

第3章

快適な住まいとは？

- Part 1 次世代省エネルギー基準
- Part 2 断熱住宅の仕組み
- Part 3 断熱住宅の造り方
- Part 4 開口部の断熱



コラム 木造簡易耐震診断

地震に強い、しっかりした造りの住まいを望むなら、まずはプロに相談するのが一番。ただ、自分でも間取りを考えたいと思っている人や、現在住んでいる家の耐震性を調べたいとき、そろそろフォームを考えているけど、耐震性はどうかしら、と不安な場合には、図のような簡易耐震診断でチェックするのも手だ。

簡易耐震診断表

		地盤	良い・普通	やや悪い	非常に悪い
A	基礎	鉄筋コンクリート造布基礎	1.0	0.8	0.7
		無筋コンクリート造布基礎	1.0	0.7	0.5
		ひび割れのあるコンクリート造布基礎	0.7	0.5	0.3
		その他の基礎（玉石・石積・ブロック積）	0.6	0.3	0.1
B	建物の形	整形		1.0	
		平面的に不整形		0.9	
		立体的に不整形		0.8	
C	壁の配置	釣り合いのよい配置		1.0	
		外壁の一面に壁が1/5未満		0.9	
		外壁の一面に壁がない（全開口）		0.7	
D	筋かい	筋かいあり		1.5	
		筋かいなし		1.0	
E	壁の割合	階数	平屋建て		二階建て
		多い	1.5		1.2
		やや多い	1.5		1.0
		普通	1.2		0.7
		やや少ない	1.0		0.5
少ない	0.7		0.3		
F	老朽度	健全		1.0	
		老朽化している		0.9	
		腐ったりシロアリに食われている		0.8	

日本建築士事務所協会（<http://www.njr.or.jp/top.html>）のホームページでも上の表と同じ耐震診断ができる。該当の項目をクリックしていくと、結果が出る仕組み。「詳細情報」をクリックすると、問いに答えるのに必要な説明を引き出すこともできる。

A × B × C × D × E × F 総合評価

- 診断結果判定表 -
「計算」の結果が表の左側にチェックされます。

総合評点	判定	今後の対策
1.5以上	安全だと思います	-
1.0以上～1.5未満	一応安全だと思います	専門家による診断を受ければ、なお安全です。
0.7以上～1.0未満	やや危険です	専門家による診断を受けて下さい。
0.7未満	倒壊又は大破壊の危険があります	ぜひ専門家と補強について相談して下さい。

耐震診断のご相談は、お近くの建築士事務所協会にお問い合わせ下さい。

1 快適な住まいとは 冬暖かく夏涼しい家

地球温暖化の防止にも役立つ

家を建てる際には、構造の強度や耐久性などの他、住み心地も重要なポイントになることは、言うまでもありません。しかし、今までの日本では、せいぜい「日当たりのよい南向き」くらいが、住み心地を判断する根拠として世に認められていたことでした。ですから、今でも不動産屋に行きますと、「南向き日当たり良好」などと書かれた物件を目にすることがあります。

確かに、南面に大きな窓があれば冬には日差しが部屋の奥まで差し込み、夏にはわずかの庇で完全に日影になってしまいます。しかし北側の部屋はごつなのでしょつ。たとえ南向きで日当たり良好であっても、冬になると北側の廊下やトイレは寒く、我々はその寒いところで服を脱いで風呂に入らなければなりません。しかも、それは当たり前のこととして受け止められていました。しかし、暖冷房の普及状況を見ても分かるように、我々

には暑さ寒さにわずらわされることなく、一年中爽やかに健やかに過ごせる家に住みたいという欲求があります。もし暖冷房費が高くならなければ、多くの人は家庭でも暖冷房をふんだんに使用するはずで

事実、冬寒く夏暑い家（左図快適でない家）では不快なばかりではなく、暑さ寒さによるストレスで身体に負担がかかります。特に、冬の寒さは神経痛や脳卒中、心筋梗塞などの病気を誘発します。同時に、窓や壁で結露を発生させ、カビやダニの繁殖を助長して、アレルギー疾患を引き起こします。さらに、暖冷房の効果が悪いために光熱費がかかり、家計への負担も大きくなります。反対に、冬暖かく夏涼しい家（左図快適な家）では、暑さ寒さによる体へのストレスが少なくなるため、活動的になり快適に過ごすことができます。また、暖冷房の効き目がよくなるので、エネルギー消費が減って、21世紀の世界的課題である「地球温暖化の防止」にも貢献することがあります。

快適な家と快適でない家

快適でない家の夏

（熱気が入り、冷気が漏れる）



- ・エアコンをつけている間だけその部屋は涼しい。でも止めると、とたんに蒸し暑くなる。
- ・夏は小さなエアコンでは効きがよくない。大きなエアコンを入れると、エアコンの近くでは寒くなり過ぎ風邪をひく。
- ・風呂場や押入れに湿気がこもり、壁などにカビがはえてしまう。

快適でない家の冬

（温熱が逃げ、冷気が入る）



- ・トイレが寒くて、冬の夜はついつい行くのをガマンしてしまう。コタツに入っている、なんとなく背中がスースー寒い感じがする。
- ・北側の部屋は寒くて使えない（誰も行かない）。
- ・暖房を止めると、とたんに部屋が冷えてくる。
- ・キッチンに立つと足元から冷えるので、靴下やスリッパが欠かせない。

快適な家の夏

（熱気が入らず、涼しく快適）



- ・小型のエアコンでもよく効き、消費電力もより少なく済む。
- ・エアコンによる除湿を行っても寒くならない。
- ・連続換気にすればいつも室内の空気がきれい。有害な化学物質や湿気がこもることもない。
- ・常に換気していると、風呂場や押入れにも湿気がこもらず、カビが生えない。

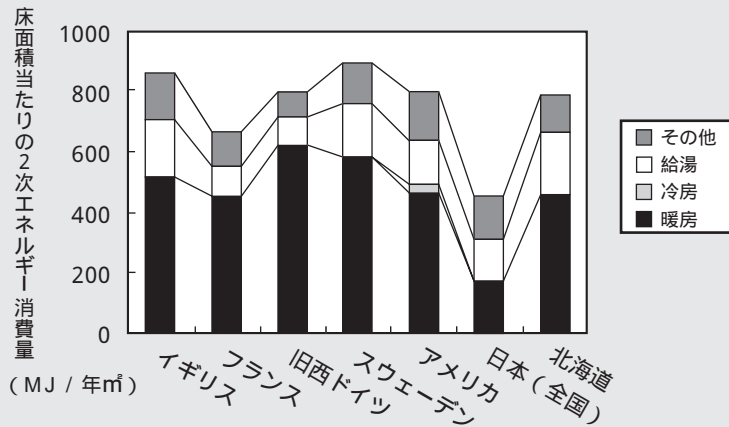
快適な家の冬

（暖気が逃げず、冷気が入らない）



- ・家中の部屋の室温がほぼ均一になり北側の部屋も年中使用できる。部屋の上下でも温度差が少なくなる。
- ・トイレもお風呂も寒くないため、ガマンせずにいける。
- ・冬でも厚着をせずに過ごせ、活動的な毎日が過ごせる。
- ・キッチンに立っても足元が冷えないため、水仕事も楽にできる。

先進国の住宅用エネルギー消費の比較（1988年）



2 「次世代省エネ基準」は 快適な住まいを建てる目安

断熱・気密と日射遮蔽を基本とした家

冬暖かく夏涼しい省エネルギー住宅を建てるためには、どうすればよいのでしょうか。詳細は後述しますが、断熱・気密と日射遮蔽を基本とした家を建てれば、冬には室内の温熱が逃げず、外の冷たさが伝わらない・夏には外の熱気や日射が入らず室内の涼気が逃げない家になります。

このような住宅を実現する方法の指標となっているのが、「次世代省エネルギー基準」（以後「次世代省エネ基準」と略）です。住宅に対する省エネルギー基準は第2次オイルショックをきっかけとして1980年に誕生したものです。

その後、1992年の改正を経て、1999年に国際レベルに肩を並べた「次世代省エネ基準」が新たに制定されました。これは、日本の国が地球温暖化防止条約・京都会議（1997年12月に開催されたCOP3）で約

束した温暖化ガスの排出削減を目標し、かつ快適・健康・安全で省エネ性の高い住宅を建てていくことを目的としたものです。

この基準は建築基準法とは異なり、建築主の義務ではありません。しかし、第1章のPart5で説明した住宅性能表示制度に利用されており、住宅の温熱性能のランクを測る指標になっています。この基準をクリアした住宅は、国際レベルの温熱性能を備えたものと言っているでしょう。

また、この基準に則って家を建てる場合には、住宅金融公庫から1戸当たり250万円の割増融資を受けることができます。

全室暖冷房で快適さのレベルをさらに高める

もう一つ、次世代省エネ基準を満足する住宅では全室暖冷房を行っても、光熱費が一般の住宅のそれと、ほとんど変わらないという特長があります。全室暖冷房を行

えば、部屋と部屋、上階と下階との温度差がなくなり、一年中快適になります。

これまでの日本では暖房といっても家全体や部屋全体を温めるのではなく、部屋ごとに、それも、コタツやポータブルな石油ストーブといった暖房器具で部分的に暖める「探暖」が常識とされてきました。他の先進諸国と比べ、暖房のエネルギー消費量が著しく少ないのは、そのためです（図参照…88年当時）。

しかし、これでは寒い部屋ができたり、結露が生じたりで、快適で健康的な住環境とは言えません。これからの快適・健康的な住まいには、部屋や家全体を暖める全室暖房を採用するという発想が必要です。加えて、エアコンが普及した現在では、家庭でのエネルギー消費の伸び率は著しく、今も増加の一途を辿っています。

だからこそ、少ないエネルギーでもって家全体を効率よく暖め、また冷やせるように、こうした基準に則った家を建てるのが重要なのです。

住宅の省エネルギー基準の変遷

- 1980年 旧省エネ基準(第2次オイルショックが契機)
- 1992年 新省エネ基準(湾岸戦争が契機)
- 1999年 次世代省エネ基準(地球温暖化防止と快適・健康のために)
- 2001年 右の全基準が日本住宅性能表示(品確法)で利用される

3 「開ける」「閉める」機能と「閉じる」「開ける」機能を合わせた家に

防暑をテーマとした「開く」「住まい

断熱の話をする前に、ちょっと視点を変えて、昔の日本の住宅を考えてみましょう。日本の伝統的の家屋の特徴は、軸組工法と開放的なデザインにあります。柱や梁(軸)に障子や襖などの建具を組み合わせ、それらを開け放つことで、室内と外界とを連続させることができるようになっていきます。これにより、日当たりや風通しのよい開放的な環境が可能になっていたわけです。同時に茅葺屋根、小屋裏空間、軒・庇などで夏の日差しによる温度上昇を防ぎさらに、すだれ、よしず、しとみ戸などでも夏の日差しを遮っていました。

これらは、すべて夏の暑さをしのぐ工夫と言えます。ですから、伝統的な日本の家屋は、防暑をテーマに建てた建物と言っても過言ではありません。

「これからの住まいには」「閉じる」機能も

しかし、その分、冬の寒さに対する対策はなぞりであり、これが、現代では大きな欠点になっています。壁も天井も隙間だらけで、断熱性の低い建具が大きな開口部を占めるという「開く」家では、外の冷気が簡単に入り込み、どんなに暖房をしても室内の暖気がすぐに逃げていってしまいます。夏も同様に、外の熱気が容赦なく室内に入り込み、冷房をしても室内の涼気がどんどん外に逃げていってしまうのです。

そこで、現代の住まいに求められる機能とは、暖冷房が必要な冬や夏にはしっかりと「閉じる」ことで室内を快適に保ち、その反対に、春や秋のように外の気候が快適であれば、昔の日本の住宅のように「開ける」ことで自然の快適さを取り入れられるという機能です。つまり、「開ける」と「閉じる」という、両方の機能を備えもつことです。そして「閉じる」機能を持たせるために必要な手段が、住まいの断熱化・気密化・日射遮蔽化であり、次世代省エネ基準に示されていることなのです。

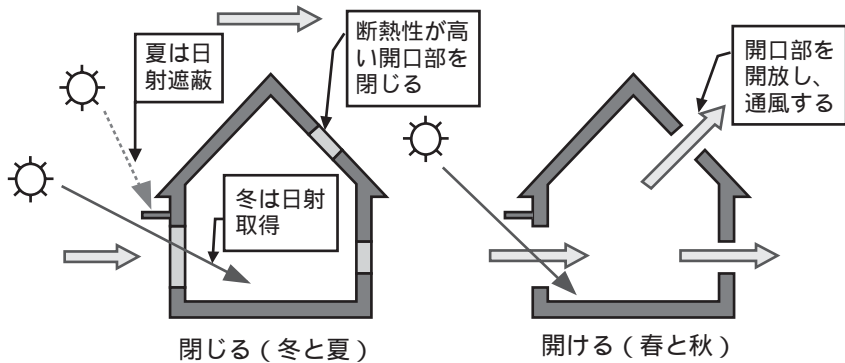
第3章 快適な住まいとは？

「開ける」と「閉める」

日本の伝統的の家屋の特徴 「開ける」機能

- ・ 窓(間戸)が大きく、内と外の連続性が可能で開放的
- ・ 夏の工夫は多々あるが、冬の寒さ対策には無頓着

現代に望ましい住宅 「閉じる」機能と「開ける」機能の兼備



次世代省エネ基準の内容と効果

- ・ 必須5項目...閉じる機能を備える
 - ①断熱 ②気密 ③結露 ④夏期日射遮蔽 ⑤換気システム
- ・ 付加的項目...開ける機能への配慮など
 - ①通風 ②冬期日射取得 ③効果的暖房機器
- ・ 居住者のメリット
 - ①快適性(生活空間の拡大) ②健康 ③省エネ ④建物の耐久性

4 「次世代省エネルギー基準」の目的と内容

次世代省エネルギー基準の目的

次世代省エネルギー基準とは「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」に基づいて制定された政府の告示です。基準では日本全国を気候によってⅠ～Ⅵの地域に分けています（136頁図参照）。この基準は地域ごとに断熱や気密、日射遮蔽など、住宅を建てる際に必要な性能を規定した「建築主の判断基準」と、これらの性能基準を満たす断熱材の厚さや施工方法などの仕様からなる「設計・施工の指針」の2本立てになっています。

これは、住宅の省エネルギー性を高めるための基準ですが、同時に快適・健康・安全で耐久性のある住まいを建てる目安として使うことができます。この基準に適合しているか否かを判定する方法には4種類ありますが左図のA～Dに示す、建てる側が選択できるメニューも含まれており、消費者の視点でまとめられているのが大きな特徴です。

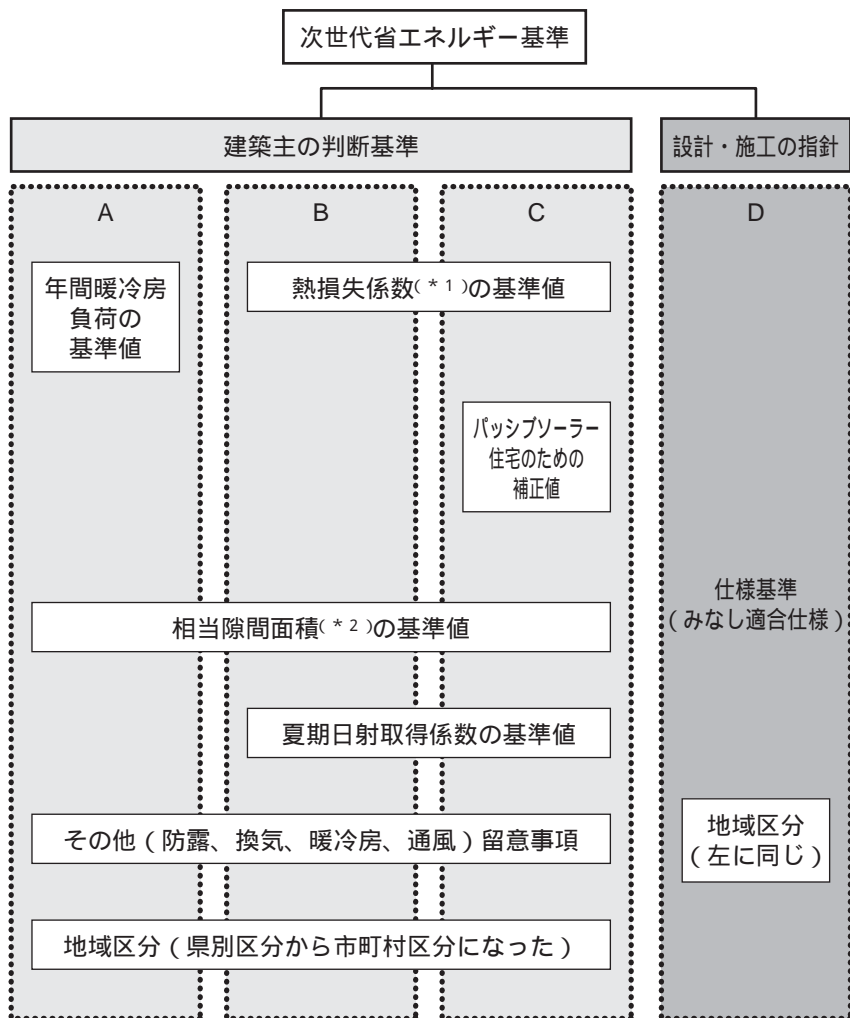
建築物の外皮が基準の対象（設備は対象外）

この基準は壁・床・天井といった外側の部位及び窓・ドアなどの開口部に関係する省エネ手法のみを対象としています（外側の部位や開口部のことをひっくるめて「外皮」と言う）。同じ省エネを目的としながらもアクティブソーラーや太陽電池、エアコン・給湯器などの効率化といった手法は、この基準の対象にはなっていません。

これは、一見、片手落ちのように見えますが、外皮の断熱が住宅の省エネにおいては基本であるという考えに基づいています。暖房を行っている建物では、断熱によって画期的な省エネ効果を得ることができます。例えば、断熱化された家は無断熱の家に比べて、実に80%という高い省エネ率が実現できます。一方、アクティブソーラー暖房設備を使ってこれと同じ効果を得ようとすると、集熱器を屋根全面に取り付けるなど、コスト的に非常に高いものになり、不経済となってしまいます。

次世代省エネ基準における適合判定の方法

（以下のA～Dの中から1つを選んで、基準に適合しているか否かを判定する）



* 1 熱損失係数：
住宅1㎡につき、内外の温度差1度で1時間あたりに失う熱量のことで、Q値という。住宅性能を示す指標で、Q値の数字が低いほど熱損失の量が少なく、断熱性が高いことになる（P100参照）。

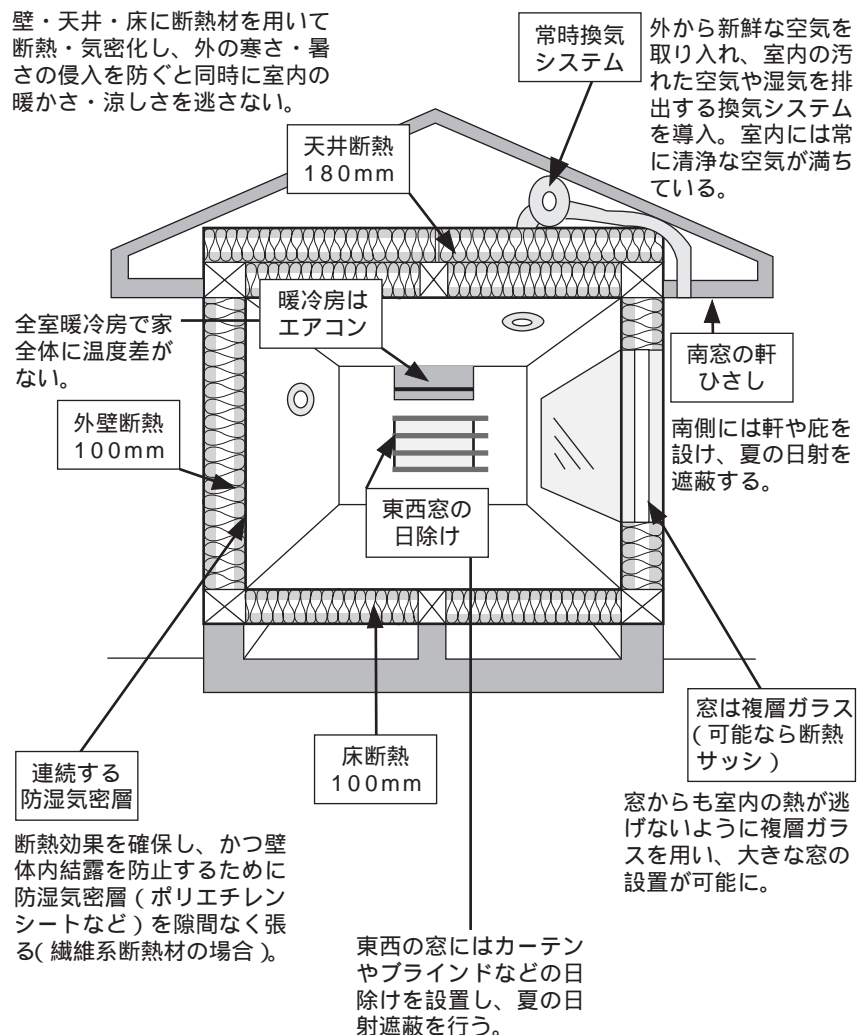
* 2 相当隙間面積：
住宅の中の目に見えない隙間も含め、外皮に存在するすべての隙間を合計して、床面積で除した数値。単位は平方センチメートル、平方メートルで、数字が低いほど気密性能が高いこととなる。

次世代省エネ基準で建てた住宅のイメージ

(Ⅳ地域の場合の一例)



壁・天井・床に断熱材を用いて断熱・気密化し、外の寒さ・暑さの侵入を防ぐと同時に室内の暖かさ・涼しさを逃さない。



第3章 快適な住まいとは？

Part 1 次世代省エネルギー基準

5 「次世代省エネ基準」に則った家を建てるには？

「閉じる」機能 + 換気システムの充実

次世代省エネ基準の具体的な内容としては、85頁に示したように「閉じる」機能である①断熱化②気密化③防露④夏の日射遮蔽⑤換気システムの導入が、必須項目となっています。「開ける」機能としての⑥防暑のための通風の確保⑦冬の日射取得、そして⑧効率的な暖冷房機器の設置などは、可能であれば採用すべき項目です。

この基準に則って建てた家(左図参照)は、外皮(壁・天井・床)を断熱材が覆い、断熱・気密性を高めています。このような断熱・気密住宅では、特に換気が重要になります。密閉度が高まって隙間がなくなった分、従来の家のように室内の空気が自然に入れ替わることが望めなくなり、システムティックに空気の流れを作らなければなりません。そう言うと、わざわざ外皮を気密化して換気システムをつけるのは、マッチポンプ的なセンスではないかと思う人もいるでしょう。しかし、

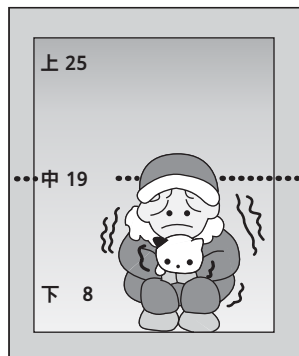
大きな窓や開放的な間取りが可能

現代の技術では、熱を遮断しつつ空気だけを常に適量に通過させる躯体を造るのは不可能です。そのために、換気については躯体を使うのではなく、別途独立した設備システムとして設けることが必要なのです。これは「機械換気を必ず行え」ということを意味してはいません。もし、電力を使わない自然換気システムでも十分な換気が行われるのであれば、それでも構いません。

また、従来の省エネ住宅では窓が小さく閉鎖的だという印象がありました。次世代省エネ基準の家では、日射遮蔽や断熱・気密がしっかりできていれば、大きな窓を設けても何ら問題はありません。窓は大きさではなく、性能の良し悪しが問題なのです。さらに、次世代省エネ基準の家では、間仕切りなしのリビングダイニングや吹き抜けといった、広々とした開放的な間取りを採用しても、暑さ寒さを感じない快適な住まいになります。

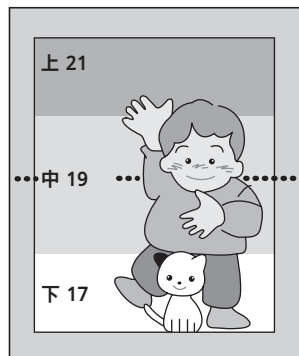
室内の温度環境

室内の温度環境（例：冬の室内での暖房時）



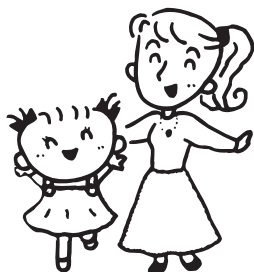
断熱をしていない場合

- ・部屋の上下の温度差が激しく、10以上もある
- ・顔は暑さでほてるのに足下は寒いなど、部屋の上部ばかりが暖かく、寒さで体が萎縮する。



十分な断熱をした場合

- ・部屋の上下での温度差が少ない（4程度）
- ・足下も暖かく、のびのびとリラックスできる。



第3章 快適な住まいとは？

Part 1 次世代省エネルギー基準

6 快適環境に対する 心配は杞憂に過ぎない

暑さ寒さのストレスは必要悪？

ところで、冬暖かく夏涼しい住まいについて危惧する人もいます。「暑さ寒さのない快適な環境は、人間が本来持っている抵抗力や免疫力を奪ってしまい、かえって不健康になるのではないか」「生まれた時からそんな環境で育つと、「もやしっ子」になってしまふのではないか」、さらには「健康のためには、人間の体にとって暑さ寒さのストレスが必要だ」という人もいます。しかし、これらは杞憂や誤解に過ぎず、そこにはなんの医学的根拠もありません。事実、住宅の断熱化をいち早く取り入れた北海道や北米・北欧など寒冷地の人たちが、住宅や全室暖房のせいで病弱になったとか、子供が虚弱に育ってしまったという話は聞きません。

一方で、北国の人が冬に温暖な地域を訪れた時に「南だから家の中は暖かいと思っていたのに、すきま風は入るし、暖房の効きは悪いし、寒くてかなわない。自分の

家のほうがよほど暖かく快適だ。」と驚くケースが多いという声もよく耳にします。

住まいは心身共にリラックスするための場所であり、睡眠を十分に取って明日へのエネルギーを生み出す場所です。家で快適に休養することができるところこそ、外でスポーツでもして体を鍛えようという気持ちにもなれるのです。健康的な生活とは、まさにこのような生活のことを言うのではないのでしょうか。

温暖な地域でも断熱は必要

一方で、北海道のような寒冷地ならともかく、関東以西の温暖な地域でも断熱化が必要なのだろうか、と言う声もよく耳にします。しかし、温暖な地域でも、冬には外気が0度以下になることがありますし、沖縄を除けば暖房を行います。そして、日本の人口の80%近くはこのような温暖地域に住んでいるのです。ですから、日本全国の省エネルギーのことを考えると、温暖地域と言えど

も断熱化して、暖房エネルギーが増大しないように努めるべきなのです。断熱は、必ずしも冬のためだけに行うものではありません。夏を涼しく過ごすためにも、天井や屋根の断熱は絶対に必要なのです。

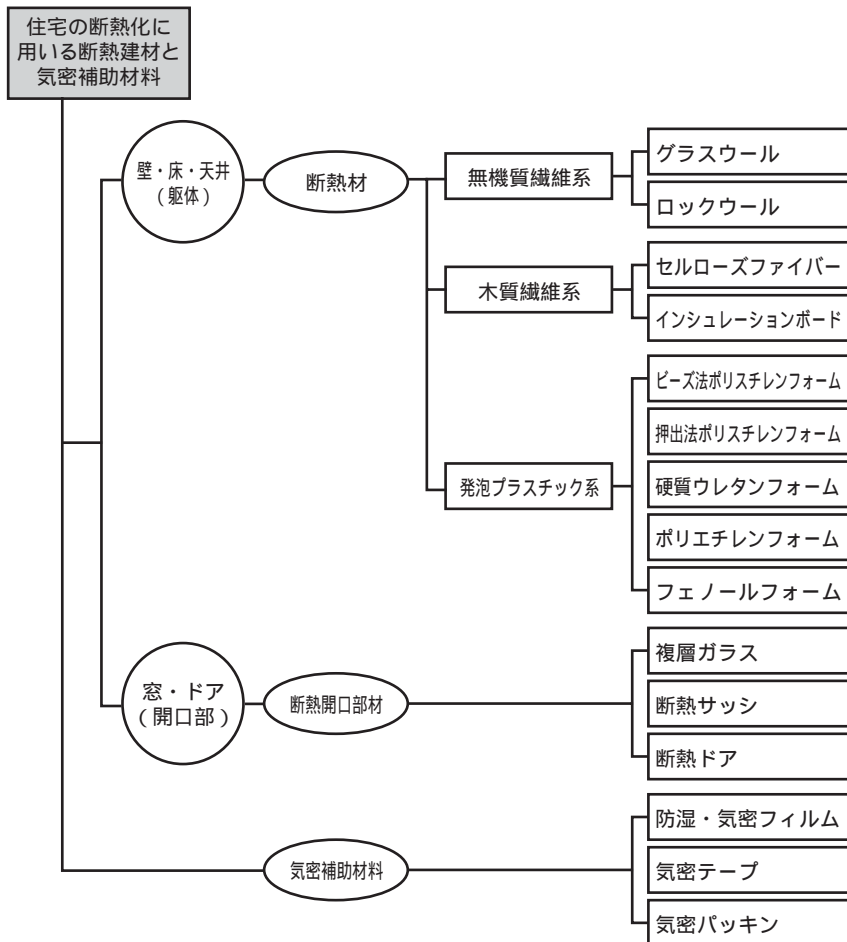
いずれにしろ、暖房することがごく普通になった現代では、住まいの断熱化はもはや不可欠です。そのためにも、少ないエネルギーで快適な環境を整えられる、断熱住宅が求められているのです。

これからは、寒さを我慢する必要はありませんし、暑さ寒さに耐えることが美德という意識も時代遅れです。快適な暮らしを手に入れるのに、もはや躊躇することはありません。

物質(材料)による熱伝導率の比較



断熱建材と気密補助材料



1 熱伝導率と断熱材の種類

熱伝導率は材料によって大きな差異がある

熱が物質の中を、温度の高い部分から低い部分へと伝わることを熱伝導といいます。熱伝導による熱の伝わり方は材料によって大きな差異があります。その伝わりやすさは「熱伝導率」と呼ばれる指標で表します。左のグラフは構造材に使われる物質の熱伝導率を示したものです。例えば、鉄は木の375倍もよく熱を伝えます。ですから、こうした物質(材料)でそのまま家を建てると、簡単に室内の暖かい熱(温熱)を逃がしてしまうこととなります。そこで、こうした熱エネルギーのロスをなくすために、断熱材を用いて熱を遮断する工事が必要になります。それが「断熱」と呼ばれているわけです。また、このグラフで分かるように、熱が伝わりにくい物質は空気です。ですから、断熱するならば空気を使うのが一番効果的です。しかし空気は温まると軽くなって上昇するなど、対流する性質をもっています。そこで空気

が動かないように、空気を閉じ込める工夫が必要になります。断熱材では空気を小さな粒にしたり、繊維で障害物を作ったりして、空気が動かないようにしています。

断熱材には繊維系と発泡プラスチック系

断熱材には、壁・天井・床などに使う断熱材と、窓・ドアなどに使う断熱開口部材があります。その他、気密性をより高めるための気密補助材料も、断熱工事に使われます(左表参照)。

断熱材には多くの種類がありますが、大きくは繊維系と発泡プラスチック系に分けられます。繊維系の断熱材には木質系と無機質系がありますが、いずれも細い繊維の間に空気を閉じ込めています。繊維系断熱材は、断熱性のほか吸音性にも優れています。一方、発泡プラスチック系は、一般に独立した小さな気泡で構成されており、この気泡の中に空気を閉じ込めて断熱性をもたせています。いずれも軽いので施工上の問題はありま

2

断熱材は建物全体を包むのが原則

家にも暖かい衣服を

通常の広さの戸建て住宅の断熱では、人間が洋服を着るように、建物全体をすっぽり包むのが原則です。これによって、建物が言わば暖かい衣服を着たような状態になり、室内の暖かさが外へ逃げなくなり、暖かさを保つことができるようになります。

具体的には、壁・屋根・天井・床・窓・玄関といった家の内と外とを分ける場所、つまり熱が入り出す場所に断熱材を施工します。また、建物の上部については、天井を断熱する場合と、屋根を断熱する場合があります。前者の場合は、小屋裏に換気口が必要です。下部についても、床を断熱する場合は、基礎を断熱する場合があります。前者の場合には、換気口を設けるなどして、床下を換気する必要があります。窓やドアなどの開口部は、壁などに比べて断熱性を高めにくいところなので、隙間なくしっかりと断熱して気密性を高める必要があります。

隙間を作らず、正しい施工法を行う

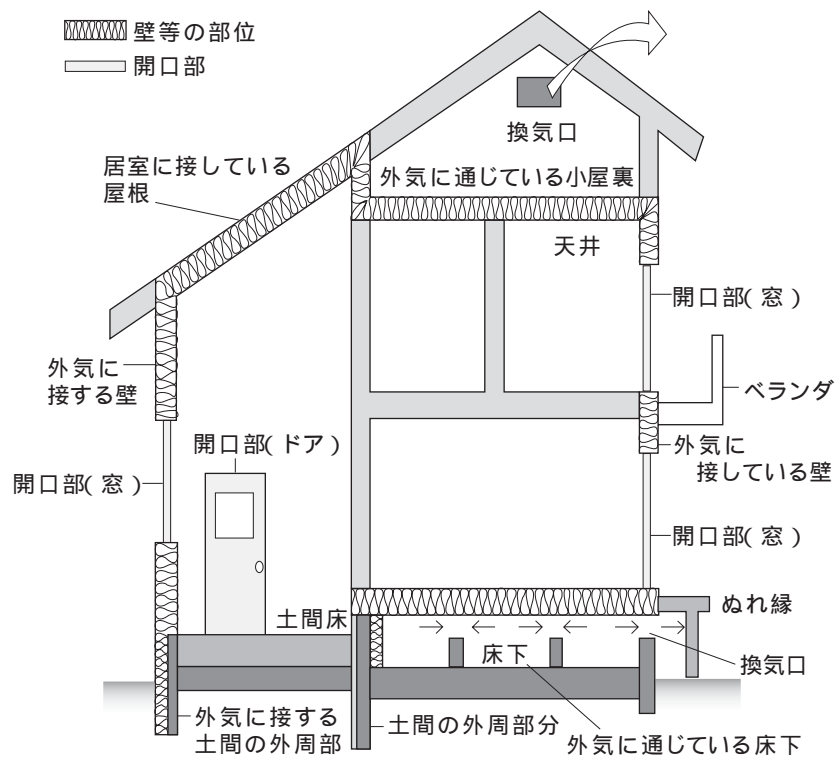
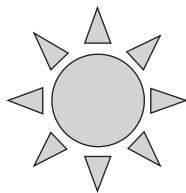
ところで、世間では「この断熱材やこの断熱工法でないとダメだ」とか「あの断熱材は悪い」などと、断熱材についての優劣がもつともらしく取り上げられています。それは大きな間違いです。断熱材は、材質単体だけでは優劣は決められません。決められた施工方法に従えば、どの断熱材も効果を発揮し、壁が腐るなどのような問題は発生しません。

ただし、断熱材には湿気を通す性質があるものがないものがあるので、注意が必要です。湿気を通す性質のものを使用する場合には、壁の室内側に湿気を侵入させない防湿層を設ける必要があります。いすれにしても、大切なことは、壁・床・天井などに隙間なく、きちんと断熱施工を行うことです。隙間だらけの中途半端な断熱施工は非常に危険です。断熱施工に知識と実績があり、信頼できる業者を選びましょう。

断熱施工のモデル図

住宅の断熱の基本

1. 断熱材で建物全体をすっぽりと包む
2. 窓は二重サッシや複層ガラスにする
3. 隙間のできないように気密性を高める



3 正しい断熱をする上での留意点

断熱・気密・防露は三位一体

住宅の断熱化を考える際には、断熱・気密・防露の3要素を三位一体で考えなくてはなりません(左図参照)。これらは相互に関係し合っており、このうちのどの要素が不足しても正しい断熱住宅とは言えません。例えば、断熱材を使いさえすれば、必ず暖かくなるというわけではありません。同時に気密性が高くなければ、暖かくなりません。

気密性を高めるといのは、天井・床壁などの外皮において、部材と部材の間に生じる隙間をなくすことを意味します。気密性の低い家は絶えず家中の空気と外気が入れ替わり、暖房や冷房を行っても熱ロスが多いのは当然です。壁にどんなに断熱材を入れても隙間だらけの施工では外気がたやすく入り込み、断熱材の効果は望めません。断熱は気密と一緒になければ意味がなくなります。また、防露とは結露を防ぐことです。例えば、冬に湿

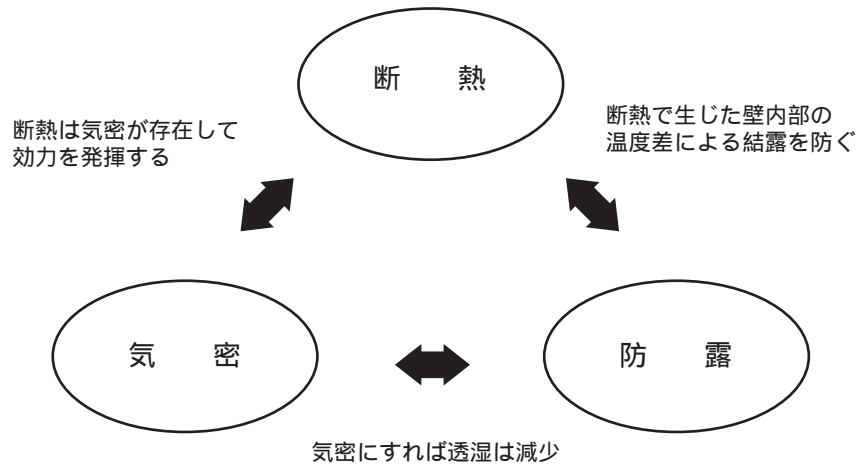
気を多く含んだ室内の空気が壁に入ったりすると、防露化されていない場合には壁の内部で結露を起こしてしまい、柱や土台を腐らせてしまいます。ですから、断熱する場合は防露性ということが必須になります。また気密にすれば、一般に冬の防露性は高くなります。このように断熱・気密・防露の3要素は互いに密接な関係にも計画換気を行って湿気を取り除く必要があります。

「熱橋」部分の断熱にも注意

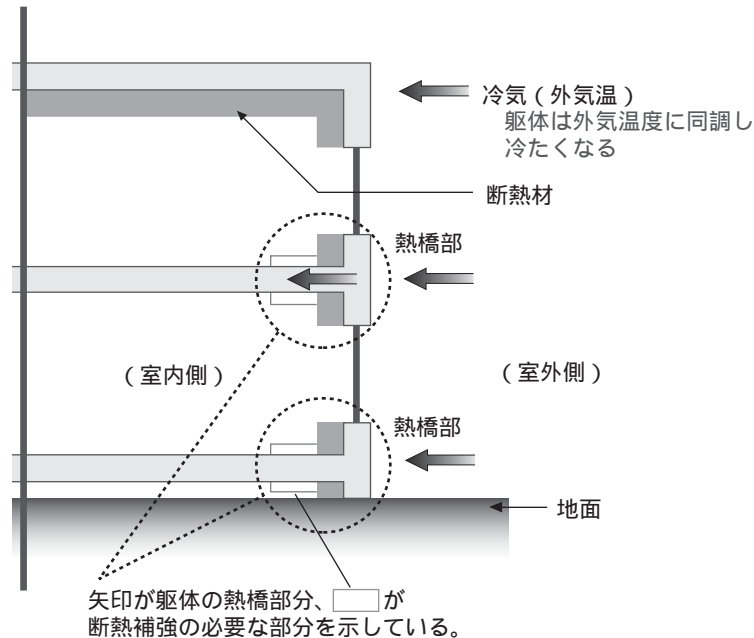
また、外皮において、部分的に断熱材が入らずに熱が通りやすくなってしまっている場所は「熱橋」と呼ばれます。特に、熱橋が鉄やコンクリート(構造材として使われる)などの熱伝導の大きな材料の場合には、断熱材で補強することが必要になります。この補強をしていない場合や不完全な場合には、断熱性能が低くなるのはもちろんのこと、結露が発生しやすくなります。

正しい断熱

断熱・気密・防露は三位一体



熱橋部分の断熱補強(コンクリート住宅の内断熱の場合)



4

断熱の効果と断熱住宅の室温

断熱の省エネ効果

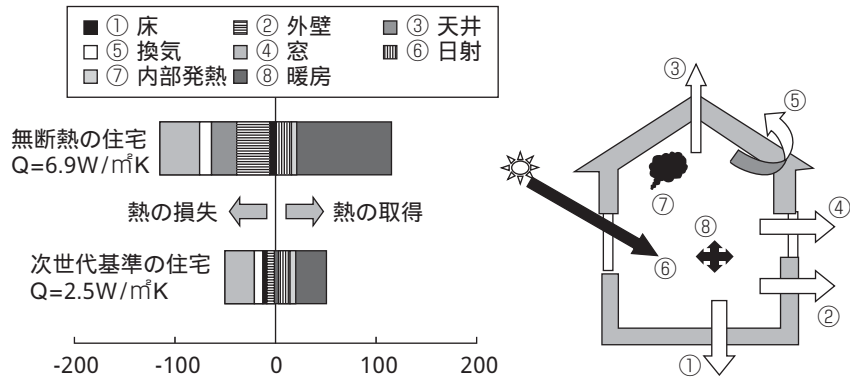
正しく断熱された家は無断熱の家と比べ、どれだけの効果を得られるのでしょうか。左の図は、次世代省エネ基準に則って断熱された住宅と無断熱の住宅とを、一冬の熱量で比較したものです。場所は東京で、20℃の暖房を行うと仮定しています。コンピュータシミュレーションで計算した結果です。断熱された住宅では、床・壁・天井・窓を通じて外へ流出する熱（これを「熱損失」といいます）が半分以下になることが一目瞭然です。そのため、暖房の熱量も激減しています。

以上の結果は東京のもので、場所が変われば気候も変わりますので、結果も変わります。しかし、断熱化は、暖房を行う条件であれば程度の差はあれ、同じ傾向の結果を導きます。つまり、暖房熱量を低減させ、省エネルギーに貢献します。

断熱化による自然室温の上昇

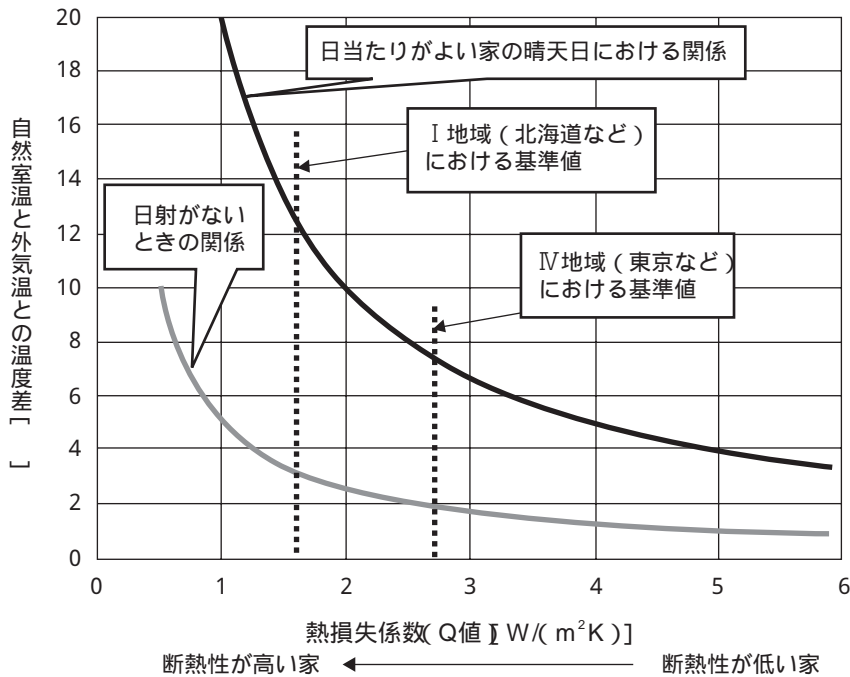
上の話は暖房をしっかりと行うという条件の下での結果です。しかし、日本の住宅では建物全体を暖房してどの部屋でも20℃以上に保つことはあまり一般的とは言えません。人のいる部屋だけ暖房するのが一般的です。それでは、暖房をしない場合、断熱住宅の室温はどうなるのでしょうか。住宅では暖房をしなくても、日射が窓から入ったり、家電製品や人体（人間1人からは60W程度の発熱がある）からの発熱があるので、室温は外よりやや高くなるのが普通です。このような室温を自然室温と言いますが、左ページの図に、建物の断熱によって自然室温が外気温より高くなる度合を示しました。図に示すように、断熱性が高まると、自然室温は直線的にはなく急激に上昇するのが特徴です。ですから、しっかりと断熱すればするほど、自然室温の上昇という恩恵が受けられ暖房をしない部屋や時間でも室温が高くなります。

次世代基準の住宅と無断熱の住宅との熱量比較



一冬の熱量(ギガジュール)、住宅の床面積は122㎡

断熱化と自然室温の上昇



5

断熱効果を数値で見ると

建物全体の断熱性は「熱損失係数（Q値）」で分かる

家の保温性・断熱性を数値で示すものとして「熱損失係数Q値」(以下「Q値」と略)があります。最近では、住宅の広告に表示されるケースが増えてきているので、記憶にある方も多いと思います。これは、室内外の温度差が1 あるときに、建物全体から1時間当たり逃げ出す熱量(熱損失)を床面積で割った数値のことです。この値が小さければ小さいほど熱が逃げにくく、断熱性・保温性の高い住宅と言えます。

部位は「熱貫流率（K値）」、「断熱材は「熱抵抗値」で表示

前記のQ値は建物全体を対象としたものですが、壁・天井・窓など、単独の部位を対象として断熱性能を表示する場合は、「熱貫流率（K値）」(以下「K値」と略)を用

います。K値とは、部位を通過する熱の通過のしやすさを示す数値で、断熱性のよい窓や壁の場合はその数値が小さくなります。

また、厚みのある断熱材など、部材単独の断熱性を表す場合には「熱抵抗値」が用いられます。熱抵抗値は、K値とは逆に材料の熱の伝わりにくさを示したものです。熱抵抗値は、部材の厚さをその材料の熱伝導率(コラム参照)で割った数値であり、厚みがあつて熱伝導率の小さい部材が大きくなります。断熱性を高めるためには、熱抵抗値の大きい部材が必要で、それが断熱材というわけです。

気密性能は「相当隙間面積（C値）」で分かる

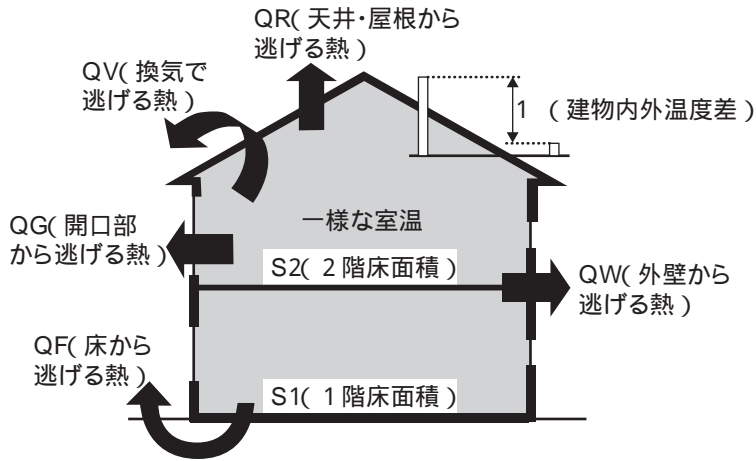
一方、建物全体の気密性を示すものとしては、「相当隙間面積（C値、厳密には「床面積あたりの相当隙間面積）」(以下「C値」と略)があります。相当隙間面積

熱損失係数（Q値）

住宅の断熱性、保温性は「熱損失係数(Q値)」でチェック

$$\text{熱損失係数} = \text{家から逃げる熱の総量} \div \text{延床面積}$$

$$Q = (QR + QV + QG + QF + QW) \div (S1 + S2)$$



とは、断熱を行う外周部位(外壁、天井、床、窓)に存在する隙間(目に見えるものも、見えないものもある)の面積を合計して、それを床面積で割った数値にほぼ近い数値です。ですから、数字が小さいほど気密性能が高いことを意味しています。C値は、Q値やK値などと同じ、計算で求めることは不可能ですが、送風機などの装置を用いれば現場測定によって求められます。これらの数値で、断熱性・気密性の効果を数値として知ることができます。次世代エネルギー基準では、これらの数値に対する基準値が地域別(I~VIの地域、136頁参照)に設定されていますので、これを目安に断熱性能などを考えるとよいでしょう。

地域別の基準値

地域	熱損失係数 [W/(㎡・K)]	相当隙間面積 [cm ² /㎡]
I	1.6以下	2.0以下
II	1.9以下	2.0以下
III	2.4以下	5.0以下
IV	2.7以下	5.0以下
V	2.7以下	5.0以下
VI	3.7以下	5.0以下

6 結露はどのように起る？

表面結露と、壁体内結露

空気中の水蒸気は温度が高いほど含むうる量が多くなり、温度が低いほど少なくなります。ですから、温度が下がって空気が含まうる水蒸気量が低下すれば、最初に含まれていた水蒸気の一部は気体として空気中に存在できなくなり、水滴に変わります。この現象が結露で、結露しはじめると温度のことを「露点」と言います。夏に冷えたビールをグラスに注ぐとグラスの外側に水滴がつきますが、これも同じ原理で説明できます。グラスの周囲の温度が下がり、そのあたりの空気に含まれていた水蒸気が水滴となってグラスに付くのです。

結露には、窓ガラスや壁表面の低温のところに発生する「表面結露」と、壁の内部で発生する「壁体内結露」の2種類があります。結露は頻りに発生するとカビが大いに発生します。すると、ダニが繁殖し、さらにはダニの死骸などがアレルギー疾患の原因となります。

結露で特に怖いのは、目に見えない壁体内結露です。室内の水蒸気は、外壁の内装が水蒸気を透過させるものであれば、壁の内部に侵入します。冬の場合には、この水蒸気が断熱材の外気側の低温部分に到達し、露点以下になれば結露が発生します。壁体内結露が発生すると、結露した水は柱や土台を濡らし、それらを腐らせます。また、断熱材の性能低下などを引き起こしたりします。

防湿層や通気層を設けて結露を防止

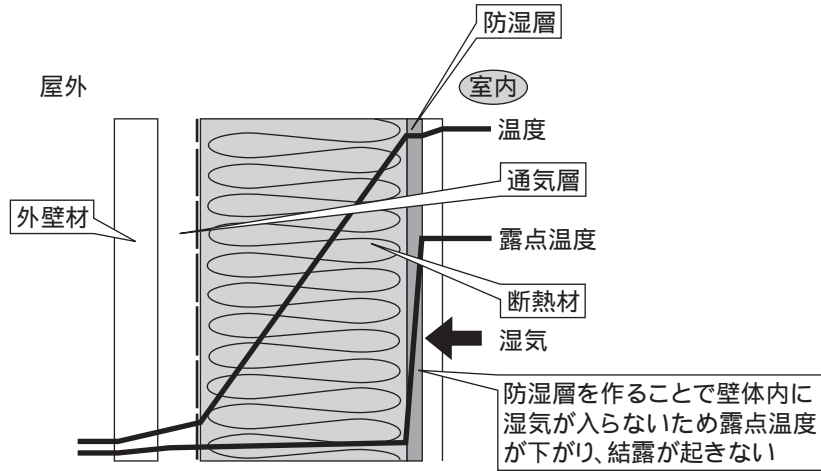
以上のような冬の壁体内結露を防ぐには、まず室内の水蒸気を壁に入れないことです。そのためには、断熱材の室内側に湿気の侵入を防ぐ防湿層を設けることです。また、侵入してきた湿気を外気へ逃がす通気層を設けることも重要です。

繊維系の断熱材は水蒸気を通すため、こうした工夫が必要で、プラスチック系のもは、防湿性かなり高いものであれば、このような結露の心配は一般にありません。

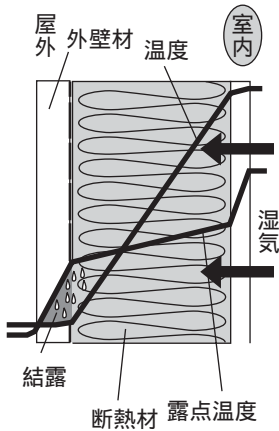
壁体内結露

壁体内結露の仕組みと防止対策

防湿層、通気層がある場合



防湿層、通気層がない場合



せん。
防湿層を設けると、夏に日射などを受けて温度が高くなった場合、壁の中の木材や合板から水蒸気が放出され、冷房で冷やされ結露するという学者もいます。しかし、このようなタイプの結露は夏の昼間にだけ発生するものであり、結露水量も多くの場合わずかなので、木材を腐らせることはないことが分かっています。

室内の湿度にも気をつけて

室内の湿度は40～60%が適切です。40%より低くても、60%より高くても人体には適当とは言えません。冬に暖房しすぎると湿度は40%以下になり、過乾燥になりますので、喉や鼻の粘膜によくありません。また、反対に、観葉植物や水槽など、水蒸気を多量に放出するものが室内に多ければ、室内湿度が高くなり過ぎますので、換気によって湿度を下げなければなりません。

1 断熱工法にはいろいろある

断熱工法の種類

ひとくちに断熱工法（断熱材を部位に施工する方法）と言っても数多くの方法がありますが、大きく分けると、①充填工法、②張り付け工法、③敷きこみ工法、④吹き込み工法、⑤吹きつけ工法、の5種類と考えてよいでしょう。

充填工法は、壁や床などの軸組部材の間に成型された断熱材を充填していくものです。使用する断熱材は、無機質繊維系のグラスウールやロックウールの成型品や袋詰め品、さらには発泡プラスチック系のボード品です。ただし、軸組部材（柱や根太など）と断熱材の間に隙間があつては断熱効果が半減しますので、隙間が生じないように工夫されているか、あるいは隙間が別の材料でふさがれているかが、重要な問題になります。

張り付け工法は、繊維系でもプラスチック系でもボード状のものを、軸組の部材に釘やビスで張り付ける工法

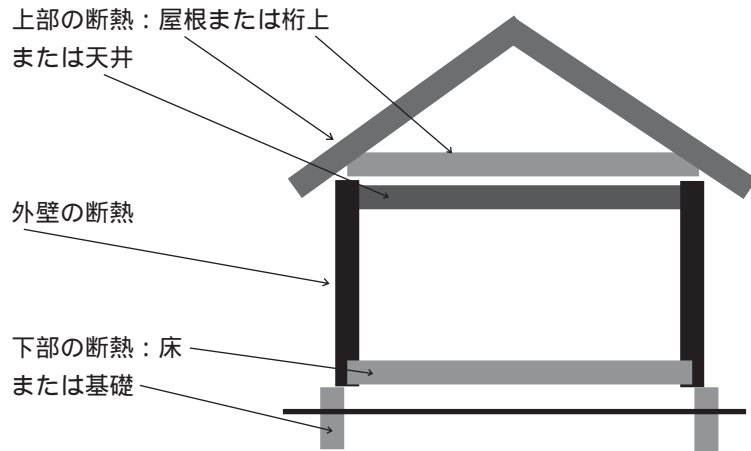
です。ポリスチレンや硬質ウレタンを柱の外から張り付ける工法は、外張断熱工法」として有名になっています。敷きこみ工法は、袋詰の繊維系断熱材を布団のように敷きこんでいくもので、天井断熱にしか使えません。また、吹き込み工法は、セルローズファイバー、グラスウール、ロックウールなどの繊維系断熱材をバラ状にして天井材の上や壁の空隙に機械で吹き込んでいくものです。吹きつけ工法は、接着性のある液状のウレタンなどを機械を使って壁や天井の面材に吹きつけ、発泡させて断熱層をつくる工法です。吹き込みも吹きつけも隙間がでにくいというメリットがありますが、施工業者にとっては楽な仕事ではありません。

断熱施工がよければ断熱工法は優劣がつけがたい

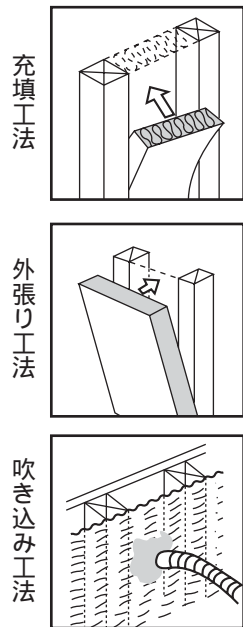
住宅業者は、よく「ナントカ工法だから性能がよい」とか、「〇〇の断熱材はだめだ」となどという言い方をし

断熱工法

断熱される部位にも注目



断熱工法の例



ますが、断熱性能の優劣は材料や工法だけで決まるものではありません。多くの断熱材は、断熱材メーカーが指定した工法で「きちっと」施工すれば（前に述べた断熱・気密・防露の関係を理解し、この三者に問題がないように施工すれば）、断熱性能も防露性能も問題が生じません。ただし、きちっとした施工がしやすいものと手間のかかるものがあるのは事実です。また、傍目には手間がかかるように見えても、慣れた業者が施工すればいとも簡単に問題なく施工されるものもあります。ですから、断熱工法の優劣は、断熱材や工法の名前だけでなく、施工業者の熟練度やコストも勘案しなければ、評価はできません。

また、断熱する部位によって、適した工法とそうでないものがあることも事実です。例えば、吹き込み工法は天井断熱や桁上断熱では非常に効果的ですが、壁や床を施工する場合には工夫が必要です。

2

繊維系充填断熱と施工上の注意

室内側に防湿気密層を造る

繊維系充填断熱は断熱工法の典型的なもので、柱と柱との間にできる空隙に断熱材を充填していくものです。その際のポイントは、断熱材の室内側に防湿気密層を設けることです。繊維系の断熱材は透湿性が高いため、そのままでは室内の湿気が壁を通して断熱材内部に侵入し、結露を起こしてしまいます。特に、壁の外気側に構造用合板を張り付けた場合には必ず防湿層が必要になります。防湿気密層は、防湿と気密を兼用した薄い層という意味で、通常、ポリエチレンなどのプラスチックのフィルムが使われます。防湿層も物としてはこれと同じプラスチックのフィルムと考えてよいのですが、この場合、その層の目的として「気密」は要求されないという意味が含まれます。

また、繊維系充填断熱に限ったことではないのですが、外壁などでは外気側に通気層を造ることも大切です。天

施工には技術と手間が必要

繊維系充填断熱工法は、施工をする上で注意を要する工法です。断熱材の入った袋を柱にしっかり止めつけておかないと、断熱材の周囲に隙間ができてたり、時間が経つとともにすり落ちたりします。また、柱と柱の間には金物や筋交いなどの障害物が多々存在し、スムーズな作業の妨げになります。

しかし、こうした障害物のところで断熱材をいい加減に詰め込み、隙間だらけの施工をしたり、防湿層（断熱材が入っている袋）を破いて放置したりすれば、冬には外の冷気や室内の湿気が入り込み結露を生じさせます。

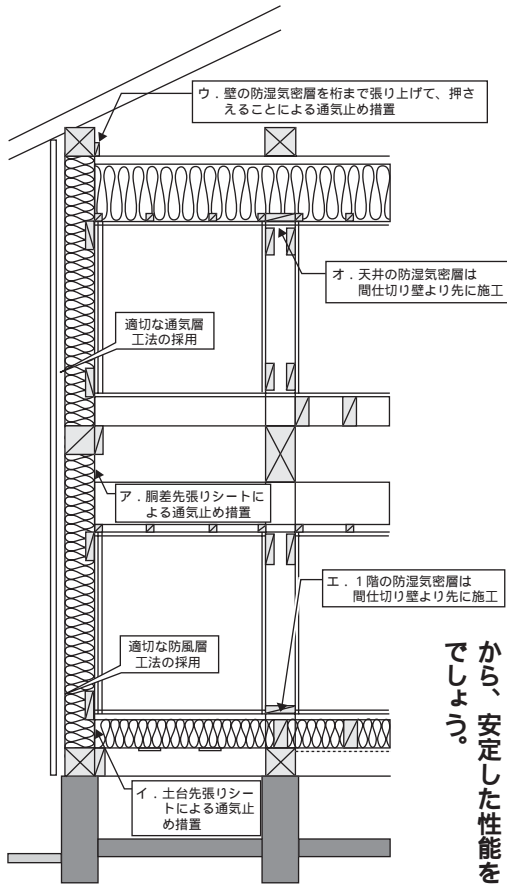
ですから、手抜きをしたくても、手抜きはできません。隙間を作らず断熱材を密に充填し、防湿気密層も切れ目なく連続させるには、ちょっとした技術と手間が必要になります。

セルローズファイバーの吹き込み工法

同じ繊維系充填断熱に該当しても、この工法には前記の技術と手間は不要です。この工法では、断熱材のセルローズファイバーは壁の隅々まで、また金物などの障害物があってもその周囲に隙間無く吹き込まれます。ですから、安定した性能をつくることのできる工法と言えるでしょう。

断熱工法の良い例・悪い例

良い例



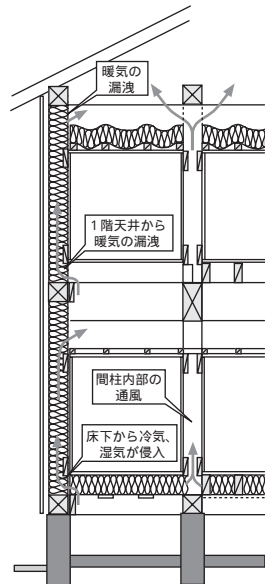
良い例

- ① 隙間なく断熱材が充填されている
- ② 適切な通気層工法の採用
- ③ 室内側に防湿気密層を張り、室内からの湿気の侵入を防止

悪い例

- ① 床下から冷気、湿気が侵入
- ② 隙間だらけの充填で、暖気は逃げ、冷気・湿気が侵入
- ③ 柱にしっかり止めていないため、すり落ちてくる

悪い例



3 プラスチック系外張り 断熱工法と断熱パネル工法

プラスチック系外張り断熱工法

外張り断熱工法とは、ボード状の断熱材を柱の外側全体に張り付けていくものです。断熱材としては、成型されたポリスチレンや硬質ウレタンなどが用いられますが、ボード状に成型したグラスウールやロックウールを用いる工法もあります。

この工法は壁の厚みが外側に広がるため、敷地が狭いところでは嫌われる傾向があるかもしれません。また、厚い断熱材を張る場合には不向きです。しかし、断熱材を隙間なく張りつめていくために、断熱・気密の連続性を保ちやすいのがメリットです。また、プラスチック系の断熱材であれば、湿気を通さないため、内部結露の心配もありません。

施工についても、外側からボードを釘やビスで打ち、ボードの目地を気密テープで貼るだけの作業ですから、充填断熱工法で必要な技術も手間も必要ありません。誰

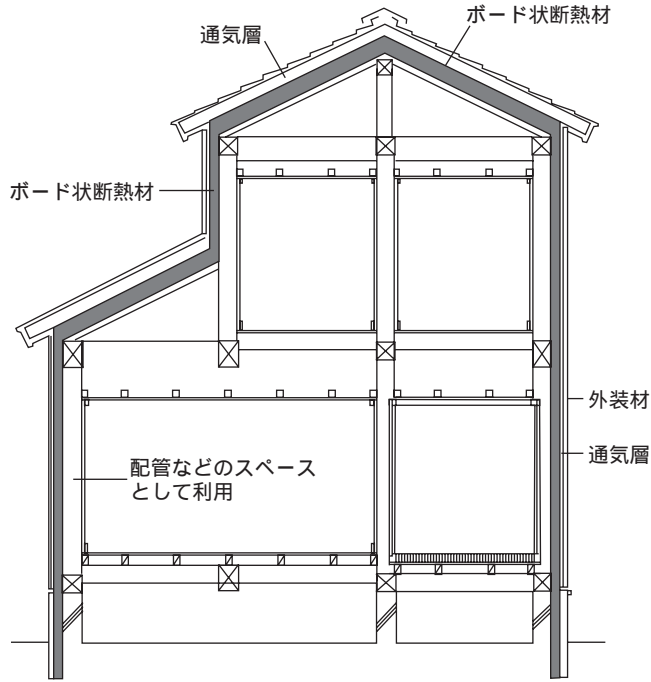
が施工をしても性能が確保されやすい工法と言えるでしょう。ですから、施工の簡便さと性能の安定性で、最近では広まりつつある工法です。

断熱パネル工法

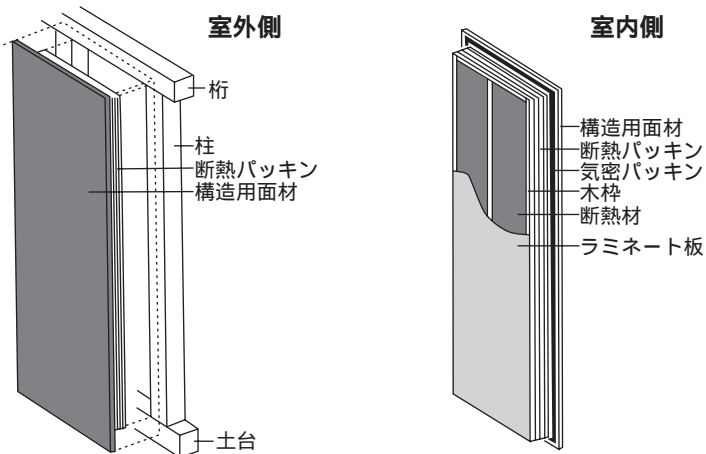
断熱パネル工法とは、プラスチック系などの断熱材を充填したパネルを予め工場で作成しておいて、それを現場に搬入し、柱と柱の間に嵌め込んでいくものです。パネルの枠材や面材には木材や合板が使われます。外張り断熱工法と同様に、外から施工するため、柱と柱の間にある筋交いや金物、コンセントボックスなどをあまり気にせずに施工ができます。その点、外張り工法と共通する特徴があります。

ただし、断熱パネルは工場生産されますので、その分の費用は高くなります。しかし、現場施工費は他のものと比べて安くなります。

プラスチック系外張り断熱工法



断熱パネル工法の壁パネル



1 北側リビングや吹き抜けの部屋でも快適生活

窓がはたす役割と短所

窓には採光・通風・換気・眺望という役割があります。日本人はその効果を存分に得るために、住宅では大きな窓を好みます。また、窓はデザイン上の重要なポイントでもあり、大きな窓のある建物は「美しい」「爽やか」「開放的」といった印象を与えることができます。

反面、窓は壁に比べて断熱性・気密性が悪く、窓を大きくすると、①室内から熱が逃げてしまつて冬は寒い②日射を通して夏は室内が暑い、といった短所があります。他にも、外の音を通してしまつて遮音性の低さや、火事に弱い防火性の低さといったことが弱点です。しかし、現代では性能のよい窓が登場しており、こうした短所・弱点がずいぶん解決されています。

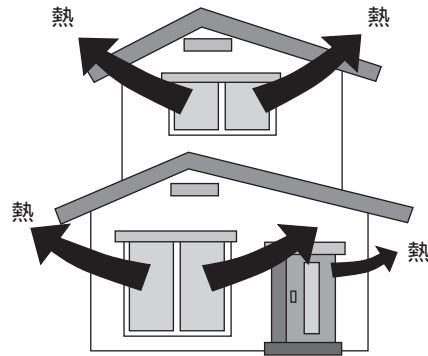
断熱性能の高い窓は遮音性も

断熱性能の高い窓を用いた住宅では、開放的な吹き抜

け空間や、北側にリビングを設けることが可能になります。外気温の影響が小さくなるために、間取りプランの自由度が広がるのです。例えば、日本では日当たりのよい南側に居間を設けるのが常識ですが、敷地の関係で無理だったり、南向きであっても周囲に家が建て込んでいて日射が得られない場合などに、断熱性能の高い窓を採用し、居間を北側に配するの也是一案です。北向きの方が年間を通して安定した光が得られ、照明エネルギーを節約することもできます。同時に、北側では日射が強くないため、ブラインドなどの日除け手段も不要になります。どんなに躯体を断熱しても、窓の断熱性能が低ければその効果は半減します。また、断熱性の悪い窓は冬期に結露が多発し、カビ・ダニの発生を誘発します。さらに、断熱性のよい窓は遮音性も高く、室内は外の騒音に悩まされることがなく静かで快適に過ごせます。特に大都市の中心部や、学校や交通量の多い道路に隣接しているような場合には採用したいものです。

窓の断熱

熱の出入りを防ぐには、開口部を断熱する



窓の性能と役割

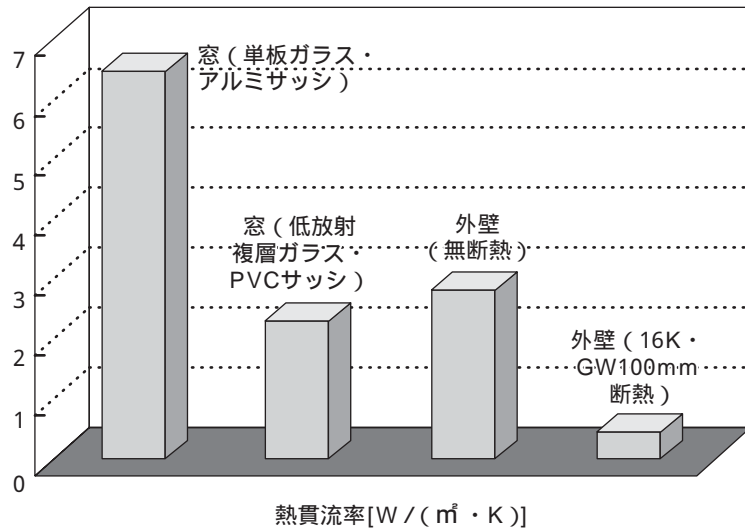
窓の役割

- ①開けること 採光・通風・換気・眺望など
- ②デザイン上の重要なポイント 開放感、爽やか、美しい

窓の性能

- (現代の住宅に求められるもの)
- ・気密性、日射遮蔽性、遮音性、防火性
 - ・断熱・気密性が悪ければ、冬は寒い。
 - ・断熱・気密性がよければ、大きな吹き抜けや北側のリビングが可能になり、間取りプランの自由度が大きくなる。
 - ・日射遮蔽性が悪ければ、夏は暑い

窓の熱性能(熱の逃げやすさ)



2 ガラスの種類と断熱性

複層ガラスの窓は断熱性が高く、結露も防ぐ

断熱性の高い窓にするには、窓のガラスを複層にすることで。複層ガラスは、空気の熱を伝えにくいという性質を生かし、空気を2枚のガラスの間に封じ込めたものです。この空気層が断熱材の役目を果たし、窓から出入りする熱ロスを防ぎます。空気層の厚さは、12mmあれば十分です。他に、アルゴンガスを注入しているものもあり、空気のものより高い断熱性を示します。

また、複層ガラスの窓にすると、結露（表面）の発生を防ぐことができます。外の温度が低くても、ガラスの室内側の表面温度が下がらないからです。

複層ガラスに使われるガラスには、一般的な透明なもののほか、特殊な金属膜を表面にコーティングした「ミッドガラス（低放射ガラス）」もあり、一般のガラスに比べ、より高い日射遮蔽性と断熱性が得られます。複層ガラス窓にはいくつかの種類があるので、住んでいる地域の

気候、部屋の向きなどを考え、目的に合わせて選ぶとよいでしょう。

複層ガラスの熱貫流率と日射侵入率

断熱性を表すものとして、どれだけの熱量が窓ガラスを通過するかを示す熱貫流率があります。この場合、使用するガラスの厚さが同じなら、空気層の層数で性能が決まります。一般的な複層ガラスで1枚ガラスの約2倍、Low-Eガラスを使用したものでは、さらに断熱性能は向上します（図②「熱貫流率の比較」参照）。

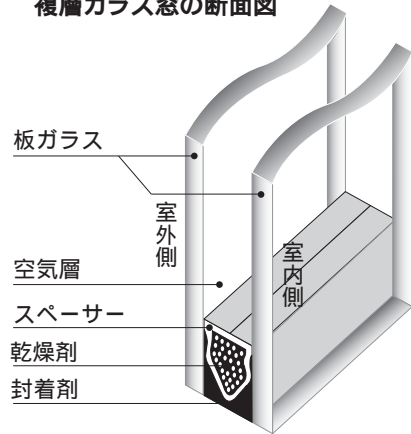
また、夏には日射を遮蔽し、外からの熱の侵入を防ぐことも、コーティングした複層ガラスの大きな利点です。左頁の①「日射侵入率の比較」で分かるように、通常の単板ガラスと比べてみると、遮熱複層ガラスでは室内に侵入する日射熱は半分程度になります。さらに、ブラインドやカーテンをかけると、その効果は一層上がることになります。

ガラスの断熱性能

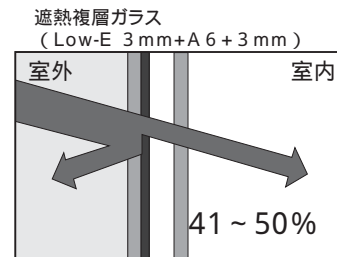
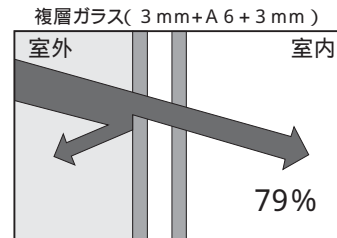
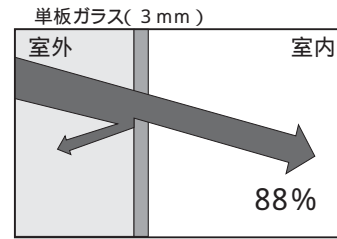
複層ガラスの種類

複層ガラス (普通のもの)	省エネルギーのための普及ガラス 1枚ガラスの約2倍の断熱性
遮熱複層 ガラス	熱を室内に入れにくい 室外側にLow-Eガラスを使用 日射遮蔽性がより高く、暑い 地域や西日のある部屋向き
高断熱複層 ガラス	熱を室内に入れにくい 室内側にLow-Eガラスを使用 断熱性がより高く、寒冷地や 北側の部屋向き

複層ガラス窓の断面図



①日射侵入率の比較



②熱貫流率の比較

ガラスの種類	熱貫流率 [W/(㎡・K)]
フロート板ガラス 3mm厚	6.0
複層ガラス(空気層6mm)	3.4
複層ガラス(空気層12mm)	2.9
遮熱複層ガラス(空気層6mm)	2.5
高断熱複層ガラス(空気層12mm)	1.7~1.9

*複層ガラスに使用するガラスの厚さがすべて3mmの場合

3 サッシの種類と断熱性

サッシにも断熱性を高めることが必要

窓の断熱性を高めるためには、窓ガラスだけでなくサッシの性能も高いことが求められます。サッシの素材が熱を伝えやすいものだと、冬は室内の温熱がサッシを伝わって外へ逃げ、夏は反対に外の暑さが室内に入ってきてしまいます。せっかく複層ガラスを用いても、これでは断熱効果は上がりません。

断熱サッシは、素材や工夫をこらした構造によって断熱性を高めたものです。熱を伝えにくい素材のプラスチック製サッシや木製サッシ、内部に挟み込んだ樹脂素材が熱を遮断するアルミ熱遮断構造サッシ、プラスチックとアルミを組み合わせたアルミ樹脂複合サッシがあります（左頁参照）。温暖地であれば、上記のどれでも満足できる断熱性能を持っていると言えるでしょう。しかし、寒冷地では、プラスチック製サッシと木製サッシが主流です。

気密性、水密性にも注目

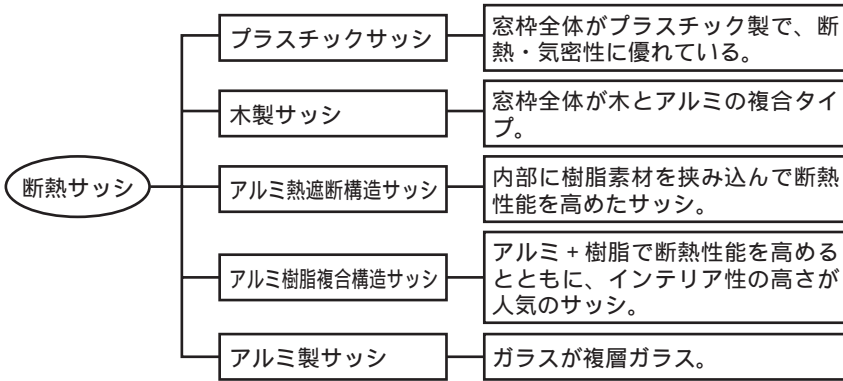
隙間風を防ぎ、同時に遮音効果も高める気密性や、風雨の吹き込みを防ぐ水密性の高さも重要なポイントです。気密性と水密性についてはJIS規格があるので、その規格を満たすものを選ぶようにします。

窓の断熱性を考える上では、窓やサッシ本体の材質・構造だけでなく、開閉機構にも注目すべきです。日本の住宅の窓はほとんどが引き違い式ですが、これはあまり断熱性のいい機構とは言えません。レール部と窓（障子という）、窓と窓の交差部分に隙間が生じ、そこから熱が逃げてしまうからです。寒さの厳しい北欧では、回転式や押し出し式といった窓が主流となっています。これらの方式では窓回りに隙間がでず、断熱性が非常に高くなります。

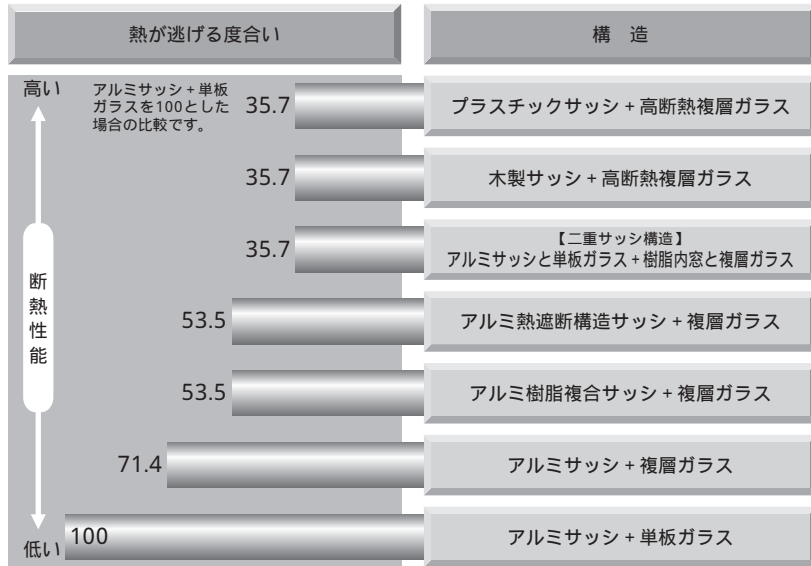
「引き違い窓があたりまえ」という先入観にとらわれず、開閉機構についても注目してください。

断熱サッシ

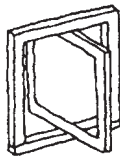
断熱サッシの種類と特徴



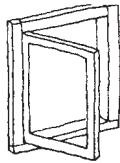
ガラスとサッシの種類による断熱性能



断熱性が高い窓の開閉機構



回転式



押し出し式



上げ下げ式