

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(12) 環境問題:

## 石油は本当に枯渇するのか？

<http://eetimes.jp/ee/articles/1502/09/news014.html>

あと10年、あるいは条件によってはあと5年で石油は枯渇する――。そのようなデータが飛び交っていますが、果たしてこれは本当なのでしょうか。今回は、筆者が常々疑問に思っていた、「石油は本当に枯渇するのか」について数字を回してみようと思います。

2015年02月09日 08時00分 更新

[江端智一, EE Times Japan]

### “永遠の40年”

私が小学生の頃、給食のパンに付いてきたマーガリンのパッケージには、一口マメ知識が書かれていました。今でも覚えているものの1つが、

―― 今のまま石油を使い続けると、21世紀には枯渇する  
です。

小学生だった私は、石油のない未来のことを考えて、本気で人類の将来を憂っていました。石油がなくなれば、車も電気もない社会がくる。その後、どうやって生きていけばいいんだろう、と、本当に心細い思いをしたことを覚えています(ところで、高校1年生の長女に聞いたところ、このマーガリン、まだ給食で出てきているそうです)。

「使えばなくなる」―― これは、当たり前の自然法則です。

マーガリンの会社が、子どもをおびえさせるためにそのような一口マメ知識を書いたのではないと信じていますが、結果として、21世紀に入って既に15年目の現在、原油はまだ枯渇していません。

その後も「石油の枯渇」というフレーズは、その冒頭に「40年後に」という接頭句を伴って、中学、高校、大学、そして社会人になってさえも、ずっと使われ続けました。



画像はイメージです

そして今では、インドの全国民がアメリカと同じような消費を始めればあと10年で、さらに世

界人口の70億人に拡大すればあと5年で、原油はスッカランになるといわれています(NHKスペシャル シリーズエネルギーの奔流(第1回))。

しかし、今の私は、小学生の時のように「石油が枯渇する」とか「40年後に」というフレーズを素直に信じることはできません。「オオカミ少年だって、もうちょっと節操をもってうそをついてたぞ」と文句を言いたいくらいです。

私は、これを「延長戦を繰り返す『永遠の40年』」と名付けることにしました。

□

こんにちは、江端智一です。

今回は、京都議定書、環境経済学の話を用意していたのですが、締め切り直前になって、地球温暖化問題の原因の根っこにある化石燃料、その中でも特に石油のことが気になり始めました。

ひと言で言えば、小学生の時から疑問「本当に石油って枯渇するの？」が気になり出して、それを押さえ切れなくなったのです。

そもそもですね、石油の原料となる原油などの化石燃料が本当に枯渇するなら、地球温暖化の問題は、放っておいても解決するはずですよ(『地球が温暖化した後に枯渇する』という、最低のシナリオもあり得ますが)。

10年とか5年で原油が枯渇すれば、人類にとっては大打撃ですが、地球温暖化問題にとっては福音です。そもそも化石燃料の枯渇問題と、地球の温暖化問題は、典型的なトレードオフの関係になっているのですが、そういう観点から論じられている文献を見つけることができませんでした。

そこで今回は、当初の予定を変更して、「本当のところ、地球に原油はどれだけ残っているの？」を試算してみようと思います。

## 原油はどうやって出来たのか

---

そもそも私は「原油ってどうやって出来たのだろう」ということを知らなかったのが、今回改めて調べてみたのですが――そして、本当に驚いたのですが――現在にあっても、まだ「よく分かっていない」のです。

これはすごいことです。原子力エネルギーの発生メカニズムは完全に分かっているのに、私たち人類は、ずうずうしくも、製造メカニズムすらはっきりしていない原油を、毎日バカスカ使っているのです。「燃えるなら、それでいいじゃん」というノリで。

さて、現在、原油の発生起源については3説あります。

説	概要	その他
---	----	-----

(1) 生物由来説 (有機成因論)	生物の死骸を原料として原油になる	現在の学説の主流
(2) 無機成因論	地下の炭化水素が変質して原油やメタンガスに変わる	原油は無限に生成され続けることになる
(3) 原油分解菌説	原油分解菌という細菌が原油を生成する	実験室レベルで確認
出典: <a href="#">Wikipedia「石油」</a> 、その他		

今回は、学説の主流である、(1) 生物由来説 (有機成因論) を軸に考えることとします。

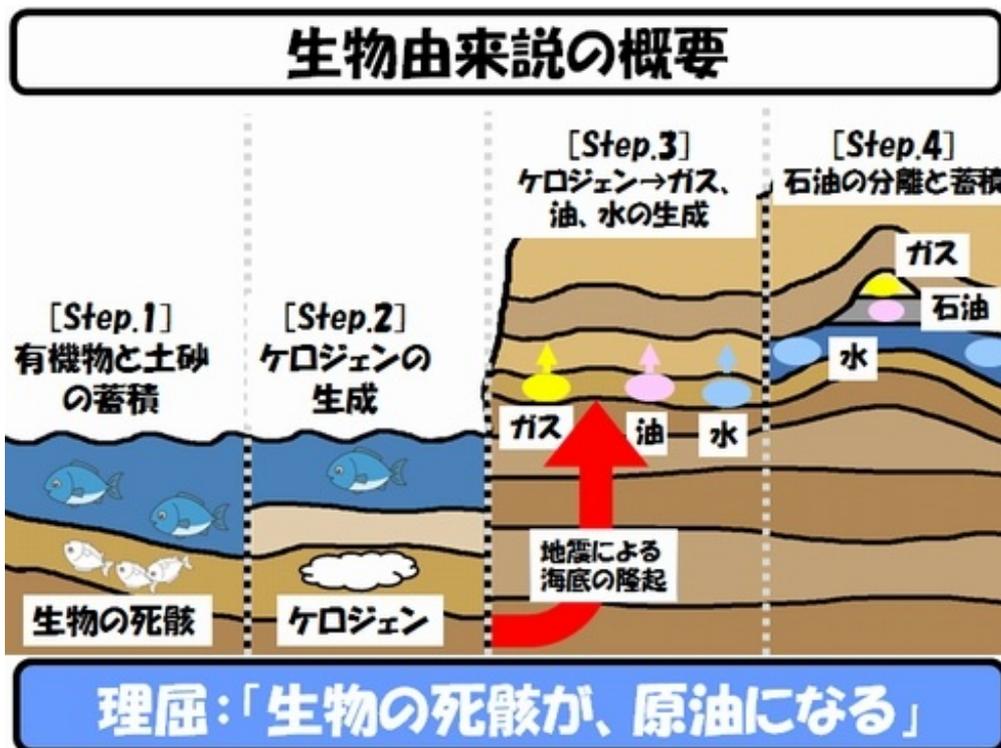
「生物由来説」では、以下のプロセスで原油が作られることとなります。

【Step.1】海や湖にいた植物性プランクトンや藻類、それらを餌に育った生物などの死骸が、砂や泥で覆われる

【Step.2】海底に堆積して岩石となる途上で、有機物がかさなりあったケロジェンと呼ばれる泥岩になる

【Step.3】地震などによって海底が地上に隆起し、長い時間にわたってバクテリアや地熱の作用を受け、水とガスと油 (原油系炭化水素 [原油]) に変化する

【Step.4】このようにしてできた原油は、地下の圧力で上へ上へと移動し、すき間のない岩石の下に溜って、分離、蓄積する



**理屈: 「生物の死骸が、原油になる」**

ポイントは、「動植物の死骸が完全に分解する前に、酸素のない環境に埋没させる」ということです。

つまり、地表のように十分な酸素 ( $O_2$ ) があれば、生物の死骸はすぐに二酸化炭素 ( $CO_2$ ) と水 ( $H_2O$ ) に分解されてしまい、炭化水素 ( $C_nH_m$ ) として残ることはないと考えられているから

です。

イメージとしては、

- [A] 海底土砂による海洋生物(死骸)の即時超高压密封パック
- [B] 適度な地熱とバクテリア
- [C] 数千万年の年月
- [D] 地震などによる油田の地上への隆起

という、「ラッキー4点セット」で人類は原油をゲットできるわけです。特に[D]については、現在の原油産出国は「スーパーラッキーだった」といえます。

### 原油に「昇格」できるかもしれない

---

その時、ふと——「海洋生物の死骸」から原油が生成されるのであれば、「私の死体」だって——と、思いつきました。

私の死体を火葬もせず、地上で腐敗させることもなく、海中の土砂深くに沈めて数千年万年程放置し、上記[A]～[D]の「ラッキー4点セット」に恵まれたら、私の死体だって原油に「昇格」できるかもしれない、と考えました。

そこで、私の死体からどれ位の原油ができるか試算してみました。

人間の体の構成物質(有機物のみ)は、おおむねこんな感じになっています。

		元素名	体内存在比率	体内存在量 (体重 60kg)
有機質 (96%)	酸素	O	63%	37.8kg
	炭素	C	20%	12.0kg
	水素	H	10%	6.0kg
	窒素	N	3%	1.8kg

一方、原油の構成は、質量パーセントで、炭素:85%、水素:13%、硫黄:5%以下、窒素:0.4%以下、酸素:0.5%です。

理想的な条件が満たされたと仮定した場合、私の死体から生成される原油は14.1kg(

=12.0kg÷85%)の重量になり、容量にすると16.8リットル程度になります(原油の密度は0.84)。

つまり、私の死体を、運よくドロドロで真っ黒の原油に変化させることに成功した場合でも、その容積は灯油缶1缶にも満たず、資源としての価格は748円にしかならないのです(2014年12月の原油の取引価格1バレル(159リットル)、60米ドルとして算出)。

100g当たり1.2円くらいですね。スーパーマーケットでの、特売の鶏肉や豚肉の販売価格の1/100くらいです(もっとも、私の肉を「食用」でコスト換算すれば、もう少し価値があるのかもしれませんが、今回、人肉を取引するマーケットは見つけられませんでした)。

## 原油の消費量も換算してみる

---

次に、実際に世界が毎日消費している原油の量を調べてみました。

詳しいデータは、[こちら](#)にあります。驚いたのは、日本の原油消費量は、人口12億のインドや、あの広大な領土を持つロシアを抜いて、堂々の世界第3位だということです(2013年のデータ)。省エネ大国日本では、一体何が起きているのでしょうか(機会があれば調べてみます)。

世界が「1日」に消費する原油の量は、全長250mの10万トンタンカー、115船分(1146万6000トン/日)です——という記載は、随所で見られますが、「すごさ」が伝わってきません。

そこで、先程の私の死体数での換算を試みました。

世界は一日当たり死体数8132万人分の原油を消費しています(1146万6000トン/日÷14.1kg(死体1体から製造できる原油量))。

これは、私たち日本国民全員(1億2730万人)が、原油の原料として肉体を提供したとしても、世界のエネルギーを二日間維持することができない、ということです。

さらに、視点を変えて日本国の原油の消費量を、死体数で換算してみると、1人当たりひと月で9.7人分の死体の原油を消費していることになります(2089億1800万kg(2013年の我が国の原油消費量)÷14.1kg÷12カ月÷1.273億人)。

こんなすさまじい量の原油を使い倒しているのですから、「そりゃ、近いうちに枯渇するだろう」と思ってしまうのは自然なことです。



しかし、それ以上に、「なんで地球は、そんなすごい原油貯蔵庫を持っているんだ?」と、不思議に思いませんか。

過去の海洋生物の死骸の総量とはいえ、人間8000万人の死体分の原油を、毎日油田からくみ上げて、今なお原油が残存しているというのは信じ難いことです。地球は、宇宙のどこかの「原油星」と超空間でつながっているのではないかと疑ってしまうくらいです。

## 原油の“埋蔵量”も半端ではない

---

ところがですね、数字を回してみると、これがそれほど意外なことでもないようなのです。

確かに、現在人類が使っている原油の量は半端ではありませんが、その一方で、地球が溜め込んできた原油の量だって半端ではないのです。

海底の生物は、炭素量に換算すると、現在ざっくり30億トン(人間の死体数にすると2000億人分(=30億トン÷14.1kg))くらいあります(参考)。

しかし、この2000億人分の炭素の大部分は、次の世代の海洋生物やらプランクトンやら原料になるはずなので、海底の土砂に埋まって、数千万年後に原油に「昇格」できる(ラッキーな?)死骸はごく一部だと考えられます。

そこで、簡単な試算をしてみました。

海洋生物の炭素の合計(30億トン)から、1年間でその1000万分の1程度(参考)が、無事原油に変化できると仮定してみます。

開始時点を、光合成を行うバクテリアが登場したと言われる35億年前にセットしますと、ざっ

くり1兆トンの原油がこの地球には存在していることになります(30億トン×1000万分の1×35億年≒1兆トン)。ちなみに地球が有している全ての化石燃料の総量は、5~10兆トンといわれています(参考)。

さて、この1兆トンの原油がどのくらいの量かと言うと、今のように、毎日8000万人分の死骸の原油を使ったとしても、単純計算で250年間使い続けることができます(1兆トン÷41億8507万7000トン/年(2013年度合計))。

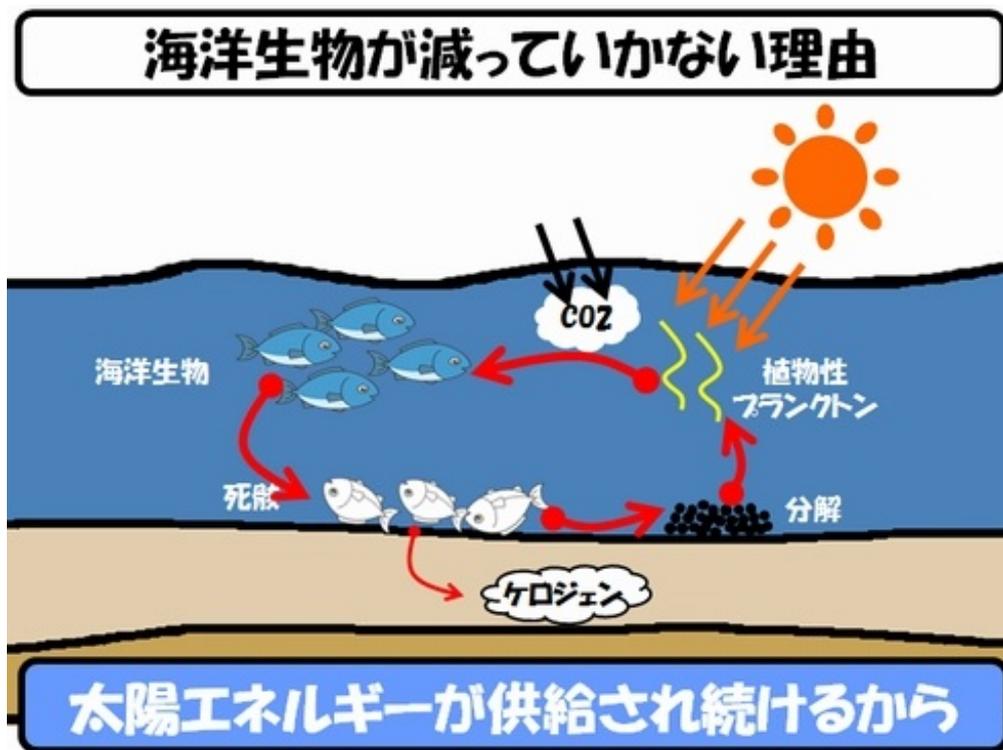
ただし、既に1940年から現在に至るまで、その16%程度は使い切っているので、残存している原油は、あと210年間分といったところでしょう。

## 海洋生物が絶滅しないワケ

ところで、話はちょっとそれますが、海洋生物の死骸が、少しずつでも原油として蓄積されていくのであれば、全体として、海洋生物は全体として減少していかなければ変ですよね。では、どうして海洋生物は絶滅していないのでしょうか。

答えは、太陽エネルギーです。

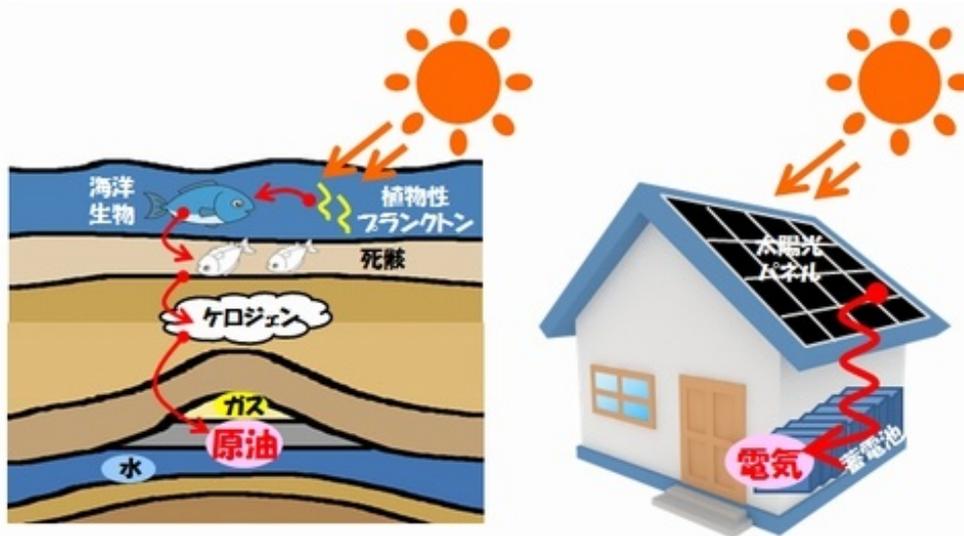
太陽エネルギーは、植物プランクトンの光合成に使われることで無機物を有機物に変化させます。その有機物は海洋生物の食料となります。ですから、海洋生物の死骸の一部が原油として地球の中に蓄えられても、どんどん太陽からエネルギーが供給され続け、さらに大気から海中に溶け込むCO<sub>2</sub>を光合成の原料として、原油は製造され続けるのです。



つまり地球は、「太陽からもらったエネルギーを原油に変換して蓄積する巨大装置」であり、「

太陽光パネルと蓄電池からなるシステム」と同じことをしていると言えます。

## 稼働実績35億年の原油製造装置



## どちらも「太陽エネルギー変換システム」

この理屈で言えば、「生物由来説」を採ったとしても、太陽エネルギーが得られる限り、地球による原油の製造は、永久に続けられることとなります。

閑話休題。

□

しかし、この210年は、実際にはもっと短い期間になるはずです。

それは「原油がある」ということと、「原油を採掘できる」ということが、全く別の話だからです。

地球の大地と海洋の比率は3:7ですから、海底油田は、地上にある油田の量より多いはずですが、しかし、深海数千mから1万m以上の海底を掘るのは至難の技です。試掘だけでも膨大な費用が発生します。どんなに潤沢な油田であったとしても、掘削コストが現在のコストを上回るようでは採算が取れず、海底油田への投資モチベーションは発生しません。

「永遠の40年」は、コスト割れしない新しい掘削技術の開発が産み出してきました。これからは新しい原油の掘削技術が開発されれば、次の「永遠の40年」をゲットすることは可能です。

しかし、どんなに技術が発展しようともこの「210年」を超えることはできません。

誰が何と言おうとも「無い袖は振れない」のです。

「永遠の40年」の延長戦は、そろそろゲームセットに近づいています。

□

最後に、駄目押しを1つ。

私たち人類は、現在も稼働し続けている「地球の原油製造能力」に頼ることはできません。地球が35億年をかけて作ってくれた原油を、その1400万倍以上(35億年÷250年)のスピードで消費し続けているからです。

この最後の210年を終了したら、次に同じように原油を潤沢に使えるようになる時期は、35億年後になります——その時に人類がまだ存続していたら、ですが。

□

では、今回の話をまとめます。

1. 地球は、太陽エネルギーと海洋生物の炭素を原料として、ここ35億年ほどの間、せっせと原油を作り続けてきた
2. 現在の人類は、人間の死体8000万人(×8000人)分相当から作られた原油を、1日で消費している
3. 現在の日本人は、1人当たり、人間の死体10人分相当から作られた原油を、ひと月で消費している
4. 今後も現在と同様の原油の消費を続けたとしても、地球には、あと210年間分の原油は残っている
5. しかし、「残って」いても、それを「掘り出せる」とは限らない

それにしても——大気の80%を占めていたCO<sub>2</sub>を、地球は35億年かけて、化石燃料という廃棄物として地中深くに沈め、CO<sub>2</sub>の濃度を現在の0.04%にまで下げてくれました。

今、人類は、その化石燃料をせっせと燃やしまくり、再び大気に戻しています。それも、あと210年よりずっと短い期間で終えんを迎えます。

私は今、『私たち人類って、変なことやっているなあ』と、PCの前で数字を回しながら、ボーと考えています。

□

今回は、私が突然気になり出した「本当に石油って枯渇するの？」にお付き合いいただきました。次回こそは、京都議定書、環境経済学をお話したいと思っております。

## 付録:「死体」という表現をめぐる攻防

---

後輩:「だから! この「死体」という表現はマズいですってば!」

江端:「『海洋生物の死骸』と書いている以上、そのバランス上、『人間の死体』と表記するしかないだろうが」

私は、自分のコラムをEE Times Japanの編集部に提出する前に、会社の後輩たちからレビューを受けることにしています。

彼らは、私のコラムを、『公平な視点から客観的な評価をする』——などということには全く興味はないようです。ただ、『自分の知識と主観にのみに基づき、私のコラムにイチャモンをつけ

ること』のみに興味があるように見えます(当然、彼らは否定していますが)。

-----

後輩:「江端さん。いいかげん、その理系脳の発想やめましょうよ。この表現が、ロジカルであることは認めます。しかし、世の中の一定数の人は、ロジカルにモノを考えません」

江端:「知っている」

後輩:「賭けてもいいですけどね、『死体で数量を測るとは、なんて非常識な奴だ』というような、全く検討違いのコメントを付けてくるヤツがいますよ」

江端:「賭けてもいいけど、絶対にいると思う」

後輩:「分かっているやっていますか? 炎上を狙っているのですか?」

江端:「だって、「タンカーの数」の話なんかしたって、石油消費量のすごさを伝えられると思うか? 私たちが過去の生物たちの尊い貢献の上に成り立っていることや、地球がCO<sub>2</sub>を必死で地中に封じ込めてきたことを、普通の言葉で迫れると思うか?」

後輩:「江端さんが正しいとしても、私はレビューアとして、『人間の死体』という記載の原稿を通すことはできません」

江端:「著者として、私は、この表現を変えるつもりはない」

後輩と私の意見は対立して、こう着状態となり、どちらも譲歩する気配すらありません。

最後に切り出したのは、私でした。

江端:「わかった。では、今のこの会話を“付録”として付ける、ということでどうだろうか。双方の顔が立つと思うが」

後輩:「分かりました。それで手を打ちましょう」

と言いながら、後輩は、私に背を向けて歩き出しました。

と、その時、後輩が私の方を振り返って言いました。

「江端さん。今回のコラム、珍しくよかったですよ。江端さんも、やればできるじゃないですか」

と言って、そのまま去っていきました。

-----

心の中で、拳を握り、

—— こいつ、いつか殴る

と誓いながら、彼の背中を見続ける私でした。

---

※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)

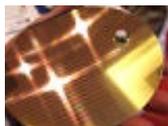
日本の大手総合電機メーカーの主任研究員。1991年に入社。「サンマとサバ」を2種類のセンサーだけで判別するという電子レンジの食品自動判別アルゴリズムの発明を皮切りに、エンジン制御からネットワーク監視、無線ネットワーク、屋内GPS、鉄道システムまで幅広い分野の研究開発に携わる。

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。

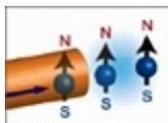
本連載の内容は、個人の意見および見解であり、所属する組織を代表したものではありません。

## 関連記事



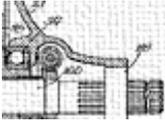
### [「環境発電って使える? 使えない?」、開発動向の今を追う](#)

われわれの周囲にある、普段意識されていないエネルギー源を有効活用する「環境発電技術」。照明制御や空調制御といったビルオートメーションや、構造物/工場のヘルスマニタリング、ワイヤレスセンサーネットワークといった用途に有効だと期待されているが、日本ではほとんど使われていない。それはなぜか? 現状をまとめた。



### [塗るだけで発電する「ペンキ」の実現か](#)

環境中から取り出せる微量のエネルギーを電力に変える環境発電技術。この環境発電技術が大きく前進しそうだ。NECと東北大学は液体材料を塗りつけて薄膜を作り、微弱な温度差で発電することに成功した。大面積化に向き、曲面にも対応できる。開発品で利用したスピンゼーベック効果について併せて解説する。



### [恐るべきIBMの知財戦略、なぜ太陽電池に賭けるのか？](#)

米IBMは太陽電池の開発に熱心に取り組んでいる。IBMはICT企業であり、エネルギー関連のハードウェアは守備範囲外のはずだ。なぜ太陽電池に取り組んでいるのか。さらに太陽電池の開発・量産では先行する企業が多く、今からIBMが開発を進める理由が分かりにくい。今回の「知財で学ぶエレクトロニクス」では、IBMの知的財産（知財）戦略において、太陽電池がどのような位置を占めるのかを、特許出願状況の調査と併せて

解説する。



### [“電力大余剰時代”は来るのか（前編）～人口予測を基に考える～](#)

今の日本では、「電力が足りる/足りない」は、常に議論的になっています。しかし、あと十数年もすれば、こんな議論はまったく意味をなさず、それどころか電力が大量に余る時代が到来するかもしれません。



### [「環境問題」とは結局何なのか（前編）～勝算不明の戦いに挑む意義～](#)

地球環境問題というのは、身近な問題のようでいて意外と当事者意識をイメージしにくいものです。それでも、環境問題は何十年も前から提起され、国レベル、世界レベルで規制や対応が検討されてきました。今回は、実際に数字を回す前に、プロローグとして“環境問題とは結局何なのか”、ということを書き手に考えてみたいと思います。

Copyright© 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

