

バックキャストイング手法による 省エネ建築 エコハウスの実例(後編)



◆ 中村 勉

黒蓄熱壁の家。黒い壁に太陽光を蓄熱する
(撮影：新写真工房 堀内広治)

前回、4月号では、新たな社会づくりに有効なバックキャストイングの手法についてお知らせするとともに、具体的な設計方法について述べた。今号は、前号に引き続き、「バックキャスト基本性能を中心とする環境建築設計手法」(図1-1)のIVに沿って、エコハウスにおける具体的な設計手法について紹介する。

② 気密性能と⑧換気

外気冷気の貫入の要因の一つが気密性能の低さと換気である。気密性能は開口部では特に引違いサッシのレールと車部で起こり、サッシの下部に指を当ててみるとスースー冷気が進入してくるのがわかる。このように引違い窓は環境建築では難しい存在だ。また壁と床、壁と天井、柱と土壁、コンセント回り、窓枠の下壁、大きいものでは部屋の換気扇、そして厨房のコンロのファンなど、思わぬところに隙間があるものである。これらは家全体でどのくらいの面積になるかを総合して、C値(cm^2/m)という指標で調べるが、注意深く施工をしないと新聞紙を広げたくらいになっている家も多い。気密性能の高い家になると、名刺一枚く

らいとなる。

扉や突出し窓の形式ではピンチアップロックなどで隙間を埋めて、かなりの気密性能を保つことができるが、この日本特有の引違い窓については、下部の枠や枠間にモヘアを入れるなどの工夫も古くから行われているものの難しい。ただ、片方が固定されている片引きサッシには可能性がある。ドイツのヘーベシーベという製品など、グレモン錠のような大きなハンドルでサッシを上に取り上げ、手前に引きつける金物が開発されているが、これは非常に高価な金物で、それが日本における木製サッシの普及を阻害している要因にもなっていた。しかし、10年前に筆者も協力している日本メーカーで、小さな部品を数力所に取り付けるだけで、水平に動かす力が手前に引かれる力に替わる仕掛けを考案し、大きな金物を使わず、ローコストの木製サッシを開発することに成功した。2013年に改正された次世代省エネ基準を守るには、開口部の熱貫流率を下げるのが大きな課題となっているため、今後も高性能木製サッシの開発に期待したい。

一方⑧換気性能は、気密性能と相

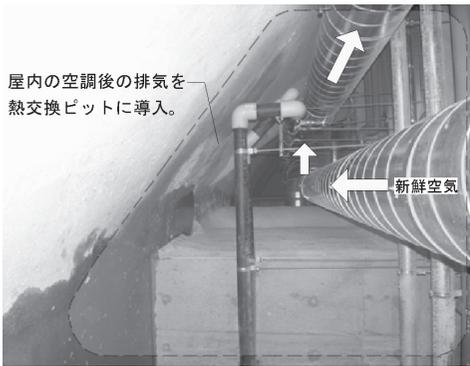
反する。人が1時間に必要とする新鮮空気は1人当たり5m³とされており、平成12年には24時間換気が必要という法律が施行された。気密性能がない、C値が新聞紙ほど大きな住宅では問題がないが、省エネ型で気密性能が高まれば高まるほど、逆に新鮮空気をしっかり管理して導入しないと健康に必要な酸素を補給できなくなるのである。

換気的手法には、機械換気やパッシブ

パッシブ環境基本性能を中心とする環境建築設計手法

- I. 企画・計画による削減手法 住民ニーズ、都市のソフトインフラ、敷地
 - II. 都市のパッシブ環境基本性能 緑化、森、風の道、水路、池、微気候
 - III. 空間計画削減手法 面積、時間、空間、活動
⇒CO₂ 10~50%削減
 - IV. 建築のパッシブ環境基本性能
 - ①断熱
 - ②気密
 - ③開口部断熱
 - ④日射遮蔽
 - ⑤日射導入
 - ⑥蓄熱
 - ⑦通風
 - ⑧換気
 - ⑨健康マテリアル
 ⇒CO₂ 30~35% 削減可能
 - V. 高効率機器の導入 ⇒CO₂ 10~20%以上削減
 - VI. 再生可能エネルギー(自然・廃棄・バイオ)導入 ⇒CO₂ 10~50%以上削減
- トータルで80%以上のCO₂排出量削減を達成

図-1 パッシブ環境基本性能を中心とする環境建築設計手法



屋内の空調後の排気を熱交換ユニットに導入。

新鮮空気

床下空間で熱交換する例 (愛知たいようの杜の地下ピット)

シブ換気など、幾つかの手法が開発されている。機械換気の代表的な方法が全熱交換器による換気方法である。これは換気扇を二重の筒型にして、排気空気の熱で外からの新鮮空気を暖め、室内に入った時は排気空気と同じ温度にしようという機械だ。小さな機械で大量の空気の熱交換ができ、優秀な製品が開発されているが、コストが高く、筆者などは機械仕掛けを敬遠する姿勢から使用していない。むしろ、左の写真のように長い二重管で熱交換したり、床下空間で熱交換するよう

④日射遮蔽と
⑤日射導入

日射を遮蔽したり、導入したりと文字だけ見ると忙しいが、日射を遮蔽したい時は夏であり、導入したいのは冬のダイレクトゲインなど、床や壁に蓄熱する時と、四季を通じて自然光を室内奥深くまで入れて人工照明エネルギー消費を少なくしたい時

な、簡単に大きな空間を利用する仕掛けを考案している。また、森からマイナスイオンの多い新鮮空気を取り入れ、長い地中配管で地中熱によつて温度を高め、室内に導入する、ヒート(クール)チューブという方法もよく利用している。

パッシブ換気の方法とは、暖かい空気の上昇する性質を利用し、床下など下部で新鮮空気を導入し、屋根の最も高い棟の位置でガリリから排気するという、建物の室内、もしくは壁内で空気を動かす方法である。さらに屋根の一部や塔の頂部にガラスをつけ、太陽の熱で上昇気流をつくって積極的に換気を行う、ソーラーチムニーという手法も重要である。



菟田野小学校の南側の植栽 (奈良県宇陀市)



みなと保健所の太陽光パネルの深影 (東京都港区)

である。夏に日射を遮蔽する必要があるのは、非常に大きなエネルギーを室内に導入してしまい、クーラーの力で強引に空気を冷やす愚を避けたいからである。日射遮蔽にはパッシブ手法で、南側に落葉高木を植えたり、網を張ってつる草やゴーヤ、へちま、ブドウなどの植物のグリーンカーテンをつくって日射を遮蔽する方法、窓の外に外付けブラインドやスクリーンを付ける方法などがある。

もっと単純で有効なのは、26℃以



大東文化大学のライトシェルフ (東京都板橋区)

上になる6月〜9月の時間帯の太陽光の角度をコンピュータで予測し、太陽光が入らない固定庇を取りつける方法。このいずれの手法も、冬の日射導入による太陽熱取得には有効で、そのための障害とならないような工夫が必要となる。落葉樹であれば冬には葉が落ちて日差しを遮らない利点があり、外付けブラインドは自由に調節が可能である。庇だけでは制御しようとする計算は難しいが、冬と夏の太陽高度差を上手に計算し、庇の長さ、高さなどを踏まえて設計することができる。

省エネを考える時、人工照明の代わりとしての自然光の導入も欠かせない。学校施設でのエネルギー使用

日射導入にはライトシェルフと言われる水平庇を窓の中間より上部に取り付け、光を天井面に反射させて内部深くに導く方法が有効。ただ多くの場合、南開口では光と一緒に夏の暑い熱も導入してしまう危険がある。逆に北側で行った場合は、窓から5mの机上で200Wを得ることができると、北の安定した天空光で行う方がコントロールがしやすい。

⑥蓄熱

蓄熱性能は、これまで多くの経験はしているものの、うまく計算する手法が開発されていなかった。筆者らは、これを伝統木造の土壁での利用、躯体としてのコンクリートへの蓄熱、ダイレクトゲインによる床材料への蓄熱、トロンプウォールという壁蓄熱による暖房への利用など、蓄熱によるエネルギーの時間差利用の方法が大変有効であることを実証してきた。

筆者らの方法は最近の環境力学で

実証されており、最先端の環境建築といってもよいと考えている。

前号で紹介した、大東文化大学や港区みなと保健所などでは、躯体のコンクリートに時間をかけて蓄熱し、明け方に-2℃になっても、朝30分も暖房すれば一日中20℃を保持するという高性能を達成した。この床下冷暖房の手法は大変大きな効果を挙げているため、私は10年前から、住宅のみならず、学校、高齢者施設など、手掛けたほとんどの施設で採用している。



自邸。床の石に太陽光で蓄熱する

ダイレクトゲインの例として、私の自邸を紹介する。マンションの7階で南東の開口部(幅3・6m、高さ1・8m)がある部屋だが、床を石に改修した結果、朝6時から太陽光が入り込み、11時頃まで床を温めてくれる。この効果で、寒い一時期に3畳大の床暖房を一日2時間つけるだけで、一日中20℃を保ってくれる。16ページの写真の横浜の住宅では、幅7m、高さ5mの南開口部の一部に厚さ30cm、幅1・5mの耐震壁を兼ねた黒い蓄熱土壁をガラスの内側に設置したところ、今年の1月は暖房無しで昼は外気温7℃に対して室温27℃、黒壁24℃。夜、外気温0℃に対して、室温20℃、黒壁21℃を記録した。蓄熱壁は太陽の当たる昼に熱を蓄熱し、気温が下がる夜に放熱していることがわかる。

そして、伝統木造に多くみられる室内の土壁は、同様の蓄熱性能によって全体の温度を平準化する力がある。さらに湿度を吸収し、乾燥時に放出する性質もあり、室内環境をマイルドに保ち、人の健康を守る力があることが分かってきた。

⑦通風

通風という手法は夏の快適な環境として代表的なものである。外部でも木陰にいてそよ風が清々しいなど、



図-2 仙台市定善寺通り ©東北大学持田灯研究室
定善寺通りの街路樹の熱的効果の測定（2004年夏季晴天日に撮影された熱画像）

気持ちの良い環境の代名詞ともなっている。東京都市大学環境情報学部の宿谷昌則教授はエクセルギー理論で冬の周壁温度の重要性を指摘されたが、2010年、夏の快適環境について、湿度60%で30℃の環境では、空気の流れが20〜50cm/秒あれば快適であるという実験結果を発表した。この結果は通風による蒸散作用が体感温度を下げてくれる効果があることを示している。

空気はどのように動くのだろうか。大きな気圧の差が地域全体の空気を動かすが、建築の敷地とその周辺を考慮してみると、微気候といって、温度の低いところから温度の高いところ

ろに空気は流れる。温度の高いところは上昇気流が生まれ、その下部に冷たい空気が流れ込むのだ。従って、設計者は設計の前に必ず敷地とその周辺を歩き回り、恒常風と同時に、涼しいところ探し、暑いところ探しをしなければならぬ。特にその時点での季節の状況だけでなく、夏でも冬のことを感じる感性と知識、知恵が求められるのだ。

造成地などでは人工的に涼しいところ、暖かいところを創り出す工夫を、外構造園設計において、また建築の外皮を設計する時に考えなければならぬ。ここが単なる建築デザインではないところ。視覚的な快適さのみならず、肌で感じる心地よさをもった建築をつくるポイントである。しかも同時にエネルギー消費が少なくすむ家、CO₂排出量の少ない施設の設計において大変重要なのである。

都市空間でも同様で、東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻の持田灯教授らは、仙台を代表するケヤキ並木のある定善寺通りの微気候を調査し、夏の日中の歩道上の体感温度（新標準有効温度SET*）が約9℃低下するとい

う結果を得ている（図-2）。

⑨ 健康マテリアル

化学物質に長い間さらされていると、ある時、急に飽和状態になり、自律神経失調症、うつなどの精神障害などを引き起こす、化学物質過敏症といわれる現代の疾患がある。私の友人もその症状をもっていて、建物の見学に一緒に行くと、「ここから私は入れない」など、壁のビニールクロスやカーペット、家具や床材の塗装や接着剤を指さして、これにおいが原因と教えてくれた。

「歩くカナリヤ」と私たちは言っていたが、このような化学物質過敏症の人の家を設計する時にはすべての材料を枕元に置いて数日一緒にいてもらうなど、実験をしながら進めないと問題となる。

ある事例では、完成後数カ月で奥様が発病し、施工会社が訴えられたものの、利用した材料はすべてF☆☆☆☆（Fフォースター）といわれる、化学物質の問題がないことを認定された材料だった。そこで施工会社は責任がとれないと、判断が宙に浮いてしまった。結論は家具の接着剤のようだった。

シックハウス症候群を引き起こす危険性の少ない建材として、F☆☆☆☆の評価が生まれたが、ホルムアルデヒドを基本として評価しているだけで、他の多くの化学物質については微量ということで済ませている。また、木材に含まれるヒノキチオールなどアセトアルデヒドについても検討され、一時は木材も使用できないのかと思ったこともあるが、その後、そこまでは認定できないと厚生省も取り下げている。これらも個人差があるのだが、単純にF☆☆☆☆で良いと判断することはさけ、施主の健康状態も同じように注意しながら設計・工事を進めることが必要である。

次号では、自然エネルギー、地域間エネルギーについてご紹介する予定である。

なかむら べん——建築家。ものづくり大学名誉教授。日本建築家協会 JIA 環境行動ラボ主任研究員、東京建築士会会長・環境委員会委員長、日本建築士会連合会環境部会長。
1969年に東京大学卒業後、横総合計画事務所所員、AUR 建築・都市・研究コンサルタント取締役副所長を経て、1988年より、中村勉総合計画事務所代表。
環境省の環境研究総合推進費の支援により、日本建築学会で「低炭素社会の理想都市実現に向けた研究」を3年間実施。2011年4月に、その成果を東大、日大、東工大のグループと「13+1の提言」にまとめた。この背景を基に、東日本大震災からの福島復興計画を各分野に発信。南相馬市復興有識者会議委員、浪江町復興有識者会議委員を務める。