

日本の家は寒い？

温度差が原因で健康をそこなう。

ヒートショックで死亡する人 14,000人

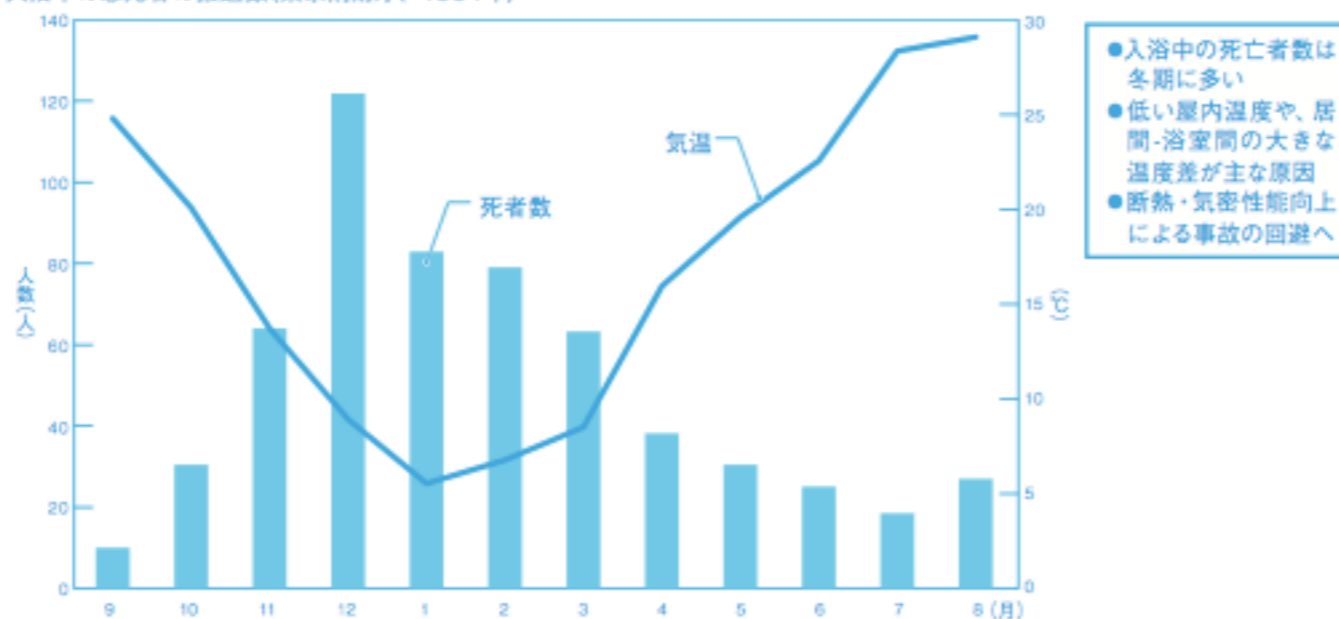
道路を歩くより家の中にいるほうが危険？



出典：公益財団法人東京防災救急協会「入浴事故防止対策調査研究の概要について」の調査結果より

入浴中にたくさんの死亡者が発生しています！

入浴中の急死者の搬送数(東京消防庁、1994年)



出典：村上周三(元独立行政法人建築研究所理事長、現一般財団法人建築環境・省エネルギー機構理事長)：「健康・省エネ住宅のすすめ 断熱向上による温熱環境の改善がもたらす経済的便益」(2010.4開催)資料、高岡龍太郎(東京都健康長寿医療センター研究所)：「健康・省エネシンポジウムIN経団連ホールII」(2009.5開催)資料

低温は万病のもと

高血圧

冷え症

不妊症

温度差のない家



健康な家

住宅に燃費の概念

あなたはプリウスが売れると思いましたか。



初代プリウス



建物の燃費？

建物の燃費？

灯油代 + ガス代 + 電気代 + ガソリン代

=

30万円 / 世帯



0円 / 世帯



トリプルガラス窓



断熱材











断熱材

屋根 高性能グラスウール 400mm

壁 高性能グラスウール 300mm

基礎立上がり ポリスチレンフォーム150mm

基礎 底版 ポリスチレンフォーム100mm

木製トリプル窓

第1種換気システム

+

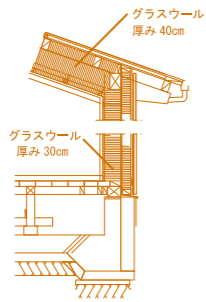
気密構法

+

太陽光発電、太陽熱温水器、ペレットボイラ

断熱材と気密

省エネルギーの要が断熱材の厚さと気密です。このエコハウスの断熱材は屋根にグラスウール40cm、壁にグラスウール30cm、となっています。また、断熱材の性能は結露により低下するので、室内の湿気を断熱層に伝えないことが重要になります。そこで、室内のすぐ内側に気密シートを施工し、気密試験を実施しました。
C=0.96 cm²/m²



木

このエコハウスはすべて地元の杉とカラマツ（土台部分）でつくられています。木材を建物に使うには乾燥を十分に行う必要があります。そして、CO₂の排出量を減らし、地球の温暖化を防ぐには、日本の森の文化を復活させなければなりません。

ワンルーム

暖房負荷が小さくなるので、エコハウスの中はシンプルなワンルームとすることができます。快適な大きな空間でもエネルギーの消費量は少なくすることができます。コミュニケーションをとりやすく、気持ちのいい空間となります。



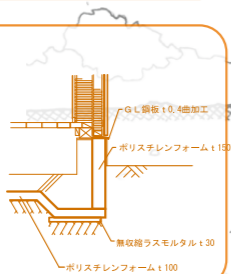
LED電球

照明はLEDを利用。消費電力や発熱、電球寿命などを総合的に考慮すると圧倒的に有利です。



基礎断熱

地面の中の基礎からも熱は逃げるので、基礎立ち上がり15cm（防蟻対応）、基礎底盤下に10cm ポリスチレンフォーム断熱材を設定しました。立ち上がりに関しては蟻返し鉄板を取付けています。



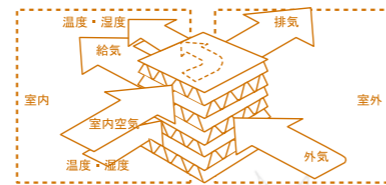
暖房システム ペレットボイラ

木材のおがこを固めたペレット燃料を原料としたボイラです。暖房と給湯のふたつを受け持つために7 kW の出力があります。これに650Lの蓄熱タンクを組み合わせ、太陽熱が足りないときに自動で動き出すことで、トータルに熱エネルギーを管理します。オーストリア製。



熱交換換気システム

断熱性が優れているこの建物では、換気による熱損失が大きくなるので、熱交換換気システムを採用しています。換気で外に捨ててしまう空気熱の90%を取り入れ外気に熱交換することで、熱回収しています。



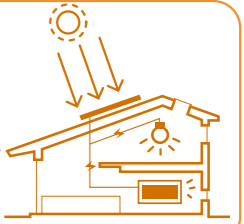
トリプルサッシ

窓はもっとも熱を逃がしやすい場所ですが、断熱性に優れた三枚のガラスを組み込むトリプルガラス木製サッシの使用によって熱の損失を大きく低減しています。日本ではあまり使われない木製サッシも、耐久性が高められ、断熱性能の高さから欧米でよく使われます。



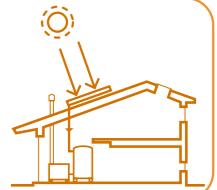
太陽光発電

太陽光発電は家庭で電力を自給できるよう、5kWの太陽光パネルをのせました。山形県の平均的な4~5人家族で使う電力を発電します。夏期には余った分を売ることもできます。



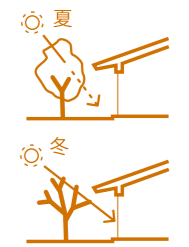
太陽熱温水器

太陽熱温水器はエネルギー効率の良いシステムです。ここで暖められた温水はペレットボイラの蓄熱タンクに貯められます。



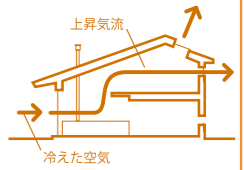
外構の植栽

山形の農家の庭をイメージした外構となっています。芸工大の学生たちを中心に畑づくり、ランドスケープの一部とします。植栽を効果的に配置し、夏は緑陰をつくり、冬は日差しを通します。また、道路側にも植栽を施し、道行く人の憩いの場にもなります。



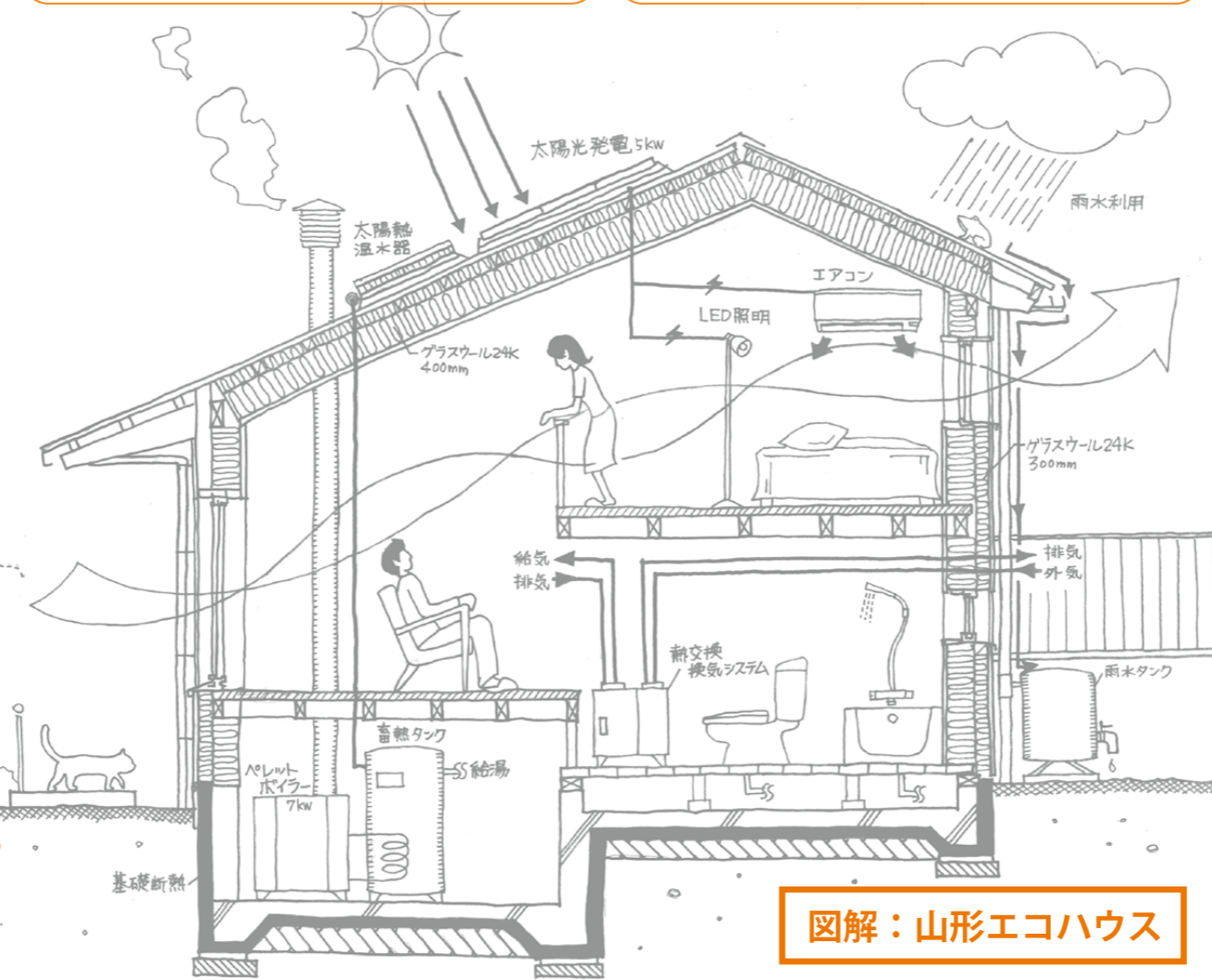
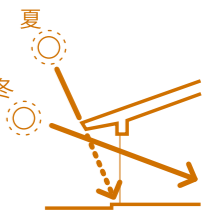
夏の通風

夏の快適性は通風によってもたらされます。このエコハウスはトップライトを設け、空気の流れをつくります。また、留守をしても換気ができるよう、換気用の雨戸を取付けました。



庇（ひさし）

夏の日差しを遮り、冬の日射を取り込むために庇は重要な役割を果たします。何度もシミュレーションを繰り返し、春、秋などの中間期に必要な以上に日射が入らぬよう、庇を大きくとっています。

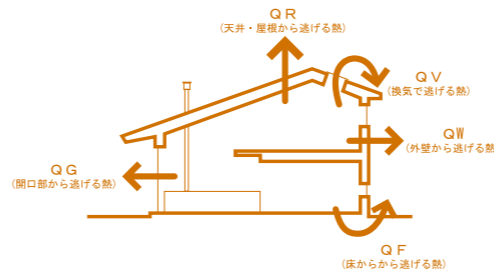


図解：山形エコハウス

Q値

熱損失係数のことです。建物のすべての部位からどのくらいの熱量がでていくのかの性能を表します。このエコハウスは Q=0.7 W/m²・Kです。Q値は小さければ小さいほどよい数字です。次世代省エネルギー基準では、山形市では Q=2.4W/m²・K以下を求められます。

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



C値

建物の気密性能 (cm²/m²) を表す指標です。このエコハウスでは 0.96 cm²/m²です。これも小さいほどよく、施工の技術が問われます。山形市の基準は 2.0 cm²/m²です。

節約型給湯 水栓

毎日のお風呂や洗い物に使う給湯のエネルギーは住宅で使われるエネルギーの1/3にあたります。ここでのポイントはいかに無駄使いを防ぐかです。心がけも必要ですが、器具を使うことで減らすことができます。

雨水利用

雨水をため、庭の散水用に使用します。

建物燃費DATA

■ 建築概要

物件名 山形エコハウス

有効床面積 184.00 m²

エネルギーコンサルタント P00078

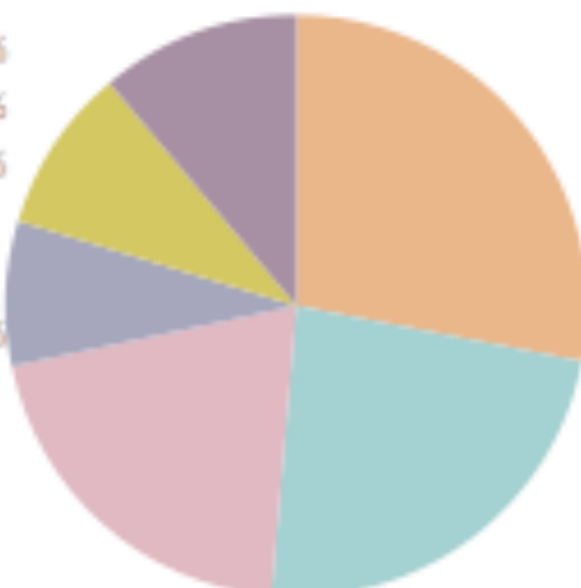
建築地 山形県山形市

入居者数 自動(5.3)

省エネ建築診断士 亀岡真彦

■ 部位別熱損失

45w/k	28%
外壁	23%
窓	20%
14w/k	8%
14w/k	9%
18w/k	11%
ほか	0w/k 0%

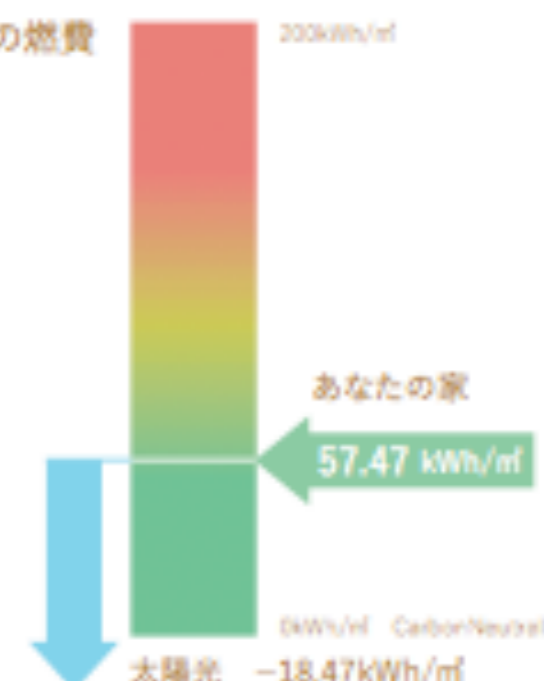


■ 年間一次エネルギー消費 内訳

7%
18%
1%
5%
56%
7%
6%



■ 建物の燃費



※設備:換気システム、太陽熱温水設備、給湯設備等に必要な電力エネルギー

Q値(近似値) W/m²·K 0.70

計算条件 建物の燃費ナビ基準

C値(近似値) cm/m² 0.96

気象データ 山形県(山形)

PASSIVE性能	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]	建物全体 [GJ/棟・年]	太陽光発電 (見込み)[kWh]	建物の燃費	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]	建物全体 [GJ/棟・年]
年間暖房負荷(20°C)	31.89	21.13	5,175	総一次エネルギー消費	57.47	38.07
年間冷房負荷(27°C)	7.57	5.02		総一次エネルギー消費 (太陽光発電考慮)	-18.47	-12.24
気密性能	1.19 回/h	—				

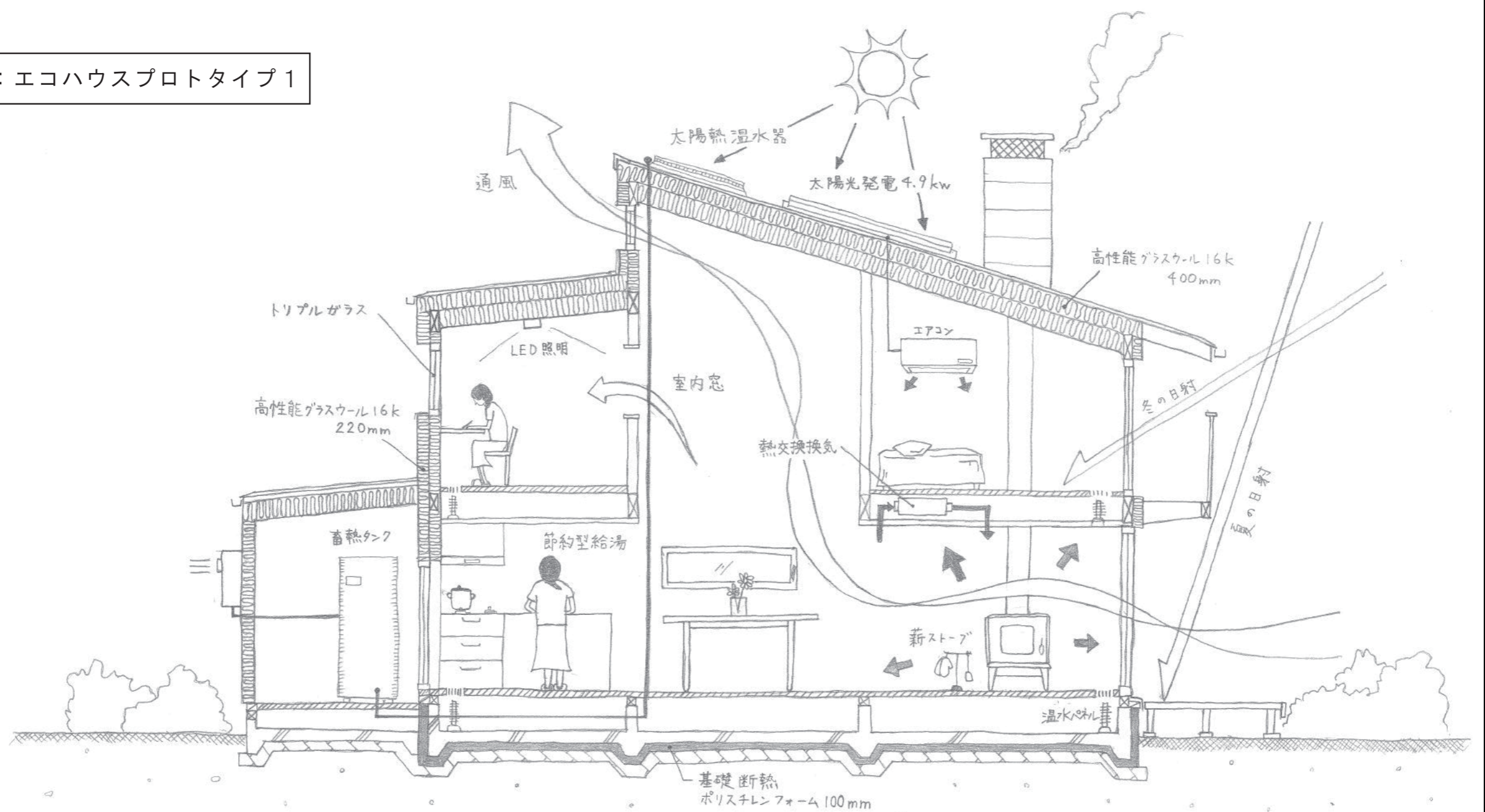
DATA 2012/11/08

バイオマスエネルギーを使用した暖房と給湯設備によって、一次エネルギー消費量を大幅に減らした結果、照明用エネルギーだけが目立つ珍しい例。実際には道路側のギャラリー部

分は倉庫扱いで、冬季の室温設定を下げられるように断熱性能のある内部扉が設けられている。



図解：エコハウスプロトタイプ1



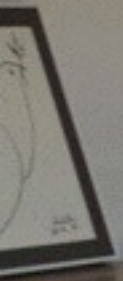
モデルプランの仕様変更による部位別の費用対効果 ※は標準仕様

名称	断熱			窓		換気	給湯機器			自然エネルギー機器の利用			
	※標準	壁+50mm	プロトタイプ	※アルミ樹脂複合ペア		※第三種換気	※石油給油器(従来型)			※なし			
屋根(グラスウール)	200mm	200mm(+0)	400mm(+200)	国産樹脂	国産樹脂	第一種	エコ	エコ	エコ	太陽熱温水器	太陽光発電	薪ストーブ	ペレット
壁(グラスウール)	100mm	150mm(+50)	200mm(+100)	ペア	トリプル	熱交換換気	キュート	ジョーズ	フィール	集熱板 6㎡	容量 4kw	ストーブ	
基礎(ポリスチレンフォーム)	50mm	50mm(+0)	100mm(+50)										
熱損失係数 (W/m ² ・K)	2.4	2.04	1.84	1.86	1.62	2.0							



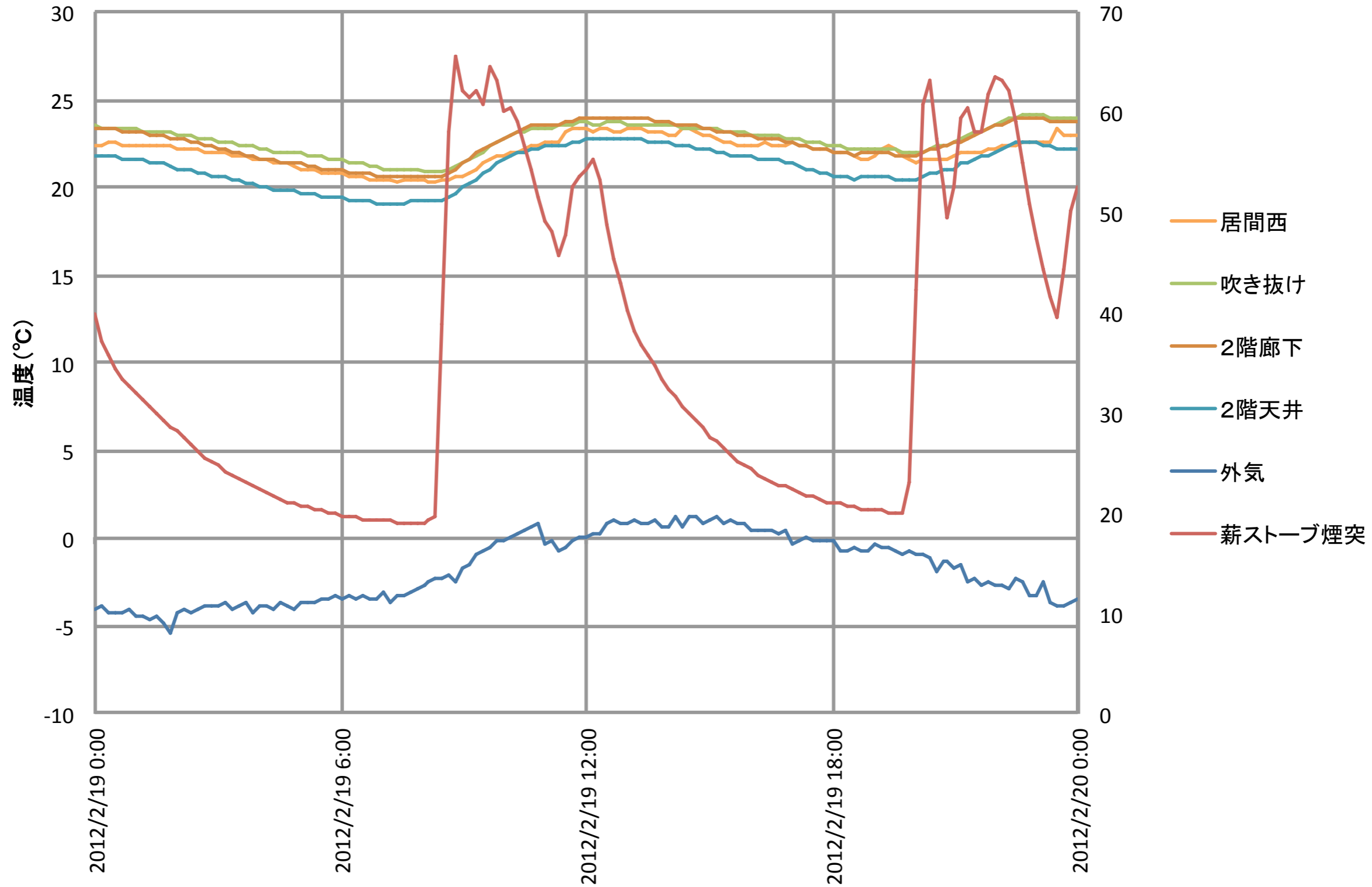




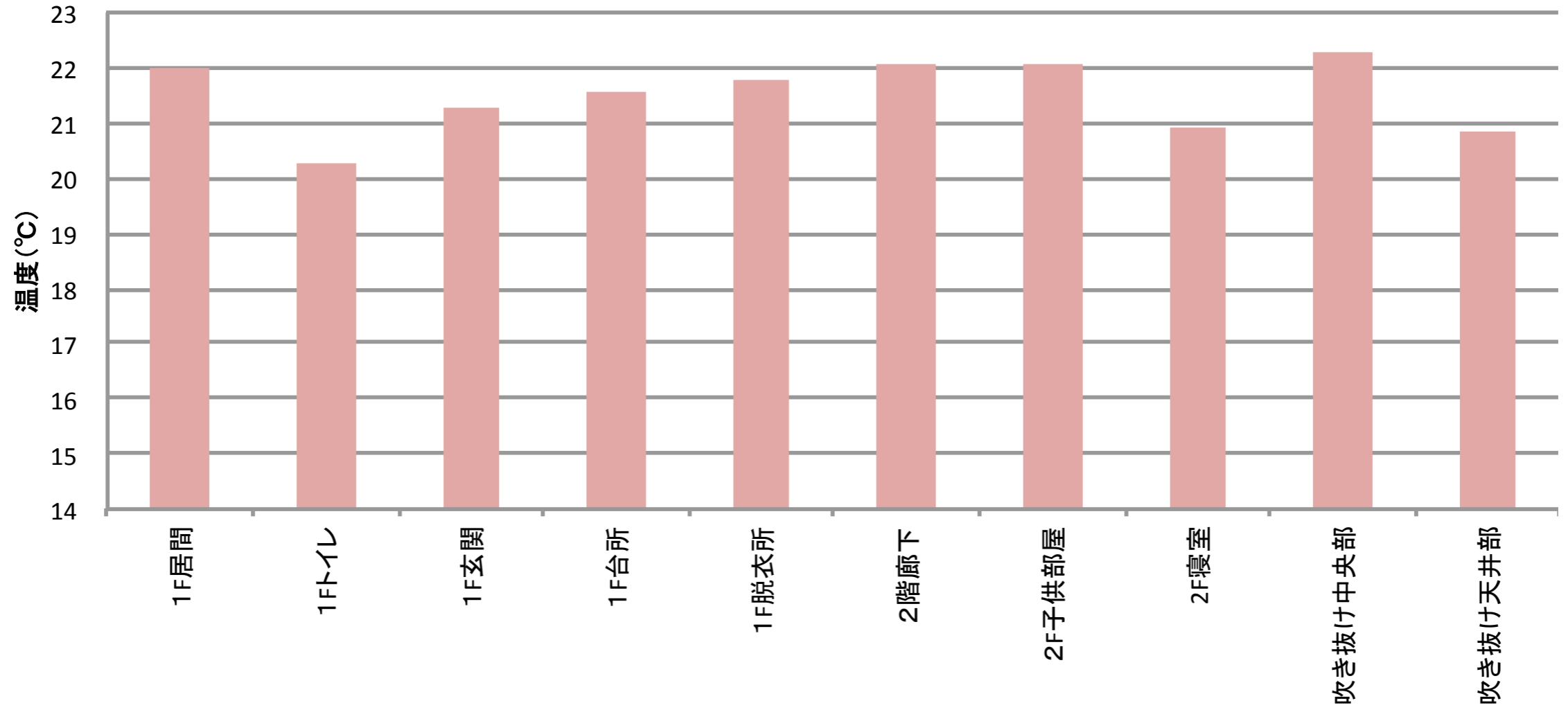




2012年2月の室温変動



部屋ごとの温度差



プリウスをつくることができるか？

めざすべきプリウスの性能

次世代省エネのQ値-1.0

IV地域=2.7→1.7

あるいは年間暖房負荷

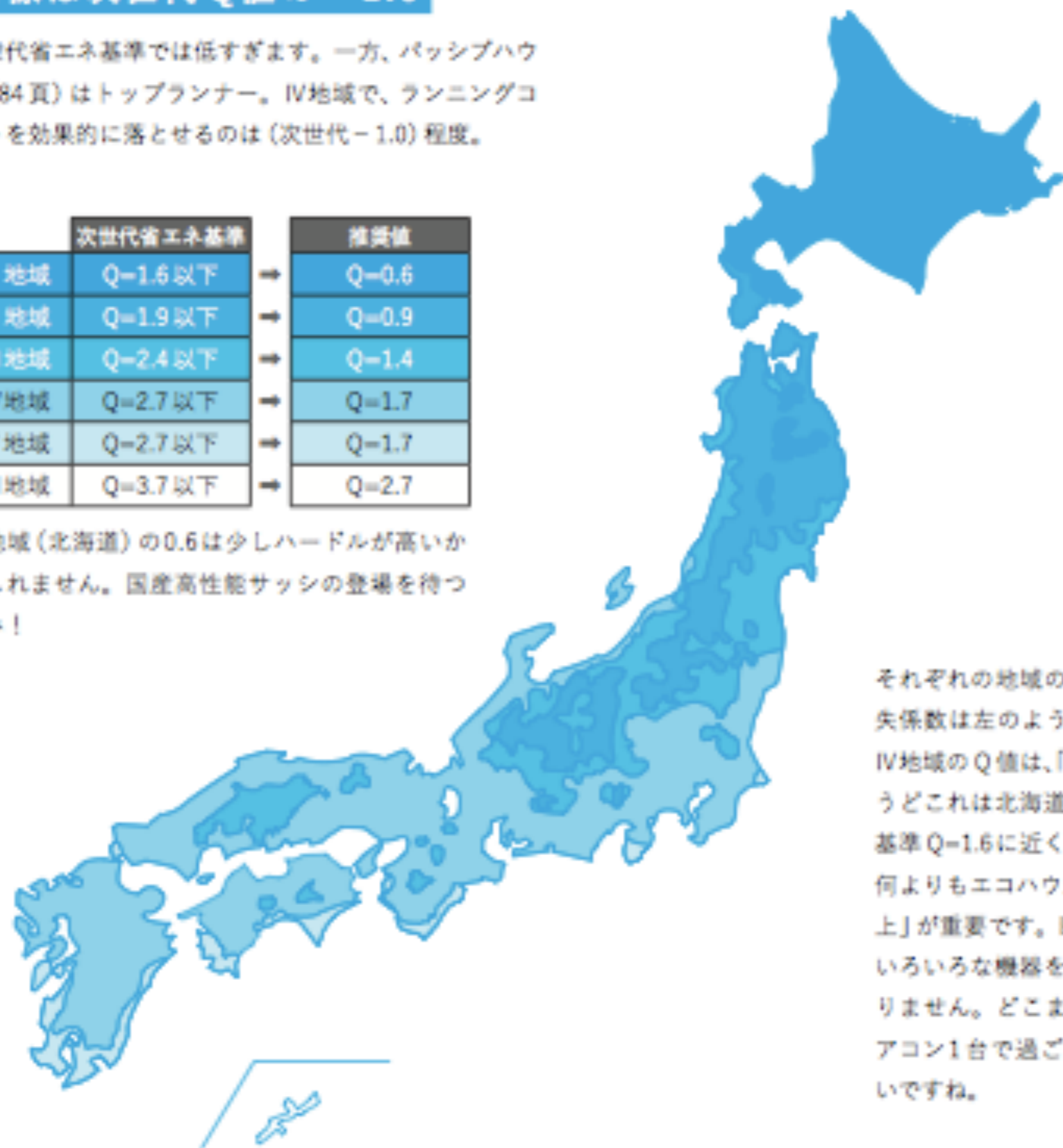
50kWh/m²以下

目標は次世代 Q 値の - 1.0

次世代省エネ基準では低すぎます。一方、パッシブハウス (84 頁) はトップランナー。IV 地域で、ランニングコストを効果的に落とせるのは (次世代 - 1.0) 程度。

	次世代省エネ基準	推奨値
I 地域	Q=1.6 以下	Q=0.6
II 地域	Q=1.9 以下	Q=0.9
III 地域	Q=2.4 以下	Q=1.4
IV 地域	Q=2.7 以下	Q=1.7
V 地域	Q=2.7 以下	Q=1.7
VI 地域	Q=3.7 以下	Q=2.7

I 地域 (北海道) の 0.6 は少しハードルが高いかもしれません。国産高性能サッシの登場を待つのみ!

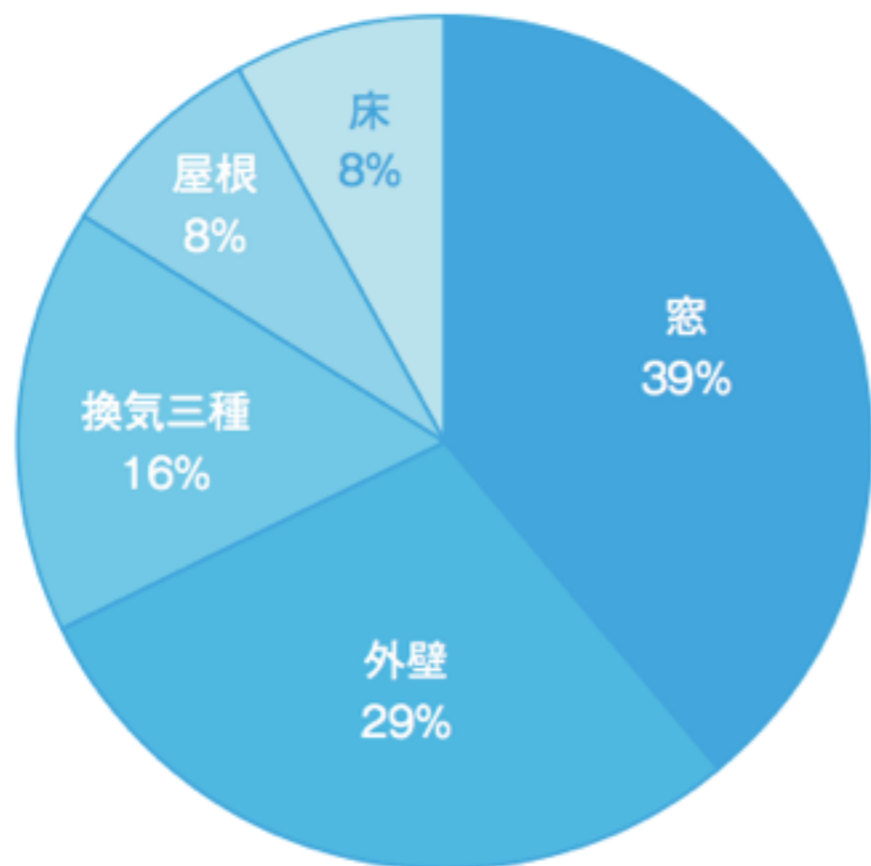


それぞれの地域のこれから目指すべき熱損失係数は左のようになります。関東などの IV 地域の Q 値は、「2.7 - 1 = 1.7」となり、ちょうどこれは北海道での次世代省エネルギー基準 Q=1.6 に近くなります。

何よりもエコハウスには、まず「断熱性の向上」が重要です。断熱性の向上をしないで、いろいろな機器を載せてもあまり意味がありません。どこまで断熱するかは、各階エアコン1台で過ごせるぐらいを目標にしたいですね。

部位別の熱ロス

床面積が120㎡でQ値2.7の次世代省エネルギー基準クラスの家



一般的な家の表面積で窓の占める割合は10%にも満たないのですが、次世代省エネルギー基準レベルの住宅では、全体の4割近い熱損失が窓から生じています。これはペアガラス入りの樹脂アルミサッシの場合なので、単板ガラス+アルミサッシの場合はさらにロスが大きくなります。

各国の窓U値比較

国名	窓の断熱性能 W/m ² K (義務基準)
フィンランド	1.0
ドイツ	1.3
オーストリア	1.4
デンマーク	1.5
チェコ	1.7
イギリス	1.8
ハンガリー	2.0
フランス	2.6
イタリア	2.0-4.6
スペイン	2.1-2.8
中国(北京)	2.0
中国(上海)	2.5
日本	義務基準無し

日本で出荷数の大半を占める窓はイタリアの義務基準U値4.6を下回っているというデータも。54頁の暖房度日のグラフを見ると、日本ではフランスと同じくらいの義務基準を設定する必要があります。

MUJI HOUSE

縦の家



最重要ポイントは窓

サッシの交換。

2重サッシにする。

断熱ブラインドの施工。

すきま風対策（モヘヤ）

16 窓

窓にはどんな役割があるのだろうか？

断熱の要であると同時に、通風の入り口出口。

■日本でも浸透しはじめた高性能サッシ

少し前までは窓の性能が悪く、それがネックとなって、高断熱高気密を実現することが困難でした。しかし、近年は海外製品の断熱性能が大きく進歩してきました。ところが日本ではメーカー

の規模が大きく、マーケティング規模のスケールメリットを優先させるので、商品性能の多様性が発達しにくい状況にあります。**エネルギーの問題にとって、窓は非常に重要なパーツ**。設計者としてさまざまな提案をしながら、新しい高性能のサッシに期待をしています。

海外製品のパッシブハウスクラスとまではいか

なくても、LOW-Eペアガラスを組み込んだ樹脂アルミサッシや、より断熱性の高い樹脂サッシなどは、国内にも一般的に浸透しはじめています(次項では、高性能木製サッシ、樹脂サッシ、樹脂アルミサッシを比較します)。

■窓の位置のコツ

窓は断熱と日射取得だけでなく、通風の観点からも、とても重要です。それぞれの部屋の中での配置は平行ではない2面に、それぞれ1つ以上。こうすることで、風の向きに応じて、どちらからは確実に風が取り込まれます。このとき、季節ごと

に吹いてくる風(卓越風)の方角と強さを知っておくことが重要。また、周辺の建物によって、一定の方向に風が吹くことがあるので、建てる前に調べておきましょう。

また、断面的には上昇気流の方向に入口と出口の2つの窓が必要です。中間期(冷房をし続けなければならない夏と暖房し続けなければならない冬以外の季節)には、この通風に対しての工夫が大変重要です。これらは、重力換気を利用して建物内部を、下から上へ通り抜けることがポイントになります。一旦流れができると、それに沿ってさらに流れが加わります。

窓に役割分担をさせよう

通風の窓

できれば部屋の対角上に2個の窓が必要です。風向きによって、部屋が無風になったら困ります。また、無風状態のときに重力換気を促すために、部屋の上部と下部に窓があるのが望ましいです。下のほうにある窓から上に抜けると、体感的には風を感じやすく、より快適になります。風が吹くことで、人間は体感温度をコントロールすることができます。風速1mの風が吹いていれば、体感温度は1°C下がるといわれます。建物の断熱が十分にされているエコハウスでは、壁や天井の表面温度が室温と同じになり、不要な輻射熱がなくなるので、より快適に過ごせます。そのうえ、デリケートな風を感じることができるのです。

眺望の窓

断熱性能と直接は関係ありませんが、建築にとって、内部からの眺望は非常に大切です。敷地のコンテクストを読みながら、絵画のように窓を考えることは建築の魅力を高めてくれます。このような横長の窓は景色のためのものです。

採光の窓

採光的に言えば、北側の窓が光が安定していて、書斎やアトリエなど採光が必要な場所にもっとも望ましいです。ただ、熱損失が大きいため、大きさや性能には十分な注意が必要です。最上階であればトップライトが有効です。一般的な窓の3倍明るいため、面積は小さくて済みます。しかし、その分垂直の窓よりも熱が入ってくるので注意が必要です。

日射取得の窓

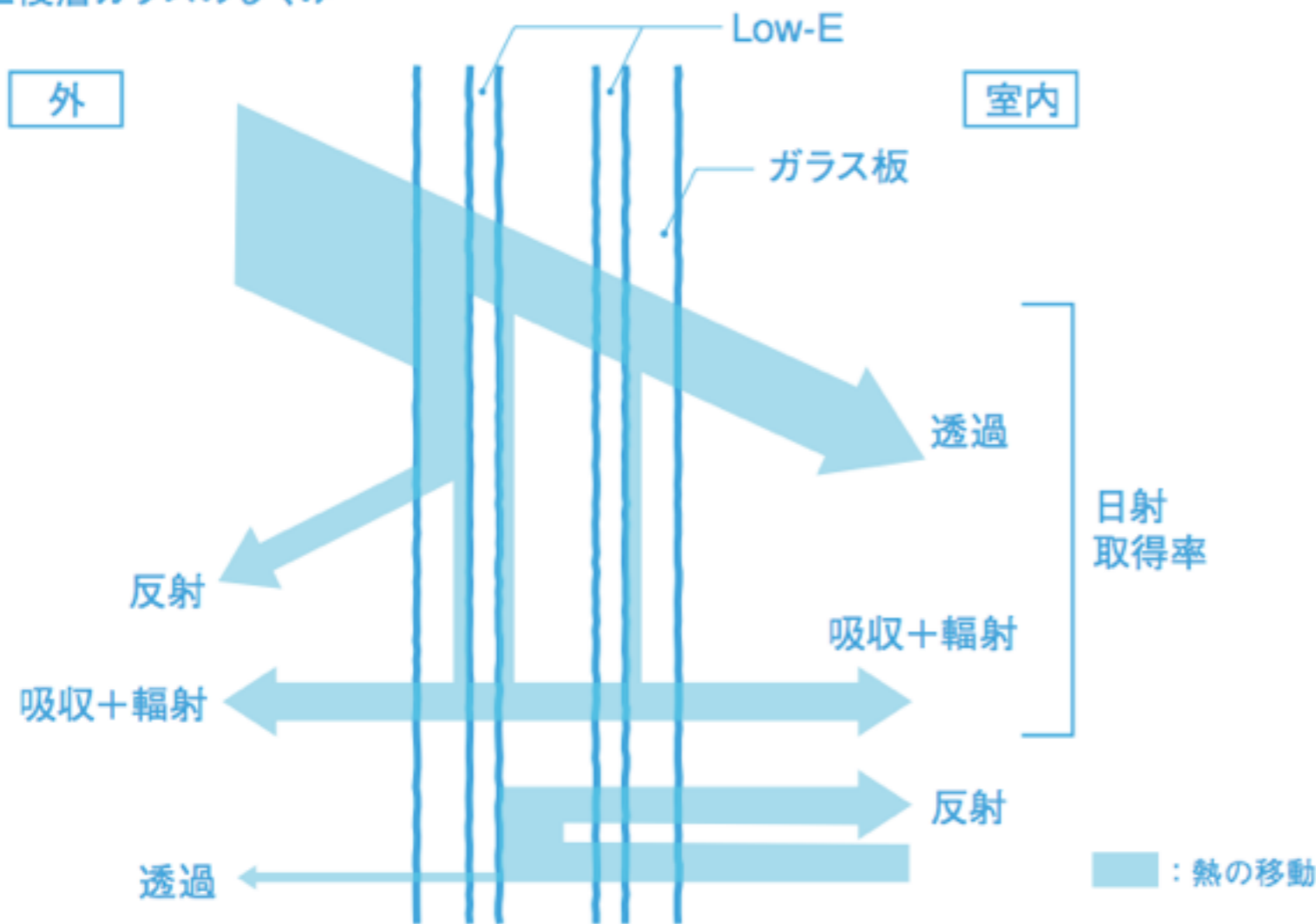
冬の日射取得に有効なので、南側にできるだけ大きくとります。一方、夏期の日射を防ぐために、庇が必要です。関東以西の地域では、トリプルガラスにして断熱性能をあげるより、ペアガラスで日射の取得を得たほうが年間のエネルギー消費量が減るというデータもあります。いずれにしても、熱をそのまま入れることのできる窓は開け取りをも決定する要素になります。逆に西側の窓は、夏期の過剰な熱の侵入を許すこととなります。極力西側に窓をとらないことが重要です。

Point of Design Q値と快適性のバランス

日本の一般的な家は窓を開けすぎているように思えます。カタログからコピーアンドペーストしたような外観は決して美しく、種類が多いとカタログのようになってしまいます。種類はできるだけ少なく、役割分担をばっちりさせることが建物のデザインを引き締めてくれると思います。一方で断熱環境のよさを謳うメーカーの仕向は、通風や換気と考えると窓が小さ過ぎます。窓は熱損失の原因なので、窓を小さくすると、コストも安くなるし、Q値で表される断熱性能は自動的に向上するので、それでも本質的な快適性を確保することはできません。Q値重要主義はとても危険。いずれの場合もバランスが大切なので、

窓は断熱性能の悪い壁。でも日射が入ればエネルギーを取り込める

Low-E複層ガラスのしくみ



ガラス選びの際には熱貫流率と日射取得率のバランスを検証のこと
(実際にライターの炎でチェックしてみよう!)

日射取得率と断熱性能のバランスを見ながらガラスを使い分けることが大切です。ペアガラスは最大18mmまで空気層を厚くすることで、断熱性能を向上させることができます。ここからさらに断熱性能を足すときは、空気層をダブルにするためにトリプルガラスを使用します。乾燥空気よりもアルゴンやクリプトンガスを充填したほうが断熱性能が上がります。Low-Eコーティングは室内外からの熱を跳ね返す目に見えない膜ですが、ライターの炎を近づけるとLow-Eコーティングの有無が分かります。

建物の温熱環境のシミュレーションをする。

建物燃費ナビ

QPEX

建物燃費DATA

■ 建築概要

物件名 山形エコハウス

有効床面積 184.00 m²

エネルギーコンサルタント P00078

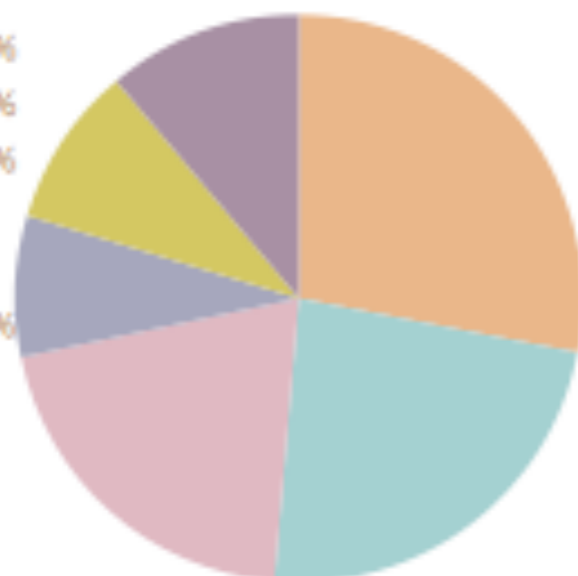
建築地 山形県山形市

入居者数 自動(5.3)

省エネ建築診断士 亀岡真彦

■ 部位別熱損失

窓	45w/k	28%
外壁	37w/k	23%
屋根	32w/k	20%
基礎	14w/k	8%
床	14w/k	9%
開口	18w/k	11%
ほか	0w/k	0%

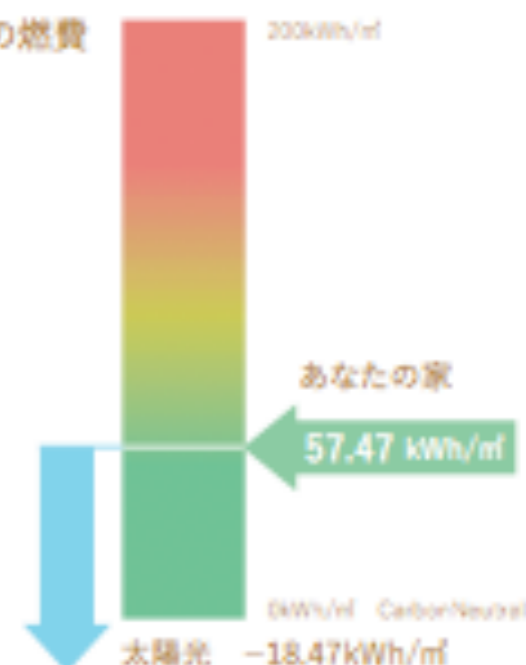


■ 年間一次エネルギー消費 内訳

空調	7%
暖房	18%
冷房(顕熱)	1%
冷房(潜熱)	5%
照明	56%
給湯	7%
設備	6%



■ 建物の燃費



※設備:換気システム、太陽熱温水設備、給湯設備等に必要な電力エネルギー

Q値(近似値) W/m²·K 0.70

計算条件 建物の燃費ナビ基準

C値(近似値) cm/m² 0.96

気象データ 山形県(山形)

PASSIVE性能	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]	建物全体 [GJ/棟・年]
年間暖房負荷(20°C)	31.89	21.13
年間冷房負荷(27°C)	7.57	5.02
気密性能	1.19 回/h	—

太陽光発電 (見込み)[kWh]
5,175

建物の燃費	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]	建物全体 [GJ/棟・年]
総一次エネルギー消費	57.47	38.07
総一次エネルギー消費 (太陽光発電考慮)	-18.47	-12.24

DATA 2012/11/18

バイオマスエネルギーを使用した暖房と給湯設備によって、一次エネルギー消費量を大幅に減らした結果、照明用エネルギーだけが目立つ珍しい例。実際には道路側のギャラリー部

分は倉庫扱いで、冬季の室温設定を下げられるように断熱性能のある内部扉が設けられている。

DATE: 2012/9/15

建もの燃費ナビ 計算結果



PASSIVEHOUSEJAPAN

建物概要

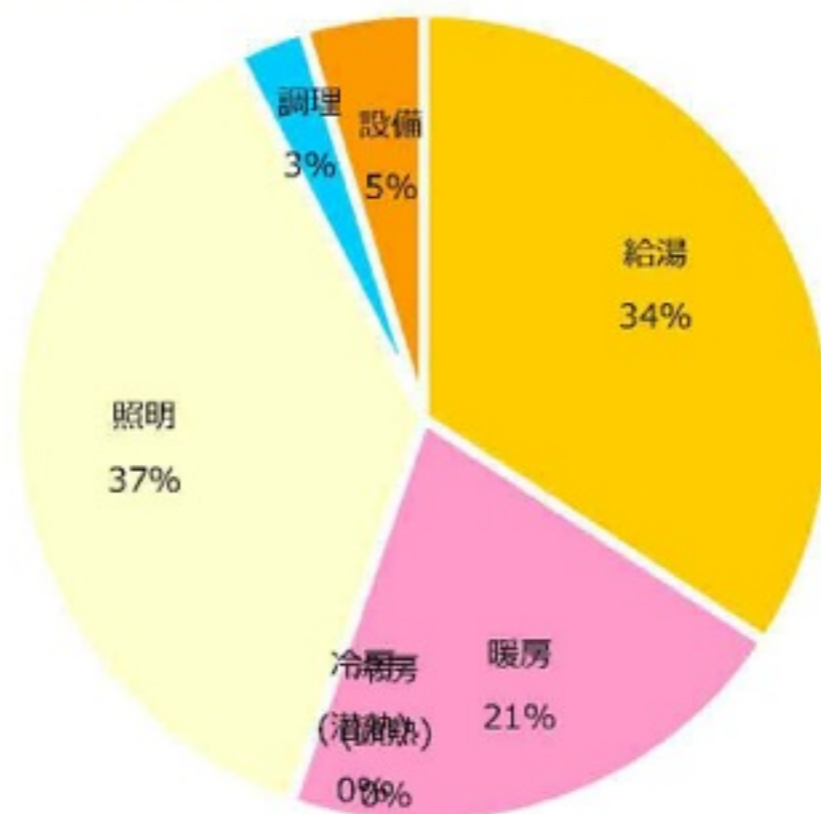
物件名	軽井沢パッシブハウス	有効床面積	157.53	エネルギーコンサルタント	勝浦 延哉
建築地	長野県北佐久郡軽井沢町	入居者数	設計(2)	省エネ建築診断士	P00153

部位別熱損失



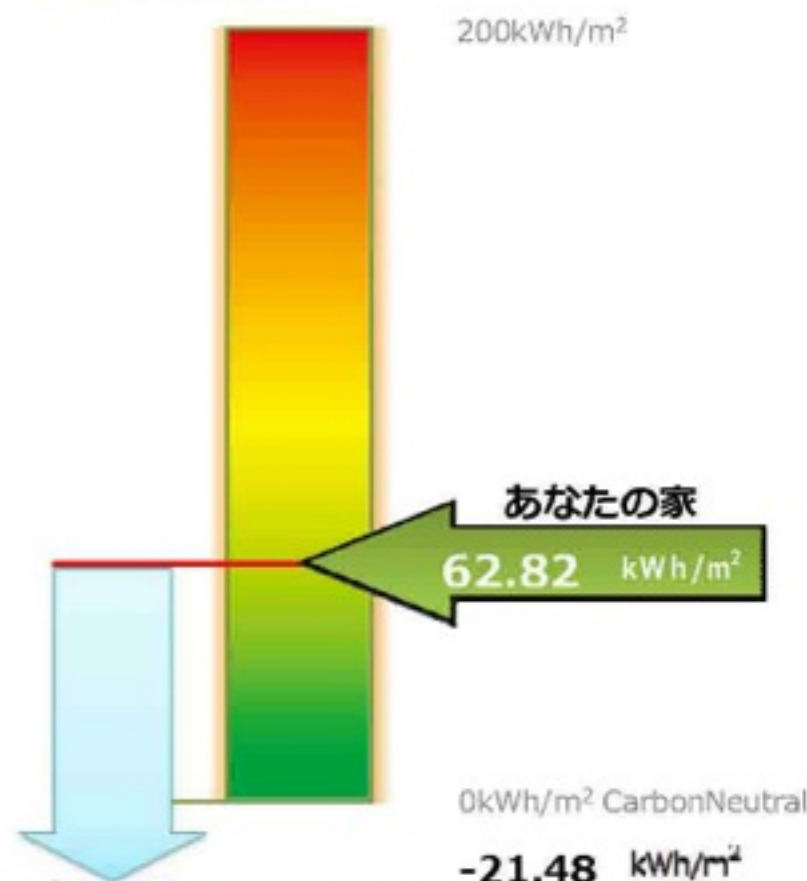
Q値 (近似値) $W/m^2 \cdot K$	0.67
C値 (近似値) cm^2/m^2	0.35

年間一次エネルギー消費 内訳



※設備：換気システム、太陽熱温水設備、給湯設備等に必要の電力エネルギー

建もの燃費

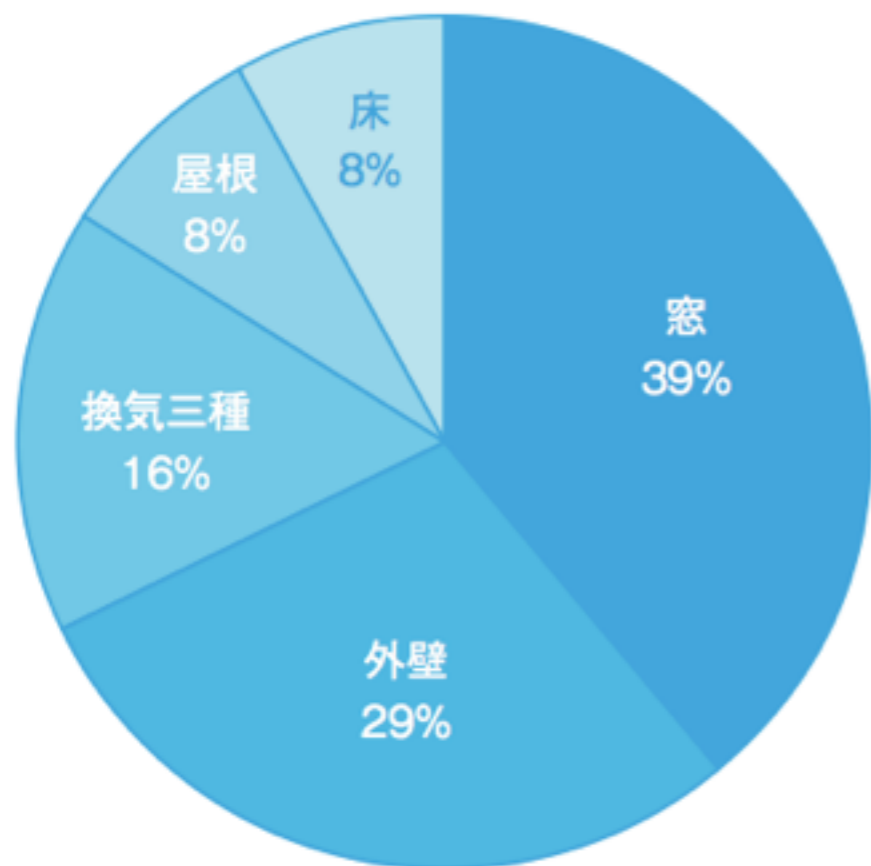


給湯利用人数	太陽光
ネット給湯需要 [Liter/人/日]	100
内部発熱量 [W/m ²]	4.6

計算条件	建もの燃費ナビ基準	気象データ	長野県 (軽井沢)		太陽光発電量 (見込み)[kWh]	建もの燃費	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]	建物全体 [GJ/棟・年]
PASSIVE性能	単位床面積当たり [kWh/m ² ・年]			建物全体 [GJ/棟・年]				
年間暖房負荷(20℃)	14.20	-	-	8.05	4,633	総一次エネルギー消費	62.82	35.62
年間冷房負荷(27℃)	3.65	-	-	2.07		総一次エネルギー消費	-21.48	-12.18
気密性能	0.54 回/h	-	-	-		<太陽光発電考慮>		

部位別の熱ロス

床面積が120㎡でQ値2.7の次世代省エネルギー基準クラスの家



一般的な家の表面積で窓の占める割合は10%にも満たないのですが、次世代省エネルギー基準レベルの住宅では、全体の4割近い熱損失が窓から生じています。これはペアガラス入りの樹脂アルミサッシの場合なので、単板ガラス+アルミサッシの場合はさらにロスが大きくなります。

各国の窓U値比較

国名	窓の断熱性能 W/m ² K (義務基準)
フィンランド	1.0
ドイツ	1.3
オーストリア	1.4
デンマーク	1.5
チェコ	1.7
イギリス	1.8
ハンガリー	2.0
フランス	2.6
イタリア	2.0-4.6
スペイン	2.1-2.8
中国(北京)	2.0
中国(上海)	2.5
日本	義務基準無し

日本で出荷数の大半を占める窓はイタリアの義務基準U値4.6を下回っているというデータも。54頁の暖房度日のグラフを見ると、日本ではフランスと同じくらいの義務基準を設定する必要があります。

ウィークポイントの断熱 断熱が弱いところから

- ①浴室、洗面室の断熱強化
- ②玄関
- ③北側の部屋

重点ポイントの断熱

- ①気密性能の確保（内張り 断熱＋気密壁）
- ②エネルギーの漏れやすい窓周り
- ③外壁外断熱
- ④天井などのフトコロ

重点ポイントの断熱
今漏れているところから

×

ウイークポイントの断熱
断熱が弱いところから

断熱段階的变化 (旧IV地域)

無断熱 → 次世代省エネ → 次世代-1.0 → ゼロエネ

$Q=3\sim 5$

$Q=2.7$

$Q=1.7$

$Q=1.0$

$C=10.0$

$C=5.0$

$C=1.0$

$C=0.5$

(cm^2/m^2)

パッシブハウス

$Q<0.7$

商品としてのパッケージ化

1000万円コース

屋根、外壁断熱、窓の取り替え

500万円コース

屋根、部分断熱強化、窓の取り替え

300万円コース

部分断熱強化（浴室、洗面室）、窓の取り替え

断熱改修のきっかけ

- 地域の勉強会とオープンハウス
建物の燃費に対する理解
宿泊体験などの実感
- タイミング
2世帯住宅化
シェアハウスへの布石
リタイアを機に。

断熱改修に王道なし

シミュレーションをとおして
コスト対効果の説明

断熱モデルハウスの建設