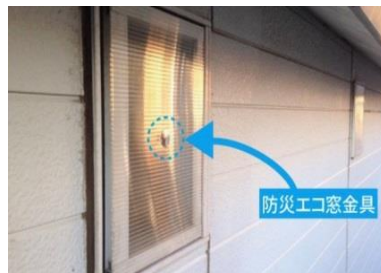
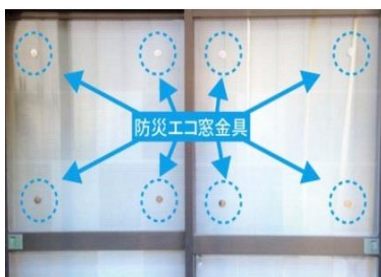


<防災エコ窓用金具 + 中空ポリカの相乗効果>

台風・犯罪に対する窓強化

断熱強化によるCO2排出削減と減音効果



NPO法人エスコット 柏環境研究所

〒277-0011 千葉県柏市東上町4-17

NPO ESCOT Kashiwa Institute for Environmental Studies

Zip code 277-0011

4-17 Azumakami-cho, Kashiwa-city Chiba-pref. Japan

[Tel:+81\(0\)4-7166-4151](tel:+810471664151) mobile:+81 (0)80-4365-0861 fax:+81(0)4-7166-4128

info@npo-escot.org

<https://npo-escot.org>



防災エコ窓の概要説明とオプション

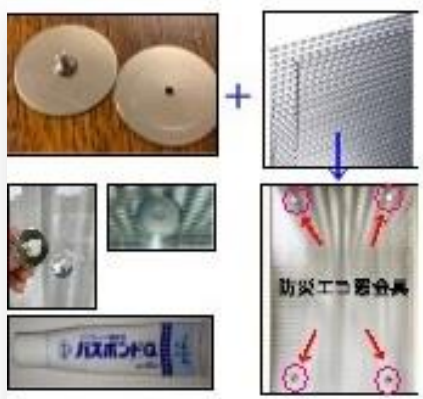
台風や侵入者から窓を守る唯一の強化技術です！

- * 割れたガラスの飛散防止手段ではありません。
- テープ、フィルム、段ボール、カーテンとは異なります。

省エネ、防音効果があります。

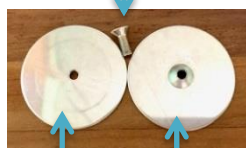
- * ペアガラス以上の断熱効果(熱伝導率約 $3w/k \cdot m^2$)
- * 約16dbの減音効果

窓ガラスの外側に特殊ボルトを張り、中空ポリカ板を差し込み特殊ナットで固定



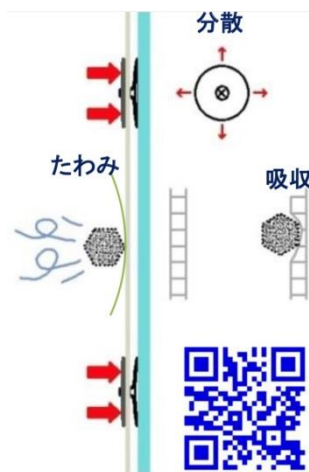
通常セット価格:500円

ボルト=長さ7mm、直径3mm



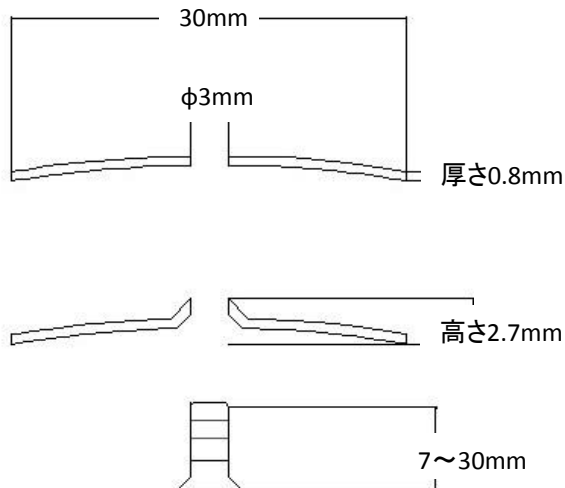
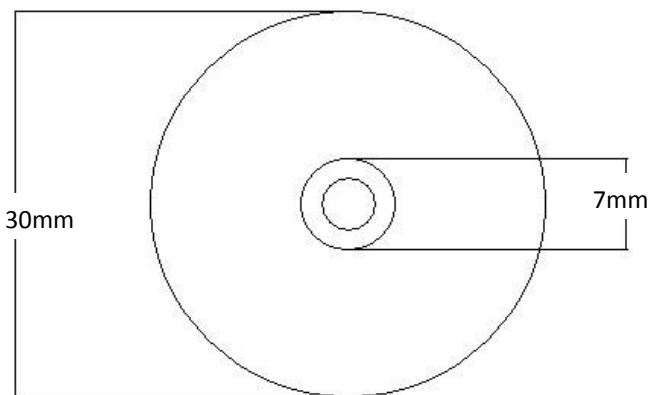
コインナット ベースプレート

衝撃吸収原理



YouTube衝撃動画

防災エコ窓用金具の外寸

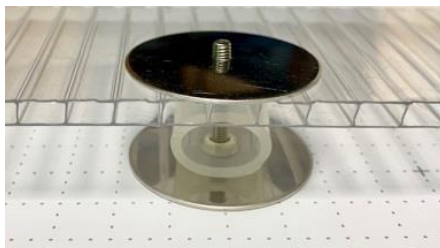


強風対策用オプション:筒状シリコーン + 20mmボルト

- * ガラス面から20mm以上の高さが必要です。
- * ガラス面と中空ポリカのクリアランスは対流損出発生限界の12mm以内とします。
- * オプション価格:80円(シリコーン緩衝材+20mmボルト)



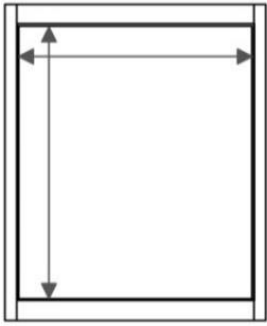
変形と潰れで風圧と衝撃を別々吸収



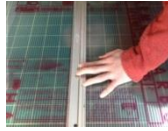
STS緩衝材 + 20mmボルト

窓への取付方法

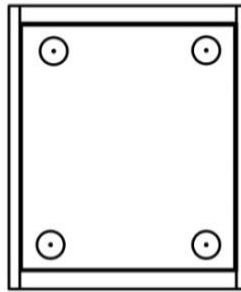
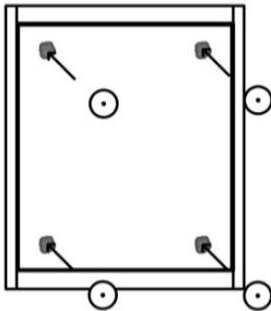
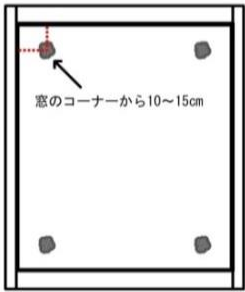
ステップ-1. 窓ガラスの汚れを落とし、縦横の長さを測ります。中空ポリカ板をカッターで切ります。



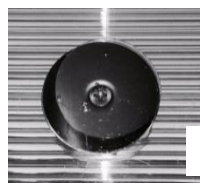
- ① 油膜・水分をアルコール等でしっかり落とします。
- ② 窓ガラスの大きさはパッキングの内側からの長さを計ります。
- ③ 中空ポリカの細長い空間が横方向になる様にカットします。
※窓形状によっては縦使用も可
注意: 手袋などを着用し、怪我の無いように作業して下さい。



ステップ-2. ガラス面の角から10cm～15cm程の所に予めボルトをセットした窓用ボルトをシリコンで貼ります。
※窓形状によって金具取付位置を変更する事も可能です。
※サイズによっては2か所止め、1か所止めとなります。



推奨シリコン:
コニシ(株)パスボンドQ
品番: #04888

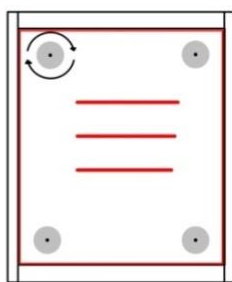
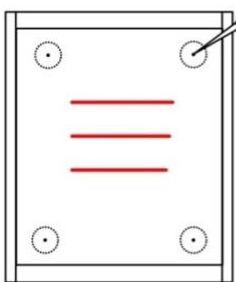


内側から見た状態

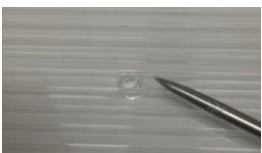
型紙などで位置を決め窓ボルトを窓ガラスに張ります。
※多少のずれは中空ポリカ板上の穴の方で調整出来ます。

窓ボルトを取り付けてから乾燥まで1日待ちます。

ステップ-3. 予め切っておいた中空ポリカ板に釘などで穴をあけ、窓ボルトに通し、コインナットで固定し完了です。



- ①位置を確認しながら一カ所ずつ固定します。
※中空ポリカ板のリブ(支柱面)が邪魔する場合は
アイスピック等でもんで穴を広げます。(穴は大きめで大丈夫)
- ②コインナットは指の腹で擦る様に時計方向に回します。



完了です。お疲れ様でした!

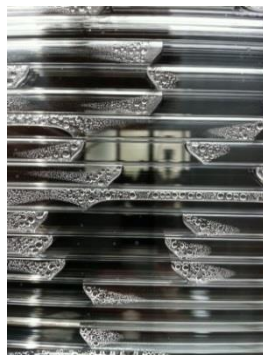


清掃、取り外し方法

季節、台風などの気象状況によって簡単脱着！

窓ガラスとの隙間に入った汚れを取り、中空ポリカを洗浄します。

- ①コインナットを回し中空ポリカ板を外す。
- ②中空ポリカの表裏を洗います。
- ③空洞部は強めの水流で洗い流します。
- ④その後、乾燥させてからはめ戻します。

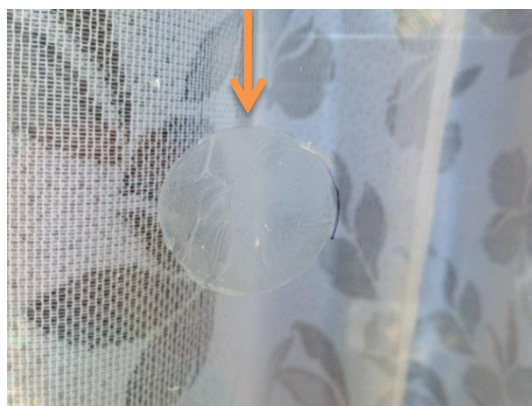


引っ越しなどで防災エコ窓用金具を改修したいとき。

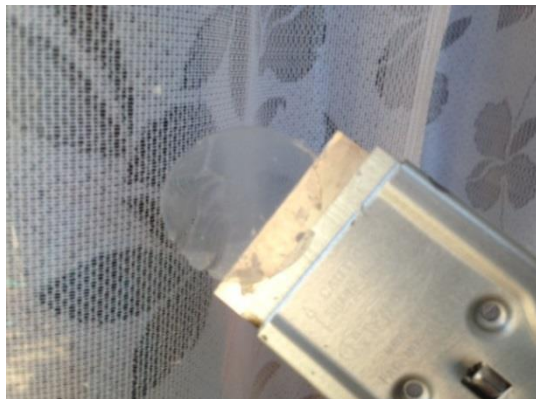
- ①スパチュラー等をガラスとの間に差し込み揉みながら窓ボルトを剥がします。



- ②接着剤としてのシリコンが残ります。



- ③スクレイパー等でシリコンを剥がします。



- ④乾いた布で拭いたら完了です。



防災エコ窓の特徴と収益について

特徴	説明
難燃性	アクリル等と違いポリカは燃えにくい性質があります。
外(または両面)断熱	既設建造物に後づけでマドの多層化強化が出来ます。
選択採光	夏は遮光、冬の陽光を取り込み室内を明るくし、暖めます。
防犯・防災	中空ポリカにより、“ガラスは割れる”の常識が変わります。
減音防音	約16dbの音響低減効果があります。 幹線道路に面した家屋が約25メートル離れた減音効果
空気層調整	ボルトの長さを自由に選べます。
反射角調整	太陽光反射角調整が出来ます。
長寿命	UVカットの屋根材なので建物と同程度の長寿命です。
高強度	航空機、新幹線窓、防弾ガラスと同一素材です。
軽量	1kg/m ² と軽量なので窓レールを痛めません。
紫外線カット	紫外線をカットするので床を傷めません。
取り外し自由	ナットを回し簡単脱着、洗浄や交換が自由に出来ます。

収益金の活用について

防災エコ窓の収益金は以下の研究開発に投入されます。

1. 気候変動への具体的な実証研究

☆海面水温の冷却とプランクトン増による気候変動対策：波動式湧昇ポンプによる底層海水汲み上げ

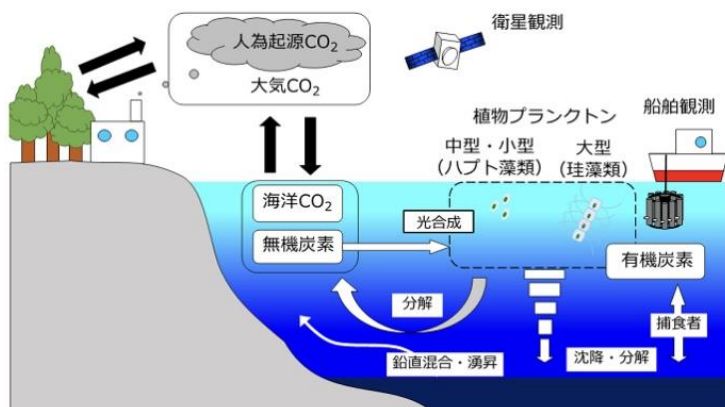


図1. 大気から海洋へ溶け込んだCO₂のゆくえ。

未解決な窓割れ対策

ガラス窓を強化する方法必が要

テープでは防げない窓割れ問題



風に弱いシャッター:

千葉ではシャッターが飛ばされる事態が発生しました。調べたところ大手メーカーの台風地域用耐風圧シャッターは風速44メートル(1200パスカル)が限界。一方、関東地方の窓ガラスの耐風圧は約48メートル。つまり、モノの衝突による衝撃には強いが風圧に関しては窓ガラスより弱いという事になります。

衝撃力($f=mv/\Delta t$)についての試算

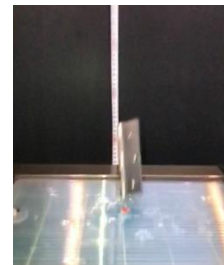
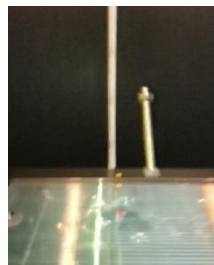
10mの高さから80gの鉄球を落とした場合の衝撃力計算です。パネルなしの窓割れ限界の1490Nを超えてしまいます。パネル+STS衝撃吸収リングを付けた場合106Nとなります。

質量	m	0.08 kg
移動速度	v	10 m/s
制動距離	l	0.001 m
衝撃力	F	1600.00 N
		163.27 Kgf 重量



質量	m	0.08 kg
移動速度	v	10 m/s
制動距離	l	0.015 m
衝撃力	F	106.67 N
		10.88 Kgf 重量

色々な形状ぶつによる落下試験
球体、ボルト、丁番



細かな突起物による中空ポリカの変形特性
アクリルの様に割れず、自ら変形し小片を抱え込む。

強風に対する試算

防災エコ窓の脱落、落下によるリスク評価を風圧計算により行った。

前提条件:

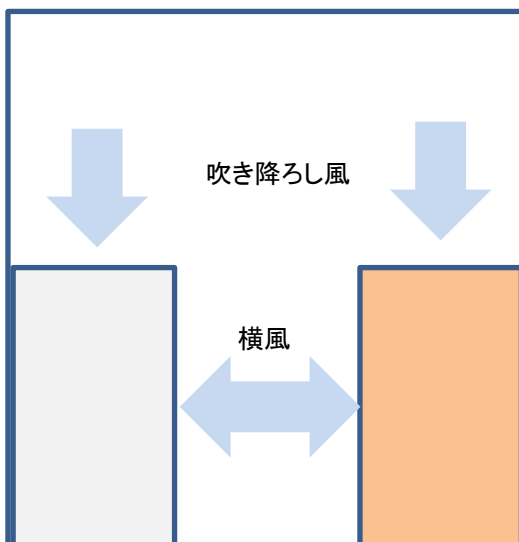
- 風速50m/s
- ガラス面に平行かつ横、縦方向からの風向を想定
- 窓との空間10mm、パネル厚5mm(実際は4mm使用)、合計15mmで計算
- 抗力係数には凹型受風面での係数使用
- 気圧1000hPa、気温20°Cでの空気密度を使用

①横方向からの風による力

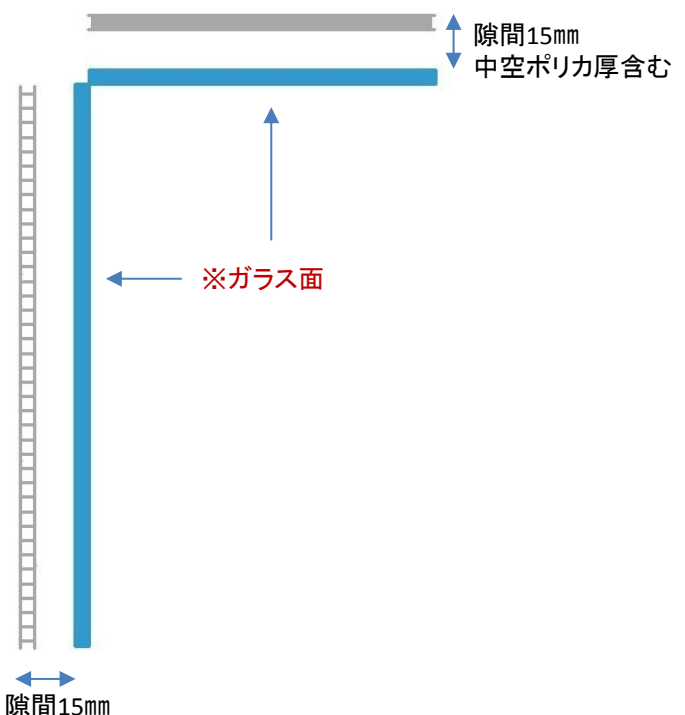
抗力	L		
揚力	D		
抗力係数	Cp	2.3	凹形状の係数使用
揚力係数	CL	0	
空気密度	ρ (kg/m ³)	1.19	1000hPa, 20°C
流れに対する物体の投影面積	A (m ²)	0.013	
流れの速度	m/s	50	
抗力計算式	$L=1/2Cp\rho AU^2$	4.54	kg・m/s ²
揚力計算式	$D=1/2CL\rho AU^2$	0.00	kg・m/s ²
合計		4.54	kg・m/s²

②上方向からの風による力

抗力	L		
揚力	D		
抗力係数	Cp	2.3	凹形状の係数使用
揚力係数	CL	0	
空気密度	ρ (kg/m ³)	1.19	1000hPa, 20°C
流れに対する物体の投影面積	A (m ²)	0.008	
流れの速度	m/s	50	
抗力計算式	$L=1/2Cp\rho AU^2$	2.93	kg・m/s ²
揚力計算式	$D=1/2CL\rho AU^2$	0.00	kg・m/s ²
合計		2.93	kg・m/s²

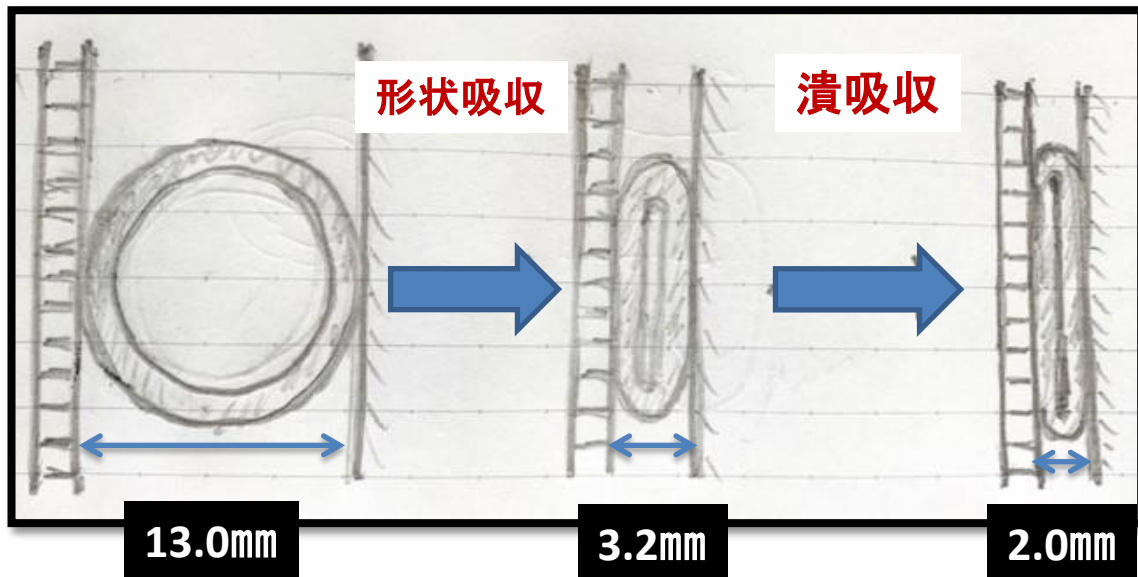


※実際には真横、真上方向からの風は建物の構造上存在しない。

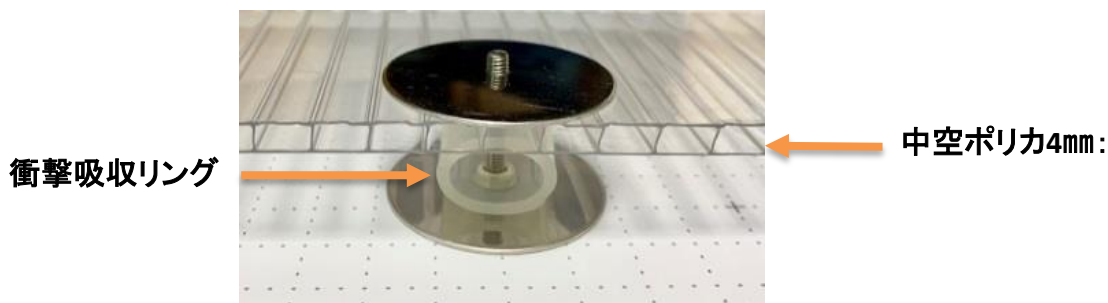


強風地域対応、衝撃吸収用緩衝材 (別売りオプション)

変化する風圧を形状で吸収
飛散物衝突を潰れで吸収



対流損出 (=空間内で空気が動き熱を伝える事によるエネルギーロス) 防止
※窓ガラスと中空ポリカの間の約12mmの空間は最も断熱効果を引き出す最大値です。



窓ガラス強化構造:

- ①中空ポリカ板4mmのたわみ+潰れ
- ②シリコンリングの変形による風圧吸収
- ③シリコン素材の潰れによる衝撃吸収

注意:

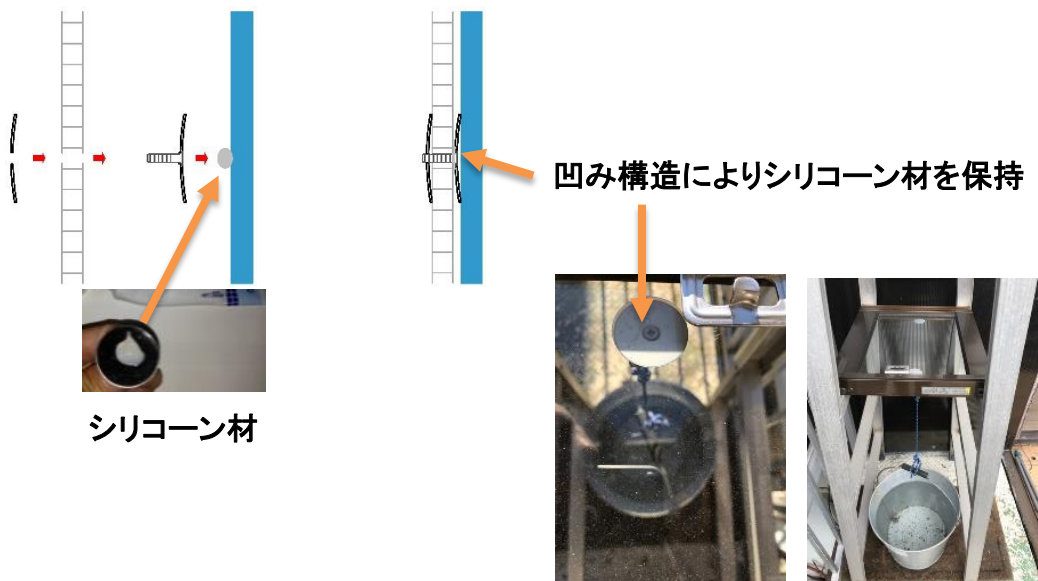
取付には窓ガラス面から20mm以上のクリアランスが必要となります。
従って、引違い窓等ではご利用になれない場合があります。



オプション価格: 80円/セット
シリコン製リング
M3 20mmステンレス製ボルト

技術と特許権

吸盤形状ベースボルトの吸引力試験 唯一の窓ガラス外面施工



Made in Japanの品質：特殊治具を開発しての精密加工（国内製造工場）



特許権となった方法論



シリコーン材の接着強度と耐久性について

窓ガラスと窓ガード用金具との接着に使用するシリコーン材メーカーに問い合わせを行った。

- ①1月25日、11:35、セメダイン接着技術相談センター、イトウ様 0120-984-053
シリコーン材(オキシムタイプ)の経年変化についての質問

回答⇒有効可能期限約10年、紫外線により黄変(黄色っぽくなる)するが品質に問題なし。
実験試料等については営業窓口でコンタクトしてほしい。

- ②1月30日、11:23、セメダイン(株)、営業部 03-6421-7276
経年変化に関する試験データの提出についての質問

回答⇒試験データは持っていないとの事。ハウスメーカー等との情報交換の中では10年は大丈夫と話しているとの事。

※独自の強度試験を行った。

ガラス面にシリコーン(オキシムタイプ)接着した窓ボルトに10リットルの水を入れたバケツを吊し経過をみた。
2回の実験の結果、1回目は2.5日、2回目は7日間保持できる事が判明した。

写真左、全体状況、中央、吊るした直後、右、24時間後



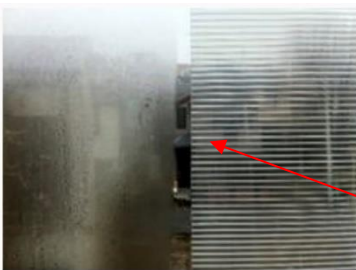
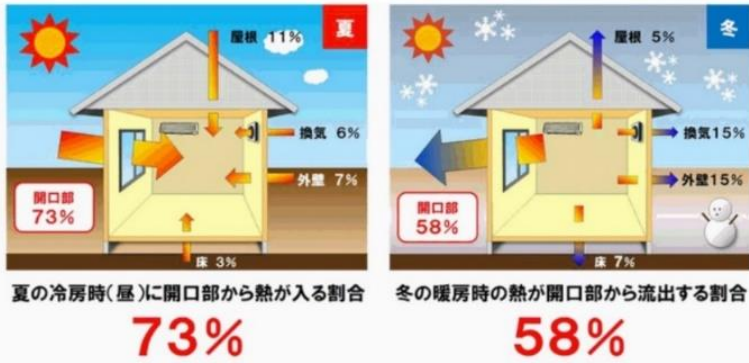
3. 安全ワイヤー

パネルが剥がれた際、落下するのを防ぐため、以下のワイヤーフックを制作した。
パネル下部の隅に窓ボルトで固定、他方は手すりに固定。



エネルギー損出と実験値

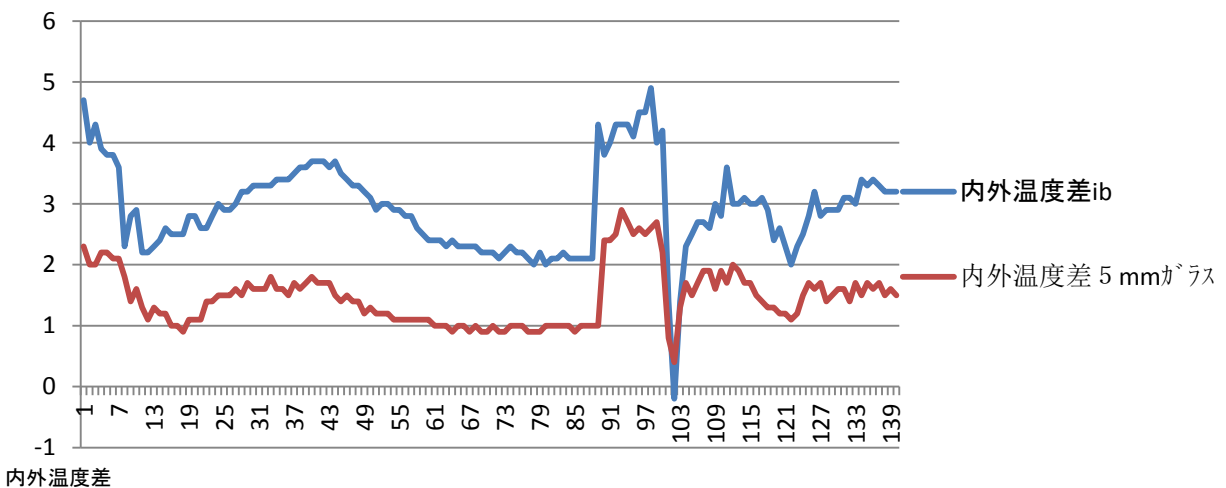
窓からのエネルギーロス イメージイラスト(環境省外郭団体資料より)



中空ポリカーボネート・パネル施工による冬季結露状況比較
 写真上: NPOエスコット 柏環境研究所
 写真下: NPOエスコット 御宿町上布施試験場

中空窓ガードの熱還流率($w/m^2 \cdot k$)実測値

窓ガードの有無による室外と室内の温度差比較 2013年2月11日測定
 パネルを付けた窓の内側の方がパネルなしの窓の約2倍の気温で推移している。



導入費用と原価償却

①中空窓ガード設置及び管理に関する費用内訳

項目	単価	数量	税抜き金額	消費税	税込み金額
中空ポリカ板(1820x910x4mm)、UVカット	1,800	6	10,800	864	11,664
中空窓ガード用金具(板バネなし)	500	48	24,000	1,920	25,920
取り付け工事費	10,000	2	20,000	1,600	21,600
※柏市提出の企画では板バネ付きの金具で試算 ※管理費を計上			54,800	4,384	59,184

②冷暖房コスト削減による償却について

経済効果試算

①冬季12. 1. 2月②春・秋=6ヶ月③夏季6,7,8月で試算

冬季の省エネ効果シミュレーション

一般的窓面積	10 m ²
室内温度	20 °C
外気温	8 °C
暖房使用時間	10 時間

タイプ	熱貫流率	面積	高温側	低温側	温度差	暖房使用時間	窓経由のエネルギーロス
一般ガラス(5mm)	5.9	10	20	8	12	10	7,080 whr
ガラス + ポリカ(4.5mm)	3	10	20	8	12	10	3,600 whr
一日の省エネ効果							3,480 whr
月間の省エネ効果							107,880 whr
冬季3月間経済効果							8,318 円 ①

春・秋の熱損失シミュレーション

一般的窓面積	10 m ²
室内温度	22 °C
外気温	15 °C
エアコン使用時間	10 時間

比較	熱貫流率	面積	高温側温度	低温側温度	温度差	時間	移動熱エネルギー
一般ガラス(5mm)	5.9	10	22	15	7	10	4,130 whr
ガラス + ポリカ(4.5mm)	3	10	22	15	7	10	2,100 whr
一日の省エネ効果							2,030 whr
月間の省エネ効果							60,900 whr
春・秋6月間経済効果							9,391 円 ②

夏の熱損失シミュレーション

一般的窓面積	10 m ²
室内温度	28 °C
外気温	35 °C
エアコン使用時間	10 時間

比較	熱貫流率	面積	室内温度	低温側温度	温度差	時間	移動熱エネルギー
一般ガラス(5mm)	5.9	10	28	35	-7	10	4,130 whr
ガラス + ポリカ(4.5mm)	3	10	28	35	-7	10	2,100 whr
一日の省エネ効果							2,030 whr
月間の省エネ効果							60,900 whr
夏季3月間経済効果							4,695 円 ③

年間経済効果
価格(フルサイズx6枚、約10m²)
償却年数

22,404 円 ①+②+③
37,584 円
1.68 年

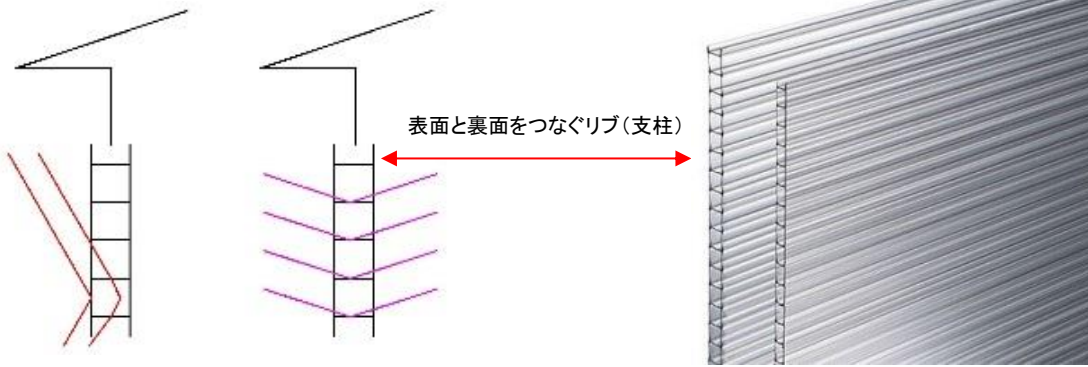
※この数字は試算値であって保証値ではありません。



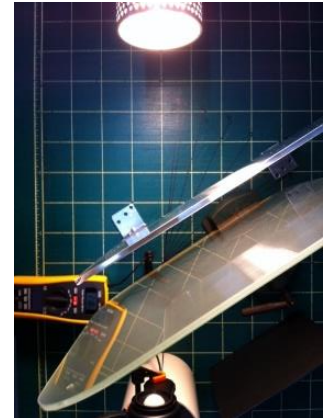
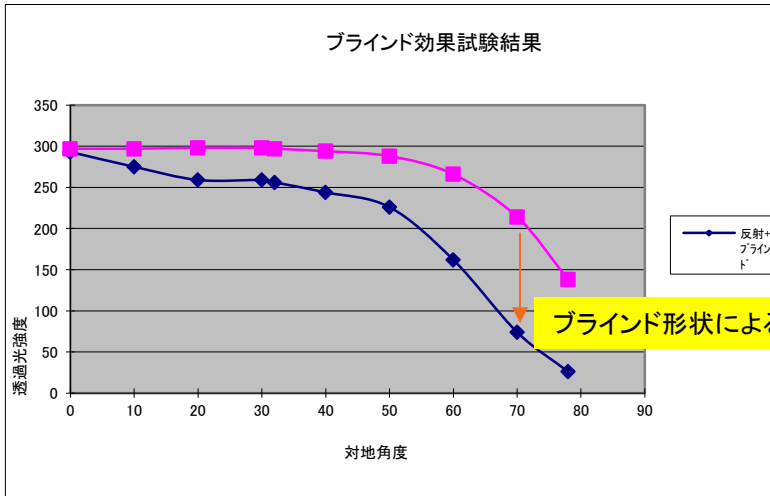
中空ハモニカ構造のスマートな採光特性

夏は遮光、冬は採光

中空ポリリカ横置きによるブラインド効果イラスト



中空ハモニカ構造による光強度(w/m^2)減衰試験
入射角による光強度測定グラフ



ブラインド構造による冬季の採光状況比較

写真左: 窓ガラスのみ 写真右: 中空ハモニカ構造による反射光



各地での施行例:



千葉県内 I氏邸

ガレージ窓をテープ補強



ガレージ窓に中空ポリカ板を施工

小窓なので防災エコ窓金具1つで施工



神奈川県 E氏邸

出窓(写真左上)

押し出し窓(写真右上)

玄関上部フィックス窓(写真下)



福岡県 N氏邸

台風接近に備えテープで補強



防災エコ窓金具を購入

テープ補強窓の外側に中空ポリカ
4mmをDIY施工



静岡県内 U氏邸

柏市役所における試験データ

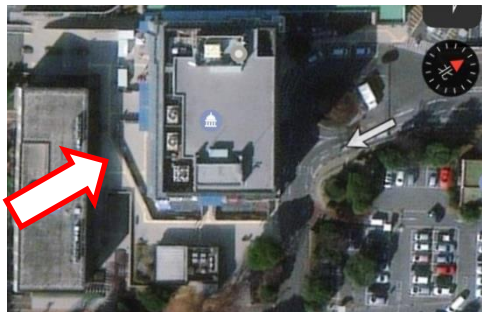
背景: 気候変動

- ①夏季の猛暑対策 : 屋内でも熱中症が多発
- ②想定を超える強風対策 : 超大型台風、急な突風・竜巻による窓割れリスク発生(窓の限界風速49m/秒)
- ③確実な省エネ推進 : 即効性のあるCO2削減の義務化
- ④地域経済活性化 : SDGsに沿った次世代型ビジネスモデル

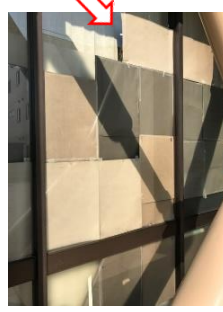
実証試験:

- ①実験場所: 柏市役所本庁舎南側1階部分 千葉県柏市柏5丁目10番1号
- ②現状課題: 特に夏季における冷房空調に対する改善が求められていた。
- ③柏市役所4階窓への中空エコ窓取付と計測

南西向き柏市庁舎、一階、入り口部分



内側に段ボールを張った遮熱対策



柏市庁舎4階での設置写真
窓と中空ポリカの間にスタダレ挿入



NPOエスコット柏環境研究所での実施状況写真



柏市庁舎に於ける＜防災エコ窓＞設置効果検証試験

場所：千葉県柏市柏5丁目10番1号

課題：夏季のエアコン能力不足等

概要：中空ポリカーボネート板（以後、中空ポリカと呼ぶ）4mm厚の単体および同厚中空ポリカ+スタレの2種類を窓ガラス外側に設置、断熱・遮熱効果を検証。

実施方法：

1. 市庁舎南西側面窓の外側に中空ポリカ板2枚を張るが、うち1枚にはガラス面と中空ポリカとの間にスタレを挟む。
2. ①、③には空間約10mmの板バネ付ボルト使用。
3. ①、②、③の温度センサーは室内側ガラス面上に、外気温測定ロガー④はベランダ日陰部に設置。
4. センサーの高さは全て揃え、①、③では中空ポリカの中心に来るようにする。
5. 10分間隔で温度の記録をとり、断熱、遮熱効果を検証する。

実施期間：2019年1月25日～2019年9月7日



市庁舎、南西側、4階窓



幅170cmの中央ガラスに設置

温度ロガー取り付けイメージ(外側から)

※赤棒は温度ロガー
屋内側でパネル中央に設置

①板バネのみ

③板バネ+スタレ

②パネルなし



④外気温
直射日光を避ける為
ダンパーの内側の日陰
に設置

センサー検温部を2つ折りし側面をステイプルで閉じた白色面ファスナー内に差し込み設置窓への固定は面ファスナーの片面接着機能により行った。

外気温計測ロガー、直射日光の当たらない日陰に設置



窓ガラス内面測定ロガー



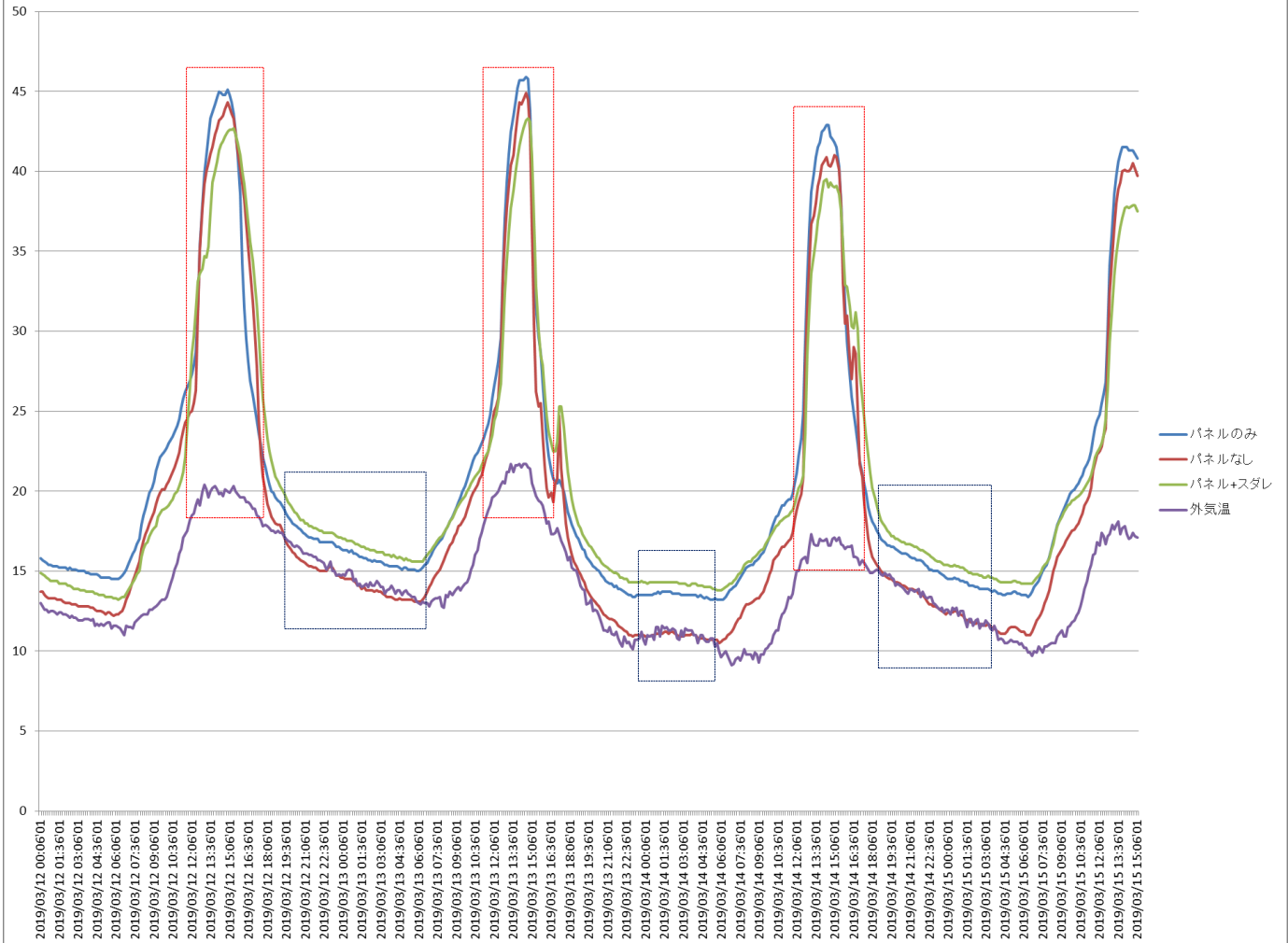
窓ガード設置内面測定ロガー



窓ガード+スタレ内面測定ロガー



温度グラフが示す試験結果



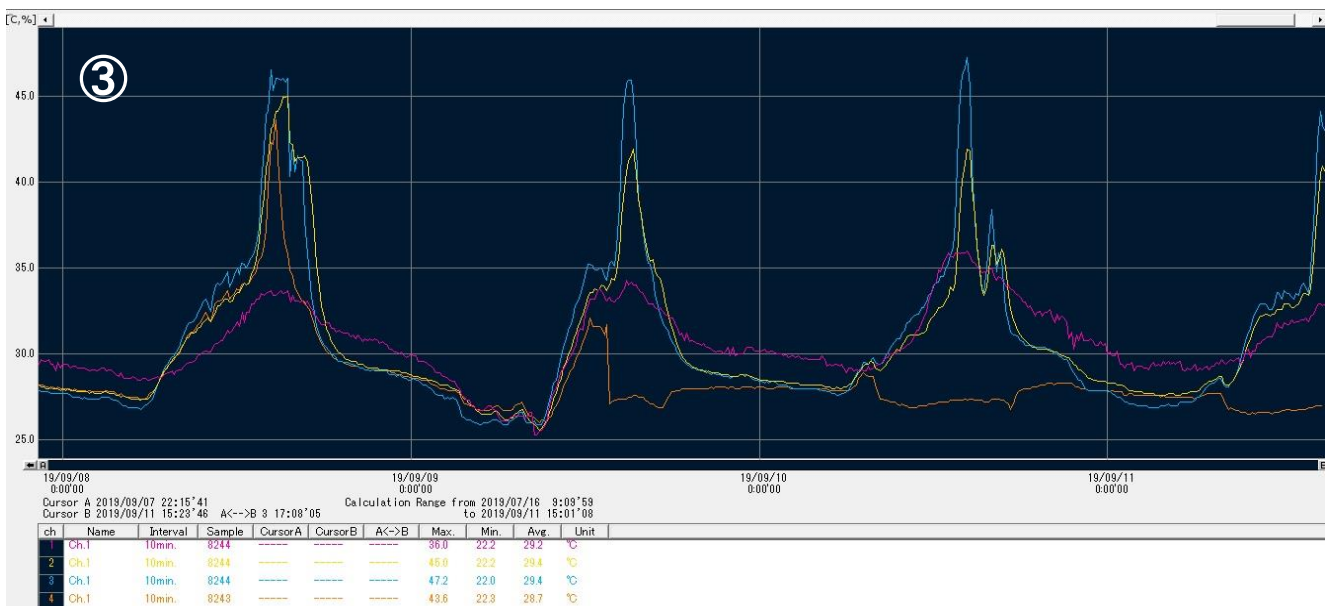
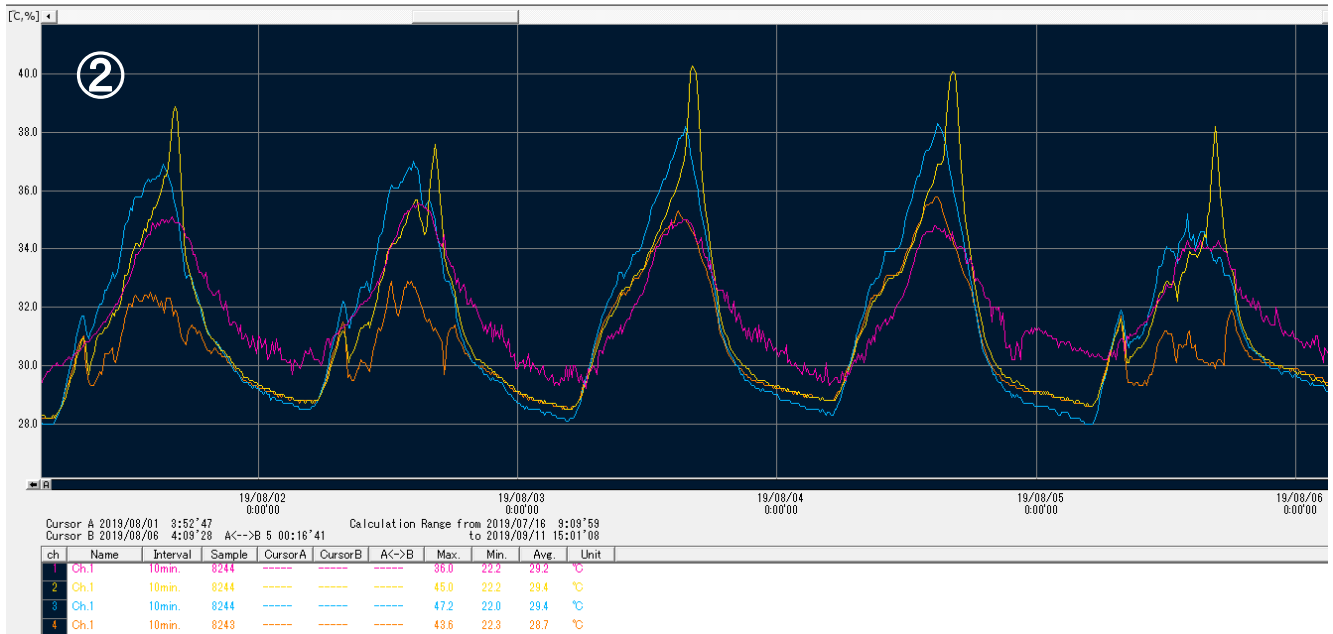
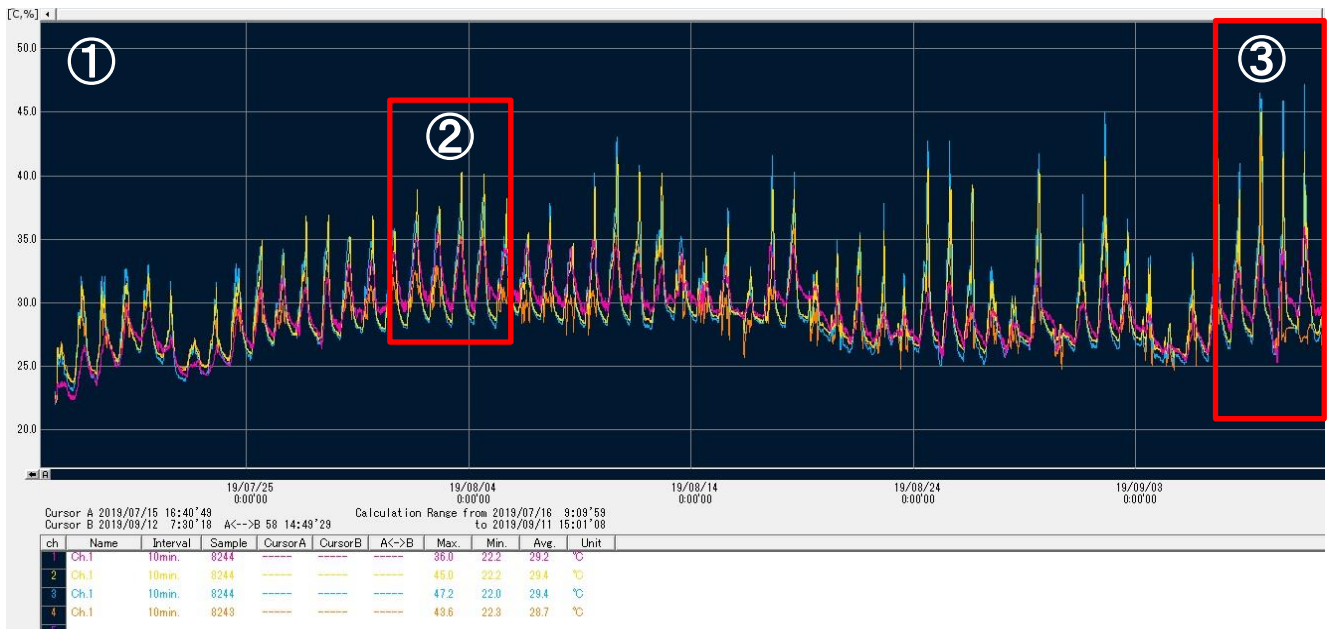
採用期間: 2019年3月12日～3月15日 最高温度42～45°C(外気温21.9°C)、最低温度6～7°C(外気温2.4°C)

グラフ色別: **ブルー=パネルのみ** **赤=パネルなし** **緑=パネル+スダレ** **紫=外気温**

- ①日射がなく、屋内暖房が切られたと考えられる青線四角の時間帯では**窓ガラスの断熱効果は限定的**であった。
- ②パネルのみとパネル+スダレでは**パネル+スダレは冬季保温効果が高い**事が確認された。
- ③日射のある日中の赤線四角囲いの時間帯では**パネル+スダレの遮熱効果が最も高かった**。
 ※パネル+スダレの組み合わせを用いる事で屋内側気温を約2°C程度下げられる事が認められた。
 ※この時間帯の最高気温が40°C以上に達するのは日射熱と暖房熱がブラインド閉じ込められ蓄熱した為と考えられる。

結論
 オフィス環境では中空ポリカ+スダレの組み合わせが、日中、直射光を遮りパソコン利用環境を高める。
 また、**夜間の放熱を防ぎ、翌朝からの暖房コスト削減**に寄与するものと考えられる。

全体の温度グラフが示す夏場における試験結果



まとめ:

1)新規性・相違点

1. 窓ガラスと中空ポリカ板の間にスダレを挿入した。
2. 中空ポリカ板と窓ガラスの間隔を大きくして板バネを挿入した。
3. 中空ポリカ板のみの窓ボルトの位置を衝撃吸収を考慮した位置とした。

2)回収データの質的課題

1. 屋外側に柱があり、同時刻同条件でのデータとはずれが生じる。
2. 屋内側にエアコンの吹き出し口、ブラインド、ロッカー等が存在し、多様な人為的影響を伴う。
例:休日、ブラインドの開け閉め等

3)結論

1. 窓ガラスの断熱・遮熱能力は限定的
窓ガラスのみの部分は冬寒く、夏暑いという事がグラフから改めて確認された。
2. パネル+スダレの組み合わせは冬季の保温、夏季の遮熱、直射日光によるパソコン事務環境の悪化対策として有効であると考えられる。
3. 窓ガラスと中空ポリカ板の間隔を1cm以上にしても強度的に問題がないことが確認された。
※2度の台風による強風による実績。
4. 窓ボルトの位置を内側に寄せすぎると熱によると思われる反りが生じることが判明した。

ボルト位置と反り返り

