

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(10) 環境問題:

## “引きこもり”は環境に優しい?—CO<sub>2</sub>を数字で見してみる

<http://eetimes.jp/ee/articles/1412/09/news056.html>

地球温暖化をもたらす温室効果ガスの中で、最も“敵視”されているものが二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)です。今回、CO<sub>2</sub>を数字で見てみたところ、意外な“モノ”がCO<sub>2</sub>を大量に排出していることが分かりました。

2014年12月09日 13時30分 更新

[江端智一, EE Times Japan]

### CO<sub>2</sub>増加量は、髪1本の幅にも満たず

[「環境問題」とは結局何なのか\(前編\)](#)で出てきた、私の嫁さんのテーゼ『化石燃料による「全人類窒息死」の可能性』について、真面目に調べてみました。要するに、ガソリンや灯油を燃やしまくって、地球上の酸素がなくなってしまう可能性を計算してみたのです。

まず、大気中の気体の構成比率を調べてみました。水分を追い払った乾燥空気の、上位4位が以下の通りです。

順位	成分	体積比(%)
#1	窒素(N <sub>2</sub> )	78.0840
#2	酸素(O <sub>2</sub> )	20.9476
#3	アルゴン(Ar)	0.93400
#4	二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )	0.0390

「何だ、これ?」

上記の表を見て、私はあせんとしました。二酸化炭素の比率が、驚く程少なかったからです。

パーセントですとイメージしにくいので、長さに置き換えてみましょう。大気を、幅1mの学習机に横に並べてみると、窒素は幅78cm、酸素は21cmになりますが、二酸化炭素は僅か0.4mmしかありません。0.5mmのシャープペンの芯の太さにも及ばないのです。

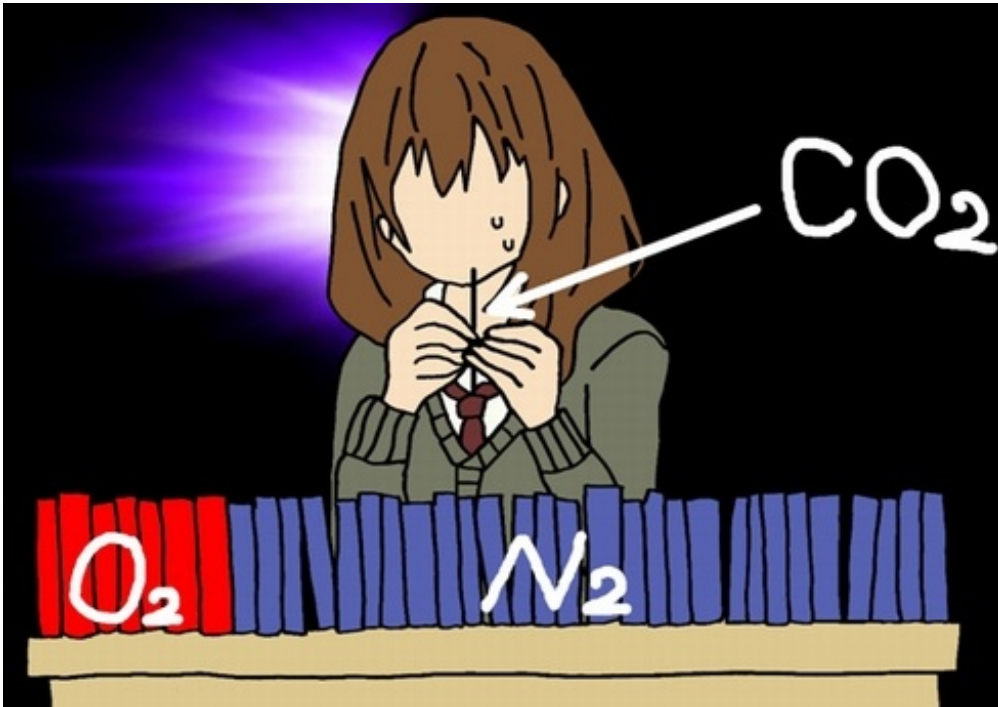
『今、問題になっているのは「CO<sub>2</sub>の増加」だよね?』

二酸化炭素の増加は、250年前の産業革命から始まり現在に至っているといわれています。

ところが、その増加量は、幅1mの学習机の上に書かれた落書きが、250年前には「0.3mm芯シャープペン(0.028mm)」だったのが、最近では「0.4mm芯シャープペン(0.040mm)」になったという程度の話であり、この250年のCO<sub>2</sub>の増加量とは、1mの学習机の上に落ちた、一本の髪の毛の幅にも及ばないものなのです。

——これが、私たち人類を脅かしているCO<sub>2</sub>の総量？

その驚異的な数字の小ささに、私は、言葉もありませんでした。



CO<sub>2</sub>の総量は、驚くほど少ないものでした

それはそれとして、この数値を使って、嫁さんが懸念している「全人類窒息死」を検討してみました。

まず、「全人類窒息死」を実現させるためには、大気中のO<sub>2</sub>濃度を薄めて全体の16%ポ—ダー(16cm)に持ち込む必要があります。

一方、CO<sub>2</sub>は、ここ250年間、化石燃料を使い倒しても、0.1mm程度しか増えていないのですから、現在の調子で、ガソリンや灯油を使いまくって、O<sub>2</sub>をCO<sub>2</sub>に変えても、あと10万年程度の時間が必要になります((21cm-16cm)÷(0.040-0.028)cm×250年=10万年)。今、21世紀ですから、ざっくり1021世紀くらいになるでしょう。

この頃には、化石燃料の方が、先に地球上から枯渇しているはずです。

とりあえず、嫁さんには、『化石燃料による「全人類窒息死」の可能性は、当面考えなくていいよ』と伝えておきました。

## 温室効果ガスは偉い!?

---

こんにちは、江端智一です。

[前回](#)は、環境問題の中でも、特に地球温暖化問題とは、「極めて面倒くさい問題」であるというお話をしました。

具体的には、

- 私たちが、地球温暖化の被害者であることを意識しにくく、
- 科学的にはっきりしないことが山ほどあるにもかかわらず、
- 対策を取らなければ、後からでは「取り返しのつかないこと」になる可能性があり、
- 対策を取っても、後から「全く意味がなかった」と判断される可能性もある

ということです。

今回は、地球温暖化問題に対して、唯一、私たち人類が挑める可能性のある「CO<sub>2</sub>による地球温暖化」――は、次回に回して――今回は「CO<sub>2</sub>そのもの」についてお話したいと思います。

CO<sub>2</sub>の話始める前に、少しだけ温室効果ガスについて説明致します。

温室効果ガスとは、CO<sub>2</sub>の他、フロン、メタンなど、合計6種類のガスのことです。

太陽からのエネルギーが、地球の地表にぶつかって、再び宇宙空間に戻っていく時に、その一部(赤外線の一部)を吸収して、大気中に一時的に蓄積させることのできるガスです。

イメージとしては、宇宙空間を経由して、光の速度で地表に直撃した太陽エネルギーを、すぐには宇宙に返さずに、大気圏内でチンタラのんびりと時間をかけて宇宙空間に戻すガスだと思ってください。

太陽からもらったエネルギーは、最終的には耳を揃えてちゃんと宇宙空間に返却するのですが(返却しなければ、地球の温度は無限に上がり続けてしまう)、このエネルギーの「チンタラ返却」によって、結果的に大気温度が上昇することになります。

これが温室効果です。

温室効果は悪者ではありません。むしろ地球上の全ての生命体の救世主です。

今回、簡易温室効果モデル\*<sup>1)</sup>を使って、「温室効果が全くない地球」の地表温度を電卓で叩いてみたところ、「-16.3度」になりました\*<sup>2)</sup>。かなり寒いです。このような低温環境では、現在の人類は存在できないし、そもそも人類は生まれなかったでしょう。

\*1)大気化学入門(p.128-) D.J.ジェイコブ(著) 近藤豊(訳)

\*2) [私のHP](#)をご参照ください

私は、調べれば調べる程に、

「温室効果ガス、偉い！」

という思いが強くなってきました。

そこには、『寒くなるくらいなら、暖くなるほうがマシじゃないか?』という気持ちもあります。

わが国は、歴史上、何度も冷害によって、壊滅的な作物被害を受けてきました。

農学研究者でもあった作家の宮沢賢治は、人為的に火山を爆発させてCO<sub>2</sub>を増加させるといふ童話を発表しております(「グスコブドリの伝記」1932年)。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のメンバーが聞いたら、卒倒しかねない物語です。

さて、6種類の温室効果ガスの中で、特にCO<sub>2</sub>が目の敵(かたき)……ではなくて、注目されているのは、

- (1) 温暖化に対して決定的に影響が大きいガスであるため
- (2) 人類の努力でコントロールできる可能性のあるガスであるため

ですが、これについては次回にお話します。

「1トンのCO<sub>2</sub>」をイメージしてみる

---

さて、国際エネルギー機関は「2030年までにCO<sub>2</sub>排出量を、164億トン削減する」を目標としていますが、私は、この数字(の大きさ)を全く実感できません。

そこで、最初に「1トンのCO<sub>2</sub>」というものを考えてみようと思います。

CO<sub>2</sub>の分子量は44(炭素Cの原子量12+酸素Oの原子量16×2)ですので、CO<sub>2</sub>の気体が22.7リットル(1モルの理想気体の体積)あると44gになります。これはスーパーマーケットの籠にCO<sub>2</sub>を満載すると、名刺44枚分の重さになるということです。

これを1トンにするには、25mプール(水深1.2m、25m×17m)にCO<sub>2</sub>を満載にすれば足ります。

さらに、氷点下79度でドライアイスに固化した場合には、家のお風呂3倍分(640リットル)の体積になります(比重1.56)。

CO<sub>2</sub>の作り方はいたって簡単です。たいていのものは、燃やせばCO<sub>2</sub>は生成できます。しかも、とても安定した物質なので、滅多なことでは分解することはできません。



逆にCO<sub>2</sub>を分解して、再び酸素と炭水化物に戻すのは、恐ろしく難しいです。現時点では、植物の光合成の力に頼るしか方法がありません。高いエネルギーを使えば可能ですが、そのエネルギーを作るために、逆にCO<sub>2</sub>を生成してしまうからです。

また、物を燃やすと、その物の重量の何倍もの重さのCO<sub>2</sub>が作られます。

[第1回の前半](#)でも述べましたが、例えば、灯油を燃やせばその3.12倍の重さのCO<sub>2</sub>が生成されます。

# 18リットルの灯油から 45kgのCO<sub>2</sub>が作られる理由

[Step.1] 灯油の主成分は炭素11～16までの炭化水素  
(構成比率は均一と仮定)

炭素数	水素数	化学式	名称	炭素質量数	水素質量数	総質量数
11	24	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	ウンデカン	132	24	156
12	26	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	ドデカン	144	26	170
13	28	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	テトラメチルノナン	156	28	184
14	30	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	ジメチルドデカン	168	30	198
15	32	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	ジメチルトリデカン	180	32	212
16	34	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	ジメチルテトラデカン	192	34	226
				合計972		合計1146

[Step.2] 灯油中に炭素が占める割合85% (972 / 1146)

→ 1kgの灯油から**0.85kg**の炭素が燃える

[Step.3] CO<sub>2</sub>の分子量は44 (C=12、O=16)

→ 1kgの灯油から**3.12kg**のCO<sub>2</sub>ができる  
(0.85kg × (12 + 16×2) ÷ 12)

[Step.4] 灯油の密度は0.8

→ 18リットルの灯油の重さは**14.4kg**

→ 作られるCO<sub>2</sub>は14.4kg × 3.12 = **44.9kg**

まあ、面倒な話は忘れて、『1缶分の灯油を燃やすと、女性アイドルの公称体重くらいのドライアイスの塊(ダンボール1箱分)が作れる』と覚えておけばよいでしょう。

また、ガソリンも灯油と同程度の重さになりますので、ガソリンスタンドで、満タン(43リットル)のガソリンを給油すれば、100kgのCO<sub>2</sub>が作られることになります。

CO<sub>2</sub>をまき散らしている“モノ”とは？

こんな風には書くと、『石油ファンヒーターや自動車を使う奴は、地球と人類の敵』と感ずるかもしれません。

しかし、わが家には、冬のシーズンで消費する灯油10缶分を遥かに超える、CO<sub>2</sub>をまき散らしているモノがあります。

私たち家族です。

調べてみて驚いのですが、私たちは、1日に約1kg強のCO<sub>2</sub>を排出しています\*3)。ということは、家族4人で、1年間に実に、1460kg(1kg×4人×365日)のCO<sub>2</sub>を排出しているわけです。つまり、私たち家族は、ただ生きているだけで、1年間で、ガソリンスタンドでの満タン給油14回

分のCO<sub>2</sub>を生成しているのです。

\*3)一日に呼吸する空気の量は、19m<sup>3</sup>で、その中に含まれるCO<sub>2</sub>の濃度は約3% (0.57m<sup>3</sup>) ですから、  
570000cm<sup>3</sup>/22400cm<sup>3</sup>×44g=1119.64g≒1kg)

以前、私は「私たちは、『[トイレの100ワットの裸電球\(白熱電球\)と同程度のエネルギーを消費して生きている](#)』」というお話をしました。これを逆方向に考えてみると、「食べない、運動しない(スポーツジム通いなど論外)、時々息を止めてみる、一度死んでみる」という非アクティブな生活を送ることで、節電と同程度の環境への貢献が可能です(数字上は)。

つまり

——「引きこもり」は環境に優しい

ともいえます。

ちなみに、日本人全員が、ただ呼吸しているだけで製造しているCO<sub>2</sub>の総量は、たった1日で、実に1.237億kg、12万トン以上です。ドライアイスにして搭載すれば、全長250mのタンカーを沈めることができます。

光合成で吸収されるCO<sub>2</sub>量は、結構ショボい

---

さて、冒頭で、幅1mの学習机に気体を横に並べてみると、酸素は21cmになるが、二酸化炭素はわずか0.4mmしかない、というお話をしました。でも、これは変なのです。

まず、地球上に酸素が生まれた経緯は

(Step.1)太古の地球には酸素は存在していなかった(二酸化炭素が大気の81%を占めていた)

(Step.2)ところが、28億年程前に、光合成を行うバクテリアが登場して、せっせと酸素を作り始めた

というものでした。

ですが、光合成の原理は、「水+二酸化炭素(+日光)→でんぷん(+水) (6H<sub>2</sub>O+6CO<sub>2</sub>→C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+6O<sub>2</sub>+6H<sub>2</sub>O)」となりますので、植物は、1分子の二酸化炭素から、1分子の酸素しか生成できません。ですから40億年前に「酸素:二酸化炭素=0cm:81cm」で始まった大気の構成が、光合成によって「酸素:二酸化炭素=21cm:0.4mm」という比率になることはあり得ないはずなのです。

そこで、実際に、植物が吸収するCO<sub>2</sub>の量の計算してみました。「[樹木の吸収するCO<sub>2</sub>の量を求めよう](#)」を読みながら、わが家の玄関に植えられている観葉樹木を使って計算したのです。



この木の幹の直径は10cmですので、葉の面積の合計はざっくり10m<sup>2</sup>になります。しかし、この木では年間15.4kgのCO<sub>2</sub>しか吸収できません。つまり、1缶の灯油から作られるCO<sub>2</sub>を吸収するのに、3年もの時間が必要となります。

—— 結構、ショボい

室内の観葉植物が、何十人もオフィスの人間の呼吸の二酸化炭素を吸収して、酸素を提供する、という話はウソと決めつけてよいでしょう。

いろいろと調べてみたのですが、地球の二酸化炭素を減少させた主役は植物ではなく、上記Step.1、Step.2に加えてStep.3があったようなのです。

(Step.3) 二酸化炭素は、雨に解けて、海に流れこんで石灰石となった([参考資料](#))。

つまり、

——酸素を作ってきたのは「植物」だけど、二酸化炭素を減少させたのは「雨」だった

と、ということです。

そして、この「雨」は、40億年の月日を経て、地球上の二酸化炭素をほぼ消滅させてしまいました(40億年前:81%→現在:0.04%、[参考資料](#))。

地球の「雨」は、これからも、貴重な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>を減らし続け、最終的に、地球



を人類の住めない極寒の惑星に変えてしまうことでしょう。ならば、私たちが、せっせとガソリンや灯油を使い続けて、CO<sub>2</sub>を排出して、地球を温め続けていることは、

—— 人類存続のために必要な行為

とも、強弁することもできるかもしれません。

しかし、電卓を叩いてみたら、「雨」によるCO<sub>2</sub>の削減スピードは、年間平均0.00000002% ((81% - 0.028%) / 40億年) ですが、ここ200年のCO<sub>2</sub>の増加スピードは、年間平均0.00006% ((0.040% - 0.028%) / 200年) でした。約3000倍です。

つまり地球が3000年かけて減らしてきたCO<sub>2</sub>の量と、今年1年で増えたCO<sub>2</sub>の量が同じということです。

大気中のCO<sub>2</sub>の総量は確かに少ない(0.04%)です。

しかし、私たちは、わずか1年間で、30世紀分のCO<sub>2</sub>の総量が増加してしまう程(しかも逆方向に)、過激な時代に生きているのです。

□

さて、今回は、地球温暖化問題で目の敵にされている二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)そのものについて、電卓だけで調べてみました。

- 温室効果ガスのおかげで、人類が生存できているということ
- CO<sub>2</sub>は、簡単に、大量に作り出せること。そして、私たちの人体も、CO<sub>2</sub>製造装置であること
- 地球上のCO<sub>2</sub>は40億年かけて「雨」によって取り除かれ、今や、地球上のCO<sub>2</sub>は、ほぼ消滅していること(40億年前:81%→現在:0.04%)
- しかしながら、大気中に僅かに残ったCO<sub>2</sub>は、ここ200年間、約3000倍の速度で増加し続けていること

を説明しました。

次回は、大気全体の0.04%にも至らない微量のCO<sub>2</sub>が、どういうメカニズムで地球を温暖化するのか、数字を回して御説明したいと思います。

---

※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



### [TOEICを斬る\(前編\) ~悪魔のような試験は、誰が生み出したのか~](#)

2年にわたる米国赴任の前後で、自分の英語力は全く変わっていない――。その事実を私に冷酷に突き付けたのが、“TOEIC”でした。あの血も涙もない試験は、いったい誰が生み出したのでしょうか。そして、その中身にどれほどの意味があるのでしょうか。



### [「数字」に落とせば見えてくる!? 時事問題をエンジニアの視点で読み解く](#)

既婚と未婚はどちらがシアワセ? 領土問題の本質って? この世にごまんとあふれる、“分かるようで分からない問題”。そうした疑問も「数字」でみれば、問題の本質が分かるかもしれません。いったん数字に落とし込めば、エンジニアのフィールドに持ち込んで分析できます。気になる問題を数字で読み解く新連載、スタートします。



### [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。



### [「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。

Copyright © 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

