

太陽エネルギーを利用した小さな家

西崎 友一郎

ストップ温暖化センターみやぎ運営委員

1. はじめに

1997年3月に神戸のある私大を定年退職しました。定年後をどう過ごすかという考えた末、苦勞して子育てをし、50才過ぎまで30年近く住んでいた仙台に戻って、残りの人生を送ることにしました。借りてもらっていた古い住宅を、本人が住むということで返していただき、建て直すことにしました。この家は1956年に建てた小さい平屋で、築後40年を経て老朽化し、老人が寒い仙台に住むには適当ではありませんでした。そこで思いきって建て直すことにしたのです。

以前から環境問題には興味があり、講義やゼミ、卒論指導でも取り上げていましたので、家を建て直すにあたり、できるだけ省エネを心がけることにしました。個人でできるエネルギー節約はもちろん大海の一滴のようなもので、その効果は殆どゼロに近いかもしれません。しかし、まあ人生最後の生き様として（おかげさですが）経済的な損得を抜きにして、何かやってみたいという思いがずっとあったのも事実です。とりあげたのが太陽熱を取り入れた室内暖房と、光エネルギーを直接利用する太陽光発電、もう一つは太陽エネルギーによる水循環をとらえた雨水の利用の3つでした。新聞広告でOMソーラーという太陽熱暖房システムがあり、これに太陽光発電を組み合わせることができると分かりました。偶然にも、仙台で前の家を建ててもらった業者がOMソーラー協会の会員であることも分かりました。雨水利用設備を設置した経験もありました。

このような事情で太陽エネルギーの3つの形態を有効に利用した、いわゆるエコハウスを建てることができ、98年から住んでいます。ここではその概略をご紹介しますと思います。

2. 太陽熱暖房

OMソーラーシステムというのは、大仕掛けな機械を使った暖房設備でなく、太陽熱で暖められた空気を循環して室内を暖める、パッシブなシステムです（図1参照）。軒下にあいた多数の小さい孔から外気を取り入れ、鋼板屋根材の下の空間を通るあいだに空気を予熱します。さらに棟近くの屋根には集熱用のガラスを付け、空気を更に高い温度にまで暖めます（図1のA）。その暖まった空気を、屋根下にある棟ダクトに導き、天井裏に設置したハンドリングボックス（図1のB）で流れを切り替えて、立下がりダクトを経て床下の空気層に送ります。この熱は、土間コンクリートが一種の蓄熱体になって蓄えられ、また床の吹き出し口から各部屋の中に送られ、部屋を暖めます。ハンドリン

グボックス内には小型のファンとダンパーがあり、空気の流れを温度に応じて切り替え、床下に送ったり、温度が高い場合には屋外へ排出したりすることができます。

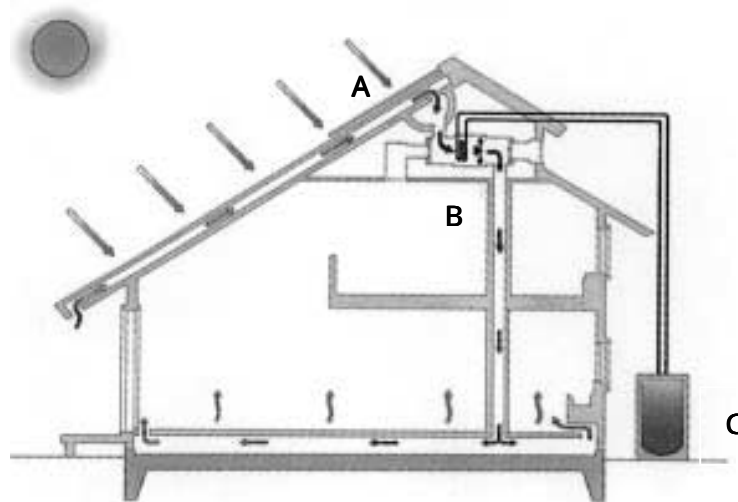


図1 OMソーラーシステム（冬の例）

ハンドリングボックス内にはお湯採りコイルがあり、熱交換によって熱くなった空気からの熱を、熱媒体を通して貯湯タンク（図1のC）に送り、給湯用のお湯を作ります。5月から9月頃までの日照の強い時期は、風呂用のお湯をはじめ、洗面所、台所のお湯は十分まかなうことができ、灯油の消費は殆どありません。

冬期、太陽熱だけで暖房用の空気を取り入れることができないときは、補助暖房として、室外に設置した暖房ボイラーを使用して加温できるようになっています。熱をにがさないように、建物もガラス戸類も断熱構造になっています。また夏の冷房はできません。このときは、夜になって外気がある程度冷えてくると、夜間の冷風取り入れができます。軒下から取り入れられた空気は、屋根の下を通るとき放射熱を奪われてさらに温度が低下し、床下に送られてから、室内に入ります。わが家では冷房器具を入れずに、この夜間の冷風だけで夏を過ごしています。

空気の流れ、温度の調節などは、居間にある制御盤を操作して、集中的に行います（図2）。冬の暖房が必要なときの、室温の実際の変化の一例をあげますと、温度設定を21度にした場合（晴天のときは補助暖房の必要はなく、昼間の室温は太陽熱だけで26度位になります）夜11時に暖房を切って（このとき室温21度）翌朝6時の暖房の入る前の室温の最低は、外気温が-5度位に下がった時で16度位です。



図2 制御盤

ちなみに、家の構造は木造平屋、外断熱で、大きさは約100平米、暖気の吹き出しは居間(12帖)、洋室(8帖)、台所(4.5帖)、洗面所とトイレ(合わせて約3帖)で、残りの和室二つと物入れには吹き出し口がありません。必要な時には、昼間は開け放して暖かい空気がその部屋にも流れ込むようにしています。これも省エネの一つの方法です。

3. 太陽光発電

太陽光発電は、エネルギーの観点からみて本当にプラスになるのだろうか、という質問がよく出ます。電池本体に使うシリコン結晶を作る時はもちろん、それをパネルにして屋根に設置するための器材にも、また寿命がきてすべてを廃棄するときにもエネルギーが必要です。これらを合算したエネルギーの量が、この発電システムで生産される電気エネルギー量より小さければ、太陽光発電はエネルギー的にはプラスだし、結果的に環境にもよいということになります。

このことを表わす数値をEPT(エネルギーペイバックタイム)といいます。何年間発電すれば、発電装置一式(インバーターなども含めて)や、取り付け工事すべてにかかったエネルギーを取り戻せるかという数値です。量産による効率や、電池の種類(多結晶シリコンか、アモルファスシリコンか)によって数値が変わってきますし、研究者によっても計算値に幅があります。大まかに言って、結晶系で5年、アモルファスで6年ぐらいのようです。一方、寿命に関してはどうでしょうか。利用が始まってからまだ日時が浅いのではっきりしない面もありますが、20年以上は大丈夫だろうといわれています。したがって、EPTを差し引いた14~15年の間は二酸化炭素を出さないクリーンな電気を作り続けることができるものと思われる。性能の劣化については、後述の、実際の発電データのところで考えることにします。

4. 発電の実際

発電した直流をそのまま蓄電池に溜め、夜間の照明などに使う場合と異なり、家庭で使う電力を得るための太陽光発電装置を、「系統連係型システム」とよんでいます。電力会社の送電線につながっているので、系統というのだそうです。昼間の発電で電力があまった場合、それを電力会社に売ることができ、夜間や雨の日のように発電しないか、少ない場合は電力会社から電力を買うことができるシステムです。太陽光発電パネルからの電気は、接続箱、インバーター(直流を交流に変える)、分電盤へと送られ、ここから一方は家庭内電力へ、他方は屋外の電力計へとつながります。買う方と売の方の二つの積算電力計が取り付けられていて、売の方のメーターは個人所有です。家の中にはメーター類をはめ込んだパネルがあって、時々刻々の太陽光発電量(kW)が表示され、スイッチを切り替えることによって、これまでの総発電量(kWh)も見ることができます。

家庭用としては、系統連係型3kWシステムを取り付けるのが一般的なようです。しか

し、わが家の場合は、普段は老人の二人暮らしでもあるし、また、建築費の制約もあって2kW型（正確には1.92kW，パネル30枚）の、屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池を設置しました。これは、鋼板屋根材の表面に電池を一体成型加工したもので、上に述べたOMソーラーシステムでは、屋根の下を流れる空気を暖めるという機能上の必要性から採用されたものです。設置費用は約200万円で、98年当時は新エネルギー財団を通じて国からの補助が1/3ありました。発電パネル30枚はすべて南面の屋根材として使っております（図3参照）。

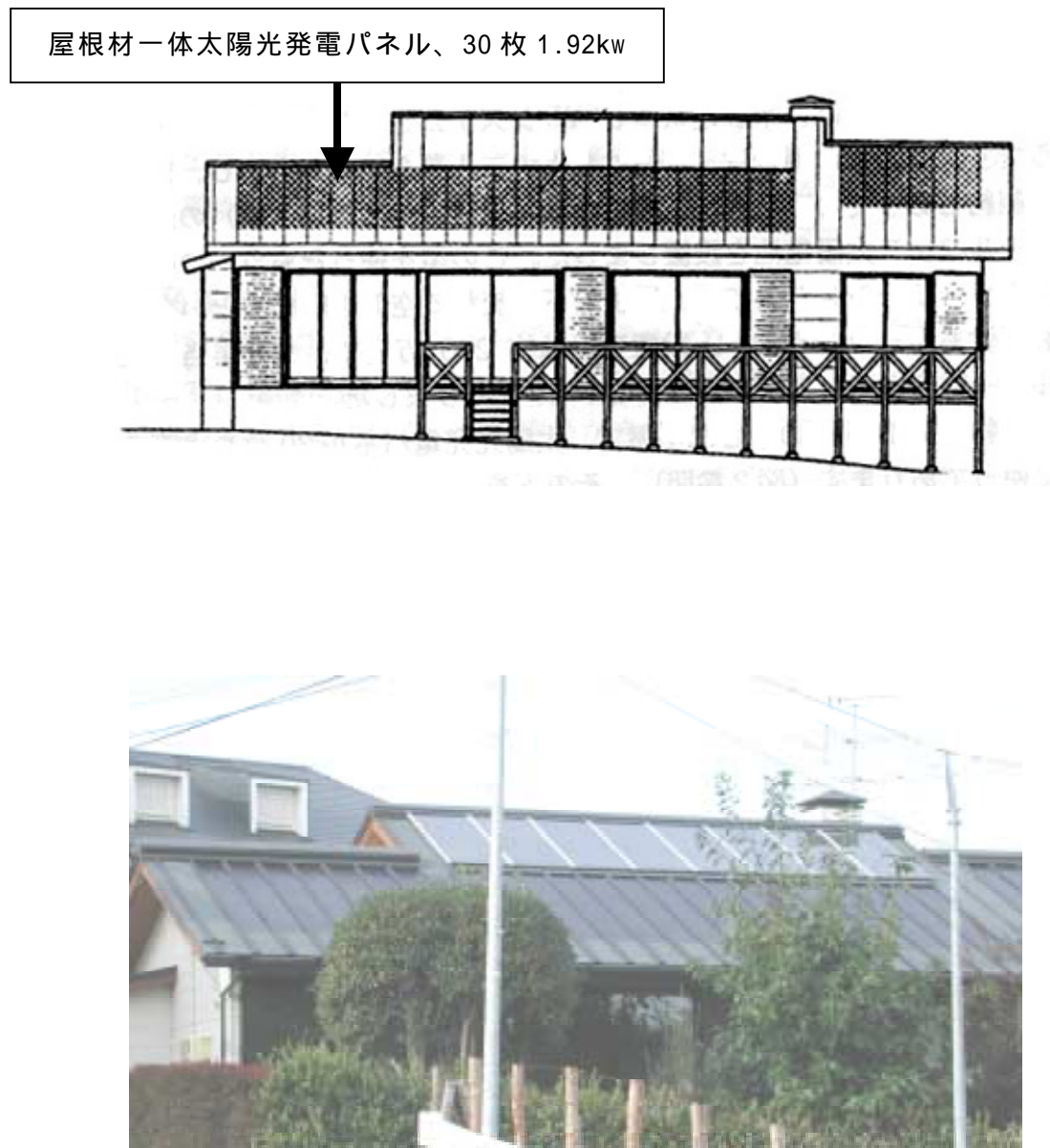


図3 発電パネルの設置状況

5 . 発電の記録

毎月の終わりに、発電量、売電量、買電量をチェックしています。98年春から発電を開始しましたが、最初にパネル結線の不備などが見つかり、正確なデータがとれていません。そこで、99年から03年までの5年間のデータを表1にまとめ、また最近の2年間について、月毎の変化の例を図4に示してみました。ついでに、表1には気象台から聞いた、仙台市の年間の日照時間の値を入れておきました。

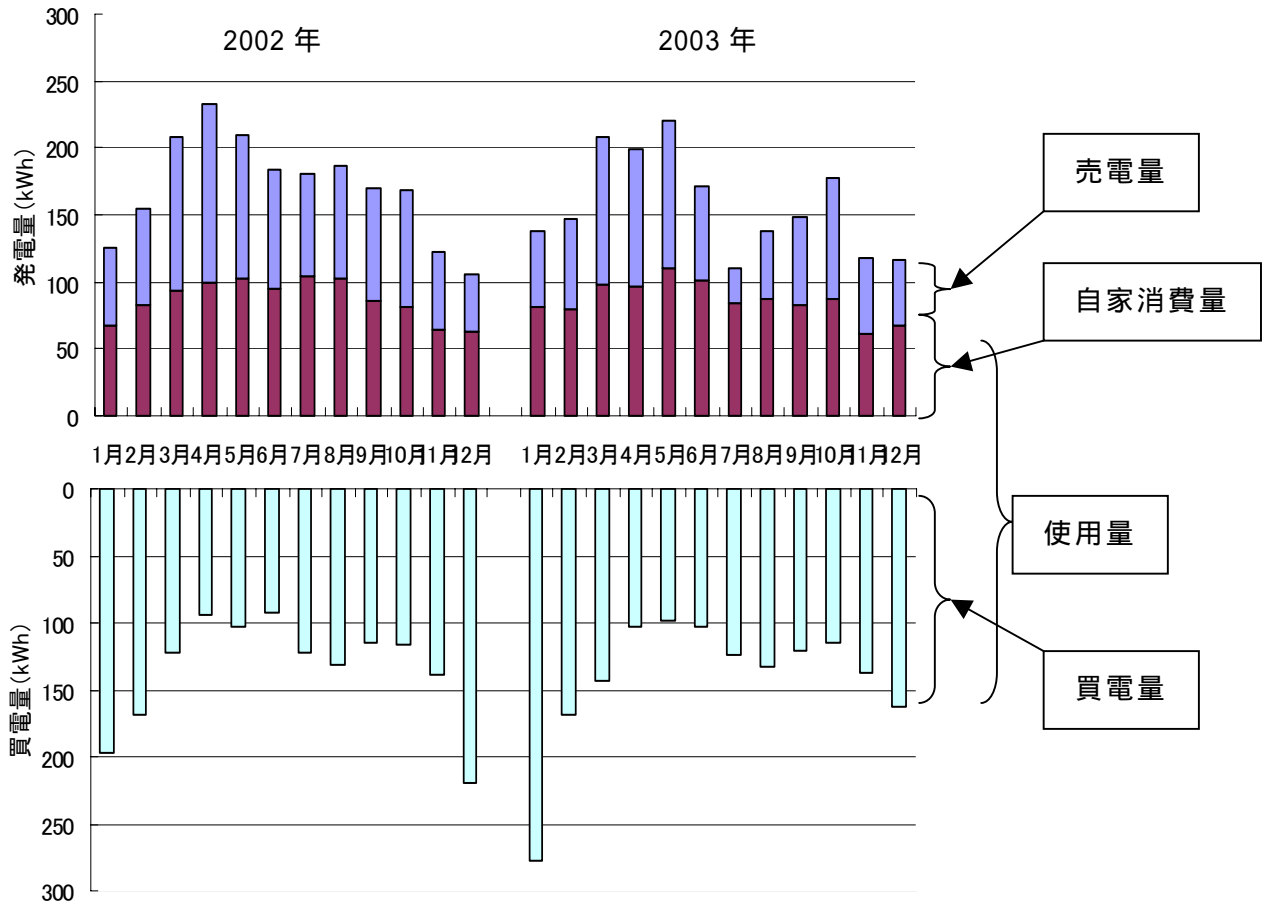


図4 月毎の発電量と買電量

表1 5年間の発電、売電、買電および使用電力の推移

年	日照時間(時間)	発電量(kWh)	買電量(kWh)	使用量(kWh)	売電量(kWh)	発電率(%)
1999	1947.8	2,043.0	1,754.1	2,785.6	1,011.5	73.3
2000	1844.8	2,006.0	1,808.1	2,876.4	937.7	69.7
2001	1835.7	1,987.0	2,160.7	3,197.9	949.8	62.1
2002	1861.7	2,047.0	1,621.7	2,664.1	1,004.6	76.8
2003	1623.3	1,892.0	1,688.1	2,725.5	854.6	69.4

この中で、使用量とは実際に使った電力量、すなわち（発電量－売電量＋買電量）を意味し、発電率は使用量のうちの太陽光発電量の割合を示しています。発電に関しては（図4）当然のことながら、太陽高度が低く、日が短い冬に少なく、春から夏にかけて多いというパターンが見られます。太陽光発電システムそのもののトラブルはこの5年間全くなく、瞬間の発電量を示す数値が1.9kWと、最高を示したこともありました。

表1から、わが家では電力消費量の7割を太陽エネルギーから得ていることになりました。2001年の発電率が悪いのは、この年の冬が非常に寒く、電気暖房器具を補助に使ったことと、あとで分かったのですが、屋根裏にあるハンドリングボックスの中の切り替え弁の漏れが原因でした。一般には3kWの装置で、年間3,000kWh発電すれば、システムがよく機能していることの目安になるといわれています。99年から03年を通して、年間約2,000kWhの発電量を記録しているので、うまく機能していると考えてよいと思っています。年間日照時間との関連で見ると、日照時間の短かった2003年は発電量も低く出ています。この表から見て、5年間に電池の劣化がそんなに進んでいるとは考えられないと思います。ちなみに、年間2,000kWhの発電によって、約720kg（CO₂換算）の二酸化炭素の発生を抑えた計算になります。

6．雨水の利用

屋外に水槽2基（Rotex variocistem 750 l x 2）を設置し、屋根の一部から集めた雨水の利用を試みました。貯めた水はトイレと庭の散水に使っています。雨水に関しては、貯水量や使用量を計る装置がついていないので、残念ながら定量的なデータをここでお示しすることができません。2003年夏は雨が多かった年で、水槽に水がたくさん貯まったことは、水位を示すメーターで目視できましたが、家計簿を調べてみても水道使用量は前年と殆ど差がありませんでした。水槽が家の北側にあるので、冬の寒さが続く時には凍ることがあり、それを融かすのにヒーターを入れるという矛盾点がでてきました。入れる時間をできるだけ短くするように、プラグを差したり抜いたり、寒い中で奮闘しています。仙台のように（北の方では特に）寒いところでは、凍結対策をもっと考える必要があります。

7．おわりに

二人住まいの小さな家で、小規模な太陽光発電をやりはじめて6年が過ぎました。毎月の月末にずっと発電量その他を測定してきましたが、今月はどうだったかと、記録を見るのは案外楽しいものです。雨が降れば、どれだけ水がたまったかと。また、外を歩くといろいろな建物がありますが、その屋根が今までより気になりだしました。この屋根にはパネルがうまくつくのに勿体ないな。この学校や大きな建物の屋根だと、随分大きな太陽発電パネルが載せられるのになどと。発電は個人でもできるし、市民の話し合いで、大きな屋根を借りて何人かの出資者を募り、共同で運営し、売った電力による収

入を分け合うというやりかたもできます。欧米でも日本でもやっています。日本は太陽電池の生産量は世界一ですが、その利用についてはまだまだ促進する必要があります。新エネルギー財団によると、最近太陽光発電の累積設備容量が30万kWに達し、住宅用太陽光発電システムの導入件数は、01年には25,000件と急な伸びをみせ、価格も94年頃のkW当たり200万円から70万円位に下がっています。2010年には発電量を500万kWまで増やす目標がたてられています。

はじめに述べたように、EPTから見ても明らかに太陽光発電は二酸化炭素を出さない発電であり、太陽エネルギーそのものは無限です。もっと研究費や国の経費を、太陽光発電、風力、バイオマスなどの、再生可能なエネルギーの利用に向けて投入することによって、利用効率の向上や関連技術の開発、社会システムについての考え方の転換もできるのではないのでしょうか。地球温暖化を防止するためのクリーンなエネルギーの利用に、もっとたくさんの方が関心を持ち、みんなで実践に移していきたいものだと思います。

本稿は筆者が「わが家の太陽光発電」と題して、日本科学者会議宮城支部発行の「個人会員だより」第14号(2002年12月)に寄せた文を骨子とし、新しいデータを加えたものです。

原稿を書くにあたり、“ストップ温暖化センターみやぎ”の南 隆昭氏に多大なご援助をいただきました。厚くお礼申し上げます。

参考文献

1. 中村太和：自然エネルギー戦略(自治体研究社、2001)
2. 自然エネルギー推進市民フォーラム編：だれでもできるベランダ太陽光発電(合同出版、1991)
3. OMソーラー協会：ユーザーズハンドブック(1997)
4. 小島紀徳：エネルギー風と太陽へのソフトランディング(日本評論社、2003)