

第4章 建物への太陽熱利用の計画

太陽熱システムの計画には、建築側から見た建築計画と、太陽熱側から見た太陽熱計画の2つの側面がある。建築物の熱負荷に対し太陽熱を有効に利用するためには、建物に要求される条件を分析し、気象条件を考慮した上で熱負荷が小さくなるような設計を行う。その上で太陽熱利用システムや設備の設計を行なっていく。両者を同時に考えながら設計することが大切であるが、既築の建物では建物の用途、形状が固定されているため、建築側に合わせた太陽熱利用システムの設計となる。いずれにせよ、建物の熱負荷全部を太陽熱で賄おうとするのではなく、既存エネルギーとのベストミックスを計画することが重要となる。

4.1 太陽熱利用システムの計画

太陽熱利用システムは、住宅や建築物で得られる太陽エネルギーを使って建物の給湯負荷や暖房負荷の一部をまかない、快適さと同時に既存エネルギーやCO₂排出量を削減する。新築の建物であれば建築計画と並行して太陽熱利用の検討を行うことになるが、既築の建物では建物や負荷に合った太陽熱利用を計画、設計する。「エネルギーの使用の合理化に関する法律」が平成20年5月に改正され、平成21年4月1日施行されたが、この中でも省エネルギーアイテムとして太陽熱利用が取り上げられている。

- 1) 建物用途と敷地との関係を考えて上で建物の形状、階数、方位を決定する。直接外気に接する外壁や屋根面積を少なくすることで負荷を減らすことができるが、太陽熱利用の性格上、あまり屋根面積が少ないと十分な集熱量が得られなくなる。各部屋の用途、使用方法、使用頻度などを考慮の上、部屋の配置や機械室の配置、集熱器、蓄熱槽の配置を検討する。
- 2) 建設する地域や建物の用途、種類によって、建物の開口部は大きく異なる。開口部は暖冷房負荷を増大する原因になるとともに、冬期は直接日射を取込み、中間期は換気のための通風口になるなど使い方によっては快適性を向上させ、省エネに役立つことになる。開口部の負荷を減らすには次の方法がある。①開口部の大きさを小さくする、②開口部の断熱性を高める、③窓を2重窓やペアガラスなど断熱性の高いものにする、④ひさしや植栽を設ける。
- 3) 建物の熱負荷を最大限小さくする建築設計、機器の使い方を考えて必要な負荷を把握する。負荷の種類や量、負荷パターンなどは建築の設計や用途（事務所ビル、食堂、介護施設、運動施設など）、使用者の使い方によって大きく異なり建物毎に計算しなければならない。
- 4) 負荷の量が同じでも、病院や介護施設など日中に負荷が大きい施設と、ホテルや住宅など夜間に負荷が大きい施設では太陽熱利用システムの設計が異なる。それらを知った上で太陽依存率やエネルギー削減量、CO₂削減量などの目標を立てて太陽熱利用システムの設計を行う。
- 5) 九州のような温暖地と北海道や北陸のような寒冷地や積雪地では、太陽熱利用システムの設計が異なる。寒冷地では凍結を考慮しなければならず、積雪地では雪の重みに耐えなければならない。台風が多い九州では風荷重に注意しなければならないことはいままでもない。給水温度も地域や水源も季節によって異なる。

4.2 太陽熱利用システムの計画上の要点

太陽熱利用システムを計画・設計するに当たり、日射量が豊富に得られる地域であることはもちろん、周辺地域の地形や環境、設置条件及び利用方法まで事前に調査検討する必要がある。太陽熱利用システム

を建物に取り入れようとする場合、建築計画に合った計画でなければならず、既築の建物の場合には特に慎重に計画することが必要になる。

4.2.1 周囲条件・環境

建物はその建築場所によって気象や環境条件が異なる。気象条件は建物の負荷に関係するだけでなく、太陽熱利用の効率にも影響を与える。周辺の建物や立ち木はその位置や高さなどにより、当該建物に陰影を作る場合もあり、集熱器の配置にはそれらを考慮した設計とする。

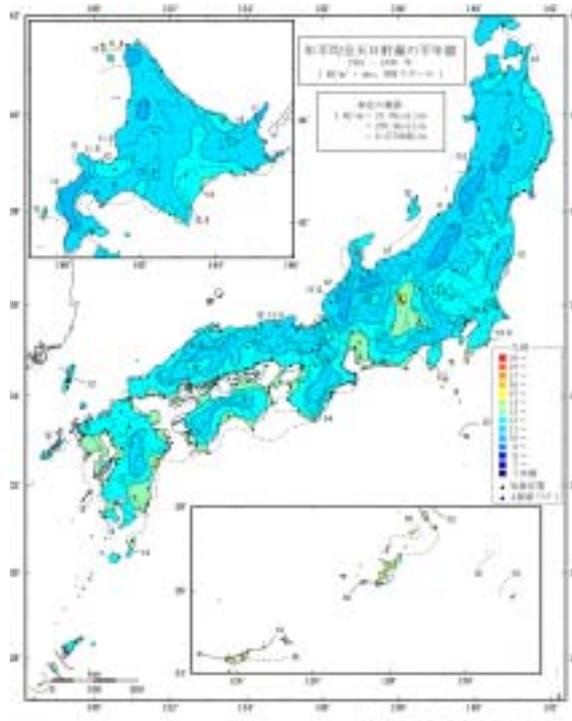


図 4.2.1 年平均全天日射量の平年値

出所：「全国日射関連データマップ」H10年度 NEDO

1) 日射量

太陽熱利用を考えると集熱器に入射する全天日射量はできるだけ多いことが望まれる。全天日射量は直達日射と天空日射の合計であり、地域、季節、天候、時刻及び受熱面の傾斜角、方位角によって異なる。地域や季節、天候、時刻は変えられないため、太陽熱利用を計画するときは建物の形状や用途を十分考慮の上、最適な集熱器の設置場所や傾斜角、方位角を決定しなければならない。

図 4.2.2 は傾斜面と太陽の位置の関係を示したもので、太陽の位置は季節や時刻により時々刻々変化するため傾斜面の日射量は日、月、年間の積算値になり、季節によって大きく変化する。

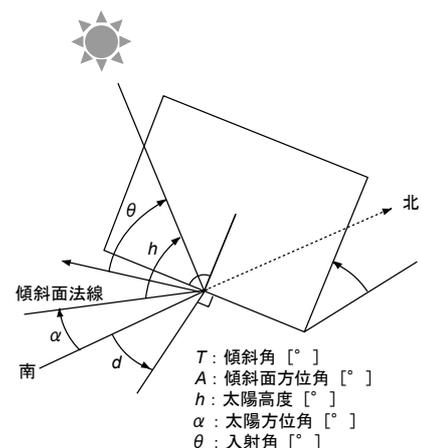


図 4.2.2 傾斜面と太陽の位置

2) 傾斜角、方位角と受熱面日射量

図 4.2.3 は東京の水平面の月平均日射量を基準に、傾斜角の変化による 1 月、8 月、年間の受熱面日射量を示したものである。年間では傾斜角 32°前後が最も大きくなり 1 月は 60°、8 月は 13°前後が最も日射量が多い。この結果より、給湯負荷に対応するには傾斜角 32°前後が最も効率的で、暖房利用では傾斜角 50°~60°、冷房利用では傾斜角 10°~20°前後が最も集熱量が大きくなる。また、各月最大日射量の得られる傾斜角は図 4.2.4 のようになる。

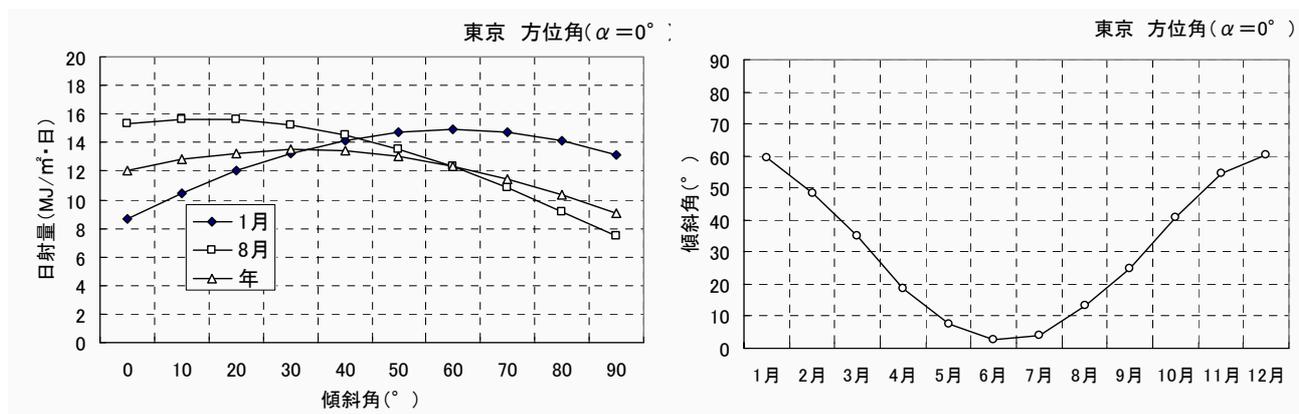
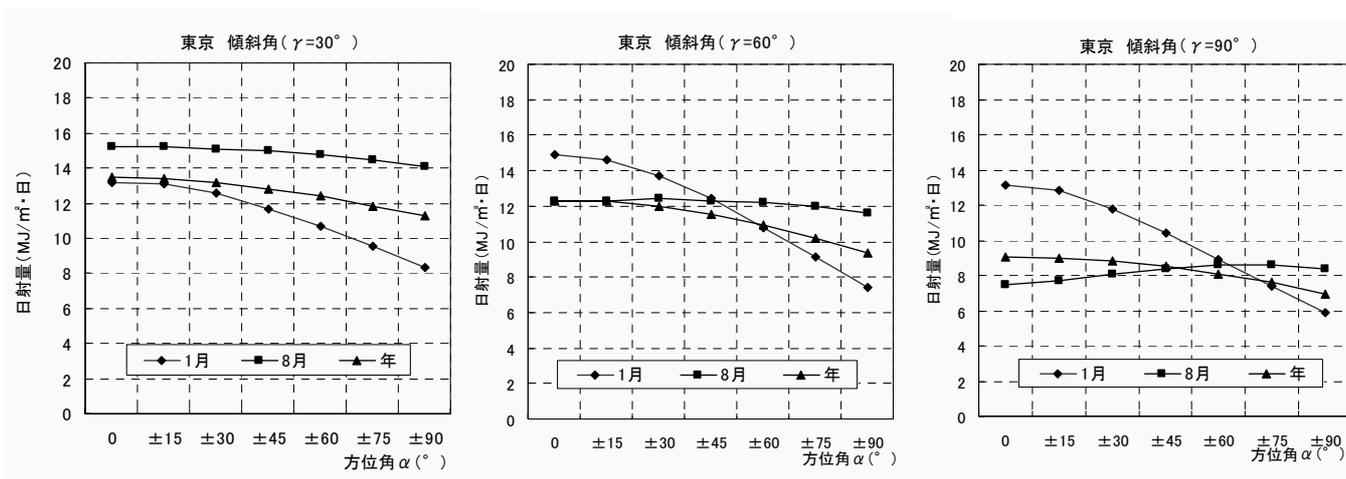


図 4.2.3 傾斜角と日射量

図 4.2.4 月最大日射量を得られる傾斜角

3) 受熱面の方位角と日射量

傾斜角と同様に方位が振れると受熱面に入射する日射量に変化する。1 月と 8 月及び年間で、受熱面の方位が振れたときの日射量の低下する割合は図 4.2.5 に示すようになり、特に傾斜角が大きいときに影響が大きい。1 月は方位角が大きいと日射量の減少が大きくなる。8 月は集熱器の傾斜角が 90°の場合において、方位角が大きいと日射量は若干増加する。



(a) 傾斜角 30°

(b) 傾斜角 60°

(c) 傾斜角 90°

図 4.2.5 方位角と日射量 (東京)

4.2.2 建物用途

建物用途によって給湯や暖房、冷房の熱負荷の大きさや負荷のパターンが異なる。一般に季節によって負荷が変化するため、負荷の種類や傾向を捉えて、負荷にあった受熱面の傾斜角、方位角を決定する。暖

房用途を優先する場合は傾斜角を大きくするが、給湯では年間の日射量が最大となる傾斜角が望まれる。

4.2.3 配置計画

太陽熱利用システムを構成する機器の配置は、配置によって集熱器の設置枚数に差が生じたり、配管が長くなり熱損失が大きくなったりするため、建物と調和して配置する必要がある。集熱器は屋根に置くのが一般的で、新築の場合には屋根一体にしてデザイン良く計画できるが、既築の建物では制約が大きい。設計に当たっては集熱器の枚数や重さ、傾斜角や蓄熱槽の設置場所、荷重、機器を結ぶ配管経路の設定に留意しなければならない。集熱器の設置場所は南面の日射をよく受けられる場所が適当であるが、敷地や建物方位によっては南面に設置できないことも多い。この場合、建物のデザインとともに日射が得やすく、負荷の少ない建物の計画にするなど積極的な対応方法を検討する。

省エネルギーという観点から構成機器の配置を考えると、各構成機器はできるだけ近く配置し、負荷への配管も含めて極力短くするのが理想的である。熱源と負荷が離れているということは配管からの放熱のみならず、搬送動力が増え、イニシャルコスト、ランニングコストともに増大することになる。

1) 集熱器の配置

集熱器は建物の屋根や外壁、ひさしなど様々な場所が考えられるが、建物の方位や設置場所の傾斜角及び建物用途や日照条件、他の構成機器の配置などに十分配慮して決定しなければならない。図 4.2.6 に集熱器の配置例を示す。

<留意点>

- 計画場所は日射を遮る地形や建物がないことを確認し、周囲の建物配置や影の状況を見極めた上で設置場所を決定する。同時に太陽熱を上手に取り込む建物形状にする。
- 集熱器のサイズや形状に制約があり、建物の形状や寸法は建築計画で左右されるためデザインのうまく融合させるために工夫が必要である。
- 建物デザインや対応する負荷、システム効率を考慮して集熱器の設置位置、傾斜角を決定する。システム構成機器や配管はできるだけ負荷に近い場所に配置し十分な断熱を施す。
- 集熱器や蓄熱槽の設置に当たっては地震荷重や風荷重、雪荷重を考慮した設計にする。
- 太陽熱機器の配置に当たっては建築計画との関連性を考えて常に省エネルギーを考えて進める。
- 集熱器の配置は南に面し日射を受ける位置であれば利用できるため、屋根や壁など躯体に一体的に設置する方法と架台を使って必要な傾斜角を確保する方法がある。

2) 蓄熱槽の配置

蓄熱槽の配置場所は、床下や地下埋設、小屋裏、屋内、屋外など多くの場所が考えられるが、省エネルギーの観点と同時にメンテナンススペースが取れるような配置場所を選定する。図 4.2.7 に蓄熱槽の配置例を示す。

<留意点>

- 熱源装置や蓄熱槽のスペースは通常の設定計画に比較して大きくなるため、その配置は平面計画時に十分検討して集熱器や負荷からできるだけ近い位置に配置し放熱を最小限にすることが望まれる。
- 蓄熱槽は重くなるため、重量に耐えられる基礎や設置方法にしなければならない。
- 建物内部に配置すると、冬期は蓄熱槽からの放熱が期待できるが、夏期は冷房負荷を増大させる要因となるため、計画には注意が必要である。

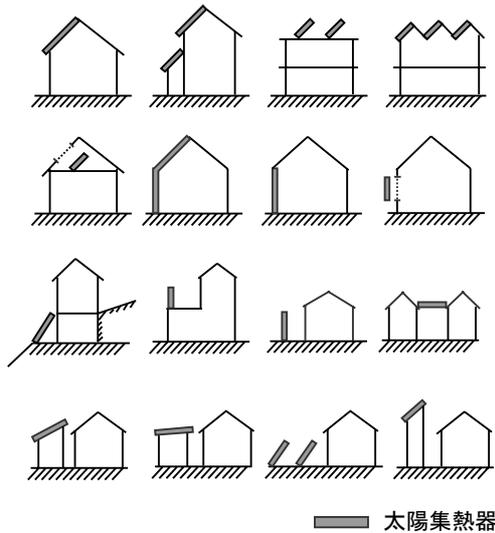


図 4.2.6 集熱器配置例

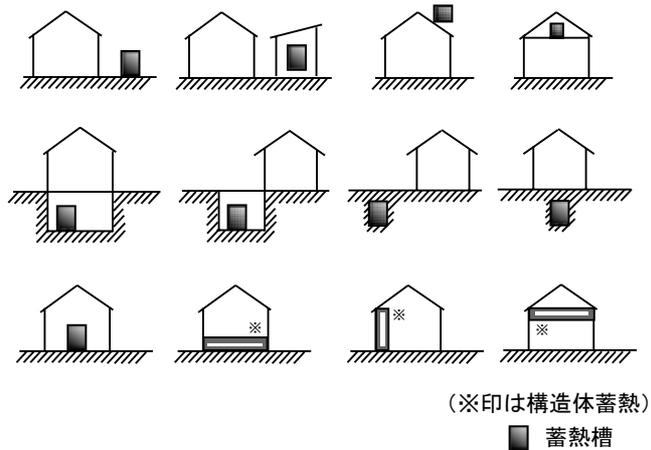


図 4.2.7 蓄熱槽（体）配置例

出所)「ソーラーシステムデザインガイド」(社)ソーラーシステム振興協会編

4.2.4 システム設計

太陽熱利用システムは図 4.2.8 に示すように、集熱部、蓄熱部、負荷とそれを結ぶ熱搬送部（配管）で構成される。集熱部は開放システム、密閉システム及び直接集熱、間接集熱があるが、対象とする負荷や用途は給湯、暖房、冷房などがある。

集熱面積や蓄熱槽容量は負荷や太陽依存率を考慮して、効率が良く経済的な規模で設計する。集熱器の傾斜角、集熱面積は屋根面積や意匠などによる制約で決められることが多い。太陽熱利用を効果的に行うには、給湯、暖房、冷房方式とし、年間を通じて無駄なく使用できるように負荷と設備のバランスの取れた設計を行うことが大切である。

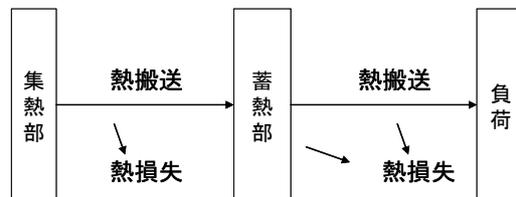


図 4.2.8 太陽熱利用システムの構成

4.2.5 負荷

建物側で検討しなければならないことは、快適性を損なわずに、建物の熱負荷をできるだけ小さく押さえた設計をすることである。空調負荷であれば南側の植栽や風の流れを考えた建物配置にしたり、窓や外壁、屋根などの断熱性を極力強化する。換気負荷に対しては全熱交換器や自然換気を利用するなど、色々な手段を使って負荷を減らすことが大切である。

給湯負荷であれば節湯型器具を使ったり、風呂追焚が出来る器具を用いたりすることで熱負荷を少なくすることが考えられる。

夜間に負荷の多い住宅の暖房などは、建築躯体（蓄熱床）の熱容量を大きくし、昼間に躯体へ蓄熱して、夜間に放熱することで温度低下を小さくする方法が効果的である。その他、開口部から積極的に太陽熱を取り入れる（パッシブ手法）なども有効である。

4.3 太陽熱利用システムの計画上の留意点

太陽熱利用システムを計画・設計するに当たり、日射量が豊富に得られる地域であることはもちろん、周辺地域の地形や環境、設置条件及び利用方法まで事前に調査検討する必要がある。太陽熱利用を計画する際の留意点は以下のとおりである。

1) 計画場所

日射を遮る地形や建物がないことを確認し、太陽熱を上手に取り込む建物形状にする。集熱器や蓄熱槽の設置に当たっては地震荷重や風荷重、雪荷重を考慮した設計にする。

2) 設置位置・傾斜角

建物デザインや対応する負荷、システム効率を考慮して決定する。

3) 熱負荷

給湯負荷や暖冷房負荷は極力小さくなるように計画する。夜間に負荷の多い住宅の暖房などは建築躯体（蓄熱床）の熱容量を大きくし夜間の温度低下を少なくする方法が効果的になる。

4) 暖房

躯体の蓄熱や放熱の効果を活かしたパッシブ的な手法も併用して、足りない部分を補助熱源でまかなう。

5) 太陽依存率

太陽依存率を高く設定しすぎると、集熱面積が増加し、夏期には熱量が大きくなり、結果的に経済性を損なう。経済性を含め、用途やシステムを考慮した上で設備仕様を決定する。

6) システムの配置

システム構成機器や配管はできるだけ負荷に近い場所に配置し十分な断熱を施す。

7) 補助熱源装置

太陽エネルギーの量は天候によって左右されるため、補助熱源装置の能力は原則として必要とする負荷の100%をまかなえる規模にする。

8) システムの選定

集熱システムには開放システム、密閉システム及び直接集熱と間接集熱があるが、それぞれの特徴にあったシステムの選定や設計を行う。

9) 集熱面積

負荷と太陽依存率を考慮して、効率が良く、経済的な規模で設計する。集熱器の傾斜角、集熱面積は屋根面積や意匠などによる制約で決められることが多い。

10) 蓄熱容量

集熱器の単位面積あたり50～100ℓにすることが多いが、日中負荷が多く夜間に負荷が少ない場合は、蓄熱容量を小さくできる。

11) 保守・点検

屋内や屋外に設置する構成機器はメンテナンスを考慮した設置をおこない、メンテナンススペースや搬出経路を考慮しておく。

表 4.3.1に太陽熱利用システム計画上の要点をまとめて示す。

表 4.3.1 太陽熱利用システム計画上の要点

	共通事項	給湯	暖房・給湯	暖冷房・給湯
負荷の把握	必要熱量を十分把握する。計画時より省エネルギーに配慮しシステムを過大にしない、システムの熱損失を軽減する（建物の断熱強化、日射調整も含む）	給湯量（42℃）の目安 1) アパート、ホテル 75～300ℓ/人・日 2) 事務所 7.5～11.5ℓ/人・日 3) 工場 20ℓ/人・日	1) 暖房負荷を小さくする 100W/㎡以下 2) 低温水暖房方式の採用（放射暖房を検討）	1) 暖冷房負荷を小さくする 100W/㎡以下 2) 省エネ暖冷房方式の採用（放射暖房を検討）
集熱器の設置角度	設置方位角は南を中心に東西に±15°以内になるように計画する（ただし±45°程度振っても受熱面日射量の影響は小さい）	傾斜角の推奨値は設置角度の緯度～緯度-5°	傾斜角の推奨値 1) 暖房・給湯システム：緯度+（10～20°） 2) 暖房優先の設置：緯度+（20～30°）	傾斜角の推奨値 1) 暖冷房・給湯システム・設置場所の緯度または（緯度-（～10°） 2) 冷房優先の設置条件：緯度-（10～20°）
集熱面積の求め方	設置場所、気象データ、熱負荷からシステム効率、太陽依存率を考慮して計画する	集熱面積あたりの給湯量 50～150ℓ/㎡	暖房負荷のピーク時に晴天日で太陽依存率を100%とする場合は集熱面積は暖房床面積の40～50%を目安にする	温水焚吸収冷水機を利用する場合、冷凍容量当りの集熱面積は20㎡/USRTを目安とする。 冷房負荷のピーク時に、集熱量が最大になること
蓄熱槽容量の目安	用途、集熱量及び負荷の時刻を考慮して計画する	集熱面積あたりの蓄熱量：50～80ℓ/㎡	集熱面積あたりの蓄熱容量：25～50ℓ/㎡	集熱面積当りの蓄容量 葉 25ℓ/㎡（昇温や高温集熱を考慮）
補助熱源の検討	天候不順が続いた場合の必要熱量を確保できること、環境にやさしいエネルギーで低価格であること	不足分の補給が効率よくできるシステムとする	不足分の補給が効率よくできるシステムで、温度の調整範囲が広い	天候不順が続いた場合も冷水機を運転できること冷水機の始動及び継続運転が追従が良いこと

4.4 関係法律及び規則

集熱器は屋根に設置されることが多い。このため、集熱器を建物に取り付ける強度計算、及び許容応力度等の数値は建築基準法で規定されている値を用いて計算し、安全であることを確認する（第7章参照）。同様に各種の法律、規則に該当する場合はそれに準じた設計を行なわなければならない。太陽熱利用システムを設計する上での関係法、規則には、建築基準法、消防法、水道法、労働安全衛生法、ボイラ及び圧力容器安全規則、高圧ガス保安法、地方条例などがある。