

**TEIJIN**

Human Chemistry, Human Solutions

高透明熱線反射・断熱フィルム

**reftel**®

快適な環境創りは窓の断熱から



Transparent heat - insulating film.  
Developed by TEIJIN FRONTIER

帝人フロンティア株式会社

# 人と快適空間

地球は太陽からの膨大なエネルギーにより長い年月をかけて多くの貴重な資源を造ってきました。今でも太陽から安らぎを感じる豊かな陽の光と、活力を与えてくれる多大なエネルギーを受けています。我々は多くの発明をし環境を変えたり生活を便利にしてきました。人は生活の場として家を持ちます。その家に必須なものが安らぎと、自然の恵みを与えてくれる窓です。しかし、窓は家の熱流出入については夏で約50%を、冬で約40%に影響を与えています。

「レフテル」は明るさ(可視光線透過率)が60~80%と高く、窓の開放感を損なうことなく、熱の流出入を約25%~50%コントロールできる画期的な窓用フィルムです。しかも建物の消費エネルギーの約30%以上を占める照明エネルギーの省エネ化の防げになることもありません。「レフテル」には多くのバリエーションがあり単板ガラスに、複層ガラスに、合せガラスにとほとんどのガラス窓に使用できます。また、今後は地球温暖化防止のためにCO<sub>2</sub>削減に対して勇気をもって取り組んでいかなければなりません。「レフテル」はあなたの住環境を大きく改善し、環境ストレスを与えず、地球環境改善のために限りある地球資源の有効利用のために、そして未来のために役立てる機会を提供します。



神奈川県民ホール

## 5つの大きな特徴

### 明るさバツグン

- 可視光線透過率が高く、ガラスに貼ってあることを感じず、外部の景観を損ないません。従って、ガラスキ(可視光線反射率)が少く太陽光による反射公害も殆んどありません。



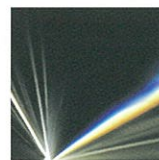
### 飛散防止効果

- 高強度ポリエステルフィルムを使用し飛散防止効果があり、安全ガラス化が可能です。



### 紫外線遮断効果

- 有害な紫外線を遮断し、紫外線を原因とする家具やじゅうたん、商品などの変色・劣化防止に役立ちます。

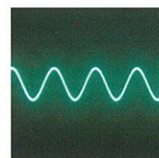


### 省エネ効果

- 透明でありながら太陽日射熱の約25~50%を遮断します。
- 遠赤外線反射率が高いため夏は涼しく、冬は適度の暖かさを保ちながら熱の流出を防ぎ(ZC、ZAタイプ)、年間の省エネルギーが可能です。
- 窓際(ペリメーターゾーン)の暑熱間を和らげる事ができるため体感温度が低くなり、室内の温度差を小さくし冷暖房設定温度の2℃緩和が可能です。この効果によって大きな省エネルギー効果が発揮できます。

### 電磁波シールド効果

- 高透明でありながら高い電磁波(電界波)シールド効果が高く、有害電波の遮断や、社内無線LAN、構内PHS電話などの機密漏洩防止に役立ちます。



# 日射熱 (熱線) 遮断



田貫湖「ふれあい自然塾」  
成田東急ホテル



レストラン「ロイヤルガーデンリゾートオキナワ」



ガラス温室



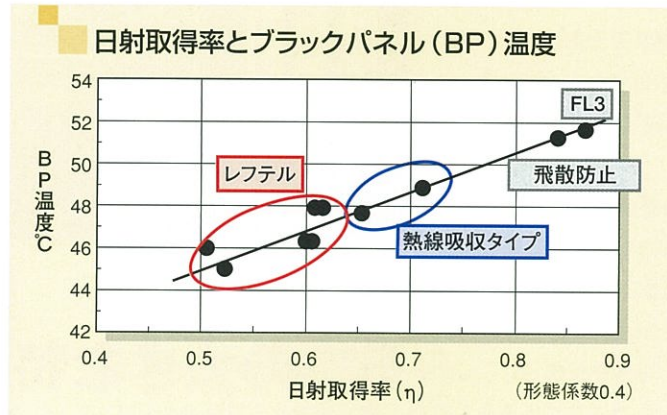
太陽から地球に降り注ぐ熱は、紫外線が4%、可視光線が46%、近赤外線が50%となっています。可視光線は明るさを確保するために必要であり、紫外線と近赤外線を除く事ができれば快適な環境となります。より多くの効果を出すためには可視光線も遮断すればよいですが、冬の暖房エネルギーの増加による日射熱遮断効果減少と照明エネルギー費用が増大します。

日射熱遮断効果のあるフィルムは多種発売されていますが、その熱遮断方法と明るさで4つに大別できます。レフテルは国内唯一の可視光線透過率が高く熱を反射する製品です。その効果は、高いスパッタリング技術と多層膜構造作製技術によって可能となっています。

	レフテル	アルミ蒸着	熱線吸収	着色
遮断	透過	反射	透過	吸収
波長	近赤外線	反射	吸収	透過
熱遮断性	○	◎	△	×
明るさ	◎	×	◎	×
遠赤外線反射	◎(ZC)	×	×	×

## 実測効果

日射熱の遮断性は日射取得率 (JIS R3106) に比例し、窓際の暑さ (体感温度の実測値; ブラックパネル温度) 測定で確認できます。高透明熱遮断フィルムについての実測評価結果は下表の通りです。



## 外貼りタイプ



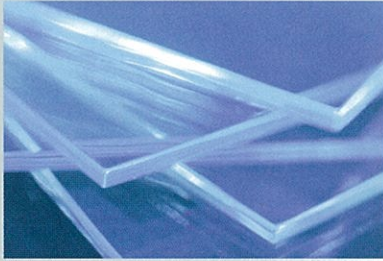
トップライト



レフテルは、通常建物窓の室内側に貼ります。しかし、全てのガラスが平面ではなく、スリガラス、型板ガラスなど室内側に凹凸のあるものには貼ることができず、網入りガラス、複層ガラスなどの熱割れを起こしやすいガラスは詳細な熱割れ検証を行ってから施工を行っていました。レフテルの外貼りタイプは屋外側に貼ることができるため、これらの問題点がなく工場の窓やトップライトなどで省エネルギーに極めて高い効果を発揮します。

特に工場では省エネルギー対策の他に、太陽光による内部の暑さ変化が減少し、作業環境改善にも有効です。屋外側に貼り付けるため室内の養生や機密保持などの問題がなく、省エネ対策に有効です。

## 飛散防止



レフテルに使用している二軸延伸ポリエステルフィルムは、引張強度が高くガラス破損時の飛散防止に効果を発揮します。飛散防止効果は、JIS A5759に従って評価した結果、A法、B法共に合格しています。また、レフテルはガラスに貼りつけて使用しますので、火災時に燃え上がる事もなく難燃材の扱いになり安心です。

合せガラス用レフテルは、合せガラスに熱線反射・遮断機能を付加することができ、基材であるポリエステルフィルムによって破損時の耐貫通性を高める事もできます。合せガラスをより安全化することもできます。

### 地震・ガス爆発・台風時の二次災害にも威力

衝撃実験		歪み実験	
			
ガラスだけの場合 (5.0mm)	レフテルを貼った場合 (5.0mm)	レフテルを貼った場合 (5.0mm)	網入ガラスの場合 (6.8mm)
			
網入ガラスの場合 (6.8mm)	レフテルを貼った場合 (5.0mm)	ガラスだけの場合 (5.0mm)	

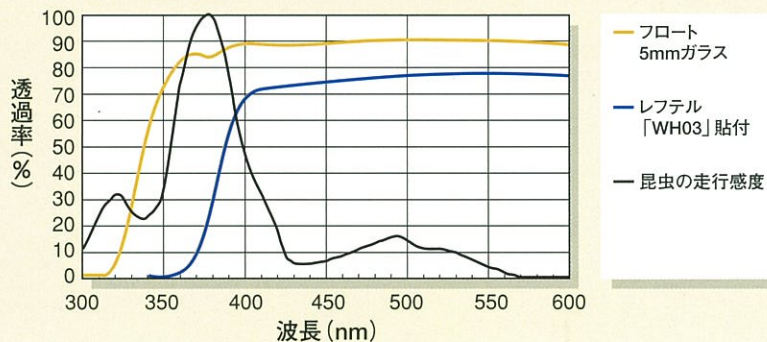
## 紫外線遮断 ・防虫



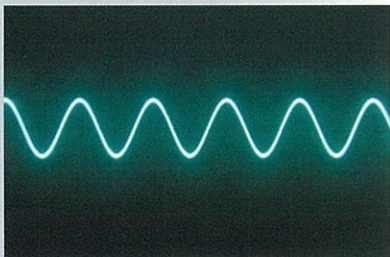
太陽には紫外線エネルギーが4%ほど含まれています。その中の波長310nm以下の紫外線はガラスによって遮断できますが、人間に有害なUV-A光(波長360nm付近)はほとんど遮断できず、ものを劣化・変質させたり、また人体では皮膚がんの発生原因にもなっています。また、この紫外線を頼りに動いている虫が多く、夜間に蛍光灯などの光に集まってくる原因にもなっています。

レフテルは紫外線を大きく遮断し、建物においてはカーテンやカーペットなどの色あせ防止に、店舗では商品の劣化防止に役立ちます。防虫効果は昆虫の紫外線感度曲線から求めた理論値では約70%の阻止率になりますが、地域や温湿度、季節などによって虫の種類、生態が異なるため実質では~50%程度の阻止率となります。

### 紫外線透過率



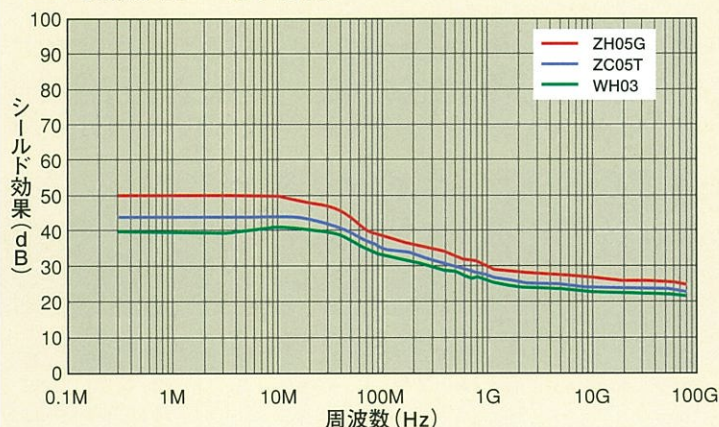
## 電磁波シールド特性



現代のような情報社会では、コンピューターや携帯電話、無線LAN、ITSなど情報伝達手段として電波を積極的に使用しています。しかし、普及が進み高速度、高密度、多量の情報伝達化につれて氾濫した電波障害による各種計器類の誤作動や、社内無線LAN、構内PHS電話の情報漏洩などの問題が起こり、これらの問題を解決し防止するための限定された条件下での電波コントロール技術の確立が急がれています。

レフテルは高透明なフィルムでは抜群の電磁波（電界波）シールド機能を有し、開口部の対策として非常に有効なフィルム材料です。レフテルの電磁波シールドは主に反射によるため、高周波数（～80GHz）まで性能を維持することも測定によって確認されています。その電磁波シールド特性は銘柄によって下のグラフの様に異なります。また、パターン化も可能であり特定周波数を選択的に透過・吸収させることができます。

電磁波のシールド特性



## 結露性



窓における結露には次の関係があります。

$$\text{結露水発生量} \approx \text{ガラス表面保持量} + \text{落下量}$$

一般に窓に結露が発生するのはガラス温度が低くなり、室内の水蒸気が付着して溜まることから発生します。この対策には、ガラス窓の断熱性を上げる（熱貫流率を下げる）し、複層ガラス、またはLow-E複層ガラスが好ましいといえます。しかし、既存の単板ガラス窓の変更は大変であり、変更せず熱線遮断・断熱の目的でレフテルを施工した場合の結露性は、ガラスの表面状態によりますが結露水の付き方が変わり、一種の結露低減効果のようになり、結露による水ダレ防止機能になる事があります。



ガラス表面



### ● 単板ガラスの場合

- ・ガラス表面の親水性が高く結露水滴が大きい
- ・水滴が重くなり、保持できず流れ落ちる
- ・流れやすさはガラス表面の汚れ状態で違いがある

レフテル表面



### ● レフテル施工の場合

- ・レフテル表面は疎水性で付着した水滴は小さな粒となる
- ・小さな粒の間に空気が入り、結露の発生速度を抑える
- ・粒が小さく軽いので、流れ落ちにくい
- ・この水滴は水取りワイパーなどで簡単に集められる

# 冷蔵・冷凍 ショーケース



アイスストッカー



シースルー型自販機



リーチインドア (通電)

レフトルの断熱タイプは、単板ガラスや複層ガラスに貼り付けて熱貫流率を小さくし、熱の流出入を大幅に減少させることができます。この特徴からショーケース窓の断熱化を行い、表面の結露低減や完全な防止、庫内のコンプレッサー負荷軽減による使用電気を減少させ省エネルギーに貢献しています。冷凍ショーケースの場合は、レフトルに通電することによって発熱体として使用しガラスを温めて完全に結露を防止しています。

## ■ 面発熱 (透明ヒーター)

レフトルに通電し発熱体として使用することによって、冷凍・冷蔵ショーケースでは完全に結露が防止できることと、レフトルの特徴である表面の低放射率の効果で発熱した熱が庫内に流入しにくく、使用する電気が一般のヒーターガラスに比較して25%以上軽減できます。レフトルの金属膜は高いスパッタリング技術により緻密にできており、長時間の連続通電に対し高い耐久性を持っています。ショーケースの場合は、10年以上の耐久性があります (通電条件の制約あり)。

また、レフトルは薄いフィルムであり、熱容量の大きな支持体を使用すれば薄型のヒーターとして使用することができます。

## ■ 通電銘柄の性能

項目	ZA05TH	ZA06TH	備考
光学特性 (%)*			
透過率 紫外線 ( ~0.38 $\mu$ m)	2	2	長期連続 通電条件 温度 $\leq$ 40 $^{\circ}$ C 電力密度 ~200(W/m $^2$ )
可視光線 (0.45~0.70 $\mu$ m)	76	80	
反射率 可視光線 (0.45~0.70 $\mu$ m)	12	9	
赤外線 (2.5~25 $\mu$ m)	90	88	
太陽エネルギー透過率 (0.3~2.5 $\mu$ m)	57	63	
太陽エネルギー反射率 (0.3~2.5 $\mu$ m)	30	25	
電気特性 表面抵抗値 ( $\Omega/\square$ )	10	11	

\* : 3mmガラス貼付

# アプリケーション (多くの分野使用例)

○適用可能 ( ) 条件により可能

用途	使用例	目的	単板	複層ガラス	合わせガラス
建物窓	一般ガラス窓	省エネ、日射熱調整	○	○	(○)
	トップライト	省エネ、日射熱調整	○	○	
	安全窓	飛散防止	○	○	○
	外貼り	型板・網入・複層ガラス等の日射熱調整	○	○	○
	防虫対策		(○)		
車輦	自動車窓	乗用車・タクシー・トラック等	○		(○)
		バス・介護用車両	○	○	(○)
	電車窓	日射熱調整	○	○	(○)
	作業用機械	運転席窓日射熱調整	○		
電磁波シールド	機器誤動作防止	不要電波防止	○	○	
	建物窓	無線LAN、構内PHS情報漏洩防止	○	(○)	
	蛍光灯ノイズ	室内灯、駅看板、電子機器	○	(○)	
	ディスプレイ	LCD他不要電波防止	○	(○)	
	選択吸収・反射	電波拡散防止 (テレビ電波障害防止)	(○)	(○)	
面発熱	ショーケース	冷蔵・冷凍用		○	
	浴室鏡	薄型ヒーター (不透明)	○		
ショーケース	窓の断熱化	冷蔵・冷凍用断熱化	○	○	
		曲げガラスの断熱化	○	(○)	
	PL法対策	安全ガラス化	○	○	
その他	ガラス温室	紫外線透過タイプ	(○)	(○)	
	防熱面	熱所作業時の熱線低減	○		
	ブラインド	ロールスクリーン等	(○)		
	事務所パーティション	電磁波シールド、日射熱調整	○		

## 開口部の 省エネルギー対策



レフテル「ZH05G」施工例

窓際の日射熱による暑さ対策には、通常アルミ蒸着フィルムが熱線反射・吸収ガラスなどで直射光を遮る方法があります。この方法では大きな日射熱遮断性が得られますが、室内が極めて暗くなる欠点があります。冬期の日射熱流入が極端に減少し、インテリアゾーンの拡大による暖房負荷の増大や、照明エネルギーの省エネ化の効果が大幅に減少するなどにより通年では省エネルギー効果がマイナスとなります。

地球温暖化防止対策のため空調設定温度を2℃緩和(夏期は2℃アップ、冬期は2℃ダウン)すると、冷房効果はよいが暖房費用は日射熱減少により増加し、曇った日などに外が見えにくく不快となりストレスが増大する問題があります。逆に明るいタイプでは熱遮断性能が不足してしまいます。

また、熱線反射・吸収ガラスは熱遮断性が高いと同時に熱線(日射熱)の吸収率も高く、ガラス温度の上昇で窓ガラスから離れて(直接日射がない場所)いても輻射熱の影響でホテリ感による暑さが大きく、暑さ低減効果は半減します。さらに、太陽エネルギーの反射率が高く、可視光線のギラツキや、熱線による暑さなどによる反射公害を引き起こします。

## レフテルの効果



レフテルによる快適空間作り

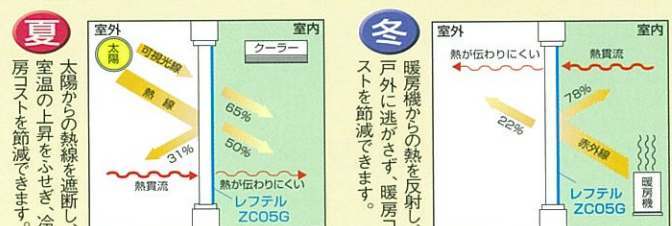
レフテルは、これらの欠点をなくし窓際の日射熱を軽減し年間の省エネルギー化が可能な膜構造を採用していますので、窓ガラスの持っている特性をそのままに保ちながら日射熱を適度にコントロールし、室内温度差の軽減が可能です。光を多く採り入れ窓の開放感をそのままに、人の環境に対する感覚をそのままに保つことによって快適性を損なわず、また環境変化によるストレスを少なくし、使用する冷暖房費の軽減により地球環境の改善(CO<sub>2</sub>排出削減)に貢献します。

レフテルを使用して地球温暖化防止対策や省エネ対策のために設定温度の2℃緩和を実施すると、①適度の日射熱遮断により冬期の暖房熱負担増が少ない、②年間を通じて省エネ化が可能です。また、③明るく照明負担がない、④カーテンやブラインド使用頻度の減少、⑤外がよく見え色調変化もなく環境ストレスが少ないなどの効果があります。

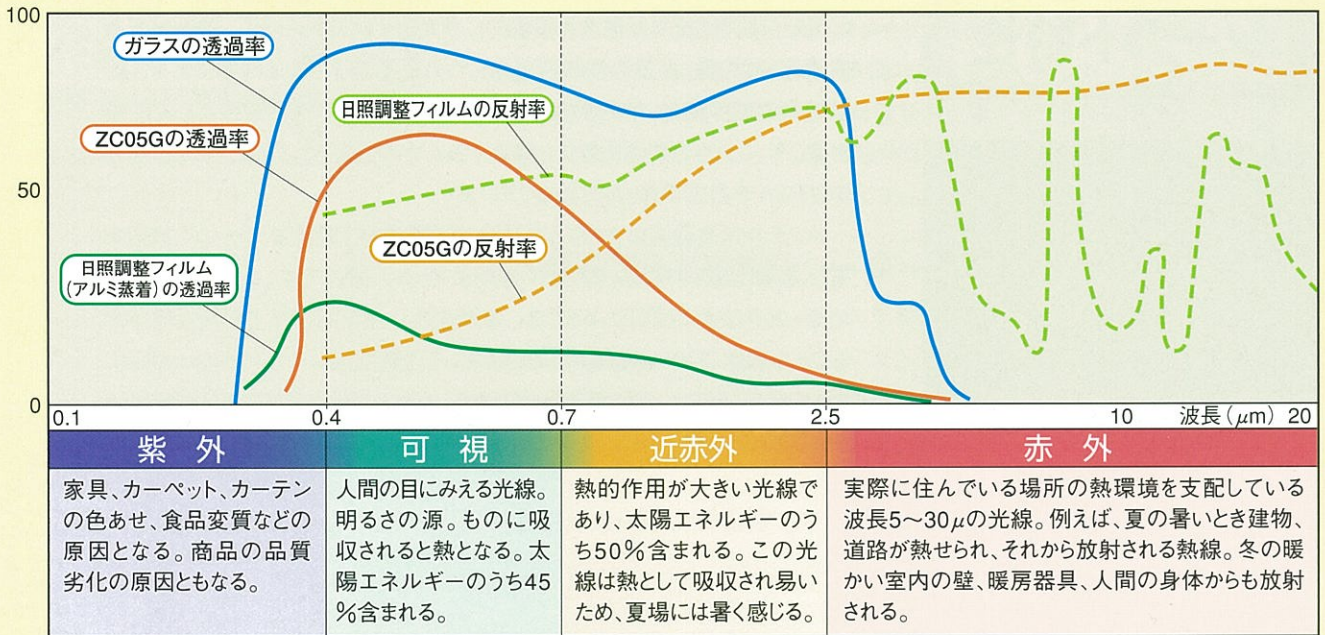
レフテルの省エネ効果を推定計算する事ができます。弊社が開発した簡易型省エネ推定計算ソフトで試算すると次の効果が推定され、実測によってもほぼ同等の結果が確認されています。

タイプ		熱線遮断タイプ		断熱タイプ	
銘柄		ZH05G、WH03、ZS05G		ZCシリーズ	
効果	省エネルギー効果	約19~25(%)		約25~35(%)	
	CO <sub>2</sub> 削減効果	約1.8~2.5(トン)		約2.3~3.0(トン)	
	体感温度低減効果	約5~8(℃)		約6~9(℃)	
条件	場所	東京・事務所ビルを想定			
	窓面積	東:50m <sup>2</sup>	西:50m <sup>2</sup>	南:50m <sup>2</sup>	北:50m <sup>2</sup>
	空調条件	時間/日	期間(日)	温度差	外気温
	暖房	14	102	4.7	直近5年間の 平均値使用
	冷房	14	91	8.0	

### レフテルZC05Gを貼ったガラス窓の省エネ効果



## レフテル® の特性 (ZC05Gタイプ)



## 製品一覧表

用途	表面層	貼付面	製品銘柄名	フィルム全厚 (μm)	紫外線透過率 (%)	可視光線 (%)		日射 (%)			赤外線反射率 (%)	遮蔽係数	熱貫流率 (W/m²·K)	体感温度 (°C)	EMIシールド (ΔdB)	
						反射	透過	反射	透過	吸収						
複層用	アクリル系樹脂	通常品	空気層	ZA05S *1	40	2	8	85	16	73	11	70	0.75	2.3	43	—
				ZA06T *2	40	2	9	80	25	63	12	88	0.66	2.0	41	33
				ZA05T *2	40	2	12	76	30	57	13	90	0.61	1.9	40	35
				ZA05G	40	2	14	71	33	52	15	94	0.57	1.9	39	38
単板用	OPP	通常品	内貼	TB01 *1	40	2	8	90	10	83	7	10	0.98	5.9	48	—
				ZC06T	55	1	12	75	22	60	18	74	0.69	4.2	44	30
				ZC05T *1	55	1	15	70	26	55	19	75	0.66	4.2	43	33
単板用	ハードコート	通常品	内貼	ZC05G	55	1	21	65	33	45	22	78	0.57	4.1	41	35
				ZH05G	67	1	21	65	33	48	19	20	0.59	5.6	41	35
				可視光線低反射	内貼	WH03	67	1	8	75	22	52	26	20	0.69	5.6
WH04 *1	67	1	10	70		23	50	27	20	0.67	5.6	42	30			
—	ハードコート	屋外貼り	外貼	ZS05G	65	1	21	68	33	48	19	20	0.57	5.6	40	35
				飛散防止	内貼	TH02	68	1	8	90	10	83	7	10	0.98	5.9
3mmフロートガラス							51	8	90	7	85	8	10	1.00	5.9	49

(2013年2月1日現在)

上記の特性は情報提供を目的とし、当社による推定計算値を含み保証値ではありません。また、予告無しで変更する場合があります。

- 透明フロートガラス (3mm厚) にフィルムを貼った場合の測定値です。
- 光学特性は、JIS A5759準拠。紫外線透過率はISO 9050準拠。
- 赤外線反射率：波長2.5~25μm間の300°K黒体放射強度分布による積分値。
- 熱特性 (遮蔽係数、熱貫流率)：単板ガラス：JIS R3106、R3107準拠  
複層ガラス：3-A12-3での測定値又は推定計算値 (JIS R3107準拠)
- 体感温度の計算条件：室内温度…26.0°C 室内風速…自然対流 窓への人間頭部の形態係数…0.32  
室外温度…32.6°C 室外風速…5m/sec 日射量…2.35MJ/m²·h
- フィルム全厚みには、離型フィルムは含まれていません。
- EMIシールド性能 (300MHzでの遮断率 (dB)) はKEC法による測定値であり、実際のシールド効果は施工後に測定確認が必要です。
- \*1：受注生産銘柄 (1Lot生産) \*2：ヒーター用タイプの銘柄名はそれぞれ ZA06TH、ZA05THとなります。

レフテルホームページ； <http://www2.teijin-frontier.com/reftel/>

(2013年2月作成)

## 帝人フロンティア株式会社

化成品第二部レフテル事業

東日本：TEL.(03)6402-7006 FAX.(03)6402-7071  
〒105-0012 東京都港区芝大門2-5-5 (住友不動産芝大門ビル)  
西日本：TEL.(06)6266-8166 FAX.(06)6266-8199  
〒541-8540 大阪市中央区南本町1-6-7 (帝人ビル)

■お問合せはこちら

## TOPPANイクイップメント株式会社

〒135-0062 東京都江東区東雲1-7-12 KDX豊洲グランスクエア5F  
TEL.0570-077-112