

## 麻生と自然エネルギー

ー我が家の太陽光発電 15 年の経験を踏まえてー

麻生区在住 佐藤勝昭

### 1. はじめに

わが国は、高度成長期の環境破壊の苦い経験と、2 度のオイルショックを経て、技術革新が進み、いまやエコ先進国になりました。二酸化炭素の国別排出割合(2007 年 IEA 発表)は、中国 21%、米国 20%に対し日本は 5%に過ぎません。それでも、鳩山首相は、2009 年 9 月に国連総会で「2020 年の日本の温室効果ガスを 1990 年比で 25%削減することを目指す(条件付きながら)」と約束しました。

温室効果ガス削減のためには、太陽光発電・風力発電などの自然エネルギーの活用が必要です。実は、前政権の時代にすでに「低炭素社会づくり行動計画」が閣議決定(2008 年 7 月に)されており、これを受けて、2008 年 11 月には「太陽光発電の導入拡大のためのアクションプラン」が経済産業省、文部科学省、国土交通省、環境省の 4 省で策定され、グリーン購入法による電力買い取りの実施や 14 万 kW の大規模太陽光発電所の建設計画などが打ち出されていたのです。



図 1 佐藤勝昭太陽光発電所全景

川崎市においても、東京電力と共同で浮島、扇島地点において、出力約 2 万 kW の太陽光発電所を建設するメガソーラー計画を進めていくことが合意されたという発表(2008 年 9 月)があったのはよくご存じのことでしょう。

この小文は、今から 15 年も前に太陽光発電パネルを設置したエコハウスを建てた我が家の経験や、麻生区における自然エネルギー活用事業の活動を紹介しながら、「文化としてのエコロジー」を紹介したいと存じます。

### 2. 佐藤勝昭太陽光発電所の 15 年

#### 2.1 いきさつ

私どもが 18 年住み慣れた我が家を壊し、太陽光発電システムを備えた新しい住宅を建築する決断をしたのは 1993 年 6 月のことでした。我が家ではその前年から建て替えを検討していたのですが、その年の 4 月にあった工業技術院/NEDO の太陽光発電連絡会(当時、筆者もメンバーでした)において、住宅メーカーから「建材一体化により設置費用も含めた太陽光発電のコストはすでに 1000 円/W となった」との報告があったこと、および、通産省(現在の経産省)から「1993 年の 3 月に小規模な太陽光発電施設に対する“逆潮あり系統連携”のためのガイドラインが作られた」旨報告されたことがきっかけとなりました。(「逆潮」というのは家庭から電灯線に電気を送り出すこと、「系統連携」とは電圧・周波数などを電力会社の系統に合うように制御して運用することを意味します。)

私どもは、「今、家を建てれば、少なくとも 2025 年くらいまでは住めるはず。その頃になれば、太陽光発電パネルを設置しているのが当たり前になる。もし、それほどのコスト増にならないのであれば、太陽光発電の導入に踏み切る時期が来ているのではないか。」と考え、さっそく住宅メーカーの研究所を訪ねて詳しく話を伺いました。「さすが建築屋は発想が違うな」と感じたのは研究員と話したときの

ことです。当時私は太陽光発電材料を研究していたので「まず太陽光発電ありき」という発想になるのですが、彼の話はそれとは根本的に違いました。彼は、「これからの家は、快適さだけでなく、徹底的な省エネルギー性と、環境への配慮を追求しなければなりません。」と熱っぽく説いたのです。いわく、「太陽光発電はその目標の一部にすぎません。まず、徹底的に高気密、強断熱の家を造ります。これによって、空調に必要なエネルギーは通常の木造家屋の 15% となり、大幅な省エネルギーが可能となります。次に、二酸化炭素の排出を減らすために、都市ガスを導入せずオール電化住宅とします。最もエネルギーを食う給湯については深夜電力を利用します。給湯器に供給する水は、予め太陽熱コレクターで熱交換器を通して加熱しておけば夏はほとんど加熱しなくても大丈夫です。空調は高気密・強断熱であれば、小規模のエアコンで暖冷房が可能です。夏の冷房については、太陽光発電が有効に働くので、電気代を節約できます。・・・」ここで初めて「太陽光発電」が登場したのです。さらに続けて、「屋根瓦の代わりに太陽光発電パネルを葺きます。屋根の上に別に架台をおいて太陽光発電パネルを乗せると、設置費用が高くつきますが、このやり方だと設置費用は瓦を葺く費用と同程度になります。このため、大工さんでも設置できるようにシンプルで大きさが手頃なモジュールにする必要があります。太陽光発電パネルの強化ガラスは、金属球の落下テストでスレート瓦より遥かに強いことが証明されているので建材一体化は大変メリットがあります。」と述べました。

私は、結局彼の提案を全部受け入れて、エコ住宅を建てることになりました。

- 外壁の厚みは 120 ミリ、断熱材を十分に使うとともに、窓に 2 重ガラス、赤外線反射コーティング付きを使うことで熱損失係数は  $1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$  という小さな値になります。(在来型の木造住宅では  $4.35 \text{ W/m}^2\text{K}$  程度です。)
- 太陽光発電には多結晶シリコンモジュール(90cm×90cm)を 35 枚(電池総面積は  $29.0\text{m}^2$ )、総発電電力約 3kW のものを使用しました。
- 太陽光発電の出力は直流なので、交流 50Hz に変換しなければなりません。このための装置がインバータです。当時は絶縁トランス付きなので重く、変換効率も 92.6% とあまり高くはありませんが、信頼性の高いものを選びました。
- 西日を防ぐために、西の窓は最小限の数におさえました。また、省エネのためには、出窓は使わないほうがよいというアドバイスもありましたが、家は機能だけでなく形も大切だという家族のねばりで、北海道仕様の出窓を取り付けてもらいました。

省エネルギー、太陽光発電、および集中空調システムの導入というエコ仕様にしたため、在来住宅の場合に比べて、費用は 800 万円近くも余分にかかってしまいました。(1994 年度に太陽光発電の設備に対して最大 50% の補助をする政策が導入されましたが、我が家は 1 年早かったためこの恩恵には浴しませんでした。) 決して元を取ることはできない額ですが、エコロジーをエコノミーとしてではなくエコカルチャーとしてとらえてそのための社会貢献と考えて導入に踏み切りました。



図 2 太陽光発電パネル取付工事風景

## 2.2 設置作業

我が家の屋根の傾斜角は  $26.5^\circ$  です。これは4月中旬の南中時の太陽(高度  $64.5^\circ$ ) が垂直に降り注ぐ角度です。この屋根に太陽光発電パネルを設置するのです。物見高い私は、ヘルメットをかぶって屋根に登らせてもらいました。

設置作業は大変興味深いものでした。(図 2) 防水シートの上にレールを置き、この上に、運び上げた35枚のパネル(1枚の大きさ  $900\text{mm} \times 900\text{mm}$ ) を1枚ずつネジ止めするのです。

パネルは、屋根にピッタリと張り付けてあるのではなく、数センチだけ浮かせてあります。工事に当たった技術者に「なぜ浮かせるのですか」と聞きますと、「太陽光発電パネルは太陽光を吸収して温度が上がります。夏には  $80^\circ\text{C}$  にもなります。そうすると、 $25^\circ\text{C}$  では  $3\text{KW}$  あるはずの出力が  $2.2\text{KW}$  近くに減ってしまいます。それで、浮かせて空気が通るようにして温度を  $50^\circ\text{C}$  くらいに抑えているのですよ。」と教えてくださいました。

電気工事屋さんは、なんと、そのパネルのガラスの上に乗ってネジ止めしているのです(図 3)。私は、大学の「電子材料学」の授業で太陽光発電の原理と構造のことを講義していましたが、「その上に乗って歩く」などということは教えていませんでしたから、「建材として用いると言うことは乗って歩いてもよいような丈夫なものを作らなければならないのだ。」と再認識しました。太陽光発電パネルから屋内のインバータまでの配線作業には女性技師が屋根の上を飛び回って指示を出していました。

高断熱の家造りなので、大工さんも電気屋さんも棟があがってからが大変でした。大工さんは、釘1本打つにも、それを伝って熱が逃げないように工夫していました。電気屋さんは、配線の経路やコンセントのすきまから空気が漏れないようにしっかりとシールするのと、回路の数が多いので、大変な時間をかけて作業をしていました。



図 3 太陽光発電モジュールの上に乗ってのネジ止め作業

## 2.3 太陽光発電スタート

小さくても発電所ですから、質のよい電力を系統に送り出さなくてはなりませんから、筆者と東京電力の社長との間で、系統連携に関する契約書を交わしました。系統連携の協議資料は、太陽光発電モジュール、インバータの詳細を含み91ページに上りました。(最近、簡素化されたと思いますが・・・)

我が家には図 4 のように、受電用と売電用の2つのメータがあります。なお、現在では、「電化上手」という時間帯別電力契約なので、昼間(10:00-17:00)、朝晩(7:00-10:00, 17:00-23:00)、夜間(23:00-7:00)の3つの料金体系になっています。2009年12月時点でのkWあたりの料金は、昼：朝晩：夜間=28:23:9 となっており、夜間は昼間の1/3です。

さて、新居は翌年の1994年3月20日に完成。当時、太陽光発電住宅は珍しかったので、完成した我が家の外観を産経新聞社がヘリコプターを飛ばして写真を撮影してくださいました。それが図1の写真です。省エネのため、照明器具の白熱電灯はすべてボール型の蛍光灯に取り替え、照明は1/3程度の消費電力となりました。

強断熱、高気密の家はさすがです。何も暖房を使わなくても冬場の室



図 4 買電用・売電用2つのメータ

温が 18℃くらいあります。煮炊きものをすると暖房なしでも 23℃くらいになり、十分に温かく感じます。断熱性がよいので、壁で冷えて循環することがありませんから、たとえば室温を 22℃にセットしたときの天井と床の温度差は 1°程度に過ぎないのです。これが快適さのもとになっています。実際に使ってみると夏場の冷房効率も高く、コストがかかりません。1 台の室外機で家中の部屋の冷暖房をすることができるのは大きなメリットでした。(ただ、この集中冷暖房方式にはデメリットもあることが最近になってわかりました。15 年目になって空調の集中制御装置が壊れたのです。しかし、15 年も経つと、同じ規格の装置はもはや製造しておらず、家中の空調が全部ダウンしたのです。それで、今後、個別空調に切り替えることになりましたが、年内には間に合わないので、エアコンなしで過ごすはめになりました。それでも、強断熱のお陰でなんとか生活できています。)

## 2.4 太陽光発電の実績を検証する

発電量、受電量、売電量などのデータは、1994 年から 5 年間は自前の装置で計測しましたが、1999 年から 2008 年までは日本品質保証協会、および、電気安全環境研究所が遠隔データ収集をしてくれました。

これまでに測定したデータをもとに太陽光発電の実績を検証してみましょう。晴れた日の典型的な太陽光発電電力の日変化を図 5 に示します。夜明けとともに発電が始まり徐々に増大し南中時(11 時 40 分)に発電電力はピークに達します。その後は徐々に低下し、日没とともに停止します。

使ってみてはじめて知ったことですが、晴れた日の最大発電電力は、公称 3kW の太陽光発電でも南中時に 2.0~2.4kW しかありません。「公称 3kW の太陽光発電モジュールなのに 2kW しか出ないのは不当表示だ」と不満ですが、公称値は、あくまで標準温度(25℃)において標準太陽光(1kW/m<sup>2</sup>)がパネルに垂直に当たったときにモジュールから取り出せる最大電力なのです。川崎市の太陽光は雨上がりのきれいな空気の時をのぞいて標準太陽光の強度に達していませんし、夏場の太陽光発電の温度は 50-70℃くらいにまで上昇しているため変換効率(光を電気に変える割合)は標準気温(25℃)の場合の 90%位にまで低下しています。さらに、インバータ効率は約 90%しかありませんから、たとえ、標準太陽光の光量があったとしても、出力は公称値の 80%位になってしまうのです。従って、測定された 2~2.4 kW というのは極めて正常な値なのです。

一方、図 6 は、「晴れたり曇ったり」の日のデータです。雲が通るたびに発電電力が 0.5kW に急落し、晴れた途端 2.5 kW に跳ね上がっています。このように、太陽光発電は大変不安定な電源なのです。

1 日の発電量は、夏の晴れた日で 15~17 kWh、冬の晴れた日で 13~15 kWh です。曇りの日は 2~5 kWh、雨の日でも 1~2 kWh は発電しています。15 年間の月発電量は平均 253 kWh、発電の最大は 8 月で平均 286 kWh、最小は 10 月で平均 209 kWh でした。

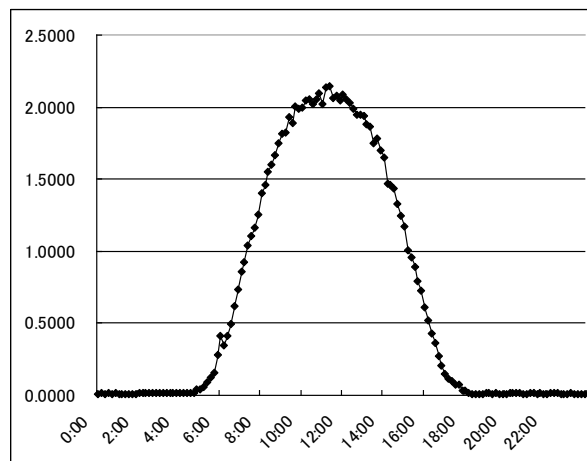


図 5 晴天の日の発電電力の日変化

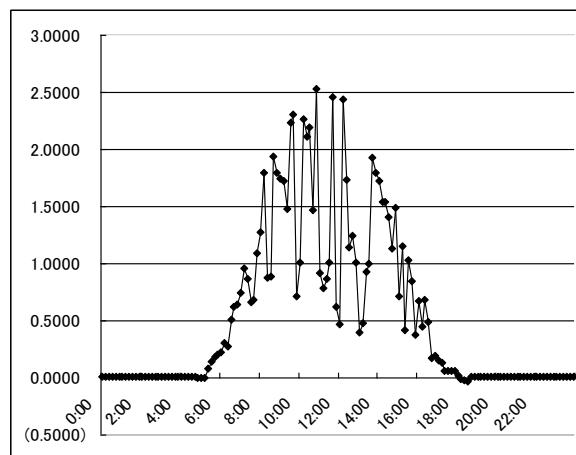


図 6 晴れたり曇ったりの日の発電電力

測定を開始した 94 年から計測が終了した 2008 年までの総発電量は約 47 MWh でした。年平均では 3.1 MWh ということになります。一方、これまで電力会社に販売した電力の総量は総発電量の 30% の 14 MWh、年平均で約 0.95 MWh、毎月約 78 kWh でした。

図 7 は、年間発電電力量と、年間売電電力量の年変化です。発電量は当初 3.7 MWh ありましたが、2008 年には 2.8 MWh と 24 % も減少しています。この減少は、主としてガラス表面の汚れによるものと思われていますが、

太陽光発電モジュール自体の劣化もないとはいえません、また、売電電力量については、当初の 1.5 MWh から 0.68 MWh に 55% も減少してしまいました。これは、その間に、家族構成の変化や家電製品の増加などがあつたためであると考えています。

移り住んでしばらく慣れるまで苦労したのが、オール電化台所でした。当時使用していたのは、2kW のハロゲンヒータでした。はじめ、ガスを使わないので元栓を閉めたかどうかを気にしなくてよいし、高温の気体がでないので台所が汚れないと喜んでいたのですが、ガスに比べて火力が足りず、野菜を炒めてもしゃきつとしないのです。この問題は、最近になって 3KW の IH クッキングヒータを使うことによって、ほとんど解決しました。

## 2.5 エコ住宅 15 年を振り返って

このように、我が家では、14 年間に累計で約 50 MWh もの電力を発電し、日常生活に使いながら累計 14 MWh の余剰電力を系統に供給できました。しかし、問題は、深夜電力(23:00-7:00)を毎年平均 1.8 MWh も使用していることです。夜間電力は安価であるとはいえエネルギーを多消費していることには変わりありません。いずれ、エコキュートなど節電型の給湯設備に変更することが必要ではないかと感じています。また、太陽光発電に関しては、当時 12% くらいであったモジュール変換効率が最近の製品では 20% 近くにまで改善しています。今後機会があれば交換したいものです。

これから太陽光発電導入を考えておられる方々のために、教訓とアドバイスをまとめておきます。

- 住宅新築時に太陽光発電を導入する場合は、強断熱・高気密のエコ住宅の一環として考えることが重要でしょう。その場合、屋根材として太陽光発電パネルを導入することをおすすめします。
- 太陽光発電パネルの出力の公称値は、あくまで、25℃において標準太陽光(1kW/m<sup>2</sup>)が南中時にパネルに垂直に入射した場合の直流出力の値です。実際の出力は、公称値の 7-8 割であると考えましょう。また、太陽光発電の出力は長期的には劣化することを覚えておきましょう。
- 太陽光発電の普及に伴って消費生活センターに寄せられるトラブル例が急増しているそうです。正しい知識をもち、信頼性の高い施工業者を選ぶことが大切だと思います。
- 太陽光発電やエコ住宅は、すぐにモトがとれるものではありません。エコを経済ではなく文化としてとらえる気持ちが重要でしょう。

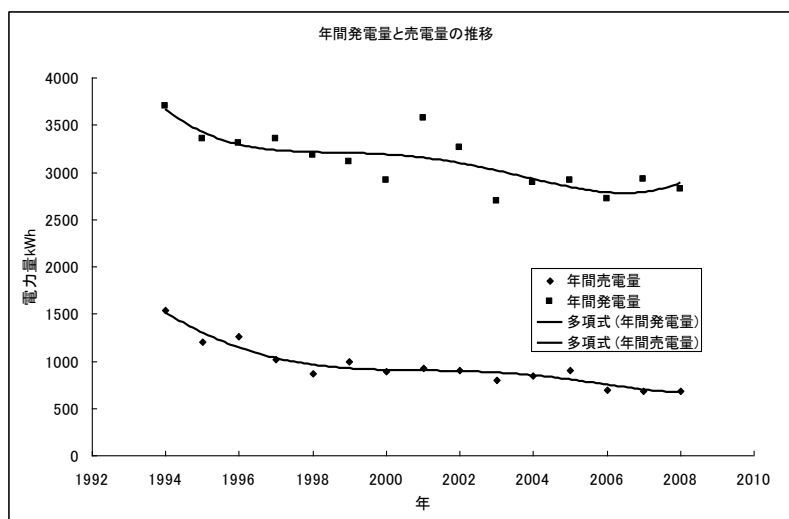


図 7 年間発電量と売電量の推移

### 3. 麻生における自然エネルギー活用促進事業

2008年8月川崎国際センターに「市民共同おひさま発電所」(発電電力 6.5 kW)が市民の手によって設置されました。この運動を中心となって進めてこられたのは、麻生区自然エネルギー活用促進事業実行委員会の委員長である飯田和子さんでした。筆者は飯田さんに電話インタビューをして、麻生における自然エネルギー導入への取り組みについてお話を伺いました。



図8 飯田さん(CC川崎のホームページより)

#### 3.1 麻生区役所に太陽光発電がやってきた

飯田和子さんによると、2002年、当時の区長の英断によって、川崎市麻生区区制20周年記念事業として、区役所屋上に5kWの太陽光発電パネルが、駐車場に太陽光を利用した外灯が設置されました。区役所のホールには、電光掲示板が設置され、いま現在の発電量が表示されるようになっています。

この背景には、かわさき地球温暖化対策推進協議会市民部会のメンバーにより1999年に発足した川崎市地球環境フォーラムの存在があったということです。



図8 麻生区役所屋上の太陽光発電パネルと駐車場のソーラー外灯

#### 3.2 麻生区自然エネルギー活用促進事業実行委員会の発足

この太陽光発電設置を契機に、自然エネルギーの活用促進、省エネルギーを目的として「麻生区自然エネルギー活用促進事業実行委員会」が発足しました。実行委員会では、麻生区地域振興課との共同で、毎月1回のミーティングのほか、区民向けの施設見学会、講演会などのイベント、小学校への出前授業、ニュースレター「おひさまだより」の発行など、自然・省エネルギーの普及・啓発の活動を行っています。活動の様子は、ホームページに記載されています。

#### 3.3 活動の紹介

##### (1) 施設見学会

区民に呼びかけてバス見学会を毎年1回実施しています。見学会の参加者から何人かが委員会に入って活動するようになったということです。2008年度は「あさお自然エネルギー学校連続講座」の一環として開催され、環境問題への関心がある多くの区民の参加がありました。

##### (2) 出前授業

ソーラーキッチンセットやおひさまボックス(太陽光発電パネル)をもって、学校を訪問して、子どもたちに自然エネルギーに関する教育を行っています。2004年度に始まった区内小学校への出前授業ですが、2005年度は5校、2006年度は4校、2007年度は2校で実施したということです。



図9 バス見学会



図 10 ソーラークッキング



図 11 おひさまボックスで太陽子発電を実演

### (3) セミナー、自然エネルギー学校

自然・新・省エネルギーなどをテーマとした講演会を開催しています。その他にも「あさお自然エネルギー学校」と題した勉強会も開催し、区民の方に参加を呼びかけています。筆者も、この会が主催した「あさお自然エネルギーセミナー」の第1回（2003年6月21日）で、「太陽エネルギーを考える」と題して講演をさせていただき、経験にもとづいたお話をさせていただきました。私はこのとき初めてこの会の活動を知りました。2010年3月にふたたびお呼びいただき講演させていただくことになっており、飯田会長にお会いできることを楽しみにしています。



図 12 あさお自然エネルギー学校

## 3.4 自然エネルギーへの関心の高さは文化度の反映

飯田さんによれば、この会の特徴は、太陽光発電やエコ住宅に携わっている専門家ではなく、普通の市民が自発的に活動していることだということです。最近、麻生区の他にも高津区、中原区などにおいて区レベルで市民協働のエコ活動が行われるようになりましたが、このようなボランティア活動が7年も続いているのは麻生区だけだそうで、区民の文化レベルの高さを表していると述べておられました。

飯田さんは電話インタビューの最後に、「強調したいことは、活動をはじめた2002年には世の中の関心が低かったけれど、状況が変わって、今では世の中のほうからこちらに近づいてきたことです。私たちは、自然エネルギー導入について、無理をせずじっくりと一歩ずつ進めることが大切で、文化の問題として捕らえることが大切だと思います。」と締めくくられました。

## 4. おわりにー文化としてのエコ

江戸は少ないエネルギーと資源を活かすために徹底したリサイクル社会が成立していました。そのような社会を支えたのは江戸市民の文化度の高さであったと言われています。

もちろんエコにおいて経済性を無視することはできませんが、自然エネルギーを単に「もとがとれるかどうか」というコスト問題にとどめては展望がないでしょう。高気密・強断熱の家造りなども含めてトータルにエコを考えることが必要です。

エコは文化です。麻生には自然エネルギー活用事業に見られるような、高水準の文化活動が根付いています。今後とも、行政と市民が手を携えて、普及活動を一步一步進めていくことが大切ではないでしょうか。