



京都エネカン協会

ENEKAN

Volume 10

特定非営利活動法人(NPO)
京都エネルギー・環境研究協会

2012年7月8日

ENEKAN エネカン Volume 10

目次

記事		頁
「この ^{しへば} 娑婆に掴みどりはなし」 「はじめに」	新宮秀夫	1
「エネルギー倫理、回到未来（バックトゥザ・ヒューチャー）」	新宮秀夫	2
「エネルギー工学」朝日新聞連載記事	新宮秀夫	10
「人間生活とエネルギー、サステナビリティー」	新宮秀夫	13
「金環日食の観測記録」	西台 惇	15
「発想の転換 I 鏡音楽。バッハ・インベンション 1 番・鏡譜」	新宮秀夫	18
「発想の転換 II 重荷を分担してはいけない」	新宮秀夫	21
「発想の転換 III 準結晶と黄金比」	新宮秀夫	23
「エネカン集会報告写真集と記事」	新宮秀夫	24
設立主旨		26
「フィボナッチ・ネックレスの写真と説明」		27
入会案内		

(2012年7月8日)

「この娑婆に掴みどりはなし」

京都大学大学院エネルギー科学研究科教授・新宮 秀夫



今から300年ほど昔、井原西鶴は「日本永代蔵」の書き出しに「この娑婆に掴みどりはなし」と書いている。西鶴は天才のカンで、「この世の中に楽なことではないですよ」、というエントロピー増大の法則に基づく、自然界の原理を悟っていたわけです。いま、毎日のように新聞、テレビで報じられているエネルギー問題、環境問題の根本原因はここにあります。人間が使っても自然の平衡を大きく乱すことのないエネルギーは、水力、バイオマス（木材、穀物など）を含む太陽エネルギーのみなのです。

ところが、我々は、より豊かに、より便利にという気持ち、すなわち、西鶴の言う「掴みどり」を実行しようとして、石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギーや原子力利用を行っているわけです。

けれども、地球温暖化や大気汚染や核廃棄物の発生が困った問題だからといっても、ガソリン1リットルが80円で、ペットボトル入りのウーロン茶よりずっと安いでは、太陽エネルギーの利用も広まることはできないし、したがってその利用技術も進歩がたい。人はそれがよくないことだとわかっている、でも、「掴みどり」ができる間はそれをやめて質素に暮らすほど高貴な性質にはできていないのです。

かといっても、このまま地球環境を悪化させていって、あと100年ぐらい、つまり我々の孫か、曾孫の世界で人類は滅亡して、そのあと地球上は汚染に強いネズミの天下というのも、我々の望むところではないわけです。

こんな自縄自縛みたいな苦境から脱出する道を考える前提として、一体我々はどんな社会を求めているのかを考え直すことが大切でしょう。

歴史を振り返って、先人たちの言動を分析してみると得られる結論は、豊か、満足、ゆとりイコール幸福ではないということです。人は一種のストレスである「感動」の下で幸福でいられる、という幸福の見方に立つと、現状脱出の方策が見えてきます。

つまり太陽エネルギーがもうかるように化石エネルギーや原子力エネルギーに税金をかけて価格を上げてやるのです。（将来の汚染除去やその他の対策費を考えると本当はこれらのエネルギーは高価なものなのです）。

そういう方策は、現状の「掴みどり」のやり方に比較すると、人々のがんばりや、ある程度の不便さを伴うことになるでしょうが、そのときの方が今より幸福なんですよ、という答えが、何千年という人類の歴史を学ぶと既に出ていることに我々は気がつけばよいのです。

つまり、いろいろな既得権を、税金の利用によって適当な時期に解消して、活力ある新しいチャレンジの成功率を高める、という新陳代謝（メタボリズム）を基本にした社会を目指すわけです。

エネルギー問題、環境問題の解決のためには、我々の子どもや孫やその孫たちの行く末を考えて、幸福とは何かについて真剣に考えることが大切なのです。「楽なことはない」という世の中が、実は幸福をもたらしてくれる、と西鶴は言っていたようです。

12年前に書いたある雑誌の巻頭言を読み返して、当今の原子炉稼働継続についての世間の“さわぎ”が根本的な思考、すなわち哲学を欠いていることを改めて痛感したので、そのままを今年のエネカン冊子(10号)巻頭(前頁)に改めて掲載させて頂きました。ここでは、エネルギー掴み取り、の現状について、少し考えてみます。

地球上には数え切れないほど多くの生物が生きています。人間もそれらの生物の中の一種類です。生き物は皆、エネルギーを消費して生きているのですが、大きな生き物は多くのエネルギーを使い、小さな生き物は少しのエネルギーで生きています。生きるために必要な、エネルギー量は基礎代謝量(BMR)と呼ばれますが、人間のBMRは約100ワットです。生物として人間が身体を健康に保つには、100ワットの電球が常時消費するエネルギーと同じエネルギー消費率の維持が必要です。

人間以外の生物はすべて、BMR以上のエネルギーを消費しません。ところが、人間は、“豊か”な生活をするために、日本人ならBMRの40倍、北米の人なら約80倍のエネルギー消費をしています。世界平均でも約16倍のエネルギー消費をしているという統計結果が出ています。つまり、現在70億の人間は生物としてみたら、なんと、千億人分以上のエネルギーを使っているのです。

人間だけが“エネルギー掴み取り”の生活をしています。問題点を2つに絞って考えましょう。

①このような掴み取りが、自然環境、すなわち人間が持続的に生きのびる自然の条件を乱さないか。

②掴み取りの生活は、人間に幸福をもたらしているか。

はじめの、問題についての答えは、幸か不幸か昨年の原子炉事故で実感を皆が持ったように、エネルギー掴み取りはタダでは出来ない、必ず大きな借金を背負い込むことと引き替えなのだ、という事です。

しかし、では、原発を止めてどうするの?という明確な案なしに、反対を叫ぶことは、無責任であり、結局原発廃止という目的を達成する力にもならないのです。

事故が起こる前には、社会は京都議定書に沿った炭酸ガス削減の実行を望み、そのためには排出量の少ない原発を容認してきたのです。

事故が起こったからといって、ただでさえ厳しさの欠ける議定書の炭酸ガス削減目標を、達成不可能だ、と政府が公言する事態になってきています。

皆が目標を見失いかけている今こそ、いみじくも、西鶴が「日本永代蔵」の冒頭にかいた、「天道もの言わずして、国土に恵みふかし」の言葉どお

り、太陽エネルギーの利用法の推進に全力を上げる他に打つ手はまったくナイ。という結論は科学的にも、常識的にも極めて明確なのだ、と再認識しなければなりません。

そこで二番目の問題ですが、総理大臣は、国民生活を守るために、電力不足回避を“最優先”する、という発言をしています。

30年前にはクーラーなんぞ一般家庭にはなかった、50年前なら、何処にも見当たらなかった、それが急に“生活必需品”になり、夏の電力需要ピーク、なんていう現象を誰もオカシイといわずに、生活を守れ〜!という話しになっている。

人間、社会適応性はすこぶるスバラシイのです。先の戦争(応仁の乱ではなくて太平洋戦争)の時には、その数年まえまで、きらびやかにめかし込んでいたご婦人方がみ〜んな、モンペ一色、政府の配った竹槍で、隣組(町内会)で声をそろえて、ヤ〜!とか叫んで、アメリカ兵をやっつける訓練をやらされて、何とも思わなかった。

そんなことを目撃している小生には、クーラーが無くてもみ〜んな平和に幸福に暮らせることはハッキリと分かっています。

電気代やガソリン代を10倍にすれば、夏の電力ピークなんて消し飛びます。1人当たり月に10kWh使用のタダ券を配れば貧乏人はそれを売って儲かるし、結構社会は安泰ですよ、といいたい。総理が“最優先”して守るべきは、自然の理に適った節度ある儉約の社会であり、座礁沈没しかけた時に船から逃げ出して入院した船長、なみの人物に原子炉を任せる危険をおかしてまで電力不足回避を敢行することではないはずだ。

今年のエネカン冊子記事の話題には「回到未来(バック・トゥー・ザ・フューチャー)」つまり、未来世代の気持になって今を生きることが大切という論説。朝日新聞に六回も書いたのにあまり読まれてない、エネルギー問題の真髄。など、さらには、発想・実践、が極めて世間並みでなく、独創的(ひとりよがり)なところが、エネカンの、存在価値、だという証しも数例ならんでいます。

西台さんの、金環蝕と金星蝕の観察記録。エントロビーとはマグニチュードのこと。不規則な規則で石の並んだネックレス。鏡に映された音楽〜。弁理士も諦めた特許申請が通った話しと実物。などなど、例年通り盛りたくさんです。

シェークスピア、のハムレットにはTo be or not to be・・・、の他にも「世の中にや、おまえさんが夢想だにせんことが、あるもんでっせ〜」という文句も結構有名であります。お楽しみください。There are more things in heaven and earth, Horatio, Than are dreamt of in your philosophy. (I.5.166).

はじめに

ここに紹介しようとする文章は、日本学術会議主催で2002年1月に開催された、環境工学連合講演会において筆者が発表した意見にもとづくものである。当時から、化石燃料、原子力、の使用量を極限まで減らして未来世代に、負の遺産、を残さない社会にするにはエネルギー料金を大幅に上げてでも、節約・儉約を全ての人が競って実行する方策に頼るべきだ、と述べてきたが、いつも、それは理想論であって“非現実的”である。といわれ、ほとんど孤立無援にちかい思いをしてきている。

原子炉の危険性について今は世を挙げて反省のムードであるのは良いが、その結果、化石燃料依存度を上げて突然の大幅な気候変動が起こった場合には、どう反省しても取り返しが付かない。

“咳をしてもひとり”という尾崎放哉の俳句には大いにあこがれる気持もあるが。エネルギー環境問題、ひいては持続可能な社会の実現に向けては、ここに述べる“非現実的”な意見が実は“現実的”であることを理解して頂ければまことに幸いである。

1. 序論

最近技術者倫理の重要性がとりあげられて来ているが、その理由の一つは従来、目先の利便性の向上を目指す事に注目するあまり、技術の進歩が不可逆的な環境破壊による未来世代への負の遺産を作り出して来た事への反省がなされ始めたことによっている。

しかしながら、我々技術者にとって倫理とか倫理学はなじみの薄い分野であった為に、学生に技術者倫理を指導しようにも、何をしたら良いのか迷う羽目になる。技術者倫理のテキストは確かに米国の幾つかの学会から出されているが、それらは主に技術者が具体的に倫理的な判断を下す必然性の生じた時の事例集のようなものであり、実際的にように見えるが、倫理の根本に立ち返って技術者が自分で考えて判

断をする事、すなわち自分で倫理について考える助けにはなりにくいように見える。一方、科学、技術、の分野にたずさわらない人びとによる倫理学のテキストは環境倫理学と言われる分野の本でさえ、倫理の分野の専門的表現が多い上に、技術に対する過剰の期待がなされやすく、やはり技術者の身近なものとはなり難い雰囲気がある。

本稿では技術者の視点で、従来倫理学と言われる分野で、なにが取り上げられ、論ぜられてきたのかを出来るだけ簡明にサマライズした上で、エネルギー利用の倫理を“エネルギー倫理”と呼んで、それが何故今、新しい倫理の根幹にあるのかを論ずることを試みる。

2. 倫理学の三つの流れ

倫理学(英語では倫理、倫理学ともに ethics)とは何か、すなわち倫理学の定義は多くの倫理学のテキストの冒頭に書かれているが、最も端的に分かる表現が、イギリスの功利主義倫理学者シジウィック(Henry Sidgwick)の著書(1)、The Methods of Ethics (1874)になされている(功利主義とは、最大多数の最大幸福、を社会の目標とするベンサムやミルにより提唱された思想)。

それによると、倫理学とは人が自分の(自由な)意志の下に行動する時に、何を行う事が正しいのかを論じ判断する学問である、とされている。

社会現象を、これはこうである、と叙述するだけではなく、それが正しい事か否かを判断しようとする点で倫理学は他の学問と全く異なり、すべての学問の前に置かれるべき重要性を持つことになる。

そこで次に、何ををもって正しいとする事が出来るのかが問題となる。人間の行動についてそれを判断するのだから、そうなると、その行動が何を目的になされたのかを考える事が必要になる。つまり目的が明示されれば、人の行動がその目的の達成に合致していれば正しい行動である事になる。しかし当然その前に、その

目的自体が、正しいものであると判断されていなければならない。

倫理学の最重要課題の一つは、したがって人の行動の究極目的は何かを考えることになる。正しい究極目的さえ決まれば、それに向かう行動は全て正しいといえるし、その目的に反する行動は正しく無いと判断できる。

倫理という概念をこのように捉えて倫理学の歴史をたどると、大きく二つの流れのあることが分かる。それらは、

1. アリストテレス的な見方：アリストテレスは人生の究極目的は幸福である、と考えている。その幸福は大きく、享乐的、政治的、観照的の三つに分けられるが、勿論それらの内の観照的すなわち知的な活動に快を見出す幸福（英語では *contemplation*）が最高であるとしている。著書、ニコマコス倫理学(2)、は幸福を正面きって論じた書物でもあるが、このように究極目的をたずねて、行動の正しさを論ずるやり方はアリストテレス流と言えよう。

2. カントの考え：アリストテレスの考え方はいかにも論理的で説得力がありそうだが、これに真っ向から反対するのがカントである。カントは自分の考えがアリストテレス流と正反対であることを判然とさせる為に、コペルニクスの転回、という言葉を使って自分の考えを主張した(3)。

カントは人間には先験的(アプリオリ)に、つまり、あらゆる知識や経験に先立って存在するような、それに従うべき徳が決められている、とする。それはカテゴリーカル・インペラティブ(*categorical imperative*, 定言的命法)すなわち天の与えた命令のようなもので、人が目的として探したり目指したりするものではない、と断言している。

これら二つの倫理学の流れは、人がいかにより良く生きるかを指すという視点で倫理を考えるのだから、見方は違っていても、いずれの流れもなるほどと、考え方を理解（詳しい内容はさておき概念としては）できる。

エネルギー倫理とここで呼ぼうとする、21

世紀における倫理はこれらの歴史的な倫理学の流れとちがって、人としてより良く生きるという目的よりも、何をさておいても、先ず人類が存続できる地球上の環境を維持する事を目的に掲げ、それに反する行動をしないことが倫理的である、とするものである。それは第三番目の倫理の流れと呼べるかもしれないが、人類は今世紀には、先ずこの第三の倫理の流れに沿った社会を作らなければ、人類の築き上げたすべての文化は前述の倫理の二つの流れも含めてむなしいことになってしまう(4)。

3. 人の自由意志の有無

前述のシジウィックの倫理学の定義の中で、もう一つ重要な点は、人の行動について、それが自分の意志の下に行われる時に、という但し書きが述べられていることである。正しい行動をする事が倫理的であると言っても、もしその行動を自分の意志で決めたので無ければ、その人を倫理的であるとはほめるわけにはいかない。正しく無い行動をするチョイスもあるのに敢えて正しい方の行動を選ぶ時に人は倫理的であると言われることになる。

しかしながら、少し深く考えてみると、自分の行動の多くは何らかの必然的な理由によっていることに気がつく。更に深く考えると、世の中に原因の無い結果は無いのだから、ある行動を自分がしたときにも、それは何らか原因による結果必然的にそういう行動に至ったのだとも思える。

すべての現象には原因があり、それらの原因の全てにはまたそれぞれの原因がある、と見ると世の中のどんな一つの現象も、時間を遡れば無限に多くの原因の結果として、今日の前に起こっているのであり、それらの無限に多くの原因のどれが欠けても、その目の前の現象は今見ている現象とは多少なりとも異なっているはずになる。

人の下す判断も脳の中の何らかの物理現象があって初めて起こりえる事を疑う人はいないだろうから、そうなると自分の意志による判

断だと自分では感じて、少なくともその大きな部分は何らかの過去の原因による必然的結果であると見なければならぬ。

このような理由で、倫理学者は過去長い間、人の自由意志の有無、その範囲などについて悩み続けてきた。この事を知っておくことが、これから技術者が倫理を考えねばならない時には大切であろう。つまりある事件の倫理的な責任などを、何処まで厳密に追及出来るのかは、大変困難な問題を含んでいるのだと、あらかじめ知っておかなければならない。そうでないと、やっても全く無駄な努力をすることがあり得るばかりか、正義とは程遠い事が正義として行われたりする事にもなり得るのである。

4. エネルギーについて知る事の重要性

例えば、星が美しい、という感情を我々は理解できる。これは人間の考えの中だけにある感情だから、人間がいなければ存在しないと言う意味で、形而上の事柄だと言えよう。形而上の事柄は、言葉で言い表せない、というような表現まで含めて言語で記述できると見ると、それは、言語すなわち記号だから、必要最小限の記号である数字の0と1あるいは、周易の陰と陽の記号などがその全てだと言えよう。万物は数であると言うピタゴラスの考え方は形而上の事柄に当てはまりそうである。

形而下の事柄は、物の世界だから、熱、光、音、電気、仕事、物質などからなる万物は、エネルギーであると我々は理解している。

先述の倫理学の話に戻ると、古来、倫理学は形而上の事すなわち、人間の考えの中だけの概念である、正義とは何かについて論じて来た。けれども現代では、エネルギー利用の行き過ぎによって、形而下のものである人間の存在そのものが危険にさらされる事態に至った。易経の注釈である、孔子の書いたとされる繫辞上傳(5)には、形而上とは道のことであり、形而下とは器のことである(形而上者謂之道、形而下者

謂之器)、と書かれている。つまり形而上のことである倫理すなわち道を考える器である人の存亡を先ず考えねばならない時代になっているのである。すなわち、形而下のものであるエネルギー利用のやり方を人間の存続の条件に合わせることをも正義とみなす、エネルギー倫理、を考える必要が生じたと言えよう。

エネルギー倫理を取り上げるとなると、先ず、形而下の万物であるエネルギーの基本的性質を理解して、その基礎に立って始めて、エネルギー利用の正しいやり方、エネルギー倫理を論ずる事が可能となる。

5. エネルギーの基本的性質、熱力学の三法則

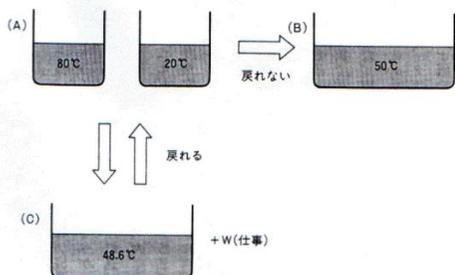
今の時代になって改めてエネルギー倫理を論ずる必要が生ずる理由は、エネルギーの性質が直感を超えている事によっている。そのために人々がエネルギーの大量消費社会をあたかも、技術の進歩によって人類が勝ち取った成果であるかの様な錯覚におちいつているのである。したがってエネルギー倫理を論ずるには先ずエネルギーについての正しい知識を持つことが必要となる。

熱力学の三法則と呼ばれるエネルギーの基本的性質を復習すると、それらは次のように示される。

1. エネルギー保存：エネルギーは増えも減りもしない。
2. エントロピー増大：変化の不可逆性。
3. 絶対温度零度が基準である。

熱力学の教科書に必ず書かれているこれらの法則は、知るは易いけども実感する事は難しい。エネルギー倫理を論ずるにはエネルギーの基本的性質、特に熱エネルギーの特別な性質に基づく不可逆な変化についてある程度定量的に理解する事が望ましいので、ここで例題によって復習しておく(6)。

次の問題は単純ながら直感を超えたエネルギーの性質を良く示していると思える。



熱エネルギーの移り方

まず、図Aに示すように、80°Cと20°Cの同じ量の水があると、これらを混ぜ合わせれば、図Bのように50°Cの水となる。今度は、図Aの80°C側の水から熱エネルギーを少しずつ20°C側の水に移動させつつ、理想熱機関を働かせて熱エネルギーを仕事のエネルギーに変換してやると、80°C側の水は冷めて行き、20°C側の水は温かくなって、図Cに示したように、最終的には同じ温度となる。その温度は48.6°Cと計算できる。取り出した仕事エネルギー、W、は電気エネルギーか力学エネルギーとして蓄えられたとしよう。

第一法則によって、状態A,BおよびCのエネルギーはどれも同じである。つまり状態が変わってもエネルギー量に変化は生じない。

AからCへの過程で、理想熱機関を使って仕事を取り出した、ということはエントロピーに変化が無いということである。つまり、蓄えた仕事エネルギー、W、を使って熱機関を逆に働かせると、48.6°Cの水はもとの80°Cと20°Cの水に戻せる。元に戻れるという事は、エネルギー学的に言えば、AとCとは見かけは大きく異なるが、変化は全く起こっていないと見なされる。

それに対して、AからBへ状態が移ると、Bは外からの助け無しに元のAの状態に戻る事は出来ない。つまり不可逆の変化が起こったのでエントロピーは増大している。

以上の過程を計算で示すと、AからBへの変化は、 $(80+20)/2 = 50$ 、であり、AからCへの変化は、 $\sqrt{(80+273)(20+273)} = 48.6+273$ 、となる ($48.6+273 = 48.6^\circ\text{C}$)。

後者の幾何平均の式は、80°Cおよび20°Cから

48.6°Cになる過程でエントロピーが不変、という条件から、簡単な計算で求められるのだが、その時には、第三法則によって、摂氏温度(°C)ではダメで絶対温度(たとえばケルビンK)を使用せねばならないのである。

6. エネルギーと経済学

お金が価値の基準を与え、異なる品物の交易に正義をもたらす。アリストテレスはニコマコス倫理学にこう述べて、家政学(オイコノミア)の説明をしている。社会活動に正義をもたらすのだから、家政学の発展した経済学は倫理学と関連が深い。

井原西鶴の日本永代蔵(1689)(7)や、アダム・スミスの国富論(1776)(8)の頃までは、経済活動は、人力と、せいぜい水力、風力などにより支えられているので、経済活動の象徴である富が何処にどんな理由で存在しているのか、それが正義に基づいて築かれたものか否かが人々の目にはっきりと見えていた。ところが、ドーデーの、風車小屋便り(1865)、を読むと、南フランスのアヴィニオン地方で盛んだった風車による製粉業が20年ほど前にすっかり“悪魔の考えた蒸気”による製粉工場に置きかわった事がわかる(4)。

産業革命は石炭エネルギーの大量消費によって支えられたが、エネルギーの大量消費は莫大な富をもたらし、その富が少数の人たちに独占されて、著しい不正義が世の中に広がってしまった。そのような莫大な富の生ずる社会活動すなわち近代経済を説明しようとするのが、富の大きさ(集中度)とそれに応じた富の効用の変化、いわゆる限界分析という手法を考え出した、新古典派経済学であり、富が富を生み複利法的拡大の不可避な資本主義経済の本質的欠陥(持続不可能性)を指摘したのがマルクス主義経済学である。

富の偏りという意味での不正義は、前述の人間がより良く生きるという、第一、第二の倫理の問題だが、そればかりでなく、エネルギー大量消費社会のあり方について、それは本来人間が

生きるべき生き方とは違うのではないかと、第三の倫理感に沿った問い掛けをする人々が、経済学者にも自然科学者にも現れた。

7. エネルギー倫理の歴史

イギリスの経済学者（限界分析の発案者のひとり）ジェボンズは著書、石炭問題（1865）、に当時の先進国における石炭の使用量と世界の埋蔵量とを見積って、資源の枯渇を心配している(9)。見積りの当否は別にして、有限の資源を数世代で使い尽くすことに対する配慮の必要性を明確に書いていることは、エネルギー大量使用が、倫理を自分の世代を超えて考える必然性をもたらした事を示している。ジェボンズは結論で、英国は石炭のあるうちに出来るだけ発展して、無くなれば元の質素な英国に戻るのだとして、元に戻れない変化の生ずる心配まではしていない。

エントロピーを定義したクラウジウスは、1885年の論文に(10)、科学が如何に進歩しても人類は新しいエネルギーを創出できないのだから、人類は太陽の放射するエネルギーのみによって、活動するように運命づけられているのだ、と書いている。現在も、クラウジウスのこの論文に反論できる根拠を我々は持っていない。

化学反応速度の式を創案したアレニウスは1896年の論文に(11)、大気中の炭酸ガスの濃度が3倍になると気温が8℃上昇するだろうと見積っている。当時の石炭使用量から見てそれが現実に起こりそうだとは見ていないが、現在のIPCCのレポートに報告されている炭酸ガスの濃度上昇を見たら彼はどう思うだろうか？

廃棄物の処理費用などを製品価格に含めること、すなわち外部費用の内部化を課税のやり方で行う、いわゆるピグー的課税法で知られるピグーは、著書、厚生経済学(1920)(12)に「一国の限りある自然的資源が急激かつ無謀な濫費を被らぬように監視し、もし必要があれば立法手段に訴えてこれを防ぐことは、現在の市民にとってばかりでなく、まだ生まれない子孫に

とっても受託者たる政府の明白な義務である」と書いている。この文章は明確に倫理の及ぶ範囲を未来世代にまで広げる必然性が、エネルギー大量消費による社会活動の拡大に伴って生じていることを指摘している。これは後述する、ミクロ倫理とマクロ倫理の概念に沿った見方と言える。すなわち自分の世代の生活向上をミクロな倫理と見れば、世代を超えた人類の福祉を考えることはマクロの倫理である。人間は目の先の欲や満足を求めることを最優先する性質があるので、政府がそれをカバーしなければならないとピグーは考えたのである。

ルーマニア生まれの数理経済学者ジョージ・エスク・レーゲンの著書、エントロピー法則と経済過程(1971)(13)は、経済学と熱力学の第二法則、すなわち先述の、エントロピー増大の法則との関連を明確に示している。その中の最も端的な表現が「生産は常に赤字である」という言葉である。

地中に酸化物として埋もれている鉄を掘り起こして選鉱し、精錬すれば利便性の大きな鋼が生産される。しかしそれは、採掘、輸送、精錬などによる莫大なエネルギー使用無しには決して得られないものであり、エネルギー利用に伴う地球上のエントロピー増加を考えると、その生産は必ず余分のエントロピーを増加させる事になっている。つまり生産する事は、エントロピー会計上では必ず赤字（プラス）だと言うのである。

生産は人為だけでなく自然にも起こる。早い話、我々人間の身体も自然の仕組みによって、バラバラの元素が集まって大変エントロピーの小さい“製品”として生まれて来ている。けれども、それは自然界全体からみれば必ずエントロピー増加すなわち“赤字”になっているのだ、と著者は指摘している。

経済学の見方からすれば、赤字は必ず誰かが返済しなければならない。上述の赤字は誰が支払うのだろうか？太古から生きてきた人間は、生れ落ちて死ぬまでのエントロピーの赤字、すなわち借金を太陽から来る小さなエントロピー

の光エネルギーに払ってもらって来た。銅作り、車作り、コンピューター作りによるエントロピーの赤字は、太陽光の小さなエントロピーに頼るには手間が掛かるので、化石燃料や原子力という“銀行”から借金して支払っているといえる。しかしいつまでもその借金を払わずに後回しにしておこうという訳にはいかない、と著者は言う。未来世代に、払いきれない借金を、環境の不可逆な破壊として残す事は果たして倫理的であろうか？

前述のピグーの心配は、エネルギー資源を未来世代の分まで使ってしまう、不便な生活を未来世代にさせる事だった。ジョージ・スクリューの指摘は、資源の枯渇よりもエントロピー増大の赤字、端的には再生不可能な環境の破壊の後始末を未来世代に押し付けることが困るということである。

8. 人間の本性：マイクロ倫理とマクロ倫理

保育所で子供たちが元気に遊んでいるのを見て可愛いと思わぬ人はいない。我々は自分自身のこと以上に次世代の人類の事を思う本能を持っている。しかし、後に漢の高祖となった沛公（劉邦）は戦に負けて敗走する時に、馬車を軽くするために自分の子供を捨てて逃げようとした（部下が拾った）、という話もある。

アダム・スミスの国富論の基調となる思想は、人は本性として自分の利益のためには最大の力を発揮するから、私欲(私悪)の放任こそ経済を活性化し結果として国を富ませ公益(大きく見た倫理)に貢献するのだ、ということに尽きる。

人間の本性がどんなものかを把握する事は難しいが、やはり、目の利益、満足、つまりマイクロな判断を最優先するのが大多数の人の行動であろう。それに対して全世界のことや未来世代のこととなると、それを気にする心は皆が持っている、それは後回しになりがちだ。

人類始まって以来、こんなやり方で人類は繁栄してきた。今まではそれで良かったのだが、21世紀にいたって遂に人間の社会活動の規

模、端的にはエネルギー消費量が限界を超えて大きくなって、人間の本能を野放しにして置くことが、返って人類を危機に陥れる事態に立ち至っているのである。ここに今、エネルギー倫理を真剣に考えねばならない必然性がある。

目先の福祉を考えることをマイクロ倫理、世界全体や未来世代のそれを考える事をマクロ倫理と呼ぶ事になると話の整理が付きやすい。つまり人間は、倫理であれ、利益や欲であれ、マイクロ優先で生きてきたのであり、マクロについてはあまり気にしなくても何とかなってきたのである。しかしエネルギー倫理は、どうしてもマイクロな視点からは解決できないとエネルギー学の基本は教えてくれている。

ここで問題になるのは、エネルギー倫理の話しをすると多くの人が、それは分かっているが、難しいと、悲観的な態度をとることである。悲観的になるのは良いが、それは自分でそう感じないで、沛公のように未来の人類を見捨てて、今の生活を続けようという態度なのである。

結局人の本性に沿ってエネルギー倫理の問題を解決するには、マイクロな倫理、マイクロな欲を満たす事がマクロな倫理に繋がる方策を考え出す以外に方法がない。つまり私欲に従ってする行動、目先の倫理観に沿っておこす行動が、世界全体、未来世代の利益、福祉に繋がるようにしなければならない。

9. 具体的な方法、言うは易く行うは難いか？

中国の漢の時代の経済政策について書かれた、塩鉄論、に御史大夫の桑公羊が、経済政策の改革を求める知識人に対して「言うは易く、行うは難し」とのべた事がみえる(14)。何故、言うは易く行うは難い、のか、答えは簡単で要するに、市民が塩と鉄の専売を止めると言いながら専売の利点も引き続き望んでいることが、御史大夫には見えていたからである。

エネルギー倫理とは端的に言えば、徹底した省エネルギーの実践である。省エネルギーを徹底することによって未来世代への環境保全の責任が果たせることになるが、省エネルギーは、

現在の安易な生活からより厳しい生活への転換を余儀なくさせる。大気中の炭酸ガスは減らしたい、放射性物質は怖い、けれども景気はもっと良くしたい、と人々は望む。だから、それ（徹底した省エネルギー）は御史大夫（総理大臣）から見て、言うは易く行うは難い、としか言いようが無いだろう。

現実を冷徹に直視するならば、省エネルギーを環境破壊が起らない程度にまで徹底させることと、経済の持続的発展をすることとは相反している。これをあたかも両立させる方法が例えば、技術革新によって、可能であるかのような幻想を人びとに抱かせることは、正に技術者倫理に反すると言わねばならない。それはエネルギーの基本的性質に基づく原理から来る結論である。

我々は既に手にしている、化石燃料や原子力によるエネルギーの利用をなるべく減らして行き、地上に降り注ぐ太陽エネルギーの利用を進めることにこそ技術の力を応用して行くべきであって、いかなる新エネルギーの開拓も未来世代に負の遺産を残すこと無しには行い得ない原理的な制約を認識せねばならない。

前節末尾に述べた目先の欲に従う行動がマクロな倫理に適うような具体策の例としては、エネルギーの値段を大幅に上げることが提案できる。例えば電気料金が3倍とか10倍になれば、誰しも競って省エネするであろう。所得格差に配慮するためには、基本料金を低く設定して、使用量増加による料金累進を極端にまで大きくするなど、エネルギー浪費が高価につくような工夫はいろいろ考えることが可能である。原子炉で事故の危険を冒してまで作り、炭酸ガスを排出しつつ作る火力による電気を、1 kWh（100ワットの電球を10時間点灯）当たり23円という安い値段で浪費することは、**回到未来（back to the future）**つまり未来世界を心に描く気持ちを欠いていると見るべきである。

問題は結局、徹底した省エネルギーによる経済的に厳しい世の中が我々にとって良いのか悪いのか、ということになる。言うは易く行う

は難いと誰もが思う理由は、そのような生活が不幸であると、深く考える事なく即断されている為である。

最も肝要な、どんな社会が人間に幸福をもたらすのかについての突きつめた考察無しに、エネルギー政策、経済政策を考えることは最も危険である。ユートピアを目指すと言われることが多いがユートピアは物質的満足と安易な生活を保障する社会ではない。

10. ユートピアとは何か

幸福についてのアンケートや、雑誌の特集などを見ると、多くの人が満足を幸福とイコールにしている。幸福について考えないでいる事が幸福です、という意見もよく出される。幸福には自信が持ちにくいらしい。

はたして満足することは幸福だろうか？ すべて満たされて、何も言うことが無い状態を想像してみると、それが良い状態だと断言できないし、少し考えると、人間の本性は、満足イコール幸福と置けるほど単純では無い事に気がつく。それゆえに生きている甲斐がある、と言えるような行動の手本を我々は、満足した人に見ることはない。

古来幸福について論じた多数の書物があるが、それらをなん百冊も集めて読んで内容を分析してみると、人の幸福を次のような四つのステージに分けて見る事ができる(15)。1. 本能に従って、恋、富、名誉に付随する快を求めて行動する。2. 得た快を持続させる。3. 悲しみ、苦しみを経験して、それを克服する。4. 癒されることの無い、悲しみや苦しみの中に幸福を見いだす。

第4のステージは少し理解し難い。我々は誰一人進んでそれを求める人はいないが、運命により誰でもいつの瞬間にも、悲しみや苦しみにみまわれる可能性がある。その時に人は不運だけれども、それは不幸とイコールではない、という結論が多くの本に書かれている。

幸福は満足そのものではなく、満足を求めて努力する過程にあるらしい。さらに、宗教書で

なくても、癒されることの出来ない苦難や悲しみの中にあつてさえ、大きな幸福がある事を示す小説などは理解できるし、人は求めてそれらを読む。

我々は、喜んだり悲しんだり、得をしたり、損をしたり、騙したり騙されたり、しつづ幸福を得て人生を過ごすのだから、省エネルギーを徹底して少々経済的に厳しい世の中になる事を何ら恐れる必要はない。安易で贅沢な社会はユートピアとは違うのである。

エネルギー倫理に反する安易な生活をする事は、そのこと自体が幸せでないばかりか、未来世代が我々と同じく幸せに暮らすチャンスを奪う事になるのである。徹底した省エネルギーに踏み切る以外に人類の進む方向はない。

ギリシャの哲学者エピクロスを称える次のような警句(エピグラム)がある(16)。

「人間どもよ、汝らはくだらぬことに骨を折り、利得にかられて飽くことを知らずに、争いや戦いを始めているのだ。

自然のもたらす富は、つましやかな或る限度を保っているのに、
汝らの空しい判断は、果てしのない道を進むのだ。」

参照：

日本学術会議主催 第 17 回環境工学連合講演会講演論文集 (pp.139-146) (2002 年)

日本学術会議主催 第 43 回原子力総合シンポジウム講演論文集 pp.71-76、(2005 年)

参考文献

1. Henry Sidgwick : The Methods of Ethicks. Hackett Pub.Co. Indianapolis(1981).
2. アリストテレス：ニコマコス倫理学、高田三郎訳、岩波文庫、青 604-1, 2.

3. カント：篠田英雄訳、岩波文庫、道徳形而上学原論、75,61 頁、純粋理性批判、上巻、37,8 頁。
4. 新宮秀夫：黄金律と技術の倫理、開発技術学会叢書(2001).
5. 易経：高田真治、後藤基巳訳、岩波文庫、(1996)、201-1,2.
6. キャレン：熱力学、山本常信、小田垣孝訳、吉岡書店(1978)83,4 頁、H.Callen, Willey and Sons(1960).
7. 井原西鶴、日本永代蔵、東明雅校訂、岩波文庫、(1994)。
8. アダム・スミス、諸国民の富、松川七郎、大内兵衛訳、岩波書店(1959)。
9. W.S.Jevons, The Coal Question, The Reprints of Economic Classics, Augustus M. Kelley, N.Y.(1965).
10. クラウジウス、自然界のエネルギー貯蔵とそれを人類の利益のために利用すること、河宮信郎訳、中京大学教養論叢、29 巻、3 号、197 頁(1988)。
11. ピグウ：厚生経済学、気賀健三他訳、東洋経済新報社、(1966).36,7 頁。A.C.Pigou, (1920).
12. S.Arrhenius : On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon Temperature of the Ground, Phil.Mag. and Sci.,vol.41,(1895),pp.237-276.
13. N.ジョージェスク・レーゲン：エントロピー法則と経済過程、高橋正立他訳、みすず書房(1993)。Nicholas Georgescu-Roegen,(1971)。
14. 桓寛：塩鉄論、山田勝美訳、明德出版社、(1995)、185 頁。
15. 新宮秀夫：幸福ということ、NHK 出版、NHK ブックス 838 号、(1998)。俣約と幸福、小学館新書 72、(2010)。
16. ギリシャ哲学者列伝、岩波文庫、加来彰俊訳、(1996)、下巻、209 頁。

基礎代謝量 (BMR = Basal Metabolic Rate) の復習。成人男子は静かに寝ていても 1 日に約 1500 キロカロリーのエネルギーを消費。これが BMR。普通の生活をしている時には約 2000 キロカロリーを消費するとして。1 日は 86400 秒だから、約 25 カロリー毎秒のエネルギーを消費し続けている、という計算になる。一秒あたり 1 ジュールのエネルギー消費率は 1 ワットと呼ばれ、1 カロリーは約 4 ジュールに当たるから、上記の 25 カロリー毎秒は、約 100 ワットになる。
このようにして人間 1 人は 100 ワット、という計算になります。

波

京都大名教授
 新宮 秀夫さん

太陽エネルギーの利用が、重要な課題として取り上げられています。太陽からは地上に毎日、毎年、持続的に、光のエネルギーが降りそそいでいます。その恵みの大きさを考えてみましょう。
 日本人1人あたりが使うエネルギーは現在、約4千ワットです。前回、人間1人が生きるには100ワットのエネルギーが必要と述べましたが、その40倍もの大量のエネルギーを消費して生活しているの

太陽エネルギー

②
 これだけ使うのに、現在我々は石炭、石油、天然ガス、原子力を利用して使っています。いずれも、廃棄物を出して環境を破壊します。これらの開発が今まで優先されてきたのは、太陽エネルギーは集めるのにコストがかかるから、が理由です。けれども、人類の歴史が今世紀で終わるわけでは無いのですから、集めるのが大変でも長い目で見て、廃棄物の後始末を後

の世代に押しつけないようなエネルギー利用を考えるべきです。
 太陽エネルギーも実は原子力（核融合）で生まれ、大量の放射能を出しています。ただそれは1.5億メートルも離れた場所でのことで、地球上には人畜無害の光エネルギーだけが届きます。
 太陽エネルギーは、直射日光だと地上1平方メートルあたりおよそ1.0ワット（1千ワット）あります。しかし、夜はお日様が照らない、曇りの

やる気次第で原発10基分

日も多い、ことを考えると実際に利用できる量は、昔風にいえば1坪(0.33平方メートル)あたりおよそ100ワット（1人分）になります。
 この数値から、さらに発電の効率まで考慮して、おおまかに見積もると、太陽電池を日本の全国のゴルフ場（全国に約2400コースある）ほどの面積に敷き詰めると、実発電電量がおよそ原発10基分（現在全国で稼働中の原子炉は5基）くらいになります。やる気になれば、原発10基分を太陽エネルギーで置き換えることは不可能ではないのです。

波

京都大名教授
 新宮 秀夫さん

福島原発事故の原因は何か？
 根底には、産業革命以来のエネルギー大量利用を前提とした社会のあり方がある。そう考えます。
 食料や運輸、通信と、エネルギーを利用しない産業は考えるのが難しいほどです。でも、エネルギーとは何か、どんな性質を持つのか、正しく理解している人は多くありません。社会のあり方を決める政治家や産業界の人々がエネルギーの本質を理解しなければ、取り返しのつかない大きな判断の誤

食事エネルギー

①
 りをおかす危険があります。
 筆者は、鉱石から金属を取り出す技術、冶金学を大学で学びました。冶金学の根幹は熱力学という、エネルギーの性質についての学問です。京都大にエネルギー科



人間1人は100ワット

学の大学院が創設されてからは、エネルギー社会学という講座を担当しました。今回、エネルギーの本質とその社会との関わりを探る「エネルギー工学」について、要点をできるだけわかりやすく、まとめていきたいと思います。
 まず、人間とエネルギーの最も

重要な関係である食事エネルギーについて考えましょう。基礎代謝量を思い出しください。人が生きていくために摂取すべきエネルギーは、1日およそ15000キロカロリーです。換算すれば70ワット（0.1キロワット）と頭に入れると、例えば原子炉出力100万キロワット、といわれた時に、そうか1千万人分だ、と実感できるでしょう。
 100ワットの生き物が70億という膨大な数で、地球上でいかにして生き続けていくか。それがエネルギー工学の課題です。

しんげう・ひでお 1938年
 京都生まれ。京大教授などを歴任。現在はNPO法人「京都エネルギー・環境研究協会」代表。

波

京都大名誉教授

新宮 秀夫さん

最近発売される自動車は昔に比べて、燃費が大幅に向上しています。省エネ技術の発達は、歓迎されるべきことです。

百年以上前、英国の経済学者で化学技術者でもあったジェボンズは、当時の最先端エネルギーだった石炭資源が有限なことに気づき、使い過ぎを警告する「石炭問題」という本を書きました。

その中で、石炭消費の少ない産業技術が発明されるとかえってそ

パラドックス

④

以降、石炭の消費が伸びた、というデータを示しています。この例は「ジェボンズのパラドックス」として知られています。

日本の火力発電の効率の世界でもトップレベルです。しかし、技術が発展してより少ない燃料で割安に電気を供給できるようになれば、それまで節約していた分まで使う人が出てきます。景気が上向けばなおさらです。

国内での温室効果ガス排出量は

省エネ技術で伸びる消費

比較的最近まで、増加傾向でした。原子炉による電気も、一見安価だからといって気軽に消費すれば、放射性廃棄物が増えます。

パラドックスに陥る原因は、現在の技術が大変歩していると私たちが思い込み、「最新技術だからどんどん使おう」と考えてしまふところにもある、と思います。しかし、前回の「エネルギー利用の作法」からいって、使った者たちが自分で、廃棄物を実質的に無

害化できないなら、本当の意味での技術とは呼べないはず。

使用量が増えてもそれに伴う資源枯渇や廃棄物の害が問題にならない方法こそ、進んだ技術と言えるでしょう。それは、質が高く量も十分あるけれど、広く薄く地上に降り注いでいる太陽エネルギーを上手に集めることに関連した技術、ということになります。

たとえ時間がかかっても、パラドックスに陥らない優れた技術を開発しなければなりません。それは難しいけれど、不可能ではありません。

波

京都大名誉教授

新宮 秀夫さん

節電をどうするか。この冬の話題になっています。

100ワットの電気エネルギーは、通信にも照明にも使えます。同じ100ワットでも、お湯の熱エネルギーではケイタイは動かせない、電灯もつかない。同じ量のエネルギーでも、使い勝手のよい「質の高い」エネルギーと、劣るエネルギーとがあるのです。

質の高いエネルギーは劣るエネルギーに変えることができて、

エネルギーの質

③

それを元に戻すには多量の質の高いエネルギーが必要です。80℃の熱湯は水と混ぜれば20℃に冷やせますが、20℃の水は熱を加えなければ80℃に戻せません。温度（エネルギーの集中度）の高いエネルギーは質が高いのです。

太陽エネルギーがなぜ有用なのかといえは、約5500℃という高温の太陽表面で放射された光が、高い質を保って地上に届くからです。だからこそシリコン太陽

元に戻すのは難しい

電池などを用いて電気エネルギーに変換できるのです。

質の高いエネルギーは手に入りにくいのですから、なるべく有効に使い、無駄な質の低下を避けなければなりません。また質の高いエネルギーを作り出す時にできる廃棄物の二酸化炭素や放射性物質も、集中して管理できずに広く拡散すれば、元に戻すのは困難になります。汚すのは一時でも清めるのは大仕事。「覆水盆に返らず」

ということわざと一致します。エネルギー利用に際しては、最大の努力を払って、使ったあと元の状態に戻せない結果を生む量や種類のエネルギーは使わないようにせねばなりません。それが大昔から守られてきた「エネルギー利用の作法」、すなわち、他の生き物と地球上で持続的に共存するための道なのです。

なお前回、地球上に届く太陽の光エネルギーを「無害」としましたが、浴びすぎると体によくはない紫外線なども含まれますから、害が全くないわけではありません。

波

京都大名誉教授

新宮 秀夫さん

消費を活性化して景気をよくしよう、という意見が世にあふれています。一見あたりまえに聞こえますが、歴史上、ぜいたくと浪費を庶民に奨励したまともな為政者など、いたのでしょうか。

景気のためといって、また使えるものを捨て、さほど要らないものを買う。それで、本当に幸福につながるのか、疑問です。

「限界効用逓減(＝ありがたさがだんだん減ること)の法則」と

儉約

いう経済学の概念があります。お菓子が無い世界の子ども(筆者の小学生時代もそう)にはキャラメル1個で天に昇るほどうれしくて、いつも十分に食べている子どもは、とんでもない珍しいお菓子が無いと喜びません。

消費の活性化、ぜいたくは麻薬と同じで、一時の快感(好景気)は得られても、すぐにさらなる快感が欲しくなります。その結果、膨大なエネルギーを浪費して取り

6

幸福な社会へ最大の資源

返しのつかない環境破壊を招きかねません。

仮に、使いたい放題のエネルギーがやすやすと得られたとしても、それで幸せになれるどころか、働かざるを得ないところまで、いつまでも退廃におちいつてしまおうでしょう。むしろ、

質実の意識が少ない人にも取り組んでもらえるよう、エネルギー料金を高くするなど、儉約で「お得感」をもてるような仕組みが必

要です。社会的弱者に向けては、最低料金をごく低く設定するといった配慮が考えられます。

環境破壊の危険性の少ないエネルギーは、当面は高価に思えても、それを大切に使う必然性があることは、人類が持続的に栄えるための原理なのだと思います。

先祖から受け継いだ自然環境をできる限りそのまま次の世代に手渡せる。それこそ、将来に続く幸福の第一歩にちがいません。

エネルギー工学の基本を一言で要約すれば、「儉約・節約は最大の資源」なのです。(おわり)

波

京都大名誉教授

新宮 秀夫さん

最近、原発についての記事が新聞に出ない日はないほどです。

原発をすべて止めても大丈夫とする主張の中に、「石炭や石油はまだ十分あり、海底地下にはメタンハイドレートもある」との意見があります。しかし、二酸化炭素による大気汚染を考えれば、原発のかわりに化石燃料に頼ろうというのでは、「前門の虎を防いでも、後門には狼がいる」という内容の故事を思い出させます。

太陽電池用シリコン

5

脱原発へ大量生産技術を

自然エネルギーで代わりになるのかといえは、現在の利用量(電力なら水力を除き、1%ほど)を飛躍的に増やす具体的見通しが示されているとは思えません。

時々、メガソーラーの設置が報道されますが、実質発電量は原子炉1基の千分の1ほど。全原発分をまかなうなら、約2千平方キロ(およそ琵琶湖3個分の広さ)に太陽電池パネルを設置するほどの規模になります。原発を止めるに

はそれなりの覚悟がいるのです。

これを実現するには種々の技術開発が望まれますが、まずは原料であるシリコンの供給を考えねばなりません。太陽電池用シリコンは半導体用と比べれば純度は低いのですが、それでも製造は難しく、供給量は年に世界でたかだか数十万トンです。本気で太陽光発電をメジャーなエネルギー源にするなら、少なくとも数百万トンを超える生産力が必要です。

シリコンは白砂の主成分ですから、地球上に多量にあります。筆者は高純度金属製造の実用技術に携わりましたが、その経験からみて、太陽電池用シリコンを低コストで大量に供給する本格的な技術開発は世界でいまだなされていません。日本が主体的に取り組むチャンスだと言えるでしょう。

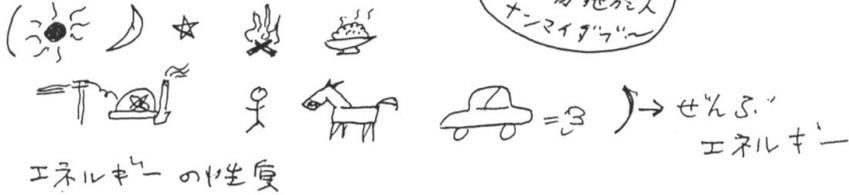
高速増殖原型炉「もんじゅ」の開発にはすでに約1兆円もの予算が使われたといえます。それを思えば、自然エネルギーを増やす、より実効的な方向に政策を振り向けることは可能ではありません。

宇宙にあるもの

けいじじょう
 形而上 (考えの中のこと)

宗教・哲学・論理

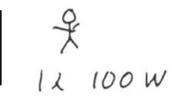
けいじか
 形而下 (形あるもの)



- ① 不増不減, セロセロ, 全量保存.
- ② 不垢不浄, 形あるものは増山と, 元は産山なり
- ③ 不生不滅, (絶対零度, 常温, 無限高温
 絶対高温, 常温, 真空
 天国, 地上, 地獄)

人間生活とエネルギー

基礎代謝量 BMR
 (Basal Metabolic Rate)



日本人は1人当たり約
 4000W のエネルギーを消費
 して生きている。(BMR の約
 40倍)

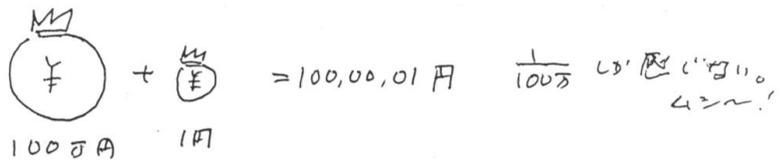
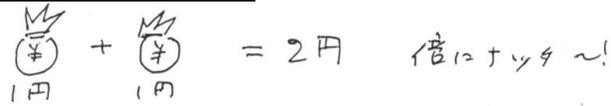


お米 800万トン/年 / 1億人 = 1日 220g/人 = 40W

幸せはど'に'に?

こうよういげん
 効用逓減

腹ハッダ ~
 = 持つほど'に'有難エカ減'る



- 1 形而下のすべてはエネルギー。エネルギーは創り出せない。太陽エネルギー以外に頼れるものはナイ。
- 2 人間1人は100ワット。これは一秒あたり24カロリーのエネルギー消費量、すなわち、1秒あたり
の基礎代謝量、BMR (Basal Metabolic Rate)。日本人はBMRの40倍、北米人、80倍、世界平均16
倍、を使っている。ちなみに、馬は750ワットとされている。つまり1馬力は7.5人力～。
グリコは一粒300メートル～・・・よ～わかる？なんのこっちゃ？
自然真営道(安藤昌益の著書)を心に留める＝人間以外の生物はすべてが、BMR だけで生きている。
他の生き物に迷惑をかければ、いづれ自分にツケが回ってくるゾ～、と思いませんか？
- 3 手に持っている重さが重ければ、少しの追加では重さの増加を感じない。持っている重さが少なけれ
ば、同じ重さの追加をグツと感じる(ウェーバー・フェヒナーの法則)。お金で考えても同じこと、所持
金が多ければ、儲けの喜び(効用)を感じにくい。これは、重さでもお金でも、エネルギーでも、地震の
エネルギーでも、星の明るさでも、同じこと。ものの量が増えたときの喜び(効用)の増え方は、すでに
存在する(持っている)量の逆数で定まる。これを少し捏ねくり回すと、持っている量のケタで、アリガ
タサが決まるという結論になる。さらに捏ね回すと、エネルギーの桁、エントロピーを使って。発電機の
効率が計算できる。例として、原子炉はおよそ300万キロワットの熱を発生しないと100万キロワット発
電ができないという結果になる。
お金のケタ、1円持ってる時(0ケタの数)1円追加 → 倍! 百万円(6ケタの数)あるときの
1円追加 → 1/百万、の喜び増加。お金の量が100万倍になって、喜び(ケタ数)が6増える!
地震のマグニチュード、エネルギーが31.6倍増すごとに、Mが1上がる。星の明るさ、6等星100
個で1等星1個の明るさ。 $U = \ln \text{¥}$ 、 $\text{¥} = e^U$ (Uはお金のケタ数、すなわち効用、アリガタさ)。
- 4 つまり、豊かになるほど、喜びは得にくくなる。ストレスは健康の元。感動は前進、満足は後退。安
易で豊かな社会は、不幸。仕事があること、頑張り、が必要な緊張感のある社会こそ持続的に楽しみがえ
られる、真の持続的社會。「持続的發展」はオクシモロン(矛盾語)の典型例。發展には必ず限界がある。
- 5 回到未来、Back to the future。中国のネット記事、百度(バイドゥー)による。
《回到未来》是一个美国科幻电影系列，共有三部，分别拍摄于1985年，1989年和1990年。它告诉
人们未来不是一成不变的，是掌握在自己的手中，每部电影充满喜剧性的同时也有很深的寓意，发人深省。
日本語訳：バックトゥーザフューチャー、はアメリカの映画、3部作。その映画は、人類の未来は一つに
決まっているのではなくて、我々自身の手の中にあることを示している。滑稽なドタバタ劇だけれども、実
は深い寓意をもっていて、我々の生き方、サステイナビリティに対して深い反省をうながすものである。
- 6 仏弟子「はんたか」の教え「塵を払う → 心の塵を払う・ラジョ・ハラナン、ラジョ・ハラナン～」

京都エネカン 新宮秀夫
603-8051 京都市北区上賀茂榊田町54 ハイツあすは TEL&FAX 075-722-1223
shideo@enekan.jp http://www.enekan.jp/

1. 大変珍しい金環日食

地球のどこかで年間数回もあるらしいですが、日本での金環日食は1987年9月の沖縄以来で、関西では282年ぶりです。次に日本で金環日食が見られるのは2030年6月1日の北海道で、京滋では2041年10月25日まで待たなければなりません。ましてや今回は月の本影が鹿児島から東京まで日本列島に沿って走るという稀有（932年ぶり）の現象でした。

2. 双眼鏡投影機

今回観測に使用した双眼鏡投影機は、針孔写真機の針孔の替りに双眼鏡を取り付けたものです。30cm立方くらいの段ボール箱の外から双眼鏡の接眼レンズを差し込み、その対面に投影用の白紙を貼ったものというイメージの簡単な装置です。

先ず、太陽像が投影できる原理を説明します。

(1) 望遠鏡の原理

虫眼鏡（対物レンズ）で焦点距離より十分遠方を見ると、目の側の焦点より後ろに倒立像が見えます。空間に浮かんだ実像であってこの場所にスクリーンを立てるとこの像が投影できます。虫眼鏡（対眼レンズ）で焦点距離より近い（内側）で細字を見ると、その奥に拡大した虚像の字が正立で見えます。

望遠鏡はこれを組み合わせたものです。対物レンズで遠方の景色の倒立実像を対眼レンズの焦点の内側に結ばせ、接眼レンズで拡大してこの倒立虚像を見るものです。

従って投影できる実像は望遠鏡の外にはありません。

望遠鏡、双眼鏡では、ミラーや倒立レンズを挿入するなどの手を加え正立の景色が見えるようになっています。

(2) 望遠鏡で近点を見る

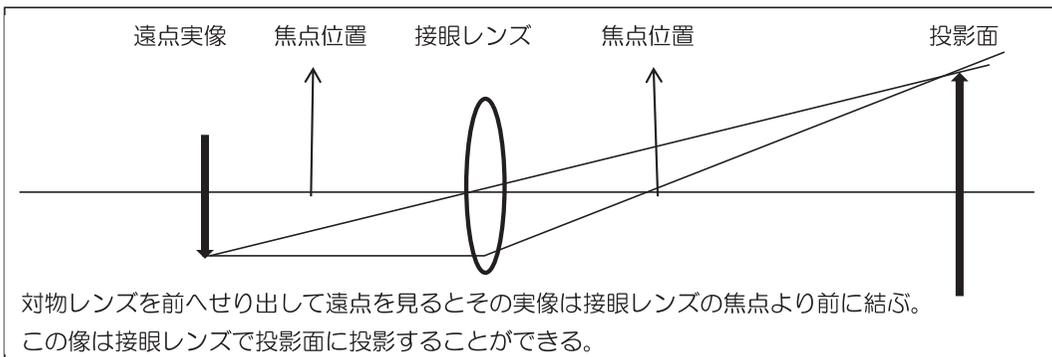
近点を見ると遠点に比べ実像面は手前へ移動し、対眼レンズに近づきすぎてピンボケになります。

それで対物レンズを前方へせり出させてシャープに見える位置へ実像面を戻します。

(3) 再び遠方を見る

対物レンズが前へ出た分だけ遠点の実像面は前へ移動します。ここが接眼レンズの焦点の前方（外側）であれば、接眼レンズによって後側の焦点の尚後方に倒立実像を結ぶことができます。ここは望遠鏡の外ですのでスクリーンを立て投影像を見ることができます。（下図）

双眼鏡は正立視処置がしてあるので投影像はまた倒立となります。



(4) 目視像への変換

倒立像と言いましたが、上下だけでなく点対象に反転しています。実像面にスリガラスを立て、後から見た像がこれです。

観測するスクリーンへの投影像はこの像の左右反転像です。撮影後、上下反転させると正位に戻ります。

3. 観測装置の製作

素麺の空き箱のふた4枚で枠を作り手前のパネルに双眼鏡の対眼レンズを差し込みました。

落下しないように紐で結わえます。下40%にグリッド線を記入した白紙をその対向面に貼り付けます。

対眼レンズから320mmの隔たりでした。

側面の一方は厚紙で閉じ、他の一面はダンボールで半分閉じ、開いているところからカメラを向けます。

双眼鏡はNikon 8×24プリズム双眼鏡(昭和49年)の年代物です。

4. リハーサル

(1) 双眼鏡の焦点合わせ

双眼鏡を太陽に向けてと直径約2.5mmの像が2個写ります。

焦点調節の軸を廻して像の輪郭が最もシャープになる位置を探します。右接眼レンズに視度調節リングがありましたので2個の像ともにピントが合うようにしました。

(2) 投影面の明るさ

箱を閉じ切って、かつカメラポートを作って覗くと真っ暗の中に太陽が輝いて美しいです。

しかし視野面積の中の太陽の面積は数%です。カメラの露光は平均的な明るさで自動設定しますので感度を高める設定になり、輝く太陽像はハレーションで囲まれたひどい露出オーバーとなります。

チェックをしながらのマニュアル露光が良いかもしれませんが、刻々太陽が変わりますので対応しきれないでしょう。

(3) カメラの焦点合わせ

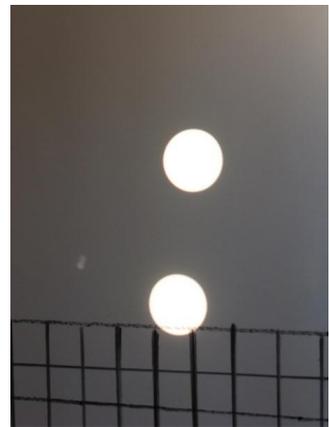
露光は手動があってもデジカメでは焦点合わせは機械任せで手の施しようがありません。昨年、中秋の名月をデジカメで撮影した時、私のカメラは2、3回遠、近の焦点合わせの往復をした挙句ギブアップをしました。虚空に輝く円盤にピントを合わせるノウハウは教えてもらってないようです。

結局、乱写をしてよいのを選びました。日食は時間に追われますので一発勝負です。

この経験からも、暗い投影面は露光のみならず、ピント合わせにも適しないと考えました。

半開きの間接光で投影面を明るくし、碁盤目でスピーディーな焦点合わせのアシストをします。

リハーサル写真の一例を上を示します。



5. 金環日食の観測結果

2012. 5. 21朝、京都市西京区の我が家は快晴に恵まれました。

京都ではかろうじてリングがつながる北限です。

双眼鏡での投影像を撮影しました。光学的には実像とは点対称の像になりますが、箱の内側の投影像は左右が反転して左右は正位になりますのでこれを撮影し、上下反転して目視像に合わせました。

撮影した写真は太陽の右下から欠け始めました。



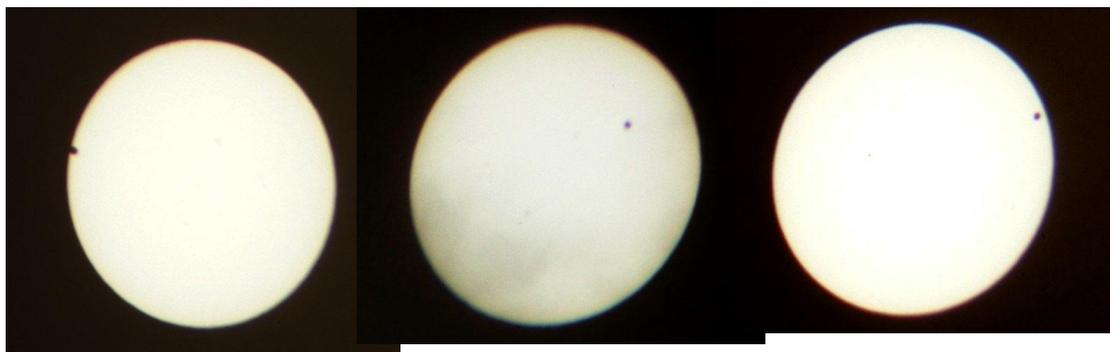
6. 付録：金星の太陽面通過

前回は8年前、前々回はその130年前にあった現象で、これもまた珍しいチャンスです。

京都では6月6日の下記の時刻に金星が太陽面を通過しました。

第1接触	第2接触	食の最大	第3接触	第4接触
7時10分57秒	7時28分34秒	10時29分53秒	13時30分14秒	13時47分39秒
高度：28度		高度：68度		高度：68度

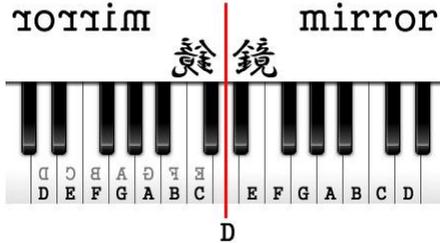
視野角度では金星の直径は太陽の3%に過ぎないので、上記の双眼鏡投影機で観測できる分解能があるかどうか疑問がありましたが、近隣の皆さんに楽しんでいただけるほどにはっきりと金星の通過を確認することが出来ました。撮影した投影像を下に示します。



発想の転換 I

鏡音楽

鏡音楽、というタイトルですが、昨年のエネカン総会の前、6月はじめに、ヘタなピアノを弾いていて、どうしても左手の指が思い通りに動かないので、同じ音符を右手で弾いて見ようとして、ハッと気づいたことです。一曲ぜんぶを右手と左手逆に弾いて見る。つまり右手の音符が、ドレミとなっていたらそれを左手で、ミレド、と弾く、というようなやり方で曲を演奏してみる。もちろん、#はbに変えて弾きます。発想はそれでオシマイですが、実際そんなことして、どうなるんや、と思ったのですが、やってみたら、なんと、少々聞きなれない音楽ながら、とにかく音楽にはなって聞こえる！とわかりました。



左の図のように、ピアノの鍵盤はレ(D)の音を中心にとすると、左右対称になっています。ですから、音符を D→D, E→C, F→B, G→A, A→G, B→F, C→E, D→D、と書き替えれば、鏡譜ができます。実際に楽譜を書くのは大変でしたが、エネカン会員のタレントのおかげ様で次頁のとおり、バッハ・インベンション1番の鏡譜ができました。

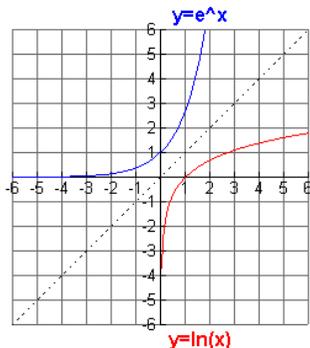
1年間かけて、こんな試みについて人に尋ねたり、調べたりして、こんな発想はすでに知られてはいることはわかりました。けれども、実際にこれを楽しんでいる人は少ないようなので、改めてこれをエネカン冊子10号に楽譜つきで次頁に紹介する次第です。今まで、多くの人にヘタながら、鏡版インベンションを聞いてもらいました。変やね〜、の一言が返ってくることも、ありますが、オモロイ、良い感じ、という人も多いです。小生としては、自然の原理として、左右逆転の演奏が可能なので、これは鏡が自然にあるのと同じこと、鏡に映る顔がおかしい、といって知らん顔するのも不自然か〜。と思っています、「鏡の国」に入ったアリスが聞いた歌はこんな音楽だったでしょうね。



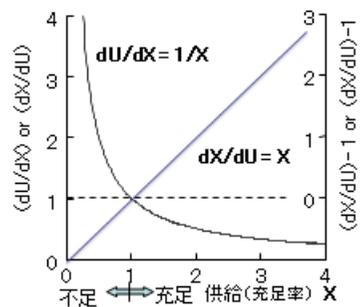
Spiegel Musik (鏡音楽) として知られるモーツアルトの曲があります。これは前後逆に演奏できるように作られた曲で、左右対称の音楽ではありません。<http://www.youtube.com/watch?v=OI9PTqK85CE>
 数学的に、鏡音楽の解析をしたネット記事もあります。音楽の対称性が書いてあります。
<http://math152.wordpress.com/2008/10/20/symmetry-in-music-pianos-and-keyboards/>

鏡に映す、という原理は、数学の世界にも勿論あります。すぐに思いつくのは、高校で習った、関数と逆関数の関係です。2次関数、 $y = x^2$ の逆関数は、 $x = y^{0.5} = \sqrt{y}$ 、つまり、式を y について解くか x について解くか、という問題ですから、何も関数の本質は変わっていないけれども“見方”を変えれば面白い別の視点から数式の意味が理解できるわけです。

そこで、今号のエネカン冊子のあちこちにすでに書いた、数 x とその数のインパクト、功利、utility、アリガタサ、エントロピーとかを u で表した時に生まれ出た、 u と x との関係 (関数関係) を見返すと、 $x = e^u$, $u = \ln x$ の2つの式になっています。結局、ある数 x の桁数を u とすると、これら2つの数は互いに、逆関数の関係なのです。関数と逆関数とをグラフで見ると、何と！これらはお互いに、 $y = x$ という直線を境 (鏡という字に似てますね〜) にして左右対称なんです。



ウィキから借りた左図は、上記 u を図上の y と見れば、重量 x と重いという感覚 u 、所持金 x と嬉しさ u 、エネルギー集中度 (温度 T) とエントロピー (S) などの関係をつなぐ鏡関係 (逆関数) を表しています。右図は、 x が増減したときの u の増減、とその逆。微係数、を描いたもの。自己逆関数? $y = x$, $y = 1/x$ になっている。



Mirror Bach Invention 1

Kyoto ENEKAN 2012-04-27

Piano

The musical score is written for piano in 4/4 time. It consists of five systems of two staves each. The first system begins with a treble clef and a bass clef. The second system starts with a treble clef and a bass clef. The third system starts with a treble clef and a bass clef. The fourth system starts with a treble clef and a bass clef. The fifth system starts with a treble clef and a bass clef. The score includes various musical notations such as notes, rests, accidentals, and dynamics.

11

Musical notation for measures 11 and 12. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 11 features a treble staff with eighth-note runs and a bass staff with a half-note accompaniment. Measure 12 continues the treble staff's eighth-note pattern and the bass staff's accompaniment.

13

Musical notation for measures 13 and 14. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 13 shows a treble staff with a half-note followed by eighth-note runs, and a bass staff with a steady eighth-note accompaniment. Measure 14 continues the treble staff's eighth-note pattern and the bass staff's accompaniment.

15

Musical notation for measures 15 and 16. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 15 features a treble staff with a half-note followed by eighth-note runs, and a bass staff with a steady eighth-note accompaniment. Measure 16 continues the treble staff's eighth-note pattern and the bass staff's accompaniment.

17

Musical notation for measures 17 and 18. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 17 shows a treble staff with a half-note followed by eighth-note runs, and a bass staff with a steady eighth-note accompaniment. Measure 18 continues the treble staff's eighth-note pattern and the bass staff's accompaniment.

19

Musical notation for measures 19 and 20. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 19 features a treble staff with a half-note followed by eighth-note runs, and a bass staff with a steady eighth-note accompaniment. Measure 20 continues the treble staff's eighth-note pattern and the bass staff's accompaniment.

21

Musical notation for measures 21 and 22. The system consists of a grand staff with a treble clef on the upper staff and a bass clef on the lower staff. Measure 21 shows a treble staff with a half-note followed by eighth-note runs, and a bass staff with a steady eighth-note accompaniment. Measure 22 concludes the system with a double bar line and a fermata over the final notes in both staves.

発想の転換 II

① 重荷を分担してはいけない。漸見律諸説経 第七十四

ウェーバー・フェヒナーの法則によれば、重荷 W を持つ時に感じる、重さの感覚（重さの効果、これを u で表す）は、重さの数値そのものではなく、重さの“対数”に比例する。対数、とは W の数値の桁の値のことである（桁はたとえば、10 円、なら 10^1 だから 1、1,000,000 円（百万円）なら 10^6 だから 6。というように（0 の数を数える）数である。（以下は桁を数えるベースとして 10 ではなく、 $e=2.71828\cdots$ 、を使って考える）。

2 人の人がそれぞれ、 W_1 、 W_2 、の重さを持つときには、従って 2 人それぞれが重い、と感じる感覚、 u_1 と u_2 との合計は、 e をベースとするとき、 W の“対数”は、 $\ln W$ 、と書かれるから、 $u_1 + u_2 = \ln W_2 + \ln W_1 = \ln W_1 W_2$ となる。

つぎに、2 人が相談して、それぞれの持つ重荷を平均して、同じ重荷として持つことを決めると、各人がそれぞれ、 $(W_1 + W_2) / 2$ の同じ重さを持つことになり、従って感じる重さの感覚は同じとなり、それを u' と書くと、2 人の重さ感覚の合計、 $2 u'$ は、 $2 u' = \ln (W_1 + W_2) / 2 + \ln (W_1 + W_2) / 2 = 2 \ln (W_1 + W_2) / 2$ となる。

重さ感覚の合計値を、相談後から相談前を引いて比較すると
 $(u_1 + u_2) - 2 u' = \Delta u = 2 \ln (W_1 + W_2) / 2 - 2 \ln \sqrt{W_1 W_2} = 2 \ln (W_1 + W_2) / 2\sqrt{W_1 W_2}$
となる。

これは 2 人の重さ感覚合計の変化だから、1 人当たりの重さ感覚の変化は、
 $\ln (W_1 + W_2) / 2\sqrt{W_1 W_2}$
で表すことができる。

算術平均 \geq 幾何平均、の原理から、 $(W_1 + W_2) / 2\sqrt{W_1 W_2} \geq 1$ であるから、上式は必ずプラスになる。つまり、相談して重荷を平均に分担すれば、2 人の重さ感覚の合計が増え、従って 1 人平均の重さ感覚が増える、ということになる。 W_1 、 W_2 、の値の相違(差)が大きいほど、平均の重さ感覚の増え方は大きくなる。以上がお経に書かれている、**重荷は分担してはいけない**、という教えの根拠です。

（天の声：要するに、軽くなった～、という側の気持ちより、重くなった～、という側の気持ちの方が必ずキツイ。ということでごわす！）ウレシサよりクルシサのほうが感じやすい。

ラテン語にも、Ubi emolumentum, ibi onus. ^{リヤク}ご利益あれば、それだけの ^{バチ}罰もある（バチの方がゴリヤクよりきつく感じる）。という諺あり。emolumentum は、効用（utility）と訳される。onus は重荷、負担。

② 税金は、ばらまいてはダメ。重荷分担の原理を、お金に付いて考える。

お金の所持額を $¥$ と書きます。1 人が $¥_1$ もう 1 人が $¥_2$ のお金を持っているとして、式を作ると、上記重さの場合とまったく同じく、持ち金全部を均等に分けると、分ける前に較べて u がどう変化するでしょうか（この場合の u は、効用（ユーティリティ、utility）とよばれて、お金の所持を嬉しく思う気持ちを表します）。上記のとおり計算すれば、1 人当たりの平均の u の増加は、 $\ln (¥_1 + ¥_2) / 2\sqrt{¥_1 ¥_2}$ となります。

具体例を書くと、1 円持つ人と 1,000,000 円（百万円）持つ人が相談して、分け合えば 1 人が $(1 + 1,000,000) / 2 \cong 500,000 = 5 \cdot 10^5$ 円ずつ持つこととなります。

効用 u の変化は、 $\Delta u = 2 \ln 5 \cdot 10^5 - \ln 10^6$ ですが、自然対数の代わりに常用対数（10 を桁計算の底とする）で表せば、

$2 \log 5 \cdot 10^5 - \log 10^6$ となり、これは、 $11.4 - 6 = 5.4$ 、これだけの効用、喜びが増えたこととなります。

喜びが増えたら、良いじゃないの～、といっってはダメなんです。これを百万円持つ 1 人と、 n 人の 1 円持つ人で分ける話に広げて考えると、 n がどんどん大きくなれば、結局増える喜びが 100 万に近づく。けれども百万も喜べれば良い、と考えるのは政治家（真っ当でない政治屋）ですが、百万の喜びは n 人という百万をはるかに超える大衆。ですから、1 人当たりの喜びはムシできるほど小さい。一方、百万円を 1 人（政治家）が孤児院建設に使えば、 n 人がほんの少しずつ計百万喜ぶよりはるかに、有効。というのが結論です。つまり、重荷は分担してはダメ、というのと同じく、**集めた税金をバラマイテはダメだ**。という原理がここに現れるわけです。（ $¥$ 円所持の 1 人と 1 円所持の n 人とが均等にお金を分けた時の喜び u の変化は、 $\Delta u = n \cdot \ln(n + ¥) / (n + 1) - n \ln(1) - \ln ¥$ n が大きいときは、 $\Delta u \cong n \ln(1 + ¥/n) \rightarrow ¥$ ）。

重荷であれ、お金であれ、せつかく集中したもの（桁の大きい数）は、ムザムザと分けてはダメなんです。

③ 放射線の温度

グリコは一粒 300 メートルというキャッチフレーズが有名。ランニングしている時に人は BMR の約 10 倍すなわち、約 250 カロリー毎秒のエネルギーを使う。グリコは一粒 4 グラム、1 グラムの糖分のエネルギーは 4 キロカロリー、すなわち 16000 カロリー/粒。つまり、一粒食べると $16000 \div 250 = 64$ 秒間走れる。300 メートル走の世界記録は約 30 秒、だから普通の人なら 64 秒で 300 メートルくらい走れる。何が言いたいのか？つまり、エネルギーがいくら飴一粒にあるか、という代わりに 300 メートル走れる～！という誰にもわかる表現をする。分かりやすい！！コレも発想の転換例ですね。

さて、ここで取り上げるのは、グリコ一粒が 16000 カロリーというエネルギーの量についてです。食事のエネルギーはカロリーという単位で計られますが、電気や仕事のエネルギーは、0.24 カロリーを 1 ジュールとする単位で計る習慣になっています。16000 カロリーは約 67000 ジュールになります。これだけのエネルギーで人は 300 メートル走れる。というエネルギーの有りがたさ？を先ず頭に入れて下さい。

次にエネルギーの怖さについてです、放射線の被曝は目に見えないので、誰もどれだけ怖がったら良いのか、皆目わかりません。解説を読むと、地球上の何処にいても、年間 1~3 ミリ・シーベルト位の被曝はする。と書かれています。京都も大文字山という何十万年前の活火山跡がありそこには放射性銻物もあるので、大文字に近い京都大学のキャンパス辺はシーベルトが高いようです。

さらに解説には約 1 シーベルト (= 1000 ミリシーベルト) の放射線を浴びるとかなり重大な症状が体にでるとされています。ここで、取り上げるのは、先述のグリコのカロリーもエネルギーなら、放射線被曝のシーベルトもエネルギーだ、という点です。実はシーベルトはエネルギーそのものではなくて、被曝したエネルギーの量を測る単位としては、グレイ、という目安があるのですが、今世間で問題になっている、セシウムから出る γ (ガンマ) 線、については、グレイとシーベルトが 1 対 1 の換算レートなので、ここではシーベルトをエネルギーと見て話しを進めます。

結論的には、1 シーベルトは身体 1 キログラム当たり 1 ジュールの放射線エネルギーが飛び込んだ(被曝した)ことを示す指標なのです。お気づきの方もいるでしょうが、グリコは一粒 67000 ジュールのエネルギーです。体重 67 キロとしても、これだけのエネルギーを放射能として体に受け入れるなんて、つまり 1000 シーベルトの放射線被曝なんて、想像外の事件ですね。

何故、一粒 300 メートル走れる、と喜べるエネルギーと同量のエネルギーが問題外のソトみたいな、ダメージを体を与えるのでしょうか？これは、同じエネルギーでも集中度によって効果が違う、ということです。効果、という言葉は先に取り上げたお金の効用、重さのツラサ、とかと同じく、大金持ち(お金の集中度大)は、庶民多くにバラまいて喜ばすことも出来るけれども、太陽光発電の大規模施設をつくって、環境問題に貢献する事もできる、という可能性(インパクト)を社会に与えるチョイスもある。ということに似ています。大きな効果はエネルギーの集中度に付随する現象です。

そこで、どれ程、グリコと放射線とで、エネルギーの集中度、が違うのか、が気になります。これは誰でも慣れ親しんでいる、温度 T、で考えると便利なのです。そうです、温度はエネルギーが 1 個の粒子、1 モルの粒子の集まり、当りにどれだけ集中しているかの目安なのです。

結局、グリコのエネルギーの温度 T_G と セシウムのガンマ線の温度 T_γ とを調べれば、感覚がつかめそうです。グリコ、すなわち糖分が完全に密閉されて燃える時に到達できる温度は数千度としましょう。一方、セシウムのガンマ線は約 66 万 eV(エレクトロンボルト)とされています。eV とは 1 個の粒子がもつエネルギー量の単位ですが、プラズマ科学という分野ではこれを温度に換算するやり方が決められていて、それによれば、 $1 \text{ eV} = \text{約 } 1 \text{ 万度}$ 、と覚えれば良いようです(1 モルという粒子の集合当たりで計算すれば、 $1 \text{ eV} = 23000 \text{ cal/mol}$, $T = \text{eV}/R = 23000/1.98 = 11616\text{K}$)。

結局、大まかに言えばグリコの温度 $T_G \cong 1 \text{ 万度}$ 、ガンマ線の温度 $T_\gamma \cong 66 \text{ 億度}$ 、というエネルギーの集中度の差が見えてきます。温度 T を先述の重量やお金と同じ変数と見ればその効用(インパクト)が温度の桁、として示されることになります。結局、大金持ちが、お金に見合った効果を広く及ぼせるのと全く同じ原理で、グリコの数十万倍のエネルギー集中度のガンマ線が、たったの 1 ジュールで人体に大きなダメージを与える可能性を持つことが理解できます。エネルギーの集中度 T の桁、という概念はエネルギー学では、エントロピーと呼ばれます。つまりお金の効用、荷重の感覚など、について書いた効用 u は、エネルギー学でのエントロピー S と同じ概念でありこれは、 $S = \ln T$ と表せます。

④ エネルギーの効率

エネルギーの集中度 T が異なる場所があれば、集中度が均一化する過程で仕事ができる、という原理はエネルギー学の基本ですが、これは式から見ても、お金の分配の場合と同じになります。カルノー効率 η と呼ばれる、温度 T_1 、 T_2 の温度不変の二つの熱源(一方はヒートシンク)があるときに、これら熱源間での熱の授受の過程で取り出せる最大の仕事は、高温側で減った効用(エントロピー)と低温側で増えた効用(エントロピー)とが同じ、という条件から、 $\eta = (1 - T_1/T_2)$ となります。これも、先述の、重荷の分担、と同じ原理に基づいているのです。

発想の転換 III

準結晶と黄金比 (化学 Vol.67 No.1 (2012) pp. 12~17 参照)

割り切れること、割り切れないこと

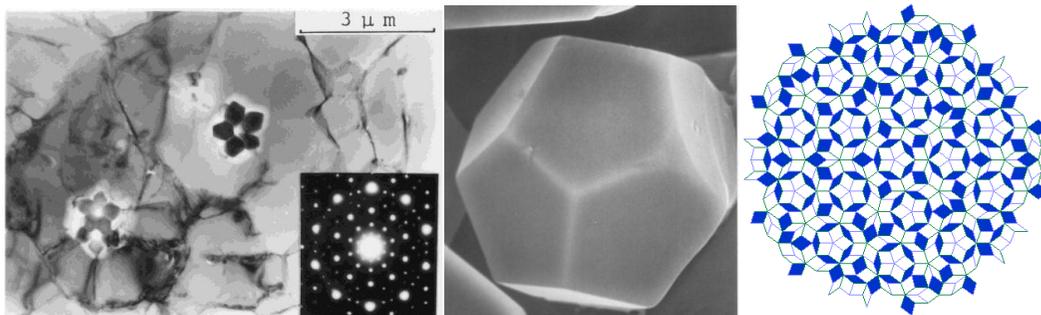
昨年秋に突然、雑誌社と新聞社から電話があり、今年のノーベル化学賞が決まり、準結晶というものを対象にシェヒトマンという研究者に与えられた、準結晶について記事を書いてくれ、という話しを受けた。新聞には適当なコメントを述べたが、雑誌の解説となると、いい加減は書けないので、いろいろ調べて、こちらにも、準結晶とはなにか、その面白さをエンジョイできた。

エネカン冊子用に肝心なところを紹介しようと考えて、例によって、一言でわかる準結晶、としてヒネリ出したのが表題の「割り切れる、割り切れない」という言葉である。分数の $2/4$, $10/2$, は割り切れるが $1/3 = 0.333 \dots$ は割り切れない。と我々は教えられてきた。ここでは、 $1/3$ も割り切れる数に、数えることにする。つまり、 $0.333 \dots$ のような循環小数が続く数は 3.0000 と同じく(コンマ以下は0がくり返し続けていると見れば循環小数である)割り切れた数と見るのである。

準結晶、という言葉からして、元は、結晶、から始まっているワケだから、結晶とはなにか、を知らずには、準、結晶を定義できない。で、結晶とは、原子、分子など粒子の集合であって、これらが規則的に、順序よく、くり返し並んでいる物質、としよう。順序よく、くり返して、という所が前記の、循環小数、という言葉と符号している。それに対して、縦横の長さの比が見た目に美しいとされる、黄金比と呼ばれる数は、数値が $1 : 1.61803398 \dots$ であって、いくら進んでも数が繰り返さない。こんな、割り切れない“くり返しの無い”順序で原子、分子が並んでも、それは“規則的”な3次元構造、つまり“結晶”にはならないであろう。よし、そんな構造モデルが人工的に作れたとしても、自然界にはそんな物質はナイであろう。と、まあ、みんなが思って(いや思って)いなかった、ところに上記シェヒトマンさんが顕微鏡で写真を撮り、構造が“くり返しでない”けれども規則的である証拠を出してしまった。

準結晶が何か、の説明はこれで終わり。皆さんは、それが何の役に立つの?と聞かれるかもしれませんが、そんなことは政府の仕付けのオバサンに任せればよろしい。なぜ研究が世界一でなければなりませんの?と聞く人はもうハナから、相手にもナラン。世界一でない研究なんて、研究ではナイ、とアリストテレスの形而上学にすでに書いてありませす。

折角なので、準結晶の現物、アルミニウム合金2種にそれぞれ出現した20年以上前に京大大学院生だった、川浦、岩佐、の両君が撮った電子顕微鏡写真を見て下さい。5回対象は桜の花を始め自然界には多いけれども、結晶にはナイ形です。中央の正12面体(ドデカヘドロンとよばれイピツさのシンボル?)の結晶もナイ。割り切れない、規則性のユニークさの証拠です。



右側の図は、ペンローズ模様と呼ばれる、2種類のタイルを基本として壁を隙間なくタイル貼りするときの模様。太いタイルと細いタイルの数が黄金比の割合(太が多い) $1:1.61803398 \dots$ になっている。くり返しはないけれども見た目にも規則的に見える。これは、2次元の準結晶とも見させる構造です。

そこで、1次元の準結晶、を考えると、それは1202年にイタリア人フィボナッチ氏が発見した、フィボナッチ数列と呼ばれるものです。最後のページにフィボナッチ数列を元にしたネックレスを掲げました。

割り切れない数、とここで呼んだのは、数学的には無理数、であり、割り切れる数、とはいわゆる有理数のことを指しています。集合論、という数学分野では、有理数と無理数では、密度?が違うらしい。有理数の密度の大きさ(基数カーディナル)を \aleph_0 と書けば、その次に密度の大きい数は $\aleph_1 = 2^{\aleph_0}$ とされています。この関係は、すでに、何度も書いた、数 x とその u との関係、すなわち数と数の桁、の関係です。数式の上では、単に逆関数の関係にある、 x と u ですが、この関数が桁を示す関数(指数関数、対数関数)であれば、お互いに密度の違う別世界の数なのでしょうか。

x が0から1まで変化するとき、効用 u はマイナス ∞ から0まで変化します。 x が1から ∞ まで変化すれば、 u は0から ∞ まで変化します。住んでいる世界が違う x と u ですから、お互いの振る舞いを、よこから、分かりやすく説明できるのかも知れませんね。温度とエントロピーもこの関係にあります。

エネカン集会の写真集です。

2012年2月18日、明石市中崎公会堂 大広間、夏目漱石が、こけら落とし、の時に講演した、という由緒ある古〜い建物で、ボランティア配食団体「ひまわり」と共催で集会。安藤昌益、自然真営道、に書かれていること、つまり、人間以外の生物はみ〜んな、基礎代謝量 BMR すなわち、体を維持するためのエネルギーだけで生きている、人間だけば、BMRの40倍（日本人）も使って威張ってるのは、どうなってるんや？

というような話、ついでに、持てば持つほど、アリガタサ、は感じにくくなる。というウェーバー・フェヒナー、の法則を実験、ボランティアで実験協力してくれたのは、明石市職員の若者。好青年を職員にする明石市にサチあれ〜、明石ゴミ研究所（通称ゴミ研）の女性代表（エネカン会員）も参加。

主催の配食ボランティア団体ひまわり、代表の入江さん、80才を超えてカクシャク皆に頼りにされてる。日本国の首相も見習え〜！



Weber-Fechner
実験をする明石市職員の若者

いい雰囲気ですね〜、古い建物だけど、阪神震災にもビクともせんかった！

5月19日東京集会。東大の講義室？で勉強、の雰囲気。



10才の少年も公務員氏も Weber-Fechner
の実験にボランティア。



こちらは3月17日の京都集会。エントロピーとはなにか？放射線被曝のマグニチュードも地震のマグニチュード、みんな同じ発想で整理できる～！???



こちらは特許が査定になって大喜びで、東京集会で展示実演中の世界一のヒートパイプ中で動いて熱を運んでいる液は、ウイスキーです。泡の連続発生がコツ。発想の転換 IV～！

特許第 5013225 号 登録 2012 年 6 月 15 日

下の写真は、4月25日に京都の仏光寺で、お坊様40人程を前に、エネルギーの講演をした時の様子。なにしろ、演台の後ろに、ご仏壇が金びかに光ってるんですから、釈迦に説法だかなんだか、緊張しましたね～。

で、もちろん、ここでもウェーバー・フェヒナーの実験をやりました。若い坊様がボランティアになって下さいましたが、大変敏感な感覚の持ち主で、重～イブロックを持っていても、小さな木片をのせたら、分かりま～す、「ナムアミダブツ～！」と叫ばれてしまいました。やり難かったけれども、皆さん納得、感激してもらえました。ひょっとしたら、自分のお寺（自坊）で檀家の方を相手に実演されているかも。

持てば持つほど、アリガタサが減る。同じことだけれども、持てば持つほど、更に沢山のものを持たないと嬉しなれない。ということは、仏教の教えにも、もちろんバッチリ書かれていますね～。とか、言って、はんたか、の教えもこれなんじゃないかな～。と言ったら、皆さん大笑いされました。さ～すが、お坊様はみなさん、「はんたか」をご存じですね。こんなことは他の機会には無かったことで、こちらも感動致しました。

ラジオ・ハラナン、ラジオ・ハラナン、塵を払う、塵を払う～、という、はんたか、の教え、は拙著「儉約と幸福」第27話を読んでくださいね。



京都エネルギー・環境研究協会 設立趣旨

20世紀における日本の経済的発展は石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料および原子力利用によるエネルギーの大量消費によって支えられてきた。他方、資源の枯渇および環境汚染に対する危惧は、すでに19世紀の半ばから繰り返し指摘されて来ている。しかしながら、問題の重大さに関する社会的認識は今もって不十分であり、また、エネルギー有効利用および省エネルギー技術も未発達であるばかりでなく、普及も行われ難い状況にある。

この間すでに、植物の大量枯死の原因とされる酸性雨や、気候変動の原因とされる大気中の炭酸ガスの確実な増加など、取り返しのつかない数多くの環境変化が論議の余地のない事実として我々の身近に起こりつつある。また、一方でいくつかの資源の枯渇が目前に迫っているながら、他方で産業および生活廃棄物の処理場の不足が緊急の問題となる程の、大量の物資が捨てられている。更に、原子力の利用に関しては、放射性物質を扱い、その廃棄物の処分、保管が必要となるため、常に価値観の相違と利害損得に起因する争いの原因となっている。

このような、エネルギー・環境に関連する問題は、世界、とくにアジアにおける多くの人口を抱える国々が急速に経済的、工業的に発展しつつある現状を見ると、国際的、世界的な視点での解決を考える必然性を有している事が極めて明白である。すなわち、我々が日本において、エネルギーの有効利用、および省エネルギー技術の進歩と普及を目指すとともに、徹底した省エネルギーに基づく活力ある社会システムを構想し、その普及に努めて、世界をリードして行くことが、将来の世代に対する緊急的な責務であると言える。

かえり見るに、京都は1200年にわたって、世界に誇る文化を生み育ててきている。エネルギー・環境という、今、人類が直面している最重要かつ最も困難な問題に関しても、その根本問題を勇気を持って直視し、抜本的な解決に向かう社会活動を起こすに最もふさわしい地であると言える。

ここに我々有志は、「京都エネルギー・環境研究協会」を設立し、将来の世代に配慮する多彩な専門技術者と支援者を募り、非営利団体として、エネルギー・環境関連の技術、ならびに情報収集とその解析、持続可能な社会システムの理念についての教育、広報の推進を通じて、社会に貢献しようとするものである。すなわち、本研究協会は、公正中立な第三者機関のひとつとして機能することにより、京都における活動から日本全国、世界の国々へと発信すると共に、実務的な実績を挙げ、広く公益に寄与することを目指すものである。

平成13年4月2日

エネカン役員 代表理事 新宮秀夫 理事 原田道雄、勝矢寛雄、寺田利坦、
大西東洋司、堀江淳之助、石原慶一、安部裕一、醍醐市朗、
監事 足立芳寛



Fibonacci 黄金比ネックレス

今年のノーベル化学賞の対象となった「準結晶」の1次元モデルである「フィボナッチ(Fibonacci)」数列をネックレスにしたものです。

フィボナッチ数列は高校で習いますが、0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89・・・と続きます(前の2個の数字を加え合わすと次の数となる)。青ビーズの数も白ビーズの数もその合計も、各々この数列に従って増えます。ビーズ数が増えるほど、青の数と白の数を較べると、最もバランスのとれた比率と云われる「黄金比」(=1.6180・・・)に近づきます(テレホンカードなどカード類の縦横の長さは黄金比にされている)。黄金比は無理数だから何度見ても納得できない、割り切れない、飽きない、常に新鮮な感動が得られる、幸福になれる!?

作り方: 青→青白、白→青というルールで、例えば、青白青→青白青青白、のように前のピース列から、次のビーズ列に発展させます。写真は、青34個、白21個、合計55個のビーズで作られたネックレスですが、端末(写真では赤ビーズの右側の青玉の次ぎ)に来るべき白青、の2個は、対称性のために赤ビーズで置き換えてあります。どんなに長い黄金比ネックレスを作っても端末の白青、あるいは青白、の2個を赤で代表させれば、左右対称になります。

Enekan

京都エネルギー環境研究協会 (エネカン)
新宮秀夫

(2011/11/15)

入会案内

エネカン協会に興味をもたれた方のご入会を歓迎いたします。入会資格は問いません。下記入会申し込み書にご記入のうえ、ファックスか郵送して下さい。エネカンの下記ホームページに同じ書式が載せてあります、メールにて申し込んで頂いても結構です。

shideo@enekan.jp <http://www.enekan.jp/>

入会申込書

京都エネルギー・環境研究協会
代表 新宮秀夫 殿

私は本会の設立趣旨に賛同し、入会致します。

会員種別：

正会員、 賛助会員、 学生会員 (いずれかに○印)、口数：()

氏名：()

住所：〒

e-メールアドレス：()

tel：()

fax：()

会の活動に関する通知方法：e-mail、ファックス、郵送、(いずれかに○印)
特に事情の無い限り e-mail でお願いします。

会費納入先 郵便振替番号 00980-0-109536 (京都エネカン)
京都銀行下鴨支店 店番 142 普通口座 3207300
(京都エネルギー環境研究協会)
ゆうちょ銀行 店番 448 普通預金 3931604
(京都エネルギー環境研究協会)

正会員	会費年額	1口	1000円	5口以上
賛助会員	会費年額	1口	1000円	1口以上
学生会員	会費年額		1000円	
団体賛助会員	会費年額	1口	1000円	10口以上

(この入会申込書をコピーしてお使い下さい)

