

世界を「数字」で回してみよう(6):

## 電力という不思議なインフラ(前編)～太陽光発電だけで生きていけるか?～

<http://eetimes.jp/ee/articles/1409/18/news012.html>

太陽光発電のみで生活する――。これが現実になれば、私たちはもう原発やら電気代やらを心配することなく、夢のような生活を送ることができるでしょう。市販のソーラーパネルの「発電出力」だけを見れば、あながち不可能ではない気もしてしまいます。ですが、太陽光発電には大きな“落とし穴”があるのです。

2014年09月18日 10時00分 更新

[江端智一, EE Times Japan]

先日、後輩の研究者と「家庭用ソーラーパネルによる発電だけで、自宅の電力の全てを賄えるか?」というテーマで、ディベートをしていました。

私は、エネルギー庁の資料の数字を示して「不可能である」旨を主張しましたが、彼は、東京電力から届いた請求書を持ち出して反論しました。

■我が家の先月の使用電力量は340キロワット時でした。つまり、1日平均にして、約11キロワット時を消費しているとみなせます。

■ならば、4キロワット時の出力のソーラーパネルがあれば、3時間分の発電(4キロワット時×3時間)で、十分足りるはずですよ。

■例えば、[この250Wのパネル](#)を16枚、屋根に貼り付ければ(250×16=4000)、それで良いはずですよ。

―― あれ? そうなの?

と、私は一瞬、あぜんとしてしまいました。

□

こんにちは、江端智一です。

今回は、『電力シリーズ』の最終回になります。これまで書き切れなかった、電力に対する私の疑問のいくつかを、数字で回してみようと思います。

本日は、「私達の家の電力は、ソーラーパネルだけで賄うことができるか?」を始めさせていただきます。

もし、これが可能であれば、電線という鎖につながれることなく、どんな山奥でも、(設備、保守コストを無視すれば)少なくとも、電力の心配をすることなく、夢の隠遁生活ができるはずですよ。

。

でも、そんな話は、いまだに聞いたことがありません。

そこで、私はいろいろなメーカーの資料を調べてみたのですが、これが、どうにもはっきりしないのです。

私は単純にソーラーパネルによる平均発電量を調べただけなのに、どの資料を見ても、いつの間にか「お金」の話にすり替わっているのです。

メーカーや設置業者のシミュレーションのWebサイトにいっても、発電した電力を電力会社に売り込む話が折り込まれていて――なんか、とっても怪しい。

メーカーのソーラーパネルのカタログの記載も、なんか変なのです。年間の発電量総量(キロワット時)と、(瞬時の)最大出力値(ワット)も記載されていますが、これを併記する理由が分かりません。

さらには、「モジュール変動効率」なる、太陽エネルギーから電気エネルギーへの変換効率値なども記載されていますが、そんなことはユーザにはどうでも良いことです。私達ユーザに興味があることは、「作ることでできる電力量」だけなのですから。

カタログの記載からは私の欲しい数字が全く出てこないの、愛知県武豊町にある「[メガソーラーたけとよ](#)」の公称データを使わせて貰うことにしました。

「メガソーラーたけとよ」は、ナゴヤドーム3個分の広大な敷地で1.3m×1mのソーラーパネルを3万9168枚使用し、7500キロワットを発電しています。パネル1枚当たりの出力が191ワット(750万ワット/39168パネル)になりますので、おおむね家庭用に使われるパネルと同じ品質のパネルと考えて良いでしょう。

もっともこの値は、ギンギンギラギラに太陽が照りつけている理想的な状態での発電量ですから、これを、雨や曇りや夜間も含めた、実質的な平均発電量に変えなければなりません。

このメガソーラーの想定年間発電量は730万キロワット時ですから、平均の出力は11%程度(730万キロワット時/(7500キロワット×24時間×365日))となります。「たった10%程度なの?」と、かなり驚きましたが、これは、東京都、神奈川県が想定している値とほぼ同じなのです([参考資料](#))。

## ソーラーパネルの実力



**最大: 4キロワット時**



**最小: 0キロワット時**

**平均: 0.44キロワット時**

**平均発電量は、最大値の11%程度**

つまり、250ワットのソーラーパネルを16枚、自宅の屋根に貼りつけたところで、実質は4キロワット時の11%である、0.44キロワット時しか電力は得られないということです。

1日で10.6キロワット時(0.44キロワット時×24時間)、ひと月で317キロワット時(0.44キロワット時×24時間×30日)になります。

「貯める」ことが難しい

後輩宅での月間使用電力は、340キロワット時でしたので、ちょっとだけ足りませんが、ほんの少し節電すれば、ソーラーパネルだけで後輩宅の電気は賅える—と思うでしょう？

これが、全然ダメなのです。

ソーラーパネルの電気を「貯める」ことが、難しいのです。

完全独立型の自家発電ハウスの実現を実現するのに必要な数字を、机上シミュレーションで回してみました。

まず後輩宅では、1日11キロワット時の電力を使用するので、どう考えても、最低でも10キロワット時の電力を蓄える電池が必要です。

今、一番安いと思われる家庭用の蓄電池を調べてみたところ、蓄電量が1.6キロワット時で、最大消費電力が120ワット(これではクーラーを一台も動かすことができない)でしたので、こ

れを7台(10キロワット時/1.6キロワット時=6.25)程度、並列接続する必要があります。

しかし、これで、原理的には、1日分の電気を貯めることはできるようにも思えます。

では、ここでコストを登場させましょう。

この蓄電池が1台70万円ですので、7台で合計約500万円が必要となります。浴槽程のサイズでその総重量は280kg。屋内設置が必須で、寿命は5年です。

携帯電話機やスマートフォンでご存じでしょうが、蓄電池の蓄電効率は時間とともに劣化します。

これにソーラーパネル、パワーコンディショナのライフサイクルも加えると、自家発電ハウスを実現するには、設置、保守コストを無視しても、最低年間115万円必要となります。比して、一般家庭の年間電気料金は、4人家庭で年間14万円です(参考資料)。つまり、自家発電ハウスを実現するには、今の電気代金の8倍以上のお金が必要になるのです。

そもそも、昼に発電した電気を、簡単に夜に電気が回せるくらいなら、わざわざ、リアルタイムで電気会社に電気を売る仕組みなど必要ありません(参考資料:[「太陽光発電の余剰電力買取制度について」](#))。

仮にコストの話を引き込んだとしても、自家発電ハウスは、運用面において問題があります。

雲や雨が降っている日や、南中高度が低い冬季では、夜間に必要な電気を確保できませんし、この500万円の蓄電池で確保できる電力は1日分だけです。

このケースでは、どんなに頑張っても10.6キロワット時以上の電力は発電できないのですから、蓄電池を増設しても意味がありません。

## 自給自足の自家発電ハウスの可能性

### コスト

ソーラパネル  
350万円 / 25年で交換

パワーコンディショナ  
40万円 / 10年で交換

蓄電池  
500万円 / 5年で交換

### リスク

- (1)曇り、雨、冬期の場合、夜間電力が確保できない場合がある。
- (2)この蓄電池の量では、1日以上を蓄えられない

## 可能性は、限りなく小さい

次の日、太陽が出てくるまでに、電力が使い尽くされる恐怖におびえるホラーハウス——そんな家に誰が住みたいと思うでしょうか。

結論として、現時点において、「ソーラーパネルによる発電だけで、家庭用の電力の全てを賄える」ことは無理、と言い切って良いかと思えます。

電力では、「同時同量」という言葉が使われます。電力は「冷蔵庫のない魚屋、肉屋」のようなものです。魚を釣った瞬間にすぐに刺身にして食べる、とか、牛や豚を屠殺した場所でそのまま焼いて食べる、というイメージです。

「電気を余らせるくらいなら、貯めとけばいいのに」と思われるかもしれませんが、電気を貯めるコストは、電気を作るコストと比較にならないくらい高価なのです。蓄電池を使わない方法では、揚水発電などもあるのですが、全発電電力の1%にも至っていません([参考資料](#))。

### 変わった公共インフラ

電力システムは、変わった公共インフラです。



例えば、あなたが駅のプラットフォームに立っていて、30分後まで電車はやってこないことが分かっているとき、あなたは「電車を待つ」ことしかできません。

また、あなたが交通渋滞に巻き込まれている時、自分に都合よく交差点の信号を青にすることもできません。

電車システムや交通システムが、100%のサービスをユーザに提供できないことを、誰もが知っており、そして納得しています。

ところが、電力は、原則として、需要者が好きな時に、好きなだけ使うことができます。そして、そのような「わがまま」な需要者の需要の最悪値(ピーク電力)に供えるべく、日本の電力会社は発電所を増設し、電力網を整備してきました。

なぜ、こんな「わがまま」を需要者に許してきたのでしょうか？

それは、「わがまま」こそが、日本経済を発展させる「起爆剤」だったからです。

「無限に使える電力」を前提としなければ、家電製品やパソコンは売れませんし、新しい地下鉄を作ったり、工場に新型の産業用ロボットを導入したりする意欲も湧きません。

しかし、このような「わがまま」は、オイルショック後から見直しが始まり、そして震災後は、「社会悪」として確定しました。

このような「わがまま」な電力消費を抑止する為に、需要者に使用電力の『予約』をしてもらうことや、ピーク電力に近づくと電力の価格をつり上げるような課金方法もできました。

外国の一部では、需要者との契約で、電力がピーク時になると、強制的にクーラーの電力だけを一時止める(30分くらい)というサービスも行われていて、一定の効果も上っているようです。

このような、需要者側の「気づかい」で、電力の需給バランスを一致させることを、「デマンドレスポンス」と言います([参考資料](#))。

デマンドレスポンスを、社会の隅々まで広げることによって、ピーク電力や、発電所の増設や再稼働を押さえることが期待されています。なにより大停電 ―― ブラックアウトの発生を防止するだけでも、デマンドレスポンスを一般家庭まで広げていくことには意義がありそうです。

しかし、「デマンドレスポンスを、一般家庭まで広げていくこと」については、いくつかの疑問があります。

以前、私は米国に赴任していたことがあるのですが、あの国には、真夏になるとクーラーを全力運転して、私を部屋の中で凍えさせ、真冬になると暖房を全力運転にして、私をのぼせさせる、理解しがたいエアコンの温度設定をする人間が多かったように思います。

比して、「もったいない」を国是とし、オイルショックや震災という強烈なトラウマを、徹底した効率化や合理化や見える化で乗り越えて生きてきた私達日本人にとって、節電は、「モラル」ではなく「常識」です。

そんな我が国において、デマンドレスポンスで、劇的な効果が現われるのか、については、ちょっと不安があります。



もう一つは、一般家庭向けの電力消費量の比率が小さいということです。

前々回に、「幼児から高齢者まで、日本の全国民は、1人当たり常時8人程度のメイドを従えて生きている」(関連記事:[日本の電力は足りているのか?—“メイドの数”に換算して、検証してみる\(前編\)](#))という考え方を提示しましたが、このうち、家の中で働いているメイド(使われている電力)は、わずか1.6人分です。

やはり大きいのは、工場、デパート、そしてオフィスの電力となりますが、これらの施設には、震災後から今に至るまで、すでにかかなりの節電対策が取られてきているはずで

そして、とどめは、前回ご報告した通り、少子化傾向が止まらない以上、電力不足問題は、そのままほっといても解決することになりそうだ、ということです(関連記事:[“電力大余剰時代”は来るのか\(前編\)～人口予測を基に考える～](#))。

つまり、デマンドレスポンスで、良いことがあるかどうかは「実際にやってみなければ分からない」ということになりそうです。

□

では電力シリーズ最終回の前半は、ここまでと致します。

後半は、電力シリーズ最後のテーマは、「どうして電力会社は、原子力発電を捨てて逃げ出さないのか？」でトリを飾りたいと思います。

【付録】それでも、へこたれない後輩研究員

今回の冒頭で登場した後輩の研究員君に、このコラムを読んでもらったところ、すぐに私に噛みついてきました。

その内容がなかなか面白かったので、付録に掲載します。

後輩:「江端さん。確かに蓄電池は高価です。しかし、これからEV(電気自動車)の普及で、蓄電池はどんどん安くなってきます。将来、自家発電ハウスは可能です!」

江端:「そうかなあ? 仮に電池が安くなっても、ソーラーパネルによる発電量が、一日の消費電力量を賄えないでしょう? 電力変換効率はこれ以上は上げられないと聞いているし」

後輩:「ソーラーパネルを、今の2倍、設置すればいいんでしょう?」

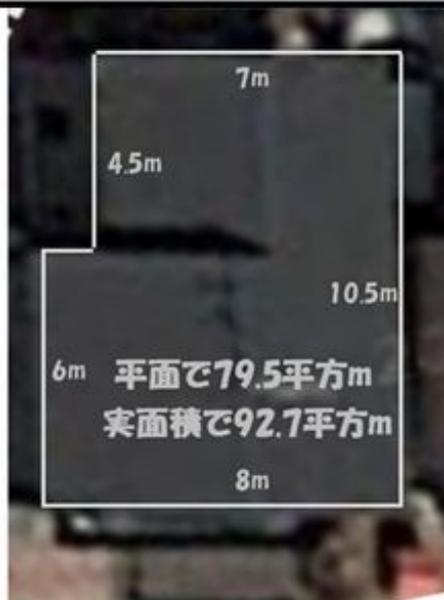
— え?

それは盲点だった。

パネル16枚で「4キロワット時」と勝手に決めつけていたけど、確かにソーラーパネルは、もっと屋根に乗せられるかもしれない。

そこで、早速、GoogleMapを使って、我が家の屋根の面積を調べてみました。

## 江端家の屋根で作れる限界発電量は?



想定している  
ソーラパネル  
1枚 = 1.28平方m



$$92.7 \div 1.28 = 72.4 \text{ 枚}$$

72.4枚 → 今の想定発電量の4.5倍

あ、すごい。

お金を湯水のように使って、蓄電池とソーラーパネルを買いまくることができれば、自家発電ハウスは、実現可能のようにも思えてきました。

と、その時、「江端さん。GoogleMapで、一体、何をやっているんですか」と背後から発せられる声に、驚いて振り向いたところ、そこには部長が立っていました。

江端:「あ、部長。実は、これこれこのような訳で、『自家発電ハウス』の可能性を検討していたところです」

と説明しました。

少しの間の後で、部長は言いました。

部長:「江端さん……。江端さんは、自分のお家を『つぶす』つもりですか？」

江端:「いや部長。これは、しょせん、机上のシミュレーションの話でして、金銭の話は……」

部長:「そうではなく、江端さんは、ソーラーパネル1枚の重量をご存じですか？」

—— は？ ソーラーパネルの重さ？

私の数字の回し方は、まだまだ底が浅いようです。

---

※本記事へのコメントは、江端氏HP上の[専用コーナー](#)へお寄せください。

---

[アイティメディアID](#)の登録会員の皆さまは、下記のリンクから、公開時にメールでお知らせする「連載アラート」に登録できます。



#### Profile

江端智一(えばたともいち)

日本の大手総合電機メーカーの主任研究員。1991年に入社。「サンマとサバ」を2種類のセンサーだけで判別するという電子レンジの食品自動判別アルゴリズムの発明を皮切りに、エンジン制御からネットワーク監視、無線ネットワーク、屋内GPS、鉄道システムまで幅広い分野の研究開

発に携わる。

意外な視点から繰り出される特許発明には定評が高く、特許権に関して強いこだわりを持つ。特に熾烈(しれつ)を極めた海外特許庁との戦いにおいて、審査官を交代させるまで戦い抜いて特許査定を奪取した話は、今なお伝説として「本人」が語り継いでいる。共同研究のために赴任した米国での2年間の生活では、会話の1割の単語だけを拾って残りの9割を推測し、相手の言っている内容を理解しないで会話を強行するという希少な能力を獲得し、凱旋帰国。

私生活においては、辛辣(しんらつ)な切り口で語られるエッセイをWebサイト「[こぼれネット](#)」で発表し続け、カルト的なファンから圧倒的な支持を得ている。また週末には、LANを敷設するために自宅の庭に穴を掘り、侵入検知センサーを設置し、24時間体制のホームセキュリティシステムを構築することを趣味としている。このシステムは現在も拡張を続けており、その完成形態は「本人」も知らない。

本連載の内容は、個人の意見および見解であり、所属する組織を代表したものではありません。

## 関連記事



### [日本の電力は足りているのか？—“メイドの数”に換算して、検証してみる\(前編\)](#)

夏がくるたびに繰り返される電力需要の議論。果たして、日本の電力は足りているのか、いないのか。まずは日本全国で使われている電力をイメージするために、われわれがいったい「何人のメイド」を働かせているのかを計算してみよう。



### [論文や特許明細書の英語は“読まない”で“推測する”](#)

英語で記載された文献を、短時間でいかに手を抜きつつ理解するか、あるいは理解したかのように自分を納得させるか。さらには、上司や同僚に『あなたが理解した』かのように誤認させるか——。実践編(文献調査)の前半となる今回は、上司の「気まぐれ」で依頼された文献調査に立ち向かう方法を紹介します。



### [誰も望んでいない“グローバル化”、それでもエンジニアが海外に送り込まれる理由とは？](#)

今回は実践編(プレゼンテーション[後編])です。前編ではプレゼンの“表向き”の戦略を紹介しましたが、後編では、プレゼンにおける、もっとドロドロした“オトナの事情”に絡む事項、すなわち“裏向き”の戦略についてお話しします。裏向きの戦略とは、ひと言で言うなら「空気を読む」こと。ではなぜ、それが大事になってくるのでしょうか。その答えは、グローバル化について、ある大胆な仮説を立てれば見えてきます。

## 関連リンク

[筆者の個人Webサイト「こぼれネット」](#)

Copyright© 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

