

## 第6章 窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷

### 6.1 はじめに

ここまで、第2章および第3章では窓の日射熱取得率の測定法と計算法について、また第4章では窓の熱貫流率の計算法について、主に欧米や国際規格 ISO の評価法の現況を踏まえながら、日本国内で原案策定中の工業規格 JIS 案による窓の熱貫流率および日射熱取得率の評価結果についてその妥当性を検証した。

窓が住宅や建築物の省エネルギーに及ぼす影響が多大であることは言うまでもなく、特に本報告書で主眼にする窓の断熱性能（熱貫流率）と日射取得／日射遮蔽性能（日射熱取得率）は、住宅と建築物の暖冷房に起因するエネルギー使用量に直結するパラメータとなる。それゆえ、窓の熱貫流率と日射熱取得率を正確に評価することが最終目的なのではなく、それらは過程であって、本来の目的は、これらのパラメータをうまく利用することによって、住宅と建築物の省エネルギー性を合理的に評価する手法を構築し、エネルギー使用のさらなる削減を達成することであることを今一度認識すべきと考える。

例えば、欧州のような寒冷地においては暖房エネルギーが支配的となるために、高断熱かつ日射取得の窓が普及しており、実際に日本の住宅省エネ基準で求められる窓の断熱性能は欧州のそれに比べて足下にも及ばない。また、東南アジアなど蒸暑地においては一年を通して冷房使用のため、省エネルギーのためには第一に窓の日射遮蔽が重要となり、従来から熱線反射ガラスが多く用いられている。一方、日本においては、北海道のような寒冷地から沖縄の蒸暑地まで気候区分はバリエーションに富んでいて、その間には東京、大阪、名古屋、福岡など大都市圏を含む温暖地が存在する。住宅戸数、建築物棟数が集中するこの温暖地の省エネルギーを図ることが日本全体の省エネルギーに大きく寄与することは自明である。しかし、温暖地では、冬の暖房も夏の冷房も、寒冷地や蒸暑地に比べて少ないけれども、それなりにエネルギー使用するがゆえに、暖冷房エネルギー削減のための窓の断熱性能と日射取得／日射遮蔽性能は単純な一方向でなく、多少複雑となる。

本章では、まず、日本において住宅熱負荷計算に最もよく使用されるソフトウェアの一つである“AE-Sim/Heat”をカスタマイズして、窓フレームの影、複層ガラス入射角特性、ブラインドスラット角と太陽位置の関係、屋外風向風速をパラメータとして窓の熱貫流率と日射熱取得率が時々刻々と変化することを考慮できるよう改良し、それらの考慮の有無の暖冷房負荷への影響を検証した。次に、ISO 規格に規定されている窓のエネルギー性能（WEP; Window Energy Performance）の考え方を日本の気候と標準的な住宅に適用させるための改良を行い、WEP の計算結果をもとに日本の住宅の窓が目指すべき熱性能の方向を論じる。

## 6.2 詳細な窓の性能を考慮した住宅用熱負荷への影響の検討

建物の熱負荷の中で、日射による熱エネルギーの影響は大きい。建物内に取得すれば、冬期の暖房負荷は軽減され、夏期の冷房負荷は増大する。この日射による熱エネルギーを建物内に取り込む役割が開口部であり、この取得熱量を正しく評価できなければ、建物の熱負荷計算は正しく評価できない。

国内の住宅用熱負荷計算には、SMASH<sup>1)</sup>や AE-Sim/Heat<sup>2)</sup>といった計算プログラムが用いられることが一般的である。これらのプログラムは、標準気象データから日射の直達成分と散乱成分（地物反射成分含む）を窓の設置方位及び日射の入射角特性を考慮して計算を行っているが、直達成分の入射角度特性の算出式は、3mm 単板の角度特性と一致する。そのため、多層ガラス時の多重反射の影響が考慮できていないことが分かる。

また、窓の遮熱性能は省エネルギー基準に基づきフレームを考慮しないガラスのみの遮蔽係数（SC 値）を伝熱開口面積に乗じているため、本来存在するフレーム部分もガラスとして透過しているとみなされ、年間を通して室内に取得する熱量が大きく見積もられる。

ここでは住宅用熱負荷計算ソフトをカスタマイズして窓フレーム面積、窓フレームからガラス面へ落とす影、ガラスの多重反射、遮蔽物の有無が建物の熱負荷にどの程度影響があるか日射を直達成分と散乱成分に分けて検証する。

また、断熱性能に関して、窓は壁・床等の他の部位と比較すると熱的に「薄い」ため、内外表面熱伝達抵抗によって大きく影響を受ける。熱負荷計算や熱損失係数に適用する場合には、より地域やロケーション・建築自体の特性を反映した設定が必要であることから、国内外の文献を調査し、風向・風速によって変化する対流熱伝達率の違いがどの程度影響するのか変化の度合いを確認し、住宅用熱負荷計算ソフトをカスタマイズして建物の熱負荷への影響を確認する。

### 6.2.1 窓の遮熱性能に特化した AE-Sim/Heat カスタマイズ仕様

#### [1] 現行 AE-Sim/Heat の計算仕様

現行 AE-Sim/Heat<sup>2)</sup>の窓の熱性能は以下の仕様で計算されている。

窓の熱貫流率及び日射熱取得率（日射遮蔽係数）は、ユーザーが性能値を設定することができる。一般的に断熱性能はフレームを考慮した窓全体の熱貫流率を入力するが、遮熱性能はガラスの透過率  $\tau$ 、反射率  $\rho$ 、日射遮蔽係数  $SC$  を入力する形態となっており、フレーム部の面積及び、熱性能は考慮されていない。

- 窓寸法  $W, H$  (伝熱開口寸法)
- 窓の熱貫流率
 

昼	$U_w$
夜	$U_w$
- 窓の遮蔽係数
 

夏期	$SC_r, SC_c$
中間期	$SC_r, SC_c$
冬期	$SC_r, SC_c$

入力された窓の熱性能を基にプログラム内で熱負荷計算時以下の計算を行っている。

- 斜入射特性

直達日射に対する FL3 の日射熱取得率の入射角特性

$$\eta_{FL3}(\theta) = 2.3920 \cdot \cos \theta - 3.8636 \cdot \cos^3 \theta + 3.7568 \cdot \cos^5 \theta - 1.3952 \cdot \cos^7 \theta \quad (6.2.1.1-1)$$

ここで

$\theta$  : 入射角

- 散乱日射特性

散乱日射に対する FL3 の日射熱取得率

$$\bar{\eta}_{FL3} = 0.81 \quad (6.2.1.1-2)$$

- 窓の日射熱取得

$$\begin{aligned} Q_r &= I_{dir} \cdot \eta_{FL3}(\theta) \cdot SC_r + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_{FL3} \cdot SC_r \\ Q_c &= I_{dir} \cdot \eta_{FL3}(\theta) \cdot SC_c + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_{FL3} \cdot SC_c \end{aligned} \quad (6.2.1.1-3)$$

ここで

$Q_r$  : 日射熱取得の放射成分 [W/m<sup>2</sup>]

$Q_c$  : 日射熱取得の対流成分 [W/m<sup>2</sup>]

$I_{dir}$  : 窓面直達日射量 [W/m<sup>2</sup>]

$I_{diff}$  : 窓面拡散日射量 [W/m<sup>2</sup>]

[2] カスタマイズ計算仕様

現行計算プログラムを極力変更せずに開口部の仕様をカスタマイズすることを試みた。

• 前提条件

日射の直接透過分は日射熱取得率の放射成分に、吸収日射の半分ずつが日射熱取得率の放射成分と対流成分に分けられると仮定する。

$$\eta_r = \tau + \frac{1}{2} \sum N_i \cdot \alpha_i \quad (6.2.1.2-1)$$

$$\eta_c = \frac{1}{2} \sum N_i \cdot \alpha_i$$

ここで

$N_i$  :  $i$ 層の日射吸収が室内側へ再放出される割合 [-]

$\alpha_i$  :  $i$ 層の日射吸収率 [-]

• 直達日射に対する日射熱取得率

$$\eta_r(\theta) = \frac{1}{2}(\eta(\theta) + \tau(\theta)) = \frac{1}{2}(\eta_0 \cdot \eta_n(\theta) + \tau_0 \cdot \tau_n(\theta)) \quad (6.2.1.2-2)$$

$$\eta_c(\theta) = \frac{1}{2}(\eta(\theta) - \tau(\theta)) = \frac{1}{2}(\eta_0 \cdot \eta_n(\theta) - \tau_0 \cdot \tau_n(\theta))$$

ここで

$\eta_r(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する日射熱取得率の放射成分 [-]

$\eta_c(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する日射熱取得率の対流成分 [-]

$\eta(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する日射熱取得率 (放射+対流) [-]

$\tau(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する日射透過率 [-]

$\eta_0$  : 垂直入射に対する日射熱取得率 (放射+対流) [-]

$\tau_0$  : 垂直入射に対する日射透過率 [-]

$\eta_n(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する基準化日射熱取得率 (R+C) [-]

$\tau_n(\theta)$  : 入射角  $\theta$ に対する基準化日射透過率 [-]

※ 基準化日射熱取得率および基準化日射透過率は、入射角  $0^\circ$  (垂直入射) で"1", 入射角  $90^\circ$ で"0"となる窓品種ごとの曲線を表す。

• 散乱日射に対する日射熱取得率

$$\bar{\eta}_r = \frac{1}{2}(\bar{\eta} + \bar{\tau}) = \frac{1}{2}(\eta_0 \cdot \bar{\eta}_n + \tau_0 \cdot \bar{\tau}_n) \quad (6.2.1.2-3)$$

$$\bar{\eta}_c = \frac{1}{2}(\bar{\eta} - \bar{\tau}) = \frac{1}{2}(\eta_0 \cdot \bar{\eta}_n - \tau_0 \cdot \bar{\tau}_n)$$

ここで

- $\bar{\eta}_r$  : 散乱入射に対する日射熱取得率の放射成分 [-]
- $\bar{\eta}_c$  : 散乱入射に対する日射熱取得率の対流成分 [-]
- $\bar{\eta}$  : 散乱入射に対する日射熱取得率 (放射+対流) [-]
- $\bar{\tau}$  : 散乱入射に対する日射透過率 [-]
- $\eta_0$  : 垂直入射に対する日射熱取得率 (放射+対流) [-]
- $\tau_0$  : 垂直入射に対する日射透過率 [-]
- $\bar{\eta}_n$  : 散乱入射に対する基準化日射熱取得率 (R+C) [-]
- $\bar{\tau}_n$  : 散乱入射に対する基準化日射透過率 [-]

- 窓の日射熱取得

フレーム自身がフレームに落とす影の影響も考慮した以下の式で検討をする。フレームからガラス面に落とす影の影響は日射熱取得低減効果( $S(\theta)$ )として考慮する。

$$Q_r = \{I_{dir} \cdot \eta_r(\theta) \cdot S_f(\theta) + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_r \cdot \bar{S}_f\} \cdot (1 - \beta_f) + \frac{1}{2} \{I_{dir} \cdot \eta_f(\theta) + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_f\} \cdot \beta_f \quad (6.2.1.2-4)$$

$$Q_c = \{I_{dir} \cdot \eta_c(\theta) \cdot S_f(\theta) + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_c \cdot \bar{S}_f\} \cdot (1 - \beta_f) + \frac{1}{2} \{I_{dir} \cdot \eta_f(\theta) + I_{diff} \cdot \bar{\eta}_f\} \cdot \beta_f$$

ここで、

- $\eta_f$  : フレームの日射熱取得率 [-]
- $\beta_f$  : フレーム面積率 [-]
- $S(\theta)$  : 直達光に対するフレーム影による日射熱取得低減効果 [-]
- $\bar{S}_f$  : 拡散光に対するフレームの影響による日射熱取得低減効果 [-]
- $\eta_f(\theta)$  : 直達日射に対するフレーム日射熱取得率 [-]
- $\bar{\eta}_f$  : 散乱日射に対するフレーム日射熱取得率 [-]

- 遮蔽係数入力値から垂直入射に対する日射熱取得率と日射透過率の換算

$$\eta_0 = \eta_r + \eta_c = 0.88 \cdot (SC_r + SC_c) \quad (6.2.1.2-5)$$

$$\tau_0 = \eta_r - \eta_c = 0.88 \cdot (SC_r - SC_c)$$

ここで

- $SC_c$  : 遮蔽係数の放射成分 [-]
- $SC_r$  : 遮蔽係数の対流成分 [-]

カスタマイズをおこなったのは、プログラム内で自動計算されているガラスの入射角度特性計算及び散乱日射時の日射熱取得率と、フレーム部の面積、日射熱取得率、フレームから落とす影の影響部分である。その他は従来計算プログラムとしている。

斜入射時にフレームからガラス面へ落とす影は、太陽の方位や高度からの影響がある。この影響が方位や高度によらず同程度であれば、入射角度から簡易に算出できる。

しかし、図 6.2.1.2-1 に示すような室内側に設置されたブラインドを考慮して斜入射計算する場合、入射角度は同じでも太陽高度と方位が異なれば、ガラスとブラインドで構成されたグレーディング複合体の透過率  $\tau$ 、日射熱取得率  $\eta$  は異なる値を示す。また、フレームからガラス面に落とす影の影響については、図 6.2.1.2-2 に示すようにフレームからガラス面に落とす影の占める割合は小さくても、ガラス面から離れた位置で設置されたブラインド等の遮蔽物に落とす影の占める割合は大きい。これらの理由により、ここでは太陽高度と方位角の組み合わせで透過率  $\tau_{glz}$  と日射熱取得率  $\eta_{glz}$  を入力する方法を採用した。

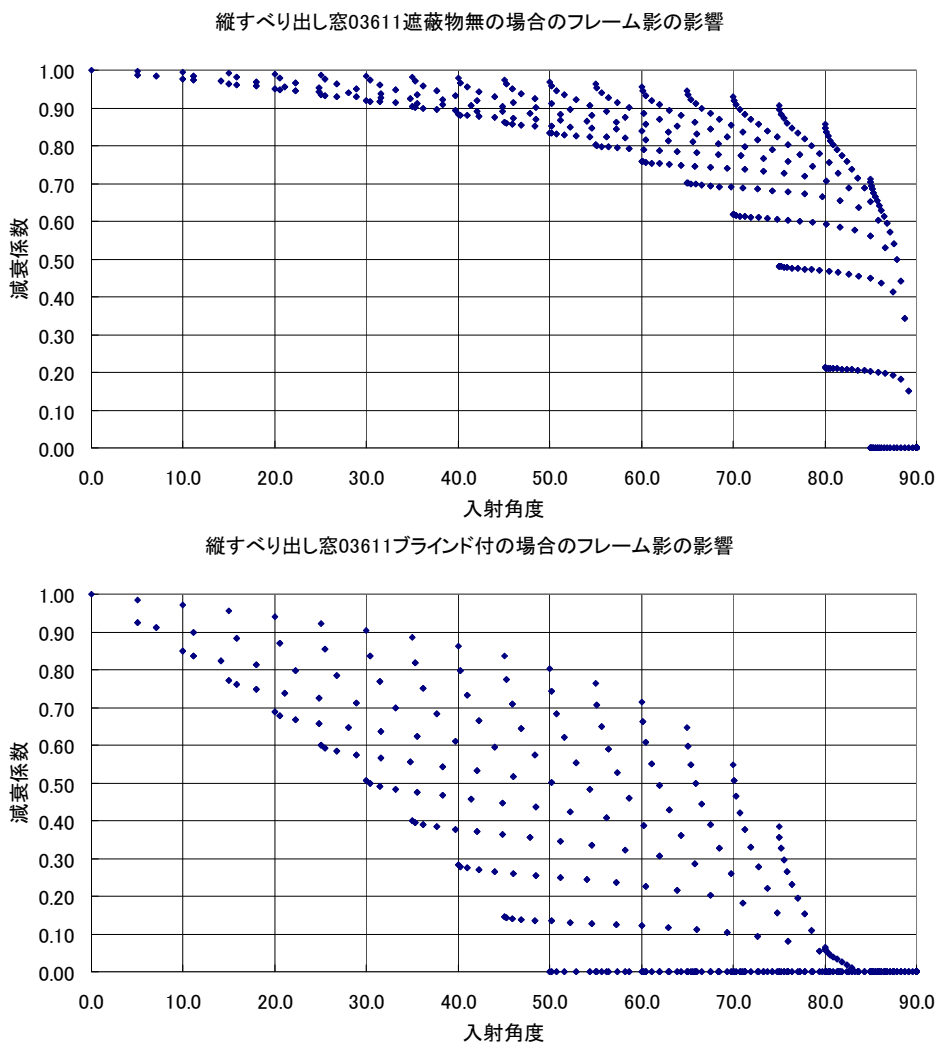
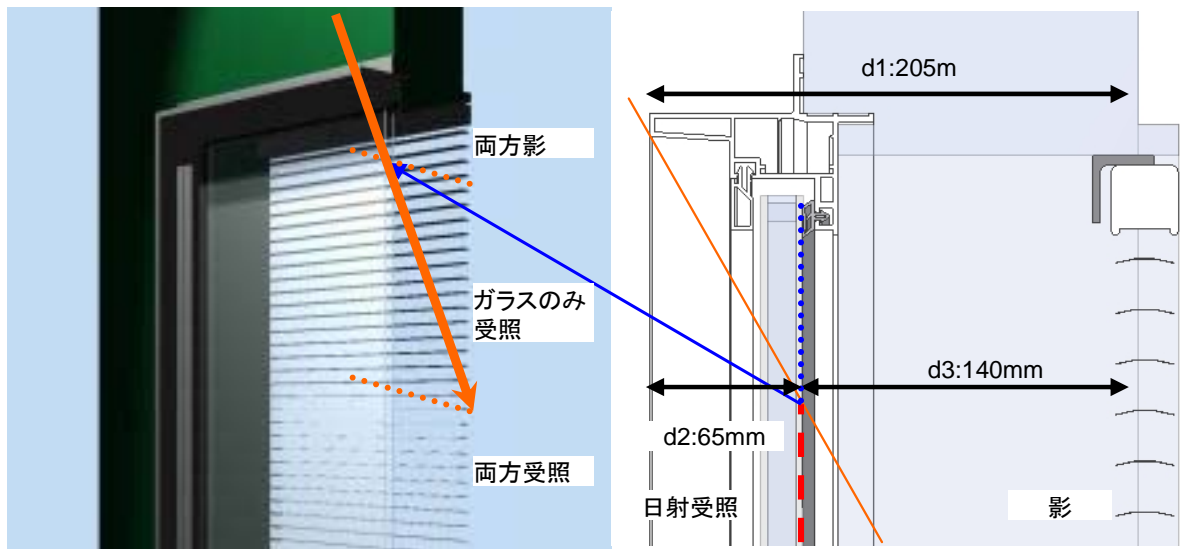
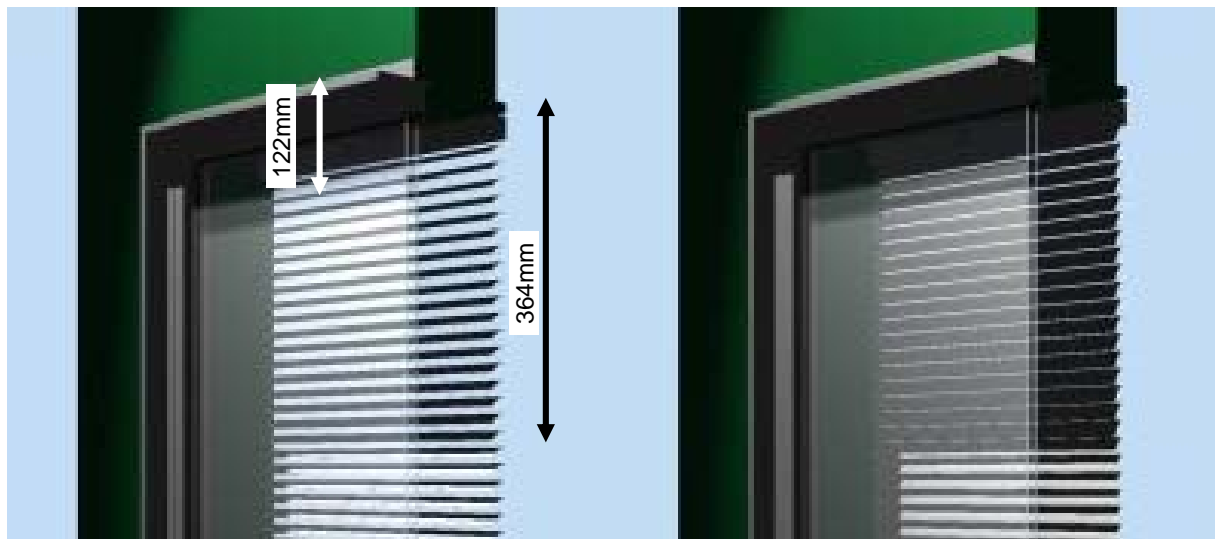


図 6.2.1.2-2 入射角度と減衰係数の比較



a) スラット角度  $0^\circ$  (太陽高度:  $60^\circ$ , 方位角:  $20^\circ$ , 入射角:  $62^\circ$ )



b) スラット角度  $30^\circ$

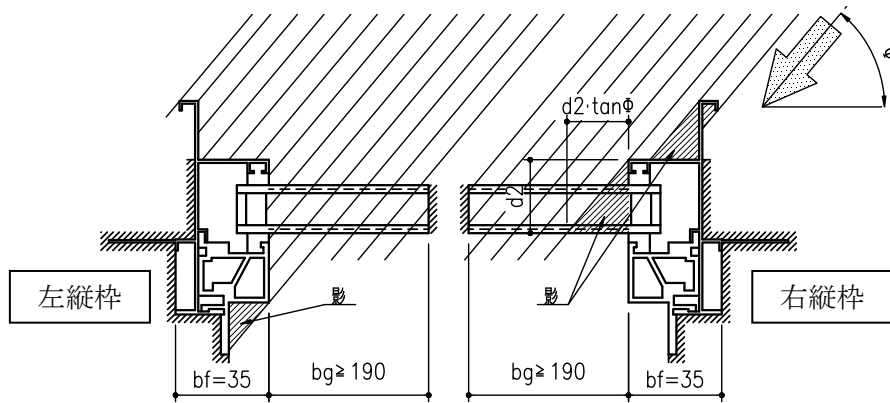
c) スラット角度  $60^\circ$

図 6. 2. 1. 2-1 斜入射によってフレームから落とす影のイメージ

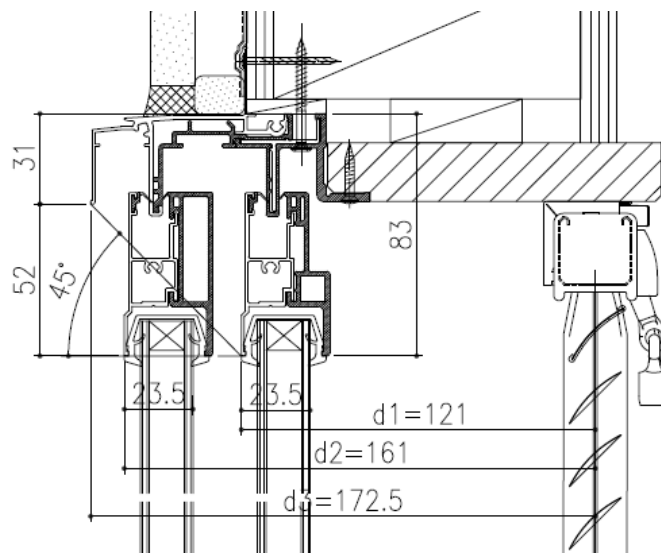
[3] フレーム

斜入射に対するフレームの日射熱取得率の値は窓全体に対して影響が小さいため、フレームの日射熱取得率 ( $\eta_f$ ) は 0 とし、フレームからガラス面及び遮蔽物面に落とす影長さ及び影面積を図 6.2.1.3-1 に示すような方法で算出した。

図 6.2.1.3-1 b) に示す引違い窓の内障子側の場合は太陽高度が 45 度以上でないと枠から影を落とすことはない。また、外障子側の場合は障子と枠の見込み寸法が小さいため、枠から影を落とすことはほぼない。影はフレームからフレームに落とす場合もあるが、ここではフレームの日射熱取得率は算出していないため、影長さはガラス面もしくは遮蔽物面に落とす場合のみを考慮すればよい。角度によって影を落とす始点は変わるが、これらを考慮してガラス面と遮蔽物に落とすフレームの影長さは算出している。



a) FIX 窓単体の縦枠部 (方位側)



b) 引違い窓+遮蔽物 (内付ブラインド) の上枠 (高度側)

図 6.2.1.3-1 斜入射を考慮したフレームから落とす影長さ算出例



[4] グレージング複合体

グレージング複合体への日射の斜入射時の日射熱取得率（斜入射特性）を AE-Sim/Heat へ入力するために、ガラスと内付け横型ブラインドの組み合わせにおける斜入射特性を計算するプログラムを作成した。拡散材料でない板ガラスならば斜入射特性は窓面法線に対する入射角  $\theta$  のみで表せ、また、横型ブラインドでは従来から入射光のプロファイル角  $\phi$  で整理される（図 6.2.1.4-1～6.2.1.4.3）。しかし、これらの組み合わせであるグレージング複合体では、その両方を扱うために斜入射の変数として太陽方位角  $\gamma$  と太陽高度  $h$  を用いることとした。これらの角度の関係は、式(6.2.1.4-1)と式(6.2.1.4-2)で表せる。

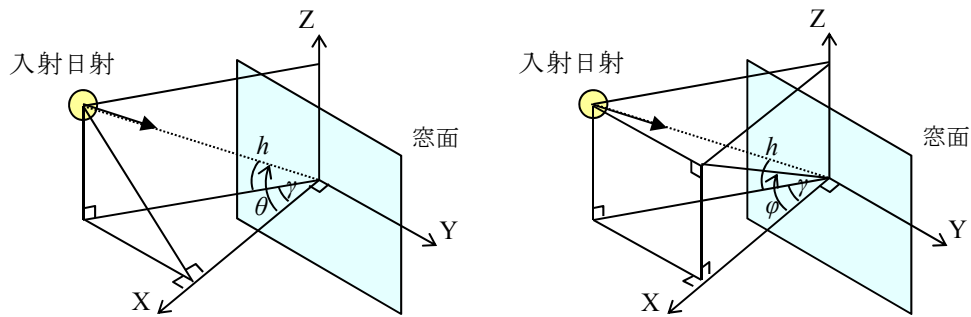
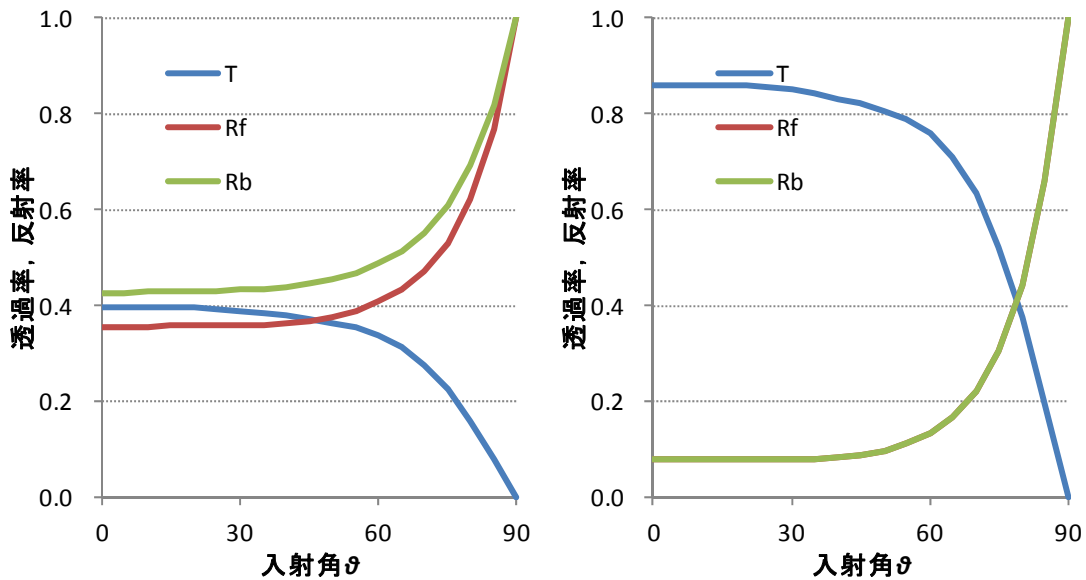


図 6.2.1.4-1 入射角  $\theta$  とプロファイル角  $\phi$



a) Low-E ガラス 3 ミリ

b) 透明ガラス 3 ミリ

図 6.2.1.4-2 板ガラスの斜入射日射特性の例

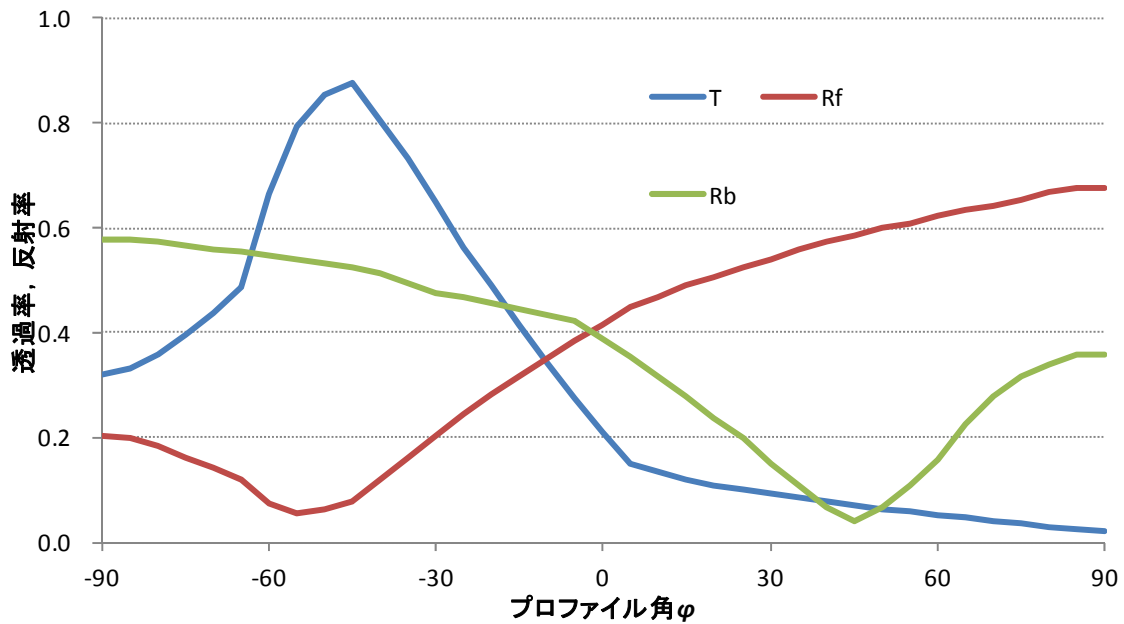


図 6.2.1.4-3 横型ブラインドの斜入射日射特性の例（スラット角 45° の場合）

$$\cos \theta = \cos h \cdot \cos \gamma \quad (6.2.1.4-1)$$

$$\tan \phi = \frac{\tan h}{\cos \gamma} \quad (6.2.1.4-2)$$

ここで、 $\theta$  : 入射角  
 $\phi$  : プロファイル角  
 $h$  : 太陽高度（窓面法線に対する）  
 $\gamma$  : 太陽方位角（窓面法線に対する）

グレージング複合体の日射熱取得率の斜入射特性の計算は以下の条件で行った。

ガラス 3 種類×内付け横型ブラインド 4 種類＝合計 12 種類

ガラス： ①透明複層ガラス（FL3-A12-FL3）  
 ②日射取得型 Low-E 複層ガラス（FL3-A12-\*NFL3LE）  
 ③日射遮蔽型 Low-E 複層ガラス（RSFL3AG6\*-A12-FL3）

ブラインド：①なし，②スラット角 45°，③0°，④-45°

スラット： C407（拡散反射率 0.672，鏡面反射率 0.044）  
 深さ d=2.2mm，間隔 S=21.5mm，幅 W=24.6mm

環境条件： 冬期（室外 0°C，室内 20°C，日射量 300W/m<sup>2</sup>），室内外表面熱伝達係数は遮熱性能計算法 JIS 案のとおり。

その他： ガラスの入射角特性およびブラインドのプロファイル角特性は遮熱性能計算法 JIS 案附属書の方法に従った。ガラスと内付けブラインドとの間の中空層

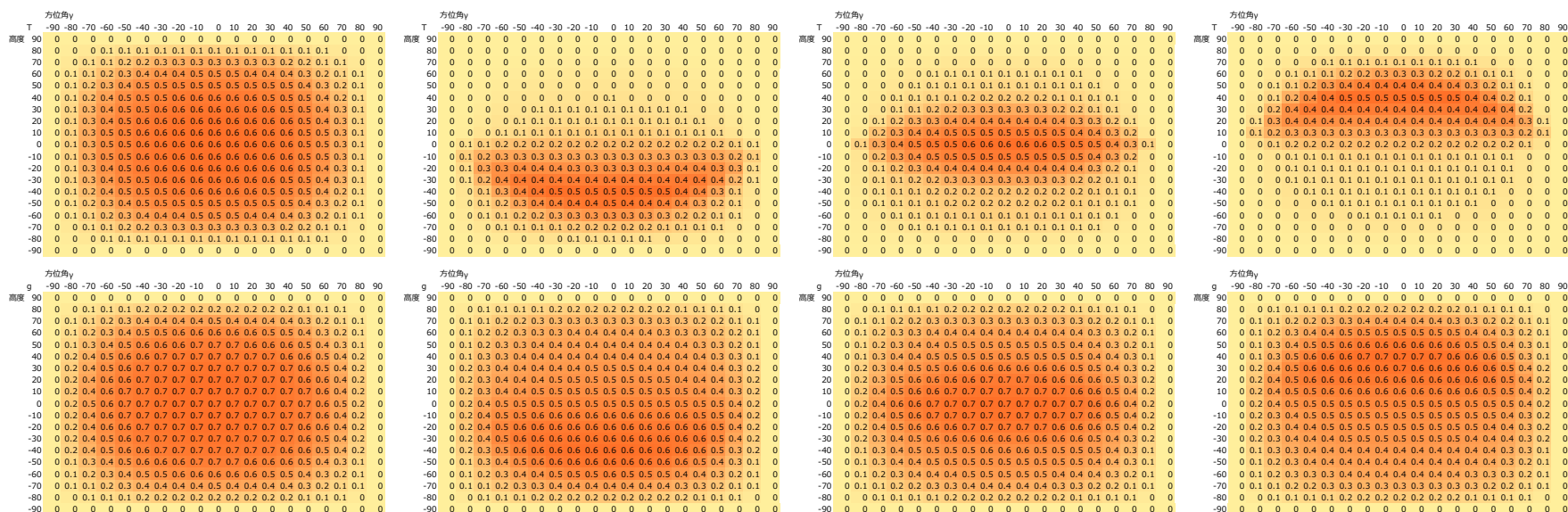
熱抵抗は  $0.035\text{m}^2\text{K/W}$  で一定とし、内付けブラインドに吸収された日射熱の室内への再放出割合は、熱抵抗の比に応じて算出した ( $N_3 \neq 1$ )。

グレーディング複合体としての日射透過率および、日射熱取得率の斜入射特性分布の計算結果を図 6.2.1.4-5~6.2.1.4-7 に示す。なお、これら分布図の横軸は太陽方位角  $\gamma$  が  $-90^\circ \sim 90^\circ$ 、縦軸は太陽高度  $h$  が  $90^\circ \sim -90^\circ$  であり、それらの組み合わせで日射の斜入射方向を表している。図 6.2.1.4-4 に一例を示す。

		方位角 $\gamma$																			
		g	-89.9	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	89.9
高度 h	89.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04	0.02	0.00
	70	0.00	0.04	0.08	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.11	0.08	0.04	0.00
	60	0.00	0.06	0.11	0.14	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.14	0.11	0.06	0.00
	50	0.00	0.07	0.13	0.17	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.17	0.13	0.07	0.00
	40	0.00	0.09	0.15	0.18	0.20	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.20	0.18	0.15	0.09	0.00
	30	0.00	0.10	0.16	0.20	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.20	0.16	0.10	0.00
	20	0.00	0.10	0.17	0.21	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.21	0.17	0.10	0.00	0.00
	10	0.00	0.11	0.18	0.22	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22	0.18	0.11	0.00
	0	0.00	0.12	0.20	0.24	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.24	0.20	0.12	0.00
	-10	0.00	0.13	0.23	0.27	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.27	0.23	0.13	0.00
	-20	0.00	0.12	0.24	0.29	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.29	0.24	0.12	0.00
	-30	0.00	0.11	0.21	0.29	0.32	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.29	0.21	0.11	0.00
	-40	0.00	0.10	0.19	0.26	0.31	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.31	0.26	0.19	0.10	0.00
	-50	0.00	0.08	0.16	0.22	0.27	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.31	0.27	0.22	0.16	0.08	0.00
	-60	0.00	0.06	0.12	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.31	0.30	0.29	0.27	0.25	0.22	0.18	0.12	0.06	0.00	0.00
	-70	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00	0.00
	-80	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	0.00
	-90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

図 6.2.1.4-4 斜入射日射特性分布の一例





a) ブラインドなし                      b) スラット 45° (外倒し)                      c) スラット 0° (水平)                      d) スラット -45° (内倒し)

図 6.2.1.4-6 日射取得型 Low-E 複層ガラス+内付け横型ブラインドの斜入射日射特性の分布

上段：日射透過率，下段：日射熱取得率

横軸：太陽方位角  $y$  ( $-90^\circ \sim 90^\circ$ )，縦軸：太陽高度  $h$  ( $90^\circ \sim -90^\circ$ )



太陽方位角と太陽高度との組み合わせにより窓面を覆う半球上の斜入射日射特性の分布が得られたので、次に、この結果から以下の方法により半球積分を行い、半球日射特性を算出する。

中心が窓面上にあり、窓面を覆う半径  $r$  の半球を考える。半球中心から半球上の微小面積  $dA$  への形態係数  $dF$  は以下となる。

$$dF = \frac{\cos \theta}{\pi \cdot r^2} dA \quad (6.2.1.4-3)$$

ここで、 $\theta$  :  $dA$  から半球中心への入射角  
 $r$  : 半球の半径

ある光学特性の半球上の分布が既知ならば、式(6.2.1.4-3)の形態係数  $dF$  を重みとして積分することで、半球に対する光学特性が得られる。半球上の位置は窓面法線に対する窓面法線に対する方位角  $\gamma$  と高度  $h$  を用いて表す。

$$T = \frac{\int_A \tau(\gamma, h) \cdot \frac{\cos \theta}{\pi \cdot r^2} dA}{\int_A \frac{\cos \theta}{\pi \cdot r^2} dA} \quad (6.2.1.4-4)$$

ここで、  
 $T$  : 半球に対する光学特性  
 $\tau(\gamma, h)$  : 光学特性の半球分布  
 $\gamma$  : 微小面積の窓面法線に対する方位角  
 $h$  : 微小面積の窓面法線に対する高度

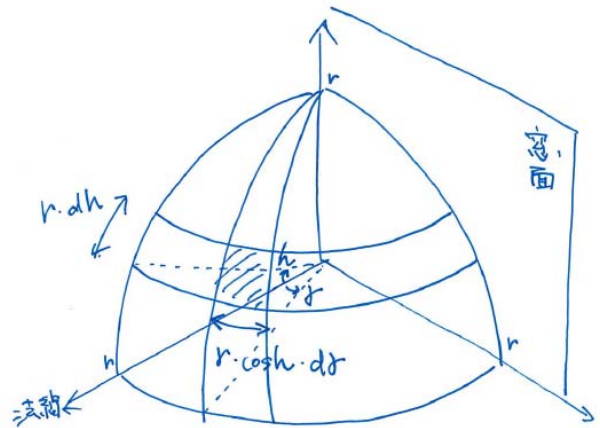


図 6.2.1.4-8 窓面を覆う半球と微小要素

また、入射角  $\theta$  と微小面積  $dA$  は以下のように表せる。

$$\cos \theta = \cos h \cdot \cos \gamma \quad (6.2.1.4-5)$$

$$dA = r^2 \cdot \cos h \cdot dh \cdot d\gamma \quad (6.2.1.4-6)$$

よって、式(6.2.1.4-4)は次式で計算される。

$$T = \frac{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \tau(\gamma, h) \cdot \cos^2 h \cdot \cos \gamma \cdot dh \cdot d\gamma}{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 h \cdot \cos \gamma \cdot dh \cdot d\gamma} \quad (6.2.1.4-7)$$

ガラス3種類×内付け横型ブラインド4種類＝合計12種類の斜入射日射特性の計算結果から半球積分により半球日射透過率 T と半球日射熱取得率 g を求めた結果を表 6.2.1.4-1 に示す。

表 6.2.1.4-1 半球日射透過率 T と半球日射熱取得率 g

	透明複層		日射取得型 Low-E 複層		日射遮蔽型 Low-E 複層	
	T	g	T	g	T	g
BLなし	0.622	0.684	0.292	0.336	0.502	0.630
BL45°	0.234	0.469	0.118	0.256	0.189	0.477
BL0°	0.357	0.569	0.174	0.294	0.289	0.547
BL-45°	0.237	0.488	0.118	0.263	0.191	0.489

これらの斜入射日射特性と半球日射特性を、カスタマイズされた AE-Sim/Heat に入力して年間暖冷房負荷の計算を実施した。

[5] 開口部全体

フレームから落とす影面積はガラス面では小さいが、遮蔽物まで含めると大きい。実際の斜入射を想定すると図 6.2.1.5-1 に示すように、ガラス面には日射があたるが、遮蔽物面では日射があたらない面積の割合が多くなる。このような場合、ガラス面で吸収した熱を日射が当たってない遮蔽物面に再放熱することになるが、ここでは、この面積部分からの直達光に対する日射熱取得率はないものとする。

図の場合、高度 60°、方位 60°（入射角度：75.5°）のとき、日射熱取得率低減効果  $Sf(\theta)$ ：0.563 となる。

※ブラインドスラットの角度は一定のまま年間負荷を計算する仕様のため、季節によるスラット角度の変更は、モデルを変えて計算し、計算結果の月別データを編集する方法とする。

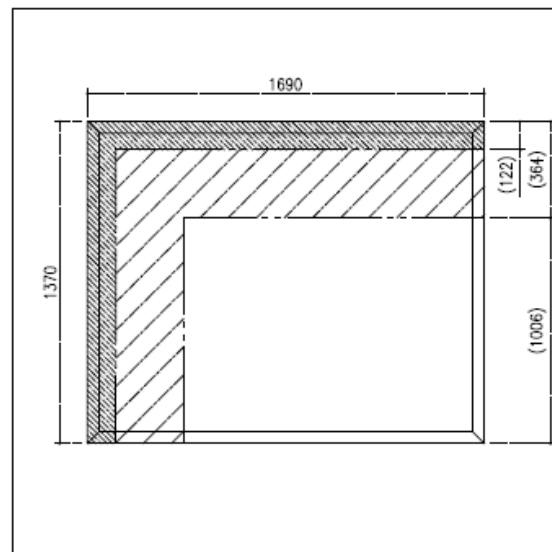


図 6.2.1.5-1 フレームから落とす影長さ



[6] カスタマイズデータ入力方法

昨年度実施した窓単体の考え方を応用して、遮蔽物があった場合のグレーディング複合体の計算方法とし、入射角度から方位・高度に分けたデータとした。

ガラス特性の内容は、Excel 等で「InputWindowProperty.csv」というファイルに記述し、SimHeat の実行ファイル (SimHeat.exe) のあるフォルダに置く。通常は以下のフォルダとする。

C:\Program Files\AE-CAD\SimHeat\bin

InputWindowProperty.csv の書式は以下とする (Excel で編集する場合)。

① ガラス特性の定義

ガラス 1 種類につき、まず [Glass], ID,  $\eta_0$ ,  $\tau_0$  の順に記述します。ID は 1 からの昇順として下さい。

2 行目は A 列を " $\eta(\theta)$ " とし、B 列以降にガラス特性を定義する方位角 [度] を記述します。方位角は -90 から始め、+90 で終了して下さい (角度の間隔は自由)。

3 行目以降は、A 列を傾斜角 [度]、B 列以降は該当する方位角・傾斜角における  $\eta$  の値を記述します。傾斜角は +90 から始め、-90 で終了して下さい (角度の間隔は自由)。

続いて、A 列を " $\tau(\theta)$ " として下さい。B 列以降はガラス特性を定義する方位角 [度] を記述しますが、 $\eta(\theta)$  で定義した値と同じ値にして下さい。

$\eta$  と同様、A 列を傾斜角 [度]、B 列以降は該当する方位角・傾斜角における  $\tau$  の値を記述します。傾斜角は +90 から始め、-90 で終了して下さい (角度の間隔は自由)。

最後に、A 列を "hemi" とし、B 列を散乱日射用の  $\eta$ 、C 列に同じく  $\tau$  を記入して下さい。この行が (一つの) ガラスデータ定義終了のラベルとなります。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	[Glass]	1	0.792	0.745								
2	$\eta(\theta)$	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10
3	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	80	0	0.051	0.107	0.162	0.214	0.259	0.296	0.324	0.34	0.346	0.34
5	70	0	0.107	0.225	0.34	0.441	0.524	0.586	0.629	0.654	0.662	0.654
6	60	0	0.162	0.34	0.501	0.629	0.722	0.785	0.824	0.845	0.852	0.845
7	50	0	0.214	0.441	0.629	0.761	0.845	0.894	0.912	0.919	0.921	0.919
8	40	0	0.259	0.524	0.722	0.845	0.912	0.947	0.964	0.969	0.973	0.969
9	30	0	0.296	0.586	0.785	0.894	0.947	0.972	0.984	0.989	0.991	0.989
10	20	0	0.324	0.629	0.824	0.921	0.964	0.984	0.991	0.993	0.995	0.993
11	10	0	0.34	0.654	0.845	0.935	0.973	0.991	0.995	0.997	0.998	0.997
12	0	0	0.346	0.662	0.852	0.939	0.975	0.992	0.995	0.997	0.998	0.997
13	-10	0	0.34	0.654	0.845	0.935	0.973	0.991	0.995	0.997	0.998	0.997
14	-20	0	0.324	0.629	0.824	0.921	0.964	0.984	0.991	0.993	0.995	0.993
15	-30	0	0.296	0.586	0.785	0.894	0.947	0.972	0.984	0.989	0.991	0.989
16	-40	0	0.259	0.524	0.722	0.845	0.912	0.947	0.964	0.969	0.973	0.969
17	-50	0	0.214	0.441	0.629	0.761	0.845	0.894	0.921	0.935	0.939	0.935
18	-60	0	0.162	0.34	0.501	0.629	0.722	0.785	0.824	0.845	0.852	0.845
19	-70	0	0.107	0.225	0.34	0.441	0.524	0.586	0.629	0.654	0.662	0.654
20	-80	0	0.051	0.107	0.162	0.214	0.259	0.296	0.324	0.34	0.346	0.34
21	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	$\tau(\theta)$	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10
23	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	80	0	0.036	0.081	0.13	0.178	0.221	0.257	0.284	0.301	0.307	0.301
25	70	0	0.081	0.189	0.301	0.404	0.49	0.555	0.607	0.635	0.646	0.635
26	60	0	0.13	0.301	0.466	0.6	0.699	0.766	0.829	0.881	0.912	0.919
27	50	0	0.178	0.404	0.6	0.741	0.829	0.881	0.912	0.929	0.941	0.929
28	40	0	0.221	0.49	0.699	0.829	0.9	0.937	0.955	0.966	0.97	0.966
29	30	0	0.257	0.555	0.766	0.881	0.937	0.964	0.975	0.979	0.981	0.979
30	20	0	0.284	0.6	0.807	0.91	0.956	0.98	0.993	0.999	1	0.999
31	10	0	0.301	0.627	0.829	0.924	0.966	0.988	0.999	1	1	1
32	0	0	0.307	0.635	0.836	0.928	0.969	0.99	0.999	1	1	1
33	-10	0	0.301	0.627	0.829	0.924	0.966	0.988	0.999	1	1	1
34	-20	0	0.284	0.6	0.807	0.91	0.956	0.98	0.993	0.999	1	0.999
35	-30	0	0.257	0.555	0.766	0.881	0.937	0.964	0.975	0.979	0.981	0.979
36	-40	0	0.221	0.49	0.699	0.829	0.9	0.937	0.955	0.966	0.97	0.966
37	-50	0	0.178	0.404	0.6	0.741	0.829	0.881	0.912	0.929	0.941	0.929
38	-60	0	0.13	0.301	0.466	0.6	0.699	0.766	0.829	0.881	0.912	0.919
39	-70	0	0.081	0.189	0.301	0.404	0.49	0.555	0.607	0.635	0.646	0.635
40	-80	0	0.036	0.081	0.13	0.178	0.221	0.257	0.284	0.301	0.307	0.301
41	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	hemi	0.863	0.866									
43	#											

記入内容の詳細を以下に示す。

■1行目

(A1) ガラス定義開始を表すラベルとして”[Glass]”と記入する。ここから”hemi” と記入した行 (図では 42 行目) までが一つのガラスデータブロックとなる。

(B1) このブロックのガラスデータを表す ID とする。1 からの昇順とする。

(C1) 垂直入射に対する日射熱取得率  $\eta_0$  を記入する。

(D1) 垂直入射に対する日射透過率  $\tau_0$  を記入する。

■2行目

(A2)  $\eta(\theta)$  定義開始を表すラベルとして” $\eta(\theta)$ ”または” $\eta(\theta)$ ”と記入する。

(B2～列数任意) B 列以降に、ガラス法線と太陽光線のなす角 (方位角, 単位[度]) を必要なだけ記入する。等間隔でなくてもよいが、 $-90$  から始まる昇順で  $+90$  で終わるようにする。

■3～21行目

(A3～行数任意) A 列に、ガラス法線と太陽光線のなす角 (傾斜角, 単位[度]) を必要なだけ定義する。等間隔でなくてもよいが、 $+90$  から始まる降順で  $-90$  で終わるようにする。

(A4～) B 列以降は、定義された方位角・傾斜角における  $\eta(\theta)$  を記入する。値は  $\eta_0$  で基準化した値とする。

■22行目

(A22)  $\tau(\theta)$  定義開始を表すラベルとして” $\tau(\theta)$ ”または” $\tau(\theta)$ ”と記入する。

(B2～列数任意) B 列以降に、ガラス法線と太陽光線のなす角 (方位角, 単位[度]) を必要なだけ記入する。ただし、ここでは 2 行目で入力した内容と一致するようにする。

■23～41行目

(A23～行数任意) A 列に、ガラス法線と太陽光線のなす角 (傾斜角, 単位[度]) を必要なだけ定義する。等間隔でなくてもよいが、 $+90$  から始まる降順で、 $-90$  で終わるようにする。3～21 行目における傾斜角の定義と異なってもよい。

(B23～) B 列以降は、定義された方位角・傾斜角における  $\tau(\theta)$  を記入する。値は  $\tau_0$  で基準化した値とする。

■42行目

(A42) 散乱日射用の値の入力行を表すラベルとして”[hemi]”と記入する。値は  $\tau_0, \eta_0$  で基準化した値とする。この行が、一つのガラスデータブロック (この場合は ID=1 のガラスデータ) の終了ラベルを兼ねている。

(B42) 散乱日射に対する日射熱取得率  $\eta_n$  を記入する。

(C42) 散乱日射に対する日射透過率  $\tau_n$  を記入する。

ガラスデータを複数定義する場合は、ID を変えて”[Glass]”～”[hemi]”のブロックを繰り返して記述する。方位角や傾斜角の定義はガラスデータごとに変えてもかまわない。

先頭文字が#となっている行はコメント行とみなして無視する。また、”[Glass]”行の E 列以降や”[hemi]”行の D 列以降は参照しないため、ガラス名等のコメントを記入してもかまわない。

②フレーム特性の定義

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'InputWindowProperty.csv'. The data is organized as follows:

- Row 43: # (comment)
- Row 44: # (comment)
- Row 45: # 16520引違FF精算値 (comment)
- Row 46: [Frame] 1 0.217 (frame ID,  $\beta_f$ )
- Row 47:  $\eta_f(\theta)$  -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 (azimuth angles)
- Rows 48-66:  $\eta_f(\theta)$  values for various tilt angles (90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 0, -10, -20, -30, -40, -50, -60, -70, -80, -90).
- Row 67:  $S_f(\theta)$  -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 (tilt angles)
- Rows 68-86:  $S_f(\theta)$  values for various azimuth angles (90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 0, -10, -20, -30, -40, -50, -60, -70, -80, -90).
- Row 87: hemi 1 0 (hemi label)

Callout boxes provide the following instructions:

- Frame 1 種類につき、まず [Frame], ID,  $\beta_f$  の順に記述します。ID は 1 からの昇順として下さい。
- 2 行目は A 列を” $\eta_f(\theta)$ ”とし、B 列以降にフレーム特性を定義する方位角[度]を記述します。方位角は-90 から始め、+90 で終了して下さい (間隔は自由)。
- 3 行目以降は、A 列を傾斜角[度]、B 列以降は該当する方位角・傾斜角における  $\eta_f$  の値を記述します。傾斜角は+90 から始め、-90 で終了して下さい (間隔は自由)。
- 続いて、A 列を” $S_f(\theta)$ ”として下さい。B 列以降はフレーム特性を定義する方位角[度]を記述しますが、 $\eta_f(\theta)$  で定義した値と同じ値にして下さい。
- $\eta$  と同様、A 列を傾斜角[度]、B 列以降は該当する方位角・傾斜角における  $S_f$  の値を記述します。傾斜角は+90 から始め、-90 で終了して下さい (間隔は自由)。
- 最後に、A 列を”hemi”とし、B 列を散乱日射用の  $S_f$ 、C 列に同じく  $\eta_f$  を記入して下さい。この行が (一つの) フレームデータ定義終了のラベルとなります。

直達日射に対する  $\eta_f(\theta)$  と  $S_f(\theta)$  はどちらが上になってもよい。  
ただし、散乱日射に対する  $S_f$  と  $\eta_f$  はセルの位置が決まっている (左側:  $S_f$ , 右側  $\eta_f$ )。

記入内容の詳細を以下に示す。

■46 行目

(A46) フレーム定義開始を表すラベルとして”[Frame]”と記入する。ここから”hemi” と記入した行 (図では 87 行目) まだが一つのフレームデータブロックとなる。

(B46) このブロックのフレームデータを表す ID。改めて 1 からの昇順とする。

(C46) フレームの  $\beta_f$  (フレーム面積率) を記入する (%でなく実数)。

■47 行目

(A47)  $\eta_f(\theta)$  定義開始を表すラベルとして” $\eta_f(\theta)$ ”または” $\eta_f(\theta)$ ”と記入する。

(B47～列数任意) B 列以降に、窓法線と太陽光線のなす角 (方位角, 単位[度]) を必要なだけ記入する。等間隔でなくてもよいが、 $-90$  から始まる昇順で  $+90$  で終わるようにする。

■48～66 行目

(A48～行数任意) A 列に、窓法線と太陽光線のなす角 (傾斜角, 単位[度]) を必要なだけ定義する。等間隔でなくてもよいが、 $+90$  から始まる降順で  $-90$  で終わるようにする。

(B48～) B 列以降は、定義された方位角・傾斜角における  $\eta_f(\theta)$  を記入する。

■67 行目

(A67)  $S_f(\theta)$  定義開始を表すラベルとして” $S_f(\theta)$ ”または” $S_f(\theta)$ ”と記入する。

(B67～列数任意) B 列以降に、窓法線と太陽光線のなす角 (方位角, 単位[度]) を必要なだけ記入する。ただし、ここでは 47 行目で入力した内容と一致するようにする。

■68～86 行目

(A68～行数任意) A 列に、窓法線と太陽光線のなす角 (傾斜角, 単位[度]) を必要なだけ定義する。等間隔でなくてもよいが、 $+90$  から始まる降順で  $-90$  で終わるようにする。48～66 行目における傾斜角の定義と異なってもよい。

(B68～) B 列以降は、定義された方位角・傾斜角における  $S_f(\theta)$  を記入する。

■87 行目

(A87) 散乱日射用の値の入力行を表すラベルとして”[hemi]”と記入する。この行が、一つのフレームデータブロック (この場合は ID=1 のフレームデータ) の終了ラベルを兼ねている。

(B87) 散乱日射に対する  $S_f$  を記入する。

(C87) 散乱日射に対する  $\eta_f$  を記入する。

フレームデータを複数定義する場合は、ID を変えて”[Frame]”～”[hemi]”のブロックを繰り返し記述する。方位角や傾斜角の定義はフレームデータごとに変えてもよい。

先頭文字が#となっている行はコメント行とみなして無視する。また、”[Frame]”行の D 列以降や”[hemi]”行の D 列以降は参照しないため、フレーム名等のコメントを記入してもよい。

③窓への適用

ここまでで定義したガラスデータ・フレームデータを窓に対して適用するには、引き続き以下のように入力する。

#	窓ID	ガラスID	フレームID
218	[Window]	1	1
219	[Window]	2	1
220	[Window]	3	2
221	[Window]	4	3
222	[Window]	5	4
223	[Window]	6	4
224	[Window]	7	4
225	[Window]	8	2
226	[Window]	9	1
227	[Window]	10	2
228	[Window]	11	2
229	[Window]	12	1
230	[Window]	13	2
231	[Window]	14	4
232	[Window]	15	4
233	[Window]	16	4
234	[Window]	17	4
235	[Window]	18	2
236	[Window]	19	4
237	[EOF]		



- ・コンバート後のファイルで調べる

モデルデータをコンバートすると、プロジェクトデータの SimHeat フォルダ (通常は C:\AE-USER¥Data¥(プロジェクト名)¥SimHeat) に、InputPart.csv というファイルが生成されている。

そのファイルを Excel 等で開き、<窓>と書かれた行以降に窓 ID と窓名称が表示される。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
41	</温度制御壁床>									
42	<土間床>									
43	</土間床>									
44	<窓>									
45	1	IV:W1600xH2000								
46	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
47	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
48	0.7	1	1.4							
49	#									
50	2	IV:W1600xH2000(2)								
51	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
52	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
53	0.7	1	1.4							
54	#									
55	3	IV:W5400xH1400								
56	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
57	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
58	0.7	1	1.4							
59	#									
60	4	IV:W3300xH1400								
61	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
62	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
63	0.7	1	1.4							
64	#									
65	5	IV:W2100xH1400								
66	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
67	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
68	0.7	1	1.4	0	0					
69	#									
70	</窓>									
71	<ドア>									

⑤計算

上記のファイルを所定のフォルダにセットした後は、通常どおり AE-CAD および SimHeat を操作して計算を実行する。

⑥ 計算結果

計算が終了すると、各プロジェクトデータのフォルダ（通常は C:\¥AE-USER¥Data¥プロジェクト名¥SimHeat）に、計算結果として「Output 窓拡張設定.csv」というファイルが出力される（下図）。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
月	日	時刻	風向	風速[m]	窓面日射[W]	透過日射[W]	直射	放射	天反	対流	直射	対流	天反	対流	入射角[deg]	ΔA[deg]	ΔH[deg]	ηR	ηC	Sf	ηf	αc[W/m2]	窓							
1	1	1	1 WSW	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.44
5	1	1	2 SSW	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.46
6	1	1	3 SSW	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.48
7	1	1	4 S	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.53
8	1	1	5 WSW	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.53
9	1	1	6 SW	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
10	1	1	7 SW	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
11	1	1	8 SSW	2.6	0	42.2	0	21.9	0	0.7	-11.57	-7.06	9.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
12	1	1	9 SSE	0.9	0	145.6	0	75.6	0	2.3	-18.34	3.94	17.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.18
13	1	1	10 SW	1.7	0	134.4	0	69.8	0	2.1	-29.64	16.81	24.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
14	1	1	11 SSW	2.6	0	116.3	0	60.4	0	1.8	-41.84	31.54	29.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
15	1	1	12 WSW	1.7	0	251.5	0	130.6	0	4	-54.18	47.37	30.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
16	1	1	13 SSW	1.7	0	237.7	0	123.4	0	3.8	-66.38	62.99	28.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
17	1	1	14 S	2.6	0	198	0	102.8	0	3.1	-78.24	77.21	22.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
18	1	1	15 SSW	1.7	0	97.1	0	50.4	0	1.5	-89.53	89.51	15.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
19	1	1	16 SW	1.7	0	37.1	0	19.2	0	0.6	80.05	-79.99	6.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
20	1	1	17 SW	1.7	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
21	1	1	18 WNW	0.9	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5
22	1	1	19 WSW	0.9	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.18
23	1	1	20 ESE	0.9	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.18
24	1	1	21 SSW	2.6	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
25	1	1	22 SSW	1.7	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
26	1	1	23 SSW	1.7	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
27	1	1	24 SW	2.6	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.55
28	1	2	1 SSW	3.3	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.7
29	1	2	2 SW	1.7	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
30	1	2	3 SSE	1.7	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.35
31	1	2	4 SSE	0.9	0	0	0	0	0	0	-99	-99	-99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.18

ファイルの出力内容は以下のとおりである。

■ A～C 列

月・日・時刻を出力する。計算期間内のすべての時刻について出力する。

■ D・E 列

風向および風速を出力する。

これ以降は、窓 1 つにつき 14 列ずつ出力する。

■ F・G 列

窓面（外部）における日射量[W]である。

■ H～K 列

窓を透過して室内に到達する日射量[W]である。InputWindowProperty.csv の内容を反映した値となっている。直達日射由来/天空・地物反射日射由来と、放射成分/対流成分の 4 列に分離している。

■ L～N 列

各時刻における太陽方向（窓の法線方向を基準とした日射入射角，方位角，傾斜角）である。窓法線方向に太陽が無い場合は「-99」と表示される。

■ O～R 列

太陽方向と InputWindowProperty.csv の内容から求めた各特性値である（直達日射用の値）。窓法線方向に太陽が無い場合や、直達日射量がゼロの場合は「0」と表示される。



■S列

外気側の対流熱伝達率[W/m<sup>2</sup>K]である。

室温・熱負荷など、これ以外の出力項目は AE-CAD の VisualEditor 等で確認する。

⑦その他注意点

・通常の処理方法で計算を行う場合、設定ファイル InputWindowProperty.csv は別フォルダに退避するかファイル名を変更しておく。

6.2.2 計算条件及び結果

窓の日射熱取得率 ( $\eta_w$ ) について、窓フレーム考慮の有無、斜入射角度特性の多重反射考慮の有無、遮蔽物の設置有無によってどの程度建物の熱負荷に影響を及ぼすのか前述のプログラムをカスタマイズした AE-Sim/Heat を用いて計算比較を行った。



図 6.2.2-1 自立循環型 温暖地用モデルプラン (4~8 地域)

対象建物モデルは図 6.2.2-1 に示すように自立循環型モデルプランの温暖地用<sup>3)</sup>を用いた。建物設置方位は平面図の下を真南とした。

開口部の伝熱開口面積は、モデルプラン通りとし、このサイズに合わせて市販されているサッシフレームの面積比率を WindEye<sup>4)</sup>より算出した。

開口部の熱性能は日射熱取得率を検証するため、表 6.2.2-1 に示すように全ての窓の熱貫流率 ( $U_w$ ) を一定とした。遮蔽物有り条件で計算する場合の遮蔽物は、6.2.1[4]で記述した内付け横型ブラインドを用いた。ブラインドを設置した場合の中空層の熱抵抗 $\Delta R$  は第2章の測定結果より得られた冬期の熱抵抗を用いてスラット角度毎の熱貫流率 (表中 BL●●  $U_w$ ) を算定した。それぞれの熱抵抗の値は、 $\theta=0:0.02 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ,  $\theta=45:0.022 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ,  $\theta=-45:0.033 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ を用いた。

表 6.2.2-1 開口部寸法及び熱性能一覧

階	部屋	方位	W [m]	H [m]	A [m <sup>2</sup> ]	開閉形式	窓No	フレーム面積比	普通複層				LowE複層			
									Uw	BL0 Uw	BL-45 Uw	BL45 Uw	Uw	BL0 Uw	BL45 Uw	BL-45 Uw
1F	和室	南	2.550	1.800	4.590	引き違い(テラス2P)	1	0.170	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	LD	南	1.650	2.100	3.465	引き違い(テラス2P)	2	0.205	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	LD	南	1.650	2.100	3.465	引き違い(テラス2P)	3	0.205	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	LD	東	1.650	1.300	2.145	引き違い(マト2P)	4	0.207	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	台所	東	1.400	0.700	0.980	引き違い(マト2P)	17	0.313	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	台所	北	0.900	1.800	1.620	勝手口ドア	-	-	3.49				2.33			同左
1F	トイレ	北	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	5	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	洗面所	北	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	6	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	浴室	西	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	7	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	ホール	北	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	8	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
1F	ホール	西	0.900	2.100	1.890	玄関ドア	-	-	3.49				2.33			同左
2F	主寝室	南	1.650	1.050	1.733	引き違い(マト2P)	9	0.233	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	主寝室	西	0.900	1.100	0.990	引き違い(マト2P)	14	0.297	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	子供室1	南	1.650	1.950	3.218	引き違い(テラス2P)	10	0.205	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	子供室2	南	1.650	1.950	3.218	引き違い(テラス2P)	11	0.205	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	子供室2	東	0.600	1.100	0.660	縦すべり(マト)	12	0.340	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	ホール	北	0.900	1.100	0.990	引き違い(マト2P)	13	0.297	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	トイレ	西	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	15	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
2F	クローゼット	北	0.600	0.900	0.540	縦すべり(マト)	16	0.364	3.49	3.26	3.24	3.13	2.33	2.23	2.22	2.16
窓面積合計					28.693											
開口部面積合計					32.203											
延べ床面積					120.07											
開口/延べ床比率					26.82%											

計算地域はこのモデルプランに該当する寒冷地～温暖地の代表として表 6.2.2.2 より長野 (4 地域), 岡山 (6 地域), 宮崎 (7 地域) の3つの地域で計算を行った。

表 6.2.2-2 省エネ基準の代表都市と暖冷房負荷一次エネルギー消費量の基準値<sup>5), 6)</sup>

地域区分(旧地域)	代表地域	代表都市	北緯	東経	暖房度日 (18-18)	暖房負荷 MJ/年	冷房負荷 MJ/年
1	I a	北海道 北見	43.61	143.66	4,520	39,039	380
2	I b	北海道 岩見沢	43.21	141.78	3,968	34,167	399
3	II	岩手県 盛岡	39.70	141.16	3,207	28,953	780
4	III	長野県 長野	36.66	138.19	2,805	28,396	1,321
5	IVa	栃木県 宇都宮	36.55	139.87	2,090	19,475	1,420
6	IVb	岡山県 岡山	34.66	133.92	1,750	13,859	3,898
7	V	宮崎県 宮崎	31.94	131.41	1,240	7,502	4,300
8	VI	沖縄県 那覇	26.21	127.69	58	0	7,356

[1] 遮蔽物なし条件

①計算条件

遮蔽物を設置しない計算条件を表 6.2.2.1-1 に示す。

ガラスは普通複層 (Case1), 日射取得型 LowE 複層 (Case2), 日射遮熱型 LowE 複層 (Case3) の 3 種類で比較を行った。それぞれのガラスにおいて 6.2.1[1]の方法 (従来計算法と呼ぶ) (Case\*-0), 従来計算法+フレーム面積考慮 (Case\*-1), 複層ガラスの多重反射考慮+フレーム面積考慮 (Case\*-2) の 3 つのパターンを計算した。

表 6.2.2.1-1 計算条件 (遮蔽物なし)

条件	仕様		窓の熱性能	
Case1-0	フレーム	考慮しない	$U_w$	3.49一定
	ガラス	FL3+A12+FL3 (普通複層)	$\eta_w$	全サイズ0.79一定
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case1-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	3.49一定
	ガラス	FL3+A12+FL3 (普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case1-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	3.49一定
	ガラス	FL3+A12+FL3 (普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case2-0	フレーム	考慮しない	$U_w$	2.33一定
	ガラス	FL3+A12+LE3 (取得型LowE複層)	$\eta_w$	全サイズ0.74一定
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case2-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33一定
	ガラス	FL3+A12+LE3 (取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case2-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33一定
	ガラス	FL3+A12+LE3 (取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case3-0	フレーム	考慮しない	$U_w$	2.33一定
	ガラス	LE3+A12+FL3 (遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	全サイズ0.39一定
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case3-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33一定
	ガラス	LE3+A12+FL3 (遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	FL3の角度特性 (SimHeat標準)
Case3-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33一定
	ガラス	LE3+A12+FL3 (遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定 (精算値)
	遮蔽物	なし	斜入射	複層間の多重反射考慮

②計算結果

図 6.2.2.1-1 に季節別 (3 ヶ月) 及び年間合計の暖冷房負荷比較 (4 地域\_長野) を, 表 6.2.2.1-2 に年間暖冷房負荷及び比率 (4 地域\_長野) を示す。比率は従来計算仕様 (Case\*-0) を 1 とした場合の比率を表している。同様に図 6.2.2.1-2 及び表 6.2.2.1-3 に 6 地域\_岡山, 図 6.2.2.1-3 及び表 6.2.2.1-4 に 7 地域\_宮崎の計算結果を示す。

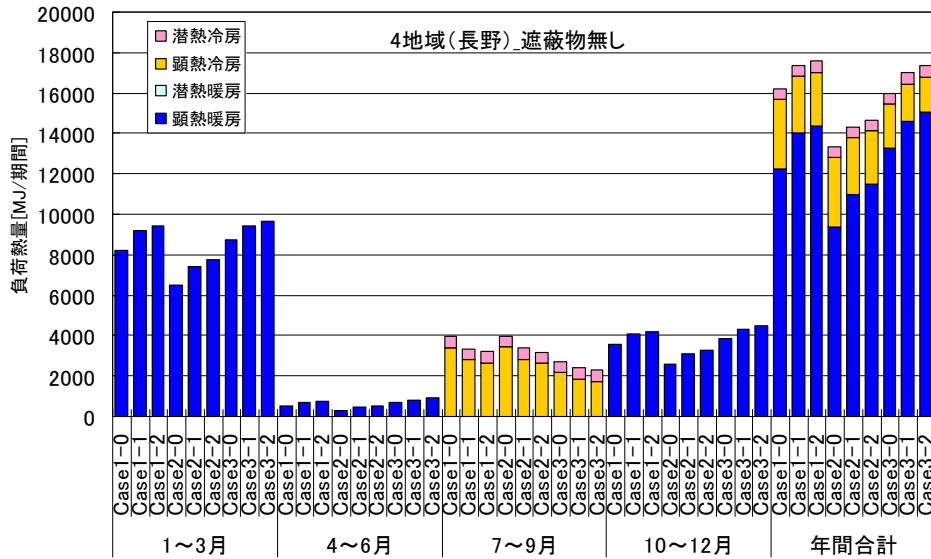


図 6.2.2.1-1 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（4 地域\_長野）

表 6.2.2.1-2 年間暖冷房負荷及び比率（4 地域\_長野）

	Case1-0	Case1-1	Case1-2	Case2-0	Case2-1	Case2-2	Case3-0	Case3-1	Case3-2	
暖房負荷	12.3	14.0	14.4	9.4	11.0	11.5	13.3	14.6	15.0	[GJ/年]
冷房負荷	4.0	3.4	3.2	4.0	3.4	3.2	2.7	2.4	2.3	[GJ/年]
暖冷房負荷	16.2	17.4	17.6	13.4	14.3	14.7	16.0	17.0	17.3	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.14	1.17	1.00	1.17	1.23	1.00	1.10	1.13	[-]
比率(冷房)	1.00	0.85	0.81	1.00	0.85	0.80	1.00	0.89	0.84	[-]
比率(暖冷房)	1.00	1.07	1.08	1.00	1.07	1.10	1.00	1.06	1.08	[-]

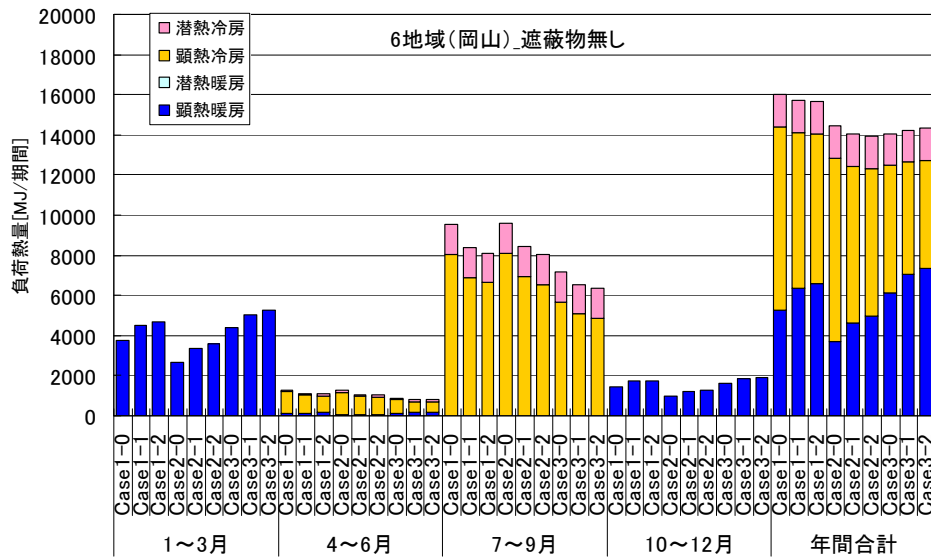


図 6.2.2.1-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6 地域\_岡山）

表 6.2.2.1-3 年間暖冷房負荷及び比率（6 地域\_岡山）

	Case1-0	Case1-1	Case1-2	Case2-0	Case2-1	Case2-2	Case3-0	Case3-1	Case3-2	
暖房負荷	5.3	6.4	6.6	3.7	4.6	5.0	6.1	7.0	7.4	[GJ/年]
冷房負荷	10.7	9.4	9.0	10.8	9.4	8.9	7.9	7.2	7.0	[GJ/年]
暖冷房負荷	16.0	15.7	15.7	14.5	14.0	13.9	14.1	14.2	14.3	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.21	1.26	1.00	1.26	1.35	1.00	1.15	1.20	[-]
比率(冷房)	1.00	0.87	0.84	1.00	0.87	0.83	1.00	0.91	0.88	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.98	0.98	1.00	0.97	0.96	1.00	1.01	1.02	[-]

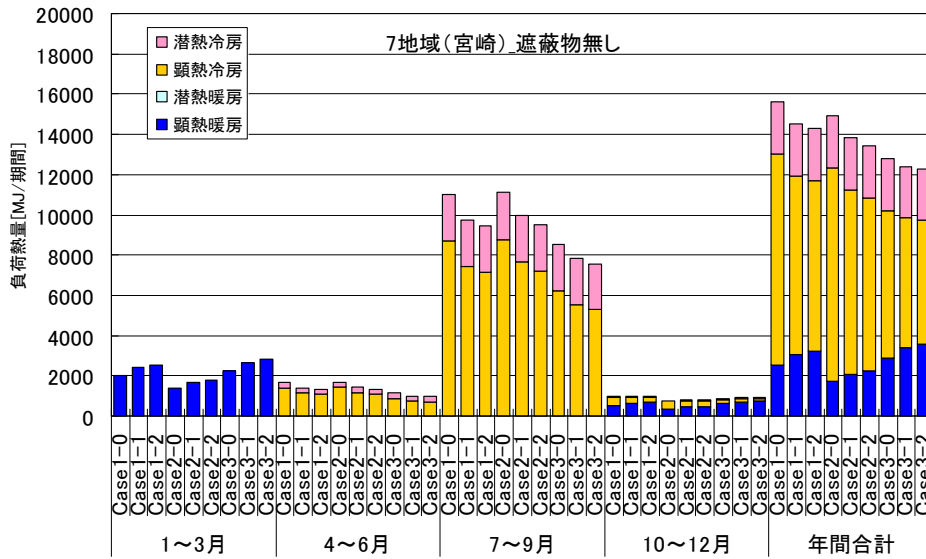


図 6.2.2.1-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.2.1-4 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

	Case1-0	Case1-1	Case1-2	Case2-0	Case2-1	Case2-2	Case3-0	Case3-1	Case3-2	
暖房負荷	2.5	3.1	3.2	1.7	2.1	2.3	2.9	3.4	3.6	[GJ/年]
冷房負荷	13.1	11.5	11.1	13.2	11.7	11.2	9.9	9.0	8.7	[GJ/年]
暖冷房負荷	15.6	14.5	14.3	14.9	13.8	13.4	12.8	12.4	12.3	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.21	1.27	1.00	1.23	1.32	1.00	1.18	1.25	[-]
比率(冷房)	1.00	0.87	0.85	1.00	0.89	0.84	1.00	0.91	0.88	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.93	0.91	1.00	0.93	0.90	1.00	0.97	0.96	[-]

表 6.2.2-2 に示すように、省エネ基準の基準一次エネルギー消費量は 7 地域まで冷房負荷よりも暖房負荷の方が大きい値を示しているが、今回計算した結果では 4 地域以外は冷房負荷の方が大きい値を示した。

Case\*-0 と Case\*-1 を比較することでフレームの面積を考慮した影響を確認することができる。フレーム面積を考慮することで窓の日射熱取得率は小さくなるため、暖房負荷は増大し、冷房負荷は低減される。

Case\*-1 と Case\*-2 を比較することで斜入射に対する複層ガラス間の多重反射の影響が確認できる。多重反射を考慮することで、入射角度が大きくなるにつれて反射率が增大することから日射熱取得率が低減される。また、散乱日射の日射熱取得率も多重反射を考慮することで低減される。

4 地域では暖房負荷の割合が極端に大きいため、日射を多く取り込むこと及び断熱性能が高いことが負荷低減に寄与する。よって、全てのガラス使用条件においてフレームを考慮することで、年間の暖冷房負荷の合計は増大する傾向となった。最も熱負荷の低減に効果がある仕様は日射取得型 LowE 複層であり、従来計算仕様 (Case\*-0) のまま熱負荷を評価すると暖房負荷を過少評価していることがわかる。

6 地域では冷房負荷の割合が暖房負荷の割合よりも少し大きいがほぼ均等のため、冬期の日射取得と夏期の日射遮蔽のバランス及び断熱性能が高いことが熱負荷低減に寄与する。

フレームを考慮しない従来計算仕様 (Case\*-0) のまま熱負荷を評価すると、日射遮蔽型 LowE 複層を用いることが最も熱負荷を低減することになるが、フレームを考慮することで、日射取得型 LowE 複層が最も熱負荷が低減されることが分かる。

7地域では冷房負荷の割合が暖房負荷よりも極端に大きいため、日射を遮蔽すること及び断熱性能が高いことが負荷低減に寄与する。よって、全てのガラス使用条件においてフレームを考慮することで、年間の暖冷房負荷の合計は減少する傾向となった。最も熱負荷の低減に効果がある仕様は日射遮蔽型 LowE 複層であり、従来計算仕様 (Case\*-0) のまま熱負荷を評価すると冷房負荷を過大評価していることがわかる。

Case\*-1 (FL3mm の角度特性) と Case\*-2 (複層間の多重反射を考慮した角度特性) の暖房負荷増大比率及び冷房負荷低減比率は地域の緯度に相関があることが推測できる。

長野 (4 地域) では暖房負荷で 103~105%、冷房負荷で 94~96%、年間の暖冷房負荷で 101~102% となった。岡山 (6 地域) では暖房負荷で 104~107%、冷房負荷で 95~97%、年間の暖冷房負荷で 99~101% となった。宮崎 (7 地域) では暖房負荷で 105~108%、冷房負荷で 95~97%、年間の暖冷房負荷で 97~99% となった。

年間の暖冷房負荷で考察すると多重反射の影響は小さいため、従来通り FL3mm の角度特性を考慮すれば十分という結果になる。しかし、表 6.2.2-2 に示すように 6 地域、7 地域についても 4 地域同様暖房設備の一次エネルギー消費量の割合が大きいことから、実際の負荷のバランスは今回の計算結果よりも暖房負荷側にシフトするはずである。よって、暖房負荷と冷房負荷のバランスを実態に近づけるためには、多重反射の影響を考慮した方がよいと考えられる。

[2] 遮蔽物あり条件 (フレームから落とす影の影響なし)

① 計算条件

遮蔽物を併用した場合の計算条件を表 6.2.2.2-1 に示す。

ガラスは普通複層 (Case11)、日射取得型 LowE 複層 (Case12)、日射遮熱型 LowE 複層 (Case13) の 3 種類で比較を行った。それぞれのガラスにおいて従来計算法 (Case\*-0)、従来計算法+フレーム面積考慮 (Case\*-1)、フレーム面積考慮+複層ガラスの多重反射考慮+ブラインドスラット角度  $\theta=0$  度、45 度、-45 度 (Case\*-2~4) の 5 つのパターンを計算した。

Case\*-0 と Case\*-1 には表 6.2.2.1-2 に示すプログラム標準のブラインド (熱抵抗あり) を用いて計算した。また、Case\*-2~4 と [1] 遮蔽物なし条件の Case\*-2 の組合せで最も熱負荷の小さい仕様を Case\*-5 とした。

表 6.2.2.2-2 AE-Sim/Heat で使用されている遮蔽物の性能一覧

名称	設置位置	透過率 $\tau$	反射率 $\rho$	熱抵抗 R	室内側表面 熱伝達率: $\Delta Ri$	中空層の 熱抵抗: $\Delta Rair$
カーテン(遮光、両端密閉)	室内側	0.0	0.0	0.100	0.109	0.000
カーテン(遮光、片端密閉)	室内側	0.0	0.0	0.080	0.109	0.000
シャッター・雨戸	屋外側	0.0	0.0	0.080	0.040	0.000
レースカーテン(熱抵抗有り)	室内側	35.0	40.0	0.000	0.109	0.034
レースカーテン(熱抵抗無し)	室内側	35.0	40.0	0.000	0.109	0.000
内付けブラインド(熱抵抗有り)	室内側	12.0	51.0	0.000	0.109	0.052
内付けブラインド(熱抵抗無し)	室内側	12.0	51.0	0.000	0.109	0.000
外付けブラインド(熱抵抗有り)	屋外側	20.0	50.0	0.000	0.057	0.052
外付けブラインド(熱抵抗無し)	屋外側	20.0	50.0	0.000	0.040	0.000
障子	室内側	25.0	60.0	0.180	0.109	0.069

表 6.2.2.2-1 計算条件（遮蔽物あり，フレームから落とす影の影響なし）

条件	仕様		窓の熱性能	
Case11-0	フレーム	考慮しない	Uw	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	全サイズ0.79+ブラインド一定
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case11-1	フレーム	面積を考慮する	Uw	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case11-2	フレーム	面積を考慮する	Uw	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case11-3	フレーム	面積を考慮する	Uw	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case11-4	フレーム	面積を考慮する	Uw	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case11-5	Case11-2,3,4とCase1-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			
Case12-0	フレーム	考慮しない	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	全サイズ0.74+ブラインド一定
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case12-1	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case12-2	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case12-3	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case12-4	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case12-5	Case12-2,3,4とCase2-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			
Case13-0	フレーム	考慮しない	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	全サイズ0.39+ブラインド一定
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case13-1	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(SimHeat標準)	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case13-2	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case13-3	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case13-4	フレーム	面積を考慮する	Uw	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case13-5	Case13-2,3,4とCase3-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			



②計算結果

図 6.2.2.2-1 に季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)を,表 6.2.2.2-3 に年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)を示す。比率は従来計算仕様(Case\*-0)を1とした場合の比率を表している。同様に,図 6.2.2.2-2 及び表 6.2.2.2-4 に6地域\_岡山,図 6.2.2.2-3 及び表 6.2.2.2-5 に7地域\_宮崎の計算結果を示す。

各々の条件の Case\*-5 は前述のとおり, Case\*-2 (ブラインドスラット 0°), Case\*-3 (ブラインドスラット 45°), Case\*-4 (ブラインドスラット -45°) 及び[1]遮蔽物なし条件の Case\*-2 の中から月別に最も負荷を低減できるブラインドの条件を選択して年間合計した。表 6.2.2.2-6~表 6.2.2.2-8 に各地域別の Case\*-5 を決定するために用いた月別冷暖房負荷一覧表を示す。

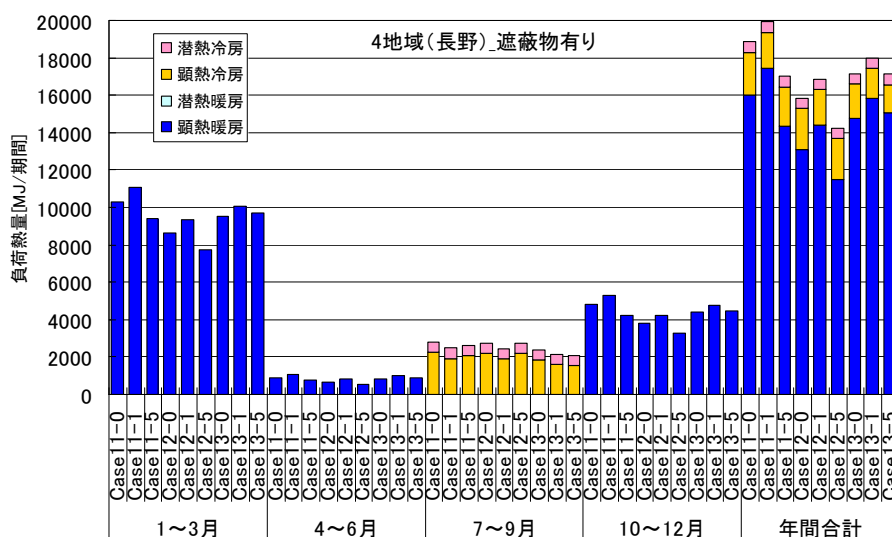


図 6.2.2.2-1 季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)

表 6.2.2.2-3 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

	Case11-0	Case11-1	Case11-5	Case12-0	Case12-1	Case12-5	Case13-0	Case13-1	Case13-5	
暖房負荷	16.0	17.5	14.4	13.1	14.4	11.5	14.8	15.8	15.0	[GJ/年]
冷房負荷	2.8	2.5	2.6	2.8	2.4	2.7	2.4	2.1	2.1	[GJ/年]
暖冷房負荷	18.9	19.9	17.0	15.9	16.8	14.2	17.1	18.0	17.1	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.09	0.90	1.00	1.10	0.88	1.00	1.07	1.02	[-]
比率(冷房)	1.00	0.88	0.93	1.00	0.88	0.99	1.00	0.90	0.88	[-]
比率(暖冷房)	1.00	1.06	0.90	1.00	1.06	0.90	1.00	1.05	1.00	[-]

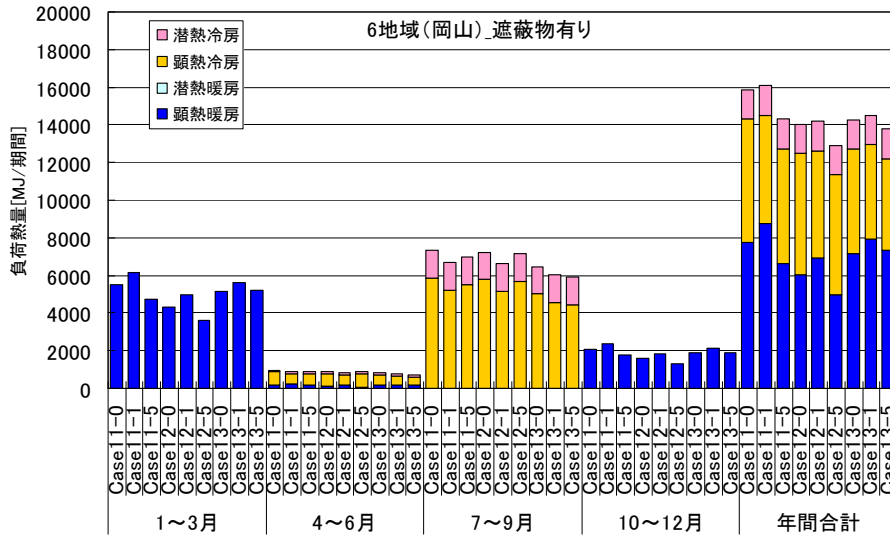


図 6.2.2.2-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6地域\_岡山）

表 6.2.2.2-4 年間暖冷房負荷及び比率（6地域\_岡山）

	Case11-0	Case11-1	Case11-5	Case12-0	Case12-1	Case12-5	Case13-0	Case13-1	Case13-5	
暖房負荷	7.8	8.8	6.6	6.0	6.9	5.0	7.2	8.0	7.3	[GJ/年]
冷房負荷	8.1	7.3	7.7	8.0	7.3	8.0	7.1	6.6	6.4	[GJ/年]
暖冷房負荷	15.9	16.1	14.3	14.0	14.2	12.9	14.3	14.5	13.8	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.13	0.85	1.00	1.15	0.83	1.00	1.11	1.02	[-]
比率(冷房)	1.00	0.90	0.95	1.00	0.91	0.99	1.00	0.92	0.91	[-]
比率(暖冷房)	1.00	1.01	0.90	1.00	1.01	0.92	1.00	1.02	0.96	[-]

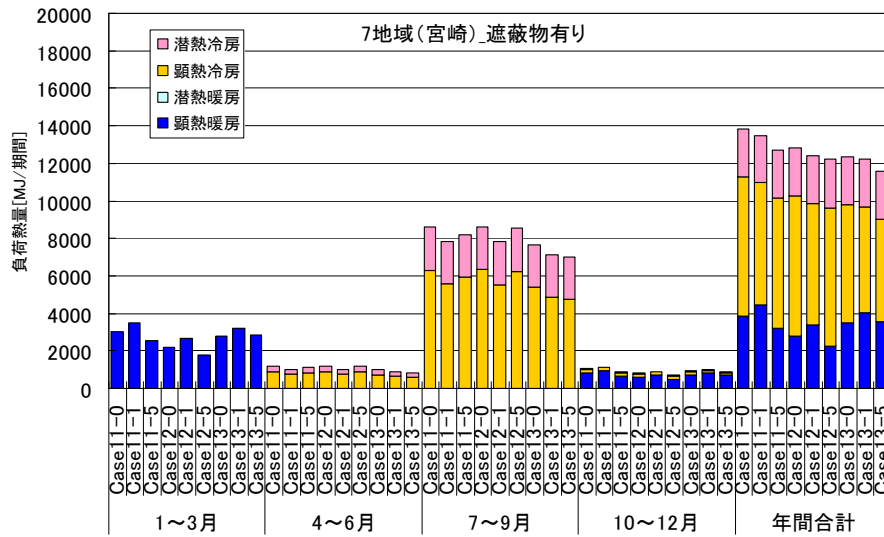


図 6.2.2.2-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.2.2-5 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

	Case11-0	Case11-1	Case11-5	Case12-0	Case12-1	Case12-5	Case13-0	Case13-1	Case13-5	
暖房負荷	3.8	4.5	3.2	2.8	3.4	2.3	3.5	4.0	3.6	[GJ/年]
冷房負荷	10.0	9.0	9.5	10.1	9.0	10.0	8.8	8.2	8.0	[GJ/年]
暖冷房負荷	13.8	13.5	12.7	12.8	12.4	12.2	12.4	12.2	11.6	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.16	0.83	1.00	1.21	0.81	1.00	1.14	1.01	[-]
比率(冷房)	1.00	0.90	0.95	1.00	0.90	0.99	1.00	0.92	0.91	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.97	0.92	1.00	0.97	0.95	1.00	0.99	0.94	[-]

表 6.2.2-6 Case\*5 を決定するために用いた月別冷暖房負荷 (4 地域\_長野)

<b>Case11-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3920.41	3221.38	2650.61	758.8	70.28	0	0	0	0	0	358.67	1190.5	2836.35
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	1004.62	1358.97	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	214.89	334.47	0	0	0	0	
<b>Case11-3</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	4169.44	3478.11	2824.25	859.2	83.35	0	0	0	0	393.27	1395.7	3126.77	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	882.15	1198.52	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	217.79	336.03	0	0	0	0	
<b>Case11-4</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3920.23	3158.97	2642.26	792.66	78.16	0	0	0	0	362.3	1194.03	2860.24	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	932.76	1304.65	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	215.84	334.65	0	0	0	0	
<b>Case1-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3832.92	3070.55	2514.03	689.3	64.13	0	0	0	0	0	340.2	1114.96	2745.62
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	1126.83	1535.24	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	212.95	336.27	0	0	0	0	
<b>Case12-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3285.82	2656.77	2144.92	531.49	35.42	0	0	0	0	238.19	870.76	2301.21	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	1023.84	1379.27	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	206.71	331.06	0	0	0	0	
<b>Case12-3</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3461.1	2830.43	2265.11	592.13	42.27	0	0	0	0	257.88	992.54	2499.15	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	936.62	1264.05	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	206.85	329.15	0	0	0	0	
<b>Case12-4</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3291.19	2619.45	2145.1	552.86	39.95	0	0	0	0	241.2	877.89	2318.79	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	972.11	1338.6	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	205.72	331.33	0	0	0	0	
<b>Case2-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3193.23	2522.26	2028.72	478.34	30.78	0	0	0	0	0	224.38	813.61	2209.81
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	1115.97	1508.04	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	205.34	331.89	0	0	0	0	
<b>Case13-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3858.02	3280.91	2693.83	856.23	79.85	0	0	0	0	347.27	1307.69	2906.12	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	681.81	940.62	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	223.18	334.4	0	0	0	0	
<b>Case13-3</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3951.75	3380.65	2757.53	901.8	85.73	0	0	0	0	362.28	1417.27	3034.95	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	638.31	880.9	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	224.02	337.32	0	0	0	0	
<b>Case13-4</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3855.53	3249.35	2685.61	870.45	83.78	0	0	0	0	347.39	1309.13	2913.32	
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	656.68	919.77	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	224.52	336	0	0	0	0	
<b>Case3-2</b>	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
顕熱暖房	3825.53	3215.93	2636.5	818.07	77.22	0	0	0	0	0	337.45	1263.8	2863.66
潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
顕熱冷房	0	0	0	0	0	0	726.34	1007.08	0	0	0	0	
潜熱冷房	0	0	0	0	0	0	222.5	336.17	0	0	0	0	

表 6.2.2-7 Case\*5 を決定するために用いた月別冷暖房負荷 (6 地域\_岡山)

Case	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Case11-2	顕熱暖房	2061.98	1798.42	1198.68	164.71	0	0	0	0	0	0	457.39	1406.69
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	84.58	646.37	2233.26	2789.6	1036.35	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	4.65	101.02	654.13	611.03	211.5	0	0	0
Case11-3	顕熱暖房	2370.38	2048.99	1359.59	196.41	0	0	0	0	0	0	556.51	1649.87
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	69.14	558.78	2040.04	2543.24	921.91	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	4.59	103.17	652.2	607.93	210.69	0	0	0
Case11-4	顕熱暖房	2023.39	1731.15	1193.35	169.23	0	0	0	0	0	0	443.96	1383.13
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	76.66	593.7	2113.65	2694.6	1020.46	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	4.61	101.55	652.24	610.78	211.77	0	0	0
Case1-2	顕熱暖房	1942.75	1659.23	1107.1	149.36	0	0	0	0	0	0	422.6	1335.28
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	99.04	733.36	2421.73	3038.23	1164.23	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	4.52	99.98	658.42	615.29	213.13	0	0	0
Case12-2	顕熱暖房	1604.64	1388.18	887.36	97.79	0	0	0	0	0	0	307.27	1063.59
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	87.68	662.11	2240.3	2812.12	1053	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.29	97.44	656.09	611.55	209.83	0	0	0
Case12-3	顕熱暖房	1807.25	1552.56	985.33	115.74	0	0	0	0	0	0	362.14	1205.97
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	78.65	598.7	2100.84	2634.47	972.47	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	4.4	97.49	654.84	609.25	209.69	0	0	0
Case12-4	顕熱暖房	1541.22	1312.89	859.52	95.2	0	0	0	0	0	0	287.68	1022.58
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	83.23	628.95	2159.17	2747.72	1043.81	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.39	97.36	655.21	611.36	209.92	0	0	0
Case2-2	顕熱暖房	1500.82	1276.12	816.98	86.52	0	0	0	0	0	0	282.61	1002.45
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	98.28	729.07	2382.31	3001.41	1149.94	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.09	96.67	658.4	616.05	211.17	0	0	0
Case13-2	顕熱暖房	2191.68	1934.56	1298.6	183.1	0	0	0	0	0	0	495.24	1497.41
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	48.29	425.4	1712.03	2171.33	762.74	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	6.18	104.06	650.97	606.61	210.39	0	0	0
Case13-3	顕熱暖房	2335.33	2048.85	1375.31	199.57	0	0	0	0	0	0	550.8	1627.47
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	43.15	391.41	1640.93	2076.68	720.43	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	5.99	104.13	650.23	605.58	209.82	0	0	0
Case13-4	顕熱暖房	2121.67	1853.17	1253.8	177.23	0	0	0	0	0	0	467.2	1444.33
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	46.15	408.88	1670.14	2138.71	758.51	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	6.1	103.89	650.53	604.78	209.54	0	0	0
Case3-2	顕熱暖房	2136.17	1868.36	1250.39	174.8	0	0	0	0	0	0	473.52	1457.16
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	顕熱冷房	0	0	0	0	53.74	457.37	1783.91	2264.67	809.97	0	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	6.18	103.55	652.49	608.12	210.62	0	0	0

表 6.2.2-8 Case\*5 を決定するために用いた月別冷暖房負荷 (7 地域\_宮崎)

Case	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
<b>Case11-2</b>	顕熱暖房	1234.38	1022.42	511.91	0	0	0	0	0	0	0	725.28	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	143.77	826.9	2499.78	2501.87	1528.65	219.33	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.03	253.69	838.17	1018.88	422.01	36.88	0	0
<b>Case11-3</b>	顕熱暖房	1495.12	1208.23	583.48	0	0	0	0	0	0	0	882.99	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	115.02	727.18	2271.65	2277.9	1362.9	168.6	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.1	253.31	830.26	1013.7	420.24	37.61	0	0
<b>Case11-4</b>	顕熱暖房	1173.98	948.71	502.16	0	0	0	0	0	0	0	694.27	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	130.06	772.96	2375.97	2399.83	1504.28	233.95	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.26	253.86	831.94	1016.6	422.7	37.14	0	0
<b>Case1-2</b>	顕熱暖房	1131.13	923.32	477.19	0	0	0	0	0	0	0	674.85	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	171.01	920.12	2711.68	2724.58	1711.68	273.85	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.27	255.2	843.42	1023.6	425.52	37.26	0	0
<b>Case12-2</b>	顕熱暖房	899.86	746.72	357.54	0	0	0	0	0	0	0	506.21	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	153.04	845.72	2528.5	2529.88	1556.54	233.11	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.3	252.83	842.21	1028.6	422.56	35.7	0	0
<b>Case12-3</b>	顕熱暖房	1035.31	805.91	396.33	0	0	0	0	0	0	0	593.85	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	134.49	778.42	2376.38	2411.81	1470	203.29	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.3	251.54	840.63	1026.01	421.18	36.3	0	0
<b>Case12-4</b>	顕熱暖房	841.36	684.09	341.63	0	0	0	0	0	0	0	473.03	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	144.89	810.07	2445.72	2461.25	1542.47	243.24	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.29	251.31	840.89	1028.03	422.93	35.93	0	0
<b>Case2-2</b>	顕熱暖房	815.11	639.55	333.7	0	0	0	0	0	0	0	469.34	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	176	921.27	2702.65	2759.65	1737.62	278.42	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	2.05	253.38	850.38	1032.31	424.51	35.59	0	0
<b>Case13-2</b>	顕熱暖房	1385.63	1128.86	534.74	0	0	0	0	0	0	0	784.89	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	72.83	579.4	1926.21	1936.21	1133.55	119.66	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.79	249	828.87	1014.71	418.92	36.04	0	0
<b>Case13-3</b>	顕熱暖房	1522.61	1231.07	574.18	0	0	0	0	0	0	0	876.85	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	61.74	542.81	1840.81	1850.78	1070.36	99.07	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.99	249.04	827.36	1012.56	418.58	36.66	0	0
<b>Case13-4</b>	顕熱暖房	1299.66	1013.33	506.89	0	0	0	0	0	0	0	733.6	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	69.9	565.18	1892.85	1925.48	1145.95	127.11	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.82	248.7	828.51	1014.74	418.75	35.63	0	0
<b>Case3-2</b>	顕熱暖房	1311.34	1018.55	512.49	0	0	0	0	0	0	0	749.92	
	潜熱暖房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	顕熱冷房	0	0	0	0	82.53	617.02	2012.61	2051.92	1225.63	140.46	0	0
	潜熱冷房	0	0	0	0	3.61	249.48	831.27	1016.8	422.2	36.18	0	0

遮蔽物を設置すれば日射熱取得率は減少し、暖房負荷は増大し、冷房負荷は低減する。

しかし、遮蔽物を設置することで窓単体よりも断熱性能は高くなるため、遮蔽物を設置することによる暖房負荷の低減効果も期待できる。

図 6.2.2.2-1～3 より、Case\*-0 及び Case\*-1 と Case\*-5 を比較すると、Case\*-0 及び Case\*-1 では、ブラインドを年間通して設置した状態の計算になるため、暖房負荷が増大傾向になってしまう。そのため、季節によって可変しないと正しく評価できないことがわかる。

表 6.2.2.2-6～8 より、全ての地域において冷房負荷を低減させるには、ブラインドスラット角度を下向きの 45°に設定することが最も効果があることは明白である。しかし、暖房負荷を低減させるには、地域によって最もよい組合せが異なることが分かった。寒冷地（4 地域\_長野）では熱貫流率が大きな値であったとしても、ブラインドを設置しない遮蔽物なし\_Case\*-2 が最も負荷が小さい結果となった。しかし、岡山や宮崎では、Case\*-4 のブラインドスラット角度-45°のときが最も熱負荷が小さくなる場合があることが分かった。これは、日射を取得する分と取得した熱を逃がさない断熱性能のバランスが最もよかった結果だったと考えられる。

4 地域では暖房負荷の割合が極端に大きいため、日射を多く取り込むこと及び断熱性能が高いことが負荷低減に寄与する。よって、最も効果があるのは日射取得型 LowE 複層を用いることで、暖房負荷のときは、ブラインドを全上げ状態と同じ窓単体状態とし、冷房負荷は窓単体よりもさらに熱負荷を低減させるためにブラインドスラット角度 45°で設置すればよいことがわかる。

6 地域では冷房負荷の割合が暖房負荷の割合よりも少し大きいほぼ均等のため、冬期の日射取得と夏期の日射遮蔽のバランス及び断熱性能が高いことが熱負荷低減に寄与する。

図 6.2.2.2-1 より遮蔽物なし条件と同様、フレームを考慮すると、冷房負荷の方が若干大きい地域でも日射取得型 LowE 複層が最も熱負荷が低減されることが分かる。

7 地域では冷房負荷の割合が暖房負荷よりも極端に大きいため、日射を遮蔽すること及び断熱性能が高いことが負荷低減に寄与する。よって、この地域で最も効果があるのは、日射遮蔽型 LowE 複層を用いることである。

[3] 遮蔽物あり条件（フレームから落とす影の影響考慮）

①計算条件

遮蔽物を併用し、フレームから落とす影の影響を考慮した場合の計算条件を表 6.2.2.3-1 に示す。ガラスは普通複層（Case21）、日射取得型 LowE 複層（Case22）、日射遮熱型 LowE 複層（Case23）の3種類で比較を行った。影がない条件と比較するため、それぞれのガラスにおいてフレーム面積考慮+複層ガラスの多重反射考慮+ブラインドスラット角度  $\theta=0$  度、45度、-45度（Case\*-2~4）の3つのパターンを計算した。

また、Case\*-2~4 と[1]遮蔽物なし条件の Case\*-2 の組合せで最も熱負荷の小さい仕様を Case\*-5 とした。

表 6.2.2.3-1 計算条件（遮蔽物あり，フレームから落とす影の影響考慮）

条件	仕様		窓の熱性能	
Case21-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case21-3	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case21-4	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	3.49+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+FL3(普通複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case21-5	Case21-2,3,4とCase1-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			
Case22-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case22-3	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case22-4	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	FL3+A12+LE3(取得型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case22-5	Case22-2,3,4とCase2-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			
Case23-2	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=0^\circ$ )	斜入射	複層間の多重反射考慮
Case23-3	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=45^\circ$ )	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case23-4	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	2.33+熱抵抗一定
	ガラス	LE3+A12+FL3(遮熱型LowE複層)	$\eta_w$	サイズ別に設定(精算値)
	遮蔽物	ブラインド(スラット角度 $\theta=-45^\circ$ )	斜入射	FL3の角度特性(SimHeat標準)
Case23-5	Case23-2,3,4とCase3-2から最も熱負荷が小さくなる組合せ			

## ②計算結果

6.2.2[2]より、遮蔽物は冷房負荷時に大きく寄与することが明白なため、ブラインドスラット45°(Case\*-3)の影を考慮した場合と影を考慮していない場合の比較を行った。

表6.2.2.3-2に年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)を示す。比率は従来計算仕様(Case\*-0)を1とした場合の比率を表している。同様に表6.2.2.3-3に6地域\_岡山、表6.2.2.3-5に7地域\_宮崎の計算結果を示す。

表6.2.2.3-2 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

	Case11-5	Case21-5	Case12-5	Case22-5	Case13-5	Case23-5	
暖房負荷	14.4	14.4	11.5	11.5	15.0	15.0	[GJ/年]
冷房負荷	2.6	2.3	2.7	2.4	2.1	1.9	[GJ/年]
暖冷房負荷	17.0	16.7	14.2	13.9	17.1	16.9	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	[-]
比率(冷房)	1.00	0.87	1.00	0.87	1.00	0.90	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.98	1.00	0.97	1.00	0.99	[-]

表6.2.2.3-3 年間暖冷房負荷及び比率(6地域\_岡山)

	Case11-5	Case21-5	Case12-5	Case22-5	Case13-5	Case23-5	
暖房負荷	6.6	6.6	5.0	5.0	7.3	7.4	[GJ/年]
冷房負荷	7.7	7.1	8.0	7.1	6.4	6.0	[GJ/年]
暖冷房負荷	14.3	13.7	12.9	12.1	13.8	13.4	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	[-]
比率(冷房)	1.00	0.92	1.00	0.90	1.00	0.93	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.96	1.00	0.94	1.00	0.97	[-]

表6.2.2.3-4 年間暖冷房負荷及び比率(7地域\_宮崎)

	Case11-5	Case21-5	Case12-5	Case22-5	Case13-5	Case23-5	
暖房負荷	3.2	3.2	2.3	2.3	3.6	3.6	[GJ/年]
冷房負荷	9.5	8.5	10.0	8.9	8.0	7.5	[GJ/年]
暖冷房負荷	12.7	11.7	12.2	11.2	11.6	11.1	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	[-]
比率(冷房)	1.00	0.90	1.00	0.90	1.00	0.93	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.93	1.00	0.92	1.00	0.96	[-]

表6.2.2.3-2~4より、フレームから落とす影を考慮することで、冷房負荷が10%程度小さくなることが分かった。暖房負荷時は、全ての地域、全てのガラス仕様において、日中ブラインドを下ろさない方がよいという結果にもなった。そのため、ブラインドに落とす影の影響は暖房負荷では0という結果になっている。



6.2.3 風向風速により変化する窓の熱貫流率を考慮したAE-Sim/Heat カスタマイズ仕様

省エネ基準<sup>7)</sup>に記載されている窓の断熱性能を示す熱貫流率(U値)は、表6.2.3-1に示すように、室外側の表面熱伝達率が測定法<sup>8)</sup>(JIS A 4710)に規定される風速4.0[m/s](一定)を窓面に対して平行に吹いて測定した値を用いている。計算法でも測定法に近い熱伝達率を設定している。

表 6.2.3-1. 窓の JIS 規格と表面熱伝達率<sup>8), 9), 10), 11)</sup>

		室内側	隅角部	室外側	内外合計	備考
JISA2102	a	<b>7.69</b>	5	<b>25.00</b>	-	
	R	0.130	0.200	0.040	<b>0.1700</b>	
JISA4710:2004	a	<b>8.94</b>	-	<b>18.82</b>	-	1996からの参考
	R	0.112	-	0.053	<b>0.1650</b>	
JISR3107冬U	a	<b>8.62</b>	-	<b>20.40</b>	-	外:4.9*ε(0.837)+16.3 内:5.4*ε(0.837)+4.1
	R	0.116	-	0.049	<b>0.1651</b>	
JISR3106夏η	a	<b>9.17</b>	-	<b>17.64</b>	-	外:6.5*ε(0.837)+12.2 内:6.3*ε(0.837)+3.9
	R	0.109	-	0.057	<b>0.1657</b>	
JISR3106冬η	a	<b>7.98</b>	-	<b>20.57</b>	-	外:5.1*ε(0.837)+16.3 内:5.6*ε(0.837)+3.3
	R	0.125	-	0.049	<b>0.1739</b>	

JISA2102: 窓の熱貫流率計算法, JISA4710: 窓の熱貫流率測定法 (←フレーム含む窓全体)

JISR3107: ガラスの熱貫流率計算法, JISR3106: ガラスの日射熱取得率計算法 (←ガラスのみ)

省エネ基準は JIS 規格を引用しているため、この風速想定も含んだ熱貫流率で建物の熱負荷計算を実施している。

しかし、実際の気象データを調査すると図 6.2.3-1 及び 6.2.3-2 に示すように風向・風速と熱伝達率は様々な分布を示しているため、地域によっては過小もしくは過大評価となってしまう。

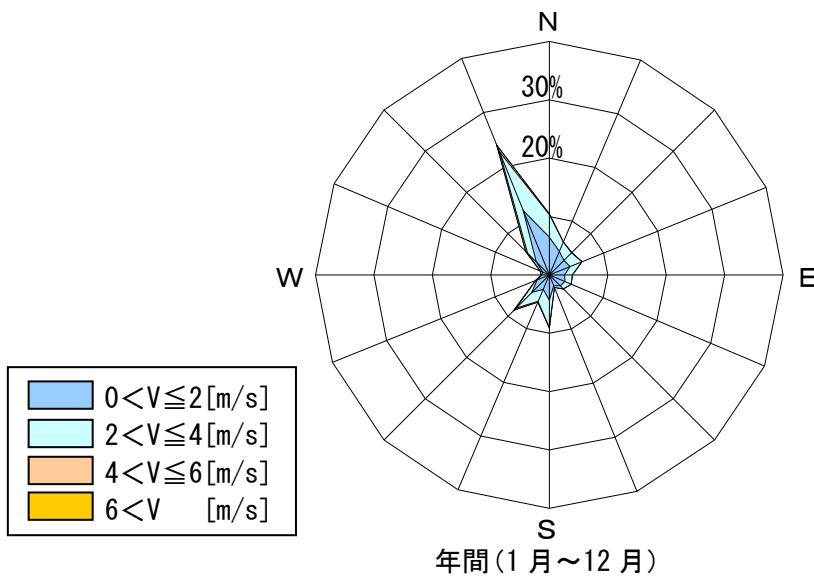


図 6.2.3-1 風配図 (東京, 高さ 6.5m)

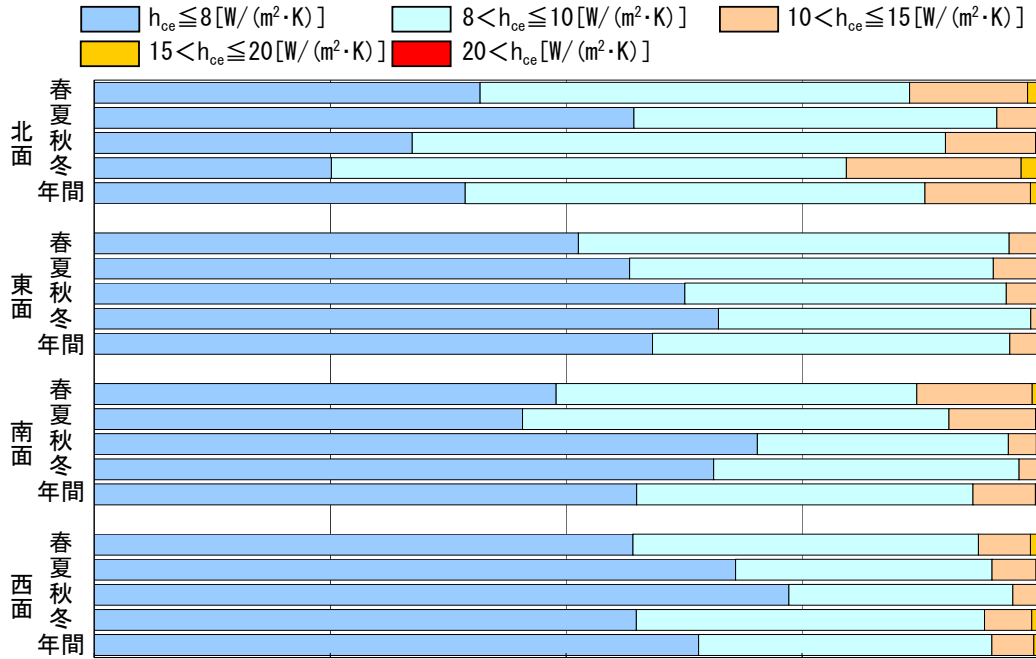


図 6.2.3-2 対流熱伝達率の頻度分布（東京，高さ 10m）

現在 JIS で規定されている性能等級の値から，屋外側対流熱伝達率 $h_{ce}$ が変化した場合の熱貫流率の一覧を表 6.2.3-2 に示す。屋外側対流熱伝達率  $h_{ce}$  が小さくなるにつれ，窓全体の熱貫流率も小さくなっていき， $h_{ce}$  が  $5.0W/(m^2 \cdot K)$  以下となると，JIS 等級<sup>9),10)</sup>が 1 つ上のレベル程度になることがわかる。

表 6.2.3-2. 屋外側対流熱伝達率 ( $h_{ce}$ ) の変化と窓全体の熱貫流率 ( $U_w$ ) 単位 :  $W/(m^2 \cdot K)$

$h_{ce}$		基準値	JIS 等級	$h_{ce}$ 変化後			
				15.0	10.0	8.0	5.0
$U_w$	IV V 地域	4.65	H-1	4.43	4.11	3.94	3.60
		4.07	H-2	3.90	3.65	3.52	3.24
	III 地域	3.49	H-3	3.36	3.18	3.07	2.86
		2.91	H-4	2.82	2.69	2.62	2.46
	I II 地域	2.33	H-5	2.27	2.19	2.14	2.03

この影響を検証することを目的として，熱負荷計算ソフト AE-Sim/Heat のプログラムをカスタマイズして外部の風向・風速による熱伝達率の影響を確認した。

[1] 計算基礎式

窓の熱貫流率は次式であらわされる。

$$\frac{1}{U_w} = \frac{1}{h_{c,e} + h_{r,e}} + \sum R_w + \frac{1}{h_{c,i} + h_{r,i}} \quad (6.2.3.1-1)$$

ここで

$U_w$  : 窓全体の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

$R_w$  : 窓自体の熱抵抗 [m<sup>2</sup>・K/W]

$h_{c,e}$  : 屋外側表面熱伝達率の対流成分 : 20.3 [W/(m<sup>2</sup>・K)] ⇒ 1/ $h_{c,e}$  = 0.049

$h_{r,e}$  : 屋外側表面熱伝達率の放射成分 : 4.7 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

$h_{c,i}$  : 室内側表面熱伝達率の対流成分 : 4.4 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

$h_{r,i}$  : 室内側表面熱伝達率の放射成分 : 4.7 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

また、ISO 15099<sup>11)</sup>では、図 6.2.3.1-1 に示されるように風向・風速に対する屋外側対流熱伝達率の計算方法が記載され、次式で算出されている。

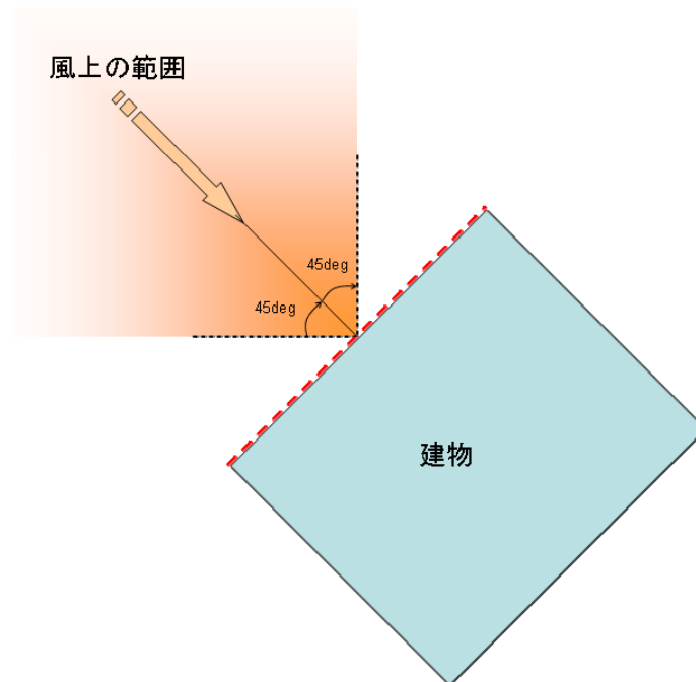


図 6.2.3.1-1 風上・風下の判別図

実際の建物の年間エネルギー計算に用いる場合

$$h_{ce} = 4.7 + 7.6V_s \quad (6.2.3.1-2)$$

なお、 $h_{ce}$ : 対流熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>·K)],  $V_s$ : 壁近傍の風速[m/s]であり、 $V_s$ は風向と風速:  $V$ [m/s]により決定される。 $V_s$ の算出式は、下記の(3)式(4)式及び(5)式により決定され、風向については風上と風下の2パターンで分類されている。

風上

$$V_s = 0.25V \quad (V > 2[\text{m/s}]) \quad (6.2.3.1-3)$$

$$V_s = 0.5 \quad (V \leq 2[\text{m/s}]) \quad (6.2.3.1-4)$$

風下

$$V_s = 0.3 + 0.05V \quad (6.2.3.1-5)$$

\*風速  $V$  は、高さ 10[m]の値

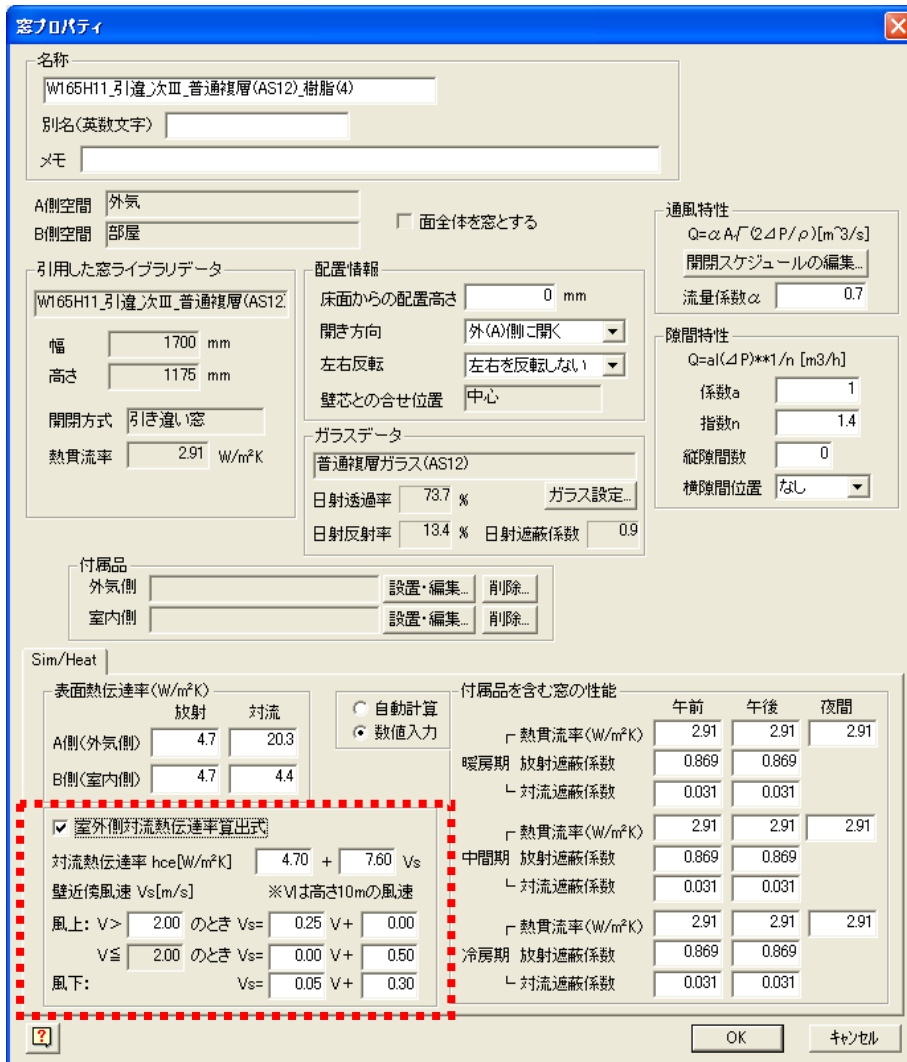
風上か風下かの判断は、図 6.2.3.1-1 に示されるように壁面に対する風向の角度が±45degの範囲であれば、風上となる。

[2] カスタマイズデータ入力及び計算方法

ユーザーが入力した窓全体の熱貫流率 ( $U_w$ ) から (6.2.3.1-1) 式の屋外側表面熱伝達率の対流成分 ( $h_{c,e}$ ) を一旦差し引き、気象データから得られる風向・風速データと (6.2.3.1-2) ~ (6.2.3.1-5) 式より算出される時刻別、窓の設置方位別の屋外側表面熱伝達率の対流成分を窓毎に入れ替えるプログラムとした。

① 入力方法

入力は AE-CAD 上で行う。通常どおり空間・窓等を設置したのち、窓プロパティで下図の領域を入力する。(ここで、下図中の「室外側」と本文中の「屋外側」は同意である。)



この機能を使用する場合は、「プロジェクト情報」画面において気象データとして Hasp 形式のデータを選択する。これは風向・風速データが Hasp 形式でないと読み込むことができないためである。

②計算

上記の入力を行ったモデルデータをコンバートして計算すると、対流熱伝達率が風速に依存する形で計算が行われる。InputWindowProperty.csv が所定のフォルダにある場合は両者を組み合わせて計算する。

- ・風速がゼロの場合、風下の式で  $V=0$  とした値が適用される。
- ・通常は、気象データで定義された風速の値がそのまま適用される。風速測定地点高さ・窓高さ等による補正を行う場合は以下の手順に従うこととする。

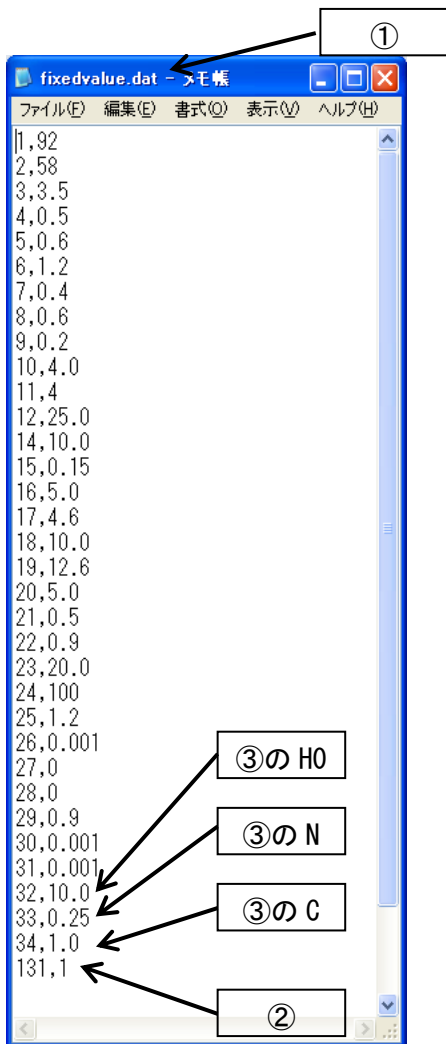
①C:\Program Files\AE-CAD\SimHeat\bin の「fixedvalue.dat」をメモ帳などで開く。

②下図のような内容が記入されているので、最終行に「131,1」という数値を記入する。

③風速は、H0 (32,の次の値。初期値 10), N (33,の次の値。初期値 0.25), C (34,の次の値。初期値 1.0) を使って

$$\text{風速} = (\text{気象データ風速}) \times C \times (\text{窓中心高さ} / H0)^N$$

として計算する。適宜、H0・N・Cの値を編集して使用する。



③計算結果

室温や暖冷房負荷は、対流熱伝達率の計算結果が反映された状態で出力される。これは通常の Visual Editor で見ることができる。

各時刻の風向・風速および対流熱伝達率の値は、前述の「Output 窓拡張設定.csv」で確認できる。

6.2.4 計算条件及び結果

窓の熱貫流率 ( $U_w$ ) について、風向・風速に対する屋外側対流熱伝達率の変化を従来通り考慮しない場合と、考慮した場合によってどの程度建物の熱負荷に影響を及ぼすのか前述のプログラムをカスタマイズした AE-Sim/Heat を用いて計算比較を行った。

対象建物モデルは、図 6.2.2.1 に示すように自立循環型モデルプランの温暖地用<sup>3)</sup>を用いた。建物設置方位は平面図の下を真南とした。

[1] 計算条件

遮蔽物を設置しない計算条件を表 6.2.4.1-1 に示す。

熱貫流率の違いによる比較を行うことを主目的としたため、ガラスは A6 普通複層 (Case0,Case30), A12 普通複層 (Case1,Case31), 日射取得型 LowE 複層 (Case2,Case32) の 3 種類で比較を行った。それぞれのガラスにおいて、屋外側対流熱伝達率一定 (Case\*-1) と屋外側対流熱伝達率を時刻別に変動 (Case3\*-1) の 2 つのパターンを計算した。

窓の熱貫流率 ( $U_w$ ) は、表 6.2.4.1-1 に示すように窓のサイズに関わらず一定とした。

表 6.2.4.1-1 計算条件 (遮蔽物なし, 外部風向・風速の考慮の有無)

条件	仕様		窓の熱性能	
			$U_w$	
Case0-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 4.65
	ガラス	FL3+A6+FL3 (普通複層)		
	遮蔽物	なし		
Case30-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 4.65
	ガラス	FL3+A6+FL3 (普通複層)		
	遮蔽物	なし		
Case1-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 3.49
	ガラス	FL3+A12+FL3 (普通複層)		
	遮蔽物	なし		
Case31-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 3.49
	ガラス	FL3+A12+FL3 (普通複層)		
	遮蔽物	なし		
Case2-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 2.33
	ガラス	FL3+A12+LE3 (取得型LowE複層)		
	遮蔽物	なし		
Case32-1	フレーム	面積を考慮する	$U_w$	全窓: 2.33
	ガラス	FL3+A12+LE3 (取得型LowE複層)		
	遮蔽物	なし		

[2] 計算結果

図 6.2.4.2-1 に季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)を,表 6.2.4.2-1 に年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)を示す。比率は,従来計算仕様(Case\*-0)を1とした場合の比率を表している。同様に,図 6.2.4.2-2 及び表 6.2.4.2-2 に6地域\_岡山,図 6.2.4.2-3 及び表 6.2.4.2-3 に7地域\_宮崎の計算結果を示す。

図 6.2.4.2-1~3 及び表 6.2.4.2-1~3 より,屋外側の対流熱伝達率を時刻別に変化させることで熱貫流率が大きい設定( $U_w=4.65W/(m^2 \cdot K)$ : Case30-1)の場合,どの地域でも暖房負荷が6%程度小さくなることが分かった。また,熱貫流率が小さくなるにつれ,この影響は小さくなっていくことも分かった。冷房負荷についてはどの地域でもほぼ変わることはなかった。これは,冷房負荷のピークが日中のため,負荷に対する影響が貫流分よりも日射熱取得量によるものが大きいことが原因と考えられる。逆に暖房時では,日中の負荷は夜間に比べ小さいため,夜間の温度差による貫流分に対流熱伝達率の影響が寄与しているため,従来の一定値よりも暖房負荷は小さい値を示したと考える。

しかし,窓の断熱性能がよくなれば,屋外側の外部風向・風速の影響は無視できるほど小さくなるため,これまで通り考慮しなくてもよいと考えられる。

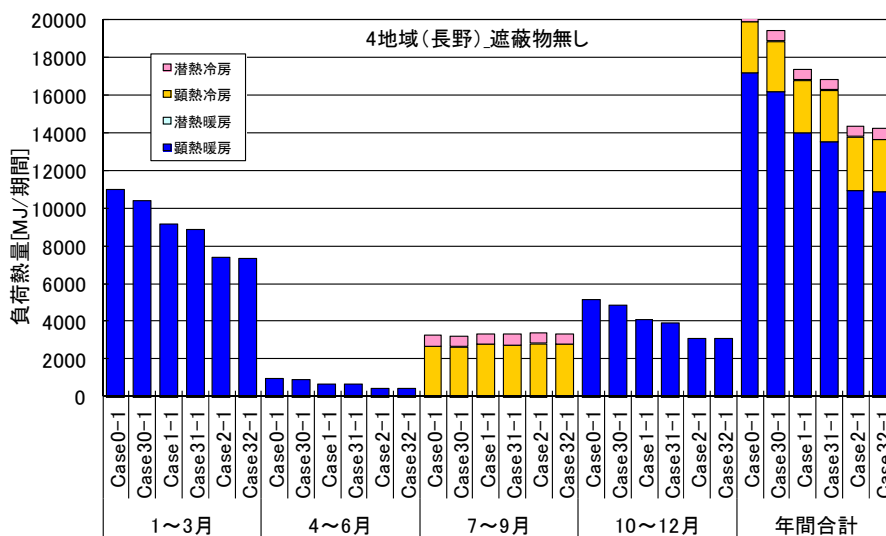


図 6.2.4.2-1 季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)

表 6.2.4.2-1 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

	Case0-1	Case30-1	Case1-1	Case31-1	Case2-1	Case32-1	
暖房負荷	17.2	16.2	14.0	13.5	11.0	10.9	[GJ/年]
冷房負荷	3.3	3.2	3.4	3.3	3.4	3.3	[GJ/年]
暖冷房負荷	20.5	19.4	17.4	16.8	14.3	14.2	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	0.94	1.00	0.96	1.00	0.99	[-]
比率(冷房)	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.95	1.00	0.97	1.00	0.99	[-]



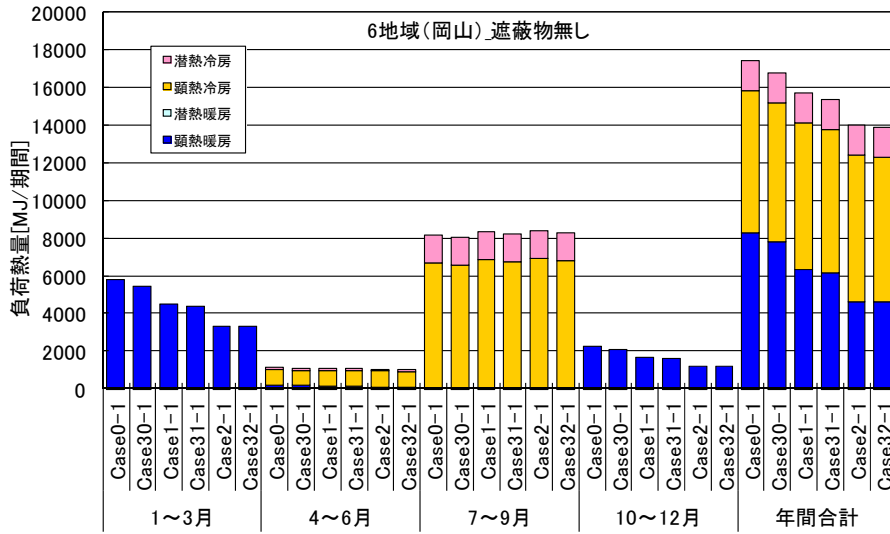


図 6.2.4.2-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6地域\_岡山）

表 6.2.4.2-2 年間暖冷房負荷及び比率（6地域\_岡山）

	Case0-1	Case30-1	Case1-1	Case31-1	Case2-1	Case32-1	
暖房負荷	8.3	7.8	6.4	6.2	4.6	4.6	[GJ/年]
冷房負荷	9.1	9.0	9.4	9.2	9.4	9.3	[GJ/年]
暖冷房負荷	17.4	16.8	15.7	15.4	14.0	13.9	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	0.94	1.00	0.97	1.00	1.00	[-]
比率(冷房)	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.99	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.96	1.00	0.98	1.00	0.99	[-]

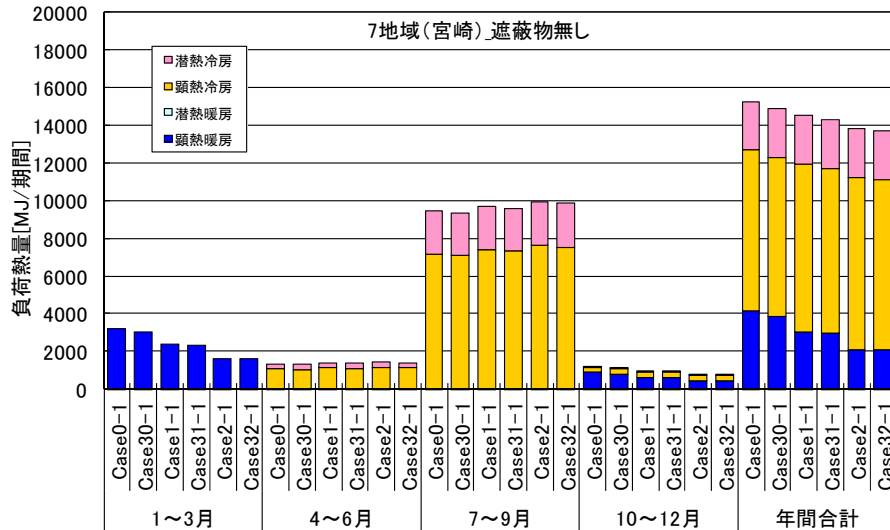


図 6.2.4.2-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.4.2-3 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

	Case0-1	Case30-1	Case1-1	Case31-1	Case2-1	Case32-1	
暖房負荷	4.1	3.9	3.1	3.0	2.1	2.1	[GJ/年]
冷房負荷	11.1	11.0	11.5	11.3	11.7	11.6	[GJ/年]
暖冷房負荷	15.3	14.9	14.5	14.3	13.8	13.7	[GJ/年]
比率(暖房)	1.00	0.94	1.00	0.97	1.00	1.00	[-]
比率(冷房)	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	[-]
比率(暖冷房)	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	0.99	[-]

参考文献

- 1) SMASH for Windows Ver.2 ユーザーマニュアル：(財)建築環境・省エネルギー機構,2004
- 2) AE-Sim/Heat 操作マニュアル：(株)山内設計室,2009
- 3) 国土交通省技術政策総合研究所・(独)建築研究所監修「自立循環型住宅へのガイドライン」：(財)建築環境・省エネルギー機構,2005
- 4) 窓の熱性能評価プログラム「WindEye」：(社)リビングアメニティ協会  
<http://alianet.org/pickup/windeye/>
- 5) 住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報  
<http://www.kenken.go.jp/becc/index.html>
- 6) 住宅事業主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説  
<http://ees.ibec.or.jp/documents/index.php>
- 7) 住宅の省エネルギー基準の解説：(財)建築環境・省エネルギー機構,2009
- 8) JIS A 4710:2004, 建具の断熱性試験方法
- 9) JIS A 4702:2012, ドアセット
- 10) JIS A 4706:2012, サッシ
- 11) ISO15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations

### 6.3 総合的な窓の熱性能評価指標

#### 6.3.1 はじめに

窓の熱性能は、一般に、断熱性能（熱貫流率）、遮熱性能（日射熱取得率）、気密性能（漏気量）で評価されるが、近年は、これら熱性能を熱負荷レベルで統合化した窓のエネルギー性能による評価（ISO 18292<sup>14)</sup>）が欧州などで導入され、これにより窓製品の格付けが行われている。この窓のエネルギー性能の計算は、表 6.3.1-1 の手順による。Step 1~3 の計算手順においては、気象データ、建物データ、窓の熱性能を準備し、特に、標準建物（Reference building）として、住宅モデル、外皮の断熱仕様、暖冷房、内部発熱、換気などの条件を設定し、この標準住宅モデルにおけるユーティリゼーションファクタ（UF；Ut*l*i*z*a*t*i*o*n Fa*c*t*o*r）を整備することが必要である。この UF とは、暖房期間であれば熱損失を補うことのできる熱取得の割合を表し、冷房期間であれば熱取得を打ち消すことのできる熱損失の割合を表す変数で、ISO13790<sup>15)</sup>にその算出方法が定義されている。ISO13790 では、UF を用いて暖冷房負荷を算出することができる（UF 法、簡易計算と呼ぶ）。ISO 18292 による窓のエネルギー性能評価には、日本で一般に用いられる動的熱負荷計算<sup>16)</sup>（詳細計算と呼ぶ）による年間暖冷房負荷を簡易計算によりうまく再現することのできる UF の値を整理することが課題となる<sup>20)</sup>。

表 6.3.1-1 ISO 18292 による窓のエネルギー性能の計算手順

<i>Step 1:</i> 気象データの準備（外気温、窓面受照日射量）
<i>Step 2:</i> 建物データの準備（暖冷房設定、ユーティリゼーションファクタ）
<i>Step 3:</i> 窓の熱性能の準備（熱貫流率、日射熱取得率、漏気量、遮蔽物効果係数、窓面積）、
<i>Step 4:</i> 窓のエネルギー性能の計算（暖房エネルギー性能、冷房エネルギー性能）

#### 6.3.2 ISO 13790 による月別計算法（簡易計算）

ここでは、事業主基準モデル<sup>17)</sup>を標準住宅モデルとした。その仕様を表 6.3.2-1 に示す。UF 算定式は、連続空調における建物の熱損失と熱取得の比および建物外皮の断熱性と熱容量の比の二つの変数で表されることから、標準住宅モデルの設定条件では、全館に内部発熱として  $4.65 \text{ W/m}^2$  を均一に与え、空調設定は暖房  $18^\circ\text{C}$ 、冷房  $27^\circ\text{C}$  とした。また、日除けによる日射遮蔽効果は、標準住宅モデルの建物性能ではなく、窓性能として入力すべきと考え、日除けとなるバルコニーや庇は標準住宅モデルから取り除いて月別の UF 値を整備する。

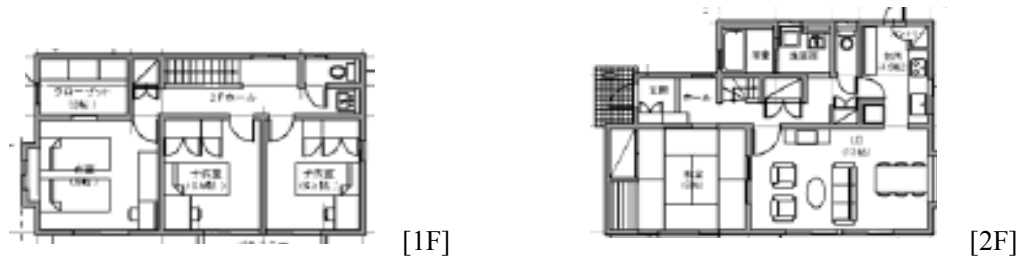


図 6.3.2-1 標準住宅モデル仕様（戸建住宅モデル）

表 6.3.2-1 標準住宅モデル仕様（戸建住宅モデル）

寒冷地(1～3 地域)	延床面積 120.08m <sup>2</sup> ，窓面積 25.22m <sup>2</sup>
温暖地(4～8 地域)	延床面積 120.08m <sup>2</sup> ，窓面積 32.20m <sup>2</sup>
壁床天井	次世代省エネ基準 <sup>18)</sup> の仕様基準に従う
空調運転方法	全館連続運転，暖房設定 18℃ 冷房設定 27℃
内部発熱	顕熱発熱 4.65W/m <sup>2</sup>
換気回数	0.5 回/hr
窓の熱性能	一戸全ての窓性能は同一 次世代省エネ基準の仕様基準に従う

連続空調時の建物の暖冷房負荷の算定式を式(6.3.2-1)～式(6.3.2-9)に示す。UF は建物の熱損失と熱取得の比の関数であり，UF の曲線形状は建物外皮固有のパラメータ  $a$  により決まる。このパラメータ  $a$  は国レベルで定められる参照数値  $a_0$ ， $\tau_0$  を用いて算定され， $a_0$ ， $\tau_0$  が定められていない場合は ISO 13790 に記載されているデフォルト値を用いてよいとされる。このデフォルト値を用いた UF 曲線から暖冷房負荷を算出したところ，詳細計算により求めた暖冷房負荷と差異が見られた。つまり，デフォルト UF 曲線は日本の標準住宅モデルにおける UF を適切に表していないと考えられる。そこで，ISO13790 の附属書に記述されているブラックボックスアプローチ法（BBA 法）を用いて，日本の標準住宅モデルにおける UF を算定することを試みた。BBA 法は，UF 値の算定のためのパラメータを各国や各地域で個別に定めるために，詳細計算による暖冷房負荷から UF 値を逆算する方法である。

$$Q_{H,nd} = Q_{ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} \quad (6.3.2-1)$$

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{ht} \quad (6.3.2-2)$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (6.3.2-3)$$

$$\eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} \quad (6.3.2-4)$$

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad (6.3.2-5)$$

$$\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}} \quad (6.3.2-6)$$

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (6.3.2-7)$$

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad (6.3.2-8)$$

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \quad (6.3.2-9)$$

ここで、

$Q_{H,nd}$	: 月別または期間の連続空調の暖房負荷	[MJ]
$Q_{C,nd}$	: 月別または期間の連続空調の冷房負荷	[MJ]
$Q_{H,ht}, Q_{C,ht}$	: 月別または期間の建物全体の熱損失	[MJ]
$Q_{H,gn}, Q_{C,gn}$	: 月別または期間の建物全体の熱取得	[MJ]
$\eta_{H,gn}$	: 暖房の熱取得ユーティリゼーションファクタ	[-]
$\eta_{C,ls}$	: 冷房の熱損失ユーティリゼーションファクタ	[-]
$\gamma_H, \gamma_C$	: 建物の熱損失と熱取得の比	[-]
$a_H, a_C$	: 建物外皮固有のパラメータ	[-]
$\tau$	: 計算対象建物の時定数	[h]
$a_{H,0}, a_{C,0}$	: 参照数値パラメータ	[-]
$\tau_{H,0}, \tau_{C,0}$	: 参照時定数	[h]
$C_m$	: 建物の内部の熱容量	[kJ/K]
$H_{tr,adj}$	: 建物の熱貫流による伝達係数	[W/K]
$H_{ve,adj}$	: 建物の換気による熱伝達係数	[W/K]

BBA 法から求めた熱損失と熱取得の比 $\gamma$ と UF 値をプロットしたところ、特に冷房期において UF 曲線の形状に沿わないことが分かった。これは、夏期の室外気温が室内設定温度を上回る時間帯において貫流と換気により室外から室内へ熱が流入、つまり、負の熱損失が生じており、BBA 法ではこのような時間帯を含む全時間帯の正負の熱損失が月別に合計（相殺）され、熱損失の絶対値が過小評価されてしまっていることによるものと考えられる。日本のように室内設定温度に比べて室外気温の寒暖の時間帯が混在するような気候では、正の熱損失が起こる時間帯と負の熱損失が起こる時間帯に分離して UF を求める必

要があり、その結果を図 6.3.2-2 に示す。この UF 値の近似曲線を得るため、最小二乗法を用いて建物外皮性能に固有のパラメータ  $a$  を同定した (表 6.3.2-2)。

簡易計算の基礎式にも熱損失の正負分離の方法を適用して、簡易計算と詳細計算による月別暖冷房負荷を比較したところ、両者は一年を通じてよく整合している (図 6.3.2-3)。つまり、熱損失の正負分離の導入により、日本の標準住宅モデルに適した UF 値を得ることが可能となった。

図 6.3.2-4 に UF 曲線算定手順と WEP 計算への準備項目を示す。

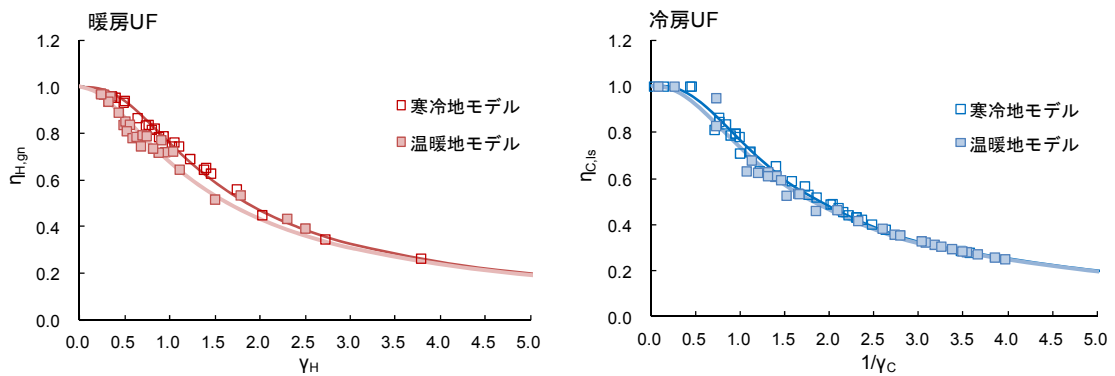


図 6.3.2-2 寒冷地モデルと温暖地モデルの UF 曲線

表 6.3.2-2 建物外皮の断熱性と熱容量の比 (建物固有値)

モデル	$a_H$ (暖房期)	$a_C$ (冷房期)
寒冷地	3.12	2.10
温暖地	3.28	2.76

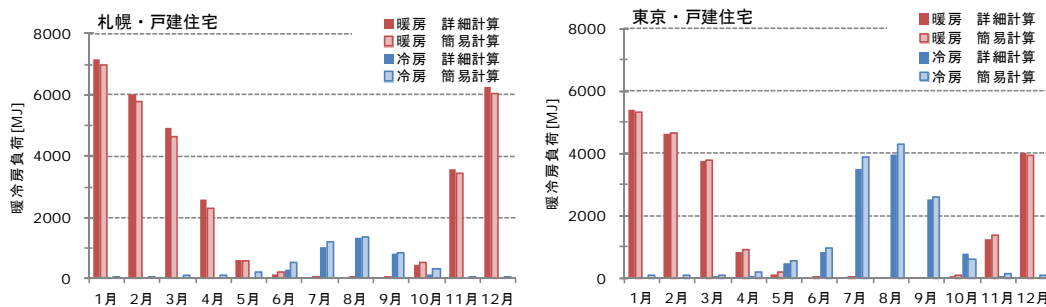


図 6.3.2-3 詳細計算と簡易計算の熱負荷比較

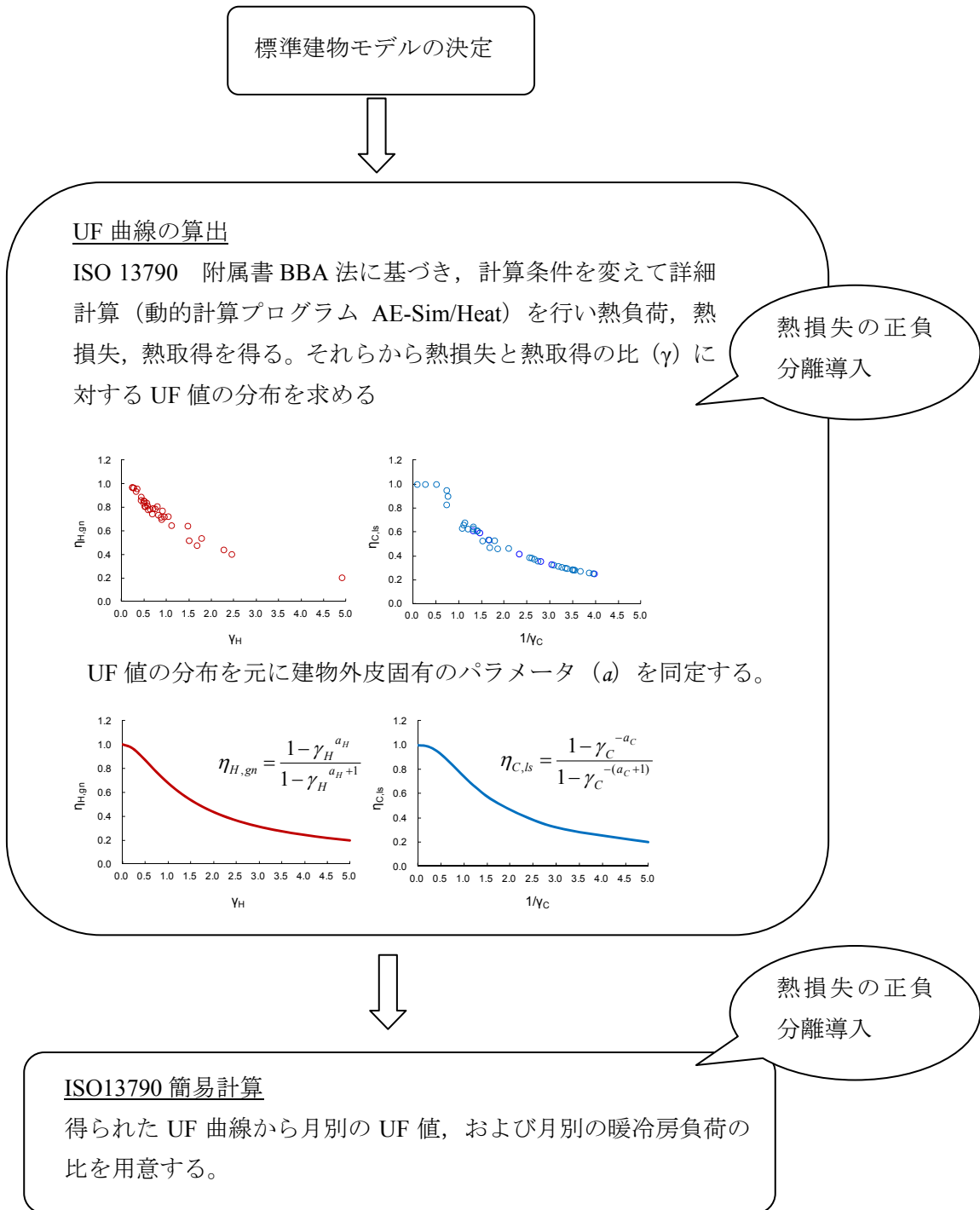


図 6.3.2-4 UF 曲線算定手順概略と窓のエネルギー性能算出のための準備

### 6.3.3 窓のエネルギー性能 (Window Energy Performance)

#### [1] ISO 18292 算定式

ISO 18292で規定されている窓エネルギー性能の算定式を以下に示す。

月別計算法 (Monthly method) :

$$WEP_H = \sum_{m=1}^{12} \frac{Q_{H,nd,w,m}}{A_w} \quad WEP_C = \sum_{m=1}^{12} \frac{Q_{C,nd,w,m}}{A_w} \quad (6.3.3-1)$$

$$Q_{H,nd} = f_H \cdot (Q_{ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn}) \quad (6.3.3-2)$$

$$Q_{C,nd} = f_C \cdot (Q_{gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{ht}) \quad (6.3.3-3)$$

$$Q_{ht} = (U_w \cdot A_w + H_{ve}) \cdot (\theta_{i,set} - \theta_{e,avg}) \cdot \frac{t}{1000} \quad (6.3.3-4)$$

$$Q_{gn} = F_{sh} \cdot g_w \cdot I_{sol} \cdot A_w \cdot \frac{t}{1000} \quad (6.3.3-5)$$

$$H_{ve} = \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_{ref}} \right)^{2/3} \cdot \rho \cdot C_p \cdot L_{\Delta p_{ref}} \quad (6.3.3-6)$$

ここで, $WEP_H$	: 窓の暖房エネルギー性能	[kWh/m <sup>2</sup> ]
$WEP_C$	: 窓の冷房エネルギー性能	[kWh/m <sup>2</sup> ]
$Q_{H,nd}^*$	: 月別の窓からの正味の熱損失	[kWh]
$Q_{C,nd}^*$	: 月別の窓からの正味の熱取得	[kWh]
$A_{w,or}$	: 窓面積	[m <sup>2</sup> ]
$Q_{ht}$	: 月別の窓からの熱損失	[kWh]
$Q_{gn}$	: 月別の窓からの熱取得	[kWh]
$\eta_{H,gn}$	: 暖房の熱取得ユーティリゼーションファクタ	[-]
$\eta_{C,ls}$	: 冷房の熱損失ユーティリゼーションファクタ	[-]
$f_H$	: 月別の暖房期間の割合	[-]
$f_C$	: 月別の冷房期間の割合	[-]
$U_w$	: 窓の熱貫流率	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$H_{ve}$	: 窓の漏気による熱損失係数	[W/K]
$\theta_{i,set}$	: 室内設定気温	[°C]
$\theta_{e,avg}$	: 室外平均気温	[°C]
$t$	: 月別の時間	[h]
$F_{sh}$	: 遮蔽物の効果係数	[-]



$g_w$	: 窓の日射熱取得率	[-]
$I_{sol}$	: 窓の平均受照日射量	[W/m <sup>2</sup> ]
$\Delta p$	: 平均室内外圧力差	[Pa]
$\Delta p_{ref}$	: 気密性能測定時の室内外気圧差	[Pa]
$\rho \cdot C_p$	: 空気の容積比熱	[kJ/(m <sup>3</sup> ·K)]
$L_{\Delta p_{ref}}$	: 気密測定による窓の漏気量	[m <sup>3</sup> /h]

## [2] 方位別窓エネルギー性能の検討

6地域の東京を想定して、庇と日射遮蔽物がなく、窓の日射熱取得率を中程度一定として、窓の熱貫流率を1.30および4.65 W/(m<sup>2</sup>·K)とした場合の方位別WEPを検討する。計算条件を表6.3.3-1に、計算結果を図6.3.3-1、表6.3.3-2に示す。

WEPの値が小さいほど暖冷房負荷が小さくなることを意味する。WEPが負の値のときは暖房WEPでは窓からの熱取得が暖房負荷削減と建物の蓄熱に利用され、冷房WEPでは窓からの熱損失が冷房負荷削減と建物の除熱に利用されることを表している。

まず、方位別にWEPを比較すると、暖房WEPは南面では小さく、北面では大きい。また、冷房WEPは東面、西面が大きいことがわかる。

次に、窓の熱貫流率が小さい場合には、冷房WEPが若干大きくなるが、暖房WEPがそれ以上に小さくなるため、年間合計の暖冷房WEPも小さくなることが分かる。

表 6.3.3-1 計算条件

地域	: 6地域 東京	
窓の熱貫流率	: 1.30, 4.65 [W/(m <sup>2</sup> K)]	2水準
窓の日射熱取得率	: 中程度	
サッシ気密等級	: A-4等級	
遮蔽物	: なし	
庇	: なし	

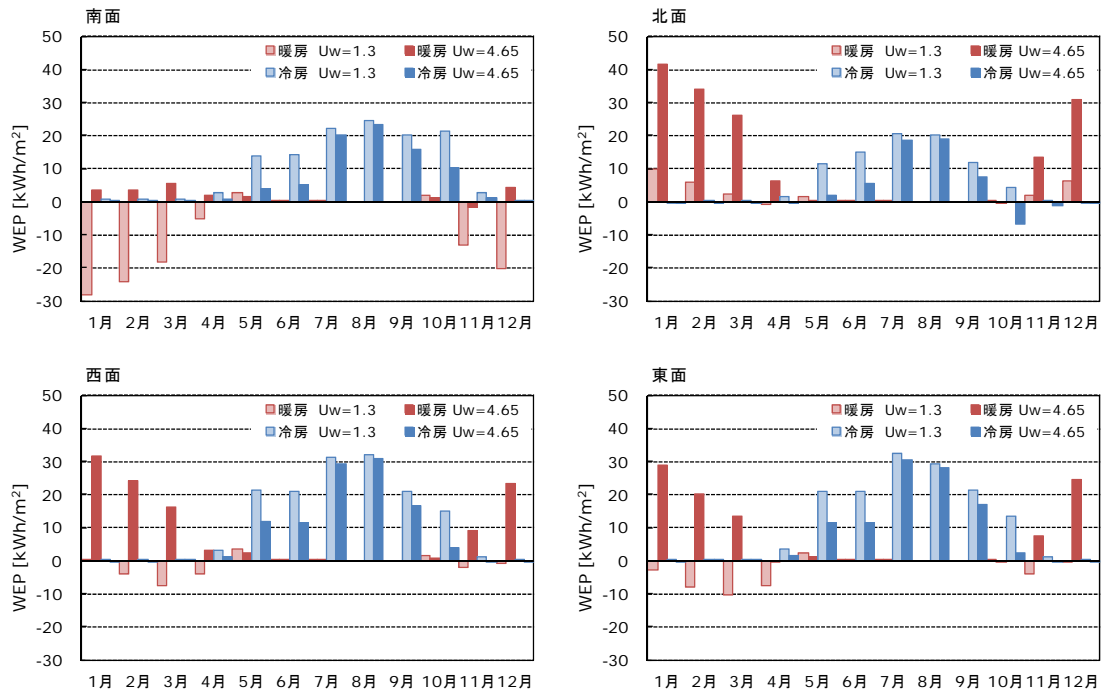


図6.3.3-1 方位別WEP計算結果（東京，庇なし，遮蔽物なし，日射熱取得率中程度）

表 6.3.3-2 方位別 WEP 計算結果（東京，庇なし，遮蔽物なし，日射熱取得率中程度）

WEP <sub>H</sub>	Uw=1.3				Uw=4.65			
	南	西	北	東	南	西	北	東
1月	-28	0	10	-3	4	32	42	29
2月	-24	-4	6	-8	4	24	34	20
3月	-18	-8	2	-10	5	16	26	14
4月	-5	-4	-1	-8	2	3	6	-1
5月	3	3	2	2	1	2	0	1
6月	0	0	0	0	0	0	0	0
7月	0	0	0	0	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0	0	0
9月	0	0	0	0	0	0	0	0
10月	2	1	0	1	1	1	0	0
11月	-13	-2	2	-4	-2	9	13	8
12月	-20	-1	6	0	4	24	31	24
年間	-105	-14	27	-30	20	111	152	95

WEP <sub>C</sub>	Uw=1.3				Uw=4.65			
	南	西	北	東	南	西	北	東
1月	1	0	0	0	0	0	0	0
2月	1	0	0	0	0	0	0	0
3月	1	0	0	0	0	0	0	0
4月	3	3	1	4	1	1	-1	2
5月	14	21	12	21	4	12	2	11
6月	14	21	15	21	5	12	6	12
7月	22	31	21	33	20	29	19	31
8月	25	32	20	29	24	31	19	28
9月	20	21	12	22	16	16	7	17
10月	21	15	4	14	10	4	-7	2
11月	3	1	0	1	1	0	-1	0
12月	0	0	0	0	0	0	0	0
年間	124	147	85	145	82	105	43	103

WEP <sub>H+C</sub>	19	133	113	115	102	216	195	198
--------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

窓の熱貫流率が小さくなると

暖冷房 WEP 小

## [3] 庇と遮蔽物の組み合わせによる窓のエネルギー性能の検討

庇、遮蔽物の組み合わせは様々あるが、その中でどのような窓の使用方がよいかを検討する。ここでは、各方位のWEPに標準住宅モデルの各方位の窓面積を重みとして加重平均して、標準住宅モデル一戸における平均的なWEPにより比較を行う。

計算条件を表6.3.3-3に示す。窓の熱貫流率を3水準、窓の日射熱取得率を3水準とし、遮蔽物は4水準、庇はなし、ありの2水準とする。庇がある場合は、日除け効果係数として、個々の窓の庇寸法に応じた取得日射量補正係数<sup>19)</sup>を方位別に窓面積加重平均した値を用いた。

表 6.3.3-3 計算条件

地域	: 2地域 札幌, 6地域 東京	
窓の熱貫流率	: 1.3, 2.33, 4.65 [W/(m <sup>2</sup> K)]	3水準
窓の日射熱取得率	: 低, 中, 高	3水準
サッシ気密等級	: A-4等級	
遮蔽物	: なし, LC, 内BL, 外BL	4水準
	LC:レースカーテン, 内BL:内付ブラインド, 外BL:外付ブラインド	
庇	: なし, あり	2水準

表 6.3.3-3 および表 6.3.3-4 に、窓の熱性能を一年間および全方位で同一とした場合の標準住宅モデルの暖冷房 WEP を算出した結果を示す。これらによると、窓の熱貫流率を小さく、窓の日射熱取得率を高くすると暖房 WEP は小さくなり、窓の熱貫流率を大きく、窓の日射熱取得率を低くすると冷房 WEP は小さくなる事が分かる。また、札幌、東京いずれも窓の熱貫流率が小さい方が年間の暖冷房 WEP を小さくすることができる。札幌では、庇の有無によらず、暖房 WEP が支配的であることから日射熱取得が高い窓の方が暖冷房 WEP を低減できることが確認された。ここで庇の有無による差は軽微である。札幌のような寒冷地においては、暖房期の日射熱取得を期待して高断熱かつ日射熱取得の高い窓（日射取得型）にすることにより年間の窓のエネルギー性能の向上（暖冷房 WEP の削減）が見込まれる。

一方、東京では、暖冷房 WEP に対する庇の効果が確認できた。窓の日射取得/日射遮蔽性能の変化による暖冷房 WEP への影響は軽微であるが、これは暖房 WEP と冷房 WEP の増減が相殺されたことによるもので、使用する遮蔽物種類を通年一定と仮定したためである。夏期と冬期で日射取得/日射遮蔽性能を変化させる、つまり、暖房期と冷房期で遮蔽物の使い分けを行うことで、年間の窓のエネルギー性能の向上（暖冷房 WEP の削減）が見込まれる。

そこで、窓の熱性能を遮蔽物により夏期と冬期で使い分けた場合の標準住宅モデルでの暖冷房 WEP を算出した。暖房期は遮蔽物なし、冷房期は遮蔽物を使用した場合の計算結果を表 6.3.3-5 と表 6.3.3-6 に示す。ここで、断熱性能は通常ガラスやフレームの断熱性

能で決まるため夏期と冬期で変化しないものと仮定した。

札幌、東京いずれも、熱貫流率が小さく、日射熱取得率が高い窓で、夏期に外付けブラインドを使用した場合が最も暖冷房 WEP が小さくなる結果となった。この場合、庇は無い方が窓のエネルギー性能は向上する。熱貫流率が小さく、日射熱取得率が高い窓の暖冷房 WEP は、札幌、東京いずれも負の値を示している。これは、窓からの熱の流入・流出により暖冷房負荷を軽減する可能性があることを示しており、窓がパッシブハウスや ZEH の実現に寄与すると言える。暖房 WEP と冷房 WEP を個々に見ると、暖房 WEP では、窓の日射取得（高日射熱取得率）と高断熱化（低熱貫流率）により住宅の暖房負荷低減に大きく寄与し、冷房 WEP では、窓の日射遮蔽（外付けブラインド）と低断熱化（高熱貫流率）により住宅の冷房負荷低減に寄与する。ただし、冷房負荷削減のために窓をあえて低断熱化する必要はなく、外気温度が室内気温よりも低い時間帯に窓を開放して通風換気することで熱損失（熱排出）を促し、低断熱にすること以上の効果をもたらすと考えられる。逆に、外気温度が室内気温よりも高い時間帯には、室外から室内へ流入する貫流熱（負の熱損失）を低減するためにはやはり高断熱化が必要である。

以上のことから、住宅の暖冷房負荷を低減するために、必要な窓性能、遮蔽物、庇について以下のようにまとめられる。

- ・ 窓の高断熱化（熱貫流率を小さくすること）が必須である。
- ・ 窓開放により通風換気を促進する。
- ・ 季節により遮蔽物を使い分ける（暖房期は遮蔽物を取り払い、冷房期には遮蔽する）
- ・ その場合、窓自体の日射熱取得率は高いほうが望ましい。
- ・ 地域、方位により適切な庇の設計を行う。

WEP を用いることにより窓の日射取得／日射遮蔽性能と断熱性能（通風性能）を夏期と冬期で適宜変化させることによる暖冷房負荷低減の可能性を明示することができた。低炭素社会に対応した窓の熱性能評価指標として WEP は有効に利用されるものとなる考える。

表 6.3.3-3 標準住宅モデル WEP 計算結果, 一年中遮蔽物が同一 (2地域 札幌)

庇	遮蔽物	窓の日射熱取得率 [-] gw	暖房WEP			冷房WEP			暖冷房WEP		
			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]		
			U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65
なし	なし	低	27	113	309	39	16	-35	65	129	273
		中	-46	40	236	85	62	11	38	102	246
		高	-92	-5	190	113	91	40	21	85	229
	LC	低	49	136	331	24	2	-49	74	138	282
		中	6	92	287	52	29	-22	58	121	266
		高	-16	71	266	65	43	-8	50	114	258
	内BL	低	58	144	340	19	-4	-55	77	141	285
		中	22	109	304	41	19	-32	64	128	272
		高	7	94	289	51	28	-23	58	122	266
	外BL	低	117	204	399	-18	-41	-92	99	163	307
		中	103	190	385	-10	-32	-83	94	158	302
		高	97	184	379	-6	-28	-79	91	155	299
あり	なし	低	38	125	320	24	1	-50	62	126	270
		中	-28	58	253	61	38	-13	32	96	240
		高	-70	17	212	84	61	10	14	78	222
	LC	低	59	145	340	12	-11	-62	71	135	279
		中	19	105	301	34	12	-39	53	117	261
		高	-1	86	281	45	22	-29	44	108	253
	内BL	低	66	153	348	8	-15	-66	74	138	282
		中	34	121	316	26	3	-48	60	124	268
		高	20	107	302	33	11	-40	54	118	262
	外BL	低	120	207	402	-22	-45	-96	98	162	306
		中	108	194	389	-15	-38	-89	92	156	300
		高	102	188	383	-12	-35	-86	90	154	298

表6.3.3-4 標準住宅モデルWEP計算結果, 一年中遮蔽物が同一 (6地域 東京)

庇	遮蔽物	窓の日射熱取得率 [-] gw	暖房WEP			冷房WEP			暖冷房WEP		
			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]		
			U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65
なし	なし	低	-22	17	103	70	57	27	48	73	131
		中	-74	-35	51	124	111	82	50	76	133
		高	-106	-68	19	158	145	116	52	77	135
	LC	低	-6	33	119	53	40	11	47	73	130
		中	-37	2	88	86	73	43	49	74	131
		高	-52	-14	73	101	88	59	49	75	132
	内BL	低	0	39	125	47	34	4	47	72	130
		中	-25	13	100	73	60	31	48	74	131
		高	-36	3	89	84	71	42	49	74	131
	外BL	低	42	81	167	3	-10	-40	45	70	128
		中	33	71	158	13	0	-30	45	71	128
		高	28	67	153	18	5	-25	46	71	128
あり	なし	低	-16	22	109	56	43	14	40	65	123
		中	-65	-26	60	102	89	60	37	63	120
		高	-95	-57	30	131	118	89	36	61	119
	LC	低	-1	37	124	42	29	-1	41	66	123
		中	-30	8	95	69	56	27	39	65	122
		高	-44	-6	80	83	70	41	38	64	121
	内BL	低	5	43	129	36	23	-6	41	66	124
		中	-19	19	106	59	46	17	40	65	122
		高	-29	9	96	68	55	26	39	65	122
	外BL	低	44	82	169	-1	-14	-43	43	68	126
		中	35	73	160	8	-5	-35	42	68	125
		高	30	69	155	12	-1	-31	42	68	125

表の見方:

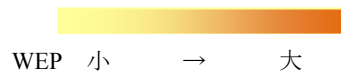


表 6.3.3-5 標準住宅モデル WEP 計算結果, 遮蔽物の使い分け (2地域 札幌)

庇	遮蔽物 暖房期 /冷房期	窓の日射 熱取得率 [-] gw	暖房WEP			冷房WEP			暖冷房WEP		
			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]		
			U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65
なし	なし/LC	低	27	113	309	24	2	-49	51	115	259
		中	-46	40	236	52	29	-22	6	70	214
		高	-92	-5	190	65	43	-8	-27	37	182
	なし/内BL	低	27	113	309	19	-4	-55	46	110	254
		中	-46	40	236	41	19	-32	-5	59	203
		高	-92	-5	190	51	28	-23	-41	23	167
	なし/外BL	低	27	113	309	-18	-41	-92	9	73	217
		中	-46	40	236	-10	-32	-83	-56	8	152
		高	-92	-5	190	-6	-28	-79	-97	-34	111
あり	なし/LC	低	38	125	320	12	-11	-62	50	114	258
		中	-28	58	253	34	12	-39	6	70	214
		高	-70	17	212	45	22	-29	-25	39	183
	なし/内BL	低	38	125	320	8	-15	-66	46	110	254
		中	-28	58	253	26	3	-48	-2	62	206
		高	-70	17	212	33	11	-40	-36	28	172
	なし/外BL	低	38	125	320	-22	-45	-96	16	80	224
		中	-28	58	253	-15	-38	-89	-44	20	165
		高	-70	17	212	-12	-35	-86	-82	-18	126

表 6.3.3-6 標準住宅モデル WEP 計算結果, 遮蔽物の使い分け (6地域 東京)

庇	遮蔽物 暖房期 /冷房期	窓の日射 熱取得率 [-] gw	暖房WEP			冷房WEP			暖冷房WEP		
			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]			窓の熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> K)]		
			U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65	U <sub>w</sub> =1.3	U <sub>w</sub> =2.33	U <sub>w</sub> =4.65
なし	なし/LC	低	-22	17	103	53	40	11	31	57	114
		中	-74	-35	51	86	73	43	12	37	94
		高	-106	-68	19	101	88	59	-5	21	78
	なし/内BL	低	-22	17	103	47	34	4	25	50	108
		中	-74	-35	51	73	60	31	-1	25	82
		高	-106	-68	19	84	71	42	-22	3	61
	なし/外BL	低	-22	17	103	3	-10	-40	-19	6	63
		中	-74	-35	51	13	0	-30	-61	-36	22
		高	-106	-68	19	18	5	-25	-89	-63	-6
あり	なし/LC	低	-16	22	109	42	29	-1	26	51	108
		中	-65	-26	60	69	56	27	5	30	87
		高	-95	-57	30	83	70	41	-12	13	70
	なし/内BL	低	-16	22	109	36	23	-6	20	46	103
		中	-65	-26	60	59	46	17	-6	20	77
		高	-95	-57	30	68	55	26	-27	-1	56
	なし/外BL	低	-16	22	109	-1	-14	-43	-17	8	66
		中	-65	-26	60	8	-5	-35	-57	-32	26
		高	-95	-57	30	12	-1	-31	-83	-58	-1

表の見方:  WEP 小 → 大

#### 6.4 まとめ

本章では、まず、日本において住宅熱負荷計算に最もよく使用されるソフトウェアの一つである”AE-Sim/Heat”をカスタマイズして、窓フレームの影、複層ガラス入射角特性、ブラインドスラット角と太陽位置の関係、屋外風向風速をパラメータとして窓の熱貫流率と日射熱取得率が時々刻々と変化することを考慮できるように改良し、それらの考慮の有無の暖冷房負荷への影響を検証した。次に、ISO規格に規定されている窓のエネルギー性能（WEP; Window Energy Performance）の考え方を日本の気候と標準的な住宅に適用させるための改良を行い、WEPの計算結果をもとに日本の住宅の窓が目指すべき熱性能の方向を論じた。

- (1) 住宅熱負荷計算において、窓フレームの影および複層ガラスの入射角特性を考慮しないことは、窓の日射熱取得率を過大に評価することになり、暖房負荷の過小評価、冷房負荷の過大評価を招く可能性がある。年間暖冷房負荷合計でみると、暖房と冷房の負荷の大小が相殺されて、これらの考慮の有無による差違が現れにくい場合もあるが、実態調査との整合など暖冷房内訳バランスまで精査する際には、考慮すべきである。
- (2) ブラインドスラット角とガラス入射角と太陽位置の関係から窓の日射熱取得率の時々刻々の変化を考慮する機能を組み込んだ住宅熱負荷計算を実施したところ、地域によって最適なガラス品種とブラインドスラット角の組み合わせが異なることが分かった。4地域（準寒冷地）および6地域（温暖地）では、冬期はブラインドを巻き上げて、なるべく日射熱を室内へ取り入れて、夏期にはブラインドを室外側へ45°傾けて日射遮蔽をすることが望ましい。窓ガラスには日射取得型 Low-E 複層ガラスを用いるべきである。また、7地域（準蒸暑地）では、冬期にブラインドを室内側へ45°傾けて日射を取り入れながら、ブラインドによって付加的に断熱性を向上させ、夏期にはブラインドを室外側へ45°傾けて日射遮蔽をすることが望ましい。窓ガラスには日射遮蔽型 Low-E 複層ガラスを用いる。
- (3) 屋外の風向風速の変動により、窓の室外側熱伝達率、ひいては窓の熱貫流率を変動させることを考慮した住宅熱負荷計算を実施したところ、この考慮の有無は、冷房負荷にはほとんど影響を及ぼさず、また、暖房負荷には窓の熱貫流率が大きいときのみ影響が現れる結果となった。窓ガラスに Low-E 複層ガラスを用いる場合には、窓自体の熱抵抗が大きいため、屋外側の風向風速、つまり表面对流熱伝達率の変化の影響は無視し得る。
- (4) ISO規格に規定されている窓のエネルギー性能（WEP）の評価指標を日本の住宅に適用させるために、標準住宅の設定とそれを表す数値パラメータの同定を行い、住宅熱負荷計算による暖冷房負荷と同等の結果を得ることを確認した。WEP試算により、住宅の暖冷房負荷の低減のために、①窓の高断熱化、②窓開放による通風換気、③季節による遮蔽物の使い分け、④窓自体は高日射取得化、⑤地域、方位ごとに適切な庇の設計、などが重要であることが言え、WEPは窓の断熱性能と日射取得/日射遮蔽性能

を統合して表す評価指標として有用である。

「6.1 はじめに」の節でも述べたように、欧州の寒冷地、東南アジアの蒸暑地とは違って、日本の温暖地は冬の暖房も夏の冷房もエネルギー使用するために、特に窓の日射取得／日射遮蔽性能は単純に高い／低い、どちらが優れていると言えるものではない。このことを鑑みて、現在原案策定中の窓の日射熱取得率の計算法および測定法の工業規格 JIS 案においては、遮蔽物の開閉などにより日射取得／日射遮蔽の調整が可能な窓については夏の日射遮蔽、冬の日射取得の両方を評価するように定めており、夏冬の日射熱取得率の可変性も窓に求められる熱性能の一つとして位置付けられている。

先頃、住宅の省エネルギー基準が十数年ぶりに大改定され、従来の熱損失係数（Q 値）と夏期日射取得係数（ $\mu$  値）の基準から外皮平均熱貫流率（平均 U 値）と冷房期平均日射熱取得率（平均  $\eta_s$  値）の基準に置き換えられ、さらには設備機器を含めた一次エネルギー消費量の基準が追加された。ここで、平均  $\eta_s$  値の算定では、後付けされる遮蔽物であるレースカーテンや内付けブラインドは評価の対象とされない。これは基準適否判断の時の評価の公正化、明確化、簡易化のためとのことである。古来より住まい方の工夫として利用されてきたよしずや簾も評価対象外となる。このことにより、本来暖冷房エネルギー削減に大きなポテンシャルを有する住まい手の日射取得／日射遮蔽の調整行動が全く評価されないこととなって、平均  $\eta_s$  値の基準適合のためだけに日射遮蔽性が強い窓の採用が強いられないかが懸念される。ハード的に一旦日射遮蔽した窓は住まい手のソフト的な調整行動を以てしてもそれ以上に日射取得をすることができず、暖房エネルギーが過半を占める温暖地においては省エネルギーに逆行する住宅となる恐れもある。

このような懸念を解消して、日本の住宅と建築物の省エネルギー化を推進するためには、窓の熱貫流率と日射熱取得率の測定および計算による評価方法を整備すること、および窓の熱貫流率と日射熱取得率を統合して地域、方位に応じた窓のエネルギー性能の評価方法を構築すること、そして、これらの評価方法と国が実施する住宅と建築物の省エネルギーに関する諸施策が有機的に結びついて発展することが極めて重要である。



参考文献：

- 1) SMASH for Windows Ver.2 ユーザーマニュアル：(財)建築環境・省エネルギー機構,2004
- 2) AE-Sim/Heat 操作マニュアル：(株)山内設計室,2009
- 3) 国土交通省技術政策総合研究所・(独) 建築研究所監修「自立循環型住宅へのガイドライン」：(財)建築環境・省エネルギー機構,2005
- 4) 窓の熱性能評価プログラム「WindEye」：(社) リビングアメニティ協会  
<http://alianet.org/pickup/windeye/>
- 5) 住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報  
<http://www.kenken.go.jp/becc/index.html>
- 6) 住宅事業主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説  
<http://ees.ibec.or.jp/documents/index.php>
- 7) 住宅の省エネルギー基準の解説：(財)建築環境・省エネルギー機構,2009
- 8) JIS A 4710:2004, 建具の断熱性試験方法
- 9) JIS A 4702:2012, ドアセット
- 10) JIS A 4706:2012, サッシ
- 11) ISO15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
- 12) JIS R3107:1998, 板ガラス類の熱抵抗及び建築における熱貫流率の算定方法
- 13) JIS R 3106:1998, ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法
- 14) ISO 18292:2011, Energy performance of fenestration systems for residential buildings -- Calculation procedure
- 15) ISO 13790:2008, Energy performance of buildings -- Calculation of energy use for space heating and cooling
- 16) 温熱環境シミュレーションプログラム AE-Sim/Heat：(株)建築環境ソリューションズ
- 17) 国土交通省技術政策総合研究所・(独) 建築研究所監修「自立循環型住宅へのガイドライン」：(財)建築環境・省エネルギー機構,2005
- 18) 住宅の省エネルギー基準の解説：(財)建築環境・省エネルギー機構,2009
- 19) 住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報
- 20) 木下泰斗, 齋藤孝一郎, 塩崎智子, 石橋健太郎, 赤坂裕ほか：窓のエネルギー性能評価に関する ISO 規格の日本の住宅への適用に関する研究 その1～8, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学 II, 2011.8, 2012.9

