



日本の木を活かし、日本の木でつくる

-Nagomi-



## 高機能木製内窓システム - Nagomi -

窓は気持ちの良い景色や日差しを室内に取り込んで快適さを増す一方で、屋外の熱や音が、最も多く出入りする箇所でもあります。

私たちが開発した高機能木製内窓システム - Nagomi - は最高水準の「断熱性」「防露性」「遮音性」を備えています。持続可能性のある素材、「木」を使うことで環境や次世代に配慮でき、木の持つ「あたたかみ」「リラックス効果」を活かすこともできます。学校など教育施設やオフィス、医療施設や福祉施設などの快適で豊かな空間づくりをサポートします。



ウッドデザイン賞 2015 受賞  
「内窓の需要が高齢化やストック住宅対策などの増改築の推進と合わせ、今後の増加が予想される。自然派向けインテリアに沿った提案が期待できる。」との評価をいただきました。中小ビルや住宅に向けた提案も増やしていければと考えています。



## Contents

製品概要	・・・ 2
学校の「窓」が抱える問題	・・・ 4
断熱効果	・・・ 6
防露効果	・・・ 8
遮音効果	・・・ 10
遮熱効果	・・・ 11
施工性について	・・・ 12
塗料について・カラーバリエーション	・・・ 13
標準仕様・基本図面	・・・ 14
木の良さ（木を使う理由）について	・・・ 16
施工事例	・・・ 18
結露の話	・・・ 22
夏の冷房に対する効果測定	・・・ 23



## 学校施設の「窓」が抱える問題

性能の低い窓は、環境に多大な負荷を与えます。  
公共施設の約45%<sup>1)</sup>を占める学校施設でも、その窓の断熱性や遮音性に問題があり、カビ・ダニの発生を促す状態も多く見られます。



兵庫県美方郡香美町 村岡小学校（施工中）



### 夏は暑く、冬は寒い教室

今、室温を快適な状態に保てないのは窓や壁の断熱性の低さが原因かもしれません。  
断熱性の低い学校では、快適な室温の維持にコストやエネルギーが多く必要になります。

公立の小中学校では、築25年以上を経過した学校施設が75%を占める<sup>(2018/3時点)</sup>老朽化が深刻な状況です。  
断熱材がない学校も全国で4割近くあり、寒冷地を除いた地域では、半分以上<sup>2)</sup>がその状態です。  
近年の気候変動によって夏の猛暑日も増加していることから、学校でも熱中症による事故が心配されてエアコンの導入が急がれています。

学校環境衛生基準の改正<sup>(2018/4)</sup>も行われ、教室の望ましい温度基準が「10℃以上、30℃以下」から「17℃以上、28℃以下」に見直しが行われました。  
断熱が行われていない学校では、冷房や暖房の効果をどんどん外に逃がしてしまいます。  
そうした学校で快適な室温を維持するには、高出力の空調機器が必要となりコストが多くなります。  
エネルギーもより多く必要となり、地域の生活や環境に負荷をかけることにつながるとも考えられます。

### 健康を脅かす原因となる結露する窓

結露はカビやダニの発生原因となり、学校に不衛生な状態を生み出します。

一般の住宅や教室などで多く使われているアルミ製の窓は、冬の寒い日には結露が発生します。  
結露はカーテンや家具、窓や壁を劣化させて建物の老朽化を早めてしまうことで更に結露が起こりやすい条件を作ってしまうという悪循環に陥ります。  
また、結露による湿気はカビやダニの発生を促してしまいます。カビやダニは孢子やフンなどアレルギーや病気の原因となるものを空気中にまき散らし、健康に悪影響を及ぼします。

### トラブルの原因となる、学校の音問題

最近の学校の音問題は、屋外から室内への騒音と、室内から近隣の学習活動の音の二つがあります。

幹線道路や高速道路、鉄道などに近い学校では、屋外の騒音が学習の邪魔になります。  
先生の声が聞こえにくいことで授業への意欲を下げることや、騒音が気になって気が散ることが落ち着きや集中力の育成を妨げることにもつながってしまうと考えられます。  
また最近では、住宅地で学校内の音が原因となって近隣住民とトラブルになってしまうこともあり楽器の練習ができないなど、大きな音の出る学習活動が制限されてしまうこともあります。



従来の窓は、冷暖房を常にフル稼働しなくてはなりません。

建物の中で熱の出入りをもっとも大きい箇所は、「窓」です。一般的なアルミサッシの場合、冬にせっかく暖房をしても、そのおよそ半分の熱が窓から逃げてしまいます。夏においても窓から入る熱は屋根や壁に比べてとても多く、約7割にも達します。このことが、冷暖房の無駄なエネルギー消費につながってしまいます。

高機能木製内窓システム - Nagomi - は、冷暖房の稼働時間を削減します。

弊社の会議室で高機能木製内窓システムを設置した状態と設置する前の状態で、室温に対する効果を確かめる実験を行いました。設置後は、設置する前に比べて冷房の稼働時間を1/4以下に削減でき、また冷房を停止した後も室温の上昇を抑え、快適性を維持した時間が3~4倍になりました。高機能木製内窓システム - Nagomi - を設置することで省エネ効果を期待できることが確認できました。

夏の室温に対する効果測定について  
詳しくは p.23 をご覧ください。



兵庫県美方郡香美町 村岡小学校 (高機能木製内窓システム設置前)



兵庫県美方郡香美町 村岡小学校 (高機能木製内窓システム設置後)



算出条件 季節：夏 試験開始時外気温：32℃  
エアコン設定温度：25℃ 冷房運転：間欠運転  
季節：冬 試験開始時外気温：-1.8℃  
エアコン設定温度：20℃ 暖房運転：間欠運転

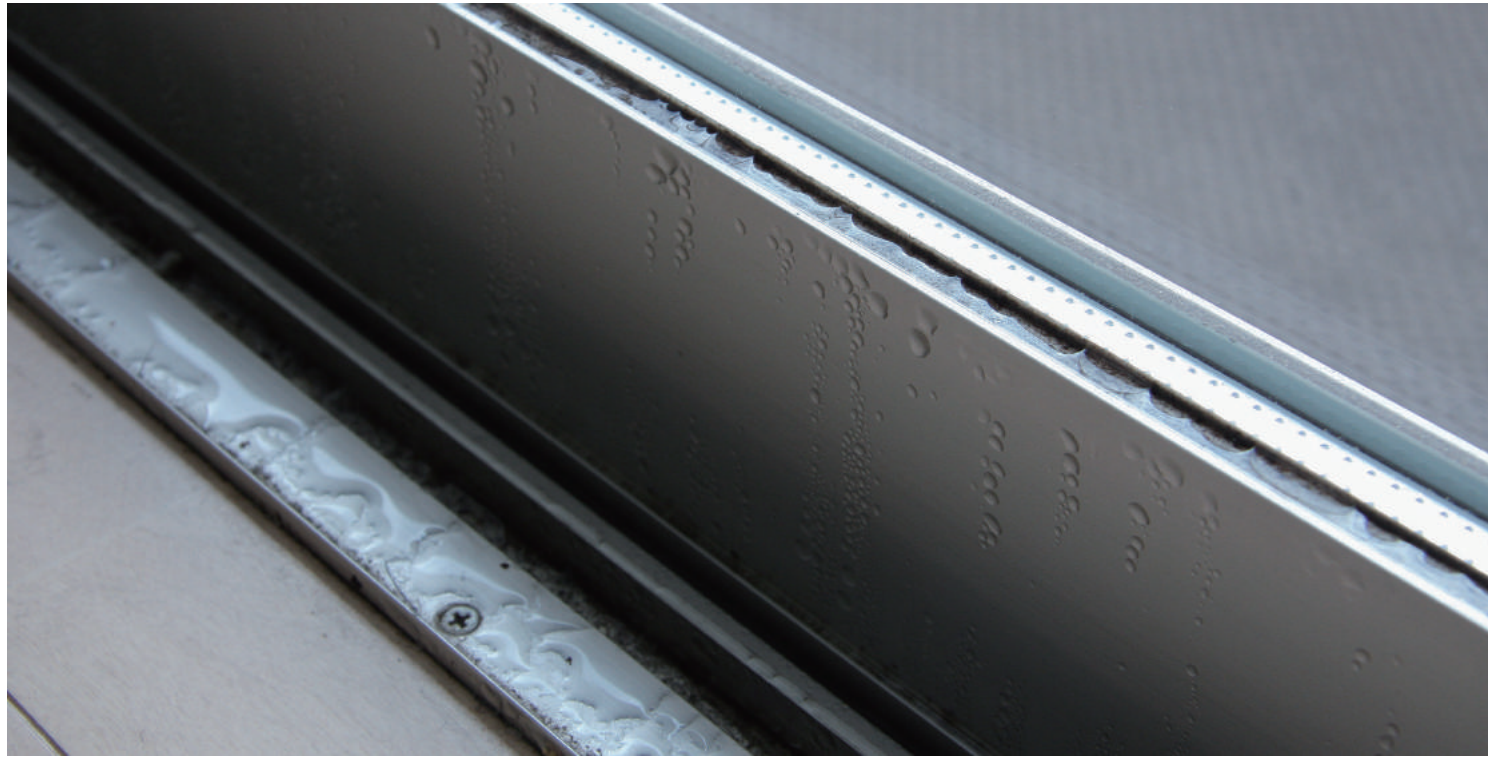


算出条件 季節：夏 試験開始時外気温：32℃  
エアコン設定温度：25℃ 冷房運転：間欠運転  
季節：冬 試験開始時外気温：-1.8℃  
エアコン設定温度：20℃ 暖房運転：間欠運転



結露する窓は、人の健康や建物に悪影響を及ぼします。

冬の最低気温の平均が2～3℃くらいの気候条件の地域では、一般的なアルミサッシの窓でほぼ毎日結露が発生します。結露は主に冬の窓ガラスや窓枠に発生し、不快感を与えるだけでなく建物を劣化させカビやダニの繁殖も促してしまいます。



高機能木製内窓システム - Nagomi - は、結露を抑えて快適な空間をつくれます。

高機能木製内窓システム - Nagomi - の結露防止性能は、結露対策にもっとも厳しい医療施設でも認められました。通常、結露から発生するカビを避けるため、窓を設けない小児集中治療室ですが、窓から差し込む日光を感じることで子どもたちの治療に役立つとのことで窓が設けられることになりました。その窓への結露対策として採用されました。



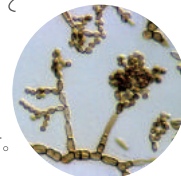
埼玉県立小児医療センター

東京や大阪などで  
従来の窓だと  
**12月～3月半ば**  
ほぼ毎日  
結露してしまいます。

算出条件 単板ガラス FL5mm+アルミサッシの場合  
室内温度 20℃、湿度 59%  
2017年12月 東京都の月平均最低気温 4.5℃  
2018年1月 東京都の月平均最低気温 0.6℃  
2018年2月 東京都の月平均最低気温 1.3℃  
2018年3月 東京都の月平均最低気温 6.5℃

結露、放っておくと大変です。

結露は、室内の空気に含まれる水蒸気が原因です。外気に冷やされた窓に室内の暖かい空気が触れると空気中の水蒸気が水滴となって「結露」になります。結露はさまざまな病気の一因になると共に、建物自体を傷めて、その寿命を縮めてしまいます。



詳しくは p.22 をご覧ください

国産スギ材の断熱性を活かしています。

熱伝導率とは、物質の熱の移動のしやすさを規定する係数です。すなわち、熱伝導率が低い＝断熱性能が高い素材であるということになります。

- 1) 国産スギ材 0.087W/(m・K)
- 2) アルミニウム 226～237W/(m・K)
- 3) 塩化ビニル樹脂（硬質）0.146～0.209W/(m・K)

国産スギ材の熱伝導率はアルミの約1/2600です。樹脂窓で使われる硬質の塩化ビニル樹脂よりも低い値で、優れた断熱性を備えた素材であることがわかります。

【出典】1) 木材工業ハンドブック、2) 産総研分散型物性データベース、3) 塩ビ工業・環境協会ウェブサイト

国産スギの高断熱性を  
活かしているため  
日本国内の気象条件では  
ほぼ **結露  
しません。**

算出条件 <恒温恒湿室> 空気温度：20℃ 湿度：50%  
<低温室> 空気温度：-10.3℃～4.9℃



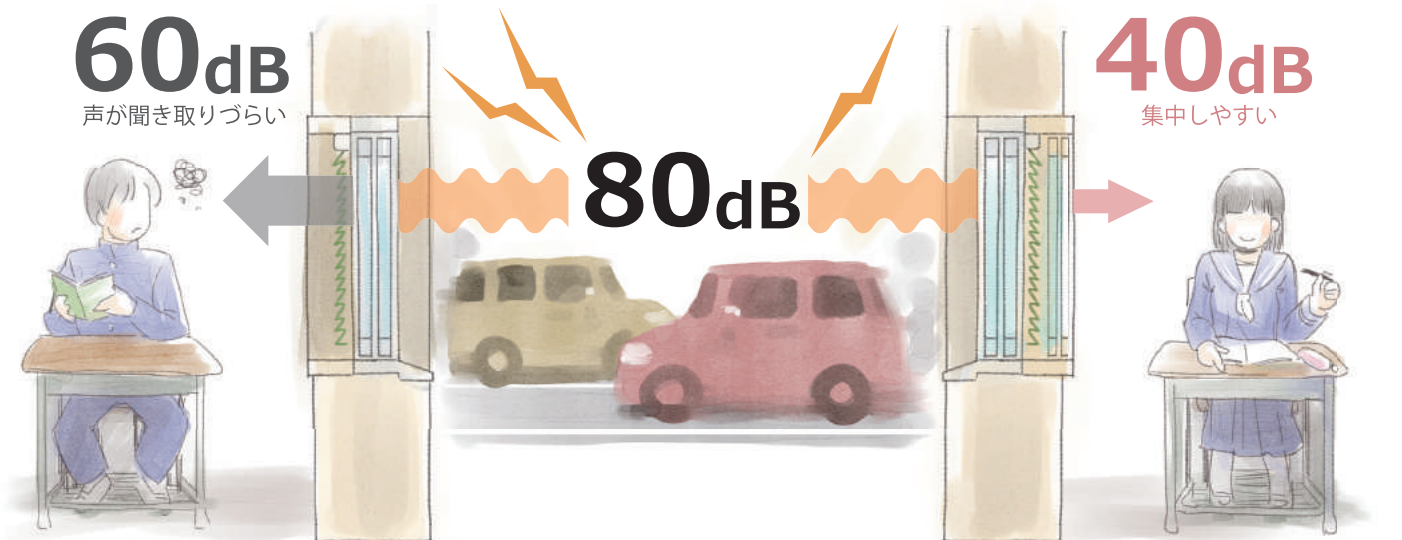
高機能木製内窓システム - Nagomi - は、静かな室内空間を実現します。

熱と同じように、音の出入りももっとも大きい箇所も、「窓」です。一般的なアルミサッシの場合、室内外の騒音がほとんど筒抜けになってしまっています。高機能木製内窓システム - Nagomi - は、ガラスの性能と気密性を高めることにより、遮音性能について最高水準の性能を持たせています。

外窓との間にブラインドを配して、遮熱効果をアップすることができます。

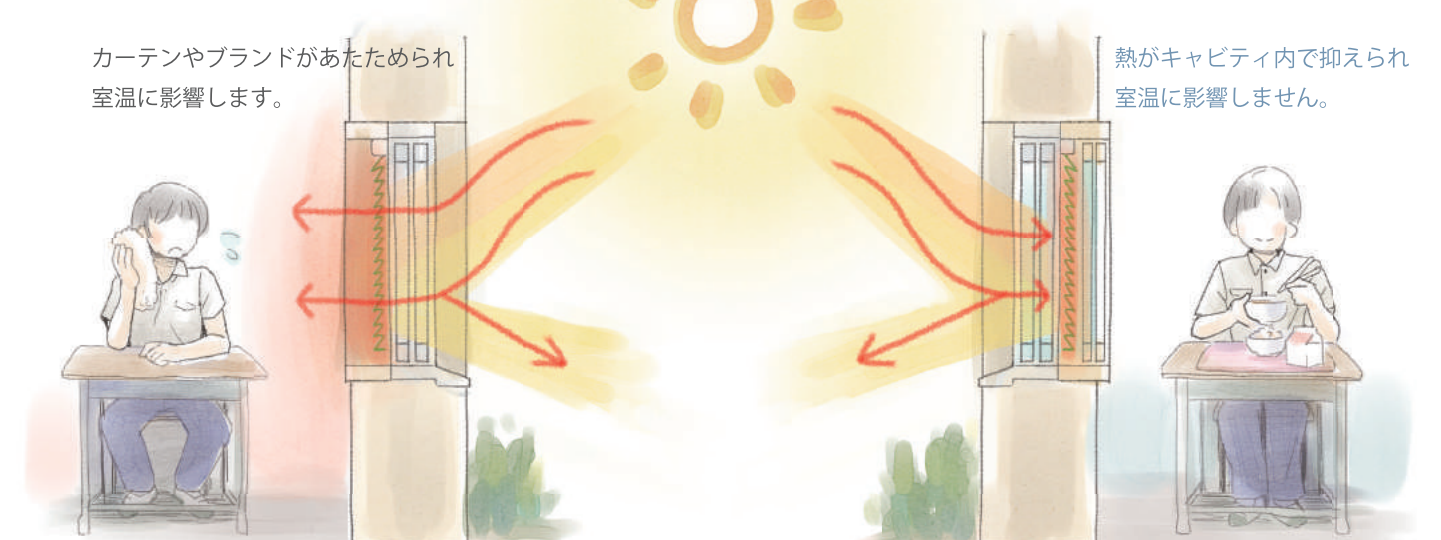
カーテンやブラインドは窓の内側に設置することが一般的ですが、夏にはそれらが日光で熱せられ室温を上げる原因になります。一方、外窓と高機能木製内窓システムの間にはブラインドを配することで、光だけでなく、熱も遮り室内環境を保つことができます。窓側の熱環境を向上させることで、部屋の室温を均一に保つことが容易になります。

### 一般的なアルミサッシの場合



### Nagomi を設置した場合

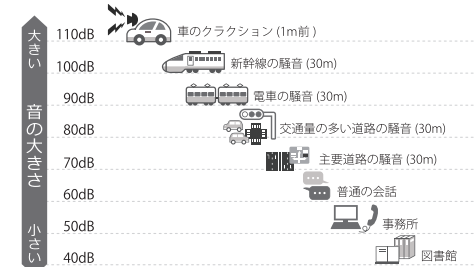
### 一般的なアルミサッシの場合



### Nagomi を設置した場合

#### 私たちを取り巻く日常的な環境音

音の大きさや強さは、dB（デシベル）を単位とします。音の大きさは、音が発生している場所との距離によって変わりますが、おおむね下の表の通りです。

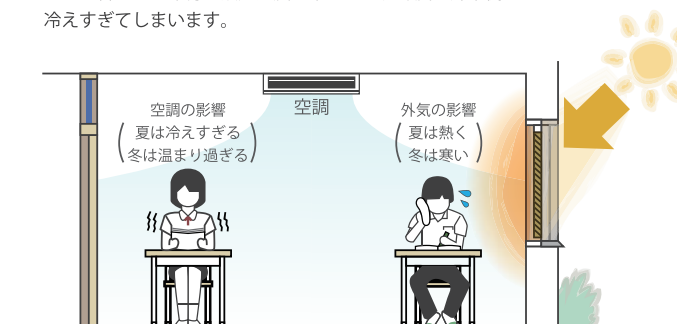


インナーサッシと  
外窓を閉めた状態で  
騒音レベルが  
**静かな図書館内  
40db 程度**  
になります。

算出条件 屋外の騒音レベルが 70 ~ 80db  
外窓：アルミサッシ型板入りガラス  
内窓：高機能木製内窓システム Nagomi  
弊社会議室にて測定

#### 同じ室内で、生じてしまう温度差

夏、例えば教室では、窓側の人は強い日差しで暑くなります。それに合わせて冷房の設定温度を下げると、今度は廊下側が冷えすぎてしまいます。



外窓と内窓の間に  
ブラインドを設置すると  
**紫外線や熱を  
大幅にカット**  
することができます。

ブラインドはオプションとなります。  
仕様についてはご相談ください。



高機能木製内窓システム-Nagomi- は、廃棄物を減らし建物の性能も上げます。

通常、窓の改修はアルミサッシと窓枠の一部を撤去して、新しい窓をその上にかぶせる方法で行われています。高機能木製内窓システム-Nagomi-は、外窓を廃棄したり、建物を削ったりすることもなく、既存の窓を活かして木でできた窓を室内に設けることで、窓の性能を大幅に向上させる環境に配慮した製品です。工場で製作し完成したユニットを現場に持ち込むので施工性が良く、廃棄物も施工時間も最小限に抑えられます。

木の良さを活かし、安全で環境にも配慮した塗料を利用しています。

私たちが使っているドイツ・リボス社の自然健康塗料は、食用にも利用できるレベルの亜麻仁油を主成分とした大変安全性の高い塗料です。その亜麻も無農薬・有機栽培されたものを利用しており、環境への配慮も徹底しています。木材の内部に浸透して保護する塗料で、調湿性やリラックス効果につながる木の自然な感触も残すことができます。日本の気候風土に合わせて開発された外部用もあり、ご要望に合わせて仕様を決めることができます。



#### 施工面から見る木製品であることのメリット

##### 【養生材や梱包材の削減】

木製品は金属の製品と違って、置いてただけで床に傷をつけてしまうようなことはありません。そのため搬入中や施工中の建物への傷防止に利用する養生材や梱包材などを最低限に抑えることができます。

##### 【建物や施工者への負担低減】

木製品は軽量なので施工者への負担も少なく済みます。既存サッシやカーテンウォールへ荷重がかかることなく、建物への負担も低く抑えることができます。

かぶせ工法などの  
窓の改修よりも  
**廃棄物を削減し**  
**短納期で**  
高性能な窓が  
手に入ります。

#### Color chart / カラーチャート 全5色



※木の種類によって、色や仕上がりが異なります。  
※この色見本は印刷物のため、実物とは多少異なります。

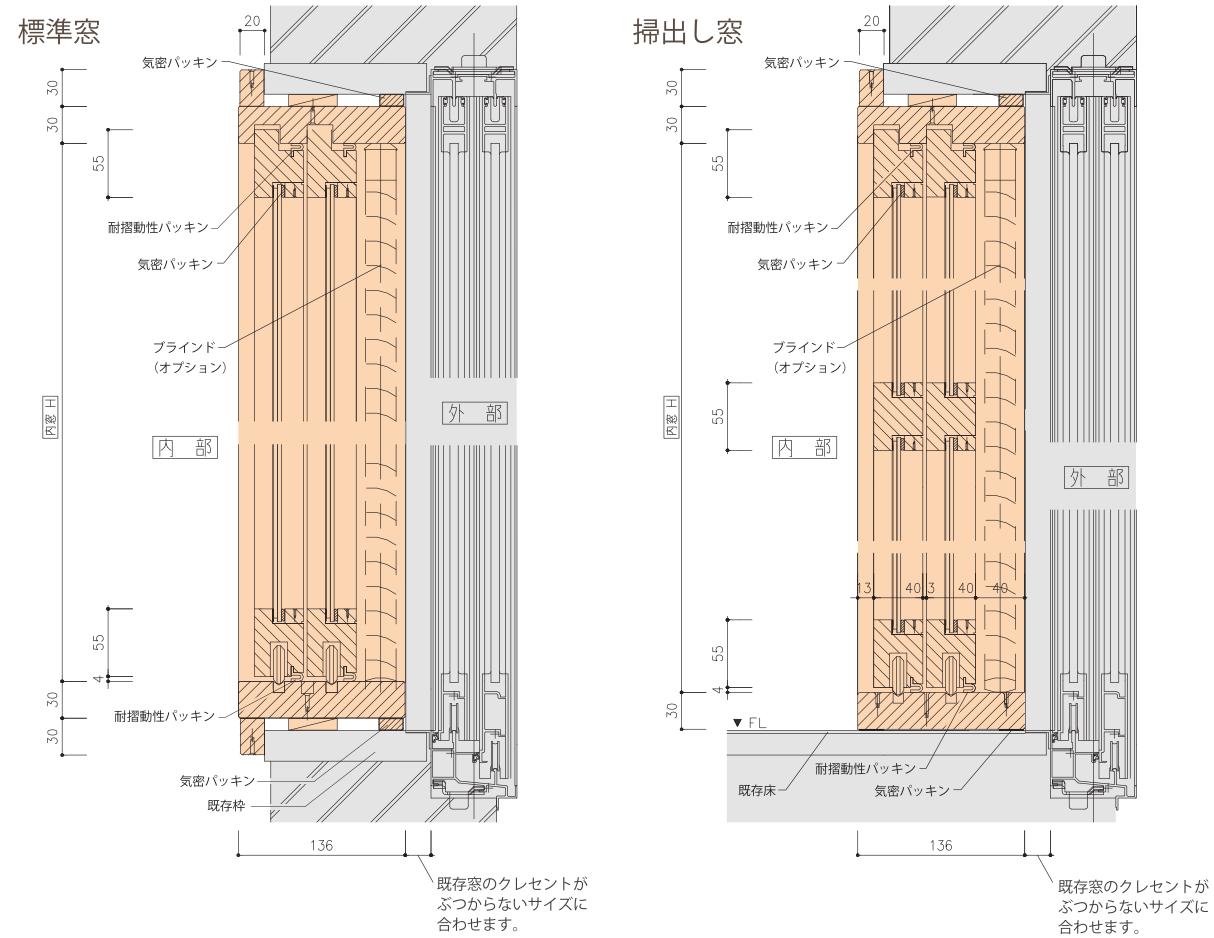
■全成分：アマニスタンドオイル・天然樹脂エステル・アマニオイル・酸化炭素及び鉱物顔料・アマニスタンドオイル・アマニウッドスタンドオイル・マイクロワックス・オレンジオイル・イソアリアファーテ・アルミナ・無鉛乾燥剤

クリアタイプも含めた  
**5色の**  
**バリエーション**  
部屋ごとに  
色を分けることも  
可能です。



## 高機能木製内窓システム - Nagomi - 基本図面と製品バリエーション

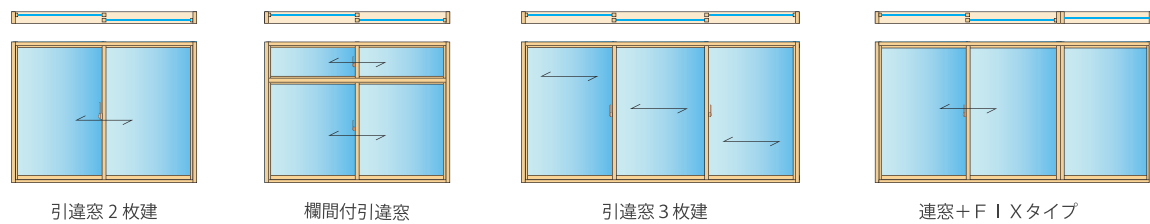
### 基本図面



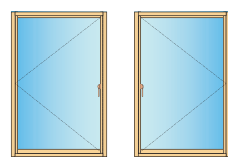
### 製品バリエーション

高機能木製内窓システム - Nagomi - は、5つのタイプをご用意しています。使用場所や既存の窓のタイプに合わせて選ぶことができます。

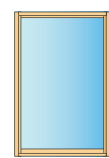
#### 1 引違戸



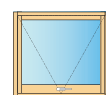
#### 2 開き窓



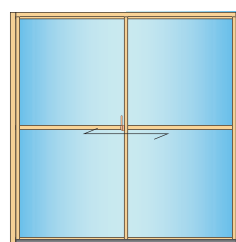
#### 3 F I X 窓



#### 4 内倒し窓

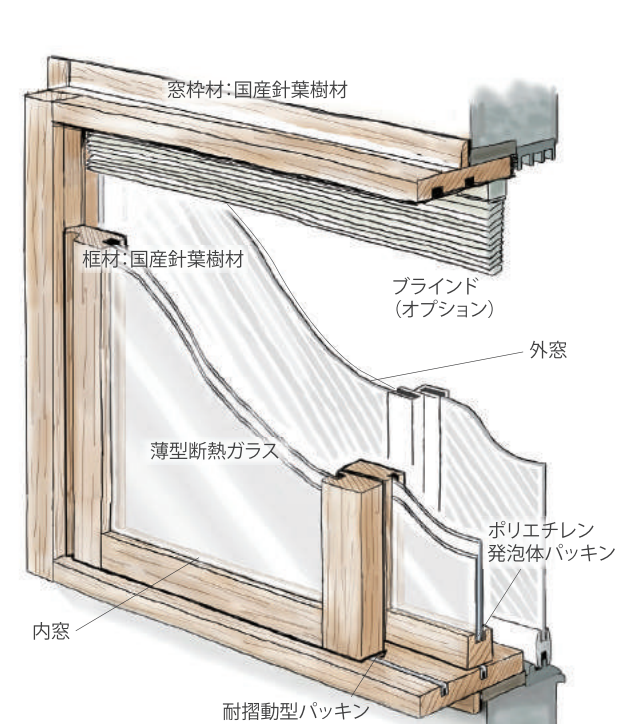


#### 5 掃出し窓



## 高機能木製内窓システム - Nagomi - 標準仕様

### 高い性能や使い勝手、安全性を高めるパーツ



枠・框材 国産針葉樹(標準仕様:国産スギ材)

優れた断熱性能と調湿性能を備え、構造を維持できる素材は木材を置いて他になく、中でも国産針葉樹は比重も軽いため操作性も良く、熱伝導率も低いという特性を持っています。国産スギ材は特に熱伝導率が低く、その断熱性能はアルミの約2600倍であることから標準仕様を採用しました。

薄型断熱ガラス FL3 + 真空層0.2 + FL3

高い採光性を確保し、0.2mmの真空層が一般複層ガラスより約1.3倍の断熱性能を発揮するガラスです。遮音性にも優れており、標準仕様として採用しています。

### 高气密パッキン

高い木製サッシの技術で知られるドイツのメーカー品を採用しています。窓枠と框材の間に利用するパッキン材は、耐振動性に優れ、耐久性の高いものを採用しています。

- ★ **ポリエチレン発泡体パッキン**  
 ポリ塩化ビニル製  
 (密度 99kg/m<sup>3</sup>、耐水圧 1 時間)
  - ★ **耐振動型パッキン**  
 独立性発泡ウレタン・ポリエチレン被膜  
 (耐振動回数 10 万回以上)
- 気密性：JIS-A4 等級 (JIS 規格の最高等級)    ■ 気密性：JIS-A4 等級 (JIS 規格の最高等級)  
■ 水密性：JIS-W5 等級 (JIS 規格の最高等級)    ■ 水密性：JIS-W5 等級 (JIS 規格の最高等級)

### 基本性能 (外窓 (アルミサッシ+単板ガラスFL5mm) + 内窓高機能木製内窓システム (薄型断熱ガラス FL3+真空層0.2+FL3 使用時)

引違窓	
主部材	国産針葉樹材 (標準仕様：国産スギ集成材)
ガラス	薄型断熱ガラス (FL3+真空層0.2+FL3)
断熱性能	H-6等級 (JIS A 4706 <sup>-2015</sup> (サッシの断熱性能) で定める 最高等級です) U値1.60W/m <sup>2</sup> ・K サイズ：W1610×H1620
遮音性能	T-4等級 (JIS A 4706 <sup>-2015</sup> (サッシの遮音性能) で定める 最高等級です) 中間空気層 125mm (室外側障子間寸法) / 136mm (室内側障子間寸法) サイズ：W1610×H1620

※ 表のデータは、JIS規定の試験方法による第三者機関での測定結果及び解析値であり、お客様の建物環境、使用条件及び商品サイズにより差異が発生することがあり、保証値ではありません。

※ 表のデータは、開口部に対して内窓を設置した場合の性能を示すものです。





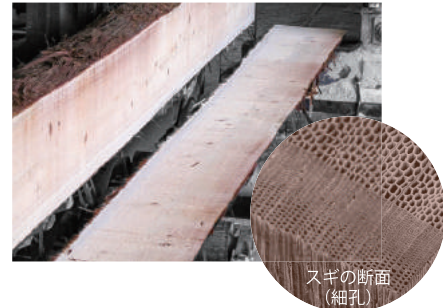
兵庫県丹波市 丹波県民局

### 木を使って、快適性を高める

木材の表面が持つ「さらっとした、あたたかい」感触をご存知ですか？  
木材を多く使用した部屋のやさしい明るさや、ほっとする雰囲気はいかがでしょうか。これら木材の感触や感覚には理由があります。私たちはそれをきちんと理解し活用することで、より快適で健康的な空間づくりをサポートできると考えています。

### 木の細孔が持つ機能

木の断面には、目には見えないたくさんの微細な穴（細孔）があります。この穴が、空気や水蒸気を含んだり放出したりすることで、優れた「断熱性能」や「調湿性能」を発揮することがわかっています。また木材はブルーライトや紫外線の反射を抑え、光を柔らかく室内に取り込んだり、音を吸着する働きもありますが、それらもこの細孔によるものです。さらに、木の心地よい感触（手ざわり）も、細かく均一に並んでいる細孔が作用して生まれます。



スギ断面顕微鏡写真出典：佐伯浩「この木なんの木」海青社（1993.8）

### 科学的に確認されている木の「リラックス効果」

「木は人にやさしい」「木を使った部屋はほっとする」というイメージがあると思います。木がもたらすこのようなリラックス効果は多くの人が感じていますが、実際には人体にどのような影響があるのでしょうか？さまざまな研究により、木に対する人の生理的な反応が科学的に確認されてきています。

#### 木の香り

木材の香り成分「 $\alpha$ -ピネン<sup>1)</sup>」「D-リモネン<sup>2)</sup>」は、副交感神経活動を高め、脈拍数を下げるといったリラックス効果をもたらすことが科学的に確認されています。また生後3ヶ月未満の赤ちゃんも木の香り成分で、心拍数が低下し、落ち着いた状態になる<sup>3)</sup>ことから、好みなど、先入観とも関係ないと考えられています。



#### 木の感触

木に手で触れることは、大理石、タイル、ステンレスといった他の素材に比べて、脳の前頭前野活動を鎮静化させるとともにリラックス時に高まる副交感神経活動を亢進させることが確認されています。<sup>4)</sup>また、足裏で触れたときも、同様の効果が得られることがわかりました。<sup>5)</sup>

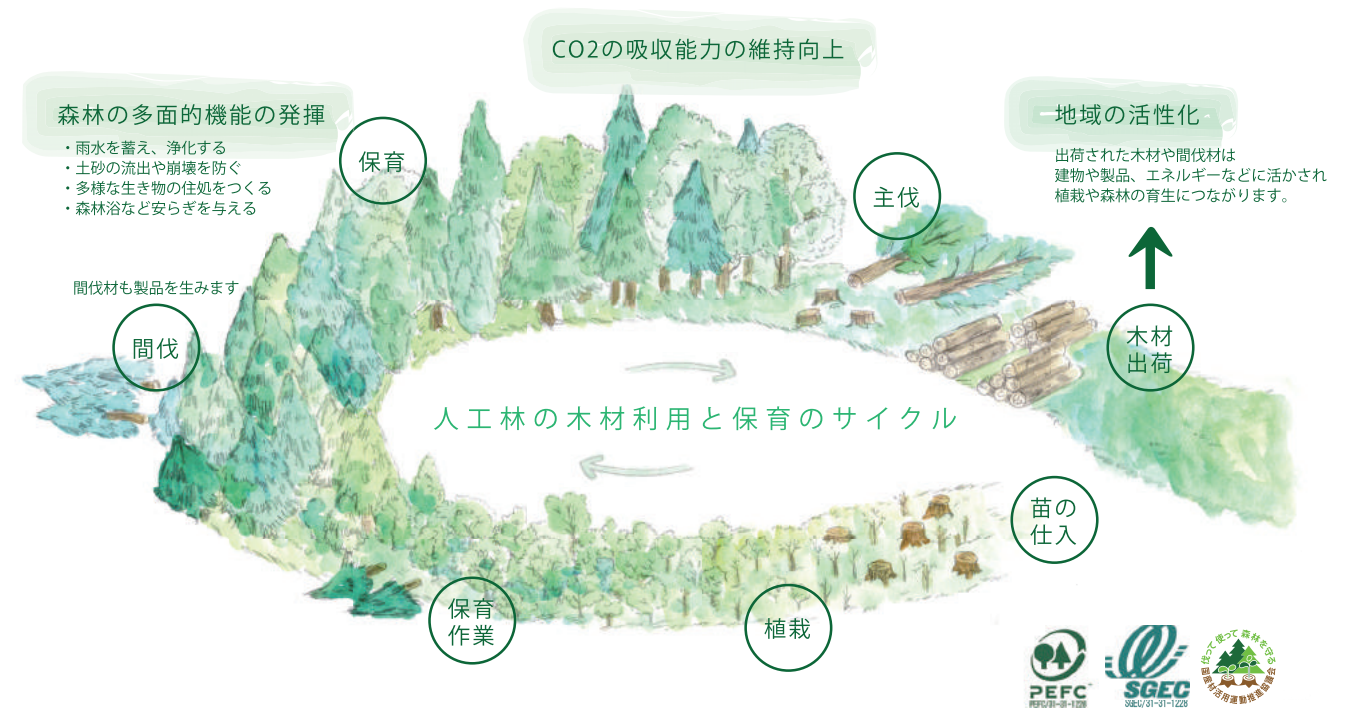


### 森を育み、持続可能性につなげる

森を育むことは、きれいな水や空気、美しい風景を未来に届けることにつながります。この森から得られる木は伐採後、苗を植えて育てるサイクルを回すことで、繰り返し使い続けることが出来る資源です。この資源が生む木製品は地域の産業につながり、経済的な持続可能性にもつながると考えられています。

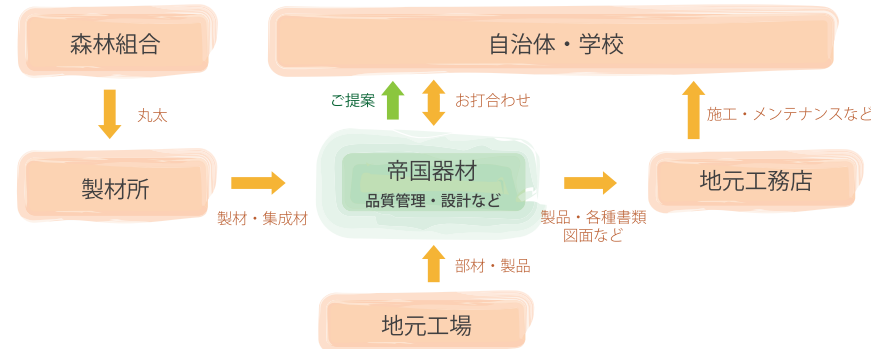
### 人工林の木材利用について

日本の森林の約4割が人工林です。これらの森林は放置すると木や土が痩せて衰えてしまうことから、定期的に木を伐採し、手入れしていく必要があります。今、伐採や植栽などのコストがまかなえず放置される人工林が多くあります。木材を利用することは、これらの人工林の活性化につながり、環境保護にもつながります。



### 木の良さを活かした高機能木製内窓システム

木の持つ断熱性や調湿性、香りや手触りのリラックス効果を活かすために、仕上げには厚い塗膜がつかない自然塗料を利用しています。国内の人工林の木材を利用しており、指定された地域の木材を利用すること（地域産材利用）も積極的に行っています。製品の製造や施工については自社で一貫して行う方法と、地元事業者様と協力しながら進める方法も行っています。このように柔軟に事業をすすめることができることも、木の良さのひとつだと考えています。



【出典】1) Ikei et al. (2016) J Wood Sci 62:568-572, 2) Joung et al. (2014) Adv Hortic Sci 28:90-94, 3) 恒次他（2016）森林総合研究所第3期中期計画成果集 :30-31

4) Ikei et al. (2017) Int J Environ Res Public Health 14(7):801, 5) Ikei et al. (2018) Int J Environ Res Public Health 15(10):2135,



施工事例：医療施設

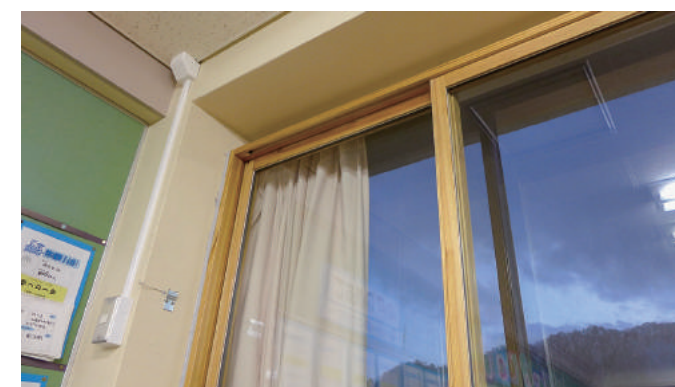


埼玉県立小児医療センター  
子どもの集中治療室の窓に対する結露対策として採用されました。FIXタイプでブラインドを配備しています。

施工事例：学校施設



板橋区立 板橋第二小学校  
配管部分をFIXパネルとしました。内倒しタイプの窓も取り付けています。  
それ以外の部分には欄間を設けずに一枚の大きなサッシ W930×H1780mm で作成しました。



豊岡市立 竹野南小学校  
欄間を設けない大きなサッシで作成したタイプです。  
W890×H1880mm  
既存のカーテンをキャビティ内に納めることで  
夏季の熱を室内に取り込まないようにしています。



施工事例：福祉施設



特別養護老人ホーム 福柳苑  
24時間空調が必要となる福島県の福祉施設で、省エネや断熱・結露対策として採用されました。腰壁などと色を合わせることで、あたたかみのある空間を作っています。塗料にはドイツリボス社の自然健康塗料を利用しています。木材をしっかりと保護しながら、木材の手触りや木目を損なわない仕上がりです。

施工事例：庁舎施設



兵庫県丹波県民局庁舎  
丹波産ヒノキ材を使ったタイプです。スギ材とは違った表情で、明るく温かみのある空間を作ることができました。職員の方々からもご好評いただいております。



岩手県庁  
既存の壁に合わせて、岩手県産スギ材を、リボス自然健康塗料で着色塗装しました。



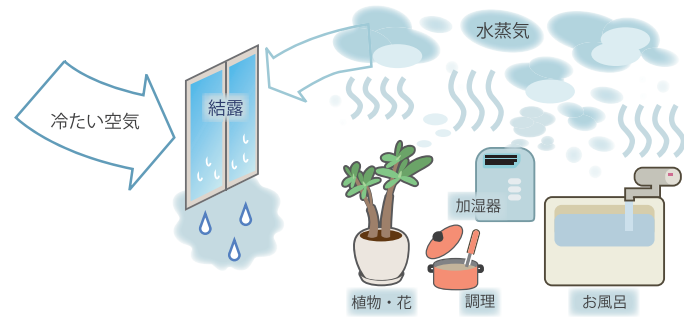
## 結露の話

窓に発生する「結露」は、窓枠やガラスを水滴で汚すだけでなく、病気やアレルギーの一因となり、また家具や建物の寿命を縮めます。結露について、また結露を予防する方法について、ご説明します。

### 結露発生のプロセス

結露の正体は、室内の空気に含まれる「水蒸気」です。では、結露はどのようなときに発生するのでしょうか。

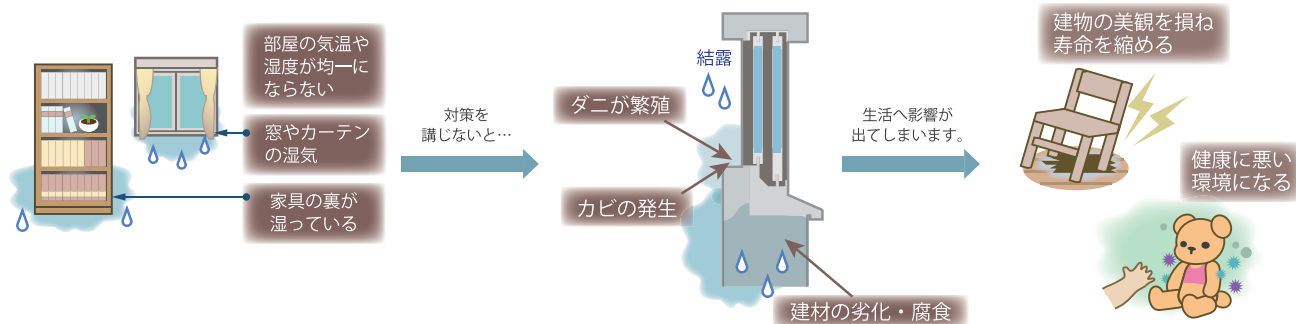
室内で水蒸気が発生する  
↓  
冷たい外気が窓の表面温度を下げる  
↓  
水蒸気を含んだ室内の空気が窓に触れる  
↓  
窓の表面温度が、露点温度\*より低い時、  
窓の表面に結露が発生します。



\*室内の空気に含まれる水蒸気は、温度が一定以下になると結露しはじめます。その温度を「露点温度」といいます。

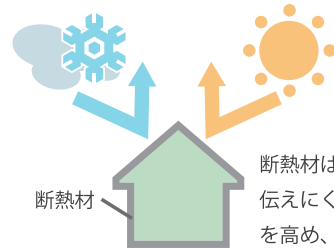
### 結露が引き起こすさまざまなトラブル

結露は、私たちの健康や室内環境・建物にさまざまなトラブルを引き起こします。結露が引き起こすトラブルの例を挙げてみましょう。



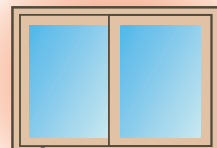
### 結露を抑えるための方法

#### 1 建物自体の断熱化



断熱材は、外気の冷たさや熱を室内に伝えにくくします。冬は建物の保温性を高め、結露を抑えることができます。

#### 2 断熱窓の使用



窓を断熱化することで外の冷気が室内に影響しにくくなります。室内側の窓の表面温度の低下を抑制し、結露発生を防ぎます。

#### 木製をおすすめする理由

窓で最も結露しやすい場所はアルミニウム枠の部分です。この部分に断熱性が高く、調湿の機能も持った「木材」を利用することによって、より結露しにくい窓をつくることができます。

## 省エネ効果

### 夏季の冷房の稼働時間と室内温度に関する試験結果

弊社の会議室で、高機能木製内窓システム- Nagomi - を設置した状態と設置しない状態を比べて、夏の室温に対する効果について実験を行いました。

室温が設定温度の25℃になるまでの冷房の稼働時間について、設置した状態では60分、しない状態では210分で、稼働時間を150分減らせることがわかりました。

続いて冷房を切ってから室温が30℃にまで戻る時間を測定したところ、設置した状態では140分、しない状態では60分でした。

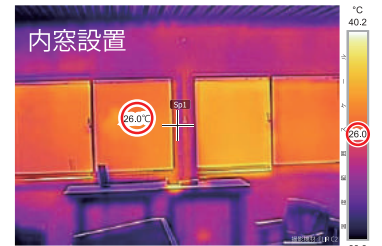
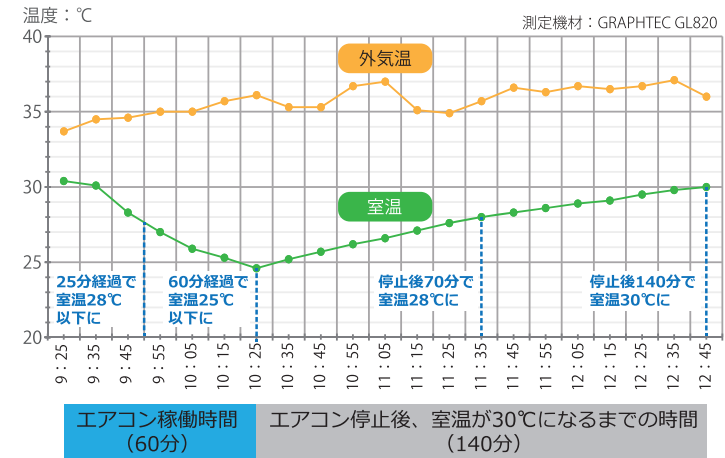
2018年4月、学校環境衛生基準の改訂が行われ、室内温度基準が「10℃以上、30℃以下」から「17℃以上、28℃以下」に見直しが行われました。この、28℃に戻るまでの時間について調べました。設置した状態では約70分維持しましたが、しない状態では約25分経過した時点で28℃以上になってしまいました。



(試験場所) 床面積 48.8㎡ 開口部面積 15.6㎡

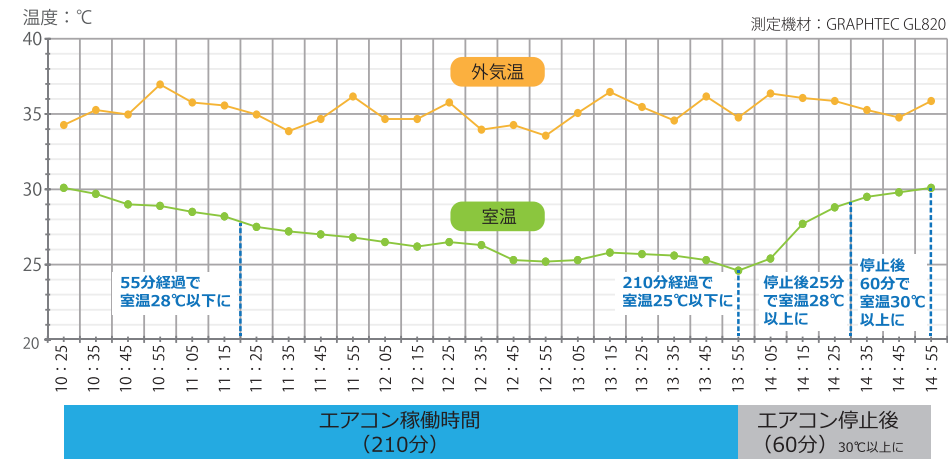
- Nagomi - 設置後 優れた断熱効果が実感できます。

冷房の稼働時間を  
**大幅に  
減らせます**



室温 25℃の場合、ガラスの表面温度 26.0℃

一般的なアルミサッシ 冷房が効きにくく、外気温の影響を受けてしまいます。



室温 25℃の場合、ガラスの表面温度 34.0℃

この部屋 (約48.8㎡) の場合、Nagomiを設置することで、エアコンを1時間稼働させて1時間停止を繰り返すことでも室温28℃以下を維持できます。設置しなかった場合は、ほぼ全ての時間稼働させなくてはなりません。