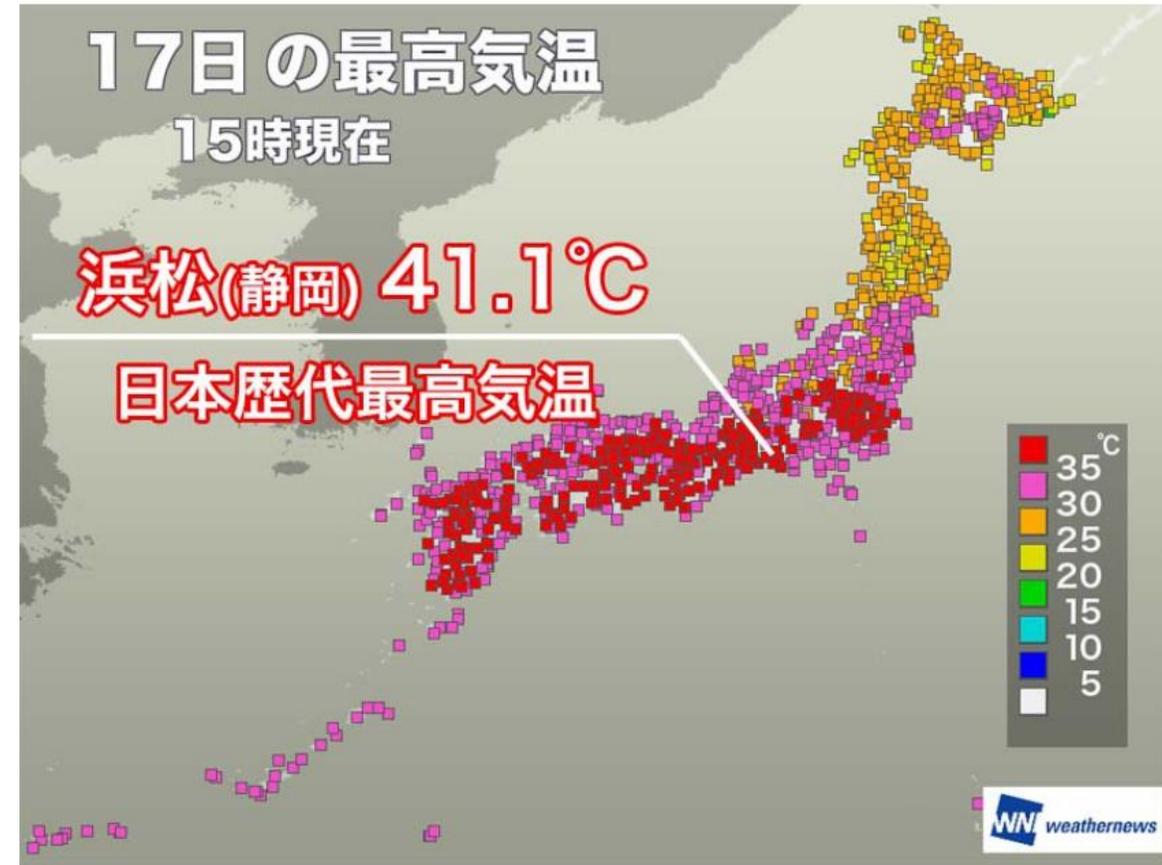


# だから夏デコス、3つの理由

# 地球温暖化と在宅勤務



浜松市で41.1℃の日本歴代最高気温  
東京、大阪など全国250地点超で猛暑日に



2020/08/17 15:08 ウェザーニュース

近年、地球温暖化の影響から夏の暑さは異常です。

外気温が体温より高い日が続き、家の中でも輻射熱などで熱中症になる人が増加しています。

「今一度、家の作りやうは夏をむねとすべし?!」

断熱材の基本は冬の寒さを防ぐことですが、ゼロエネやZEH、外皮計算などから夏の暑さ対策へ、年間を通じて快適な温熱環境と燃費が具体的に求められるように。

さらには、局所ではなく全館空調が普及してきました。

また別の話では、コロナ禍で在宅勤務が増え、今までいなかった時間に人が家に居ることで自宅の温熱環境や音の問題が多く露呈しました。

特に夏、冷房時間の拡大と内外温度差から、夏型結露が多発し問題となっています。

# 問題

実は断熱材、熱伝導率だけじゃないんです！

夏デコス、何か違う？

では、デコスの家はどのようなのか？

断熱材の性能は、「熱伝導率」だけで評価され、外皮計算に使われています。

しかし、現実には断熱材の素材特性によって熱伝導率以外の評価が変わってきます。特に体感が。

「デコスの家は他と何か違う」、これは特に梅雨時期から夏によく聞かれる声です。それは、住まい手だけでなく、建築中の大工、電気、屋根などの職人さんからも。

「夏に強い断熱材、デコス」=「夏デコス」。

「他の断熱材の家と何か違う」と言われる理由、実は3つ。

「素材」「ノウハウ」「体感」、この3つから考えてみます。

# 答え

## 夏デコス、何か違う 3つの理由

### 素材

1. 素材の持つ特性  
= 調湿性(水) × 蓄熱性(熱)

### ノウハウ

2. 素材を活かすノウハウ  
= レシピ(設計・施工)

### 体感

3. 湿度が下がる心地よさ  
= 不快指数改善(体感)

## ① 素材の持つ特性

- 調湿性(水)
- 蓄熱性(熱)

# 素材 調湿って何？

湿気(水蒸気)を吸って、ためて、吐くこと？

調湿 = 吸湿 + 蓄湿 + 放湿  
(吸放湿特性) (除湿)



私たちは、デコスの特長で「調湿性」という言葉をよく使います。

「調湿とは、湿気を吸って、ためて、吐くこと」と簡易的に説明しています。

ここで、**湿気とは水蒸気のこと。**

水の分子の4/10万分の大きさと言われ、非常に小さく目に見えません。

よく、「呼吸する壁」という言葉も聞きますが、その呼吸とは調湿性を示していることが多いようです。

セルロースファイバー断熱材の原材料約80%が新聞であり、その新聞はもともと木から作られています。

そのため、自然素材の「木」本来の特長である「調湿性」を、デコスは同じく自然素材の特性として持っているのです。

ゆえに、「**木の家には木質繊維系セルロースファイバー断熱材**」。

それは、「**自然の理**」にかなったとても相性のよい**選択**になるのです。

# 例：濡れた靴を早く乾かす方法

新聞紙を丸め、濡れた靴の中に入れて、風通しのよいところに置いてください。湿気を吸った新聞紙は、数回取り換えてください。

その新聞紙は、乾かすとまた使えます。簡単に言うと、この新聞紙のはたらきが「調湿性」なのです。



# 素材 調湿のメカニズム

木は吸湿・放湿性に富んだ材料で、湿度が高くなると湿気を吸収し、湿度が低くなると湿気を放出して、周囲の湿度が一定になるように自動調節する能力を持っています。材料の吸放湿性が、空間の相対湿度の変動を緩和させるように作用するこのような性質を「調湿効果」と呼びます。

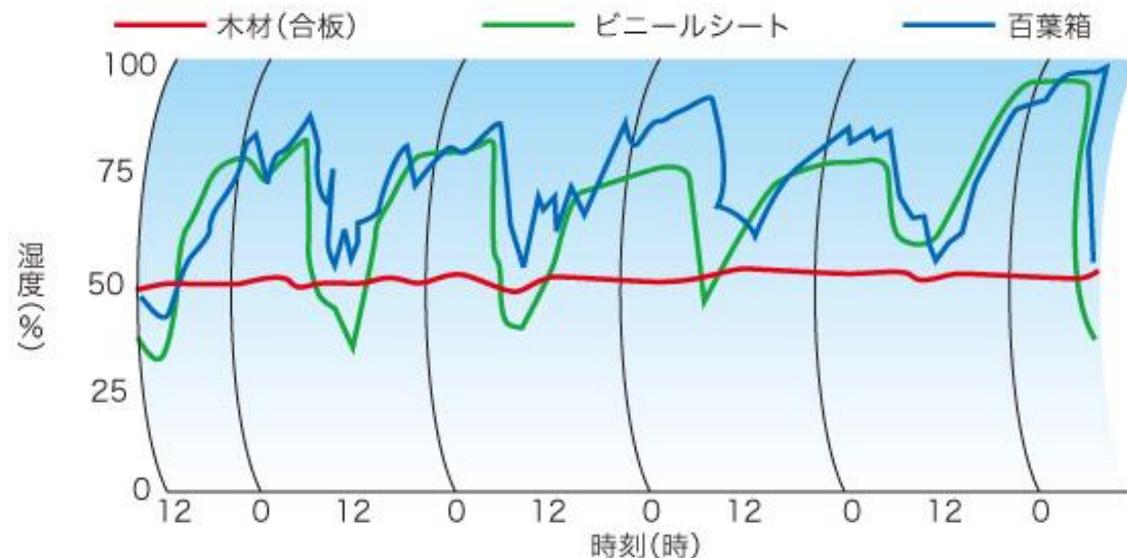
主な成分であるセルロースやヘミセルロースの中に、水分子を引き寄せる部分(水酸基)があります。

この部分に水がついたり離れたりすることで、木材は調湿機能を有します。

つまり木材には、周囲の温湿度に応じて、ある決まった量の水分を取り込む性質があるのです。

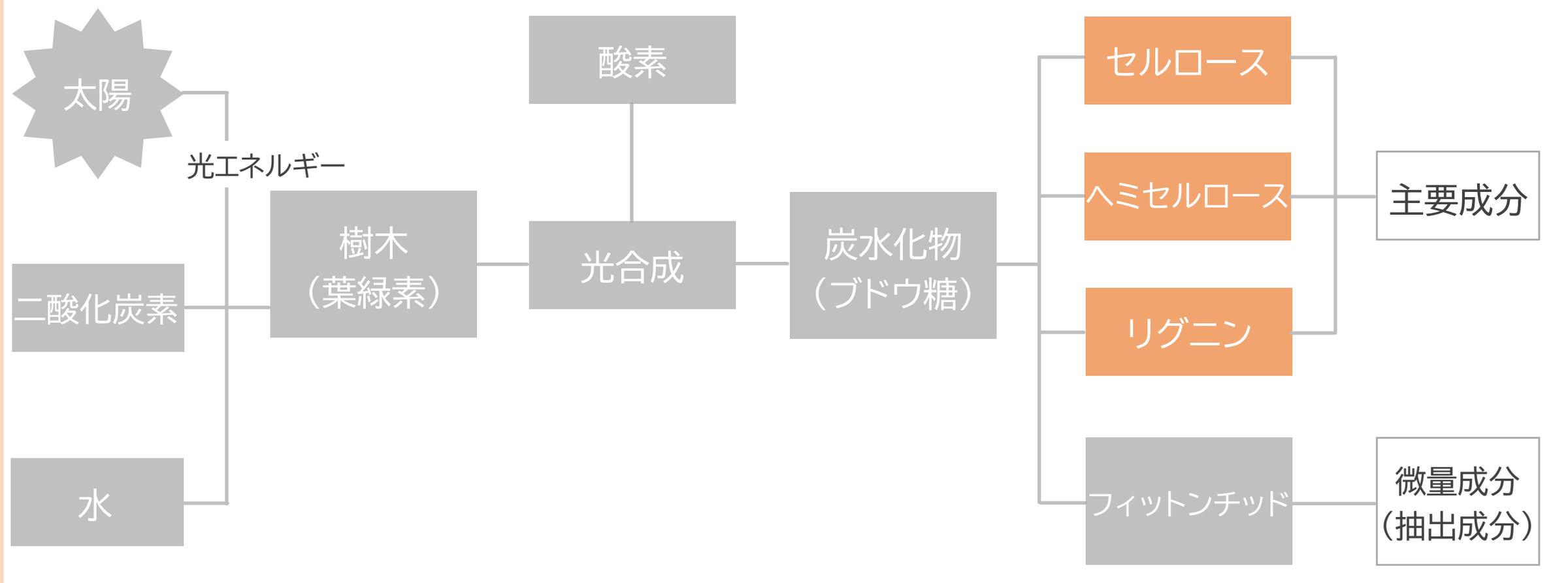
このため、無垢の木を多く使った木の家では、部屋の湿度変動を抑え、結露も少ない快適で健康的な空間を作り出すことが出来るのです。

内装の違いによる住宅内の湿度変化



(資料：則元京 他 木材研究資料 No.11,1977)

# 木の構成成分



光合成と木の構成成分

出典: World Wood

植物は光合成によって、無機物から有機物を作り出します。

葉の気孔からCO<sub>2</sub>を取り入れ、根から水を吸い上げ、葉緑素の働きと太陽の光エネルギーを利用して、ブドウ糖を作り酸素を放出します。

さらに、このブドウ糖を基にして、二次的に様々な成分を作り出します。

これらの成分は、樹木の生命を維持するために重要な働きをします。

樹体を形成するための成分としてセルロース、ヘミセルロース、リグニンがあります。

## セルロース

セルロースは、木材のみならず、草本、種毛など広く高等植物の構成成分で、地球上に最も多量に存在する天然有機化合物でもあります。主に細胞の二次壁部分(細胞壁の主要部分)に存在し、樹木を支える役割を果たしています。

リグニンは、特に細胞間に高濃度で存在し、細胞壁と細胞壁をくっつける役割を果たしています。

## ヘミセルロース

植物細胞を構成する多糖のうち、セルロースとペクチン系多糖を除いたものをヘミセルロースといい、セルロースと同様に、主に二次壁部分に存在します。

複数の単糖からなる複合多糖であり、その構造は針葉樹、広葉樹についてそれぞれ特徴的なものとなっています。

## リグニン

リグニンはシダ類以上の高等植物に特徴的に存在する芳香族高分子化合物で、細胞壁内および細胞壁間に沈殿し、細胞同士を癒着しています。

木が堅いのはリグニンが含まれているためで、紙はリグニンを除去して作ります。

木はよくコンクリートの建物に例えられます。

セルロースは鉄筋のような役割をして縦方向を維持し、ヘミセルロースは鉄筋と鉄筋を繋ぐ針金のような働きをしています。

リグニンはコンクリートのようにセルロース、ヘミセルロースをしっかりと固めています。

# 水素結合

木材は、主体となっている構成物質が炭水化物であるために、水の分子を水素結合という比較的強い力で結び付けることができます。

水素結合とは？

水の分子は $H_2O$ です。

その構造は酸素原子に水素原子が2個付いて、二等辺三角形をつくっています。

その3つの頂点は静電的に中性ではなく、水素原子はプラス、酸素原子はマイナスに帯電しています。

一方、木材の炭水化物にはたくさんの水酸基( $-OH$ )や酸素原子( $-O-$ )があって、その酸素原子もマイナスに帯電しています。

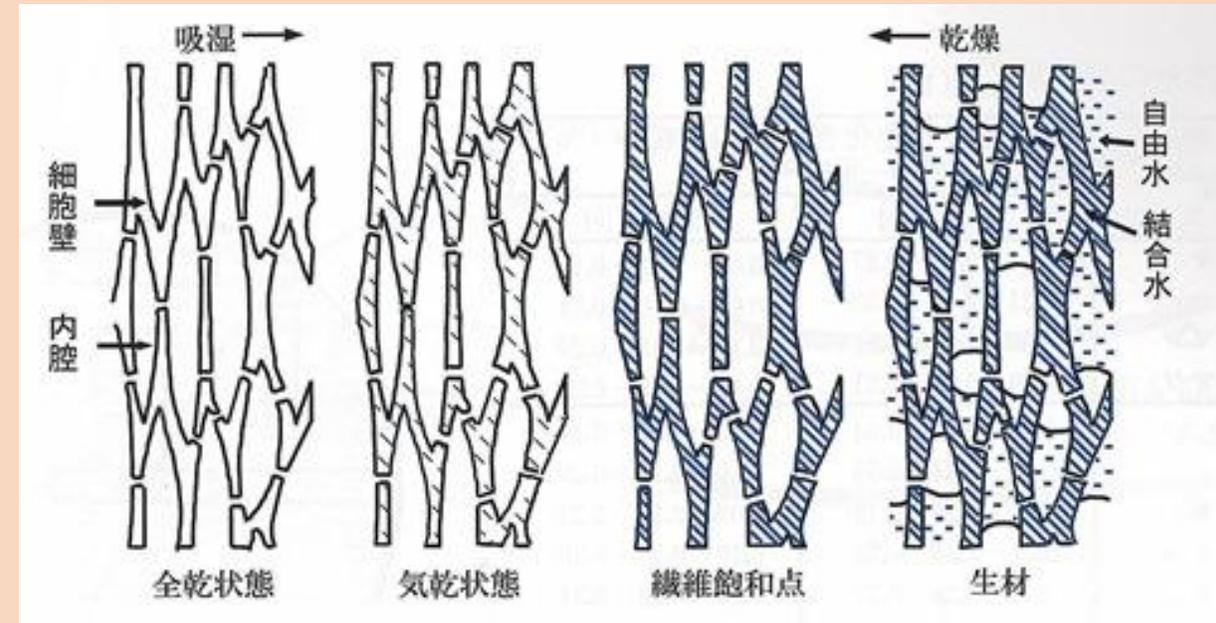
そのため、水の分子のHや水酸基のHを仲立ちに電気的な引力が働くのです。

# 自由水と結合水

木材中には存在部位と存在形態の異なる2種類の水分が含まれています。

一つは水素結合していない**自由水**と呼ばれ、細胞内腔や細胞壁のすきまにある水で、重量の増減以外はあまり木材の性質に影響を及ぼしません。

もう一つは**結合水**と呼ばれるもので、木材細胞壁の木材繊維などと水素結合している水分で、木材の膨張・収縮あるいは強度特性に大きく影響します。



木材中の水分

## 「木材＝細胞壁＋水＋空気」

という式が成り立ちます。

最後の空気は、細胞腔や細胞壁中のすきまにある空気です。

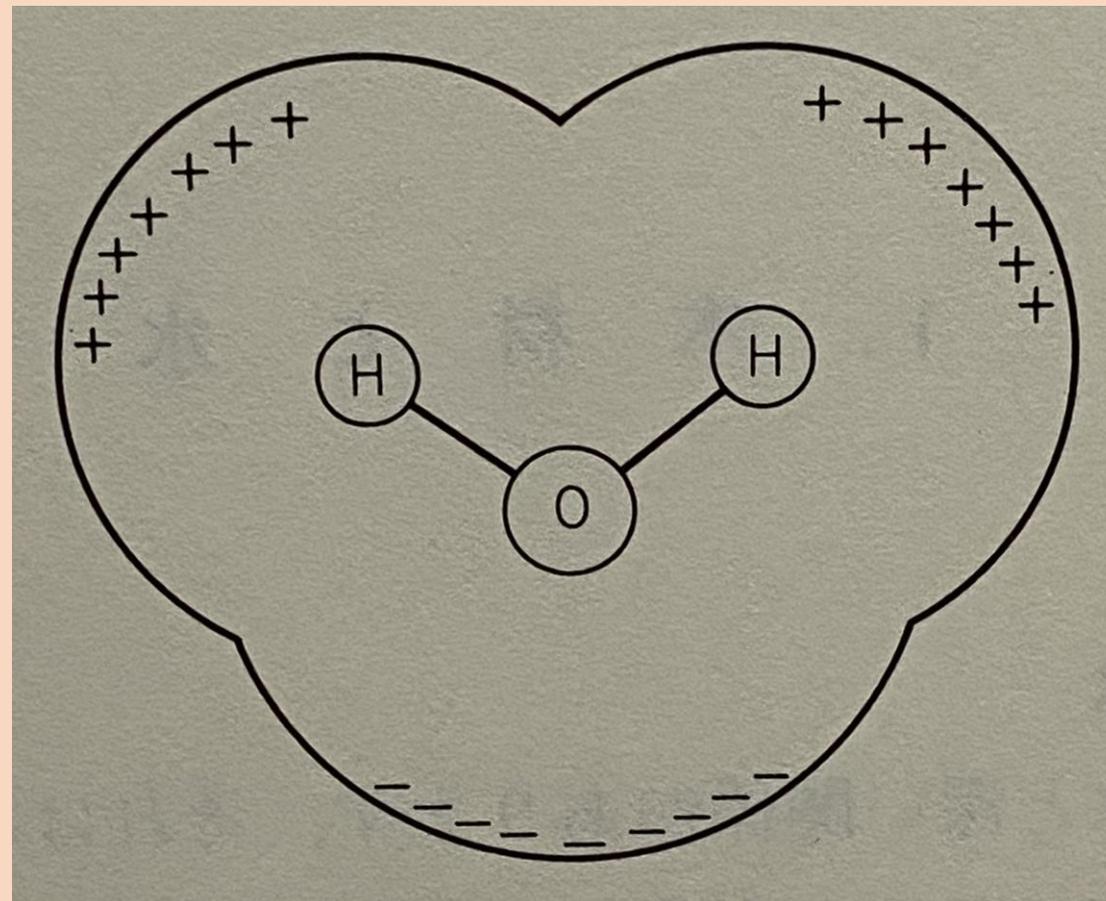
出典：「森林研究所たより」

木材と水分について

(林業にいがた2013年8月号記事)

「木材のおはなし」

岡野健



水の分子、水素分子はプラスに帯電している

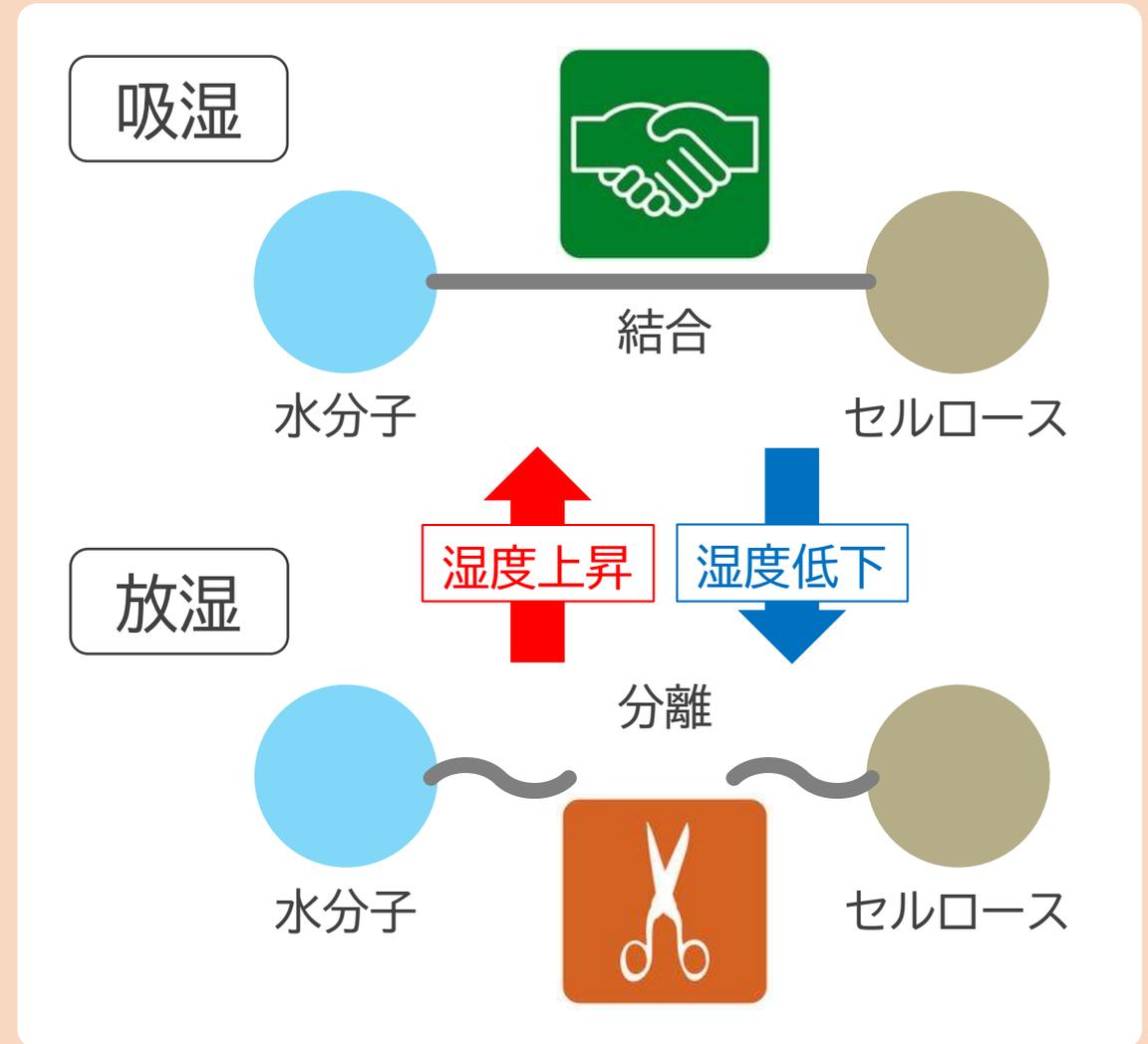
## 木質繊維系のセルロースファイバー断熱材

は、原材料の約8割が新聞紙。

新聞紙の原材料は木材であるため、その組成から木と同じ「調湿機能」を持っています。

空気中の湿度が変化する時、結合水の結合や分離が生じることで吸放湿します。セルロースは、水分子と分子結合することにより結合水を蓄え、自由水を留め置く機能があります。

この機能によって、湿気を吸ってもすぐに結露することなく調湿することが出来るのです。

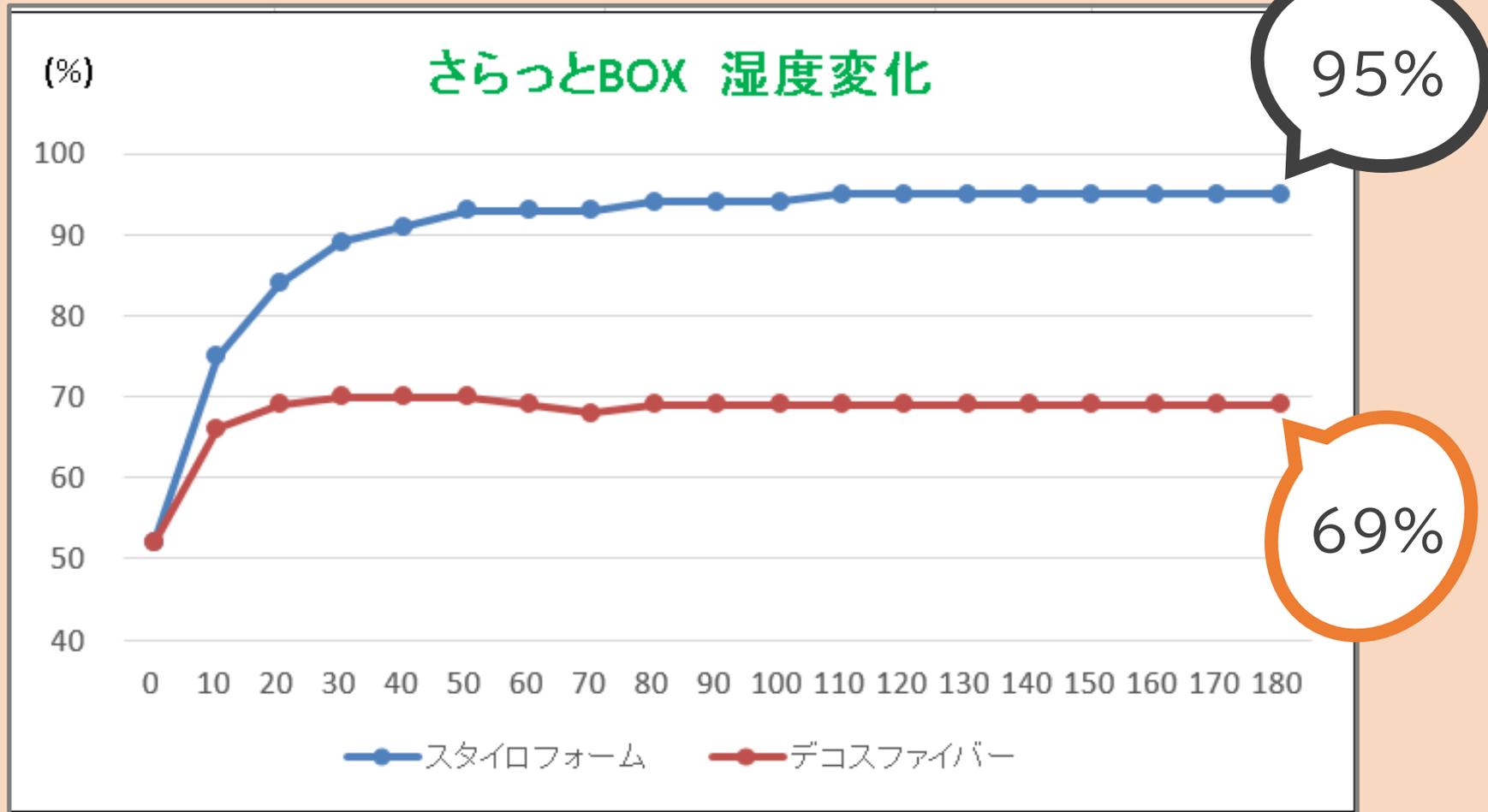


# 吸湿簡易実験



水の入ったビーカーを入れ、密閉して湿度の変化を調べます。  
写真は計測開始から約10分後。

180分間の計測終了時にはこんなに差が出ました。



木質繊維系断熱材のデコスファイバーには木特有の調湿性能があるため、湿気を吸っていることが分かります。

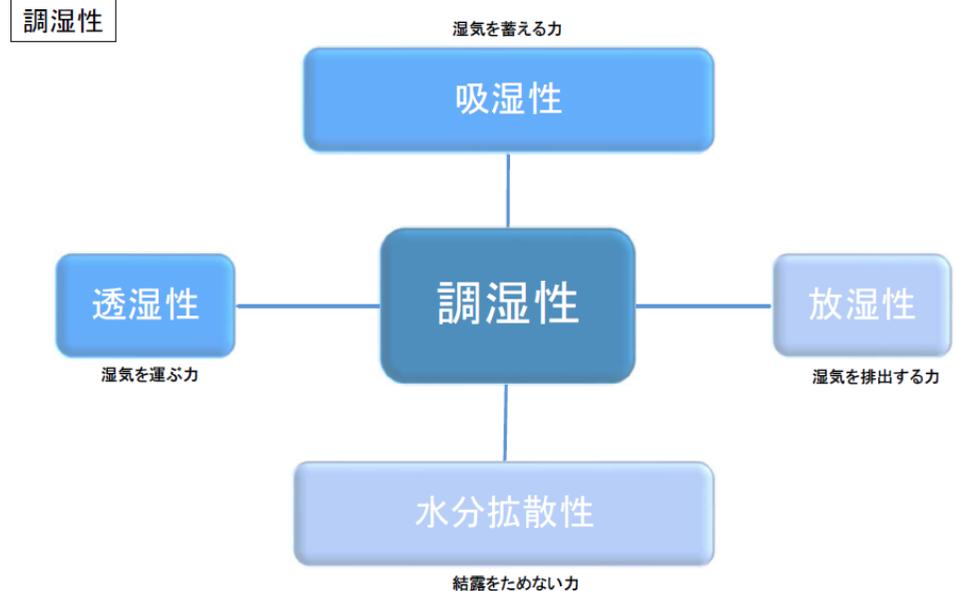
## WUFIから考える セルローズファイバー断熱材の可能性

フラウンホーファー建築物理研究所  
田中 絵梨

Building on knowledge



### セルローズ断熱材の特徴



温度湿度非定常同時解析ソフト「WUFI」を開発した、ドイツ・フラウンホーファー建築物理研究所・田中絵梨氏の講演資料にはこうありました。



調湿性 = 吸・放湿性 + 透湿性 + 水分拡散性

蓄える・排出する

運ぶ

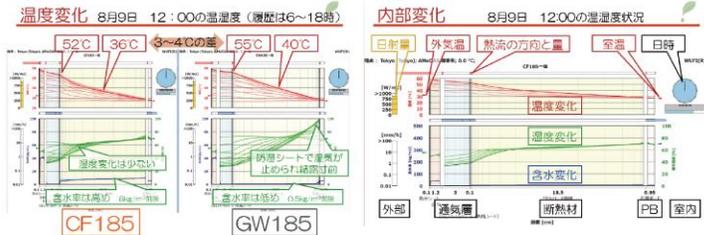
ためない

調湿性とは、「蓄える・排出する」だけではなく、「運ぶ」、さらには「ためない」機能までをいう  
そうです。

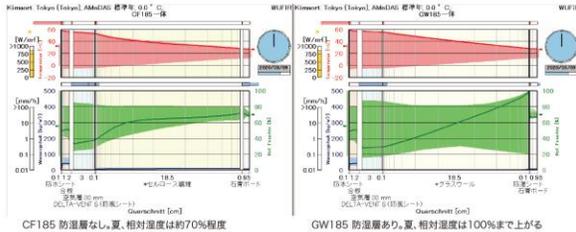
この言葉の定義により、セルローズファイバー断熱材の持つ調湿性がWUFIのシミュレーションにより説明出来るようになります。

# 素材 容積比熱

図② WUFIを用いて検証したCFの容積比熱による優位性



図③ WUFIを用いて検証したCFとGWの相対湿度比較データ



フランホファー建築物理研究所が開発した、温度湿度非定常同時解析ソフト「WUFI」。多層構造の建築部位の中の熱と湿度の挙動を、自然の気象条件下で計算出来る。

夏季の屋根表面は、日射量が多い日には1日で40℃近い温度変化がある。しかし、冬季の屋根表面は夏ほどの変化はない。外気温度変化が少なく容積比熱はそれほど影響しない。そこで、セルロースファイバーとグラスウールの屋根断熱(構成: 針葉樹合板12mm + 通気層30mm + 断熱材185mm + PB9mm)にて、温度と湿度を3年間シミュレーションし、比較した(図②)。

その結果、夏季の天井面では、同じ断熱性能でもグラスウールに比べてセルロースファイバーの方が2℃程度低く、変化が緩やかであることが分かった。

辻准教授は、「夏季の最高温度2℃前後の差は、体感としても非常に大きい。これは、半袖短パンと長袖長ズボンほどの差になる。冷めにくい、特性もデータを見ると最低温度の差はわずかで、不利になるほどではない。この結果は、明らかにセルロースファイバーの温熱環境が優位であることを示している」と説明する。

また、年間を通して、調湿効果により壁体内の相対湿度が安定していることもメリットの一つである。

- まとめ**  
**セルロースファイバーの特徴**
- 夏季の40℃近い温度変化が1日で繰り返されると、GWに比べて10～30%程度熱流入が少なくなる
  - GWに比べて総じて温度の振幅が少ない(夏を通して、中に熱が入りにくく、入った熱も出にくい)
  - 空調時は、天井表面温度の差は出にくい
  - 通風状態だと、天井面で2℃程度の差がつく日も出てくる(2℃は意外と大きな差)



**心地よさは 熱伝導率によるものだけではない**

一般的に断熱性能の評価は、「熱伝導率」が用いられている。しかし、熱伝導率が同じ断熱材区別の断熱材を同じ厚さで壁体内に施工しても、断熱材の種類により室内の温度や湿度に明らかな差異が生じることがある。

とくに顕著な差異を生じるのが、セルロースファイバー断熱材とその他の断熱材を一定の厚さで施工し比較したケースだ。デコス 断熱材事業部長、O.F.I.C.E.所長の田所憲一氏は、デコスファイバーを施工した住宅では、「夏、家に帰って来た時もムッとしていない。採用施工」(小原裏の書き明)から他に他の断熱材と違う(屋根工事業者)「空気がさわやか(採用施工)」など、アンケート結果でも体感による

評価が高いという。

「デコスファイバーを施工した住宅では、外の気温変化が室内の温度に影響を及ぼしにくい。これは、同程度の熱伝導率を持つグラスウール断熱材などを施工した住宅では体感出来ない、セルロースファイバー断熱材が持つ独自のメリットであると自負している。

今まで、断熱性能の評価と体感に差があることに疑問を感じていた」と話す。

**断熱材の容積比熱による違いが温熱環境に影響と仮定**

なぜ、同程度の断熱性能でも断熱材の種類によって住まい手を感じる心地よさに差が生じるのか。心地よさのメカニズムを探るため、デコスでは「容積比熱」に着目した。容積比熱とは、物質1%の温度を1度上げるために必要な熱量を表す「比熱」と「密度」を

かけあわせた数値。断熱材によって容積比熱に差異があることが室内の温熱環境に影響があると考えた。

例えば、セルロースファイバーとグラスウール16Kと比較すると、セルロースファイバーとグラスウール16Kの容積比熱は約7.7倍もの開きがある(図①)。

つまり、同じ温度を上げようとする、セルロースファイバーはグラスウール16Kの約7.7倍の熱量が必要で、その差はセルロースファイバーに蓄えられることで室内まで熱が入りにくい。

そこで、デコスでは岐阜県立森林文化アカデミー・辻充孝准教授と共同で、シミュレーションによる断熱材の性能検証を行った。用いたのは、ドイツの

図① CFとGWの性能比較

	熱伝導比率 (W/mK)	比熱 (KJ/kgK)	密度 (kg/m³)	容積比熱 (KJ/m³K)
CF55K	0.040	1.88	55	103.4
GW16K	0.038	0.84	16	13.44
CF55K vs GW16K	1.05倍	2.24倍	3.44倍	7.7倍

※断熱性能(GW(グラスウール)16Kは0.038、CF(セルロースファイバー)は0.040)日本の省エネ基準、GWについては、密度が16Kのまま、熱伝導率を0.040に合わせて計算を行う



岐阜県立森林文化アカデミー辻准教授は、「容積比熱に着目し、グラスウールとセルロースファイバーを比較、検証すると明らかにセルロースファイバーの温熱環境が優位であることがわかる」と話す

## セルロースファイバーの容積比熱による優位性を検証

熱伝導率に反映されない断熱材の蓄熱性を確認

セルロースファイバー断熱材メーカー「デコス」は、岐阜県立森林文化アカデミーの辻充孝准教授と、断熱材の蓄熱性能を表す「容積比熱」に着目した共同研究を実施した。グラスウール断熱材と比較して、セルロースファイバー断熱材が持つ調湿性に加え、「容積比熱の違いも住まい手を感じる心地よさに大きく影響を及ぼすことがわかった」。

前項では「調湿性」での湿気、いわば水の話をしました。

実はもう一つ、夏に強いセルロースファイバー断熱材の特長が「容積比熱」、いわば蓄熱性になります。今度は熱の話になります。

今までなんとなくしかわからなかったことが、容積比熱という考え方から今では具体的に説明出来るようになりました。

現在、断熱材は熱伝導率という熱の伝わりやすさを表す数値のみで性能が評価されています。

そもそも、原材料や特長の違うものを1つのものさしだけで評価することは困難です。しかし、多くが「熱伝導率がいいか、悪いか」「高いか、安いか」だけで判断されているのが現状です。

今までとは違う知識や公的な第三者による実測データ、シミュレーション、**ものさし=判断基準**を持つことにより、断熱材メーカーとしての情報提供はより進化したものとなりました。

# 素材 容積比熱

熱伝導率が同じでも、

容積比熱(=比熱×密度)の違いで

熱のためられる量が異なる

⇒比熱と密度が大きいと温度が変化しにくい

容積比熱の例として、デコスとGW16K、現場発泡ウレタンを比較してみました。

デコスの比熱は実測値、密度は現場での現実的な数値で計算しました。

GW16Kや現場発泡ウレタンは、IBEC公称値やメーカー公表値となります。

# 素材 容積比熱比較

## ●比熱を使った熱量の公式

$$\text{熱量(cal)} = \text{比熱} \times \text{質量(g)} \times \text{温度変化(}^\circ\text{C)}$$

DECOS60K	1.42kJ/kg $^\circ$ C
GW16K	0.84kJ/kg $^\circ$ C

### 【例題1】

DECOS60kgの温度を10 $^\circ$ C上げるのに必要な熱量を求めよ。

DECOSの比熱は1.42kJ/kg $^\circ$ C

$$\begin{aligned}\text{熱量} &= 1.42(\text{kJ/kg}^\circ\text{C}) \times 60(\text{kg/m}^3) \times 10(^\circ\text{C}) = (\text{kJ}) = 852 \times 0.239(\text{Kcal}) \\ &= 203.628(\text{Kcal})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1\text{cal} &= 4.184\text{ J} \\ 1\text{J} &= 0.239\text{cal}\end{aligned}$$

### 【例題2】

GW16Kの温度を10 $^\circ$ C上げるのに必要な熱量を求めよ。

GW16Kの比熱は0.84kJ/kg $^\circ$ C

$$\begin{aligned}\text{熱量} &= 0.84(\text{kJ/kg}^\circ\text{C}) \times 16(\text{kg/m}^3) \times 10(^\circ\text{C}) = 134.4(\text{kJ}) = 134.4 \times 0.239(\text{Kcal}) \\ &= 32.1216(\text{Kcal})\end{aligned}$$

$$\text{DECOS60K}:\text{GW16K} = 203.628:32.1216 \div 6.33:1$$

DECOS60Kを10 $^\circ$ C上げるには、GW16Kの6.3倍熱量が必要

# 素材 容積比熱比較

	比熱 (KJ/kgK)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	容積比熱 (KJ/m <sup>3</sup> K)
DECOS60K	1.42	60	85.2
GW16K	0.84	16	13.44
DECOS60K VS GW16K	1.69倍	3.75倍	6.3倍

# 素材 容積比熱比較②

## ●比熱を使った熱量の公式

$$\text{熱量(cal)} = \text{比熱} \times \text{質量(g)} \times \text{温度変化(}^\circ\text{C)}$$

### 【例題1】

DECOS60kgの温度を10°C上げるのに必要な熱量を求めよ。

DECOSの比熱は1.42kJ/kg°C

$$\begin{aligned}\text{熱量} &= 1.42(\text{kJ/kg}^\circ\text{C}) \times 60(\text{kg/m}^3) \times 10(^\circ\text{C}) = (\text{kJ}) = 852 \times 0.239(\text{Kcal}) \\ &= 203.628(\text{Kcal})\end{aligned}$$

### 【例題2】

現場発泡ウレタンの温度を10°C上げるのに必要な熱量を求めよ。

現場発泡ウレタンの比熱は1.7kJ/kg°C

$$\begin{aligned}\text{熱量} &= 1.7(\text{kJ/kg}^\circ\text{C}) \times 16(\text{kg/m}^3) \times 10(^\circ\text{C}) = 272(\text{kJ}) = 272 \times 0.239(\text{Kcal}) \\ &= 65.008(\text{Kcal})\end{aligned}$$

DECOS60K:現場発泡ウレタン = 203.6281:65.008 ÷ 3.13:1

DECOS60Kを10°C上げるには、現場発泡ウレタンの3.1倍熱量が必要

DECOS60K

1.42kJ/kg°C

吹付け硬質ウレタンフォームA種3

1.7kJ/kg°C

1cal = 4.184 J

1J = 0.239cal

# 素材 容積比熱比較②

	比熱 (KJ/kgK)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	容積比熱 (KJ/m <sup>3</sup> K)
DECOS60K	1.42	60	85.2
現場発泡ウレタン	1.7	16	27.2
DECOS60K VS 現場発泡ウレタン	1.69倍	3.75倍	3.1倍

デコスは、容積比熱＝蓄熱性が高い。

いわば、「熱をためられる量が多い」。

これが数値として具体的にわかりました。

# Q: 熱が入ったら冷めにくい？

A: デコスは蓄熱性が高いため、熱が入ると冷めにくくなります。

ただし、夏も冬も熱の出入りする割合が一番大きいのは開口部です。

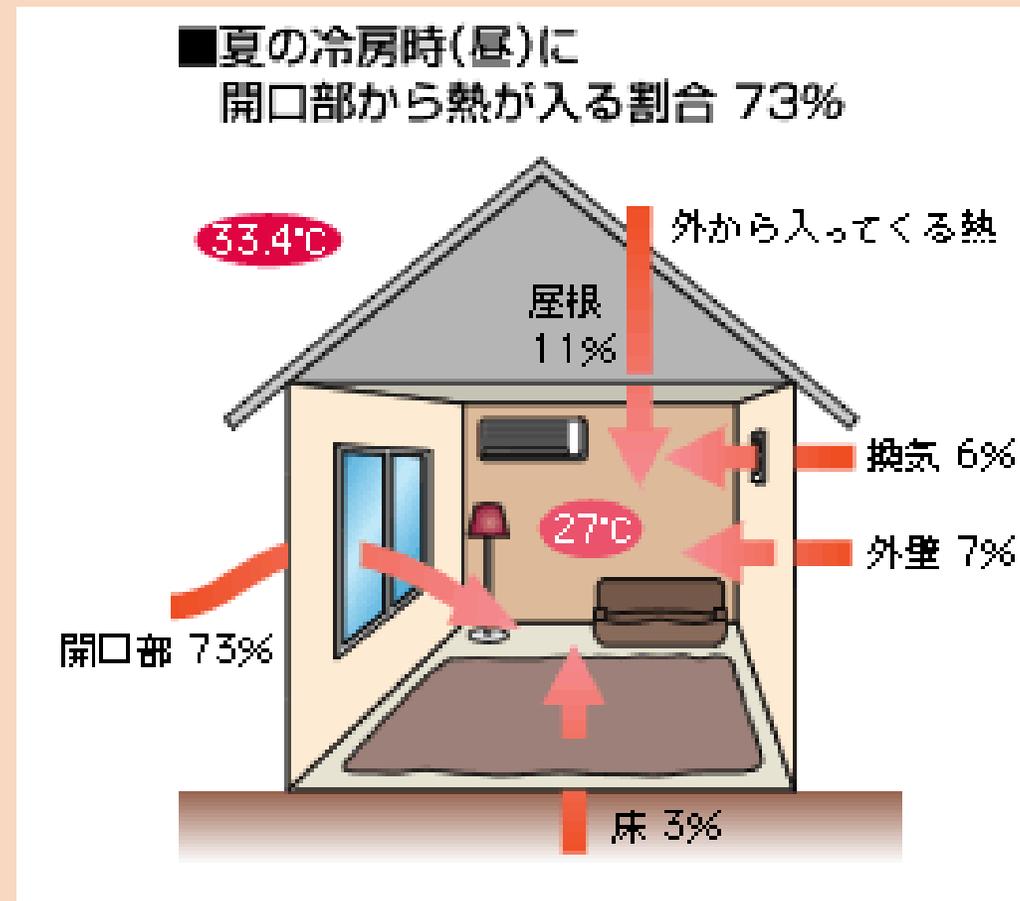
夏対策は、「開口部の日射遮蔽」が肝。

熱を入れないため、外付けブラインドなど屋外での日射遮蔽が効果的。

開口部から熱を入れ、室内側に蓄熱してしまつて本末転倒です。

最近のエアコンは性能がよく、夏場1日中高い温度で冷房した方が省エネに。

室内側が蓄冷されると、通常よりもさらに外からの熱の到達時間が遅くなります。



出典：一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会

素材 温度拡散率 = 熱伝導率 / 容積比熱 (比熱 × 重さ)

蓄熱過程の蓄熱と拡散の速度を示す値  
高い外気温が屋内に浸透する速さを示す



デコスはこの数値が小さい = 遅い

蓄熱効果は熱到達時間の遅さに影響  
日較差の大きい特に夏期屋根からの熱流入が抑制

出典: JCA・デコスセミナー2020  
「デコス WUFI搭載で見えてきたこと」  
岐阜県立森林文化アカデミー 辻充孝准教授

容積比熱がわかると、今度は「熱の伝わるスピード＝温度拡散率」が計算出来るようになります。



$$\alpha = \lambda / \rho C$$

$\alpha$  : 温度拡散率 ( $\text{m}^2/\text{sec}$ )

$\lambda$  : 熱伝導率 ( $\text{W}/\text{mK}$ ) = ( $\text{J}/\text{sec} \cdot \text{mk}$ )

$\rho$  : 密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$C$  : 比熱 ( $\text{J}/\text{kg}^\circ\text{C}$ )

# 素材 温度拡散率比較

	熱伝導率 (W/mK)	容積比熱 (KJ/m <sup>3</sup> K)	温度拡散率 (m <sup>2</sup> /sec)
DECOS60K	0.039	85.2	0.00045775
GW16K	0.045	27.2	0.00165441
DECOS60K VS GW16K	0.87	3.1倍	0.28倍

# 素材 温度拡散率比較②

	熱伝導率 (W/mK)	容積比熱 (KJ/m <sup>3</sup> K)	温度拡散率 (m <sup>2</sup> /sec)
DECOS60K	0.039	85.2	0.00045775
現場発泡ウレタン	0.036	27.2	0.00132353
DECOS60K VS 現場発泡ウレタン	1.08	3.1倍	0.34倍

デコスは、温度拡散率＝熱の伝わるスピードが遅い。

比較結果から、いわば「桁違い」。

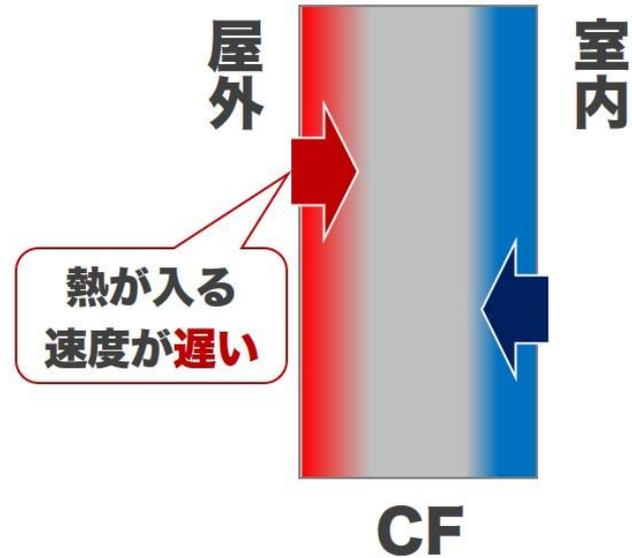
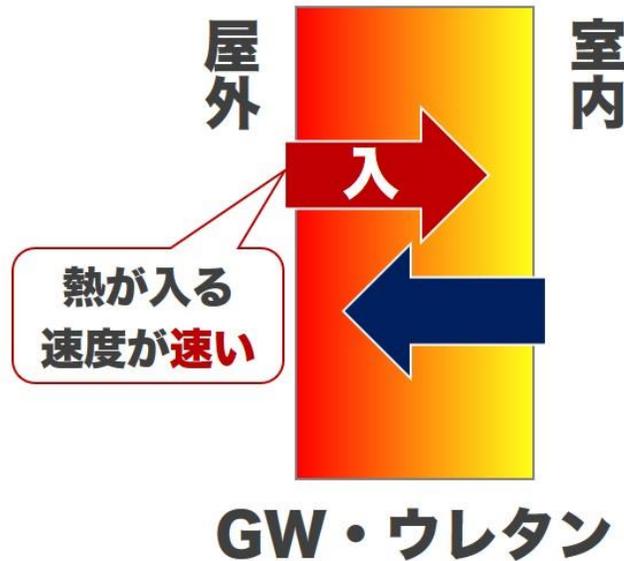
これが数値としてわかりました。

これまで施工時間が長い、材料が多い、重いなどのネガティブな面が多かったセルローズファイバー断熱材。

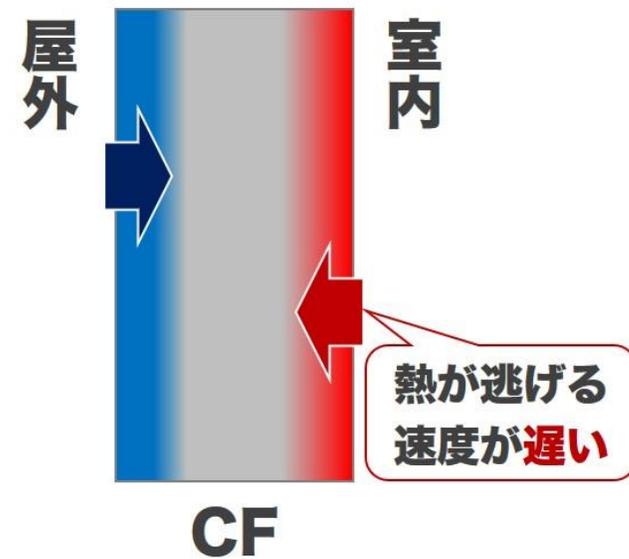
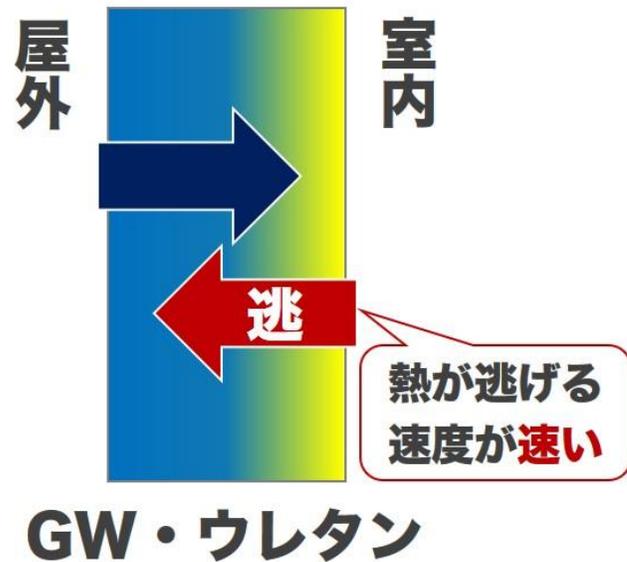
実は逆に、この使用量の多さとデコスを活かす設計・施工を行うことで、特に夏の屋根からの心地よい体感というメリットを生み出していたのです。

# 素材 温度拡散率比較イメージ

温度拡散率  
夏のイメージ



温度拡散率  
冬のイメージ



温度拡散率＝スピード比較イメージを図示します。

夏と冬の壁、セルローズファイバーとGW・ウレタンの比較です。

夏、熱は屋外から室内へ入ってきます。

GW・ウレタンは、そのスピードが速く室内に熱が入ります。

それに対して、セルローズファイバーはそのスピードが遅いため、室内に熱がなかなか入りにくくなります。

冬、熱は室内から屋外へ逃げます。

GW・ウレタンは、そのスピードが速く室内の熱が逃げます。

それに対して、セルローズファイバーはそのスピードが遅いため、室内の熱がなかなか逃げにくくなります。

そのスピードを言葉に例えると、GW・ウレタンは、「すーっと」。  
セルロースファイバーは、「じわじわ」と言ったイメージです。



この温度拡散率を比較するため、可視化する実験を行いました。

木の箱にそれぞれ断熱材を入れ、裏から電気ストーブで同時に熱を加えます。  
そして、表からサーモカメラで画像を撮ったものです。

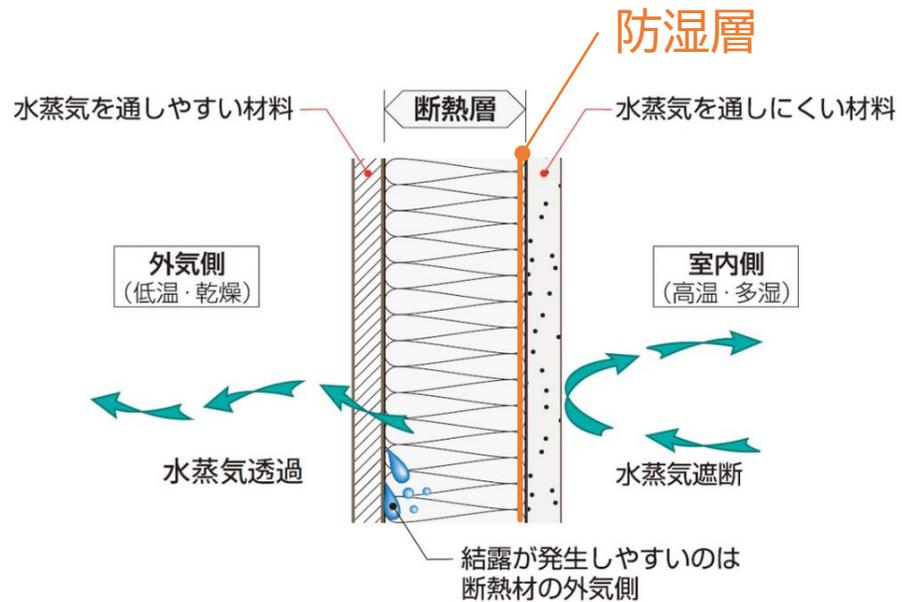
この実験例では、ウレタン > GW > セルローズファイバーの順で熱が表側へ伝わっていました。

ウレタンの状況から蓄熱して熱が広がっていることがわかります。

どの断熱材も同じように熱が伝わりますが、セルローズファイバー断熱材は蓄熱量が多く、このスピードが遅いため、外気からの熱伝達が緩やかになります。

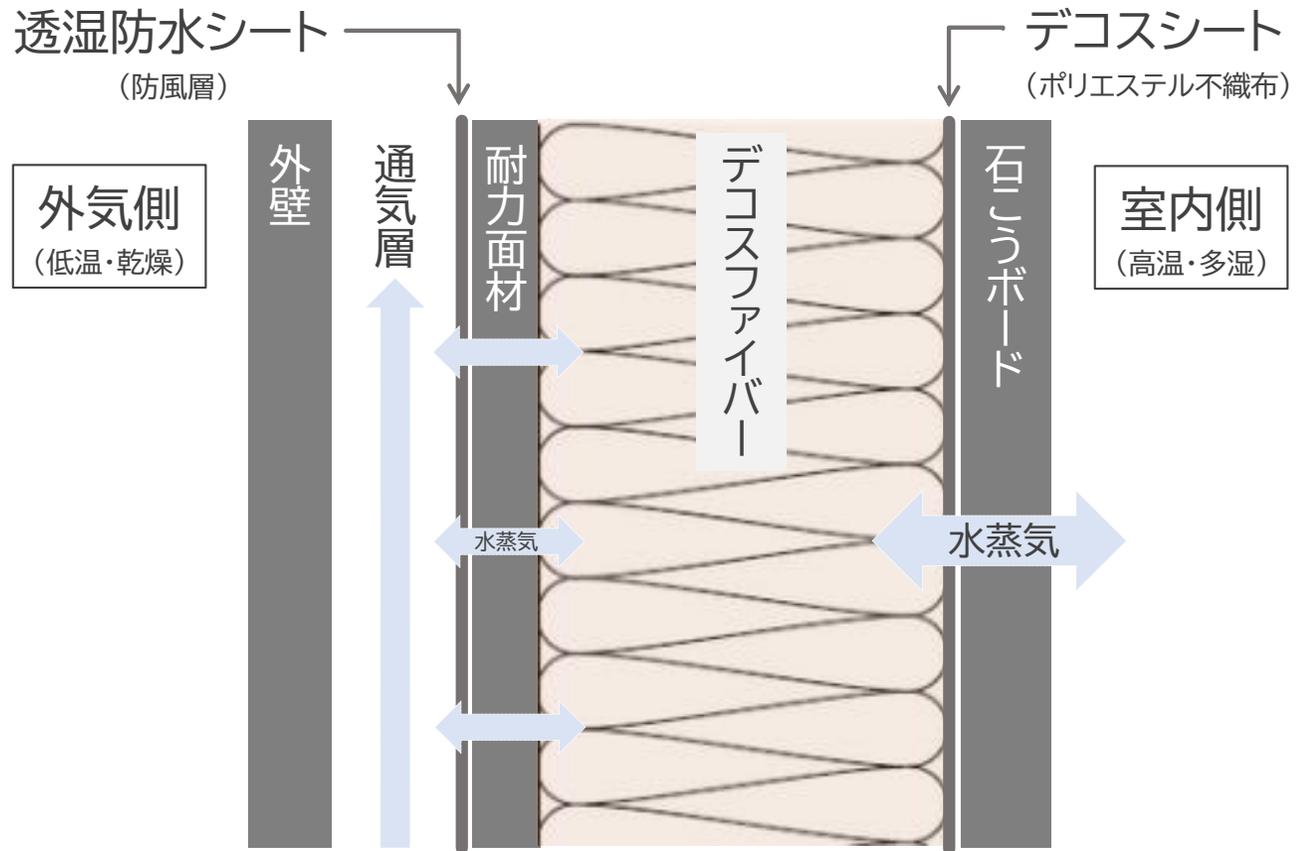
- ② 素材を活かすノウハウ
  - ・ レシピ(設計・施工)

# ノウハウ 防湿層の省略



壁体内の水蒸気の流れ(冬)

出典:住宅省エネルギー技術講習テキスト  
設計・施工編【全国(4~7地域)版】  
【第2版(令和3年3月)】  
(改正)平成28年省エネルギー基準対応



防湿層を省略した壁体の基本構成

結露は、温度が低いところに水蒸気が滞留すると発生します。

断熱材の外側は、外気に近い低温になるため、水蒸気の逃げ場が無いと結露が発生しやすくなります。

冬は、室内の水蒸気量が外気より多いので、水蒸気は常に室内から室外へ移動します。

躯体の基本的な考え方は、「室内側：水蒸気を通しにくくする、外気側：水蒸気を通しやすくする」。

そのためには、断熱層の室内側に防湿層を設けて、断熱層に室内の水蒸気が入りにくくし、また、断熱層の外側は透湿性を高くし、通気層を設けることで外気に水蒸気を通しやすくします。

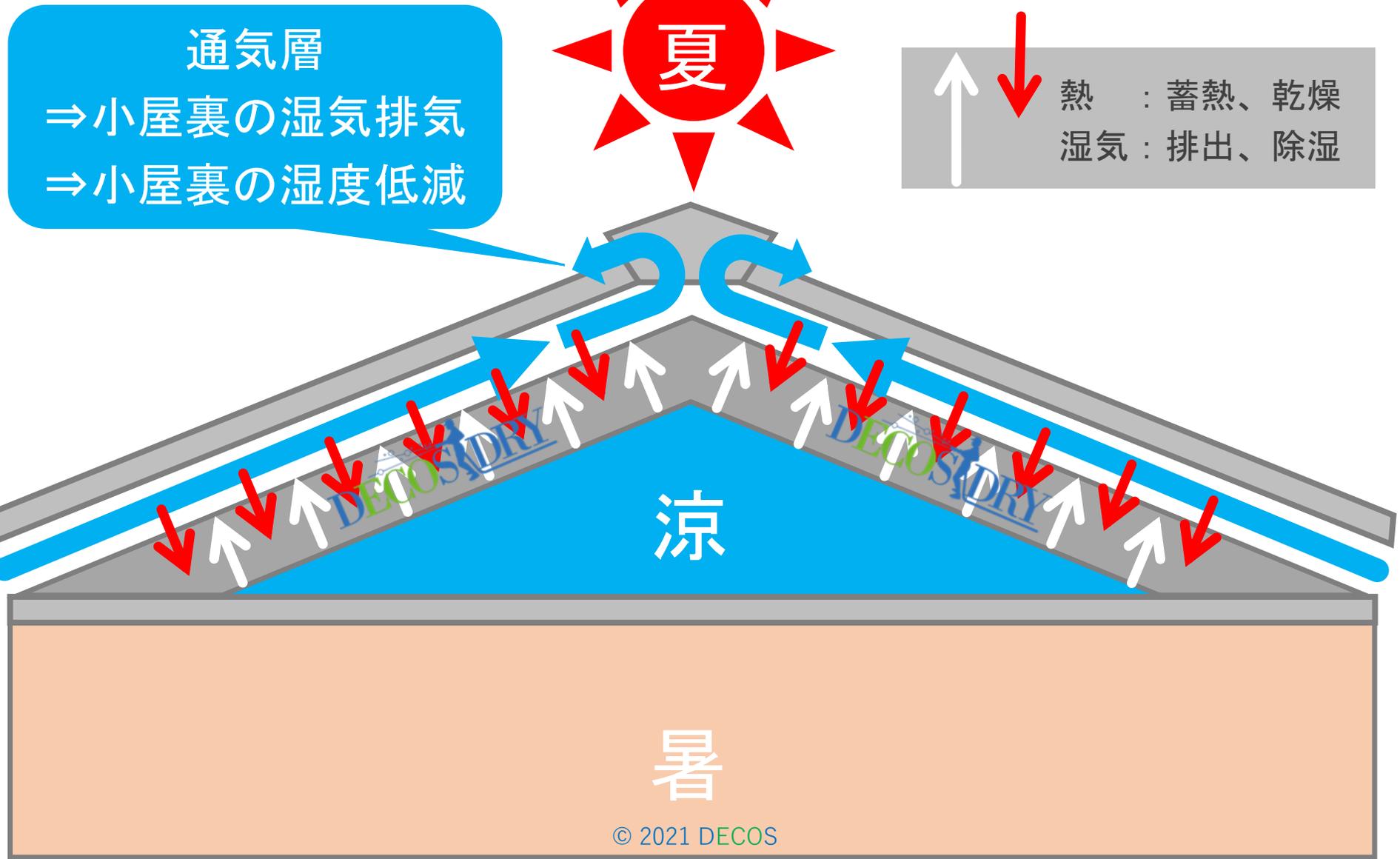
繊維系断熱材、グラスウール・ロックウール・セルローズファイバーは、透湿抵抗が小さいため、防湿層を断熱層の室内側に設けることが定められています。

その他、プラスチック系断熱材でも、吹付け硬質ウレタンフォームのうち、JIS A 9526のA種3に該当するものも同様に防湿層を断熱層の室内側に設けることが定められています。

これをデコスの場合は、木質繊維系セルローズファイバー断熱材の持つ調湿機能から、国の定めた「防湿層の省略」というルールに従い、物件毎に内部結露計算を行うことで結露判定を行い防湿層の省略を行っています。

「木質繊維系セルローズファイバー断熱材＋透湿抵抗の低い耐力面材＋通気層」

これが、調湿効果を生み出す壁体構成となり、住まい手の体感が変わるとともに、湿気を排出することで躯体の長寿命化につながります。



夏、太陽は南中高度が高く、屋根からの日射量が増えます。

屋根通気層がキチンと機能していれば、**通気層内の空気は上昇気流**で棟換気金物から自然排気され、**通気層内は乾いた環境**になります。

デコスが施工された屋根は、外から熱がじわじわ伝わってきますが、容積比熱が大きいためなかなか小屋裏まで到達しません。

一方、通気層が乾いているため、**小屋裏の湿気をデコスが吸湿し通気層へ放湿**します。

そうすると、小屋裏の湿度が下がり、いわばエアコンドライ運転のような状況が自然に起こります。

**「温度が上がらず、湿度が下がるため、不快指数が低下する」。**

これが、「夏に強い断熱材、デコス」のメカニズムです。

# 屋根モデル簡易実験



ガラスケースで密閉空間を作り、水を入れたコップを置きます。  
完全に閉じられた空間の相対湿度はHiの表示(95%以上)まで上がります。  
一方、デコスの屋根モデル  
(内側から、石膏ボード・デコスシート・デコスファイバー・ダイライト・透湿防水シート)  
は、吸湿と透湿によって、ガラスケース内の湿度はずっと70%以下で推移し続けています。

設置場所： デコス福岡OFFICE  
水： 無くなると追加

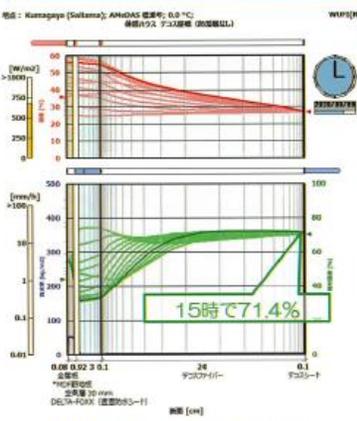


## 07 夏型結露を起こさない 透湿性を活かす屋根のつくり方

昨今の屋根断熱ブームに伴い、屋根や小屋裏での夏型結露が増えている。その対策として注目されるのがセルローズファイバーとMDF。前者についてデコスの田所恵一さん、後者について大建工業の大場正一さんに聞いた。

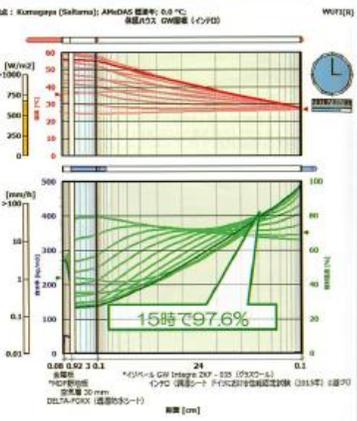
### 夏型結露のリスク (シミュレーション)

#### ①セルローズファイバー (防湿気密シートなし)

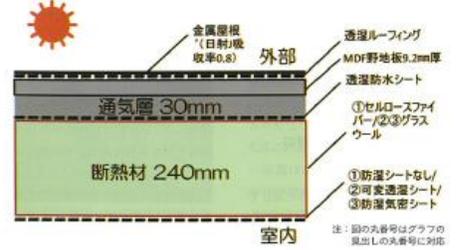


8月9日15:00の湿度 (履歴は6~18時)

#### ②グラスウール (可変透湿シート)



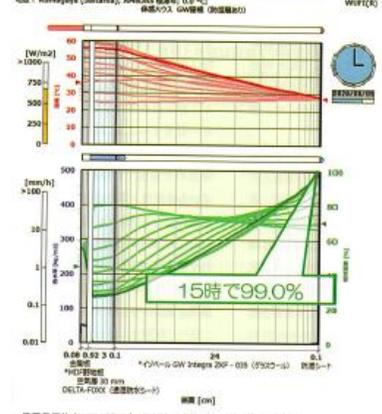
### シミュレーションの仕様



昨今、屋根断熱が急増している。一方で屋根通気などのセオリーが確立していないため、内部結露の被害が増えている。なかでも目立つのが、冷房で冷やされた室内や小屋裏で起こる夏型結露だ。

夏型結露対策として注目されているのがセルローズファイバーだ。この断熱材は吸放湿性（調湿性）を備えているため、1年を通じて安定した湿度環境を保つことができる。同じく周囲の湿度により水蒸気の通しやすさを変化させる可変透湿シートも注目されている。

#### ③グラスウール (防湿気密シート)



埼玉県熊谷市のアメダスデータを用いたWUFIによるシミュレーション



ルーフスベーターWBの仕様。二枚より野地板とスベーターの間に透気層を確保している。



透湿防水シート。野地板から30mm下がったところに空！材を置いて透湿防水シートを張っている。タテローラーを打った部分に気密テープを貼って気密化



ルーフスベーターWBもしくは透湿防水シートの下部にセルローズファイバーを施工



断熱材の下部に受け材を取り付ける。この厚みに透気層とセルローズファイバーを納める



野地板にルーフスベーターWBを設置。屋根裏から野地板を切り抜いて断熱材受け材を取り付けて透湿防水シートを張る

これらは夏型結露対策となり得るのか。8月上旬の埼玉県熊谷市のアメダスデータによるシミュレーションを見てみる。使用ソフトは熱と湿度の非定常解析が同時にできるWUFIだ。セルローズファイバーは防湿なし、グラスウールは可変透湿シートと防湿気密シートの2つの仕様で検討した。

### 可変透湿シートの効果は限定的

グラスウールの防湿気密シート仕様の場合、昼間に外部からの湿気が屋根内に入ってくることで湿度99%に達

し、夏型結露のリスクが高まる。可変透湿シート仕様の場合も湿度は97.6%まで上昇した。屋根内が露点に近づくと可変透湿シートの働きで室内側に湿気を排出するものの効果は限定的だった。

一方、セルローズファイバーの場合、日中は外部から流入する湿気を少しずつ吸湿し、夕方以降は放出するため、比較的穏やかな湿度変化となる。真夏は時間帯による湿度変化が激しく、屋根内に水蒸気が出入りする。こうした環境においては吸放湿性が結露の緩衝材となる。

セルローズファイバーの性質を生かすには屋根の層構成が重要だ。まずは30mm厚程度の透気層を確保する。デコスでは屋根透気層のつづれ対策として長期優良住宅対応のルーフスベーターWBを推奨。これは裏バックのようなコブを持つシート状の材料で、コブの間が透気層となる。このほか野地板から30mm下がったところに受け材を取り付けて透湿防水シートを張る方法も実施している。どちらもその下部にセルローズファイバーを施工する。

野地板と下書き材に透湿抵抗の低い材料を用いると透気層の効果が高

出典:2021/4新建ハウジング別冊 暮らしをアップデートする 高性能住宅

セルロースファイバー断熱材の特長である調湿性を活かすためには、「防湿層の省略」が必要です。

ただし、繊維系断熱材や透湿しやすい断熱材は、冬に室内の湿気を壁体内へ入れないため防湿層を貼ることとされています。

デコスでは、「防湿層の省略」の条件として、IBEC((一社)建築環境・省エネルギー機構)の定めた「内部結露計算」により結露判定を行っています。

この記事では、セルロースファイバー断熱材(防湿気密シートなし)とGW+可変透湿シート、さらに通常のGW+防湿気密シートで、非定常計算ソフト「WUFI」によるシミュレーションを行っています。

建築地は、日本一暑くなったことのある埼玉県熊谷市で、屋根断熱240mm。

GWは夏、壁体内防湿層側で夏型結露の危険性が高いことがわかります。

それに対して、セルロースファイバー断熱材のデコスは、その素材が持つ特長から夏型結露の危険性が低いことがわかります。

「透湿性を活かす屋根のつくり方」としては、透湿抵抗の低い面材使用が効果的。  
WUFIの例では、MDF野地板でシミュレーションしています。

次に実例として、通気耐力面材「アミパネル」を使った物件での実測結果を紹介します。



屋根表面  
75.3℃





棟換気出口  
59.1°C



小屋裏表面  
34.1°C  
内外温度差  
▲41.2°C  
デコスト200

この物件の実測結果では、屋根表面と小屋裏表面では41°Cもの内外温度差となりました。

使用上の注意をよく読み、  
用法・用量を守って正しくお使いください

素材は活かし方



デコスはセルローズファイバー断熱材＝建材です。

この素材を生かすも殺すも、シェフである工務店の腕次第。

原理原則やルールに則って活かす設計・施工、ノウハウがあれば、心地よさが体感出来る家となります。

それが、住まい手の高い満足度とよい評価につながります。

目指すのは「心地よさ」  
知るべきは「不快指数」

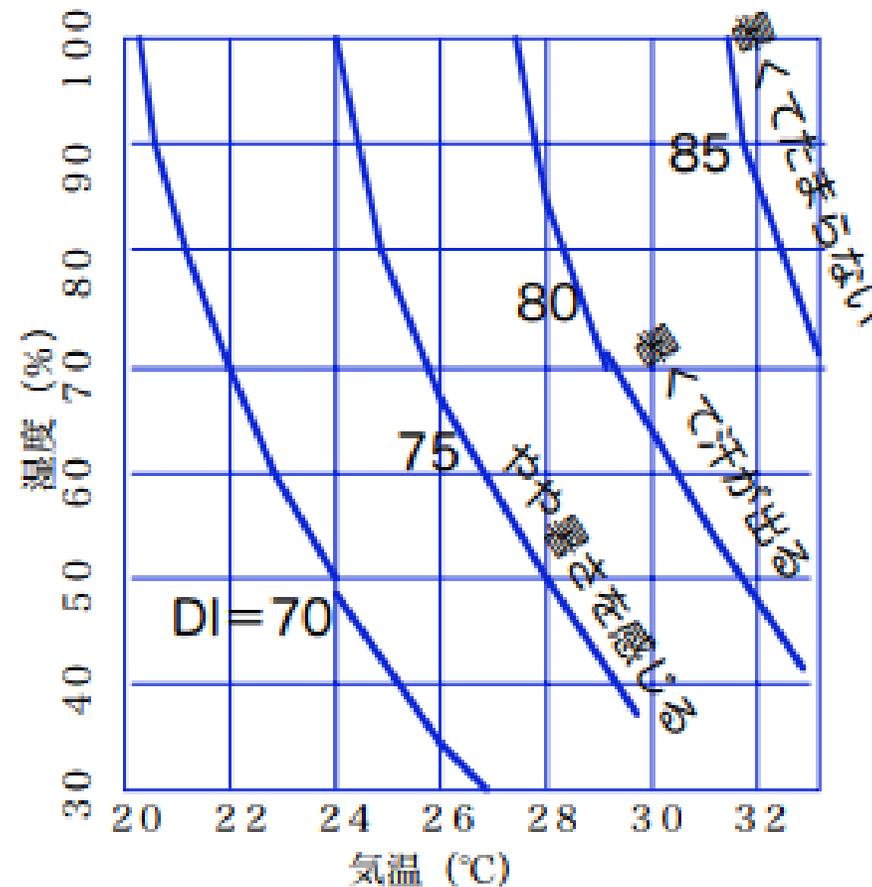
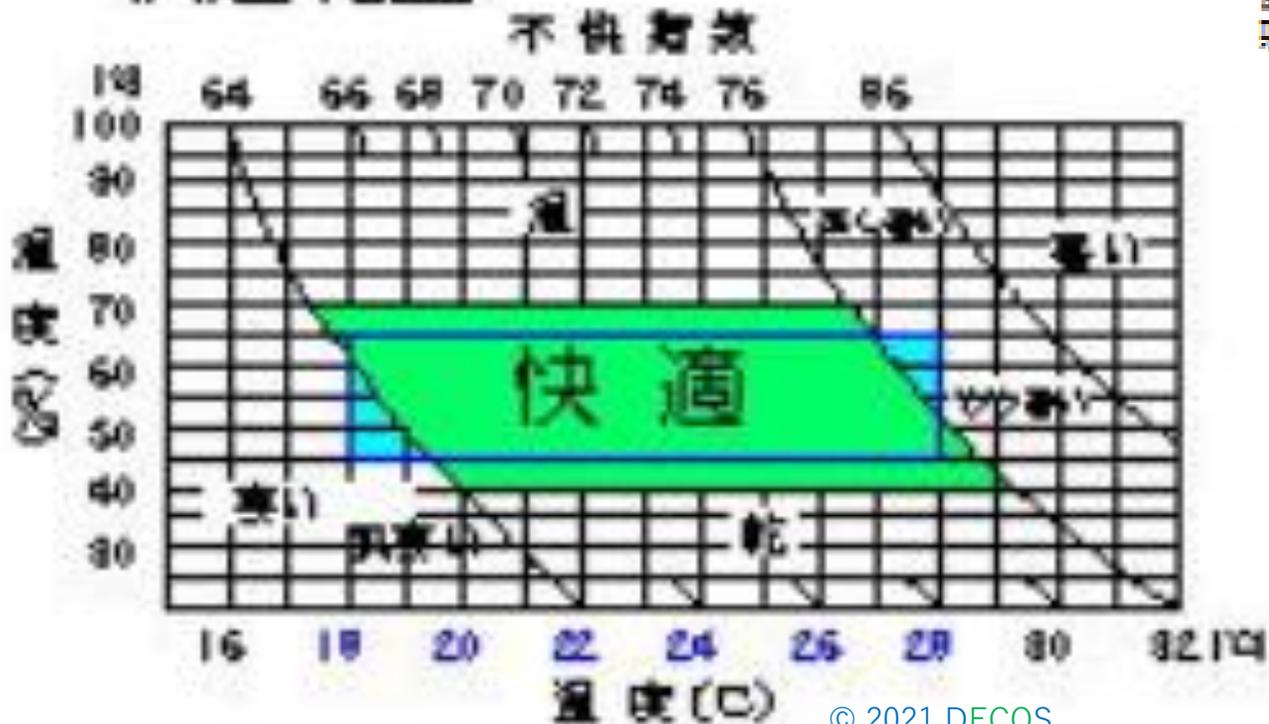
- ③ 湿度が下がる心地よさ
- ・ 不快指数改善(体感)

# 体感不快指数

## 快適な室内の温度・湿度の目安

季節	室内温度	室内湿度
夏	25~28℃	55~65%
冬	18~22℃	45~60%

## 快適範囲



## 不快指数

出典: CRECER

人は、温度と湿度で快適なゾーンがだいたい決まっています。  
それを数値化したものが「不快指数」になります。

# 体感 湿度による体感の違い

温度	湿度	不快指数	体感
28℃	90%	81.1	暑くて汗が出る
28℃	60%	77	やや暑い
28℃	30%	73	暑くない

例えば夏、温度が28℃で一定。

湿度が、90%・60%・30%の場合で比較します。

90%の場合、蒸し暑くてしょうがない状態です。

それが30%になると、もう暑くない状態になります。

いわば、**エアコンドライ運転で除湿したような体感**です。

このように温度だけでなく、**湿度もコントロールすることが心地よい体感につながります。**

# 体感 湿度による体感の違い



デコスを採用された住まい手アンケートでは、**空気が「じめじめしていない」「さらさらしている」**といった声がよく聞かれます。

これは、不快指数が改善した結果、まさに**肌で感じた「体感の違い」**を表現しています。

そして、高温多湿な日本の夏、私たちはエアコン(空調機)などを使用して、室内の温湿度を適度に調整し、快適な環境で生活しています。

昨今のコロナ禍で在宅勤務が増えたことにより、自宅でのエアコンの使用時間も長くなりました。

エアコンの除湿には、「弱冷房除湿」と「再熱除湿」があります。

湿度は下げたいけれど温度は下げたくない場合に使う「再熱除湿」は、冷やした空気を温めなおすため電気代が高くなります。

そこで、注目されるのが自然素材で調湿機能を持つ「木」。

木の家や木の内装、木製家具、木質繊維系セルロースファイバー断熱材。

防湿層を省略出来れば、セルロースファイバー断熱材の持つ調湿効果が期待出来ます。

防湿層を省略出来ない場合は、調湿効果は望めないため、空調設備に頼ることになります。

ここで、省エネ性に大きな差が生まれます。

木の持つ調湿機能をうまく活かす木の家づくりであれば、自然に素材が湿度を調整するため、その分省電力で心地よい温湿度環境を得ることが出来るのです。

# 📝 相対湿度と微生物の相関

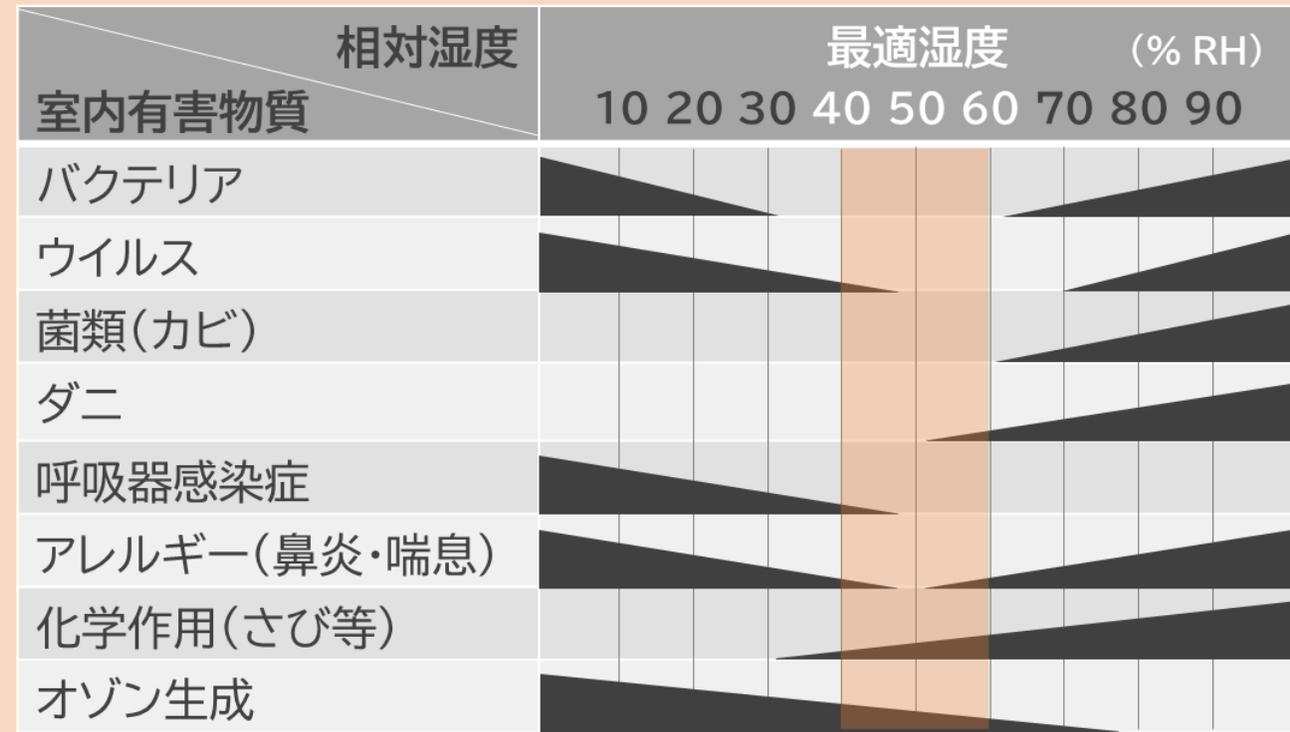
住まいの湿度は温熱環境だけでなく、  
病気とも深い関係があります。

低湿では、バクテリアやウイルスが繁殖し、  
逆に高湿では、ダニ・カビが繁殖します。

しかし、相対湿度50%前後では大半が死滅します。

このため、**概ね相対湿度40~60%が住まい手の最適湿度**と言えます。

ここから、調湿することで健康によい効果をもたらすことが期待出来ます。



出典: ashrae 相対湿度と微生物の相関

# 【エピソード】熊本木造応急仮設住宅



デコスドライ工法の施工員  
通気機能を持つ内装クロスを用いることで、デコスファイバーの調湿機能を活かした

**木造の仮設住宅を  
求める声に対応**

2016年4月発生した熊本地震は大きな建物被害をもたらした。その被災地で応急仮設住宅の整備が急がれ進んだ。熊本県と熊本市が発注した応急仮設住宅は約3900戸。激震であった益城町を中心に16市町村で建設が進行している。

当初、県と市は災害協定を結ぶ(二社)プレハブ建築協会(二社)熊本県優良住宅協会の2団体に応急仮設住宅の建設を依頼する方針だったが、災害規模が広範に及んだことや、自治体からの木造仮設住宅建設の希望が多かったことから、全国木造建設事業協会(全木建)と日本建築士連合会、木と住まい研究会にも協力を要請。結果として4団体が応急仮設住宅の建設に当たった。

中でも木協の会員団体であるKKN(二社)熊本工務店ネットワーク、久原商会(移工)エバーフィール代表取締役社長の取り組みが注目を集めている。社長の標準的な木造災害復興住宅の仕様。これまでも工務店が培ってきた家づくりのノウハウを付加する形で、より快適で



阿蘇市北帯仮設団地(農村公園あびが)

**熊本で  
木造応急仮設住宅  
地元工務店が貢献**

より快適で安心な住まいづくり

熊本地震の被災地で木造応急仮設住宅の整備が急がれ進んだ。なかでも地元工務店が貢献するKKN熊本工務店ネットワークの活躍が目撃された。

「仮設住宅でも新築住宅でも個人が住む家には変わりはない」という考えのもと、一切妥協を許さない仮設住宅づくりを進めた。より快適で安心し住める住まいを提供することで、被災者の生活再建に貢献していききたいと考えた。

熊本地震の被災地で木造応急仮設住宅の整備が急がれ進んだ。なかでも地元工務店が貢献するKKN熊本工務店ネットワークの活躍が目撃された。

「仮設住宅でも新築住宅でも個人が住む家には変わりはない」という考えのもと、一切妥協を許さない仮設住宅づくりを進めた。より快適で安心し住める住まいを提供することで、被災者の生活再建に貢献していききたいと考えた。

DECOS DRY

## くまもとの力

熊本地震仮設住宅はじめて物語



We're making comfort, not insulation!



阿蘇市黒川仮設団地(市宮病院跡地)

安心して住める住環境づくりに挑戦しており、190棟563戸の木造応急仮設住宅が建設された。

久原会長は、仮設住宅の建設に当たり「どうせ仮設住宅だから」という考え方は捨てた。仮設住宅でも新築住宅でも個人が住む家には変わりはない。これまでも培ってきたノウハウを最大限活用し最高の仕事をしようという心にかけている。被災者には、より快適で安心し住める家であることが意味で生活再建のスタートを切ってもらいたいと語る。

**熊本型応急仮設住宅の仕様  
工務店のノウハウを付加**

熊本県と内閣府は、開発する余剰や熊本県の気候などを考慮して調湿の上、特例として熊本型の木造応急仮設住宅を建てるとを決定した。

従来は、木造応急仮設住宅には、工期の短縮を図るため、主に木杭鉄骨杭を用いた基礎が採用されているが、熊本型の木造応急仮設住宅では鉄筋コンクリートのベタ基礎を採用することで、耐震性の向上を図った。また、長さ80cmの軒先を確保することで、日射遮蔽能力を高めた。

さらに、構造材として熊本県産材を使用したほか、内装材にも熊本県産無垢杉板を使用。熊本県産の草を使用し木畳も採用した。さら外壁にも熊本県産スサギ板張りとして用いた。

こうした熊本型の木造応急仮設住宅の標準仕様は、KKNでは独自の工夫を加えた。快適性に大きな影響を与える断熱性能の向上は特に重要だ。

屋根・壁の断熱材には(株)デコスが開発する水質維持セルロースファイバー断熱材「デコスファイバー」を採用。また、通気機能を持つ内装クロスを用いることでデコスファイバーの調湿機能を活かした。また、防音性能を高める目的で仮設住宅

宅周上の昇降にもデコスファイバーを使用。応急仮設住宅の使用期間は原則2年だが、東日本大震災の実態からみて、この仮設住宅では5〜10年の使用を想定している。

さらに、壁と屋根には通気層を設置することで、耐久性の向上を図った。通気層側には遮熱遮湿防水シートを使用し夏期の日射を遮断、夏も冬も過しやすい住空間の創出に寄与する。

そのほか、基礎断熱には押し出し法ボリスレシオナート断熱材を採用。開口部材にはアルミ樹脂複合サッシを使用した。

今回KKNが熊本で建設を進めた木造応急仮設住宅の断熱仕様は、エバーフィールが通常建てる住宅とはほぼ同じ仕様レベルのもの。

断熱性能はU値で0.6。これは少し手を加えれば、ZEHの要求水準の断熱性能もクリアできるレベルだ。

久原会長は「応急仮設の建設を通じて当社の家づくりのノウハウを多くの工務店に知ってもらうことで、より快適な住まいづくりに取り組む工務店のすそ野が広がって行けば本望」と語る。

**木造のくまもとの力  
復興モデル住宅も建設**

さらに、KKNでは、県からの要請を受け、県内最大の仮設住宅団地となる益城町テクノ仮設団地一内に「くまもとの復興モデル住宅」の建設を進めている。これは仮設住宅の入居者が復興モデル住宅を示すことで、住宅の新築を目指してもらう。熊本県の気候風土にあつた熊本県産材を構造材や内装材として多用するほか、住宅性能表示制度の耐震等級3という高い耐震性能を付与する予定だ。なれば、県からの要請により、くまもとの復興住宅の売価は100万円程度の低価格に抑える。そのため、断熱材は普及品のグラス

くまもとの力



仮設住宅建設地に入るデコスドライ工法の専用施工車

Housing Tribune.2016.10

# 応急仮設住宅整備よもやま話

熊本県 土木部 建築住宅局長  
当時:住宅課長 上妻 清人

## 被災後、自宅・県庁の片付け～県営住宅の修繕対応 ～国交省・各県対応～災害協定団体対応～報道対応

実は当時、仮設住宅建設で感銘を受けたことがある。住宅課長は報道対応等があるためなかなか現場に出る機会はない。ある日、現場視察の対応準備のため、田邊局長と一緒に現場に行く機会があった。その時の監督さんのヘルメットには「くまもとの力」、サッシには「どうせ仮設だからという考えは捨てよ。最高の仕事をやり遂げよ。」との標語が貼ってあった。感動のあまり、何回も何回も読み返した。

また、「仮設も個人宅も人が住むところに変わりなし」との記載もあった。これは、2～3年の仮設住宅生活の期間だが、被災者の人生には、仮設という「仮の人生」はない。大事な仮設入居期間なのだ。それを表現した、この「くまもとの力」に私は感動した。同時に、熊本の工務店の心意気の凄さを感じた。これこそ、私たちが求めている「被災者の痛みの最小化」を表している気持ちであると思った。後で、このスローガンは、地元のサッシ搬入業者肥後トーヨー住器・中津社長の発想だと知らされて改めて驚かされた。



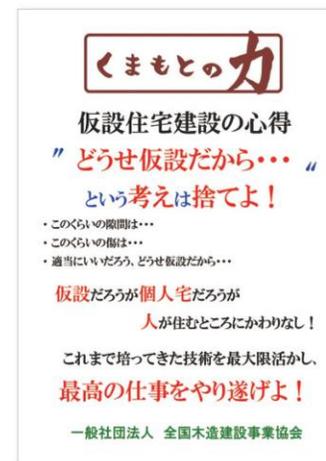
「くまもとの力」ヘルメット

先日も、ある団体の講演会で、住宅の断熱で健康寿命が伸びる話を聞かせていただいた。地元工務店グループの日ごろからの取り組みに本当に頭が下がる。

**真夏の大臣視察の時に、木造仮設の現場でデコスドライの断熱性の良さを体感した。部屋に入っただけで、日陰より涼しく感じたのだ。「くまもと型復興住宅」モデル住宅プロジェクトがはじまったときに、デコスドライを是非使いたいと思ったのは、この印象深い体験があったからに他ならない。**



考案者の中津社長



仮設住宅への心得

熊本地震で、壊れたものはたくさんあるが、新しく生まれたこともいっぱいある。地震があつてから、たくさんの人たちとの出会いと絆が生まれた。皆様に心から感謝の意を表する。

夏デコスを体感！

熊本県 土木部 建築住宅局長  
当時：住宅課長 上妻 清人

真夏の大臣視察の時に、木造仮設の現場でデコストライの断熱性の良さを体感した。部屋に入っただけで、日陰より涼しく感じたのだ。「くまもと型復興住宅」モデル住宅プロジェクトがはじまったときに、デコストライを是非使いたいと思ったのは、この印象深い体験があったからに他ならない。

# くまもと型復興住宅モデル



2016年4月の熊本地震では多くの被害が出ました。

その際、**応急木造仮設住宅が地元工務店により190棟563戸建設され、そこにセルロースファイバー断熱材デコスが採用**されました。

採用のきっかけは、普段デコスを標準採用されていた工務店、エバーフィールド・久原社長の働きかけによるものでした。

デコスの体感を、住まい手の声を、活かし方を知っている久原社長がいたからこそ、仮設住宅への採用につながりました。

認知度が低かったセルロースファイバー断熱材。

しかし、工務店・大工さん・他の職人さんなど、全国からの施工応援もあり現場で体感した人が激増。

**特に熊本の夏は猛烈に暑く、デコス施工後は快適な温熱環境となるため大絶賛。**

「早くデコス施工して欲しい」という声に応えるべく、現場はとても忙しく大変でした。

その後、住まい手の声は他のプレハブ仮設住宅と全く異なるとてもよい評価となりました。

そして、復興支援策として「くまもと復興住宅モデル」が熊本空港の横の仮設団地内に建てられ、そこにもデコスが採用されました。

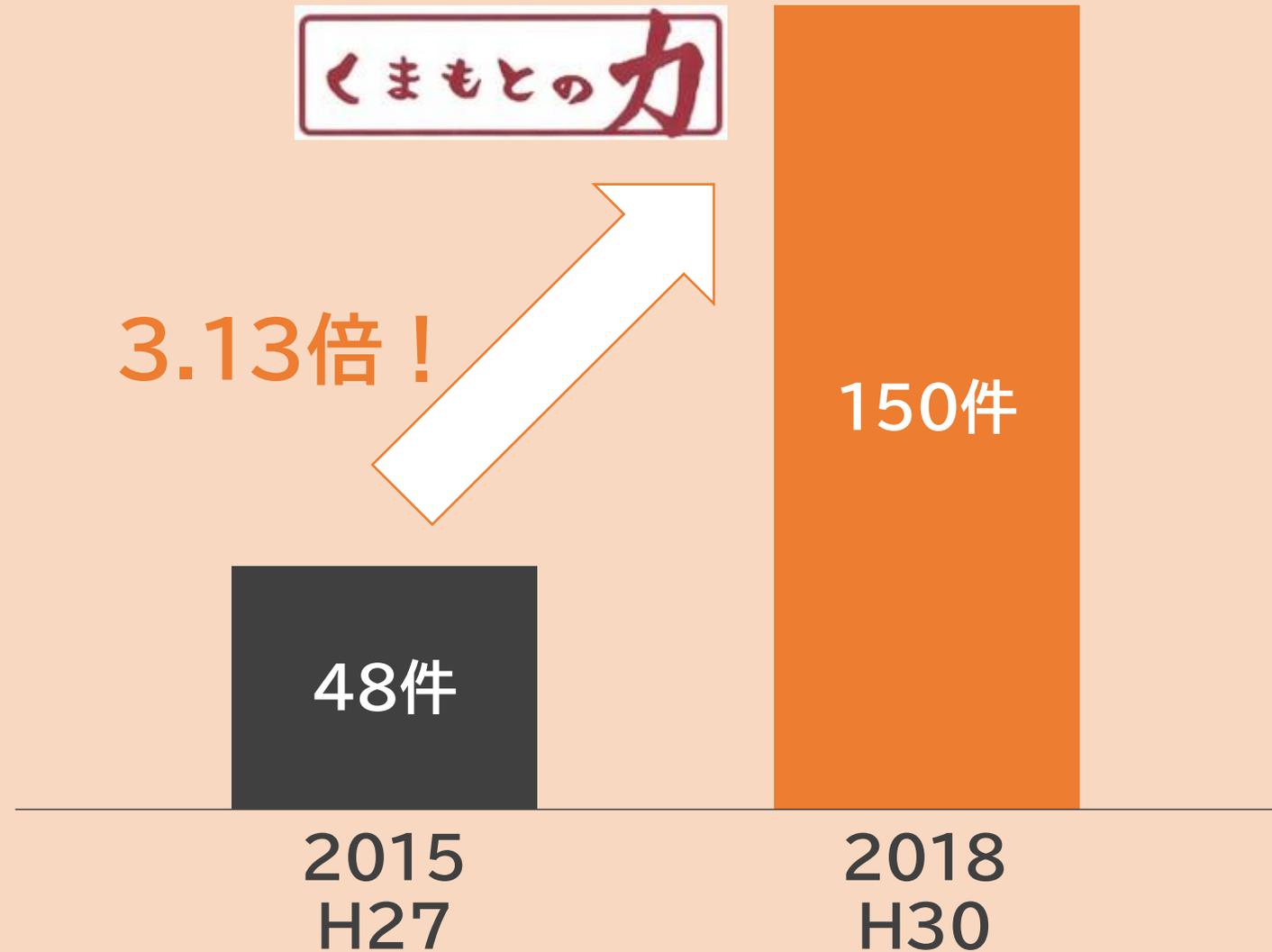
このモデル採用へのきっかけとなったのが、当時住宅局長であった上妻さんの「夏デコス体感」でした。

HEAT20・G2グレードのこのモデルへ、デコスでは説明応援で何度も何度もお手伝いに行きました。

デコスシートが見えている、セルロースファイバー断熱材に触れる小屋裏、屋根ガルバリウムの雨音、飛行機の騒音、調湿性など。

次の住まいを考える多くの人にデコスの特長を体感してもらえ、とても説明しやすくわかりやすいモデルハウスでした。

# 熊本県でのデコス採用数 震災前⇒震災後



熊本の皆さんのおかげで、セルロースファイバー断熱材デコスの認知度は爆発的に増えました。

それに比例し、採用物件数も激増。

今では、熊本県庁でデコスは有名になりました。

これも「夏デコス」を活かした大きな成果です。

# 体感 体感ハウス3.0

## 体感ハウス3.0

HEAT20G2・調湿仕様@デコス関東工場



デコスでは、これまで吸音効果を体感するため「体感ハウス」を山口・関東の両工場に設置。工場見学時に皆さんにその効果を体感してもらっていました。

今回、「夏に強い断熱材、デコス」を体感していただくために、埼玉県飯能市にある関東工場にHEAT20・G2仕様の「体感ハウス3.0」を新設しました。

連日の夏の猛暑日、朝一番の入室は驚くほどの心地よさを体感出来ます。

ウソか、ホントか。  
ぜひ、関東工場見学で体感ください。

工場見学募集中



<https://www.decos.co.jp/factory>

夏デコスは、

① 熱が伝わるのが遅い

② 除湿する

③ 不快指数が低い

だから、心地よい！

We're making comfort, not insulation!

私たちは断熱材ではなく、心地よさをつくっているのです！