

本サービスにおける著作権および一切の権利はアイティメディア株式会社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスの出力結果を無断で複写・複製・転載・転用・頒布等を行うことは、法律で認められた場合を除き禁じます。

世界を「数字」で回してみよう(14) 環境問題:

## 日本の総エネルギー消費量はどれくらい? $E=MC^2$ から計算してみる

<http://eetimes.jp/ee/articles/1504/17/news014.html>

環境問題の最終回では、まず、日本の1日当たりの総エネルギー消費量を計算し直しました。その結果、“広島型原爆600発分”ということが分かったのです。その他、「日本に必要な電力を全て原発で発電したら、どれくらいCO<sub>2</sub>が削減できるのか」、「少子化問題を放置した場合、エネルギー消費量はどれくらいになるのか」について、いつものように、電卓とエクセルを使って検証します。

2015年04月20日 14時30分 更新

[江端智一, EE Times Japan]

### 日本のエネルギー消費量を計算し直す

---

地球上のほとんどのエネルギー資源は、エネルギーを得ると同時に、CO<sub>2</sub>という後始末に困る地球温暖化ガスを生成します。ところが、このCO<sub>2</sub>をこれっぽっちも作り出すことなく、エネルギーを取り出すことのできる、珍しいエネルギーがあります。

原子力です(発電所の建造過程に発生するCO<sub>2</sub>は除きます)。

原子力エネルギーは、大きく、核分裂反応によるものと、核融合によるものの2つがありますが、ここでは、原子力発電所(原発)の話に関係のある核分裂反応の方の話をしてします。

$E=MC^2$ という式をご覧になったことがあるかと思います。これは、アイシュタインの特殊相対性理論から導かれるエネルギーの算出式です(式の導出方法は[こちら](#)が分かりやすかったです)。

簡単に言うと、10円玉の質量(4.5g)を全部エネルギーに変換できたとすると、ざっくり400兆J(ジュール)( $0.0045\text{kg} \times 299792458\text{m/s}$ (光速) $\times 299792458\text{m/s}$ (光速) $= 404$ 兆4398億3043万1567.938J)のエネルギーになります ———— といってもよく分からないですよ。

よく使われるのは、広島に落とされた原子爆弾を基準に考える方法ですが、この原爆の爆発力に換算すると、10円玉の質量から変換したエネルギーは、この広島型原爆6.4個分のエネルギーに相当します( $404$ 兆4398億3043万1567.938J $\div 6.276 \times 10^{13}\text{J} = 6.4$ )。

しかし、10円玉の前で、じっと座って何年、何億年待ってもエネルギーに変わるわけではありません。原子力発電所では、ウランとかプルトニウムの中でも、特に原子核の陽子や中性子の

数が、普通よりも多いものを使います。

原子力エネルギーとは、重すぎる元素が、本来のスリムな元素に「ダイエット」したいという性質に「付け込む」ことで得られるエネルギーです。

ウランやプルトニウムのダイエットは、自分の体重に対してわずか1/1000程度しか行われませんが、たったそれだけでも、膨大なエネルギーを得ることができるのです。

ところで、日本が1日で消費しているエネルギー（最終エネルギー消費量）は、 $39.0 \times 10^{15} \text{J}$  になります（[エネルギー白書 第2部エネルギー動向](#)）。

これは、広島型原爆600発相当のエネルギーに相当します（ $39.0 \times 10^{15} \text{J} \div 6.276 \times 10^{13} \text{J}$ ）。つまり、わが国は、計算上、20万人の人間を殺傷した兵器の600倍以上ものエネルギーを、毎日消費し続けていることになるのです（[参考文献](#)）。



エネルギーについて、2つの仮説を検証する

---

こんにちは。江端智一です。

環境問題シリーズの最終回となる今回は、番外編として、このシリーズの執筆中に私がずっと気にかかってきた事のために使わせていただこうかと考えています。

その1つ目が、冒頭の、わが国の総エネルギー消費量を計算し直すことでした。

これまで石油の消費量を「[死体数](#)」で、CO<sub>2</sub>排出を「[ウンコ](#)」と模して計算してきましたが、日本全体としては、まだ算出していませんでした。

その結果、信じられない量のエネルギーが消費されていることを知って、本当に驚きました(今でも、何か間違いをしているのではないかと思っているくらいです)。

2つ目に、検討してみたい仮説がありました。「少子化問題を放置すれば、原発、エネルギー、温暖化の問題が同時に解決する」ということです。

仮説の内容は簡単です。

- (1) 少子化対策を取らずに、ほったらかしておけば(しておかなくても)日本の人口は減る
- (2) 日本の人口が減れば、エネルギーの消費量は減る
- (3) エネルギー消費量が減れば、原発を再稼働させる必要もなく、CO<sub>2</sub>排出量も減る

というものです。

上記の(1)～(3)の仮説を定量的に検証するには、結構面倒くさいデータ分析や計算をしなければなりません、こんな計算を実施する政府機関や調査会社はないと思います(業務時間中にこんな計算やっていたら怒られるだろう)。

ならば、『何を計算してもいい』とEE Times Japan編集部から言われている(言いましたよね? [※編集注]はい、申し上げました)この私こそが、この計算をするしかないと思いました。

まあ、この計算をやってみたところで、全地球規模で考えれば、大して役にも立たないかもしれませんが、それでも、これらの問題を論じる時の材料くらいにはなると思うのです。

具体的には、

- 現在の日本の発電を、全部、原子力発電に置き換えたとしたら、どれだけCO<sub>2</sub>が削減できるのだろうか
- 日本が直面する少子化問題を、今の水準のまま放置したとしたら、どれだけCO<sub>2</sub>やエネルギーが削減できるのだろうか

の2つについて、数字を回して、この環境問題シリーズの、私なりのトリを飾りたいと思います。

## 原発だけで発電したら、CO<sub>2</sub>の削減量は?

---

では、最初に、「現在の日本の発電を、全部、原子力発電に置き換えたとしたら、どれだけCO<sub>2</sub>が削減できるか」の計算を試みます。

幸いにも、わが国では、原発を完全に停止していた期間が続きましたので、そのデータを使えば、原発がない状態で、わが国を動かすために必要な使用電力量が読み取れます。その使

用電力量が分かれば、[前回の連載でご紹介した方法](#)を使って、CO<sub>2</sub>の量も読めるはずですよ。

計算結果は以下の通りになりました。

## 日本の発電所を全部原発にすると・・・

原発が一機も動いていなかった2013年のデータを使用

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
テラワット時(*1)	31	78	267	127	28	140	59	27	84	8
CO <sub>2</sub> 量係数(*2)	0.678	0.591	0.53	0.513	0.63	0.522	0.719	0.699	0.613	0.858
CO <sub>2</sub> (万吨)	2000	4500	14000	6500	1700	7300	4200	1900	5200	650

実算データは、<http://www.kobore.net/kankyouslx>  
(\*1)  $1 \times 10^9$  ワット時 (\*2) キログラム/キロワット

合計約4億8000万吨

1990年度(京都議定書の基準時)の  
我が国のCO<sub>2</sub>排出量

→合計11億4100万吨

## 42%(1990年基準)のCO<sub>2</sub>削減が可能

実質のデータは、[こちら](#)を参照

なるほど。京都議定書の第一次約束期間の削減量6%とは、ランクの違う効果が期待できそうですね。

実際、民主党政権時の2009年に、国連気候変動首脳会合で、当時の鳩山首相が、「CO<sub>2</sub>削減25%」をぶちあげて、世界を(というか、むしろ日本国内を)驚かせたのは、原子力発電に依存するところが大きかったといわれているのも納得できる話です。

ちょっと話はそれますが、ここまでCO<sub>2</sub>排出を削減できれば、逆に、日本が、外国にCO<sub>2</sub>排出権を売る側(前回のコラムでいう「[トイレをレンタルする側](#)」)になれるかもしれません。

京都議定書の第一次約束期間で日本は、1500億円払って、1億トンの「ウンコ(CO<sub>2</sub>)」をする権利を買いました。今、その権利は値下がりしていますが、それでも、仮にこのCO<sub>2</sub>排出権を全部たたき売ることができれば(できませんが)、5000億円ほどの収益が得られる可能性があります。

閑話休題。

## 少子化問題放置で、環境問題は解決するのか？

では次に、少子化を考慮した上でのCO<sub>2</sub>などの地球温暖化ガス排出量の未来予測をしてみます。

この計算に際しては、今回も、「[“電力大余剰時代”は来るのか\(前編\)～人口予測を基に考える～](#)」で使用した、いわゆる「16年遅延モデル(日本の電力消費量は、16年前の日本の人口と相関がある)」を採用したいと思います。

なお、このモデルに関しては、かなり反響があったようで、説得力のある強い反論もありました。そこで、この機会に再検証(再計算)を試みましたので、付録をご参照ください。

さて、今回は、電気だけでなく、天然ガス、石炭、その他のCO<sub>2</sub>を排出する、日本国内の全部のエネルギーをたたき込んで計算する必要がありました。そこで、冒頭で紹介した「エネルギー白書2014 第2部エネルギー動向」に登場する、「最終エネルギー消費量」の数字を使うことにしました。

「最終エネルギー消費量」とは、実際に原油、石炭、天然ガスなどとして供給されたエネルギー「一次エネルギー」ではなく、最終的に消費者に使用されるエネルギー量のことです。

エネルギーは変換されるプロセスで、ロスが発生する為、日本の一次エネルギー国内供給を100%とした時、最終エネルギー消費量は69%程度になります。

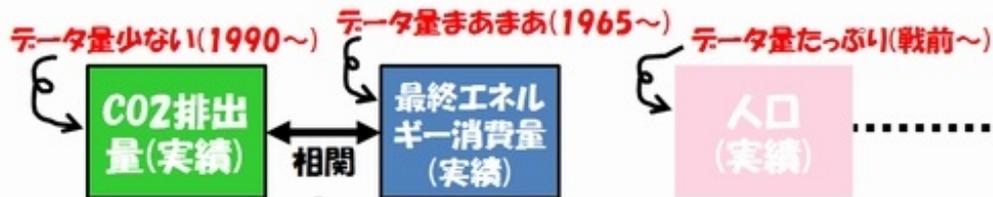


「エネルギー白書2014 第2部エネルギー動向 1章 国内エネルギー動向」より作成

CO<sub>2</sub>排出量予測は、以下のアプローチで行います(面倒だったら読み飛ばしてください)。

## CO<sub>2</sub>排出量予測のアプローチ

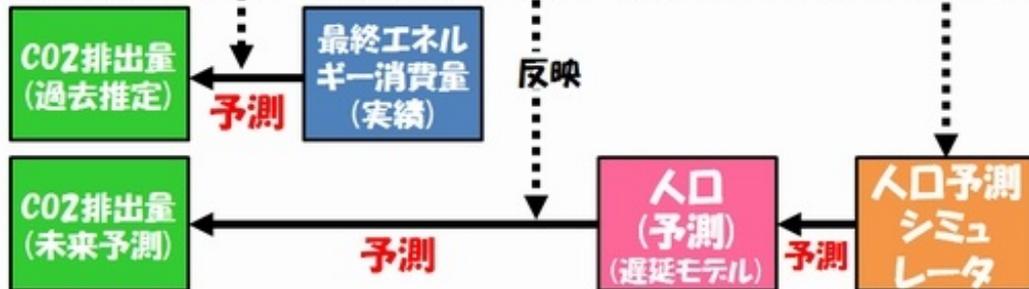
(Step.1) CO<sub>2</sub>排出量と最終エネルギー消費量の相関を計算



(Step.2) 最終エネルギー消費量と人口(遅延モデル)の相関を計算



(Step.3) 人口シミュレータと遅延モデルから、未来のCO<sub>2</sub>排出量を予測



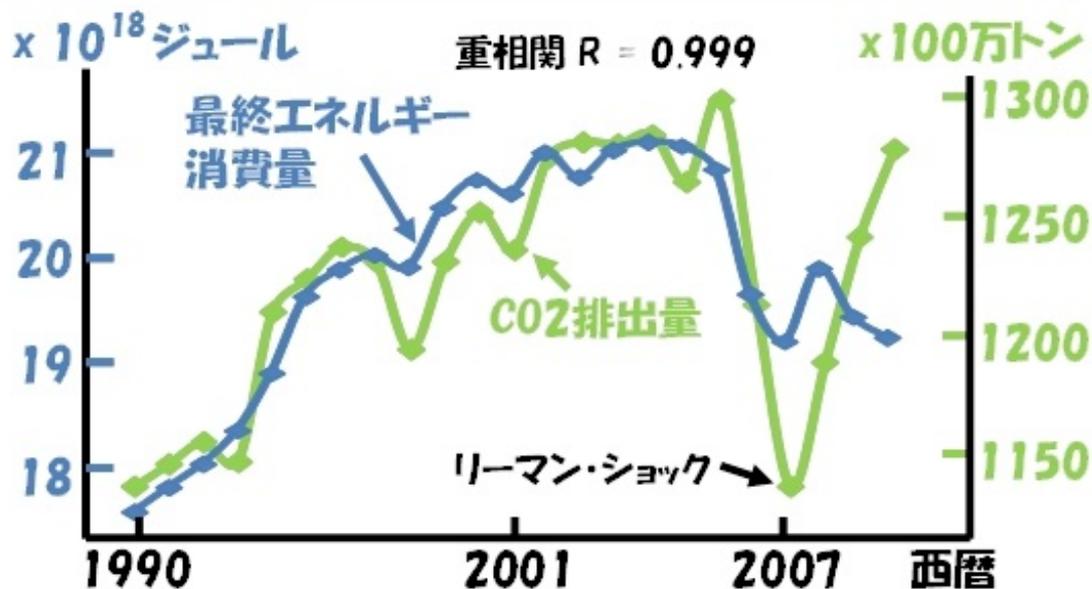
(Step.1)

エネルギー白書「【第211-1-1】最終エネルギー消費と実質GDPの推移」のデータを使って、日本の全エネルギーの消費量と、[CO<sub>2</sub>排出量](#)の関係を読み取ります。

この関係に一定の相関が認められれば、電気、天然ガス、石炭、その他のエネルギーをちまちまと計算しなくても、最終エネルギーが、CO<sub>2</sub>を発生させるエネルギーの総量と認定することができます。

ここ20年程のデータを照らし合わせてみた結果、以下のようになりました。

## 最終エネルギー消費量とCO2排出量



### 強い相関が認められる

「エネルギーを消費することによって、CO<sub>2</sub>が排出される」ということが、データからも読み取れます。

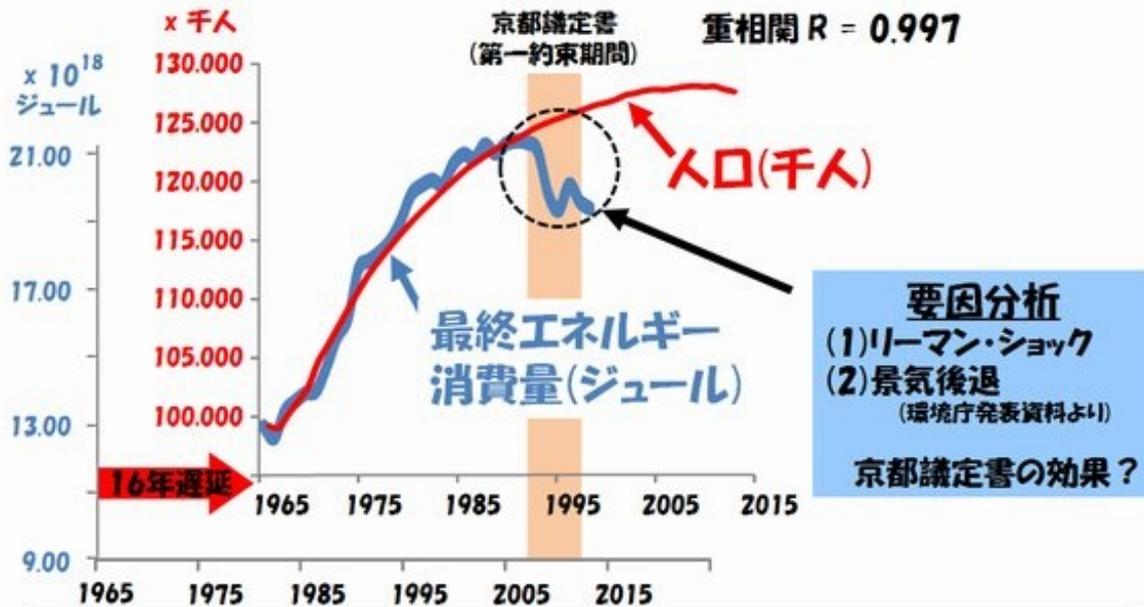
(Step.2)

次に、CO<sub>2</sub>排出量に「16年遅延モデル」が使えるか検証する必要がありますが、CO<sub>2</sub>排出量の方は、長期データがなく(1990～)、このデータで「16年遅延モデル」を強行すると数年分しかマッチングを取れません。そこで、CO<sub>2</sub>排出量と強い相関が認められる最終エネルギーを代替として使うことにしました。

結果は以下の通りです。

# 人口と最終エネルギー消費量

## 「16年遅延モデル」を適用した結果



## 2007年までは、強い相関が認められる

2007年までの**ドンピシャ感**はすごいのですが、それ以後の外れ方が大きいです。これは、「一時的な事象」なのかもしれませんが、もしかしたら、わが国は既にエネルギー消費のピークを超えて、「16年待つ」どころか、エネルギー減少量が、人口減少量を追い越してしまっているのかもしれない。

しかし、今回は「一時的な現象」と仮定して検討を続けることにします。リーマン・ショックという爆弾や、京都議定書という新しいトライアルもあったことですし。

2064年には、原発0と同じCO<sub>2</sub>排出量に？

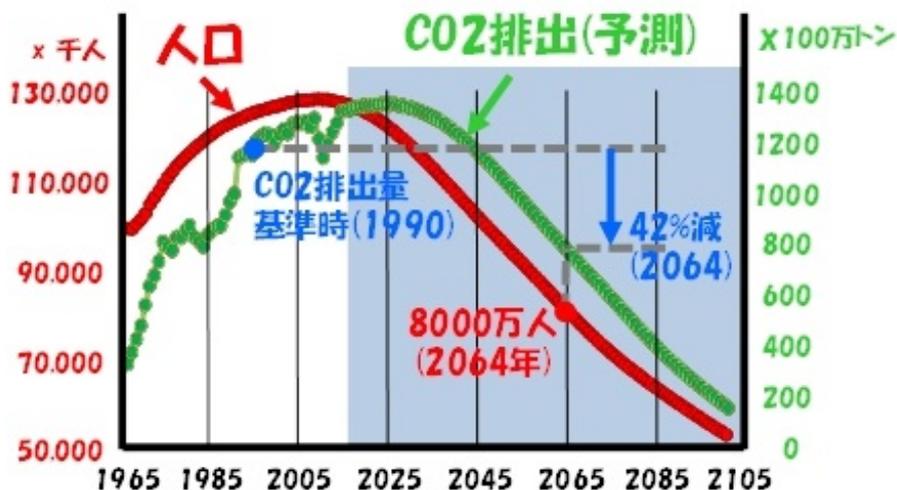
(Step.3)

では最後に、上記(Step.1)(Step.2)の相関結果とモデルを使って、少子化対策に有効な手を打たないでほったらかし(合計特殊出生率を1.4で維持)たままでという条件下で、CO<sub>2</sub>排出量を予想します。

人口予測については、今回も私の**自作シミュレータ**を使います。[政府の少子化対策](#)の内容は、今回は入れずに計算します(ちなみに、考慮したシミュレーション計算結果は[こちら](#))。

計算結果は以下の通りです。

# 人口予測とCO2排出量予測



## 2064年になれば、原発0と同じ状態

エネルギー消費量が減少していくので、当然CO<sub>2</sub>の排出量も減少します。

この計算で、少子化問題を放置し続ければ、2064年に、全ての発電所を原発にした場合と同じCO<sub>2</sub>削減(42%)が、何もしなくても実現される見通しです。

□

では、今回の話をまとめます。

- (1) 私たちは、日本国において、毎日、広島型原子爆弾600発分相当のエネルギーを消費して生きている
- (2) 日本の発電所を、今、全て原子力発電所に置き換えると、42%(1990年比)のCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能となる
- (3) 日本の発電所を、全て原子力発電所に置き換えなくても、2064年になれば、上記(2)と同様のCO<sub>2</sub>排出量の削減が実現される(ただし、少子化対策を行わず、現在の合計特殊出生率1.4を維持した場合)

私は、「日本の発電所を、原子力発電所に置き換えるべきである」とか、「少子化対策を行わない方がよい」などということを主張したいわけではありません。

ただ、私は、日本の少子化について、これまでもいろいろな方向から計算をし、対応策を模索し続けた結果、この問題が、回避が不可能で、かつ、わが国に深刻なダメージを与えることを知りました([参考記事](#)) —— というか、正直、疲れました。

# 「結婚を計算する」シリーズ

■2013年10月～2014年5月、全12回の集中連載

<http://www.kobore.net/kekkon.html>

	【第1、2回】 人口予測 非婚者予測		【第5、6回】 不妊		【第9、10回】 同性出産
	【第3回】 出産させないシステム		【第7回】 人工出産 技術		【第11回】 事実婚
	【第4回】 結婚=幸福 製造装置		【第8回】 AID、クロー ン技術		【第12回】 子どもの値段

[こちら](#)から、お読みいただけます。

もう少子化が、どうやったって避けられないのであれば、

—— 少子化問題を逆手にとって、原発、エネルギー、温暖化の問題をソフトランディングさせるような検討や提案が、どうして(政府や学会等から)出てこないのかなあ ——

と、不思議に思っているのです。

□

では、次回からは、ちょっとノリが軽いけれども、凄く重いテーマでもあり、多くの人が強い感心を持っている「ダイエット」に取り組んでみたいと思います。

ちまたにあふれるダイエット本の内容は本当に信じてよいのか、また、エンジニアリングで「ダイエット」は可能であるか —— 私と私の家族の、体を張ったダイエットの記録と共に —— 数字を回してみたいと思っています。

(付録1)連載1年を振り返って

---

「原発の再稼働は必要だ」という人もいれば、「原発の再稼働は不要だ」という人もいますが、その時、今回のような数字を「使う」のと「使わない」のでは、その主張の重みが全然違ってくると思います。

数字は使い方で武器になります。

本連載の第1回で申し上げた通り、2つ以上の相反する問題があった場合、それを解決する手段として、正義とか正論とか倫理とか、そういう、唯一解を導き出せない議論は、もう「時代遅れ」なのではないか、と思うのです。

インターネットのない時代と違って、今はネット上に数字があふれ返っています。私たちは、もう「そんなこと、知らなかった」とは言えない時代に生きているのです。

実際、これまで1年間の連載で私が使った数字は、全てネット上に公開されているものだけです。私は、これを自分なりの方法で料理して、読者の皆さんにお出ししてきてだけです。

一方、数字は、暴力としても機能します。

いつの時代でも、数字は、権力サイドの暴力として役に立ってきました（公害裁判の国側の証拠などを調べて頂ければ明らかです）。そのような暴力が私たちに襲いかかってきたとき、怒号、泣き落とし、腹芸などを使っても、その場限りの対応しかできません。結局のところ、数字の暴力に勝つためには、数字で闘わなければならないのです。

まあ、そのような物騒な話はさておき。

私は数字を扱うために、二次関数や三角関数、指数関数や対数関数を使いこなす必要はないと考えています。事実、私が、この1年間で使ってきた道具は、電卓のできる四則演算（とエクセルと気合）だけです。

たったそれだけのもので、世の中の大半の問題は、数字に置きかえて理解できるようにできている——それが、この連載で私が皆さんに申し上げたいことなのです。

## (付録2)「16年遅延モデル」に関する再検証

「“電力大余剰時代”は来るのか（前編）～人口予測を基に考える～」で使用した、いわゆる「16年遅延モデル（日本の電力消費量は、16年前の日本の人口と相関がある）」は、反響があったようです。

そして、説得力のある強い反論もいくつか頂きました。今回、この機会に再検証（再計算）を試みました。

	反論	検証結果の概要
(1)	相関といっても、所詮はグラフの移動を目視しただけの江端の主観に過ぎない	もっとも単順な線形相関（いわゆる $Y=Ax+B$ ）を使用しても、その相関係数は0.994となり、客観性が認められると考える（一般に0.7以上で「相関が『強い』』といわれる）
(2)	「16年遅延モデル」の論理付けができていない	(a) このモデルは「16歳未満の人間が、電力消費者としては未完成である」という仮説に基づくものであり、今回改めて検証を試みた。 (b) 16歳未満の人間を取り除いた人口と消費電力との相関関係を調べてみた結果では、相関係数0.933となり、仮説に一定の根拠が与えられたと考える。
(3)	家庭利用と産業利用の電力消費量は傾向が違う	傾向は同じである。連載時にデータで確認済み（というか、これが同じ傾向だったことには、私が驚いたくらい）。
(4)	技術上のパラダイムシフト（大量の電力を使うようなサービスの登場など）を考慮していない	(a) 言うまでもなく、未来のパラダイムシフトは誰にも分からない (b) しかし過去においては、様々な時代のパラダイムシフトポイント（テレビや冷蔵庫の使用者の拡大、東海道新幹線の倒叙）を調べても、16年モデルから逸

このデータは全て公開しています(未整理ですが)ので、興味のある方はご一読ください([参考資料](#))。

この「16年遅延モデル」の仮説が正しいか間違っているかは、時間が経過してみないと分かりようがありませんが、いずれにしても「人口が減れば、使われるエネルギーが減り、CO<sub>2</sub>も減る」ということは、自明な自然現象です。

### (付録3)「江端さんは、このコラムで一体何が言いたいんですか」

---

本原稿のレビューを頼んでおいた後輩から、電話がかかってきました。

江端:「どうだった?」

後輩:「これまで江端さんの原稿のレビューを続けてきましたが、このコラムは、史上最悪ですね。近年まれに見るひどさです」

江端:「……え?」

後輩:「江端さんは、このコラムで一体何が言いたいんですか」

江端:「何がって、要するに、この環境シリーズの検討でずっと気になっていたことを、この番外編の最終回として……」

後輩:「今回の話の、一体どこに『環境問題』の要素があるのですか? 自分の得意テーマに引き来んで、数字を回して、我田引水にも程がありますよ。だいたい、こんな複雑な計算プロセスを、読者が本当に読むと思いますか。私ですら、全部読み飛ばしましたよ!」

江端:「おい、こら待て。私が死力を尽くして1週間をかけて算出した計算結果を、全部読み飛ばした、だと……?」

後輩:「それに、『(付録2)「16年遅延モデル」に関する再検証』。あれは一体何を言いたいんですか?」

江端:「何をって、『大変良いご指摘をいただいたので、ご回答申し上げます』という気持ちから、その後の検討結果をお知らせしているもので……」

後輩:「そして『(付録1)連載1年を振り返って』の内容の落とし方が、なんかキレイ過ぎてウソくさい。本当は、もっと、声を大にして言いたことがあるんじゃないんですか? なんか、こう、巧みに言いたいことをオブラートで包んでいるというか……」

江端:(ふーん……)

後輩:「つまりですね、今回のコラム、江端さんのパッションが感じられないんですよ! パッションが! パッションのない江端さんのコラムなんぞに、一体何の価値があるというんですか? そん

なもののトイレの尻拭き紙ほどにも価値はありません。駄目です。却下です。差し戻します。全部書き直してください」

江端:「いや、でも、締切まで、あと6時間……」

ブチッ! ツー、ツー、ツー……

お詫びと訂正: 本稿は当初、日本の1日当たりの総エネルギー量を「広島型原子爆弾6個分相当」としておりましたが、再計算の結果、「広島型原子爆弾600個分相当」ということが分かりました。お詫びして、訂正致します。

※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



### [NASAの炭素観測衛星「OCO-2」、植物の蛍光で二酸化炭素の量をマッピング](#)

NASAの炭素観測衛星「OCO-2」は、2014年7月1日（米国時間）に打ち上げられる予定だ。OCO-2は、植物の光合成で放出されるクロロフィル蛍光を利用して大気中の二酸化炭素の量を計測する。日本では2009年にJAXA（宇宙航空研究開発機構）が、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」を打ち上げていて、NASAはOCO-2の開発に当たり、日本にも協力を求めた。



### [欧州の自動車CO2排出量規制に“抜け道”ありーインフィニオンが示唆](#)

車載半導体大手のInfineon Technologiesでエレクトリックドライブトレイン担当シニアディレクターを務めるマーク・ミュンツァー氏は、「欧州の自動車二酸化炭素（CO2）排出量規制はさらに厳しくなっていくが“抜け道”と言っていい対応策がある。それはプラグインハイブリッド車の開発だ」という見解を述べた。



### [第3回 宇宙に太陽光発電所を設置する「SPS」、研究開発の今を聞く](#)

太陽光発電を使いながらも、安定的に電力を供給できる可能性を秘めるのが、「宇宙太陽発電衛星（SPS）」である。宇宙空間に大規模な太陽光発電システムを設置し、マイクロ波帯の電磁波を使って、地上に電力を送る。



### [動き出すSiCパワー半導体、省エネルギーの切り札へ](#)

CO2の25%削減目標やこれまでにない規模の太陽光発電の導入、米国や中国を中心に急速に立ち上がり始めたスマートグリッドなど、従来とは異なる省エネルギー対策が必要となってきた。いずれも電力の変換技術が必要不可欠だ。ところが、電力変換用に用いられてきたSi（シリコン）パワー半導体の性能はこれ以上伸びそうにない。このような状況で脚光を浴びているのが、実力でSiを大きく上回るSiC（炭化ケイ素）やGaN（窒化ガリウム）を用いたパワー半導体である。例えば、SiCをインバーターに用いたときの損失は、従来のSi素子を用いたときに比べて1/100になる可能性がある。



### [NASAの炭素観測衛星「OCO-2」、植物の蛍光で二酸化炭素の量をマッピング](#)

NASAの炭素観測衛星「OCO-2」は、2014年7月1日（米国時間）に打ち上げられる予定だ。OCO-2は、植物の光合成で放出されるクロロフィル蛍光を利用して大気中の二酸化炭素の量を計測する。日本では2009年にJAXA（宇宙航空研究開発機構）が、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」を打ち上げていて、NASAはOCO-2の開発に当たり、日本にも協力を求めた。

Copyright © 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

