	22.6	-27.8	334.0	2.0	8.7	
18	1/1 13:00	-5.2	44.0	300.0			61.3	26.7	-13.3	164.0	2.0	8.7	
19	1/1 14:00	-2.8	37.0	255.6			64.9	27.9	2.2	158.0	2.0	8.7	
20	1/1 15:00	-0.4	32.0	119.4			64.8	25.9	17.5	315.0	7.0	8.7	
21	1/1 16:00	1.0	29.0	8.3			64.3	21.0	31.6	163.0	7.0	8.7	
22	1/1 17:00	0.6	28.0	0.0			70.4	13.9	44.0	118.0	7.0	8.7	
23	1/1 18:00	-0.3	28.0	0.0			52.3	5.0	54.8	100.0	7.0	8.7	
24	1/1 19:00	-1.5	29.0	0.0			79.8	-5.0	64.3	195.0	7.0	8.7	
25	1/1 20:00	-2.8	30.0	0.0			78.9	-15.8	73.0	95.0	7.0	8.7	
26	1/1 21:00	-3.9	32.0	0.0			63.0	-27.2	81.4	315.0	5.0	8.7	
27	1/1 22:00	-4.6	34.0	0.0			72.9	-38.8	90.4	323.0	5.0	8.7	
28	1/1 23:00	-5.1	36.0	0.0			68.7	-50.4	101.0	303.0	5.0	8.7	
29	1/2 0:00	-5.4	37.0	0.0			54.4	-61.4	116.0	175.0	5.0	8.7	
30	1/2 1:00	-5.7	40.0	0.0			71.1	-70.4	141.9	124.0	5.0	8.7	
31	1/2 2:00	-6.2	43.0	0.0			47.9	-73.7	-173.4	24.0	5.0	8.7	
32	1/2 3:00	-6.9	46.0	0.0			55.9	-68.3	-133.2	360.0	1.0	8.7	
33	1/2 4:00	-8.0	50.0	0.0			72.3	-58.4	-111.3	222.0	1.0	8.7	
34	1/2 5:00	-9.3	55.0	0.0			58.8	-47.1	-97.9	16.0	1.0	8.7	

# 入力データ(スケジュールなど)

“Meteo”シート N列～

- ・内部発熱、冷房設定温度、冷房設定湿度、暖房設定温度など

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		フォルダ ファイル															
2	EPW	C:\Users\*(363Tokyo.epw															
3		convert EPW to ExTLA															
4		北緯[度] 東経[度] 直散分離(1時間間隔)															
5	時刻	外気温度[℃]	外気湿度[%]	平面全天日射:線面直達日射:	平面天空日射:	夜間放射量	太陽高度	太陽方位角	風向	風速	地中温度5m	内部発熱	冷房1F	暖房1F	冷房温度1F		
6	1/1 1:00	-9.5	54.0	0.0	0.0	0.0	61.0	-70.5	142.0	314.0	2.5	8.8		45			0.0
7	1/1 2:00	-10.1	60.0	0.0	0.0	0.0	45.5	-73.8	-173.0	250.0	2.5	8.8		45			0.0
8	1/1 3:00	-10.6	65.0	0.0	0.0	0.0	49.4	-68.3	-132.8	247.0	2.0	8.8		45			0.0
9	1/1 4:00	-11.2	69.0	0.0	0.0	0.0	62.0	-58.4	-111.0	31.0	2.0	8.8		45			0.0
10	1/1 5:00	-11.7	73.0	0.0	0.0	0.0	51.9	-47.1	-97.7	177.0	2.0	8.8		45			0.0
11	1/1 6:00	-12.2	74.0	0.0	0.0	0.0	63.9	-35.5	-87.8	49.0	2.0	8.8		45			0.0
12	1/1 7:00	-12.6	75.0	2.8	0.0	2.8	63.3	-23.9	-79.0	314.0	2.0	8.8		985		20	2.8
13	1/1 8:00	-12.7	73.0	38.9	30.6	36.1	53.9	-12.7	-70.5	30.0	2.0	8.8		385		20	38.9
14	1/1 9:00	-12.5	70.0	105.6	77.8	86.1	61.7	-2.1	-61.7	247.0	2.0	8.7		385		20	105.6
15	1/1 10:00	-11.5	65.0	169.4	122.2	127.8	44.7	7.7	-51.9	175.0	2.0	8.7		145		20	169.4
16	1/1 11:00	-9.9	58.0	202.8	141.7	147.2	70.3	16.1	-40.7	128.0	2.0	8.7		145		20	202.8
17	1/1 12:00	-7.7	51.0	208.3	150.0	150.0	55.5	22.6	-27.8	334.0	2.0	8.7		145		20	208.3
18	1/1 13:00	-5.2	44.0	300.0	655.6	75.0	61.3	26.7	-13.3	164.0	2.0	8.7		445		20	300.0
19	1/1 14:00	-2.8	37.0	255.6	819.4	41.7	64.9	27.9	2.2	158.0	2.0	8.7		145		20	255.6
20	1/1 15:00	-0.4	32.0	119.4	647.2	30.6	64.8	25.9	17.5	315.0	7.0	8.7		145		20	119.4
21	1/1 16:00	1.0	29.0	8.3	5.6	8.3	64.3	21.0	31.6	163.0	7.0	8.7		145		20	8.3
22	1/1 17:00	0.6	28.0	0.0	0.0	0.0	70.4	13.9	44.0	118.0	7.0	8.7		445		20	0.0
23	1/1 18:00	-0.3	28.0	0.0	0.0	0.0	52.3	5.0	54.8	100.0	7.0	8.7		1105		20	0.0
24	1/1 19:00	-1.5	29.0	0.0	0.0	0.0	79.8	-5.0	64.3	195.0	7.0	8.7		1105		20	0.0
25	1/1 20:00	-2.8	30.0	0.0	0.0	0.0	78.9	-15.8	73.0	95.0	7.0	8.7		505		20	0.0
26	1/1 21:00	-3.9	32.0	0.0	0.0	0.0	63.0	-27.2	81.4	315.0	5.0	8.7		505		20	0.0
27	1/1 22:00	-4.6	34.0	0.0	0.0	0.0	72.9	-38.8	90.4	323.0	5.0	8.7		445		20	0.0
28	1/1 23:00	-5.1	36.0	0.0	0.0	0.0	68.7	-50.4	101.0	303.0	5.0	8.7		445			0.0
29	1/2 0:00	-5.4	37.0	0.0	0.0	0.0	54.4	-61.4	116.0	175.0	5.0	8.7		45			0.0
30	1/2 1:00	-5.7	40.0	0.0	0.0	0.0	71.1	-70.4	141.9	124.0	5.0	8.7		45			0.0
31	1/2 2:00	-6.2	43.0	0.0	0.0	0.0	47.9	-73.7	-173.4	24.0	5.0	8.7		45			0.0
32	1/2 3:00	-6.9	46.0	0.0	0.0	0.0	55.9	-68.3	-133.2	360.0	1.0	8.7		45			0.0
33	1/2 4:00	-8.0	50.0	0.0	0.0	0.0	72.3	-58.4	-111.3	222.0	1.0	8.7		45			0.0
34	1/2 5:00	-8.3	55.0	0.0	0.0	0.0	58.8	-47.1	-97.9	16.0	1.0	8.7		45			0.0
35	1/2 6:00	-10.6	59.0	0.0	0.0	0.0	61.4	-35.5	-87.9	74.0	1.0	8.7		45			0.0
36	1/2 7:00	-11.5	62.0	5.6	2.8	5.6	69.7	-24.0	-79.2	21.0	1.0	8.7		985		20	5.6
37	1/2 8:00	-11.9	64.0	61.1	122.2	44.4	60.1	-12.7	-70.7	184.0	1.0	8.7		385		20	61.1
38	1/2 9:00	-11.2	64.0	222.2	669.4	52.8	61.0	-2.1	-61.8	225.0	2.0	8.7		385		20	222.2

# 入力データ(スケジュールなど)

## 入力データの項目追加:VBA/core\_Iteration\_template1

```
numIte0 = numIte1
maxIte = Range("最大反復回数")

Application.ScreenUpdating = False

Call ErrorClear_Template

'メインループ
For iRow = rowStart To rowEnd

    If iRow Mod 10 = 0 Then Debug.Print iRow
    'If iRow = 29 Then End

    '気象データのコピー
    wsTmp.Range("直前の時刻") = wsMeteo.Cells(iRow - 1, 1)
    wsTmp.Range("現在の時刻") = wsMeteo.Cells(iRow, 1)

    wsTmp.Range("外気温") = wsMeteo.Cells(iRow, 2) '外気温
    wsTmp.Range("外気湿度") = wsMeteo.Cells(iRow, 3) '外気湿度

    wsTmp.Range("法線面直達日射量") = wsMeteo.Cells(iRow, 5) '日射 法線面直達
    wsTmp.Range("水平面天空日射量") = wsMeteo.Cells(iRow, 6) '日射 水平面天空
    wsTmp.Range("夜間放射量") = wsMeteo.Cells(iRow, 7) '日射 長波放射

    wsTmp.Range("太陽高度_度") = wsMeteo.Cells(iRow, 8) '太陽 高度
    wsTmp.Range("太陽方位角_度") = wsMeteo.Cells(iRow, 9) '太陽 方位角
    wsTmp.Range("風向") = wsMeteo.Cells(iRow, 10) '風向
    wsTmp.Range("風速") = wsMeteo.Cells(iRow, 11) '風速
    wsTmp.Range("地中温度5m") = wsMeteo.Cells(iRow, 12) '地中 5m温度

    wsTmp.Range("内部発熱") = wsMeteo.Cells(iRow, 14) '内部発熱
    wsTmp.Range("冷房設定温度") = wsMeteo.Cells(iRow, 15) '冷房設定温度
    wsTmp.Range("暖房設定温度") = wsMeteo.Cells(iRow, 16) '暖房設定温度
    wsTmp.Range("冷房設定湿度") = wsMeteo.Cells(iRow, 17) '冷房設定湿度

    Application.StatusBar = "計算中" & Cint((iRow - rowStart) / (rowEnd - rowStart) * 100) & "%, 反復回数 " & (numIte0 + 1)
    wsTmp.Range("計算行").Value = iRow

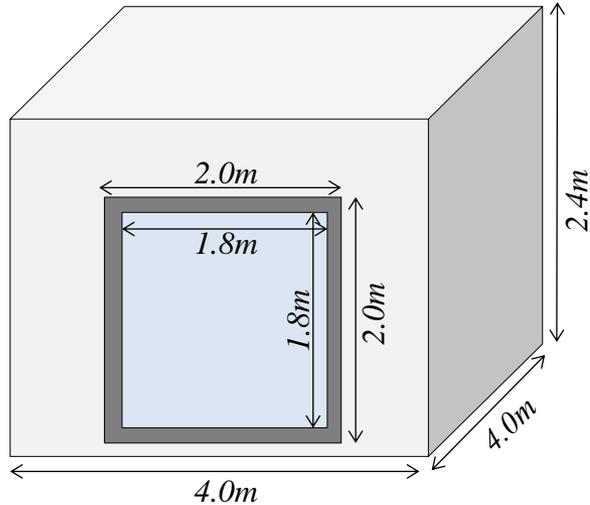
    '再計算]
    numIte0 = numIte1
    Application.Calculation = xlCalculationAutomatic '計算実行
    wsTmp.Calculate
    Application.Calculation = xlCalculationManual '自動計算停止
    numIte1 = CLng(Range("累積反復回数").Value * 1000000000)

    'T1からT0へのデータの移し替え
    For iCell = 0 To UBound(aT1)
        If IsError(wsTmp.Range(aT1(iCell))) Then
            Debug.Print "入力行数", iRow, "セル", aT1(iCell), "でエラーが出ました。"
```

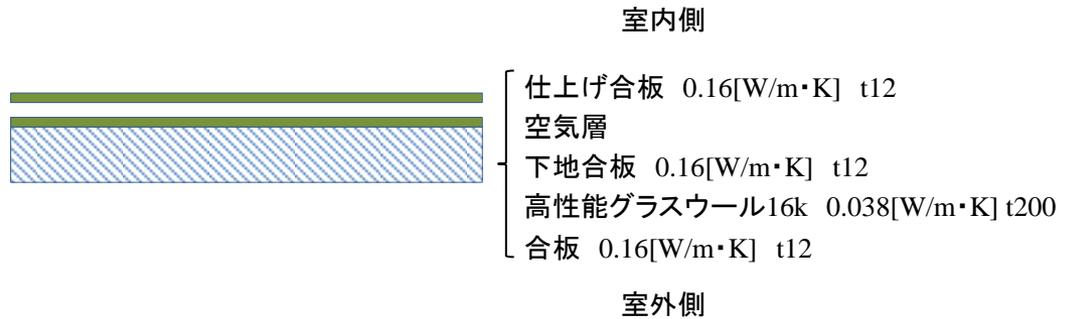


# 建物モデリング

## ■ 建物情報



Floor, Ceiling, Wall



## ■ 開口部情報

ガラス面積 $A_g$ [m <sup>2</sup> ]	ガラス熱貫流率 $U_g$ [W/m <sup>2</sup> K]	ガラス熱抵抗 $R_g$ [m <sup>2</sup> K/W]	ガラス日射熱取得率 $\eta_g$ [-]	ガラス日射透過率 $\tau_g$ [-]	ガラス外側の長波放射率[-]	ガラス部分幅 $WL$ [m]	ガラス部分高さ $WH$ [m]
3.00	2.70	0.20	0.91	0.89	0.90	1.80	1.80

フレーム部分面積 $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	フレーム熱貫流率 $U_f$ [W/m <sup>2</sup> K]	フレーム日射吸収率 $a_f$ [-]	フレーム外側の長波放射率[-]	開口部面積 $A_w$ (m <sup>2</sup> )	窓全体熱貫流率 $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	窓全体日射熱取得率 $\eta_w$ [-]	可視光域比率
1.00	2.63	0.70	0.90	4.00	2.83	0.86	0.50

# 建物モデリング(制御、地中温度)

## Templateシート

※計算の収束に影響 (小さくなると収束しやすいが、計算が遅くなる)

計算開始行	計算終了行	1:初期値 0:算出	累積反復回数	最大反復回数 (32767以下)	変化の最大値	室の緩和係数	面の緩和係数	熱流抑制	初期温度
7	140	0	1.9123E-05	32767	0.01	0.1	1	0.01	15.00

計算行	直前の時刻	現在の時刻	時間間隔[s]	外気温[℃]	湿度[%]	地中温度5m[℃]	法線面直達日射[W]	水平面天空日射[W/m <sup>2</sup> ]	夜間放射[W/m <sup>2</sup> ]
15	2015/1/1 9:00	2015/1/1 10:00	3,600	-11.50	65.00	8.75	122	128	45

厚み[m]	日射吸収率	長波放射率	室外側総合熱伝達率	土の熱伝導率 [W/m*K]	土の容積比熱 (kJ/m <sup>3</sup> *K)	熱抵抗	熱容量	土間外周温度	土間中心温度
1.00	0.80	0.90	23.00	0.612	1,582	1.63	1,582,000	20	20
室外側相当気温		地表面		地下1m		地下2m		地下3m	
	3.71	8.69	0.04	15.01	0.00	15.00	0.00	15.00	0.00
	-8.24	7.88		15.00		15.00		15.00	
		0.05		0.00		0.00		0.00	
		0.00		0.00		0.00		0.00	

空気の定圧比熱 [kJ/kg*K]	空気の比重 [kg/m <sup>3</sup> ]	空気の容積比熱 [kJ/m <sup>3</sup> *K]	水の蒸発潜熱 [kJ/kg]	単位容積あたりの室 内潜熱容量
1.01	1.29	1.30	2501.00	41,900.00

エラー修正

計算開始

← 計算開始ボタンをクリックすると計算が始まる。

太陽高度(水平=0[°])	太陽方位角(南=0)	太陽高度(rad)	太陽方位角(rad)	風向	風速	外気絶対湿度
7.66	-51.86	0.13	-0.91	175.0	2.0	0.00091

土間外周温度の和	土間中心温度の和	土間外周温度の数	土間中心温度の数
20	20	1	1

※土間外周温度、土間中心温度の和と数をリンクする  
→土間外周と土間中心の平均温度を計算

地下4m		地下5m
14.90	-0.09	0.00
14.88		
0.00		
0.00		
1.00		

※計算開始行は“Meteo”シートの気象データ2行目以後にする  
(直前の時刻と現在の時刻から時間間隔を計算するため)

※ Tip.ExTLAファイルを最初開いたときや計算セルのエラーが発生したときに、エラー修正ボタンをクリックすると初期値を入れてすべての計算式をやり直す。

※地中温度計算については、「パソコンによる空気調和計算法」5.3を参考

# 窓の熱取得

窓の全取得熱量( $Q_G$ )=

透過日射( $Q_{GT}$ ) + 吸収日射( $Q_{GA}$ ) + 窓両側の温度差による貫流熱( $Q_{GO}$ )

$$\text{透過日射 } Q_{GT} = A_{GS} \{ (1 - F_{SDW}) \tau_{TD} I_D + \tau_{td} I_d \} \quad (6.2)$$

$$\text{吸収日射 } Q_{GA} = A_{GS} \{ (1 - F_{SDW}) B_D I_D + B_d I_d \} \quad (6.3)$$

$$\text{日陰面積率 } F_{SDW} = \frac{\text{窓ガラスの日陰面積}}{\text{窓ガラス面積}} = \frac{A_{SDW}}{A_{GS}} \quad (6.4)$$

$$\text{貫流熱 } Q_{GT} = A_{GO} K \left( T_a - \frac{\varepsilon F_s \cdot RN}{\alpha_0} - T_R \right) \quad (6.9)$$

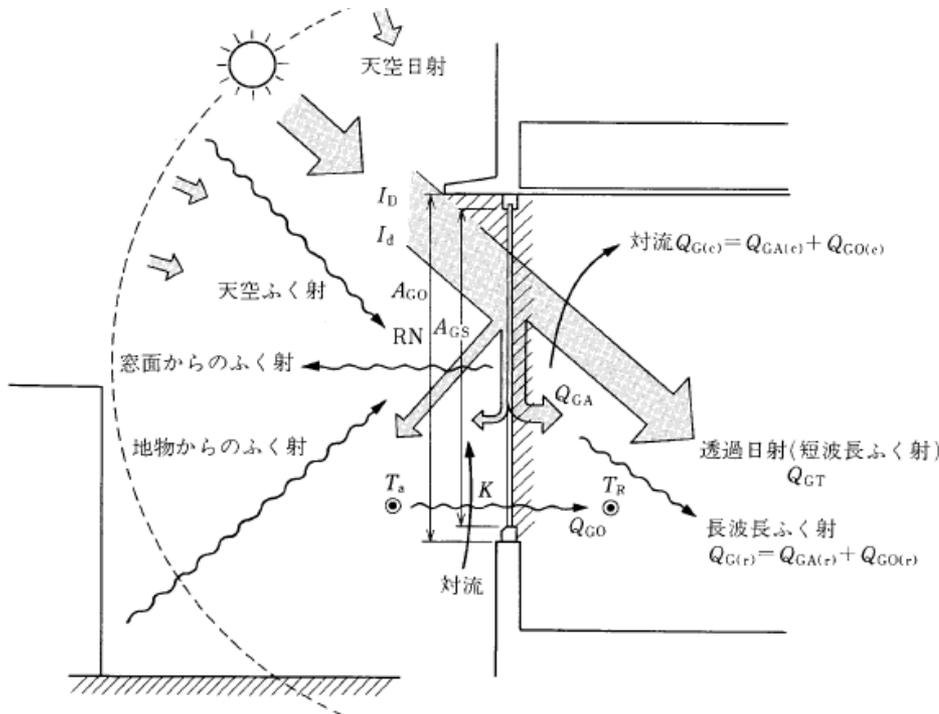


図 6.1 窓の熱取得のモデル図

$A_{GS}$ : ガラスの面積[m<sup>2</sup>]

$A_{GO}$ : 窓の開口部面積[m<sup>2</sup>]

$F_{SDW}$ : 日陰面積率[-]

$RN$ : 夜間放射量[W/m<sup>2</sup>]

$I_D$ : 窓面に入射する直達日射[W/m<sup>2</sup>]

$I_d$ : 窓面に入射する拡散日射[W/m<sup>2</sup>]

$\varepsilon$ : 長波長放射率0.9[-]

$\tau_{TD}$ : 直達日射による総合透過率[-]

$\tau_{td}$ : 拡散日射による総合透過率[-]

$B_D$ : 直達日射による吸収日射取得率[-]

$B_d$ : 拡散日射による吸収日射取得率[-]

※窓を構成する各部材の日射透過率、吸収率、部材間の熱抵抗などにより決定

# 窓の熱取得

窓の全取得熱量( $Q_G$ )=

透過日射( $Q_{GT}$ ) + 吸収日射( $Q_{GA}$ ) + 窓両側の温度差による貫流熱( $Q_{GO}$ )

$$\text{透過日射 } Q_{GT} = A_{GS} \tau_{TN} \{ (1 - F_{SDW}) C I_D I_D + C_d I_d \} \quad (6.5)$$

$$\text{吸収日射 } Q_{GA} = A_{GS} B_N \{ (1 - F_{SDW}) C I_D I_D + C_d I_d \} \quad (6.6)$$

$$\text{日陰面積率 } F_{SDW} = \frac{\text{窓ガラスの日陰面積}}{\text{窓ガラス面積}} = \frac{A_{SDW}}{A_{GS}} \quad (6.4)$$

$$\text{貫流熱 } Q_{GO} = A_{GO} K (T_a - \frac{\varepsilon F_s \cdot RN}{\alpha_0} - T_R) \quad (6.9)$$

標準入射角特性

$$C I_D = \frac{\tau_D}{\tau_N} = 3.4167 \cos \theta - 4.3890 \cos^2 \theta + 2.4989 \cos^3 \theta - 0.5224 \cos^4 \theta \quad (6.8a)$$

$$(6.8b)$$

表 6.1 ガラスの日射透過率、反射率、吸収率および吸収日射取得率（垂直入射時）

		透過率	反射率	吸収率	吸収日射取得率	
		$\tau_{TN}$	$\rho_{TN}$	$a_N$	$B_N$	
透明ガラス	3 mm	0.85	0.07	0.08	0.02	
	6 mm	0.79	0.07	0.14	0.04	
	12 mm	0.69	0.07	0.24	0.07	
吸熱ガラス	3 mm	0.74	0.07	0.19	0.06	
	6 mm	0.60	0.06	0.34	0.11	
反射ガラス	6 mm	0.60	0.30	0.10	0.04	
複層ガラス		$\tau_{TN}$	$\rho_{TN}$	$a_{TN(内)}$ (内)	$a_{TN(外)}$ (外)	$B_N$
(外) 透明 3+(内) 透明 3	6	0.73	0.12	0.07	0.08	0.06
6+	6	0.63	0.12	0.11	0.14	0.10
(外) 吸熱 6+(内) 透明 6		0.48	0.08	0.06	0.38	0.12
(外) 反射 6+(内) 透明 6		0.49	0.33	0.05	0.13	0.07

- 1) ガラス単板のとき、 $\tau_{TN} = \tau_N$ 、 $\rho_{TN} = \rho_N$  文献 27)、28) から作成
- 2) 吸熱ガラスはグレー
- 3) 反射ガラスの基板は透明ガラス

表 6.2 日射遮へい材付き窓の総合透過率および吸収日射取得率の例

	ブラインド (内側)		ブラインド (中間)		ローラーシェード (内側)	
	$\tau_{TN}$	$B_N$	$\tau_{TN}$	$B_N$	$\tau_{TN}$	$B_N$
単層ガラス						
透明 (3-12 mm)	0.04	0.52	—	—	0.20	0.14
吸熱 (6 mm)	0.03	0.50	—	—	0.15	0.17
反射 (6 mm)	0.03	0.50	—	—	—	—
複層ガラス						
透明 6+6	0.03	0.50	0.03	0.28	0.16	0.16
吸熱 6+透明 6	0.02	0.40	0.02	0.24	0.10	0.16
反射 6+透明 6	0.02	0.43	—	—	—	—

- 1) ブラインドは中間色。文献 5) p. 27, 36, 表 38, 文献 4) から作成。
- 2) ローラーシェードは半透明。

※日射遮蔽物がある場合に使用 ⇒ 6.5節

表 6.3 窓の熱貫流率

	熱貫流率 $K$	
	[W/m <sup>2</sup> ·K]	(kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C)
単層ガラス	6.4	(5.5)
複層ガラス	4.0	(3.5)
単層ガラス二重サッシ	3.5	(3.0)
複層+単層ガラス (三層ガラス、断熱サッシ)	2.9	(2.5)
単層ガラス+内側ブラインド	5.3	(4.5)
複層ガラス+内側ブラインド	3.2	(2.7)

文献 1) p. H43, 表 2.22, 文献 26) から抜粋。

# 窓の熱取得

## 透過日射計算

$=3.4167 \cdot \cos(L20) - 4.389 \cdot \cos(L20)^2 + 2.4948 \cdot \cos(L20)^3 - 0.5224 \cdot \cos(L20)^4$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
20	外入射熱量	全室共通	南面	90.00	0.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	0.00	0.52	0.52	0.00	433.01	100.00	0.00	50.00		
21	外入射熱量	全室共通	東面	90.00	-90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	-1.57	1.57	1.57	1.57	0.00	100.00	0.00	50.00		
22	外入射熱			180.00	180.00	1.00	0.50	0.50	0.00	2.62	-0.52	-3.14	-3.14	0.00	100.00	0.00	50.00			
23	外入射熱			90.00	90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	1.57	-1.57	-1.57	0.00	100.00	0.00	50.00			
24																				
25	開口部透過日射	室名	南窓	ガラス面積A <sub>GS</sub> [m <sup>2</sup> ]	ガラス熱貫流率U <sub>g</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	ガラス熱抵抗R <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	ガラス日射熱取得率τ <sub>TN</sub> (-)	ガラス日射透過率τ <sub>TN</sub>	ガラス外側の長波放射率(-)	ガラス部分幅WL[m]	ガラス部分高さWH[m]	フレーム部分面積A <sub>F</sub> [m <sup>2</sup> ]	フレーム熱貫流率U <sub>f</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	フレーム熱抵抗R <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	フレーム日射吸収率α <sub>p</sub> (-)	フレーム外側の長波放射率(-)	開口部面積A <sub>W</sub> [m <sup>2</sup> ]	窓全体熱貫流率U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	窓全体日射熱取得率	
26	開口部透過日射			4.00	4.65	0.05	0.79	0.74	0.90	2.00	2.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	0.70	0.90	4.00	4.65	0.79	
27	開口部透過日射			サイス1度の厚さD[m]	サイス2度の厚さD[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	サイス1の厚さS1[m]	サイス2の厚さS2[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	庇日影面積	右袖壁日影面積	左袖壁日影面積	隣棟日影面積			
28	開口部透過日射			サイス1の厚さD[m]	サイス2の厚さD[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	窓下階からの高さまでの距離L[m]	窓面からの高さまでの距離L[m]	窓下階からの高さまでの距離L[m]	窓面からの高さまでの距離L[m]	サイス2の厚さS2[m]	庇と隣棟の重なり	右袖壁と隣棟の重なり	左袖壁と隣棟の重なり	直達日射面積率			
29	開口部透過日射																1.00			
30	開口部透過日射	外壁入射熱量	窓面直達日射量I <sub>D</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面天空日射量I <sub>sky</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面反射日射量I <sub>refl</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面夜間放射I <sub>night</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Cdガラス標準入射角特性(α)	Cdガラス拡散日射角特性(α/d)	BNガラス吸収日射								Getガラス透過日射熱取得	Getガラス透過日射	Getガラス吸収日射熱取得	透過日射合計[W]
31	開口部透過日射		南壁	433	100	0	50	0.99	0.91	0.05							1,269	268	111	1,537
32	開口部透過日射																			
33	開口部透過日射																			
34	内壁日射分配			左側	右側	面積[m <sup>2</sup> ]	各部位への室内側日射量[W]	室内表面温度(°C)	面積加重温度(°C)	平均放射温度(°C)										
35	内壁日射分配						1,537		1,317.18											
36	内壁日射分配	室名					0		11.81		47									
37	内壁日射分配	室名					0		0.00		19.1									
38	内壁日射分配	室名					768		21.5											

$C_{I_D}$ : ガラス標準入射角特性

$C_d$ : ガラス拡散日射特性値 ( $C_d = 0.91$ )

透過日射  $Q_{GT} = A_{GS} \{ (1 - F_{SDW}) \tau_{TN} C_{I_D} I_D + \tau_{TN} C_d I_d \}$  (6・5)

直達日射面積率  $1 - F_{SDW}$

## 吸収日射計算

$=3.4167 \cdot \cos(L20) - 4.389 \cdot \cos(L20)^2 + 2.4948 \cdot \cos(L20)^3 - 0.5224 \cdot \cos(L20)^4$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
20	外入射熱量	全室共通	南面	90.00	0.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	0.00	0.52	0.52	0.00	433.01	100.00	0.00	50.00		
21	外入射熱量	全室共通	東面	90.00	-90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	-1.57	1.57	1.57	1.57	0.00	100.00	0.00	50.00		
22	外入射熱			180.00	180.00	1.00	0.50	0.50	0.00	2.62	-0.52	-3.14	-3.14	0.00	100.00	0.00	50.00			
23	外入射熱			90.00	90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57	1.57	-1.57	-1.57	0.00	100.00	0.00	50.00			
24																				
25	開口部透過日射	室名	南窓	ガラス面積A <sub>GS</sub> [m <sup>2</sup> ]	ガラス熱貫流率U <sub>g</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	ガラス熱抵抗R <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	ガラス日射熱取得率τ <sub>TN</sub> (-)	ガラス日射透過率τ <sub>TN</sub>	ガラス外側の長波放射率(-)	ガラス部分幅WL[m]	ガラス部分高さWH[m]	フレーム部分面積A <sub>F</sub> [m <sup>2</sup> ]	フレーム熱貫流率U <sub>f</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	フレーム熱抵抗R <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	フレーム日射吸収率α <sub>p</sub> (-)	フレーム外側の長波放射率(-)	開口部面積A <sub>W</sub> [m <sup>2</sup> ]	窓全体熱貫流率U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	窓全体日射熱取得率	
26	開口部透過日射			4.00	4.65	0.05	0.79	0.74	0.90	2.00	2.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	0.70	0.90	4.00	4.65	0.79	
27	開口部透過日射			サイス1度の厚さD[m]	サイス2度の厚さD[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	サイス1の厚さS1[m]	サイス2の厚さS2[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	庇日影面積	右袖壁日影面積	左袖壁日影面積	隣棟日影面積			
28	開口部透過日射			サイス1の厚さD[m]	サイス2の厚さD[m]	配置1窓からの高さH1[m](≧0)	配置2窓からの高さH2[m](≧0)	配置3窓からの高さH3[m](≧0)	窓下階からの高さまでの距離L[m]	窓面からの高さまでの距離L[m]	窓下階からの高さまでの距離L[m]	窓面からの高さまでの距離L[m]	サイス2の厚さS2[m]	庇と隣棟の重なり	右袖壁と隣棟の重なり	左袖壁と隣棟の重なり	直達日射面積率			
29	開口部透過日射																1.00			
30	開口部透過日射	外壁入射熱量	窓面直達日射量I <sub>D</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面天空日射量I <sub>sky</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面反射日射量I <sub>refl</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	窓面夜間放射I <sub>night</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Cdガラス標準入射角特性(α)	Cdガラス拡散日射角特性(α/d)	BNガラス吸収日射								Getガラス透過日射熱取得	Getガラス透過日射	Getガラス吸収日射熱取得	透過日射合計[W]
31	開口部透過日射		南壁	433	100	0	50	0.99	0.91	0.05							1,269	268	111	1,537
32	開口部透過日射																			
33	開口部透過日射																			
34	内壁日射分配			左側	右側	面積[m <sup>2</sup> ]	各部位への室内側日射量[W]	室内表面温度(°C)	面積加重温度(°C)	平均放射温度(°C)										
35	内壁日射分配						1,537		1,317.18											
36	内壁日射分配	室名					0		11.81		47									
37	内壁日射分配	室名					0		0.00		19.1									
38	内壁日射分配	室名					768		21.5											

$C_{I_D}$ : ガラス標準入射角特性

$C_d$ : ガラス拡散日射特性値 ( $C_d = 0.91$ )

吸収日射  $Q_{GA} = A_{GS} B_N \{ (1 - F_{SDW}) C_{I_D} I_D + C_d I_d \}$  (6・6)

# 建物モデリング(外面入射熱量、開口部透過日射)

外面入射熱量			壁面傾斜角 (水平=0[°])	壁面方位角 (南向き=0, 西回り)	直達日射面積率	天空形態係数	地面形態係数	ρアルベド	壁面傾斜角 (水平=0[rad])
外面入射熱量	全室共通	床面	180.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.14
外面入射熱量	全室共通	屋根面	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
外面入射熱量	全室共通	南面	90.00	0.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57
外面入射熱量	全室共通	東面	90.00	-90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57
外面入射熱量	全室共通	北面	90.00	180.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57
外面入射熱量	全室共通	西面	90.00	90.00	1.00	0.50	0.50	0.00	1.57

開口部透過日射	室名	南窓	ガラス面積A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	ガラス熱貫流率 カタログ値U <sub>g</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	ガラス熱抵抗 R <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	ガラス日射熱 取得率η <sub>g</sub> [-]	ガラス日射透過率 τ <sub>g</sub> [-]	ガラス外側の 長波放射率[-]	ガラス部分幅 W <sub>L</sub> [m]
開口部透過日射			3.24	2.70	0.20	0.91	0.89	0.90	1.80
開口部透過日射			サイズ1 庇の長さD[m]	サイズ2 庇の幅 (現状窓より大)W <sub>2</sub> [m]	配置1 窓からの 高さH1[m](≧0)	配置2 窓からの出(幅)W1[m]	配置3 角度 (上方を正)θ[°]	サイズ1 積壁の長さD[m]	サイズ2 積壁の高さ (現状窓より大)W <sub>2</sub> [m]
開口部透過日射			配置2 窓からの 出(高さ)H1[m]	サイズ 積壁の高さ	標準入射角特性 $CI_D = 3.4167 \cos \theta - 4.3890 \cos^2 \theta + 2.4989 \cos^3 \theta - 0.5224 \cos^4 \theta$ (6・8)				
開口部透過日射		外壁入射熱量	窓面直達日射量 [W/m <sup>2</sup> ]	窓面天空日射量 [W/m <sup>2</sup> ]	窓面反射日射量 [W/m <sup>2</sup> ]	窓面夜間放射 [W/m <sup>2</sup> ]	α <sub>d</sub> ガラス標準 入射角特性(τ <sub>D</sub> /τ)	α <sub>d</sub> ガラス拡散 日射特性値(τ <sub>d</sub> /τ)	β <sub>n</sub> ガラス吸収日射 取得率(垂直入射)
開口部透過日射		南壁	75	64	0	22	0.95	0.91	0.02

壁面方位角 (南向き=0, 西回り)	壁面太陽入射角[rad]	壁面太陽高度[rad]	壁面太陽方位[rad]	外壁面直達日射量 [W/m <sup>2</sup> ]	外壁面天空日射量I <sub>s</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	外壁面反射日射量 I <sub>r</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	夜間放射 [W/m <sup>2</sup> ]	面積(m <sup>2</sup> )
0.00	1.70	-1.36	-0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00
0.00	1.44	-1.36	-0.91	16.29	127.78	0.00	44.75	16.00
0.00	0.91	0.21	-0.91	74.80	63.89	0.00	22.37	5.60
-1.57	0.68	0.17	0.67	95.27	63.89	0.00	22.37	9.60
3.14	2.23	-0.21	-4.05	0.00	63.89	0.00	22.37	9.60
1.57	2.46	-0.17	-2.48	0.00	63.89	0.00	22.37	9.60

ガラス部分高さ W <sub>g</sub> [m]	フレーム部分 面積A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	フレーム熱貫流率 U <sub>f</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	フレーム熱抵抗 R <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	フレーム日射吸収率 α <sub>f</sub> [-]	フレーム外側の 長波放射率[-]	開口部面積 A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	窓全体熱貫流率 U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	窓全体日射熱取得 率
1.80	0.76	3.38	0.13	0.70	0.90	4.00	2.83	0.86

配置1 窓からの 距離W1[m](≧0)	庇日影面積	右袖壁日影面積	左袖壁日影面積	隣棟日影面積	直達日射面積率
サイズ2 隣棟の高さ[m]	庇と隣棟の重なり	右袖壁と 隣棟の重なり	左袖壁と 隣棟の重なり		1.00
					Getガラス透過 日射熱取得
					Getガラス透過日射 熱取得(天空+反射)
					Qesガラス吸収 日射熱取得[W]
					透過日射合計 [W]
					204
					168
					8
					372

窓の物性値を入力  
ガラスとフレーム分離

# 建物モデリング(内壁日射分配、開口部伝熱計算)

①各部位への日射最終分配率を入力(現状、床0.5・他は面積加重)

	左側	右側	面積[m2]	各部位への日射最終分配率	室内側日射量[W]	室内表面温度[°C]	面積加重温度[°C]	平均放射温度[°C]
合計			70.40		372		1,229.62	17.47
室名 南窓・ガラス	外気	居室	3.24	0.00	0	9.47	31	17.9
室名 南窓・フレーム	外気	居室	0.76	0.00	0	17.14	13	17.5
室名 床	外気	居室	16.00	0.50	186	17.84	285	17.4
室名 天井	外気	居室	16.00	0.16	59	18.38	294	17.2
室名 南壁	外気	居室	5.60	0.06	21	17.65	99	17.5
室名 東壁	外気	居室	9.60	0.10	35	17.65	169	17.4
室名 北壁	外気	居室	9.60	0.10	35	17.61	169	17.4
室名 西壁	外気	居室	9.60	0.10	35	17.61	169	17.4

②開口部の透過日射合計

室名	面積[m2]	空気温度 [°C]	左側実効温度 [°C]	左側表面温度 [°C]	右側表面温度 [°C]	右側実効温度 [°C]	室温T0/T1 [°C]				
南窓・ガラス	3.24	-11.50	-11.46	-9.41	9.47	18.91	20.00				
熱流[W]				-153.2	熱流[W]	-172.8					
吸収日射[W/m2]	夜間放射[W/m2]	ガラス外側の長波吸収率[-]	対流 α [W/m2K]	放射 α [W/m2K]	熱貫流率[W/m2K]	放射 α [W/m2K]	対流 α [W/m2K]	ガラス外側の長波放射率[-]	ガラス室内側透過率 [-]	日射量合計[W]	内部発熱(放射)[W]
室名 南窓・フレーム	0.76	-11.50	14.71	15.27	17.14	18.72	20.00				
熱流[W]				-9.8	熱流[W]	-5.1					
吸収日射[W/m2]	夜間放射[W/m2]	ガラス外側の長波吸収率[-]	対流 α [W/m2K]	放射 α [W/m2K]	熱貫流率[W/m2K]	放射 α [W/m2K]	対流 α [W/m2K]	ガラス外側の長波放射率[-]	ガラス室内側透過率 [-]	日射量合計[W]	内部発熱(放射)[W]

室外側温度

室内側温度

内部発熱(放射)を面積加重

①現在は、室内に入った日射の半分を床に、残り半分をその他面の面積比で分配しているが、計測・シミュレーションなどから日射分配率が分かる場合は直接入力可能。23

# 建物モデリング(壁体伝熱計算)

外側 ←

→ 内側

床	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	外気	左側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	表面	左側空気温度 T <sub>a</sub> [T][°C]	合板	名前	ガラスウール	層間温度[°C]	合板	層間温度[°C]	空気層	層間温度[°C]	合板	室内空気温度[°C]	室内側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	U値[D/W/m2]	貫流熱流[W]
直前の温度T1[°C]	-12.50		-12.40		-11.84				1.81		8.59		15.34		16.43		20.00	0.12	-44
現在の温度T1[°C]	-11.50		-11.50		-11.28				5.45		11.49		12.53		18.67		20.30		
熱流[W]			0.8		0.9					1.3		1.9		1.3		1.7		-43.9	
日射入射[W/m2]	0.00		厚み[D]→	1.0000	0.0120				0.0120		0.0900		0.0120		1.0000		195.93		
夜間放射[W/m2]	0.00		熱伝導率→ λ[D/W/mK]		0.02				0.02		1.00		0.02		1.00		0.00		
熱抵抗 R <sub>m</sub> [2/W]		0.06		0.0435		0.7500			0.7500		0.0900		0.7500		0.1499		0.48		
C <sub>0</sub> 等価比熱 D <sub>u</sub> [W/m3K]						716			716		1		716						
日射放射率	長波放射率[-]	短波放射率 [W/m2K]	放射熱伝達率 [W/m2K]	U[Σ] [W/m2K]	19	1.12		0.19	0.85	1.10	9.19	9.19	1.10	1.12	5.59	放射熱伝達率 [W/m2K]	短波放射率 [W/m2K]	日射放射率	長波放射率[-]
0.80	0.90	17.90	5.10	CAPL[W/m2K](Σ) 14x4x45R5	21	8,590	2	0.19	0.85	1.10	117	11	8,590	7.71	4.60	2.07	0.80	0.90	
天井	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	外気	左側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	表面	左側空気温度 T <sub>a</sub> [T][°C]	合板	名前	ガラスウール	層間温度[°C]	合板	層間温度[°C]	空気層	層間温度[°C]	合板	室内空気温度[°C]	室内側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	U値[D/W/m2]	貫流熱流[W]
直前の温度T1[°C]	-12.50		-11.92		-13.61				1.81		8.59		15.34		17.74		20.00		
現在の温度T1[°C]	-11.50		-8.24		-8.36				5.53		11.51		12.54		18.64		20.00	0.13	-141
熱流[W]			-0.5		0.5				0.3		1.3		1.8		1.5		-141.3		
日射入射[W/m2]	144.07		厚み[D]→	1.0000	0.0120				0.0900		0.0120		0.0120		1.0000		58.99		
夜間放射[W/m2]	44.75		熱伝導率→ λ[D/W/mK]		0.02				0.02		0.02		0.02		0.0900		0.00		
熱抵抗 R <sub>m</sub> [2/W]		0.06		0.0435		0.7500			0.7500		0.0900		0.7500		0.0900		0.15		
C <sub>0</sub> 等価比熱 D <sub>u</sub> [W/m3K]						716			13		716		1		716				
日射放射率	長波放射率[-]	短波放射率 [W/m2K]	放射熱伝達率 [W/m2K]	U[Σ] [W/m2K]	19	1.12	0.85	0.12	0.12	0.85	1.10	9.19	9.19	1.10	1.12	9.31	放射熱伝達率 [W/m2K]	短波放射率 [W/m2K]	日射放射率
0.80	0.90	17.90	5.10	CAPL[W/m2K](Σ) 14x4x45R5	21	8,590	2	2,679	2	8,590	11	117	11	8,590	11.43	4.60	6.51	0.80	0.90
壁	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	外気	左側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	表面	左側空気温度 T <sub>a</sub> [T][°C]	合板	名前	ガラスウール	層間温度[°C]	合板	層間温度[°C]	空気層	層間温度[°C]	合板	室内空気温度[°C]	室内側表面温度 T <sub>s</sub> [T][°C]	空気温度 T <sub>air</sub> [T][°C]	U値[D/W/m2]	貫流熱流[W]
直前の温度T1[°C]	-12.50		-10.93		-12.21				1.81		8.59		15.34		16.94		20.00		
現在の温度T1[°C]	-11.50		-7.75		-7.66				5.52		11.44		12.46		18.37		20.00	0.12	-41
熱流[W]			-0.1		0.2				0.1		0.4		0.6		0.4		-41.0		
日射入射[W/m2]	138.69		厚み[D]→	1.0000	0.0120				0.2000		0.0120		0.0900		0.0120		20.65		
夜間放射[W/m2]	22.37		熱伝導率→ λ[D/W/mK]		0.02				0.04		0.02		1.00		0.02		0.00		
熱抵抗 R <sub>m</sub> [2/W]		0.06		0.0435		0.7500			5.2632		0.7500		0.0900		0.7500		0.1100		
C <sub>0</sub> 等価比熱 D <sub>u</sub> [W/m3K]						716			13		716		1		716				
日射放射率	長波放射率[-]	短波放射率 [W/m2K]	放射熱伝達率 [W/m2K]	U[Σ] [W/m2K]	19	1.12	0.85	0.12	0.12	0.85	1.10	9.19	9.19	1.10	1.12	7.62	放射熱伝達率 [W/m2K]	短波放射率 [W/m2K]	日射放射率
0.80	0.90	17.90	5.10	CAPL[W/m2K](Σ) 14x4x45R5	21	8,590	2	0.679	0	8,590	11	117	11	8,590	9.74	4.60	4.49	0.80	0.90

U値計算

直前の温度

現在の温度(太字)

各物性(厚み、熱伝導率、容積比熱など)を入力  
壁面構成を「Material」シートを参考して入力(厚さ、熱伝導率、容積比熱)

Tip.初期設定は、5層になっているので、5層に合わせたほうがエラーが少ない  
(例えば、ガラスウール・合板・フローリング3層を  
ガラスウール・合板・合板・フローリング・フローリングのように5層にする)

※熱貫流率計算については、「パソコンによる空気調和計算法」2.1を参考

# 建物モデリング(室温計算)

家具の熱容量は通常空気の10倍程度で容積に応じて与えることが多い

換気負荷:「給気温度、換気量、熱回収効率」から換気負荷を計算

容積[m3]	換気1 給気温度[°C]	換気量1[m3/h]	換気1 熱回収効率[%]	換気2 給気温度[°C]	換気量2[m3/h]	換気2 熱回収効率[%]	空気の容積比熱 [kJ/m3*K]	空気熱容量[J/K]	他蓄熱容量[J/K]	内部発熱(対流)[W]	内部発熱(放射)[W]
38.40	-11.50	19.20					1.21	46,541	721,920	145	0
室内水蒸気発生量 LG[kg/s]	冷房設定湿度[%]	設定絶対湿度 [kg/kg]	水蒸気除去量 LE[kg/s]	潜熱負荷 HEL[W]	Go[kg/s]	潜熱処理量[W]	xR1 実現湿度T0/T1 [kg/kg]	実現湿度T1 [%]	ERMx	BRDx	
0.00		1.00	1.40	3,490,130	0.01	1,000,000	15.00	4,159.85	0.02	1.42	
							15.00				着衣量[Clo]
											1.00

熱回収計算可能(熱交換換気など)

内部発熱(放射+再放射)[W]	貫流負荷[W]	顕熱換気負荷[W]	ΔT	直前T0/T1[°C]	設定温度[°C]	最大処理能力[W]	処理熱量(顕熱)[W]	処理熱量(潜熱)[W]
	-305	-198	-2.15	24.46	冷房	1,000,000	0	362,417
		MRT	OT	22.32	暖房	1,000,000	0	
		21.32	21.82					
代謝量[Met]	室内風速[m/s]	PMV	SET*					
1.00	0.20	-0.23	18.62					

PMV、SET\*計算

内部発熱(入力)、貫流負荷(各面のx列)、換気負荷、冷暖房処理熱量からΔT(前時刻からの温度変動を計算)

# PMV、PPD

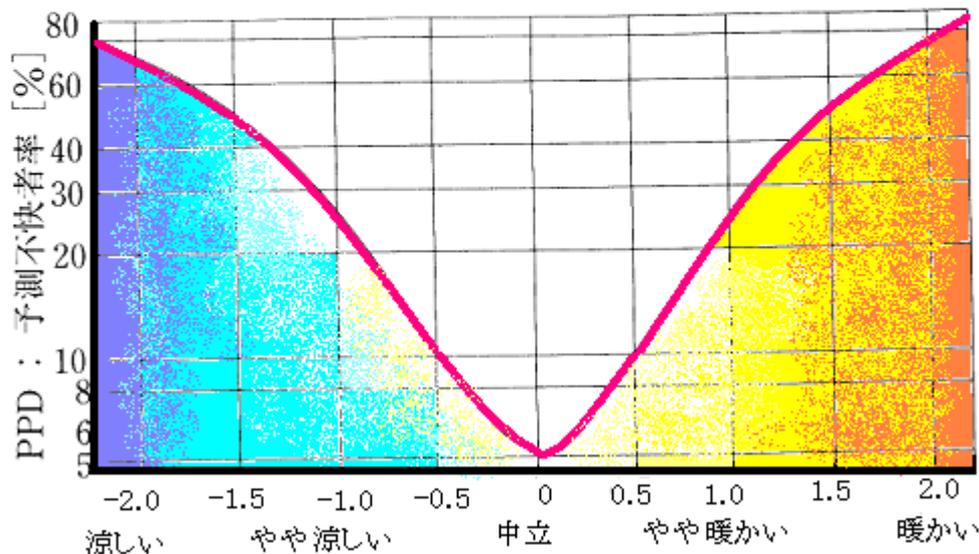
## PMV、PPD

デンマーク工科大学のファンガー(P.O. Fanger)教授が、1967年に快適方程式の導出を発表し、これを出発点として人体の熱負荷と人間の温冷感を結びつけた温熱環境評価指数PMV(Predicted Mean Vote, 予測温冷感申告)およびPPD(Predicted Percentage of Dissatisfied, 予測不快者率(その温熱環境に不満足・不快さを感じる人の割合))の提案をしている。これらには多少議論もあるが、ISO7730(1994)ともなっている。

PMVが-2から+2の範囲内の温熱環境評価に用いるのがよい。ISOの標準では、PMVが±0.5以内、不快者率10%以下となるような温熱環境を推奨している。

(参考文献: 図解空調・給排水の大百科 空気調和・衛生工学学会編)

PMVの適用範囲		PMVの7段階評価尺度	
PMV	-2 < PMV < +2	+3	Hot 暑い
代謝量	0.8~4met	+2	Warm 暖かい
着衣量	0~2clo	+1	Slightly warm やや暖かい
空気温度	10~30°C	0	Neutral 中立
平均放射温度	10~40°C	-1	Slightly cool やや涼しい
平均風速	0~1m/s	-2	Cool 涼しい
相対湿度	30~70%	-3	Cold 寒い



PMV: 予測平均温冷感申告

PMV と PPD の関係

# 標準新有効温度 (SET\*)

■ 有効温度 (effective temperature, ET) は、温熱4要素のうち、放射熱を除く「気温」「湿度」「風速」で快適さを表す指標のことである。温度感覚、実感温度、実効温度などとも呼ばれている。現在の気温・湿度・風速における感覚が、湿度100%・風速0 m/sにおいてどの気温に相当するかを表したものである。

■ 修正有効温度 (CET, corrected effective temperature)  
気温、湿度、風速に加え、放射の影響も考慮した、人が感じる暑さ、寒さの感覚を表す指標である。放射はグローブ温度計を測定し求める。夏期の快適な範囲は、22～23 CET、冬期は18～20 CETとされている。

■ 新有効温度 (ET\*, new effective temperature)  
温熱4要素を室内環境の要素としこれに人間側の要素として作業量、着衣量を加えたもの。有効温度は湿度100%を基準にしているが、新有効温度は湿度50%を基準にしている。風速は0 m/sを基準としている。

■ 標準新有効温度 (SET\*, standard new effective temperature)  
温熱4要素に加え作業量、着衣量も考慮した指標である。新有効温度:ET\*が任意の作業量着衣量で個々に算出され、同一の作業量、着衣量の時だけしか快適度を比較出来ない。これに対し、標準新有効温度:SET\*は、相対湿度50%、椅子に座った状態、着衣量0.6 clo、風速0 m/sの状態に標準化して、異なる作業量、着衣量の時にもそれぞれの快適度を比較出来る。

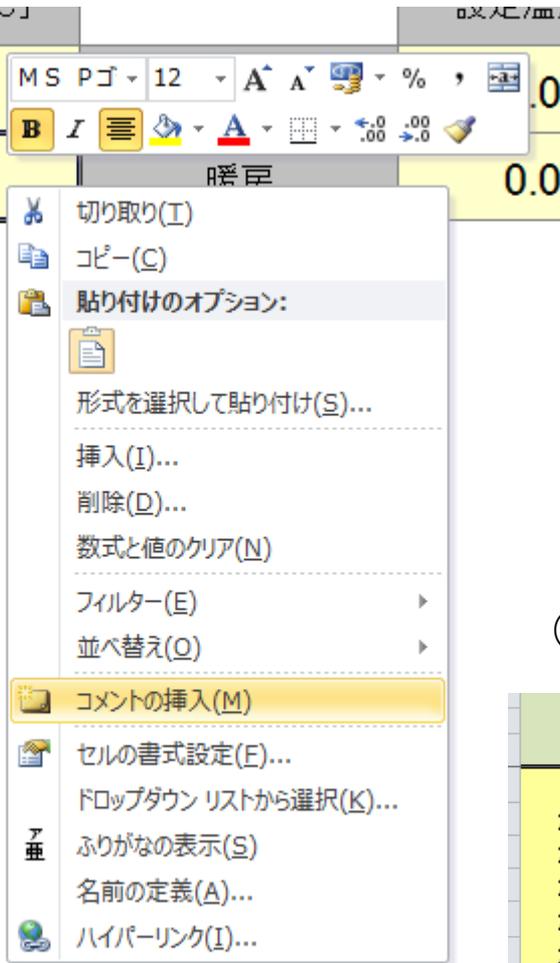
# シミュレーション結果出力

①出力するセルにコメントを付ける。

出力:XXX  
例)出力:室温

直前T0/T1[°C]	
15.00	冷房
0.00	暖房

出力:室温



②“Output”シートの4行目に出力する項目を入力

	外気温 [°C]	室温 [°C]	線面直達日射 [W/m2]	平面天空日射量 [W/m2]	PMV	SET*
2015/1/1 2:00	-10.1	13.7	0.0	0.0	-2.7	7.9
2015/1/1 3:00	-10.6	12.6	0.0	0.0	-3.0	6.5
2015/1/1 4:00	-11.2	11.4	0.0	0.0	-3.0	5.0
2015/1/1 5:00	-11.7	10.3	0.0	0.0	-3.0	3.7
2015/1/1 6:00	-12.2	9.3	0.0	0.0	-3.0	2.3
2015/1/1 7:00	-12.6	20.0	0.0	2.8	-1.3	13.5
2015/1/1 8:00	-12.7	20.0	30.6	36.1	-1.2	14.4
2015/1/1 9:00	-12.5	20.0	77.8	86.1	-1.1	14.9
2015/1/1 10:00	-11.5	20.0	122.2	127.8	-1.0	15.4
2015/1/1 11:00	-9.9	20.0	141.7	147.2	-0.9	15.8
2015/1/1 12:00	-7.7	20.0	150.0	150.0	-0.9	16.1

# 参考(日射遮蔽)

## ひさし、そで壁

### ○日陰部分の面積

$$A_{SDW} = D_{WA} D_{HA} + \frac{1}{2} (D_{WA} + D_{WB}) (D_{HB} - D_{HA})$$

$$D'_{HA} = \begin{cases} W_l \frac{D_P}{D_A} - H_l & (W_l < D_A) \\ D_P - H_l & (W_l \geq D_A) \end{cases}$$

$$D_{HA} = \min\{\max(0, D'_{HA}), H_R\}$$

$$D'_{WA} = \begin{cases} 0 & (H_l \geq D_P) \\ (W_l + W_R) - H_l W_l \frac{D_A}{D_P} & (H_l < D_P) \end{cases}$$

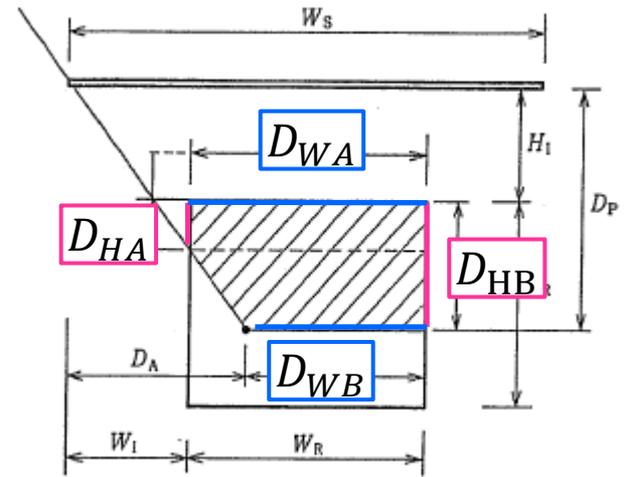
$$D_{WA} = \min\{\max(0, D'_{WA}), W_R\}$$

$$D'_{HB} = \begin{cases} (W_l + W_R) \frac{D_P}{D_A} - H_l & (W_l + W_R < D_A) \\ D_P - H_l & (W_l + W_R \geq D_A) \end{cases}$$

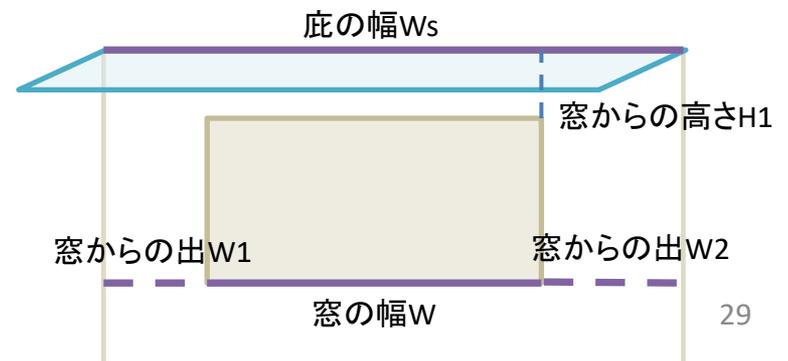
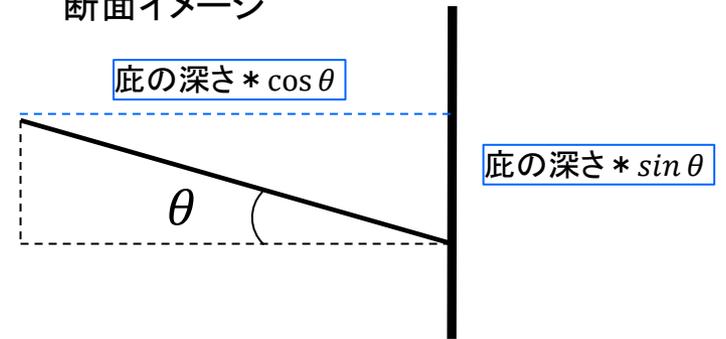
$$D_{HB} = \min\{\max(0, D'_{HB}), H_R\}$$

$$D'_{WB} = \begin{cases} (W_l + W_R) - D_A & (H_l + H_R \geq D_P) \\ (W_l + W_R) - (H_l + H_R) \frac{D_A}{D_P} & (H_l + H_R < D_P) \end{cases}$$

$$D_{WB} = \min\{\max(0, D'_{WB}), W_R\}$$



### 断面イメージ



# 参考(日射遮蔽)

## ○「Core weave shadow」 $A_{SDW}$ ひさしの計算方法

Function areaWeaveShadow(窓の幅, 窓の高さ, 見かけの太陽高度, 見かけの太陽方位角, 庇の深さ, 庇の幅, 窓からの高さ, 窓からの出1, 庇角度)

```
Dim tanφ As Double
Dim tanγ As Double
Dim cosθ As Double
Dim sinθ As Double
Dim Da, Da1, DP, 窓からの出2, 窓からの出 As Single
Dim Dha, Dhb, Dwa, Dwb, Dha1, Dhb1, Dwa1, Dwb1 As Single
Const pai = 3.141592
```

```
tanφ = Tan(見かけの太陽高度)
tanγ = Tan(見かけの太陽方位角)
cosθ = Cos(庇角度 * pai / 180)
sinθ = Sin(庇角度 * pai / 180)
```

```
Da1 = 庇の深さ * cosθ * tanγ
DP = 庇の深さ * cosθ * tanφ + 庇の深さ * sinθ
```

```
窓からの出2 = 庇の幅 - 窓からの出1 - 窓の幅
If Da1 > 0 Then
    窓からの出 = 窓からの出1
    Da = Da1
Else
    窓からの出 = 窓からの出2
    Da = Abs(Da1)
End If
```

'ゼ口割を防ぐため、Max(窓からの出, Da) > 0は応急処置

```
If DP > 0 And Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出, Da) > 0 Then
    Dha = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, 窓からの出 * DP / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出, Da) - 窓からの高さ), 窓の高さ)
    Dhb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) * DP / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出 + 窓の幅, Da) - 窓からの高さ), 窓の高さ)
```

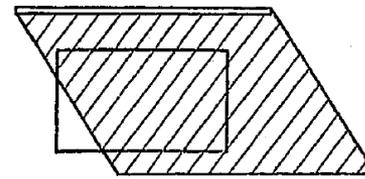
```
If 窓からの高さ < DP Then
    Dwa = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) - 窓からの高さ * Da / DP), 窓の幅)
```

```
Else
    Dwa = 0
End If
```

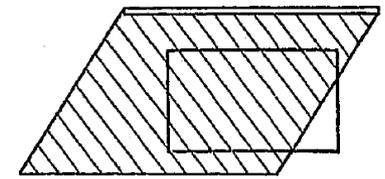
```
Dwb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) - (窓からの高さ + 窓の高さ) * Da / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの高さ + 窓の高さ, DP)), 窓の幅)
areaWeaveShadow = Dwa * Dha + (Dwa + Dwb) * (Dhb - Dha) / 2
```

```
Else
    areaWeaveShadow = 0
End If
```

End Function



①窓からの出1



②窓からの出2

$$\text{areaWeaveShadow} = Dwa * Dha + (Dwa + Dwb) * (Dhb - Dha) / 2$$

# 参考(日射遮蔽)

## ○「Core weave shadow」 $A_{SDW}$ ひさしの計算方法

Function areaWeaveShadow(窓の幅, 窓の高さ, 見かけの太陽高度, 見かけの太陽方位角, 庇の深さ, 庇の幅, 窓からの高さ, 窓か

```

Dim tanφ As Double
Dim tanγ As Double
Dim cosθ As Double
Dim sinθ As Double
Dim Da, Da1, DP, 窓からの出2, 窓からの出 As Single
Dim Dha, Dhb, Dwa, Dwb, Dha1, Dhb1, Dwa1, Dwb1 As Single
Const pai = 3.141592
    
```

```

tanφ = Tan(見かけの太陽高度)
tanγ = Tan(見かけの太陽方位角)
cosθ = Cos(庇角度 * pai / 180)
sinθ = Sin(庇角度 * pai / 180)
    
```

```

Da1 = 庇の深さ * cosθ * tanγ
DP = 庇の深さ * cosθ * tanφ + 庇の深さ * sinθ
    
```

```

窓からの出2 = 庇の幅 - 窓からの出1 - 窓の幅
    
```

```

If Da1 > 0 Then
    窓からの出 = 窓からの出1
    Da = Da1
    
```

```

Else
    窓からの出 = 窓からの出2
    Da = Abs(Da1)
    
```

```

End If
    
```

```

'ザ口割を防ぐため、Max(窓からの出, Da) > 0は応急処置
    
```

```

If DP > 0 And Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出, Da) > 0 Then
    Dha = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, 窓からの出 * DP / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出, Da) - 窓からの高さ), 窓の高さ)
    Dhb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) * DP / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出 + 窓の幅, Da) - 窓からの高さ), 窓の高さ)
    
```

```

If 窓からの高さ < DP Then
    Dwa = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) - 窓からの高さ * Da / DP), 窓の幅)
    
```

```

Else
    Dwa = 0
    
```

```

End If
Dwb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の幅) - (窓からの高さ + 窓の高さ) * Da / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの高さ + 窓の高さ, DP)), 窓の幅)
areaWeaveShadow = Dwa * Dha + (Dwa + Dwb) * (Dhb - Dha) / 2
    
```

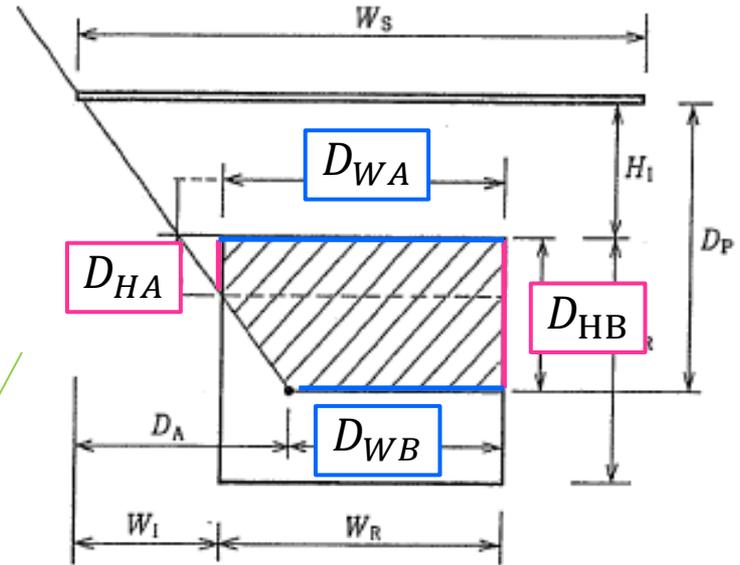
```

Else
    areaWeaveShadow = 0
    
```

```

End If
    
```

End Function



$$\text{areaWeaveShadow} = Dwa * Dha + (Dwa + Dwb) * (Dhb - Dha) / 2$$

# 参考(日射遮蔽)

## ○「Core weave shadow」 $A_{SDW}$ 袖壁の計算方法

左袖壁と右袖壁は負号を変更して求める

Function 左袖壁日影面積(窓の幅, 窓の高さ, 見かけの太陽高度, 見かけの太陽方位角, 袖壁の深さ, 袖壁の高さ, 窓からの距離, 窓からの出1 As Single) As Single

```
Dim  $\phi$ ,  $\gamma$  As Double
Dim tan $\phi$ , tan $\gamma$  As Double
Dim Da, Dp1 As Single
Dim DP, 窓からの出, 窓からの出2 As Single
 $\phi$  = Application.WorksheetFunction.Radians(見かけの太陽高度)
 $\gamma$  = Application.WorksheetFunction.Radians(見かけの太陽方位角)
tan $\phi$  = Tan( $\phi$ )
tan $\gamma$  = Tan( $\gamma$ )

Da = 袖壁の深さ * tan $\gamma$ 
Dp1 = 袖壁の深さ * tan $\phi$ 

If Da > 0 Then
    窓からの出2 = 袖壁の高さ - 窓からの出1
    If Dp1 > 0 Then
        窓からの出 = 窓からの出1
        DP = Dp1
    Else
        窓からの出 = 窓からの出2
        DP = Abs(Dp1)
    End If
    Dim Dha1, Dha, Dhb1, Dhb, Dwa1, Dwa, Dwb1, Dwb As Single
    Dwa = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, 窓からの出 * Da / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出, DP) - 窓からの距離), 窓の幅)
    Dwb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の高さ) * Da / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの出 + 窓の高さ, DP) - 窓からの距離), 窓の幅)
    If 窓からの距離 < Da Then
        Dha = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の高さ) - 窓からの距離 * DP / Da), 窓の高さ)
    Else
        Dha = 0
    End If
    Dhb = Application.WorksheetFunction.Min(Application.WorksheetFunction.Max(0, (窓からの出 + 窓の高さ) - (窓からの距離 + 窓の幅) * DP / Application.WorksheetFunction.Max(窓からの距離 + 窓の幅, Da)), 窓の高さ)
    左袖壁日影面積 = Dwa * Dha + (Dha + Dhb) * (Dwb - Dwa) / 2
Else
    左袖壁日影面積 = 0
End If
End Function
```

$$\text{左袖壁日影面積} = Dwa * Dha + (Dha + Dhb) * (Dwb - Dwa) / 2$$