やっぱり
暖かい家が
ほしい!

心地よい住まいの暖房計画

増補改訂版

監修　前 真之 東京大学大学院准教授

発行　暮らし創造研究会

は じ め に

家は何のために建てるのか。よい家とは何なのか。
家を建てる人はもちろん、家を建てる仕事をしている人たちにとっても大事な疑問だと思います。

本書では、はじめに最近新築した人を対象にしたアンケート結果を載せています。
家を買った人は何にこだわったのか。そして住んでみて何に満足し、何に不満をもったのか、を聞いています。
その結果、目に見える要素はちゃんとこだわって満足できているのに、
目に見えない「冬の暖かさ」・「夏の涼しさ」・「省エネルギー」への満足度は低いことが見えてきました。

また、最近では家の中の寒さが健康に悪影響をもたらすヒートショックが知られるようになってきています。
家中で健康温度を確保することの大事さをお伝えした後に、
とても大事な住宅の基本性能である断熱・気密についても、詳しく説明しています。

次に、アンケートで不満の多かった冬の暖房について、標準的なプランを想定し、熱気流（CFD）シミュレーションを活用して、
エアコンや床暖房を利用したときの温度分布をカラフルに再現しています。
ぜひ自分の家を思い出しながら、実際の温度や気流を想像しつつ眺めてください。
最後に断熱の違いによる暖房費の違いについても、シミュレーション結果を示しました。

家を建てるのは人生の大仕事です。大事な点はたくさんあります。
しかし少ない光熱費で、家族が健康で快適な生活を送ることができれば、そんな幸せなことはないでしょう。
家を建てるチャンスは何度もありません。
本書が、みなさんの幸せな家づくりの一助となれば幸いです。

前 真之　東京大学大学院准教授

やっぱり
暖かい家が
ほしい!

心地よい住まいの暖房計画

増補改訂版

Contents

5年以内に新築した先輩家族1000人に聞きました …… P.02-09

- Q 建てるとき何を重視した?
- Q 住んでみて何に満足している?
- Q 冬の暖かさのためにこだわったことは?
- Q 住んでみて冬に不満を感じたことは?
- Q どんな暖房機器を使っている?
- Q リビングのプランと冬の不満の関係は?

最先端! CFDシミュレーションで暖かい家を検証 …… P.18-27

- 01 断熱・気密性能が違うと暖まり方も違う
- 02 吹抜けは1階が寒い! はウソじゃない
- 03 暖かい快適な環境を実現する2つの条件
- 04 作用温度を高めつつ局所不快をなくす方法は?
- 05 吹抜けプランを床暖房で快適に

冬の寒さを我慢してはダメ! 不快なだけでなく、健康にも悪影響 …… P.10-12

年間1万人以上が入浴時のヒートショックなどをきっかけとして死亡!?
家中どこでも18℃以上の健康温度を確保しよう

熱の出入りを減らす「断熱」と空気の出入りを減らす「気密」 …… P.13-17

断熱性能と気密性能、どうやって判断するの?
「これからの家」の断熱・気密性能のスタンダード

断熱強化でどれだけ変わるの? 暖房費 …… P.28

わが家を新築！

あなたは次の16項目から何を重視しますか？

1 耐震性能・構造

地震や台風などの災害に耐えられるよう、構造が強いこと

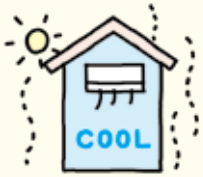
2 劣化対策・設備更新性

結露やカビ、シロアリなどの劣化対策や設備配管の点検・補修・更新の容易性などで住宅が長持ちすること

3 冬の暖かさ

暖房設備や建物の断熱・気密性能により、冬は足元から暖かく快適な室内環境が実現されること

4 夏の涼しさ



冷房や風通しにより、夏は涼しく快適な室内環境が実現されること

5 省エネルギー性

高効率な設備などで、住宅で使用するエネルギー・光熱費が少ないこと

6 創エネルギー

太陽光発電や家庭用燃料電池などのコージェネレーションシステムで、住宅で使う電気をつくれること

7 自然エネルギー利用

太陽熱給湯や太陽熱暖房、薪ストーブなど、電気やガスを使わないで自然エネルギーを活用していること

8 換気・空気質対策

自然建材や換気装置の利用で、室内空気がきれいに保たれていること（シックハウス対策など）

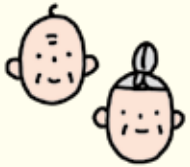
9 自然光利用

自然光（太陽光）が室内によく取り入れられていること

10 防音性能

家の周囲の騒音が聞こえないことや、室内の音が漏れないこと

11 高齢者対策



高齢者や障害者でも安全に生活できること（バリアフリー、ヒートショック対策など）

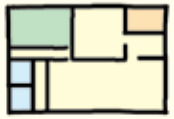
12 防犯性能

室内への侵入防止性能の高い扉や窓を用い、防犯性能が高いこと

13 デザイン

外観・内観のデザインがよいこと

14 間取り



生活動線や部屋の配置など、間取りの使い勝手がよいこと

15 広さ

家や土地の面積が広い・大きいこと

16 物件の価格

住宅本体の価格（建築費）のコストパフォーマンスがよいこと

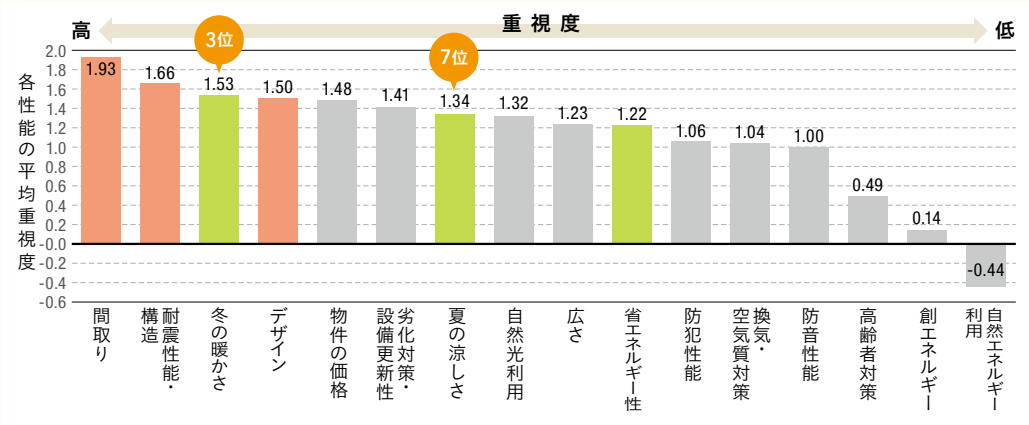
※上記の16項目は、住宅性能表示制度を参考に住宅取得・設計時に重視されることを選定しています

5年以内に新築した

先輩家族1000人に聞きました

Q 建てるとき何を重視した?

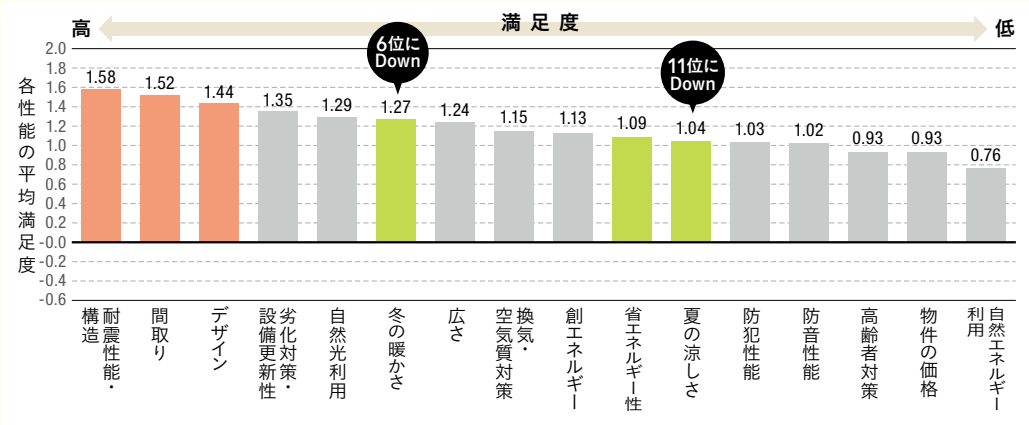
【はじめの重視度】



間取りや耐震性能・構造、デザインとともに、夏や冬の温熱環境も重視されている。一方、省エネルギーには関心が低い

Q 住んでみて何に満足している?

【住んだ後の満足度】



間取りやデザインなどの目に見える部分の満足度は高いが、温熱環境の満足度の順位は下がっている

※重視度・満足度は、各項目ごとに7段階で聴取し、＋3（かなり重視する・満足している）～－3（まったく重視しない・満足していない）で点数をつけ、平均した値

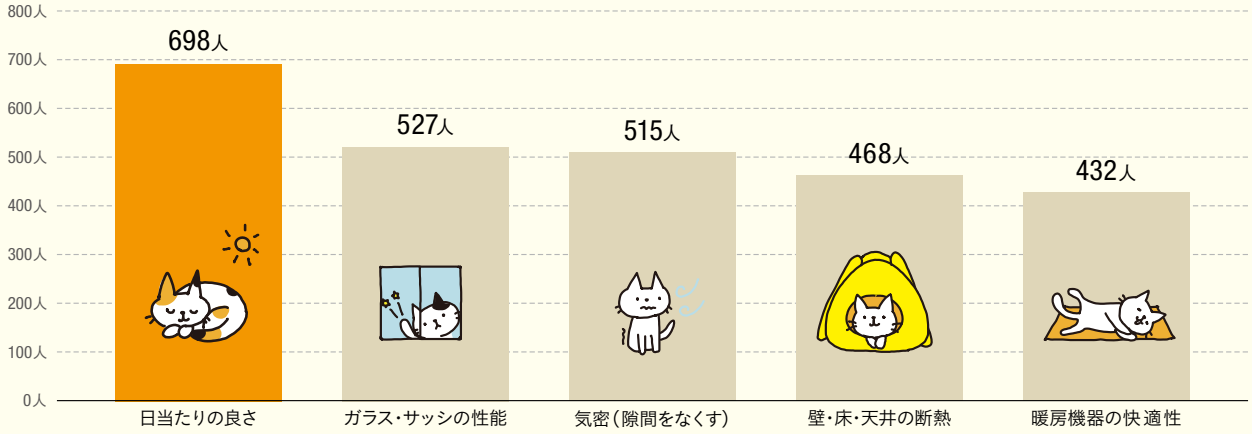
※このページのみ2015年に実施したアンケートの結果をもとに作成しています

冬の暖かさ、夏の涼しさにはこだわっているのに、満足度はいまひとつ…

先輩家族1000人に聞きました

Q 冬の暖かさのためにこだわったことは？

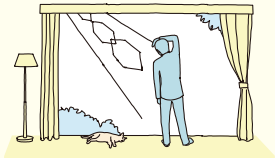
【冬の対策で重視したこと】



※各項目ごとに５段階で聴取し、「とてもこだわった」「こだわった」と回答した人数の合計

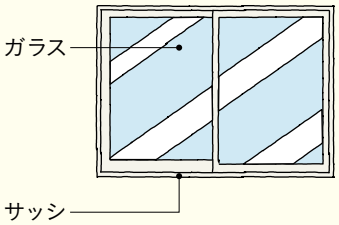
冬の暖かさは日当たりで？

冬の日当たりの良さにこだわる人が多いが、窓を大きくするとまぶしさや夏の暑さへの不満も多いので、庇やカーテンなどの日射遮蔽を忘れずに。外皮の断熱や暖房設備もこだわって選択したい。

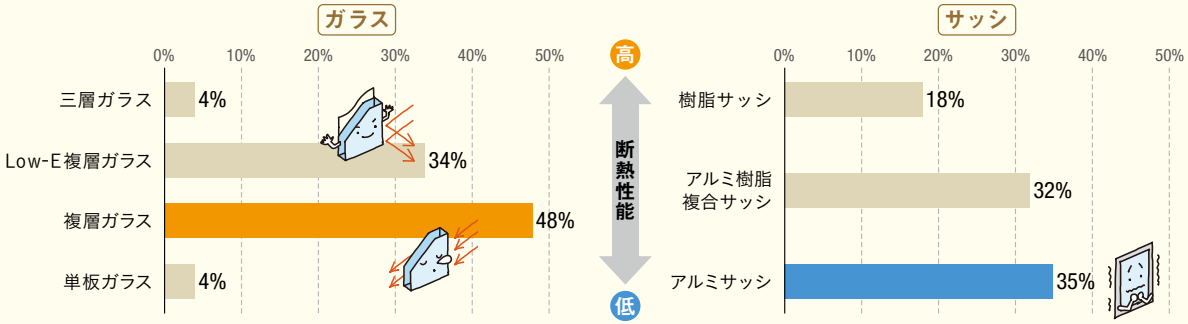


日当たりのよさが断トツ。外皮の断熱や暖房設備にもこだわりたい

【寒さの元凶。窓の性能は？】



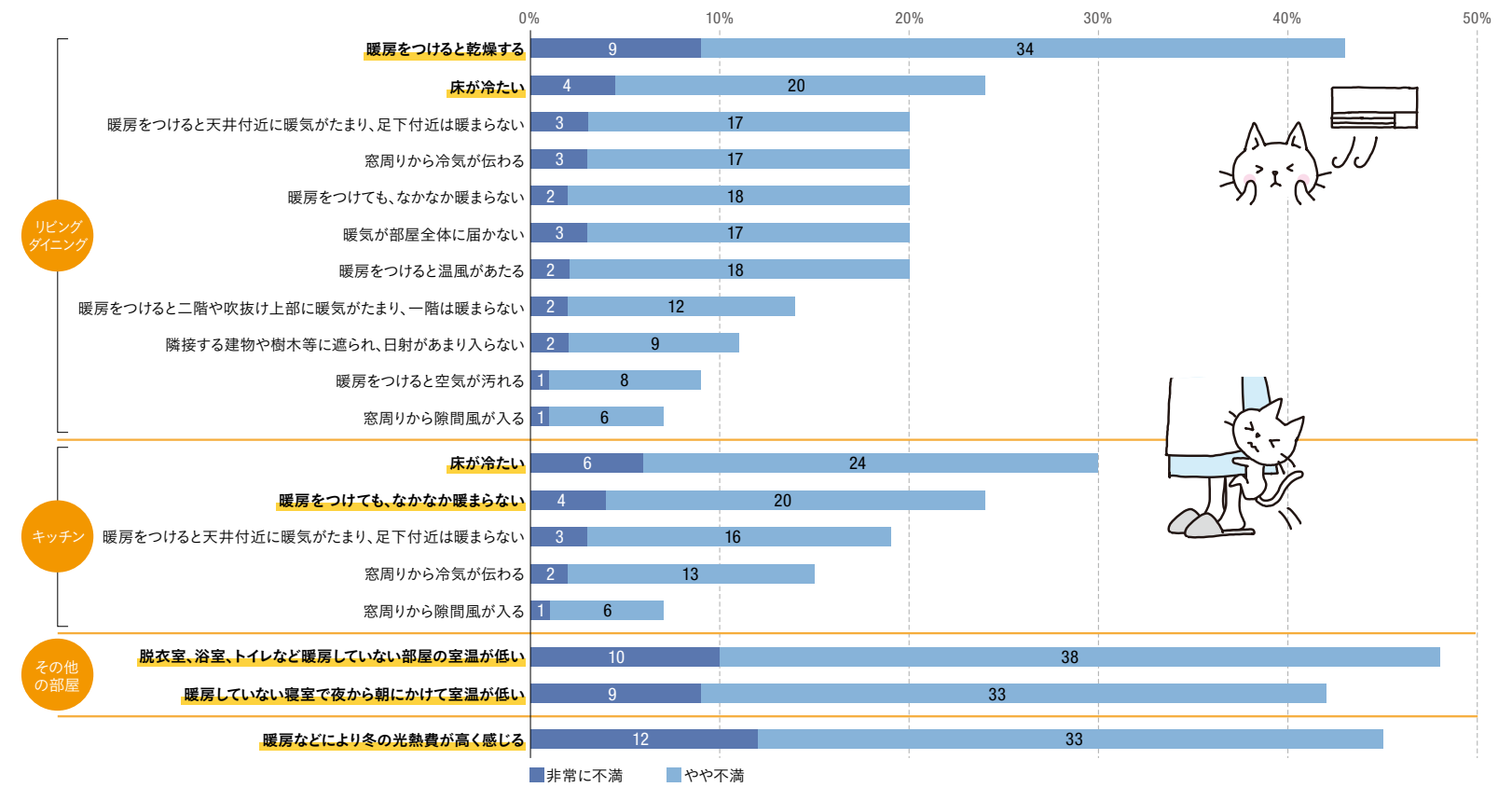
何を採用した？



ガラスは複層化が進むも、サッシの性能は低いまま…

Q 住んでみて冬に不満を感じたことは？

【部屋別 冬の不満ランキング】



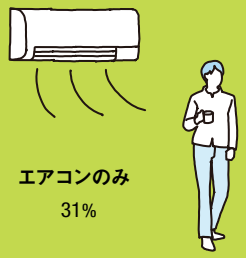
※各項目ごとに５段階で聴取し、「非常に不満」「やや不満」と回答した人数の合計が多い順に並べた。数字は割合（%）を表している。

暖房時の乾燥、床の冷たさ、非暖房室の寒さ、光熱費に関する不満が多い

先輩家族1000人に聞きました

Q どんな暖房機器を使っている?

メイン暖房 エアコン派 53%



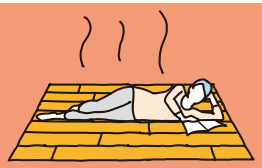
エアコンのみ 31%

＋

サブ暖房

床暖房	20%
電気カーペット・コタツ	20%
ファンヒーター・ストーブ	14%

メイン暖房 床暖房派 20%



床暖房のみ 11%

＋

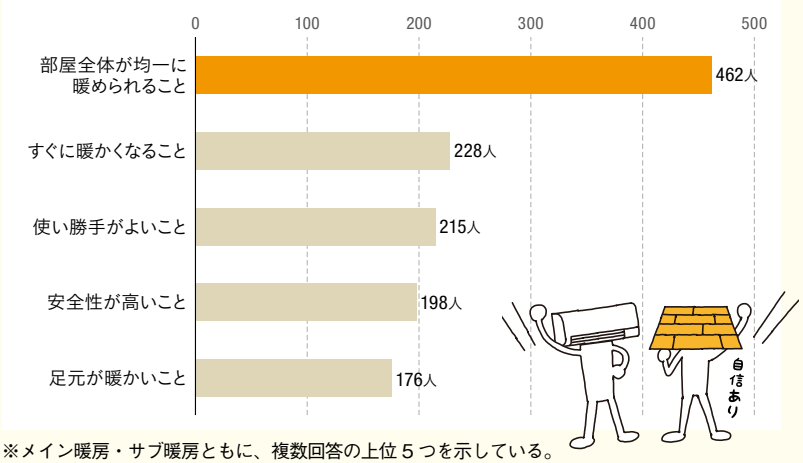
サブ暖房

エアコン 69%

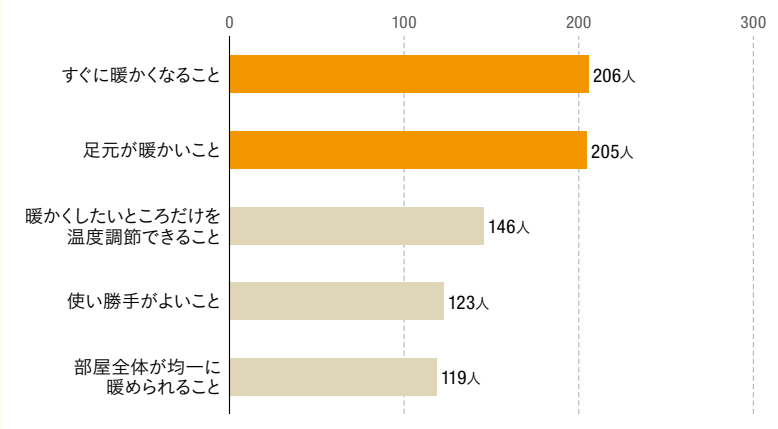
メイン暖房 その他 27%

薪ストーブ・ペレットストーブ・太陽熱暖房・暖房ナシ etc

【メイン暖房に求めること】



【サブ暖房に求めること】

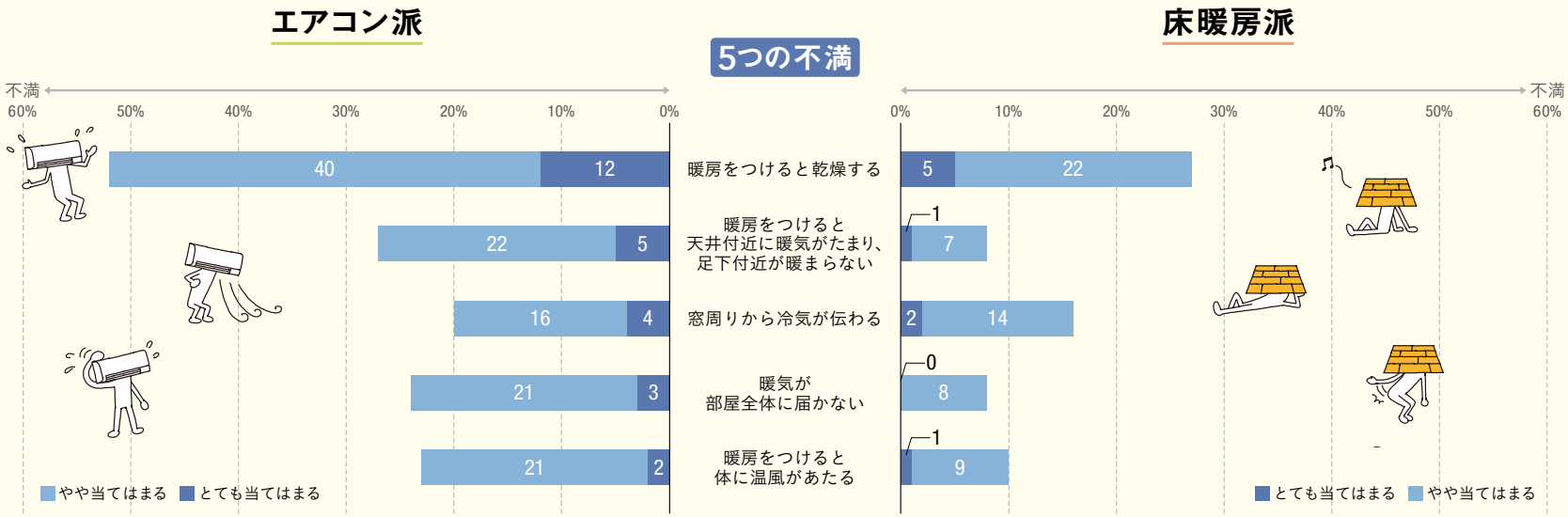


※メイン暖房・サブ暖房ともに、複数回答の上位５つを示している。

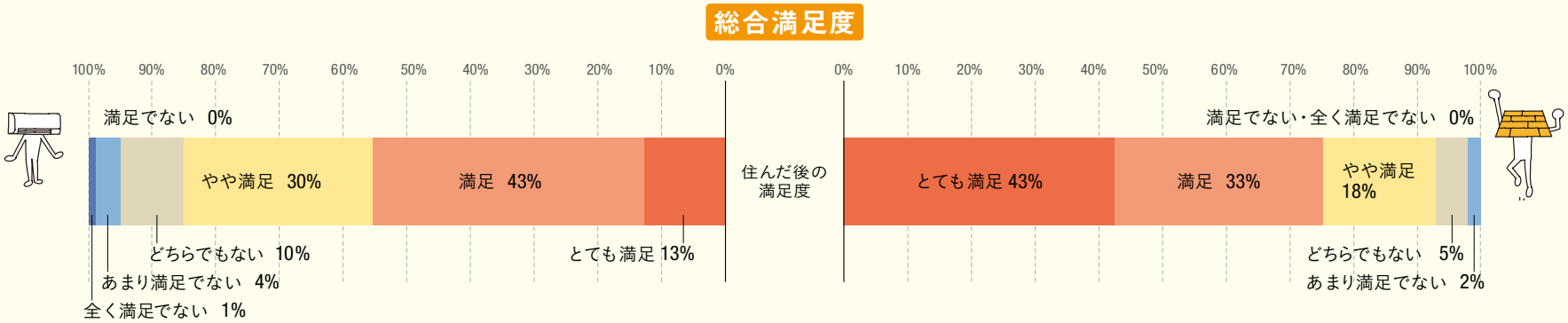
1つの機器で完結している人は少なく、複数の機器を組み合わせて使用していることが多い

エアコン派と床暖房派、冬の5つの不満と満足度を見てみると

リビングダイニングの冬の不満のうち、エアコンと床暖房の特性によるもの（床の冷たさ、立ち上がりの遅さ）を除き、不満度が高かった5つを比較した。



※各項目ごとに5段階で聴取した。数字は割合（%）を表している。



床暖房のほうが快適性が高く、総合満足度も高い

先輩家族1000人に聞きました

Q リビングのプランと冬の不満の関係は？

【プラン別 冬の不満ランキング】

	閉鎖型リビングプラン（吹抜けなし） 430人	リビング階段プラン（吹抜けなし） 268人	リビング階段・吹抜けプラン（吹抜けあり） 44人
1位	暖房をつけると乾燥する	暖房をつけると乾燥する	暖房をつけると乾燥する
2位	床が冷たい	床が冷たい	暖房をつけても、なかなか暖まらない
3位	暖房をつけても、なかなか暖まらない	暖房をつけると天井付近に暖気がたまり、足元付近は暖まらない	暖房をつけると2階や吹抜け上部に暖気がたまり、1階は暖まらない
4位	暖房をつけると温風があたる	暖気が部屋全体に届かない	暖気が部屋全体に届かない
5位	暖房をつけると天井付近に暖気がたまり、足元付近は暖まらない	窓周りから冷気が伝わる	窓周りから冷気が伝わる

乾燥感

日本の冬は空気中に含まれる水分量が少ないため、もともと湿度が低くなりがち。エアコンのように高温の空気を吹き出すタイプの暖房機器では、特に乾燥感が強くなる。床暖房など低温暖房の選択によって改善が可能。

床や窓の冷たさ

窓の性能が低いと窓周りの空気が冷やされ、コールドドラフトと呼ばれる冷たい下降気流が発生する。冷たい空気は重いため床付近にとどまり、足元の寒さにつながる。断熱・気密性能を上げることや床暖房の使用によって、改善が可能。

温度ムラ

暖気は軽いため、リビング階段や吹抜けから上の階へ逃げてしまう。断熱・気密性能が低いと、熱がそのまま外へ逃げ、下の階はいつまでたっても暖まらない。断熱・気密性能が高ければ、暖気が室内にとどまり家全体を循環する。

開放的なプランほど、断熱・気密性能や暖房機器の選択が重要

Attention 冬の3大不満（乾燥、光熱費、非暖房室の寒さ）とよくある勘違い

1 乾燥を防ぐためには加湿器が有効？

加湿器頼りではなく、断熱や設備で対策を！

乾燥するからといって、加湿器に頼りすぎるのは考えものです。過度な加湿は壁の表面や内部に結露を発生させ、腐朽やシロアリ発生の原因となり、建物の寿命を縮めます。湿度が上がればカビやダニが発生しやすくなり、匂いや空気質の悪化をまねきます。

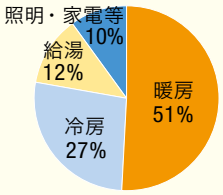
また空気の温度が高くなればなるほど湿度は下がり、乾燥感が強くなります。 断熱性能の高い家であればエアコンの吹き出し温度を低くできるので、その分乾燥も抑えられます。また高温の空気を吹き出さない床暖房の使用も効果的です。湿度を回収できる機能が付いた全熱交換換気設備などを検討するのもよいでしょう。

2 冷暖房費を節約すれば光熱費は下がる？

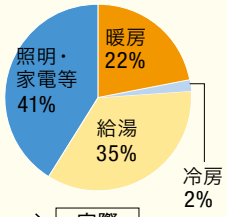
エネルギーを最も使っているのは照明・家電！

あなたは年間で最も光熱費を使っているものは何だと思いますか？左の円グラフは、先輩家族 1000 人に聞いた結果です。多くの人が暖房や冷房に光熱費がかかっていると思っているようですが、右の円グラフを見てください。実は、照明・家電の割合が最も高いのです。その次が給湯、暖房と続きます。冷房はごくわずか。光熱費を下げたいのであれば、家電や給湯器の見直しも忘れずに。

●年間最も光熱費を使っていると思う用途



●住宅のエネルギーの使用量内訳（1世帯あたり）



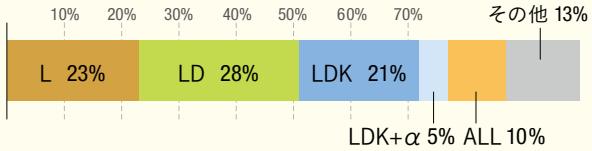
イメージ ←→ 実際

3 床暖房はリビングだけのもの？

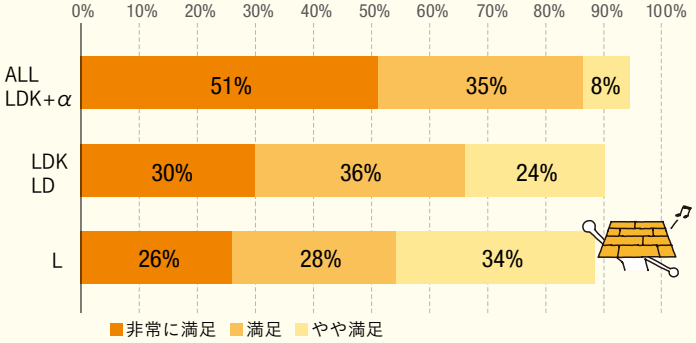
敷設範囲が広いほど快適に！

いまやエアコンと並んで暖房の定番となった床暖房。しかし、そのほとんどがリビング・ダイニングのみに敷設しているため、キッチンにいくと足元が寒いという不快な温度ムラが生じています。床暖房は、さまざまな場所に敷設できますから、キッチンや寝室などにも敷くことを検討してみましょう。先輩家族のアンケートでも、敷設面積が広いほど、満足度が高くなる傾向があります。また、P18 のシミュレーションのように家の断熱・気密性能が高ければ、床暖房のみでも部屋全体をムラなく暖房することが可能です。

●床暖房の敷設範囲



●敷設範囲別の床暖房満足度



L…リビングのみ　LD…リビング・ダイニング　LDK…リビング・ダイニング・キッチン
LDK+α…LDK とそのほかの居室や場所　ALL…廊下を含む家全体に敷設

冬の寒さを我慢してはダメ！
不快なだけでなく、健康にも悪影響

日本ではこれまで、「家の寒さはガマンするのが当たり前」とされてきました。
でも最近になって、冬の家の中での寒暖差が血圧の急変動を起こす「ヒートショック」が広く知られるようになりました。
家の中の寒さは、不快なだけでなく、健康にも悪影響が大きいことが明らかになったいま、寒さを我慢するのではなく、確実に解決することが求められています。

【部屋の寒暖差と血圧の変化】

家の寒さは、血圧の上昇、血液の濃化などを引き起こす危険性があります。

冬は、暖かいリビングを出て寒い脱衣室で服を脱ぎ温かいお湯に浸かる、夜に暖かい布団から出て寒いトイレへ行くなど、家の中で急激な温度差にさらされることがありますが、このような急激な温度差が脳梗塞や心筋梗塞の引き金となることが少なくありません。

断熱性能が低い家は、家の中での温度差が大きく健康リスクがあるので、断熱性能を高めるとともに暖房を適切に利用し暖かな家にすることで健康リスクを下げることが大切です。

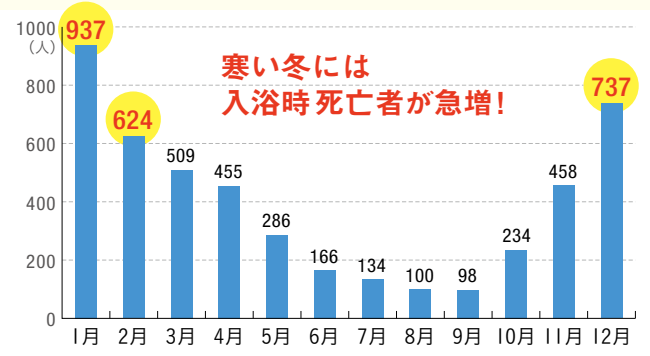
伊香賀俊治先生
慶應義塾大学理工学部
システムデザイン工学科教授

年間1万人以上が

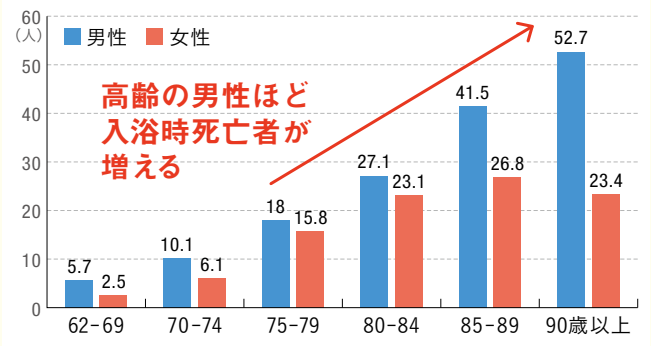
入浴時のヒートショックなどをきっかけとして死亡!?

部屋間の温度差によって生じる「ヒートショック」。特にヒートショックによる関連死が多いのが浴室です。
入浴中の死亡者は、冬に大きく増加する傾向があり、特に高齢の男性ほどリスクが大きくなります。
消費者庁では、高齢者の入浴中の事故を防ぐアドバイスを示しています。特に大事なのは「寒すぎる脱衣室・浴室」と「熱すぎる浴槽のお湯」を防ぐことです。
実住宅での調査より、居間が温暖であっても、脱衣室・浴室が寒冷の場合は、浴槽のお湯を熱くする傾向があり、より危険なことが明らかになっています。
ヒートショックの解決には、居間だけでなく脱衣室・浴室を含めた家中を温暖にすることが肝心なのです。

高齢者の「不慮の溺死及び溺水」による発生月別死亡者数（令和元年）



「浴槽」での「不慮の溺死及び溺水」による男女別・年齢別・人口10万人当たりの死亡者数（令和元年）



出典：消費者庁「冬季に多発する高齢者の入浴中の事故に御注意ください!」
(https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/caution/caution_042/assets/consumer_safety_cms204_20201119_02.pdf)

高齢者の入浴中の事故を防ぐためのアドバイス

① 入浴前に脱衣室や浴室を暖めましょう。
② 湯温は41℃以下、湯につかる時間は10分までが目安。
③ 浴槽から急に立ち上がらないようにしましょう。
④ 食後すぐの入浴や、飲酒後、服用後の入浴は避けましょう。
⑤ 入浴する前に同居者にひと声かけて、意識してもらいましょう。

居間だけ暖かくても
脱衣室の温度が低いと熱めの湯で
入浴するケースが増える傾向に!

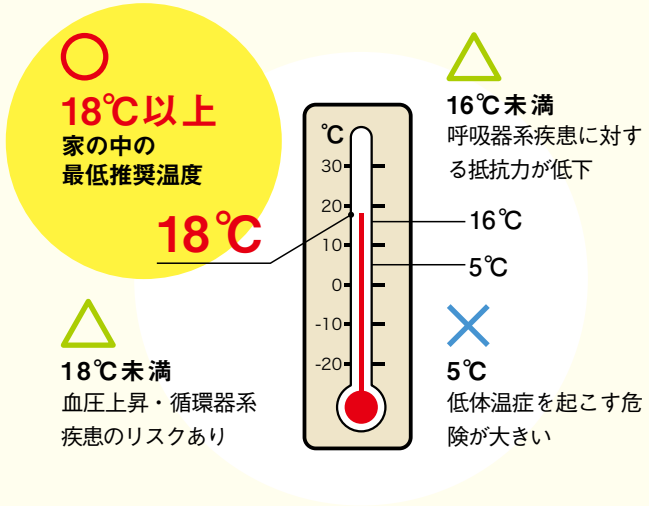
**ヒートショックの解決には
居間だけでなく
脱衣室・浴室も含めて
家全体を暖かく!**

家中どこでも18℃以上の健康温度を確保しよう

ヒートショックを防ぐためには、居間などの長時間滞在する部屋だけでなく、脱衣室・浴室なども含め、家全体を適切な室温にする必要があります。
では健康のために適切な温度とはどのくらいなのでしょうか？
世界保健機関 WHO は、「住まいと健康に関するガイドライン」* で、健康のために室内を 18℃以上に保つことを強く勧告しています。
また、イギリスでは健康な室内温度として、家の中の最低推奨温度を 18℃以上とし、それ以下では健康リスクがあると報告 ** しています。
さらに、寒い季節のある地域の住宅には、新築時や改修時の断熱材設置を勧告しています。

*WHO Housing and health guidelines（https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376）
**Cold Weather Plan For England Making the Case: Why long-term strategic planning for cold weather is essential to health and wellbeing
（https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/652568/Cold_Weather_Plan_Making_the_Case_2017.pdf）

【健康な室内温度の目安（イギリス）】



【断熱・気密の性能と熱の移動】

いまの家 建築物省エネ法レベル
（断熱等級４　UA値：0.85　C値：4.5）

これからの家 高断熱・高気密
（HEAT20　G2　UA値：0.45）

暖房をつけている部屋の熱の一部は、暖房していない脱衣室などにも流れ込みます。しかし、低断熱・低気密では、壁や窓から熱が逃げてしまうため、室温は低いままになってしまいます。高断熱・高気密であれば、暖房していない部屋も含めて建物全体の室温を確保することが可能です。

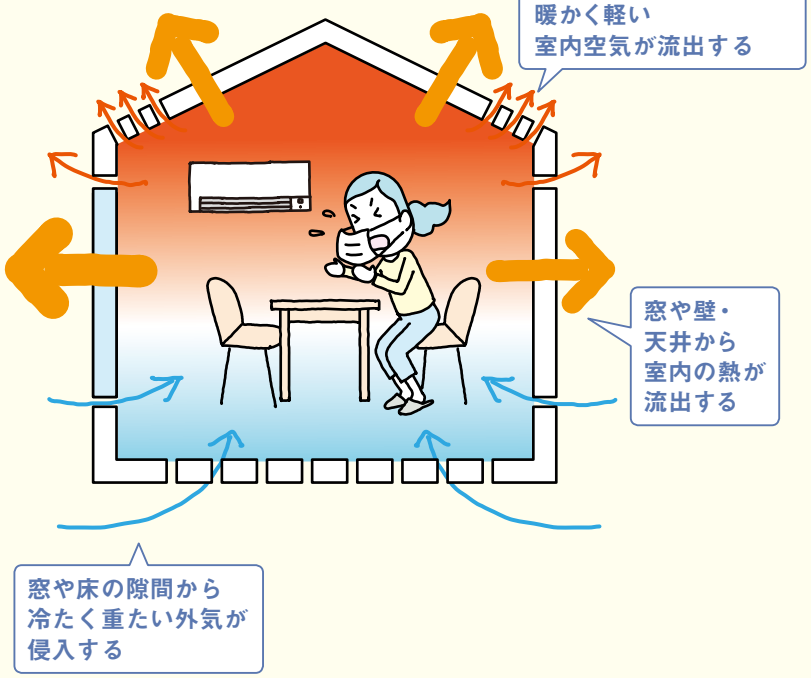
撮影協力：LIXIL 住まい Stuido 東京

健康温度18℃は世界の常識。
断熱・気密で家中しっかり健康に！

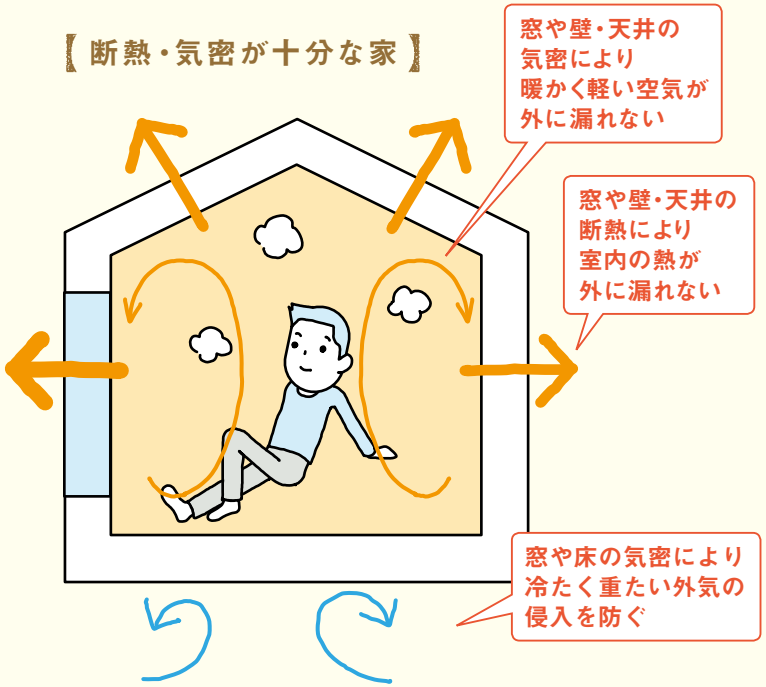
熱の出入りを減らす「断熱」と空気の出入りを減らす「気密」

暖かい家が健康によいことはおわかりになったと思います。でも、暖房に電気代・ガス代がかかり過ぎては困ります。
家の中がいつでもどこでも暖かい暮らしを少ない暖房費で実現する。
つまり、健康・快適な温度を保ちつつ、暖房に必要な熱を減らす必要があります。
そのためには、熱の出入りを減らす「断熱」と、空気の出入りを防ぐ「気密」が不可欠です。
断熱・気密を徹底することで、熱と暖気の漏れが減って暖房費が削減できるとともに、窓周りや足元の冷たさも解消できます。

【断熱・気密が不十分な家】



【断熱・気密が十分な家】



断熱性能と気密性能、どうやって判断するの？

家の断熱性能は外皮平均熱貫流率（UA 値）で、気密性能は相当隙間面積（C 値）で表されます。
UA 値が少ないほど熱の漏れが少なく高断熱、C 値が小さいほど空気の出入りが少なく高気密になります。

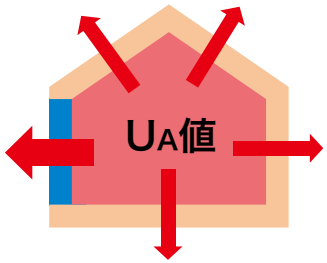
断熱性能　熱の出入りをカットする

UA 値：外皮平均熱貫流率

[W/(㎡・K)]

UA 値は、室内から床や外壁、開口部などを通過して室外に逃げる熱量を外皮全体で平均した値です。建物の各部位の面積と熱の通しやすさに基づいて計算されます。

熱ロスが小さいほど室内が暖かく暖房費も安くなるので、断熱を強化してなるべく UA 値を小さくすることが大切です。



値が小さいほど高断熱

断熱性能のグレード

国は全国を 8 つの地域、区分して、寒さの度合いに応じて UA 値の上限を設定しています。1980 年に等級 2、1992 年に等級3、1999 年に等級 4 を策定しましたが、義務ではなく普及が遅れました。

ようやく2021年4月から、建築物省エネ法の説明義務化によって、断熱等級 4 が実質的に必須になりました。ただしこの基準は 20 年以上昔のレベルであり、現在では高断熱とはいえません。

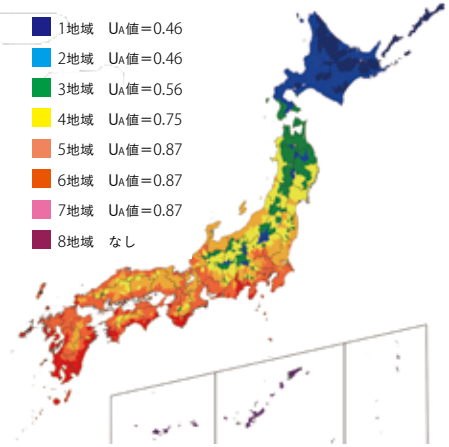
今後は HEAT20 G1/G2/G3 のように、より高い断熱レベルを目指すことが求められます。なお、本書では 6 地域（東京）を想定した計算結果を掲載しています。

低断熱 ← → 高断熱

	断熱等級 2	断熱等級 3	断熱等級 4	Heat20 G1	Heat20 G2	Heat20 G3
1 地域	1.0	0.54	0.46	0.34	0.28	0.20
2 地域	1.0	0.54	0.46	0.34	0.28	0.20
3 地域	1.6	1.04	0.56	0.38	0.28	0.20
4 地域	1.9	1.25	0.75	0.46	0.34	0.23
5 地域	2.0	1.54	0.87	0.48	0.34	0.23
6 地域	3.3	1.54	0.87	0.56	0.46	0.26
7 地域	3.4	1.81	0.87	0.56	0.46	0.26

*HEAT20 は、「一般社団法人 20 年先を見据えた日本の高断熱住宅研究会」の通称です。建築物省エネ法が求める断熱等級 4 より高いレベルの断熱性能として、G1/G2/G3 を提示しています。

気温の低さに応じた地域区分



気密性能 空気の出入りを防ぐ

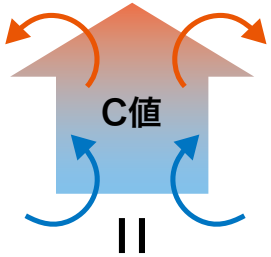
C値：相当隙間面積

［㎠/㎡］

C値とは、計算床面積1㎡あたりの建物外皮の隙間の量を示す値です。

C値が小さいほど隙間の面積が小さくなり、高気密になります。

隙間の程度は現場の施工精度によって決まるので、C値を知るには建設後に気密測定器により計測する必要があります。



$$C値 = \frac{家全体の隙間の合計\ (㎠)}{建物の延べ床面積\ (㎡)}$$

値が小さいほど高気密

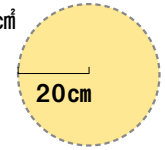
床面積120㎡での隙間面積合計のイメージ

昔の断熱等級2・3程度の住宅では、C値は10程度が一般的でした。これは半径20cmもの大きな孔が空いているのと同じで、室内外を1時間に出入りする漏気の量は、家全体の体積の2/3にもなります。

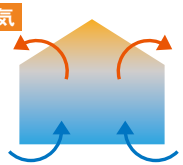
現在一般的な断熱等級4の住宅では、C値は5程度ですが、気密性が十分高いとはいえません。隙間を減らしC値を小さくすれば、漏気の量も十分少なくなります。今後はC値1レベルの高気密住宅が普及していくと考えられます。

昔の家 C値10

隙間面積◎ 1200㎠
半径◎ 20㎝

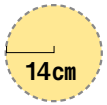


1時間に室内外を出入りする空気
約200㎥
家全体の2/3に相当



いまの家 C値5

隙間面積◎ 600㎠
半径◎ 14㎝

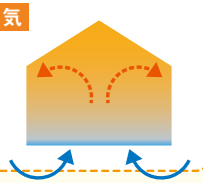


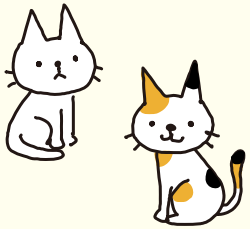
1時間に室内外を出入りする空気
約100㎥
家全体の1/3に相当

これからの家 C値1

隙間面積◎ 120㎠
半径◎ 6㎝

1時間に室内外を出入りする空気
約20㎥
家全体の1/15に相当





かつての断熱等級4では
寒冷地：C値2　温暖地：C値5
が要求されていたが、
現在は基準値なし

**断熱のUA値、気密のC値。
ともに、値が小さいほど高性能**

「これからの家」の断熱・気密性能のスタンダード

建築物省エネ法レベルの「いまの家」は、UA値は断熱等級4、C値は5程度ですが、十分な断熱・気密性能とはいえません。
健康・快適な室内環境を実現するためには、高断熱・高気密とすることが不可欠です。

【断熱と気密の効果をサーモカメラで検証！】

人工環境実験室内に建てられた、断熱・気密性能が異なる住戸室内(エアコン暖房を使用)をサーモカメラで撮影しました。

「昔の家」は、断熱・気密性能が低いため、室内の熱が漏れやすく、特に窓の温度が低くなっています。また気密性が低いために床下の冷気が足元から侵入、床表面が非常に低温になっています。

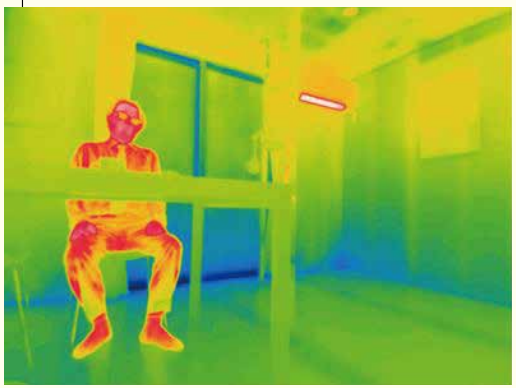
つまり、低断熱・低気密のために、熱と空気の勝手な出入りを防ぐことができず、足元から寒い非常に不快な室内になっているのです。

建築物省エネ法レベル（断熱等級4）の「いまの家」では、窓や床の温度はある程度改善されていますが、やはり十分快適とはいえません。

HEAT20 G2レベルの高断熱とC値1レベルの高気密とした「これからの家」では、部屋中が足元から暖かくなっていることがわかります。

昔の家 低断熱・低気密
断熱等級2（UA値：1.43）　C値：11.2

いまの家 建築物省エネ法レベル
断熱等級4（UA値：0.85）　C値：4.5



これからの家 高断熱・高気密
HEAT20 G2（UA値：0.45）　C値：0.7

撮影協力：LIXIL 住まい Stuido 東京

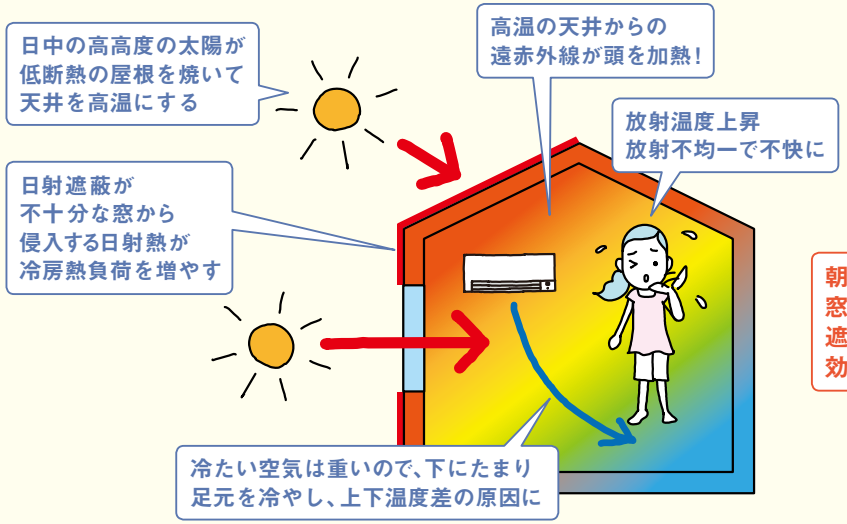
これからの家の断熱性能はHEAT20 G2レベル、気密性能はC値1以下を目標にしよう！

Attention

断熱すると夏に暑くなるんじゃない？は心配ご無用

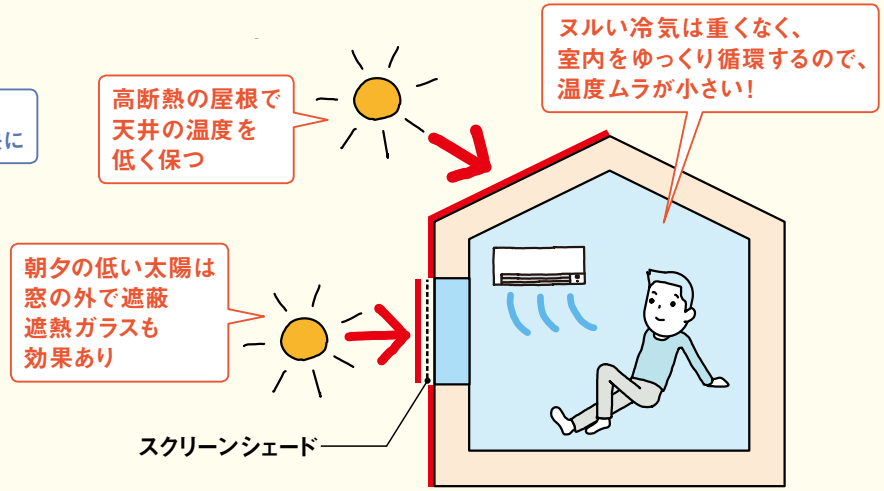
断熱を強化すると室内の熱が外に逃げにくくなるので、むしろ夏が暑くなるのでは？と心配するかもしれません。
でも、断熱を強化したうえで、窓の日射遮蔽をしっかり行えば、少しだけの冷房でずっと快適に過ごすことができます。
さらに屋根に太陽光発電を設置すれば、発電した電気でエアコン冷房の多くを賄えるので、電気代の心配もありません。

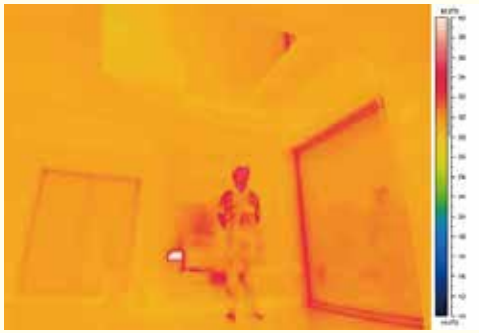
【屋根の断熱や窓の日射遮蔽が不足している家】



低断熱の住宅を無理に冷房すると、エアコンからの冷たく重たい空気が足元にたまり、不快の原因になります。

【屋根を断熱し窓を日射遮蔽している家】





高断熱に窓の日射遮蔽（スクリーンシェード）により、２階の冷房１台で家中が快適に冷房できています。

最先端！

CFDシミュレーションで暖かい家を検証

プランが違えば、同じ断熱・気密性能で同じ暖房方式を使っても、空気と熱の流れは変わります。
断熱・気密性能の違い、暖房方式の違いもまた然り。
CFDシミュレーションで、プラン×断熱・気密性能×暖房方式による
暖房の効き方の違いや空間のなかの上下の温度差などを検証しました。
特に、頭と足元の上下温度差は快適性に大きな影響があるので結果の数字に注目してください。
（世界標準の温熱快適性に関する規格 ISO7730 では、頭と足元の上下温度差の推奨を 2℃以内、許容限界を 4.0℃としています。）

プラン × 断熱 気密 × 暖房 方式

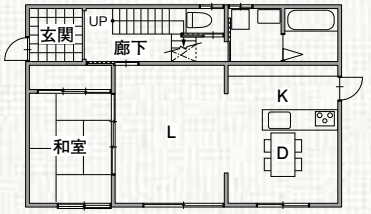
CFDシミュレーションとは

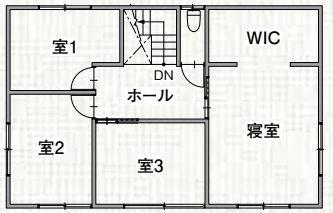
CFD（Computational Fluid Dynamics）とは、数値流体力学の略称。空気や熱の流れをシミュレーションすることで、目に見えない室内の気流分布や温度分布などを視覚的に表現できる。空間構成、断熱性能、暖房方式などの条件を変更することで、それらの要素が室内環境に与える影響を明らかにする。

プラン

プランは
2タイプで比較

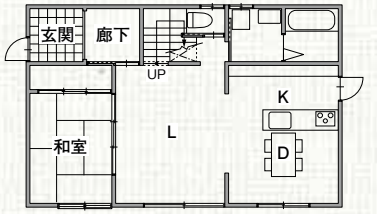
閉鎖型リビングプラン

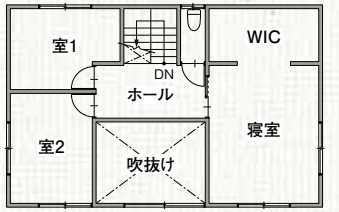




※LとDKの間の耐力壁は筋交い等と仮定してCFD解析では省略

リビング階段・吹抜けプラン





断熱気密

断熱等級4
レベルと
G2レベルの
2タイプで比較

いまの家 建築物省エネ法レベル 断熱等級4　U_A値 0.82

断熱仕様			U(W/m²・K)
天井	充填	高性能グラスウール　16K　155㎜	0.23
外壁	充填	高性能グラスウール　16K　85㎜	0.46
	外張り	—	
床	根太	—	
	大引	グラスウール　32K　80㎜	0.45
基礎	—	—	
窓	U値		4.65
	仕様	金属サッシ普通複層ガラス（空気層6㎜）	
ドア	U値		4.65
相当隙間面積		5.0cm²/m²	

※省エネ法の断熱等級4基準を採用。

これからの家 高断熱・高気密　HEAT20 G2　U_A値 0.40

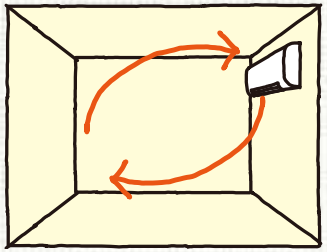
断熱仕様			U(W/m²・K)
天井	充填	高性能グラスウール　16K　200㎜	0.18
外壁	充填	高性能グラスウール　16K　105㎜	0.26
	外張り	高性能グラスウール　16K　45㎜	
床	根太	グラスウール　32K　45㎜	0.26
	大引	グラスウール　32K　105㎜	
基礎	内張り	押し出し法ポリスチレンフォーム3種B50㎜	
窓	U値		1.90
	仕様	樹脂サッシLow-E複層ガラス(ガス層12㎜以上)	
ドア	U値		1.90
相当隙間面積		1.0cm²/m²	

※HEAT20（2020年を見据えた住宅の高断熱化技術開発委員会）の推奨する基準を採用。

暖房方式

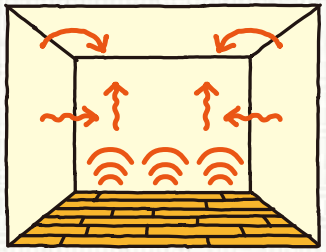
エアコン

温風を吹き出して、対流によって室内を暖める。対流とは、空気や水などの流れによって熱が伝わること。エアコンは、立ち上がりは早いが、足下が暖まりにくく、空気が乾燥しやすい。



床暖房

床からのふく射と熱伝導、自然対流を組み合わせ、その相乗効果により室内を暖める床暖房は、立ち上がりに時間がかかるが、部屋全体をムラなく暖めることができ、乾燥感も少ない。



解析条件

投入熱量 …… LDKの居住域（床上0㎜から高さ1100㎜までの領域）の快適性が中立）（PMV=0）となるように投入熱量を設定。
外気条件 …… 冬の夜間を想定（外気温5℃）。日射の影響は考慮していない。
アンダーカット …… 各室の扉は扉下部に2㎝の隙間を設けてあり、閉じた部屋でも空気が移動できるようになっている。
換　気 …… 0.5回/hで換気量を設定（第三種換気）。各室に給気口を設定し、水回りに排気口を設置している。
※第三種換気…給気を自然吸気、排気を機械換気で行う換気方式
内部発熱 …… 家電、照明、人などによる発熱量を630Wに設定。
漏　気 …… 1階床と壁の取合い及び2階天井と壁の取合いに隙間を設定し、漏気量を算出。

注　本誌に掲載している熱量や温度は、一定条件のもとシミュレーションしたものであり、実際の生活環境下とは異なる数値の場合があります

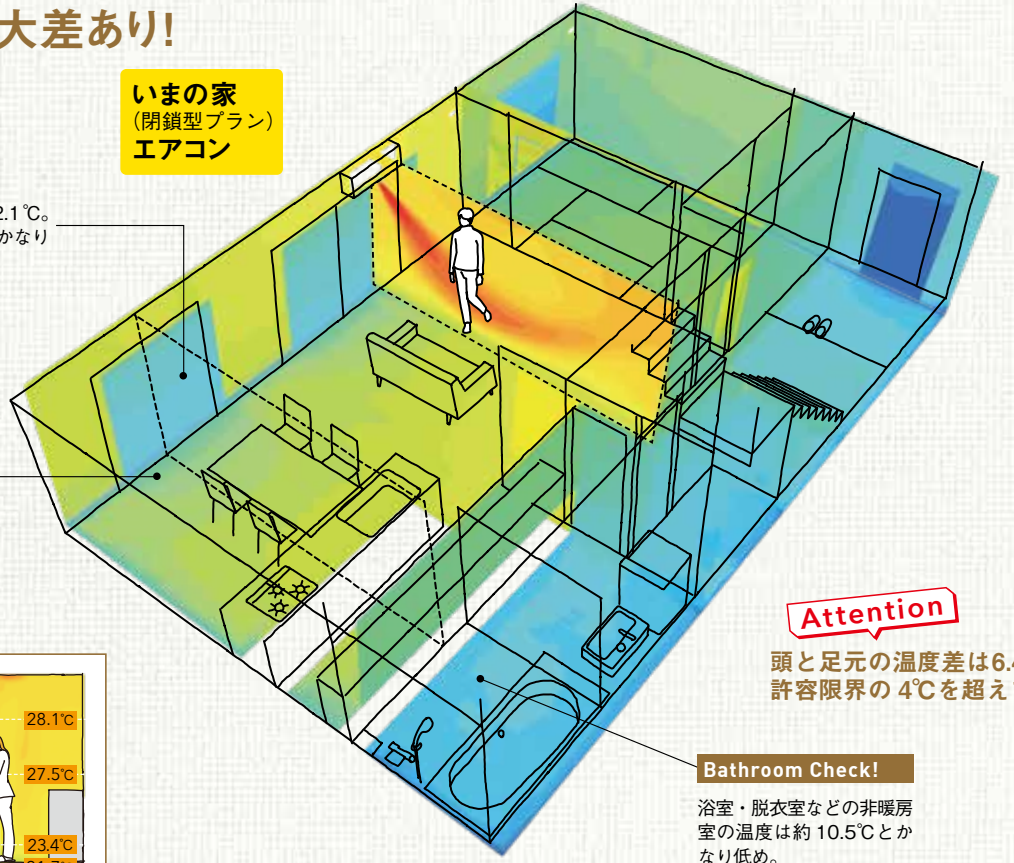
01 断熱・気密性能が違うと暖まり方も違う

閉鎖型プラン×エアコン暖房、断熱・気密性能で大差あり!

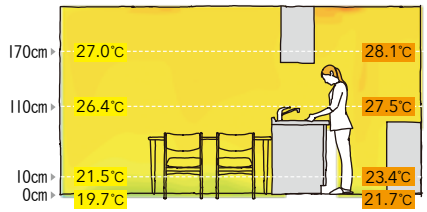
いまの家
（閉鎖型プラン）
エアコン

窓面の温度は約 12.1℃。空気温度と比べるとかなり冷たい。

窓付近の床表面温度が低くなっている。断熱・気密不足の冷たい窓に冷やされたコールドドラフトが床上に流入。（これがダイニングの床周りの冷たさのもと）



Dining&Kitchen Check!



上下温度差ができており、足下ほど温度が低くなっている。

Bathroom Check!

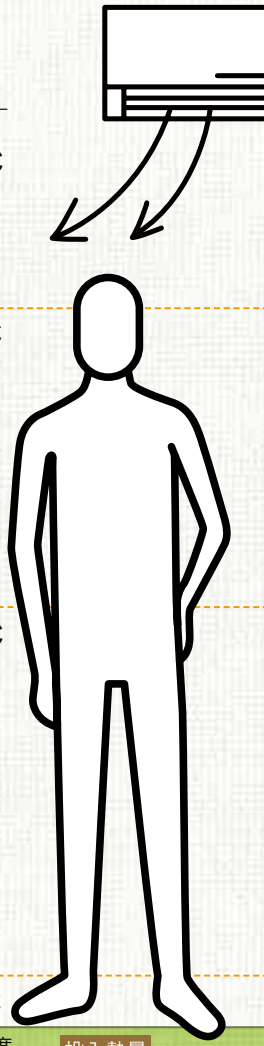
浴室・脱衣室などの非暖房室の温度は約 10.5℃とかなり低め。

エアコンががんばっても温度ムラ大！

Attention

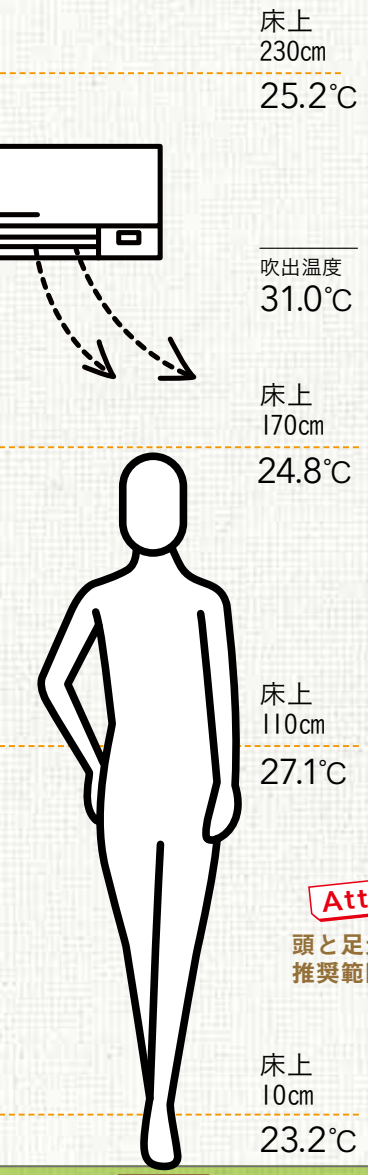
頭と足元の温度差は6.4℃
許容限界の 4℃を超えて不快！

［エアコン正面付近の垂直温度分布］



床表面温度
20.2℃

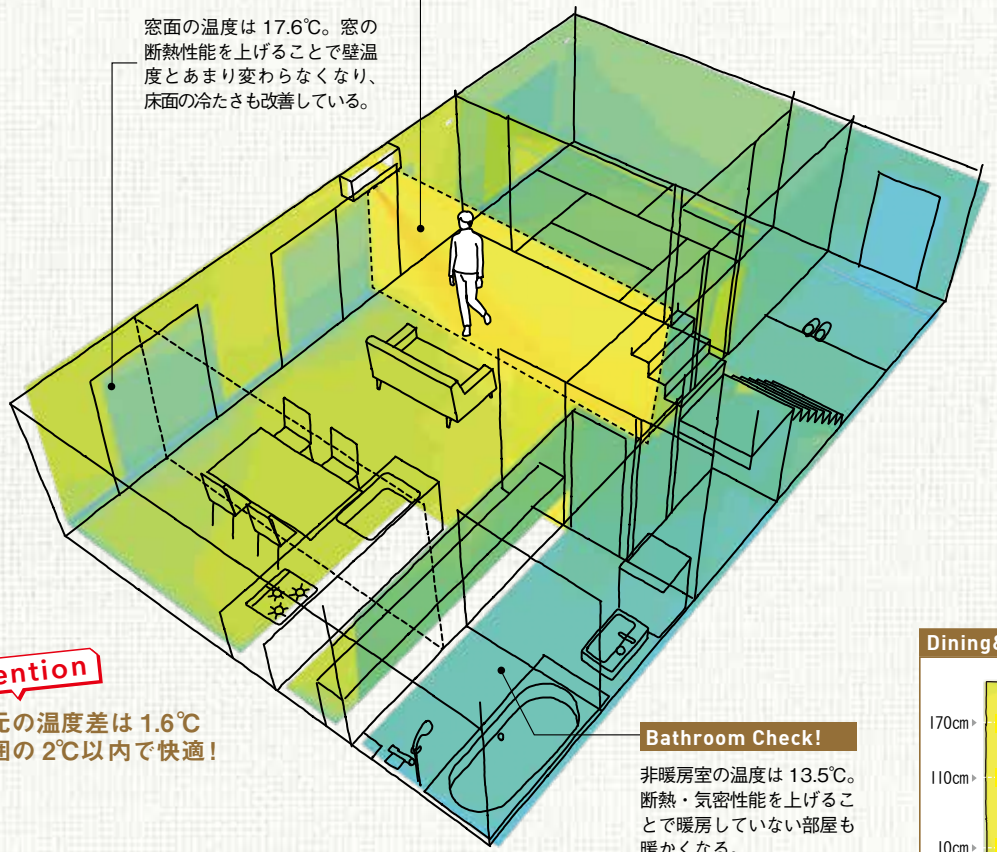
投入熱量
2109w



これからの家
(閉鎖型プラン)
エアコン

断熱等級４レベルと比べて壁や窓から熱が逃げにくいため、吹き出し温度が低くても室内全体が暖まる。

窓面の温度は 17.6℃。窓の断熱性能を上げることで壁温度とあまり変わらなくなり、床面の冷たさも改善している。



Attention

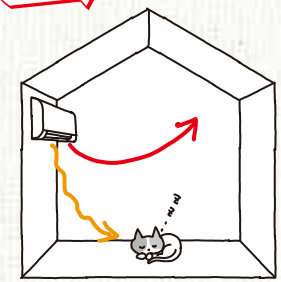
頭と足元の温度差は 1.6℃
推奨範囲の 2℃以内で快適！

Bathroom Check!

非暖房室の温度は 13.5℃。断熱・気密性能を上げることで暖房していない部屋も暖かくなる。

高断熱なら、少ない熱で部屋全体がムラなく快適！

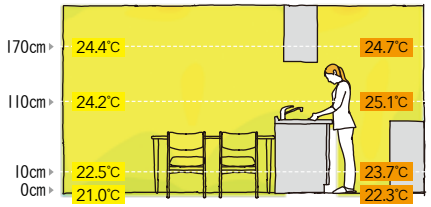
Attention



暖気は軽いので床に届きにくい

断熱・気密性能が不足していると、熱負荷が増え、吹出し温度が上がり、暖気が上に行ってしまう。しっかり断熱していると、熱負荷が減り、吹出し温度が下がり、ぬるい暖気であれば床付近まで届く。

Dining&Kitchen Check!



断熱等級４レベルよりも上下温度差が少なく、足下は暖かい。

注　本誌に掲載している熱量や温度は、一定条件のもとシミュレーションしたものであり、実際の生活環境下とは異なる数値の場合があります。なお、エアコンの風量は一定としています

02 吹抜けは1階が寒い！はウソじゃない

吹抜けプラン×エアコン暖房、暖気の行方は…

温度℃
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0

いまの家
エアコン

暖気は軽いため、エアコンから吹き出した温風は吹抜上部に舞い上がって滞留してしまう。

1台のエアコンで暖房する範囲が広いので、閉鎖型プランよりも高温の暖気が吹き出している。高温の空気は乾燥感の原因に！

大開口の窓が断熱不足で冷たいため、コールドドラフトが流入。

吹き出し温度が高いので吹き抜け上部へ暖気が逃げてしまい、足下が暖まりにくい。

温かい空気は上部にたまる!

[エアコン正面付近の垂直温度分布]

床上 230cm
30.0℃

吹出温度
56.2℃

床上 170cm
34.1℃

床上 110cm
32.9℃

床上 10cm
21.0℃

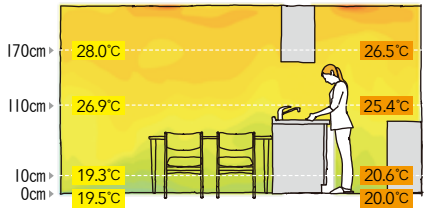
床表面温度
20.5℃

投入熱量
4000W

Attention

頭と足元の温度差は13.1℃
許容限界の4℃を大きく超えて
強い不快！

Dining&Kitchen Check!



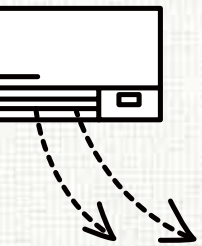
閉鎖型プランよりも、ダイニングは上下温度差が大きくなっている。

Bathroom Check!

水回りとリビングの間の間仕切りが少ないため、13.5℃と閉鎖型プランよりも温度が高い。

暖かく軽い空気は上へ、冷たく重い空気は下へ

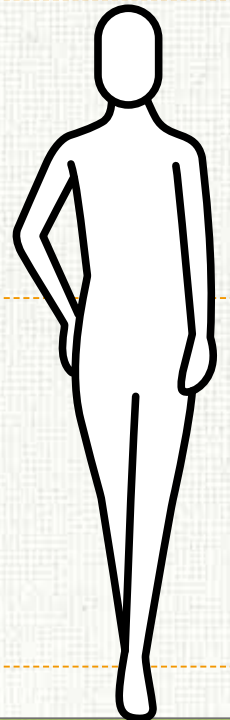
これからの家 エアコン



床上
230cm
26.4℃

吹出温度
40.5℃

床上
170cm
24.8℃



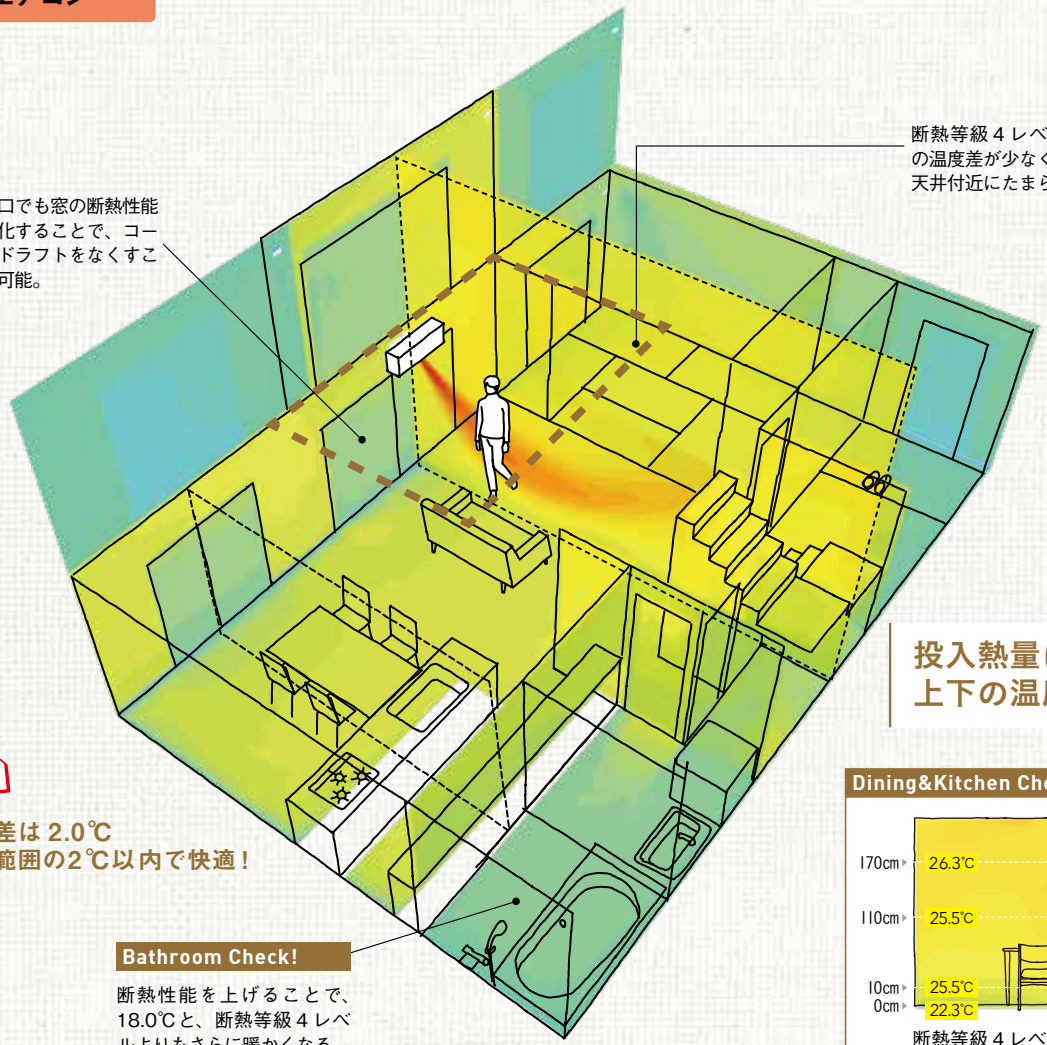
床上
110cm
32.2℃

床上
10cm
22.8℃

投入熱量
2315W

床表面温度
21.2℃

少ない投入熱量で
家全体が暖められる。



Attention

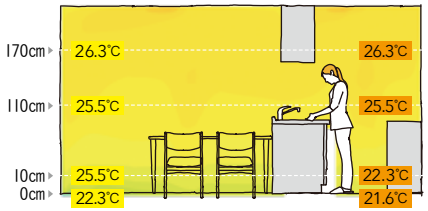
頭と足元の温度差は 2.0℃
吹抜けでも推奨範囲の2℃以内で快適！

Bathroom Check!

断熱性能を上げることで、18.0℃と、断熱等級４レベルよりもさらに暖かくなる。

投入熱量は少なくなり、上下の温度差も改善！

Dining&Kitchen Check!



断熱等級４レベルよりも上下温度差は少ないが、閉鎖型プランよりは大きい。

注　本誌に掲載している熱量や温度は、一定条件のもとシミュレーションしたものであり、実際の生活環境下とは異なる数値の場合があります。なお、エアコンの風量は一定としています

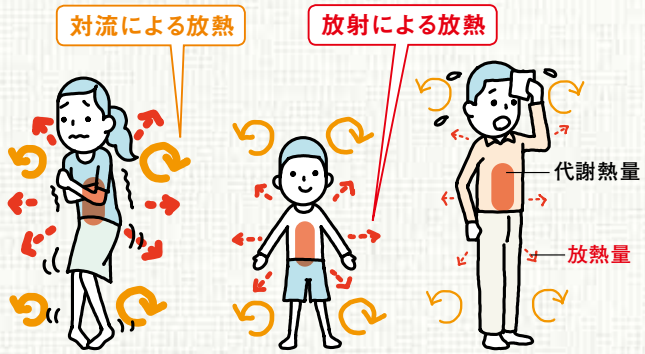
03 暖かい快適な環境を実現する2つの条件

冬に家族みんなが暖かく過ごせる「快適な温熱環境」を実現するには、大きく分けて2つの条件を満たす必要があります。身体の熱バランスが成立する「作用温度の確保」と、不快の原因となる「局所の不快がないこと」です。

【快適条件 1 代謝熱量≒放熱量となる作用温度の確保】

私たちは、活動に応じて身体の中から発生する「代謝熱量」と、身体表面から周辺に放出される「放熱量」とのバランスがとれていると、適温と感じます。身体からの放熱は主に「対流」と「放射」によるため、両者を考慮した「作用温度」を適温に保つ必要があります。

$$\text{作用温度（体感温度）} \fallingdotseq \frac{\text{空気温度（対流による放熱に影響）} + \text{放射温度（壁・床・天井・窓の室内側表面温度 放射による放熱に影響）}}{2}$$



対流放熱（空気温度で決まる）　放射放熱（放射温度で決まる）

不快・寒	快 適	不快・暑
代謝熱量＜放熱量	代謝熱量≒放熱量	代謝熱量＞放熱量

冬の適温は作用温度22℃以上が目安！

注：着衣量＝1clo、活動量1MET時
1cloは「長袖・長ズボンのパジャマ＋7分袖バスローブ＋スリッパ」程度の、冬期室内で通常想定される着衣量
1METは着席して休息している際のエネルギー代謝量

【快適条件 2 局所の不快をなくすこと】

●気流の速度が大きい

●上下温度差が大きい

●床表面温度が低い

●室内表面温度ムラが大きい
（放射不均一）

作用温度が適温であっても、足元の寒さや気流などを感じれば、快適とは感じません。快適性の世界的基準であるISO7730においては、以下の4つの局所不快をなくす必要があるとしています。

快適な環境を実現するには「作用温度の確保」と「局所の不快をなくす」ことが必要！

04 作用温度を高めつつ局所不快をなくす方法は？

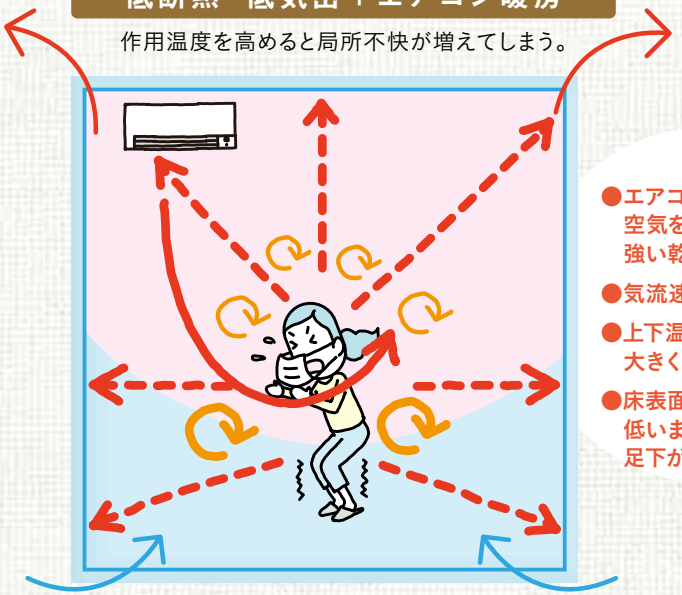
作用温度を高めつつ局所不快を解消するには、建物の断熱・気密を高めるとともに、適切な暖房計画が重要です。
エアコンのような空気式暖房では局所不快を解消することは困難であり、床表面から温める床暖房が有利です。

対流放熱
（空気温度で決まる）

放射放熱
（放射温度で決まる）

低断熱・低気密＋エアコン暖房

作用温度を高めると局所不快が増えてしまう。



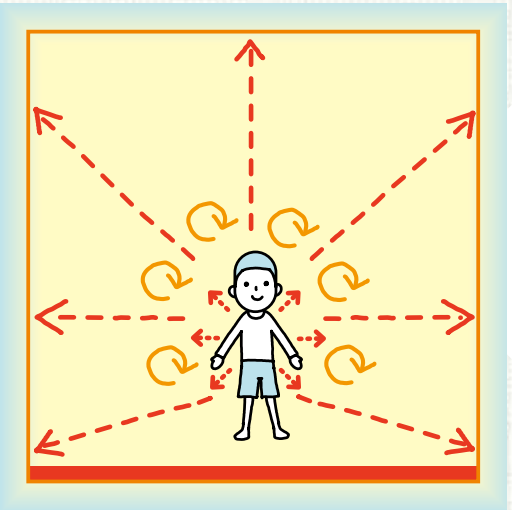
- エアコンが高温の空気を吹き出し強い乾燥感。
- 気流速度が大きい。
- 上下温度差が大きくなる。
- 床表面温度が低いままなので、足下が冷たい。

低断熱で、壁・床・天井・窓の放射温度が低い。作用温度を確保するためには、エアコンが高温の空気を吹き出すことが必要。

高温空気で無理に暖房すると、局所不快が悪化する。さらに顔に高温の空気が当たるために強い乾燥感も生じる。

高断熱・高気密＋床暖房

作用温度を保ちつつ局所不快も完全解消!



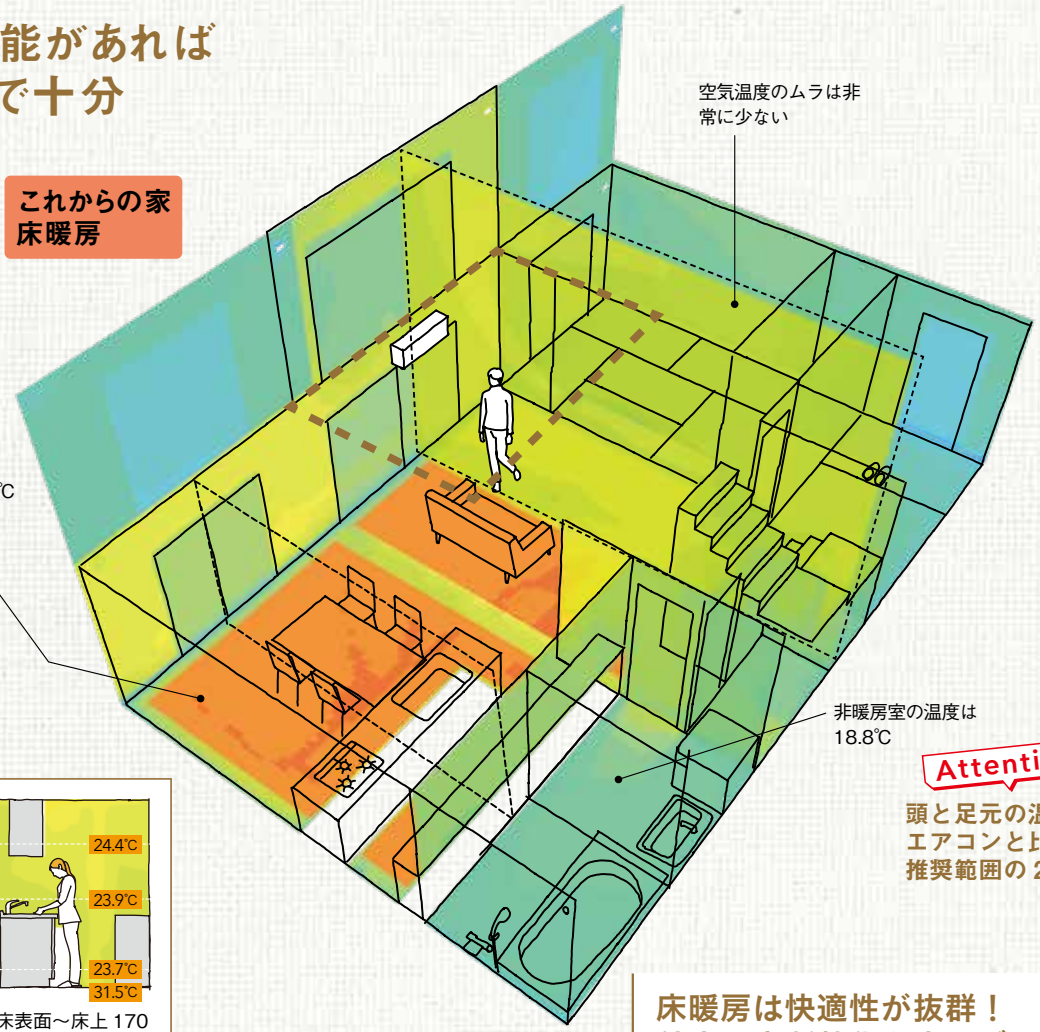
- 高温の空気がないので乾燥が少ない。
- 気流速度がほぼゼロ。
- 上下温度差が小さい。
- 床表面温度が高く、足元から暖かい。

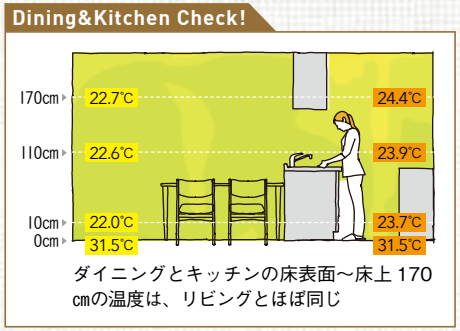
高断熱かつ床暖房なら、放射温度を高くできるため、高温の空気が不要。

高断熱・高気密＋床暖房で作用温度を適温に保ちながら、局所不快がなく乾燥も感じない快適空間が実現できる！

05 吹抜けプランを床暖房で快適に

高い断熱性能があれば床暖房だけで十分

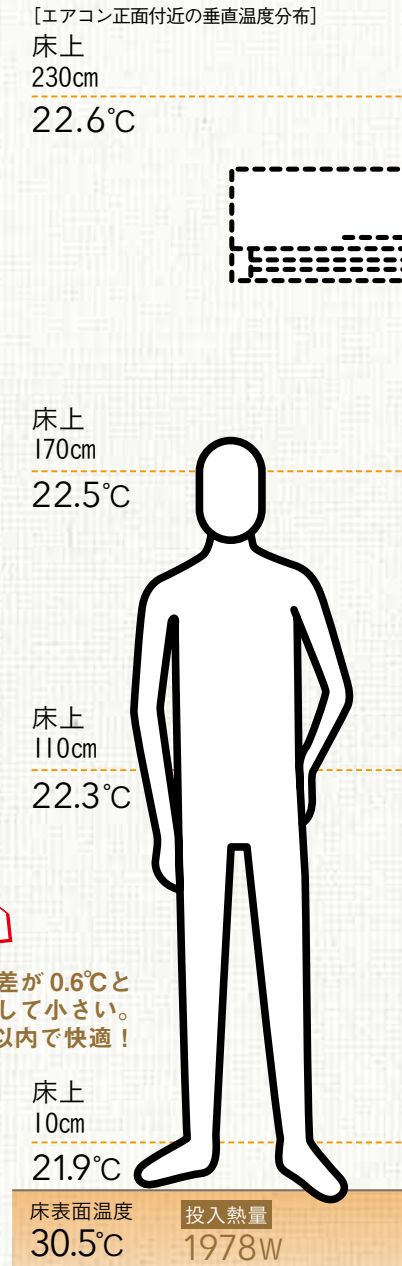




Attention

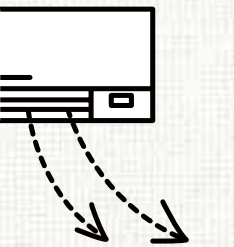
頭と足元の温度差が0.6℃とエアコンと比較して小さい。推奨範囲の2℃以内で快適！

床暖房は快適性が抜群！外皮の高断熱化を忘れずに



床暖房＋エアコンという選択も一案

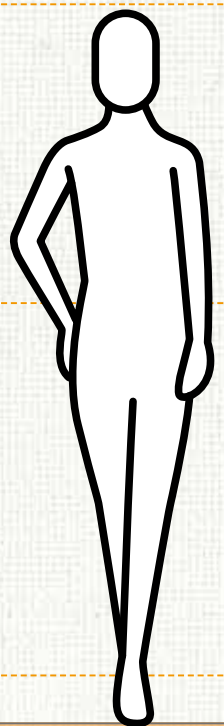
これからの家
床暖房＋エアコン



床上
230cm
24.7℃

吹出温度
29.9℃

床上
170cm
25.0℃



床上
110cm
26.6℃

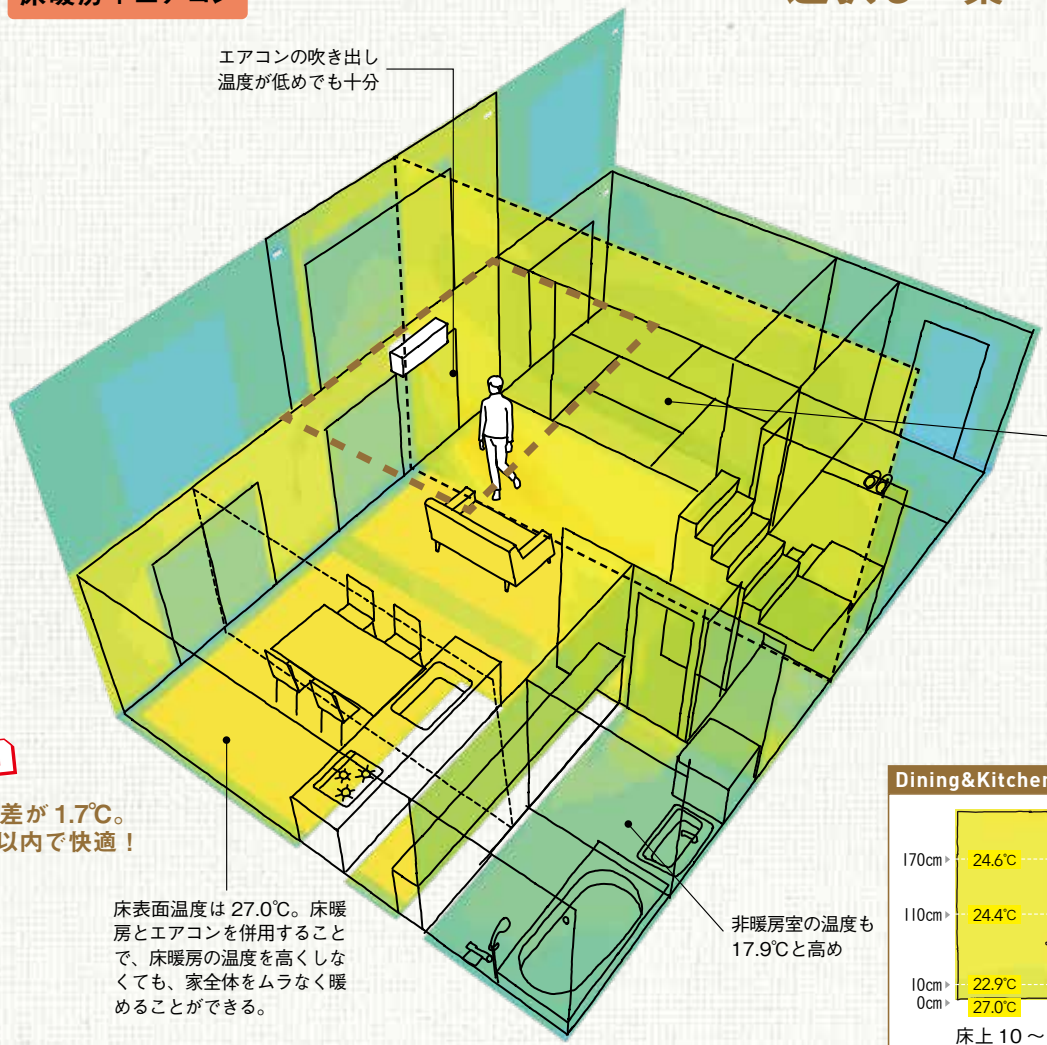
Attention

頭と足元の温度差が 1.7℃。
推奨範囲の 2℃以内で快適！

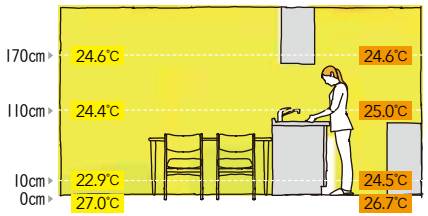
床上
10cm
23.3℃

投入熱量
1848W
（エアコン 900W
床暖房 948W）

床表面温度
26.9℃



Dining&Kitchen Check!



床上 10 ～ 170㎝の温度は 22.9 ～ 24.6℃と均一。

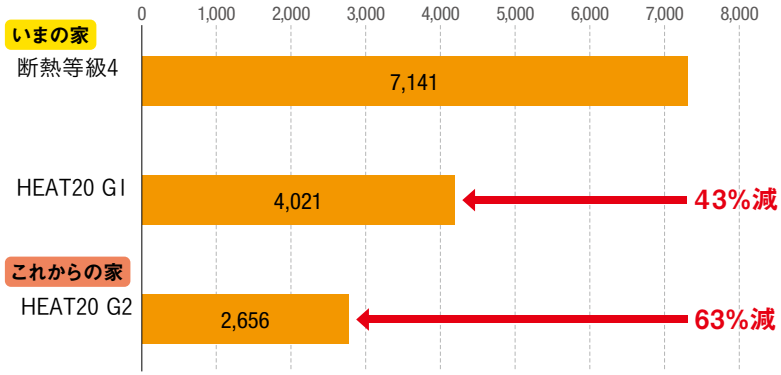
暖房設備を上手に使って、
快適で省エネな室内環境をつくる

注　本誌に掲載している熱量や温度は、一定条件のもとシミュレーションしたものであり、実際の生活環境下とは異なる数値の場合があります。なお、エアコンの風量は一定としています

断熱強化でどれだけ変わるの？ 暖房費

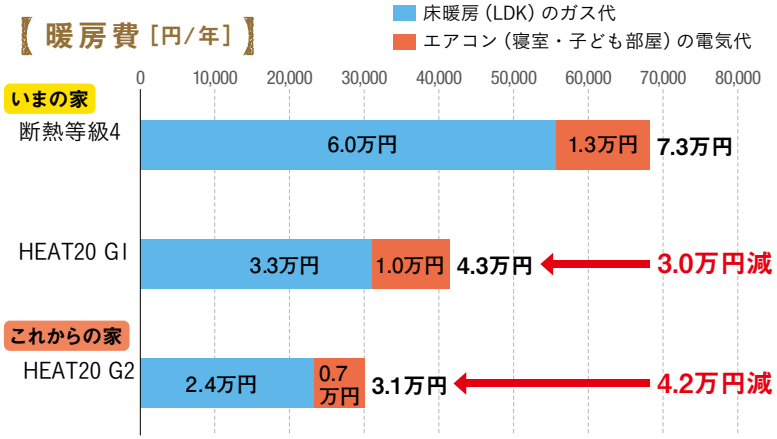
高断熱・高気密化による恩恵は大きく2つ。1つは、室内全体を適温にできることで温熱環境を大きく改善することです。
これについては、P18以降の数値流体シミュレーション（CFD）で詳しく見てきました。
もう1つのメリットは、勝手な熱と空気の出入りを減らすことで、少ない熱で暖房が可能となり、暖房にかかる電気代・ガス代を大きく減らせることです。
断熱・気密性能を向上させることで、熱負荷と暖房費がどれだけ削減できるかを、年間シミュレーションの結果から見てみましょう。

【暖房熱負荷［kWh/年］】



部屋を設定温度まで温めるのに必要な熱が「暖房熱負荷」です。高断熱・高気密にすることで、暖房熱負荷を大きく減らすことが可能です。

【暖房費［円/年］】



リビングをガス温水床暖房、寝室個室をエアコンで暖房したときの計算結果です。HEAT20 G2レベルの高断熱とC値1.0の高気密により、暖房費を半分以下に抑えることが可能です。

高断熱・高気密で暖房費は半分以下に！
健康・快適に暖房しても心配ご無用

［計算条件］
床面積約120㎡の2階建戸建住宅を想定
LDKは床暖房、寝室・子ども部屋はエアコン暖房
C値に応じて漏気量を設定
電気単価27.71円/kWh
ガス単価102.53円/㎥

［家の断熱・気密条件］
断熱等級4　：UA値0.86 C値5.0 漏気0.3回/h 熱交換換気なし
HEAT20 G1：UA値0.56 C値1.0 漏気0.1回/h 熱交換換気なし
HEAT20 G2：UA値0.45 C値1.0 漏気0.1回/h 熱交換換気あり（効率80%）

［暖房条件］
LDK：床暖房6～21時（床表面22℃設定）
寝室・子ども部屋：エアコン暖房　起床時および在室時※（室温22℃設定）
※寝室6～7時および22～24時／子ども部屋6～7時および20～22時

［使用ソフト］
インテグラル社ホームズ君「省エネ診断エキスパート」【パッシブ設計オプション】

お わ り に

本書では、最近住宅を買った人が温熱環境や省エネルギーに必ずしも満足していないこと、そして住まいの断熱性能や暖房方式の違いによる温熱環境の違いを見てきました。最後に快適な温熱環境について、今一度考えてみることにしましょう。

人は皆、食べ物から取り入れたエネルギーを利用して、体内で代謝熱を生み出しています。その代謝熱を適度に空気や周辺の物体に放出することで、体温を適正にコントロールしているのです。
そして人は、全身から穏やかに放熱しているときが、最も心地よさを感じます。この「穏やか」というところがポイントです。

では、穏やかに放熱する環境をつくるには、どうしたらよいのでしょう？　住まいの暖房計画においては、P18-19 で示したようにまずは住まいの断熱・気密性能を高めたうえで、できるだけ低温の「ぬるい暖房」で部屋全体を暖めるのがおススメです。暖房についての一番の不満である「乾燥感」は、室内に高温の空気があることが大きな原因です。部屋中がぬるい空気で穏やかに満たされている状況では、わざわざ加湿しなくても乾燥感を感じることが少ないのです。

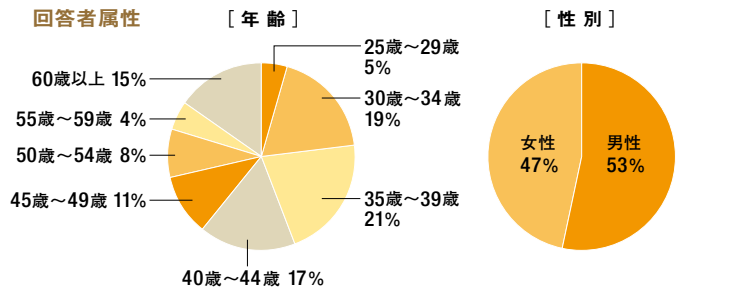
快適な温熱環境をつくるもう1つのポイントは、頭と足元の温度差をできるだけ小さくすることです。足元の寒さが気になってしまっては、リラックスして過ごすことができません。冷やされた空気が足元に流れ込むことがないよう、特に窓の断熱性能をしっかりと確保しましょう。

しっかりと設計された暖房空間は寒さや乾燥感などの不快が取り除かれ、いつまでも気持ちよく穏やかに過ごすことができます。家族の健康にも環境にもやさしく、経済的でオトクでもあります。これを読んでいただいた皆さまが、寒い冬にも日々幸せを感じられる暖房空間が実現できますように。

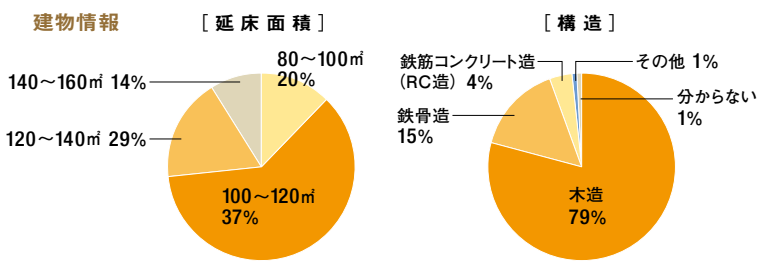
先輩家族1000人アンケート概要

実施時期	2016年9月	回答者数	1000
調査方法	インターネットアンケート	設 問 数	約50問
対象地域	首都圏（東京都・千葉県・神奈川県・埼玉県）		
	中京圏（愛知県・静岡県・三重県・岐阜県）		
	近畿圏（大阪府・京都府・兵庫県・奈良県・和歌山県・滋賀県）		
対　象	回答者	住宅性能・設備の選定、プランの決定に主体的に関わった人	
	世帯	過去5年に新築戸建注文住宅を購入し、1年以上居住した世帯（2011年～2015年）	

回答者属性



建物情報



監　修　前 真之（東京大学大学院准教授）
発　行　暮らし創造研究会
調査分析　東京大学大学院前真之研究室　大石幸奈、新冨凌汰、中村遼
協　力　渡邊崇充（パッシブハウスコンサルタント・金子建築工業）
高瀬幸造（東京理科大学・助教）

編集制作　エクスナレッジ
デザイン　FANTAGRAPH
イラスト　鴨井猛
制作協力　荻原幸恵，シンプル