

# ソーラーハウスの将来

## The Future of Solar Houses

木 村 建 一\*

Ken-ichi Kimura

### 1. ソーラーハウスの数

ソーラーハウスの将来に関しては、占いのような予言者めいた話ではなく、将来の研究動向や製品開発の方向に参考となるような具体的な予測、推測が知りたい。ソーラーハウスの数は年を追って増え続けるには違いないが、どの位の勢で増えてゆくかは予想するのが難しい。恐らく国際的な政治的社会的状況の変化に対応して加速減速の波が来るであろう。日本人はえてしてそういう波に敏感に反応し過ぎる性質があって、なかなか長期的視野を持った見通しを立てるのが下手のように思う。たとえ日本西海域に大量の海底油田が発見されたとしても、1990年～2000年の間のエネルギー事情が多少好転する程度で、しかも高価になるだろうから、エネルギー問題の完全な解決にはなり得ないであろう。イラン革命やサダト大統領の暗殺事件など何かが起るとエネルギー状況は危機の方向を辿ることになるので、新エネルギー開発の要求は高まり、ソーラーハウスの建設も進むことはあっても退くことはないと考えられる。

ソーラーシステム振興協会の調査<sup>1)</sup>によると、これまでのソーラーハウスの累計は約4万4千戸となっている。一方、わが国の住宅の新築戸数はこのところ年間100～120万戸の間を推移している。したがって新築だけをとって見てもソーラーハウスとしての市場はまだまだあるとみてよいであろう。しかし、大部分の人々がソーラーハウスでない家を新しく建てているという事実は、ソーラーハウスがまだ世の中に十分認められていないことを物語っている。つまりまだまだ研究、開発の努力が足りないということでもある。

### 2. ソーラーシステムの経済性と生産投入エネルギーの問題

化石燃料の枯渇やその大量消費による環境破壊を憂い、倫理性からソーラーハウスの有意義なことを説いてみても、大多数の人々はまだ経済性を最重点に考える。しかしそれも程度問題で、ソーラーシステムの経済性があまりにも低い場合には倫理性による説得力も影が薄いが、一応10年のオーダーで初期投資が回収できる程度の話になると、倫理性にも耳を傾ける人が増えてくる。これまでは石油の高騰を待つばかりであったが、これからいよいよ品質改良や大量生産によるコストダウンを図らねばならない。つまりソーラー産業界は正念場を迎えると言ってもよいであろう。当面はまだ補助金制度に半分オンブする形が続くとは思われるが、補助金打ち切りの声が聞こえるようになると急に冷却現象が起るかも知れない。

補助金が沢山あるとなると、メーカーが集熱器などの価格を吊り上げてくるような傾向が数年前の米国には見られたが、こういう傾向は戒めなければならない。補助金はソーラーシステムが独り立ちできるまでの呼び水の存在と考えるべきであろう。サンシャイン計画が始った当時は補助金がまず必要だと騒がれたものだが、補助金に悪乗りするようでは困る。今後補助金は当分続くであろうし、必要だとも思うが、技術開発が峠を越える段階を過ぎると減額に転じることも覚悟する必要がある。その時はソーラーシステムは特殊なものではなく、一般の人々がそれを当然のものとする時であろう。

ソーラーシステムの評価に対する次の関心は生産投入エネルギーの回収の問題であろう<sup>2)</sup>。つまりソーラーシステムを生産するに要するエネルギーがその寿命に至る間に回収できるかどうかということである。もちろん経済性が成り立てば生産エネルギーはそれ以前に回収されているので心配は要らない。つまりそれは生産コストの中に生産に要するエネルギーコストが含まれているという理由による。ところで問題は、経済性の成立が困難な場合にそれを補助金で埋め合わせを

\* 早稲田大学理工学部 建築学科 教授  
〒160 東京都新宿区大久保3-4-1

したときに起ってくる。例えば、経済性の検討で20年回収のところを補助金のお蔭で10年になったというような場合は、20年回収に対応するシステムの生産投入エネルギーの回収を検討しなければならない。そのときもし15年で寿命が来たとすると、5年分得をしたと思っても生産投入エネルギーで16年回収のシステムならば、そのシステムは結果においてエネルギーを浪費したことになる。ただ一般的に云って、システムの生産コスト全体のうちでエネルギーコストの占める割合は、 $\frac{1}{2}$ よりはずっと少いから、補助率 $\frac{1}{2}$ の場合にはこういうことは起り得ないだろう。

私の研究室でいくつかの例について試算した結果、生産投入エネルギーの回収は、暖房給湯システムで1～2年、暖冷房給湯システムで3～4年となった<sup>3)</sup>。これは直接投入エネルギーであって、間接投入エネルギーを考えるとこの3～5倍になる。ただし間接投入エネルギーについてはこれをどこまで含めるべきか議論のあるところでまだ結論は出ていない。従来のエネルギーについても間接投入エネルギーはあるわけで、恐らく間接投入エネルギーは全く算入しなくてよいことになるだろうと考えられる。

### 3. パッシブかアクティブか

最近パッシブソーラーハウスが注目されている。これに対し従来「開発」されたものをアクティブシステムと呼ぶようになった。パッシブシステムの台頭は機械的なものが芸術としての建築の表面に現われることへの感情的反発とも考えられるし、アクティブシステムでは費用がかかり過ぎることに誘引されたと思われる。特にサンシャイン計画で技術開発された冷暖房給湯のソーラーシステムは、実験とはいいながらあまりにも高価であって、それがソーラーシステムとは高価なものという概念を人々に植えつけてしまったような嫌いがある。一方、太陽温水器は、オイルショック以後急激に普及し、1979年1月にはJISが制定された。また給湯暖房位ならばそんなに費用をかけなくてもできることが判ってきて、各種のソーラーハウスも少しづつ建てられ始めた。ソーラーハウス約4万軒のうちの98%が給湯のみで、残りのまた70%が暖房給湯のソーラーシステムを備えたものだという<sup>4)</sup>。

米国ではやはりMIT第4号やレフハウスの流れを中心として、アクティブ方式がもてはやされているが、1975年以後、あまり機械類を使わない方式としてパッシブシステムが唱道され始めた。パッシブという語は

1975年ロスアンゼルスでのISESの大会では聞いたこともなかったが、その翌年米国では第1回のパッシブソーラーだけの大会がアルバカーキで開かれ、その後毎年各地で開催され、1000人以上の参加者で盛況を極めている。ロスアラモス研究所のバルコム博士は、エネルギーの流れが、ふく射、伝導、自然対流などで自然に起こることによって成立つようなシステムをパッシブシステムと定義し<sup>5)</sup>、これが大方の賛同を得ているという。用語だからどうでもよいようなものだけでも太陽熱自然暖房方式のような自然的という語の方が感じが出るように思う。

それはともかくとして、パッシブ暖房方式には、南窓の直接熱取得、蓄熱壁、自然対流回路、付設温室、屋上池などの種類があるが、パッシブシステムでもいろいろ凝ったものになると費用もかかることになる。初期投資が少なくてしかも効果的なものが望ましいという考えであれば、パッシブであろうとアクティブであろうと構わない。パッシブでも補助熱源に従来のエネルギーを多く使うようでは困る。パッシブとアクティブとを混合した方式をハイブリッドシステムと呼ぶこともあるが、パッシブの不足分をアクティブで補うという形がこれからの方向のように思う。実は、友人の家をこのハイブリッドシステムで暖房補助熱源のない住宅として設計し<sup>6)</sup>、大変喜ばれている。もちろんパッシブだけで補助熱源も殆ど使わないで済めばそれに越したことはない。集合住宅で、両隣と上下階に挟まれた住戸では日当りさえよければ適度の断熱だけでも暖房は不要になる。一般には全く補助熱源なしというのは無理とも見られるが、設備としてはなくても堪えられないときだけストーブを用いる程度にするのが最も賢明な方法であろう。

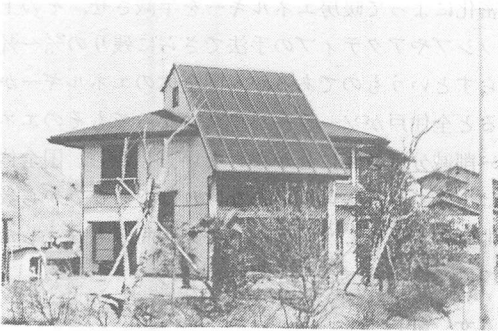
今後の方式としては、第1に断熱強化、気密化、第2にパッシブシステム、第3にファンやポンプだけ用いる方式、第4にアクティブシステム、最後に従来のエネルギーに頼るという順序で考えるのが至当だと思う。問題は冬でもカッコよく薄着で暮すのが美德とされる風潮であって、これが要求室温を高くしている。

### 4. 冷房をこれからどう考えるか

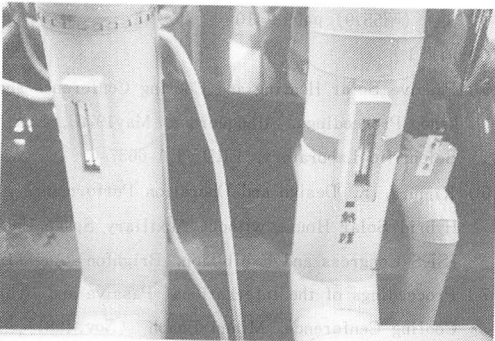
暖房については、パッシブソーラーシステムが比較的容易であるが、冷房をパッシブで行うことはそう簡単ではない。それだけ研究という立場からは、パッシブクーリングが興味のある研究対象となっている。事実、去る11月米国マイアミビーチ市でパッシブクーリ



写一 東北大学長谷川研究室のパッシブシステム評価のための実験ソーラーハウス。同一の2室があり、異ったシステムの性能の相違を直接知る事ができる。



写二 相良ソーラーハウス。暖房用補助熱源のないハイブリッドソーラーハウス。鉄筋コンクリート造で外断熱、窓は全部二重サッシ1979年4月完成。設計：木村建一+松岡秀直



写三 配管類の断熱は確実に。温度計にも保温シールド(右端)もハンドル部を残して保温する。(矢崎総業仙台支社ビル)

どが5日間に亘って行われた<sup>7)</sup>。そこではエネルギーがなかった時代の昔の人々が案出した世界各地の民家の事例紹介や基礎的な研究が多く、すぐ実用になるものについては決定的なものが見当らなかった。蒸暑地域と炎暑地域とでは対応の仕方が全く異なり、エネルギー源についても太陽熱ばかりでなく、地中熱、夜間の外気、大気放射、風力など広い意味での自然エネルギー全般が対象となる。手法についても、大気放射冷却、蒸発冷却、対流、上壤接触、除湿などがあり、冷房負荷を軽減する方法としての日除け、植栽、昼光利用なども含まれていた。また生気候、体感の問題から、造園、都市計画の問題にまで広範なテーマも取り上げられた。とりわけ業者の最近の研究テーマである開放式冷房除湿については興味ある研究発表がいくつか行われ、多くの人の関心が集まっていた。

日本の問題として考えてみると、やはり最小のエネルギーで夏を凌ぐには、冷却と除湿とをどの程度の割合で行うのが最も有効であるかを検討することが重要だと思う。昨今普及しているルームクーラーも実は大気熱源であるから広い意味での自然エネルギーの利用だといえる。したがってこれに対抗するには相当の苦勞を覚悟しなくてはならない。それでも現在の通常の冷房の成績係数が搬送動力も含めて2~3程度で、大規模ビルでは1以下であるから、これらを大きく上廻る可能性は十分あると考えられる。また、住宅では冷房時間が短く年間全エネルギーに対する冷房エネルギーの比率は2~3%程度なので、現状では太陽熱冷房の省エネの意義はほとんどない。しかし現状を放置しておく、米国の家庭がそうであるように、夏の全期間冷房をつけ放しという状態になるかも知れない。そうすると大変なことになる。

現在の冷房の問題点は夏期昼間に電力消費のピークが集中することであって、その時は冷房用電力が総発電力の $\frac{1}{3}$ に達するという。したがって冷房負荷の軽減は発電所増設に歯止をかける効果があり、その意味で太陽熱冷房にも期待が寄せられている。大ビルではこれに対処して現在夜間電力を利用して地下水槽に冷水を蓄える方法がとられ、発電所では一度落した水をまたダムへ汲上げる揚水発電が行われているが、いずれもエネルギーは損失しているのが面白くない。

吸収冷凍機を用いる従来の太陽熱冷房方式は、成績係数が0.6程度でかなり低いため、太陽熱で駆動される時はよいが、補助熱源駆動時にエネルギーが無駄に消費されてしまう。したがってこれも補助熱源のない

ングの国際学会が開催されたほどで、多数の建築家や研究者や技術者が集って、研究発表、講演、討論会な

方式にしてしまえば配管切替やコントロールなどもなくて済むので初期投資は少くなる。太陽熱で動かない時は晴天でない時なので、多少不快は我慢することになればよい。システムの単純化の観点からこの方法が最も実現性が高いように思われる。

これに対し、補助熱源駆動時には二重効用となる吸収冷凍機も実用化され始めた。その時の成績係数は1前後といわれるので、多少の改良にはなる。どうしても設定室温を維持する必要がある場合にはこの方法かあるいは別に従来の冷凍機を設けて太陽熱で吸収冷凍機が駆動できない時にこれを動かすという方法もある。いずれにしても補助熱源を単効用吸収冷凍機の再生器側に連ぐ方式は努力に対応するエネルギー効果が少ないので推奨できない。今後もっといろいろな方式を考える必要もあるだろう。

## 5. 耐久性、保守管理、配管熱損失の問題

ソーラーハウスの将来にとって耐久性は重要な問題である。実際に人が住むソーラーハウスもそろそろ数年を経過する例がでてきて、システムの信頼性や優劣の差が現われてくる頃だと思われる。しかし各種の異なったものを比較評価するのは難しいし、事故や失敗の例も、当然防ぎ得たものか本質的な欠点があるものかが第三者には判定できない場合もある。また年を追って進歩改良が加えられ、数年前のものが今でもそのまま手に入るものはほとんどないので、耐久性の客観的評価は非常に難しい。しかし全般的にいえることはソーラーシステムの耐久性、保守管理に関する限り従来の建築設備の常識の範囲内で判断できない類のものは、ほとんどないといってよいことであろう。またソーラーシステムにまつわる人身事故も聞いたことがないし原発反対のような市民運動もソーラーシステムについては反対がない。

一方、システムの性能が予想を下廻ったという例はかなり多く聞かれる。特に冷房についてはそれが一般的らしい。性能が上らない原因の90%以上は配管からの熱損失が意外に大きいということにあるといわれる。配管はできるだけ短くすること、配管の保温は完全に水が入らないようにすること、屋外配管はできるだけ避けること、配管途中のバルブ類からの熱損失にも同様の保温を施すことなどの注意が必要で、1にも配管、2にも配管ということになる。実はこれはソーラーシステムに限ったことではない。従来のシステムでも、工場のプロセスでも、配管熱損失は意外に大きい。た

だ配管熱損失に関心がなかつただけのことで、燃料なら、損失分だけ余分に燃せば事足りるとしていただけた話であった。化石燃料なら配管熱損失が許されて、太陽熱なら許されない、というのも全く不思議に思う。ソーラーシステムに携ったお蔭でそういうことにも気付くし、従来のシステムがいかにかエネルギーを浪費していたかにも思い至る。

## 6. おわりに

省エネルギーというのは、従来のしきたりの中で何か1つ大きな分をバツサリ削減できるという性質のものではない。少しづつの改良や修正が沢山積重なって実現される性質のものだと思う。したがって、何か1つの操作で10%の省エネというのは大きいと考えなければならない。ソーラーハウスについても、断熱や気密化によって暖房エネルギーを半減させ、その上でパッシブやアクティブの手法でさらに残りの $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{3}{4}$ を減らすというものであるが、国全体のエネルギーからすると全住戸がソーラーハウスになってもそのエネルギー削減分は数%にしかならない。しかし、国全体ならば1%でも大きいといわなければならないから数%は非常に大きい。ソーラーハウスの将来もこうした位置づけで考えるべきだと思う。

### 〔文 献〕

- 1) ソーラーシステム振興協会調査資料、ソーラーシステム振興協会(港区新橋2-19-2新橋藤ビル)(1981年6月)
- 2) 木村建一、ソーラーハウス入門、オーム社(1980) pp154
- 3) 木村建一、宿谷昌則、塩谷正樹、ソーラーシステムの投入エネルギー算定に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集。(昭55.9) p409~410
- 4) 前掲1)
- 5) Passive Solar Heating and Cooling Conference and Workshop Proceedings, Albuquerque (May1976), Los Alamos Scientific Laboratory, ERDA LA-6637-C
- 6) Kimura, K, Design and Operation Performance of a Hybrid Solar House without Auxiliary Space Heating, ISES Congress and Exhibition, Brighton (Aug. 1981)
- 7) Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference, Miami Beach (Nov.1981), American Section of ISES (c/o RIAT, US Highway 190 West, Killeen, TX76541 USA)