

環境にやさしい パッシブ型の建築の基本

日射遮蔽・導入 その3



自邸。大理石の床に太陽光で蓄熱する家
(設計・撮影：中村勉)

✦ 中村 勉

日射のコントロールは エコハウス設計の大きなカギ

「パッシブ型環境建築^{※1}」の基本、第3弾のテーマは、日射の遮蔽と日射導入である。

日射のコントロールは、エコハウスを設計する時、重要な要素となる。特に、夏の日射遮蔽は高断熱・高気密の建築にとってはもはや必要不可欠な要件となっている。高断熱・高気密の住宅に、夏の日射が入り込むと、夜になっても温度が下がらず、熱中症になることも多い。

1990年代の初めに多摩ニュータウンで住宅公団と多摩住宅建設協同組合とが協同して土地付き戸建住宅の開発を行った時、いくつかのパッシブエコハウスを設計した。その一つ、温室付きの住宅を設計した時のこと、住民からクレームが来た。一坪程の2層吹き抜けの温室を設ける設計で、外部側のガラス窓と、内部側のガラス窓を四季や気温、太陽の状況に応じて使い分ける提案だった。当然、外側の窓には、光や風を遮断したり透過したりできるスクリーン(写真1)が付けられ、夏には日射遮蔽をするように計画されていた。



写真1 (参考例)開口部に設置した外付けスクリーン 開発：キマド株式会社・中村総合計画事務所(写真提供：晃陽建設株式会社)

ところが、夏の夜は耐えられない暑さだというクレームなので調べてみると、スクリーンは取り付けられておらず、昼間の太陽光が温室内部の床タイルに蓄熱され、夜に家に帰ると蓄積された熱が放熱され35℃以上になり、空調も効かない状態になっていたのだ。

太陽光を遮るには、庇を太陽の高度に合わせて計算するのが基本であるが、外付けルーバーか外付けスクリーンを取り付けるのは、開け閉めを忘れなければ最も効果的だ。

最近開発した木製のクワトロ(4層)サッシは、中間に100mmの空気層があり、その中に断熱効果の高い高断熱スクリーンやブラインドを内蔵することができるようになっていた。スクリーンやブラインドの雨風での劣化が避けられ、かつ遮光ができるので効果が高い(写真2)。

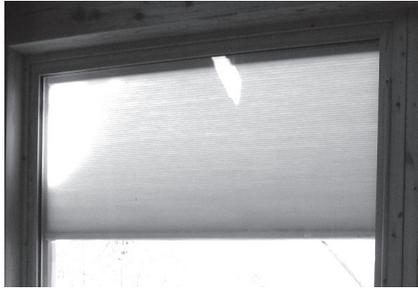
※1 住宅の基本性能を高めることで、積極的に冷暖房をする必要をなくした建築。

自然を利用して日射を遮る

自然を利用し、南側に落葉高木を林のように植える方法もある。樹木の下部が冷涼になるとともに、気持ちの良い空気ができ、その空気を通風利用した夏の快適さをつくることもできる。

この方法で奈良県宇陀市の市立菟田野小学校の南側に栽培園を兼ねた雑木林を作った例があり、住宅では群馬県の矢板市の矢板エコハウスで実施した（写真―3、4）。

庭に雑木林というのは伝統的な庭造りからいえば、「見せる庭」ではないかもしれないが、風による葉の動き、木立の間からスクリーンを通して見る風景など、内部にいる人



写真―2 中間層に遮光スクリーンを内蔵したサッシ 開発：キマド株式会社・中村総合計画事務所（写真提供：中村総合計画事務所）



写真―3 宇陀市立菟田野小学校、南側の植栽園による日射遮蔽（設計：中村勉 撮影：堀内広治）

庇を利用した遮蔽

庇の深さに関しては、夏の太陽光は快適であり、同時に外部からも雑木林に囲まれた家として認識され、新しい風景として、自然との共生のイメージをつくるには効果的である。そして、緑のカーテンと名付けられた、バルコニーに張った網にプランターで栽培したゴーヤやへちまなどの蔓性植物を這わせて覆う日射遮蔽も多く利用されている。また、空き地を緑化して、隣家のエネルギー削減を行う方法も検討したい策の一つである（当連載の第3回で紹介した、東京工業大学の梅干野研究室のデータ参照）。

庇の深さに関しては、夏の太陽光



写真―4 矢板エコハウス、南側の雑木林による日射遮蔽（設計：フケタ設計 撮影：中村勉）

の角度に対応する必要がある。南中高度（真南に来た時の角度）、約75度だけではない。朝日は東から低い角度で侵入するし、午後の日差しは暑く、3時を過ぎるとほとんど水平になることもあるのだ。

港区の保健所では、南側にシースルータイプの太陽光発電パネルを庇として設置したが、この時は庇の深さをコンピュータで計算した（写真―5）。気温26℃以上となる時期は5月半ばから9月半ばまでであり、その時の太陽光の外壁面での角度を割出し、その光を遮る位置まで庇を下げることにした。室内からは高さ1.8mまで下がった庇によって10mmの目地から入る光が美しく、しつかり

日射遮蔽をすることに成功した。

一方で、水平に入ってくる西日の遮光は難しい。大東文化大学の中央図書館では、西の緑地から水平に入ってくる日差しを外部環境で遮ることはできず、結局バルコニー上に垂直ルーバーを固定的に取り付けることとした（写真―6）。しかし、内部からの緑を楽しむなど、少しでも緑地の環境を感じることができるよう、この縦ルーバーを透光型のクロス地で作ることにした。

ところが、いざクロスでつくる必要となると、台風などの風に対する対応が必要となった。そこで、5種類のクロス地で、風に対しての動きを風洞実験したところ、予想に反して固いガラスクロスは15m/secの風で破断。最も耐久性があったのは柔らかいポリエステルシートだった。この風洞実験における最大値35m/sec



写真―5 みなと保健所南面のソーラーパネルによる日射遮蔽庇（設計：中村勉 撮影：堀内広治）



写真一六 大東文化大学図書館西面の日射遮蔽用クロス。ポリエステル縦ルーバー（設計・撮影：中村勉）

まで弓のようにしなりながら持ちこたえた。これにセルフクリーニングのための光触媒の塗装を施して施工した。約10年経った現在も良好な状態にあるようだ。

日射の光と熱を導入する

日射の遮蔽と並んで重要なのが、日射の導入だ。その目的は2つあり、1つは自然採光を多く取り入れ、人工照明を少なくするため。2つ目は太陽熱を室内に取り入れ、床や壁に蓄熱して、暖房エネルギーを少なくするためである。

〈自然光導入〉

学校施設などで、照明にかかるエネルギーは全体の約30%とされている。教室で窓側の照明の1/3を消すこ



写真一七 大東文化大学のライトシェルフ（設計・撮影：中村勉）

とで約9%の省エネ効果がある。しかし、単に窓際の採光を良くするだけでは夏の暑い日射を室内に呼び込んでしまうため、夏には深庇で日射を遮らなければならない。それと同時に照明に代替する光を入れることができれば省エネが可能である。

太陽光は直射光で2万ルクス以上もあり、室内環境で最低必要な照度、200〜1000ルクスに比べると大きすぎるため、ルーバーなどで光量を落として導入することなどが必要となる。横ルーバーは光の角度を自由に調節し、しかも上面の凸面で反射した光を天井などに反射させることができるため、昔から重宝しているが、丁寧に操作をしないと、光が全面に入ってしまう失敗につながる。南から光を入れる場合はむしろ、バルコニーや外廊下の床面からの反



写真一八 愛媛県伊予市翠小学校の光ダクト（撮影：中村勉）

射で十分だ。

そして、南からよりも北側から天空光、つまり直射日光以外の光を導入するだけでも十分な自然採光を得ることができる。窓の上部、約2・1mのところアルミなどで水平庇をつくと、その上部に反射した光を内部に導入することができる（写真一七）。これをライトシェルフといい、反射した光を天井でバウンドさせ、奥まで導入することで4m離れた机上で約200ルクスの照度を得ることができる。外から見ると暗いと思われるが、机上での作業には十分であり、人工照明はできるだけ少なく利用したいものだ。

また、空気のダクトのような、四角断面の筒の内部をアルミホイルで張り、全反射しながら奥まで光を導入する光ダクトという装置も考えられている（写真一八）。一見すると普通の照明器具にも見えるが、光の

量が天気状況によって不確実になる。そこが難しいところでもあり、面白いところだ。

〈日射熱導入〉

日射の熱を導入して、室内暖房のエネルギーとして利用する手法は、蓄熱体と複合させると大変大きな効果をもたらす。その定量的な計算手法は、温熱工学的にはまだ完成していないが、設計の実務的には経験的に実証されている。

日射エネルギーを床に蓄熱する手法をダイレクトゲインといい、幅広い開口部から広い範囲の床に照射される太陽光からの熱が、床の蓄熱体に蓄えられ、その後太陽の直射光がなくなっても床からの放射熱で室内を適温に保つことができる。

写真一九の小住宅は2階建てで、吹き抜けのある南側の1階床を土間床とし、炭で黒色に着色した土間コンクリートにしている。そこに太陽光が照射して熱を導入し、蓄熱する。この土間蓄熱だけでこの家は暖房を一切利用していない。土間の蓄熱用コンクリートは75mmの厚さがあり、この程度の厚さが小住宅では適切な蓄熱の厚さのようだ。



写真-9 F邸。太陽のエネルギーを床に蓄える、ダイレクトゲインの家（設計：中村勉 撮影：堀内広治）



写真-10 M邸。黒い壁に太陽光を蓄熱する家（設計：中村勉 撮影：堀内広治）

16ページのメイン写真はマンションの改修例で、床に35mmの厚さの大理石（下地の木の床は約50mm）を全体にわたって敷いている。7階の東南向きの開口部約3・6m（高さ1・8m）に、朝7時から陽が入り始め、10時ごろまで床に太陽熱を蓄熱してくれる。冬の暖房については、居間に夜7時から2時間、タイマーを使って床暖房をつけておくだけで、平均20℃の室温を定温状態で保持してくれる優れたものである。ダイレクトゲインなど太陽の熱を蓄熱利用する暖房は大変効果的だが、このような補助暖房設備の使用状況を間違えると暖房エネルギーが大きくなることもあり、できるだけ短い時間で済むようなタイマーコントロールをしっかりとる必要がある。

大理石は熱容量と同時に熱伝導率も高い、高密度の材料である。従って蓄熱された熱は四方に拡がる性質があり、空気を多く含むコンクリートなどに比べると、室内全体を暖房するには適しているといえる。床に十分に熱容量の大きな材料が使えない場合などに、壁の蓄熱体に蓄熱する手法も使える。これをトロンプウォールといい、ガラスの内側に土壁を立て、黒い吸収性の高い色を塗ると効果がある。

トロンプウォールを採用している横浜市金沢区のM邸で調べると、1月の外気温度2℃の晴れた日で、昼の室内温度が27℃に上がった（写真）。室内の蓄熱体は、熱容量の大きな材料が望ましい。床にコンクリートや石、タイルなどを利用するだけでなく、木フローリングでもその下地のコンクリートに蓄熱することができ、そして壁では、トロンプウォールのような独立した土壁を室内に立てることと同時に、その他の内装壁を土壁にすることで、蓄熱容量が増え、保温効果が高まる。

この時、黒蓄熱壁の表面温度は24℃と室内温度より低く、太陽の熱を吸収し、蓄熱体の温度が上がるプロセスの中間の状態だと考えられる。そして、午後6時過ぎになり、室内温度が20℃に下がると、黒蓄熱壁の表面は22℃と室内より2℃高くなってきた。いよいよ蓄熱の効果を発揮する出番だ。夜9時以降になると、室内は18℃に下がるが、壁の温度は20℃となり、これ以上は下がらない。

また、蓄熱性能を高めることと、太陽光のダイレクトゲインを複合して利用することも望ましい。世田谷区のO邸（写真11）では、東側に大きな開口部をもっているが、床を蓄熱性能のない木製フローリングと

する代わりに、居間の北側の壁を約70mmの厚さの土壁とし、東から南に回り込む太陽の熱を蓄熱することを試みた。太陽のエネルギーは非常に大きい。このエネルギーを十分に利用することが最も高い省エネ効果を生み出すカギなのだ。



写真-11 O邸。左の北側土壁（70mm）に東からの太陽熱を蓄熱する家（設計：中村勉 撮影：堀内広治）