

### 第3章 日射熱取得率計算方法の調査

#### 3.1 はじめに

開口部の日射熱取得率の計算法として、日本におけるあるべき姿を見定めるための調査として調査事項（ロ）は位置づけられており、3章ではこれら調査事項に関する調査の報告を行う。具体的には、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>が採用する計算方法の国際規格や他国の規格などとの関係・位置づけの調査、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に反映させるべき懸案事項に関する調査、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に対応する計算ツールに関する調査、などがその内容となっている。

本調査では、既往研究の調査、各国計算法規格の調査、計算ツールの調査を行った結果、窓全体に対する日射熱取得性能の計算法の規定をもつ唯一の規格として国際規格 ISO 15099<sup>2)</sup>があり、各国の規格・計算ツールはこの国際規格の影響を多く受けていることがわかった。その一方で、欧州ではフレーム部の計算法についての規定を持っていない。

次に具体的なガラス品種・フレーム製品・遮蔽物種類のそれぞれの単体性能、さらにはそれらを組み合わせた場合の窓全体に対する性能に対して、各国計算法規格・計算ツールを用いて得られる日射熱取得（遮蔽）性能値は、結果としてどの程度の差異を持っているのかを比較・確認した。

また、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>について、その概要を報告するとともに、この JIS 案に対応する2つの国内ツール WindEye・TB2D/BEM それぞれの状況についての調査も行った。遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、いくつかある附属書において、複雑なスラット形状をもつベネシャンブラインドの光学特性、板ガラスの斜入射時の光学特性などの計算法が提示され、スクリーン・障子紙・日射調整フィルムの光学特性の代表値を整理して示されるなど、懸案であった事項の多くがすでに取り入れられたものとなっている。

また、計算法と並行して規格化が検討されている遮熱性能試験法 JIS 案に則って測定された各種のガラス・フレーム部材・遮蔽物を組み合わせた具体的な窓の日射熱取得（遮蔽）性能値と計算法による値との比較についても行い、それぞれの特性把握・懸案事項の確認、さらには今後の検討課題を把握する等を試みている。また、遮蔽物をもつ場合の窓の遮熱性能評価法として、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>への反映・改良がなされたいくつかのトピックについても調査したので報告を行う。

今回の日射熱取得（遮蔽）性能評価法の調査や規格の整備・普及、また、実際の日射条件に対応する日射熱取得性能値の評価法の確立等により、開口部の冷房・暖房負荷への影響をより実態に近い把握が可能となり、さらには、開口部に求められる夏期と冬期の機能・あるべき性能の違いを踏まえた開口部の日射熱取得率の選択調整可能な幅を有し、そのような「可変性」が正当に評価できる方法が確立されること、また、このような性能値の「衣替え」による「可変性」が熱負荷計算法や最適設計法などに反映されることを促す一助となることを期待する。

## 3.2 既往研究の調査

ここでは、窓の遮熱性能計算法に関する既往の研究について示し、その特徴や課題について明らかにする。

### 3.2.1 窓全体の熱性能計算法

遮熱性能を含む日本の窓の熱性能計算法の開発は、平成7年度より(社)リビングアメニティ協会（以降ALIA）において赤坂，二宮らにより産学官の協働で推進されてきた。以下にこれまでALIAに設置された研究委員会の名称と設置年度を示す。

「開口部断熱性能計算法研究委員会」平成7年度～平成11年度

「開口部遮熱性能計算法研究委員会」平成12年度～平成15年度

「窓のエネルギー性能評価指標研究開発プロジェクト」平成17年度～平成19年度

上記委員会では、窓の熱性能計算法の国際規格（ISO10077-1<sup>3)</sup>，ISO10077-2<sup>4)</sup>，ISO15099<sup>2)</sup>）と整合性を図りながら、日本の窓の熱性能予測，評価方法の開発が推進されてきた<sup>5)</sup>。また、窓断面の熱性能の算出に用いられる以下の解析プログラムの開発も同時に進められた<sup>6)</sup>。

TB2D/BEM；境界要素法による2次元熱伝導解析プログラム（開発者 伊丹）  
 TB2D/FDM；有限差分法による2次元熱伝導解析プログラム（開発者 二宮）  
 TB3D/FDM；有限差分法による3次元熱伝導解析プログラム（開発者 二宮）  
 TRAC3D；密閉空気層の等価熱伝導率算出プログラム（開発者 赤坂）

開き窓については、伊丹ら<sup>7)</sup>によって断熱性能（熱貫流率；U値[W/(m<sup>2</sup>・K)]）の汎用的計算法による算出方法と算出結果が示され、23種の窓については断熱試験との比較が示されている。算出結果は、断熱試験値に対し99%～115%を示し十分な精度であることが確かめられている。

引違い窓については、二宮ら<sup>8)</sup>によって断熱性能（熱貫流率）の汎用的計算法による算出方法と算出結果が示され、25種の窓については断熱試験との比較が示されている。算出結果は、断熱試験値に対し概ね±10%を示したが、中には10%を越える差がある場合もあり、断熱試験を想定した境界条件のモデル化について課題が示された。また、差分法による3次元の定常熱伝導解析プログラムが開発され、3次元的な熱流の生じる部位の影響が明らかになり2次元の解析モデルによる算出結果からその影響を評価可能であることが示された。

窓の付属物であるベネシャンブラインドについては、木下ら<sup>9)</sup>によって鏡面反射と同時に拡散反射するスラットの直達光，拡散光に対する日射特性の計算法が示された。

これらの成果を基に二宮ら<sup>10)~14)</sup>によって窓の熱性能総合評価プログラム「WindEye」が開発された。WindEyeの初期画面を図3.2.1-1に示す。図中の①～⑥の表示内容を以下に示す。

- ① 窓内外の環境条件の設定
- ② 窓種を選択
- ③ 窓商品の選択（メーカー、枠・障子の構造）
- ④ ガラスの指定（メーカー、仕様）
- ⑤ 付属物の指定（メーカー、ブラインド）
- ⑥ 窓の熱性能指標算出値
  - ・断熱性能 ; 熱貫流率(U値)[W/(m<sup>2</sup>・K)]
  - ・遮熱性能 ; 日射熱取得率(η値)[-]
  - ; 日射遮蔽係数(SCC, SCR) [-]
  - ・防露性能 ; 表面結露指数(STI) [-]
  - ・遮光性能 ; 可視光透過率(τ<sub>vis</sub>値) [-]



図 3. 2. 1-1 WindEye 初期画面

上記委員会での成果に基づき、平成23年3月に窓の断熱性能計算法のJIS規格（JIS A 2102-1<sup>15)</sup>、JIS A 2102-2<sup>16)</sup>）が制定された。更に、平成24年度の制定を目標として窓の遮熱性能計算法JIS規格の作成作業が進められている。

### 3. 2. 2 板ガラスと遮蔽物との間の熱コンダクタンス

窓ガラスにカーテンやブラインドなどの遮蔽物を取り付けた場合には、窓グレーディング

部としての日射熱取得率の計算のために、遮蔽物の開口から自然に空気が流通することを考慮したガラスと遮蔽物間の熱コンダクタンスおよび遮蔽物と室内外環境との熱伝達率が必要となる。これらの数値に関しては実験や数値解析による多くの既往研究<sup>17)~24)</sup>がなされており、ここではこれらの概要を示す。

[1] 稲沼らによるブラインドスラットの対流熱伝達率の同定

稲沼ら<sup>17)</sup>は、太陽追尾型の熱箱の一面に窓の供試体を設置した実験装置によりベネシャンブラインド付き窓の日射熱取得率を測定している。また、ブラインドスラット周りの空気移動を考慮した日射熱移動モデルを構築し、ブラインドスラット角度ごとにスラット間を通過する空気の流量係数を仮定して、日射熱取得率の実測結果からスラット表面における対流熱伝達率を  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と同定している。なお、この日射熱移動モデルでは、ガラスとブラインドの間の空気層において煙突効果により上昇気流が生じる際、窓の下半分から室内空気がガラスとブラインドの間の空気層に流入し、窓の上半分から室内へ同量が戻る（下降気流の場合にはその逆）と仮定している。このモデルから窓グレージング部の日射熱取得率を算出するには、ガラス表面、ガラスーブラインド間空気層、スラット表面、スラット近傍空気の窓上下別の温度を未知数として、ガラス表面の熱収支、スラット表面の熱収支に加えて、煙突効果の空気移動による換気熱収支を組み込んだ熱平衡式を解く必要がある。

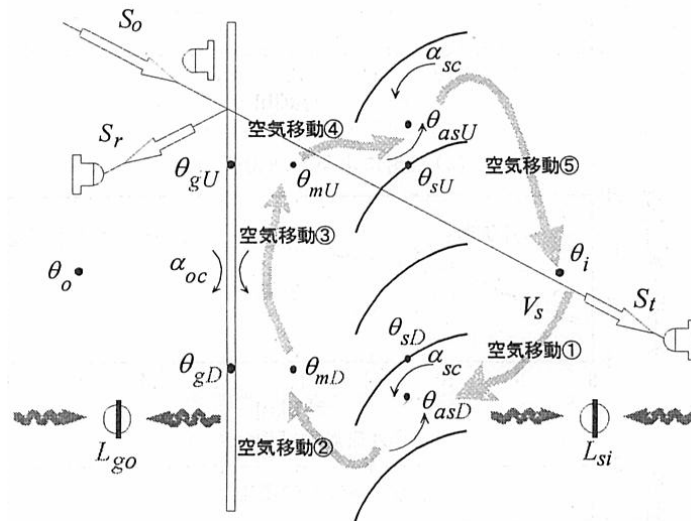


図 3.2.2.1-1 日射熱移動モデルの概念図（文献 17 より引用）

[2] 郡らによるスラット間通気による熱移動を考慮した日射熱取得率の算出

郡ら<sup>18)</sup>は、室内ブラインドまたはブラインド内蔵の窓グレージング部について、スラット隙間を通過する空気による熱移動分を窓グレージング部の 1 次元熱平衡式に組み込み、既往研究の実測結果と整合するようにスラット隙間を介しての空気移動量を  $3L/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、ブ

ラインド対流熱伝達率を  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と仮定して、各種窓ガラスとブラインドの組み合わせの日射熱取得率を算出し、建築物の省エネルギー基準 (PAL; Perimeter Annual Load) の計算に用いるための窓の日射熱取得率を提案している。この計算法は、稲沼らの日射熱移動モデル<sup>17)</sup>の窓上下温度分布およびスラット表面とスラット近傍空気の温度差を省略したものに相当し、ガラス温度、ガラスーブラインド間の空気層、ブラインドの各温度を未知数として熱平衡式を解き、日射熱取得率を得る。なお、ここでのブラインド対流熱伝達率は、スラット周りの微視的な対流熱伝達ではなく、ブラインドと空気層または室内空気との間の巨視的な対流熱伝達を表すものとされており、板ガラス表面の対流熱伝達率と同様のものとして扱うことが可能である。

### [3] 上乘らによるブラインド周りの熱抵抗の同定

上乘ら<sup>19)</sup>は、日射がない状態での台形出窓のブラインド付き窓ガラスの温度と熱流束の測定結果から、ブラインドスラット角を変化させた場合のブラインド周りの熱抵抗を整理している (表 3.2.2.3-1)。

表 3.2.2.3-1 ブラインド各状態における各部の熱抵抗<sup>19)</sup> 単位:  $[\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}]$

|                | ブラインド<br>なし | スラット<br>水平 | スラット<br>45° | スラット<br>全閉 |
|----------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 屋外側表面熱伝達抵抗     | 0.035       | 0.043      | 0.042       | 0.043      |
| ガラス熱抵抗         | 0.143       | 0.142      | 0.142       | 0.142      |
| ガラスーブラインド間熱抵抗  | -           | 0.025      | 0.066       | 0.089      |
| ブラインドー室内間熱伝達抵抗 | 0.098       | 0.083      | 0.036       | 0.036      |
| 熱貫流抵抗          | 0.276       | 0.293      | 0.286       | 0.310      |

### [4] 倉渕らによるブラインド周りの熱流体解析

倉渕ら<sup>20)~23)</sup>は、日射なし/ありの状態での窓ガラスの室内側に取り付けられるブラインド周りの温度・気流を CFD による熱流体解析を用いて算出し、実験との比較によりこの精度を検証している。さらに、この結果からブラインドの対流熱伝達率の高さ方向分布を求めている。図 3.2.2.4-1 にブラインド表面の対流熱伝達率の算出方法を、図 3.2.2.4-2 に CFD メッシュモデルを示す。

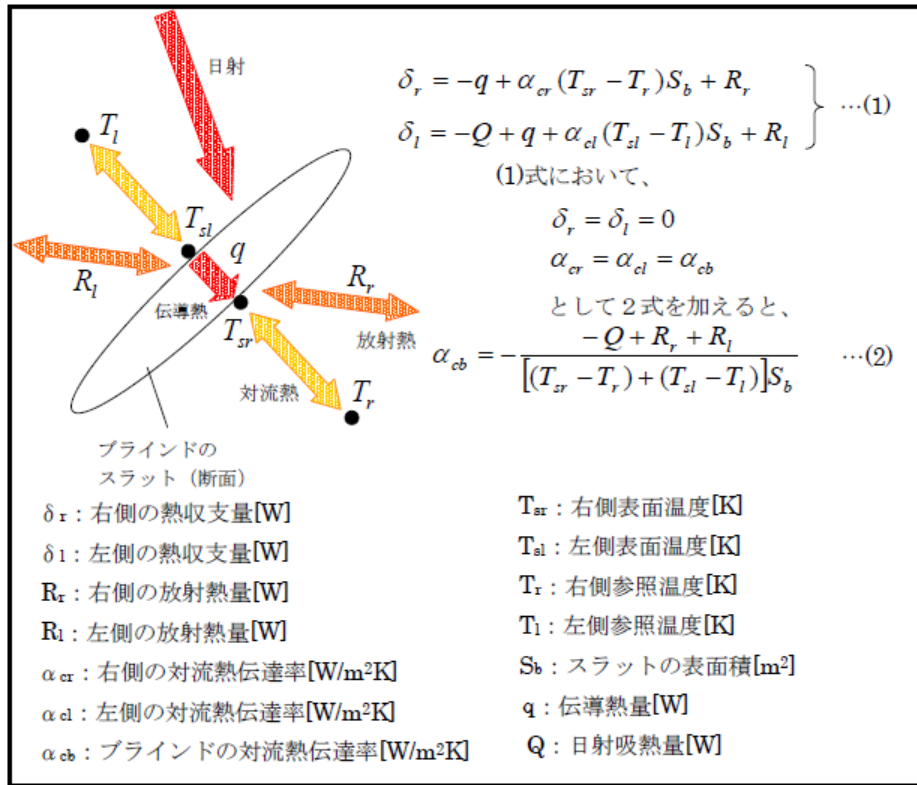


図 3. 2. 2. 4-1 ブラインド表面对流熱伝達率算出方法 (文献 22 より引用)

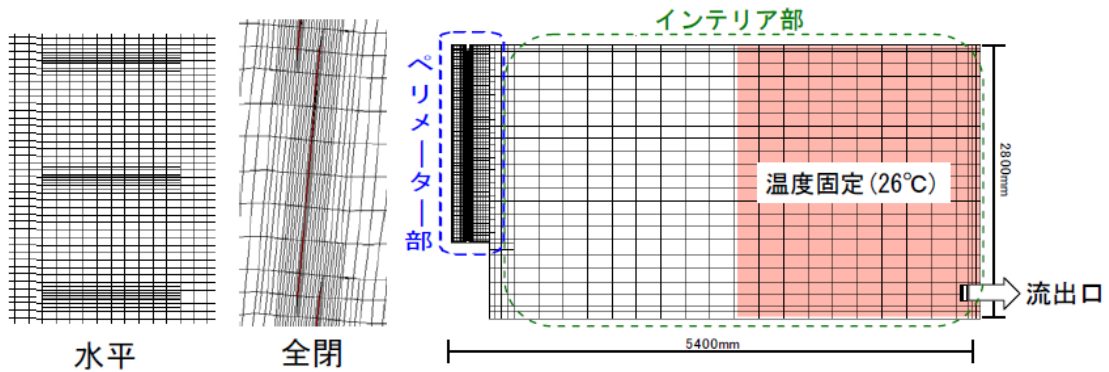


図 3. 2. 2. 4-2 CFD メッシュモデル (文献 22 より引用)

### 3.3 各国計算法規格

窓の遮熱性能の計算法について、国際規格、米国、欧州、日本における規格などの概要の比較を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 遮熱性能計算の各種規格の比較

|        | 国際規格   | 米国   | 欧州   | 日本 (現行)  | 日本 (JIS 策定案)   |
|--------|--|--|--|--|--|
| 基本規格   | ISO 15099  | NFRC 200   | なし   | なし   | JIS 規格案作成中   |
| 関連規格   | ISO 10077s, ISO 9050, ISO 9845-1,  | ISO 15099, NFRC 100, NFRC 300                                    | EN 673, EN 410, EN 13363, ISO 10292, ISO 9050, | JIS R 3106, JIS R 3107, 次世代省エネ基準解説書  | JIS A 2102s, JIS R 3106, JIS R 3107  |
| 記号と名称  | $\tau_s$ : Total solar energy transmittance  | SHGC: Solar Heat Gain Coefficient                                | $g$ : Total solar energy transmittance         | $\eta$ : 日射熱取得率 (JIS), 日射侵入率 (省エネ基準)   | $\eta$ : 日射熱取得率  |
| 窓全体    | $\tau_s = \frac{\sum \tau_g \cdot A_g + \sum \tau_f \cdot A_f}{A_t}$<br>グレージング部とフレーム部の面積加重平均とする。   | ISO 15099 の方法に従う。  | 規定なし   | ISO 15099 の方法に従う。  | ISO 15099 の方法に従う。  |
| フレーム   | $\eta_f = a_f \frac{U_f}{A_{de} h_{ex}} \frac{A_f}{A_f}$<br>フレームの熱貫流率と日射吸収率、フレーム面積と屋外側展開面積、そして屋外側表面熱伝達率により算出する。<br>$h_{ex}$ は、対流と放射熱伝達率から算出する。 | ISO 15099 の方法に従う。ただし、 $h_{ex}$ は 30 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] とする。 | 規定なし   | 日射がある場合のフレーム部の室内環境への熱流束と日射が無い場合の熱流束を 2 次元のフレーム断面の数値計算によって算出し、両者の差を日射強度で除する事により算出する。(詳細法)               | ISO 15099 の方法に従う。ただし、屋外側表面熱伝達率は夏期と冬期の標準値 ( $h_{out}$ ) を用いる。詳細法も附属書 E に示されている。 |
| グレージング | $\tau_s = \frac{q_{in} - q_{in}(I_s = 0)}{I_s}$<br>日射がある場合の室内への熱流  | ISO 15099 の方法に従うが、室内外の境界条件と標準日射スペクトルは別途与えている。                    | $g = \tau_e + q_i$                             | $\eta_f = \frac{q_{in,f} - q_{in,f}(I_s = 0)}{I_s}$<br>$\eta = \tau_e + \sum_j N_j \cdot \alpha_{e,j}$ | $\eta_{gde} = \tau + \sum_{j=1}^n N_j \cdot \alpha_j$                          |

| 国際規格  | 米国   | 欧州   | 日本 (現行)  | 日本 (JIS 策定案)  |
|---|--|--|--|---|
| <p>東から室内外温度差による貫流熱を減じることにより日射による室内の熱取得のみを扱う。</p>  |  | <p><math display="block">q_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{e,j}}{h_e} + \sum_{j=2}^n \sum_{l=j}^n \frac{\alpha_{e,l}}{\Lambda_{l-1,l}}}{\frac{1}{h_e} + \sum_{j=2}^n \frac{1}{\Lambda_{l-1,l}} + \frac{1}{h_i}}</math></p> <p>EN 410 および ISO 9050 に計算方法を規定。中空層熱コンダクタンスの計算は EN 673 及び ISO 10292 に従う。</p> | <p><math display="block">N_j = \frac{R_e + \sum_{k=1}^n \frac{R_{k-1,k}}{k}}{R_e + \sum_{k=1}^n R_{k-1,k} + R_i}</math></p> <p>JIS R 3106 に計算方法を規定。中空層熱コンダクタンスの計算は JIS R 3107 に従う。</p> | <p><math display="block">N_j = \frac{R_{ext} + \sum_{k=1}^{l-1} R_k + \frac{1}{2} R_j + \sum_{k=2}^n R_{k-1,k}}{R_{ext} + \sum_{k=1}^n R_k + \sum_{k=2}^n R_{k-1,k} + R_{int}}</math></p> <p>JIS R 3106 の計算方法をガラス熱抵抗を考慮するよう拡張。中空層熱コンダクタンスの計算は JIS R 3107 に従う。</p> |
| <p>遮蔽物<br/>スクリーン、ブラインドなど窓の平行に層として扱う遮蔽物に限定。<br/>長波透過率・放射率考慮。<br/>直接透過率考慮。<br/>ブラインドはスラット曲面の鏡面反射は考慮しない。<br/>遮蔽物の通気について、暫定扱いで解説。<br/>ブラインドなどスラットタイプはスラットの形状・状態による層全体の光学特性について計算例を附属書に掲載。</p> | <p>ISO 15099 の方法に従う。<br/>NFRC200 では、遮蔽物を付属する窓を適用範囲としていない。<br/>遮蔽物を含む遮熱性能評価方法は、NFRC200A に示されている。<br/>NFRC200A では通常のブラインドやルーバー、ロールスクリーンに加えハニカムスクリーン、ブリーツスクリーン、薄手半透明タイプルーバー、ローマンシェード、シャッタールーバーについて評価方を示す。<br/>測定方法は、NFRC201 に規定されている。</p> | <p>EN 13363-1 に簡易計算法が示され、EN 13363-2 に詳細計算法が示されている。簡易計算法では遮蔽物がグレーディングの内部か、室外側、室内側かによって異なる式が示されている。詳細計算法は、ISO 15099 と基本的に同じであるが、境界条件や日射スペクトルが異なる。</p>  | <p>次世代省エネ基準の解説書に、ガラスと同じように一つの層として多重反射計算と熱平衡計算を扱うよう記載されている。また、レースカーテン、内付けブラインド、和障子、外ブラインドの光学特性、熱伝達条件が与えられている。</p>   | <p>ガラスと同じように一つの層として多重反射計算と熱平衡計算を扱う。窓に平行に層として扱う遮蔽物に限定し、ベネチアンブラインド、スクリーン、障子、日射調整フィルムなど日よけ効果のあるものを適用。ブラインドなどスラットタイプの光学特性計算方法を掲載し直接透過率や室内側入射に対する光学特性計算にも対応。さらにスラット曲面の鏡面反射を考慮。<br/>カーテンはドレープ形状による性能評価が不明確のため現状課題としている。</p>   |



|              | 国際規格  | 米 国  | 欧州   | 日本 (現行)  | 日本 (JIS 策定案)   |
|--------------|---|--|--|--|--|
| 境界条件<br>(夏期) | $h_{ce} = 8.0$<br>$h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$<br>$h_{ci} = 2.5$<br>$h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$<br>$T_e = 30^\circ\text{C}$<br>$T_i = 25^\circ\text{C}$<br>$I_s = 500\text{W/m}^2$ | $T_m = 24^\circ\text{C}$<br>$T_{out} = 32^\circ\text{C}$<br>$V = 2.75\text{m/s}$<br>$T_{m,out} = T_{out}$<br>$T_{m,in} = T_m$<br>$I_s = 783\text{W/m}^2$ | $h_e = 23$<br>$h_{ci} = 3.6$<br>$h_{ri} = \frac{4.4}{0.837} \cdot \varepsilon_i$<br>$T_m = 283\text{ K}$<br>$\Delta T = 15\text{ K}$ | (JIS R 3106 夏期条件)<br>$h_e = 12.2 + 6.5 \cdot \varepsilon_e$<br>$h_i = 3.9 + 6.3 \cdot \varepsilon_i$<br>$T_e = 30^\circ\text{C}$<br>$T_i = 25^\circ\text{C}$ | (ISO 15099 に同じ)<br>$h_{ce} = 8.0$<br>$h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$<br>$h_{ci} = 2.5$<br>$h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$<br>$T_e = 30^\circ\text{C}$<br>$T_i = 25^\circ\text{C}$<br>$I_s = 500\text{W/m}^2$ |
| (冬期)         | $h_{ce} = 20$<br>$h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$<br>$h_{ci} = 3.6$<br>$h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$<br>$T_e = 0^\circ\text{C}$<br>$T_i = 20^\circ\text{C}$<br>$I_s = 300\text{W/m}^2$   | (夏期・冬期の区別なし)   | (夏期・冬期の区別なし)   | (JIS R 3106 冬期条件)<br>$h_e = 16.3 + 5.1 \cdot \varepsilon_e$<br>$h_i = 3.3 + 5.6 \cdot \varepsilon_i$<br>$T_e = 0^\circ\text{C}$<br>$T_i = 20^\circ\text{C}$  | (ISO 15099 に同じ)<br>$h_{ce} = 20$<br>$h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$<br>$h_{ci} = 3.6$<br>$h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$<br>$T_e = 0^\circ\text{C}$<br>$T_i = 20^\circ\text{C}$<br>$I_s = 300\text{W/m}^2$   |
| 標準日射<br>スベクト | ISO 9845-1 の全天日射 (Air<br>mass1.5)   | ISO 9845-1 の直達日射 (Air<br>mass1.0)  | CIE No.85 の全天日射 (Air<br>mass1.0)   | ISO 9845-1 の直達日射<br>(AirMass1.5)   | ISO 9845-1 の直達日射<br>(AirMass1.5)   |

第3章 日射熱取得率計算方法の調査

|           | 国際規格   | 米国                     | 欧州  | 日本 (現行)           | 日本 (JIS 策定案)      |
|-----------|--------|------------------------|-----|-------------------|-------------------|
| ル         |        |                        |     |                   |                   |
| 計算ソー<br>ル | WINDOW | LBNL/WINDOW,<br>Optics | WIS | WindEye, TB2D/BEM | WindEye, TB2D/BEM |

### 3.4 計算ツール

表3.4-1に日本・米国・欧州の窓の熱性能計算ツールの一覧表を示す。

窓フレームの断面は、アルミ型材や樹脂型材と呼ばれる押出し材を主な部材としているため、縦若しくは横に何処を切っても同一断面となる。よって、窓フレームを構成する部材の2次元断面の熱移動を解くことにより熱性能を評価できる。ツールには、フレーム断面を解析して熱性能を算出するツールとグレージングの熱性能を算出するツール、そしてフレーム・グレージングの性能を取り込んで窓全体の熱性能を算出するツールが準備されている。ガラスや複層ガラススペーサなどのデータベースも整備されつつある。

表 3.4-1 世界の窓の熱性能計算プログラム

|               | 日本                            | アメリカ  | ヨーロッパ   |
|---------------|-------------------------------|---|---|
| 窓製品の<br>総合熱性能 | WindEye<br>JIS A 2102-1       | WINDOW<br>ISO 15099                           | WIS<br>ISO 10077-1  |
| ガラス           | WindEye<br>JIS R 3107         | OPTICS  | ISO 10292<br>ISO 9050                                     |
| フレーム          | TB2D/BEM<br>JIS A 2102-2      | THERM/FEM                                     | BISCO<br>ISO 10077-2                                      |
| 開発者           | リビングアメニティ<br>協会 <sup>1)</sup> | Lawrence Berkeley<br>Laboratory <sup>3)</sup> | TNO - Building and<br>Construction Research <sup>3)</sup> |

1) <http://www.alianet.org/>

2) <http://windows.lbl.gov/software/>

3) <http://www.windat.org/wis/html/>

#### 3.4.1 米国 (LBNL/WINDOW, THERM, Optics)

米国では計算による窓の断熱性能評価が、試験による評価の代替法として実用段階に入っている。

ここでは NFRC の窓の熱性能評価ソフトを示し、その特徴を概説する<sup>25)</sup>。

##### [1] WINDOW 6.3

窓の様々な総合熱性能指標を計算する公的に利用可能なコンピュータプログラムであり、他の LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) の窓解析ソフトウェア (THERM, RESFEN, OPTICS5)<sup>25)</sup> とリンクする。また、市販されているガラスのデータベースを LBNL のホームページからダウンロードし利用することができる。WINDOW 6.3 の初期画面を図 3.5.1.1-1 に示す。ガラスデータベース表示画面を図 3.5.1.1-2 に示す。WINDOW ではガラス、ガス、グレージング、境界条件、フレーム、格子などがライブラリ化されており、窓ライブラリの画面から窓サイズ、形式、境界条件、ガラスやフレームの仕様を選択し、更に NFRC か CEN の環境条件を選択して計算を実行することにより、以下の性能を算出する。これらの性能値は、NFRC (National Fenestration Rating Council Incorporated) によって開発された格付け手順に整合している。

- 窓システムの熱貫流率 (U 値) [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]、日射熱取得率 (SHGC) [-]、可視光透過率 (VT) [-] と表面結露指標 (CR 値) [-]

- ・ グレージングシステムの U 値[W/(m<sup>2</sup>・K)], 日射熱取得率[-], 日射遮蔽係数[-]と可視光透過率[-]
- ・ フレームとディバイダ及びガラスエッジ部の U 値[W/(m<sup>2</sup>・K)]
- ・ グレージングシステムの日射と可視光の総合透過率[-]と反射率[-]
- ・ 色特性, L\*, a\*, b\*のカラー座標, 日射の波長分布と透過と反射
- ・ グレージングシステムの日射と可視光の透過率[-], 反射率[-], 日射の吸収率[-]と日射熱取得率の角度依存性
- ・ ガラス中央部温度[°C]

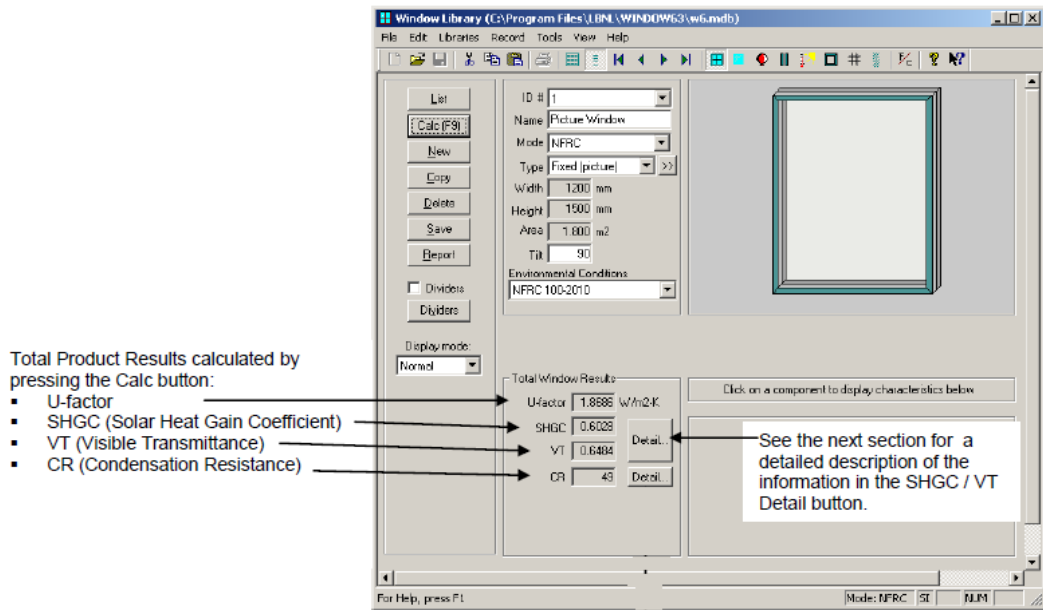


図 3.4.1.1-1 WINDOW 6.3 の算出結果画面

| ID  | Name         | Product Name  | Manufacturer          | Source     | Mode | Color | Thickness | Tsol  | Rsol1 | Rsol2 | Tvis  | Rvis1 | Rvis2 | Tr    | emis1 |
|-----|--------------|---------------|-----------------------|------------|------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 100 | BRONZE_3.DAT | Generic Bron  | Generic               | IGDB v11.4 | #    |       | 3.124     | 0.646 | 0.062 | 0.063 | 0.680 | 0.065 | 0.066 | 0.000 | 0.840 |
| 101 | BRONZE_6.DAT | Generic Bron  | Generic               | IGDB v11.4 | #    |       | 5.740     | 0.486 | 0.053 | 0.053 | 0.533 | 0.056 | 0.056 | 0.000 | 0.840 |
| 102 | CLEAR_3.DAT  | Generic Clear | Generic               | IGDB v11.4 | #    |       | 3.048     | 0.834 | 0.075 | 0.075 | 0.899 | 0.083 | 0.083 | 0.000 | 0.840 |
| 103 | CLEAR_6.DAT  | Generic Clear | Generic               | IGDB v11.4 | #    |       | 5.715     | 0.771 | 0.070 | 0.070 | 0.884 | 0.080 | 0.080 | 0.000 | 0.840 |
| 104 | GRAY_3.DAT   | Generic Grey  | Generic               | IGDB v11.4 | #    |       | 3.124     | 0.609 | 0.060 | 0.061 | 0.617 | 0.062 | 0.063 | 0.000 | 0.840 |
| 105 | ONE.DAT      | SHGC = 1.0    | Generic               | IGDB v11.4 |      |       | 6.000     | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.840 |
| 106 | ZERO.DAT     | SHGC = 0.0    | Generic               | IGDB v11.4 |      |       | 6.000     | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 0.840 |
| 200 | Ag25LE.bsf   | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.156 | 0.546 | 0.616 | 0.222 | 0.417 | 0.476 | 0.000 | 0.840 |
| 201 | AuL_b30.bsf  | PanoramaR     | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.244 | 0.467 | 0.318 | 0.343 | 0.238 | 0.156 | 0.000 | 0.840 |
| 202 | Gold55.bsf   | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.301 | 0.515 | 0.514 | 0.503 | 0.278 | 0.261 | 0.000 | 0.840 |
| 203 | Gold65.bsf   | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.469 | 0.362 | 0.359 | 0.658 | 0.175 | 0.161 | 0.000 | 0.840 |
| 204 | Gold75.bsf   | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.584 | 0.254 | 0.250 | 0.731 | 0.131 | 0.122 | 0.000 | 0.840 |
| 205 | Rosered.bsf  | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 2.997     | 0.639 | 0.089 | 0.093 | 0.140 | 0.058 | 0.070 | 0.000 | 0.840 |
| 206 | Royalbu.bsf  | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 2.997     | 0.602 | 0.085 | 0.090 | 0.234 | 0.056 | 0.068 | 0.000 | 0.840 |
| 207 | Sb20.bsf     | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.130 | 0.612 | 0.610 | 0.223 | 0.383 | 0.361 | 0.000 | 0.840 |
| 208 | Sb20_4.bsf   | ArmorcoatR    | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.073     | 0.102 | 0.618 | 0.642 | 0.181 | 0.395 | 0.392 | 0.000 | 0.840 |
| 209 | Sb35.bsf     | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.224 | 0.538 | 0.532 | 0.353 | 0.300 | 0.275 | 0.000 | 0.840 |
| 210 | Sb35_4.bsf   | ArmorcoatR    | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.073     | 0.207 | 0.525 | 0.520 | 0.322 | 0.296 | 0.272 | 0.000 | 0.840 |
| 211 | Sb50.bsf     | Solar GardR   | Bekaert Specialty Fil | IGDB v12.6 |      |       | 3.023     | 0.317 | 0.485 | 0.448 | 0.453 | 0.235 | 0.211 | 0.000 | 0.840 |

図 3.4.1.1-2 ガラスデータベース表示画面

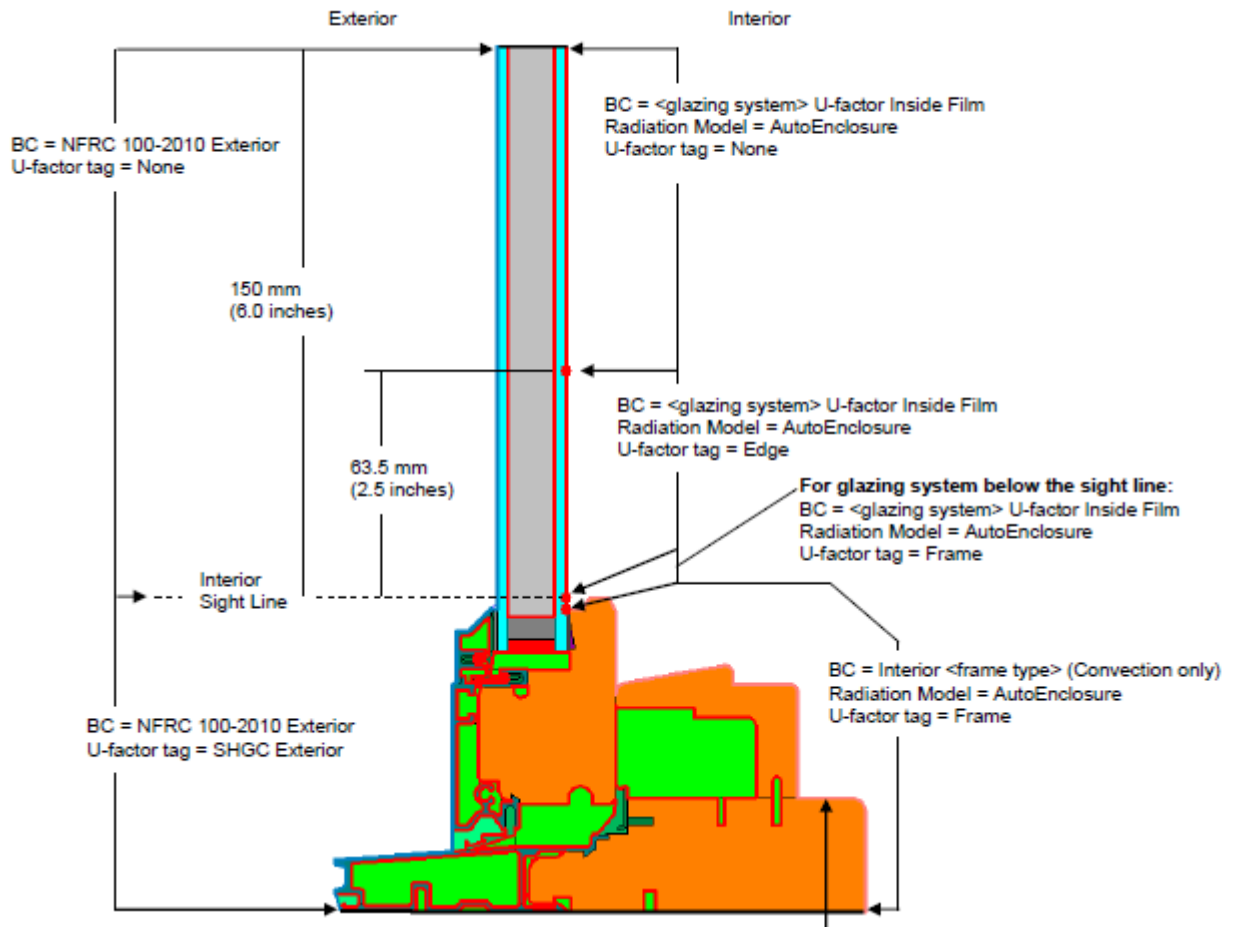


図 3.4.1.2-3 計算モデルと境界条件

THERMではNFRC 100<sup>26)</sup>による窓の断熱性能の計算を行い、フレーム、エッジ、ガラスの各部位の熱貫流率とフレーム見付け寸法、外部露出面積などの情報がWINDOWへ渡される。WINDOWのフレームライブラリー上でフレームの日射吸収率を設定することにより、フレームの日射熱取得率； $SHGC_f$ が求められ、窓全体の日射熱取得率の算出に用いられる。

[3] OPTICS 5

WINDOW6.3の光学特性解析モジュールである。グレーディングシステムの光学特性データベースを有する。図 3.5.1.3-1 にガラスの特性値出力例（日射に対する波長特性と角度依存性）を示す。

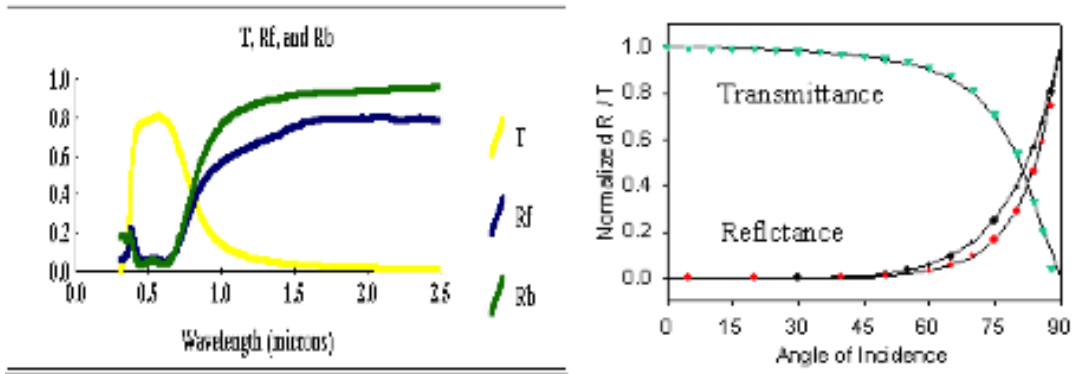


図 3.4.1.3-1 ガラスの波長特性値，入射角特性

3.4.2 欧州 (WinDat, WIS, BISCO, WINISO)

[1] WID と WinDat

・ W I S (ADVANCED WINDOWS INFORMATION SYSTEM)

W I Sは窓システム（ガラス、フレーム、日射遮蔽装置など）と窓の構成要素の熱と日射特性を求めるための、ヨーロッパのソフトウェアツール。  
オリジナルW I Sは1994～1996 TNO 建築研究所（オランダ）を中心にした欧州プロジェクトで開発。

・ W i n D a t

W i n D a t（2001～2004）はW I Sを利用可能なものにして自由に配布することを目指し、2004年7月にWISのメジャーアップグレードは、公に利用できるようになった。研究機関と教育機関、産業界、コンサルティングエンジニアやデザイナーなど幅広いチームで構成している。

Shading Devices

本項では主に日射遮蔽物について以下の通り調査内容を解説する。

1) 適用デバイス

- ・ 窓用装置：内・外ベネシャンブラインド、垂直ルーバー、プリーツスクリーン、ロールスクリーン。
- ・ 窓外装置：オーニング・ひさし等、窓の一部ではないもの。

2) ベネシャンブラインドの光学特性

- ・ 基本W I SではI S O15099 同様スラットを平板とし、拡散成分のみ扱う。
- ・ 但し version 2 では円弧状のスラット形状と鏡面（正）反射成分をオプションで可能としており、下図に例を示す。

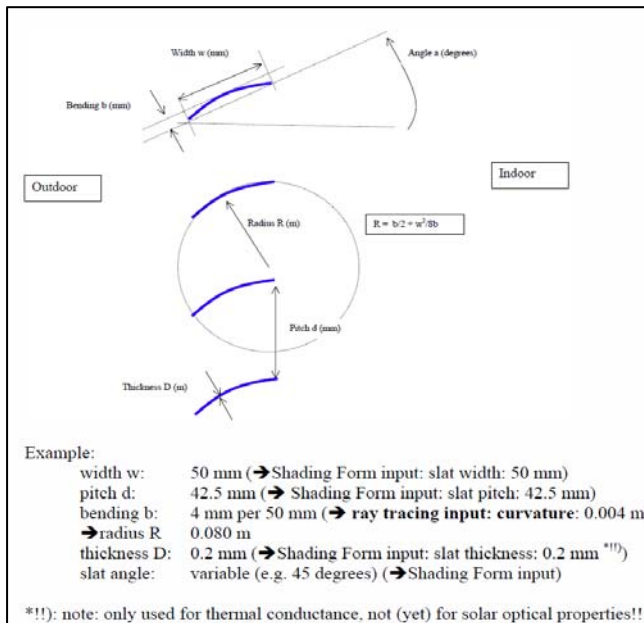


図 3.4.2.1-1 ベネシャンブラインドのインプットモデル

3)日射入射角特性について

日射入射角による透過率の特性を求めることができ、一例を下図に示す。

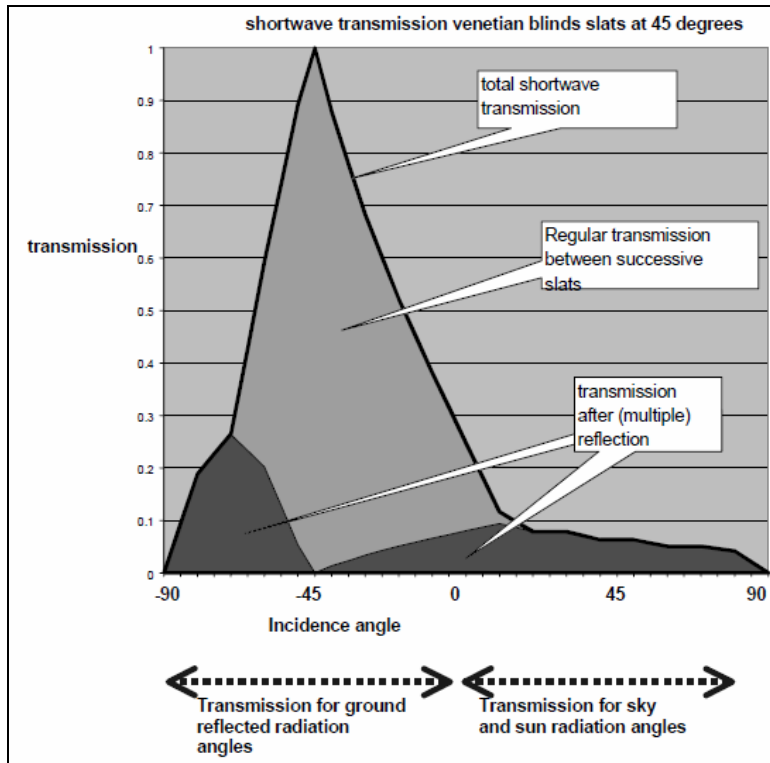


図 3.4.2.1-2 例：白ブラインド（スラット角 45°）と複層ガラスの組合せによる日射入射角特性

日射入射角の違いによる日射熱取得率の計算結果の一例を下表に示す。

表 3.4.2.1-1 日射入射角別の日射熱取得率（g-value）計算結果の例

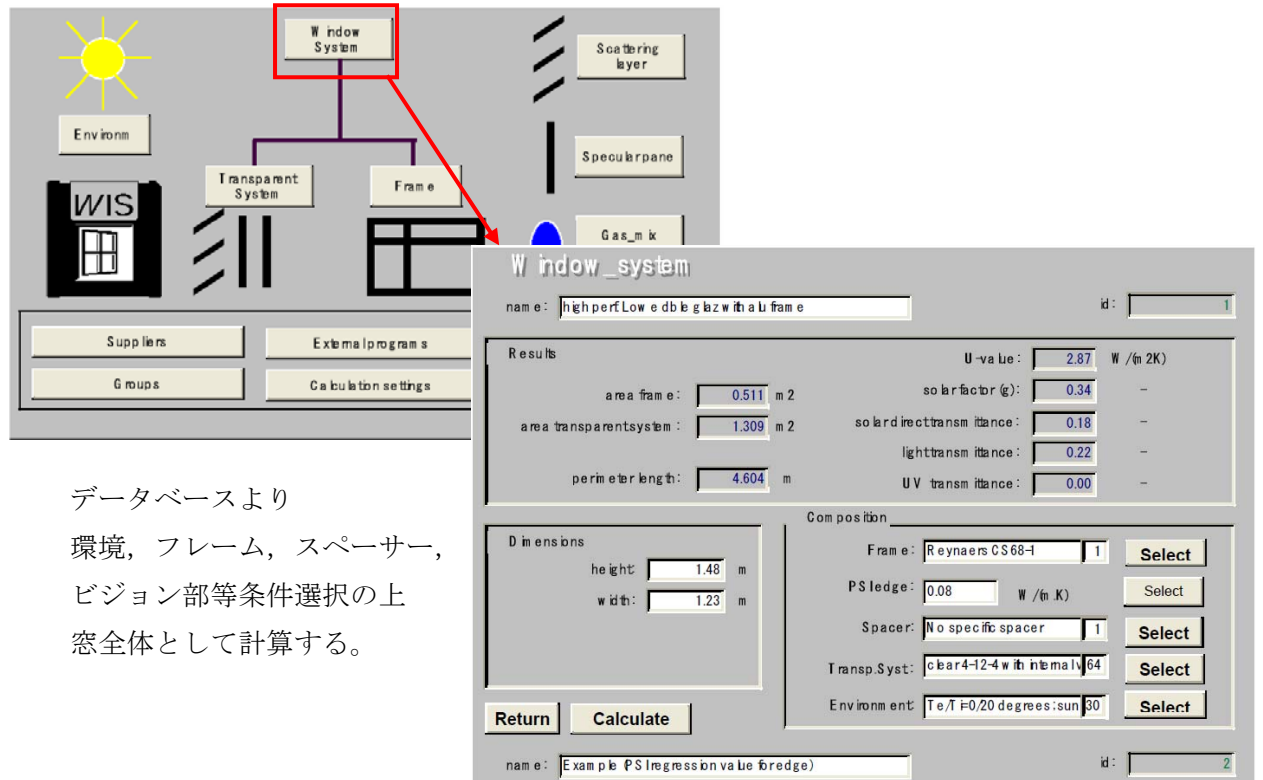
| 日射入射角                        | g-value |
|------------------------------|---------|
| 0 (normal)                   | 0.111   |
| 45° (高角度)                    | 0.045   |
| Isotropic diffuse            | 0.196   |
| 加重平均 45° : diffuse<br>=3 : 1 | 0.083   |

EN 410やISO 9050では、g-valueを垂直入射角度で定めているが、実際的には通常10～15%低い値になる点に注意が必要である。また、窓ガラスには適している場合があるが、日よけ装置との組合せにより推奨でない場合があることを指摘している。

4) プログラム概要（窓全体）



プログラムの初期画面にて窓システム全体、ビジョン部、フレーム部の計算、更には日射遮蔽物、やグレーシング等のデータベースを個別に選択・設定することが可能であり一例を下図に示す。



データベースより  
環境、フレーム、スペーサー、  
ビジョン部等条件選択の上  
窓全体として計算する。

図 3.4.2.1-3 プログラム概要

<計算結果>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| name window system         | : high perf. Low e dble glaz with alu frame    |
| U-value                    | : 2.865 [W/(m².K)]                             |
| solar factor (g)           | : 0.343 [-] (total solar energy transmittance) |
| solar transmittance        | : 0.177 [-]                                    |
| solar reflectance outdoor  | : 0.237 [-]                                    |
| solar reflectance indoor   | : 0.280 [-]                                    |
| light transmittance        | : 0.216 [-]                                    |
| light reflectance outdoor  | : 0.300 [-]                                    |
| light reflectance indoor   | : 0.318 [-]                                    |
| UV transmittance           | : 0.000 [-]                                    |
| UV reflectance outdoor     | : 0.000 [-]                                    |
| UV reflectance indoor      | : 0.000 [-]                                    |
| Height total window system | : 1.480 [m]                                    |
| width total window system  | : 1.230 [m]                                    |
| Area transparent system    | : 1.309 [m²]                                   |
| Area frame                 | : 0.511 [m²]                                   |
| Perimeter length           | : 4.604 [m]                                    |
| PSI value spacer           | : 0.080 [W/(m.K)]                              |

5) プログラム概要 (遮蔽物)

日射遮蔽物の登録データについて一例を以下に示す。

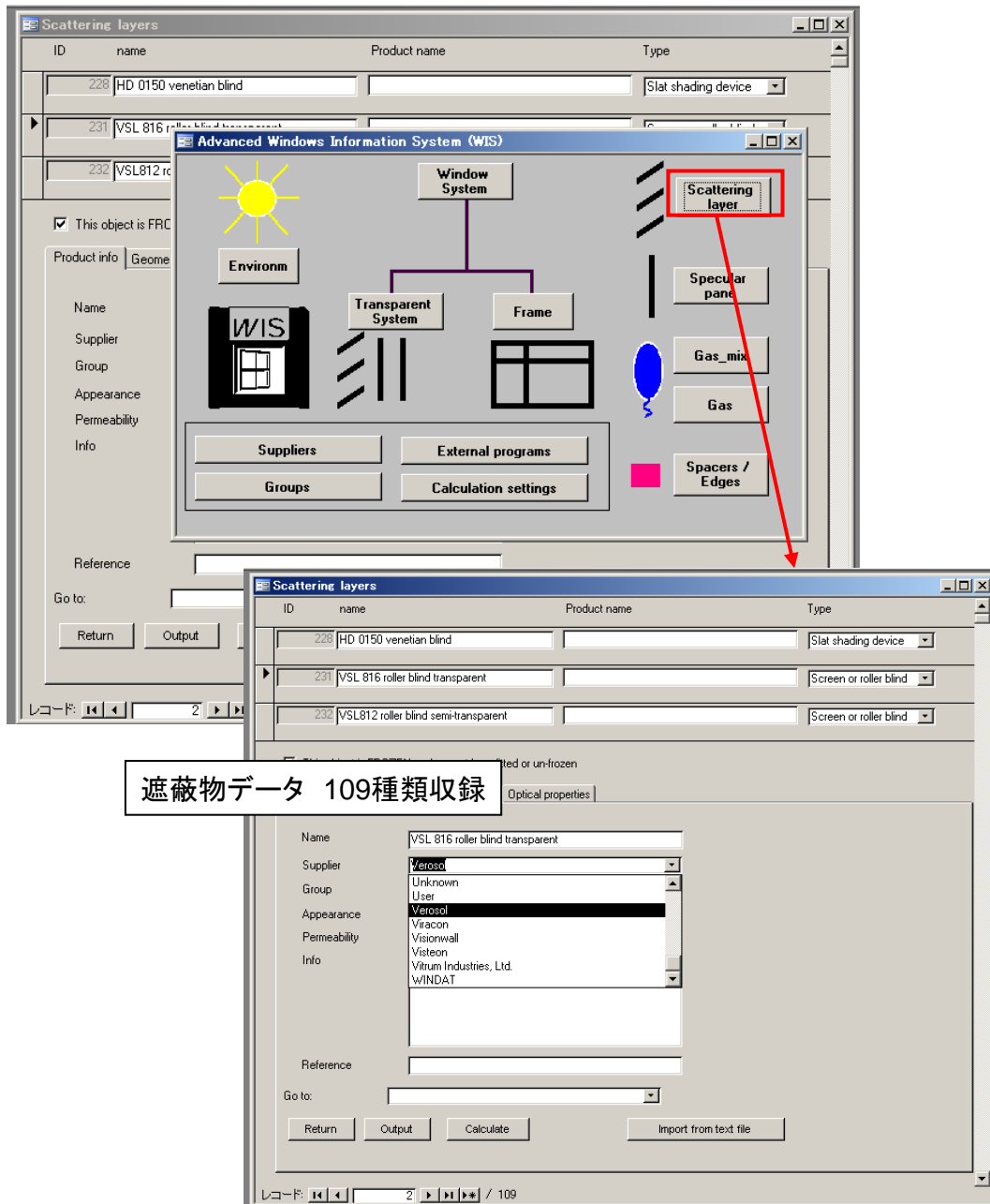


図 3.4.2.1-4 日射遮蔽物データ画面

Ex) Verosol WIS収録データ

- ・VSL816 roller blind transparent                      日射透過率 29%
- ・VSL812 roller blind semi-transparent      日射透過率 9%
- ・VSL837 roller blind opaque                      不透明

## Verosol VSL 816 roller blind transparent

--- Report shading : VSL 816 roller blind transparent ---

--- Registered WIS user ---

Registered organisation : Unregistered!

Registered user name : Unregistered!

calculation method : View factor method

name : VSL 816 roller blind transparent  
 id : 231  
 thickness : 0.23 [mm]  
 thermal conductance : 0.2 [W/(m.K)]

IR transmittance outdoor : 0.079 [-]  
 IR transmittance indoor : 0.079 [-]  
 IR emissivity outdoor : 0.506 [-]  
 IR emissivity indoor : 0.802 [-]

赤外線特性

Following properties are total properties (direct + diffuse) for perpendicular incidence angle

solar transmittance outdoor : 0.295 [-]  
 solar transmittance indoor : 0.295 [-]  
 solar reflectance outdoor : 0.373 [-]  
 solar reflectance indoor : 0.302 [-]

light transmittance outdoor : 0.29 [-]  
 light transmittance indoor : 0.29 [-]  
 light reflectance outdoor : 0.364 [-]  
 light reflectance indoor : 0.301 [-]

日射特性

UV transmittance outdoor : 0.272 [-]  
 UV transmittance indoor : 0.272 [-]  
 UV reflectance outdoor : 0.35 [-]  
 UV reflectance indoor : 0.175 [-]

component information  
 WinDat example from User Guide, Nov. 2003

--- Report model shading (slat properties) ---

slat distance (between slats) : 10 [mm]  
 slat length (e.g. 0.01 m) : 10 [mm]  
 slat angle : 90 [degr]

radiative transmissivity slat : 0.079 [-]  
 emissivity slat surface outdoor side : 0.506 [-]  
 emissivity slat surface indoor side : 0.802 [-]

遮蔽物情報

--- Angular Spectral Properties Total Solar ---

wavel : wavelength [nm]  
 Tod : (T) Transmittance (a) outdoor side (d) direct->direct  
 Rib : (R) Reflectance (i) indoor side (b) direct->diffuse  
 0 30 60 ... : incidence angles [degrees]  
 To\_bb : (T) Transmittance (a) outdoor side (bb) diffuse->diffuse  
 Ri\_bb : (R) Reflectance (i) indoor side (bb) diffuse->diffuse

波長別・入射角日射特性

| Wavel  | 90Tod | 90Tid | 90Tob | 90Tib | 90Rob | 90Rib | 80Tod | 80Tid | 80Tob | 80Tib | 80Rob | 80Rib | 70Tod | 70Tid | 70Tot |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 300.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.260 | 0.260 | 0.320 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.260 |
| 320.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.260 | 0.260 | 0.340 | 0.080 | 0.000 | 0.000 | 0.260 |
| 340.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.270 | 0.270 | 0.350 | 0.120 | 0.000 | 0.000 | 0.270 |
| 360.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.280 | 0.280 | 0.360 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.280 |
| ...    | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   |
| 2300.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.290 | 0.290 | 0.430 | 0.250 | 0.000 | 0.000 | 0.290 |
| 2400.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.290 | 0.290 | 0.440 | 0.260 | 0.000 | 0.000 | 0.290 |
| 2500.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.290 | 0.290 | 0.430 | 0.270 | 0.000 | 0.000 | 0.290 |



図 3. 4. 2. 1-5 スクリーン姿図

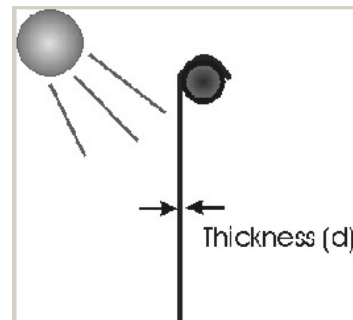
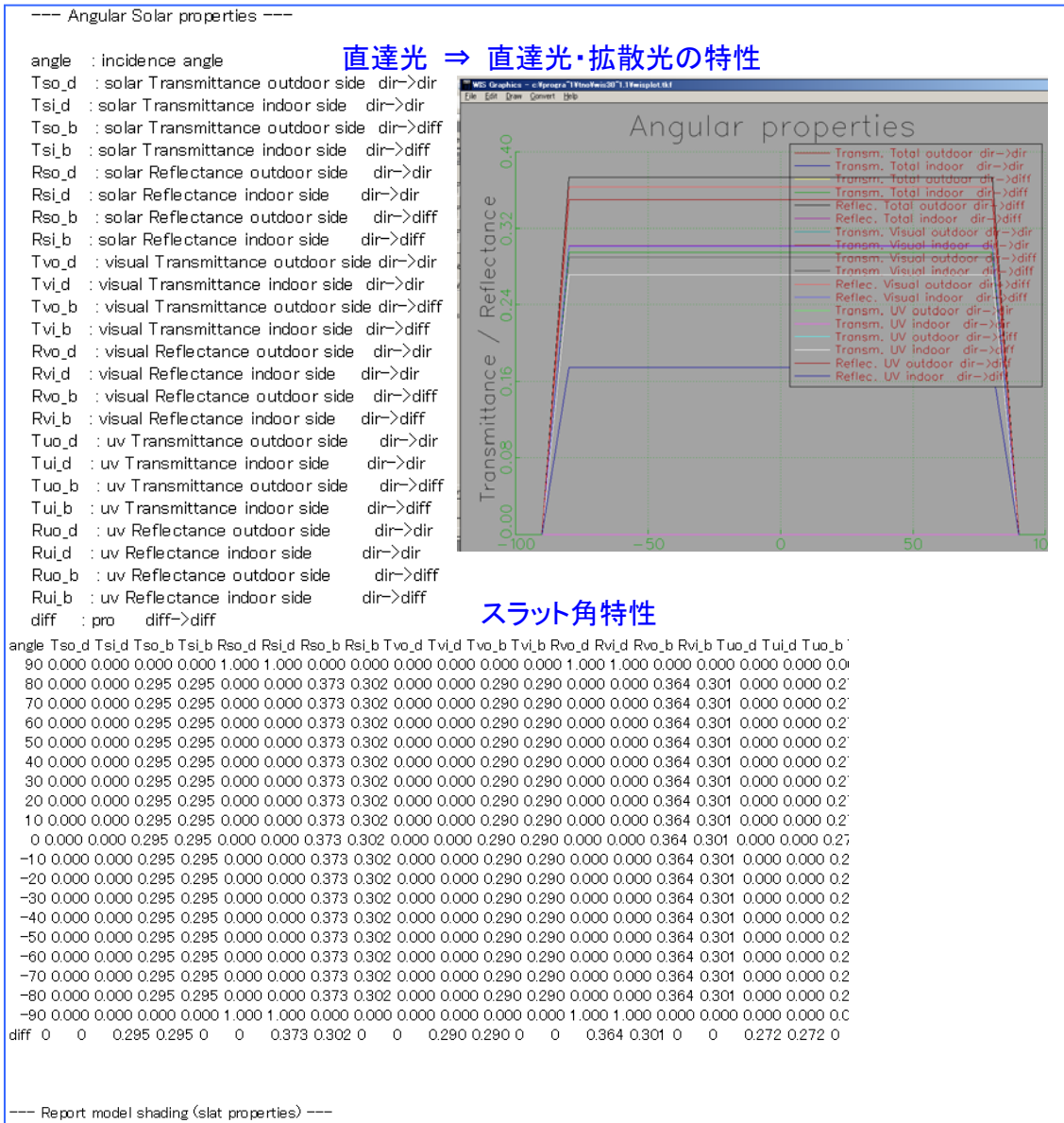


図 3. 4. 2. 1-6 スクリーン側面



## Hunter Douglas HD 0150 venetian blind

--- Report shading : HD 0150 venetian blind ---

--- Registered WIS user ---  
 Registered organisation : Unregistered!  
 Registered user name : Unregistered!

calculation method : View factor method

name : HD 0150 venetian blind  
 id : 228  
 thickness : 0.22 [mm]  
 thermal conductance : 99 [W/(m.K)]

IR transmittance outdoor : 0.274 [-]  
 IR transmittance indoor : 0.274 [-]  
 IR emissivity outdoor : 0.637 [-]  
 IR emissivity indoor : 0.637 [-]

赤外線特性

Following properties are total properties (direct + diffuse) for perpendicular incidence angle

solar transmittance outdoor : 0.295 [-]  
 solar transmittance indoor : 0.295 [-]  
 solar reflectance outdoor : 0.368 [-]  
 solar reflectance indoor : 0.368 [-]

light transmittance outdoor : 0.317 [-]  
 light transmittance indoor : 0.317 [-]  
 light reflectance outdoor : 0.415 [-]  
 light reflectance indoor : 0.415 [-]

日射特性

UV transmittance outdoor : 0 [-]  
 UV transmittance indoor : 0 [-]  
 UV reflectance outdoor : 0 [-]  
 UV reflectance indoor : 0 [-]

component information  
 WinDat example from User Guide, Nov. 2003

--- Report model shading (slat properties) ---

slat distance (between slats) : 42.5 [mm]  
 slat length (e.g 0.01 m) : 50 [mm]  
 slat angle : 45 [degr]

radiative transmissivity slat : 0 [-]  
 emissivity slat surface outdoor side : 0.796 [-]  
 emissivity slat surface indoor side : 0.796 [-]

遮蔽物情報

--- Angular Spectral Properties Total Solar ---

wavel : wavelength [nm]  
 Tod : (T) Transmittance (a) outdoor side (d) direct->direct  
 Rib : (R) Reflectance (i) indoor side (b) direct->diffuse  
 0 30 60 ... : incidence angles [degrees]  
 To\_bb : (T) Transmittance (a) outdoor side (bb) diffuse->diffuse  
 Ri\_bb : (R) Reflectance (i) indoor side (bb) diffuse->diffuse

波長別・入射角日射特性

| Wavel  | 入射角   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|        | 90Tod | 90Tid | 90Tab | 90Tib | 90Rob | 90Rib | 80Tod | 80Tid | 80Tab | 80Tib | 80Rob | 80Rib | 70Tod | 70Tid | 70Tc  |      |
| 300.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.017 | 0.049 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.02 |
| 320.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.017 | 0.049 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.02 |
| 340.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.017 | 0.049 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.02 |
| 360.0  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.023 | 0.066 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.03 |
| ...    | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...  |
| 2300.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.057 | 0.243 | 0.557 | 0.231 | 0.000 | 0.000 | 0.070 | 0.33: |      |
| 2400.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.063 | 0.265 | 0.592 | 0.257 | 0.000 | 0.000 | 0.077 | 0.35: |      |
| 2500.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.066 | 0.276 | 0.610 | 0.271 | 0.000 | 0.000 | 0.081 | 0.37: |      |

波長



図 3. 4. 2. 1-7 ブラインド姿図

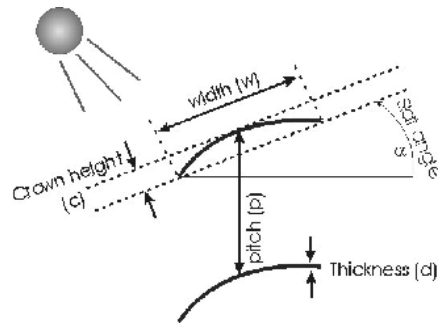
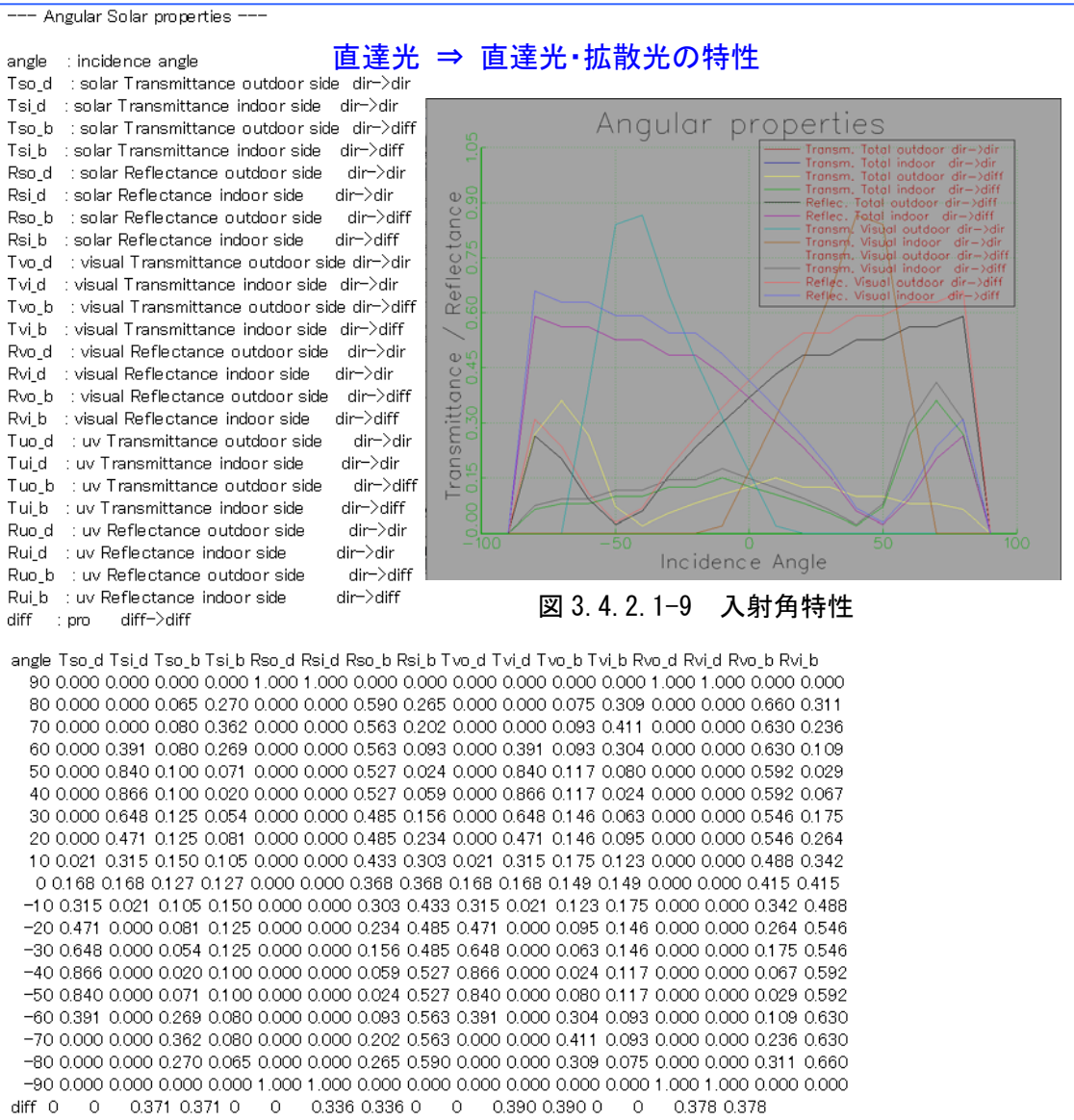


図 3. 4. 2. 1-8 スラットモデル

## Hunter Douglas HD 0150 venetian blind



[2] BISCO

- ・ベルギーPHYSIBEL社の伝熱解析プログラム
- ・BMPファイルを使って断面に材料や境界条件を指定された色に塗ることで計算モデルを作成。
- ・寸法は代表寸法を与えることで設定。但し1/10mm程度の誤差が生じる場合がある。
- ・計算には有限要素法を用いている。
- ・EN ISO10077に対応しており、中空層の非定常性を収束計算で求めるようなことはしていない。
- ・BMPファイルのため断面形状を少し変更するなどの編集は比較的容易。
- ・国内では(株)テクノフォームバウテックジャパン社がBISCOを利用し断熱解析を行っている。

<主な計算の流れ>

① CADモデル作成と境界設定

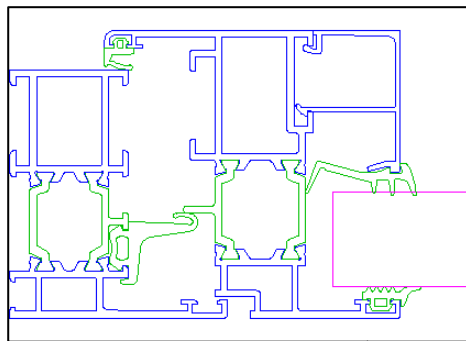


図3.4.2.2-1 CADモデル

②BMPカラーへの変換

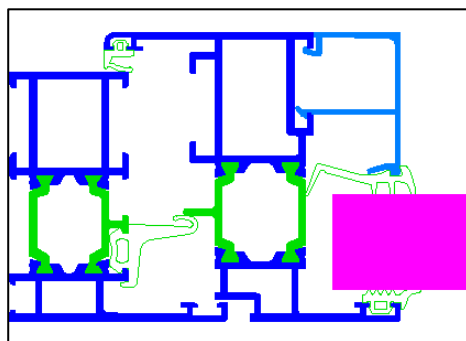


図3.4.2.2-2BMPカラー変換

③EN ISO10077-2 のカラーへ変換

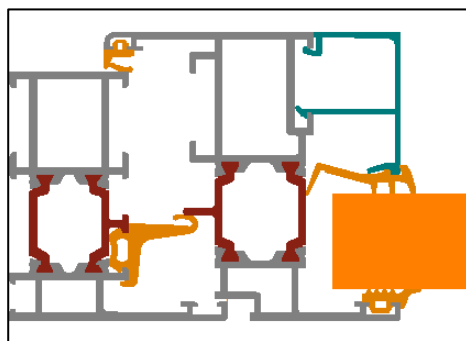


図3.4.2.2-3ISOカラー変換



③テンプレートのデータを読み込む

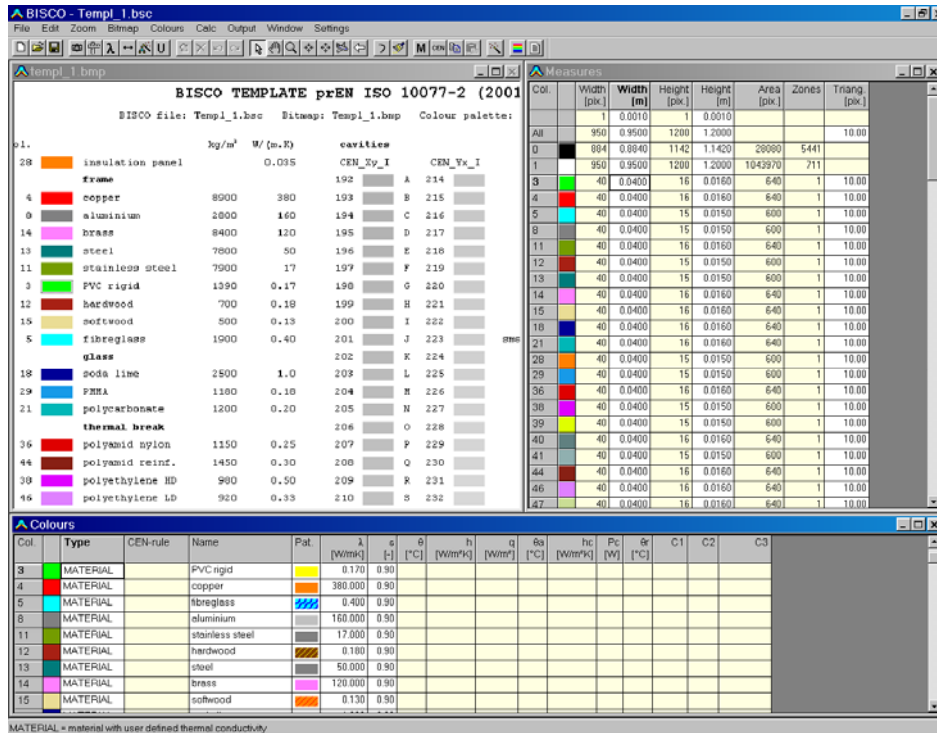


図 3.4.2.2-4 テンプレートデータ

④フレームのBMPモデル化

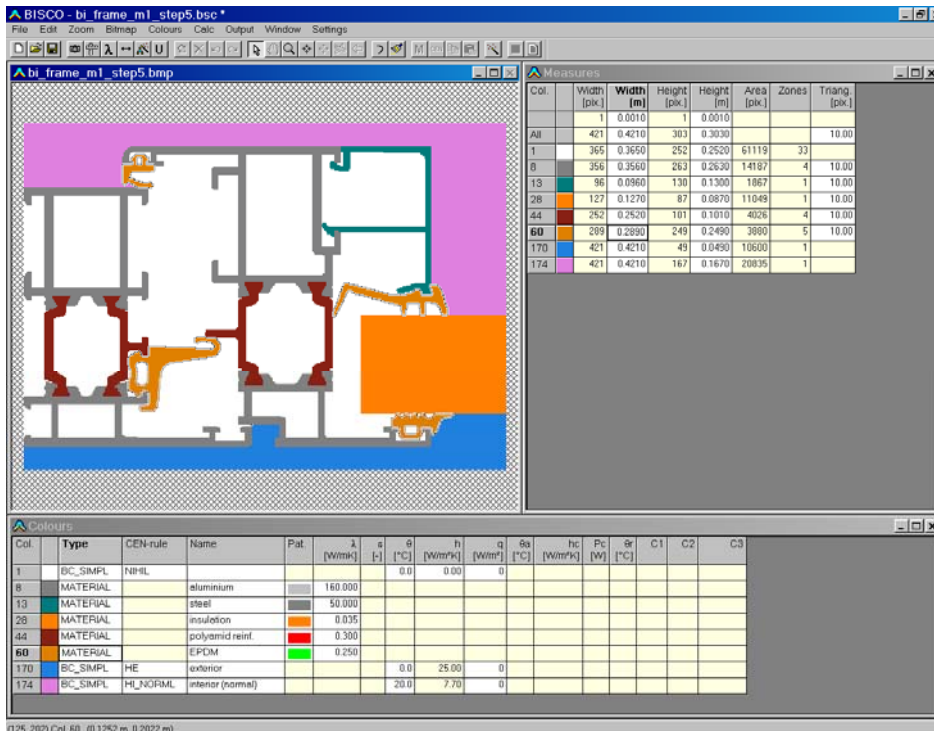


図 3.4.2.2-5 BMPモデル化



⑤計算及び計算結果のアウトプット

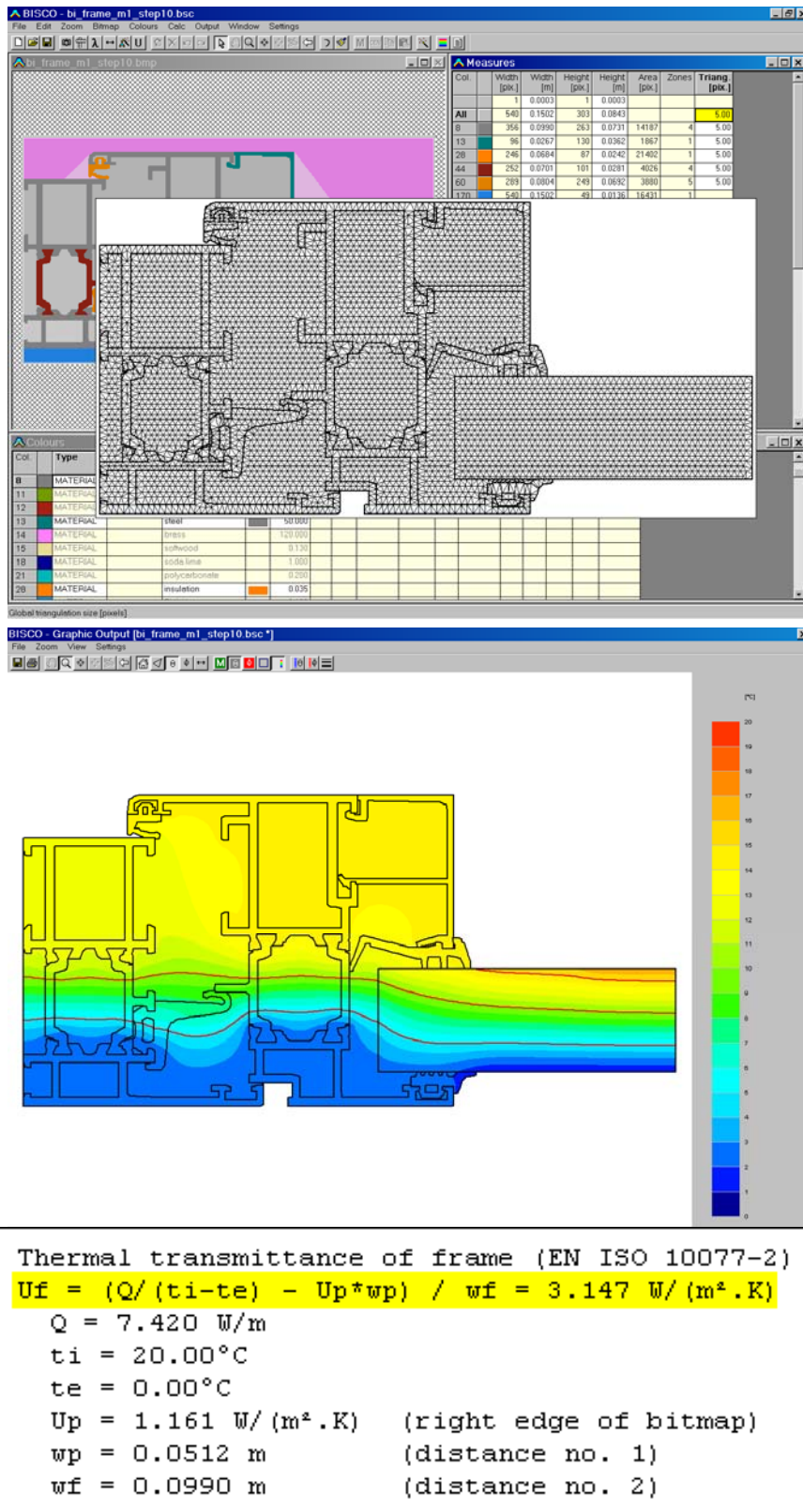


図 3.4.2.2-6 アウトプット

3.4.3 日本

[1] WindEye

WindEyeはインターネットから利用するwebツールとして社団法人リビングアメニティ協会のホームページ上で公開されている。WindEyeのサーバーには、日本で開発・販売されているサッシ、ガラス、ブラインド製品の情報が登録されており、それらを任意に組み合わせ窓の熱性能を計算することができる。窓の入力は図3.5.3.1-1に示すように部位毎に仕様を決定しモデルを構築する。登録されている窓種は、引き違い窓、上げ下げ窓、Fix窓、開き窓、開き窓+Fix窓、天窗である。

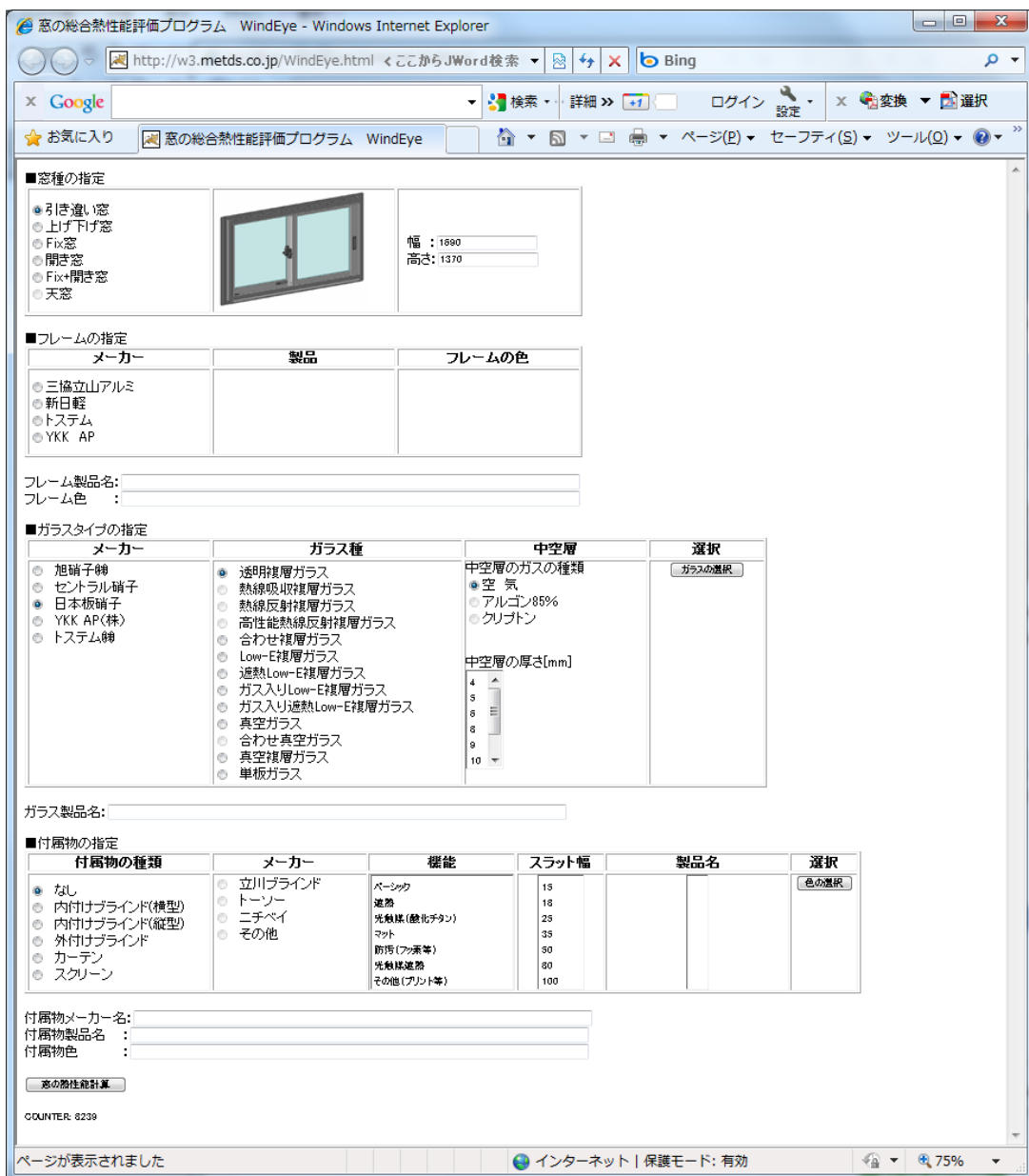


図3.4.3.1-1 WindEyeの実行画面

枠のタイプはアルミ，樹脂，アルミ・樹脂複合が登録されている。ユーザはメーカー，製品名(タイプ)を指定し，枠の色を選択する。

■フレームの指定

| メーカー  | 製品            | フレームの色                                     |
|---|---------------|--|
| <input checked="" type="radio"/> 三協立山アルミ<br><input type="radio"/> 新日軽<br><input type="radio"/> トステム<br><input type="radio"/> YKK AP | マディオP【アルミニウム】 | ホワイト<br>シャンパングレー<br>ブロンズ<br>ブロンズ艶無<br>ブラック |

フレーム製品名: マディオP【アルミニウム】  
 フレーム色 : ホワイト

図3.4.3.1-2 フレームの選択部分

ガラスは単板ガラス(タイプ)，複層ガラス(タイプ，中空層のガス種，厚さ)を指定すると，登録されている製品が表示され，ユーザは製品リストの中から仕様を決定する。

■ガラスタイプの指定

| メーカー  | ガラス種  | 中空層   | 選択                                    |
|---|---|---|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> 旭硝子㈱<br><input type="radio"/> セントラル硝子<br><input checked="" type="radio"/> 日本板硝子<br><input type="radio"/> YKK AP(株)<br><input type="radio"/> トステム㈱ | <input checked="" type="radio"/> 透明複層ガラス<br><input type="radio"/> 熱線吸収複層ガラス<br><input type="radio"/> 熱線反射複層ガラス<br><input type="radio"/> 高性能熱線反射複層ガラス<br><input type="radio"/> 合わせ複層ガラス<br><input type="radio"/> Low-E複層ガラス<br><input type="radio"/> 遮熱Low-E複層ガラス<br><input type="radio"/> ガス入りLow-E複層ガラス<br><input type="radio"/> ガス入り遮熱Low-E複層ガラス<br><input type="radio"/> 真空ガラス<br><input type="radio"/> 合わせ真空ガラス<br><input type="radio"/> 真空複層ガラス<br><input type="radio"/> 単板ガラス | 中空層のガスの種類<br><input checked="" type="radio"/> 空気<br><input type="radio"/> アルゴン85%<br><input type="radio"/> クリプトン<br><br>中空層の厚さ[mm]<br>4 ▲<br>5<br>6 ≡<br>8<br>9<br>10 ▼ | <input type="button" value="ガラスの選択"/> |

ガラス製品名:

図 3.4.3.1-3 ガラスタイプの指定部分

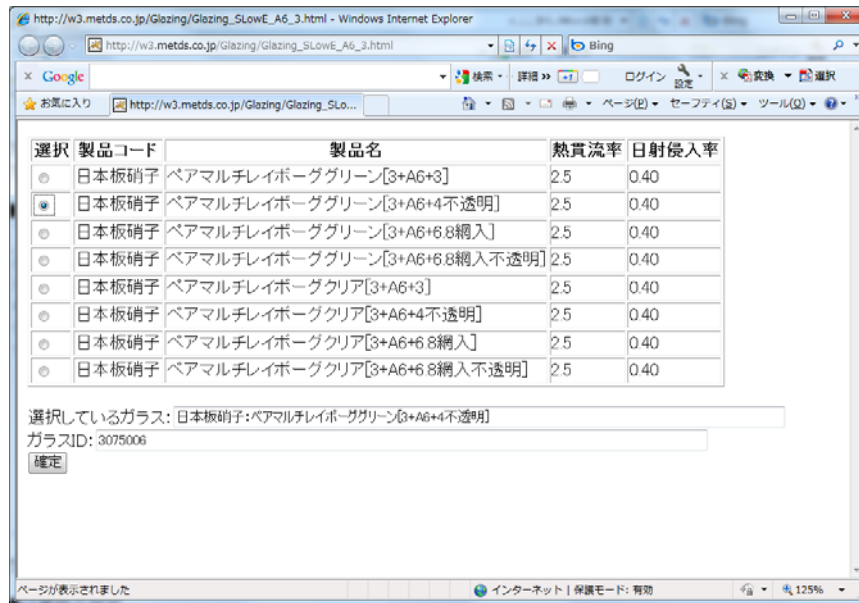


図 3. 4. 3. 1-4 ガラスの選択画面

室内外にブラインドを設置する場合は、ブラインドのタイプ、メーカー、製品名などを指定し、カラーリストの中からスラット色を指定する。ブラインドの光学特性は、スラット角度と日射の入射角度によって変化するが、窓の熱性能を比較する際に、ブラインドの条件が異なると混乱するため、WindEyeではスラット角45°，入射角45°に条件を固定されている。

■付属物の指定

| 付属物の種類   | メーカー   | 機能  | スラット幅   | 製品名  | 選択                                  |
|--|--|---|---|--|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> なし<br><input checked="" type="radio"/> 内付けブラインド(横型)<br><input type="radio"/> 内付けブラインド(縦型)<br><input type="radio"/> 外付けブラインド<br><input type="radio"/> カーテン<br><input type="radio"/> スクリーン | <input type="radio"/> 立川ブラインド<br><input type="radio"/> トーン<br><input checked="" type="radio"/> ニチペイ<br><input type="radio"/> その他 | <input checked="" type="radio"/> ページック<br><input type="radio"/> マット<br><input type="radio"/> その他(プリント等) | 15<br><input checked="" type="radio"/> 25<br>35<br>50 | セレーノ25ワンコントロールタイプ*<br><input checked="" type="radio"/> ユニーク25標準タイプ*<br>セレーノ25標準タイプ*<br>セレーノ25標準タイプ*リモコン回転式<br>ヒカリスト<br>セレーノ25傾斜タイプ*<br>セレーノ25変形窓タイプ* | <input type="button" value="色の選択"/> |

付属物メーカー名: ニチペイ  
 付属物製品名 : ユニーク25標準タイプ\*  
 付属物色 :

図 3. 4. 3. 1-5 付属物の指定部分

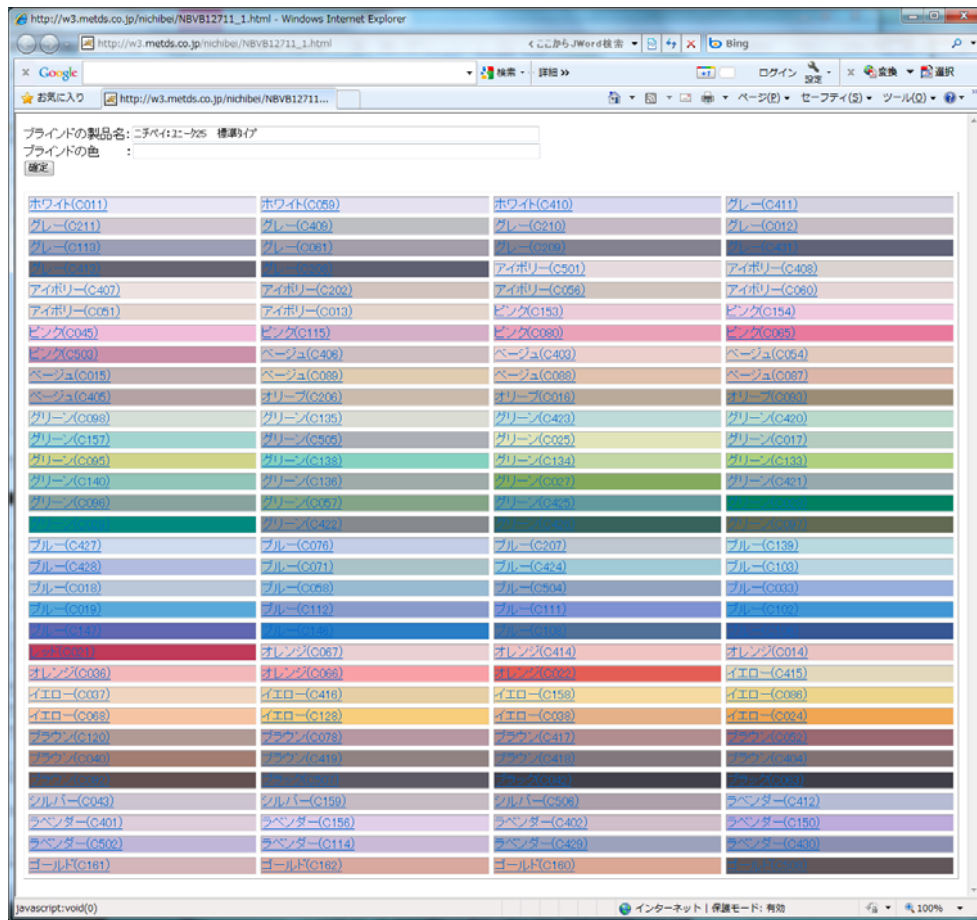


図 3.4.3.1-6 付属物の色の指定画面

WindEyeによる窓の熱性能評価結果は図3.4.3.1-7に示すようにPDFファイルで出力される。ユーザが登録した窓の仕様に対して、断熱・遮熱性能とともに省エネ等級を表示する。WindEyeは公的な評価ツールとしての利用を想定しており、値の改竄を防ぐために通し番号を付記してPDFファイルはサーバーにも記録されている。

窓の仕様

|      |  |  |
|------|--|--|
| 開閉形式 | 引違い窓   |  |
| サイズ  | 幅 1,690mm 高 1,370mm  |  |
| サッシ  | 構造 : アルミニウム<br>メーカー名 : 三協立山アルミ(株)<br>商品名 : マディオP<br>色 : ホワイト                               |  |
| ガラス  | 構成 : 遮熱Low-E複層ガラス<br>メーカー名 : 日本板硝子<br>商品名 : ペアマルチレイボーググリーン [3+A6+4不透明]<br>仕様 : [3+A6+4不透明] | 熱貫流率 : 2.49[W/(m <sup>2</sup> K)]<br>日射侵入率 : 0.40<br>可視光透過率 : 0.69                                   |
| 遮蔽物  | 室 外<br>タイプ :<br>メーカー名 :<br>商品名 :<br>スラット幅 :<br>色 :   | 室 内<br>タイプ : 横型ブラインド (アルミ)<br>メーカー名 : (株)ニチベイ<br>商品名 : エーケ25 標準タイプ<br>スラット幅 : 25mm<br>色 : ホワイト(C011) |

窓の総合熱性能

住宅性能表示に基づく等級表示

| 等級 | 熱貫流率 (U=2.92[W/(m <sup>2</sup> K)]) |    |     |    |   |    |
|----|-------------------------------------|----|-----|----|---|----|
|    | I                                   | II | III | IV | V | VI |
| 4  |                                     |    | ○   | ○  | ○ | ○  |
| 3  |                                     | ○  | ○   | ○  | ○ | ○  |

| 等級 | 日射侵入率 (η=0.15) |    |     |    |   |    |
|----|----------------|----|-----|----|---|----|
|    | I              | II | III | IV | V | VI |
| 4  | ○              | ○  | ○   | ○  | ○ | ○  |
| 3  | ○              | ○  | ○   | ○  | ○ | ○  |

※等級は各地域区分において熱貫流率と日射侵入率の両方が○の場合に有効。

詳細データ

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| 窓面積     | 2.32m <sup>2</sup>         |
| フレーム面積率 | 18.6%                      |
| 熱貫流率    | 2.92[W/(m <sup>2</sup> K)] |
| 日射侵入率   | 0.15                       |
| 日射遮蔽係数  | SCC 0.06<br>SCR 0.11       |
| 可視光透過率  | 0.07                       |
| 表面結露指数  | 0.41                       |

計算条件

|   |
|---|
| フレーム部の計算条件は ISO 10077 に準拠。<br>ガラス部の計算は JIS R 3106, 3107 に準拠。<br>熱貫流率の計算条件<br>温度 : 室温 20℃, 外気温 0℃<br>熱伝達率 : 室内側 8.62[W/(m <sup>2</sup> K)]<br>室外側 20.4[W/(m <sup>2</sup> K)]<br>日射侵入率の計算条件<br>温度 : 室温 25℃, 外気温 30℃<br>日射量 : 500W/m <sup>2</sup><br>熱伝達率 : 室内側 9.17[W/(m <sup>2</sup> K)]<br>室外側 17.64[W/(m <sup>2</sup> K)]<br>ブラインドスラット角 : 45°<br>直達日射プロファイル角 : 45° |
|---|

図 3.4.3.1-7 WindEye による窓の熱性能評価結果

[2] TB2D/BEM

ALIA (社団法人リビングアメニティ協会) の元, 断熱性能の計算による評価法を確立することを目的として TB2D/BEM という境界要素法を用いた二次元定常伝熱場の解析ソフトが開発されてきた。さらに, このソフトを遮熱性能評価にも利用できるように改良が加え

られてきて、今日に至っている。この TB2D/BEM は、フレーム部の断熱・遮熱性能を得るための詳細計算結果を提供するとともに、計算モデルの作成支援や計算結果のコンター表示などのツール群としても開発がなされてきた。

この TB2D/BEM というソフトを用いた遮熱性能評価法の概要、および、ツール群の機能・特徴について説明する。

#### <解析手法の概要と特徴>

- ・ 境界要素法という解析手法を用いているため、矩形メッシュ状にモデルを変形する必要がない。
  - ・ 同様に、日射による表面発熱を陽に用いた解式表現が可能。
  - ・ 境界のみを要素化することでモデルを作成することが可能で、未知温度節点数を少なくして解析が可能。
- などの特徴を有する。

#### <遮熱性能評価のための計算手順からみたツール群の機能と評価法の特徴>

1. フレーム断面を入力計算モデルに変換する。多くの CAD ソフトが汎用的な形式としてサポートしている DXF 形式で二次元断面情報を出力し、そのデータを変換ソフト（入力データ作成支援プログラム：FinDxf）を用いて解析プログラム用の入力モデルデータを作成する。

- ・ 直達日射の方向を  $x, y$  ベクトル成分で指定することで、日射の受照有無および部分的に生じる影の影響は解析ソフト側で自動的に判別を行うことが可能。
- ・ ガラス等の透明な材料を透過中に吸収する日射については、そのガラス等の厚さの中央で発熱させることで近似を行うこととしている。（ガラス厚中央に日射の吸収・発熱用に仮想境界をモデル化する。）

2. 解析用の入力モデルデータが問題なく作成できているかどうかを視覚的にチェックするためのプログラム（Indchk）を用いて行う。

- ・ 材料毎に日射吸収率を入力する。どの材料がどの程度の日射吸収率が入力されているかを、色により視覚的にチェックできる。
- ・ 日射の入射（受照）が生じうるところを指定しておくことで、斜入射時も含めた入射の有無（部分的に影になる場合を含め）の自動判別を行わせることができる。その指定範囲についても色により視覚的にチェックが可能。

3. 解析プログラム（TB2D/BEM）を用いて計算を実行する。

- 中空層の扱いは、対流成分・放射成分ともに立方体状の空隙と見なして等価熱伝導率を求め、固体媒質として扱うこととしている。W/H/D の三次元寸法・上下左右の平均放射率などを入力として「TRAC3D」を用いて計算を行っている。
- 中空層内の温度分布により等価熱伝導率は異なるため、収束計算を行うこととしている。また、その都度中空層内での主熱流方向をチェックし、水平/垂直方向のいずれかで近似して次の収束計算のための等価熱伝導率を求めている。(ISO 15099 の方法)

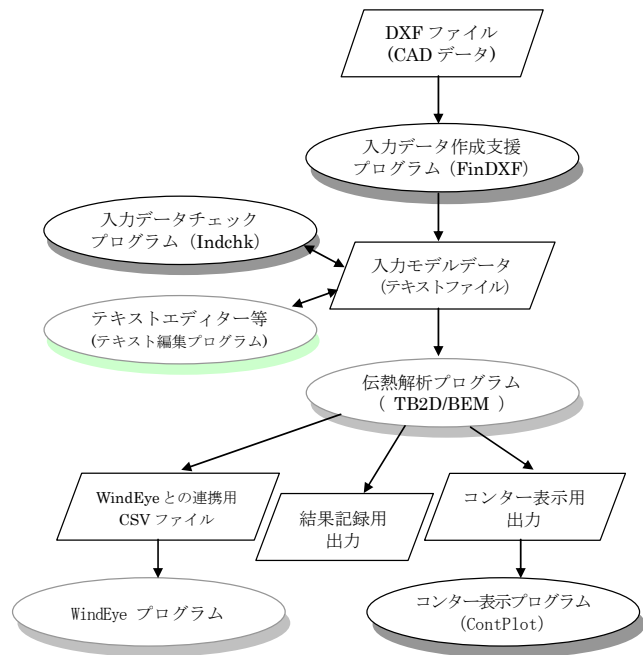


図 3.5.3.2-1 データの流れと TB2D/BEM プログラム群

- 半密閉中空層と「よく換気のなされる空隙」,あるいは,密閉中空層の分離方法などは ISO 10077-2 の方法を踏襲している。
  - 半密閉中空層内に日射が作用し,その内部にあるフレーム部材表面に日射が入射する場合も,一般の外気側表面のように発熱したり,拡散反射をするものとして扱うことが可能。
  - 不透明な媒質表面で日射は拡散反射を行うこととして,1回の反射を考慮して入射する日射量を求め,表面発熱を与えている。
  - ガラス等の透明な媒質については,鏡面反射をするものとみなすこととしているが,斜入射時に反射日射がフレームに当たる場合の考慮は自動的には行えないので,割り増しされた直達日射の入射(受照)がある部位に,その割り増し量を手入力する必要がある。(この値の入力は,日射の入射(受照)が生じうるところを指定するための入力と兼用している。)
  - 境界条件については,断熱性能の計算時と同じく一定の(総合)熱伝達率を用いることとしている。(局所熱伝達率については ISO 10077-2 の方法・値を用いている。)
4. 計算の結果得られる温度分布や熱流量分布の状態は,コンター表示用のプログラム(Contplot)によりグラデーションで色分けされた画面表示により確認ができる。



以上のように、中空層での伝熱性状を収束計算により詳しく求める一方で、内外表面での熱伝達に関しては表面温度に依存しない一定値での扱いを行っている点で、ISO 10077-2とISO 15099の折衷案のようなものとなっている。

### 3.5 各国計算法規格による計算結果の比較

#### 3.5.1 ガラス部

昨年度報告書では、各国・各種規格におけるガラス中央部の日射熱取得率の計算法を詳説して、計算式や計算条件の差を一覧にして比較した。今年度は、複数のガラス品種について各種規格により日射熱取得率を算出し、その差の程度を確認する。

表 3.5.1-1 本節で対象とする計算法規格

| 国    | 規格番号                       | 規格名称   |
|------|----------------------------|--|
| 日本   | 遮熱性能計算法 JIS 案              | 窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算—   |
|      | JIS R 3106 <sup>1998</sup> | 板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法  |
| 国際規格 | ISO 15099 <sup>2003</sup>  | Thermal performance of windows, doors and shading devices -- Detailed calculations                                       |
|      | ISO 9050 <sup>2003</sup>   | Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing                                       |
| 米国   | NFRC 200 <sup>2011</sup>   | Procedure for Determining Fenestration Product Solar Heat Gain Coefficient and Visible Transmittance at Normal Incidence |
| 欧州   | EN 410 <sup>1998</sup>     | Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing                                       |

#### [1] 日本（JIS 案および JIS R 3106）

##### JIS 案（窓の遮熱性能計算法 JIS 案）<sup>1)</sup>

窓の遮熱性能の計算法の JIS 規格として原案作成は完了し、現在発行に向けて JISC 申請済みで規格協会内にて審議中の段階である。この規格案では、ガラスと遮蔽物を組み合わせたグレーディング複合体の日射熱取得率 $\eta_{glz}$ の計算基礎式は次式で表される。

$$\eta_{glz} = \tau + \sum_{j=1}^n N_j \cdot \alpha_j \quad (3.2.1-1)$$

$$N_j = \frac{R_{ex} + \sum_{k=1}^{j-1} R_k + \frac{1}{2} R_j + \sum_{k=2}^j R_{k-1,k}}{R_{ex} + \sum_{k=1}^n R_k + \sum_{k=2}^n R_{k-1,k} + R_{int}} \quad (3.2.1-2)$$

- ここで、 $\eta_{glz}$  : グレーディング複合体の日射熱取得率 [-]  
 $n$  : グレーディング複合体を構成する面材の数 [-]  
 $\tau$  : グレーディング複合体の日射透過率 [-]  
 $\alpha_j$  : 層 $j$ の面材の日射吸収率 [-]  
 $N_j$  : 層 $j$ の面材の吸収日射熱が室内側へ再放出される割合 [-]  
 $R_{ex}$  : 屋外側表面熱伝達抵抗 [m<sup>2</sup>K/W]

- $R_{int}$  : 室内側表面熱伝達抵抗 [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_k$  : 層  $k$  の面材の熱抵抗 [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_{k-1,k}$  : 層  $k-1$  と層  $k$  の面材間の中空層の熱抵抗 [m<sup>2</sup>K/W]

これは、JIS R 3106<sup>27)</sup>の計算法をもとにガラス熱抵抗を考慮するよう拡張されている。また、中空層熱コンダクタンスの計算には、板ガラスの熱貫流率の計算法 JIS R 3107<sup>28)</sup>に規定の方法を利用する。境界条件は下表のように夏期および冬期に区別して既定されている。これは、標準日射スペクトル以外は ISO 15099<sup>2)</sup>と同じである。

表 3.5.1-1 JIS 案における境界条件

|            | 夏期条件  | 冬期条件  |
|------------|---|---|
| 室外側対流熱伝達係数 | 8.0W/(m <sup>2</sup> ·K)  | 20 W/(m <sup>2</sup> ·K)  |
| 室外側放射熱伝達係数 | $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ | $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ |
| 室内側対流熱伝達係数 | 2.5 W/(m <sup>2</sup> ·K)   | 3.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| 室内側放射熱伝達係数 | $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ | $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ |
| 室外気温       | 30°C  | 0°C   |
| 室内気温       | 25°C  | 20°C  |
| 日射量        | 500W/m <sup>2</sup>   | 300W/m <sup>2</sup>   |
| 標準日射スペクトル  | ISO 9845-1 の直達日射 (AirMass1.5)   |   |

JIS R 3106<sup>:1998</sup>

JIS R 3106<sup>27)</sup>は ISO 9050<sup>29)</sup>をもとに策定された。ガラス中央部の可視光特性、日射特性の測定方法とともに日射熱取得率の計算法が規定されている。ここで対象にしているのは板ガラス類のみであり、窓全体ではない。日射熱取得率の計算は次式で表されている。

$$\eta = \tau_e + \sum_j N_j \cdot \alpha_{e,j} \tag{3.2.1-3}$$

$$N_j = \frac{R_e + \sum_{k=1}^j R_{k-1,k}}{R_e + \sum_{k=1}^n R_{k-1,k} + R_i} \tag{3.2.1-4}$$

- ここで、 $\eta$  : 日射熱取得率 [-]
- $n$  : 複層ガラスを構成する板ガラスの層数
- $\tau_e$  : 日射透過率 [-]
- $\alpha_{e,j}$  : 層  $j$  のガラスの日射吸収率 [-]

|             |                                 |                      |
|-------------|---------------------------------|----------------------|
| $N_j$       | : 層 $j$ のガラスの吸収日射熱が室内側へ再放出される割合 | [-]                  |
| $R_e$       | : 室外側表面熱伝達抵抗                    | [m <sup>2</sup> K/W] |
| $R_i$       | : 室内側表面熱伝達抵抗                    | [m <sup>2</sup> K/W] |
| $R_{k-1,k}$ | : 層 $k-1$ と層 $k$ の間の中空層の熱抵抗     | [m <sup>2</sup> K/W] |

板ガラス自身の熱抵抗は、表面熱伝達抵抗や中空層熱抵抗に比べて通常十分に小さいため、ここでは無視されている。中空層の熱抵抗の計算は別の規格の JIS R 3107<sup>28)</sup>の方法に従う。境界条件は下表のように夏期および冬期に区別して既定されている。

表 3.5.1-2 JIS R 3106 における境界条件

|            | 夏期条件                          | 冬期条件                       |
|------------|-------------------------------|----------------------------|
| 室外側熱伝達係数   | 12.2 W/(m <sup>2</sup> ·K)    | 16.3 W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 室外側放射熱伝達係数 | 6.5ε W/(m <sup>2</sup> ·K)    | 5.1ε W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 室内側対流熱伝達係数 | 3.9 W/(m <sup>2</sup> ·K)     | 3.3 W/(m <sup>2</sup> ·K)  |
| 室内側放射熱伝達係数 | 6.3ε W/(m <sup>2</sup> ·K)    | 5.6ε W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 室外気温       | 30°C                          | 0°C                        |
| 室内気温       | 25°C                          | 20°C                       |
| 日射量        | 記載なし                          | 記載なし                       |
| 標準日射スペクトル  | ISO 9845-1 の直達日射 (AirMass1.5) |                            |

[2] 国際規格 (ISO 15099 および ISO 9050)

ISO 15099:2003<sup>2)</sup>

換気のある中空層や常温放射の波長領域の遠赤外線を透過する材料を含むグレーディング構成を扱うことができるように、一般化された日射熱取得率の基礎式が次式のように与えられている。

$$\tau_s = \frac{q_{int} - q_{int}(I_s = 0)}{I_s} \quad (3.2.1-5)$$

|                  |                                    |                     |
|------------------|------------------------------------|---------------------|
| ここで、 $\tau_s$    | : Total solar energy transmittance | [-]                 |
| $q_{int}$        | : 窓ガラスを通して室内へ伝達される熱流束              | [W/m <sup>2</sup> ] |
| $q_{int}(I_s=0)$ | : 日射がない場合に窓ガラスを通して室内へ伝達される熱流束      | [W/m <sup>2</sup> ] |
| $I_s$            | : 窓ガラスに入射する日射量                     | [W/m <sup>2</sup> ] |

式(3.2.1-5)では、日射がない場合の室内への熱流束  $q_{int}(I_s=0)$ が室内外温度差による貫流熱分を表しており、これを日射がある場合の室内への熱流束  $q_{int}$  から減じることで日射による室内の熱取得のみを扱っている。中空層の熱抵抗の計算法は ISO 15099<sup>2)</sup>内に規定されており、ISO 10292<sup>30)</sup>や JIS R 3107<sup>28)</sup>とは全く異なる。境界条件は下表のように夏期および冬期に

区別して既定されている。ここで、標準日射スペクトルのみ遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>と異なり、ISO 9845-1 の直達日射 (AirMass1.5) を採用している。その他は遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>と同条件である。

表 3.5.1-3 ISO 15099 における境界条件

|            | 夏期条件  | 冬期条件  |
|------------|---|---|
| 室外側対流熱伝達係数 | 8.0 W/(m <sup>2</sup> ·K)   | 20 W/(m <sup>2</sup> ·K)  |
| 室外側放射熱伝達係数 | $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ | $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ |
| 室内側対流熱伝達係数 | 2.5 W/(m <sup>2</sup> ·K)   | 3.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
| 室内側放射熱伝達係数 | $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ | $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ |
| 室外気温       | 30°C  | 0°C   |
| 室内気温       | 25°C  | 20°C  |
| 日射量        | 500W/m <sup>2</sup>   | 300W/m <sup>2</sup>   |
| 標準日射スペクトル  | ISO 9845-1 の全天日射 (AirMass1.5)   |   |

ISO 9050:2003<sup>29)</sup>

ガラス中央部の可視光特性、日射特性の測定方法とともに日射熱取得率の計算法として、欧州規格 EN 410<sup>31)</sup>をもとに ISO 9050<sup>29)</sup>が策定されている。ここで対象にしているのは板ガラスのみであり、窓全体ではない。日射熱取得率の計算は次式のように規定されている。

$$g = \tau_e + q_i \tag{3.5.1-6}$$

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{e,j}}{h_e} + \sum_{i=2}^n \sum_{j=i}^n \frac{\alpha_{e,j}}{\Lambda_{i-1,i}}}{\frac{1}{h_e} + \sum_{i=2}^n \frac{1}{\Lambda_{i-1,i}} + \frac{1}{h_i}} \tag{3.5.1-7}$$

- ここで、 $g$  : Total solar energy transmittance [-]
- $\tau_e$  : 日射透過率 [-]
- $q_i$  : 日射吸収率のうち室内側へ再放出される成分 [-]
- $n$  : 複層ガラスを構成する板ガラスの層数
- $\alpha_{e,j}$  : 層  $j$  のガラスの日射吸収率 [-]
- $h_e$  : 室外側表面熱伝達率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $h_i$  : 室内側表面熱伝達率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $\Lambda_{i-1,i}$  : 層  $i-1$  の板ガラスの板厚中央と層  $i$  の板ガラスの板厚中央の間の熱コンダクタンス [W/(m<sup>2</sup>·K)]

表面熱伝達抵抗  $R_e, R_i$  や中空層熱抵抗  $R_{k-1,k}$  の代わりに表面熱伝達率  $h_e, h_i$  や中空層熱コンダクタンス  $\Lambda_{i-1,i}$  で表現されているが、前述の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の計算式 (3.2.1-1)の右辺第2項と基本的に同じである。中空層熱コンダクタンスの計算は EN 673 に従う。境界条件は下表のように規定され、夏期と冬期の区別はないが、冬期を想定したものである。標準日射スペクトルは、ISO15099<sup>2)</sup>と同じ全天日射を採用している。

表 3.5.1-4 ISO 9050 における境界条件

| 夏冬の区別なし (冬期を想定) |   |
|-----------------|---|
| 室外側対流熱伝達係数      | 23 W/(m <sup>2</sup> ·K)                                      |
| 室外側放射熱伝達係数      | (風速 4m/s)   |
| 室内側対流熱伝達係数      | 3.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)                                     |
| 室内側放射熱伝達係数      | $\frac{4.4}{0.837} \cdot \varepsilon_i$ W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 室外気温            | 室内外表面間の温度差 15°C<br>平均温度 10°C                                  |
| 室内気温            |   |
| 日射量             |   |
| 標準日射スペクトル       | ISO 9845-1 の全天日射 (AirMass1.5)                                 |

[3] 米国 (NFRC 200)

NFRC 200:2011<sup>32)</sup>

ガラス部の日射熱取得率の計算方法は基本的に ISO 15099<sup>2)</sup>に従うが、室内外の境界条件と標準日射スペクトルは別途与えられている。NFRC 200<sup>32)</sup>の標準日射スペクトルは JIS R 3106<sup>27)</sup>と同じ全天日射を採用し、ISO 15099<sup>2)</sup>や ISO 9050<sup>29)</sup>とは異なる。なお、NFRC 200<sup>32)</sup>では、日射熱取得率を SHGC; Solar Heat Gain Coefficient と呼んでいる。

表 3.5.1-5 NFRC 200 における境界条件

| (夏期を想定)    |   |
|------------|---|
| 室外側対流熱伝達係数 | 室外風速 2.75m/s  |
| 室外側放射熱伝達係数 | $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ |
| 室内側対流熱伝達係数 | 自然対流による   |
| 室内側放射熱伝達係数 | $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ |
| 室外気温       | 32°C  |
| 室内気温       | 24°C  |
| 日射量        | 783W/m <sup>2</sup>   |
| 標準日射スペクトル  | ISO 9845-1 の直達日射 (Air mass1.5)  |

[4] 欧州 (EN 410)

EN 410:1998<sup>31)</sup>

ISO 9050<sup>29)</sup>策定のもととなる規格であり、ガラス中央部の日射熱取得率の計算法は ISO 9050<sup>29)</sup>の記述と同じである。ただし、標準日射スペクトルは全天日射を想定しているが、CIE のものを採用している点が ISO 15099<sup>2)</sup>や ISO 9050<sup>29)</sup>と異なる。

表 3.5.1-6 EN 410 における境界条件

| 夏冬の区別なし (冬期を想定) |   |
|-----------------|---|
| 室外側対流熱伝達係数      | 23 W/(m <sup>2</sup> ·K)                                      |
| 室外側放射熱伝達係数      | (風速 4m/s)   |
| 室内側対流熱伝達係数      | 3.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)                                     |
| 室内側放射熱伝達係数      | $\frac{4.4}{0.837} \cdot \varepsilon_i$ W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 室外気温            | 室内外表面間の温度差 15°C<br>平均温度 10°C                                  |
| 室内気温            |   |
| 日射量             |   |
| 標準日射スペクトル       | CIE No.85 の全天日射 (AirMass1.0)                                  |

[5] 計算結果の比較

計算結果の比較では、第2章の日射熱取得率の測定サンプルに用いた4種類の複層ガラスを対象とした。Low-E 複層ガラスは表裏入れ替えることで性能が変化するので、それぞれ2通りとなる。Low-E ガラスの種類は日射透過率の大小のバリエーションにより、日射取得型、日射中庸型、日射遮蔽型の3種類ある。ガラス板厚はすべて3mmとし、中空層は空気12mmとする。透明3mm, Low-E 3mmそれぞれの分光特性および放射率にはメーカーカタログ掲載用の標準データを用いた。表3.5.1-7に計算結果比較のためのガラス品種構成の一覧を、表3.5.1-8と表3.5.1-9に各種規格による日射透過率と日射熱取得率の計算結果をまとめて示す。

表3.5.1-8によると、日射透過率は規格ごとに若干の差違があり、標準日射スペクトルに全天日射を採用しているISO 15099<sup>2)</sup>/9050<sup>29)</sup>, EN 410<sup>31)</sup>の方が、直達日射を採用している遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>, JIS R 3106<sup>27)</sup>, NFRC 200<sup>32)</sup>よりも大きくなっている。Type 1 (透明複層) から Type 4 (日射遮蔽型 Low-E 複層) になるにしたがって、その差は顕著となる。これは、図3.5.1-1に示すように標準日射スペクトルの波長分布がISO 9050<sup>29)</sup>とEN 410<sup>31)</sup>(全天日射)とJIS R 3106<sup>27)</sup>(直達日射)とで相対的に異なっており、全天日射では可視光域の重みが大きく、直達日射では近赤外域の重みが大きくなっていることと、透明ガラスでは近赤外域よりも可視光域の透過率が若干高い分光特性を持つものに対して、日射遮蔽型のLow-E ガラスでは、可視光域に比べて近赤外域の透過率が極端に低い波長選択性を有することによるものと考えられる。

次に、表 3.5.1-9 によると、日射熱取得率が規格ごとに差違があり、同規格でも季節により異なり、いずれも夏期の方が冬期よりも日射熱取得率が大きく算出されている。これは、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>、JIS R 3106<sup>27)</sup>、ISO 15099<sup>2)</sup>いずれも室外側表面熱伝達係数の値が夏よりも冬の方が大きい設定となっており、ガラスに吸収された日射熱を室外に逃がしやすい条件となっているためである。また、ISO 9050<sup>29)</sup>と EN 410<sup>31)</sup>では、どちらも標準日射スペクトルが全天日射を採用しており、表面熱伝達係数の設定も同じなので、日射熱取得率もほぼ同じ値となっている。

これらのように、ガラス部の日射熱取得率は、規格ごとの標準日射スペクトルおよび室内外熱伝達係数の違いにより差違が生じる。

表 3.5.1-7 計算結果比較のためのガラス品種

| ガラス種類    | Type           | 室外側ガラス    | 中空層     | 室内側ガラス    | Low-E 膜面 |
|----------|----------------|-----------|---------|-----------|----------|
| 透明複層     | <b>Type 1</b>  | 透明 3mm    | 空気 12mm | 透明 3mm    | —        |
| 日射取得型    | <b>Type 2</b>  | Low-E 3mm | 空気 12mm | 透明 3mm    | #2       |
| Low-E 複層 | <b>Type 2'</b> | 透明 3mm    | 空気 12mm | Low-E 3mm | #3       |
| 日射中庸型    | <b>Type 3</b>  | Low-E 3mm | 空気 12mm | 透明 3mm    | #2       |
| Low-E 複層 | <b>Type 3'</b> | 透明 3mm    | 空気 12mm | Low-E 3mm | #3       |
| 日射遮蔽型    | <b>Type 4</b>  | Low-E 3mm | 空気 12mm | 透明 3mm    | #2       |
| Low-E 複層 | <b>Type 4'</b> | 透明 3mm    | 空気 12mm | Low-E 3mm | #3       |

※ Low-E 膜面:#2は室外側ガラスの中空層側に Low-E 膜面を配置、#3は室内側ガラスの中空層側に Low-E 膜面を配置を表す。

表 3.5.1-8 各種規格による日射透過率の計算結果

| 規格                    | 標準日射        | 透明複層   | 日射取得型<br>Low-E 複層 |         |        | 日射中庸型<br>Low-E 複層 |        | 日射遮蔽型<br>Low-E 複層 |  |
|-----------------------|-------------|--------|-------------------|---------|--------|-------------------|--------|-------------------|--|
|                       |             | Type 1 | Type 2            | Type 2' | Type 3 | Type 3'           | Type 4 | Type 4'           |  |
| JIS 案<br>JIS R 3106   | 直達<br>AM1.5 | 0.7450 | 0.6115            | ←       | 0.5348 | ←                 | 0.3541 | ←                 |  |
| ISO 15099<br>ISO 9050 | 全天<br>AM1.5 | 0.7477 | 0.6246            | ←       | 0.5517 | ←                 | 0.3830 | ←                 |  |
| NFRC 200              | 直達<br>AM1.5 | 0.7448 | 0.6110            | ←       | 0.5338 | ←                 | 0.3535 | ←                 |  |
| EN 410                | 全天<br>AM1.0 | 0.7460 | 0.6245            | ←       | 0.5515 | ←                 | 0.3882 | ←                 |  |

※ NFRC 200 は LBNL/WINDOW を用いて計算。その他は自作プログラムによる。



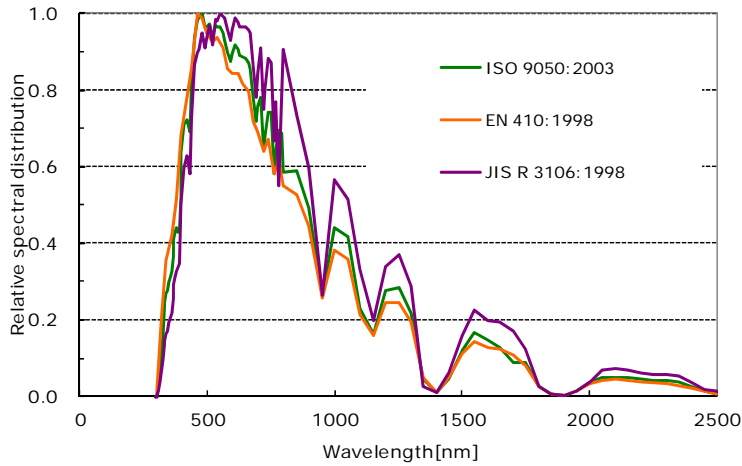


図 3.5.1-1 各種規格の標準日射スペクトル

各規格の日射標準スペクトルの重係数表の数値を波長幅で除した値を最大値 1 となるよう換算した。

表 3.5.1-9 各種規格による日射熱取得率の計算結果

| 規格         | 季節 | 透明複層   | 日射取得型<br>Low-E 複層 |        |         | 日射中庸型<br>Low-E 複層 |         | 日射遮蔽型<br>Low-E 複層 |         |
|------------|----|--------|-------------------|--------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|            |    |        | Type 1            | Type 2 | Type 2' | Type 3            | Type 3' | Type 4            | Type 4' |
| JIS 案      | 夏  | 0.7928 | 0.6806            | 0.7234 | 0.5945  | 0.6320            | 0.4179  | 0.4726            |         |
|            | 冬  | 0.7875 | 0.6636            | 0.7164 | 0.5796  | 0.6262            | 0.3957  | 0.4657            |         |
| JIS R 3106 | 夏  | 0.7915 | 0.6676            | 0.7381 | 0.5811  | 0.6432            | 0.3916  | 0.4885            |         |
|            | 冬  | 0.7878 | 0.6622            | 0.7339 | 0.5766  | 0.6393            | 0.3864  | 0.4841            |         |
| ISO 15099  | 夏  | 0.7942 | 0.6825            | 0.7589 | 0.6007  | 0.6603            | 0.4269  | 0.5237            |         |
|            | 冬  | 0.7873 | 0.6704            | 0.7481 | 0.5900  | 0.6554            | 0.4132  | 0.5182            |         |
| ISO 9050   | —  | 0.7882 | 0.6710            | 0.7396 | 0.5905  | 0.6565            | 0.4133  | 0.5195            |         |
| NFRC 200   | —  | 0.788- | 0.662-            | 0.734- | 0.576-  | 0.638-            | 0.387-  | 0.484-            |         |
| EN 410     | —  | 0.7865 | 0.6707            | 0.7387 | 0.5901  | 0.6576            | 0.4189  | 0.5287            |         |

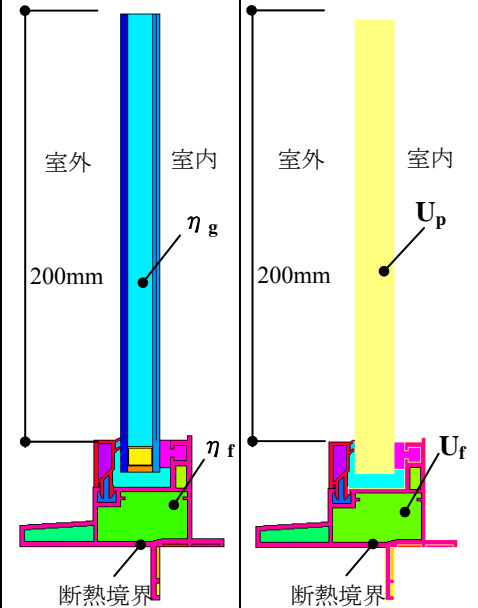
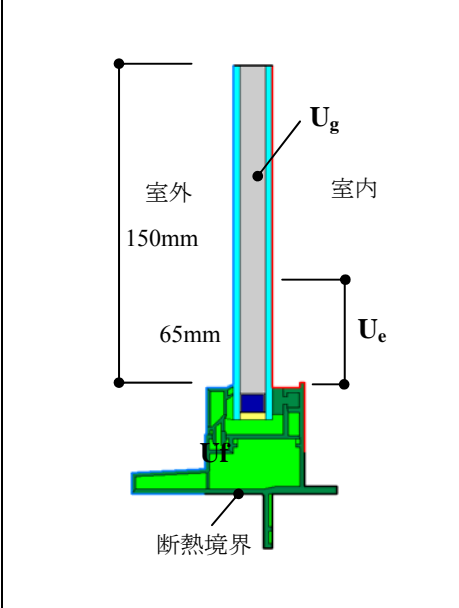
NFRC 200 は LBNL/WINDOW を用いて計算。その他は自作プログラムによる。

3.5.2 フレーム部

[1] 計算条件

フレーム部について各国・各種規格と算出に用いたプログラム、モデルイメージ、遮熱性能算出の際に用いる計算条件（夏期）を表 3.5.2.1-1 に示す。各国の規格は、日本；遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>、国際規格；ISO 15099<sup>2)</sup>、米国；NFRC 200<sup>32)</sup> を用いた。欧州については、EN 13363<sup>33) 34)</sup> ではフレーム部からの日射受熱が無いと仮定しているため、比較の対象としていない。

表 3.5.2-1 遮熱性能計算用内外条件（夏期）

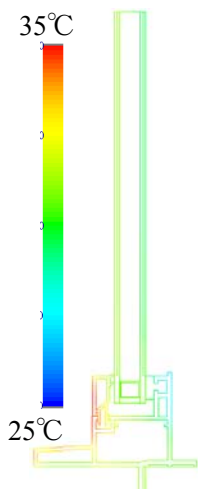
|  | 日本  |  | 国際規格   | 米国       |
|--|---|--|--|----------|
| 規格                                     | 遮熱性能計算法 JIS 案   |  | ISO 15099  | NFRC 200 |
| 計算ツール                                  | 詳細法<br>TB2D/BEM Ver.4   | 簡易法<br>TB2D/BEM Ver.3  | 簡易法<br>THERM WINDOW  |          |
| 日射強度<br>[W/m <sup>2</sup> ]            | 500   |  |  | 783      |
| 室外温度[°C]                               | 30  |  |  | 32       |
| 室内温度[°C]                               | 25  |  |  | 24       |
| 屋外側<br>境界条件<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)] | $h_{ce} = 8.0$  | $h_{re} = \frac{\epsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ | $V = 2.75 \text{ m/s}$<br>$T_{rm,out} = T_{out}$                                     |          |
| 室内側<br>境界条件<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)] | $h_{ci} = 2.5$  | $h_{ri} = \frac{\epsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ | $T_{rm,in} = T_{in}$   |          |
| フレーム計算<br>モデル                          |  |  |  |          |

日本の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、詳細法と簡易法により算出する。付属書 E に示される詳細法は、ISO 15099<sup>2)</sup>の詳細法を参考にフレームの2次元断面を解析し日射熱取得率を求める。本文 5.3 に示される簡易法は、同じく ISO 15099<sup>2)</sup>に示されており、フレームの展開面積、投影面積、屋外側表面日射吸収率、熱貫流率そして屋外側表面熱伝達率標準値から算出する。ここで、フレームの色は白で日射吸収率は 0.30[-]である。米国 NFRC においても同様の手法をとるが、フレームの熱貫流率の計算方法が異なる。米国のフレームの熱貫流率算出法も NFRC 200<sup>3)</sup>に示されている。

[2] 計算結果

表 3.5.1-7 に示す各種複層ガラスでのフレームの日射熱取得率の計算結果を表 3.5.2-2 に示す。上部、下部、縦部のフレーム各部の面積加重平均値である。

表 3.5.2-2 フレームの日射熱取得率計算結果

|                   |        | 日本   |   | 国際規格   | 米国           |  |
|-------------------|--------|--|---|--|--------------|--|
| 規格                |        | 遮熱性能計算法 JIS 案  |   | ISO 15099  | NFRC 200     |  |
| 計算ツール             |        | 詳細法<br>TB2D/BEM Ver.4  | 簡易法<br>TB2D/BEM Ver.3   | 簡易法<br>THERM WINDOW  |              |  |
| 算出結果・算出式          |        |  <p>ISO15099 の<br/>詳細法に従う</p> | <p>ISO15099 の<br/>簡易法に従う</p> $\eta_f = a_f \frac{U_f}{\frac{A_{de}}{A_f} h_{ex}}$ | <p>ISO15099 の<br/>簡易法に従う</p> $\eta_f = a_f \frac{U_{fr}}{\frac{A_{de}}{A_f} h_{ex}}$ |              |  |
| 表 3.5.1-7 各種ガラス   |        |  |   |  |              |  |
| 透明複層              | Type1  | <b>0.035</b>   | <b>0.012</b>  | <b>0.016</b>   | <b>0.008</b> |  |
| 日射取得型<br>Low-E 複層 | Type2  | <b>0.038</b>   |   |  |              |  |
|                   | Type2' | <b>0.038</b>   |   |  |              |  |
| 日射中庸型<br>Low-E 複層 | Type3  | <b>0.038</b>   |   |  |              |  |
|                   | Type3' | <b>0.042</b>   |   |  |              |  |
| 日射遮蔽型<br>Low-E 複層 | Type4  | <b>0.042</b>   |   |  |              |  |
|                   | Type4' | <b>0.036</b>   |   |  |              |  |

日本の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>によるフレームの詳細計算法の場合、ガラスの性能によりフレームの日射熱取得率が 0.035~0.042[-]の範囲で変化することが確認された。ガラス種の違いによる影響は軽微であることが確認された。

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の簡易法では、JIS A 2102<sup>15) 16)</sup>に基づいて算出されたフレームの熱貫流率から算出されるため、ガラスの違いによるフレームの性能の変化は算出できない。簡易法は詳細法の 50%以下の値を示した。両者の差の要因として複層ガラススペーサの熱橋効果が挙げられる。窓の断熱性能においては複層ガラスのスペーサの影響を線熱貫流率として考慮しているが、遮熱性能の計算においては考慮されておらず、フレーム部の性能の差として現れる。フレームの性能差の影響を確認するため、フレーム面積比率が最大となる最小面積の窓 (W:405 mm×H:370 mm) で詳細法と簡易法を比較した。その結果、窓全体の性能の差は 0.010[-]程度であった。フレームの性能の差としては大きいですが、窓全体の日射熱取得率の差としては軽微であることが確認された。

国際規格 ; ISO 15099<sup>2)</sup>, 米国 ; NFRC 200<sup>32)</sup> は、共に NFRC の計算ツール THERM<sup>25)</sup>, WINDOW<sup>25)</sup> を用いて算出した。ガラスの違いによるフレームの性能の差は極めて軽微であるため、透明複層ガラスでの算出値を示した。遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の詳細法の 50%以下の値を示し、両者の差異も大きい結果となった。

### 3.5.3 窓全体

表 3.5.1-7 に示す各種複層ガラスでの窓全体の日射熱取得率の計算結果を表 3.5.3-1 に示す。計算対象の断面を図 3.5.3-1 に示す。評価対象は、第 2 章の日射熱取得率の測定に用いた W : 1690 mm×H : 1370 mmの樹脂フレーム (PVC) の窓である。伝熱開口面積に対するフレームの面積率は 12.8%である。また、フレームの色は白で日射吸収率は 0.30[-]である。

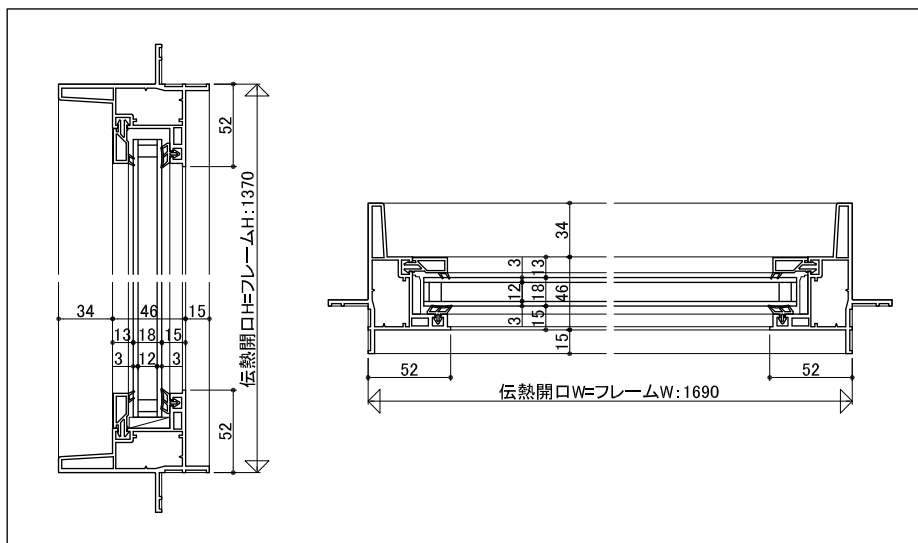


図 3.5.3-1 評価対象の断面 (複層ガラス)

日本の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、フレーム部は詳細法の結果を用いた。ISO 9050<sup>29)</sup>でのフレームの日射熱取得率は、ISO 15099<sup>2)</sup>の夏期の値を用いた。欧州 EN 13363<sup>33)</sup> 34)の算出では、フレームの日射熱取得率は、 $\eta_f=0$ としている。

なお、窓の伝熱開口寸法は、国際規格、各国規格も遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>と同じ取り方とした。

表 3.5.3-1 各種規格およびガラス種による窓全体の日射熱取得率の計算結果

| 規格                   |                      | 季節 | 透明複層         | 日射取得型<br>Low-E 複層 |              |              | 日射中庸型<br>Low-E 複層 |              | 日射遮蔽型<br>Low-E 複層 |  |
|----------------------|----------------------|----|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--|
|                      |                      |    | Type 1       | Type 2            | Type 2'      | Type 3       | Type 3'           | Type 4       | Type 4'           |  |
| 遮熱性能<br>計算法<br>JIS 案 | 遮熱性能<br>計算法<br>JIS 案 | 夏  | <b>0.696</b> | <b>0.598</b>      | <b>0.636</b> | <b>0.523</b> | <b>0.557</b>      | <b>0.370</b> | <b>0.417</b>      |  |
|                      |                      | 冬  | <b>0.689</b> | <b>0.582</b>      | <b>0.628</b> | <b>0.508</b> | <b>0.549</b>      | <b>0.348</b> | <b>0.409</b>      |  |
|                      | JIS R 3106           | 夏  | <b>0.695</b> | <b>0.587</b>      | <b>0.649</b> | <b>0.512</b> | <b>0.566</b>      | <b>0.347</b> | <b>0.431</b>      |  |
|                      |                      | 冬  | <b>0.690</b> | <b>0.580</b>      | <b>0.643</b> | <b>0.506</b> | <b>0.560</b>      | <b>0.340</b> | <b>0.425</b>      |  |
| 国際規格<br>ISO 15099    | ISO 15099            | 夏  | <b>0.695</b> | <b>0.597</b>      | <b>0.664</b> | <b>0.526</b> | <b>0.578</b>      | <b>0.374</b> | <b>0.459</b>      |  |
|                      |                      | 冬  | <b>0.688</b> | <b>0.586</b>      | <b>0.654</b> | <b>0.516</b> | <b>0.573</b>      | <b>0.362</b> | <b>0.453</b>      |  |
|                      | ISO 9050             | —  | <b>0.689</b> | <b>0.587</b>      | <b>0.647</b> | <b>0.517</b> | <b>0.575</b>      | <b>0.362</b> | <b>0.455</b>      |  |
| 米国<br>NFRC 200       | NFRC 200             | —  | <b>0.688</b> | <b>0.578</b>      | <b>0.641</b> | <b>0.503</b> | <b>0.558</b>      | <b>0.339</b> | <b>0.423</b>      |  |
| 欧州<br>EN 13363       | EN 410               | —  | <b>0.686</b> | <b>0.585</b>      | <b>0.644</b> | <b>0.515</b> | <b>0.574</b>      | <b>0.365</b> | <b>0.461</b>      |  |

透明複層ガラス用いた場合は、ガラスの日射熱取得率の規格間の差異が小さいため ( $\eta_g = 0.787 \sim 0.794$ )、規格間の窓全体の日射熱取得率の大小関係にフレームの影響が現れている。最大値は、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup> ( $\eta_f = 0.035$ )、最小値は、欧州 EN 13363<sup>33)</sup> 34) ( $\eta_f = 0$ ) である。他のガラス種では、ガラスの日射熱取得率の規格間の差異が窓全体の日射熱取得率の大小関係を決める結果となった。

窓全体の日射熱取得率の規格間の差異は、日射遮蔽型 Low-E 複層ガラスで最大となり、欧州 EN 13363<sup>33)</sup> 34) (ガラス EN 410<sup>31)</sup>) が最大値 ( $\eta_w = 0.461$ ) を示し、遮熱性能計算法 JIS

案<sup>1)</sup>の冬期が最小値( $\eta_w=0.409$ )を示した。特に Low-E 複層ガラスについては、窓全体の日射熱取得率として 10%以上の差異となり、規格間の性能の差が大きくガラスの性能差に大きく影響される結果となった。

以上の結果から各国の規格の違いによる窓全体の日射熱取得率への影響が確認できた。

### 3.6 遮熱性能計算法 JIS 案対応総合計算法の調査

#### 3.6.1 遮熱性能計算法 JIS 案

##### [1] 制定の趣旨

この規格は、窓及びドアの日射熱取得率の計算法を標準化するために制定された。窓及びドアからの日射熱取得は冬期の暖房負荷を軽減するとともに、夏期は冷房負荷を増大させる。このため、窓及びドアの日射熱取得性能は、断熱性能とともに製品の基本的な熱性能を表す指標といえる。窓及びドアの断熱性能の評価方法については、試験方法が **JIS A 4710**<sup>35)</sup>及び **JIS A 1492**<sup>36)</sup>で、計算法が **JIS A 2102-1**<sup>15)</sup>及び **JIS A 2102-2**<sup>16)</sup>で規定されている。しかしながら窓及びドアの日射熱取得率の評価方法はこれまで **JIS** で規定されておらず、計算法及び試験方法の日本工業規格の制定が望まれていた。そこで断熱性能に関する規格との整合性を図りながら、計算による窓及びドアの日射熱取得率の評価方法を日本工業規格としてまとめることとした。

##### [2] 制定の経緯

建物において窓及びドアからの熱損失及び日射熱取得が占める割合は大きく、建物の熱性能を評価する際には窓及びドアの熱貫流率及び日射熱取得率の情報が不可欠である。このうち窓の熱貫流率については、計算法 **JIS A 2102-1**<sup>15)</sup>及び **JIS A 2102-2**<sup>16)</sup>が 2011 年 3 月に制定され、窓及びドア製品の実サイズでの断熱性能の評価が可能となった。これに対して日射熱取得性能に関しては測定法、計算法ともに評価方法が確立しておらず、窓及びドア製品の情報が未整備な状態が続いてきた。我が国において建物の省エネルギー化は最重要課題の 1 つであり、窓及びドアの日射熱取得率の評価方法の規格化を望む意見が強く出された。このため一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会は、学識経験者や実務者を加えて **JIS** 原案作成委員会及びその分科会を発足させた。平成 23 年 7 月から平成 24 年 8 月まで、3 回の本委員会、8 回の分科会と 3 回のワーキングを経て、遮熱性能計算法 **JIS** 原案<sup>1)</sup>を作成した。

なお、今回の窓及びドアの日射熱取得率の評価方法の規格化に際しては、計算法と併せて測定法を整理することが原案作成委員会発足時から計画されていた。このため計算法の原案作成においては測定法との整合性を最も重視した。日射熱取得率の計算法には国際規格 **ISO 15099**<sup>2)</sup>があるが、測定法との対応において整合しない部分があったため、本案は独自の日本工業規格として取りまとめた。

## [3] 適用範囲について

窓及びドアに関しては JIS A 2012<sup>15),16)</sup>と全て一致している。さらに日射遮蔽物としてブラインド、スクリーン、紙障子など、窓に平行に設置され日射を遮蔽する効果を有するものを適用範囲とした。

## 3.6.2 遮熱性能計算法 JIS 案の内容（概要）

## &lt;タイトル&gt;

窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算—

Thermal performance of windows and doors—Calculation of solar heat gain coefficient

## [1] 適用範囲

この規格は、フレームと板ガラス又は不透明パネルとによって構成する窓及びドアの日射熱取得率の計算方法について規定した。また、窓にブラインド、スクリーンなどが附属した場合の日射熱取得率の計算方法について規定し、次のものに適用できる。

- a) 様々なタイプのグレージング（単層又は複層、ガラス又はプラスチック、低放射率コーティングの有無、日射調整フィルムの有無及び空気又は他の気体を封入した中空層をもつもの）
- b) 窓又はドア内の不透明パネル
- c) 様々なタイプのフレーム [木製、樹脂製、金属製（熱遮断構造を含む）、その他材料を任意に組み合わせたもの]
- d) 様々なタイプの日射遮蔽物（ブラインド、スクリーン、紙障子、その他日よけの効果のある附属物）
- e) ひさし（庇）、袖壁など建物部位による日射遮蔽効果
- f) 漏気による熱移動
- g) 二重窓及び複合窓における中間空気層の換気
- h) 窓若しくはドアのフレームと建物外壁との間の戸じゃくり又は接合部の熱橋作用  
なお、この規格は、次のものには適用できない。
- i) 雨戸及び格子
- j) カーテンウォール及び他の構造用グレージング
- k) 産業用、商業用及びガレージ用ドア

## [2] 面積

## [2].1 グレージング面積及び不透明パネル面積

窓若しくはドアのグレージング面積 ( $A_g$ ) 又は不透明パネル面積 ( $A_p$ ) の定義は、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>による。

[2].2 フレーム面積

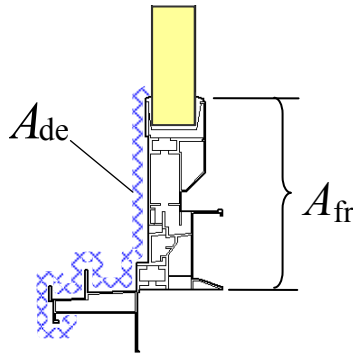
フレーム面積は、次による。

a)  $A_{fr}$  : 室内側投影フレーム面積

室内側投影フレーム面積の定義は、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>による。

b)  $A_{de}$  : 屋外側フレーム展開面積

屋外側フレーム展開面積は、屋外空気と接しているフレームの面積。



注記  $A_{fr}$ ,  $A_{de}$  は面積を表す。図はフレーム断面における  $A_{fr}$ ,  $A_{de}$  の範囲を表しており、これにフレームの長さに乗じたものが  $A_{fr}$ ,  $A_{de}$  となる。

図 3.6.2-1-フレームに関する二つの面積

[2].3 グレージング複合体面積

グレージング複合体面積 ( $A_{glz}$ ) は、グレージング面積と同じ同等とする。フレームにかかる日射遮蔽物の面積は、グレージング複合体面積に含めない。

[2].4 窓面積

窓面積 ( $A_w$ ) の定義は、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>による。

[3] 日射熱取得率の計算

[3].1 窓の日射熱取得率

窓の日射熱取得率 ( $\eta_w$ ) は、式(1)によって算出する。

$$\eta_w = \frac{\sum A_{glz} \cdot \eta_{glz} + \sum A_{fr} \cdot \eta_{fr}}{A_w} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、  $\eta_{glz}$  : グレージング複合体の日射熱取得率  
 $\eta_{fr}$  : フレームの日射熱取得率

式(1)に含まれる積和は、グレージング複合体又はフレームのそれぞれ異なる部分を計算するために使用する。例えば、下フレーム、上フレーム、縦フレーム及び召合せ部が異なる



るフレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) の値の場合に、それぞれの室内側投影フレーム面積 ( $A_{fr}$ ) の値が必要になる。

フレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は、[3].3 によって求めるか又は**附属書 E** によって求めてもよい。二重窓のフレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は、**附属書 F** によって算出する。グレージング複合体の日射熱取得率 ( $\eta_{glz}$ ) は、[3].4 によって求める。グレージング複合体が板ガラスだけで構成される場合は、**表 B.1** から得てもよいが報告書にその旨を記載する。窓に日射遮蔽物が附属する場合は、フレーム部については日射遮蔽物の影響を考慮しない。グレージング部については、日射遮蔽物も含めた複合体として[3].4 によって求める。

[3].2 グレージング及び不透明パネルを含むドアセットの日射熱取得率

フレーム、グレージング及び不透明パネルで構成されているドアセットの日射熱取得率 ( $\eta_D$ ) は、式(2)によって算出する。

$$\eta_D = \frac{\sum A_{glz} \cdot \eta_{glz} + \sum A_p \cdot \eta_p + \sum A_{fr} \cdot \eta_{fr}}{\sum A_{glz} + \sum A_p + \sum A_{fr}} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、  
 $\eta_{glz}$  : グレージング複合体の日射熱取得率  
 $\eta_p$  : 不透明パネルの日射熱取得率  
 $\eta_{fr}$  : フレームの日射熱取得率

ドアにグレージングがない場合には、式(2)に  $A_{glz}=0$  を適用する。

フレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は、[3].3 によって求めるか又は**附属書 E** によって求めてもよい。

グレージング複合体の日射熱取得率 ( $\eta_{glz}$ ) は、[3].4 によって求めるか又は**表 B.1** から得てもよいが報告書にその旨を記載する。

[3].3 フレームの日射熱取得率

フレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は、式(3)によって算出する。

$$\eta_{fr} = \alpha_{fr} \frac{U_{fr}}{\frac{A_{de}}{A_{fr}} h_{std}} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、  
 $\alpha_{fr}$  : フレームの屋外側表面日射吸収率  
 $U_{fr}$  : フレームの熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]  
 $A_{de}$  : 屋外側フレーム展開面積 (m<sup>2</sup>)  
 $A_{fr}$  : 室内側投影フレーム面積 (m<sup>2</sup>)  
 $h_{std}$  : 屋外側表面熱伝達率の標準値 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

フレームの熱貫流率 ( $U_{fr}$ ) は、**JIS A 2102-1**<sup>15)</sup>及び**JIS A 2102-2**<sup>16)</sup>によって求めるか又は**附属書 A** から得てもよいが報告書にその旨を記載する。

フレームの屋外側表面日射吸収率 ( $\alpha_{fr}$ ) は、**JIS R 3106**<sup>27)</sup>によって測定し及び算出するか又は**附属書 A** から得てもよいが報告書にその旨を記載する。

屋外側フレーム展開面積 ( $A_{de}$ ) と室内側投影フレーム面積 ( $A_{fr}$ ) の比 ( $A_{de}/A_{fr}$ ) は、**図 3.6.2-1** によって求めるか又は**附属書 A** から得てもよいが報告書にその旨を記載する。

屋外側表面熱伝達率の標準値 ( $h_{std}$ ) は、夏期条件及び冬期条件に対して、それぞれ次の値を用いる。

夏期条件 : 14 W/(m<sup>2</sup>·K)

冬期条件 : 24 W/(m<sup>2</sup>·K)

フレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は、**附属書 E** によって算出してもよい。

### [3]. 4 グレージング複合体の日射熱取得率

グレージング複合体の日射熱取得率は、次の手順によって算出する。

- a) 板ガラス及び日射遮蔽物を平行に配置して組み合わせた  $n$  層からなる複合体とみなす。
- b) 各層の面材の多重反射計算によりグレージング複合体としての日射透過率及び多重反射後の各層の日射吸収率を算出する。
- c) 各層の面材の熱抵抗を算出する。
- d) 各層の面材間の中空層の熱抵抗を算出する。
- e) 一次元熱平衡式から各層の面材の温度と各層の面材の熱抵抗と中空層の熱抵抗とを収束計算する。
- f) グレージング複合体の日射熱取得率を算出する。

#### [3]. 4.1 計算基礎式

グレージング複合体の日射熱取得率 ( $\eta_{glz}$ ) は、式(4)によって算出する。

$$\eta_{glz} = \tau_{f,1,n} + \sum_{j=1}^n N_j \cdot \alpha_j \dots\dots\dots (4)$$

- ここに、  $n$  : グレージング複合体を構成する面材の数
- $\tau_{f,1,n}$  : グレージング複合体の日射透過率
- $N_j$  : 層  $j$  の面材の吸収日射熱が室内側へ再放出される割合
- $\alpha_j$  : 層  $j$  の面材の日射吸収率

層  $j$  の面材の吸収日射熱が室内側へ再放出される割合 ( $N_j$ ) は、式(5)によって算出する。ただし、層 1 が日射遮蔽物の場合(屋外ブラインドなど)は  $N_1=0$ 、層  $n$  が日射遮蔽物の場合(室内ブラインド、ロールスクリーンなど)は  $N_n=1$  とする。

$$N_j = \frac{R_{ex} + \sum_{k=1}^{j-1} R_k + \frac{1}{2} R_j + \sum_{k=2}^j R_{k-1,k}}{R_{ex} + \sum_{k=1}^n R_k + \sum_{k=2}^n R_{k-1,k} + R_{int}} \dots\dots\dots (5)$$

- ここに、  $R_{ex}$  : 屋外側表面熱伝達抵抗 (m<sup>2</sup>·K/W)

|                  |                                |  |
|------------------|--------------------------------|--|
| $R_{\text{int}}$ | : 室内側表面熱伝達抵抗                   | $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$ |
| $R_k$            | : 層 $k$ の面材の熱抵抗                | $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$ |
| $R_{k-1,k}$      | : 層 $k-1$ と層 $k$ との面材間の中空層の熱抵抗 | $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$ |

[3]. 4.2 日射透過率及び各面材の日射吸収率

グレーディング複合体の日射透過率 ( $\tau_{f,1,n}$ ) 及び各層の面材の日射吸収率 ( $\alpha_j$ ) は、 $n$  層からなるグレーディング複合体の各層の日射透過率 ( $\tau_{f,j}$ ,  $\tau_{b,j}$ ) 及び日射反射率 ( $\rho_{f,j}$ ,  $\rho_{b,j}$ ) から式(6)～式(10)を逐次計算することで算出する。

$$\tau_{f,i,j} = \frac{\tau_{f,i,j-1} \cdot \tau_{f,j}}{1 - \rho_{b,i,j-1} \cdot \rho_{f,j}} \dots\dots\dots (6)$$

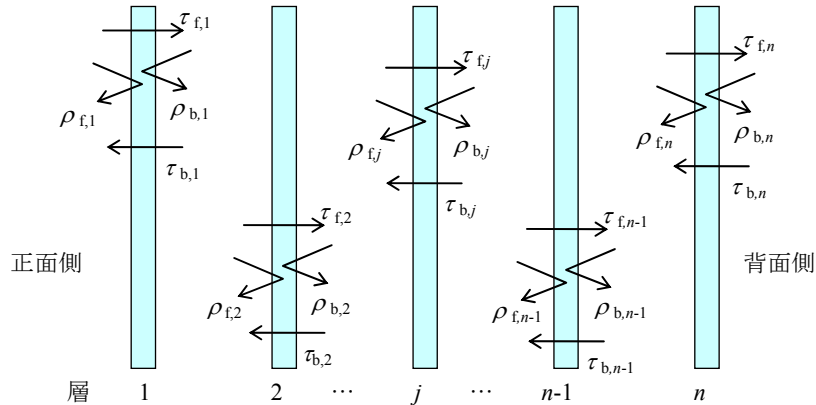
$$\tau_{b,i,j} = \frac{\tau_{b,j} \cdot \tau_{b,i,j-1}}{1 - \rho_{b,i,j-1} \cdot \rho_{f,j}} \dots\dots\dots (7)$$

$$\rho_{f,i,j} = \rho_{f,i,j-1} + \frac{\tau_{f,i,j-1} \cdot \rho_{f,j} \cdot \tau_{b,i,j-1}}{1 - \rho_{b,i,j-1} \cdot \rho_{f,j}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\rho_{b,i,j} = \rho_{b,j} + \frac{\tau_{b,j} \cdot \rho_{b,i,j-1} \cdot \tau_{f,j}}{1 - \rho_{b,i,j-1} \cdot \rho_{f,j}} \dots\dots\dots (9)$$

$$\alpha_j = \frac{\tau_{f,1,j-1} \cdot \alpha_{f,j}}{1 - \rho_{b,1,j-1} \cdot \rho_{f,j,n}} + \frac{\tau_{f,1,j} \cdot \rho_{f,j+1,n} \cdot \alpha_{b,j}}{1 - \rho_{b,1,j} \cdot \rho_{f,j+1,n}} \dots\dots\dots (10)$$

- ここに、  
 $\tau_{f,j}$  : 層  $j$  の正面側からの入射光に対する日射透過率  
 $\tau_{b,j}$  : 層  $j$  の背面側からの入射光に対する日射透過率  
 $\rho_{f,j}$  : 層  $j$  の正面側からの入射光に対する日射反射率  
 $\rho_{b,j}$  : 層  $j$  の背面側からの入射光に対する日射反射率  
 $\tau_{f,i,j}$  : 層  $i-j$  間の正面側からの入射光に対する日射透過率  
 $\tau_{b,i,j}$  : 層  $i-j$  間の背面側からの入射光に対する日射透過率  
 $\rho_{f,i,j}$  : 層  $i-j$  間の正面側からの入射光に対する日射反射率  
 $\rho_{b,i,j}$  : 層  $i-j$  間の背面側からの入射光に対する日射反射率  
 $\alpha_{f,j}$  : 層  $j$  の正面側からの入射光に対する日射吸収率 ( $\alpha_{f,j}=1-\tau_{f,j}-\rho_{f,j}$ )  
 $\alpha_{b,j}$  : 層  $j$  の背面側からの入射光に対する日射吸収率 ( $\alpha_{b,j}=1-\tau_{b,j}-\rho_{b,j}$ )  
 ただし、 $i < j$  とする。



$\tau_{f,j}$  : 層  $j$  の正面側からの入射光に対する透過率,  $\tau_{b,j}$  : 層  $j$  の背面側からの入射光に対する透過率,

$\rho_{f,j}$  : 層  $j$  の正面側からの入射光に対する反射率,  $\rho_{b,j}$  : 層  $j$  の背面側からの入射光に対する反射率

図 3.6.2-2 n 層からなるグレージング複合体の多重反射計算モデル

式(6)～式(10)の計算に用いる各面材の光学特性(日射透過率及び日射反射率)は、次による。

- a) 板ガラスの光学特性は、表 B.2 によるか又は JIS R 3106<sup>27)</sup>による。
- b) ブラインドの光学特性の計算方法は、附属書 C による。
- c) スクリーン、障子紙などの光学特性は、附属書 D に示す。
- d) 層  $n$  が日射遮蔽物で、かつその正面側の日射反射率に占める鏡面反射の割合が 20%未満の場合は、正面側の日射反射率に 0.9 を乗ずる。これは層  $n$  の反射日射が層  $n-1$  のグレージング部に到達する見かけの反射率を表す。
- e) 入射に対する板ガラスの光学特性の計算方法は、附属書 G に示す。

[3]. 4.3 面材の熱抵抗

グレージング複合体の各面材の熱抵抗 ( $R_j$ ) は、式(11)によって算出する。

$$R_j = \sum_{l=1}^L \frac{d_l}{\lambda_l} \dots\dots\dots (11)$$

- ここに、  $d_l$  : 層  $j$  の面材を構成する材料  $l$  の厚さ (m)
- $\lambda_l$  : 層  $j$  の面材を構成する材料  $l$  の熱伝導率 [W/(m·K)]
- $L$  : 層  $j$  の面材を構成する材料の数

[3]. 4.4 面材間の中空層の熱抵抗

二枚の板ガラスに挟まれた中空層の熱抵抗は、JIS R 3107<sup>28)</sup>による中空層の熱コンダクタンスの逆数とする。板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗は、日射遮蔽物の種類及び状態に応じて表 3.6.2-1 に定める値を参考にする。

表 3.6.2-1 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗<sup>b)</sup>

| 日射遮蔽物種類                            | 板ガラスと日射遮蔽物とに挟まれた中空層の熱抵抗 R を与える<br>近似式 (R=a・R <sub>g</sub> +b) の係数 <sup>b)</sup> |        |        |       |
|------------------------------------|---|--------|--------|-------|
|                                    | 夏期条件  |        | 冬期条件   |       |
| 式の係数                               | a   | b      | a      | b     |
| 屋外ブラインド                            | 0.087   | 0.015  | 0.021  | 0.001 |
| 紙障子                                | 1.863   | -0.239 | 0.200  | 0.184 |
| 室内ブラインド<br>(角度 <sup>o)</sup> : 水平) | 0.220   | -0.018 | -0.009 | 0.024 |
| (角度 <sup>o)</sup> : 45°)           | 0.310   | 0.008  | 0.021  | 0.022 |
| (角度 <sup>o)</sup> : -45°)          | 0.180   | 0.009  | -0.008 | 0.026 |
| (角度 <sup>o)</sup> : 全閉)            | 0.310   | 0.045  | 0.053  | 0.022 |
| ロールスクリーン                           | 0.310   | 0.045  | 0.053  | 0.022 |

**注** a) 日射遮蔽物周りの熱抵抗は、受渡当事者間の協定によって定めた値を用いてもよい。  
 b) 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗 R は、上記 a,b の値を用いて次式によって算出する。

$$R = aR_g + b$$

ここに、R<sub>g</sub> : グレージングの熱抵抗[m<sup>2</sup> K/W]  
 c) 角度は、附属書図 C.2 におけるスラット角度を表す。

なお、JIS R 3107<sup>28)</sup>における板ガラス間の中空層の熱コンダクタンスは、その中空層に触れる板ガラスの温度の関数で表されるため、各面材の温度との収束計算が必要となる。n 層からなるグレージング複合体において、各面材における日射吸収と熱伝達との熱平衡は、式(12)及び式(13)で表され、各面材の表裏温度 (θ<sub>f,j</sub>, θ<sub>b,j</sub>) は、これら 2n 元の式を連立することによって求める。

$$\frac{I \cdot \alpha_j}{2} = \frac{1}{R_{j-1,j}} (\theta_{f,j} - \theta_{b,j-1}) + \frac{1}{R_j} (\theta_{f,j} - \theta_{b,j}) \dots\dots\dots (12)$$

$$\frac{I \cdot \alpha_j}{2} = \frac{1}{R_j} (\theta_{b,j} - \theta_{f,j}) + \frac{1}{R_{j,j+1}} (\theta_{b,j} - \theta_{f,j+1}) \dots\dots\dots (13)$$

- ここに、 I : 日射強度 (W/m<sup>2</sup>)  
 α<sub>j</sub> : 層 j の面材の日射吸収率  
 θ<sub>f,j</sub> : 層 j の面材の正面側表面温度 (°C)  
 θ<sub>b,j</sub> : 層 j の面材の背面側表面温度 (°C)  
 R<sub>j</sub> : 層 j の面材の熱抵抗 (m<sup>2</sup>・K/W)  
 R<sub>j-1,j</sub> : 層 j-1 と層 j の面材間の中空層の熱抵抗 (m<sup>2</sup>・K/W)  
 1 ≤ j ≤ n

ただし、θ<sub>b,0</sub>は屋外温度(θ<sub>ex</sub>)、θ<sub>f,n+1</sub>は室内温度(θ<sub>int</sub>)、R<sub>0,1</sub>は屋外側表面熱伝達抵抗(R<sub>ex</sub>)、R<sub>n,n+1</sub>は室内側表面熱伝達抵抗(R<sub>int</sub>)を表し、これらは箇条 6 の境界条件に定める値を用いる。

なお、厚みのない日射遮蔽物の層については、面材の熱抵抗 ( $R_j$ ) を 0 とみなして、式(12)及び式(13)の代わりに、式(14)及び式(15)を用いる。

$$I \cdot \alpha_j = \frac{1}{R_{j-1,j}}(\theta_{f,j} - \theta_{b,j-1}) + \frac{1}{R_{j,j+1}}(\theta_{b,j} - \theta_{f,j+1}) \dots\dots\dots (14)$$

$$\theta_{f,j} = \theta_{b,j} \dots\dots\dots (15)$$

ただし、斜入射時の日射熱取得率の計算の場合には、日射強度 ( $I$ ) の代わりに、入射角の余弦を乗じた日射強度を式(12)～式(15)に用いる。

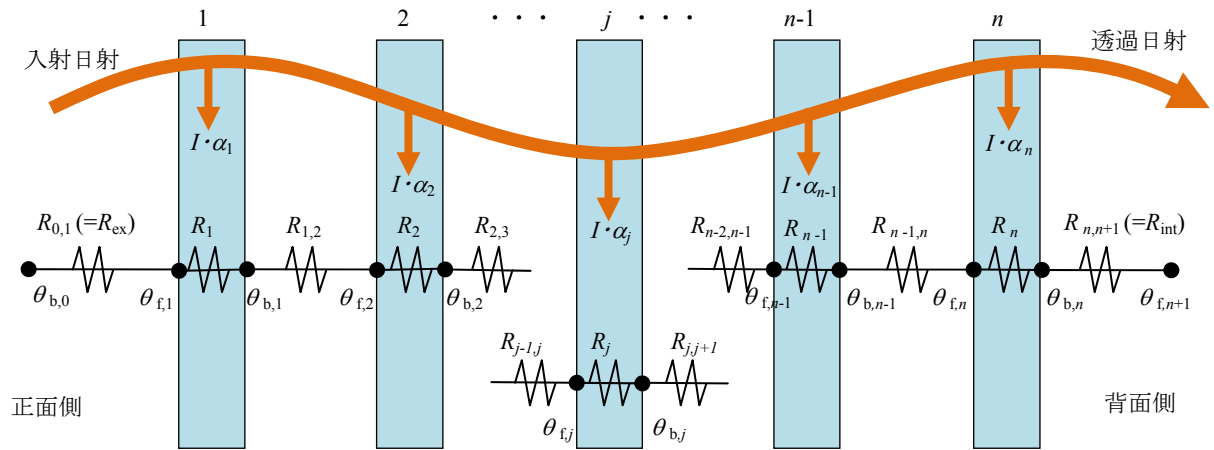


図 3. 6. 2-3 n 層からなるグレージング複合体の一次元熱平衡計算モデル

附属書 H に、代表的なグレージング複合体の層構成について、グレージング複合体の日射熱取得率の計算式の例を示す。

[3]. 5 不透明パネルの日射熱取得率

熱流方向に対して垂直に積層する均質な n 層の不透明パネルの日射熱取得率 ( $\eta_p$ ) は、式(16)によって算出する。

$$\eta_p = \alpha_p \frac{R_{ex}}{R_{ex} + \sum_{k=1}^n R_k + R_{int}} \dots\dots\dots (16)$$

- ここに、
- $\alpha_p$  : 不透明パネルの日射吸収率
  - $R_{ex}$  : 屋外側表面熱伝達抵抗 ( $m^2 \cdot K/W$ )
  - $R_k$  : 不透明パネル層 k の熱抵抗 ( $m^2 \cdot K/W$ )
  - $R_{int}$  : 室内側表面熱伝達抵抗 ( $m^2 \cdot K/W$ )

[4] 境界条件

窓及びドアの日射熱取得率を算出する際の境界条件は、表 3.6.2-2 による。夏期日射熱取得率は夏期条件，冬期日射熱取得率は冬期条件を用いて算出する。日射は，窓及びドアに対して垂直に入射する平行光とする。

表 3.6.2-2 境界条件

|   | 夏期条件   | 冬期条件   | 単位                    |
|---|--------|--------|-----------------------|
| 室温 $\theta_{\text{int}}$  | 25     | 20     | °C                    |
| 室内放射温度 $T_{\text{int}}$ <sup>a)</sup>   | 298.15 | 293.15 | K                     |
| 外気温 $\theta_{\text{ex}}$  | 30     | 0      | °C                    |
| 屋外放射温度 $T_{\text{ex}}$ <sup>a)</sup>  | 303.15 | 273.15 | K                     |
| 日射強度 $I$  | 500    | 300    | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 $h_{\text{c,si}}$   | 2.5    | 3.6    | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 $h_{\text{c,se}}$   | 8      | 20     | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| <b>注 a)</b> $T_{\text{int}} = \theta_{\text{int}} + 273.15$ , $T_{\text{ex}} = \theta_{\text{ex}} + 273.15$ |        |        |                       |

また，室内側及び屋外側の表面放射熱伝達率及び表面熱抵抗は，次による。

$$\text{室内側表面放射熱伝達率} : h_{\text{r,si}} = \frac{\varepsilon_{\text{si}} \cdot \sigma \cdot (T_{\text{si}}^4 - T_{\text{int}}^4)}{T_{\text{si}} - T_{\text{int}}}$$

$$\text{屋外側表面放射熱伝達率} : h_{\text{r,se}} = \frac{\varepsilon_{\text{se}} \cdot \sigma \cdot (T_{\text{se}}^4 - T_{\text{ex}}^4)}{T_{\text{se}} - T_{\text{ex}}}$$

$$\text{室内側表面熱伝達抵抗} : R_{\text{int}} = \frac{1}{h_{\text{c,si}} + h_{\text{r,si}}}$$

$$\text{屋外側表面熱伝達抵抗} : R_{\text{ex}} = \frac{1}{h_{\text{c,se}} + h_{\text{r,se}}}$$

ここに， $\varepsilon_{\text{si}}$ ， $\varepsilon_{\text{se}}$  : 室内側表面放射率，屋外側表面放射率

$\sigma$  : ステファンボルツマン定数  $5.67 \times 10^{-8}$  [W/(m<sup>2</sup>·K<sup>4</sup>)]

$T_{\text{si}}$ ， $T_{\text{se}}$  : 室内側表面温度，屋外側表面温度 (K)

$T_{\text{int}}$ ， $T_{\text{ex}}$  : 室内放射温度，屋外放射温度 (K)

## [5] 報告書

## [5].1 結果の提示

窓又はドアの日射熱取得率は、夏期条件による算出結果を夏期日射熱取得率、冬期条件による算出結果を冬期日射熱取得率とし両方を提示する。日射熱取得率の有効数字は、2桁とする。

グレージング複合体にブラインドを含む場合、夏期日射熱取得率はスラット角度  $45^\circ$  の値、冬期日射熱取得率はスラット角度  $0^\circ$  (水平)の値を提示する。

## [6] 附属書

附属書の概要を以下に示す。

## ・附属書A (参考) 代表的なフレームの熱光学特性

代表的なフレームの屋外側表面日射吸収率、代表的な窓仕様の屋外側フレーム展開面積と室内側フレーム投影面積の比、代表的なフレームの熱貫流率を示す。

## ・附属書B 代表的なグレージングの日射熱取得率及び板ガラスの光学特性

代表的なグレージングの日射熱取得率、代表的な板ガラスの光学特性を示す。

## ・附属書C ベネシャンブラインドの光学特性の計算方法

ベネシャンブラインド (以下、ブラインドという。) の光学特性を求める計算方法を規定する。この附属書では、円弧状のスラット断面形状及び鏡面反射にも適用できる詳細計算方法を規定する。

## ・附属書D スクリーン・障子紙・日射調整フィルムの光学特性

**JIS R 3106<sup>27)</sup>**に準拠し、材料の平面を測定及び算出した代表的なスクリーン (ロールスクリーンなどに用いられる布)、障子紙及び日射調整フィルムの日射透過率及び日射反射率の値を示す。

## ・附属書E フレームの日射熱取得率の詳細計算方法

[3].3 で規定したフレームの日射熱取得率の計算方法は、フレームの熱貫流率を用いた簡易的な評価方法となっている。より精度の高いフレームの日射熱取得率は、数値計算によって算出することができる。ここでは、数値計算法によるフレームの日射熱取得率の詳細計算方法を規定した。

## ・附属書F 二重窓フレームの日射熱取得率の計算方法

改修用の後付二重窓など外窓と内窓との伝熱開口面積が異なる二重窓のフレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) の計算方法を規定する。外窓の伝熱開口寸法を基準とした場合の外窓と内窓との室内側投影フレーム面積の違いによって、二通りの計算方法を規定する。



#### ・ 附属書G 斜入射に対する板ガラスの光学特性の計算方法

斜入射に対するグレージング複合体の日射熱取得率を算出する際には、グレージング複合体の多重反射計算において、同じ斜入射時のグレージング複合体を構成する各層の面材（以下、各面材という。）の日射透過率及び日射反射率を用いる必要がある。

各面材の斜入射に対する分光透過率及び分光反射率が得られている場合には、その分光特性を用いて式(6)～式(10)の計算を波長ごとに行い、グレージング複合体の斜入射に対する分光特性を求めておいて、グレージング複合体の斜入射に対する日射透過率及び各面材の日射吸収率は **JIS R 3106<sup>27)</sup>**の **6.2**（基礎式）の方法によって算出する。この手順をマルチバンド計算という。

各面材の斜入射に対する分光特性が得られていない場合には、各面材の斜入射に対する日射透過率及び日射反射率を用いて式(6)～式(10)の計算を行い、グレージング複合体の斜入射に対する日射透過率及び各面材の日射吸収率を求める。この手順をシングルバンド計算という。

各面材の斜入射に対する日射透過率及び日射反射率が得られていない場合には、垂直入射に対する日射透過率及び日射反射率から次の方法によって得られる任意の入射角に対する日射透過率及び日射反射率をシングルバンド計算に用いる。

#### ・ 附属書H グレージング複合体の日射熱取得率の計算式の例

グレージング複合体の日射熱取得率の計算方法の例として、一枚の板ガラスの場合と二枚の板ガラスからなる複層ガラスの場合、二枚の板ガラスからなる複層ガラスと室内側に設置される日射遮蔽物の組合せの場合の計算式を示す。

#### ・ 附属書I ベネシャンブラインドの光学特性の計算例

ベネシャンブラインド（以下、ブラインドという。）の光学特性について、**附属書C**の計算方法を用いて求めたスラットのタイプ、スラット角度、プロファイル角度（入射角度）等の各条件における計算結果を例示する。これらは**[3].4**の計算に用いることができる。

### 3.7 遮熱性能計算法 JIS 案対応フレーム詳細計算法の調査

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>には附属書 E としてフレーム部の詳細計算方法があり、窓フレームの断面形状をモデル化して詳細に  $U_f$  を求める方法について記述している。ここではこの詳細計算法に対応するよう改良された解析ソフト TB2D/BEM について取り上げ、機能について概説し、いくつかの例題について解析を実行し、その結果より計算の整合性の検証を行う。また、このツールを利用してシミュレーション計算を行い、遮熱性能計算法 JIS 案にあるフレーム部の遮熱性能値  $U_f$  の簡易計算法に用いる「表面熱伝達率の標準値」についての妥当性の検証も行った。

#### 3.7.1 TB2D/BEM の放射熱伝達の扱い

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に従ってフレーム部の詳細計算を行うように TB2D/BEM に改良が行われている。ここではこれら改良点について概説する。

主な改良点は、内外の表面熱伝達率を放射成分と対流成分に分けて扱う境界条件に従うというもの、しかも、放射成分についてはフレーム各部位の表面温度に依存するという非線形性をもつ放射熱伝達率を求める必要があるため、収束計算が必須となるという点である。

#### [1] ISO 15099 の放射熱伝達率の扱いとの関係

ISO 15099<sup>2)</sup>内の境界条件の規定には、放射熱伝達率の扱いに詳細計算法と簡易計算法とがあり、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>には詳細計算法による放射熱伝達率を用いるようには記述がないため、簡易計算法を用いる扱いが TB2D/BEM ver.4 ではなされている。すなわち、フレーム部の凹部では日射を受けて高温となったフレームの周辺凸部の影響を形態係数で考慮できる詳細計算法ではなく、外気的环境温度とフレーム各部位の表面温度とから得られる放射熱伝達率にのみ依存する簡易計算法を用いている。この違いの影響については後述する。

3.7.2 TB2D/BEMの精度検証

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の「附属書 E (規定) フレームの日射熱取得率の詳細計算方法」に対応するため、2次元の数値計算プログラム“TB2D/BEM Ver.4”が開発された。本節では欧米の解析プログラムとの比較により、その精度を把握する。境界条件は遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に基づく値を用いた。境界条件を表 3.7.2-1 に示す。

表 3.7.2-1 境界条件

|   | 夏期日射有り | 冬期日射無し | 単位                    |
|---|--------|--------|-----------------------|
| 室温 $\theta_{int}$   | 25     | 20     | °C                    |
| 室内放射温度 $T_{int}$ <sup>a)</sup>  | 298.15 | 293.15 | K                     |
| 外気温 $\theta_{ex}$   | 30     | 0      | °C                    |
| 屋外放射温度 $T_{ex}$ <sup>a)</sup>   | 303.15 | 273.15 | K                     |
| 日射強度 $I$  | 500    | 0      | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 $h_{c,si}$  | 2.5    | 3.6    | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 $h_{c,se}$  | 8      | 20     | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| <b>注<sup>a)</sup></b> $T_{int} = \theta_{int} + 273.15$ , $T_{ex} = \theta_{ex} + 273.15$ |        |        |                       |

[1] 比較に用いた各国の計算プログラム

比較に用いた計算プログラムの特徴を以下に示す。米国は LBNL (Lawrence Berkeley Natinal Laboratory) の THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>, 欧州はベルギー-PHYSIBEL 社の BISCO である。TB2D/BEM Ver.4 を含め3つのプログラムは、内外の表面熱伝達は放射と対流を分離した解析を行っている。また、フレーム断面の空気層の伝熱モデルは、それぞれ別の計算手法に基づいて算出される。各ソフトの FIX 窓複層ガラスモデルのイメージを図 3.7.2-1 に示す。

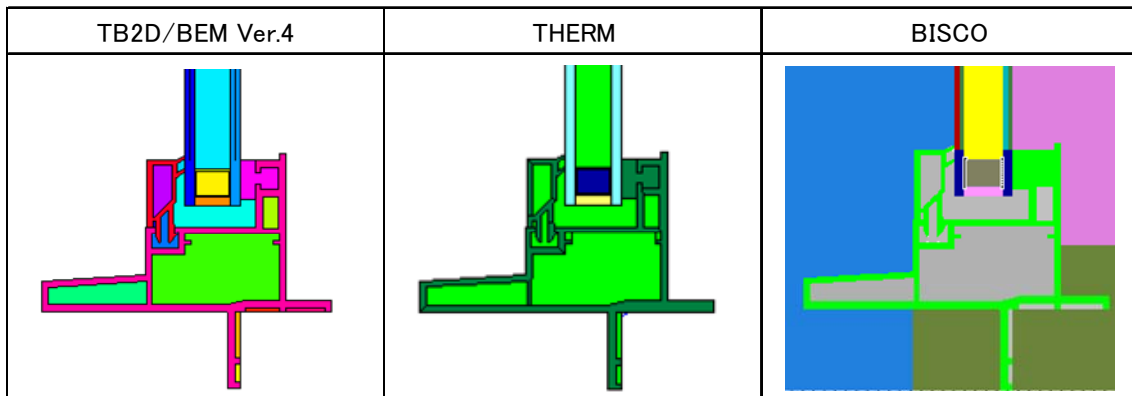


図3.7.2-1 FIX窓モデル図

## ① TB2D/BEM Ver. 4

TB2D/BEM Ver.4は日射強度と方向、媒質の日射吸収率を入力することにより受熱を設定する。対流と放射熱伝達の分離設定が可能である。放射熱伝達においては、モデル表面は全て放射率0.9とし内外平均放射温度を設定する。よって、ソフト間の比較においては、他のソフトもモデル表面の放射率は全て0.9とした。

グレーディング部の日射設定は、附属書Eに従い日射強度に応じた発熱をガラスの部材厚中央に集中して与えることができる。しかし、内外のガラス表面に発熱を与えることはできない。

フレーム断面の空気層の伝熱モデルは、対流成分・放射成分を立方体状の空隙と見なし、等価熱伝導率を求め、固体媒質として扱う「TRAC3D」のロジックを用いて計算している。ISO 15099<sup>2)</sup>の計算方法と同等である。

## ② THERM Ver. 6.3 (USA)

THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>では、日射設定はガラス表面に日射強度に対応した発熱を与える。部材厚中央に与えることはできない。放射と対流熱伝達の設定は内外それぞれで設定可能であり、放射熱伝達に関してはBlack Body RadiationモデルとAuto Enclosureモデルを設定できる。前者は内外の平均放射温度を設定するもので、TB2D/BEM Ver.4と同じ伝熱モデルとなる。後者は周囲要素との形態係数を計算し、室内外のみならず近傍のフレーム自身との放射熱伝達を考慮する伝熱モデルである。内外ともに前者のBlack Body Radiationモデルを設定することは可能であるが、内外両方でAuto Enclosureモデルを設定することはできない。

フレーム断面の空気層の等価熱伝導率計算はISO 15099<sup>2)</sup>に基づく。

## ③ BISCO (EU)

BISCOでの日射設定は、TB2D/BEM Ver.4と同様にガラス部材厚中央にも設定でき、THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>と同じくガラス表面にも設定可能である。放射と対流熱伝達率の分離した熱伝達の設定が内外双方で可能である。放射熱伝達に関しては、Smallest Accept View Factorを適宜設定することにより、TB2D/BEM Ver.4と同様に内外の平均放射温度を設定する方法と周囲要素との形態係数による放射熱伝達を算出する方法が可能である。但し、Smallest Accept View Factorは内外同じ設定となる。

フレーム断面の空気層の等価熱伝導率計算はISO 10077-2<sup>4)</sup>に基づく。

比較に用いた各プログラムの特徴を表 3.7.2-2 に示す。

表 3.7.2-2 各プログラムの特徴

|   | TB2D/BEM Ver. 4(日本) | THERM (USA)                      | BISCO (EU)                        |
|---|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 日射設定                                      | ①ガラス部材厚中央           | ②ガラス表面 <sup>a)</sup>             | ①ガラス部材厚中央<br>②ガラス表面 <sup>a)</sup> |
| 放射と対流熱伝達の分離計算                             | 可能                  | 可能                               | 可能                                |
| 放射熱伝達モデル                                  | ①内外平均放射温度           | ①内外平均放射温度<br>②周囲要素との放射熱伝達(内外の一方) | ①内外放射温度設定<br>②周囲要素との放射熱伝達         |
| フレーム断面空気層の等価熱伝導率計算                        | ISO 15099           | ISO 15099                        | ISO 10077-2                       |
| 注 <sup>a)</sup> 表面温度の算出は可能であるが、熱流量の算出は不可能 |                     |                                  |                                   |

[2] 冬期・日射無し条件での比較

図 3.7.2-1 に示す樹脂 FIX 窓の下部モデルを用い、TB2D/BEM Ver.4, THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>, BISCO の冬期日射無し条件での計算結果を比較する。

① 内外平均放射温度による放射熱伝達モデル

各プログラム間の放射熱伝達モデルの差異を確認するため、フレーム断面の空気層の等価熱伝導率を 0.05[W/(m・K)] に固定し、結果を比較した。いずれも内外平均放射温度を設定した放射熱伝達モデルである。比較のための表面温度算出点を図 3.7.2-2 に、下部モデルの算出結果を表 3.7.2-3 に示す。

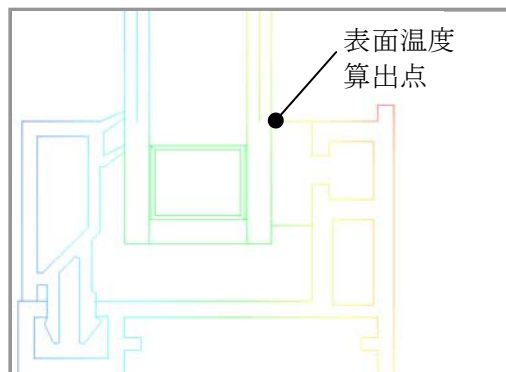
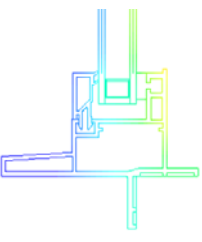
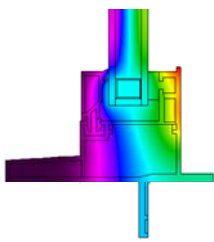
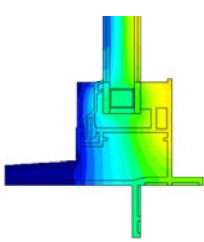


図3.7.2-2 表面温度算出点

表3.7.2-3 内外平均放射温度による算出結果

|                           |                                | TB2D/BEM ver.4  | THERM  | BISCO   |
|---------------------------|--------------------------------|---|--|---|
| コンター<br>(色下限 0°C-上限 20°C) |                                |  |  |  |
| 室外側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 20  |  |   |
|                           | 平均放射温度 [K]                     | 273.15  |  |   |
| 室内側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 3.6   |  |   |
|                           | 平均放射温度 [K]                     | 293.15  |  |   |
| 算出結果                      | 室内側表面流出熱量 [W/m]                | 14.15   | 14.18  | 14.19   |
|                           | 表面温度 [°C]                      | 10.3  | 10.3   | 10.2  |

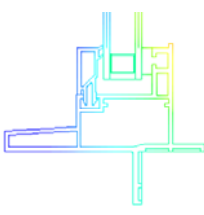
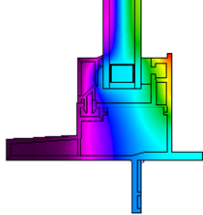
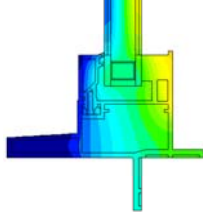
室内側表面からの流出熱量および表面温度算出結果より、内外平均放射温度を設定した解析において TB2D/BEM Ver.4 精度が THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>、BISCO と同等であることが確認された。

② フレーム空気層の等価熱伝導率計算法による差異

各プログラムでのフレーム空気層の等価熱伝導率の計算法の違いを含めた差異を確認するため、空気層の伝熱計算を設定した場合の算出結果を比較する。

算出結果を表 3.7.2-4 に示す。算出部位は縦部と下部モデルである。BISCO では ISO 10077-2<sup>4)</sup>に基づきフレーム空気層の等価熱伝導率を算出するため、縦部と下部モデルでの差異はない。

表 3.7.2-4 フレーム空気層計算法の違いによる算出結果 (内外平均放射温度)

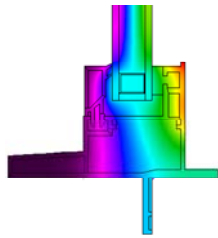
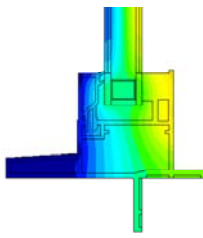
|                           |                                | TB2D/BEM ver.4  | THERM  | BISCO   |
|---------------------------|--------------------------------|---|--|---|
| コンター<br>(色下限 0°C-上限 20°C) |                                |  |  |  |
| 室外側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 20  |  |   |
|                           | 平均放射温度 [K]                     | 273.15  |  |   |
| 室内側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 3.6   |  |   |
|                           | 平均放射温度 [K]                     | 293.15  |  |   |
| 縦部                        | 室内側表面流出熱量 [W/m]                | 14.46   | 14.48  | 14.47   |
|                           | 表面温度 [°C]                      | 10  | 10.0   | 10.0  |
| 下部                        | 室内側表面流出熱量 [W/m]                | 14.54   | 14.51  | 縦部と同じ   |
|                           | 表面温度 [°C]                      | 10  | 10.0   |   |

室内側表面からの流出熱量および表面温度算出結果より、内外平均放射温度を設定した解析におけるフレーム空気層の等価熱伝導率計算法の違いによる影響は軽微であり、TB2D/BEM Ver.4 精度が THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>、BISCO と同等であることが確認された。

③ 周囲要素との形態係数による放射熱伝達モデル

次に、THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>、BISCO による周囲要素との形態係数による放射熱伝達モデルを用いた下部モデルの算出結果を表 3.7.2-5 に示す。THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>では、室外側を平均放射温度による放射熱伝達モデルが設定され、同一の条件とはならない。放射熱伝達モデルの差異を確認するため、フレーム断面の空気層の等価熱伝導率を 0.05[W/(m・K)] に固定した。

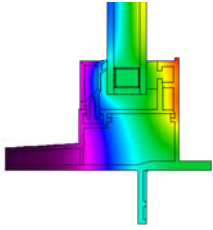
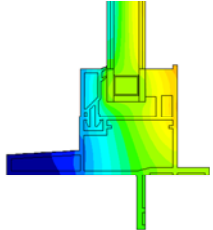
表3.7.2-5 周囲要素との形態係数による放射熱伝達モデルによる算出結果

|                           |                   | THERM  | BISCO  |
|---------------------------|-------------------|--|--|
| コンター<br>(色下限 0°C—上限 20°C) |                   |  |  |
| 室外側                       | 対流熱伝達率 [W/(m²・K)] | 20   | 20   |
|                           | 放射熱伝達モデル          | 平均放射温度;273.15[K]   | 周囲要素との形態係数   |
| 室内側                       | 対流熱伝達率 [W/(m²・K)] | 3.6  | 3.6  |
|                           | 放射熱伝達モデル          | 周囲要素との形態係数   |  |
| 算出結果                      | 室内側表面流出熱量 [W/m]   | 13.96  | 13.96  |
|                           | 表面温度 [°C]         | 9.7  | 9.7  |

内外平均放射温度を設定した場合の結果に比べ室内側表面からの流出熱量は、1.6%低減し、表面温度は 0.5°C 低下する結果となった。算出結果に THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>と BISCO の差異は無く一致した。外部側の放射熱伝達モデルの違いによる影響が確認されなかったのは、室外側では対流による熱伝達（対流熱伝達率 20[W/(m²・K)]）が支配的であり、放射熱伝達モデルの差異が現れなかったものと考えられる。

そこで、屋外側の対流熱伝達率を室内と同等（3.6[W/(m²・K)]）とした場合の解析を行った。算出結果を表 3.7.2-6 に示す。

表3.7.2-6 屋外側対流熱伝達率を低減した場合の算出結果

|                           |                                | THERM   | BISCO   |
|---------------------------|--------------------------------|---|---|
| コンター<br>(色下限 0°C-上限 20°C) |                                |  |  |
| 室外側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 3.6   | 3.6   |
|                           | 放射熱伝達モデル                       | 平均放射温度: 273.15[K]   | 周囲要素との形態係数  |
| 室内側                       | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 3.6   | 3.6   |
|                           | 放射熱伝達モデル                       | 周囲要素との形態係数  |   |
| 算出結果                      | 室内側表面流出熱量 [W/m]                | 11.22   | 11.14   |
|                           | 表面温度 [°C]                      | 11.6  | 11.8  |

外部側の対流熱伝達率を室内と同等とすることにより、両プログラムの室内側表面流出熱量の算出結果では 0.8%の差異、表面温度では 0.2°Cの差異が現れた。これらの結果から屋外側のように対流熱伝達率が支配的な条件（対流熱伝達率=20.0[W/(m<sup>2</sup>·K)]）では、周囲要素との形態係数による精緻な解析が必要無いことが確認された。また、THERM Ver.6.3<sup>25)</sup> と BISCO は同等の精度を有していることが確認された。



[3] 夏期・日射有りの条件での比較

図 3.7.2-1 に示す樹脂 FIX 窓の下部モデルを用い、TB2D/BEM Ver.4, THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>, BISCO での夏期の日射有り条件での比較を行った。各プログラムでのフレーム空気層の等価熱伝導率の計算法の違いを含めた差異を確認する。いずれも内外平均放射温度を設定した放射熱伝達モデルである。フレームの日射吸収率は 0.3[-]とした。

ガラス部材厚中央に日射による発熱を設定することができる TB2D/BEM Ver.4 と BISCO による計算結果を表 3.7.2-7 に示す。

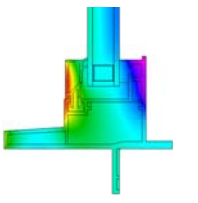
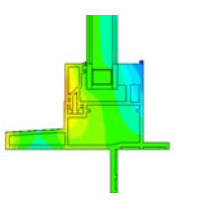
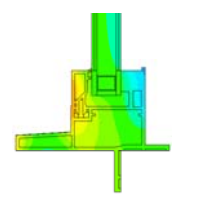
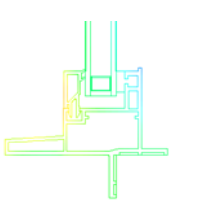
表 3.7.2-7 夏期・日射有り条件の算出結果（ガラス部材厚中央での受熱）

|                            |                   | TB2D/BEM ver.4 | BISCO |
|----------------------------|-------------------|----------------|-------|
| ガラス受熱面                     |                   | ガラス部材厚中央       |       |
| コンター<br>(色下限 25°C-上限 40°C) |                   |                |       |
| 屋外側                        | 対流熱伝達率 [W/(m²·K)] | 8              |       |
|                            | 平均放射温度 [K]        | 303.15         |       |
| 室内側                        | 対流熱伝達率 [W/(m²·K)] | 2.5            |       |
|                            | 平均放射温度 [K]        | 298.15         |       |
| 算出結果                       | 室内側表面流入熱量 [W/m]   | 9.29           | 9.12  |
|                            | 表面温度 [°C]         | 30.6           | 30.5  |

TB2D/BEM Ver.4 と BISCO の差異は、室内側表面からの流入熱量で 1.8%、表面温度では 0.1°Cである。夏期の日射有り条件において TB2D/BEM Ver.4 精度が BISCO と同等であることが確認された。

次にガラス表面で日射を受熱させた場合を想定した THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>と BISCO の結果を比較する。ガラス表面での発熱を設定できない TB2D/BEM Ver.4 については、ガラス表層(表面近傍)で受熱させた場合との比較を行う。BISCO においても同様にガラス表層で受熱させた場合の比較を行った。算出結果を表 3.7.2-8 に示す。

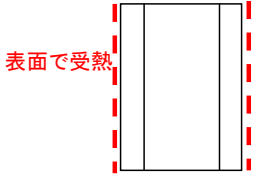
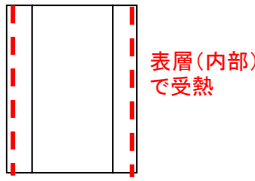
表 3.7.2-8 夏期・日射有り条件の算出結果（ガラス表面或いは表層での受熱）

| ガラス受熱面                     |                                | THERM   | BISCO   |  | TB2D/BEM ver.4  |
|----------------------------|--------------------------------|---|---|--|---|
|                            |                                | ガラス表面   |   | ガラス表層(ガラス内部)   |   |
| コンター<br>(色下限 25°C—上限 40°C) |                                |  |  |  |  |
| 屋外側                        | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 8   |   |  |   |
|                            | 平均放射温度 [K]                     | 303.15  |   |  |   |
| 室内側                        | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 2.5   |   |  |   |
|                            | 平均放射温度 [K]                     | 298.15  |   |  |   |
| 算出結果                       | 室内側表面流入熱量 [W/m]                | 3.60  | 3.60  | 9.10   | 9.23  |
|                            | 表面温度 [°C]                      | 30.4  | 30.5  | 30.5   | 30.6  |

表面温度に関しては概ね一致したが、室内側表面からの流入熱量に関しては、ガラス表面とガラス表層で受熱した場合で大きな差が見られた。

そこで、日射受熱の設定面の違いによる熱流量について、複層ガラスを想定した一次元モデルでの検証を行った。ガラスは 3-A12-3 の透明複層ガラスとした。ガラス見付け長さ 0.1[m]での室内側表面からの流入熱量と内外表面温度の算出結果を表 3.7.2-9 に示す。合わせて理論計算での結果を示す。

表 3.7.2-9 夏・日射有り条件のガラス一次元モデルでの検証結果

| ガラス受熱面  |                                | 理論計算  | THERM | BISCO   |      | TB2D/BEM ver.4 |
|---------|--------------------------------|---|-------|---|------|----------------|
|         |                                | ガラス表面   |       | ガラス表層(ガラス内部)  |      |                |
| モデルイメージ |                                |  |       |  |      |                |
| 屋外側     | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 8   |       |   |      |                |
|         | 平均放射温度 [K]                     | 303.15  |       |   |      |                |
| 室内側     | 対流熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 2.5   |       |   |      |                |
|         | 平均放射温度 [K]                     | 298.15  |       |   |      |                |
| 算出結果    | 室内側表面流入熱量 [W/m]                | 3.92  | 1.16  | 1.16  | 3.91 | 3.91           |
|         | 屋外側表面温度 [°C]                   | 31.6  | 31.6  | 31.6  | 31.6 | 31.6           |
|         | 室内側表面温度 [°C]                   | 29.9  | 29.9  | 29.9  | 29.9 | 29.9           |

THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>及び BISCO の結果について、ガラス表面で熱吸収を設定した場合、温度は他と整合する結果であったが、室内への流入熱量は理論値と異なる結果となった。これは本来、THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>も BISCO も表面境界で設定した場合、モデルの室内外を貫流する熱流量とは別に計算されるためである。両プログラムは、断熱性能を算出するソフトであり、日射受熱量と貫流熱量を合せた室内側表面での総熱流量を算出できないためと考えられる。

### 3.7.3 屋外側表面熱伝達率の標準値

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、フレームの日射熱取得率 ( $\eta_{fr}$ ) は ISO 15099<sup>2)</sup>に基づく簡易法を採用している。簡易法による算出式を式(3.7.3-1)に示す。

$$\eta_{fr} = \alpha_{fr} \frac{U_{fr}}{\frac{A_{de}}{A_{fr}} h_{std}} \quad (3.7.3-1)$$

ここに、  
 $\alpha_{fr}$  : フレームの屋外側表面日射吸収率  
 $U_{fr}$  : フレームの熱貫流率  
 $A_{de}$  : 屋外側フレーム展開面積  
 $A_{fr}$  : 室内側投影フレーム面積  
 $h_{std}$  : 屋外側表面熱伝達率の標準値

( $U_{fr}$ )は JIS A 2102-1<sup>15)</sup>および JIS A 2102-2<sup>16)</sup>に従って算定するか又は付属書 A に示す一覧表を用いてもよいとしている。 $(\alpha_{fr})$ は JIS R 3106<sup>27)</sup>に従って算定するか又は付属書 A に示す一覧表を用いてもよいとしている。屋外側フレーム展開面積 ( $A_{de}$ ) と室内側投影フレーム面積 ( $A_{fr}$ ) の比 ( $A_{de}/A_{fr}$ ) は、解析モデルの形状に従って算定するか又は付属書 A から得てもよいとしている。

屋外側表面熱伝達率の標準値 ( $h_{std}$ ) は、夏期条件及び冬期条件に対して、それぞれ次の値を用いる。

夏期条件 : 14 W/(m<sup>2</sup>・K)

冬期条件 : 24 W/(m<sup>2</sup>・K)

ここでは、( $h_{std}$ ) について、1次元モデルと2次元モデルによって検証する。

#### [1] 1次元モデルによる屋外側表面熱伝達率標準値の検証

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に基づくグレージング複合体の遮熱・断熱性能算出ツールを用いて、夏期と冬期の日射有り条件でのフレームの屋外側表面熱伝達率（放射＋対流）の算出を行う。遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の付属書 A に示されるフレームの熱貫流率 ( $U_{fr}$ ) における算出結果を表 3.7.3-1 に示す。1次元モデルのイメージを図 3.7.3-1 に示す。グレージング複合体の遮熱・断熱性能算出ツールの算出事例を図 3.7.3-2 に示す。

冬期の日射無し条件について JIS A 2102-1<sup>15)</sup>および ISO 10077-1<sup>3)</sup>の屋外側表面熱伝達率 (25[W/(m<sup>2</sup>・K)]) と整合するか確認する。冬期日射無しの条件での屋外側表面熱伝達率（放射＋対流）を表 3.7.3-2 に示す。

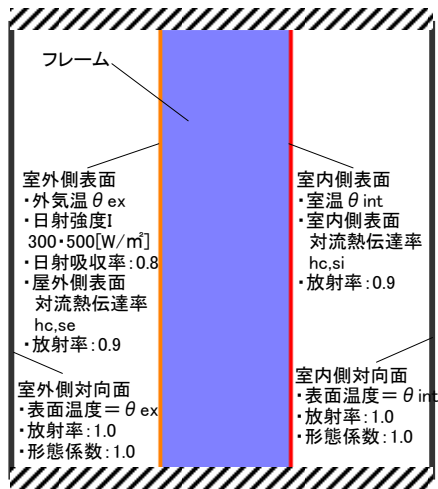


図 3.7.3-1 1次元モデルのイメージ

■窓の遮熱性能計算法JIS案によるグレージング複合体の日射熱取得率計算 2012.10.25

|            | 厚み<br>[mm] | 熱伝導率<br>[W/mK] | 透過率   | 反射率   |       | 放射率   |       | 熱抵抗<br>[m2K/W] | 熱コンダクタンス[W/m2K] |          | 温度[oC] |        |
|------------|------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|----------|--------|--------|
|            |            |                |       | 室外側   | 室内側   | 室外側   | 室内側   |                | 放射              | 対流・伝導 合計 | 室外側    | 室内側    |
| 室外         |            |                |       |       |       |       |       |                |                 |          |        | 30.0   |
| 室外遮蔽物 ---  |            | 0              | 1     | 1     | 0     | 0     | 999   | 999            | 0               | 6.146    | 8.000  | 14.146 |
|            |            |                |       |       |       |       |       |                |                 | #####    | #####  | #####  |
| ガラス1 手入力 1 | 0.0        | 1.0            | 0.000 | 0.200 | 0.000 | 0.900 | 1.000 | 0.0000         |                 |          |        | 45.8   |
| air        | 0.0        |                |       |       |       |       |       |                | 7.358           | #####    | #####  | #####  |
| ガラス2 手入力 1 | 284.5      | 1.0            | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.900 | 0.2845         |                 |          |        | 45.8   |
|            |            |                |       |       |       |       |       |                |                 | #####    | #####  | #####  |
| 室内遮蔽物 ---  |            | 0              | 1     | 1     | 0     | 0     | 999   | 999            | 0               | 6.002    | 2.500  | 8.502  |
| 室内         |            |                |       |       |       |       |       |                |                 |          |        | 25.0   |

|        |               |            |        |              |
|--------|---------------|------------|--------|--------------|
| 0.2845 | 室内外表面熱伝達係数の規格 | ISO15099   | 熱貫流率   | 5.31 [W/m2K] |
|        | 季節            | summer     | 日射熱取得率 | 0.300 [-]    |
|        | 室外気温          | 30 [oC]    | 日射透過率  | 0.000 [-]    |
|        | 室内気温          | 25 [oC]    |        |              |
|        | 日射量           | 500 [W/m2] |        |              |

120925 nsg 木下・塩崎

図 3.7.3-2 グレージング複合体の遮熱・断熱性能算出ツール算出事例

表 3.7.3-1 屋外側表面熱伝達率算出結果（冬期夏期日射有り）

| フレーム条件       |   | 夏期条件日射有り<br>(室温25°C、外気温30°C、日射強度500W/m <sup>2</sup> ) |             |               | 冬期条件日射有り<br>(室温20°C、外気温0°C、日射強度300W/m <sup>2</sup> ) |             |               |
|--------------|---|---|-------------|---------------|--|-------------|---------------|
|              |   | 室外側表面熱伝達率<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)]                  |             |               | 室外側表面熱伝達率<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)]                 |             |               |
| フレーム材質       | U <sub>fr</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 対流<br>hc,se   | 放射<br>hr,se | 対流+放射<br>hstd | 対流<br>hc,se  | 放射<br>hr,se | 対流+放射<br>hstd |
| 樹脂/(Ade/Afr) | 1.0                                     | 8.0   | 6.44        | 14.4          | 20.0   | 4.40        | 24.4          |
| 樹脂           | 2.2                                     |   | 6.37        | 14.4          |  | 4.41        | 24.4          |
| アルミ樹脂複合      | 4.7                                     |   | 6.22        | 14.2          |  | 4.44        | 24.4          |
| アルミニウム       | 6.6                                     |   | 6.15        | 14.1          |  | 4.45        | 24.5          |
|              |   |   | 平均          | 14.3          |  | 平均          | 24.4          |

表 3.7.3-2 屋外側表面熱伝達率算出結果（冬期日射無し）

| フレーム条件       |   | 冬期条件日射無し<br>(室温20°C、外気温0°C、日射強度0W/m <sup>2</sup> ) |             |               |                                      |             |               |
|--------------|---|--|-------------|---------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
|              |   | 室外側表面熱伝達率<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)]               |             |               | 室内側表面熱伝達率<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)] |             |               |
| フレーム材質       | U <sub>fr</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | 対流<br>hc,se  | 放射<br>hr,se | 対流+放射<br>hstd | 対流<br>hc,se                          | 放射<br>hr,se | 対流+放射<br>hstd |
| 樹脂/(Ade/Afr) | 1.0                                     | 20.0   | 4.18        | 24.2          | 3.6                                  | 5.08        | 8.7           |
| 樹脂           | 2.2                                     |  | 4.20        | 24.2          |                                      | 5.01        | 8.6           |
| アルミ樹脂複合      | 4.7                                     |  | 4.25        | 24.3          |                                      | 4.84        | 8.4           |
| アルミニウム       | 6.6                                     |  | 4.28        | 24.3          |                                      | 4.76        | 8.4           |
|              |   |  | 平均          | 24.2          |                                      | 平均          | 8.5           |

表 3.7.3-1 の算出結果より様々なフレームの断熱性能において屋外側表面熱伝達率は、夏期・冬期共に屋外側表面熱伝達率の標準値 ( $h_{std}$ ) と同等の値となった。

冬期の日射無し条件については、外部側表面熱伝達率は 24.2[W/(m<sup>2</sup>·K)]となり JIS A 2102-1<sup>15)</sup>の設定条件 (25[W/(m<sup>2</sup>·K)]) とは正確に一致しなかった。放射と対流の熱伝達を分離した計算を行う遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>と、放射と対流を合わせた総合熱伝達率を用いる JIS A 2102-1<sup>15)</sup>では、想定される条件を一致させることは不可能である。ここでは、両者の差異を確認するに留める。

[2] 2次元モデルによる屋外側表面熱伝達率標準値の検証

樹脂製、アルミ樹脂複合、アルミ製のフレームの FIX 窓下部モデルに関して屋外側の平均放射熱伝達率と対流熱伝達率をあわせた屋外側表面熱伝達率を算出した。算出に用いた解析モデルを図 3.7.3-3、算出結果を表 3.7.3-3 に示す。冬期条件、夏期条件共に屋外側表面熱伝達率の標準値（夏期：14 [W/(m<sup>2</sup>·K)]，冬期：24 [W/(m<sup>2</sup>·K)]）に近い結果となった。

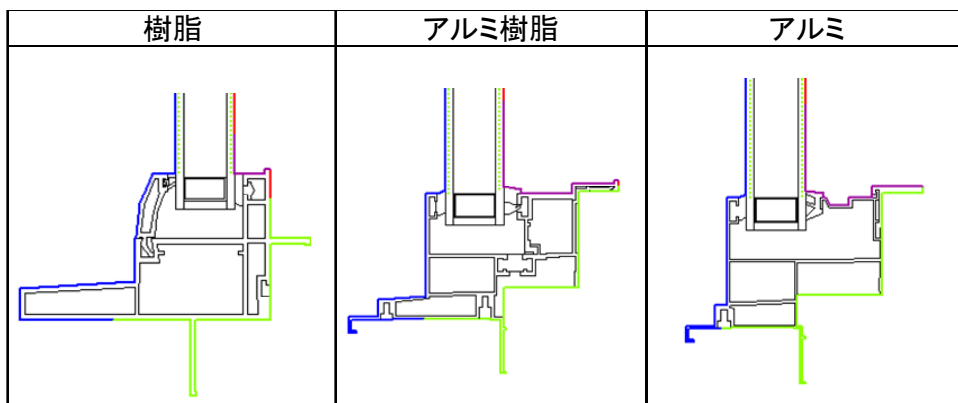


図 3.7.3-3 解析モデル (FIX 窓)

表 3.7.3-3 2次元モデルによる屋外側総合表面熱伝達率算出結果[W/(m<sup>2</sup>·K)]

| 条件<br>フレーム |     |       |     | 冬    |       |      | 夏    |       |      |
|------------|-----|-------|-----|------|-------|------|------|-------|------|
|            |     |       |     | 樹脂   | アルミ樹脂 | アルミ  | 樹脂   | アルミ樹脂 | アルミ  |
| ISO15099   | 日射有 | 放射+対流 | 屋外側 | 24.2 | 24.2  | 24.2 | 13.8 | 13.8  | 13.8 |
| TBver.4    | 日射無 | 放射+対流 | 屋外側 | 23.8 | 24.2  | 24.2 | 13.2 | 13.7  | 13.7 |

以上の結果から、各種フレームを想定した1次元モデルと2次元モデルによって遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に用いられる屋外側表面熱伝達率標準値の検証・確認がなされた。

### 3.7.4 遮熱性能計算法 JIS 案と JIS A 2102 の内外表面熱伝達率

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の冬期条件での内外表面熱伝達率算出値と JIS A 2102-1<sup>15)</sup>の内外総合熱伝達抵抗の設定値を表 3.7.4-1 に示す。合わせて算出値、設定値から得られる表面熱伝達抵抗を示した。遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>での算出には図 3.7.3-3 に示す FIX 窓フレーム 3 種を用いた。

表 3.7.4-1 よりフレームの材質によらず遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の室内側の表面熱伝達抵抗が、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>の設定値に比べ 10%以上小さいことが確認された。内外を合わせた表面熱伝達抵抗では、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>に比べ 6.6%程度小さな値となる。JIS A 2102-1<sup>15)</sup>では、室内側の隅角部において放射・対流熱伝達の低下を想定した設定値がある。隅角部の表面熱伝達抵抗と遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の室内側を比較すると 40%以上の乖離となる。

以上の結果から、JIS A 2102-1<sup>15)</sup>と遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、フレーム部の断熱性能の評価に乖離があると考えられる。今後、様々な窓種での両規格での差異を確認する必要がある。また、断熱性能の評価結果の違いが、窓の遮熱性能にどの程度影響するのか確認が必要である。

表 3.7.4-1 フレーム日射熱取得率の結果

| フレーム材質                   |     | 表面熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)] |         |        | 表面熱伝達抵抗<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] |
|--------------------------|-----|--------------------------------|---------|--------|----------------------------------|
|                          |     | 樹脂                             | アルミ樹脂複合 | アルミニウム |                                  |
| 遮熱性能計算法 JIS 案<br>算出値     | 屋外側 | 23.8                           | 24.2    | 24.2   | 0.042                            |
|                          | 室内側 | 8.6                            | 8.5     | 8.5    | 0.117                            |
| JIS A 2102 表面熱伝達率<br>設定値 | 屋外側 | 25                             |         |        | 0.04                             |
|                          | 室内側 | 7.69(隅角部 5)                    |         |        | 0.13(隅角部 0.2)                    |

### 3.7.5 詳細計算法と簡易計算法によるフレームの日射熱取得率

図 3.7.3-3 に示す FIX 窓フレーム 3 種について、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に基づく詳細法と簡易法によりフレームの日射熱取得率を算出した。算出結果を表 3.7.5-1、算出値の相関グラフを図 3.7.5-1 に示す。

フレームの材質によらず簡易法の方が詳細法より値が小さく、両者の比率は一定であることが見て取れる。詳細法を精算値とした場合、簡易法から予測可能であることが示された。今後、様々な窓種での簡易法と詳細法による算出値の関係を明らかにし、詳細法による算出値の予測手法の検討が必要と考える。

表 3.7.5-1 フレーム日射熱取得率の結果

|              | 条件       |     | 冬     |       |       | 夏     |       |       |
|--------------|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | フレームタイプ  |     | 樹脂    | アルミ樹脂 | アルミ   | 樹脂    | アルミ樹脂 | アルミ   |
| 日射熱取得率(詳細計算) | $\eta_f$ | [-] | 0.009 | 0.036 | 0.055 | 0.020 | 0.064 | 0.092 |
| 日射熱取得率(簡易計算) | $\eta_f$ | [-] | 0.006 | 0.013 | 0.024 | 0.010 | 0.022 | 0.041 |

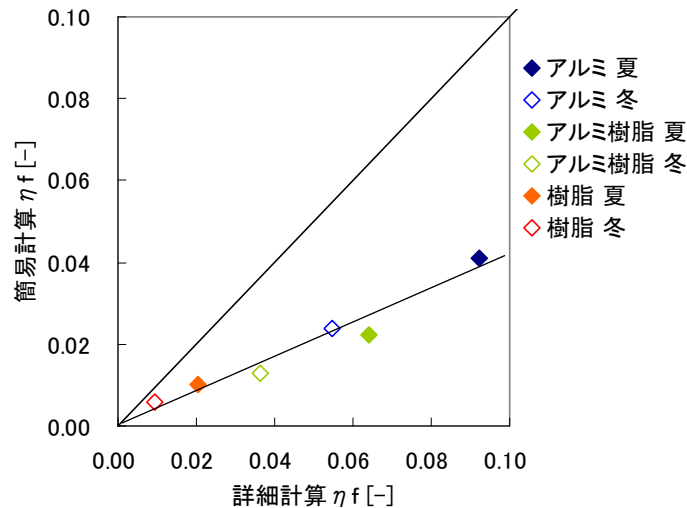


図 3.7.5-1 詳細法と簡易法によるフレームの日射熱取得率

3.8 計算結果と測定結果の比較

ここでは、窓の日射熱取得率について、前述第2章の測定法による測定結果と前述3.7の遮熱計算法 JIS 案<sup>1)</sup>による計算結果を比較した結果について報告する。

3.8.1 では付属物なし条件を 3.8.2 では付属物をつけた条件とする。

比較を行った伝熱開口寸法及び環境条件を表 3.8-1 に示す。

表 3.8-1 伝熱開口寸法及び環境条件

| 項目       |             | 記号             | 単位                    | 測定法           | 計算法 |
|----------|-------------|----------------|-----------------------|---------------|-----|
| 伝熱開口寸法   |             | $W \times H$   | m                     | 1.690 x 1.370 |     |
| 夏期<br>条件 | 室温          | $\theta_{int}$ | °C                    | 25            |     |
|          | 外気温         | $\theta_{ex}$  | °C                    | 30            |     |
|          | 室内側表面对流熱伝達率 | $h_{c,si}$     | W/(m <sup>2</sup> ·K) | 2.5           |     |
|          | 屋外側表面对流熱伝達率 | $h_{c,se}$     | W/(m <sup>2</sup> ·K) | 8.0           |     |
|          | 室内側表面熱伝達率   | $h_{si}$       | W/(m <sup>2</sup> ·K) | ※1)           | ※2) |
|          | 屋外側表面熱伝達率   | $h_{se}$       | W/(m <sup>2</sup> ·K) | ※1)           | ※2) |
|          | 日射強度        | $I_{solar}$    | W/m <sup>2</sup>      | 500.0         |     |
|          | 日射入射角度      |                | °                     | 0             |     |
| 冬期<br>条件 | 室温          | $\theta_{int}$ | °C                    | 20            |     |
|          | 外気温         | $\theta_{ex}$  | °C                    | 0             |     |
|          | 室内側表面对流熱伝達率 | $h_{c,si}$     | W/(m <sup>2</sup> ·K) | 3.6           |     |
|          | 屋外側表面对流熱伝達率 | $h_{c,se}$     | W/(m <sup>2</sup> ·K) | 20.0          |     |
|          | 室内側表面熱伝達率   | $h_{si}$       | W/(m <sup>2</sup> ·K) | ※1)           | ※2) |
|          | 屋外側表面熱伝達率   | $h_{se}$       | W/(m <sup>2</sup> ·K) | ※1)           | ※2) |
|          | 日射強度        | $I_{solar}$    | W/m <sup>2</sup>      | 300.0         |     |
|          | 日射入射角度      |                | °                     | 0             |     |

※1) 測定法の室内外表面熱伝達率は第2章 2.4.2 の測定結果より算出。

※2) 計算法の室内外表面熱伝達率は 3.3 及び 3.4 に示す計算方法により算出。



## 3.8.1 遮蔽物なし条件

表 3.8.1-1 に遮蔽物なし条件で比較した製品一覧を示す。比較対象は、単板ガラス 5 種類、複層ガラス 8 種類、二重窓 3 種類の合計 16 種類とし、窓フレームは第 2 章に記載されている PVC 製 FIX 窓フレームを用いた。

遮蔽物なしのフレーム部の計算法は 3.3 に示す簡易計算法と 3.7 に示す TB2D/BEM を用いた詳細計算法の両方を行った。なお、本計算はシングルバンドで実施した。

表 3.8.1-1 遮蔽物なし条件で比較を行った製品一覧

| 分類  | ガラス種(名称)            | ガラス記号                         |
|-----|---------------------|-------------------------------|
| 単板  | 透明フロート板ガラス6ミリ       | FL6                           |
|     | 熱線吸収板ガラスグリーン6ミリ     | MFL6                          |
|     | 熱線反射ガラスクリア6ミリ       | CFL6S*                        |
|     | 高性能熱線反射ガラスSGY32・6ミリ | RSFL6SGY32*                   |
|     | 高性能熱線反射ガラスSS8・6ミリ   | RSFL6SS8*                     |
| 複層  | 普通複層                | FL3+A12+FL3                   |
|     | 日射遮蔽型LowE複層(2面)     | RSFL3AG6**A12+FL3             |
|     | 日射遮蔽型LowE複層(3面)     | FL3+A12+*RSFL3AG6             |
|     | 日射中庸型LowE複層(2面)     | RSFL3AW6**A12+FL3             |
|     | 日射中庸型LowE複層(3面)     | FL3+A12+*RSFL3AW6             |
|     | 日射取得型LowE複層(2面)     | NFL3LE3**A12+FL3              |
|     | 日射取得型LowE複層(3面)     | FL3+A12+*NFL3LE3              |
|     | 真空LowE三層複層(2面+5面)   | RSFL3AK6**Ar9+FL3+V+*RSFL3SH1 |
| 二重窓 | 透明フロート+透明フロート       | FL6+(A121)+FL6                |
|     | 透明フロート+普通複層         | FL6+(A121)+FL3+A12+FL3        |
|     | 普通複層+透明フロート         | FL3+A12+FL3+(A121)+FL6        |

[1] 単板ガラス

図 3.8.1.1-1 に単板ガラス仕様における計算値と測定値の相関を示す。また、精度検証として表 3.8.1.1-1 に計算値と試験値の比較を示す。夏期条件及び冬期条件の全ての仕様において測定値と計算値の差は 0.05 [-] 以内に入っていることが確認できた。

参考資料として、表 3.8.1.1-2 に詳細計算及び簡易計算の比較を示す。フレーム部の日射熱取得率は詳細計算値に比べ簡易計算値の方が 50%程度小さい値を示すが、窓全体の日射熱取得率への影響はないため、どちらを用いても測定値との乖離は小さいことが確認できた。

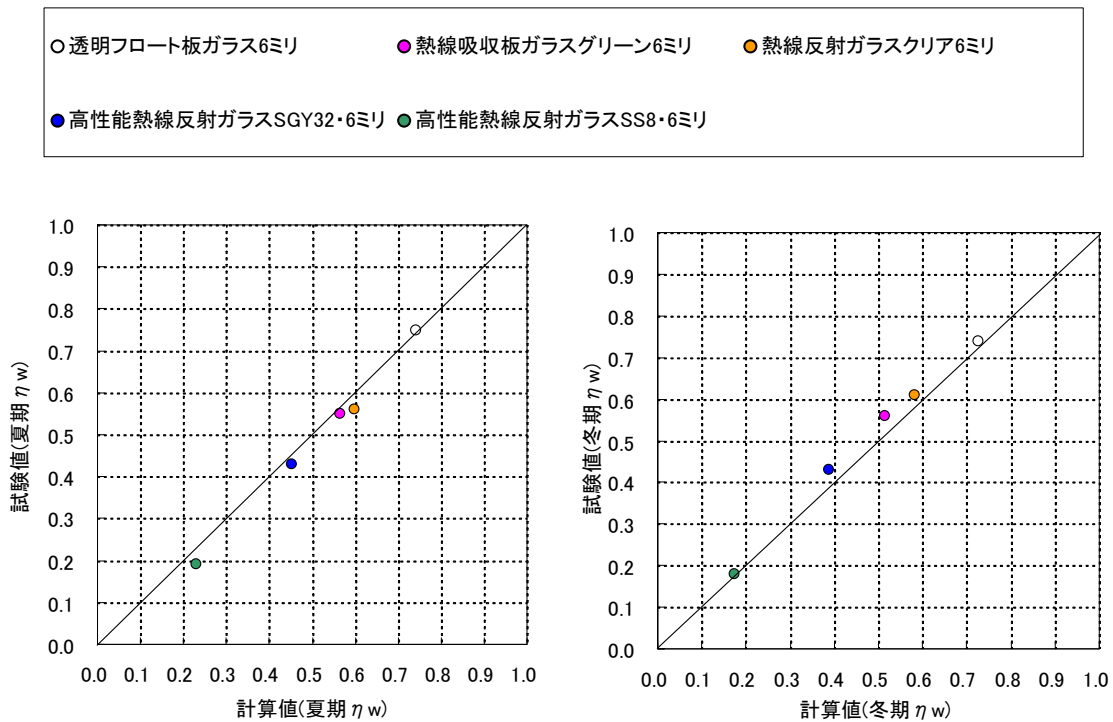


図 3.8.1.1-1 計算値と試験値の相関（単板ガラス）

表 3.8.1.1-1 計算値と試験値の比較（単板ガラス）

| 種類 | ガラス種(名称)            | 夏 $\eta$ [-] |      |       | 冬 $\eta$ [-] |      |       |
|----|---------------------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|
|    |                     | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 |
| 単板 | 透明フロート板ガラス6ミリ       | 0.74         | 0.75 | -0.01 | 0.73         | 0.74 | -0.01 |
|    | 熱線吸収板ガラスグリーン6ミリ     | 0.57         | 0.55 | 0.02  | 0.51         | 0.56 | -0.05 |
|    | 熱線反射ガラスクリア6ミリ       | 0.60         | 0.56 | 0.04  | 0.58         | 0.61 | -0.03 |
|    | 高性能熱線反射ガラスSGY32・6ミリ | 0.45         | 0.43 | 0.02  | 0.39         | 0.43 | -0.04 |
|    | 高性能熱線反射ガラスSS8・6ミリ   | 0.23         | 0.19 | 0.04  | 0.17         | 0.18 | -0.01 |

表 3.8.1.1-2 詳細計算及び簡易計算の比較（単板ガラス）

JIS規格案\_詳細計算法(TB2D/BEM)計算結果

| ガラス名称   | 透明フロート板ガラス6ミリ |            | 熱線吸収板ガラスグリーン6ミリ |            | 熱線反射ガラスクリア6ミリ |            | 高性能熱線反射ガラスSGY32・6ミリ |            |
|---|---------------|------------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------------|------------|
|   | 夏季(30-25°C)   | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)     | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)   | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)         | 冬季(0-20°C) |
| 夏季or冬季  | 500           | 300        | 500             | 300        | 500           | 300        | 500                 | 300        |
| 日射強度 $I_s$  | 500           | 300        | 500             | 300        | 500           | 300        | 500                 | 300        |
| ガラス仕様   | FL6           |            | MFL6            |            | CFL6S*        |            | RSFL6SGY32*         |            |
| ガラス部 $\eta_g$                                       | 0.851         | 0.836      | 0.647           | 0.588      | 0.687         | 0.668      | 0.504               | 0.435      |
| フレーム部 $\eta_f$                                      | 0.028         | 0.018      | 0.048           | 0.038      | 0.031         | 0.020      | 0.113               | 0.082      |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.009         | 0.006      | 0.015           | 0.012      | 0.009         | 0.006      | 0.035               | 0.025      |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.707         | 1.677      | 1.296           | 1.179      | 1.378         | 1.339      | 1.010               | 0.872      |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.715         | 1.683      | 1.311           | 1.190      | 1.388         | 1.345      | 1.045               | 0.897      |
| フレーム成分比 $\sum \eta_f \cdot A_f / \text{窓全体}$        | 0.5%          | 0.3%       | 1.1%            | 1.0%       | 0.7%          | 0.5%       | 3.4%                | 2.8%       |
| フレーム部面積比率 $\sum A_f / A_w$                          | 13.4%         | 13.4%      | 13.4%           | 13.4%      | 13.4%         | 13.4%      | 13.4%               | 13.4%      |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{詳細})$           | 0.74          | 0.73       | 0.57            | 0.51       | 0.60          | 0.58       | 0.45                | 0.39       |

|                     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 日射熱取得率(測定) $\eta_m$ | 0.75   | 0.74   | 0.55   | 0.56   | 0.56   | 0.61   | 0.43   | 0.43   |
| 1-測定/詳細計算(比率)       | -0.012 | -0.018 | 0.029  | -0.089 | 0.066  | -0.050 | 0.048  | -0.110 |
| 測定-詳細計算(差)          | 0.009  | 0.013  | -0.016 | 0.046  | -0.039 | 0.029  | -0.021 | 0.042  |

JIS規格案\_簡易計算法計算結果

|   |                   |        |        |        |        |        |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| JIS簡易計算<br>$\eta_{fr}$ に用いた値                        | $U_{fr}$          | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.59   |
|   | $A_{de} (b_{de})$ | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 |
|   | $A_{fr} (b_{fr})$ | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 |
|   | $h_{std}$         | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     | 24     | 24     |
|   | $a_{fr}$          | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    |
| JIS計算法<br>簡易フレーム $\eta_f$                           | 0.013             | 0.007  | 0.013  | 0.007  | 0.013  | 0.007  | 0.013  | 0.007  |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.004             | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.707             | 1.677  | 1.296  | 1.179  | 1.378  | 1.339  | 1.010  | 0.872  |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.710             | 1.679  | 1.300  | 1.181  | 1.382  | 1.341  | 1.014  | 0.874  |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{簡易})$           | 0.74              | 0.73   | 0.56   | 0.51   | 0.60   | 0.58   | 0.44   | 0.38   |

|                                   |       |       |        |       |        |       |        |       |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 簡易計算 $\eta_w$ -BEM計算 $\eta_w$ (差) | 0.002 | 0.001 | 0.005  | 0.004 | 0.002  | 0.002 | 0.013  | 0.010 |
| 測定-簡易計算(差)                        | 0.011 | 0.015 | -0.012 | 0.050 | -0.037 | 0.031 | -0.008 | 0.052 |

[2] 複層ガラス

図 3.8.1.2-1 に複層ガラス仕様における計算結果と測定結果の相関を示す。また、精度検証として表 3.8.1.2-1 に計算結果表を示す。夏期条件及び冬期条件の全ての仕様において測定値と計算値の差は 0.05 [-] 以内に入っていることが確認できた。

参考資料として、表 3.8.1.1-2 及び表 3.8.1.1-3 に詳細計算及び簡易計算の比較を示す。フレーム部の日射熱取得率は詳細計算値に比べ簡易計算値の方が 50%程度小さい値を示すが、窓全体の日射熱取得率への影響はないため、どちらを用いても測定値との乖離は小さいことが確認できた。

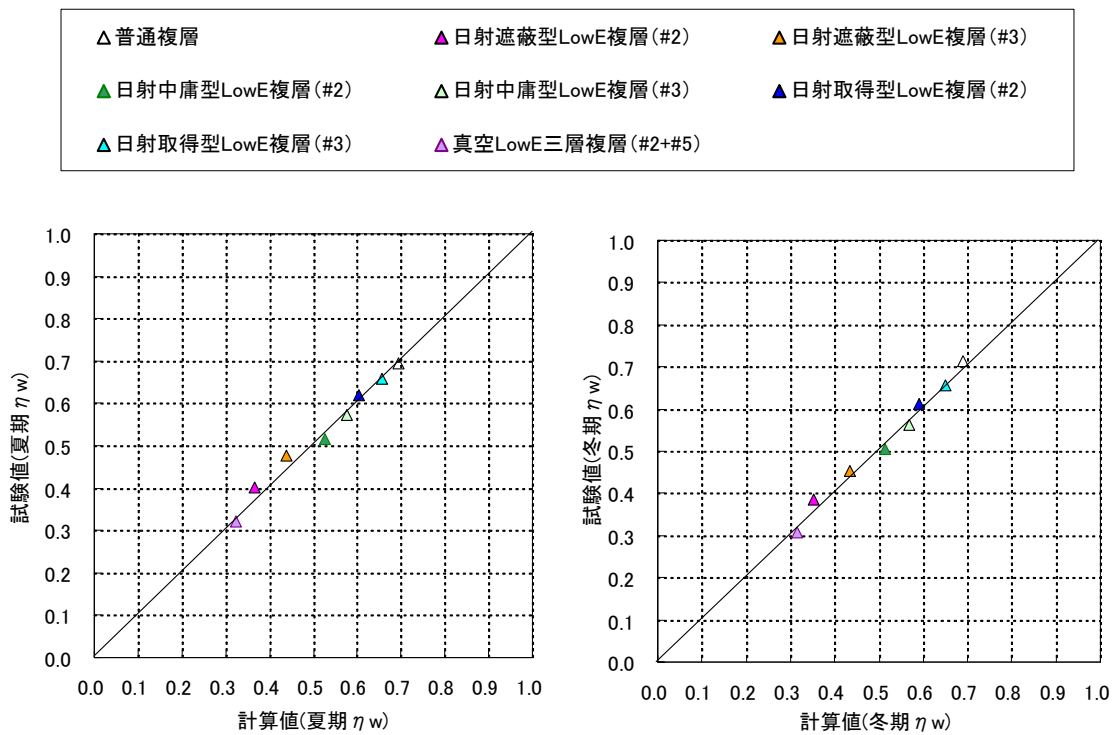


図 3.8.1.2-1 計算値と試験値の相関（複層ガラス）

表 3.8.1.2-1 計算値と試験値の比較（複層ガラス）

| 種類 | ガラス種(名称)          | 夏 $\eta$ [-] |      |       | 冬 $\eta$ [-] |      |       |
|----|-------------------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|
|    |                   | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 |
| 複層 | 普通複層              | 0.70         | 0.70 | 0.00  | 0.69         | 0.71 | -0.02 |
|    | 日射遮蔽型LowE複層(#2)   | 0.37         | 0.40 | -0.04 | 0.35         | 0.38 | -0.03 |
|    | 日射遮蔽型LowE複層(#3)   | 0.44         | 0.48 | -0.04 | 0.43         | 0.45 | -0.02 |
|    | 日射中庸型LowE複層(#2)   | 0.53         | 0.51 | 0.01  | 0.51         | 0.50 | 0.01  |
|    | 日射中庸型LowE複層(#3)   | 0.58         | 0.57 | 0.00  | 0.57         | 0.56 | 0.01  |
|    | 日射取得型LowE複層(#2)   | 0.60         | 0.62 | -0.02 | 0.59         | 0.61 | -0.02 |
|    | 日射取得型LowE複層(#3)   | 0.66         | 0.66 | 0.00  | 0.65         | 0.66 | -0.01 |
|    | 真空LowE三層複層(#2+#5) | 0.32         | 0.32 | 0.00  | 0.31         | 0.31 | 0.01  |

表 3.8.1.2-2 詳細計算及び簡易計算の比較（複層ガラス）-1

JIS規格案\_詳細計算法(TB2D/BEM)計算結果

| ガラス名称   | 普通複層        |            | 日射遮蔽型LowE複層        |            | 日射遮蔽型LowE複層       |            | 日射中庸型LowE複層        |            |
|---|-------------|------------|--------------------|------------|-------------------|------------|--------------------|------------|
|   | 夏季(30-25°C) | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)        | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)       | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)        | 冬季(0-20°C) |
| 夏季or冬季  | 500         | 300        | 500                | 300        | 500               | 300        | 500                | 300        |
| 日射強度 $I_s$  | 500         | 300        | 500                | 300        | 500               | 300        | 500                | 300        |
| ガラス仕様   | FL3+A12+FL3 |            | RSFL3AG6**+A12+FL3 |            | FL3+A12**RSFL3AG6 |            | RSFL3AW6**+A12+FL3 |            |
| ガラス部 $\eta_g$                                       | 0.792       | 0.785      | 0.414              | 0.400      | 0.498             | 0.494      | 0.600              | 0.589      |
| フレーム部 $\eta_f$                                      | 0.034       | 0.020      | 0.042              | 0.026      | 0.037             | 0.020      | 0.022              | 0.012      |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.010       | 0.006      | 0.012              | 0.008      | 0.011             | 0.006      | 0.006              | 0.004      |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.600       | 1.585      | 0.837              | 0.808      | 1.005             | 0.998      | 1.211              | 1.189      |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.610       | 1.591      | 0.849              | 0.816      | 1.016             | 1.003      | 1.218              | 1.193      |
| フレーム成分比 $\sum \eta_f \cdot A_f / \text{窓全体}$        | 0.6%        | 0.4%       | 1.5%               | 1.0%       | 1.1%              | 0.6%       | 0.5%               | 0.3%       |
| フレーム部面積比率 $\sum A_f / A_w$                          | 12.8%       | 12.8%      | 12.8%              | 12.8%      | 12.8%             | 12.8%      | 12.8%              | 12.8%      |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{詳細})$           | 0.70        | 0.69       | 0.37               | 0.35       | 0.44              | 0.43       | 0.53               | 0.52       |
| 日射熱取得率(測定) $\eta_m$                                 | 0.70        | 0.71       | 0.40               | 0.38       | 0.48              | 0.45       | 0.51               | 0.50       |
| 1-測定/計算(比率)   | 0.000       | -0.039     | -0.096             | -0.090     | -0.085            | -0.048     | 0.022              | 0.021      |
| 測定-計算(差)  | 0.000       | 0.027      | 0.035              | 0.032      | 0.038             | 0.021      | -0.012             | -0.011     |

JIS規格案\_簡易計算法計算結果

|   |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| JIS簡易計算<br>$\eta_{fr}$ に用いた値                        | $U_{fr}$          | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   |
|   | $A_{de} (b_{de})$ | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 |
|   | $A_{fr} (b_{fr})$ | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   |
|   | $h_{std}$         | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     | 24     |
|   | $a_{fr}$          | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    |
| JIS計算法<br>簡易フレーム $\eta_f$                           | 0.012             | 0.007  | 0.012  | 0.007  | 0.012  | 0.007  | 0.012  | 0.007  |        |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.004             | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  |        |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.600             | 1.585  | 0.837  | 0.808  | 1.005  | 0.998  | 1.211  | 1.189  |        |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.603             | 1.587  | 0.841  | 0.810  | 1.009  | 1.000  | 1.215  | 1.191  |        |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{簡易})$           | 0.69              | 0.69   | 0.36   | 0.35   | 0.44   | 0.43   | 0.52   | 0.51   |        |
| 簡易計算 $\eta_w$ -BEM計算 $\eta_w$ (差)                   | 0.003             | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.003  | 0.002  | 0.001  | 0.001  |        |
| 測定-簡易計算(差)  | 0.003             | 0.028  | 0.039  | 0.034  | 0.041  | 0.023  | -0.010 | -0.010 |        |

表 3.8.1.2-3 詳細計算及び簡易計算の比較（複層ガラス）-2

JIS規格案\_詳細計算法(TB2D/BEM)計算結果

| ガラス名称   | 日射中庸型LowE複層        |            | 日射取得型LowE複層       |            | 日射取得型LowE複層       |            | 真空LowE複層                       |            |
|---|--------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|--------------------------------|------------|
|   | 夏季(30-25°C)        | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)       | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)       | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)                    | 冬季(0-20°C) |
| 夏季or冬季  | 500                | 300        | 500               | 300        | 500               | 300        | 500                            | 300        |
| 日射強度 $I_s$  | 500                | 300        | 500               | 300        | 500               | 300        | 500                            | 300        |
| ガラス仕様   | FL3+A12+**RSFL3AW6 |            | NFL3LE3**+A12+FL3 |            | FL3+A12+**NFL3LE3 |            | RSFL3AK6**+A9+FL3+V+**RSFL3SH1 |            |
| ガラス部 $\eta_g$                                       | 0.654              | 0.650      | 0.686             | 0.674      | 0.748             | 0.744      | 0.344                          | 0.336      |
| フレーム部 $\eta_f$                                      | 0.040              | 0.018      | 0.038             | 0.022      | 0.038             | 0.021      | 0.176                          | 0.171      |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.012              | 0.005      | 0.011             | 0.006      | 0.011             | 0.006      | 0.052                          | 0.051      |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.320              | 1.313      | 1.386             | 1.360      | 1.510             | 1.501      | 0.695                          | 0.678      |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.332              | 1.318      | 1.397             | 1.367      | 1.522             | 1.508      | 0.747                          | 0.729      |
| フレーム成分比 $\sum \eta_f \cdot A_f / \text{窓全体}$        | 0.9%               | 0.4%       | 0.8%              | 0.5%       | 0.7%              | 0.4%       | 7.0%                           | 6.9%       |
| フレーム部面積比率 $\sum A_f / A_w$                          | 12.8%              | 12.8%      | 12.8%             | 12.8%      | 12.8%             | 12.8%      | 12.8%                          | 12.8%      |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{詳細})$           | 0.58               | 0.57       | 0.60              | 0.59       | 0.66              | 0.65       | 0.32                           | 0.31       |
| 日射熱取得率(測定) $\eta_m$                                 | 0.57               | 0.56       | 0.62              | 0.61       | 0.66              | 0.66       | 0.32                           | 0.31       |
| 1-測定/計算(比率)   | 0.006              | 0.012      | -0.026            | -0.038     | -0.002            | -0.010     | 0.007                          | 0.028      |
| 測定-計算(差)  | -0.003             | -0.007     | 0.016             | 0.023      | 0.001             | 0.006      | -0.002                         | -0.009     |

JIS規格案\_簡易計算法計算結果

|   |                   |        |        |        |        |        |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| JIS簡易計算<br>$\eta_{fr}$ に用いた値                        | $U_{fr}$          | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   | 1.48   |
|   | $A_{de} (b_{de})$ | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 | 0.1293 |
|   | $A_{fr} (b_{fr})$ | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   | 0.05   |
|   | $h_{std}$         | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     |
|   | $a_{fr}$          | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    |
| JIS計算法<br>簡易フレーム $\eta_f$                           | 0.012             | 0.007  | 0.012  | 0.007  | 0.012  | 0.007  | 0.012  | 0.007  |
| フレーム全体 $\sum \eta_f \cdot A_f$                      | 0.004             | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  | 0.004  | 0.002  |
| ガラス全体 $\sum \eta_g \cdot A_g$                       | 1.320             | 1.313  | 1.386  | 1.360  | 1.510  | 1.501  | 0.695  | 0.678  |
| 窓全体 $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.324             | 1.315  | 1.390  | 1.362  | 1.514  | 1.504  | 0.699  | 0.681  |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}(\eta_f \text{簡易})$           | 0.57              | 0.57   | 0.60   | 0.59   | 0.65   | 0.65   | 0.30   | 0.29   |
| 簡易計算 $\eta_w$ -BEM計算 $\eta_w$ (差)                   | 0.004             | 0.001  | 0.003  | 0.002  | 0.003  | 0.002  | 0.021  | 0.021  |
| 測定-簡易計算(差)  | 0.000             | -0.005 | 0.019  | 0.025  | 0.005  | 0.008  | 0.019  | 0.012  |

[3] 二重窓

図 3.8.1.3-1 に単板ガラス仕様における計算値と測定値の相関を示す。また、精度検証として表 3.8.1.3-1 に計算値と試験値の比較を示す。夏期条件及び冬期条件の全ての仕様において測定値と計算値の差は 0.05 [-] 以内に入っていることが確認できた。

参考資料として、表 3.8.1.3-2 に詳細計算及び簡易計算の比較を示す。フレーム部の日射熱取得率は詳細計算値と簡易計算値がほぼ同程度の値を示した。詳細計算値において負の値を示す場合があった。これはこの計算法の特長と考えられる。どちらを用いても測定値との乖離は小さいことが確認できた。

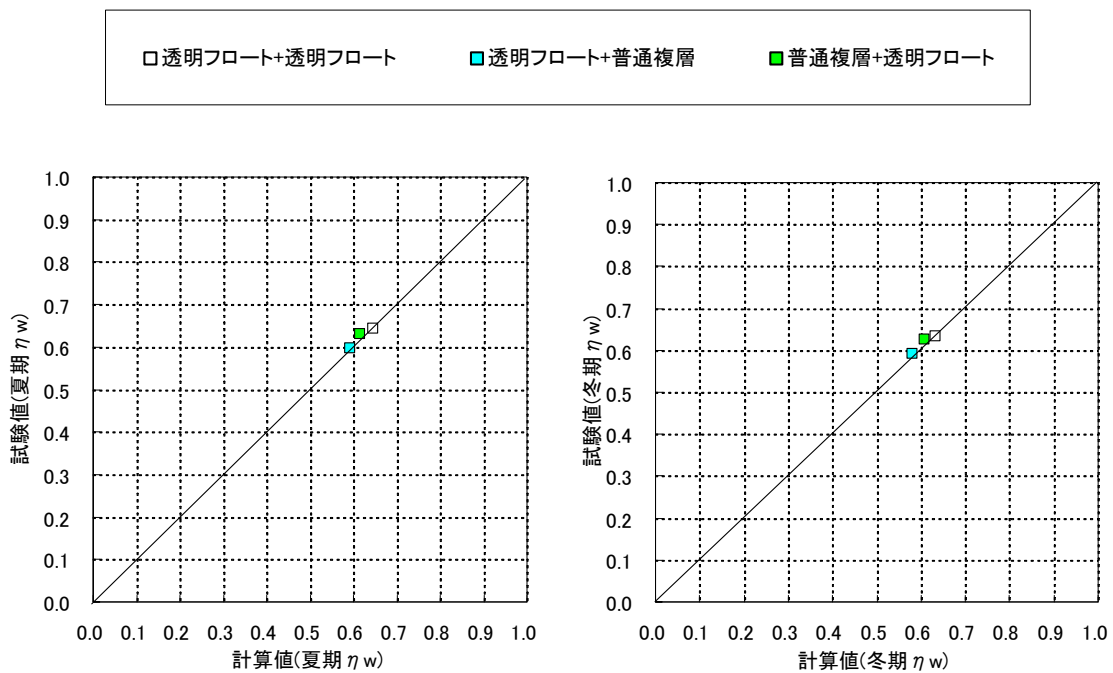


図 3.8.1.3-1 計算値と試験値の相関（二重窓）

表 3.8.1.3-1 計算値と試験値の比較（二重窓）

| 種類  | ガラス種(名称)      | 夏 $\eta$ [-] |      |       | 冬 $\eta$ [-] |      |       |
|-----|---------------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|
|     |               | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 | 計算値          | 試験値  | 計算-測定 |
| 二重窓 | 透明フロート+透明フロート | 0.65         | 0.64 | 0.00  | 0.63         | 0.63 | 0.00  |
|     | 透明フロート+普通複層   | 0.59         | 0.60 | 0.00  | 0.58         | 0.59 | -0.01 |
|     | 普通複層+透明フロート   | 0.61         | 0.63 | 0.97  | 0.61         | 0.63 | -0.02 |

表 3.8.1.3-2 詳細計算及び簡易計算の比較（二重窓）

JIS規格案\_詳細計算法(TB2D/BEM)計算結果

| ガラス名称   | 単板+単板   |            | 単板+複層                  |            | 複層+単板                  |            | 単位                  |                   |
|---|---|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|---------------------|-------------------|
|   | 夏季(30-25°C)                                     | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)            | 冬季(0-20°C) | 夏季(30-25°C)            | 冬季(0-20°C) |                     |                   |
| 夏季or冬季  | 500   | 300        | 500                    | 300        | 500                    | 300        | [W/m <sup>2</sup> ] |                   |
| 日射強度  | $I_s$   |            |                        |            |                        |            |                     |                   |
| ガラス仕様   | FL6+(A121)+FL6                                  |            | FL6+(A121)+FL3+A12+FL3 |            | FL3+A12+FL3+(A121)+FL6 |            |                     |                   |
| ガラス部  | $\eta_g$  | 0.744      | 0.730                  | 0.685      | 0.672                  | 0.708      | 0.703               | [-]               |
| フレーム部   | $\eta_f$  | 0.018      | 0.011                  | -0.004     | -0.006                 | 0.016      | 0.003               | [-]               |
| フレーム全体  | $\sum \eta_f \cdot A_f$                         | 0.005      | 0.003                  | -0.001     | -0.002                 | 0.005      | 0.001               | [m <sup>2</sup> ] |
| ガラス全体   | $\sum \eta_g \cdot A_g$                         | 1.491      | 1.464                  | 1.374      | 1.347                  | 1.419      | 1.409               | [m <sup>2</sup> ] |
| 窓全体   | $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.497      | 1.468                  | 1.373      | 1.345                  | 1.424      | 1.409               | [m <sup>2</sup> ] |
| フレーム成分比   | $\sum \eta_f \cdot A_f / \text{窓全体}$            | 0.4%       | 0.2%                   | -0.1%      | -0.1%                  | 0.3%       | 0.1%                | [-]               |
| フレーム部面積比率                                       | $\sum A_f / A_w$                                | 13.4%      | 13.4%                  | 13.4%      | 13.4%                  | 13.4%      | 13.4%               | [-]               |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}$ ( $\eta_{\epsilon}$ 詳細) |   | 0.65       | 0.63                   | 0.59       | 0.58                   | 0.61       | 0.61                | [-]               |
| 簡易日射熱取得率(フレーム成分=0) $\eta_s$                     |   | 0.644      | 0.632                  | 0.593      | 0.582                  | 0.613      | 0.608               | [-]               |
| 精算値-簡易計算値                                       |   | 0.002      | 0.001                  | 0.000      | -0.001                 | 0.002      | 0.000               | [-]               |

|                     |        |        |        |        |        |        |     |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 日射熱取得率(測定) $\eta_m$ | 0.64   | 0.63   | 0.60   | 0.59   | 0.63   | 0.63   | [-] |
| 1-測定/計算(比率)         | 0.004  | -0.001 | -0.008 | -0.017 | -0.026 | -0.027 | [-] |
| 測定-計算(差)            | -0.003 | 0.000  | 0.005  | 0.010  | 0.016  | 0.016  | [-] |

JIS規格案\_簡易計算法計算結果

|   |   |        |        |        |        |        |        |                         |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| JIS簡易計算<br>$\eta_{fr}$ に用いた値                    | $U_{fr}$  | 0.86   | 0.86   | 0.83   | 0.83   | 0.84   | 0.84   | [W/(m <sup>2</sup> ·K)] |
|   | $A_{de} (b_{de})$                               | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1426 | 0.1293 | 0.1293 | [m <sup>2</sup> ]       |
|   | $A_{fr} (b_{fr})$                               | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.0525 | 0.05   | 0.05   | [m <sup>2</sup> ]       |
|   | $h_{std}$                                       | 14     | 24     | 14     | 24     | 14     | 24     | [W/(m <sup>2</sup> ·K)] |
|   | $a_{fr}$  | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | 0.3    | [-]                     |
| JIS計算法  | 簡易フレーム $\eta_f$                                 | 0.007  | 0.004  | 0.007  | 0.004  | 0.007  | 0.004  | [-]                     |
| フレーム全体  | $\sum \eta_f \cdot A_f$                         | 0.002  | 0.001  | 0.002  | 0.001  | 0.002  | 0.001  | [m <sup>2</sup> ]       |
| ガラス全体   | $\sum \eta_g \cdot A_g$                         | 1.491  | 1.464  | 1.374  | 1.347  | 1.419  | 1.409  | [m <sup>2</sup> ]       |
| 窓全体   | $\sum \eta_g \cdot A_g + \sum \eta_f \cdot A_f$ | 1.493  | 1.465  | 1.376  | 1.349  | 1.421  | 1.410  | [m <sup>2</sup> ]       |
| 日射熱取得率(計算) $\eta_{cal}$ ( $\eta_{\epsilon}$ 簡易) |   | 0.65   | 0.63   | 0.59   | 0.58   | 0.61   | 0.61   | [-]                     |

|                                   |        |       |        |        |       |       |     |
|-----------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-----|
| 簡易計算 $\eta_w$ -BEM計算 $\eta_w$ (差) | 0.001  | 0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.001 | 0.000 | [-] |
| 測定-簡易計算(差)                        | -0.001 | 0.001 | 0.004  | 0.008  | 0.017 | 0.016 | [-] |



#### [4] まとめ

測定値と計算値を比較した結果、窓全体では大まかな傾向として夏期条件及び冬期条件の全ての仕様において測定値と計算値の差は 0.05 [-] 以内に入っており、大きな乖離が見られない結果となった。しかし、その中でも、単板ガラスでは高性能熱線反射ガラス、複層ガラスでは日射遮熱型 Low-E 複層ガラスと言う遮熱性能の高いガラスでは、その他のガラスに比べ、測定値との乖離が大きい結果となった。このような結果となった要因として、2つの要因が考えられる。1つ目は計算方法である。高性能熱線反射ガラスでは、室内側のガラス表面の放射率が通常のガラス表面よりも小さくなるが、計算では放射率及び形態係数を考慮できていないため、正しく評価できていない可能性が考えられる。2つ目は測定精度である。遮蔽性能の高いガラスでは、照射された光が室外側へ反射した際に、反射した分の多重反射によって試験体に照射される分光スペクトルが変化している可能性が考えられ、その分光スペクトルの変化が影響している可能性がある。

二重窓の計算では、外窓と内窓の間の中間空気層を閉された空間として熱抵抗を算出し計算を行っているが、どの条件においても測定結果と計算結果で殆ど乖離が見られないため、窓と内窓の間の中間空気層を閉された空間として熱抵抗を算出しても問題ないことが確認できた。

フレーム部の日射熱取得率に着目すると、単板ガラス及び複層ガラスでは、詳細計算値に比べ簡易計算値の方が 50%程度小さい値を示す結果となった。しかし、窓全体の日射熱取得率への影響が微少であるため、どちらを用いても測定値との乖離は小さいことが確認できた。なお、二重窓では詳細計算値と簡易計算値がほぼ同程度の値となっている。

3.8.2 遮蔽物あり

表 3.8.2-1 に遮蔽物あり条件で比較した製品一覧を示す。

窓フレームは, 第2章に記載されている PVC 製 FIX 窓フレームを用い, フレーム+グレージング+遮蔽物の総合日射熱取得率について, 表 3.5.2-2 ~表 3.8.2-19 に示す。

フレーム部の計算は 3.3 に示す簡易計算法とし, グレージング複合体の中空層の熱抵抗は実測値を用いて計算した。

表 3.8.2-1

| ガラス          |     | 季節<br>条件        | 内付ブラインド   |     | 内付ブラインド<br>高遮蔽タイプ |     | 外付ブラインド |     | 内付<br>スクリーン | 外付<br>スクリーン | 障子紙 |   |   |   |
|--------------|-----|-----------------|-----------|-----|-------------------|-----|---------|-----|-------------|-------------|-----|---|---|---|
|              |     |                 | 0°        | 45° | 0°                | 45° | 0°      | 45° |             |             |     |   |   |   |
| 単板           | 6mm | 透明              | 冬         | -   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
|              |     |                 | 夏         | -   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
|              |     | 熱線吸収            | 冬         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     |                 | 夏         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     | 熱線反射            | 冬         | -   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | ○   | - |   |   |
|              |     |                 | 夏         | -   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | ○   | - |   |   |
|              |     | 高性能熱線反射<br>(淡色) | 冬         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     |                 | 夏         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     | 高性能熱線反射<br>(濃色) | 冬         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     |                 | 夏         | -   | -                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     | 複層              | 3+A12+3mm | 透明  | 冬                 | ○   | ○       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ | ○ | ○ |
|              |     |                 |           |     | 夏                 | ○   | ○       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ | ○ | ○ |
| Low-E(CVD 型) | 冬   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
|              | 夏   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
| Low-E(銀1層)   | 冬   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              | 夏   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
| Low-E(銀2層)   | 冬   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
|              | 夏   |                 |           | ○   | ○                 | -   | -       | ○   | ○           | ○           | ○   | ○ |   |   |
| 3+A9+6mm     | 真空  |                 | 冬         | ○   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |
|              |     |                 | 夏         | ○   | ○                 | -   | -       | -   | -           | ○           | -   | - |   |   |

※○：計算と測定の比較を実施した製品

[1] 内付ブラインド

表3.8.2-2 内付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算

| ガラス                              |           | 季節条件                             | 計算値            |                     | 実験値            |                | 実験値-計算値         |                     |                  |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                                  |           |                                  | 0°             | 45°                 | 0°             | 45°            | 0°              | 45°                 |                  |
| 単板                               | 6mm       | 透明 FL6                           | 冬<br>夏         | -<br>0.337<br>0.385 | -<br>-         | 0.462<br>-     | -<br>0.474      | -<br>0.125<br>0.089 |                  |
|                                  |           | 熱線吸収 MFL6                        | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-              |                  |
|                                  |           | 熱線反射 CFL6S*                      | 冬<br>夏         | -<br>0.299<br>0.337 | -<br>-         | 0.412<br>-     | -<br>0.434      | -<br>0.113<br>0.097 |                  |
|                                  |           | 高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*          | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-              |                  |
|                                  |           | 高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*            | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-              |                  |
|                                  |           | 透明 FL3+A12+FL3                   | 冬<br>夏         | 0.652<br>0.655      | 0.406<br>0.412 | 0.659<br>0.670 | 0.429<br>0.471  | 0.007<br>0.015      | 0.023<br>0.060   |
| 複層                               | 3+A12+3mm | Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.564<br>0.566      | 0.378<br>0.381 | 0.596<br>0.595 | 0.415<br>0.424  | 0.032<br>0.029      | 0.037<br>0.043   |
|                                  |           | Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.496<br>0.498      | 0.345<br>0.346 | 0.498<br>0.506 | 0.349<br>0.361  | 0.002<br>0.008      | 0.004<br>0.015   |
|                                  |           | Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.339<br>0.345      | 0.253<br>0.257 | 0.373<br>0.388 | 0.266<br>0.281  | 0.034<br>0.043      | 0.013<br>0.024   |
|                                  |           | 真空 RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬<br>夏         | 0.277<br>0.268      | 0.226<br>0.201 | 0.307<br>0.320 | 0.234<br>0.249  | 0.030<br>0.052      | 0.008<br>0.048   |
|                                  | 3+A9+6mm  | 真空                               | 冬<br>夏         | 0.664<br>0.667      | 0.494<br>0.492 | 0.659<br>0.670 | 0.429<br>0.471  | -0.004<br>0.003     | -0.065<br>-0.021 |
|                                  |           | Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.572<br>0.574      | 0.434<br>0.433 | 0.596<br>0.595 | 0.415<br>0.424  | 0.025<br>0.022      | -0.020<br>-0.009 |
|                                  |           | Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.502<br>0.505      | 0.394<br>0.389 | 0.498<br>0.506 | 0.349<br>0.361  | -0.005<br>0.001     | -0.045<br>-0.028 |
|                                  |           | Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.349<br>0.349      | 0.286<br>0.286 | 0.388<br>0.388 | 0.281<br>0.281  | 0.039<br>0.039      | -0.005<br>-0.005 |
| 真空 RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬<br>夏    | 0.305<br>0.282                   | 0.272<br>0.226 | 0.307<br>0.320      | 0.234<br>0.249 | 0.002<br>0.038 | -0.037<br>0.024 |                     |                  |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

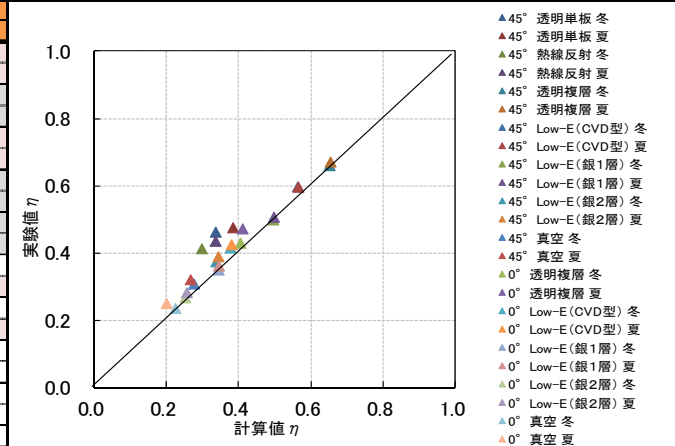


表3.8.2-3 内付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(反射率×0.9)、遮蔽物吸収日射熱:室内側のみ再放出、N=1)

| ガラス                              |           | 季節条件                             | 計算値            |                     | 実験値            |                | 実験値-計算値         |                       |                  |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|------------------|
|                                  |           |                                  | 0°             | 45°                 | 0°             | 45°            | 0°              | 45°                   |                  |
| 単板                               | 6mm       | 透明 FL6                           | 冬<br>夏         | -<br>0.509<br>0.518 | -<br>-         | 0.462<br>-     | -<br>0.474      | -<br>-0.048<br>-0.043 |                  |
|                                  |           | 熱線吸収 MFL6                        | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-                |                  |
|                                  |           | 熱線反射 CFL6S*                      | 冬<br>夏         | -<br>0.435<br>0.448 | -<br>-         | 0.412<br>-     | -<br>0.434      | -<br>-0.023<br>-0.013 |                  |
|                                  |           | 高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*          | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-                |                  |
|                                  |           | 高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*            | 冬<br>夏         | -<br>-              | -<br>-         | -<br>-         | -<br>-          | -<br>-                |                  |
|                                  |           | 透明 FL3+A12+FL3                   | 冬<br>夏         | 0.664<br>0.667      | 0.494<br>0.492 | 0.659<br>0.670 | 0.429<br>0.471  | -0.004<br>0.003       | -0.065<br>-0.021 |
| 複層                               | 3+A12+3mm | Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.572<br>0.574      | 0.434<br>0.433 | 0.596<br>0.595 | 0.415<br>0.424  | 0.025<br>0.022        | -0.020<br>-0.009 |
|                                  |           | Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.502<br>0.505      | 0.394<br>0.389 | 0.498<br>0.506 | 0.349<br>0.361  | -0.005<br>0.001       | -0.045<br>-0.028 |
|                                  |           | Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.343<br>0.349      | 0.284<br>0.286 | 0.373<br>0.388 | 0.266<br>0.281  | 0.030<br>0.039        | -0.017<br>-0.005 |
|                                  |           | 真空 RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬<br>夏         | 0.305<br>0.282      | 0.272<br>0.226 | 0.307<br>0.320 | 0.234<br>0.249  | 0.002<br>0.038        | -0.037<br>0.024  |
|                                  | 3+A9+6mm  | 真空                               | 冬<br>夏         | 0.664<br>0.667      | 0.494<br>0.492 | 0.659<br>0.670 | 0.429<br>0.471  | -0.004<br>0.003       | -0.065<br>-0.021 |
|                                  |           | Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.572<br>0.574      | 0.434<br>0.433 | 0.596<br>0.595 | 0.415<br>0.424  | 0.025<br>0.022        | -0.020<br>-0.009 |
|                                  |           | Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.502<br>0.505      | 0.394<br>0.389 | 0.498<br>0.506 | 0.349<br>0.361  | -0.005<br>0.001       | -0.045<br>-0.028 |
|                                  |           | Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3     | 冬<br>夏         | 0.343<br>0.349      | 0.284<br>0.286 | 0.373<br>0.388 | 0.266<br>0.281  | 0.030<br>0.039        | -0.017<br>-0.005 |
| 真空 RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬<br>夏    | 0.305<br>0.282                   | 0.272<br>0.226 | 0.307<br>0.320      | 0.234<br>0.249 | 0.002<br>0.038 | -0.037<br>0.024 |                       |                  |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

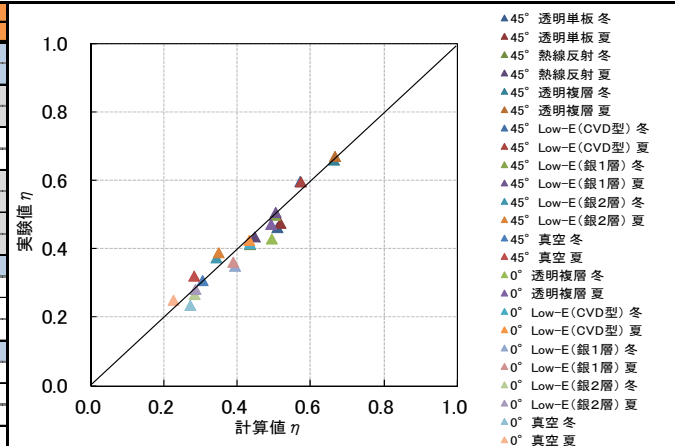


表3.8.2-4 内付ブラインド計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| 内付ブラインド(アイボリー) |                   |             |                                    |        | 0°              | 45°            |
|----------------|-------------------|-------------|------------------------------------|--------|-----------------|----------------|
| 単板             | 6mm               | 透明          | FL6                                | 冬<br>夏 | -<br>-          | 0.017<br>0.056 |
|                |                   | 熱線吸収        | MFL6                               | 冬<br>夏 | -<br>-          | -<br>-         |
|                |                   | 熱線反射        | CFL6S*                             | 冬<br>夏 | -<br>-          | 0.026<br>0.048 |
|                |                   | 高性能熱線反射(淡色) | RSFL6SGY32*                        | 冬<br>夏 | -<br>-          | -<br>-         |
|                |                   | 高性能熱線反射(濃色) | RSFL6SS8*                          | 冬<br>夏 | -<br>-          | -<br>-         |
|                |                   | 複層          | 3+A12+3mm                          | 透明     | FL3+A12+FL3     | 冬<br>夏         |
| Low-E(CVD型)    | NFL3LE2*+A12+FL3  |             |                                    | 冬<br>夏 | 0.022<br>0.121  | 0.036<br>0.172 |
| Low-E(銀1層)     | RSFL3AW6*+A12+FL3 |             |                                    | 冬<br>夏 | 0.008<br>0.100  | 0.021<br>0.210 |
| Low-E(銀2層)     | RSFL3AG6*+A12+FL3 |             |                                    | 冬<br>夏 | 0.028<br>0.112  | 0.032<br>0.178 |
| 3+A9+6mm       | 真空                |             | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V<br>+*RSFL3SH1 | 冬<br>夏 | -0.002<br>0.461 | 0.003<br>0.867 |

・その他条件:

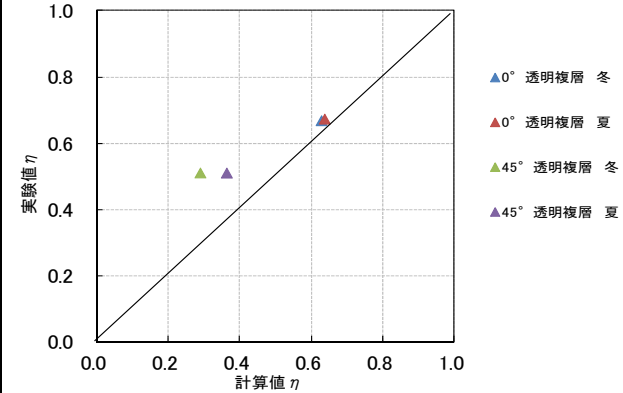
| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | °C                    |
| 外気温         | 30   | 0    | °C                    |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ・K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ・K) |

| ブラインド特性 | ①     | ②(反射率×0.9) | 単位   |
|---------|-------|------------|------|
| 厚み      | 0.15  |            | mm   |
| 熱伝達率    | 1     |            | W/mK |
| 日射透過率   | 0.378 |            | -    |
| 日射反射率   | 0.545 | 0.491      | -    |
| 放射率     | 0.9   |            | -    |

[2] 高遮蔽ブラインド

表3.8.2-5 高遮蔽ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算

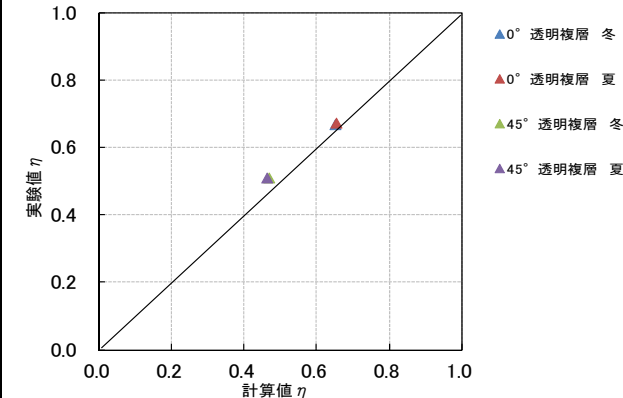
| ガラス |           |                 |                                | 季節<br>条件 | 計算値   |       | 実験値   |       | 実験値-計算値 |       |
|-----|-----------|-----------------|--------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|     |           |                 |                                |          | 0°    | 45°   | 0°    | 45°   | 0°      | 45°   |
| 単板  | 6mm       | 透明              | FL6                            | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 熱線吸収            | MFL6                           | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 熱線反射            | CFL6S*                         | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 高性能熱線反射<br>(淡色) | RSFL6SGY32*                    | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 高性能熱線反射<br>(濃色) | RSFL6SS8*                      | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明              | FL3+A12+FL3                    | 冬        | 0.629 | 0.291 | 0.668 | 0.510 | 0.038   | 0.219 |
|     |           | Low-E(CVD型)     | NFL3LE2*+A12+FL3               | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | Low-E(銀1層)      | RSFL3AW6*+A12+FL3              | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | Low-E(銀2層)      | RSFL3AG6*+A12+FL3              | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     | 3+A9+6mm  | 真空              | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           |                 |                                | 夏        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           |                 |                                | 夏        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-6 高遮蔽ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(反射率×0.9)、遮蔽物吸収日射熱:室内側のみ再放出、N=1)

| ガラス |           |                 |                                | 季節<br>条件 | 計算値   |       | 実験値   |       | 実験値-計算値 |       |
|-----|-----------|-----------------|--------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|     |           |                 |                                |          | 0°    | 45°   | 0°    | 45°   | 0°      | 45°   |
| 単板  | 6mm       | 透明              | FL6                            | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 熱線吸収            | MFL6                           | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 熱線反射            | CFL6S*                         | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 高性能熱線反射<br>(淡色) | RSFL6SGY32*                    | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | 高性能熱線反射<br>(濃色) | RSFL6SS8*                      | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明              | FL3+A12+FL3                    | 冬        | 0.652 | 0.469 | 0.668 | 0.510 | 0.016   | 0.040 |
|     |           | Low-E(CVD型)     | NFL3LE2*+A12+FL3               | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | Low-E(銀1層)      | RSFL3AW6*+A12+FL3              | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           | Low-E(銀2層)      | RSFL3AG6*+A12+FL3              | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     | 3+A9+6mm  | 真空              | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           |                 |                                | 夏        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |
|     |           |                 |                                | 夏        | -     | -     | -     | -     | -       | -     |



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-7 高遮蔽ブラインド計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| 高遮蔽ブラインド(アイボリー) |           |             |                                   |        | 0°             | 45°            |
|-----------------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------|----------------|----------------|
| 単板              | 6mm       | 透明          | FL6                               | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | 熱線吸収        | MFL6                              | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | 熱線反射        | CFL6S*                            | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | 高性能熱線反射(淡色) | RSFL6SGY32*                       | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | 高性能熱線反射(濃色) | RSFL6SS8*                         | 冬<br>夏 | -              | -              |
| 複層              | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3                       | 冬<br>夏 | 0.020<br>0.094 | 0.023<br>0.198 |
|                 |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3                  | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3                 | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 |           | Low-E(銀2層)  | RSFL3AG6*+A12+FL3                 | 冬<br>夏 | -              | -              |
|                 | 3+A9+6mm  | 真空          | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V<br>+*RSFL3SH1 | 冬<br>夏 | -              | -              |

・その他条件:

| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | °C                    |
| 外気温         | 30   | 0    | °C                    |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ・K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ・K) |

| ブラインド特性 | ①                     | ②(反射率×0.9)            | 単位   |
|---------|-----------------------|-----------------------|------|
| 厚み      | 0.15                  |                       | mm   |
| 熱伝達率    | 1                     |                       | W/mK |
| 日射透過率   | 0° :0.907 45° :0.235  |                       | -    |
| 日射反射率   | 0° :0.0460 45° :0.400 | 0° :0.0413 45° :0.360 | -    |
| 放射率     | 0.9                   |                       | -    |

[3] 外付ブラインド

表3.8.2-8 外付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算

| ガラス |           |             |                                | 季節<br>条件                       | 計算値   |       | 実験値    |        | 計算値-実験値 |        |   |
|-----|-----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|---|
|     |           |             |                                |                                | 0°    | 45°   | 0°     | 45°    | 0°      | 45°    |   |
| 単板  | 6mm       | 透明          | FL6                            | 冬                              | 0.644 | 0.290 | 0.611  | 0.362  | -       | 0.072  |   |
|     |           | 夏           | 0.660                          | 0.318                          | 0.595 | 0.247 | -      | -0.071 |         |        |   |
|     |           | 熱線吸収        | MFL6                           | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
|     |           | 熱線反射        | CFL6S*                         | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3                    | 冬                              | 0.600 | 0.247 | 0.543  | 0.220  | -0.057  | -0.027 |   |
|     |           | 夏           | 0.611                          | 0.269                          | 0.519 | 0.248 | -0.092 | -0.021 |         |        |   |
|     |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3               | 冬                              | 0.515 | 0.206 | 0.480  | 0.174  | -0.035  | -0.032 |   |
|     |           | 夏           | 0.542                          | 0.226                          | 0.472 | 0.186 | -0.069 | -0.040 |         |        |   |
|     |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3              | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
|     | 3+A9+6mm  | 真空          | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬                              | 0.316 | 0.140 | 0.294  | 0.106  | -0.022  | -0.034 |   |
|     |           |             |                                | 夏                              | 0.338 | 0.160 | 0.319  | 0.123  | -0.019  | -0.037 |   |
|     |           | 3+A9+6mm    | 真空                             | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 夏     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 冬     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 夏     | -     | -      | -      | -       | -      | - |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

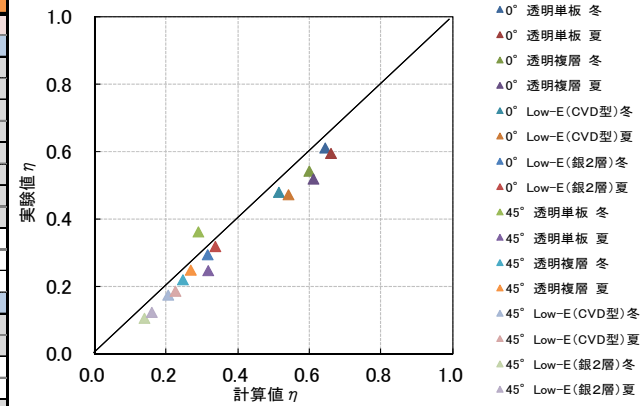


表3.8.2-9 外付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算(遮蔽物吸収日射熱:室内側再放出0、N=0)

| ガラス |           |             |                                | 季節<br>条件                       | 計算値   |       | 実験値    |        | 計算値-実験値 |        |   |
|-----|-----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|---|
|     |           |             |                                |                                | 0°    | 45°   | 0°     | 45°    | 0°      | 45°    |   |
| 単板  | 6mm       | 透明          | FL6                            | 冬                              | 0.645 | 0.291 | 0.629  | 0.221  | -       | -0.070 |   |
|     |           | 夏           | 0.662                          | 0.319                          | 0.639 | 0.226 | -      | -0.093 |         |        |   |
|     |           | 熱線吸収        | MFL6                           | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
|     |           | 熱線反射        | CFL6S*                         | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3                    | 冬                              | 0.601 | 0.248 | 0.590  | 0.213  | -0.011  | -0.035 |   |
|     |           | 夏           | 0.613                          | 0.271                          | 0.598 | 0.215 | -0.015 | -0.055 |         |        |   |
|     |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3               | 冬                              | 0.516 | 0.207 | 0.509  | 0.183  | -0.007  | -0.024 |   |
|     |           | 夏           | 0.543                          | 0.228                          | 0.533 | 0.194 | -0.010 | -0.034 |         |        |   |
|     |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3              | 冬                              | -     | -     | -      | -      | -       | -      |   |
|     |           | 夏           | -                              | -                              | -     | -     | -      | -      |         |        |   |
|     | 3+A9+6mm  | 真空          | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬                              | 0.317 | 0.141 | 0.311  | 0.118  | -0.007  | -0.022 |   |
|     |           |             |                                | 夏                              | 0.339 | 0.162 | 0.328  | 0.127  | -0.011  | -0.035 |   |
|     |           | 3+A9+6mm    | 真空                             | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V**RSFL3SH1 | 冬     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 夏     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 冬     | -     | -      | -      | -       | -      | - |
|     |           |             |                                |                                | 夏     | -     | -      | -      | -       | -      | - |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

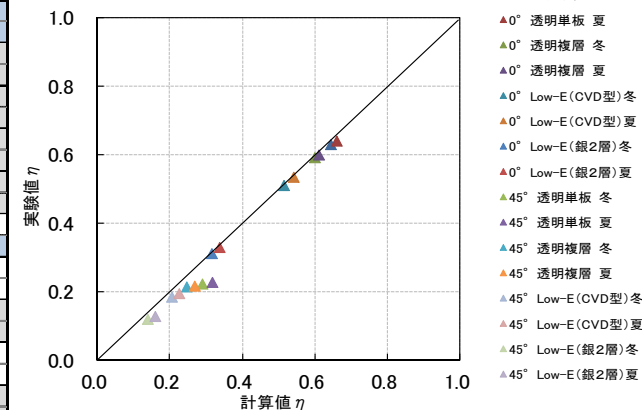


表3.8.2-10 外付ブラインド計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| 外付ブラインド(アイボリー) |           |             |                                    | 0°     | 45°             |
|----------------|-----------|-------------|------------------------------------|--------|-----------------|
| 単板             | 6mm       | 透明          | FL6                                | 冬<br>夏 | 0.016<br>-0.001 |
|                |           | 熱線吸収        | MFL6                               | 冬<br>夏 | -<br>-          |
|                |           | 熱線反射        | CFL6S*                             | 冬<br>夏 | -<br>-          |
|                |           | 高性能熱線反射(淡色) | RSFL6SGY32*                        | 冬<br>夏 | -<br>-          |
|                |           | 高性能熱線反射(濃色) | RSFL6SS8*                          | 冬<br>夏 | -<br>-          |
| 複層             | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3                        | 冬<br>夏 | 0.024<br>0.012  |
|                |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3                   | 冬<br>夏 | 0.051<br>0.035  |
|                |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3                  | 冬<br>夏 | 0.018<br>0.008  |
|                |           | Low-E(銀2層)  | RSFL3AG6*+A12+FL3                  | 冬<br>夏 | 0.098<br>0.110  |
|                | 3+A9+6mm  | 真空          | RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V<br>**RSFL3SH1 | 冬<br>夏 | -<br>-          |

・その他条件:

| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | °C                    |
| 外気温         | 30   | 0    | °C                    |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ·K) |

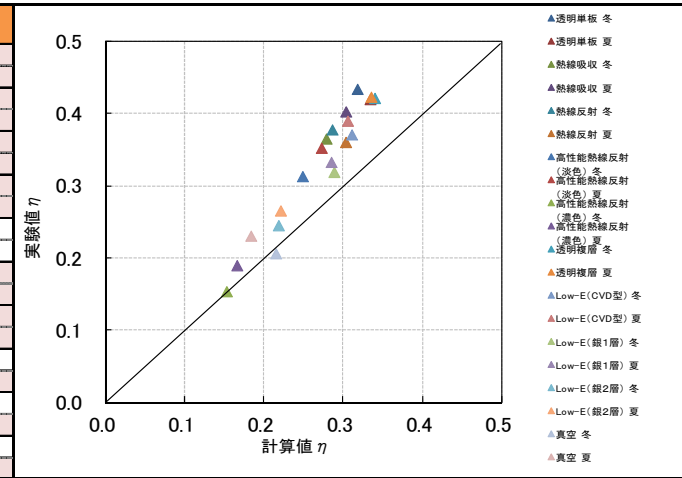
| ブラインド特性 |     | 特性値   | 単位   |
|---------|-----|-------|------|
| 厚み      |     | 0.15  | mm   |
| 熱伝達率    |     | 1     | W/mK |
| 放射率     |     | 0.9   | -    |
| 透過率     | 0°  | 0.849 | -    |
|         | 45° | 0.296 | -    |
| 反射率     | 0°  | 0.075 | -    |
|         | 45° | 0.383 | -    |



[4] 内付ロールスクリーン

表3.8.2-11 内付ロールスクリーン(色:クリーム)★遮熱計算JIS案計算

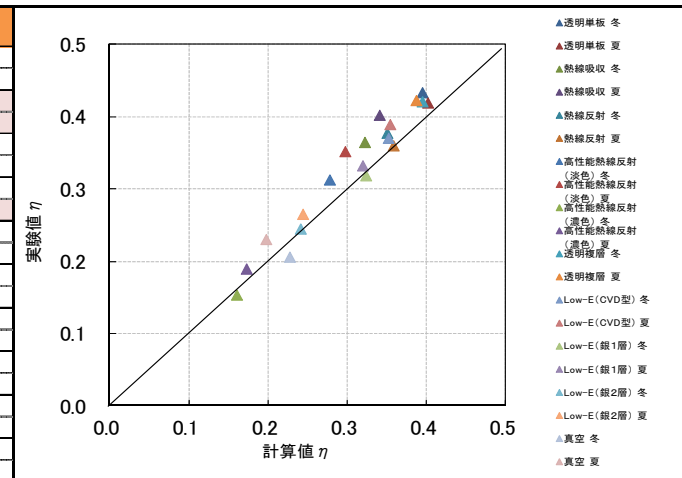
| ガラス |           |             |                   | 季節条件                          | 計算値   | 実験値   | 実験値-計算値 |        |
|-----|-----------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|---------|--------|
| 単板  | 6mm       | 透明          | FL6               | 冬                             | 0.319 | 0.433 | 0.115   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.335 | 0.419 | 0.084   |        |
|     |           | 熱線吸収        | MFL6              | 冬                             | 0.279 | 0.364 | 0.085   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.304 | 0.402 | 0.098   |        |
|     |           | 熱線反射        | CFL6S*            | 冬                             | 0.287 | 0.377 | 0.090   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.304 | 0.360 | 0.056   |        |
|     |           | 高性能熱線反射(淡色) | RSFL6SGY32*       | 冬                             | 0.249 | 0.312 | 0.063   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.273 | 0.352 | 0.078   |        |
|     |           | 高性能熱線反射(濃色) | RSFL6SS8*         | 冬                             | 0.154 | 0.153 | 0.000   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.167 | 0.189 | 0.022   |        |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3       | 冬                             | 0.341 | 0.421 | 0.080   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.336 | 0.422 | 0.086   |        |
|     |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3  | 冬                             | 0.312 | 0.370 | 0.059   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.306 | 0.389 | 0.083   |        |
|     |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3 | 冬                             | 0.289 | 0.318 | 0.029   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.286 | 0.332 | 0.046   |        |
|     |           | Low-E(銀2層)  | RSFL3AG6*+A12+FL3 | 冬                             | 0.219 | 0.244 | 0.025   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.222 | 0.265 | 0.043   |        |
|     |           | 3+A9+6mm    | 真空                | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V+*RSFL3SH1 | 冬     | 0.216 | 0.206   | -0.010 |
|     |           |             |                   |                               | 夏     | 0.184 | 0.230   | 0.046  |



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-12 内付ロールスクリーン(色:クリーム)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(反射率×0.9)、遮蔽物吸収日射熱:室内側のみ再放出、N=1)

| ガラス |           |             |                   | 季節条件                          | 計算値   | 実験値   | 実験値-計算値 |        |
|-----|-----------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|---------|--------|
| 単板  | 6mm       | 透明          | FL6               | 冬                             | 0.395 | 0.433 | 0.038   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.402 | 0.419 | 0.017   |        |
|     |           | 熱線吸収        | MFL6              | 冬                             | 0.322 | 0.364 | 0.042   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.341 | 0.402 | 0.061   |        |
|     |           | 熱線反射        | CFL6S*            | 冬                             | 0.351 | 0.377 | 0.026   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.359 | 0.360 | 0.001   |        |
|     |           | 高性能熱線反射(淡色) | RSFL6SGY32*       | 冬                             | 0.278 | 0.312 | 0.034   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.298 | 0.352 | 0.054   |        |
|     |           | 高性能熱線反射(濃色) | RSFL6SS8*         | 冬                             | 0.161 | 0.153 | -0.008  |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.173 | 0.189 | 0.016   |        |
| 複層  | 3+A12+3mm | 透明          | FL3+A12+FL3       | 冬                             | 0.395 | 0.421 | 0.025   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.387 | 0.422 | 0.035   |        |
|     |           | Low-E(CVD型) | NFL3LE2*+A12+FL3  | 冬                             | 0.352 | 0.370 | 0.018   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.354 | 0.389 | 0.035   |        |
|     |           | Low-E(銀1層)  | RSFL3AW6*+A12+FL3 | 冬                             | 0.324 | 0.318 | -0.006  |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.320 | 0.332 | 0.012   |        |
|     |           | Low-E(銀2層)  | RSFL3AG6*+A12+FL3 | 冬                             | 0.241 | 0.244 | 0.003   |        |
|     |           |             |                   | 夏                             | 0.244 | 0.265 | 0.020   |        |
|     |           | 3+A9+6mm    | 真空                | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V+*RSFL3SH1 | 冬     | 0.228 | 0.206   | -0.022 |
|     |           |             |                   |                               | 夏     | 0.198 | 0.230   | 0.032  |



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-13 内付ロールスクリーン計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| ロールスクリーン(クリーム) |           |              |                |                   |   |       |
|----------------|-----------|--------------|----------------|-------------------|---|-------|
| 単板             | 6mm       | 透明           |                | FL6               | 冬 | 0.037 |
|                |           | 熱線吸収         |                | MFL6              | 夏 | 0.091 |
|                |           | 熱線反射         |                | CFL6S*            | 冬 | 0.037 |
|                |           | 高性能熱線反射(淡色)  |                | RSFL6SGY32*       | 夏 | 0.097 |
|                |           | 高性能熱線反射(濃色)  |                | RSFL6SS8*         | 冬 | 0.036 |
| 複層             | 3+A12+3mm | 透明           |                | FL3+A12+FL3       | 夏 | 0.091 |
|                |           | Low-E(CVD型)  | ペアマルチEA        | NFL3LE2*+A12+FL3  | 冬 | 0.043 |
|                |           | Low-E(銀1層)   | ペアマルチスーパーブルー   | RSFL3AW6*+A12+FL3 | 夏 | 0.173 |
|                |           | Low-E(銀2層)   | ペアマルチレイボークグリーン | RSFL3AG6*+A12+FL3 | 冬 | 0.056 |
|                |           | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 夏 | 0.251 |
|                | 3+A9+6mm  | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 冬 | 0.052 |
|                |           | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 夏 | 0.223 |
|                |           | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 冬 | 0.064 |
|                |           | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 夏 | 0.193 |
|                |           | 真空           |                | スペーシア21遮熱クリア      | 冬 | 0.084 |
| 真空             |           | スペーシア21遮熱クリア | 夏              | 0.872             |   |       |

・その他条件:

| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | ℃                     |
| 外気温         | 30   | 0    | ℃                     |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ・K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ・K) |

| スクリーン特性 | ①      | ②(反射率×0.9) | 単位   |
|---------|--------|------------|------|
| 厚み      | 0.38   |            | mm   |
| 熱伝達率    | 1      |            | W/mK |
| 日射透過率   | 0.349  |            | -    |
| 日射反射率   | 0.5613 | 0.50517    | -    |
| 放射率     | 0.95   |            | -    |

[5] 外付ロールスクリーン

表3.8.2-14 外付ロールスクリーン(色:ページュ)★遮熱計算JIS案計算

| ガラス      |            |                               |                  | 季節条件  | 計算値   | 実験値    | 実験値-計算値 |
|----------|------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|--------|---------|
| 単板       | 6mm        | 透明                            | FL6              | 冬     | 0.358 | 0.265  | -0.093  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.390 | 0.270  | -0.121  |
|          |            | 熱線吸収                          | MFL6             | 冬     | -     | -      | -       |
|          |            |                               |                  | 夏     | -     | -      | -       |
|          |            | 熱線反射                          | CFL6S*           | 冬     | 0.308 | 0.261  | -0.047  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.341 | 0.262  | -0.079  |
| 複層       | 3+A12+3mm  | 透明                            | FL3+A12+FL3      | 冬     | 0.310 | 0.249  | -0.061  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.336 | 0.244  | -0.091  |
|          |            | Low-E(CVD型)                   | NFL3LE2*+A12+FL3 | 冬     | 0.259 | 0.192  | -0.067  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.282 | 0.218  | -0.064  |
|          |            |                               | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            |                               | 夏                | -     | -     | -      |         |
|          | Low-E(銀1層) | RSFL3AW6*+A12+FL3             | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            |                               | 夏                | -     | -     | -      |         |
|          | Low-E(銀2層) | RSFL3AG6*+A12+FL3             | 冬                | 0.172 | 0.124 | -0.048 |         |
|          |            |                               | 夏                | 0.194 | 0.135 | -0.059 |         |
| 3+A9+6mm | 真空         | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            | 夏                             | -                | -     | -     |        |         |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-15 外付ロールスクリーン(色:ページュ)★遮熱計算JIS案計算(遮蔽物吸収日射熱:室内側再放出0、N=0)

| ガラス      |            |                               |                  | 季節条件  | 計算値   | 実験値    | 実験値-計算値 |
|----------|------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|--------|---------|
| 単板       | 6mm        | 透明                            | FL6              | 冬     | 0.286 | 0.265  | -0.020  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.292 | 0.270  | -0.022  |
|          |            | 熱線吸収                          | MFL6             | 冬     | -     | -      | -       |
|          |            |                               |                  | 夏     | -     | -      | -       |
|          |            | 熱線反射                          | CFL6S*           | 冬     | 0.246 | 0.261  | 0.015   |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.250 | 0.262  | 0.011   |
| 複層       | 3+A12+3mm  | 透明                            | FL3+A12+FL3      | 冬     | 0.273 | 0.249  | -0.024  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.276 | 0.244  | -0.032  |
|          |            | Low-E(CVD型)                   | NFL3LE2*+A12+FL3 | 冬     | 0.235 | 0.192  | -0.043  |
|          |            |                               |                  | 夏     | 0.245 | 0.218  | -0.027  |
|          |            |                               | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            |                               | 夏                | -     | -     | -      |         |
|          | Low-E(銀1層) | RSFL3AW6*+A12+FL3             | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            |                               | 夏                | -     | -     | -      |         |
|          | Low-E(銀2層) | RSFL3AG6*+A12+FL3             | 冬                | 0.150 | 0.124 | -0.026 |         |
|          |            |                               | 夏                | 0.157 | 0.135 | -0.022 |         |
| 3+A9+6mm | 真空         | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1 | 冬                | -     | -     | -      |         |
|          |            | 夏                             | -                | -     | -     |        |         |

※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-16 外付ロールスクリーン計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| 外付ロールスクリーン(ページュ) |           |             |                |                   |   |        |
|------------------|-----------|-------------|----------------|-------------------|---|--------|
| 単板               | 6mm       | 透明          |                | FL6               | 冬 | 0.000  |
|                  |           | 熱線吸収        |                | MFL6              | 夏 | 0.011  |
|                  |           | 熱線反射        |                | CFL6S*            | 冬 | -      |
|                  |           | 高性能熱線反射(淡色) |                | RSFL6SGY32*       | 夏 | -      |
|                  |           | 高性能熱線反射(濃色) |                | RSFL6SS8*         | 冬 | 0.042  |
| 複層               | 3+A12+3mm | 透明          |                | FL3+A12+FL3       | 冬 | 0.042  |
|                  |           | Low-E(CVD型) | ペアマルチEA        | NFL3LE2*+A12+FL3  | 夏 | 0.013  |
|                  |           | Low-E(銀1層)  | ペアマルチスーパーブルー   | RSFL3AW6*+A12+FL3 | 冬 | -0.010 |
|                  |           | Low-E(銀2層)  | ペアマルチレイボークグリーン | RSFL3AG6*+A12+FL3 | 夏 | 0.061  |
|                  | 3+A9+6mm  | 真空          |                | スペーシア21遮熱クリア      | 冬 | -      |
|                  |           |             |                |                   | 夏 | -      |
|                  |           |             |                |                   | 冬 | 0.004  |
|                  |           |             | 夏              | 0.024             |   |        |
|                  |           |             | 冬              | -                 |   |        |
|                  |           |             | 夏              | -                 |   |        |

・その他条件:

| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | °C                    |
| 外気温         | 30   | 0    | °C                    |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ・K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ・K) |

| スクリーン特性 | 特性値        |            | 単位   |
|---------|------------|------------|------|
| 厚み      | 0.4        |            | mm   |
| 熱伝達率    | 1          |            | W/mK |
| 日射透過率   | 0.3821     |            | -    |
| 日射反射率   | 部屋外側:0.276 | 部屋内側:0.277 | -    |
| 放射率     | 0.95       |            | -    |

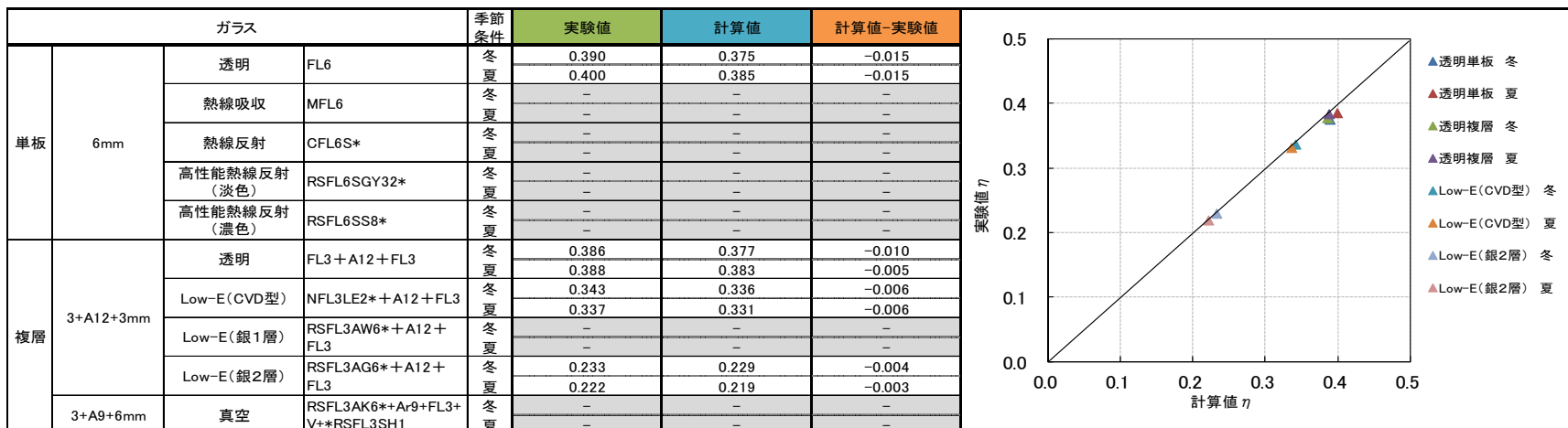
[6] 紙障子

表3.8.2-17 紙障子(一般)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(透過率×0.85))



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-18 紙障子(一般)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(反射率×0.9))



※フレーム面積比率0.872考慮、計算値-実験値は±0.04を超えるとセルが色付となる。

表3.8.2-19 紙障子計算条件

・遮蔽物付加熱抵抗

| 紙障子(一般) |           |             |                |                                   |   |       |
|---------|-----------|-------------|----------------|-----------------------------------|---|-------|
| 単板      | 6mm       | 透明          |                | FL6                               | 冬 | 0.218 |
|         |           | 熱線吸収        |                | MFL6                              | 夏 | 0.224 |
|         |           | 熱線反射        |                | CFL6S*                            | 冬 | -     |
|         |           | 高性能熱線反射(淡色) |                | RSFL6SGY32*                       | 夏 | -     |
|         |           | 高性能熱線反射(濃色) |                | RSFL6SS8*                         | 冬 | -     |
| 複層      | 3+A12+3mm | 透明          |                | FL3+A12+FL3                       | 冬 | 0.254 |
|         |           | Low-E(CVD型) | ペアマルチEA        | NFL3LE2*+A12+FL3                  | 夏 | 0.193 |
|         |           | Low-E(銀1層)  | ペアマルチスーパーブルー   | RSFL3AW6*+A12+FL3                 | 冬 | 0.283 |
|         |           | Low-E(銀2層)  | ペアマルチレイボークグリーン | RSFL3AG6*+A12+FL3                 | 夏 | 0.595 |
|         | 3+A9+6mm  | 真空          | スペーシア21遮熱クリア   | RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V<br>+*RSFL3SH1 | 冬 | -     |
|         |           |             |                |                                   | 夏 | -     |
|         |           |             |                |                                   |   |       |

・その他条件:

| 境界条件        | 夏期条件 | 冬期条件 | 単位                    |
|-------------|------|------|-----------------------|
| 室温          | 25   | 20   | °C                    |
| 外気温         | 30   | 0    | °C                    |
| 日射強度        | 500  | 300  | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5  | 3.6  | W/(m <sup>2</sup> ・K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8    | 20   | W/(m <sup>2</sup> ・K) |

| 障子紙特性 | ①(透過率×0.85) | ②(透過率×0.85 反射率×0.9) | 単位   |
|-------|-------------|---------------------|------|
| 厚み    | 0.15        |                     | mm   |
| 熱伝達率  | 1           |                     | W/mK |
| 日射透過率 | 0.445       |                     | -    |
| 日射反射率 | 0.545       | 0.491               | -    |
| 放射率   | 0.9         |                     | -    |

## [7] 遮熱性能計算法 JIS 案においてブラインド・スクリーンなどの面材補正の根拠

## 1) 面材（日射遮蔽物）への吸収日射熱の再放射補正

グレージング複合体の日射熱取得率 ( $\eta_{glz}$ ) は、次式によって算出される。層  $j$  の面材の吸収日射熱が室内側へ再放出される割合 ( $N_j$ ) は、層 1 が日射遮蔽物の場合(屋外ブラインドなど)は  $N_1=0$ 、層  $n$  が日射遮蔽物の場合(室内ブラインド、ロールスクリーンなど)は  $N_n=1$  とした。

$$\eta_{glz} = \tau_{t,1,n} + \sum_{j=1}^n N_j \cdot \alpha_j$$

ここに、 $n$  : グレージング複合体を構成する面材の数

$\tau_{t,1,n}$  : グレージング複合体の日射透過率

$N_j$  : 層  $j$  の面材の吸収日射熱が室内側へ再放出される割合

$\alpha_j$  : 層  $j$  の面材の日射吸収率

すなわち

a) 室内側の日射遮蔽物（ブラインド、ロールスクリーンなど）は吸収日射熱全てが面材より室内側に再放射される。

b) 屋外側の日射遮蔽物（ブラインド、ロールスクリーンなど）は吸収日射熱の再放射は考慮しない。

a) b) とした根拠を以下に示す。

a) ブラインド類やスクリーン類は窓枠との間に隙間が生じ、密閉性が低いことから、面材の吸収日射熱はグレージングと遮蔽物間の中空層に留まりにくい特性を考慮した。

b) 日射遮蔽物が屋外側に窓や壁面と離れた位置に設置され、面材の外周は解放されていることから、風などの影響により吸収日射熱は概ね放出されている状態にあり、日射熱取得率への影響は極めて小さいものとした。

## 2) 面材（日射遮蔽物）の見かけの反射率補正

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では「層  $n$  が日射遮蔽物で、かつその正面側の日射反射率に占める鏡面反射の割合が 20%未満の場合は、正面側の日射反射率に 0.9 を乗ずる。これは層  $n$  の反射日射が層  $n-1$  のグレージング部に到達する見かけの反射率を表す」とした。

これは、スクリーンや障子のように、室内側日射遮蔽物が完全拡散面に近い場合の  $\eta$  値の補正として、

みかけの反射率 = 反射率 × スクリーンの日射照射部分から見たガラスの形態係数と定義し、10%程度の拡散反射成分がフレーム部や窓枠に吸収される割合を考慮した。

### 3.8.3 マルチバンドとシングルバンドの光学特性計算の比較

遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、グレージング複合体の日射特性（日射透過率、各層の日射吸収率）の計算過程において、板ガラスおよび遮蔽物の各層の日射特性（日射透過率、日射反射率）から多重反射計算する方法（シングルバンド計算）と、各層の分光特性（分光透過率、分光反射率）から多重反射計算によりグレージング複合体としての分光特性を求めて、それに JIS R 3106<sup>27)</sup>に規定される標準日射スペクトルを重みとした加重平均によりグレージング複合体としての日射特性を計算する方法（マルチバンド計算）のどちらを用いてもよいこととされている。

シングルバンドとマルチバンドの取り扱いの差が、グレージング複合体の日射熱取得率の計算法および測定法から得られる結果の乖離の主な原因となることのないかどうかを確かめるために、グレージング複合体の日射特性と日射熱取得率をシングルバンドとマルチバンドの両方の計算方法で行い、その差違の程度を確認した。

#### [1] 計算条件

窓の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>のグレージング複合体の計算方法による。

|      |                    |                     |
|------|--------------------|---------------------|
| ガラス： | ①透明単板ガラス 6 ミリ      | (FL6)               |
|      | ②熱線吸収板ガラスグリーン 6 ミリ | (MFL6)              |
|      | ③透明複層ガラス           | (FL3-A12-FL3)       |
|      | ④日射遮蔽型 Low-E 複層ガラス | (RSFL3AG6*-A12-FL3) |

|      |                     |              |
|------|---------------------|--------------|
| 遮蔽物： | ・なし                 |              |
|      | ・ロールスクリーンクリーム       | (RS クリーム)    |
|      | ・ロールスクリーンチョコ        | (RS チョコ)     |
|      | ・ブラインドベージュスラット角 45° | (BL ベージュ 45) |
|      | ・ブラインドベージュスラット角 0°  | (BL ベージュ 0)  |
|      | ・ブラインドベージュスラット角-45° | (BL ベージュ-45) |
|      | ・ブラインドグリーンスラット角 45° | (BL グリーン 45) |
|      | ・ブラインドグリーンスラット角 0°  | (BL グリーン 0)  |
|      | ・ブラインドグリーンスラット角-45° | (BL グリーン-45) |

環境条件：（夏期） $t_e=30$ ,  $t_i=25$ ,  $I=500\text{W/m}^2$ , （冬期） $t_e=0$ ,  $t_i=20$ ,  $I=300\text{W/m}^2$

標準日射スペクトルは JIS R 3106:1998<sup>27)</sup>による。

熱伝達条件： 室内外の表面熱伝達係数は遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の 6 節 境界条件による。

ガラス-遮蔽物間の熱抵抗 $[\text{m}^2\text{K/W}]$ は以下の値を用いる。

RS の場合, (夏期) 0.218, (冬期) 0.440

BL の場合, (夏期) 0.109, (冬期) 0.035



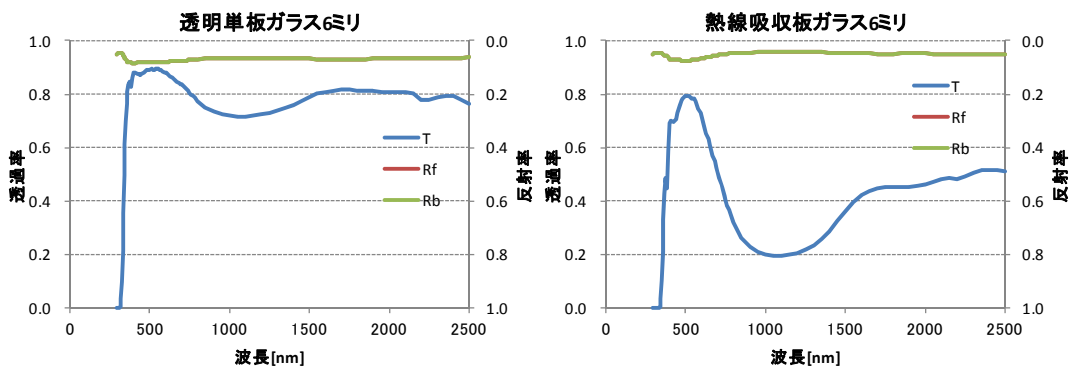
遮蔽物による日射吸収はすべて室内側へ放出されるものとする。(つまり、 $N3=1.0$ )

表 3.8.3-1 にシングルバンド計算に用いる各層の日射特性をまとめて示す。また、図 3.8.3-1、図 3.8.3-2 にマルチバンド計算に用いる各種単板ガラスおよび各種遮蔽物の分光特性(分光透過率, 分光反射率)を示す。

表 3.8.3-1 シングルバンド計算に用いる各層の日射特性

| ガラス種類, 遮蔽物種類         | T     | Rf    | Rb    |
|----------------------|-------|-------|-------|
| 透明単板ガラス 6 ミリ         | 0.806 | 0.073 | 0.073 |
| 熱線吸収板ガラス 6 ミリ        | 0.467 | 0.055 | 0.055 |
| 透明単板ガラス 3 ミリ         | 0.859 | 0.077 | 0.077 |
| 日射遮蔽型 Low-E ガラス 3 ミリ | 0.396 | 0.355 | 0.427 |
| RS クリーム              | 0.349 | 0.569 | 0.569 |
| RS チョコ               | 0.173 | 0.383 | 0.383 |
| BL ベージュ 45           | 0.305 | 0.380 | 0.380 |
| BL ベージュ 0            | 0.916 | 0.043 | 0.043 |
| BL ベージュ-45           | 0.303 | 0.345 | 0.345 |
| BL グリーン 45           | 0.232 | 0.162 | 0.162 |
| BL グリーン 0            | 0.909 | 0.017 | 0.017 |
| BL グリーン-45           | 0.232 | 0.132 | 0.132 |

※ T: 日射透過率, Rf: 室外側日射反射率, Rb: 室内側日射反射率



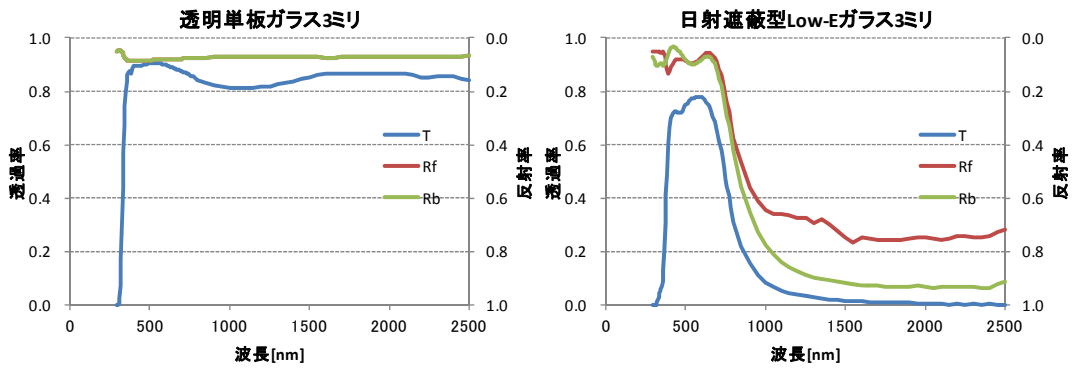


図 3. 8. 3-1

各種単板ガラスの分光特性

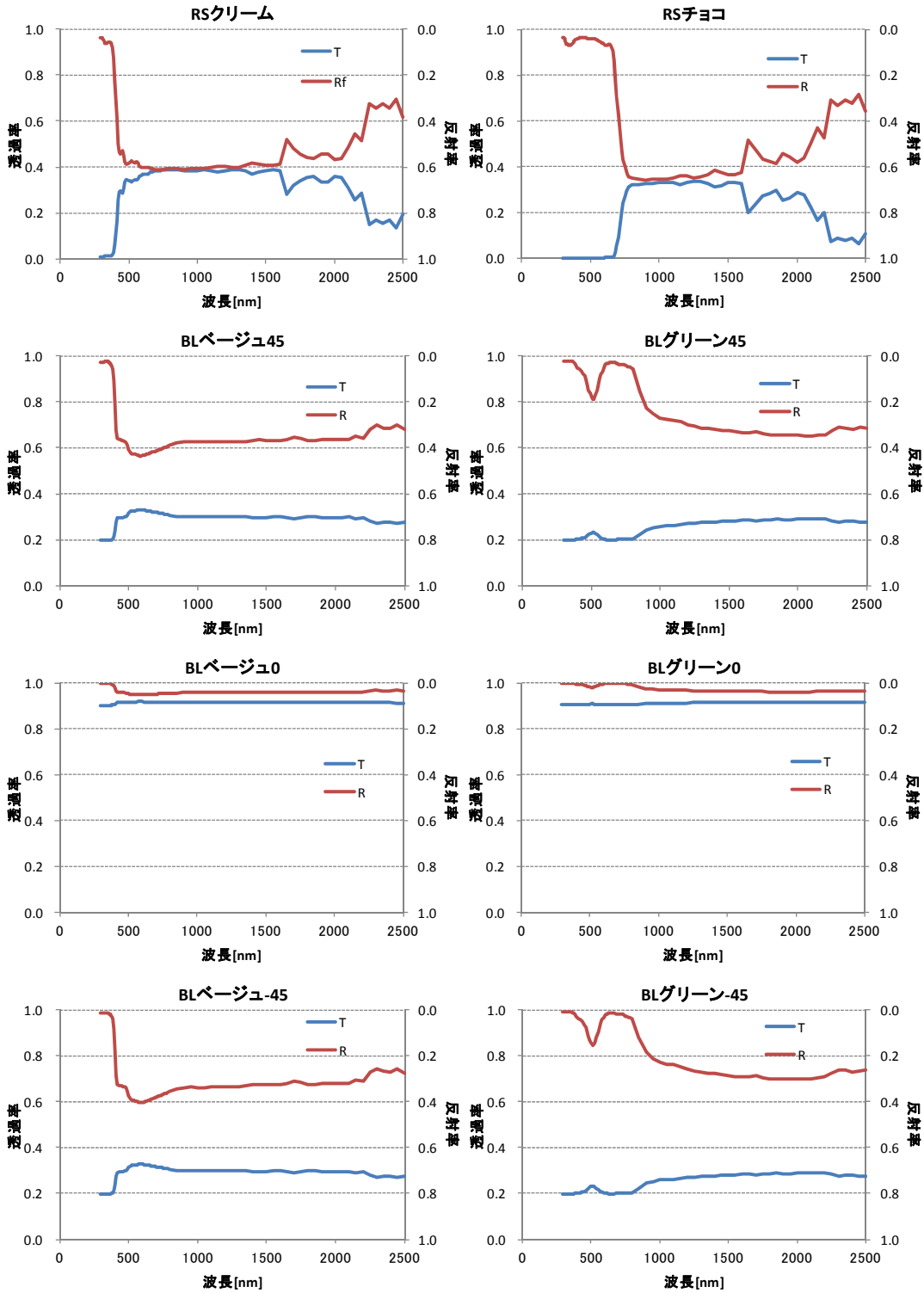


図 3.8.3-2 各種遮蔽物の分光特性

[2] 計算結果

ガラス4種類×遮蔽物9種類＝合計36種類について、グレージング複合体としての日射特性と日射熱取得率をシングルバンドとマルチバンドそれぞれの計算方法で算出した。この結果を下表に示す。

表 3.8.3-2 シングルバンドとマルチバンドの日射特性比較

| ガラス                          | 遮蔽物       | シングルバンド計算による |       |       |       |       |         | マルチバンド計算による |       |       |       |       |       |         |         |
|------------------------------|-----------|--------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
|                              |           | T            | Rf    | A1    | A2    | A3    | gsummer | gwinter     | T     | Rf    | A1    | A2    | A3    | gsummer | gwinter |
| ①<br>透明単層<br>ガラス             | なし        | 0.806        | 0.073 | 0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.85    | 0.84        | 0.806 | 0.073 | 0.121 | 0.000 | 0.000 | 0.85    | 0.84    |
|                              | RSクリーム    | 0.293        | 0.458 | 0.179 | 0.000 | 0.069 | 0.40    | 0.38        | 0.293 | 0.462 | 0.176 | 0.000 | 0.068 | 0.39    | 0.37    |
|                              | RSチョコ     | 0.144        | 0.328 | 0.160 | 0.000 | 0.368 | 0.54    | 0.52        | 0.137 | 0.308 | 0.171 | 0.000 | 0.384 | 0.55    | 0.53    |
|                              | BLベージュ45  | 0.253        | 0.327 | 0.159 | 0.000 | 0.261 | 0.55    | 0.55        | 0.254 | 0.332 | 0.156 | 0.000 | 0.258 | 0.55    | 0.55    |
|                              | BLベージュ0   | 0.741        | 0.101 | 0.125 | 0.000 | 0.033 | 0.80    | 0.80        | 0.741 | 0.102 | 0.125 | 0.000 | 0.032 | 0.80    | 0.80    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.251        | 0.303 | 0.156 | 0.000 | 0.291 | 0.58    | 0.58        | 0.252 | 0.308 | 0.153 | 0.000 | 0.288 | 0.58    | 0.57    |
|                              | BLグリーン45  | 0.189        | 0.179 | 0.137 | 0.000 | 0.494 | 0.72    | 0.71        | 0.188 | 0.174 | 0.140 | 0.000 | 0.498 | 0.72    | 0.72    |
|                              | BLグリーン0   | 0.733        | 0.084 | 0.123 | 0.000 | 0.060 | 0.82    | 0.82        | 0.733 | 0.083 | 0.123 | 0.000 | 0.061 | 0.82    | 0.82    |
|                              | BLグリーン-45 | 0.189        | 0.159 | 0.134 | 0.000 | 0.518 | 0.74    | 0.74        | 0.188 | 0.155 | 0.136 | 0.000 | 0.521 | 0.74    | 0.74    |
| ②<br>熱線吸収<br>板ガラス<br>グリーン    | なし        | 0.467        | 0.055 | 0.478 | 0.000 | 0.000 | 0.64    | 0.59        | 0.467 | 0.055 | 0.478 | 0.000 | 0.000 | 0.64    | 0.59    |
|                              | RSクリーム    | 0.168        | 0.183 | 0.609 | 0.000 | 0.040 | 0.32    | 0.25        | 0.165 | 0.211 | 0.580 | 0.000 | 0.045 | 0.31    | 0.25    |
|                              | RSチョコ     | 0.083        | 0.140 | 0.565 | 0.000 | 0.212 | 0.40    | 0.34        | 0.053 | 0.103 | 0.551 | 0.000 | 0.293 | 0.45    | 0.39    |
|                              | BLベージュ45  | 0.145        | 0.140 | 0.565 | 0.000 | 0.150 | 0.43    | 0.42        | 0.148 | 0.162 | 0.545 | 0.000 | 0.145 | 0.43    | 0.41    |
|                              | BLベージュ0   | 0.429        | 0.064 | 0.488 | 0.000 | 0.019 | 0.57    | 0.56        | 0.429 | 0.067 | 0.486 | 0.000 | 0.018 | 0.57    | 0.56    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.144        | 0.132 | 0.557 | 0.000 | 0.167 | 0.45    | 0.44        | 0.146 | 0.153 | 0.539 | 0.000 | 0.161 | 0.44    | 0.43    |
|                              | BLグリーン45  | 0.109        | 0.091 | 0.515 | 0.000 | 0.285 | 0.52    | 0.51        | 0.106 | 0.088 | 0.506 | 0.000 | 0.300 | 0.53    | 0.52    |
|                              | BLグリーン0   | 0.425        | 0.059 | 0.482 | 0.000 | 0.035 | 0.58    | 0.57        | 0.424 | 0.058 | 0.481 | 0.000 | 0.037 | 0.58    | 0.57    |
|                              | BLグリーン-45 | 0.109        | 0.084 | 0.508 | 0.000 | 0.299 | 0.53    | 0.52        | 0.106 | 0.080 | 0.501 | 0.000 | 0.313 | 0.54    | 0.53    |
| ③<br>透明複層<br>ガラス             | なし        | 0.742        | 0.134 | 0.068 | 0.055 | 0.000 | 0.79    | 0.79        | 0.745 | 0.134 | 0.068 | 0.053 | 0.000 | 0.79    | 0.79    |
|                              | RSクリーム    | 0.280        | 0.473 | 0.094 | 0.087 | 0.066 | 0.39    | 0.38        | 0.282 | 0.480 | 0.091 | 0.082 | 0.064 | 0.39    | 0.38    |
|                              | RSチョコ     | 0.136        | 0.356 | 0.085 | 0.076 | 0.347 | 0.52    | 0.51        | 0.132 | 0.342 | 0.089 | 0.080 | 0.357 | 0.53    | 0.52    |
|                              | BLベージュ45  | 0.239        | 0.354 | 0.085 | 0.076 | 0.246 | 0.54    | 0.54        | 0.240 | 0.361 | 0.083 | 0.072 | 0.244 | 0.53    | 0.54    |
|                              | BLベージュ0   | 0.684        | 0.158 | 0.070 | 0.058 | 0.030 | 0.75    | 0.76        | 0.686 | 0.159 | 0.070 | 0.055 | 0.030 | 0.75    | 0.76    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.236        | 0.333 | 0.083 | 0.074 | 0.274 | 0.56    | 0.56        | 0.238 | 0.339 | 0.081 | 0.070 | 0.272 | 0.56    | 0.56    |
|                              | BLグリーン45  | 0.176        | 0.225 | 0.075 | 0.064 | 0.460 | 0.68    | 0.68        | 0.176 | 0.222 | 0.076 | 0.063 | 0.464 | 0.68    | 0.69    |
|                              | BLグリーン0   | 0.676        | 0.143 | 0.069 | 0.056 | 0.056 | 0.77    | 0.77        | 0.678 | 0.143 | 0.069 | 0.054 | 0.056 | 0.77    | 0.77    |
|                              | BLグリーン-45 | 0.175        | 0.208 | 0.074 | 0.062 | 0.481 | 0.70    | 0.70        | 0.175 | 0.205 | 0.074 | 0.061 | 0.484 | 0.70    | 0.70    |
| ④<br>日射遮蔽型<br>Low-E複層<br>ガラス | なし        | 0.352        | 0.368 | 0.255 | 0.026 | 0.000 | 0.40    | 0.39        | 0.354 | 0.376 | 0.255 | 0.014 | 0.000 | 0.40    | 0.38    |
|                              | RSクリーム    | 0.159        | 0.459 | 0.295 | 0.049 | 0.037 | 0.25    | 0.23        | 0.140 | 0.507 | 0.295 | 0.026 | 0.031 | 0.21    | 0.20    |
|                              | RSチョコ     | 0.072        | 0.423 | 0.280 | 0.040 | 0.185 | 0.31    | 0.29        | 0.033 | 0.407 | 0.272 | 0.023 | 0.266 | 0.34    | 0.32    |
|                              | BLベージュ45  | 0.127        | 0.423 | 0.279 | 0.040 | 0.131 | 0.31    | 0.31        | 0.121 | 0.465 | 0.281 | 0.021 | 0.112 | 0.28    | 0.27    |
|                              | BLベージュ0   | 0.328        | 0.373 | 0.257 | 0.028 | 0.014 | 0.39    | 0.38        | 0.328 | 0.386 | 0.258 | 0.015 | 0.013 | 0.38    | 0.37    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.124        | 0.417 | 0.277 | 0.039 | 0.144 | 0.32    | 0.32        | 0.119 | 0.457 | 0.279 | 0.021 | 0.124 | 0.29    | 0.28    |
|                              | BLグリーン45  | 0.087        | 0.389 | 0.264 | 0.032 | 0.228 | 0.36    | 0.36        | 0.077 | 0.394 | 0.261 | 0.016 | 0.252 | 0.37    | 0.36    |
|                              | BLグリーン0   | 0.322        | 0.370 | 0.256 | 0.027 | 0.026 | 0.39    | 0.39        | 0.322 | 0.378 | 0.256 | 0.015 | 0.030 | 0.39    | 0.38    |
|                              | BLグリーン-45 | 0.086        | 0.385 | 0.262 | 0.031 | 0.236 | 0.37    | 0.36        | 0.077 | 0.389 | 0.259 | 0.016 | 0.259 | 0.37    | 0.37    |

※ T:透過率, Rf: 室外側反射率, A1: 室外側ガラス吸収率, A2: 室内側ガラス吸収率, A3: 遮蔽物吸収率, gsummer: 日射熱取得率(夏期), gwinter: 日射熱取得率(冬期)

[3] 考察

図 3.8.3-3 に、表 3.8.3-2 の結果から各グレージング複合体の日射特性と日射熱取得率についてシングルバンドとマルチバンドの計算結果の比較を示す。また、表 3.8.3-3 に、各グレージング複合体の日射特性と日射熱取得率についてシングルバンドとマルチバンドの計算結果の差(マルチバンドーシングルバンド)をまとめて示す。

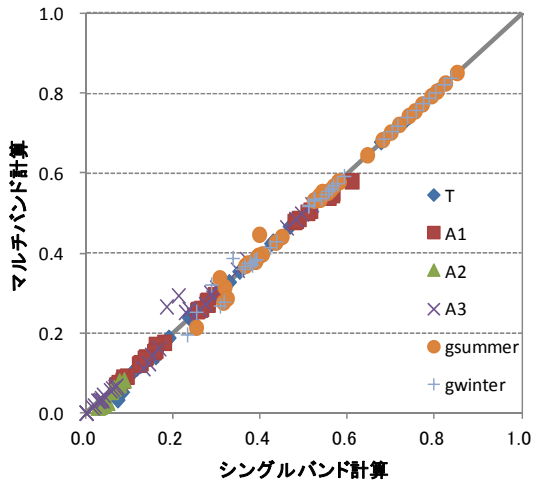


図 3.8.3-3 シングルバンドとマルチバンドの計算結果の比較

表 3.8.3-3 シングルバンドとマルチバンドの計算結果の差

| ガラス                          | 遮蔽物       | 差(マルチバンド-シングルバンド) |        |        |        |        | gsummer | gwinter |
|------------------------------|-----------|-------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|                              |           | T                 | Rf     | A1     | A2     | A3     |         |         |
| ①<br>透明単板<br>ガラス             | なし        | 0.000             | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSクリーム    | 0.000             | 0.004  | -0.003 | 0.000  | -0.001 | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSチョコ     | -0.007            | -0.021 | 0.011  | 0.000  | 0.016  | 0.01    | 0.01    |
|                              | BLベージュ45  | -0.001            | 0.005  | -0.003 | 0.000  | -0.003 | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLベージュ0   | 0.000             | 0.001  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.001             | 0.005  | -0.003 | 0.000  | -0.003 | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン45  | -0.001            | -0.005 | 0.002  | 0.000  | 0.004  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン0   | 0.000             | -0.001 | 0.000  | 0.000  | 0.001  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン-45 | -0.001            | -0.005 | 0.002  | 0.000  | 0.003  | 0.00    | 0.00    |
| ②<br>熱線吸収<br>板ガラス<br>グリーン    | なし        | 0.000             | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSクリーム    | -0.003            | 0.028  | -0.030 | 0.000  | 0.005  | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSチョコ     | -0.030            | -0.037 | -0.015 | 0.000  | 0.082  | 0.05    | 0.05    |
|                              | BLベージュ45  | 0.002             | 0.023  | -0.020 | 0.000  | -0.006 | -0.01   | -0.01   |
|                              | BLベージュ0   | 0.000             | 0.003  | -0.002 | 0.000  | -0.001 | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.002             | 0.022  | -0.018 | 0.000  | -0.006 | -0.01   | -0.01   |
|                              | BLグリーン45  | -0.003            | -0.003 | -0.008 | 0.000  | 0.015  | 0.01    | 0.01    |
|                              | BLグリーン0   | 0.000             | 0.000  | -0.001 | 0.000  | 0.002  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン-45 | -0.003            | -0.003 | -0.007 | 0.000  | 0.014  | 0.01    | 0.01    |
| ③<br>透明複層<br>ガラス             | なし        | 0.002             | 0.000  | 0.000  | -0.002 | 0.000  | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSクリーム    | 0.001             | 0.007  | -0.002 | -0.004 | -0.001 | 0.00    | 0.00    |
|                              | RSチョコ     | -0.004            | -0.014 | 0.004  | 0.004  | 0.010  | 0.01    | 0.01    |
|                              | BLベージュ45  | 0.002             | 0.007  | -0.002 | -0.004 | -0.002 | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLベージュ0   | 0.002             | 0.001  | -0.001 | -0.003 | 0.000  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLベージュ-45 | 0.002             | 0.006  | -0.002 | -0.004 | -0.002 | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン45  | 0.000             | -0.003 | 0.000  | -0.001 | 0.004  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン0   | 0.002             | 0.000  | 0.000  | -0.002 | 0.001  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン-45 | 0.000             | -0.003 | 0.000  | -0.001 | 0.004  | 0.00    | 0.00    |
| ④<br>日射遮蔽型<br>Low-E複層<br>ガラス | なし        | 0.003             | 0.008  | 0.001  | -0.012 | 0.000  | -0.01   | -0.01   |
|                              | RSクリーム    | -0.019            | 0.049  | 0.000  | -0.023 | -0.006 | -0.04   | -0.04   |
|                              | RSチョコ     | -0.039            | -0.017 | -0.008 | -0.017 | 0.081  | 0.03    | 0.03    |
|                              | BLベージュ45  | -0.006            | 0.042  | 0.002  | -0.019 | -0.019 | -0.04   | -0.04   |
|                              | BLベージュ0   | 0.000             | 0.013  | 0.001  | -0.012 | -0.001 | -0.01   | -0.01   |
|                              | BLベージュ-45 | -0.005            | 0.040  | 0.002  | -0.018 | -0.020 | -0.04   | -0.04   |
|                              | BLグリーン45  | -0.010            | 0.005  | -0.004 | -0.015 | 0.024  | 0.00    | 0.00    |
|                              | BLグリーン0   | 0.000             | 0.008  | 0.000  | -0.012 | 0.004  | 0.00    | 0.01    |
|                              | BLグリーン-45 | -0.010            | 0.004  | -0.003 | -0.015 | 0.023  | 0.00    | 0.00    |

図 3.8.3-3 および表 3.8.3-3 によると、シングルバンドとマルチバンドの計算結果の差について以下のことが分かる。

- 透明単板ガラスおよび透明複層ガラスでは、RS チョコとの組み合わせのとき遮蔽物吸収率 A3 で最大 0.02 程度の差となる。
- 熱線吸収板ガラスおよび Low-E 複層ガラスでは、RS チョコとの組み合わせのとき遮蔽物吸収率 A3 で最大 0.08 の差となる。
- 日射熱取得率の差は、熱線吸収板ガラスと RS チョコの組み合わせで最大 0.05 となる。この組み合わせでは、透過率の差と遮蔽物吸収率の差が正負逆方向となり、日射熱取得率の計算過程で相殺され、日射熱取得率の差は透過率の差以上には大きくならない。
- その他の遮蔽物では日射熱取得率は 0.02 程度の差にとどまる。

熱線吸収板ガラスまたは Low-E 複層ガラスと RS チョコの組み合わせのときにシングルバンドとマルチバンドの計算結果の差が最も大きくなるのは、図 3.8.3-1 と図 3.8.3-2 に示したように、熱線吸収板ガラスおよび Low-E ガラスでは可視光域のみ分光透過率が高く、逆に RS チョコでは可視光域のみ分光透過率が低く、シングルバンドではこのような波長選択性の違いが考慮されないためと考えられる。

しかしながら、このような極端な組み合わせの場合においても、日射熱取得率の差が最大 0.05 程度であることから、シングルバンドとマルチバンドの計算方法の違いが、グレーディング部の日射熱取得率の測定値と計算値の乖離の主な原因とは言い切れない。

### 3.9 遮蔽物の色の変化による日射熱取得率への影響

#### 3.9.1 スクリーン光学特性

ロールスクリーンの光学特性について、可視光—近赤外領域の日射吸収率が小さい傾向がみられ、その部分の $\eta$ 計算への影響が考えられるため、測定精度の確認として数種類の分光測定器を使用し検証を行った結果を表3.9.1-1、並びに図3.9.1-1～-11に示す。

結果として可視光—近赤外領域の日射吸収率が小さい傾向は、測定器による相違は見られず、測定値に信頼性があることが確認できた。

表 3.9.1-1 ロールスクリーン光学特性検証実測結果

| No. | 試験体  |     |         |         |    |                   |             |                           | ニチベイ測定                      |       |       | トソー測定                          |       |       | 日本板硝子測定                     |       |       | 建材試験センター測定                  |       |       |
|-----|------|-----|---------|---------|----|-------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|
|     | メーカー | 色系  | 色柄No.   | 色柄名     | 組織 | 材質                | 生地厚<br>(mm) | 重量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 測定機:日立U4100形分光光度計           |       |       | 測定機:日本分光 V-670                 |       |       | 測定機:日立U4100形分光光度計           |       |       | 測定機:島津製作所製 UV-3150          |       |       |
|     |      |     |         |         |    |                   |             |                           | 標準反射板:スペクトラロン<br>SRS-99-020 |       |       | 標準反射板:スペクトラロン TM<br>6916-H422A |       |       | 標準反射板:スペクトラロン<br>SRS-99-010 |       |       | 標準反射板:スペクトラロン<br>SRS-99-020 |       |       |
|     |      |     |         |         |    |                   |             |                           | 日射反射率                       | 日射透過率 | 日射吸収率 | 日射反射率                          | 日射透過率 | 日射吸収率 | 日射反射率                       | 日射透過率 | 日射吸収率 | 日射反射率                       | 日射透過率 | 日射吸収率 |
| 1   | ニチベイ | 白系  | N5566   | ピュアホワイト | 平織 | ポリエステル繊維<br>+樹脂加工 | 0.54±0.05   | 268±10                    | 0.65                        | 0.29  | 0.06  | 0.66                           | 0.28  | 0.06  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 2   |      | 中間色 | N5577   | オートミール  | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.53                        | 0.21  | 0.26  | 0.54                           | 0.21  | 0.25  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 3   |      | 濃色  | N5580   | チョコレート  | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.38                        | 0.17  | 0.44  | 0.39                           | 0.16  | 0.45  | 0.40                        | 0.16  | 0.43  | 0.39                        | 0.16  | 0.44  |
| 4   | タチカワ | 白系  | RS-4251 | ホワイト    | 〃  | 〃                 | 0.3         | 146                       | 0.60                        | 0.37  | 0.03  | 0.60                           | 0.36  | 0.04  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 5   |      | 中間色 | RS-4260 | アイスグレー  | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.51                        | 0.32  | 0.17  | 0.52                           | 0.30  | 0.18  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 6   |      | 濃色  | RS-4264 | グレー     | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.48                        | 0.28  | 0.24  | 0.48                           | 0.25  | 0.27  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 7   | トソー  | 白系  | TR-7038 | クリーム    | 〃  | 〃                 | 0.38        | 176                       | 0.56                        | 0.35  | 0.09  | 0.58                           | 0.33  | 0.10  | 0.58                        | 0.34  | 0.07  | 0.58                        | 0.32  | 0.10  |
| 8   |      | 中間色 | TR-7055 | アクアグリーン | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.53                        | 0.32  | 0.15  | 0.54                           | 0.30  | 0.16  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |
| 9   |      | 濃色  | TR-7051 | ネイビーブルー | 〃  | 〃                 | 〃           | 〃                         | 0.41                        | 0.23  | 0.36  | 0.42                           | 0.21  | 0.37  | -                           | -     | -     | -                           | -     | -     |

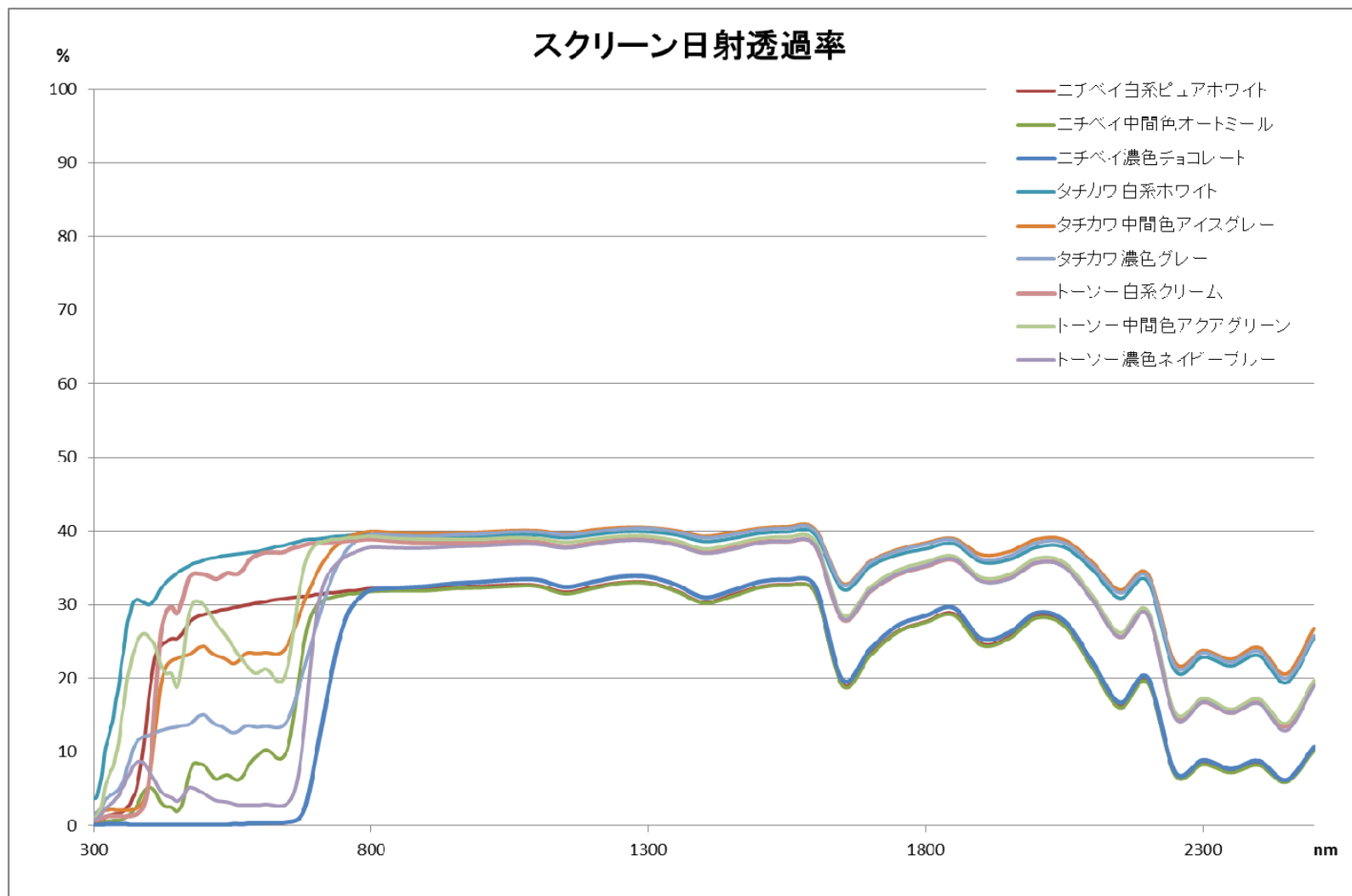


図 3.9.1-1 スクリーン色別日射透過率



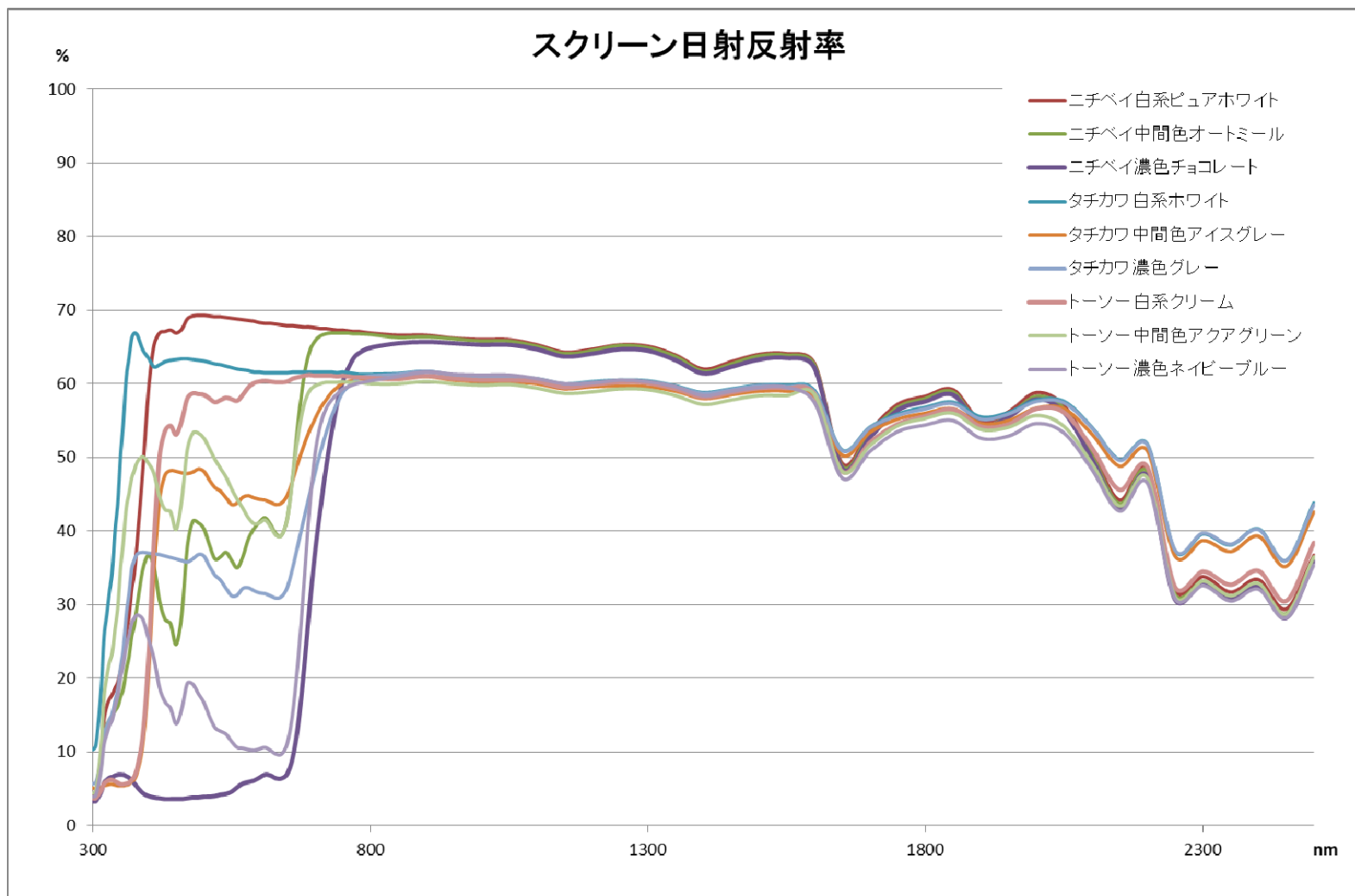


図 3.9.1-2 スクリーン色別日射反射率

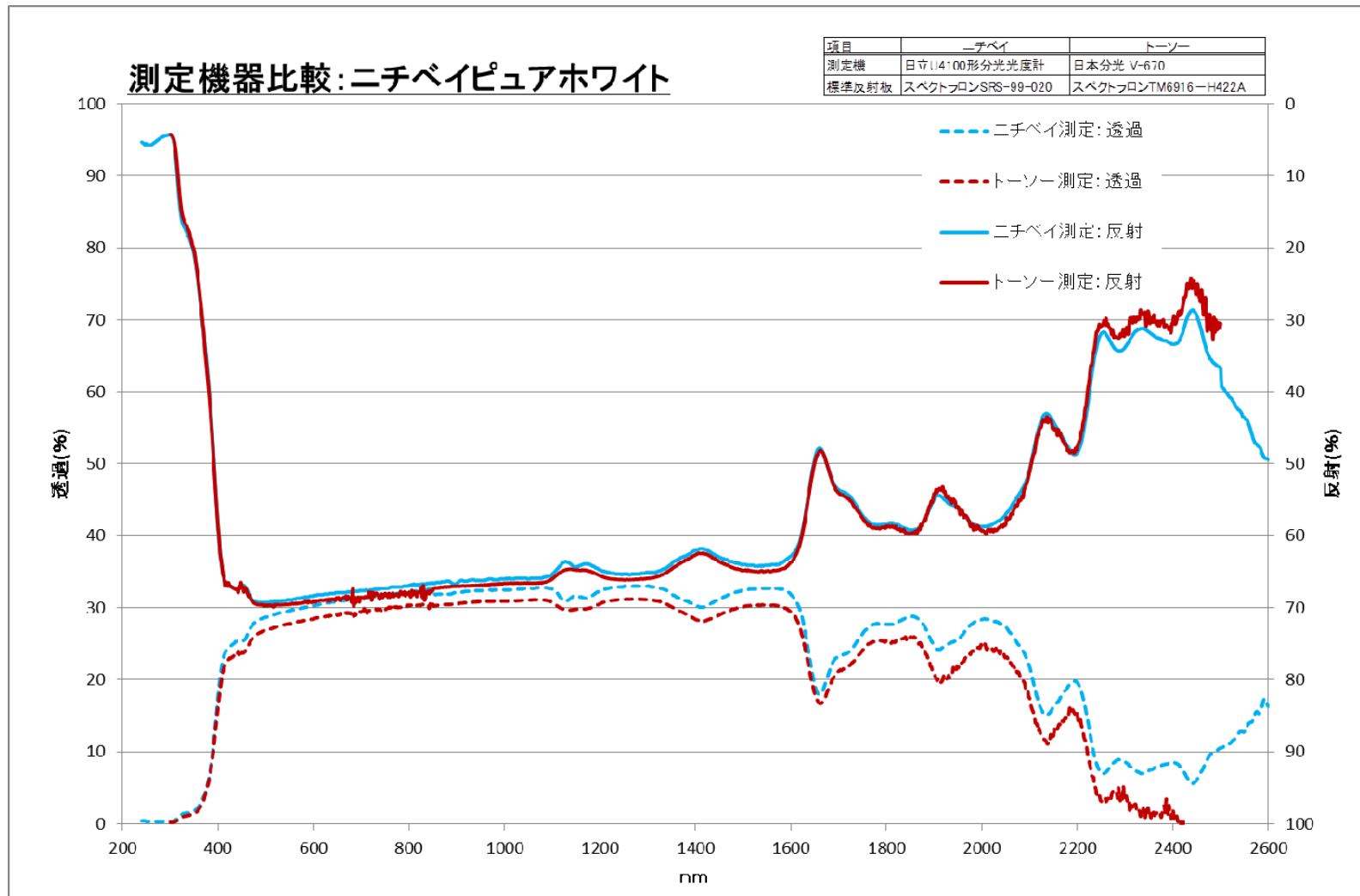


図 3.9.1-3 スクリーン色別光学特性①

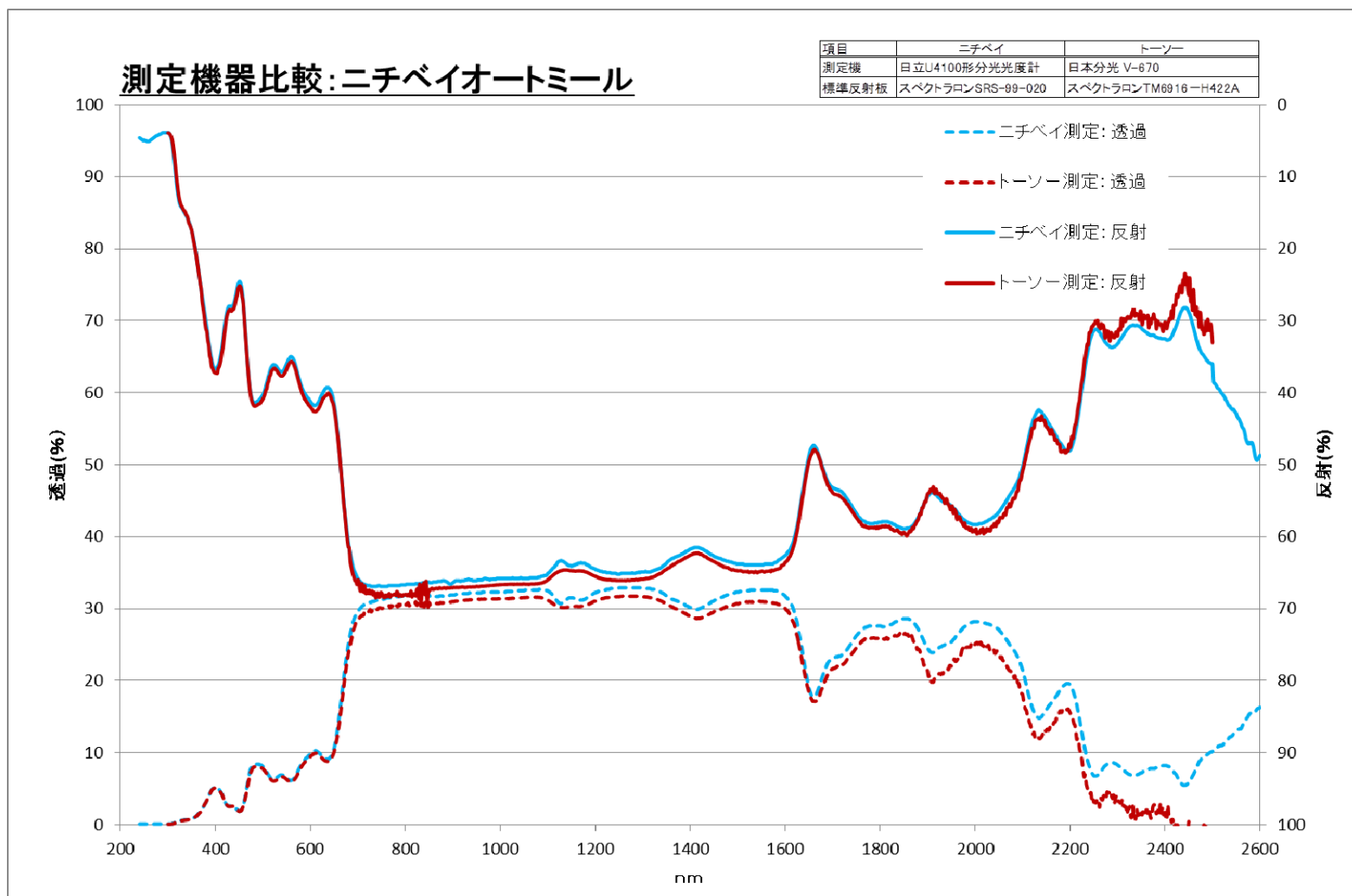


図 3.9.1-4 スクリーン色別光学特性②

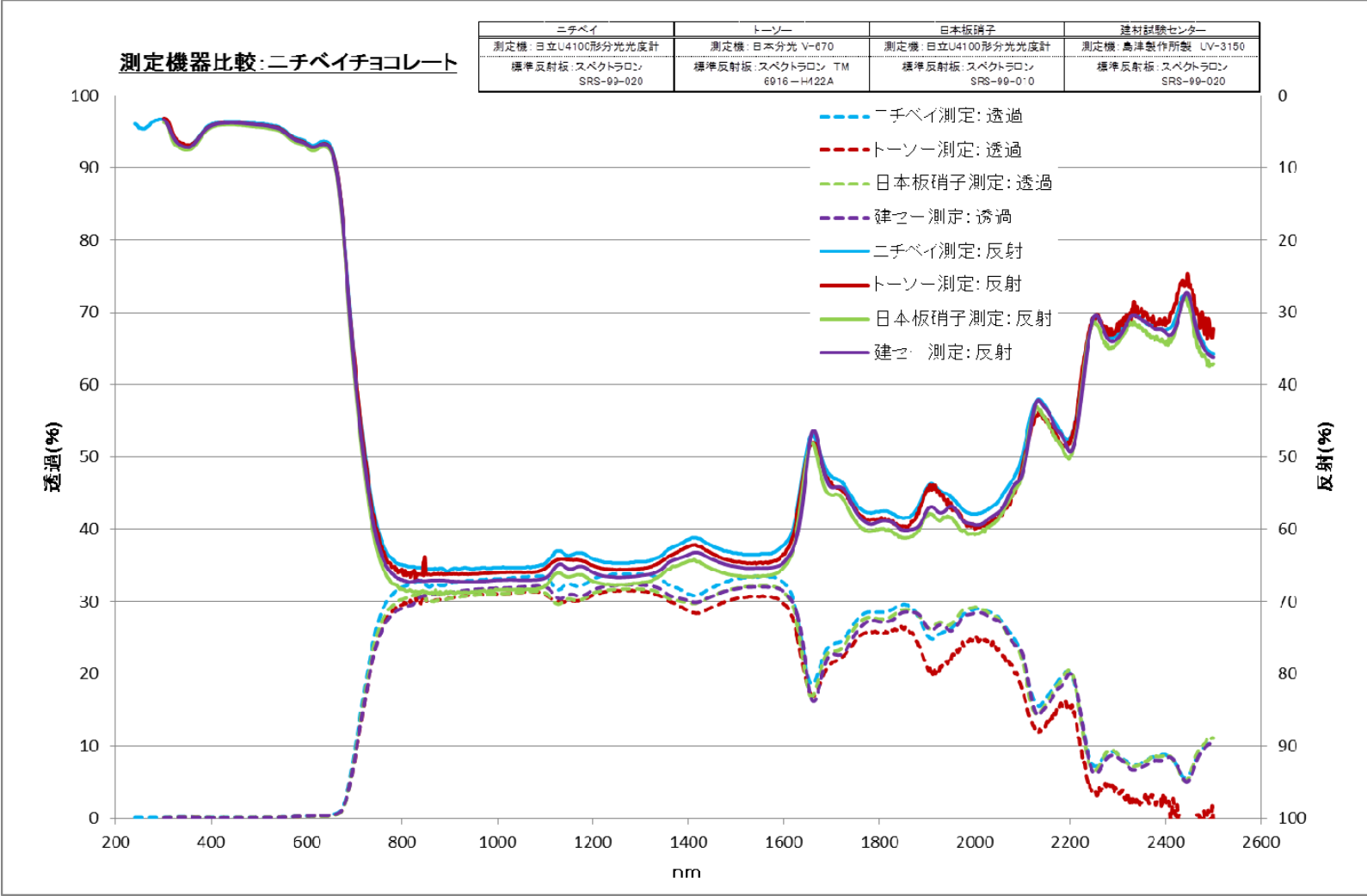


図 3.9.1-5 スクリーン色別光学特性③

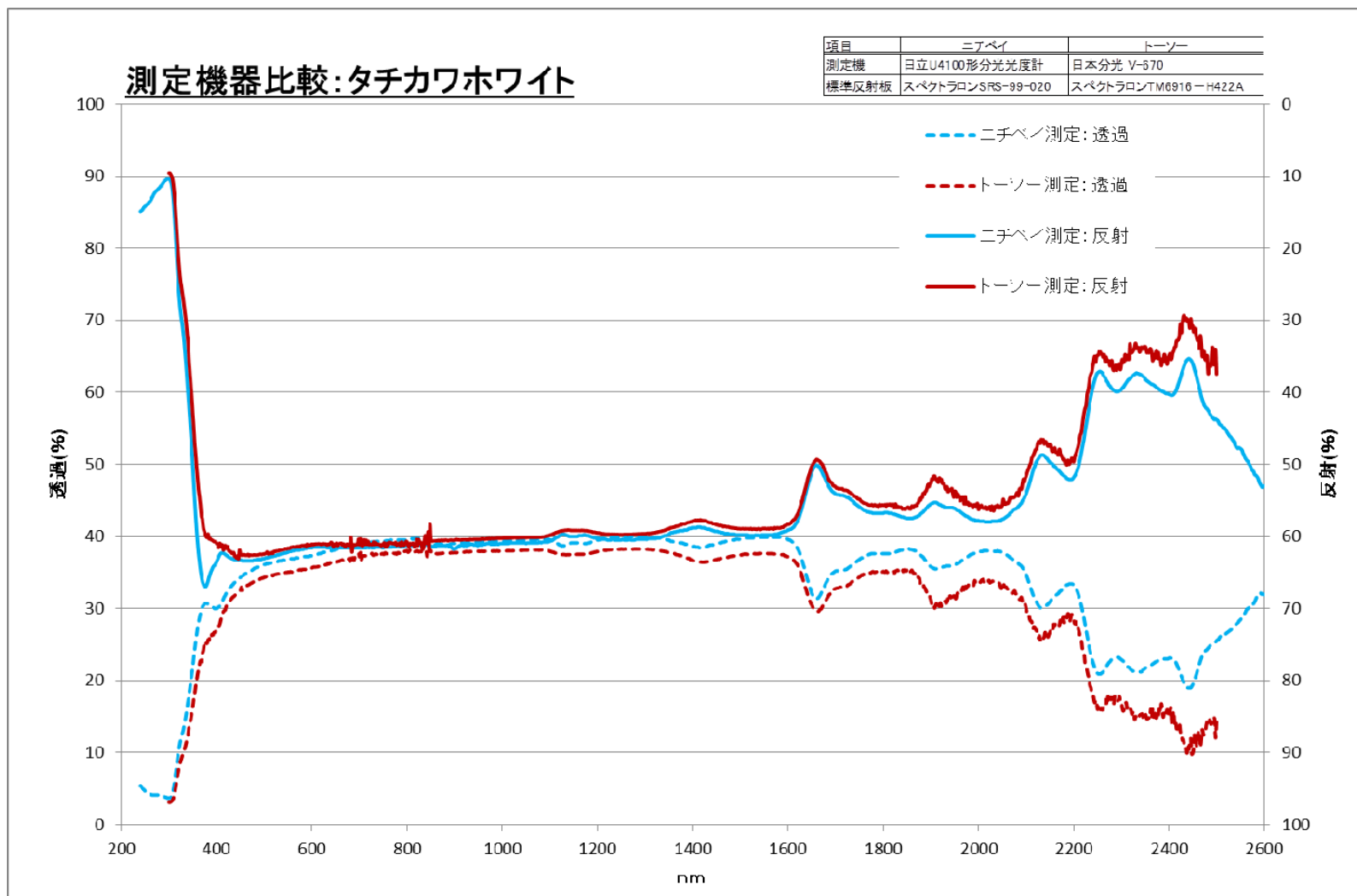


図 3.9.1-6 スクリーン色別光学特性④

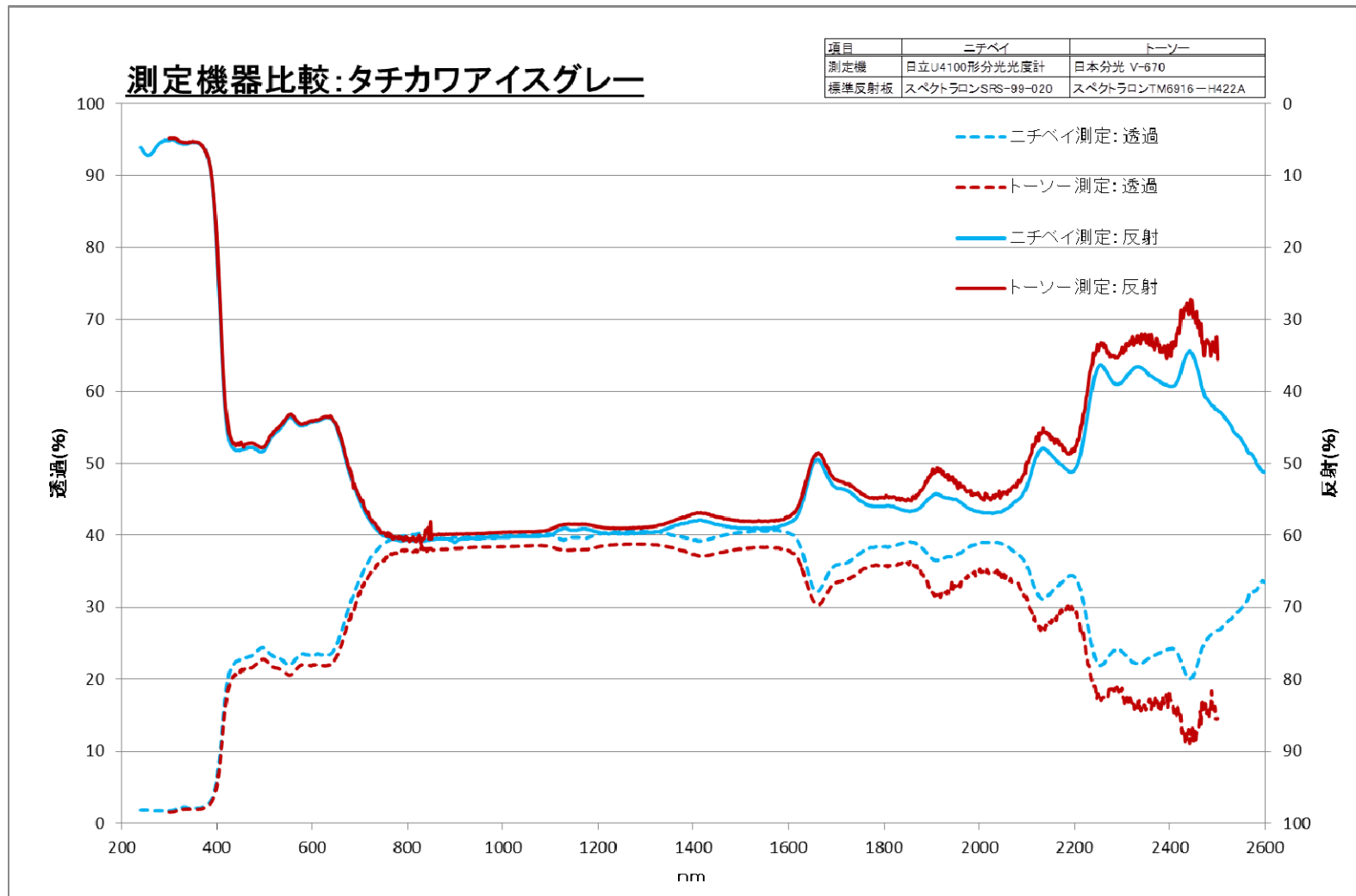


図 3.9.1-7 スクリーン色別光学特性⑤

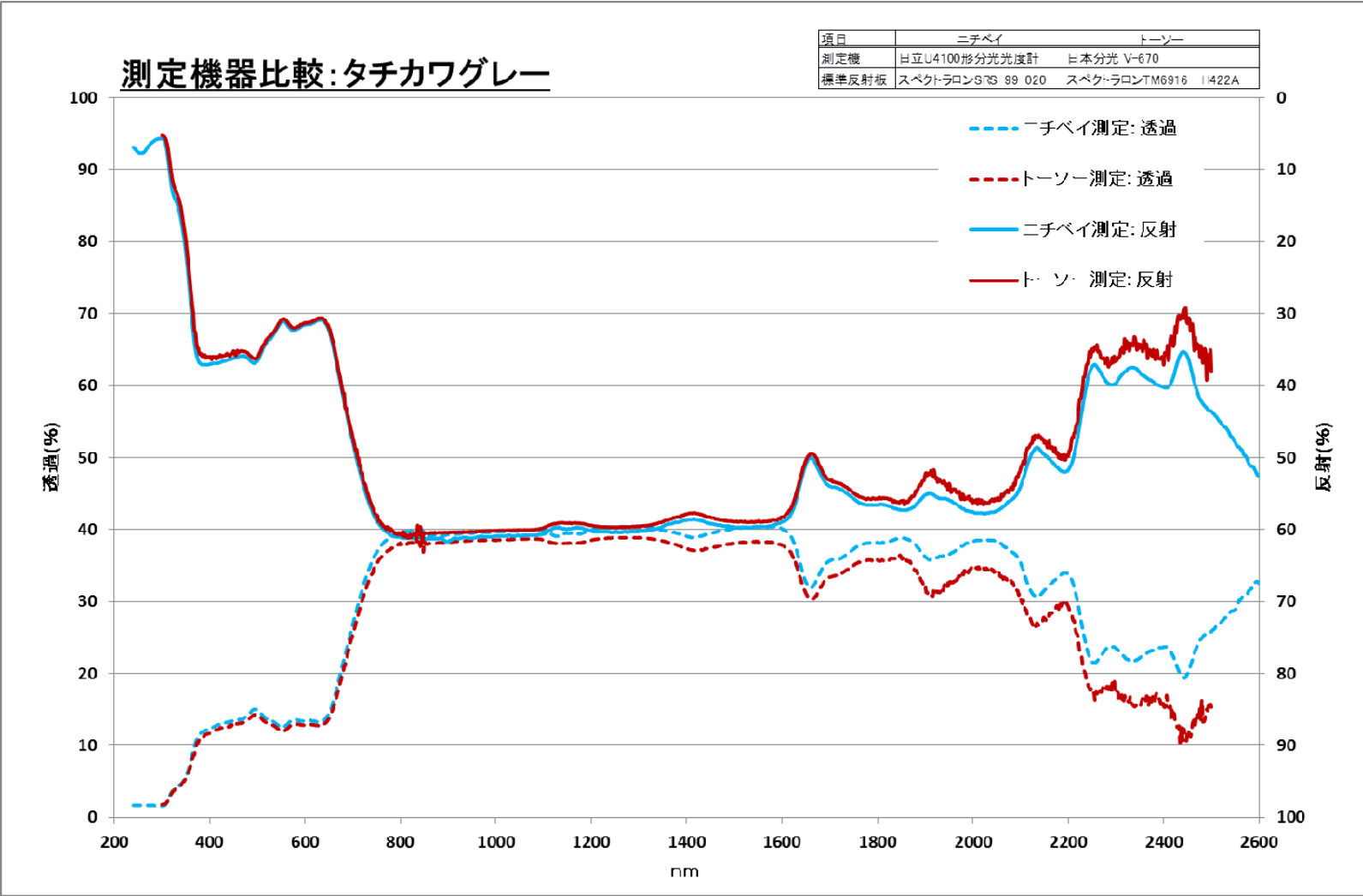
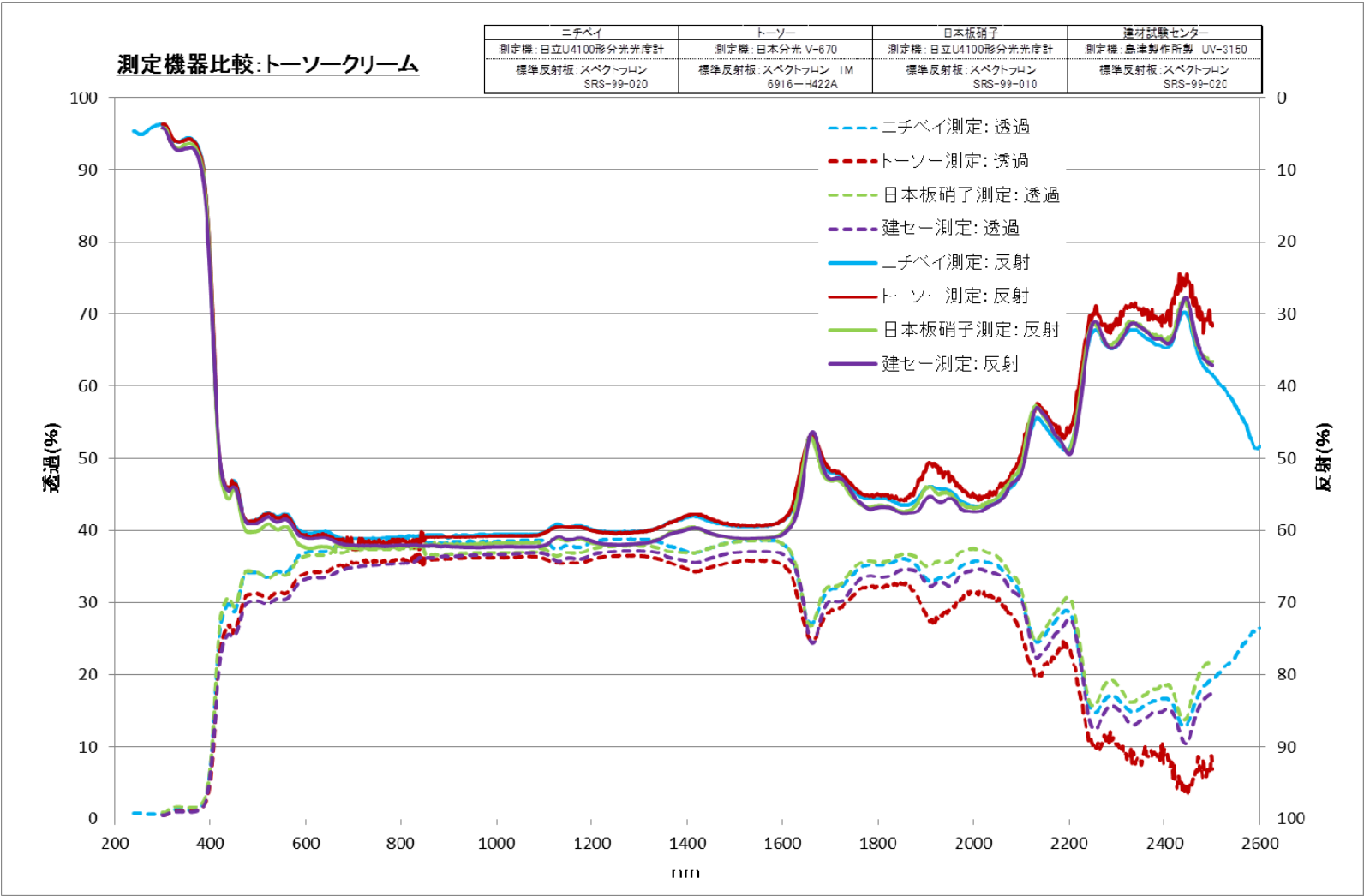


図 3.9.1-8 スクリーン色別光学特性⑥



3.9.1-9 スクリーン色別光学特性⑦



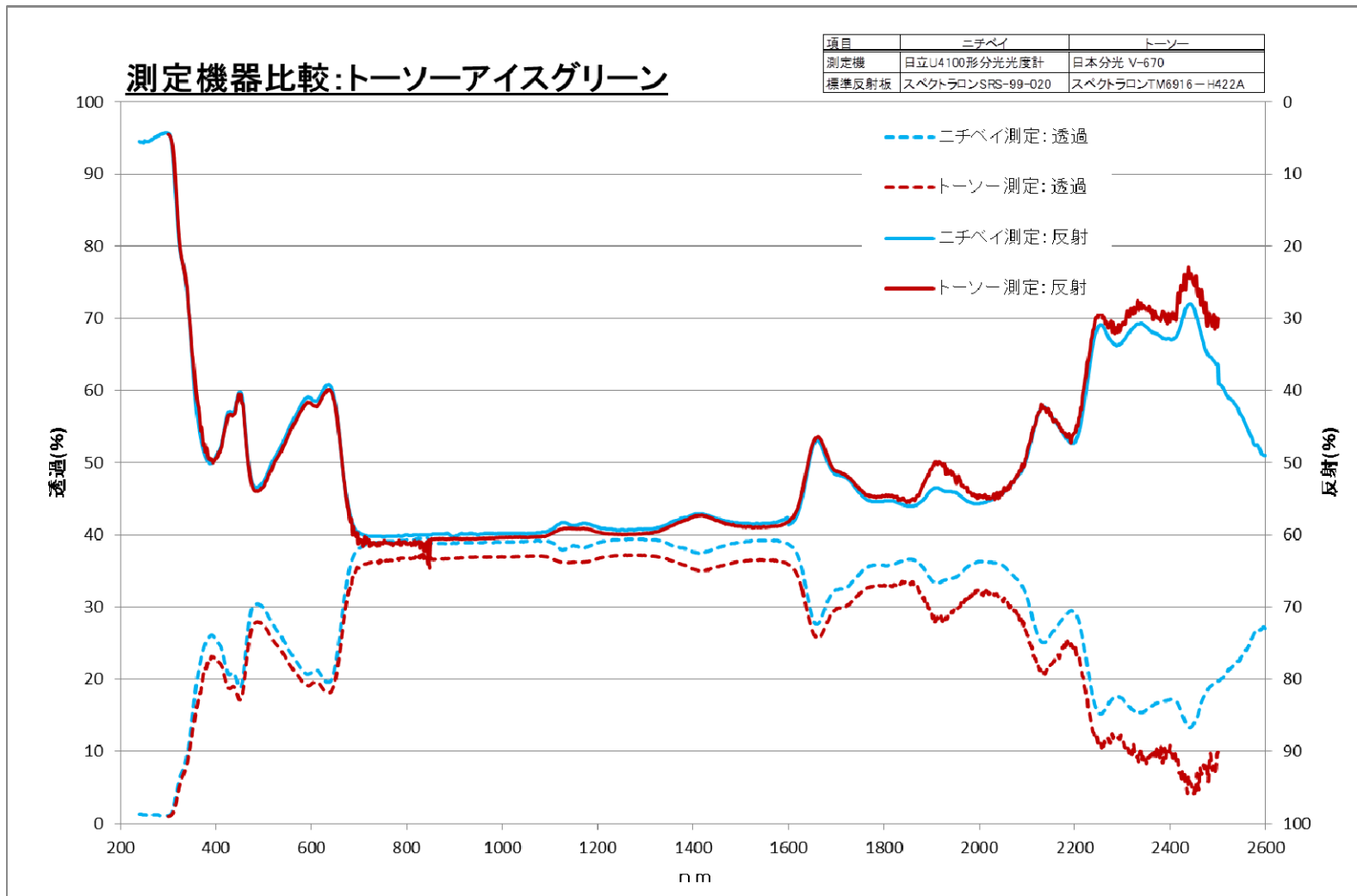


図 3.9.1-10 スクリーン色別光学特性⑧

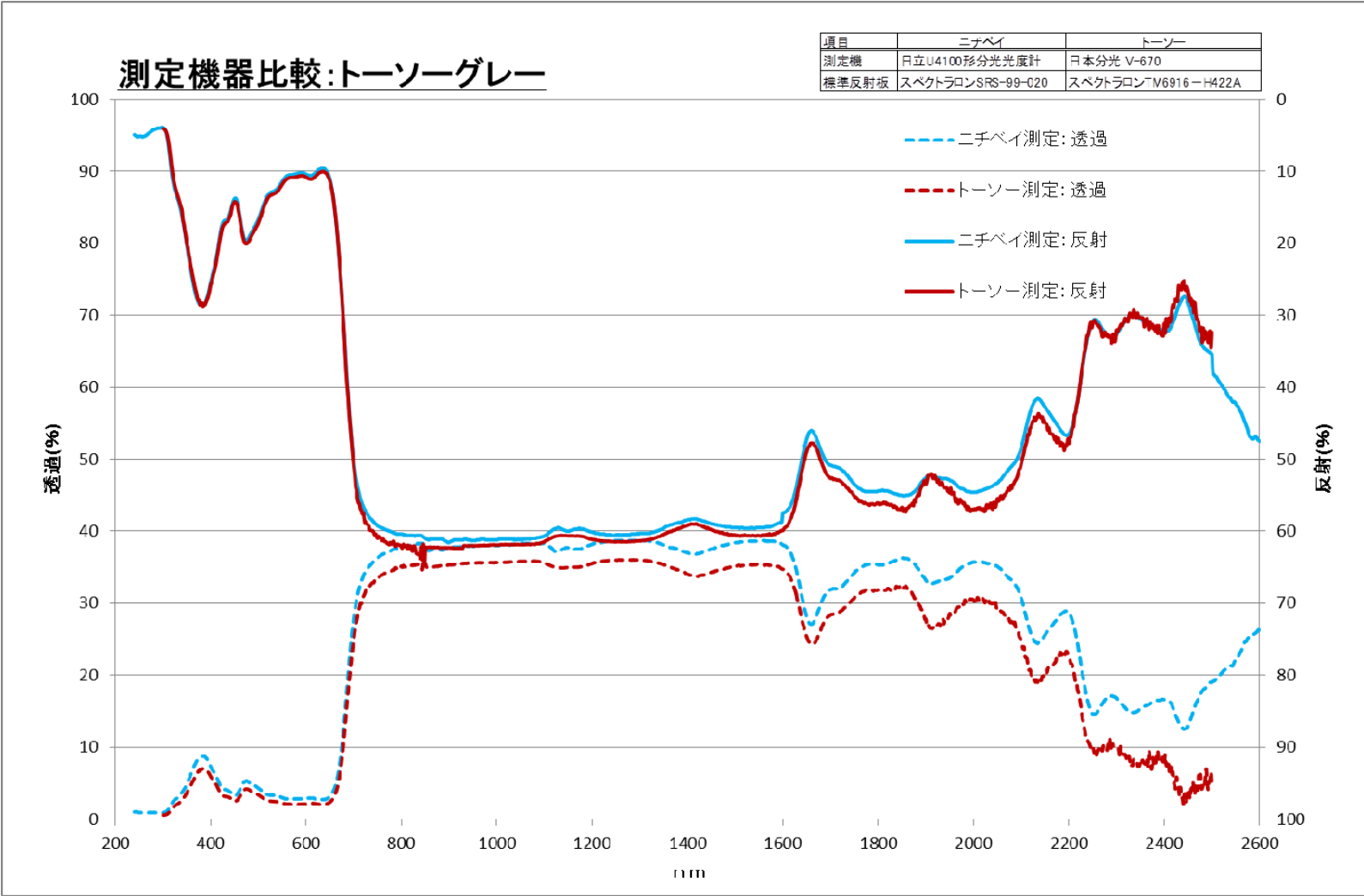


図 3.9.1-11 スクリーン色別光学特性⑨

### 3.9.2 遮蔽物の状態、ガラスの変化による日射取得率への影響

遮蔽物の色や形状、ガラスの種類の変化による日射熱取得率への影響を確認するため以下の条件にて計算を行った。

板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた熱抵抗は、表 3.9.1.-1 による計算方法にて算出した。

表 3.9.2-1 光学特性と付加熱抵抗

| 製品         | スラット<br>角度 | 色No.    | 光学特性  |            |            | 付加熱抵抗       |                     |                                 |
|------------|------------|---------|-------|------------|------------|-------------|---------------------|---------------------------------|
|            |            |         | 透過率   | 反射率<br>室外側 | 反射率<br>室内側 | 透明単板<br>FL6 | 透明複層<br>FL3+A12+FL3 | Low-E(CVD型)<br>NFL3LE2*+A12+FL3 |
| 内付ヨコ型ブラインド | -45°       | C407    | 0.248 | 0.356      | 0.395      | 0.040       | 0.071               | 0.104                           |
|            |            | C210    | 0.208 | 0.258      | 0.299      |             |                     |                                 |
|            |            | C042    | 0.138 | 0.003      | 0.016      |             |                     |                                 |
|            | 0°         | C407    | 0.907 | 0.046      | 0.046      | 0.020       | 0.058               | 0.098                           |
|            |            | C210    | 0.902 | 0.033      | 0.033      |             |                     |                                 |
|            |            | C042    | 0.894 | 0.000      | 0.000      |             |                     |                                 |
|            | 45°        | C407    | 0.252 | 0.395      | 0.356      | 0.061       | 0.115               | 0.171                           |
|            |            | C210    | 0.210 | 0.299      | 0.258      |             |                     |                                 |
|            |            | C042    | 0.139 | 0.016      | 0.003      |             |                     |                                 |
|            | 75°        | C407    | 0.035 | 0.643      | 0.616      | 0.098       | 0.152               | 0.208                           |
|            |            | C210    | 0.020 | 0.501      | 0.473      |             |                     |                                 |
|            |            | C042    | 0.000 | 0.040      | 0.044      |             |                     |                                 |
| ロールスクリーン   | 全閉         | TR-7038 | 0.349 | 0.561      | 0.561      | 0.098       | 0.152               | 0.208                           |
|            |            | RS-4260 | 0.318 | 0.514      | 0.514      |             |                     |                                 |
|            |            | N5580   | 0.174 | 0.383      | 0.383      |             |                     |                                 |

表 3.9.2-2 その他算出条件

| 境界条件        | 夏期条件  | 単位                    |
|-------------|-------|-----------------------|
| 室温          | 25    | °C                    |
| 外気温         | 30    | °C                    |
| 日射強度        | 500   | W/m <sup>2</sup>      |
| 室内側表面对流熱伝達率 | 2.5   | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| 屋外側表面对流熱伝達率 | 8     | W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| フレーム除外面積比率  | 0.872 | -                     |
| フレームη係数     | 0.012 | -                     |

表 3.9.2-3 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた熱抵抗

| 計算式  | 遮蔽物条件       | 係数:a  | 係数:b   |
|--|-------------|-------|--------|
| 板ガラスと日射遮蔽物とに挟まれた<br>中空層の熱抵抗R算出式<br>$R=aR_g+b$<br>※ここにR <sub>g</sub> : グレージングの熱抵抗[m <sup>2</sup> K/W] | スラット角度:0°   | 0.22  | -0.018 |
|  | スラット角度:45°  | 0.292 | 0.017  |
|  | スラット角度:-45° | 0.18  | 0.009  |
|  | スラット角度:75°  | 0.31  | 0.045  |
|  | ロールスクリーン    | 0.31  | 0.045  |

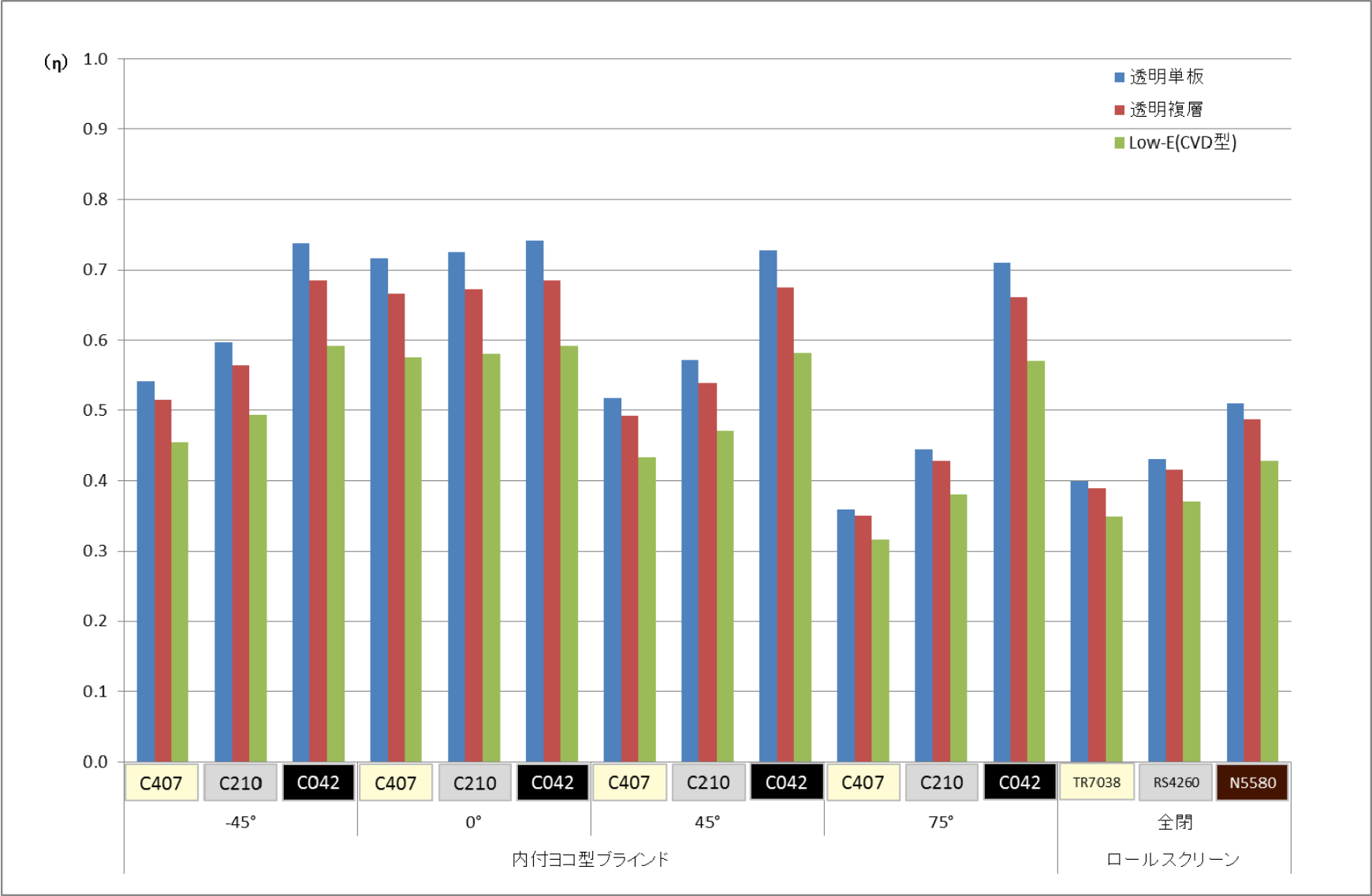


図 3.9.2-1 遮蔽物・ガラス別日射熱取得率計算結果

### 3.10 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗

遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>では、日射遮蔽物の種類及び状態に応じて計算に用いる中空層の熱抵抗がグレージングの熱貫流抵抗の近似式として示されている。表3.10-1に板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗を示す。熱抵抗の近似式は、2.4に示す測定結果を根拠としている。

ここでは、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>と国際規格 (ISO 10077<sup>3),4)</sup>, ISO 15099<sup>2)</sup>) に示される中空層の熱抵抗を比較する。

表 3.10-1 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗<sup>b)</sup>

| 日射遮蔽物種類                       | 板ガラスと日射遮蔽物とに挟まれた中空層の熱抵抗 R を与える近似式 (R=a・R <sub>g</sub> +b) の係数 <sup>b)</sup> |        |        |       |
|-------------------------------|---|--------|--------|-------|
|                               | 夏期条件  |        | 冬期条件   |       |
| 式の係数                          | a   | b      | a      | b     |
| 屋外ブラインド                       | 0.087   | 0.015  | 0.021  | 0.001 |
| 紙障子                           | 1.863   | -0.239 | 0.200  | 0.184 |
| 室内ブラインド(角度 <sup>φ</sup> : 水平) | 0.220   | -0.018 | -0.009 | 0.024 |
| (角度 <sup>φ</sup> : 45°)       | 0.310   | 0.008  | 0.021  | 0.022 |
| (角度 <sup>φ</sup> : -45°)      | 0.180   | 0.009  | -0.008 | 0.026 |
| (角度 <sup>φ</sup> : 全閉)        | 0.310   | 0.045  | 0.053  | 0.022 |
| ロールスクリーン                      | 0.310   | 0.045  | 0.053  | 0.022 |

**注** a) 日射遮蔽物周りの熱抵抗は、受渡当事者間の協定によって定めた値を用いてもよい。  
 b) 板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗 R は、上記 a,b の値を用いて次式によって算出する。  

$$R = aR_g + b$$
 ここに、R<sub>g</sub>: グレージングの熱貫流抵抗[m<sup>2</sup> K/W]  
 c) 角度は、スラット角度を表す。

#### 3.10.1 ISO 10077-1

ISO 10077-1<sup>3)</sup>では、シャッター付窓の熱貫流率をシャッターの付加熱抵抗 (ΔR) と窓単体の熱貫流率を用いた式(3.10.1-1)により算出される。付属書 H に示されるシャッター付窓のイメージ図を図 3.10.1-1 に示す。シャッター閉鎖時の気密性は、シャッターと躯体との隙間寸法 b<sub>1</sub>~b<sub>3</sub> の積算値: b<sub>sh</sub> から表 3.7.1-1 により決定する。付属書 G では、定められたシャッターの気密性とその材質によって一覧表から付加熱抵抗 ΔR を決定する。(表 3.10.1-2)

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \quad \dots(3.10.1-1)$$

U<sub>ws</sub>: シャッターを閉じた窓の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

U<sub>w</sub>: 窓の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]

ΔR: シャッター自身と窓とシャッターに囲まれた空気層の熱抵抗 (m<sup>2</sup>・K/W)

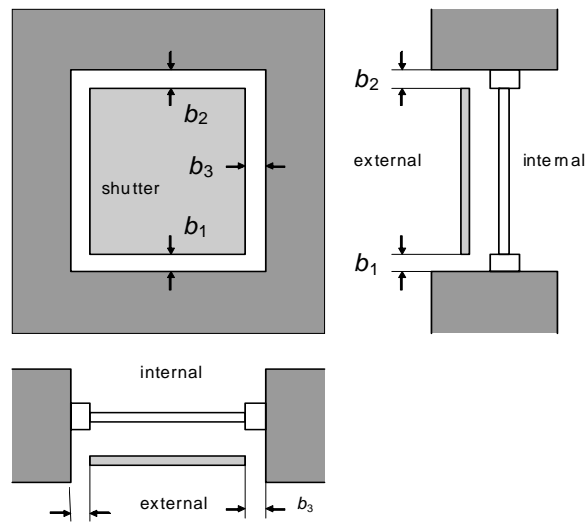


図 3. 10. 1-1 ISO 10077-1 付属書 H のシャッター付窓イメージ図

表 3. 10. 1-1 ISO 10077-1 Table H. 1 - Relationship between permeability and effective total edge gap between shutter and its surround

| Class | Air permeability of shutter | $b_{sh}$ [mm]  |
|-------|-----------------------------|--|
| 1     | Very high                   | $b_{sh} \geq 35$                                       |
| 2     | High                        | $15 \leq b_{sh} < 35$                                  |
| 3     | Average                     | $8 \leq b_{sh} < 15$                                   |
| 4     | Low                         | $b_{sh} \leq 8$  |
| 5     | Tight                       | $b_{sh} \leq 3$ and $b_1 + b_3 = 0$ or $b_2 + b_3 = 0$ |

表 3.10.1-2 ISO 10077-1 Table G.1-G2 Additional thermal resistance for windows with closed shutters

| Air permeability of shutter <sup>a</sup> | Additional thermal resistance<br>$\Delta R$<br>$m^2 \cdot K/W$ |
|--|--|
| Very high                                | 0,08   |
| High                                     | $0,25 R_{sh} + 0,09$   |
| Average                                  | $0,55 R_{sh} + 0,11$   |
| Low                                      | $0,80 R_{sh} + 0,14$   |
| Tight                                    | $0,95 R_{sh} + 0,17$   |

<sup>a</sup> The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.

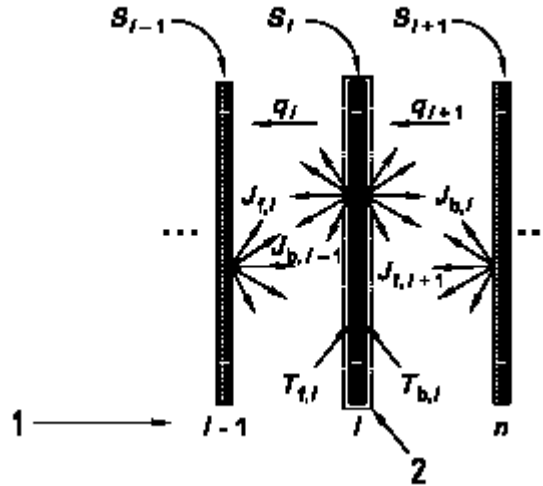
| Shutter type   | Typical thermal resistance of shutter<br>$R_{sh}$<br>$m^2 \cdot K/W$ | Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters <sup>a</sup><br>$\Delta R$<br>$m^2 \cdot K/W$ |                          |                               |
|--|--|---|--------------------------|-------------------------------|
|  |  | High or very high air permeability  | Average air permeability | Tight or low air permeability |
| Roller shutters of aluminium                             | 0,01   | 0,09  | 0,12                     | 0,15                          |
| Roller shutters of wood and plastic without foam filling | 0,10   | 0,12  | 0,16                     | 0,22                          |
| Roller shutters of plastic with foam filling             | 0,15   | 0,13  | 0,19                     | 0,26                          |
| Shutters of wood, 25 mm to 30 mm thickness               | 0,20   | 0,14  | 0,22                     | 0,30                          |

<sup>a</sup> The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.

ISO 10077-1<sup>3)</sup>を担当するISO技術委員会 (ISO/TC163/SC2/WG9) のワーキングメンバーからの情報収集により、表3.10.1-2に示されるシャッターの付加熱抵抗の根拠がISO 12567-1<sup>37)</sup> (Hot box法) に基づく測定根拠であることが確認されている。

### 3.10.2 ISO 15099

ISO 15099<sup>2)</sup>では、グレージング部のエネルギー収支は、日射を含む放射熱伝達と対流熱伝達に分けて算出される。日射遮蔽物が付属した場合も同様である。よって、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>やISO 10077<sup>3),4)</sup>のように、放射と対流を合わせた熱抵抗として表されない。ISO 15099<sup>2)</sup>のエネルギー収支の概念図を図3.10.2-1に示す。



キー

- 1 グレージングレイヤ
- 2 コントロールボリューム

図 3.10.2-1 グレージング層のエネルギー収支

ここで、ISO 15099<sup>2)</sup>におけるグレージング部の日射熱取得率の基礎式を式 (3.10.2-1) に示す。

グレージング部の日射熱取得率

$$\tau_s = \frac{q_{\text{int}} - q_{\text{int}}(I_s = 0)}{I_s} \quad \dots (3.10.2-1)$$

$\tau_s$  : 日射熱取得率 [—]  
 $I_s$  : 日射量 [W/m<sup>2</sup>]

このときの熱流束  $q_i$  は式 (3.10.2-2) で表される。

$$q_i = h_{cv,i}(T_{f,i} - T_{b,i-1}) + J_{f,i} - J_{b,i-1} \quad \dots (3.10.2-2)$$

この解は、各グレージングで以下の4つの式 (3.10.2-3~3.10.2-6) を適用することによって得られる。

$$\boxed{\phantom{J_{f,i}}} \quad \dots (3.10.2-3)$$

$$J_{f,i} = \varepsilon_{f,i} \sigma T_{f,i}^4 + \tau_i J_{f,i+1} + r_{f,i} J_{b,i-1} \quad \dots (3.10.2-4)$$

$$J_{b,i} = \varepsilon_{b,i} \sigma T_{b,i}^4 + \tau_i J_{b,i-1} + r_{b,i} J_{f,i+1} \quad \dots (3.10.2-5)$$

$$T_{b,i} - T_{f,i} = \frac{t_{gv,i}}{2\lambda_{gv,i}} [2q_{i+1} + S_i] \quad \dots (3.10.2-6)$$

$h_{cv,i}$  : 中空層  $i$  の対流熱コンダクタンス [W/m<sup>2</sup>K]  
 $J$  : 放射量 [W/m<sup>2</sup>]  
 $T$  : 表面温度 [K]  
 $S$  : 日射吸収量 [W/m<sup>2</sup>]  
 $\tau$  : 透過率 [—]



$r$  : 反射率 [—]  
 $t$  : 層厚 [m]  
 $\lambda$  : 熱伝導率 [W/mK]

上記に示すように、ISO 15099<sup>2)</sup>では、グレージング部（付属物含む）の熱貫流率及び日射熱取得率は、放射成分と対流成分に分けてエネルギー収支式を解くことで算出される。この点が、付属物の熱抵抗を放射と対流に分けずに付加熱抵抗として表現している遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>や ISO 10077<sup>3), 4)</sup>と異なる点である。

### 3.10.3 ISO 15099, NFRC 100と遮熱性能計算法JIS案の比較

グレージング部に遮蔽物を付加した場合のガラス-日射遮蔽物間の付加熱抵抗について、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>、ISO 15099<sup>2)</sup>、そしてNFRC 100<sup>26)</sup>の算出結果を比較する。冬期および夏期のISO 15099<sup>2)</sup>、NFRC 100<sup>26)</sup>の境界条件を表3.10.3-1に示す。

表3.10.3-1 ISO 15099およびNFRC 100の境界条件

|            | ISO 15099                   |                             |                             |                              |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|            | 夏期                          |                             | 冬期                          |                              |
|            | Inside                      | Outside                     | Inside                      | Outside                      |
| 気温         | 25℃                         | 30℃                         | 20℃                         | 0℃                           |
| Convection | hc=2.5W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=8.0W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=3.6W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=20.0W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| Radiation  | 温度25℃<br>対向面放射率0.9          | 温度30℃<br>対向面放射率1.0          | 温度20℃<br>対向面放射率0.9          | 温度0℃<br>対向面放射率1.0            |

|            | NFRC 100              |   |                       |  |
|------------|-----------------------|---|-----------------------|--|
|            | 夏期                    |   | 冬期                    |  |
|            | Inside                | Outside                                     | Inside                | Outside                                    |
| 気温         | 24℃                   | 32℃   | 21℃                   | -18℃                                       |
| Convection | ASHRAE/NFRC<br>Inside | hc=15.0W/(m <sup>2</sup> ·K)<br>風速V=2.75m/s | ASHRAE/NFRC<br>Inside | hc=26.0W/(m <sup>2</sup> ·K)<br>風速V=5.5m/s |
| Radiation  | 温度24℃<br>対向面放射率1.0    | 温度32℃<br>対向面放射率1.0                          | 温度21℃<br>対向面放射率1.0    | 温度-18℃<br>対向面放射率1.0                        |

グレージング部は、4+A20+4の透明複層ガラス、日射遮蔽物はベネシャンブラインドとしガラスとの距離10mmの位置で室内外に設置する。スラット角度はそれぞれ0°、45°、90°の3パターンとした。

遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>に基づく中空層の熱抵抗については、表3.10-1に記載されている屋外ブラインドと室内ブラインドの近似式より算出した。ISO 15099<sup>2)</sup>およびNFRC 100<sup>26)</sup>については、LBNLが開発したWINDOW 6.3<sup>25)</sup>を用いてガラス-遮蔽物間の付加熱抵抗 $\Delta R$ を算出した。

WINDOW 6.3<sup>25)</sup>で算出する際のブラインドの条件設定を図3.10.3-1に示す。

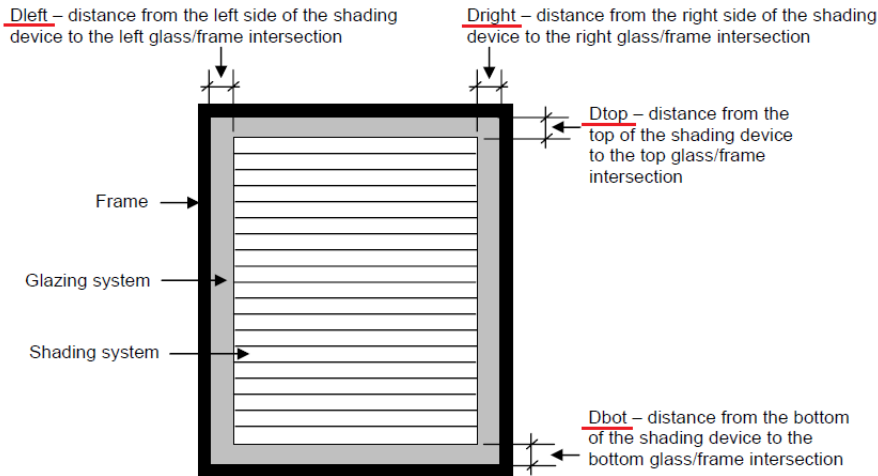
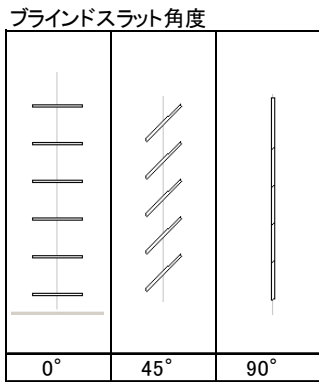


Figure 4-29. Define a  $D_{top}$ ,  $D_{bot}$ ,  $D_{left}$  and  $D_{right}$  for an interior venetian blind.



| $D_{top}$ [mm] | $D_{bot}$ [mm] | $D_{left}$ [mm] | $D_{right}$ [mm] | Hole frct |
|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------|
| 40             | 40             | 0               | 0                | 0.05      |

図3.10.3-1 WINDOW 6.3でのグレーディング部の設定条件

各計算条件、仕様による夏期条件の付加熱抵抗の算出結果を図3.10.3-2に示す。冬期条件の算出結果図3.10.3-3に示す。

計算法規格によって付加熱抵抗が異なることが確認できた。夏期においては、室内ブラインドの場合、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>がISO 15099<sup>2)</sup>、NFRC 100<sup>26)</sup>よりも大きい、逆に屋外ブラインドの場合には遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>が最も小さい値となる。冬期条件においては、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>が室内、屋外ブラインド共に最も小さい値となる。計算法を根拠とするISO 15099<sup>2)</sup>とNFRC 100<sup>26)</sup>は、概ね同様の値となるが、試験法を根拠とする遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>との乖離は極めて大きい。

また、遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>では屋外ブラインドの付加熱抵抗はスラット角度によらず一定の値を用いているが、ISO 15099<sup>2)</sup>、NFRC 100<sup>26)</sup>では室内ブラインドと同様にスラット角度によって付加熱抵抗の値が変化する。

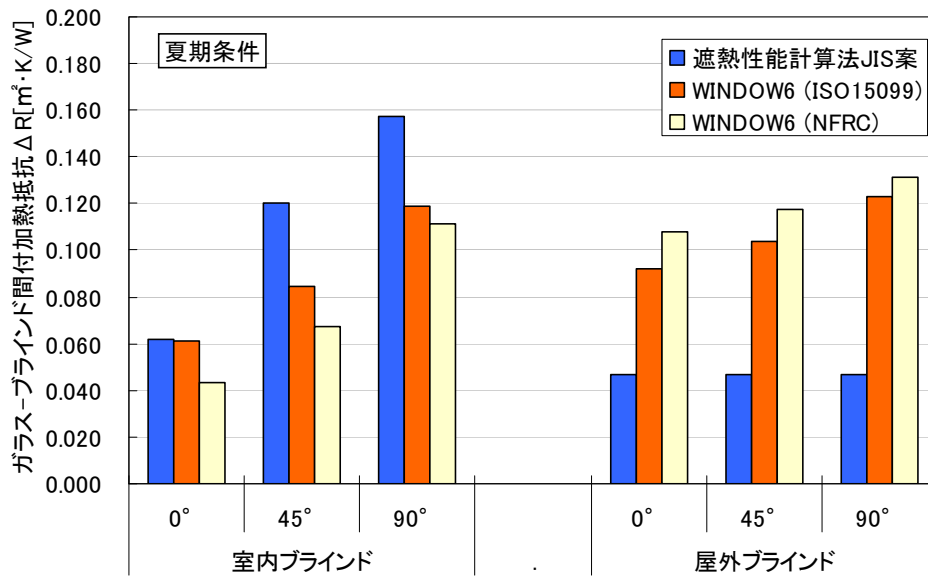


図3. 10. 3-2 計算法の違いによる付加熱抵抗  $\Delta R$  の比較 (夏期条件)

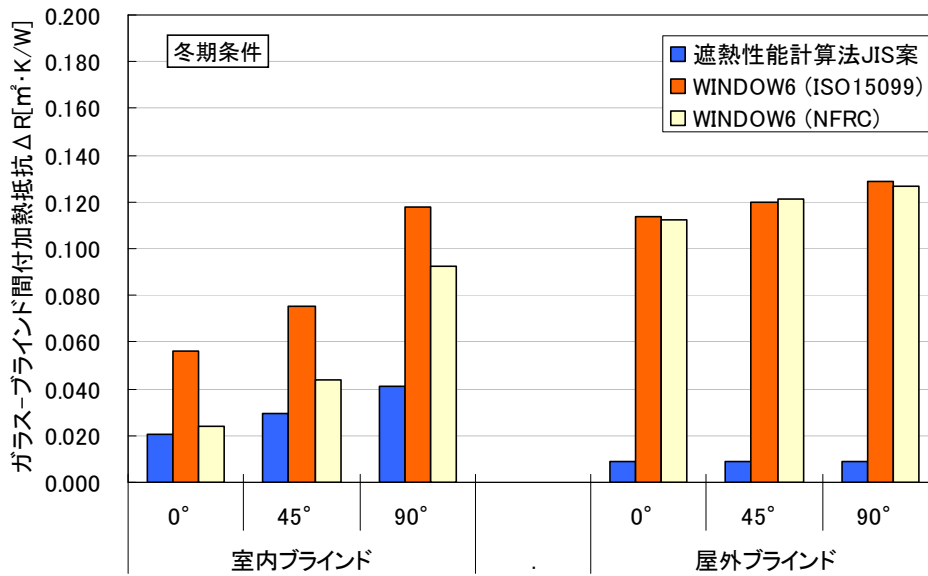


図3. 10. 3-3 計算法の違いによる付加熱抵抗の比較 (冬期条件)

3.10.4 NFRC 100 (WINDOW 6) とEU (WIS) による比較

WINDOW 6<sup>25)</sup>の検証を目的とした文献<sup>38)</sup>にEUの代表的な窓の熱性能評価プログラム“WIS”<sup>39), 40)</sup>との比較が示されている。ここでは、文献<sup>38)</sup>のデータに基づき2006年時点のWINDOW 6<sup>7)</sup>による算出値とWIS<sup>39), 40)</sup>による算出値を比較する。NFRC 100<sup>26)</sup>とWIS<sup>39), 40)</sup>の冬期境界条件による算出値を比較している。WISの境界条件を表3.10.4-1に示す。図3.10.3-2, -3と同様に透明複層ガラスに対するベネシャンブラインドの付加熱抵抗の算出結果を図3.7.4-1に示す。

図3.10.4-1より計算条件によっては両者の付加熱抵抗 $\Delta R$ に差異があることが確認された。WIS<sup>39), 40)</sup>の境界条件は、NFRC 100<sup>26)</sup>と比較すると内外気温差、対流熱伝達率の値が小さく、屋内の対向面放射率もNFRC 100<sup>26)</sup>の1.0に対して0.9となっている。よって、WIS<sup>39), 40)</sup>の方がNFRC 100<sup>26)</sup>よりも熱移動が小さくなる境界条件である。そのため、ブラインドの設置位置、スラット角度によらず付加熱抵抗 $\Delta R$ はWIS<sup>39), 40)</sup>の方が大きい値を示している。特に室内ブラインドの0°、45°において大きな差がみられる。スラット角度による付加熱抵抗 $\Delta R$ の変化は、同様の傾向を示している。

表3.10.4-1 WISの境界条件

|            | WIS                         |                              |                             |                              |
|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|            | 夏期                          |                              | 冬期                          |                              |
|            | Inside                      | Outside                      | Inside                      | Outside                      |
| 気温         | 18℃                         | 25℃                          | 20℃                         | 0℃                           |
| Convection | hc=3.0W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=15.0W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=3.0W/(m <sup>2</sup> ·K) | hc=15.0W/(m <sup>2</sup> ·K) |
| Radiation  | 温度18℃<br>対向面放射率0.9          | 温度25℃<br>対向面放射率1.0           | 温度20℃<br>対向面放射率0.9          | 温度0℃<br>対向面放射率1.0            |

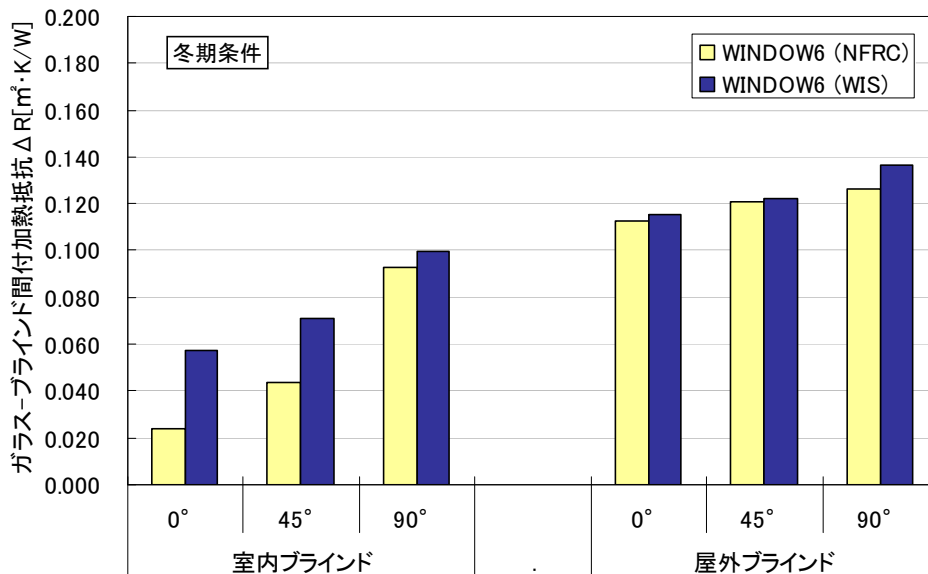


図3.10.4-1 NFRC 100 (WINDOW 6) とEU (WIS) による付加熱抵抗 $\Delta R$ の比較(冬期条件)

### 3.11 まとめ

第3章の最初では、各国計算法の規格の調査で明らかになった計算法の違いが、具体的な計算結果にはどのように影響するのかわかり、ガラス中央部、フレーム部、および遮蔽物を持たない窓全体のそれぞれについて、種々のモデルを設定して値を求め、比較を行った。

ガラス部においては室内外の熱伝達率の規格間の違いによって、また全天日射か直達日射のどちらの標準日射スペクトルを用いる規格かによって、特に日射遮蔽型 Low-E ガラス等の日射熱取得率に大きな差異を生じることが確認できた。欧州を除く各規格の標準日射スペクトルには、全天・直達両方の AirMass 1.5 のものを規定する ISO9845-1:1992 を利用しているようである。(欧州の規格 EN410<sup>31)</sup>では CIE の AirMass 1.0 の全天日射の日射スペクトルが利用されている。)

今後、より高機能な Low-E 膜やガラス・フィルムなどが出現するにしたがって、標準日射スペクトルの性状が日射透過率や日射熱取得率等の値に与える影響はさらに大きくなると予想できる。したがって、自然光の分光測定も比較的容易になった現在、実際の建物の緯度・方位別の窓へ入射する日射のスペクトルと標準日射のスペクトルとの差の実態がもっと把握・整理されるべきだろう。

フレーム部および窓全体の日射熱取得率の計算法としては、今回の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の登場までは唯一の規格であった ISO 15099<sup>2)</sup>であるが、この ISO 規格に示された熱貫流率を用いる簡易計算法が多く規格・ツールで利用されている。この方法ではガラス種の違いが影響しないが、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の詳細計算法を用いた結果からはその影響が小さいことを確認している。

複層ガラスをはめたフレーム部の日射熱取得率の簡易計算法による値は、詳細計算法によるものの半分以下の値を示した。これは、簡易計算法に用いるフレーム部の熱貫流率の値に、複層ガラススペーサの影響(線熱貫流率  $\Psi$ )を考慮できていないことが原因であるが、窓全体の日射熱取得率に与える影響は軽微であることも確認された。

窓全体の日射熱取得率の計算からは、ガラスの規格の違いによる性能差が窓全体の性能差を規定する結果となった。また、詳細計算法をもつ新しい遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>も含め、窓全体の日射熱取得率の計算結果には、フレームの影響は小さく、ガラス部の日射熱取得率の値にガラス部の面積率を掛けた(フレームの日射熱取得率の値を0と見なす)ものとも大きく変わらないものであった。しかし、今後さらなる遮熱性能の大きいガラスや調光機能をもつガラスなどが使われるようになれば、相対的にフレーム部の日射遮蔽性能の影響が高まることとなるため、フレーム部の詳細計算法を遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に含むことは大きな備えであると言える。

次に3.3では、現在ほぼ確定しつつある遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>について解説し、3.4において JIS 案<sup>1)</sup>に対応する国内ツールの調査結果を示した。遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>は ISO15099<sup>2)</sup>をベースに構築されているが完全な翻訳 JIS ではなく、測定法の結果をできるだけ反映をさせるべく独自の方法が採用されている等の修正が加えられている。

この遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に対応するため、改良・修正がなされたフレーム部の詳細計算ツールが TB2D/BEM Ver.4 であり、変更点を調査して精度検証を行った。主な修正は内外表面での熱伝達を対流成分と放射成分に分けて評価するようにする点である。THERM・BISCO などのツールで可能な形態係数を考慮して放射成分を得る厳密な方法までは未採用であるが、日射がある場合も含め、これらツールでも採用可能な平均放射温度を設定して放射成分を得る方法を用いており、これらツールでの結果と同等の精度を有していることが確認できた。また、形態係数を用いる精緻な解析法は、外気側のように対流熱伝達が支配的な場合には不要であることも確かめられた。

さらにこの詳細計算法などを用いて、遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>にある表面熱伝達率の標準値の妥当性が検証・確認された。

一方で、ガラス部・フレーム部・遮蔽物のそれぞれの光学性能や日射熱取得率をデータベース登録し、窓全体の遮熱性能値などを求めるプログラム WindEye では、JIS 案に対応するための改良がなされている。ここでは、フレーム部の熱貫流率  $U_f$  を用いて日射熱取得率  $\eta_f$  を得る ISO15099<sup>2)</sup> 規格の簡易計算法が採用されている。

次の3.5では、第2章の測定法を用いた各種の窓・窓システムの日射熱取得率の測定結果と計算法による結果とを比較している。3.5.1で各種の単板ガラス窓、複層ガラス窓、二重窓などについて夏期条件および冬期条件について比較を行ったが、ほぼ全てで測定値と計算値の差は0.05[-]以内に収まっていることを確認した。ここでも、フレーム部の2つの計算法（簡易計算法と詳細計算法）の違いは大きいものの、窓全体の日射熱取得率に与える影響は小さいことが確認されている。一方で、高性能熱線反射単板ガラスや日射遮熱型 LowE 複層ガラスの場合、他のガラスに比べ測定値との乖離が大きい結果となった。この点はさらなる検討が必要である。

3.5.2では内付けブラインド、外付けブラインド、内付けロールスクリーン、外付けロールスクリーン、紙障子といった遮蔽物を含む窓システムの場合の日射熱取得率の測定結果と計算法による結果とを比較している。これらいずれの遮蔽物についても、新たに遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>に採用された2つの補正方法を用いることで、測定値と計算値の合致度が向上する結果となったことが示されている。このように、多種の測定結果を根拠とした補正方法を計算法に採用するなどしている点で、試験法の結果は測定値をよく再現できており、ISO15099<sup>2)</sup>にあるような複雑な計算をしなくても実用的な計算値が得られる方法を遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>は採用していると言える（3.7も参照）。

3.5.3 ではグレージング部の日射熱取得率の計算において、シングルバンド計算とマルチバンド計算でどの程度生じるかを熱線吸収板ガラスおよび Low-E ガラス等の差異の影響が大きそうなガラスで確認し、これら計算方法の違いの影響が小さいことを確かめた。

グレージングと日射遮蔽物の中間空気層に関して、規格による付加抵抗値の違いが大きいことと、試験法を根拠とする遮熱性能計算法JIS案<sup>1)</sup>と詳細な計算法による他国の規格との乖離が大きいことが確認された。

試験値に裏付けられた計算法が確立されて、試験法に代わる評価法として位置付けができることが直近の課題であった。まだまだ課題はあるものの、実際に使われることの多い日射遮蔽物を含む窓システムの遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>の方法により評価できることが示されたといって過言ではない。夏期条件・冬期条件ともに測定値とよい一致を示す計算値が得られるようになってきた。

しかしながら、特に日本にあっては夏期と冬期で異なる日射遮蔽性能が求められる開口部に対して、窓製品や窓システムの横並び評価のための遮熱性能評価法が確立されたまでであれば、開口部のもつ種々の可変性・制御（コントロール）可能性がまだ十分に発揮された設計・計画法には結びつかない。

熱負荷計算法にこういった開口部のもつ日射遮蔽性能値の可変性・制御（コントロール）可能性を組み入れられるような性能値の表現方法（例えば、制御可能範囲を示すなど）を検討する必要があると考えられる。その一方で、季節や条件により開口部がもつ可変性をしっかり制御（コントロール）する、すなわち開口部の「衣替え」「着替え」が確実になされるハードウェアのあり方についても検討が進む必要もあろう。

#### 参考文献：

- 1) 遮熱性能計算法 JIS 案：2012, 窓及びドアの熱性能 ―日射熱取得率の計算―
- 2) ISO 15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices -- Detailed calculations
- 3) ISO 10077-1:2006, Thermal performance of windows, doors and shutters -- Calculation of thermal transmittance -- Part 1: General
- 4) ISO 10077-2:2003, Thermal performance of windows, doors and shutters -- Calculation of thermal transmittance -- Part 2: Numerical method for frames
- 5) 赤坂裕：窓の熱性能の計算 第1報 開口部遮熱性能計算法研究委員会の成果の概要について, ALIA NEWS 82号, 2004.7
- 6) 伊丹清, 倉山千春：窓の熱性能の計算 第2報 窓枠の断熱性と遮熱性の計算プログラム TB2D/BEM 及び計算に用いる物性値について, ALIA NEWS 83号, 2004.9
- 7) 伊丹清, 赤坂裕, 二宮秀典：窓の熱貫流率の計算法 その1 開き窓の計算値と試験値の比

- 較, 日本建築学会環境系論文集 No.523, 1999.9
- 8) 二宮秀與, 赤坂裕, 伊丹清, 倉山千春: 窓の熱貫流率の計算法 その2 引違い窓の計算値と試験値の比較, 日本建築学会環境系論文集 No.576, 2004.2
  - 9) 木下泰斗, 赤坂裕, 二宮秀與: ベネシャンブラインドの光学特性の計算法, 日本建築学会環境系論文集 No.617, 2007.7
  - 10) 斎藤孝一郎, 伊丹清, 伊藤春雄, 上乘正信, 赤坂裕, 倉山千春, 石積広行, 田代達一郎, 二宮秀與, 木下泰斗: 住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラムの開発 その3 フレーム部の計算方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊, 2004.8
  - 11) 上乘正信, 赤坂裕, 倉山千春, 伊丹清, 伊藤春雄, 斎藤孝一郎, 田代達一郎, 石積広行: 住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラムの開発 その4 表面温度指標 STI による防露性能予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊, 2004.8
  - 12) 折原規道, 斎藤孝一郎, 赤坂裕, 二宮秀與, 倉山千春, 上乘正信: 住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラムの開発 その6 ガラスエッジ部の表面温度予測方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊, 2005.9
  - 13) 折原規道, 斎藤孝一郎, 倉山千春, 二宮秀與, 石積広行, 田代達一郎, 上乘正信: 開口部の断熱・遮熱性能 その9 住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラム WindEye 算出値の有効性の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊, 2006.9
  - 14) 斎藤孝一郎, 赤坂裕, 二宮秀與, 伊藤春雄: 住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラムの開発 その7 二重窓の断熱・遮熱性能算出方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊, 2008.9
  - 15) JIS A 2102-1:2011, 窓及びドアの熱性能 - 熱貫流率の計算 - 第1部: 一般
  - 16) JIS A 2102-2:2011, 窓及びドアの熱性能 - 熱貫流率の計算 - 第2部: フレームの数値計算方法
  - 17) 稲沼實, 石野久彌, 芝原崇慶: 横型ブラインドのある窓の日射遮蔽係数算定のための日射熱移動に関する実験的研究, 日本建築学会計画計論文集, 第527号, pp.45-52, 2000年1月
  - 18) 郡公子, 石野久彌: 熱負荷計算のための窓熱性能値に関する研究, 日本建築学会計画計論文集, 第600号, pp.39-44, 2006年2月
  - 19) 上乘正信, 倉山千春, 折原規道: 開口部の断熱・遮熱性能 その11 台形出窓の断熱・遮熱性能測定結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.143-144, 2007年8月
  - 20) 深澤英之, 倉渕隆, 武政祐一, 加藤正宏, 深川裕嗣: ブラインドのあるペリメーターゾーンの熱意道現象に関する研究 その1 計算の概要および実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.739-740, 2004年8月
  - 21) 深川裕嗣, 倉渕隆, 武政祐一, 加藤正宏, 深澤英之: ブラインドのあるペリメーターゾーンの熱意道現象に関する研究 その2 実験とCFDシミュレーションの比較検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.741-742, 2004年8月
  - 22) 深川裕嗣, 倉渕隆, 武政祐一, 加藤正宏: ブラインドのあるペリメーターゾーンの熱意道現象に関する研究 その3 日射を疑似再現した実験とCFDシミュレーションの比較検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.247-248, 2005年9月
  - 23) 二村慎哉, 倉渕隆, 武政祐一, 加藤正宏: ブラインドのあるペリメーターゾーンの熱意道現象に関する研究 その4 冬期における実験とCFD計算の比較検討及び夏季におけるケーススタディ, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1205-1206, 2006年9月
  - 24) P. Ye: Convective Heat Transfer from a Window with a Venetian Blind: Detailed Modeling, ASHRAE Transactions, Vol.105 (2), 1999
  - 25) Lawrence Berkeley National Laboratory: THERM 6.3 / WINDOW 6.3 NFRC Simulation Manual, 2011.12



- 26) NFRC 100:2011-12, Procedure for Determining Fenestration Product U-factors
- 27) JIS R 3106:1998, 板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法
- 28) JIS R 3107:1998, 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
- 29) ISO 9050:2003, Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
- 30) ISO 10292:1994, Glass in building - Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing
- 31) EN 410:1998, Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
- 32) NFRC 200:2011-12, Procedure for Determining Fenestration Product Solar Heat Gain Coefficient and Visible Transmittance at Normal Incidence
- 33) DIN EN 13363-1:2007-09, Solar protection devices combined with glazing - Calculation of solar and light transmittance - Part 1:Simplified method (includes Amendment A1:2007)
- 34) EN 13363-2:2005-04, Solar protection devices combined with glazing - Calculation of total solar energy transmittance and light transmittance - Part 2:Detailed calculation method
- 35) JIS A 4710:2004, 建具の断熱性試験方法
- 36) JIS A 1492:2006, 出窓及び天窗の断熱性試験方法
- 37) ISO 12567-1:2010, Thermal performance of windows and doors -- Determination of thermal transmittance by the hot-box method -- Part 1: Complete windows and doors
- 38) Carli, Inc. : WINDOW6 VERIFICATION RESULTS, 2006.6.12
- 39) Dick van Dijk, Paul Kenny, John Goulding: WIS REFERENCE MANUAL, 2002.9
- 40) Eighth International IBPSA Conference Eindhoven, Netherlands August 11-14, 2003  
WIS, THE EUROPEAN TOOL TO CALCULATE THERMAL AND SOLAR PROPERTIES OF WINDOWS AND WINDOW COMPONENTS

