

# 建築研究資料

*Building Research Data*

No. 161

July 2014

---

---

## 開口部の日射熱取得性能 および断熱性能の評価方法

Evaluation Method of Solar Heat Gain Coefficient and  
Thermal Transmittance of Fenestration and Shading System

倉山 千春, 澤地 孝男, 桑沢 保夫, 宮田 征門, 赤嶺 嘉彦, 二宮 秀與, 伊丹 清, 上乘 正信,  
佐久間 英二, 木下 泰斗, 塩崎 智子, 伊藤 春雄, 齊藤 孝一郎, 児島 輝樹, 田代 達一郎,  
宮澤 千顕

Chiharu KURAYAMA, Takao SAWACHI, Yasuo KUWASAWA, Masato MIYATA,  
Yoshihiko AKAMINE, Hideyo NIMIYA, Kiyoshi ITAMI, Masanobu UWANORI,  
Eiji SAKUMA, Taito KINOSHITA, Tomoko SHIOZAKI, Haruo ITO, Koichiro SAITO,  
Teruki KOJIMA, Tatsuichiro TASHIRO, Chiaki MIYAZAWA

---

---

独立行政法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

Incorporated Administrative Agency, Japan



## はしがき

住宅・建築物の暖冷房負荷を削減するためには、開口部材の日射侵入率等の熱特性に関する正確な評価が重要ですが、現行の省エネ基準における実測値は限定的であるとともに、開口部材のサイズの違いやカーテンウォール等の扱いも含め、計算予測方法についても確立されているとは言い難いのが現状です。

そこで、各種の開口部材の日射侵入率について実測によるデータベースを整備するとともに、各種仕様の開口部材の日射侵入率の計算による推定方法の検討、サイズの違い等が熱貫流率も含めた外皮全体の熱特性に及ぼす影響について定量的な検討が必要とされていました。

この様な背景から、国土交通省建築基準促進補助事業の一課題である「開口部材の日射侵入率等熱特性に関する調査」で、平成23年度から24年度までの間、資料の収集・整理が行われました。建築研究所は、この建築基準促進補助事業に共同研究として参画し、建築研究所の重点的研究課題である「省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化（平成23～24年度）」の課題の中で検討を行い、基準整備促進補助事業で収集・整理された技術資料について、わかりやすく再構成した上で本資料をとりまとめました。上記補助事業における事業主体には、本資料としてとりまとめることを許諾していただき感謝いたします。また、実施においては、故倉山千春研究官（国土交通省国土技術政策総合研究所）がこれまで実施されてきた研究分野の専門性と本研究の関わりが非常に強いことから、協力委員としてご参加いただき、大変有益な示唆、助言を多くいただきました。

本資料で示された内容は、より精度の高い計算が要求される省エネ基準の義務化に向けた検討において大変重要な資料です。現行もしくは将来の省エネ基準をよく理解する上で、また、省エネルギー的な住宅・建築設計において、これらの内容が役立てられることを期待します。

平成26年7月

独立行政法人建築研究所

理事長 坂本雄三



# 開口部の日射熱取得性能および断熱性能の評価方法

倉山 千春<sup>\*1</sup>, 澤地 孝男<sup>\*2</sup>, 桑沢 保夫<sup>\*3</sup>, 宮田 征門<sup>\*2</sup>, 赤嶺 嘉彦<sup>\*2</sup>, 二宮 秀興<sup>\*4</sup>,  
伊丹 清<sup>\*5</sup>, 上乘 正信<sup>\*6</sup>, 佐久間 英二<sup>\*7</sup>, 木下 泰斗<sup>\*8</sup>, 塩崎 智子<sup>\*8</sup>, 伊藤 春雄<sup>\*9</sup>,  
齊藤 孝一郎<sup>\*9</sup>, 児島 輝樹<sup>\*9</sup>, 田代 達一郎<sup>\*10</sup>, 宮澤 千頭<sup>\*10</sup>

## 概 要

住宅・建築物の暖冷房負荷を削減するためには、開口部材の日射侵入率等の熱特性に関する正確な評価が重要であるが、現行の省エネ基準における実測値は限定的であるとともに、開口部材のサイズの違いやカーテンウォール等の扱いも含め、計算予測方法についても確立されているとは言い難い。

そこで開口部の日射熱取得率と断熱性能に関する評価方法の整理、および建物の熱負荷に及ぼす影響の観点から、以下の項目を整備した。

- (1) 代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象とした日射熱取得率の測定
- (2) 国際規格案を含む種々の日射熱取得率（日射侵入率）の計算方法に関する比較検証
- (3) 熱貫流率計算方法に関する調査及び比較検証
- (4) カーテンウォールの熱性能の評価法
- (5) 窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷

国土交通省国土技術政策総合研究所<sup>\*1</sup>, 国土交通省国土技術政策総合研究所（当時独立行政法人建築研究所）<sup>\*2</sup>, 独立行政法人建築研究所<sup>\*3</sup>, 鹿児島大学<sup>\*4</sup>, 滋賀県立大学<sup>\*5</sup>, 三協立山アルミ株式会社<sup>\*6</sup>, 株式会社ニチベイ<sup>\*7</sup>, 日本板硝子株式会社<sup>\*8</sup>, YKKAP株式会社<sup>\*9</sup>, 株式会社LIXIL<sup>\*10</sup>,

# Evaluation Method of Solar Heat Gain Coefficient and Thermal Transmittance of Fenestration and Shading System

by

Chiharu KURAYAMA<sup>\*1</sup>, Takao SAWACHI<sup>\*1</sup>, Yasuo KUWASAWA<sup>\*2</sup>, Masato MIYATA<sup>\*1</sup>,  
Yoshihiko AKAMINE<sup>\*1</sup>, Hideyo NIMIYA<sup>\*3</sup>, Kiyoshi ITAMI<sup>\*4</sup>, Masanobu UWANORI<sup>\*5</sup>,  
Eiji SAKUMA,<sup>\*6</sup> Taito KINOSHITA<sup>\*7</sup>, Tomoko SHIOZAKI<sup>\*7</sup>, Haruo ITO<sup>\*8</sup>, Koichiro SAITO<sup>\*8</sup>,  
Teruki KOJIMA<sup>\*8</sup>, Tatsuichiro TASHIRO<sup>\*9</sup>, Chiaki MIYAZAWA<sup>\*9</sup>

## ABSTRACT

An accurate evaluation concerning solar heat gain coefficient and thermal transmittance of fenestration and shading system is important to reduce the air-conditioning load of the house and the building. Moreover, it is difficult to say that forecast calculation method that contains difference of the size of the opening material and treatment of curtain wall etc. has been established.

Then, following items were maintained from viewpoint of the arrangement of the evaluation method concerning the solar heat gain coefficient and the thermal transmittance in fenestration and shading system and influence on heat load of building.

1. Measurement of solar heat gain coefficient intended for combination of typical fenestration and shading system
2. Comparison verification concerning calculation method of various solar heat gain coefficient including international standard draft
3. Investigation and comparison verification concerning calculation method of overall heat transfer coefficient
4. Evaluation method of heat performance of curtain wall
5. Heat performance in window and heat load of house and building

National Institute for Land and Infrastructure Management<sup>\*1</sup>, Building Research Institute<sup>\*2</sup>, Kagoshima Univ.<sup>\*3</sup>, The University of Shiga Prefecture<sup>\*4</sup>, Sankyo Tateyama,Inc.<sup>\*5</sup>, Nichibeï Co., Ltd.<sup>\*6</sup>, Nippon Sheet Glass co.,Ltd.<sup>\*7</sup>, YKK AP Inc.<sup>\*8</sup>, LIXIL Corporation<sup>\*9</sup>

## 目次

第1章 序論 .....	1
1.1 開口部の熱性能の評価.....	1
1.2 開口部の熱性能の評価の課題.....	1
1.3 調査項目 .....	2
第2章 日射熱取得率の測定 .....	5
2.1 はじめに .....	5
2.2 測定装置の概要.....	5
2.2.1 測定装置.....	5
2.2.2 測定条件.....	9
2.2.3 測定項目 .....	10
2.2.4 測定装置の改修概要.....	14
2.2.5 測定する熱量の変更点.....	15
2.2.6 測定項目の変更点.....	16
2.2.7 改修前後の測定結果の比較.....	20
2.3 日射熱取得率の測定結果 .....	24
2.3.1 試験体の選定.....	24
2.3.2 測定結果詳細.....	48
2.3.3 測定結果一覧.....	170
2.3.4 測定結果の分析.....	214
2.3.5 測定結果のデータベース化.....	226
2.4 まとめ .....	235
第3章 日射熱取得率計算方法の調査 .....	237
3.1 はじめに .....	237
3.2 既往研究の調査.....	238
3.2.1 窓全体の熱性能計算法.....	238
3.2.2 板ガラスと遮蔽物との間の熱コンダクタンス.....	239
3.3 各国計算法規格.....	242
3.4 計算ツール.....	247
3.4.1 米国 (LBNL/WINDOW, THERM, Optics) .....	247
3.4.2 欧州 (WinDat, WIS, BISCO, WINISO) .....	251
3.4.3 日本 .....	262
3.5 各国計算法規格による計算結果の比較.....	270
3.5.1 ガラス部.....	270
3.5.2 フレーム部 .....	278

3.5.3	窓全体.....	280
3.6	遮熱性能計算法 J I S 案対応総合計算法の調査 .....	282
3.6.1	遮熱性能計算法 J I S 案.....	282
3.6.2	遮熱性能計算法 J I S 案の内容（概要） .....	283
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 .....	294
3.7.1	TB2D/BEM の放射熱伝達の扱い .....	294
3.7.2	TB2D/BEM の精度検証.....	295
3.7.3	屋外側表面熱伝達率の標準値.....	303
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.....	306
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.....	307
3.8	計算結果と測定結果の比較.....	308
3.8.1	遮蔽物なし条件.....	309
3.8.2	遮蔽物あり.....	318
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.....	332
3.9	遮蔽物の色の変化による日射熱取得率への影響.....	339
3.9.1	スクリーン光学特性.....	339
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.....	351
3.10	板ガラスと日射遮蔽物に挟まれた中空層の熱抵抗.....	353
3.10.1	ISO 10077-1.....	353
3.10.2	ISO 15099.....	355
3.10.3	ISO 15099、NFRC 100 と遮熱性能計算法 JIS 案の比較.....	357
3.10.4	NFRC 100 (WINDOW 6) と EU (WIS) による比較.....	360
3.11	まとめ.....	361
第4章	熱貫流率.....	367
4.1	はじめに.....	367
4.2	境界条件の影響.....	369
4.2.1	国内外の境界条件.....	369
4.2.2	風向・風速による対流熱伝達率の変化.....	371
4.3	窓のサイズ違いによる断熱性能の評価.....	420
4.3.1	サイズ別の窓の熱貫流率 .....	420
4.3.2	窓の熱貫流率の違いによる建物全体の熱負荷への影響.....	424
4.4	まとめ.....	427
第5章	ビル用開口部の熱性能.....	429
5.1	はじめに.....	429
5.2	カーテンウォールの熱性能の評価法.....	430
5.2.1	断面のモデル化.....	430



5.2.2	熱貫流率計算法.....	432
5.2.3	日射熱取得率計算法.....	434
5.2.4	計算モデル条件.....	437
5.2.5	設定条件, 物性値.....	438
5.2.6	計算結果.....	439
5.3	カーテンウォールの熱性能の簡易評価法.....	446
5.3.1	各部の簡易計算用熱性能.....	446
5.3.2	カーテンウォール全体の簡易計算法.....	449
5.3.3	フレームを考慮した PAL 計算.....	454
5.4	まとめ.....	459
第6章	窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷.....	461
6.1	はじめに.....	461
6.2	詳細な窓の性能を考慮した住宅用熱負荷への影響の検討.....	462
6.2.1	窓の遮熱性能に特化した AE-Sim/Heat カスタマイズ仕様.....	463
6.2.2	計算条件及び結果.....	486
6.2.3	風向風速により変化する窓の熱貫流率を考慮した AE-Sim/Heat カスタマイズ仕様.....	501
6.2.4	計算条件及び結果.....	507
6.3	総合的な窓の熱性能評価指標.....	511
6.3.1	はじめに.....	511
6.3.2	ISO 13790 による月別計算法 (簡易計算) .....	511
6.3.3	窓のエネルギー性能 (Window Energy Performance) .....	516
6.4	まとめ.....	523
第7章	まとめ.....	527



## 第1章 序論

### 1.1 開口部の熱性能の評価

建物の冷暖房負荷において、開口部からの熱損失および日射熱取得は大きな割合を占める。このため建物の熱性能を評価するには、開口部材の熱貫流率等の熱特性に関する正確な情報が必要となる。しかしながら、窓やドア製品で熱性能が表示されているのは熱貫流率のみであり、日射熱取得率に関してはその評価方法も含めデータの整備が遅れているのが現状である。また熱貫流率に関しても開口部材のサイズ違いによる影響やカーテンウォールの評価方法など課題が残されている。

これまで住宅の省エネルギー基準では冬期の暖房消費エネルギーの削減を主として、開口部を含む外皮の断熱性能を規定してきた。窓やドアの断熱性能は JIS で試験方法が定められており、製品毎に断熱性能の評価が行われ、カタログ等で性能値が公開されている。一方、夏期に対しては開口部を含む外皮の日射取得率を規定してきたが、前述のように開口部の日射熱取得率はデータが整備されていないので、省エネルギー基準ではガラス中央部の日射熱取得率を評価の対象としてきた。フレーム部の日射熱取得率はガラスと比較すると非常に小さいので、開口部全体としての日射熱取得率はガラス部の値より小さくなる。このため建物の日射熱取得は実態よりも大きく評価されている可能性がある。

省エネルギー基準は平成 25 年の改正から、1 次エネルギーによる評価に変更された。それまでは断熱性能と遮熱性能は独立した指標として評価の対象であったが、より実態に近い年間の熱性能で評価されることになる。日射熱取得については、夏期は冷房負荷を増大させる要因であるが、冬季は暖房負荷の軽減に寄与する。開口部の熱性能を考える際に、日射熱取得と日射遮蔽のどちらを重視した方が効果的であるかは地域によって異なる。このため建物の省エネルギー化を考える際には、年間を通して最も効果的な窓の仕様を選択する必要がある。開口部の日射遮蔽については、ブラインドやスクリーンなど付属物の設置も有用である。付属物を含む窓の熱性能の定量的な評価も課題となる。

開口部の熱性能に関する課題を整理し、評価方法とデータを整備することを目的として、平成 23, 24 年度の建築基準整備促進事業で「開口部材の日射侵入率等熱特性に関する調査」が実施された。本報告書はこの調査事業の成果をまとめたものである。

### 1.2 開口部の熱性能の評価方法の課題

#### ① 開口部の夏期日射侵入率に対するフレームの影響

省エネルギー基準では開口部の夏期日射侵入率においてフレームの影響を考慮していない。フレーム部の日射侵入率 $\eta$ は小さく、窓としての $\eta$ 値はガラスの $\eta$ 値より小さくなる。フレーム面積率は窓のサイズで変化するので、同じ窓種でも $\eta$ 値は窓サイズによって異なる。熱貫流率 $U$ と同様にサイズ毎の $\eta$ 値評価が必要である。

#### ② 日射遮蔽物の評価

現行の省エネルギー基準では外ブラインドと障子のみが評価の対象となっている。しかし、カーテンやスクリーン、内付けブラインドなどにも日射遮蔽効果があることは分かっており、これらの日射遮蔽性能を評価できない点も課題となっている。ブラインド

を含め遮蔽物の多くは居住者が使用状態を変更でき、これにより日射熱取得率も変化する。夏期の日射遮蔽性能と冬期の日射取得性能を評価する場合に、遮蔽物による可変性をどう評価するか課題となる。

### ③ 年間熱負荷計算における開口部の取り扱い

年間熱負荷計算では窓と太陽の位置関係によって、フレームの影やガラスへの入射角度が異なる。一般的に熱負荷計算では標準ガラスの入射角特性とガラスの遮蔽係数を用いた計算ロジックが採用されているが、この方法では日射熱取得を過大に見積もる危険性がある。年間冷暖房負荷を基準とする以上、より精度の高い計算方法を適用してゆく必要がある。

### ⑤ 開口部の熱貫流率

開口部の断熱性能の計算法に関する規格は国内外に幾つかあるが、計算モデルの境界条件が統一されていない。また、省エネルギー基準の解説書で規定されている境界条件との整合性も図られていない。年間冷暖房負荷や平均U値計算で矛盾が生じないように、境界条件の相違による影響について検討しておく必要がある。

### ⑥ カーテンウォールの評価法

カーテンウォールについては、現状ではガラスの熱貫流率と日射熱取得率で評価されている。しかし、フレームがカーテンウォールの熱性能に影響することは明らかであり、その評価方法を整理する必要がある。

## 1.3 調査項目

開口部の日射熱取得率と断熱性能について、評価方法を整理するとともに建物の熱負荷に及ぼす影響について考察する。建築基準整備促進事業で実施した具体的な調査項目を下記の(1)～(5)に示す。

### (1) 代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象とした日射熱取得率の測定

開口部からの日射侵入熱量をみた場合、開口部に附属するスクリーンやブラインドによって侵入熱量は大きく変化する。このため開口部に附属するスクリーン等の日射遮蔽物の効果の定量的な評価を試みた。代表的開口部材と遮蔽物を組み合わせた場合の日射熱取得率(日射侵入率)を測定しデータを整理した。単板ガラスとサッシ・遮蔽物の組み合わせ計21通りで測定を実施した。単板ガラスは、透明、熱線吸収、熱線反射、高性能熱線反射(淡色)、高性能熱線反射(濃色)の6種を対象とした。また遮蔽物は外付けでブラインドとロールスクリーン、内付けでブラインド、ロールスクリーン、プリーツ、紙障子を対象とした。さらに日射熱取得率の測定では、室内外の遮蔽物の測定に加え、通常の窓の内側に窓を設ける二重窓についても測定を実施した。開口部の日射熱取得率の測定方法と上記の測定結果を第2章でまとめる。

### (2) 国際規格案を含む種々の日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法に関する比較検証及び改良

欧米及び国内で開発されている日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法の文献調査を

おこなうと共に、公開されている評価ツールを調査し計算結果を比較した。各計算方法によりガラス品種、フレーム製品、遮蔽物種類を組み合わせた場合に、窓全体においてどの程度の差が生ずるか確認した。第3章ではこれらの結果を整理するとともに、日射熱取得率の計算法 JIS 規格案の考え方を整理する。また、第2章で示す測定結果と計算結果がどの程度一致するか比較検証する。これらの結果は第3章でまとめる。

### (3) 熱貫流率計算方法に関する調査及び比較検証

開口部(窓およびドア)の熱貫流率の計算法は JIS で規定されている。しかしながらその計算条件となる室内外熱伝達抵抗は、省エネルギー基準や計算法の規格によって異なり境界条件の妥当性が問題となっている。そこで、国内外の文献調査を行い、熱貫流率計算時における熱伝達抵抗の基準値のばらつきを整理した。また、開口部のサイズが断熱性能に及ぼす影響について整理した。これらの結果は第4章で整理する。

### (4) カーテンウォールの熱性能の評価法

近年、カーテンウォールが増えており、その熱性能の評価方法が課題となっている。そこで、フレームを考慮したカーテンウォールの断熱性能及び日射熱取得(日射遮蔽)性能の評価方法を整理した。また、実用的な計算法として簡易法を提案した。フレームを考慮することによる影響も含め、カーテンウォールの熱性能の評価方法を第5章で整理する。

### (5) 窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷

実際の屋外環境では、窓の熱貫流率は屋外風向風速によって変化する。また、窓の日射熱取得率もフレームの影や入射角、ブラインドスラット角と太陽位置の関係によって変化する。そこで、住宅の熱負荷計算において、これらの要因を考慮すると、暖冷房負荷にどの程度影響するか検証した。また、ISO 規格に規定されている窓のエネルギー性能 (WEP; Window Energy Performance) の考え方を日本の気候と標準的な住宅に適用させるための改良を行い、WEP の計算結果をもとに日本の住宅の窓が目指すべき熱性能の方向を検討した。これらの結果は第6章で整理する。



## 第2章 日射熱取得率の測定

### 2.1 はじめに

現在の省エネルギー基準<sup>1) 2) 3)</sup>では、窓の日射熱取得率（日射侵入率）はフレーム材質の違いによる影響が少なく、ガラスの性能やガラスとフレームの面積比率によって変化することが明らかとなっている。また、この基準では、レースカーテン、内付ブラインド、紙障子、外付ブラインドが評価対象となっている。しかし、近年普及しつつあるスクリーン類が含まれないなど評価できるものは限定される。本調査では、代表的な開口部材と開口部遮蔽物を組み合わせた場合の日射熱取得率を測定にて評価し、データを整理することとする。

測定はISO15099<sup>4)</sup>の計算法に準拠した建築研究所保有設備の測定装置にて実施することとした。本装置は夏期条件による測定も可能とした日本唯一の測定装置である。

測定結果から得られるデータは遮熱計算法 JIS 案（窓及びドアの熱性能-日射熱取得率の計算-<sup>5)</sup>）へ反映している。測定データをもとに計算結果との整合化を図ることで、より精度の高い計算予測方法の確立へつながるものとする。

### 2.2 測定装置の概要

#### 2.2.1 測定装置

平成23年度、つくば市の独立行政法人 建築研究所保有設備の測定装置<sup>6)</sup>にて日射熱取得率の測定を実施した。本測定法は、太陽光シミュレータ、恒温室、計測箱を持ち、夏期・冬期の条件を切り替え、同一試験体の熱貫流率と日射熱取得率を測定できる特色を有する。

図 2.2.1-1 に測定装置の全体構成を示す。

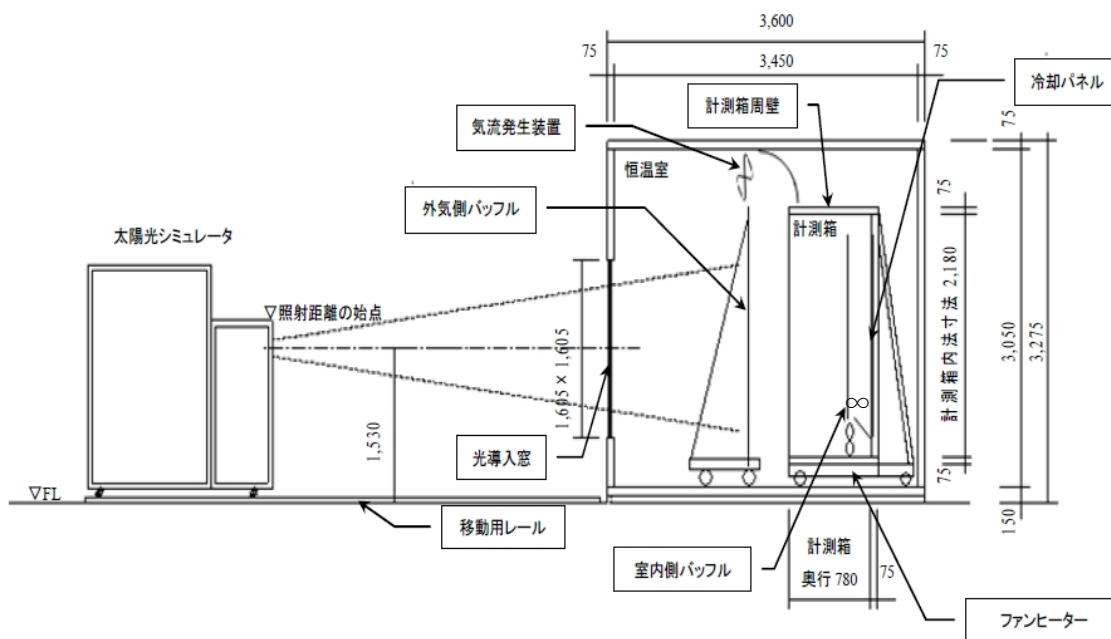


図 2.2.1-1 日射熱取得率測定装置の全体構成

太陽光シミュレータで照射された光は、光導入窓、外気側バッフルを通過し、試験体に当たり、さらに試験体を透過した光は、計測箱のバッフルを透過し冷却パネルに当たる。

恒温室には、光導入用の窓を設け太陽光シミュレータの光が計測箱に取り付けられた試験体に照射されるようになっている。恒温室の設定は 温度-10℃～30℃で制御精度±0.5℃、湿度は成り行きである。

外気側には照射光を透過させ外側の赤外放射の影響を遮断するために試験体取り付け枠前面に厚さ5mmの高透過型ガラス製のバッフルが設けられている。高透過型ガラスは一般に用いられるフロート板ガラスに比べ、透過率が高く、分光特性もフラットであるために照射光の分光特性をほとんど変化させない。また、ガラスは3μm以上の赤外放射を透過しないので、バッフルより外側の赤外放射の影響を遮断できる。

なお、高透過型ガラスの修正放射率は0.837、日射反射率は0.08、日射透過率は0.90、日射吸収率は0.02である。バッフルと試験体との間に試験時の屋外環境が形成される。

また、試験体間の熱伝達率を設定するために、上部に気流調整用の300mmφ AC200V 軸流ファン5台を設置し、試験体前面の空気を吸い込んでいる。

計測箱は厚さ75mmの断熱パネルで構成され内法寸法（W2,180×H2,180×D780mm）である。計測箱の構成を図2.2.1-2に示す。

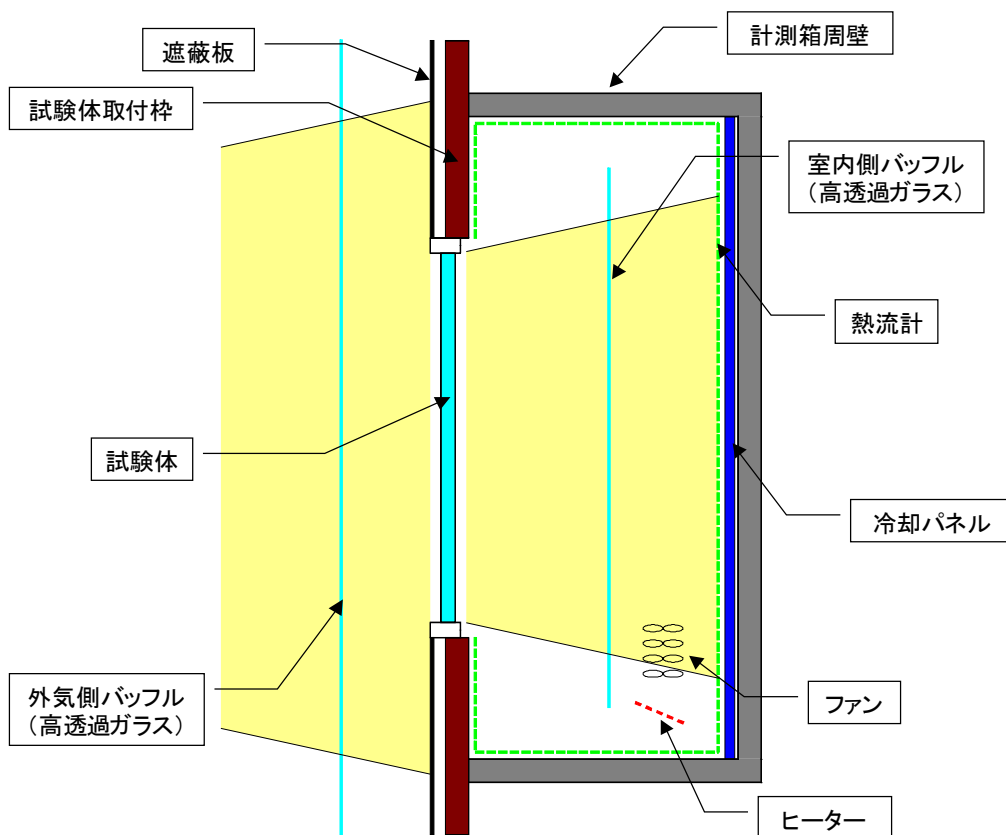


図 2.2.1-2 計測箱の構成



計測箱内の背面側には透過した日射熱を除去するための冷却パネルが設けられる。この冷却パネルには外部の恒温槽で温度制御された冷却水が循環するようになっている。表面には熱流計が全面に貼り付けられ、除去熱量が計測される。熱流計は黒色で表面の放射率は0.95、日射吸収率は0.95である。

冷却パネルは室内温度より低めに設定され、室温は後述のヒーターにより制御される。

計測箱と試験体取付枠の室内側表面全面に熱流計が取り付けられ、試験体以外からの恒温室と計測箱の間を移動通過する熱量を計測できるようになっている。

計測箱内部には、照射光を透過させ冷却パネルからの赤外放射の影響を遮断するために、外気側と同様厚さ5mmの高透過型ガラス製のバッフルが設けられている。修正放射率は0.837、日射反射率は0.08、日射透過率は0.90、日射吸収率は0.02である。

バッフルと試験体との間に試験時の室内環境が形成される。

バッフル下部には熱伝達率の調整と温度の制御のためのファン・ヒーターが取り付けられる。80mmφDC軸流ファン8台が設置され、風速は電源(DC18V2A)の電圧を変更することで調整可能である。温度調整用のシリコン被覆シースヒーターは白金抵抗温度計により、電源(DC32V6A)の電流制御により定温度制御としている。

供給電力は電圧、電流を計測することで求める。

試験体取付枠は合板の間にハニカムコアをサンドイッチした厚さ142mmのパネルで、標準サイズの窓を取り付ける開口が開いている。計測箱側の表面には、熱流計が全面に貼られ通過する熱量を計測できるようになっている。熱流計は黒色で、表面の放射率は0.95、日射吸収率は0.95である。

冷却パネル面以外の計測箱周壁4面にも、通過熱流量を計測するために熱流計パネルが全面に貼り付けてある。熱流計は黒色で表面の放射率は0.95、日射吸収率は0.95である。

当該、日射熱取得率測定装置の主な特長は以下の通りである。

- (a) 日射遮蔽係数ではなく日射熱取得率を直接求めることを目的としているため、標準ガラス（通常は3mm厚フロートガラス）の波長特性の影響を受けない。従って、近年普及してきた遮熱型 Low-E ガラスなどの波長選択性を有する窓の日射による取得熱量を正確に評価することが可能である。
- (b) 一般に、従来の装置では日射による取得熱量を冷却流体の出入り口温度差と流量から計測していたが、本装置では、冷却パネル、計測箱及び試験体取り付け枠での熱量計測に熱流計を用いている。そのため、流量計や計測箱の校正実験を省くことができる。

- (c) 室内側，外気側の試験体正面にガラスのバッフル板を設け，光源及び冷却パネルからの長波長放射が試験体に与える影響をできるだけ小さくしている。
- (d) 太陽光シミュレータとして，標準試験体の大きさの照射面積で最大  $500\text{W}/\text{m}^2$  の照射強度を有し，平行度も高く，エアマス 1.5 の標準太陽光のスペクトルとよく合致したものを使用している。
- (e) 試験体取り付け開口の大きさが，高さ 1,375mm，幅 1,695mm であり，市販の開口部製品の測定が可能である。

## 2.2.2 測定条件

日射熱取得率測定の実験条件を表 2.2.2-1 に示す。

測定条件は、ISO15099<sup>4)</sup> の条件に合わせた。照射強度は、夏期条件が  $500 \text{ W/m}^2$ 、冬期条件が  $300 \text{ W/m}^2$ 。室内外の温度は、夏期条件が室内側温度  $25^\circ\text{C}$ 、外気側温度  $30^\circ\text{C}$  で室内外温度差は  $5^\circ\text{C}$ 、冬期条件が室内側温度  $20^\circ\text{C}$ 、外気側温度  $0^\circ\text{C}$  で室内外温度差は  $20^\circ\text{C}$  とした。熱伝達率は、夏期条件で室内側対流熱伝達率  $2.5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 、室外側対流熱伝達率  $8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 、冬期条件で室内側対流熱伝達率  $3.6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 、室外側対流熱伝達率  $20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  となるように、外気側のファンの周波数及び室内側のファンの電圧を調整した。

表 2.2.2-1

	夏期条件	冬期条件
室内温度 [ $^\circ\text{C}$ ]	25	20
外気温度 [ $^\circ\text{C}$ ]	30	0
照射強度 [ $\text{W/m}^2$ ]	500	300
室内側対流熱伝達率 [ $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ]	2.5	3.6
室外側対流熱伝達率 [ $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ]	8.0	20

### 2.2.3 測定項目

本調査における測定に長波放射センサー、短波放射センサーを用い、図 2.2.3-1～2.2.3-4 に示すよう配置した。外気側、室内側に加え、室内遮蔽物を付加させた際に形成される中空層の内部にも配置している。

長波放射センサーは取付開口面積を9等分した位置に、短波放射センサーは取付開口面積の中央に配置し、設置方向は外気側、室内側の両方を見るように設置している。

また、今回は熱電対による空気温度測定の代わりに、長波放射センサーの温度をその雰囲気の空気温度としている。

照射量を測定するため外気側にエプレ製放射強度計を配置し、室内側にはEKO製の長短波放射計を設置している。

また、測定項目一覧を表 2.2.3-1 に示す。

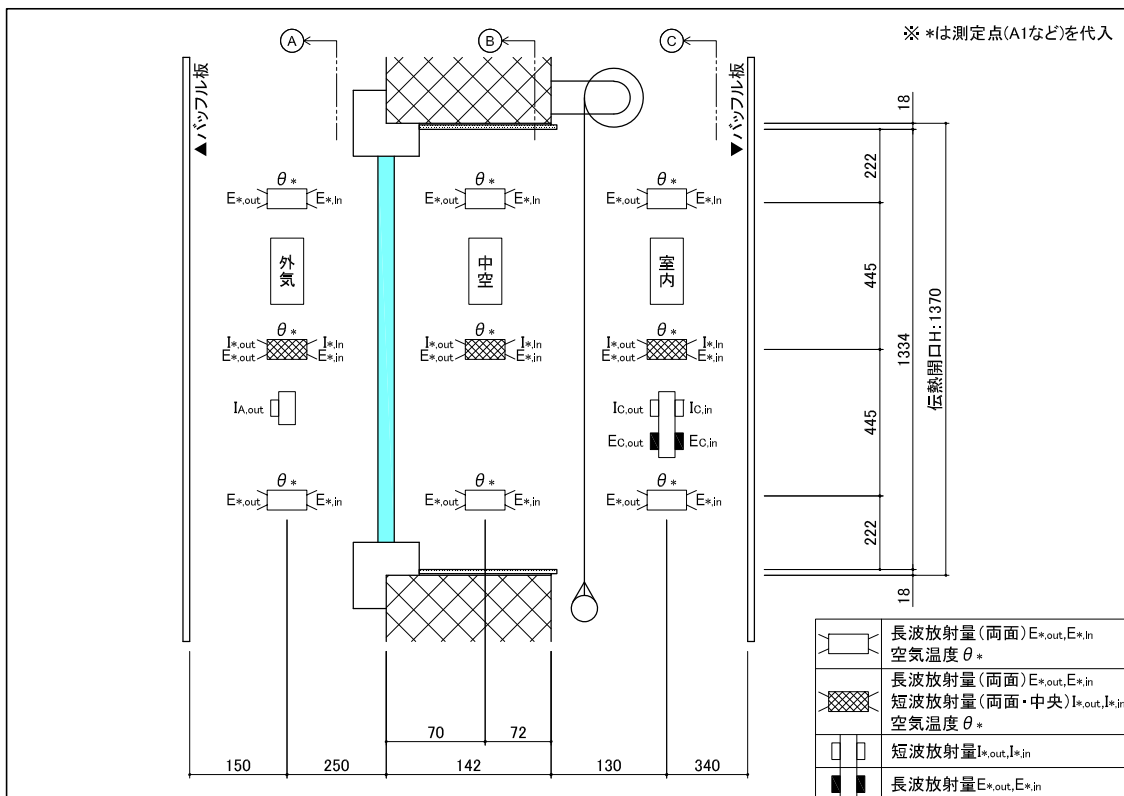


図 2.2.3-1 センサー配置図 (縦断面)

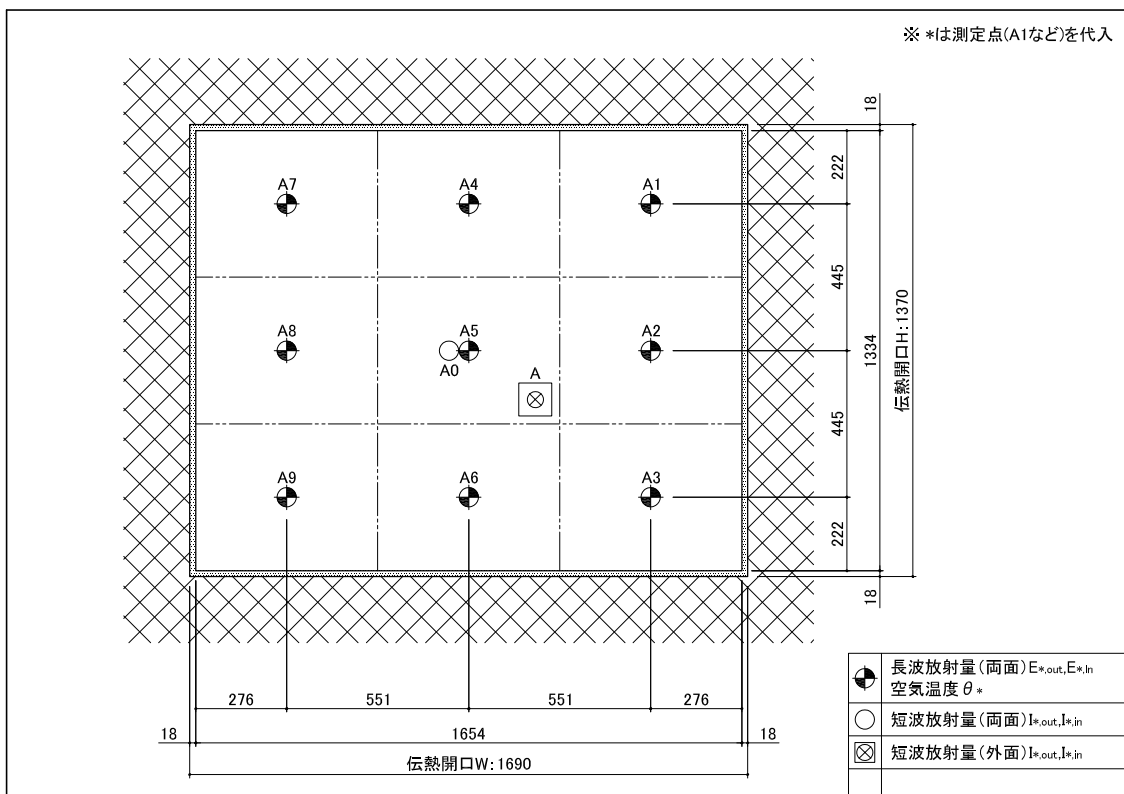


図 2.2.3-2 センサー配置図 (外気, Section A, ※内観を示す)

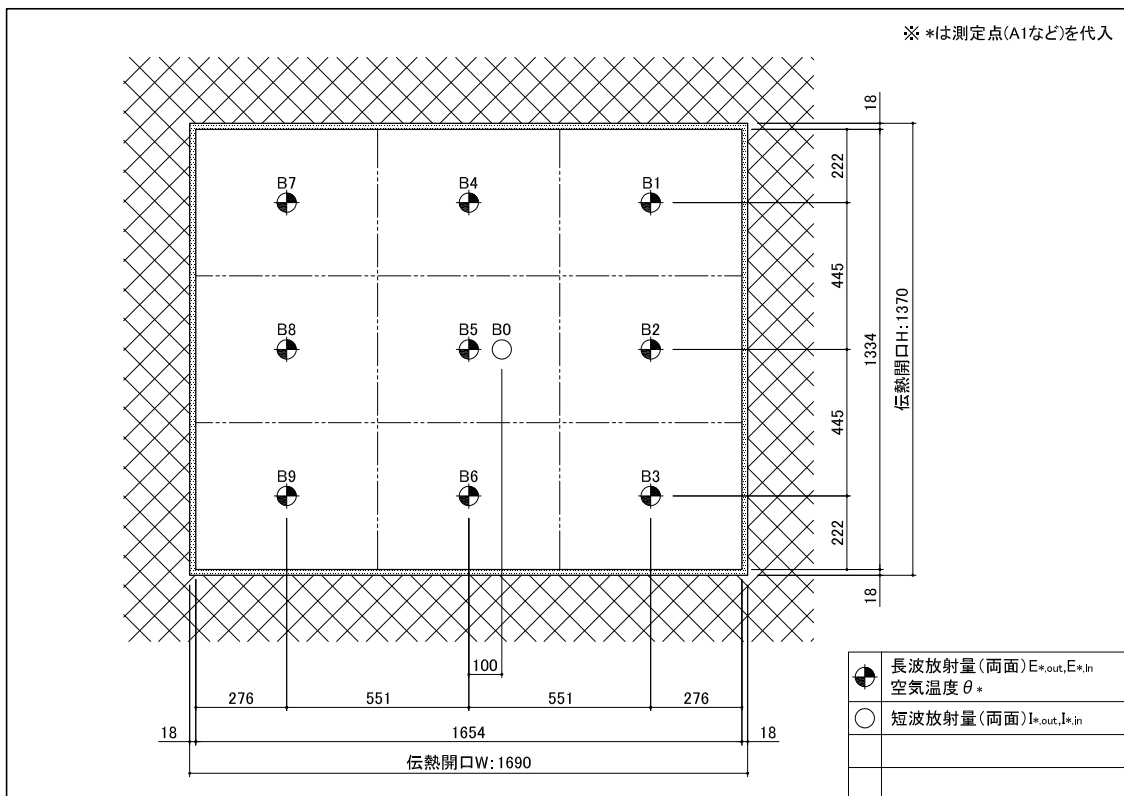


図 2.2.3-3 センサー配置図 (中空, Section B, ※内観を示す)

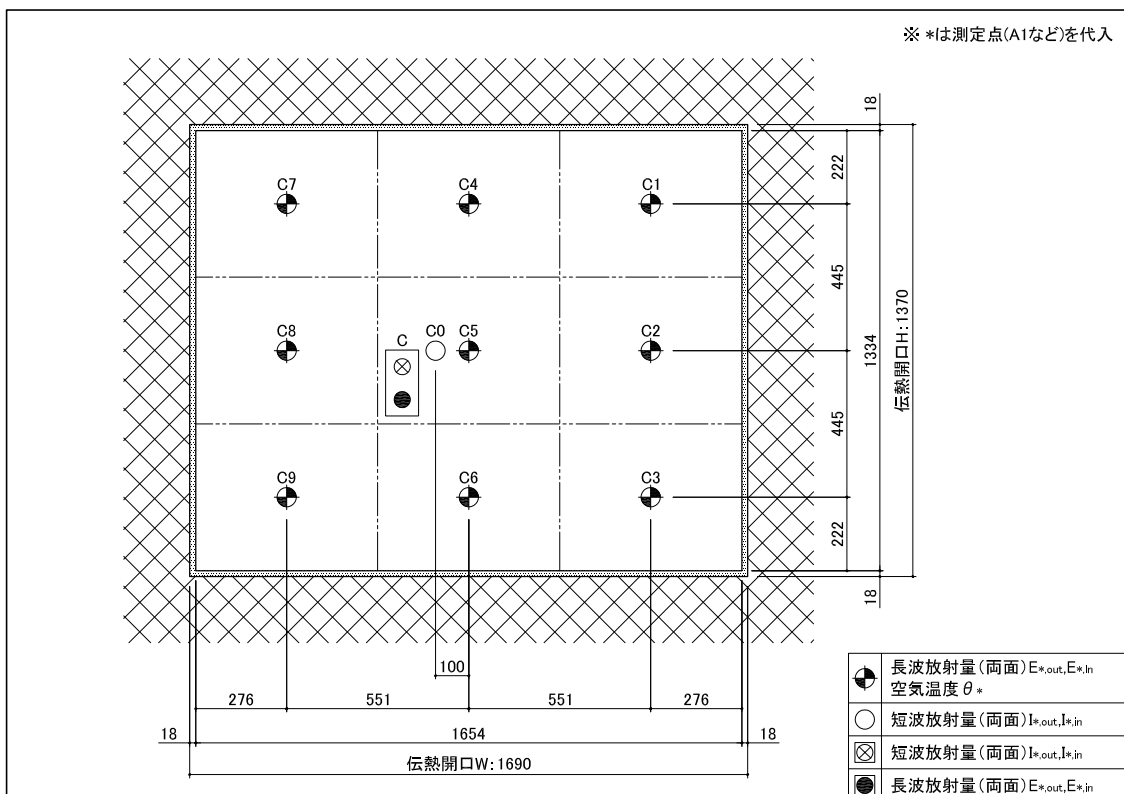


図 2.2.3-4 センサー配置図 (室内, Section C, ※内観を示す)

表 2.2.3-1 測定項目一覧

測定項目			内観左			内観中			内観右			
			記号	測定 CH	単位	記号	測定 CH	単位	記号	測定 CH	単位	
外気	短波放射量	out	中			$I_{A0,out}$	120	$W/m^2$				
			上	$E_{A7,out}$	127	$W/m^2$	$E_{A4,out}$	124	$W/m^2$	$E_{A1,out}$	121	$W/m^2$
			中	$E_{A8,out}$	128		$E_{A5,out}$	125		$E_{A2,out}$	122	
	下	$E_{A9,out}$	129	$E_{A6,out}$	126		$E_{A3,out}$	123				
	長波放射量	in	中			$I_{A0,in}$	130	$W/m^2$				
			上	$E_{A7,in}$	137	$W/m^2$	$E_{A4,in}$	134	$W/m^2$	$E_{A1,in}$	131	$W/m^2$
			中	$E_{A8,in}$	138		$E_{A5,in}$	135		$E_{A2,in}$	132	
	下	$E_{A9,in}$	139	$E_{A6,in}$	136		$E_{A3,in}$	133				
	空気温度		上	$\theta_{A7}$	187	$^{\circ}C$	$\theta_{A4}$	184	$^{\circ}C$	$\theta_{A1}$	181	$^{\circ}C$
			中	$\theta_{A8}$	188		$\theta_{A5}$	185		$\theta_{A2}$	182	
			下	$\theta_{A9}$	189		$\theta_{A6}$	186		$\theta_{A3}$	183	
	中空	短波放射量	out	中			$I_{B0,out}$	140	$W/m^2$			
上				$E_{B7,out}$	147	$W/m^2$	$E_{B4,out}$	144	$W/m^2$	$E_{B1,out}$	141	$W/m^2$
中				$E_{B8,out}$	148		$E_{B5,out}$	145		$E_{B2,out}$	142	
下		$E_{B9,out}$	149	$E_{B6,out}$	146		$E_{B3,out}$	143				
長波放射量		in	中			$I_{B0,in}$	150	$W/m^2$				
			上	$E_{B7,in}$	157	$W/m^2$	$E_{B4,in}$	154	$W/m^2$	$E_{B1,in}$	151	$W/m^2$
			中	$E_{B8,in}$	158		$E_{B5,in}$	155		$E_{B2,in}$	152	
下		$E_{B9,in}$	159	$E_{B6,in}$	156		$E_{B3,in}$	153				
空気温度			上	$\theta_{B7}$	57	$^{\circ}C$	$\theta_{B4}$	54	$^{\circ}C$	$\theta_{B1}$	51	$^{\circ}C$
			中	$\theta_{B8}$	58		$\theta_{B5}$	55		$\theta_{B2}$	52	
			下	$\theta_{B9}$	59		$\theta_{B6}$	56		$\theta_{B3}$	53	
室内		短波放射量	out	中			$I_{C0,out}$	160	$W/m^2$			
	上			$E_{C7,out}$	167	$W/m^2$	$E_{C4,out}$	164	$W/m^2$	$E_{C1,out}$	161	$W/m^2$
	中			$E_{C8,out}$	168		$E_{C5,out}$	165		$E_{C2,out}$	162	
	下	$E_{C9,out}$	169	$E_{C6,out}$	166		$E_{C3,out}$	163				
	長波放射量	in	中			$I_{C0,in}$	170	$W/m^2$				
			上	$E_{C7,in}$	177	$W/m^2$	$E_{C4,in}$	174	$W/m^2$	$E_{C1,in}$	171	$W/m^2$
			中	$E_{C8,in}$	178		$E_{C5,in}$	175		$E_{C2,in}$	172	
	下	$E_{C9,in}$	179	$E_{C6,in}$	176		$E_{C3,in}$	173				
	空気温度		上	$\theta_{C7}$	197	$^{\circ}C$	$\theta_{C4}$	194	$^{\circ}C$	$\theta_{C1}$	191	$^{\circ}C$
			中	$\theta_{C8}$	198		$\theta_{C5}$	195		$\theta_{C2}$	192	
			下	$\theta_{C9}$	199		$\theta_{C6}$	196		$\theta_{C3}$	193	

測定項目		記号	測定 CH	単位	
外気	短波放射量 (エブレ)	out	$I_{A,out}$	49	$W/m^2$
	バツフル温度			66	$^{\circ}C$
	窓面温度			67	
室内	短波放射量	out	$I_{C,out}$	62	$W/m^2$
		in	$I_{C,in}$	63	
	長波放射量	out	$E_{C,out}$	64	
		in	$E_{C,in}$	65	
	バツフル温度			68	
窓面温度			69		

2.2.4 測定装置の改修概要

図 2.2.4-1, 図 2.2.4-2 に, 平成 24 年度実施された日射熱取得率測定装置(独立行政法人 建築研究所保有)改修前後の装置全体構成を示す。改修前には計測箱を恒温室内部に配置する仕様とされていたが, 改修後には恒温室光導入窓の対向面に試験体取付枠を設置し計測箱を恒温室外部に配置する仕様に変更された。本改修により以下の利点が期待できる。

- ・熱流を測定している計測箱周壁の内外温度は, 改修前には夏期で内: 25℃, 外: 30℃, 冬期で内: 20℃, 外: 0℃だったのに対して, 改修後には夏期で内: 25℃, 外: 測定装置設置室温, 冬期で内: 20℃, 外: 測定装置設置室温となった。そのため, 計測箱周壁の内外温度差を小さくすることができた。したがって, 夏期から冬期または冬期から夏期に測定を切り替える際に計測箱周壁を通過する熱流が安定するまでの時間を短縮できた。
- ・試験体取付後, 改修前には計測箱内部側(室内側)からの作業が困難だったのに対して, 改修後には計測箱と試験体取付枠を簡単に取り外すことができるようにした。そのため, 計測箱内部側(室内側)からの作業が容易になった。

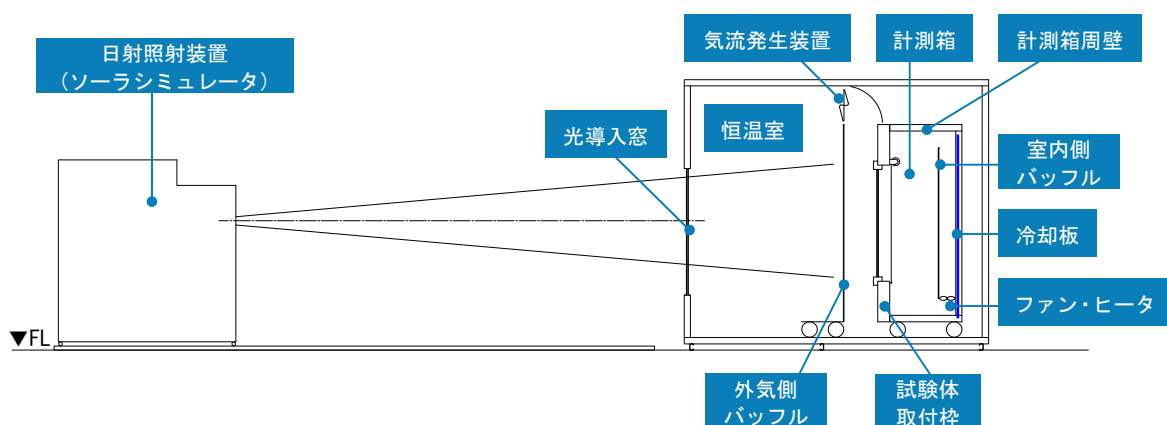


図 2.2.4-1 日射熱取得率測定装置の全体構成 (改修前)

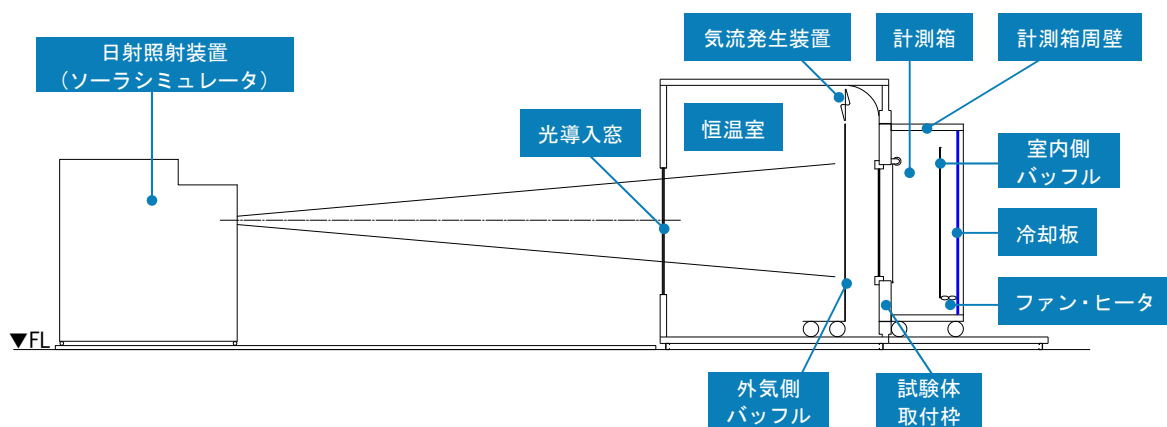


図 2.2.4-2 日射熱取得率測定装置の全体構成 (改修後)



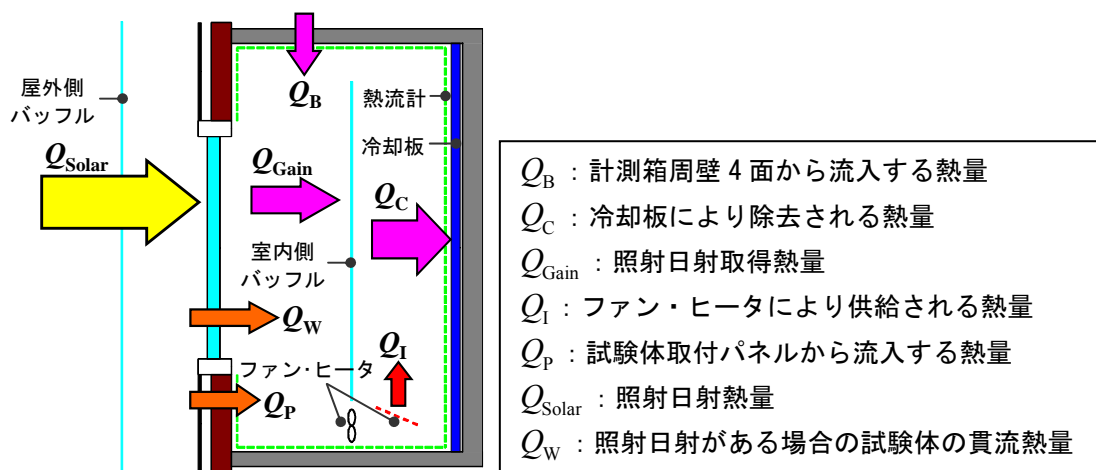
2.2.5 測定する熱量の変更点

図 2.2.5-1 に、日射熱取得率を測定する際の熱量の内訳(夏期条件)を示す。また、式(2.2.5-1)及び式(2.2.5-2)に、熱量の収支式を示す。冬期条件では、試験体の貫流熱量( $Q_W$  または  $Q'_W$ )と試験体取付パネルから流入する熱量( $Q_P$  または  $Q'_P$ )の正負が逆になる。

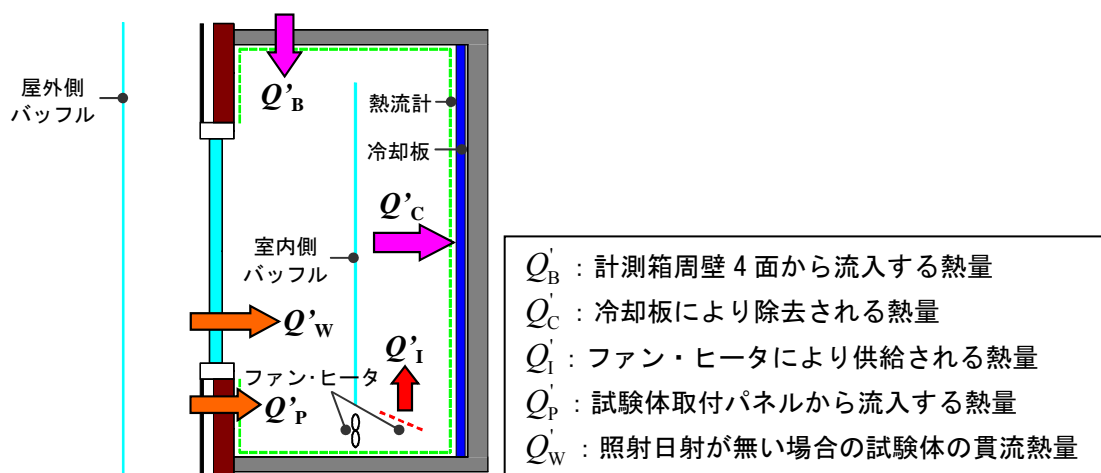
$$\text{照射日射がある場合： } Q_{\text{Gain}} = Q_C - Q_B - Q_I - Q_P - Q_W \quad (2.2.5-1)$$

$$\text{照射日射が無い場合： } Q'_W = Q'_C - Q'_B - Q'_I - Q'_P \quad (2.2.5-2)$$

改修前後で熱量の定義に変更点はない。しかしながら、計測箱周壁 4 面での通過熱量( $Q_B$  または  $Q'_B$ )は、改修前には計測箱と恒温室とに挟まれた周壁を通過する熱量の測定だったのに対し、改修後には計測箱と測定装置設置室を通過する熱量の測定となる。そのため、計測箱周壁 4 面での通過熱量( $Q_B$  または  $Q'_B$ )とその熱を除去する役割にあたる冷却板で除去される熱量( $Q_C$  または  $Q'_C$ )の改修前後の値が異なることが予想される。



a 照射日射がある場合

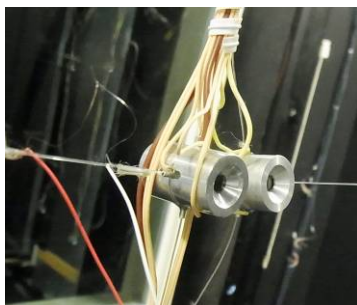


b 照射日射が無い場合

図 2.2.5-1 日射熱取得率を測定する際の熱量の内訳

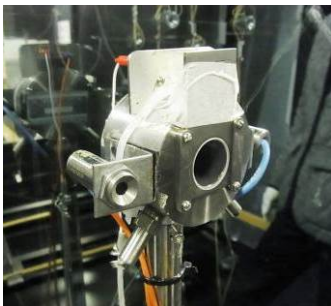
2.2.6 測定項目の変更点

本調査における測定機器，測定項目とその設置位置を図2.2.6-1～2.2.6-7に示す。  
 また，測定項目一覧を表2.2.6-1に示す。本年度の測定では，空気温度の測定をするために熱電対を取付開口面積の中央に追加して設置している。



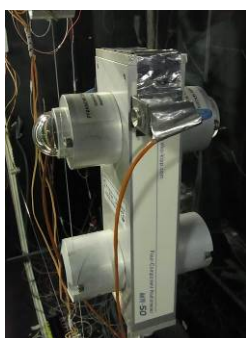
	型番	透過帯域 ( $\mu\text{m}$ )	透過率 (%)
長波放射計	MIR-101	6.4～14	75
短波放射計	MIR-101Q	0.28～4.8	90

図2.2.6-1 測定機器[熱電対(左)，長波放射計(中)，短波放射計(右)]



	型番	感度 $\mu\text{V}/\mu\text{V cm}^2$	インピーダンス ( $\Omega$ )
放射強度計	EPPLEY J3	0.02	300

図2.2.6-2 測定機器[エププレ放射計]



	型番	感度 $\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^2$	インピーダンス ( $\Omega$ )	波長範囲
赤外放射計	MR-50	7	10～100	5～50 $\mu\text{m}$
日射計				305～2800nm

図2.2.6-3 測定機器[長短波放射計(上 日射計:短波，下 赤外放射計:長波)]

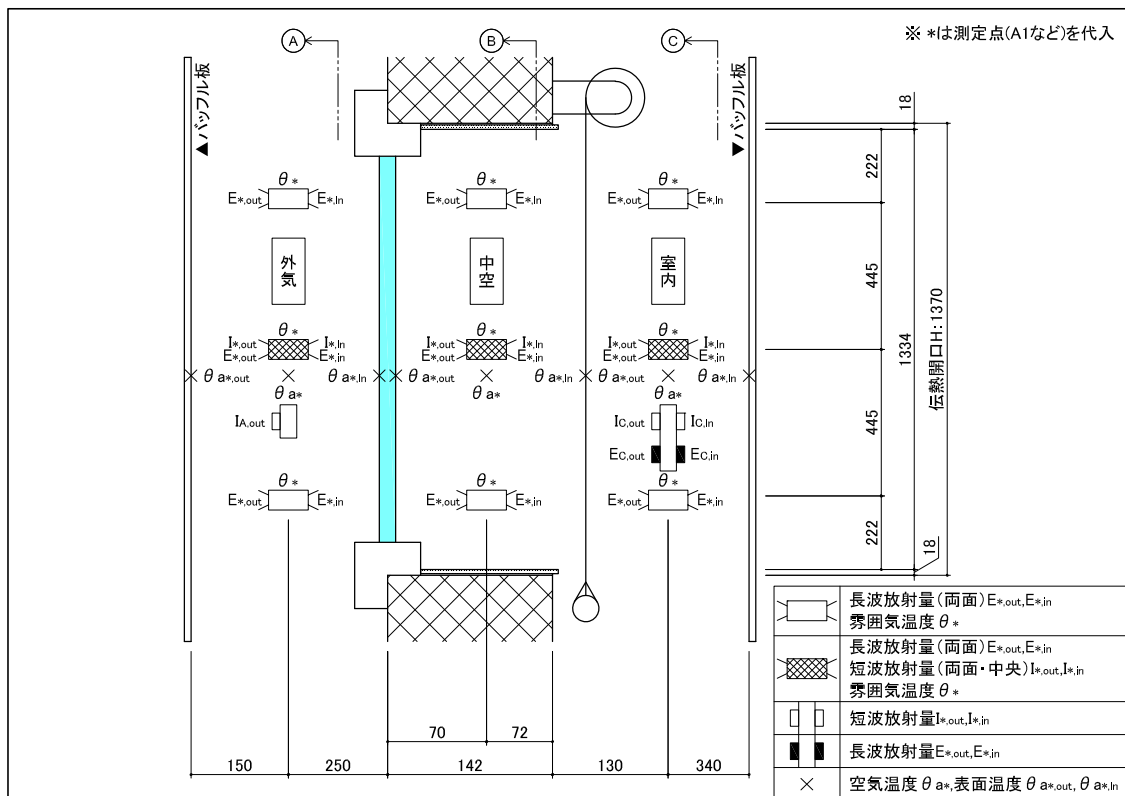


図 2.2.6-4 センサー配置図 (縦断面)

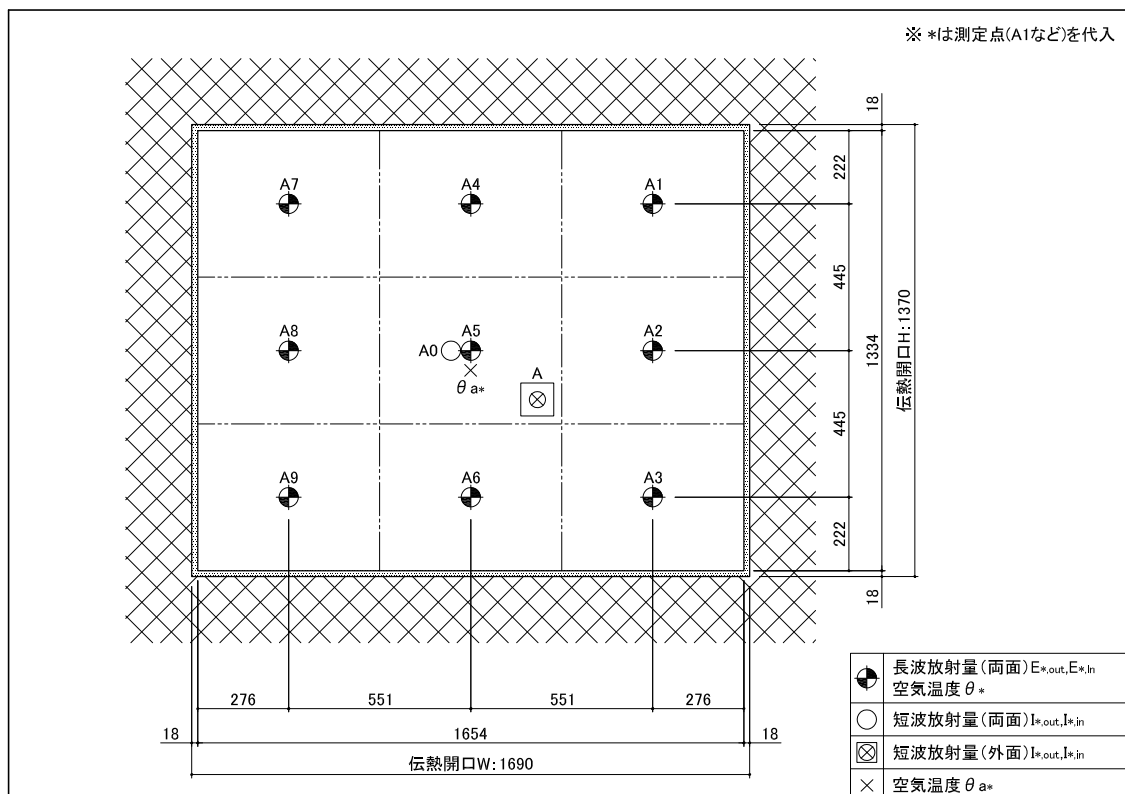


図 2.2.6-5 センサー配置図 (外気, Section A, ※内観を示す)

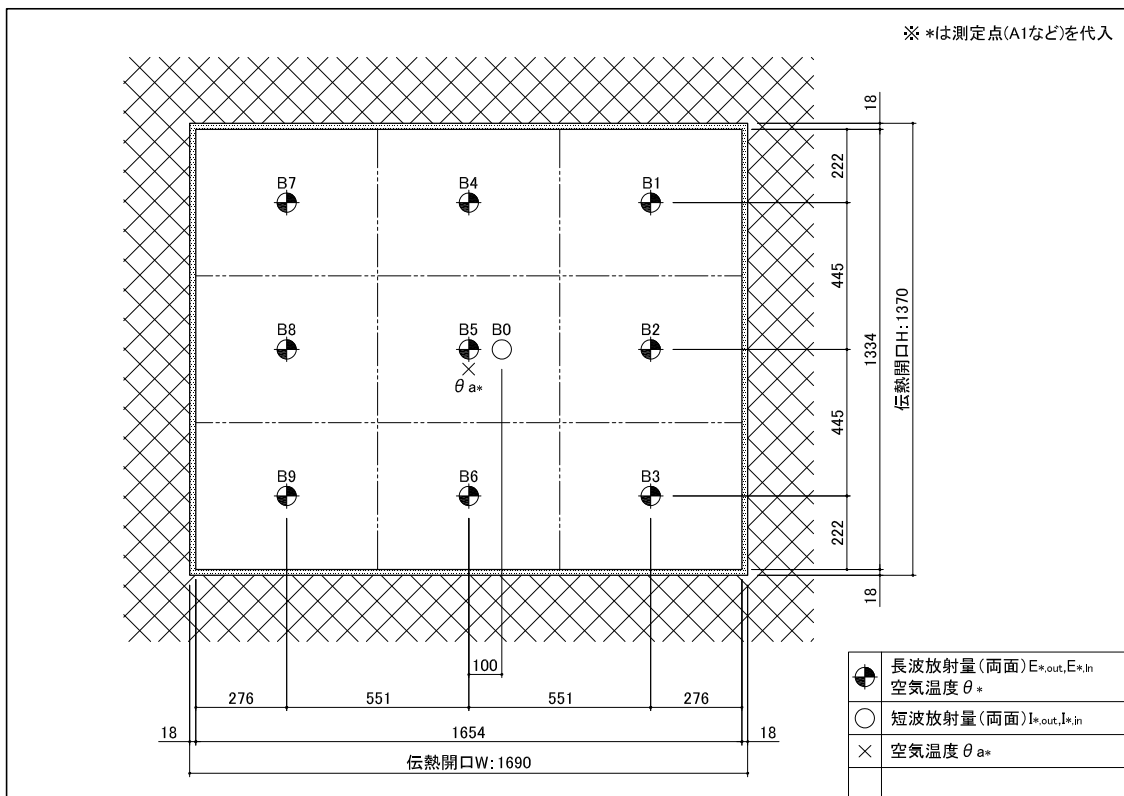


図 2.2.6-6 センサー配置図 (中空, Section B, ※内観を示す)

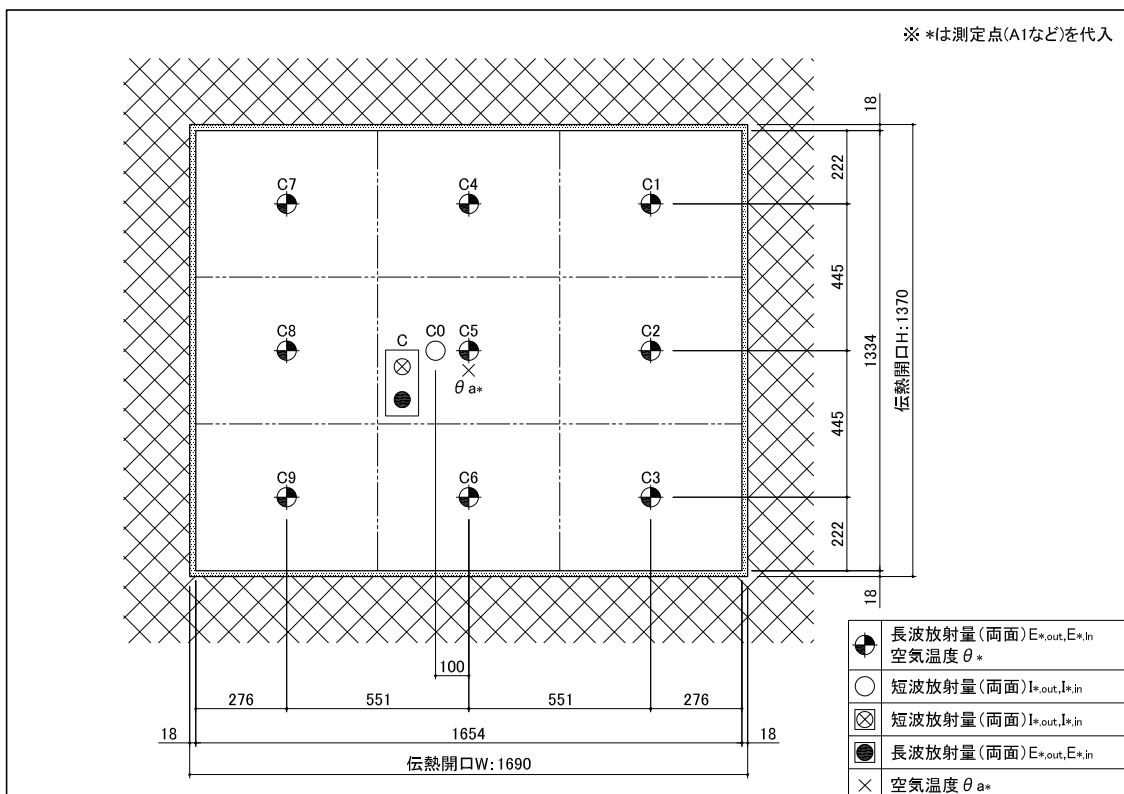


図 2.2.6-7 センサー配置図 (室内, Section C, ※内観を示す)

表 2.2.6-1 測定項目一覧

測定項目			内観左			内観中			内観右				
			記号	測定 CH	単位	記号	測定 CH	単位	記号	測定 CH	単位		
外気	短波放射量	out	中			$I_{A0.out}$	0	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{A7.out}$	7	$W/m^2$	$E_{A4.out}$	4	$W/m^2$	$E_{A1.out}$	1	$W/m^2$
				中	$E_{A8.out}$	8		$E_{A5.out}$	5		$E_{A2.out}$	2	
	下	$E_{A9.out}$	9	$E_{A6.out}$	6	$E_{A3.out}$		3					
	短波放射量	in	中			$I_{A0.in}$	10	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{A7.in}$	17	$W/m^2$	$E_{A4.in}$	14	$W/m^2$	$E_{A1.in}$	11	$W/m^2$
				中	$E_{A8.in}$	18		$E_{A5.in}$	15		$E_{A2.in}$	12	
	下	$E_{A9.in}$	19	$E_{A6.in}$	16	$E_{A3.in}$		13					
	霧囲気温度		上	$\theta_{A7}$	26	$^{\circ}C$	$\theta_{A4}$	23	$^{\circ}C$	$\theta_{A1}$	20	$^{\circ}C$	
			中	$\theta_{A8}$	27		$\theta_{A5}$	24		$\theta_{A2}$	21		
下			$\theta_{A9}$	28	$\theta_{A6}$		25	$\theta_{A3}$		22			
パツフル板表面温度		中			$\theta_{a_{A5.out}}$	291	$^{\circ}C$						
空気温度		中			$\theta_{a_{A5}}$	290	$^{\circ}C$						
試験体表面温度		中			$\theta_{a_{A5.in}}$	286	$^{\circ}C$						
中空	短波放射量	out	中			$I_{B0.out}$	100	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{B7.out}$	107	$W/m^2$	$E_{B4.out}$	104	$W/m^2$	$E_{B1.out}$	101	$W/m^2$
				中	$E_{B8.out}$	108		$E_{B5.out}$	105		$E_{B2.out}$	102	
	下	$E_{B9.out}$	109	$E_{B6.out}$	106	$E_{B3.out}$		103					
	短波放射量	in	中			$I_{B0.in}$	110	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{B7.in}$	117	$W/m^2$	$E_{B4.in}$	114	$W/m^2$	$E_{B1.in}$	111	$W/m^2$
				中	$E_{B8.in}$	118		$E_{B5.in}$	115		$E_{B2.in}$	112	
	下	$E_{B9.in}$	119	$E_{B6.in}$	116	$E_{B3.in}$		113					
	霧囲気温度		上	$\theta_{B7}$	86	$^{\circ}C$	$\theta_{B4}$	83	$^{\circ}C$	$\theta_{B1}$	80	$^{\circ}C$	
			中	$\theta_{B8}$	87		$\theta_{B5}$	84		$\theta_{B2}$	81		
下			$\theta_{B9}$	88	$\theta_{B6}$		85	$\theta_{B3}$		82			
試験体表面温度		中			$\theta_{a_{B5.out}}$	285	$^{\circ}C$						
空気温度		中			$\theta_{a_{B5}}$	284	$^{\circ}C$						
試験体表面温度		中			$\theta_{a_{B5.in}}$	283	$^{\circ}C$						
室内	短波放射量	out	中			$I_{C0.out}$	140	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{C7.out}$	147	$W/m^2$	$E_{C4.out}$	144	$W/m^2$	$E_{C1.out}$	141	$W/m^2$
				中	$E_{C8.out}$	148		$E_{C5.out}$	145		$E_{C2.out}$	142	
	下	$E_{C9.out}$	149	$E_{C6.out}$	146	$E_{C3.out}$		143					
	短波放射量	in	中			$I_{C0.in}$	150	$W/m^2$					
			長波放射量	上	$E_{C7.in}$	157	$W/m^2$	$E_{C4.in}$	154	$W/m^2$	$E_{C1.in}$	151	$W/m^2$
				中	$E_{C8.in}$	158		$E_{C5.in}$	155		$E_{C2.in}$	152	
	下	$E_{C9.in}$	159	$E_{C6.in}$	156	$E_{C3.in}$		153					
	霧囲気温度		上	$\theta_{C7}$	197	$^{\circ}C$	$\theta_{C4}$	194	$^{\circ}C$	$\theta_{C1}$	191	$^{\circ}C$	
			中	$\theta_{C8}$	198		$\theta_{C5}$	195		$\theta_{C2}$	192		
下			$\theta_{C9}$	199	$\theta_{C6}$		196	$\theta_{C3}$		193			
試験体表面温度		中			$\theta_{a_{C5.out}}$	282	$^{\circ}C$						
空気温度		中			$\theta_{a_{C5}}$	281	$^{\circ}C$						
パツフル板表面温度		中			$\theta_{a_{C5.in}}$	280	$^{\circ}C$						

測定項目			記号	測定 CH	単位	測定項目			記号	測定 CH	単位
外気	短波放射量 (エプシロン)	out	$I_{A.out}$	249	$W/m^2$	室内	短波放射量	out	$I_{C.out}$	262	$W/m^2$
		in	$I_{C.in}$	263							
	パツフル温度		266	長波放射量			out	$E_{C.out}$	264		
窓面温度		267	in		$E_{C.in}$	265					
						パツフル温度			268	$^{\circ}C$	
						窓面温度			269		

## 2.2.7 改修前後の測定結果の比較

図 2.2.7-1 に普通複層ガラスにおける改修前後の日射熱取得率を示す。改修前後の日射熱取得率の差は最大 0.02 であり、測定データの妥当性が確認できた。また、図 2.2.7-2 に普通複層ガラスにおける改修前後の熱貫流率を示す。改修前後の熱貫流率の差は最大  $0.3\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  であった。図 2.2.7-3～2.2.7-6 に各測定における各種熱量を示す。図より冬期の測定において計測箱周壁 4 面での通過熱量( $Q_B$  または  $Q'_B$ ) が改修後に 0 に近い値になっていることが分かる。これは、改修前には内(計測箱): $20^\circ\text{C}$ 、外(恒温室): $0^\circ\text{C}$  であったのに対して、改修後には内(計測箱): $20^\circ\text{C}$ 、外(測定装置設置室):  $20\sim 25^\circ\text{C}$  となり温度差が小さくなったことによると考えられる。

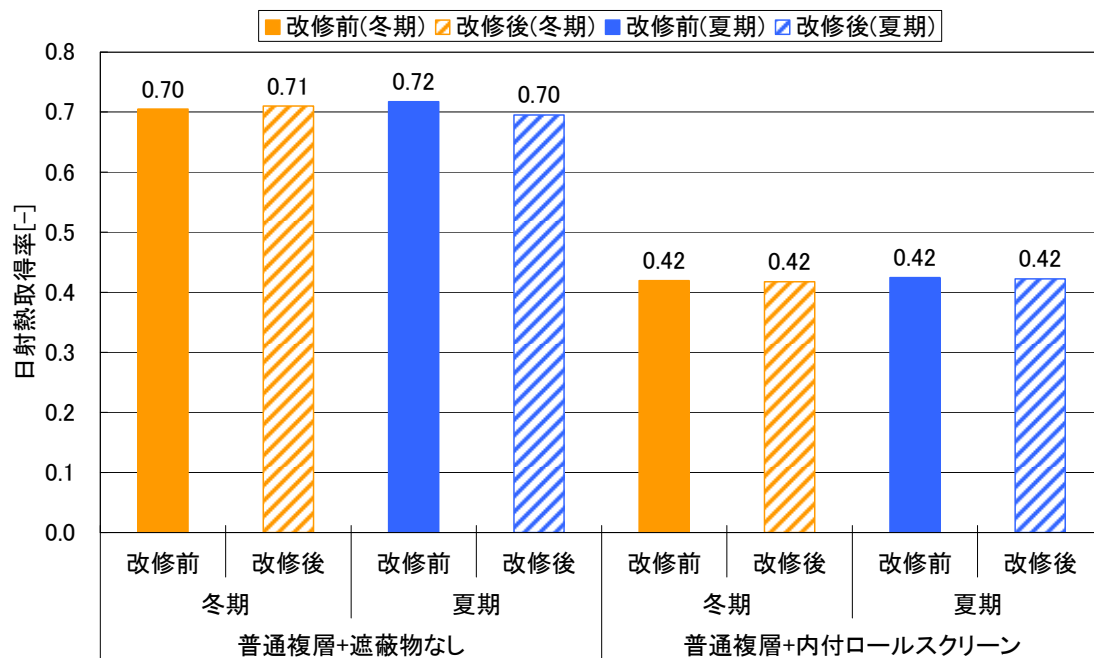


図 2.2.7-1 普通複層ガラスにおける改修前後の日射熱取得率

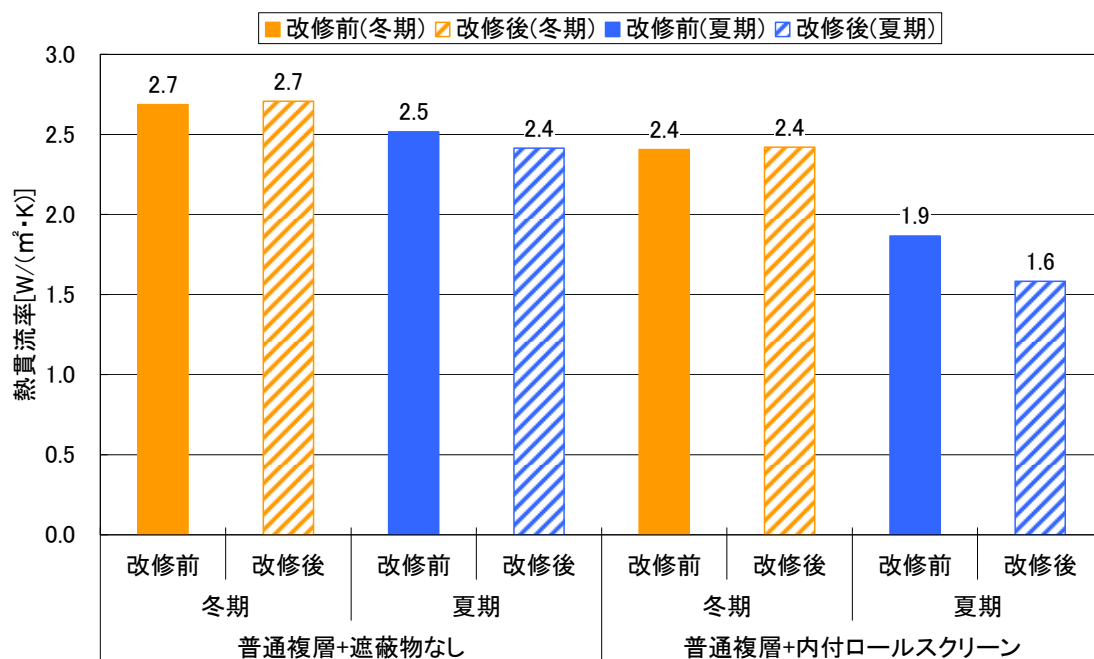


図 2.2.7-2 普通複層ガラスにおける改修前後の熱貫流率

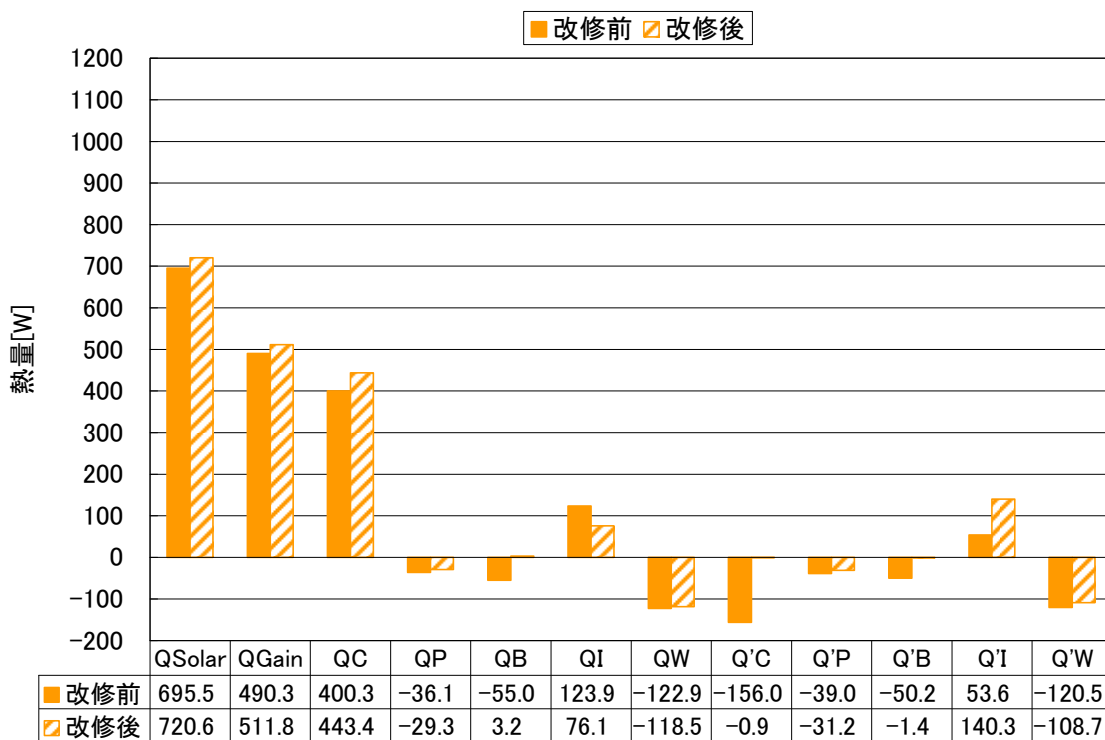


図 2.2.7-3 普通複層ガラス+遮蔽物なし(冬期)の各種熱量

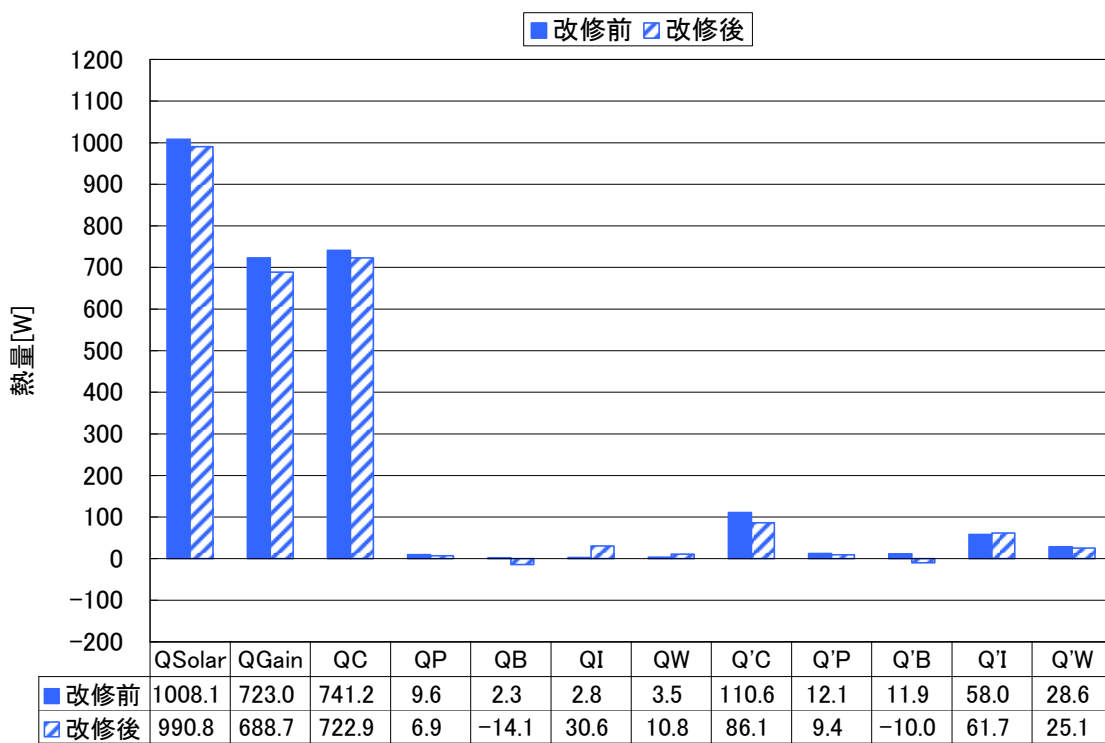


図 2.2.7-4 普通複層ガラス+遮蔽物なし(夏期)の各種熱量



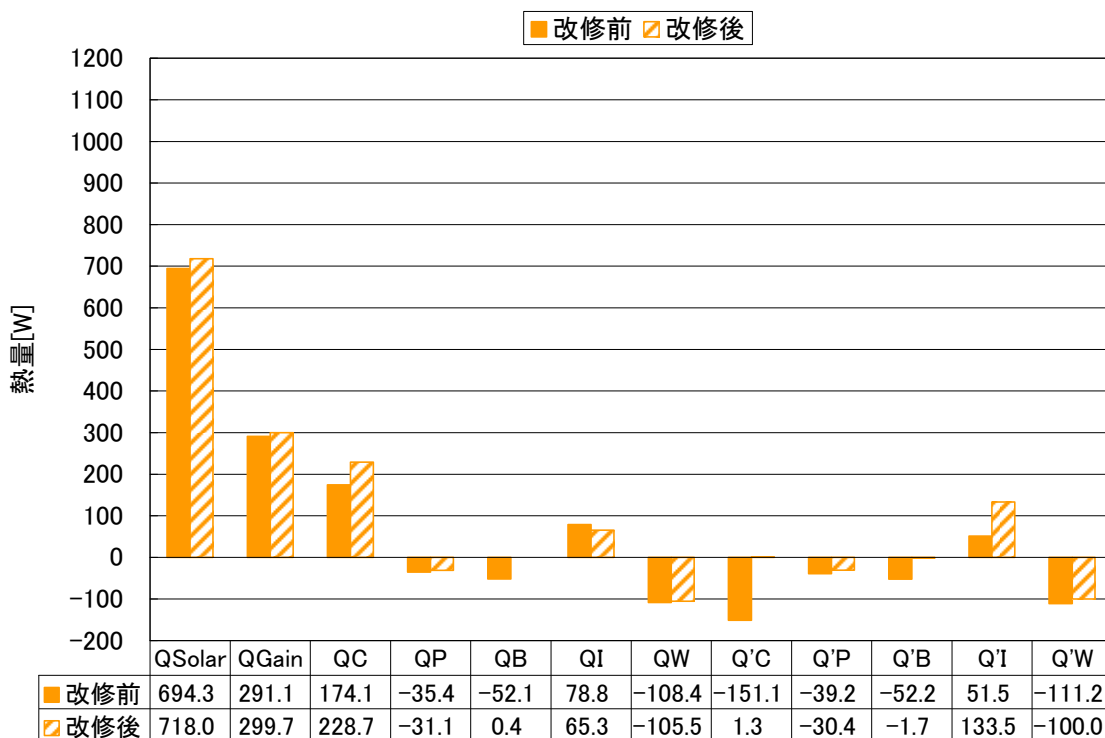


図 2. 2. 7-5 普通複層ガラス+内付ロールスクリーン(冬期)の各種熱量

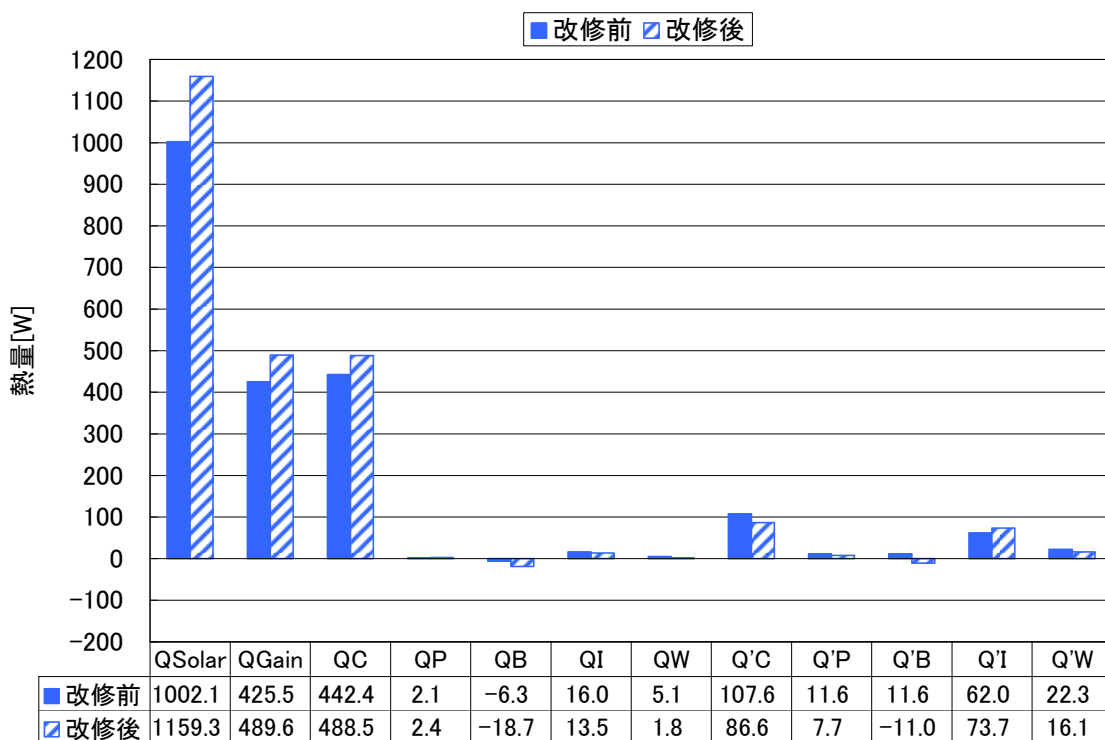


図 2. 2. 7-6 普通複層ガラス+内付ロールスクリーン(夏期)の各種熱量

## 2.3 日射熱取得率の測定結果

### 2.3.1 試験体の選定

窓の日射熱取得率の測定を実施するにあたり、試験体とその組み合わせの選定を行った。窓の日射熱取得率測定の見合わせ一覧を表 2.3-1 に示す。平成 23 年度は単板ガラスとサッシ・遮蔽物の組み合わせ計 21 通りで測定を実施し、平成 24 年度は複層ガラスとサッシ・遮蔽物の組み合わせ計 39 通りで測定を実施した。以下、選定した試験体について説明する。

#### [1] フレーム

本調査における日射熱取得率の測定では、室内外の遮蔽物に加え、通常の窓の内側に窓を設ける二重窓についても実施する。ここでは、通常の窓（外気側と室内側を隔てる窓）を外窓、外窓の内側（室内側）に設けられる窓を内窓と称し、試験体を構成する外窓と内窓に使用されたサッシフレームについて説明する。

##### ① 外窓用フレーム

既往の研究<sup>7)</sup>から、外窓の日射熱取得率 $\eta$ はサッシフレームの見付（伝熱開口面積に対するサッシフレームの見付面積）の違いによる影響は受けるが、材質や開閉形式の違いによる影響はほとんどないことがわかっている。そこで、測定に用いるサッシフレームは、測定の容易度（ガラス交換の簡易さ）や測定誤差因子の低減等に配慮し、上下縦断面で同一形状をしている樹脂性の FIX 窓 1 種類とした。

試験体図と試験体取付枠の構成を図 2.3.1-1～2.3.1-3 に示す。

サッシフレームサイズは W1,690mm, H1,370mm であり、伝熱開口面積に対するサッシフレームの面積は 12.8%となる。また、日射熱取得率 $\eta$ にあまり影響しないが、サッシフレームの色は白で日射吸収率 0.30 のものを使用した。

##### ② 内窓用フレーム

上市されている二重窓の内窓のほとんどは樹脂製のサッシフレームであるが、内窓についても外窓と同様に見付の違いによる影響は受けるものの、材質や開閉形式の違いによる影響はほとんど受けないことは容易に想定されたので、図 2.3.1-4 及び図 2.3.1-5 に示す木製サッシを作成し、これを内窓として測定に用いることとした。

内窓は、額縁に囲まれる形で納まっており、室内側の見え掛かりが外窓と一致するように作成されている。また、サッシフレームは無垢の木材を組み合わせで作成しており、外窓と同様に上下縦断面で同一形状をしている。

なお、試験体外観図はガラス押さえを合わせたため、同様の図面となる。

表 2.3-1 窓の日射熱取得率測定の見合わせ一覧

サッシフレーム					樹脂(PVC)								木製内窓								
遮蔽物	ガラス品種略号	略号	外付		内付			紙障子	透明単板	普通複層	断熱Low-E (CVD型)		断熱Low-E (銀2層)								
			ブラインド	ロールスクリーン	ブラインド		ロールスクリーン				ブリーツ	膜2面	膜3面	膜2面	膜3面						
			縦	横	高遮蔽	rRS0	rPS8				D透障a	D透透6	D透6普	D透取2	D透取3	D透遮2	D透遮3				
単板	6mm	透明	FL6	FL6	S透明6	○	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○			
		熱線吸収	グリーンペーン	MFL6	S熱吸6	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×		
		熱線反射	レフライトS(1種)	CFL6S*	S熱反6	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×		
		高性能熱線反射 (淡色)	レフシャインSGY32(2種)	RSFL6SGY32*	S反淡6	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×		
		高性能熱線反射 (濃色)	レフシャインSS8(3種)	RSFL6SS8*	S反濃6	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×		
ガラス	複層	透明	ペアマルチ	FL3+A12+FL3	P普複	●	●	●	●	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×		
		Low-E(CVD型)	ペアマルチEA	膜2面	NFL3LE2*+A12+FL3	P取得2	●	●	●	×	●	×	●	●	●	×	×	×	×	×	
				膜3面	FL3+A12+*NFL3LE3	P取得3	●	×	×	×	●	×	●	×	×	×	×	×	×	×	×
		Low-E(銀1層)	ペアマルチスーパーブルー	膜2面	RSFL3AW6*+A12+FL3	P中庸2	●	×	×	×	●	×	●	×	×	×	×	×	×	×	
				膜3面	FL3+A12+*RSFL3AW6	P中庸3	●	×	×	×	●	×	●	×	×	×	×	×	×	×	×
		Low-E(銀2層)	ペアマルチレイボークグリーン	膜2面	RSFL3AG6*+A12+FL3	P遮蔽2	●	●	●	×	●	×	●	●	●	×	×	×	×	×	×
				膜3面	FL3+A12+*RSFL3AG6	P遮蔽3	●	×	×	×	●	×	●	×	×	×	×	×	×	×	×
3+A9+6mm	真空	スペースA21遮熱クリア	RSFL3AK6**Ar9+FL3+V**RSFL3SH	P真空a	●	×	×	×	●	×	●	×	×	×	×	×	×	×			

※○は H. 23 年度実施, ●は H. 24 年度実施。  は通常使用する膜面位置。

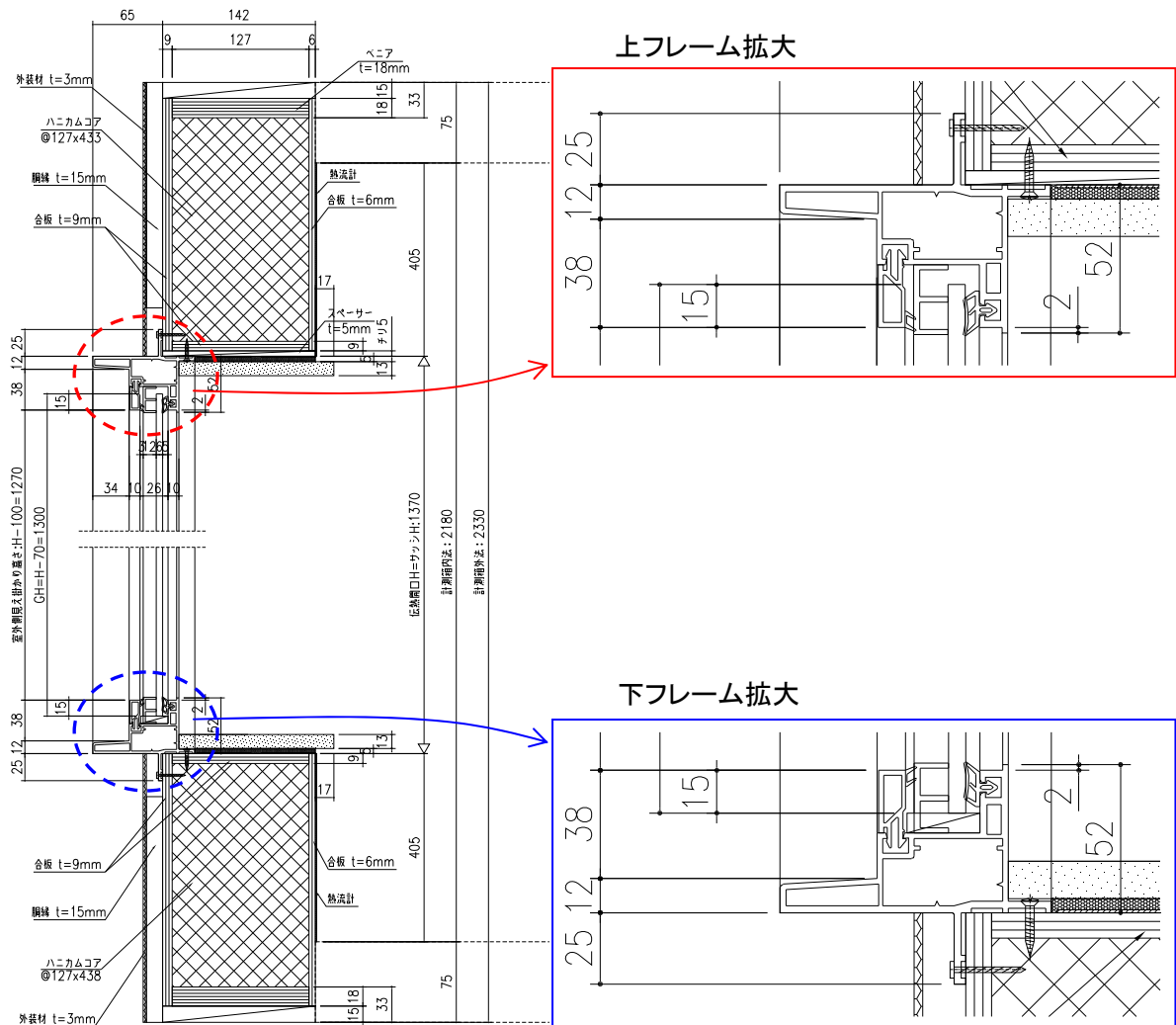


図 2.3.1-1 試験体縦断面図 (外窓)

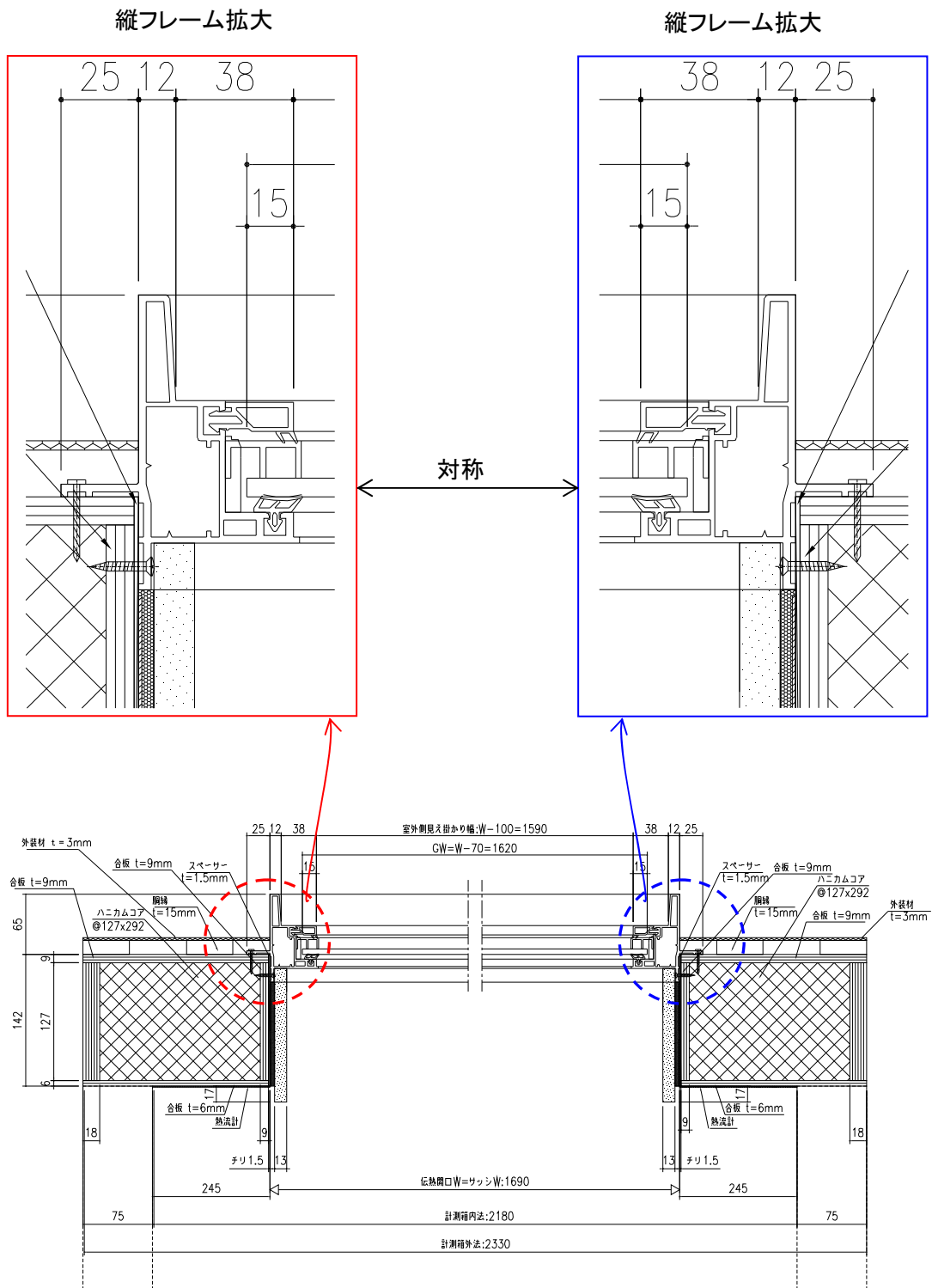


図 2.3.1-2 試験体横断面図(外窓)

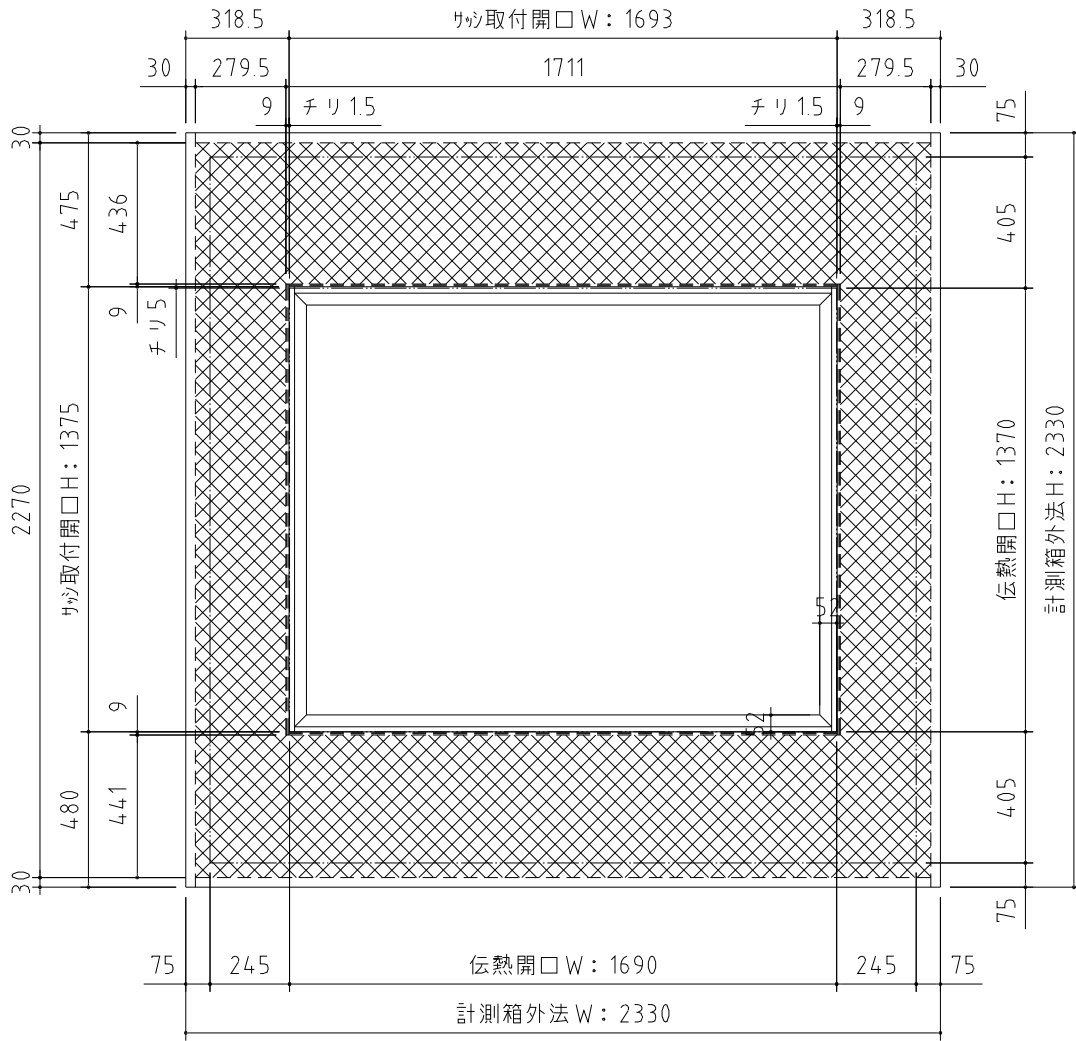


図 2.3.1-3 試験体内観図

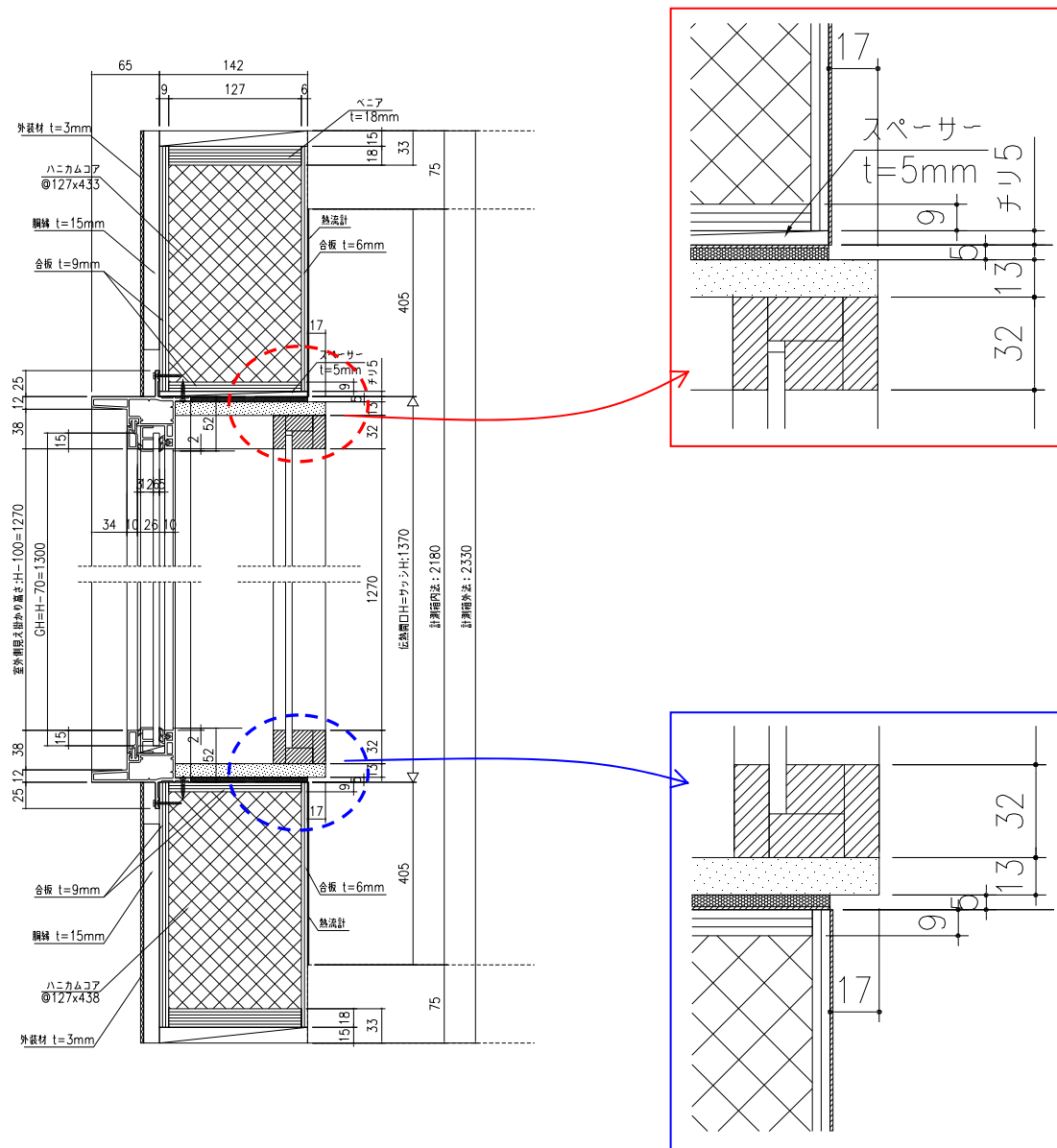


図 2.3.1-4 試験体縦断面図 (内窓)

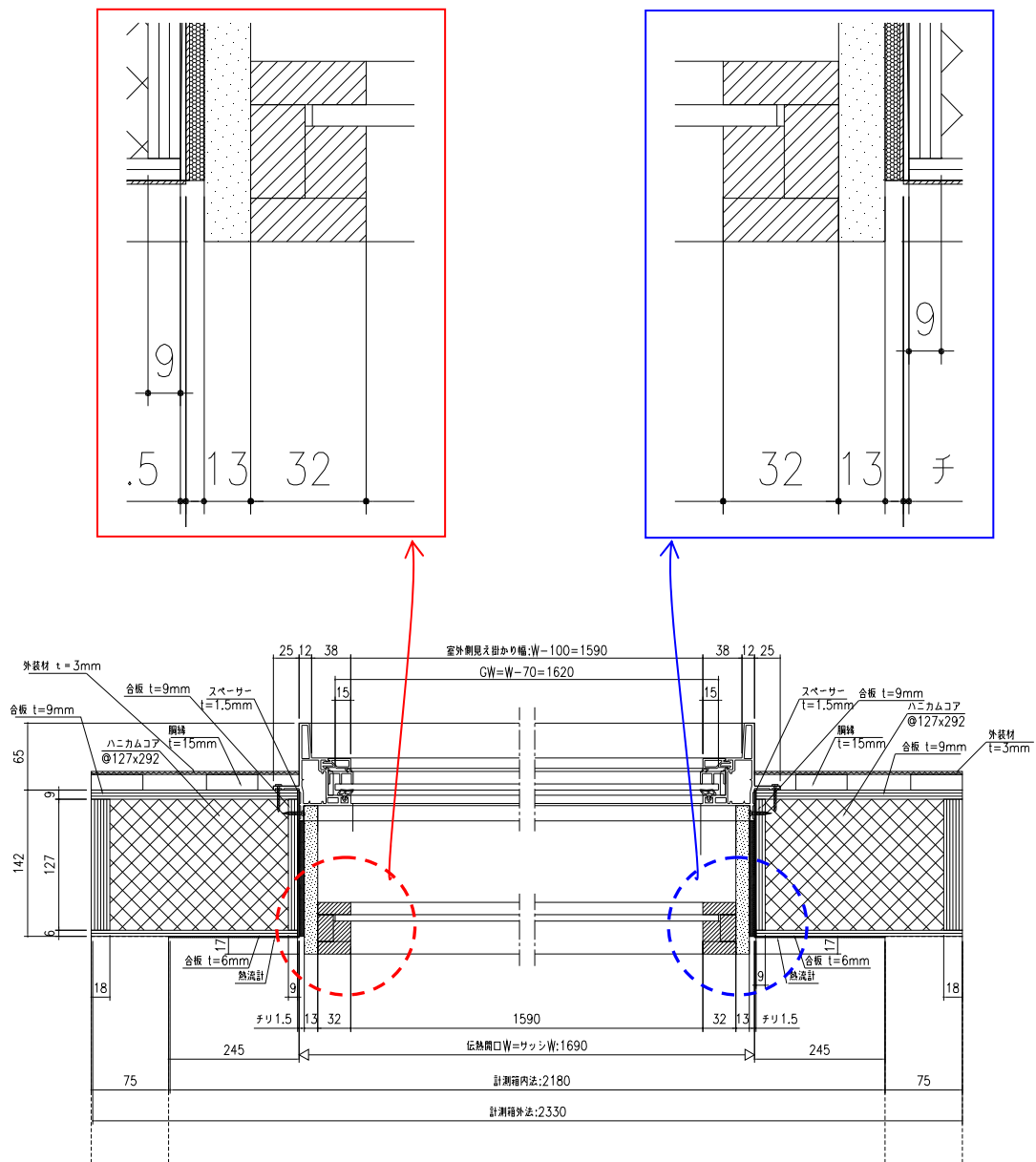


図 2.3.1-5 試験体横断面図 (内窓)



## [2] ガラス

窓の日射熱取得率の測定に用いる窓ガラスとして、単板ガラス5種類、複層ガラス4種類、複層真空ガラス1種類の合計10種類を用意した。以下に選定ガラスの概要を示し、表2.3.1-3に10種類のガラスの光熱性能をまとめて示す。

## ① 単板ガラス

最も一般的に用いられている透明フロート板ガラス、板ガラス基板を着色することで日射熱を吸収して遮熱性能を向上させた熱線吸収板ガラス（グリーン色）、透明フロート板ガラスを基板として日射熱を反射させる薄膜を施して遮熱性能を向上させた熱線反射ガラス（3種類）とした。熱線反射ガラスの成膜方法には、フロート板ガラスの製造工程中に成膜するものと、真空チャンバ内でスパッタリング法により成膜するものの2通りある。後者は特に高性能熱線反射ガラスと呼ばれ、薄膜構成の自由度が高く、色味や性能のバリエーションが豊富である。JIS R 3221<sup>8)</sup>では熱線反射ガラスの日射熱遮蔽性による区分が定められており、3つの各区分に該当するものとして、(1種)普通の熱線反射ガラス、(2種)淡色の高性能熱線反射ガラスSGY32、(3種)濃色の高性能熱線反射ガラスSS8の3種類を選定した。なお、測定装置の窓寸法と取り扱い易さを考慮していずれも6ミリ厚のものとした。

表 2.3.1-2 日射熱遮蔽性による区分<sup>8)</sup>

種類	日射熱取得率 $\eta$
1種	0.70以下
2種	0.55以下
3種	0.40以下

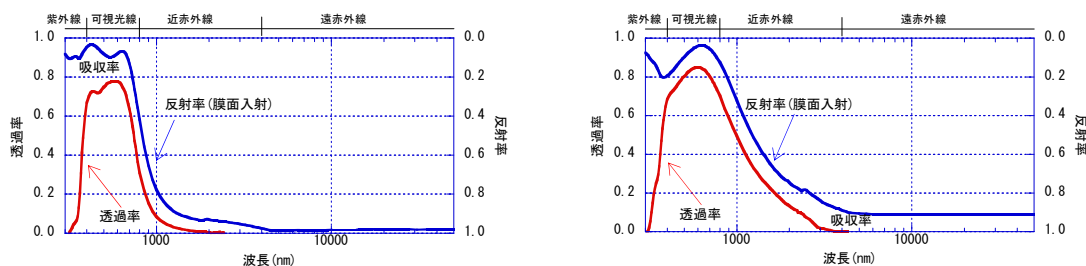
## ② 複層ガラス

透明フロート板ガラスを2枚組み合わせた透明複層ガラス、およびLow-Eガラスと透明フロート板ガラスを組み合わせたLow-E複層ガラス（3種類）とし、いずれも板ガラスは3ミリ厚、中空層は12ミリ厚とした。断熱性能を向上させるために中空層にアルゴンやクリプトンなど熱伝導率の小さい気体を封入させた複層ガラスも製造されるが、中空層気体の種類が遮熱性能に及ぼす影響は小さいことから、ここでは中空層に乾燥空気を封入したものを選定した。

Low-Eガラスは、板ガラス表面に酸化スズや銀などの薄膜を施して、常温物体の熱放射領域である遠赤外線の反射率を高めたもので、この薄膜面を中空層に面するよう配置すると中空層の放射熱伝達を低減して、単板ガラスの約4倍、一般の複層ガラスの約2倍にまで断熱性能を高めることができる。Low-EとはLow Emissivityの略で「低放射」を意味する。Low-Eガラスは、遠赤外領域を反射（低放射）して、可視光領域

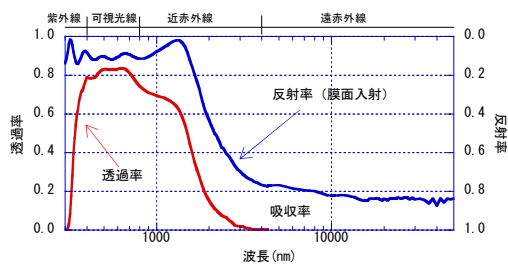
を透過（採光）するよう作られているが、薄膜の特殊設計により近赤外領域（日射熱）においては反射を高めたものと透過を高めたものがあり、日射熱の遮蔽と取得のバリエーションが取りそろえられている。ここでは、日射遮蔽型、日射中庸型、日射取得型の3種類のLow-Eガラスを用いたLow-E複層ガラスを選択した。図2.3.1-6に各Low-Eガラスの分光特性を示す。

複層ガラスの場合には、板ガラスの組み合わせ方によって、遮熱性に変化を持たせることができる。Low-E ガラスのように日射吸収の大きいガラスを室外側へ配置すると、中空層が熱抵抗となるために、室外側ガラスで吸収された日射熱は室内へ伝わりにくく、日射熱取得率は小さくなる。逆に、日射吸収の大きいガラスを室内側に配置すると、吸収された日射熱は室外へ逃げにくく、日射熱取得率が大きくなる。図2.3.1-7にLow-E複層ガラスの構成ごとの日射特性を示す。



a) 日射遮蔽型（銀2層膜タイプ、板厚3ミリ）

b) 日射中庸型（銀1層膜タイプ、板厚3ミリ）



c) 日射取得型（酸化すず膜タイプ、板厚3ミリ）

赤線が分光透過率（左縦軸）、青線が分光反射率（右縦軸）を表す。左右の縦軸の目盛は反転表示しており、透過率と反射率と吸収率の合計は"1"であるので、グラフ中の透過率と反射率で囲まれた領域が吸収率を意味する。

図 2.3.1-6 Low-E ガラスの分光特性

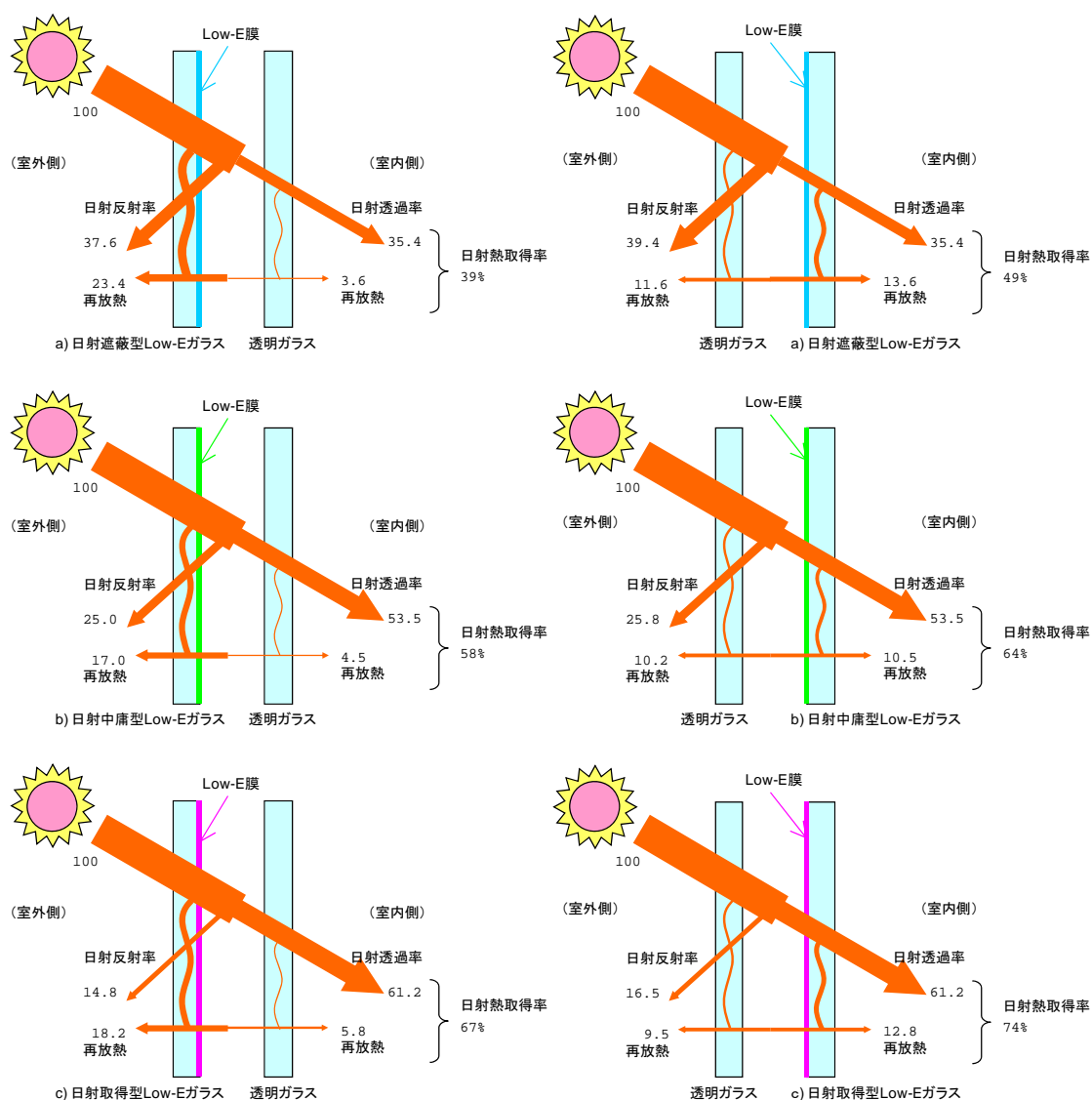


図 2.3.1-7 Low-E 複層ガラスの構成と日射特性

### ③ 複層真空ガラス

Low-E 複層ガラスの中空層を真空にすることで、伝導と対流による熱伝達を排した高断熱ガラスに「真空ガラス」と呼ばれるものがある。真空の場合には間隙の距離は熱性能に無関係となるため、中空層ひいてはガラス総厚を極めて薄くすることができ、既存の単板ガラス用サッシにそのまま取り付けることができるので窓の断熱改修に適している。さらに、真空ガラスともう一枚の Low-E ガラスとを複層ガラス化し、中空層にアルゴンガスを封入した「複層真空ガラス」はガラスウール 50mm 程度に匹敵する断熱性能を実現する。図 2.3.1-8 にこれらのガラス構造を示す。

ここでは、超高断熱窓の実現例の一つとして、窓の日射熱取得率の測定用に複層真空ガラス 1 種類を選定した。その構成は、室外側から順に【Low-E ガラス 3 ミリ+ア

【アルゴンガス層 9 ミリ + 透明フロート板ガラス 3 ミリ + 真空層 0.2 ミリ + Low-E ガラス 3 ミリ】のものとする。

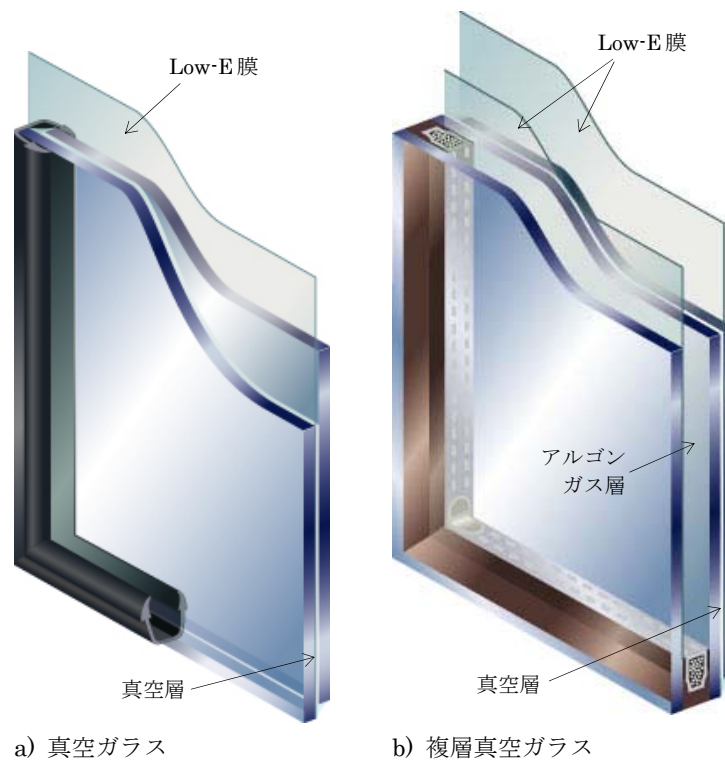


図 2.3.1-8 真空ガラスおよび複層真空ガラスの構造

表 2.3.1-3 窓の日射熱取得率の測定用の板ガラスの光熱性能

ガラス品種	紫外線 透過率	可視光			日射					熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> K]	日射熱取得率[-]		修正放射率	
		透過率	反射率 OUT	反射率 IN	透過率	反射率 OUT	吸収率 A1	吸収率 A2	吸収率 A3		夏	冬		
単板ガラス (6ミリ)														
透明フロート板ガラス	0.628	0.887	0.081	0.081	0.806	0.073	0.121	---	---	5.8	0.85	0.84	---	
熱線吸収板ガラス グリーン色	0.232	0.755	0.071	0.071	0.467	0.055	0.478	---	---	5.8	0.63	0.60	---	
熱線反射ガラス シルバー系 #1	0.393	0.633	0.324	0.349	0.627	0.211	0.162	---	---	5.8	0.68	0.67	0.837	
高性能熱線反射ガラス	SGY32 #1	0.253	0.320	0.120	0.240	0.291	0.103	0.605	---	---	5.5	0.49	0.45	0.707
	SS8 #1	0.037	0.080	0.414	0.360	0.063	0.362	0.575	---	---	4.6	0.22	0.18	0.394
複層ガラス (3ミリ+空気層12ミリ+3ミリ)														
透明複層ガラス	0.576	0.818	0.149	0.149	0.745	0.134	0.068	0.053	---	2.9	0.79	0.79	---	
Low-E複層ガラス	日射遮蔽型 #2	0.142	0.697	0.134	0.155	0.354	0.376	0.255	0.014	---	1.6	0.39	0.39	0.042
		#3	0.142	0.697	0.155	0.134	0.354	0.394	0.097	0.155	---	1.6	0.49	0.48
	日射中庸型 #2	0.265	0.755	0.153	0.133	0.535	0.250	0.182	0.033	---	1.8	0.58	0.58	0.103
		#3	0.265	0.755	0.133	0.153	0.535	0.258	0.018	0.126	---	1.8	0.64	0.64
	日射取得型 #2	0.448	0.755	0.159	0.173	0.612	0.148	0.199	0.042	---	1.9	0.67	0.66	0.151
		#3	0.448	0.755	0.173	0.159	0.612	0.165	0.070	0.153	---	1.9	0.74	0.73
複層真空ガラス (3ミリ+アルゴン層9ミリ+3ミリ+真空層+3ミリ) #4														
	0.076	0.604	0.170	0.173	0.296	0.390	0.260	0.018	0.037	0.8	0.35	0.35	0.042,0.115	

紫外線特性はISO 9050:2003、可視光特性はJIS R 3106:1998による。  
 日射特性、日射熱取得率はJIS R 3106:1998の日射領域300-2500nmによる。  
 熱貫流率はJIS R 3107:1998による。  
 修正放射率はJIS R 3107:1998による熱線反射膜およびLow-E膜のもの。ガラス面は0.837とする。  
 OUT,IN: 室外側、室内側からの入射に対する反射率。  
 A1,A2,A3: 室外側からの順の各ガラスの多重反射後の日射吸収率。  
 #1: 熱線反射膜を単板ガラスの室内側に配置。  
 #2: Low-E膜を室外側ガラスの空気層側に配置。  
 #3: Low-E膜を室内側ガラスの空気層側に配置。  
 #4: Low-E膜を室外側ガラスのアルゴン層側と室内側ガラスの真空層側に配置。

[3] 遮蔽物

① 遮蔽物概要

現在の省エネルギー基準では、内付ブラインド、外付ブラインド、レースカーテン、和障子等が評価対象となっている。しかし、近年普及しているスクリーン類が含まれないなど、評価できるものは限定される。

今回将来的に省エネルギー基準の充実を目的とし、比較的普及率の高い遮蔽物（縦型ブラインド、ロールスクリーン、プリーツスクリーン）を追加選定し、測定を実施した。

平成24年度は遮蔽物併用の有無による相関関係を見出すことを目的とし、特に室内ブラインド、室内ロールスクリーンを選択し、すべてのガラスとの組み合わせによる測定を実施した。また、室外ブラインド、室外ロールスクリーン、プリーツスクリーン、紙障子においてもガラスとの組み合わせ水準を3通りとし、測定を実施した。

主な遮蔽物についての体系図を図2.3.1-9に示す。

また、遮蔽物の概要を表2.3.1-4～2.3.1-6に示す。

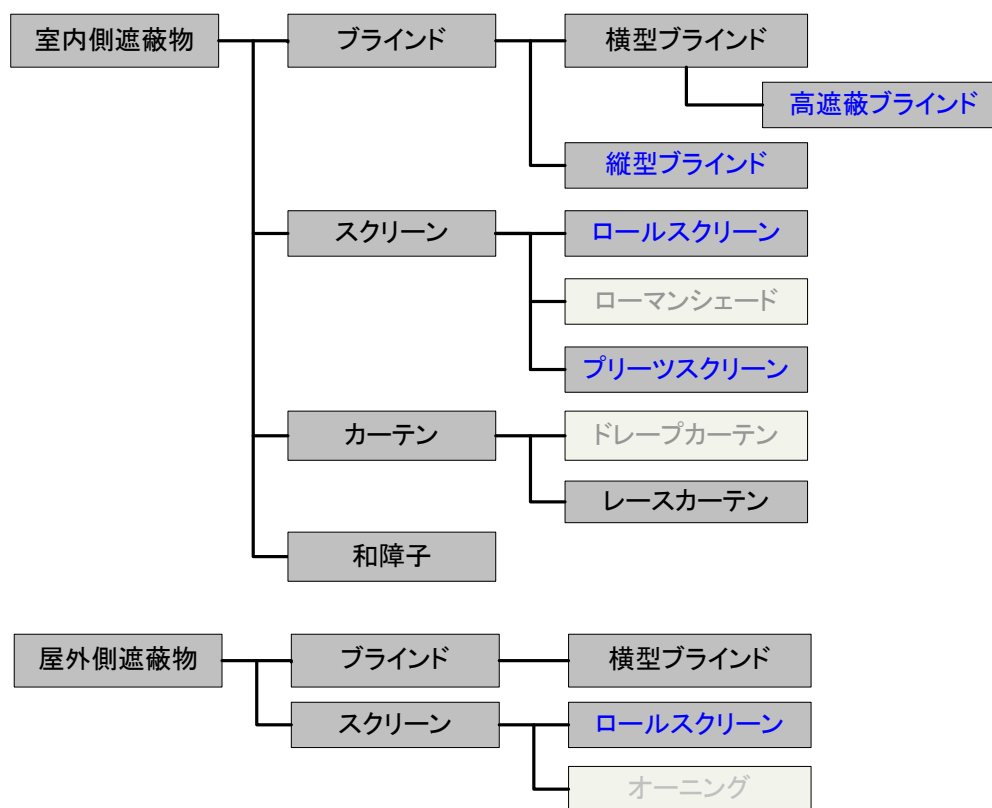


図 2.3.1-9 主な遮蔽物の体系図

網掛け部は測定実施、青字は追加選定したものを示す。

※薄字は非選定の遮蔽物を示す。

表 2.3.1-4 遮蔽物概要

遮蔽物種類	主な特徴
<p data-bbox="320 389 609 421">内付(横型)ブラインド</p> 	<p data-bbox="676 389 1369 539">ブラインドは横型ブラインドと縦型ブラインドに大別でき、ブラインド類の市場規模 278.6 億円の中で横型ブラインドは 219.7 億円 (約 79%) あり、ビル・住宅マーケットにおいて定着している。</p> <p data-bbox="676 551 778 582">&lt;特徴&gt;</p> <ul data-bbox="676 593 1369 943" style="list-style-type: none"> <li>・多数のスラット(羽)を水平に組立てたものでスラットの角度が調整でき、かつブラインドを上下に開閉可能な室内向けベネシャンブラインド。</li> <li>・スラットの素材はアルミニウム合金、天然木、プラスチックなどがある。</li> <li>・スラットの形状・素材・色などの違いにより多様な光学特性を持つ。</li> <li>・スラットの角度調節により視野の調節に併せ、調光機能をもつことにより昼光のコントロールが可能。</li> </ul>
<p data-bbox="320 972 609 1003">内付(縦型)ブラインド</p> 	<p data-bbox="676 972 1369 1122">ブラインドは横型ブラインドと縦型ブラインドに大別でき、ブラインド類の市場規模 278.6 億円の中で縦型ブラインドは 58.9 億円 (約 21%) あり、ビル・住宅マーケットにおいて定着している。</p> <p data-bbox="676 1133 778 1164">&lt;特徴&gt;</p> <ul data-bbox="676 1176 1369 1435" style="list-style-type: none"> <li>・多数のルーバーを垂直に並べ組み立てたもので、ルーバーの回転により調光でき、かつブラインドを水平方向開閉することができる。</li> <li>・ルーバーの素材は化学繊維生地、ガラス繊維複合ビニル製、アルミニウム合金製など多種に及ぶ。</li> <li>・ルーバーの幅、素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持つ。</li> </ul>
<p data-bbox="347 1500 582 1532">高遮蔽ブラインド</p> 	<p data-bbox="676 1500 1369 1686">近年住宅ではホームシアターなどの需要、オフィスではプロジェクターの利用などが増え、室内空間を暗くする必要性から、窓開口部の遮蔽性を求められるようになってきている。そのような背景から、一般のブラインドよりも閉めたときの遮蔽性が高い「高遮蔽ブラインド」が普及してきている。</p> <p data-bbox="676 1697 778 1729">&lt;特徴&gt;</p> <ul data-bbox="676 1740 1369 1966" style="list-style-type: none"> <li>・スラットを閉めたときにスラット角度 85° (一般 75°) 程度まで回転し、遮蔽性が高い。</li> <li>・スラット中央の穴がなく、穴からの光漏れがない。</li> <li>・閉めたときのスラットどうしの隙間が小さいため、ブラインド全体の密閉性が高まり、それにより窓—ブラインド間中空層の熱貫流抵抗が高い。</li> </ul>

表 2.3.1-5 遮蔽物概要

遮蔽物種類	主な特徴
<p>外付(横型)ブラインド</p> 	<p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多数のスラット(羽)を水平に組立てたものでスラットの角度が調整でき、かつブラインドを上下に開閉可能な屋外向けベネシャンブラインド。</li> <li>・スラットの素材は主にアルミニウム合金を使用。</li> <li>・スラットの形状・色などの違いにより光学特性が異なる。</li> <li>・スラットの角度調節により視野の調節に併せ、調光機能をもつことにより昼光のコントロールが可能。</li> <li>・比較的高額であることなどから国内では普及が進んでいないが、屋外で遮蔽することにより、室内向けに対し日射熱取得率が比較的小さく省エネルギー効果が高い。</li> </ul>
<p>内付ロールスクリーン</p> 	<p>スクリーン類の市場規模は316億円ありブラインド類の市場規模を上回っている。その中でロールスクリーンは193.1億円であり横型ブラインドとほぼ均衡した規模がある。主にビル・住宅マーケットに定着している。</p> <p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平滑なスクリーンが上下に可動し調光するものであり、主にロールスクリーンと呼び窓の室内に取付けるものである。</li> <li>・スクリーンの素材は化学繊維生地、ガラス繊維複合ビニル製など多種に及ぶ。</li> <li>・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸や金属蒸着により遮熱性能を高めたものが普及しつつある。</li> </ul>
<p>外付ロールスクリーン</p> 	<p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平滑なスクリーンが上下に可動し調光するものであり、主にロールスクリーン又はシェードと呼び窓の屋外に取付けるものである。</li> <li>・スクリーンの素材は主に化学繊維などで屋外設置による耐候性を考慮した素材を用いる。</li> <li>・素材・色などの違いにより多様な光学特性をもつ。</li> <li>・屋外で遮蔽することにより室内向けに対し日射熱取得率が比較的小さく省エネルギー効果が高い。</li> </ul>



表 2.3.1-6 遮蔽物概要

遮蔽物種類	主な特徴
<p data-bbox="336 394 593 423">プリーツスクリーン</p> 	<p data-bbox="676 394 1370 461">プリーツスクリーン市場規模は54.8億円あり、スクリーン類全体の17.3%にあたる。主に住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="676 472 780 501">&lt;特徴&gt;</p> <ul data-bbox="676 512 1370 781" style="list-style-type: none"> <li>・プリーツ（ひだ）状に仕上げたスクリーンが上下に可動し調光する。</li> <li>・スクリーンの素材は化学繊維が主体であり、通常の織布に加え不織布も定着している。</li> <li>・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸などにより遮熱性能を高めたものが普及しつつある。</li> </ul>
<p data-bbox="368 875 564 904">レースカーテン</p> 	<p data-bbox="676 875 1370 983">カーテン市場規模879億円の内、レース（シアー）カーテン251億円（約28%）あり、古くから主に住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="676 994 780 1023">&lt;特徴&gt;</p> <p data-bbox="676 1034 1370 1142">主に織機にて織るボイルと編機を用いて編むレースを用いた比較的光透過性のあるカーテンを総称してレースカーテンと呼ぶ。</p> <ul data-bbox="676 1153 1370 1341" style="list-style-type: none"> <li>・水平方向に開閉でき、光透過性のある生地により調光・採光する。</li> <li>・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸や金属蒸着により遮熱性能を高めたものが普及しつつある。</li> </ul>
<p data-bbox="421 1395 509 1424">和障子</p> 	<p data-bbox="676 1395 780 1424">&lt;特徴&gt;</p> <p data-bbox="676 1435 1370 1581">日本家屋における扉、窓に用いる建具の一つで、明かりを通すように木枠に紙を貼ったもので、紙は和紙等を用いるが近年では化学繊維紙、紙にプラスチックフィルムを貼ったものなど種類が増えている。</p>
<p data-bbox="282 1888 1370 1962">注記：表中の市場規模数値は（社）日本インテリアファブリックス協会発行の「平成23年度のインテリアファブリックス事業の概況」によるものとする。</p>	

② 遮蔽物仕様

各種遮蔽物の代表的な種類の構造図および角度別開口率について以下に示す。

【内付(横型)ブラインド】スラット幅 25 mmタイプ

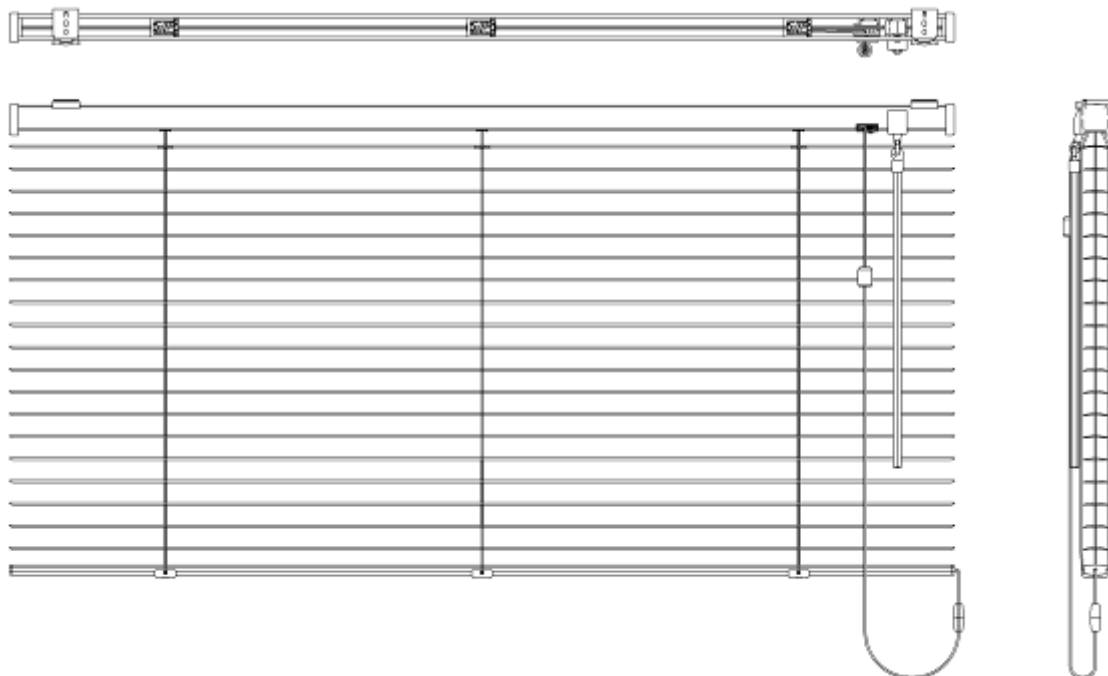
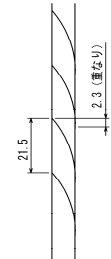
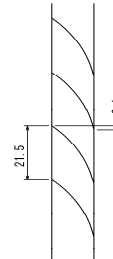
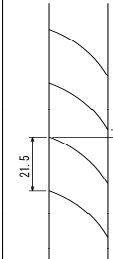
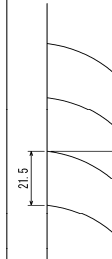
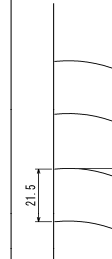
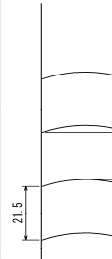
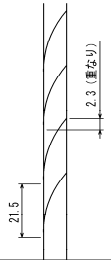
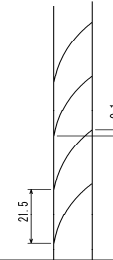
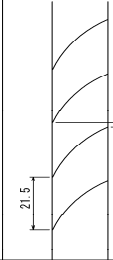
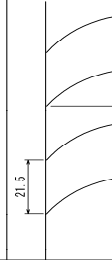
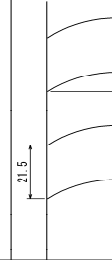


図 2.3.1-10 内付ブラインド構造図

表 2.3.1-7 内付(横型)ブラインド スラット角度別開口率

角度	スラット角度 全閉<-75° >	スラット角度 <-60° >	スラット角度 <-45° >	スラット角度 <-30° >	スラット角度 <-15° >	スラット角度 <0° >
図面寸法						
隙間比	0% (重なり2.3)	0.5% (0.1/21.5)	18.6% (4.0/21.5)	42.3% (9.1/21.5)	69.8% (15.0/21.5)	90.2% (19.4/21.5)
角度	スラット角度 <75° >	スラット角度 <60° >	スラット角度 <45° >	スラット角度 <30° >	スラット角度 <15° >	
図面寸法						
隙間比	0% (重なり2.3)	0.5% (0.1/21.5)	18.6% (4.0/21.5)	42.3% (9.1/21.5)	69.8% (15.0/21.5)	

【高遮蔽ブラインド】スラット幅 25mm タイプ

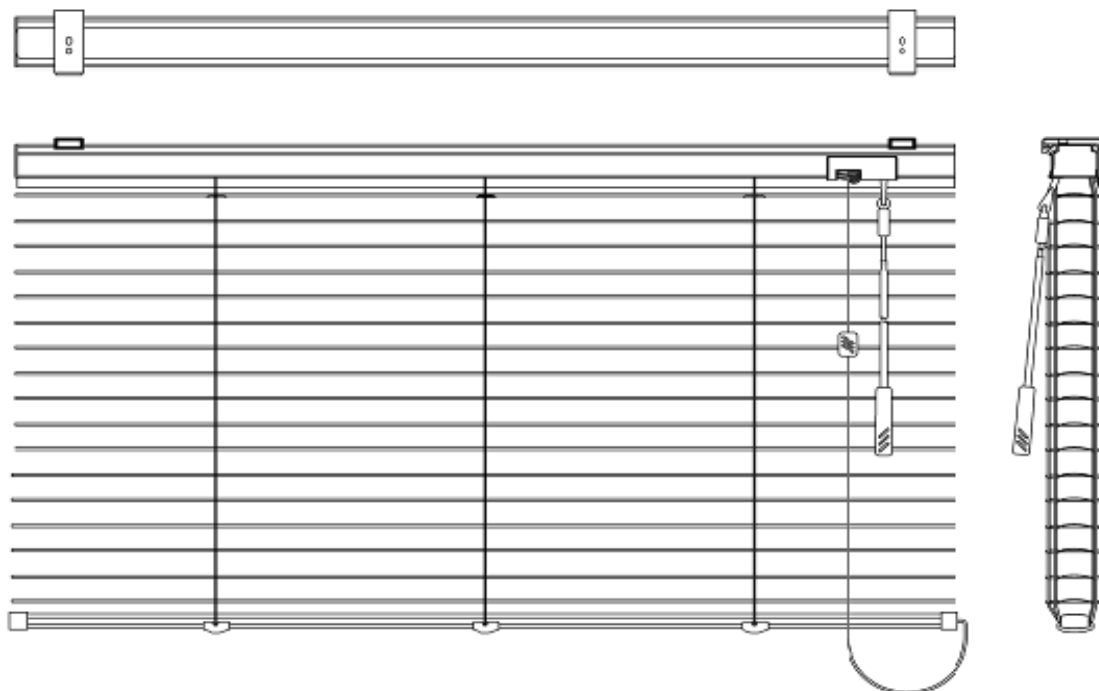


図 2.3.1-11 内付ブラインド 高遮蔽ブラインド構造図

表 2.3.1-8 高遮蔽ブラインド スラット角度別開口率

角度	スラット角度 全閉<-75° >	スラット角度 <-65° >	スラット角度 <-45° >	スラット角度 <-30° >	スラット角度 <-15° >	スラット角度 <0° >
図面寸法						
隙間比	0% (重なり4.1)	0% (重なり1.5)	13.3% (2.6/19.5)	40.0% (7.8/19.5)	69.7% (13.6/19.5)	87.2% (17/19.5)
角度	スラット角度 <84° >	スラット角度 <65° >	スラット角度 <45° >	スラット角度 <30° >	スラット角度 <15° >	
図面寸法						
隙間比	0% (重なり5.0)	0% (重なり2.1)	8.2% (1.6/19.5)	33.8% (6.6/19.5)	64.1% (12.5/19.5)	

【外付(横型)ブラインド】スラット幅 80 mmタイプ

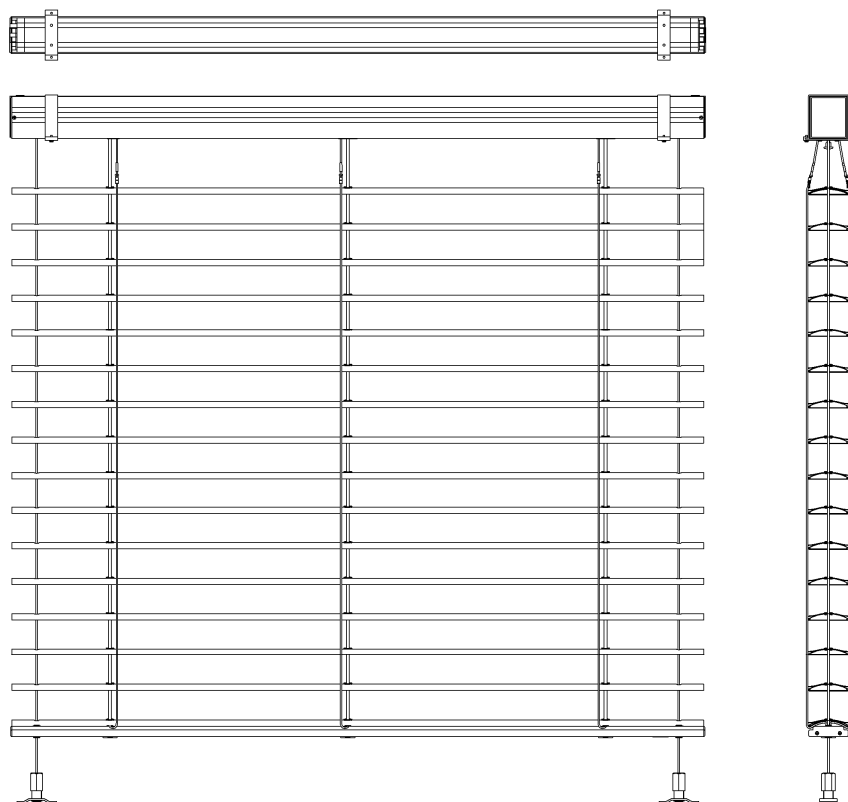


図 2.3.1-12 外付ブラインド構造図

表 2.3.1-9 外付(横型)ブラインド スラット角度別開口率

角度	スラット角度 全閉<-75°>	スラット角度 <-60°>	スラット角度 <-45°>	スラット角度 <-30°>	スラット角度 <-15°>	スラット角度 <0°>
図面 寸法						
隙間比	0% (重なり5.4)	3.2% 2.3/72	20.1% 14.5/72	42.2% 30.4/72	65.8% 47.4/72	83.3% 60/72
角度	スラット角度 全閉<75°>	スラット角度 <60°>	スラット角度 <45°>	スラット角度 <30°>	スラット角度 <15°>	
図面 寸法						
隙間比	0% (重なり5.4)	3.2% 2.3/72	20.1% 14.5/72	42.2% 30.4/72	65.8% 47.4/72	

【縦型ブラインド】ルーバー幅100mm

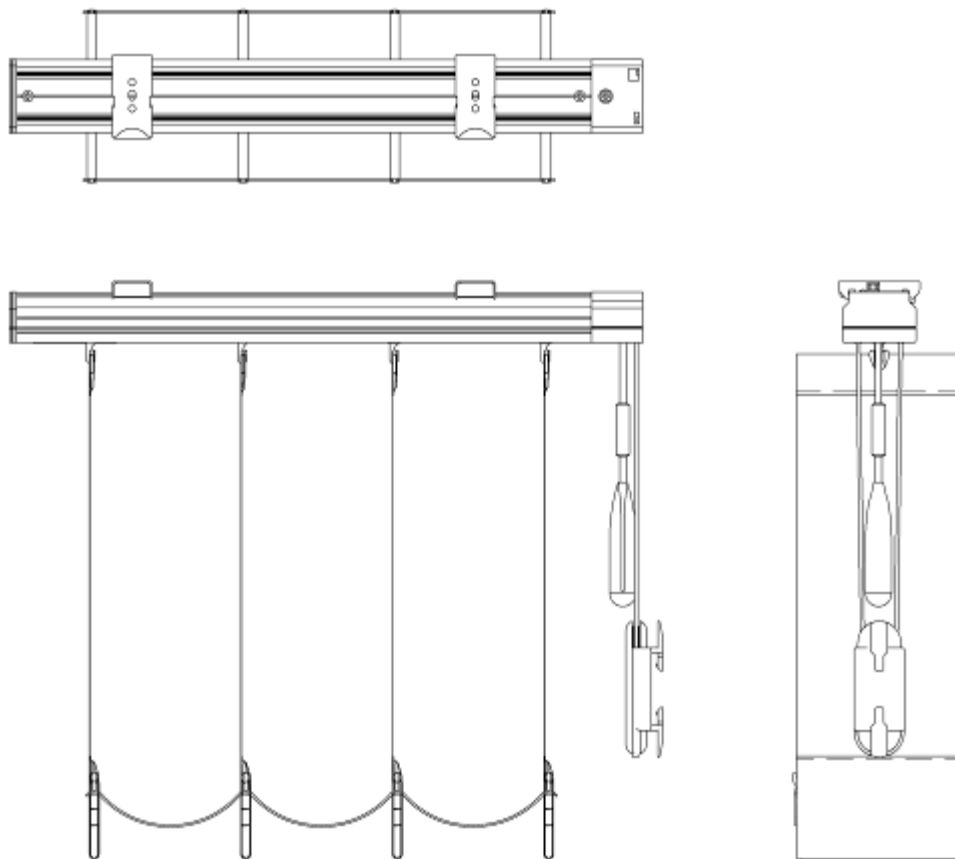


図 2. 3. 1-13 縦型ブラインド構造図

表 2. 3. 1-10 縦型ブラインド ルーバー角度別開口率

角度	スラット角度 全閉<-85°>	スラット角度 <-60°>	スラット角度 <-45°>	スラット角度 <-30°>	スラット角度 <-15°>	スラット角度 <0°>
図面 寸法	8.63 (重なり) 91.5	2 91.5	16.69 91.5	36.48 91.5	60.02 91.5	91.5
隙間比	0% (重なり8.6)	3.2% 2.3/72	20.1% 14.5/72	42.2% 30.4/72	65.8% 47.4/72	83.3% 60/72
角度	スラット角度 全閉<85°>	スラット角度 <60°>	スラット角度 <45°>	スラット角度 <30°>	スラット角度 <15°>	
図面 寸法	91.5 8.63 (重なり)	91.5 2	91.5 16.69	91.5 36.48	91.5 60.02	
隙間比	0% (重なり8.6)	3.2% 2.3/72	20.1% 14.5/72	42.2% 30.4/72	65.8% 47.4/72	

【内付ロールスクリーン】

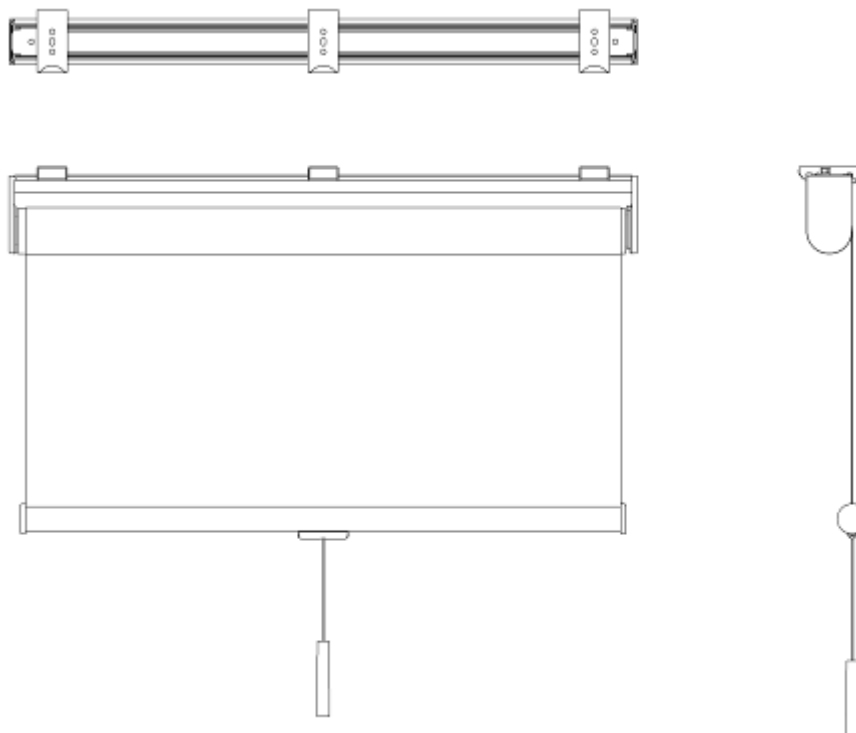


図 2.3.1-14 ロールスクリーン構造図

【外付ロールスクリーン】

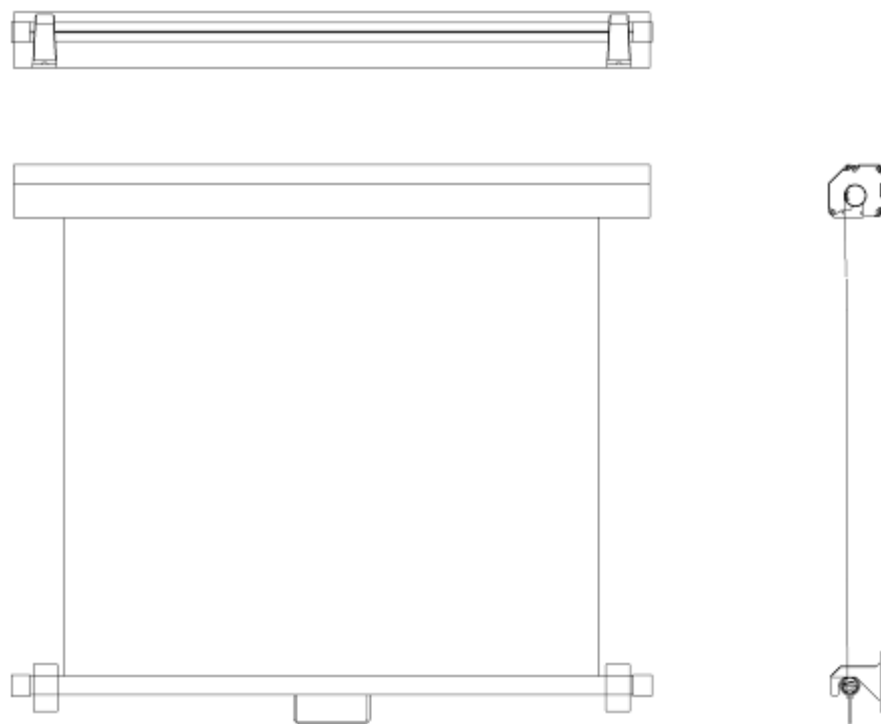


図 2.3.1-15 外付ブラインド ロールスクリーン構造図

【プリーツスクリーン】

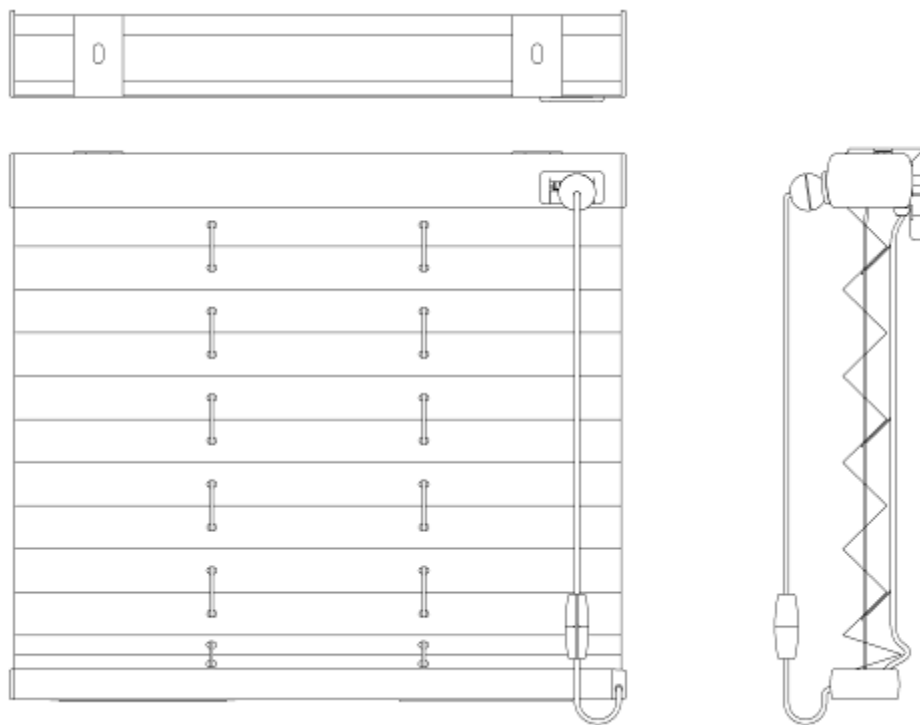


図 2.3.1-16 プリーツスクリーン構造

【レースカーテン】

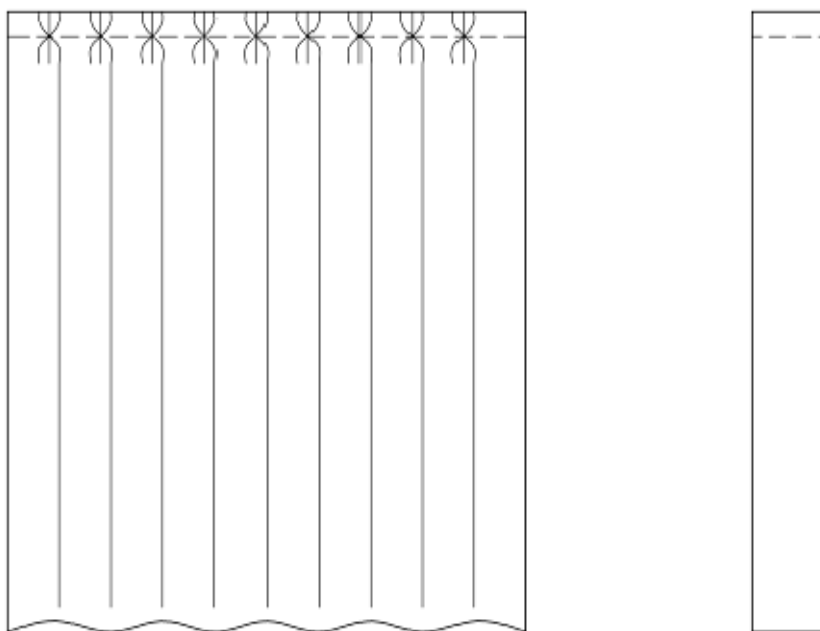


図 2.3.1-17 レースカーテン構造図

【和障子】

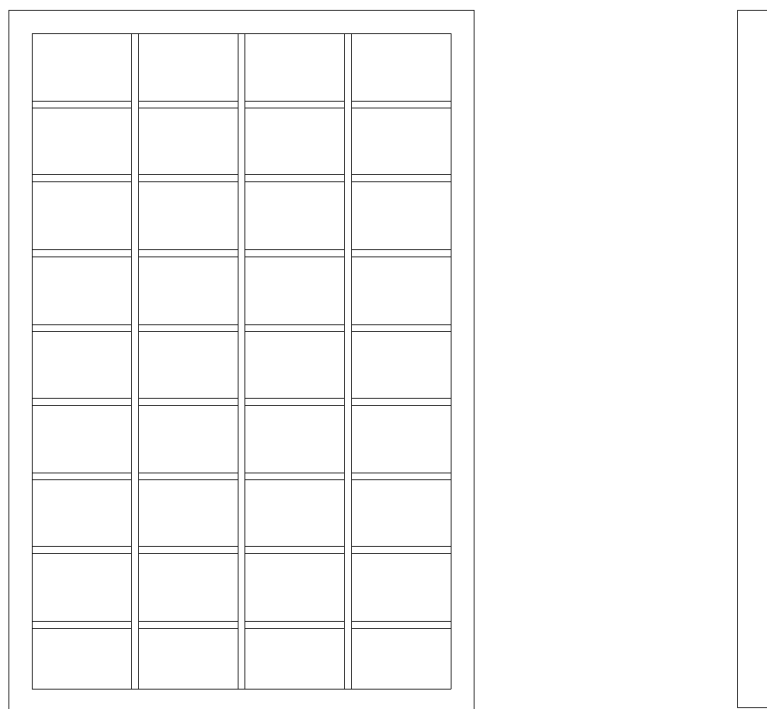


図 2.3.1-18 和障子構造図



各種遮蔽物の光学特性をまとめて表 2.3.1-11 に示す。

表 2.3.1-11 各種遮蔽物の光学特性

試験体	色	スラット角 [°]	備考	光学特性 [ - ]					
				$\tau$	$\rho$	$\tau'$	$\rho'$	$\tau_0$	$\tau'_0$
内付ブラインド (ニチベイ)	ベージュ (C407)	-75	スラット間隔: 21.5[mm] スラット幅: 24.6[mm] スラット高さ: 2.2[mm] 全反射率: 0.716 拡散反射率: 0.674 鏡面(正)反射率: 0.042	0.04	0.62	0.04	0.63	0.00	0.00
		-60		0.09	0.49	0.11	0.52	0.01	0.01
		-45		0.30	0.34	0.30	0.38	0.19	0.19
		-30		0.54	0.20	0.52	0.24	0.43	0.43
		-15		0.77	0.09	0.75	0.12	0.69	0.70
		0		0.92	0.04	0.92	0.04	0.90	0.90
		15		0.75	0.12	0.77	0.09	0.70	0.69
		30		0.52	0.24	0.54	0.20	0.43	0.43
		45		0.30	0.38	0.30	0.34	0.19	0.19
		60		0.11	0.52	0.09	0.49	0.01	0.01
75	0.04	0.63	0.04	0.62	0.00	0.00			
高遮蔽ブラインド (ニチベイ)	ベージュ (C407)	-75	スラット間隔: 19.5[mm] スラット幅: 24.6[mm] スラット高さ: 2.2[mm] 全反射率: 0.716 拡散反射率: 0.674 鏡面(正)反射率: 0.042	0.03	0.63	0.04	0.66	0.00	0.00
		-60		0.09	0.51	0.09	0.55	0.00	0.00
		-45		0.24	0.38	0.24	0.41	0.11	0.11
		-30		0.50	0.23	0.48	0.27	0.37	0.37
		-15		0.75	0.10	0.72	0.14	0.66	0.67
		0		0.91	0.05	0.91	0.05	0.89	0.89
		15		0.72	0.14	0.75	0.10	0.67	0.66
		30		0.48	0.27	0.50	0.23	0.37	0.37
		45		0.24	0.41	0.24	0.38	0.11	0.11
		60		0.09	0.55	0.09	0.51	0.00	0.00
85	0.01	0.71	0.00	0.68	0.00	0.00			
外付ブラインド (タチカワ)	アイボリー (T-13)	-75	スラット間隔: 72[mm] スラット幅: 80[mm] スラット高さ: 12[mm] 全反射率: 0.690 拡散反射率: 0.649 鏡面(正)反射率: 0.041	0.03	0.59	0.04	0.61	0.00	0.00
		-60		0.10	0.48	0.13	0.51	0.04	0.04
		-45		0.30	0.33	0.30	0.38	0.21	0.21
		-30		0.53	0.20	0.51	0.26	0.44	0.44
		-15		0.73	0.11	0.70	0.15	0.66	0.66
		0		0.85	0.07	0.85	0.07	0.83	0.83
		15		0.70	0.15	0.73	0.11	0.66	0.66
		30		0.51	0.26	0.53	0.20	0.44	0.44
		45		0.30	0.38	0.30	0.33	0.21	0.21
		60		0.13	0.51	0.10	0.48	0.04	0.04
75	0.04	0.61	0.03	0.59	0.00	0.00			
内付ロールスクリーン (トソー)	クリーム (TR-7038)	—	組織: 平織 材質: ポリエステル繊維 生地厚: 0.38[mm]	0.35	0.56	0.35	0.56		
外付ロールスクリーン (LIXIL)	ベージュ	—	組織: 平織 材質: ポリエステル繊維 PVCコーティング	0.39	0.28	0.38	0.28		
ブリーツスクリーン (ニチベイ)	ベージュ (M6043)	生地	組織: 不織布 材質: ポリエステル繊維	0.29	0.53	0.29	0.53		
		88.9		0.21	0.57	0.21	0.57		
		折畳み		0.00	0.65	0.00	0.65		
紙障子 (YKKAP・和障子紙・ハイテックA)	白	—	材質: 化学繊維混パルプ	0.45	0.55	0.45	0.55		

注)  $\tau$ : 透過率,  $\rho$ : 反射率,  $\tau_0$ : 直接透過率,  $\tau'_0$ : 室内側からの反射日射に対する直接透過率  
 $\tau'$ : 室内側からの反射日射に対する透過率,  $\rho'$ : 室内側からの反射日射に対する反射率

2.3.2 測定結果詳細

日射熱取得率(日射侵入率)は, ISO15099<sup>1)</sup>では(2.3.2-1)式により得ることができるとしている。

$$SHGC = \eta = \frac{q_{int} - q_{int}(I_s = 0)}{I_s} \quad (2.3.2-1)$$

ここで,  $q_{int}$  は照射時の取得熱流密度[W/m<sup>2</sup>],  $q_{int}(I_s = 0)$  は照射無しの時の取得熱流密度[W/m<sup>2</sup>],  $I_s$  は照射強度[W/m<sup>2</sup>]である。定義では, 日射を照射することにより生じる熱伝達率の変化等の影響は, すべて日射熱取得率に含まれるものとされている。本報の日射熱取得率はこの定義に従っている。定義に従った日射熱取得率を測定するには, 日射の無い時の試験体の内外温度差による貫流分の熱量を除く必要があるので, まず熱貫流率測定を行い, 日射の無い温度差のみの熱貫流率:  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]を求め, 引き続き日射有りの日射熱取得率測定を行う。測定原理を図2.3.2-1に示す。

測定の熱収支における  $Q_{Solar}$  は照射日射熱量[W],  $S_t$  は日射照射による取得熱量[W],  $Q_t$  はファン・ヒーターで投入される熱量[W],  $Q_c$  は冷却板で除去される熱量[W],  $Q_B$  は計測箱周壁4面での通過熱量[W],  $Q_s$  は試験体取付枠での通過熱量[W],  $Q_w$  は試験体の貫流熱量[W]を示している。

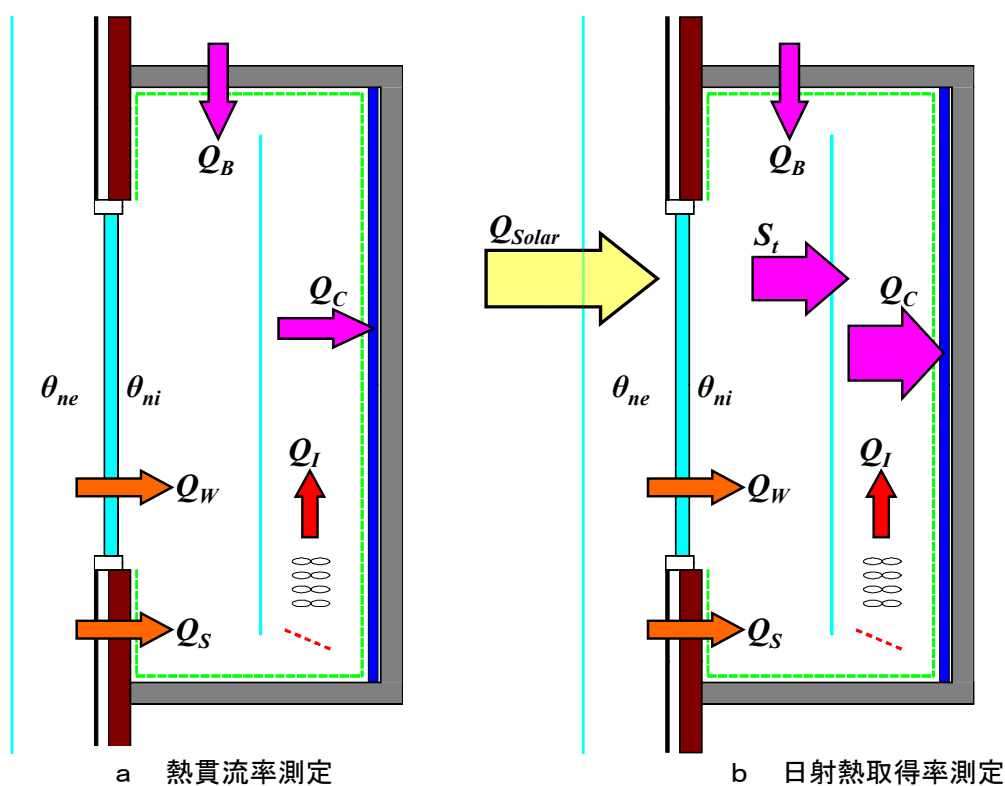
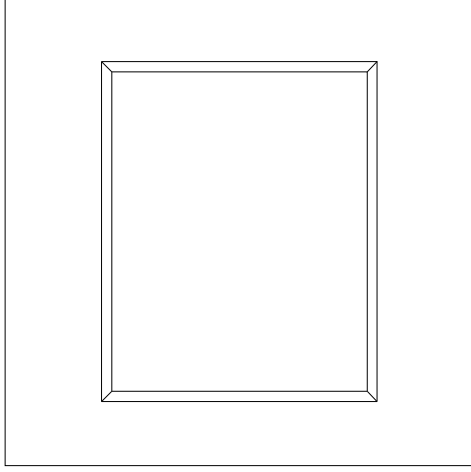


図 2.3.2-1 測定の原理

図 2.3.2-1 は室内より外気側の温度が高い夏期の場合を示しているが、冬期の場合は室内外の温度が逆転し試験体、計測箱周壁 4 面及び試験体取り付け枠の貫流分の熱流方向が逆になる。

平成 23 年度の各種測定結果を図 2.3.2-2～2.3.2-64 に、平成 24 年度の各種測定結果を図 2.3.2-65～2.3.2-181 に示す。熱量の記号の意味は、図 2.2.2-1 参照とする。なお、ブラインドの測定は、全てスラット角度は 45deg で測定した結果である。また、熱電対による遮蔽物の表面温度測定は平成 24 年度実施の内付ロールスクリーンのみで行っている。

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.8	0.74
夏	4.4	0.75

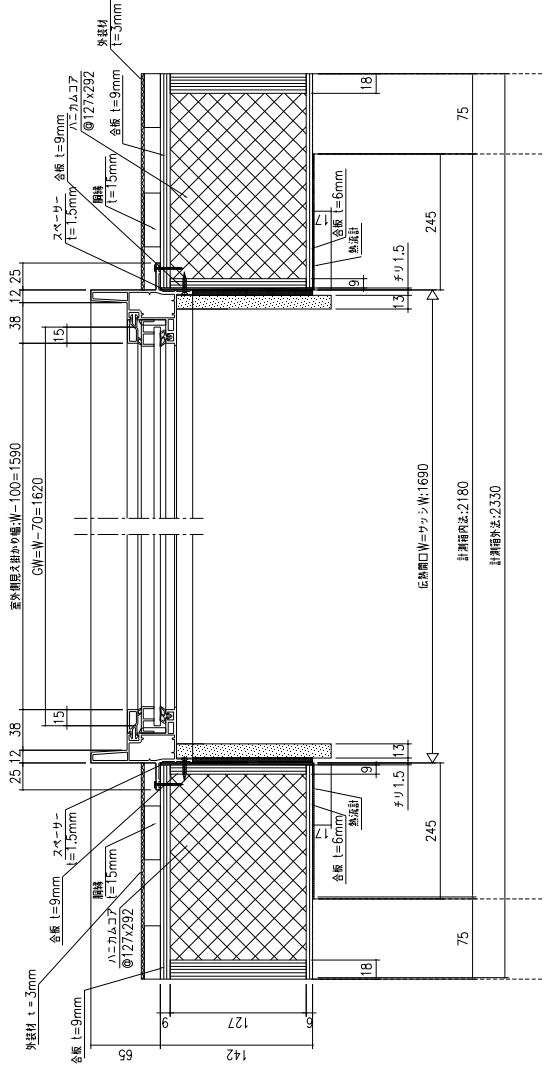
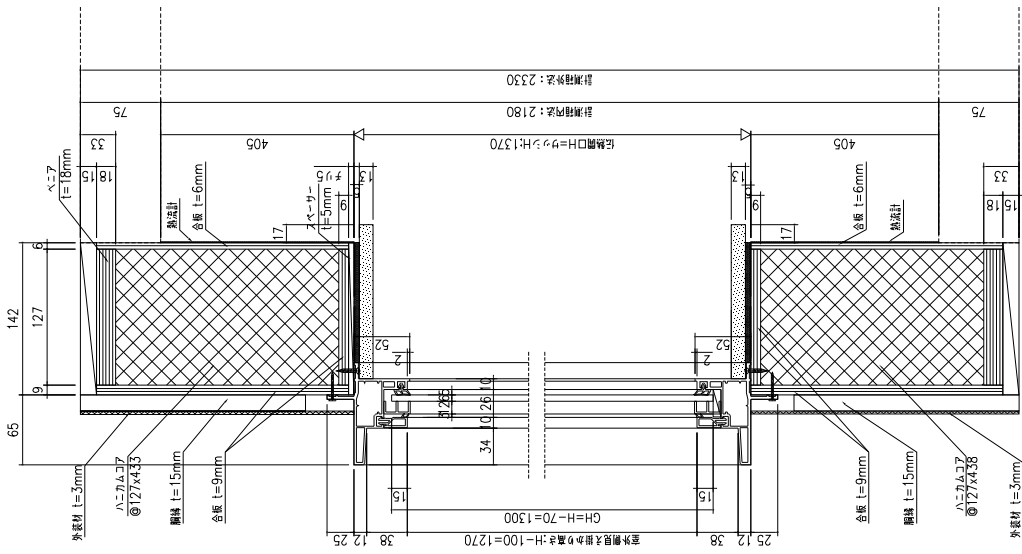


図 2.3.2-2 測定結果：透明単板＋遮蔽物なし

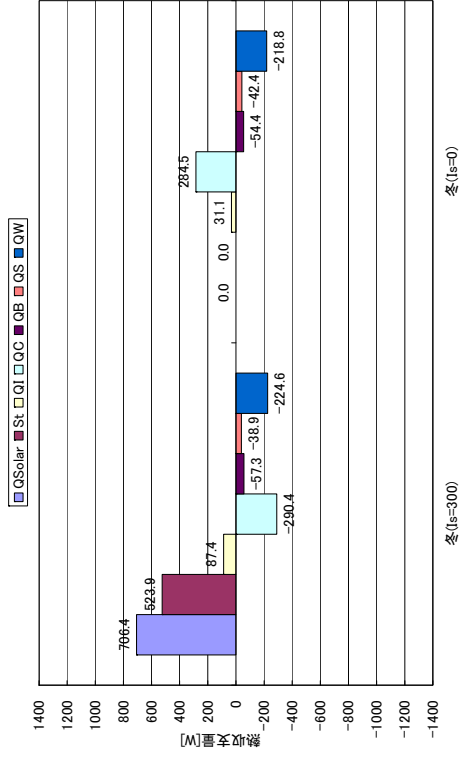
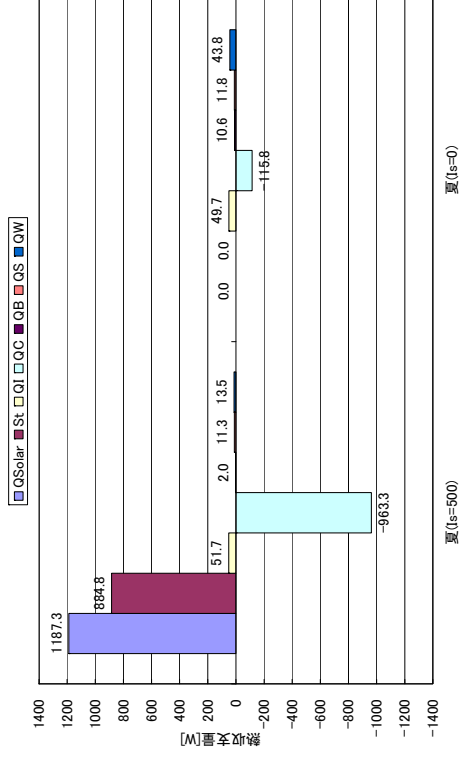


図 2.3.2-3 測定の熱収支：透明単板＋遮蔽物なし

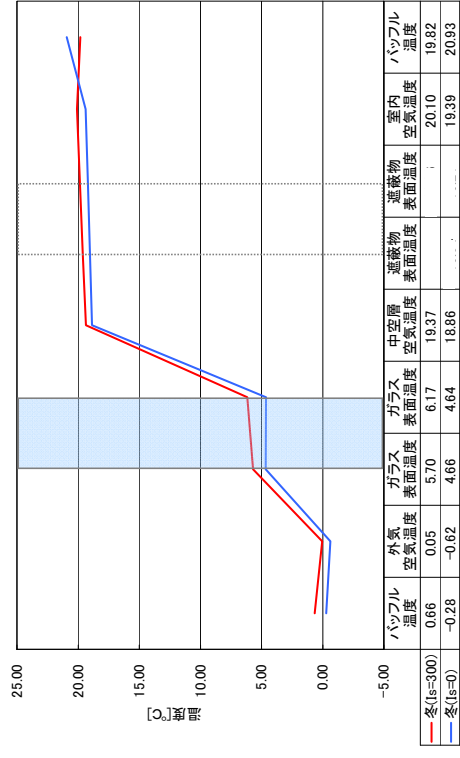
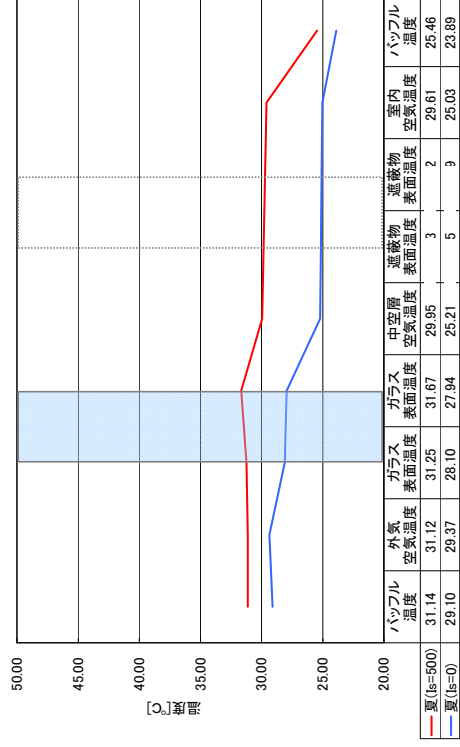


図 2.3.2-4 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板＋遮蔽物なし



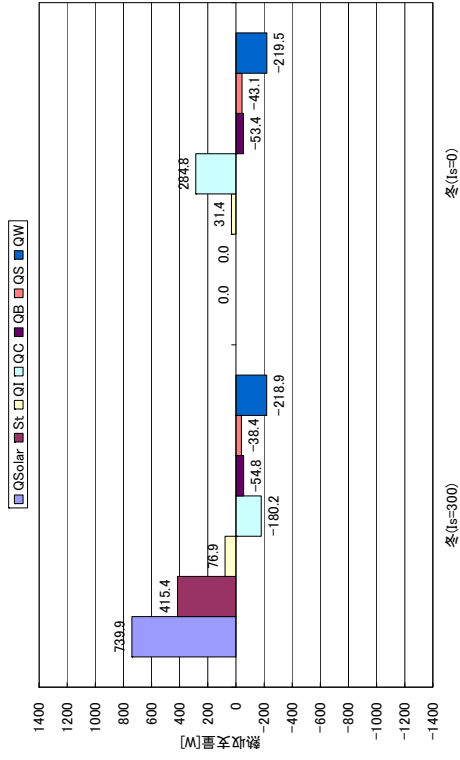
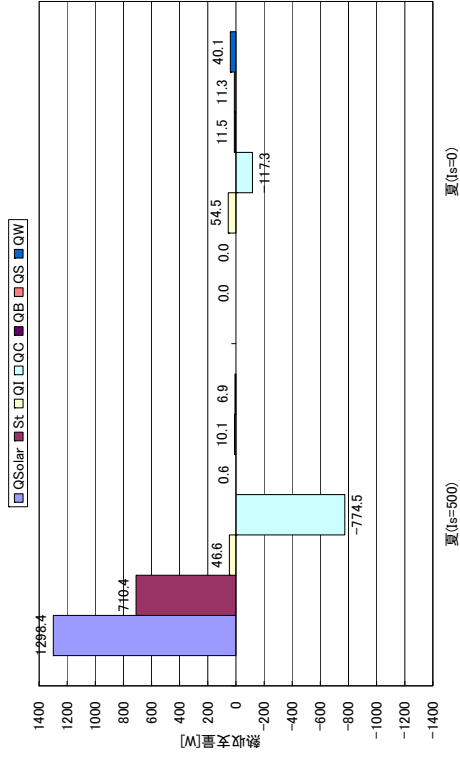


図 2.3.2-6 測定の熱収支：熱線吸収＋遮蔽物なし

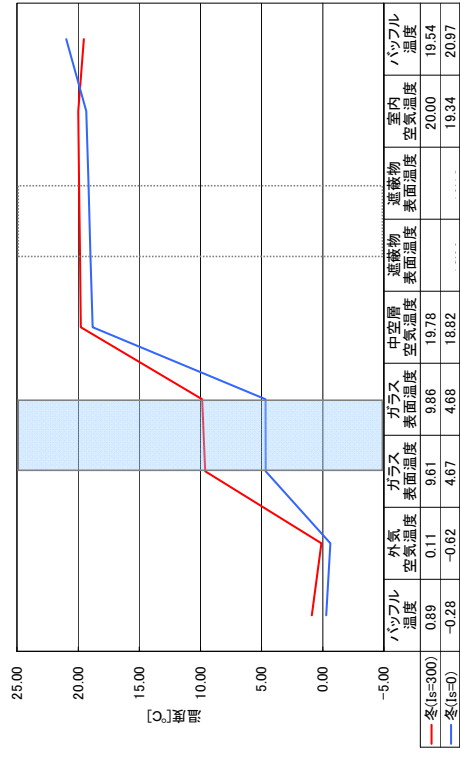
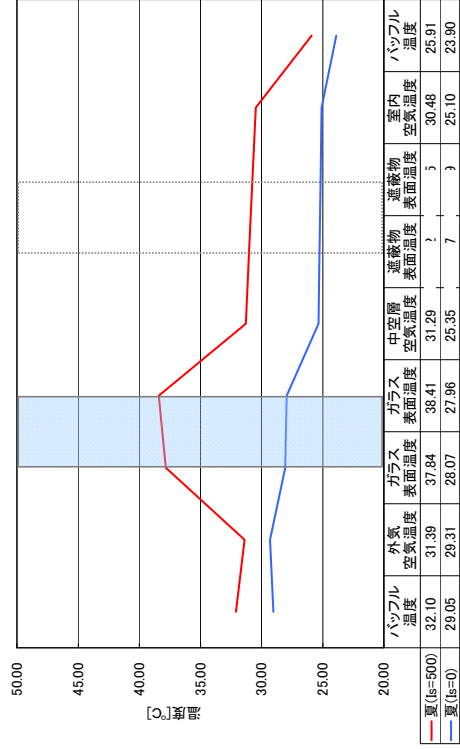
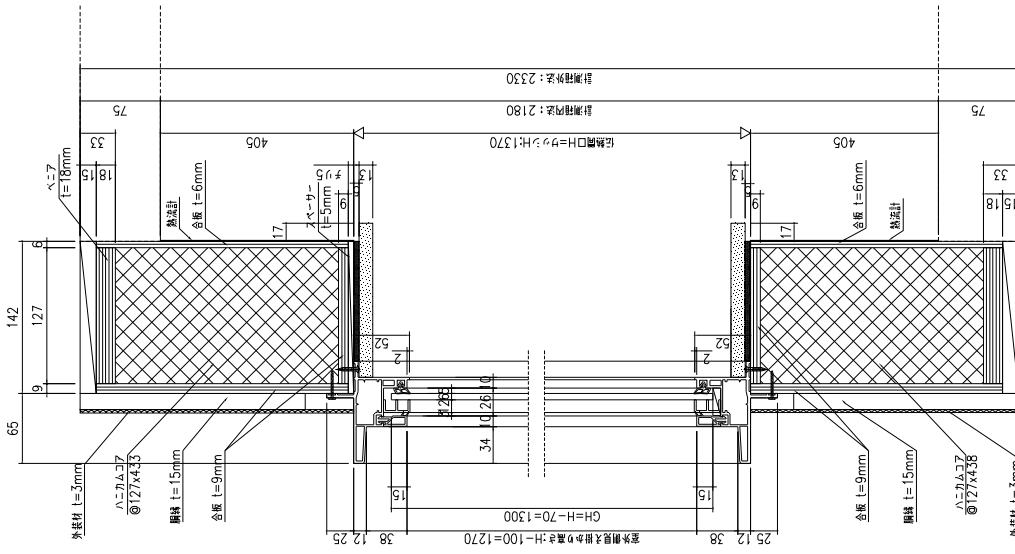
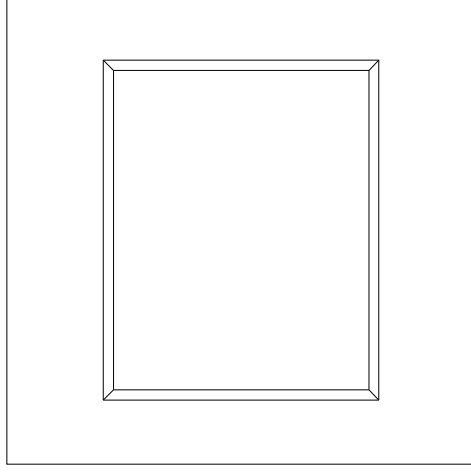


図 2.3.2-7 構成断面の測定温度（中央1点）：熱線吸収＋遮蔽物なし

第2章 日射熱取得率の測定

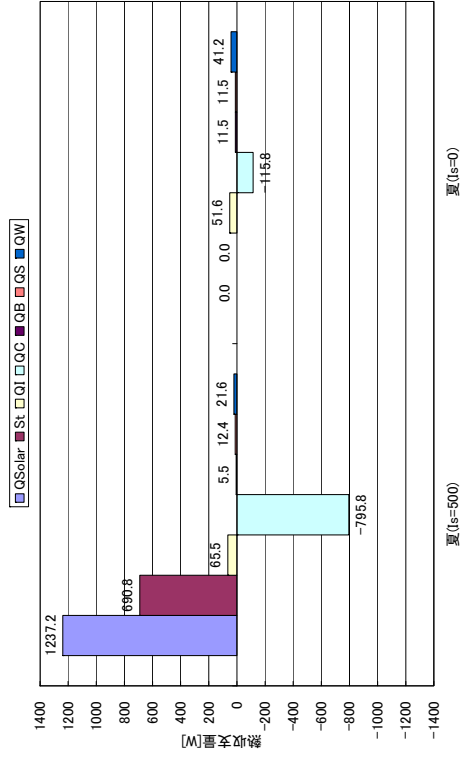
【外觀図】



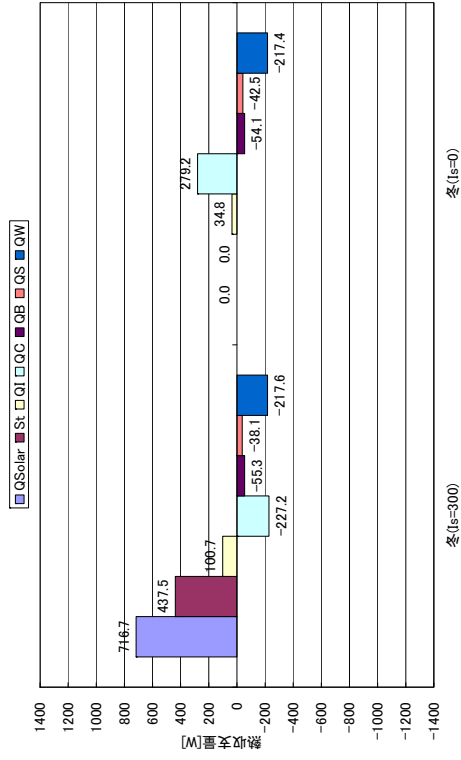
	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.7	0.61
夏	4.1	0.56

図 2.3.2-8 測定結果：熱線反射＋遮蔽物なし



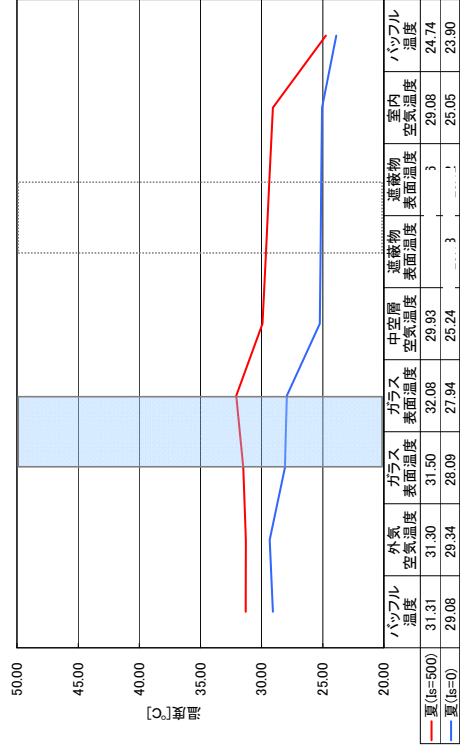


夏 (ls=0)

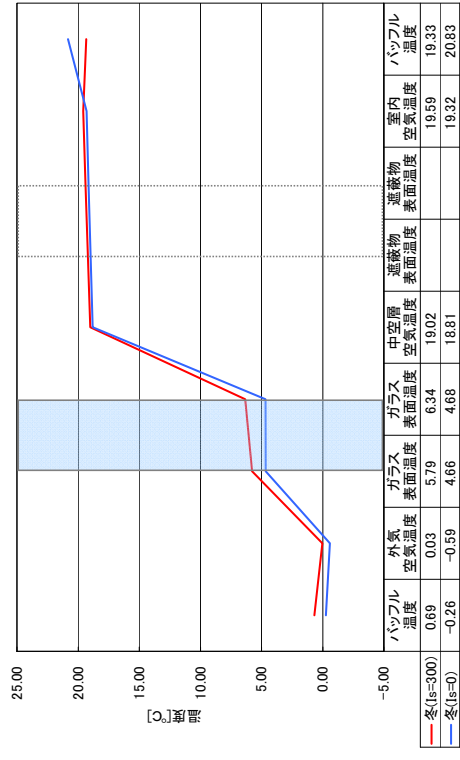


冬 (ls=0)

図 2.3.2-9 測定の熱収支：熱線反射十遮蔽物なし



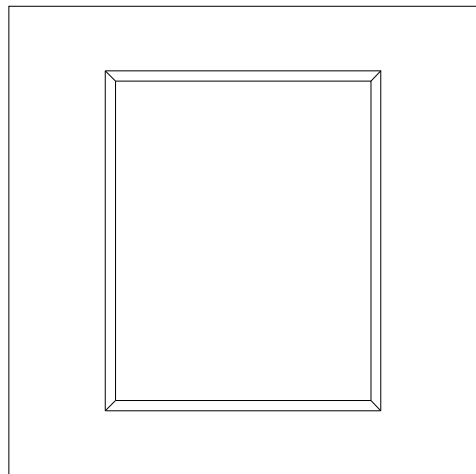
層	外気	ガラス	ガラス	中空層	遮蔽物	遮蔽物	室内
温度	31.31	31.30	32.08	29.83	3	3	29.08
夏 (ls=500)	29.08	29.34	28.09	25.24	3	3	25.05
夏 (ls=0)	29.08	27.94	27.94	25.24	3	3	24.74



層	外気	ガラス	ガラス	中空層	遮蔽物	遮蔽物	室内
温度	0.03	5.79	6.34	19.02	19.59	19.32	19.33
冬 (ls=300)	-0.26	4.66	4.68	18.81	19.32	20.83	20.83
冬 (ls=0)	-0.26	4.66	4.68	18.81	19.32	20.83	20.83

図 2.3.2-10 構成断面の測定温度（中央1点）：熱線反射十遮蔽物なし

【外觀図】



	U 値 [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	$\eta$ 値 [-]
冬	4.4	0.43
夏	3.8	0.43

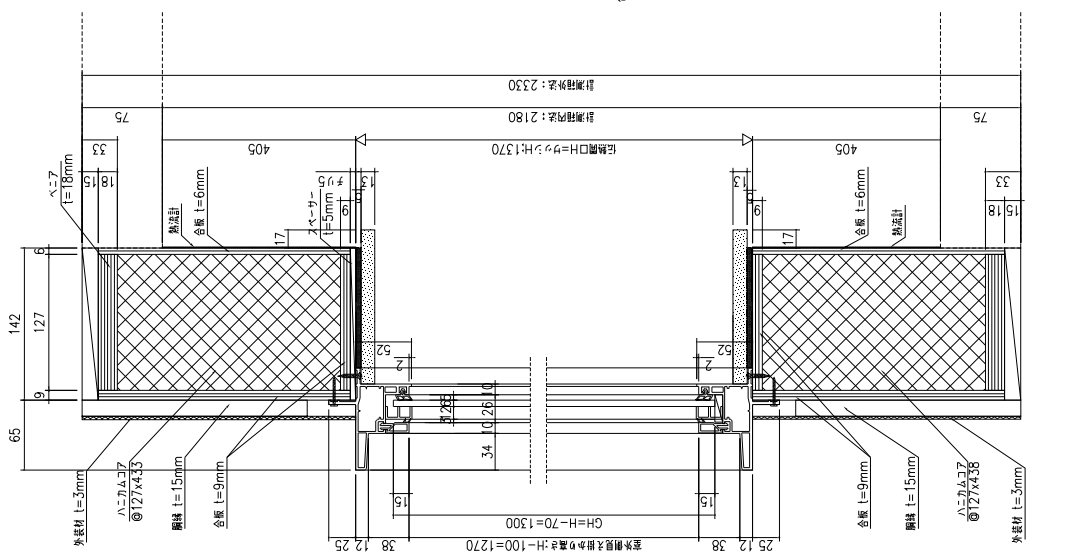


図 2.3.2-11 測定結果：高性能熱線反射（淡色）＋遮蔽物なし

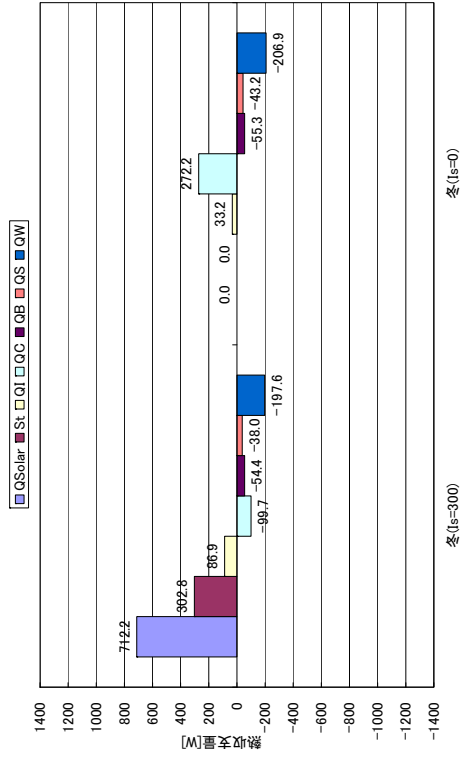
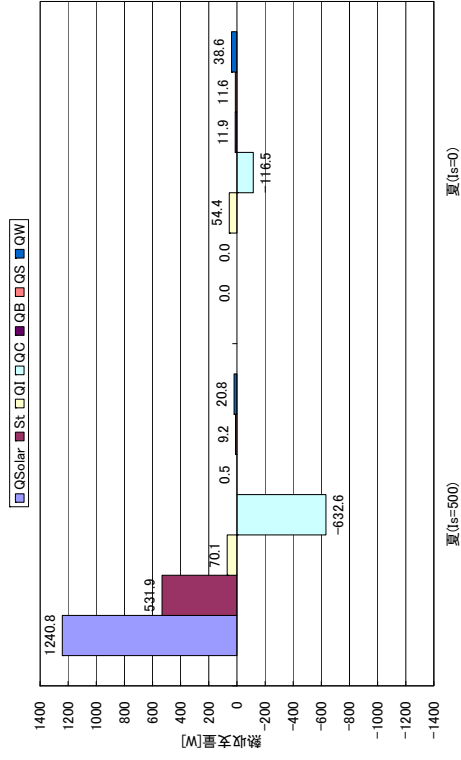


図 2.3.2-12 測定の熱収支：高性能熱線反射（淡色）＋遮蔽物なし

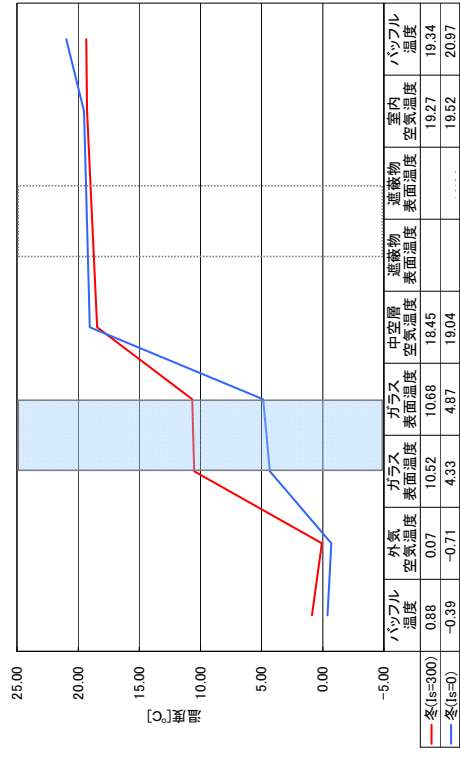
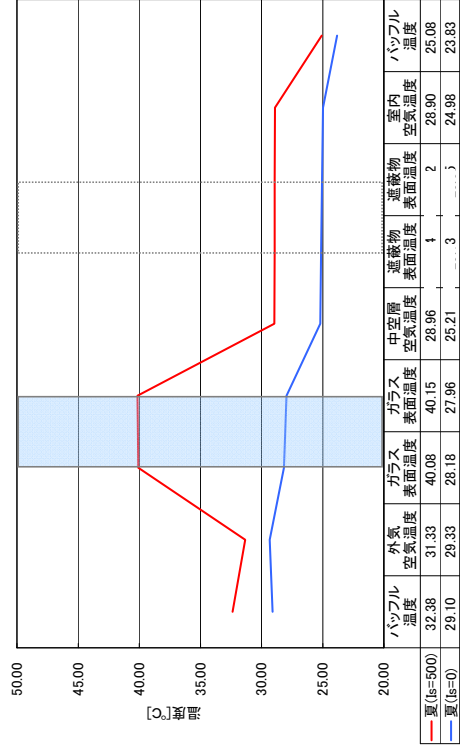
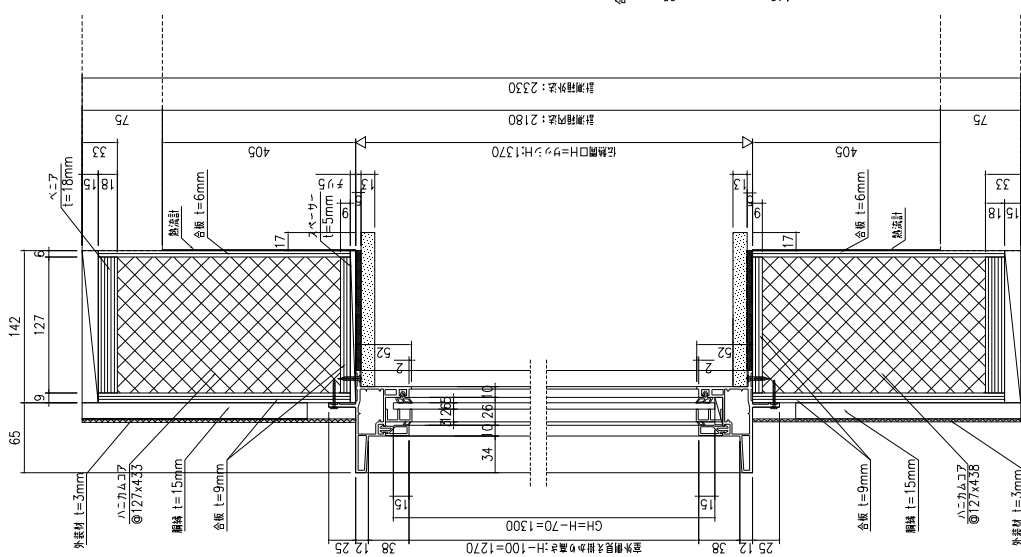
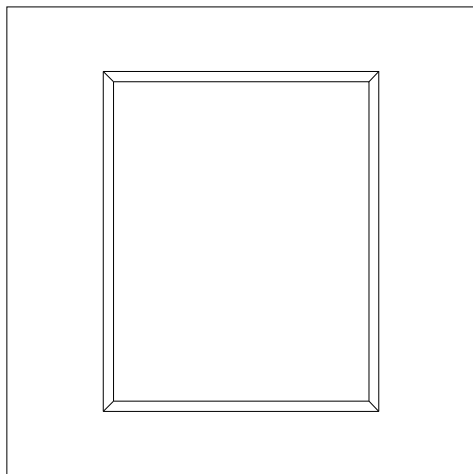


図 2.3.2-13 構成断面の測定温度（中央1点）：高性能熱線反射（淡色）＋遮蔽物なし

## 第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	3.7	0.18
夏	3.1	0.19

図 2.3.2-14 測定結果：高性能熱線反射（濃色）＋遮蔽物なし

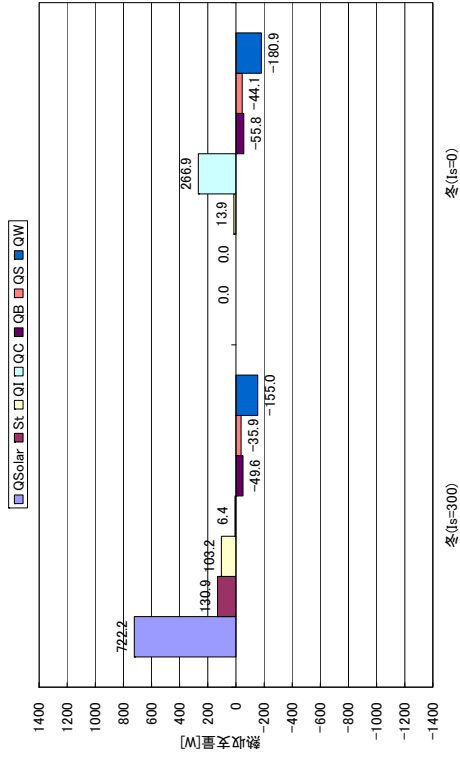
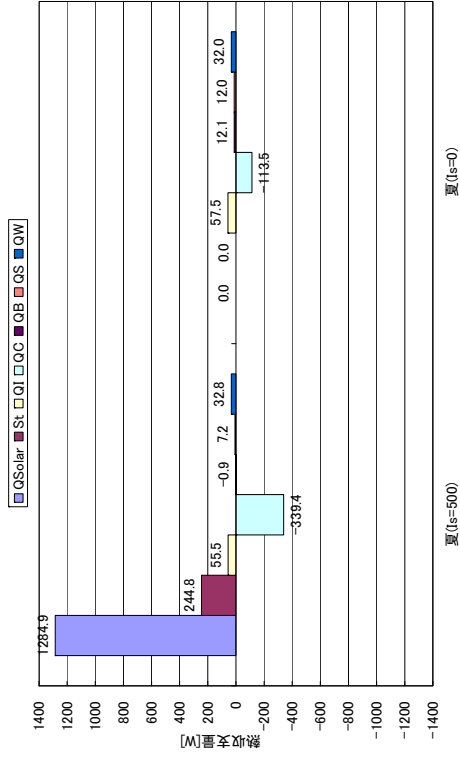


図 2.3.2-15 測定の熱収支：高性能熱線反射（濃色）＋遮蔽物なし

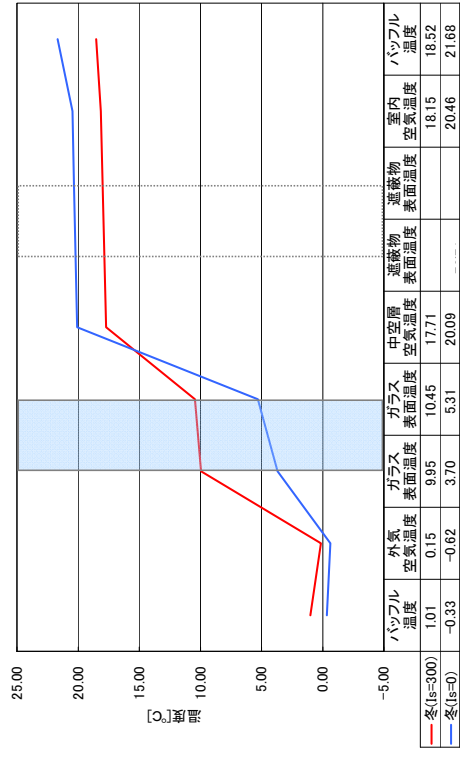
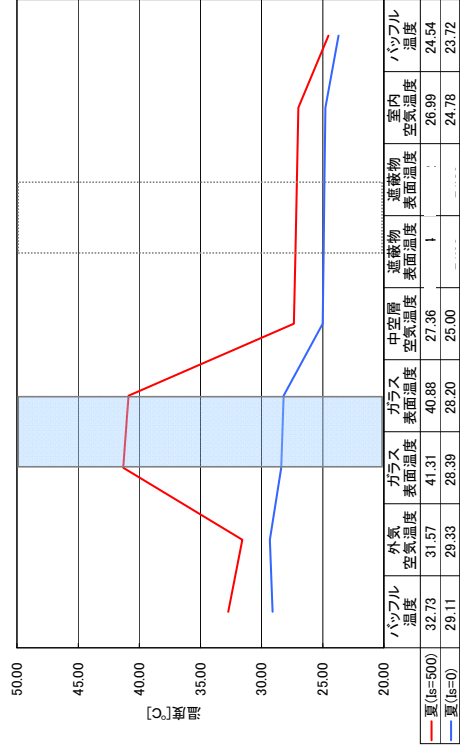
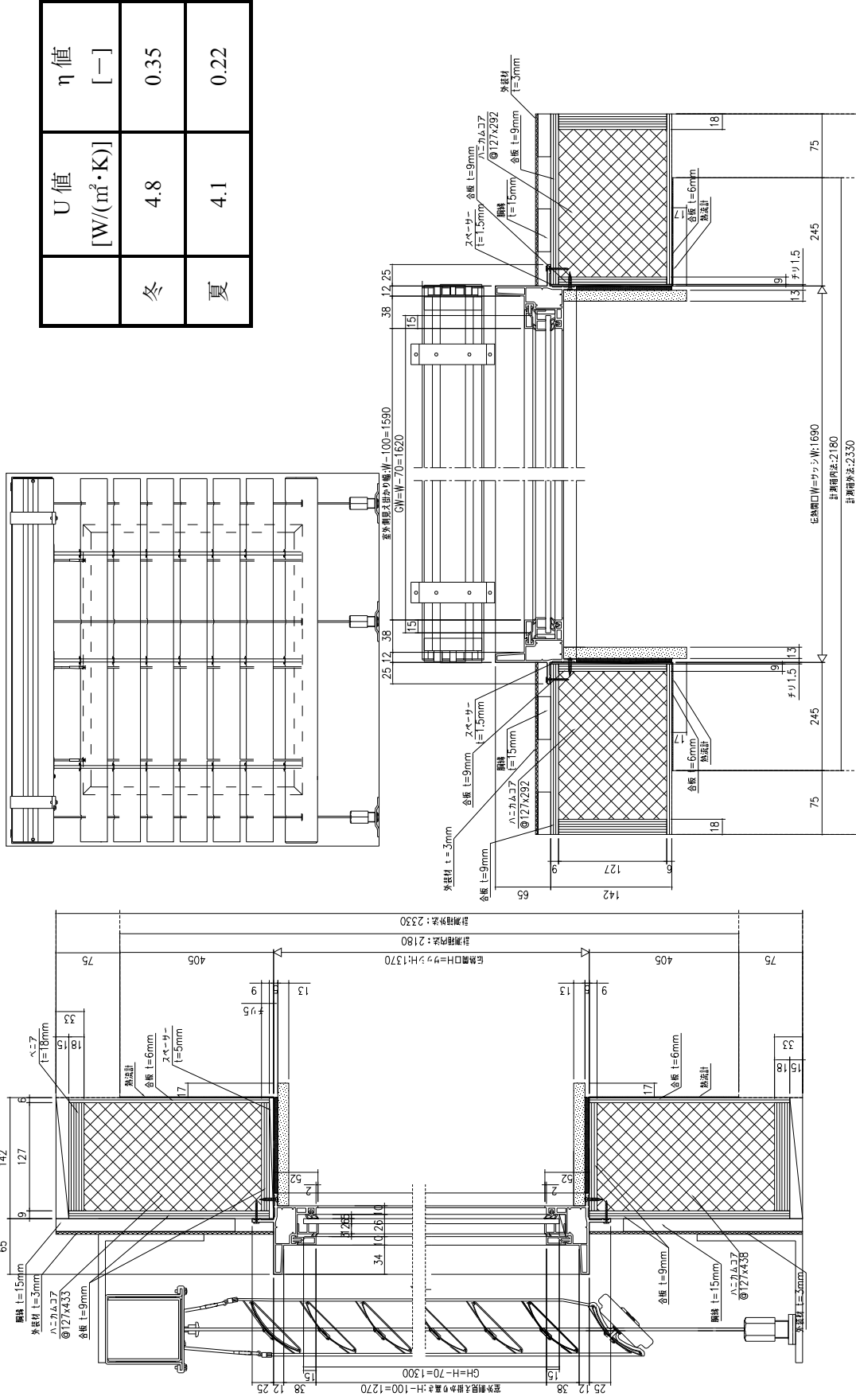


図 2.3.2-16 構成断面の測定温度（中央1点）：高性能熱線反射（濃色）＋遮蔽物なし

【外観図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.8	0.35
夏	4.1	0.22

図 2.3.2-17 測定結果：外付ブラインド+透明単板

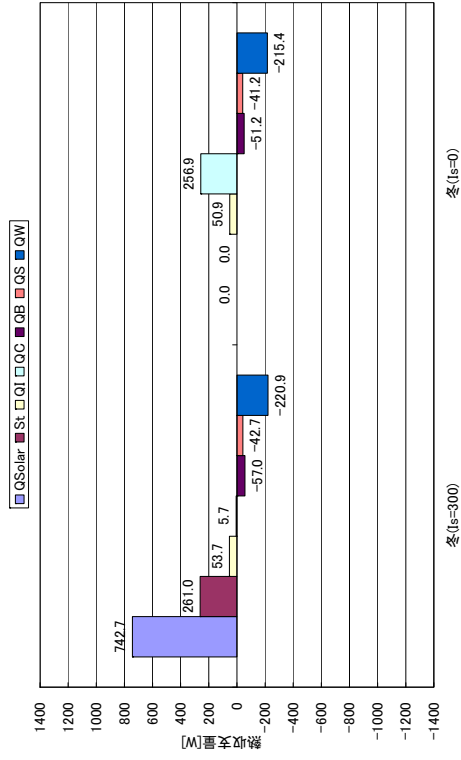
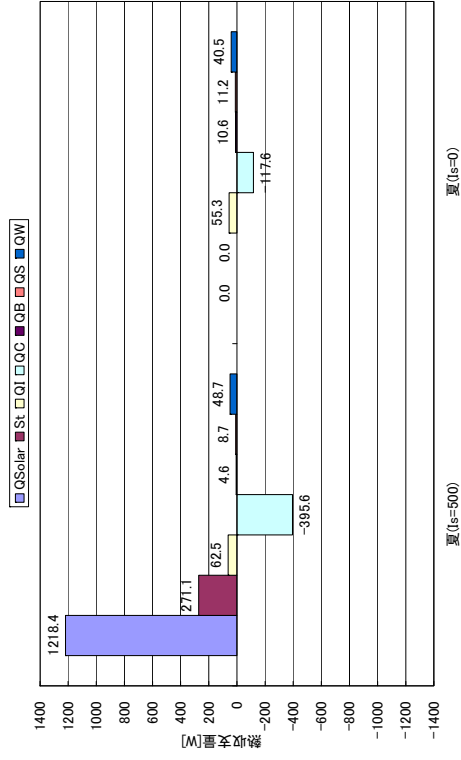


図 2.3.2-18 測定の熱収支：外付ブラインド+透明単板

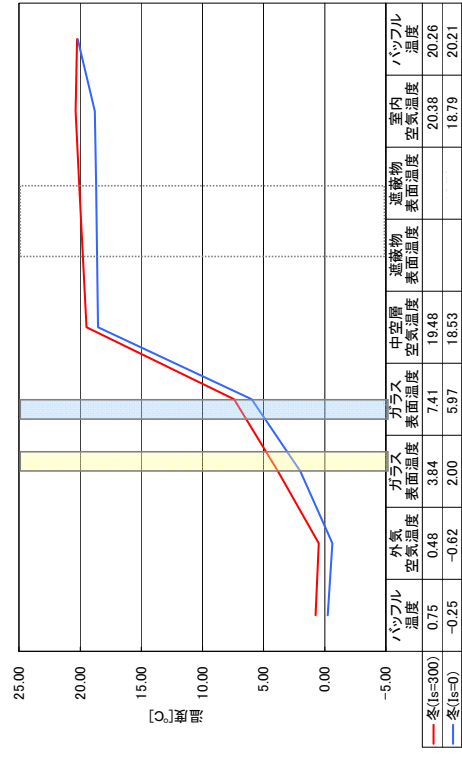
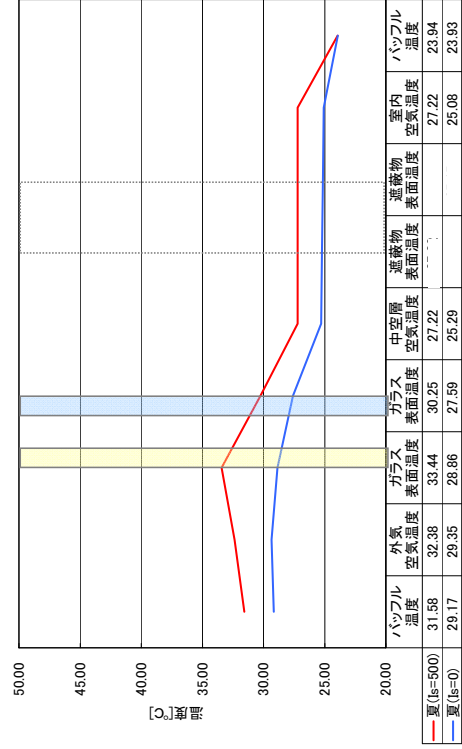
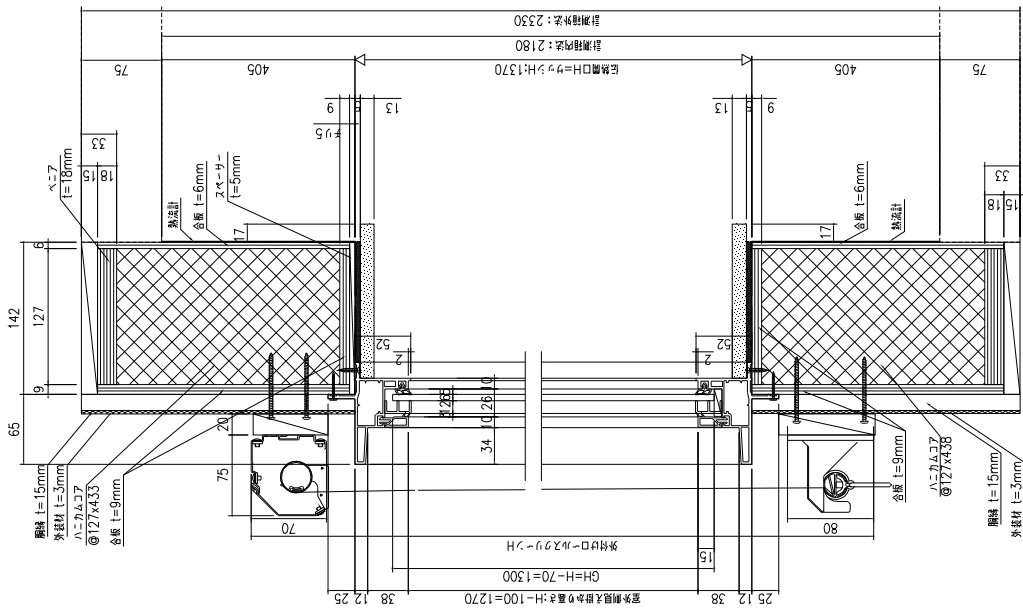
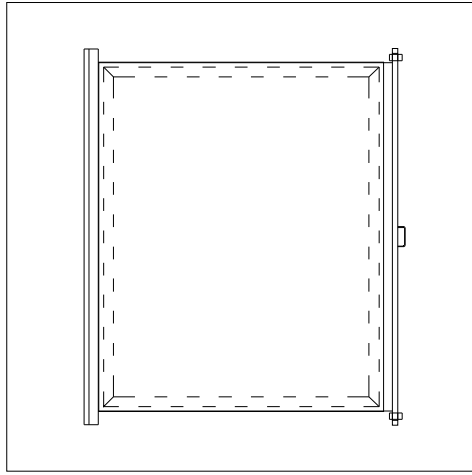


図 2.3.2-19 構成断面の測定温度（中央1点）：外付ブラインド+透明単板

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.8	0.26
夏	4.2	0.24

図 2.3.2-20 測定結果：外付ロールスクリーン+透明単板



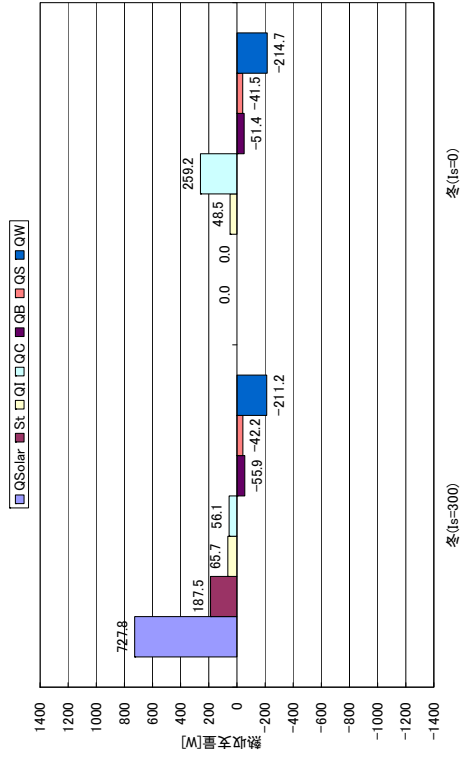
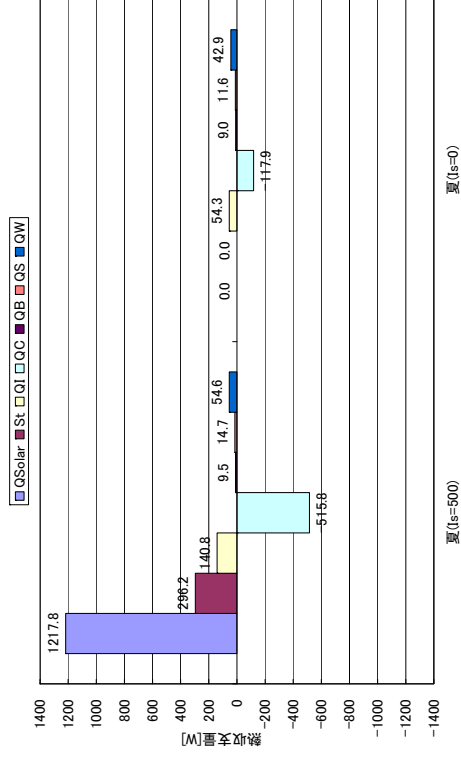


図 2.3.2-21 測定の熱収支：外付ロールスクリーン+透明単板

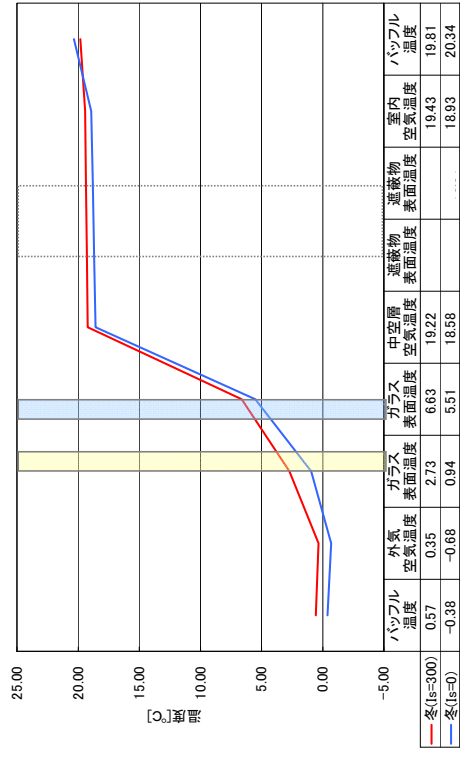
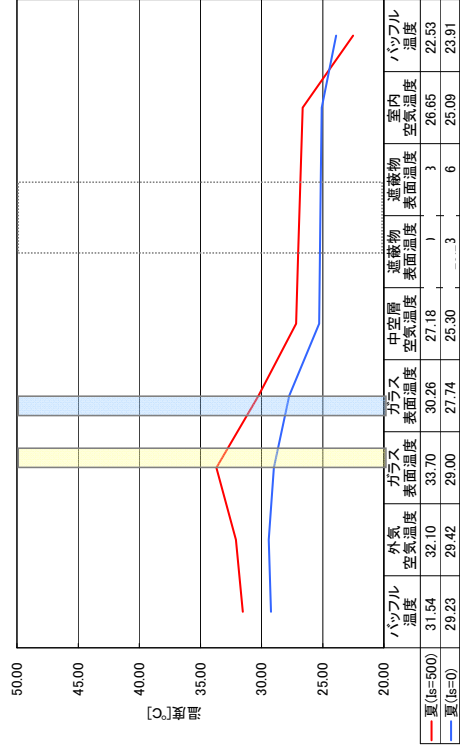
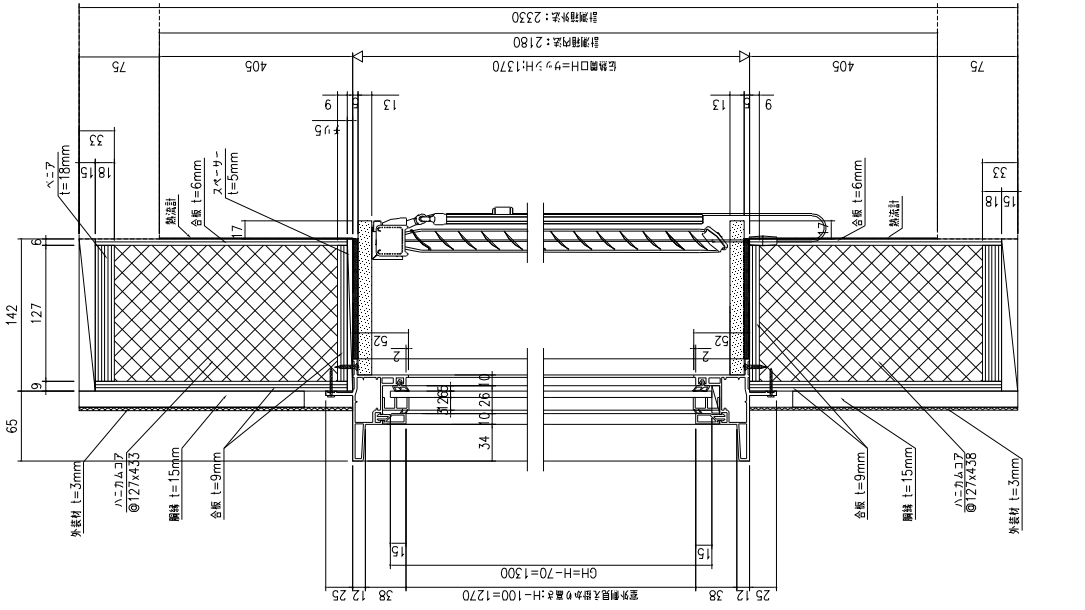
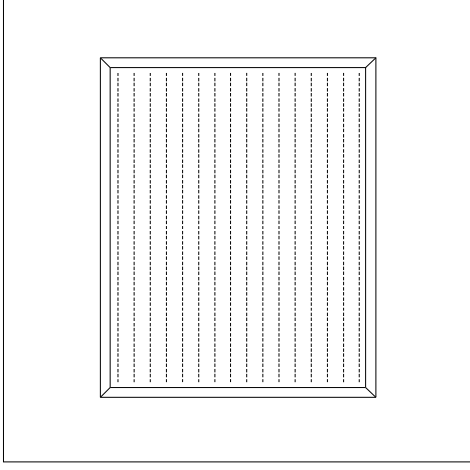


図 2.3.2-22 構成断面の測定温度（中央1点）：外付ロールスクリーン+透明単板

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.4	0.45
夏	3.5	0.43

図 2.3.2-23 測定結果：透明単板十内付ブラインド

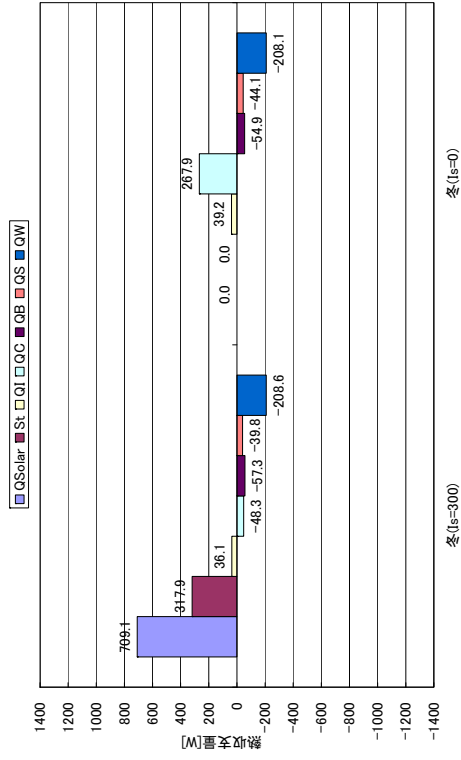
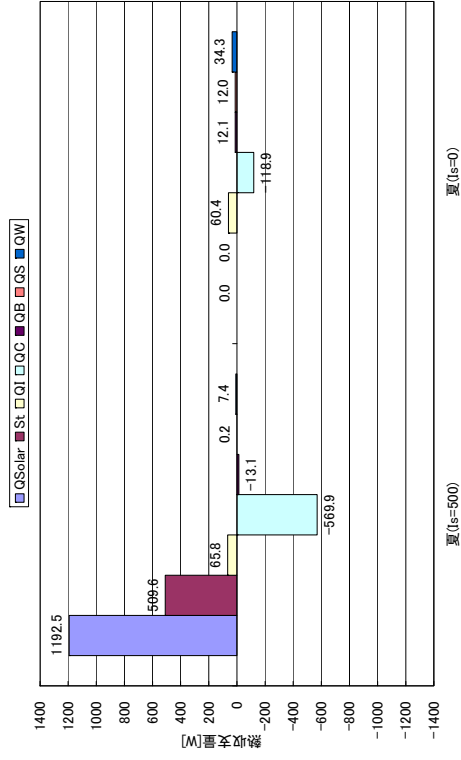


図 2.3.2-24 測定の熱収支：透明単板＋内付ブラインド

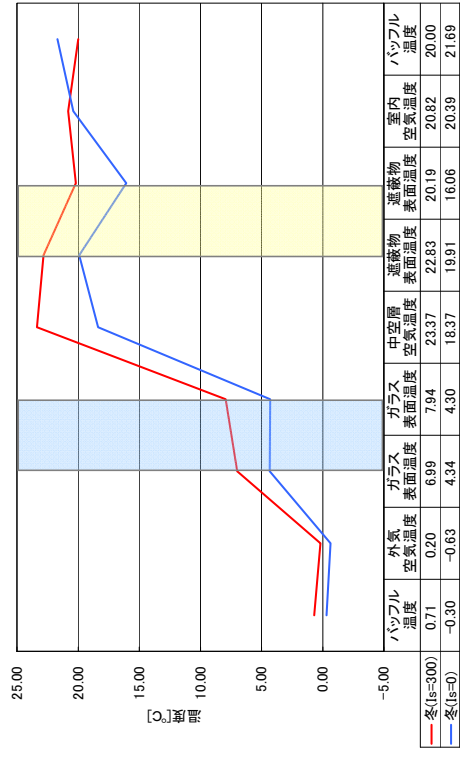
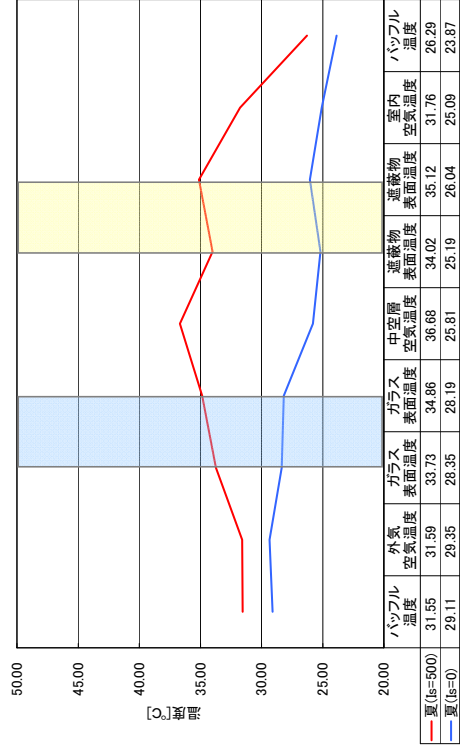
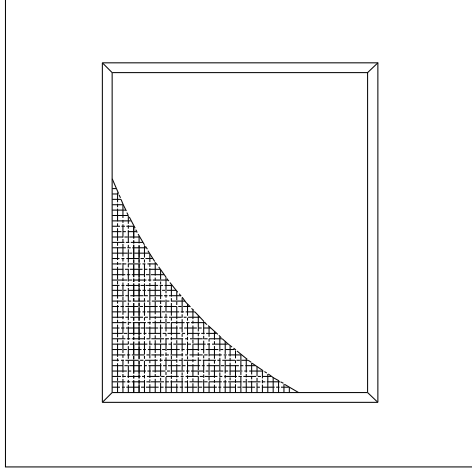


図 2.3.2-25 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板＋内付ブラインド

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.0	0.42
夏	3.1	0.38

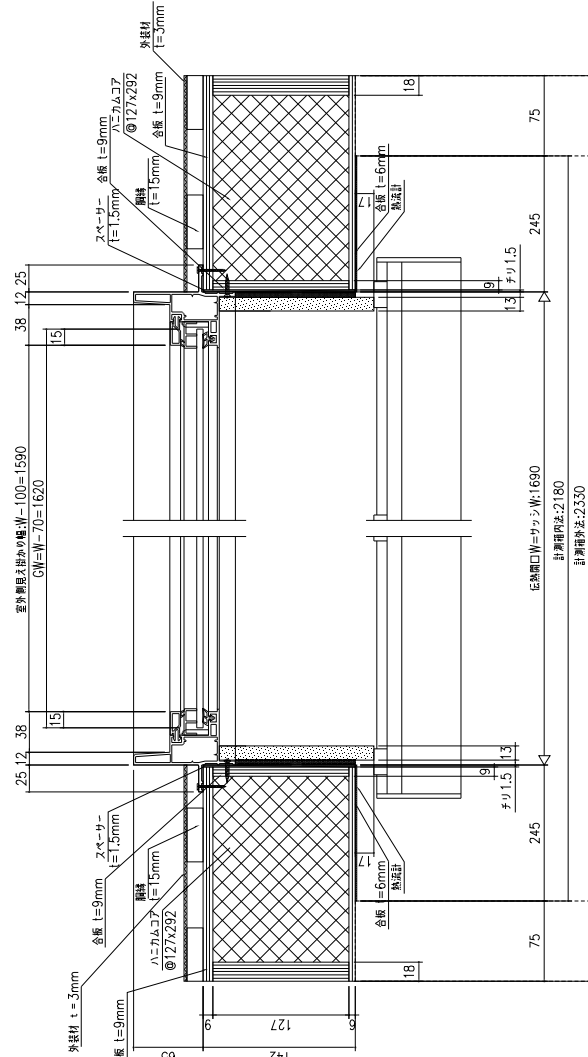
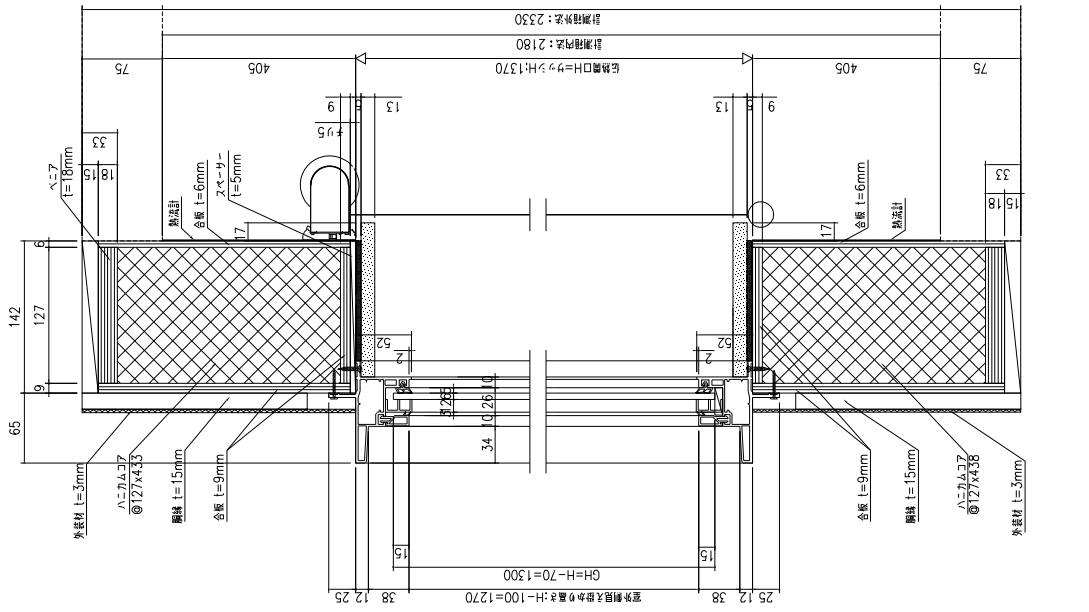


図 2.3.2-26 測定結果：透明単板＋内付ロールスクリーン

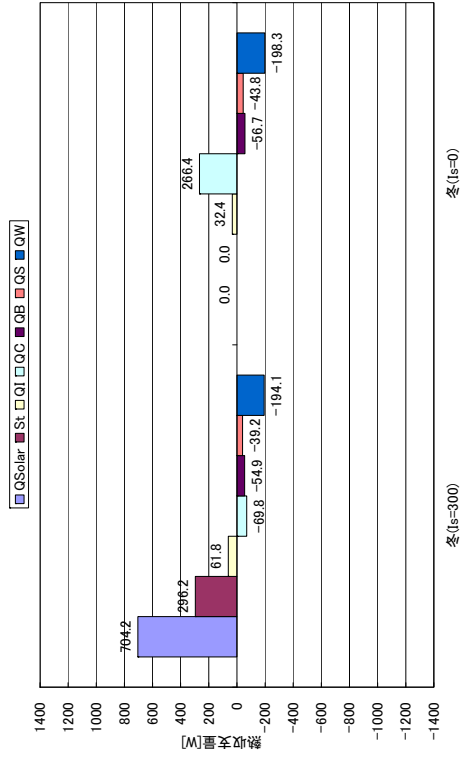
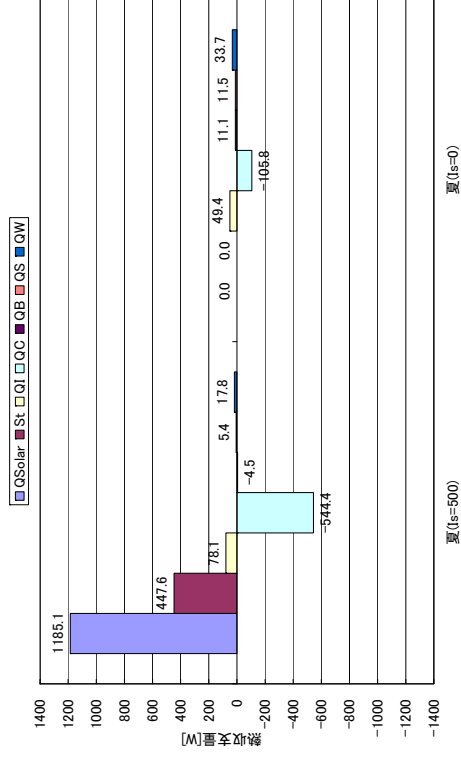


図 2.3.2-27 測定の熱収支：透明単板＋内付ロールスクリーン

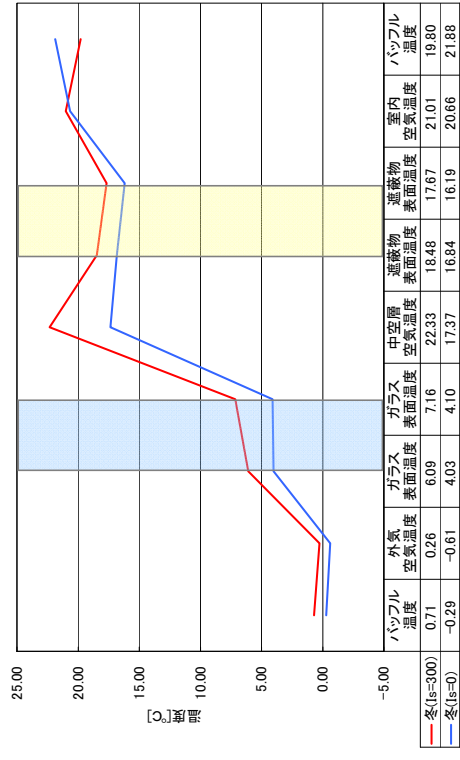
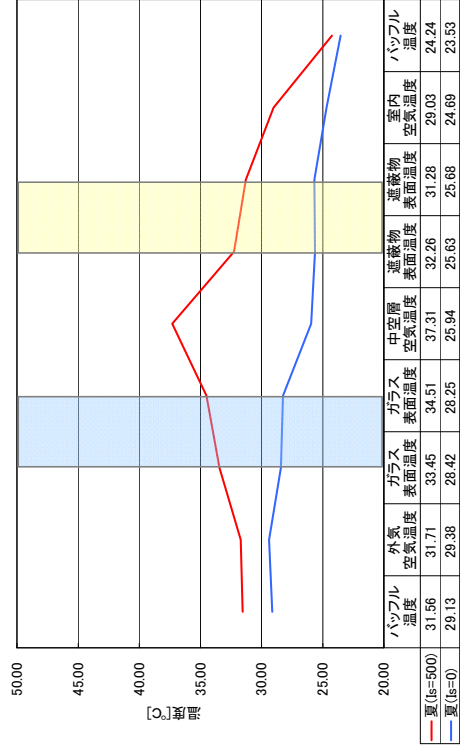
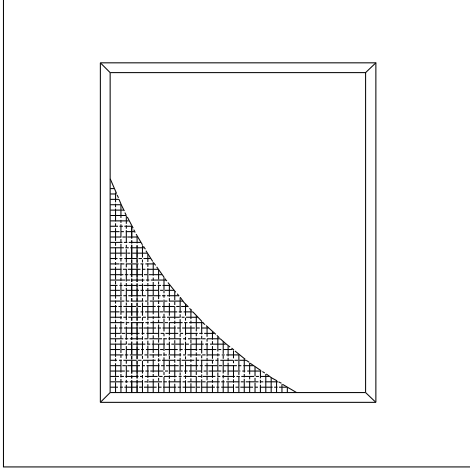


図 2.3.2-28 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板＋内付ロールスクリーン

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.0	0.35
夏	2.9	0.36

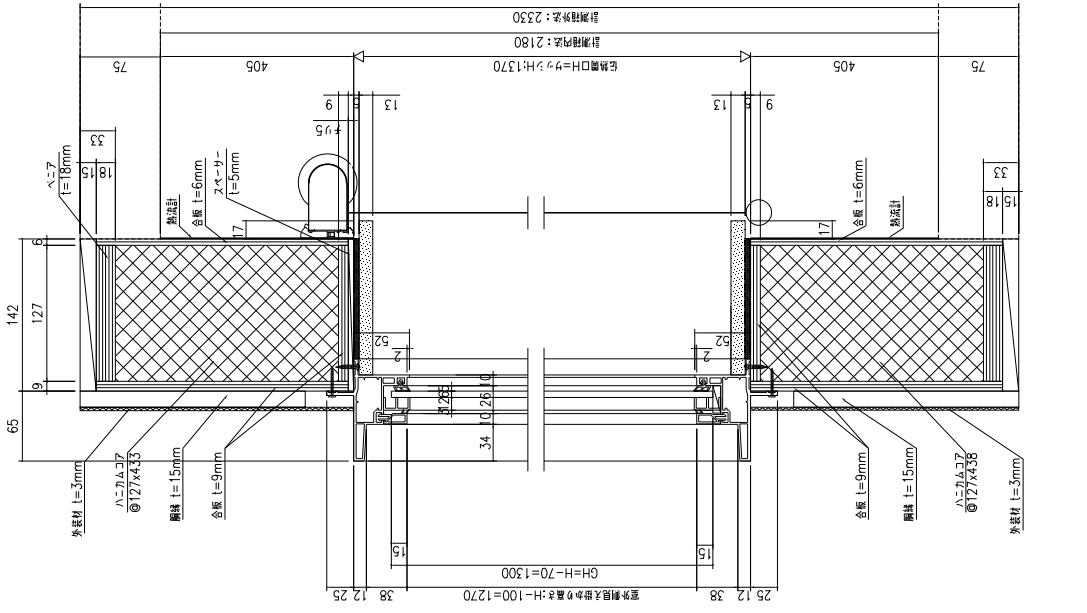


図 2.3.2-29 測定結果：熱線吸収＋内付ロールスクリーン

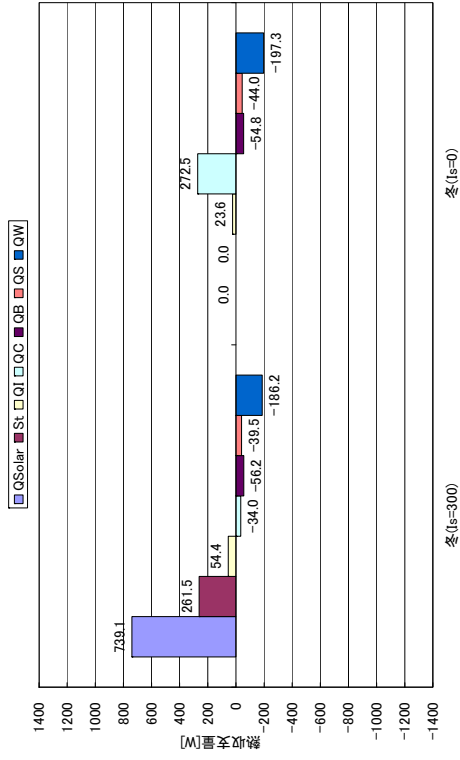
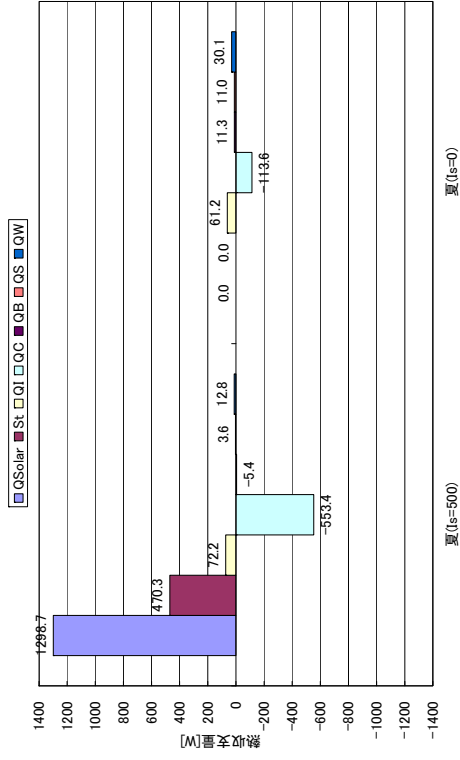


図 2.3.2-30 測定の熱収支：熱線吸収十内付ロールスクリーン

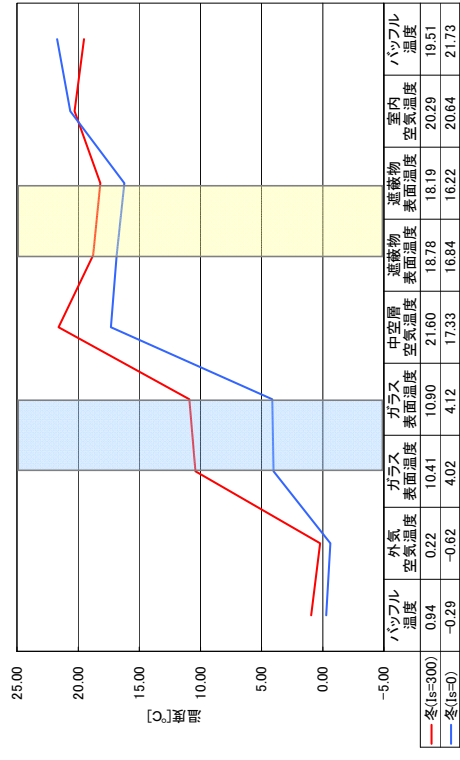
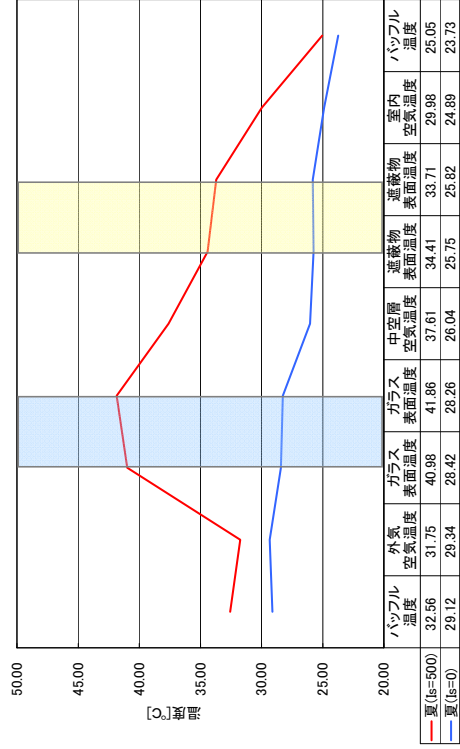
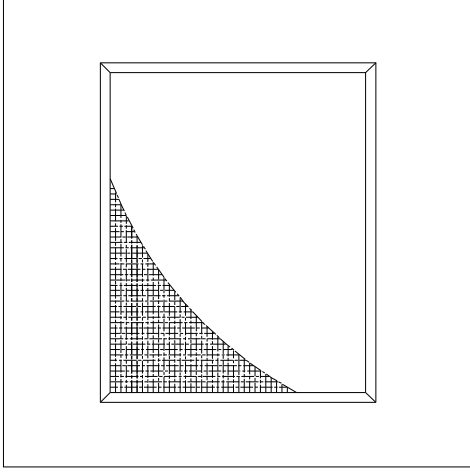


図 2.3.2-31 構成断面の測定温度（中央1点）：熱線吸収十内付ロールスクリーン

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	4.1	0.37
夏	3.0	0.32

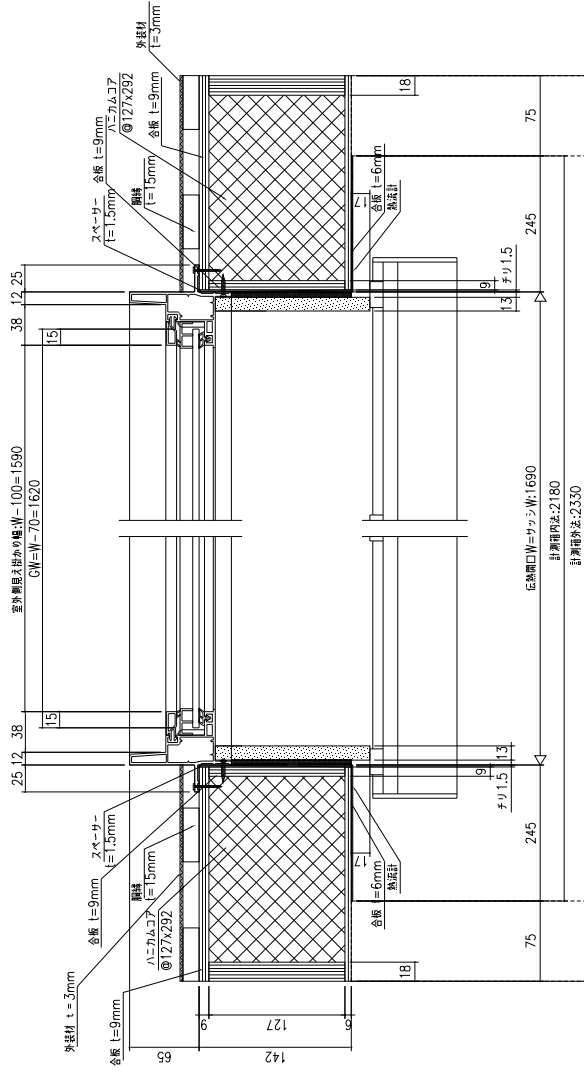
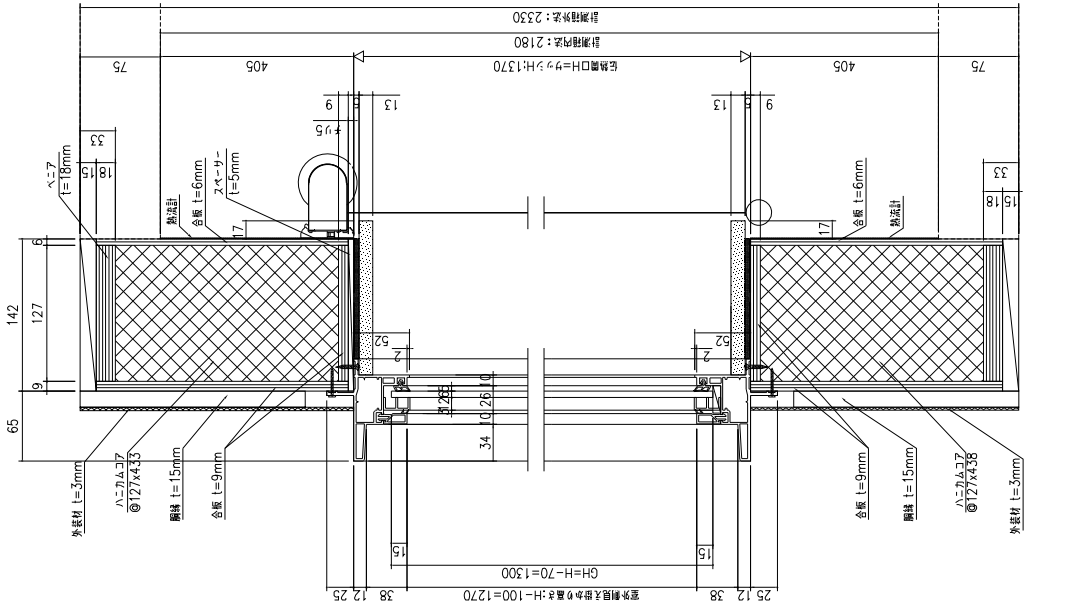


図 2.3.2-32 測定結果：熱線反射＋内付ロールスクリーン



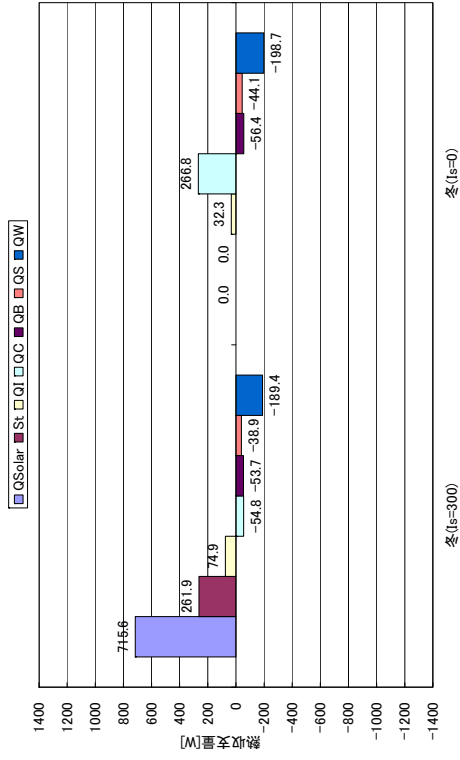
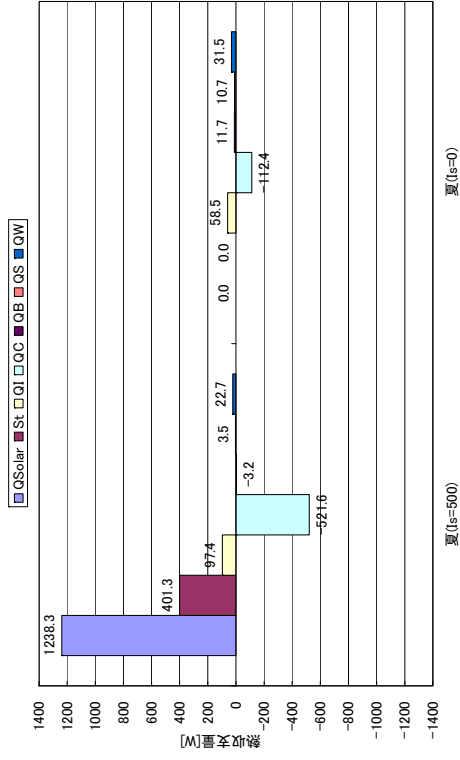


図 2.3.2-33 測定の熱収支：熱線反射十内付ロールスクリーン

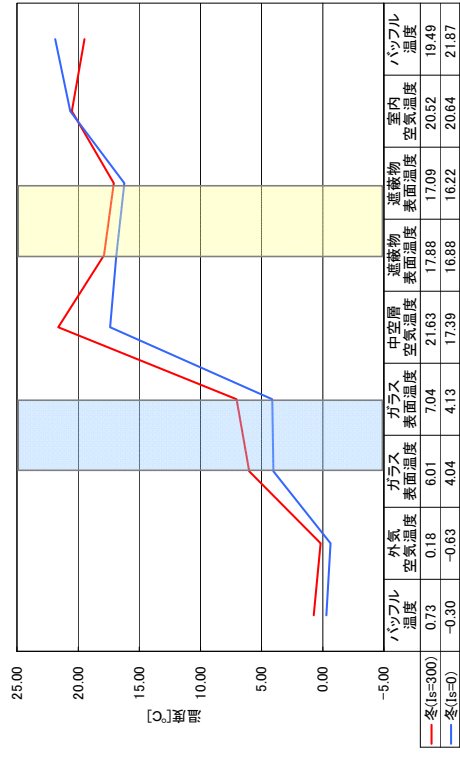
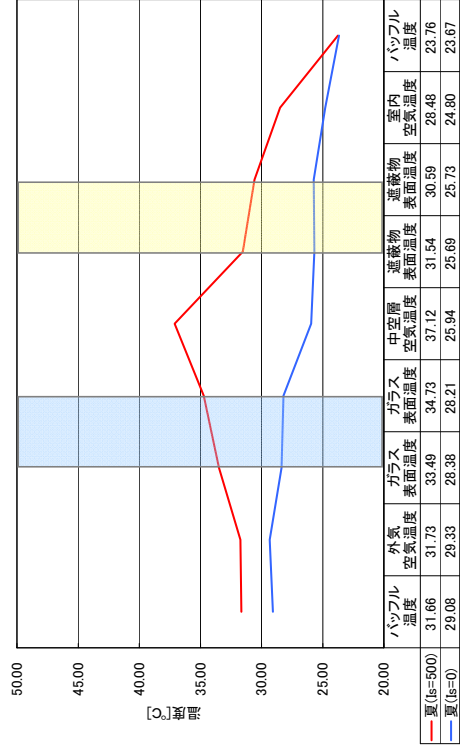
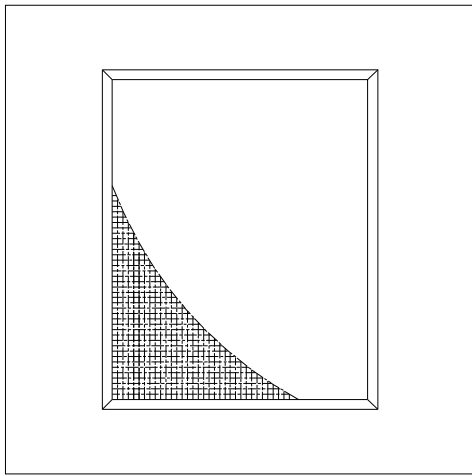


図 2.3.2-34 構成断面の測定温度（中央1点）：熱線反射十内付ロールスクリーン

第 2 章 日射熱取得率の測定

【外観図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値 [-]
冬	3.9	0.30
夏	2.8	0.32

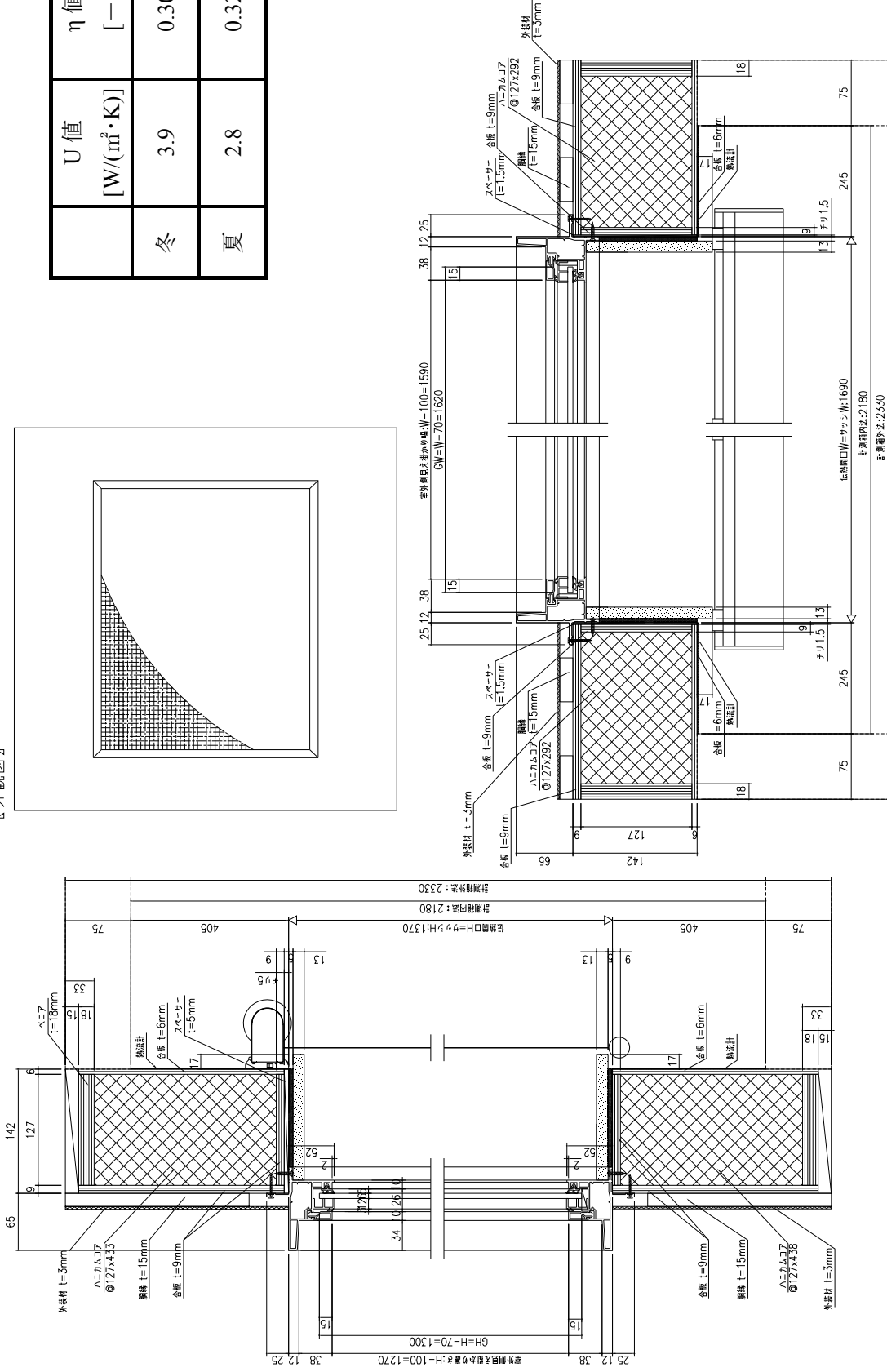


図 2.3.2-35 測定結果：高性能熱線反射（淡色）＋内付ロールスクリーン

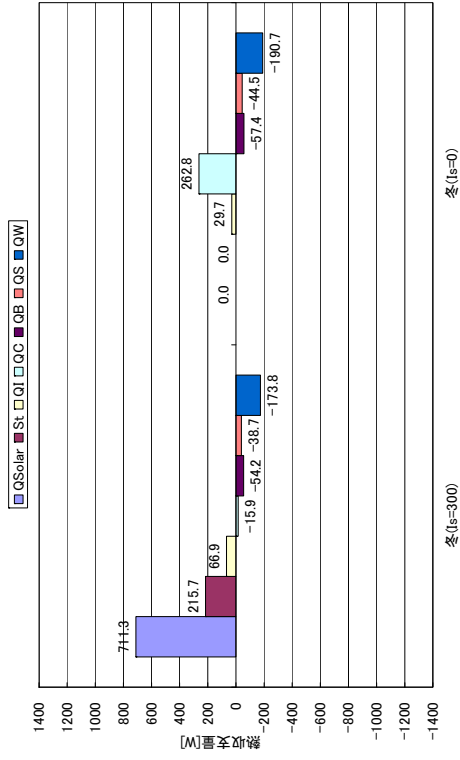
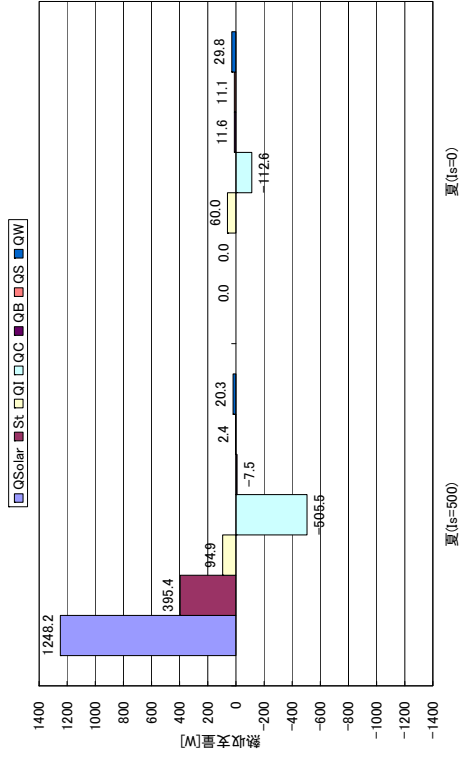


図 2.3.2-36 測定 of 熱収支：高性能熱線反射（淡色）＋内付ロールスクリーン

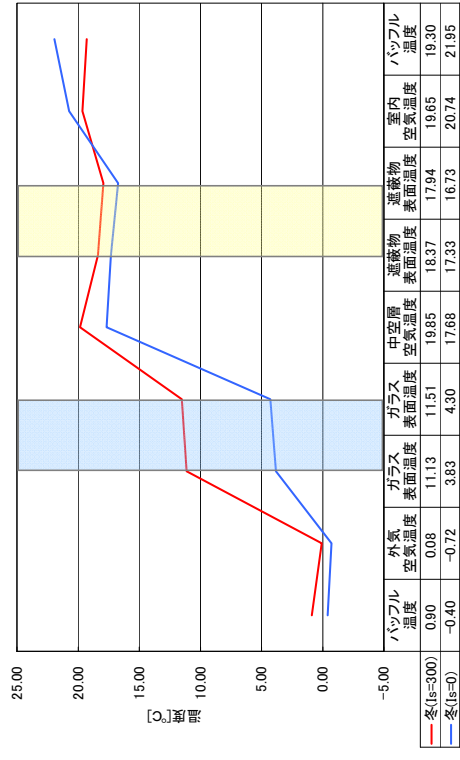
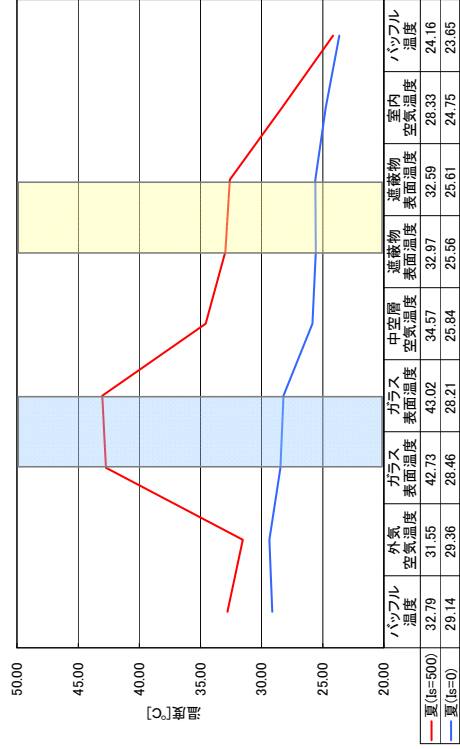
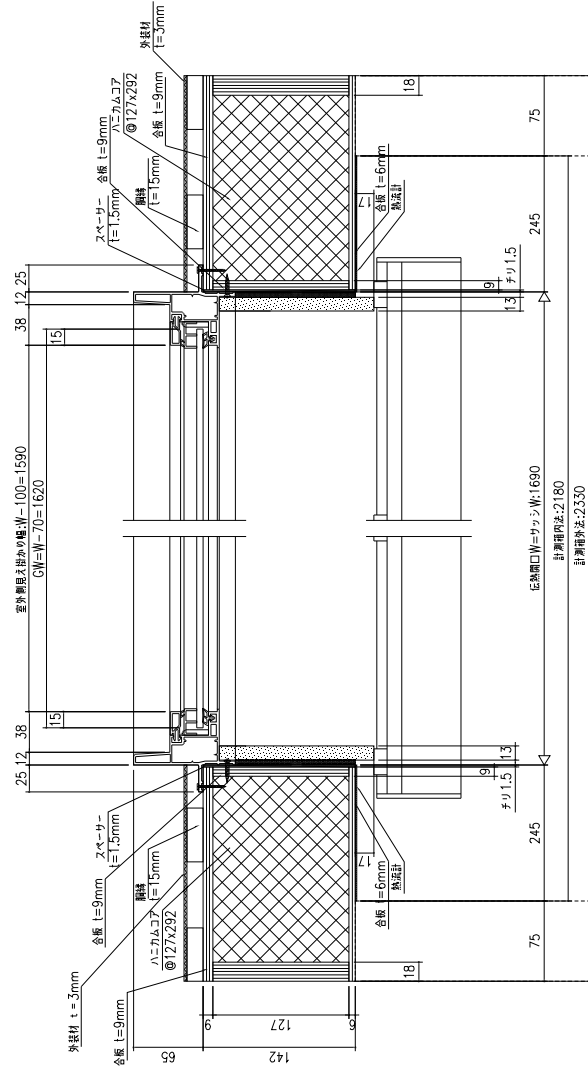
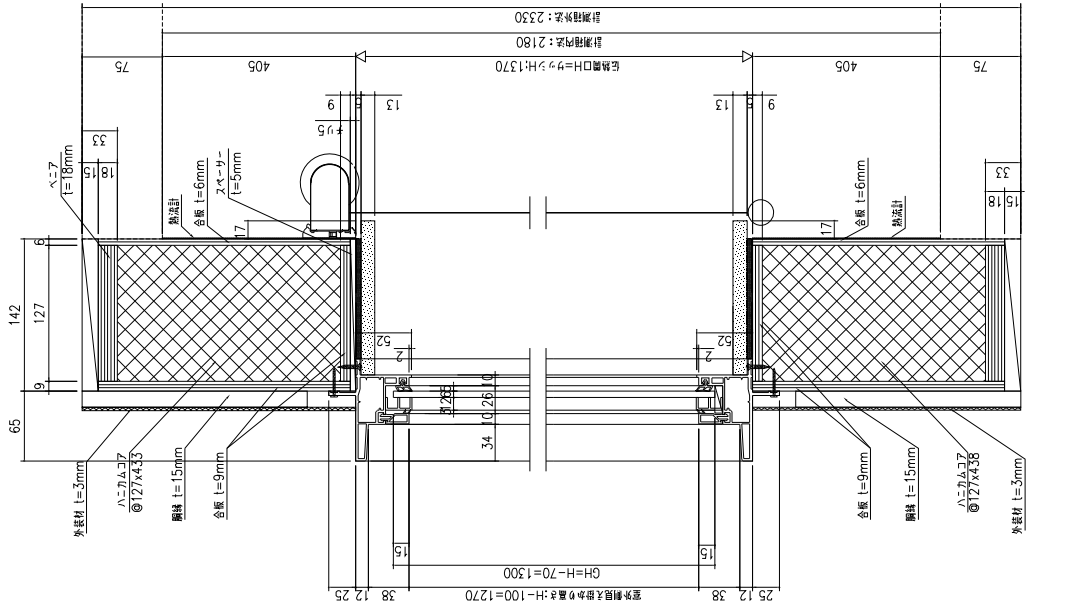
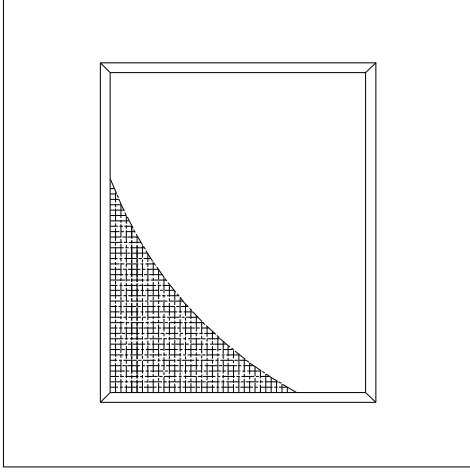


図 2.3.2-37 構成断面の測定温度（中央1点）：高性能熱線反射（淡色）＋内付ロールスクリーン

第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	3.5	0.15
夏	2.4	0.17

図 2.3.2-38 測定結果：高性能熱線反射（濃色）＋内付ロールスクリーン

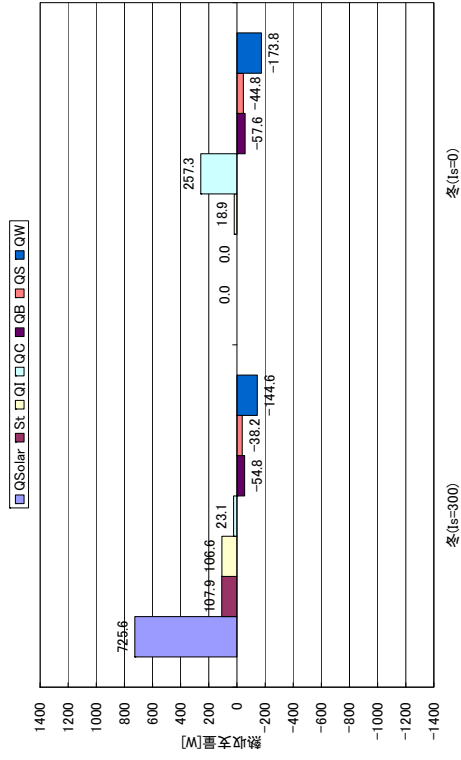
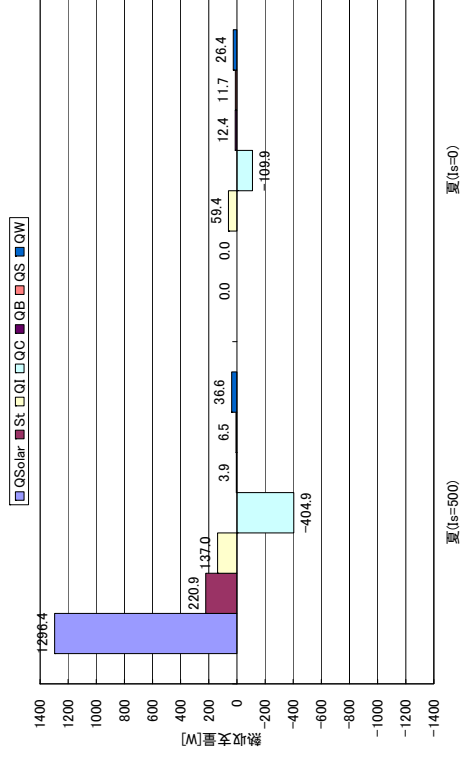


図 2.3.2-39 測定 of 熱収支：高性能熱線反射（濃色）＋内付ロールスクリーン

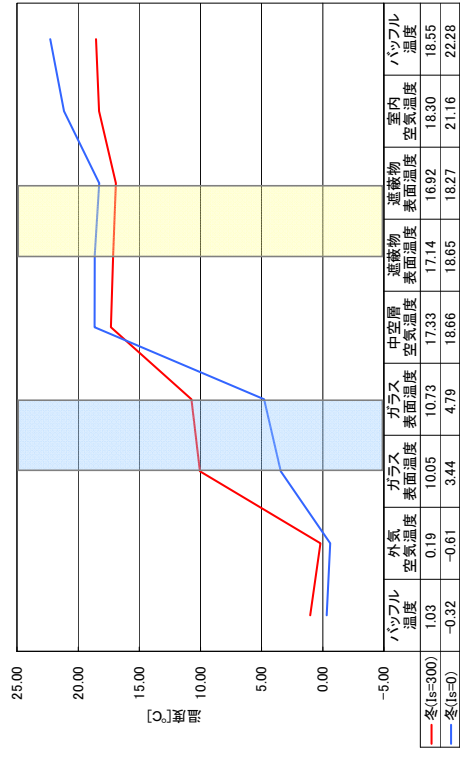
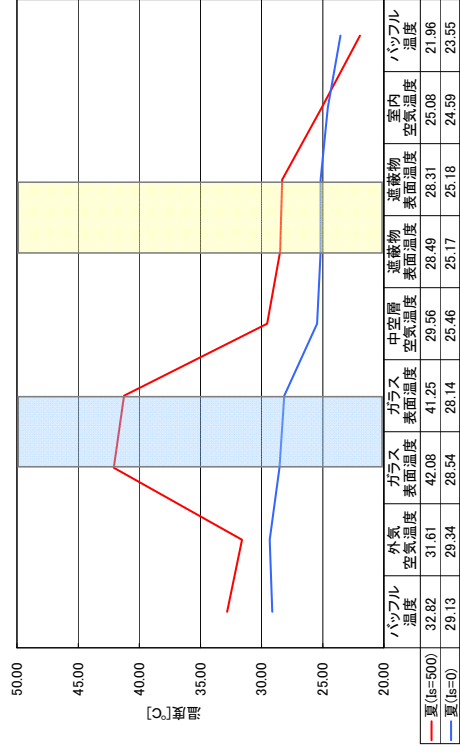
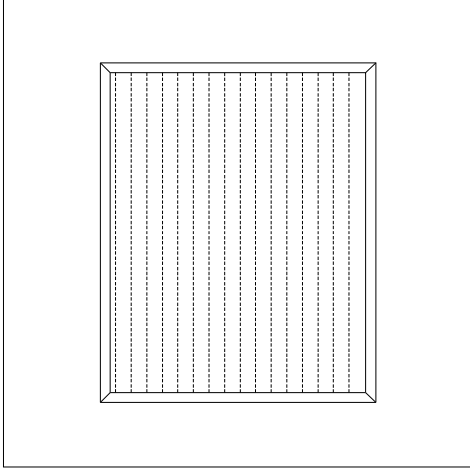


図 2.3.2-40 構成断面の測定温度（中央1点）：高性能熱線反射（濃色）＋内付ロールスクリーン

第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	3.7	0.42
夏	2.9	0.39

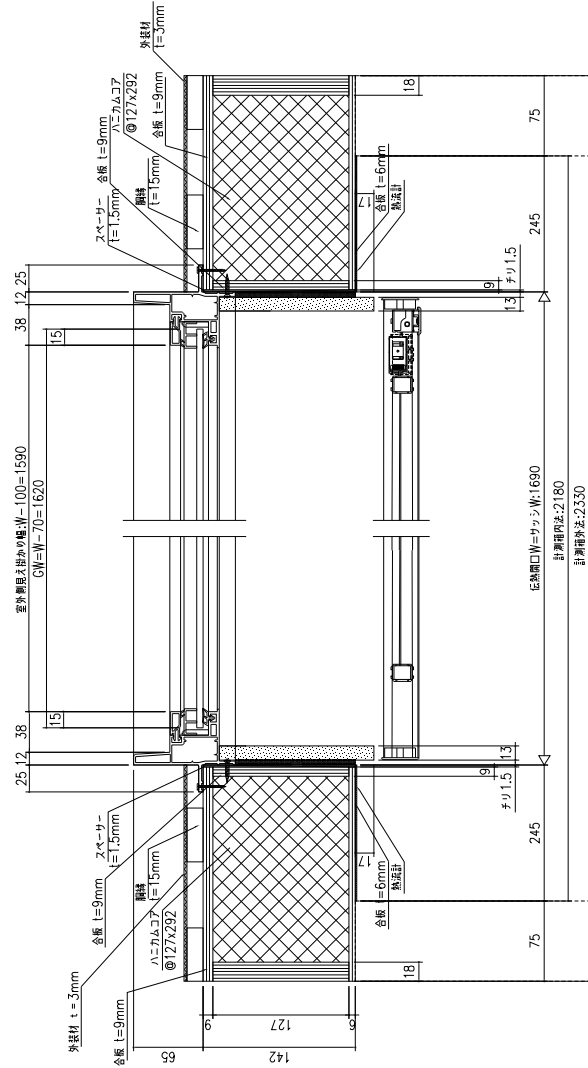
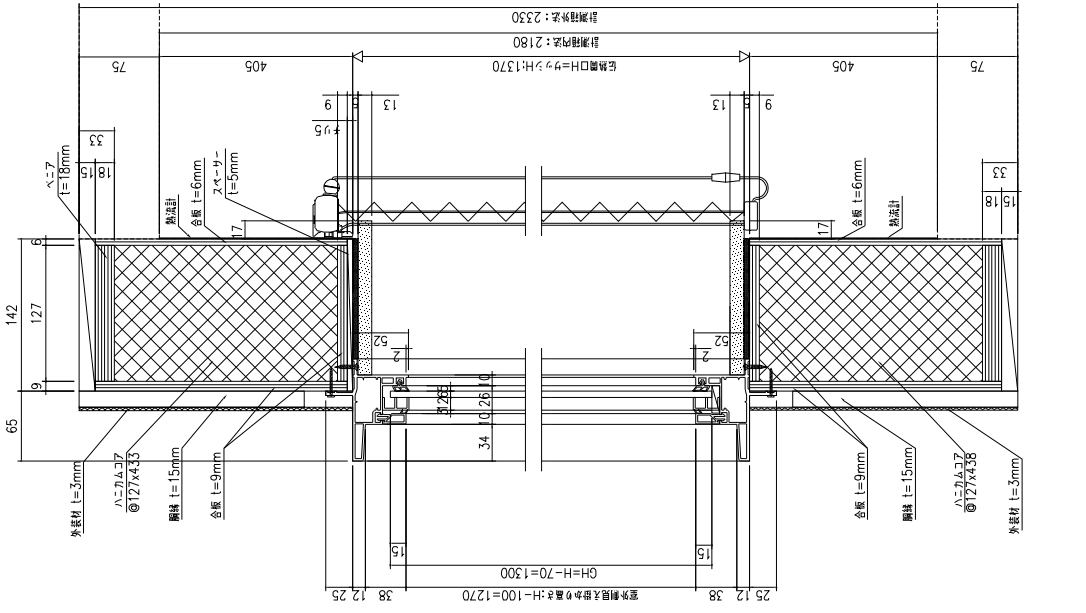


図 2.3.2-41 測定結果：透明単板＋プリーツ

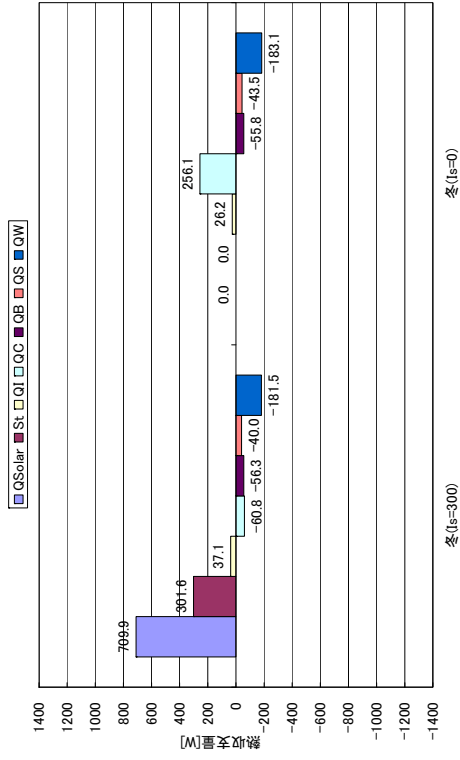
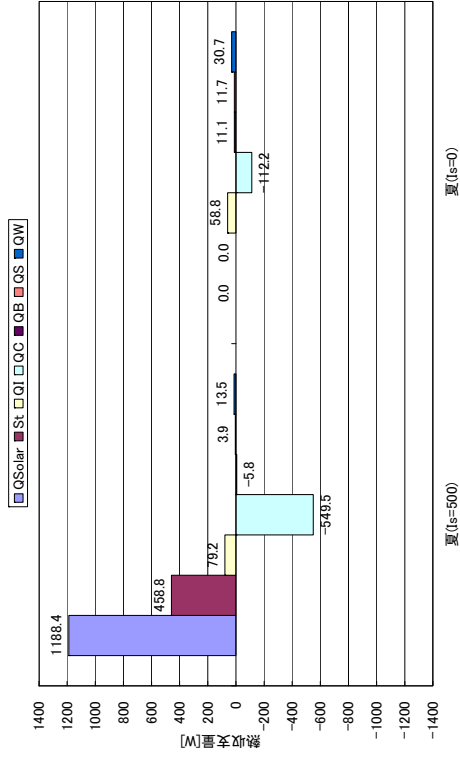


図 2.3.2-42 測定 of 熱収支：透明単板 + プリーツ

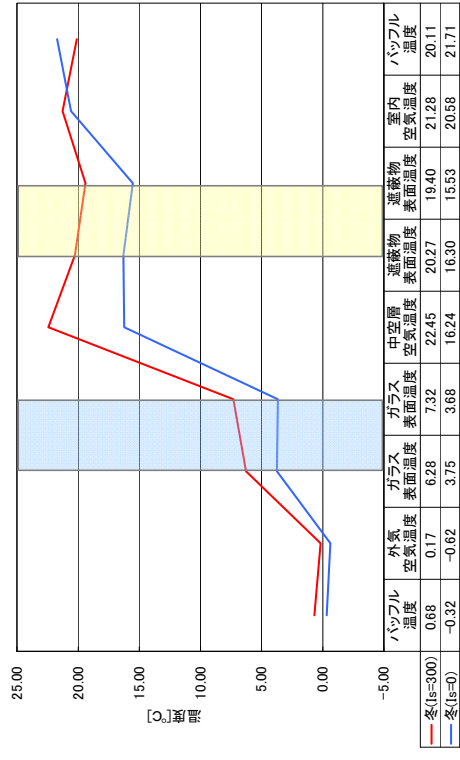
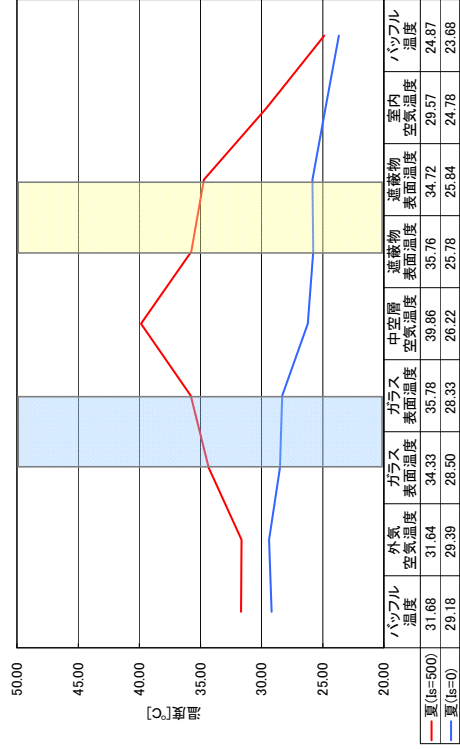
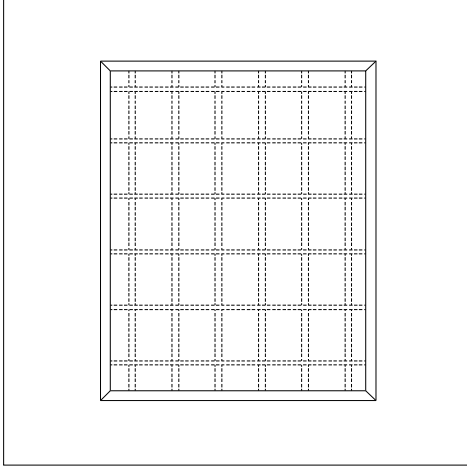


図 2.3.2-43 構成断面の測定温度 (中央1点)：透明単板 + プリーツ

第 2 章 日射熱取得率の測定

【外観図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	2.3	0.36
夏	2.2	0.32

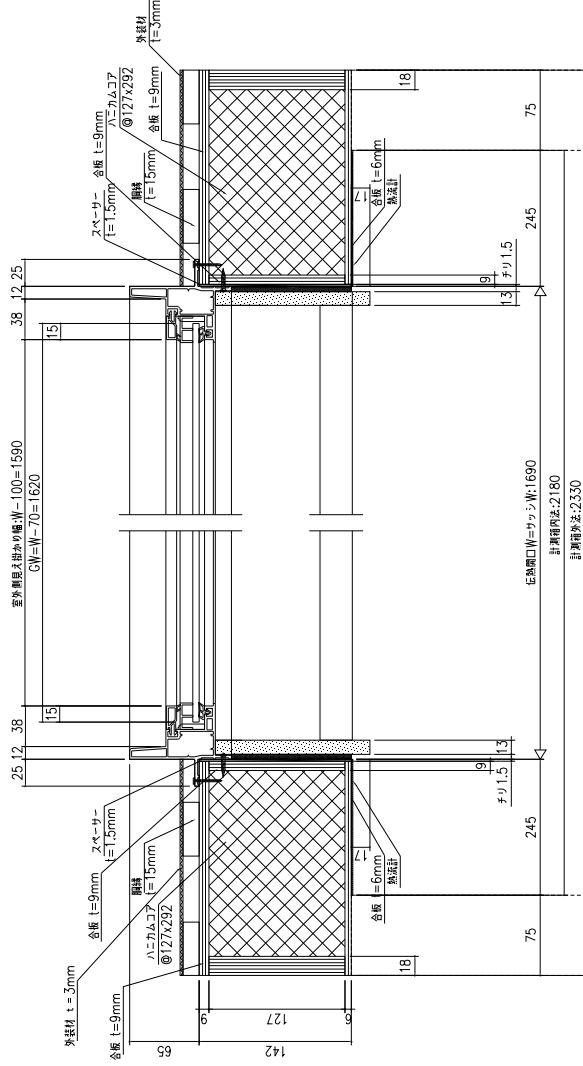
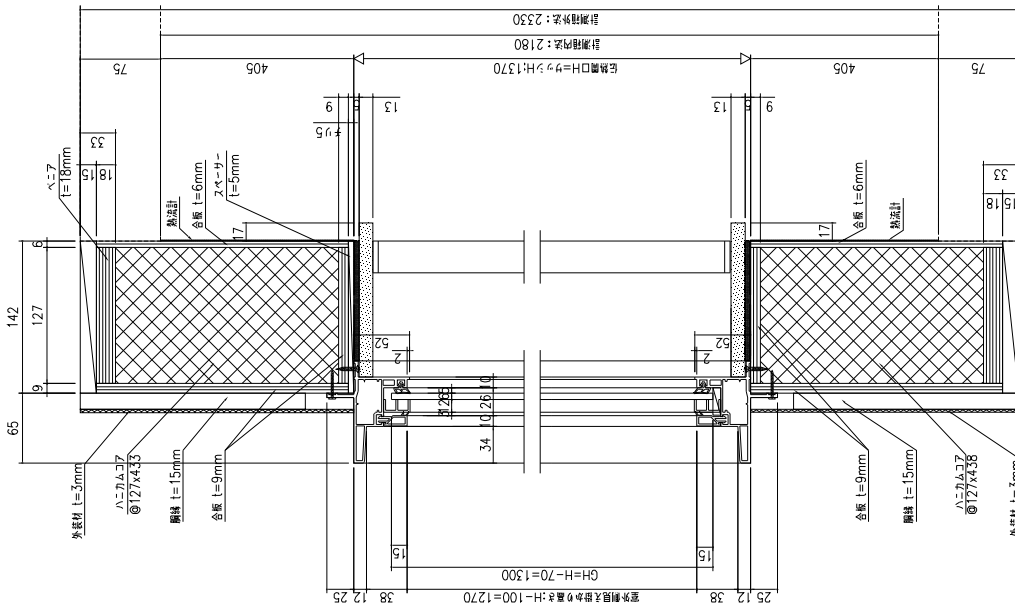


図 2.3.2-44 測定結果：透明単板十内窓（紙障子）



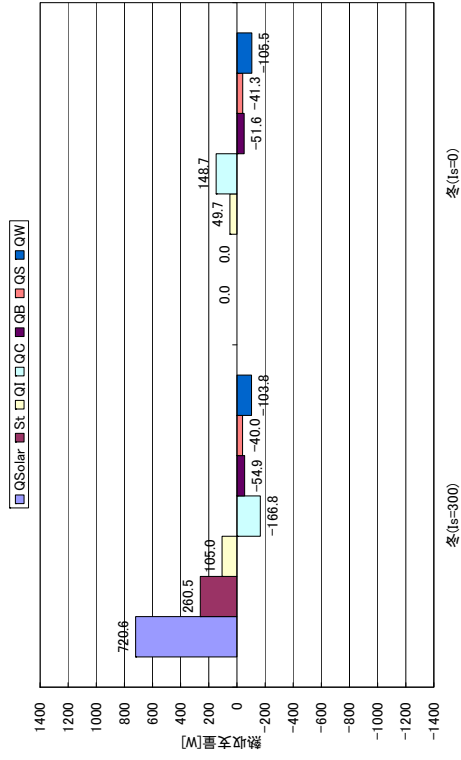
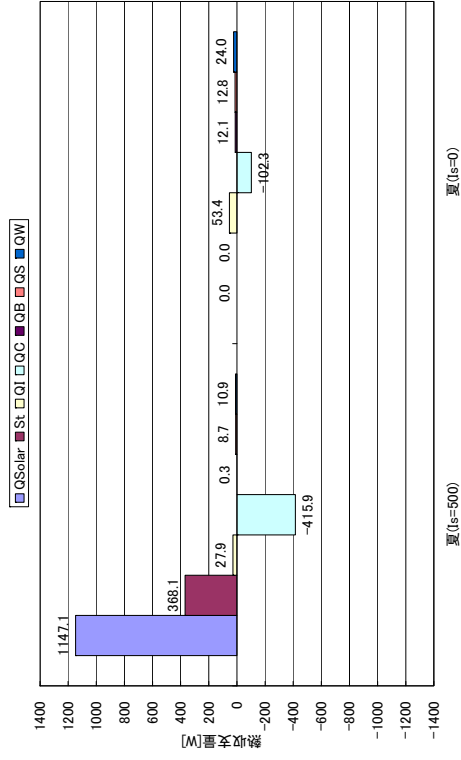


図 2.3.2-45 測定の熱収支：透明単板十内窓（紙障子）

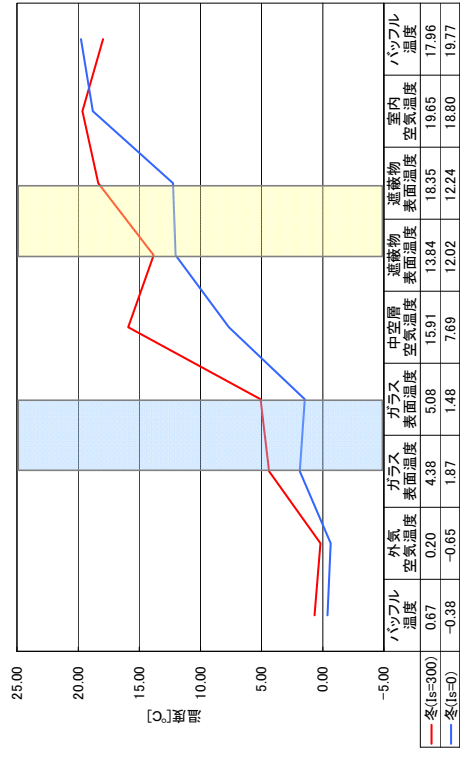
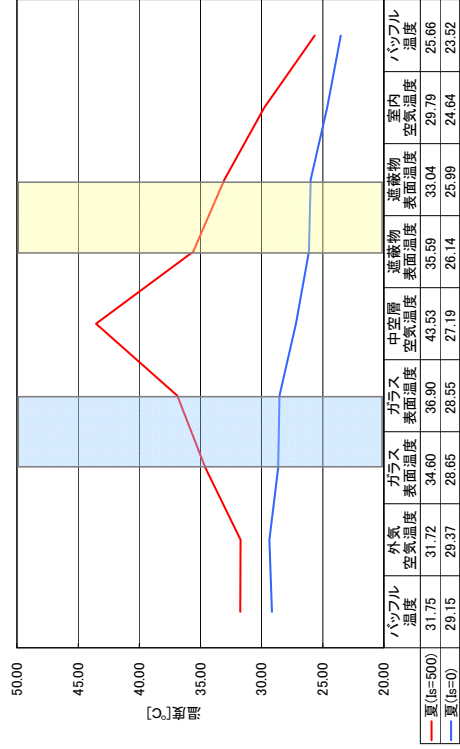


図 2.3.2-46 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板十内窓（紙障子）



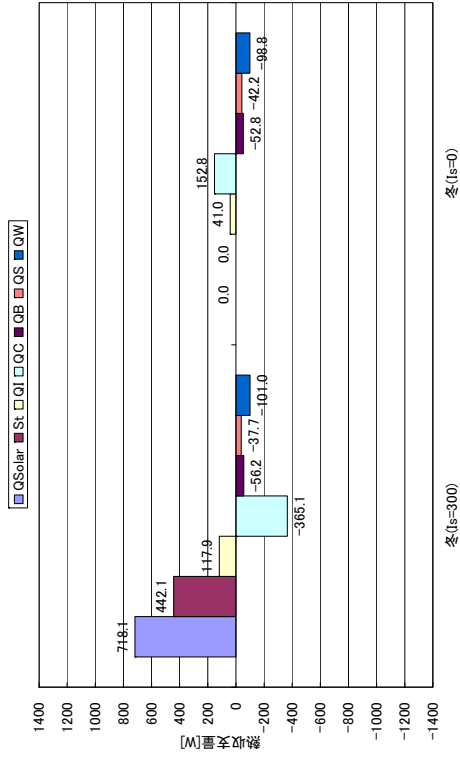
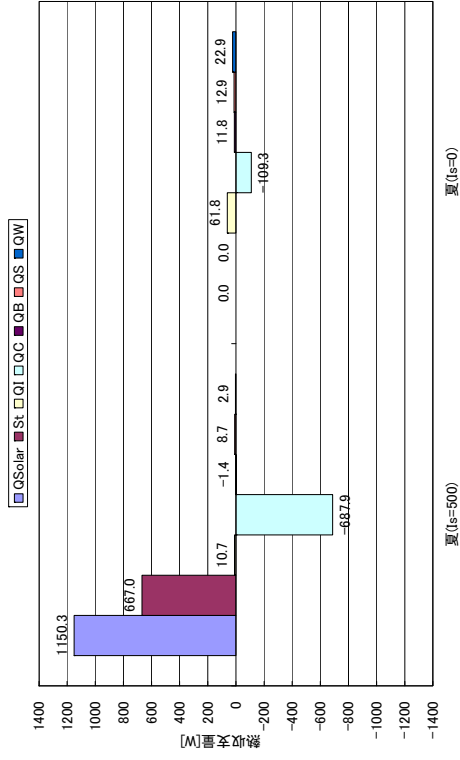


図 2.3.2-48 測定の熱収支：透明単板十内窓（透明単板）

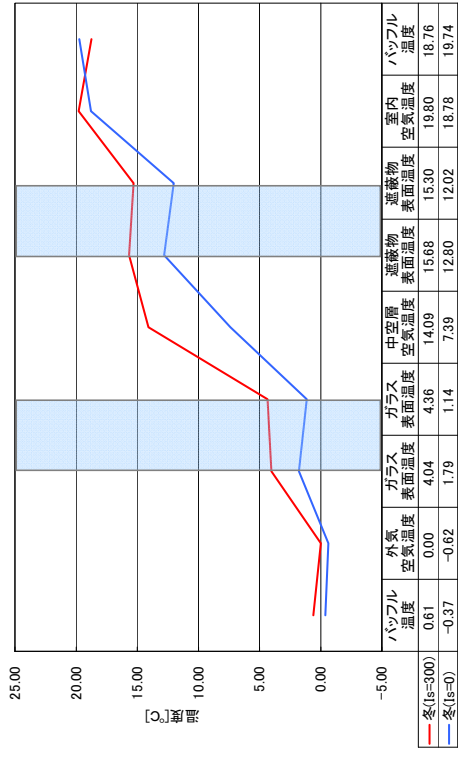
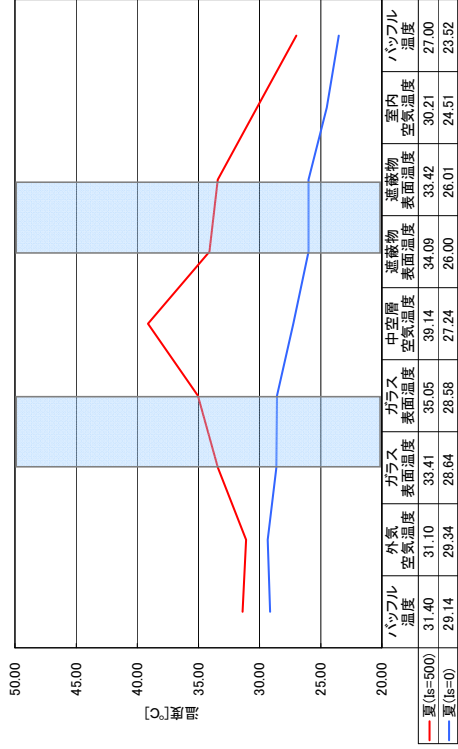
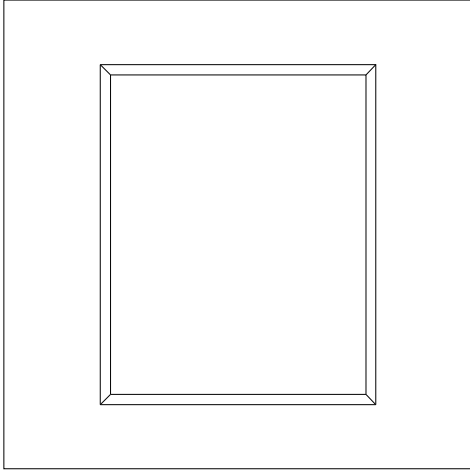


図 2.3.2-49 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板十内窓（透明単板）

第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	1.6	0.57
夏	1.4	0.54

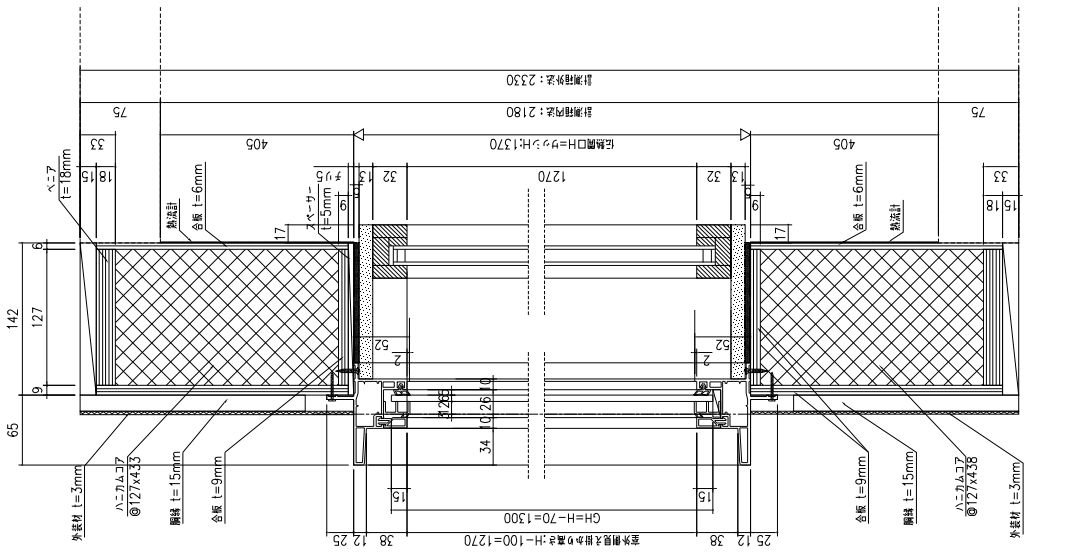


図 2.3.2-50 測定結果：透明単板十内窓（普通複層）

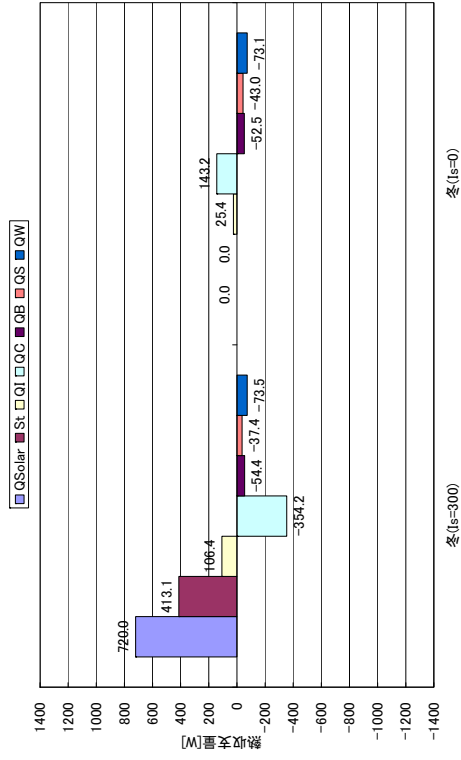
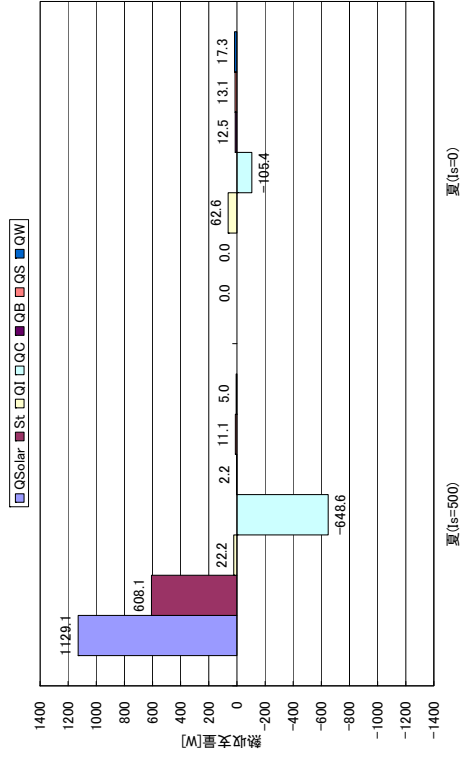


図 2.3.2-51 測定の熱収支：透明単板十内窓（普通複層）

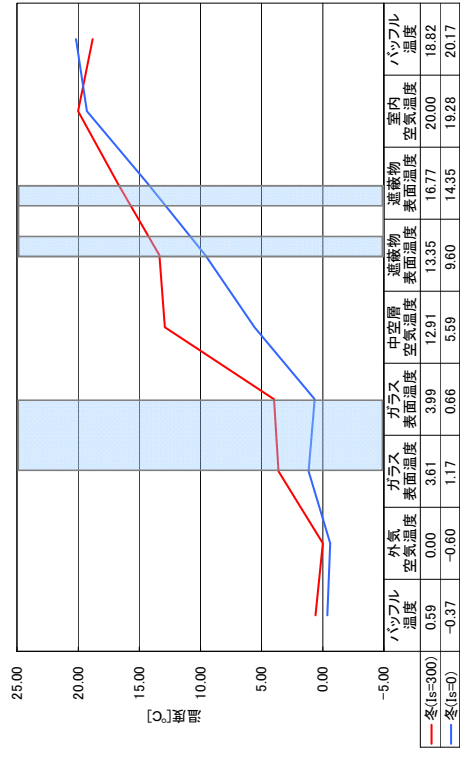
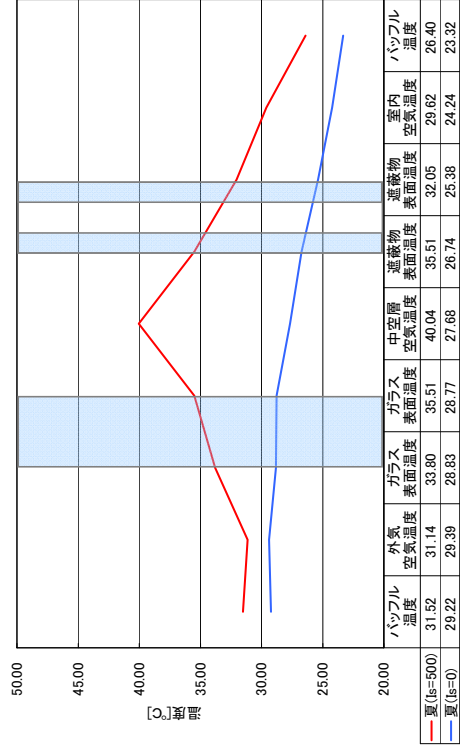
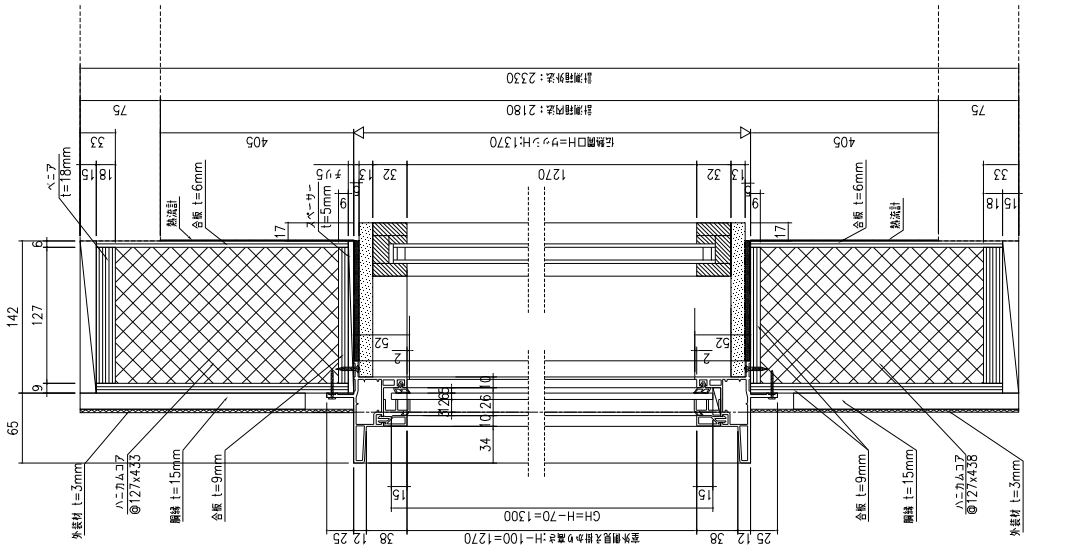
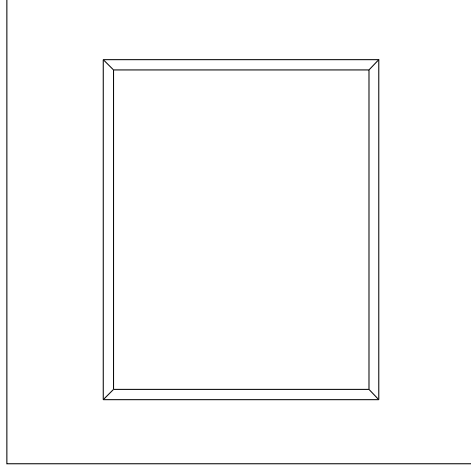


図 2.3.2-52 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板十内窓（普通複層）

## 第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	1.2	0.52
夏	1.2	0.49

図 2.3.2-53 測定結果：透明単板十内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 2 面））

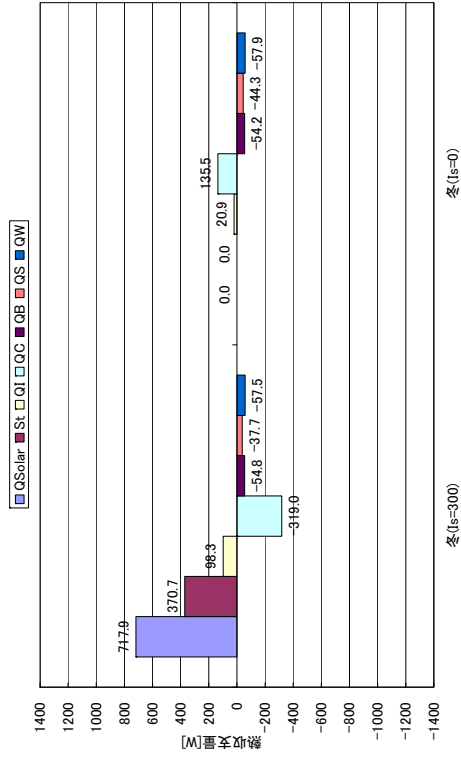
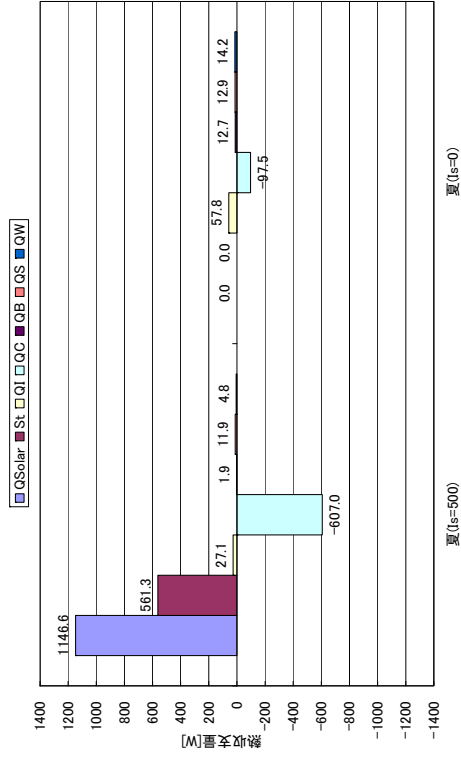


図 2.3.2-54 測定の熱収支：透明単板＋内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 2 面））

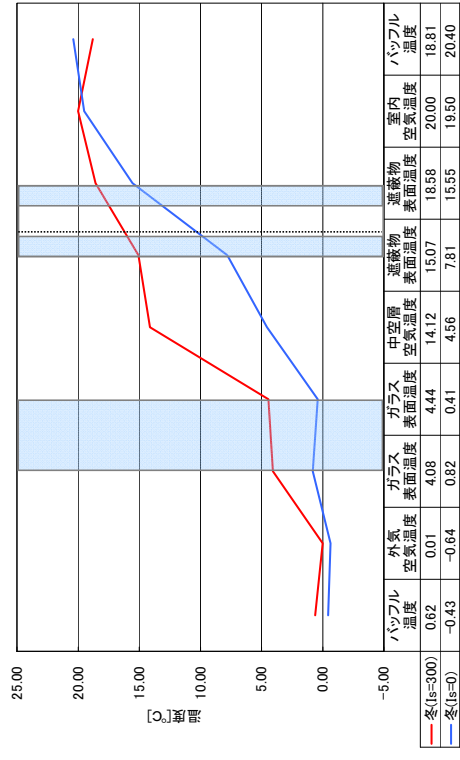
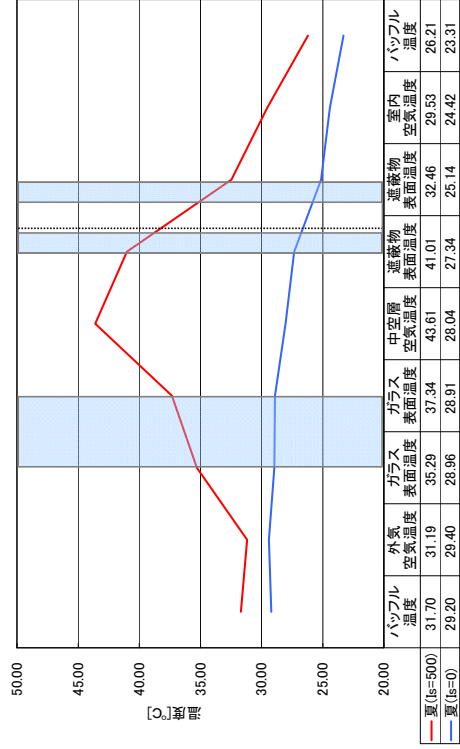
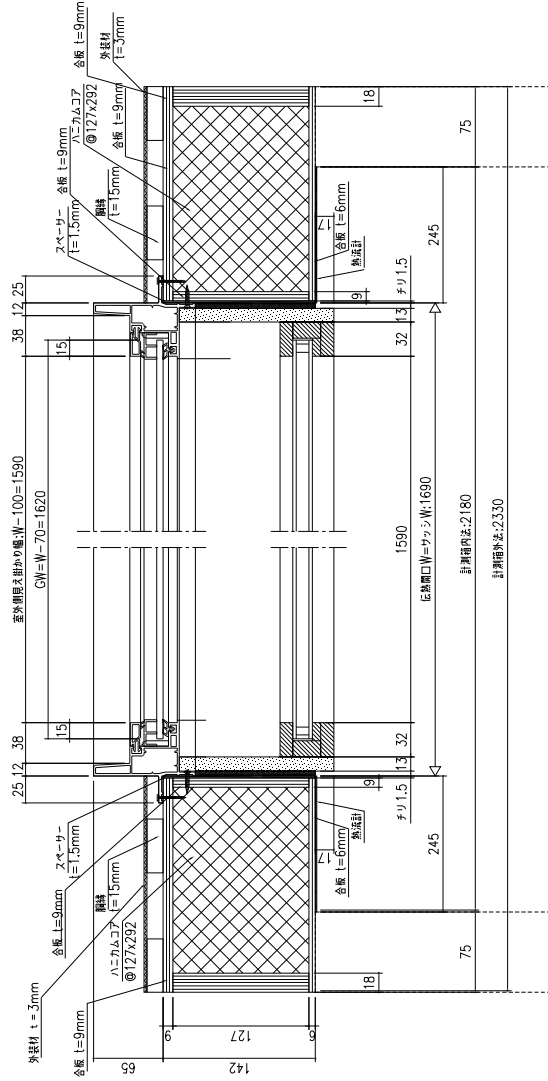
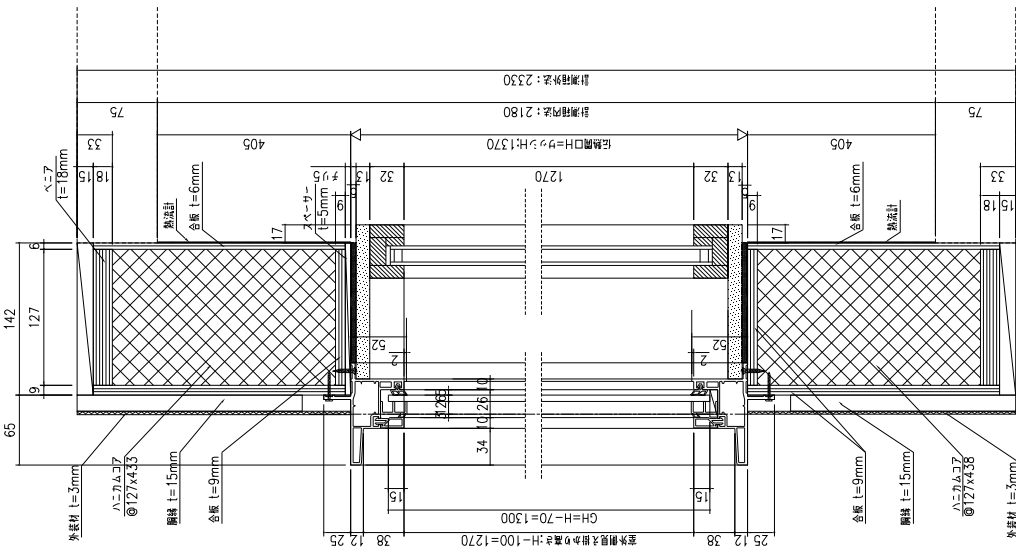
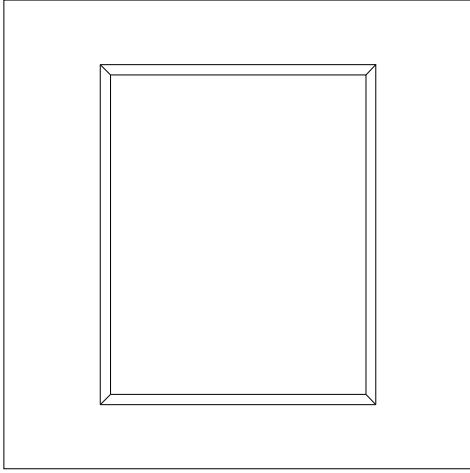


図 2.3.2-55 構成断面の測定温度（中央 1 点）：透明単板＋内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 2 面））

第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	1.1	0.53
夏	1.2	0.51

図 2.3.2-596 測定結果：透明単板十内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 3 面））



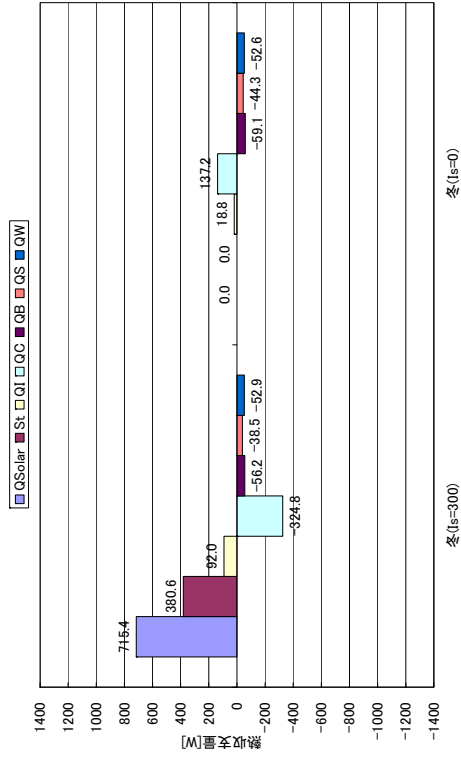
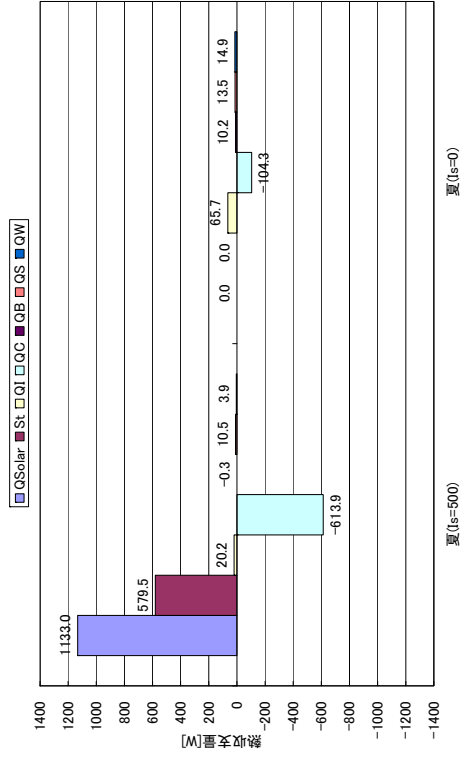


図 2.3.2-57 測定の熱収支：透明単板十内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 3 面））

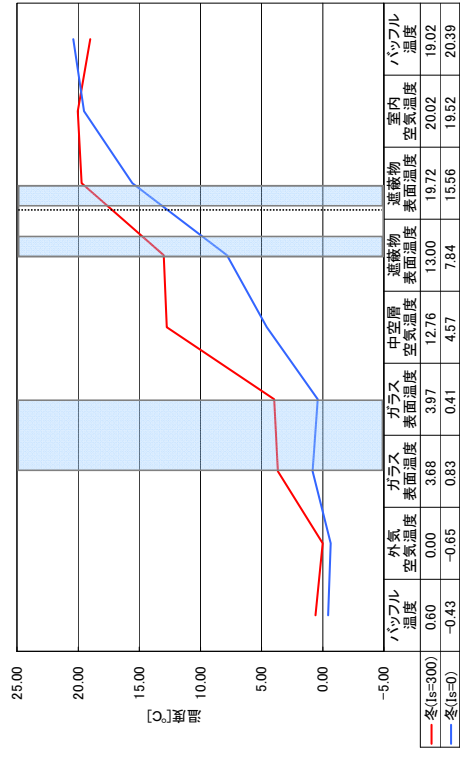
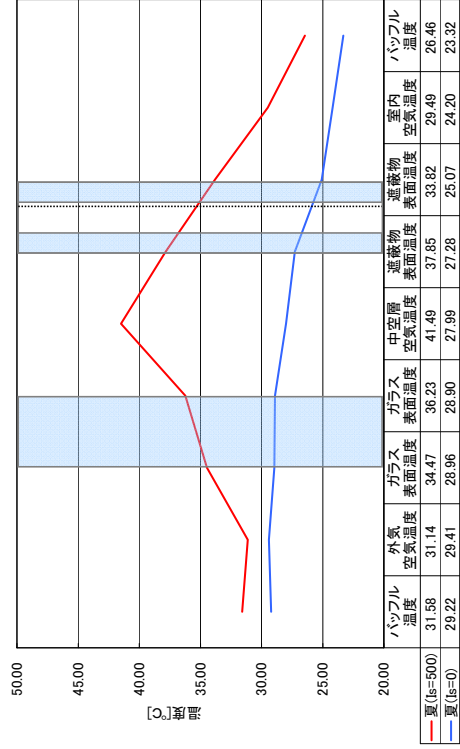
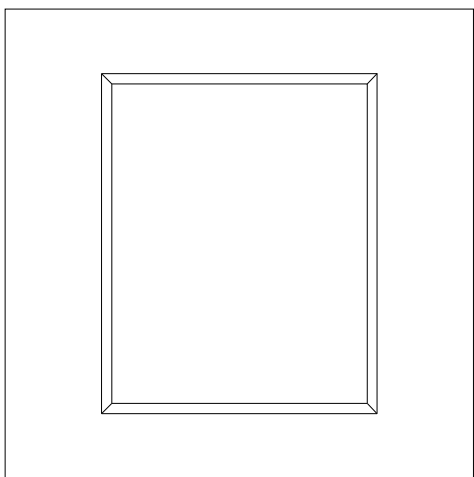


図 2.3.2-58 構成断面の測定温度（中央 1 点）：透明単板十内窓（断熱 Low-E（CVD 型，膜 3 面））

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [—]
冬	1.2	0.36
夏	0.6	0.36

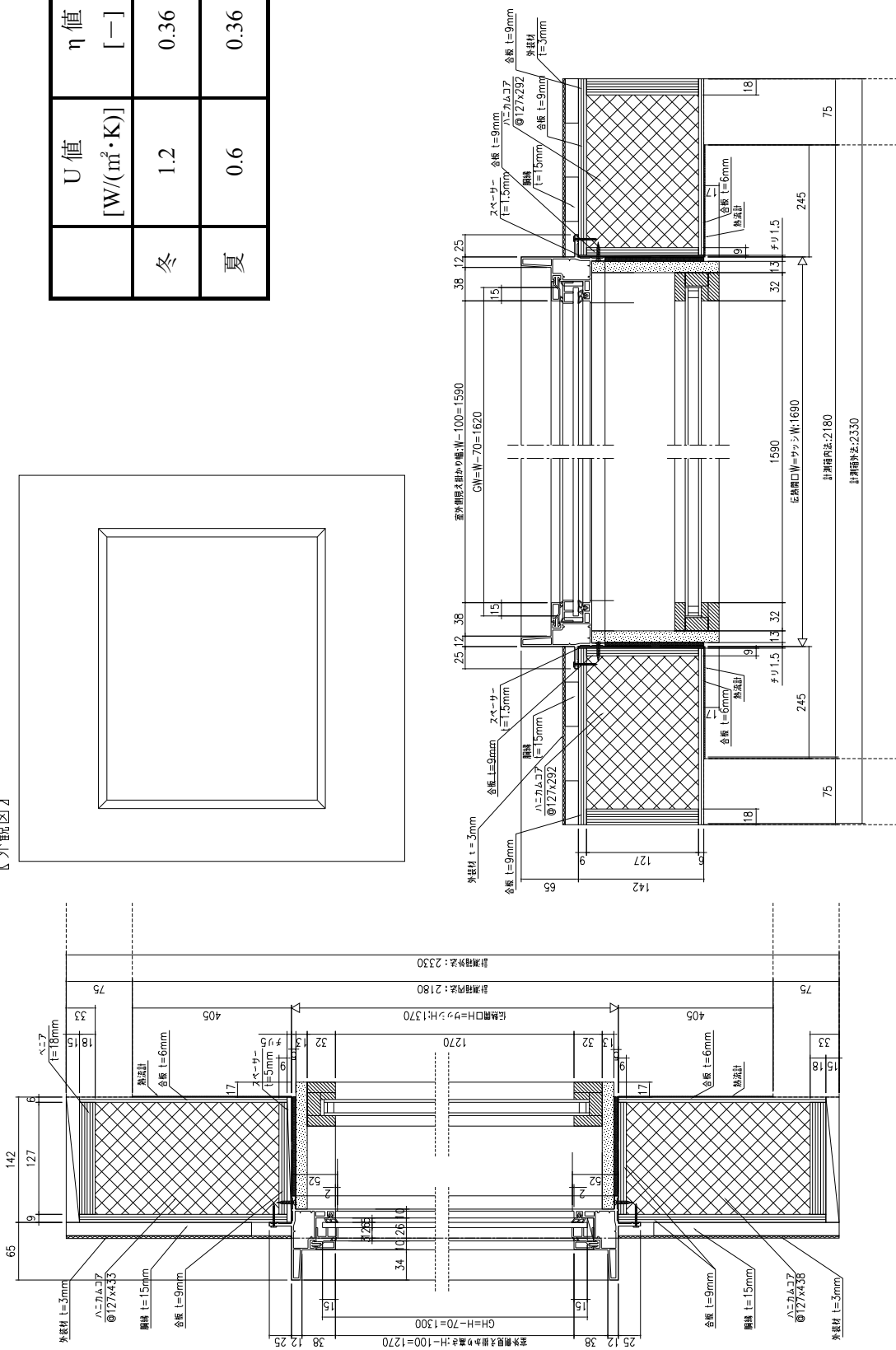


図 2.3.2-59 測定結果：透明単板＋内窓（遮熱Low-E（銀2層，膜2面））

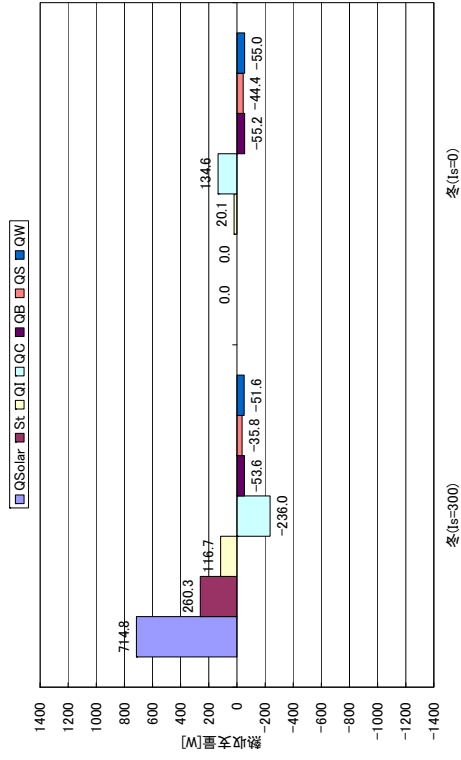
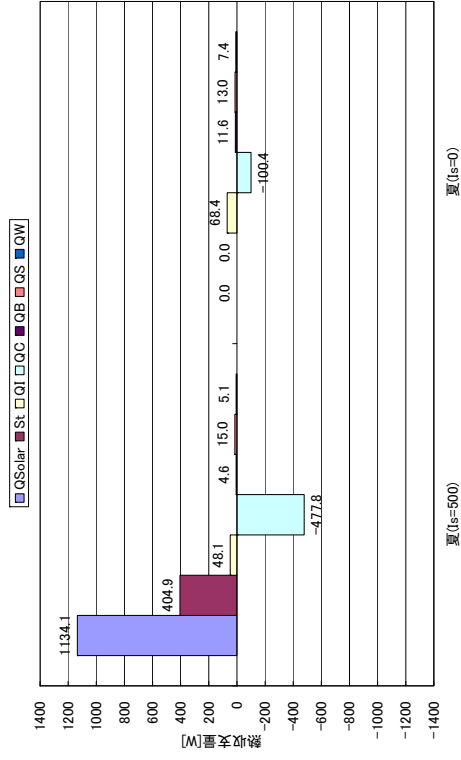


図 2.3.2-60 測定熱収支：透明単板＋内窓（遮熱LOW-E（銀2層，膜2面））

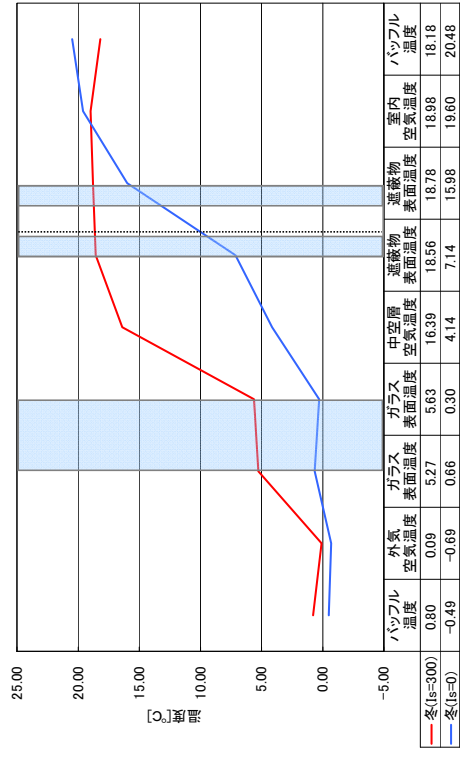
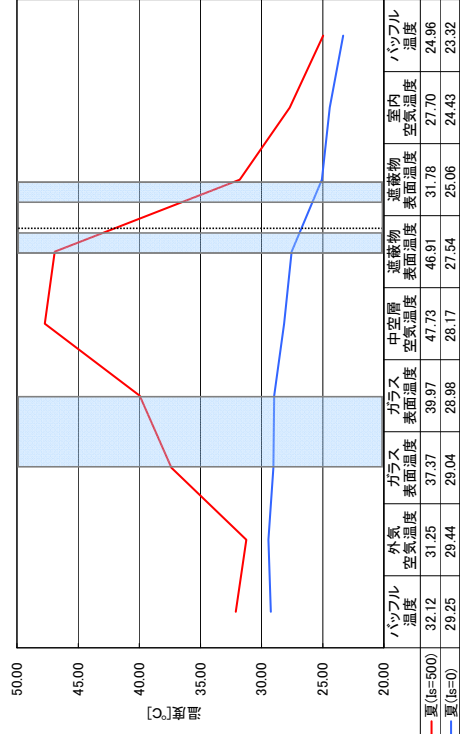
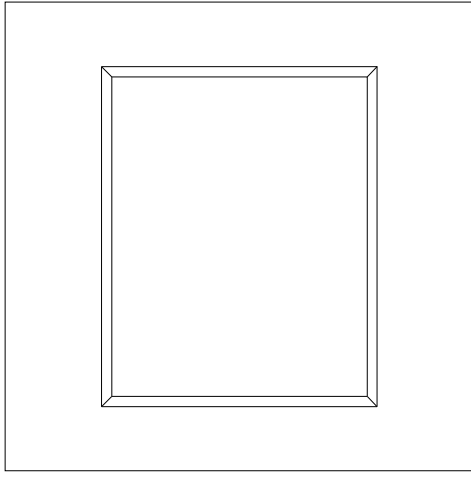


図 2.3.2-61 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板＋内窓（遮熱LOW-E（銀2層，膜2面））

第2章 日射熱取得率の測定

【外觀図】



	U 値 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	η 値 [-]
冬	1.2	0.41
夏	0.9	0.39

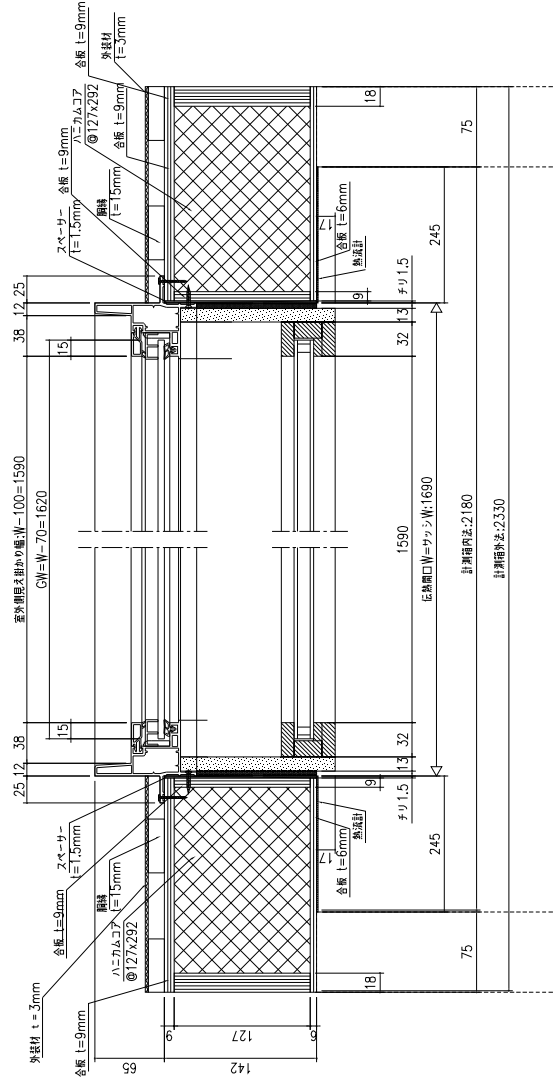
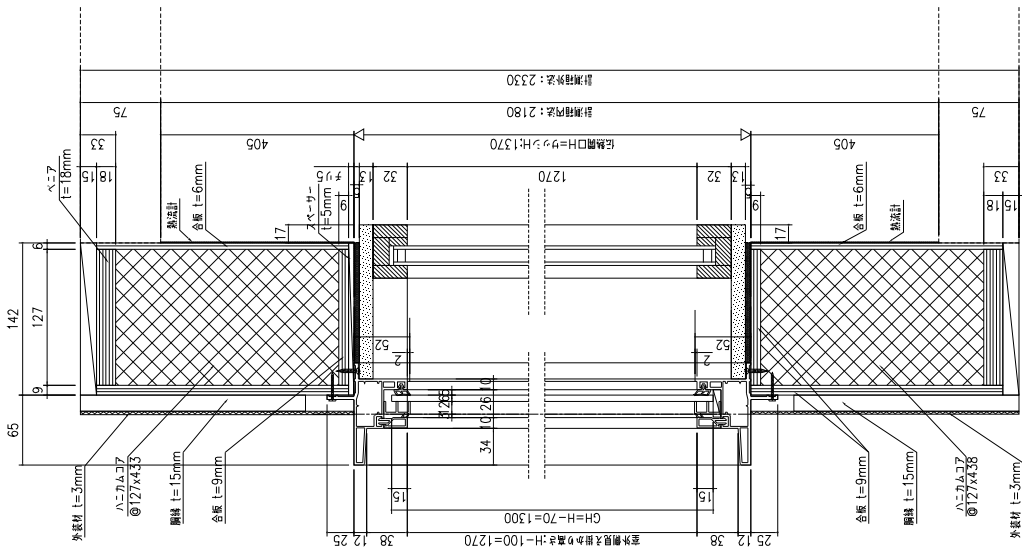


図 2.3.2-62 測定結果：透明単板十内窓（遮熱Low-E（銀2層，膜3面））

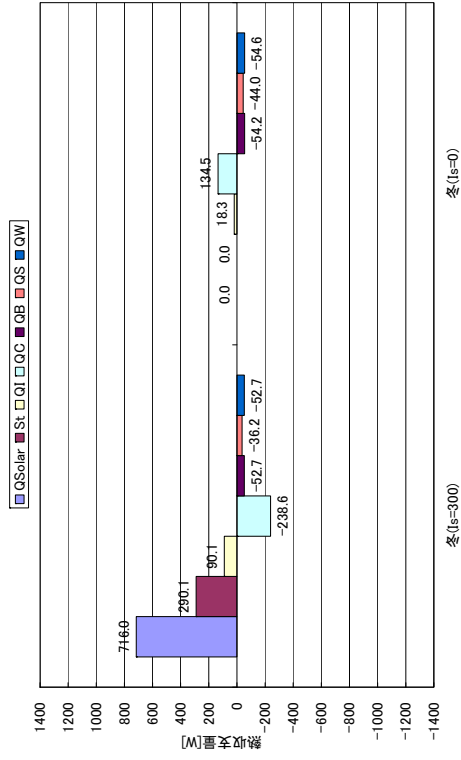
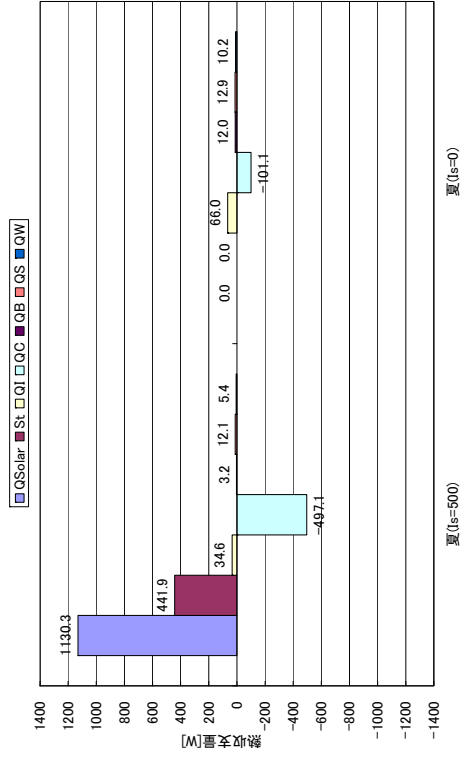


図 2.3.2-63 測定の熱収支：透明単板＋内窓（遮熱LOW-E（銀2層，膜3面））

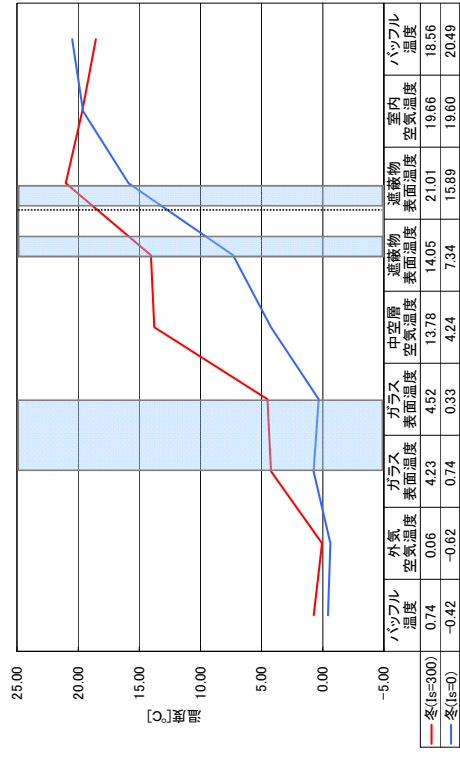
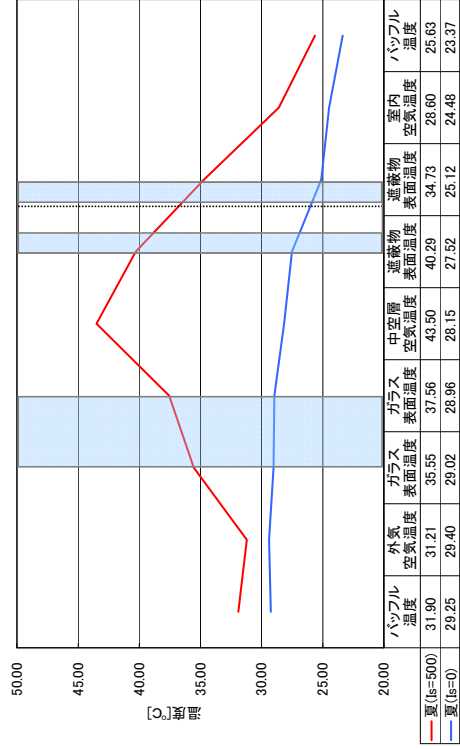
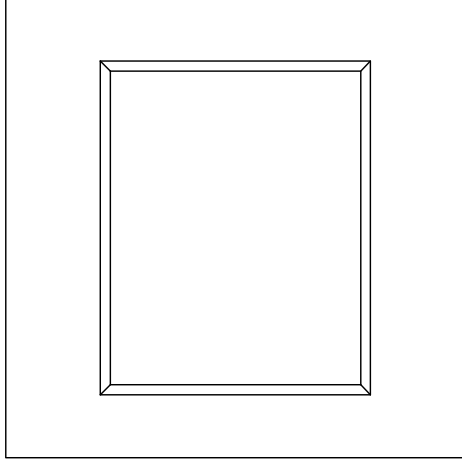


図 2.3.2-64 構成断面の測定温度（中央1点）：透明単板＋内窓（遮熱LOW-E（銀2層，膜3面））

【外観図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η値	
冬期条件	2.6	0.71
夏期条件	2.3	0.72

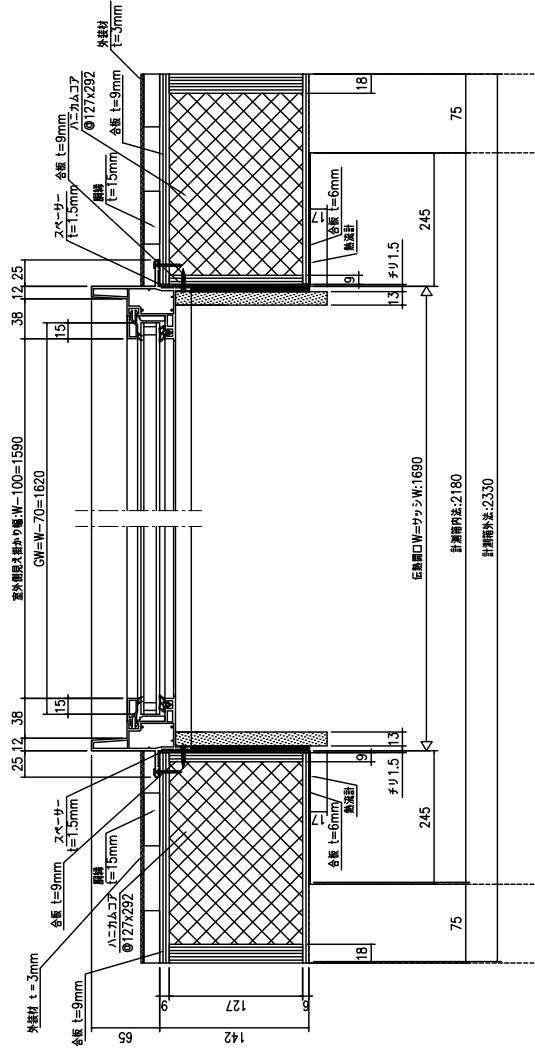
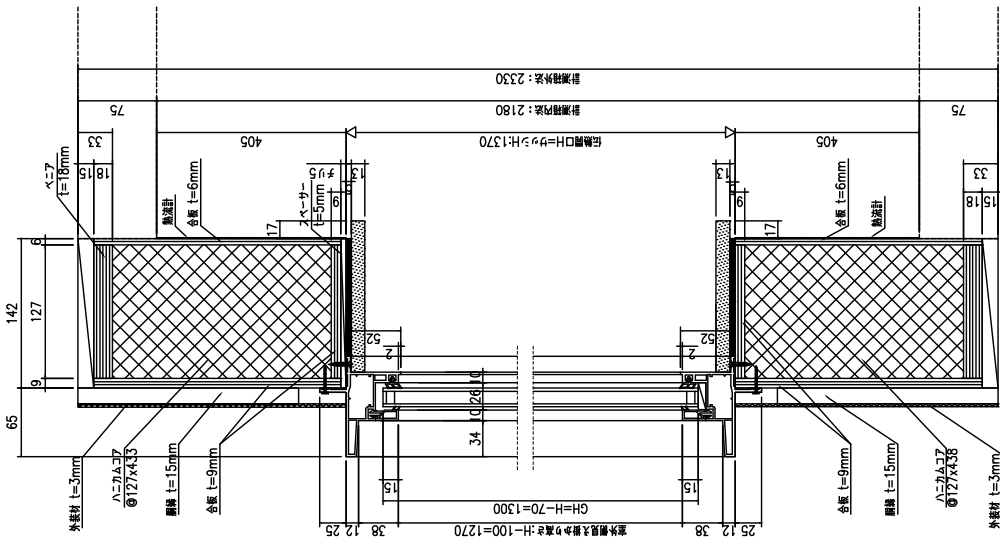
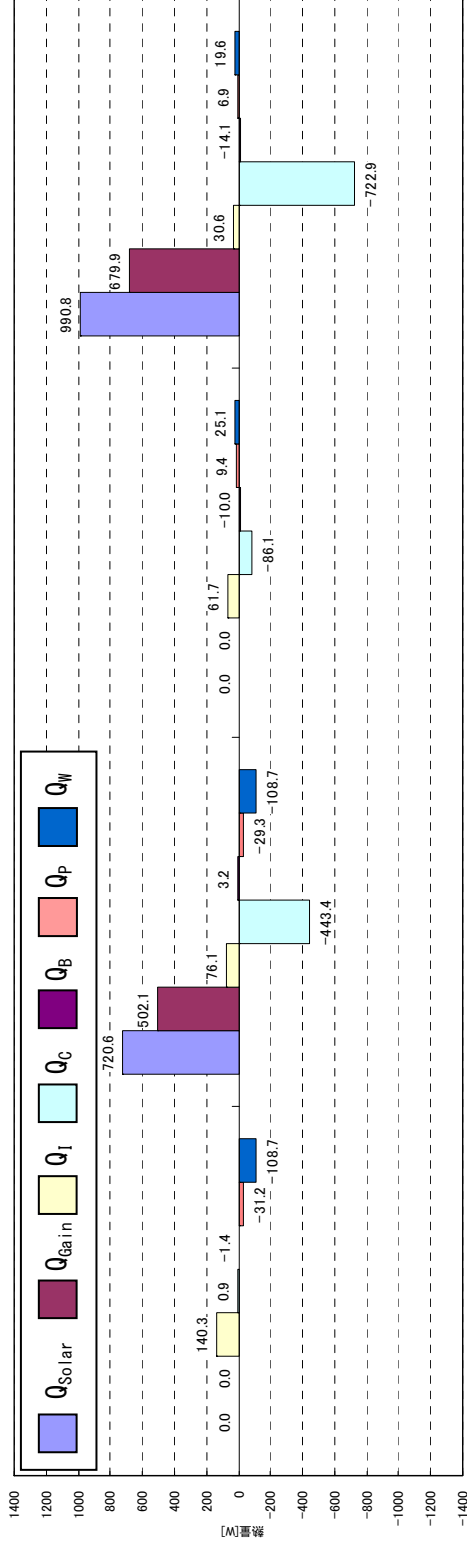


図 2.3.2-65 測定結果：普通複層＋遮蔽物なし



夏 (Is=500)

夏 (Is=0)

冬 (Is=300)

冬 (Is=0)

図 2.3.2-66 測定の熱収支：普通複層＋遮蔽物なし

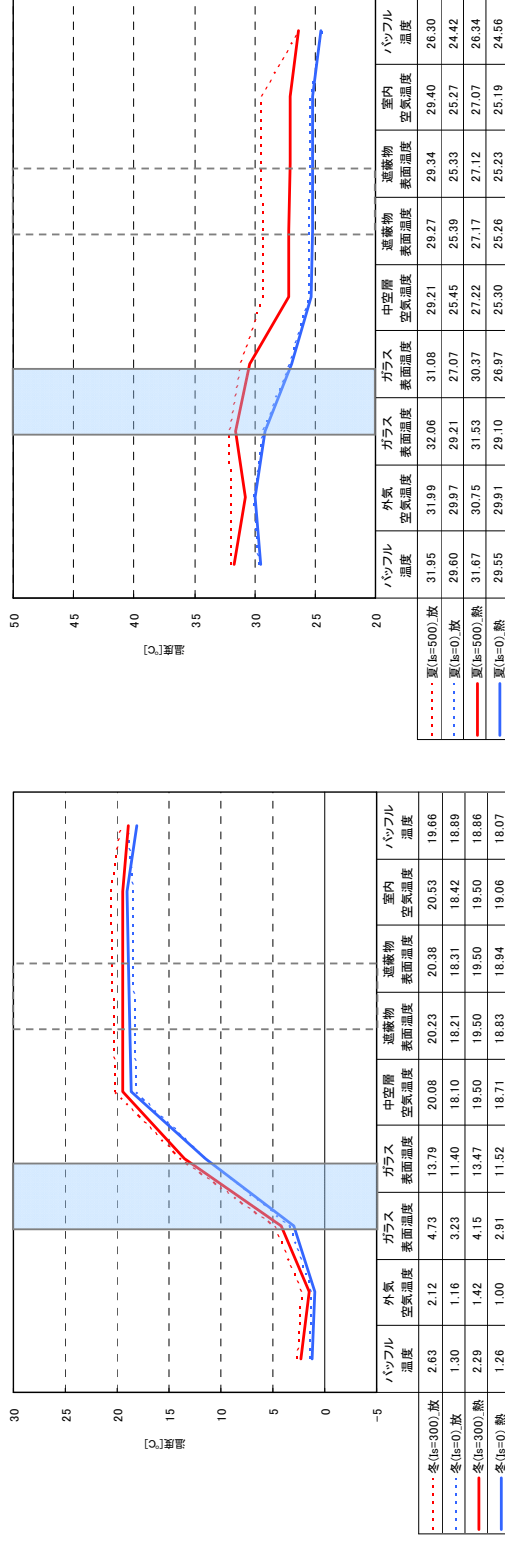
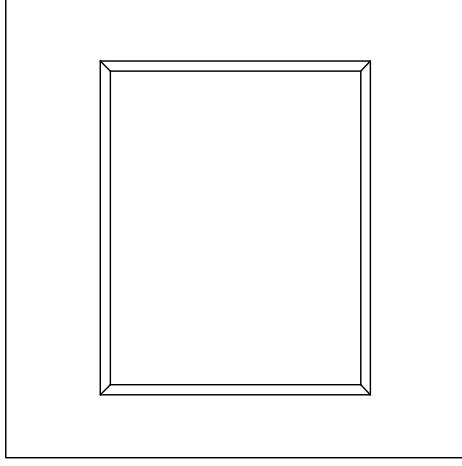


図 2.3.2-67 構成断面の測定温度（中央1点）：普通複層＋遮蔽物なし

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.9
夏期条件	1.6
	0.61
	0.62

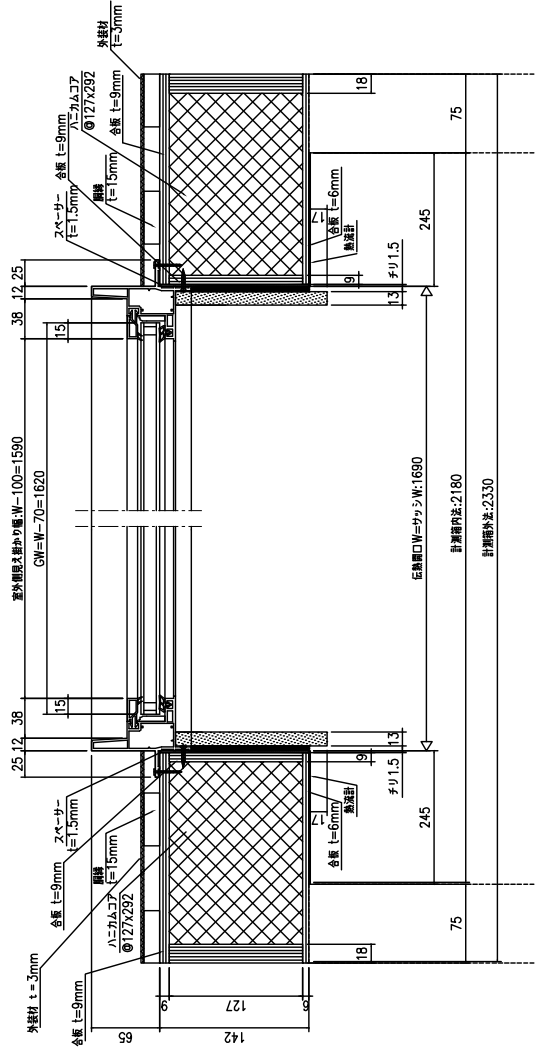
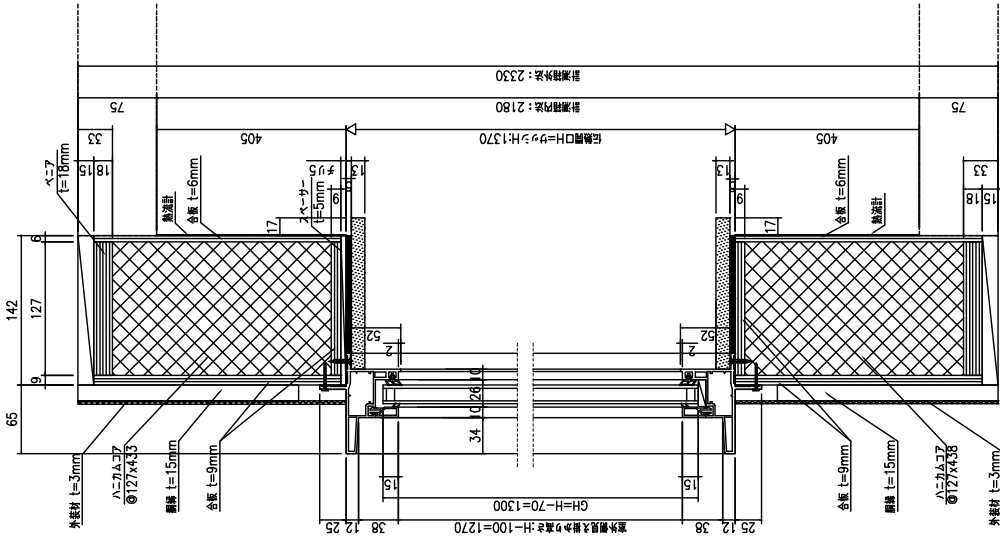
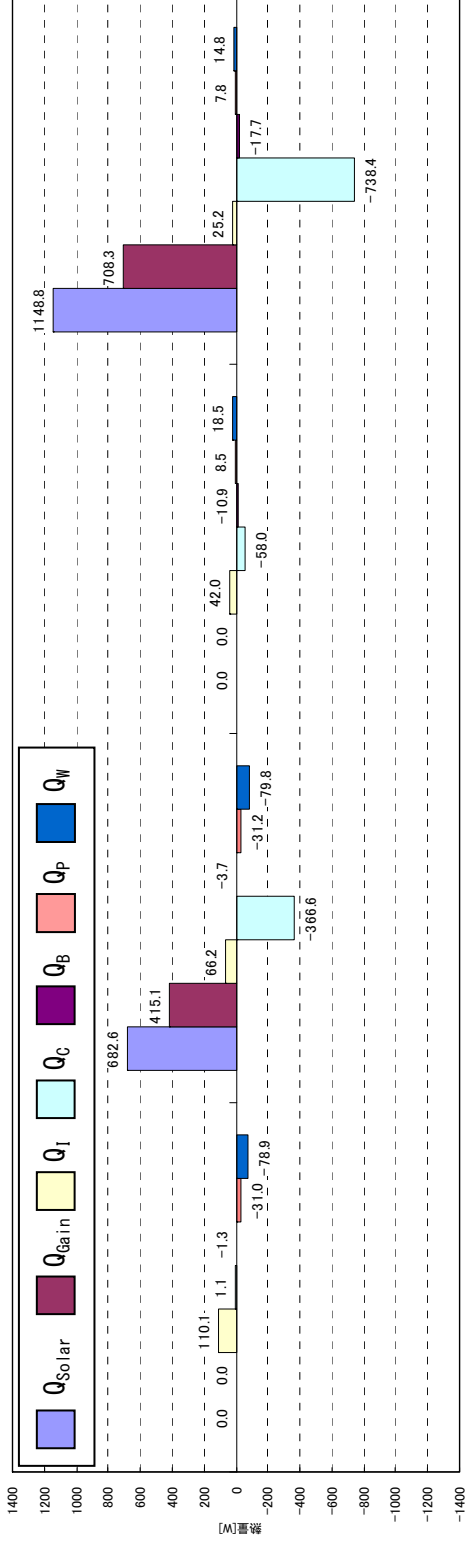


図 2.3.2-68 測定結果：Low-E複層(CVD型#2) + 遮蔽物なし





夏 (ts=500)

夏 (ts=0)

冬 (ts=300)

冬 (ts=0)

図 2.3.2-69 測定の熱収支：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 遮蔽物なし

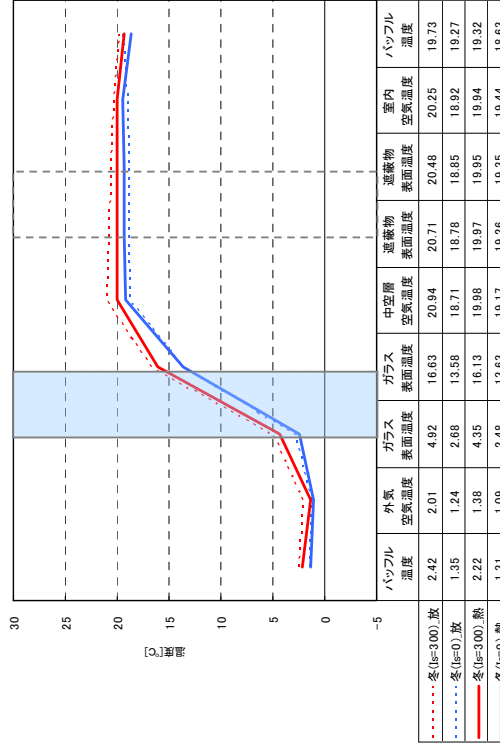
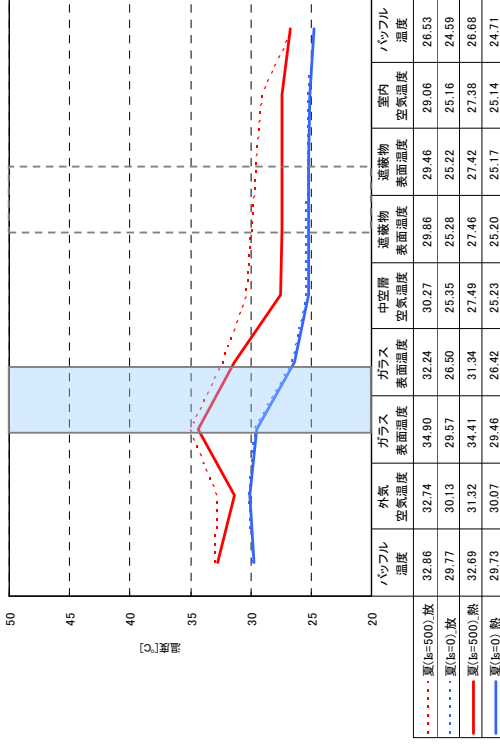
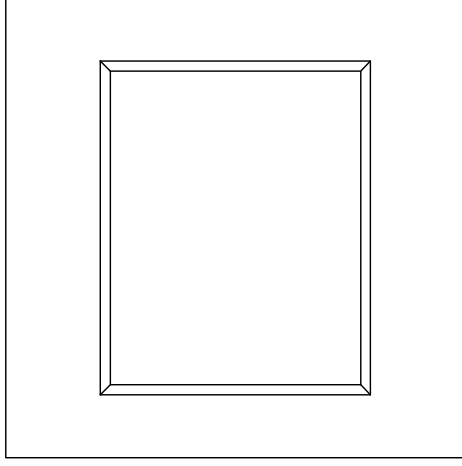


図 2.3.2-70 構成断面の測定温度 (中央 1 点)：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 遮蔽物なし

第2章 日射熱取得率の測定

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#3) (FL3+A12+*NFL3LE3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.9
夏期条件	1.5
	0.65
	0.65

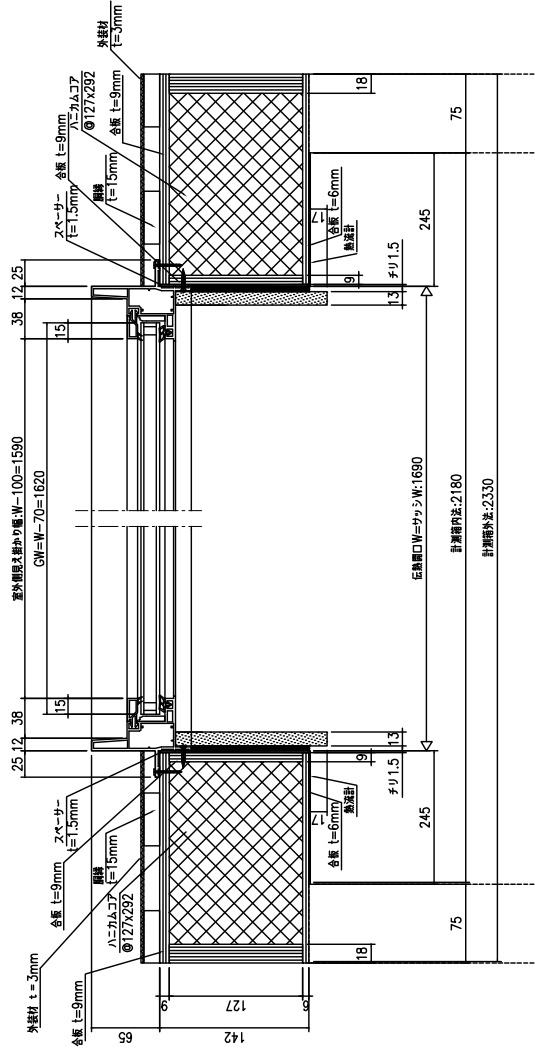
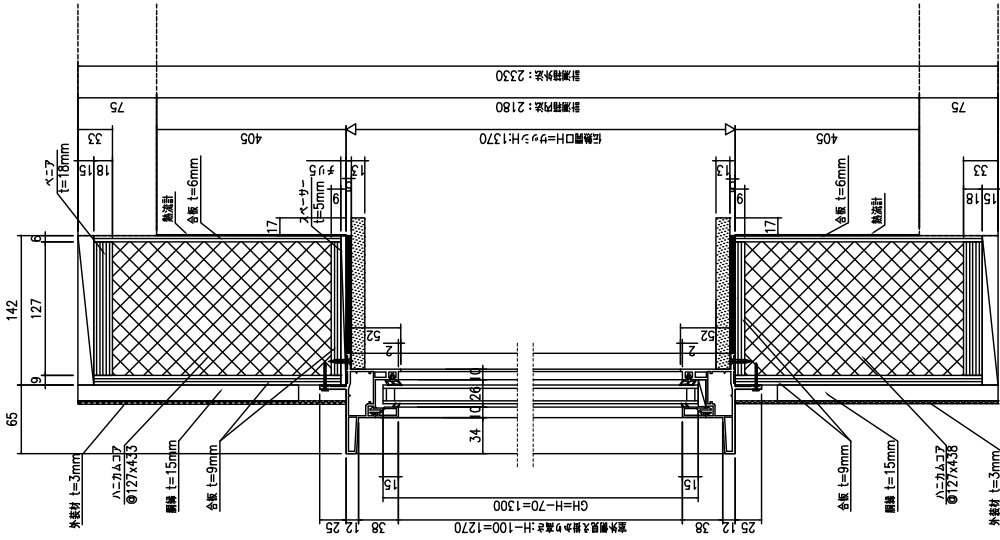
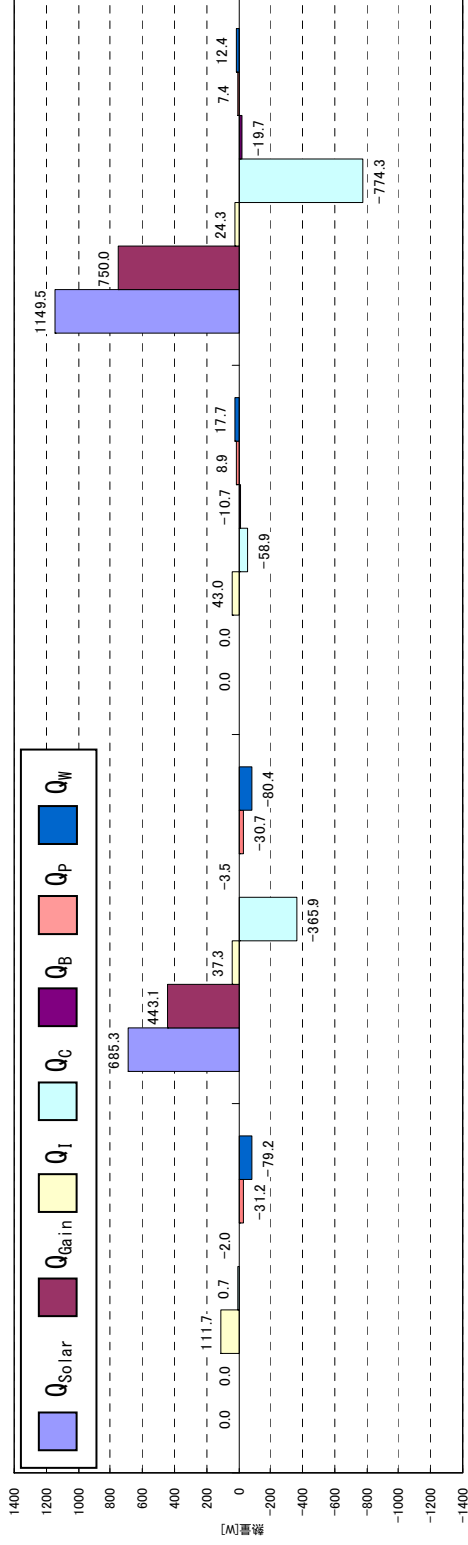


図 2.3.2-71 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#3) + 遮蔽物なし



夏 (is=500)

夏 (is=0)

冬 (is=300)

冬 (is=0)

図 2.3.2-72 測定の熱収支：Low-E 複層 (CVD 型#3) + 遮蔽物なし

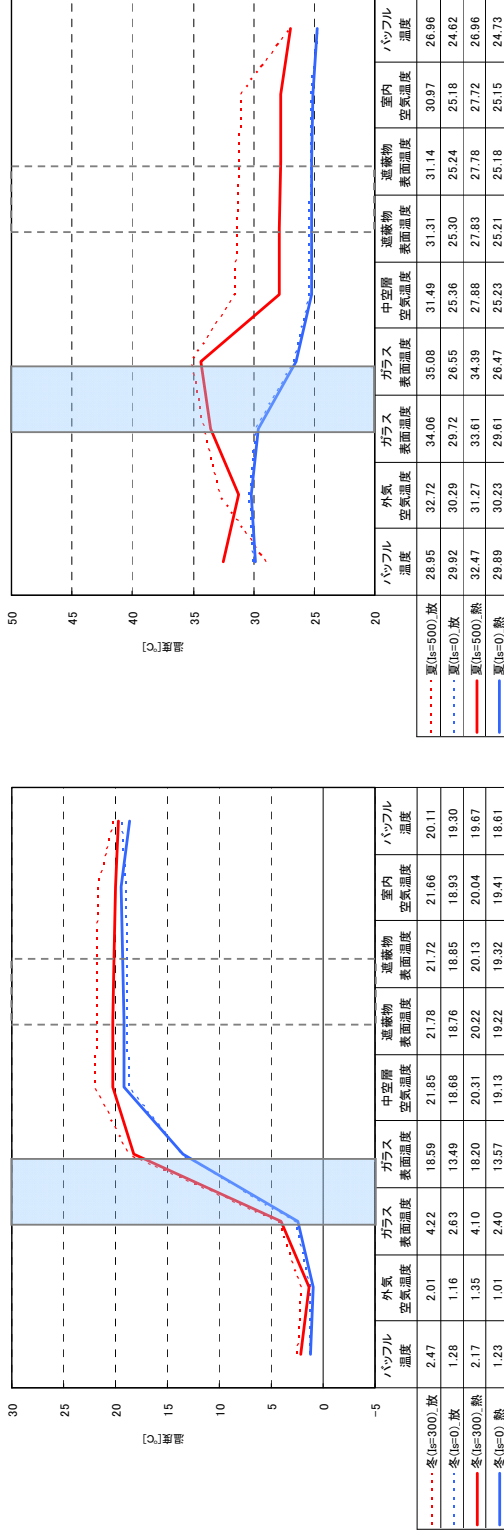
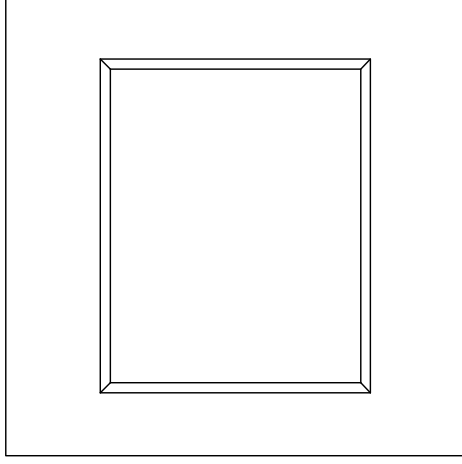


図 2.3.2-73 構成断面の測定温度 (中央 1 点)：Low-E 複層 (CVD 型#3) + 遮蔽物なし

第 2 章 日射熱取得率の測定

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#2) (RSFL3AM6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.7
夏期条件	1.4
	0.50
	0.51

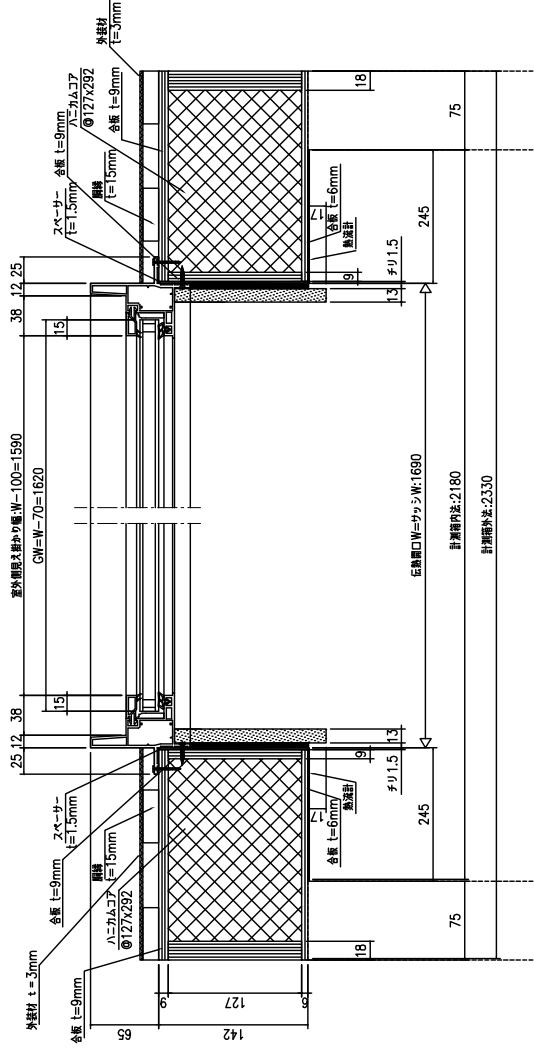
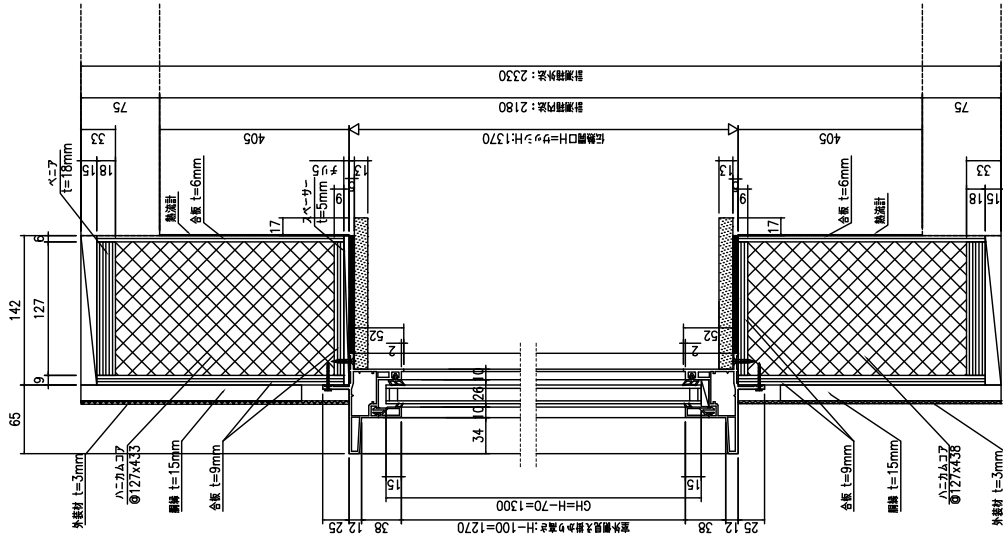
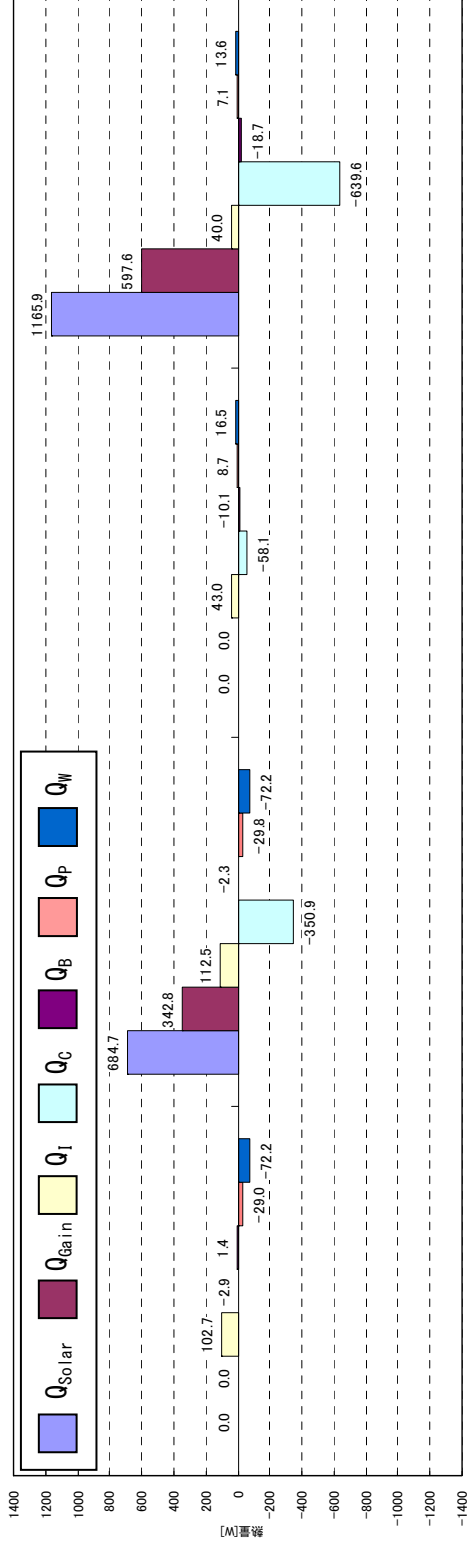


図 2.3.2-74 測定結果：Low-E複層(銀1層#2) + 遮蔽物なし



夏(is=500)

冬(is=300)

図 2.3.2-75 測定の熱収支：Low-E 複層(銀1層#2) + 遮蔽物なし

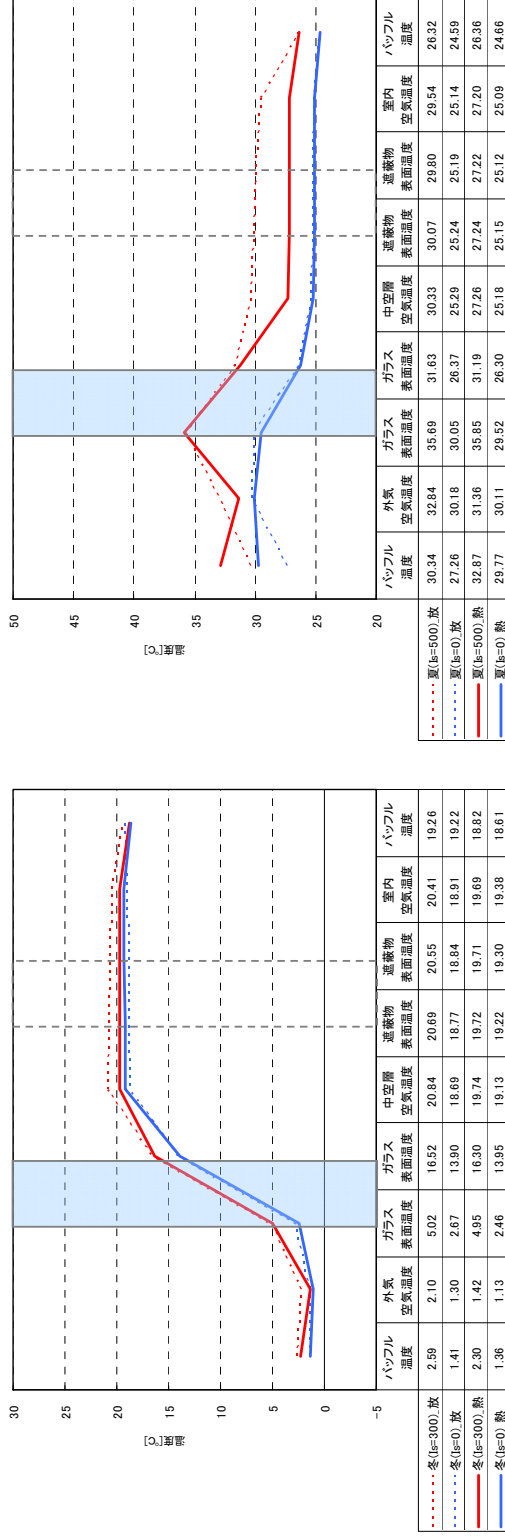
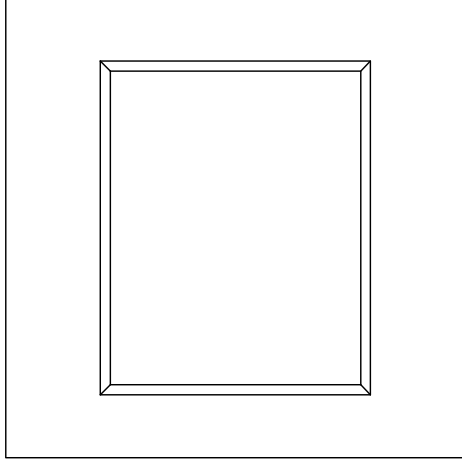


図 2.3.2-76 構成断面の測定温度(中央1点)：Low-E 複層(銀1層#2) + 遮蔽物なし

第 2 章 日射熱取得率の測定

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#3) (FL3+A12+*RSFL3AW6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレンジング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.8
夏期条件	1.5
	0.56
	0.57

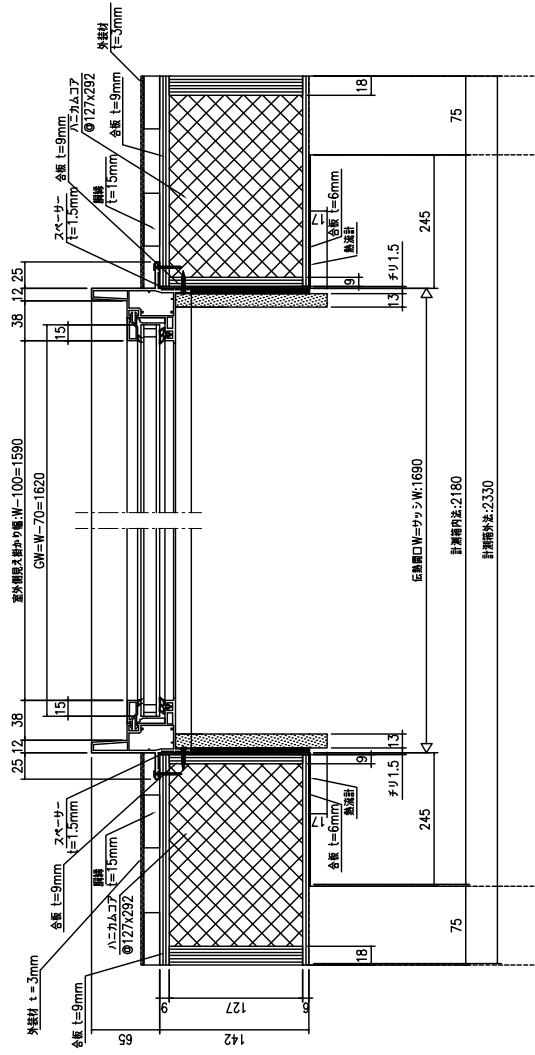
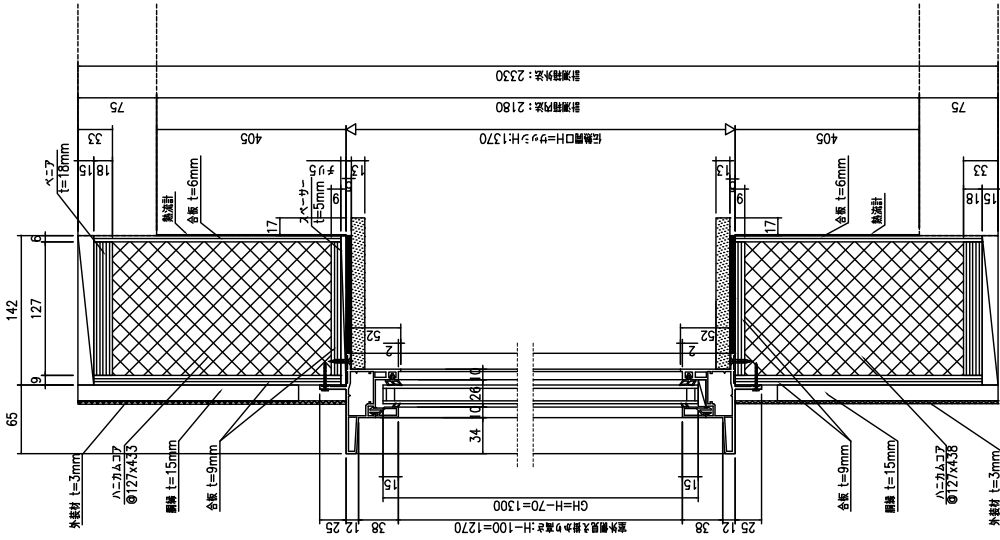
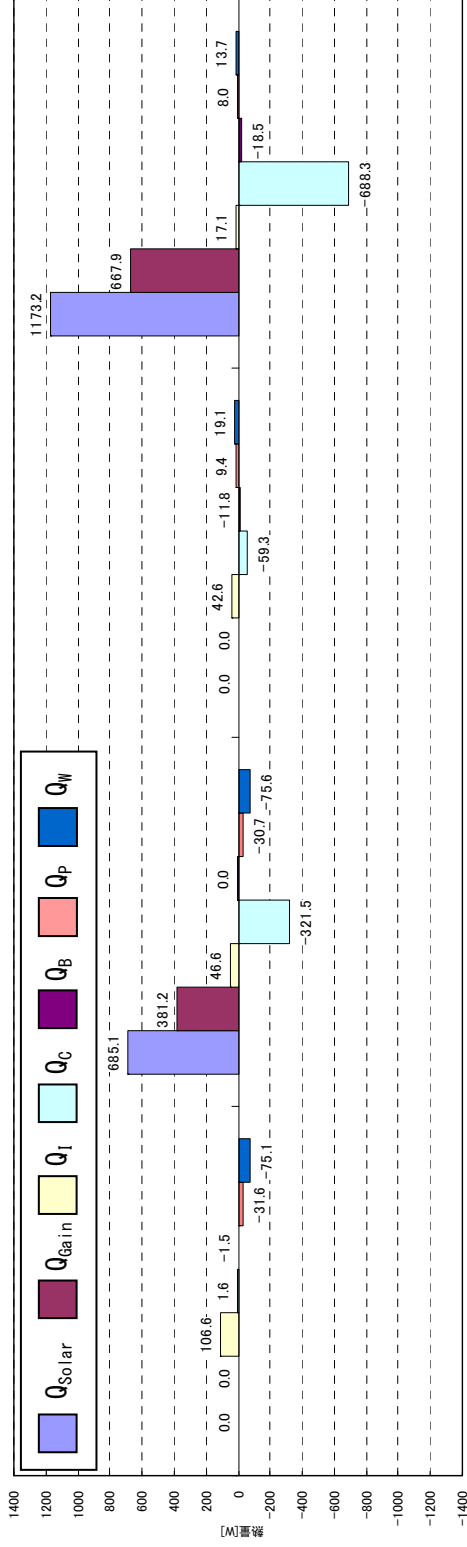


図 2.3.2-77 測定結果：Low-E 複層（銀 1 層#3）+ 遮蔽物なし



冬(is=0) 冬(is=300) 測定熱収支: Low-E複層(銀1層#3) + 遮蔽物なし 夏(is=500)

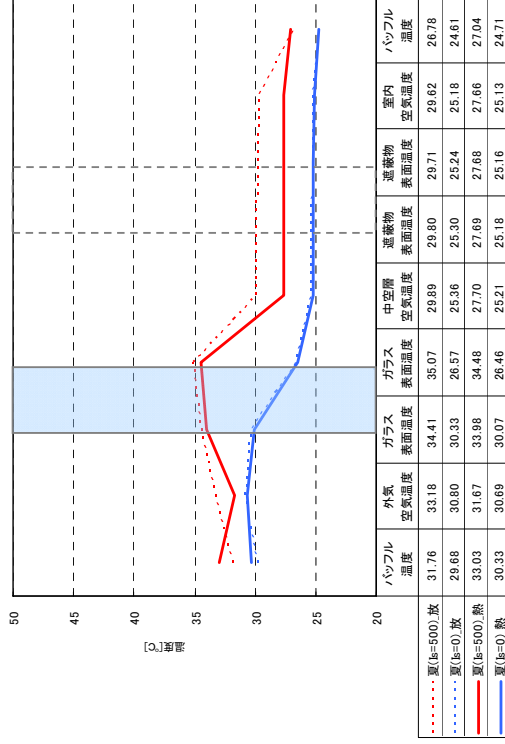
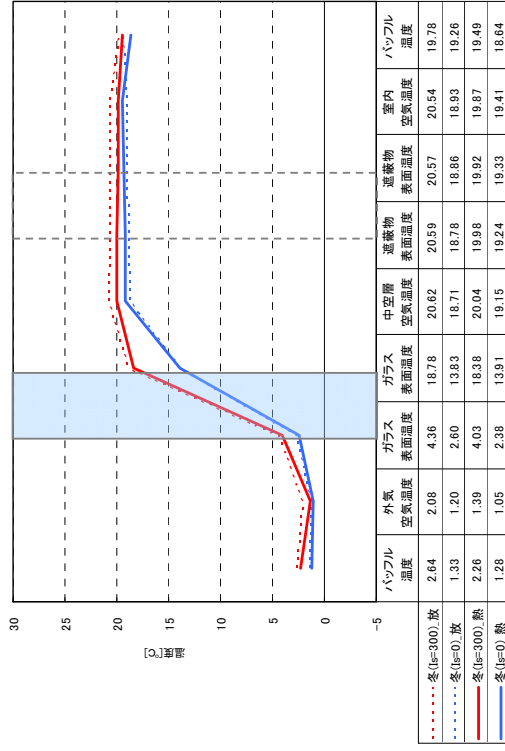
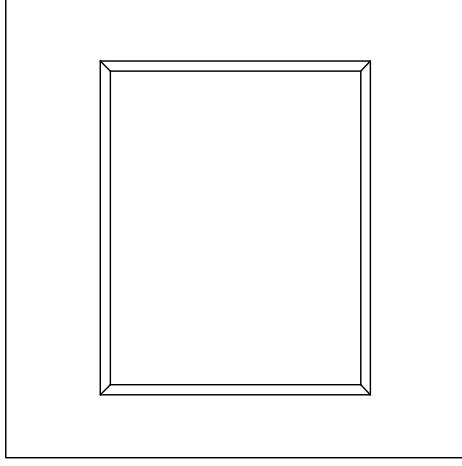


図 2.3.2-79 構成断面の測定温度 (中央1点): Low-E複層(銀1層#3) + 遮蔽物なし

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.7
夏期条件	1.3
	0.38
	0.40

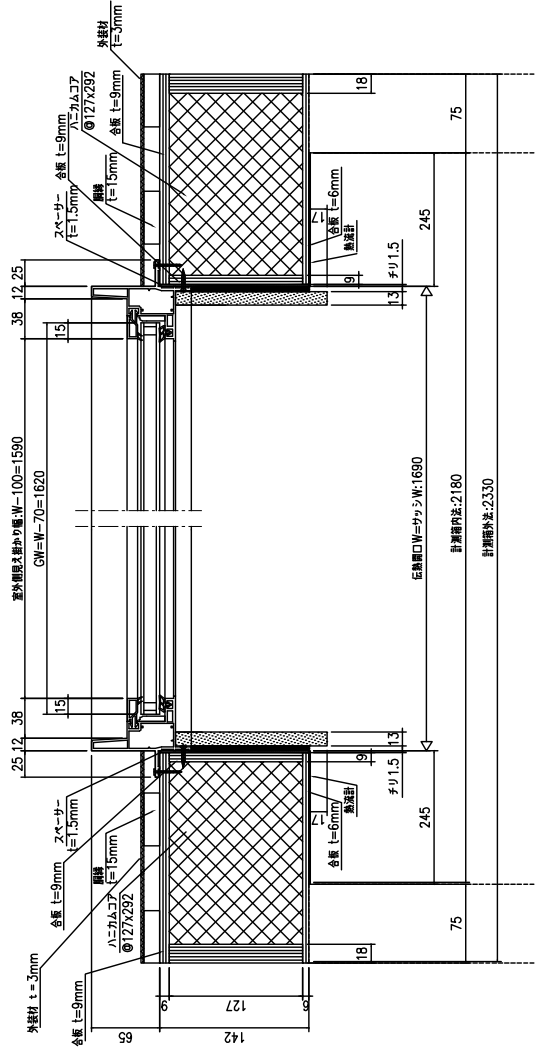
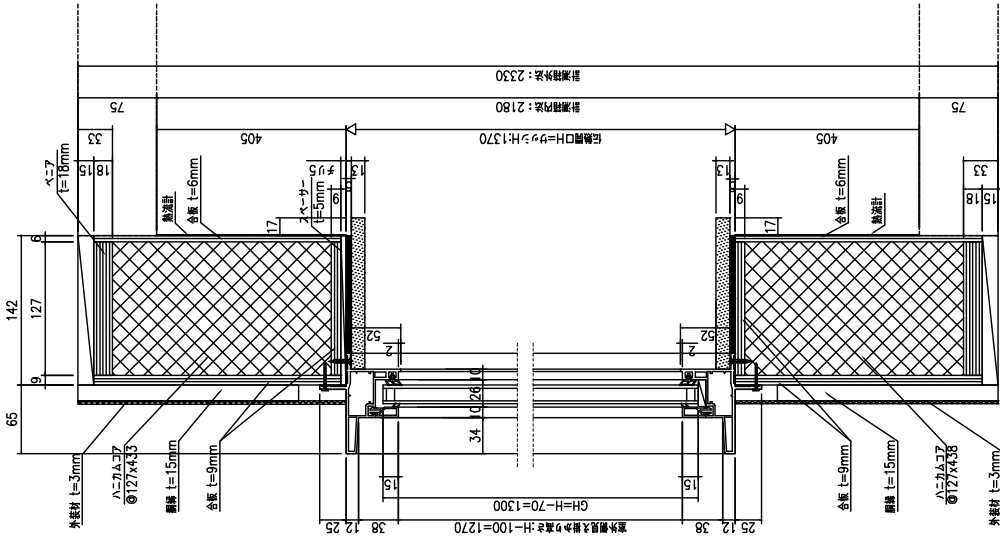


図 2.3.2-80 測定結果：Low-E複層（銀2層#2）+遮蔽物なし



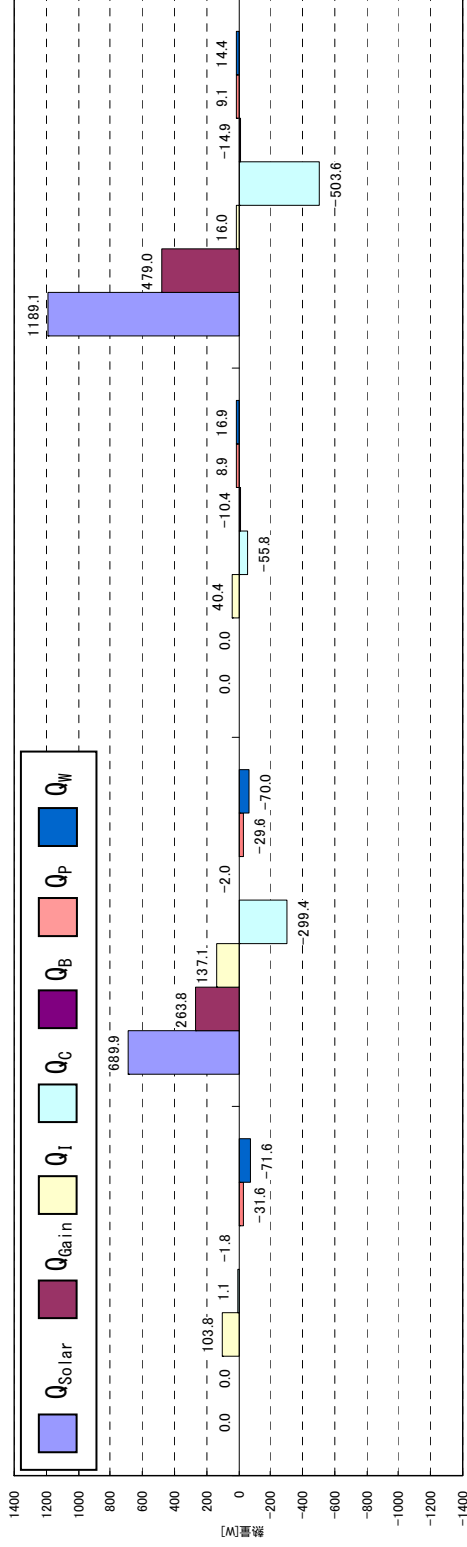


図 2.3.2-81 測定熱収支 : Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 遮蔽物なし

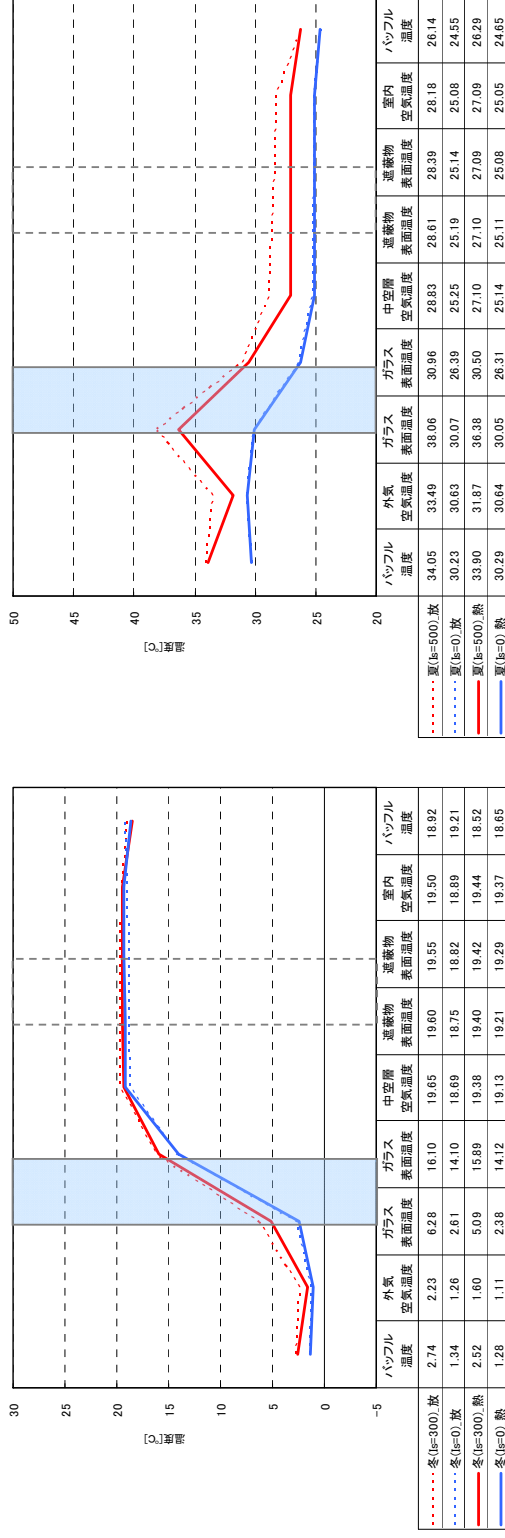
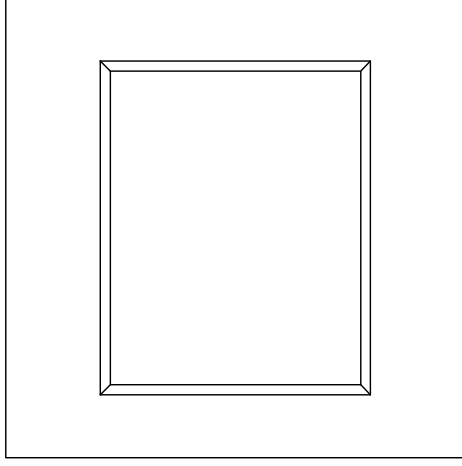


図 2.3.2-82 構成断面の測定温度 (中央 1 点) : Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 遮蔽物なし

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#3) (FL3+A12+*PSFL3AG6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.7	0.45
夏期条件	1.4	0.47

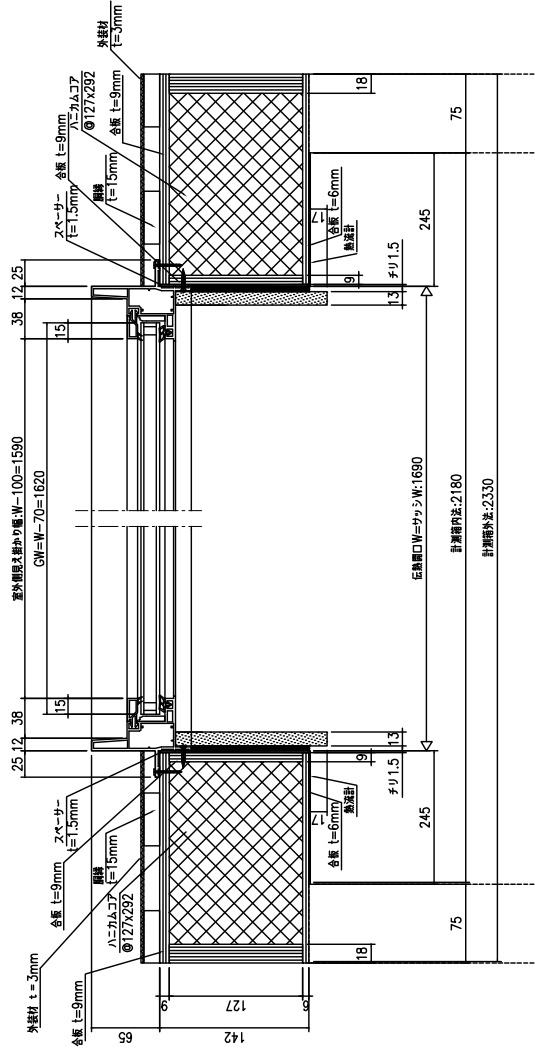
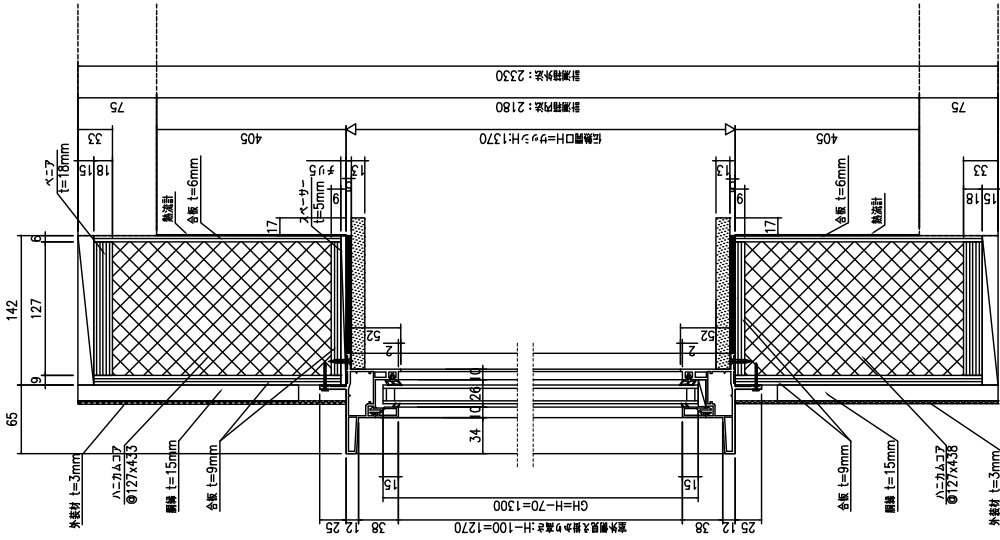
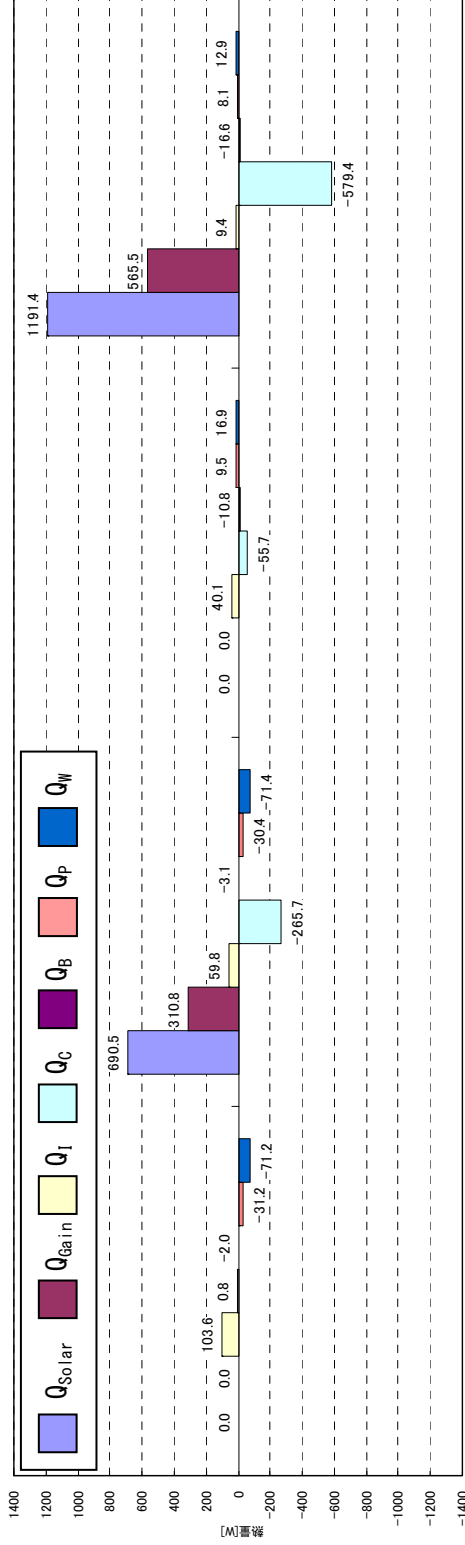


図 2.3.2-83 測定結果：Low-E複層（銀2層#3）+遮蔽物なし



夏 (Is=500)

図 2.3.2-84 測定の熱収支 : Low-E 複層 (銀 2 層#3) + 遮蔽物なし

冬 (Is=300)

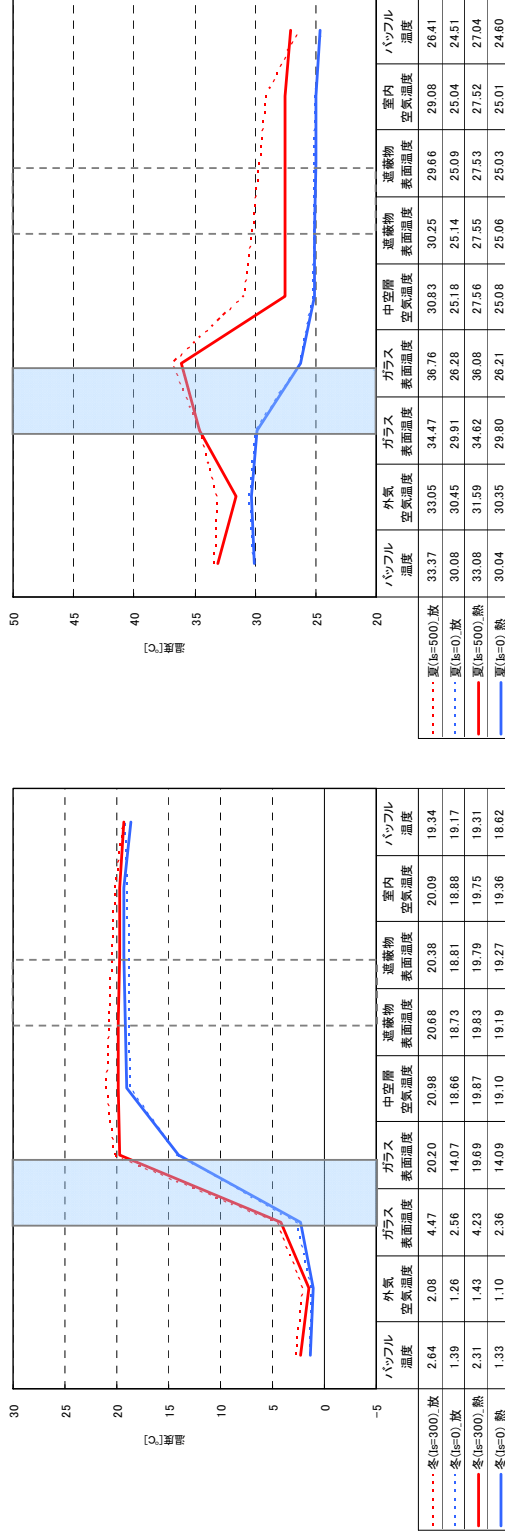
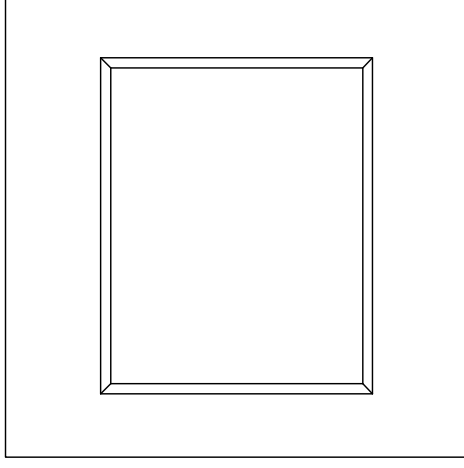


図 2.3.2-85 構成断面の測定温度 (中央 1 点) : Low-E 複層 (銀 2 層#3) + 遮蔽物なし

【外觀図】



試験体	
ガラス	真空複層ガラス (RSFL3AK6**A+9+FL3+V**RSFL3SH)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	なし
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.9
夏期条件	0.8
夏期条件	0.32

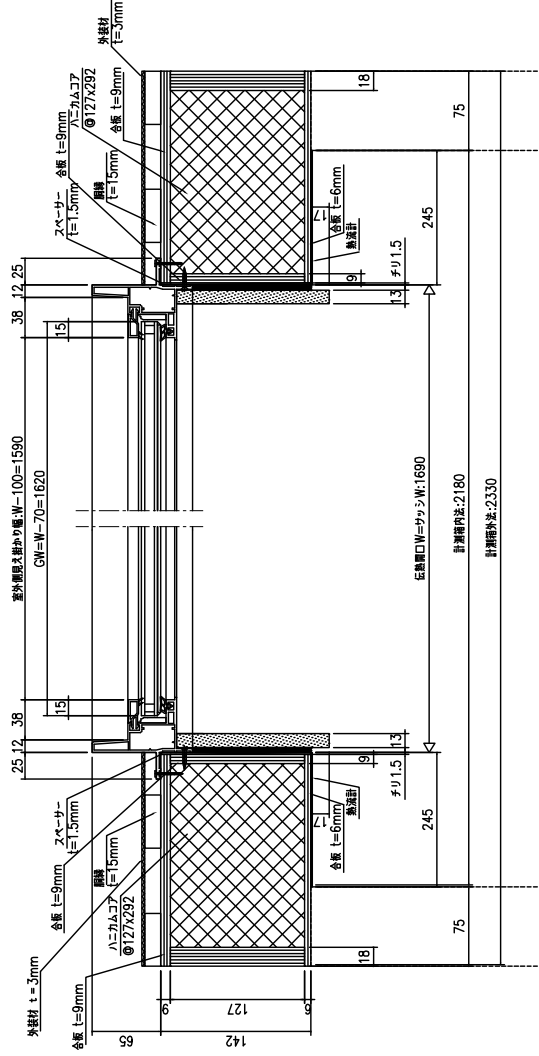
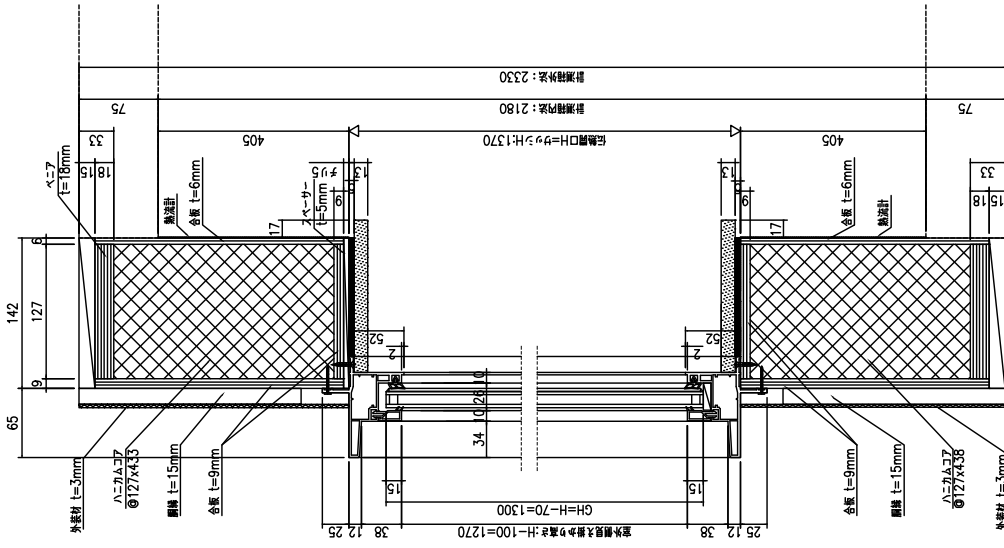
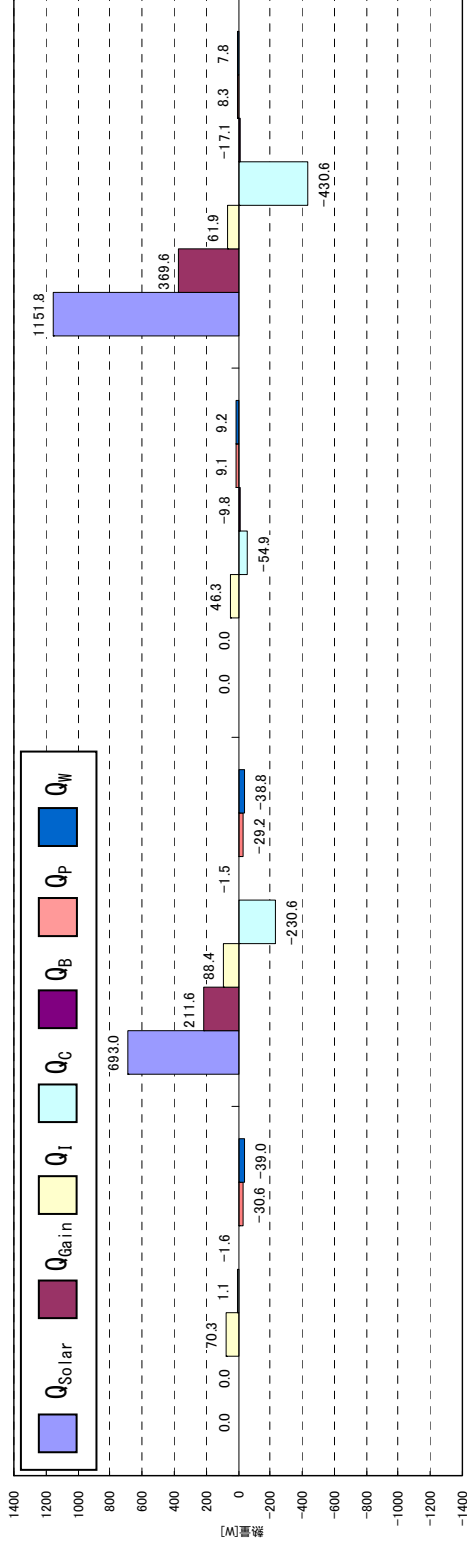


図 2.3.2-86 測定結果：真空複層＋遮蔽物なし



夏 (Is=500)

夏 (Is=0)

冬 (Is=300)

冬 (Is=0)

図 2.3.2-87 測定の熱収支：真空複層＋遮蔽物なし

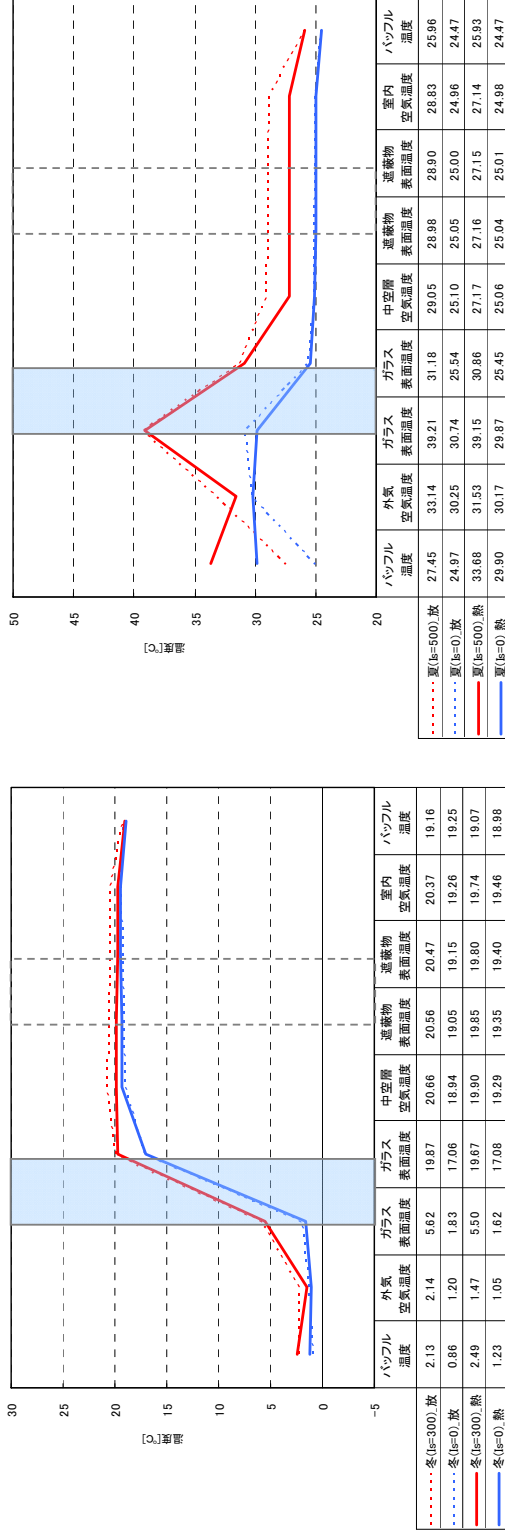
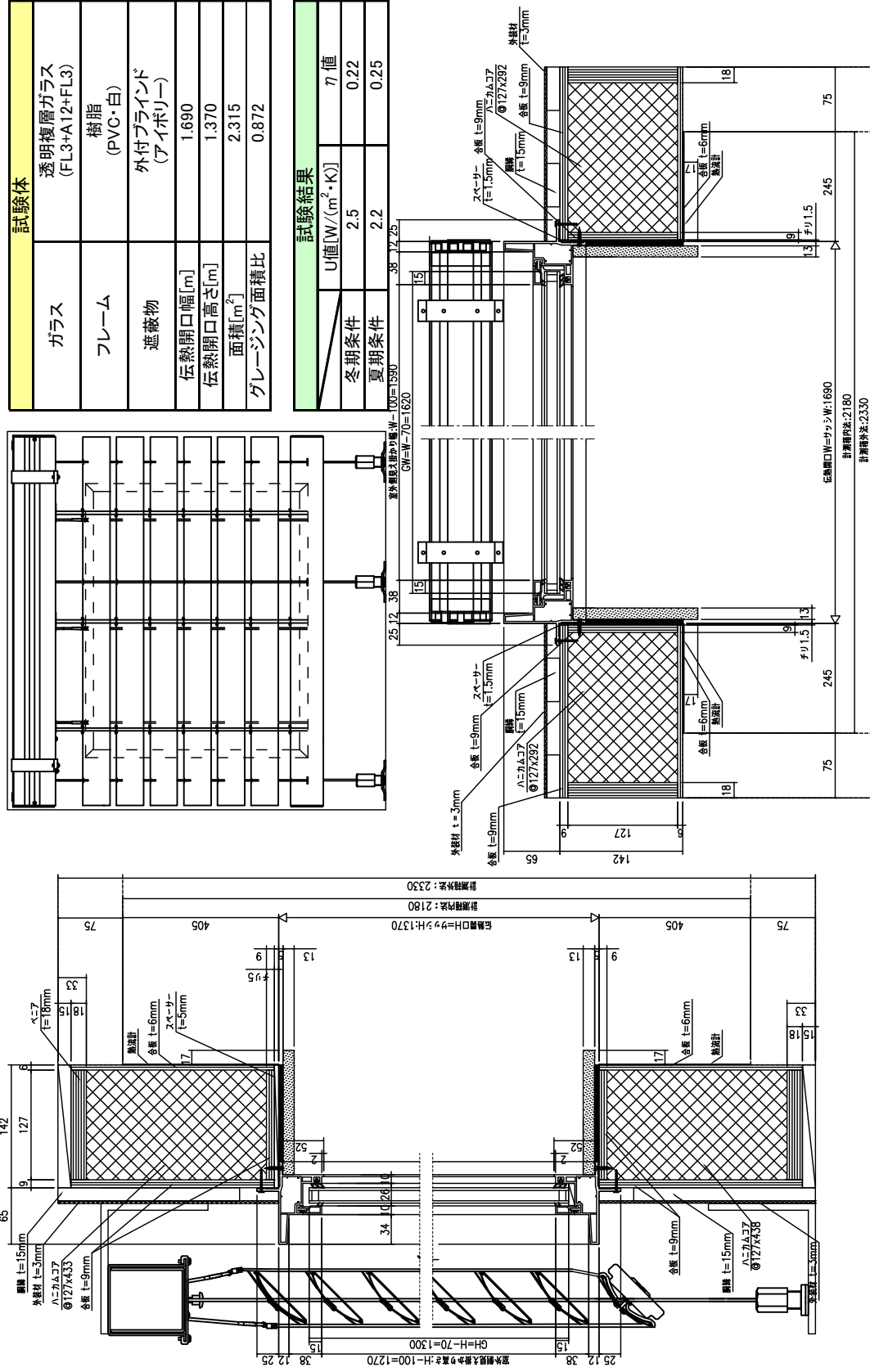


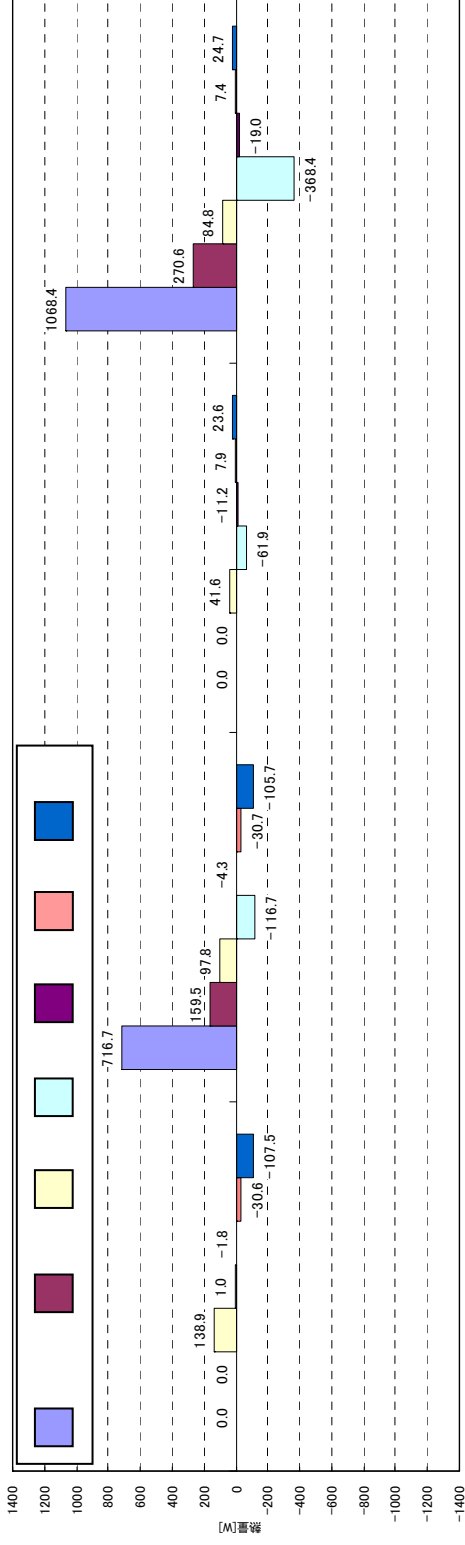
図 2.3.2-88 構成断面の測定温度 (中央 1 点)：真空複層＋遮蔽物なし

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	外付ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.22
夏期条件	0.25



夏 (ts=500)

夏 (ts=0)

冬 (ts=300)

冬 (ts=0)

図 2.3.2-90 測定の熱収支：普通複層十外付ブラインド

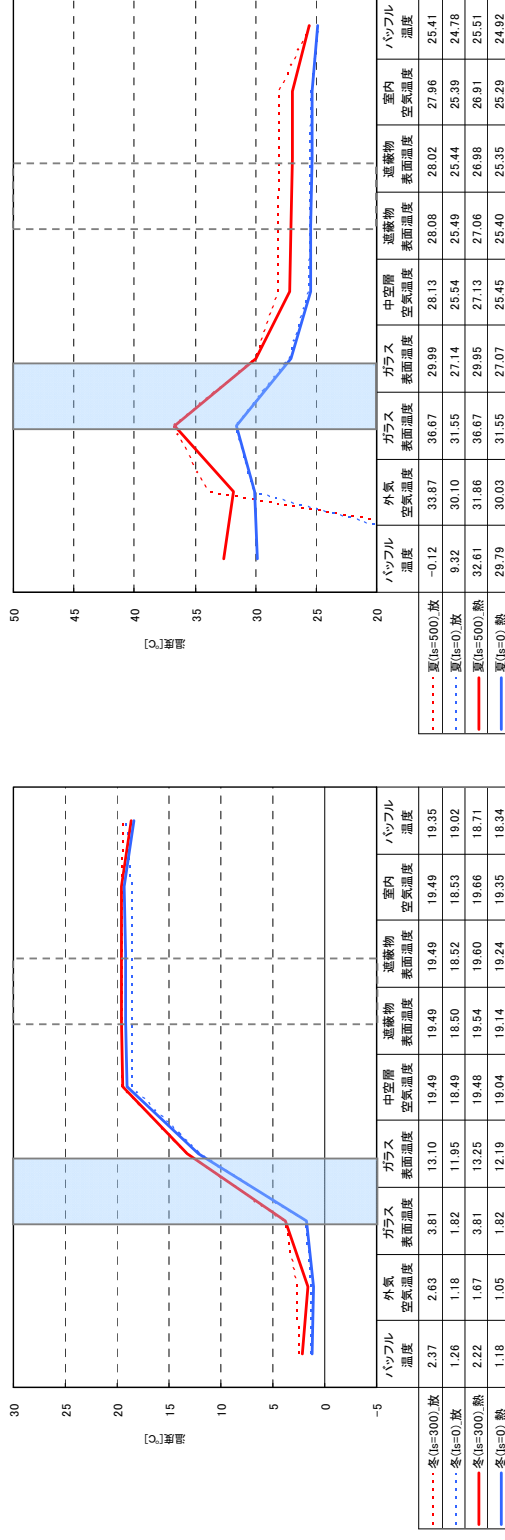


図 2.3.2-91 構成断面の測定温度（中央1点）：普通複層十外付ブラインド

【外観図】

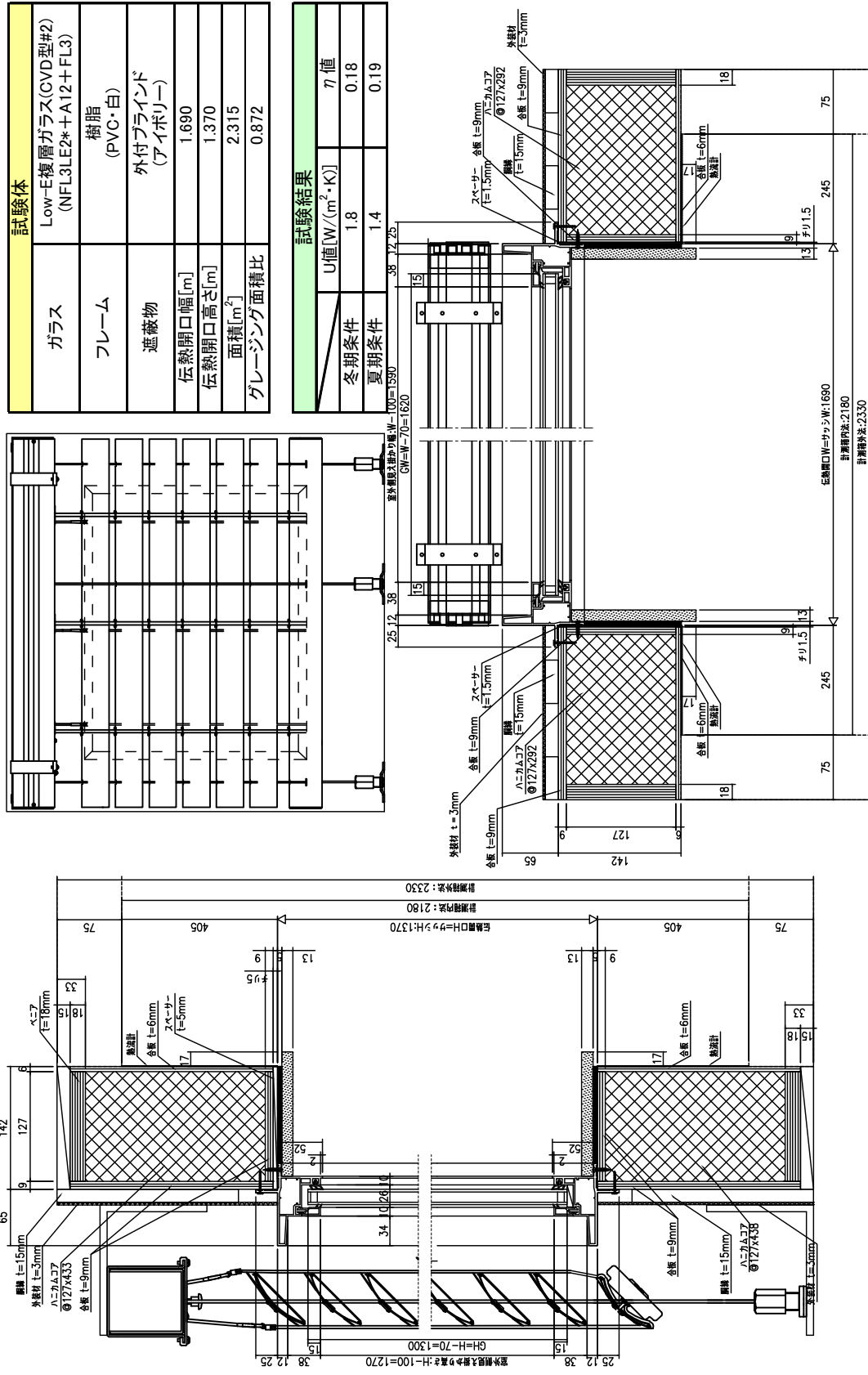
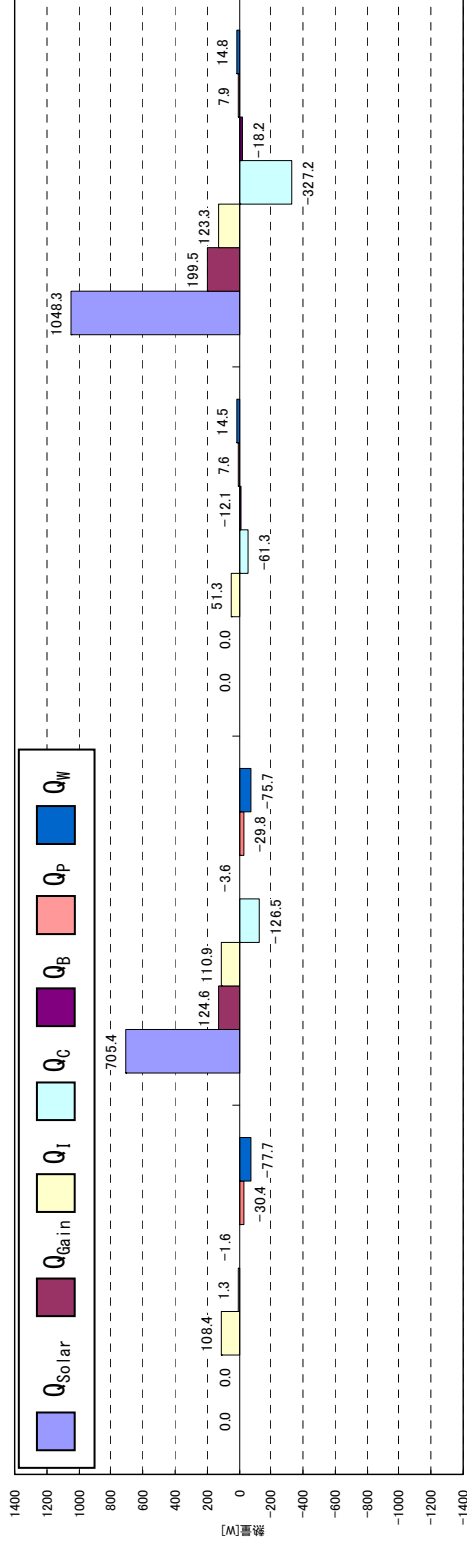


図 2.3.2-92 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 外付ブラインド





冬 (Is=0) 測定熱収支 : Low-E 複層 (CVD 型#2) + 外付ブラインド 夏 (Is=500)

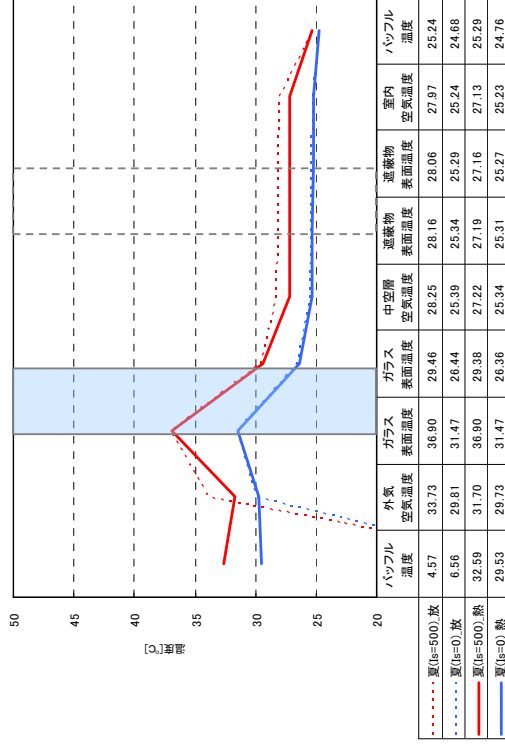
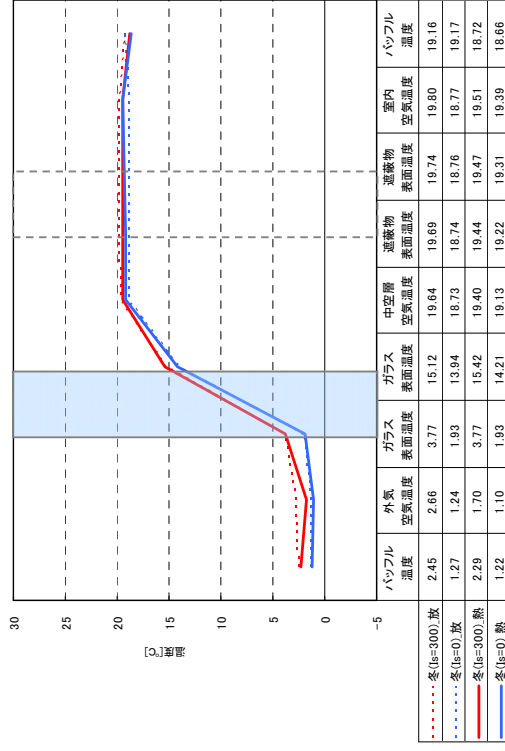


図 2.3.2-94 構成断面の測定温度 (中央 1 点) : Low-E 複層 (CVD 型#2) + 外付ブラインド

【外觀図】

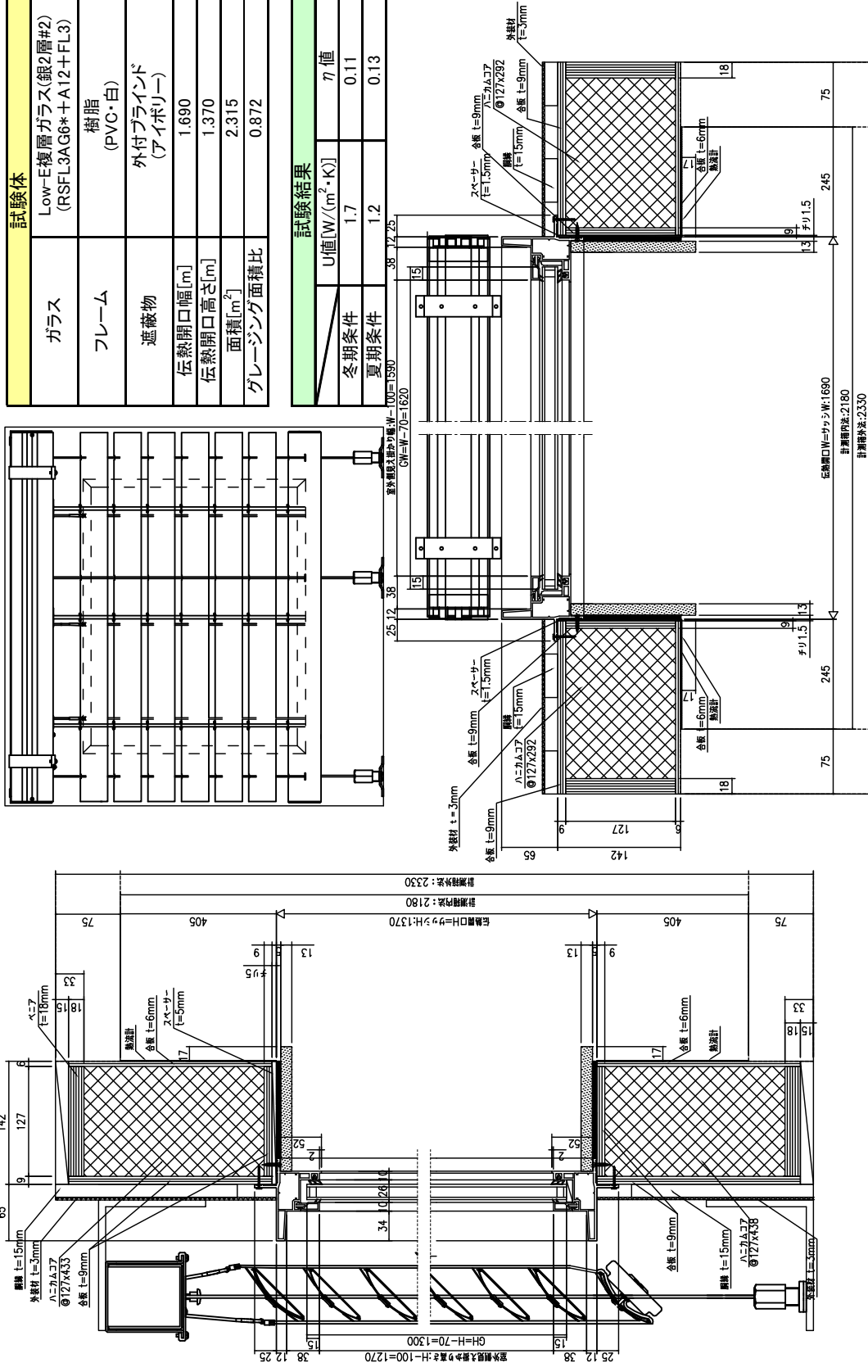
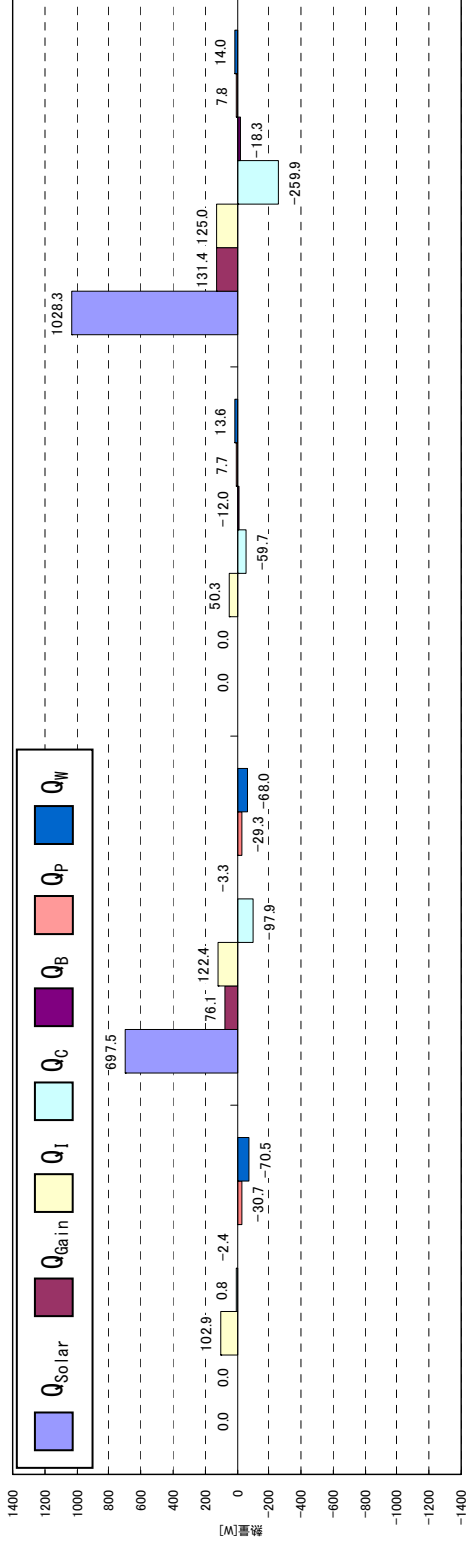


図 2.3.2-95 測定結果：Low-E 複層（銀2層#2）+ 外付ブラインド



夏 (Is=500)

夏 (Is=0)

冬 (Is=300)

冬 (Is=0)

図 2.3.2-96 測定の熱収支：Low-E 複層（銀 2 層#2）＋外付ブラインド

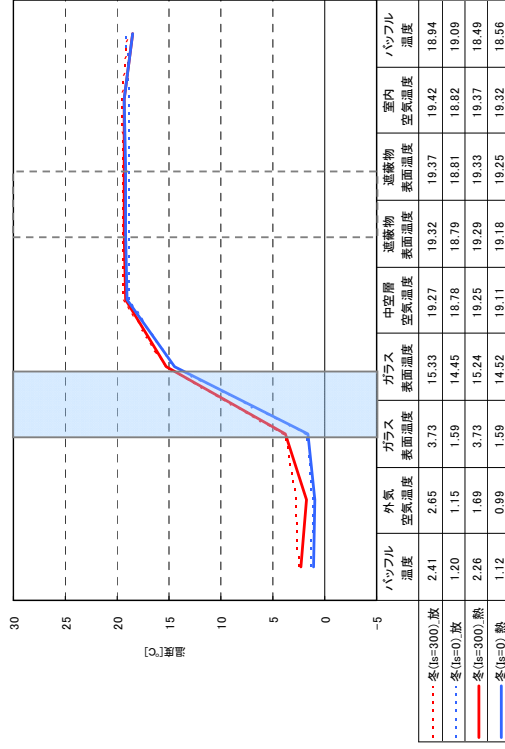
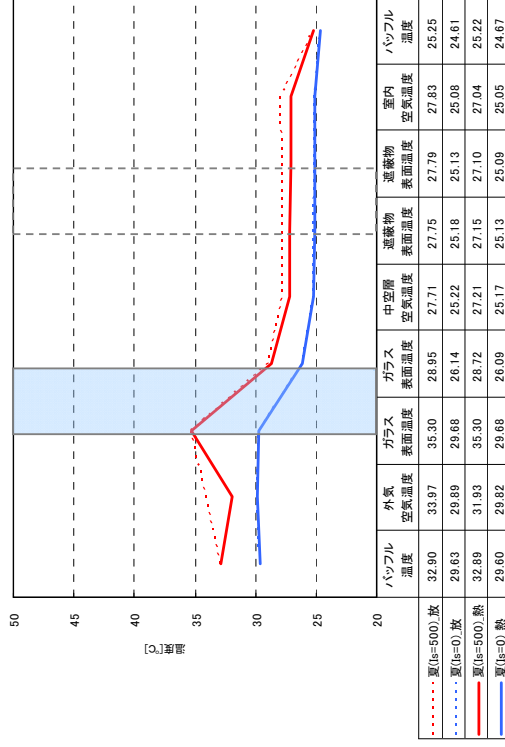


図 2.3.2-97 構成断面の測定温度（中央 1 点）：Low-E 複層（銀 2 層#2）＋外付ブラインド

【外觀図】

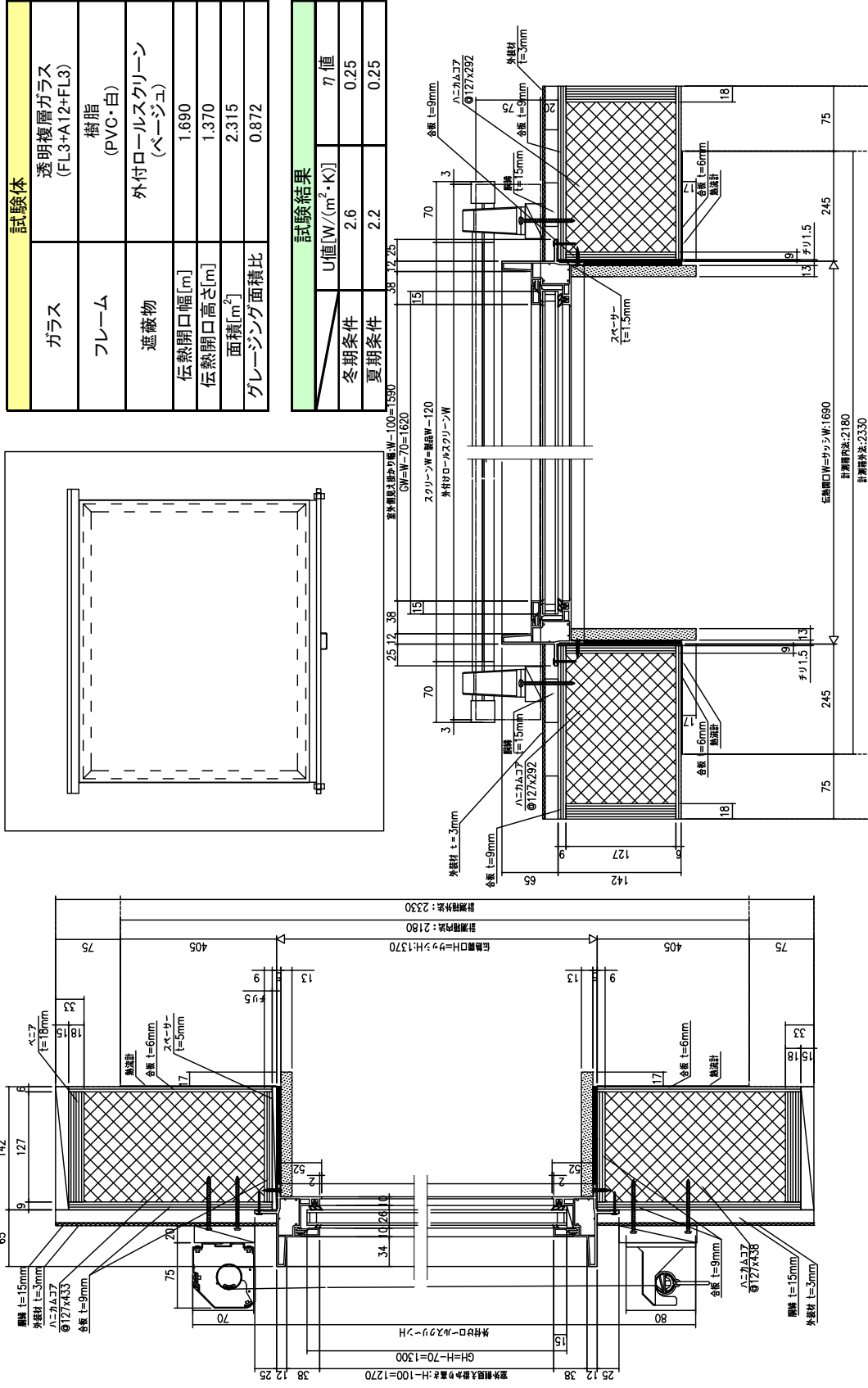
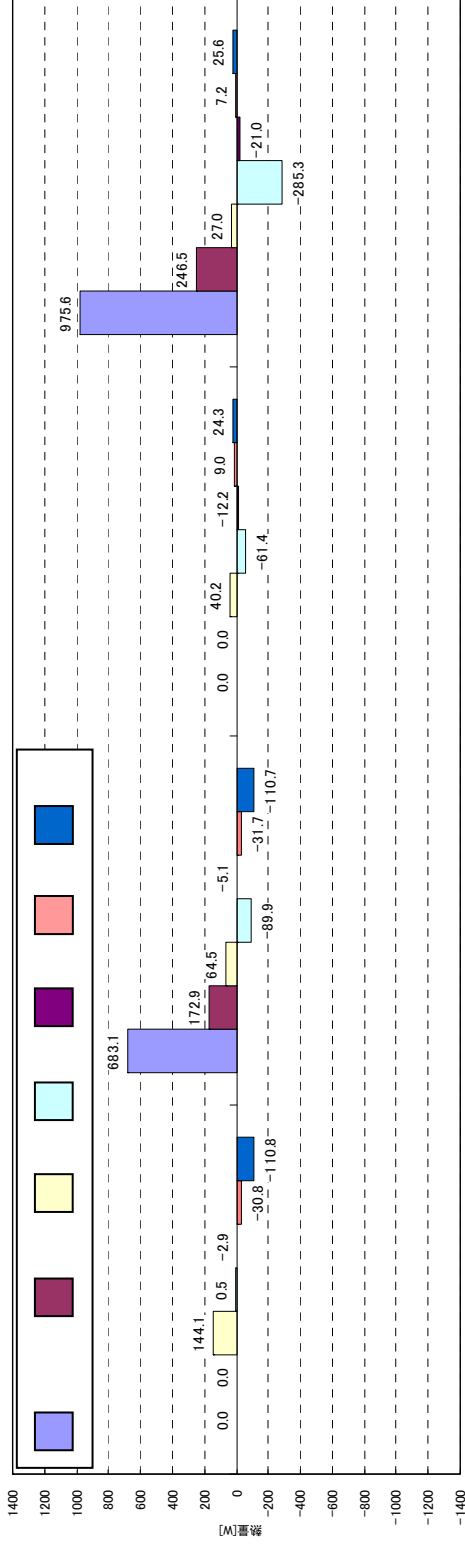


図 2.3.2-98 測定結果：普通複層＋外付ロールスクリーン



冬(is=300) 測定熱収支：普通複層＋外付ロールスクリーン 夏(is=500)

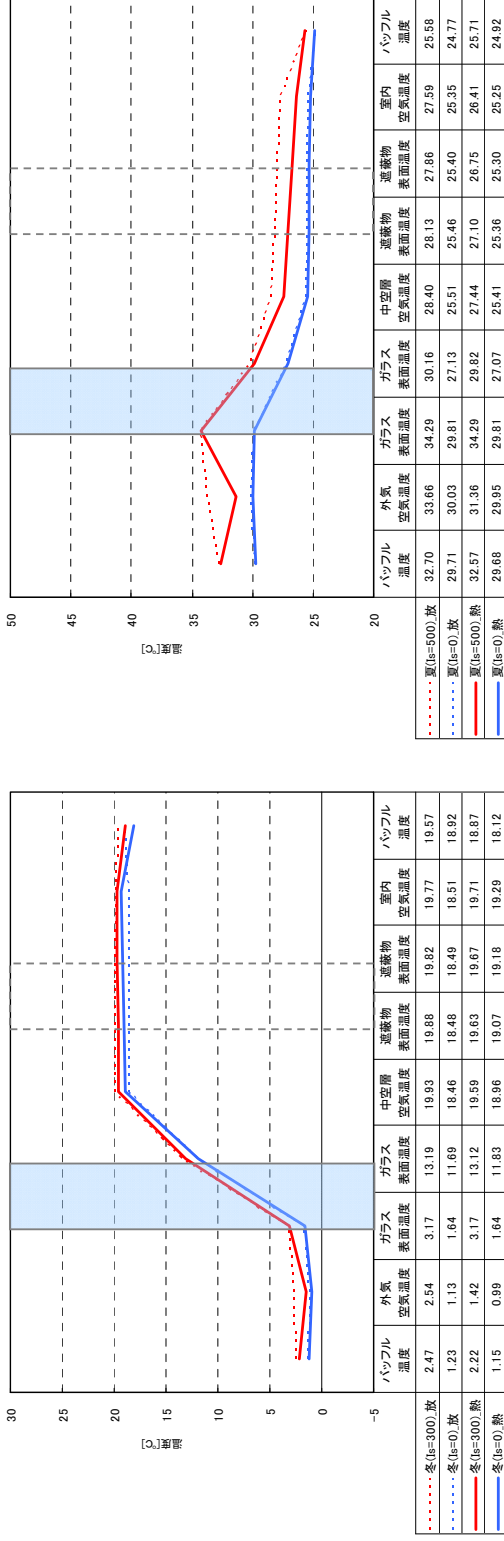
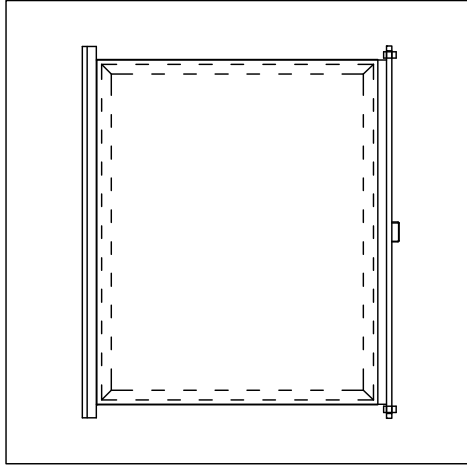


図 2.3.2-100 構成断面の測定温度（中央 1 点）：普通複層＋外付ロールスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	外付ロールスクリーン (ペーಜュ)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.9
夏期条件	1.5
	0.22
	0.22

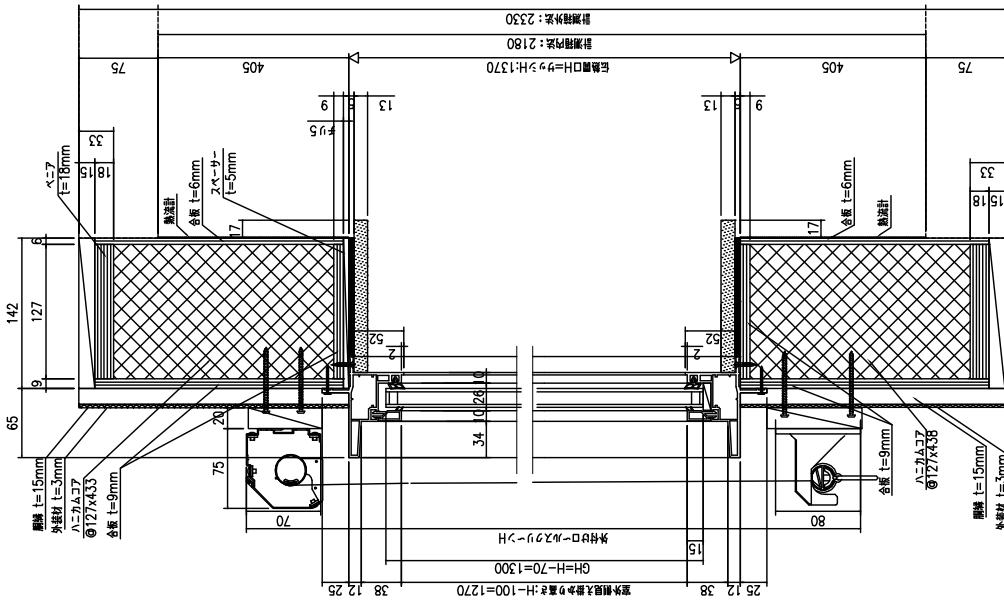
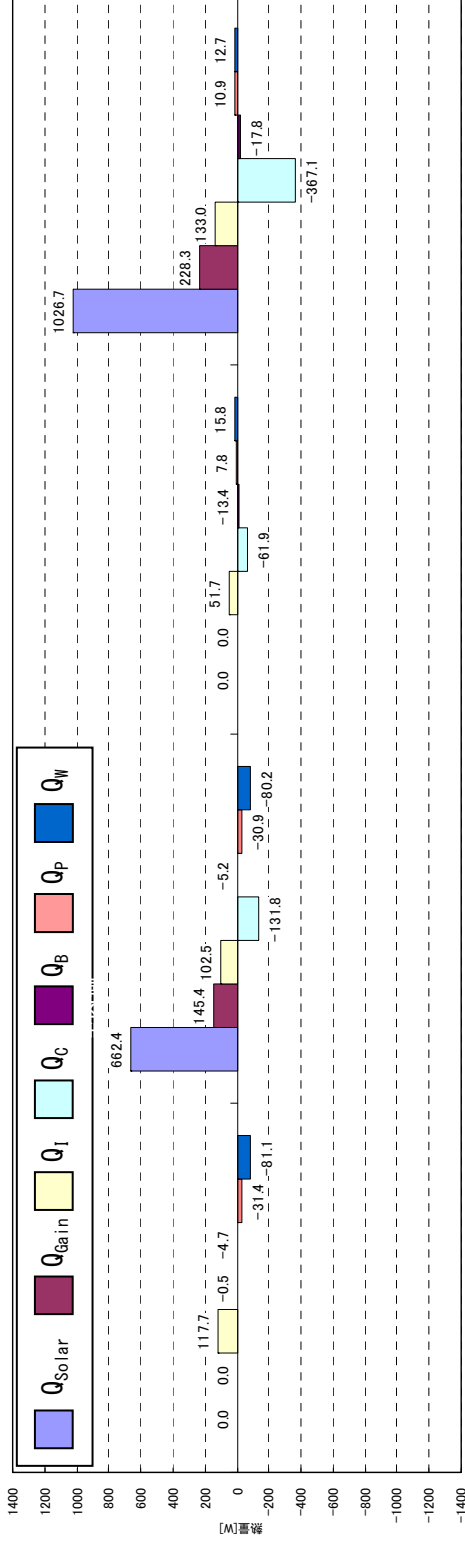


図 2.3.2-101 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 外付ロールスクリーン



冬(is=0) 冬(is=300) 夏(is=0) 夏(is=500) 測定熱収支: Low-E複層(CVD型#2) + 外付ロールスクリーン

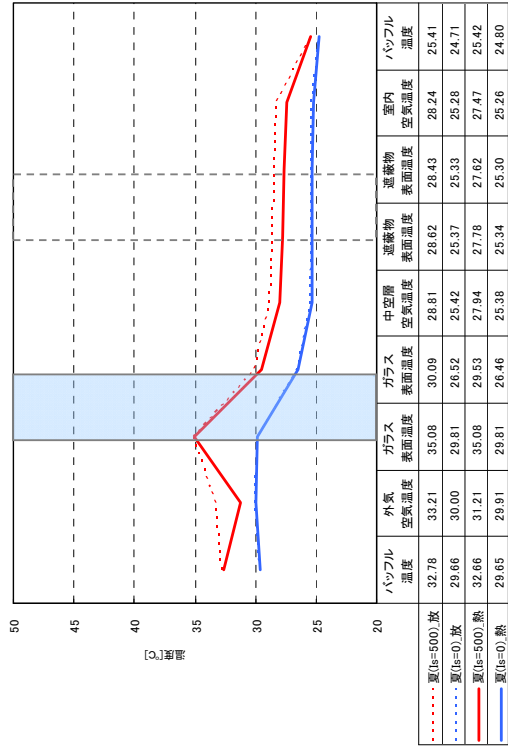
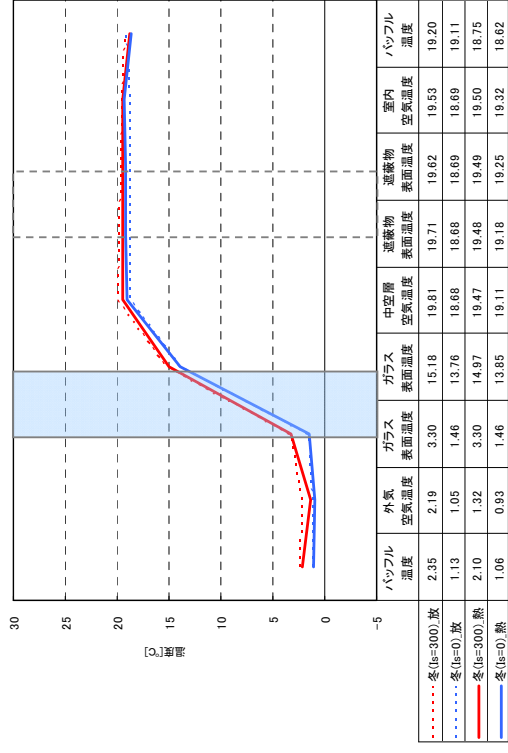
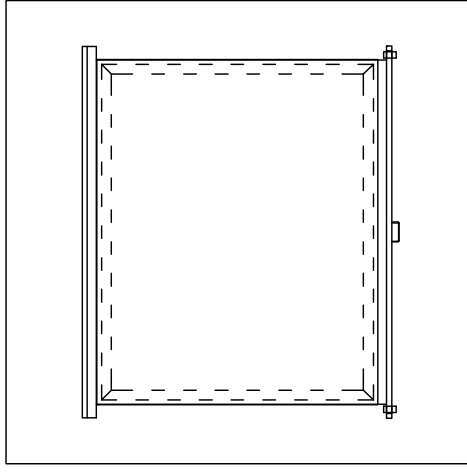


図 2.3.2-103 構成断面の測定温度 (中央1点): Low-E複層(CVD型#2) + 外付ロールスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	外付ロールスクリーン (ベージュ)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.7
夏期条件	1.3
	0.13
	0.14

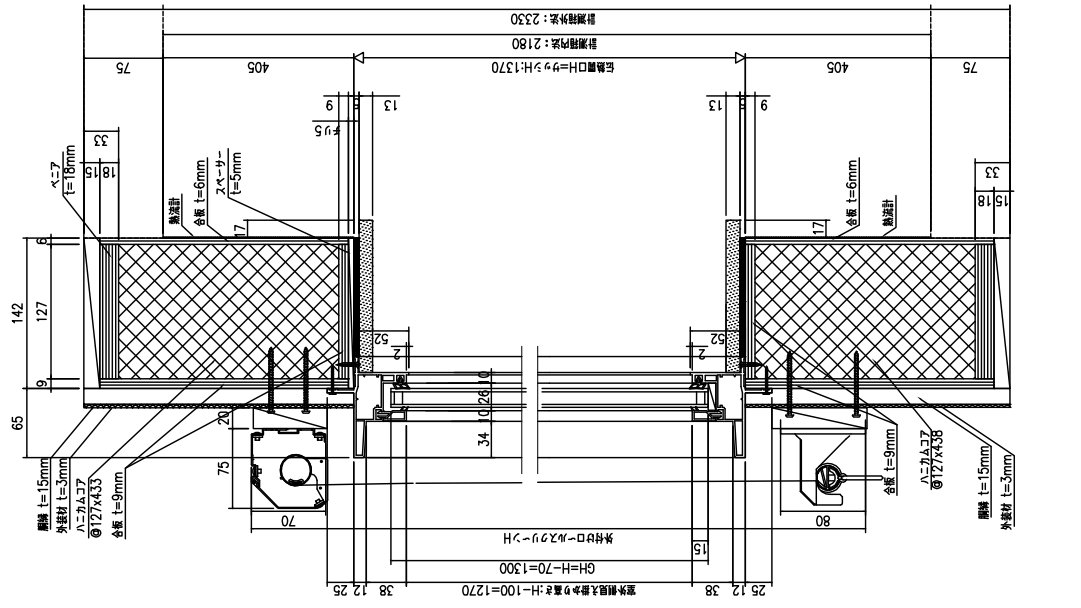
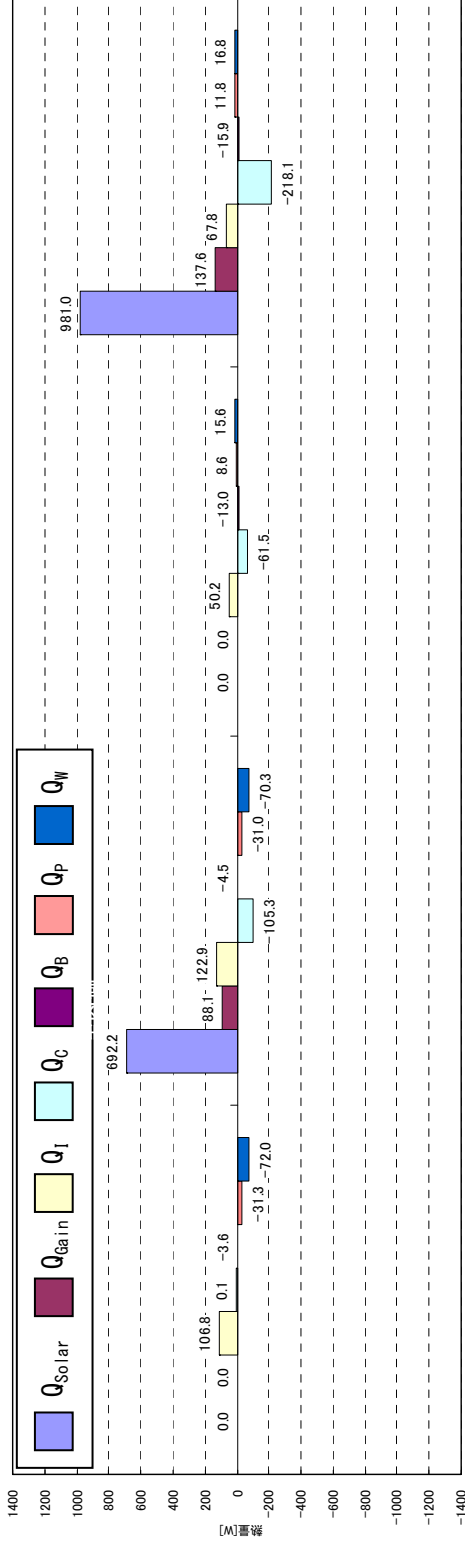


図 2.3.2-104 測定結果：Low-E 複層（銀 2 層#2）＋外付ロールスクリーン





冬 (ts=0) 冬 (ts=300) 夏 (ts=0) 夏 (ts=500) 測定の熱収支 : Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 外付ロールスクリーニング

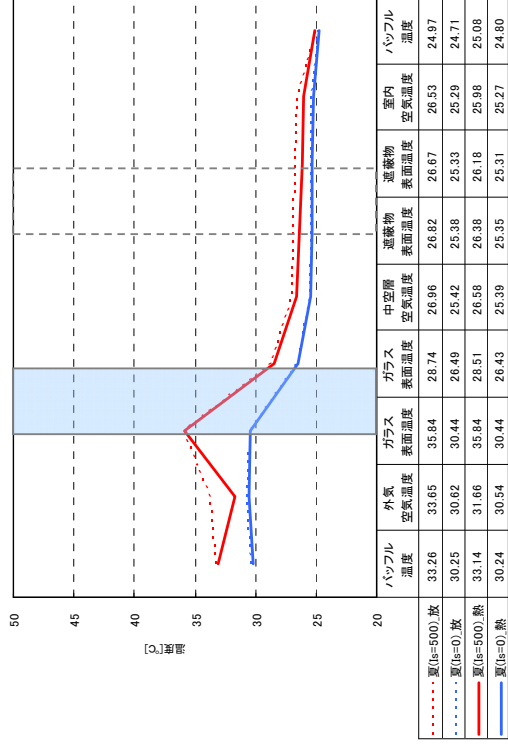
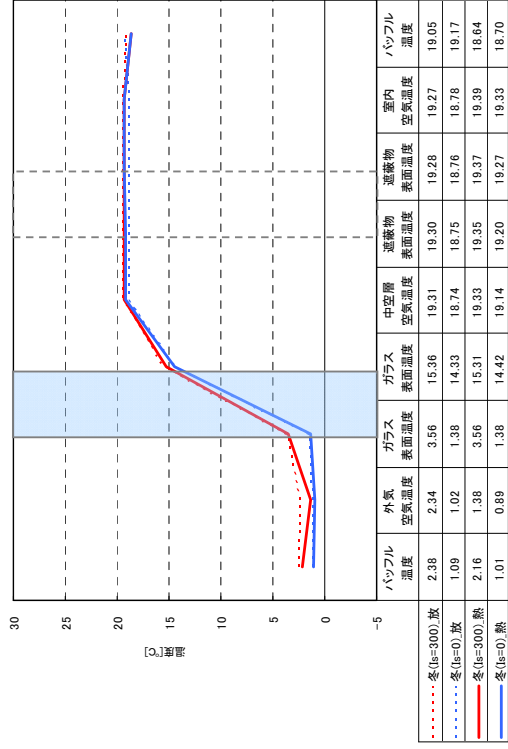
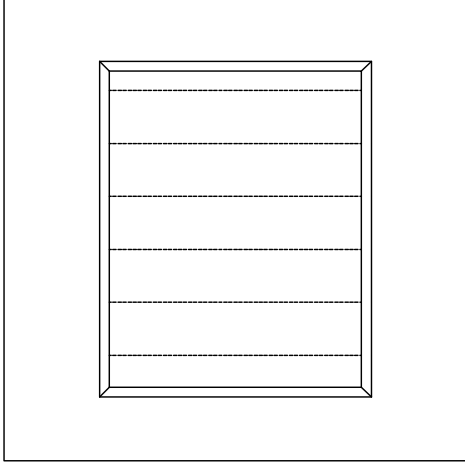


図 2.3.2-106 構成断面の測定温度 (中央 1 点) : Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 外付ロールスクリーニング

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	縦型ブラインド45° (***)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	2.4
夏期条件	2.2
	0.49
	0.51

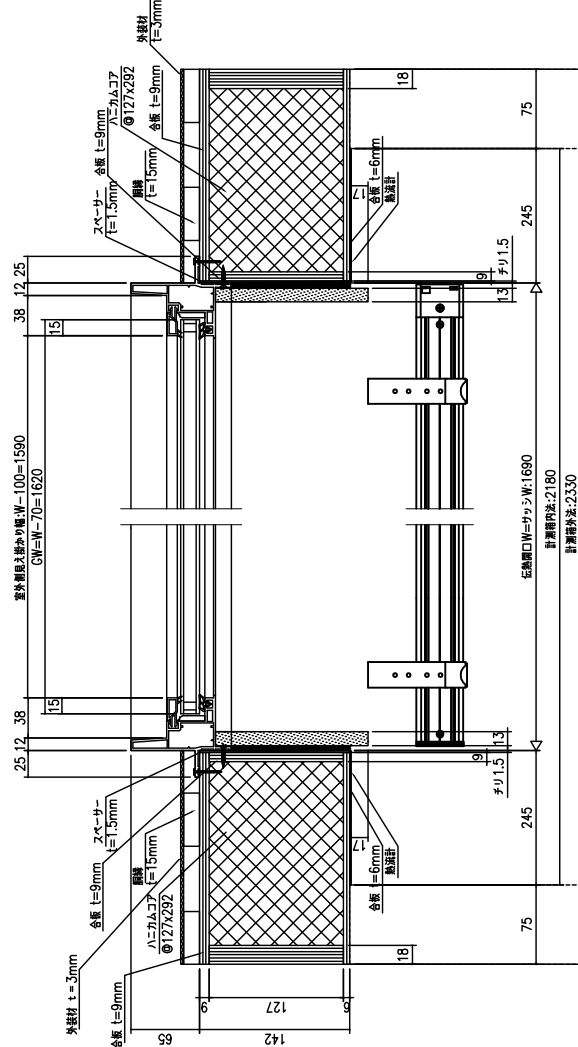
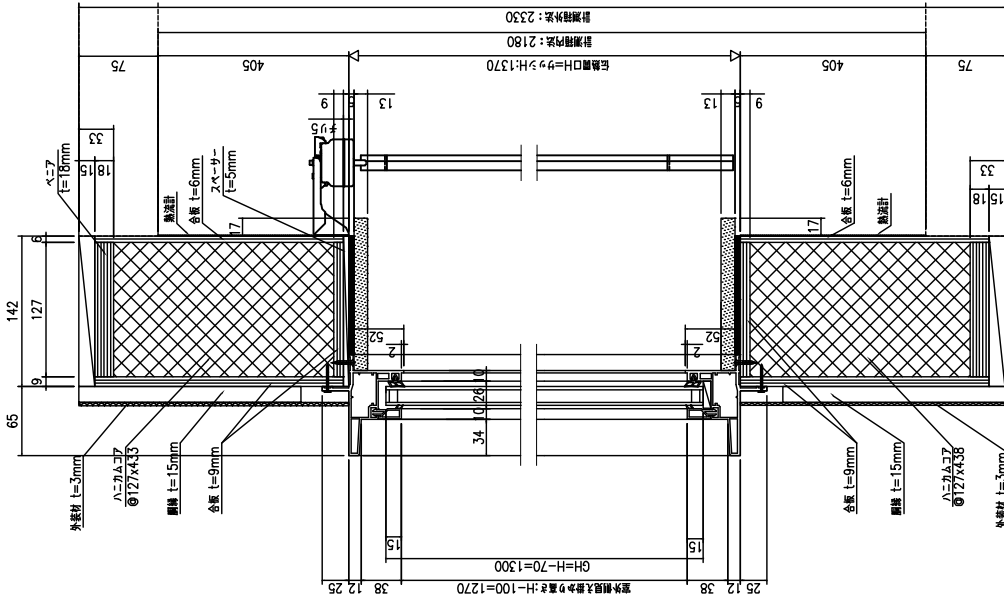
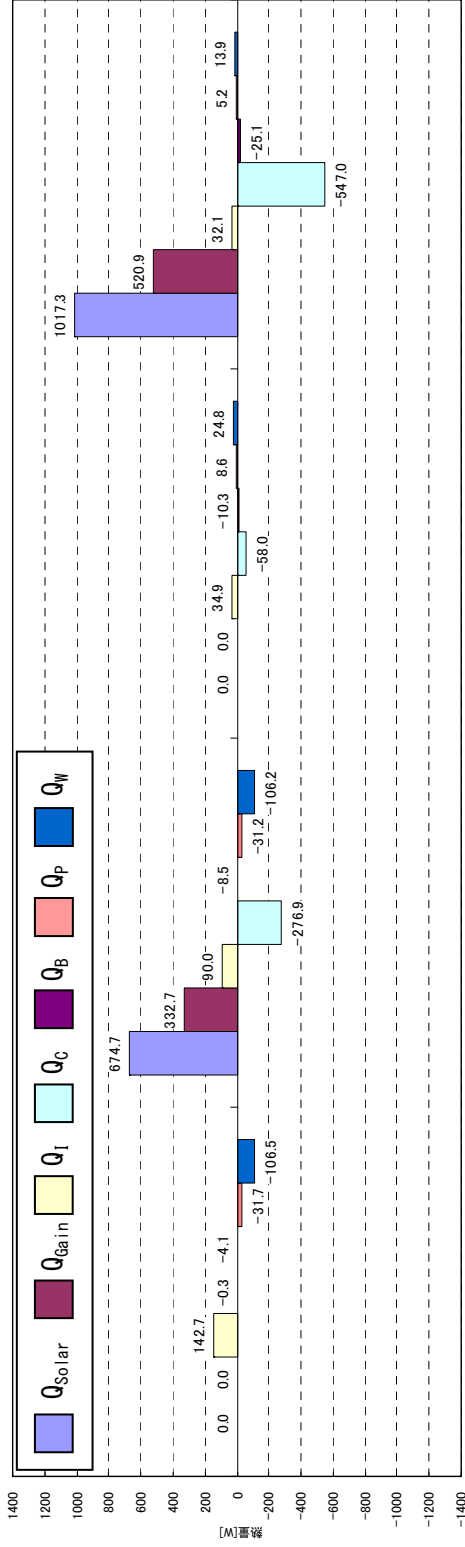


図 2.3.2-107 測定結果：普通複層＋縦型ブラインド



夏(is=500)

冬(is=300)

図 2.3.2-108 測定熱収支：普通複層＋縦型ブラインド

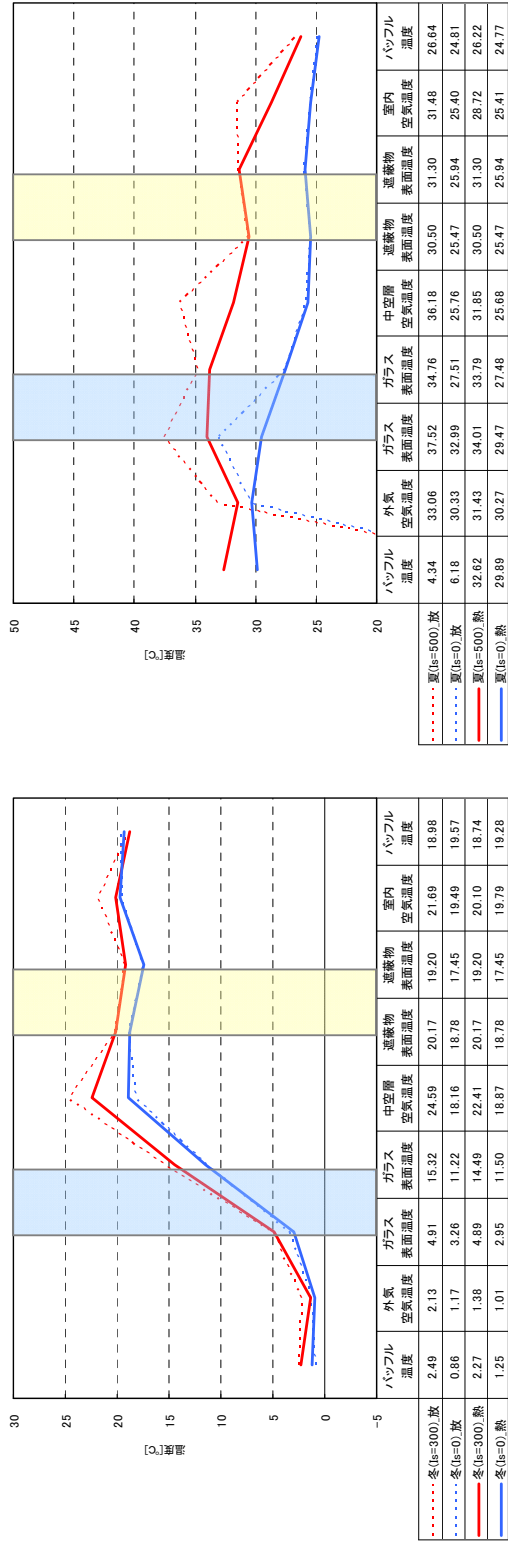
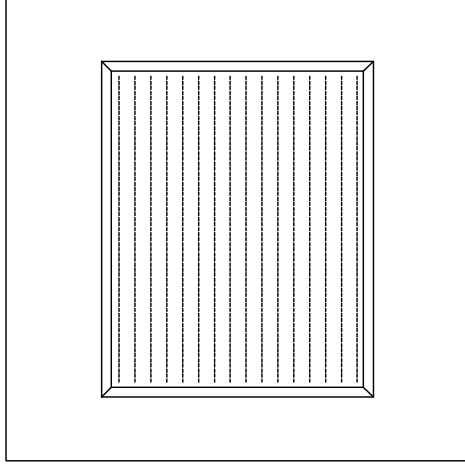


図 2.3.2-109 構成断面の測定温度（中央1点）：普通複層＋縦型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	2.4
夏期条件	1.8
	0.42
	0.48

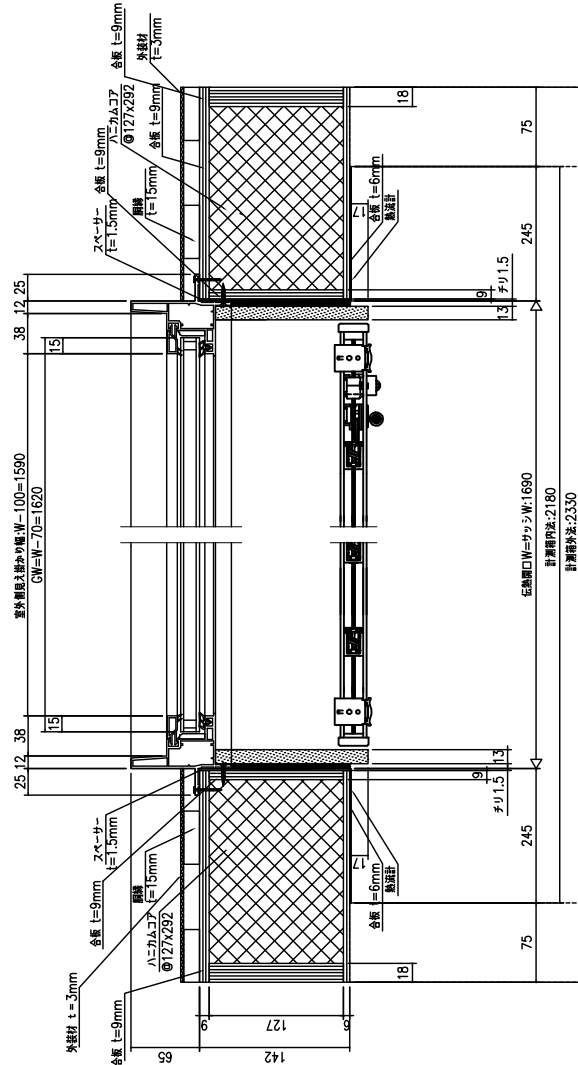
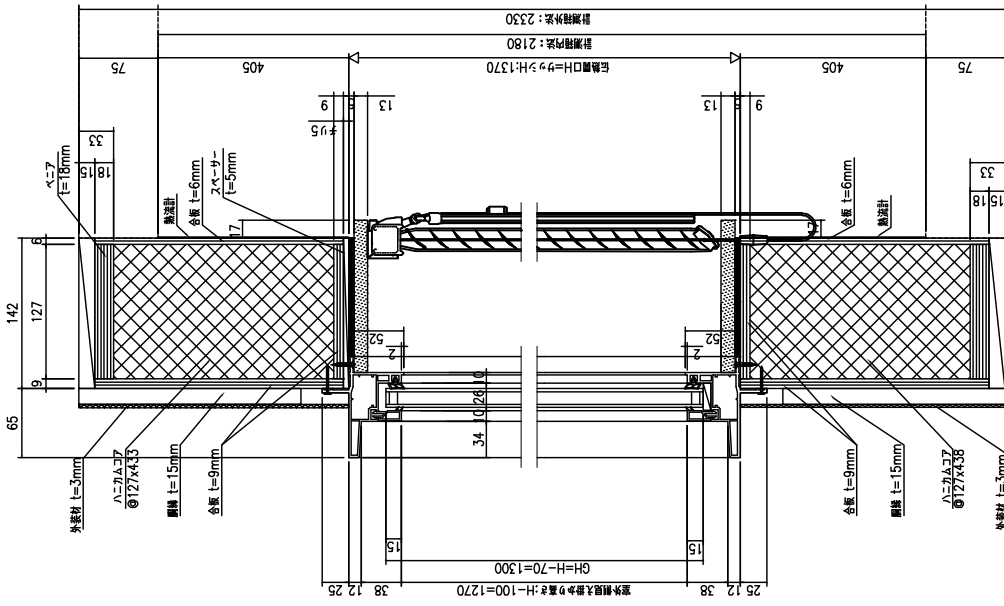
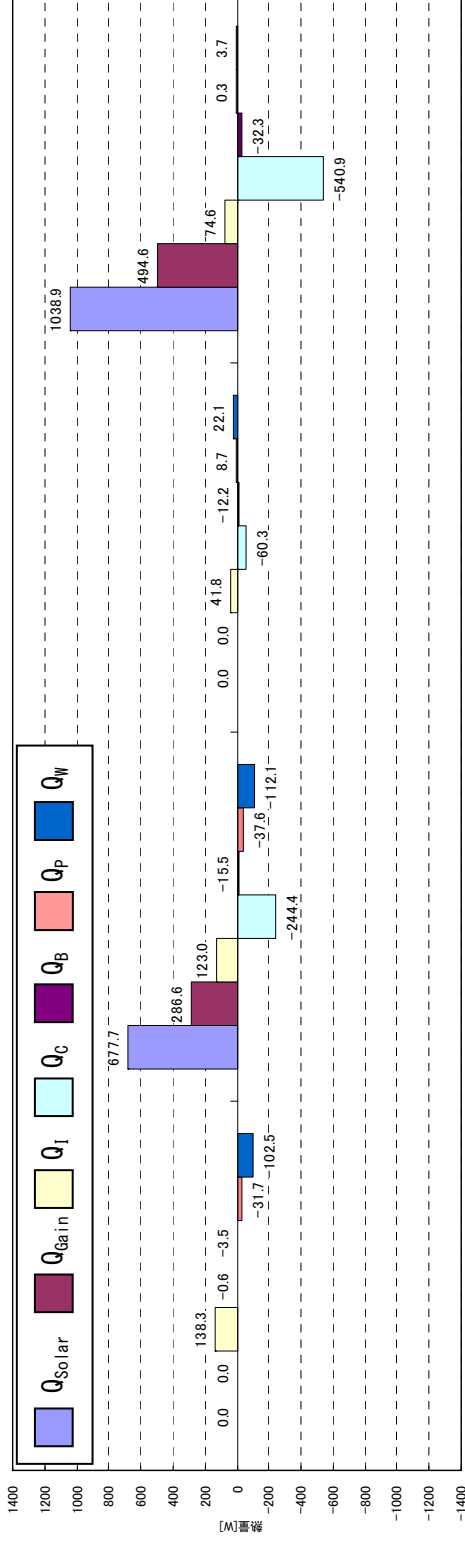


図 2.3.2-110 測定結果：普通複層＋横型ブラインド



夏 (Is=500)

夏 (Is=0) 測定の熱収支：普通複層+横型ブラインド

冬 (Is=0)

冬 (Is=300)

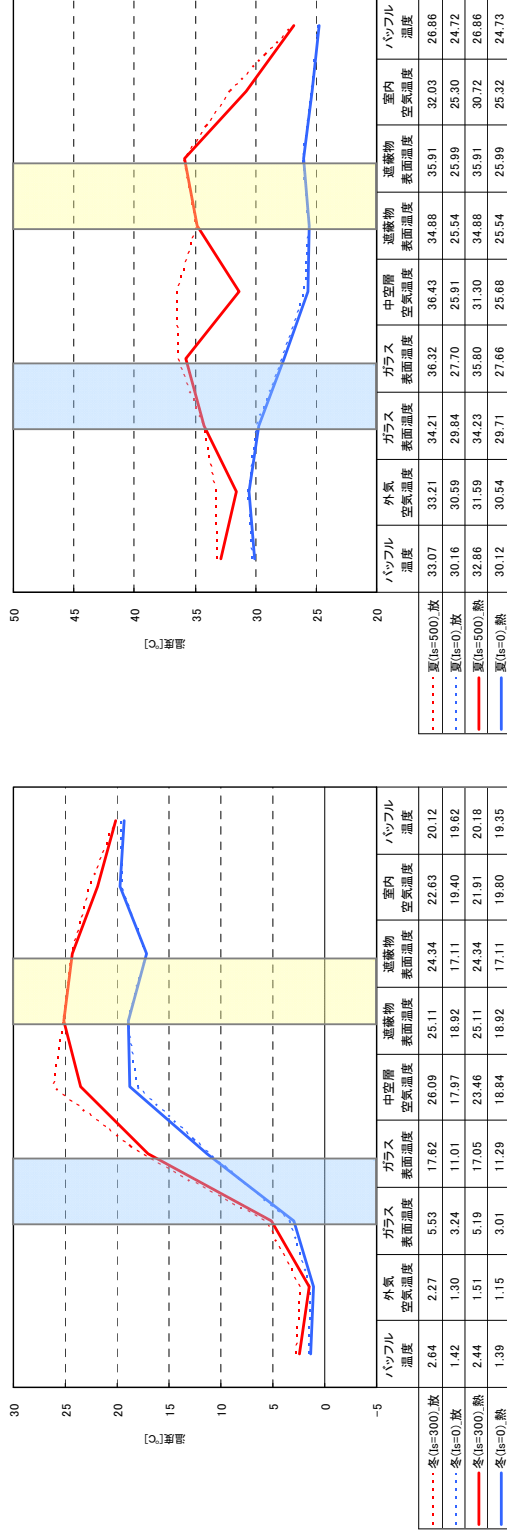
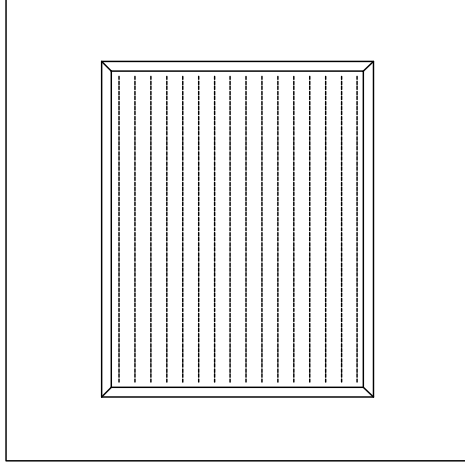


図 2.3.2-112 構成断面の測定温度 (中央1点)：普通複層+横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.7	0.41
夏期条件	1.3	0.43

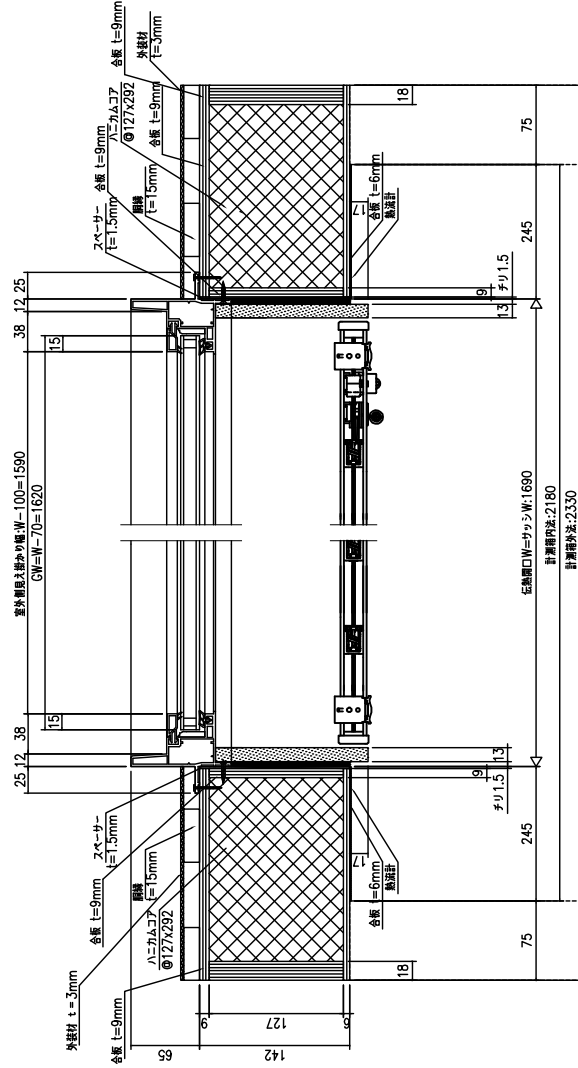
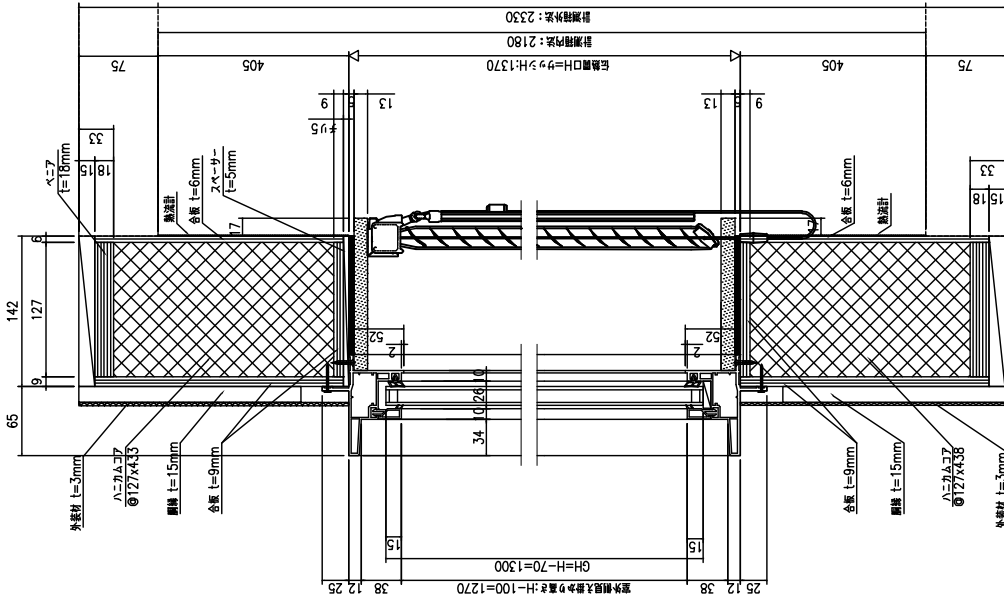


図 2.3.2-113 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 横型ブラインド

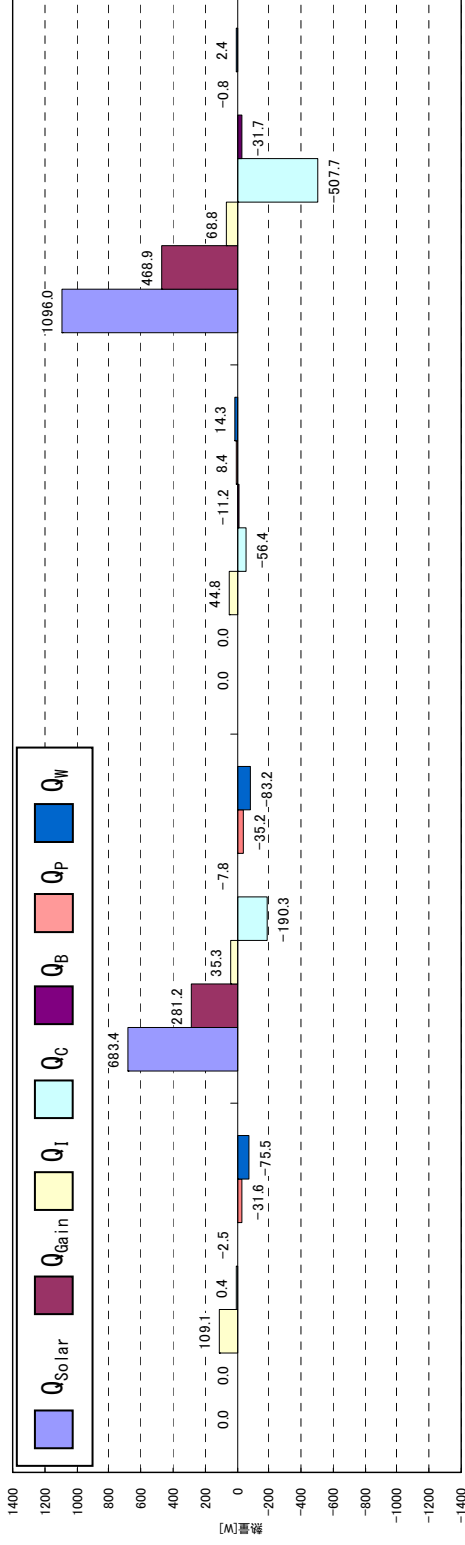


図 2.3.2-114 測定熱収支: Low-E 複層 (CVD 型#2) + 横型ブラインド

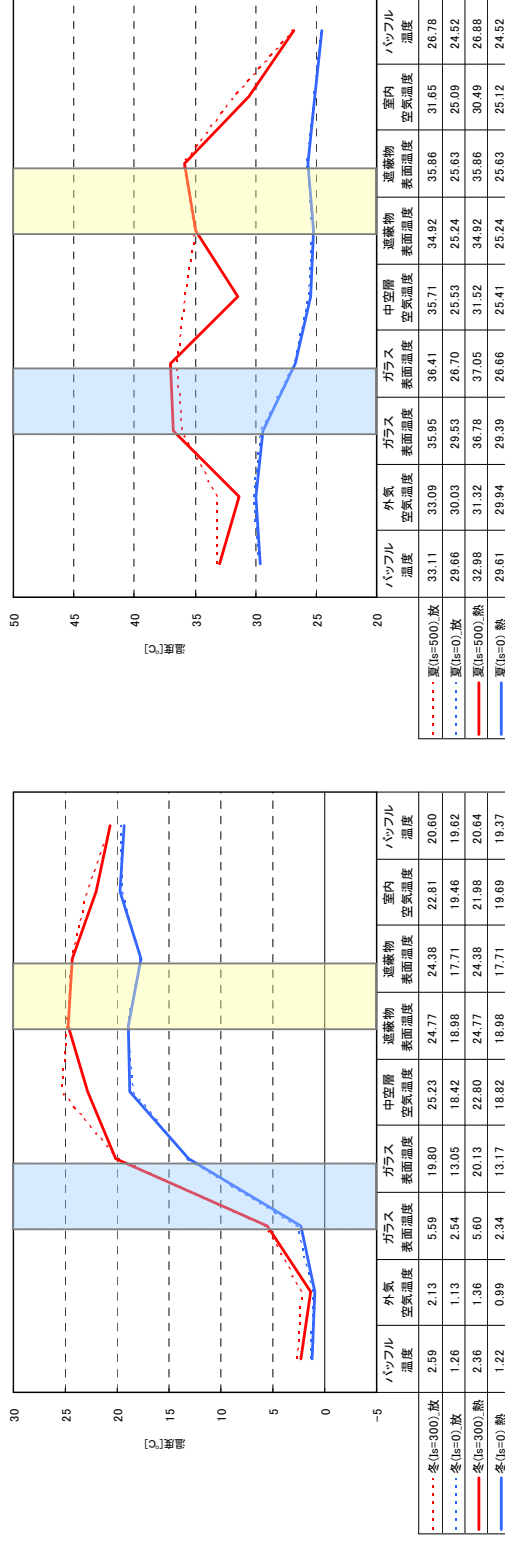
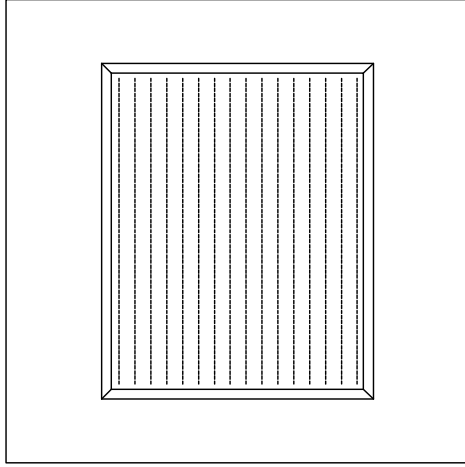


図 2.3.2-115 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (CVD 型#2) + 横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#3) (FL3+A12+*NFL3LE3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.8
夏期条件	1.2
	0.46
	0.49

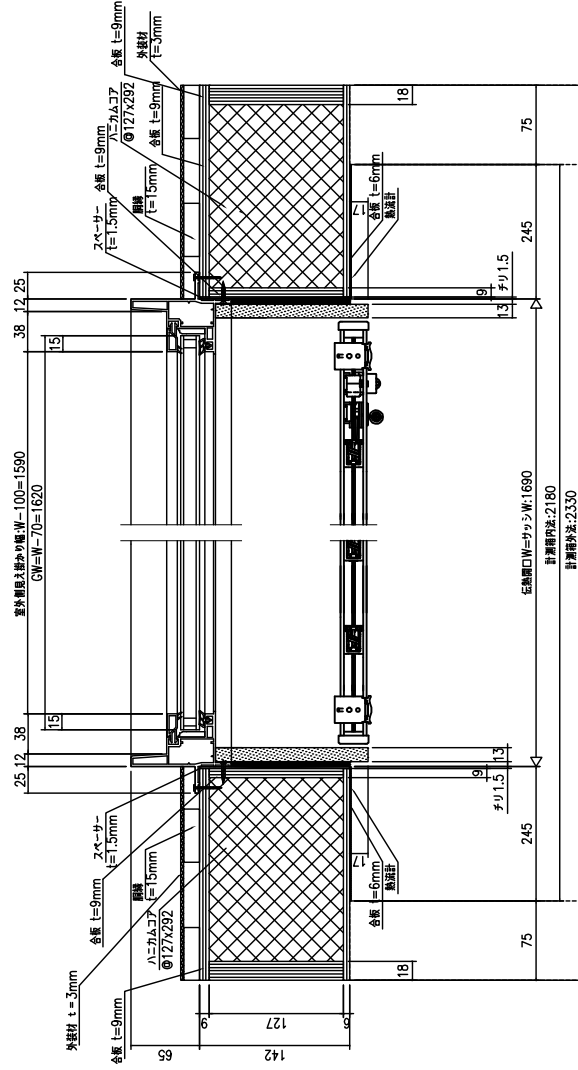
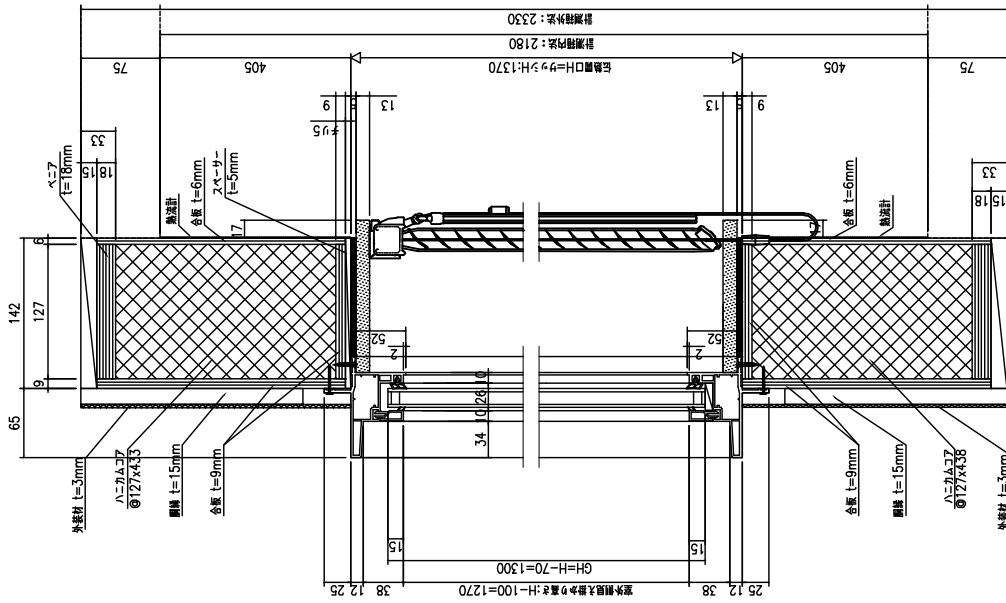


図 2.3.2-116 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#3) + 横型ブラインド



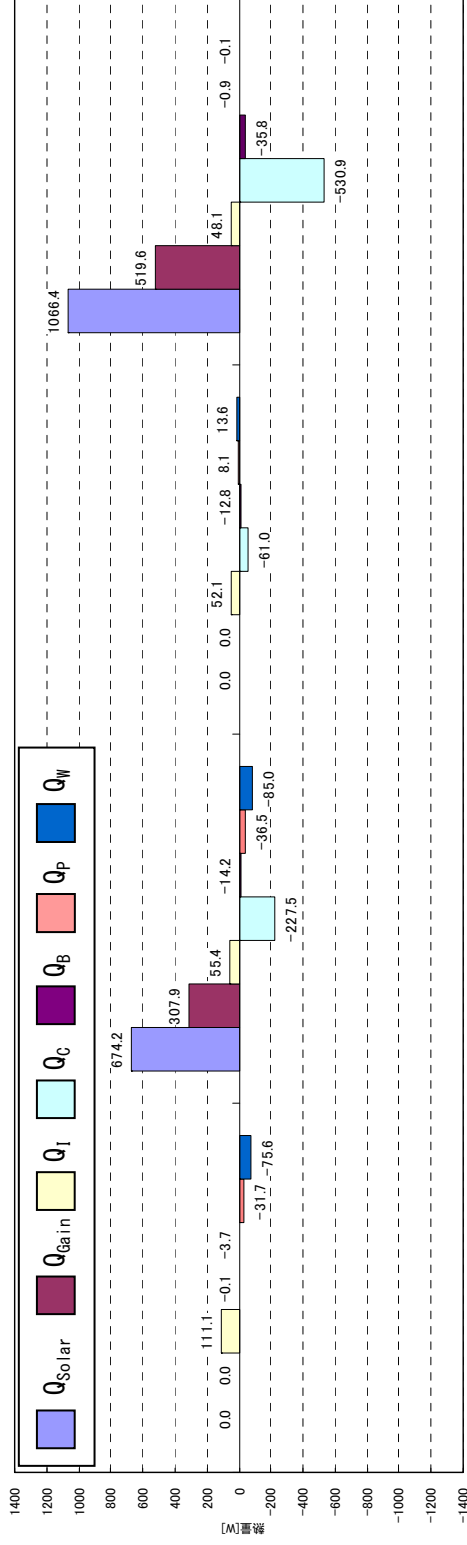


図 2.3.2-117 測定熱収支: Low-E 複層 (CVD 型#3) + 横型ブラインド

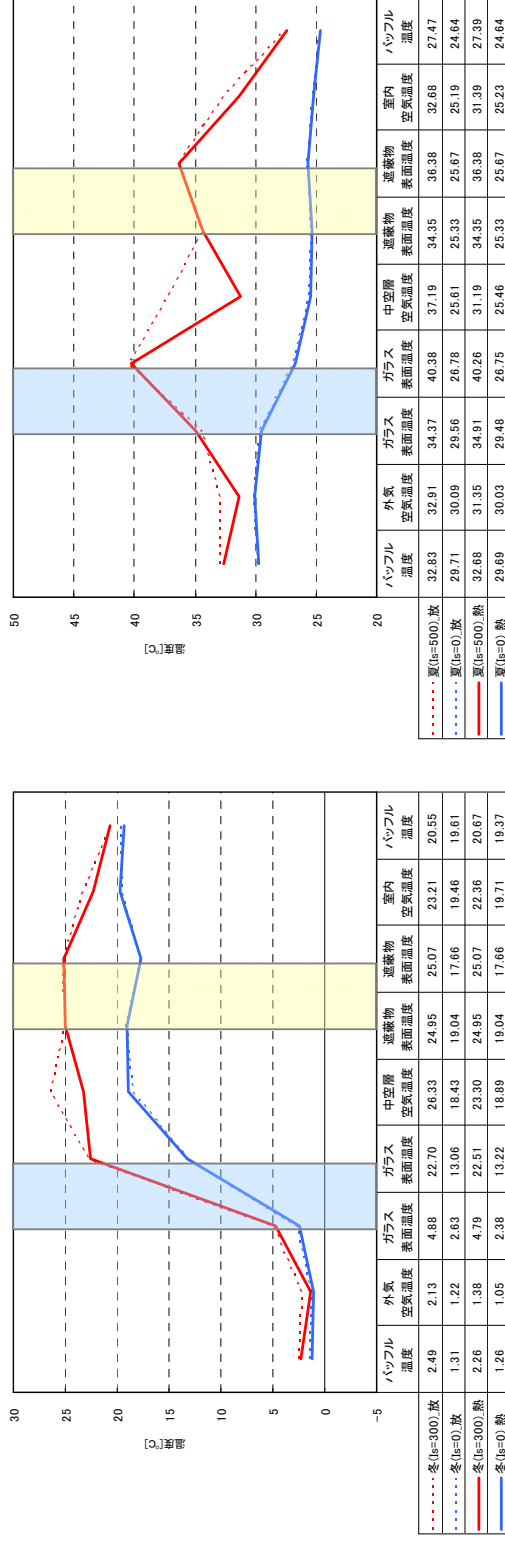
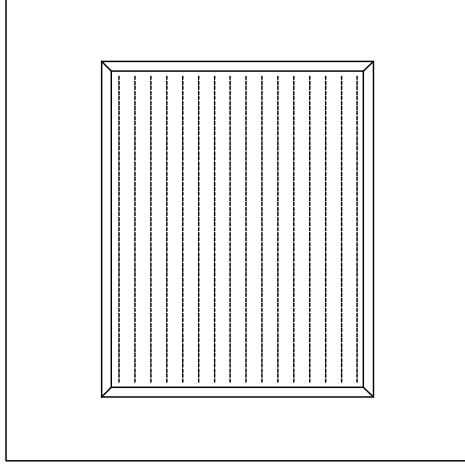


図 2.3.2-118 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (CVD 型#3) + 横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#2) (RSFL3AW6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	7 値
冬期条件	0.35
夏期条件	0.36

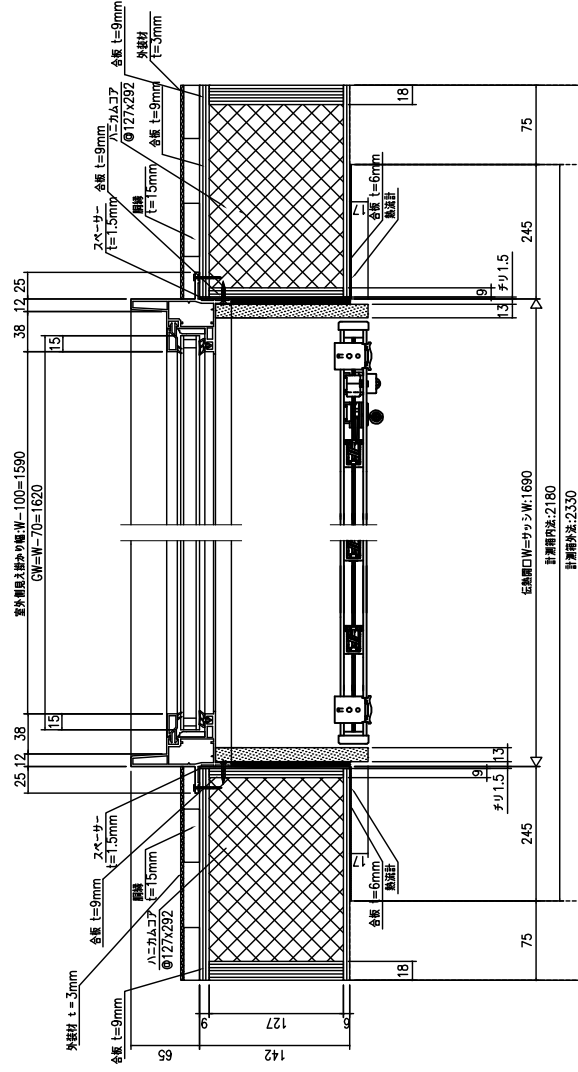
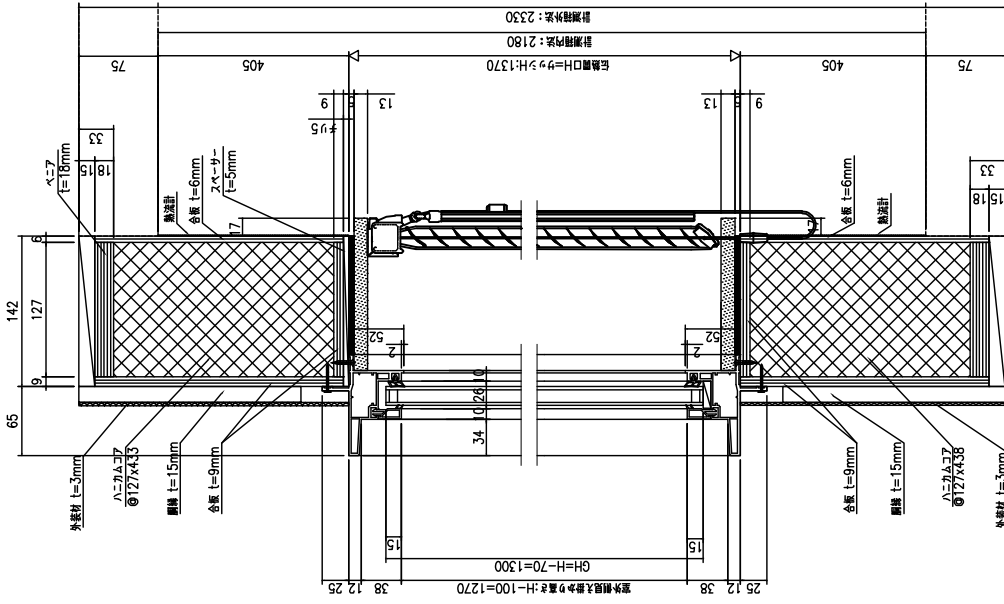


図 2.3.2-119 測定結果：Low-E複層(銀1層#2) + 横型ブラインド

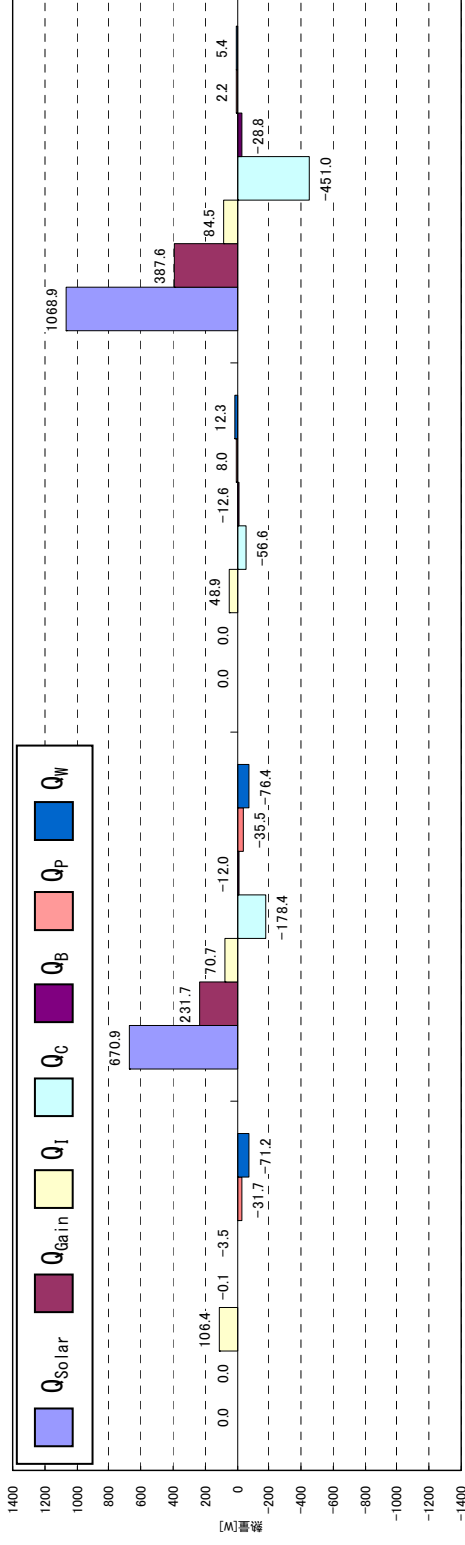


図 2.3.2-120 測定熱収支：Low-E複層(銀1層#2) + 横型ブラインド

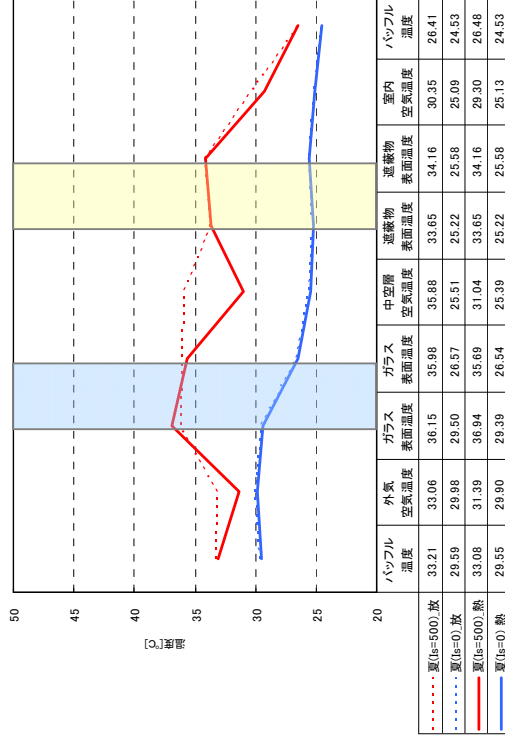
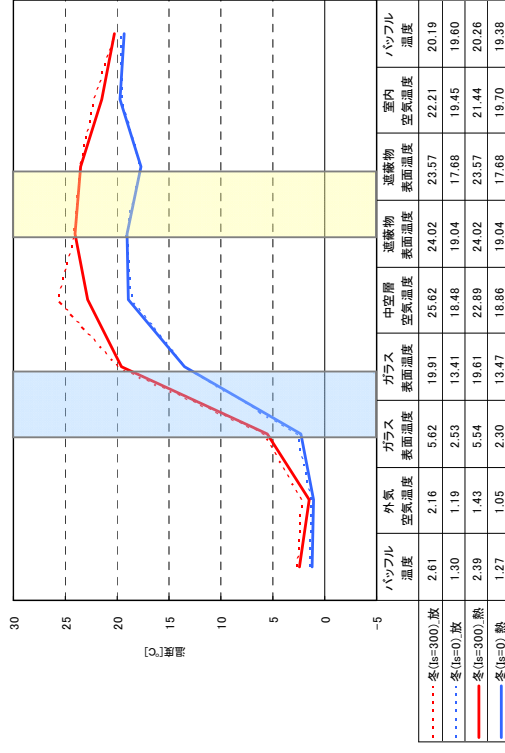
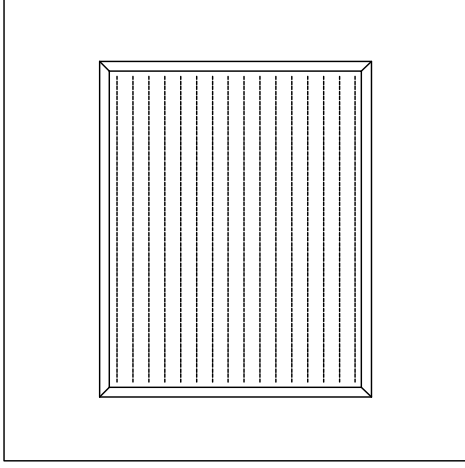


図 2.3.2-121 構成断面の測定温度 (中央1点)：Low-E複層(銀1層#2) + 横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#3) (FL3+A12+*RSFL3AW6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	1.7
夏期条件	1.1
	0.43

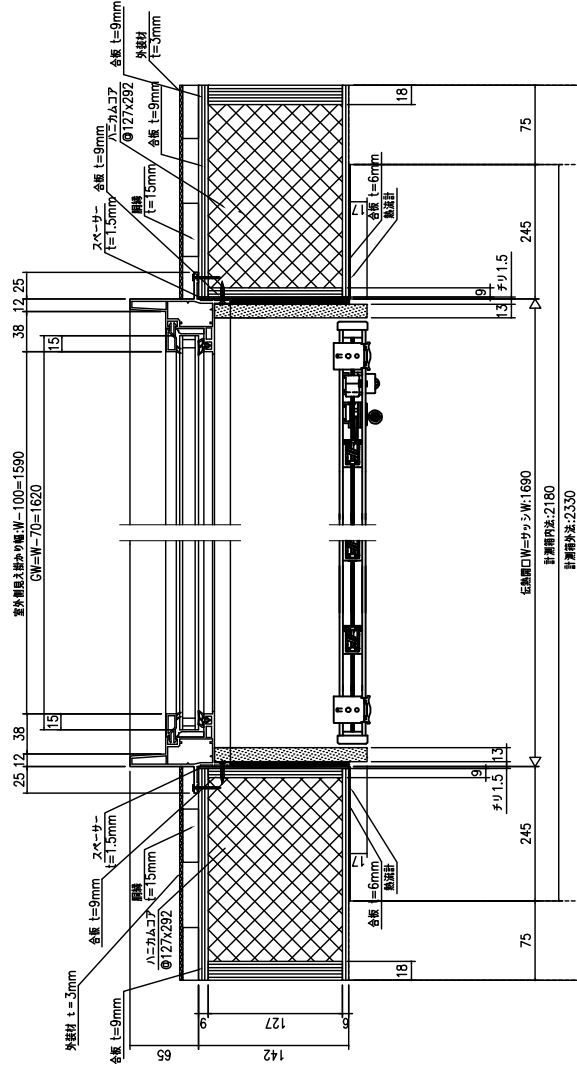
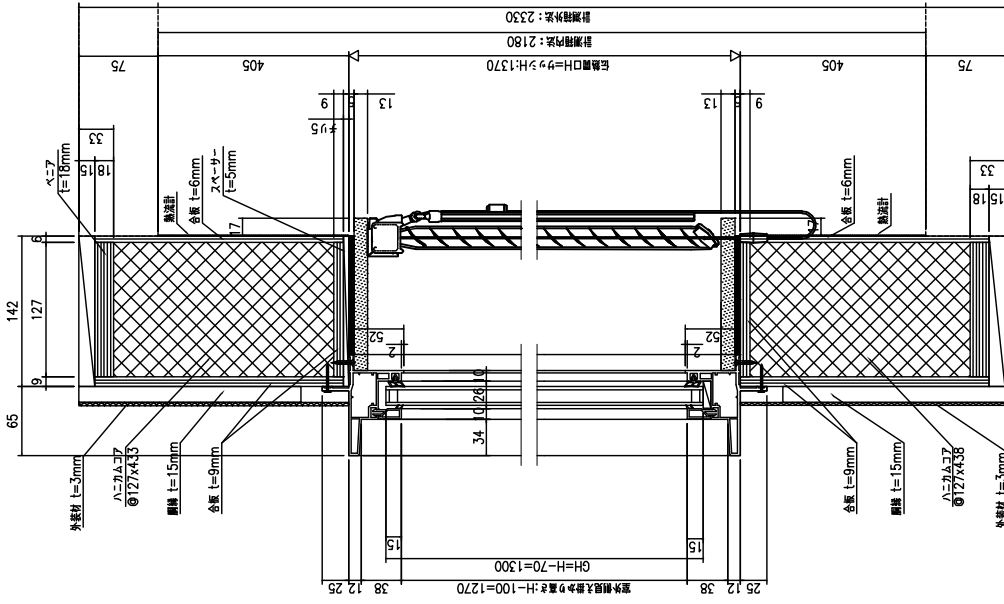
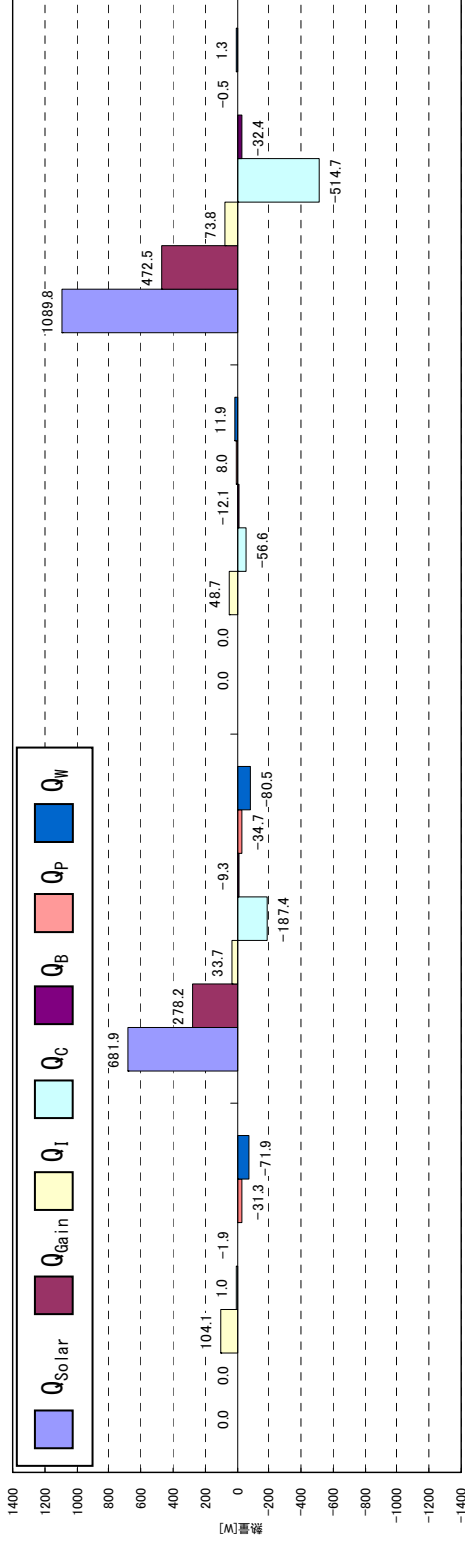


図 2.3.2-122 測定結果：Low-E複層(銀1層#3) + 横型ブラインド



夏(is=500)

夏(is=0)

冬(is=300)

冬(is=0)

図 2.3.2-123 測定の熱収支：Low-E複層(銀1層#3)＋横型ブラインド

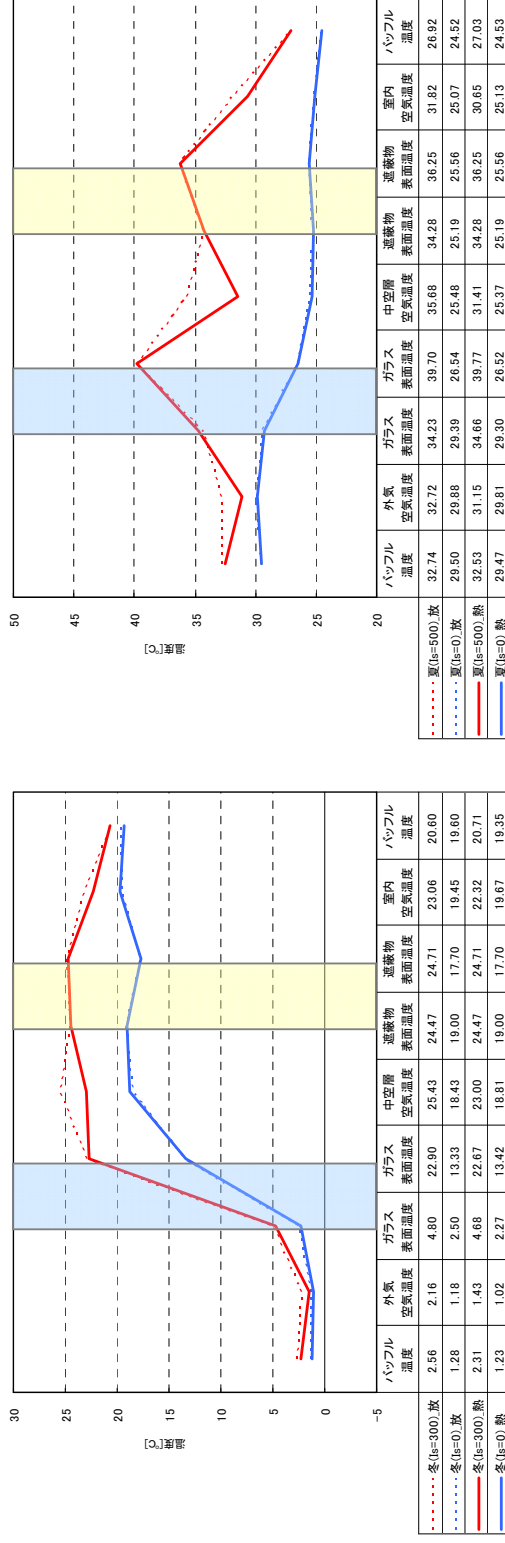
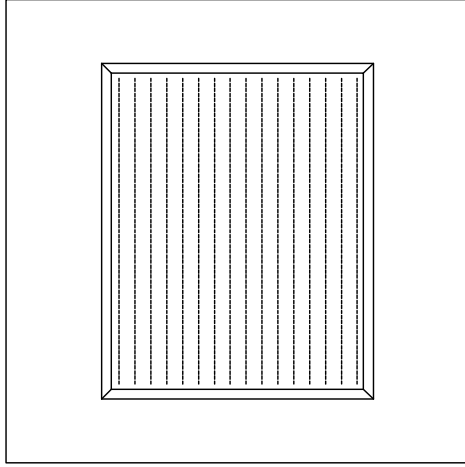


図 2.3.2-124 構成断面の測定温度 (中央1点)：Low-E複層(銀1層#3)＋横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	7 値
冬期条件	1.6
夏期条件	1.1
夏期条件	0.28

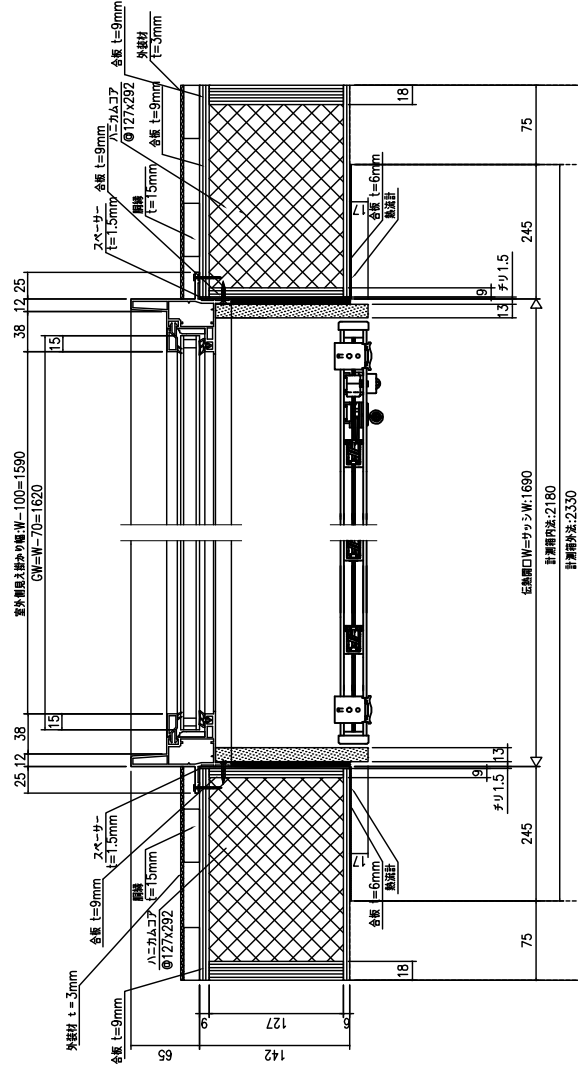
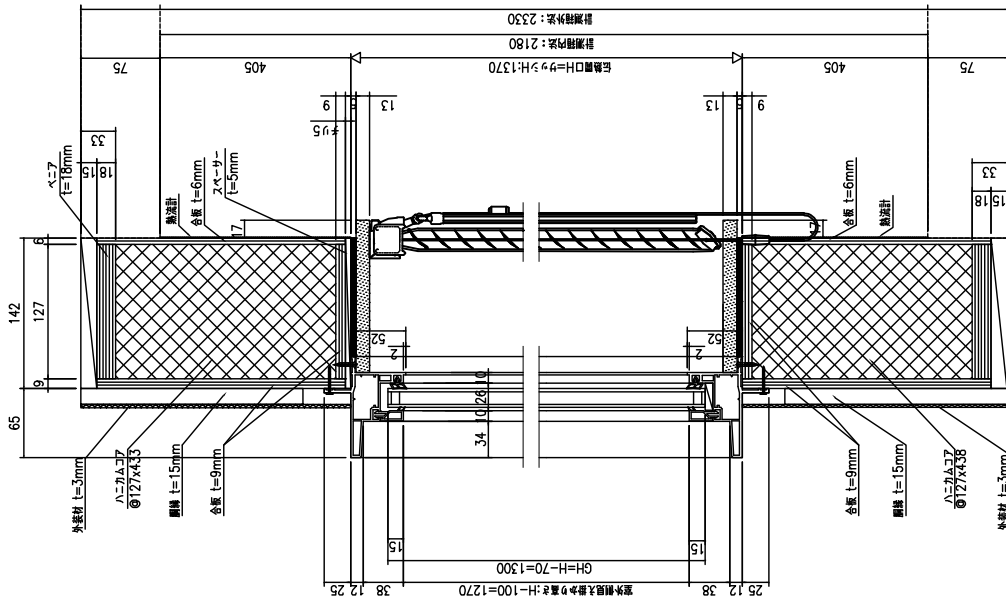


図 2.3.2-125 測定結果：Low-E複層(銀2層#2) + 横型ブラインド

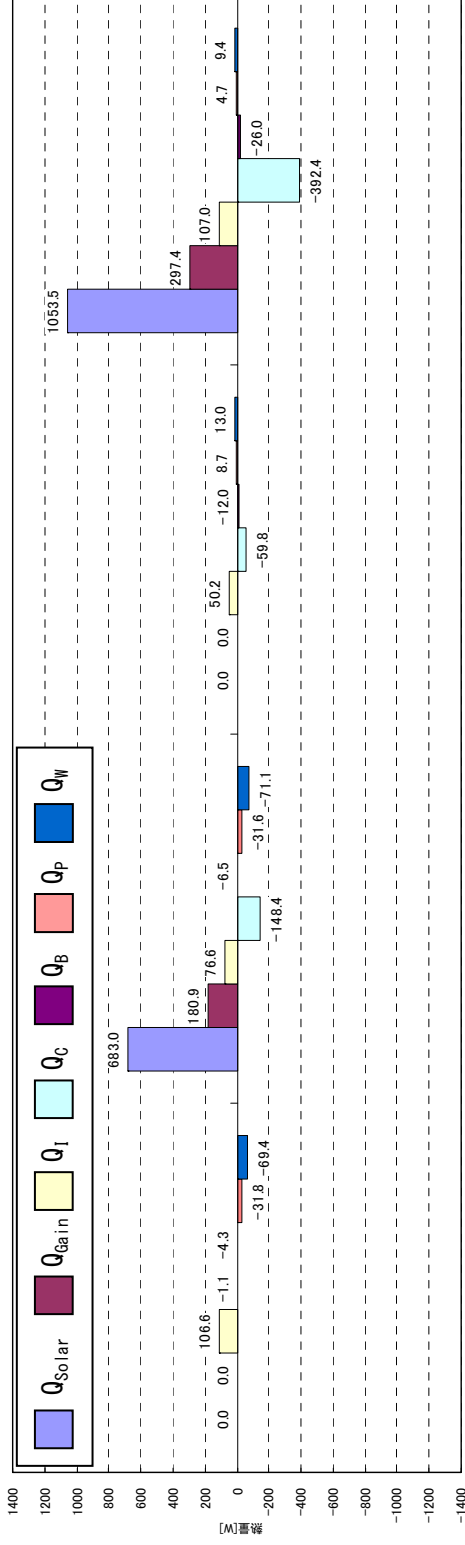


図 2.3.2-126 測定熱収支: Low-E 複層 (銀 2 層 #2) + 横型ブラインド

冬 (ts=0)      冬 (ts=300)      夏 (ts=0)      夏 (ts=500)

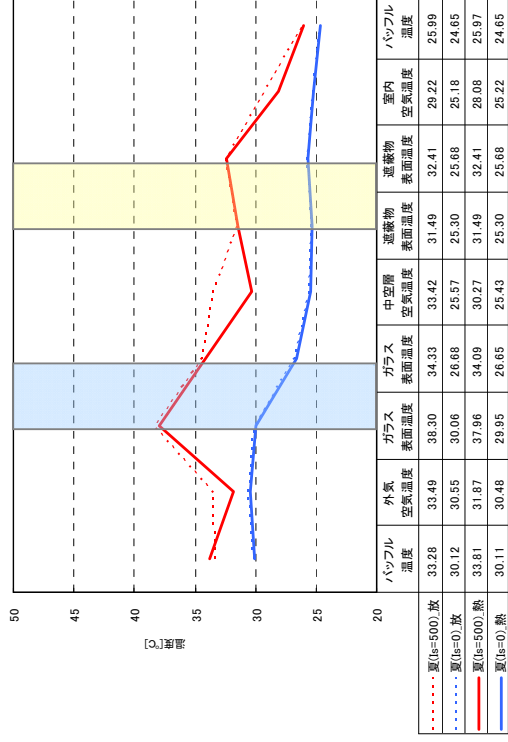
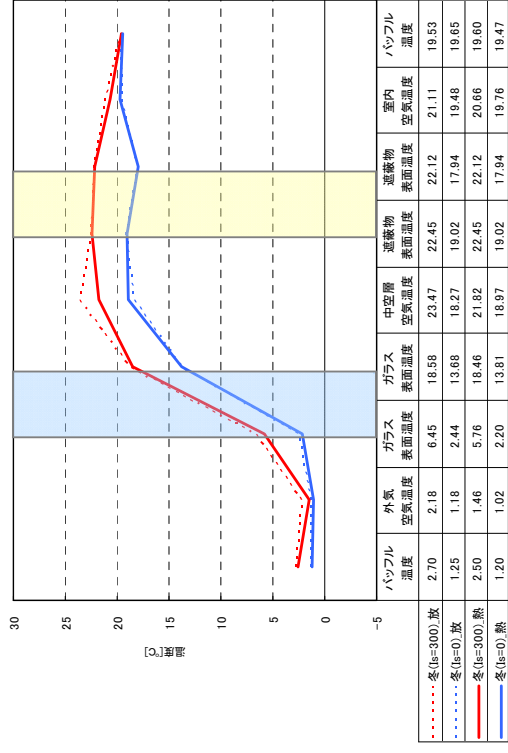
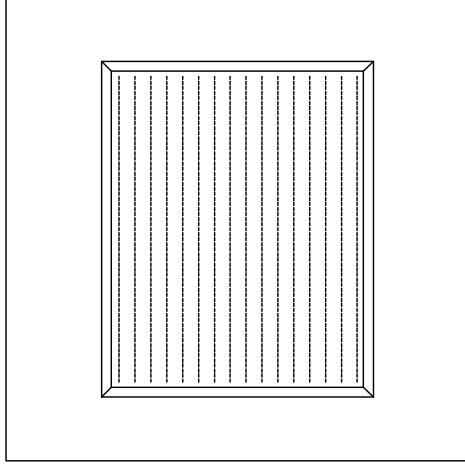


図 2.3.2-127 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (銀 2 層 #2) + 横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#3) (FL3+A12+*RSFL3AG6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	7 値
冬期条件	1.6
夏期条件	1.1
夏期条件	0.37

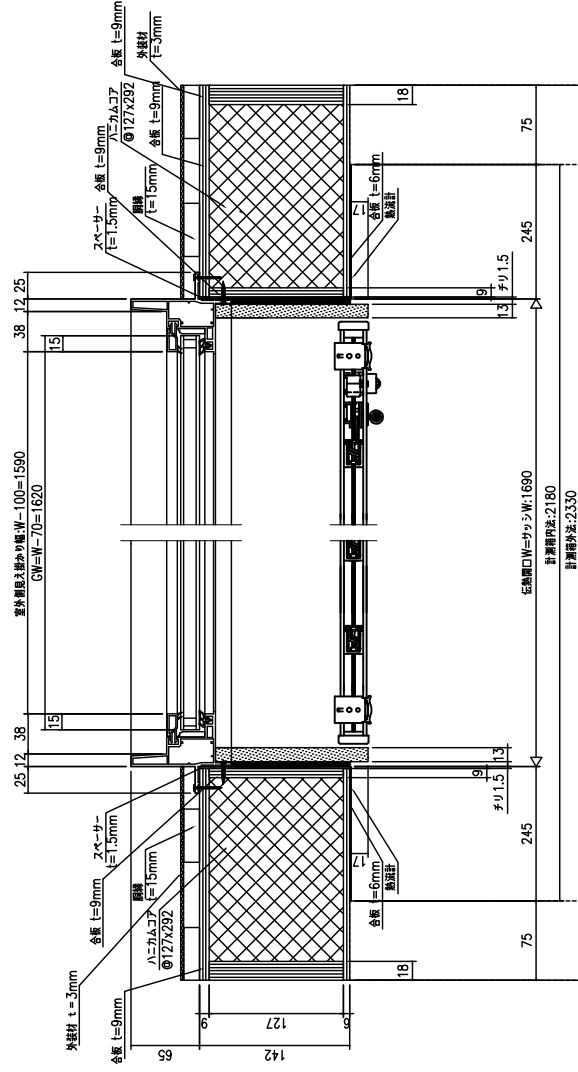
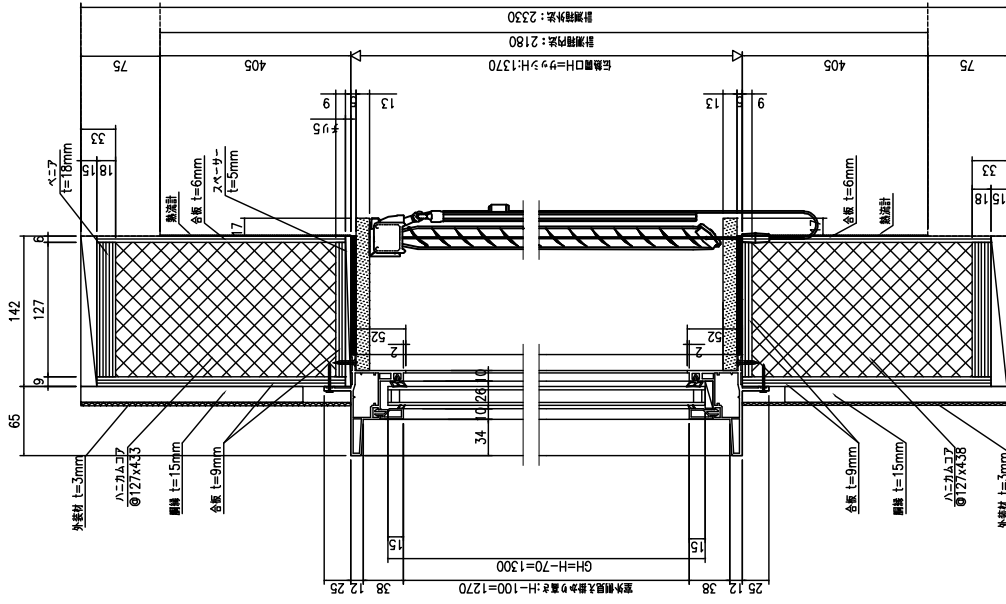
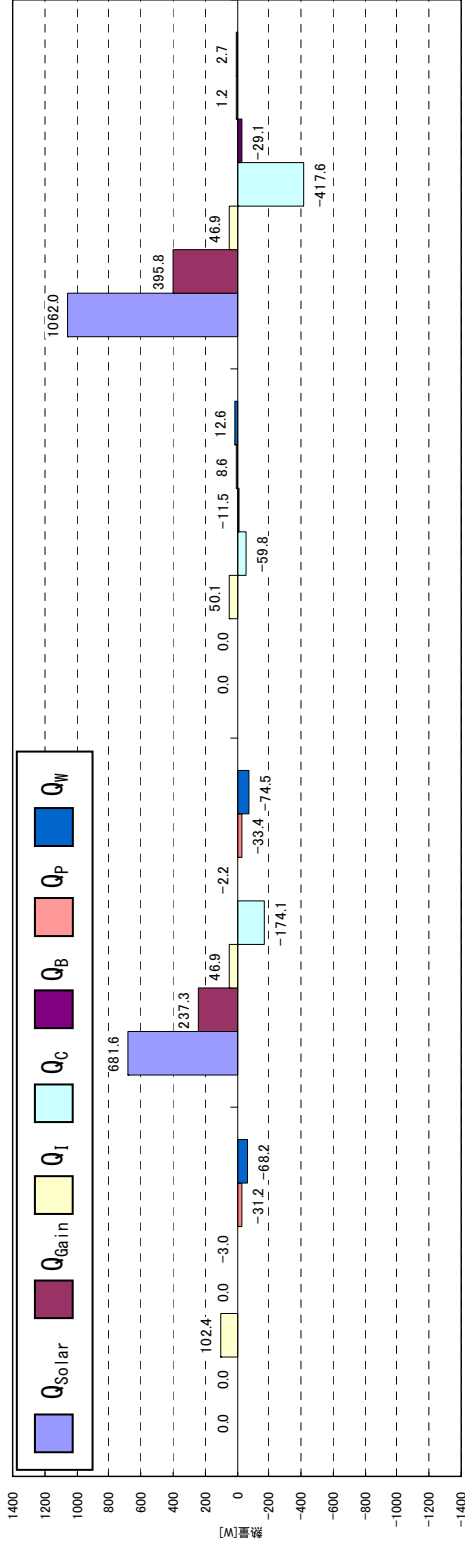


図 2.3.2-128 測定結果：Low-E複層(銀2層#3) + 横型ブラインド





冬 (Is=0) 冬 (Is=300) 測定熱収支: Low-E 複層 (銀 2 層 #3) + 横型ブラインド 夏 (Is=500)

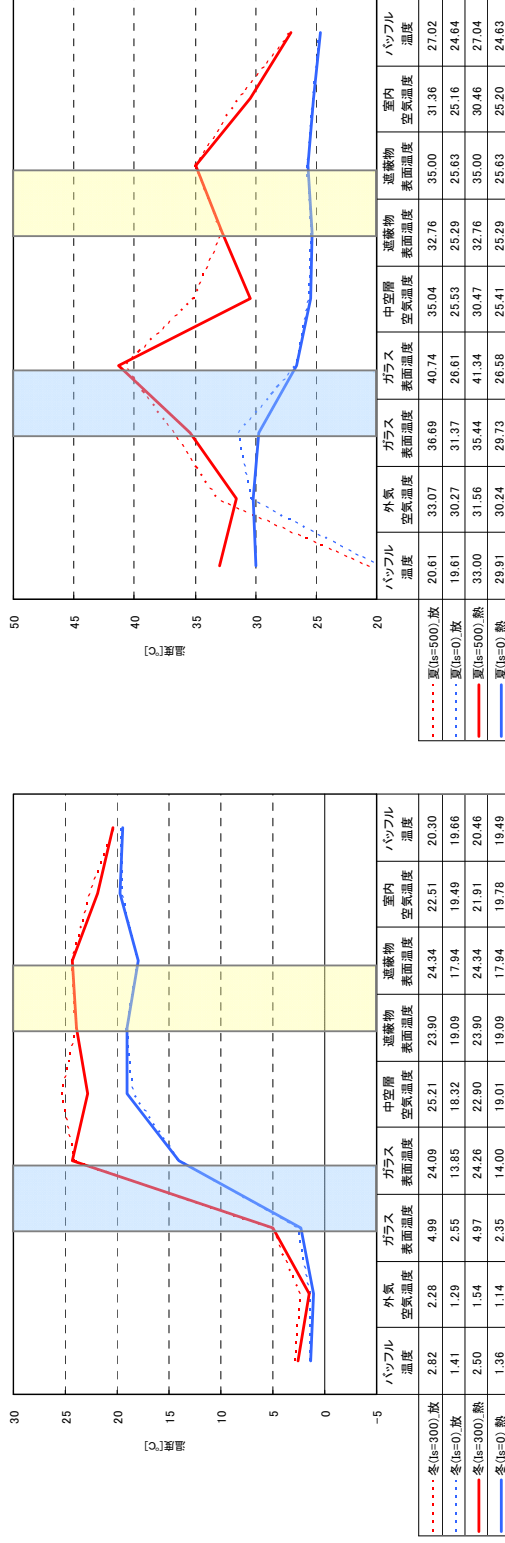
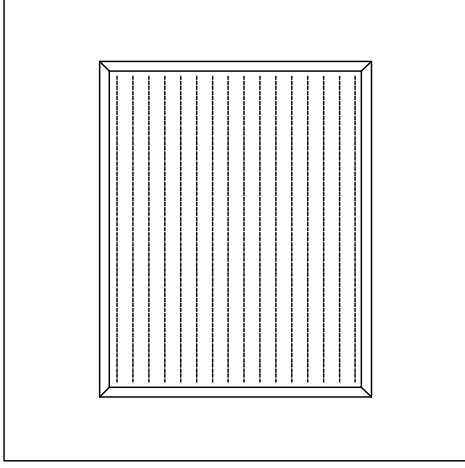


図 2.3.2-130 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (銀 2 層 #3) + 横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	真空複層ガラス (RSFL3AKK+A9+FL3+V+HRSFL3SH)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	横型ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η値
冬期条件	0.9
夏期条件	0.5

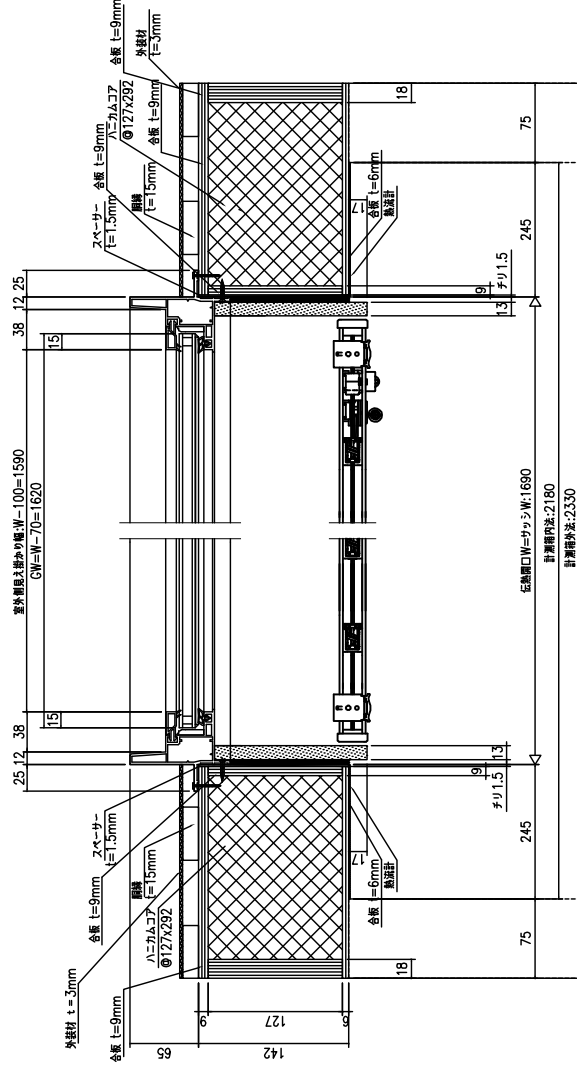
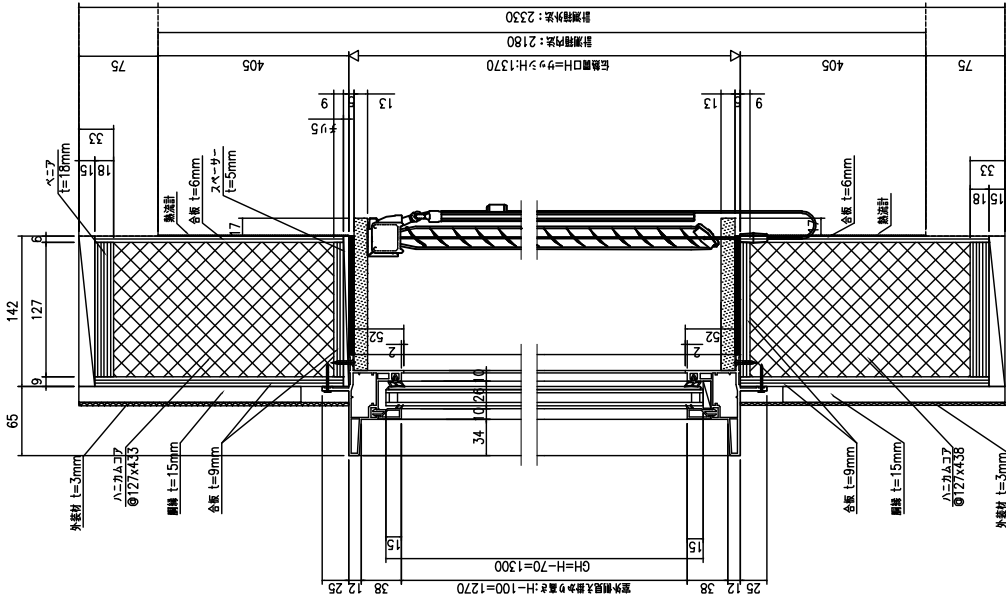
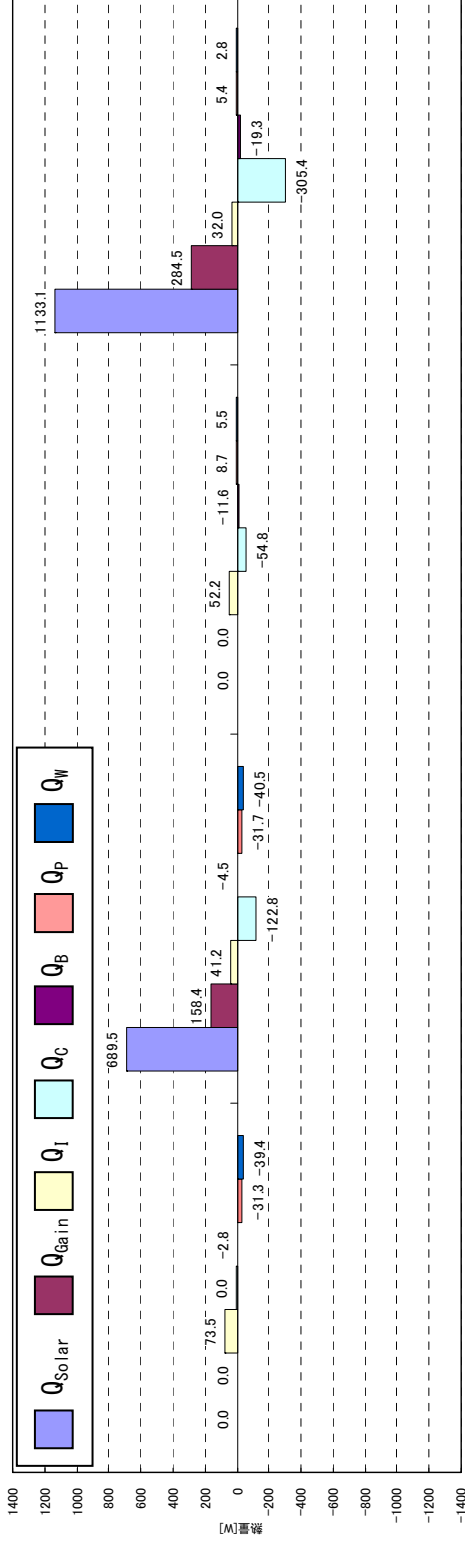


図 2.3.2-131 測定結果：真空複層＋横型ブラインド



夏(is=500)

冬(is=300)

図 2.3.2-132 測定の熱収支：真空複層+横型ブラインド

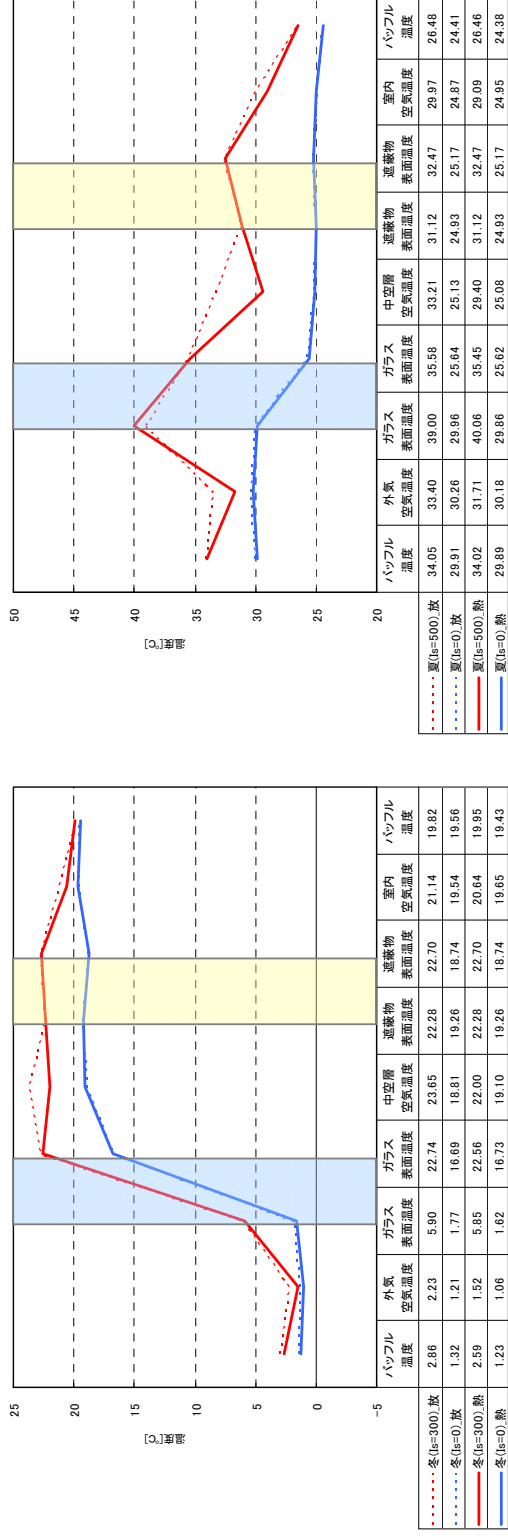
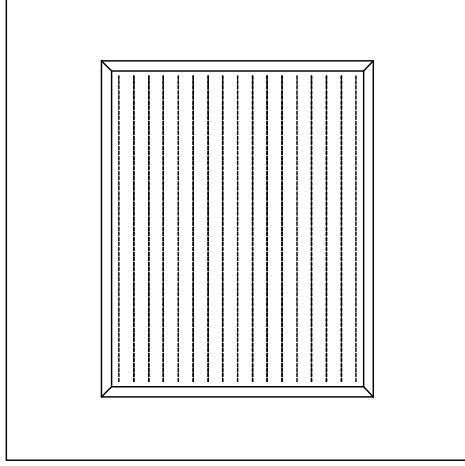


図 2.3.2-133 構成断面の測定温度 (中央1点)：真空複層+横型ブラインド

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	高遮蔽ブラインド (アイボリー)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.50
夏期条件	0.51

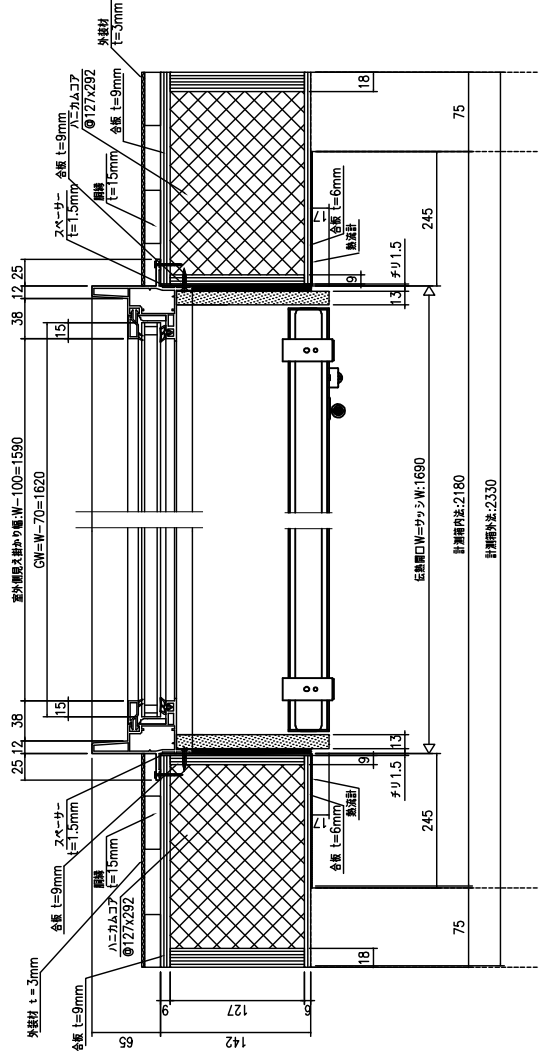
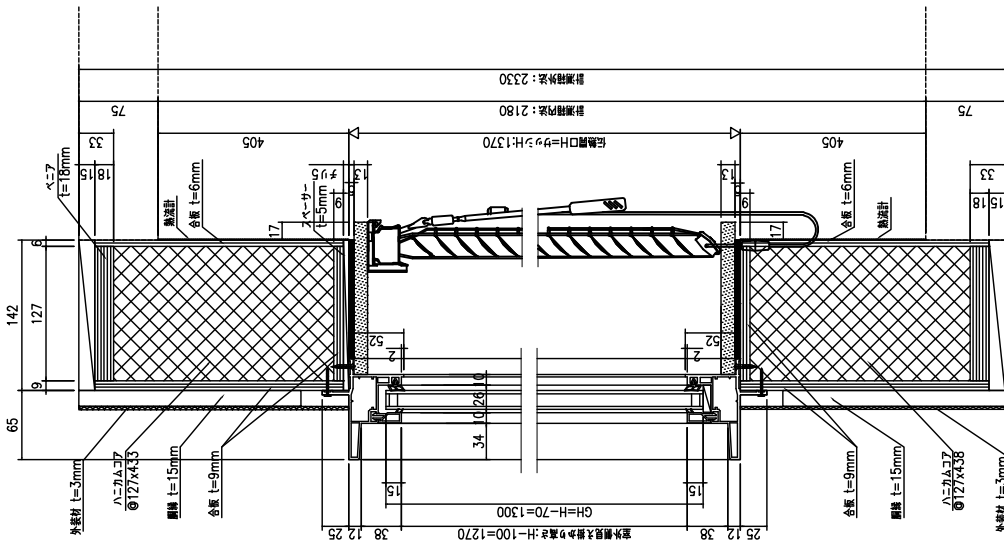


図 2.3.2-134 測定結果：普通複層＋高遮蔽ブラインド

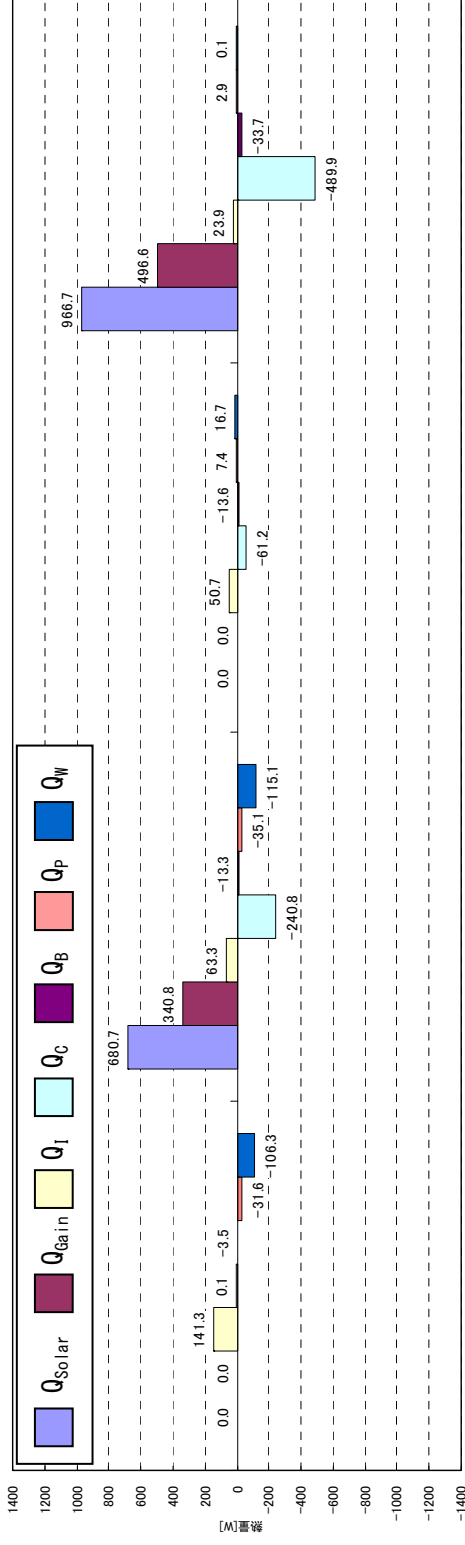


図 2.3.2-135 測定熱収支：普通複層＋高遮蔽ブラインド

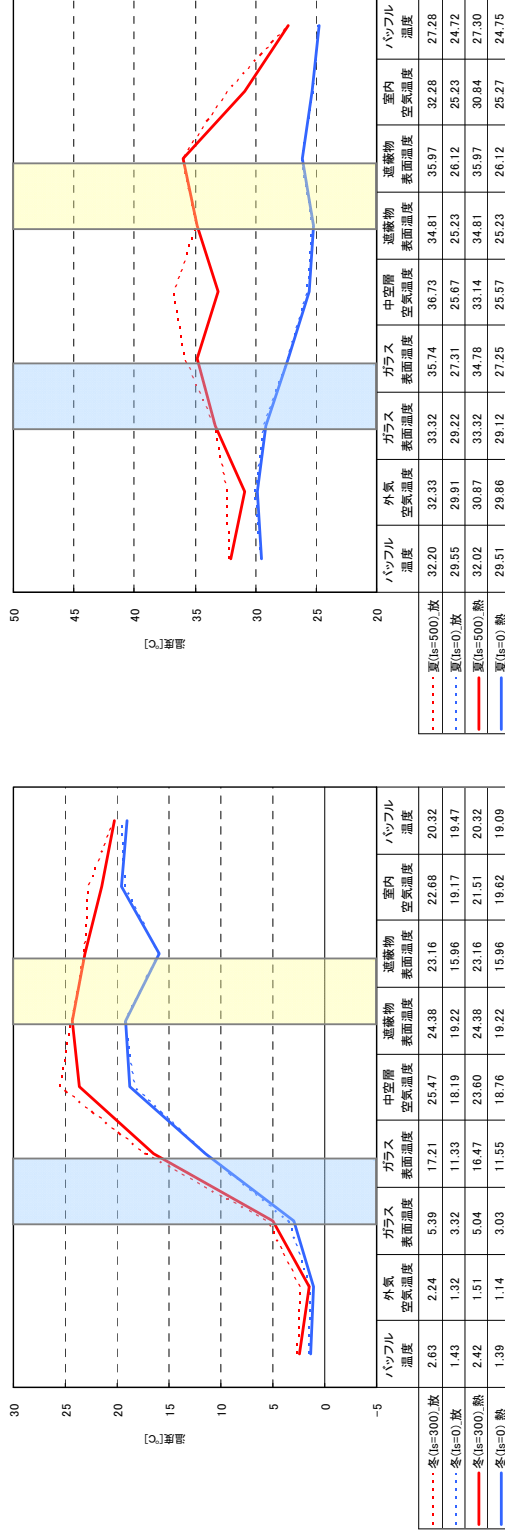
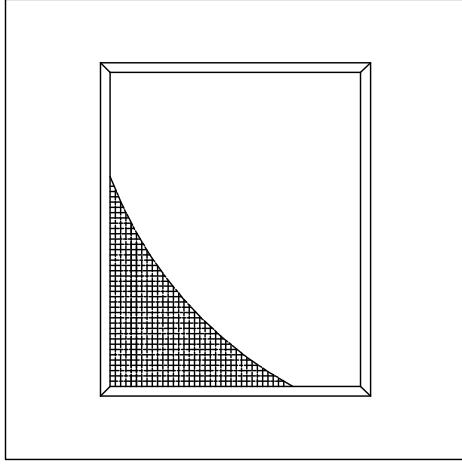


図 2.3.2-136 構成断面の測定温度 (中央1点)：普通複層＋高遮蔽ブラインド

【外観図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	U値
冬期条件	2.4
夏期条件	1.5
冬期条件	0.41
夏期条件	0.42

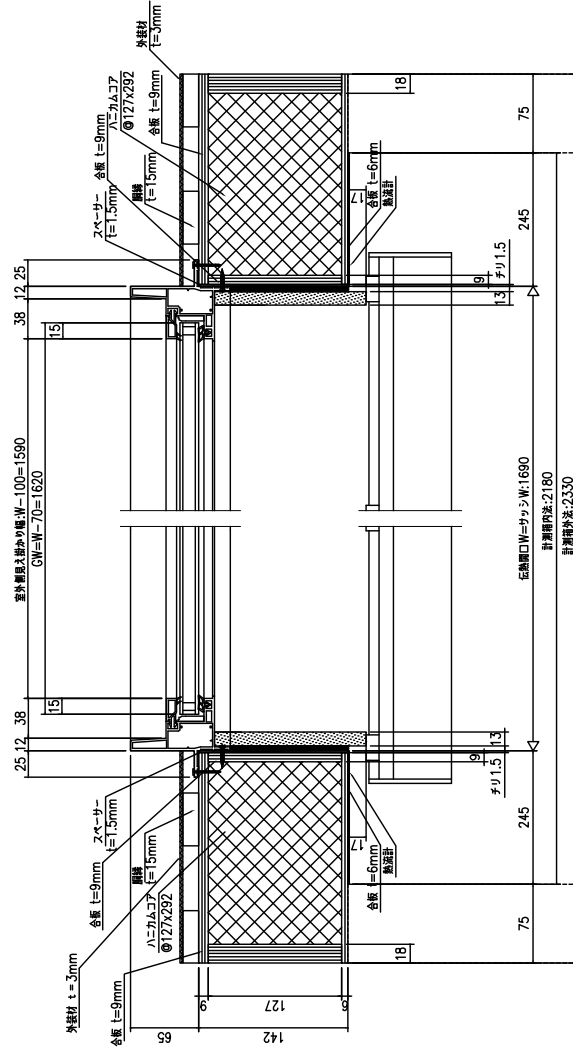
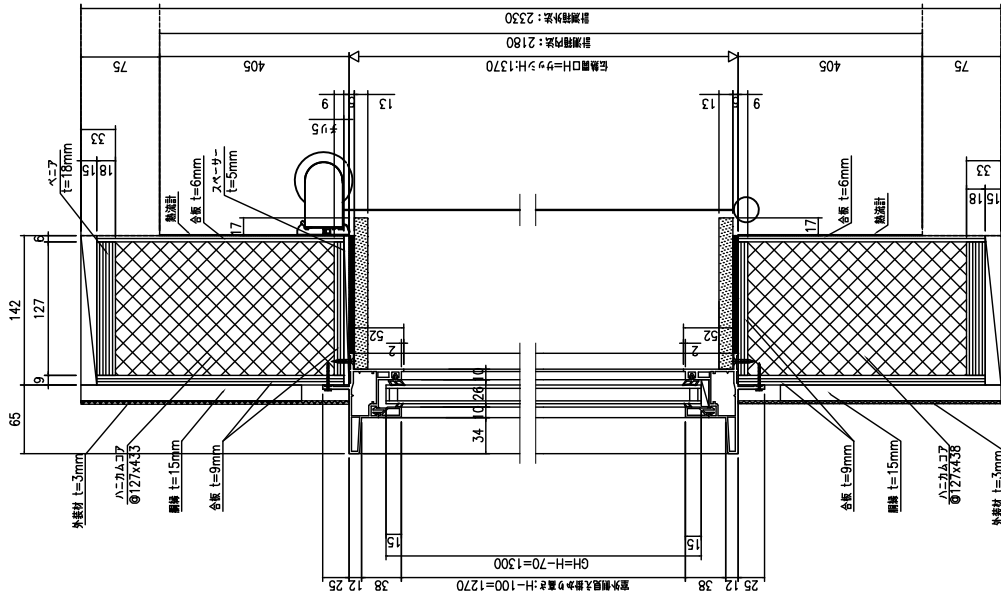


図 2.3.2-137 測定結果：普通複層＋内付ロールスクリーン

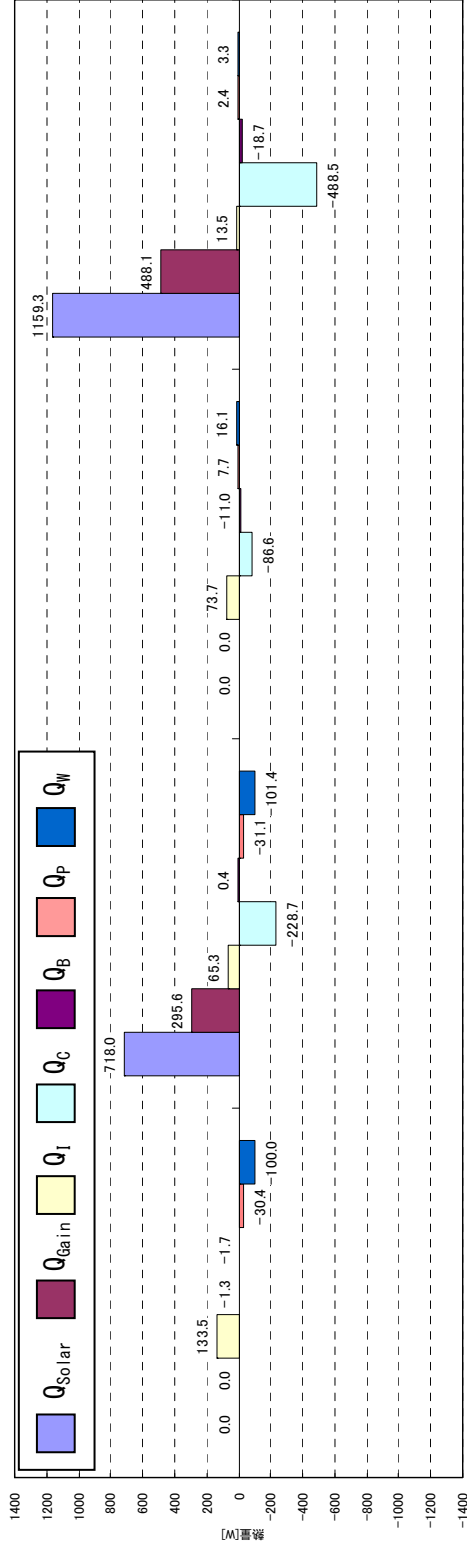
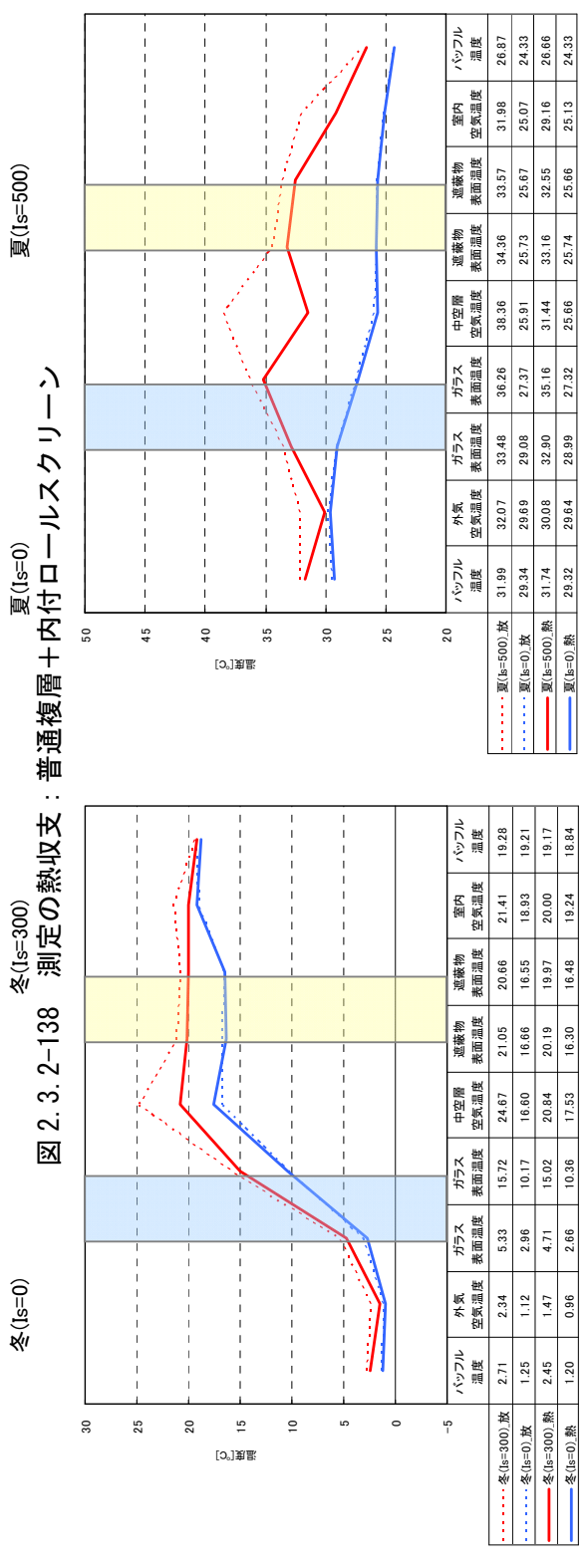
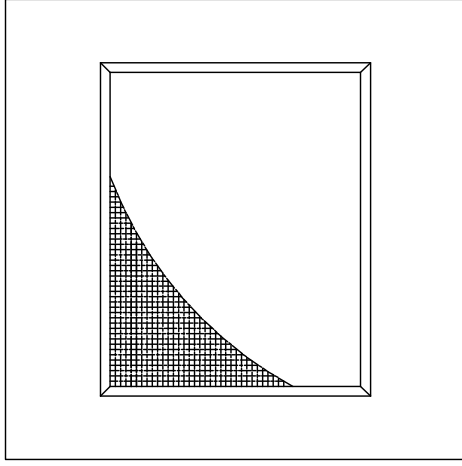


図 2.3.2-138 測定の熱収支：普通複層＋内付ロールスクリーン

図 2.3.2-139 構成断面の測定温度（中央 1 点）：普通複層＋内付ロールスクリーン



【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.7	0.37
夏期条件	1.2	0.39

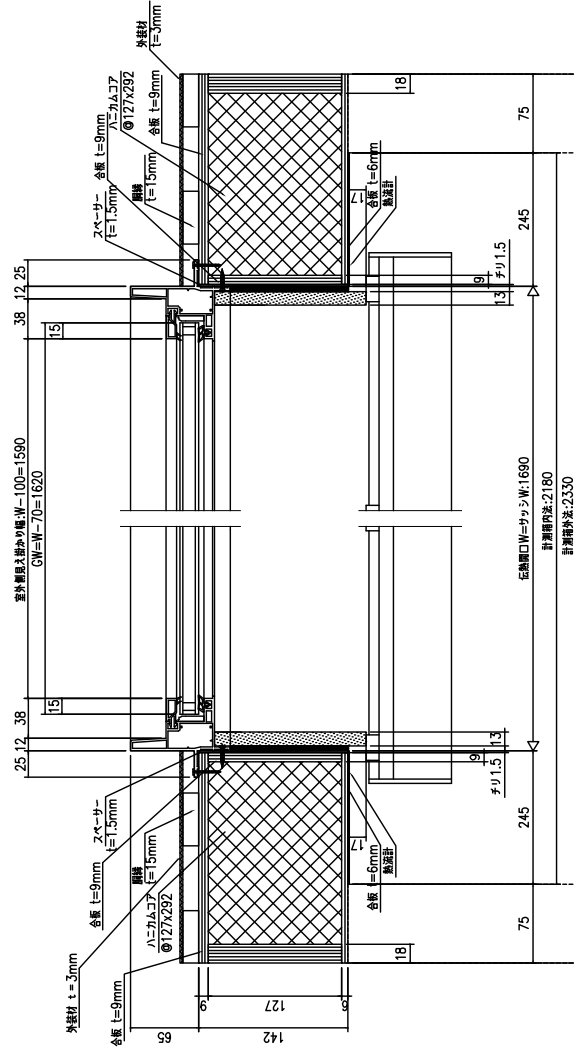
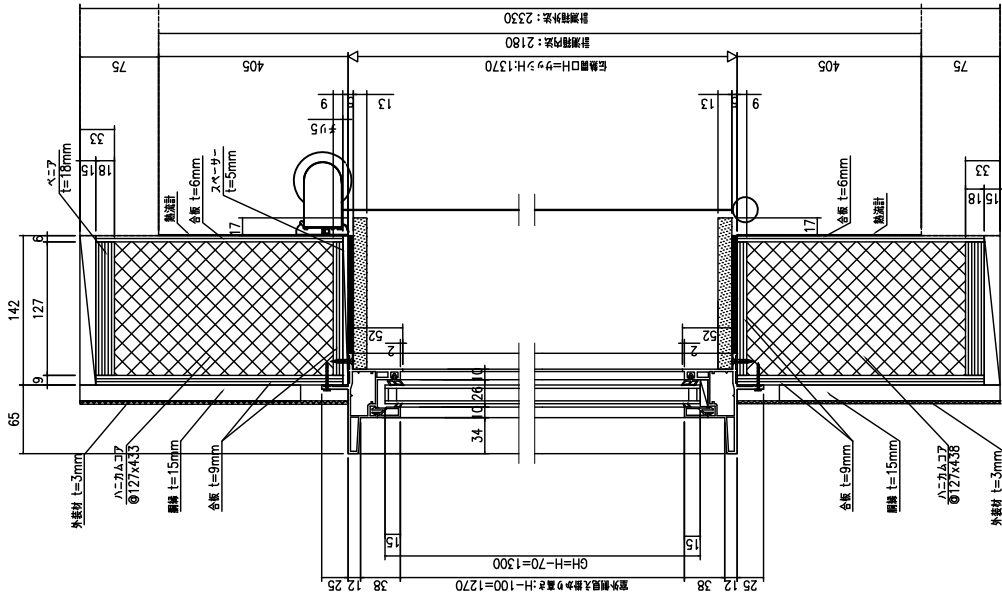
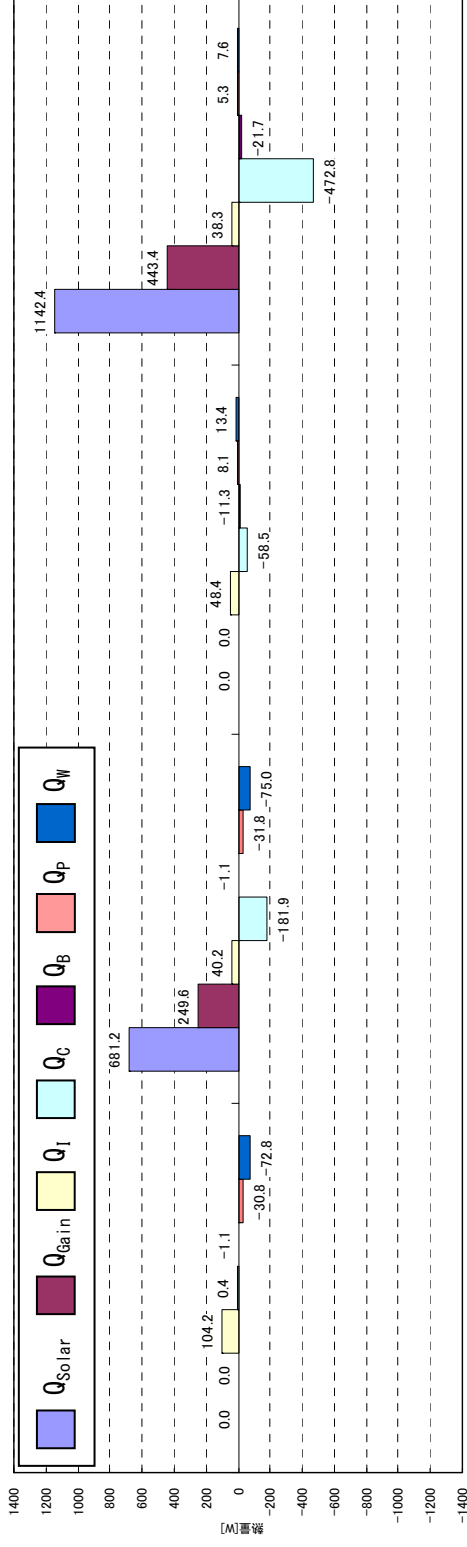


図 2.3.2-140 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 内付ロールスクリーン





冬(is=0) 冬(is=300) 夏(is=0) 夏(is=500) 測定熱収支: Low-E複層(CVD型#2) + 内付ロールスクリーン

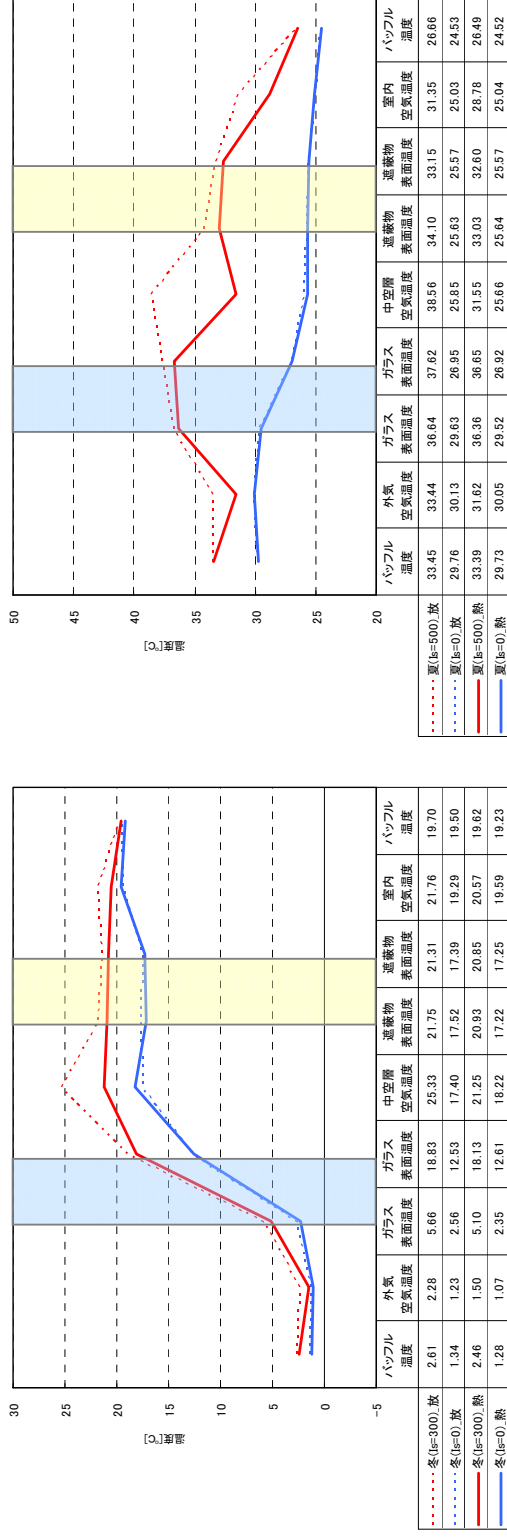
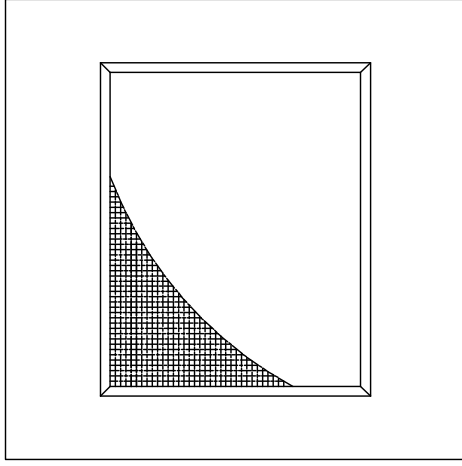


図 2.3.2-142 構成断面の測定温度 (中央1点): Low-E複層(CVD型#2) + 内付ロールスクリーン

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#3) (FL3+A12+*NFL3LE3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリアム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.41
夏期条件	0.43

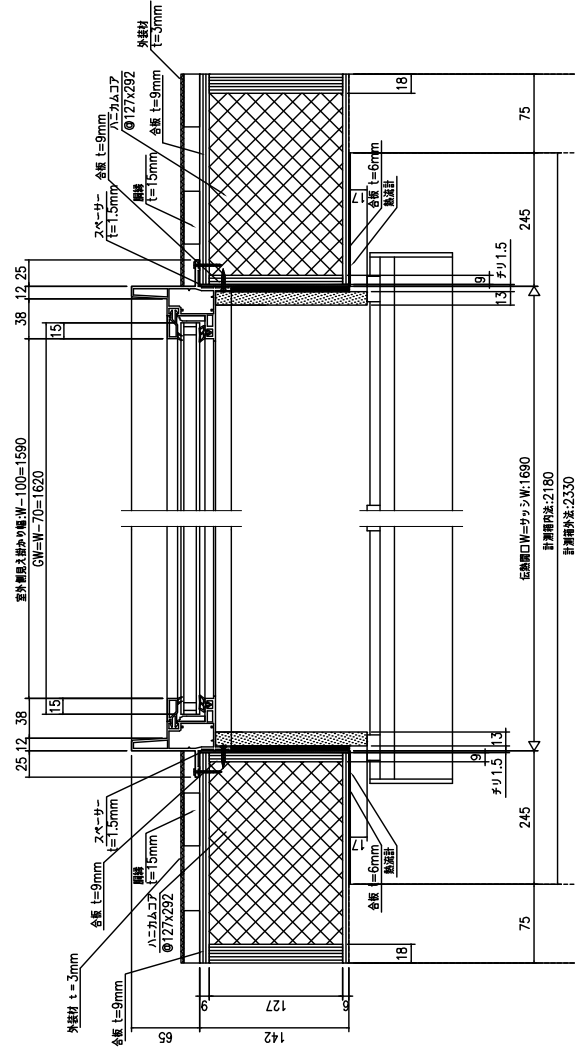
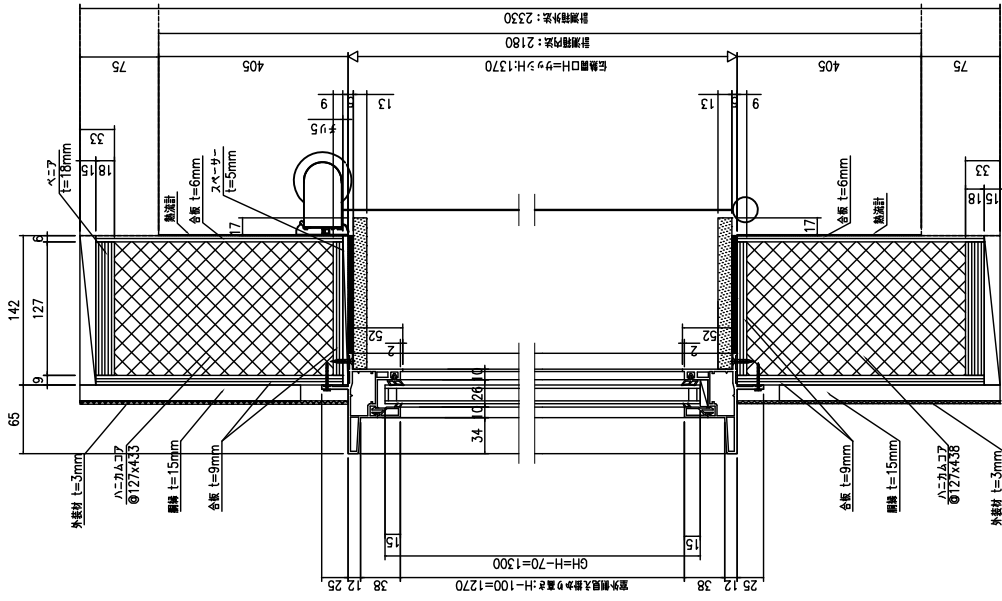
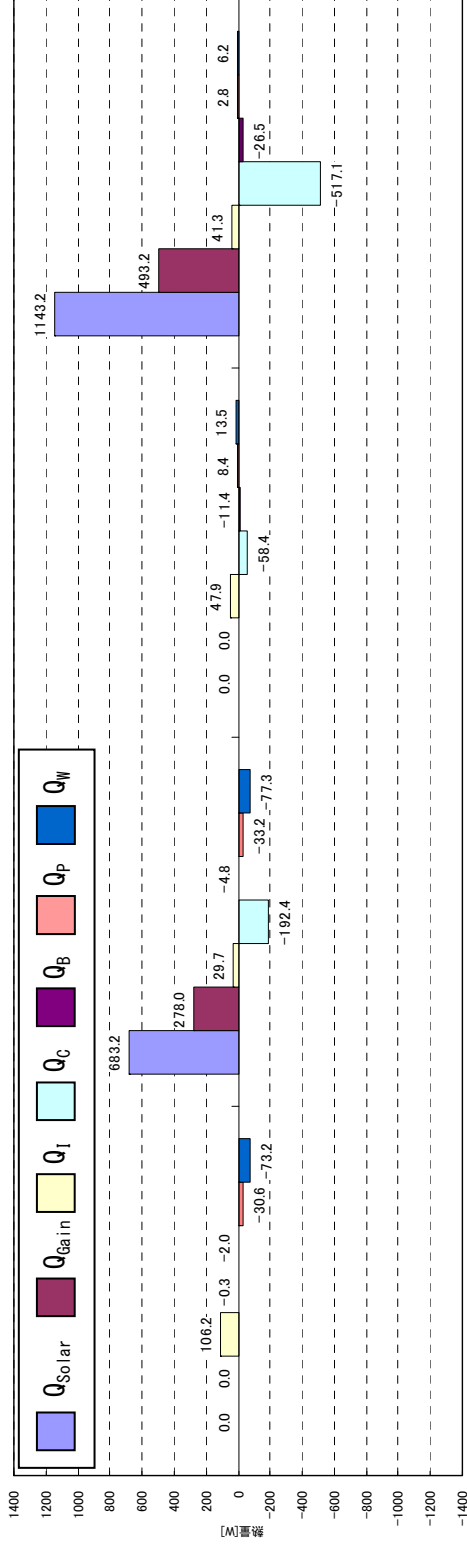


図 2.3.2-143 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#3) + 内付ロールスクリーン



冬(is=0) 冬(is=300) 夏(is=0) 夏(is=500) 測定熱収支: Low-E複層(CVD型#3) + 内付ロールスクリーン

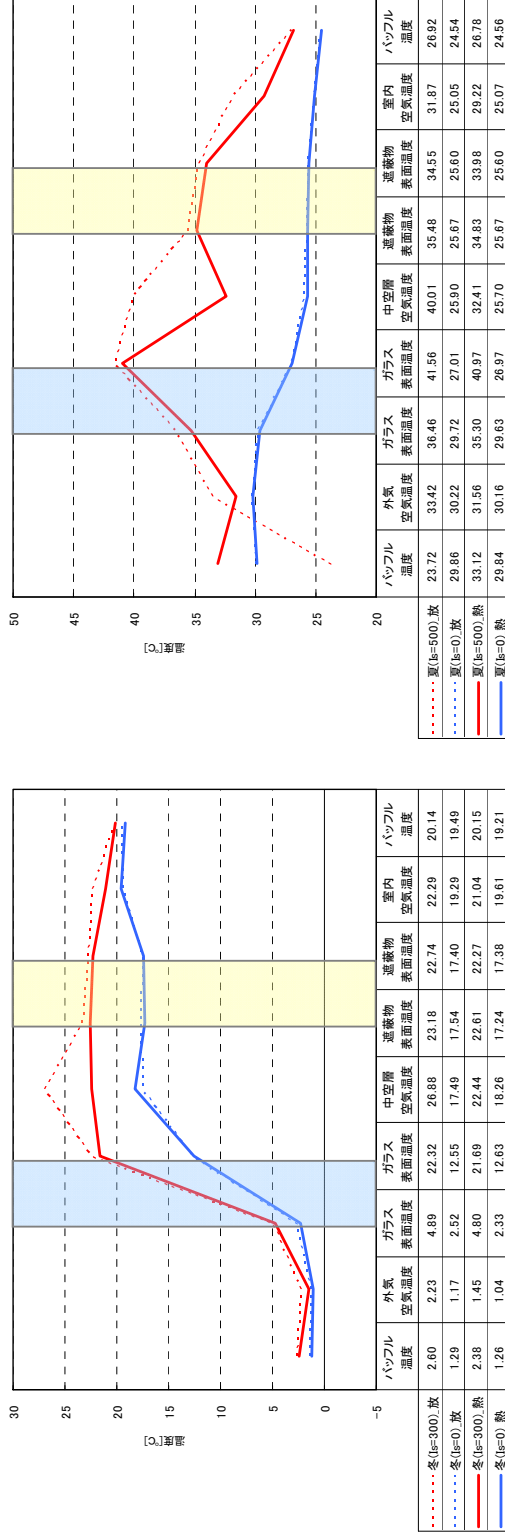
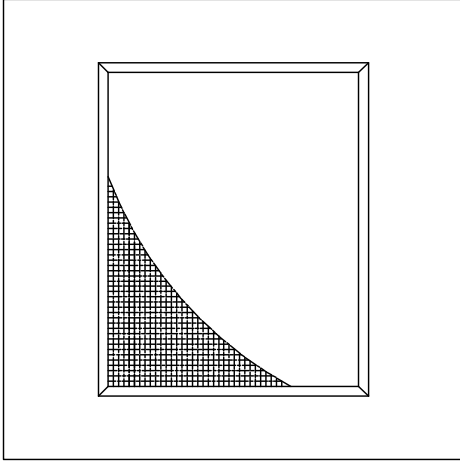


図 2.3.2-145 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層(CVD 型#3) + 内付ロールスクリーン

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#2) (RSFL3AW6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (ケリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	1.6
冬期条件	1.1
夏期条件	0.32
夏期条件	0.33

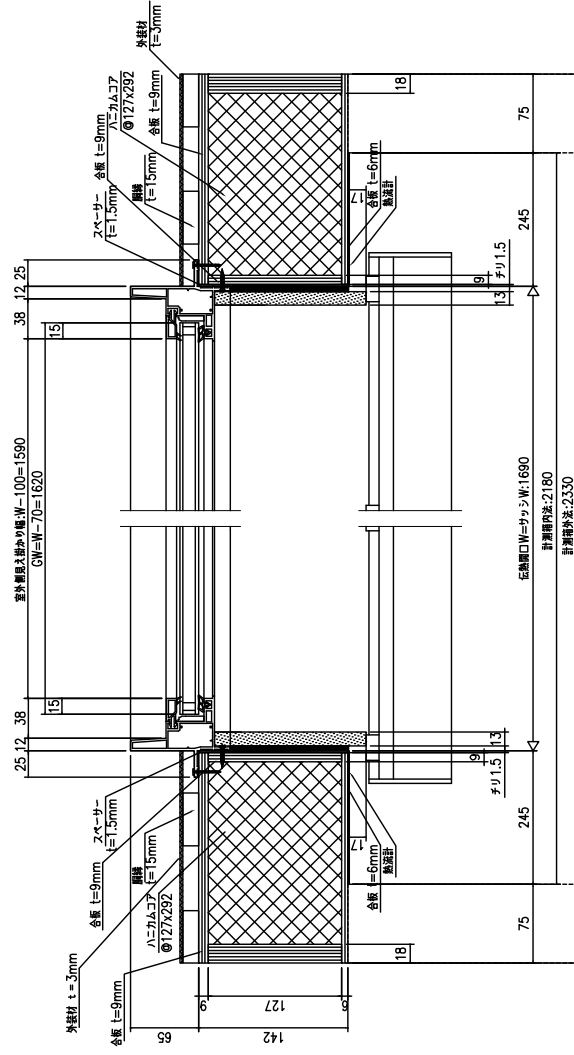
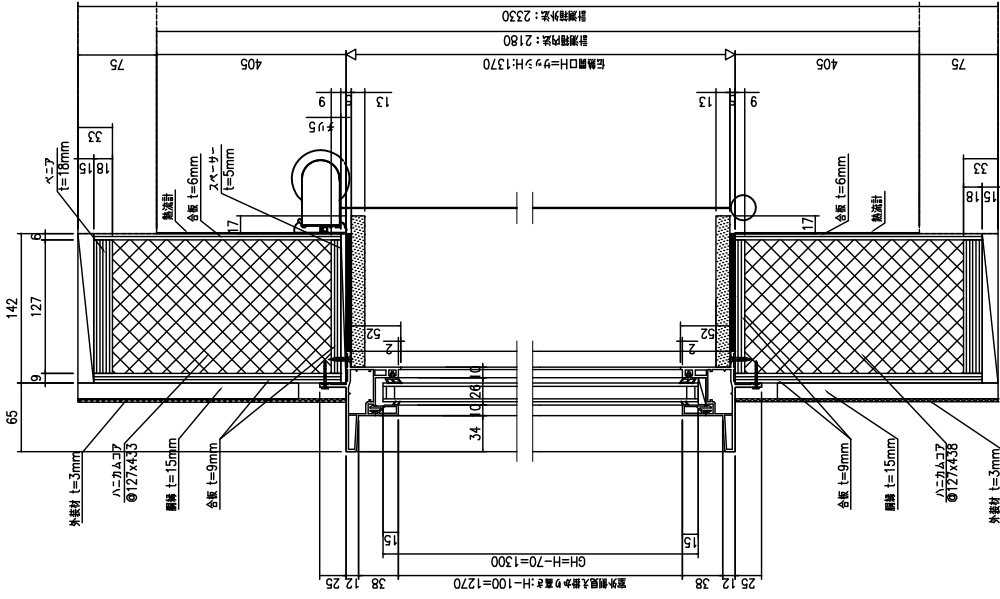
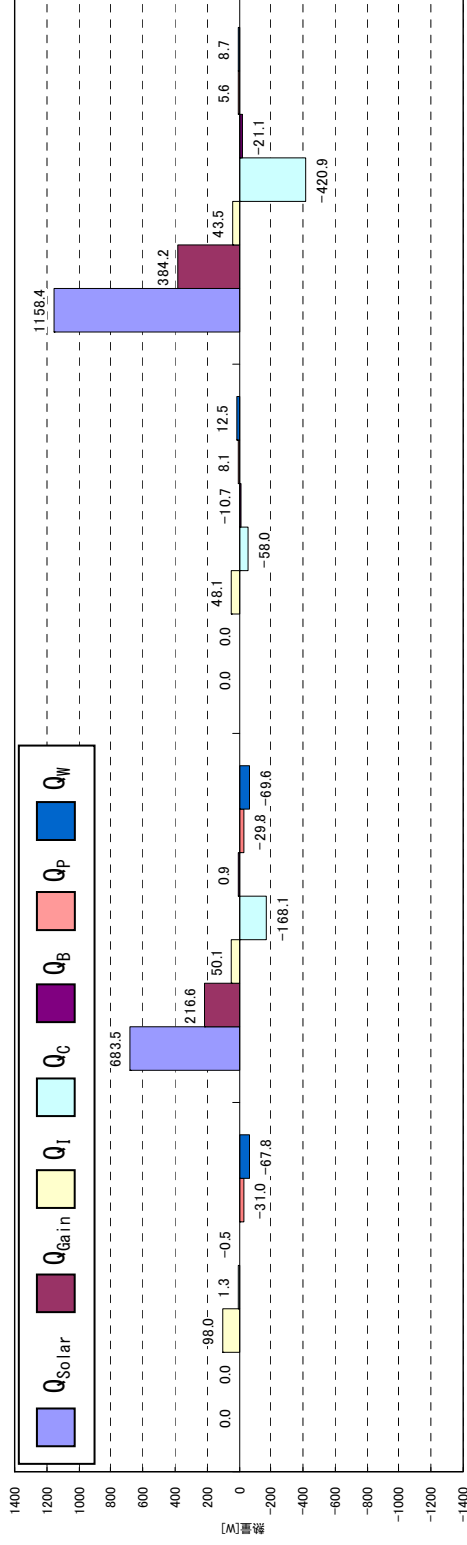


図 2.3.2-146 測定結果：Low-E 複層（銀1層#2）+内付ロールスクリーン



冬(Is=0) 冬(Is=300) 夏(Is=0) 夏(Is=500) 測定の熱収支：Low-E複層(銀1層#2) + 内付ロールスクリーニング

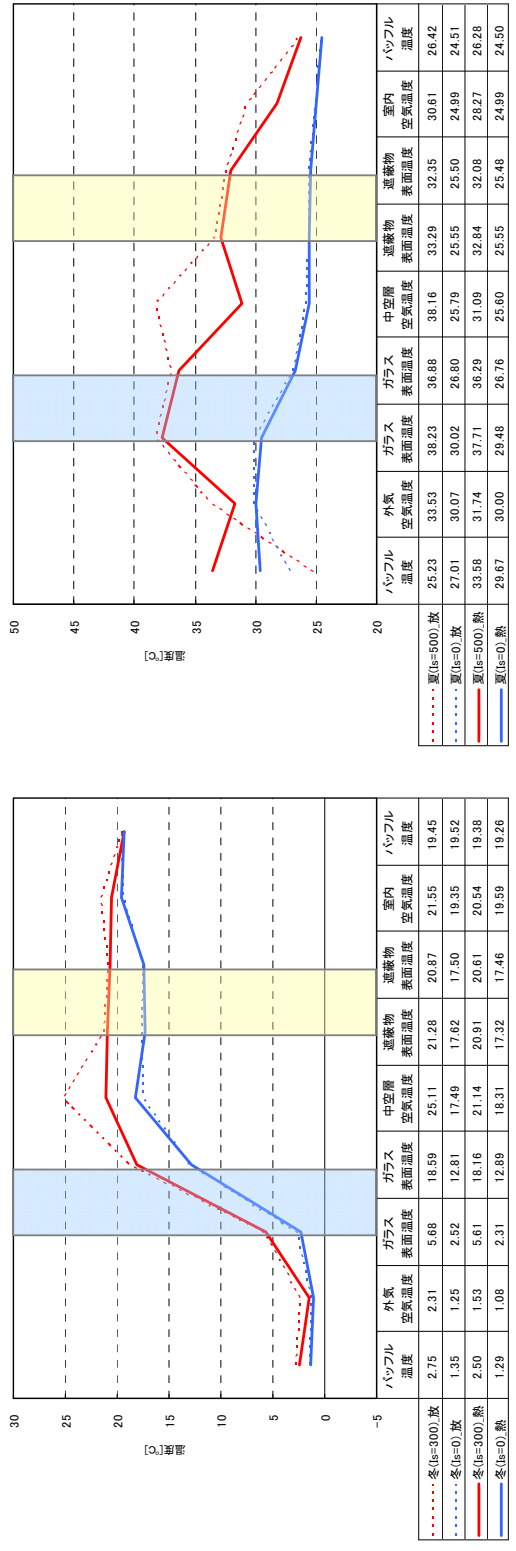
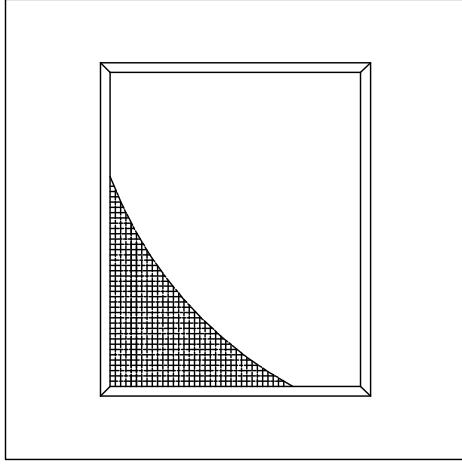


図 2.3.2-148 構成断面の測定温度(中央1点)：Low-E複層(銀1層#2) + 内付ロールスクリーニング

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀1層#3) (FL3+A12+*RSFL3AW6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリアム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	$\eta$ 値
冬期条件	0.37
夏期条件	0.40

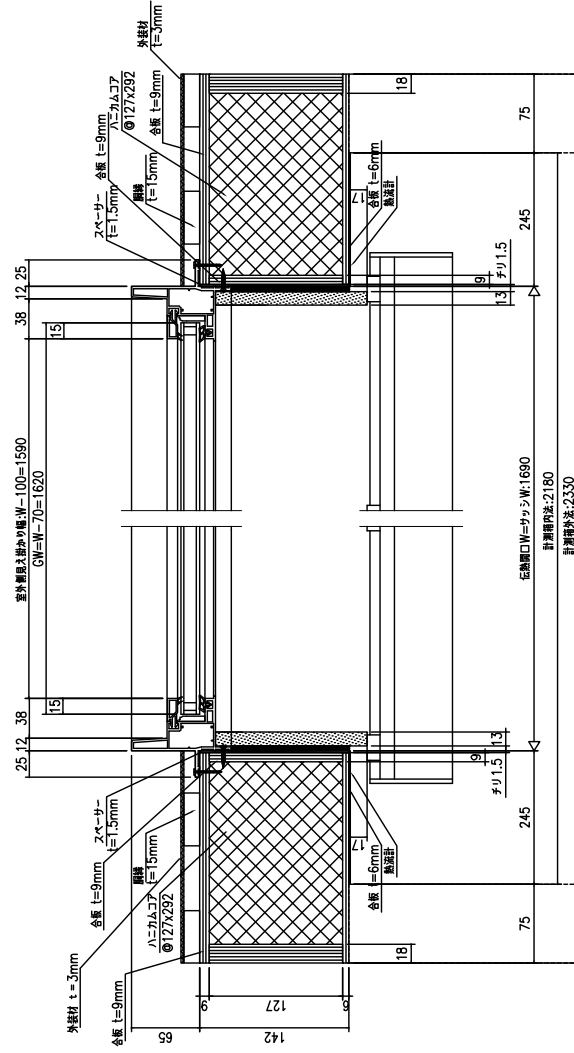
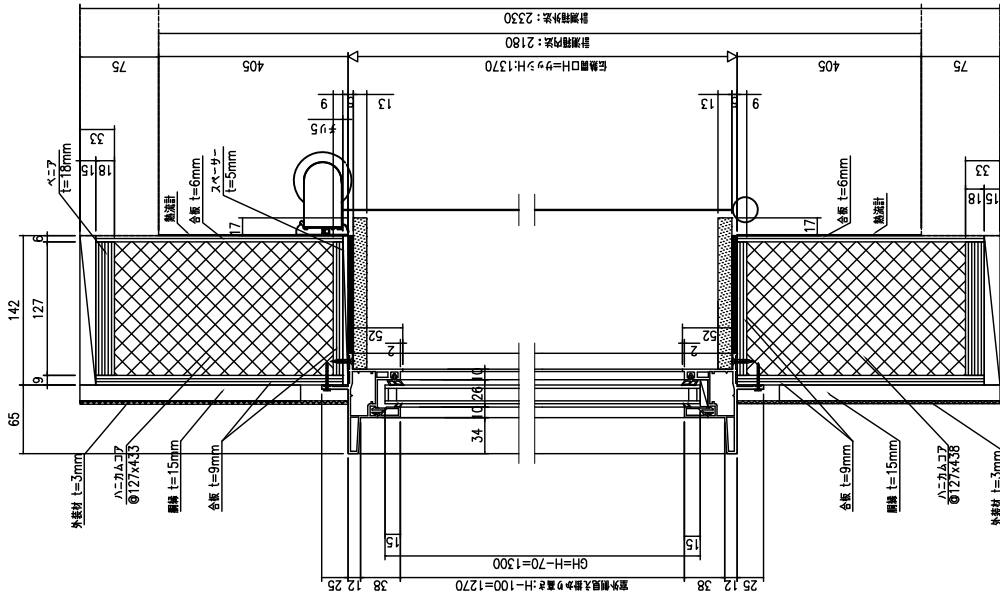
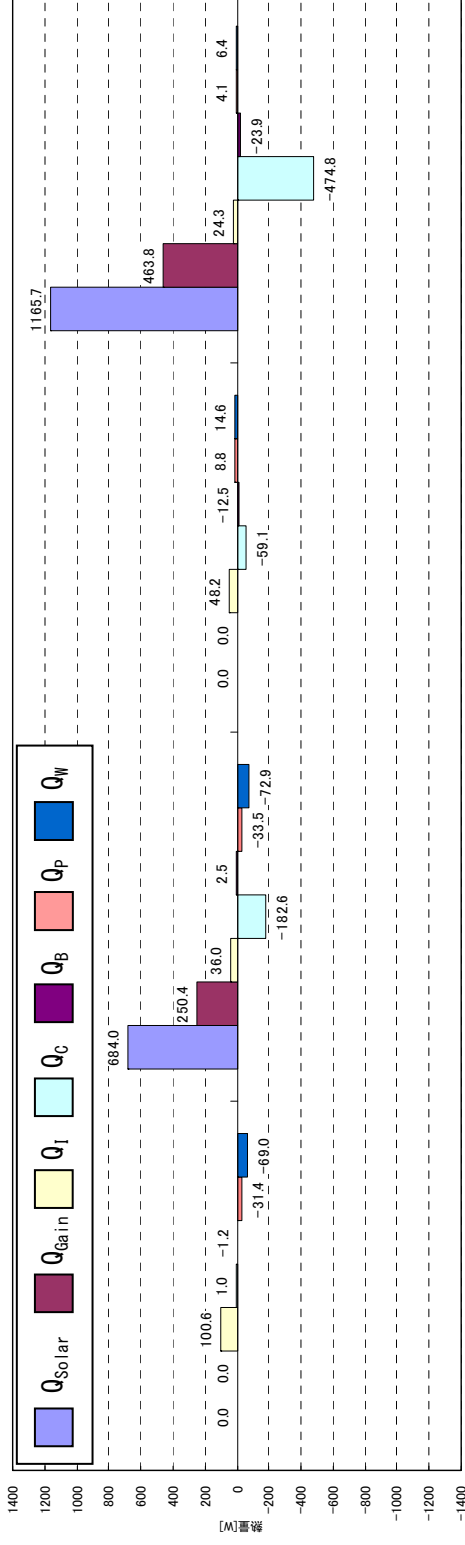


図 2.3.2-149 測定結果：Low-E 複層（銀 1 層#3）+ 内付ロールスクリーン



冬(is=0) 夏(is=500) 測定熱収支: Low-E複層(銀1層#3) + 内付ロールスクリーニング

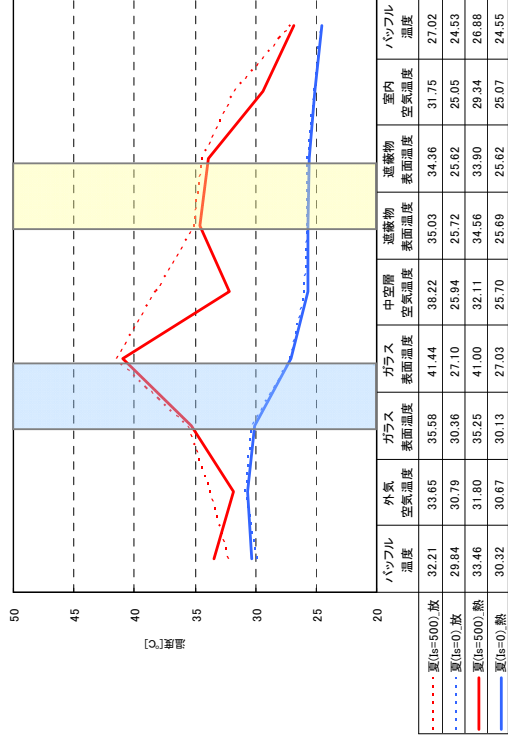
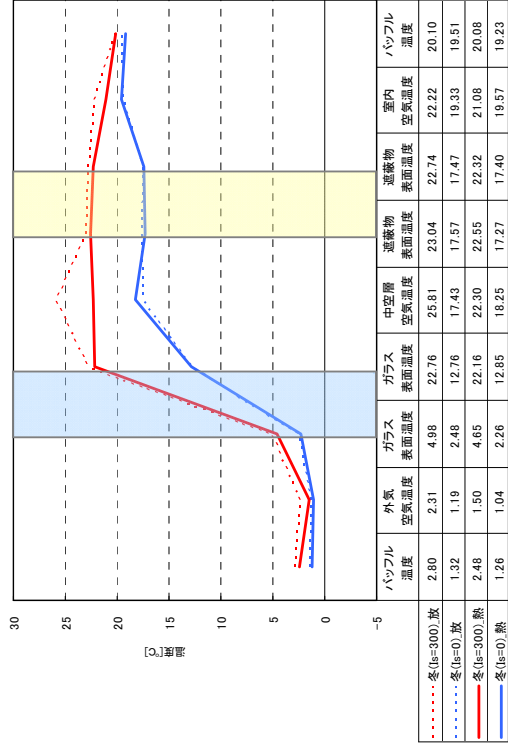
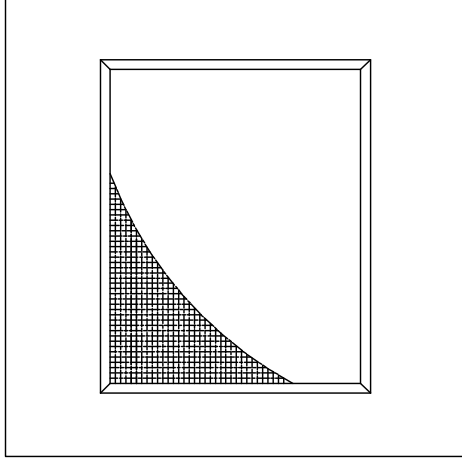


図 2.3.2-151 構成断面の測定温度 (中央1点): Low-E複層(銀1層#3) + 内付ロールスクリーニング

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.24
夏期条件	0.26

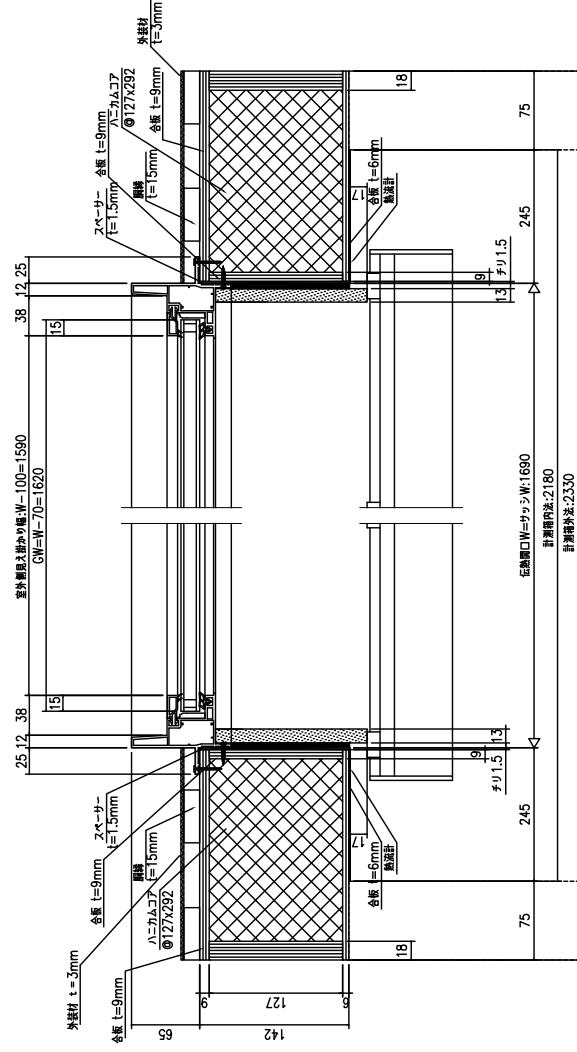
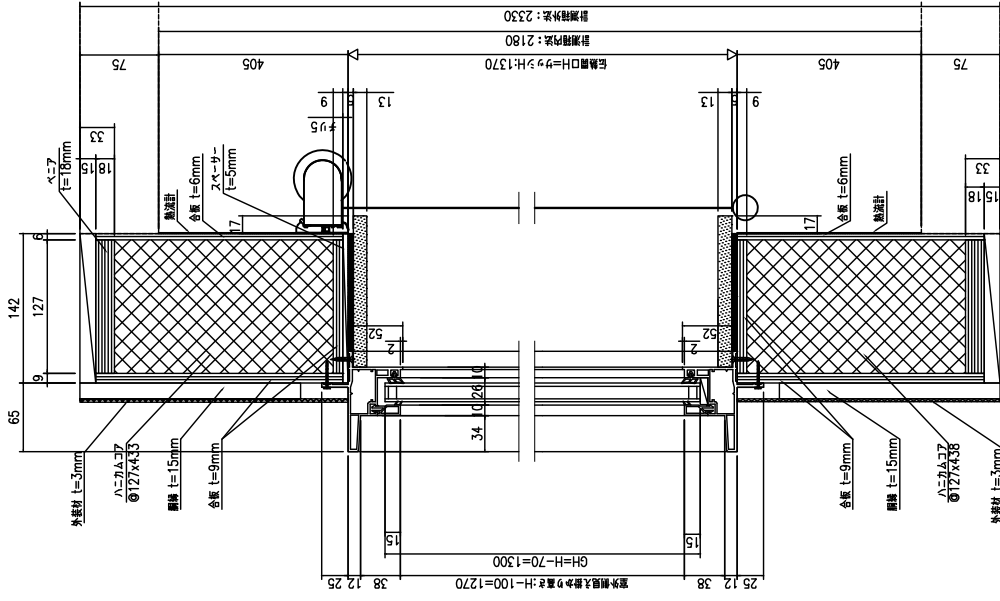
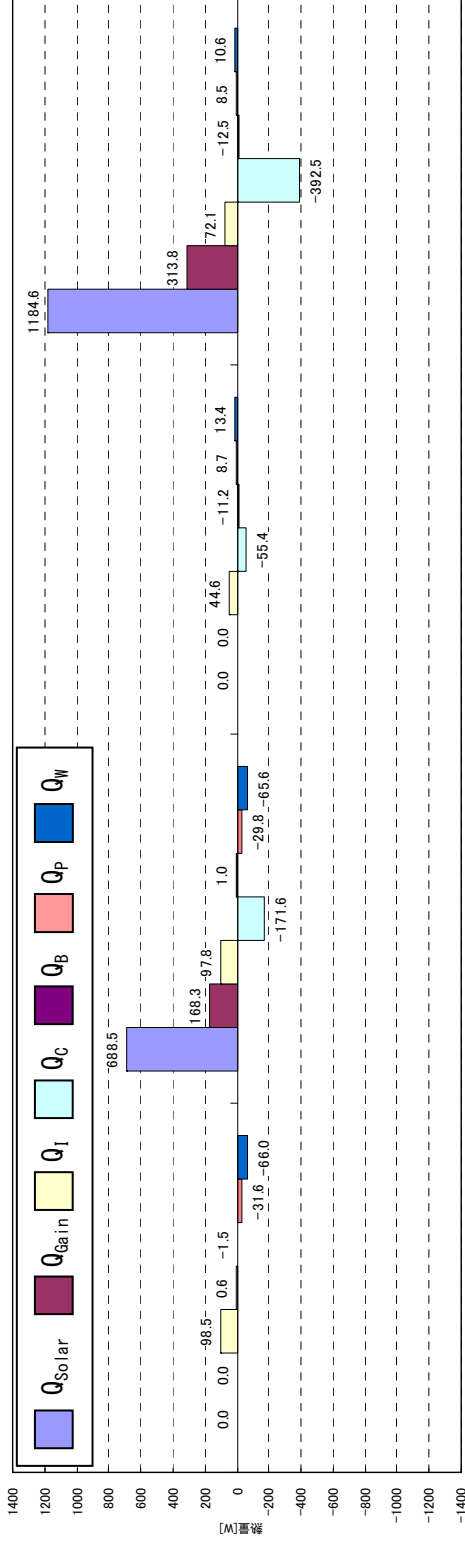


図 2.3.2-152 測定結果：Low-E 複層（銀 2 層#2）+ 内付ロールスクリーン





冬 (Is=0) 冬 (Is=300) 夏 (Is=0) 夏 (Is=500) 測定熱収支: Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 内付ロールスクリーニング

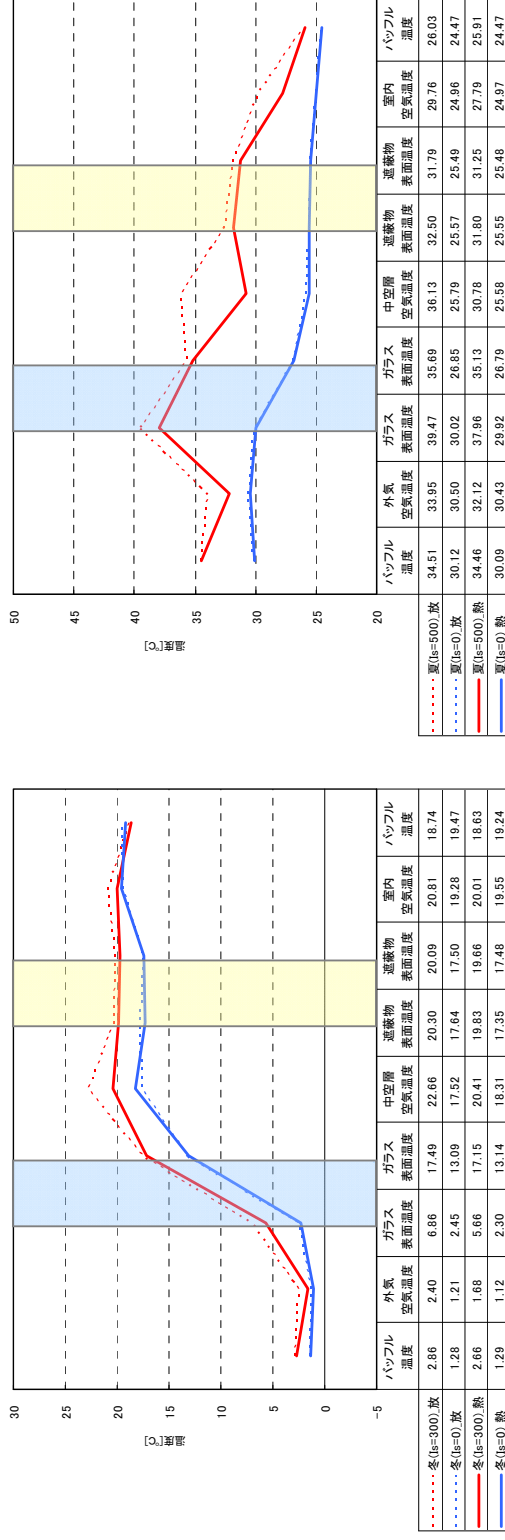
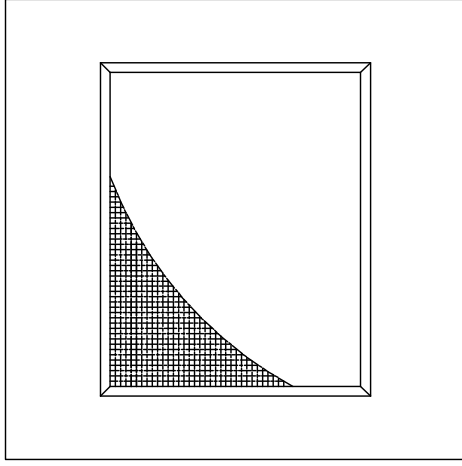


図 2.3.2-154 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 内付ロールスクリーニング

【外観図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#3) (FL3+A12+*RSFL3AG6)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	7 値
冬期条件	1.5
夏期条件	1.0
夏期条件	0.36

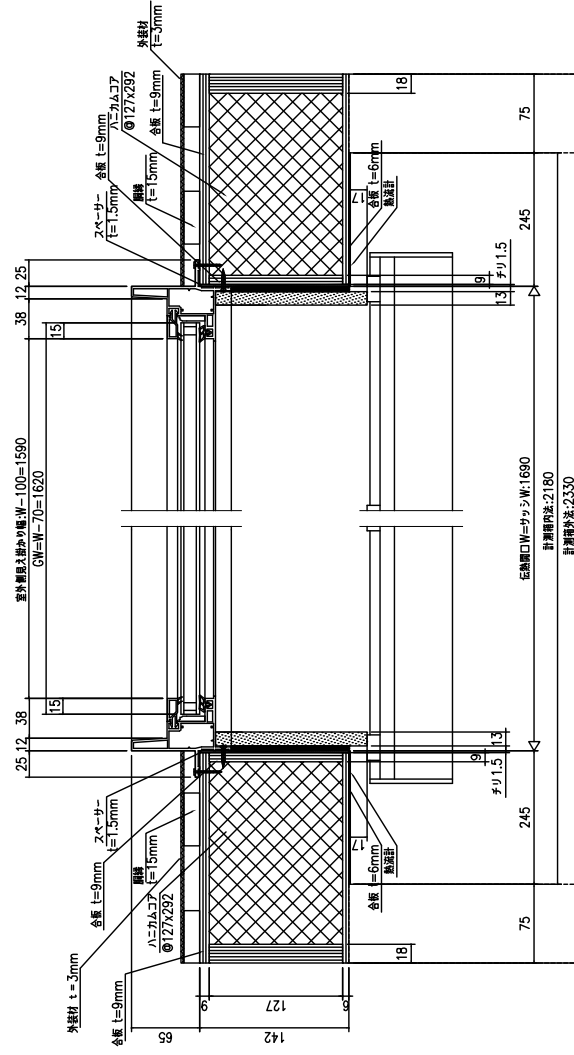
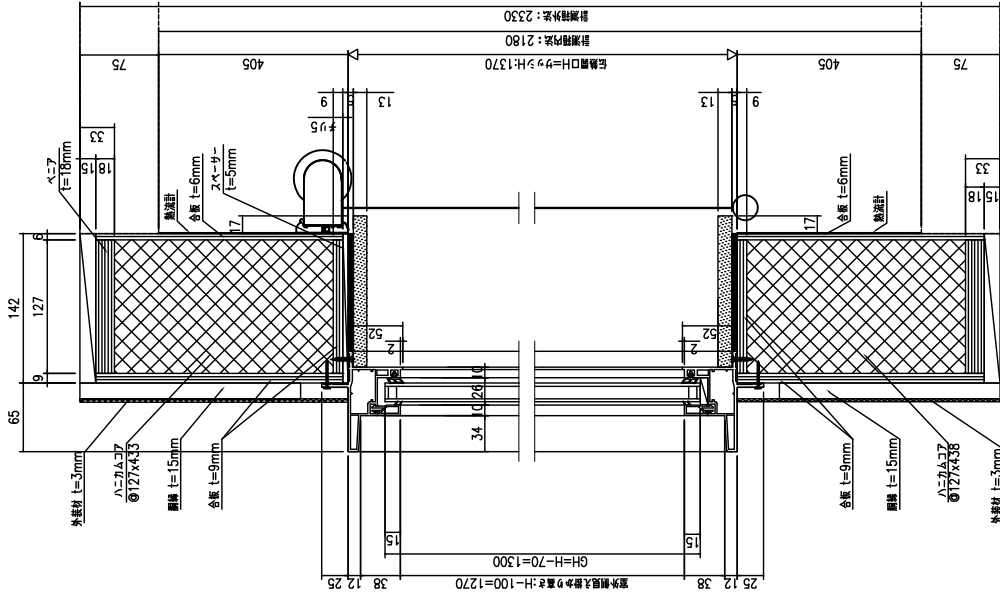


図 2.3.2-155 測定結果：Low-E 複層（銀 2 層#3）+ 内付ロールスクリーン

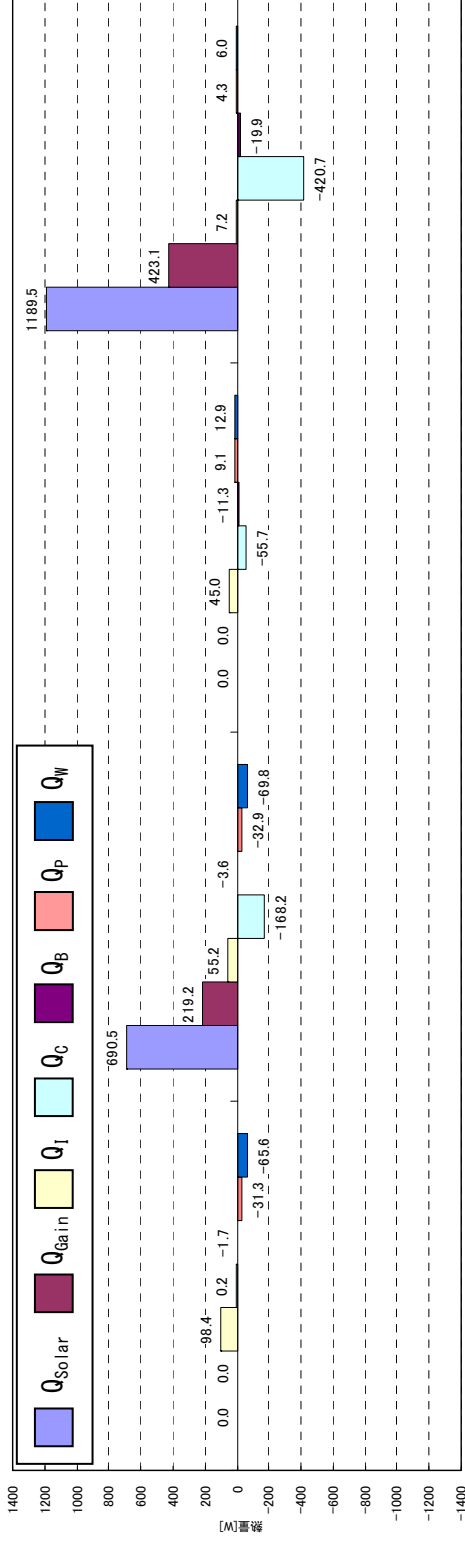


図 2.3.2-156 測定熱収支: Low-E 複層 (銀 2 層#3) + 内付ロールスクリーニング (夏 (Is=500))

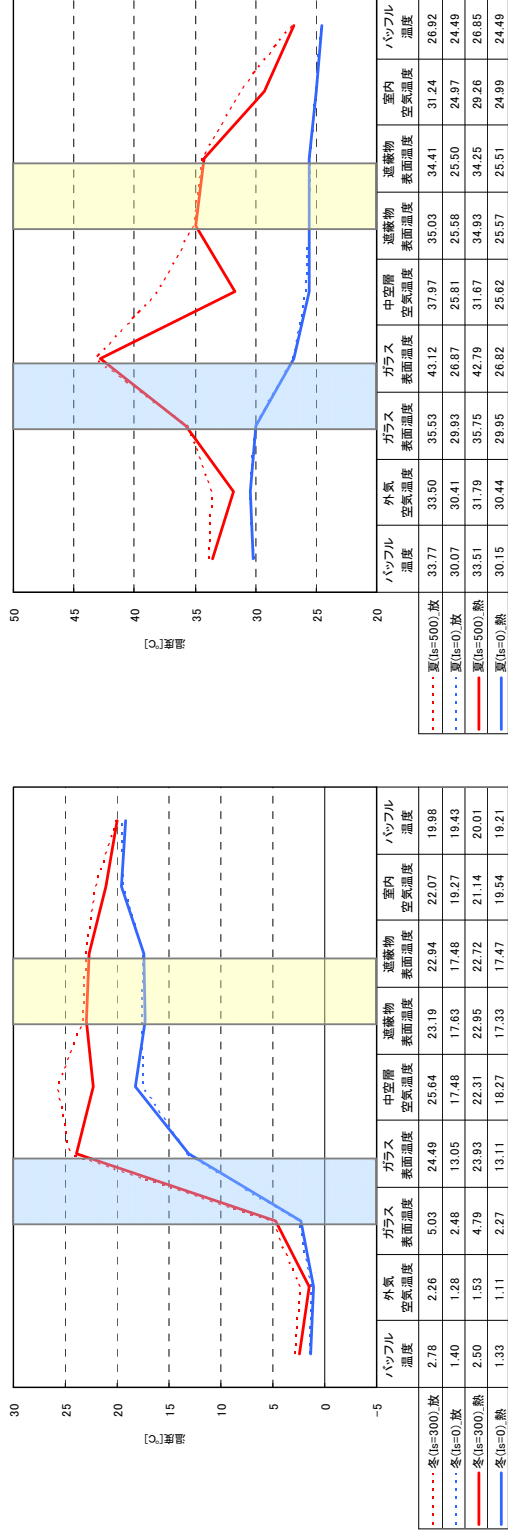
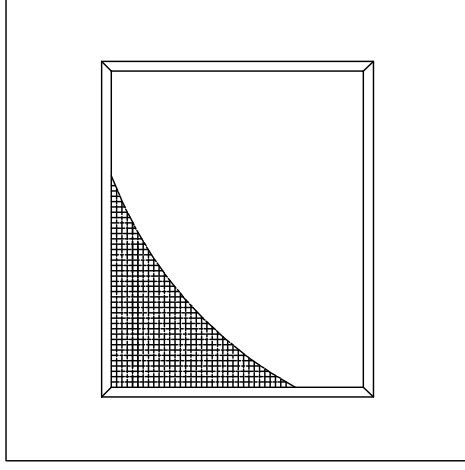


図 2.3.2-157 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (銀 2 層#3) + 内付ロールスクリーニング

【外觀図】



試験体	
ガラス	真空複層ガラス (RSFL3AKG+A9+FL3+V+HRSFL3SH)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ロールスクリーン (クリーム)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.9
夏期条件	0.5
	0.21
	0.23

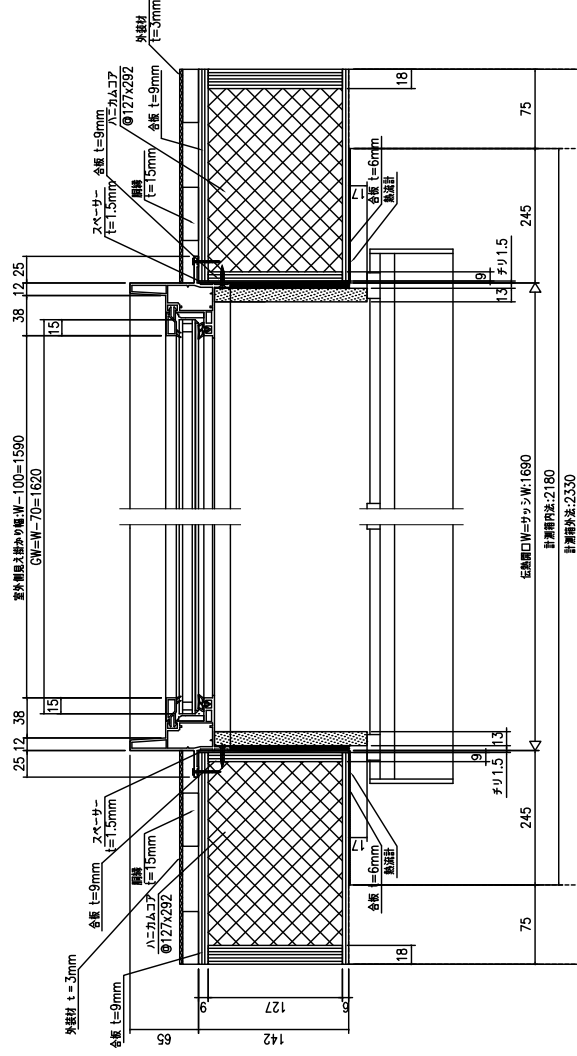
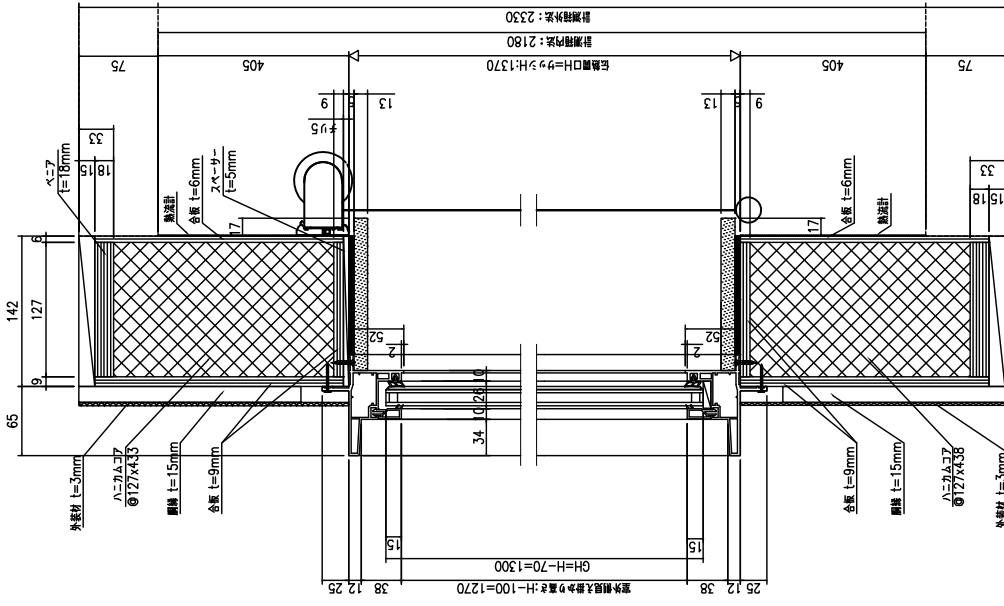


図 2.3.2-158 測定結果：真空複層+内付ロールスクリーン

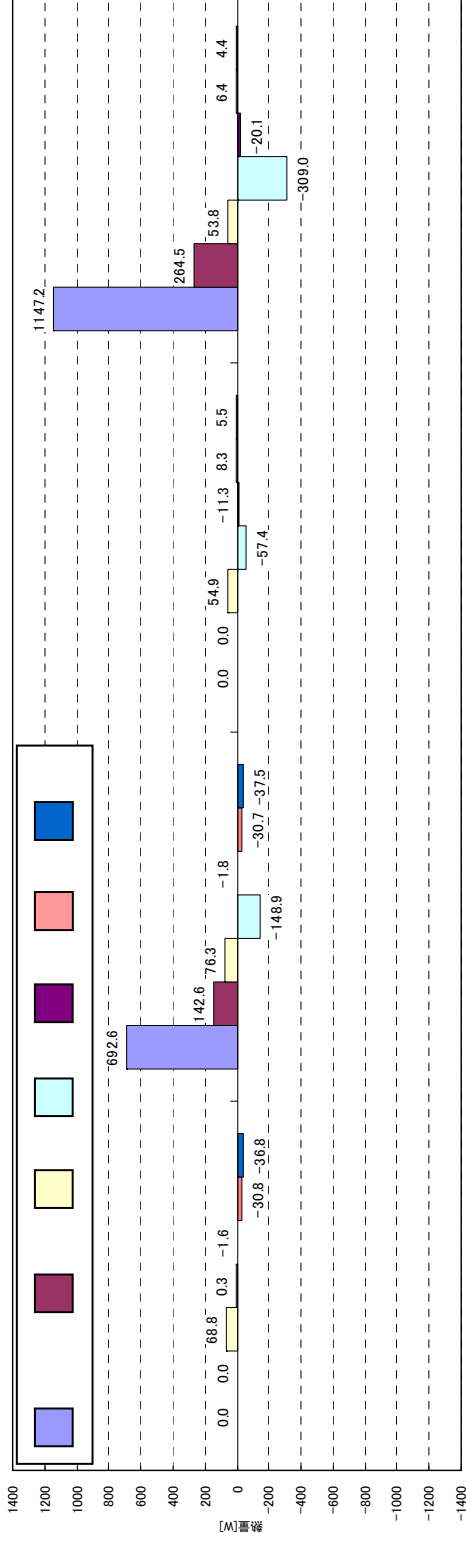


図 2.3.2-159 測定の熱収支：真空複層＋内付ロールスクリーン

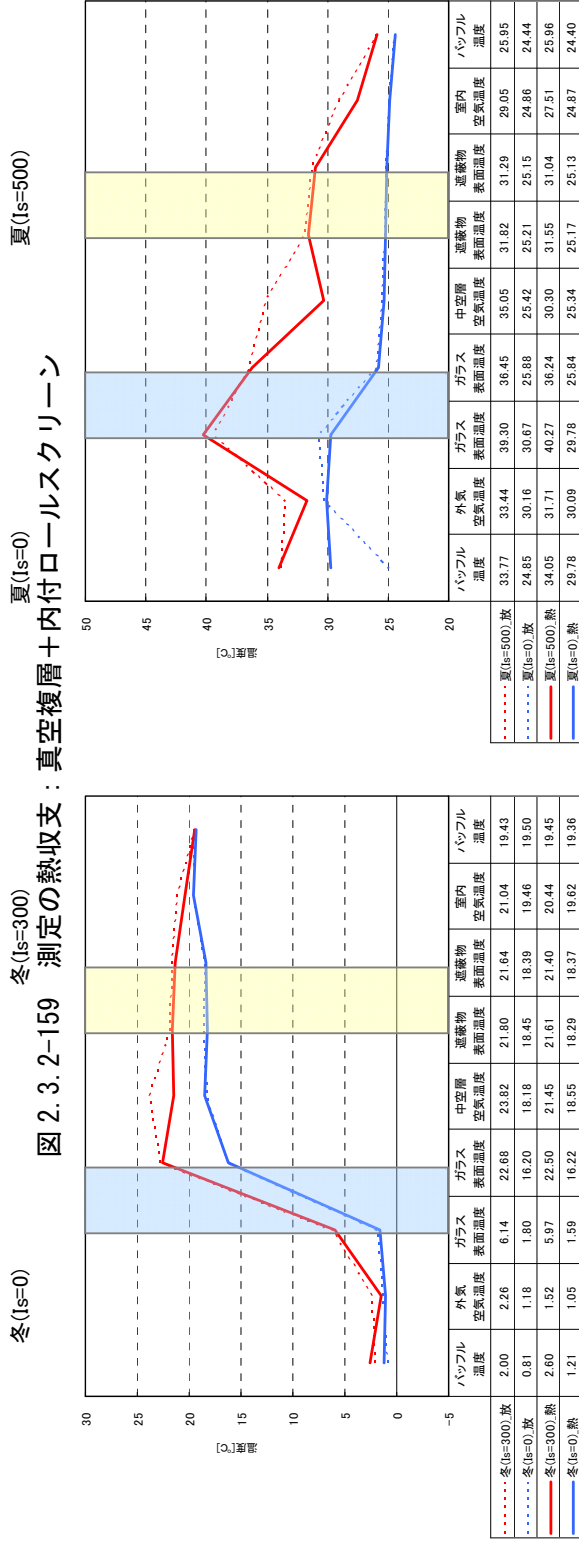
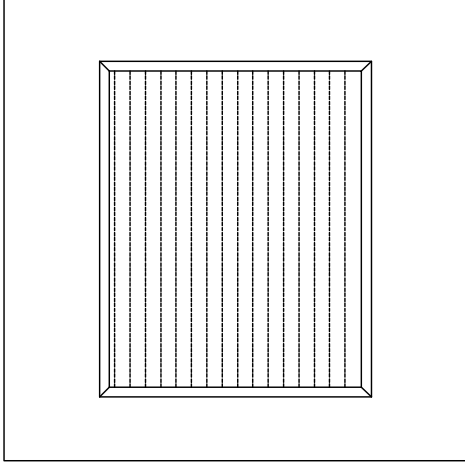


図 2.3.2-160 構成断面の測定温度（中央 1 点）：真空複層＋内付ロールスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ブリーズスクリーン (ベージュ)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	2.2	0.41
夏期条件	1.8	0.42

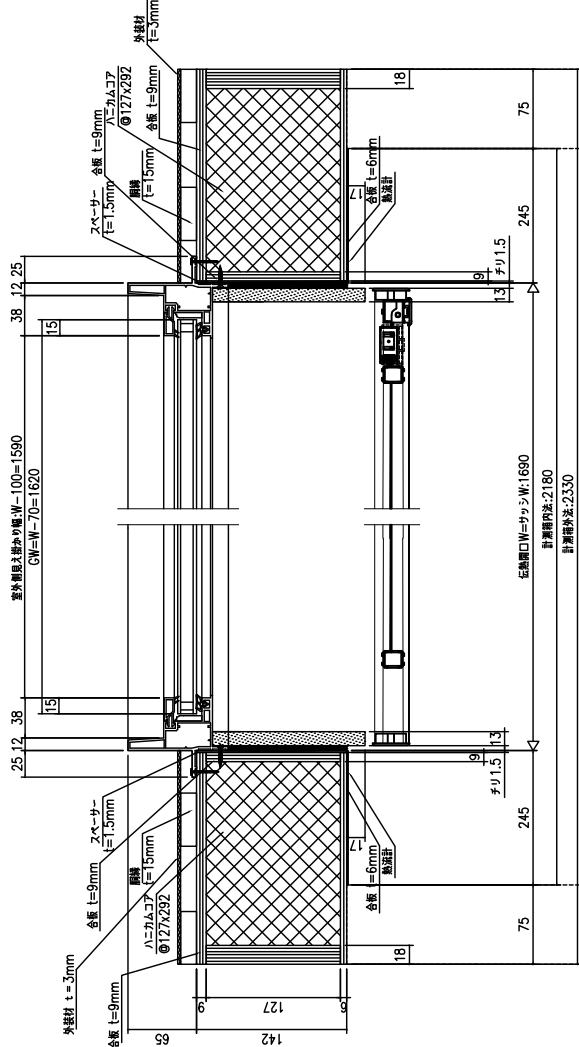
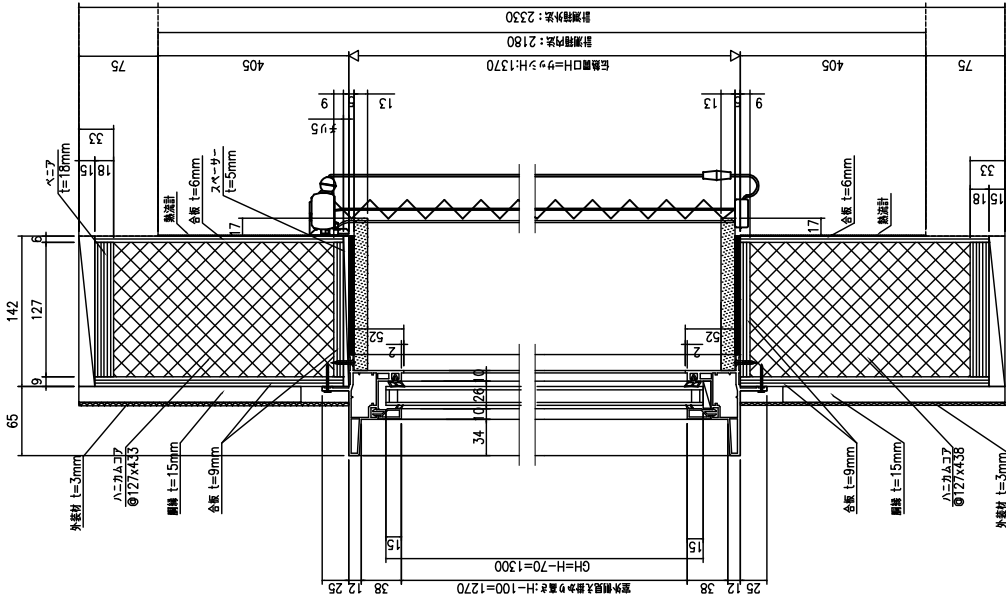
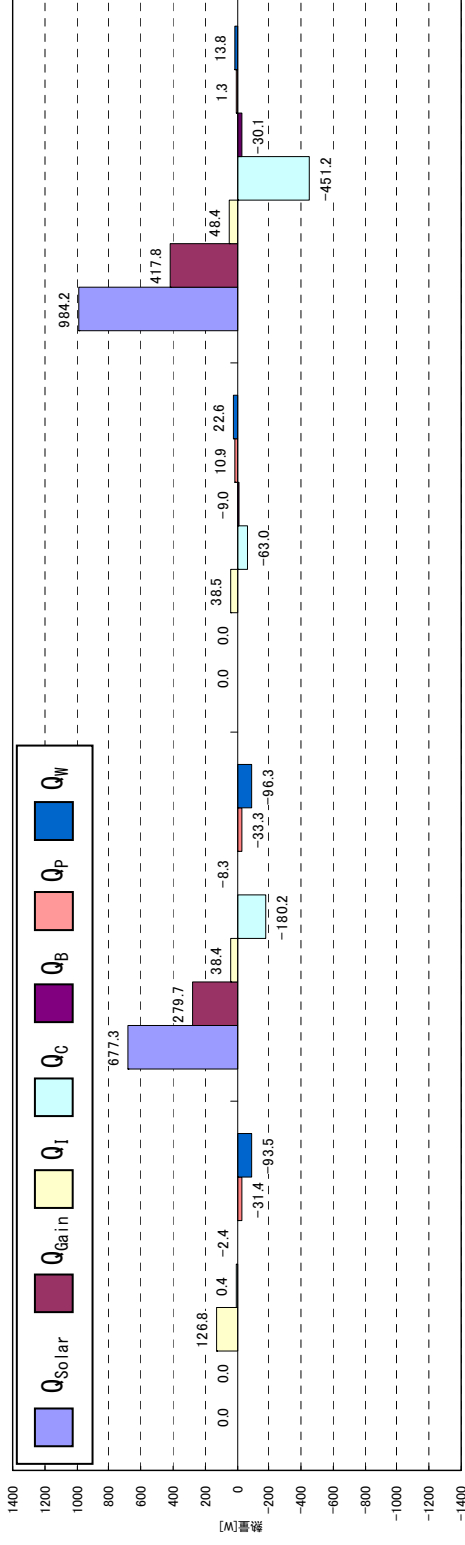


図 2.3.2-161 測定結果：普通複層＋内付ブリーズスクリーン



夏 (Is=500)

夏 (Is=0)

冬 (Is=300)

冬 (Is=0)

図 2.3.2-162 測定の熱収支：普通複層＋内付プリーツスクリーン

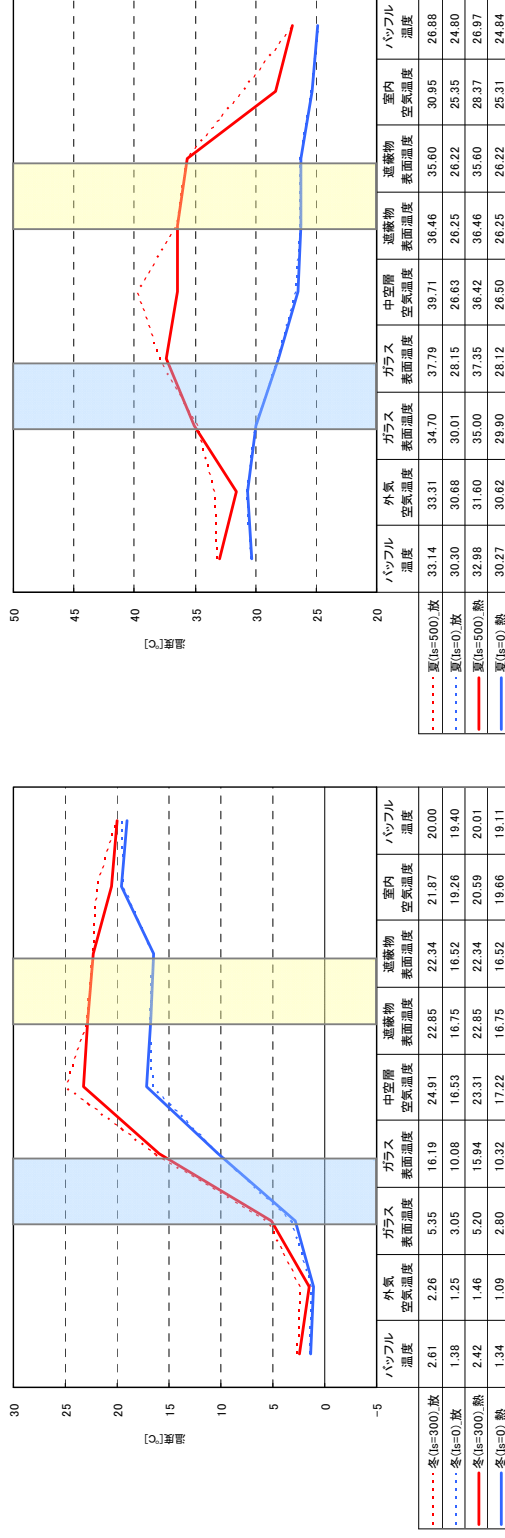
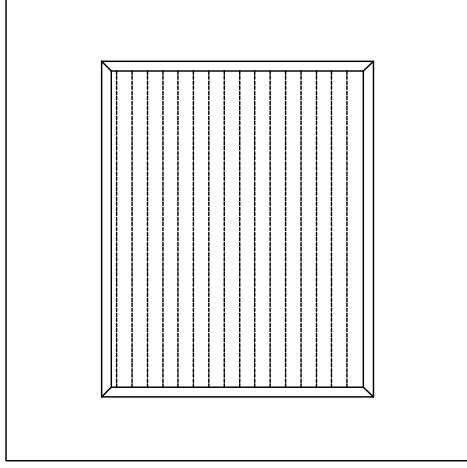


図 2.3.2-163 構成断面の測定温度（中央1点）：普通複層＋内付プリーツスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ブリーツスクリーン (ベージュ)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.39
夏期条件	0.42

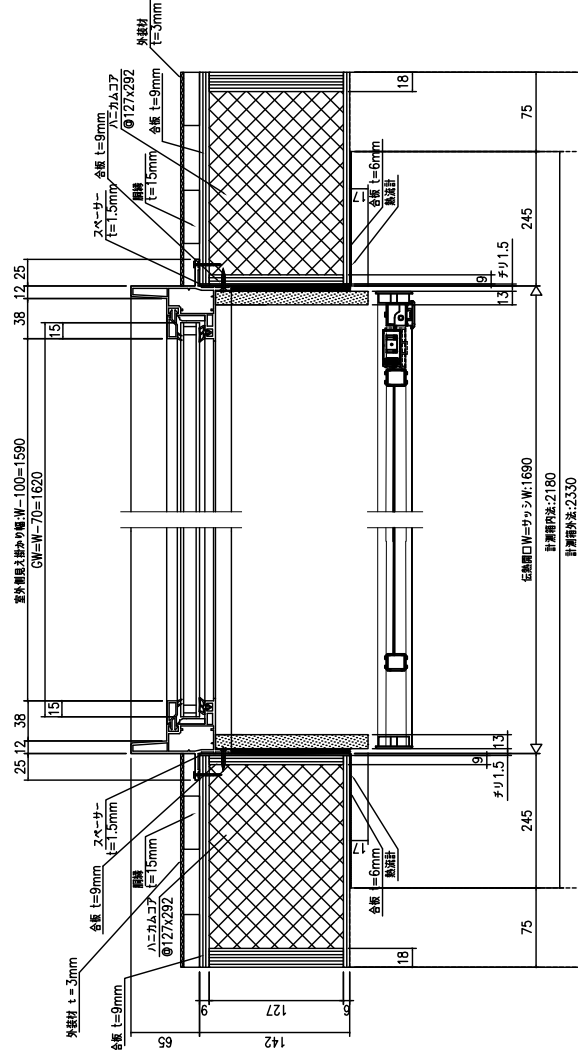
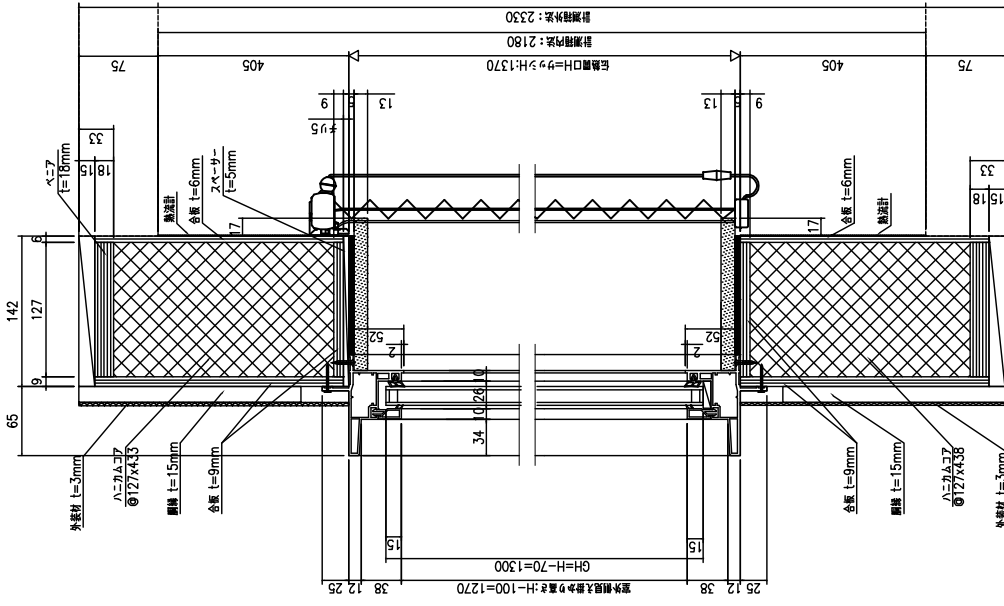
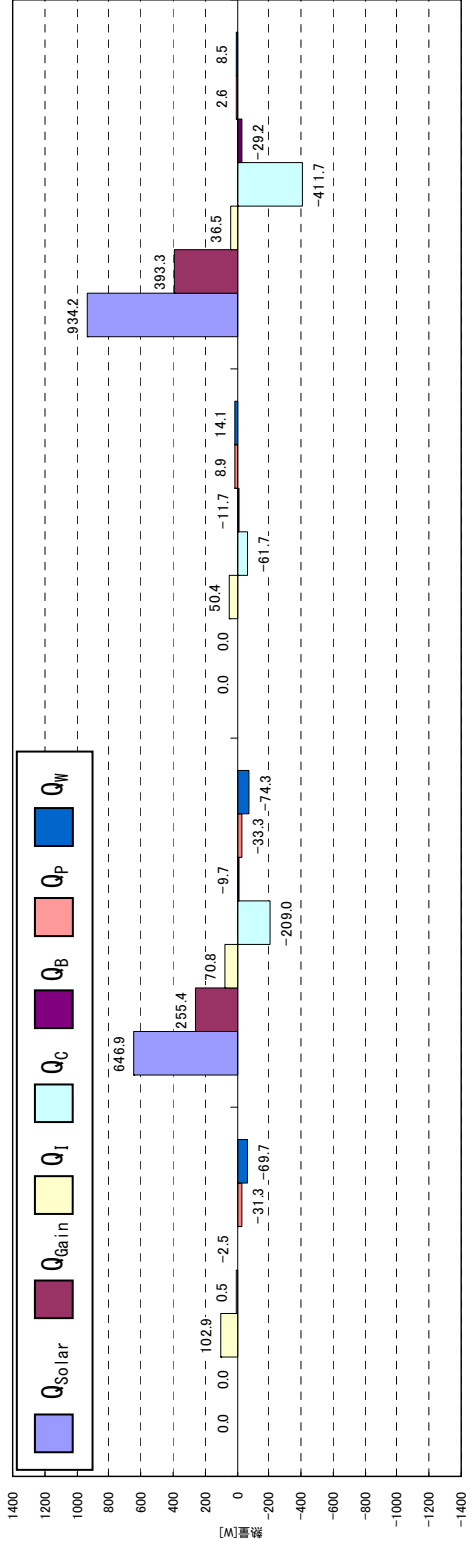


図 2.3.2-164 測定結果：Low-E 複層 (CVD 型#2) + 内付ブリーツスクリーン





冬(is=0) 冬(is=300) 夏(is=0) 夏(is=500) 測定熱収支: Low-E複層(CVD型#2)+内付プリーツスクリーン

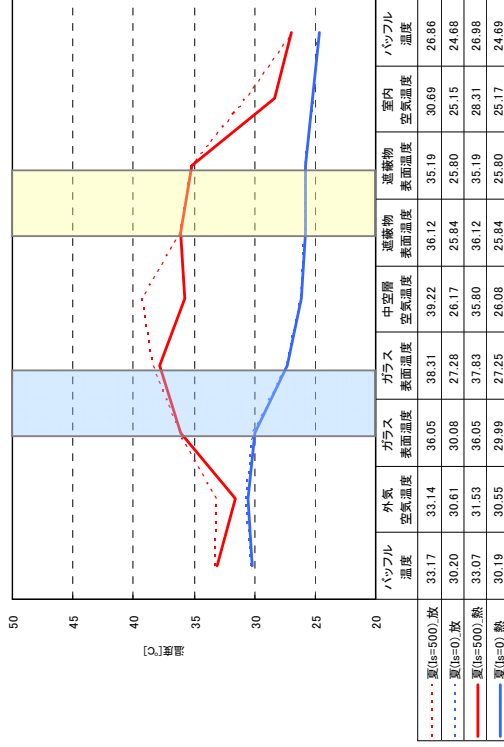
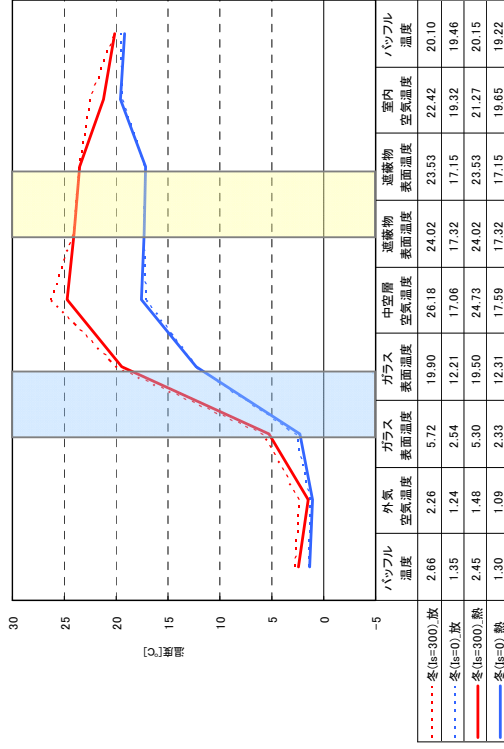
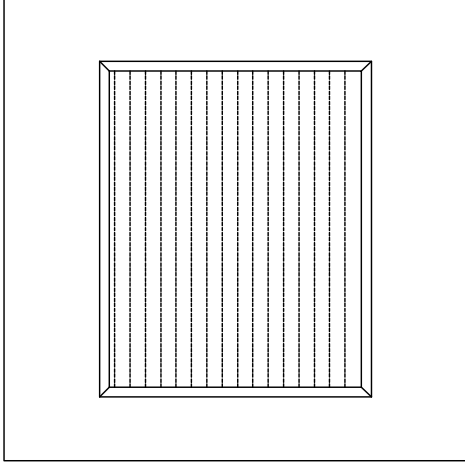


図 2.3.2-166 構成断面の測定温度 (中央1点): Low-E複層(CVD型#2)+内付プリーツスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内付ブリーツスクリーン (ベージュ)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.5	0.26
夏期条件	1.0	0.28

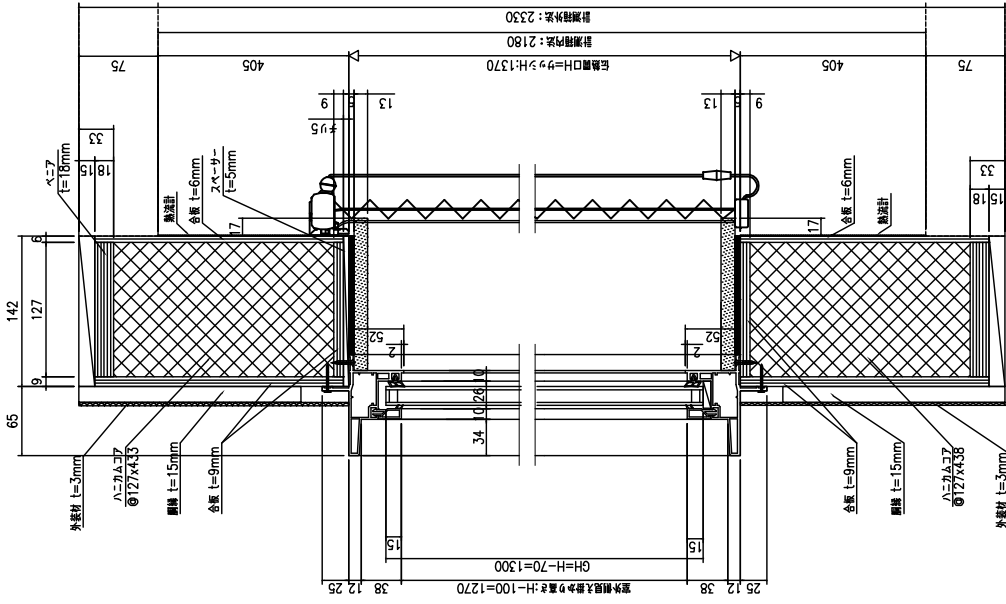


図 2.3.2-167 測定結果：Low-E 複層（銀 2 層#2）+ 内付ブリーツスクリーン

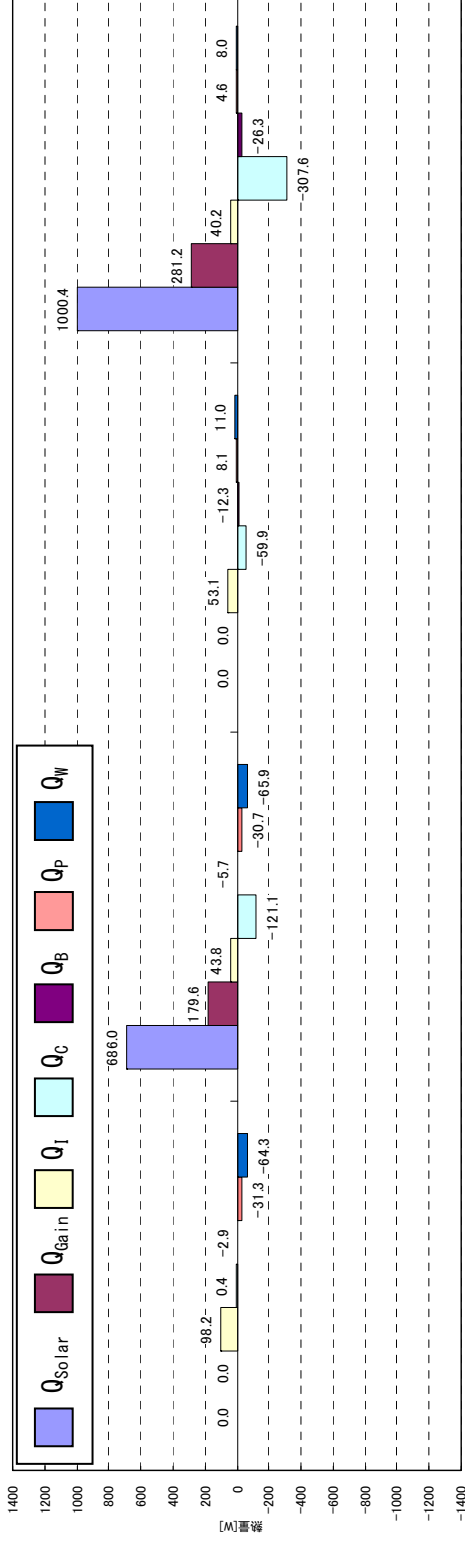


図 2.3.2-168 測定熱収支: Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 内付ブリーツスクリーン

冬 (Is=0) 冬 (Is=300) 夏 (Is=0) 夏 (Is=500)

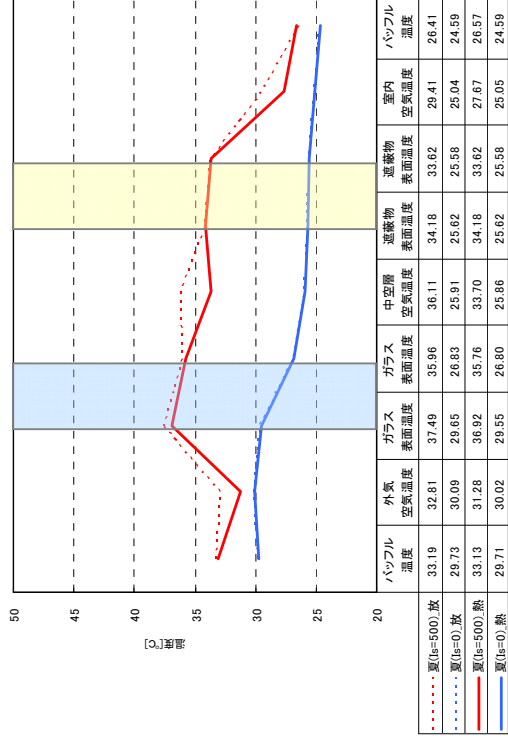
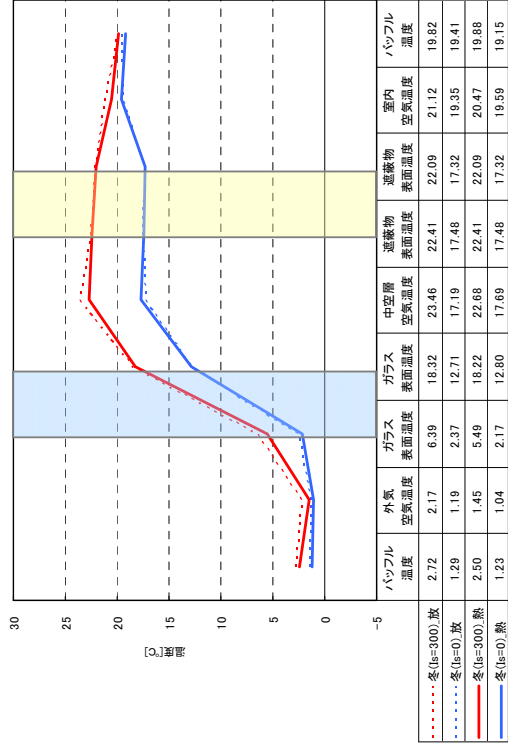
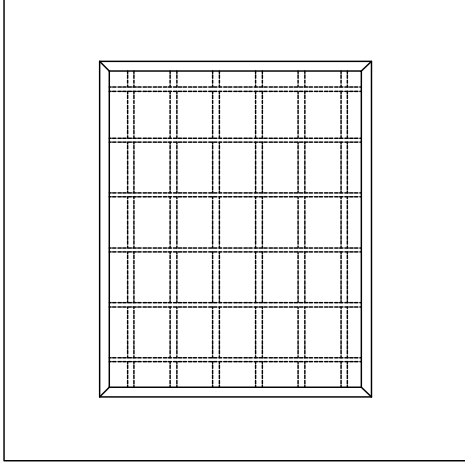


図 2.3.2-169 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (銀 2 層#2) + 内付ブリーツスクリーン

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内窓(紙障子) (ホワイト)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.6	0.35
夏期条件	1.7	0.36

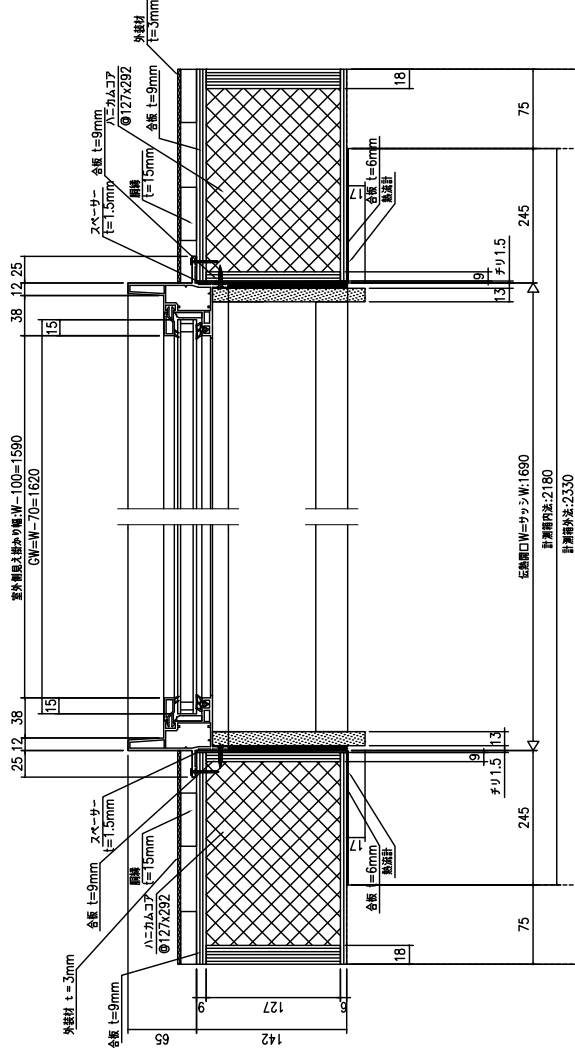
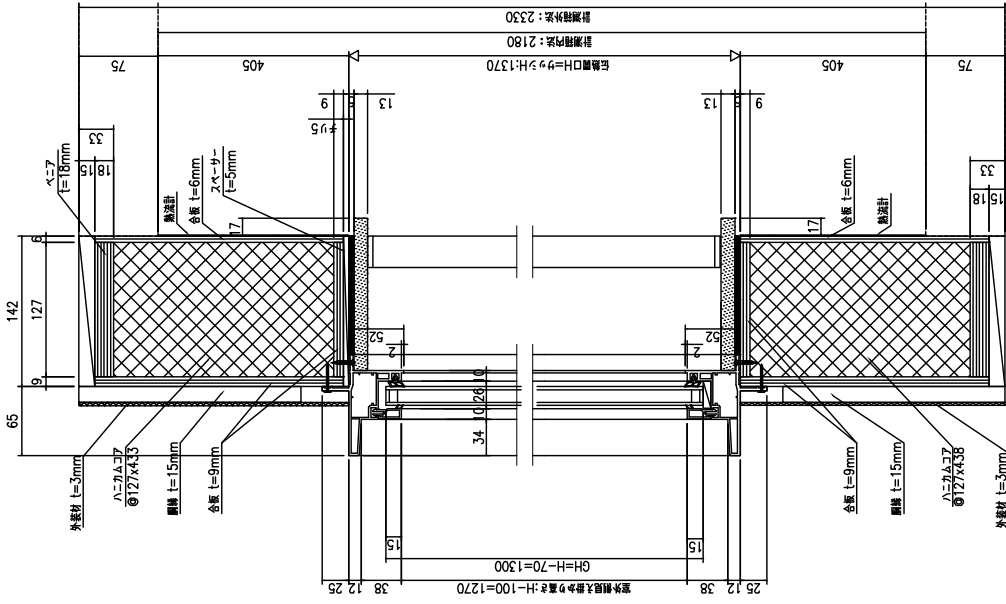
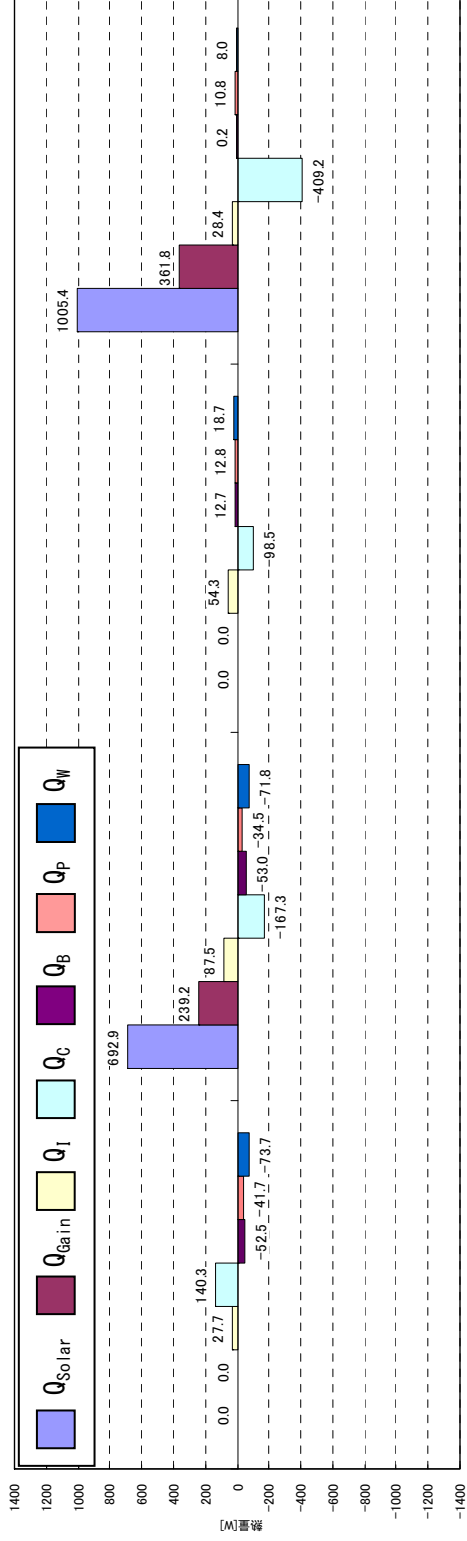


図 2.3.2-170 測定結果：普通複層＋内窓(紙障子)



夏 (ls=500)

夏 (ls=0)

冬 (ls=300)

冬 (ls=0)

図 2.3.2-171 測定の熱収支：普通複層十内窓（紙障子）

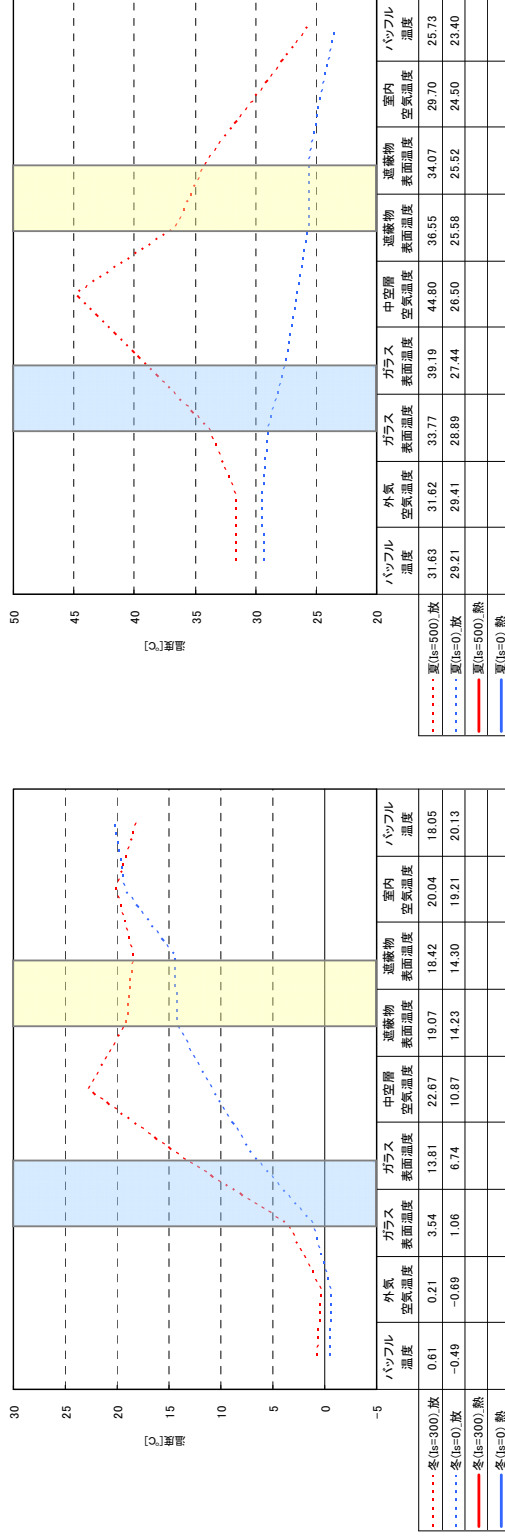
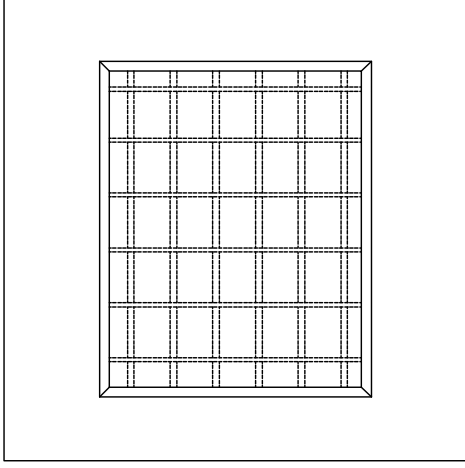


図 2.3.2-172 構成断面の測定温度（中央1点）：普通複層十内窓（紙障子）

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(CVD型#2) (NFL3LE2*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内窓(紙障子) (ホワイト)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.2	0.31
夏期条件	0.8	0.32

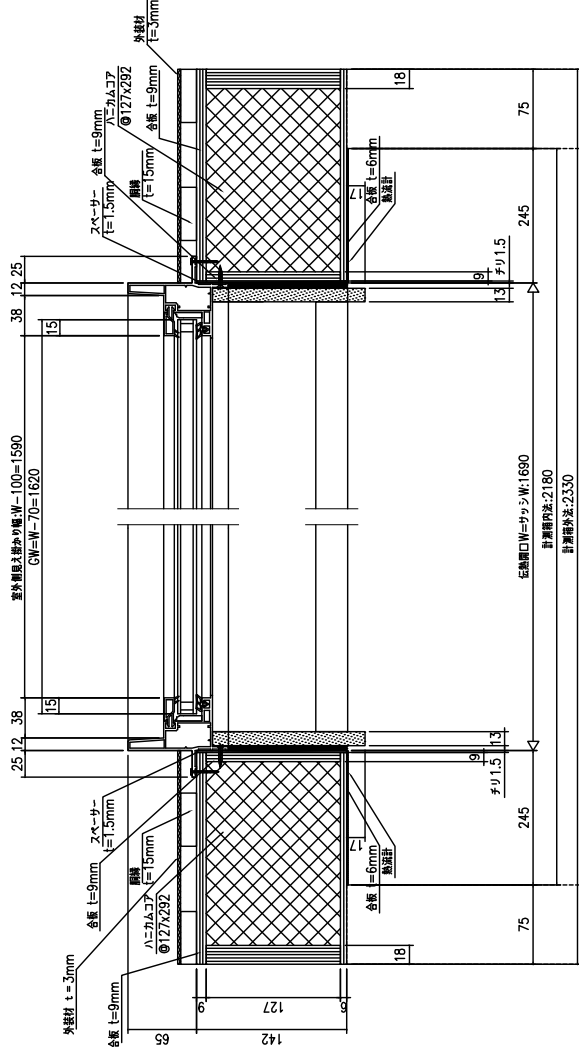
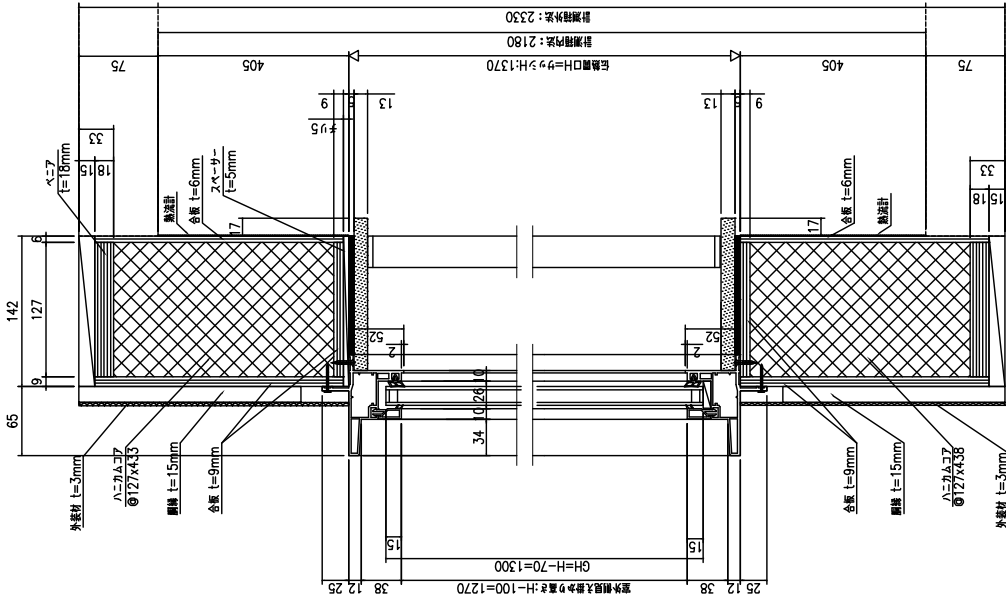
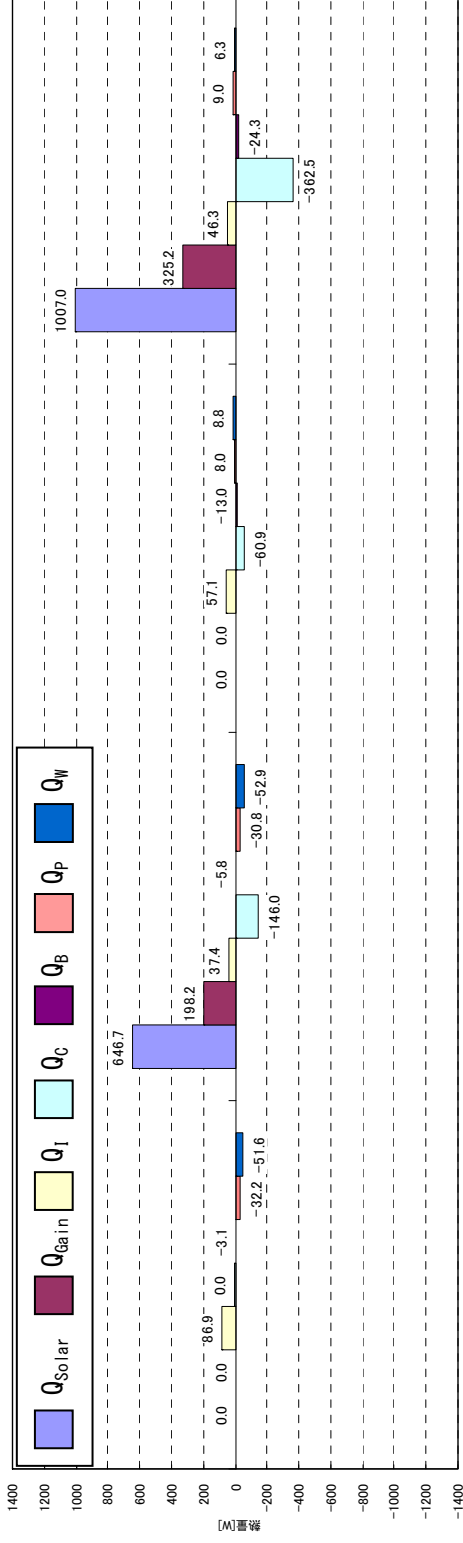


図 2.3.2-173 測定結果：Low-E複層(CVD型#2)＋内窓(紙障子)



夏 (is=500)

夏 (is=0)

図 2.3.2-174 測定の熱収支: Low-E 複層 (CVD 型#2) + 内窓 (紙障子)

冬 (is=300)

冬 (is=0)

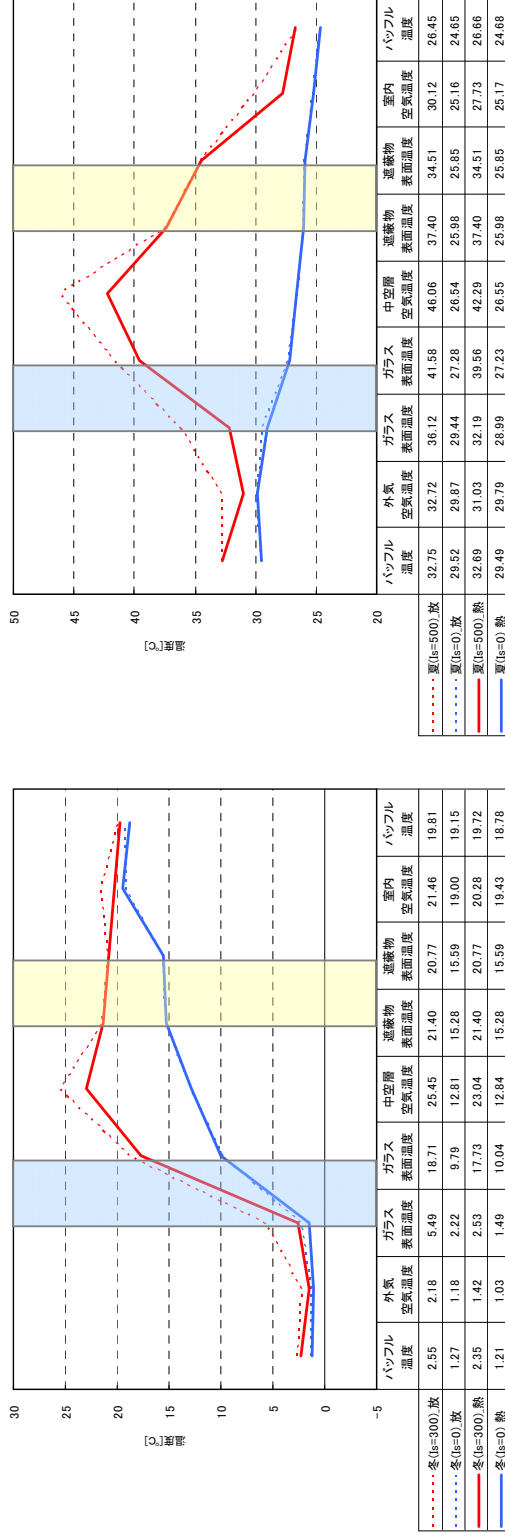
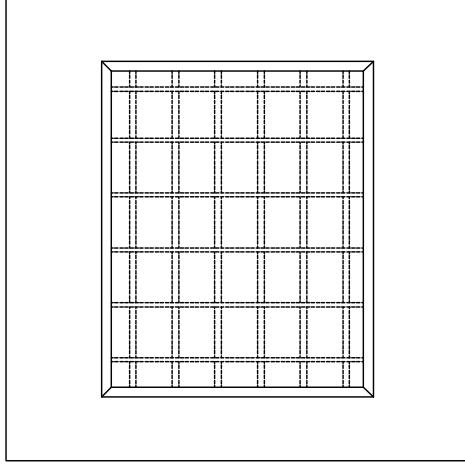


図 2.3.2-175 構成断面の測定温度 (中央 1 点): Low-E 複層 (CVD 型#2) + 内窓 (紙障子)

【外觀図】



試験体	
ガラス	Low-E複層ガラス(銀2層#2) (RSFL3AG6*+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内窓(紙障子) (ホワイト)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーシング面積比	0.872

試験結果		
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値	
冬期条件	1.1	0.20
夏期条件	0.5	0.22

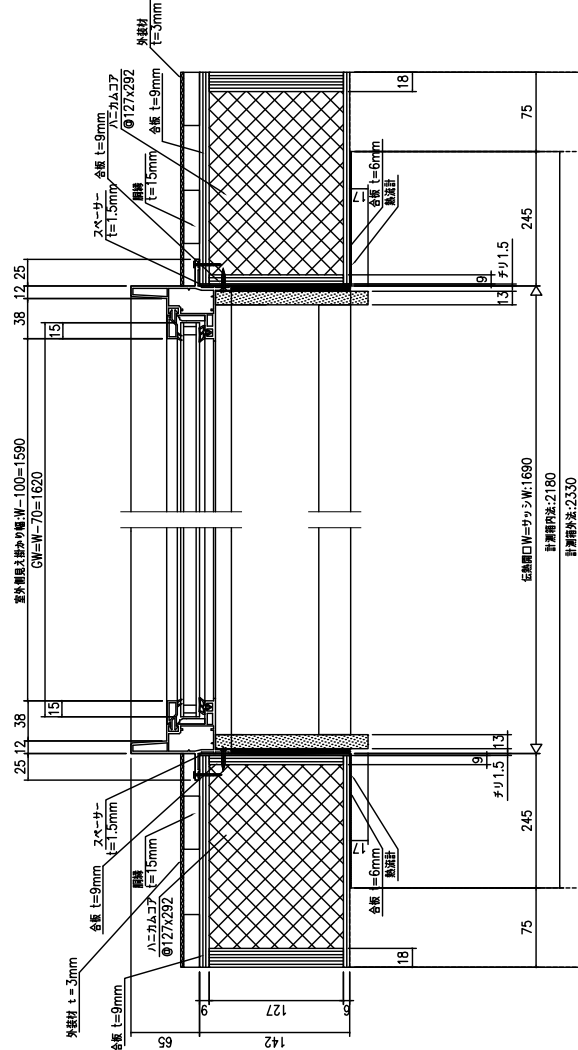
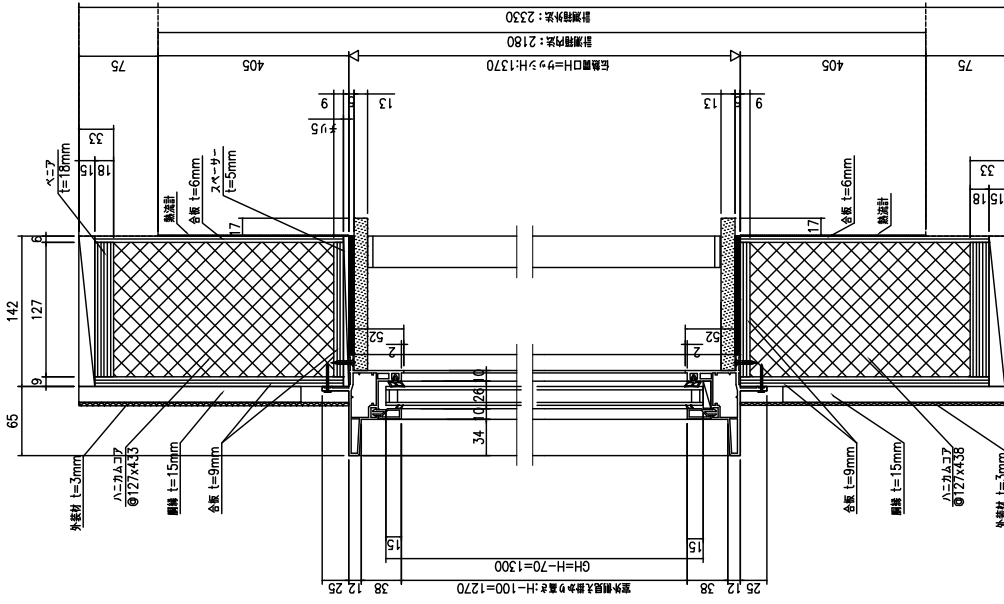
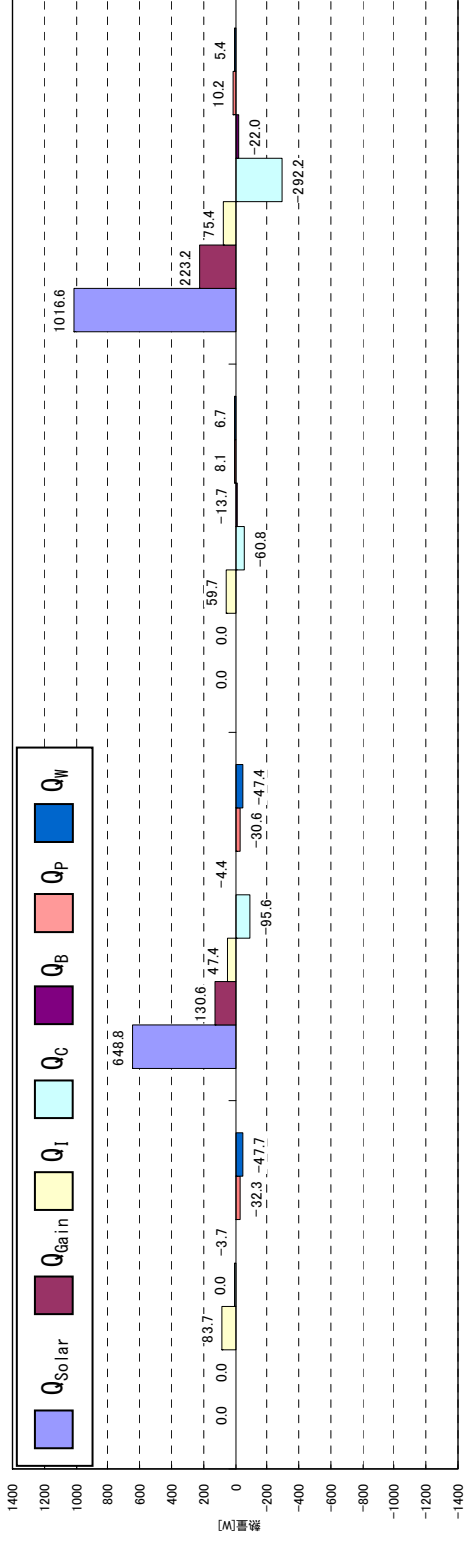


図 2.3.2-176 測定結果：Low-E 複層（銀 2 層#2）＋内窓（紙障子）





夏 (ts=500)

夏 (ts=0)

図 2.3.2-177 測定の熱収支：Low-E複層(銀2層#2) + 内窓(紙障子)

冬 (ts=0)

冬 (ts=300)

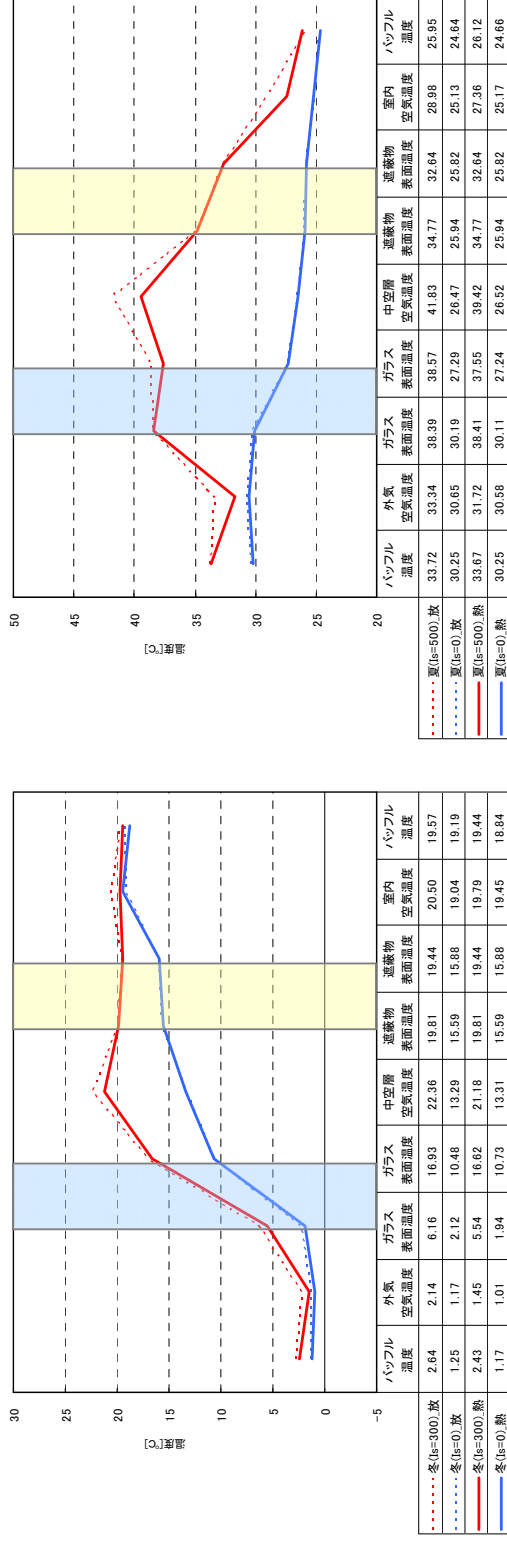
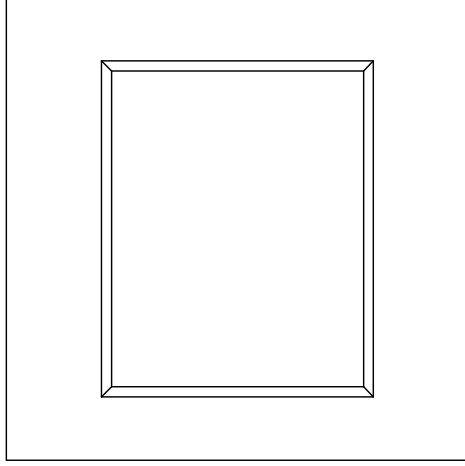


図 2.3.2-178 構成断面の測定温度 (中央1点)：Low-E複層(銀2層#2) + 内窓(紙障子)

【外觀図】



試験体	
ガラス	透明複層ガラス (FL3+A12+FL3)
フレーム	樹脂 (PVC・白)
遮蔽物	内窓(透明単板6mm)
伝熱開口幅[m]	1.690
伝熱開口高さ[m]	1.370
面積[m <sup>2</sup> ]	2.315
グレーディング面積比	0.872

試験結果	
U値[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	η 値
冬期条件	0.63
夏期条件	0.63

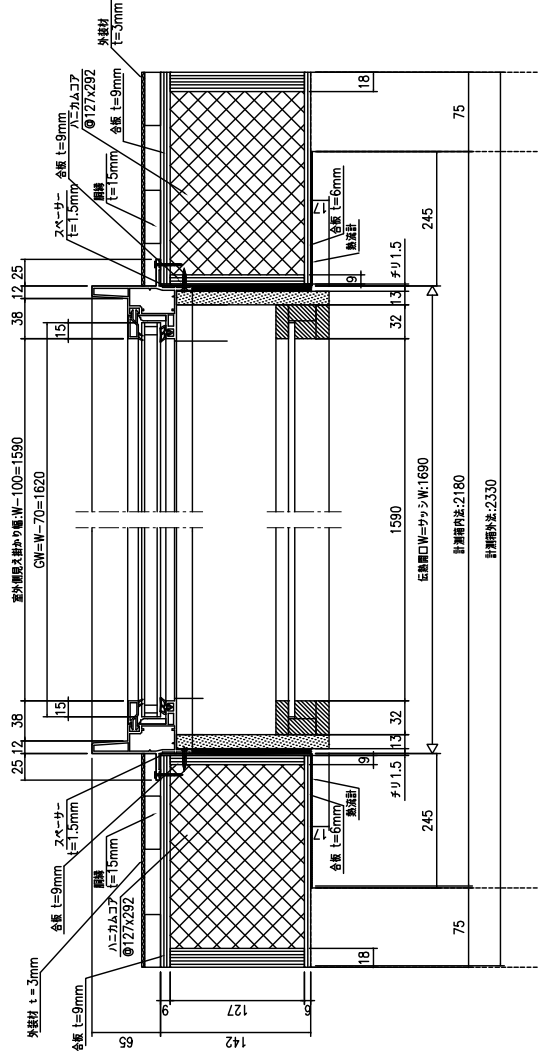
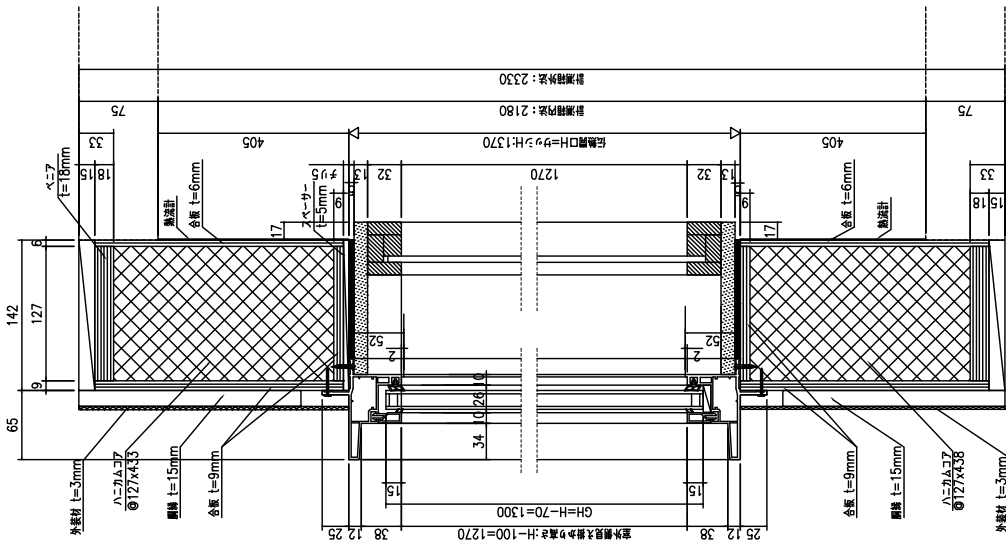
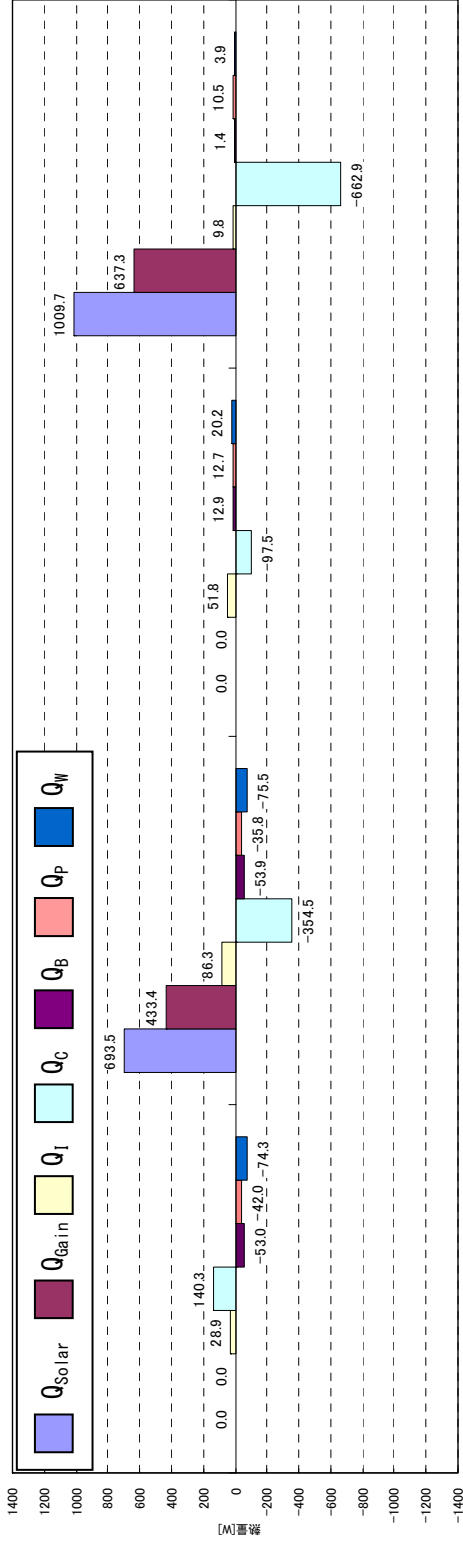


図 2.3.2-179 測定結果：普通複層＋内窓(透明単板)



夏 (is=500)

夏 (is=0)

冬 (is=300)

冬 (is=0)

図 2.3.2-180 測定熱収支：普通複層十内窓(透明単板)

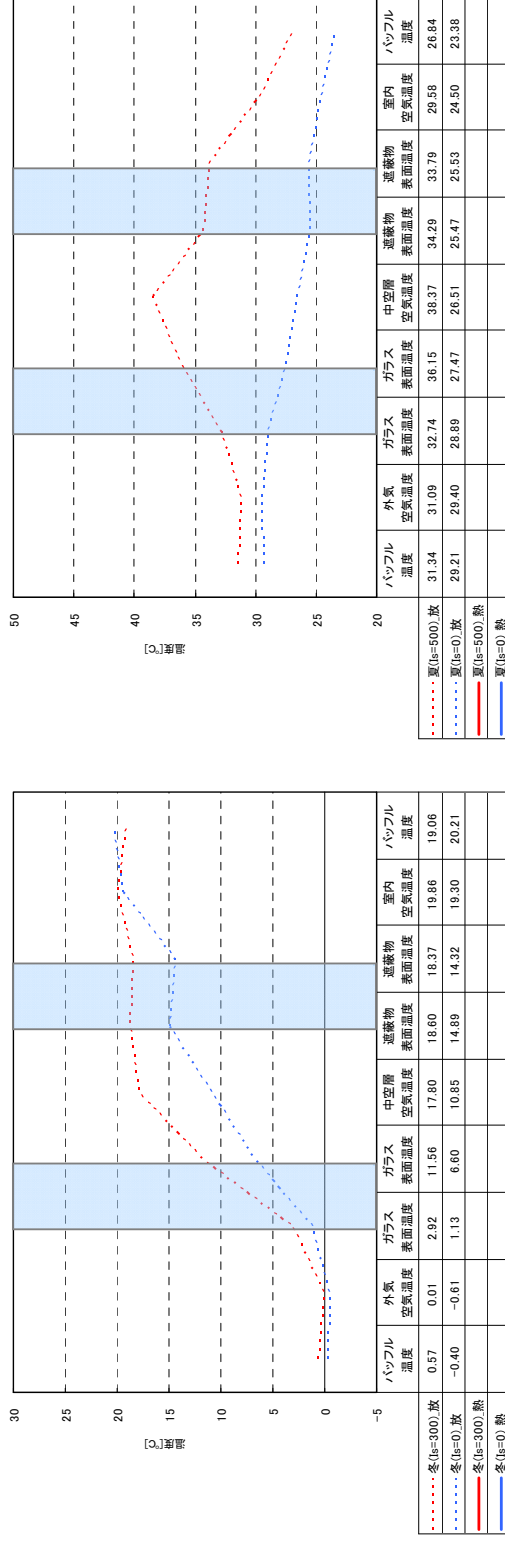


図 2.3.2-181 構成断面の測定温度 (中央 1 点)：普通複層十内窓(透明単板)

## 2.3.3 測定結果一覧

夏期・冬期条件における熱貫流率，日射熱取得率の一覧を表 2.3.3-1 に示す。また，図 2.3.3-1～2.3.3-24，図 2.3.3-33～2.3.3-72 に各測定における日射熱取得率，熱貫流率，構成断面の測定温度の比較を，遮蔽物の有無による日射熱取得率の相関を図 2.3.3-73～2.3.3-78 に示す。

なお，遮蔽物効果係数は遮蔽物無しの日射熱取得率に対する遮蔽物併用時の日射熱取得率の比（0～1）で表した値で，遮蔽物の有無による日射熱取得率の相関である近似式  $y=ax^2+bx$  に，遮蔽物無しの日射熱取得率で除した  $y/x=ax+b$  にて表現する。遮蔽物単体の日射熱取得率に相当するものとし，ここに示す。

図 2.3.3-1～2.4.3-2 は，外窓フレームに各種単板ガラスの組み合わせた際の遮蔽物なしの測定結果である。この測定結果と単板ガラス単体の日射熱取得率（カタログ値）にガラス面積比率の 0.872 を乗じた値を比較すると，ほとんど一致していることが分かる。この結果からみても，高い測定精度，及び測定値の妥当性は確認されたとと言える。

今回測定に用いた各種単板ガラスは，反射率・吸収率が様々である。熱線吸収ガラス以外にも高性能熱線反射（淡色），（濃色）も吸収率は 50%程度と吸収率は高い。図 2.3.3-3～2.3.3-6 を見ると吸収率の高いガラスの表裏面温度が高い値を示していることが分かる。

図 2.3.3-7～2.3.3-12 は，各種単板ガラスと内付ロールスクリーンを組み合わせた測定結果である。ロールスクリーンは遮蔽物であるがスクリーンを下げることで断熱性能の向上が確認された（増加熱抵抗 約  $0.04\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ）。日射熱取得率は 0.4 を下回る結果であり，どのガラス種においても安定した日射遮蔽が得られることがわかる。

図 2.3.3-13～2.3.3-18 は，透明単板ガラスに各種遮蔽物を組み合わせた測定結果である。室外側設置の遮蔽物の外付ブラインド，及び外付ロールスクリーンにおいて，日射熱取得率は約 0.2 と高い遮蔽効果が確認された。熱貫流率においてはほとんど向上がみられていないことから，外付タイプの遮蔽物はほとんど断熱性向上に寄与しないといえる。

室内側設置の遮蔽物の内付ブラインド，内付ロールスクリーン，プリーツスクリーンにおいて，日射熱取得率はそれぞれ 0.45，0.42，0.42 であった。ブラインドはスラット角度  $45^\circ$  で直達光はさえぎる形であり他の内付タイプと同等の日射熱取得率が得られていた。ロールスクリーンとプリーツスクリーンは日射熱取得率が同じであったが，熱貫流率においてはプリーツスクリーンの方が小さく断熱性向上効果（増加熱

抵抗 約  $0.06\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ) がロールスクリーンより高いことが分かる。

図 2.3.3-19～図 2.3.3-24 は、透明単板ガラスに各種内窓を組み合わせた測定結果である。紙障子の日射熱取得率は 0.36 と内付タイプの遮蔽物より小さい値であることが分かる。紙障子は内窓として設置されるので併用時は外窓との中間空気層が設定されることとなり、この中間空気層が断熱性向上（増加熱抵抗 約  $0.22\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ）に大きく寄与しているため日射熱取得率も小さくなったと考えられる。

内窓透明単板ガラスは紙障子と同様に二重窓形成による断熱性能の向上が確認された。日射熱取得率については 0.62 と大きな値であることも確認された。

内窓複層ガラスについても日射熱取得率は大きく、断熱性能の向上効果は高い。特に日射熱取得タイプの複層ガラスにおいては断熱性能を高め、日射熱を良く取り入れるというガラス性能が反映された結果である。

内窓日射遮熱タイプの複層ガラスにおいては断熱性能も高く、日射熱取得率も小さいことが確認された。日射熱を取得したいか、あるいは遮蔽したいかに応じ、ガラスを選別し用いることが有用であることがわかる。この日射遮熱タイプにおける温度結果をみると、内窓の室外側ガラスで遮蔽しているため中間空気層や外窓ガラスの温度が高くなっていることがわかる。

ここで、各測定における貫流熱と日射熱による冬の取得熱、及び夏の侵入熱の比較を図 2.3.3-25～図 2.3.3-32 に示し、省エネルギー性を検証する。

遮蔽物なしの各種単板ガラスでは、夏はガラスの日射遮蔽性能に応じ侵入熱を抑えている様子がみられるが（図 2.3.3-26）、冬は取得熱も抑える結果（図 2.3.3-25）となっている。特に高性能熱線反射（濃色）ガラスにおいては、熱取得がマイナス、つまり熱損失していることがわかる。

各種単板ガラスと室内ロールスクリーンとの組み合わせでは、夏は貫流熱も日射侵入熱も低減が確認され、省エネルギー的に有用な活用方法であることがわかる（図 2.3.3-28）。ただし、冬において貫流熱の低減はみられるものの、日射取得熱も大きく低減してしまっているため取得熱は遮蔽物なしより小さくなってしまっている（図 2.3.3-27）。省エネルギー性を考慮すると逆効果であり、冬は遮蔽物を併用しない方がよいことが数値からも明らかである。

透明単板ガラスに各種遮蔽物の組み合わせでは、夏は外付タイプの遮蔽物の方が内付タイプよりも侵入熱も小さく省エネルギー的に有用とわかる（図 2.3.3-30）。ただし、透明単板ガラスでは貫流熱による侵入も大きいいため全体的に省エネルギー性を有して

いるとは言い難い。むしろ高性能熱線反射（濃色）ガラスの遮蔽物なしの方が、透明単板ガラスに各種遮蔽物を組み合わせた際の侵入熱より小さかった。冬は各種単板ガラスのときと同様、遮蔽物なしがもっとも取得熱が大きい結果であった（図2.3.3-29）。特に外付タイプの遮蔽物においては併用しても断熱性能が向上しないことから、取得熱をほとんど貫流熱で損失してしまっている。外付遮蔽物が固定型であるならば、冬は省エネルギー性を有していないと言え、留意する必要がある。

透明単板ガラスに内窓の組み合わせでは、夏は貫流熱の低減は確認されるものの日射侵入熱が大きく、省エネルギー性は低いといえる（図2.3.3-32）。その中でも内窓日射遮熱タイプの複層ガラスは侵入熱が小さめで、外付遮蔽物と同程度の省エネルギー性を有していることがわかる。冬は内窓設置による断熱性能向上により貫流熱が小さくなり、透明単板ガラス単体よりも取得熱が大きく省エネルギー性が高いといえる（図2.3.3-29）。ただし、高性能熱線反射（濃色）ガラスにおいては透明単板ガラスよりも取得熱が小さくなっているため、日射熱取得は期待できないことがわかる。

なお、今回の各種単板ガラスにおいて、冬の取得熱がもっとも大きかったのは、内窓の透明単板ガラス、透明複層ガラスの組み合わせであり、夏の侵入熱がもっとも小さかったのは、高性能熱線反射（濃色）ガラスに室内ロールスクリーンの組み合わせであった。

図2.3.3-33は、外窓フレームに各種複層ガラスを組み合わせた際の遮蔽物なしの測定結果である。この測定結果と複層ガラス単体の日射熱取得率（カタログ値）にガラス面積比率の0.872を乗じた値を比較すると、概ね一致していることが分かる。日射遮蔽型を除くとその差は0.00～0.04であったが、日射遮蔽型においては0.03～0.06とやや差が見られていた。試験装置のキセノンランプと太陽光AM-1.5とのスペクトル合致度は十分高いことは確認されているが、可視光～近赤外域においてやや合致度が劣るポイントがあることも確認されている。日射遮蔽型の分光特性はこの波長域において反射率が高くなる波長選択性の高いガラスであり、今回差が少し見られた要因と考えられる。

遮蔽物の有無による日射熱取得率の相関図を見ると、遮蔽物なしの日射熱取得率と遮蔽物併用時の日射熱取得率との相関はかなり高いことが分かり、2次の相関式にて表わすことができる。夏期と冬期とで大別しているが、同一として扱っても差し支えないともいえる。

室内側遮蔽物における2次の相関式は上に凸の曲線で表されるが、室外側遮蔽物における相関式は直線に近い形で表わされることが確認された。

室内側遮蔽物の効果係数において、遮蔽物無しの日射熱取得率が低いほど、効果係数は高くなり、日射熱取得率が高いほど、効果係数が低くなることが分かった。反面、室外側遮蔽物の効果係数は、遮蔽物無しの日射熱取得率によって、あまり変化が見られないことが分かった。

表 2.3.3-1 窓の日射熱取得率測定の結果一覧

凡例 冬U冬η  
夏U夏η

サッシフレーム				樹脂(PVC)												木製内窓										
遮蔽物	ガラス品種略号	略号	条件	外付												内付										
				None		eBL4		eRS1		rTBL4		rBL4		rHBL4		rRS0		rPS8		紙障子	透明単板	普通複層	断熱Low-E (CVD型)		遮熱Low-E (銀2層)	
				U	η	U	η	U	η	U	η	U	η	U	η	U	η	U	η				U	η	U	η
単板	6mm	透明	FL6	FL6	S透明6	冬	5.8	4.8 0.74	4.8 0.35	4.8 0.26	×	4.4 0.45	×	4.0 0.42	3.7 0.42	2.3 0.36	2.2 0.62	1.6 0.57	1.2 0.52	1.1 0.53	1.2 0.36	1.2 0.41				
		熱線吸収	グリーンペーン	MFL6	S熱吸6	冬	5.8	4.7 0.56	×	×	×	×	×	×	4.0 0.35	×	×	×	×	×	×	×				
		熱線反射	レフタイトS(1種)	CFL6S*	S熱反6	冬	5.8	4.7 0.61	×	×	×	×	×	×	4.1 0.37	×	×	×	×	×	×	×				
		高性能熱線反射 (淡色)	レフシャインSGY32(2種)	RSFL6SGY32*	S反淡6	冬	5.5	4.4 0.43	×	×	×	×	×	×	3.9 0.30	×	×	×	×	×	×	×				
		高性能熱線反射 (濃色)	レフシャインSS8(3種)	RSFL6SS8*	S反濃6	冬	4.6	3.7 0.18	×	×	×	×	×	×	3.5 0.15	×	×	×	×	×	×	×				
ガラス 複層	3+A12+3mm	透明	ベアマルチ	FL3+A12+FL3	P普複	冬	2.9	2.6 0.71	2.5 0.22	2.6 0.25	2.4 0.49	2.4 0.42	2.5 0.50	2.4 0.41	2.2 0.41	1.6 0.35	1.6 0.63	×	×	×	×					
		Low-E(CVD型)	ベアマルチEA	膜2面	NFL3LE2*+A12+FL3	P取得2	冬	1.9	1.9 0.61	1.8 0.18	1.9 0.22	×	1.7 0.41	×	1.7 0.37	1.6 0.39	1.2 0.31	×	×	×	×					
				膜3面	FL3+A12+*NFL3LE3	P取得3	冬	1.9	1.9 0.65	×	×	×	1.8 0.46	×	1.2 0.39	1.1 0.42	0.8 0.32	×	×	×	×					
		Low-E(銀1層)	ベアマルチスーパーブルー	膜2面	RSFL3AW6*+A12+FL3	P中庸2	冬	1.8	1.7 0.50	×	×	×	1.6 0.35	×	1.6 0.32	×	×	×	×	×	×					
				膜3面	FL3+A12+*RSFL3AW6	P中庸3	冬	1.8	1.8 0.56	×	×	×	1.7 0.41	×	1.6 0.37	×	×	×	×	×	×					
		Low-E(銀2層)	ベアマルチレイボークグリーン	膜2面	RSFL3AG6*+A12+FL3	P遮蔽2	冬	1.6	1.7 0.38	1.7 0.11	1.7 0.13	×	1.6 0.26	×	1.5 0.24	1.5 0.26	1.1 0.20	×	×	×	×					
				膜3面	FL3+A12+*RSFL3AG6	P遮蔽3	冬	1.6	1.7 0.45	×	×	×	1.6 0.35	×	1.5 0.32	×	×	×	×	×	×					
		3+A9+6mm	真空	スペースA21遮熱クリア	RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V+*RSFL3SH	P真空a	冬	0.8	0.9 0.31	×	×	×	0.9 0.23	×	0.9 0.21	×	×	×	×	×	×	×				
							夏	0.35	0.8 0.32	×	×	×	0.5 0.25	×	0.5 0.23	×	×	×	×	×	×	×				

※   は通常使用する膜面位置。単位：U[W/(m<sup>2</sup>·K)], η[-]



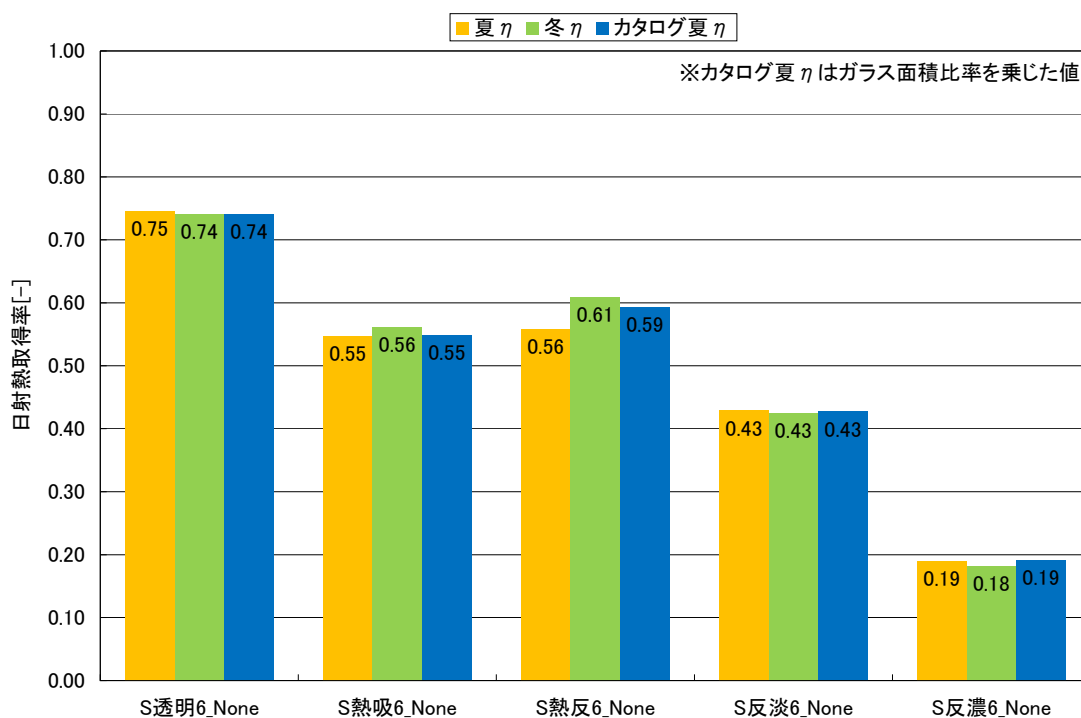


図 2.3.3-1 窓の日射熱取得率：単板ガラス+遮蔽物なし

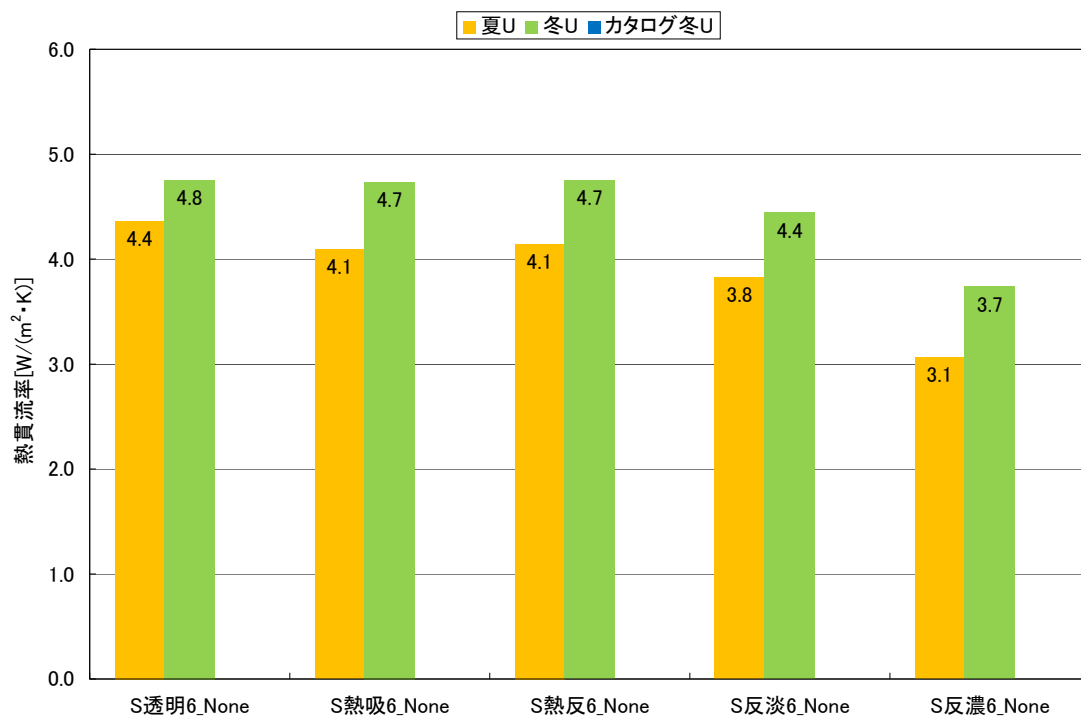


図 2.3.3-2 窓の熱貫流率：単板ガラス+遮蔽物なし

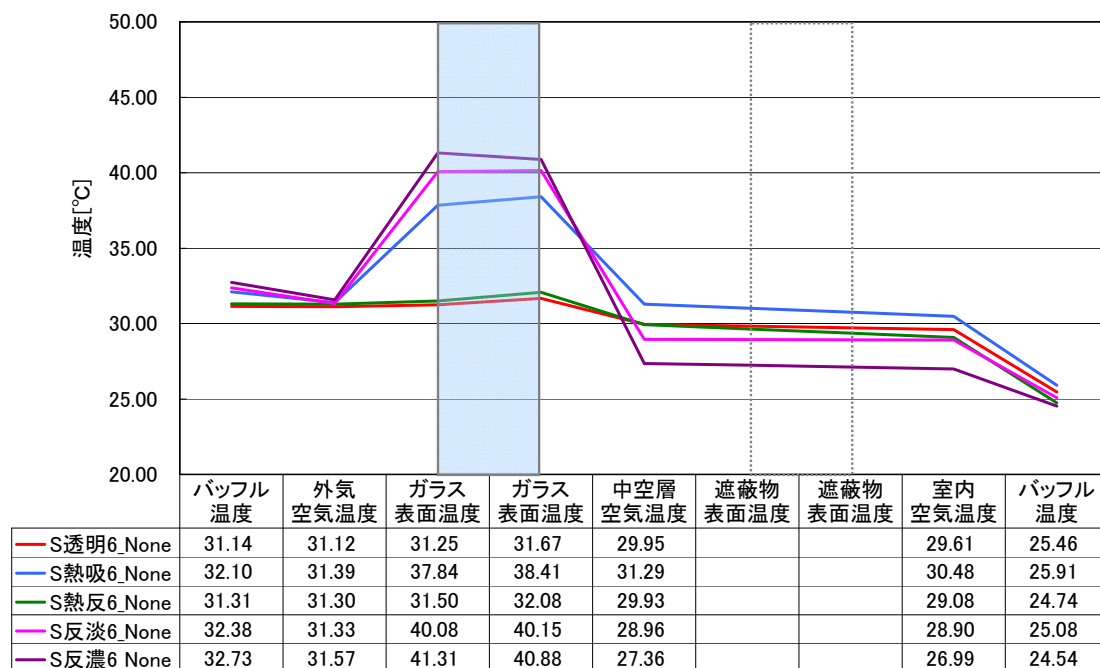


図 2.3.3-3 構成断面の測定温度（夏  $I_s=500 [W/m^2]$ ，中央1点）：単板ガラス+遮蔽物なし

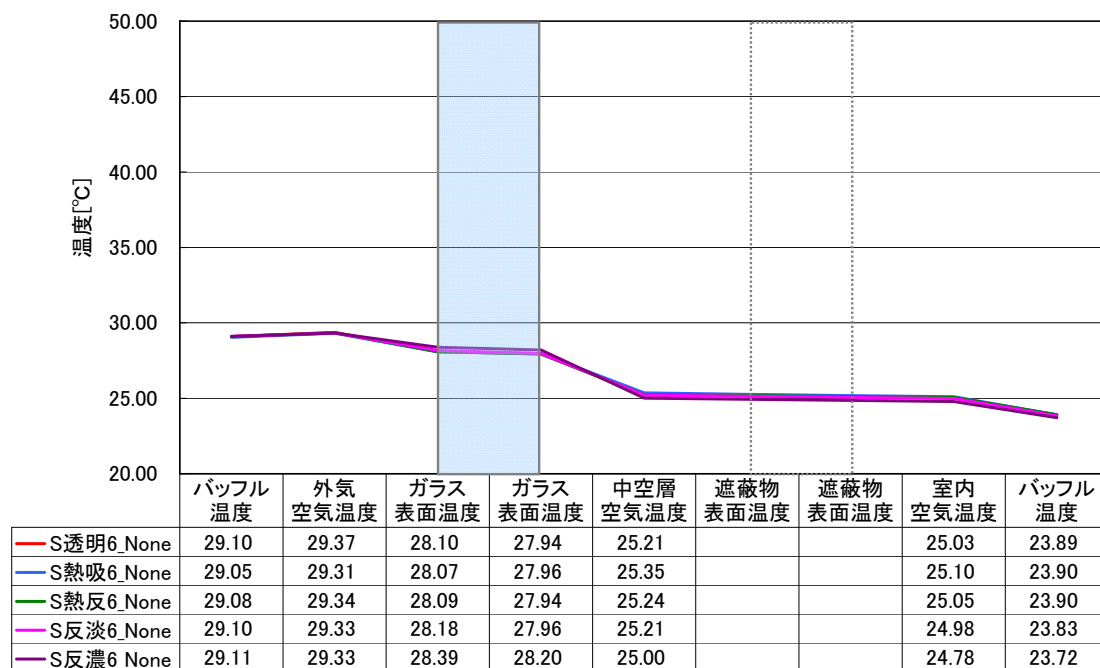


図 2.3.3-4 構成断面の測定温度（夏  $I_s=0 [W/m^2]$ ，中央1点）：単板ガラス+遮蔽物なし

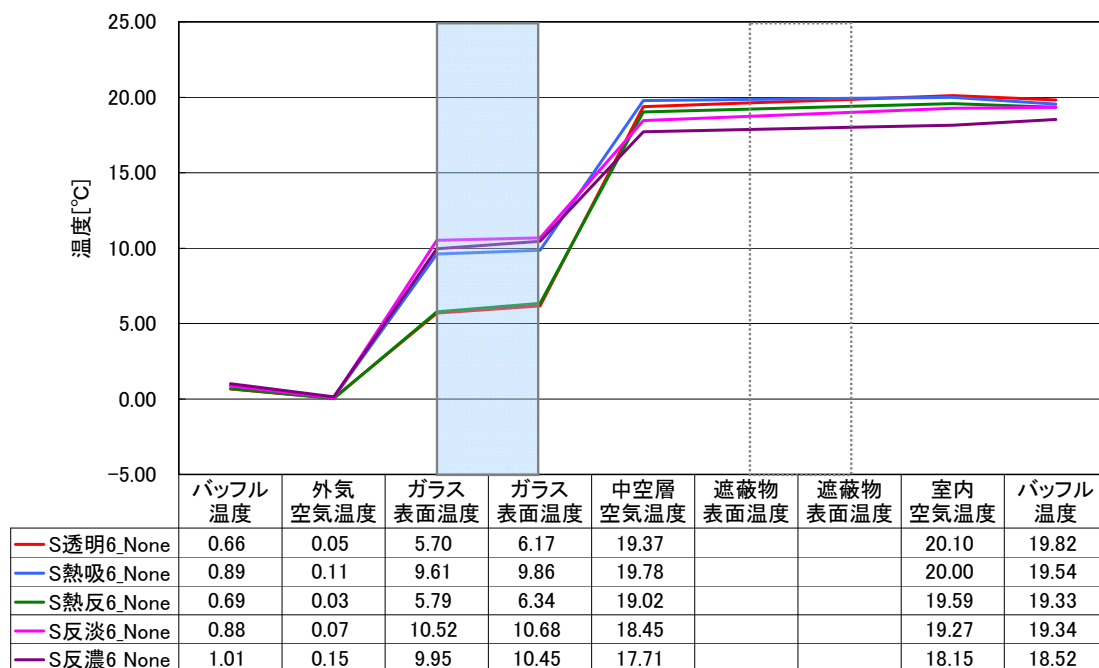


図 2.3.3-5 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=300$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点): 単板ガラス+遮蔽物なし

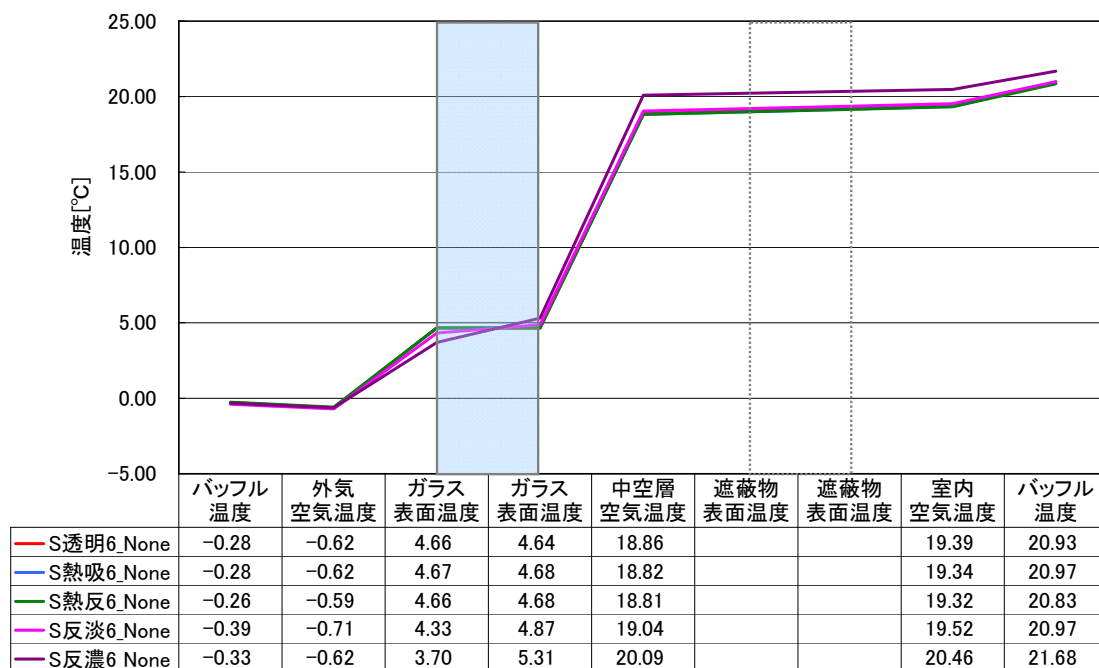


図 2.3.3-6 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点): 単板ガラス+遮蔽物なし

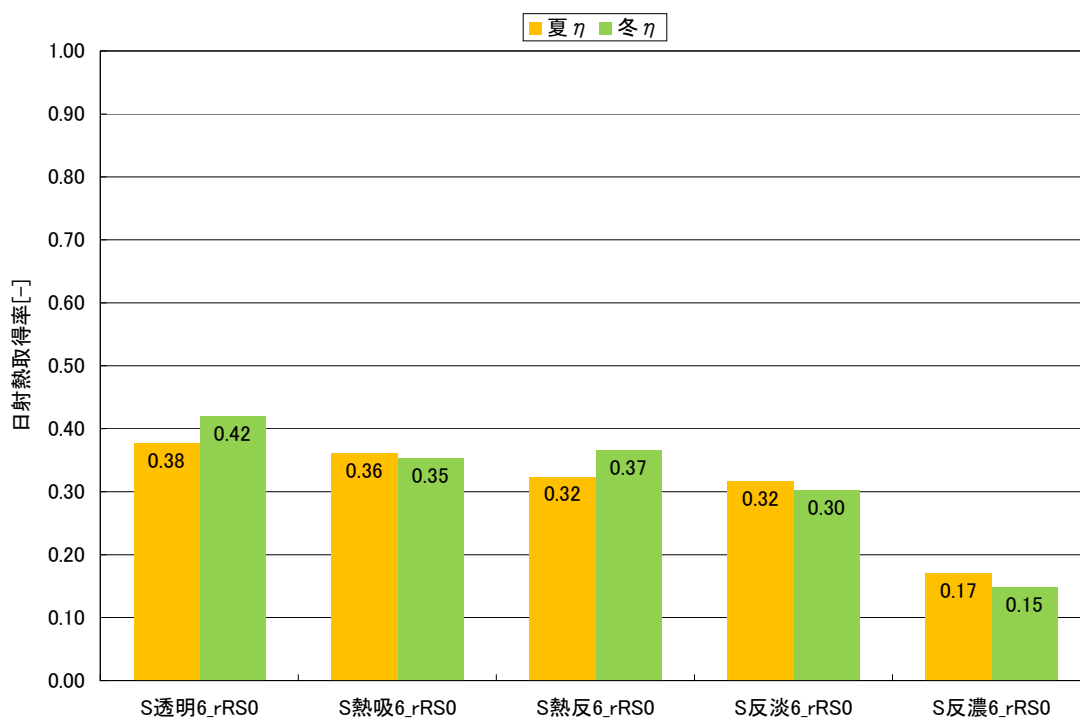


図 2.3.3-7 窓の日射熱取得率：単板ガラス+内付ロールスクリーン

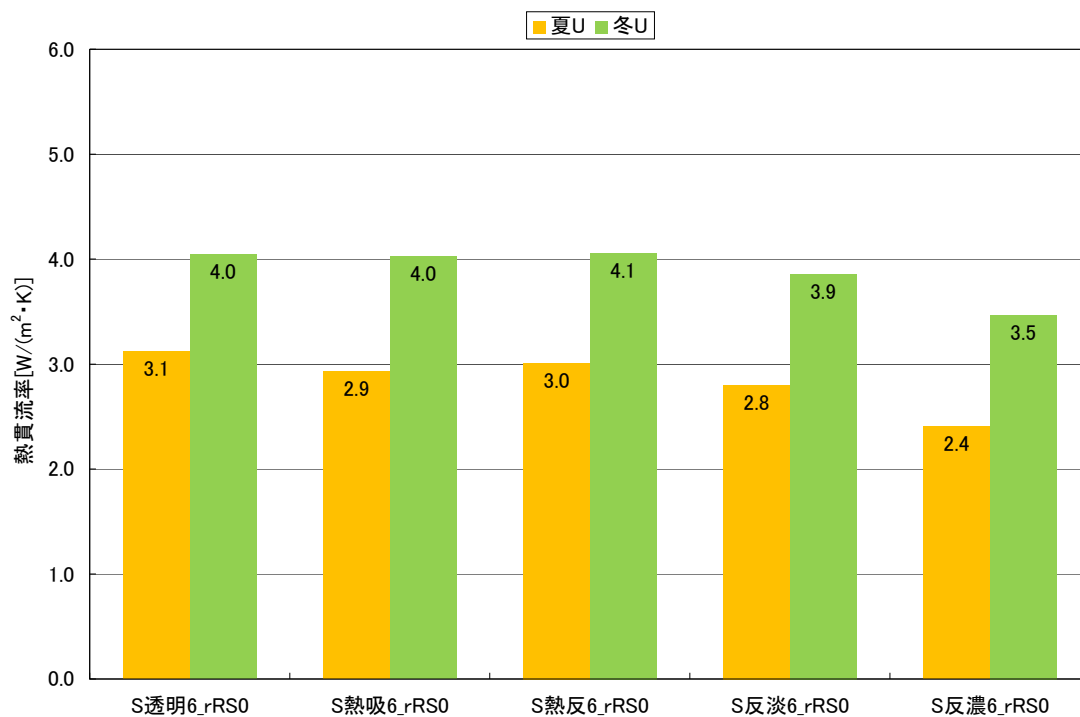


図 2.3.3-8 窓の熱貫流率：単板ガラス+内付ロールスクリーン

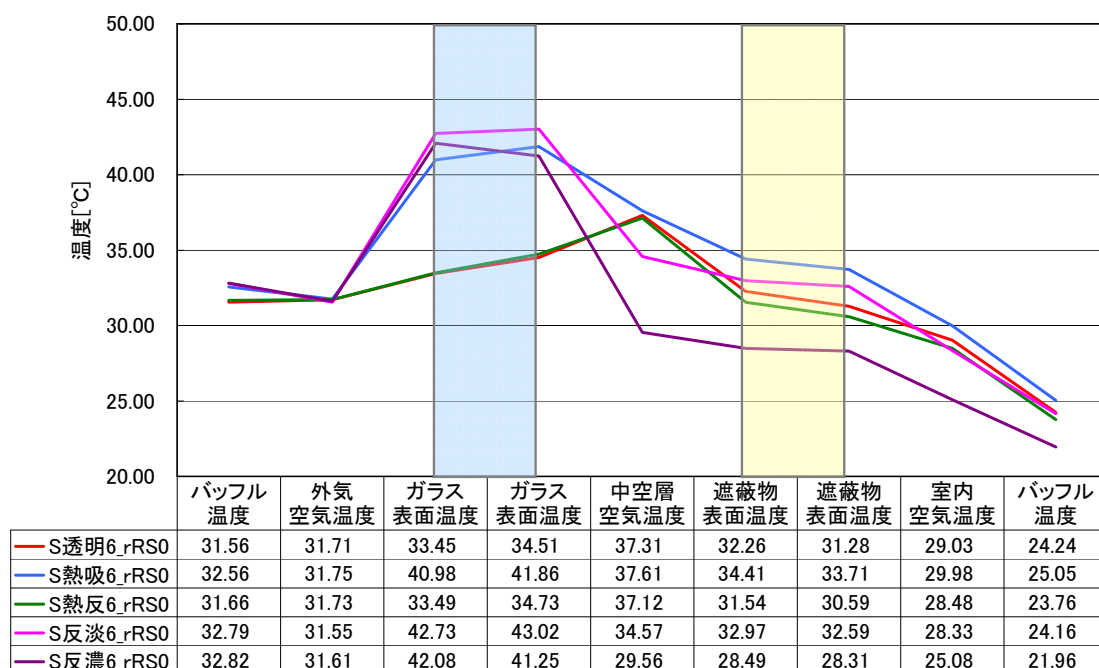


図 2.3.3-9 構成断面の測定温度（夏  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点）  
：単板ガラス+内付ロールスクリーン

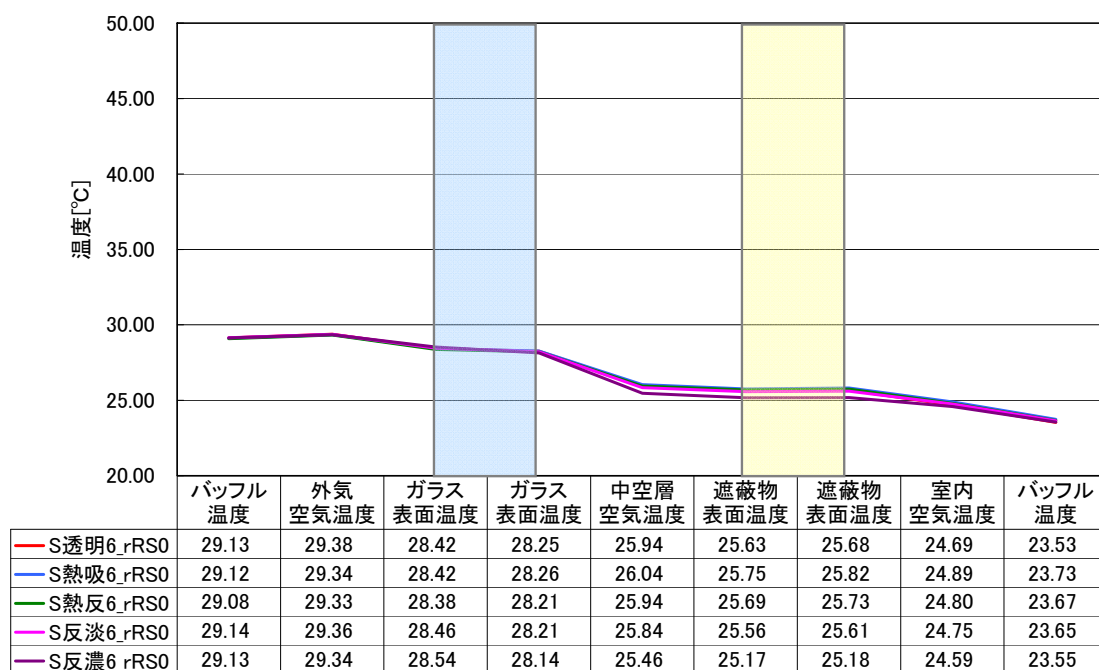


図 2.3.3-10 構成断面の測定温度（夏  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点）  
：単板ガラス+内付ロールスクリーン

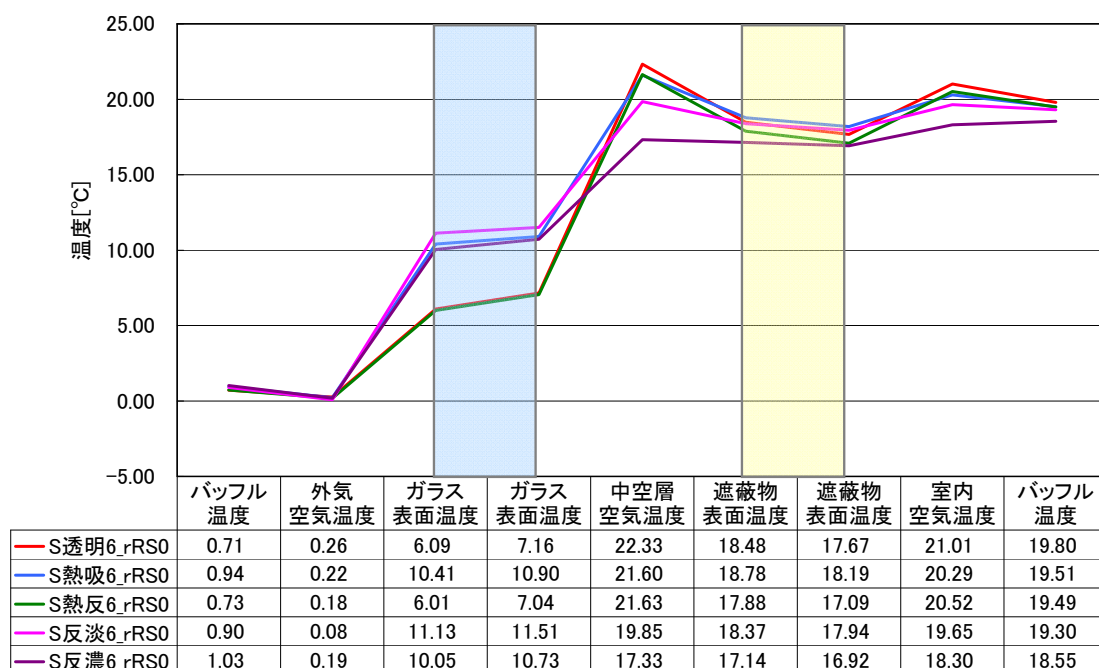


図 2.3.3-11 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=300$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点)  
: 単板ガラス+内付ロールスクリーン

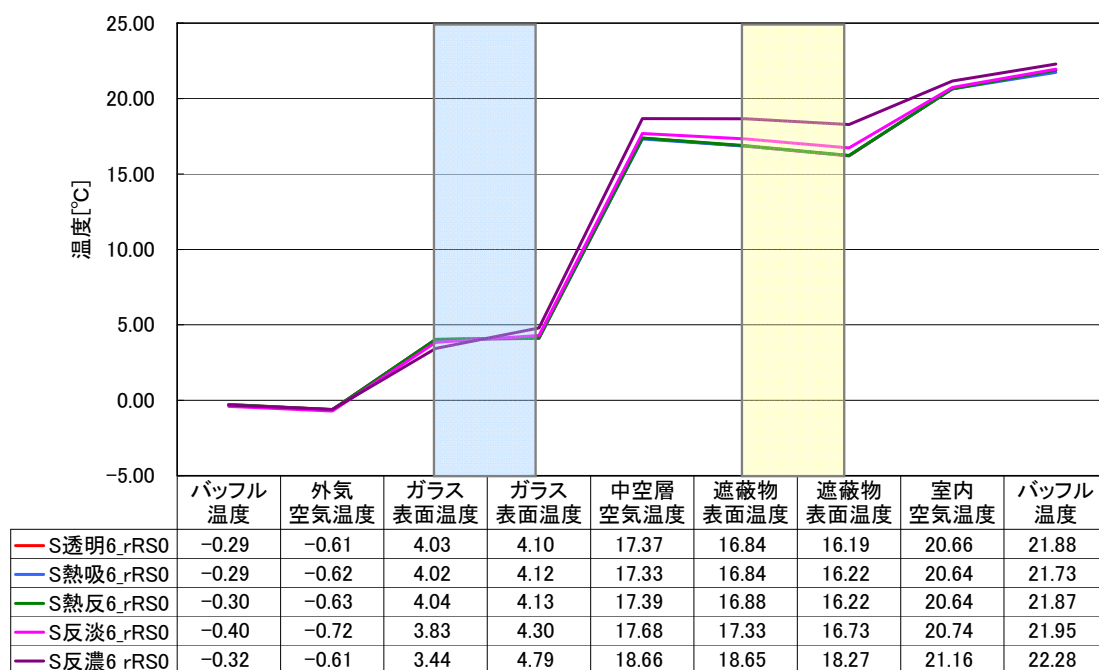


図 2.3.3-12 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点)  
: 単板ガラス+内付ロールスクリーン

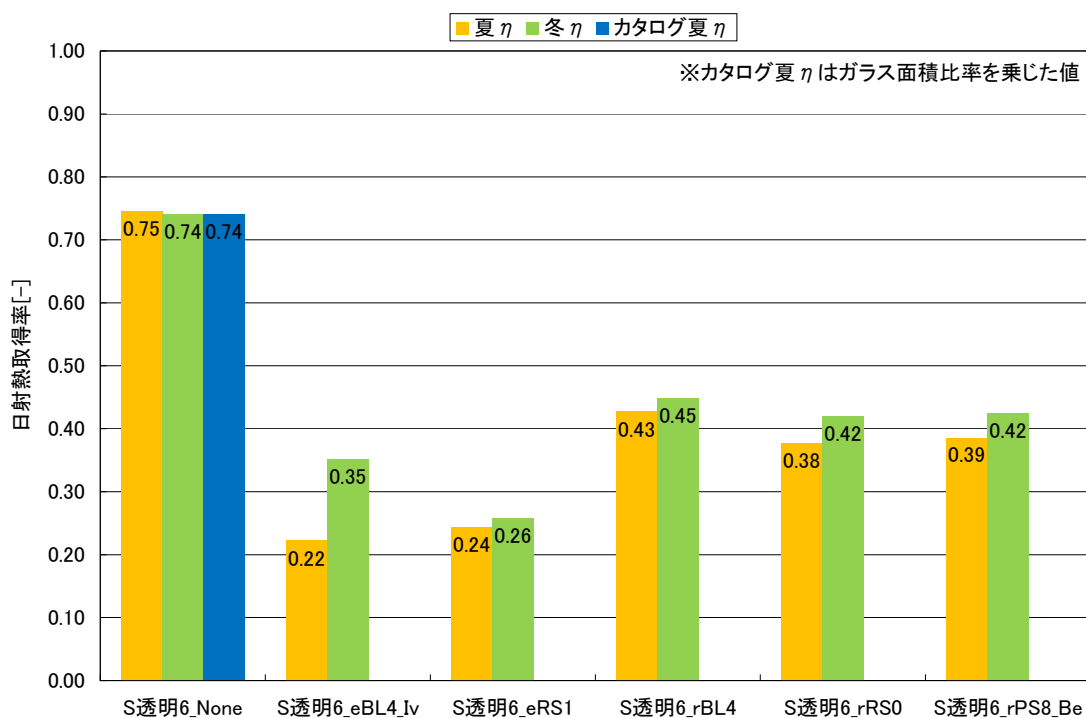


図 2.3.3-13 窓の日射熱取得率：透明単板ガラス+各種遮蔽物

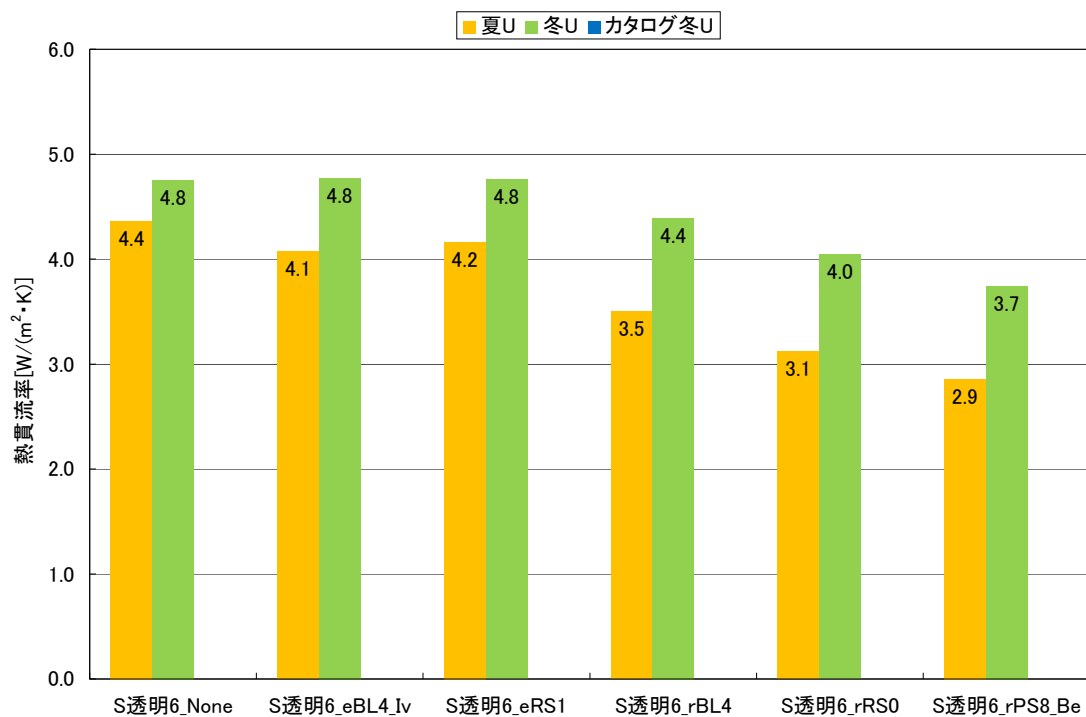


図 2.3.3-14 窓の熱貫流率：透明単板ガラス+各種遮蔽物

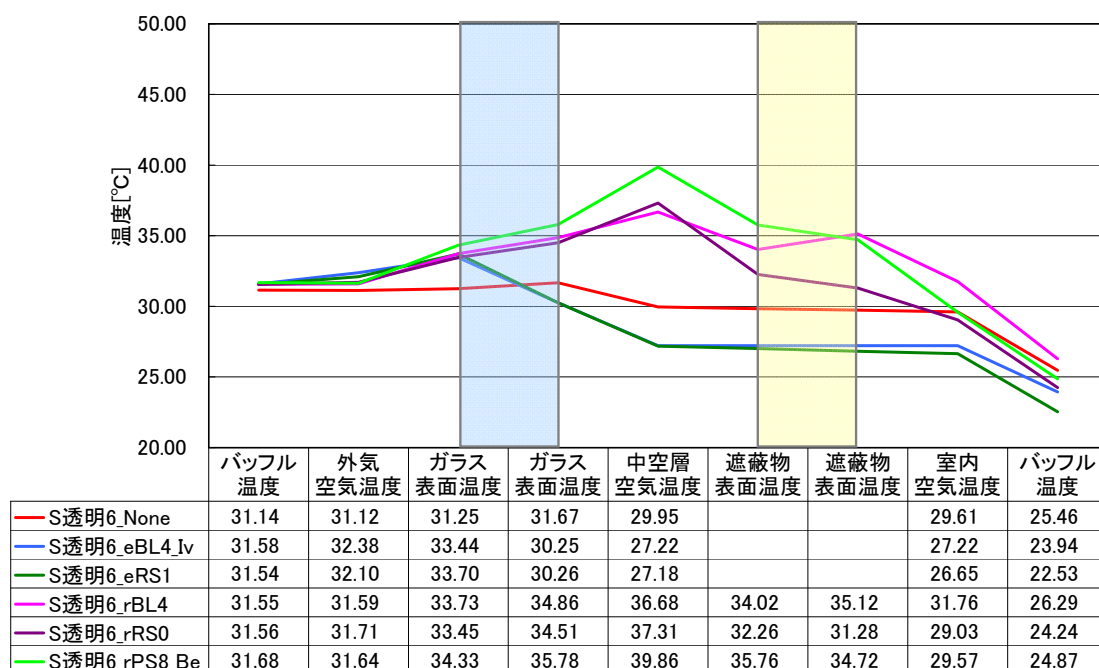


図 2.3.3-15 構成断面の測定温度（夏  $I_s=500[W/m^2]$ ，中央1点）  
：透明単板ガラス+各種遮蔽物

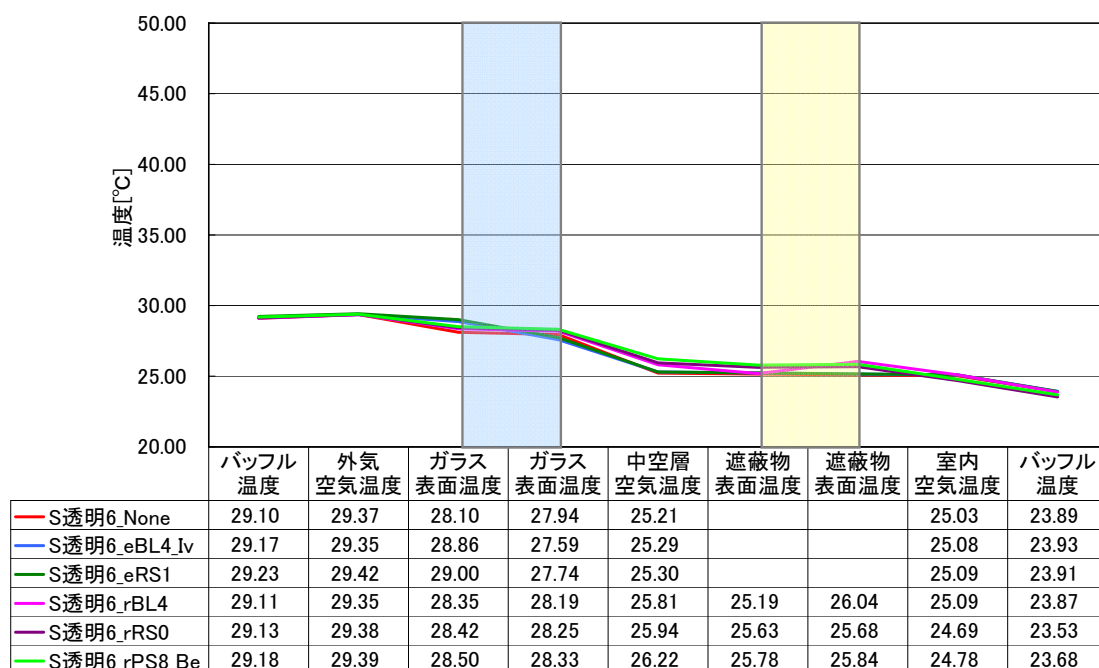


図 2.3.3-16 構成断面の測定温度（夏  $I_s=0[W/m^2]$ ，中央1点）  
：透明単板ガラス+各種遮蔽物



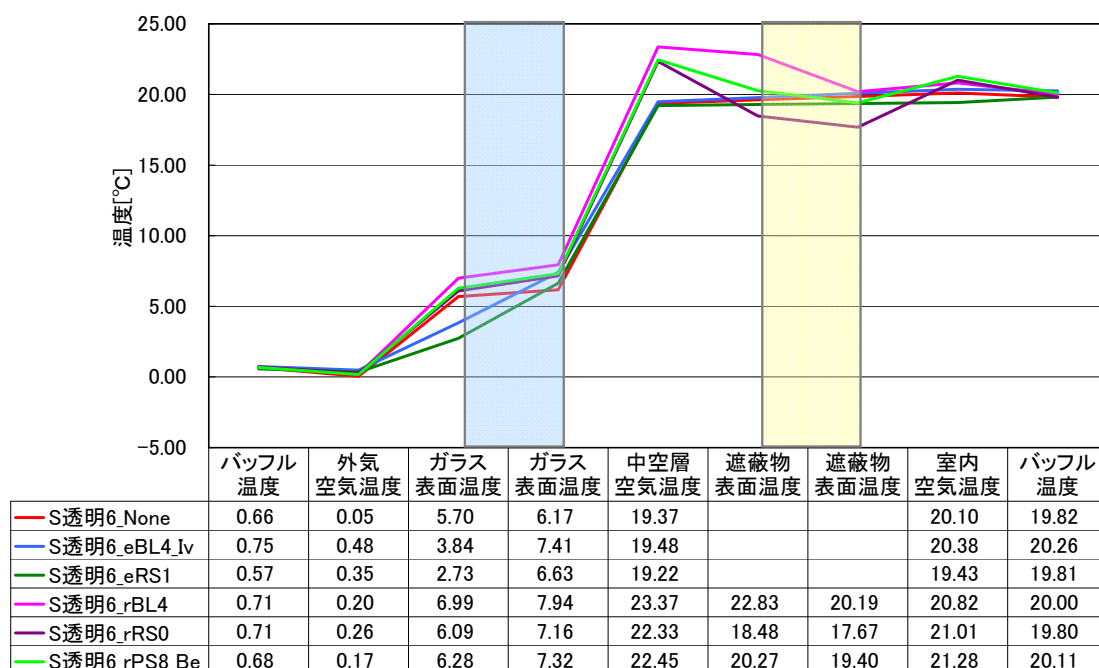


図 2.3.3-17 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=300[W/m^2]$ , 中央1点)  
: 透明単板ガラス+各種遮蔽物

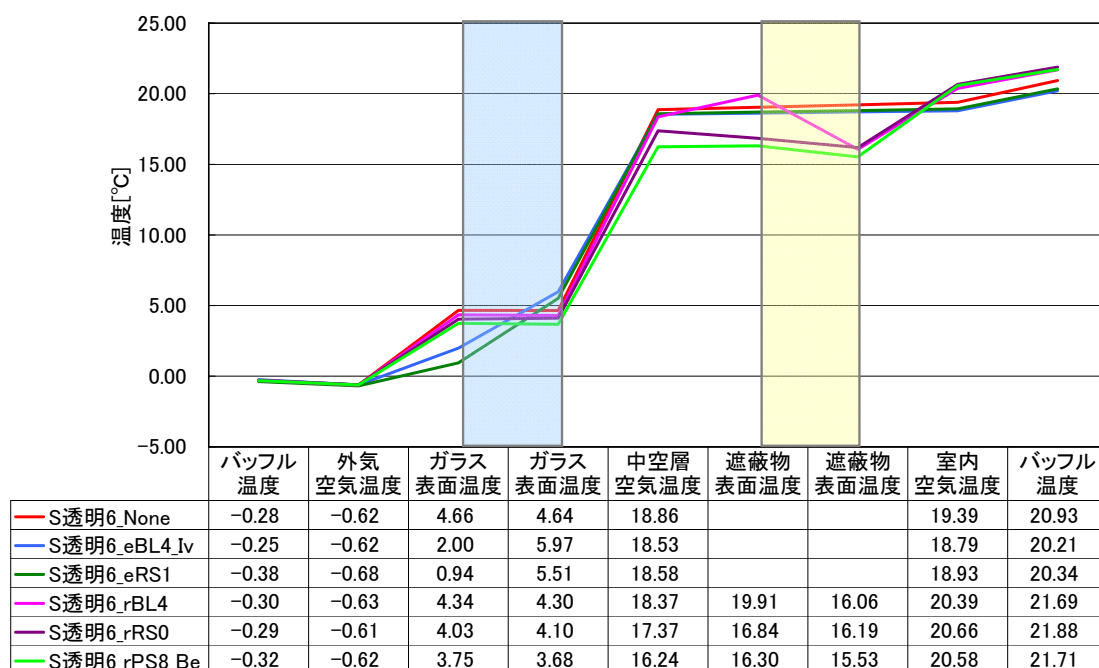


図 2.3.3-18 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点)  
: 透明単板ガラス+各種遮蔽物

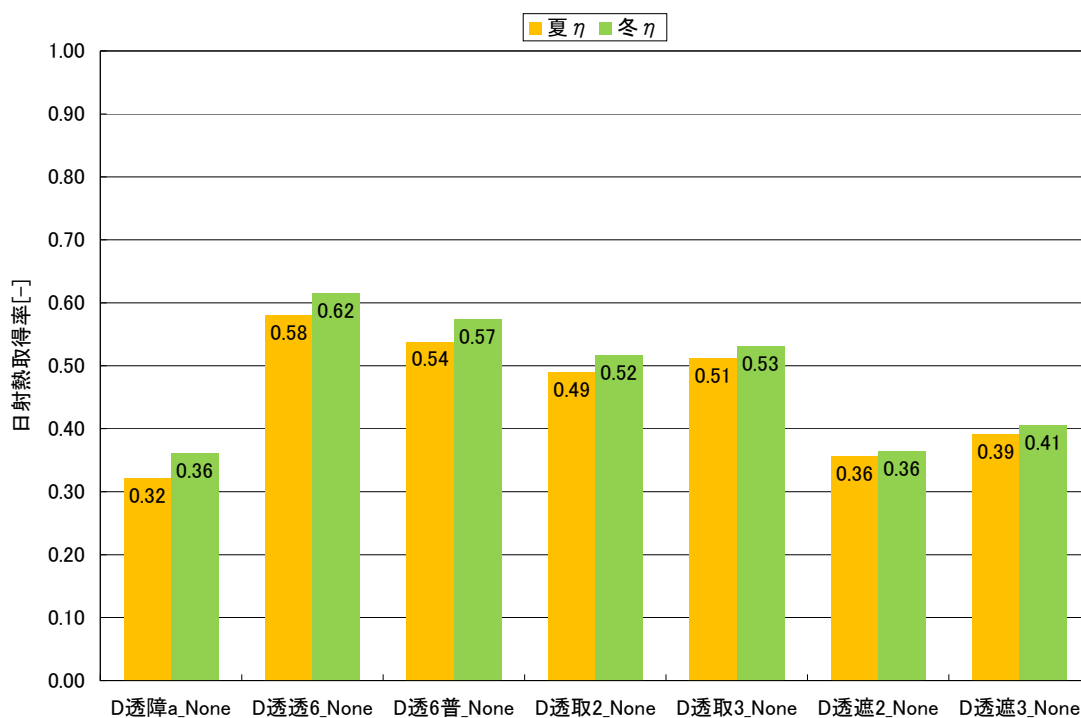


図 2.3.3-19 窓の日射熱取得率：透明単板ガラス+内窓

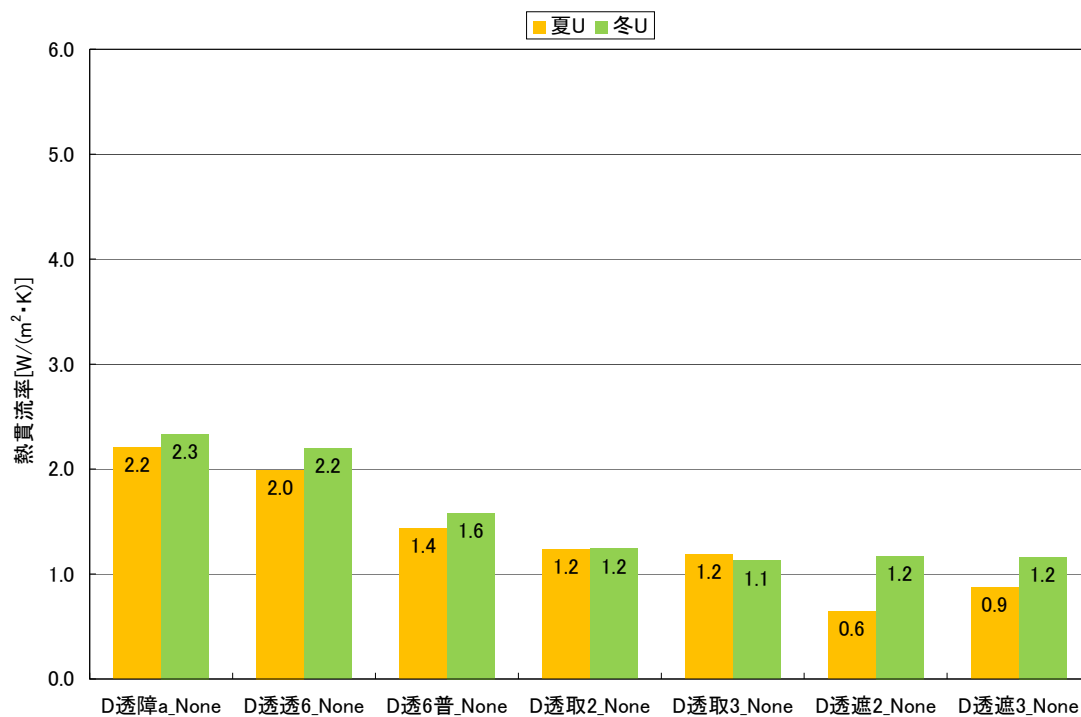


図 2.3.3-20 窓の熱貫流率：透明単板ガラス+内窓

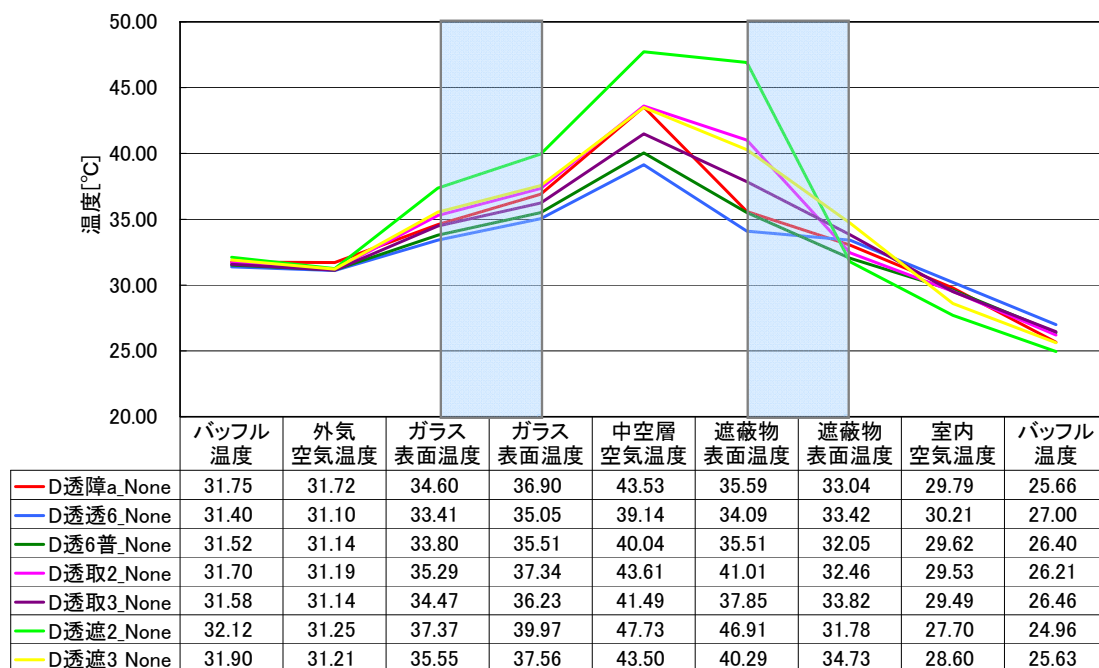


図 2.3.3-21 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点): 透明単板ガラス+内窓

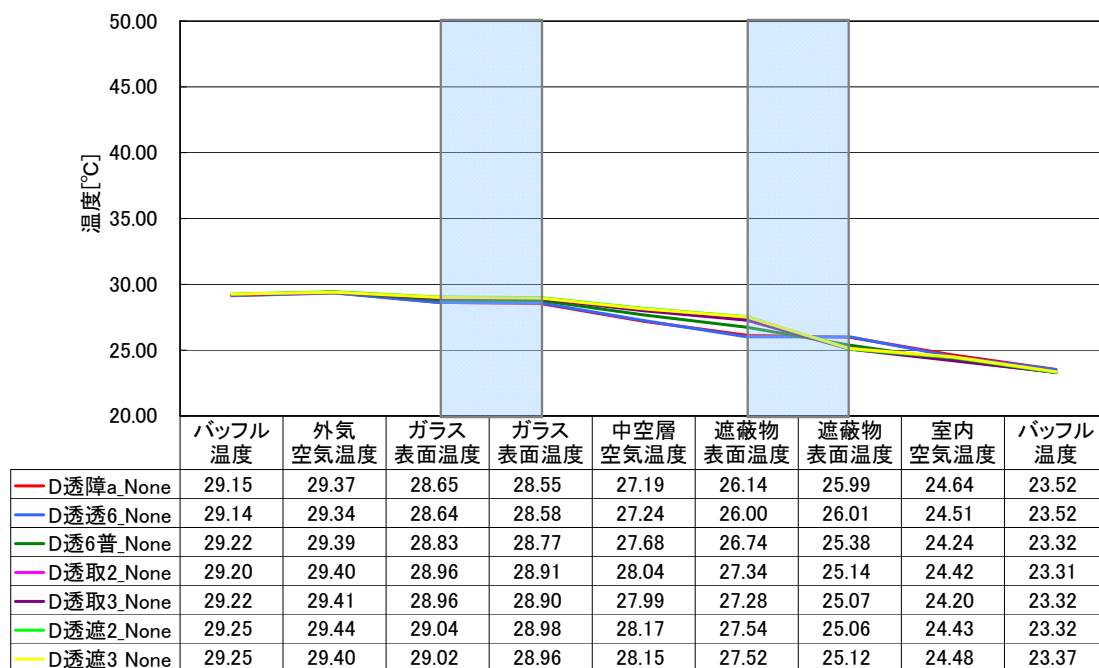


図 2.3.3-22 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点): 透明単板ガラス+内窓

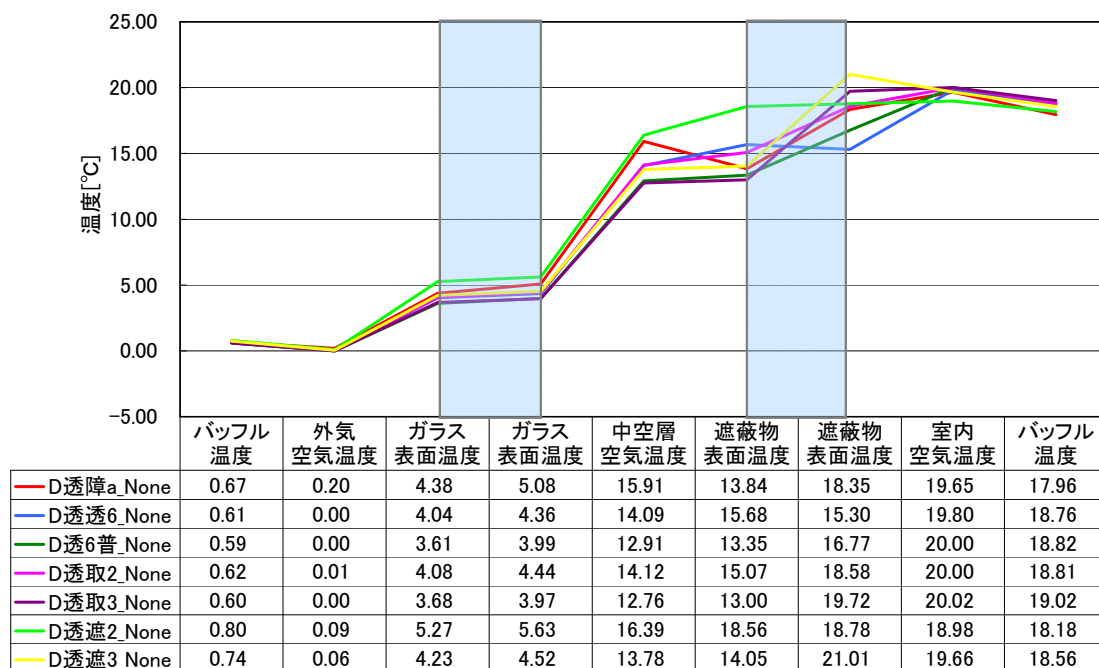


図 2.3.3-23 構成断面の測定温度（冬  $I_s=300[W/m^2]$ ，中央1点）：透明単板ガラス+内窓

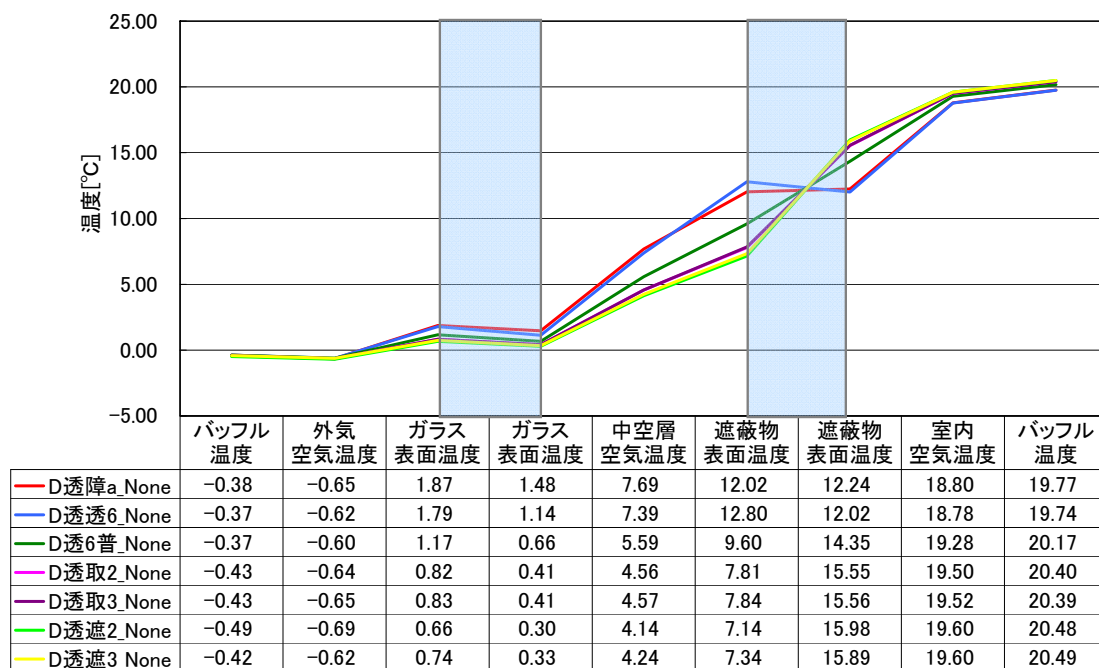


図 2.3.3-24 構成断面の測定温度（冬  $I_s=0[W/m^2]$ ，中央1点）：透明単板ガラス+内窓

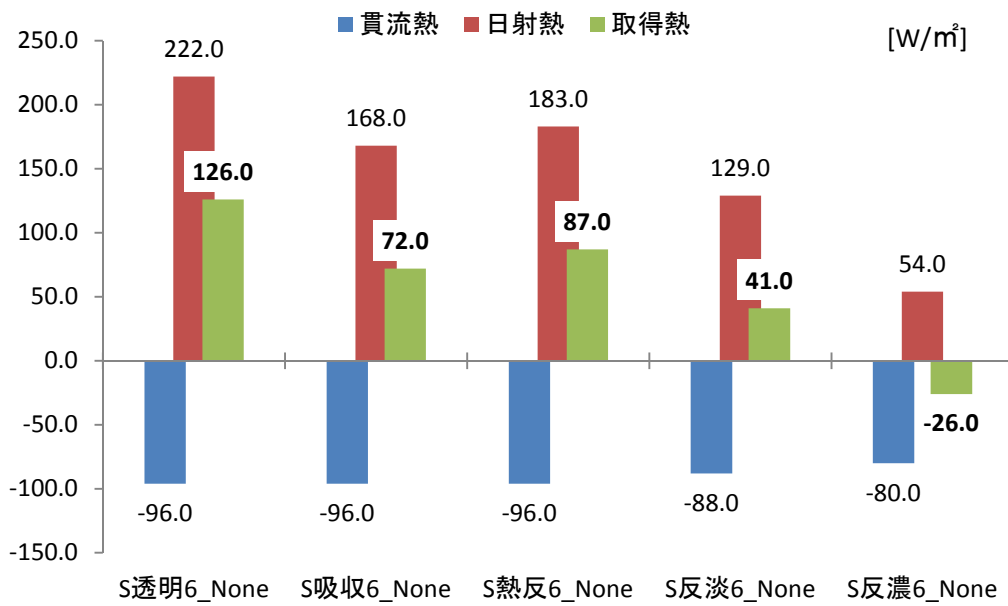


図 2.3.3-25 冬の取得熱（貫流熱+日射取得熱  $I_s=300 [W/m^2]$ ）：単板ガラス+遮蔽物なし

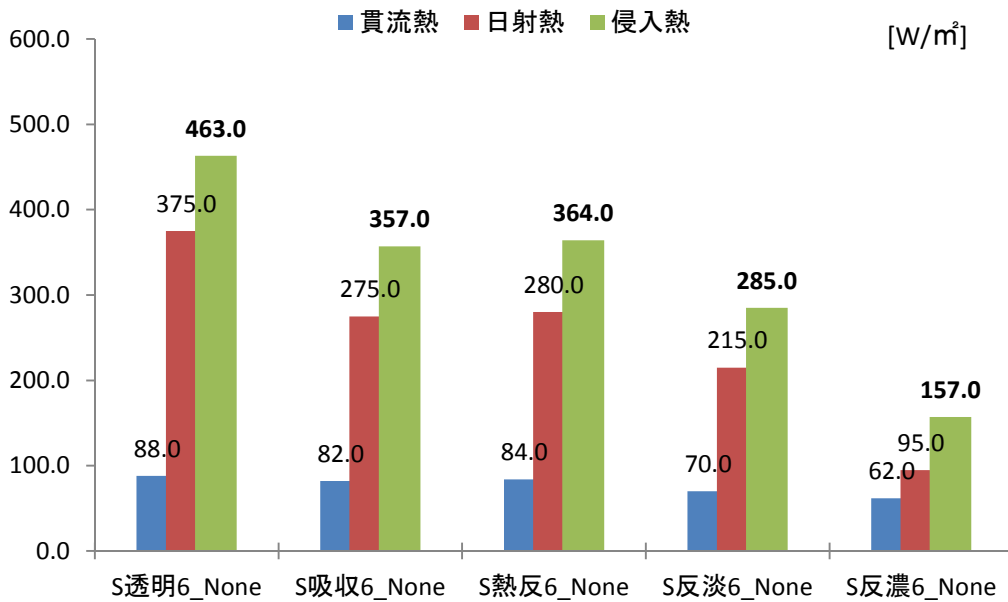


図 2.3.3-26 夏の侵入熱（貫流熱+日射侵入熱  $I_s=500 [W/m^2]$ ）：単板ガラス+遮蔽物なし

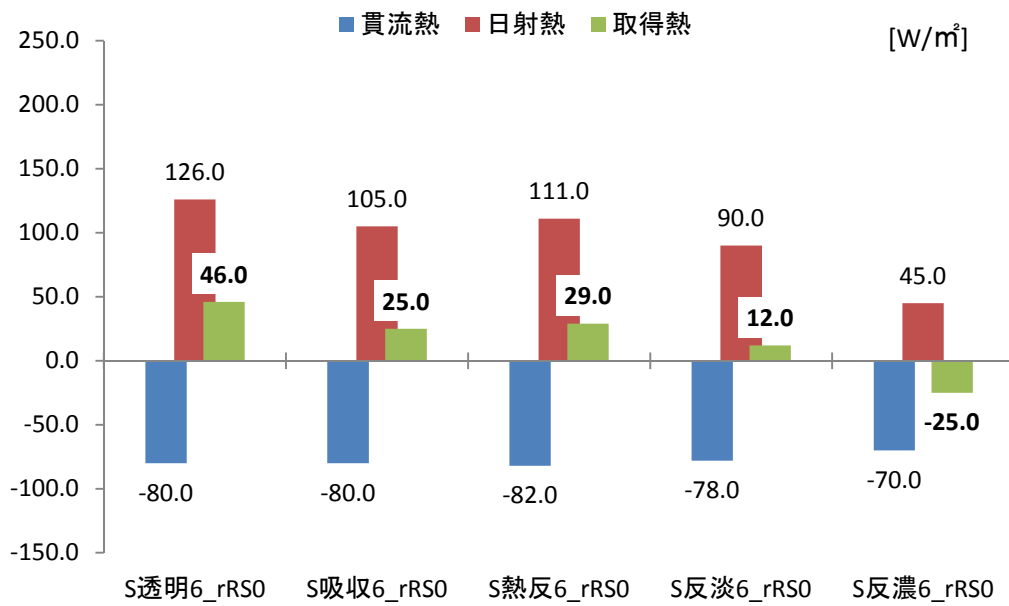


図 2.3.3-27 冬の取得熱（貫流熱+日射取得熱  $I_s=300 [W/m^2]$ ）  
：単板ガラス+内付ロールスクリーン

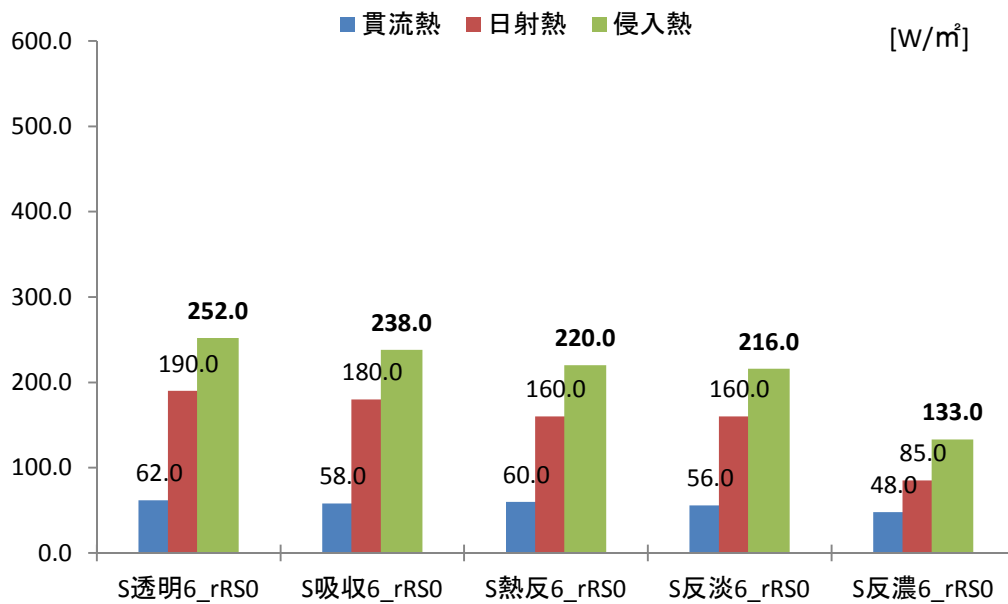


図 2.3.3-28 夏の侵入熱（貫流熱+日射侵入熱  $I_s=500 [W/m^2]$ ）  
：単板ガラス+内付ロールスクリーン

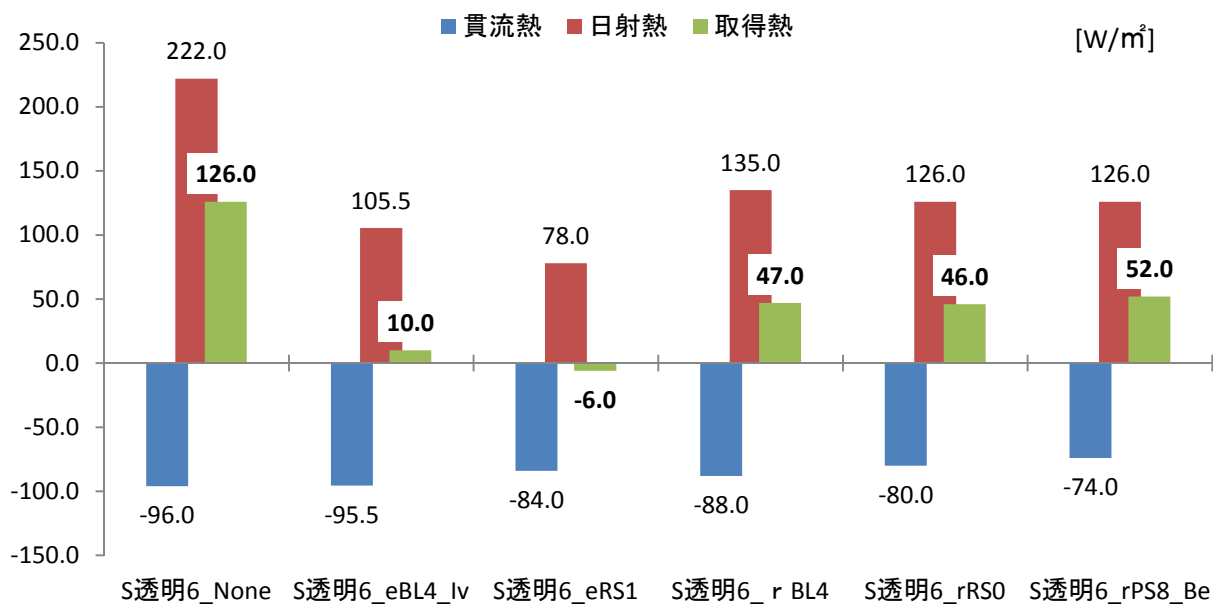


図 2.3.3-29 冬の取得熱（貫流熱+日射取得熱  $I_s=300$  [W/m²]）  
：透明単板ガラス+各種遮蔽物

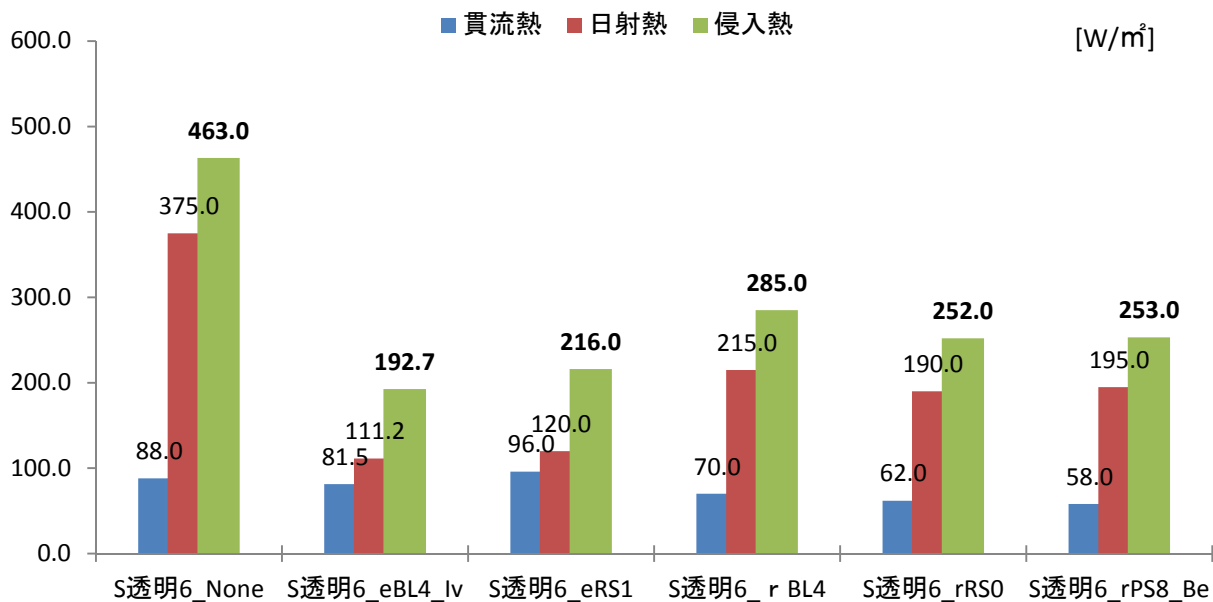


図 2.3.3-30 夏の侵入熱（貫流熱+日射侵入熱  $I_s=500$  [W/m²]）  
：透明単板ガラス+各種遮蔽物

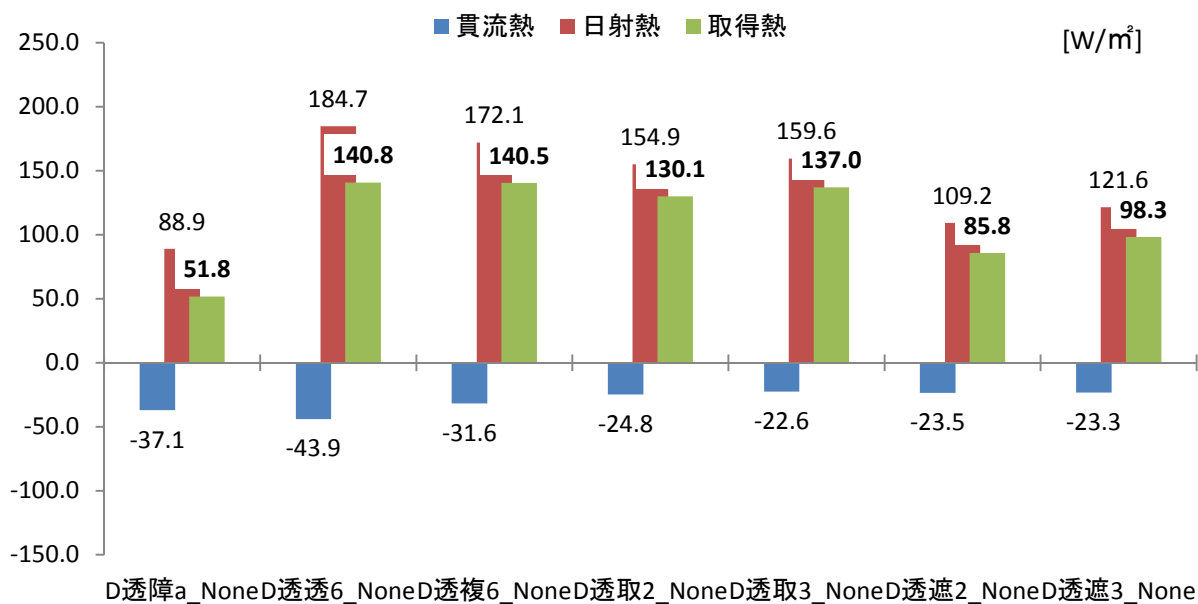


図 2.3.3-31 冬の取得熱（貫流熱+日射取得熱  $I_s=300$  [W/m²]）  
：透明単板ガラス+内窓

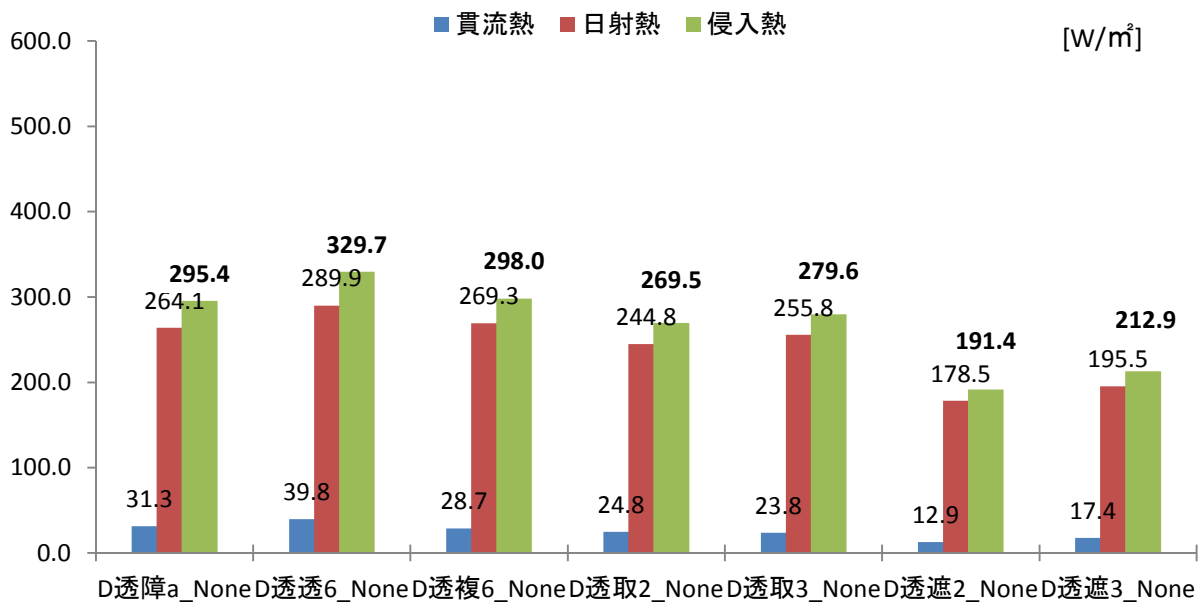


図 2.3.3-32 夏の侵入熱（貫流熱+日射侵入熱  $I_s=500$  [W/m²]）  
：透明単板ガラス+内窓



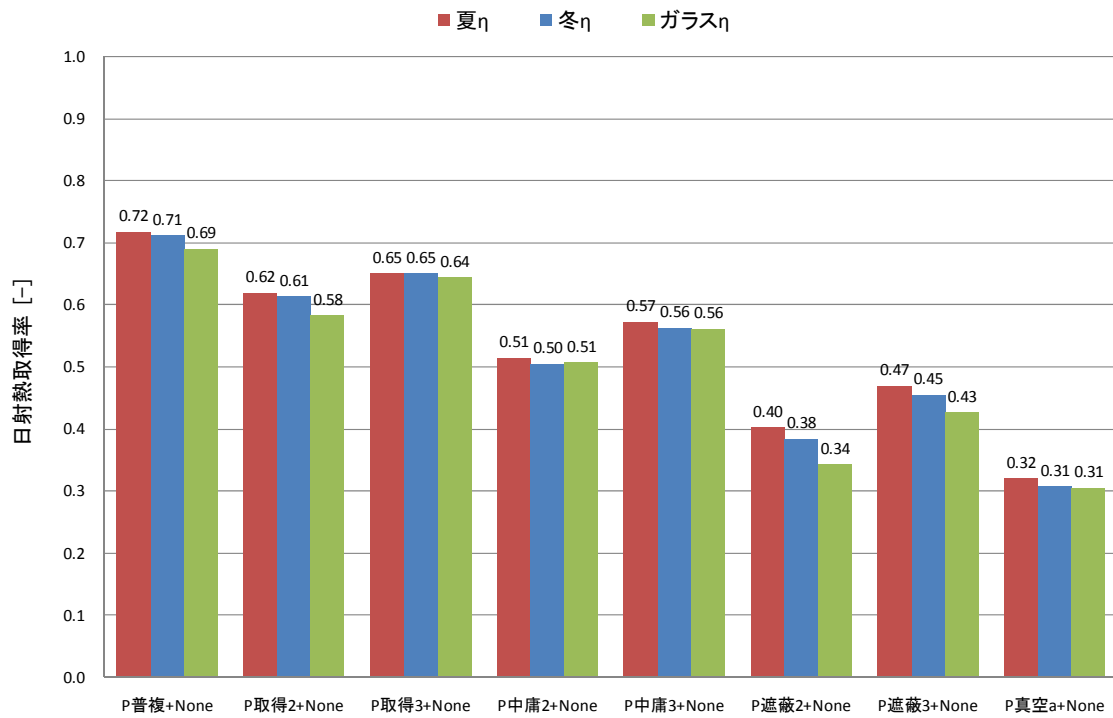


図 2.3.3-33 窓の日射熱取得率：複層ガラス+遮蔽物なし

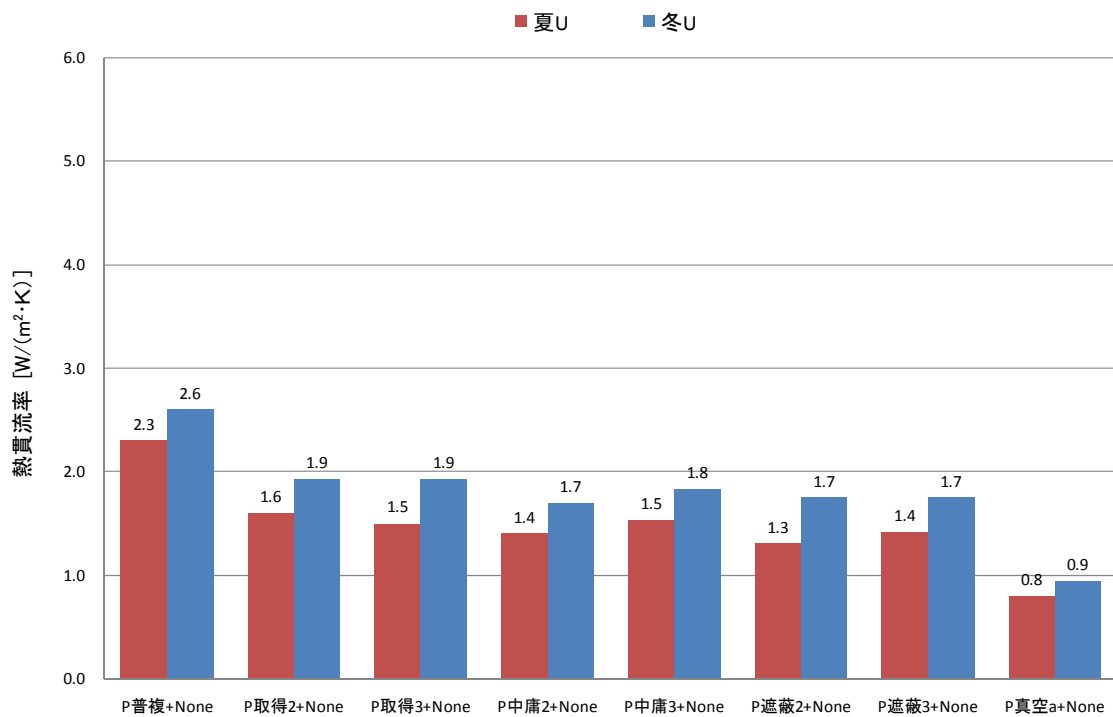


図 2.3.3-34 窓の熱貫流率：複層ガラス+遮蔽物なし

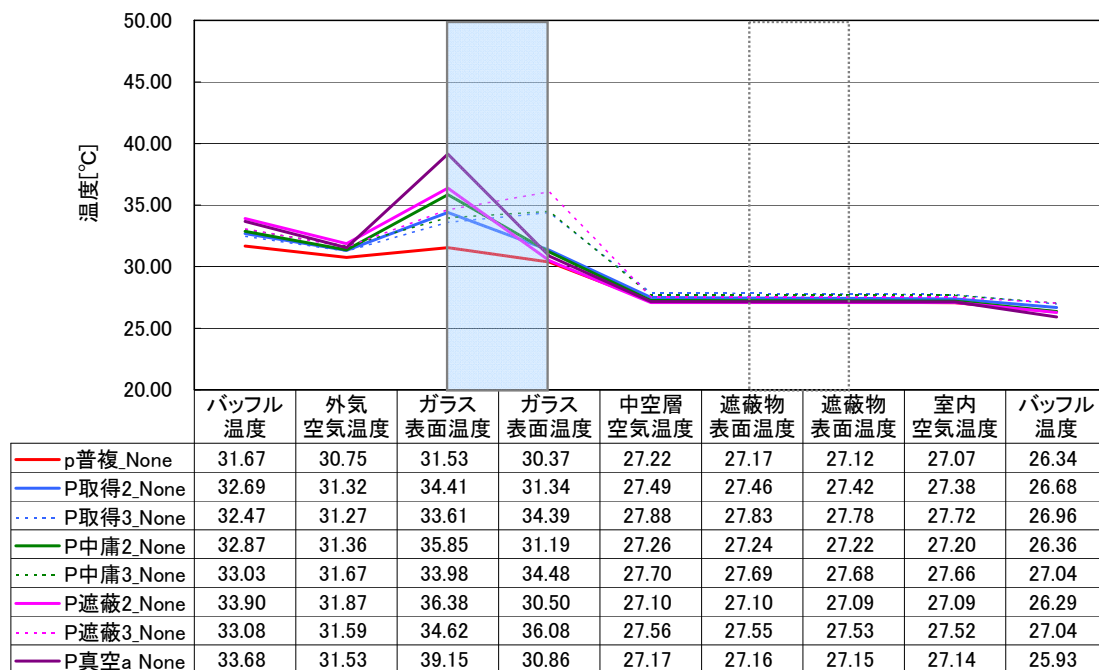


図 2.3.3-35 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+遮蔽物なし

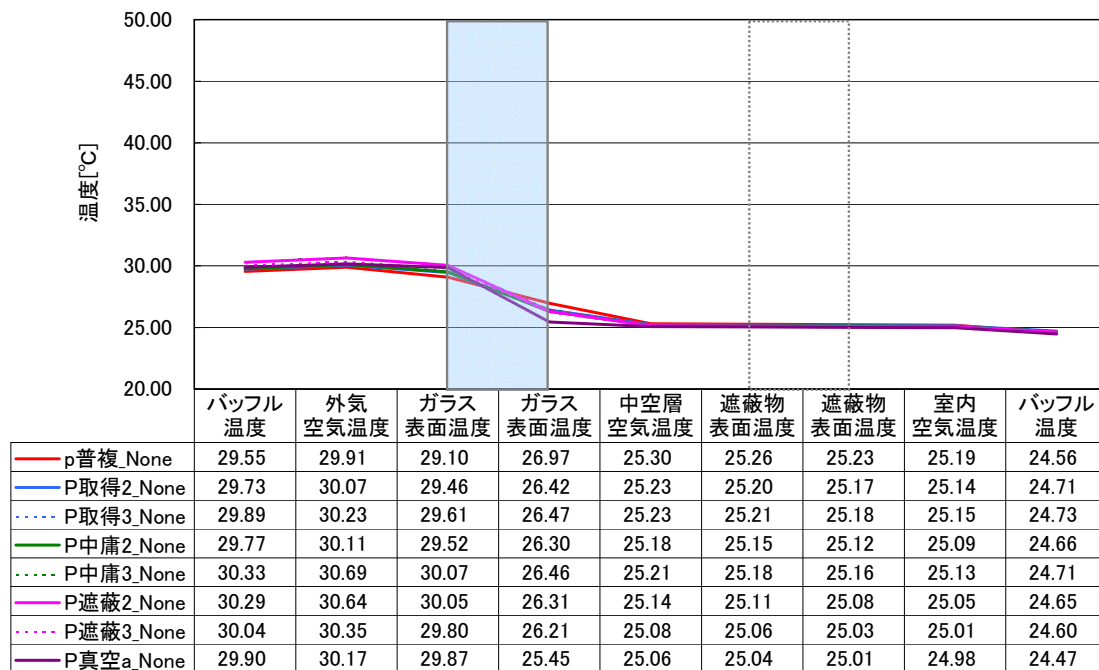


図 2.3.3-36 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+遮蔽物なし

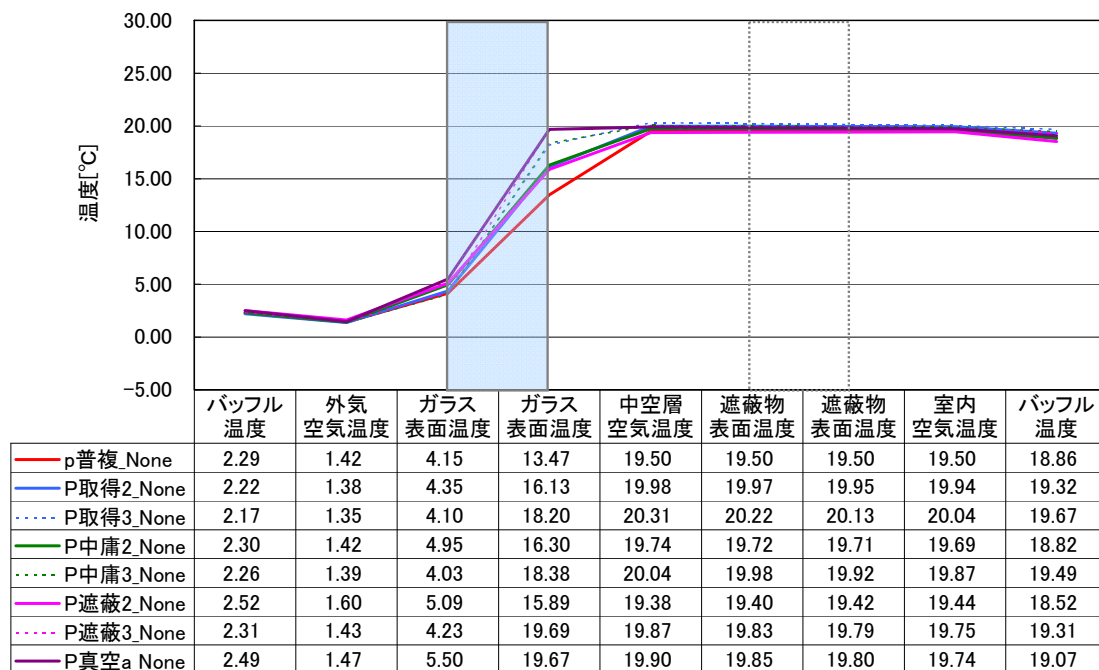


図 2.3.3-37 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+遮蔽物なし

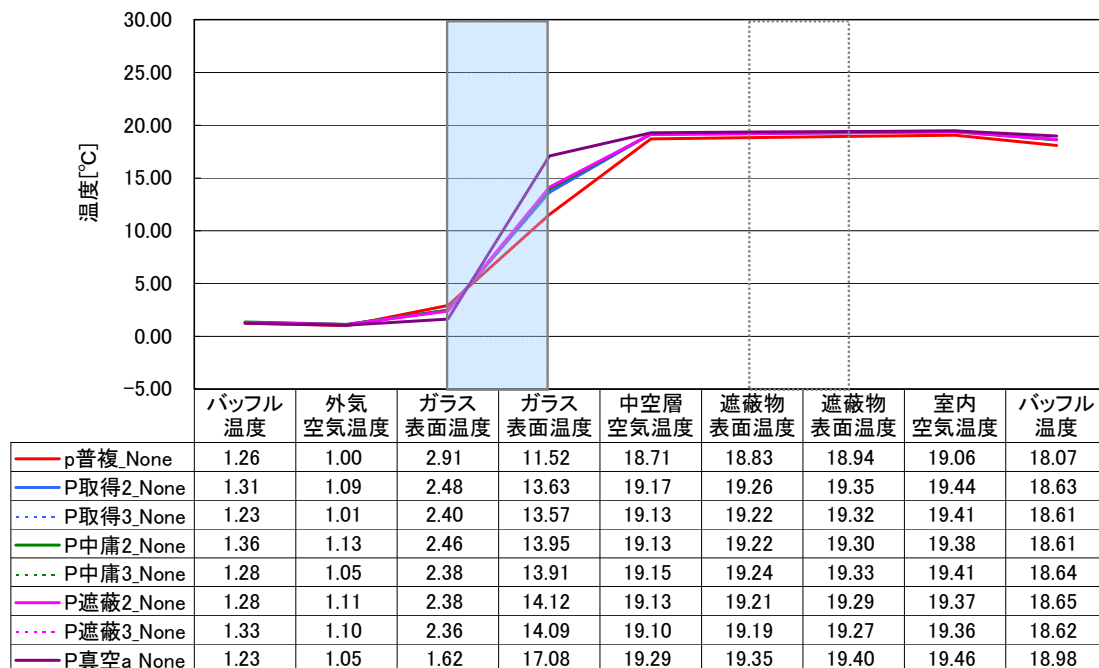


図 2.3.3-38 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+遮蔽物なし

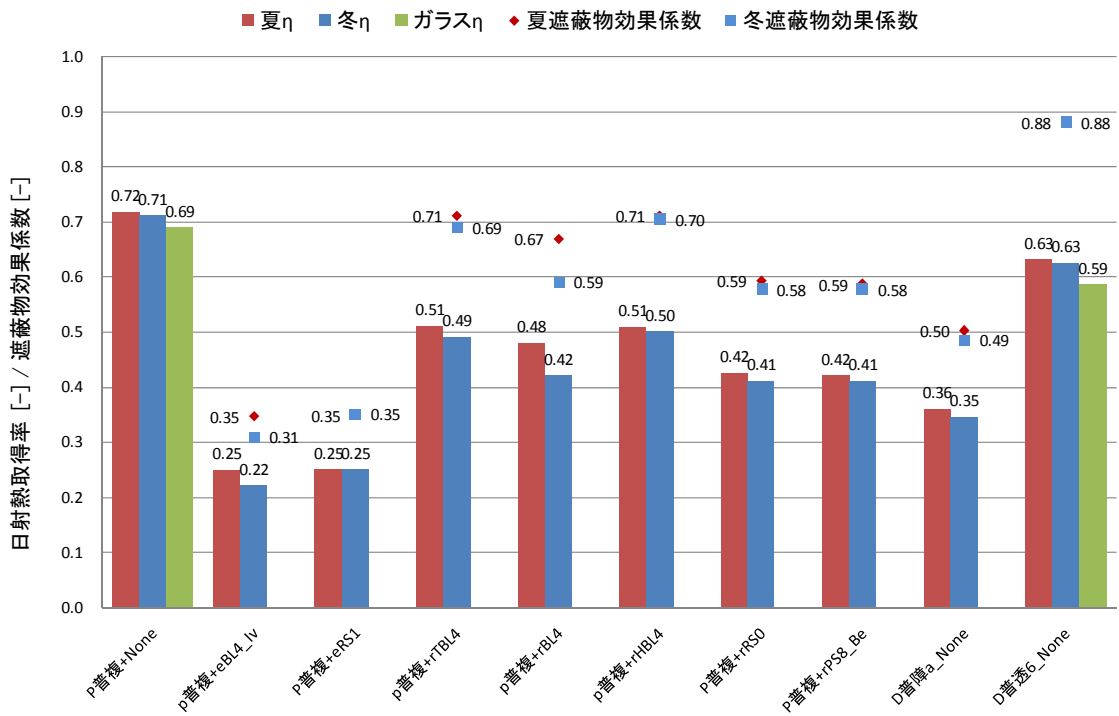


図 2.3.3-39 窓の日射熱取得率：普通複層ガラス＋各種遮蔽物

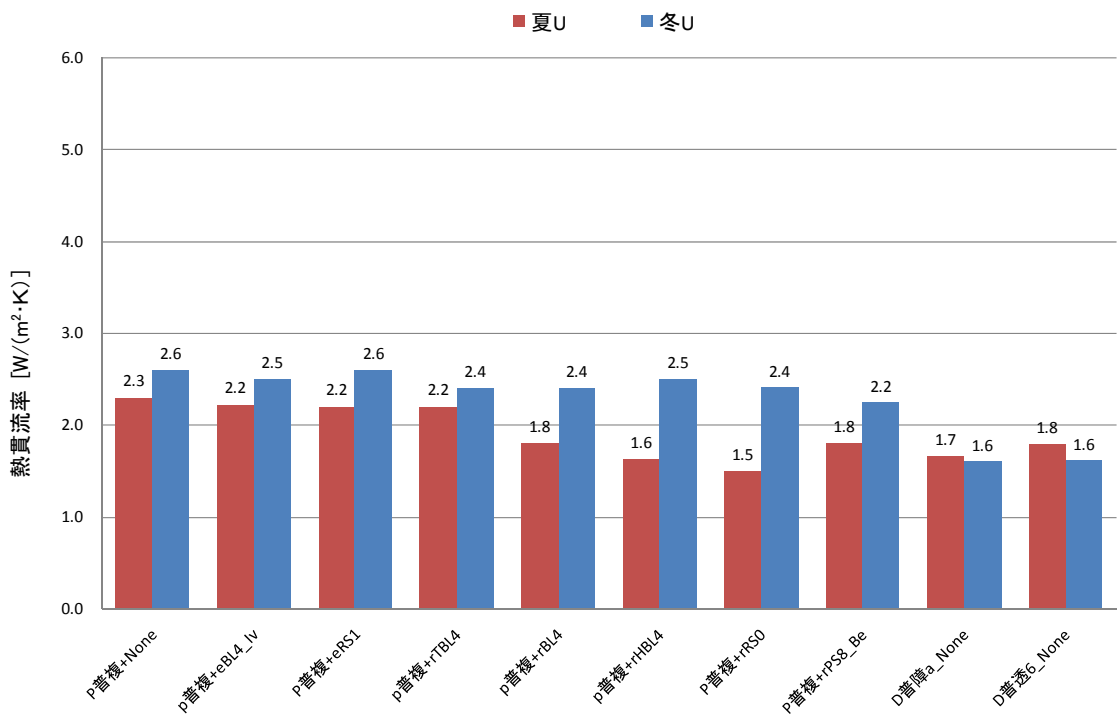


図 2.3.3-40 窓の熱貫流率：普通複層ガラス＋各種遮蔽物

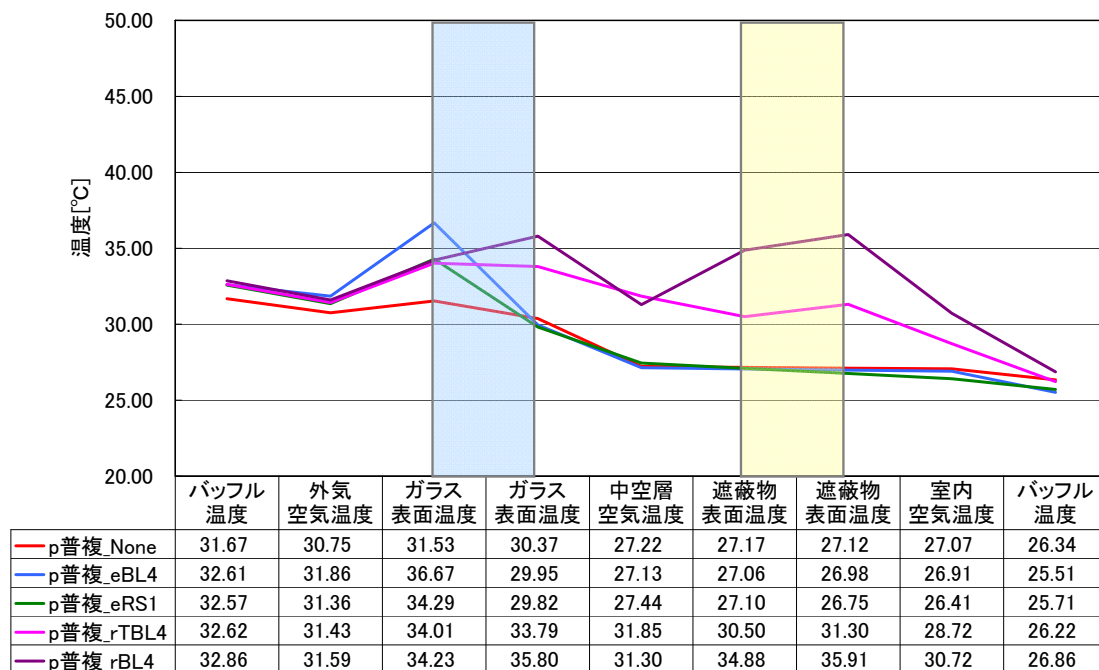


図 2.3-3-41 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物①

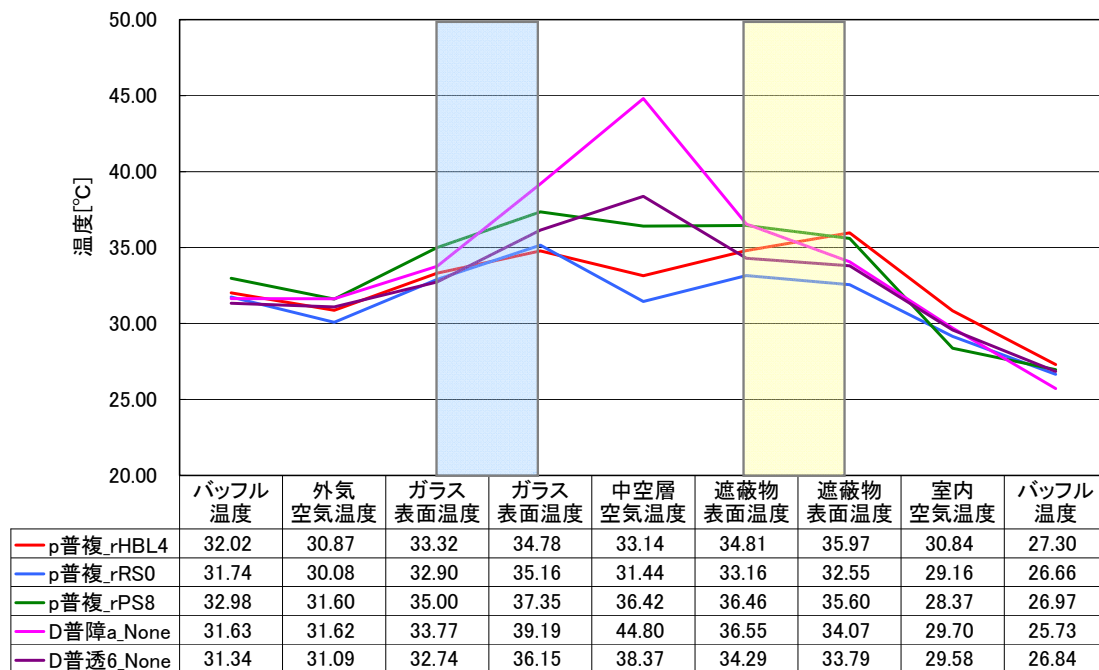


図 2.3-3-42 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物②

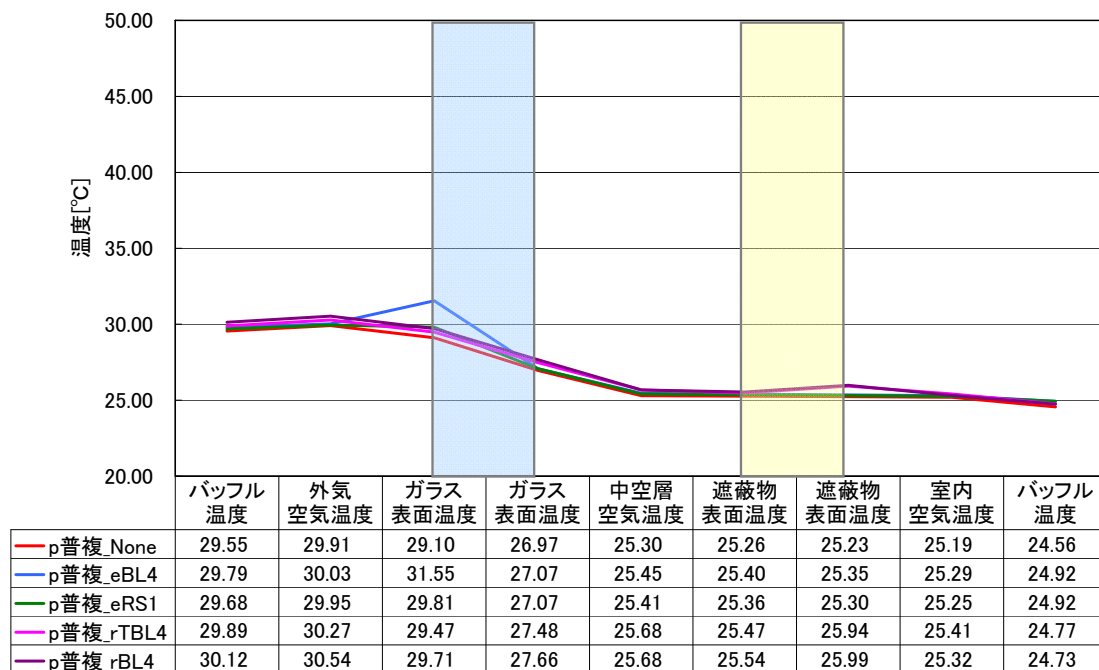


図 2.3.3-43 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物①

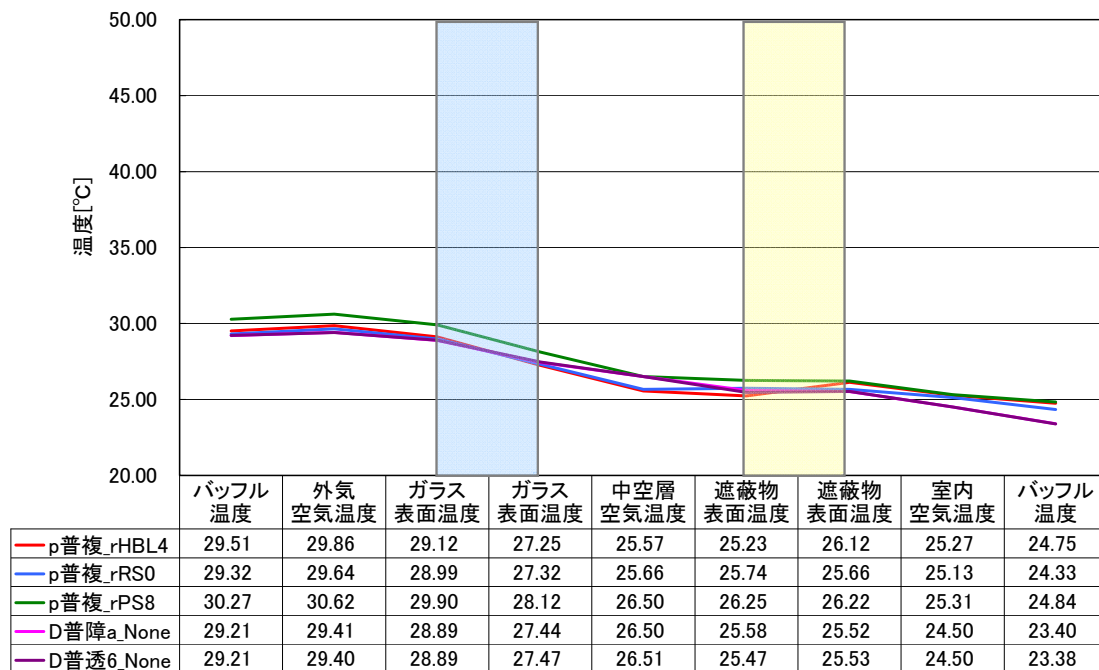


図 2.3.3-44 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物②

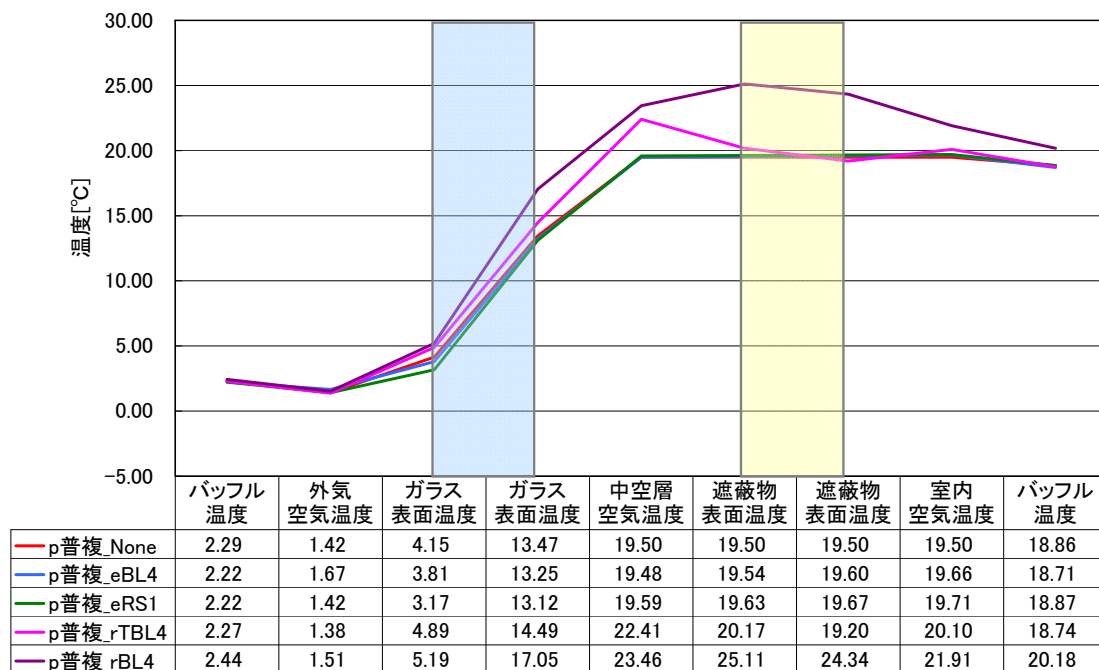


図 2.3.3-45 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央 1 点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物①

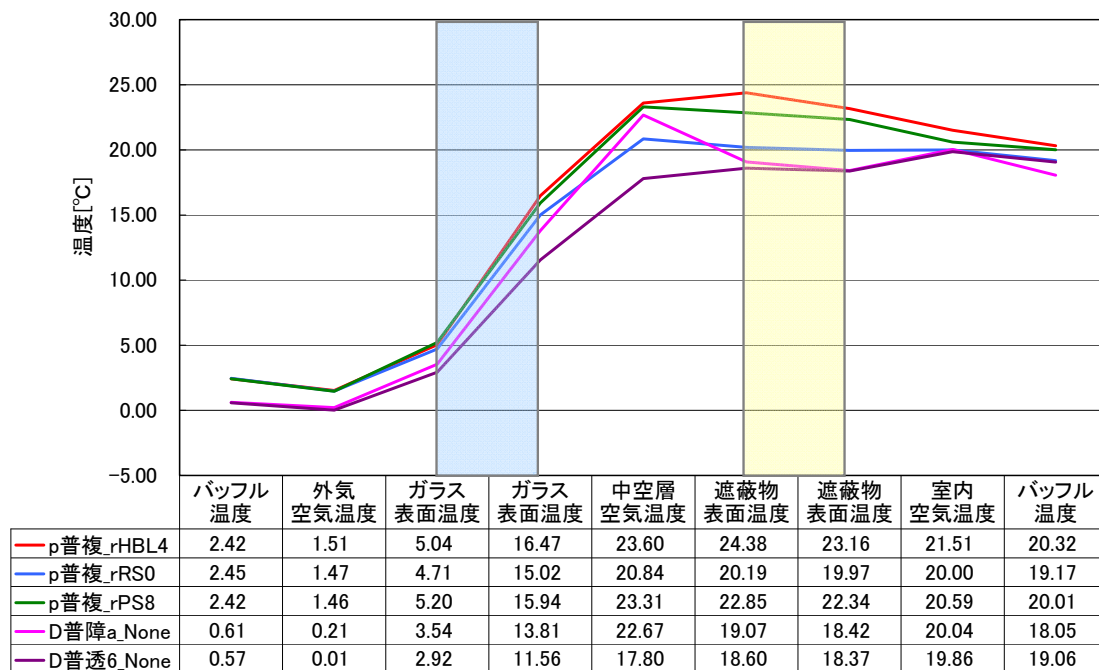


図 2.3.3-46 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央 1 点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物②

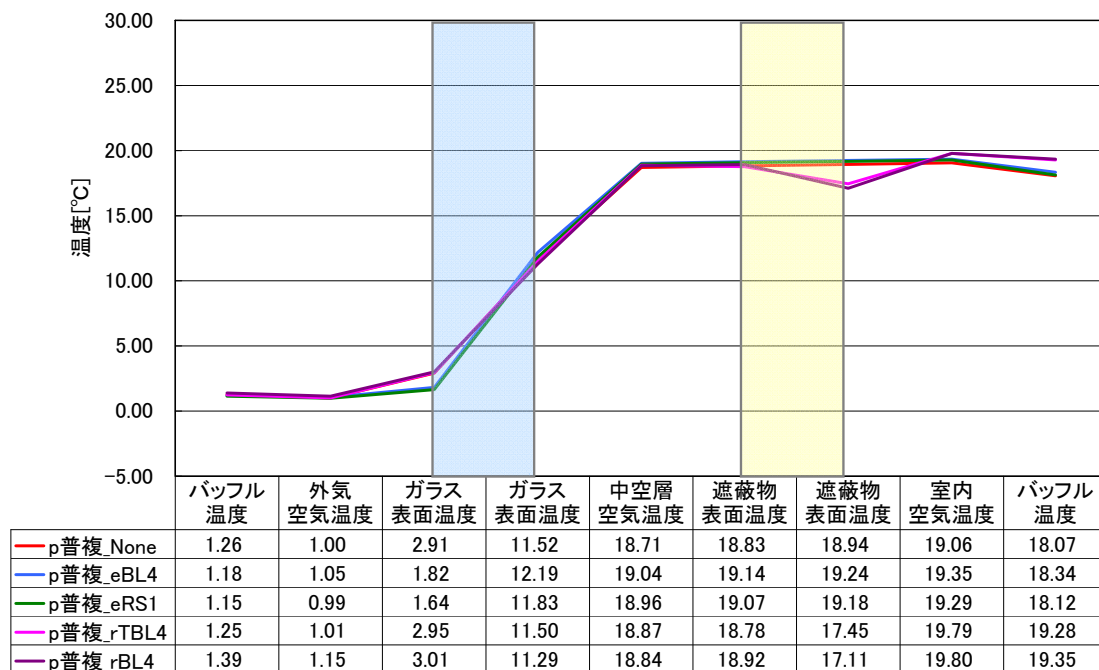


図 2.3.3-47 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物①

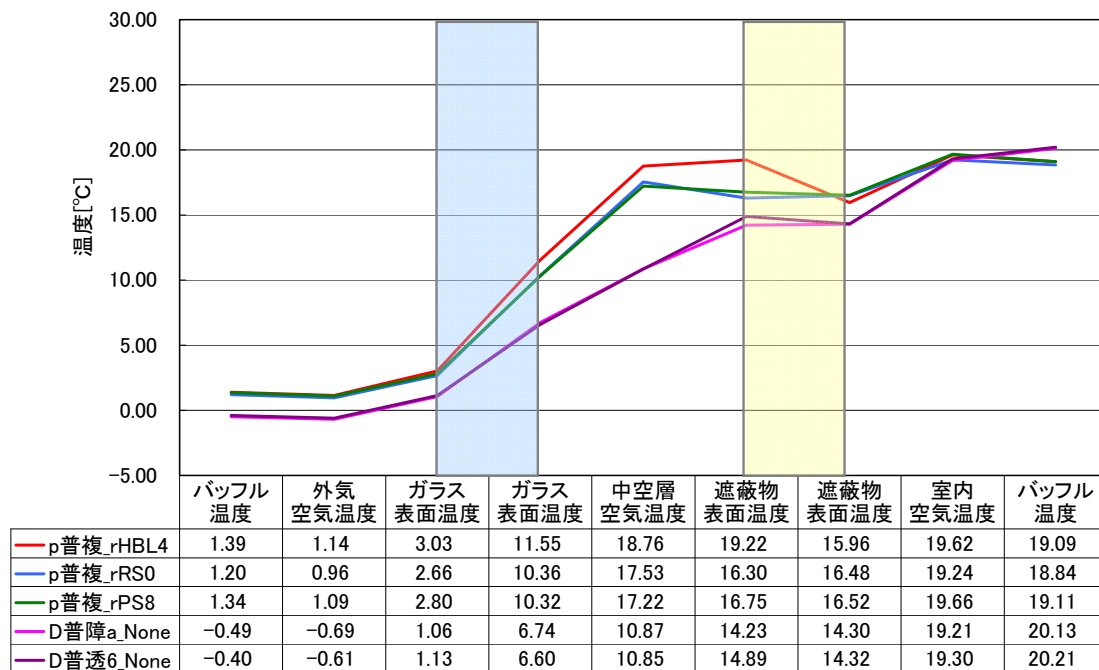


図 2.3.3-48 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 普通複層ガラス+各種遮蔽物②



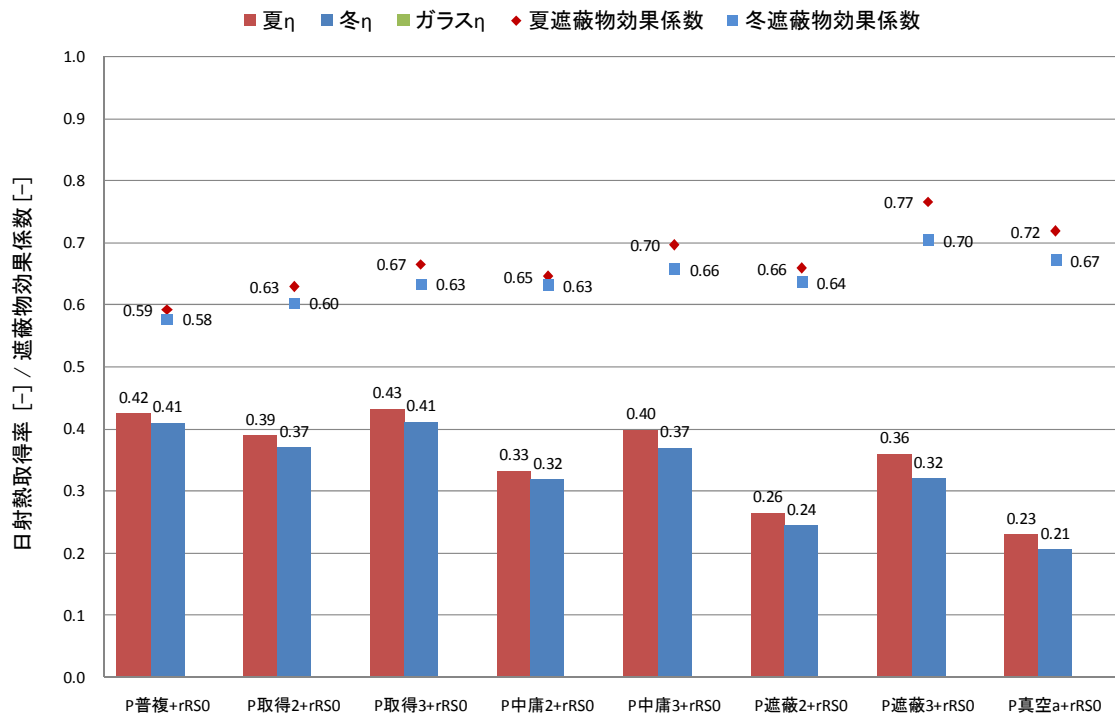


図 2.3.3-49 窓の日射熱取得率：複層ガラス+内付ロールスクリーン

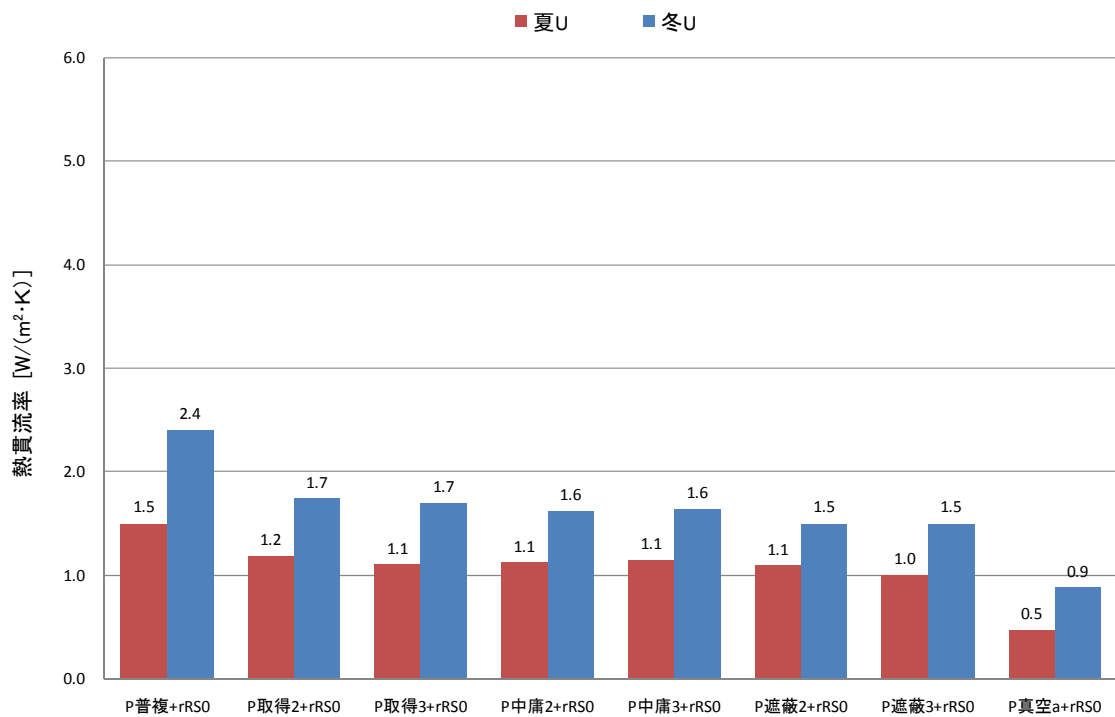


図 2.3.3-50 窓の熱貫流率：複層ガラス+内付ロールスクリーン

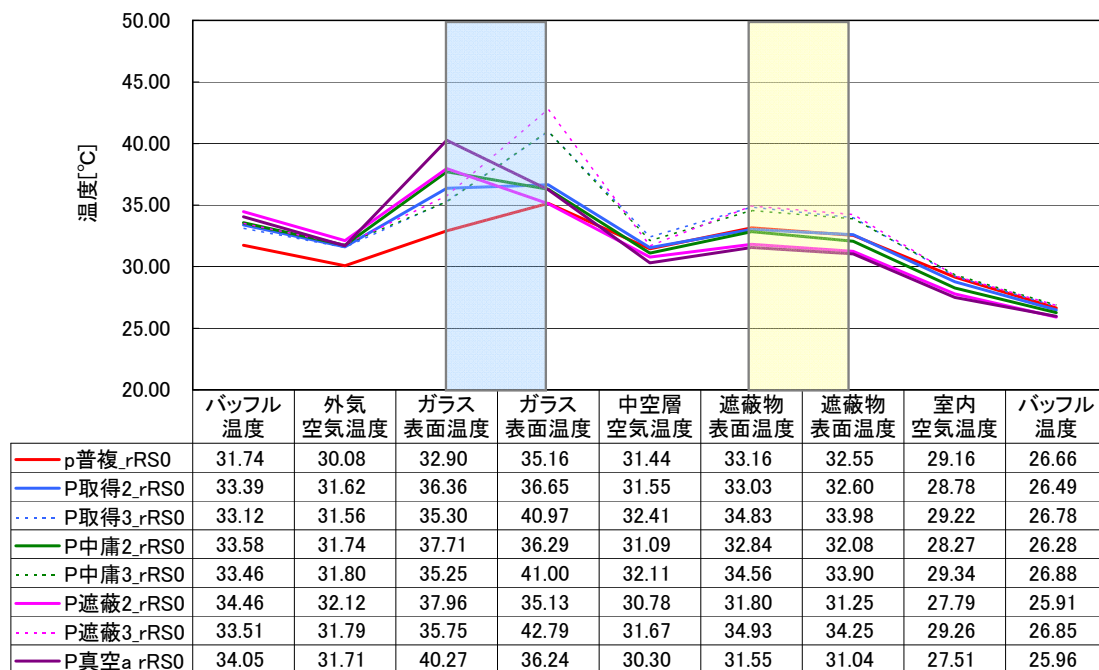


図 2.3.3-51 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付ロールスクリーン

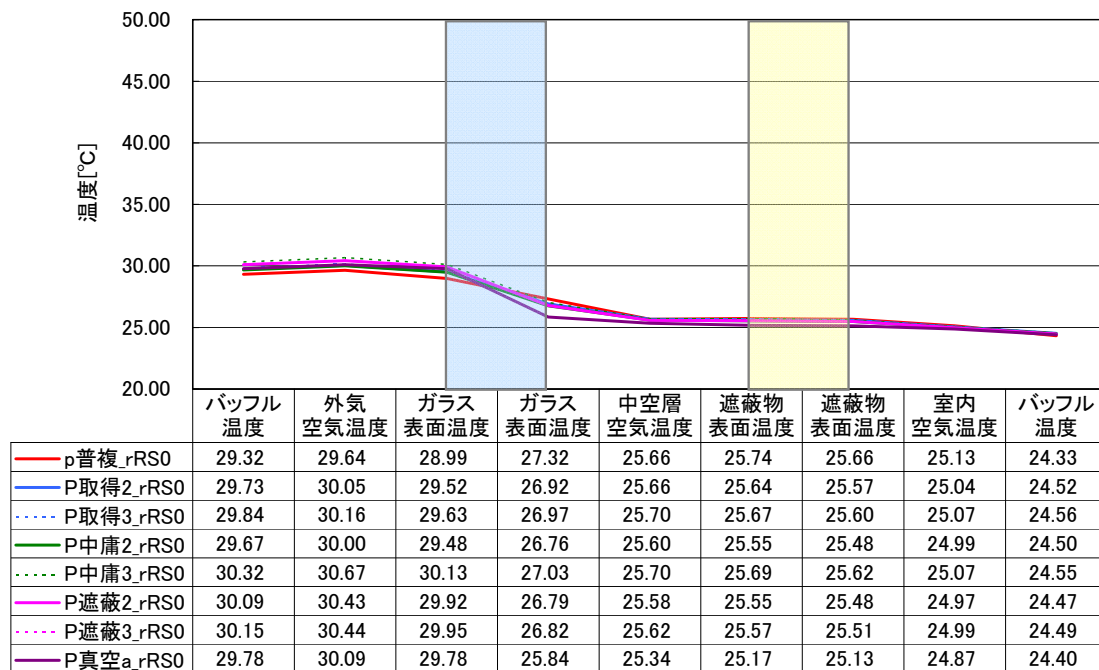


図 2.3.3-52 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付ロールスクリーン

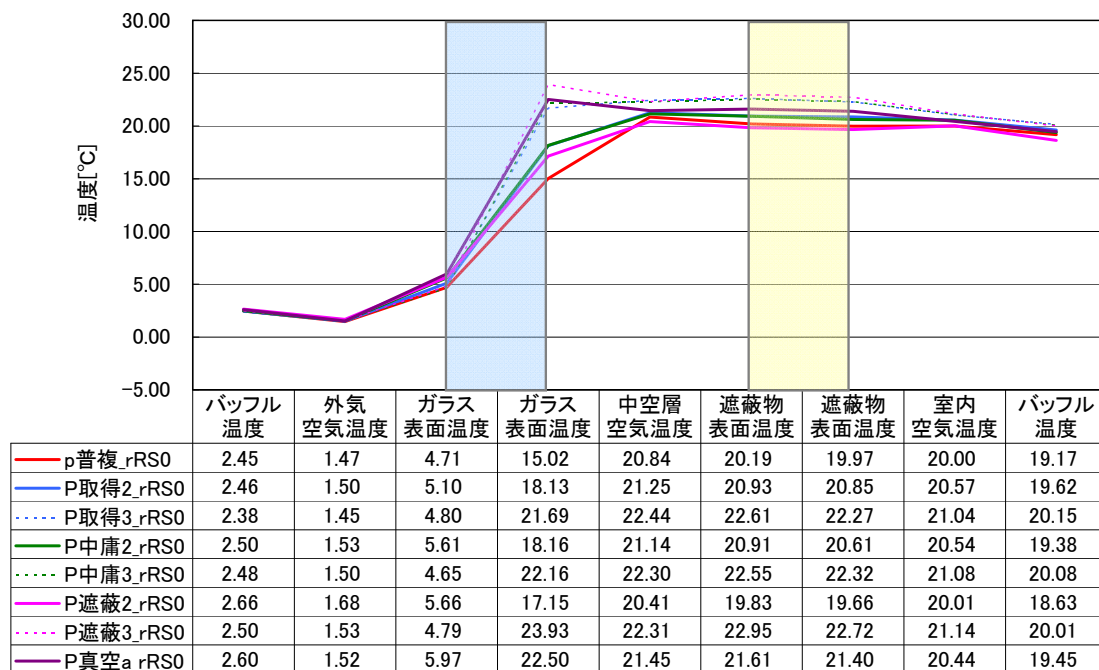


図 2.3.3-53 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点): 複層ガラス+内付ロールスクリーン

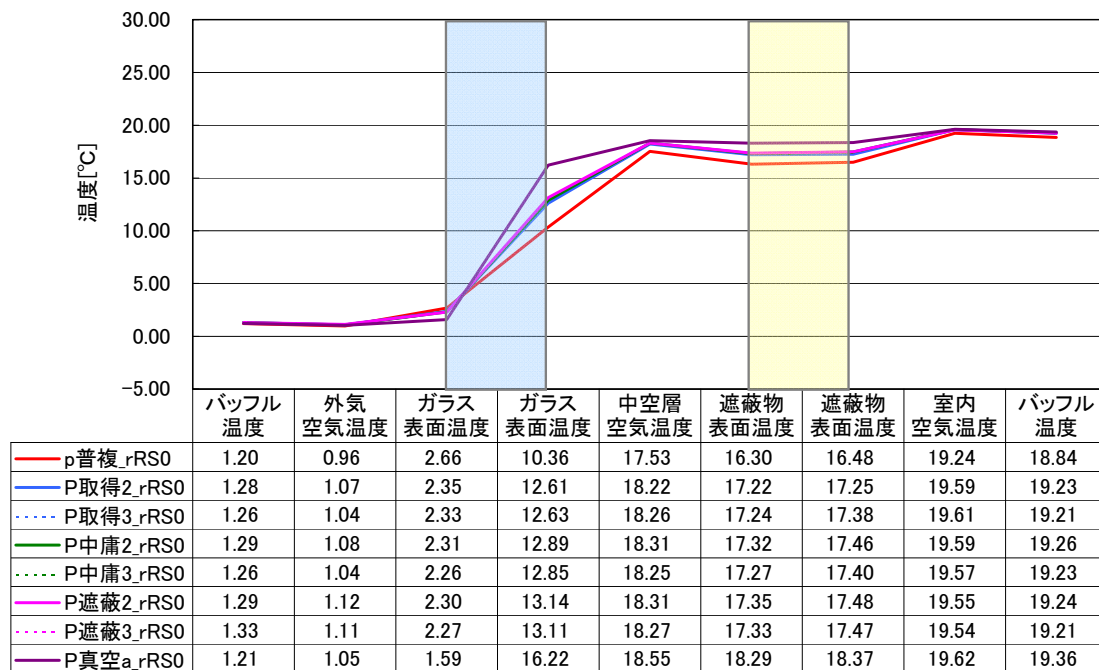


図 2.3.3-54 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0$  [W/m<sup>2</sup>], 中央1点): 複層ガラス+内付ロールスクリーン

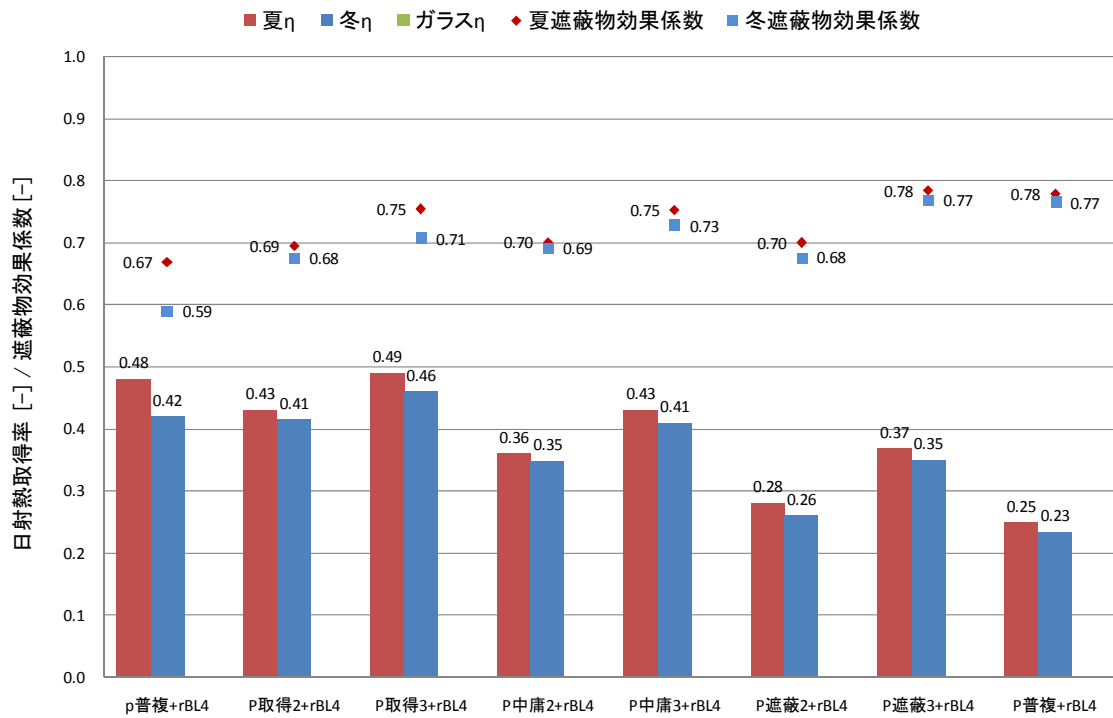


図 2.3.3-55 窓の日射熱取得率：複層ガラス+内付横ブラインド

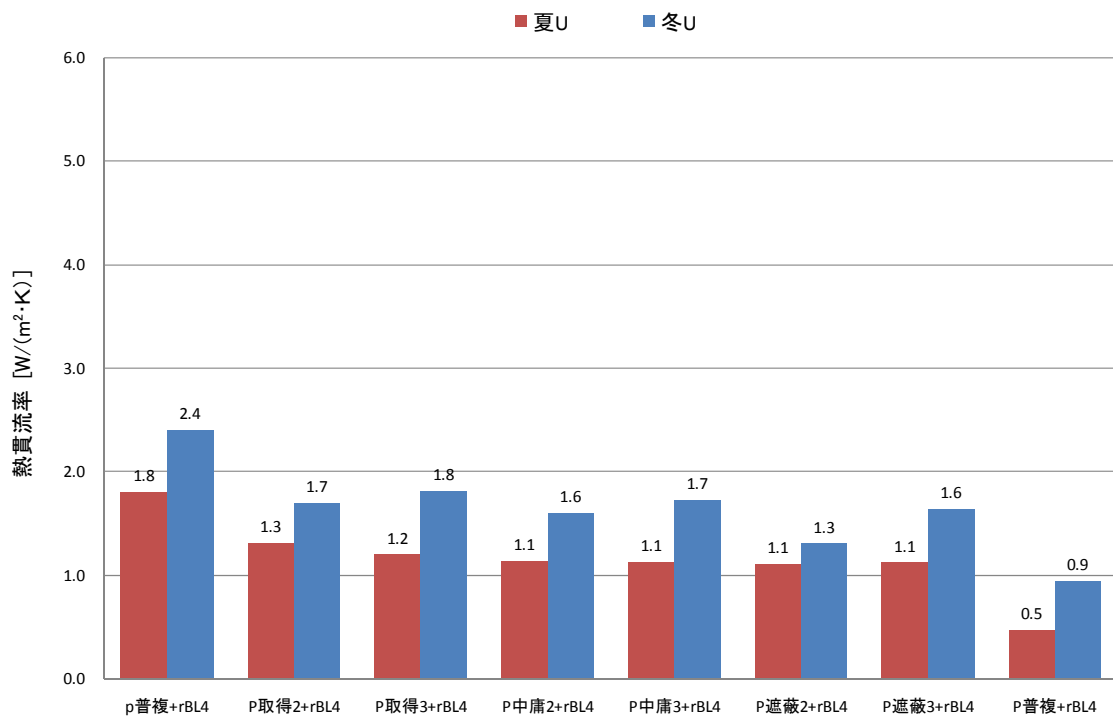


図 2.3.3-56 窓の熱貫流率：複層ガラス+内付横ブラインド

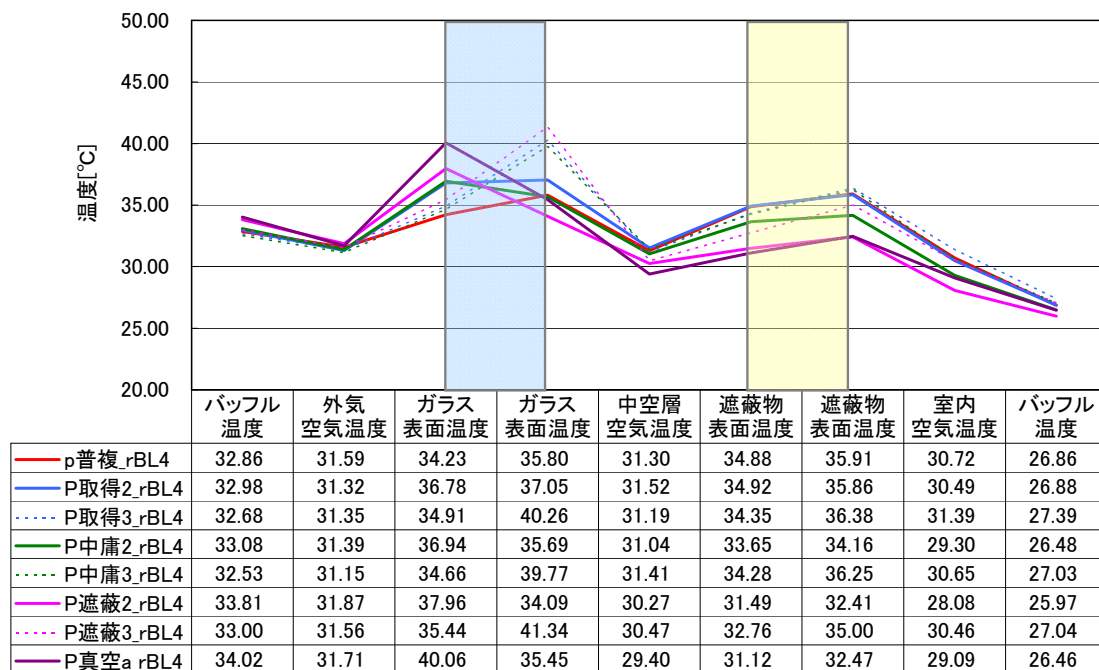


図 2.3.3-57 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付横ブラインド

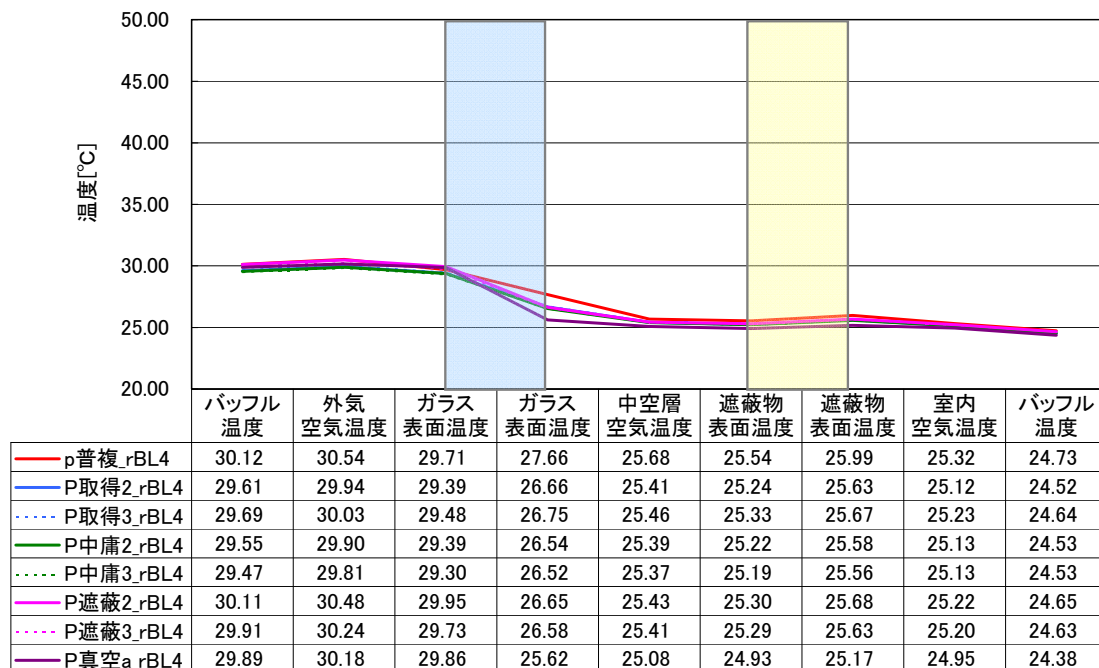


図 2.3.3-58 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付横ブラインド

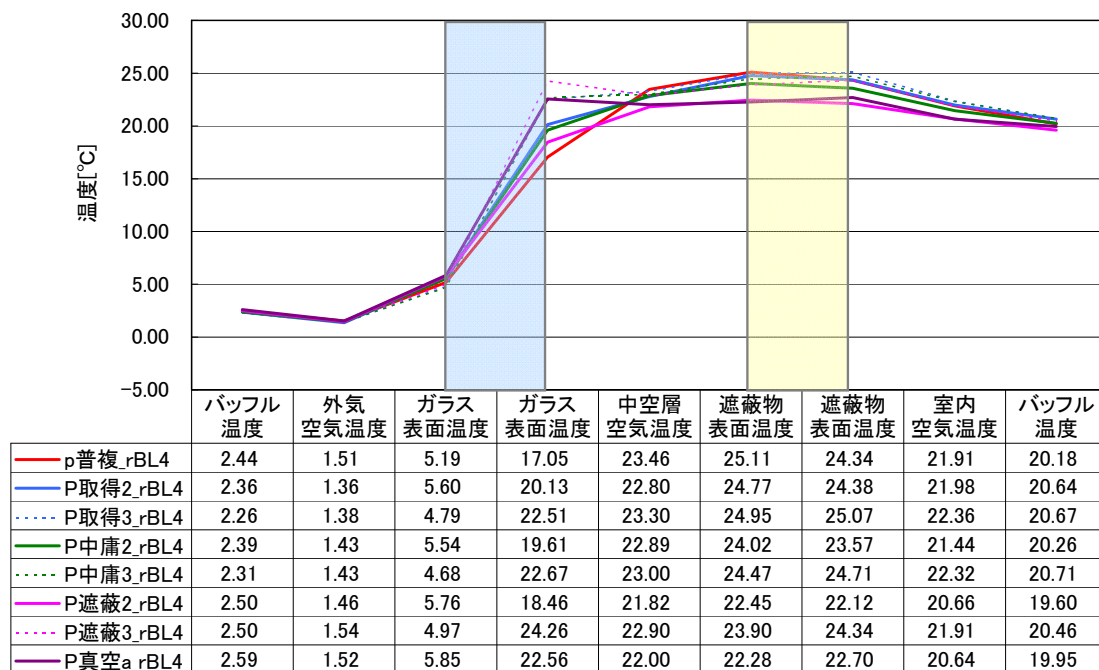


図 2.3.3-59 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点): 複層ガラス+内付横ブラインド

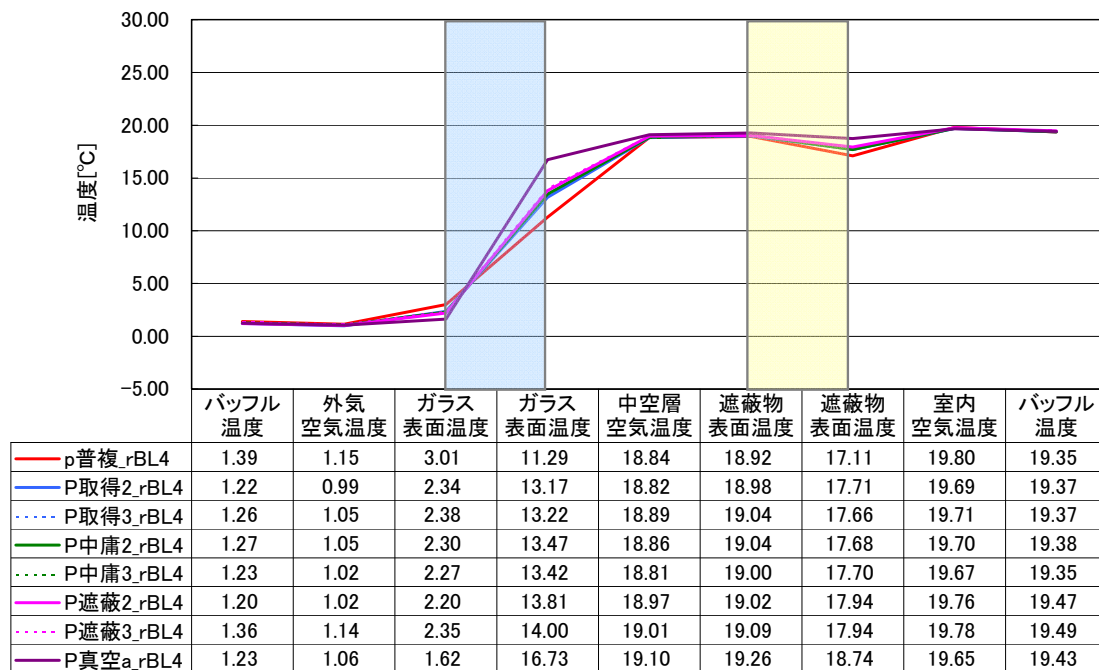


図 2.3.3-60 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点): 複層ガラス+内付横ブラインド

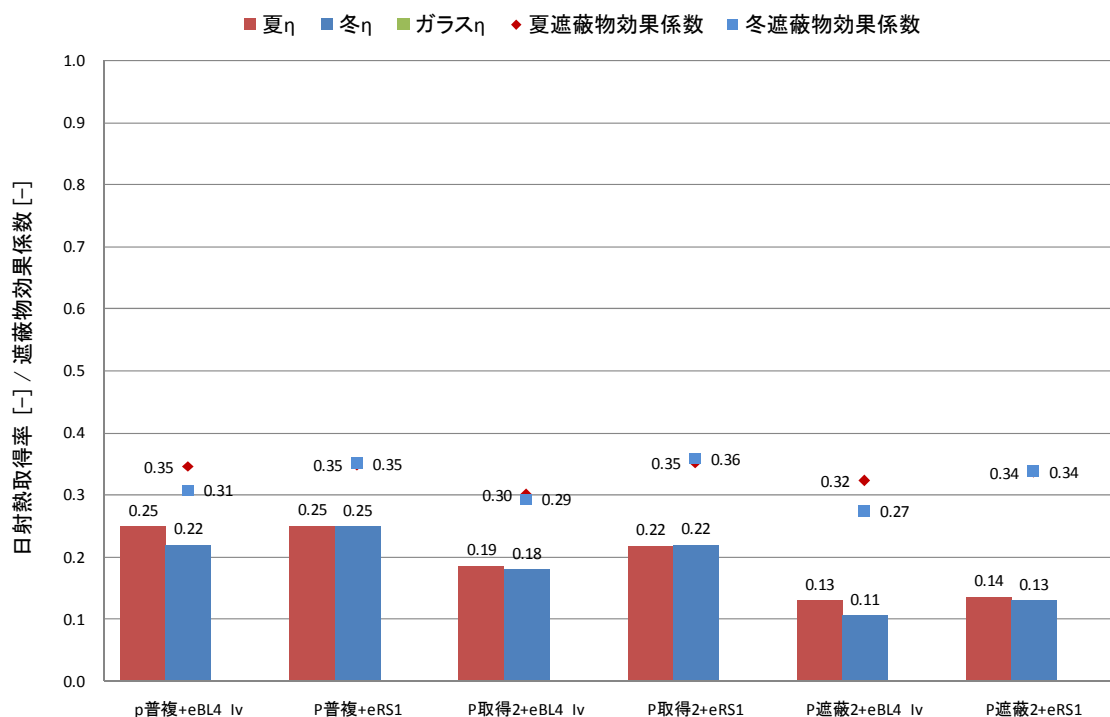


図 2.3.3-61 窓の日射熱取得率：複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン

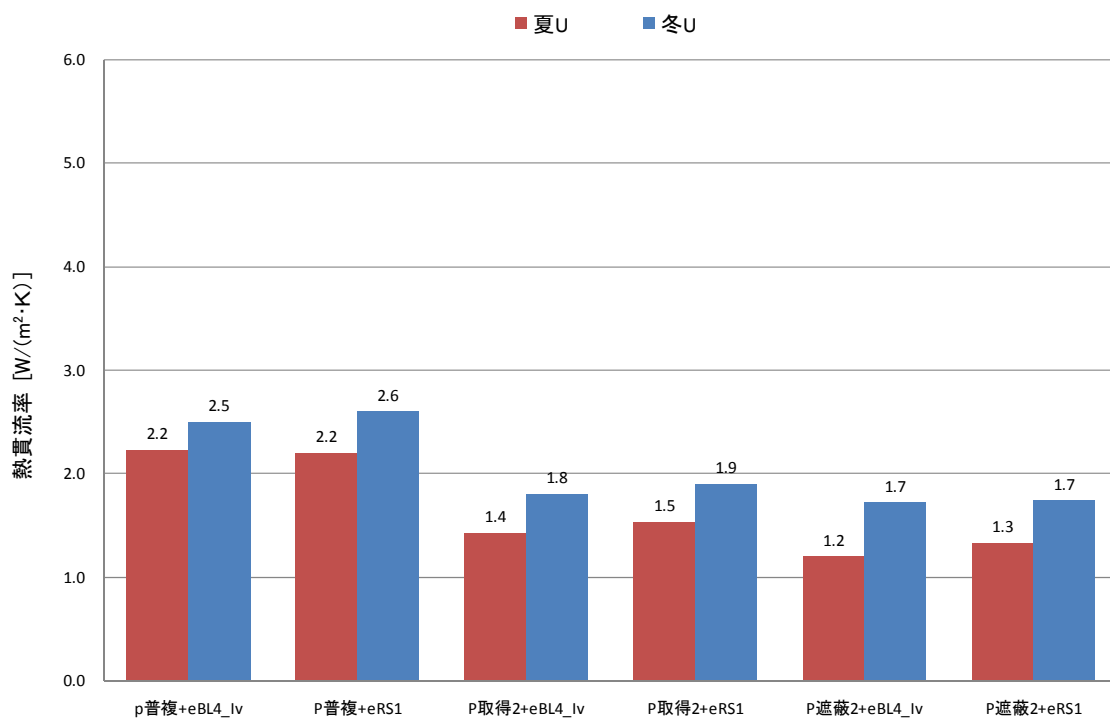


図 2.3.3-62 窓の熱貫流率：複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン

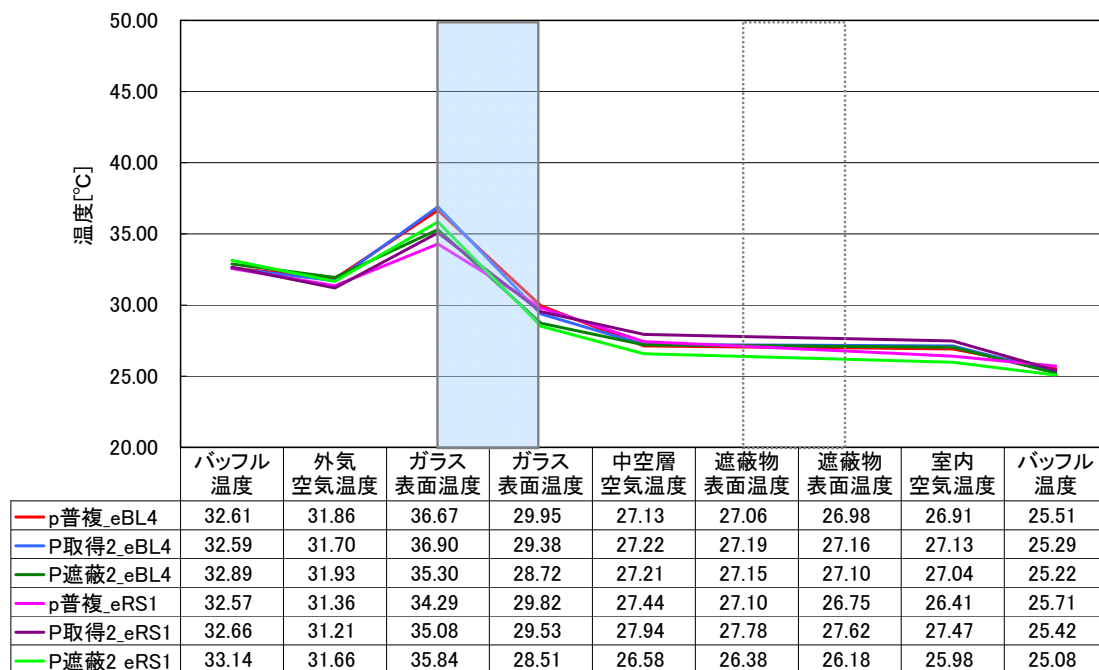


図2.3.3-63 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン

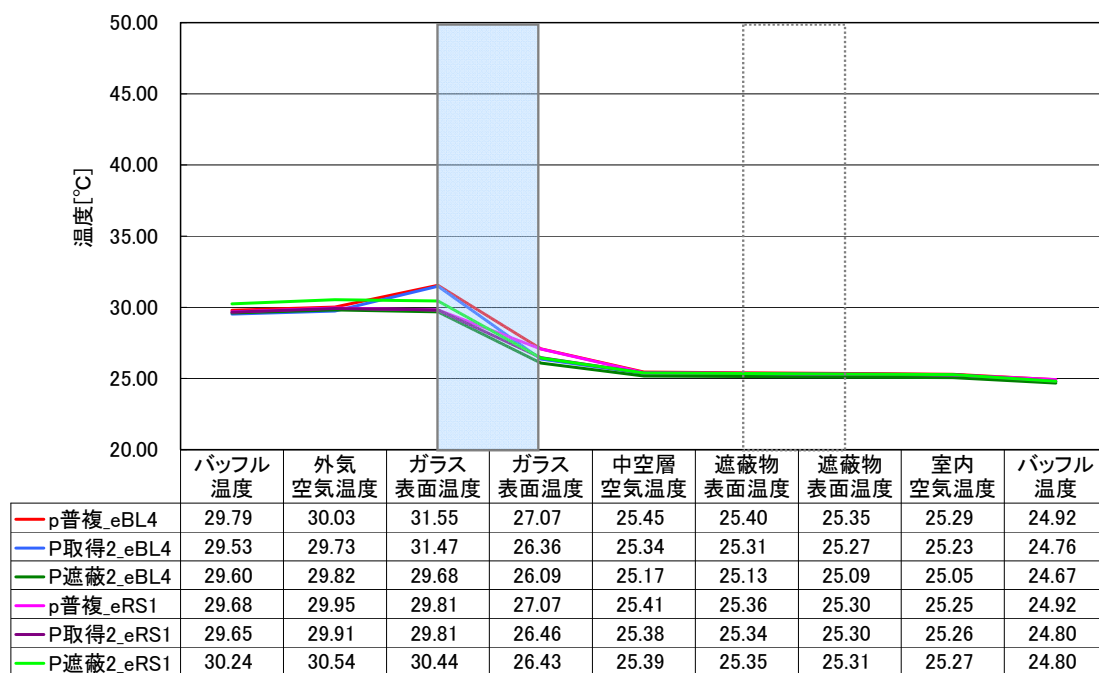


図2.3.3-64 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン



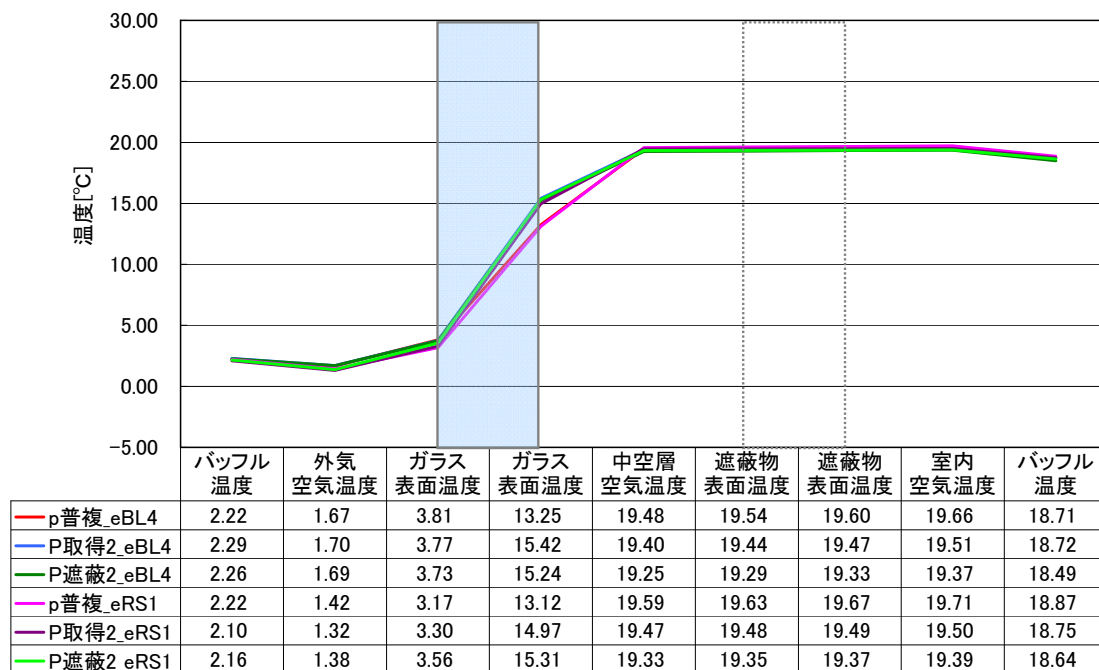


図2.3.3-65 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン

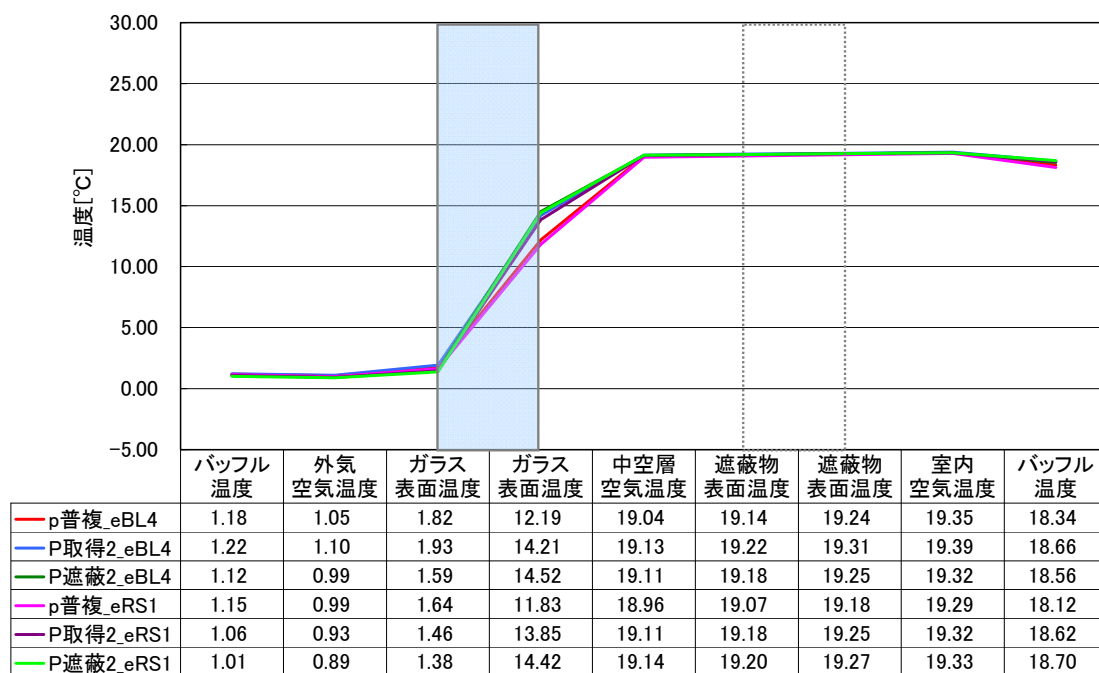


図2.3.3-66 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0 [W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+外付ブラインド, 外付ロールスクリーン

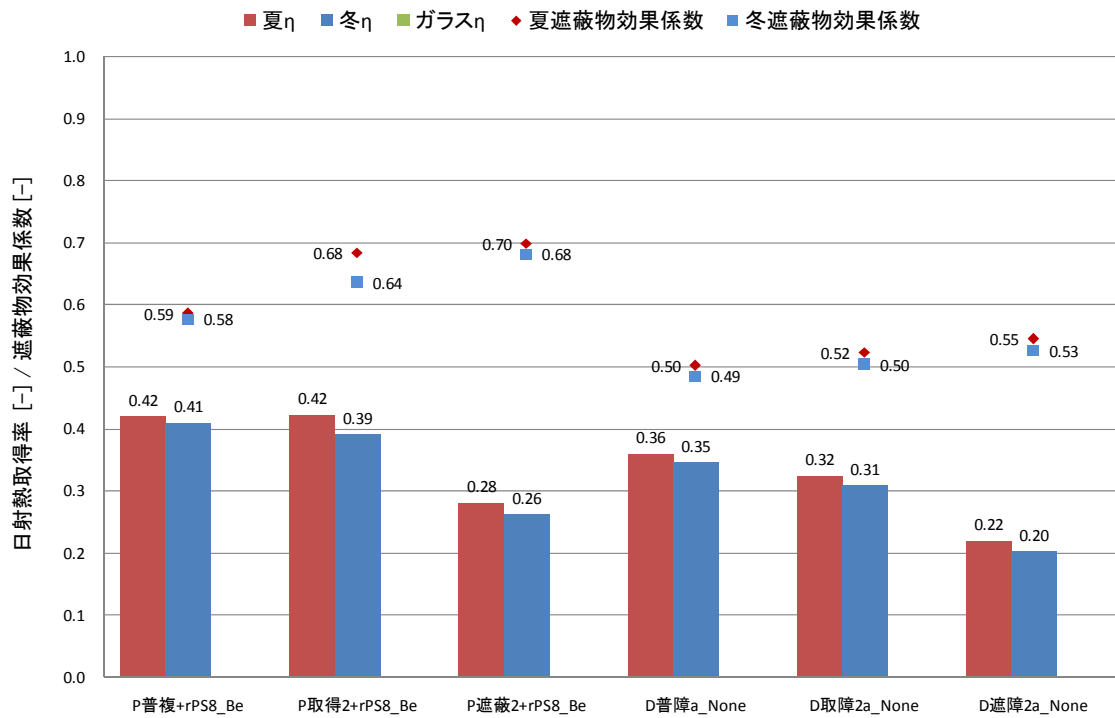


図 2.3.3-67 窓の日射熱取得率：複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

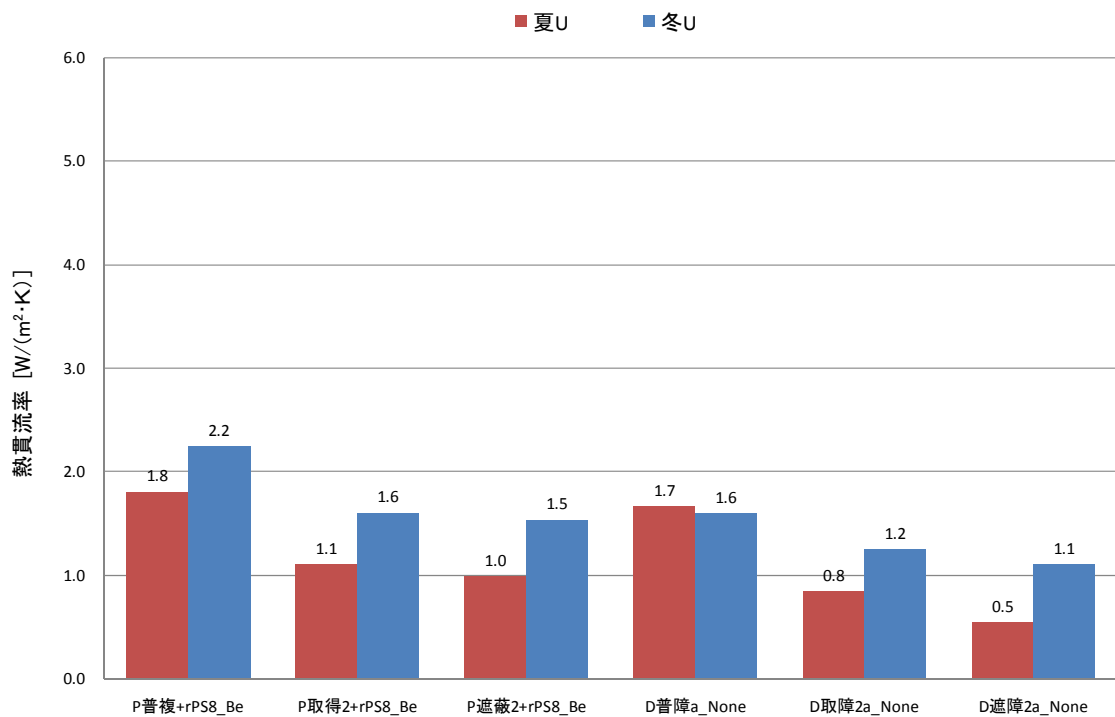


図 2.3.3-68 窓の熱貫流率：複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

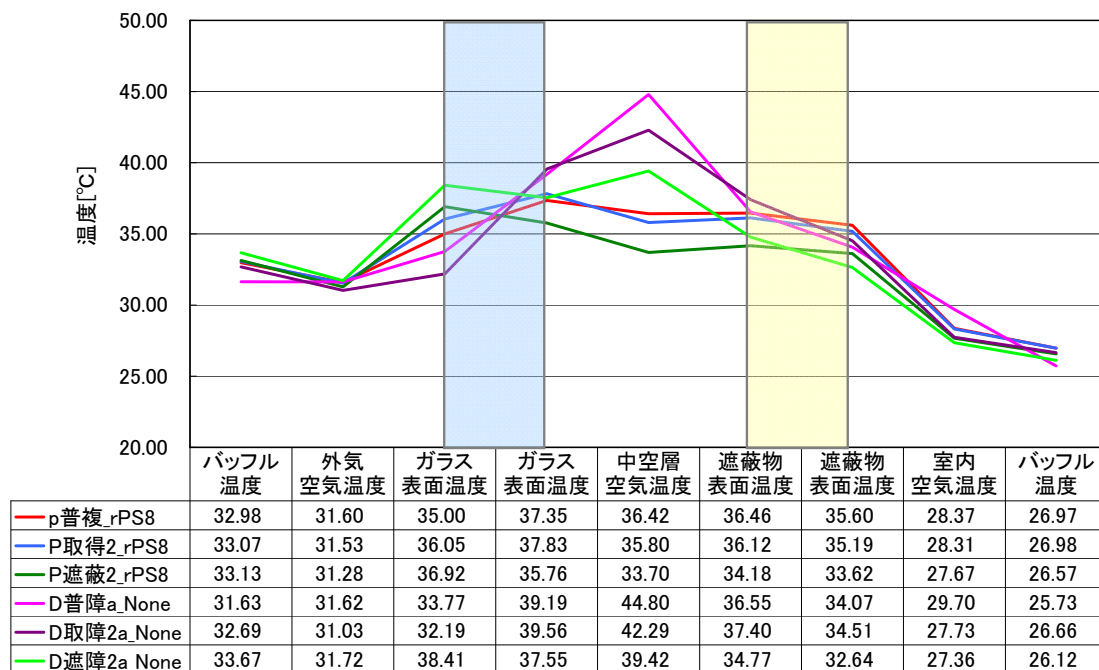


図2.3.3-69 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

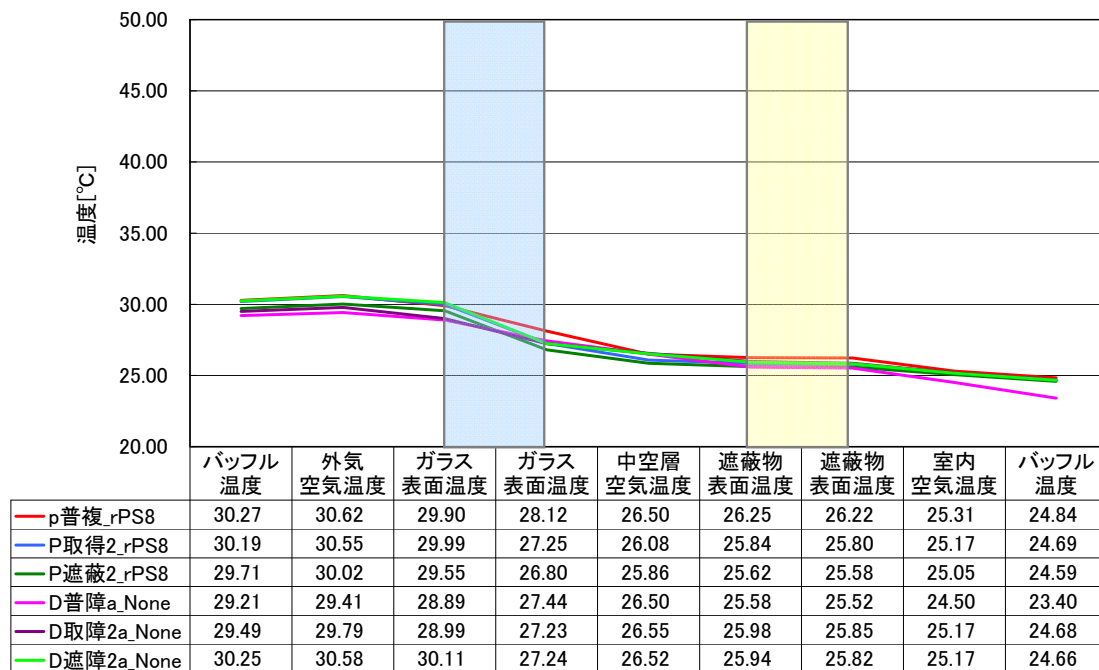


図2.3.3-70 構成断面の測定温度 (夏  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

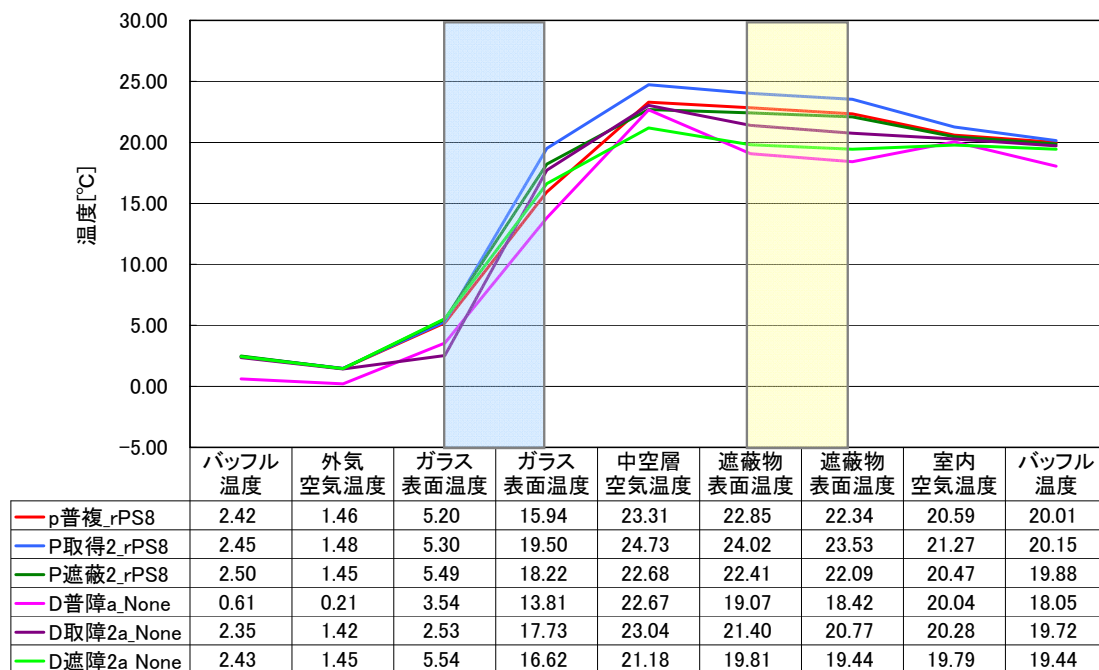


図2.3.3-71 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=500[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

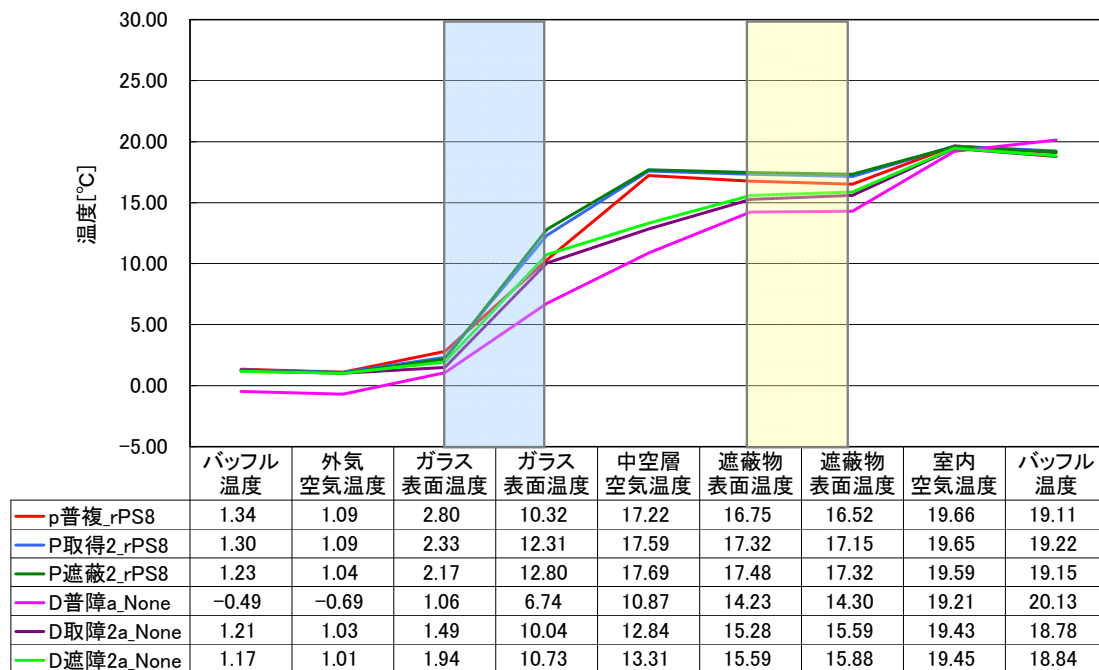


図2.3.3-72 構成断面の測定温度 (冬  $I_s=0[W/m^2]$ , 中央1点) : 複層ガラス+内付プリーツスクリーン, 紙障子

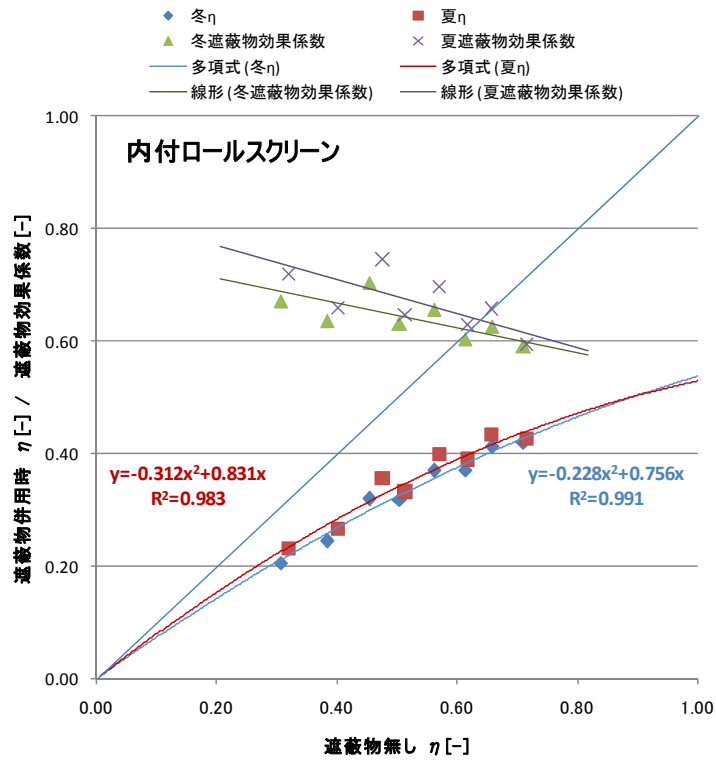


図 2.3.3-73 内付ロールスクリーン 遮蔽物の有無による相関

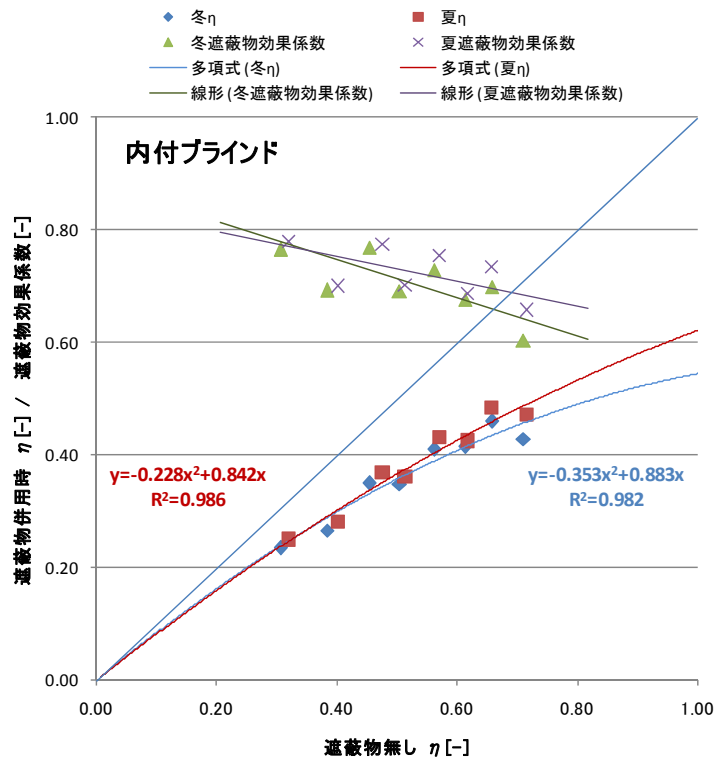


図 2.3.3-74 内付ブラインド 遮蔽物の有無による相関

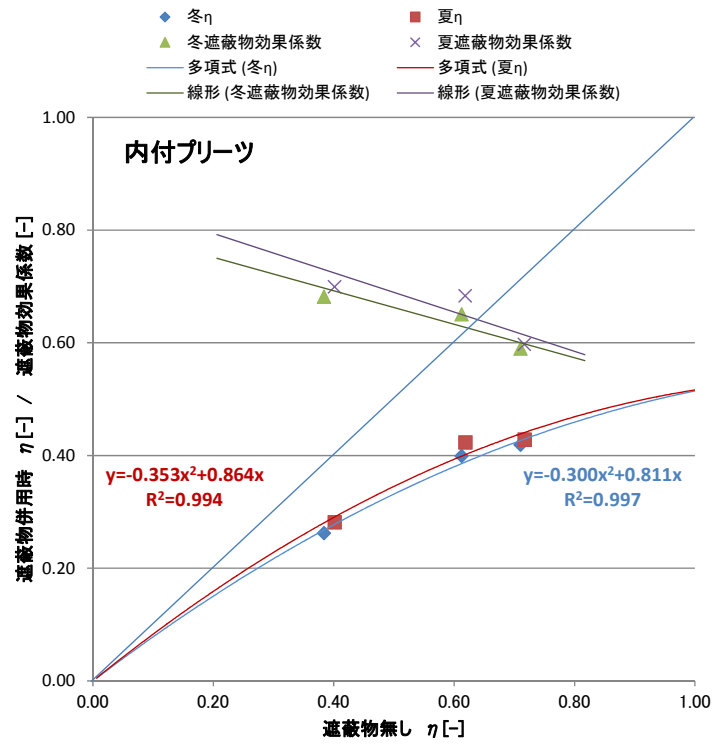


図 2.3.3-75 内付プリーツスクリーン 遮蔽物の有無による相関

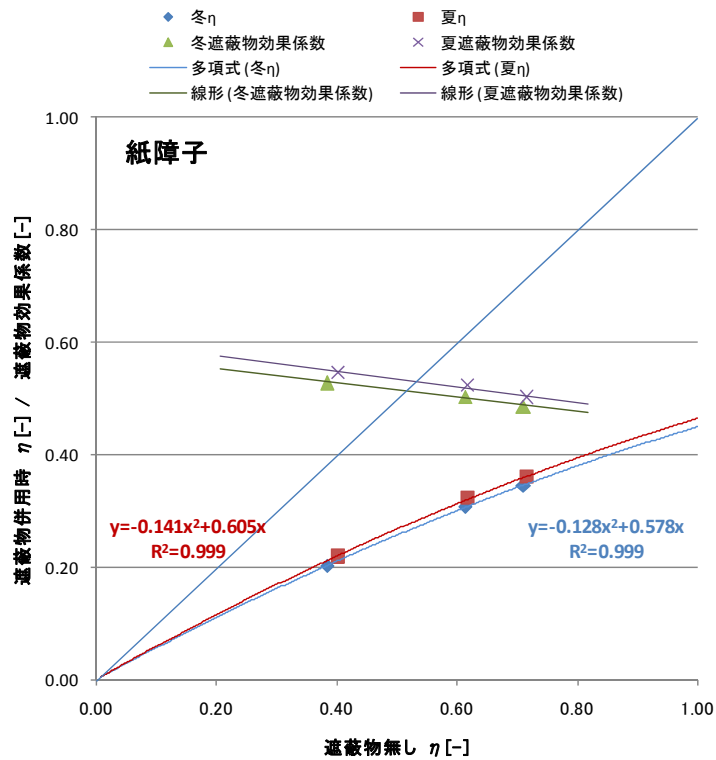


図 2.3.3-76 紙障子 遮蔽物の有無による相関

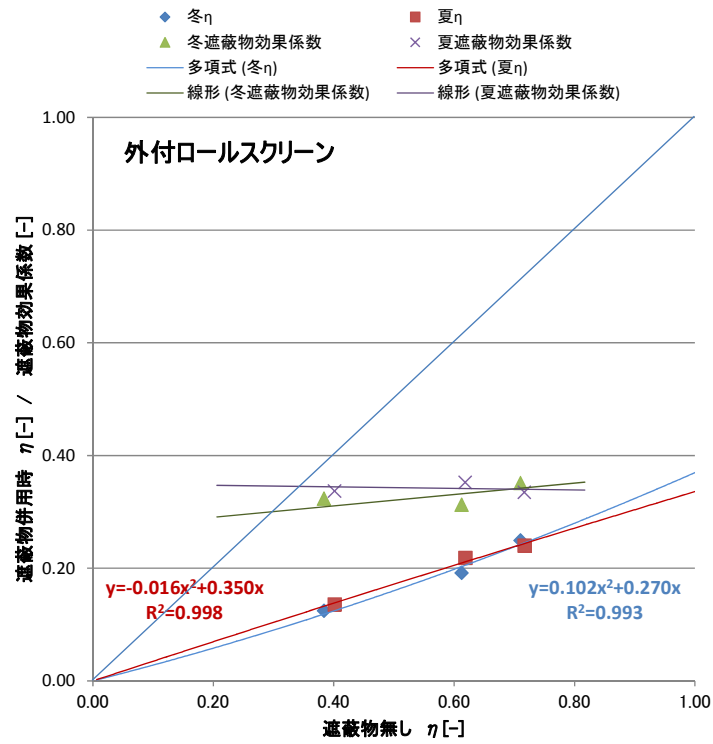


図 2.3.3-77 外付ロールスクリーン 遮蔽物の有無による相関

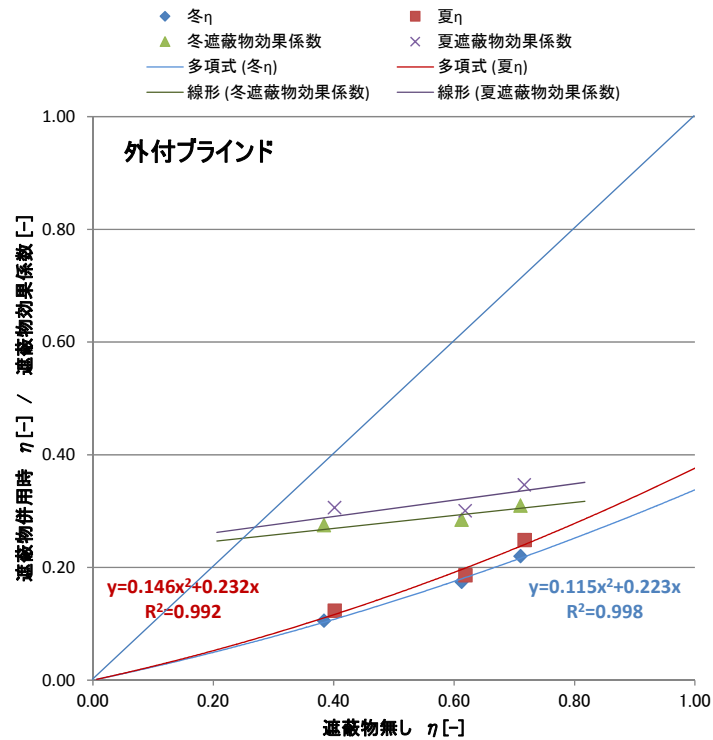


図 2.3.3-78 外付ブラインド 遮蔽物の有無による相関

## 2.3.4 測定結果の分析

## [1] 付加熱抵抗の算出

照射日射が無い場合の測定結果を用いて遮蔽物の付加熱抵抗を算出した。遮蔽物の付加熱抵抗 ( $\Delta R$ ) は、式(2.3.4-1)によって算出した。

$$\Delta R = R_{glz} - R_g \quad (2.3.4-1)$$

ここに、

$\Delta R$  : 遮蔽物の付加熱抵抗 [m<sup>2</sup> · K/W]

$R_{glz}$  : 遮蔽物がある場合の試験体の熱貫流抵抗 [m<sup>2</sup> · K/W]

$R_g$  : 遮蔽物がない場合の試験体の熱貫流抵抗 [m<sup>2</sup> · K/W]

$R_{glz}$ ,  $R_g$  は、各々の測定で式(2.4.1-2)によって算出される  $R$  とした。

$$R = \frac{1}{U} = A_w \cdot (\theta_{ex} - \theta_{in}) / Q_w \quad (2.3.4-2)$$

ここに、

$A_w$  : 試験体の伝熱開口面積 [m<sup>2</sup>]

$\theta_{ex}$  : 屋外側空気温度 [°C]

$\theta_{in}$  : 室内側空気温度 [°C]

$Q_w$  : 試験体の貫流熱量 [W]

$U$  : 試験体の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup> · K)]

各種遮蔽物の付加熱抵抗一覧を表 2.3.4-1 に示す。この測定結果を元に各種遮蔽物の付加熱抵抗を簡易に算出するための近似式について検討した。図 2.3.4-1~2.3.4-5 に内付ロールスクリーンの近似式検討結果を示す。図 2.3.4-1 は、遮蔽物がない場合の試験体の熱流密度  $Q_w/A_w$  と遮蔽物の付加熱抵抗  $\Delta R$  の相関である。図より  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  は反比例の関係にあった。そのため、 $Q_w/A_w$  の逆数を用いかつ遮熱計算に適用可能な遮蔽物がない場合の熱貫流抵抗  $R_g$  を用いて近似式を検討した。図 2.3.4-2 は、測定による  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関である。図 2.3.4-3 は、測定  $\Delta R$  と図 2.3.4-2 より得られた近似式(2.3.4-3)、式(2.3.4-4)より求めた計算  $\Delta R$  の相関である。また、図 2.3.4-4 は、カタログより得られるガラスの熱貫流率  $U_g$  の逆数  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関である。図 2.3.4-5 は、測定  $\Delta R$  と図 2.3.4-4 より得られた近似式(2.3.4-5)、式(2.3.4-6)より求めた計算  $\Delta R$  の相関である。図より夏期の普通複層ガラス、Low-E 複層ガラス(CVD 型・膜 2 面)、Low-E 複層ガラス(銀 2 層・膜 2 面)以外は測定と計算が近い値を示した。同様に、図 2.3.4-6~2.3.4-10 に内付ブラインド 45°、図 2.3.4-11~2.3.4-15 に内付ブラインド 0°、図 2.3.4-16~2.3.4-20 に内付ブラインド-45°、図 2.3.4-21~2.3.4-25 に外付ブラインド、図 2.3.4-26~2.3.4-30 に内付プリーツスクリーン、図 2.3.4-31~2.3.4-35 に紙障子の場合の近似式を検討した。式(2.3.4-7)~式(2.3.4-31)に検討した近似式を示す。その結果、概ね  $\Delta R$  をカタログ  $R_g$  の近似式として簡易に算出できることが分かった。



表 2.3.4-1 各種遮蔽物の付加熱抵抗一覧

サッシフレーム		樹脂(PVC)										本型内窓											
		外付					内付					透明単板		紙障子		普通複層		断熱(VLoDw型)E		断熱(LoDw型)E			
遮蔽物	ガラス	ガラス種類略号	略号	条件	ガラス透過率 $U_g$	ガラス測定 $U_g$	$\Delta R$																
							eBL4	eRS1	rBL4	rBLm4	rBL0	rBL4	rHL4	rRS0	rFS0	D透過6	D透過6a	D透過6	D透過2	D透過3	D透過2	D透過3	
6mm 単板	ガラス	FL6	FL6	S透明6	冬	5.8	-0.003	0.000	x	x	x	0.022	x	0.034	0.056	0.243	0.215	0.593	0.677	0.642	0.646		
				S熱吸収	夏	-	4.0	0.015	0.004	x	x	0.058	x	0.094	0.119	0.260	0.461	0.583	1.338	0.882	x		
				S熱反射	冬	5.8	x	x	x	x	x	0.038	x	0.094	x	0.038	x	x	x	x	x	x	x
				S熱反射	夏	-	4.0	x	x	x	x	0.035	x	0.094	x	0.035	x	x	x	x	x	x	x
				高性能熱線反射(灰色)	冬	5.5	x	x	x	x	x	0.029	x	0.085	x	0.029	x	x	x	x	x	x	x
				高性能熱線反射(藍色)	夏	3.7	x	x	x	x	x	0.090	x	0.085	x	0.090	x	x	x	x	x	x	x
3+A12+3mm 複層	ガラス	FL3+A12+FL3	ベアマルチ	P普通	冬	2.9	0.009	-0.002	0.023	0.030	0.026	0.037	0.018	0.038	0.075	0.255	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251		
				P取得2	夏	2.3	0.029	0.012	0.017	0.062	0.061	0.112	0.201	0.213	0.108	0.221	0.177	x	x	x	x		
				Low-E (GVD型)	膜2面	冬	1.9	0.007	-0.013	x	0.020	0.018	0.035	x	0.051	0.078	0.288	x	x	x	x	x	
					膜3面	夏	1.6	0.088	0.064	x	0.126	0.107	0.161	x	0.250	0.283	0.591	x	x	x	x	x	
				Low-E (銀1層)	膜2面	冬	1.9	x	x	x	0.023	0.018	0.033	x	0.049	x	0.207	x	x	x	x	x	
					膜3面	夏	1.5	x	x	x	0.076	0.075	0.152	x	0.207	x	0.207	x	x	x	x	x	
				Low-E (銀2層)	膜2面	冬	1.8	x	x	x	0.006	0.005	0.021	x	0.046	x	0.222	x	x	x	x	x	
					膜3面	夏	1.4	x	x	x	0.117	0.080	0.191	x	0.222	x	0.222	x	x	x	x	x	
				真空	ガラス	FL3+A12+RSFL3AG6	ベアマルチスーパーブルー	P遮蔽2	冬	1.6	0.011	0.003	x	0.013	0.017	0.035	x	0.056	x	x	x	x	x
								P遮蔽3	夏	1.3	0.042	0.015	x	0.024	0.026	0.035	x	0.056	0.078	0.305	x	x	x
				3+A9+6mm 複層	ガラス	RSFL3AG6**A+9+FL3**RSFL3SH	スペース71遮熱クリア	P遮蔽2	冬	1.6	x	x	0.038	0.025	0.039	x	0.178	0.283	1.112	x	x	x	x
								P遮蔽3	夏	1.4	x	x	x	0.135	0.138	0.199	x	0.244	x	x	x	x	x
3+A9+6mm 複層	ガラス	RSFL3AG6**A+9+FL3**RSFL3SH	スペース71遮熱クリア	P真空a	冬	0.8	x	x	0.009	-0.008	0.000	x	0.078	x	x	x	x	x					
				P真空a	夏	0.8	x	x	x	0.424	0.461	0.882	x	0.916	x	x	x	x	x				

※      は H23 年度実施,      は H24 年度実施。単位:  $U_g$  [W/( $m^2 \cdot K$ )],  $\Delta R$  [ $m^2 \cdot K/W$ ]

内付ロールスクリーン

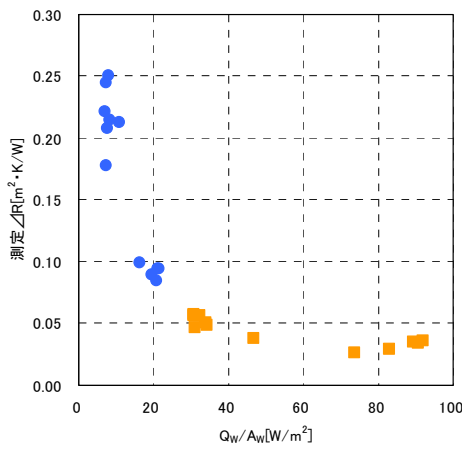


図 2.3.4-1  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.275R_g + 0.029$  (2.3.4-4)

冬期： $\Delta R = 0.060R_g + 0.018$  (2.3.4-5)

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.310R_g + 0.045$  (2.3.4-6)

冬期： $\Delta R = 0.053R_g + 0.022$  (2.3.4-7)

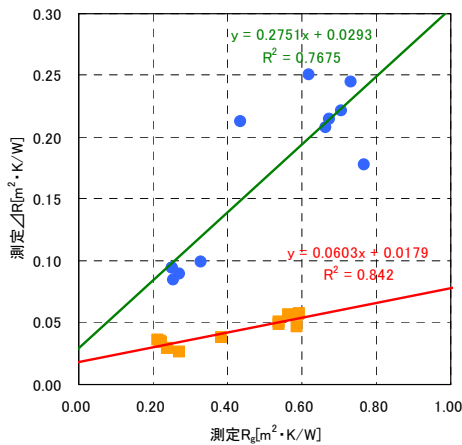


図 2.3.4-2 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

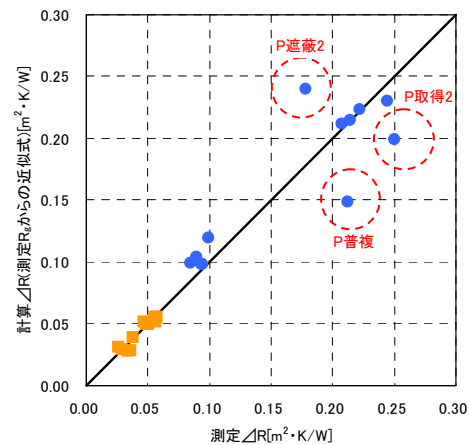


図 2.3.4-3 測定と計算の比較 (測定  $R_g$  からの近似式)

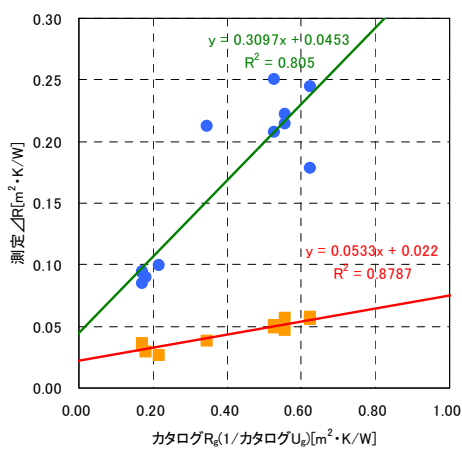


図 2.3.4-4 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

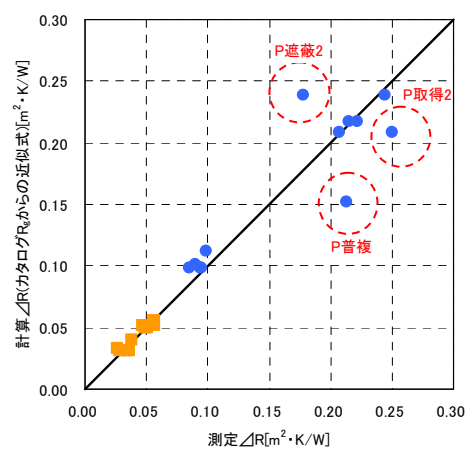


図 2.3.4-5 測定と計算の比較 (カタログ  $R_g$  からの近似式)

内付ブラインド 45°

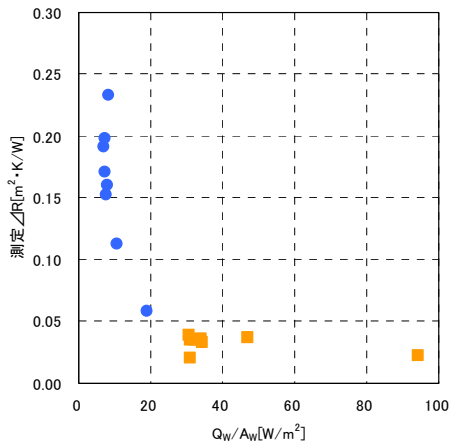


図 2.3.4-6  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.263R_g + 0.001$  (2.3.4-8)

冬期： $\Delta R = 0.021R_g + 0.022$  (2.3.4-9)

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.310R_g + 0.008$  (2.3.4-10)

冬期： $\Delta R = 0.021R_g + 0.022$  (2.3.4-11)

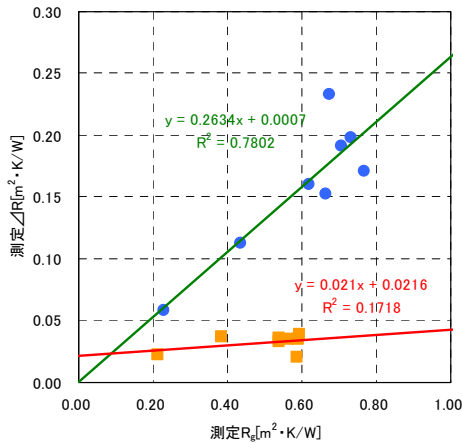


図 2.3.4-7 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

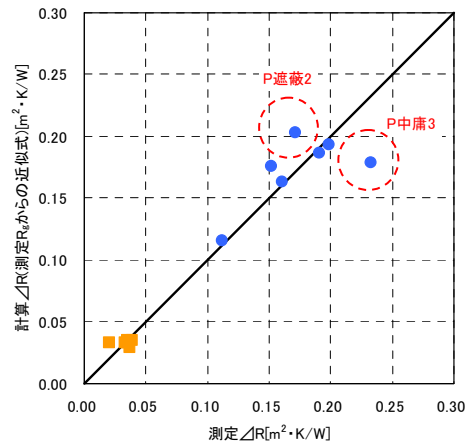


図 2.3.4-8 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

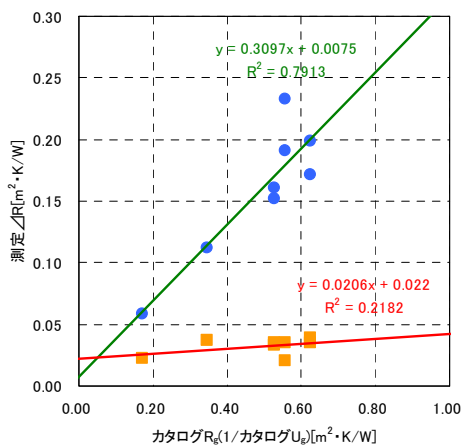


図 2.3.4-9 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

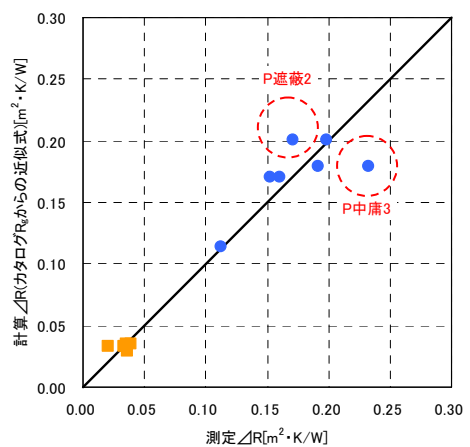


図 2.3.4-10 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)

内付ブラインド0°

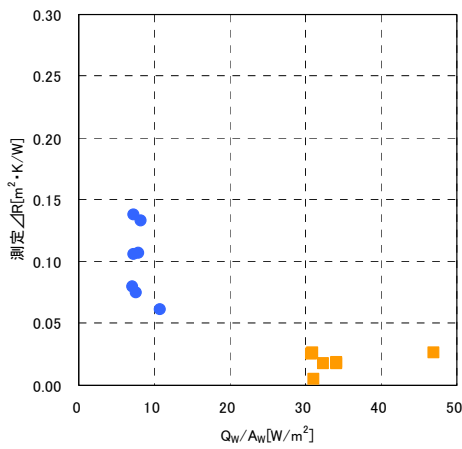


図 2.3.4-11  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.158R_g - 0.004$  (2.3.4-12)

冬期： $\Delta R = -0.034R_g + 0.038$  (2.3.4-13)

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.220R_g - 0.018$  (2.3.4-14)

冬期： $\Delta R = -0.009R_g + 0.024$  (2.3.4-15)

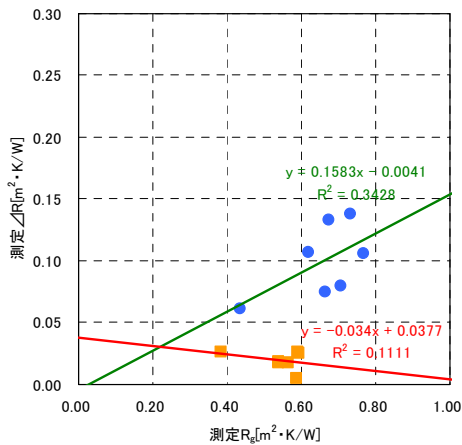


図 2.3.4-12 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

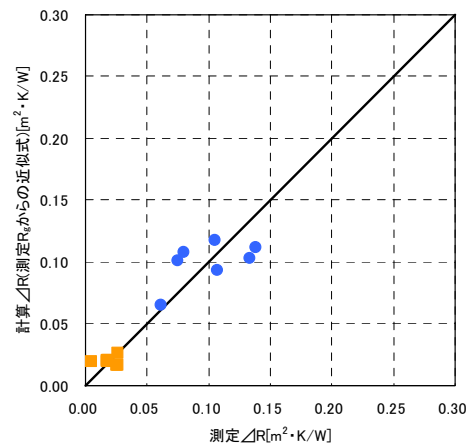


図 2.3.4-13 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

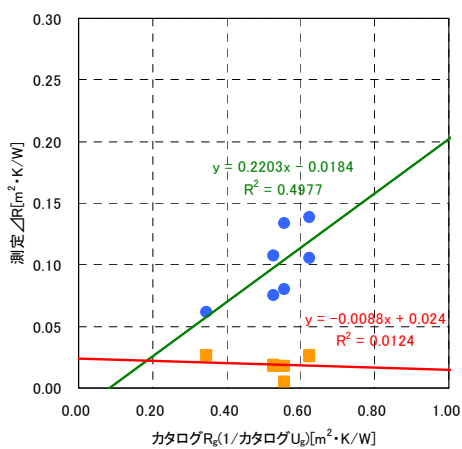


図 2.3.4-14 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

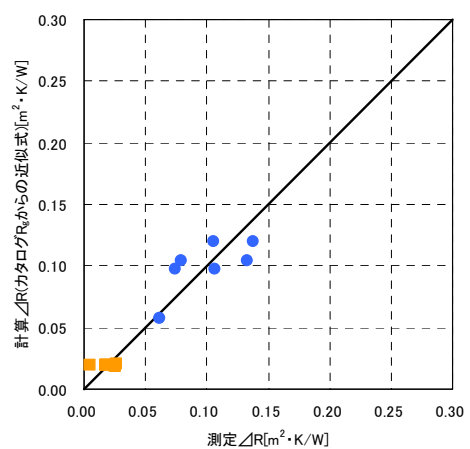


図 2.3.4-15 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)

内付ブラインド-45°

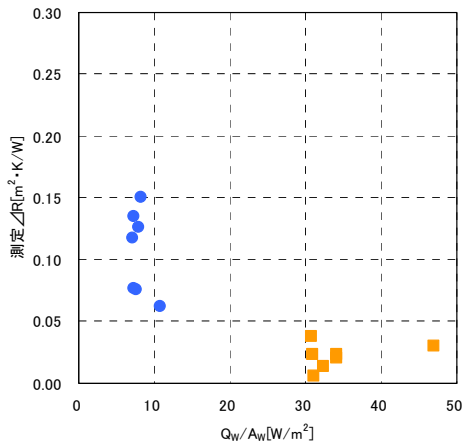


図 2.3.4-16  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.129R_g + 0.022$  (2.3.4-16)

冬期： $\Delta R = -0.039R_g + 0.043$  (2.3.4-17)

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 0.180R_g + 0.009$  (2.3.4-18)

冬期： $\Delta R = -0.008R_g + 0.026$  (2.3.4-19)

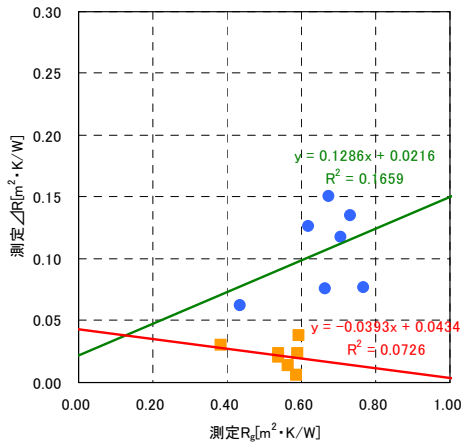


図 2.3.4-17 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

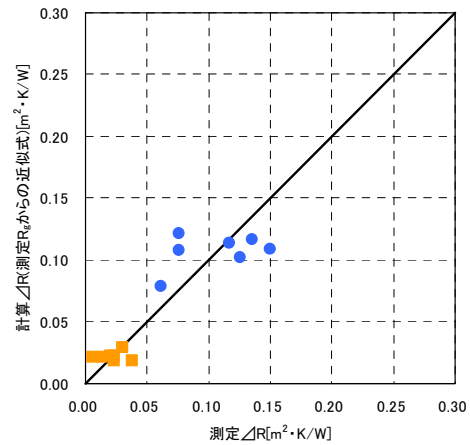


図 2.3.4-18 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

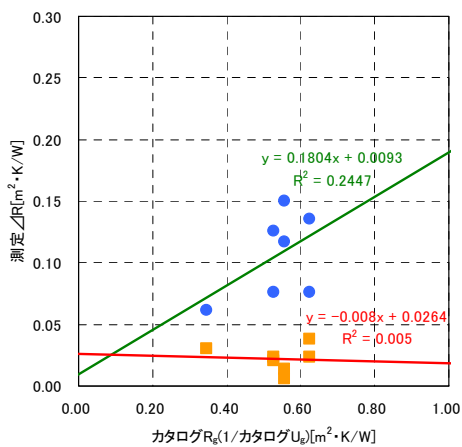


図 2.3.4-19 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

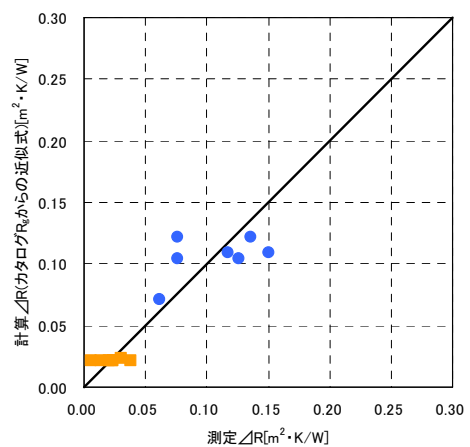


図 2.3.4-20 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)

外付ブラインド

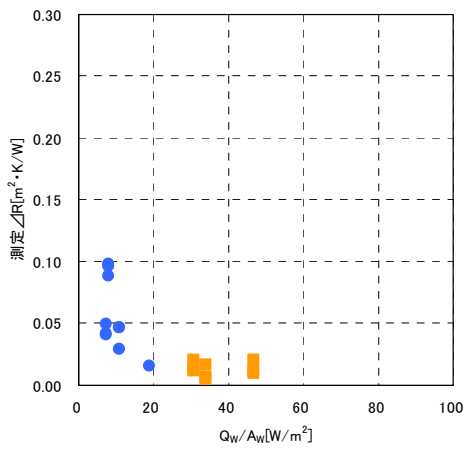


図 2.3.4-21  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

$$\text{夏期: } \Delta R = 0.063R_g + 0.019 \quad (2.3.4-20)$$

$$\text{冬期: } \Delta R = 0.027R_g - 0.002 \quad (2.3.4-21)$$

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

$$\text{夏期: } \Delta R = 0.087R_g + 0.015 \quad (2.3.4-22)$$

$$\text{冬期: } \Delta R = 0.021R_g + 0.001 \quad (2.3.4-23)$$

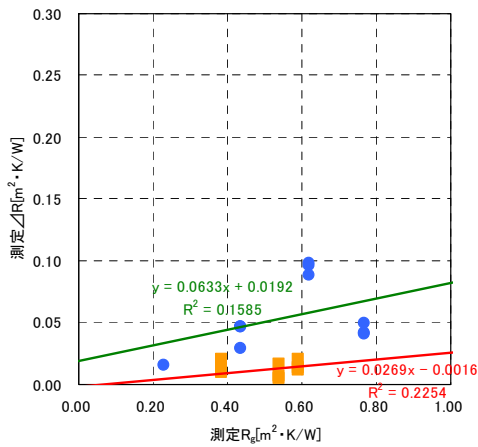


図 2.3.4-22 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

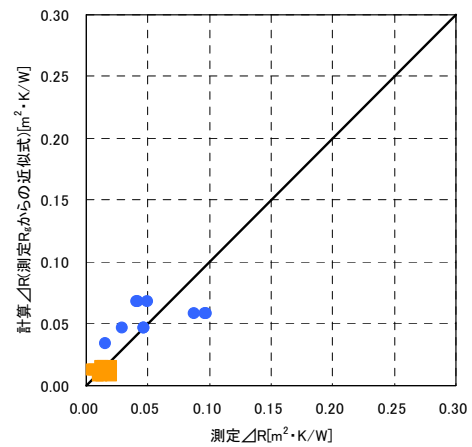


図 2.3.4-23 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

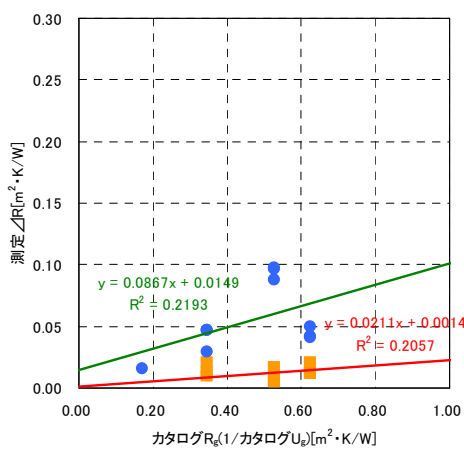


図 2.3.4-24 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

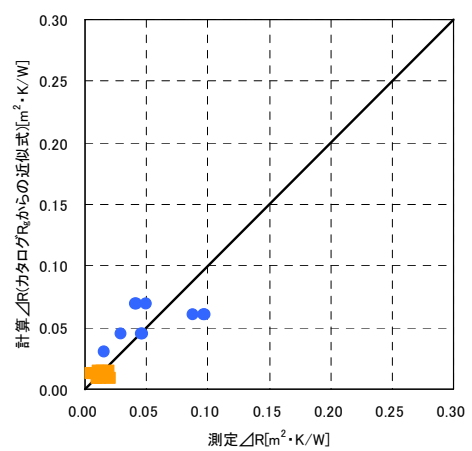


図 2.3.4-25 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)

内付プリーツスクリーン

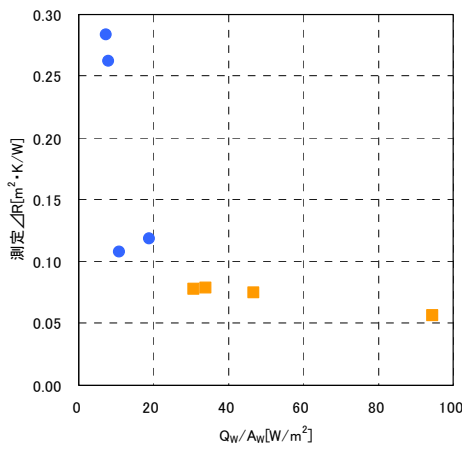


図 2.3.4-26  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

$$\text{夏期} : \Delta R = 0.357R_g + 0.011 \quad (2.3.4-24)$$

$$\text{冬期} : \Delta R = 0.056R_g + 0.048 \quad (2.3.4-25)$$

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

$$\text{夏期} : \Delta R = 0.421R_g + 0.018 \quad (2.3.4-26)$$

$$\text{冬期} : \Delta R = 0.046R_g + 0.053 \quad (2.3.4-27)$$

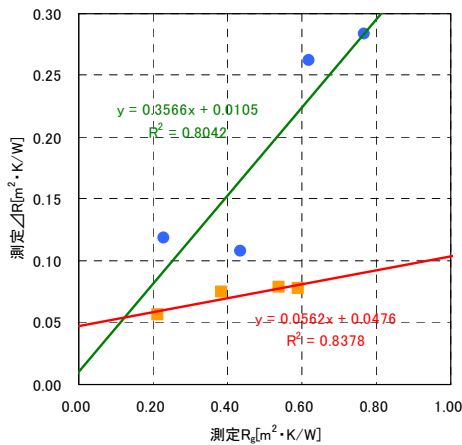


図 2.3.4-27 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

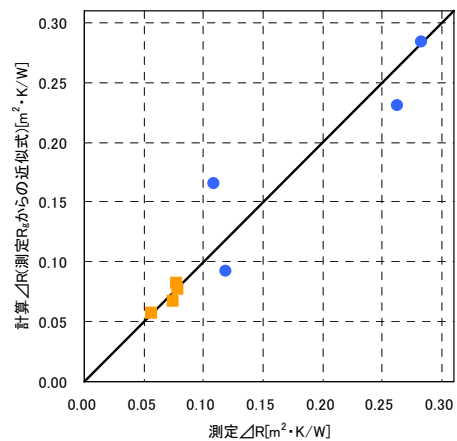


図 2.3.4-28 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

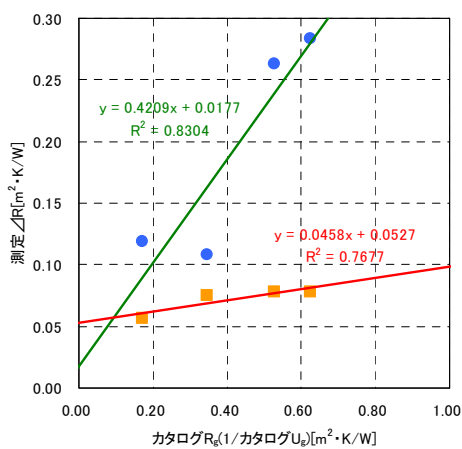


図 2.3.4-29 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

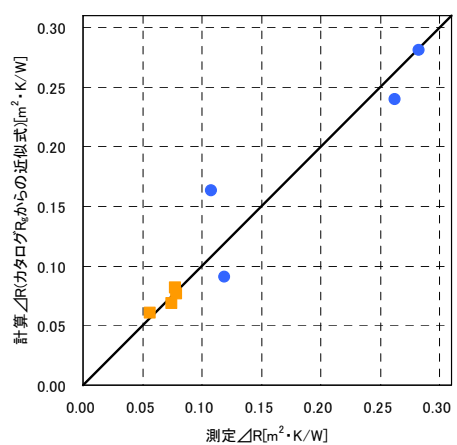


図 2.3.4-30 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)

紙障子

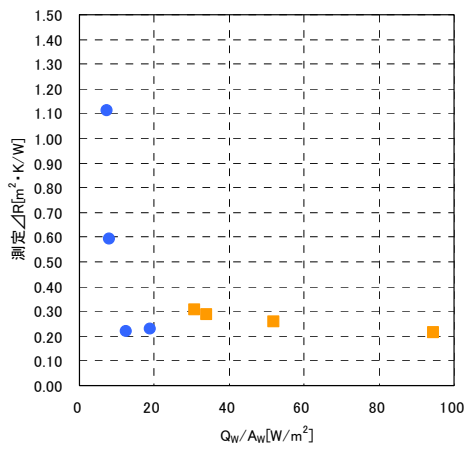


図 2.3.4-31  $Q_w/A_w$  と  $\Delta R$  の相関

a). 測定  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 1.630R_g - 0.277$  (2.3.4-28)

冬期： $\Delta R = 0.229R_g + 0.168$  (2.3.4-29)

b). カタログ  $R_g$  からの  $\Delta R$  近似式

夏期： $\Delta R = 1.863R_g - 0.239$  (2.3.4-30)

冬期： $\Delta R = 0.200R_g + 0.184$  (2.3.4-31)

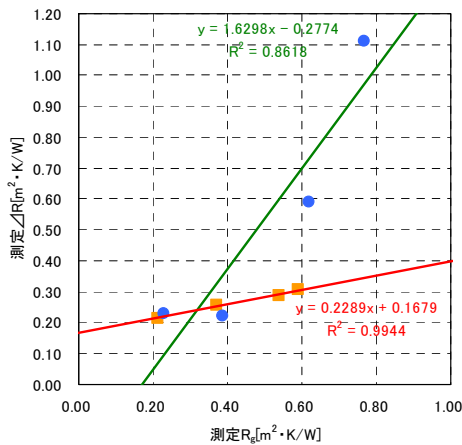


図 2.3.4-32 測定  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

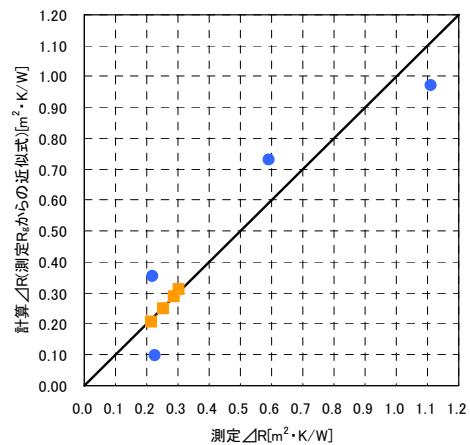


図 2.3.4-33 測定と計算の比較  
(測定  $R_g$  からの近似式)

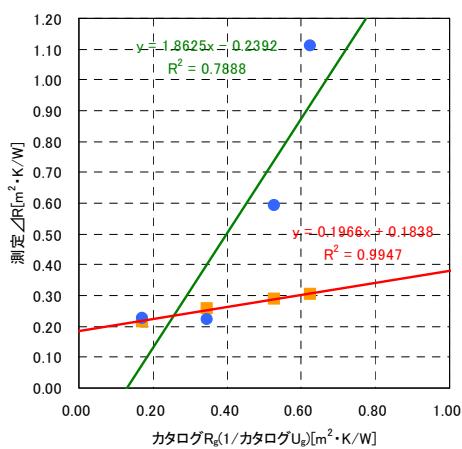


図 2.3.4-34 カタログ  $R_g$  と  $\Delta R$  の相関

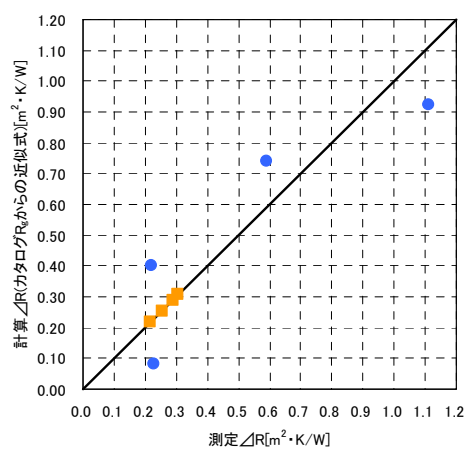


図 2.3.4-35 測定と計算の比較  
(カタログ  $R_g$  からの近似式)



## [2] 表面熱伝達率の算出

照射日射が無い場合の測定結果を用いて表面熱伝達率を算出した。表面熱伝達率は、式(2.3.4-32)及び式(2.3.4-33)によって算出した。表面温度及び空気温度は熱電対による測定値を用いた。

$$h_{se} = \frac{Q_w}{A_w \cdot (\theta_{ex} - \theta_{se})} \quad (2.3.4-32)$$

$$h_{si} = \frac{Q_w}{A_w \cdot (\theta_{si} - \theta_{in})} \quad (2.3.4-33)$$

ここに、

$h_{se}$  : 屋外側表面熱伝達率 [ W/(m<sup>2</sup> · K) ]

$h_{si}$  : 室内側表面熱伝達率 [ W/(m<sup>2</sup> · K) ]

$Q_w$  : 試験体の貫流熱量 ( W )

$A_w$  : 伝熱開口面積 ( m<sup>2</sup> )

$\theta_{ex}$  : 屋外側空気温度 ( °C )

$\theta_{in}$  : 室内側空気温度 ( °C )

$\theta_{se}$  : 屋外側試験体表面温度 ( °C )

$\theta_{si}$  : 室内側試験体表面温度 ( °C )

各種ガラスと遮蔽物なしの組み合わせでの表面熱伝達率を図 2.3.4-36～2.3.4-37 に示す。また、各種ガラスと室内ロールスクリーンの組み合わせでの表面熱伝達率を図 2.3.4-38～2.3.4-39 に示す。図より、各種ガラスと遮蔽物なしの組み合わせでは表面熱伝達率の設定条件と概ね近い値になっていることが分かる。また、各種ガラスと室内ロールスクリーンの組み合わせでの表面熱伝達率は室内側で各種ガラスと遮蔽物なしの組み合わせでの表面熱伝達率と大きく異なり、遮蔽物の設置による影響を受けたことが考えられる。

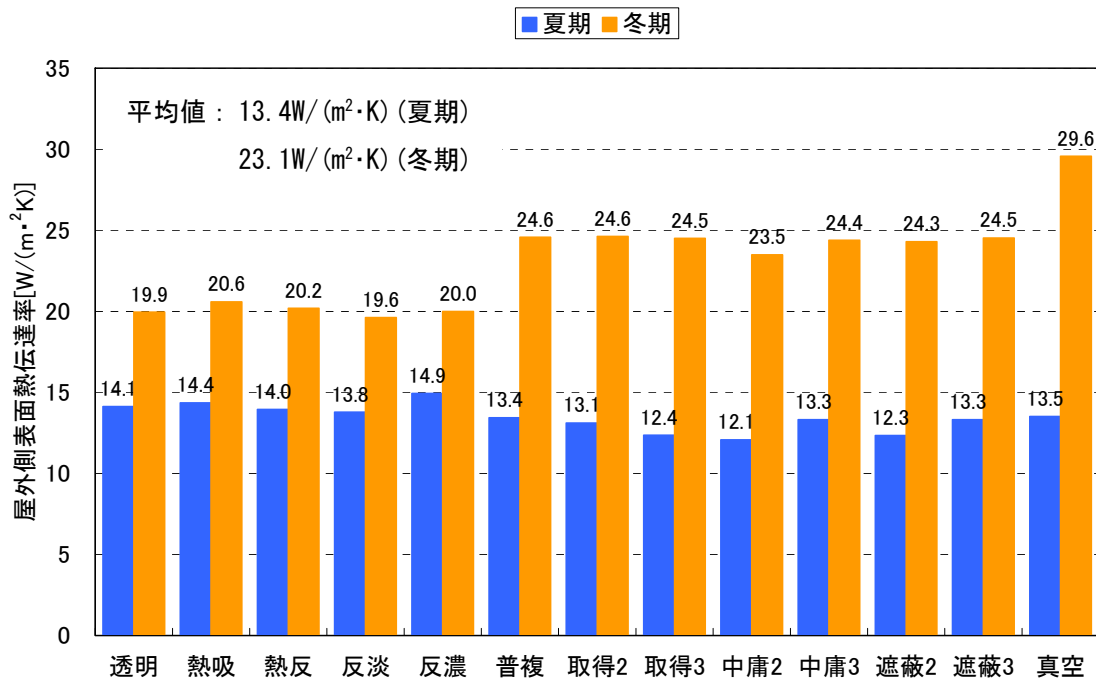


図 2.3.4-36 屋外側表面熱伝達率(各種ガラス+遮蔽物なし)

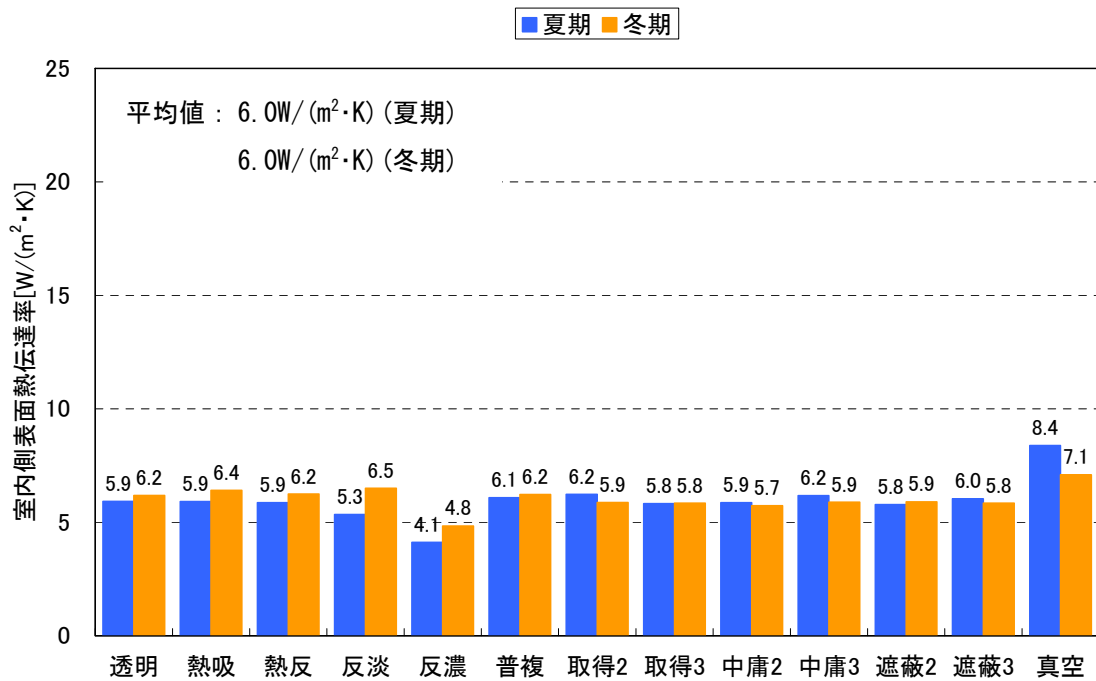


図 2.3.4-37 室内側表面熱伝達率(各種ガラス+遮蔽物なし)

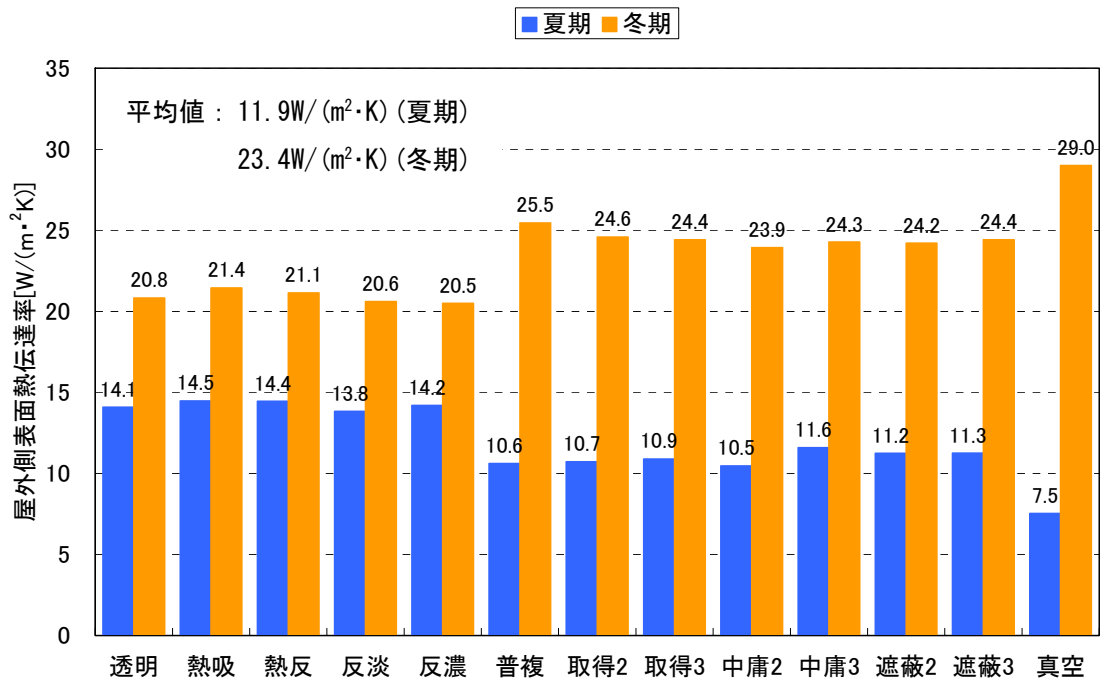


図 2.3.4-38 屋外側表面熱伝達率(各種ガラス+室内ロールスクリーン)

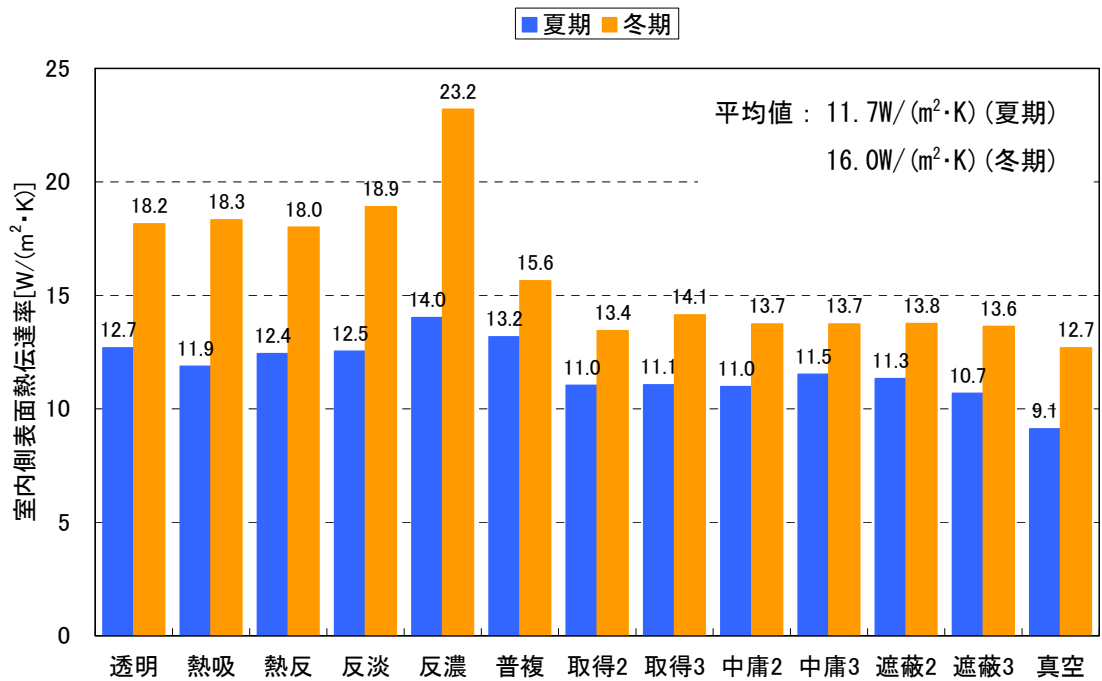


図 2.3.4-39 室内側表面熱伝達率(各種ガラス+室内ロールスクリーン)

## 1.3.5 測定結果のデータベース化

## [1] データベースの概要

測定より得られるデータ量は膨大である。データを整理・分類し、目的に応じて有効に活用する為に測定結果のデータベース化を図る。

測定対象物である窓（フレーム、ガラス）、遮蔽物、及び共通要素に大別し、更に詳細な分類にて枝分かれし整理することとした。データベース構成のイメージを図2.3.5-1に示す。

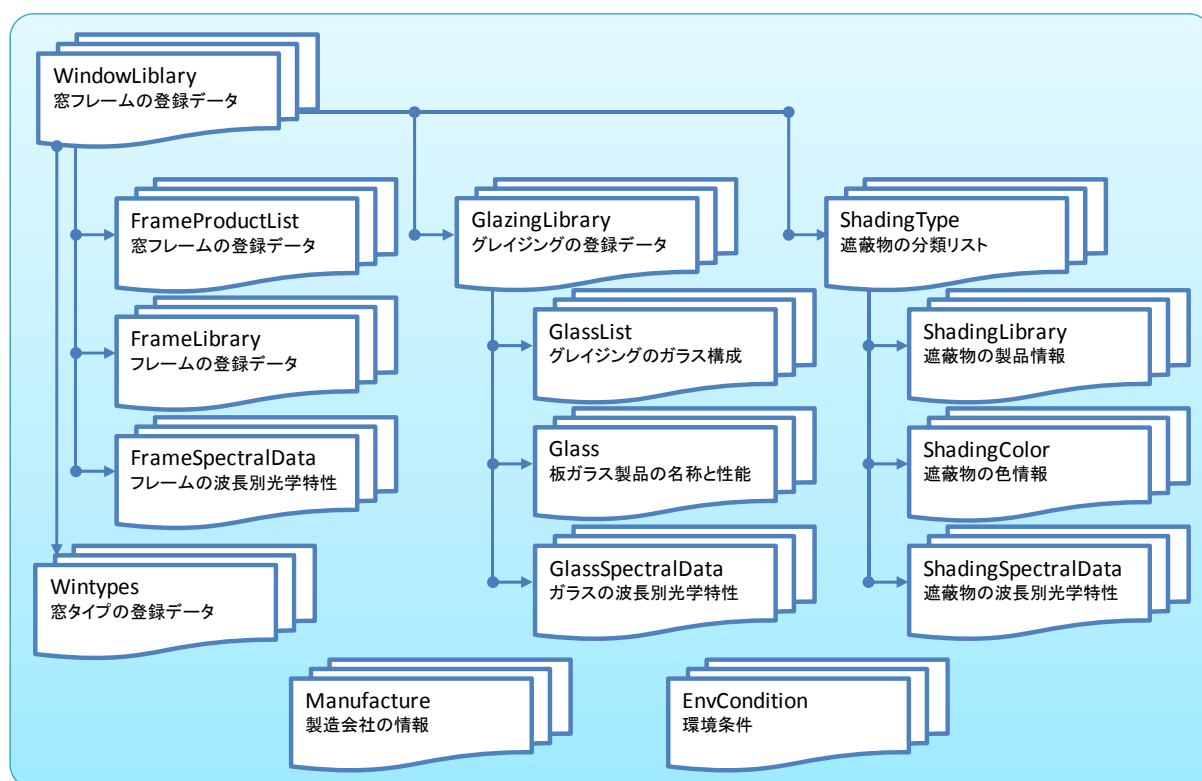


図 2.3.5-1 DB概要イメージ

窓全体に関連する WindowLibrary テーブルは窓の構成（窓タイプ、フレーム、グレイジング、遮蔽物）とその性能値を収納する。WindowLibrary テーブルで記録するのは各部位のインデックスであり、Wintypes は窓タイプの情報（標準寸法、姿図など）を、詳細な情報は関連するテーブルに収納する。

FrameProductList テーブルは窓フレーム製品の名称、タイプ、色など基本的な情報をリストで、個々のフレーム部材の熱性能値は FrameLibrary テーブルに収納する。

また、FrameSpectralData には波長毎の光学特定データを収納する。

GlazingLibrary テーブルは窓を構成するグレイジングの個々の情報を収納する。各グレイジングのガラス構成は GlassList テーブルで情報を整理し、板ガラス単体の性能は Glass テーブルに収めている。Glass テーブルに収納するガラスの波長別光学特性データ

は **GlassSpectralData** テーブルに収納し、グレージングの光学特性を計算する際に引用できるものとする。

**ShadingLibrary** テーブルは遮蔽物のタイプ、色、諸寸法などの基本データと遮蔽物単体の熱抵抗や併用時の増加熱抵抗、日射透過率、反射率を収納する。**ShadingColor** テーブルには遮蔽物の色に関するテーブルで、メーカー特有の色名称と一般的な色名称の対応表になっている。また、各色に対応する波長別の光学特性測定値は **ShadingSpectralData** テーブルに収納する。

共通要素として、窓を構成する各部材（窓、フレーム、グレージング、遮蔽物）の製造会社の情報は **Manufacture** テーブルに収納する。また、測定時における環境条件については **EnvCondition** テーブルで整理し収納する。

## [2] データベースの項目

窓全体に関連するテーブルの構造を表 2.3.5-1～2.3.5.15 に示す。

表 2.3.5-1 WindowLibrary テーブル：窓全体のデータ（窓の構成，サイズ，性能値）

フィールド名	説明
WindowID	窓識別番号
Name	名称
WinTypeID	窓の種類
Width	窓の幅寸法[m]
Height	窓の高さ寸法[m]
ProjectedArea	窓面積[m <sup>2</sup> ]
EnvConditions	環境条件: EnvConditionテーブルとリンク
UvalWinter	U値: 冬期
UvalSummer	U値: 夏期
Tsol	日射透過率
Tvis	可視光透過率
Tuv	紫外線透過率
SHGCWinter	$\eta$ 値: 日射熱取得率 冬期
SHGCSummer	$\eta$ 値: 日射熱取得率 夏期
FrameProductID	フレーム製品のID
GrazingID	グレージングのID
ShadingIn	窓の室内側の遮蔽物
ShadingMid	グレージング内部の遮蔽物
ShadingOut	窓の室外側の遮蔽物
Comments	コメント

表 2.3.5-2 Wintypes テーブル：窓タイプ（窓の仕様，標準サイズ）

フィールド名	説明
WintypeID	窓タイプ識別番号
Type	開口部の型式
Width	標準寸法の幅[m]
Height	標準寸法の高さ[m]
Nframe	フレームの部材数
Nglz	ガラス面の数
illustration	姿図
Comments	コメント

表 2.3.5-3 FrameProductList テーブル：窓フレーム製品のリスト

フィールド名	説明
FrameProductID	フレーム製品識別番号
WinTypeID	窓番号
ManuadctureID	メーカー識別番号: manufactureテーブルとリンク
ProductID	製品番号
ProductName	製品名称
FrameType	フレームタイプ
EnvConditions	環境条件: EnvConditionテーブルとリンク
SurfaceIn	室内側表面仕上げ(色情報含む)
SurfaceOut	室外側表面仕上げ(色情報含む)
Comment	コメント

表 2.3.5-4 FrameLibrary テーブル：フレーム部材のリスト

フィールド名	説明
FrameID	フレーム番号
ManuadctureID	メーカー識別番号: manufactureテーブルとリンク
ProductID	製品番号
ProductName	製品名称
EnvConditions	環境条件: EnvConditionテーブルとリンク
SurfaceIn	室内側表面仕上げ(色情報含む)
SurfaceOut	室外側表面仕上げ(色情報含む)
ColorID	カラー番号
FrameColorName	仕上げ名称
Color	共通色名
Ae	日射吸収率
Re	日射反射率
Rv	可視光反射率
Emis	放射率
X	3刺激値
Y	3刺激値
Z	3刺激値
L*	L*a*b*表示系
a*	L*a*b*表示系
b*	L*a*b*表示系
Comment	コメント

表 2.3.5-5 FrameSpectralData テーブル：フレーム部材の波長別光学特性

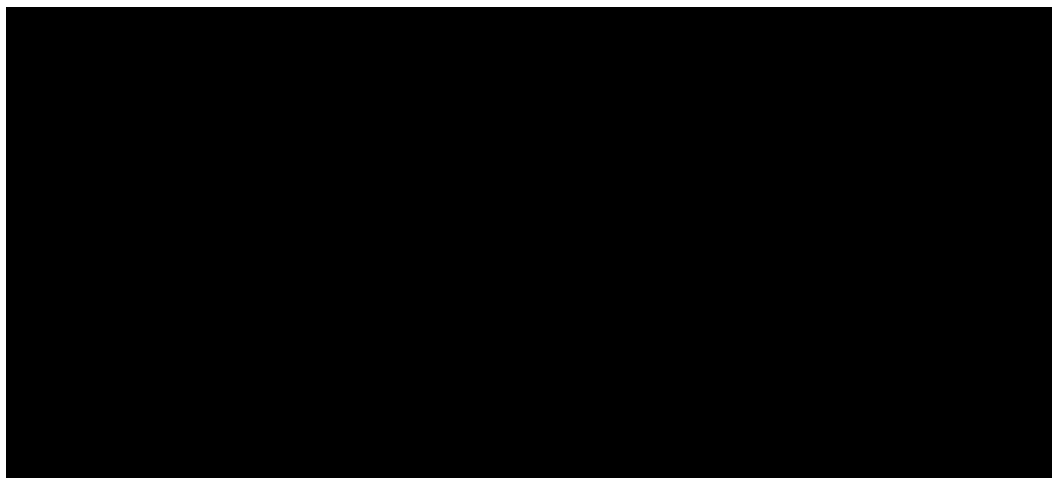


表 2.3.5-6 GlazingLibrary テーブル：グレージング登録データ

フィールド名	説明
GlazingID	グレージングの識別番号
ManufactureID	メーカー識別番号：manufactureテーブルとリンク
ProductID	製品番号
GlzName	グレージング名称
Nlayers	ガラスの総数
EnvConditions	環境条件：EnvConditionテーブルとリンク
Thickness	グレージング全体での厚さ[m]
UvalCenterWinter	ガラス中央部U値：冬期
UvalCenterSummer	ガラス中央部U値：夏期
SHGCCenterWinter	$\eta$ 値：日射熱取得率 冬期
SHGCCenterSummer	$\eta$ 値：日射熱取得率 夏期
Tsol	日射透過率
Routsol	日射反射率・室外側
Rinsol	日射反射率・室内側
Tvis	可視光透過率
Toutsol	可視反射率・室外側
Tinsol	可視反射率・室内側
Emishout	放射率・室外側
Emishin	放射率・室内側
Color	色番号
Timestamp	登録日時

表 2.3.5-7 GlassList テーブル：グレージングを構成するガラスのリスト

フィールド名	説明
ParentID	GlazingLibraryテーブルとリンク
Index	グレージングを構成するガラスの通し番号(外気側から1～n)
GlassID	Glassテーブルとリンク
AbsSol	日射吸収率(グレージング構成時における吸収率)



表 2.3.5-8 Glass テーブル：ガラス単体のデータ

フィールド名	説明
GlassID	ガラスの識別番号
ManufactureID	メーカー識別番号: manufactureテーブルとリンク
ProductID	製品番号
Glasstype	ガラスタイプ
ProductName	製品名称
ProductNickname	製品略称
Thickness	グレージング全体での厚さ[m]
Tsol	日射透過率
Rsol1	日射反射率(室外→室内)
Rsol2	日射反射率(室内→室外)
Tvis	可視光透過率
Rvis1	可視光反射率(室外→室内)
Rvis2	可視光反射率(室内→室外)
Emis1	放射率(外)
Emis2	放射率(内)
Conductivity	熱伝導率
Color	色番号
Timestamp	登録日時

表 2.3.5-9 GlassSpectralData テーブル：ガラス波長別光学特性

フィールド名	説明
ManufactureID	メーカー識別番号: manufactureテーブルとリンク
ProductID	製品番号
Wavelength	波長[mm]
T	透過率
Rf	反射率(フロントサイド)
Rb	反射率(バックサイド)
Timestamp	登録日時

表 2.3.5-10 ShadingType テーブル：遮蔽物のタイプ

フィールド名	説明
ShadingTypeID	遮蔽物タイプ識別番号
ShadingClassification	遮蔽物の大分類: ブラインド、ロールスクリーン、プリーツスクリーン、カーテン、紙障
ShadingType	遮蔽物の細分類: 横型ブラインド、縦型ブラインド、高遮蔽ブラインド etc
IOsideType	設置位置(0:室外用 1:室内用 2:グレージング内)

表 2.3.5-11 ShadingLibrary テーブル：遮蔽物製品情報と熱抵抗

フィールド名	説明
ShadingID	遮蔽物識別番号
ManufacturerID	メーカー識別番号
ProductID	製品番号
ProductName	製品名称
ProductNickname	製品略称
ShadingTypeID	遮蔽物タイプ識別番号
Offset	遮蔽物のオフセット位置[m]
DltRstuw	遮蔽物併用時の増加熱貫流抵抗(U値冬期)
DltRstus	遮蔽物併用時の増加熱貫流抵抗(U値夏期)
Rshadinguw	遮蔽物自身の熱抵抗(U値冬期)
Rshadingus	遮蔽物自身の熱抵抗(U値夏期)
DltRstuw_c1	$\Delta Rst$ 近似式係数1(U値冬期)
DltRstuw_c2	$\Delta Rst$ 近似式係数2(U値冬期)
DltRstuw_c3	$\Delta Rst$ 近似式係数3(U値冬期)
DltRstus_c1	$\Delta Rst$ 近似式係数1(U値夏期)
DltRstus_c2	$\Delta Rst$ 近似式係数2(U値夏期)
DltRstus_c3	$\Delta Rst$ 近似式係数3(U値夏期)
DltRstuw_eq	補正増加熱貫流抵抗(U値冬期)
DltRstus_eq	補正増加熱貫流抵抗(U値夏期)
Tsol	日射透過率
Rsol1	日射反射率(室外→室内)
Rsol2	日射反射率(室内→室外)
Tvis	可視光透過率
Rvis1	可視光反射率(室外→室内)
Rvis2	可視光反射率(室内→室外)
ShadingEffectw	遮蔽物効果係数(冬期)
ShadingEffects	遮蔽物効果係数(夏期)
ShadingEffectw_c1	遮蔽物効果近似式係数1(冬期)
ShadingEffectw_c2	遮蔽物効果近似式係数2(冬期)
ShadingEffectw_c3	遮蔽物効果近似式係数3(冬期)
ShadingEffects_c1	遮蔽物効果近似式係数1(夏期)
ShadingEffects_c2	遮蔽物効果近似式係数2(夏期)
ShadingEffects_c3	遮蔽物効果近似式係数3(夏期)
Color	色番号
SpectralDataID	分光特性データ番号
SlatWidth	スラット幅[mm]
SlatInterval	スラット間隔[mm]
SlatAngle	スラット角[°]
CurtainAperture	カーテンの開口率[%]
Curtainmesh	カーテンのメッシュ
PleatsInterval	プリーツスクリーン山間隔[mm]
ShojiAperture	紙障子の有効開口率[%]
Timestamp	登録日時

表 2.3.5-12 ShadingColor テーブル：遮蔽物の色情報

--	--

表 2.3.5-13 ShadingSpectralData テーブル：遮蔽物の波長別光学特性

フィールド名	説明
ManuadctureID	メーカー識別番号
SpectralDataID	分光特性データ番号
Wavelength	波長[mm]
Tspec	透過率(直進成分):非透過材料の場合は"0"
Rupspec	上面反射率(鏡面成分):鏡面成分無視には"0"
Rlowspec	下面反射率(鏡面成分):鏡面成分無視には"0"
Tdiff	透過率(拡散成分):非透過材料の場合は"0"
Rupdiff	上面反射率(拡散成分)
Rlowdiff	下面反射率(拡散成分)
Timestamp	登録日時

表 2.3.5-14 Manufacture テーブル：製造会社に関する情報

フィールド名	説明
ManufactureID	メーカー識別番号
Name	メーカー名
Nickname	メーカー名・愛称
Category	取扱い製品のカテゴリ

表 2.3.5-15 EnvCondition テーブル：環境条件の情報

フィールド名	説明
EnvConditionID	環境条件識別番号
Code	環境条件の名称
TIn	室内側温度
TOut	室外側温度
AlpIn	総合熱伝達率:室内側
AlpOut	総合熱伝達率:室外側
hrIn	放射熱伝達率:室内側
hrOut	放射熱伝達率:室外側
hcIn	対流熱伝達率:室内側
hcOut	対流熱伝達率:室外側
Srad	日射量[W/m <sup>2</sup> ]
Comments	コメント

[3] データベースの整備

本調査における測定結果をデータベース項目毎に分類し、整理を実施した。今回整備したデータベースは、本調査の測定結果だけではなく、過去の測定結果やこれからの測定結果を整理し得るよう配慮し、データベースの項目を細分化したもので、今後も有効的に活用するためのツールとすることで、より精度の高い計算方法の確立へつながるものと期待する。

また、登録したデータリストの一部を 図 2.3.5-2 に示す。

The figure displays several overlapping tables representing different database tables:

- FrameLibrary**: Fields include FrameID, ManufactureID, ProductID, ProductName, Conditions, FaceIn, and FaceOut.
- FrameProductList**: Fields include FrameProductID, WinTypeID, and ManufactureID.
- Manufacture**: Fields include ManufactureID, Name, and Nickname.
- WindowTypes**: Fields include WinTypeID, Type, and Width.
- WindowLibrary**: Fields include WindowID, Name, WinTypeID, Width, Height, ProjectedArea, EnvConditions, UvalWinter, UvalSummer, Tsol, Tvis, Tuv, SHGCWinter, SHGCSummer, FrameProductID, GrazingID, ShadingIn, ShadingMid, ShadingOut, and Comments.
- ShadingLibrary**: Fields include ShadingID, ManufactureID, ProductID, ProductName, ProductNickname, and ShadingTypeID.
- EnvCondition**: Fields include EnvConditionID, Code, Tin, TOut, and Alpin.

図 2.3.5-2 登録データリスト例

## 2.4 まとめ

本章では、ガラスとサッシ・遮蔽物の組み合わせによる日射熱取得率測定を実施し、測定結果をデータベース項目毎に分類し、整理を実施した。得られた知見を以下にまとめる。

- ① 外窓フレームに各種ガラスを組み合わせた際の遮蔽物なしの測定結果とガラス単体の日射熱取得率（カタログ値）にガラス面積比率の 0.872 を乗じた値を比較すると、概ね一致していることが確認された。
- ② 省エネルギー基準の夏期日射取得係数並びに開口部の夏期日射侵入率の基準値のみでは、冬期の日射熱取得が期待出来ず年間負荷が増加するケースがある。
- ③ 内窓追加のケースでは、断熱性向上により冬期の日射熱取得によるパッシブ効果が期待できる。夏期において、日射侵入熱が大きく省エネルギー性は低いケースがほとんどだが、日射侵入熱が小さく省エネルギー性が高いケースもある。
- ④ 遮蔽物なしの日射熱取得率と遮蔽物併用時の日射熱取得率において、高い相関関係が確認された。相関は2次式にて表わすことができ、窓単体の日射熱取得率が既知であれば、遮蔽物を組み合わせた際の日射熱取得率が予想することができる。
- ⑤ 遮蔽物単体の特性の遮蔽物効果係数において、室内側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率が低いほど効果係数は高くなり、日射熱取得率が高いほど効果係数は低くなることが確認された。また、室外側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率によってあまり変化が見られないことも確認された。
- ⑥ 照射日射のない場合の測定結果より遮蔽物の付加熱抵抗( $\Delta R$ )を算出し、窓単体の熱貫流抵抗、及びガラス単体の熱貫流抵抗(カタログ  $R_g$ )との相関を検討した。結果、カタログ  $R_g$  による相関が高いことが分かり、カタログ  $R_g$  を変数とした近似式を定めた。近似式によって簡易的に  $\Delta R$  を導き出せることを確認した。

### 参考文献

- 1) 住宅に係わるエネルギー使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断基準 (H18.3.27 改正 経済産業省・国土交通省告示第3号)
- 2) 住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計, 施工及び維持保全の指針 (平成18年国土交通省告示第378号 平成21年国土交通省告示第118号一部改正)
- 3) 次世代省エネルギー基準解説等 (「住宅の省エネルギー基準の解説」 p133-150)
- 4) ISO15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
- 5) JIS draft, 窓及びドアの熱性能—日射熱取得率の計算—
- 6) 倉山千春, 開口部の総合熱性能評価法に関する研究, 鹿児島大学大学院理工学研究科学位論文, 2007
- 7) 遮熱計算方法に関する研究報告書 平成13年度, 14年度, 15年度 社団法人リビングアメニティ協会
- 8) JIS R 3221:2002 熱線反射ガラス

### 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。

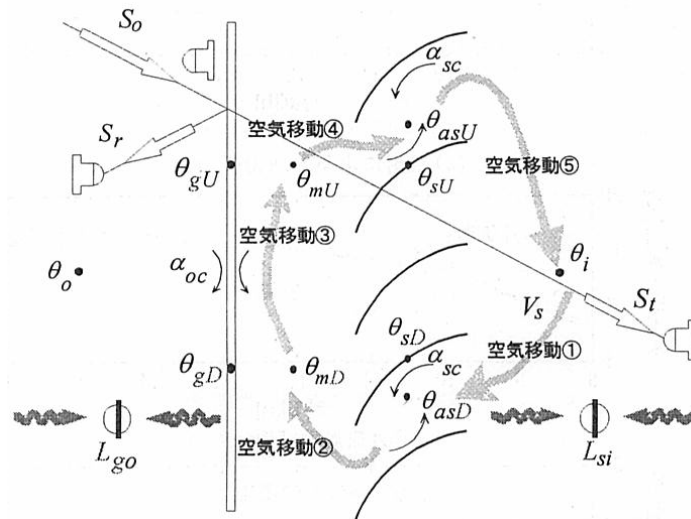


図 3.2.2.1-1 日射熱移動モデルの概念図（文献 17 より引用）

[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 なし	スラット 水平	スラット 45°	スラット 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。

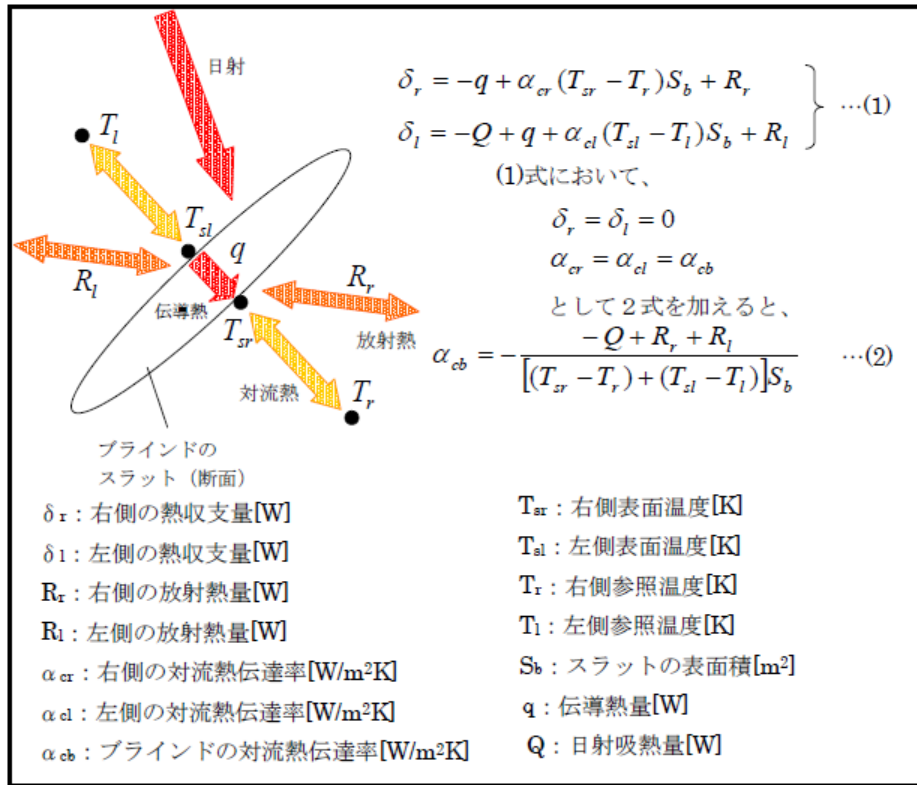


図 3.2.2.4-1 ブラインド表面对流熱伝達率算出方法 (文献 22 より引用)

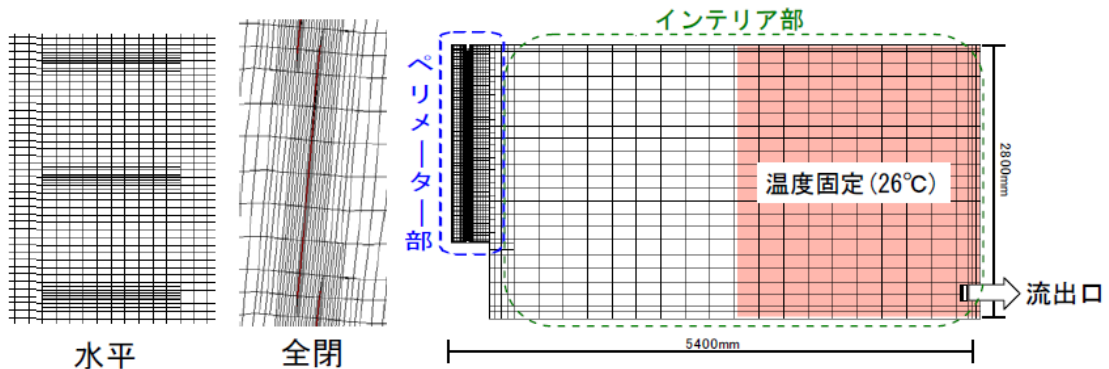


図 3.2.2.4-2 CFD メッシュモデル (文献 22 より引用)

### 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	$\tau_s = \frac{\sum \tau_g \cdot A_g + \sum \tau_f \cdot A_f}{A_i}$ 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	$\eta_f = a_f \frac{U_f}{A_{de} h_{ex}} \frac{A_f}{A_f}$ 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。 $h_{ex}$ 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	$\tau_s = \frac{q_{in} - q_{in}(I_s = 0)}{I_s}$ 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。	$g = \tau_e + q_i$	$\eta_f = \frac{q_{in,f} - q_{in,f}(I_s = 0)}{I_s}$ $\eta = \tau_e + \sum_j N_j \cdot \alpha_{e,j}$	$\eta_{gde} = \tau + \sum_{j=1}^n N_j \cdot \alpha_j$

	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>		$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{e,j}}{h_e} + \sum_{j=2}^n \sum_{l=1}^n \frac{\alpha_{e,l}}{\Lambda_{l-1,l}}}{\frac{1}{h_e} + \sum_{j=2}^n \frac{1}{\Lambda_{l-1,l}} + \frac{1}{h_i}}$ <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>	$N_j = \frac{R_e + \sum_{k=1}^n \frac{R_{k-1,k}}{R_e + \sum_{k=1}^n R_{k-1,k} + R_i}}{R_{ext} + \sum_{k=1}^n R_k + R_{int}}$ <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>	$N_j = \frac{R_{ext} + \sum_{k=1}^n R_k + \frac{1}{2} R_j + \sum_{k=2}^n R_{k-1,k}}{R_{ext} + \sum_{k=1}^n R_k + R_{int}}$ <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</p> <p>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。</p> <p>長波透過率・放射率考慮。</p> <p>直接透過率考慮。</p> <p>ブラインドはスラット曲面の鏡面反射は考慮しない。</p> <p>遮蔽物の通気について、暫定扱いで解説。</p> <p>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。</p> <p>NFRC200 では、遮蔽物を付属する窓を適用範囲としない。</p> <p>遮蔽物を含む遮熱性能評価方法は、NFRC200A に示されている。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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 (夏期)	$h_{ce} = 8.0$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$ $h_{ci} = 2.5$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ $T_e = 30^\circ\text{C}$ $T_i = 25^\circ\text{C}$ $I_s = 500\text{W/m}^2$	$T_m = 24^\circ\text{C}$ $T_{out} = 32^\circ\text{C}$ $V = 2.75\text{m/s}$ $T_{m,out} = T_{out}$ $T_{m,in} = T_m$ $I_s = 783\text{W/m}^2$	$h_e = 23$ $h_{ci} = 3.6$ $h_{ri} = \frac{4.4}{0.837} \cdot \varepsilon_i$ $T_m = 283\text{ K}$ $\Delta T = 15\text{ K}$	(JIS R 3106 夏期条件) $h_e = 12.2 + 6.5 \cdot \varepsilon_e$ $h_i = 3.9 + 6.3 \cdot \varepsilon_i$ $T_e = 30^\circ\text{C}$ $T_i = 25^\circ\text{C}$	(ISO 15099 に同じ) $h_{ce} = 8.0$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$ $h_{ci} = 2.5$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ $T_e = 30^\circ\text{C}$ $T_i = 25^\circ\text{C}$ $I_s = 500\text{W/m}^2$
(冬期)	$h_{ce} = 20$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$ $h_{ci} = 3.6$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ $T_e = 0^\circ\text{C}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $I_s = 300\text{W/m}^2$	(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) $h_e = 16.3 + 5.1 \cdot \varepsilon_e$ $h_i = 3.3 + 5.6 \cdot \varepsilon_i$ $T_e = 0^\circ\text{C}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$	(ISO 15099 に同じ) $h_{ce} = 20$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{sc}^4 - T_e^4)}{T_{sc} - T_e}$ $h_{ci} = 3.6$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ $T_e = 0^\circ\text{C}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $I_s = 300\text{W/m}^2$
標準日射	ISO 9845-1 の全天日射 (Air mass1.5)	ISO 9845-1 の直達日射 (Air mass1.5)	CIE No.85 の全天日射 (Air mass1.0)	ISO 9845-1 の直達日射 (Air mass1.5)	ISO 9845-1 の直達日射 (Air mass1.5)
スベクト					

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 ル	WINDOW	LBNL/WINDOW, 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
窓製品の総合熱性能	WindEye JIS A 2102-1	WINDOW ISO 15099	WIS ISO 10077-1
ガラス	WindEye JIS R 3107	OPTICS	ISO 10292 ISO 9050
フレーム	TB2D/BEM JIS A 2102-2	THERM/FEM	BISCO ISO 10077-2
開発者	リビングアメニティ 協会 <sup>1)</sup>	Lawrence Berkeley Laboratory <sup>3)</sup>	TNO - Building and 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]

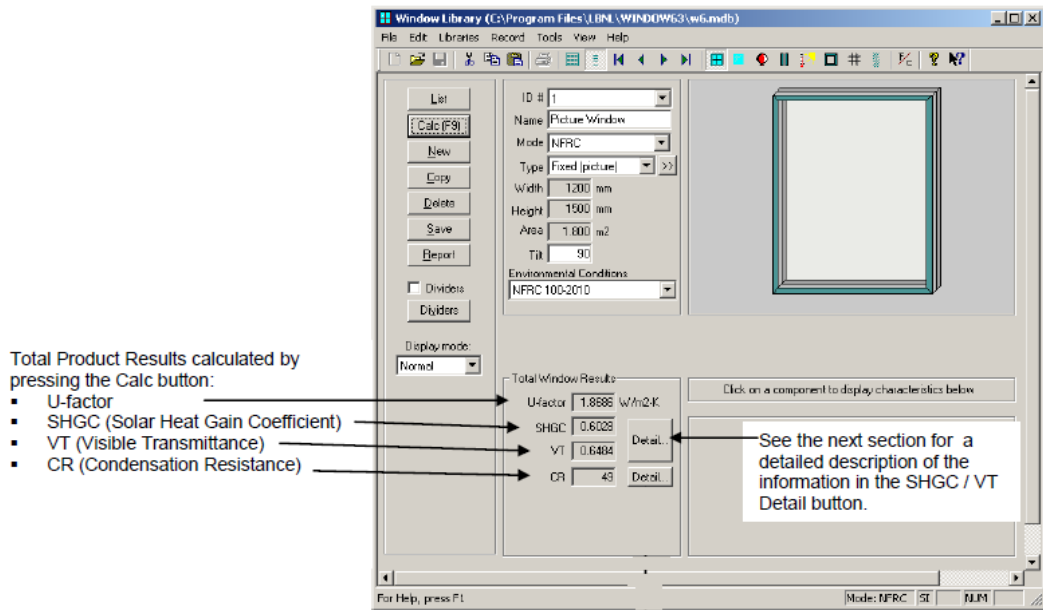


図 3.4.1.1-1 WINDOW 6.3 の算出結果画面

ID	Name	ProductName	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

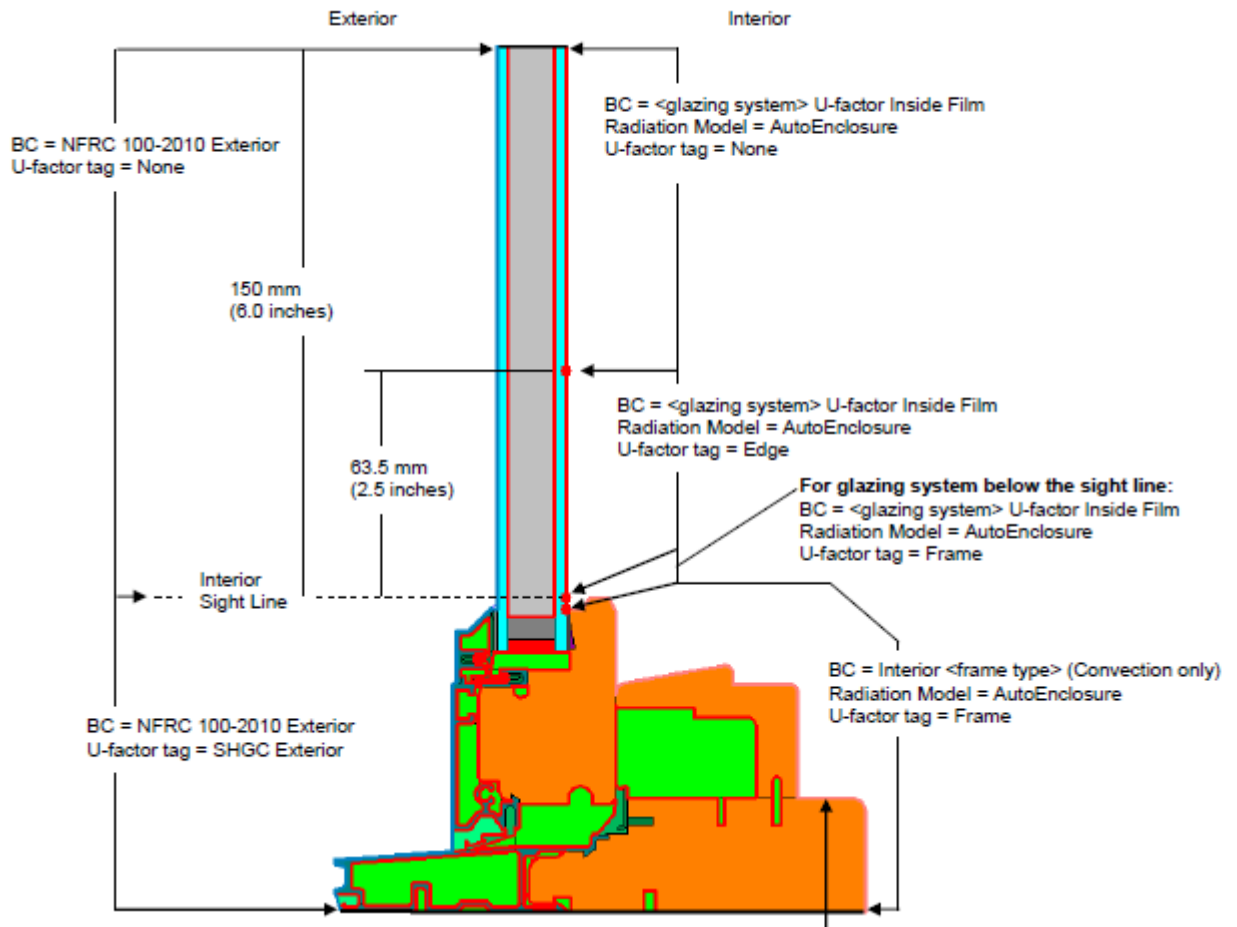


図 3.4.1.2-3 計算モデルと境界条件

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。

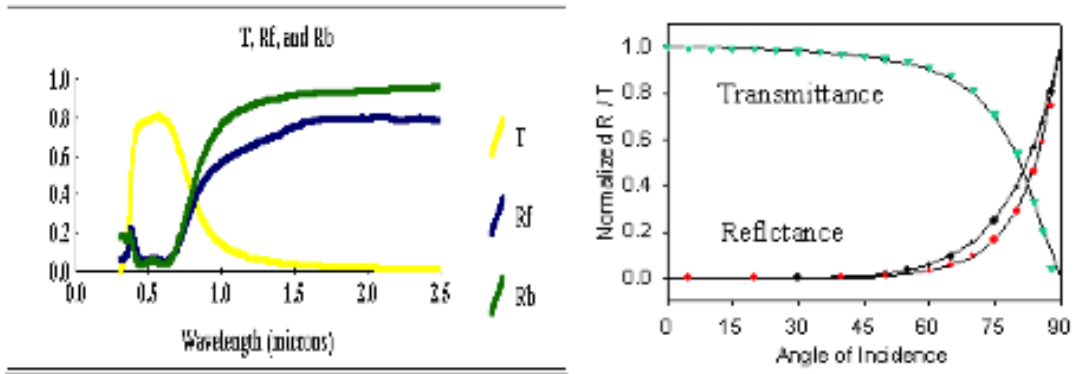


図 3.4.1.3-1 ガラスの波長特性値，入射角特性

### 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。

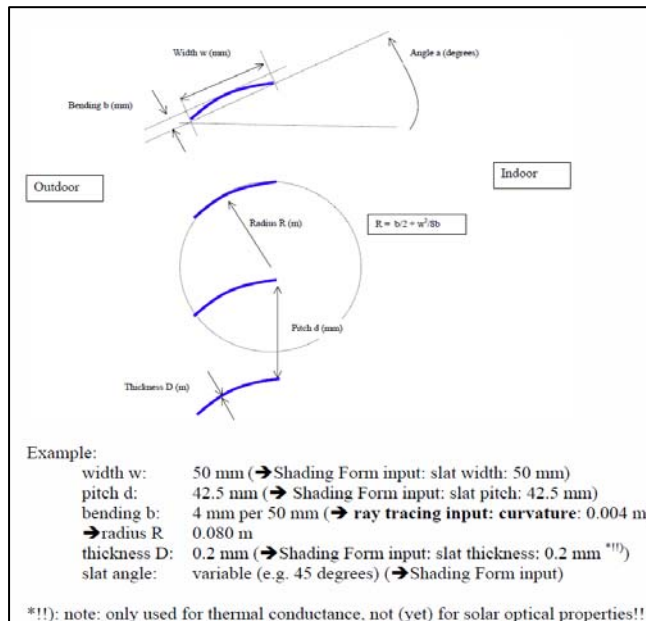


図 3.4.2.1-1 ベネシャンブラインドのインプットモデル

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。

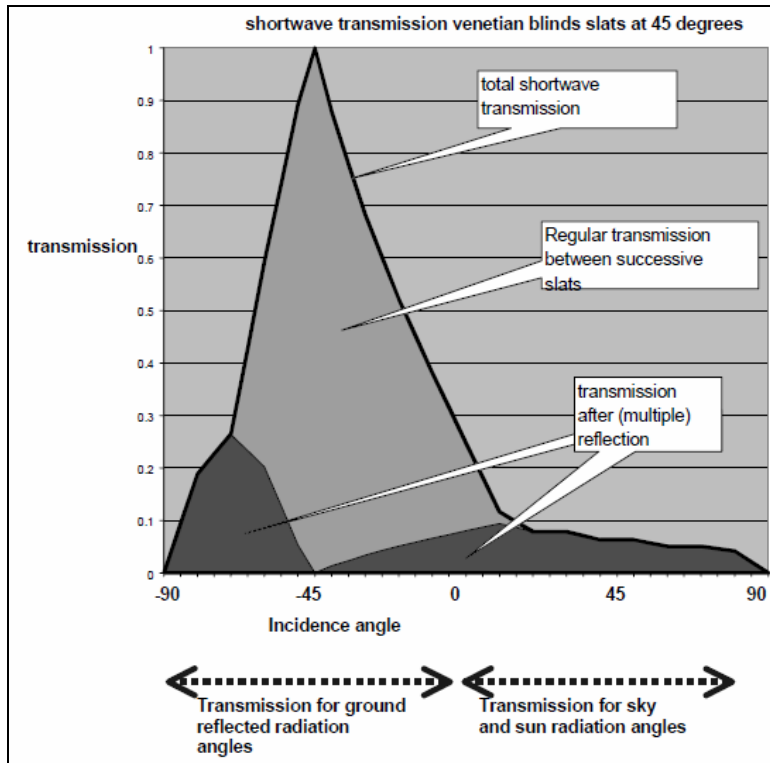


図 3.4.2.1-2 例：白ブラインド（スラット角 45°）と複層ガラスの組合せによる日射入射角特性

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。

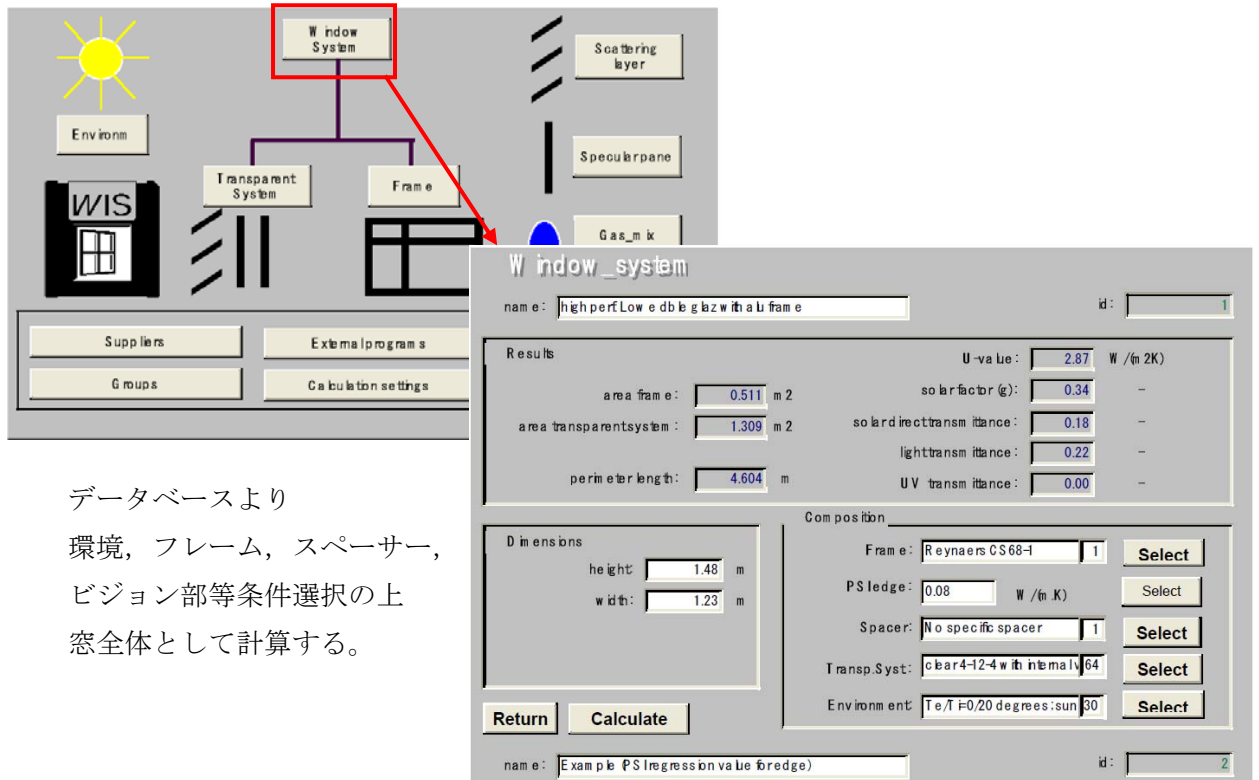
表 3.4.2.1-1 日射入射角別の日射熱取得率（g-value）計算結果の例

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 = 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、やグレーディ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。

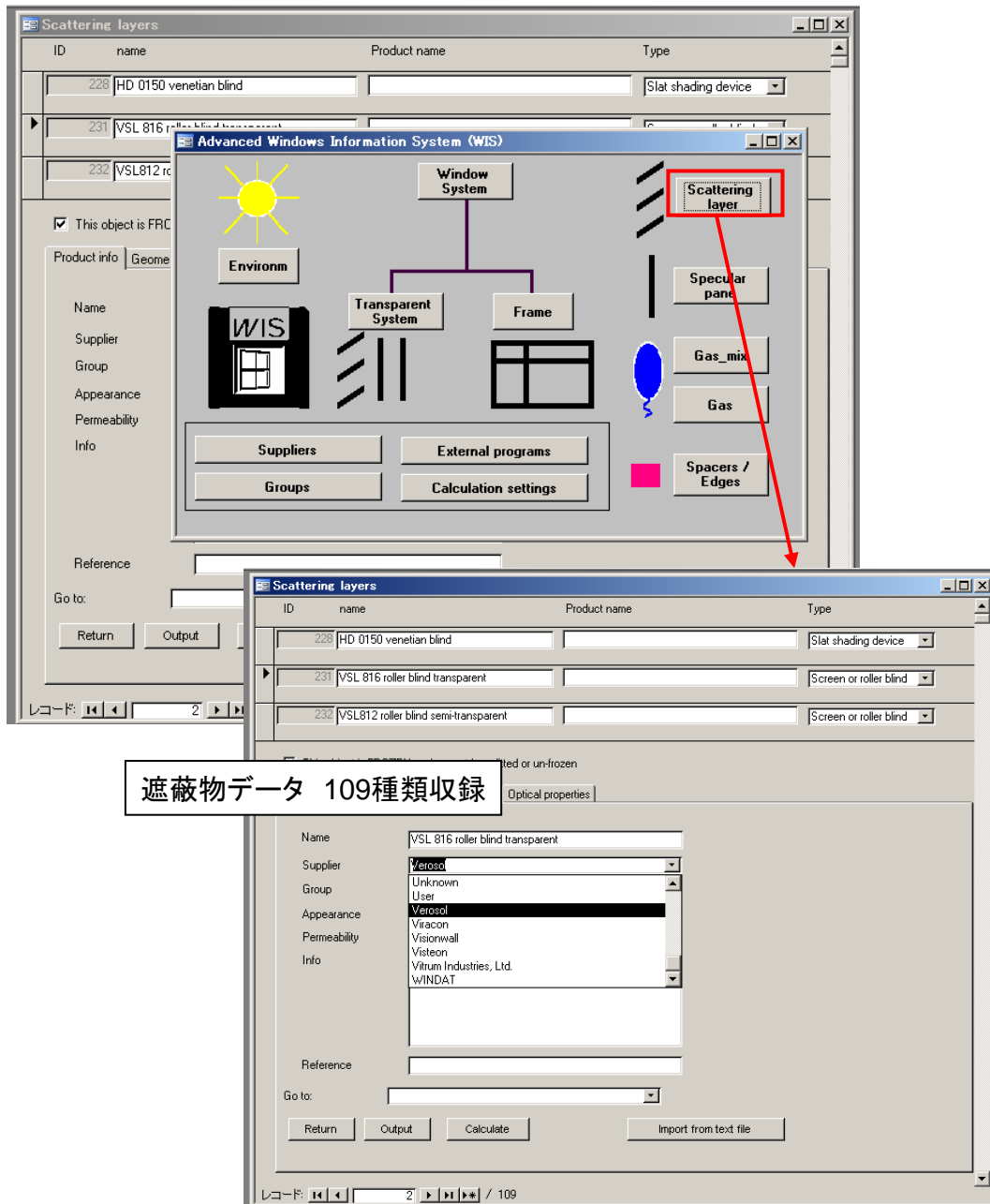
図 3.4.2.1-3 プログラム概要

<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。



遮蔽物データ 109種類収録

Ex) Verosol WIS収録データ

図 3. 4. 2. 1-4 日射遮蔽物データ画面

- ・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

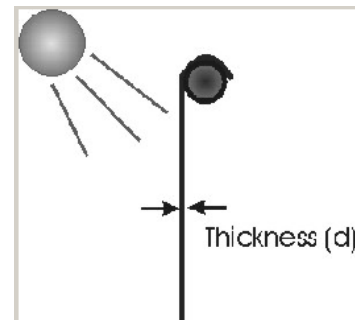
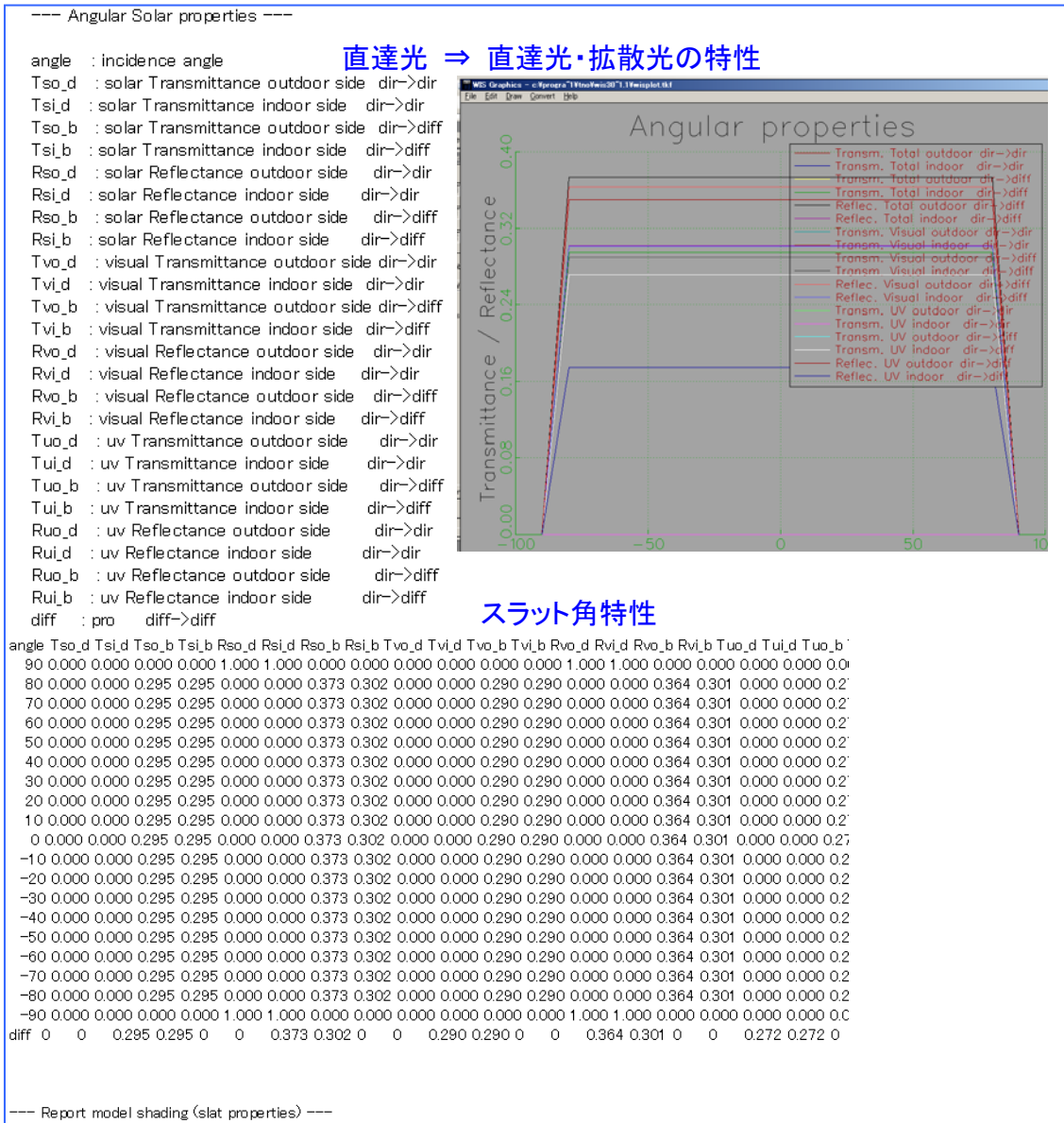


図 3. 4. 2. 1-6 スクリーン側面



## 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	0.002	0.017	0.049	0.008	0.000	0.000	0.000	0.003	0.02
340.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.017	0.049	0.008	0.000	0.000	0.000	0.003	0.02
360.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.023	0.066	0.012	0.000	0.000	0.004	0.03	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

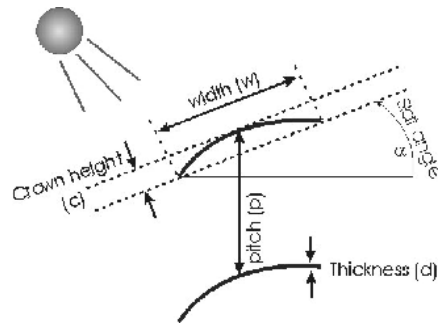
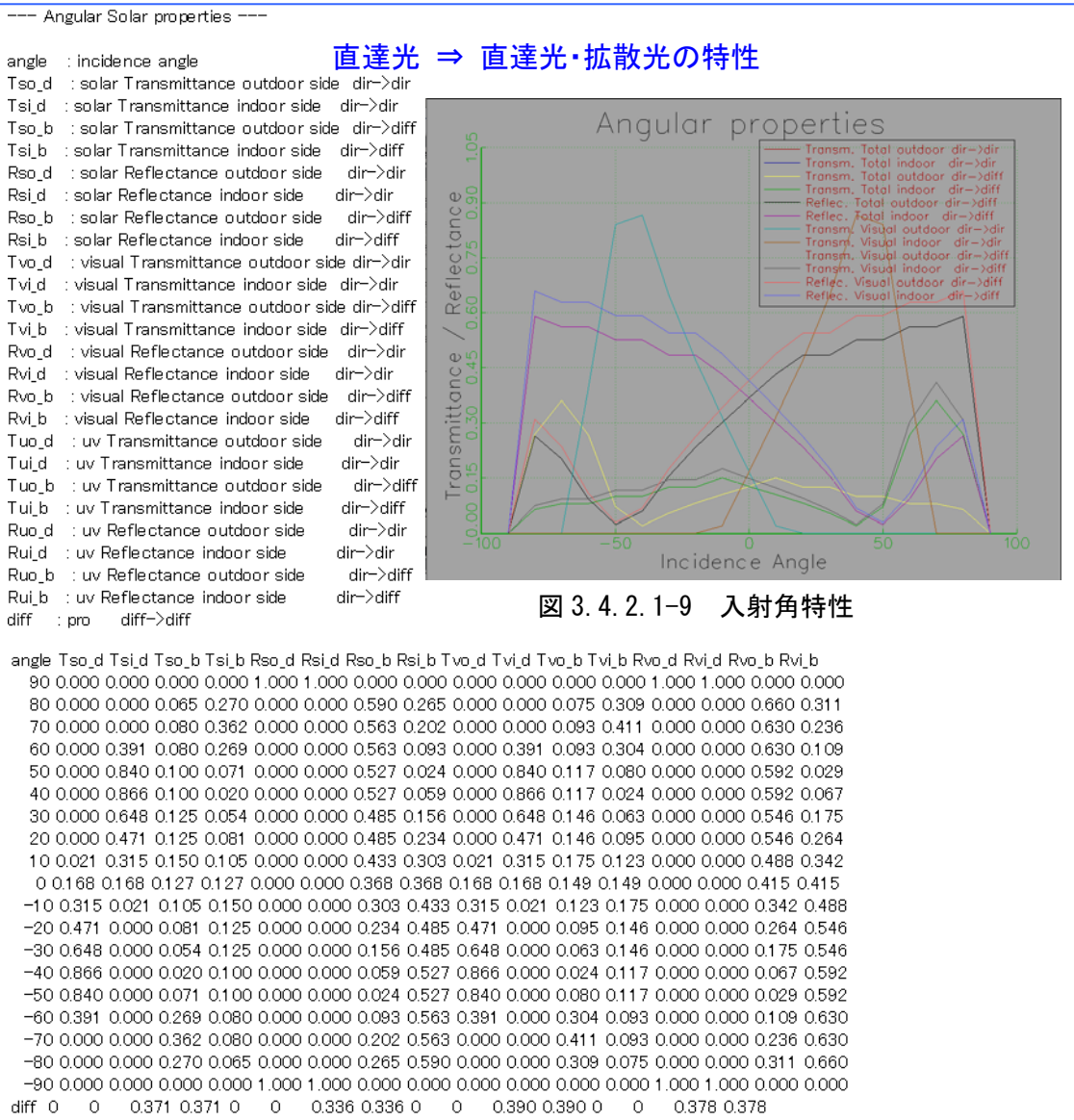


図 3. 4. 2. 1-8 スラットモデル

## 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

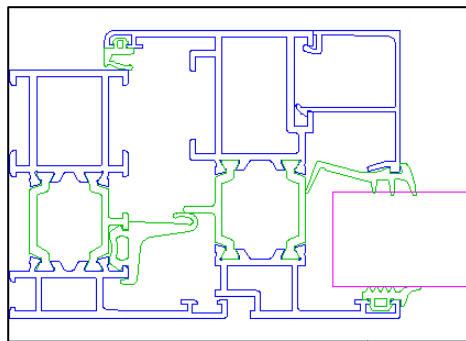


図3.4.2.2-1 CADモデル

②BMPカラーへの変換

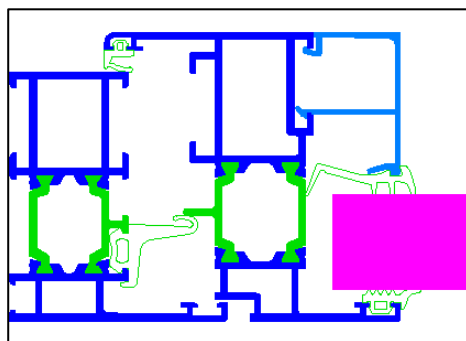


図3.4.2.2-2BMPカラー変換

③EN ISO10077-2 のカラーへ変換

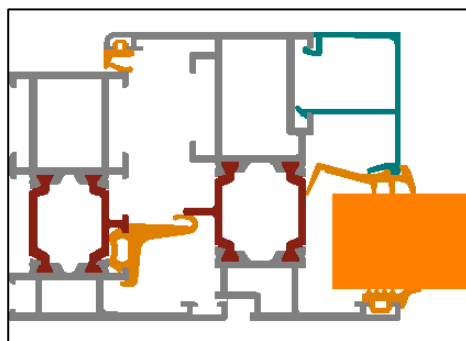


図3.4.2.2-3ISOカラー変換

③テンプレートのデータを読み込む

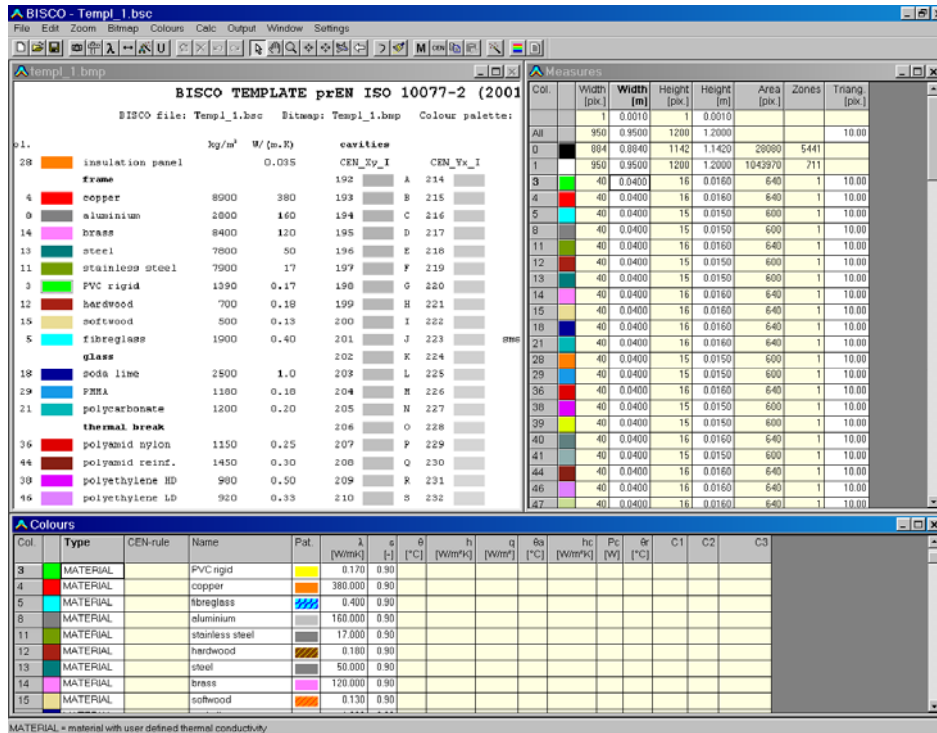


図 3.4.2.2-4 テンプレートデータ

④フレームのBMPモデル化

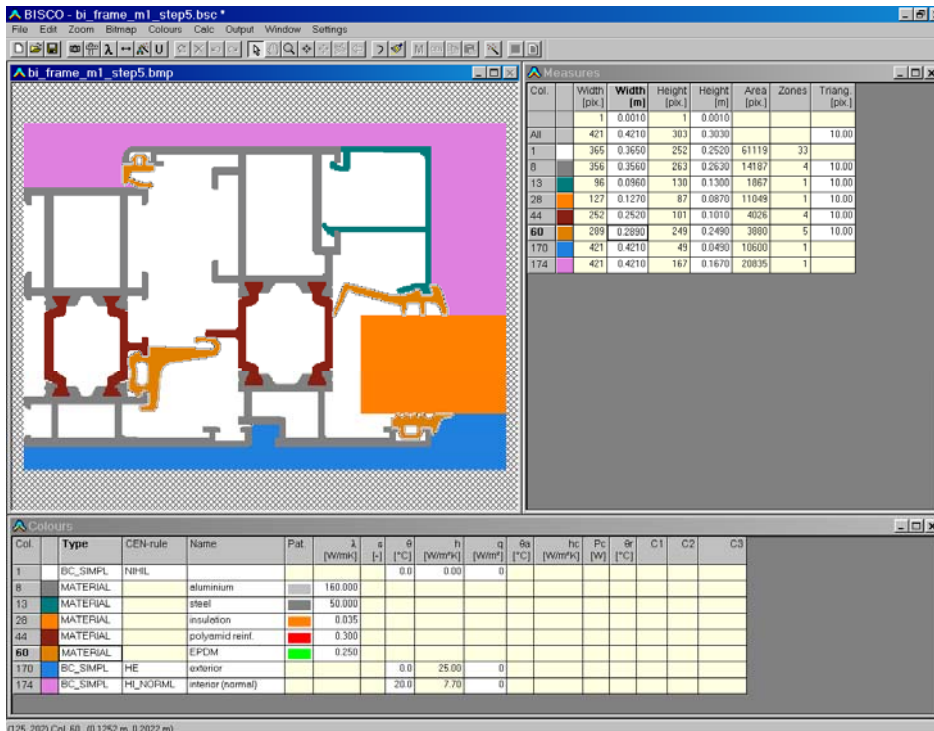


図 3.4.2.2-5 BMPモデル化

⑤計算及び計算結果のアウトプット

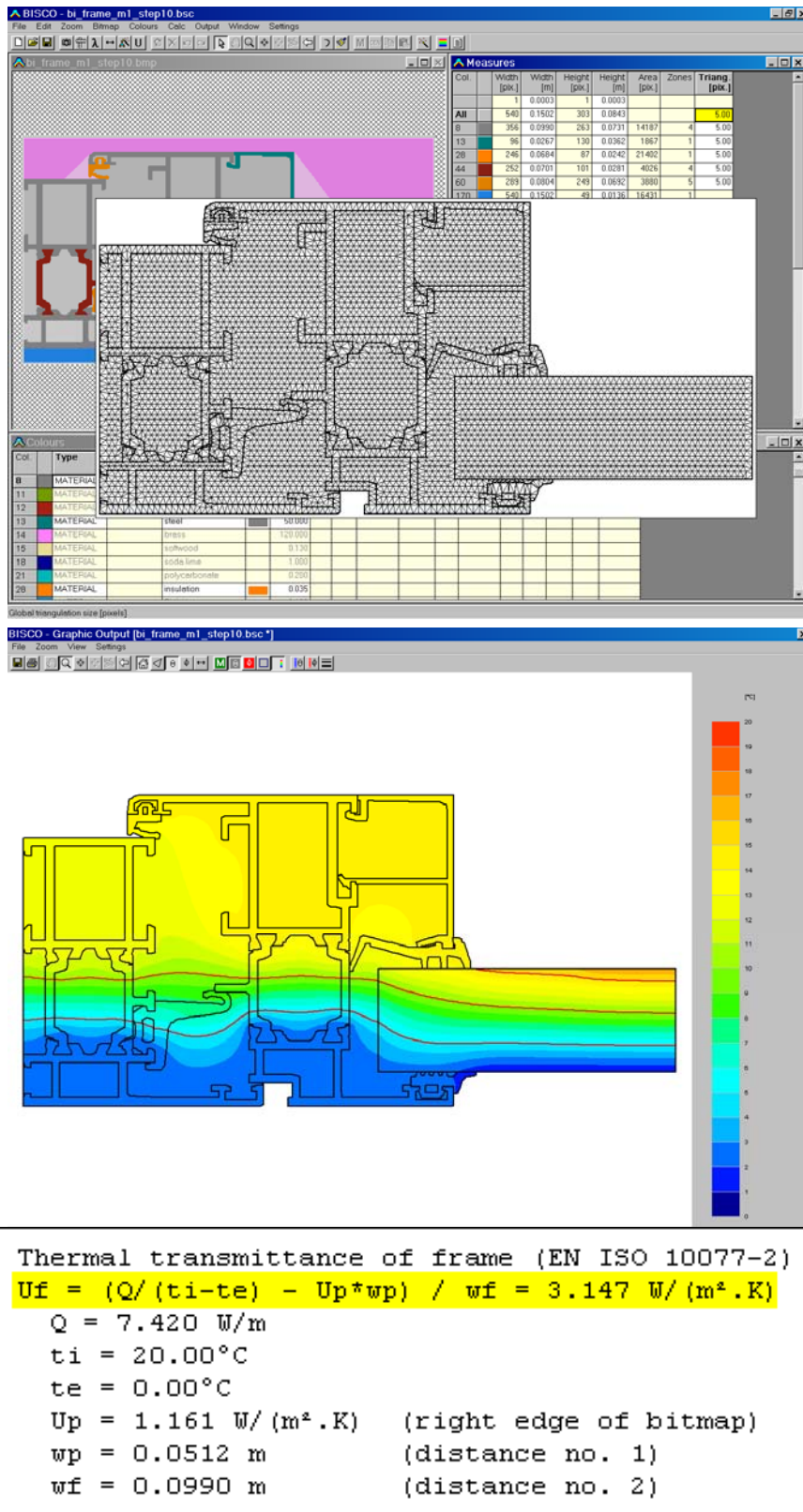


図 3.4.2.2-6 アウトプット

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。

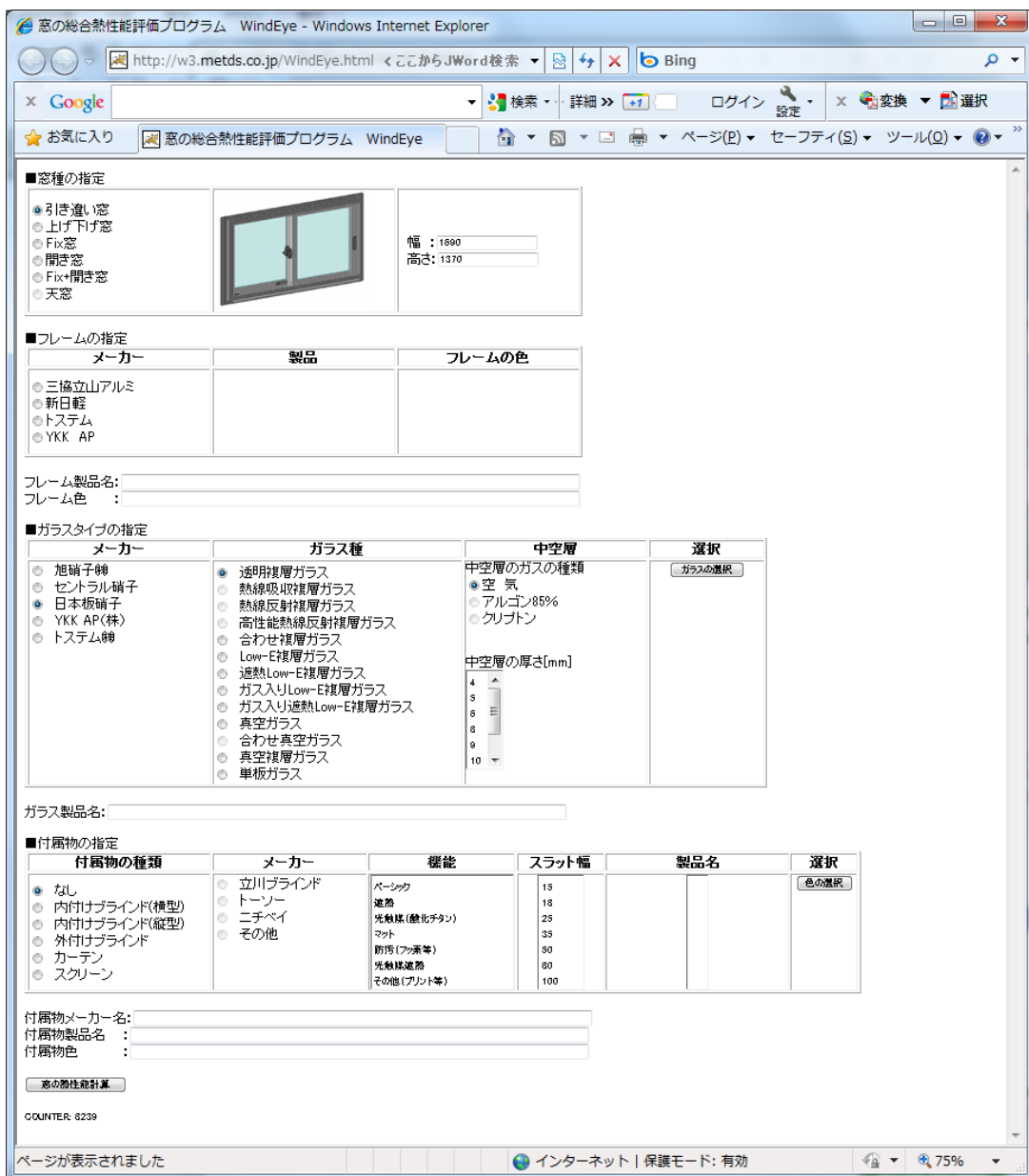


図3.4.3.1-1 WindEyeの実行画面



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 <input type="radio"/> 新日軽 <input type="radio"/> トステム <input type="radio"/> YKK AP	マディオP【アルミニウム】	ホワイト シャンパングレー ブロンズ ブロンズ艶無 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㈱ <input type="radio"/> セントラル硝子 <input checked="" type="radio"/> 日本板硝子 <input type="radio"/> YKK AP(株) <input type="radio"/> トステム㈱	<input checked="" type="radio"/> 透明複層ガラス <input type="radio"/> 熱線吸収複層ガラス <input type="radio"/> 熱線反射複層ガラス <input type="radio"/> 高性能熱線反射複層ガラス <input type="radio"/> 合わせ複層ガラス <input type="radio"/> Low-E複層ガラス <input type="radio"/> 遮熱Low-E複層ガラス <input type="radio"/> ガス入りLow-E複層ガラス <input type="radio"/> ガス入り遮熱Low-E複層ガラス <input type="radio"/> 真空ガラス <input type="radio"/> 合わせ真空ガラス <input type="radio"/> 真空複層ガラス <input type="radio"/> 単板ガラス	中空層のガスの種類 <input checked="" type="radio"/> 空気 <input type="radio"/> アルゴン85% <input type="radio"/> クリプトン  中空層の厚さ[mm] 4 ▲ 5 6 ≡ 8 9 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

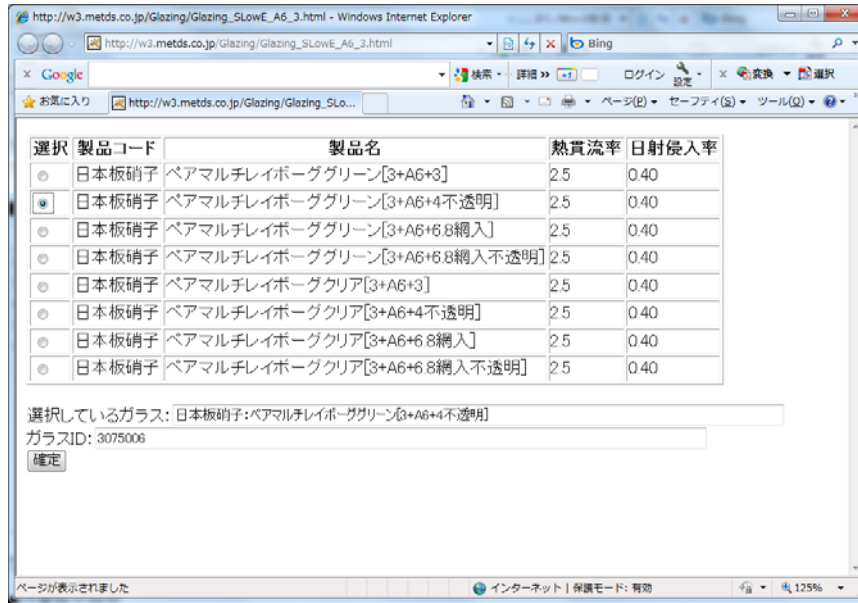


図 3. 4. 3. 1-4 ガラスの選択画面

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 <input checked="" type="radio"/> 内付けブラインド(横型) <input type="radio"/> 内付けブラインド(縦型) <input type="radio"/> 外付けブラインド <input type="radio"/> カーテン <input type="radio"/> スクリーン	<input type="radio"/> 立川ブラインド <input type="radio"/> トーン <input checked="" type="radio"/> ニチペイ <input type="radio"/> その他	<input checked="" type="radio"/> ページック <input type="radio"/> マット <input type="radio"/> その他(プリント等)	15 <input checked="" type="radio"/> 25 35 50	セレーノ25ワンコントロールタイプ* <input checked="" type="radio"/> ユニーク25標準タイプ* セレーノ25標準タイプ* セレーノ25標準タイプ*リモコン回転式 ヒカリスト セレーノ25傾斜タイプ* 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

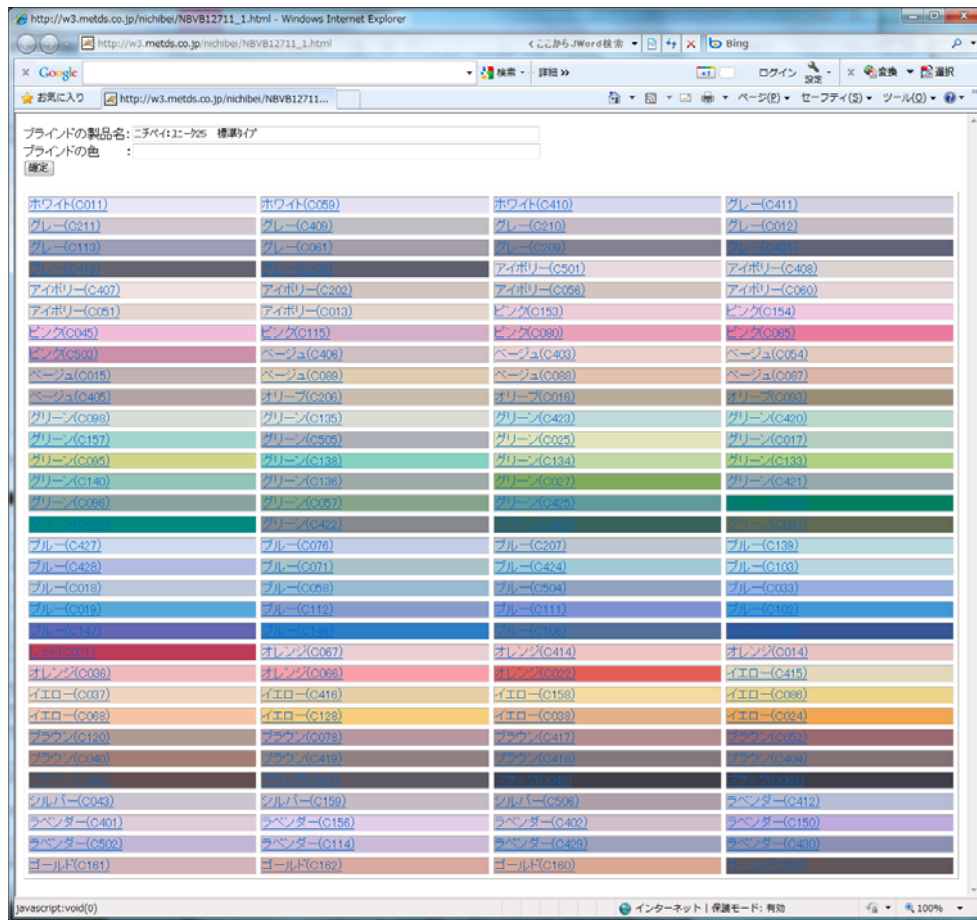


図 3.4.3.1-6 付属物の色の指定画面

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
	メーカー名	: 三協立山アルミ(株)
	商品名	: マディオP
	色	: ホワイト
ガラス	構成	: 遮熱Low-E複層ガラス
	メーカー名	: 日本板硝子
	商品名	: ペアマルチレイボーググリーン [3+A6+4不透明]
	仕様	: [3+A6+4不透明]
		熱貫流率: 2.49[W/(m <sup>2</sup> K)]
		日射侵入率: 0.40
		可視光透過率: 0.69
遮蔽物	室 外	室 内
	タイプ : メーカー名 : 商品名 : スラット幅 : 色 :	タイプ : 横型ブラインド (アルミ) メーカー名 : (株)ニチベイ 商品名 : エーケ25 標準タイプ スラット幅 : 25mm 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
	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。 ガラス部の計算は JIS R 3106, 3107 に準拠。
熱貫流率の計算条件
温度 : 室温 20℃, 外気温 0℃
熱伝達率 : 室内側 8.62[W/(m <sup>2</sup> K)] 室外側 20.4[W/(m <sup>2</sup> K)]
日射侵入率の計算条件
温度 : 室温 25℃, 外気温 30℃
日射量 : 500W/m <sup>2</sup>
熱伝達率 : 室内側 9.17[W/(m <sup>2</sup> K)] 室外側 17.64[W/(m <sup>2</sup> K)]
ブラインドスラット角 : 45°
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)

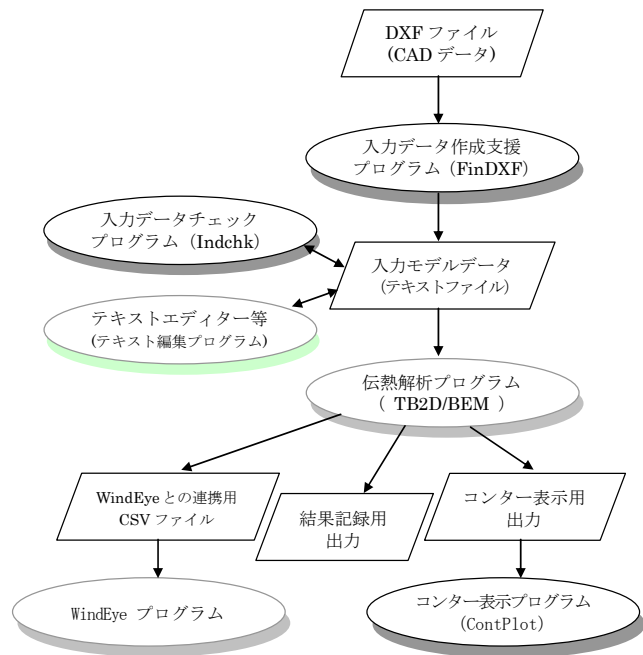


図 3.5.3.2-1 データの流れと TB2D/BEM プログラム群

- 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	[ $m^2K/W$ ]
$R_i$	: 室内側表面熱伝達抵抗	[ $m^2K/W$ ]
$R_{k-1,k}$	: 層 $k-1$ と層 $k$ の間の中空層の熱抵抗	[ $m^2K/W$ ]

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/( $m^2 \cdot K$ )	16.3 W/( $m^2 \cdot K$ )
室外側放射熱伝達係数	6.5 $\epsilon$ W/( $m^2 \cdot K$ )	5.1 $\epsilon$ W/( $m^2 \cdot K$ )
室内側対流熱伝達係数	3.9 W/( $m^2 \cdot K$ )	3.3 W/( $m^2 \cdot K$ )
室内側放射熱伝達係数	6.3 $\epsilon$ W/( $m^2 \cdot K$ )	5.6 $\epsilon$ W/( $m^2 \cdot K$ )
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	[ $W/m^2$ ]
$q_{int}(I_s=0)$	: 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	[ $W/m^2$ ]
$I_s$	: 窓ガラスに入射する日射量	[ $W/m^2$ ]

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 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 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 Low-E 複層			日射中庸型 Low-E 複層		日射遮蔽型 Low-E 複層	
		Type 1	Type 2	Type 2'	Type 3	Type 3'	Type 4	Type 4'	
JIS 案 JIS R 3106	直達 AM1.5	0.7450	0.6115	←	0.5348	←	0.3541	←	
ISO 15099 ISO 9050	全天 AM1.5	0.7477	0.6246	←	0.5517	←	0.3830	←	
NFRC 200	直達 AM1.5	0.7448	0.6110	←	0.5338	←	0.3535	←	
EN 410	全天 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。

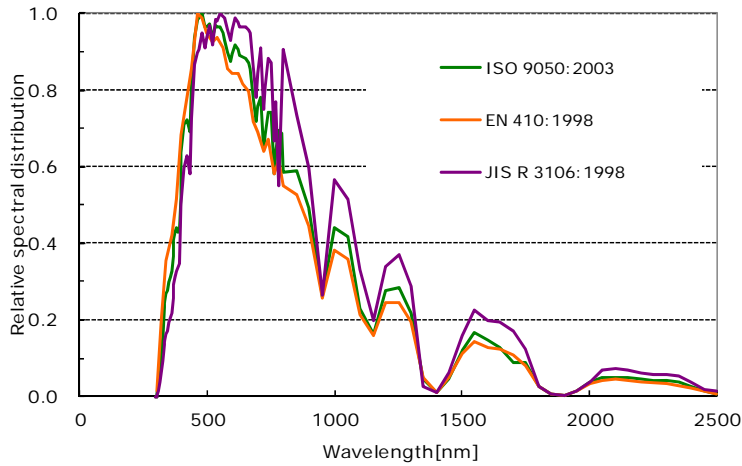


図 3.5.1-1 各種規格の標準日射スペクトル

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 Low-E 複層			日射中庸型 Low-E 複層		日射遮蔽型 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	

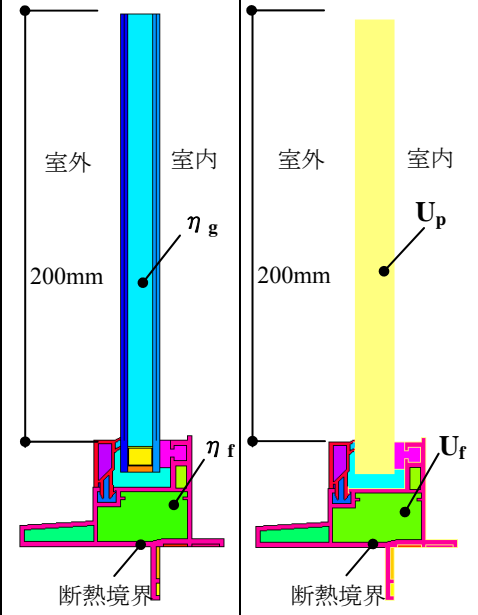
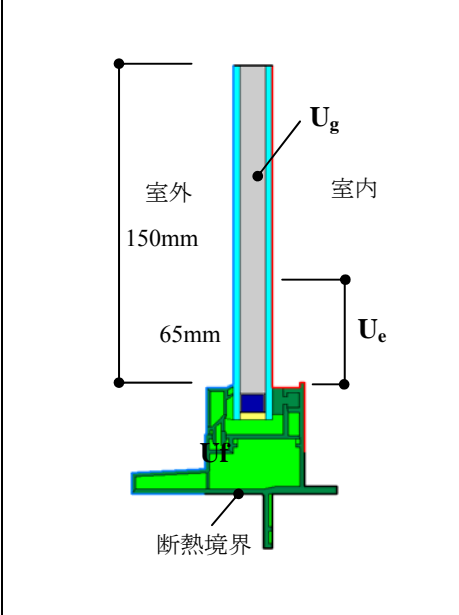
NFRC 200 は LBNL/WINDOW を用いて計算。その他は自作プログラムによる。

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 TB2D/BEM Ver.4	簡易法 TB2D/BEM Ver.3	簡易法 THERM WINDOW	
日射強度 [W/m <sup>2</sup> ]	500			783
室外温度[°C]	30			32
室内温度[°C]	25			24
屋外側 境界条件 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$h_{ce} = 8.0$	$h_{re} = \frac{\epsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$	$V = 2.75 \text{ m/s}$ $T_{rm,out} = T_{out}$	
室内側 境界条件 [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 モデル				

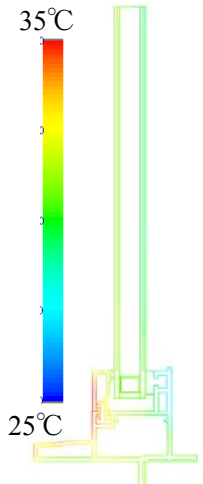


日本の遮熱性能計算法 JIS 案<sup>1)</sup>では、詳細法と簡易法により算出する。付属書 E に示される詳細法は、ISO 15099<sup>2)</sup> の詳細法を参考にフレームの 2 次元断面を解析し日射熱取得率を求める。本文 5.3 に示される簡易法は、同じく ISO 15099<sup>2)</sup> に示されており、フレームの展開面積、投影面積、屋外側表面日射吸収率、熱貫流率そして屋外側表面熱伝達率標準値から算出する。ここで、フレームの色は白で日射吸収率は 0.30[-]である。米国 NFRC においても同様の手法をとるが、フレームの熱貫流率の計算方法が異なる。米国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 TB2D/BEM Ver.4	簡易法 TB2D/BEM Ver.3	簡易法 THERM WINDOW		
算出結果・算出式		 <p>ISO15099 の 詳細法に従う</p>	<p>ISO15099 の 簡易法に従う</p> $\eta_f = a_f \frac{U_f}{\frac{A_{de}}{A_f} h_{ex}}$	<p>ISO15099 の 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 Low-E 複層	Type2	<b>0.038</b>				
	Type2'	<b>0.038</b>				
日射中庸型 Low-E 複層	Type3	<b>0.038</b>				
	Type3'	<b>0.042</b>				
日射遮蔽型 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。

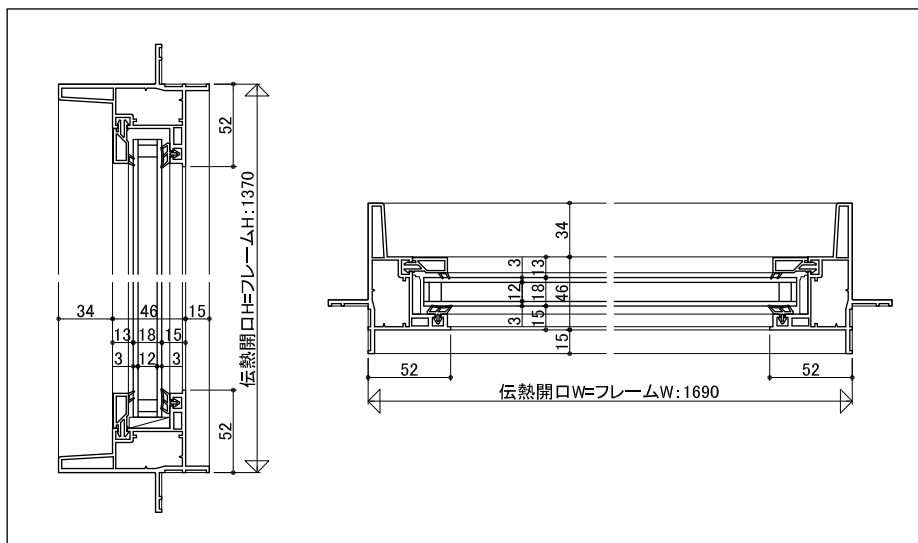


図 3.5.3-1 評価対象の断面 (複層ガラス)

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 Low-E 複層			日射中庸型 Low-E 複層		日射遮蔽型 Low-E 複層	
			Type 1	Type 2	Type 2'	Type 3	Type 3'	Type 4	Type 4'	
遮熱性能 計算法 JIS 案	遮熱性能 計算法 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 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 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 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

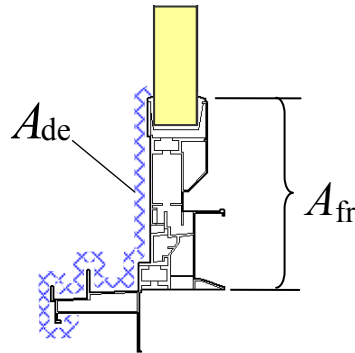
フレーム面積は、次による。

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。

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

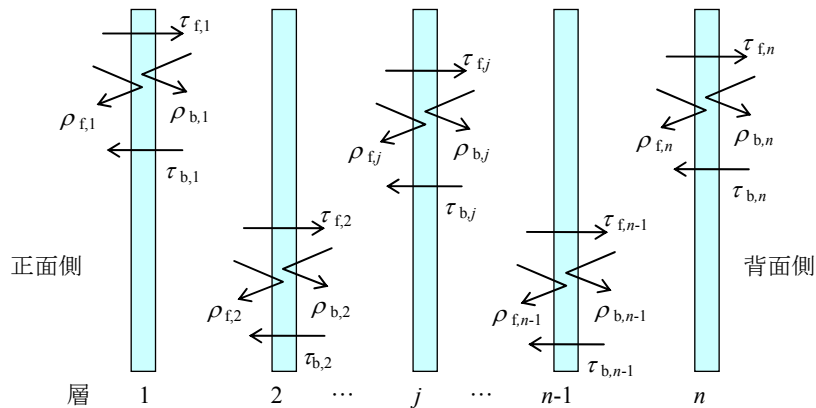
$$\tau_{b,i,j} = \frac{\tau_{b,j} \cdot \tau_{b,i,j-1}}{1 - \rho_{b,i,j-1} \cdot \rho_{f,j}} \dots\dots\dots (7)$$

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

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

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

- 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 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>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。

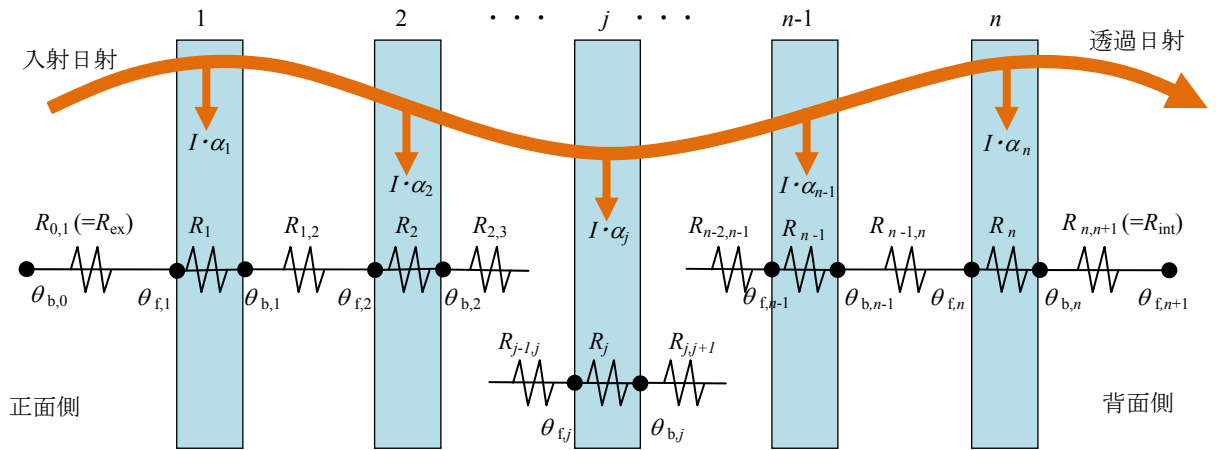


図 3. 6. 2-3 n 層からなるグレージング複合体の一次元熱平衡計算モデル

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 a)</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。

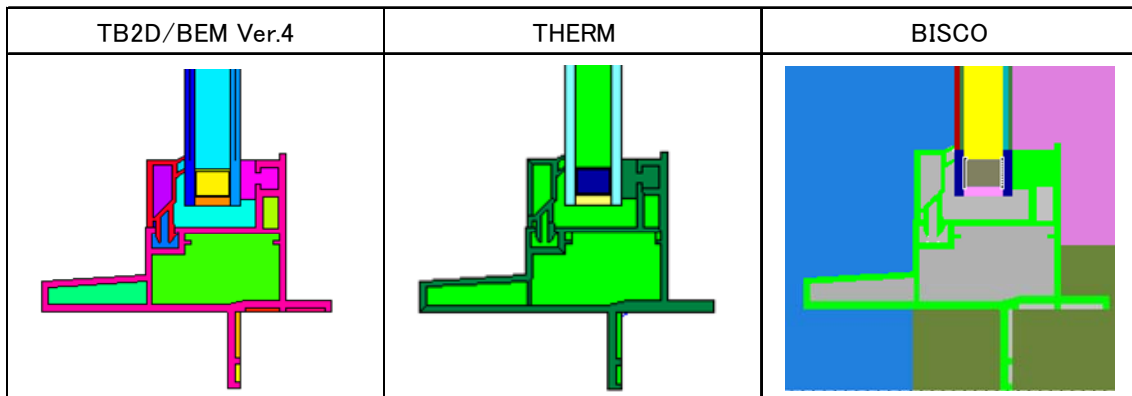


図3.7.2-1 FIX窓モデル図

## 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 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 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 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  $0.05[W/(m \cdot K)]$  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。

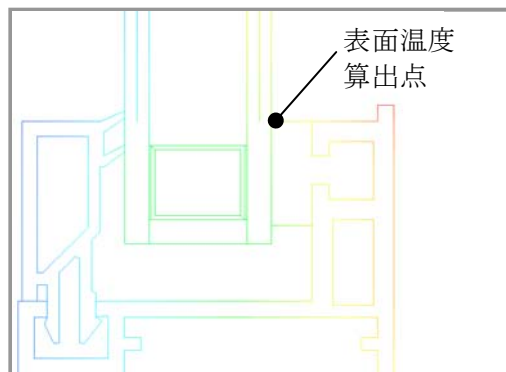
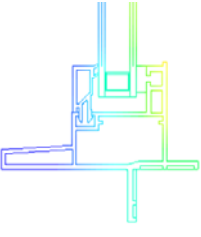
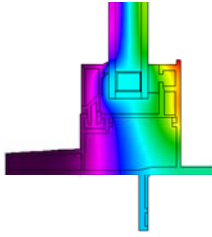
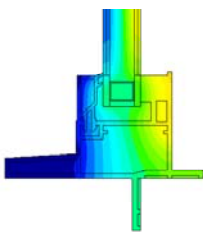


図3.7.2-2 表面温度算出点

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 (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

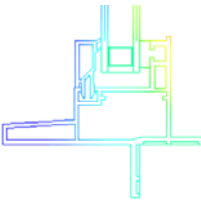
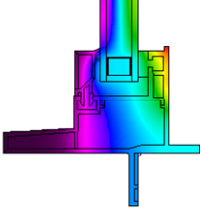
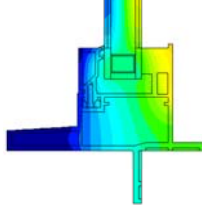
室内側表面からの流出熱量および表面温度算出結果より、内外平均放射温度を設定した解析において TB2D/BEM Ver.4 精度が THERM Ver.6.3<sup>25)</sup>、BISCO と同等であることが確認された。

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 (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。

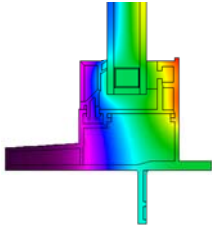
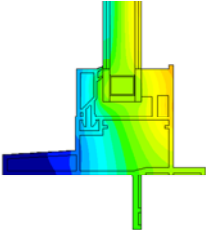
表3.7.2-5 周囲要素との形態係数による放射熱伝達モデルによる算出結果

		THERM	BISCO
コンター (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 (色下限 0°C-上限 20°C)			
室外側	対流熱伝達率 [W/(m²·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/(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]	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/(m²·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 BISO による計算結果を表 3.7.2-7 に示す。

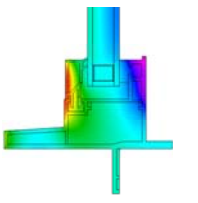
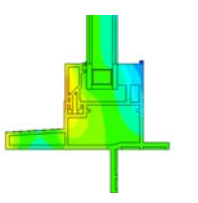
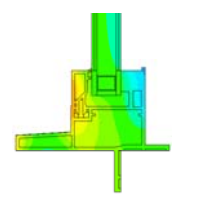
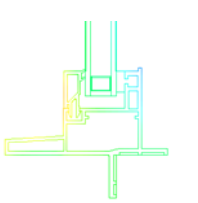
表 3.7.2-7 夏期・日射有り条件の算出結果（ガラス部材厚中央での受熱）

		TB2D/BEM ver.4	BISCO
ガラス受熱面		ガラス部材厚中央	
コンター (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 BISO 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。

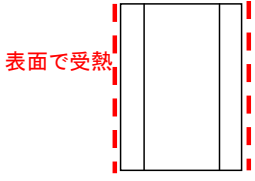
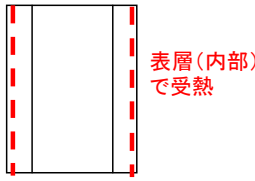
表 3.7.2-8 夏期・日射有り条件の算出結果（ガラス表面或いは表層での受熱）

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 (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>に基づくグレーディング複合体の遮熱・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。グレーディング複合体の遮熱・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。

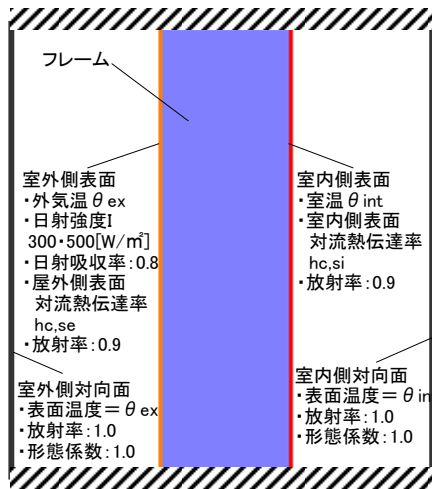


図 3.7.3-1 1次元モデルのイメージ

■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 [mm]	熱伝導率 [W/mK]	透過率	反射率		放射率		熱抵抗 [m2K/W]	熱コンダクタンス [W/m2K]		温度 [°C]	
				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	#####	#####	45.8
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
										#####	#####	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 [°C]	日射透過率	0.000 [-]
	室内気温	25 [°C]		
	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 (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 (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 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			室外側表面熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
フレーム材質	U <sub>fr</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	対流 hc,se	放射 hr,se	対流+放射 hstd	対流 hc,se	放射 hr,se	対流+放射 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 (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 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			室内側表面熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
フレーム材質	U <sub>fr</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	対流 hc,se	放射 hr,se	対流+放射 hstd	対流 hc,se	放射 hr,se	対流+放射 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<sub>std</sub>) 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。

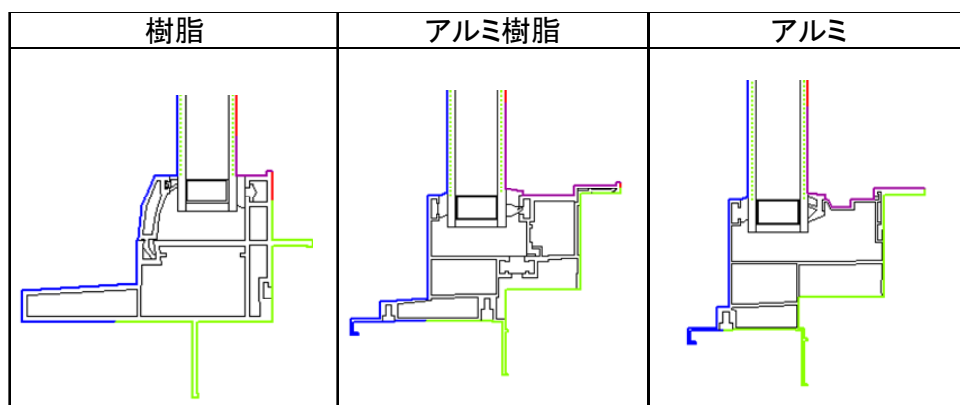


図 3.7.3-3 解析モデル (FIX 窓)

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 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 [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 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 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 フレームタイプ			冬			夏		
			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

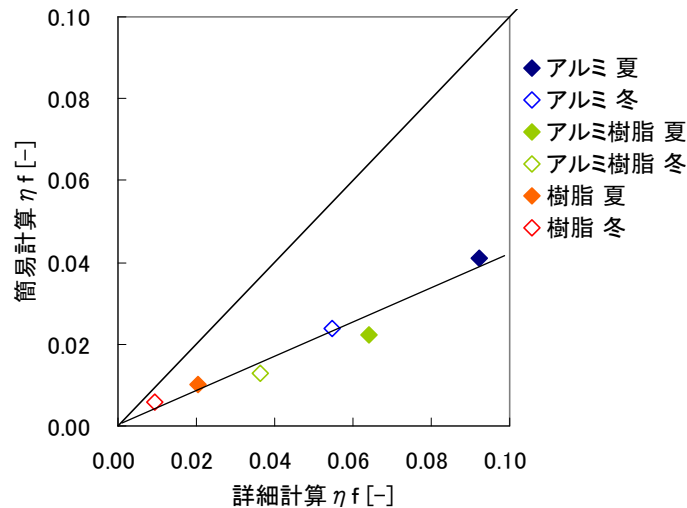


図 3.7.5-1 詳細法と簡易法によるフレームの日射熱取得率

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 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 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。

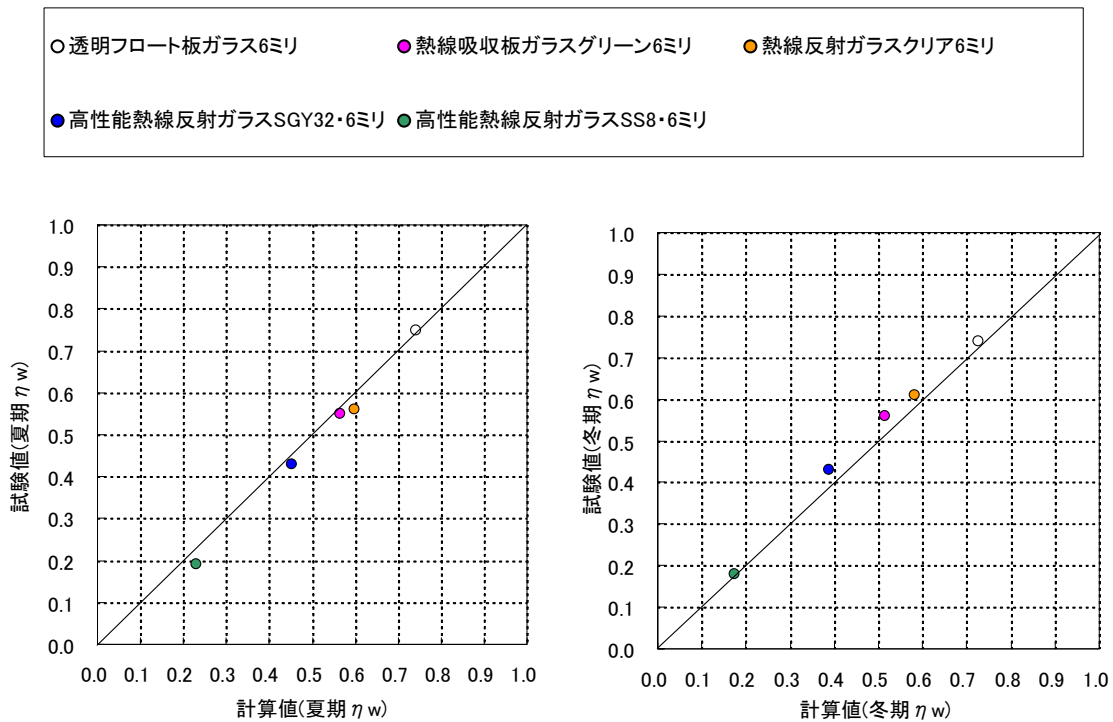


図 3.8.1.1-1 計算値と試験値の相関（単板ガラス）

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 $\eta_{fr}$ 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 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。

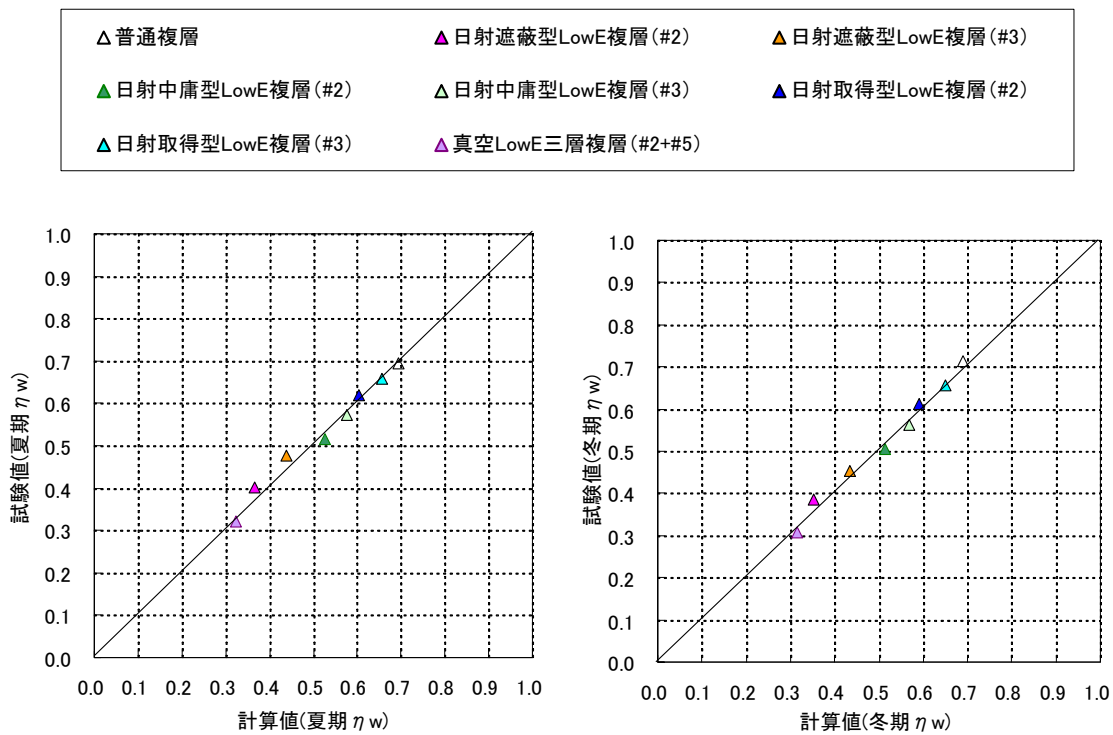


図 3.8.1.2-1 計算値と試験値の相関（複層ガラス）

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 $\eta_{fr}$ 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 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 $\eta_{fr}$ 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 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。

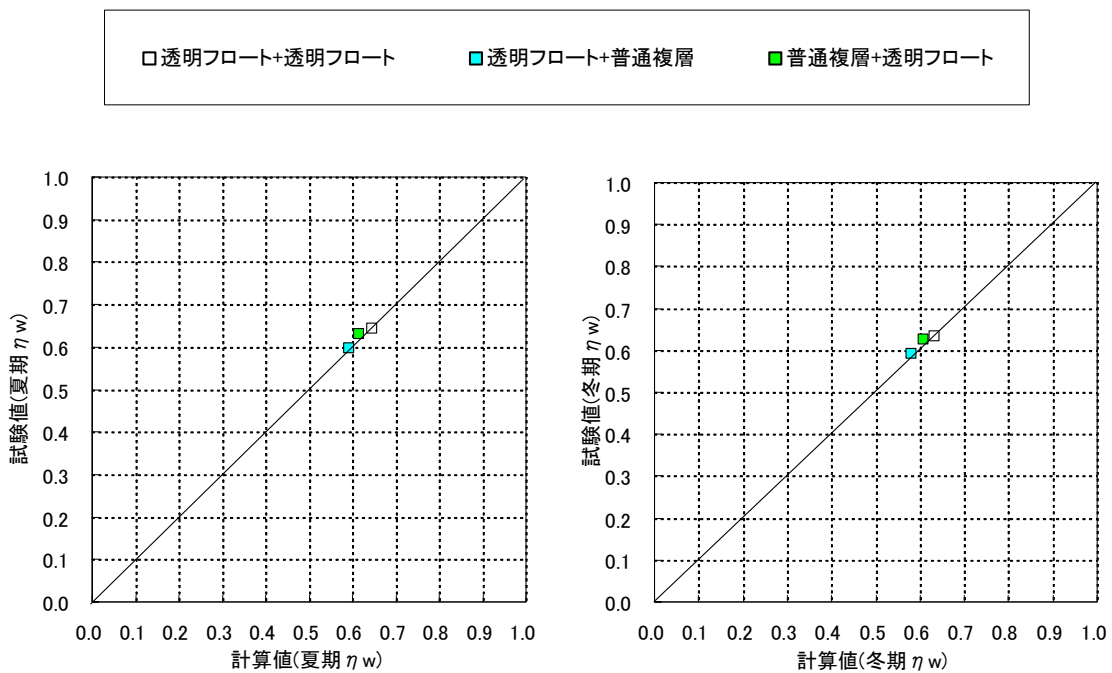


図 3.8.1.3-1 計算値と試験値の相関（二重窓）

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 $\eta_{fr}$ 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 条件	内付ブラインド		内付ブラインド 高遮蔽タイプ		外付ブラインド		内付 スクリーン	外付 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 (淡色)	冬	-	-	-	-	-	-	○	-	-
			夏	-	-	-	-	-	-	○	-	-
		高性能熱線反射 (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	-	0.337	-	0.462	-	0.125
		夏	-	0.385	-	0.474	-	0.089	
		熱線吸収 MFL6	冬	-	-	-	-	-	-
		夏	-	-	-	-	-	-	
		熱線反射 CFL6S*	冬	-	0.299	-	0.412	-	0.113
		夏	-	0.337	-	0.434	-	0.097	
複層	3+A12+3mm	高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*	冬	-	-	-	-	-	-
		夏	-	-	-	-	-	-	
		高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*	冬	-	-	-	-	-	-
		夏	-	-	-	-	-	-	
		透明 FL3+A12+FL3	冬	0.652	0.406	0.659	0.429	0.007	0.023
		夏	0.655	0.412	0.670	0.471	0.015	0.060	
	3+A9+6mm	Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3	冬	0.564	0.378	0.596	0.415	0.032	0.037
		夏	0.566	0.381	0.595	0.424	0.029	0.043	
		Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3	冬	0.496	0.345	0.498	0.349	0.002	0.004
		夏	0.498	0.346	0.506	0.361	0.008	0.015	
		Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3	冬	0.339	0.253	0.373	0.266	0.034	0.013
		夏	0.345	0.257	0.388	0.281	0.043	0.024	
真空 RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V*+RSFL3SH1	冬	0.277	0.226	0.307	0.234	0.030	0.008		
	夏	0.268	0.201	0.320	0.249	0.052	0.048		

※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。

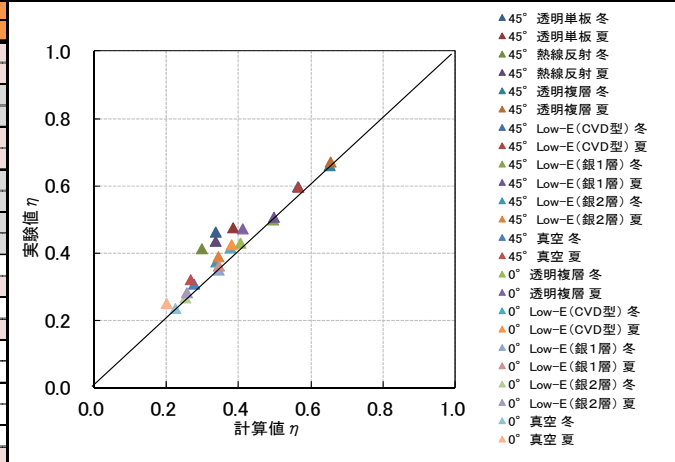


表3.8.2-3 内付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算(光学特性補正(反射率×0.9)、遮蔽物吸収日射熱:室内側のみ再放出、N=1)

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

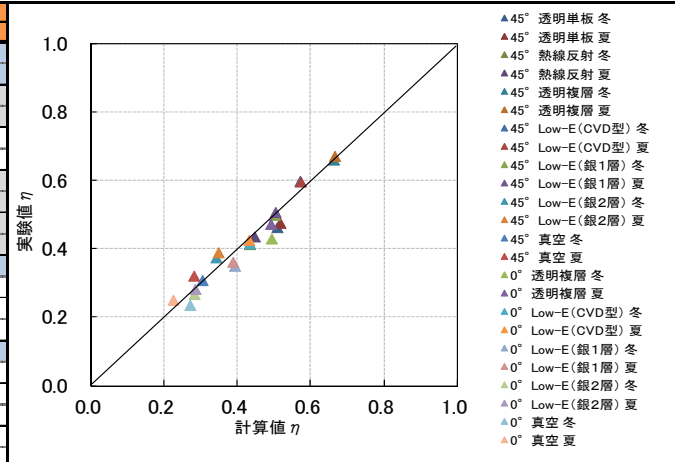


表3.8.2-4 内付ブラインド計算条件

・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 夏	-	0.017
		熱線吸収	MFL6	冬 夏	-	0.056
		熱線反射	CFL6S*	冬 夏	-	-
		高性能熱線反射(淡色)	RSFL6SGY32*	冬 夏	-	0.026
		高性能熱線反射(濃色)	RSFL6SS8*	冬 夏	-	0.048
		高性能熱線反射(濃色)	RSFL6SS8*	冬 夏	-	-
複層	3+A12+3mm	透明	FL3+A12+FL3	冬 夏	0.029	0.039
		Low-E(CVD型)	NFL3LE2*+A12+FL3	冬 夏	0.052	0.109
		Low-E(銀1層)	RSFL3AW6*+A12+FL3	冬 夏	0.022	0.036
		Low-E(銀2層)	RSFL3AG6*+A12+FL3	冬 夏	0.121	0.172
	3+A9+6mm	真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	0.008	0.021
		真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	0.100	0.210
		真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	0.028	0.032
		真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	0.112	0.178
真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	-0.002	0.003		
真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V +*RSFL3SH1	冬 夏	0.461	0.867		

・その他条件:

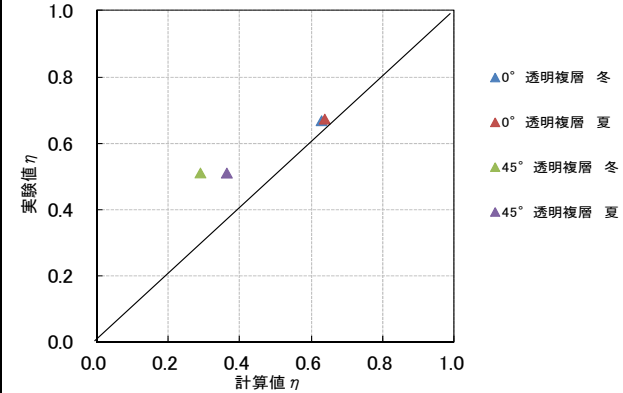
境界条件	夏期条件	冬期条件	単位
室温	25	20	°C
外気温	30	0	°C
日射強度	500	300	W/m <sup>2</sup>
室内側表面对流熱伝達率	2.5	3.6	W/(m <sup>2</sup> ・K)
屋外側表面对流熱伝達率	8	20	W/(m <sup>2</sup> ・K)

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

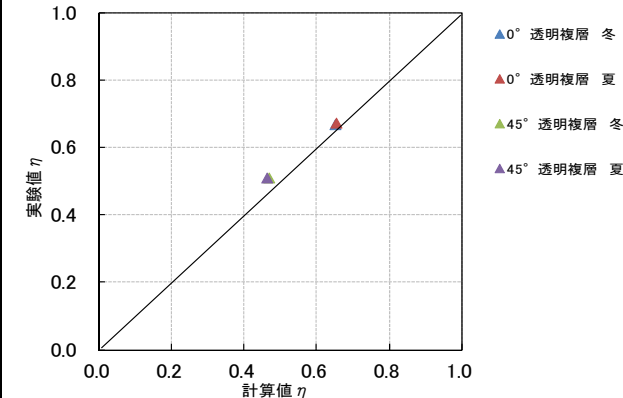
ガラス				季節 条件	計算値		実験値		実験値-計算値	
					0°	45°	0°	45°	0°	45°
単板	6mm	透明	FL6	冬	-	-	-	-	-	-
		熱線吸収	MFL6	冬	-	-	-	-	-	-
		熱線反射	CFL6S*	冬	-	-	-	-	-	-
		高性能熱線反射 (淡色)	RSFL6SGY32*	冬	-	-	-	-	-	-
		高性能熱線反射 (濃色)	RSFL6SS8*	冬	-	-	-	-	-	-
複層	3+A12+3mm	透明	FL3+A12+FL3	冬	0.629	0.291	0.668	0.510	0.038	0.219
		Low-E(CVD型)	NFL3LE2*+A12+FL3	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	-	-	-	-	-	-
				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3.8.2-6 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 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 (淡色)	RSFL6SGY32*	冬	-	-	-	-	-	-
		高性能熱線反射 (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	-	-	-	-	-	-
				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3.8.2-7 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 夏	-	-
		熱線吸収	MFL6	冬 夏	-	-
		熱線反射	CFL6S*	冬 夏	-	-
		高性能熱線反射(淡色)	RSFL6SGY32*	冬 夏	-	-
		高性能熱線反射(濃色)	RSFL6SS8*	冬 夏	-	-
複層	3+A12+3mm	透明	FL3+A12+FL3	冬 夏	0.020 0.094	0.023 0.198
		Low-E(CVD型)	NFL3LE2*+A12+FL3	冬 夏	-	-
		Low-E(銀1層)	RSFL3AW6*+A12+FL3	冬 夏	-	-
		Low-E(銀2層)	RSFL3AG6*+A12+FL3	冬 夏	-	-
	3+A9+6mm	真空	RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V +*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)

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 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。

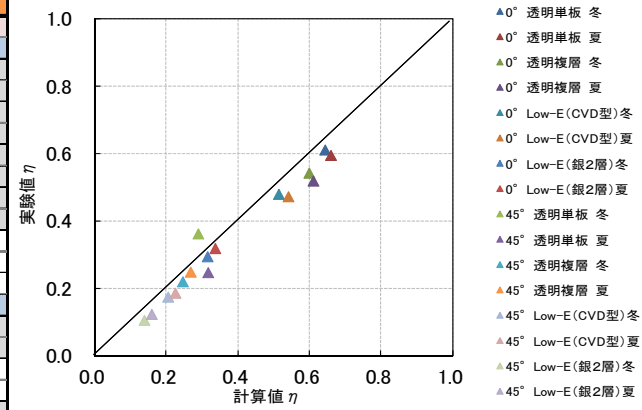


表3.8.2-9 外付ブラインド(アイボリー)★遮熱計算JIS案計算(遮蔽物吸収日射熱:室内側再放出0、N=0)

ガラス				季節 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。

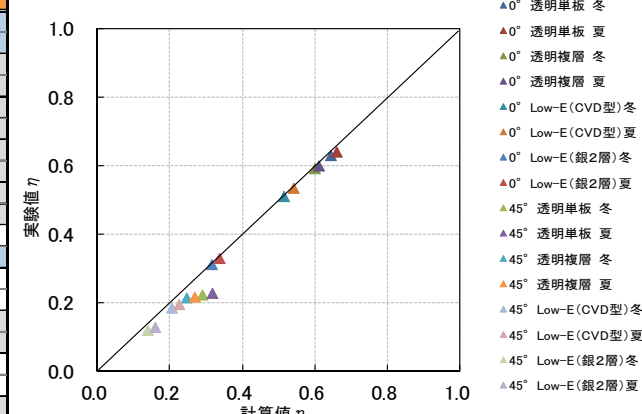


表3.8.2-10 外付ブラインド計算条件

・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 夏	0.016 -0.001
		熱線吸収	MFL6	冬 夏	- -
		熱線反射	CFL6S*	冬 夏	- -
		高性能熱線反射(淡色)	RSFL6SGY32*	冬 夏	- -
		高性能熱線反射(濃色)	RSFL6SS8*	冬 夏	- -
複層	3+A12+3mm	透明	FL3+A12+FL3	冬 夏	0.024 0.012
		Low-E(CVD型)	NFL3LE2*+A12+FL3	冬 夏	0.051 0.035
		Low-E(銀1層)	RSFL3AW6*+A12+FL3	冬 夏	0.018 0.008
		Low-E(銀2層)	RSFL3AG6*+A12+FL3	冬 夏	0.098 0.110
	3+A9+6mm	真空	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V **RSFL3SH1	冬 夏	- -

・その他条件:

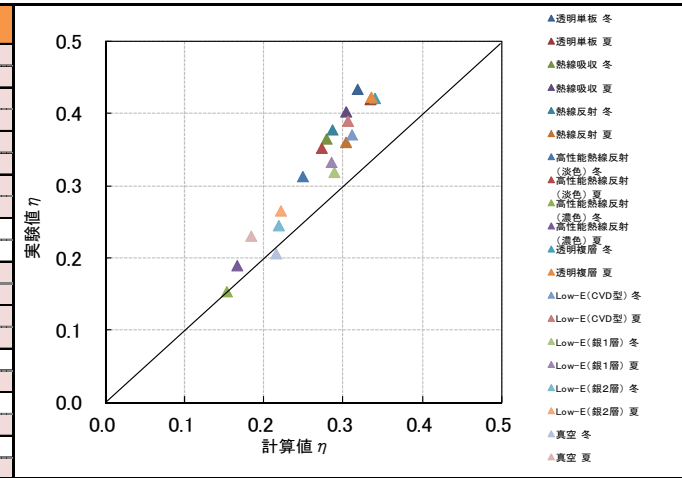
境界条件	夏期条件	冬期条件	単位
室温	25	20	°C
外気温	30	0	°C
日射強度	500	300	W/m <sup>2</sup>
室内側表面对流熱伝達率	2.5	3.6	W/(m <sup>2</sup> ·K)
屋外側表面对流熱伝達率	8	20	W/(m <sup>2</sup> ·K)

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

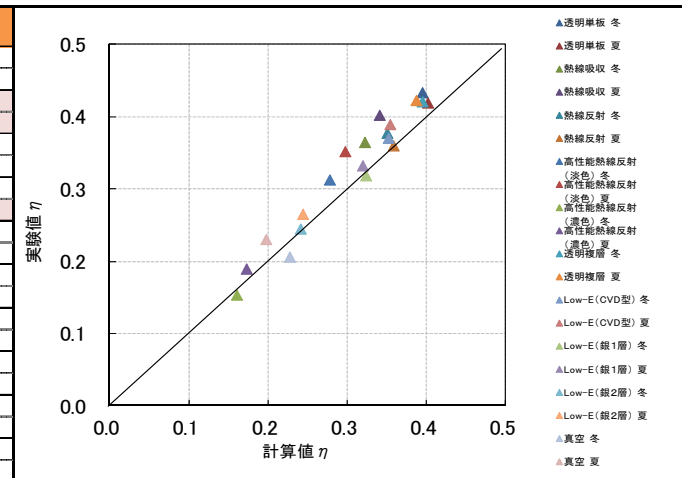
ガラス		季節条件	計算値	実験値	実験値-計算値	
単板	6mm	透明 FL6	冬	0.319	0.433	0.115
			夏	0.335	0.419	0.084
		熱線吸収 MFL6	冬	0.279	0.364	0.085
			夏	0.304	0.402	0.098
		熱線反射 CFL6S*	冬	0.287	0.377	0.090
			夏	0.304	0.360	0.056
		高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*	冬	0.249	0.312	0.063
			夏	0.273	0.352	0.078
		高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*	冬	0.154	0.153	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	RSFL3AK6**+Ar9+FL3+V+*RSFL3SH1	夏	0.251
	3+A9+6mm				冬	0.052
					夏	0.223
					冬	0.064
					夏	0.193
					冬	0.084
				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)

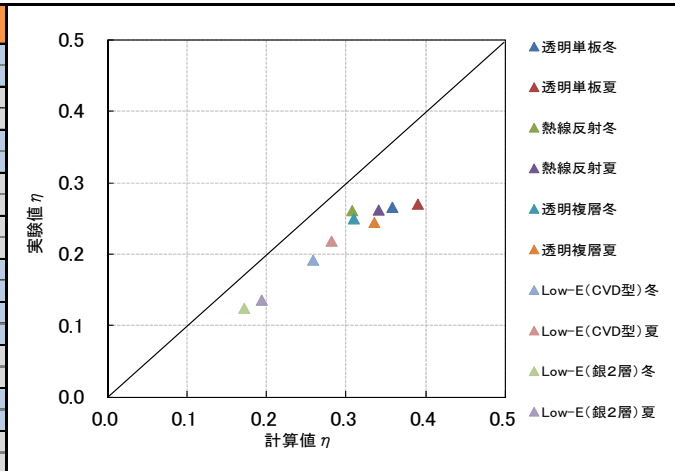
スクリーン特性	①	②(反射率×0.9)	単位
厚み	0.38		mm
熱伝達率	1		W/mK
日射透過率	0.349		-
日射反射率	0.5613	0.50517	-
放射率	0.95		-



[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

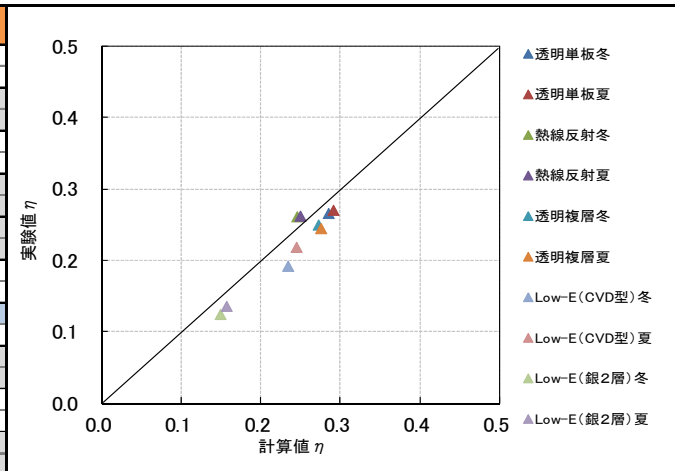
ガラス		季節条件	計算値	実験値	実験値-計算値	
単板	6mm	透明 FL6	冬 0.358 夏 0.390	0.265 0.270	-0.093 -0.121	
		熱線吸収 MFL6	冬 - 夏 -	- -	- -	
		熱線反射 CFL6S*	冬 0.308 夏 0.341	0.261 0.262	-0.047 -0.079	
		高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*	冬 - 夏 -	- -	- -	
		高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*	冬 - 夏 -	- -	- -	
		3+A12+3mm	透明 FL3+A12+FL3	冬 0.310 夏 0.336	0.249 0.244	-0.061 -0.091
複層	3+A12+3mm	Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3	冬 0.259 夏 0.282	0.192 0.218	-0.067 -0.064	
		Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3	冬 - 夏 -	- -	- -	
		Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3	冬 0.172 夏 0.194	0.124 0.135	-0.048 -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 夏 0.292	0.265 0.270	-0.020 -0.022	
		熱線吸収 MFL6	冬 - 夏 -	- -	- -	
		熱線反射 CFL6S*	冬 0.246 夏 0.250	0.261 0.262	0.015 0.011	
		高性能熱線反射(淡色) RSFL6SGY32*	冬 - 夏 -	- -	- -	
		高性能熱線反射(濃色) RSFL6SS8*	冬 - 夏 -	- -	- -	
		複層	3+A12+3mm	透明 FL3+A12+FL3	冬 0.273 夏 0.276	0.249 0.244
Low-E(CVD型) NFL3LE2*+A12+FL3	冬 0.235 夏 0.245			0.192 0.218	-0.043 -0.027	
Low-E(銀1層) RSFL3AW6*+A12+FL3	冬 - 夏 -			- -	- -	
Low-E(銀2層) RSFL3AG6*+A12+FL3	冬 0.150 夏 0.157			0.124 0.135	-0.026 -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	-		

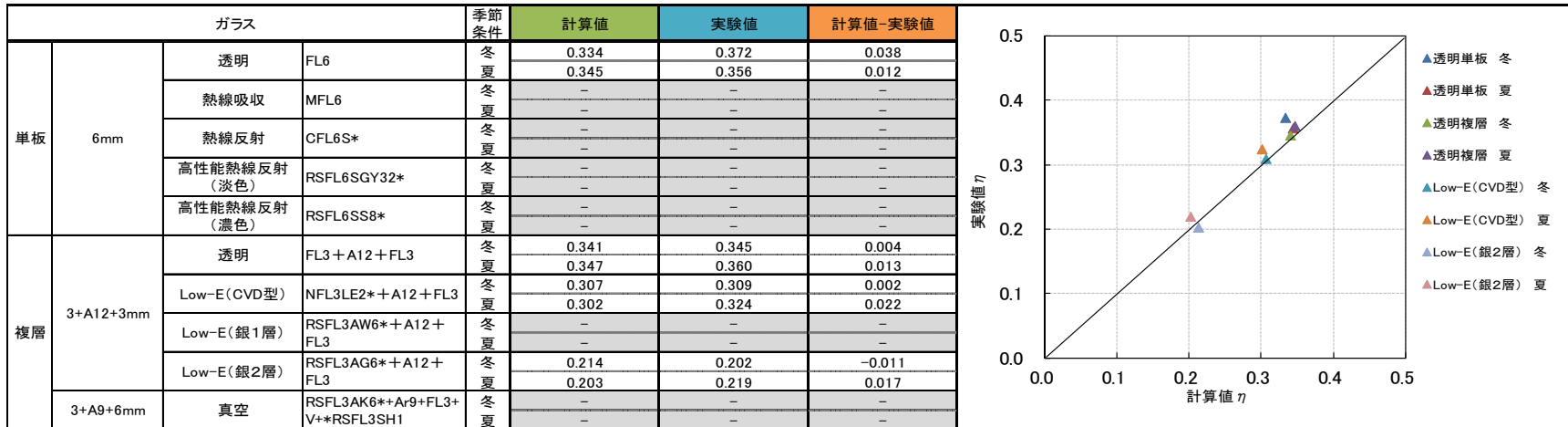
・その他条件:

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		-

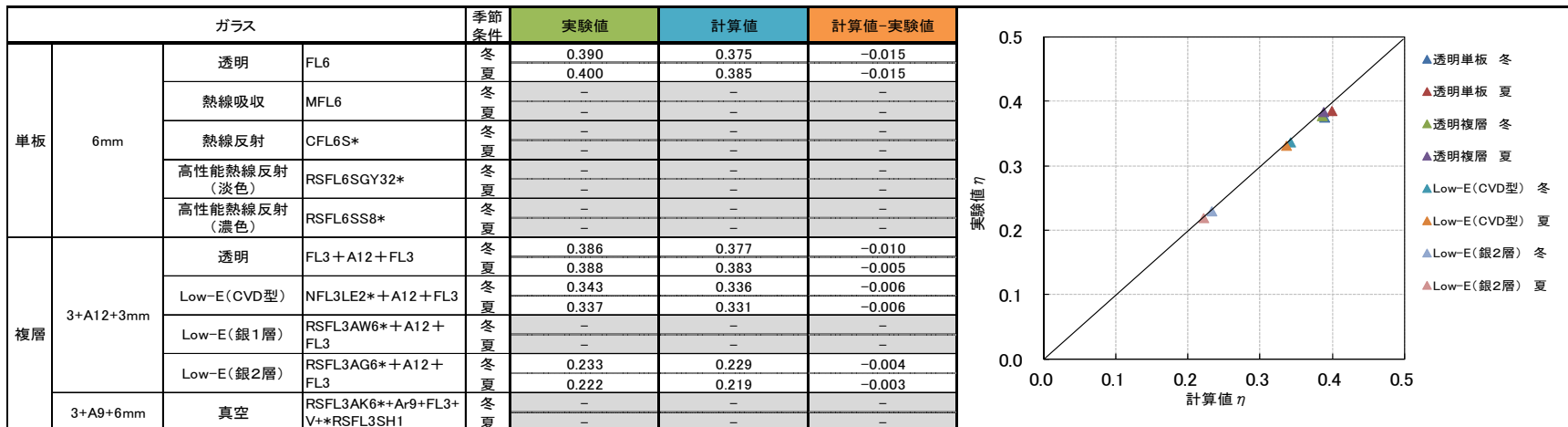
[6] 紙障子

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
					夏	0.224
		熱線吸収		MFL6	冬	-
					夏	-
		熱線反射		CFL6S*	冬	-
			夏	-		
		高性能熱線反射(淡色)		RSFL6SGY32*	冬	-
					夏	-
		高性能熱線反射(濃色)		RSFL6SS8*	冬	-
					夏	-
複層	3+A12+3mm	透明		FL3+A12+FL3	冬	0.254
					夏	0.193
		Low-E(CVD型)	ペアマルチEA	NFL3LE2*+A12+FL3	冬	0.283
					夏	0.595
	Low-E(銀1層)	ペアマルチスーパーブルー	RSFL3AW6*+A12+FL3	冬	-	
				夏	-	
	Low-E(銀2層)	ペアマルチレイボークグリーン	RSFL3AG6*+A12+FL3	冬	0.297	
			夏	1.130		
	3+A9+6mm	真空	スペーシア21遮熱クリア	RSFL3AK6*+Ar9+FL3+V +*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が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

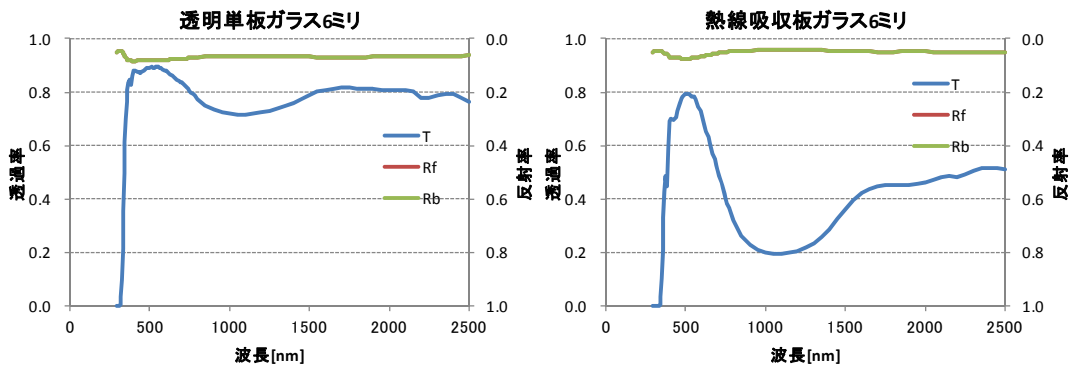
遮蔽物による日射吸収はすべて室内側へ放出されるものとする。(つまり、 $N3=1.0$ )

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



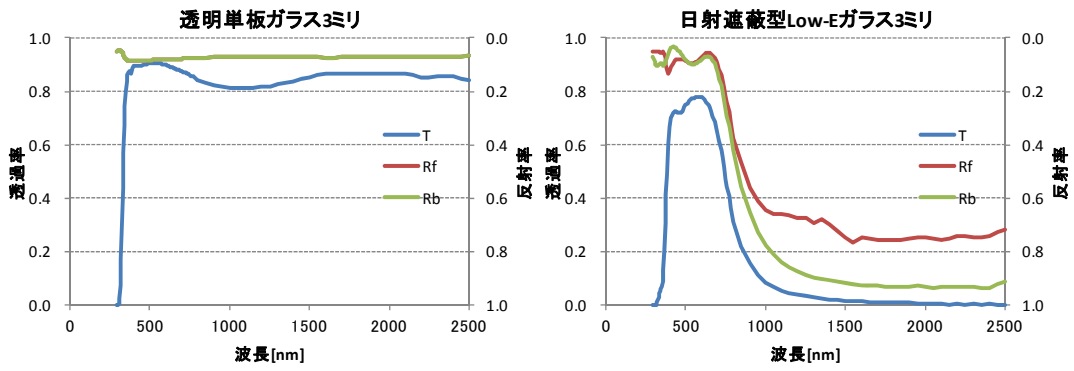


図 3. 8. 3-1

各種単板ガラスの分光特性



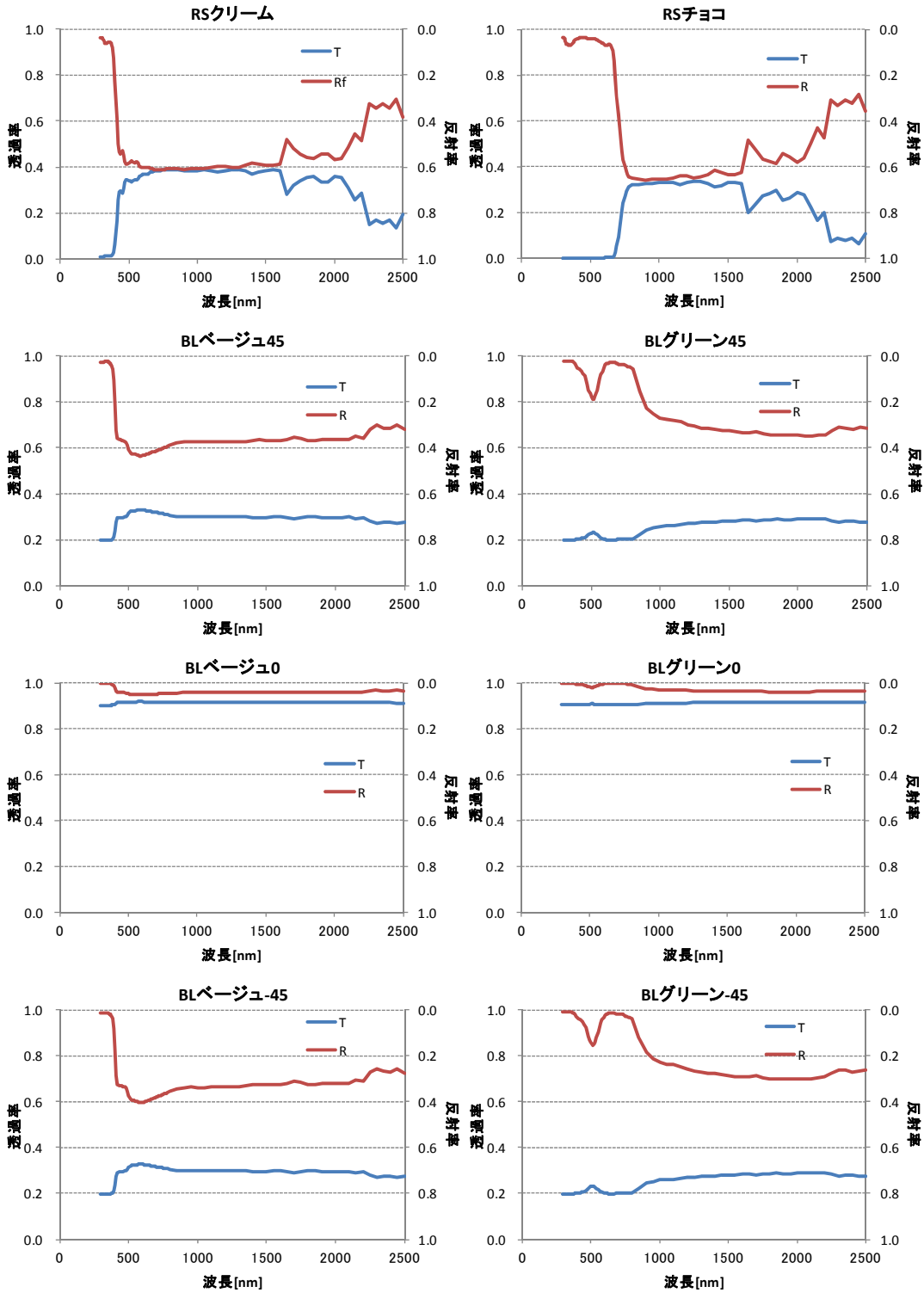


図 3.8.3-2 各種遮蔽物の分光特性

[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 透明単層 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 熱線吸収 板ガラス 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 透明複層 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 日射遮蔽型 Low-E複層 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。

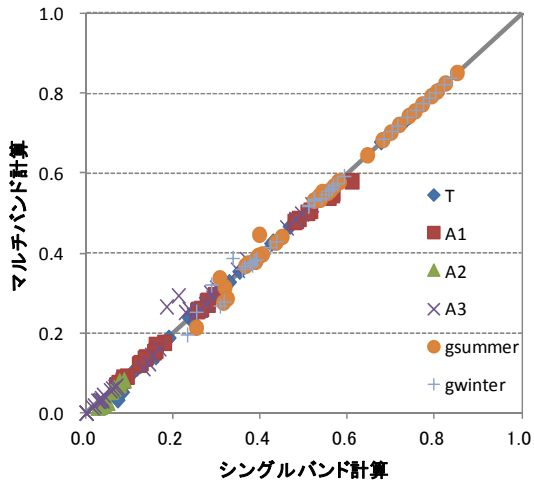


図 3.8.3-3 シングルバンドとマルチバンドの計算結果の比較

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 透明単板 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 熱線吸収 板ガラス 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 透明複層 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 日射遮蔽型 Low-E複層 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	0.00	
	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 (mm)	重量 (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 SRS-99-020			標準反射板:スペクトラロン TM 6916-H422A			標準反射板:スペクトラロン SRS-99-010			標準反射板:スペクトラロン 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 +樹脂加工	0.54±0.05	268±10	<b>0.65</b>	<b>0.29</b>	<b>0.06</b>	<b>0.66</b>	<b>0.28</b>	<b>0.06</b>	-	-	-	-	-	-
2		中間色	N5577	オートミール	"	"	"	"	<b>0.53</b>	<b>0.21</b>	<b>0.26</b>	<b>0.54</b>	<b>0.21</b>	<b>0.25</b>	-	-	-	-	-	-
3		濃色	N5580	チョコレート	"	"	"	"	<b>0.38</b>	<b>0.17</b>	<b>0.44</b>	<b>0.39</b>	<b>0.16</b>	<b>0.45</b>	<b>0.40</b>	<b>0.16</b>	<b>0.43</b>	<b>0.39</b>	<b>0.16</b>	<b>0.44</b>
4	タチカワ	白系	RS-4251	ホワイト	"	"	0.3	146	<b>0.60</b>	<b>0.37</b>	<b>0.03</b>	<b>0.60</b>	<b>0.36</b>	<b>0.04</b>	-	-	-	-	-	-
5		中間色	RS-4260	アイスグレー	"	"	"	"	<b>0.51</b>	<b>0.32</b>	<b>0.17</b>	<b>0.52</b>	<b>0.30</b>	<b>0.18</b>	-	-	-	-	-	-
6		濃色	RS-4264	グレー	"	"	"	"	<b>0.48</b>	<b>0.28</b>	<b>0.24</b>	<b>0.48</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	-	-	-	-	-	-
7	トソー	白系	TR-7038	クリーム	"	"	0.38	176	<b>0.56</b>	<b>0.35</b>	<b>0.09</b>	<b>0.58</b>	<b>0.33</b>	<b>0.10</b>	<b>0.58</b>	<b>0.34</b>	<b>0.07</b>	<b>0.58</b>	<b>0.32</b>	<b>0.10</b>
8		中間色	TR-7055	アクアグリーン	"	"	"	"	<b>0.53</b>	<b>0.32</b>	<b>0.15</b>	<b>0.54</b>	<b>0.30</b>	<b>0.16</b>	-	-	-	-	-	-
9		濃色	TR-7051	ネイビーブルー	"	"	"	"	<b>0.41</b>	<b>0.23</b>	<b>0.36</b>	<b>0.42</b>	<b>0.21</b>	<b>0.37</b>	-	-	-	-	-	-

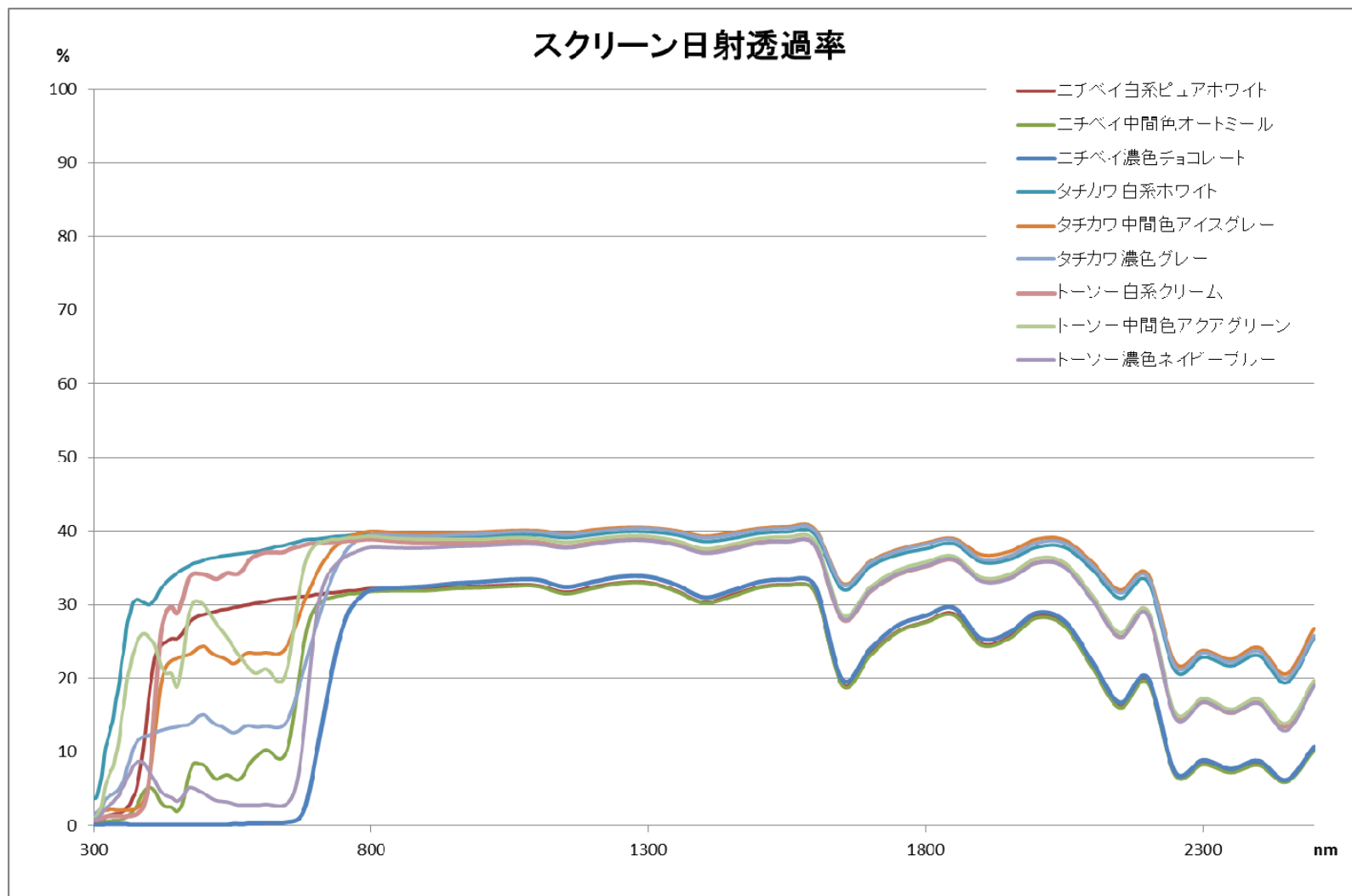


図 3.9.1-1 スクリーン色別日射透過率

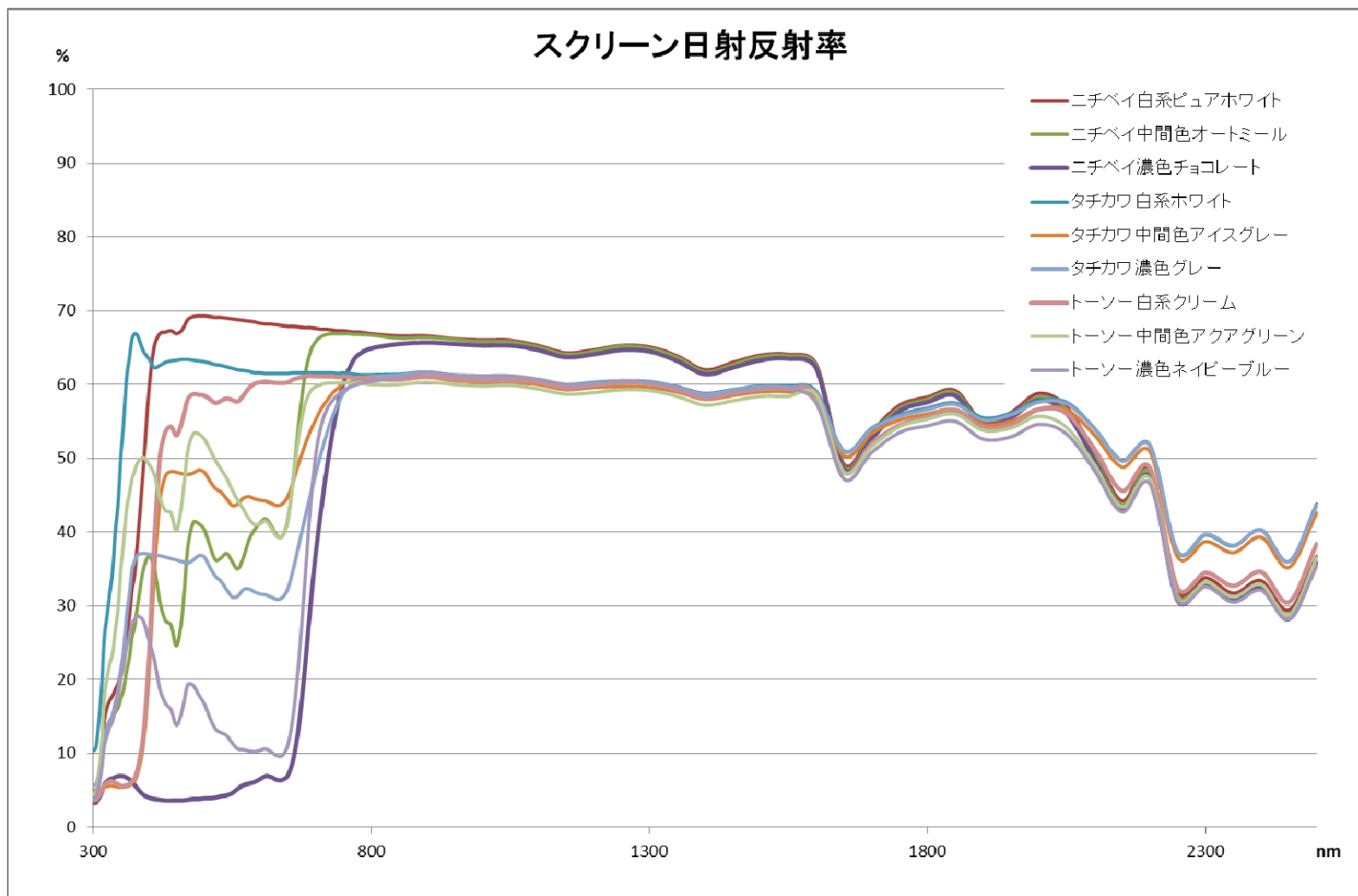


図 3.9.1-2 スクリーン色別日射反射率

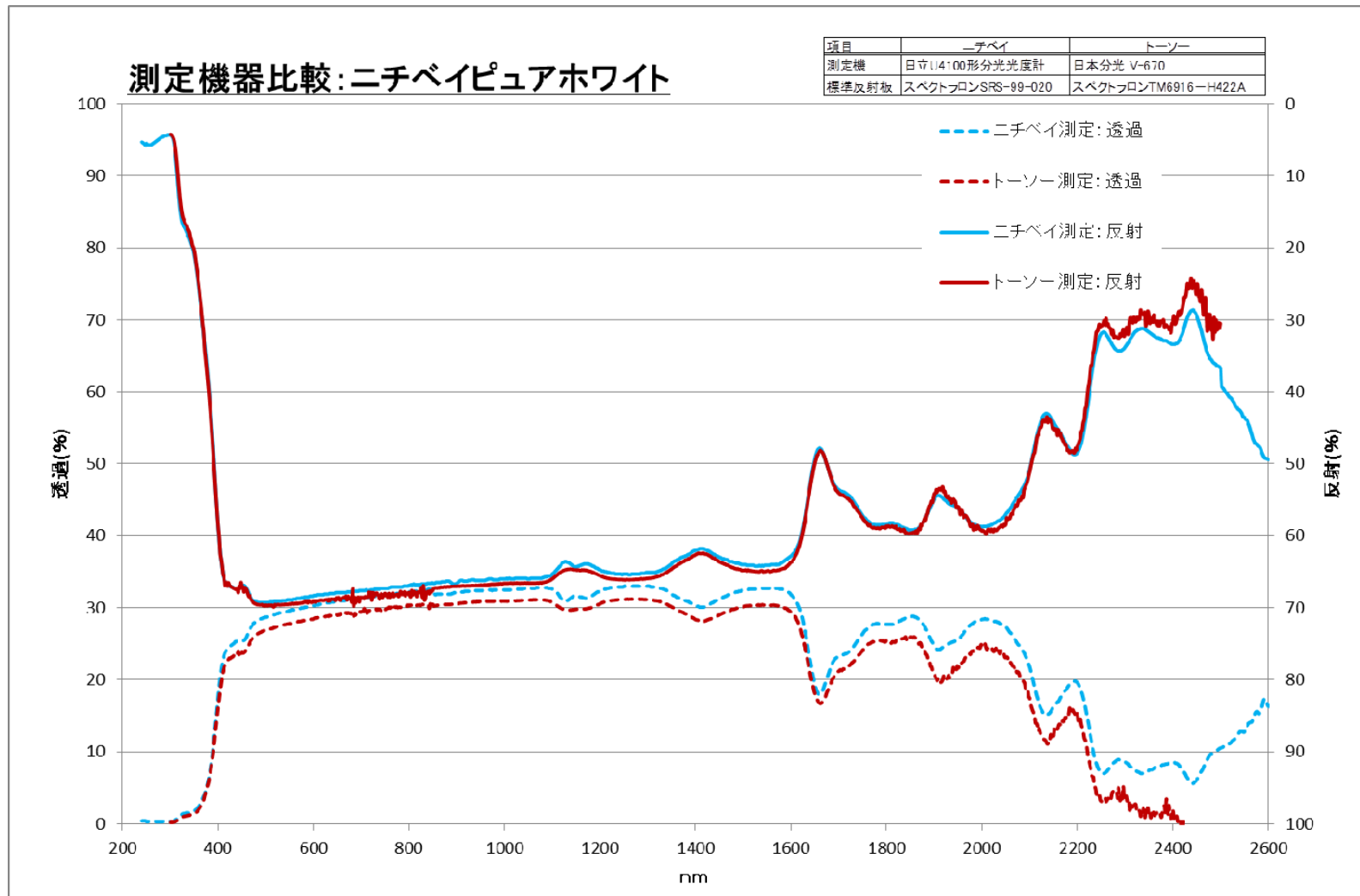


図 3.9.1-3 スクリーン色別光学特性①



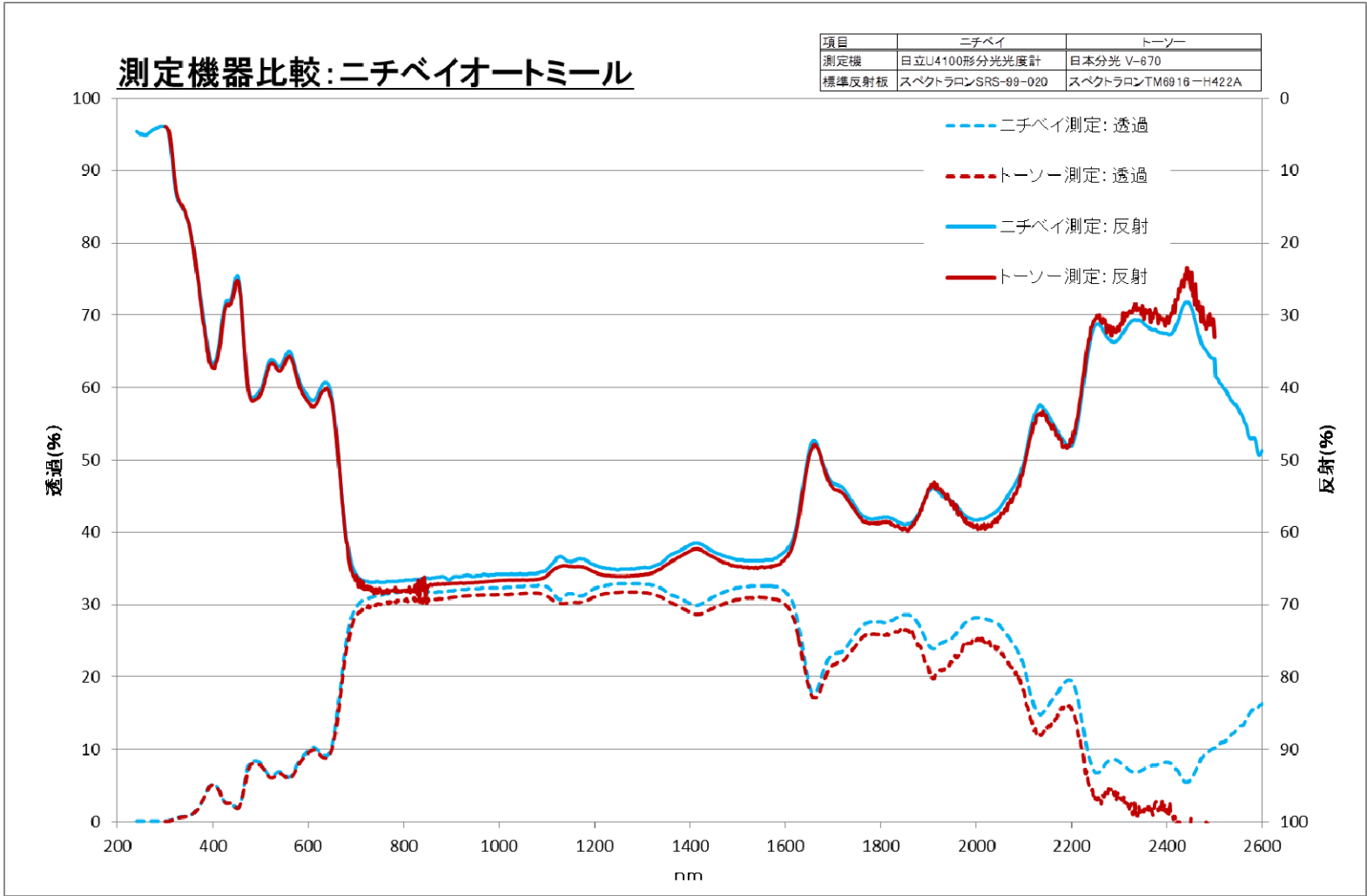


図 3.9.1-4 スクリーン色別光学特性②

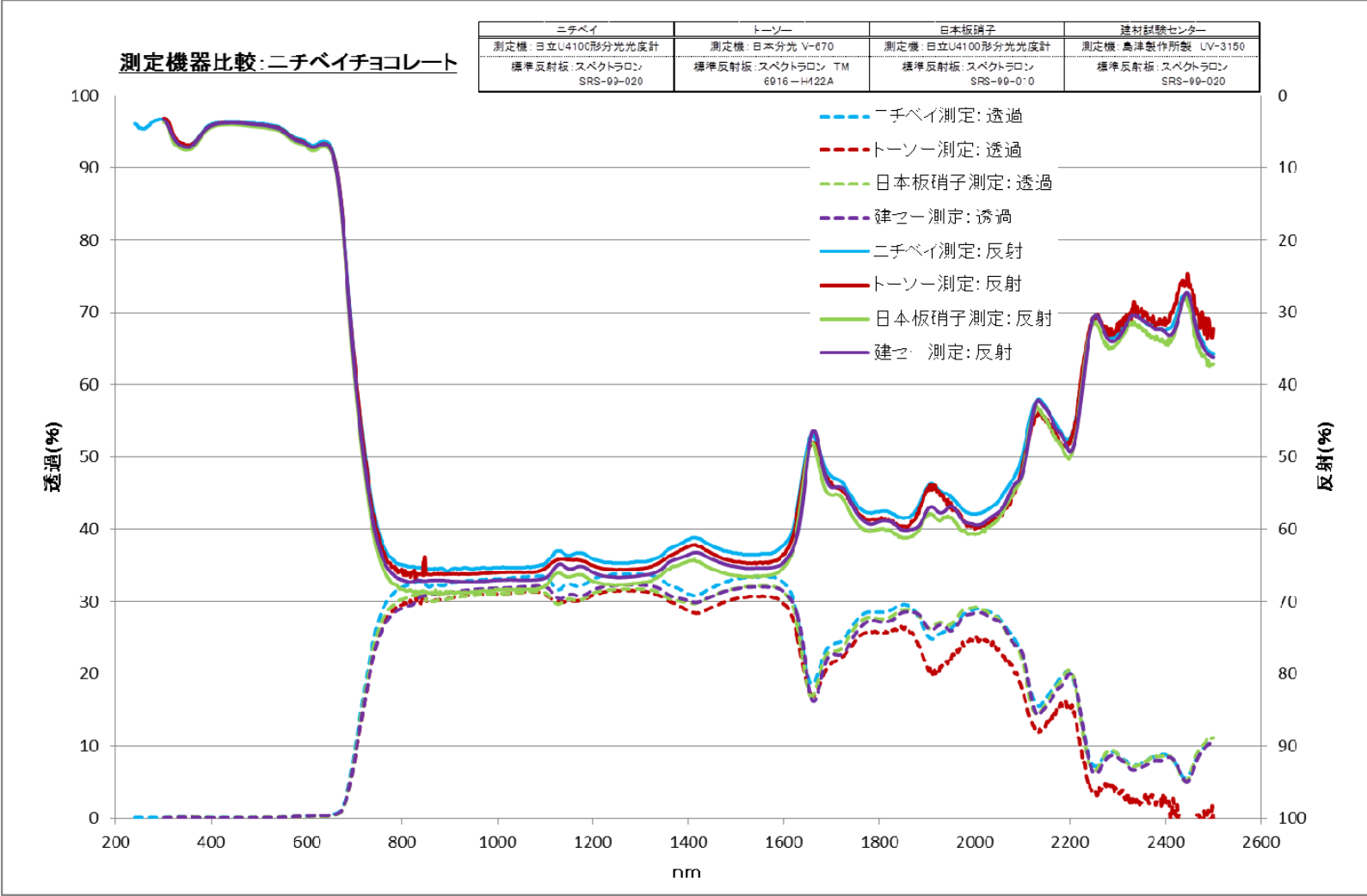


図 3.9.1-5 スクリーン色別光学特性③

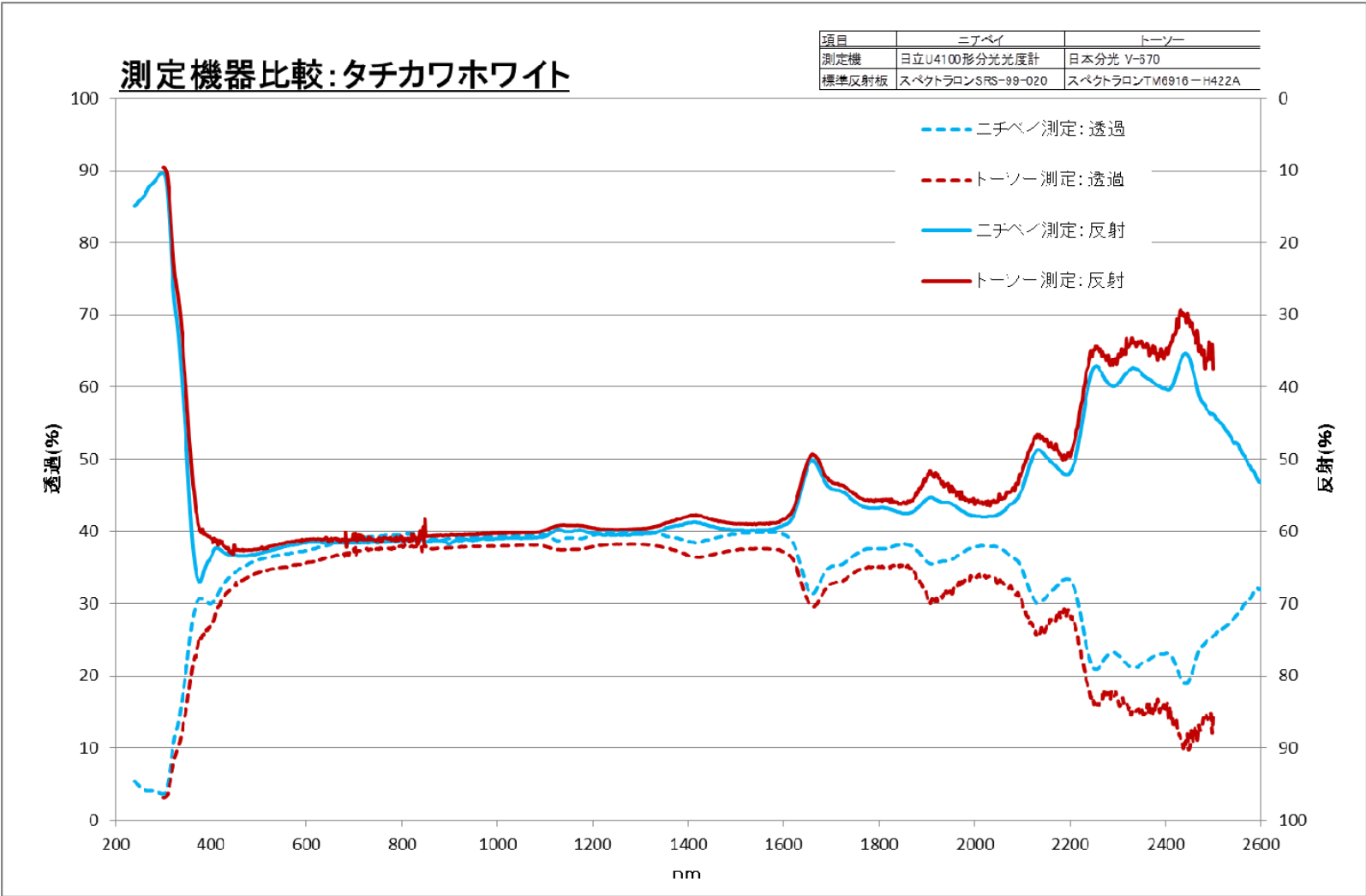


図 3.9.1-6 スクリーン色別光学特性④

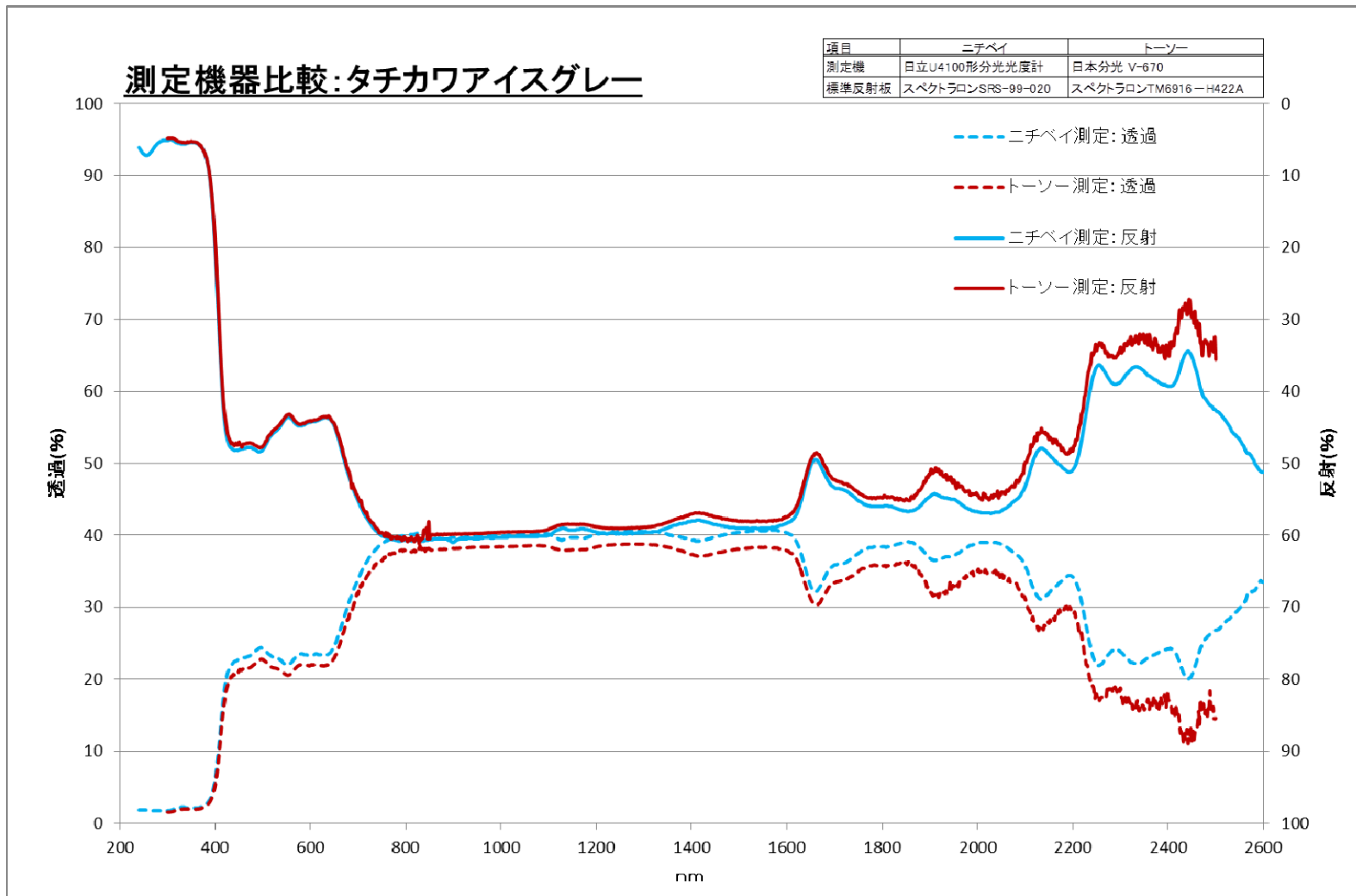


図 3.9.1-7 スクリーン色別光学特性⑤

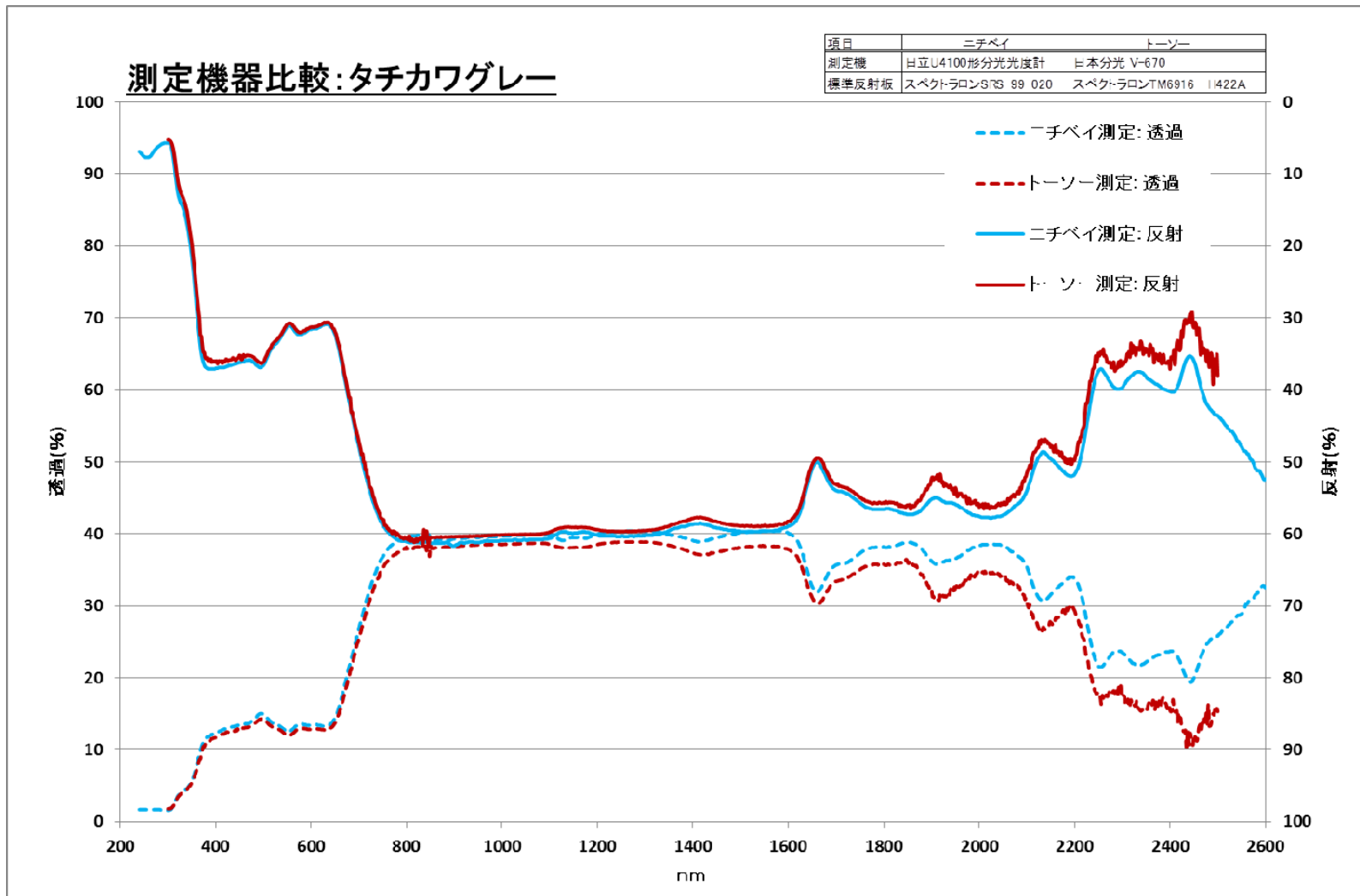
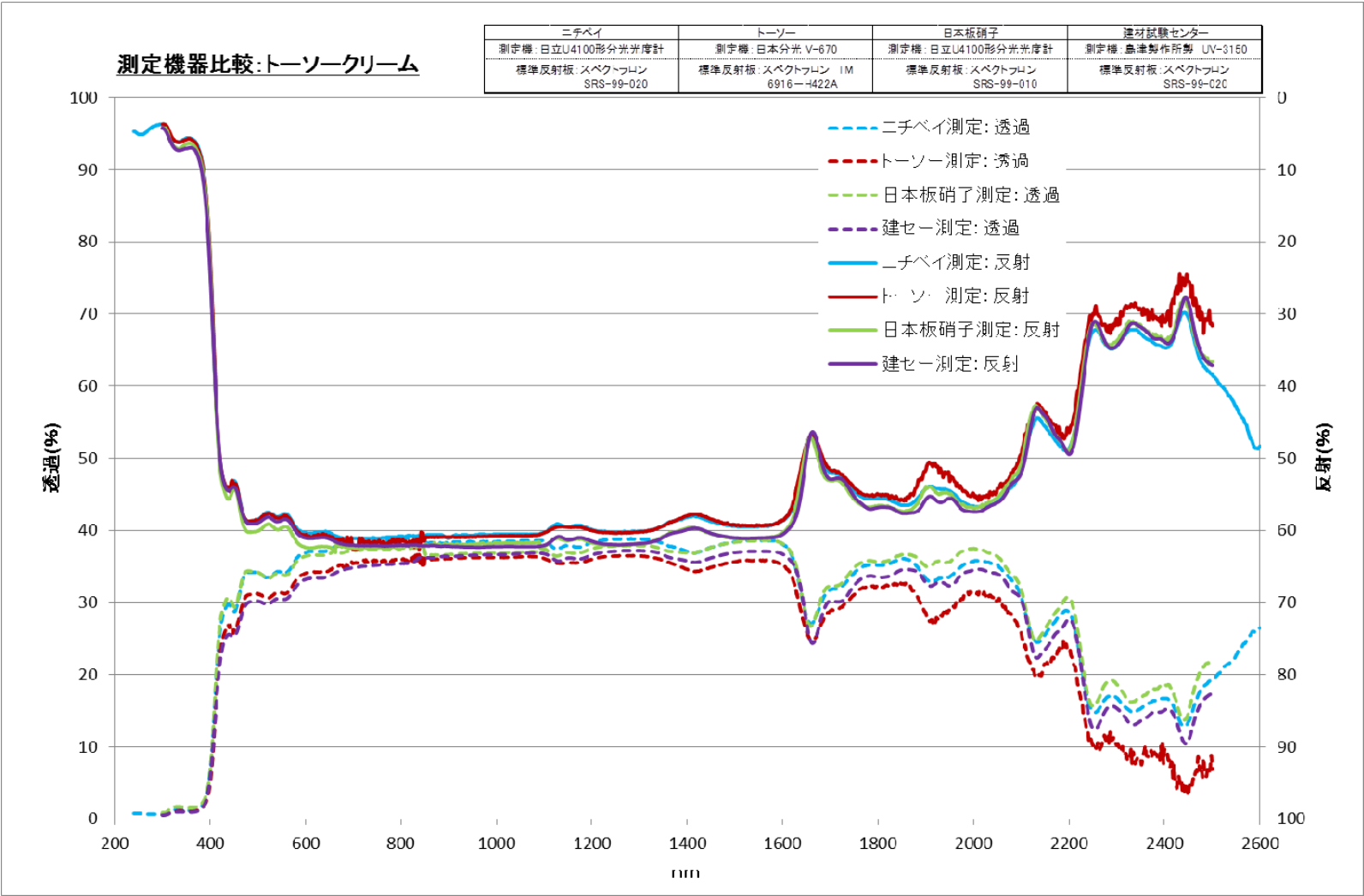


図 3.9.1-8 スクリーン色別光学特性⑥



3.9.1-9 スクリーン色別光学特性⑦

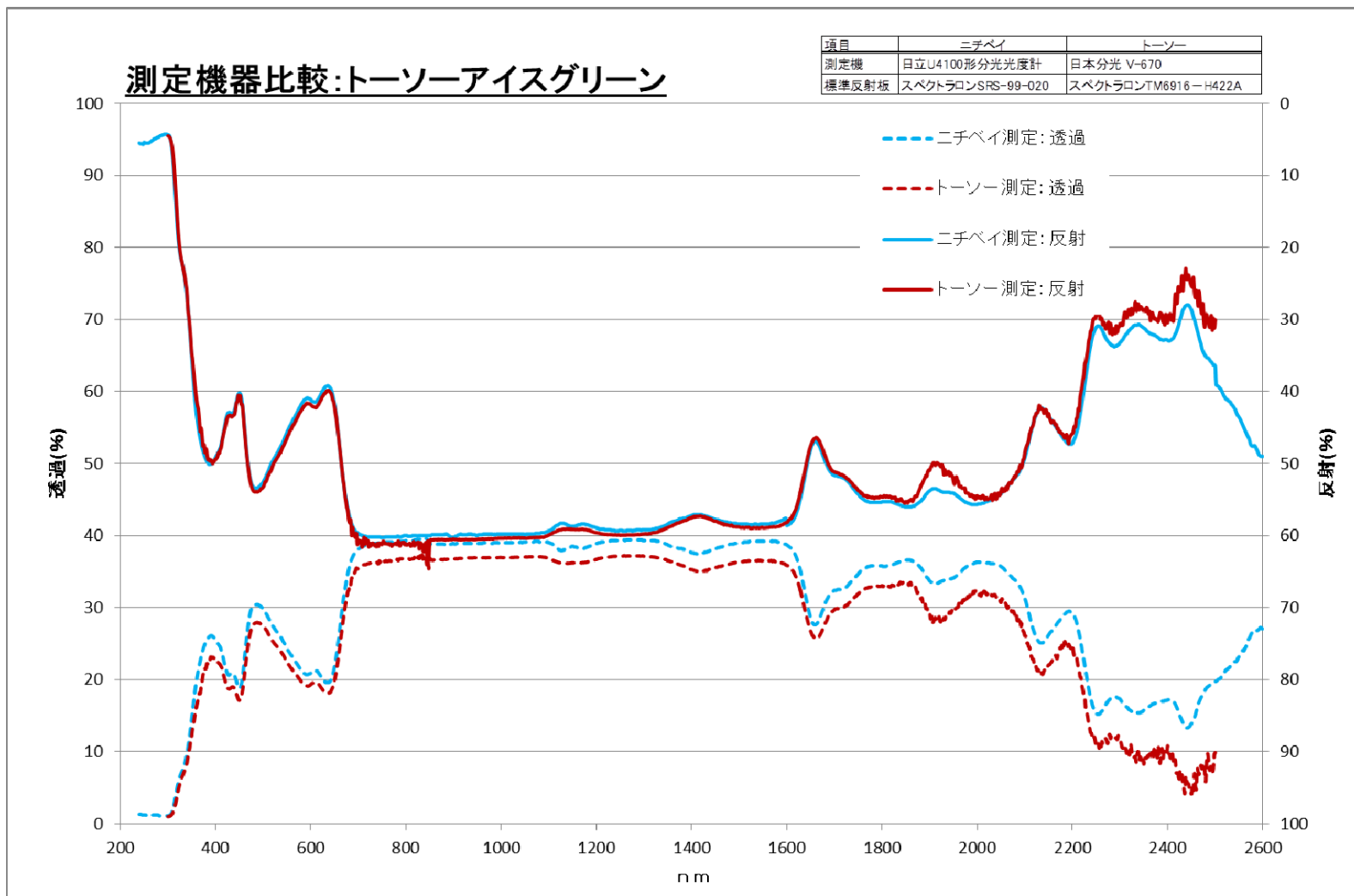


図 3.9.1-10 スクリーン色別光学特性⑧

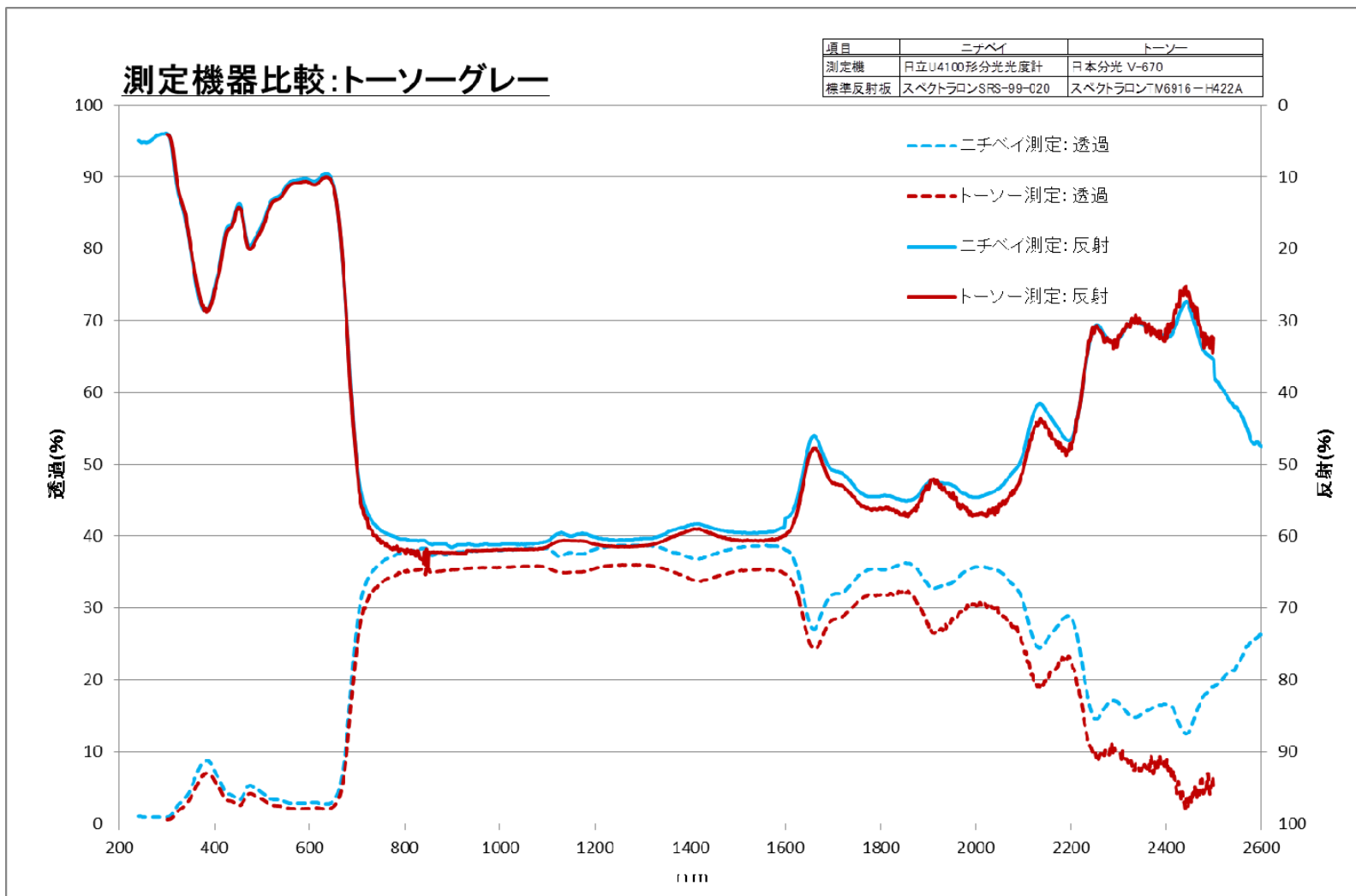


図 3.9.1-11 スクリーン色別光学特性⑨



### 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 角度	色No.	光学特性			付加熱抵抗		
			透過率	反射率 室外側	反射率 室内側	透明単板 FL6	透明複層 FL3+A12+FL3	Low-E(CVD型) 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 中空層の熱抵抗R算出式 $R=aR_g+b$ ※ここにR <sub>g</sub> : グレージングの熱抵抗[m <sup>2</sup> K/W]	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

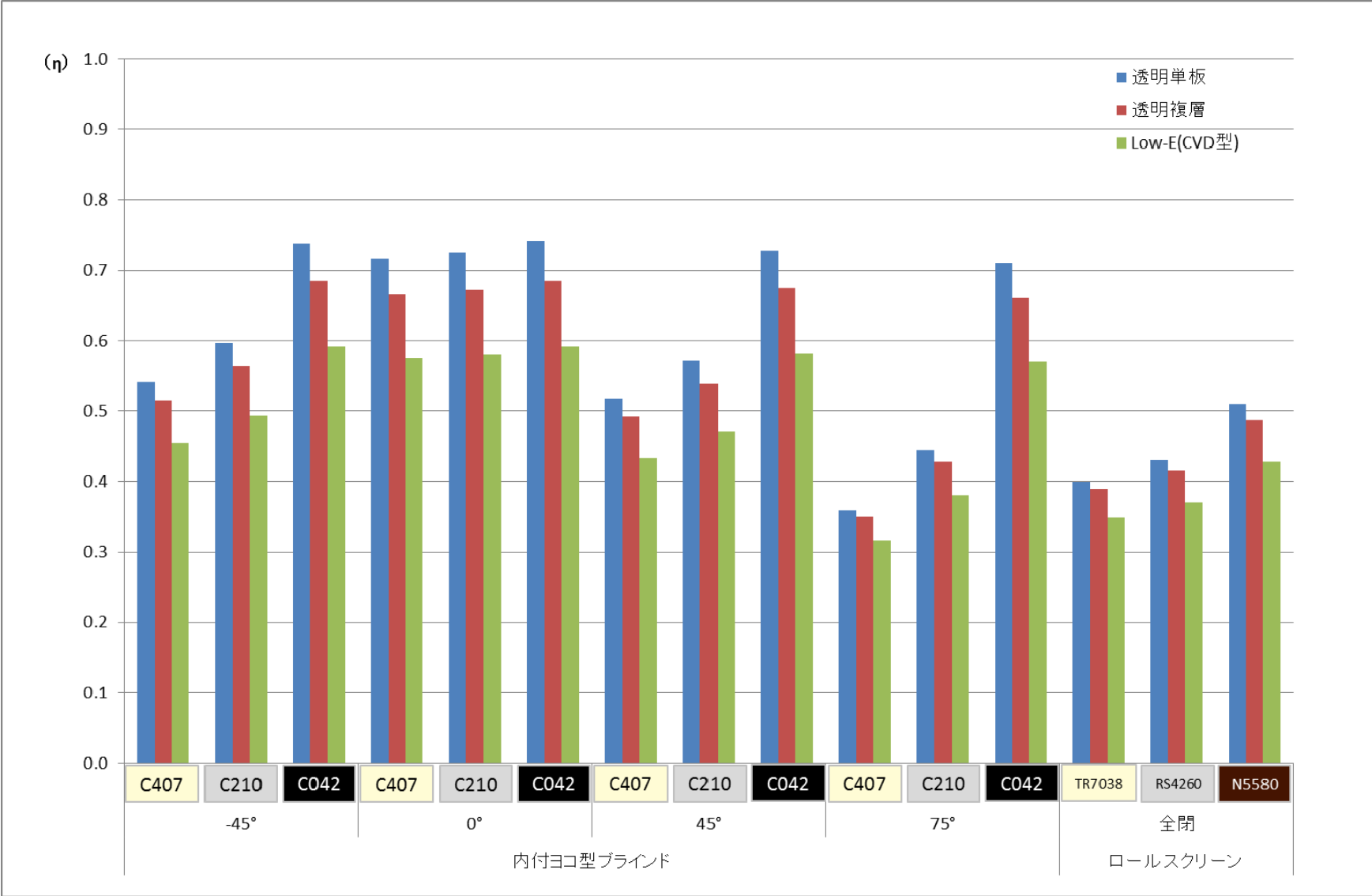


図 3.9.2-1 遮蔽物・ガラス別日射熱取得率計算結果

### 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)

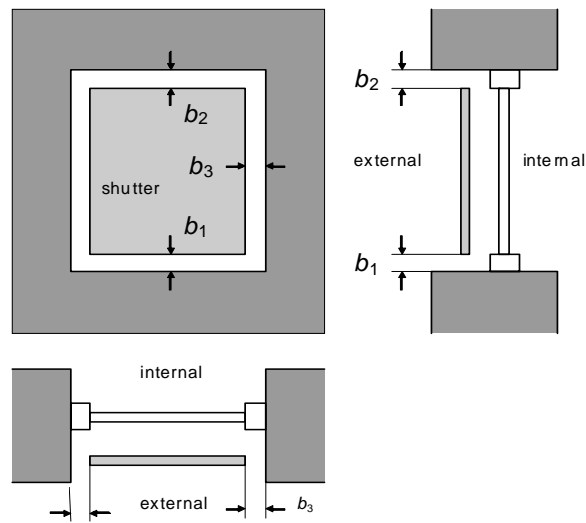


図 3.10.1-1 ISO 10077-1 付属書 H のシャッター付窓イメージ図

表 3.10.1-1 ISO 10077-1 Table H.1 - Relationship between permeability and effective total edge g ap 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

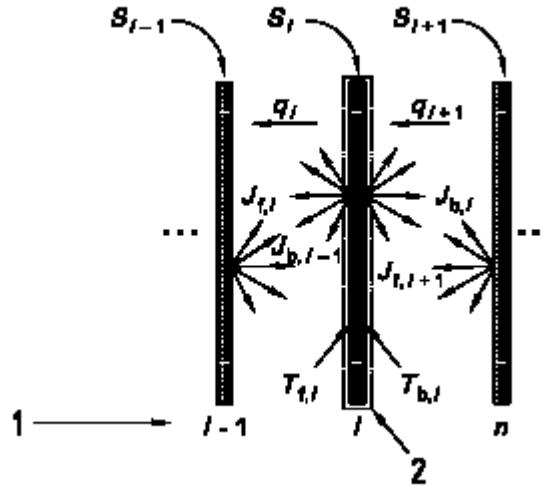
Air permeability of shutter <sup>a</sup>	Additional thermal resistance $\Delta R$ $m^2 \cdot K/W$
Very high	0,08
High	$0,25 R_{sh} + 0,09$
Average	$0,55 R_{sh} + 0,11$
Low	$0,80 R_{sh} + 0,14$
Tight	$0,95 R_{sh} + 0,17$
<sup>a</sup> The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.	

Shutter type	Typical thermal resistance of shutter $R_{sh}$ $m^2 \cdot K/W$	Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters <sup>a</sup> $\Delta R$ $m^2 \cdot K/W$		
		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℃ 対向面放射率0.9	温度30℃ 対向面放射率1.0	温度20℃ 対向面放射率0.9	温度0℃ 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 Inside	hc=15.0W/(m <sup>2</sup> ·K) 風速V=2.75m/s	ASHRAE/NFRC Inside	hc=26.0W/(m <sup>2</sup> ·K) 風速V=5.5m/s
Radiation	温度24℃ 対向面放射率1.0	温度32℃ 対向面放射率1.0	温度21℃ 対向面放射率1.0	温度-18℃ 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。

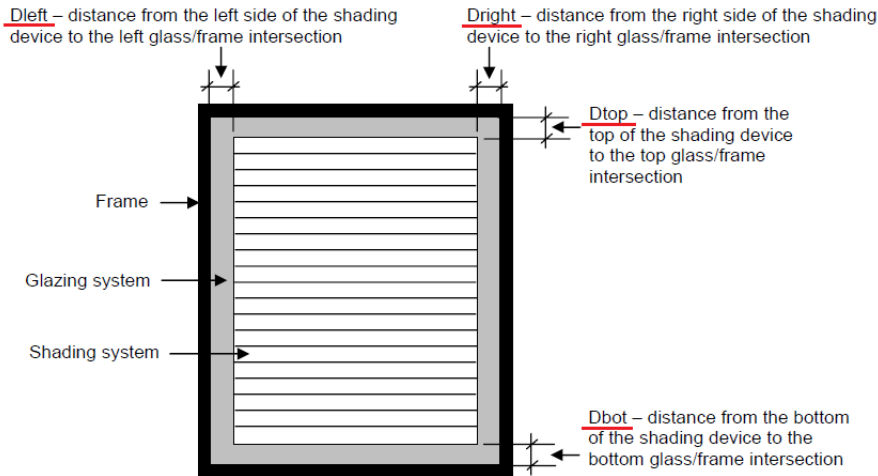
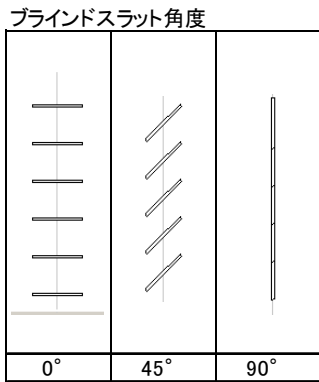


Figure 4-29. Define a  $D_{top}$ ,  $D_{bot}$ ,  $D_{left}$  and  $D_{right}$  for an interior venetian blind.



$D_{top}$ [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。



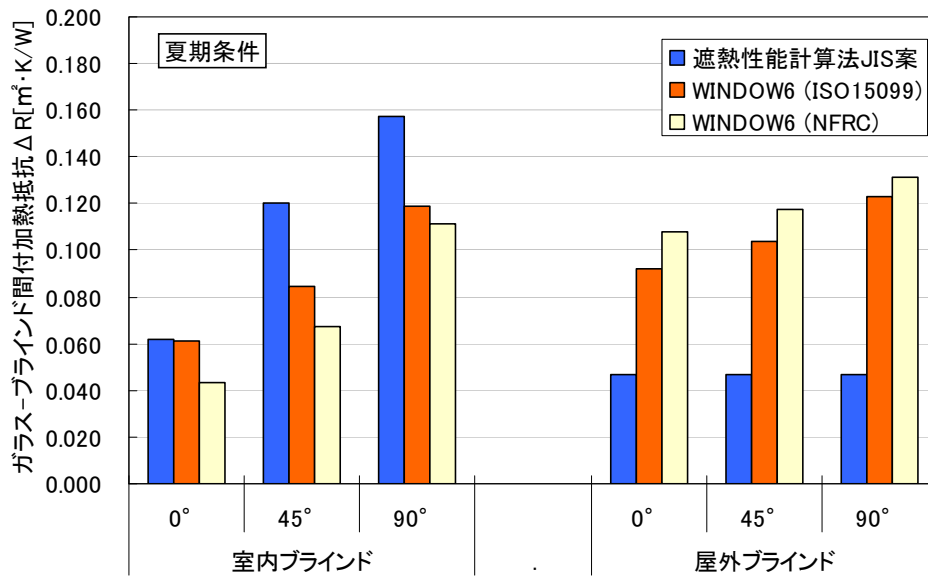


図3. 10. 3-2 計算法の違いによる付加熱抵抗 ΔRの比較(夏期条件)

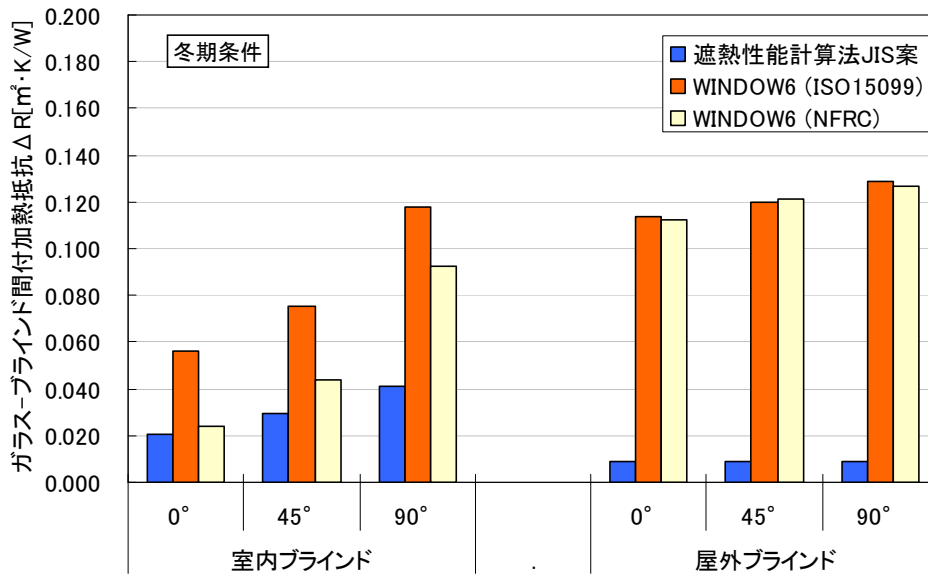


図3. 10. 3-3 計算法の違いによる付加熱抵抗の比較(冬期条件)

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℃ 対向面放射率0.9	温度25℃ 対向面放射率1.0	温度20℃ 対向面放射率0.9	温度0℃ 対向面放射率1.0

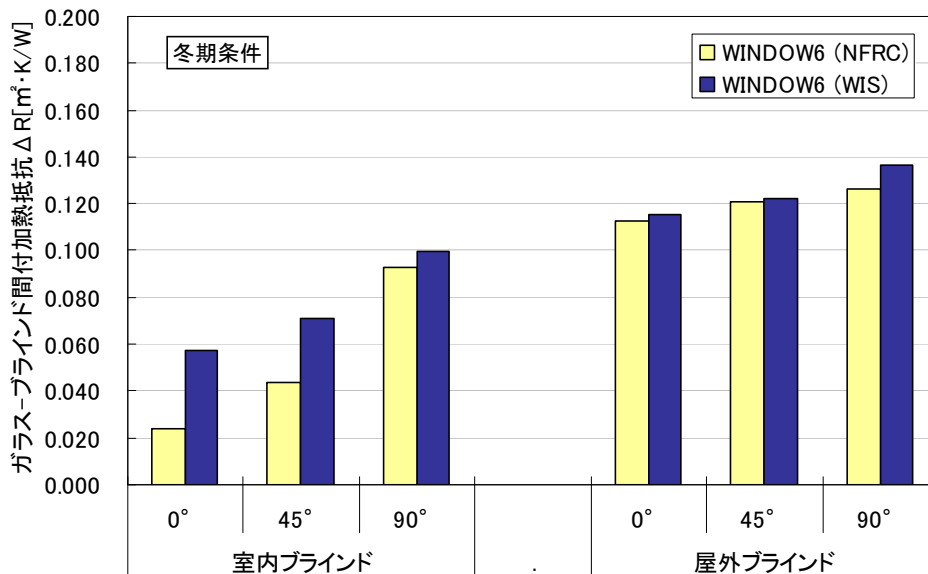


図3.10.4-1 NFRC 100 (WINDOW 6) とEU (WIS) による付加熱抵抗 $\Delta R$ の比較(冬期条件)

### 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





## 第4章 熱貫流率

## 4.1 はじめに

本報の窓の断熱性能に関しては、窓の断熱性能表示制度の制定によって、試験方法、計算方法ともにその理解と整備が促進された。この制度はガラスとフレームの組合せを考慮して窓のサイズ別に断熱性能表示を求めたものであり、当初、窓の断熱性能を現行の JIS 試験でのみ評価することとしていたが、当該 JIS には試験体サイズが規定されていることや、面積の小さな窓は測定の原理上誤差が大きく対応できないこと、試験装置を超える大きな面積の窓は測定できないなど、多くの課題が残された。このような背景から、窓の断熱性能計算法の規格 (JIS A 2102<sup>1),2)</sup> が 2011 年 3 月に制定され、現在に至っている。

一方、現行の省エネルギー基準<sup>3)</sup>には窓の断熱性能の基準値は示されているが、その評価方法は解説に記載されているだけで、明確な基準としては示されていない。これは、従来の BL 試験方法が JIS とは異なる境界条件 (表面熱伝達率) を採用しており、統一的な性能試験方法が整備されにくい状況にあったためである。

またこの基準の運用では、窓の断熱性能に代表試験体サイズの値を使用しているが、窓のサイズによってその性能が変化することは自明であり、年間熱負荷や熱損失係数の計算に代表値を使用することは避けられなければならない。代表試験体サイズの値は製品の横並び評価に使用するものだからである。一方で、PAL 計算での開口部の取り扱いがガラスだけを対象にしており、フレームの影響は全く考慮されていない。

窓の性能評価には、総体としての評価法と、それを構成するフレームとガラス各々の性能の組合せでの評価法がある。計算による評価法は後者の手法を用いるが、各国によってその考え方に違いがある。表 4.1-1 に試験法、計算法の国内及び国際規格を示す。

表 4.1-1 開口部の断熱性能評価法における国際的な状況

対象	試験法規格		計算法規格		熱性能評価ツール
	ISO	JIS	ISO	JIS	
窓全体 (住宅・ビル)	ISO 12567-1	JIS A 4710	ISO 10077-1	JIS A 2102-1	【海外】 WIS (EU) WINDOW (U.S) FRAME plus (Canada) 【日本】 WindEye
	ISO 12567-2 (天窓・出窓)	JIS A 1492 (天窓・出窓)	ISO 15099		
カーテン ウォール 全体	-	-	ISO 12631	-	-
ガラス	ISO 10291	JIS R 3106 (放射率測定)	ISO 10292	JIS R 3107	【海外】 OPTICS (U.S) VISON (Canada) 【日本】 WindEye
	ISO 10293		ISO 15099		
フレーム	-	-	ISO 10077-2	JIS A 2102-2	【海外】 THERM (U.S) FRAME (Canada) 【日本】 TB2D/BEM
			ISO 15099		

表 4.1-1 に示すように、国際的には欧州や米国が牽引する形で、開口部の断熱性能の計算法が国際規格化され整備されつつある。断熱性能の評価に関しては、試験法と計算法が互いに補完しあってその評価のカバー率を上げることが重要である。

特に、窓は壁・床等の他の部位と比較すると熱的に「薄い」ので、内外表面熱伝達抵抗によって大きく影響を受ける。この値は窓自体の熱性能とは別途に設定される境界条件であるが、各規格によって異なる設定がされている。熱負荷計算や熱損失係数に適用する場合には、より地域やロケーション・建築自体の特性を反映した設定が必要であることから、風向・風速との相関に詳細な検討を加える。

調査内容を以下に概説する。なお、表 4.1-1 に示すカーテンウォールの内容については、第5章にてまとめる。

#### a) 環境条件

- ・ 表面熱伝達率について海外の規格も含め既存文献の調査を行い、熱貫流率計算時、測定時における表面熱伝達率の基準値のばらつきを整理する。
- ・ 条件設定の違いによる影響を把握し、各基準値の妥当性を検証する。
- ・ 風向風速によって変化する対流熱伝達率の違いを把握するため、国内外の文献を調査し、どの程度影響があるのか変化の度合いを確認する。
- ・ 拡張アメダス気象データを用いて、ランダムに選択した地点の風向風速の分布を把握し熱貫流率の比較を行う。
- ・ 高層ビルで用いる場合を考慮し、高さの違いに対する風速の分布を把握する。

#### b) 窓のサイズ違いによる断熱性能の評価

- ・ 代表的な窓の材質別、機種別、サイズ別の熱貫流率を比較する。
- ・ 建物モデルプランにあたりの平均  $U$  値 ( $U_A$  値) に差異が生じるか比較する。

## 4.2 境界条件の影響

## 4.2.1 国内外の境界条件

現在、開口部の断熱性能計算法に関する規格が国内外に多くあり、統一されていない。ここでは、これらの規格の境界条件をまとめ、考察を行う。

表 4.2.1-1 に開口部の断熱計算法の各種規格における境界条件を示す。表面熱伝達率は、各々の規格で表現方法が総合熱伝達率の固定値で与えられているものや、放射熱伝達と対流熱伝達で分けてそれぞれを関数として与えられているものなど様々である。ISO 15099<sup>4)</sup>では、基準となる数値が与えられているものの、対流熱伝達率について詳細に与える場合には、風速の大きさに加えて風向によっても変化する内容となっている（後述）。室内外温度については、各規格の原案を作成した国の環境が反映されており、EU や日本では（ISO 10077-1<sup>5)</sup>、JIS A 2102-1<sup>1)</sup>）室外温度 0°C、室内温度 20°C（室内外温度差 20°C）となっているのに対し、アメリカ（NFRC 100-2010<sup>6)</sup>）では室外温度-18°C、室内温度 21°C（室内外温度差 39°C）となっている。

日本の省エネ基準の改定に向け、これら多くの規格の中から日本の環境に合う境界条件を選定する、若しくは規格を参考に日本独自の環境条件を作成する必要がある。

表 4.2.1-1 開口部の断熱計算法の各種規格における境界条件

規格	表面熱伝達率	室内外温度
ISO 15099 <sup>2003</sup> 夏期条件	$h_{ce} = 8.0 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ci} = 2.5 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	室外温度 $T_e = 273.15 + 30 [\text{K}]$  室内温度 $T_i = 273.15 + 25 [\text{K}]$
ISO 15099 <sup>2003</sup> 冬期条件	$h_{ce} = 20 \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ci} = 3.6 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	室外温度 $T_e = 273.15 + 0 [\text{K}]$  室内温度 $T_i = 273.15 + 20 [\text{K}]$

規格	表面熱伝達率	室内外温度
ISO 6946 <sup>:1996</sup>	$h_{ce} = 4 + 4 \cdot v \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{re} = 4 \cdot \varepsilon_e \cdot \sigma \cdot T_{me}^3 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ci} = \begin{cases} 5.0 & \text{for heat flow upwards} \\ 2.5 & \text{for heat flow horizontal} \\ 0.7 & \text{for heat flow downwards} \end{cases} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ri} = 4 \cdot \varepsilon_i \cdot \sigma \cdot T_{mi}^3 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	
NFRC 100-2010	室外風速 $v = 5.5$ [m/s]	室外温度 $\theta_e = -18$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 21$ [°C] 室内外とも平均放射温度は気温と同じ。
ISO10292 <sup>:1994</sup> JIS R 3107 <sup>:1998</sup>	$h_{ce} = 16.3 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{re} = 4.9 \cdot \varepsilon_e \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ci} = 4.1 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ $h_{ri} = 5.4 \cdot \varepsilon_i \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	室外温度 $\theta_e = 0$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 20$ [°C] 2枚の板ガラスからなる複層ガラスの場合には、中空層の熱コンダクタンス算出のために以下の値を用いることとされている。 2枚の板ガラスの温度の平均値 $\theta_m = 10$ [°C] 2枚の板ガラス間の温度差 $\Delta\theta = 15$ [°C]
ISO 10077-1 <sup>:2006</sup> , JIS A 2102-1 <sup>:2011</sup>	$R_e = 0.04 \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$ $(h_e = 25 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})])$ $R_i = 0.13 \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$ $(h_i = 7.69 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})])$	室外温度 $\theta_e = 0$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 20$ [°C]

#### 4.2.2 風向・風速による対流熱伝達率の変化

ISO 15099<sup>4)</sup>では基準となる数値が与えられているものの、対流熱伝達率については風速に加え風向によっても変化する内容となっていると前述した。ここでは、ISO 15099<sup>4)</sup>の風速と風向によって変化する外気側の対流熱伝達率について調査した結果を報告する。

##### [1] ISO 15099 における外気側対流熱伝達率算出式

ISO 15099<sup>4)</sup>では、窓製品の評価と建物の年間エネルギー負荷計算とで外気側対流熱伝達率の算出式を分けており、それぞれ壁近傍の風速の関数として(4.2.2.1-1)式と(4.2.2.1-2)式で与えられている。

窓製品の比較 (評価)

$$h_{cv\ ex} = 4+4V_s \quad (4.2.2.1-1)$$

実際の建物の年間エネルギー計算

$$h_{cv\ ex} = 4.7+7.6V_s \quad (4.2.2.1-2)$$

なお、 $h_{cv\ ex}$ ：対流熱伝達率[W/(m<sup>2</sup>・K)]、 $V_s$ ：壁近傍の風速[m/s]であり、 $V_s$ は風向と風速： $V$ [m/s]により決定される。 $V_s$ の算出式は、下記の(4.2.2.1-3)式(4.2.2.1-4)式及び(4.2.2.1-5)式により決定され、風向については風上と風下の2パターンで分類されている。

風上

$$V_s=0.25V \quad (V>2[m/s]) \quad (4.2.2.1-3)$$

$$V_s=0.5 \quad (V\leq 2[m/s]) \quad (4.2.2.1-4)$$

風下

$$V_s=0.3+0.05V \quad (4.2.2.1-5)$$

\*風速  $V$  は、高さ 10[m]の値

風上か風下かの判断は、図 4.2.2.1-1 のように示されている。少々分かり難いので、分かり易く示すと図4.2.2.1-2のようになり、壁面に対する風向の角度が $\pm 45\text{deg}$ の範囲であれば、風上となる。

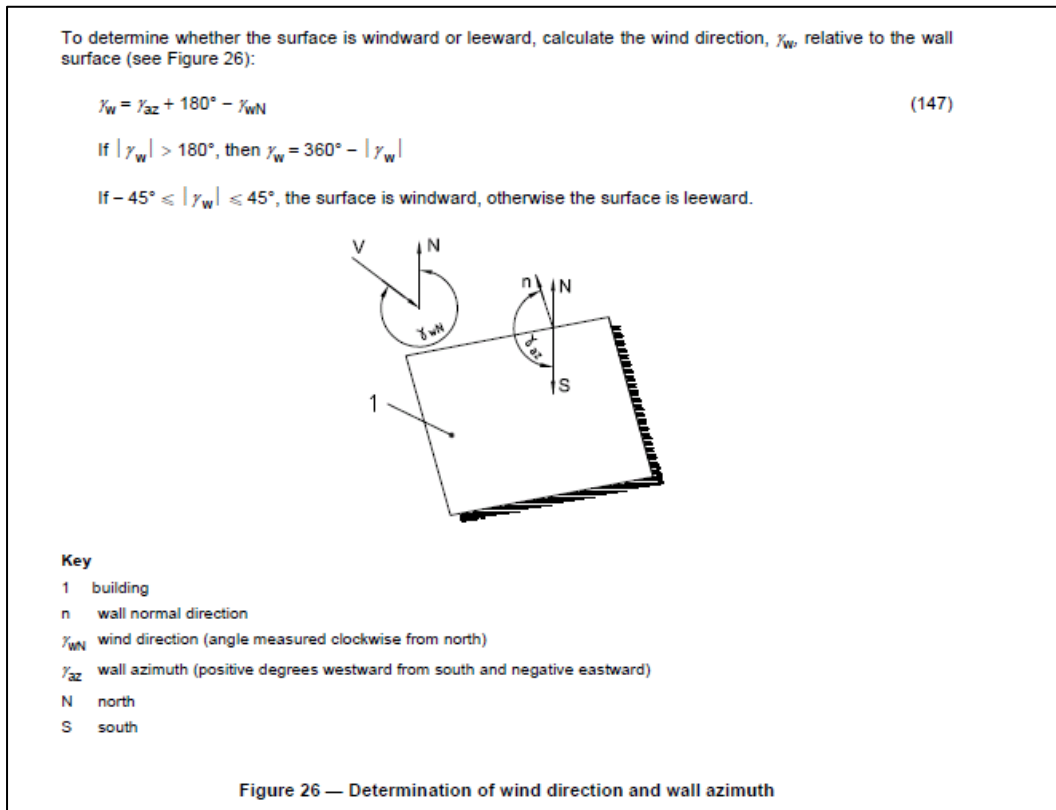


図 4. 2. 2. 1-1 風上・風下の判別図 (ISO 15099 抜粋)

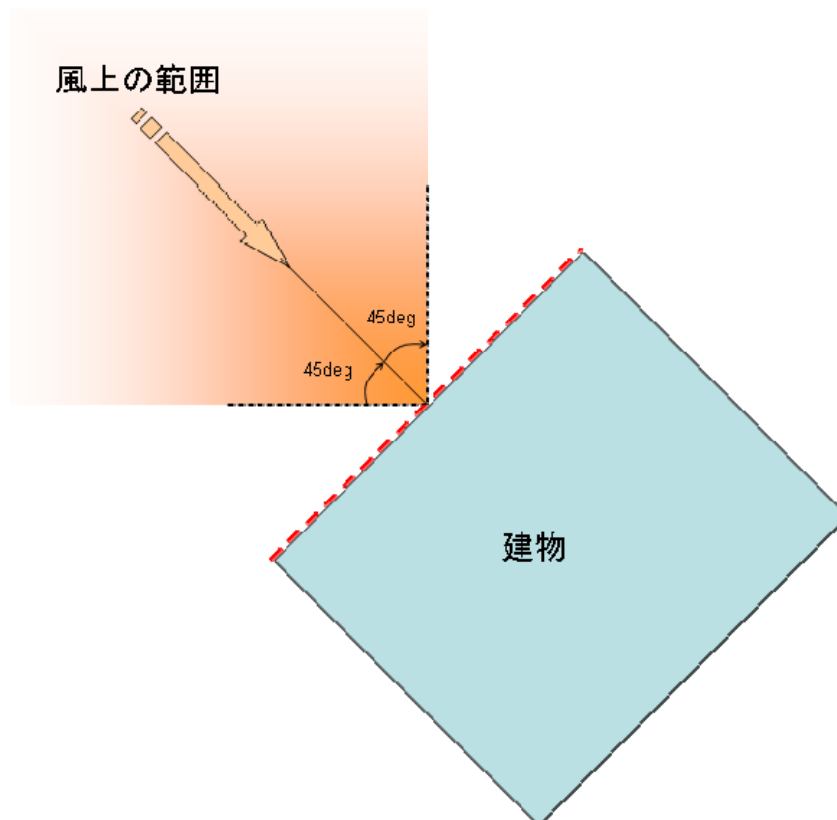


図 4. 2. 2. 1-2 風上・風下の判別図

## [2] 壁近傍の風速の実測と ISO 15099 計算値 (Vs) の比較

図 4.2.2.2-1 のように, 風向に対して建物の角度を 15deg ピッチで 90deg まで回転させた際の壁近傍の風速を測定した風洞実験を実施した結果がある。

建物の大きさは 6m×6m (高さ 3m), 風速は 3m/s で, 壁近傍風速の測定点は各面に対して壁からの距離 50mm, 高さを 1.0m, 1.5m, 2.0m の計 12 点である。

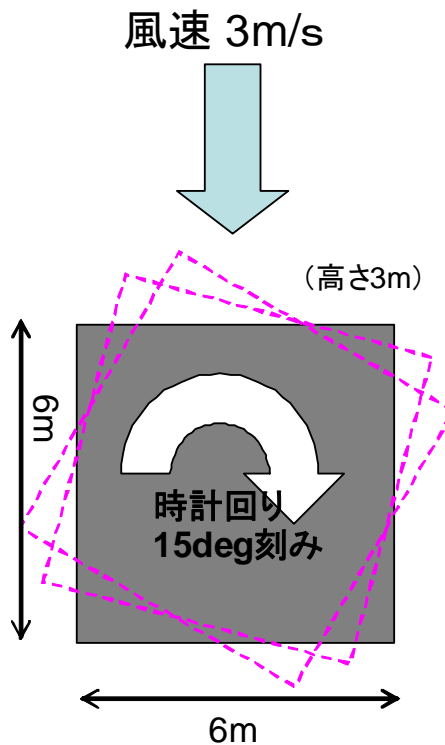


図 4.2.2.2-1 実験概要

測定結果を図 4.2.2.2-2～図 4.2.2.2-7 に示す。また, これらの結果を風向に対する壁面の角度として整理した結果を図 4.2.2.2-8 に示す。なお, ISO 15099<sup>4)</sup>の計算結果については, 壁からの距離及び高さについての情報の記載はない。

測定結果と ISO 15099<sup>4)</sup>の式から算出される Vs を比較すると, 角度 0deg 以外は Vs の方が小さい値となったことがわかる。

本測定結果では, 角度 0deg を除いて高さによる影響は殆ど無く, 角度 0deg については高さが高い程風速は大きくなる事が確認できる。また, 60deg<風向に対する壁面の角度 deg<300deg 以外では極端に風速が低くなっており, このことから風上の範囲として-60deg<風向に対する壁面の角度 deg<60deg と言えると考えられる。しかし, 後述する気象データでは風向が 16 方位で扱われているため, 気象データとの連携を考えると, 風上と風下を分けることが必要な場合は ISO 15099<sup>4)</sup>の判定方法は妥当ではないかと考えられる。ただし, 風速および対流熱伝達率の算出方法についてはまだ見当が必要かと思われる。

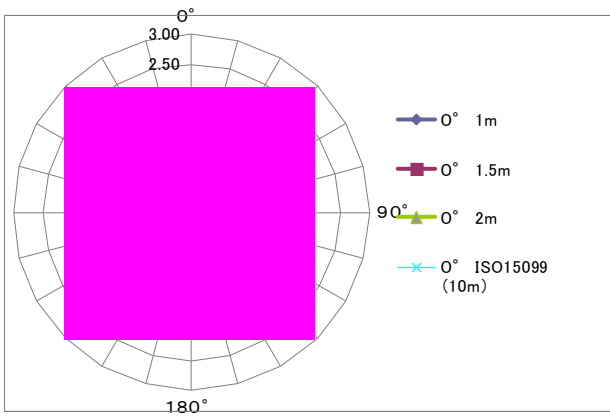


図 4.2.2.2-2 測定結果 0deg

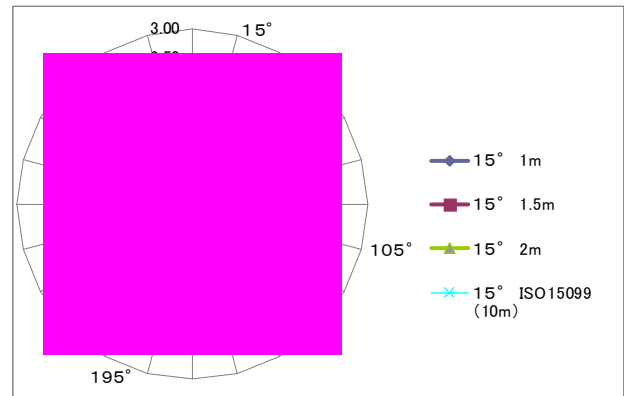


図 4.2.2.2-3 測定結果 15deg

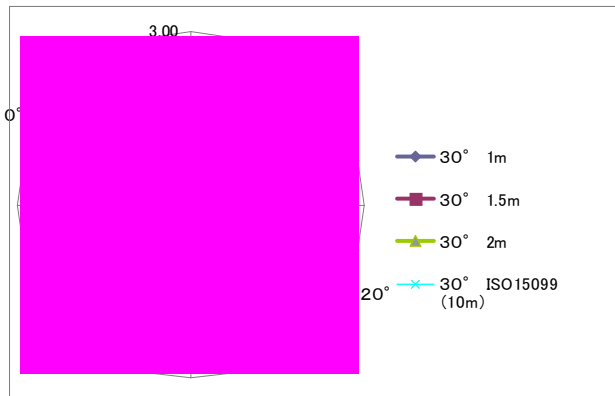


図 4.2.2.2-4 測定結果 30deg

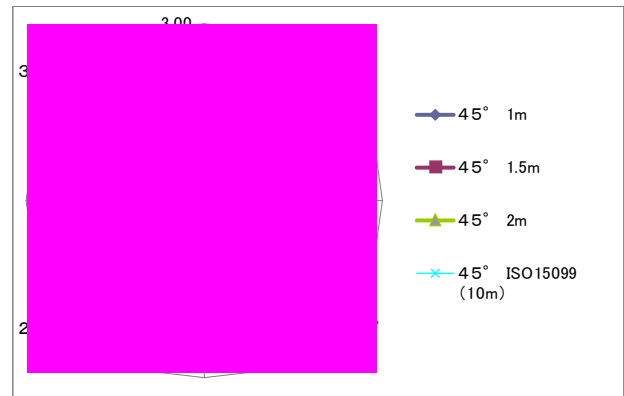


図 4.2.2.2-5 測定結果 45deg

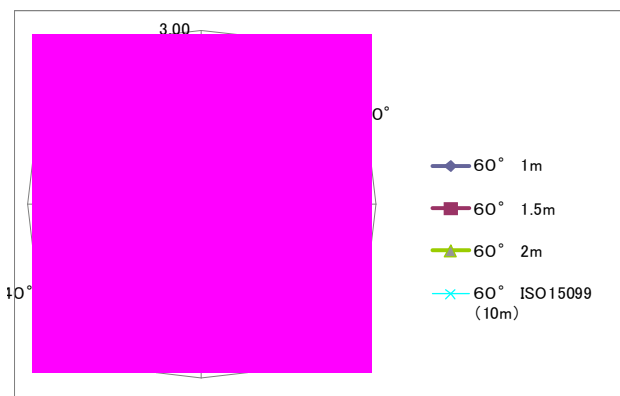


図 4.2.2.2-6 測定結果 60deg

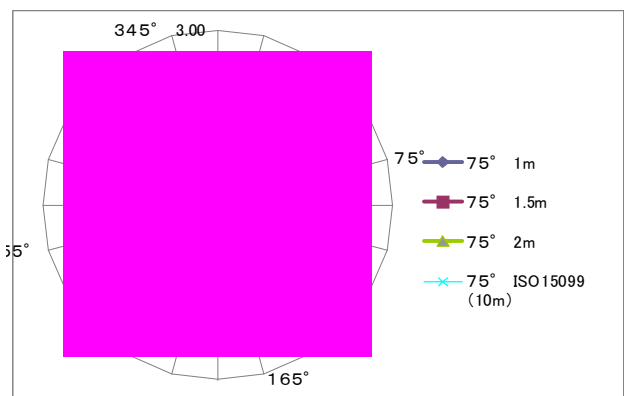


図 4.2.2.2-7 測定結果 75deg



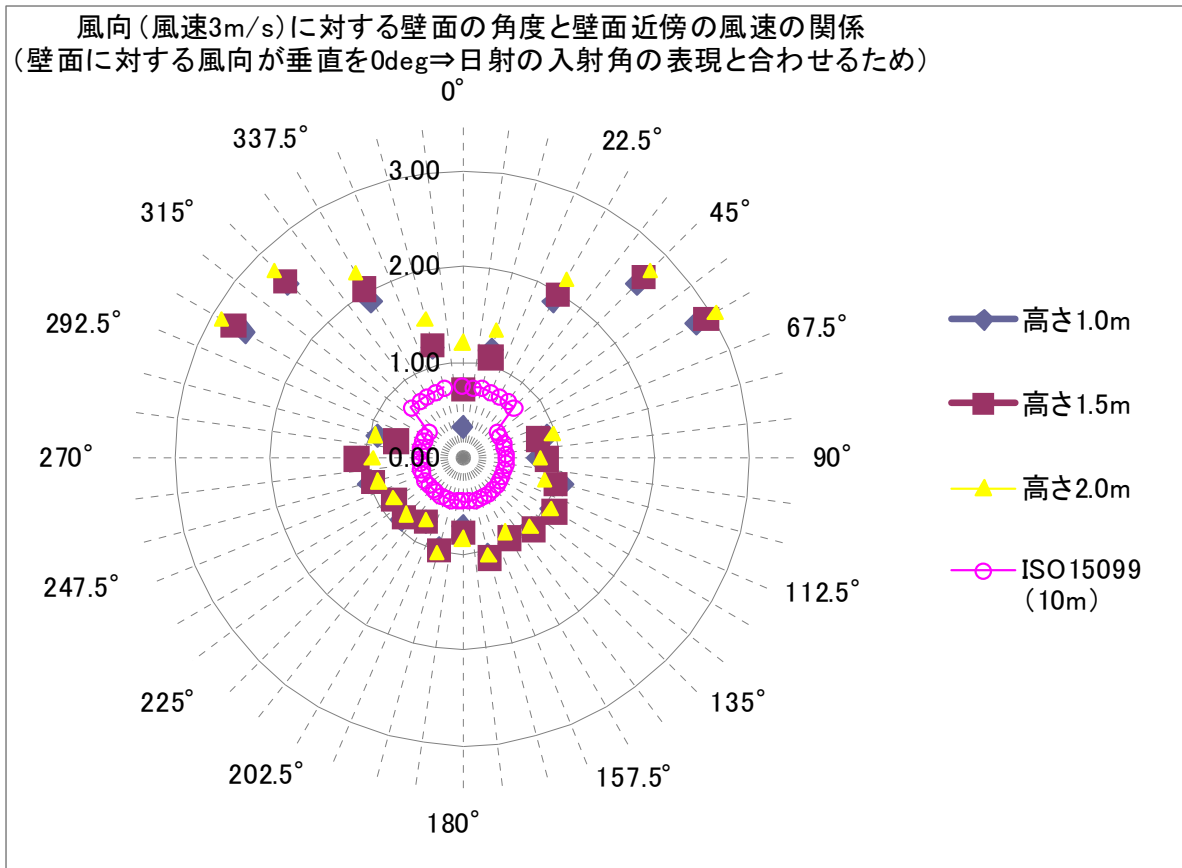


図 4. 2. 2. 2-8 測定結果 (風向に対する壁面の角度として整理した結果)

## [3] 国内の主要地点における風向・風速の頻度分布

図 4.2.2.3-1 に各種ガラスの室外側対流熱伝達率と熱貫流率の相関を示す。これは、JIS R 3107<sup>7)</sup>によるガラスの熱貫流率算定方法のうち室外側対流熱伝達率に相当する  $16.3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  を変動値として熱貫流率を算定したものである。図より、室外側対流熱伝達率が大きくなることでガラスの熱貫流率が大きくなることがわかる。ガラス面積の大きい窓の熱貫流率を算定する際にも同様の影響が考えられ、室外側対流熱伝達率は窓の配置と風向・風速により変動することを前述した。ここでは、国内の主要地点における風向・風速の頻度分布について調査したのでその報告をする。

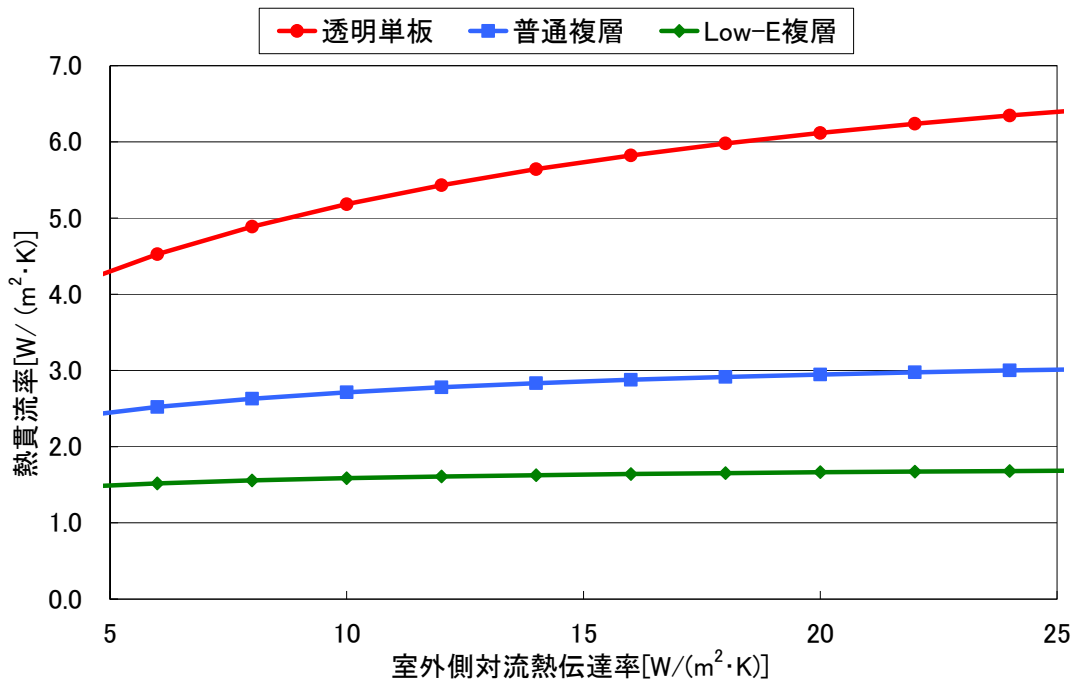


図 4.2.2.3-1 各種ガラスの室外側対流熱伝達率と熱貫流率の相関

まず、風向・風速の頻度分布について地域性・季節性を把握する目的で、拡張アメダス気象データ 1981-2000<sup>7)</sup> (以下、EA 気象データ) の風向・風速\* (標準年) を用い、国内の主要地点 20 箇所における風配図を作成した。図 4.2.2.3-2 に対象地点を示す。図 4.2.2.3-3～図 4.2.2.3-22 に年間及び季節毎 (春: 3月～5月, 夏: 6月～8月, 秋: 9月～11月, 冬: 12月～2月) に分類した各地点における地上 6.5m の風配図を示す。図より、銚子や浜田などの沿岸部では  $4\text{m/s}$  を超える風速の発生する頻度が高く、卓越風向の定まっている地点が多い傾向があった。一方で、盛岡や福島、松本といった内陸部では  $4\text{m/s}$  を超える風速の発生する頻度が低い傾向があった。また、東京や大阪などの大都市部では卓越風向は比較的定まっているが、 $4\text{m/s}$  を超える風速の発生する頻度が低い傾向があった。秋田や新潟などの日本海側では冬季に  $6\text{m/s}$  を超える北西方向からの風が卓越している特徴がみられた。このように、地点や季節により卓越する風向や風速の頻度分布は異なることが確認された。

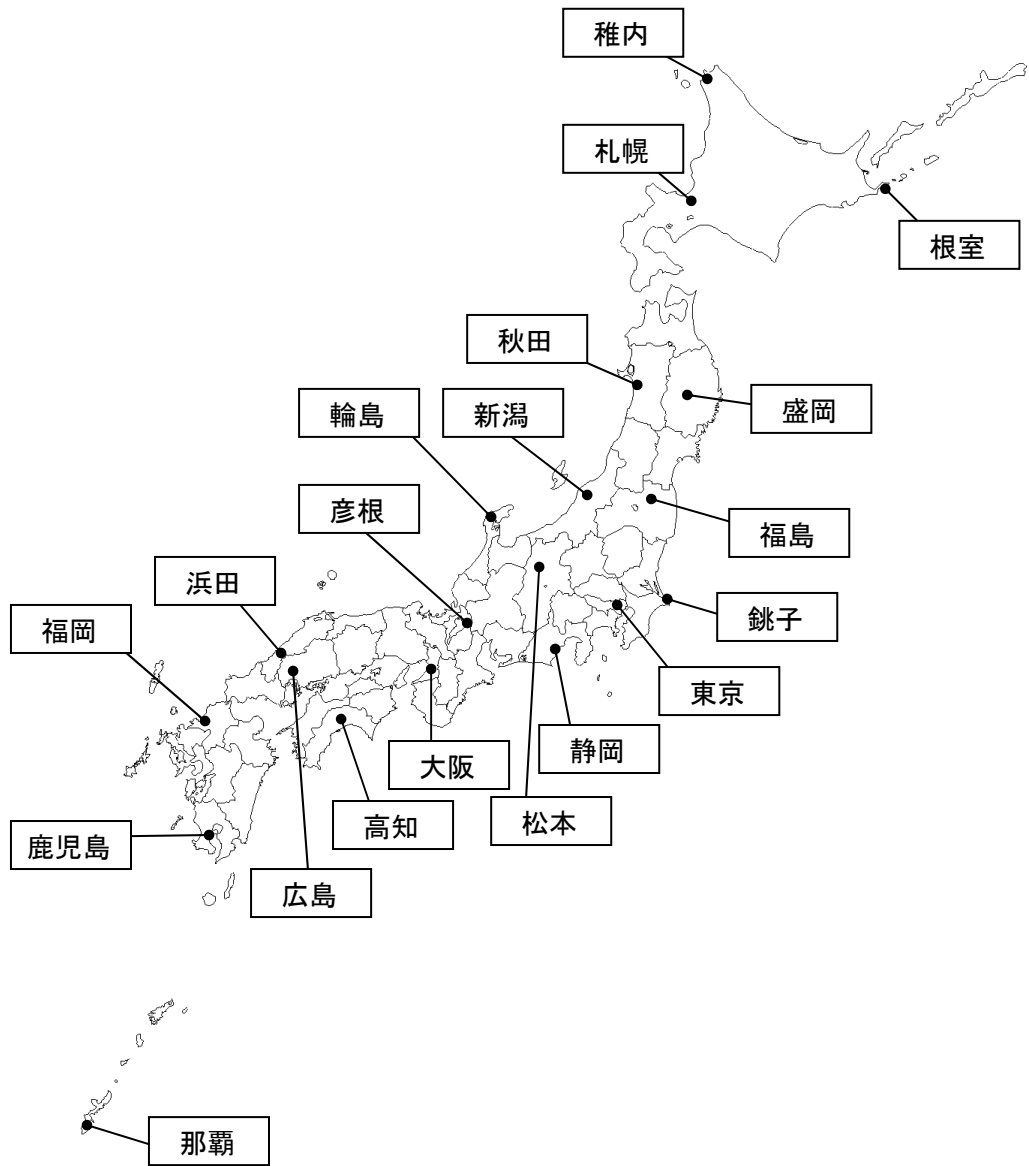


图 4.2.2.3-2 対象地点 (20箇所)

次に、風向・風速の頻度分布について高度特性を把握する目的で、EA 気象データの東京における風向・風速（標準年）を（4.2.2.3-1）式のべき乗則に基づいて地上 50m 相当、地上 100m 相当に補正し風配図を作成した。図 4.2.2.3-23 に地上 50m 相当の、図 4.2.2.3-24 に地上 100m 相当の風配図を示す。

$$\frac{V_B}{V_A} = \left( \frac{h_B}{h_A} \right)^{0.25} \quad (4.2.2.3-1)$$

地上 6.5m 相当の図 4.2.2.3-9 では 4m/s を超える風速の発生頻度は約 2.5%、6m/s を超える風速の発生頻度は約 0.1%であったのに対し、地上 50m 相当の図 4.2.2.3-23 では 4m/s を超える風速の発生頻度は約 21.1%、6m/s を超える風速の発生頻度は約 5.1%となった。また、地上 100m 相当の図 4.2.2.3-24 では 4m/s を超える風速の発生頻度は約 39.9%、6m/s を超える風速の発生頻度は約 10.7%となった。このように、高度特性においては高度の上昇に伴い大きな風速の頻度が大きく増加していることが確認された。

\*EA 気象データに収録されている風向・風速は、観測時刻の前 10 分間の測定値を平均しその時刻の平均風向・平均風速としている点に注意する必要がある。

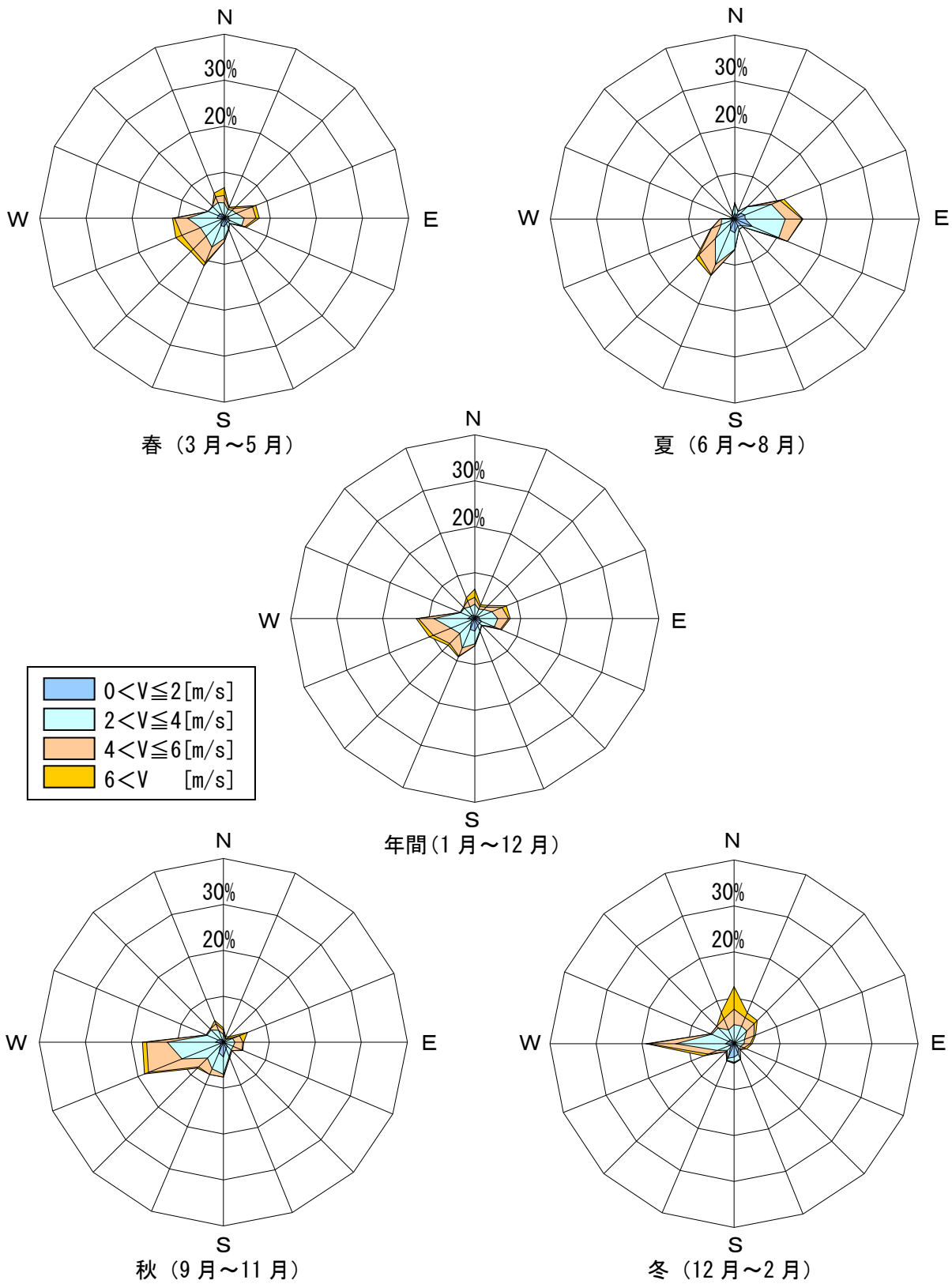


図 4. 2. 2. 3-3 風配図 (稚内, 高さ 6.5m)

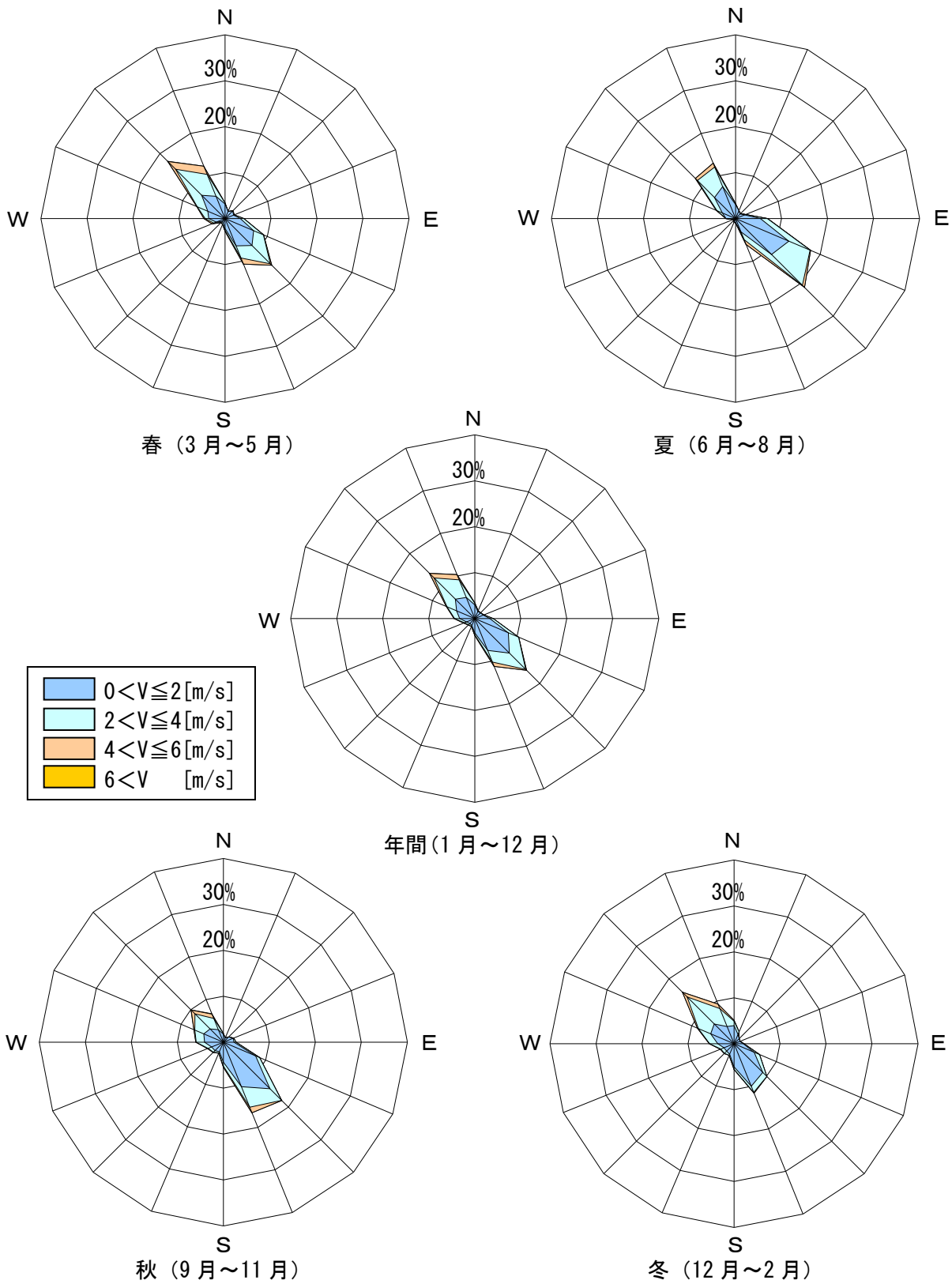


図 4. 2. 2. 3-4 風配図 (札幌, 高さ 6.5m)

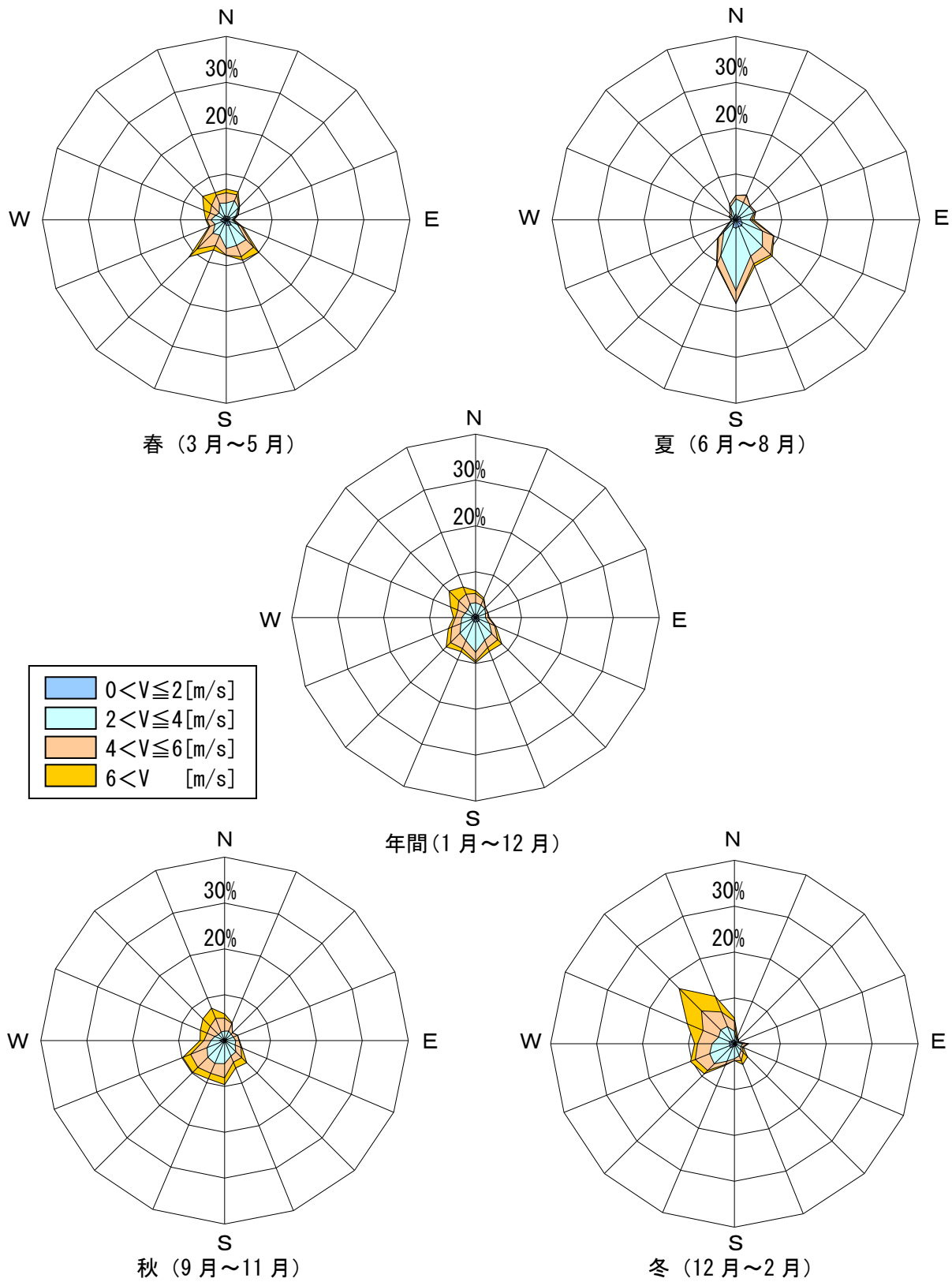


図 4. 2. 2. 3-5 風配図 (根室, 高さ 6.5m)

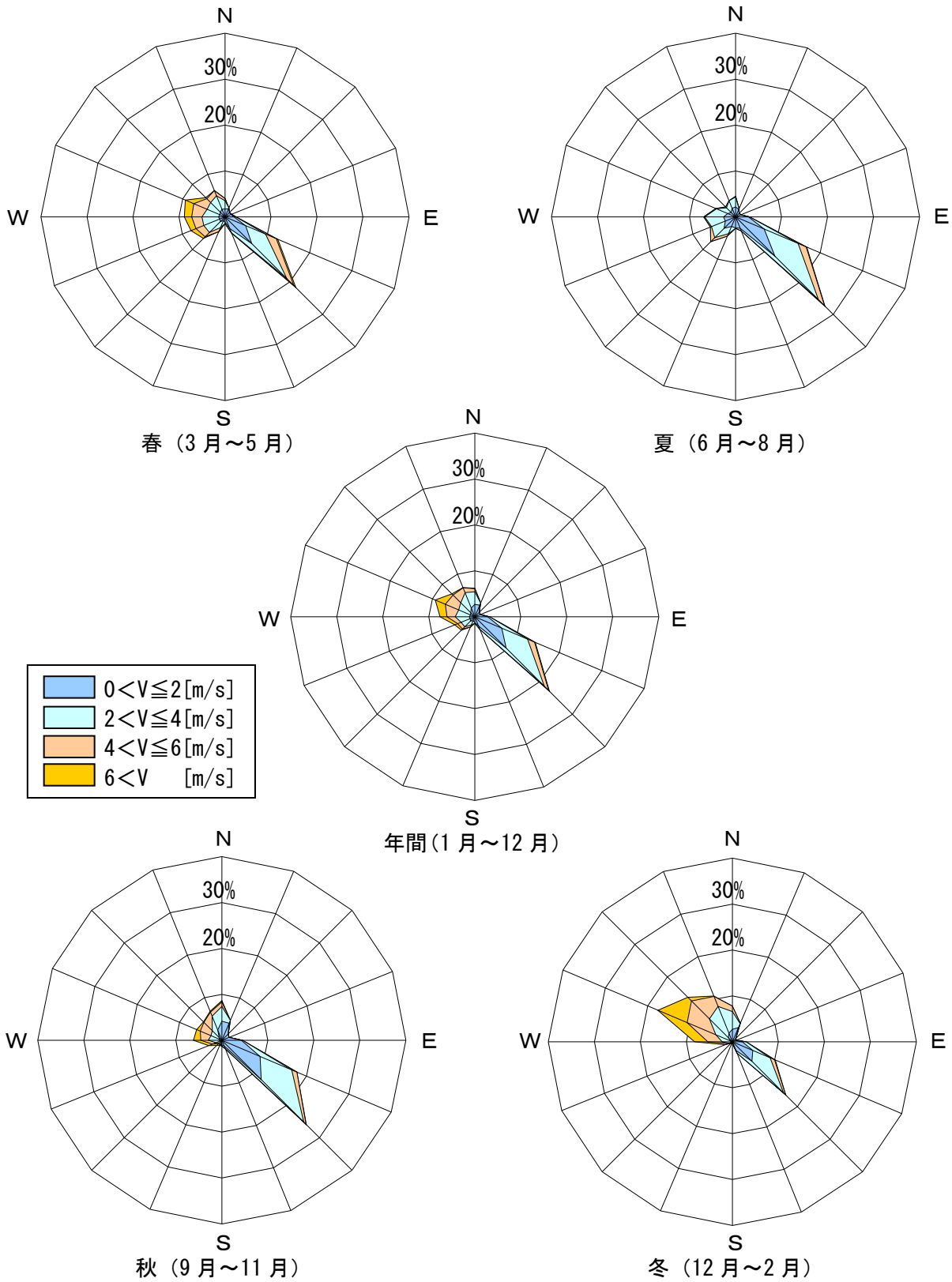


図 4. 2. 2. 3-6 風配図 (秋田, 高さ 6. 5m)



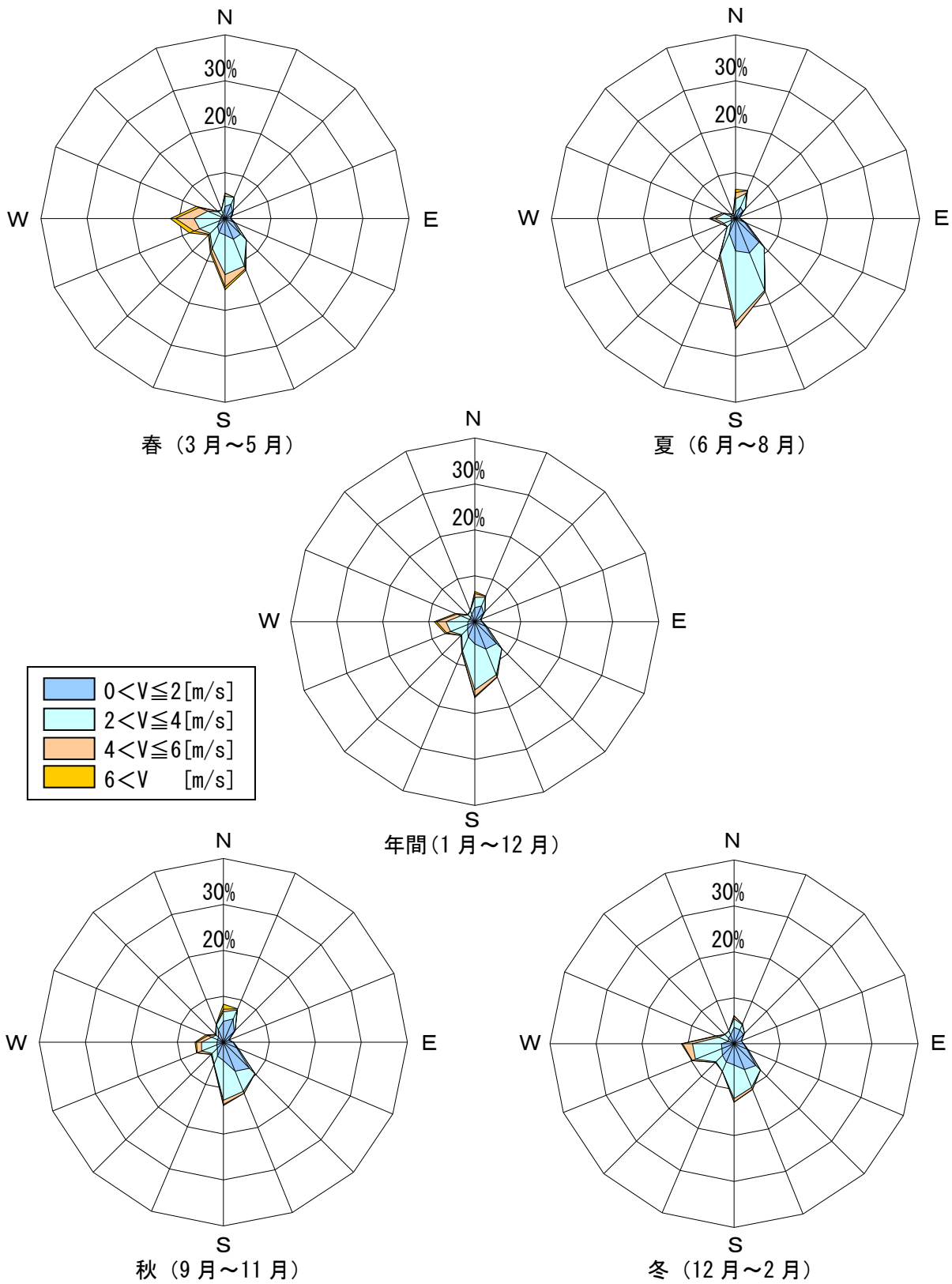


図 4.2.2.3-7 風配図 (盛岡, 高さ 6.5m)

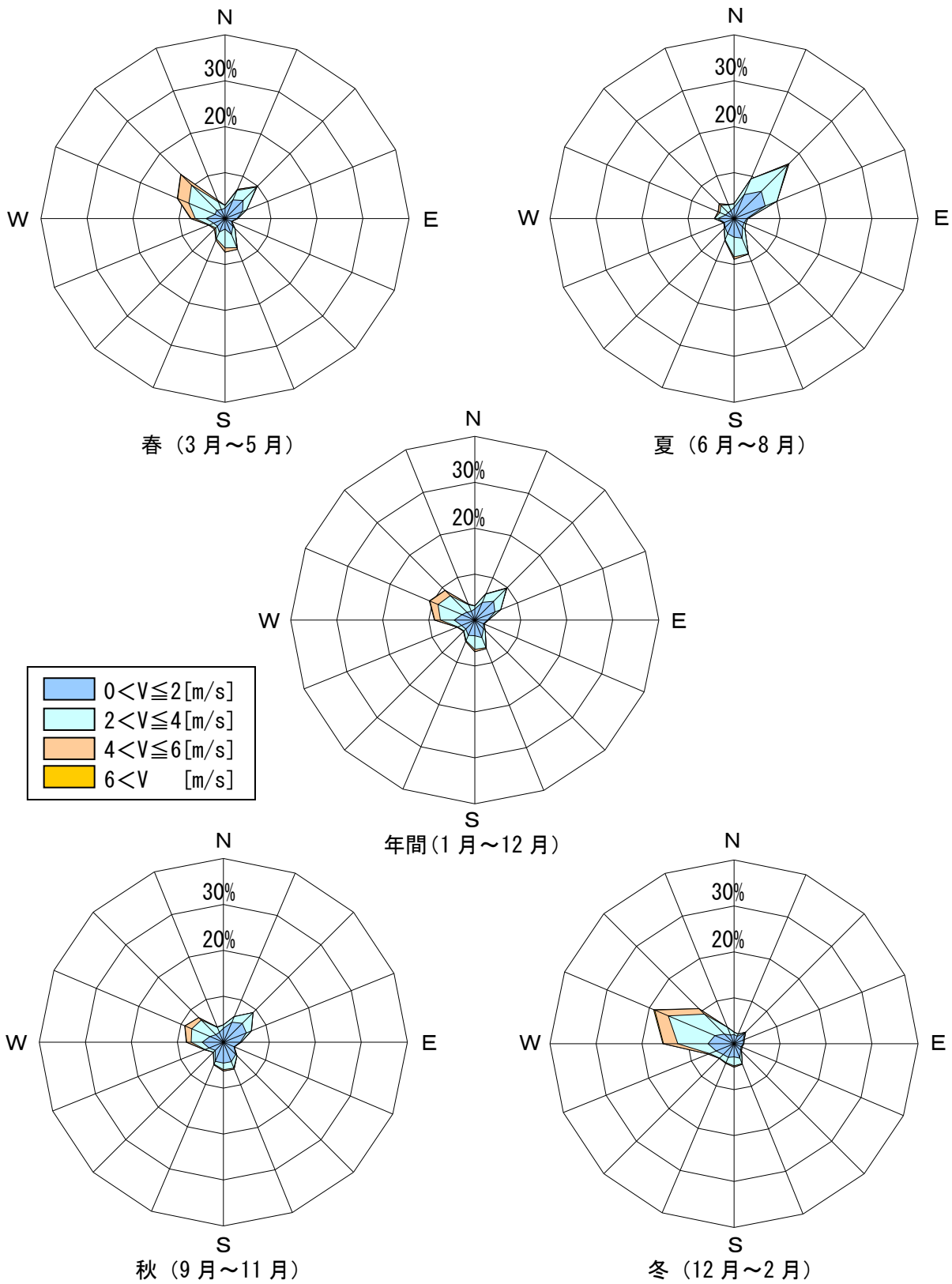


図 4.2.2.3-8 風配図 (福島, 高さ 6.5m)

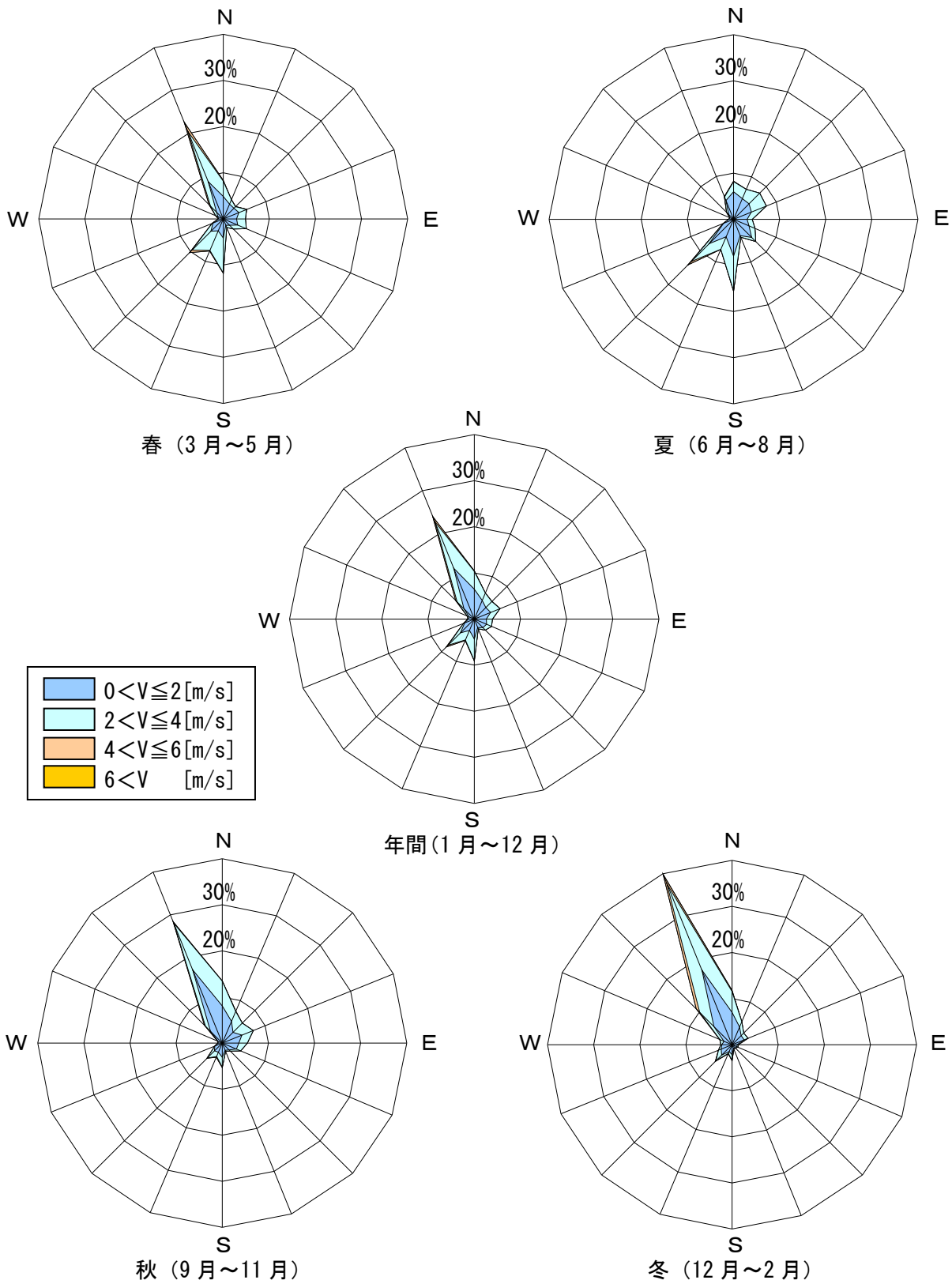


図 4. 2. 2. 3-9 風配図 (東京, 高さ 6. 5m)

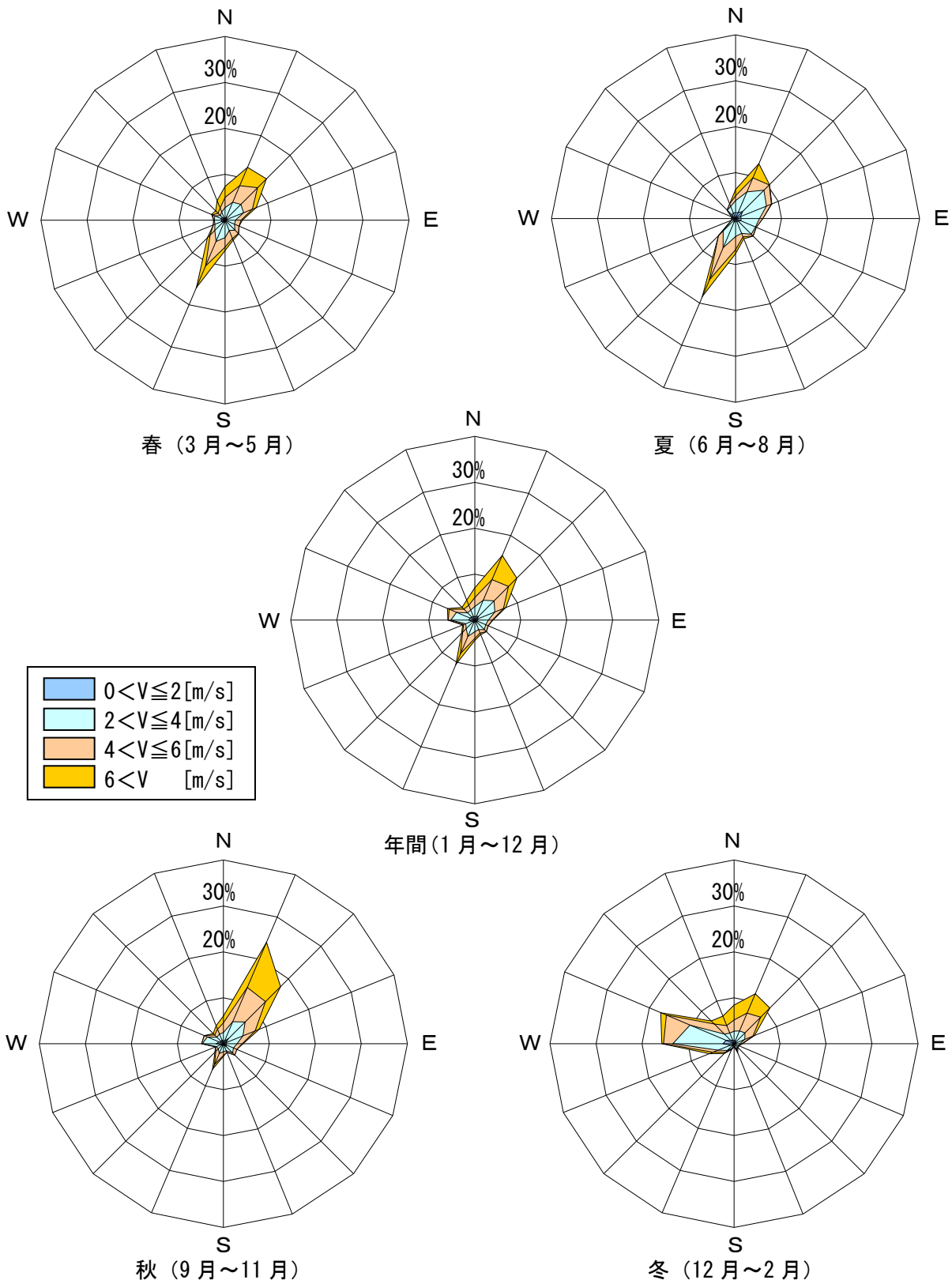


図 4.2.2.3-10 風配図 (鉾子, 高さ 6.5m)

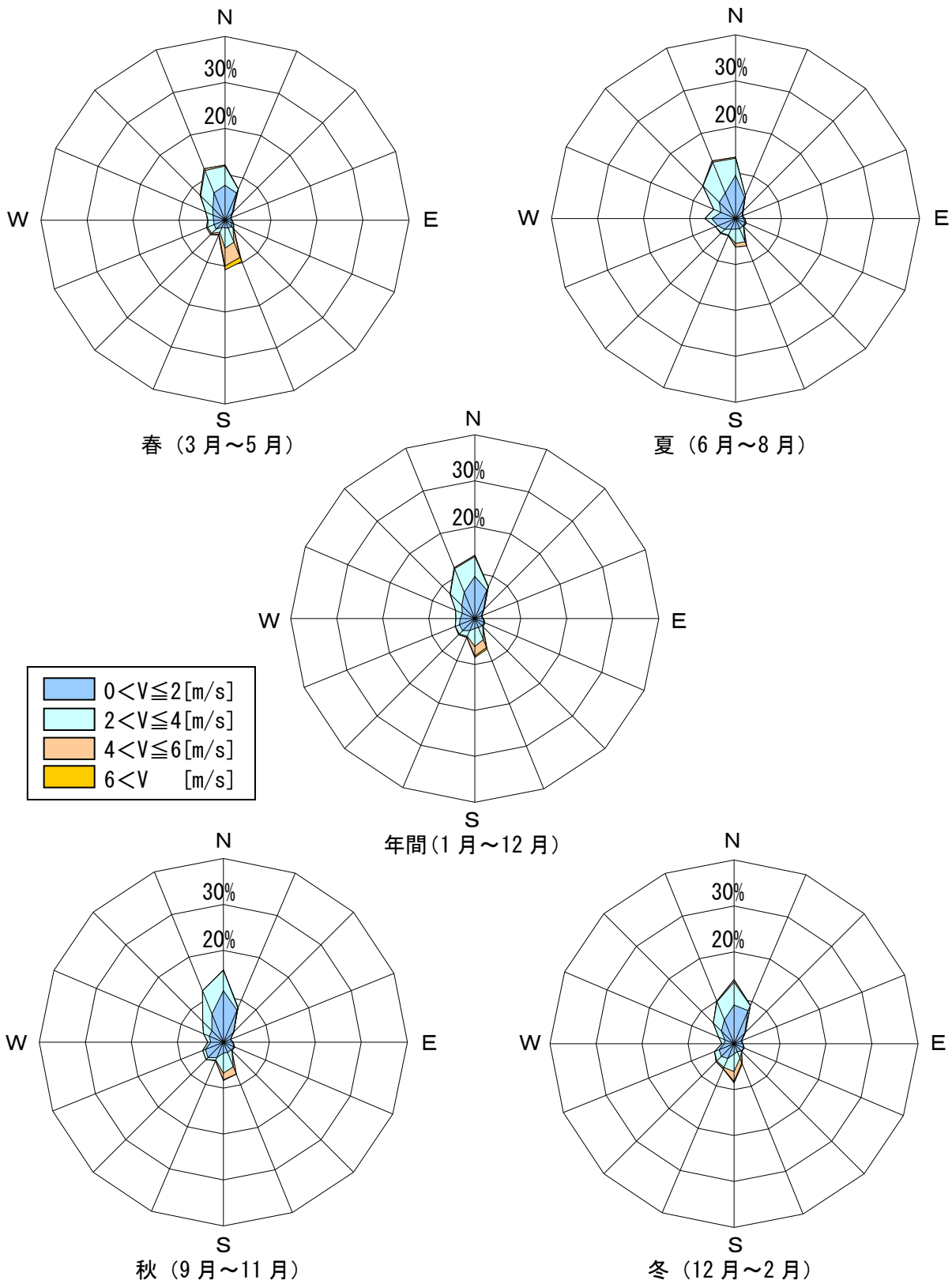


図 4. 2. 2. 3-11 風配図 (松本, 高さ 6.5m)

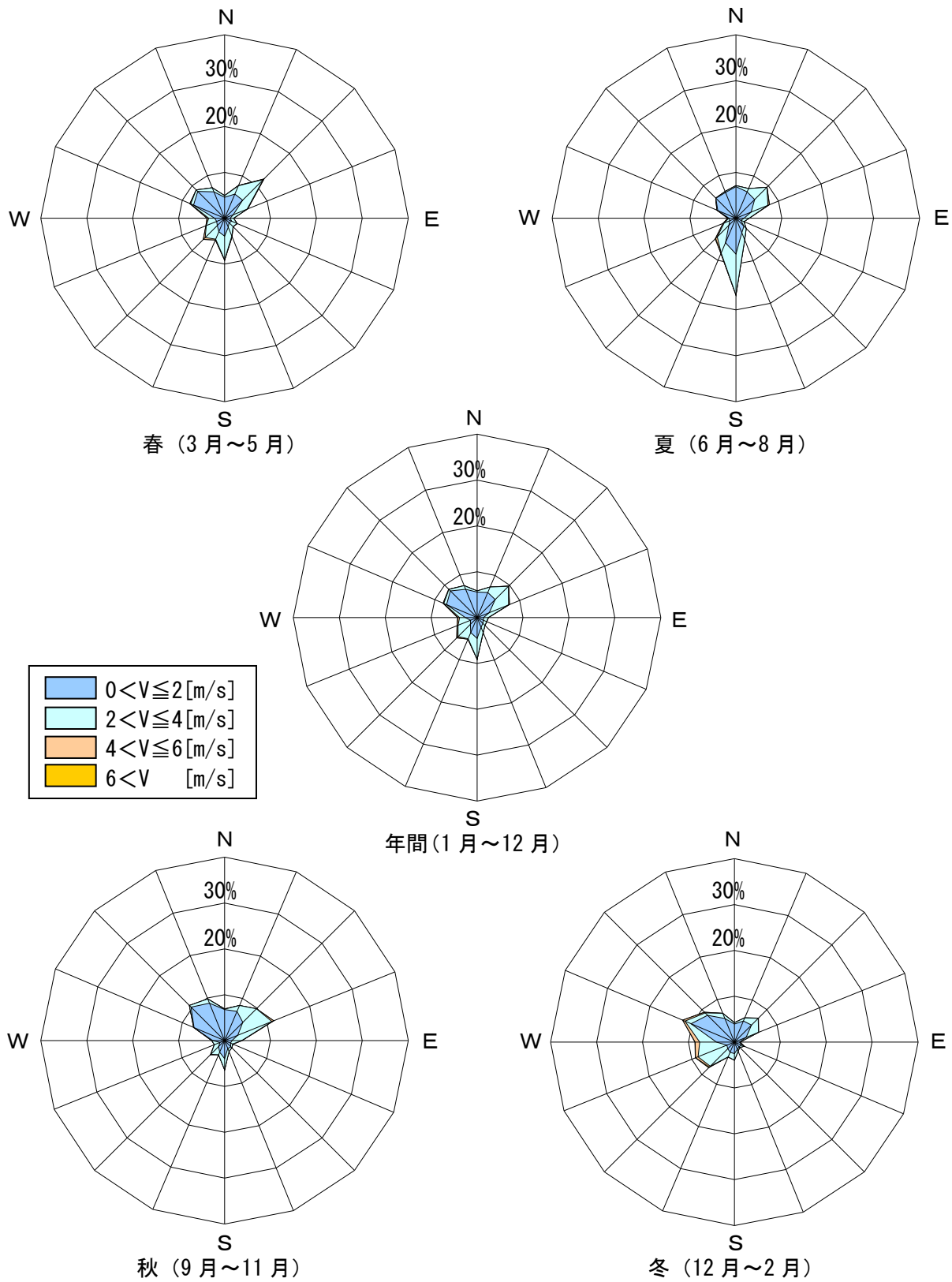


図 4. 2. 2. 3-12 風配図 (静岡, 高さ 6.5m)

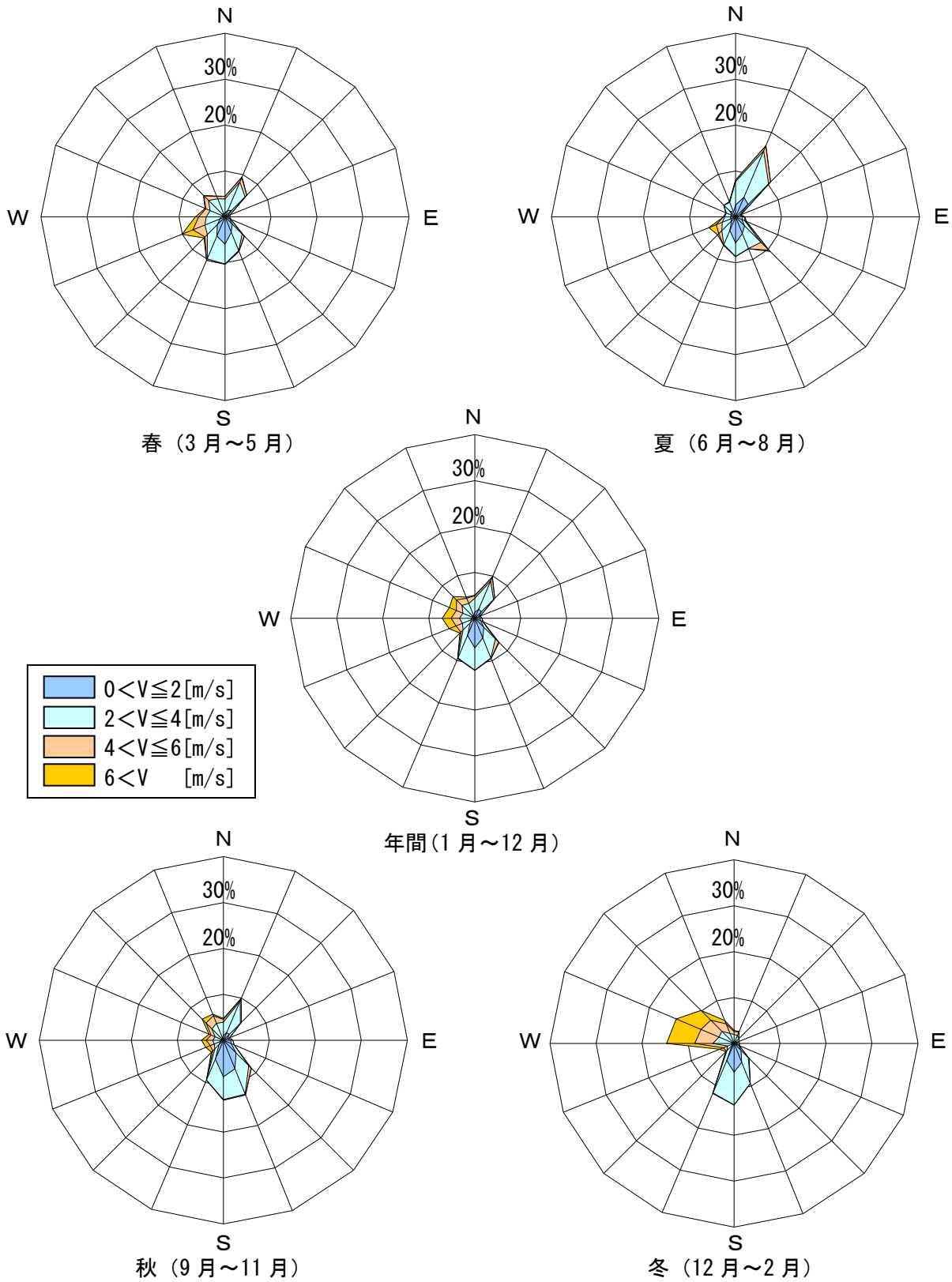


図 4. 2. 2. 3-13 風配図 (新潟, 高さ 6.5m)

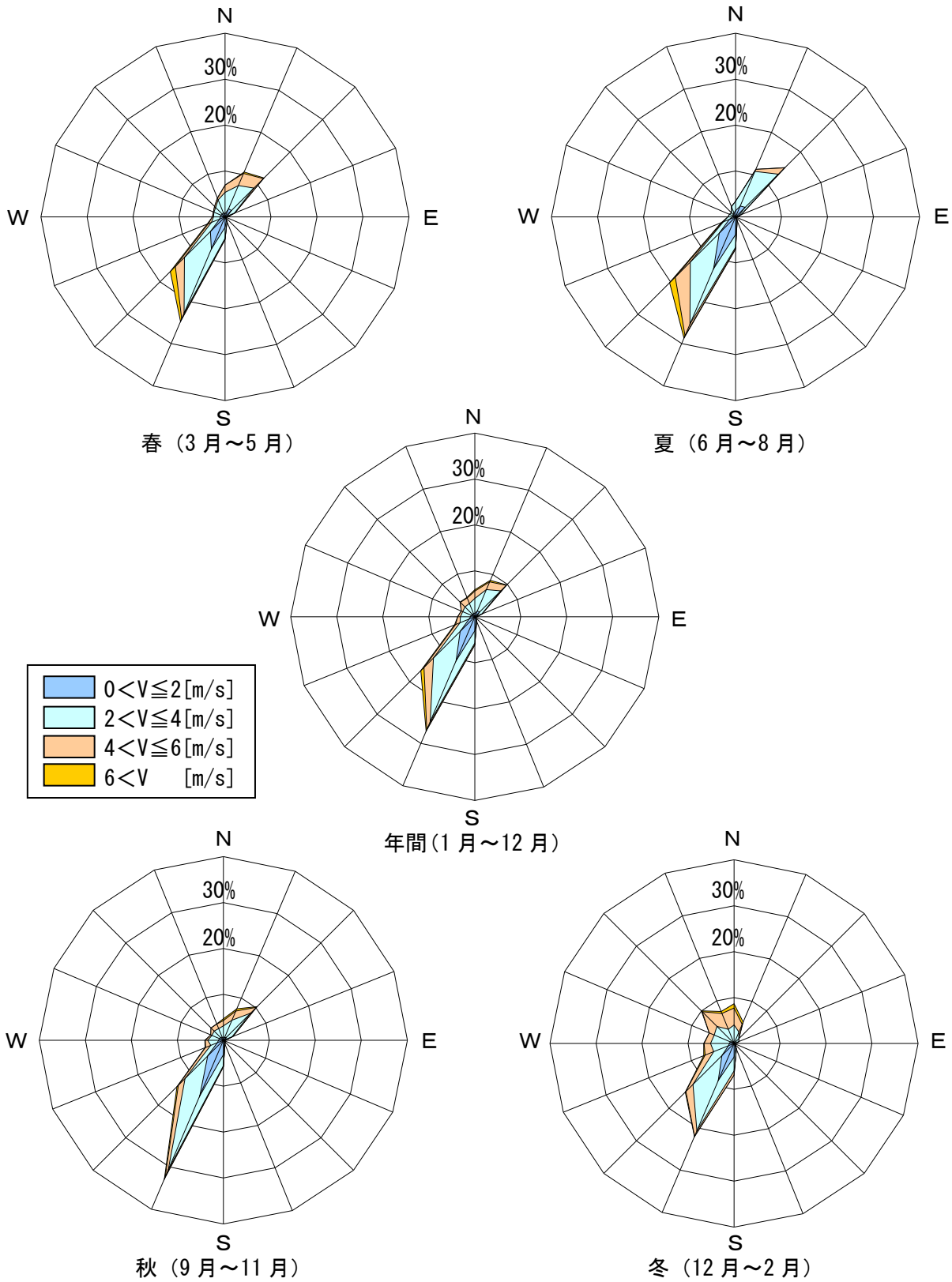


図 4.2.2.3-14 風配図 (輪島, 高さ 6.5m)



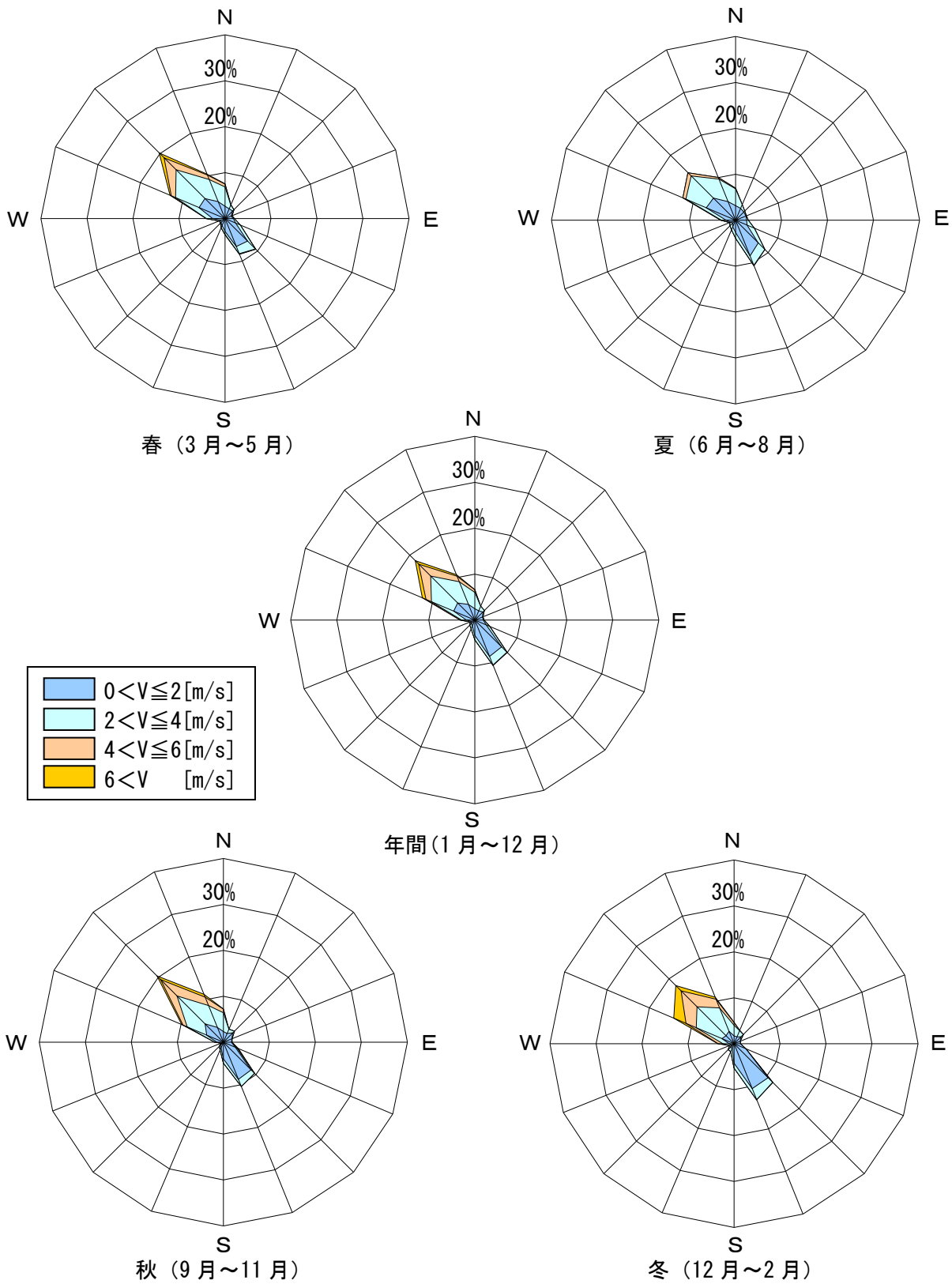


図 4.2.2.3-15 風配図 (彦根, 高さ 6.5m)

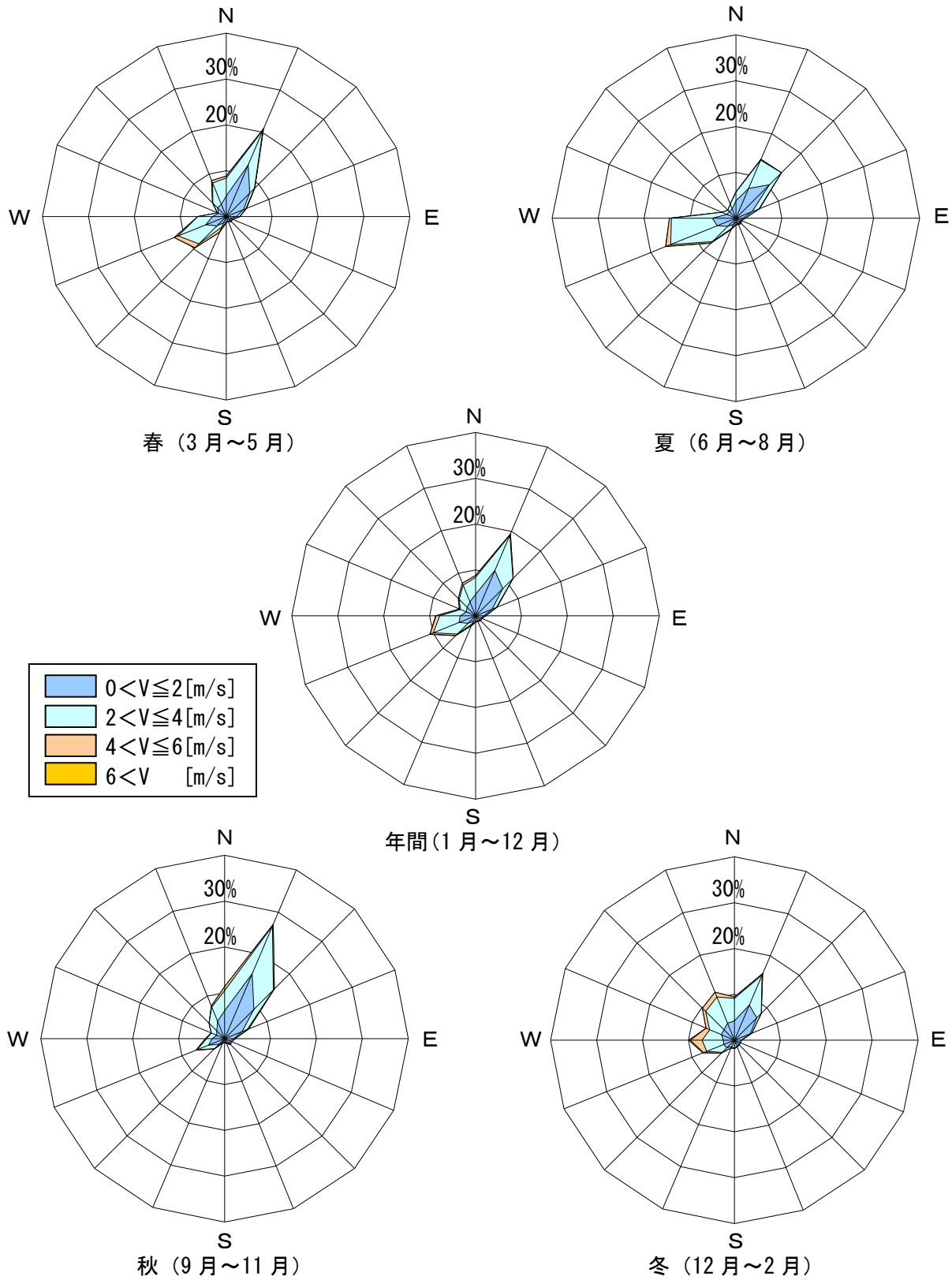


図 4.2.2.3-16 風配図 (大阪, 高さ 6.5m)

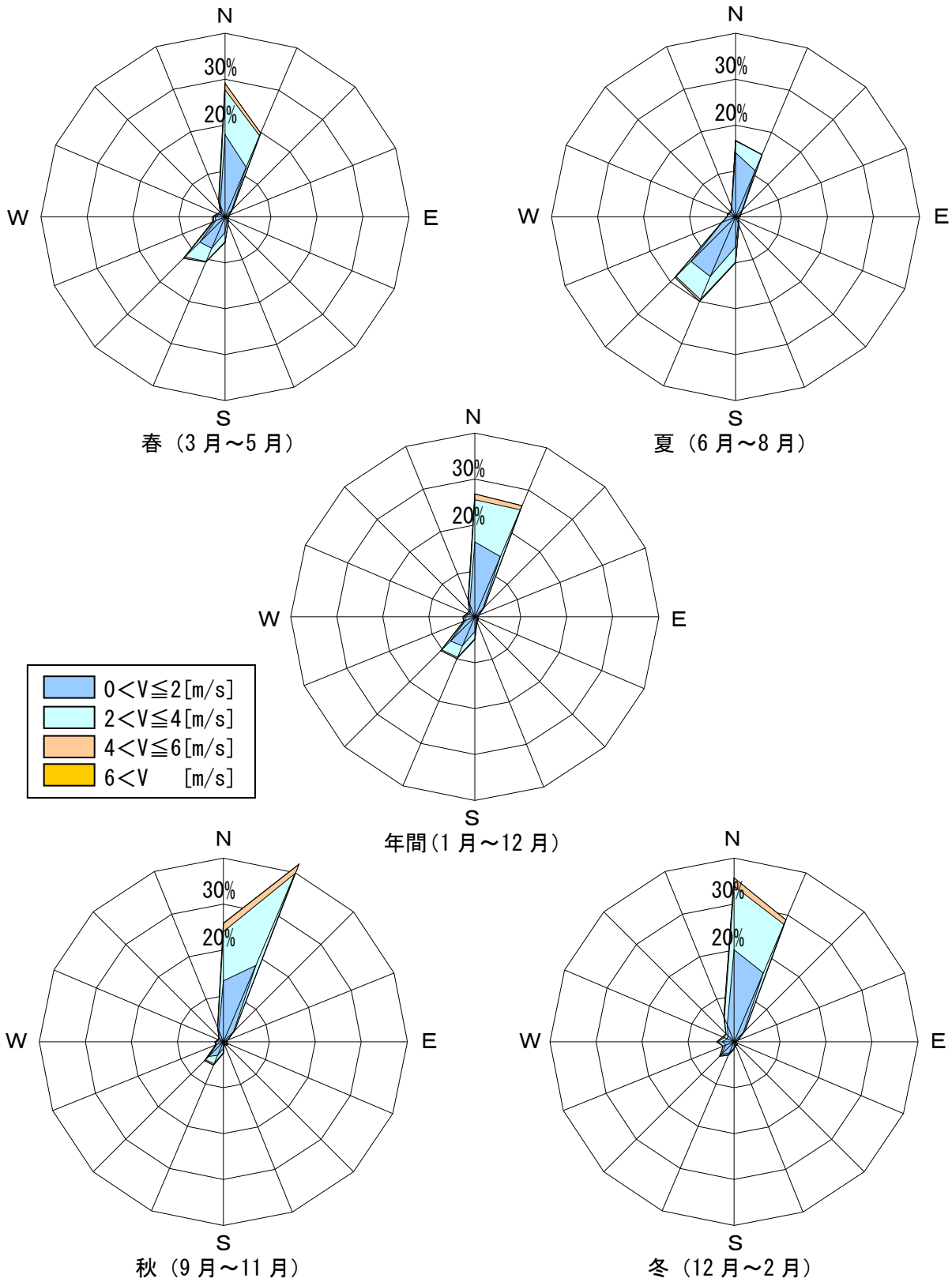


図 4.2.2.3-17 風配図 (広島, 高さ 6.5m)

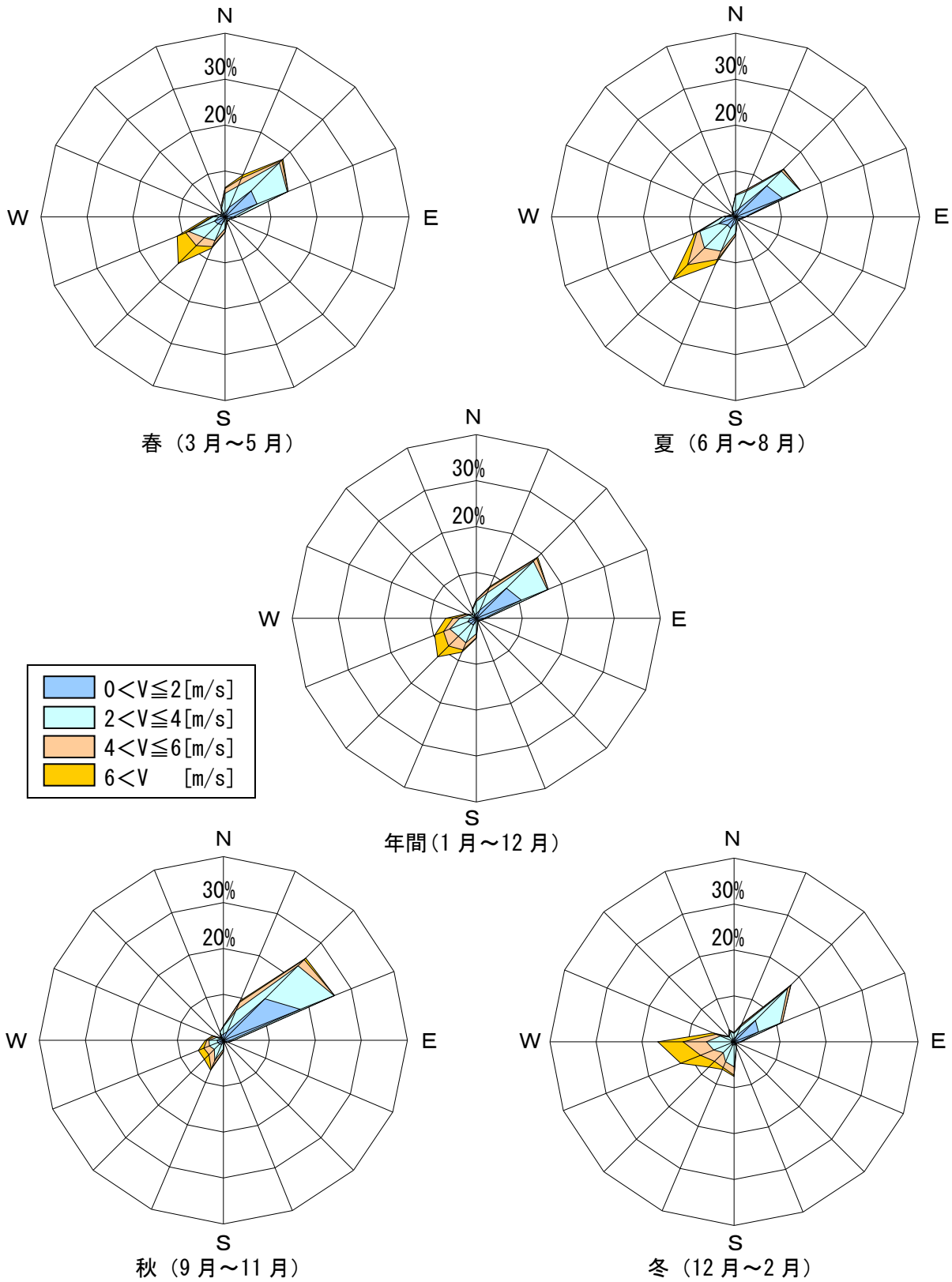


図 4.2.2.3-18 風配図 (浜田, 高さ 6.5m)

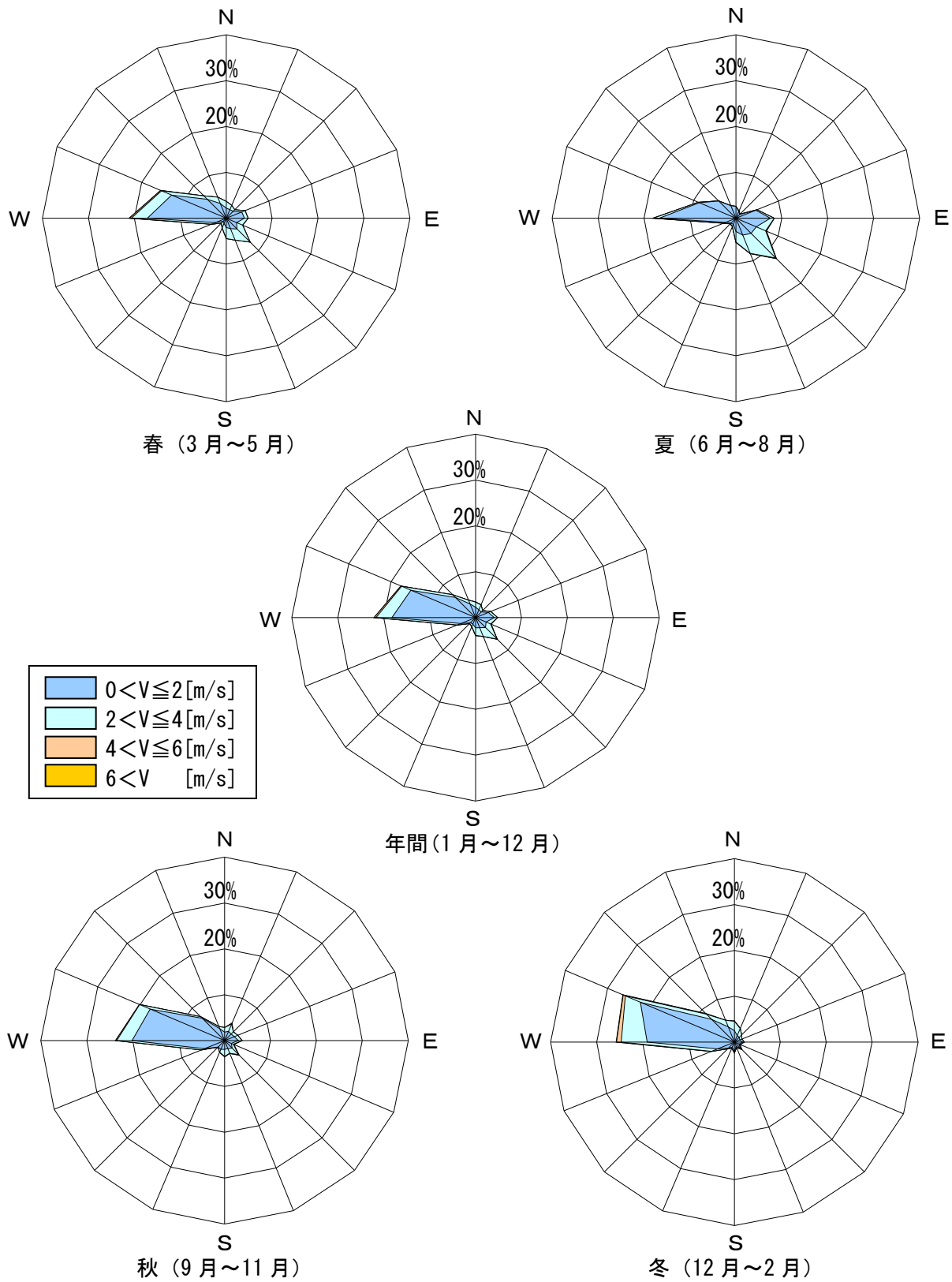


図 4.2.2.3-19 風配図 (高知, 高さ 6.5m)

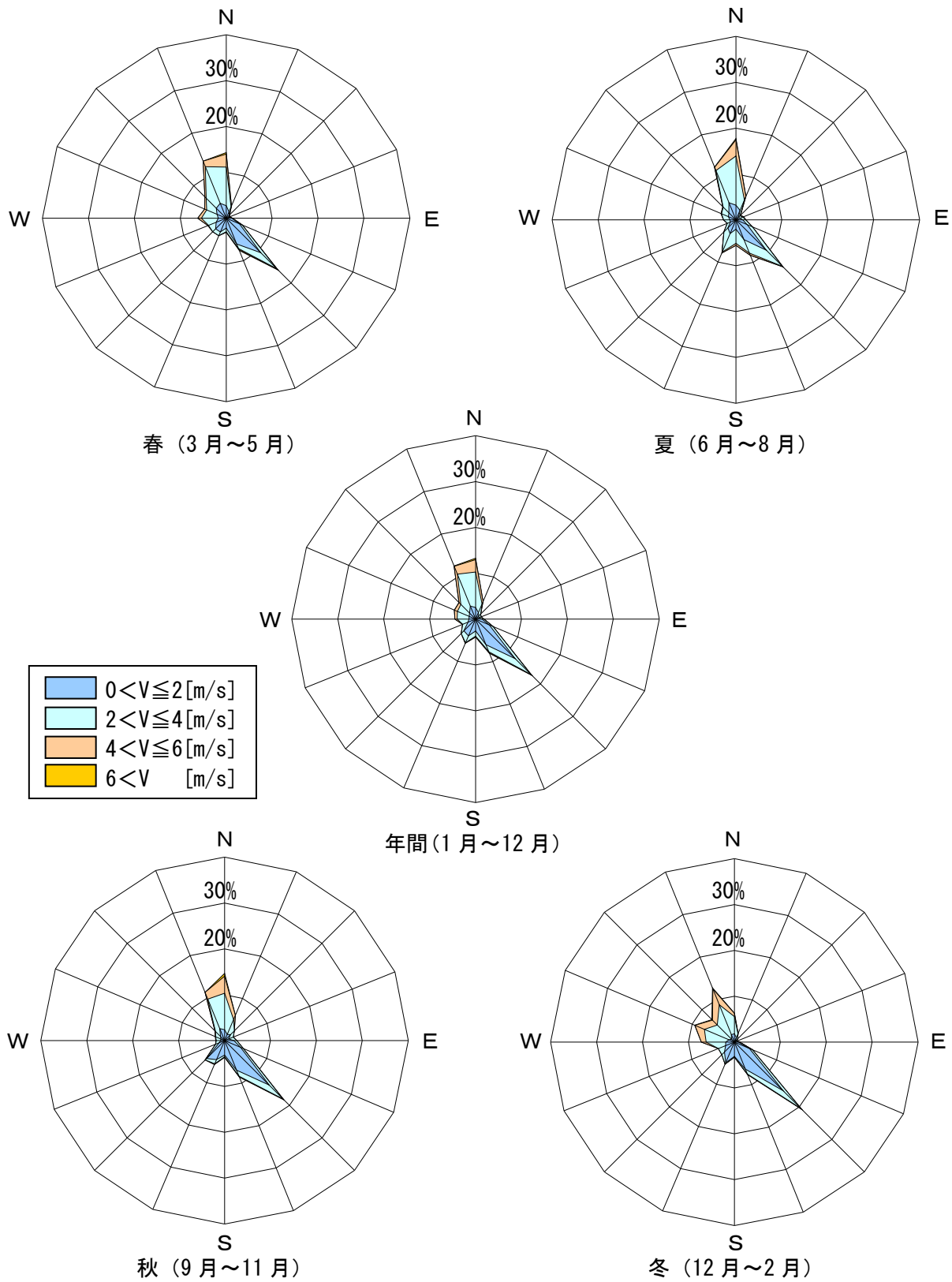


図 4. 2. 2. 3-20 風配図 (福岡, 高さ 6.5m)

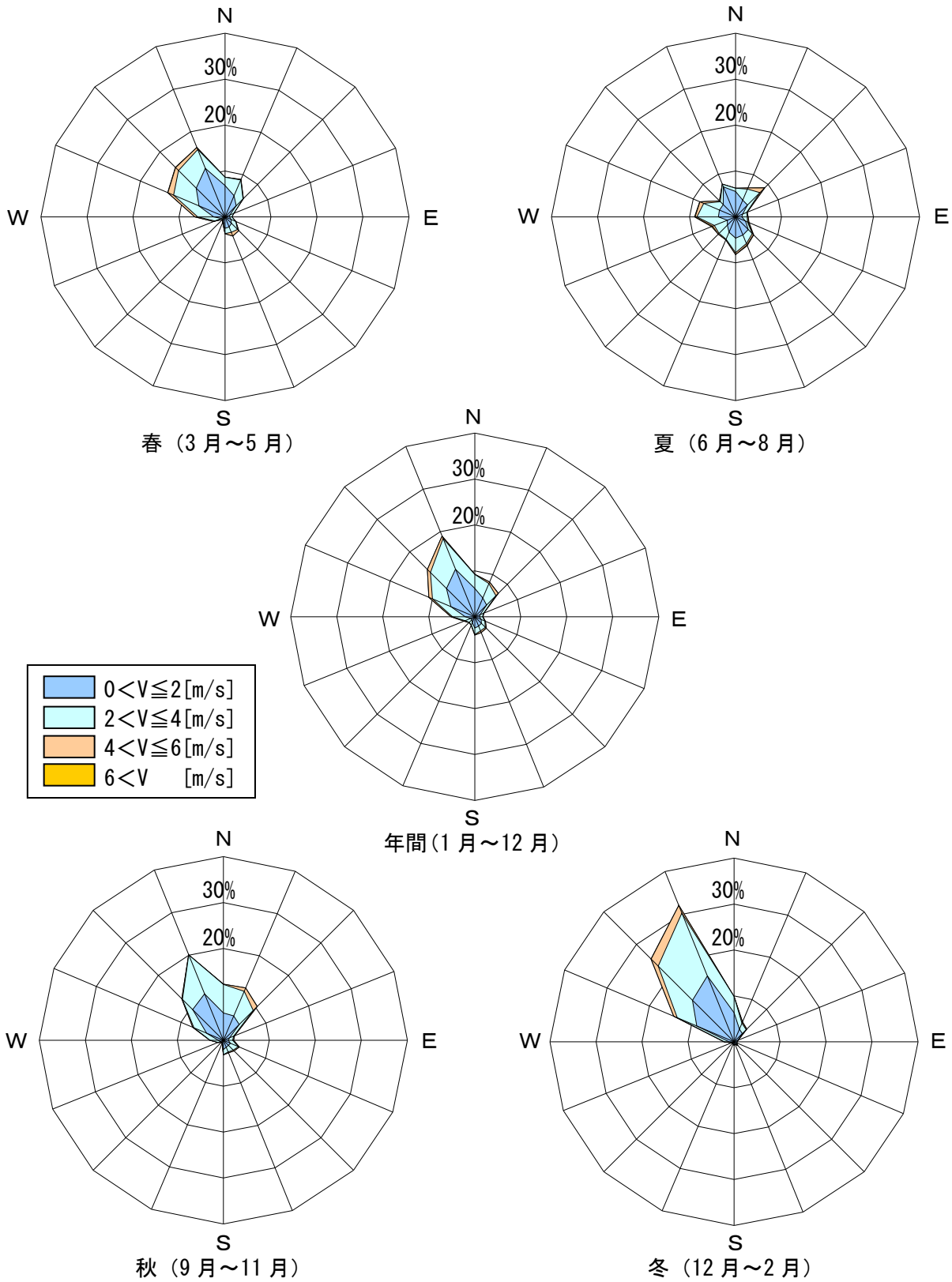


図 4. 2. 2. 3-21 風配図 (鹿児島, 高さ 6.5m)

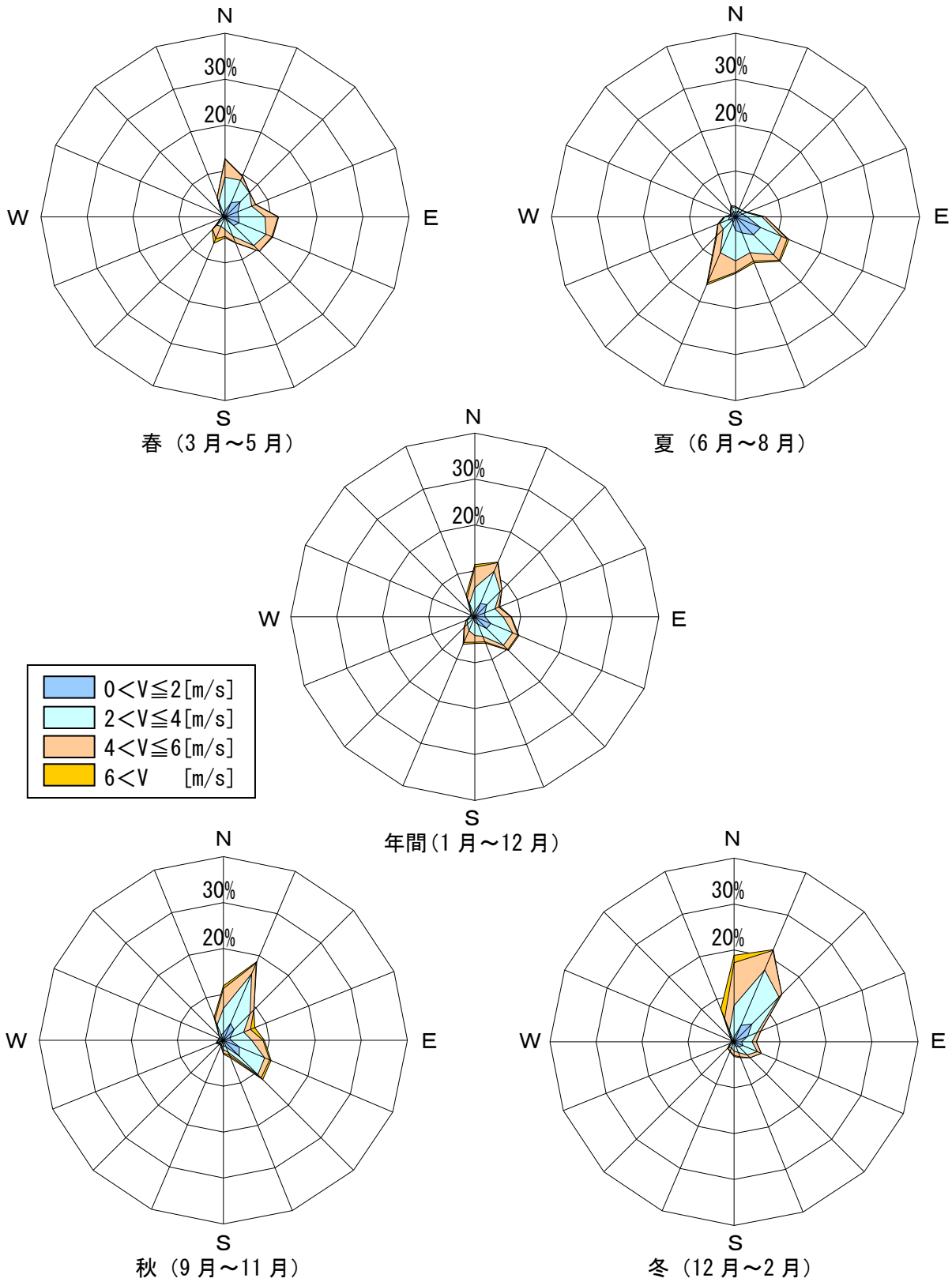


図 4.2.2.3-22 風配図 (那覇, 高さ 6.5m)



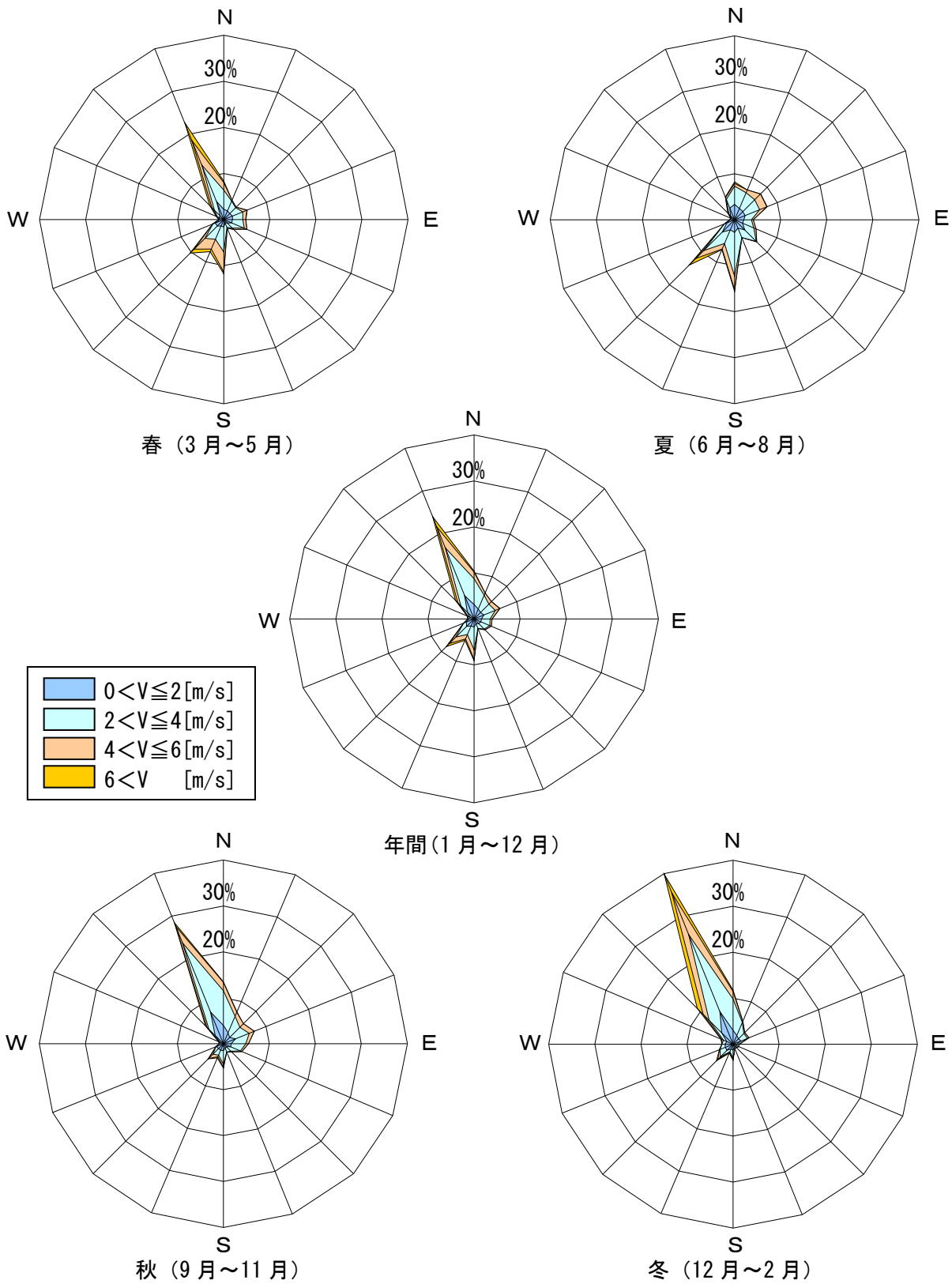


図 4. 2. 2. 3-23 風配図 (東京, 高さ 50m)

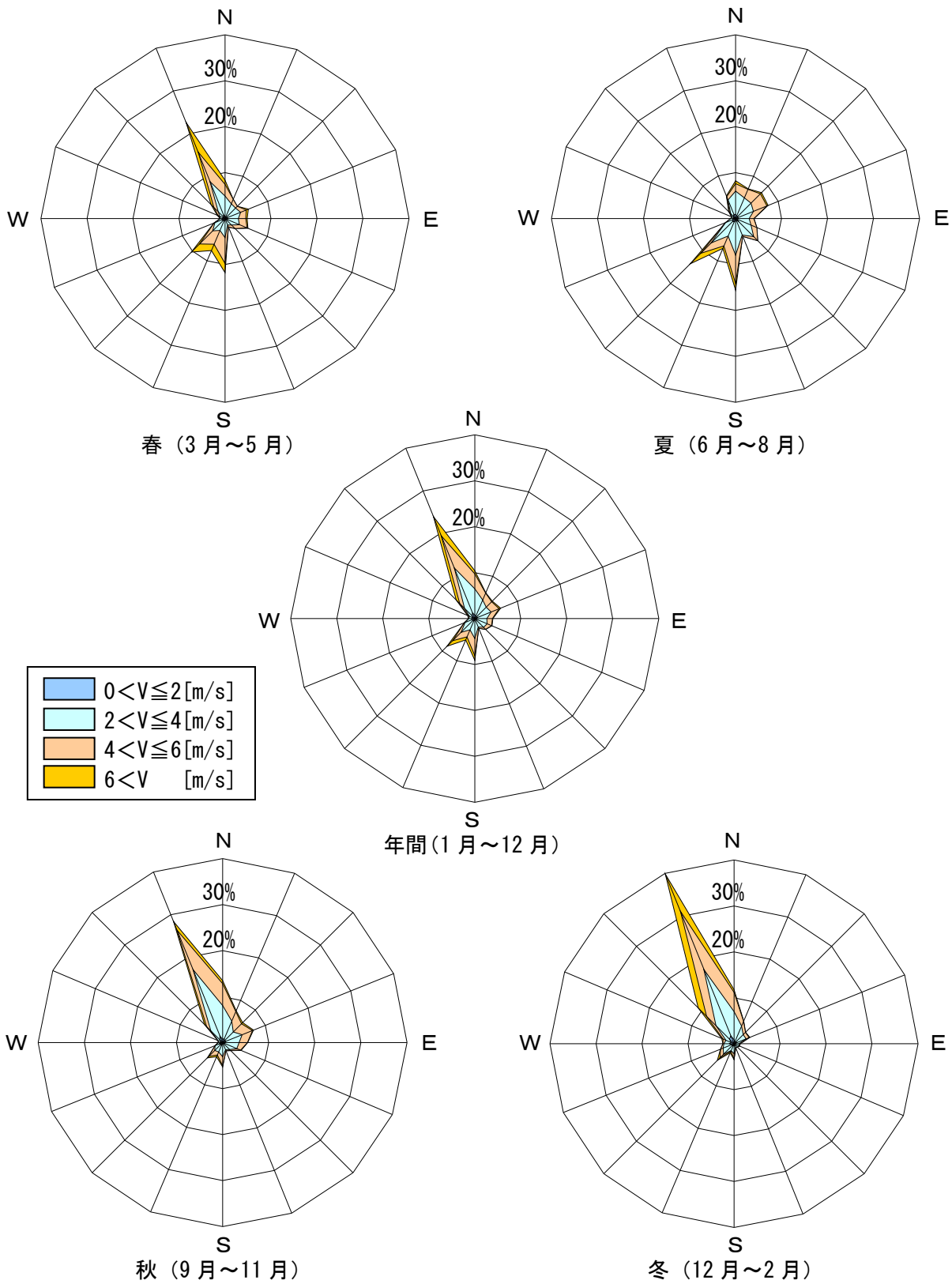


図 4. 2. 2. 3-24 風配図 (東京, 高さ 100m)

#### [4] 国内の主要地点における室外側対流熱伝達率の頻度分布

風向・風速は地点や季節、高度により大きく異なることを前述した。ここでは、東西南北の各方位に配置した垂直面に対し、前述の国内主要地点 20 箇所の風向・風速を与えた際に得られる室外側対流熱伝達率の頻度分布を調査したので、その報告をする。

風向・風速から対流熱伝達率を算定する計算式には、前述の ISO 15099<sup>4)</sup>による(4.2.2.1-2)式～(4.2.2.1-5)式を使用した。図 4.2.2.4-1～図 4.2.2.4-20 に国内の主要地点 20 箇所における地上 10m 相当の各垂直面に対する室外側対流熱伝達率の頻度分布を示す。図より、ISO 15099<sup>4)</sup>における風上側に卓越風向があり、かつ 6m/s を超える風速の頻度が高い銚子の北面や浜田の南面・西面においては、室外側対流熱伝達率  $15\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  を超える値の頻度が高いものの、風下側ではその頻度が低いことがわかる。また、静岡・高知などの風速が小さい地点では室外側対流熱伝達率が  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  以下の頻度が高いことがわかる。図 4.2.2.4-21 に東京における地上 50m 相当の、図 4.2.2.4-22 に東京における地上 100m 相当の各垂直面に対する室外側対流熱伝達率の頻度分布を示す。東京における地上 10m 相当の図 4.2.2.4-7 においてはすべての垂直面で室外側対流熱伝達率が  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  以下の頻度が非常に高いが、地上 50m 相当、地上 100m 相当と高度が上昇するにしたがって卓越風の風上側にあたる北面において室外側対流熱伝達率が  $10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  を超える頻度が他の垂直面に比べて高くなっている。このように窓面の方位や地点・季節・高度の風向・風速によって室外側対流熱伝達率は大きく変動することが確認された。

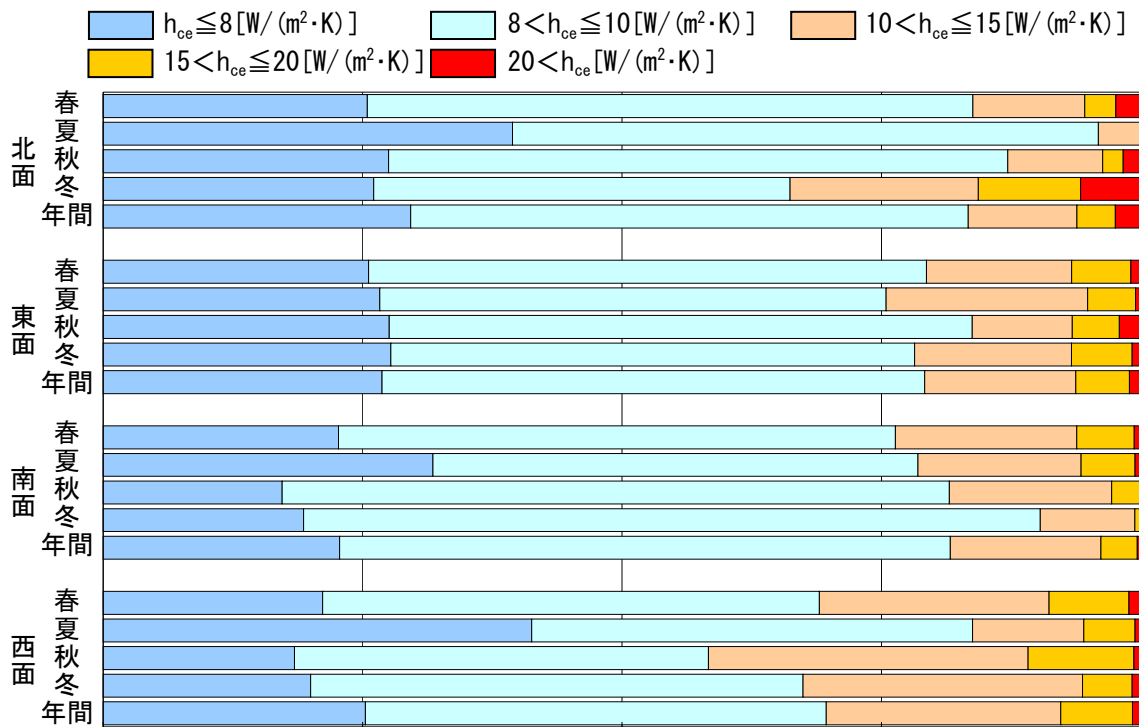


図 4.2.2.4-1 対流熱伝達率の頻度分布（稚内，高さ 10m）

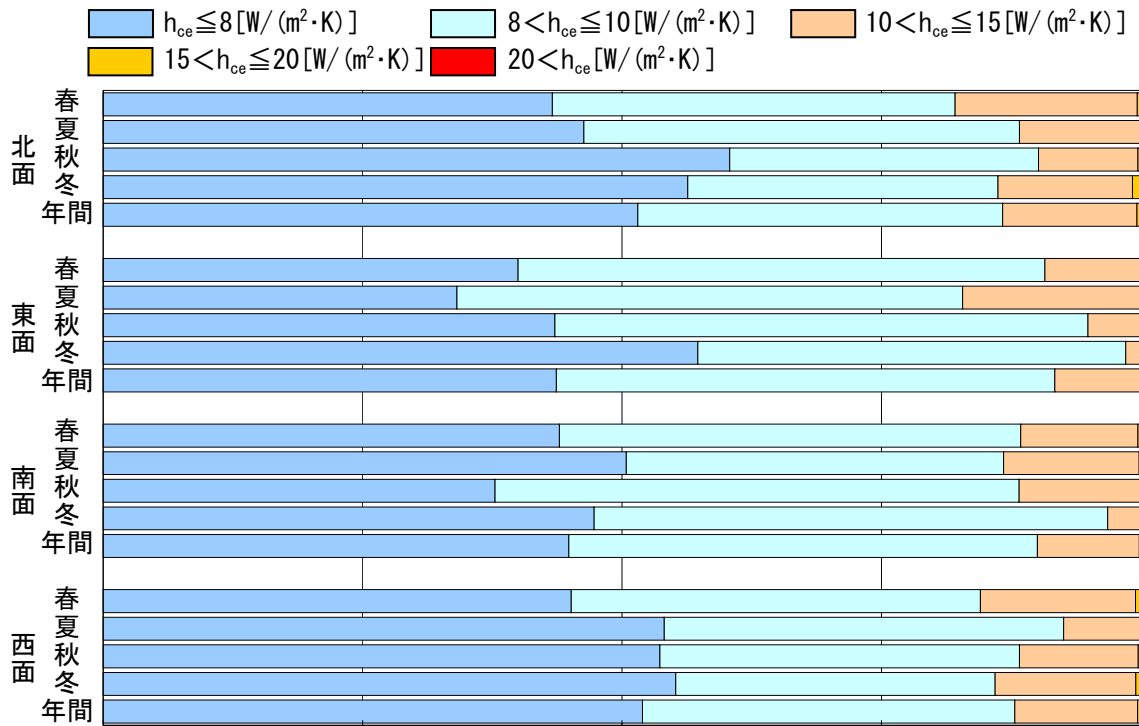


図 4.2.2.4-2 対流熱伝達率の頻度分布（札幌，高さ 10m）

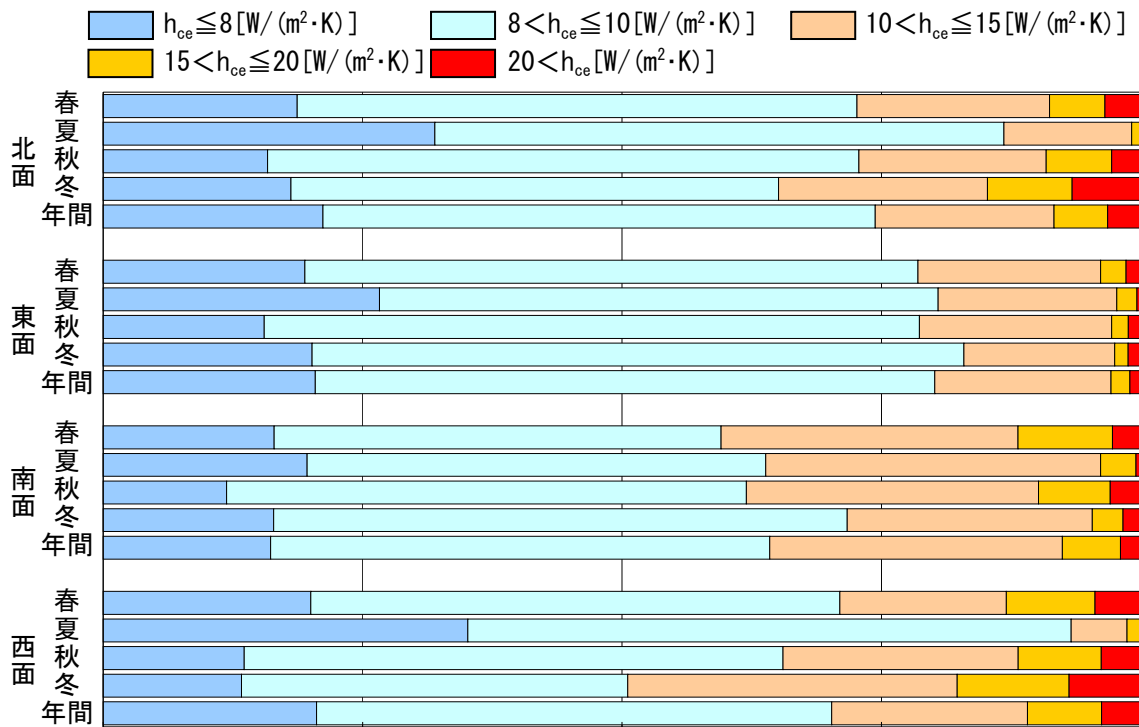


図 4.2.2.4-3 対流熱伝達率の頻度分布 (根室, 高さ 10m)

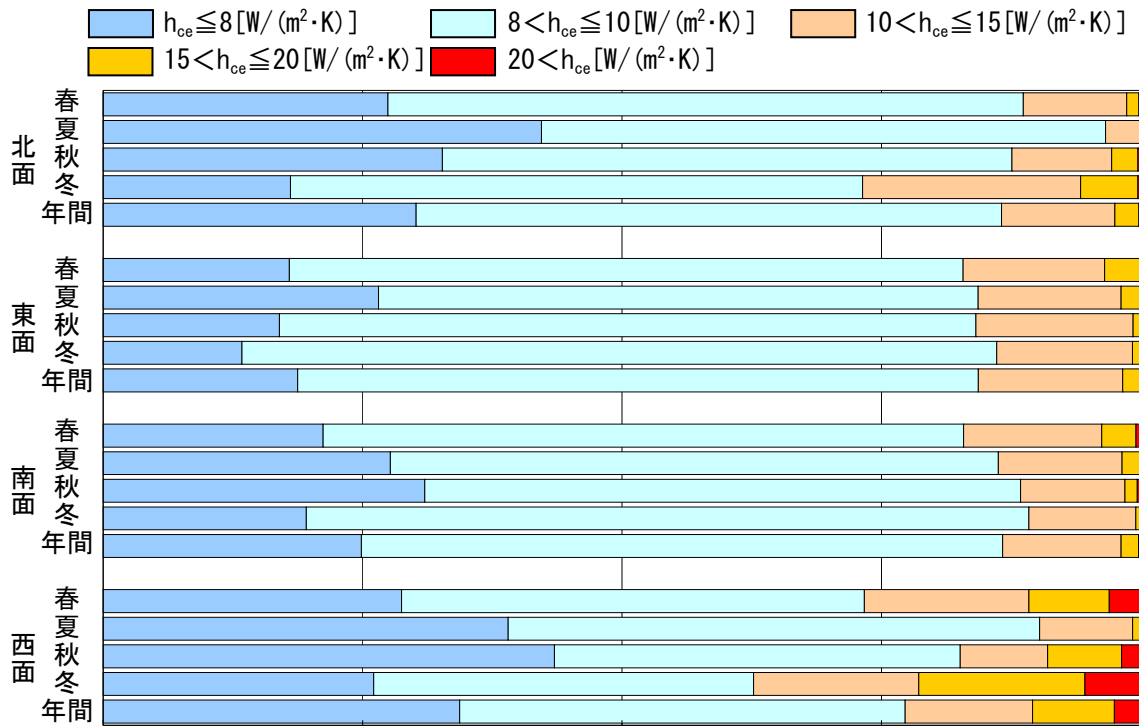


図 4.2.2.4-4 対流熱伝達率の頻度分布 (秋田, 高さ 10m)

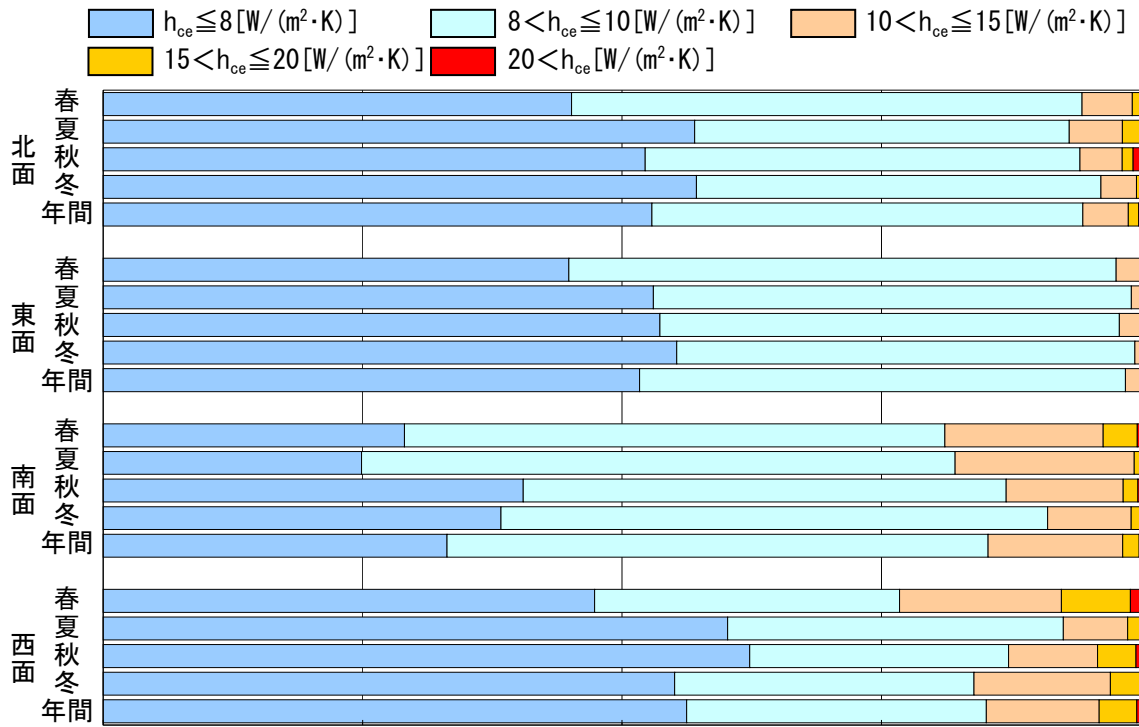


図 4.2.2.4-5 対流熱伝達率の頻度分布（盛岡，高さ 10m）

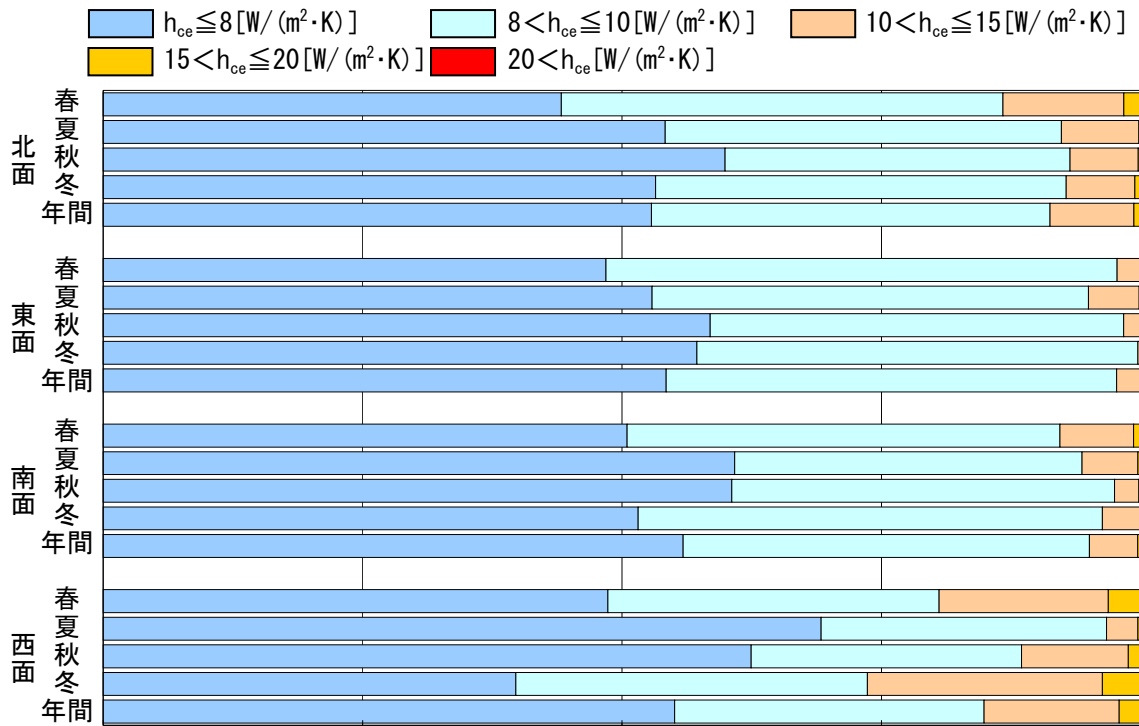


図 4.2.2.4-6 対流熱伝達率の頻度分布（福島，高さ 10m）

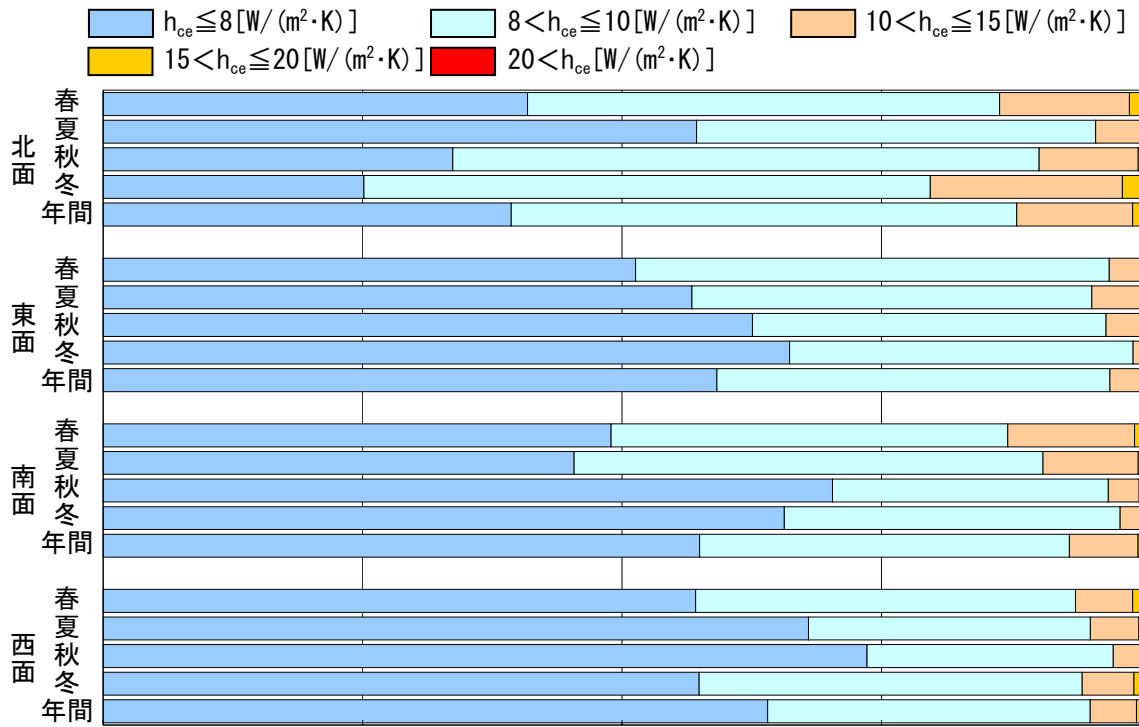


図 4.2.2.4-7 対流熱伝達率の頻度分布（東京，高さ 10m）

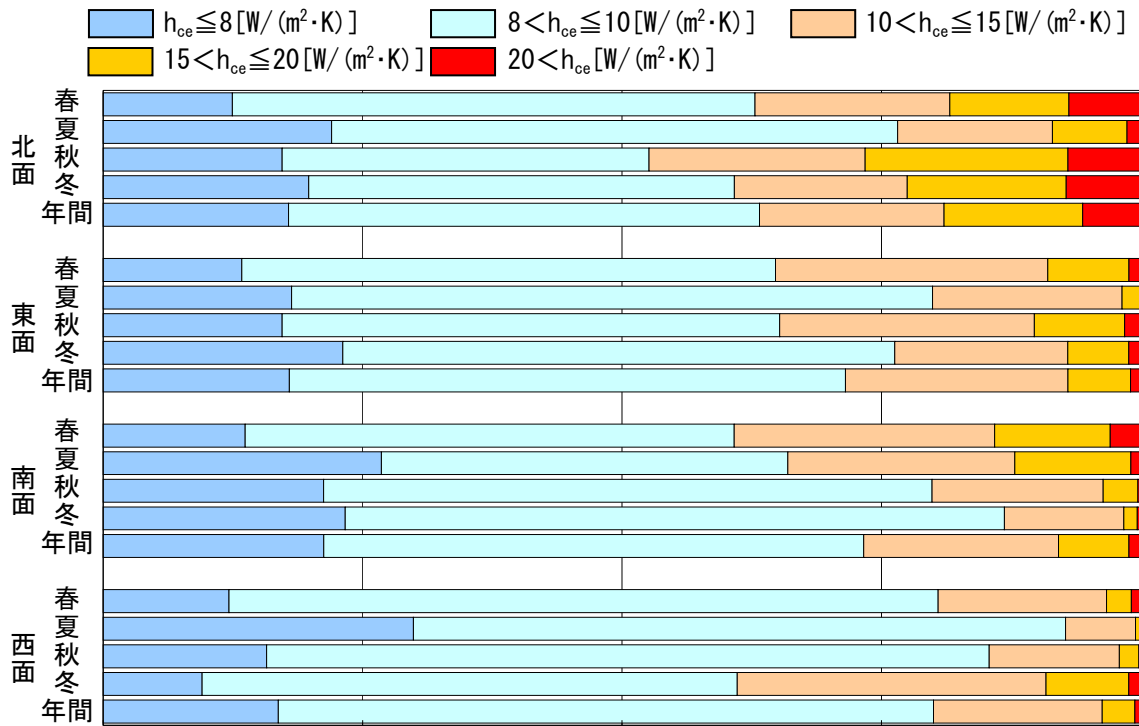


図 4.2.2.4-8 対流熱伝達率の頻度分布（銚子，高さ 10m）

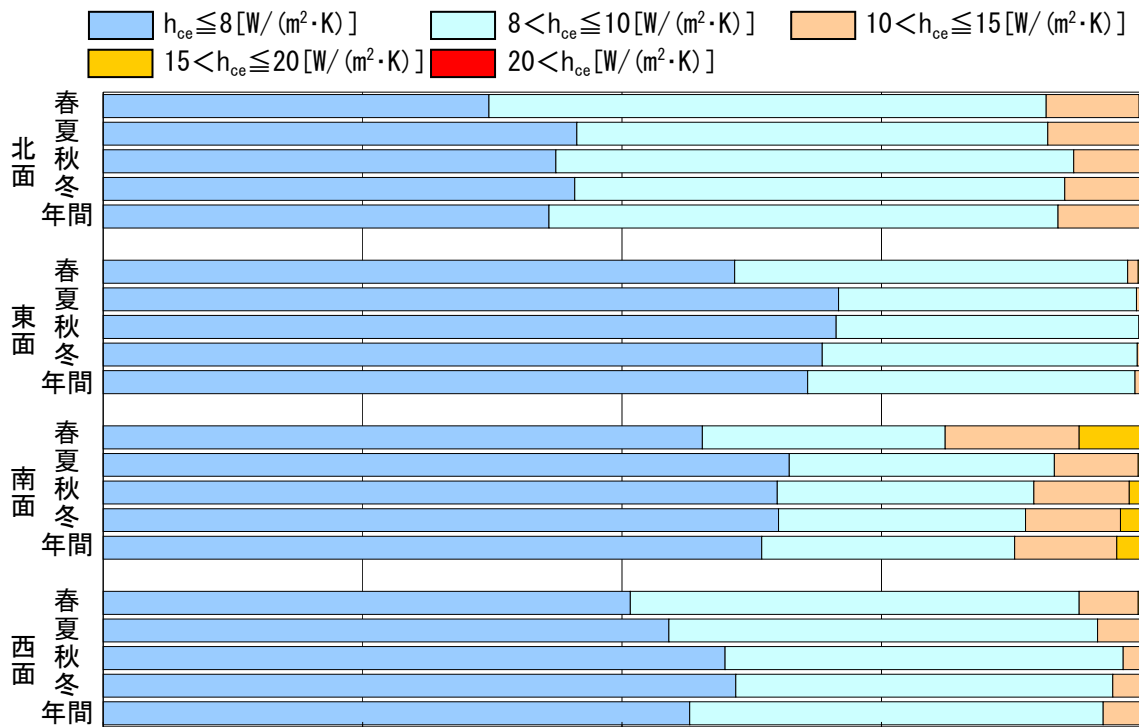


図 4.2.2.4-9 対流熱伝達率の頻度分布 (松本, 高さ 10m)

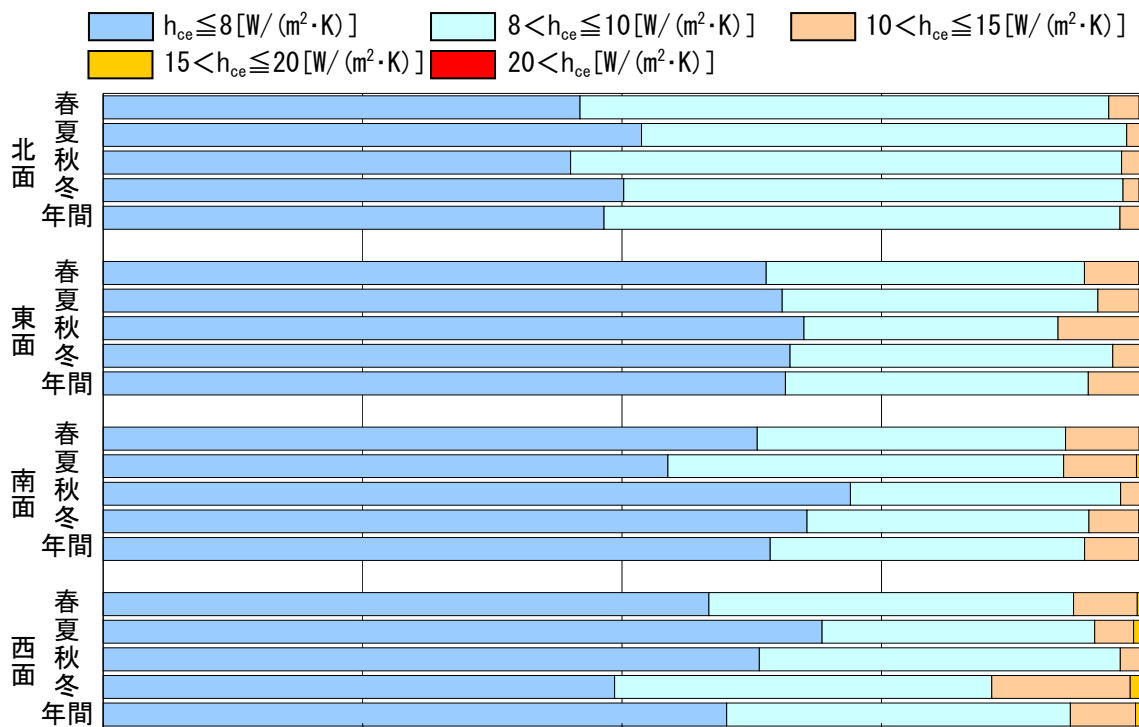


図 4.2.2.4-10 対流熱伝達率の頻度分布 (静岡, 高さ 10m)



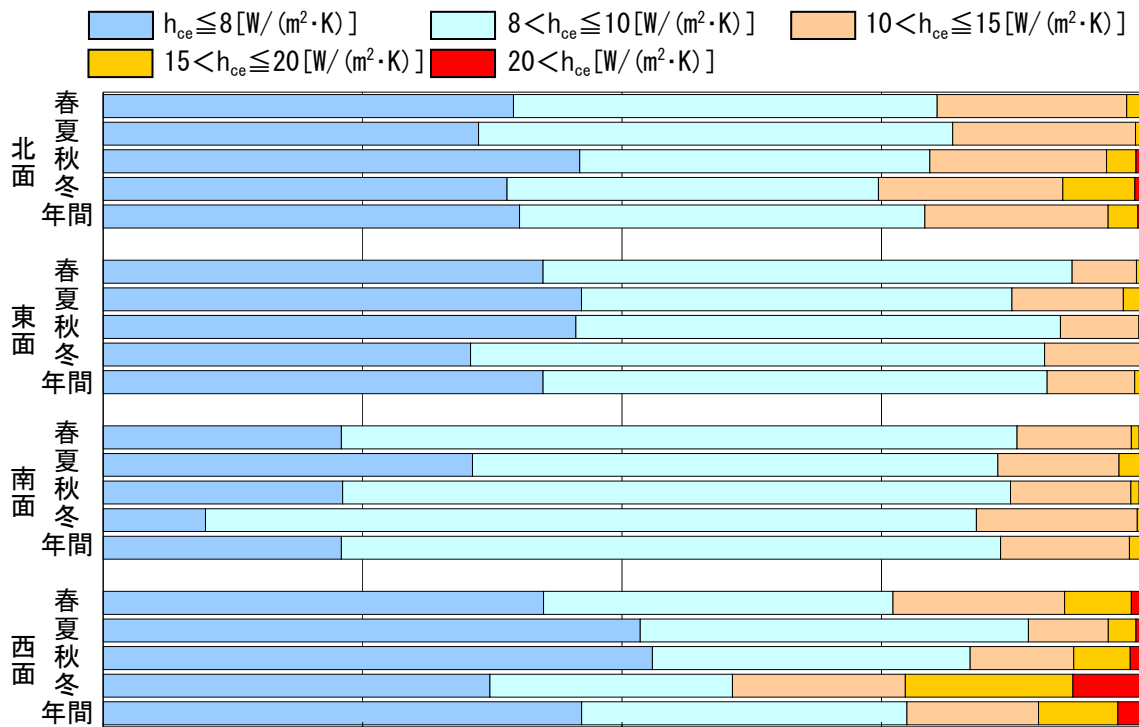


図 4.2.2.4-11 対流熱伝達率の頻度分布（新潟，高さ10m）

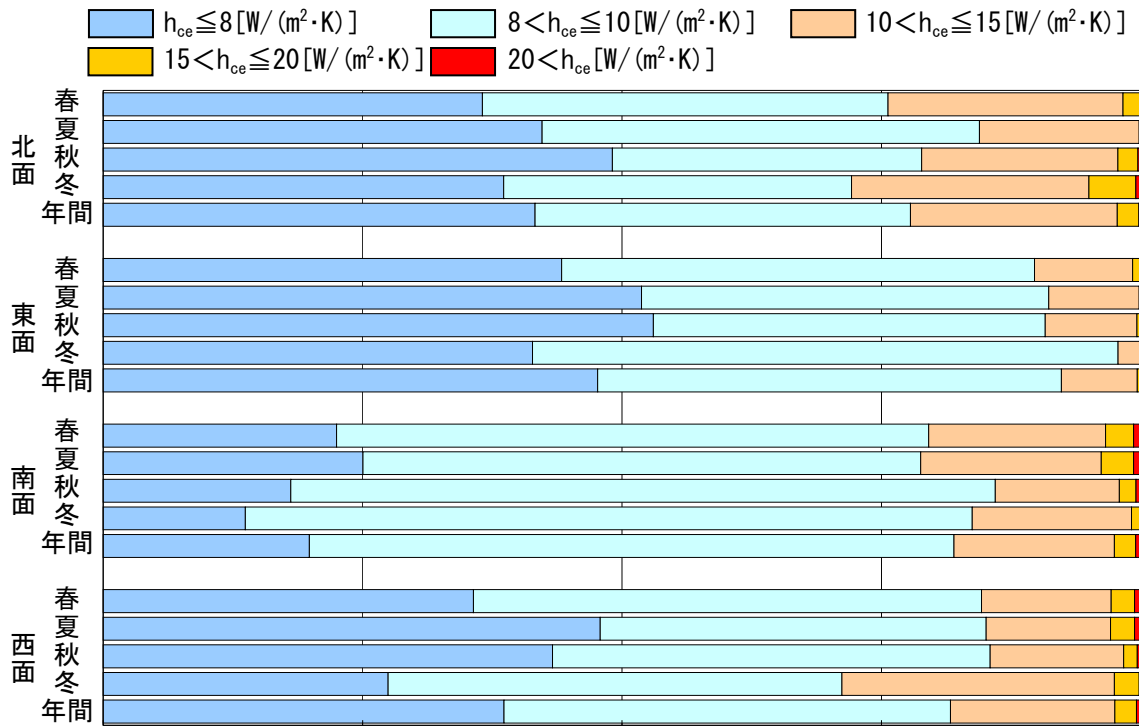


図 4.2.2.4-12 対流熱伝達率の頻度分布（輪島，高さ10m）

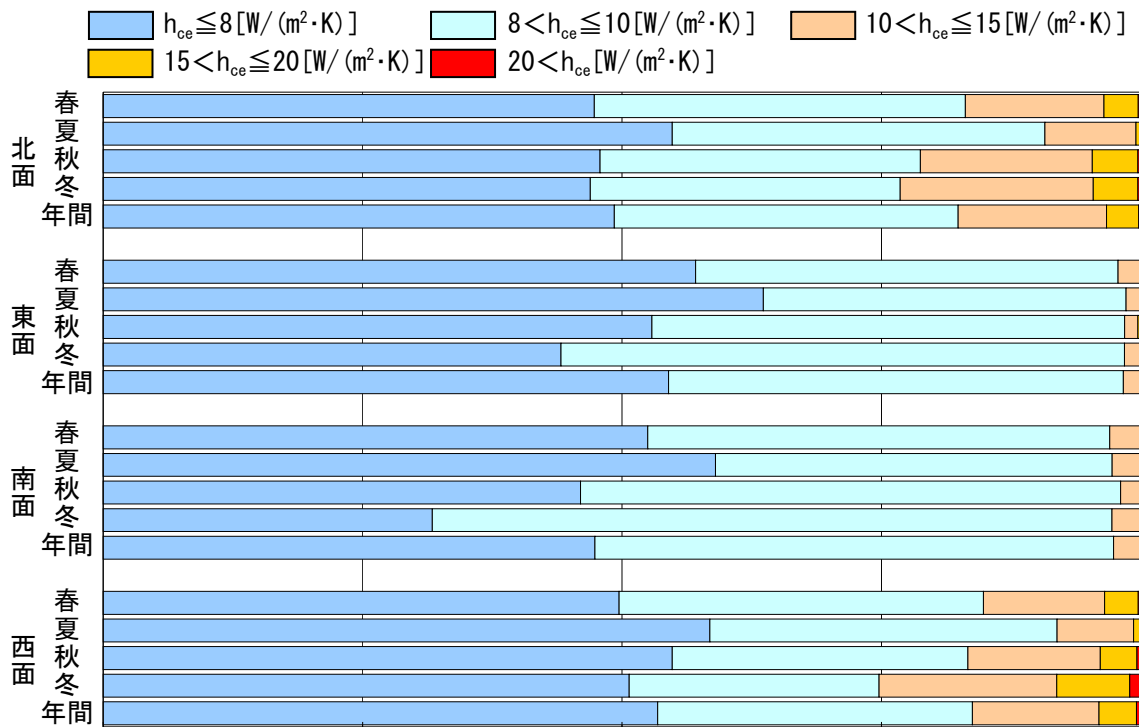


図 4.2.2.4-13 対流熱伝達率の頻度分布 (彦根, 高さ 10m)

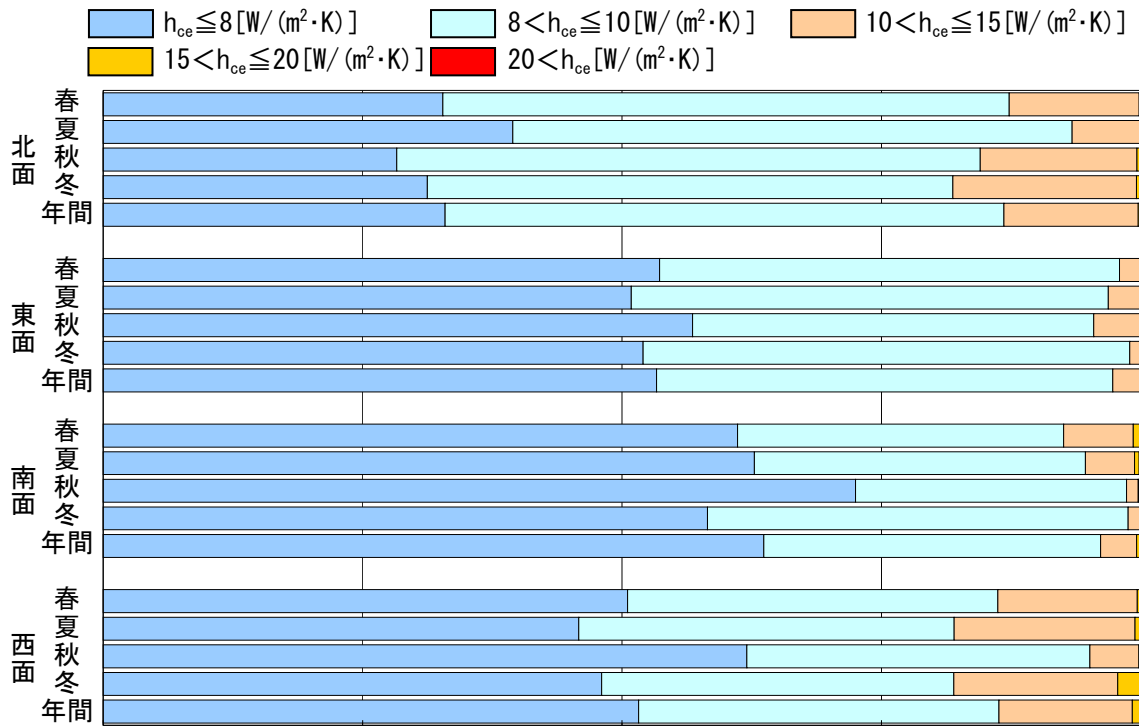


図 4.2.2.4-14 対流熱伝達率の頻度分布 (大阪, 高さ 10m)

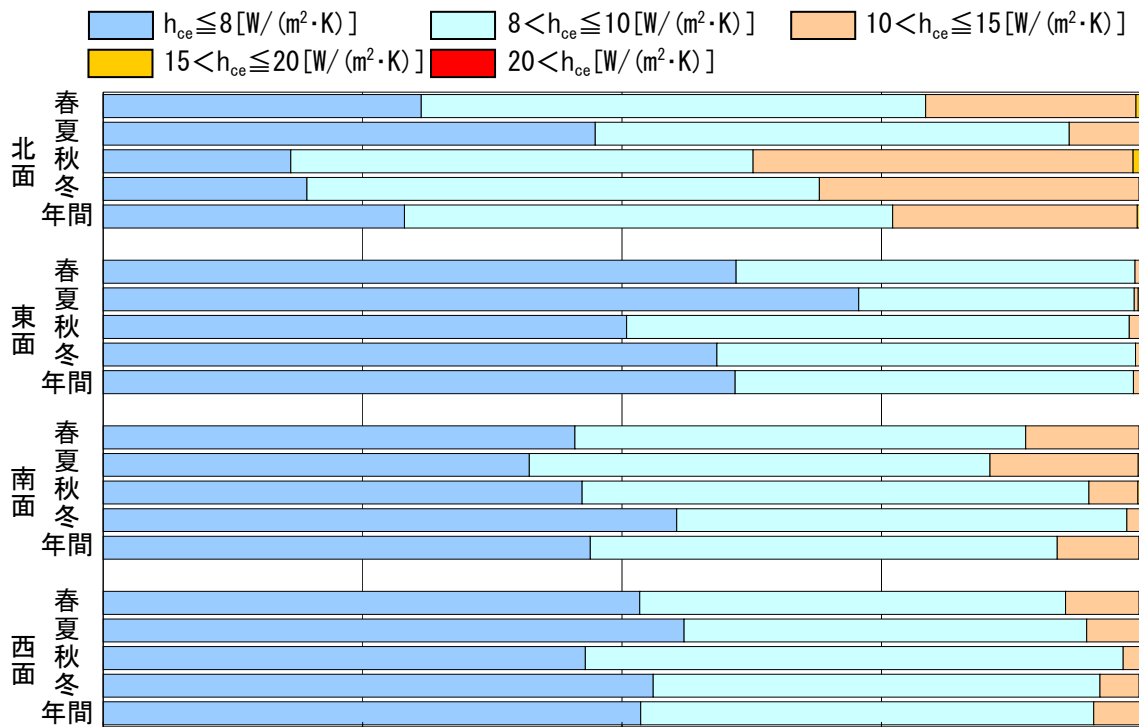


図 4.2.2.4-15 対流熱伝達率の頻度分布（広島，高さ 10m）

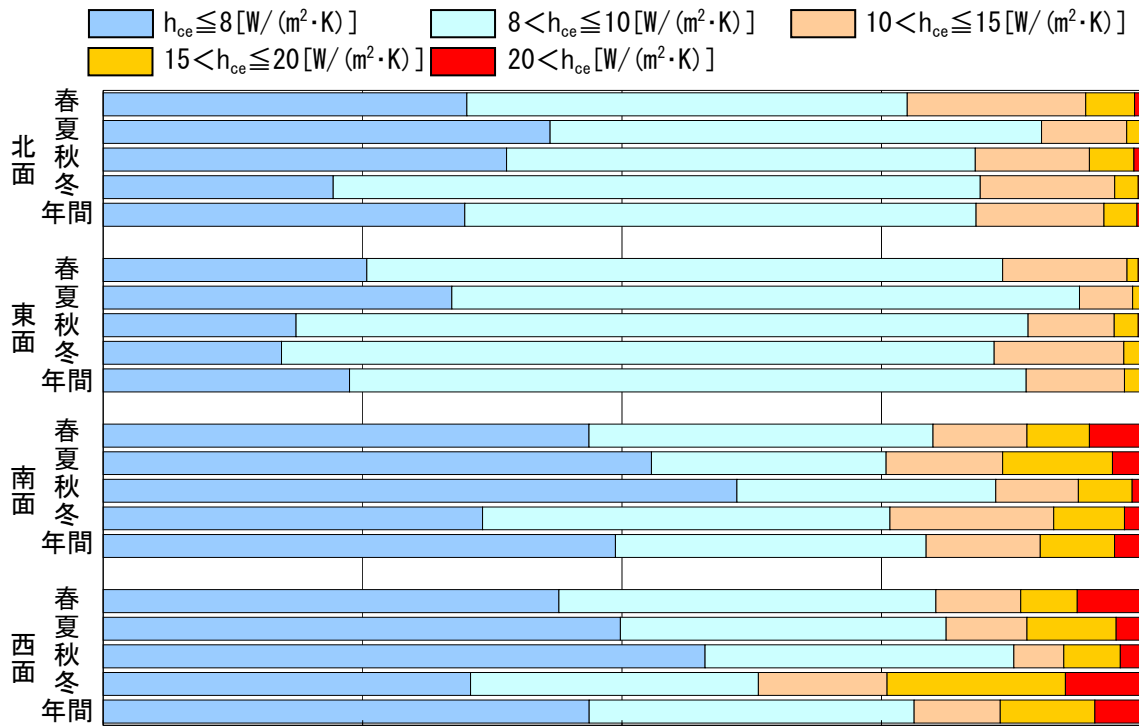


図 4.2.2.4-16 対流熱伝達率の頻度分布（浜田，高さ 10m）

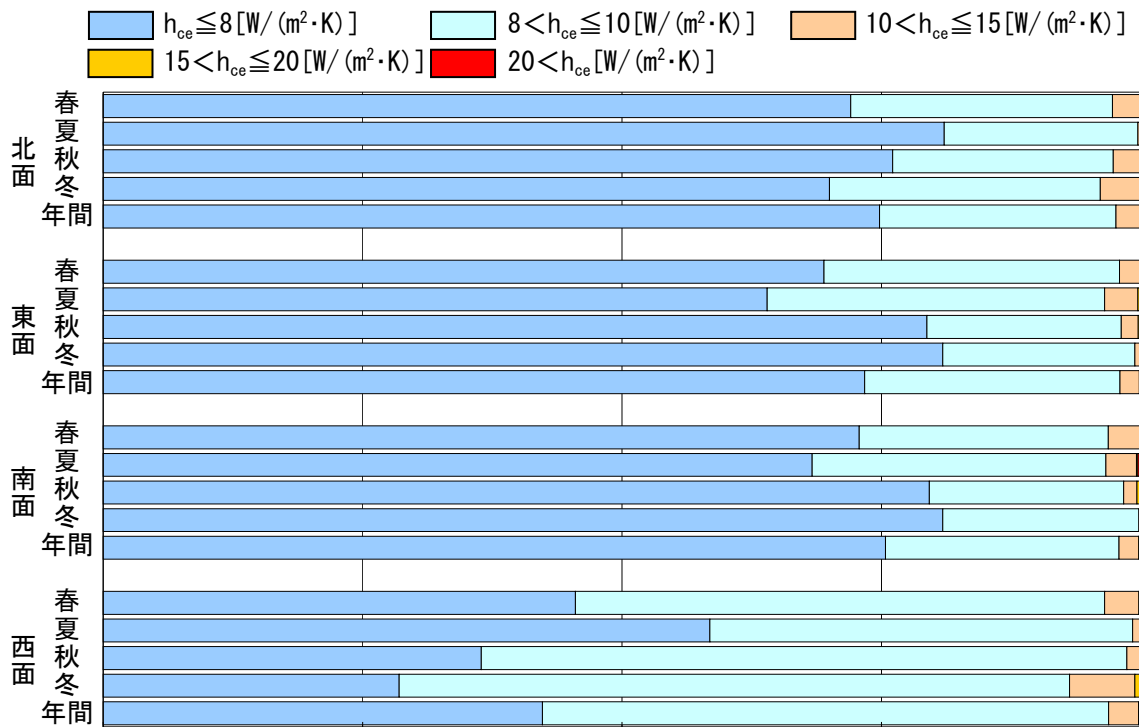


図 4.2.2.4-17 対流熱伝達率の頻度分布（高知，高さ 10m）

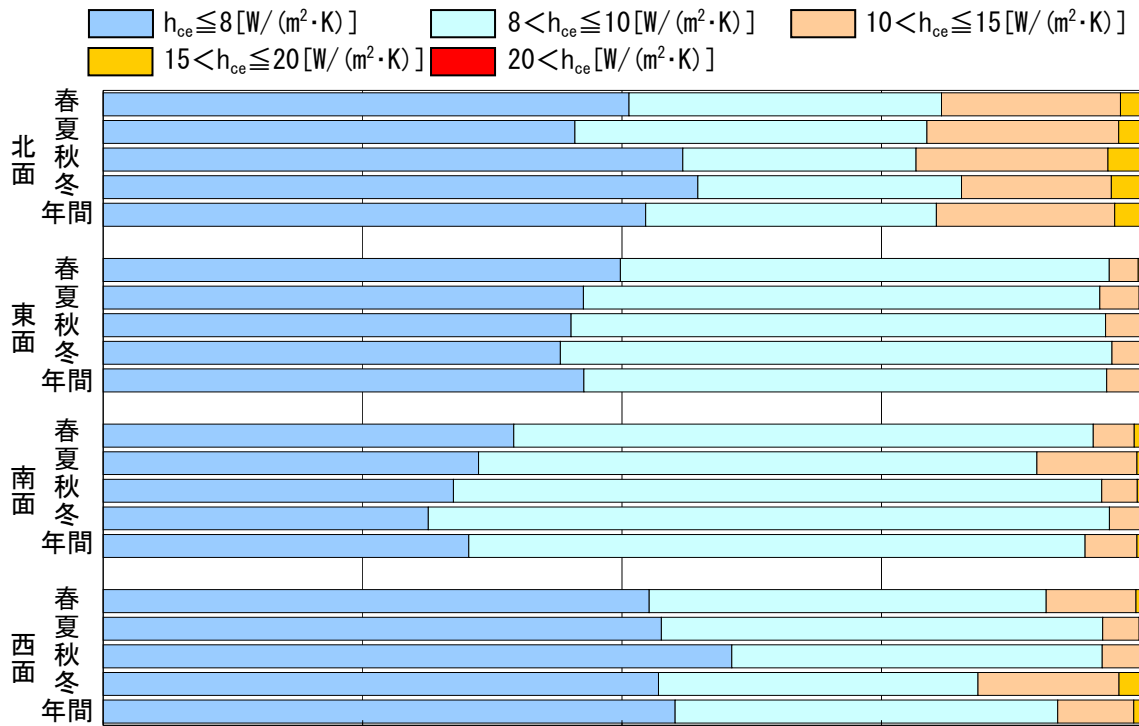


図 4.2.2.4-18 対流熱伝達率の頻度分布（福岡，高さ 10m）

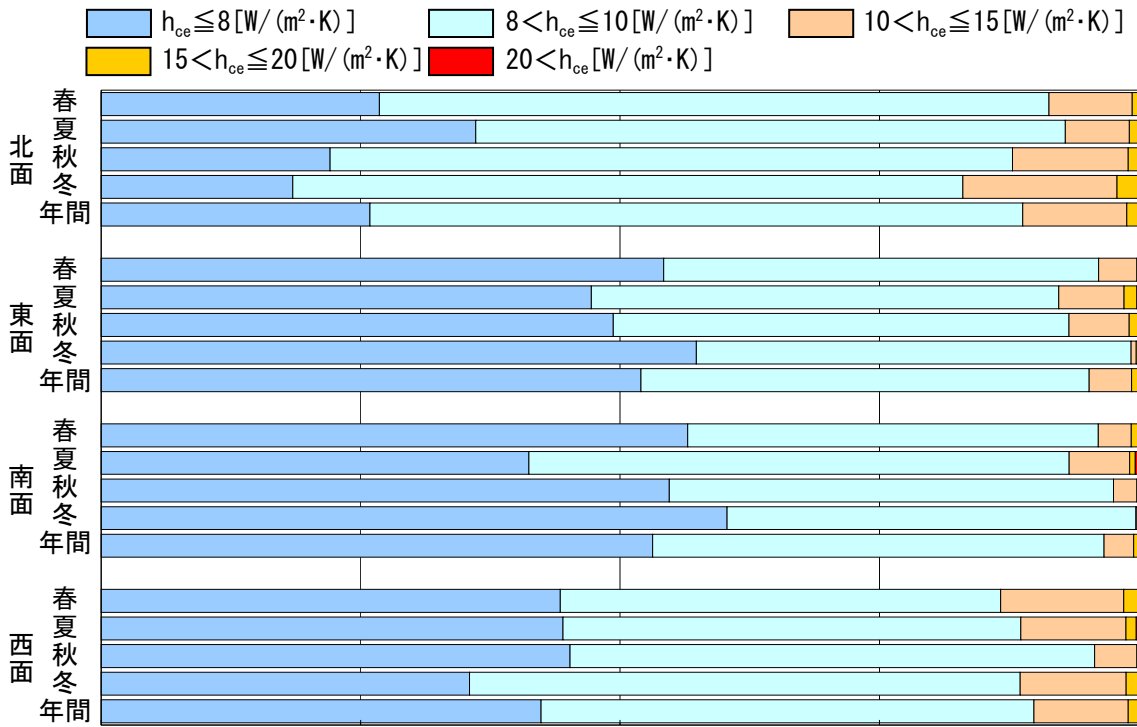


図 4. 2. 2. 4-19 対流熱伝達率の頻度分布（鹿児島，高さ 10m）

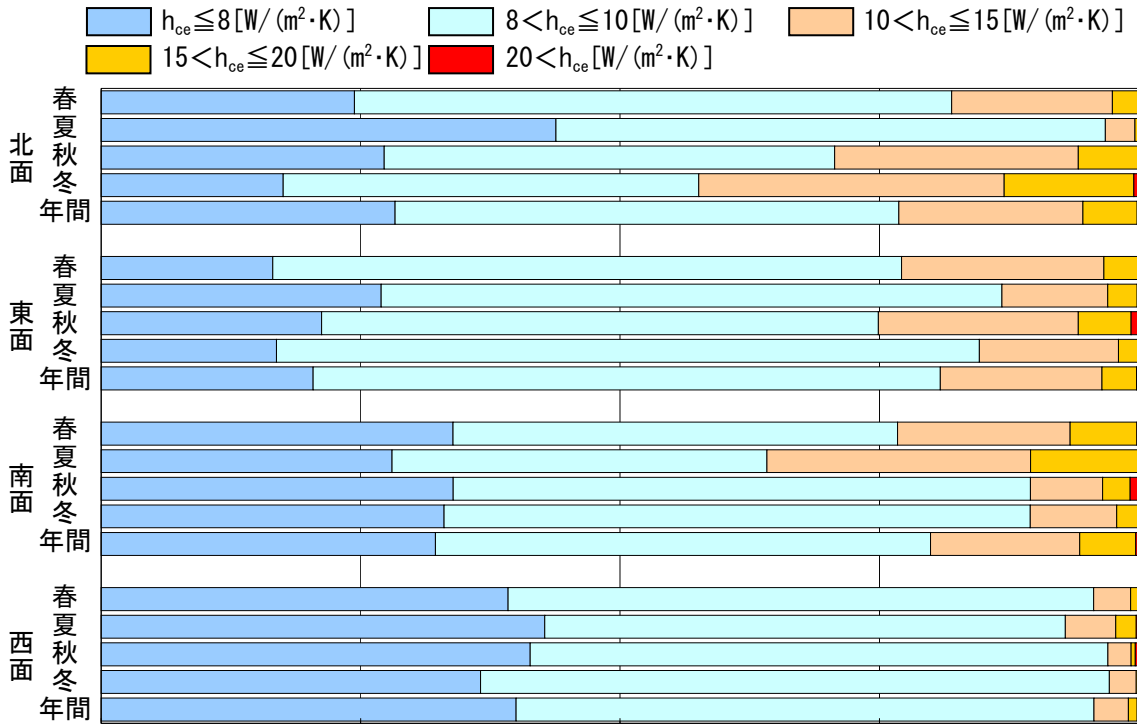


図 4. 2. 2. 4-20 対流熱伝達率の頻度分布（那覇，高さ 10m）

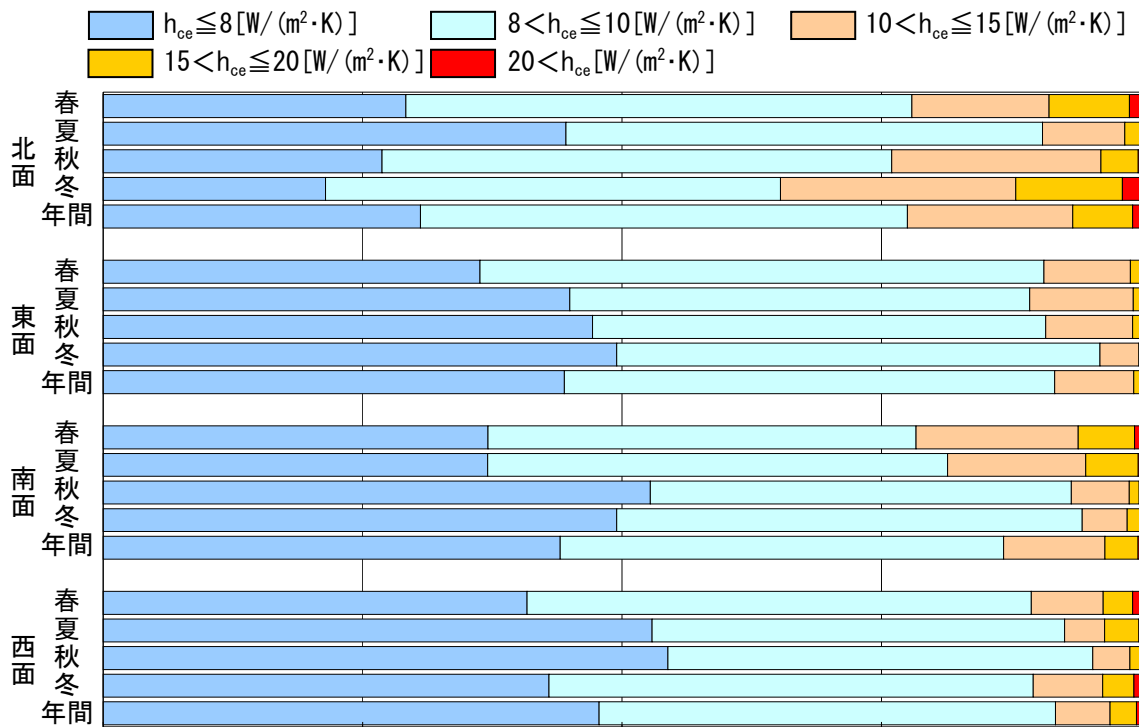


図 4.2.2.4-21 対流熱伝達率の頻度分布 (東京, 高さ 50m)

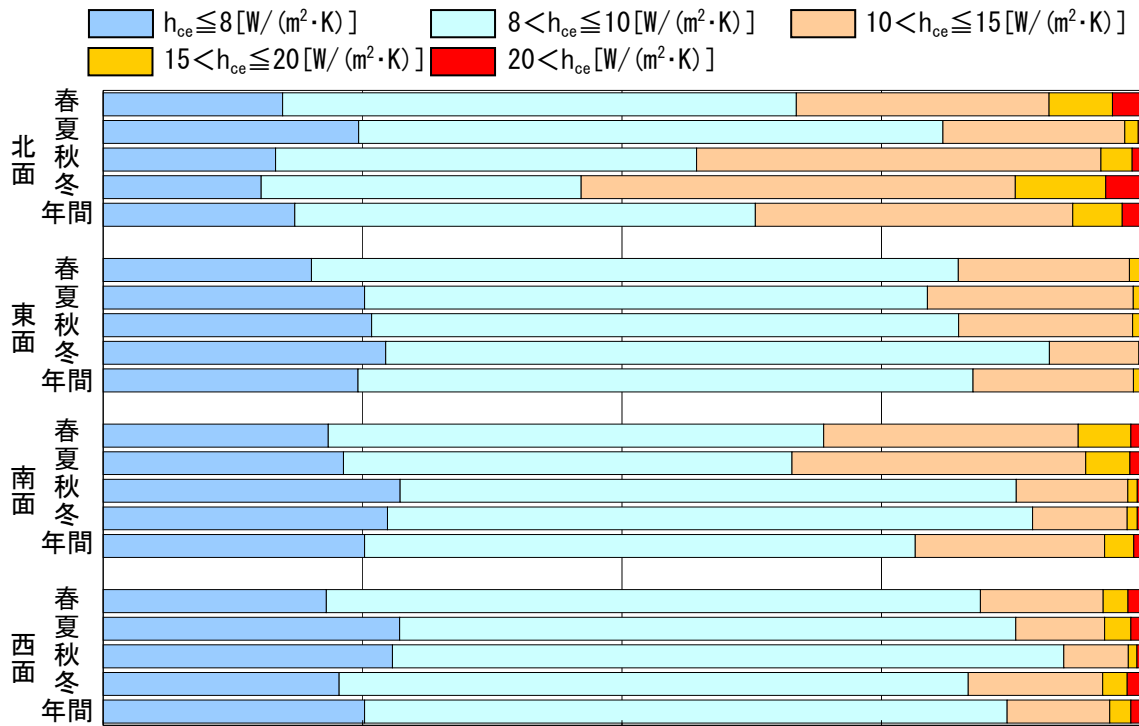


図 4.2.2.4-22 対流熱伝達率の頻度分布 (東京, 高さ 100m)

#### [5] 各種ガラスの熱貫流率の頻度分布

窓面の方位や地点・季節・高度の風向・風速によって室外側対流熱伝達率は大きく変動することを前述した。ここでは、東西南北の各方位に配置した垂直面に対し、前述の東京と銚子における風向・風速を与えた際に得られた室外側対流熱伝達率を用いて各種ガラスの熱貫流率の頻度分布を調査したのでその報告をする。

調査に用いたガラスは透明単板ガラス、普通複層ガラス、Low-E 複層ガラスで JIS R 3107<sup>7)</sup> に基づく熱貫流率はそれぞれ  $5.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、 $2.9\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、 $1.6\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  である。

図 4.2.2.5-1～図 4.2.2.5-12 に東京（地上 10m, 50m, 100m）と銚子（地上 10m）における各種ガラスの熱貫流率を示す。これは、図 4.2.2.3-1 と同様に JIS R 3107<sup>7)</sup> によるガラスの熱貫流率算定方法のうち室外側対流熱伝達率に相当する  $16.3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  を変動値として熱貫流率を算定したものである。図より、JIS R 3107<sup>7)</sup> に基づく熱貫流率が大きい透明単板ガラスの熱貫流率は  $4.7\sim 7.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と変動幅が非常に大きく、普通複層ガラスでは  $2.6\sim 3.1\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、Low-E 複層ガラスでは  $1.5\sim 1.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と変動幅は小さいことがわかる。また、東京・銚子ともに卓越風向となる北面に面する窓において熱貫流率が大きいことがわかる。また、高度の上昇に伴い熱貫流率が大きくなることや、東京よりも平均的に風速が強い銚子では熱貫流率は大きくなることも確認された。

したがって、窓の熱貫流率はその配置や外界気象条件によって大きく変動するため、熱負荷計算におけるその影響についても検討する必要があると考えられる。

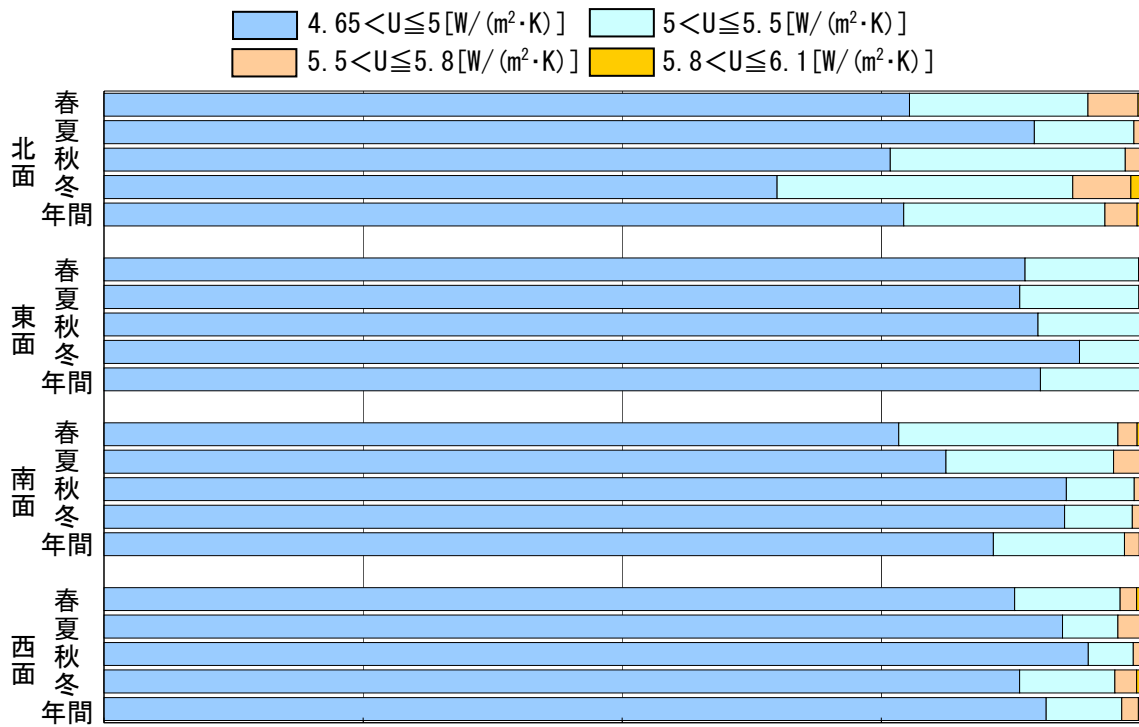


図 4.2.2.5-1 透明単板ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ 10m）

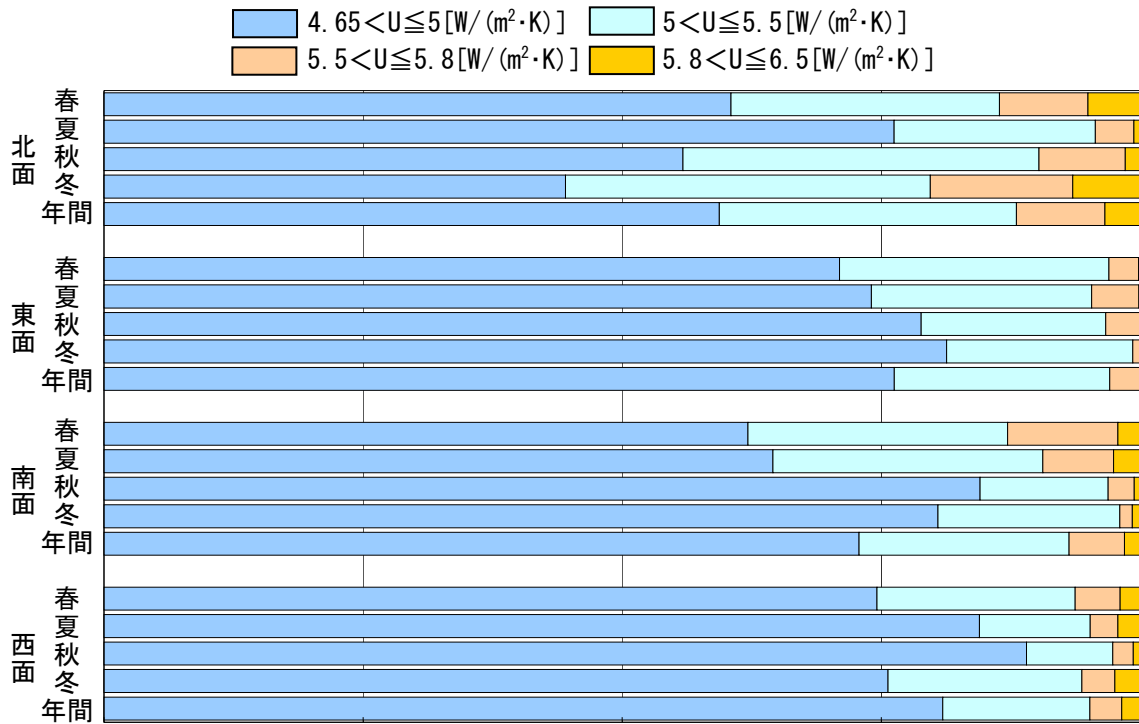


図 4.2.2.5-2 透明単板ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ 50m）



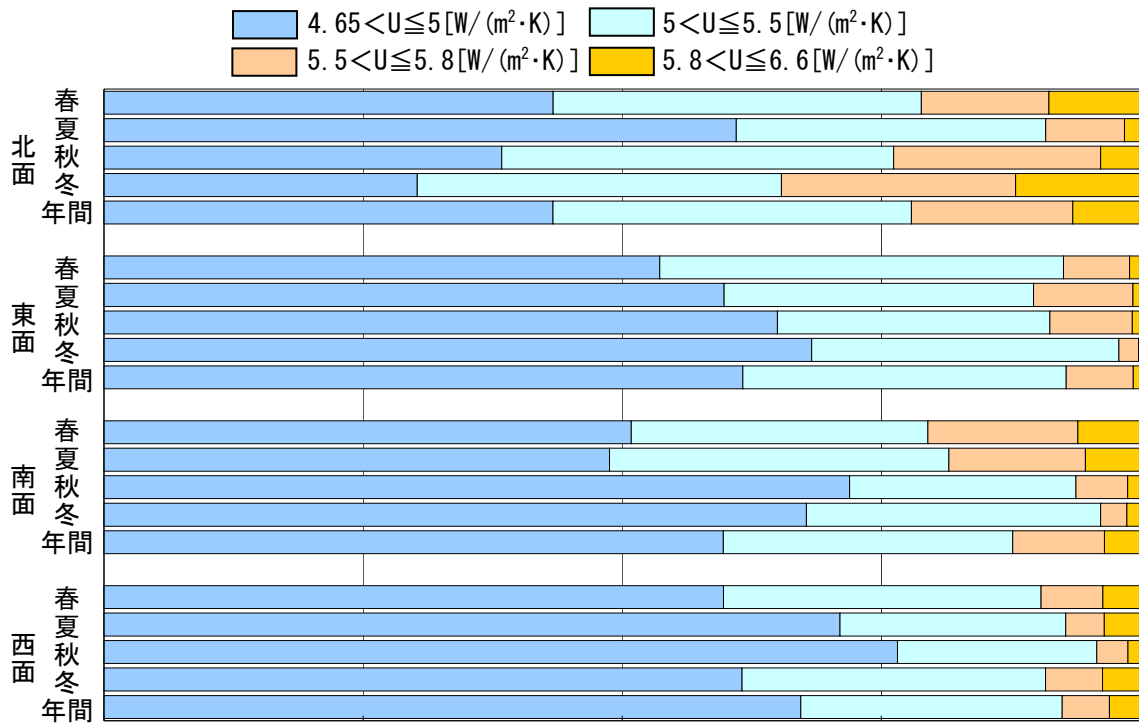


図 4.2.2.5-3 透明単板ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ 100m）

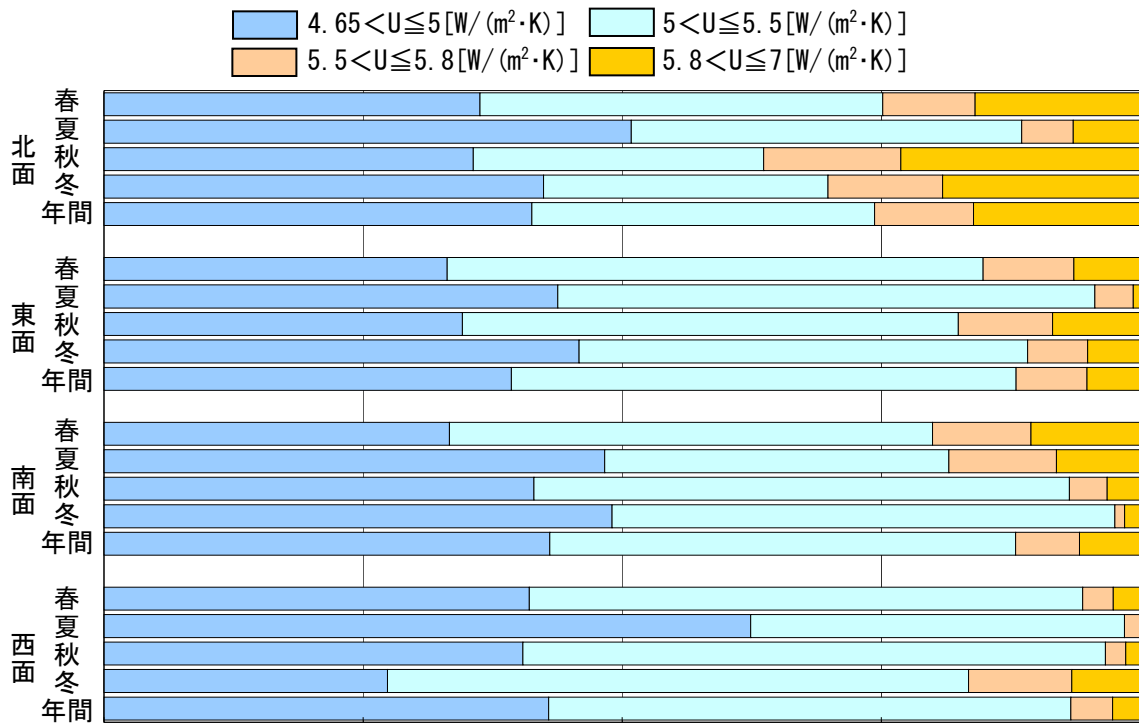


図 4.2.2.5-4 透明単板ガラスの熱貫流率の頻度分布（鉾子，高さ 10m）

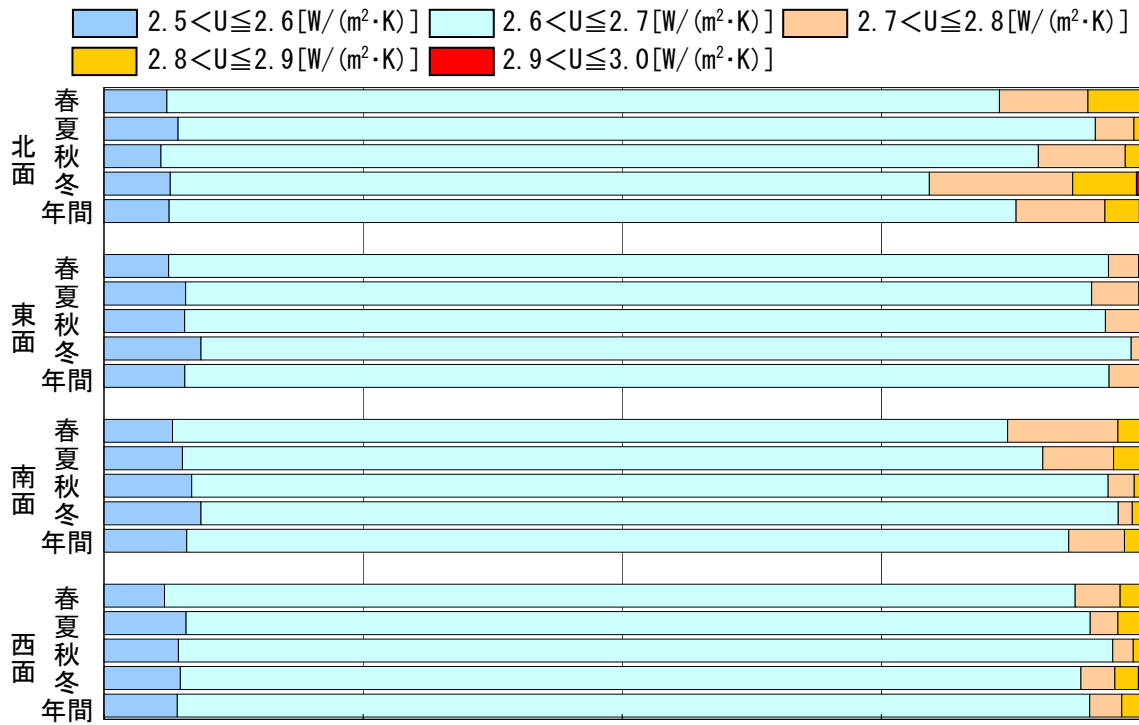


図 4. 2. 2. 5-5 普通複層ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ 10m）

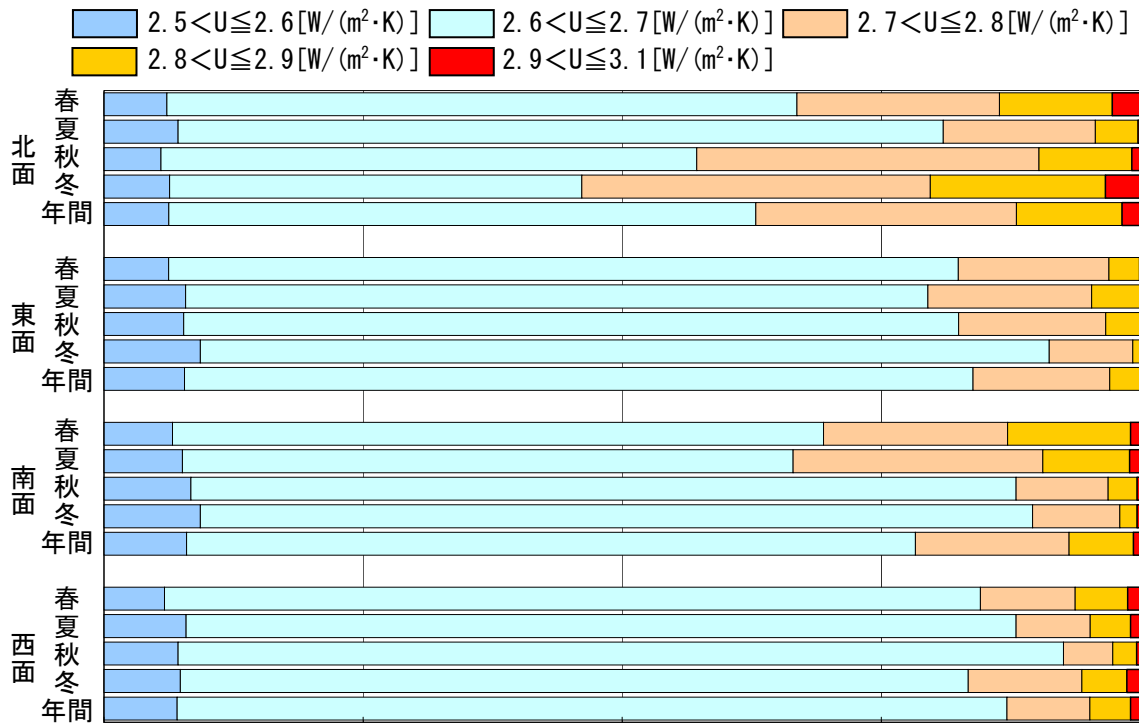


図 4. 2. 2. 5-6 普通複層ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ 50m）

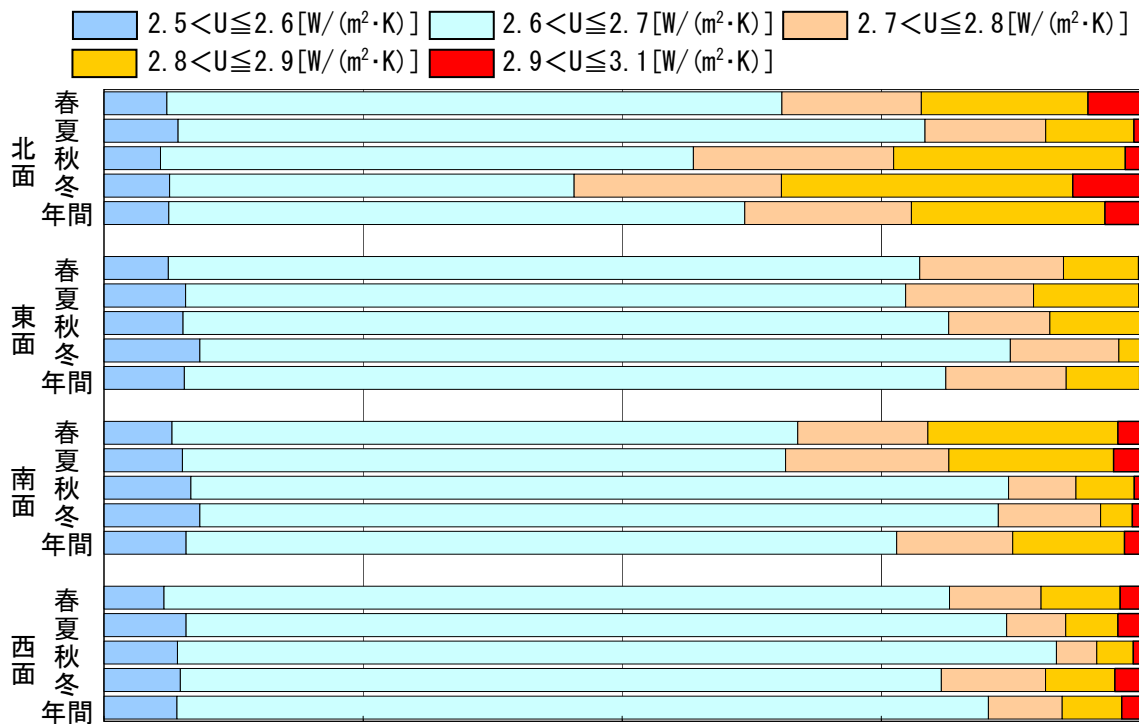


図 4.2.2.5-7 普通複層ガラスの熱貫流率の頻度分布（東京，高さ100m）

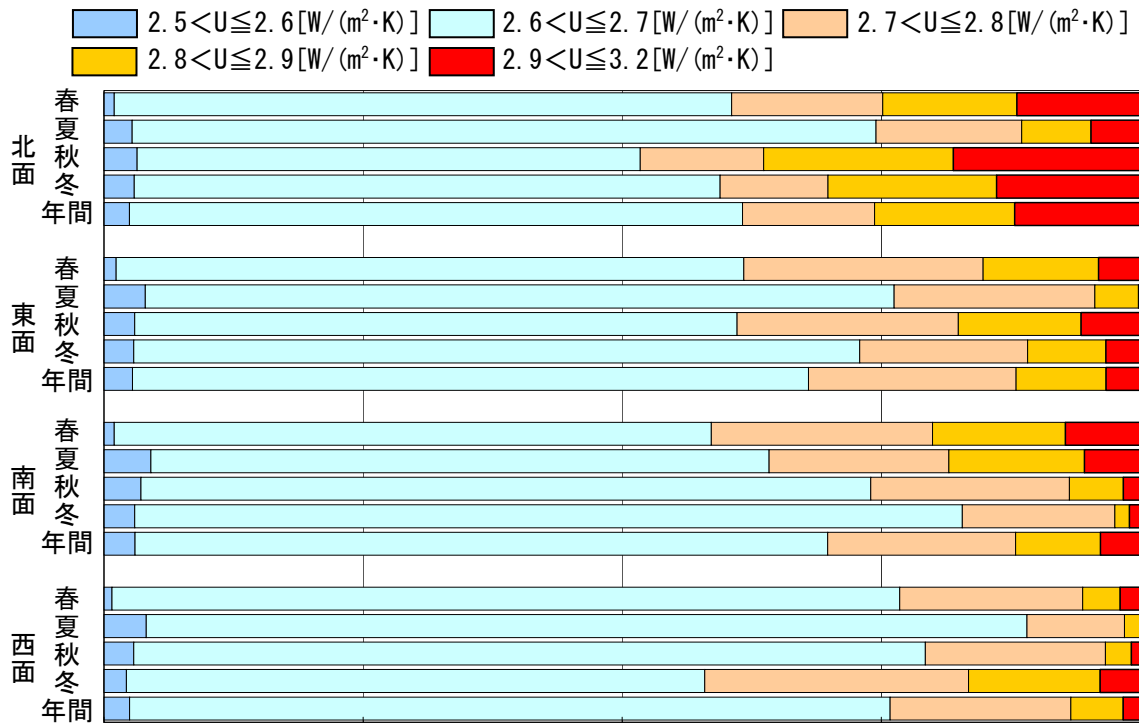


図 4.2.2.5-8 普通複層ガラスの熱貫流率の頻度分布（鉾子，高さ10m）

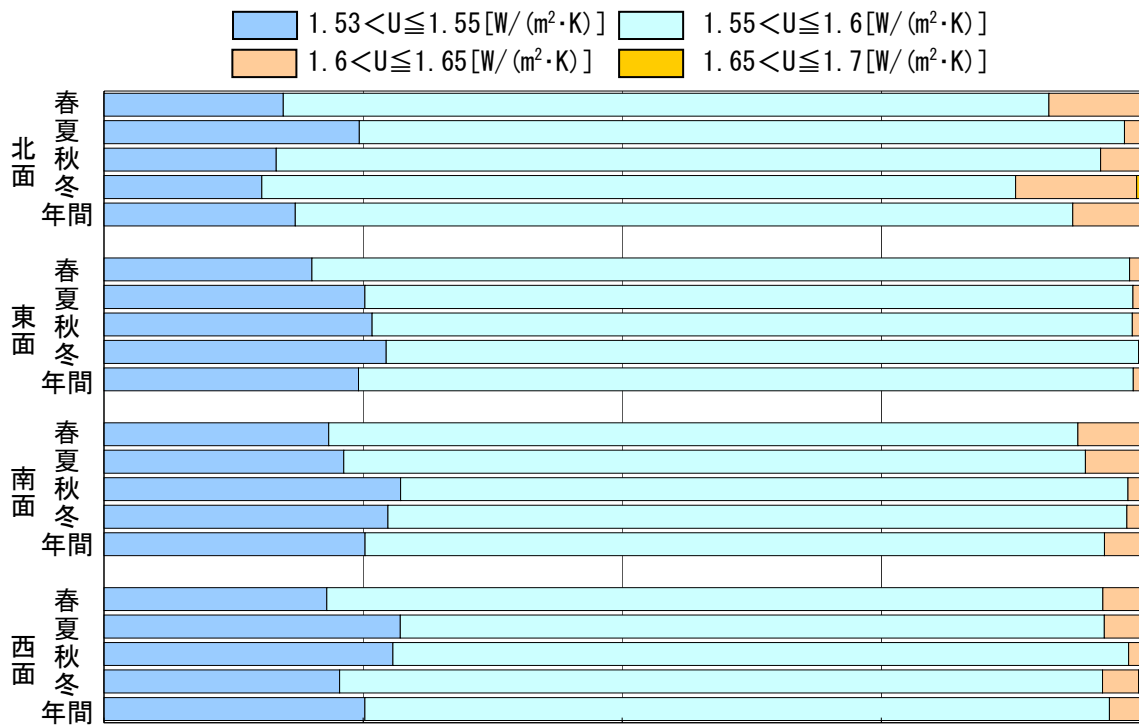


図 4.2.2.5-9 Low-E 複層ガラスの熱貫流率の頻度分布 (東京, 高さ 10m)

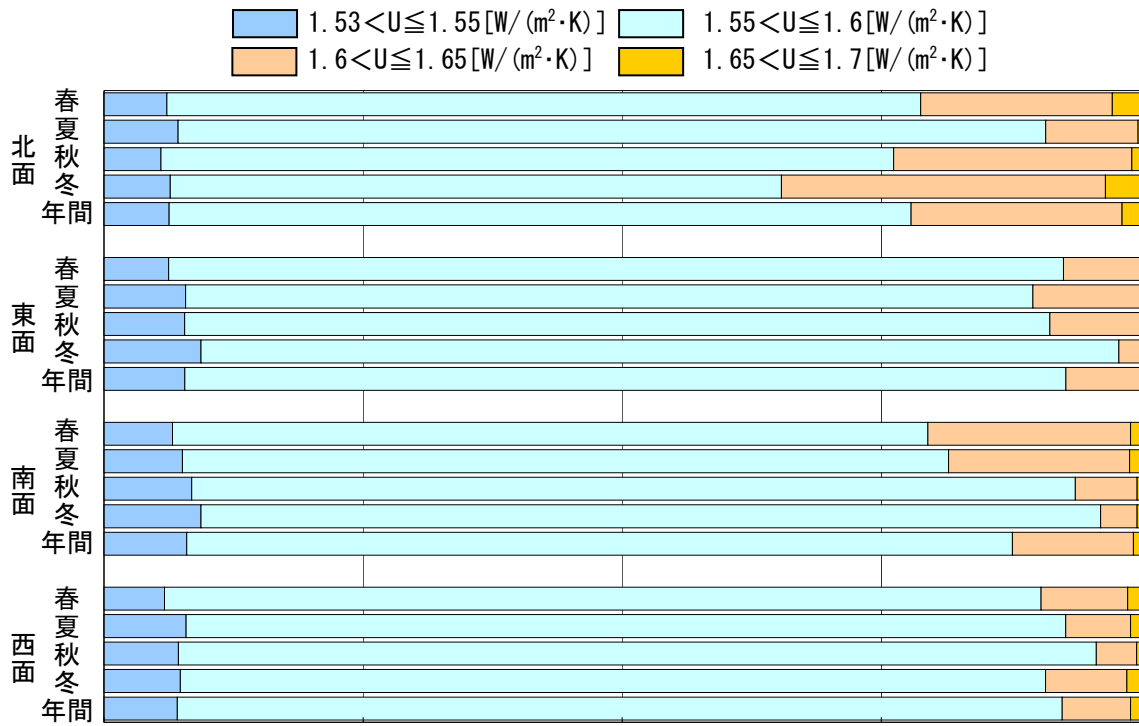


図 4.2.2.5-10 Low-E 複層ガラスの熱貫流率の頻度分布 (東京, 高さ 50m)

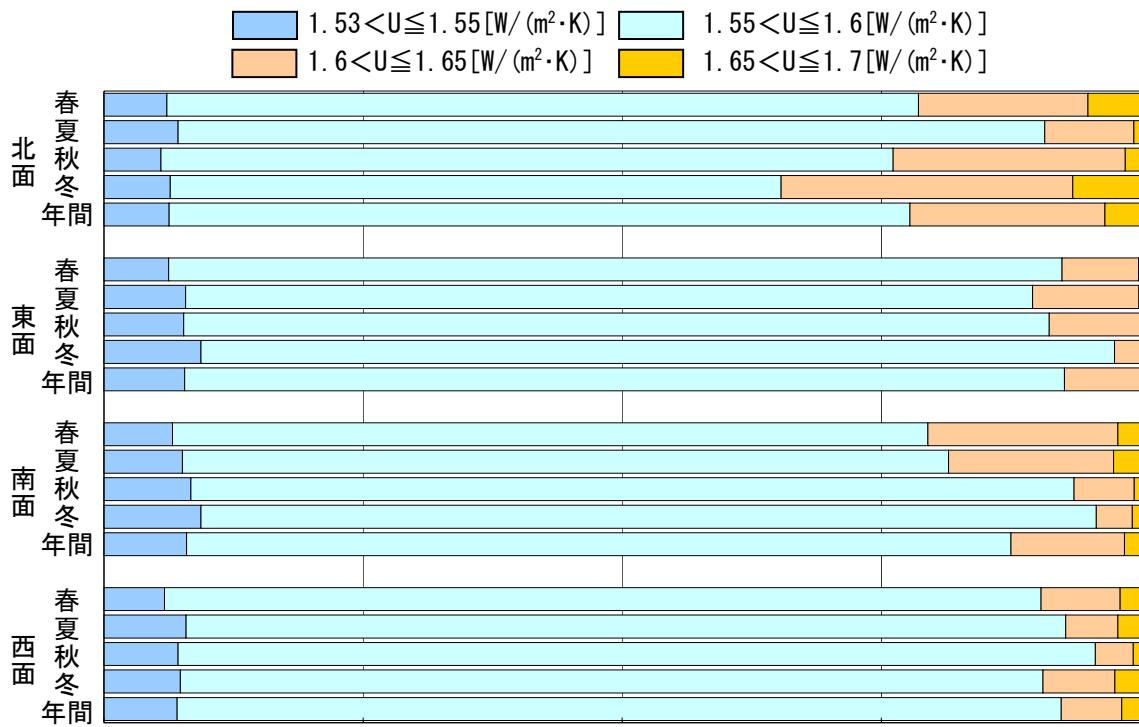


図 4.2.2.5-11 Low-E 複層ガラスの熱貫流率の頻度分布 (東京, 高さ 100m)

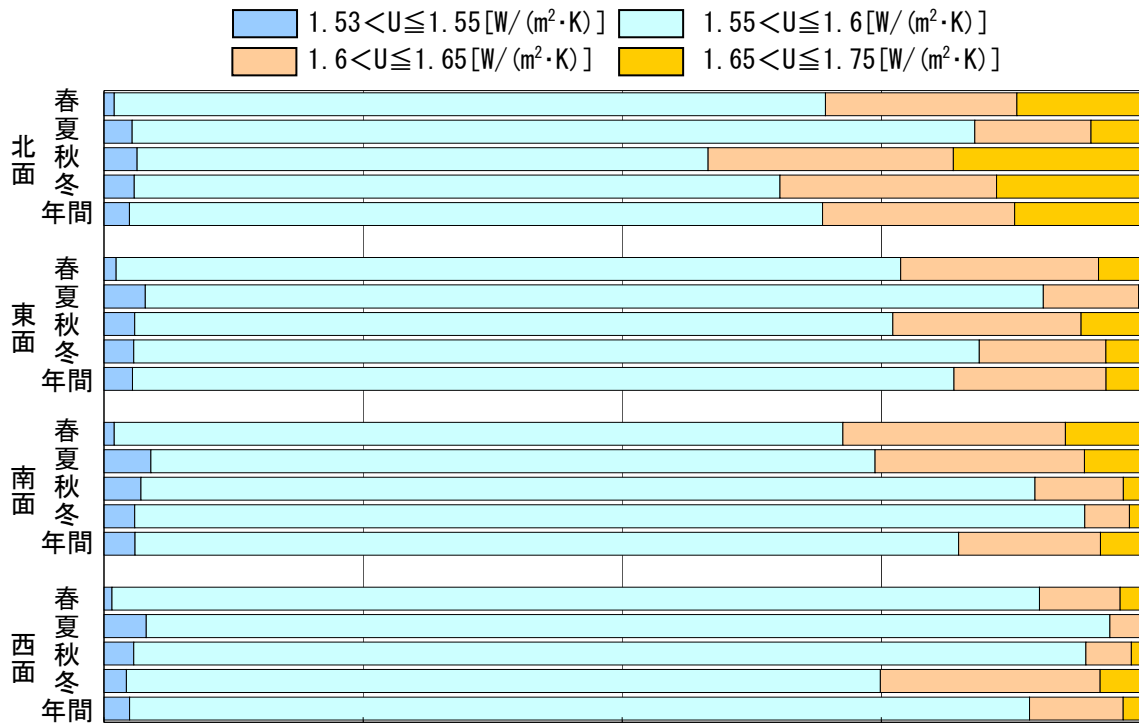


図 4.2.2.5-12 Low-E 複層ガラスの熱貫流率の頻度分布 (銚子, 高さ 10m)

### 4.3 窓のサイズ違いによる断熱性能の評価

住宅外皮の断熱性能を算出する際、現行の省エネルギー基準<sup>3)</sup>では窓の熱貫流率は『JIS A 4710<sup>9)</sup>に定める標準試験体サイズに準ずる寸法での値』とされている。しかしながら、実際の窓では開口毎にサイズが異なる。そのため、窓の熱貫流率に実際との差異が生じ、住宅外皮の断熱性能に影響を及ぼすことが懸念される。本節では、窓種別・サイズ別の熱貫流率について調査した。また、自立循環型住宅開発プロジェクト標準プラン<sup>10)</sup>を用いこの差異が住宅外皮の断熱性能に及ぼす影響度を調査したのでその報告をする。

#### 4.3.1 サイズ別の窓の熱貫流率

図 4.3.1-1～図 4.3.1-6 に窓面積やフレーム面積比と窓種別・材質別の窓の熱貫流率との相関を示す。図に使用した窓の熱貫流率は、窓の熱性能評価プログラム「WindEye」の「窓の断熱性能表示制度」対応版<sup>11)</sup>によって算出した。窓サイズは、住宅サッシ「標準規格寸法」<sup>12)</sup>に基づいて算出した。表 4.3.1-1 に窓種別の標準試験体サイズを示す。

表 4.3.1-1 窓種別の標準試験体サイズ (mm)

マド/テラス	サイズ	引き違い窓	FIX 窓	たてすべり出し窓
マド	W	1690	1235	640
	H	1370	1370	1370
テラス	W	1690	—	—
	H	2030	—	—

図 4.3.1-1 より引き違い窓(樹脂フレーム+断熱 Low-E 複層ガラス)の熱貫流率は、マドの標準試験体サイズにおいて  $1.85\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  であるのに対して窓サイズの変化によって  $1.81 \sim 2.25\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、テラスの標準試験体サイズにおいて  $1.99\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  であるのに対して窓サイズの変化によって  $1.86 \sim 2.04\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  と反比例の関係で変動することが確認された。また、フレーム面積比に対しては比例の関係で変動することが確認された。同様に、図 4.3.1-2 より引き違い窓(アルミフレーム+普通複層ガラス)の熱貫流率は、マドの標準試験体サイズにおいて  $3.87\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  であるのに対して窓サイズの変化によって  $3.71 \sim 5.78\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、テラスの標準試験体サイズにおいて  $3.86\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  であるのに対して窓サイズの変化によって  $3.56 \sim 4.08\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  と反比例の関係で変動することが確認された。FIX 窓(図 4.3.1-3, 図 4.3.1-4)、たてすべり出し窓(図 4.3.1-5, 図 4.3.1-6)についても同様の傾向が見てとれるが、FIX 窓は引き違い窓に比べてフレーム面積比が小さくその変動幅も小さいこと(FIX 窓： $0.080 \sim 0.481$ 、引き違い窓： $0.134 \sim 0.671$ )、たてすべり出し窓は引き違い窓に比べて窓面積が小さいこと[たてすべり出し窓： $0.27 \sim 0.88(\text{m}^2)$ 、引き違い窓： $0.24 \sim 6.36(\text{m}^2)$ ]から熱貫流率の変動幅が小さくなること[FIX 窓(樹脂)： $1.58 \sim 1.92\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、FIX 窓(アルミ)： $2.89 \sim 4.01\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、たてすべり出し窓(樹脂)： $1.73 \sim 1.91\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、たてすべり出し窓(アルミ)： $4.04 \sim 5.24\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]が確認された。

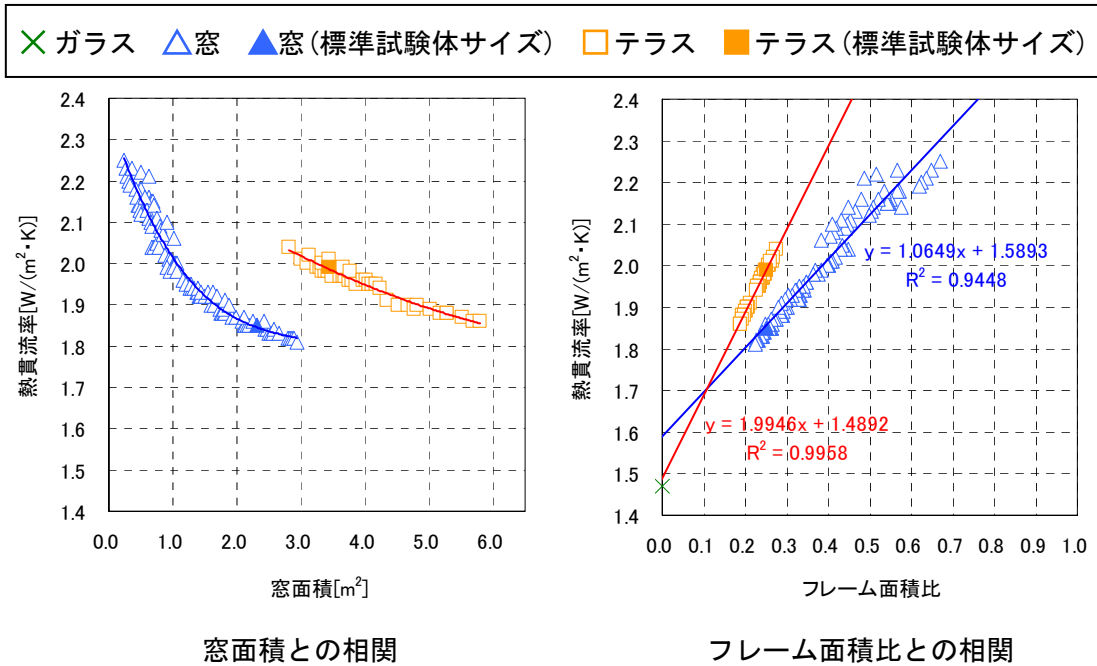


図 4.3.1-1 引き違い窓の熱貫流率  
 [樹脂フレーム+断熱 Low-E 複層ガラス (3+A16+E3)]

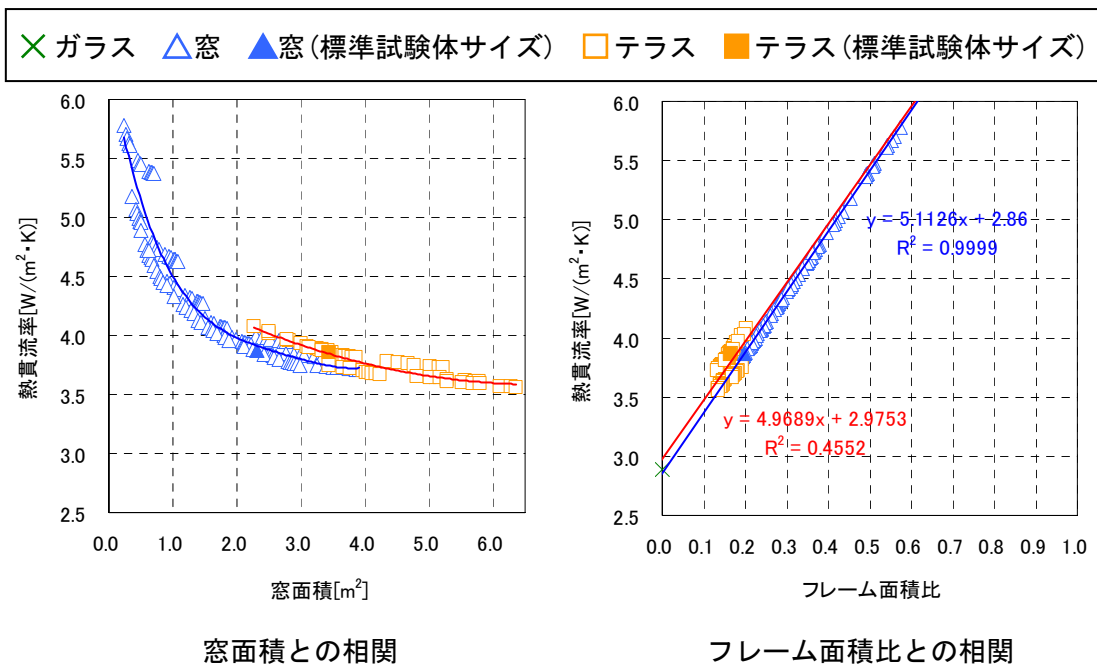


図 4.3.1-2 引き違い窓の熱貫流率  
 [アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)]

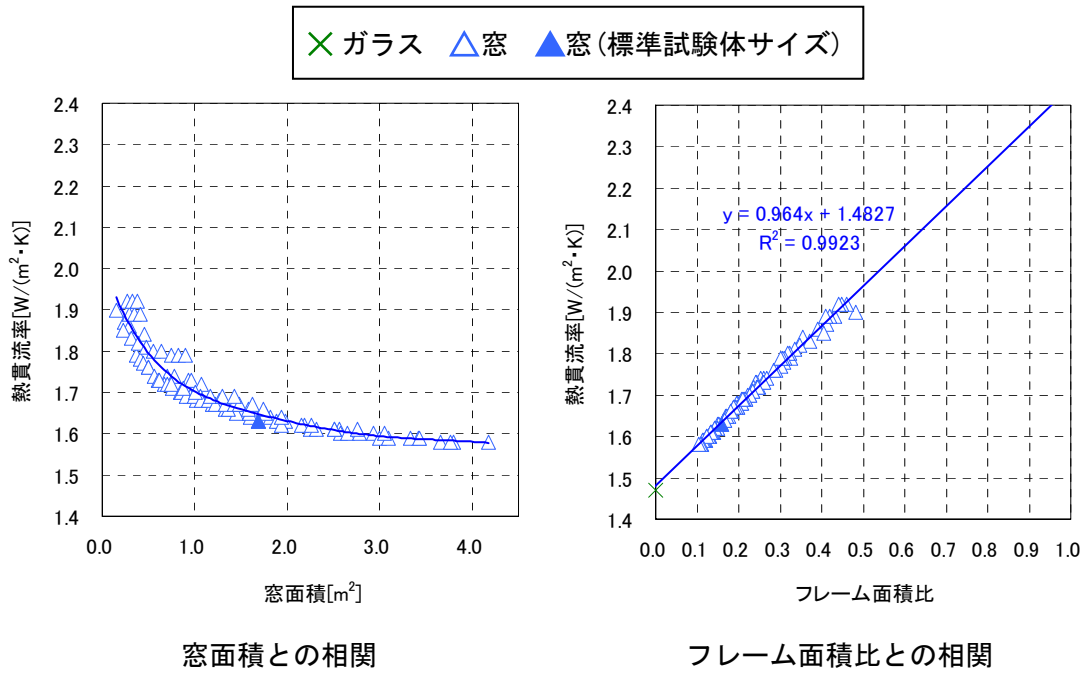


図 4.3.1-3 FIX 窓の熱貫流率  
[樹脂フレーム+断熱 Low-E 複層ガラス (3+A16+E3)]

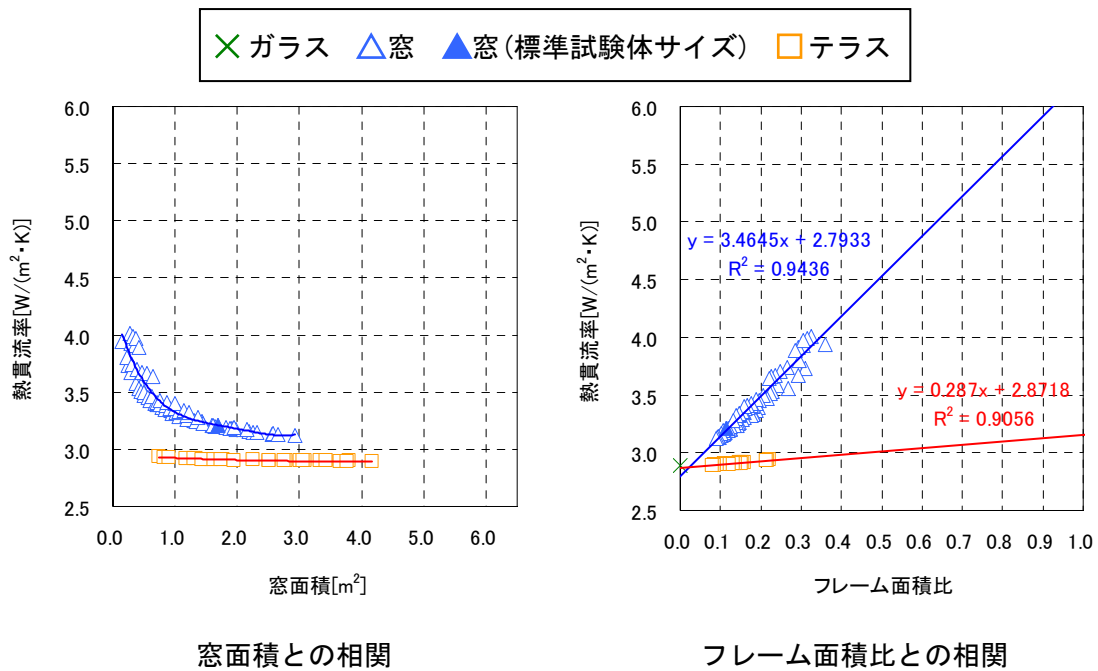
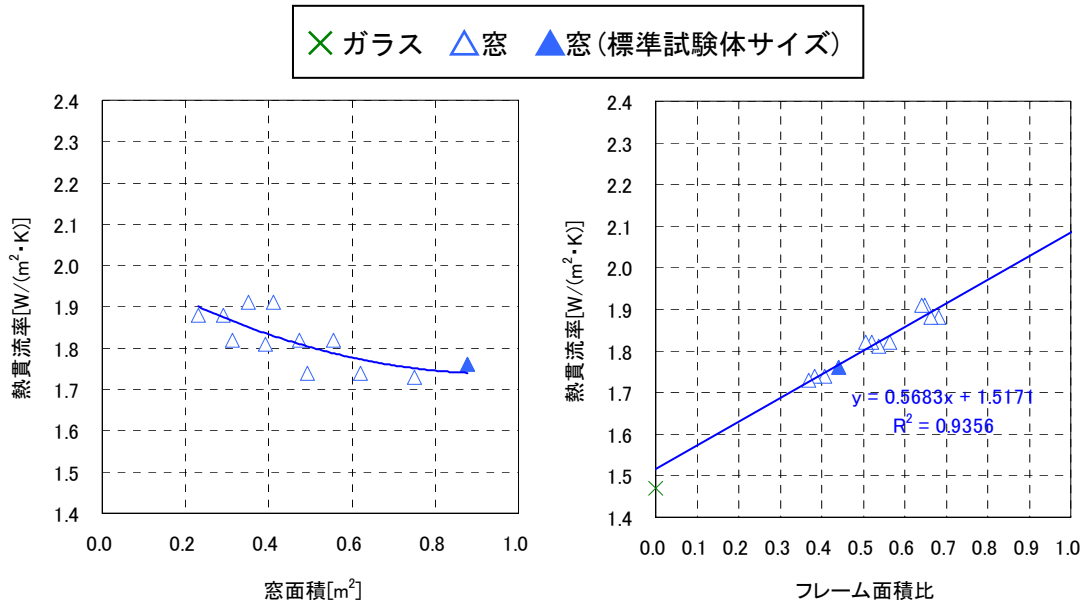


図 4.3.1-4 FIX 窓の熱貫流率  
[アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)]

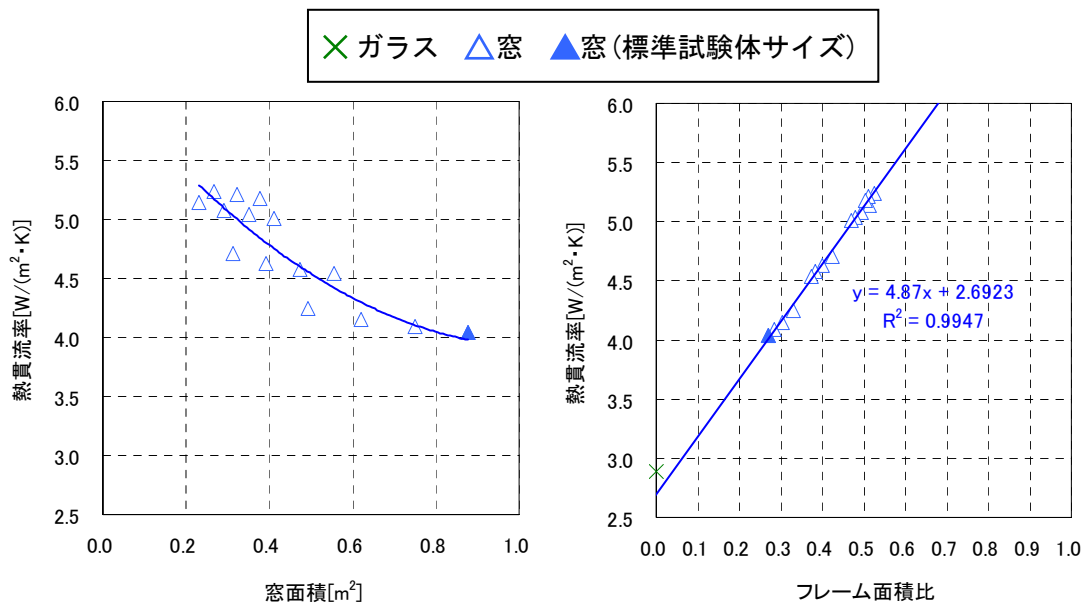




窓面積との相関

フレーム面積比との相関

図 4.3.1-5 たてすべり出し窓の熱貫流率  
[樹脂フレーム+断熱 Low-E 複層ガラス (3+A16+E3)]



窓面積との相関

フレーム面積比との相関

図 4.3.1-6 たてすべり出し窓の熱貫流率  
[アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)]

### 4.3.2 窓の熱貫流率の違いによる建物全体の熱負荷への影響

窓の熱貫流率は、サイズ別に異なることを前述した。ここでは、自立循環型住宅開発プロジェクト標準プラン<sup>10)</sup>を用い、この差異が住宅外皮の断熱性能に及ぼす影響度を調査したのでその報告をする。

住宅外皮の断熱性能は従来基準(H.11)の熱損失係数(Q)と改正省エネ基準案<sup>13)</sup>の外皮平均熱貫流率(U<sub>A</sub>)の双方において検討した。図4.3.2-1に従来基準の熱損失係数と改正基準案の外皮平均熱貫流率の概要を示す。以下2点が熱損失係数から外皮平均熱貫流率の主な変更点である。

- ・分母は床面積から外皮表面積に変更
- ・分子の総熱損失量は『換気及び漏気によって失われる熱量』を”含む”から”含まない”に変更

表4.3.2-1に従来基準の熱損失係数と改正基準案の外皮平均熱貫流率の基準値、従来基準の開口部の熱貫流率の基準値を示す。表4.3.2-2～表4.3.2-4に地域区分別の入力条件と計算結果一覧を示す。開口部の平均熱貫流率においては、実サイズの値が標準試験体サイズの値より最大4%大きいことが確認された。また、熱損失係数、外皮平均熱貫流率どちらの基準においても実サイズの値が標準試験体サイズの値より最大2%大きいことが確認された。

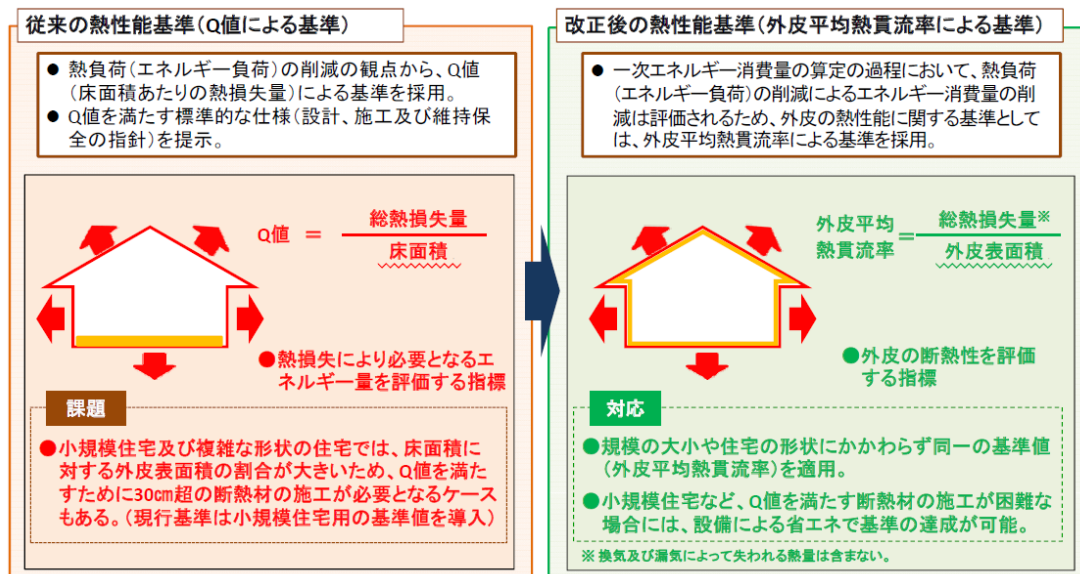


図 4.3.2-1 熱損失係数と外皮平均熱貫流率の概要

表 4.3.2-1 各熱性能の基準値

地域区分：改正案(H.11 基準)	1(I)	2(I)	3(II)	4(III)	5(IV)	6(IV)	7(V)	8(VI)
熱損失係数 Q[W/(m <sup>2</sup> ・K)]	1.6	1.9	2.4	2.7	3.7			
外皮平均熱貫流率 U <sub>A</sub> [W/(m <sup>2</sup> ・K)]	0.46	0.56	0.75	0.87	—			
開口部の熱貫流率 U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> ・K)]	2.33	3.49	4.65	6.51				

表 4.3.2-2 1~2 地域 (H.11 : I 地域) における入力条件と計算結果一覧

開口部種別		アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)				樹脂フレーム+断熱Low-E複層ガラス (3+A16+E3)				開口部の基準値		
		部位	A:面積(m <sup>2</sup> ) L:(m)	H:温度差 係数	標準試験体 サイズ		実サイズ		標準試験体 サイズ		1,2地域 (U=2.33[W/(m <sup>2</sup> ·K)])	
					部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH
貫流 熱損失 (W/K)	窓	天井	67.90	1.0	0.170	11.54	0.170	11.54	0.170	11.54	0.170	11.54
		壁	146.50	1.0	0.350	51.27	0.350	51.27	0.350	51.27	0.350	51.27
		床	65.47	0.7	0.340	15.58	0.340	15.58	0.340	15.58	0.340	15.58
		窓1	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓2	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓3	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓4	1.89	1.0	4.65	8.79	4.65	8.79	2.33	4.40	2.33	4.40
		窓5	0.35	1.0	4.04	1.39	3.52	1.21	1.73	0.60	1.81	0.62
		窓6	0.35	1.0	4.04	1.39	3.52	1.21	1.73	0.60	1.81	0.62
		窓7	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
		窓8	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
		窓9	1.35	1.0	4.65	6.28	4.65	6.28	2.33	3.15	2.33	3.15
		窓10	0.60	1.0	3.87	2.31	4.97	2.97	1.85	1.11	2.07	1.24
		窓11	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓12	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓13	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓14	1.82	1.0	3.87	7.02	4.02	7.30	1.85	3.36	1.88	3.41
		窓15	1.31	1.0	3.87	5.09	4.17	5.48	1.85	2.43	1.95	2.56
		窓16		1.0		0.00		0.00		0.00		0.00
		窓17	0.84	1.0	3.87	3.24	4.55	3.81	1.85	1.55	2.01	1.68
		窓18	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
窓19	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76		
		Σ AUH			178.55	182.90	127.77	129.02		137.16		
土間床 (玄関)	土間外周部 (m)	3.16	1.0	0.37	1.17	0.37	1.17	0.37	1.17	0.37	1.17	
		3.16	0.7	0.53	1.17	0.53	1.17	0.53	1.17	0.53	1.17	
		Σ(LUH+AU)			2.34	2.34	2.34	2.34		2.34		
換気熱損失 (W/K)	換気回数 n				0.50		0.50		0.50		0.50	
	気積B[m <sup>3</sup> ]				287.76		287.76		287.76		287.76	
	0.35nB				50.36		50.36		50.36		50.36	
	総熱損失量(Q <sub>換</sub> )[W/K]				231.25		235.60		180.47		181.72	
	延床面積S <sub>床</sub> [m <sup>2</sup> ]				120.07		120.07		120.07		120.07	
	総熱損失量(U <sub>換</sub> )[W/K]				180.89		185.24		130.11		131.36	
外皮面積S <sub>外</sub> [m <sup>2</sup> ]				305.09		305.09		305.09		305.09		
熱損失係数Q[W/(m <sup>2</sup> ·K)]				1.93		1.96		1.50		1.51		
Q(実サイズ)/Q(代表試験体サイズ)×100[%]						(102%)				(101%)		
外皮平均熱貫流率U <sub>外</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]				0.593		0.607		0.426		0.431		
U <sub>外</sub> (実サイズ)/U <sub>外</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]						(102%)				(101%)		
開口部平均熱貫流率U <sub>開</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]				3.97		4.14		1.96		2.01		
U <sub>開</sub> (実サイズ)/U <sub>開</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]						(104%)				(103%)		

表 4.3.2-3 3 地域 (H.11 : II 地域) における入力条件と計算結果一覧

開口部種別		アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)				樹脂フレーム+断熱Low-E複層ガラス (3+A16+E3)				開口部の基準値		
		部位	A:面積(m <sup>2</sup> ) L:(m)	H:温度差 係数	標準試験体 サイズ		実サイズ		標準試験体 サイズ		3地域 (U=2.33[W/(m <sup>2</sup> ·K)])	
					部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH
貫流 熱損失 (W/K)	窓	天井	67.90	1.0	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30
		壁	146.50	1.0	0.530	77.64	0.530	77.64	0.530	77.64	0.530	77.64
		床	65.47	0.7	0.340	15.58	0.340	15.58	0.340	15.58	0.340	15.58
		窓1	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓2	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓3	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓4	1.89	1.0	4.65	8.79	4.65	8.79	2.33	4.40	2.33	4.40
		窓5	0.35	1.0	4.04	1.39	3.52	1.21	1.73	0.60	1.81	0.62
		窓6	0.35	1.0	4.04	1.39	3.52	1.21	1.73	0.60	1.81	0.62
		窓7	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
		窓8	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
		窓9	1.35	1.0	4.65	6.28	4.65	6.28	2.33	3.15	2.33	3.15
		窓10	0.60	1.0	3.87	2.31	4.97	2.97	1.85	1.11	2.07	1.24
		窓11	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.85	3.97	1.86	3.99
		窓12	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓13	2.97	1.0	3.86	11.46	3.93	11.67	1.99	5.91	2.01	5.97
		窓14	1.82	1.0	3.87	7.02	4.02	7.30	1.85	3.36	1.88	3.41
		窓15	1.31	1.0	3.87	5.09	4.17	5.48	1.85	2.43	1.95	2.56
		窓16		1.0		0.00		0.00		0.00		0.00
		窓17	0.84	1.0	3.87	3.24	4.55	3.81	1.85	1.55	2.01	1.68
		窓18	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76
窓19	0.35	1.0	3.87	1.34	5.27	1.82	1.85	0.64	2.21	0.76		
		Σ AUH			209.87	214.02	158.90	160.14		168.28		
土間床 (玄関)	土間外周部 (m)	3.16	1.0	0.37	1.17	0.37	1.17	0.37	1.17	0.37	1.17	
		3.16	0.7	0.53	1.17	0.53	1.17	0.53	1.17	0.53	1.17	
		Σ(LUH+AU)			2.34	2.34	2.34	2.34		2.34		
換気熱損失 (W/K)	換気回数 n				0.50		0.50		0.50		0.50	
	気積B[m <sup>3</sup> ]				287.76		287.76		287.76		287.76	
	0.35nB				50.36		50.36		50.36		50.36	
	総熱損失量(Q <sub>換</sub> )[W/K]				262.37		266.72		211.60		212.84	
	延床面積S <sub>床</sub> [m <sup>2</sup> ]				120.07		120.07		120.07		120.07	
	総熱損失量(U <sub>換</sub> )[W/K]				212.01		216.36		161.24		162.48	
外皮面積S <sub>外</sub> [m <sup>2</sup> ]				305.09		305.09		305.09		305.09		
熱損失係数Q[W/(m <sup>2</sup> ·K)]				2.19		2.22		1.76		1.77		
Q(実サイズ)/Q(代表試験体サイズ)×100[%]						(102%)				(101%)		
外皮平均熱貫流率U <sub>外</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]				0.695		0.709		0.528		0.533		
U <sub>外</sub> (実サイズ)/U <sub>外</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]						(102%)				(101%)		
開口部平均熱貫流率U <sub>開</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]				3.97		4.14		1.96		2.01		
U <sub>開</sub> (実サイズ)/U <sub>開</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]						(104%)				(103%)		

表 4.3.2-4 4~7地域(H.11:Ⅲ~Ⅴ地域)における入力条件と計算結果一覧

開口部種別				アルミフレーム+普通複層ガラス (3+A12+3)				樹脂フレーム+遮熱Low-E複層ガラス (E3+A16+3)				開口部の基準値				
部位	A:面積(m <sup>2</sup> ) L:(m)	H: 温度差 係数	標準試験体 サイズ		実サイズ		標準試験体 サイズ		実サイズ		4地域 (U=3.49[W/(m <sup>2</sup> ·K)])		5~7地域 (U=4.65[W/(m <sup>2</sup> ·K)])			
			部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH	部位U値	AUH		
貫流 熱損失 (W/K)	天井	67.90	1.0	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30	0.240	16.30	
	壁	139.51	1.0	0.530	73.94	0.530	73.94	0.530	73.94	0.530	73.94	0.530	73.94	0.530	73.94	
	床	65.47	0.7	0.480	22.00	0.480	22.00	0.480	22.00	0.480	22.00	0.480	22.00	0.480	22.00	
	窓	窓1	3.47	1.0	3.86	13.37	3.75	12.99	1.94	6.72	1.95	6.76	3.49	12.09	4.65	16.11
		窓2	3.47	1.0	3.86	13.37	3.75	12.99	1.94	6.72	1.95	6.76	3.49	12.09	4.65	16.11
		窓3	4.59	1.0	3.86	17.72	3.77	17.30	1.94	8.90	1.85	8.49	3.49	16.02	4.65	21.34
		窓4	1.89	1.0	4.65	8.79	4.65	8.79	2.33	4.40	2.33	4.40	3.49	6.60	4.65	8.79
		窓5	0.54	1.0	4.04	2.18	4.24	2.29	1.69	0.91	1.72	0.93	3.49	1.88	4.65	2.51
		窓6	0.54	1.0	4.04	2.18	4.24	2.29	1.69	0.91	1.72	0.93	3.49	1.88	4.65	2.51
		窓7	0.54	1.0	3.87	2.09	4.83	2.61	1.80	0.97	2.21	1.19	3.49	1.88	4.65	2.51
		窓8	0.54	1.0	3.87	2.09	4.83	2.61	1.80	0.97	2.21	1.19	3.49	1.88	4.65	2.51
		窓9	1.62	1.0	4.65	7.53	4.65	7.53	2.33	3.77	2.33	3.77	3.49	5.65	4.65	7.53
		窓10	0.98	1.0	3.87	3.79	4.48	4.39	1.80	1.76	1.95	1.91	3.49	3.42	4.65	4.56
		窓11	2.15	1.0	3.87	8.30	3.91	8.39	1.80	3.86	1.81	3.88	3.49	7.49	4.65	9.97
		窓12	3.22	1.0	3.86	12.42	3.89	12.52	1.94	6.24	1.95	6.27	3.49	11.23	4.65	14.96
		窓13	3.22	1.0	3.86	12.42	3.89	12.52	1.94	6.24	1.95	6.27	3.49	11.23	4.65	14.96
		窓14	1.73	1.0	3.87	6.70	4.05	7.02	1.80	3.12	1.84	3.19	3.49	6.05	4.65	8.06
		窓15	0.99	1.0	3.87	3.83	4.35	4.31	1.80	1.78	2.01	1.99	3.49	3.46	4.65	4.60
		窓16	0.54	1.0	4.04	2.18	4.24	2.29	1.69	0.91	1.72	0.93	3.49	1.88	4.65	2.51
		窓17	0.99	1.0	3.87	3.83	4.35	4.31	1.80	1.78	2.01	1.99	3.49	3.46	4.65	4.60
窓18		0.54	1.0	3.87	2.09	4.83	2.61	1.80	0.97	2.21	1.19	3.49	1.88	4.65	2.51	
窓19		0.66	1.0	3.87	2.55	3.92	2.58	1.80	1.19	2.21	1.46	3.49	2.30	4.65	3.07	
<b>Σ AUH</b>				<b>239.69</b>	<b>242.57</b>	<b>174.40</b>	<b>175.75</b>	<b>224.62</b>	<b>261.98</b>							
土間床 (玄関)	土間	3.16	1.0	0.53	1.67	0.53	1.67	0.53	1.67	0.53	1.67	0.53	1.67	0.53	1.67	
	玄関	3.16	0.7	0.76	1.68	0.76	1.68	0.76	1.68	0.76	1.68	0.76	1.68	0.76	1.68	
<b>Σ (LUH+AU)</b>				<b>3.36</b>	<b>3.36</b>	<b>3.36</b>	<b>3.36</b>	<b>3.36</b>	<b>3.36</b>							
換気熱損失 (W/K)	換気回数 n			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50							
	気積B[m <sup>3</sup> ]			287.76	287.76	287.76	287.76	287.76	287.76							
<b>0.35nB</b>				<b>50.36</b>	<b>50.36</b>	<b>50.36</b>	<b>50.36</b>	<b>50.36</b>	<b>50.36</b>							
<b>総熱損失量(Q<sub>総</sub>)[W/K]</b>				<b>293.41</b>	<b>296.28</b>	<b>228.11</b>	<b>229.47</b>	<b>278.34</b>	<b>315.69</b>							
延床面積S[m <sup>2</sup> ]				120.07	120.07	120.07	120.07	120.07	120.07							
<b>総熱損失量(U<sub>0</sub>値)[W/K]</b>				<b>243.05</b>	<b>245.92</b>	<b>177.75</b>	<b>179.11</b>	<b>227.98</b>	<b>265.33</b>							
外皮面積S <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]				305.09	305.09	305.09	305.09	305.09	305.09							
<b>熱損失係数Q[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>				<b>2.44</b>	<b>2.47</b>	<b>1.90</b>	<b>1.91</b>	<b>2.32</b>	<b>2.63</b>							
Q(実サイズ)/Q(代表試験体サイズ)×100[%]					(101%)		(101%)									
<b>外皮平均熱貫流率U<sub>0</sub>[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>				<b>0.797</b>	<b>0.806</b>	<b>0.583</b>	<b>0.587</b>	<b>0.747</b>	<b>0.870</b>							
U <sub>0</sub> (実サイズ)/U <sub>0</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]					(101%)		(101%)									
<b>開口部平均熱貫流率U<sub>w</sub>[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>				<b>3.96</b>	<b>4.05</b>	<b>1.93</b>	<b>1.97</b>	<b>3.49</b>	<b>4.65</b>							
U <sub>w</sub> (実サイズ)/U <sub>w</sub> (代表試験体サイズ)×100[%]					(102%)		(102%)									

#### 4.4 まとめ

第4章では、開口部の断熱性能に関する調査を実施した項目について整理した。得られた知見と今後の課題を以下にまとめる。

##### a) 環境条件

- ①表面熱伝達率は、各々の規格で表現方法が総合熱伝達率の固定値で与えられているものや放射熱伝達率と対流熱伝達率を分けてそれぞれを関数として与えられているものなど様々であり、室内外温度については、各規格の原案を作成した国の環境が反映されている。日本の省エネ基準の改定に向け、これら多くの規格の中から日本の環境に合う境界条件を選定する、若しくは規格を参考に日本独自の環境条件を作成する必要がある。
- ②風洞実験による測定結果から、 $60\text{deg}$ <風向に対する壁面の角度 $\text{deg}$ < $300\text{deg}$ 以外では極端に風速が低くなっており、このことから風上の範囲として $-60\text{deg}$ <風向に対する壁面の角度 $\text{deg}$ < $60\text{deg}$ と言えると考えられる。しかし、気象データでは風向が16方位で扱われているため、気象データとの連携を考えると、風上と風下を分けることが必要な場合はISO 15099の判定方法は妥当ではないかと考えられる。ただし、風速および対流熱伝達率の算出方法についてはまだ検討が必要かと思われる。
- ③国内の地点をランダムに選択しEA気象データの風向・風速を用いて、その分布を季節・高さの違いに分類し把握した。また、各地の風向・風速やISO 15099の対流熱伝達率の計算式を用いて東西南北の各方位に配置した垂直面に対する室外側対流熱伝達率や各種ガラスの熱貫流率の比較を行った。得られた知見を以下の通りである。
  - ・地点や季節により卓越する風向や風速の頻度分布は異なり、高度の上昇に伴い大きな風速の頻度が増加した。
  - ・室外側対流熱伝達率は窓面の方位や地点・季節・高度の風向・風速によって大きく変動し、卓越風向に面する窓面で大きくなる傾向があった。
  - ・各種ガラスの熱貫流率は、JIS R 3107に基づく熱貫流率が大きい透明単板ガラスではその変動幅は $2.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ と大きく、熱貫流率が小さい普通複層ガラスやLow-E複層ガラスではそれぞれ $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ,  $0.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ とその変動幅は小さくなる傾向があった。

##### b) 窓のサイズ違いによる断熱性能の評価

- ①代表的な窓の材質別、機種別、サイズ別の熱貫流率の比較を行った結果、窓面積と熱貫流率は反比例の関係で変動することを示した。また、フレーム面積と熱貫流率は比例の関係であることを示した。
- ②建物モデルプランにあたりの平均 $U$ 値( $U_A$ 値)に差異が生じるか比較を行った結果、口部の平均熱貫流率においては実サイズの値が標準試験体サイズの値より最大4%大きいことを示した。また、熱損失係数、外皮平均熱貫流率どちらの基準においても実サイズの値が標準試験体サイズの値より最大2%大きいことを示した。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 住宅の省エネルギー基準の解説, (財)建築環境・省エネルギー機構, 2009
- 4) ISO15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
- 5) ISO 10077-1:2006, Thermal performance of windows, doors and shutters -- Calculation of thermal transmittance -- Part 1:General
- 6) National Fenestration Rating Council, Inc : NFRC100-2010, Procedure for Determining Fenestration Product U-Factors.
- 7) 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
- 8) 赤坂裕ほか：拡張アメダス気象データ, 日本建築学会, 2000
- 9) JIS A 4710:2004, 建具の断熱性試験方法
- 10) 自立循環型住宅への設計ガイドライン, (財)建築環境・省エネルギー機構, 2005
- 11) 窓の熱性能評価プログラム「WindEye」「窓の断熱性能表示制度」対応版, (一社)リビン  
グアメニティ協会 <http://alianet.org/pickup/windeye/>
- 12) 住宅サッシ標準規格寸法, (社)日本サッシ協会, 2009.4 改訂
- 13) 住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報  
<http://www.kenken.go.jp/becc/index.html>

## 第5章 ビル用開口部の熱性能

### 5.1 はじめに

我が国の「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」<sup>1)</sup>における「建築主の判断基準：省エネルギー基準」<sup>2)</sup>では、建築外皮の熱性能はPAL（Perimeter Annual Load, 年間熱負荷係数）で評価されている。PAL 計算では外壁、屋根、窓等の建築外皮を構成する各部位の断熱性能値として熱貫流率（ $U$  値）、遮熱性能値として日射熱取得率（ $\eta$  値）を用いて、建築物の暖房期間、冷房期間そして年間の空調負荷を算出している。

開口部は、壁と比較すると熱性能が劣るため PAL 値は開口部の仕様に強く影響される。建築物の省エネルギー基準の計算の手引<sup>3)</sup>には各種窓の熱貫流率（ $U$  値）と日射熱取得率（ $\eta$  値）が整理されており、一覧表に登録された窓種の中から該当する窓の性能値を引用することとなっている。しかしながら、現行の一覧表に掲載された窓の  $U$  値及び  $\eta$  値は、ガラス部分のみあるいは、ブラインドを含む性能値を整理したものであり、窓枠フレーム（以下フレーム）の影響を考慮していない点が問題となっている。この問題に対し、フレームを考慮したビル用窓の簡易計算法を提案し、フレームの影響が無視できないオーダーであることを明らかにした<sup>4)</sup>。

カーテンウォールの断熱性能計算法に関する国内の規格は制定されていないが、海外の規格は欧州規格 EN13947:2006 が制定され、2012 年に ISO 12631<sup>5)</sup>として国際規格化された。

将来的にカーテンウォールの熱性能計算法を JIS 規格化すること、及び PAL 等の非住宅建築を対象とした簡易な年間暖冷房負荷計算にフレームを考慮したガラスカーテンウォール（以下カーテンウォール）の評価方法を追加することを目指して、断熱性能計算法の規格化がされた ISO12631 の規格内容を用いて、市場で販売されている製品を計算し、材質や施工方法の異なるフレーム材の断熱性能について整理を行う。また、PAL 計算に用いるためには断熱性能だけでなく、遮熱性能への影響も考慮しなければならないため、ISO15099<sup>6)</sup>を参照してカーテンウォールフレームの遮熱性能についても合わせて計算を実施し整理する。

次に PAL 計算にフレームを考慮した計算法を盛り込むため、簡易計算法を検討し提案する。

さらにモデルケースを用いて PAL 計算を実施し、フレームの影響を評価する。

## 5.2 カーテンウォールの熱性能の評価法

ISO12631<sup>5)</sup>では、熱貫流率の算出方法についてフレーム部単一性能評価法（Single assessment method）と構成要素評価法（Component assessment method）の二通りが記載されている。

遮熱性能にフレームの影響を考慮したいため、断熱性能についてもフレーム面積を考慮した構成要素評価法で計算を実施する。

### 5.2.1 断面のモデル化

図 5.2.1-1 にカーテンウォールの姿図，縦・横断面図を示す。

フレーム部の解析モデル化の範囲は，JISA2102-2<sup>7)</sup>に準拠する。

図 5.2.1-2 にマリオン（複層ガラス用）の解析モデル例を示す。方立の両端部は，外壁と接するため断熱境界が方立の半分を覆う納まりもあるが，ここでは中間の方立と同じ扱いとした。よって，開口部と腰部を一体の開口と定義すると，図 5.2-2 のように 6 断面のモデル化となる。フレーム以外のガラス及び腰パネルの見付け幅  $b_g$ 、 $b_{sp}$  は，断熱性能のよい腰部の解析も行うため，全て 300mm とした。

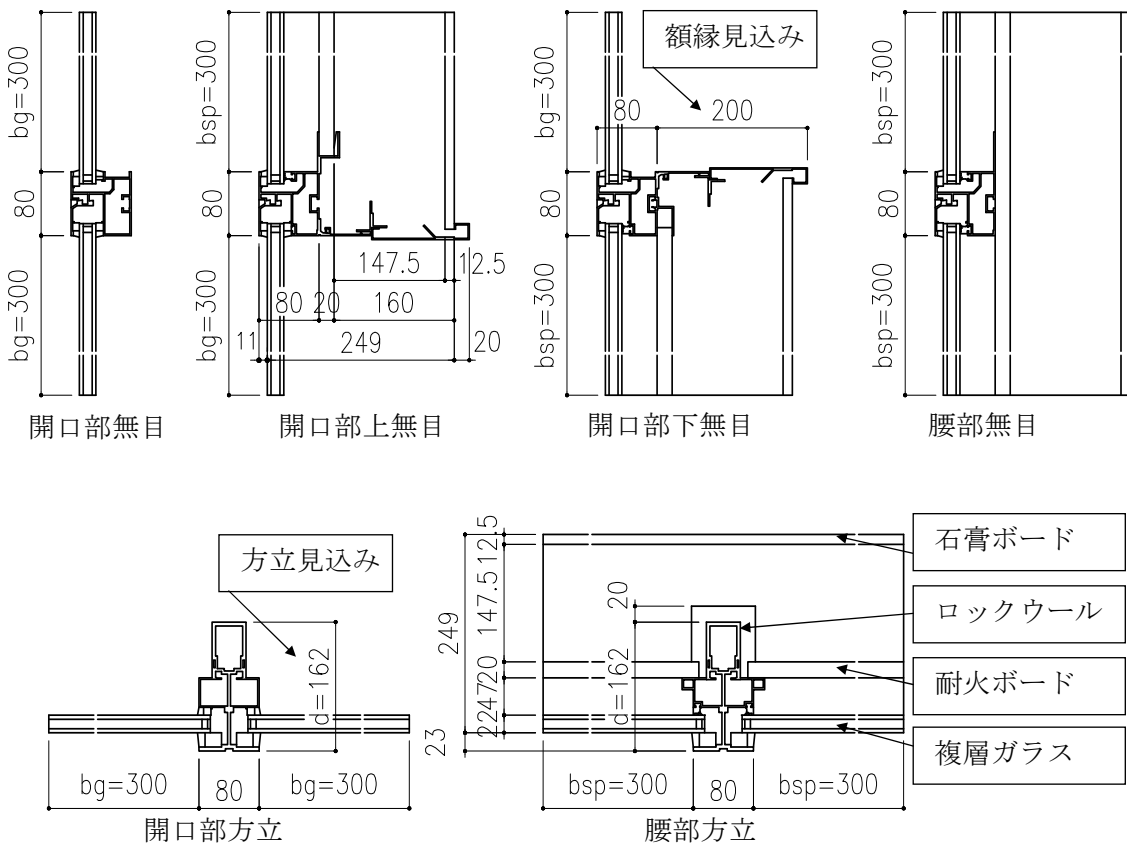


図 5.2.1-2 マリオン（複層ガラス用）の各部の解析モデル



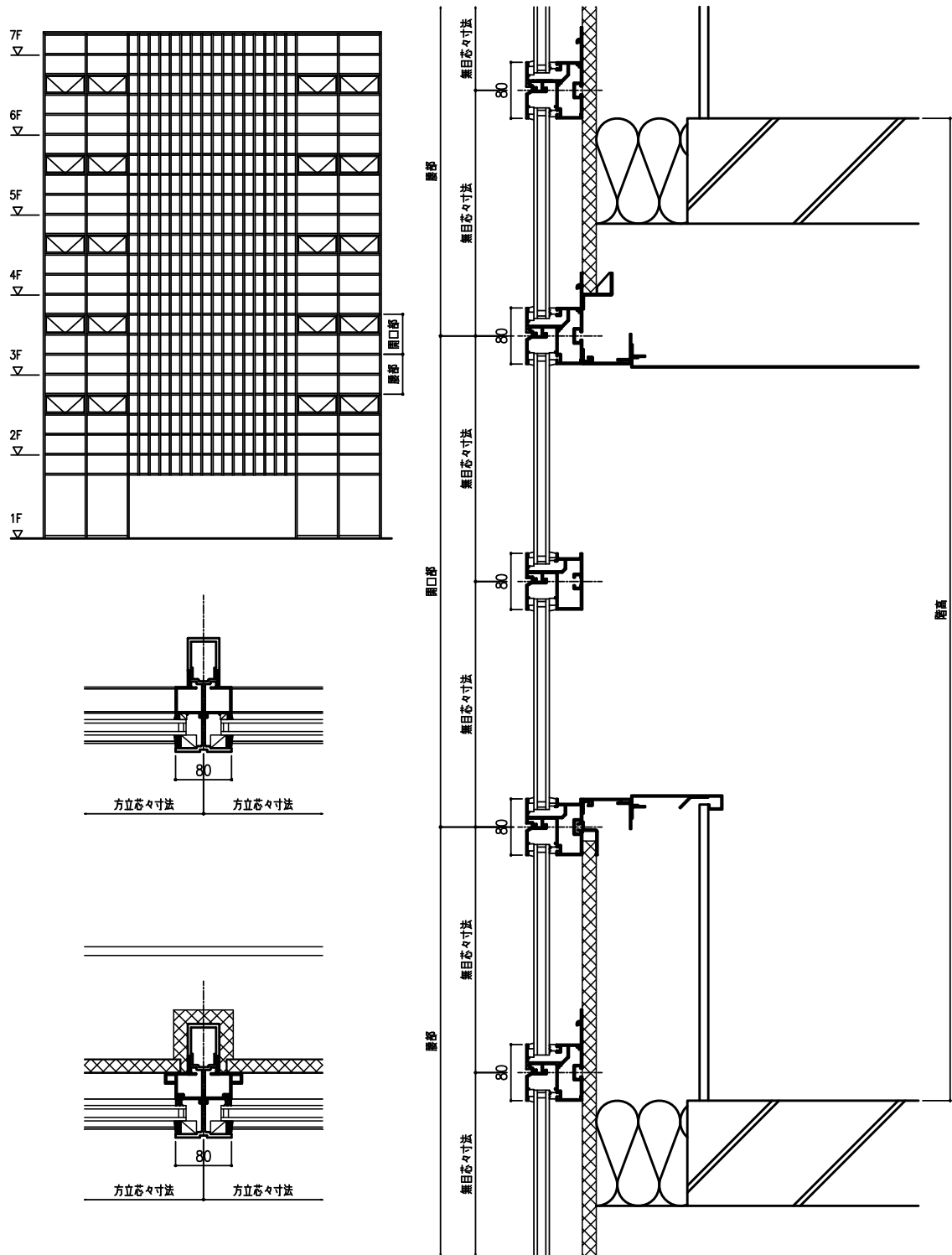


図 5.2.1-1 カーテンウォールの姿図，縦・横断面図

## 5.2.2 熱貫流率計算法

カーテンウォール全体の熱貫流率は算出式(5.2.2-1)で整理できる。

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_{sp} U_{sp} + \sum A_f U_f + \sum l_g \psi_g + \sum P}{A_{cw}} \quad \dots (5.2.2-1)$$

ここで

- $U_{cw}$  : カーテンウォール全体の総合熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $U_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $U_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $U_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $A_{cw}$  : カーテンウォール全体の伝熱開口面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $l_g$  : 開口部, 腰部のガラス周囲部の長さ [m]
- $\psi_g$  : 開口部, 腰部のガラス周囲部の線熱貫流率 [W/(m・K)]
- $P$  : 3次元熱流部の点熱貫流率 [W/K]

式には, 1点 (部材連結部や部品) の単位個数当たりの通過熱流量:  $P$  が定義されているが, ここでは無いものとする。

フレーム部の断熱性能算出方法は JIS A 2102-2<sup>7)</sup>に基づき, フレーム部の熱貫流率( $U_f$ )と別に複層ガラススペーサ周辺部の2次元熱流の影響を表す線熱貫流率( $\psi_g$ )を算出する。

解析モデルイメージを図 5.2.2-1 に示す。

フレーム部の熱貫流率( $U_f$ )は, フレームに断熱パネルを挿入した断熱パネルモデル (図 5.2.2-1(b)) を用いて算出式(5.2.2-2) で求める。

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p b_p - U_{psp} b_{psp}}{b_f} \quad \dots (5.2.2-2)$$

ここで

- $U_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $U_f^{2D}$  : 断熱パネルモデルの熱コンダクタンス [W/(m・K)]
- $U_p$  : 開口部 (ビジョン部) の断熱パネルの熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $U_{psp}$  : 腰部 (スパンドレル部) の断熱パネルの熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>・K)]
- $b_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の見付幅 [m]
- $b_p$  : 開口部 (ビジョン部) の断熱パネルの見付幅 [m]
- $b_{psp}$  : 腰部 (ビジョン部) の断熱パネルの見付幅 [m]

複層ガラススペーサ部を含むフレームとガラスの間の線熱貫流率( $\psi_g$ )は、フレームに複層ガラスを挿入した複層ガラスモデル(図5.2.2-1(a))と、算出式(5.2.2-2)で得られる $U_f$ 値を用いて算出式(5.2.2-3)で求める。但し、単板ガラスの場合は熱橋効果がないため無視する。

$$\phi_g = L_{\psi}^{2D} - U_f b_f - U_g b_g - U_{sp} b_{sp} \quad \dots (5.2.2-3)$$

ここで

- $\psi_g$ : 開口部, 腰部のガラス周囲部の線熱貫流率 [W/(m·K)]
- $L_{\psi}^{2D}$ : 複層ガラスモデルの熱コンダクタンス [W/(m·K)]
- $U_f$ : 開口部, 腰部のフレーム部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $U_g$ : 開口部(ビジョン部)のガラス部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $U_{sp}$ : 腰部(スパンドレル部)のパネル部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $b_f$ : 開口部, 腰部のフレーム部の見付幅 [m]
- $b_g$ : 開口部(ビジョン部)の複層ガラスの見付幅 [m]
- $b_{sp}$ : 腰部(ビジョン部)のパネルの見付幅 [m]

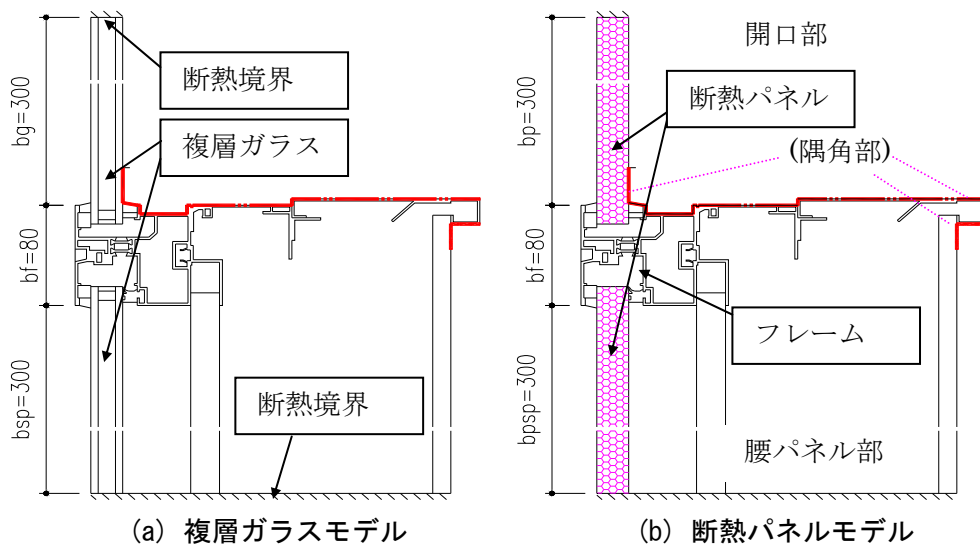


図5.2.2-1 熱貫流率の解析モデルイメージ

## 5.2.3 日射熱取得率計算法

カーテンウォール全体の日射熱取得率は算出式(5.2.3-1) で整理できる。

$$\eta_{cw} = \frac{\sum A_g \eta_g + \sum A_{sp} \eta_{sp} + \sum A_f \eta_f}{A_{cw}} \quad \dots (5.2.3-1)$$

ここで

- $\eta_{cw}$  : カーテンウォール全体の総合日射熱取得率 [-]
- $\eta_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の日射熱取得率 [-]
- $\eta_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の日射熱取得率 [-]
- $\eta_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の日射熱取得率 [-]
- $A_{cw}$  : カーテンウォール全体の伝熱開口面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の見付面積 [m<sup>2</sup>]

解析モデルイメージを図 5.2.3-1 に示す。

フレーム部, ガラス部, 腰部パネル部の日射熱取得率算出方法は, ISO 15099<sup>6)</sup>の算出式(5.2.3-2)で整理できる。2次元解析モデルに日射受熱の発熱条件を設定したモデル(図 5.2.3-1(a))を用いて, 日射を受けた場合の室内への熱流束から日射を受けない場合(貫流分)の熱流束を差引いた値を日射強度で除して算出する。

$$\eta_g, \eta_{sp}, \eta_f = \frac{q_{in} - q_{in}(I_s = 0)}{I_s} \quad \dots (5.2.3-2)$$

ここで

- $\eta_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の日射熱取得率 [-]
- $\eta_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の日射熱取得率 [-]
- $\eta_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の日射熱取得率 [-]
- $q_{in}$  : 各部の入射日射がある場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]
- $q_{in}(I_s = 0)$  : 各部の入射日射がない場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]
- $I_s$  : 入射日射強度 [W/m<sup>2</sup>]

このとき, 算出式(5.2.3-2)に入る  $q_{in}$  及び  $q_{in}(I_s=0)$  は, 図 5.2.3-1(b)に示すようにフレームを含む2次元熱流計算モデルから, ガラス単体及び腰部パネル単体の1次元熱流を差引いて求める。そのため, 2次元熱流分の影響は, フレームに残ることとなる。よって, 算出式(5.2.3-2)のフレーム部の熱流束:  $q_{in,f}$  及び  $q_{in,f}(I_s=0)$  の算出式は以下となる。

$$q_{in,f} = \frac{Q_{in} - q_{in,g} \cdot b_g - q_{in,sp} \cdot b_{sp}}{b_f} \quad \dots (5.2.3-3)$$

$$q_{in,f}(I_s = 0) = \frac{Q_{in}(I_s = 0) - q_{in,g}(I_s = 0) \cdot b_g - q_{in,sp}(I_s = 0) \cdot b_{sp}}{b_f} \quad \dots (5.2.3-4)$$

ここで

$q_{in,f}$  : 開口部, 腰部のフレーム部の入射日射がある場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$Q_{in}$  : 入射日射があるモデル全体の室内への熱流束 [W/m]

$q_{in,g}$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の入射日射がある場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$q_{in,sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の入射日射がある場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$q_{in,f}(I_s=0)$  : 開口部, 腰部のフレーム部の入射日射がない場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$Q_{in}(I_s=0)$  : 入射日射がないモデル全体の室内への熱流束 [W/m]

$q_{in,g}(I_s=0)$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の入射日射がない場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$q_{in,sp}(I_s=0)$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の入射日射がない場合の室内への熱流束 [W/m<sup>2</sup>]

$b_g$  : 開口部 (ビジョン部) のガラス部の見付け長さ [m]

$b_{sp}$  : 腰部 (スパンドレル部) のパネル部の見付け長さ [m]

$b_f$  : 開口部, 腰部のフレーム部の見付け長さ [m]

式(5.2.3-3)の解析について, 境界要素法による2次元定常伝熱解析プログラム「TB2D/BEM」<sup>8)</sup>を用いた場合, このプログラムではガラスの透過分は考慮せず, 日射吸収による再放熱分のみ判定している。入力する日射吸収率は多重反射(収束計算)後の値を用いている。腰部のように不透明パネルを用いる場合, パネルも含めた収束計算後の吸収率を入力する必要がある。また, 腰部のようにガラス透過後にパネル面で日射を受照する場合, 外側のガラスで日射量が減衰する。この部分はパネル面の日射受照割合を透過率分とすることで, 対応できるようになっている。

また, ISO 15099<sup>6)</sup>では, フレームの熱貫流率( $U_f$ )からフレームの日射熱取得率( $\eta_f$ )を簡易に求められる計算式を提案している。

$$\eta_f = a_f \frac{U_f}{\frac{A_s}{A_f} h_{ex}} \quad \dots (5.2.3-5)$$

ここで

- $\eta_f$ : フレーム部の日射熱取得率 [-]
- $a_f$ : フレーム部の日射吸収率 [-]
- $U_f$ : フレーム部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $A_f$ : フレーム部の見付面積 [m<sup>2</sup>]
- $A_s$ : フレーム部の室外側露出表面積 [m<sup>2</sup>]
- $h_{ex}$ : 室外側表面熱伝達率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]

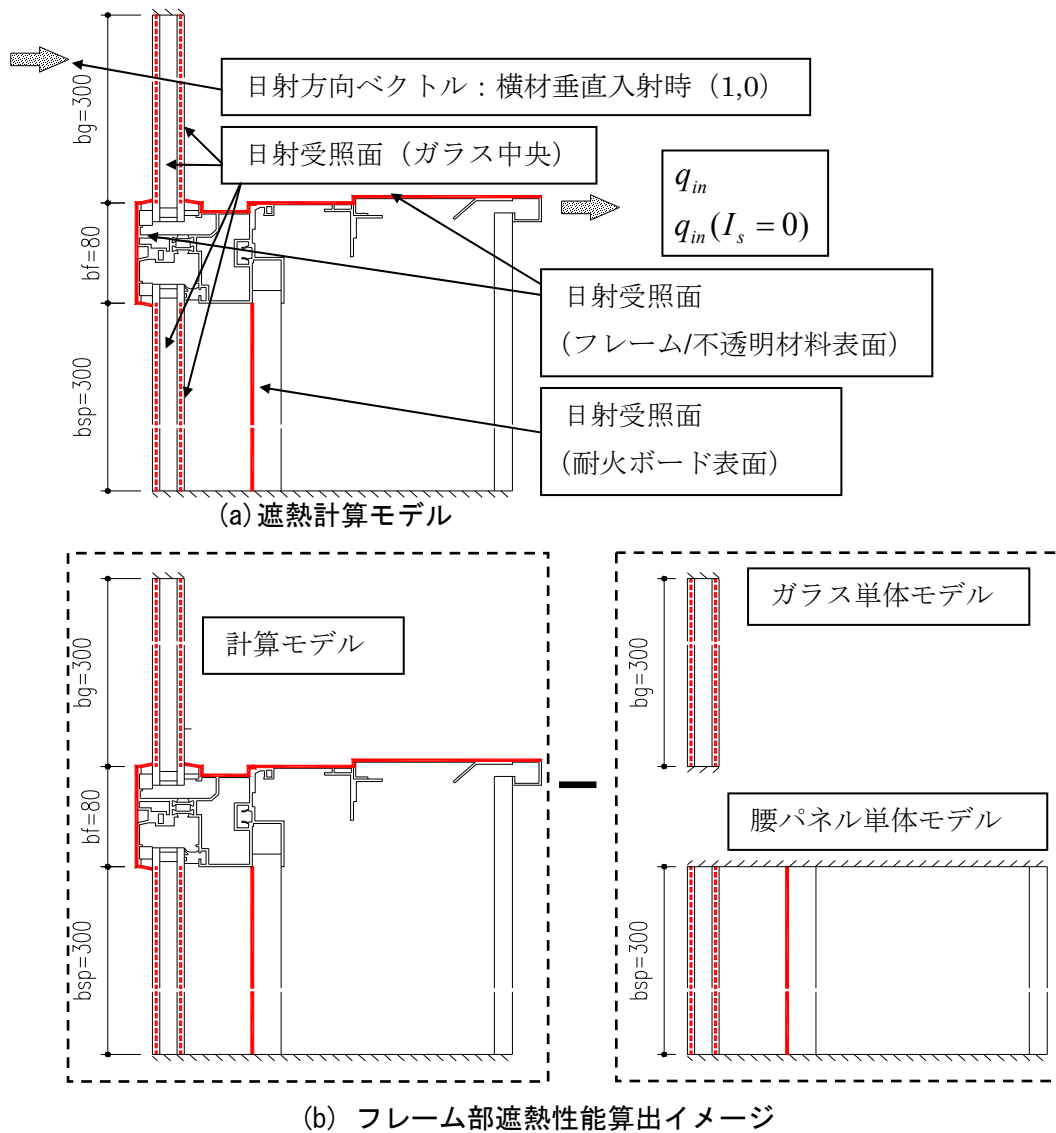


図 5.2.3-1 日射熱取得率の解析モデルイメージ

5.2.4 計算モデル条件

図 5.2.4-1 の姿図をモデルケースとして熱性能計算を行った。フレーム及びガラス種類を表 5.2.4-1 に示す。窓種は全て FIX 窓とした。

表 5.2.4-1 中の a)~f) で見込み寸法が複数あるのは、一般用、吹抜け用等の強度が異なる部材が存在するためである。

カーテンウォールの伝熱開口 H 寸法は、階高 (= 4000mm) と等しい範囲とした。これは外観割付で 4 スパン分の寸法と等しくなる。伝熱開口 W 寸法は、外観方立割付 9 スパン分の寸法の積算値 (= 9000mm) に方立の見付寸法 (=60,75,80mm) を加えたカーテンウォールの外観見付寸法の総和とした。

よって、フレーム部、ガラス部及び腰パネル部の外観の垂直投影面積が各部の見付け寸法面積となり、それらの総和が計算対象となるカーテンウォールの伝熱開口面積となる。

フレームはメーカー標準品とし、アルミ及びアルミ熱遮断構造 (以後熱遮断) で市販されているマリオン、ユニット、横強調とした。

各フレーム種の見付け及び見込み寸法は、主要メーカー3社を調査し、標準的な寸法であることを確認した。

ガラスはフレーム種類に合わせ、単板 : FL10 及び複層 : FL5+A12+FL5 を用いた。腰部の耐火ボードは、20mm 厚 (耐火 30 分)、額縁見込みを 200mm (横強調は 250mm) とし、内壁の石膏ボード 12.5mm までをモデル化した。また改定建築基準法<sup>9)</sup>に基づき、腰部方立のまわりに防火用ロックウール 20mm を被覆したモデル (図 5.2.1-2) とした。

表 5.2.4-1 計算対象フレーム種及びガラス種

フレーム種類	材質	見付 [mm]	見込 [mm]	ガラス種 [mm]	
a) マリオン (単板ガラス用)	アルミ	方立	60	162, 212, 297	開口部
		無目	60	80	腰部
b) マリオン (複層ガラス用)	アルミ	方立	80	162, 212, 297	開口部
		無目	80	80	腰部
c) マリオン (複層ガラス用)	熱遮断	方立	80	162, 212, 297	開口部
		無目	80	80	腰部
d) ユニット (単板ガラス用)	アルミ	方立	75	250	開口部
		無目	80	100	腰部
e) ユニット (複層ガラス用)	アルミ	方立	75	250	開口部
		無目	80	100	腰部
f) 横強調 (単板ガラス用)	アルミ	方立	60	180, 210, 260	開口部
		無目	80	80	腰部

※e) のユニットは複層ガラス用だが、腰部は単板ガラスを用いる仕様。

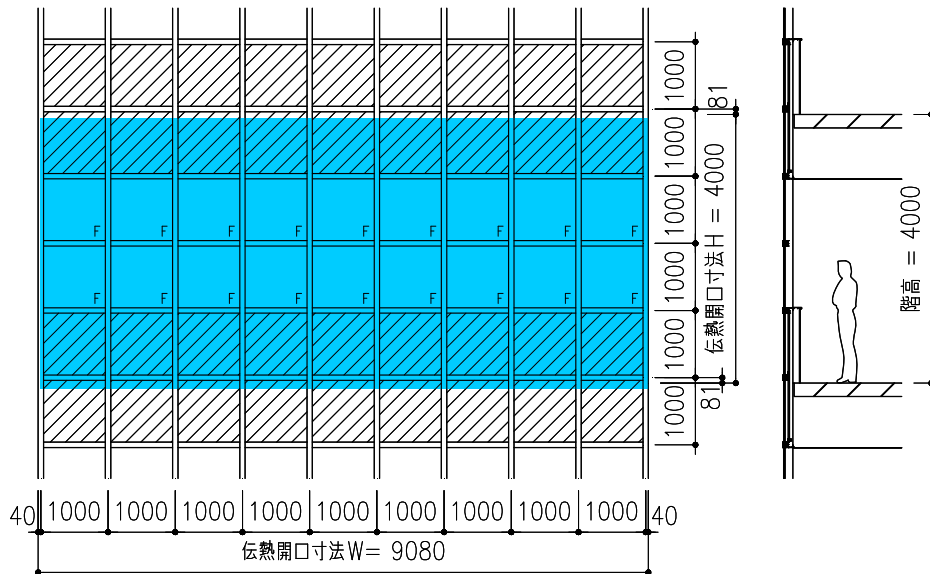


図 5.2.4-1 カーテンウォールの基準階姿図と縦断面図

5.2.5 設定条件，物性値

表 5.2.5-1 に計算に用いた各種設定条件を，表 5.2.5-2 に使用した材料の物性一覧を示す。本計算では，内外の表面熱伝達率は JIS A 2102-2<sup>7)</sup>に準じた。フレーム色は出荷数の多いステンカラーを想定し，日射吸収率  $a : 0.50$ <sup>8)</sup>とした。また耐火ボード（ケイ酸カルシウム板）の表面仕上げ色は明暗を想定し， $a : 0.2, 0.5, 0.8$ <sup>8)</sup>とした。計算解析ソフトは，境界要素法による2次元定常伝熱解析プログラム「TB2D/BEM」<sup>8)</sup>を用いた。

表 5.2.5-1 計算対象フレーム種及びガラス種

計算伝熱開口寸法	$W \times H$	m	9.08 x 4.0	
室内側表面熱伝達率	$\alpha_i$	$W / (m^2 \cdot K)$	一般部 : 7.69、隅角部 : 5	
室外側表面熱伝達率	$\alpha_o$	$W / (m^2 \cdot K)$	25	
遮熱性能	室内側温度	$T_i$	°C	25
	室外側温度	$T_o$	°C	30
	日射量	$I_s$	$W / m^2$	500, 0
	日射入射角度	$\theta$	°	0
断熱性能	室内側温度	$T_i$	°C	20
	室外側温度	$T_o$	°C	0
表面熱伝達率の温度依存性			考慮せず一定とする	
中空層等価熱伝導率の温度依存性			条件毎に設定	
複層 ガラス 中空層	冬季日射無し条件	$\lambda$	$W / (m \cdot K)$	0.0682
	夏季日射無し条件	$\lambda$	$W / (m \cdot K)$	0.0796
	夏季日射有り条件	$\lambda$	$W / (m \cdot K)$	0.0829



表 5.2.5-2 計算対象フレーム種及びガラス種

材料	熱伝導率	日射吸収率
	$\lambda$ (W/m·K)	$a$ (-)
アルミ (ステンカラー)	160.00	0.50
複層 ガラス (FL5+A12+FL5)	1.00	外:0.1084
		内:0.0803
単板 (FL10)		0.1880
ポリサルファイド	0.40	-
ガラススペーサー	26.74	-
軟質ビニル	0.14	0.50
シリコン	0.35	0.50
パッカー材	0.04	-
ケイ酸カルシウム板 (耐火ボード)	0.14	0.2/0.5/0.8
石膏ボード	0.22	-
ロックウール	0.038	-
ポリアミド66	0.26	-

## 5.2.6 計算結果

## [1] フレーム部熱性能計算結果

フレーム種類別部材別のフレームに関する熱貫流率 ( $U_f$ ), 線熱貫流率 ( $\psi_g$ ), 日射熱取得率 ( $\eta_f$ ), の一覧を表 5.2.6-1 に示す。

複層ガラスエッジ部とフレームの影響による各部材の線熱貫流率は, 各々のフレームが支持する両側のガラス 2 枚分を 1 つのフレーム特性値として算出している。方立端部は片側 1 枚分であるが, 全体に対する影響が 0.1~0.2%程度と小さいため, 方立中間部の値を用いる。表 5.2.6-1 中の b)及び c)より, 線熱貫流率は, 腰部において方立, 無目問わずほぼ 0 に等しかった。各部の熱貫流率 ( $U_f$ ) は, 横強調を除いて, 開口部まわりに納まるフレーム (図 5.2.1-2) の場合, アルミタイプが概ね平均 10 W/(m<sup>2</sup>·K), 熱遮断タイプが概ね平均 5[W/(m<sup>2</sup>·K)となった。腰部内に納まるフレームはそれぞれ開口部まわりに納まるフレームの 1/3 程度となった。各部の日射熱取得率 ( $\eta_f$ ) は, 耐火ボードの日射吸収率が上がるにつれ減少し, 負の値を示す部位もあった。これは, 前述 5.2.3 に示した本計算法に起因した結果と考えられる。フレームの日射熱取得率 ( $\eta_f$ ) は, 算出式 (5.2.3-2) で求めるが,  $q_{in}$  及び  $q_{in}(I_s=0)$  は, 図 5.2.6-1(b)及び算出式(5.2.3-3), (5.2.3-4)に示すようにフレームを含む 2 次元熱流計算モデルからガラス単体及び腰パネル単体の 1 次元熱流を差し引いて求める。つまり, 2 次元熱流分の影響はフレームに残る。さらに, 図 5.2.6-1 の腰部方立部温度コンターが示すように, 腰部内において, ガラスを透過し耐火ボード表面で吸収された熱は, 室内と室外の熱抵抗の比で熱の分配がされるが, パネル表面温度がアルミ型材温度よりも高くなることと, 熱橋となるアルミ型材の室内側にロックウール 20mm が施工されているため, 室内への熱伝導が抑えられ, フレームを通して室外側へ放熱されている。これらの結果が負の値を示したと考えられる。このため, 日射吸収率が大きくなると, 負の値も大きくなっている。

表 5.2.6-1 フレーム種類別部材別のフレームに関する熱性能一覧表

a) マリオン (アルミフレーム、単板ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (162mm)	60	14.4	-	0.18		
	1 開口部方立 (212mm)	60	16.3	-	0.20		
	1 開口部方立 (297mm) 吹抜	60	18.4	-	0.23		
	2 腰部方立 (162mm)	60	3.0	-	0.02	-0.05	-0.12
	2 腰部方立 (212mm)	60	3.4	-	0.03	-0.06	-0.14
無目	3 開口部中間無目	60	10.4	-	0.15		
	4 開口部上無目	60	11.4	-	0.34	0.30	0.16
	5 開口部下無目	60	11.6	-	0.26	0.28	0.08
	6 腰部中間無目	60	3.0	-	0.05	-0.03	-0.11
b) マリオン (アルミフレーム、複層ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (162mm)	80	11.7	0.03	0.16		
	1 開口部方立 (212mm)	80	13.3	0.04	0.18		
	1 開口部方立 (297mm) 吹抜	80	15.1	0.05	0.21		
	2 腰部方立 (162mm)	80	3.6	0.00	-0.07	-0.28	-0.49
	2 腰部方立 (212mm)	80	3.9	0.00	-0.06	-0.28	-0.49
無目	3 開口部中間無目	80	8.5	0.02	0.14		
	4 開口部上無目	80	8.4	0.00	0.25	0.17	0.11
	5 開口部下無目	80	9.6	0.04	0.18	0.13	0.11
	6 腰部中間無目	80	3.4	0.00	-0.01	-0.20	-0.38
c) マリオン (熱遮断フレーム、複層ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (162mm)	80	4.6	0.11	0.07		
	1 開口部方立 (212mm)	80	4.8	0.12	0.07		
	1 開口部方立 (297mm) 吹抜	80	5.1	0.14	0.08		
	2 腰部方立 (162mm)	80	1.7	0.00	0.04	-0.18	-0.33
	2 腰部方立 (212mm)	80	2.0	0.00	0.04	-0.18	-0.33
無目	3 開口部中間無目	80	4.6	0.08	0.08		
	4 開口部上無目	80	5.0	0.18	0.19	0.16	0.13
	5 開口部下無目	80	4.9	0.16	0.15	0.17	0.19
	6 腰部中間無目	80	1.8	0.00	0.06	-0.13	-0.27
d) ユニット (アルミフレーム、単板ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (250mm)	75	13.2	-	0.25		
	2 腰部方立 (250mm)	75	3.2	-	0.04	0.04	-0.06
無目	3 開口部中間無目	80	9.1	-	0.12		
	4 開口部上無目	80	8.8	-	0.24	0.24	0.24
	5 開口部下無目	80	8.9	-	0.31	0.29	0.26
	6 腰部中間無目	80	3.3	-	0.07	0.02	-0.03
e) ユニット (アルミフレーム、複層ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (250mm)	75	12.9	0.07	0.16		
	2 腰部方立 (250mm)	75	3.2	- (※)	0.04	0.04	-0.06
無目	3 開口部中間無目	80	8.8	0.03	0.15		
	4 開口部上無目	80	9.1	0.07	0.24	0.24	0.24
	5 開口部下無目	80	9.3	0.07	0.29	0.27	0.25
	6 腰部中間無目	80	3.3	- (※)	0.07	0.02	-0.03
f) 横強調 (アルミフレーム、単板ガラス用)							
タイプ	部位	見付 [mm]	熱貫流率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	線熱貫流率 [W/(m·K)]	日射熱取得率 [-] a= 0.2   a= 0.5   a= 0.8		
方立	1 開口部方立 (180mm)	60	2.0	-	0.04		
	1 開口部方立 (210mm)	60	2.0	-	0.04		
	1 開口部方立 (260mm) 吹抜	60	2.1	-	0.04		
	2 腰部方立 (180mm)	60	1.2	-	0.08	0.05	0.02
	2 腰部方立 (210mm)	60	1.2	-	0.08	0.04	0.01
無目	3 開口部中間無目	80	11.4	-	0.09		
	4 開口部上無目	80	10.6	-	0.26	0.25	0.15
	5 開口部下無目	80	10.7	-	0.20	0.23	0.09
	6 腰部中間無目	80	3.9	-	0.08	0.05	0.03

※e)のユニット (複層ガラス用) 腰部は単板ガラスを用いているため線熱貫流率は無い

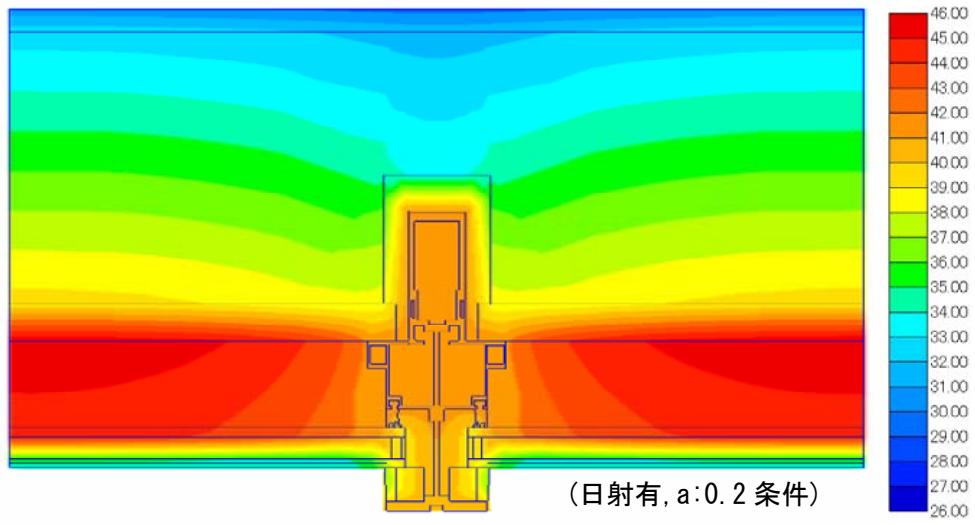


図 5. 2. 6-1 マリオン (アルミ複層用) 腰部方立部温度コンター図

## [2] カーテンウォール全体の熱性能計算結果

フレーム熱性能の影響を確認するため、カーテンウォール全体の熱性能を算出した。ガラスは FL5+A12+FL5 を用いて、フレーム考慮無し（全面ガラス）、マリオンのアルミフレーム及び熱遮断フレームを用いた3ケースを腰パネル a:0.2 条件で比較した。カーテンウォール全体及び構成する各部材の熱貫流率 ( $U$ )、通過熱流量 ( $Q$ )、通過熱流量比 ( $\Delta Q$ )、日射熱取得率 ( $\eta$ )、日射熱取得 ( $\eta \cdot A$ )、日射熱取得比 ( $\Delta \eta \cdot A$ ) を表 5.2.6-2～5.2.6-5 及び図 5.2.6-2～5.2.6-5 に示す。

全面ガラスの条件で計算を行った結果、 $U$ 値：1.93W/(m<sup>2</sup>・K)、 $\eta$  値：0.414 であった。

表 5.2.6-2 及び図 5.2.6-2 より、全面ガラスに比べ、フレームを考慮することによるカーテンウォール全体の熱貫流率は、アルミフレームで 149%、熱遮断フレームで 121%に増大することが確認できた。フレームの材質による影響は大きいと言える。

本計算でモデル化した腰部壁厚 200mm は、決して厚くはない。額縁見込み内に設備を納める仕様等であれば、壁厚はさらに厚くなり、腰部パネルの性能は向上する。

当然の結果ではあるが、腰部内に納まる方立、無目は、石膏ボードと耐火ボードと空気層の熱抵抗により断熱されているため開口部に露出している方立、無目に比べ性能がよくなっている。

各部の通過熱流量は、各部の熱貫流率に面積をかけた値である。全体の性能に対し各部の影響がどの程度か見ることができる。表 5.2.6-3 及び図 5.2.6-3 より、方立、無目を積算したフレーム全体からの通過熱流量は、アルミ：42%、熱遮断：24%だった。この結果からもカーテンウォールの熱性能向上には、ガラス部だけでなくフレームの性能向上が必須であることが分かる。

この熱流量に対しての面積比は、ガラス部、パネル部共に：42%、フレームは 16%となっている。

表 5.2.6-4 及び図 5.2.6-4 より、全面ガラスに比べ、フレームを考慮することによるカーテンウォール全体の日射熱取得率は、計算した2種類のフレームの材質に関わらず 87%に減少することが確認できた。アルミ及び熱遮断を比較した場合、材質による影響はほぼないと言える。

日射熱取得とは、各部の日射熱取得率に面積を掛けた値である。全体の性能に対し各部の影響がどの程度か見ることができる。

表 5.2.6-5 及び図 5.2.6-5 より、開口部のガラス部の影響が 87%と大部分を占めている。方立、無目を積算したフレーム全体から 4%、腰部パネルからは耐火ボードの日射吸収率  $a$  を 0.2 としたこともあり、全体の約 9%であった。カーテンウォールの遮熱性能を高めるには、ガラス部の性能向上が支配的であることがわかる。

以上の結果より、断熱性能及び遮熱性能どちらにおいてもフレームを無視できないことが明確となった。

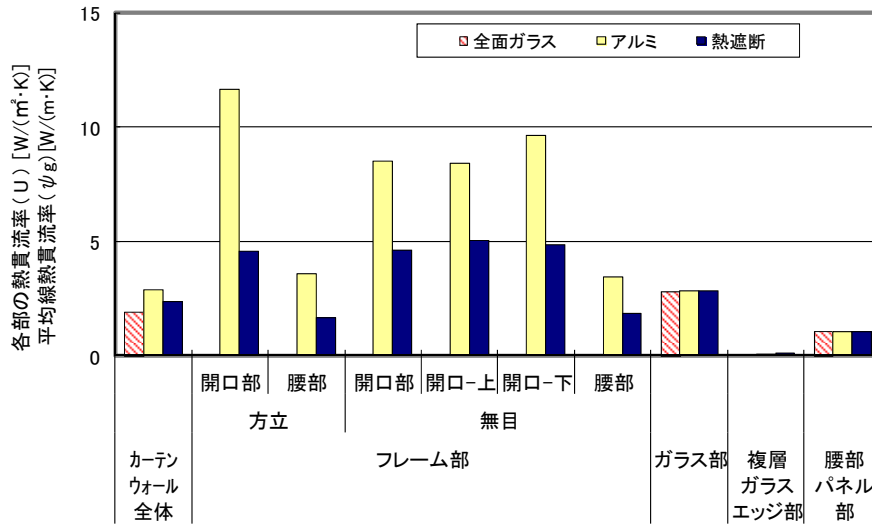


図 5.2.6-2 総合及び各部の熱貫流率 (U) と平均線熱貫流率 (ψ<sub>g</sub>)

表 5.2.6-2 総合及び各部の熱貫流率 (U) と平均線熱貫流率 (ψ<sub>g</sub>)

単位: 熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]、線熱貫流率 [W/(m·K)]

フレーム種類	カーテンウォール全体	フレーム部						ガラス部	複層ガラスエッジ部	腰部パネル部
		方立		無目						
		開口部	腰部	開口部	開口-上	開口-下	腰部			
全面ガラス	1.93	-	-	-	-	-	-	2.81	-	1.06
アルミ	2.87	11.68	3.58	8.50	8.43	9.63	3.44	2.81	0.01	1.06
熱遮断	2.35	4.57	1.66	4.59	5.02	4.85	1.82	2.81	0.10	1.06

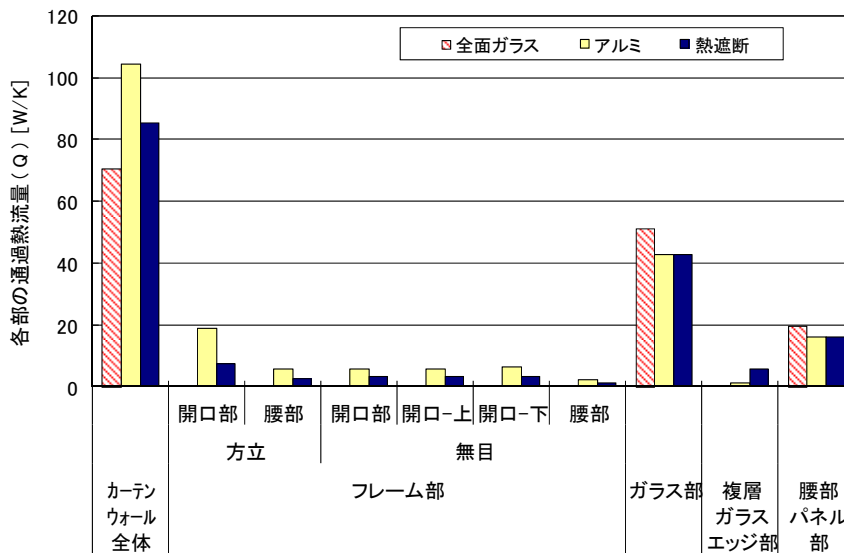


図 5.2.6-3 総合及び各部の通過熱流量 (Q)

表 5.2.6-3 全体に対する各部の通過熱流量比 (△Q)

フレーム種類	カーテンウォール全体	フレーム部						ガラス部	複層ガラスエッジ部	腰部パネル部
		方立		無目						
		開口部	腰部	開口部	開口-上	開口-下	腰部			
全面ガラス	100%	-	-	-	-	-	-	72.6%	-	27.4%
アルミ	100%	17.9%	5.5%	5.4%	5.4%	6.1%	2.2%	41.0%	1.1%	15.4%
熱遮断	100%	8.6%	3.1%	3.6%	3.9%	3.8%	1.4%	50.2%	6.5%	18.9%

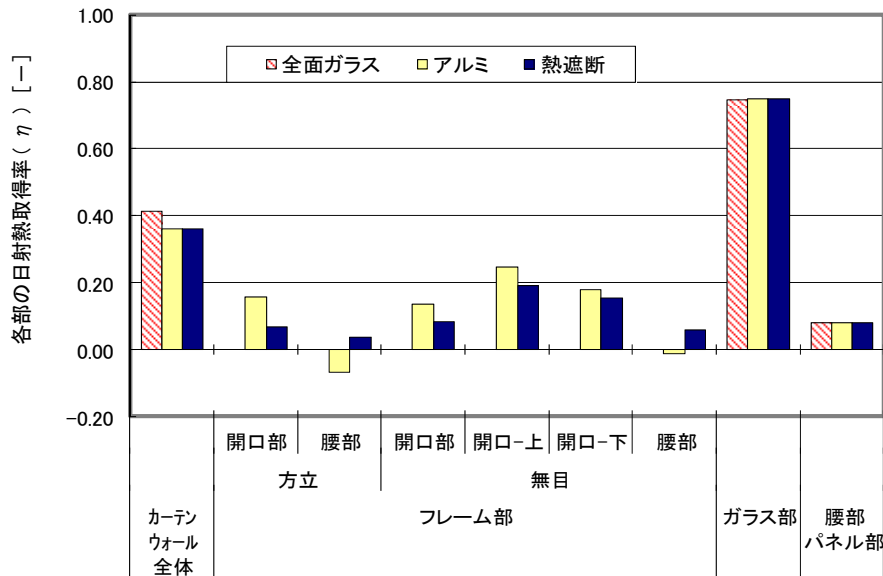


図 5.2.6-4 総合及び各部の日射熱取得率 (η)

表 5.2.6-4 総合及び各部の日射熱取得率 (η)

単位: [-]

フレーム種類	カーテンウォール全体	フレーム部						ガラス部	腰部パネル部
		方立		無目					
		開口部	腰部	開口部	開口-上	開口-下	腰部		
全面ガラス	0.414	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.08
アルミ	0.361	0.16	-0.07	0.14	0.25	0.18	-0.01	0.75	0.08
熱遮断	0.361	0.07	0.04	0.08	0.19	0.15	0.06	0.75	0.08

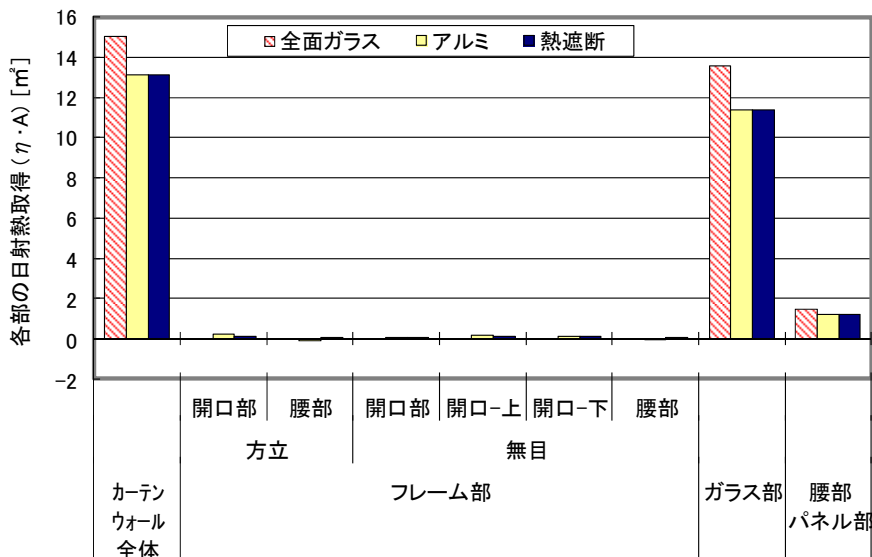


図 5.2.6-5 総合及び各部の日射熱取得 (η・A)

表 5.2.6-5 全体に対する各部の日射熱取得比 (∠η・A)

フレーム種類	カーテンウォール全体	フレーム部						ガラス部	腰部パネル部
		方立		無目					
		開口部	腰部	開口部	開口-上	開口-下	腰部		
全面ガラス	100%	-	-	-	-	-	-	90.3%	9.7%
アルミ	100%	1.9%	-0.8%	0.7%	1.2%	0.9%	-0.1%	86.8%	9.4%
熱遮断	100%	0.8%	0.4%	0.4%	1.0%	0.8%	0.3%	86.9%	9.4%

また、表 5.2.6-1 で得られた全てのフレーム部の計算結果を用いて、フレームの熱貫流率 ( $U_f$ ) からフレームの日射熱取得率 ( $\eta_f$ ) を簡易に求められる算出式(5.2.3-5)より得られた値と精算値の比較を行った。フレーム構造、材質、部位は分けずに行った。

フレームの日射熱取得率 ( $\eta_f$ ) の比較を図 5.2.6-6 に、カーテンウォール全体の日射熱取得率 ( $\eta_{cw}$ ) の比較を図 5.2.6-7 に示す。図 5.2.6-6 より、フレーム部の日射熱取得率は、簡易計算値は概ね精算値に近い値を示しているが合致しているとは言い難い。しかし、カーテンウォール全体の日射熱取得率にフレームが及ぼす影響は小さいため、図 5.2.6-7 が示すように簡易計算値を用いても問題ないことが確認できた。

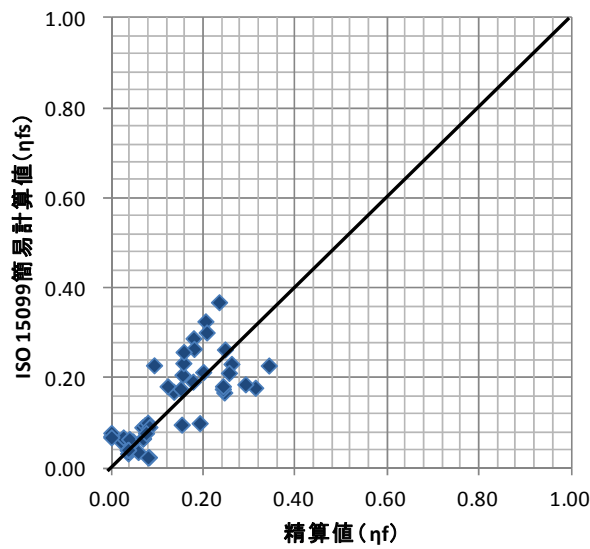


図 5. 2. 6-6 フレーム部の日射熱取得率の比較

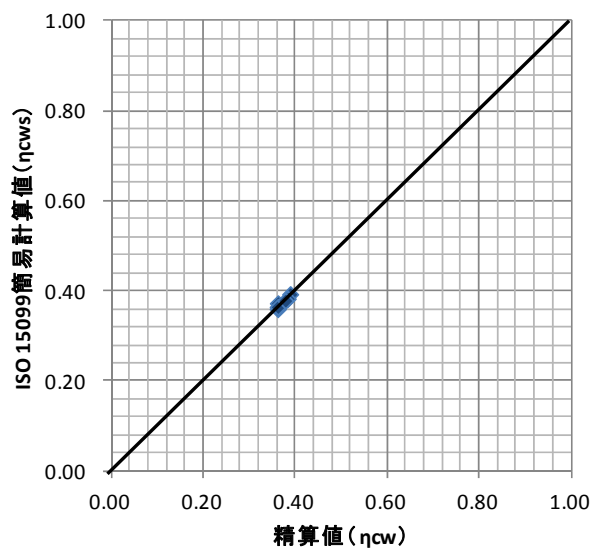


図 5. 2. 6-7 カーテンウォール全体の日射熱取得率の比較

5.3 カーテンウォールの熱性能の簡易評価法

5.2 ではカーテンウォールのフレームを考慮した熱貫流率及び日射熱取得率に関する詳細計算法について述べた。

PAL 計算では外壁，屋根，窓等の建築外皮を構成する各部位の断熱性能値として熱貫流率（ $U$  値），遮熱性能値として日射熱取得率（ $\eta$  値）を用い，建築物の暖房期間，冷房期間そして年間の空調負荷を算出している。

ここでは，PAL 等の非住宅建築を対象とした簡易な年間暖冷房負荷計算にフレームを考慮したカーテンウォールの評価方法を追加することを目的として，詳細計算法による計算結果を基に，実用的な簡易計算法を提案する。

5.3.1 各部の簡易計算用熱性能

[1] カーテンウォールフレーム部の簡易計算用熱性能

カーテンウォールの熱性能を簡易計算で評価できるように5.2の計算結果を基にフレームの整理を行った。カーテンウォールフレーム見付幅と熱貫流率，日射熱取得率を表 5.3.1-1 に示す。フレームの見付幅( $b_{fc}$ )は，各メーカーの見付幅を調査し標準的な寸法を設定した。

ブラインド無しの熱貫流率( $U_{fc}$ )は，表 5.2.6-1 の詳細計算結果から強度が異なる方立の見込み違いも含め，開口部，腰部各々の部材の平均値とした。簡易に計算できるように複層ガラス用は線熱貫流率を含む値とした。ブラインド有りの熱貫流率( $U_{fc}$ )は，ブラインド無しの値から熱抵抗  $0.035[m^2 \cdot K/W]^{10)}$ を加算した。

日射熱取得率( $\eta_{fc}$ )は，表 5.2.6-1 の詳細計算結果から開口部は各部材の平均値とし，腰部は影響が小さいことと負の値になるケースも考慮し0とした。

表中の「開口部」は図 5.2.1-2 に示す開口部方立，開口部無目，開口部上無目，開口部下無目を指し，「腰部」は図 5.2.1-2 に示す腰部方立，腰部無目を指す。

表 5.3.1-1 カーテンウォールフレーム見付幅と熱貫流率，日射熱取得率

フレーム種類	材質	部位		フレーム見付 $b_{fc}$ [mm]	熱貫流率 $U_{fc}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		日射熱取得率 $\eta_{fc}$ [-]	
					ブラインド無し	ブラインド有り		
マリオン (単板用)	アルミ	開口部	方立	60	13.5	9.0	0.20	
			無目					
		腰部	方立		3.5		0.00	
			無目					
マリオン (複層用) ユニット (単板用) ユニット (複層用)	アルミ	開口部	方立	80	11.0	8.0	0.20	
			無目					
		腰部	方立		3.5		0.00	
			無目					
横強調 (単板用)	アルミ	開口部	方立	60	2.0	2.0	0.10	
			無目					
			方立					0.00
			無目					
腰部	方立	1.5		0.00				
	無目	3.5						
マリオン (複層用)	熱遮断	開口部	方立	80	6.5	5.5	0.10	
			無目					
		腰部	方立		2.0		0.00	
			無目					



[2] 様々な開口仕様に対する簡易計算用熱性能

通常カーテンウォールフレームは嵌め殺しが主流であるが、カーテンウォールの開口部方立・無目間に窓がつくケースがある。

この場合は、既報<sup>4)</sup>より単体窓は表 5.3.1-2、連窓方立・段窓無目は表 5.3.1-3 の値を用いる。表 5.3.1-2 及び表 5.3.1-3 はガラスが単板でも複層でも同一の見付寸法を用いる。

表 5.3.1-2 単体窓のフレーム見付幅と熱貫流率，日射熱取得率

窓タイプ	材質	フレーム見付 $b_{fw}$ [mm]	熱貫流率 $U_{fw}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		日射熱取得率 $\eta_{fw}$ [-]
			ブラインド無し	ブラインド有り	
引き違い窓	アルミ	50	15.0	11.5	0.27
	熱遮断		10.0	8.5	0.14
開き窓	アルミ	60	12.0	10.0	0.26
	熱遮断		8.0	7.0	0.14
FIX窓	アルミ	20	22.0	15.5	0.26
	熱遮断		14.0	11.0	0.11

表 5.3.1-3 方立・無目のフレーム見付幅と熱貫流率，日射熱取得率

窓タイプ	材質	フレーム見付 $b_{fj}$ [mm]	熱貫流率 $U_{fj}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		日射熱取得率 $\eta_{fj}$ [-]
			ブラインド無し	ブラインド有り	
連窓方立	アルミ	70	7.0	5.5	0.26
	熱遮断		4.0	3.5	0.14
段窓無目	アルミ	100	7.0	5.5	0.26
	熱遮断		2.5	2.3	0.14

[3] 腰部パネル部の簡易計算用熱性能

PAL の手引書<sup>3)</sup>では、腰部（壁部）は算出式(5.3.1-1)で簡易に算出している。

$$\eta_{sp} = a \frac{U_{sp}}{\alpha_o} = 0.04aU_{sp} \quad \dots (5.3.1-1)$$

ここで

- $\eta_{sp}$  : 腰部（スパンドレル部）のパネル部の日射熱取得率 [-]
- $U_{sp}$  : 腰部（スパンドレル部）のパネル部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $a$  : 腰部（スパンドレル部）のパネル外表面の日射吸収率 [-]
- $\alpha_o$  : 室外側表面熱伝達率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]

これは、壁に吸収された熱を内外の熱抵抗の比で案分し、室内側への侵入熱量を表したものである。

しかし、ガラスカーテンウォールの腰部は、ガラスを透過した日射が不透明パネル表面で吸収されるため、 $\alpha_o=25W/(m^2 \cdot K)$  (PAL 計算の場合、室外側表面熱伝達率  $\alpha_o=23W/(m^2 \cdot K)$ 、つまり  $1/\alpha_o=0.043 m^2 \cdot K/W$  だが、有効数字 1 桁で表記しているため、 $\alpha_o=25W/(m^2 \cdot K)$  と同じ値となる) のまま計算する表 5.3.1-4 中②に示すように  $\eta_{sp}$  は過少評価となり、精算値①と比

較すると、最大10倍程度の差となる。この場合、室外側表面から不透明パネル前の中空層までの熱抵抗の合計 ( $\sum R$ ) を  $1/\alpha_o$  の代わりに用いればよいことになる。ここでは、中空層までの熱抵抗 ( $\sum R$ ) を簡易に評価するため、算出式(5.3.1-2)を用いた。

ここで、 $(1/U_g - 1/\alpha_i)$  は、室外側表面熱伝達抵抗+ガラスの熱抵抗(複層ガラスの場合は、中空層の熱抵抗を含む)を表す。カーテンウォールの場合、様々なガラスを使用するため、簡易に入手できるガラスの熱貫流率 ( $U_g$ ) を用いて算出できる式とした。また、0.15 はガラスと耐火ボード間の中空層の熱抵抗を表す。これは、PALの手引書<sup>3)</sup>に掲載されている密閉中空層熱抵抗である。この結果、表5.3.1-4中③に示すように精度が±17%以内となった。不透明パネルへの影響を軽減する腰パネル部の熱的影響は開口部と比較すると1/5~1/10程度と小さいため、実用的な精度を有すると考えられる。

$$\sum R = \left( \frac{1}{U_g} - \frac{1}{\alpha_i} \right) + 0.15 \quad \dots (5.3.1-2)$$

よって、算出式(5.3.1-1)、(5.3.1-2)より次式が得られる。

$$\eta_{sp} = \left( \left( \frac{1}{U_g} - \frac{1}{\alpha_i} \right) + 0.15 \right) a' U_{sp} \quad \dots (5.3.1-3)$$

ここで

- $\eta_{sp}$  : 腰部(スパンドレル部)のパネル部の日射熱取得率 [-]
- $U_{sp}$  : 腰部(スパンドレル部)のパネル部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $U_g$  : 腰部(スパンドレル部)のパネル部の熱貫流率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]
- $\sum R$  : 腰部(スパンドレル部)の表面を構成するガラス及び中空層の熱抵抗 [m<sup>2</sup>·K/W]
- $a'$  : 腰部(スパンドレル部)の不透明パネル外表面の日射吸収率 [-]
- $\alpha_i$  : 室内側表面熱伝達率 [W/(m<sup>2</sup>·K)]

表 5.3.1-4 腰パネル部の日射熱取得率 ( $\eta_{sp}$ ) の簡易計算との比較

フレーム種類	a)マリオン (ALSG)			b)マリオン (ALPG)			c)マリオン (THPG)		
	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8
耐火ボード日射吸収率	0.06	0.12	0.17	0.08	0.16	0.24	0.08	0.16	0.24
① $\eta_{sp}$ (精算値)	0.06	0.12	0.17	0.08	0.16	0.24	0.08	0.16	0.24
$\Sigma R$ (精算値)	0.20	0.18	0.17	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30
② $\eta_{sp}$ (簡易0.04)	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03
$\Delta\eta$ (精算/簡易)	5.38	4.49	4.19	9.53	7.74	7.22	9.53	7.74	7.22
③ $\eta_{sp}$ (簡易 $\Sigma R$ )	0.05	0.13	0.21	0.07	0.18	0.29	0.07	0.18	0.29
$\Sigma R$ (簡易)	0.20	0.20	0.20	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
$\Delta\eta$ (精算/簡易)	1.08	0.90	0.84	1.11	0.90	0.84	1.11	0.90	0.84

フレーム種類	d)ユニット (ALSG)			e)ユニット (ALPG)			f)横強調 (ALSG)		
	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8	a= 0.2	a= 0.5	a= 0.8
耐火ボード日射吸収率	0.06	0.12	0.17	0.06	0.12	0.17	0.05	0.11	0.17
① $\eta_{sp}$ (精算値)	0.06	0.12	0.17	0.06	0.12	0.17	0.05	0.11	0.17
$\Sigma R$ (精算値)	0.21	0.19	0.18	0.21	0.19	0.18	0.20	0.18	0.17
② $\eta_{sp}$ (簡易0.04)	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04
$\Delta\eta$ (精算/簡易)	5.50	4.59	4.28	5.50	4.59	4.28	5.37	4.47	4.17
③ $\eta_{sp}$ (簡易 $\Sigma R$ )	0.05	0.13	0.20	0.05	0.13	0.20	0.05	0.13	0.20
$\Sigma R$ (簡易)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
$\Delta\eta$ (精算/簡易)	1.10	0.92	0.86	1.10	0.92	0.86	1.07	0.89	0.83

5.3.2 カーテンウォール全体の簡易計算法

[1] 詳細計算法と簡易計算法の比較

簡易計算法による簡易計算値と詳細計算法による精算値を図 5.2.4-1 のモデルケース (腰パネル a:0.2 条件) で比較した。断熱性能をカーテンウォール全体の通過熱流量(Q)で、遮熱性能をカーテンウォール全体の日射熱取得( $\eta \cdot A$ )で比較した結果、表 5.3.2-1 のように±2%以内に納まった。よって、簡易計算は実用的な精度を有すると考えられる。

表 5.3.2-1 簡易計算値と精算値の比較

フレーム種類	材質	簡易計算値 $\Sigma Q$	精算値 $\Sigma Q$	$\Delta Q$	簡易計算値 $\Sigma \eta \cdot A$	精算値 $\Sigma \eta \cdot A$	$\Delta \eta \cdot A$
マリオン (単板)	アルミ	151.92	148.60	1.02	13.96	14.13	0.99
マリオン (複層)	アルミ	106.58	104.33	1.02	13.35	13.13	1.02
マリオン (複層)	熱遮断	86.76	85.23	1.02	13.33	13.11	1.02
ユニット (単板)	アルミ	151.37	149.39	1.01	13.53	13.87	0.98
ユニット (複層)	アルミ	109.55	109.13	1.00	12.89	13.12	0.98
横強調 (単板)	アルミ	135.45	135.35	1.00	13.68	13.75	1.00

[2] フレームを考慮したカーテンウォール全体の簡易計算法

フレームを考慮した簡易計算法によるカーテンウォール全体の熱貫流率, 及び日射熱取得率算出のためのフローチャートを図 5.3.2-1 に示す。

各部の面積の考え方を図 5.3.2-2 に示す。また, 計算に用いる算出式を式(5.3.2-1)~(5.3.2-15) に示す。

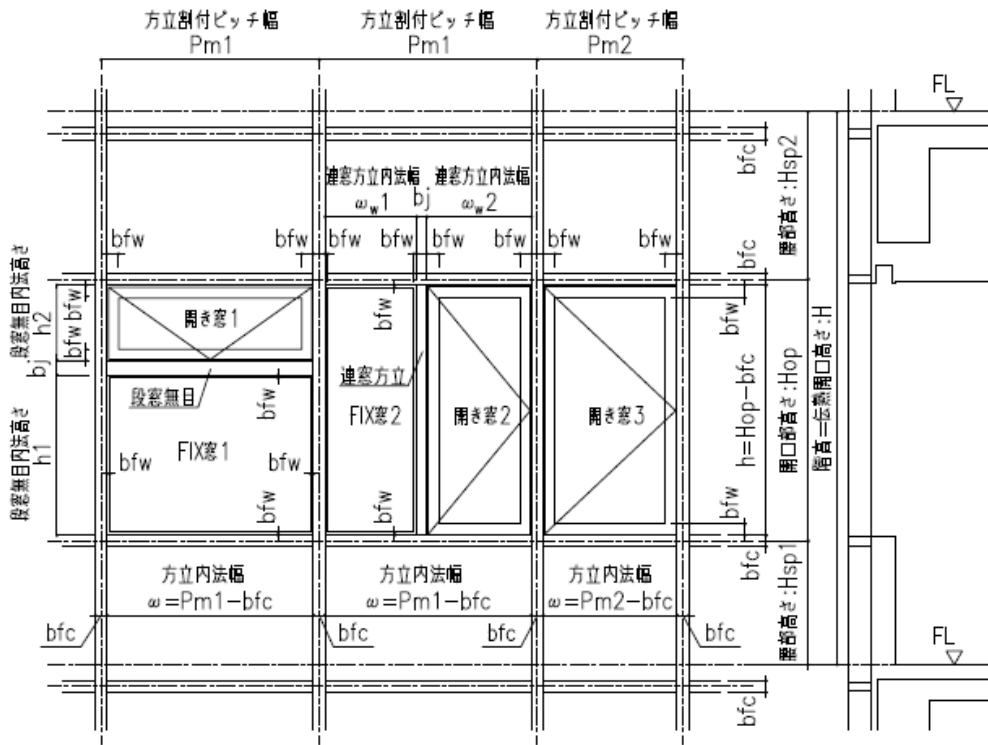


図 5.3.2-2 開口部に窓が設置された場合の寸法の考え方

カーテンウォールフレームの割付寸法は, 図 5.3.2-2 に示すように外観見付け寸法の芯々で決まっているため, この寸法から計算できるようにした。カーテンウォールの方立と無目の関係は, 基本的に方立が無目に対し縦通しとなることから, 面積算出もこの考え方を反映させている。

開口部内に入る窓が設置される場合の伝熱開口幅と高さは方立・無目の内法に設置されるため,  $w, h$  寸法を用いた。この内法からさらに窓フレーム見付け寸法が内側に加算される考え方とした。

開口部において段窓した窓を連窓することも考慮し, 段窓無目の幅寸法は窓幅( $w_w$ )としている。

また, カーテンウォール FIX 部と窓部のガラス仕様は必ずしも同じとは限らないため, 別々に算出できる式とした。

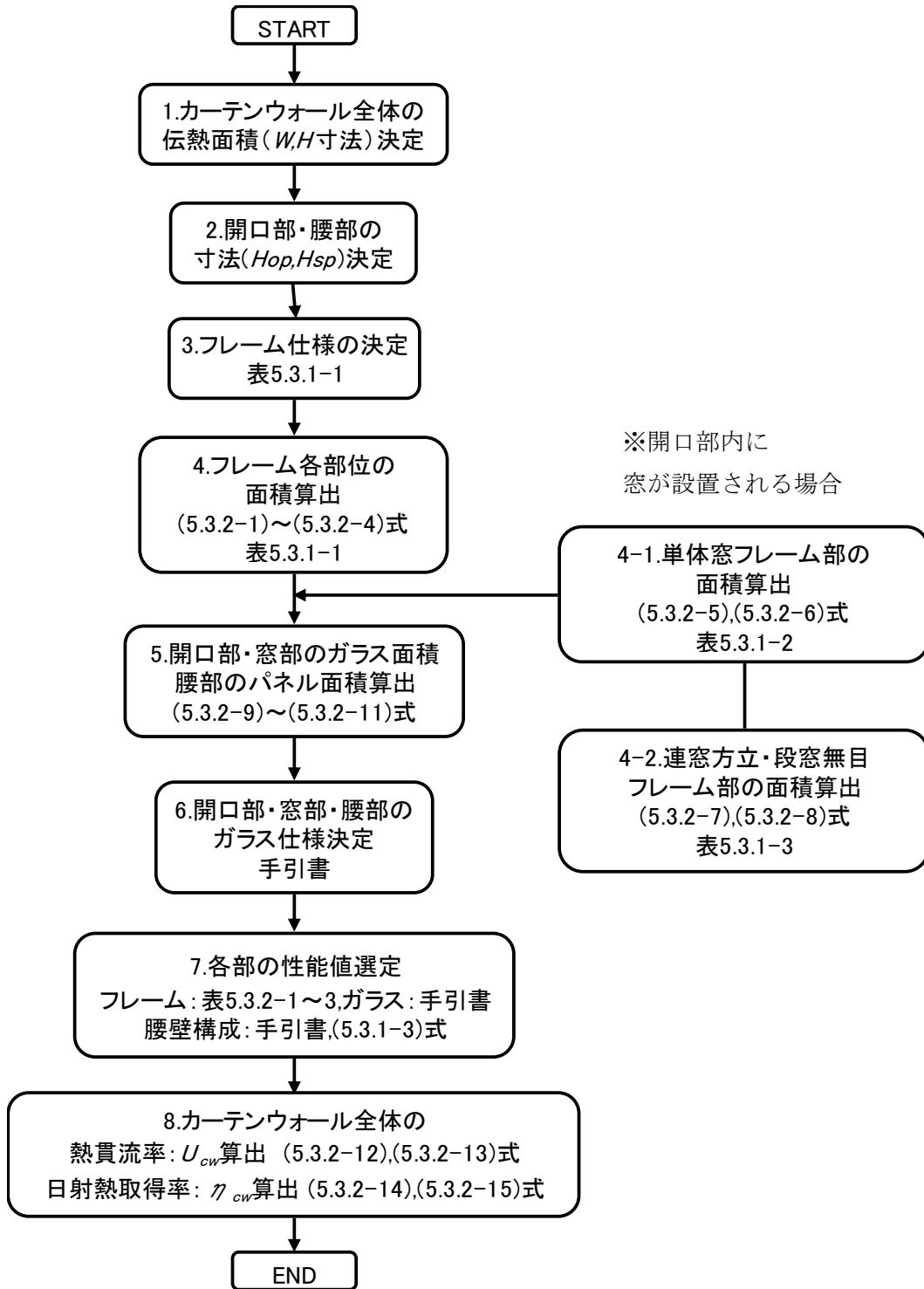


図 5.3.2-1 カーテンウォール全体の簡易計算法フローチャート

- カーテンウォールフレーム面積算出式

$$\text{開口部方立} : A_{mo} = b_{fc} \cdot H_{op} \cdot N_m \quad \dots (5.3.2-1)$$

$$\text{腰部方立} : A_{ms} = b_{fc} \cdot (H - H_{op}) \cdot N_m \quad \dots (5.3.2-2)$$

$$\text{開口部無目} : A_{to} = b_{fc} \cdot (W - N_m \cdot b_{fc}) \cdot N_{to} \quad \dots (5.3.2-3)$$

$$\text{腰部無目} : A_{ts} = b_{fc} \cdot (W - N_m \cdot b_{fc}) \cdot N_{ts} \quad \dots (5.3.2-4)$$

- 開口部内に窓がある場合のフレーム面積算出式

$$\text{引き違い窓} : A_{fw} = b_{fw} \cdot (2w + 3h) \cdot N_w \quad \dots (5.3.2-5)$$

$$\text{開き窓・FIX窓} : A_{fw} = b_{fw} \cdot (2w + 2h) \cdot N_w \quad \dots (5.3.2-6)$$

- 開口部内に窓があり，連断窓する場合のフレーム面積算出式

$$\text{連窓方立} : A_{fj} = b_{fj} \cdot h \cdot N_j \quad \dots (5.3.2-7)$$

$$\text{断窓無目} : A_{fj} = b_{fj} \cdot w_w \cdot N_j \quad \dots (5.3.2-8)$$

- 開口部及び窓のガラス及び腰部パネル部面積算出式

$$\text{開口部} : A_g = A_{op} - (A_{mo} + A_{to} - b_{fc} \cdot (W - N_m \cdot b_{fc})) + \sum A_w + \sum A_{fj} \quad \dots (5.3.2-9)$$

$$\text{窓部} : A_{gw} = A_w - A_{fw} \quad \dots (5.3.2-10)$$

$$\text{腰部} : A_{sp} = A_{cw} - (A_{op} + A_{ms} + A_{ts} + b_{fc} \cdot (W - N_m \cdot b_{fc})) \quad \dots (5.3.2-11)$$

- カーテンウォール全体の熱貫流算出式

$$U_{cw} = \frac{A_g U_g + A_{sp} U_{sp} + A_{gw} U_{gw} + \sum A_{fc} U_{fc} + \sum A_{fw} U_{fw} + \sum A_{fj} U_{fj}}{A_{cw}} \quad \dots (5.3.2-12)$$

$$\sum A_{fc} U_{fc} = A_{mo} U_{mo} + A_{ms} U_{ms} + A_{to} U_{to} + A_{ts} U_{ts} \quad \dots (5.3.2-13)$$

- カーテンウォール全体の日射熱取得率算出式

$$\eta_{cw} = \frac{A_g \eta_g + A_{sp} \eta_{sp} + A_{gw} \eta_{gw} + \sum A_{fc} \eta_{fc} + \sum A_{fw} \eta_{fw} + \sum A_{fj} \eta_{fj}}{A_{cw}} \quad \dots (5.3.2-14)$$

$$\sum A_{fc} \eta_{fc} = A_{mo} \eta_{mo} + A_{ms} \eta_{ms} + A_{to} \eta_{to} + A_{ts} \eta_{ts} \quad \dots (5.3.2-15)$$

記号

$U$ : 熱貫流率 [ W/(m <sup>2</sup> ·K) ]	$\eta$ : 日射熱取得率 [ - ]
$A$ : 伝熱開口面積 [ m <sup>2</sup> ]	$\alpha$ : 表面熱伝達率 [ W/(m <sup>2</sup> ·K) ]
$W$ : 伝熱開口幅 [ m ]	$H$ : 伝熱開口高さ [ m ]
$w$ : 開口部方立内法幅 [ m ]	$h$ : 開口部無目内法高さ [ m ]
$b$ : 部材の見付け幅 [ m ]	
$N$ : 数量	$P$ : 部材割付ピッチ

添字

$cw$  : カーテンウォール全体,  $g$  : ガラス,  $gw$  : 窓部ガラス,  $f$  : フレーム,  
 $fc$  : カーテンウォールフレーム,  $fw$  : 窓フレーム,  
 $ff$  : 連窓方立・段窓無目フレーム,  $o$  : 室外側,  $i$  : 室内側,  
 $sp$  : 腰部パネル,  $p$  : 断熱パネル,  $psp$  : 腰部断熱パネル,  $op$  : 開口部,  
 $w$  : 窓部,  $m$  : 方立,  $t$  : 無目,  $j$  : 連窓方立・段窓無目  
 $mo$  : 開口部方立,  $ms$  : 腰部方立,  $to$  : 開口部無目,  $ts$  : 腰部無目

### 5.3.3 フレームを考慮した PAL 計算

#### [1] 計算条件

カーテンウォールのフレームを考慮することで PAL 値にどの程度影響があるか事務所ビルでの算出結果を示す。ここでは、PAL の手引書<sup>3)</sup>の計算事例 (K 事務所) の基準階を使用する。図 5.3.3-1 に基準階平面図を示す。基準階の南 (S) ゾーンのプランを用い、南以外に方位を東/西/北に変更して計算を行い方位の影響を確認する。基準階の床面積、各外皮の面積、外皮の熱性能を表 5.3.3-1~5.3.3-4 に示す。

また、図 5.3.3-2 に南面基準階外観姿図 (右半分) を示す。

建設地域は、札幌、東京、鹿児島<sup>3)</sup>の3地域とし、気象条件の違いを確認する。カーテンウォールを現状の全面ガラスとして扱う場合と、本章で示した方法でフレームを考慮した場合の PAL 値を比較する。

伝熱開口高さ方向の断面は図 5.2.4-1 と共通とした。

方立及び無目の割付ピッチは 1000mm とした。単板ガラス用と複層ガラス用のフレーム見付寸法が 20mm 異なるため、カーテンウォールの伝熱開口幅寸法も 20mm 異なった条件で計算した。

表 5.3.3-1 基準階南 (S) ゾーンの床面積 (㎡)

日当の空調室	日陰の空調室	非空調室	合計
162.5	0	12.5	175

表 5.3.3-2 基準階南 (S) ゾーン各外皮の面積 (㎡)

#### a) 単板ガラス仕様のフレームの場合

部位	日当		小計	合計	開口部率
	空調室	非空調室			
CW(単板)開口部	60.12		60.12	160.00	37.6%
CW(単板)腰部	60.12		60.12		
外壁1	19.88	19.88	39.76		

#### b) 複層ガラス仕様のフレームの場合

部位	日当		小計	合計	開口部率
	空調室	非空調室			
CW(複層)開口部	60.16		60.16	160.00	37.6%
CW(複層)腰部	60.16		60.16		
外壁1	19.84	19.84	39.68		



表 5.3.3-3 カーテンウォール全体の熱性能一覧

ガラス仕様	カーテンウォール フレーム仕様	熱貫流率 U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	日射熱取得率 η [-]
単板 FL10	全面ガラス	3.51	0.43
	横強調(アルミ)	3.83	0.38
	マリオン(アルミ)	4.24	0.39
普通複層 FL5+A12+FL5	全面ガラス	1.96	0.42
	マリオン(アルミ)	2.92	0.37
	マリオン(熱遮断)	2.40	0.37
断熱LowE複層 FL5+A12+LowE5	全面ガラス	1.23	0.28
	マリオン(アルミ)	2.31	0.26
	マリオン(熱遮断)	1.78	0.26
遮熱LowE複層 LowE5+A12+FL5	全面ガラス	1.23	0.24
	マリオン(アルミ)	2.31	0.23
	マリオン(熱遮断)	1.78	0.23

表 5.3.3-4 外壁の熱性能

部位	熱貫流率 U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	日射熱取得率 η [-]
外壁1	3.78	0.12

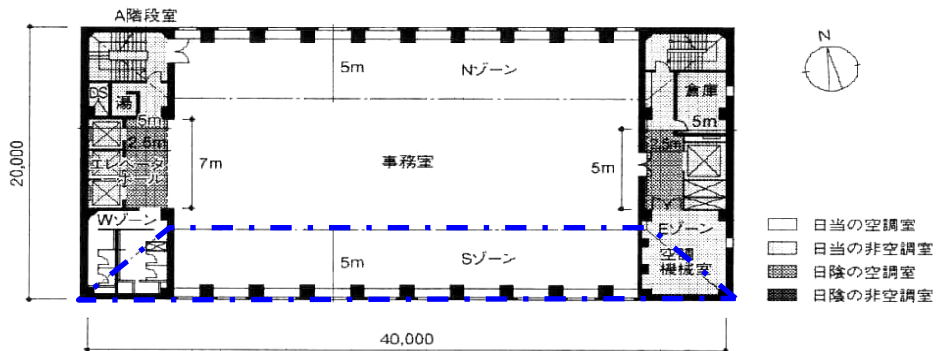


図5.3.3-1 事務所ビルの基準階平面図

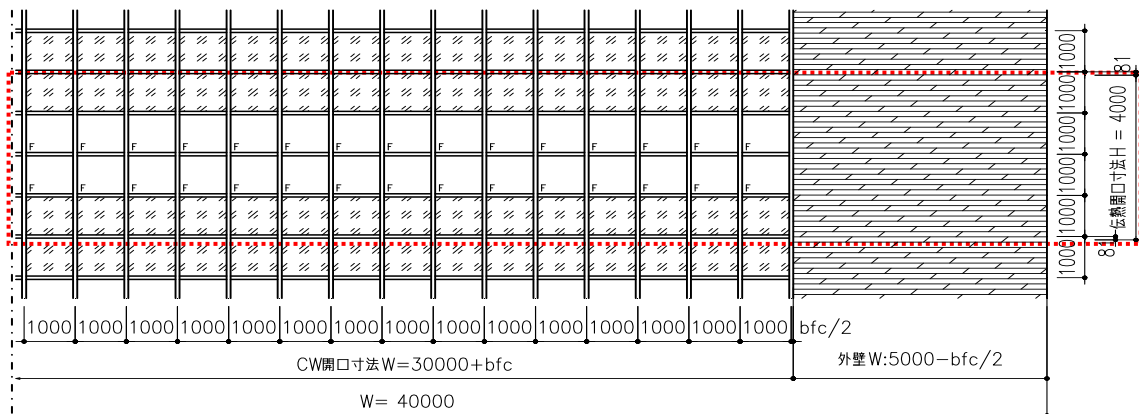


図5.3.3-2 事務所ビルの南面基準階外観姿図 (右半分)

[2] 計算結果

札幌、東京及び鹿児島の方方位別の暖房・冷房 PAL 値計算結果を北、西、南面を抜粋して図 5.3.3.2-3 に示す。全面ガラスとフレームを考慮した場合の暖房・冷房 PAL 値の比較を図 5.3.3.2-4 に、年間 PAL 値の比較を図 5.3.3.2-5 に示す。

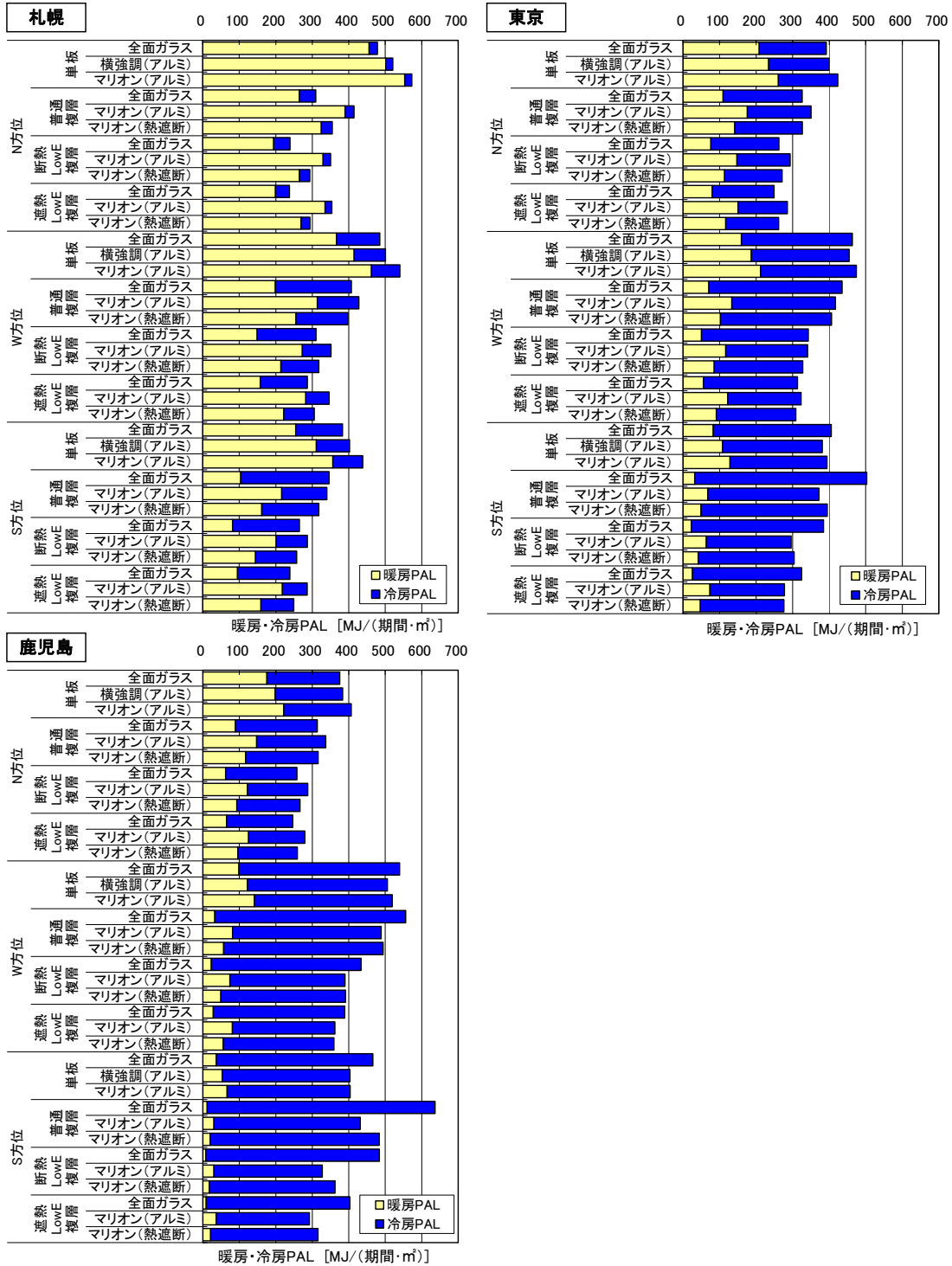


図5.3.3-3 各方位のフレーム・ガラス種別暖房・冷房PAL値

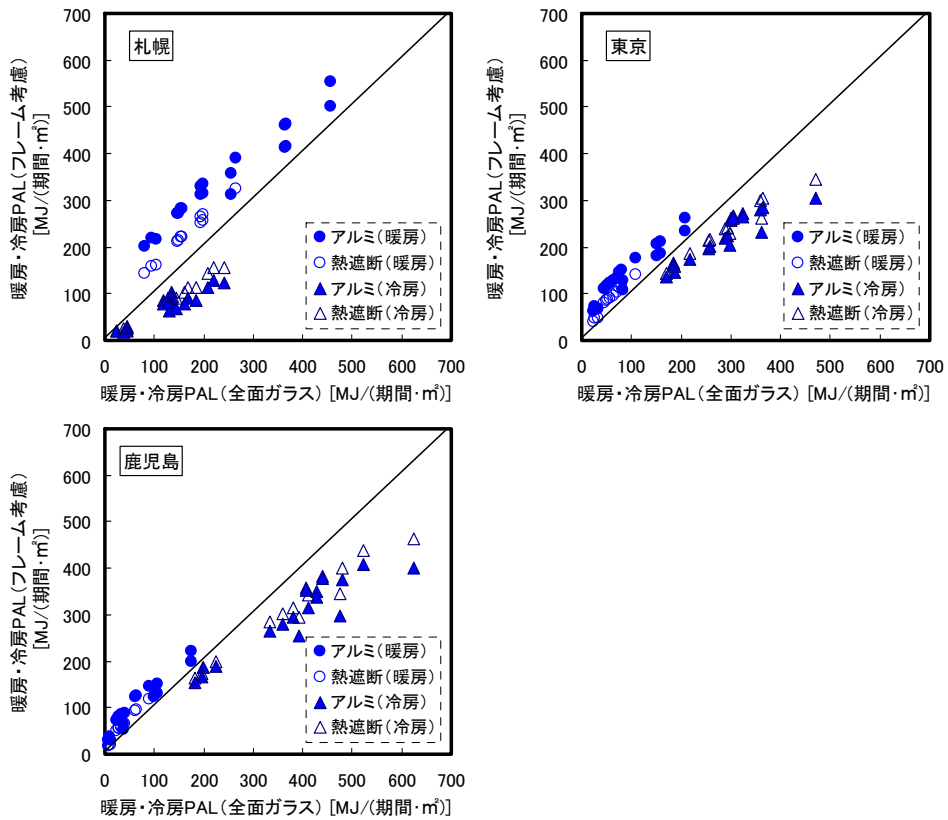


図5.3.3-4 全面ガラスとフレームを考慮した場合の比較（暖房・冷房PAL値）

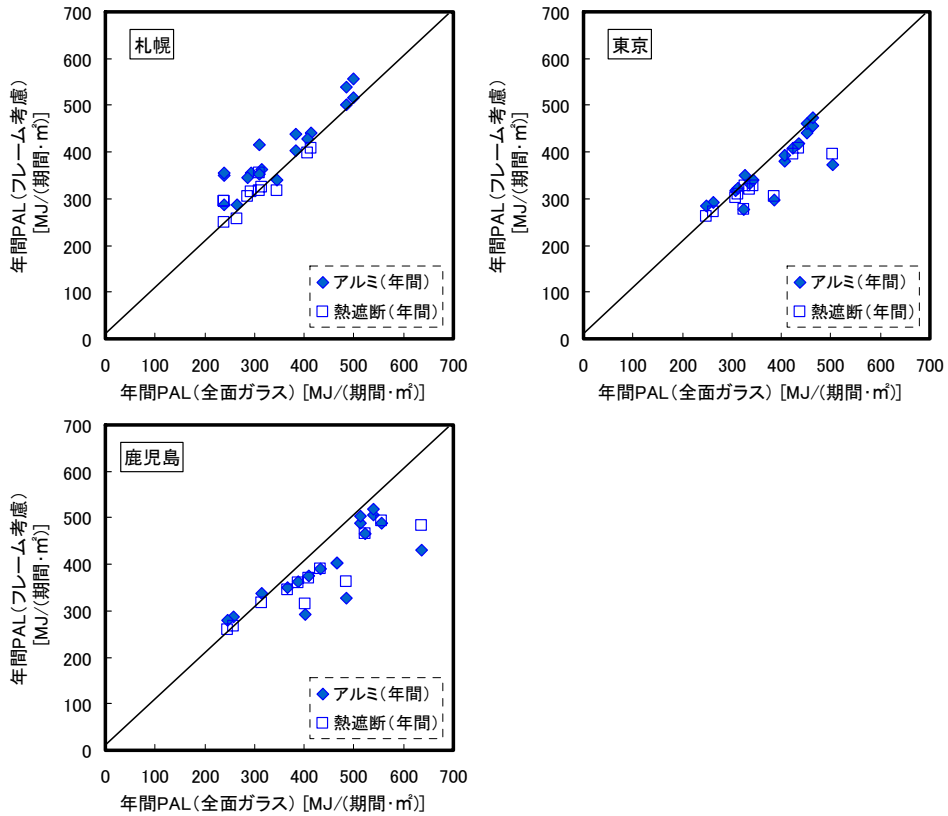


図5.3.3-5 全面ガラスとフレームを考慮した場合の比較（年間PAL値）

値の大小の違いはあるが、全体的に躯体内に納まるビル用窓フレーム、連窓方立・断窓無目フレームと同様の傾向を示した<sup>4)</sup>。

図 5.3.3-4 より、暖房 PAL と冷房 PAL で明確に傾向が異なることがわかる。フレームを考慮することにより、カーテンウォール全体の熱貫流率は大きくなるため暖房 PAL 値は大きくなり、逆に日射熱取得率は小さくなるため冷房 PAL 値は小さくなる。

PAL 値の変化の度合いは、ガラスとフレームの熱性能の差が大きいほど大きく、アルミフレームと断熱 LowE 複層ガラスの組合せが最も大きかった。逆に、ガラスとフレームの熱性能の差が小さいアルミフレーム（横強調）と単板ガラスの組合せが最も小さかった。

図 5.5 より、フレームの影響で暖房 PAL 値は、全面ガラスを 100%として、札幌：110～247%、東京：112～288%、鹿児島：113～392%に増加している。フレームの影響で冷房 PAL 値は、全面ガラスを 100%として、札幌：83～47%、東京：90～64%、鹿児島：93～62%に減少している。

どの地域においても、暖房 PAL、冷房 PAL とともに南方位のアルミフレームと断熱 LowE 複層ガラスの組合せで、全面ガラス条件と比べて暖房 PAL の最大、冷房 PAL の最小の比率となっている。

断熱性に優れた熱遮断フレームは、アルミフレームに比べ暖房 PAL は小さい値を示すが、冷房 PAL では大きな値を示す。これは、断熱性能が優れているために熱を室内にこもらせている結果になったことを示している。

年間 PAL 値は、フレームを考慮することにより、暖房 PAL と冷房 PAL の増減が相殺されて、全面ガラスと近い値になる場合もあるが、顕著な差が生じる場合もある。図 5.3.3-5 より、札幌は暖房負荷が支配的なため、フレームを考慮することにより、熱遮断フレームと普通複層ガラスの組合せを除いて、年間 PAL 値は上昇している。

鹿児島は冷房負荷が支配的なため、フレームを考慮することにより、北方位を除いて年間 PAL 値は減少している。東京は両地域の中間的な結果であることがグラフから読み取れる。

年間 PAL 値を指標として地域に適したフレームを選択することができる。図 5.3.3-3 の暖・冷房 PAL 値の棒グラフの総計が年間 PAL 値となるが、札幌では、全ての方位、全てのガラス仕様で熱遮断フレームの方がアルミフレームに比べ小さい値となり、寒冷地に適したフレームであることが示された。鹿児島の南面で普通複層と断熱 LowE 複層仕様の場合だけ、アルミフレームの方が小さい値となっている。冷房 PAL は、計算した 3 地域のほぼ全ての条件でアルミフレームの方が熱遮断フレームより小さい値となるため、冷房負荷を小さくすることに重きを置いて設計する場合には、年間 PAL 値により選択されたフレームとは異なる場合があると考えられる。

年間 PAL 値は、地域の気象条件と建物部位の断熱性能と遮熱性能の組み合わせで決まるので、単純に断熱性能が良い方が小さくなるとは限らない。年間 PAL 値を最小にする最適な熱貫流率と日射熱取得率の組み合わせを検討する上でも、フレームの熱性能を正しく評価する必要がある。

#### 5.4 まとめ

第5章では、フレームを考慮したカーテンウォールの熱的性能計算法について、メーカー標準タイプのフレームを用いて JIS A 2102-1, JIS A 2102-2, ISO 12631, ISO 15099 及び既往の研究に基づいて計算法を整理し、実際の製品を計算した。

また、PAL 等の非住宅建築の指標を算定する簡易な年間暖冷房負荷計算にフレームを考慮したガラスカーテンウォールの評価方法を追加することを目的として、実用的な簡易計算方法を検討した。また、フレームを考慮する場合と考慮しない場合の PAL 計算を行い比較した。得られた知見を以下にまとめる。

- ① 腰部フレームの日射熱取得率( $\eta_f$ )は負の値を示す場合があることを示した。また、フレームとガラスと耐火ボードの組み合わせによっては、腰部フレームから室外へ放熱されるケースがあることを示した。
- ② フレームとガラス間の熱橋係数となる線熱貫流率は、腰部の方立、無目に関係なくほぼ0に等しいことを示した。また、マリオンタイプの場合の開口部の線熱貫流率は、JIS A 2102-1 の付属書に記載されている簡易計算用の線熱貫流率一覧表の値とほぼ一致していることを示した。
- ③ 各部の熱貫流率 ( $U_f$ ) は、横強調を除いて、開口部に納まるフレームの場合、アルミタイプが概ね平均 10 [W/(m<sup>2</sup>・K)], 熱遮断タイプが概ね平均 5 [W/(m<sup>2</sup>・K)]となることを示した。また、腰部内に納まるフレームはそれぞれ開口部まわりに納まるフレームの 1/3 程度となることを示した。
- ④ モデルケースで算出した結果、フレームを考慮することにより、カーテンウォール全体の熱貫流率は全面をガラスと仮定した場合よりも 149%となり、日射熱取得率は 87%となることを示した。カーテンウォールの評価でフレームを無視できないことを示した。
- ⑤ フレームの日射熱取得率( $\eta_f$ )を簡易に求められる算出式より得られた値と精算値の比較を、フレーム構造、材質、部位は分けずに行った。その結果、フレーム部の日射熱取得率は、簡易計算値は概ね精算値に近い値を示しているが合致しているとは言い難い。しかし、カーテンウォール全体の日射熱取得率に対するフレームが及ぼす影響は小さいため、簡易計算値を用いても問題ないことを示した。
- ⑥ 構造の異なるフレームを簡易計算用に整理し、一覧表に示した。
- ⑦ ガラスカーテンウォールの腰部の簡易計算法について整理した。ガラスカーテンウォールの腰部の場合、ガラスを透過した日射が不透明パネルで吸収されるため、PAL の手引書に掲載されている計算式が適応できないことを示した。このため、容易に入手できるガラスの熱貫流率 ( $U_g$ ) を用いた簡易計算式を提案し、実用的な精度を有することを示した。
- ⑧ 簡易計算法による熱性能計算値と精算値をモデルケースで比較した結果、断熱性能及び遮熱性能はそれぞれ±2%以内に納まった。よって提案する簡易計算法は暖冷房負荷を評価する上で実用的な精度を有することを示した。

- ⑨ フレームを考慮したカーテンウォール全体の簡易計算法を整理した。これらの結果は、PAL 計算, BEST, BIM 等への適応できる。
- ⑩ フレームの有無による PAL 値への影響を事務所ビルモデルで確認した。フレームを考慮することで、暖房 PAL は増大し、冷房 PAL は軽減することを示した。これにより PAL 計算においてフレームの影響を無視できないことを示した。

#### 参考文献

- 1) エネルギーの使用の合理化に関する法律, 2008.5.30 改正
- 2) 平成 15 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号：建築物に関わるエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断基準, 2003.2.24 改正
- 3) 建築物の省エネルギー基準と計算の手引（平成 21 年度版）：（財）建築環境・省エネルギー機構, 2009.9
- 4) 齊藤孝一郎・赤坂裕・二宮秀與・田代達一郎・木下泰斗：窓フレームを考慮したビル用窓の熱性能簡易計算法：日本建築学会環境系論文集 Vol:74 No.636 pp.151-160, 2009.2
- 5) ISO12631:2012, Thermal performance of curtain walling -- Calculation of thermal transmittance
- 6) ISO15099:2003, Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
- 7) 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
- 8) 遮熱計算法に関する研究報告書, (社)リビングアメニティ協会, 平成 13 年度 (2002.3), 平成 14 年度 (2003.3), 平成 15 年度 (2005), 平成 16 年度 (2005.3), 平成 19 年度 (2008.3)
- 9) 平成 20 年国住指第 619 号:カーテンウォールの構造方法について (技術的助言), 2008.5.9
- 10) 郡 公子:窓の設計法, 日本建築学会環境工学委員会熱環境小委員会シンポジウム 空調システム設計法の新技術, pp5-18, 2002.12

## 第6章 窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷

### 6.1 はじめに

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

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

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

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

## 6.2 詳細な窓の性能を考慮した住宅用熱負荷への影響の検討

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

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

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

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

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



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

#### [1] 現行 AE-Sim/Heat の計算仕様

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

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

- 窓寸法  $W, H$  (伝熱開口寸法)
- 窓の熱貫流率
 

昼	$U_w$
夜	$U_w$
- 窓の遮蔽係数
 

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

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

- 斜入射特性

直達日射に対する FL3 の日射熱取得率の入射角特性

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

ここで

$\theta$  : 入射角

- 散乱日射特性

散乱日射に対する FL3 の日射熱取得率

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

- 窓の日射熱取得

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

ここで

$Q_r$  : 日射熱取得の放射成分 [W/m<sup>2</sup>]

$Q_c$  : 日射熱取得の対流成分 [W/m<sup>2</sup>]

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

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

[2] カスタマイズ計算仕様

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

- 前提条件

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

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

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

ここで

$N_i$  :  $i$ 層の日射吸収が室内側へ再放出される割合 [-]

$\alpha_i$  :  $i$ 層の日射吸収率 [-]

- 直達日射に対する日射熱取得率

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

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

ここで

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

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

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

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

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

$\tau_0$  : 垂直入射に対する日射透過率 [-]

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

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

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

- 散乱日射に対する日射熱取得率

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

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

ここで

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

- 窓の日射熱取得

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

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

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

ここで、

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

- 遮蔽係数入力値から垂直入射に対する日射熱取得率と日射透過率の換算

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

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

ここで

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

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

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

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

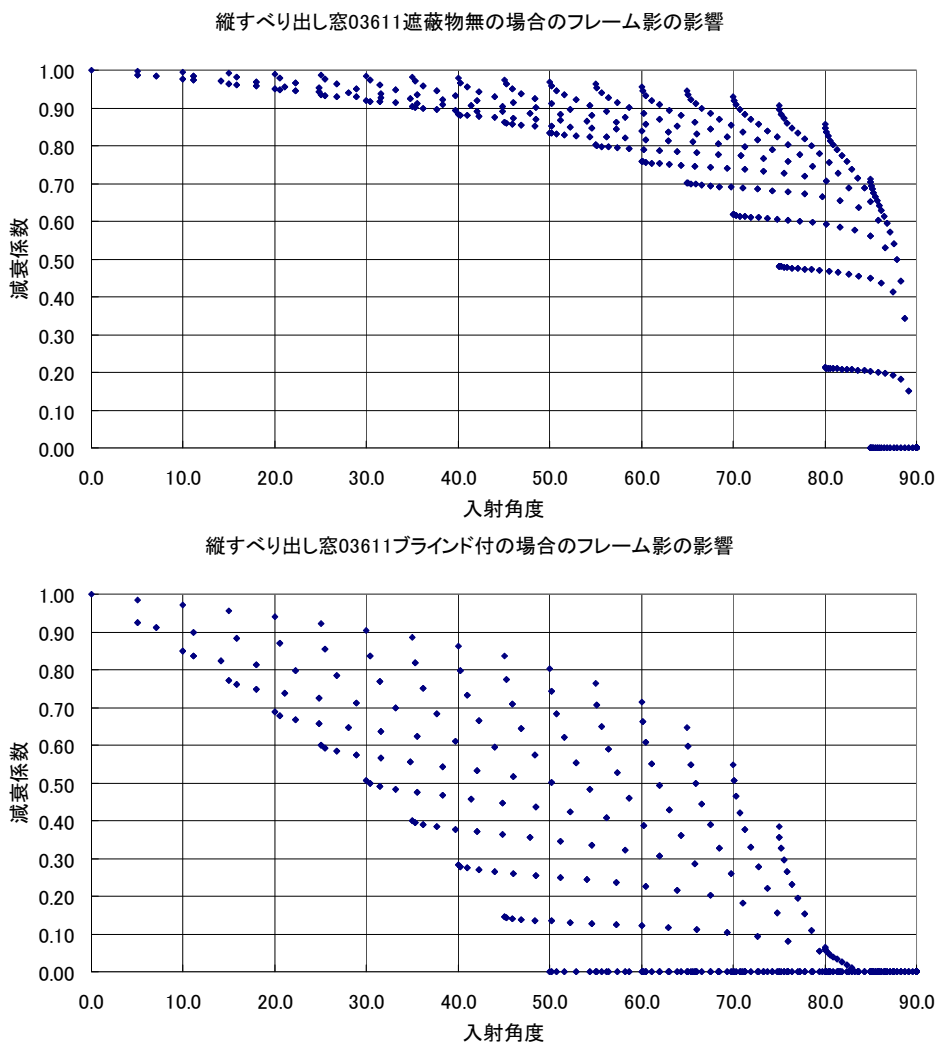
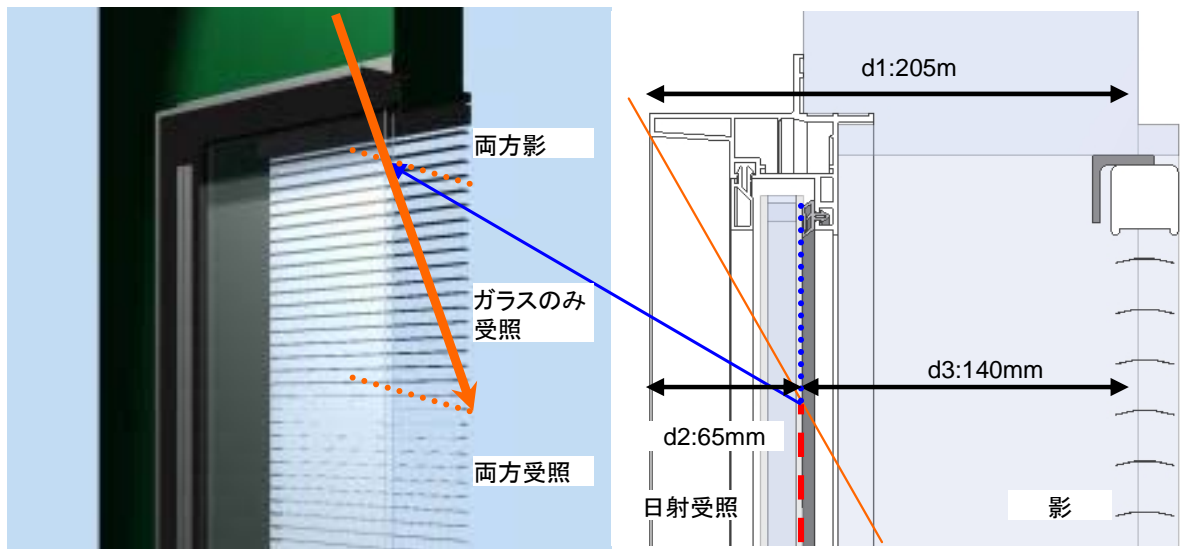
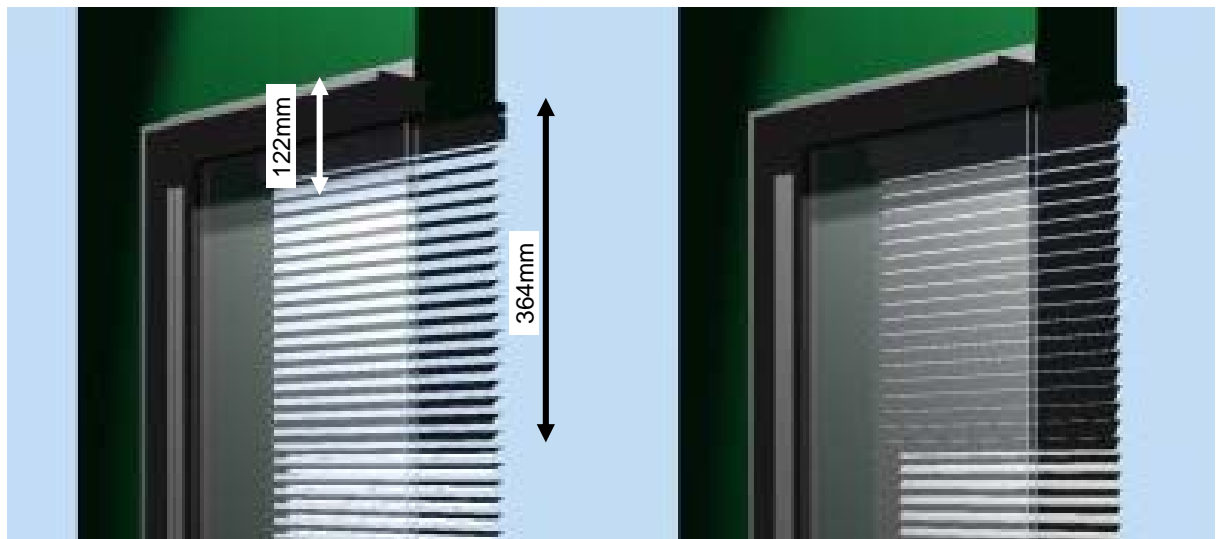


図 6.2.1.2-2 入射角度と減衰係数の比較



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



b) スラット角度  $30^\circ$

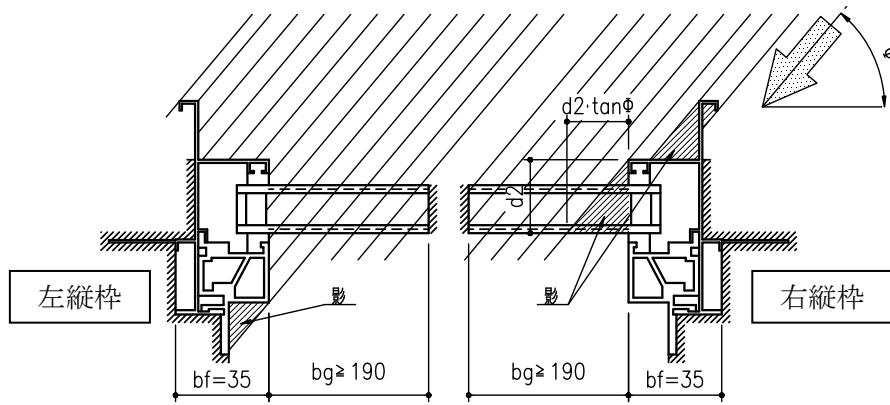
c) スラット角度  $60^\circ$

図 6. 2. 1. 2-1 斜入射によってフレームから落とす影のイメージ

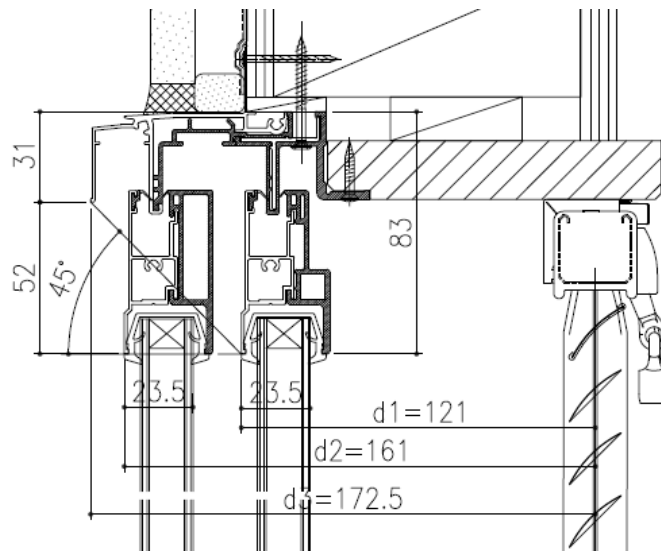
[3] フレーム

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

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



a) FIX 窓単体の縦枠部 (方位側)



b) 引違い窓+遮蔽物 (内付ブラインド) の上枠 (高度側)

図 6.2.1.3-1 斜入射を考慮したフレームから落とす影長さ算出例

[4] グレージング複合体

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

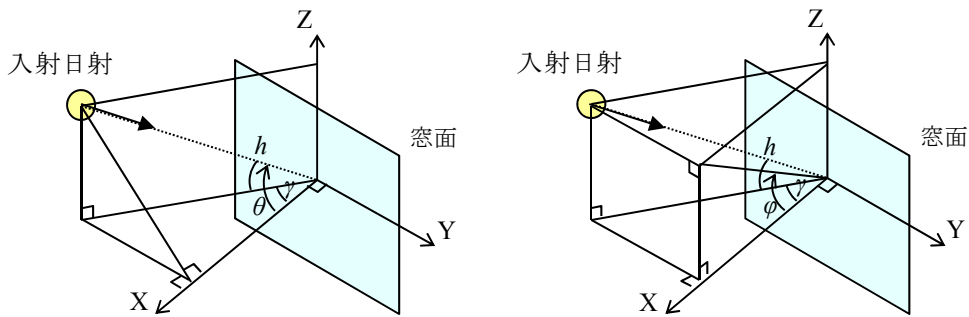
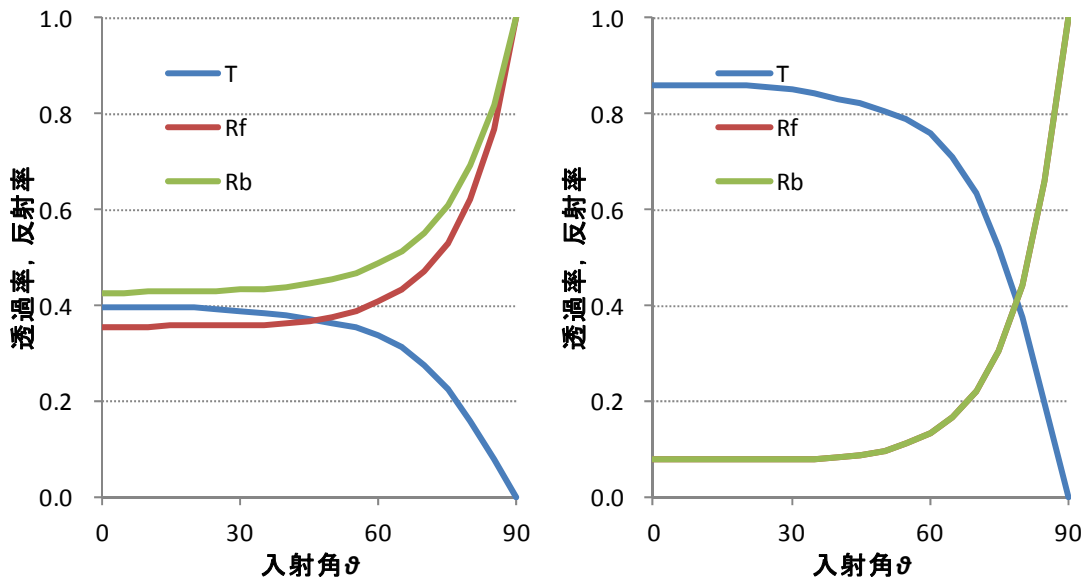


図 6.2.1.4-1 入射角  $\theta$  とプロファイル角  $\phi$



a) Low-E ガラス 3 ミリ

b) 透明ガラス 3 ミリ

図 6.2.1.4-2 板ガラスの斜入射日射特性の例

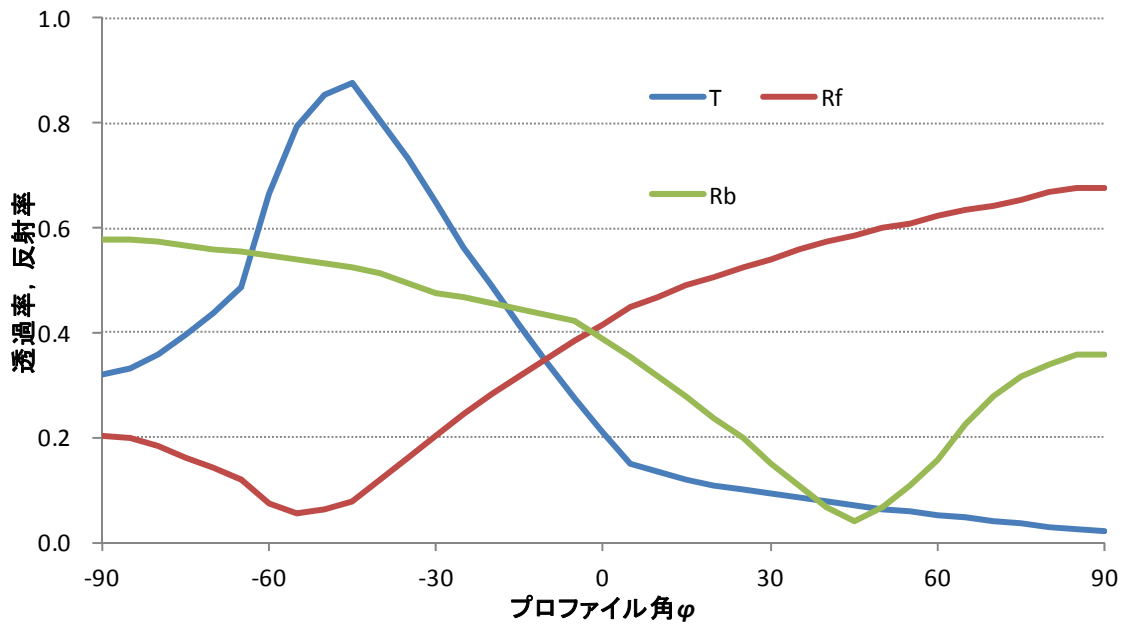


図 6.2.1.4-3 横型ブラインドの斜入射日射特性の例（スラット角 45° の場合）

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

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

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

グレージング複合体の日射熱取得率の斜入射特性の計算は以下の条件で行った。

ガラス 3 種類×内付け横型ブラインド 4 種類＝合計 12 種類

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

ブラインド：①なし，②スラット角 45°，③0°，④-45°

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

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

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



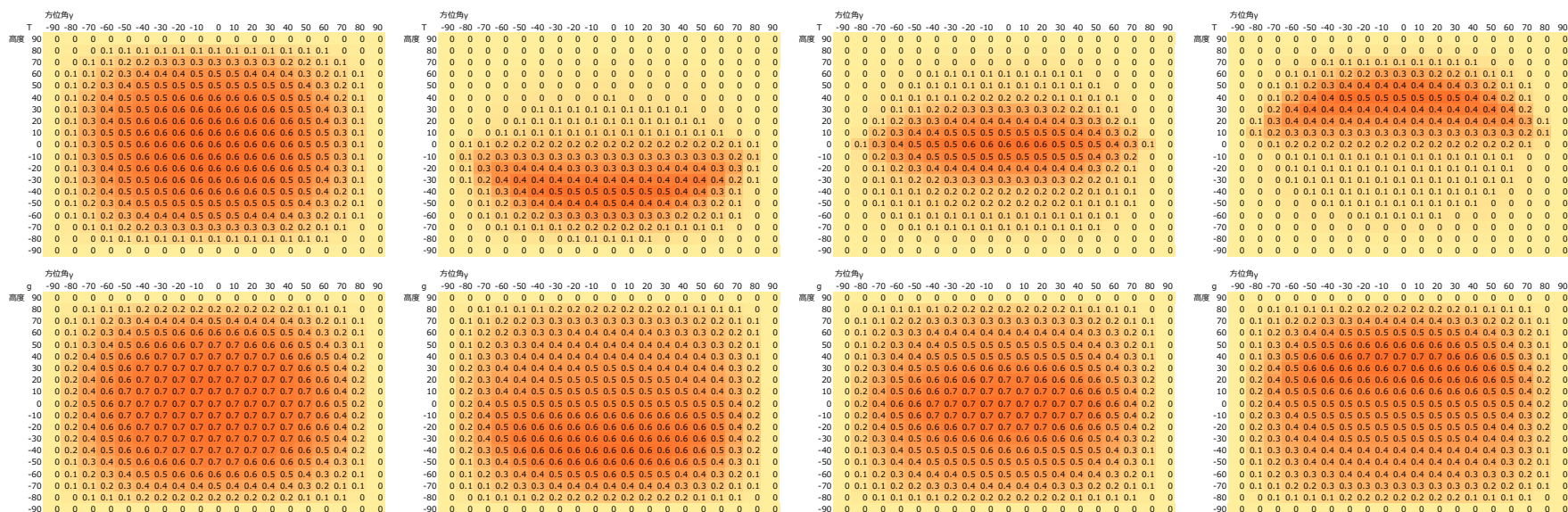
熱抵抗は  $0.035\text{m}^2\text{K/W}$  で一定とし、内付けブラインドに吸収された日射熱の室内への再放出割合は、熱抵抗の比に応じて算出した ( $N_3 \neq 1$ )。

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

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

図 6.2.1.4-4 斜入射日射特性分布の一例



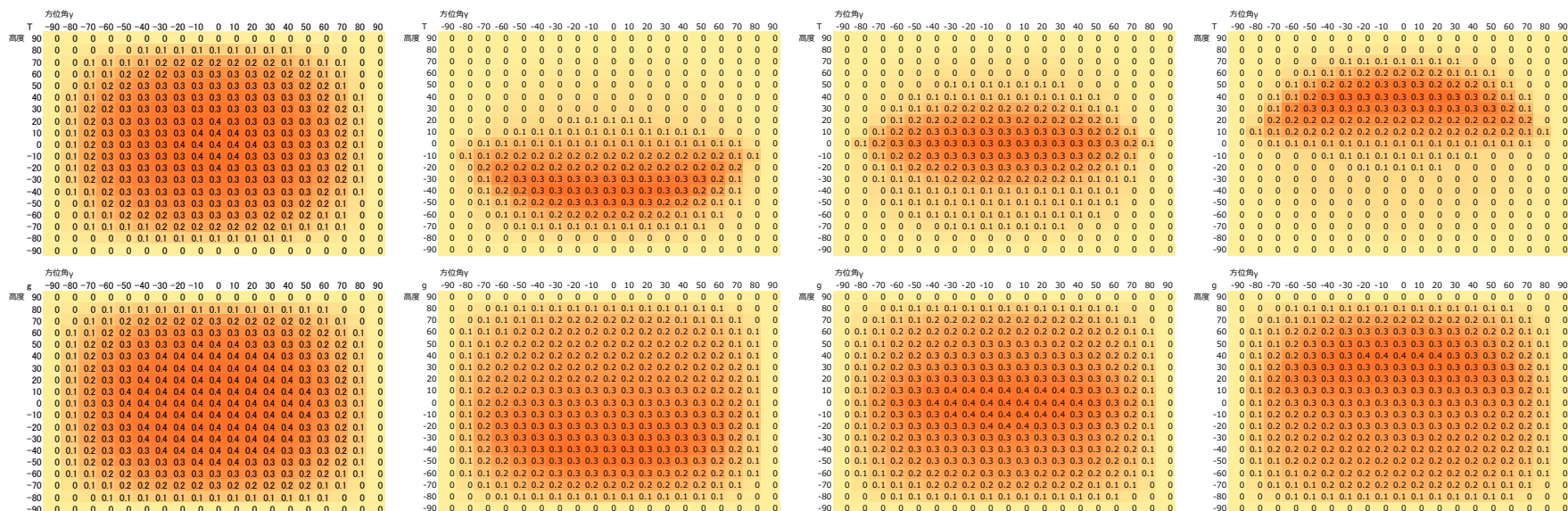


a) ブラインドなし                      b) スラット 45° (外倒し)                      c) スラット 0° (水平)                      d) スラット 45° (内倒し)

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

上段：日射透過率，下段：日射熱取得率

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



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

図 6.2.1.4-7 日射遮蔽型 Low-E 複層ガラス+内付け横型ブラインドの斜入射日射特性の分布

上段：日射透過率，下段：日射熱取得率

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

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

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

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

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

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

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

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

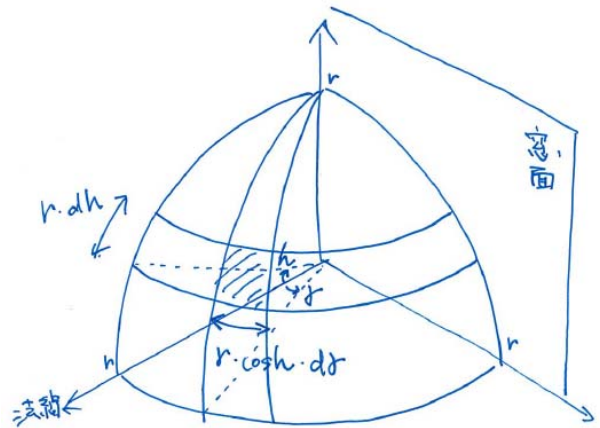


図 6.2.1.4-8 窓面を覆う半球と微小要素

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

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

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

よって、式(6.2.1.4-4)は次式で計算される。

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

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

表 6.2.1.4-1 半球日射透過率 T と半球日射熱取得率 g

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

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

[5] 開口部全体

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

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

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

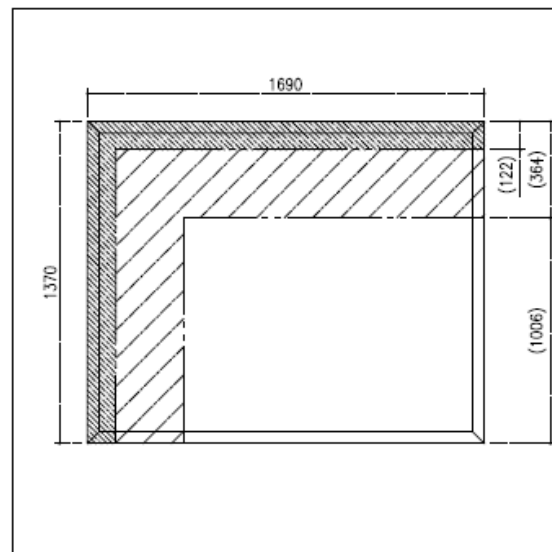


図 6.2.1.5-1 フレームから落とす影長さ

[6] カスタマイズデータ入力方法

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

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

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

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

① ガラス特性の定義

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

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

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

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

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	[Glass]	1	0.792	0.745								
2	$\eta(\theta)$	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10
3	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	80	0	0.051	0.107	0.162	0.214	0.259	0.296	0.324	0.34	0.346	0.34
5	70	0	0.107	0.225	0.34	0.441	0.524	0.586	0.629	0.654	0.662	0.654
6	60	0	0.162	0.34	0.501	0.629	0.722	0.785	0.824	0.845	0.852	0.845
7	50	0	0.214	0.441	0.629	0.761	0.845	0.894	0.912	0.919	0.921	0.912
8	40	0	0.259	0.524	0.722	0.845	0.912	0.947	0.964	0.969	0.973	0.964
9	30	0	0.296	0.586	0.785	0.894	0.947	0.972	0.984	0.988	0.991	0.984
10	20	0	0.324	0.629	0.824	0.921	0.964	0.984	0.991	0.993	0.995	0.988
11	10	0	0.34	0.654	0.845	0.935	0.973	0.991	0.995	0.997	0.998	0.991
12	0	0	0.346	0.662	0.852	0.939	0.975	0.992	0.995	0.997	0.998	0.991
13	-10	0	0.34	0.654	0.845	0.935	0.973	0.991	0.995	0.997	0.998	0.991
14	-20	0	0.324	0.629	0.824	0.921	0.964	0.984	0.991	0.993	0.995	0.988
15	-30	0	0.296	0.586	0.785	0.894	0.947	0.972	0.984	0.988	0.991	0.984
16	-40	0	0.259	0.524	0.722	0.845	0.912	0.947	0.964	0.969	0.973	0.964
17	-50	0	0.214	0.441	0.629	0.761	0.845	0.894	0.921	0.935	0.939	0.935
18	-60	0	0.162	0.34	0.501	0.629	0.722	0.785	0.824	0.845	0.852	0.845
19	-70	0	0.107	0.225	0.34	0.441	0.524	0.586	0.629	0.654	0.662	0.654
20	-80	0	0.051	0.107	0.162	0.214	0.259	0.296	0.324	0.34	0.346	0.34
21	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	$\tau(\theta)$	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10
23	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	80	0	0.036	0.081	0.13	0.178	0.221	0.257	0.284	0.301	0.307	0.301
25	70	0	0.081	0.189	0.301	0.404	0.49	0.555	0.607	0.635	0.646	0.635
26	60	0	0.13	0.301	0.466	0.6	0.699	0.766	0.829	0.881	0.912	0.912
27	50	0	0.178	0.404	0.6	0.741	0.829	0.881	0.912	0.929	0.937	0.929
28	40	0	0.221	0.49	0.699	0.829	0.9	0.937	0.955	0.964	0.969	0.955
29	30	0	0.257	0.555	0.766	0.881	0.937	0.964	0.975	0.978	0.981	0.975
30	20	0	0.284	0.6	0.807	0.91	0.956	0.98	0.993	0.999	1	0.999
31	10	0	0.301	0.627	0.829	0.924	0.966	0.988	0.999	1	1	1
32	0	0	0.307	0.635	0.836	0.928	0.969	0.99	0.999	1	1	1
33	-10	0	0.301	0.627	0.829	0.924	0.966	0.988	0.999	1	1	1
34	-20	0	0.284	0.6	0.807	0.91	0.956	0.98	0.993	0.999	1	0.999
35	-30	0	0.257	0.555	0.766	0.881	0.937	0.964	0.975	0.978	0.981	0.975
36	-40	0	0.221	0.49	0.699	0.829	0.9	0.937	0.955	0.964	0.969	0.955
37	-50	0	0.178	0.404	0.6	0.741	0.829	0.881	0.912	0.929	0.937	0.929
38	-60	0	0.13	0.301	0.466	0.6	0.699	0.766	0.829	0.881	0.912	0.912
39	-70	0	0.081	0.189	0.301	0.404	0.49	0.555	0.607	0.635	0.646	0.635
40	-80	0	0.036	0.081	0.13	0.178	0.221	0.257	0.284	0.301	0.307	0.301
41	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	hemi	0.863	0.866									
43	#											

記入内容の詳細を以下に示す。

■1行目

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

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

(C1) 垂直入射に対する日射熱取得率  $\eta_0$  を記入する。

(D1) 垂直入射に対する日射透過率  $\tau_0$  を記入する。

■2行目

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

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

■3～21行目

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

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

■22行目

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

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

■23～41行目

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

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

■42行目

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

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

(C42) 散乱日射に対する日射透過率  $\tau_n$  を記入する。

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



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

②フレーム特性の定義

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

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

Callout boxes provide the following instructions:

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

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

記入内容の詳細を以下に示す。

■46 行目

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

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

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

■47 行目

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

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

■48～66 行目

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

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

■67 行目

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

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

■68～86 行目

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

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

■87 行目

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

(B87) 散乱日射に対する  $S_f$  を記入する。

(C87) 散乱日射に対する  $\eta_f$  を記入する。

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

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

③窓への適用

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

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

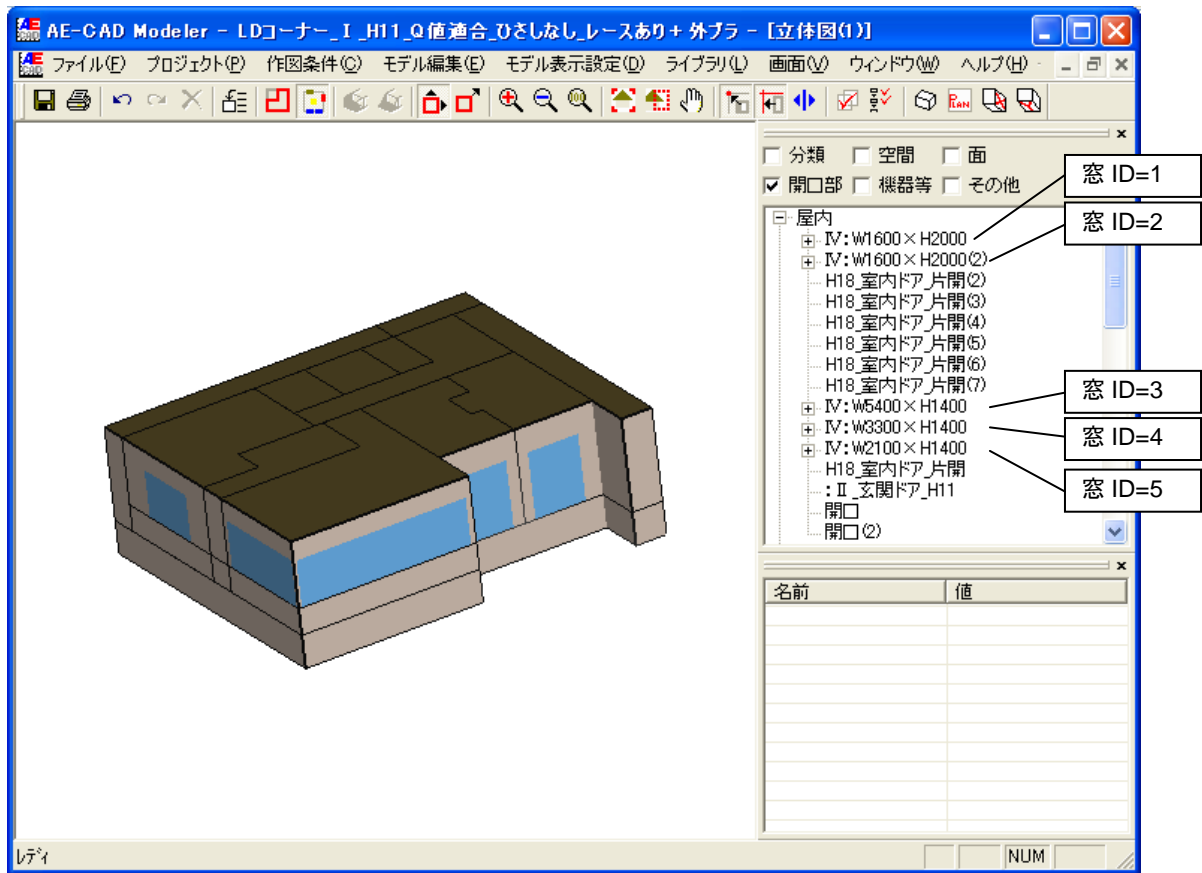
④窓 ID の確認

③の入力で窓 ID が必要になるが、窓 ID は以下のいずれかで確認する。

・CAD 上で調べる

画面右上のデータツリーで「開口部」だけにチェックを付けると、モデルに設置された開口部部品の一覧が表示される。この一覧で上から順に ID=1, 2, ... となる。

ただし、一覧には「出入口 (ドア)」「単純開口」なども表示されるので、それらはパスして窓だけをカウントする。



- ・コンバート後のファイルで調べる

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
41	</温度制御壁床>									
42	<土間床>									
43	</土間床>									
44	<窓>									
45	1	IV:W1600×H2000								
46	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
47	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
48	0.7	1	1.4							
49	#									
50	2	IV:W1600×H2000(2)								
51	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
52	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
53	0.7	1	1.4							
54	#									
55	3	IV:W5400×H1400								
56	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
57	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
58	0.7	1	1.4							
59	#									
60	4	IV:W3300×H1400								
61	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
62	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
63	0.7	1	1.4							
64	#									
65	5	IV:W2100×H1400								
66	20.3	4.7	4.4	4.7	2.33	0.777728	0.072272	90		
67	2.33	0.089747	0.032679	2.33	0.089747	0.032679	2.33	2.33	0.089747	0.03
68	0.7	1	1.4	0	0					
69	#									
70	</窓>									
71	<ドア>									

⑤計算

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

⑥ 計算結果

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

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

ファイルの出力内容は以下のとおりである。

■ A～C 列

月・日・時刻を出力する。計算期間内のすべての時刻について出力する。

■ D・E 列

風向および風速を出力する。

これ以降は、窓 1 つにつき 14 列ずつ出力する。

■ F・G 列

窓面（外部）における日射量[W]である。

■ H～K 列

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

■ L～N 列

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

■ O～R 列

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

■S列

外気側の対流熱伝達率[W/m<sup>2</sup>K]である。

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

⑦その他注意点

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

6.2.2 計算条件及び結果

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



図 6.2.2-1 自立循環型 温暖地用モデルプラン (4~8 地域)



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

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

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

表 6.2.2-1 開口部寸法及び熱性能一覧

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

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

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

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

[1] 遮蔽物なし条件

①計算条件

遮蔽物を設置しない計算条件を表 6.2.2.1-1 に示す。

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

表 6.2.2.1-1 計算条件 (遮蔽物なし)

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

②計算結果

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

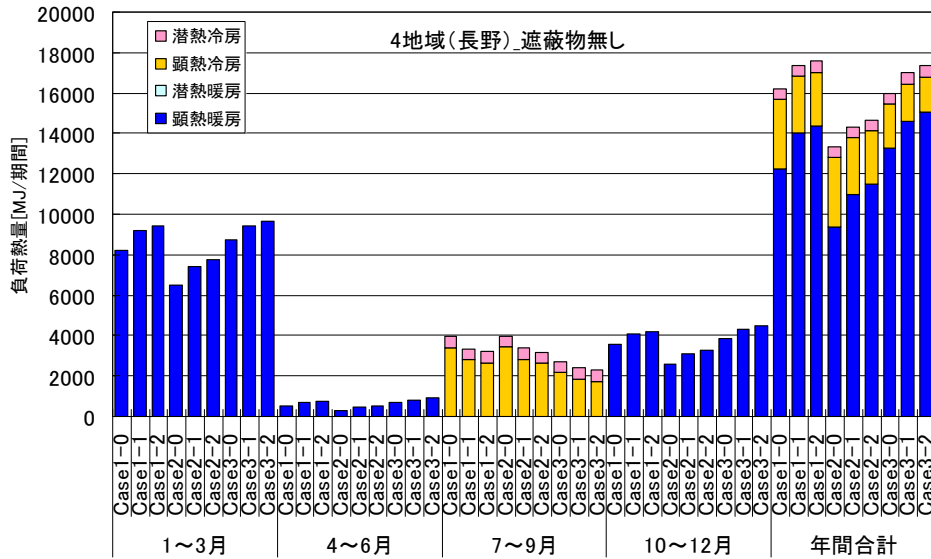


図 6.2.2.1-1 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（4地域\_長野）

表 6.2.2.1-2 年間暖冷房負荷及び比率（4地域\_長野）

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

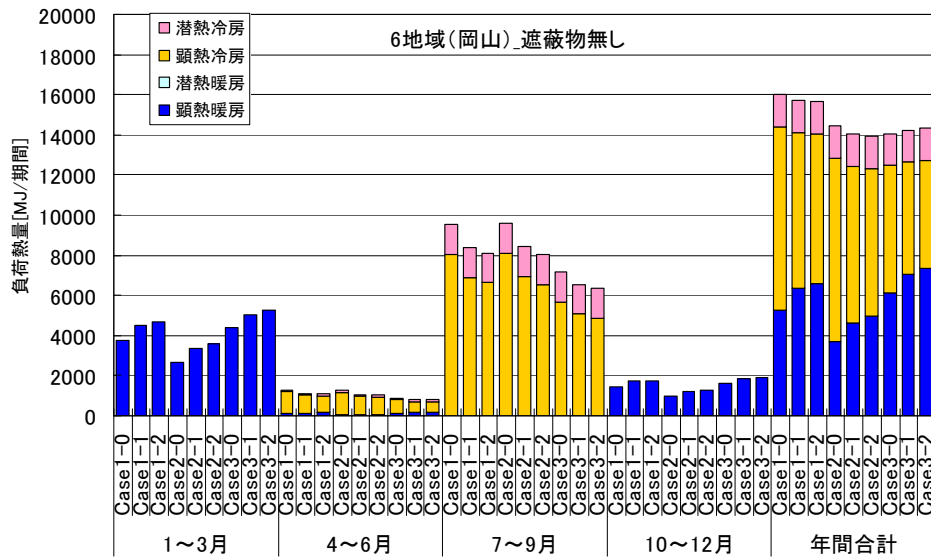


図 6.2.2.1-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6地域\_岡山）

表 6.2.2.1-3 年間暖冷房負荷及び比率（6地域\_岡山）

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

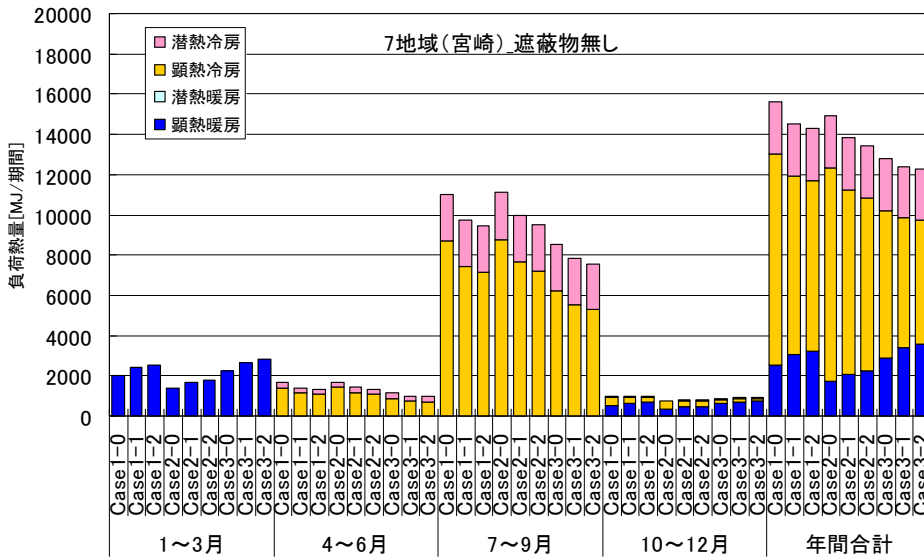


図 6.2.2.1-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.2.1-4 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[2] 遮蔽物あり条件 (フレームから落とす影の影響なし)

① 計算条件

遮蔽物を併用した場合の計算条件を表 6.2.2.2-1 に示す。

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

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

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

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

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

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

②計算結果

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

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

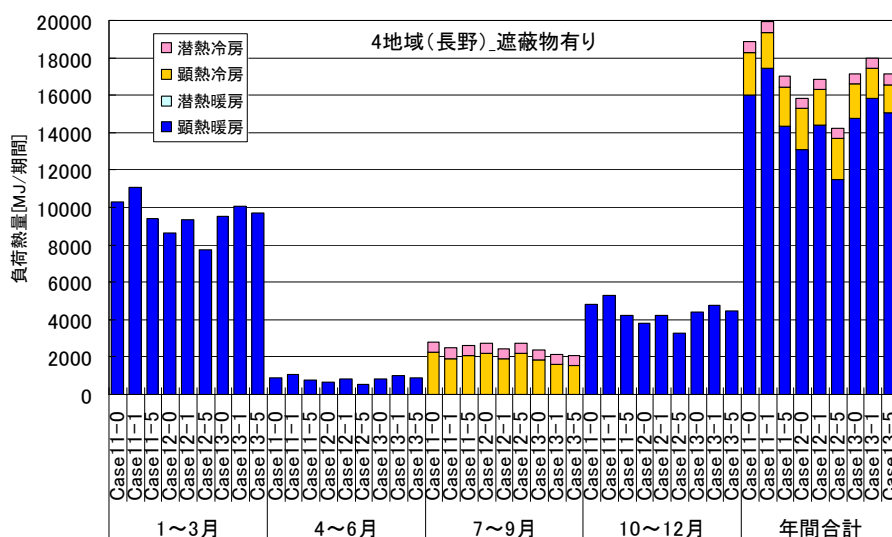


図 6.2.2.2-1 季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)

表 6.2.2.2-3 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

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

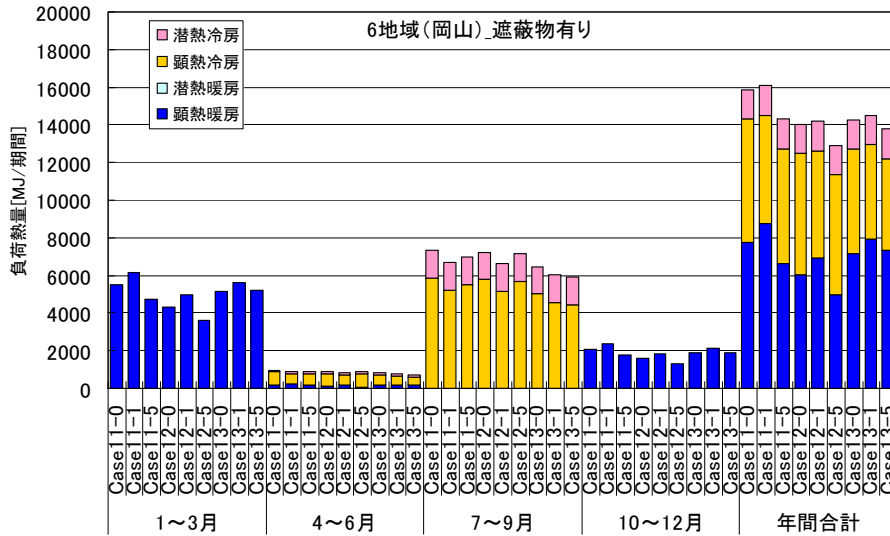


図 6.2.2.2-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6地域\_岡山）

表 6.2.2.2-4 年間暖冷房負荷及び比率（6地域\_岡山）

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

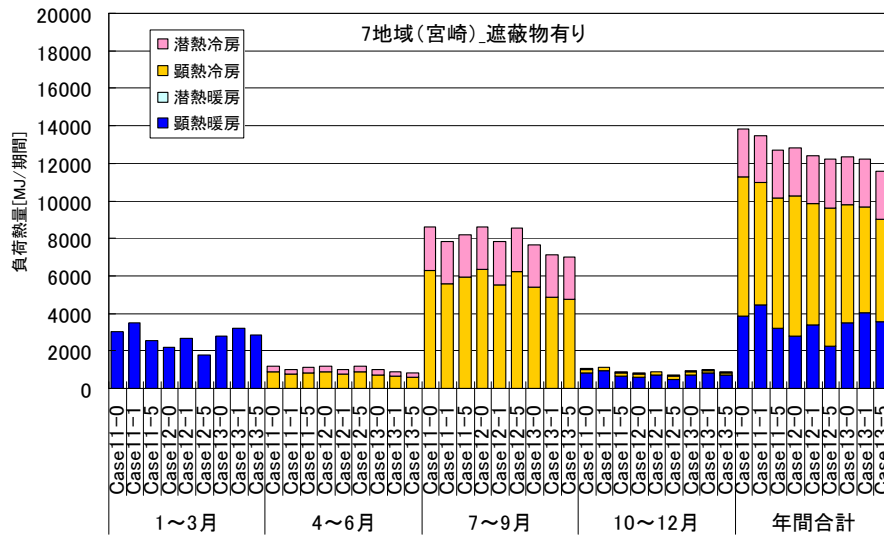


図 6.2.2.2-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.2.2-5 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[3] 遮蔽物あり条件（フレームから落とす影の影響考慮）

①計算条件

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

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

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

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

## ②計算結果

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

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

表6.2.2.3-2 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

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

表6.2.2.3-3 年間暖冷房負荷及び比率(6地域\_岡山)

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

表6.2.2.3-4 年間暖冷房負荷及び比率(7地域\_宮崎)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

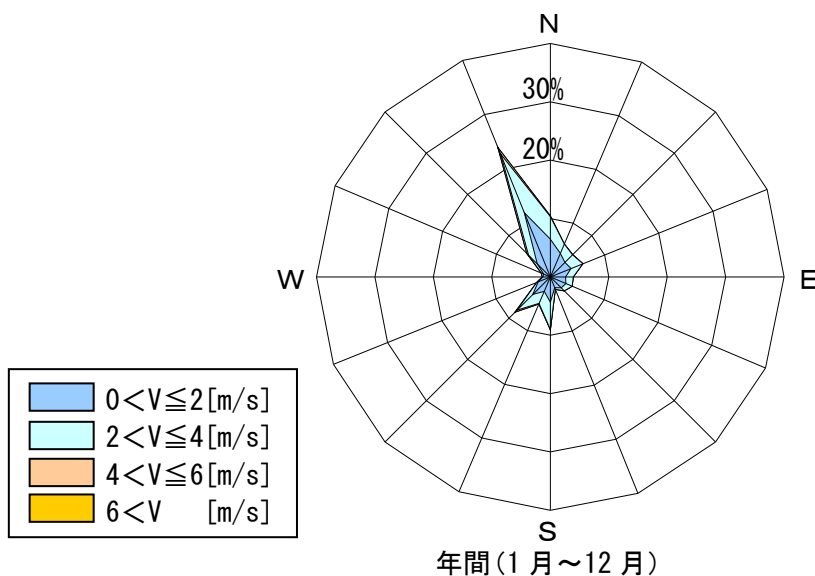


図 6.2.3-1 風配図 (東京, 高さ 6.5m)

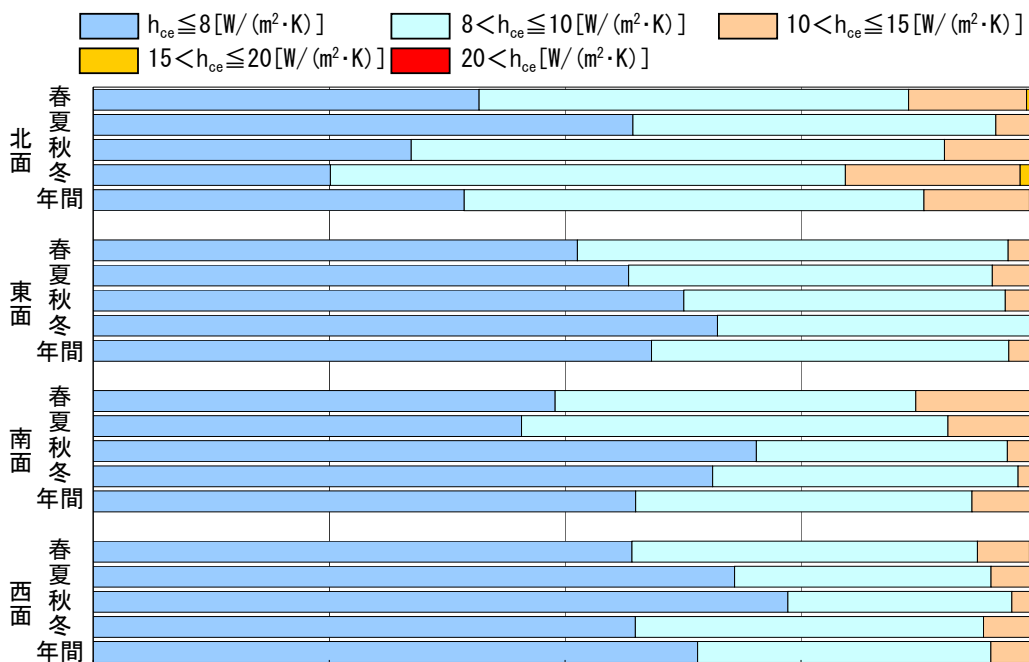


図 6.2.3-2 対流熱伝達率の頻度分布（東京，高さ 10m）

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

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

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

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



[1] 計算基礎式

窓の熱貫流率は次式であらわされる。

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

ここで

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

$R_w$  : 窓自体の熱抵抗 [m<sup>2</sup>・K/W]

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

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

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

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

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

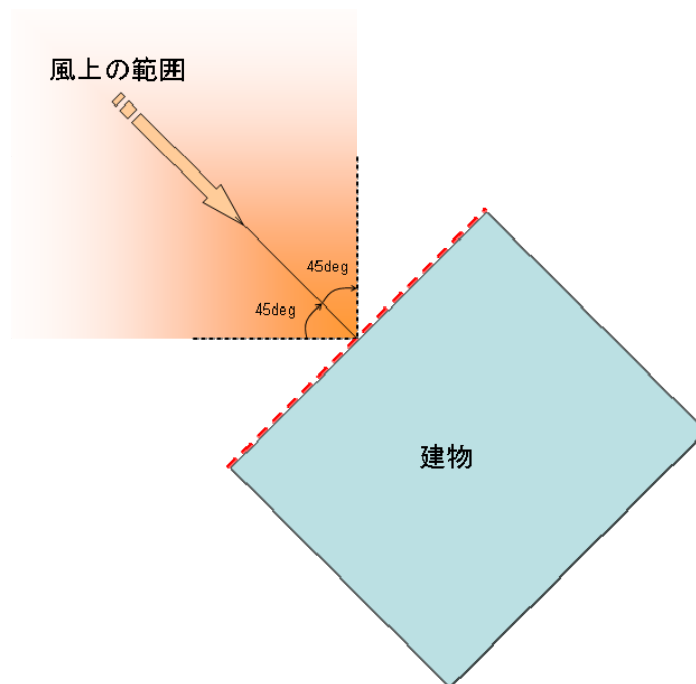


図 6.2.3.1-1 風上・風下の判別図

実際の建物の年間エネルギー計算に用いる場合

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

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

風上

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

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

風下

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

\*風速  $V$  は、高さ 10[m]の値

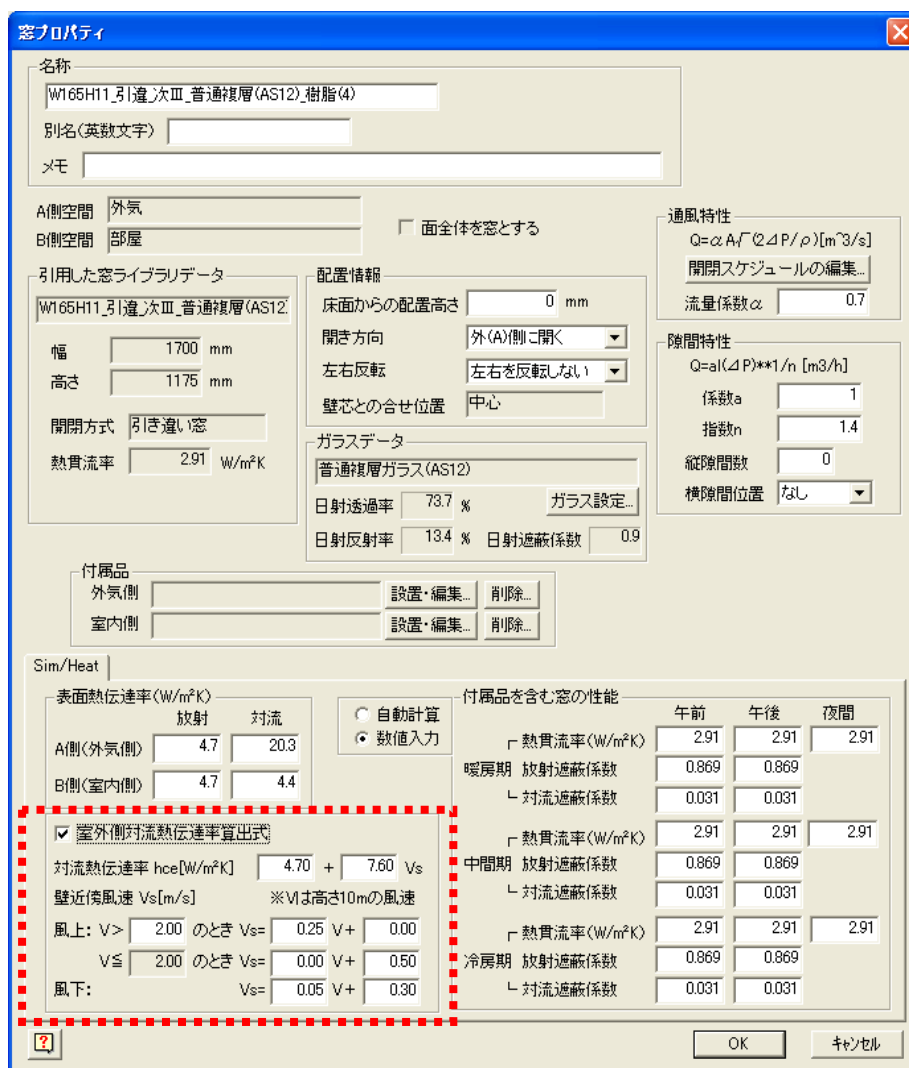
風上か風下かの判断は、図 6.2.3.1-1 に示されるように壁面に対する風向の角度が $\pm 45\text{deg}$ の範囲であれば、風上となる。

[2] カスタマイズデータ入力及び計算方法

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

① 入力方法

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



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

②計算

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

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

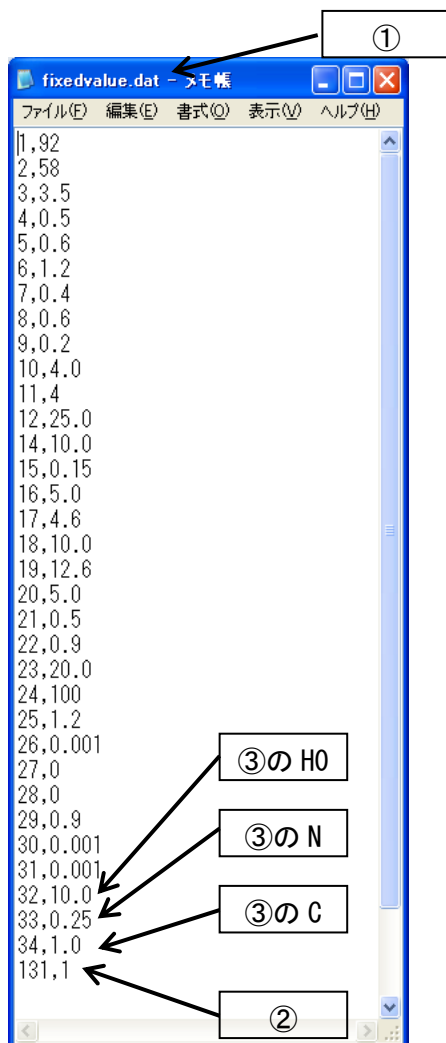
①C:\Program Files\AE-CAD\SimHeat\bin の「fixedvalue.dat」をメモ帳などで開く。

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

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

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

として計算する。適宜、H0・N・Cの値を編集して使用する。



③計算結果

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

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

6.2.4 計算条件及び結果

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

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

[1] 計算条件

遮蔽物を設置しない計算条件を表 6.2.4.1-1 に示す。

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

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

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

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

[2] 計算結果

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

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

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

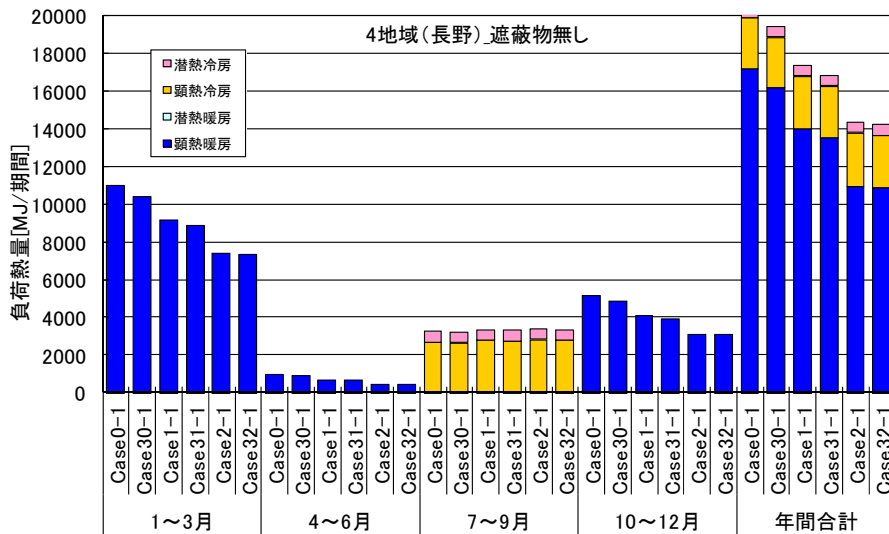


図 6.2.4.2-1 季節別(3ヶ月)及び年間合計の暖冷房負荷比較(4地域\_長野)

表 6.2.4.2-1 年間暖冷房負荷及び比率(4地域\_長野)

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

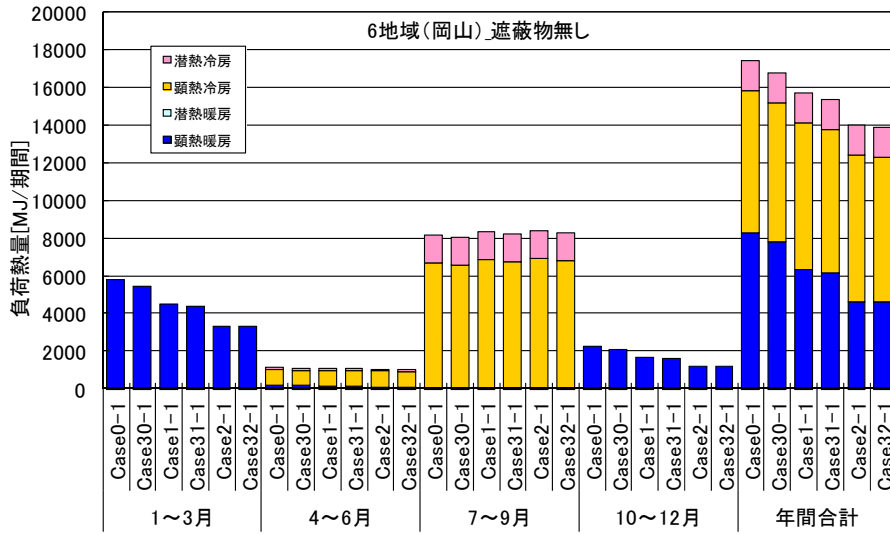


図 6.2.4.2-2 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（6地域\_岡山）

表 6.2.4.2-2 年間暖冷房負荷及び比率（6地域\_岡山）

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

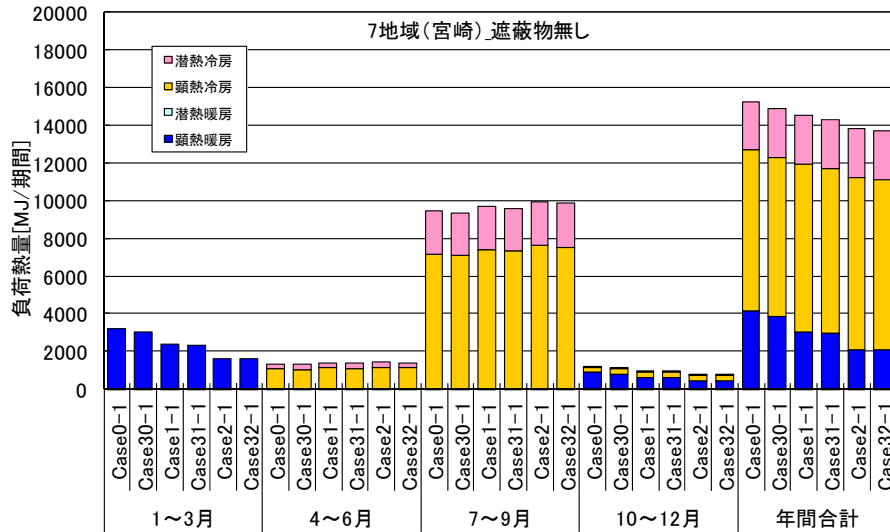


図 6.2.4.2-3 季節別（3ヶ月）及び年間合計の暖冷房負荷比較（7地域\_宮崎）

表 6.2.4.2-3 年間暖冷房負荷及び比率（7地域\_宮崎）

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

参考文献

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



### 6.3 総合的な窓の熱性能評価指標

#### 6.3.1 はじめに

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

表 6.3.1-1 ISO 18292 による窓のエネルギー性能の計算手順

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

#### 6.3.2 ISO 13790 による月別計算法（簡易計算）

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

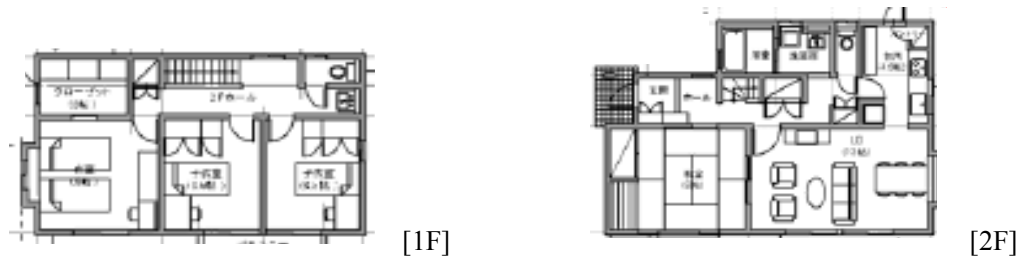


図 6.3.2-1 標準住宅モデル仕様（戸建住宅モデル）

表 6.3.2-1 標準住宅モデル仕様（戸建住宅モデル）

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ここで、

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

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

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

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

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

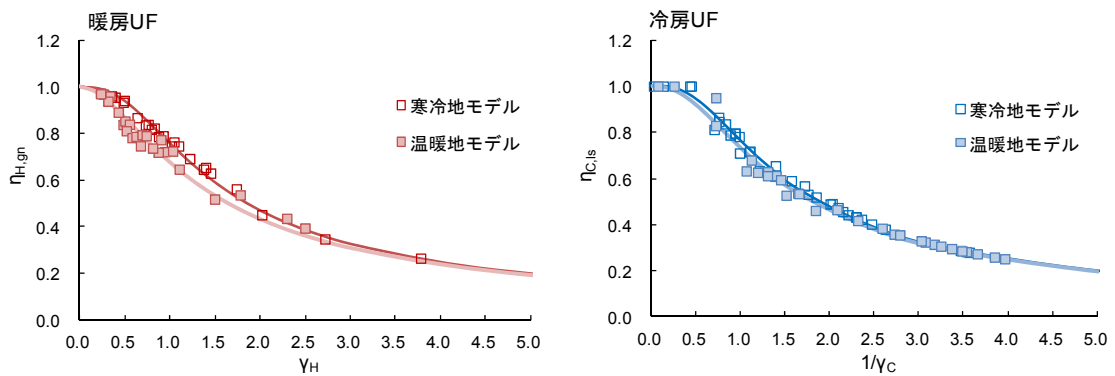


図 6.3.2-2 寒冷地モデルと温暖地モデルの UF 曲線

表 6.3.2-2 建物外皮の断熱性と熱容量の比 (建物固有値)

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

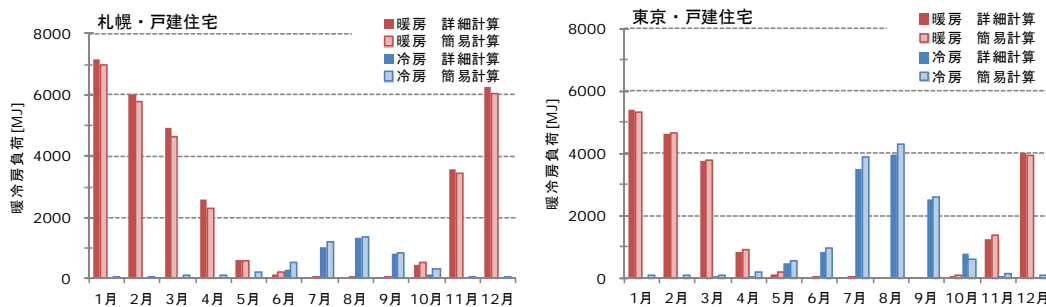


図 6.3.2-3 詳細計算と簡易計算の熱負荷比較

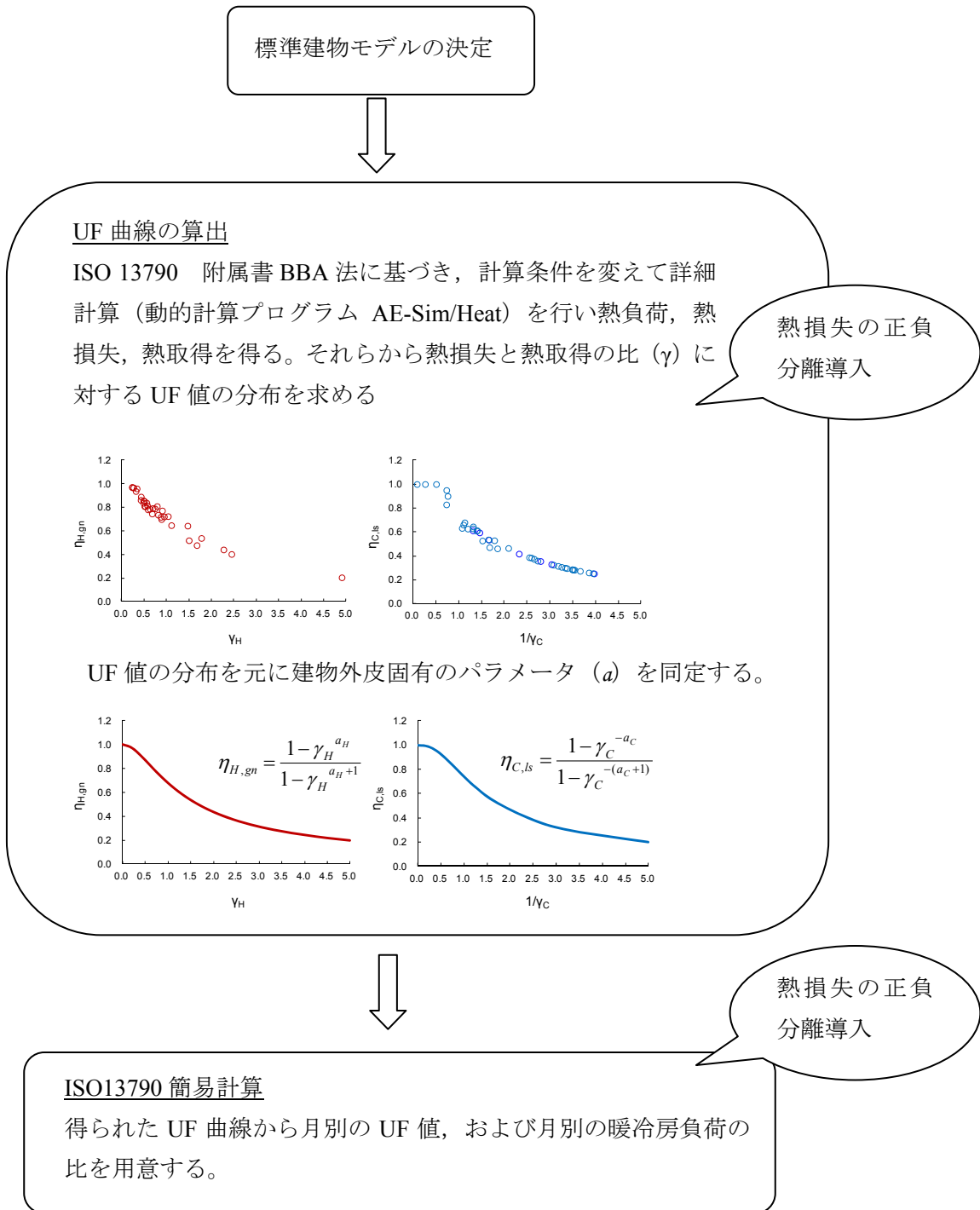


図 6.3.2-4 UF 曲線算定手順概略と窓のエネルギー性能算出のための準備

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

#### [1] ISO 18292 算定式

ISO 18292で規定されている窓エネルギー性能の算定式を以下に示す。

月別計算法 (Monthly method) :

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

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

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

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

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

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

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

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

## [2] 方位別窓エネルギー性能の検討

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

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

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

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

表 6.3.3-1 計算条件

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

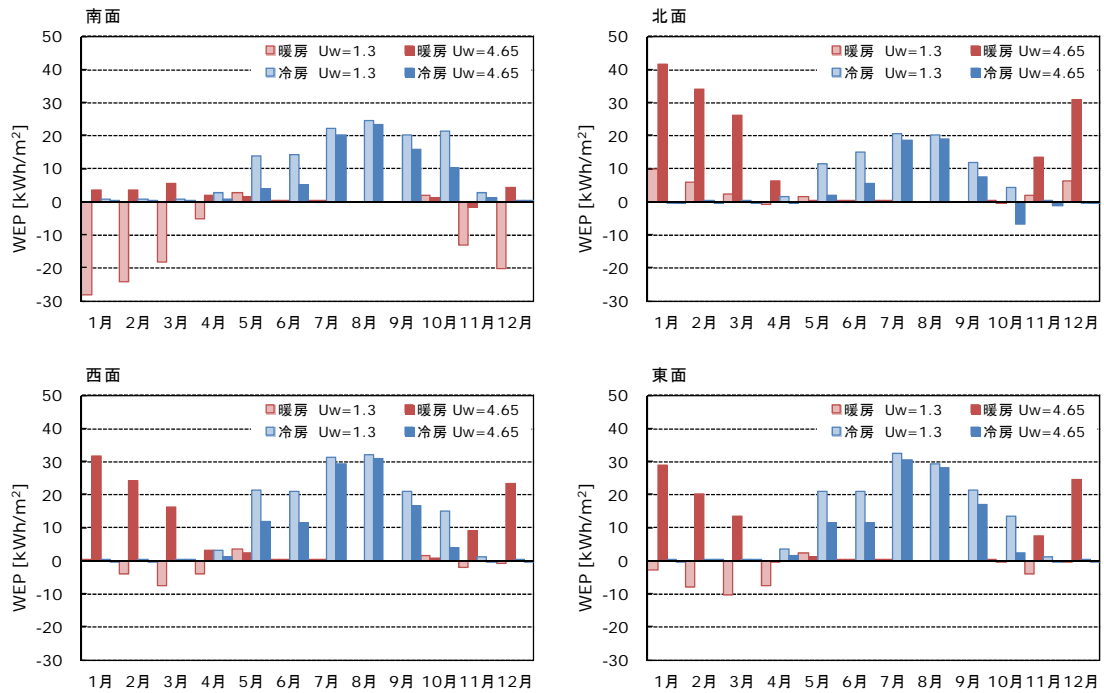


図6.3.3-1 方位別WEP計算結果（東京，庇なし，遮蔽物なし，日射熱取得率中程度）

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

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

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

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

窓の熱貫流率が小さくなると

暖冷房 WEP 小



## [3] 庇と遮蔽物の組み合わせによる窓のエネルギー性能の検討

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

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

表 6.3.3-3 計算条件

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

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

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

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

能で決まるため夏期と冬期で変化しないものと仮定した。

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

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

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

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

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

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

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

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

表の見方:

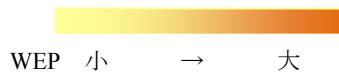



表 6.3.3-5 標準住宅モデル WEP 計算結果, 遮蔽物の使い分け (2 地域 札幌)

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

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

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

表の見方:  WEP 小 → 大

#### 6.4 まとめ

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

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

を統合して表す評価指標として有用である。

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

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

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

参考文献：

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





## 第7章 まとめ

本成果報告書では、開口部の熱性能の評価方法を整理するとともに建物の熱負荷に及ぼす影響について考察した。各章の概要を以下にまとめる。

第1章は序論で開口部の熱性能の評価方法における課題を示した。

第2章では代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象として日射熱取得率の測定結果を整理した。測定結果の概要を以下に示す。

- ・ 窓フレームに各種ガラスを組み合わせた測定結果と、ガラス単体の日射熱取得率(カタログ値)にガラス面積比率を乗じた値を比較すると、概ね一致していることが確認された。
- ・ 省エネルギー基準の夏期日射取得係数並びに開口部の夏期日射侵入率の基準値のみでは、冬期の日射熱取得が期待出来ず年間負荷が増加するケースがある。
- ・ 遮蔽物なしの日射熱取得率と遮蔽物併用時の日射熱取得率において、高い相関関係が確認された。窓単体の日射熱取得率が既知であれば、遮蔽物を組み合わせた際の日射熱取得率を近似することができる。
- ・ 遮蔽物単体の特性を表す遮蔽物効果係数において、室内側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率が低いほど効果係数は高くなり、日射熱取得率が高いほど効果係数は低くなることが確認された。また、室外側遮蔽物では、窓単体の日射熱取得率による影響が小さいことが確認された。
- ・ 照射日射のない場合の測定結果より遮蔽物の付加熱抵抗( $\Delta R$ )を算出し、窓単体の熱貫流抵抗、及びガラス単体の熱貫流抵抗(カタログ  $R_g$ )との相関を検討した。その結果、 $\Delta R$ はカタログ  $R_g$  との相関が高く、近似式によって簡易的に  $\Delta R$  を導き出せることを確認した。

第3章では日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法に関して整理した。欧米及び国内で開発されている日射熱取得率(日射侵入率)計算方法の文献調査をおこなうと共に、公開されている評価ツールを調査し計算結果を比較した。調査結果の概要を以下に示す。

- ・ 透明複層と3種類のLow-E複層ガラス(日射取得型、日射中庸型、日射遮蔽型)を対象として、計算規格による性能値の相違について整理した。日射透過率は規格によって若干の差が見られ、その差は日射遮蔽型Low-E複層で大きくなった。これは計算に用いる標準日射スペクトルが規格によって若干異なることによる。日射遮蔽型のLow-Eガラスは、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ため、標準日射スペクトルの近赤外域の重みの違いが日射透過率の差として現れた。
- ・ 日射熱取得率は同じ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大きく算出される傾向が見られた。これは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。

- ・ フレーム部の日射熱取得率はガラスの違いで変化するが、その差は 0.01 以下であり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。
- ・ 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 複層ガラスで大きく、最大と最小で 10%以上の差が見られた。これはガラスの性能差によるものである。このことから、計算法の規格による差は小さくないことがわかった。
- ・ 窓の日射熱取得率の計算値と測定値を比較した結果、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、大きな乖離は見られなかった。しかし、高性能熱線反射単板ガラスや日射遮熱型 LowE 複層ガラス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、測定時の分光スペクトルの変化などを考えたが明確な結論は得られなかった。
- ・ 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。
- ・ 日射遮蔽物が附属した場合の日射熱取得率を計算値と測定値で比較し、実用的な精度で両者が一致することを示した。
- ・ グレージング部の日射熱取得率の計算において、シングルバンドとマルチバンドの取り扱いの差が、どの程度生じるか確認した。マルチバンドの計算結果の差違が最も大きくなるのは、熱線吸収板ガラスおよび Low-E ガラスであった。しかしながら、日射熱取得率の差違の最大は 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の影響は小さいことが確かめられた。

第4章では熱貫流率計算方法について整理した。概要を以下に示す。

- ・ 表面熱伝達率は規格によって定義が異なり、総合熱伝達率の固定値を規定するもの、放射熱伝達率と対流熱伝達率を分けてそれぞれを関数として規定するものがある。室内外温度については、各規格の原案を作成した国の環境が反映されている。
- ・ 国内の地点をランダムに選択し EA 気象データの風向・風速を用いて、ISO 15099 の方式で垂直面に対する室外側対流熱伝達率と各種ガラスの熱貫流率を比較した。その結果、室外側対流熱伝達率は卓越風向に面する窓面で大きくなる傾向が見られた。各種ガラスの熱貫流率は、透明単板ガラスでその変動幅が  $2.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  と大きく、普通複層ガラスや Low-E 複層ガラスではそれぞれ  $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、 $0.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  とその変動幅は小さくなる傾向があった。
- ・ 代表的な窓の材質別、機種別、サイズ別の熱貫流率を比較し、窓面積と熱貫流率には反比例の関係があることを示した。これはフレームの面積比率が窓面積によって変化することによる。
- ・ 窓サイズによる熱貫流率の変化が建物全体に及ぼす影響について、自立循環型住宅開発プロジェクトの標準プランを用いて検討した。窓を実サイズで評価するケースと標準試験体サイズで評価するケースで、外皮平均熱貫流率の差は2%程度であった。

第5章ではカーテンウォールの熱性能の評価法について整理した。

- ・ フレームを考慮したカーテンウォールの熱的性能計算法について、JIS A 2102-1, JIS A 2102-2, ISO 12631, ISO 15099 及び既往の研究に基づいて計算法を整理した。また、メーカー標準タイプのフレームを用いて PAL 計算等に適用可能な簡易計算方法を整理した。
- ・ 建物モデルで試算した結果、フレームを考慮することにより、カーテンウォール全体の熱貫流率は全面をガラスと仮定した場合よりも大きく(149%)なり、日射熱取得率は小さく(87%)なった。この結果、フレームを考慮することで、暖房 PAL は増大し、冷房 PAL は軽減する。このことから、PAL 計算においてフレームの影響を無視できないことを示した。

第6章では窓の熱性能と住宅・建築物の熱負荷について整理した。概要を以下に示す。

- ・ 住宅熱負荷計算において、窓フレームの影および複層ガラスの入射角特性を考慮しないことは、窓の日射熱取得率を過大に評価することになり、暖房負荷の過小評価、冷房負荷の過大評価を招く可能性がある。年間暖冷房負荷合計でみると、暖房と冷房の負荷の大小が相殺されて、これらの考慮の有無による差違が現れにくい場合もあるが、実態調査との整合など暖冷房内訳バランスまで精査する際には、考慮すべきである。
- ・ 熱負荷計算においてブラインドスラット角とガラス入射角と太陽位置の関係から窓の日射熱取得率が時々変化することを厳密に扱った。このことにより、地域によって最適なガラス品種とブラインドスラット角の組み合わせが異なることを明らかにした。
- ・ 屋外の風向風速の変動により窓の熱貫流率が変動する影響を住宅熱負荷計算で確認した。その結果、暖房負荷では窓の熱貫流率が大きいときに影響が現れたが、冷房負荷にはほとんど影響が見られなかった。
- ・ ISO 規格に規定されている窓のエネルギー性能 (WEP) の評価指標を日本の住宅に適用させるために、標準住宅の設定とそれを表す数値パラメータの同定を行い、住宅熱負荷計算による暖冷房負荷と同等の結果が得られることを確認した。
- ・ WEP 試算により、住宅の暖冷房負荷の低減のために、①窓の高断熱化、②窓開放による通風換気、③季節による遮蔽物の使い分け、④窓自体は高日射取得化、⑤地域、方位ごとに適切な庇の設計、などが重要であることを示した。



---

© 建築研究資料 第161号

平成26年 7月31日 印刷・発行

編集  
発行 独立行政法人建築研究所

---

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで

独立行政法人建築研究所企画部企画調査課

〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地  
電話(029) 864-2151 (代)

