Hybrid SOLAR HOUSE

ハイブリッドソーラーハウスのはなし

1　ハイブリッドソーラーハウスのしくみ

1.1　システム

1.2　太陽熱集熱器

1.3　蓄熱床

1.4　ポンプユニット

1.5　アマテラス･コントローラー

1.6　補助熱源器

2　ハイブリッドソーラーハウスを活かせる家

2.1　内と外の断熱境界を明確にする

2.2　断熱材はＲで選ぶ

2.3　窓の性能もＲで見る

2.4　気密

2.5　断熱境界の内側

2.6　リフォームでハイブリッドソーラーハウス

3　ハイブリッドソーラーハウスで何が変わるか

3.1　家の温度とエネルギー消費

3.2　見失いやすい家づくりの目的

3.3　快適な温熱環境

4　住宅で使うエネルギーと熱源機器

4.1　家庭のエネルギー消費分野

4.2　家庭用太陽光発電

4.3　補助熱源の選択

4.4　世界の自然エネルギー利用

チリウヒーター

Tel: 0566-81-2262　　mail: info@chiryuheater.jp　　URL: www.chiryuheater.jp

1　ハイブリッドソーラーハウスのしくみ

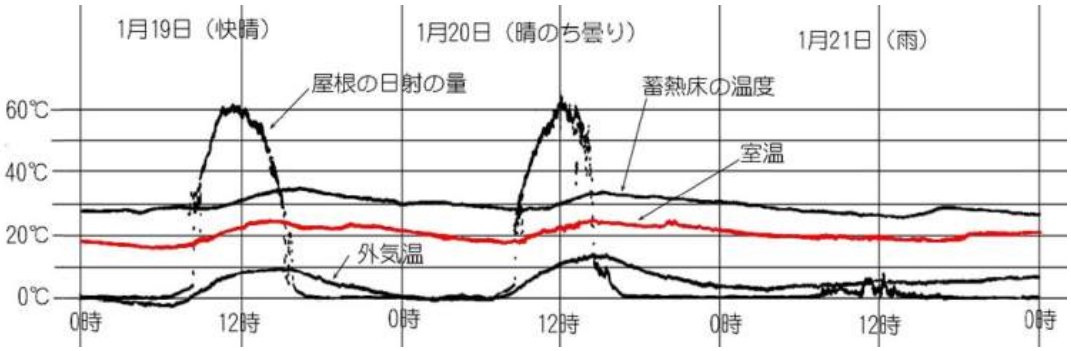
1.1　システム

1.1.1 ハイブリッドソーラーハウスとは

ハイブリッドソーラーハウスは、太陽の熱によって住宅全体を一日 24 時間暖房し、併せて、入浴や台所用の給湯も太陽熱で行うものです。当然ながら季節や天気の変動もあり、100%を太陽に依存することはできません。

下は、名古屋地方での 1 月下旬の様子です。冬の日照は９時頃から 15 時頃までしかパワーが期待できず、朝の暖房は前日の太陽に頼るしかありません。秋から春が終わるまで室温は 18～23℃位に保たれています。1/21 の様な雨の日は、自動的に補助ボイラーが応援に出ます。

床板の温度も年を通して殆ど変動せず、そのためムク床材も安心して使えます。



こうして数日間、家の一階の大半部分の温度を保ち続けると、次第に、壁や柱や天井や家全体に温もりが浸透し、ついには全室 24 時間暖房状態に入ります。これが、殆どの日本人がこれまで経験したことのない、不思議とも言える快適な居住空間を作り上げます。

暖房に余裕がある春秋や夏は、太陽熱はひたすらお湯を沸かします。Ⅳ地域辺りで春から秋までは、晴れさえすれば、給湯器に燃料を使うことは殆どありません。

エネルギーを太陽に依存することで省エネルギーになります。

しかし、ハイブリッドソーラーハウスの本当の良さは、人生観を変えてしまうほどの居住環境の劇的な向上と、そこから派生する健康な生活にあります。

1.1.2　しくみ（簡単編）

ハイブリッドソーラーハウスは「３つの運転モード」を組み合わせながら、全自動運転します。

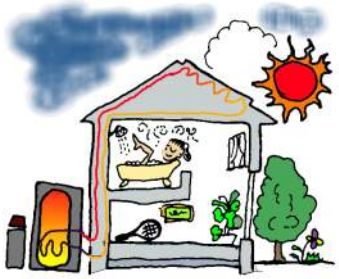
①　ソーラー暖房＆給湯運転《暖房期 日射があるとき》

太陽で温めた温水を足元の蓄熱床に循環し、夜から翌朝にかけての暖房熱を蓄えます。蓄えた温もりで家中が四六時中寒くなりません。特に寒くて、暖房のみに集中させたいとき以外は、ソーラー床暖房とソーラー給湯運転を同時に行います。

② 補助暖房運転《暖房期 日射不足のとき》

日が照らない雨や雪の日は自動的に補助暖房用ボイラーが作動し、蓄熱床温度を維持して家が寒くならないようにします。

③ ソーラー給湯運転《暖房が要らないとき》

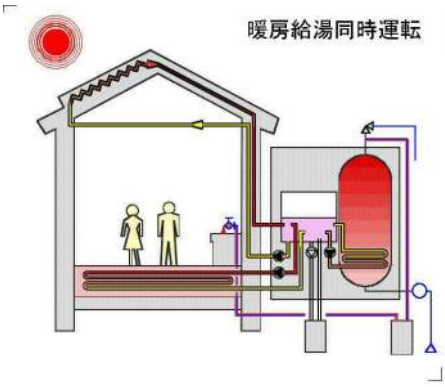


暖房の必要がないとき、太陽の熱はお湯を沸かすのに使います。一般地域では暖房をしながらでも、晴れさえすれば３月から１１月頃まで家で使うお湯は殆ど太陽が作ってくれます。

1.1.3 しくみ （「３つの運転モード」編）

① ソーラー暖房＆給湯運転《暖房期 日射があるとき》

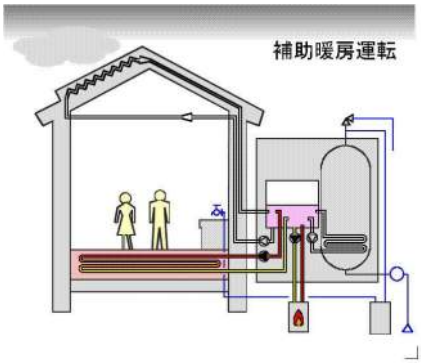
屋根のコレクター（太陽熱集熱器）で熱せられた熱媒液は、コンクリート蓄熱床に埋設した配管（耐熱樹脂パイプ）を循環しながら蓄熱体を暖め、再び屋根へと循環します。こうして蓄熱体（床一面に敷設された厚さ 20cm のコンクリート）は、日中の太陽熱によって暖められ熱を蓄えます。



例えば、60m2 の蓄熱床の蓄熱量は７トンの温水タンクに相当し、容易に温まらない代わり、いったん温まるとなかなか冷めず、少しずつ熱を放ちながら、翌朝までも家を暖かく保ちます。

床を循環した熱媒液は、まだ熱を残しているので、帰り道に貯湯タンク中のパイプを循環してお湯を温めさせることもできます。真冬は暖房優先になるので、生ぬるい程度のお湯しか沸きませんが、春や秋になって寒さも和らぎ日差しも強くなると、晴れれば、お風呂や台所で使うお湯が十分出来ます。

② 補助暖房運転《暖房期 日射不足のとき》



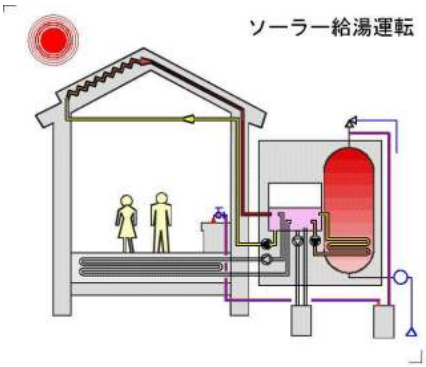
雨や雪で日射が不足すると、蓄熱床は蓄えを消費し次第に冷えてしまい、家も冷えてしまいます。

こんな時は補助暖房ボイラーが自動的に燃焼して、蓄熱床を暖め、温度を維持します。

補助暖房運転は、設定された時間帯（通常、起床前と晩の生活時間帯前。それ以外も好みによって設定可能）に設定温度が下限温度を下回ると、必要最低限の蓄熱をします。

また、補助暖房運転中に日が照ってくれば、自動的にソーラー暖房運転に移行します。

③　ソーラー給湯運転



《十分蓄熱されて暖房が要らないとき》

暖房が全く要らない季節や、春や秋に暖房に必要な熱を蓄え終えたときは、太陽熱はお湯作りに回されます。

貯湯タンクは 370 リットルで、平均家庭で年間に使用するお湯のエネルギーの 65－50％を太陽が引き受けます。

1.1.4　補助熱源装置

冬中、毎日晴天とは行きません。日射が不十分な日には蓄熱床は次第に蓄えを失い、家も次第に温度を失います。

AMATELAS コントローラーは、日射の具合や蓄熱床の蓄え具合を見て、補助暖房熱源装置を稼動させ、最低限の温度を確保する運転に入ります。

補助暖房は、太陽熱の邪魔をしないように、主に３つのタイミングだけ行うようセットされます。

- 日中に十分の熱を蓄えられなかった場合のために、16 時頃からしばらくの間
- 昨日の蓄えが不十分で、朝方の蓄熱が不足の場合、4-6 時頃からしばらくの間
- 朝から全然日が照らない日のために、お昼ごろからしばらくの間

いずれの場合も、日射が来たり、最低限の温度が確保できたら停止します。

また、急に冷え込んだ日のために、強制補助暖房モード（手動）も用意されています。

補助暖房の熱源選択は、「4.3　補助熱源の選択」をご覧ください。

冬と夏の運転の切り替えは？

暖房と給湯の切り替え、太陽熱暖房と補助暖房の切替えはすべて自動運転で切替わります。お客様は季節に応じて温度の調節だけをするだけです。

日常お客様が調節するのは、「温度」の設定、および「補助暖房をしない」、「自動でする」、「強制的にする」の切替です。

1.2　太陽熱集熱器

1.2.1　屋根一体型太陽熱集熱器

ハイブリッドソーラーハウスには、原則として、屋根一体型太陽熱集熱器を使います。集熱器が防雨機能を持ち、集熱器そのものが屋根材を兼ねます。

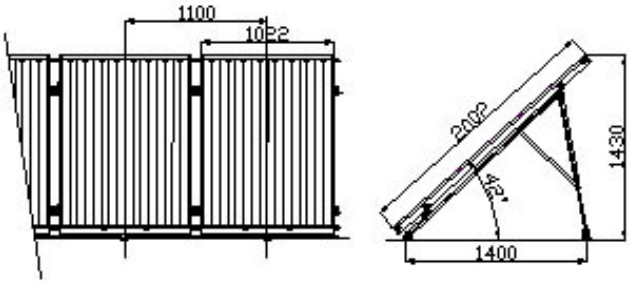
例えば、CSR0920 を上下 2 段、長方形の配置をする場合、棟から桁まで約 4,400mm の流れ長さが必要です。

太陽熱集熱器の詳細図は http://www.chiryuheater.jp/shiryo.html をご覧ください 。

屋根一体型太陽熱 集熱器　仕様表　(1 面当たり)		
型式	CSR 0920	CSR 0915
集熱面積	1.7 m2	1.3 m2
満水重量	23.4 kg	18.1 kg
保水量	1.0 kg	0.8 kg
外形寸法 mm	巾ピッチ 910×長 2000×厚 70	巾ピッチ 910×長 1500×厚 70
透明板	3.2mm 強化ガラス	
集熱体	アルミニウム選択吸収受熱板＋脱酸銅管通水部	
背面断熱	グラスウール厚 50mm(密度 10kg/m3 圧縮挿入)	
防雨下地	ルーフィング上にガルバニウム葺き	
その他	露出部ステンレス鋼板	
接続口径	銅管 1/2B(15A)	

1.2.2　ＣＳＣ2Ｃ型太陽熱集熱器

陸屋根など屋根一体型が使えない場合は、架台を使い標準型 CSC2C 型太陽熱集熱器を設置します。通常、冬の太陽熱を効果的に取り込めるよう傾斜角 30～42°で設置します。



集熱器型式	CSC２C
集熱器総面積	2.04m2
重量	35kg/36.5kg(満水時)
寸法	1,020 x 2,002 x 72 mm
集熱体	アルミニウム　選択吸収塗装 ヘッダー：銅管Φ22.22 x t0.8 ライザー：銅管 Φ8 x t0.5
吸収率/放射率	α=0.95 , ε=0.47
外装	SUS430（塩害地にはｶﾗｰｽﾃﾝ）
透過体	熱処理ガラス 3.2mm 透過率 0.88
断熱材	Glass fiber (16 kg/m3) (背面) ,ポリオレフィン発泡体 (側面)
接続口径	外径 22.22
最高使用圧力	1,000 kPa
最高到達温度	180 ℃

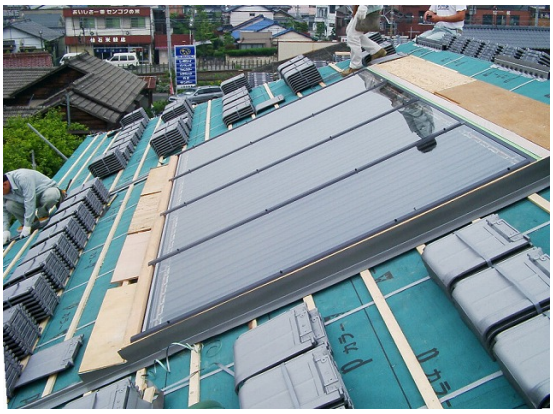
CSR 型屋根一体型集熱器の施工の様子

ルーフィング敷設後、所定の垂木を取り付けることから始まります。

防蝕性に優れたガルバニウム鋼板屋根を作り、垂木には防水トラフと集熱器固定金具を取り付けます。

太陽熱集熱器を取り付ける。重さは運転時でカラースレートの 2/3、表面は強化ガラスです。

集熱器からの配管が小屋裏で集合し、地上の機械へ導かれます。



集熱器を設置したら、屋根の他の部分に屋根材を施工します。

1.2.3　太陽熱集熱器設置計画のヒント

○　太陽熱集熱器は何台必要か

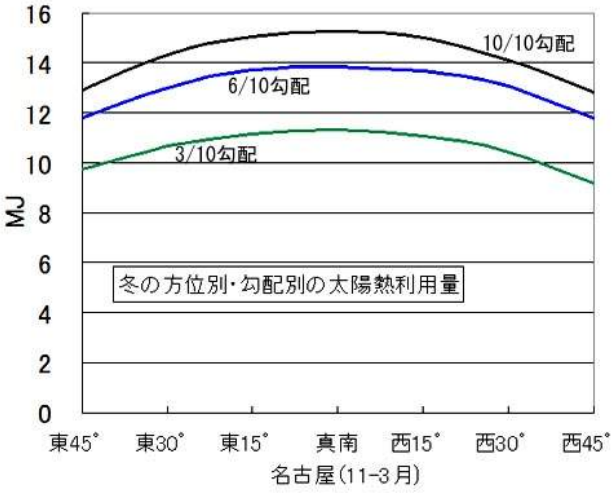
ハイブリッドソーラーハウスの集熱器設置面積は、充分な断熱性能（ハイブリッドソーラー断熱基準 4.3.3 を参照）を持つ 2 階建て戸建住宅の場合で、蓄熱床面積の 25～30%程度をお勧めします。

少ないと家が寒くなるわけではなく、その分、補助暖房で手伝う分が増えることになります。

断熱性能は低い（建物の熱損失が大きい）ままで、その分を集熱面積の増加で補うこと、居住性でも社会的にも良い事ではありません。

○　太陽熱集熱器の方位と勾配

太陽熱集熱器の設置方位と傾斜角（屋根勾配）が変わると、暖房期の太陽熱の稼ぎがどう変わるか、を示すグラフです。



勾配

冬は太陽高度が低いので、冬の日射を受けるには出来るだけ勾配が急な方が有利です。ただ、余り急勾配な屋根は意匠上も違和感があることでしょう。

通常は、6/10 勾配がお勧めです。これなら外観的には「普通」で、屋根足場を必要とせず経済的です。4/10 以下の勾配では冬の日射を受けにくく、効果が落ちるのは避けられません。

方位

屋根の方位は敷地で決まることが多いので、好きに選べませんが、幸い方位の影響はさほど大きくないので、真南±45°なら大丈夫です。

南東か南西を選ばなくてはならない場合は、夜間の暖房を中心に考え、どちらかと言えば西寄りの方が良さそうです。

グラフの見方

真南向き（グラフ中央）の場合、勾配を 6/10(真ん中の線の中央)から 10/10(上の線の中央)に急勾配の屋根にしても、冬の太陽熱利用量は 10%程度しか増えません。しかし、勾配を 3/10（下の線の中央）へと緩勾配にすると太陽熱利用量は 18%も低下してしまいます。勾配は少なくとも 5/10 以上にするのが良いでしょう。

6/10 勾配（真ん中の線）の場合、南西向き(右端)や南東向き（左端）に向いた場合、真南（中央）よりも 14%程の低下程度です。また、30°東西にずれている位なら 6%程度落ちるだけです。

○　屋根の荷重

運転状態での太陽熱集熱器の重さは下表のように軽量ですが、逆に風で吹き飛ばされるのを警戒します。CSR 型屋根一体型太陽熱集熱器なら屋根にしっかり固定されます。

屋根材の重さ比較

屋根材の重さ（m²あたり）	
屋根一体型集熱器	12.9 Kg/m²
コロニアル	17.6 Kg/m²
和　　瓦	43.2 Kg/m²

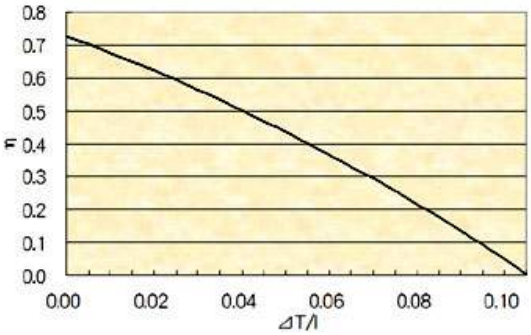
CSC 型太陽熱集熱器を陸屋根に設置する場合は、屋根に密着している CSR 型太陽熱集熱器と異なり、風の抵抗を受けやすく、特に強い北風で持ち上げられる危険があるので、事前にきちんと計算して建物と強固に固定する必要があります。

1.2.4　太陽熱集熱器の性能

太陽熱集熱器の容量（能力）は 1m2 につき 0.7kWth（キロワットサーマル）です。

この表現は、太陽光発電の kW、正しくは kWp（ピークキロワット）と同じ表現ですが、どちらも理想的な条件についての表現であって正しく能力を表わすものではありません。

正確に言うと、太陽熱集熱器の性能は、下図のように表わされます。



太陽熱集熱性能図の見方

集熱効率は、外気温、集熱体の温度、日射量により時々刻々と変化し、グラフで表します。

縦軸のηは太陽から入射したエネルギーの何％を熱として取得できるかを示す「効率」です。

横軸の⊿t/I は、（太陽熱集熱器内の水温と外気温の差）を（日射の強さ）で割り算したものです。

例えば、外気温 5℃、太陽熱集熱器内の温度が 50℃、日射の強さが 860W/m2 とすると⊿t は 50 -5＝45、I＝860　なので　⊿t/I は 0.052、その時の効率が 42%であると読み取れます。

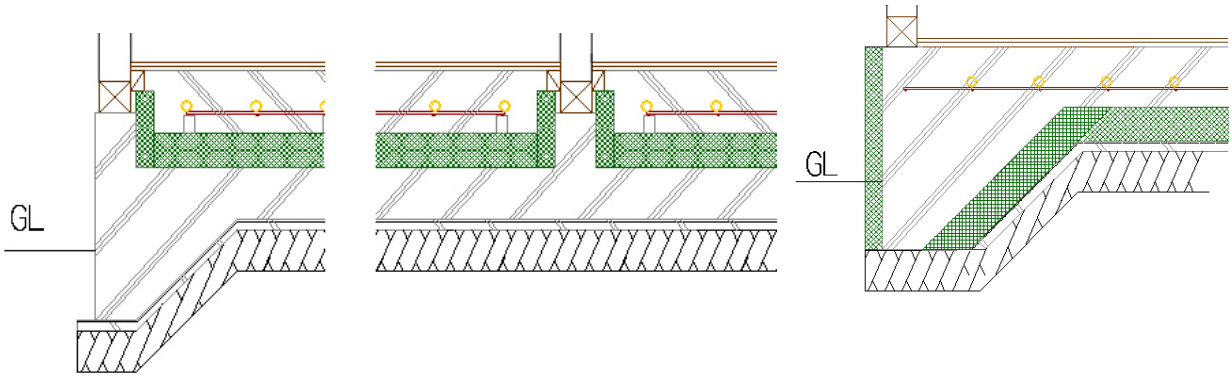
一般的に、太陽熱利用では高い温度を採ろうとすると効率が低下し、浴用温水など低温に使うと効率よく使えます。床暖房は、低温度の温水でも広い面積から熱を放出して暖房効果が出せるので、太陽熱暖房に適しています。

1.3. 蓄熱床

1.3.1 蓄熱床の構造

太陽で住宅を暖房しようとしても、効果的な太陽熱は、冬には 24 時間の内、昼間の 6 時間くらいしかきてくれません。ところが、最も暖房が欲しいのは夜やとりわけ明日の朝です。そこでハイブリッドソーラーハウスでは、今日の日照で明日の朝の暖房をするための「蓄熱」を重視します。

蓄熱コンクリートの下側は断熱・防湿し、標準 200mm 厚以上のコンクリートの中層に給熱パイプを埋設します。



コンクリート蓄熱床の特性

蓄熱コンクリートは 50 年でも 100 年でも長持ちし、安価で、優れた蓄熱性能を持ちます。ほぼ家全面に敷き詰めた蓄熱床の熱容量は大きく、なかなか暖まりませんが、逆にいったん温まるとなかなか冷めません。こうして昼間蓄えた太陽熱をゆっくり屋内に放出しながら、夜も明日の朝までも家の温度を維持してくれます。

（厚さ 200mm のコンクリート蓄熱床の熱容量は 1m2 当たり 0.12 kWh/K、熱伝導率は 1.6W/mK）

縁の下が無いけど大丈夫？

一般的に日本の住宅では縁の下があり、通気口があります。通気口は暖房室から床下に侵入した湿気が、床下で冷却されて結露するのを防止するもので、暖房がなかった 1950 年頃までは無用の心配でした。各地に見られる「古民家園」の古民家では、寒さを防ぐために縁の下を板で塞いで寒さを防いでいる例が少なくありません。今日でも、開放式暖房器を使用し室内湿度を上げその湿気が床下に抜けると、暖房通気口の配置が良くない場合には床下が腐ることもあり得ます。

ハイブリッドソーラーハウスのような「土間床工法」はそもそも床下に湿気が浸入することがなく、特に冬期は乾燥状態になるのでより安全です。世界的に見れば土間床が普通の床です。

土間床工法は公的にも認められた工法で、かつての金融公庫の基準書でも、「縁の下を作る場合は・・・・通気口を設けなくてはならない」と規定され、床下のない土間床工法ではその必要がないとされています。

地盤から湿気が上がるのを心配する人もいますが、そんなことは起こりません。住宅解体現場を見ると、縁の下はパサパサに乾燥しているのが分かります。

1.3.2　給熱パイプ

蓄熱床の中には屋根で暖めたお湯を循環させるパイプを埋設します。このとき、コンクリートに埋めたパイプの将来の水漏れが、心配なのは当然です。

配管材料には、耐熱樹脂管（架橋ポリエチレン管）を使用します。許容温度は－80～140℃、強度は強いのですが柔軟です。弱点は、太陽の紫外線による劣化ですが、蓄熱床のようにコンクリート埋設で「暗闇」状態に置けばいつまでも柔軟性を失わず、長い寿命を保ちます。

耐熱樹脂管は、すでに 60 年以上に亘ってヨーロッパのコンクリート埋設式床暖房で使われ、耐久性が実証されています。また近年は、阪神淡路大地震での鉄管製ガス管の破損の反省から、道路に埋設するガス本管がすべて樹脂管に切り替えられています。地盤が歪み配管が変形しても破損しないからです。

コンクリートに埋まる箇所でパイプを繋ぐ危険を避けるため、写真のように長いパイプを使い蓄熱床内部では繋ぎ目を作りません。パイプはすべて点検口に集合し、後日点検可能なところで継ぎ合わせます。

1.3.3　床材 にはムク材が最適

従来、日本の床暖房では、人が居ない時は暖房を切り、暖房を入れたら素早く温度を上げるという使い方をします。そのため床板は冷やされたり高い温度に熱せられたりして床板が割れたり反ったりする恐れがあるので、日本では「床暖房用床材」が使われますし、ムク材は使えません。

ハイブリッドソーラーハウスでは、床板温度は昼も夜もほんの僅かしか変わらず、常に同じような温度を保っていますし、暖房をしていない時期も暖房中と大差ない温度になっています。ムクの床板でも、ごく一般的な合板の床板でも問題ありません。ただし･･･

床暖房床材は不適当？

床暖房床材や防水床板など、表面が水蒸気を殆ど通過させない床材は使えません。蓄熱床のコンクリートは、施工後強制乾燥しますがそれでもいくらかの水分が残り、暖房を始めるとこの水分が徐々にコンクリート中を上昇して床材を透過して逃げ出します。水蒸気は木材を容易に通過しますが、床暖房床材や防水床板のように表面に水蒸気が透過しにくい塗装膜があるとそこでストップさせられ、結露して床板にしみが発生します。

クッションフロアも、使用を避けるべきです。タイル張りや石張りは問題ありません。

ムク材をワックス仕上げや、浸透性塗料（OSMO など）仕上げが最適です。

配管が水垢で詰まることはない？

一般に水垢と言われるものは、水に溶けた鉄分やごく微量の Ca などの硬水成分が析出し固体化したものです。ハイブリッドソーラーハウスの熱媒液は長期間循環使用されるもので、たとえ析出成分があっても、一度析出してしまえば後から補給されることはなく、到底管を詰まらせるようなものではありません。

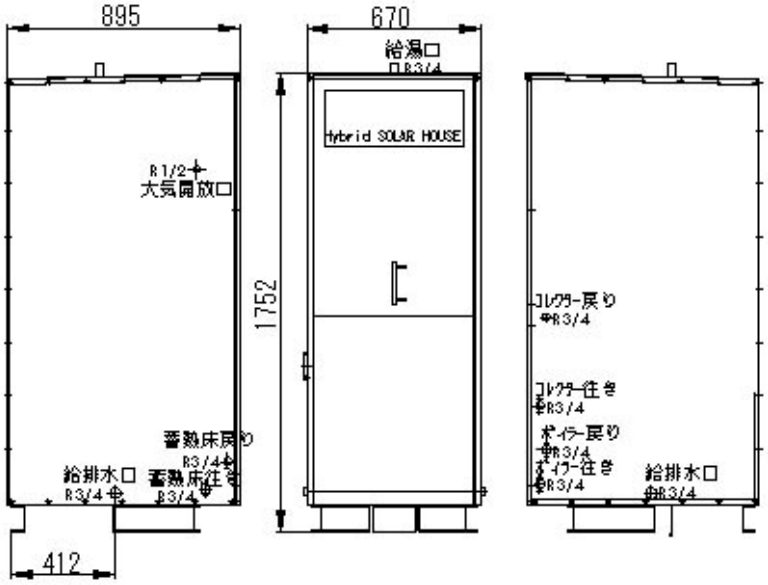
1.4　ポンプユニット

1.4.1　ポンプユニット

ポンプユニットは、貯湯用に 370 リットルの保温したステンレスタンクを持っています。

タンクの中には熱交換コイルが内蔵してあり、この中を不凍液が循環してお湯を温めます。

また太陽熱集熱器、蓄熱床、補助暖房ボイラー、熱交換コイルに不凍液を循環させるポンプや、制御装置類が入っています。



ポンプユニットの仕様

なお、住宅の規模に応じて集熱器ポンプ、蓄熱床ポンプはパワーアップされます。

給湯器　　補助暖房機　　ポンプユニット

型　　式		CSTP371
熱媒液回収量		39.5 ﾘﾄﾙ
材質	本体外装	塩化ビニル鋼板･脚部 HDZ
	熱媒液	専用プロピレングリコール液
	熱媒液槽	SUS304
貯湯槽	貯湯量	370 ﾘﾄﾙ
	缶体材質	SUS444
	熱交換器	燐脱酸銅管
	断熱材	グラスウール
最大消費電力		304/221W(60/50Hz)
電源		AC100V 屋外防水コンセント
本体重量		103 kg
満水重量		495 kg
日水協承認		共 A－6812

1.4.2　熱媒液

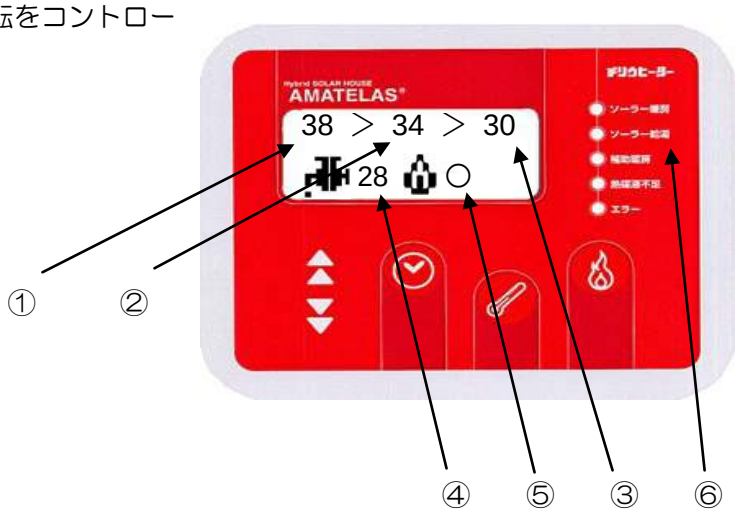
機器の腐蝕損傷や凍結破損を防ぐために、熱媒液として不凍液を使用します。不凍液は当社の供給するもの以外は使用できません。

熱媒液は少なくとも 3 年に 1 度は検査を受診して機能の確認をすることが必要です。試用期間中、僅かずつ水分が蒸発するので、この分は水道水で補充して構いません。

不凍液濃度は、使用する地の最低気温に対抗できるような濃度を確保します。なお、防蝕性の点から濃度は 40%（容積%）以上に保つ必要があります。

1.5．アマテラス・コントローラー　AMATELAS

ハイブリッドソーラーハウスの運転をコントロールし、運転状態、熱媒液不足、蓄熱床温度、お湯の湧き上がり温度、外気温などを表示します。また、運転異常の診断にも使われます。



① 蓄熱床上限温度	蓄熱温度がこれ以上になるならソーラー運転を止める。
② 蓄熱コンクリート心部温度	現在の蓄熱床コンクリートの温度。
③ 蓄熱床下限温度	この温度を割込むと補助暖房でここまで上げる。（設定時間帯のみ）
④ 貯湯タンクの温度	現在のタンク内の湯温。
⑤ 補助暖房の許可表示	補助暖房をする、しない、強制補助暖房の切替。
⑥ 運転の状態表示ランプ	3 つの運転モードの状態をランプで表示。

1.6．　補助熱源機

日射だけで必要な暖房が出来ない場合や、入浴に必要なお湯が沸かない場合に備え、太陽に代って蓄熱床を循環する不凍液を暖めたり、台所や入浴に使う清水を加温したりする補助熱源機が必要です。

暖房用の補助熱源機と、台所や入浴用給湯に使う給湯器は別々に必要です。補助熱源機の中には集熱器をも循環する不凍液が流れますし、給湯器には清水が流れる上に風呂の追い炊きや自動お湯張りの機能が必要だからです。

1.6.1 各種補助暖房・給湯熱源器の特徴

補助暖房熱源機の選択肢は、次のいずれかが考えられます。

選択の重要ポイントである燃料費の比較は、4.3.1、4.3.2 をご覧ください。

① 石油ボイラー/石油給湯器

② ガスボイラー/ガス給湯器

③ ヒートポンプ暖房機/ヒートポンプ給湯器

① 石油ボイラー/石油給湯器

燃料費は都市ガスよりも安く、装置費も２０％ほど高い程度です。100 リットル（地域により 200 リットル）の灯油タンクを装備し、石油給湯器へも分岐給油すれば、給湯にも安価な灯油を使えます。

石油ボイラーは壊れやすい、音が大きい、と言うのは過去の話と考えたほうが良いでしょうが、燃焼ガスの臭いが強いので隣家が近いなどの事情のある場合は煙突が必要です。

灯油を使用する場合は、灯油を配達給油してくれるガソリンスタンドなどの業者を確保しておくことが必須です。

② ガスボイラー/ガス給湯器（都市ガス・LPG）

都市ガスが使えれば、燃料補給の心配がなく、燃料費はほどほど、装置費は石油給湯器より 10%ほど安価です。プロパンガスしかない場合は、都市ガスの 1.4 倍の燃料費になるので、灯油の方が良い選択かもしれません。

③ ヒートポンプ暖房機/ヒートポンプ給湯器

暖房燃料費は深夜電気も併用して石油ボイラーより安くなり、都市ガスの半分程度でしょうが、装置費が高額で、それを暖房給湯ともに揃えるとすると相当高額です。

深夜電気用CO2ヒートポンプ（エコキュート）は光熱費が最も安価ですが、機器が高額で寿命も8～10年そこそこ。太陽によって給湯エネルギーを60～65％ も削減した残りを補助するだけなので、例えば都市ガスとの10年分の差額約162,000円と、ガス給湯器とエコキュートの設備費差とを比較すると、高額なエコキュートを買う価値があるかどうか疑問です。

更に、太陽熱温水の接続を不可とする機種が殆どなので要注意です。

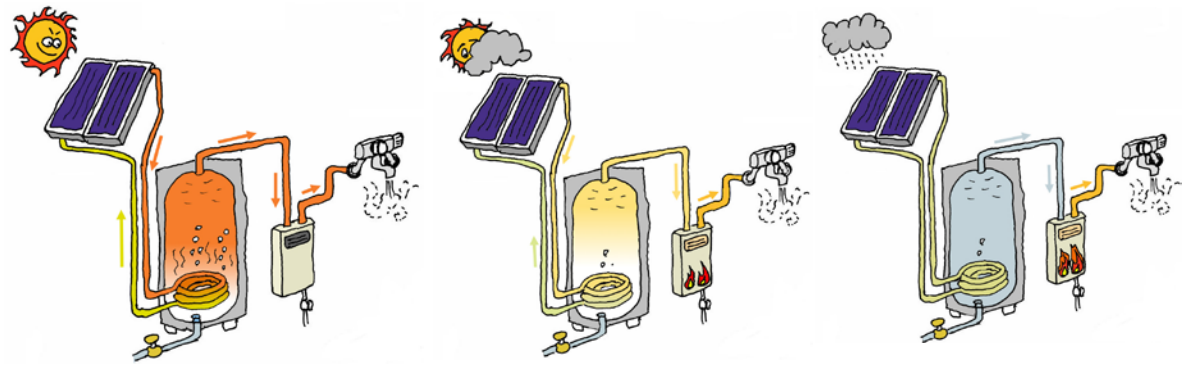
その上、ハイブリッドソーラーハウスの体の芯が冷えない住環境になると、冬でもお風呂に入らずシャワーで済ませる傾向が増え、給湯補助燃料は更に減少します。暖房完備のドイツでは、世帯平均給湯熱消費は、日本の 40%程度です。それを更に太陽で半分以下に減らすのですからエコキュートのような高額な給湯器は勿体無いことになります。

1.6.2　ガス・石油給湯器との連結

太陽熱による給湯は、季節やお天気次第でお湯が沸いたり、沸かなかったりします。

日本のガス・石油の瞬間型ボイラーはお湯を使うときだけ点火し、太陽熱の不足分だけ燃料を使うので合理的です。貯湯型給湯器は放熱ロスで無駄が大きく不合理です。

給湯器は直圧型石油・ガス給湯器で「ソーラー接続可能型」のものを必要とします。



太陽熱でお湯が充分に沸けば給湯器は点火しません。

太陽熱で十分沸かないときは、不足分だけ燃えます。

太陽熱が全く働かないときは、給湯器が全力で働きます。

ソーラータンクの水圧は 250～300 kPa。水道水圧と大差ないので加圧の必要はありません。

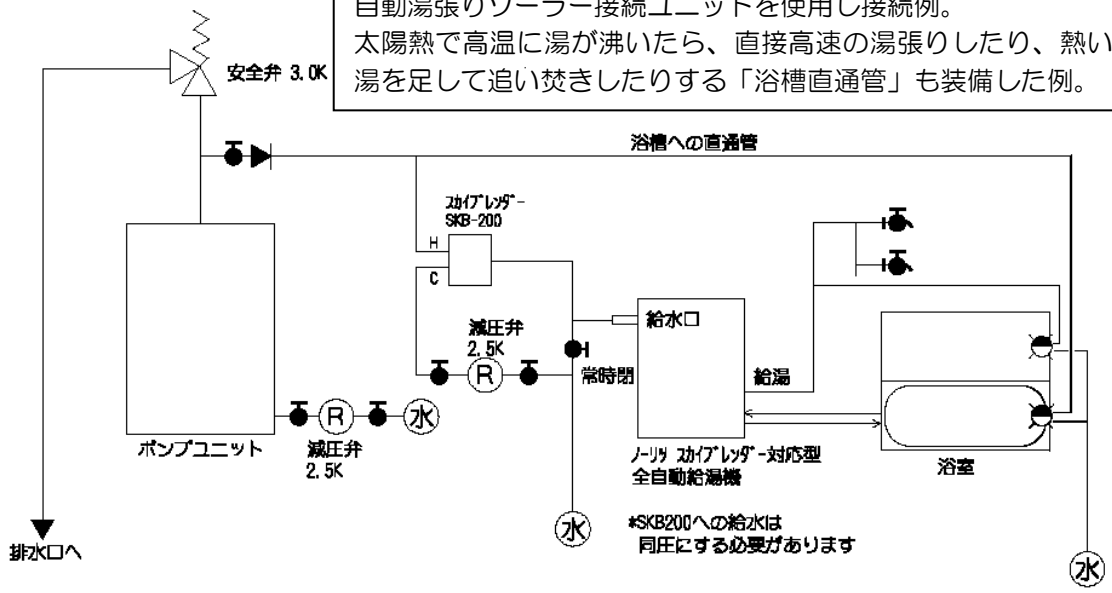
加圧ポンプは不要のみならず、タンクの湯を「引っ張る」のでタンク破損を起こします。是非必要なときはメーカーと相談が必要です。

1.6.3　自動張り湯機能

ガス・石油給湯器は多くが自動張り湯機能を備えています。

ソーラーで高温に湯が沸いたとき、「自動湯張り湯」をすると、高温の湯を浴槽に張ってしまい、また、エラーで停止する恐れがあるので、湯度を下げて適温にして湯張りをする機能が必要で、専用の装置が用意されています。（ノーリツ：スカイブレンダー、リンナイ：SU-1 など）

自動湯張りソーラー接続ユニットを使用し接続例。
太陽熱で高温に湯が沸いたら、直接高速の湯張りしたり、熱い湯を足して追い焚きしたりする「浴槽直通管」も装備した例。



2　ハイブリッドソーラーハウスを活かせる家

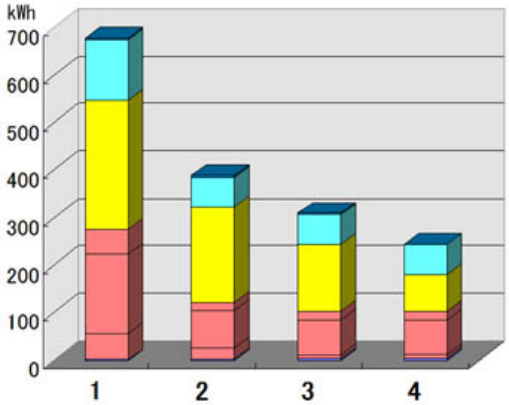
2.1　内と外の断熱境界を明確にする

時に強風が吹き、夏は暑く冬は寒い中で快適な暮らしを維持するには、内と外の断熱境界を明確に作ることが欠かせません。しっかりした断熱境界を作ると、暖房エネルギー消費を減らせますが、併せて暖冷房の効果が高まり、居住快適性を高めることが出来ます。

ハイブリッドソーラーハウスは、昼間の太陽熱を蓄えておいて夜から明日の午前まで家を暖かく保つものですから、とりわけ断熱境界が重要な役割を持ちます。

１軒の家から外へ逃げ出す熱を比較すると例えば図のようになります。

熱の逃げ道は、上から順に、隙間風と換気、窓ドアなど開口部、壁・天井など断熱した部分の 3 つに分けて考えます。



左から	
1	1992 年の断熱基準
2	次世代省エネルギー基準
3	窓をⅢ地域基準にアップ
4	窓をⅡ地域基準にアップ

2.2　断熱材はＲで選ぶ

日本では、いろいろな断熱材が明確な性能の表示がないまま使われていますし、建て主も根拠もなしに「世間の噂」や「一方的な広告」や「お任せ」で今後の暮らしに重大な影響を持つ断熱材を決めているのが実情です。

2.2.1　断熱材のＲ

断熱材を通過して逃げる熱を邪魔する度合いを「熱抵抗 R」と言い、世界中で使われています。

R の数値が大きいほど熱の逃げをよく邪魔します。断熱材の性能が良ければ R は大きく、また厚さが２倍になればＲは２倍になります。

各種材料の厚さ100ｍｍのＲ値

材　料	熱伝導率 w/mK	厚さ100mm の熱抵抗Ｒ
コンクリート	1.60	0.063
ＡＬＣ	0.17	0.57
石膏ボード	0.22	0.45
土壁	0.69	0.15
アルミ	200	0.0005
杉･桧	0.12	0.86
合板	0.16	0.61
畳	0.12	0.86
炭化コルク	0.044	2.27

材　料	熱伝導率 w/mK	厚さ100mm の熱抵抗Ｒ
10K ｸﾞﾗｽｳｰﾙ	0.050	2.00
(挿入欠陥で60%にも落ちる)		1.20
高性能ｸﾞﾗｽｳｰﾙ	0.038	2.63
セルロース（105mm）	0.040	2.63
A 種高性能発泡ﾌｪﾉｰﾙ	0.022	4.55
A 種発泡ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝ 1 種	0.040	2.50
A 種発泡ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝ 3 種	0.028	3.57
A 種発泡ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝ 3 種	0.023	4.35
羊毛断熱材	0.043	2.33

熱抵抗 R (m2K/W) ＝ 断熱材の厚さ (mm)÷1000 ÷ 熱伝導率 (W/mK)

2.2.2　次世代省エネルギー基準

下の表は、次世代省エネルギー基準が定める断熱材のＲです。Ⅰ～Ⅵ の地域区分表はこちら。

http://www.chiryuheater.jp/useful_info/nextgnr_zone.html

この 2 つの表から、自分の家がどの程度の断熱なのかを自分で判断できます。

住宅の種類	断熱材の施工法	部位		断熱材の熱抵抗の基準値（単位　1 フットにつき平方メートル・度） 地域の区分					
				Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
木造の住宅	充填断熱工法	屋根又は天井	屋根	6.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
			天井	5.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		壁		3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
		床	外気に接する部分	5.2	5.2	3.3	3.3	3.3	
			その他の部分	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	
		土間床等の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	
			その他の部分	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	
枠組壁工法の住宅	充填断熱工法	屋根又は天井	屋根	6.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
			天井	5.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		壁		3.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
		床	外気に接する部分	4.2	4.2	3.1	3.1	3.1	3.1
			その他の部分	3.1	3.1	2.0	2.0	2.0	
		土間床等の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	
			その他の部分	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	
木造、枠組の住宅	外張断熱工法	屋根又は天井		5.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		壁		2.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		床	外気に接する部分	3.8	3.8	2.5	2.5	2.5	
			その他の部分						
		土間床等の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	
			その他の部分	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	

コンクリート造、鉄骨造は省略しました。必要なら下記をご覧ください。

www.chiryuheater.jp/useful_info/nextgnr_insulation.html

2.2.3　ハイブリッドソーラー断熱基準

ハイブリッドソーラーハウスを建てるには「ハイブリッドソーラー断熱基準」以上の断熱水準が必要です。在来木造住宅の例を下記に記します。

		Ⅱ地域	Ⅲ地域以南
壁	充填断熱	R 3.0	R 2.6
	充填＋付加断熱	R 2.6 +　付加　0.9	
天井		R 6.2	R 5.0
屋根		R 5.0	R 5.0
蓄熱床側部	外気に接する部分	R 3.5	R 1.7
	間仕切り基礎部分	R 1.25	R 1.2
蓄熱床底部		R 2.5	R 2.5

開口部の性能

	Ⅱ地域	Ⅲ地域以南	Ⅳ地域以南
開口部	U 2.0 (R 5.0)	U 2.2(R 4.5)	U 3.49 (R 0.29)

開口面積率　Ⅱ地域 20%以下、Ⅲ地域以南は 25%を上限とする。

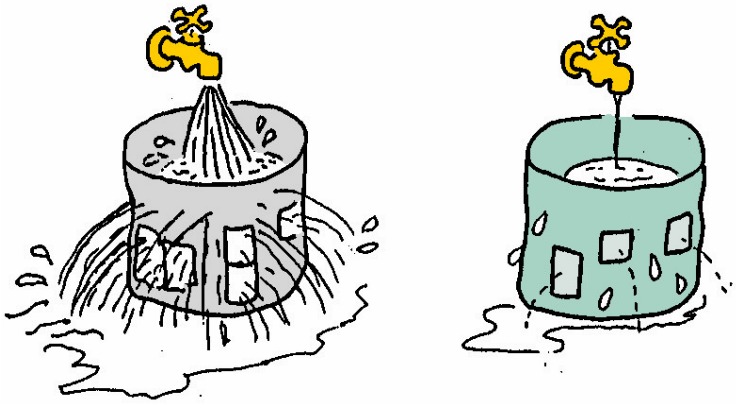
Ⅳ地域以南でも、とくに大開口には Low-E ガラスを推奨。

2.2.4　もっと高断熱

「次世代省エネルギー基準」を満たせばそれで万全と言う事はありません。建て主が更に断熱性能を上げれば、それは居住快適性や低燃料消費としてわが身に跳ね返ってきます。

「もっと高断熱」にする方法として、付加断熱がお勧めです。これは、柱の太さ分いっぱいに断熱材（例：セルロース断熱 105mm R2.63）を充填し、更に柱の外から樹脂系断熱材（例　高性能発泡フェノール 40mm R1.9）を張る方法です。こうすれば、ハイブリッドソーラーハウスの太陽熱集熱器を半分に減らしても十分な室温を維持できる上、住み心地も極上です。

これが数年先の日本の住宅になるでしょう。「3.1.3　集熱器を半減できる高断熱」参照



これからの家は「布バケツ」と考えよう。

まず漏れにくい家にして、次に、極力環境に負荷を与えずに、家の温度を一定に保つ暖房をする。

2.3　窓の性能もRで見る

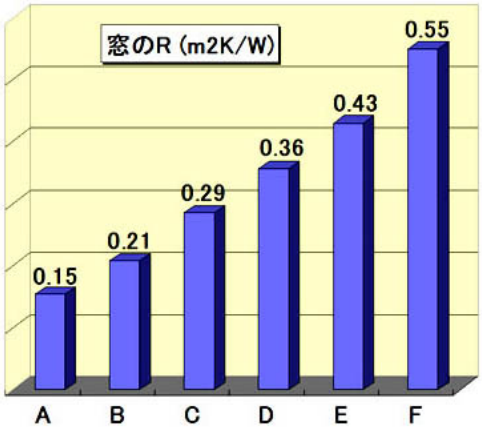
窓の性能は、一般に等級で表現されていますが、これも訳の分からない等級ではなく、数値で表されるべきです。数値表示するときは、日本では性能を U（W/m2K）で表しますが、これを敢えて断熱材と同じ R で表現します。

2.3.1　いろいろな窓のR

グラフと表は各種の窓の性能比較です。表のUは日本で一般に使われる熱貫流率（W/㎡ K）で、右のRは断熱材と同じRで、１÷U＝R です。（厳密には正しくありませんが敢えてこうします）

Low-E は Low-E ガラスです。室内から屋外へ逃げる放射熱を抑制するガラスで、採用する人が増えてきましたが、実際お勧めです。

窓の性能比較表	U W/㎡K	R ㎡K/W
A ｱﾙﾐｻｯｼ 1 重ｶﾞﾗｽ	6.5	0.15
B ｱﾙﾐｻｯｼ 2 重ｶﾞﾗｽ(空気層 6mm)	4.8	0.21
C ｱﾙﾐ樹脂複合ｻｯｼ 2 重ｶﾞﾗｽ	3.5	0.29
D 樹脂ｻｯｼ 2 重ｶﾞﾗｽ	2.8	0.36
E ｱﾙﾐ樹脂複合ｻｯｼ Low-E	2.3	0.43
F 樹脂ｻｯｼ 2 重ｶﾞﾗｽ Low-E	1.8	0.55



次世下の表は次世代省エネルギー基準の要求水準です。数値はU（w/㎡ K）で記載してあります。

窓の次世代省エネルギー基準　　熱貫流率（w/㎡ K）

地域の区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
熱貫流率 U	2.33		3.49	4.65		6.51
R ㎡K/w	0.43		0.29	0.22		0.15

ハイブリッドソーラーハウスでは、窓の影響が極めて大きいので、敢えて「１ランク上の地域のもの」をハイブリッドソーラー断熱基準とします。

次世代省エネルギー基準の求めるものより、１地域アップのハイブリッドソーラー基準

地域の区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
ハイブリッドソーラーハウス基準　U	1.82		2.33	3.49		4.65
Rに換算			0.43	0.29		0.22

2.3.2　開口面積率

壁にはセルロース断熱を 105mm（R2.63）施工し、窓は Low-E ガラス入りのアルミ樹脂複合サッシ（R0.43）を嵌めたとします。このとき、窓は壁の 6 倍以上熱を逃がすことが分かります。

そこで、

開口面積率 ＝ １、２階の開口面積合計 ÷ 総施工床面積（１、２階合計面積）

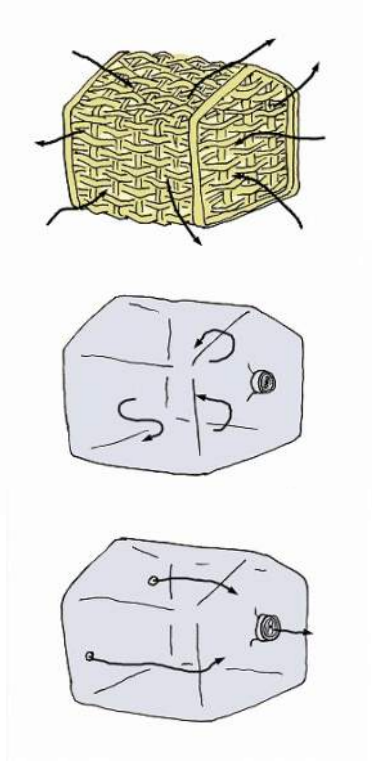
窓は壁に較べ大変に大きな「熱の逃げ道」なので、開口面積率はⅣ地域以南は２０％程度に、Ⅲ、Ⅱ地域では 20％以下にすべきです。

開口面積率が過大になる最大の原因は、東西向きの大きな窓です。東西窓は、冬には暖かさをもたらす効果が小さいくせに、夏は午前午後に日射で家を暑くします。3.11 以後節電と称してゴーヤを植えたりしたのは、単に東西に大きな開口を設けた失敗を補っているに過ぎません。

昔は、採涼のため開口部を広くとろうとしましたが、風による冷涼効果にはむしろ風の通路の適切な配置が重要で、エアコンで冷房するときには広い開口は有害です。

2.4　気密

2.4.1　隙間風のない家



暖房がなかった時代の家では「隙間風」は大して問題ではありませんでした。閉め切ってあっても家全体の空気が１時間に３、４回入れ替わるのは普通でした。

これからの家は暖冷房をするので、隙間が少ない家にします。

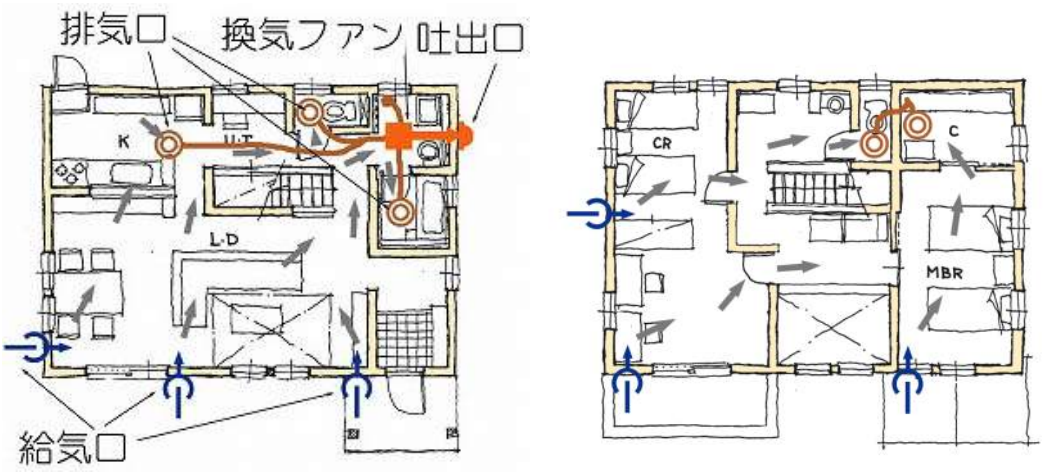
次世代省エネルギー基準公示初期は、数値基準（Ⅲ地域以南は 5cm2/m2、Ⅱ地域以北は２cm2/m2 ）がありましたが、今日ではありません。きちんと断熱施工すると自ずと高断熱になるからです。

2.4.2　計画換気

住宅の気密性を高めると室内空気の換気が問題になります。

例えば、図の換気扇では家の空気の入れ替えが出来ず、空気質が低下し、湿度も高まります。下の絵のように給気が必要です。

そこで 2003 年、建築基準法が改正され「全館 24 時間換気」が義務化されました。ただ、住宅の気密性がいい加減だったり、部屋単位の換気を行政窓口が求めるなど、本来の趣旨が生かされていない状況もあります。部屋ごと設けられたスイッチを建て主が節電のつもりで切ってしまい、空気質低下を起こす例もあります。



お勧めは、Ⅲ地域以南では第 3 種換気、Ⅱ地域以北では第 1 種換気（熱交換給排気型）です。
図は、第 3 種換気の例です。
換気量は、1 時間に家の容積の 1/2 を入れ替える量です。これで屋内空気質は良好に保たれます。

2.4.3　レンジフードファン

レンジフードファンは、上記の換気の 4 倍もの排気をしますが、家にはそんな大量の空気を吸い込む穴はありません。気密住宅の換気扇は、外気を取り込みながら排気する「同時給排気型」や「自然給気型」のようなタイプが必要です。

2.5　断熱境界の内側

断熱材と高性能な窓やドアで隙間なく包まれた空間を「家」と考えます。

2.5.1　間取りの変革例

部屋ごとに暖房することを考慮して、部屋を細かく間仕切りする考えから脱却します。
「3.4.8 間取りの変革」を参照してください。

- 廊下を部屋に取り込みます。その分、部屋が広くなります。
- 間仕切壁や視線を遮る仕切りを極力排除し、視覚的な広さを作ります。
- 垂れ壁をやめて、天井を同一面にすることで、さらに視覚的な広さを作ります。
- 居間と和室を仕切る襖は引き込み収容型にします。
  - ✧　（一度引き込まれた襖が再び引き出された例は、知る限りありません）
- 階段は居間の中に。視線を遮らないように手すりは棒型または無し。

2.5.2　吹き抜けの影響

ある調査では、居間に吹き抜けを作った人の 95%は後悔とか。暖房を考慮せずにカタチを追うとそうなります。ハイブリッドソーラーハウスでは吹き抜けはお勧めです。

１．最も大切な１階リビングの空間が２階まで広がります。２階が「別世界」ではなくなります。
２．１、２階の温度差が小さくなります。
３．吹き抜けの上下で温度差はありません。（3.4.6 参照）
４．１階を見下ろす手すりは棒型にします。壁型にすると、見上げたとき井戸の底のような感じになります。
５．ソファや食卓の上などコールドドラフト（冷気流）が問題になるときは、手すりに強化ガラスなどを嵌める方法もあります。

2.5.3　二階リビングの注意点

二階リビングを作る理由には
①　二世帯住宅
この場合は、一階床に蓄熱床を構築し一階、二階を暖房します。二階の基礎温度はそれで出来ますが、床が暖かい一階と較べれば快適性は確実に劣ります。二階の居間食堂など主居住区には、非蓄熱型シルクライン床暖房を設置し、朝晩の生活時間帯だけは床を暖めるのがお勧め

です。熱源は一階ハイブリッドソーラーの補助暖房器から熱を貰うので循環ポンプと制御器だけの追加で出来ます。

② 一階を駐車場にし、二階三階を住居に

この場合は、一階を鉄骨やＲＣ造にし、その上に木造二階建てにすれば、地上に二階建てを建てるのと変わりません。

③ 一階を寝室など、二階にリビングの逆転プラン

一階の日当たりが悪い、が主な理由です。しかし寝室の方がリビングより居心地が良いのも考え物です。居間に日当たりが欲しい時間帯は在宅しないことが多い、家族がくつろぐ夜間は日当たりは無いのに部屋が暖かいこと、庭や屋外への出入りの容易さ、など考慮して、一階にリビングを置くことがお勧めです。

どうしても逆転したいときは、①と同様、一階で基礎温度を作り二階 LDK には床暖房が出来るようにするのがお勧めです。

2.6 増改築（リフォーム）でハイブリッドソーラーハウス

ハイブリッドソーラーハウスは新築でないと出来ないわけではなく、増改築の例もすくなくありません。

- 全室暖房にするか

  部分的に、いつも使う部屋だけを居心地よくするのが一般的です。子供が居なくなったりするので、家の中でいつも使う部分は限られているものです。

  大掛かりにやれば、耐震改修もかねて壁のやり変えを含めてすることもあります。

- 蓄熱床

  既存床を剥がし、床下空間を埋めて蓄熱床を作ります。かなり簡単な工事です。

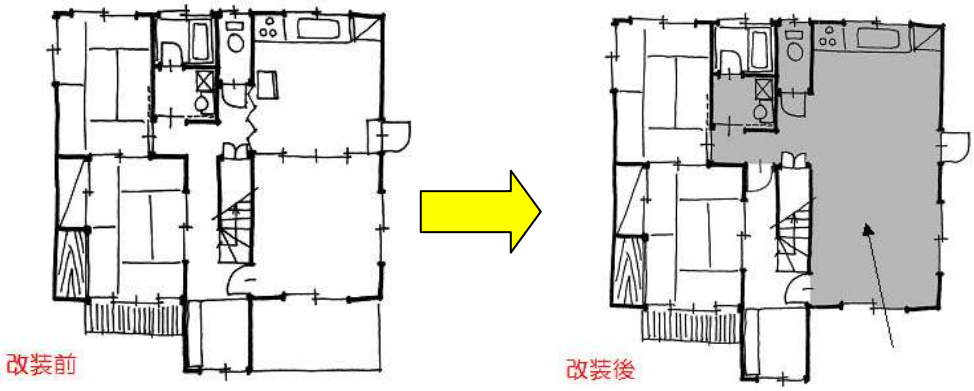
- 太陽熱集熱器

  部分的に瓦を一旦外して施工することもありますが、一般的な太陽熱温水器のように屋上に設置することも可能です。

- 壁や窓の性能アップ

  これをどの程度にやるかが最も難しい問題です。

  これらの細かい説明は、別のチリウヒーターの資料「リフォームでできるハイブリッドソーラーハウスの快適生活」を参照してください。

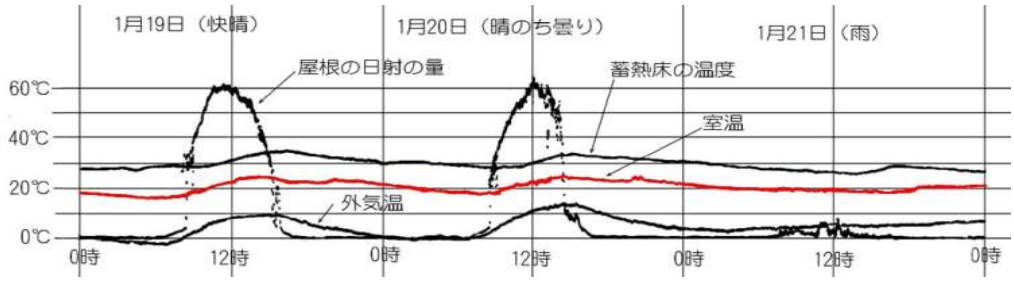


3　ハイブリッドソーラーハウスで何が変わるか

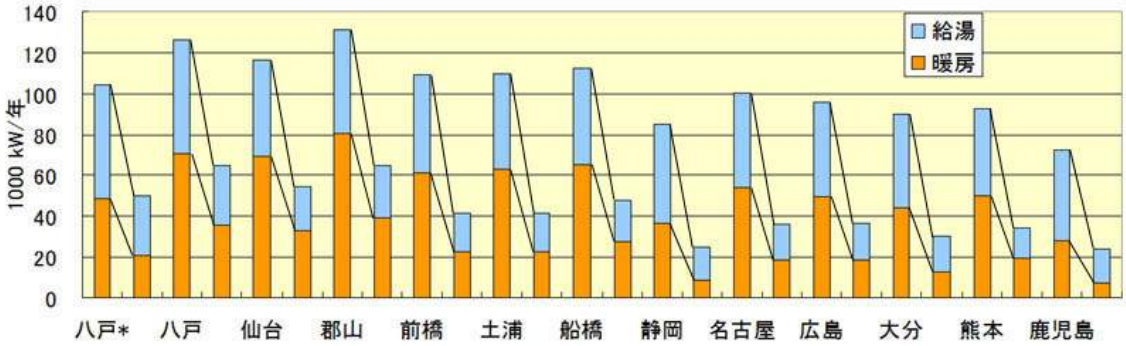
3.1　家の温度とエネルギー消費

3.1.1　温度変化

ハイブリッドソーラーハウスの家の中の温度は、秋から春まで僅かな温度変化の中に収まっています。



3.1.2　太陽熱依存率（各地のシミュレーション）

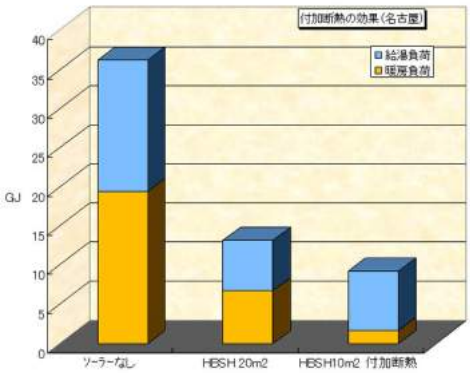


140m2 総二階の高断熱住宅（ハイブリッドソーラー基準）の住宅で、太陽熱を使わない場合（左側）を 20m2 の太陽熱集熱器を設置してハイブリッドソーラーハウスにした場合の比較です。

所要暖房エネルギー（下段）と所要給湯エネルギー（上段）がどう変わるかを示します。

「八戸＊」 は「八戸」の断熱に更に外張り R1.0 を加えた場合です。

3.1.3　集熱器を半減できる高断熱



断熱をハイブリッドソーラーハウス基準の２倍位の仕様にまで高めて、集熱面積を少なくすることが可能ですし、お勧めです。

グラフは同じ家を異なった仕様にした場合の暖房と給湯に消費するエネルギーを比較したものです。真ん中が 20m2 の太陽熱集熱器を装備したハイブリッドソーラー断熱仕様の家で、右は太陽熱集熱器は 10m2 ながら断熱を 2 倍にした家です。集熱器は半分なのに、暖房用燃料消費は更に少なくて済んでいることが分かります。

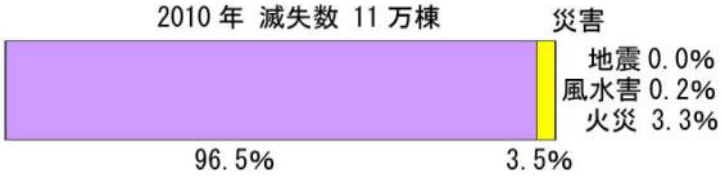
もっと大切なことは、「居住の快適性がさらに良くなる」という、エネルギー消費よりも更に重要な効果があることです。

3.2　見失いやすい家づくりの目的

3.2.1　日本の家は寿命が短い

日本の住宅の平均寿命は、およそアメリカの 1/2、ヨーロッパの 1/3 です。確かに日本は地震や台風に襲われる国で、国交省は構造をより強くし耐震力も高めた住宅を「長期優良住宅補助金制度」として補助金を出します。

ところが全国の滅失住宅中、災害による滅失は 0.2%しかありません。地震にいたっては 0.0%、97%は所有者が解体しています。日本人が自らの住宅に満足できていないことの表れです。

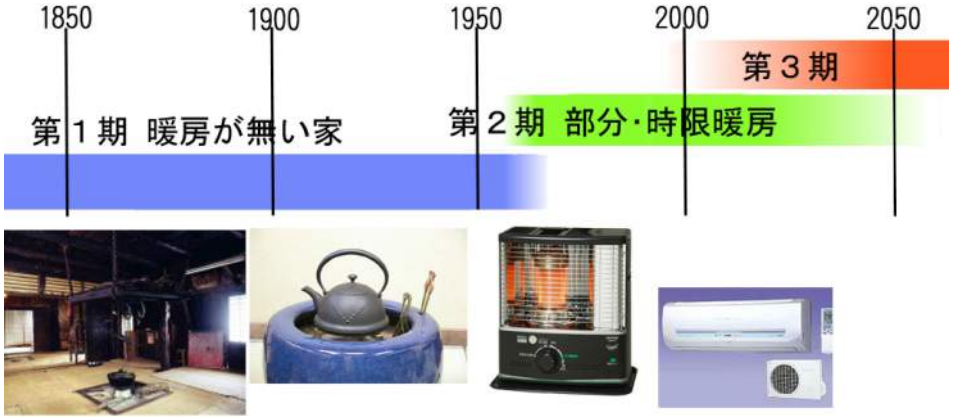


（国交省 2010 年 約 11 万棟の滅失データから）

3.2.2　暖房未熟の建築文化

日本の家が住む人に満足を与えられない背景には、日本の暖房の歴史があります。

日本（本州以南）では大昔からほんの 50 年前、1950－60 年頃まで暖房がありませんでした。火鉢や囲炉裏やこたつで暖を採りましたが、部屋すなわち「房」を温める習慣はありません。これを第１期の住宅とします。



1950－60 年代になると世界的に石油消費時代に入り、日本人は石油ストーブを使い始めます。石油ストーブは部屋（房）を暖める、すなわち暖房の習慣をもたらしました。ただそれは、必要な部屋だけを、人が居るときだけ、空気の温度を上げる、と言う暖房でした。これを第２期の住宅とします。第２期の住宅では、襖と障子で仕切るだけの家から個室型に変わり、階段は玄関ホールやトイレ・脱衣室と一緒に居間から外に追い出されました。

第２期の住宅のさまざまな問題が見えてきた前世紀末に、「次世代省エネルギー基準」が公示され、高断熱化、全室２４時間暖房化した第３期の住宅への動きがスタートします。歩みはきわめてスローですが、東北北部あたりでは既に意識は変わりつつあります。

このような未熟な暖房の歴史の為、戦後日本は経済復興を遂げ先進経済大国になったにも拘らず、全室２４時間暖房が当然である欧米諸国に比べ、貧弱な暖房生活を現在も続けているのが現状です。

遠慮がち、貧弱と言われる日本の暖房は、快適とは程遠い住環境を作って来ました。それによって「無意識のうちに心の底に潜んだ住宅への不満感」が、日本の短命住宅の根底にあるのです。

3.2.3　家づくりの本当の目的

家づくりでも増改築でも同じですが、最も大切なのに最も難しいのが「何のための家づくりか」を明確にすることです。しかも、世間にはいろいろな商品が出回って「家づくりの本当の目的」を分かり難くします。オール電化、ゼロエネルギー住宅、免震、などなど。だが、それが家づくりの目的ですか？

しかし、近年は上記の「無意識のうちに心の底に潜んだ住宅への不満感」に気が付いて、「快適に暮らすために」と明快に答える人が徐々に増え始めました。

- 寒さや暑さから守ってくれる家
- 住み心地に満足して暮らせる家
- 安心して子育てが出来、安心して老後を迎えることが出来る家
- それによって、世代を超えて住み継げる家

「家づくりの本当の目的」をきちんと見定めることが、家づくり成功の鍵です。

3.3　快適な温熱環境

3.3.1　WHO の「快適な温熱環境」

暖房先進国のヨーロッパを中心に、快適な温熱環境とはどんなものか、に関する研究がされているので、ここでは WHO と ISO の二機関の論文から抜粋して記載します。

Guideline for Healthy Housing (Environmental Health) WHO Europe Ray Ranson

International Standards for Non-Uniform Thermal Environments ISO WGI　"Ergonomics of the thermal environment" B. W. Olesen, Ph.D.,

これらの論文は、「快適な温熱環境」に必要な主要項目として次の５つを挙げています。

- 体感温度（作用温度）　　気温とMRTの温度差　３℃以内
- 気流　0.1～0.15 m/s
- 湿度　30 ～ 60％
- 床温度 23 ～ 26℃
- 上下温度差　　頭の温度－足元の温度 ≦ 3℃

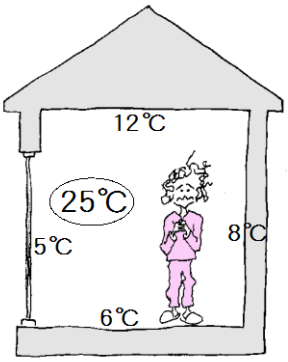
3.3.2　体感温度＝室内気温とＭＲＴの平均値

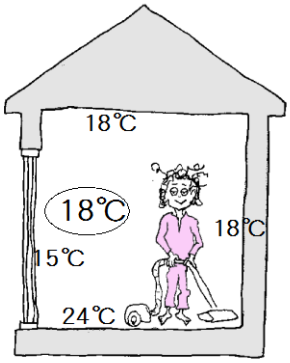
作用温度（体が感じる温度）＝（空気温度 ＋ ＭＲＴ）÷２

暖房とは室内の空気温度を高めること、と殆どの日本人が思っていますが、これは誤りです。

人にとって空気温度は大切ですが、併せて MRT が同じくらい大切です。

ＭＲＴ は体を取り巻くすべてのものの温度、床･天井･壁･窓･家具･そばに居る人 それらすべてのものの自分から見える側の温度の平均値です。



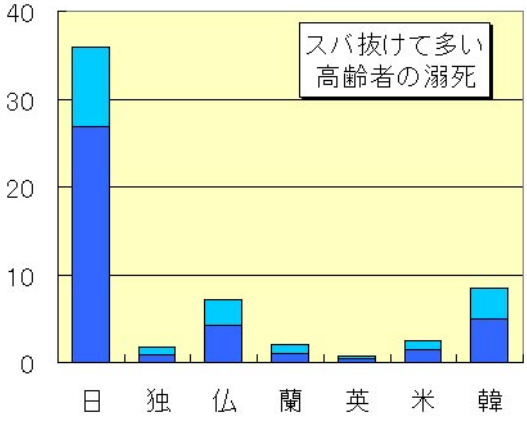


ハイブリッドソーラーハウスでは、昨日から家の温度は一定に保たれたま

ま朝を迎えるので、MRT は室温とほぼ同じで高く、室温は低くても寒くありません。

暖房を入れたり切ったりの家では、壁も床も冷えてMRT が下がっており、これを打消すように空気温度を高くしなくてはなりません。

この冷たい壁が輻射放熱により人体の芯の温度を奪い、これが不快感を生むと共に、「今日は冷えたから、寝る前に心から温まる」ための入浴習慣を生みました。高齢者の入浴起因の死亡数は年間１万４千人と言われます。



ハイブリッドソーラーハウスでは、冬でも朝晩シャワーで済ませる人が増えるのは、体の心が冷えることが無くなってしまうからです。

WHO などは MRT は空気温度がら３℃以内を薦めていますが、これを実現するには、高断熱と２４時間暖房が欠かせません。

3.3.3　気流

室内の空気の動きは、0.1～0.15 m/s 以下にするべし。ただし、夏は 0.3 m/s も良いとしています。

日本の一般概念では、暖房とは空気を暖めるもの、と思われており、平気で体に温風を吹き付けますが、実はこれが大変な不快感を作っています。

ハイブリッドソーラーハウスの家全体に温もりを持たせる暖房では、不快な風を感じることはありません。ただ、強引に空気をかき回すエアコンなど空気暖房期と異なり、コールドドラフトが生じる恐れのある天窓や吹き抜けの手すりの下の家具の配置には注意が必要です。

3.3.4　湿度

快適な湿度は、３０～６０％ とされています。

日本の夏は、湿度が高いのでエアコンの除湿機能を生かして湿度を下げます。それより、

冬に６０％を超える部屋があるのが要注意です。これは、計画的な換気が旨く行なわれていない場合で、換気のスイッチを切ってしまったり、１９８１年の計画換気義務化以前の住宅だったりが原因で、ダニの繁殖を促し、アトピーや喘息の原因につながります。

計画換気が正しく行われている冬のハイブリッドソーラーハウスでは、湿度は３０～４０％辺りになるはずです。

冬季のだには激減し、それによって春以後の増殖も減ります。たんすの衣料品に穴を開ける虫も激減します。布団は乾さなくてもいつも暖かくふわふわです。

3.3.5　床温度

床暖房は床が暖かくて良い、と思われていますが、これも間違いです。

床温度は、高くても低くても不快です。グラフは床温度をいろいろ変えてみて、それを不快と思う人が増減するのを調べた結果です。

快適床温度は２３℃～２６℃辺りであることがグラフから読み取れますが、これはちょうどハイブリッドソーラーハウスの冬の床表面温度と合致しています。

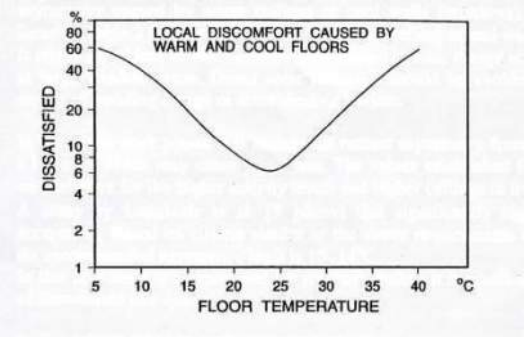


Figure 2: Local thermal discomfort caused by warm or cold floors

3.3.6　上下温度差

頭と足元の温度差は、足元の高さの温度が頭の高さの温度より低い状態だけが不快を生み、

頭の高さの温度 － 足元の高さの ≦ ３℃

にするべし、とされています。

頭は暖かいが足が冷える、と言う現象は日本で一般的に多くみられます。床暖房やパネル輻射暖房が主流のヨーロッパでは聞きませんが、全室 24 時間暖房されているものの温風吹出し循環をするアメリカではこの現象があるようで、吹き抜けの上部が暑くなるのを警告する資料があるほどです。

写真は、ハイブリッドソーラーハウスの吹き抜け空間の足元･頭･吹き抜け頂部の 3 箇所で温度を計測しているところですが、上から下まで温度差はありません。

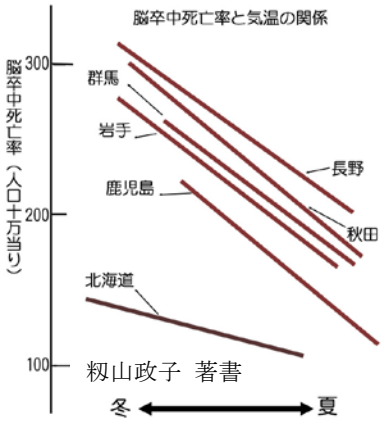
ハイブリッドソーラーハウスではこのように家自体が温もりを持って「気候」のような温感を作ります。

3.3.7　ヒートショック（温度のバリア）

廊下やトイレや洗面･脱衣室が寒い、と言った家の中でのひどい温度差が特に高齢者には危険となります。

日本では当たり前の「暖房便座」は、日本にしかありません。暖房された家の中でトイレが寒いと言うことは考えられないからで、「浴室暖房乾燥機」も西欧人には考え付けないものです。

右は気温と脳卒中死亡率の関係グラフですが、長野や群馬やそれどころか鹿児島もが、最も寒いはずの北海道よりも寒冷の影響を強く受けています。北海道は全室暖房が普及していて、家の中の温度差が少ないからでしょう。



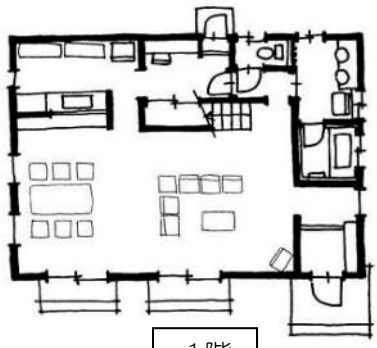
全室 24 時間暖房と聞いただけで、光熱費を考えて拒否反応する人が大半ですが、健康と安全に及ぼす影響の大きさを考え、それを低い光熱費で実現する方法を考えるべきです。

3.3.8　間取りの変革

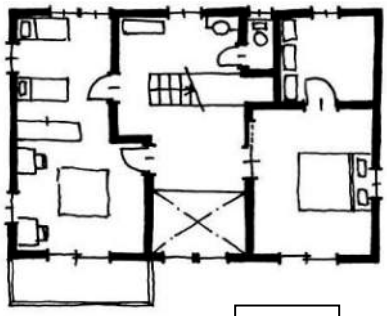
ハイブリッドソーラーハウスがもたらす「家ぐるみの温もり」は、間取りを変えます。

「玄関を入り、ホール･廊下へ、ドアを開けて部屋へ」と思っていませんか？

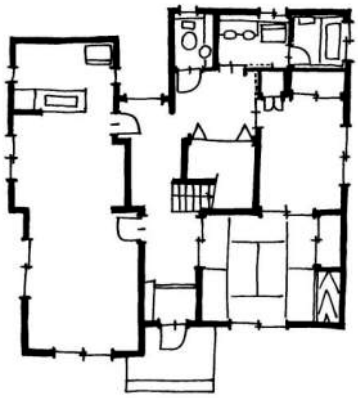
吹き抜けやリビングに階段を作った人の９５％は反省しているとか。暖房を考慮せずに勧められるまま「かっこよさ」を追ってしまった故の失敗ですが、取り返しのつかない失敗です。

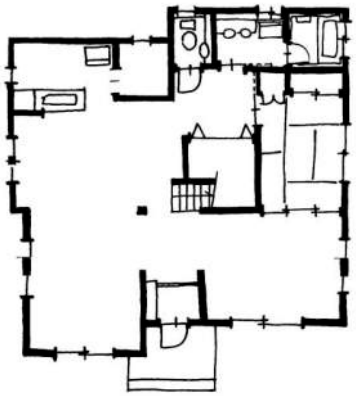


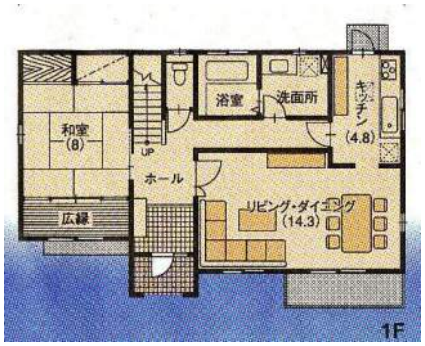
１階

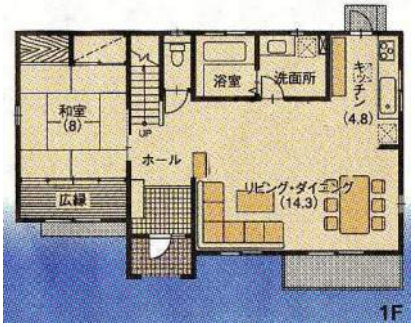


２階









廊下は極力無くする。廊下の分だけリビングが広くなります。

階段はリビングの中に。大切なリビングの空間が拡がり、二階の隔絶感がなくなります。

吹き抜け（できれば）もリビングに。リビングの空間が上に拡がり、二階がより身近になります。

トイレも浴場も寒いところではなくなります。

部屋と部屋の仕切りを極力排除。最近のアメリカの住宅は１軒にドアが２－３本しかありません。

4　住宅で使うエネルギーと熱源機器

世界を揺るがした「Fukushima」は、私達がエネルギーについて考えるきっかけになりました。今や太陽光発電は熱中の的です。ただ、少々冷静な考察が必要です。

4.1　家庭のエネルギー消費分野

家庭が１年間に消費するエネルギー（全国平均）を分野別に分けると図のようになります。

どうしても電気が必要な照明・家電・冷房が約 1/3、給湯が意外に多く 1/3 を占めます。「熱」として使われる分が６０％以上を占め、暖房や給湯のように低温の温水で事足りる分が半分以上を占めます。

これらのすべてを電気でやろうと言うのが、原子力発電を背景にした「オール電化」でした。

4.2　家庭用太陽光発電

太陽光発電に家庭用という名前をつけて、しかもそれを信じているのは日本だけです。それは太陽光発電が真の意味での「家庭用」ではないからで、その影には新聞などの誤った報道があります。

4.2.1　家庭では使えない電気を作る

一般的な３～４kW の装置を設置したとき、発電量の６０％以上は設置家庭では使えません。太陽は昼間照って電気を起こしますが、昼間家庭ではあまり電気を使いません。電気を主に使うときは夜ですが、そのときは発電できません。

昼間発電され使うことが出来ない電気は、主に昼間電気を使う産業用電力として使われるべく電力会社に買い取ってもらいます。言い換えると、発電量の６０％以上は産業用電力を作ることになります。

太陽光発電設置量が多いドイツですが、住宅など 10kW 以下の設置は 27％程度、あとは産業用の大型ですが、日本では約 90％が家庭に設置されています。この状況が「発電した電力を自家消費し、使いきれずに余った分が売れる」と言う誤った思い込みに基づくものだとしたら問題です。

４.2.2　余った電気を売る は誤解

４kW の太陽光発電装置は年間約４,000kWh の発電をします。

一方、戸建て住宅では冷暖房のない平常月で 400～600 kWh、年間では 5,000～7,000 kWh を使っていることが多いようです。

朝日新聞 12 年 1 月 28 日には、「家庭が太陽光で発電した電力を自家消費し、使い切れずに余った分を電力会社に売る仕組み」とありますが、発電分全部を使ったとしても足りませんし、いわんや

前述のように発電量の 40%以下しか自家消費できないので、「使い切れずに余った」はひどい誤報で、一般消費者の誤解を生むものです。

4.2.3　太陽光発電の寿命と償却

ハイブリッドソーラーハウスは居住環境を劇的に変え、人生観を変えてしまうほどの生活の激変をもたらしますが、太陽光発電にはそれはなく、自然利用の満足感と金銭的メリットが命です。

太陽光発電装置の寿命は２０年とされます。

2012 年度、10kW 以下の設備に対して１kW 当り 35,000 円の補助金が支給され、自家消費しない分を 10 年間は１kWh 42 円で売れます。装置は４kW 型が 1,900,000 円程度なので発電量の 40%を自家消費とすると 14 年弱で償却できます。

故障が起きていても分かりません。太陽光発電の３０%は 12 年以内で故障していた、という調査があるので、20 年間は毎月の発電量を記録し、低下傾向が見えたら修理要請をすべきです。

4.3　補助熱源の選択

4.3.1　熱源のコスト比較

熱源の価格は、灯油はリットル、ガスは m3、電気は kW と単位がバラバラ、しかも料金体系が複雑で比較困難です。燃料選択は一生ものなのに、これを選ぶ尺度は「世間のうわさ」しかないのが実情です。

下記は、同じエネルギー分の燃料費の比較です。熱源の価格は時により変動しますので、適宜補正してください。燃料費を算出するには、これを機器の効率で割り算する必要があります。

熱源	価格	¥/kWh	比率	CO2排出係数 kg-CO2/1,000kWh
灯油	￥ 100/L	￥ 9.8	**60**	244.1
都市ガス	¥205/m3	¥16.4	**100**	179.7
LPG	￥ 308/kg	¥21.8	**133**	212.4
電力	￥ 26/kWh	¥26.0	**156**	放射性廃棄物 ＋ 550.1
深夜電力	¥12/kWh	¥12	**73**	放射性廃棄物 ＋ 550.1

住環境計画研究所「2009 家庭エネルギーハンドブック」07 年データ　(2009.10) ただし、灯油と昼間電力が現実と乖離しているので、補正した。環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」（平成 14 年 8 月）

4.3.2　暖房用熱源機器の燃料費比較

同じ暖房をするコストを比較するには、熱源装置の機器効率を考慮に入れて計算します。

ハイブリッドソーラーハウスで、一年間に 5,500kWh 分の補助暖房熱を補うと、年間補助暖房燃料コストは下表のようになります。

（計算例：灯油 5,500 kWh ÷ 0.80 x ￥9.8 = ¥67,500）

ハイブリッドソーラーハウスで無い断熱住宅では、下表の 2.5～3 倍程度と思われます。（Ⅳ地域）

熱源	所要	¥/kWh	機器効率	熱源費
灯油	5,500 kWh	¥ 9.8	**80%**	¥67,500
都市ガス	〃	¥16.4	**70%**	¥129,300
LPG	〃	¥21.8	**70%**	¥171,300
電力 (昼2/3 深夜1/3)	〃	¥21.1	**270%**	¥36,900

電力によるヒートポンプでの補助暖房は安価ですが、機械が高額なので、他の熱源とは設備費と熱源費とを併せて比較する必要があります。

4.3.3 給湯用熱源機器の燃料費比較

ハイブリッドソーラーハウスにおいて、一年間に 1,800kWh 分の給湯熱が太陽熱を補うのに必要とすると、年間補助給湯燃料コストは下表のようになります。太陽熱を使わない場合は、この 2.5 倍程度になります。

熱源	所要	¥/kWh	機器効率	熱源費
灯油	1,800 kWh	¥ 9.8	**80%**	¥22,100
都市ガス	〃	¥16.4	**70%**	¥42,300
LPG	〃	¥21.8	**70%**	¥56,100
電力 (エコキュート)	〃	¥12	**170%**	¥12,800

深夜電気用 CO2 ヒートポンプ（エコキュート）は光熱費が最も安価ですが、機器が高額で寿命も 8～10 年そこそこのようです。太陽熱によって給湯エネルギーを 60～65% も削減した後の残りを補助するだけなので、例えば都市ガスとの「10 年分の差額（42,300－12,800）×10 年分＝295,000 円」と、「ガス給湯器とエコキュートの設備費差」とを比較すべきです。しかも多量の CO2 排出と放射性廃棄物も無視できません。

4.4 世界の自然エネルギー利用

世界の情報が届きにくい日本ですが、自然エネルギー利用の世界の動きを見てみましょう。

4.4.1 IEA の提言

IEA（国際エネルギー機関。OECD 関連シンクタンクで、各国に政策提言などする。）の SHC 部会は 2011 年のレポートで、世界の再生エネルギーに関し「世界のエネルギー需要に対する太陽熱の貢献度は、伝統的な水力やバイオを除けば風力に続く２番目であり、太陽光発電よりも遥かに大きな貢献をしている。」と、各国政府に太陽熱利用に対する更なる促進策を促しています。

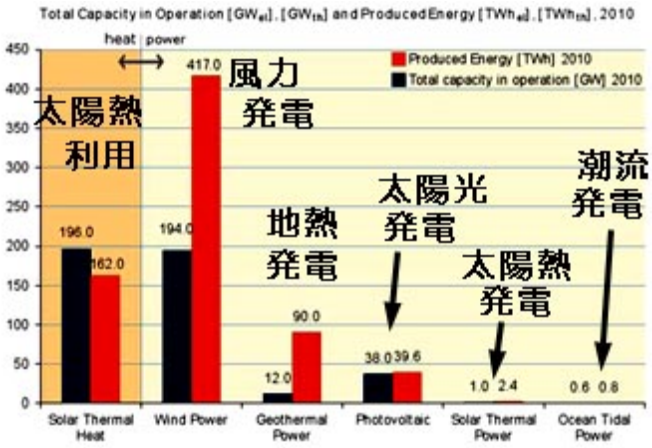


Figure 2: Total capacity in operation [GWel], [GWth] 2010 and annually energy generated [TWhel], [TWhth]. Sources: EWEA, EPIA, GWEC, IEA SHC 2011.

4.4.2　ヨーロッパの太陽熱利用

チェルノブイリ原発事故の後、ヨーロッパは再生エネルギー利用を強力に推進し、太陽熱利用も急速な拡大をしてきました。

グラフは、太陽熱利用機器の年間設置量ですが、ヨーロッパの拡大と日本の低迷がくっきりと出ています。ドイツが牽引力となり年率 20%のペースで拡大して来ましたが、ユーロ危機によるイタリア・スペインなど減退を含めても、2011 年には 3,700,000m2 が新設され、累積稼動量 37.6 百万 m2 が 18.8TWh を産出し、それによる CO2 削減は 1300 万 Mt-CO2 になります。経済効果も大きく、フルタイムの雇用が 32,000 人、2011 年の売り上げ 26 億ユーロを稼ぎます。ちなみに同年の日本の年間設置量は約 140,000m2 です。さらに新設量だけで比較すると、中国が世界中の 6 割以上を占めます。

	人口	2006～2011の新設量	人口千人当り年間新設量
日本	1.3 億人	850 千m2	1.1 m2/千人・年
ドイツ	0.8 億人	8,590 千m2	17.9 m2/千人・年
EU ＋ スイス	5.0 億人	22,430 千m2	7.5 m2/千人・年

日本とドイツ、EU との年々の新設量を比較してみると、ドイツ人の 2 倍以上も湯を使う日本人はもっと太陽熱利用をするべきことが分かります。

4.4.3　世界の再生エネルギー利用

日本では殆ど太陽光発電だけが報道されますが、世界では風力発電を始め多彩な再生エネルギー利用が強力に推進されています。その模様を次ページにドイツから世界に向けて刊行されている再生エネルギー専門誌「Sun & Wind Energy」誌などから紹介します。

エッフェル塔を背景に並ぶ太陽熱集熱器
Sun & Wind Energy 誌

世界の再生エネルギー利用

風車の羽を運ぶトラック Sun & Wind Energy 誌

遠浅の海に並ぶ５MW の風車
これ 200 基で原発１基に相当
Sun & Wind Energy 誌

イギリスの潮流発電 Sun & Wind Energy 誌

ずらりと並んだ太陽熱温水器
中国　ホテルの窓からの風景

スペインのあちこちで見られる風力発電