

# ガードフェース技術資料

断熱ガラスガードは、窓からの赤外線侵入をカットし、省エネを図ります。

UV タイプは、この性能に加えて有害な紫外線を 99.5%カットします。

- 断熱ガラスガード
- 断熱ガラスガード UV タイプ

2005年2月16日発効した京都議定書では、先進国のCO<sub>2</sub>排出削減に関する取り決めと、排出権取引という新しい仕組みが構築されました。

日本では、1990年を基準として6%の削減が義務づけられていますその結果は2008年から2012年です。すでに具体的な行動を起こし、成果を上げなければいけない時期に至っています。

### 建物への熱の出入りと窓・開口部

弊社では、これまで屋根・壁面用の遮熱断熱塗材「シポフェース」を環境対応・省エネ工事として販売してきました。外壁面には外断熱工法がありますが、窓から入ってくる夏の日射赤外線エネルギーを防ぐ手立てがありませんでした。92年の省エネ基準の建物における夏の冷房時に外から侵入するエネルギーの71%、冬の暖房時に外部に逃げる熱の48%は開口部からといわれています。<出典：ゆとりと豊かさの快適住宅のために（通産省生活産業局）>

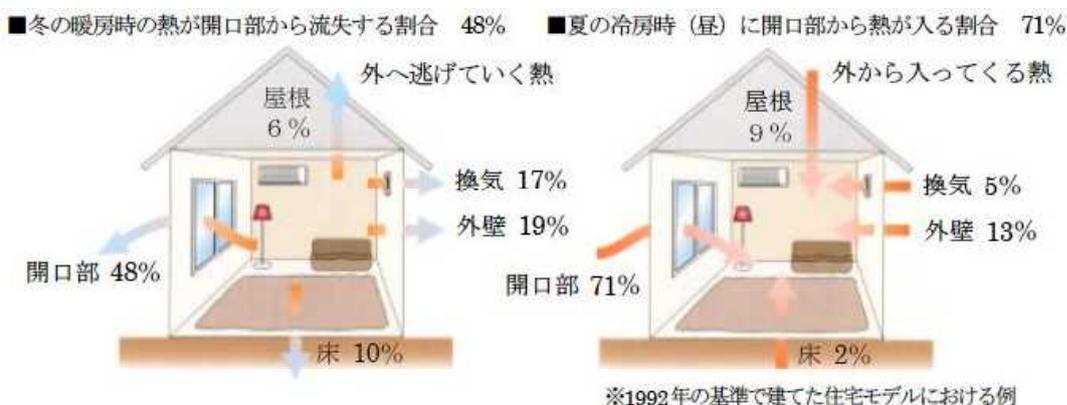


図1 92年基準の開口部からの夏の出入り

新築(次世代省エネルギー基準'99)であれば、ペアガラスやLow Eガラスがスタンダード仕様となってきています。しかし、既存の建物に対してはノーマル単板ガラスが80%近くありペアガラスやLow Eガラスに切り替えるにはサッシごと交換となるため、1㎡当たりのコストも高く、工事也大掛かりになります。

既存建物の空調費の15%に及ぶ削減ができる画期的な赤外線カット遮熱コート剤が完成しました。性能はペアガラスを超え、Low Eガラスに匹敵します。

シポフェースと併せてご採用頂けば、快適さの提供と共に、省エネ効果で投資額を短期間で回収することができます。

## ガードフェースのタイプは2種類

ガードフェースには、夏の遮熱性能と冬の保温効果を重視した「断熱ガラスガード」と、これに紫外線カット性能を加えた「断熱ガラスガード UV タイプ」があります。

## 断熱ガラスガードの光学的熱的性質

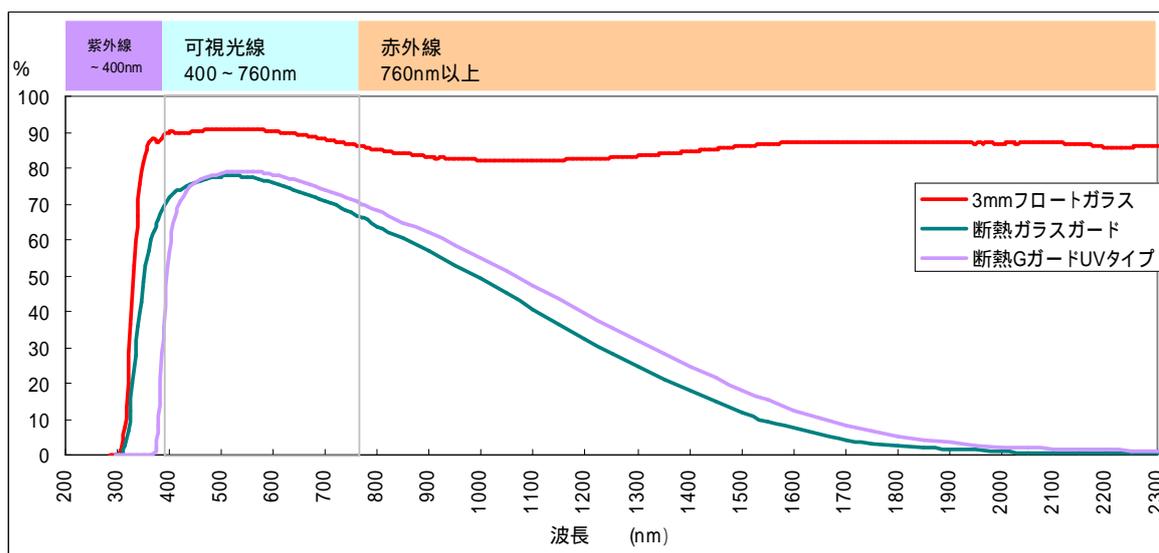


図2 波長と透過率

紫外線領域(~400nm)を見ると、断熱ガラスガード UV タイプは殆ど有害な紫外線を通しません。表1より、紫外線透過率は0.57%です。言い換えれば99.43%の紫外線はカットされているということです。

可視光線領域(400~760nm)では、両者とも光の通過量は殆ど変わりません。

赤外線領域(760nm~)では、日射透過率は断熱ガラスガードのほうが小さく、夏の遮熱にはこちらのほうがUVタイプより優れています。

記号・品名		単層ガラス	ガードフェース	
		FL3	断熱ガラスガード	断熱ガードUVタイプ
厚さ	mm	3	3	3
可視光	透過率%	90.4	76.9	78.6
	反射率%	8.2		
日射	透過率%	85.8	55.6	57.7
	反射率%	7.7	5.6	6.2
	吸収率%	6.5	<b>38.8</b>	36.2
紫外線透過率 %		71.4	41.6	<b>0.57</b>
熱貫流率U値 W/m <sup>2</sup> K		6.0	5.3	5.3
日射熱取得率 値	夏	0.88	0.69	0.70
	冬	0.88	0.67	0.68
遮蔽係数 SC 値	夏	1.00	<b>0.78</b>	0.80
	冬	1.00	0.76	0.77

表1 断熱ガラスガードの光学的性質

日射吸収率は、普通ガラスより断熱ガラスガードのほうが大きいことがわかります。これは、冬季のガラス面の保温に寄与し、ガラスが冷えることによる「冷放射」を緩和し、室内保温と結露防止に役立っています。いわゆる「ヒエビエ感」を防止し「ほかほか感」を生み出します。

日射熱取得率( 値)はガラス窓に入射した日射熱が室内側へ流入する割合を表します。また、遮蔽係数(SC 値)は3ミリの厚さのフロート板ガラス(透明)の日射熱取得率を1とした場合の日射熱取得率の相対値です。日射熱取得率、遮蔽係数が小さいほど遮熱効果が良いといえます。グラフから、断熱タイプはUVタイプより遮熱効果が高いことがわかります。

紫外線透過率を見てみると、3mmフロートガラスの透過率は71.4%(約28%の遮断)です。断熱タイプでは41.6%の透過(58.4%の遮断)ですから、普通のガラスと比べれば紫外線の量は約半分に減少しています。さらに、UVタイプでは透過率0.57%(99.43%遮断)ですから圧倒的に遮蔽効果が高いことがわかります。

### 熱線反射ガラスの問題点

太陽熱エネルギーを最も効率よくカットするには、可視光熱と赤外線熱両方をカットすることです。今まで主流だったのが「熱線反射ガラス」ですが、ビル全体がミラーのようになります。可視光透過率は40%以下に低下するものの、赤外線反射率は高く、総ガラス張りの高層ビルには、なくてはならないものでした。近年、この熱線反射ガラスが都市部の

大きな公害として問題視されるようになりました。一つは、反射公害、もう一つは反射された赤外線が他のビルの窓ガラスへ反射され最後には、地上のコンクリート、アスファルトに吸収され、真夜中でも熱帯夜が続くヒートアイランド現象を生み出す原因にもなっているからです。

冬は反射率の高さから、逆に太陽熱、可視光エネルギーを室内に取り込めずその分暖房を必要以上に使用し、CO<sub>2</sub> 排出の大きな原因を作り出しています。

次世代省エネ対策としては樹脂サッシと共に、Low-E ガラス、真空ガラスの市場が大きく伸びています。

### 冬季のヒエビエ感緩和と結露防止

既存の単板やノーマルペアガラスに断熱ガラスガードをコートするだけで簡単に結露対策ができます。一般的に結露は冬季に起こりやすく、外気温を直接伝えるガラス表面温度と室温との差が大きいほど結露しやすくなります。

この断熱ガラスガードは、赤外線吸収剤 ATO(Antimony Tin Oxide)のはたらきで、室内のエアコンやストーブから出る遠赤外線を窓のコート面で吸収し、室内を保温状態にします。このことで、窓側の「ヒエビエ感」を防止し、ガラス面と室温との差を少なくし、結露の発生を抑制します。

【施工例 1】北海道札幌市の事務所に於いて、外気温が一日中マイナスの真冬日の測定結果です。温度は室内の窓際 10cm の場所で測定しています。

2005 年 1 月 18 日 (18:00) ~ 1 月 20 日 (0:00) の測定結果です。

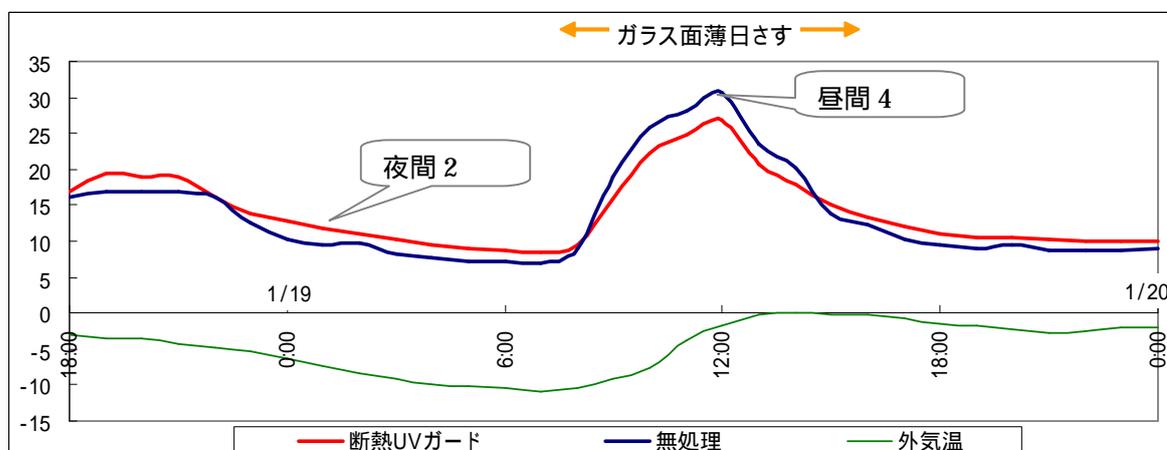


図 3 断熱ガラスガード施工による冬季室内温度の変化

日中は薄日が差して、温度は上昇し 12 時には無処理ガラスと断熱ガラスガードの温度差が約 4 となりました。真冬でも直射日光の赤外線をカットし、外の冷気を侵入させません。ちなみに日射が強いほど温度差は大きくなり、太陽光が強い夏季にはその差が 10 以

上にも及びます。

一方、夜間においては、断熱ガラスガードを施工したほうが、1.5~2 高くなっています。これは、断熱ガラスガードに配合されている ATO が室内からの赤外線を吸収して振動し、外部からの冷気を遮断するためです。その結果窓際では「ほかほか感」を感じます。この機能によって、冬の室内を暖かくし、結露の発生を抑制することができるのです。

反対に、無処理のガラス面からはどんどん放熱してガラス面の温度が下がり結露が生じやすい条件となります。

そのために窓際では「ヒエビエ感」を感じます。この現象は「冷放射」と呼ばれています。

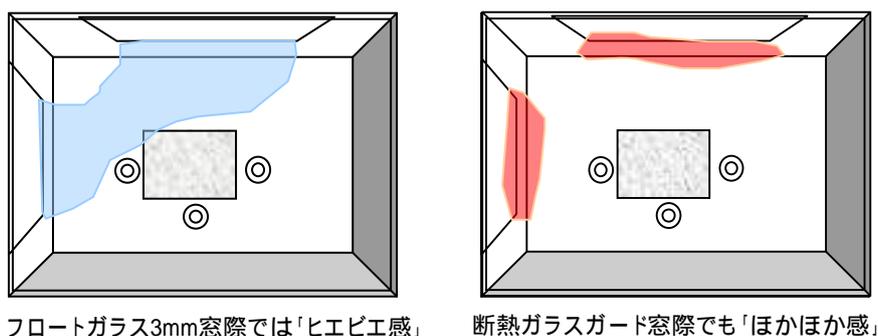


図4 開口部(窓)からの冷気の影響

#### 【施工例2】弊社事務所の窓に断熱ガラスガードを施工しました



図5 断熱ガラスガード施工風景と 窓からの日射熱測定

右の写真では、窓際の温度が4月初旬の午後1時の測定で10.3 の温度差となりました。

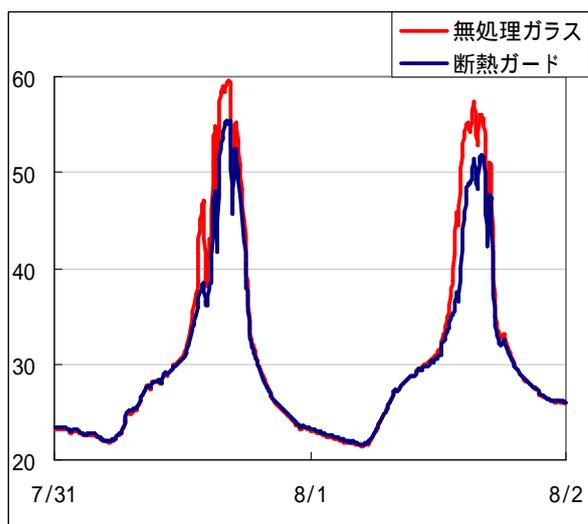
(このときの外気温は11 )

寒い日の夜間でも窓際の「ヒエビエ感」がなくなりました。

現在、屋根に施工された「高反射塗材シボフェース」との相乗効果で快適環境のオフィスとなり、エアコン負荷が大幅に低減しています。

### 【施工例 3】夏季の温度差

施工例 2 の夏季温度測定を行いました。



7/31 の測定値からは 温度差の最高は 8.2 (日中平均 2.9 )であった。8/1 の測定値では、温度差の最高は 10.4 (日中平均 3.3 )であった。天候日射量によって温度は変わりますが、夏季の窓際では、室温が 60 度にも及ぶことがわかります。

### 結露の流下実験

市販のガラスコップに 1 m<sup>2</sup>当り 20g 宛塗布して試験に供した。(写真参照)

#### 1) 実験方法

ガラスコップに氷を入れ、冷水を添加して室内に放置した。室温は 21.5 、コップの表面温度は、氷が溶けるまでは約 2.5~3.2 であった。この条件で、コップの表面を結露させ、水滴が流下し始めるまで観察した。



#### 2) 試験結果

結露の開始時期はほぼ同時で、塗布による差は認められなかった。表面観察の結果からは、無処理のコップは初期から結露の粒が大きく 2 2 分で流下を開始した。塗布品は表面の撥水性を反映して結露の粒立ちが初期は細かく、徐々に粒が大きくなっても独立した粒の状態を保ち容易に流下しなかった。6 5 分後に流下し始めた。

断熱ガラスガードは保水性が強力で無処理ガラスに比べ約 3 倍の保水時間があることがわかった。

試験区分	流れだしまでの時間(分)
普通ガラス	22
断熱ガラスガード	65



34分後、無処理は結露粒も大きく流下が始まっているが、塗布品はまだ曇っているが結露の流下の兆候は全く無い。

### フィルムとの比較

	断熱ガラスガード	反射フィルム	色つきフィルム	透明遮熱フィルム	飛散防止フィルム
日射熱取得率	0.69	0.3～0.5	0.45～0.78	0.7～0.77	0.8～0.84
遮蔽係数	0.78	0.3～0.7	0.5～0.89	0.79～	0.9～0.97
熱貫流率	5.3	5	5	5	5
防虫効果	有り	有り	有り	有り	有り
紫外線カット率	58.4%	99%	99%	99%	99%
可視光透過率	76.9%	20～50%	10～50%	78～80%	84～88%
景観(内から外)	変化無し	暗くなる	暗くなる	変化無し	変化無し
外観(外から内)	変化無し	反射大	着色見えない	変化無し	変化無し
耐用年数	10年～	5年～	5年～	5年～	5年～
表面硬度	4H	H～	H～	H～	H～
傷つき	ほとんど無し	傷つきやすい	傷つきやすい	傷つきやすい	傷つきやすい
飛散防止効果	無し	小	小	中	大
施工方法	塗る	貼る	貼る	貼る	貼る
つぎ目	無し	1.5m毎発生	1.6m毎発生	1.7m毎発生	1.8m毎発生

表2 断熱ガラスガードとフィルムとの比較

### コスト対比

施工単価は断熱ガラスガードがフィルムより断然安く、耐久年数も2倍以上です。

フィルム製品はメーカーによるバラツキが多いようです。「窓ガラス用フィルムの紫外線遮へい性能」（兵庫県立生活科学研究所 2005年10月）でも遮蔽性能について調査されています。

遮蔽係数(SC 値)の面から見ると、反射フィルム、色つきフィルムの中には良好な性能のものもあります。しかし冬は、太陽熱の50%を占める可視光熱エネルギーがフィルムでは10~50%の透過率と極端に悪く、暖房費のアップにつながり、夏、冬合わせると断熱ガラスガードの方がコスト面で大幅に安くなります。

### 景色の映り込み

レストラン、ホテル、ショールーム等夜景に価値を求める場所において景色の映り込みは致命的となり、特に色つきフィルム、反射フィルムは映り込みが大きく、ホテル関係ではこれを嫌い、反射フィルムを使わない傾向にあります。

また、今、都市部で問題視されている反射公害に対し、反射ガラスや反射フィルムの使用が制限される様になり、Low-E ガラス、断熱ガラスガードの様に反射率の低いものが主流になっています。

### 耐久年数

フィルムはPETを使用しているので傷つきやすく、断熱ガラスガードはシロキサンをベースに硬化後ガラスと同じ成分になるため、硬度・耐久性は非常に優れています。

また、フィルムは施工の仕方でも耐久性が大きく左右されるのに対し、断熱ガラスガードは堅固にガラスと密着するため、耐久性に問題が起きません。

### 継ぎ目・外観

ホテルロビー等の大きなガラスの場合 1.5m毎につき目が発生するので景観的に問題があります。

断熱ガラスコートは、大きな窓ガラスにもつぎ目がなくきれいに仕上がります。

## ガラスの種類と熱的性質

	3mm フロートガラス	3mm フロートガラス+ 断熱ガラスガード	3+6+3mm ノーマルペ アガラス	6+6+6mm Low-E ペ アガラス
反射	7.7	5.6	13.4	19.9
直接通過	85.8	55.6	74.5	49.6
吸収	6.5	38.8	12.1	30.5
室外側放熱	4.3	25.5	8	19.8
室内側放熱	2.2	13.3	4.1	10.7
日射熱除去率	12	31.1	21.4	39.7
日射熱取得率	88	68.9	78.6	60.3
<b>遮蔽係数(SC 値)</b>	<b>100</b>	<b>78.3</b>	<b>89.3</b>	<b>68.5</b>
日射熱除去率 = +		日射熱取得率 = +		

窓の構造には、断熱、景観、防犯、安全、明るさなど要求性能によって数限りない組み合わせがあります。その中で、代表的な構造のガラスの熱的性質を見てみます。

表 3 各種ガラスの熱的性質 (単位%)

透過成分の合計を「日射熱取得率」といいます。3mm 普通ガラスを 100 としたときの日射熱取得率が「遮蔽係数 (SC 値)」と言われ、この数値が小さいほど遮熱性能がよいということになります。断熱ガラスガードをコートすると、78.3%で約 22%の省エネになることがわかります

遮蔽率(SC 値)から計算すると、ノーマルペアガラスでは  $100-89.3 = 10.7\%$  の遮熱、断熱ガラスガードでは  $100-78.3 = 21.7\%$  の遮熱、Low-E ペアガラスでは  $100-68.5 = 31.5\%$  の遮熱効果となります。

ノーマルペアガラスに断熱ガラスガードをコートすると、Low-E ペアガラスと同等の性能になります。(遮蔽係数は、 $0.893 \times 0.783 = 0.699$  となり、Low-E ペアガラスと同等の水準となる)

## ガラスからの熱侵入のしくみ

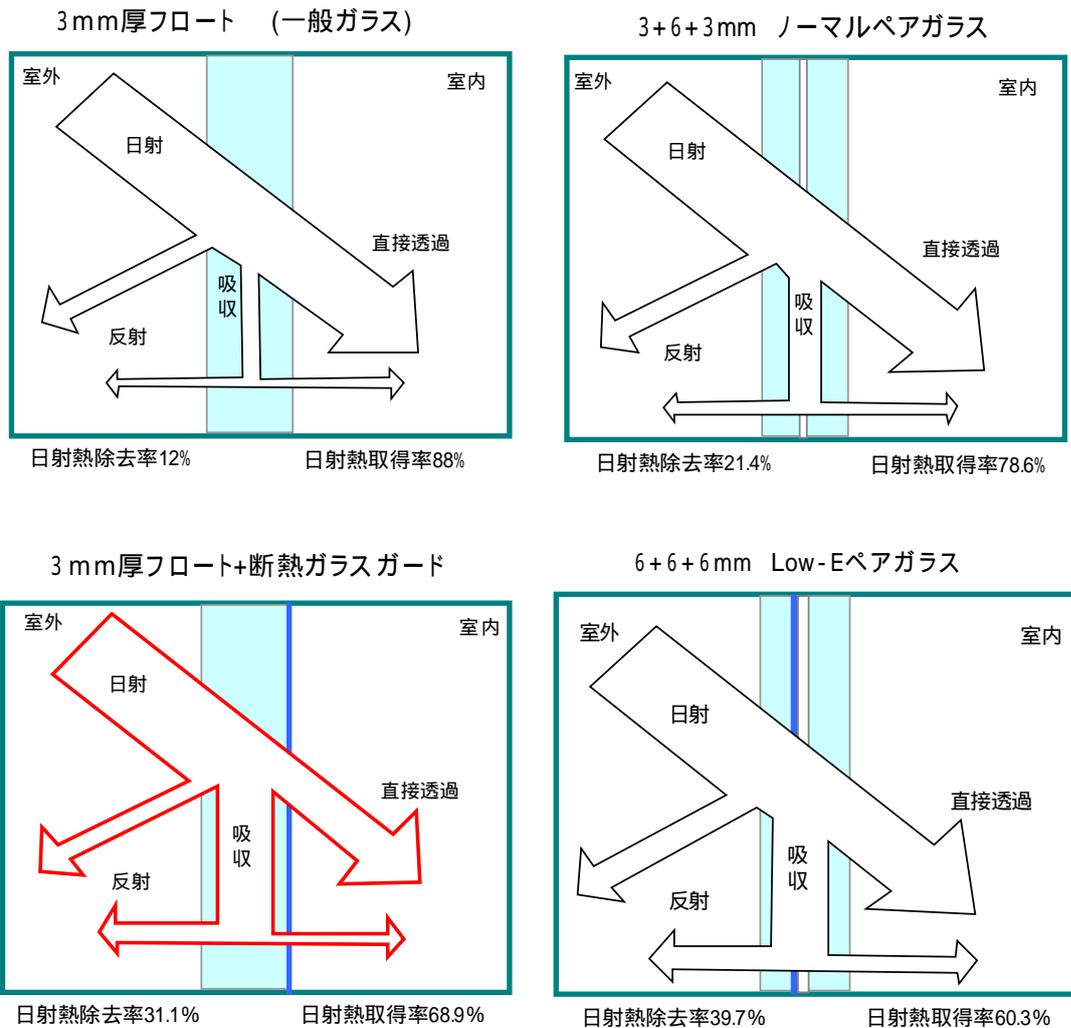


図5 各種ガラスからの熱侵入のしくみ

ガラス窓の日射熱は上図のように、反射成分、透過成分、吸収成分（吸収後、外部放熱、内部放熱）に分けられます。

反射成分 + 外部放熱成分 = 「日射熱除去率」です。透過成分 + 内部放熱成分 = 「日射熱取得率」です

「日射熱取得率」が小さいほど遮熱性能が良いということになります。しかし、熱線反射ガラスや、フィルムのような場合は可視光線が室内に入りにくくなるので暗くなる欠点があります。

また、吸収成分が多いことが冬の保温(冷放射抑制)効果が高いとすることができます。ガラス内部に吸収された熱は、再び室内側、屋外側に放出されます。熱吸収が悪いものは、前述の「ヒエビエ感」につながります。

## 断熱ガラスガード UV タイプの紫外線カット効果

紫外線は UV-C ; 190 ~ 290nm、UV-B ; 290 ~ 320nm、UV-A ; 320 ~ 400nm と定義されています。UVC(-290nm)は短紫外線：地表には到達しない。UVB(290-320nm)は中波紫外線：ガラスを透過しない。UVA(320-400nm)は長波長紫外線：これは肌の深い部分に長い時間をかけて作用し、シミ・シワ・たるみ等の原因になります。また、紫外線は調度品・ジュタン・カーテン・シート・壁紙等の劣化や退色も引き起こします。

断熱ガラスガード UV タイプは紫外線透過率が 0.6%(遮蔽率 = 99.4%)ですから、内装材の劣化などの防止に大きな効果があります。

また、昆虫の世界では、紫外線を目当てに活動しているものが多くあります。夜間、蛍光灯や誘蛾灯など紫外線を発生するものに群がってきます。表 4 に昆虫の種類と紫外線カットによる効果のランク表を記載しました。

名前	効果	名前	効果	
セジロウンカ		カワトンボ		
カメムシ		イエシロアリ		
ツマグロヨコバイ		アブラゼミ		
クロヤマアリ		ヤマトシリアゲ		
オオカマキリ		ヒメトビムシ		
クロゴキブリ		ウロコチャタテ		
ハサミムシ		アブ類		
スズメバチ		ハエ類		
コウモリガ		トビケラ類		
ダイコンアブラムシ		カマドウマ		
トワダカワゲラ		カガンボ類		
ツチカメムシ		エダナナフシ		
クロヤマアリ		キアシオオブユ		
マダラハエカ		アカイエカ		
モンカゲロウ	ユスリカ類			
トビムシ				

5段階評価で 非常に効果的、効果的、効果がある虫種と効果が無い虫種がある、効果が余り認められない、効果が全く認められない。

## 乾燥塗膜の物性例

外観	目視	透明
密着性	1mm ゴハン目 × 100 カット・セロテープ剥離残存数	100 / 100
鉛筆硬度	JISK5400(25 × 30 日)	4 ~ 5H
耐溶剤性	キシレンラビング × 200 回	変化なし
耐薬品性	5% 硫酸滴下 × 24 時間	変化なし
耐薬品性	1 規定カセイソーダ滴下 × 24 時間	変化なし
耐クリーナー性	ジョンソンガラスクリーナーラビング × 200 回	変化なし
耐ガソリン性	ガソリンラビング × 200 回	変化なし
促進耐候性	岩崎電気 SUV-131W 100mW/cm <sup>2</sup> × 300 時間	UV カット率 90%以上
	スガ試験機製 SSL キセノン W メーター WEL-6XS-DC-BEC 型 × 2580 時間	変色・白濁は認められない
耐摩耗性	摩耗輪 CS10F × 100 回転・荷重 250g	H = 0.6
耐沸騰水性	沸騰水浸漬 × 1 時間	変化なし
耐塩水噴霧性	塩水噴霧 × 1000 時間	変化なし
耐湿性	40 °C・95%RH × 30 日	変化なし