

特集

自然エネルギーの現状を探る

失速中のソーラーシステムと 今面白いパッシブソーラーハウス

Solar Thermal Systems Being Stalled and Passive Solar Houses of Current Interest

木村 建一*

Kenichi Kimura

1. はじめに

地球環境問題が華々しく論議されているにもかかわらず、石油価格の緩和基調の中でソーラーシステムの普及が躓いている。自然エネルギーの中でもソーラーシステムは最も身近であり、これを備えたソーラーハウス、ソーラービルは、オイルショック以来30万件¹⁾をこえて、一時は花形産業にまで発展しそうな形成にもなりかかっていた。一流企業がこぞってソーラーシステムの部品生産に乗り出した頃は、過剰とも思える設備投資も気にならないほどであったが、需要が生産可能容量に追い付く前に石油価格が値下がりして、次第にソーラーシステム事業から手を引く企業が現れてきた。

一方、太陽温水器は、現時点では新エネルギーの中で最もシェアが大きく、日本の全エネルギー供給量の0.2%以上を占めると推定される。特に暖地では買い

替え需要も数年来進んでいる。

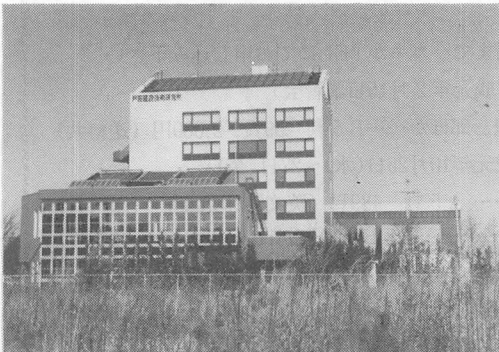
また、パッシブソーラーハウスでは、世界的に見ると多くの建築家が関心を持ち、興味ある実例も増えてきているが、日本では研究者の方が一歩先んじているかのように見受けられる。

米国のエネルギー省のハーウィッグ氏は数年前、将来の太陽エネルギーの担い手は太陽電池と太陽給湯とパッシブソーラーだろうと言っていた。

2. ソーラーシステム失速の原因

ソーラーシステムの普及状況を最も端的に表す指標は、集熱器の年間販売量に関係する有効集熱面積であるが、表1に示すように1983年をピークとして徐々に減少している。この原因は、一口に言えば経済性であるが、なぜ経済性が成り立たないか、またその他にも理由はないか、などについて気のついたことを記してみたい。

最大の原因は原油価格の低下であるから、1バレル30ドルになればソーラーシステムは再び息を吹き返すことが予想される。10年前より日本人の所得水準が高



写-1 筑波市の戸田建設技術研究所の
ソーラービルとパッシブソーラー

表1 集熱器の販売実績
(ソーラーシステム振興協会調べ)

年次	有効集熱面積 [10 ³ m ²]
1978—80	350
1981	307
1982	385
1983	393
1984	290
1985	185
1986	124
1987	86

* 早稲田大学理工学部建築学科教授
〒169 東京都新宿区大久保3-4-1

くなっている分だけその普及は進まないとする見方と、地球環境問題の影響で普及が進むという見方とを相殺して考えると、やはりそのバランスポイントは30ドルぐらいではないかと思われる。一般に省エネルギー設備の初期投資の回収は5年が限度といわれているので、太陽温水器でさえも昨今の20ドル程度では危なくなっている。いわゆる石油との比較による経済性の評価だけで考える場合は、ソーラーシステムの将来は暗いと判断されざるを得ない。

第2の原因はソーラーシステムの技術開発が限界に来てしまっているということであろう。つまり現在市販の製品と同じ価格でより性能の高いものではできなと考えられるので、価格低下には量産効果しか期待できない。1974年から始まった政府のサンシャイン計画でも、当初の数年で技術開発と実証試験は終了し、普及段階に入ったとして、1980年から公共施設のソーラーシステムに対する半額補助金制度や一般建築・住宅用のソーラーシステムに対する低利融資制度が発足した。当初の数年間は評判もよく、普及が促進されたかに見えたが、それでも次第に申し込み数が減ってきて、補助金額も初年度の36億円から本年度の5億円にまで漸減した。²⁾

第3には、たとえ集熱器や蓄熱槽などのソーラーシステムの構成部材の価格が低下したとしても、ソーラーシステム全体の価格のうちでその構成部材を繋ぐ配管などの工事費の占める割合が相対的に高くなり、工事費そのものも労賃の高騰で、結局はソーラーシステムがより安くなる可能性は低いと考えられる。

第4の点として、美観上の問題が挙げられる。集熱器を住宅あるいは多層建築の屋根に組み込む場合、大別して2通りある。平たい陸屋根の上に集熱器を並べ

る場合と、集熱器を建築のデザインの一要素として積極的に生かす場合とがある。

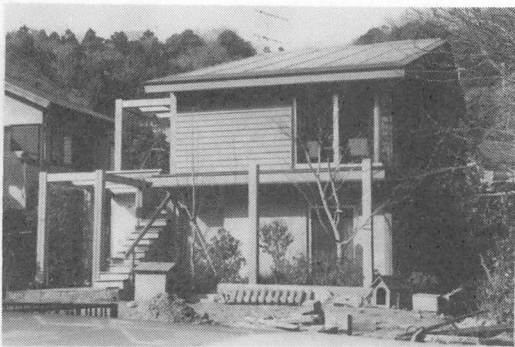
前者にも美観を無視して単純に並べる無視形の場合と、うまく集熱器を隠して外部から見えないようにする逃避形の場合とがある。無視形は既存建築に適用する場合など止むを得ない場合が多いが、美観上は望ましくない。そのためなかなか普及が進まないということもある。逃避形の適用例には成が高くない真空管形集熱器がよく用いられる。

後者がいわゆるソーラーハウスあるいはソーラービルとして望ましいものであるが、実際にはなかなか優れたデザインのもの世界的に見ても少ない。ソーラーシステム振興協会では、1982年からソーラーシステムの健全な普及促進を図ることを目的として、ソーラーシステムの優良デザイン表彰制度を設けている。これはこの協会の会員企業およびその建築物の所有者あるいは使用者の推薦による自由応募制になっている。これまで全国各地に建てられた優れたデザインのソーラーハウスやソーラービルが選考の結果毎年数件表彰されてきた。しかしこの数年は応募者も少なくなり、世界に誇れるような建築作品はまだ現れていない。

第5に、ソーラーシステムがなかなか建築家に受け入れられないもう一つの理由として集熱器の寸法形状が生産条件からか一意的に決まってしまうことが挙げられる。洋服のデザインでもポケットがさきに決まっていたりすると自由なデザインができないが、これとよく似ている。しかしこれは全く克服できない拘束条件ではない。

第6点は些細なことかも知れないが、四国の仁尾町に建設された太陽熱発電所の実大実験プラントが結局失敗に終り、撤去されてしまったことで、太陽エネルギーの熱利用はすべて駄目という印象が一般に広まったように感じられる。識者の間でもこのような認識を持っている人は多く、そのために設計変更してソーラーハウスにするのを止めたという建築家もいる。太陽熱の利用でも熱発電と冷暖房給湯とでは温度レベルが全く異なるのに同一視されたことは、ソーラーシステムの普及にとってマイナスの要因であり、しかもそのタイミングが悪く一致したこともあってか、これを機にソーラーシステムは衰退の方向へ向かうこととなった。

第7には、ソーラーシステム専門の研究者が日本にはほとんどいないということであろう。つまり皆片手間に研究しているに過ぎない。原発の場合には原子力



写-2 屋根一体形集熱器を組込んだ鎌倉の有泉ソーラーハウス(有泉峽夫設計)



写-3 北海道増毛町のエネルギー科学館
のソーラハウス

工学科という新学科も設けられたが、どの大学にも太陽熱の講座や専門の研究室はない。例えば私の研究室でも毎年の発表論文のうちソーラー関係は平均すると20%程度で、講義では5%も時間を割いていない。それだけまだ太陽熱は多くの研究者から本命とは見なされていないと考えられる。

こうして見ると、ソーラーシステムは、もう見込みがないようにも思われるが、果たしてこのまま失速して墜落の運命にあるのだろうか。ヨーロッパでは火が消えたようになっていたが、アメリカでは給湯やプール加温にまだ使われている。ところが開発途上国ではこれからという感じで、日射量の多い利点を活かしたいという切実な声が国際会議などでよく聞かれる。

3. ソーラーシステム起死回生の条件

日本ではソーラーシステムがここまできたところで頓座してしまっては困る。既に設置されたシステムの修理部品や改造の要求に応えられなくなると、いろいろな人の責任問題も起こってくるだろう。今はサバイバルのためにどんな方策があるかを真剣に考えなくてはならない。

もし現在広く論議されている地球環境問題がソーラーシステムにとって救世主になりうるかどうかということがある。恐らく日本ではこの問題は空振りに終わって、結局化石エネルギー依存の強者の論理が罷り通るような気がする。原油の低価格はまだ当分続きそうであり、日本は海に囲まれていて、石油を燃しても直接他国に迷惑になることはないという独りよがりの近視眼的発想がすぐに頭を擡げてくる。地球温暖化歓迎という声さえも少し聞こえてくる。

化石燃料への依存を減らして、自然エネルギー利用

を推進させるには、EC委員会の政策提言³⁾のように化石燃料消費に一種の『環境税』を掛け、それを自然エネルギー利用の補助金にあてるしかないと思う。そうすればソーラーシステムも息を吹き返すに違いない。

一方、ソーラーシステムの経済性を向上させる方法は、もう本当はないのかどうか、もう一度よく吟味してみる必要があると思う。去る9月の国際太陽エネルギー会議でカナダのホルンズ教授はその招待講演で、性能を少し犠牲にした極めてローコストの給湯用ソーラーシステムを提案した⁴⁾。研究者は一般に高性能化を志向し勝ちなので、これは技術的興味にはやや欠けるが、隘路を開く一つの突破口になるかも知れない。

4. 今面白いパッシブソーラーハウス

上に挙げたいろいろな理由もあるが、自然エネルギーを正しく自然な形で利用する建築はできないものだろうかという動きがオイルショックの3年後にすでにアメリカで芽生えていた。集熱器や蓄熱槽などの醜くコストの高い機械類を排除して、建築の構成部材そのものが太陽熱を吸収し、蓄え、室内に放熱するように設計した家をパッシブソーラーハウスと呼んだ。欧米の家は煉瓦などを用いた組積造の伝統を受けて、一般に窓は縦長で小さく、人々は室内にいながら太陽熱の恩恵を身にしみて感じたことはあまりなかったと思われる。そこに南面の開口部を大きく開けたパッシブソーラーハウスは極めて新鮮な印象をもって迎え入れられたに違いない。

一方、伝熱学の研究者もこれに同調し、理論的実験的な検討を経てその標準的な設計手法を提案した⁵⁾。パッシブソーラーシステムのみを対象とする国際会議もたびたび開かれて建築家と科学者との深い関わりのなかにユニークな討論や提案の場が展開することとなっ



写-4 メキシコユカタン半島の民家



写-5 群馬県中野ピレッチの被土建築
(坂倉建築事務所設計)

た。米国では1976年以来毎年 Naional Passive Solar Conference が開催されている。

また国際的には、PLEA (Passive and Low Energy Architecture) という組織が1982年にフロリダ大学のパウエン教授の肝入りで確立し、地域特性に根差した生気候学的建築を主題として世界各地で毎年国際会議が開かれている。ここでも建築家と科学者との交流が動まれているが、建築家のほうが主導的立場を取っている。たまたま1989年9月にはこのPLEA国際会議が奈良で開催され、約400名が世界各地から集まった⁶⁾。その組織委員長を筆者が動めたが、これまで日本の建築家がパッシブ関係で外国の建築家と接触した例は極めて少なかったため、その国際交流は非常に有意義であったと考えられる。

パッシブソーラーハウスの面白い点はいろいろある。

まずその形態が特異で面白いこと。しかもその特異さが単に奇を衒うものではなく、その形態に意味があ

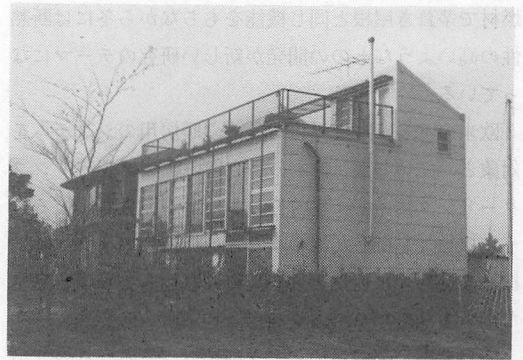


写-6 米国サンタフェのバルコム邸。吹抜温室のある典型的なパッシブソーラーハウス
(S. ニコルズ設計)

ること。そしてその意味こそパッシブソーラーの機能を果たすということではなければならない。

それだけにその形態の決定には、その土地の気候風土が大いに関係してくる。つまり地域特性が極めて重要な因子であって、設計にあたっては熱移動の計算も必要になることもある。

したがって昔からその土地に建っている民家をよく観察することが、大変参考になる。なぜなら民家というものは、エネルギーが今のようになかった時代に、その土地で得られる材料を使い、その土地の気候に最もよく適合するように造られたものであるからで、そこにはいろいろな面白い工夫が見られる。同じ形の民家が軒を並べて立ち並ぶ姿に誰しも美しいという感動



写-7 筑波のパッシブソーラーハウス
(小玉祐一郎設計)

を覚えるのは、その形が自然によく溶け込んでしかも機能的な自然美を表しているからであろう。

逆に他所の土地にある面白い形の建築をそのまま別の土地に建ててみても気候が違えばよく機能する筈がない。一般に寒地の住宅は閉鎖的で、暖地の住宅は開放的な形をしている。もっと面白いのは、世界のうちでも全く離れた別の土地で同じ気候の所には同じ形の民家がみられるということで、それをみたときには本当に驚いてしまう。例えば日本と同じように蒸し暑いメキシコのユカタン半島には、茅葺き屋根で白い漆喰塗りの土壁の家が沢山あり、何世紀もその住様式は続いている。ただし茅は日本のものと種類は異なる。

茅葺き屋根の家が夏に涼しいのは、雨水が茅の隙間にしみこんで、強い日射でその水が蒸発するために潜熱が奪われるからで⁷⁾、そのようなことが起こらないトタン屋根の家はとても暑い。現在はそこをクーラーで冷やすから電力を消費してしまう。ところが茅葺き



写-8 沖縄県名護市の面白い形をした大城邸。
自然換気と屋根の蒸発冷却で涼しい。

屋根は可燃性のため都市住宅では使えない。そこで不燃材で茅葺き屋根と同じ機能をもちながら冬には断熱性の高いようなものの開発が新しい研究のテーマになっている。^{8),9)}

欧米のパッシブ建築はもっぱら暖房用のシステムを対象としているが、日本の研究者の興味は今パッシブクーリングにある。室内をある一定の温湿度になるように機械で制御して冷やすことを冷房というのに対し、機械を使わずに自然の力を巧みに利用して多少不完全ながらも涼を得ることを涼房といっている。¹⁰⁾

盛夏の電力消費量のピーク時には、そのうちの3分の1が冷房用電力であるという。涼房を顕示したパッシブソーラーハウスは、技術的に面白いばかりでなく、盛夏のピーク時の電力消費減、ひいては地球環境問題の解決にも貢献することになるであろう。

5. おわりに

結びに代えて、前述のPLEA1989奈良国際会議の閉会に当って採択された「奈良アピール」をここに紹介し、今後のソーラーハウスの道標としたい。

奈良アピール

PL, EA1989奈良国際会議は脱工業化時代に住む人々および居住空間の形成に関わる人々に向けて次のようにアピールする。

1. 「エネルギー」と「環境」は私達の文明が迎えた試練である。生活向上のためのエネルギーの大量消費が地球の資源を浪費しているばかりでなく、私達の生命の基盤でもある地球生態環境を危機に陥らせている。これは生活空間の創造に関わるすべての建築者にとって大きなジレンマである。

2. 「居住空間の利便性・快適性の追求」、「都市化への対応」という近代化の流れの中で、私達はその解決のためにエネルギー大量消費型の力づくの技術に依存してきた。

私達は、このようなエネルギー漬けの体質と「エネルギー志向型」の思考を見直さなければならない時代にいる。

3. 「エネルギー志向型」の建築の存在は、それを享受する人々の要求に基づいている。「エネルギー志向型」に代わる「環境志向型」の居住空間の創造は建築の仕事に関わる人々の責任であるとともに、ひとりひとりの住まい手の意識の変革にもかかわっている。
4. 自然と共生する建築を可能にし、また、地域性豊かで生き生きとした生活空間を創造するためには、地域の気候的文化的特性を尊重し、地域に賦与された自然のポテンシャルを最大限に活用しなければならない。

参考文献

- 1) ソーラーシステム振興協会の調査資料 (1989)
- 2) 同上
- 3) 日本経済新聞夕刊 (1989. 11. 30) 記事
- 4) Hollands, K. G. T., Low-Flow, Stratified-Tank Solar Water Heating Systems, Invited paper at ISES Solar World Congress 1989 Kobe, (Sept. 4-8, 1989)
- 5) Balcomb, D. G., et al, Passive Solar Heating Analysis-A Design Manual, Los Alamos National Laboratory, ASHRAE, (1984)
- 6) Proceedings of International Conference PLEA 1989 Nara, PLEA 1989 Nara Organizing Committee, OM Solar Association (浜松市砂山町325-20), (Sept. 9-10, 1989)
- 7) 木村建一, 山崎慶太, 茅葺屋根の夏季における熱的特性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1982, 10) 737-738
- 8) 浦野良美 他, 大気放射・水分蒸発冷却を利用した二重外被方式によるパッシブ・クーリングの実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集 NO.391 (1989. 9), 50-59
- 9) 木村建一, 涼房, 建築雑誌, 102 [1225], (1987, 1), 54
- 10) 木村建一, 自然エネルギー利用の研究・開発と実用化の動向, 空気調和・衛生工学 61[10], (1987, 10), 51-58