

第3章 自然エネルギー活用技術（要素技術の適用手法・1）

3.1 自然風の利用・制御

自然風の利用は、夏期夜間や中間期など気象条件が温熱感覚上の体感改善に有効な場合に、外気を通風という形で積極的に取り入れ、冷房エネルギー消費の削減と快適性の向上を実現することを目的とした技術です。その場合、自然風を効果的に取り込むため、建物の形状やプランを工夫する方法と、開口部の形状や開閉操作を工夫する方法を上手く融合させる必要があります。

ただし、自然風の利用のための開口を設けることは、防犯や騒音、耐風など他の面でマイナスになる場合がありますので、トータルとしての住宅の安全性、快適性を損なうことのないように計画することが大切です。

また、日射遮蔽や家電機器の高効率化による内部発熱量の抑制等の手法と組み合わせることにより、より高い省エネルギー効果を発揮することができます。

3.1.1 自然風利用の目的とポイント

- ・自然風利用は、夏期(主に夜間)または中間期において積極的に外気を取り入れ室内から排熱することで、空調に依存しすぎることなく快適な室内温熱環境を実現し、冷房エネルギー消費を削減することを目的とした技術です。
- ・自然風利用の可能性は、住宅の建設される地域や周辺環境に大きく左右されます。周辺が開けた立地では卓越風向(その地域・期間・時間帯に特有の風向)を意識した開口部の配置計画がとくに有効です。一方、周囲が建て混むにつれ、周辺建物の影響を受けて外部風速が低下し風向も安定しなくなります。また、住宅をとりまく樹木や塀などの外構も周辺の風の流れを左右する場合があります。密集度の高い住宅地では風向を意識した開口部の配置は難しくなるため、大きな開口面積の確保や複数の通風経路を可能とする開口部配置、高窓の利用が有効となります。
- ・外気を効果的に取り入れるためには「入口」と「出口」が必要です。外部に面した開口部を方位の異なる二面以上に設けると自然風をより効率的に利用することができます。外部に面した開口部を一面のみとする場合は、室内側開口部(欄間や引戸等)を介して隣接する空間に外部に面した開口部を設けることで「入口」と「出口」を確保することができます。
- ・住宅周辺に樹木を配置するなど、外構を工夫して日射を遮蔽することで、室内に取り入れる風の温度を上げない効果が期待できます。こうした日射遮蔽は、日射の照り返しや暖まった地表面からの熱放射を抑えるため、開口部等から流入する熱の抑制につながります。
- ・自然風利用技術には、建物の形状やプラン、外構計画を工夫する方法と、開口部の位置、形状、開閉操作を工夫する方法があります。
- ・この技術は、住まい手が開口部を適切に開放することを前提としています。そのため、開口部の開閉を促す工夫も併せて考えなければなりません。例えば、開口部を安心して開放可能とするための防犯への配慮を欠くことはできません。
- ・暴風時の対策として、耐風性能の高い開口部品を使用する必要があります。また、強風時であっても風の制御・調節をはかることで自然風の利用が可能となることもあります。

3.1.2 自然風利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・自然風利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から3までとし、冷房設備に消費されるエネルギー削減率をVI地域とV地域に区分して表します。
- ・目標レベルは、VI地域ではRC造住宅を、V地域では木造住宅を前提とした数値です。

		VI地域	V地域
レベルー1 :	冷房エネルギー増加率	4%程度増	6%程度増
レベル0 :	冷房エネルギー削減率	なし	なし
レベル1 :	冷房エネルギー削減率	4%程度	5%程度
レベル2 :	冷房エネルギー削減率	9%程度	12%程度
レベル3 :	冷房エネルギー削減率	12%程度	18%程度

- ・2000年時点における標準的な冷房エネルギー消費量はVI地域で10.3GJ(エネルギー消費量全体の16%程度)、V地域で5.7GJ(同8%程度)となります(6.1参照)。
- ・レベルー1は「窓開けをせず自然風を全く利用しない」場合であり、基準となるレベル0は「自然風利用の設計上の工夫をしないが、住まい手が在室時のみ窓開けを行う」場合に相当します。
- ・自然風利用による冷房エネルギー削減率は、自然風を利用することで得られる住宅の換気回数を指標として設定することとしています。上記のエネルギー削減率は、各部屋で同じ程度の換気回数を得られる場合を想定した値であり、換気回数が居室ごとに大きく異なるケースでは、リビングルームなどの主要な居室(冷房のため最も多くエネルギーを消費する居室)の換気回数に基づいて目標レベルを設定して下さい。一方、居室ごとの換気回数の違いを反映した、より精度を高めたエネルギー削減率を算定する方法については、「3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法」で解説しています。

2 目標レベルの達成要件

1) 地域区分

- ・VI地域とV地域で自然風利用による冷房エネルギー削減率は異なりますので、まず最初に該当する地域区分を確認する必要があります。
- ・地域区分は「付録1 地域区分資料」で確認して下さい。

2) 気象条件(外部風向・風速)

- ・建設地の温度、湿度、風速、風向等の気象条件は自然風の利用可能性に影響しますが、とくに重視するのは、外部風向と風速です。外部風向と風速は、季節や時間帯によって変化するのが通常で、地域によって特徴がみられます。
- ・室内に導入可能な通風量は、外部風速の大小に直接影響を受けます。外部風速と換気回数(すなわち通風量)は比例する傾向があります。
- ・周辺が開けた敷地では、開口を卓越風向側にとることで風量の確保につながるため、外部風向がとくに重要となります。また、密集度の高い住宅地でも、高窓(頂側窓など)を通風経路に利用しようとする場合には、外部風向に対する高窓の位置によって通風の効果が変わります。

ポイント 蒸暑地の外部風速

- ・表は、VI地域およびV地域に位置する代表的な4都市の夏期における平均外部風速を、起居時、就寝時および終日について示しています。
- ・外部風速は地面からの高さによって変化します。表に示す風速は地上6.5m位置(2階建住宅の軒高相当

位置)に換算した値です。

表 主な都市での平均外部風速 (6月～9月) 起居時:7時～22時 就寝時:23時～6時

都市	平均外部風速[m/s]		
	起居時	就寝時	終日
那覇	3.5	2.8	3.3
鹿児島	2.2	1.6	2.0
宮崎	2.5	1.6	2.2
高知	1.6	1.1	1.5

※平均外部風速には、台風襲来時の風速を含みますが、平均値へのその影響は小さいと考えられます。

※社団法人日本建築学会編「拡張アメダス気象データ 1981-2000」(2005年発行)所収の拡張アメダス気象データ(20年分)をもとに作成。

ポイント 蒸暑地の外部風向

- ・表は、VI地域およびV地域に位置する代表的な4都市の夏期における外部風向の傾向を示しています。外壁面の方位(16方位)別に、風上側・風下側となる頻度を時間帯(起居時と就寝時)別に表しています。
- ・各都市の傾向は以下の通りです。
 - a. 那覇
 - 昼夜を問わず東から南に面した開口が風上側になる頻度が高い。
 - b. 鹿児島
 - 起居時は卓越風向がはっきりしないため、開口の方位による影響はほとんどない。就寝時は西北西～北～北東に面した開口が風上側になる。
 - c. 宮崎
 - 起居時は東面が風上側になる一方、西面も風上側になることがある。就寝時は、西～北面が風上側になる。
 - d. 高知
 - 起居時は東～南に面した外壁が風上側となることが多く、就寝時は南西～北北西の方位が圧倒的に風上側となる。
- ・起居時に風上側となる頻度の高い方位には、日中在室者がいる室(リビングルームなど)を配置し、就寝時に風上側となる頻度の高い方位には寝室などを配置することが有効と考えられます。
- ・気象観測点は、その地域を代表し、周囲が開けたところに設けられるのが通常です。しかし、敷地周辺に特有の地形が存在する場合には、必ずしも近くの気象観測点の風向と一致するとは限りません。そうした場合には、より近接した観測データを求めるか、現地を確認する必要があります。

表 主な都市での方位別の風上・風下側となる頻度(6月～9月)

a. 那覇

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	×	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	○	△	×	×	×
	就寝時	×	△	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×	×	×	×
風下	起居時	◎	○	○	○	△	×	×	×	×	△	△	○	○	◎	◎	◎
	就寝時	◎	○	○	△	×	×	×	×	×	△	△	○	◎	◎	◎	◎

b. 鹿児島

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	△	△	△	△	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△
	就寝時	◎	◎	○	△	△	×	×	×	×	×	×	△	○	◎	◎	◎
風下	起居時	○	△	△	○	○	○	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○
	就寝時	×	×	×	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	△	×	×

c. 宮崎

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	△	△	○	◎	◎	○	○	△	×	△	△	○	○	○	△	△
	就寝時	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	◎	◎	◎	◎	◎
風下	起居時	×	△	△	○	○	○	△	△	△	△	○	◎	◎	○	○	△
	就寝時	×	×	△	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×	×

d. 高知

外壁面の方位		北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
風上	起居時	×	×	△	△	○	◎	◎	◎	○	△	△	△	△	△	△	×
	就寝時	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○
風下	起居時	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	△	△	○	◎	◎	◎
	就寝時	×	×	○	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×	×	×

凡例 ◎: 当該方位が風上側・風下側になる頻度が40%以上、○: 同30～40%、△: 同20～30%、×: 同20%未満
 ※社団法人日本建築学会編「拡張アメダス気象データ 1981-2000」(2005年発行)所収の拡張アメダス気象データ(20年分)をもとに作成。

3) 立地条件(敷地周辺の建物密集度)

- ・建設地の周辺がどの程度建て混んでいるかにより、自然風利用の可能性は大きく変わります。
- ・郊外などの周辺が開けた立地では、建物に作用する風圧力の差(通風の駆動力)を確保しやすく、自然風利用に有利となります。一方、都市内などの密集度の高い住宅地では、周辺建物の影響を受けて外部風速が低下して得られる風圧力差が小さくなるため自然風の利用が難しくなります。
- ・建物にどのように風圧力が作用するかは、一般に風圧係数により評価されます。ここでは、風圧係数の特性の違いから、立地条件(敷地周辺の建物密集度)を次の2つに区分して捉えることとしています。

立地1: 都市型の立地(区域建蔽率が20%超)

立地2: 郊外型の立地(区域建蔽率が20%以下)

- ・一般的な住宅地は立地1にあたります。立地2は郊外の立地を想定しており、計画建物の周囲直径50m以内の区域建蔽率(当該区域面積に対する区域内の建築物の建築面積の合計の割合)が20%以下となることを目安としています。区域建蔽率の定義および求め方については、次頁のポイントを参照して下さい。

ポイント 風圧係数の特徴

- ・風圧係数は住宅の形状や周辺状況によって大きく変わるため、正確に予測することは難しく、密集住宅地ではとりわけ難しくなります。
- ・周辺の密集度が低い(立地2に相当する)場合、風向に対する建物の向きによって風圧係数は大きく変わります。風向に直角に面する壁面がある場合、風が当たる面が正圧となり、それ以外の面が負圧となります(図 a)。通風の確保のしやすさは風圧係数の差に依存するため、図 a の場合、必ずしも2つの開口を対向する壁面に配置する必要がないといえます。
- ・風向に 45° 傾いている壁面がある場合、風が当たる2面が正圧となり、それ以外の面が負圧となります(図 b)。図 b の場合、風上側の風圧は図 a の場合の6~7割程度に下がりますが、風上・風下間の風圧係数差は図 a と大きな違いがありませんので、通風に有効な開口を設けやすいといえます。
- ・建物周辺が密集した住宅地の場合(立地1に相当する場合)、外部風の影響が小さくなるため風圧係数の値が小さくなります。また、建物周りの気流が複雑となり、下流側の壁面で正圧になる場合もあります。得られる風圧係数差は 0.05~0.1 程度です。
- ・風圧係数は他に樹木や塀などの外構によっても影響を受けます。周辺の密集度が低い(立地2に相当する)敷地であっても、風上側に風を遮る密集した樹木がある場合などには、得られる風圧係数差は通常小さくなります。

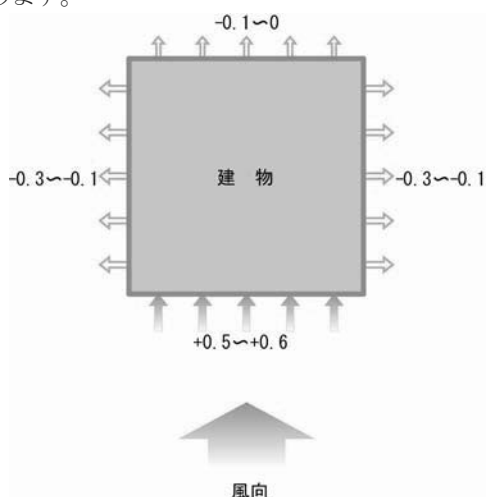


図 a 卓越風向に対し直角な壁面の風圧係数
(周辺密集度が低い場合)

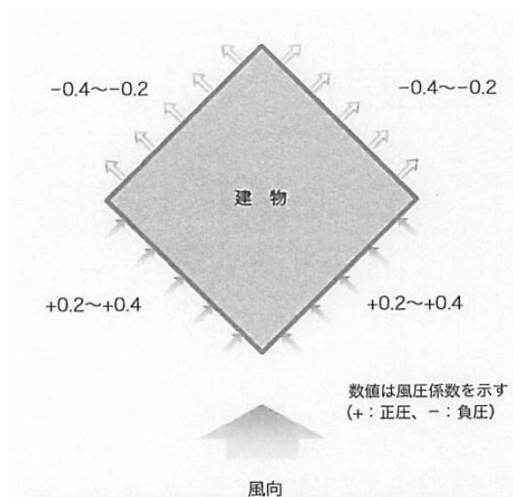


図 b 卓越風向に対し45°の壁面の風圧係数
(周辺密集度が低い場合)

ポイント 区域建蔽率とは

- ・「区域建蔽率」とは、建築基準法等で用いられる「建蔽率」を準用して、本書において自然風利用の可能性に関連する敷地周辺の密集度を判断するために定義された指標です。基準法で定められた建蔽率は「建築物の建築面積の敷地面積に対する割合」を表しますが、区域建蔽率は、建物に作用する風圧力に影響があると想定される建設地周囲の「一定区域内の建築物の建築面積の合計の当該区域面積に対する割合」を表すものとします。この区域面積には建築物が建つ敷地以外の道路や公園、水路等の面積を含むものとし、また、建築面積には周辺の建物とともに計画建物の建築面積を含むものとします。自然風利用の可能性への影響を考慮して、本設計法では、計画建物の周囲直径 50m を区域建蔽率の算定区域とすることとしました。
- ・「区域建蔽率」の求め方は以下の通りです。

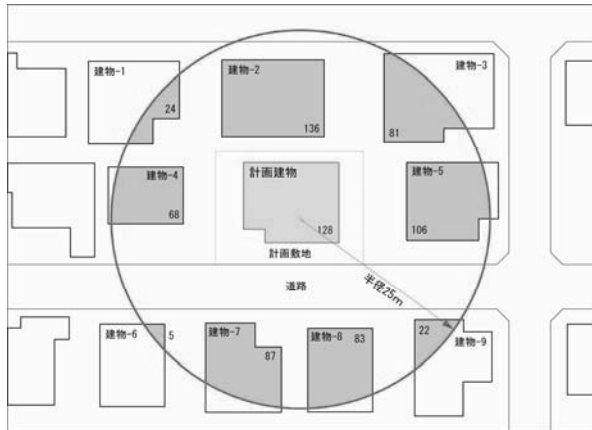
- ① 住宅地図等に、その縮尺に応じて、建設地を中心とした直径 50m (半径 25m) の円を描き

ます。

② ①で描いた円の内側に存在する建物等の輪郭線から建築面積を概算し、その合計値を算出します（円の輪郭線で区切られている建物等については、円の内側の部分のみを対象とします）。

③ ②で求めた値に、計画建物の建築面積（想定値でも可）を加算します。この値を、区域建蔽率を求めるための区域内の建築物の建築面積とみなします。

④ ③の面積の区域面積（1963.5 m²）に対する割合を求めます。この値が「区域建蔽率」となります。



※図中の数字は区域内にある建築物の算入対象部分の面積(m²)を示す

区域内の建築物の建築面積＝建物-1～9の建築面積＋計画建物の建築面積

$$= (24+136+81+68+106+5+87+83+22)+128$$

$$= 740 \text{ m}^2$$

区域面積 = 1963.5 m²

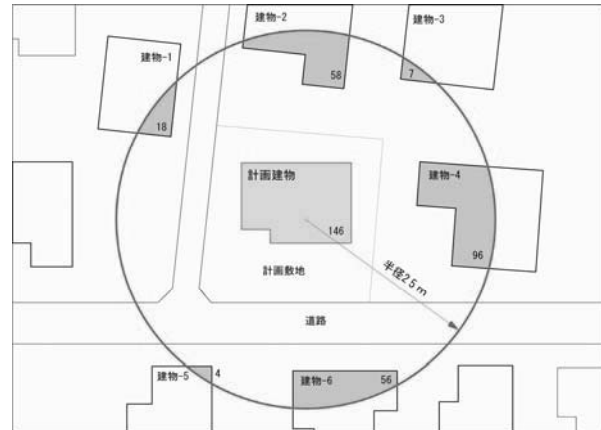
区域建蔽率＝区域内の建築物の建築面積÷区域面積

$$= 740 \div 1963.5$$

$$= 0.3769$$

$$= 37.7\% > 20\% (\therefore \text{立地1})$$

図 a 都市型の立地(立地1)に相当する住宅地の例



※図中の数字は区域内にある建築物の算入対象部分の面積(m²)を示す

区域内の建築物の建築面積＝建物-1～6の建築面積＋計画建物の建築面積

$$= (18+58+7+96+4+56)+146$$

$$= 385 \text{ m}^2$$

区域面積 = 1963.5 m²

区域建蔽率＝区域内の建築物の建築面積÷区域面積

$$= 385 \div 1963.5$$

$$= 0.1961$$

$$= 19.6\% \leq 20\% (\therefore \text{立地2})$$

図 b 郊外型の立地(立地2)に相当する住宅地の例

図 住宅地における区域建蔽率の算定例

4) 住まい手の指向と室用途

住まい手が指向する自然風利用と冷房の使い分け方によって、冷房エネルギー消費量は変わってきます。また、住宅の室用途による使い分け方の違いも冷房エネルギー消費量に関係します。

そのため、どちらかと言うと日中を中心に使用する居室(リビング・ダイニングなど)と、夜間・就寝時を中心に使用する居室(主寝室や子供室など)のそれぞれにおける自然風、冷房の使い方を確認・検討し、その上で換気回数を推定して冷房エネルギー消費量の検討を行うことが望まれます。3.1.6 参照)

5) 自然風利用手法

・省エネルギー効果が見込まれる自然風利用手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1: 通風経路上の開口部面積の確保	1a : 開口面積小の組み合わせ
	1b : 開口面積大の組み合わせ
手法2: 卓越風向に応じた開口部配置	
手法3: 高窓の利用	3a : 開口面積小の組み合わせ
	3b : 開口面積大の組み合わせ

- ・自然風利用のためには、「入口」と「出口」となる開口部を組み合わせて設ける必要があります。手法1および手法3では、自然風を利用しようとする室の開口部面積を検討するもので、開口部面積の大小の違いによりa、bのケースを想定してします。
- ・手法2は、卓越風向をうまく生かして自然風利用の効果を高めるもので、立地2(郊外型の立地)の場合のみ適用できます。
- ・各手法についての詳細は、「3.1.4 自然風利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

- ・自然風利用による省エネルギーの各目標レベルは、自然風を利用して得られる住宅の換気回数を指標として設定されます。各目標レベルと換気回数の対応関係は、表1の通りです。

表1 自然風利用の目標レベルと換気回数の対応関係

目標レベル	省エネルギー効果(冷房エネルギー削減率)		住宅の換気回数
	VI地域	V地域	
レベル-1	4%程度 増加	6%程度 増加	0回/h
レベル0	削減なし	削減なし	2回/h以上
レベル1	4%程度	5%程度	5回/h以上
レベル2	9%程度	12%程度	10回/h以上
レベル3	12%程度	18%程度	20回/h以上

- ・住宅の換気回数は、採用する自然風利用手法と外部風速によって、おおむね決まってきます。この換気回数は、立地条件が変われば、同一の手法、外部風速であっても変わります。表2は、立地条件ごとに、手法と外部風速の組み合わせにより得られる換気回数を示しています。
- ・外部風速については、建設地(またはその近傍)の気象データをウェブサイトから検索し、終日の平均風速(地上6.5m位置)を求めて下さい。なお、「3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法」により、室ごとの換気回数を推定する場合は、各室の主に使用する時間帯(起居時もしくは就寝時)の平均外部風速を参照して下さい。換気回数の確認の際には、表2に示すように、外部風速を1m/s未満、1~2m/s程度、2m/s以上の3段階で捉えることとします。

表2 自然風利用手法、外部風速の組み合わせにより得られる換気回数

(1) 立地1

手法	外部風速		
	1m/s以下	1~2m/s	2m/s以上
手法1aまたは手法3a	2回/h	5回/h	8回/h
手法1bまたは手法3b	3回/h	10回/h	17回/h

(2) 立地2

手法	外部風速		
	1m/s以下	1~2m/s	2m/s以上
手法1aまたは手法3a	3回/h	10回/h	17回/h
手法1a+手法2または 手法3a+手法2	5回/h	15回/h	25回/h
手法1bまたは手法3b	7回/h	20回/h	33回/h
手法1b+手法2または 手法3b+手法2	10回/h	30回/h	50回/h

※換気回数の算定は、居室の天井高2.4mとして行いました。

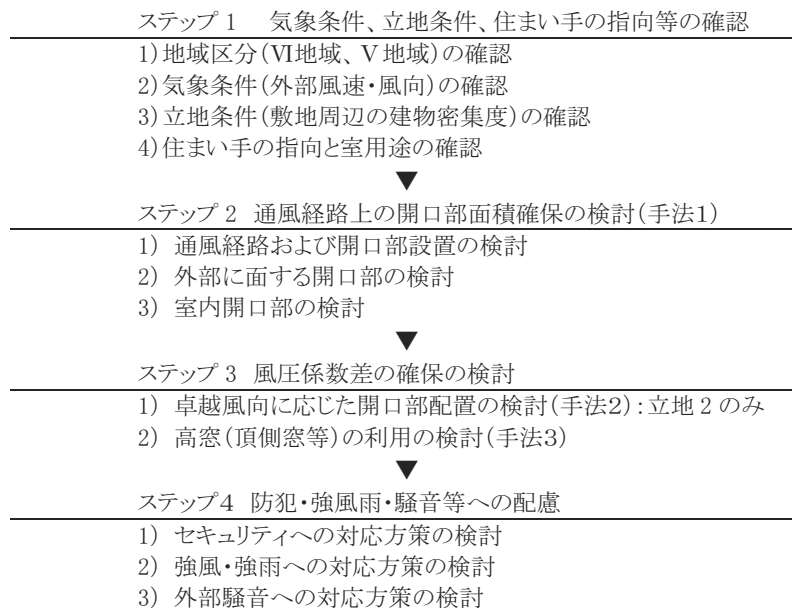
天井高が2.4mを大きく上まわる場合は、換気回数の値に、 $2.4/H$ (H:天井高[m])を乗じて換算して下さい。

- ・立地1で外部風速が1m/s以下の場合、立地2で外部風速が1m/s以下で手法1aまたは手法3a(開口面積小の組み合わせ)を採用する場合は、期待できる換気回数は小さく、冷房エネルギーの削減は見込めません(レベル0)。冷房エネルギーを削減するためには、他の手法の採用(立地2の場合)や他の要素技術の適用を検討する必要があります。

- ・立地2では、採用する手法によって非常に大きな換気回数を得られる場合があります。換気回数が数 10 回/h のオーダーになると、窓近傍の気流速度が瞬間的に 1m/s を超えることがあります。

3.1.3 自然風利用技術の検討ステップ

- ・手法を検討する前提として、地域区分、気象条件および立地条件を確認することが必要です。自然風の利用期間における建設地の外部風速や卓越風向、周辺の局地風に関係する地形、周辺の密集度等の条件を確認し、自然風利用の可能性を検討します。
- ・自然風利用手法の採用を検討します。
- ・防犯・騒音・耐風については、立地に係わらずすべての住宅共通に検討します。



3.1.4 自然風利用の手法

手法1 通風経路上の開口部面積の確保

1 通風経路と開口部面積

外気を室内に効果的に取り入れるためには、「入口」と「出口」の役割を果たす開口を異なる方位の壁面2面以上に設けることが必要です。2ヶ所の開口部と通風経路のとり方を、手法1では以下の2つの方法で考えます(図1)。

図の通風経路①は、1つの居室に方位を異にする2面の外壁に開口を設けることで、通風を確保する方法です。また、通風経路②は、1つの居室で外部に面した開口部を1面にしかとれない場合に、室内開口部を介して隣接する空間に外部に面した開口部を設けることで、通風を確保する方法です。

通風経路①および②の経路上の開口部の面積が大きいほど、期待できる通風量(換気回数)が大きくなり、一般的に省エネルギー効果も大きくなります。

手法1に必要なとされる通風経路①と②の開口部面積の要件を各々2段階設定しました(表3)。開口部面積が小さい場合を手法1a、手法1aの開口部面積を2倍に大きくした場合を手法1bとしています。

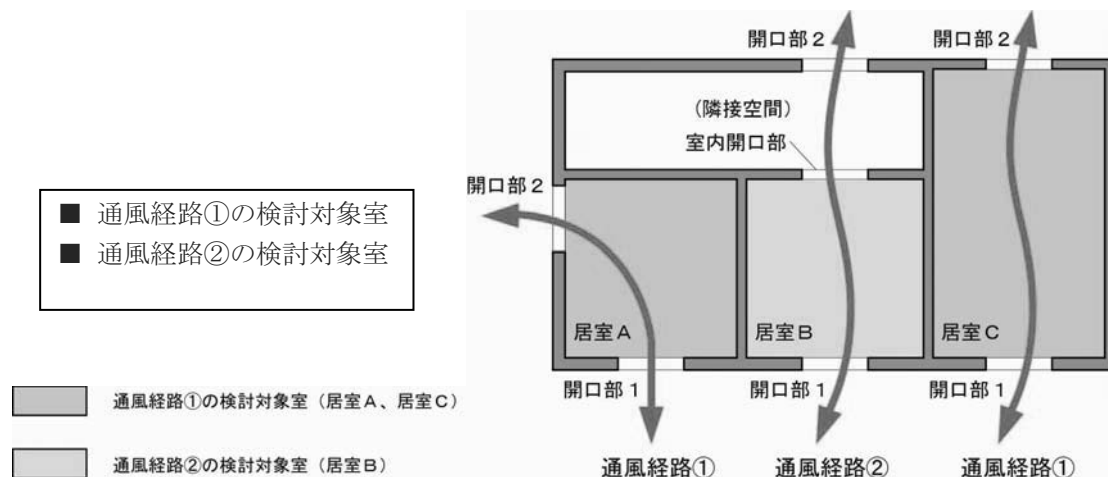


図1 通風経路の確保の方法

表3 通風経路上の開口部面積(手法1)の要件

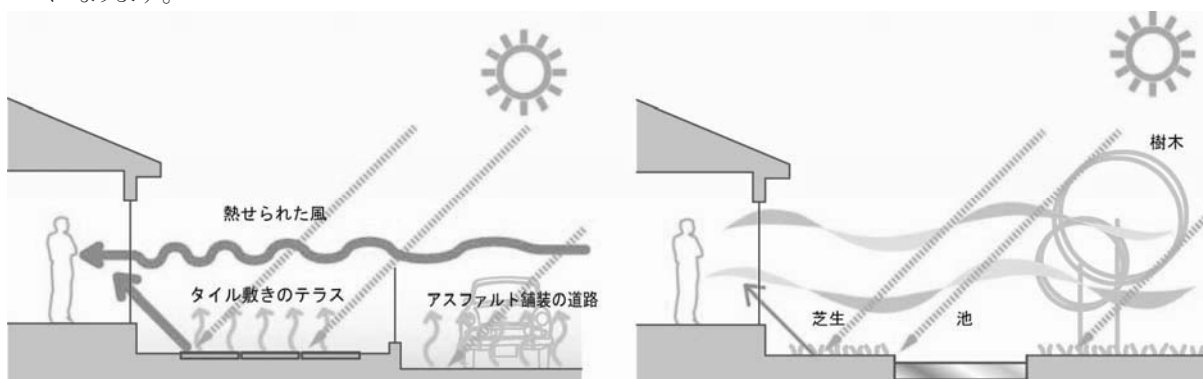
手法		開口部面積の床面積に対する割合		
		開口部 1	室内開口部	開口部 2
手法 1a (開口面積小の組み合わせ)	通風経路①	1/35 以上	—	1/35 以上
	通風経路②	1/20 以上	1/50 以上	1/20 以上
手法 1b (開口面積大の組み合わせ)	通風経路①	1/17 以上	—	1/17 以上
	通風経路②	1/10 以上	1/25 以上	1/10 以上

表3の床面積は、当該室の内法面積で算定することが望ましいものの、算定を簡単にするため芯々面積でも構いません。通風経路①および②のケースとも、床面積は検討対象室の床面積について検討します。

開口部面積は、通風のために一定時間開放できる部分の面積(開放部分の内法寸法で算出した面積)をいい、同一方位の外壁面に複数の開口部がある場合は、各々の面積を合算して扱うことができます。面積を確保することと併せて、夜間時などの防犯性能等の確保に配慮することが必要です(セキュリティへの対応については、3.1.5で解説します)。

ポイント 外構計画による環境調整

- 住宅周辺に樹木等の植栽を配置するなど、外構を工夫して日射を遮蔽することで、室内に取り入れる風の温度を上げない効果が期待できます。また、日射の照り返しや暖まった地表面からの熱放射が抑えられるため、窓面等から流入する熱の抑制につながります。一方、大きな窓に面して、日射のあたるタイル敷きのテラスやアスファルト舗装の駐車場がある場合は、外部の温熱環境の悪化が室内環境に影響することになります。



図a 取り入れる風の温度が上がる外構計画の例

図b 取り入れる風の温度を上げない外構計画の例

2 外部に面する開口部の計画

日照や眺望、プライバシーの確保に配慮しつつ、外部風の取り込みに効果的な開口部面積を確保することが大切です。

1) 外部開口部面積の確保

表3に示した手法1の面積要件を満たす外部開口部を通風経路上に2ヶ所確保する必要があります。その要件に適した外部開口部の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表4)。

表4 手法1の要件に適した外部開口部寸法の例

開口部の種類	面積比	室の広さ				
		6畳	8畳	10畳	12畳	15畳
腰窓 (高さ1.1m)	1/35	幅0.26m	幅0.34m	幅0.43m	幅0.51m	幅0.64m
	1/20	幅0.45m	幅0.6m	幅0.75m	幅0.9m	幅1.13m
	1/17	幅0.53m	幅0.71m	幅0.88m	幅1.06m	幅1.32m
	1/10	幅0.9m	幅1.2m	幅1.5m	幅1.8m	幅2.25m
掃き出し窓 (高さ1.8m)	1/35	幅0.16m	幅0.21m	幅0.26m	幅0.31m	幅0.39m
	1/20	幅0.28m	幅0.37m	幅0.46m	幅0.55m	幅0.69m
	1/17	幅0.32m	幅0.43m	幅0.54m	幅0.65m	幅0.81m
	1/10	幅0.55m	幅0.73m	幅0.92m	幅1.1m	幅1.38m

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます

必要となる開口部面積に応じて、使用できる窓が変わります。とくに防犯性とのバランスを考慮して計画する必要があります。例えば、幅0.26m必要なときは、同一壁面に0.13mの有効幅の開口を二連窓で設けることでもよく、その方が防犯上で有利になることもあります。

窓サッシの選定は、以下の点に注意して行って下さい。

- ・通常の引違窓サッシを使用する場合は、開放可能な面積はガラス障子片面分以下になります。また、高い防犯性を確保するためには面格子等を取り付ける必要がありますが、軽度の防犯性を確保できれば良い場合には、障子枠を途中でロックする鍵金物を使用する方法もあります。
- ・内倒し窓やすべり出し窓などは、比較的小さな開口面積を確保するのに適しています。ただし、連窓にすることで大きな開口部面積を確保することも可能です。



図2 防犯性を考慮した開口部面積確保の例

腰窓と地窓の組み合わせ。地窓(引違窓)に木製面格子を設けている

2) 開口部付属物の計画

開口部には、通常、付属物が設置されます。付属物がどの程度通風に影響するかを認識し、開口部計画

に反映することが必要となります。

ポイント 網戸やシャッターによる通風障害

- ・風の流入方向による流入量の変化を、流量係数の値を用いて示しました(図)。流量係数は、風の通りやすさを示す値です。図に示すように、開口部の正面から風を受ける場合の流量係数は、「a.引違窓のみ」では0.63であるのに対し、「b.引違窓+網戸」では0.55となり、網戸があることで1~2割程度低下します。cのようにブラインドシャッターを加えると、さらに1~2割程度低下します。
- ・気温が高い昼間に網戸のみとして多くの風を取り込み、夜間に網戸+ブラインドシャッターとすることは、防犯やプライバシーへの配慮の面からも合理的な方法といえるでしょう。
- ・網戸+カーテンの組み合わせは、風の流出時にカーテンが網戸に密着してしまい、通風を大きく妨げます。レースのカーテンでも、網戸に密着すると流量係数は0.2(通常の1/3)程度に低下します。簾(すだれ)やブラインドも風向や風速によっては網戸に密着するので、注意が必要です。

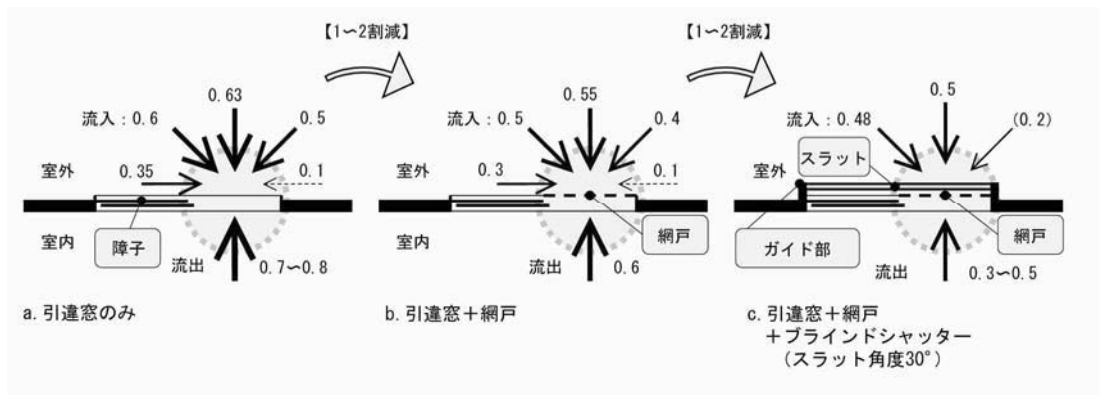


図 開口部付属物の組み合わせによる風の通りやすさ

3 室内開口部の計画

風の「入口」と「出口」を設けても、室内に風の通り道を確認しないと通風は十分に得られません。そのためには、できるだけ間仕切り壁の少ない開放的な間取りとし、内部建具を工夫する必要があります。

1) 室内開口部の面積

通風経路②のケースにあつては、表3に示した手法1の面積要件を満たす室内開口部を通風経路上に確保する必要があります。その要件に適した室内開口部の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表5)。

表5 手法1の要件に適した室内開口部サイズの例

室内開口部の種類	面積比	室の広さ				
		6畳	8畳	10畳	12畳	15畳
扉相当の開口 (高さ1.8m)	1/50	幅0.11m	幅0.15m	幅0.18m	幅0.22m	幅0.28m
	1/25	幅0.22m	幅0.29m	幅0.37m	幅0.44m	幅0.55m
扉上の欄間開口 (幅0.8m)	1/50	高さ0.25m	高さ0.33m	高さ0.41m	高さ0.5m	高さ0.62m
	1/25	高さ0.5m	高さ0.66m	高さ0.83m	高さ0.99m	高さ1.24m

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます。

- ・室内開口部による通風を確保するためには、扉を開放することが最も容易ですが、プライバシー確保の難しさ、突然の強風による閉鎖等から、通風に適切な扉の開放状態を保てないおそれがあります。そのため、ここでは通風上適切な工夫のとられていない一般的な扉は、通風経路②上の室内開口部とみなさないこ

とにします。以下に掲げる引戸(図3)の採用やドアストッパー(図6)の設置といった通風を確保するための工夫を講じることが前提となります。

- ・通風経路②上の室内開口部以外についても、こうした工夫により適宜開放できるようにし、室内の通風性能を向上させることは大切であるといえます。

2) 引戸の採用

引戸は片開き戸に比べ、開放時にも通行等の邪魔にならず、さらに開放寸法を任意に調整できることから、通風に対して有効な建具といえます。さらに引戸の高さを天井一杯に高くすることで、動く間仕切り壁のようなしつらえができ、自由度が高く、開放的な空間を実現できます(図3)。



図3 引戸の例(有効開口面積約 1.3 m²)

3) 欄間の採用

昔ながらの欄間は、視覚的な区画を明示しながら、空気の流れを確保できる優れた手法です。この考え方は現代の住宅にも十分に応用できます(図4)。最近では、片開き建具の上部に欄間機能を付加した建具も商品化されています。



図4 欄間の例(有効開口面積約 0.1 m²)

4) 格子戸の採用

格子戸は、格子の間隔によっては、視線をある程度制御し、かつ通風に対して有効なものとなります。格子戸と風を通さない板戸等による引戸を組み合わせることにより、冬期の暖房負荷の低減と夏期の積極的な通風確保を両立させることが可能です(図5)。

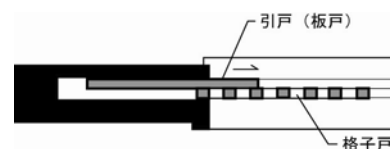


図5 格子の例(有効開口面積約 0.4 m²)

5) 開口付き扉の採用

廊下や水まわりなどで、引戸を採用できないために開き戸を設置し、かつ扉を開放した状態を保つことが難しい場合、上げ下げ窓等の開閉可能な開口を組み込んだ扉を採用することも有効です。

6) ドアストッパーの設置

廊下や水まわりなどで開き戸を設置する場合、ドアストッパー(図6)を設置することで、通風のための開放状態を保つことが可能になります。歩行時の障害とならないように、床からの出っ張りが少ない形状のものを選定することが勧められます。

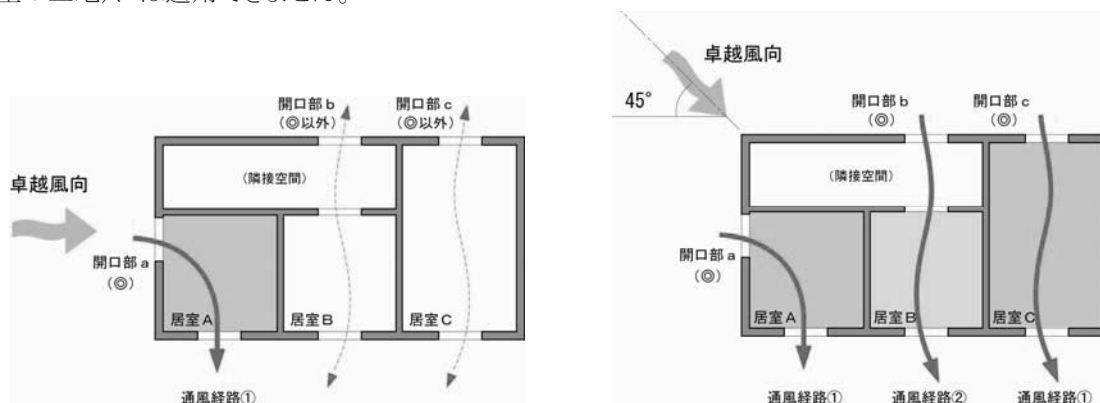


図6 ドアストッパーの例

手法2 卓越風向に応じた開口部配置

周囲が開けた敷地(立地2:郊外型の立地)では、開口部の一面を卓越風向(風上側)に向けて配置することで、流入開口部と流出開口部の間に大きな風圧係数差を確保でき、多くの通風量を得ることができます。

卓越風向が判明している場合には、通風経路上の開口部一面の方位が卓越風向と45度以内にあること、「ポイント 蒸暑地の外部風向の表」から判定する場合には、通風経路上の開口部一面の方位について風上側になる頻度が40%以上であることが、手法2の要件となります(図7)。なお、手法2は立地1(都市型の立地)には適用できません。



パターン1 居室Aに手法2を適用可 パターン2 居室A、居室B、居室Cに手法2を適用可

◎: 当該開口部が風上側になる頻度が40%以上

図7 手法2の達成要件のパターン

ポイント 住宅の密集度と風向が風圧係数差に及ぼす影響

- 住宅地の密集度を変えて行った風洞実験結果をもとに、立地条件と平均風圧係数差の関係を整理します(表)。直線的な通風経路(対面の開口配置)と直角の通風経路(角を挟んだ開口配置)を想定し、開口部が風上側に面している(卓越風向に45度以内で面している開口がある)場合と風上側に面していない場合のそれぞれについて、平均風圧係数差を示します。
- 周囲が開けた敷地(立地2)では、風上側に開口部がある場合は0.5~0.8程度の平均風圧係数差が期待できます。しかし、開口部が風上側に面していない場合は、期待できる風圧係数差は0.1~0.4程度にとどまります。
- 一方、周辺密集度が高い敷地(立地1)では、開口部が風上にあるかどうかの影響は小さく、開口部の方位にかかわらず0.05~0.2程度の風圧係数差となります。

表 風洞実験から得られた通風経路毎の平均風圧係数差

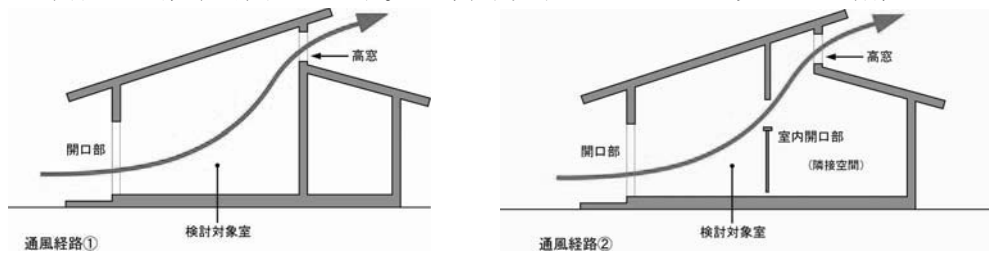
想定した通風経路の関係 (平面配置)		1階(隅角)	2階(隅角)	1階(対面)	2階(対面)	本章の検討 で使用了 値
立地条件	開口位置と風向の関係					
立地1 (都市型の立地)	開口部が風上側にある場合	0.1~0.14	0.08~0.21	0.08~0.15	0.08~0.23	0.05
	開口部が風上側でない場合	0.05~0.07	0.06~0.08	0.08~0.13	0.08~0.14	0.05
立地2 (郊外型の立地)	開口部が風上側にある場合	0.55	0.77	0.62	0.78	0.5
	開口部が風上側でない場合	0.14	0.19	0.36	0.37	0.2

手法3 高窓の利用

1 通風経路と開口部面積

高窓(建物の上端に近い壁の高所に設置する頂側窓や、屋根面に設置する天窗など)を利用して通風を確保することができます。この場合、風の入口は外壁開口部、出口は高窓となることが多く、その通風経路のとり方を、手法3では以下の2つの方法で考えます(図8)。

- ・風下側に高窓を設置することで大きな風圧係数差を得ることができるため、小さい高窓面積でも効果があります。さらに、高所に窓を設置することで、内外温度差によって生じる空気密度の差を生かして安定的に通風量を確保できる効果も期待できます。また、夜間の防犯への配慮の観点からも有効といえます。



※高窓は妻壁に設けられることもある

図8 高窓による通風経路の確保の方法

手法3では、高窓を風下側に配置することを想定しています。卓越風向が判明している場合には、高窓の方位が卓越風向の風下側と45度以内にあること、「ポイント 蒸暑地の外部風向」の表から判定する場合には、高窓の面する方位の風下側になる頻度が40%以上である(同表の符号が◎)ことを要件とします。

手法1と同様に、通風経路①および②の経路上の開口部の面積が大きいほど、期待できる通風量(換気回数)が大きくなり、省エネルギー効果も大きくなります。手法3に必要とされる通風経路①と②の開口部面積の要件を各々2段階設定しました(表6)。開口部面積が小さい場合を手法3a、手法3aの開口部面積を2倍に大きくした場合を手法3bとしており、期待できる通風量(換気回数)は、手法3aは手法1aと、手法3bは手法1bと同等です。手法1の開口部と比べて(表3参照)、高窓を利用すると小さな面積で同等の効果を得ることができます。

他に注意すべき点は手法1を参照して下さい。なお、表6の開口部面積比は、天井高2.4mの部屋の風下側屋根面に高窓を設置した場合を想定して算定した値になっています。

表6 高窓を利用した通風経路上の開口部面積(手法3)の要件

手法		開口部面積の床面積に対する割合		
		外壁面の開口部	室内開口部	高窓
手法3a (開口面積小の組み合わせ)	通風経路①	1/35以上	—	1/80以上
	通風経路②	1/20以上	1/50以上	1/70以上
手法3b (開口面積大の組み合わせ)	通風経路①	1/17以上	—	1/40以上
	通風経路②	1/10以上	1/25以上	1/35以上

手法 3 でも、手法 1 と同様に、各開口部の面積から手法 3a、3b の要件を満たすかどうかを検討することもできます。

$i \geq 0.006$: 手法 3a をみたくす

$l \geq 0.012$: 手法 3b をみたくす

表6に示した手法3の面積要件を満たす高窓を通风経路上に確保する必要があります。その要件に適した高窓の寸法例を示しますので、参考にして下さい(表7)。

表7 手法3の要件に適した高窓開口サイズの例

高窓の種類	面積比	室の広さ				
		6 畳	8 畳	10 畳	12 畳	15 畳
頂側窓 (高さ 0.4m)	1/80	幅 0.31m	幅 0.41m	幅 0.52m	幅 0.62m	幅 0.77m
	1/70	幅 0.35m	幅 0.47m	幅 0.59m	幅 0.71m	幅 0.88m
	1/40	幅 0.62m	幅 0.83m	幅 1.03m	幅 1.24m	幅 1.55m
	1/35	幅 0.71m	幅 0.94m	幅 1.18m	幅 1.41m	幅 1.77m
頂側窓 (高さ 0.6m)	1/80	幅 0.21m	幅 0.28m	幅 0.34m	幅 0.41m	幅 0.52m
	1/70	幅 0.24m	幅 0.31m	幅 0.39m	幅 0.47m	幅 0.59m
	1/40	幅 0.41m	幅 0.55m	幅 0.69m	幅 0.83m	幅 1.03m
	1/35	幅 0.47m	幅 0.63m	幅 0.79m	幅 0.94m	幅 1.18m
天窗(正方形)	1/80	0.35m 角	0.41m 角	0.45m 角	0.5m 角	0.56m 角
	1/70	0.38m 角	0.43m 角	0.49m 角	0.53m 角	0.59m 角
	1/40	0.5m 角	0.57m 角	0.64m 角	0.7m 角	0.79m 角
	1/35	0.53m 角	0.61m 角	0.69m 角	0.75m 角	0.84m 角

※ 開口部の幅および高さ寸法は、内法寸法を示します。

面積比は、開口部面積の室の床面積に対する割合をいいます。

- ・頂側窓の場合、開口部の高さを抑えても、比較的長い幅を確保すれば手法 3 を満たすことができます。
- ・頂側窓や天窗を設置すると、室内に過大な日射を取り込んでしまい、冷房エネルギー消費量が増大してしまうことがあります。頂側窓・天窗の方位・仰角を考えるのはもとより、頂側窓に日射遮蔽を考慮する、天窗の日射遮蔽を徹底する等の対処が必要になります。

2 高窓の計画

1) 頂側窓等の設置 (3 寸勾配以上の屋根の場合)

屋根面の風圧係数が負になる部分に頂側窓等を設けて、通风を確保します(図9)。

- ・屋根勾配が 3 寸程度以上の場合には、棟の風下側に負圧となる部分が存在します。この部分に窓を設けることで、効果的な排気用の開口とすることができます。
- ・風下側に頂側窓を設置した住宅を密集住宅地に配置して行った風洞実験からは、壁面と頂側窓位置の間の風圧係数差が 0.15 程度(壁面間の通风経路[手法 1]で期待できる風圧係数差の 2~3 倍程度)となる結果が得られています。

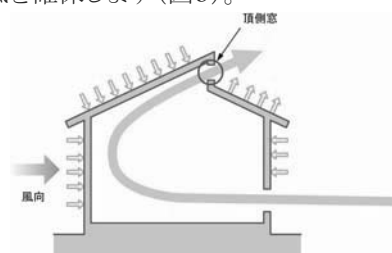


図 9 頂側窓による通风(屋根勾配 3 寸以上)

2) 天窗等の計画 (緩勾配の屋根の場合)

屋根面の風圧係数が負になる部分に天窗等を設けて、通风を確保します。

- ・屋根面に十分な風が当たる場合には、屋根面に生じる吸い出しの力(負圧)を利用すれば、効率的な外気の取り入れが可能となります。立地 1(都市型の立地)では、屋根面に十分に風が当たらず吸い出しの力が小さくなるものの、風下側屋根面に天窗を設置することで、壁面間の通风経路(手法 1)で期待できる風圧係数差の 2~3 倍程度(0.15 程度)を確保できます。より大きな風圧係数差(通风の駆動力)を期待できることは、小さな高窓面積で手法1と同等の通风量を確保できることにつながります。

3.1.5 開口部の計画・設計上の配慮

夜間には、窓が開いた通風時の状態における防犯、騒音への配慮が必要となります。

開口部には暴風雨時を想定した耐風性、水密性が求められます。また、強風時に自然風を利用する場合には、風の制御・調節が必要となります。

1 セキュリティへの対応

- ・窓閉鎖時に加え、通風時にも防犯性能が確保できる窓（夜間開放可能窓）の選定が必要です。
- ・窓の防犯性能は、サッシの構造（開閉方式、施錠機構、窓サイズ等）、ガラスの種類、シャッターや面格子等の併用によって大きく異なります。
- ・防犯性能は、窓のみで確保するのではなく、セキュリティーシステムや防犯グッズなどを組み合わせたり、防犯に配慮した外構計画にするなど、計画全体で確保することも必要となります。

ポイント 防犯上有効と考えられる通風用窓の例

- ・侵入盗の手口はいろいろありますが、ここでは、素手もしくは小型のネジ回し等を使用してほとんど音をたてないで侵入する「忍び込み犯」、および工具等を使用して窓を破壊して侵入する「破壊侵入犯」に対して、防犯上有効と考えられる窓の事例を挙げました。

【忍び込み犯対応窓の例】

①開放ストッパー付き窓

少し開いた状態で可動部が固定でき、屋外側から開放できないもので、主に開き窓に多く品揃えされています。



図 a 開放ストッパー付き
縦すべり出し窓の例(部分)

②面格子付き窓

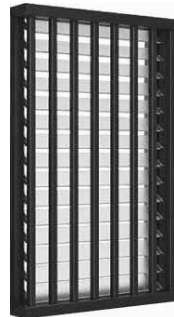


図 b 面格子付きルーバー窓の例

③通風雨戸や通風シャッター付き窓

閉めた状態で通風が可能な雨戸やシャッターがあります。主に引き違い窓と組み合わせて使用します。



図 c 通風シャッターの例
通風状態でシャッター部分が
屋外から引き上げにくいもの
(電動タイプが一般的)



図 d 通風雨戸の例

【破壊侵入犯対応窓の例】

① 防犯面格子付き窓

通常の面格子に比べてより壊しにくい対策がとられています。取付けネジを隠す、頭をつぶして外せないようにする、格子を交差して強度を増す、またはサッシと一体化する等により、防犯性が強化されています。



図 e ステンレス製面格子と
上げ下げ窓の組み合わせ例

② 細幅窓

窓の外枠の内法寸法が小さく、人が通り抜けられないものは防犯性が高く、また細長にすることで、必要な通風面積を確保できます。



図 f 細幅縦すべり出し窓の例

2 強風・強雨への対応

- ・強い風雨への対応として、耐風圧強度、水密性能、防錆性能がサッシに求められます。
- ・台風常襲地域でRC造住宅が一般的な沖縄では、通常、RC造用サッシが採用されます。RC造用サッシは、共同住宅の高層階での使用も想定されているため、一般の木造住宅用サッシに比べて耐風圧強度や水密性能を高めた構造になっています(図 10)。
- ・サッシに入れるガラスの厚さ、種類、面積は必要耐風圧強度に応じて選定して下さい。強度が不足する場合には、中枠を入れる、開口を複数のサッシに分割する等の対応が必要となります。
- ・防錆・耐久性の面から、サッシやドア、面格子、シャッター等の窓まわり部材にはアルミ製のものを使うのが一般的です。また、網戸のネットにはグラスファイバー製や樹脂製が用いられます。
- ・沖縄では、水密性に劣る窓に建築的な工夫を行うことで、風雨の浸入防止をはかる例がみられます。図 11 は、横風を遮り雨滴の浸入を防ぐ目的で、高窓の両側に袖壁を設置しています。

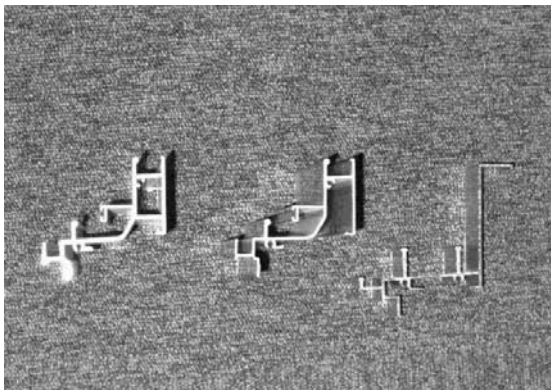


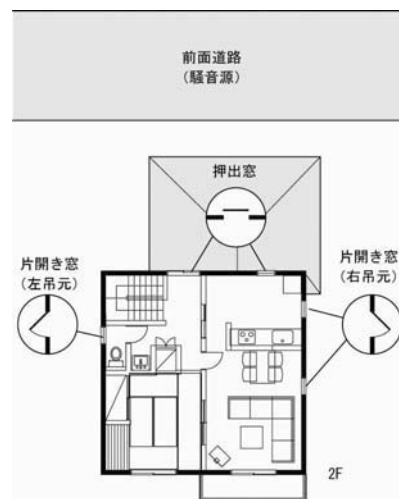
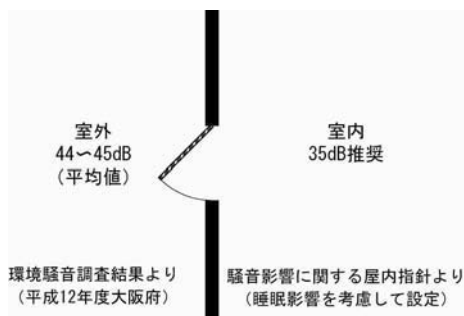
図 10 サッシ下枠の断面例
(最左の枠材は補強板・水返しが付属している)



図 11 妻壁の高窓に設けた袖壁

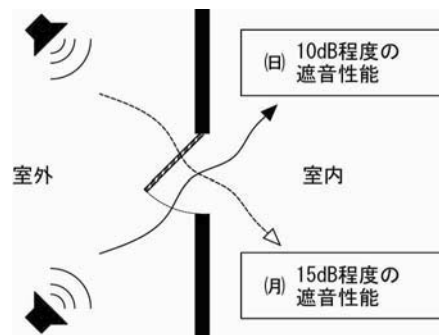
3 外部騒音への対応

- ・夜間、通風を寝室で利用する場合には、寝室に直接外気を取り込むような通風計画を行う必要があります。しかし、夜間は外部騒音に対する意識が敏感になり、「通風は確保できるがうるさくて眠れない」ということが起こる可能性が高くなります。したがって、開放して通風を確保しつつ、外部騒音を低減できるような開口部の工夫が求められます。
- ・夜間の居住地における室外騒音レベルの平均値と、睡眠への影響を考慮した場合の室内騒音レベルの推奨値は、図 12 のようになります。この場合窓を開けた状態でも、遮音性能(内外の騒音レベルの差)が 10 デシベル程度あれば、睡眠中の窓の開放が可能となります。
- ・騒音レベルは、発生源に面しているかどうかでその大きさが異なります。設計当初から騒音源が明らかな場合は、それに面する開口部を小さくする方法や遮音性能の高い建具を使う方法で対応が可能です。また、開き窓では騒音源と反対の方向(静かな方向)に開放するような開き勝手をすると、より遮音効果が得られます(図 13)。



ポイント 開放した窓の遮音性能

- ・下の図は、片開き窓(幅0.7m、高さ1.3m)の外側2方向から音を発生させて室内における騒音レベルを測定し、その結果により窓の遮音性能を表したものです。
- ・開放部分の幅を 25 cmとした場合、①は音が直接室内に入ってくる状態ですが、それでも 10dB 程度の遮音性能があります。これに対し、建具面が音を遮る壁ようになる②の状態にすると 15dB 程度の遮音性能となり、5dB 程度向上する結果が得られました。



3.1.6 室別の冷房エネルギー削減率の計算方法

室ごとに換気回数を推定することにより、冷房エネルギー削減率をより精度高く算出することができます。ここでは、その計算方法を解説します。

計算手順は、以下の通りです。

①リビング・ダイニング(起居時の使用が主)、主寝室(就寝時のみ使用)、子供室(夕方から朝方まで使用)のそれぞれについて、採用する手法を確定し、表2をもとに換気回数を推定します。

②表8は、地域区分ごとに、各室について換気回数の違いによる冷房エネルギー削減率(または増加率)を表しています。表8により、各室のエネルギー削減率(または増加率)からエネルギー消費率(エネルギー消費量標準値を1.0とした場合の消費量の割合)を確定します。

なお、室用途で自然風利用による冷房エネルギー削減率は多少異なりますが、これは外気温が低くなる時間帯(主として夜間時)に利用される室ほど自然風の利用効果が得られやすいことなどによります。そのため、1日の利用時間のうち夜間時に利用する割合の高い主寝室は、リビング・ダイニングと子供室と比べて、冷房エネルギー削減率が高くなることを見込まれます。

③エアコンを設置しない居室は、表bにより扇風機利用時の期間エネルギー消費量を確認します(扇風機を利用しない場合は、エネルギー消費量は0として扱います)。

④表10は、住宅全体の冷房エネルギー削減率の計算表です。冷房エネルギー消費量標準値と表aで確定したエネルギー消費率を掛け合わせ、冷房エネルギー消費量を求めます。扇風機利用時は表bによるエネルギー消費量を加算します。これらをもとに、全体エネルギー削減率が求められます。

表8 室別・換気回数別の冷房エネルギー削減率

換気回数 [回/h]	VI地域			V地域		
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	リビング・ダイニング	主寝室	子供室
0	4 % 増加 (1.04)	7 % 増加 (1.07)	3 % 増加 (1.03)	6 % 増加 (1.06)	16 % 増加 (1.16)	5 % 増加 (1.05)
2	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)	削減なし (1.0)
5	4 % 削減 (0.96)	7 % 削減 (0.93)	3 % 削減 (0.97)	4 % 削減 (0.96)	9 % 削減 (0.91)	6 % 削減 (0.94)
10	9 % 削減 (0.91)	15 % 削減 (0.85)	7 % 削減 (0.93)	10 % 削減 (0.9)	22 % 削減 (0.78)	12 % 削減 (0.88)
20	10 % 削減 (0.9)	22 % 削減 (0.78)	11 % 削減 (0.89)	16 % 削減 (0.84)	33 % 削減 (0.67)	18 % 削減 (0.82)

※ 表中の()内表記は、エネルギー消費率を示します。

■検討条件 冷房設定温度 28℃ エアコン定格容量:リビング・ダイニング 5kW、主寝室 2.8kW、子供室 3.6kW(VI地域)・2.2kW×2台(V地域) エアコン定格 COP:3 前後

表9 扇風機利用時の期間1次エネルギー消費量[単位:GJ]

換気回数 [回/h]	VI地域			V地域		
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	リビング・ダイニング	主寝室	子供室
0	0.57	0.26	0.41	0.41	0.15	0.53
2	0.52	0.23	0.36	0.38	0.13	0.47
5	0.47	0.19	0.31	0.35	0.11	0.41
10	0.4	0.16	0.26	0.31	0.08	0.35
20	0.35	0.13	0.22	0.27	0.06	0.29

■検討条件 扇風機電力消費量:30W(弱ノッチ、首振り運転)

非冷房条件で、在室時かつ 28℃以上となる場合に扇風機を利用すると想定して算定

1次エネルギー換算係数 電気:9,760[kJ/kWh](建築物の省エネルギー基準平成18年改正による値)

表10 冷房エネルギー削減率の計算表

	室			住宅全体
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	
①エネルギー消費量標準値[GJ]	6.1(VI),3.4(V)	1.3(VI),0.5(V)	2.9(VI),1.8(V)	10.3(VI),5.7(V)
②換気回数[回/h] ←表2				
③エネルギー消費率 ←表a				
④冷房エネルギー消費量[GJ] ①×③ または扇風機利用時のエネルギー消費量[GJ]←表b				
⑤住宅全体の削減率[%] (1-④/①)×100				

※ ①のエネルギー消費量標準値は、VI地域は左、V地域は右の数値を使用すること

①のエネルギー消費量標準値および表9の扇風機利用によるエネルギー消費量[GJ]はすべて1次エネルギー(電力)で表示している(1次エネルギー換算係数 電気:9,760[kJ]/kWh) 建築物の省エネルギー基準平成18年改正による値) エアコン非設置室については③を未記入とし、④の扇風機利用時の期間エネルギー消費量を表bにより入力のこと VI地域における①の標準値および表bの扇風機利用時の期間エネルギー消費量は子供室1室(2人で共用する場合)の値である

V地域における①の標準値および表bの扇風機利用時の期間エネルギー消費量は子供室2室を合算した値である

【計算例】

計算条件 地域:VI地域

換気回数:リビング・ダイニング 10回/h、主寝室 5回/h、子供室 10回/h

子供室にエアコンを設置しない

計算結果 住宅全体の冷房エネルギー削減率 31%程度

	室			住宅全体
	リビング・ダイニング	主寝室	子供室	
エネルギー消費量標準値[GJ]	6.1(VI),3.4(V)	1.3(VI),0.5(V)	2.9(VI),1.8(V)	10.3(VI),5.7(V)
②換気回数[回/h] ←表2	10	5	10	
③エネルギー消費率 ←表8	0.91	0.93	— (エアコン非設置)	
④冷房エネルギー消費量[GJ] ①×③ または 扇風機利用時のエネルギー消費量[GJ]←表9	5.6	1.2	0.26	7.1
⑤住宅全体の削減率[%] (1-④/①)×100				31%

3.2 昼光利用（太陽光の利用・1）

昼光の利用計画は、建物内に太陽光を上手に採り入れることにより住宅室内の昼間の明るさを確保し、照明エネルギー消費の削減と快適性の向上を実現することを目的とした技術で、採光手法と導光手法という大きくは2つの方法があります。

昼光の利用は、夏期においてはとくに日射遮蔽とのバランスをとる必要があります。また、通風用開口が光を採り入れるのに有効となる場合もあるため、現実の計画においてはトータルな計画が非常に重要になります。

3.2.1 昼光利用の目的とポイント

- ・蒸暑地（VI地域）では、とくに夏期において日射遮蔽を重視するため昼光の利用は考慮されにくく、照明エネルギーが増加しがちです。しかし、昼間の明るさを上手に室内に採り入れることで照明による無駄な点灯を少なくし、照明エネルギー消費を削減することが可能になります。
- ・VI地域のような強い昼光を採り入れた室内の光環境には、開口部と室内の強い明暗の対比が存在します。明暗の対比が強すぎると、十分に採光しているのに逆に室内が暗く感じて照明を無駄に点けてしまう状況（昼行灯）が起こりえます。
- ・開口部からの明るさを制御する日照調整を上手に行うことで、日射遮蔽を行いながら、室内の強い明暗の対比を小さくし、視覚的な快適性と無駄な照明の点灯削減の両方を実現することが可能となります。
- ・昼光の利用技術には、開口部からの明るさを直接採り入れる採光手法と窓まわりや室内の反射などを利用した間接的な導光手法があります。VI地域の場合、採光手法では昼光の量を確保することよりも、むしろどのように制御（日照調整）して採り入れるか、また、導光手法では制御された昼光を可能なかぎり有効利用することが非常に大切です。

3.2.2 昼光利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・昼光利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から3までとし、昼間の人工照明の必要度、すなわち照明設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル0	：	照明エネルギー削減	なし
レベル1	：	照明エネルギー削減率	2～3%程度
レベル2	：	照明エネルギー削減率	5%程度
レベル3	：	照明エネルギー削減率	10%程度

- ・2000年時点における標準的な照明エネルギー消費量はVI地域で13.6GJ（エネルギー消費量全体の20%程度）、V地域で11.3GJ（同17%程度）となります（6.1参照）。
- ・昼光利用による省エネルギーの目標レベルは、住宅の立地条件と住宅内の採光条件の組み合わせにより達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

1) 立地条件

- ・建設する住宅への太陽光の入射を妨げる建物があるかどうかなど、敷地周辺の状況により、太陽光の利用可能性は変わりますし、それによって省エネルギーに有効な手法は異なってきます。立地条件につい

ては、以下の3つに区分して捉えることが有効です(「2.3.1 自立循環型住宅の設計要件の把握」参照)。

立地1	:	太陽光の利用が困難な過密・高層型の立地
立地2	:	太陽光の利用に工夫が必要な過密型の立地
立地3	:	太陽光の利用が容易な郊外型の立地

- ・立地1に該当する敷地周囲が高層建物に囲われ日影時間がきわめて長くなる敷地(過密・高層型の立地)、立地2に該当する都市内狭小敷地で隣家との隣棟間隔が小さい敷地(過密型の立地)などでは、昼光利用が不利になる場合がありますが、立地条件に合う手法を選択することで、ある程度の省エネルギー効果を得ることができます。

2) 採光条件

- ・住宅内の採光条件は、居室と非居室それぞれの昼光の必要性などを考慮して、表1に示す条件0(基準法相当)から条件3までのケースを目安として設定しました。

表1 採光条件の目安

	リビング・ダイニング	老人室・子供室等	その他の居室	非居室	台所・廊下・玄関 洗面・浴室・便所
採光条件0 (基準法相当)	1面採光	1面採光	1面採光	—	
採光条件1	2面採光	1面採光	1面採光	—	
採光条件2	2面採光	2面採光	1面採光	—	
採光条件3	2面採光	2面採光	1面採光	全て1面採光	

- ・表1に示す1面採光または2面採光は、採光面として扱える昼光利用手法の数を意味しています。本書で取り上げている昼光利用手法(表3参照)を、採光面として扱える手法と扱えない手法に区分すると以下ようになります。
- ・各手法についての詳細は、「3.2.4 昼光利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

1) 目標レベルの達成方法

- ・昼光利用による省エネルギーの各目標レベルと立地ごとの採光条件の対応関係は、表2のとおりです。
- ・基準とするレベル0は、立地1に該当する周囲に高層建物が建つ過密な敷地に建つ住宅で、建築基準法をぎりぎりクリアする程度の昼光利用の状況をイメージしています

表2 昼光利用の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (照明エネルギー削減率)	採光条件(手法の適用)		
		立地1	立地2	立地3
レベル0	0	採光条件0 (基準法相当) 1面採光 床面積×1/7	—	—
レベル1	2~3%程度	採光条件3	採光条件2	採光条件1
レベル2	5%程度	—	採光条件3	採光条件2
レベル3	10%程度	—	—	採光条件3

- ・ここで推計している照明エネルギーは、夜間のエネルギーも含まれています。したがって、昼間だけの照明エネルギーと考えると、もっと大きな削減効果が期待できます。
- ・立地3に該当する郊外型の敷地では、特別な工夫をしなくてもレベル1程度の昼光利用が可能ですが、立地1または2に該当する過密型の敷地で太陽光の利用が困難な場合、積極的に昼光を採り入れる手

法を検討することが必要になります。

2) 昼光利用手法の種類と光環境の特性

・本書で取り上げている昼光利用手法は、より多くの光を採り入れることだけでなく、室内の光の均一さ、つまり光が届きにくい奥の部分の照度の上昇、さらに明暗の対比低減をねらったものです。各手法を用いたときの光の導入量増加、均一さの向上、明暗の対比低減に対する効果の度合いを表3に示します。

表3 昼光利用手法の光環境の特性

手法の内容		導入量の増加	均一さの向上	明暗の対比低減			
手法1	直接的な昼光利用手法(採光)	①開口部の位置・形状	側窓	方位	○	○	○
			形状	△	○	—	
			高さ	△	◎	○	
		頂側窓		○	◎	○	
		(天窗:V地域のみ)		(○)	(◎)	(◎)	
		②日照調整装置	簾・スクリーン・障子・カーテン	△	△	◎	
ルーバー・ブラインド※	○		○	◎			
庇・オーニング※	△		△	○			
手法2	①空間構成	欄間等	○	△	—		
		光井戸	○	◎	○		
	②仕上げ面の反射	屋外地面・軒裏・室内表面	△	○	○		
	③装置	水平面反射装置など	○	○	—		
		(ライトダクトなど:V地域のみ)	(◎)	(◎)	(○)		

◎:有効 ○:計画によっては有効 △:あまり有効ではない ※:ルーバーや庇などの日照調整装置は、導光手法として利用することができる

3.2.3 昼光利用技術の検討ステップと前提条件

1 昼光利用技術の検討ステップ

- ・手法を検討する前提として、敷地条件と日照条件を確認することが重要となります。
- ・次に、直接的な昼光利用手法(採光手法)の検討を行います。検討の際には、将来の周辺環境の変化や、敷地の一部売却の可能性等についても考慮することが大切です。
- ・また併せて、採光手法に合った間接的な昼光利用手法(導光手法)を検討します。

ステップ1 敷地条件と日照条件の確認
1)敷地条件・日照条件を季節ごとに平面的に捉え、将来にわたり日照が確保できる位置を検討する。
2)敷地条件・日照条件を季節ごとに断面的に捉え、将来にわたり日照が確保できる階数など立体的な建物形状の大枠を検討する。
▼
ステップ2 直接的な昼光利用(採光手法)の検討(手法1)
1)採光可能な開口部の位置・形状を検討する。自然風の利用との関係も十分に考慮する。
2)開口部まわりの日照調整方式を検討する。日射遮蔽との関係も十分に考慮する。
▼
ステップ3 間接的な昼光利用(導光手法)の検討(手法2)
1)空間構成および採光手法に合わせて、導光手法を検討する。
2)空間のつながり、間仕切りの有無と種類を十分に検討し、可能なかぎり空間全体に導光できる計画とする。
▼
ステップ4 昼光の不足部分の把握と照明設備への反映
1)昼間に光量が足りない部分を把握し、「5.5 照明設備計画」に反映する。

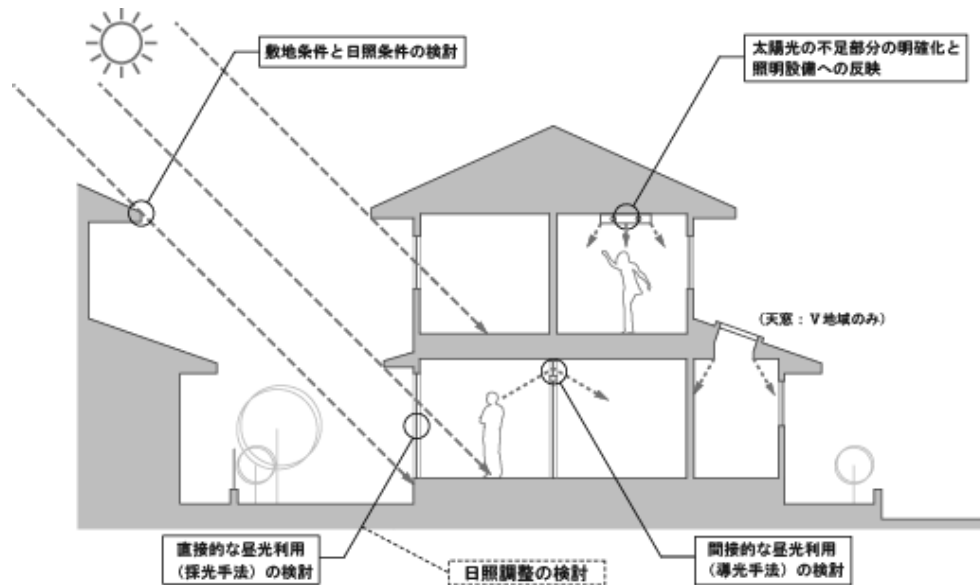


図1 昼光利用技術の全体像

2 前提条件（敷地条件・日照条件）と計画上の留意点

1) 敷地条件による平面計画上の留意点

初めに、概略を計画するため平面的なチェックを行います。

周辺の建物等が敷地にどのような影を落とすか日影図で検討します。季節は、日照を確保したい冬期の最も影の長い時期(冬至)を主として、最も影の短い夏期(夏至)も含めて検討します(図2、図3)。午前・正午・午後の太陽の位置とそれによる日影は異なりますので、それぞれの時間ごとに細かくチェックしていくことが、快適で明るい室内の実現につながります。その際、現在は建物がなくても今後建物が建つ可能性がある場合には、その状況を想定しておくことも重要です。

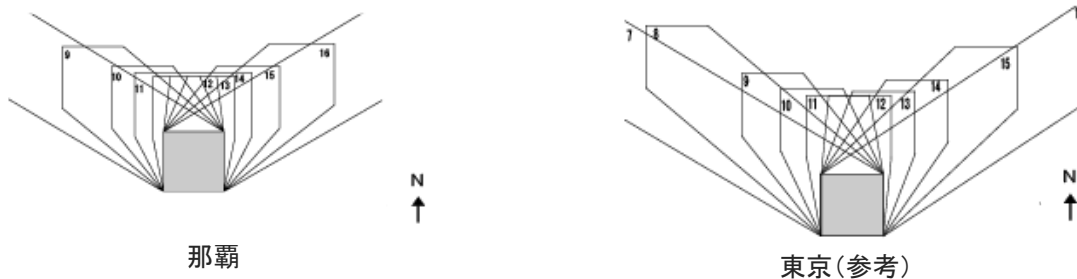


図2 冬至(12/21)の日影図(平屋建て)

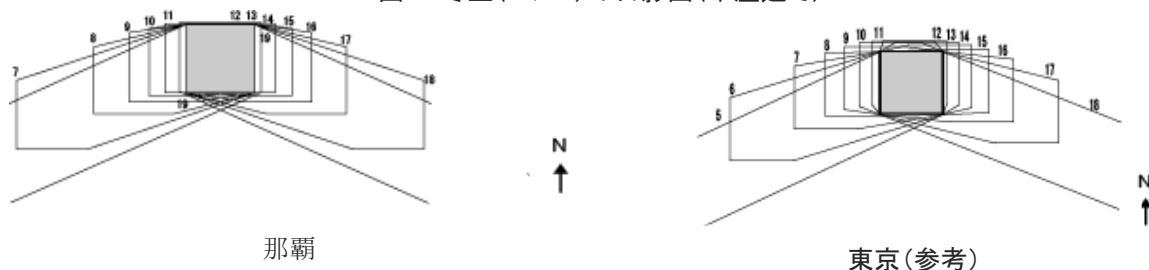


図3 夏至(6/21)の日影図(平屋建て)

日照が確保できる位置や時間帯がわかったら、どのような時間帯に日差しを必要とするのか、ライフスタイルなど長期的な視点で考えて平面配置を工夫します。

2) 敷地条件による断面計画上の留意点

次に、具体的な計画をするため、立体的な影のチェックを行います。

例えば、那覇において太陽高度は、真南で冬至の場合 40.4° 、夏至の場合 87.3° 、春秋分の場合 64° として考えます。この季節ごとの太陽高度とそれによる日影の状況などから、1階南窓を通して床面のどのあたりまで南側の建物の影が伸びてくるのかが分かり、窓の位置や開口形状(後述)についても考えることができるなど、立体的な空間のイメージをより具体的につかむことができます(図4)。

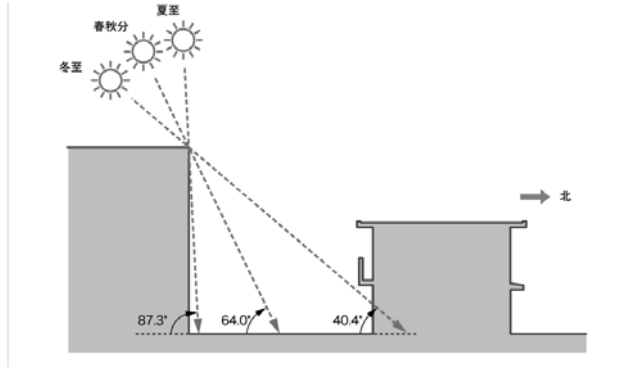
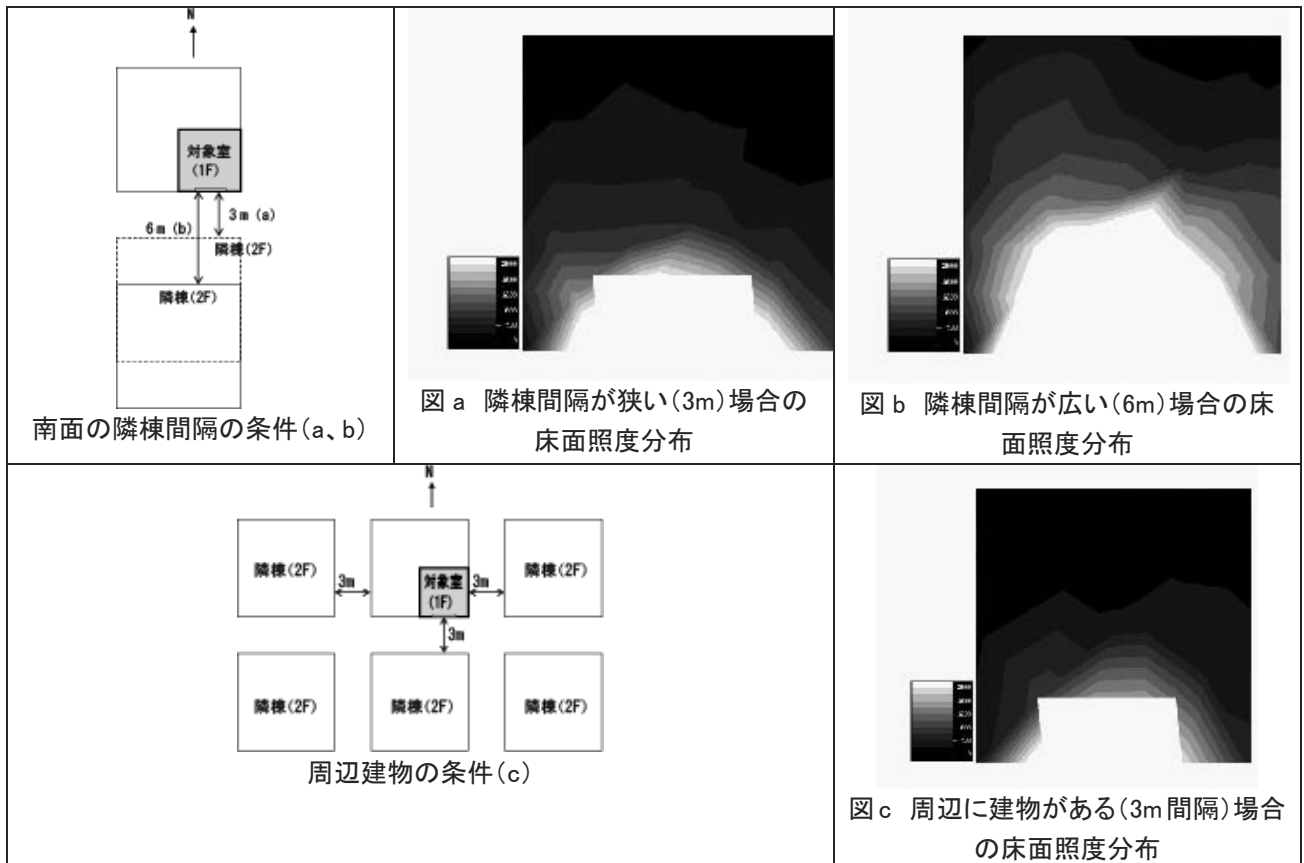


図4 立体的な影のチェック(那覇における太陽高度)

ポイント 敷地条件による室内照度の違い

敷地南側に隣接して2階建て建物があり、その隣棟間隔が狭い場合と広い場合(図a、図b)、周辺に2階建ての建物がある場合(図c)を想定し、1階床面照度分布のシミュレーション検討を行いました。隣棟間隔が広い場合は、開口部からの直接的な採光の可能性が高くなることが分かります。



3.2.4 昼光利用の手法

手法1 直接的な昼光利用手法（採光手法）

- ・昼光利用手法の第1段階は開口部による採光ですが、開口部の位置により採光の効果が異なります。計画の際には、敷地条件や居住空間の特性により適切な採光方法を選択する必要があります。
- ・同時に自然風の利用についても考慮します。
- ・開口部の位置と形状が確定しても、開口部のみでは夏期には日射熱が直接室内に侵入して快適性が著しく損なわれたり、直射光によりまぶしすぎたりするため、適切な昼光となるよう日射遮蔽と日照調整を同時に計画します。

1 開口部の位置・形状の計画

1) 側窓の計画

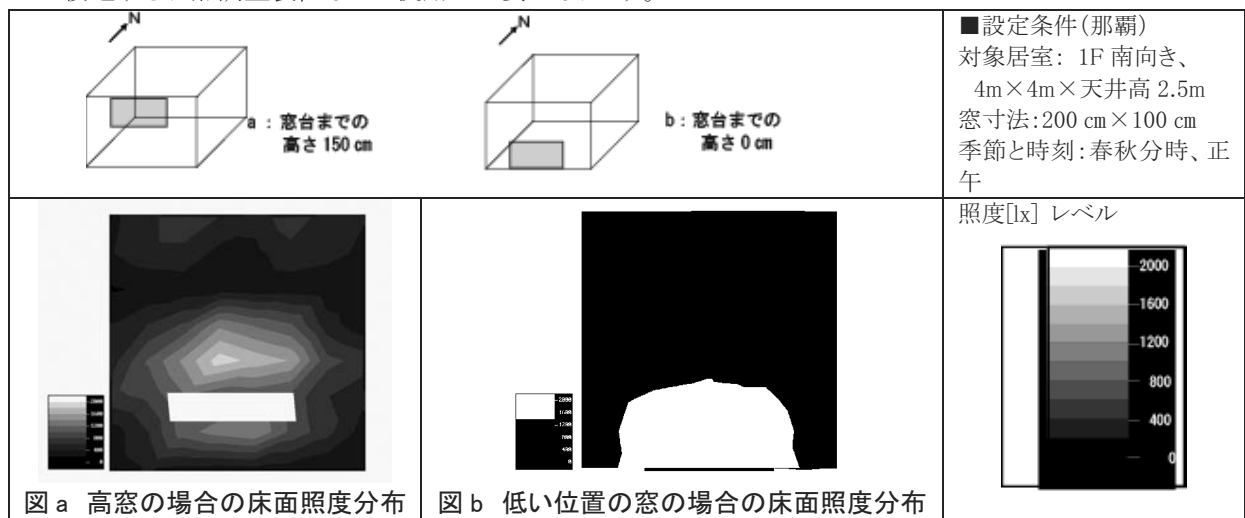
外壁面に設ける一般的な側窓は、窓の構造が簡単で、雨仕舞いの面でも施工が容易です。また、窓の開閉や清掃がしやすいことも、忘れがちですが大きなメリットです。

昼光利用の観点からは、以下のような開口部の特性を意識しておくことが大切です。

- ①窓の位置は高い方が、室の奥まで光が届き、室内照度の均一性は向上します。
- ②窓の位置は高い方が、プライバシーの確保が容易なことが多く、カーテン等の開放率も向上する傾向があります。
- ③窓の位置は高い方が、視野の中心からずれて、まぶしさを低減させ易くなります。

ポイント 窓の高さによる室内の明るさの違い

- ・参考として、同じ形状で設置高さが異なる窓のある部屋の室内床面照度を示します。
- ・一般に、窓の位置が高いほど、照度の均一性は高くなります。図 a の場合は室の奥まで光が届くことがわかります。その分、奥の照度も上がり、室全体の照度均一性が高くなります。高窓の場合は、近隣の影響をやや受けにくく、まぶしさを低減できることもメリットの1つです。ただし、日射はそのまま入ってくるので、後述する日照調整装置などの使用が必要になります。

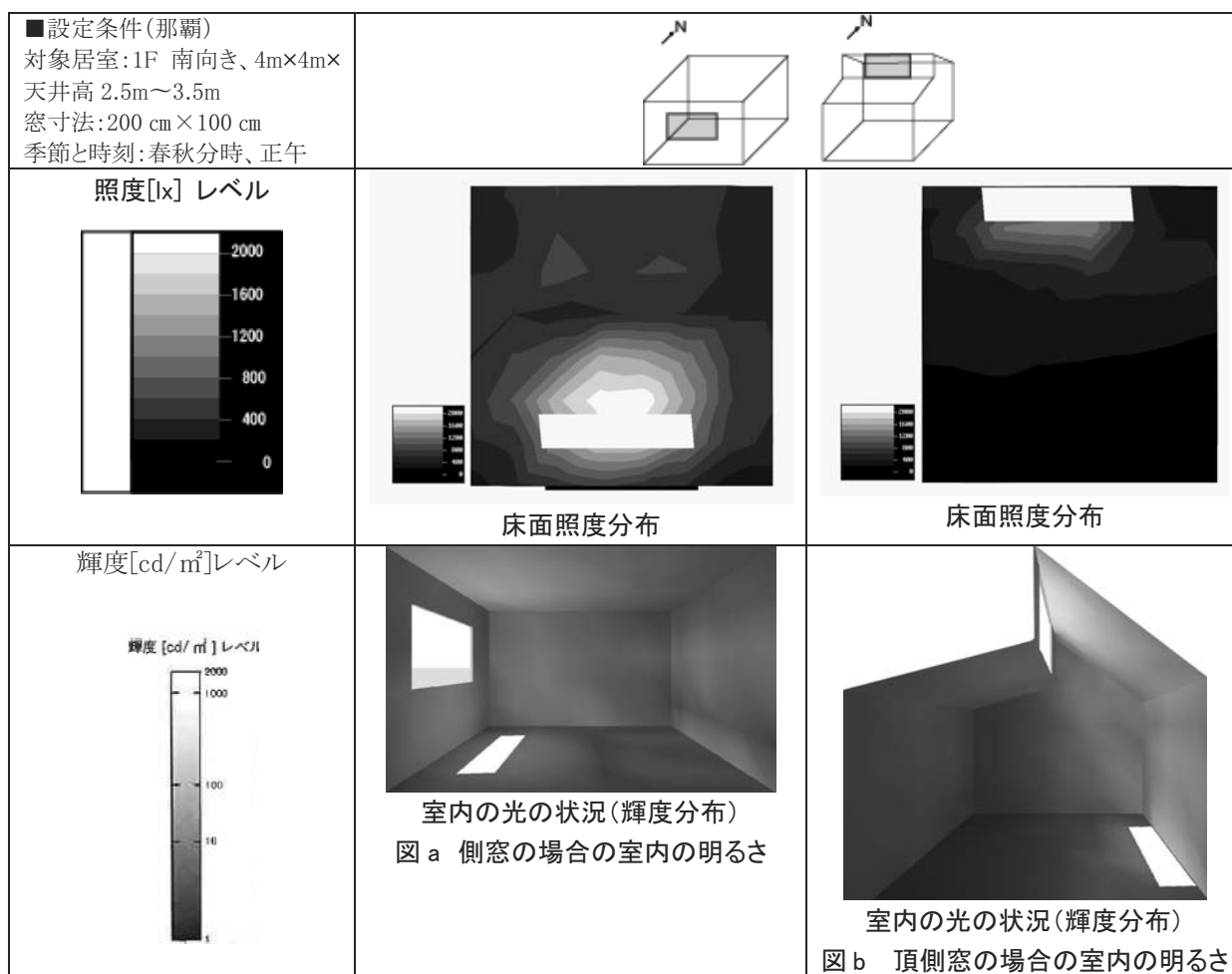


2) 頂側窓の計画

隣棟間隔が狭く、側窓からの採光可能性が非常に低い場合、あるいは北に面した居室に明るさを確保したい場合などは、頂側窓によって効率的な採光を計画することが有効です。前述したとおり、高い位置にある窓は、室の奥まで効率的な採光が可能となり照度の均一性は高くなりますし、換気性能等が上がるメリットもあります。頂側窓で注意する点は、メンテナンスをどう行えるようにするかということです。窓の清掃・点検だけでなく、南向きの頂側窓の場合は夏期の日射遮蔽が不可欠となるため、後述の日照調整装置を使うなど十分な配慮が必要です。

ポイント 側窓と頂側窓による室内の明るさの違い

- ・参考として、同じ面積の側窓と頂側窓による室内床面照度分布と室内全体の光の状況(明るさの見え方)を表す輝度の分布(輝度分布)の違いを示します。
- ・頂側窓を設けると、側窓で暗かった天井や室奥の壁面が明るくなります。



2 日照調整装置の計画

昼光を採り入れることは、VI地域において非常に多い照明エネルギー消費を減らすことにつながります。しかし、とくに夏期には、冷房負荷を低減するために日射の遮蔽が重要になるので(4.2 「VI地域における日射

遮蔽手法」参照)、明るさと日射遮蔽の両立を考える必要性が生じます。

一般に、直射日光を遮蔽する装置は「日射遮蔽装置」と呼ばれますが、熱に加えて光についても考慮すると、ただ熱を遮るために遮蔽するのではなく、明るさも調整する装置、すなわち「日照調整装置」と呼ぶことのできる仕掛けが必要です。

ここでは、日照調整装置としての特徴を、屋外に設置する場合(表4)と屋内に設置する場合(表5)に分け、日射遮蔽効果との関係も含め示します。さらに、日照調整装置により開口部と周辺の明暗の対比を小さくすることで、室内が暗く感じないようにするための手法について、庇や花ブロックを例に挙げ解説します。

光環境の調節のしやすさは、室内の水平ブラインドなどの屋内設置の付属的な装置の方が優れています。一方、屋外に設置する装置の方が日射遮蔽効果は大きく、強風・強雨対策を考慮すると、庇や花ブロックなど建築的な装置が有効になります。

それぞれの日照調整装置の特徴を把握し、使用時期、設置する方位や目的に適した装置を選択することが必要です。

表4 日照調整装置の特徴・1(屋外設置の場合)

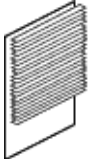


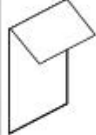



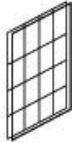








		水平ルーバー 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・南東～南～南西、太陽高度が高いときに適する ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・あまりない ・目的に応じた羽の設定が重要。羽の上面で反射した直射日光が天井へ入射し、室内が明るくなる
		水平ブラインド 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽からの反射光を天井に導くこともできる
		簾(すだれ) 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・東西面、太陽高度が低いときに適する ・あまりよくない ・ある ・安価で設置が容易。自然素材の視覚的効果が期待できる
		ロールスクリーン 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・東西面、太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なるがあまりよくない ・素材によって異なるがかなりある ・外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する
		庇 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・南、太陽高度が高いときに適する ・よい ・ない ・太陽高度が低い場合には直射日光が入射しやすいので、西日などの遮蔽には不向き
		オーニング 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考	<ul style="list-style-type: none"> ・北面以外に適する ・よい ・素材によって異なるがあまりない ・固定の庇より太陽高度の低い場合にも対応可能。素材によっては直射日光の拡散透過がある

表 5 日照調整装置の特徴・2(屋内設置の場合)

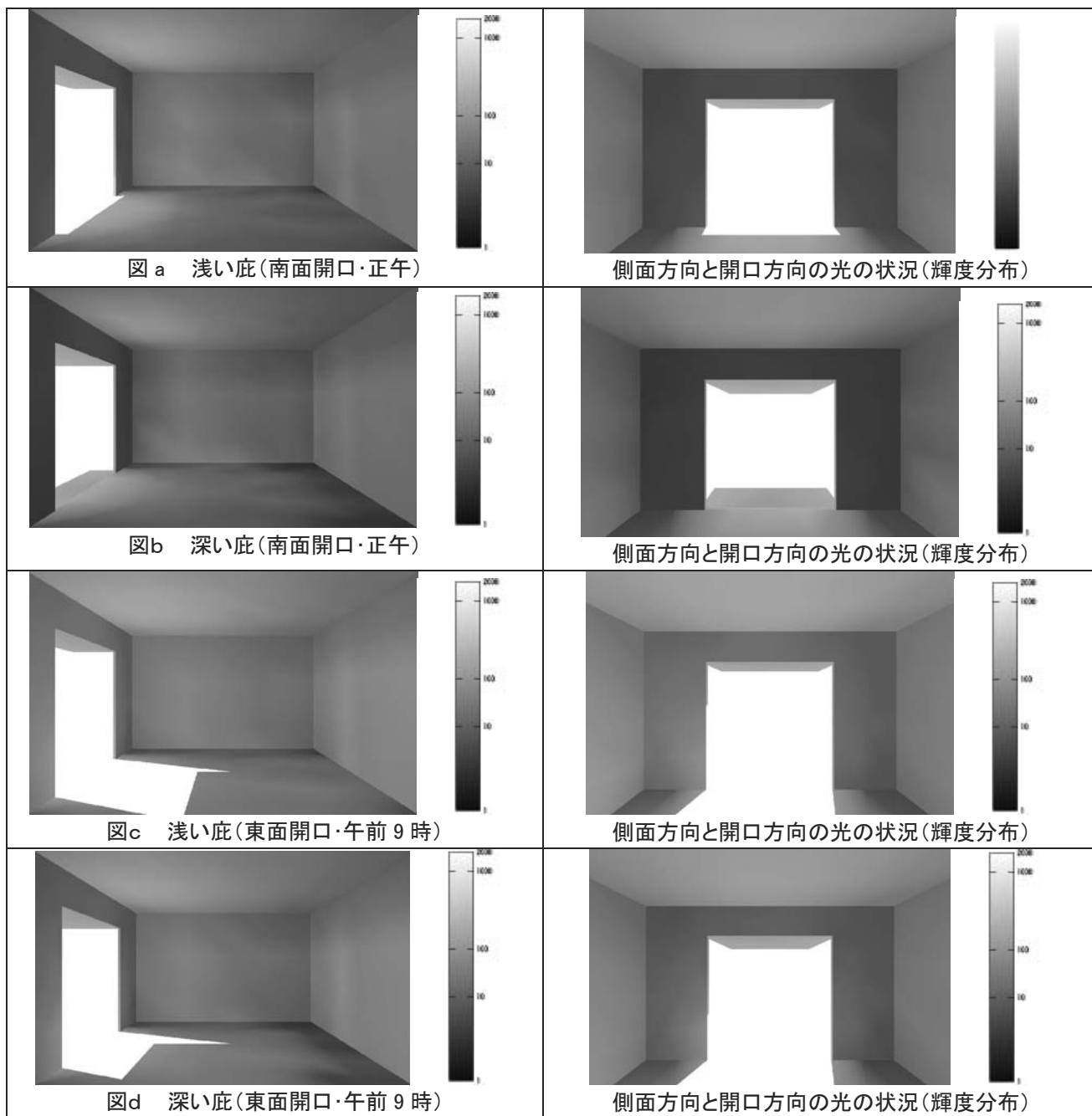
		<p>水平ブラインド 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽角の調整、巻き上げなどの調整が容易
		<p>障子 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽高度が低いときに適する ・よくない ・素材によって若干異なるがかなりある ・視線制御には効果的だが、外部環境が把握しにくい。やわらかい光環境をつくることができる
		<p>ロールスクリーン 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・東西面、太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なるがあまりよくない ・素材によって異なるがかなりある ・外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する。巻き上げによる調節が容易
		<p>レースカーテン 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽高度が低いときに適する ・素材によって異なる ・素材によって異なる ・眺望優先かまぶしさ抑制優先かなど、目的に応じた素材選択が重要
		<p>垂直ブラインド 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全方角に対応可能 ・羽の間隔、角度によって見え方が変わる ・羽角によっては少しある ・直射日光が窓面に対し角度を持って入射する場合に適している
		<p>なし 方角・季節・時刻 眺望 直射光の拡散性 備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・よい ・ない

1) 庇による日照調整効果

蒸暑地でよく用いられる庇は、その出寸法により日射遮蔽効果が異なりますが、日照調整効果も庇の出で異なります。ただし日射遮蔽とは違って、見え方の部分で効果が異なります。

ポイント 庇の出による室内の光の状況の違い

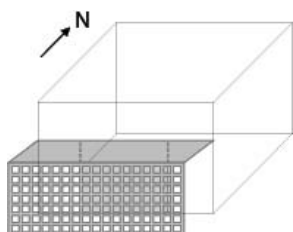
- ・室内の光の状況を表す輝度分布により庇の効果の違いを示します。
- ・図 a と b は、南面開口で正午の場合の庇の出による見え方の違いです。太陽高度が高いため、図 b の深庇では陰となる部分が広くなり、開口部のまぶしい感じ(対比)が小さくなっています。
- ・図 c と d は、東面開口で午前 9 時の場合の庇の出による見え方の違いです。太陽高度が正午より低いので床に日が差し込みますが、図 d の深庇ではまぶしい部分の面積が小さくなるので、まぶしい感じ(対比)を小さくすることができます。



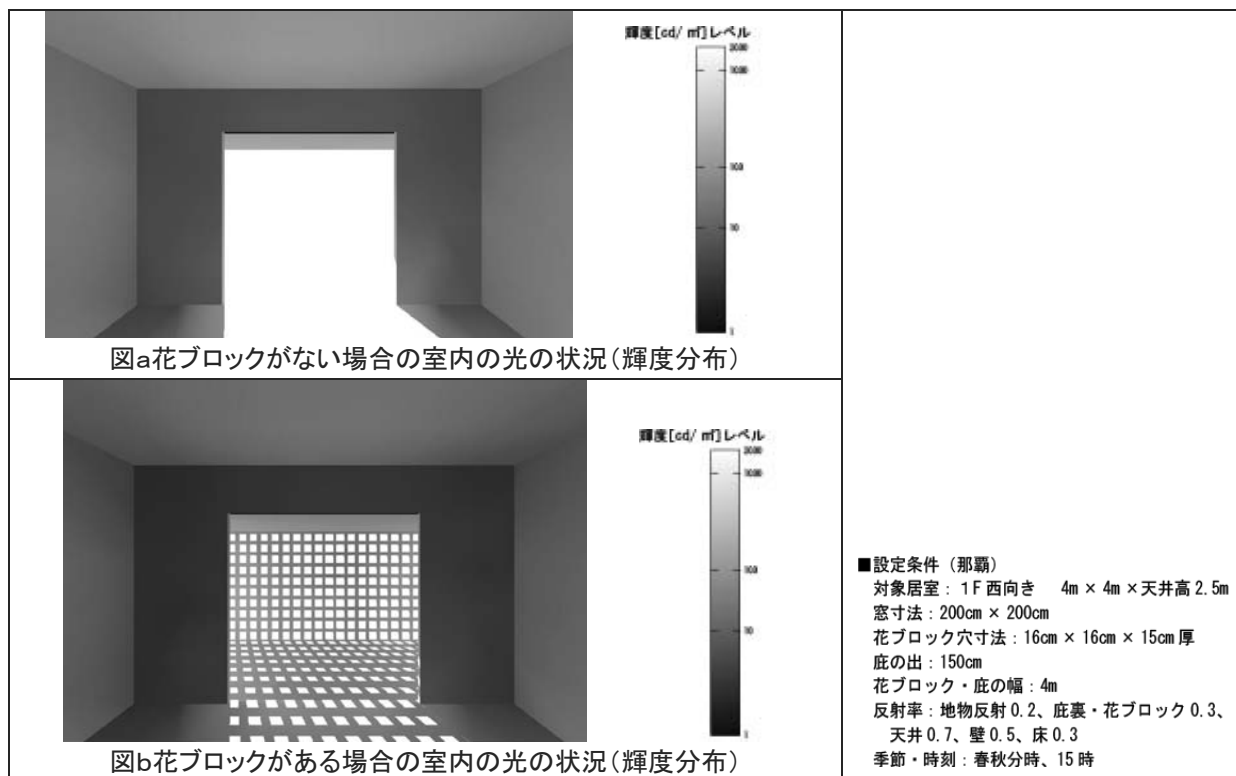
2) 花ブロックの日照調整効果

VI地域では、強風の緩和や景観整備のために花ブロックがよく用いられます。西日などを遮る日射遮蔽装置としても有効ですが、日照調整という点でも庇と組み合わせて大きな効果が得られます。

ポイント 花ブロックによる室内の光の状況



- ・室内の光の状況を表す輝度分布により花ブロックの効果を示します。
- ・図 a と図 b は、西面開口で 15 時の場合の花ブロックの有無による見え方の違いです。
- ・庇のみで、花ブロックがない図 a では、西日が直接差し込み、開口部と床の広い部分がまぶしく感じられるため、実際には日光の量は確保されているにもかかわらず、室内は相対的に暗く感じやすくなります。
- ・庇と花ブロックを組み合わせた図 b では、西日が花ブロックの日照調整効果によってやわらげられるため、日光の量は制限されますが、明暗の対比が小さくなるので、室の奥はそれほど暗く感じません。
- ・つまり、花ブロックがあることで、西日などの日射を確実に遮蔽しながら、室の奥を暗く感じさせない効果があります。



手法2 間接的な屋光利用手法（導光手法）

- ・開口部から採り入れた光を室の奥に導くこと（導光）によって、明るさを含めた視覚的な快適性を向上させることができます。十分な採光が得られない住宅でも、導光によって採光された光を最大限に活用することができます。

- ・導光手法には、空間構成による導光、仕上げ面の反射による導光、装置による導光の3つがあります。優先順位としては、まず空間構成や内装仕上げによる建築的な導光を十分検討した上で、不足する部分を装置的な導光で補うという手順が望ましいでしょう。
- ・導光手法は、複数組み合わせることで、一層効果が高まる場合があります。

1 空間構成による導光

空間構成による導光とは、平面・立面計画上の工夫により光の通り道をつくることです。

1) 欄間等による導光

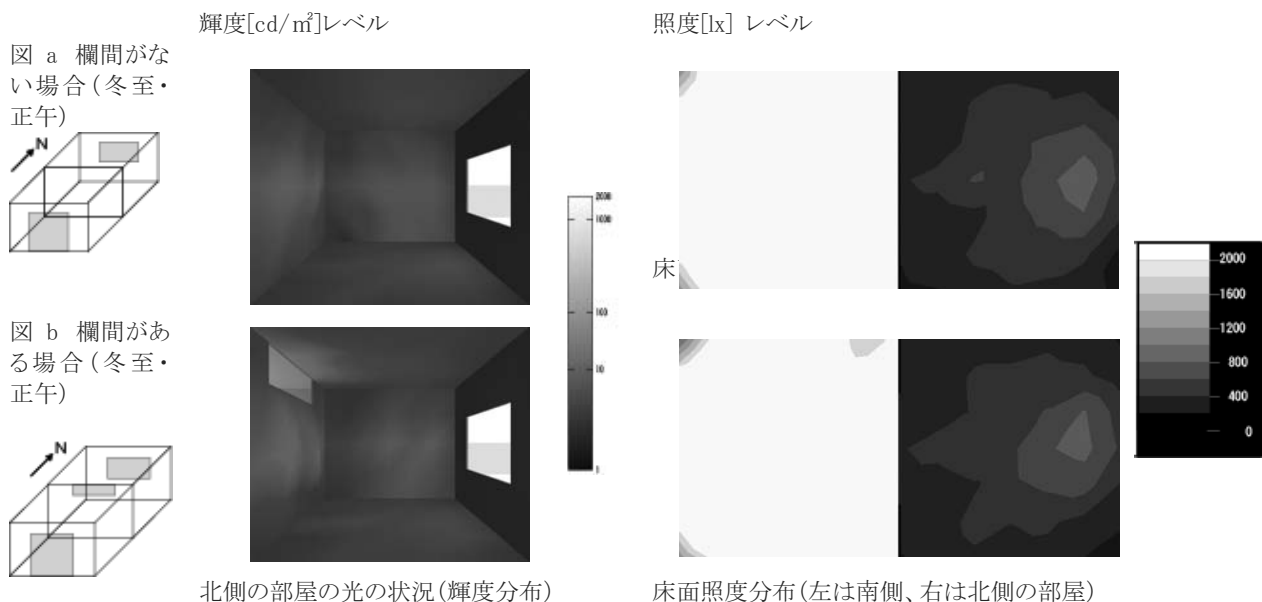
通風用の開口として間仕切り壁上部に設けられる欄間により、採光条件の悪い隣室にも光を導くことができます。欄間より下側は壁面により視線が遮られるので、空間としての独立性は保ちつつ、光を導入することができます。また、太陽高度が高い蒸暑地では、室の奥への導光効果が小さくなりやすいので、後述する室内の反射をうまく利用することも大切です。

欄間による導光は、外面する開口部の検討が後手になりがちな非居室への対応としても有効です。洗面所、便所、浴室など非居室のすべてに窓を計画することが困難な場合でも、それらのいずれか1つに十分な採光を行い、周りのスペースに欄間で導光することで、自然光を利用した快適なスペースを形成することができます。

欄間と同じように、間仕切り壁等にガラスブロックやガラススクリーンなどをうまく利用して、空間全体に導光することでも、同じような効果が得られます。

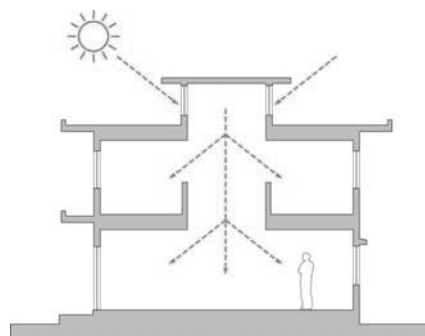
ポイント 欄間の導光効果

- ・参考として、欄間の有無による北側部屋の光の状況と床面照度(南向きの部屋も含む)の違いを示します。
- ・両者で室内の床面の明るさはほとんど変化がありませんが、欄間がある場合には、天井面や壁面の見ために係わる部分が明るくなっていることが分かります。



2) 光井戸による導光

光井戸(ライトウェル)を計画し、住宅内を上下階に貫く光の通り道をつくることで、下層階にも光を導入することが可能となります(図5)。この場合、構成部材の透過率、反射率などを考慮することにより、階段室などでも光井戸の効果をj得ることができます。また、光井戸は、頂側窓等(V地域は天窗も可)と組み合わせることになりますが、構造上、頂側窓等からの直接採光ではないため、ある程度の日射遮蔽効果を見込むことができます。



光井戸(ライトウェル)

図5 光井戸の計画例

2 仕上げ面の反射による導光 一屋外地面・軒裏・室内表面の反射

仕上げ面の反射による導光は、日本の伝統的な建物にも多く使われている手法で、現代の住宅にも有効に活用することができます。この手法は、地面で反射した光をさらに軒裏や開口付近の天井面で反射させて室の奥へ導くことが基本ですが、蒸暑地では照り返しがきつく、窓面もまぶしくなるので、日射遮蔽と日照調整をしっかりと行うことが前提となります。

図6は、屋外地面、庇裏や天井等の仕上げ面の反射を上手く使い、さらに高窓も組み合わせることで、日射や開口部のまぶしさを防ぎながら光の効果的な導入を可能にした実例です。雨端空間(深い庇のある半戶外空間)が日光を間接的に上手く導入するための役割を果たしています。

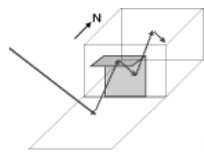
通風や眺望のために窓を開放したい場合、仕上げ面の反射を生かす導光手法としては、低反射率の屋外地面と、高反射率の室内仕上げ面を組み合わせることが非常に有効です。



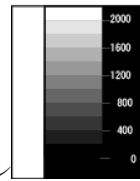
図6 雨端空間を利用した地面・軒裏・天井反射の導光

ポイント 低反射率の屋外地面と高反射率の室内仕上げ面による導光効果

- ・参考として、屋外地面と室内仕上げ面の反射率を変えた場合の室内の光の状況(輝度分布)と床面照度分布を示します。
- ・地面の反射率が低く室内の反射率が低い場合(図 a)、全体として暗く見え(輝度分布)、室内の光そのものも少なくなります(照度分布)。これに対し、地面の反射率が低く室内の反射率が高い場合(図 b)、開口部との見た目の対比をある程度抑えながら室内は明るく(輝度分布)、室の奥まで光が届きます(照度分布)。
- ・地面の反射率が高く室内の反射率が低い場合(図 c)、対比が最も大きく窓がまぶしく感じますが(輝度分布)、図bに比べ室の奥まで光が届きません(照度分布)。
- ・地面の反射率が高く室内の反射率も高い場合(図d)、全体として明るく室の奥までしっかり光が届きます(照度分布)、全体に非常にまぶしく感じ、日射もきつくなります。
- ・以上から、低反射率の屋外地面と高反射率の室内仕上げ面の組み合わせ(図b)が最も効果的です。

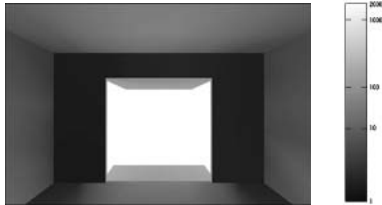


輝度[cd/m²]レベル

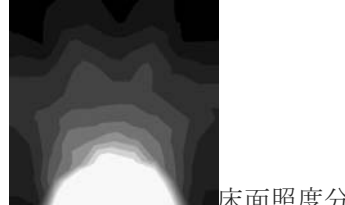


照度[lx] レベル

設定条件(那覇)
 対象居室: 1F南向き、
 4m×4m×天井高 2.5m
 窓寸法: 200cm×200cm
 庇の出: 150cm
 季節と時刻: 春秋分時、正午
 a 反射率(低-低)
 屋外地面 0.2、庇裏 0.2、
 天井 0.5、壁 0.3、床 0.1

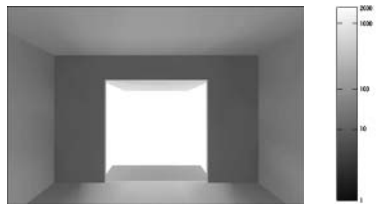


室内の光の状況(輝度分布)

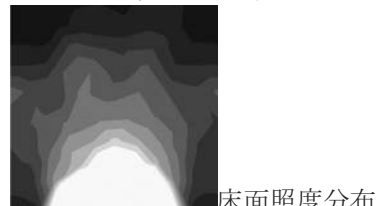


床面照度分布

図 a 地面反射率が低く室内仕上げ面の反射率が低い場合



室内の光の状況(輝度分布)



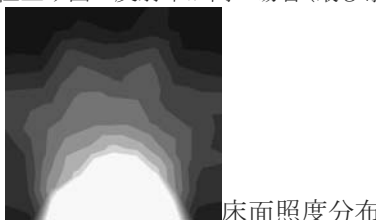
床面照度分布

b 反射率(低-高)
 屋外地面 0.2、庇裏 0.8、
 天井 0.9、壁 0.7、床 0.5

図 b 地面反射率が低く室内仕上げ面の反射率が高い場合(最も導光効果の高い場合)



室内の光の状況(輝度分布)



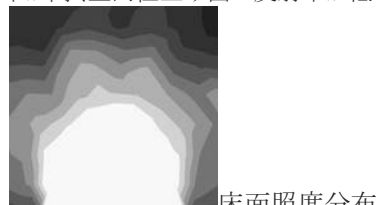
床面照度分布

c 反射率(高-低)
 屋外地面 0.8、庇裏 0.2、
 天井 0.5、壁 0.3、床 0.1

図 c 地面反射率が高く室内仕上げ面の反射率が低い場合



室内の光の状況(輝度分布)



床面照度分布

d 反射率(高-高)
 屋外地面 0.8、庇裏 0.8、
 天井 0.9、壁 0.7、床 0.5

図 d 地面反射率が高く室内仕上げ面の反射率が高い場合

参考として、主な主要な仕上げ材の反射率を示します(屋外地面を含む)。

【参考】表 主要な仕上げ材の反射率

部位	仕上げ材	反射率(%)	部位	仕上げ材	反射率(%)
天井および壁面	檜(新)	55~65	床面	畳(新)	50~60
	杉(新)	30~50		淡色ビニタイル、アスタイル	40~70
	色付ラッカー、ニス	20~40		濃色ビニタイル、アスタイル	10~20
	淡色壁紙・襖紙一般	40~70		淡色フローリング	20~30
	濃色壁紙・襖紙一般	20~40		濃色フローリング	10~20
	白漆喰壁(新)	75~85	屋外床面	白砂利	20~40
	白壁一般	55~75		砂利、コンクリート、舗石	15~30
	茶大津、淡色壁一般	40~60		アスファルト舗装	15~20
	濃色壁一般	15~25		芝生(草原)	5~15
	和風砂壁(緑ほか濃色)	5~15		土(濡土)	3~7

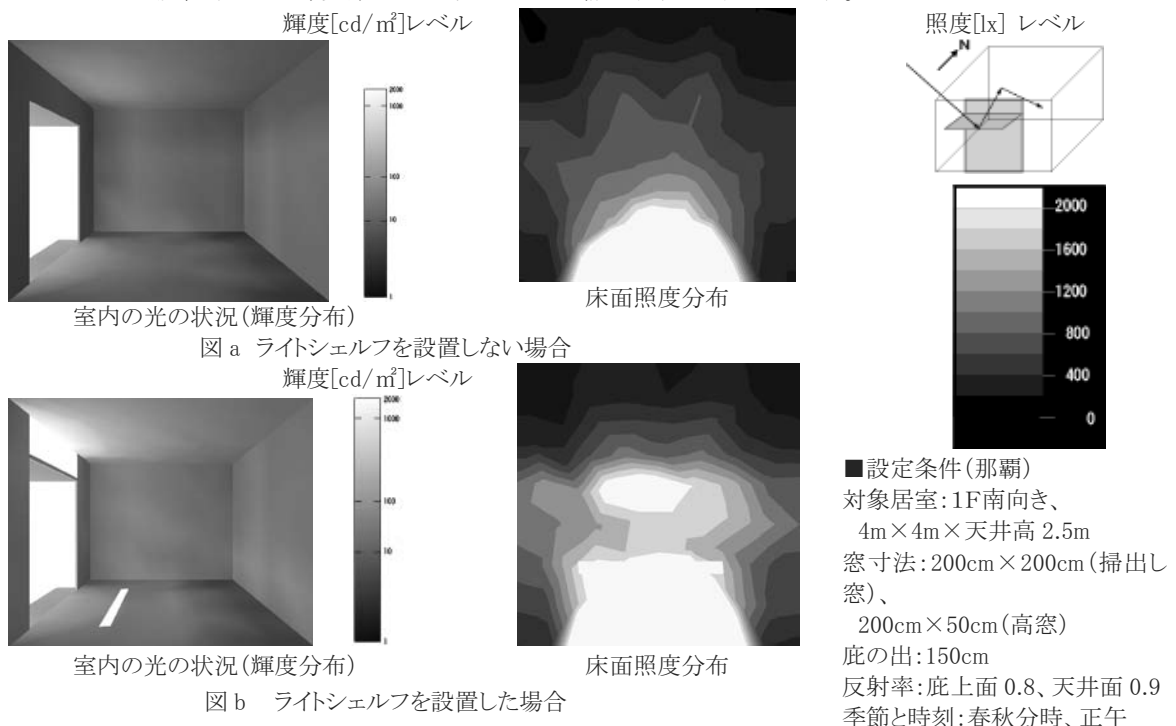
3 装置による導光

装置による導光は、窓上部に設置した中庇(ライトシェルフ)の上面で光を反射させ、さらに天井面の反射を利用することにより光を室の奥まで導く手法や、窓に装着する日照調整装置のうち羽上面の反射効果が高いもの(ルーバー等)で、同様に天井面の反射を利用する手法があります(V地域では、設備的な装置(ライトダクト等)を用いて通常は光が届かない場所へ光を導く手法も有効です)。

ライトシェルフは、眺望を確保するため、中庇は視線より高い位置に設置することが望ましく、天井の低い住宅では開口部に向けて天井を傾斜させて高くするといった工夫も必要となります。比較的天井の高いリビングの開口部で採用すると、中庇上部の開口を大きくすることができ効率的です。

ポイント ライトシェルフの導光効果

- ・参考として、ライトシェルフの有無による室内の光の状況(輝度分布)と床面照度分布の違いを示します。
- ・ライトシェルフがある場合、高い反射率の底上面と天井面によって、室全体が非常に明るくなっていることがわかります。
- ・ライトシェルフは、直射日光を天井面へ導くための中庇です。庇の上部に窓を設けることで、庇の上面で反射された直射日光は天井面に入射し、室の奥まで広がります。庇がなければ窓近傍の床面にのみ直射日光が入射し、室の奥との間に強い明るさのコントラストが生じます。しかし、普通の庇は直射日光を遮蔽するだけですので、窓近傍と室の奥との明るさのコントラストは解消されません。ライトシェルフを用いて直射日光を天井に導き室の奥を明るくすることにより、窓近傍と室の奥とのコントラストを弱め、快適な光環境を生み出すことができます。
- ・ライトシェルフの設置は、同時に日射熱の流入を増やすこととなりますので、ライトシェルフ上部の窓に庇やブラインドを設置するなど、夏期には適切な日射遮蔽を行う必要があります。



3.3 太陽光発電（太陽光の利用・2）

太陽光発電は、日中には太陽光で発電を行い、住宅内で消費する電力を自己生産するシステムです。夜間は通常どおり電力を購入する必要がありますが、日中の余剰電力は売電することができますので、トータルとして電力収支が改善されランニングコストを極めて低く抑えることが可能になります。

3.3.1 太陽光発電の目的とポイント

- ・住宅で使用される太陽光発電システムは、系統連系型システム(商用電力系統と連系して電気を売買するシステム)です。太陽光発電の量は天候や時間帯によって大きく変化しますが、夜間は買電、日中は発電を行い、ランニングコストを抑えることが可能です。
- ・太陽光発電は、発電所の負荷が最も大きくなる夏期の日中に最大の発電を行い、余剰電力を売電することになります。このことは、発電所の負荷を低減させることにつながるため、マクロな視点からも環境負荷の低減に寄与します。
- ・太陽光発電システムのうち、太陽電池部分には駆動部分がないため、消耗品がありません。そのため、太陽電池の耐用年数は、表面が強化ガラスで保護されているモジュールの場合 20 年以上であり、他の設備機器に比べて非常に長い期間使用することができます。
- ・発電量は日影時間の長短など立地条件によって異なりますので、計画の際には検討が必要です。
- ・太陽光発電システム(パワーコンディショナーおよび発電モジュール等)の発電性能と発電効率の経年劣化については、現在も様々な実証実験が行われていますが、その傾向は明らかになっていません。
- ・太陽光発電システムの販売メーカーでは、設計寿命をモジュールで 15 年程度、パワーコンディショナーで 10 年程度とし、システム全体で 10 年程度の保証を設けていることが一般的です。

3.3.2 太陽光発電による省エネルギー目標レベル

太陽光発電による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 および 2 とし、家庭全体の年間 1 次エネルギー消費の削減量を表します。

レベル 0 : 太陽光発電を採用しない
レベル 1 : 年間 1 次エネルギー消費の削減量 33.7GJ(3kW 程度を設置)
レベル 2 : 年間 1 次エネルギー消費の削減量 45.0GJ(4kW 程度を設置)

- ・ここでの削減量は、太陽光発電による発電量を表しています。すなわち、レベル 1 およびレベル 2 のそれぞれで想定される太陽電池の容量(3kW 程度および 4kW 程度)に対応する発電量を表しています。ただし、通常の住宅用太陽光発電システムでは、日中発電した電力のうち余剰電力を売電し、夜間は電力を買電することになります。
- ・削減量(発電量)は地域によって変わり、前記は那覇(傾斜角 20°)における値を示しています(表 1 参照)。

3.3.3 太陽光発電の設置条件

1 地域の日射量

太陽光の量(日射量)は、年間発電量に影響します。つまり、晴天日が多い瀬戸内海地方や太平洋側に比べ、日本海側は若干発電量が少なくなります。北海道の札幌などでは梅雨がない分、東京よりも発電量が多くなるといわれています。

発電量の地域差は 1 割程度であり、どの地域においても採用の可能性があると いえます。太陽熱利用と異

なり、外気温などにあまり影響されないことが、このような現象につながっています。

図1に年平均全日射量の平年値、表1に主な都市での年間発電量の例(3kW および 4kW 製品を設置した場合)を示します。

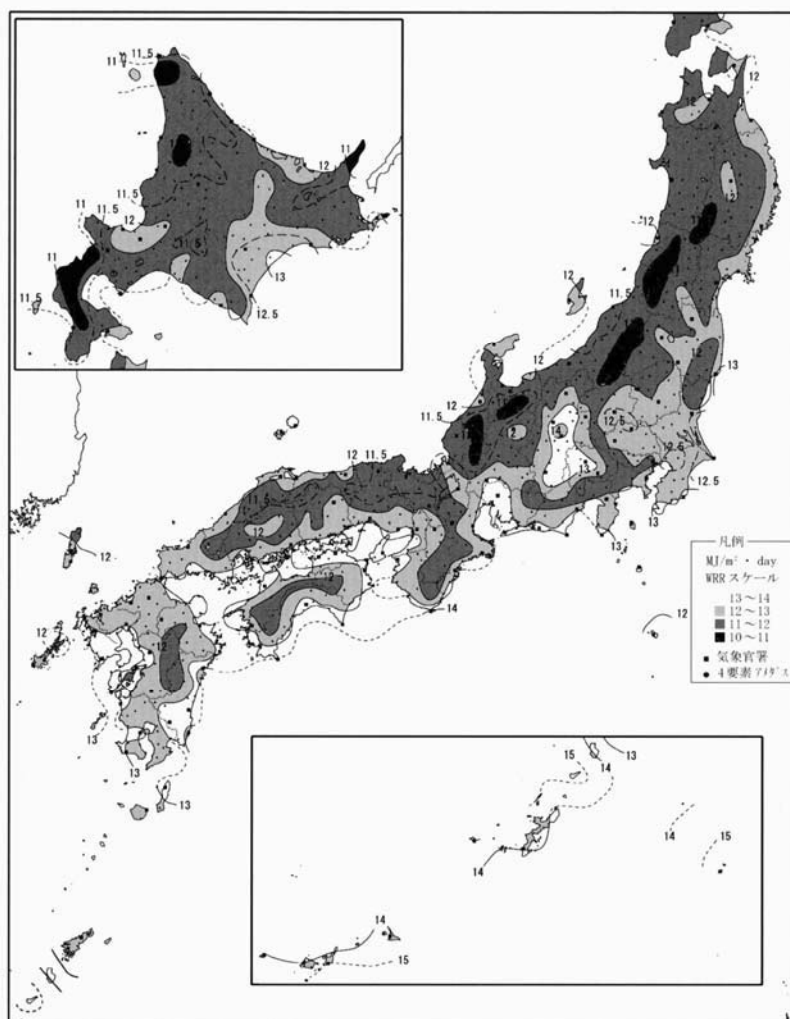


図1 年平均全日射量の平年値(1961～1990年) (単位: MJ/m²・日)
出典: 「全国日射関連データマップ」平成10年度 NEDO

表1 主な都市での年間発電量の例(単位: GJ、1次エネルギー換算値)

都市	傾斜角	太陽電池容量	
		3kW	4kW
高知	30°	35.3	47.1
宮崎	30°	34.9	46.5
鹿児島	30°	32.7	43.6
那覇	30°	33.3	44.3
那覇	20°	33.7	45.0
宮古島	30°	34.0	45.3
宮古島	20°	34.7	46.3
石垣島	30°	33.6	44.8
石垣島	20°	34.2	45.6
東京(参考)	30°	30.6	40.8
札幌(参考)	30°	31.9	42.6

※1 京セラホームページの「住宅用ソーラー発電シミュレーション」(2008年6月)を利用し、システム規模3.15kWで、方位(真南)、傾斜角(30° または 20°)を設定して計算を行い、単純比率で3kWと4kWに置き換えた。

※2 表1の数値は1次エネルギー換算値であり、発電量(2次エネルギー換算値、単位:kWh)への換算は次式で行うことができる。

$$1\text{GJ} = \frac{1}{9.76} \text{ MWh}$$

$$1\text{GJ} = \frac{1}{9.76} \times 1000\text{kWh}$$

$$1\text{GJ} = 102.4\text{kWh}$$

例えば那覇(20°)・3kWの33.7GJは、次のように換算できる。

$$33.7 \times 102.4 = 3450\text{kWh}$$

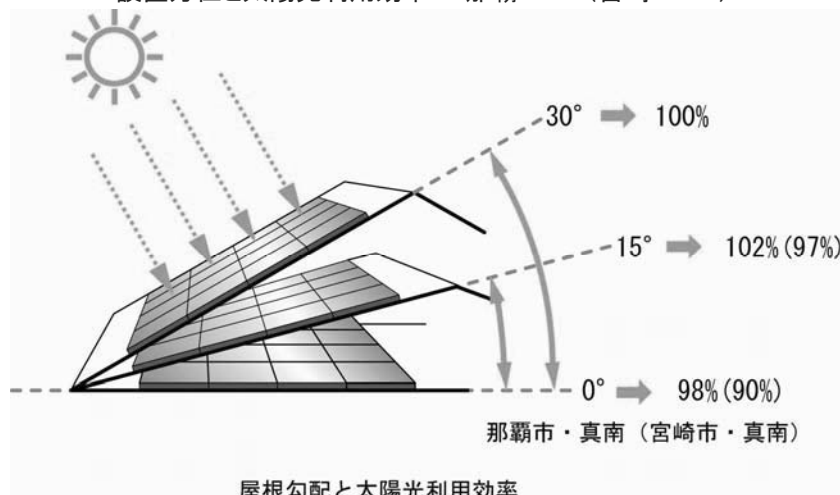
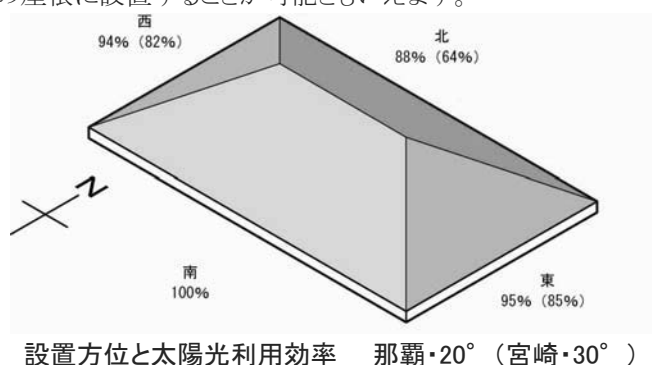
2 設置方位と傾斜角

太陽光発電パネルを設置する方位と傾斜角によっても、太陽光の利用効率は異なりますが、建設地の緯度も大きく影響します(図2、表2)。

VI地域では、設置方位による利用効率の違いはさほどありません。例えば、那覇では、真南の向きに設置した場合の利用効率を100%とすると、敷地周辺の状況にもよりますが、東西は94~95%程度、北は88%程度となります(傾斜角 20°、3寸6分勾配程度の場合)。また、傾斜角による効率の違いについては、南面に設置した場合、20°程度の傾斜で年間の総発電量が大きくなると予測され、水平面(傾斜角 0°)に設置しても発電量の低下は少なくすみます。

これに対し、V地域では、設置方位による発電量の違いがある程度みられます。例えば、宮崎では、真南の利用効率100%に対し、東西は82~85%程度、北は64%程度となります(傾斜角 30°、5寸7分勾配程度の場合)。この方位による発電量の違いは、傾斜角が大きいくほど顕著になります。また、傾斜角による効率の違いについては、南面に設置した場合、30°程度の傾斜で最も効率が高くなり、このときを100%とすると、20°で98%、水平面で90%程度になりますが、方位による違いほどの大きな差はありません。

このように、太陽光発電パネルの設置に際しては、高緯度の地域であれば、方位と傾斜角に注意が必要ですが、低緯度の地域では、急勾配の傾斜をつけなければ、屋根の勾配と方位はある程度自由に設計することができ、好みのデザインの屋根に設置することが可能ともいえます。



屋根勾配と太陽光利用効率 那覇・真南(宮崎・真南)

図2 太陽光発電パネルの設置方位と傾斜角

表2 方位別、傾斜角別にみた発電量の比較

(単位:%)

都市名	上段:緯度 下段:経度	方位別の利用効率				傾斜角別の利用効率(真南設置)					
		真南	真東	真西	真北	0°	15°	30°	45°	60°	90°
高知	33.6 133.6	100	83	80	60	88	97	100	98	91	63
宮崎	31.9 131.4	100	85	82	64	90	97	100	97	88	60
鹿児島	31.6 130.6	100	84	83	66	91	97	100	97	88	59
那覇	26.2 127.7	100	95	94	88	98	102	100	93	83	52
宮古島	24.8 125.3	100	95	95	90	98	102	100	94	81	49
石垣島	24.3 124.2	100	94	97	90	98	102	100	92	81	48
東京(参考)	35.7 139.8	100	79	79	57	88	97	100	98	91	64

※ 上表は、「拡張アメダス気象データ(1981~2000)日本建築学会編」を参照し、算定した結果です。

方位別の利用効率は、傾斜角を那覇市で20°、宮古島と石垣島で15°、その他の都市で30°に設定した場合の算定値です。傾斜角別の利用効率は、設置方位を真南とした場合の算定値です。

3 局地的条件

屋外の明るさは、晴天時の直達光では15,000ルクス以上ですが、曇りの場合では7,000~8,000ルクス、日影では3,000ルクス程度になります。太陽光発電は曇りの日でも可能ですが、日影では不可能となります。したがって、北向きの傾斜地や山間部など、日照時間が短くなる敷地では、表1で示した年間発電量の概算よりも発電量が小さくなる可能性がありますので、日影となる季節や時間帯を確認の上、発電ができなくなる分を差し引いて考える必要があります。

山間部などでは、日影となるのが朝夕の発電効率が低い時間帯であるため、あまり影響がない場合もあります。しかし、建て混んでいる市街地では、近くに高層の建築物が建つことにより、発電効率のよい時間帯に日影になってしまうことも考えられますので、将来の周辺状況も想定して検討する必要があります。

4 太陽光発電パネルの設置上の注意

太陽光発電パネルを屋根に設置する場合、沖縄などの風の強い地域では、暴風による破損に注意が必要です。屋根一体型の太陽電池パネルの導入を検討したり、陸屋根であれば水平に設置するなどの工夫を行って下さい。また、架台を用いる場合は、架台を屋根(躯体)にアンカー等で十分に締結すること、機器本体を架台にボルト等でしっかり留め付けることが必要です。塩害に注意が必要な地域では、架台やボルト等の金属部品に防錆措置が不可欠といえます。

3.3.4 太陽光発電によるコストの試算

以下の条件で発電シミュレーションを行い、設置時のイニシャルコストを何年で回収できるか那覇(VI地域)と宮崎(V地域)で計算してみました(表3、図3、図4)。

表 3 シミュレーションの条件

前提条件	太陽電池容量:3kW(設置面積 21.9~23.6 m ² 、3.15kW での試算結果を 3kW に換算) パワーコンディショナー定格容量:4kW 日射量データ:沖縄県那覇市、宮崎県宮崎市 NEDO・(財)日本気象協会「日射関連データの作成・調査」 (平成 10 年3月) モジュール設置条件:傾斜角 那覇市 20°・宮崎市 30°、方位角 0° (真南)
試算条件	1) 素子温度の上昇による損失(四季別温度損失)を 10%(12~2 月)、15%(3~5 月、9~11 月)、20%(6~8 月)として計算 2) 配線、受光面の汚れ、逆流防止ダイオードなどによる損失率を 5.35%として計算 3) 取り付け方式による温度補正係数を 1.00(傾斜屋根)として計算 4) パワーコンディショナーの電力変換効率を 94.5%として計算(本コスト試算においてパワーコンディショナーの更新費用は考慮していません)

京セラホームページの「住宅用ソーラー発電シミュレーション」(2008 年 6 月)を利用し、上記の条件で算定しました。

1) 那覇における試算結果

那覇における計算では、年間推定発電量が 3430kWh(33.7GJ)となります。
これを電気料金で換算した場合は、以下のようになります(平成 21 年 4 月時点の料金単価による)。

- ① 31.48 円/kWh の場合(沖縄電力時間帯別電灯の料金) $3430\text{kWh} \times 31.48 \text{ 円/kWh} = 107,976 \text{ 円}$
- ② 27.15 円/kWh の場合(沖縄電力従量電灯の料金) $3430\text{kWh} \times 27.15 \text{ 円/kWh} = 93,124 \text{ 円}$

実際には、発電した電気をすべて売電することはありませんが、ここでは計算を単純にするため、すべて売電した場合に、何年で設置価格を償却できるかを計算しました。

設置価格を、275.3 万円(一定条件下で見積りした材工価格)とした場合、インシャルコストの償却には以下の年数が必要となります。

- ① $275.3 \text{ 万円} \div 107,976 \text{ 円} = \text{約 } 25.5 \text{ 年}$ (沖縄電力時間帯別電灯の料金)
- ② $275.3 \text{ 万円} \div 93,124 \text{ 円} = \text{約 } 29.6 \text{ 年}$ (沖縄電力従量電灯の料金)

2) 宮崎における試算結果

宮崎における計算では、年間推定発電量が 3546kWh(34.9GJ)となります。
これを電気料金で換算した場合は、以下のようになります(平成 21 年 4 月時点の料金単価による)。

- ① 25.0 円/kWh の場合(九州電力よかナイト 10:80kWh 超過 200kWh までの料金)
 $3546\text{kWh} \times 25.0 \text{ 円/kWh} = 88,650 \text{ 円}$
- ② 25.0 円/kWh の場合(九州電力従量電灯:120kWh 超過 300kWh までの料金)
 $3546\text{kWh} \times 25.0 \text{ 円/kWh} = 88,650 \text{ 円}$

実際には、発電した電気をすべて売電することはありませんが、ここでは計算を単純にするため、すべて売電した場合に、何年で設置価格を償却できるかを計算しました。

設置価格を、254.6 万円(一定条件下で見積りした材工価格)とした場合、インシャルコストの償却には以下の年数が必要となります。

- ① $254.6 \text{ 万円} \div 88,650 \text{ 円} = \text{約 } 28.7 \text{ 年}$ (九州電力よかナイト 10:80kWh 超過 200kWh までの料金)
- ② $254.6 \text{ 万円} \div 88,650 \text{ 円} = \text{約 } 28.7 \text{ 年}$ (九州電力従量電灯:120kWh 超過 300kWh までの料金)

以上のシミュレーションでは、料金体系によっては 25~30 年程度でインシャルコストの償却が可能との評価が得られましたが、電気料金は年や電力会社によっても異なるため、注意が必要です。

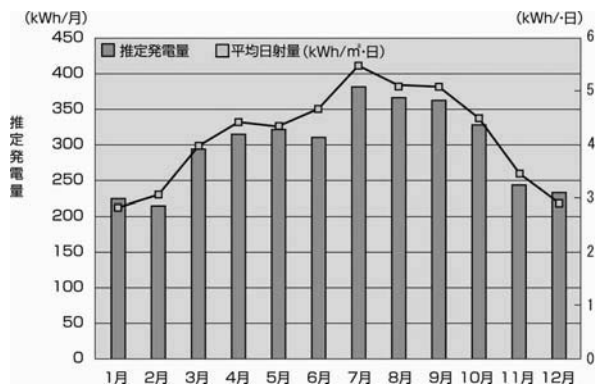


図3 月別の平均日射量と太陽光発電の推定発電量シミュレーション結果(那覇)

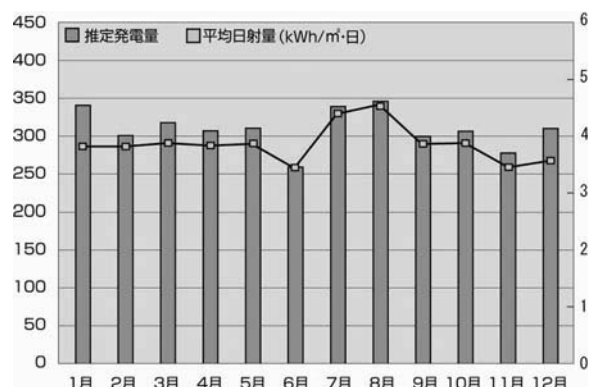


図4 月別の平均日射量と太陽光発電の推定発電量シミュレーション結果(宮崎)

イニシャルコストを抑えるためには、助成金を利用する方法もあります。経済産業省より定められた住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金交付要綱に基づく助成として、「平成 21 年度住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金」を利用した場合、一定の要件を満たす太陽光発電システムの導入に対して、対象システムを構成する太陽電池モジュールの公称最大出力 1kW あたり 7 万円の補助を受けることができます。また助成制度には、都道府県単位のもの、市町村単位のものもあり、地域によって助成内容には違いがありますが、これらを併用することでさらなるイニシャルコストの削減をはかることができます。

また経済産業省は平成 21 年 2 月 24 日、太陽光発電の普及を加速するため太陽光発電で発電された余剰電力の電力会社への買い取りを義務化し、価格を現在の 2 倍程度にする新制度を導入すると発表しています。買い取り価格、開始時期、適用期間など詳細は未定ですが、仮に平成 22 年度より 10 年間実施された場合には、前記のイニシャルコスト償却に必要な年数が大きく短縮されることになり、導入件数の増加が期待されています。

例えば、那覇においてこれらの補助及び買い取りを導入すると、年間推定発電量を電気料金で換算した場合に、償却年数が以下の通り約 20.6 年となり 5～9 年短縮されます。

現行

$$3430\text{kWh} \times 31.48 \text{ 円/kWh} = 107,976 \text{ 円}$$

買い取り価格が 2 倍程度になった場合

$$3430\text{kWh} \times 0.5 \times 31.48 \text{ 円} + 3430\text{kWh} \times 0.5 \times 50.00 \text{ 円} = 139,738 \text{ 円}$$

イニシャルコストの償却年数

$$(275.3 \text{ 万円} - 21 \text{ 万円} - 139.7 \text{ 万円}) \div 107,976 \text{ 円} + 10 \text{ 年} = \text{約 } 20.6 \text{ 年}$$

※住宅での消費分は、沖縄電力時間帯別電灯の料金を採用。最大出力 1kW あたり 7 万円の補助金を受けたと仮定。また、売電価格は、時間帯別電灯の買い取り価格が 2 倍程度の年数を 10 年間、太陽光発電量の 1/2 が売電されたと仮定。

3.4 V地域における日射熱の利用（太陽熱の利用・1）

建物からの熱損失を減らすことは、暖房エネルギー削減のための基本ですが、建物が取得する熱を増やすことによっても暖房負荷を削減することができます。

熱取得の最も大きな要因は日射であり、太陽熱を積極的に暖房に利用するために計画したものがソーラーハウスです。なかでも、太陽熱を建築的に活用して、自然な暖房効果を得る方法をパッシブソーラー暖房といいます。地域の気候特性や立地などの条件を勘案して、集熱、開口部の断熱保温、蓄熱の3つの建築的な手法のバランスを考えて設計を行うことが大切です。なお、日射熱利用技術は、冬期でも暖かいIV地域では、適用の対象としていません。

3.4.1 日射熱利用の目的とポイント

- ・日射熱の利用は、冬期における暖房エネルギー消費の削減に有効な技術です。ここでは、開口部から太陽熱を取得し、それを有効に利用する建築的な活用技術を対象とします。
- ・日射熱の取得・利用は、取得熱量を増やすこと(集熱)、取得熱の損失を抑えること(断熱)、取得熱を有効に利用し室温の低下を防ぐこと(蓄熱)の3つの手法を用いることにより実現できます。地域の気候特性や立地条件などに応じて、それらの手法を上手く組み合わせて使い、建物の熱収支バランスをはかり室温の変動を小さくすることが大切です。
- ・日射熱を取得する主要な部位はガラス窓の開口部です。取得熱を増やすためには、主要な開口部を南向きとするなど、方位や大きさに配慮した平面・開口部計画とすることが必要です。
- ・集熱面となるガラス窓は、一般に大きな熱損失部位でもあり、取得熱を増やすために集熱窓面積を増やせば、熱損失も増えるというジレンマが生じます。したがって、熱収支バランスに配慮した開口部仕様とする必要があります。ガラスの日射透過率が大きく、ガラスおよび建具の断熱性が大きいほど熱収支はよくなります。
- ・冬期において、熱の取得の多くは日射のある日中に集中し、熱の損失は終日続きます。一般に、外気温の下がる夜間の方が日中よりも熱損失は大きくなります。したがって、室温を安定して保つためには、一日の熱収支バランスをとるだけでなく、日中の熱損失を上まわる熱取得を行って夜間の熱損失を補うことが有効で、日中から夜間へ熱を持ち越す蓄熱技術が必要とされます。
- ・日射の取得・利用は冬期の暖房効果を得る技術ですが、夏期の日射遮蔽対策による冷房エネルギーの削減効果を併せて考え、日射の取得と遮蔽を両立できるように開口部まわりを計画することが重要です(日射遮蔽については「4.3 V地域における日射遮蔽手法」を参照して下さい)。

3.4.2 日射熱利用による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- ・日射熱利用による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から4までとし、暖房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル0	： 暖房エネルギー削減	なし
レベル1	： 暖房エネルギー削減率	5%程度
レベル2	： 暖房エネルギー削減率	10%程度
レベル3	： 暖房エネルギー削減率	20%程度
レベル4	： 暖房エネルギー削減率	40%程度

- ・2000年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は5.0GJ(エネルギー消費量全体の7%程度)とな

ります(6.1 参照)。

- 各目標レベルは、建設地域の気候特性、立地条件(日照障害の影響)、建物の方角(集熱面となる開口部の方角)および採用する日射熱利用手法の組み合わせにより達成することができます。

2 目標レベルの達成要件

1) 地域の気候特性 (パッシブ地域区分)

- 日射熱を取得・利用する効果は、地域の気候特性が大きく関係します。ここでは地域の気候特性のうち、冬期における日射特性と寒さに着目します。
- 冬期の日射量と気温から地域の日射特性を区分したものをパッシブ地域(PSP)区分といいます。これにより全国は5つの地域に区分され、「い地域」から「ほ地域」の名称で区別されます。V地域には、このうち日射量が多い「は地域」「に地域」「ほ地域」があります。

い地域	日射量が少なく非常に寒い地域
ろ地域	日射量が少なく寒い地域
は地域	日射量が多く寒い地域
に地域	日射量が多い地域
ほ地域	日射量が多く暖かい地域

- PSP 区分の分布を表したパッシブ地域区分図(PSP 区分図)および対応する都道府県・市区町村リストを「付録1 地域区分資料」に掲載しています。

ポイント PSP (Passive Solar Potential) について

- PSPとは、1月の暖房度日(日平均外気温が18℃を下回る日について、室温18℃と当該平均外気温の差を合計した値をいう)に対する1月の平均日射量の比をいい、地域における日射利用の可能性の大きさを示します。
- 暖房度日が小さい温暖地で日射が多い地域ではPSPは最も大きく、暖房度日の大きい寒冷地で日射が少ない地域ではPSPは最も小さくなります。
- 暖房度日をもとに作成された地域区分と比較すると、日射の多少の影響が顕著にみられます。平成11年省エネルギー基準によるV地域、IV地域の太平洋側は、世界でも有数の日射に恵まれた地域であり、日射を暖房にしやすい地域です。PSP区分の「い地域」では暖房への太陽熱利用に多くを期待することができず、逆に「ほ地域」では太陽熱利用効果が極めて大きくなります。

2) 立地条件 (日照障害の影響)

- 日射熱を取得・利用する効果は、計画建物が受ける日照障害の影響、すなわち計画建物の日照時間が大きく関係します。
- 敷地の周囲に高い建物があることなどにより、冬期において日射が遮蔽される場合には、日射の取得・利用がしにくくなります。設計に先立って、計画する建物に対し日照障害を引き起こす遮蔽物の有無、地形、樹木の影響などを調べる必要があります。
- ここでは、日照障害の影響の程度により、立地を次の3つに区分します(表1)。

表1 日照障害の影響による立地区分

区分	日照障害の程度※	日照時間の目安(冬至時)
立地1	日照障害の影響が大きく(50%程度) 日射熱利用が困難な立地	3時間以上(例えば10:30~13:30の 3時間しか日照を得られない)
立地2	日照障害の影響が少なく(25%程度)日 射熱利用が可能な立地	5時間以上(例えば9:30~14:30の 5時間日照を得られる)
立地3	日照障害の影響がなく(0%) 日射熱利用が容易な立地	終日日照を得られる

※日照障害の程度(%)は、冬期の日中(8時から17時程度まで)において、周囲に日射を遮る建物等がない場合に利用できる日射量(総日射量)に対し、建物等に遮られ利用できない日射量の割合を示します。

・立地 1 に該当する敷地では、日射熱利用の手法を適用しても、暖房効果はほとんど見込むことができません。

ポイント 日照時間の確認方法

・日照時間は、近隣建物の位置や高さなどを調査した上で、以下の方法により確認することができます。

- ① 日影シミュレーションツールにより日影図(あるいは天空図)を作成。
- ② 日影チャート(日ざし曲線メジャー)を用いて、計画建物の主開口面位置と想定されるポイントの日照時間を読み取る。

・ここで日照時間を測定する地点の高さは、1 階の開口部高さの中央付近(地盤面からおおむね 1.5m 程度)でよいと考えられます。

・図は 2 階建て住宅を例として、冬至における地盤面+1.5m 高さの日影図を示したものです。この住宅の北側の下屋部分から約 5.5m 後退した地点(C)において、5 時間以上の日照を得られる(立地 2 相当)ことが確認されました。

■測定条件
 測定日:冬至
 測定場所:鹿児島(ほ地域)
 測定時間:8:00~17:00
 測定面高さ:地盤面+1.5m

■建物条件
 最高高さ:約 7.4m(棟部)
 軒先高さ:約 6.0m(上屋)
 約 3.3m(下屋)
 間口×奥行:10.32m×7.735m(2 階は 5.46m)

表 各地点における日照時間

地点	後退距離	日照時間	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
A	4.5 m	約 2.5 時間	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
B	5.0 m	約 4.5 時間		●	●	●	●	●	●	●	●	●
C 1	5.5 m	約 6.5 時間		●	●	●	●	●	●	●	●	●
C 2	5.5 m (西に 4 m)	約 6.5 時間	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
C 3	5.5 m (東に 4 m)	約 5.5 時間							●	●	●	●

※ラインの部分は日影となる時間を示す

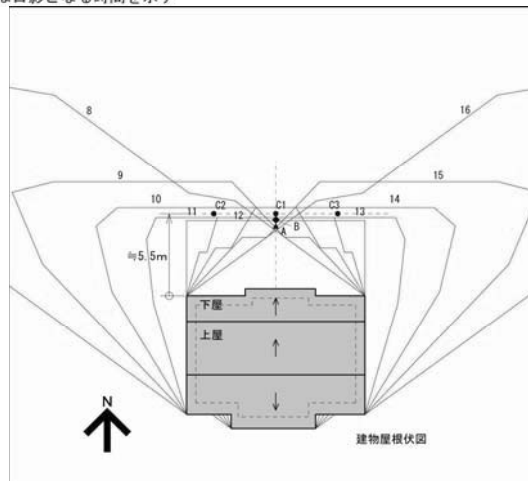


図 2 階建て住宅の日影図の例

3) 建物の方位(集熱面となる開口部の方位)

- ・日射熱を取得・利用する効果は、集熱面となる開口部が面する方位が大きく関係します。
- ・開口部の方位は、地域区分に係わらず真南から東または西に 30° 以内であることが集熱上効果がありますが、真南から 30° を超えると開口部からの集熱量は急減します。

したがって、集熱の対象となる開口部の方位は、真南から 30° 以内であることを条件とし、その範囲内において真南を基準として次の 2 つに区分して捉えます。

方位 1 : 真南±15°
方位 2 : 真南±30° (ただし方位 1 の範囲を除く)

4) 日射熱利用手法

・暖房エネルギーの削減に効果がある日射熱利用手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法 1 : 開口部の断熱手法(開口部断熱性の向上)
手法 2 : 開口部からの集熱手法(集熱開口部面積の増加)
手法 3 : 蓄熱手法(蓄熱材の使用)

・3つの手法のうち、手法2は単独で採用してもあまり効果が得られません。一方、手法1と手法3は単独で採用してもある程度の効果はありますが、複数の手法を組み合わせることにより、より大きな省エネルギー効果を得ることができます。省エネルギー効果を得るためには、以下の手法(またはその組み合わせ)のいずれかを適用することが必要となります。

- ・手法 1
- ・手法 3
- ・手法 1+手法 2
- ・手法 1+手法 3
- ・手法 1+手法 2+手法 3
- ・各手法の詳細については、「3.4.4 日射熱利用の手法」で解説します。

3 目標レベルの達成方法

- ・日射熱利用による省エネルギーの各目標レベルは、立地条件(日照障害の影響)、建物の方位および日射熱利用手法の採用により決定されます。
- ・表2～表4は、パッシブ地域区分ごとに、目標レベルと手法の対応関係を示したものです。地域によって、省エネルギー効果のある手法や削減率は異なります。
- ・各レベルの暖房エネルギー削減率は、それぞれの地域における暖房エネルギー消費量を基準にしているため、同じレベルでも、表2の「ほ地域」に比べて表3の「に地域」、表4の「は地域」では暖房負荷が大きくなります。
- ・自立循環型住宅のレベルを達成するためには、住宅の断熱水準および集熱開口部面積について、次の a、b の条件を満たすことが必要となります。
 - a. 住宅の断熱水準:レベル 3(平成 11 年省エネルギー基準相当)以上であること
(断熱水準のレベルについては、「4.1 V 地域における断熱外皮計画」を参照して下さい)
 - b. 集熱開口部面積:延床面積に対する集熱開口部面積の割合が 10%以上であること
(集熱開口部の方位は、真南から東または西に 30° 以内であることが条件となります)

表2 日射熱利用の目標レベルと達成方法(ほ地域:鹿児島)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地 3 日照障害 0%		立地 2 日照障害 25%	
		方位 1 真南±15 度	方位 2 真南±30° (方位 1 を除く)	方位 1 真南±15°	方位 2 真南±30° (方位 1 を除く)
レベル1	5%程度		手法3	手法1+3	
レベル2	10%程度	手法3	手法1	手法1+2	手法1+2+3
レベル3	20%程度	手法1 手法1+2 手法1+3	手法1+2 手法1+3	手法1+2+3	
レベル4	40%程度	手法1+2+3	手法1+2+3		

表3 日射熱利用の目標レベルと達成方法(に地域)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地3 日照障害 0%		立地2 日照障害 25%	
		方位1 真南±15度	方位2 真南±30° (方位1を除く)	方位1 真南±15°	方位2 真南±30° (方位1を除く)
レベル1	5%程度※1			手法1 手法1+3	手法1+2
レベル2	10%程度※1	手法1	手法1	手法1+2 手法1+2+3	手法1+2+3
レベル3	20%程度※1	手法1+2 手法1+3	手法1+2 手法1+3 手法1+2+3		
レベル4	40%程度※1	手法1+2+3			

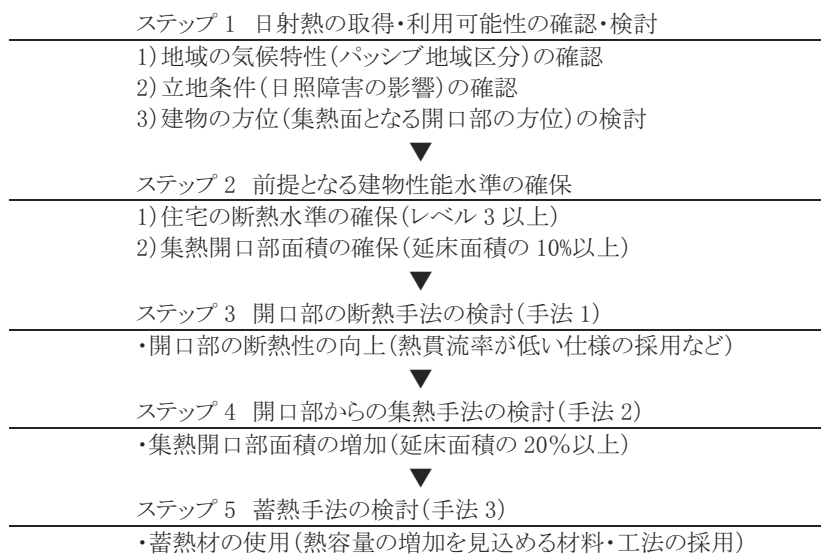
※1 は長崎を基準にしたものであり、暖房負荷は鹿児島県の1.5倍になると推定されます。

表4 日射熱利用の目標レベルと達成方法(は地域)

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)	手法の適用			
		立地3 日照障害 0%		立地2 日照障害 25%	
		方位1 真南±15度	方位2 真南±30° (方位1を除く)	方位1 真南±15°	方位2 真南±30° (方位1を除く)
レベル1	5%程度※2			手法1 手法1+3	手法1+2
レベル2	10%程度※2	手法1	手法1 手法1+3	手法1+2 手法1+2+3	手法1+2+3
レベル3	20%程度※2	手法1+2 手法1+3 手法1+2+3	手法1+2 手法1+2+3		

※2 は福岡(博多区)を基準にしたものであり、暖房負荷は鹿児島県の1.6倍になると推定されます。

3.4.3 日射熱利用技術の検討ステップ



3.4.4 日射熱利用の手法

手法1 開口部の断熱手法（開口部の断熱性の向上）

- ・建物からの熱損失が小さければ、それだけ集熱しなければならない日射量も少なくて済みます。したがって、十分な断熱性を確保すれば、日射を利用できる可能性は大きくなります。
- ・建物からの熱損失を小さくするためには、建物全体の断熱外皮計画のレベルを高めることが必要になりますが、とくに大きな熱損失部位となるおそれの高い開口部の断熱手法が重要になります。

1) 開口部の選定上の留意点

① ガラスの仕様

- ・ガラスについては、熱損失を抑えることと取得熱を増やすことの両面が求められます。このことから一般には、断熱性能が高く（熱貫流率が小さく）かつ日射透過率の大きい仕様のガラスを選択することが有効と考えられます。

② 建具の仕様

- ・窓枠部分の断熱性能を向上させるためには、建具自体を木材や樹脂など、断熱性が高く熱を伝えにくい材料でつくることも効果があります。
- ・サッシの気密性も開口部からの熱損失に影響しますので、気密サッシの使用が望まれます。

2) 開口部の断熱性の要件（開口部の熱貫流率）

- ・手法1の適用要件となる開口部の熱貫流率の値および開口部の仕様例を表5に示します。ここで対象となるのは、原則としてすべての開口部です。

表5 開口部の断熱性(手法1)の要件

開口部の熱貫流率※	建具およびガラスの仕様例
2.91(W/m ² ・K)以下	・木製またはプラスチック製サッシ+複層(A12)ガラス ・金属製熱遮断構造サッシ+低放射複層(A12)ガラス

※開口部の断熱性能(熱貫流率)については「4.1 V地域における断熱外皮計画」の表6を参照して下さい。

ポイント 地域の気候特性等とガラスの仕様の関係

- ・ガラスの仕様と地域の気候特性との関係についてみると、一般に日射量の多い「に地域」「ほ地域」では、断熱性能が中程度で日射透過率が高い複層ガラスを選択することが望ましく、日射量が少なく外気温の低い「い地域」「ろ地域」では、断熱性能が高い低放射複層ガラスを選択することが望ましいケースが多くあると考えられます。
- ・ガラスの仕様については、夏期の日射遮蔽対策も視野において検討することが必要で、例えば熱取得の点から日射透過率の大きいガラスを選択した場合には、カーテンなどの付属物や庇・軒などによる対策を施すなど、冬期および夏期の日射制御に配慮した計画とする必要があります（「4.3 V地域における日射遮蔽手法」参照）。ただし、カーテンなどを開けた状態であれば、日射熱利用による省エネルギー効果の向上は一層期待できます。

手法2 開口部からの集熱手法（集熱開口部面積の増加）

- ・開口部は熱損失が大きい部位ですが、南向きの開口部であれば1日の熱収支はプラスになる場合が多くなりますので、集熱面となる開口部面積を増大することが有効になります。ただし、地域の気候特性やガラス窓の仕様とも関連しますので、それらについても配慮することが望まれます。

- ・手法2の適用要件となる開口部面積について表6に示します。ここで対象となるのは、真南±30°の方位に面する集熱面となり得る開口部です。

表6 集熱開口部面積(手法2)の要件

集熱開口部の面積	備考
延床面積の20%以上	・真南±30°の方位に面する集熱面となり得る開口部が対象

- ・ここでいう開口部面積は、建築基準法の有効採光面積を算定する場合と同様に、「サッシの内法幅×サッシの内法高さ」が目安となります。

ポイント 地域の気候特性と開口部面積との関係

- ・地域の気候特性と開口部面積との関係についてみると、一般に日射量の多い「に地域」「ほ地域」では、開口部面積が大きい方が有利になります。一方、日射量の少ない「い地域」では、開口部面積が大きいほど熱収支が不利になる傾向があります。

ポイント 開口部の方位と大きさの関係

- ・方位に対する配慮は、開口部の大きさにも関係します。開口部を大きくした場合に日射取得量が少なければ、開口部からの熱損失によって暖房負荷が増えます。したがって、大きな開口部ほどその方位を真南向きに近づけるように配慮し、日射を効率的に取得する工夫が必要になります。一方、開口部が小さければ方位の影響は小さくなります。

手法3 蓄熱手法（蓄熱材の使用）

- ・蓄熱は室温を安定して保つのに効果のある技術で、日中は熱を吸収して室のオーバーヒートを防ぎ、夜間は吸収・蓄熱した熱を放出して室温の低下を防ぎます。また、夏期においては逆に夜間の冷気を蓄え（蓄冷）、日中の冷却効果をもたらします。
- ・蓄熱に有効な建築部位の対象には、床、外壁、間仕切り壁、天井があげられます。
- ・生活のために家具・什器など多くのものが室内に持ちこまれますが、これらの熱容量も蓄熱効果があります。

1) 蓄熱部位の材料

- ・蓄熱部位に用いる材料には、次の特性をもつものが適しています。
 - ①熱容量(容積比熱)が大きいこと。
 - ②熱が伝わりやすいこと。
 - ③表面からの熱の吸収・放散がすみやかに行われること。
- ・このうち最も重要なのは熱容量で、蓄熱部位の熱容量が大きいほど、室温の変動が抑えられ安定します。暖房時にも同様ですが、熱容量が大きい材料を用いると、部屋は暖まりにくくなりますが、一旦暖まると冷めにくくする効果が現れます。
- ・熱容量は次式で求められます。

$$\text{熱容量(kJ/°C)} = \text{蓄熱部位の容積(m}^3\text{)} \times \text{蓄熱材の容積比熱(kJ/m}^3\text{·°C)}$$

- ・参考として、主な材料の容積比熱を示します(表7)。

表 7 主な材料の容積比熱と有効厚さ

材料		有効厚さ(m)※	容積比熱 (kJ/m ³ ・°C)
コンクリート	普通コンクリート	0.20	2013
	軽量コンクリート	0.07	1871
左官材料	モルタル	0.12	2306
	しっくい	0.13	1381
	プラスター	0.07	2030
	壁土	0.17	1327
木材	マツ	0.03	1624
	スギ	0.03	783
	ヒノキ	0.03	933
	ラワン	0.04	1034
	合板	0.03	1113
	せっこう等	せっこうボード	0.06
	パーライトボード	0.06	820
	フレキシブルボード	0.12	1302
	木毛セメント板	0.06	615
その他	タイル	0.12	2612
	ゴムタイル	0.11	1390
	リノリウム	0.15	1959

※材料には蓄熱部位として計上できる「有効厚さ」が設定されています。材料の容積算定時において、材料の厚さが有効厚さ以上の場合は、有効厚さまでのみを計上することができます。これは、有効厚さ以上の材料の蓄熱効果は小さいことを意味しています。熱が伝わりやすい材料ほど、有効厚さは大きくなります。

2) 蓄熱部位の要件（熱容量）

・手法 3 の適用要件となる蓄熱部位の熱容量の値を表 8 に示します。

表 8 蓄熱部位(手法 3)の要件

蓄熱部位の熱容量
170(kJ/°C・m ²)程度以上の熱容量の増加が見込まれる材料を蓄熱部位に用いること

・木造住宅の場合、表8の要件を満たすためには、例えば土塗壁を外壁および間仕切り壁に用いること、熱容量の大きな材料を用いた土間床を計画することなどが想定されます。土塗壁および土間床を蓄熱部位とした場合の算定例を以下に示しますので、参考にして下さい。

$$\text{熱容量} = \text{蓄熱部位の面積} \times \text{蓄熱材の容積比熱}$$

$$\begin{aligned} &= 210(\text{m}^2) \times 0.07(\text{m}) \times 1327(\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot \text{°C}) \\ &\quad + 20(\text{m}^2) \times 0.15(\text{m}) \times 2013(\text{kJ}/\text{m}^3 \cdot \text{°C}) \\ &= 25546(\text{kJ}/\text{°C}) \\ &> 25500 = 150(\text{m}^2) \times 170(\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{°C}) \end{aligned}$$

■算定条件

延床面積 150 m²
 蓄熱部位 外壁・間仕切り壁：土塗壁(面積 210 m²、厚さ 70 mm)
 土間床：コンクリート床(面積 20 m²、厚さ 150 mm)

3) 蓄熱部位の設計上の留意点

・蓄熱の効果を確保するために、設計上次の事項に留意することが大切です。

① 蓄熱部位の位置

・蓄熱の効果は、蓄熱部位に直接日射が当たり日射受熱量が大きいほど顕著になりますが、日射が直接当たらない部位でも蓄熱効果を見込むことができます。

② 蓄熱部位の面積

・蓄熱部位の面積は広いほど蓄熱効果は大きくなります。広い面積に薄く熱を蓄える設計とすることが望まれます。

③ 蓄熱部位の厚さ

・蓄熱部位の厚さについては、材料の有効厚さ以上では蓄熱性能が変わらないことを意識して計画すること、例えば石やコンクリートなどを用いる場合、その厚さを 15 cm～20 cm 以内にするのが有効です。
 ・蓄熱部位の厚さが薄い場合にも相応の蓄熱効果は得られます。床にコルクのような仕上げ材を使った場合、やや効果は減少するものの蓄熱効果はあります。

3.4.5 日射熱利用手法の採用による効果の試算

1 試算の方法

日射熱の利用により冬期の室内温熱環境を向上させ暖房エネルギーを節約する方法、具体的には 3.4.4 で解説した 3 つの手法による暖房負荷の削減効果を、Solar Designer ver.5.0 を用い試算した結果を紹介します。

V 地域に属し、異なる PSP 区分である「は」「に」「ほ」地域から 7 都市を選び出し(表 9)、基準建物モデル(図 1、表 10)の条件の下で暖房負荷計算を行いました。暖房時間帯等の条件は表 11 に示します。また、日照障害と方位の影響についても検討するため、日照障害の程度が 0%と 25%の 2 条件、方位が真南から 0°・15°・30° の 3 条件を組み合わせで計算を行いました。

表 9 PSP 区分と検討地域

PSP 区分	都市名
ほ地域	鹿児島
ほ地域	宮崎
ほ地域	高知
に地域	長崎
に地域	八代
は地域	福岡(博多区)
は地域	下関
VI・に地域	東京(参考)

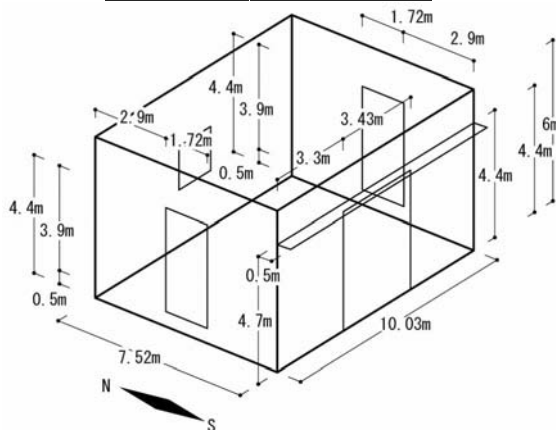


図 1 基準建物の外形

表 10 基準建物の設定仕様

設定仕様	
建物方位	真南
建物形状	幅10.03×奥行7.52×高さ6.0(m) 高床
延床面積	151.0(m ²) (2層分として建築面積の2倍を計上)
庇	奥行: 0.5(m) 高さ: 4.7(m)
南面開口部	大きさ 幅3.43×高さ4.40(m)
	位置 腰壁高さ: 0(m) 西壁からの距離: 3.3(m)
東面開口部	大きさ 幅1.72×高さ3.90(m)
	位置 腰壁高さ: 0.5(m) 南壁からの距離: 2.9(m)
西面開口部	大きさ 幅1.72×高さ3.90(m)
	位置 腰壁高さ: 0.5(m) 北壁からの距離: 2.9(m)
開口部ガラス	熱貫流率 4.65(W/m ² ·K)
	日射透過率 0.83
	サッシ率 0.85
床仕上げ	厚さ 0.0125(m) スギ
	熱伝導率 0.12(W/m ² ·°C) 0.1032(kcal/m ² ·h·°C)
	容積比熱 783(kJ/m ³ ·°C) 187.0(kcal/m ³ ·°C)
床	蓄熱厚さ 0.0150(m) 合板
	断熱厚さ 0.1420(m)
壁	蓄熱厚さ 0.0125(m) せっこうボード
	断熱厚さ 0.0950(m)
屋根 [※]	蓄熱厚さ 0.0550(m) コンクリート
	断熱厚さ 0.1980(m)
室内日射吸収率	0.2
室外日射吸収率	0.9
非集熱開口面積	2.69(m ²)
断熱材	熱伝導率 0.043(W/m ² ·°C) 0.037(kcal/m·h·°C)
	容積比熱 33.5(kJ/m ³ ·°C) 8.0(kcal/m ³ ·°C)

※基準建物の屋根は、屋根の熱容量に家具・什器類等の熱容量を加えてコンクリートに換算した仕様を示しています。

表 11 暖房等のモード設定

モード設定				
暖房設定	設定温度	18℃		
	暖房時間	7-10 時	12-14 時	16-23 時
換気回数	0.5 回 /h (24h)			
室内発生熱	一日の合計	57.348MJ/日 [13700kcal/日]		
	時間ごとの内訳	0.2326kW [200kcal/h]	14-16 時	
		0.3488kW [300kcal/h]	13-14 時	16-17 時
		0.4652kW [400kcal/h]	10-12 時	
		0.5814kW [500kcal/h]	0-7 時	9-10 時
		0.6977kW [600kcal/h]	8-9 時	12-13 時
		0.8140kW [700kcal/h]	17-18 時	
	1.0465kW [900kcal/h]	7-8 時	18-0 時	

2 手法の設定内容

1) 開口部の断熱手法 (手法 1)

開口部の仕様は、A～D の 4 種類を設定しました(表 12)。

2) 開口部からの集熱手法 (手法 2)

南面する集熱開口部面積 (A_g) の住宅延床面積 (A_f) に対する比 (A_g/A_f) は、10% および 20% の 2 種類を設定しました(表 13)。

3) 蓄熱手法 (手法 3)

室内の蓄熱部位の容積比熱は、せっこうボード、土塗壁相当の 2 種類を設定しました(表 14)。

表 12 開口部仕様の検討パターン

熱貫流率 ($W/m^2 \cdot K$)	熱貫流率 ($kcal/m^2 \cdot h \cdot K$)	日射透過率	仕様の例
A 6.51	5.5986	0.90	金属製サッシ+単板ガラス
B 4.65	3.9990	0.83	金属製サッシ+複層ガラス
C 2.91	2.5026	0.70	金属製熱遮断構造サッシ+低放射複層ガラス
D 1.80	1.5480	0.66	木製サッシ+低放射複層ガラス+断熱戸

※仕様 B が基準建物の仕様

表 13 集熱開口部面積の検討パターン

A_g/A_f	集熱開口部面積 (m^2)	開口部幅 (m)	西壁からの距離 (m)
10	15.10	3.43	3.30
20	30.20	6.86	1.58

※ $A_g/A_f=10$ が基準建物の仕様

表 14 蓄熱部位(壁)の容積比熱の設定パターン

容積比熱 ($kcal/m^3 \cdot ^\circ C$)	容積比熱 ($kJ/m^3 \cdot ^\circ C$)	想定仕様
204	854	せっこうボード内装下地壁
316.9	1327	土塗壁

※容積比熱 204 ($kcal/m^3 \cdot ^\circ C$) が基準建物の壁仕様、床・天井は表 10 の仕様に設定

3 試算結果

表9に掲げた8都市それぞれについて、日射熱利用手法の適用による年間暖房負荷(単位:GJ)の試算結果を示します(図2)。日照障害の程度についてはいずれも0%(立地3)の場合です。

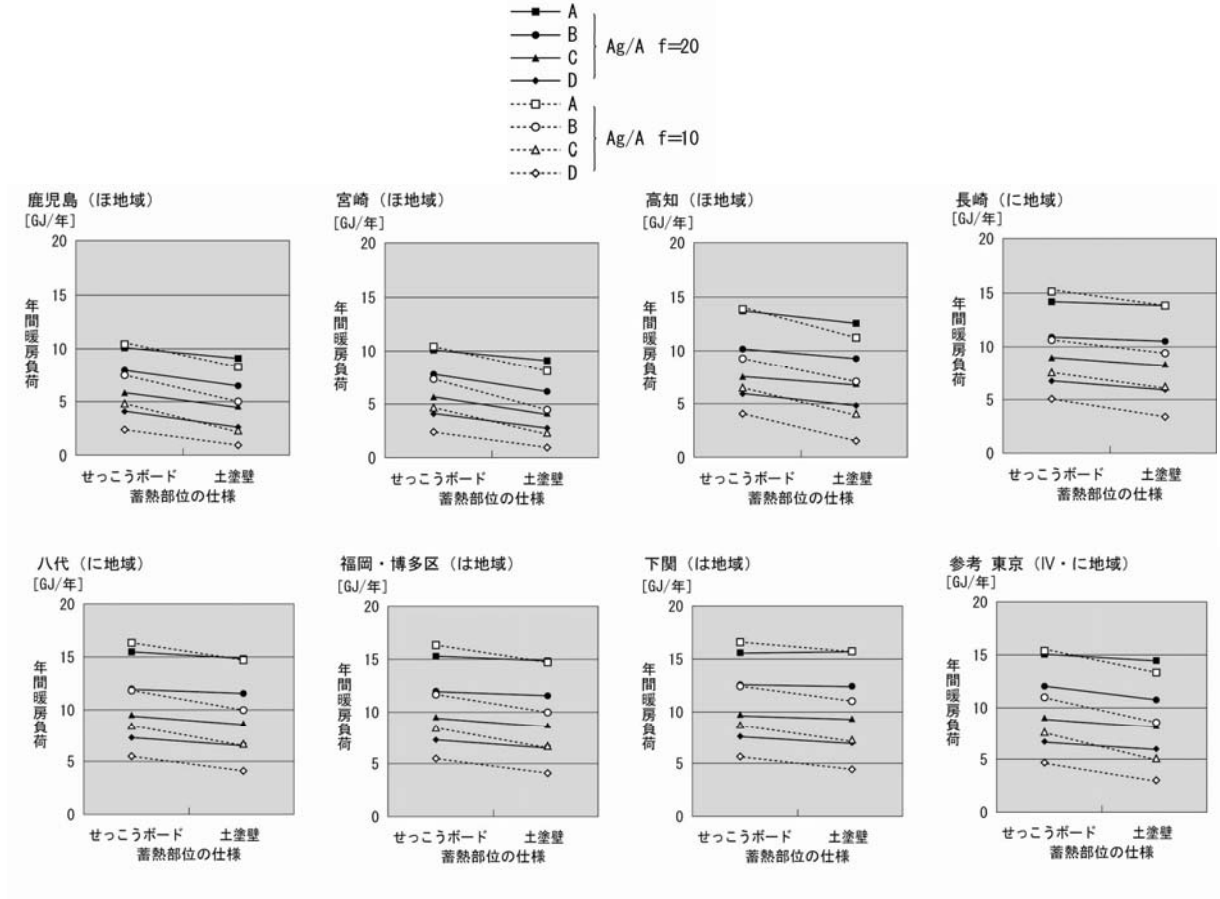


図2 蒸暑地の主な都市における日射熱利用手法による年間暖房負荷

3.5 太陽熱給湯（太陽熱の利用・2）

住宅におけるエネルギー消費のうち、給湯に費やされる割合はたいへん大きく、自然エネルギーである太陽熱を利用した給湯システムの導入は、省エネルギーの観点からは有効な手段となります。

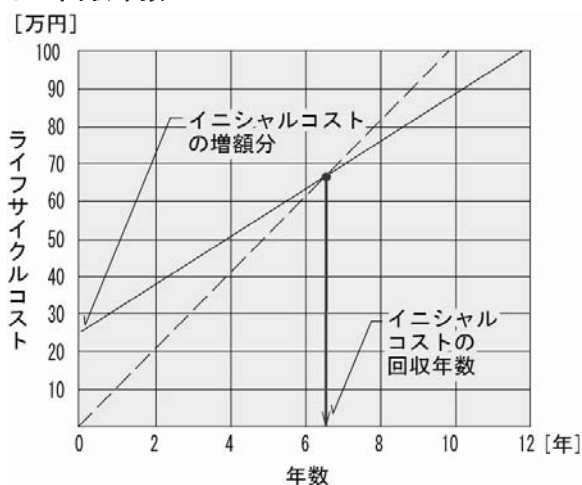
3.5.1 太陽熱給湯の目的とポイント

- 住宅に採用される給湯設備の熱源は、ガス・石油・電気および自然エネルギーの4つに分類されます。このうち自然エネルギーである太陽熱を利用した給湯装置は、1970年代のオイルショック以降の長い歴史と実績を有し、現在においても給湯の最も有効な省エネルギー手段の1つです。
- 太陽熱給湯は他のシステムと比べ、太陽熱給湯装置にかかるコスト分だけインシヤルコストが高くなりますが、設置後は大幅にランニングコストを削減できますので、適切に設置すればインシヤルコストを装置寿命の間に回収することが可能です。
- 太陽熱給湯装置には多くの形式がありますが、いずれの形式においても、太陽熱を集める集熱部と、温められた湯を蓄える貯湯部から構成されます。このうち集熱部の面積は集熱量に最も大きな影響があります。面積が広いほど得られる熱量は多くなりますが、湯の使用量と比べて過大な場合には過剰設備となりインシヤルコストの回収が困難になります。
- 蒸暑地は暖かくかつ日射が豊富なため、一般的な3～4m²程度の集熱面積で、年間給湯エネルギーの半分以上をまかなうことができ、太陽熱給湯は極めて有効な省エネ手法となります。
- 太陽熱給湯装置で一般的によく用いられる分類は、日本工業規格(JIS A 4111)に定義されている「太陽熱温水器」と「ソーラーシステム」の区分です。両者は集熱部と貯湯部の接続方式が異なります。
- 太陽熱給湯は、補助熱源としてガスまたは石油給湯機に接続してシステムとして計画するのが一般的です。その接続を適切に行うことは、太陽熱給湯の省エネルギー性能を確保する上で極めて重要です。
- 太陽熱給湯装置は、屋根面に重量物である集熱器と、機種によっては貯湯槽を設置しなければならず安全性の確保のため、設計・施工時に十分な配慮が不可欠となります。

ポイント 太陽熱給湯装置のインシヤルコストの回収年数

- 図は、太陽熱給湯装置(太陽熱温水器)と従来型のガス給湯機のライフサイクルコストを使用年数ごとに示したグラフです。この例では、太陽熱温水器は、補助熱源のガス給湯機の他に、約25万円のインシヤルコスト(工事費込み)が必要ですが、ランニングコストは年間4万円ほど少なくなり、インシヤルコストの増加分を約6.4年で回収できることがわかります。一般的に太陽熱給湯装置の寿命は10年以上あるため、装置寿命の間にインシヤルコストの回収が可能となります。

——— 従来型ガス給湯機と太陽熱温水器の組み合わせ(ランニングコスト:6.4万円/年)
..... 従来型ガス給湯機(ランニングコスト:10.3万円/年)



太陽熱温水器と従来型ガス給湯機のライフサイクルコスト試算例

(鹿児島、4人世帯、都市ガス使用の場合)

ポイント 用語の定義について

- 本書では、既版の「自立循環型住宅への設計ガイドライン」(2005年6月発行)で用いた用語の見直しを行い、日本工業規格に準じた名称や定義に変更しています。主な変更を下表に示します。

対象の名称・定義	既版ガイドラインの名称・定義	本ガイドラインの名称・定義
「太陽熱温水器」	補助熱源を用いず、太陽熱給湯装置から直接に水栓へ給湯する方式	太陽熱給湯装置の中で、集熱部と貯湯部が一体で自然循環により集熱する形式
「ソーラーシステム」	太陽熱給湯装置に補助熱源を併用したシステム	太陽熱給湯装置の中で、集熱部と貯湯部の間で強制循環により集熱する形式
太陽熱給湯装置と補助熱源の接続に用い、混合や補助熱源の制御を行う装置	「供給湯温等制御部」	「ソーラー接続ユニット」

3.5.2 太陽熱給湯による省エネルギー目標レベル

1 目標レベルの定義

- 太陽熱給湯による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル1から4までとし、給湯設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。
- 各目標レベルは、太陽熱給湯手法を採用することにより達成することができます。

レベル0 : 給湯エネルギー削減 なし
レベル1 : 給湯エネルギー削減率 10%以上
レベル2 : 給湯エネルギー削減率 30%以上
レベル3 : 給湯エネルギー削減率 50%以上
レベル4 : 給湯エネルギー削減率 70%以上

※4人家族の標準的な湯使用を想定した場合の給湯エネルギー削減率を示す。

- 2000年時点における標準的な給湯エネルギー消費量はVI地域で13.8GJ(エネルギー消費量全体の21%程度)、V地域で19.2GJ(同28%程度)となります(6.1参照)。

2 目標レベルの達成方法

- 省エネルギー効果が見込まれる太陽熱給湯手法として、本書では以下のものを取り上げています。

手法1 : 集熱面積の確保等	1a:有効集熱面積が小さい(3.5m ² 未満) 1b:有効集熱面積が中程度 (3.5m ² 以上5.5m ² 未満) 1c:有効集熱面積が大きい(5.5m ² 以上)
手法2 : 補助熱源との適正な接続	2a:補助熱源と接続しない 2b:三方弁を用いて補助熱源と接続する 2c:ソーラー接続ユニットを用いて補助熱源と接続する
手法3 : 省エネ型の循環ポンプの採用	ソーラーシステムのみ

- 太陽熱給湯による省エネルギーの各目標レベルと手法の対応関係は、表1の通りです。

表1 太陽熱給湯の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (給湯エネルギー削減率)	手法の適用	
		太陽熱温水器	ソーラーシステム
レベル0	0	従来型の給湯設備のみを使用し、省エネルギー手法を活用しない	
レベル1	10%以上	手法 1a+手法 2a	(手法 1a+手法 2a)
レベル2	30%以上	手法 1a+手法 2c 手法 1b+手法 2b	手法 1a+手法 2c 手法 1b+手法 2b
レベル3	50%程度	手法 1b+手法 2c	手法 1b+手法 2c+手法 3
レベル4	70%程度	手法 1c+手法 2c	手法 1c+手法 2c+手法 3

- ・蒸暑地の中でも地域によって気象条件が異なるため、ここでは代表として鹿児島の場合を想定しています。
- ・表1で()のついたものは、一般的な方式ではありません。
- ・最も重要な手法は、集熱面積の確保(手法1)ですが、集熱部を適切な方位と傾斜角で設置することが前提となります。
- ・また、省エネ性能を上げるためには、太陽熱の利用률을上げる事が重要であり、補助熱源との適切な接続(手法2)が必要になります。表1では太陽熱給湯を利用できる用途を、手法 2a では浴槽落とし込みのみ、手法 2b および 2c では台所・洗面所を含めた全用途としています。手法 2b と 2c の比較では、ソーラー接続ユニット(2c)を用いた方が一般に太陽熱の利用률이向上します(三方弁方式でも利用者が正しく操作すれば、太陽熱の利用률이向上します)。
- ・ソーラーシステムでは、熱媒を循環させるポンプの消費電力が大きいと省エネ効果を損ないます。高い省エネ効果を求める場合は、省エネ型の循環ポンプを採用している機器を選ぶことが必須となります(手法3)。

3.5.3 太陽熱給湯の検討ステップと前提条件

1 太陽熱給湯の検討ステップ

- ・太陽熱給湯装置の選択は、以下のステップにしたがって検討します。

ステップ1

太陽熱給湯の採用の可否の検討

- 1) 地域の気象条件の確認
- 2) 敷地周辺状況の確認
- 3) 建物の構造等の確認
- 4) 設置場所および方位等の検討



ステップ2 太陽熱給湯の形式・サイズ等の検討
条件に見合う形式を選定し、各手法を検討します

- 1) 集熱面積の確保等(手法1)
 - 2) 補助熱源との適正な接続(手法2)
 - 3) 省エネ型の循環ポンプの採用
- ソーラーシステム・強制循環式のみ(手法3)



ステップ3 太陽熱給湯の計画・使用時の配慮

- 1) 各部の計画上の配慮
- 2) 効率よい運転・制御方法の配慮

2 前提条件等

1) 地域の気象条件

太陽熱給湯装置は太陽熱という自然エネルギーを利用するものであり、地域の気象条件を十分に検討する必要があります。以下の地域では、太陽熱を十分に集熱できない可能性があります。

- ・日射にめぐまれない地域
- ・冬期の冷え込みが厳しい地域(装置や配管が凍結し使用できなくなる)
- ・冬期の降雪・積雪が多い地域(集熱部が雪で覆われ、使用できなくなる)

蒸暑地は、暖かくかつ日射が豊富なため、太陽熱の集熱は期待できます。しかし、一般的には集熱部を屋根面上に置かなければならないため、台風の常襲地域ではとくに強風対策を講じる必要があります。具体的な対策については、3.5.5 で解説します。

2) 敷地周辺状況

敷地の周辺状況が以下に該当する場合は、太陽熱を十分に集熱できない可能性があります。

- ・周辺の建物が建て混んでいて、屋根面への日射を妨げている場合
- ・建物まわりの立樹等が、屋根面への日射を妨げている場合

3) 建物の構造等

太陽熱給湯装置の集熱部は、一般的に屋根面上に置くので、装置の荷重をあらかじめ見込んで構造や屋根面の検討を行う必要があります。とくに集熱部と貯湯部が一体型になっている機種は重量が大きい(集熱面積 4m²で満水時重量が 400kg 程度)ため、注意が必要です。また、屋根面を配管が貫通する場合は、雨漏れを防ぐ処置を十分に講じることも重要です。

3.5.4 太陽熱給湯の手法

太陽熱給湯装置には非常に多くの形式があり、それぞれに特徴があります。設置する住宅に合わせ、適切なものを選択する必要があります。

太陽熱給湯装置は、一般に以下のような項目について分類できます。

- ①太陽熱の集熱方式(直接集熱・間接集熱)
- ②集熱媒体(水・不凍液・空気・ヒートパイプ)
- ③熱媒の循環方法(強制循環・自然循環)
- ④集熱部と貯湯部のレイアウト(一体型・分離型)
- ⑤集熱部の形状(平板式・真空管式など)

各部の構成の詳細については、3.5.6 で解説します。

実際の製品では、これらの項目が組み合わせられて構成されています。ただし、組み合わせによって、該当する製品がほとんどないタイプもあります(表 2)。

表 2 集熱部の形状・集熱方法と貯湯部の組み合わせ

集熱部		平板式		真空管式	
		一体型	分離型	一体型	分離型
直接集熱 (集熱媒体が水)	自然循環式(ポンプなし)	◎	×	△(真空貯湯式)	×
	強制循環式(ポンプあり)	×	△	×	△
間接集熱 (集熱媒体が不凍液)	強制循環式(ポンプあり)	△	○	×	○

◎:非常に一般的、○:一般的、△:やや特殊、×:一般的でない

表 3 に、日本の代表的な太陽熱温水器およびソーラーシステムの構成と特徴を示します。これらの特性を十分に理解して、機種を選択することが重要です。

表 3 代表的な給湯装置の構成と特徴

項目	太陽熱温水器	ソーラーシステム	
集熱方式	自然循環式(直接集熱)	強制循環式(直接集熱)	強制循環式(間接集熱)
貯湯部	集熱一体型	分離型	分離型
集熱部	日本では平板式が主	日本では平板式が主	平板式・真空管式
系統図			
集熱器外観			
集熱面積	・3~4 m ² が一般的	・4 m ² が一般的	・調節可(4、6、8、10 m ²)
貯湯量	・200L程度が一般的	・調節可 200~300L が一般的(集熱面積 1 m ² 当たり 50L が目安)	・調節可 200~300L が一般的(集熱面積 1 m ² 当たり 50L が目安)
凍結対策の容易さ	× ・寒冷地では一般に運転困難	× ・寒冷地では一般に運転困難	◎ ・不凍液を循環させるため
太陽熱暖房の利用	× 不可	× 不可	○ 可
屋根面・構造への負担の軽さ	× ・本体重量と貯水の重量がかかる	○ ・集熱部の本体重量と少量の給水の重量のみ	○ ・集熱部の本体重量と少量の不凍液の重量のみ
水道への直結が可能	× 直結不可 ・シャワーには加圧ポンプが必須	× 直結不可 ・開放型で水道圧利用ができず、シャワーには加圧ポンプが必須	○ 直結可 ・水道直結のため、水道圧が利用できる。
電力消費の少なさ	◎ ・本体には不要 ・給湯時に加圧ポンプが電力を消費	△ ・集熱時・給湯時の両方でポンプが電力を消費	△ ・集熱時にポンプが電力を消費
省エネ効果	・集熱面積が小さい機種が多い ・寒冷地では放熱ロス大 ・イニシャルコストに対し高い省エネ性	・貯湯ロス小 ・電力消費がネック	・集熱面積の調整が容易 ・放熱ロス小 ・電力消費がネック
イニシャルコストの低さ	◎ ・構造が比較的簡単 ・製造メーカーが多様	○ ・構造が若干複雑 ・製造メーカーが少ない	△ ・集熱器・貯湯槽・不凍液の循環系が必要
メンテナンスの容易さ	○ ・可動部が少ないため、交換を要するのはボールタップ・パッキン等に限定される	× ・システムが複雑で可動部が多い ・ポンプや弁等の交換が必要	× ・システムが複雑で可動部が多い ・ポンプや弁等の交換が必要 ・不凍液も3年に1回程度交換が必要

注)◎、○、△、×の順で優位性は下がる

手法1 集熱部の面積の確保等

1 集熱面積

- ・集熱面積を大きくすることは太陽熱を十分に集める上で最も重要となります。集熱面積が2 m²程度と小さい機種もありますが、省エネ効果を得るには、蒸暑地で3 m²程度の集熱面積は必要です。
- ・手法1の適用要件となる集熱面積を、省エネ効果の違いにより、3つに区分して設定しています(表4)。

表4 集熱面積(手法1)の要件

手法	有効集熱面積	省エネルギー効果
手法1a	3.5 m ² 未満	小
手法1b	3.5 m ² 以上 5 m ² 未満	中
手法1c	5 m ² 以上	大

- ・「有効集熱面積」とは、集熱器の中で実際に太陽熱を集めることができる面積です。日本工業規格では、太陽熱温水器については「有効集熱面積」(JIS A4111)、ソーラーシステムの集熱器については「集熱体面積」(日本工業規格 JIS A1425)と定義されていますが、本書では「有効集熱面積」に統一しています。
- ・集熱器全体の面積は、「集熱器総面積」(JIS A1425)と定義されています。
- ・有効集熱面積とは、「集熱部の透過体の集熱面への最大投影面積」(JIS A4111)とされています。真空管式のように透過体の間に隙間が空いている形式では、平板式のように集熱面が連続している形式に比べ、同じ「集熱器総面積」に対する「有効集熱面積」はより小さくなります。
- ・有効集熱面積は、一般的な集熱器で一体当たり1.5~2.0 m²程度で、それを複数連結させて設置します。詳細は機器メーカー情報を確認して下さい。

2 集熱部の設置方位・傾斜角

- ・手法1を達成するための要件として、集熱部を適切な方位・傾斜角で設置することが前提となります。

1) 設置方位

- ・集熱部を設置する方位はできるだけ南向きとすることが求められますが、多少南向きからずれていても集熱できます。東向きでは集熱が午前中に行われるため、給湯の使用量が大きくなる夜間までの放熱ロスが大きくなりますので、西向きの方が有利です。北向きではほとんど効果がありません。また、将来的に隣接建物等の影とならない位置を選ぶことが必要です。
- ・南北に棟のある屋根で南面に集熱器を向けるためには、架台を使用します(図1)。

2) 傾斜角

- ・集熱部の設置角度(傾斜角)は、一般に水平面に対し30°で年間集熱量が最大になりますが、蒸暑地や温暖地では傾斜角による集熱量の差はさほどないため、60°程度までの範囲で、屋根の勾配を考慮に入れながら決めて下さい。集熱器を屋根勾配よりも急な角度に設置する場合は、架台が必要となります(図1)。
- ・集熱器の傾斜角をより急にした場合、太陽高度の低い冬期の集熱量が増え、夏期の集熱量が減ることになります。給湯によるエネルギー消費は冬期に大きいので、集熱器の傾斜角を急にすることが一般的には太陽熱エネルギーの利用率が高くなります。
- ・沖縄では、RC造陸屋根の住宅が一般的です。陸屋根の場合に集熱器を水平に設置すると、夏期に集熱量が過大、冬期には過小となります。そのため、平置架台を用いる必要があります(図1)。

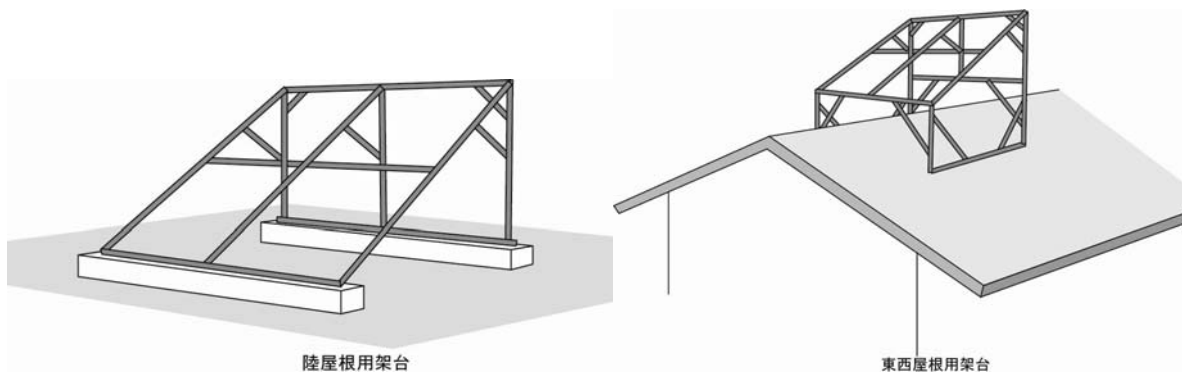


図1 集熱器設置用架台の例

ポイント 集熱面積による省エネルギー効果

蒸暑地の代表6地点において、給湯全体に占める太陽熱部分の割合を集熱面積別に計算したものを示します。

- もともと給水温度が高く日射にめぐまれた蒸暑地においては、省エネの効果は大きくなっており、ほとんどの地点において、集熱面積 3 m²で熱負荷が半減していることが分かります。4 m²ではさらに大きく、沖縄などでは 70%近い削減量となっています。一方で、集熱面積が 6 m²を超えると、面積が増える割に相対的にみて削減割合が減少しています。これは、熱負荷の割に集熱量が過大となり、有効に使える割合が減少するためです。
- こうしたことから、蒸暑地における集熱面積は 3~4 m²が適当であると考えられます。

ポイント 貯湯部の選定

- 太陽熱温水器の場合は、集熱部と貯湯部が一体になっているため、容量が固定されている機種がほとんどです。一般的な貯湯部の容量は 200 リットル (L) 程度です。
- ソーラーシステムの場合は、集熱面積に合わせて貯湯槽の容量を変更することができる機種があります。一般的には、集熱面積 1 m²あたり 50L 程度が目安となります。したがって、集熱面積 4 m²では、貯湯槽の容量は 200L 程度となります。
- 集熱面積が大きい場合は、より大きなサイズのものを選びます。一般には 300~400L 程度ですが、太陽熱暖房の貯湯槽を兼ねるものは、より大きくなる傾向があります。

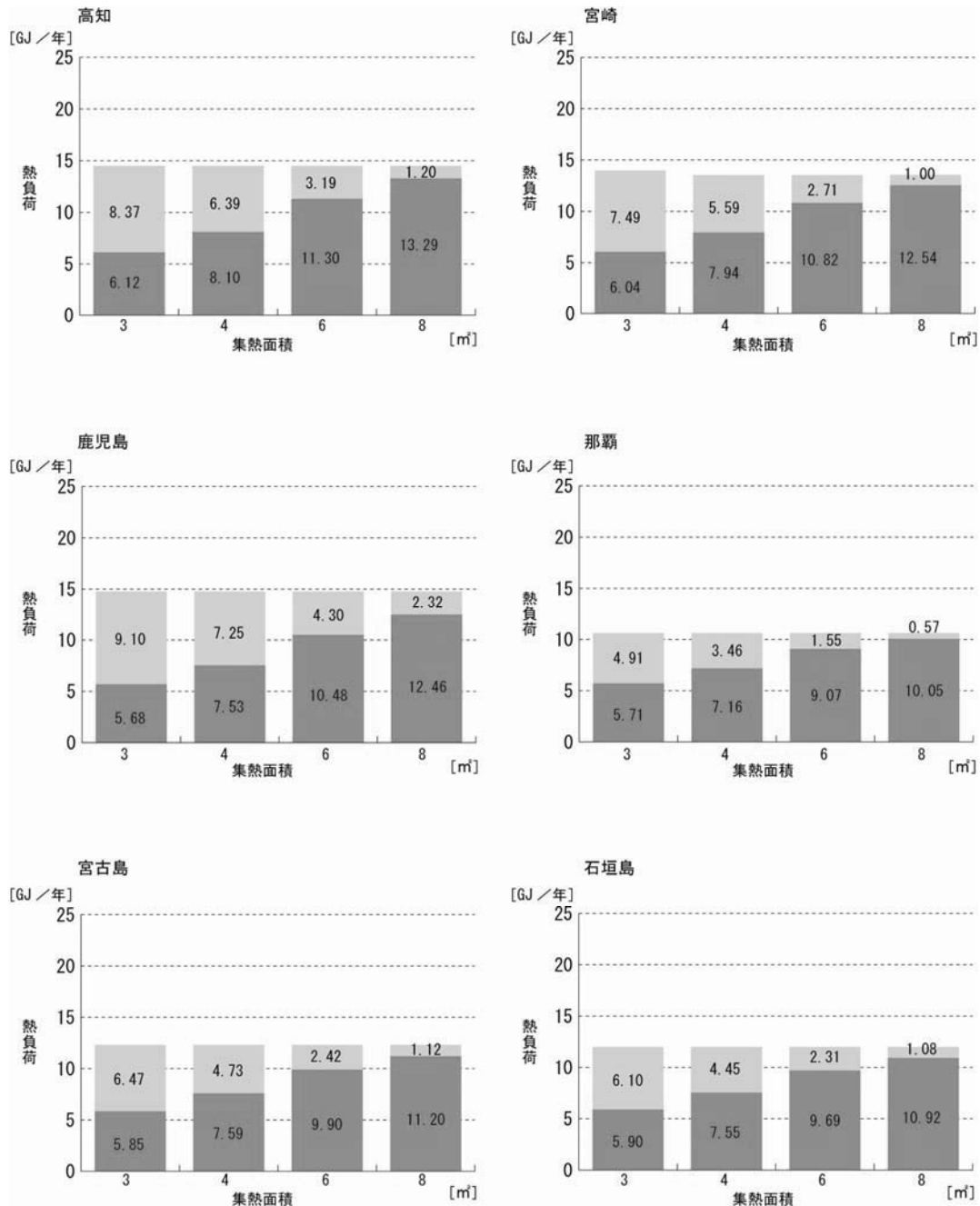


図 太陽熱利用による給湯省エネ効果(真南、傾斜角 30° で設置した場合)

■計算条件

- 計算では各月の平均日射量をもとに、集熱部効率・システムロスを考慮して、給湯負荷の削減効果を推定しています。
- 集熱部の効率は通年で 40%としています。これは、太陽熱温水器の実験結果から推定した値であり、集熱部と貯湯部の効率が合わさった値です。ソーラーシステムの場合は異なる結果となる可能性がありますが、傾向としてはほぼ同様になるものと推測されます。
- 配管部等のシステムにおける熱ロスを 10%と仮定しています。これはソーラー接続ユニットにより補助熱源と組み合わせた場合で、三方弁を用いた場合に比べると温水を水と混ぜて利用することで太陽熱の有効利用率が下がるためにロスがより大きくなるものと考えられます。
- 1日の中で使いきれなかった温水は、次の日には冷え切るために熱を繰り越せないと想定しています。

手法2 補助熱源との適正な接続

- ・太陽熱温水器は高い省エネ効果を発揮しますが、悪天候時には集熱ができないため、給湯需要のすべてをまかなうことはできません。そのため、他のエネルギーを用いた補助熱源を併用することになります。補助熱源は、一般にガス・石油を熱源とする燃焼式となります。
- ・給湯の消費エネルギーを抑えるには、太陽熱給湯が分担する割合を上げることが非常に重要です。ガス・石油給湯機といった補助熱源と太陽熱温水器を正しく組み合わせることで、利用率を大きく向上させることができます。本書では、3つの接続方法を取り上げます。
- ・以前は、「補助熱源と接続しない場合(手法 2a)」もみられましたが、浴槽にしか太陽熱を利用できないため、太陽熱の利用率が低くなります。
- ・現在では、「三方弁を用いて補助熱源と接続する場合(手法 2b)」が最も一般的です。この方式は三方弁の切り替えを正しく行えば太陽熱の利用率が上がりますが、切り替え忘れがあると太陽熱を利用できなくなります。
- ・「ソーラー接続ユニットを用いて接続する場合(手法 2c)」は、ユニットが自動的に太陽熱の利用率が高まるよう制御しますので、省エネ性・利便性ともに高くなり、安全性にも優れています。

表 5 太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式

項目	手法 2a 補助熱源と接続しない	手法 2b 三方弁を用いて補助熱源と接続する	手法 2c ソーラー接続ユニットを用いて補助熱源と接続する
太陽熱を利用可能な用途	△ ・一般に浴槽のみ(風呂に落とし込んで追焚)。 ・浴槽の自動湯はり時には太陽熱を利用できない。	○ ・浴槽以外の用途でも太陽熱を利用できる(浴槽追焚は不可)。 ・浴槽の自動湯はり時に太陽熱を利用できるかは接続方法による。	◎ ・浴槽以外の用途でも太陽熱を利用できる(浴槽追焚は不可)。 ・浴槽の自動湯はり時にも太陽熱を利用できる。
利便性	× ・浴槽に太陽熱からの温水を落とし込んだ後、風呂釜で追焚する必要がある。	△ ・一般に三方弁の切り替えが手動であるため、適切に操作しないと太陽熱の利用率が低下する。 ・三方弁が温度検知による自動切換えの場合は、利便性が向上する	◎ ・ユニットが自動的に回路を切り替えるため非常に利便性が高い。ユーザーが操作するのは、補助熱源の給湯設定温度のみ。
太陽熱の利用率	× ・浴槽以外の用途に太陽熱を利用することができない。	△ ～ ○ ・三方弁を適切に利用できるかにより、大きく異なる。一般に切り替えスイッチ等は台所など一箇所のみを設置されるため、他の場所での切り替えは困難。	◎ ・ユニットが自動的に太陽熱の利用率が高くなるように制御する。
太陽熱の利用率を向上させる使い方	・浴槽湯はりが湯消費の多くを占める住戸では、分担率が高い。	・三方弁を常に適切に操作する。 ・太陽熱からの温水温度が若干低くても許容できる場合は、できるだけ太陽熱温水の回路で使用する。	・補助熱源の給湯設定温度を低めに設定する。 ・夏期・中間期で一定温度の給湯が不要な場合(台所・洗面利用時)には、補助熱源の電源を切る。
イニシャルコスト	○ ・最も安価。	△ ・三方弁や配管のコストが増える。	△ ・ユニットのコストが上乗せ。
安全性	△ ・夏期などに、非常に高温の太陽熱温水が出湯する場合がある。	△ ・夏期などに、非常に高温の太陽熱温水が出湯する場合がある。シャワー・台所・洗面の水栓は、サーモ混合栓であることが望ましい。	◎ ・ユニットが、太陽熱温水と給水を自動的に混合し、補助熱源運転時にも常にこの入り口給水温度を適切に抑えるため、安全性が高い。
備考	・新規採用されることは稀。	・従来、一般的であった方式。	・近年、一般的になってきている方式。 ・増圧ポンプ内蔵の機種を採用すれば、湯の出方を改善できる。

凡例 ◎:非常に有利である、○:有利である、△:あまり有利でない、×:有利でない

- ・表5に、太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式に関する手法 2a～2c について、特徴を整理しています。ソーラー接続ユニットを用いる(手法 2c)場合は、インシャルコストは高くなるものの、その他の特性は非常に優れており、今後はこの手法が一般的になるものと考えられます。

本書では、太陽熱給湯装置と補助熱源の接続方式を3つの手法に分類しています。以下では、各手法についてより詳しく解説します。

1) 手法 2a : 補助熱源と接続しない場合

- ・以前は、太陽熱温水器は補助熱源と接続せず、単純に温水を浴槽に落とし込み、風呂釜で追焚する方式が多くみられました(図2)。
- ・この方式は簡便でコストが低く、浴槽における湯使用が給湯消費の大部分を占めている時代には有効でしたが、近年では新設されることはほとんどありません。

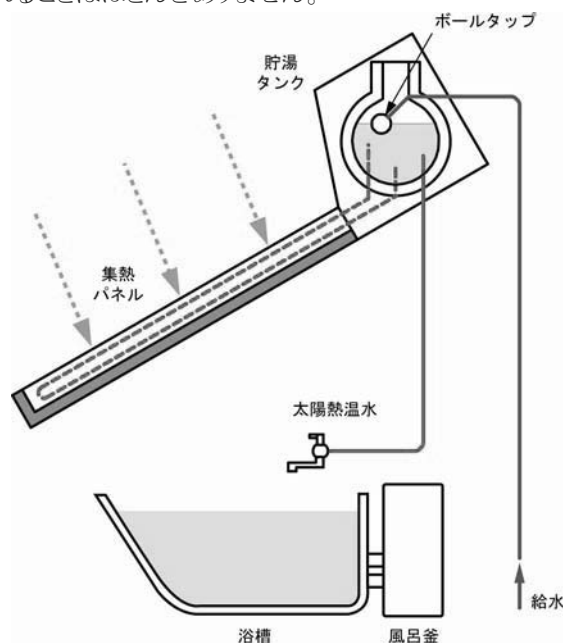


図2 補助熱源と接続しない場合(手法 2a)の例

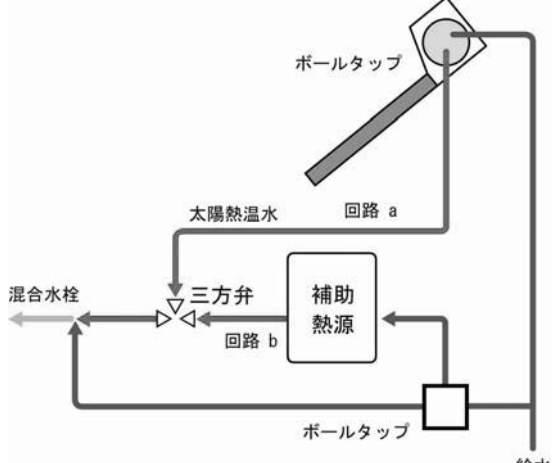
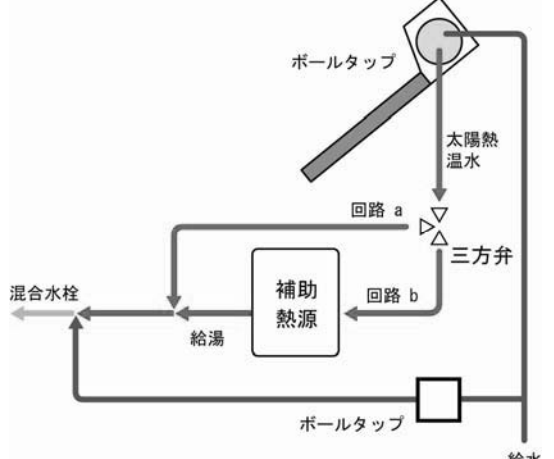
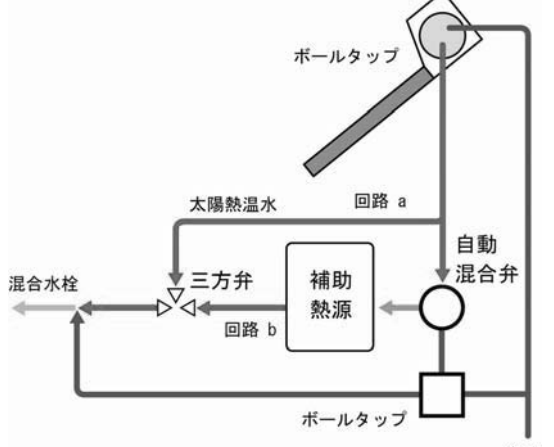
2) 手法 2b : 三方弁を用いる場合

- ・三方弁により、太陽熱と補助熱源を切り替えて使用する方式が、その後に普及しました。三方弁を利用した接続には、多くの組み合わせ方があります。主な組み合わせ方の概要と特徴は、表6を参照して下さい。
- ・三方弁は比較的簡便で、適切に操作すれば太陽熱の利用率を向上させることができます。一方で、太陽熱からの温水温度に合わせて切り替えを行う必要があり利便性が低いこと、操作を忘れて常に補助熱源の回路で使用されると太陽熱の利用率が低下する場合があります。

3) 手法 2c : ソーラー接続ユニットを用いる場合

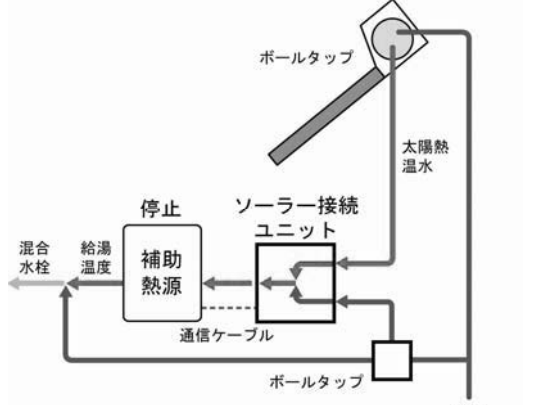
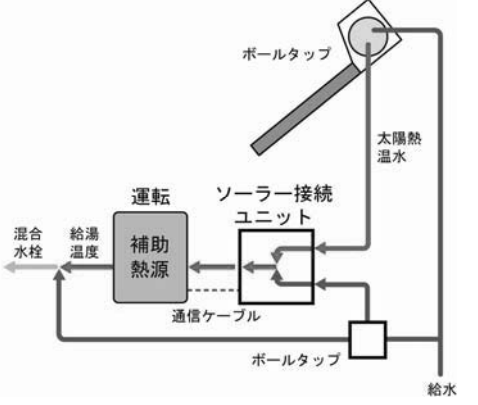
- ・セントラル給湯の普及により台所・洗面でもお湯が使えるようになり、補助熱源による浴槽の自動湯はりも一般的になると、より利便性の高い接続方式が求められるようになりました。そうした中で、三方弁の動作を自動化し、補助熱源との通信を行うことで最適な制御を行う「ソーラー接続ユニット」が製品化されました。
- ・「ソーラー接続ユニット」は、補助熱源の入口に設けられ、太陽熱温水と給水をユニット入り口に接続して、太陽熱からの温水と給水を最適に混合し、太陽熱の利用率を向上させます。ソーラー接続ユニットと補助熱源は専用の通信ケーブルで接続する必要があるため、両者がそれぞれ対応した機種が必要です。

表 6 三方弁を用いて補助熱源と接続する(手法 2b)場合の例

接続例	システム図	特徴
接続例 1		<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽熱の温水温度が十分高い場合には、回路 a で温水を直接利用する。 ・太陽熱の温水温度が低い場合には回路 b に切り替えて、補助熱源からの給湯のみを利用する。 ・補助熱源は、とくに太陽熱との接続を考慮したものでなくてよい。 ・回路 b に切り替えると、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を全く利用できない。 ・夏期などに太陽熱温水温度が非常に高い場合、水栓がサーモ水栓でないと危険な場合がある。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱が利用不可。
接続例 2		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽熱の温水温度が十分高い場合には、回路 a で温水を直接利用する。 ・太陽熱の温水温度が低い場合には回路 b に切り替えて、補助熱源で加熱してから給湯する。 ・回路 b に切り替えても、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を利用できる。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱を利用できる。 ・回路 b からの温度が比較的高い場合、補助熱源が能力を絞りきれずに給湯出口の温度が給湯設定温度を超えてしまう場合がある。
接続例 3		<ul style="list-style-type: none"> ・例1に近いが、補助熱源入り口に自動混合弁で太陽熱温水と給水を合流して接続している。 ・自動混合弁は、一定温度の出口温度になるよう自動的に入口2系統の混合比率を調節する装置で、一般にサーモワックス弁が用いられる。 ・回路 b で太陽熱温水の温度が比較的高い場合でも、自動混合弁のために補助熱源の入り口温度は低く抑えられ、安全である。 ・回路 b に切り替えても、太陽熱温水の給水温度より高い部分の熱量を利用できる。 ・補助熱源の浴槽自動湯はりに太陽熱を利用できる。

- ・すべての制御は自動的に行われるため、利便性・安全性も非常に高くなっています。使用者は、補助熱源の給湯設定温度を設定しておくだけで、設定温度の湯を得ることができます。かつ補助熱源を適切に自動制御し、補助熱源の不要な燃焼を抑制することで、更なる省エネ化を達成しています(表7)。
- ・このように、ソーラー接続ユニットを用いることで、とくに操作を行うことなく太陽熱の利用効率を向上させることができます。新設の場合においては、ソーラー接続ユニットを採用することが強く推奨されます。目標レベル3・4の達成に手法 2c の採用を必須としているのは、このためです。

表7 ソーラー接続ユニット(手法 2c)の接続方法と一般的な挙動

太陽熱の温水温度 \geq 補助熱源の給湯設定温度の場合	太陽熱の温水温度 < 補助熱源の給湯設定温度の場合
	
<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラー接続ユニットは、太陽熱温水と給水を混合して補助熱源に送る。 ・ソーラー接続ユニットは通信ケーブルを通じて、補助熱源にバーナーを着火しないよう信号を送る。 ・補助熱源は不要な着火を行わないため、不要なガス消費が抑えられる。 ・補助熱源の給湯設定温度を低く設定することで、太陽熱の分担率をより高めることができる。 ・補助熱源の電源を切っている場合でも、ソーラーユニットの混合機能のみが動作できる機種もある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラー接続ユニットは、補助熱源の給水上限温度以下になるように、太陽熱温水と給水を混合して補助熱源に送る。 ・補助熱源には、給湯温度が高くなりすぎるのを防ぐため、給水上限温度が決められている(一般に30~35℃程度)。 ・太陽熱温水温度が補助熱源の給水上限温度を下回っている場合は、太陽熱温水のみを送水する。 ・太陽熱温水からの温度が低い場合でも、給水温度より高ければその分の熱量を有効に利用できる。

ポイント 補助熱源の選択

補助熱源の選択に際しては、以下の事項に配慮することが望まれます。

- ・補助熱源については、集熱面積が狭い、周辺環境の影響で日射が少ない等、太陽熱の分担率が低い場合には、潜熱回収型を採用することが望まれます。現在では、ガス・石油の両方で潜熱回収型給湯機が市販されており、バリエーションも豊富になっています(「5.4 給湯設備計画」参照)。温暖地で太陽熱の分担率が高い場合には、従来型給湯機でもよいでしょう。
- ・新しい機種では、貯湯槽ユニット内に補助熱源が内蔵されているタイプもあります。

手法3 省エネ型の循環ポンプの採用 (ソーラーシステムのみ)

- ・ソーラーシステムにおいては、水を直接温める直接集熱方式でも、不凍液などを温めて間接に水を温める間接集熱方式でも、強制循環方式の場合には、水や不凍液を循環させる循環ポンプが必要となります。
- ・循環ポンプの消費電力が大きいと省エネ性能を低下させます。したがって、省エネ効果を十分に発揮させるためには、必要なときだけポンプを動かす、消費電力の小さいポンプを用いる、太陽電池の電力でポンプを動かすなどの工夫がされた機種を選択することが求められます。

ポイント 循環ポンプの消費電力

- ・従来は 100W 近い電力を消費するポンプが一般的でしたが、これは日中運転すると大量の電力を消費するため、省エネ性能を著しく損ないます。
- ・近年では、DC ポンプなどを採用することで省電力に配慮した機種が出てきました。ポンプ電力量が「20~65W」などのように可変になっているものは、必要な分だけモーターを動かすため、省エネ効果が期待でき

ます。

3.5.5 太陽熱給湯の計画・使用時の配慮

1 各部の計画上の配慮

1) 集熱器の設置（強風対策）

- ・蒸暑地は台風の常襲地域が多く、集熱器の設置に際し強風への配慮が不可欠です。屋根上に設置した集熱器は、風による外力により、上方向に吹き上がるもしくは横ずれを生じるおそれがあるため、しっかりと固定して設置することが必要です。
- ・強風で飛ばされないようにするには、集熱器を屋根面にできるだけ密着させ、勾配を緩くして固定する方法が有効です(図3)。一方、方位の関係等で架台を用いる場合は、ワイヤー等で強く固定することが必要です。(図4)。
- ・安全性の確保のために、風荷重計算と固定方法の検討は慎重に行うことが重要です。

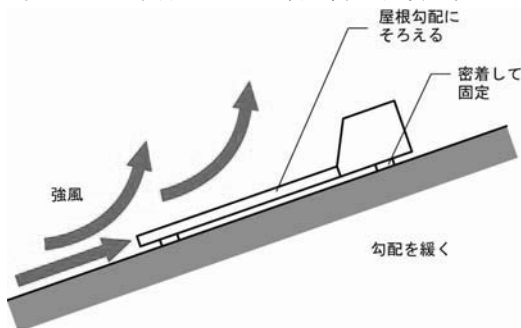


図3 蒸暑地での集熱器の設置方法

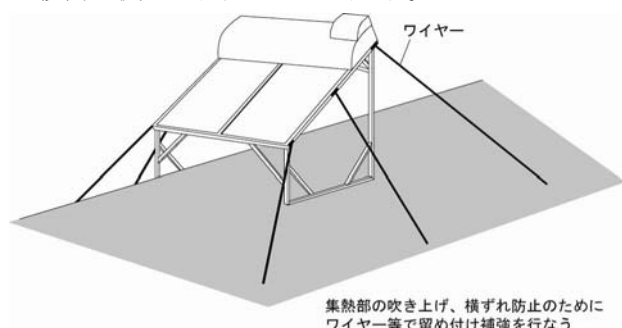


図4 集熱器の固定方法の例(架台設置の場合)

2) 貯湯槽の設置（分離型のみ）

- ・集熱器と貯湯槽が分かれている分離型では、配管からの熱損失を抑えるため、集熱器、貯湯槽、給湯機の相互の距離がなるべく短くなるように配置する必要があります。
- ・貯湯槽は屋外に設置されることが一般的ですが、熱損失を抑えるためには、断熱保温がしっかりなされた製品を選び、屋内駐車場やユーティリティなど、非暖房室であっても屋内に設置することが推奨されます。
- ・とくに熱媒等の循環配管は屋外に設置されるため、熱媒循環配管は最短化をはかるとともに、必ず配管断熱を行って下さい。

2 効率の良い運転・制御方法の配慮

太陽熱給湯装置は非常に高い省エネの性能を持っていますが、その特性を理解して正しく利用しなければ、その性能を十分に発揮させることができません。以下では、太陽熱給湯装置と補助熱源をソーラー接続ユニットで連結したシステム(手法 2c)について、使用時の注意点を解説します。

1) 給湯機の設定温度

ソーラー接続ユニットを使用している場合には、補助熱源とソーラー接続ユニットが通信ケーブルを通して通信し、補助熱源リモコンの給湯設定温度にしたがって出湯されます。システムはこの設定温度に従って太陽熱と補助熱源を使い分けるため、システム効率を向上させるにはこの温度を適切に設定する必要があります(図 5、表 8)。

- ・太陽熱の利用率を上げるには、できるだけ補助熱源の給湯設定温度を低めに設定することが重要です。高温の給湯が必要な時だけ給湯設定温度を上げ、使用後はすぐに戻すようにします。

表 8 給湯機入口設定温度とその特徴

給湯機入口設定温度	特徴
45～60℃	<ul style="list-style-type: none"> ・水栓での給水混合を前提とする使い方。水栓はサーモミキシングとすることが望ましい。 ・比較的高温でシャワーに給湯できるため、細い給湯管でも水と混合することで水圧が確保できる。 ・冬期には、太陽熱からの温水温度が給湯設定温度に達しない場合が多い。このため、太陽熱の利用率が低くなり省エネ効果が低下する。
38～43℃ (推奨)	<ul style="list-style-type: none"> ・水栓での給水混合を前提としない使い方(一般的) ・給湯管の径が細い場合には、シャワーなどで水圧が不足する場合がある。 ・冬期においても、太陽熱の利用率が高くなる。

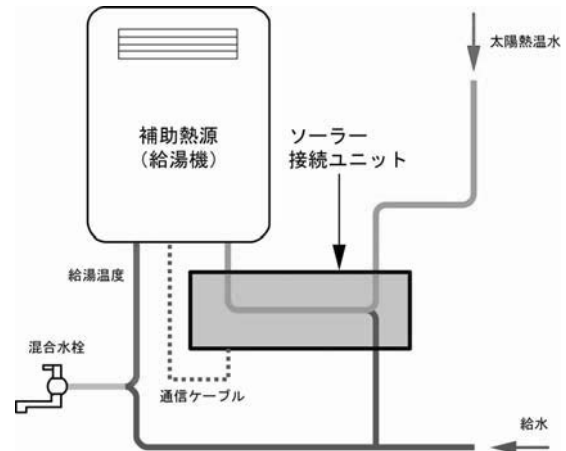


図 5 ソーラー接続ユニットの概要

2) 補助熱源の適正な制御

- ・ソーラー接続ユニット等を用いたシステム(手法 2c)では、太陽熱からの温水温度が給湯設定温度より少しでも低い場合、いったん給水と混合して給水上限温度(一般に 30～35℃程度)まで下げてから補助熱源に送ります。補助熱源は、この水を給湯設定温度に上げて出湯します。これは、補助熱源の能力下限に限界があることから出湯温度が高温になりすぎるのを防ぐためですが、補助熱源にとって極端な低負荷運転となり、効率が大きく低下します。
- ・また、太陽熱給湯装置に十分高温な温水が蓄えられている場合でも、太陽熱からの高温の温水が補助熱源に届くまでに、出湯開始後しばらく時間がかかります。この間にも、補助熱源は短時間ですが燃焼してしまいます。夏期のように太陽熱ですべての給湯負荷がまかなえるはずの時期でも、実際には補助熱源が不必要に燃焼しており、この場合の効率は低くなっています。
- ・このため、台所・洗面所のように一定の湯温度が必須ではなく、また短時間の断続的な出湯が多い用途では、補助熱源の電源を OFF にすることで不要な燃焼を停止させ、省エネ性を高めることができます。
- ・ソーラー接続ユニットの中には、補助熱源の電源を切っても太陽熱温水と給水の混合機能は運転しているものもあります。太陽熱からの温水が高温の場合に給水と混合することから、安全性が高くなります。
- ・太陽熱温水の温度が給湯設定温度より低温の場合には、補助熱源は燃焼しないため給湯温度はなりゆきになりますが、台所・洗面所ではこれで問題なく利用できる場合が少なくありません。給湯温度が低すぎる時だけ補助熱源の電源を入れるようにすると、非常に省エネになります。
- ・貯湯部と補助熱源が一体化されたシステムでは、こうした専用の省エネモードを持っている機種も登場してきています(図6)。

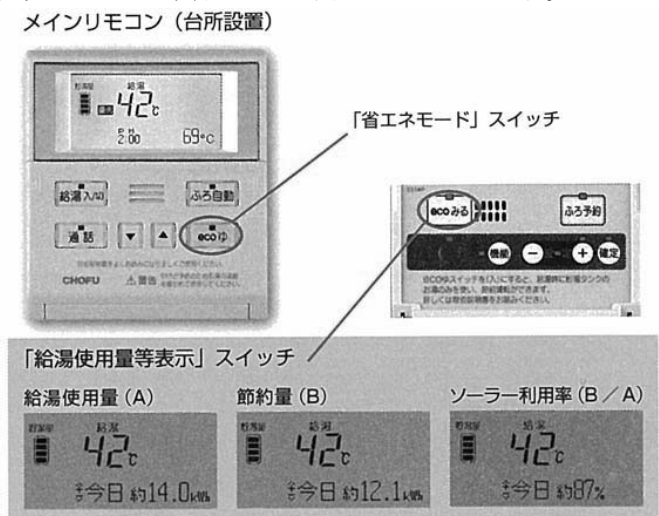


図6 補助熱源の制御システム

3.5.6 太陽熱給湯の各方式の解説

太陽熱給湯装置の特徴については、3.5.4 に述べましたが、ここでは、各方式についての詳細な解説を行います。製品の理解に役立てて下さい。

1 太陽熱の集熱方式＋熱媒の循環方法

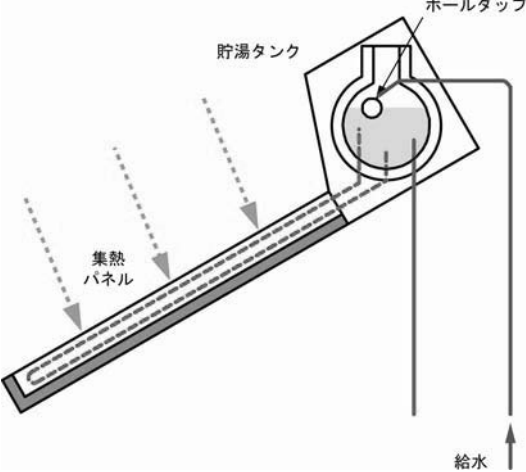
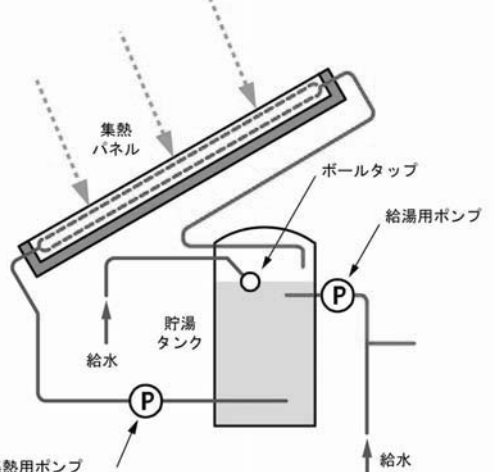
太陽熱の集熱方式は、太陽熱給湯装置の構成や特徴を大きく決定づける、最も重要な要素といえます。集熱部の重量・凍結対策・水圧などはここで決定されます。各方式の特徴を示します。

1) 直接集熱式（自然循環式または強制循環式）

直接集熱式の多くは太陽熱温水器ですが、一部でソーラーシステムのものもみられます。直接集熱式は、給湯される水を直接集熱パネルに送り込み、太陽熱で加熱する方式です。水を自然対流で回す「自然循環式」と、ポンプで回す「強制循環式」があります(表 9①②)。

原理が単純なためシステムをシンプルにしやすく(とくに自然循環式)、また水そのもので集熱を行うため集熱効率が高くなるメリットがあります。一方で、集熱部に回った給水は清潔でないといみなされるため、給水部への逆流防止のため水道系統と一度縁を切る(開放する)必要があり、給湯時の水圧を別途に確保する必要があります。また、水を循環させているため、凍結対策が難しくなります。

表 9 太陽熱給湯装置の原理と特徴・1

① 直接集熱式(自然循環式) 「太陽熱温水器」の方式	② 直接集熱式(強制循環式) 「落水式ソーラーシステム」などと呼称
	
<p>作動原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道圧で貯湯タンクに給水。 ・温度による水の比重変化から生じる対流効果により、タンク内の低温の水が集熱パネルに下って加熱され、高温になった湯は上昇して貯湯槽内に蓄えられる。 <p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造が簡単・非常に一般的。 ・貯湯部が横置きで屋根上にあるため、夜間の放熱ロスが大きい。 ・貯湯部が大气開放になるため、給湯時に水道圧を利用できず給湯圧が低い。シャワーには加圧ポンプが必要。 ・凍結対策が困難なため、寒冷地では冬期に使用を停止して水抜きをする必要がある。 	<p>作動原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日中の集熱時に、ポンプで水を集熱部に送って加熱。温まった水を貯湯タンクに落水させる。 ・夜間などの非集熱時には通水しない。 <p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開放式のため水道圧を利用できない。シャワーに用いるには加圧ポンプが必須。 ・非集熱時の熱ロスが少ない。 ・集熱・給湯の両方にポンプが必要なため、ポンプの消費電力が大きくなりがちである。 ・水で直接集熱するため、集熱効率は高め。ただし、寒冷地の冬期には凍結の危険があり運転が困難。

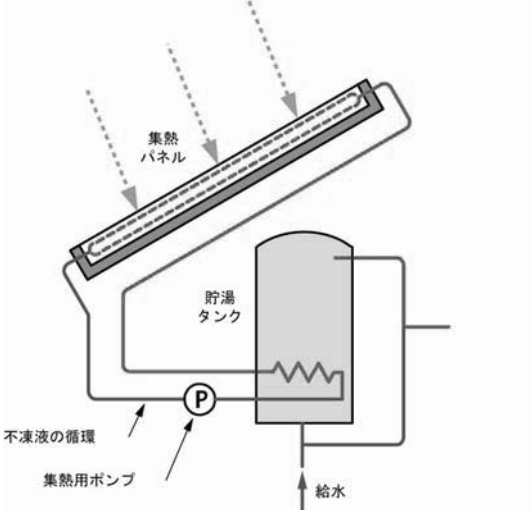
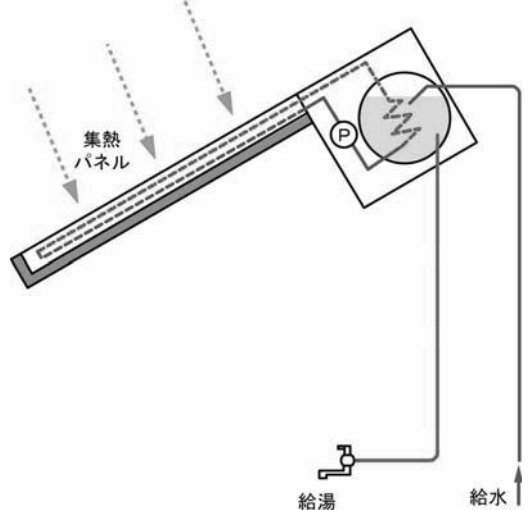
2) 間接集熱式（ほとんどが強制循環式）

間接集熱式は、水の代わりに不凍液を集熱部と貯湯部の間で循環させ、集熱部で集熱、貯湯部では貯湯槽内部の熱交換器により給水を加熱する方式です。ソーラーシステムの多くはこの方式です。不凍液の循環は、ほとんどの場合ポンプにより強制循環で行われます。貯湯槽は集熱部と分離しているタイプが一般的ですが、一体型となっているタイプも少数あります(表 9③④)。

水を集熱器に直接送らず大気に開放しないため、貯湯槽内の水は清潔とみなされ、水道に直結することが認められています。そのため給湯時に水道圧が使える、加圧ポンプなしでもシャワーが快適に利用できます。また、集熱部・配管部を回るのが不凍液であるため、その部分の凍結が起こりにくいメリットもあります。ただし、不凍液は水に比べると熱的な特性が劣り、また水を間接的に加熱するため、効率が直接集熱式に比べると若干低くなります。

間接集熱式はシステムが複雑になるため、イニシャル・コストが高くなる傾向にあり、給湯用途だけではコスト回収は困難な場合があります。ヨーロッパにおいては、同じ貯湯槽を用いて暖房を合わせて行う方式が一般的です。また、不凍液を循環させるポンプの消費電力が大きいと省エネ性能を低下させるため、必要ときだけポンプを動かす、消費電力の小さいポンプを用いる、太陽電池の電力でポンプを動かすなどの工夫がされた製品を選択することが求められます。

表 9 太陽熱給湯装置の原理と特徴・2

③ 間接集熱式(強制循環・分離型) 一般的な「ソーラーシステム」	④ 間接集熱式(強制循環・一体型)
	
<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋外に露出する配管部分に不凍液が使われるため、凍結に強い。 ・貯湯部が閉鎖系であるため、水道圧が直接利用でき給湯圧が高い。 ・貯湯部を設置するスペースが別に必要。 ・循環ポンプの消費電力が大きくなりがち。 ・システムが複雑なためにコストが高い。 	<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外観は温水器に近い(貯湯部の位置が異なる)。 ・貯湯部が閉鎖系であるため水道圧が直接利用でき、シャワーなどを快適に利用できる。 ・太陽熱温水器と分離型ソーラーシステムの中間的な機種 ・給水配管が屋外に露出するため、凍結に弱い。 ・太陽電池で循環ポンプを行う機種は省エネ効果が高い。

2 集熱部と貯湯部のレイアウト

集熱部と貯湯部のレイアウトには一体型と分離型がありますが、前述の集熱方式によっておおむね決定されます。温水器は一体型・ソーラーシステムは分離型が一般的です(表 10①②)。

表 10 集熱部・貯湯部のレイアウト

① 一体型(直接集熱・自然循環が主)	② 分離型
	
<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽熱温水器のほとんど、ソーラーシステムの一部が該当。 ・構造がシンプル・一般に安価。 ・貯湯部分の重量が屋根面にかかるため、構造的に不利。 ・集熱部と貯湯部がセットになっているため、システム設計の自由度がほとんどない。 	<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーシステムの多くがこの形式。 ・屋根面に設置するのは集熱部のみとなるため、荷重を大幅に抑えられる。 ・集熱部・貯湯タンクのレイアウト自由度が高い。 ・集熱部のデザインの納まりがよい。 ・非集熱時に集熱部と貯湯部との循環が停止されるため、放熱ロスが低減される。 ・システム自由度が高く、太陽熱暖房などにも利用可能 ・構造が複雑・一般に高価。 ・集熱部と貯湯部の間で水・不凍液等を強制循環させるため、ポンプの消費電力が必要になる。

3 集熱部の形状

太陽熱を効果的に集めるには、集熱部の性能がよいことが当然求められます。集熱部の性能を左右するのが、集熱部の放射特性と断熱性です。

放射特性については、太陽の日射(高温熱源の短波)を吸収しやすく、かつ赤外線(低温熱源の長波)を放射しにくいことが求められます。古い太陽熱温水器では、集熱体が単に黒く塗ったものが多くみられましたが、これは日射を吸収しやすいものの赤外線も放出しやすいため、「熱しやすくさめやすい」ものでした。近年では、日射を吸収しやすく、かつ赤外線を放射しにくい「選択吸収膜」を用いることで、高い集熱効率を持つものが主流です。日本工業規格(JIS A 4111)では、40%以上の集熱効率を持つことを求めています(外気温度 15℃以上の条件下)。

集熱部の形状は、集熱体(選択吸収膜の塗装された黒い部分)と透過体(ガラス)の断熱の仕方で大きく分類されます。平板式は、平板の集熱体の裏面を断熱材、表面を透過体で覆ったものです。真空管式は、筒状の集熱体を筒状の透過体で保護し、隙間を真空にして断熱を強化したものです。集熱効率は必ずしもカタログ値では表示されていませんが、一般に平板式で 40~50%程度、真空管式で 50~60%程度です。日本においては平板式がほとんどですが、海外では晴天にめぐまれない寒冷地に設置される場合が多いためか、真空管式が多くみられます。平板式・真空管式のいずれも、前述の様々な集熱方式と組み合わせられて使用されます(表 11①②)。

表 11 集熱部の形状

① 平板式集熱器	② 真空管式集熱器
	
<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡易な構造でコストが安い。 ・日本においては非常に一般的。 ・ガラスに白板タイプを用いたものは効率が高い。 ・グロス面積と有効集熱面積の差が小さい。 ・断熱性が若干低く、寒冷地では集熱効率が低下する。 ・直達日射の集熱に適し晴天時には効率が高いが、拡散日射が多い曇りでは効率が低下する。 	<p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガラス管と集熱部の間が真空断熱されているため、寒冷地でも集熱効率が高い・凍結に強い。 ・高温集熱を行う際には、特に効率が高い。 ・集熱部が筒状であるため、グロス面積に対して有効集熱面積が限られる(外部反射体付きのものは除く)。 ・断面が筒状で拡散日射の集熱に有利なため、曇りの際に効率が高いとされる。 ・国内で生産されている機種がない。 ・ヨーロッパや中国など海外では主流。 ・一般に高価だが、近年では安価な輸入品もみられる。