

日本カトリック教会・正義と平和協議会・地球環境をまもる会 2010年1月19日(火)

終焉に向かう原子力と温暖化問題

京都大学原子炉実験所 小出 裕章

1. IPCC による評価と歪められた主張

地球温暖化と二酸化炭素との関係

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネル)は国際連合環境計画(United Nations Environment Program: UNEP)と国際連合の専門機関である世界気象機関(World Meteorological Organization: WMO)によって1988年に設立された組織です。本来は、気候変動枠組条約とは直接関係のない組織ですが、科学的調査を行う専門機関の設立が遅れたため、IPCCが数年おきに出してきた評価報告書(Assessment Report)が活用されるようになりました。図1にIPCC第4次報告書に示された地球の平均気温の変化を示します¹⁾。これによると、20世紀後半には100年あたり1.3度、最近の四半世紀だけを考えれば100年あたり1.7度温度が上昇しているとされています。

しかし、IPCCが依拠している地上の温度観測データの信頼性に問題があることも指摘されていますし、昨年11月に

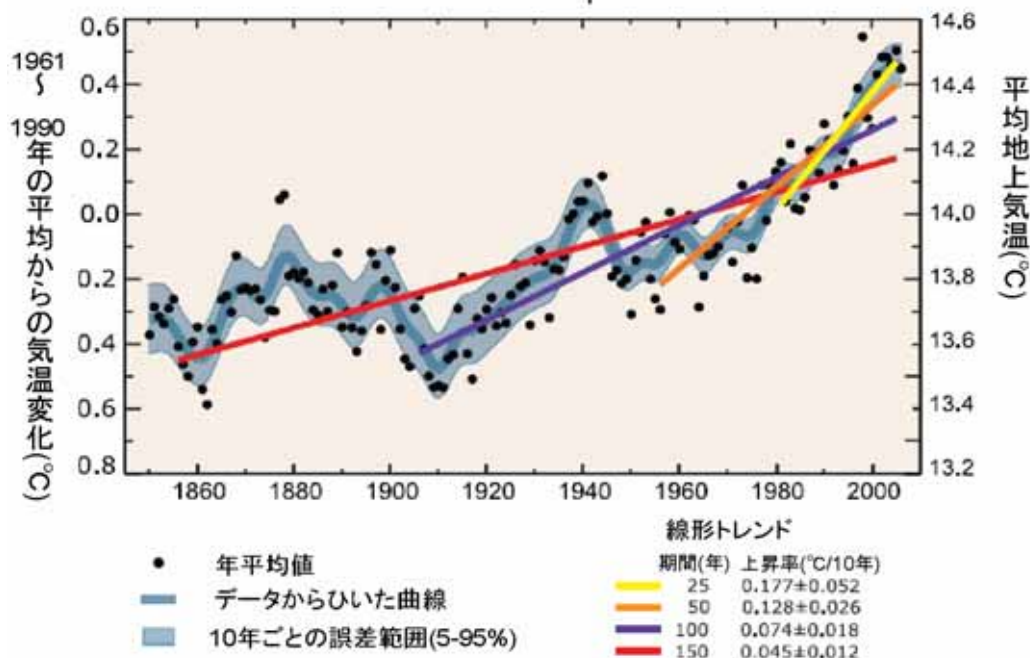


図1 IPCCが示した平均地上気温

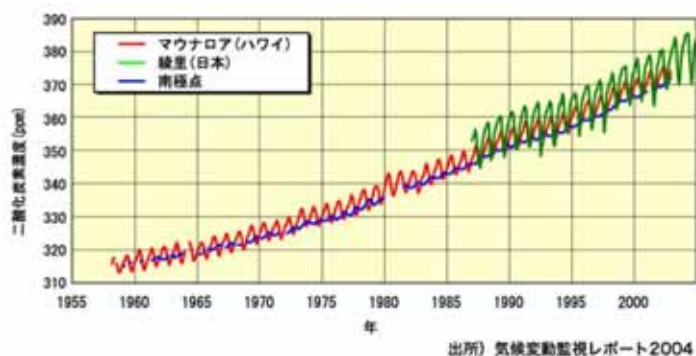


図2 大気中二酸化炭素濃度の変化

は、温暖化しているとして示されてきたデータが実は偽造されていたことも発覚しました。現在、そのことが深刻な問題として取り上げられるようになってきて、「ウォーターゲート」事件をもじって「クライメットゲート」事件と呼ばれています。しかし、過去 200 年程度の長さを見れば、わずかではありますが、地球が温暖化しているということ自体は、おそらく本当でしょう。

また、一方では図 2²⁾に示すように大気中の二酸化炭素濃度も増加しています。そして、その原因に人間の活動があることも本当でしょう。

京都議定書と二酸化炭素排出権

温暖化をこのまま放置すると人類にとっての世界、そして一部の動植物にとって破滅的な現象となる可能性もあるように見えます。一方、IPCC はその原因が二酸化炭素を主成分とする温室効果ガスにあると主張し、気候変動防止枠組条約 (Framework Convention on Climate Change, FCCC) を中心に、温室効果ガスの削減が最重要課題であるかのように宣伝されてきました。2003 年には京都で第 3 回締約国会議 (Conference of the Parties, COP) が開かれ、京都議定書が結ばれました。そして、温室効果ガスの放出に決定的な責任があるいわゆる「先進国」はそれぞれの責任の重さに応じて、温室効果ガスを削減する義務が規定されました。ところが、最大の責任がある米国は、自らの国益に合わないとの理由で、京都議定書から離脱してしまいました。日本は 2008 年から 2012 年の平均で、1990 年に比べて 6 %削減するように義務付けられ、日本政府は議長国としてその規定を受け入れました。しかし、長く日本の政権を握ってきた自民党政権は実質的に何らの対策も採らず、環境省が示した 2007 年度の確定値では、1990 年に比べて削減どころか逆に 8.7%も増加させています³⁾。ところが、2008 年度の速報値では、リーマンショック以降の景気の急速な減速のもとで生産活動が減少し、エネルギー需要が激減したため、1990 年比 2.0%増まで低下しました。このことは、経済活動のあり方で 1 年間に 7 %もの削減ができることを示しています。

民主党政権に変わって、2040 年に 1990 年に比べて 25%削減すると言うようになりましたが、経済成長を目指す姿勢自体は自民党政権時代と同じで、原子力をいっそう推進したり、国際的な排出権取引を使って、カネの力で乗り切るといふものでしかありません。この日本という国は、地球温暖化が地球上の生命環境に重要な問題だと言い、その原因が二酸化炭素放出にあると言いながら、自国が放出する二酸化炭素の量を一向に減らすつもりがありません。

失敗した「COP15・コペンハーゲン合意」

ブッシュ政権からオバマ政権に変わった米国も再度地球温暖化を防ぐ行動をとるかに見えました。そして、昨年暮れには米国も参加してデンマークのコペンハーゲンで COP15 が開かれました。ところが、「先進国」側が「途上国」側にも責任を負うよう譲らなかったため、会議は決裂、合意文書すらできませんでした。この間、急速に経済成長した中国が、今や米国と並んで、二酸化炭素排出量の双壁となったため、中国が実質的な対策を採らなければ、この問題の解決がないとの思いが「先進国」の強硬姿勢を支えました。しかし、もし二酸化炭素が地球温暖化の原因であるとするなら、いうまでもなくそれを放出してきたのは、「先進国」であり、「途上国」は一方的にその影響を受けさせられてきたのでした。その上、京都議定書で決めた約束すら、日本を含め先進国は守っていません。まずは「先進国」が自らの責任を果たさずとしないのであれば、いかなる合意もできる道理がありません。

歪められた主張

ただし、二酸化炭素が地球温暖化の原因だと言うのは、後に述べるように科学的に正しくありません。また、温暖化した時にどのような影響が出るかについても、大きな不確かさがあります。北極の白熊が絶滅するとかいう主張に至っては宣伝用の誇張です。それでも、影響が現れた時には遅すぎるという主張は成り立つでしょうし、予防原則を適用して、二酸化炭素の放出を抑えるべきだと言う主張も成り立つでしょう。しかしそれは科学的な判断ではなく、あくまでも政策的な判断にすぎません。

一番ひどい主張は、二酸化炭素の放出を減らすためには、化石燃料への依存をやめ、二酸化炭素を出さない原子力に切り替えなければいけないという宣伝です。今日の報告はそれが如何にてたらめかを述べるものですが、現在の二酸化炭素悪者説には、それだけでないたくさんの嘘があります。まず、地球温暖化の原因は多様であり、二酸化炭素だけが原因ではありません。そして本当に大切なことは、生命環境を守るためにはエネルギー浪費を減らすことこそ必要なのに、それがむしろ見えなくされてしまっています。

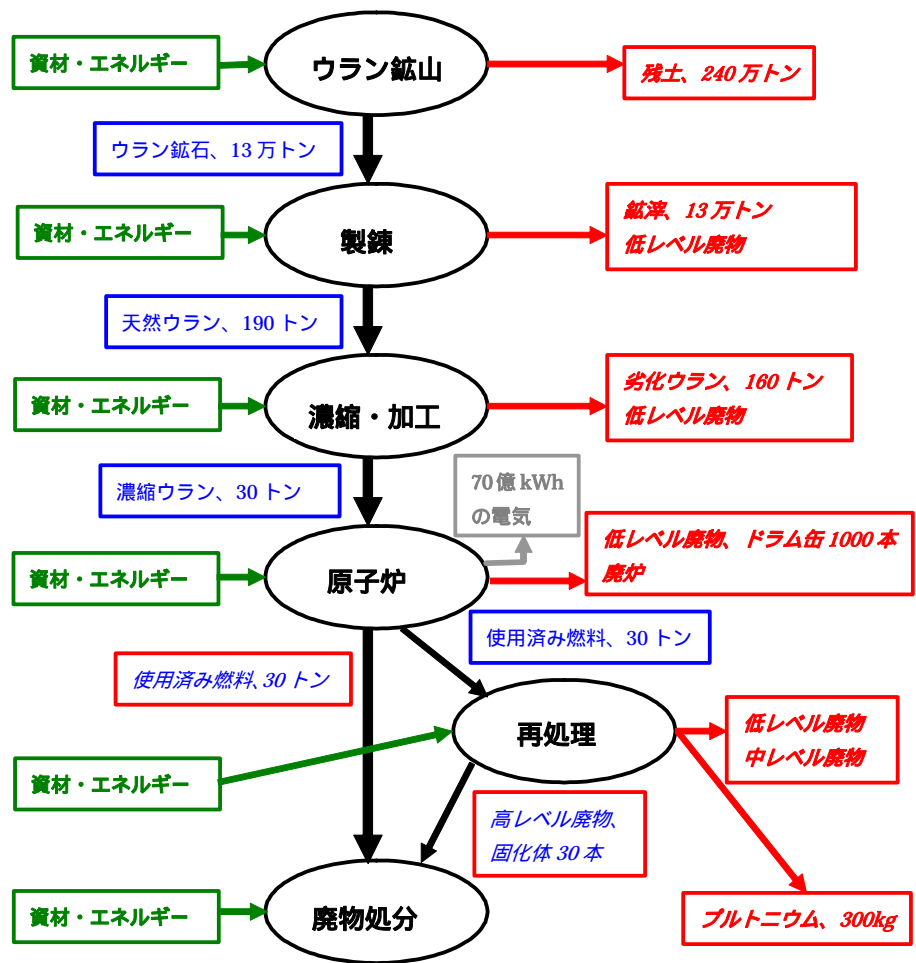
．原発は最悪

原子力発電もまた大量の二酸化炭素を放出する

原子力とはウランやプルトニウムの核分裂現象を利用します。核分裂現象は、通常の物が燃える場合に二酸化炭素が出る現象とは異なります。そのため、日本の国や電力会社は「原子力は二酸化炭素を出さず、環境にやさしい」と宣伝してきました。ただし、その宣伝は、最近では「原子力は**発電時**に二酸化炭素を出さない」に微妙に変わってきています。何故でしょう？

100万KWの原発を1年運転するために必要な作業の流れを図3に示します。図3で中央やや下より「原子炉」と書いた部分が原子力発電所です。これを動かせば、今日標準的となった100万kWの原

図3 100万kWの原発を1年運転するために必要な流れ



発の場合、1年間に約70億kWhの電気が生み出されます。しかし、この原子炉を動かそうと思えば、「ウラン鉱山」でウランを掘ってくる段階に始まり、それを「製錬」し、核分裂性ウランを「濃縮」し、原子炉の中で燃えるように「加工」しなければなりません。そのすべての段階で、膨大な資材やエネルギーが投入され、膨大な廃物が生み出されます。さらに原子炉を建設するためにも膨大な資材とエネルギーが要り、運転するためにもまた膨大な資材とエネルギーが要り、そして、様々な放射性核種が生み出されます。これら膨大な資材を供給し、施設を建設し、そして運転するためには、たくさんの化石燃料が使われざるを得ません。結局、原子炉を運転しようと思えば、もちろん膨大な二酸化炭素が放出されてしまいます。この事実があるため、国や電力会社も「発電時に」という言葉を追加せざるを得なかったのです。しかし、「発電時に」と言うことが原子力発電所を動かすことを示すのであれば、原子力発電所の建設にも運転にも膨大な資材や化石燃料を必要としているのですから、その宣伝もまた正しくありません。その上、たしかに核分裂現象は二酸化炭素を生みませんが、その代わりに生むものは核分裂生成物、つまり死の灰です。二酸化炭素は地球の生命環境にとって必須の物質ですが、核分裂生成物（死の灰）はいかなる意味でも有害な物質です。二酸化炭素を生まないとの理由だけを強調して、死の灰に目をつぶる議論はもともと間違っています。

JAROによる裁定

原子力を推進する国や電力会社は、原子力は二酸化炭素を出さないとして、「エコ」であるとか「クリーン」であると、マスコミ、ミニコミ、あらゆる手段を使って四六時中宣伝しています。このような宣伝の洪水に晒されれば、多くの日本人が、それを信じてしまうことはやむをえないことでしょう。その宣伝に違和感を思えた一人の若者がJARO（日本広告審査機構）に、こうした宣伝の正当性について審査を求めました。JAROは専門家による審査委員会を作って検討し、以下のような裁定を下しました⁴⁾。

今回の雑誌広告においては、原子力発電あるいは放射性降下物等の安全性について一切の説明なしに、発電の際にCO₂を出さないことだけを捉えて「クリーン」と表現しているため、疑念を持つ一般消費者も少なくないと考えられる。

今後は原子力発電の地球環境に及ぼす影響や安全性について十分な説明なしに、発電の際にCO₂を出さないことだけを限定的に捉えて「クリーン」と表現すべきでないとする。

あまりに当然な裁定ですが、JAROは民間の機関で強制力を持たないため、国と電力会社はこの裁定を無視して、相変わらず偽りの宣伝を流し続けています。

原子力推進派によるライフサイクルアナリシス

原子力を推進する人たちも、原子力発電を行うためにはさまざまな工程で二酸化炭素を放出することを認めています。ただし、彼らは、ライフサイクル全体を含めての評価なるものを行い、原子力が放出する二酸化炭素は火力に比べれば、はるかに少ないし、太陽光や風力に比べても少ないと主張しています。その評価を行ったのは電力中央研究所で、その結果は日本中の原子力推進派によって図4⁵⁾のように利用されています。この研究では、1kWhの発電をすごとに、石炭火力発電所なら975gの二酸化

炭素を放出するのに対して、原子力発電では 22g で済んでしまうということになっています。これが本当なら、53g の太陽光発電、29g の風力発電に比べても、原子力は二酸化炭素放出量が少ないことになります。

事実に基づかないシナリオ
しかし、ライフサイクル全体での二酸化炭素の放出量を評価するためにはそれぞれの発電方法が、どのような工程とどのような作業で構成されるかのシナリオを描かなければいけません。彼らがどんなシナリオを描いたのかは、図5を見ればわかります。

電力中央研究所が行ったこの評価⁶⁾では4種類のシナリオが取り上げられました。日本には東京電力などが使っている沸騰水型(BWR)と関西電力などが使っている加圧水型(PWR)の2種類の原発があります。また、原子力発電所の使用済み燃料中にはプルトニウムが生成・蓄積されてきますが、それを再処理によって取り出し、

燃料として利用する「リサイクル」という選択肢も考えられています。そのため、原子炉の型とリサイクルの有無によって4種類のシナリオが取り上げられました。図4に示されている22g/kWhという値は、図5の左から2番目の「BWR(リサイクル)」のもので、二酸化炭素の放出量が一番小さく評価されたものです。図4は関西電力のHPに掲載されている図ですが、関西電力はもともとBWRではなくPWRを使っています。その上、再処理は一向に進んでおらず、リサイクルなどできていません。したがって、もし関西電力が事実に即して描くのであれば、PWR(基本)の29gと描くべきでしょう。そうすれば、それだけで、原子力が放出する二酸化炭素は風力と同じになります。こんなところでも推進

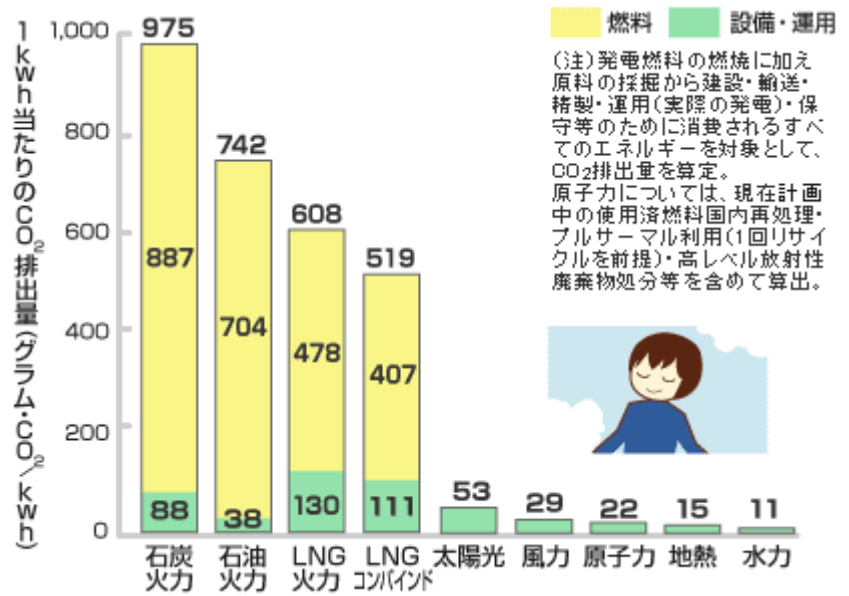
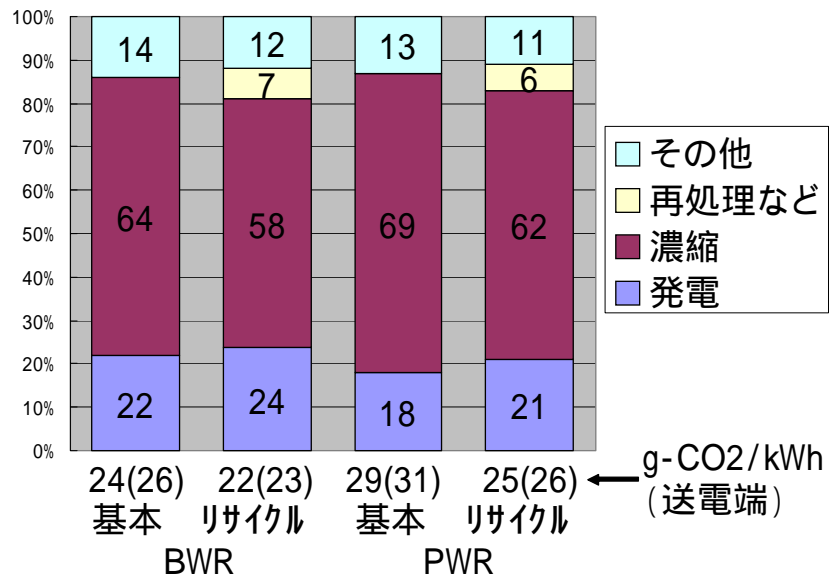


図4 原子力推進派による各種電源のライフサイクル二酸化炭素放出量の評価の宣伝



「再処理など」は再処理、MOX製造、HLW貯蔵・処分を含む。()内の数値は、使用済み燃料を200年間の貯蔵後に最終処分する場合。
図5 推進派による原子力発電の工程別二酸化炭素放出割合

派の姑息な宣伝が見て取れます。

また、図5から見て取れるように、どのような仮定を採っても、6割前後は「濃縮」作業から放出されることになっており、廃物処分など「その他」の工程から放出される割合は1割強に過ぎないとされています。しかし、図5の脚注にも書かれているように、使用済み燃料の保管期間が200年になれば、それだけで二酸化炭素放出量は1~2g増えてしまいます。後で述べるように、使用済み燃料は100万年に亘る管理が必要な毒物で、仮に20万年貯蔵するなら放出される二酸化炭素はさらに1000~2000gも増えてしまうことになります。シナリオが描けない段階で、二酸化炭素の放出量を計算し、あたかも原子力利用での二酸化炭素放出量が少ないかのように主張することはもともと正しくありません。

膨大な温廃水

今日100万kWと呼ばれる原子力発電所が標準的になりましたが、その原子炉の中では300万kW分の熱が出ています。その300万kW分の熱のうちの100万kWを電気をしているだけであって、残りの200万kWは海に捨てています(図6⁷⁾参照)。私が原子力について勉強を始めた頃、当時、東大の助教授をしていた水戸巖さんが私に「『原子力発電所』と言う呼び方は正しくない。あれは正しく言うなら『海温め装置』だ」と教えてくれました。300万kWのエネルギーを出して200万kWは海を温めている、残りの3分の1を電気をしているだけなのですから、メインの仕事は海温めです。そういうものを発電所と呼ぶこと自体が間違いです。

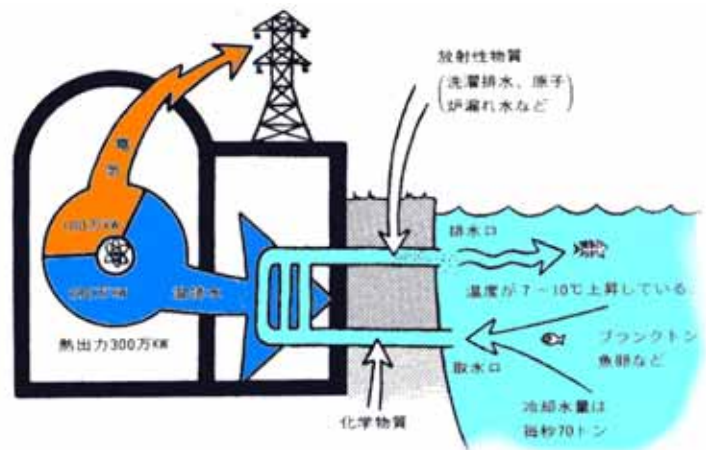


図6 「原子力発電所」は「海温め装置」

その上、海を温めるといことは海から見れば実に迷惑なことです。海には海の生態系があって、そこに適したたくさんの生物が生きています。100万kWの原子力発電所の場合、1秒間に70トンの海水の温度を7度上げます。東京にある河川では、荒川で1秒間に30トン、多摩川で40トンしか水量がありません。日本全体でも、1秒間に70トンの流量を超える川は30に満ちません。原子力発電所を造るといことは、その敷地に忽然として暖かい大河を出現させることになります。また、7度の温度上昇が如何に破滅的かは、入浴時のお湯の温度を考えれば分かるでしょう。皆さんが普段入っている風呂の温度を7度上げてしまえば、決して入れないはずですが、それぞれの海には、その環境を好む生物が生きています。その生物たちからみれば、海は入浴時に入るのではなく、四六時中そこで生活する場です。その温度が7度も上がってしまえば、その場で生きられません。

ライフサイクル全体を評価したと言っている原子力推進派の評価では、この温廃水についての考慮はありません。でも、地球上の二酸化炭素の大部分は海水に溶けており、海水を温めれば、二酸化炭素が大気中に出てきます。ビールやコーラなど炭酸飲料を温めれば、二酸化炭素がぶくぶくと泡になって出てくるのと同じです。では、1秒間に70トンの海水を7度温度を上げると一体どれだけの二酸化炭素が大気中に追い出されてくるのでしょうか？ 例えば、15度の海水を22度に温める場合を考えてみまし

よう。15 における二酸化炭素の水への溶解度は 2.00g-CO₂/kg-water、22 のそれは 1.62-CO₂/kg-water です⁸⁾。そのデータを下に計算すると、それだけで 1kWh 当り 100g になります。ライフサイクル全体を考えると 22g などと言っていた原子力推進派の主張が如何に馬鹿げているか分かります。もちろん、太陽光にしても風力にしても海を温めることなどありませんので、この効果を考慮に入れただけで、原子力はあらゆる自然エネルギーに比べて二酸化炭素の放出量が多くなります。

原子力ははじめから終わりまで放射能のごみを生む

ウランの核分裂反応は二酸化炭素を出しません、代わりに出るものは核分裂生成物と呼ばれる死の灰です。それをどのように管理あるいは始末するかは生命体の生存にとって極めて重大な問題です。ただし、問題はそれだけでは済みません。原子力を利用しようとするれば、ウラン鉱山でウランを掘ってくる段階から膨大な放射性のごみを生みます。次に、掘ったウランを原子炉で燃えるように濃縮し、加工したりしなければなりません、その過程でもまた放射能のごみが出ます。さらに、原子炉を動かせば、使用済みとなった燃料は膨大な核分裂生成物を含んだ塊として人類の未来に大きな負債となります。

ウラン残土すら始末できなかった日本

たとえば、原子力利用の一番初めの段階であるウラン鉱山では 240 万トンもの残土（放射能を持った廃物）が鉱山周辺に捨てられることとなります。

日本では、1954 年に原子力予算が成立しました。そして、すぐにウラン探鉱が始まり、1955 年暮には岡山・鳥取両県の県境にある人形峠周辺の地域がウラン鉱山として有望とされ、静かな山村が一気に「宝の山」と変わりました。原子燃料公社が設立され、およそ 10 年にわたって、ウランの試験的な採掘が行われました。その挙げ句に、人形峠のウランなど全く採算がとれないことが明らかとなって、採掘作業は放棄され、鉱山は閉山されました。そのあと原子燃料公社は動力炉核燃料開発事業団（以下、動燃）に改組されました。そして、海外からのウラン鉱石を人形峠まで運び込んで製錬・濃縮試験を始めました。当初、坑内労働にかり出された住民たちも、一部は動燃の下請企業労働者として働き、一部は静かな生活を営む山村の住民に戻りました。鉱山として住民から借り上げられていた土地もすでに住民の土地に戻っていましたが、88 年になって、その土地に鉱石混じりの土砂が 20 万 m³、ドラム缶に詰めれば 100 万本に達する量が、野ざらしのまま打ち捨てられていることが発覚しました。

残土の堆積場では、放射線作業従事者でも許されないほどの放射線が測定され（図 7）、半ば崩れた坑口からは放射線取扱施設から敷地外に放出が許される濃度の 1 万倍ものラドンという放射能が検出されました。それでも、動燃は残土堆積場を柵で囲い込むなど

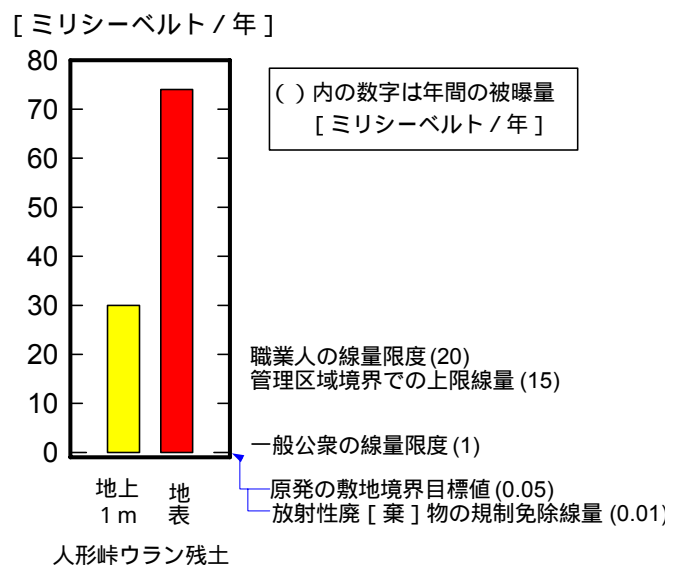


図 7 人形峠残土堆積上での放射線量率

の手段をとっただけで残土の放置を続け、行政は安全宣言を出してそれを支えました。ただ、鳥取県側の小集落方面（「かたも」と読む）地区だけは、動燃、行政の圧力をはねのけ、残土の撤去を求め続けました。私有地の不法占拠を続けることになった動燃は、1990 年になって、やむなく残土を人形峠事業所に撤去する協定書を結びました。ところが、それまで残土の安全宣言を出していた岡山県は、事業所が岡山県に立地していることを理由に、鳥取県からの残土の搬入を拒み、動燃も岡山県の反対を口実に撤去を先延ばししました。

方面地区住民の苦闘の末、最高裁まで争われた裁判で、ついに 3000m³ の残土の撤去命令が確定しました⁹⁾。その間に、「もんじゅ」事故など数々の失態を繰り返していた動燃は、日本原子力研究所と統合されて、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）になりました。そして、その原子力機構は、撤去を命じられた残土のうちウラン濃度の高い残土 290m³ を日本国内ではどこにも棄てることができず、ついにアメリカ先住民の土地に棄てに行きました。従来は単なる「捨て石」で何の危険もないと言ってきた残土を突然「準鉱石」だと言い、「商業的」な目的で「製錬」してウランを取り出すのだと言い出したのでした。ただし、この残土は重量にして 500 トン、平均ウラン含有量は 0.03%U で、含有されているウランを 100%取り出したとしても 150kg にしかなりません。ウランの価格を 33\$/ポンドとしても高々 100 万円です。ところが、この「商業的」な取引とされる「製錬」のために原子力機構は 6 億 6000 万円を支出しました。原子力機構が行ったことは、自分で始末の付けられなかったごみを他者に押しつける行為で、国境を越えたことを取り上げれば「公害輸出」と呼ぶべきものです。

ちなみに、残土が搬出された土地は米国ユタ州ホワイトメサにあるインターナショナル・ウラニウム・コーポレーションで、そこはアメリカ先住民ナバホ族、ホピ族などの土地です（図 8 参照）。



図 8 アメリカ先住民の土地と 4 コーナー

低レベル放射性廃物

図 3 には原子炉の運転に伴って「低レベル放射性廃物」が生じることを記しましたが、その廃物は現在青森県六ヶ所村に次々と埋め捨てにされています。そして、日本の国は、それが安全になるまでに 300 年間管理するのだと言っています。日本で原子力発電を行って利益を得ているのは電力会社です。当然、生み出す放射能のごみに責任があるのは、電力会社のはずです。しかし、現在の九電力が生まれたのは戦後で、その歴史は未だに 58 年しかありません。その電力会社が放射能のごみを 300 年間管理すると保証できる道理がありません。そこで、電力会社は放射能のごみは国の責任で管理してくれるよう求め、日本の国はそれを受け入れました。しかし、300 年と言う時間の長さほどの程度の長さなのでしょうか？ 明治維新で現在の日本の国家体制ができてからわずか 141 年しかたっていない。米国など未だに 233

年の歴史しかありません。現在から 300 年昔にさかのぼれば元禄時代、忠臣蔵討ち入りの時代です。その時代の人々が現在の私たちの社会を想像できた道理がないように、私たちが 300 年後の社会を想像することなど到底できません。もちろん現在の電力会社など存在しないでしょうし、民主党という政党も、自民党という政党もないでしょう。日本の国すらないかもしれない彼方です。それにもかかわらず、生み出した放射能のごみを 300 年にもわたって一体どうやって誰の責任で管理するのでしょうか？

表 1 気が遠くなる時間の長さ (2010 年現在)

日本で原子力発電が動き始めて(1966 年)から	44 年
現在の 9 電力会社ができて(1951 年)から	59 年
日本初の電力会社(東京電灯)ができて(1886 年)から	124 年
明治維新(1868 年)から	142 年
アメリカ合州国建国(1776 年)から	234 年
忠臣蔵の討ち入り(1702 年)から	308 年
邪馬台国(卑弥呼)から	約 1,800 年
神武天皇(?)即位から	2,670 年
低レベル放射性廃物のお守り	300 年
高レベル放射性廃物のお守り	1,000,000 年

どうにもできない使用済み燃料

現在日本には 54 基、4900 万 kW 分の原子力発電所が動いていて、私たちは電気が欲しいといって原子力発電を動かしながら、毎年、広島原爆約 5 万発分に相当する死の灰を生み出しています。日本で原子力発電が始まって以降、原子力発電はたしかに 6 兆 kWh を超える電力を生み出しました。しかし、その裏で不可避免的に生み出した死の灰の総量は、すでに広島原爆 110 万発を超えています(図 9 参照)。正直に言うと、私自身その恐ろしさを実感できません。日本人の一人ひとりが等しくこの放射能に責任があるとは思いますが、もし原子力の恩恵を受けている今の世代の人間が等しく責任を負うとするならば、セシウム 137 の減衰を考慮してなお、わずか 150 人で広島原爆 1 発分の放射能に責任を負うことになります。

人類初の原子炉が動き出したのは 1942 年のことでした。それ以降すでに 60 年以上の歳月が過ぎ、その間死の灰を死の灰でなくそうと研究が続けられてきましたが、困難はますます増えるばかりで一向にその方法が視えません。人類は死の灰を生み出すことはできるようになりましたが、死の灰を無毒化する力を持っていません。そうなれば、できることは死の灰を人類の生活環境から隔離することしかありません。放射能にはそれぞれ寿命があり、一口に「死の灰」といっても、寿命の長いものも短いものもあります。代表的な核分裂生成物、セシウム 137 の半減期は 30 年です。

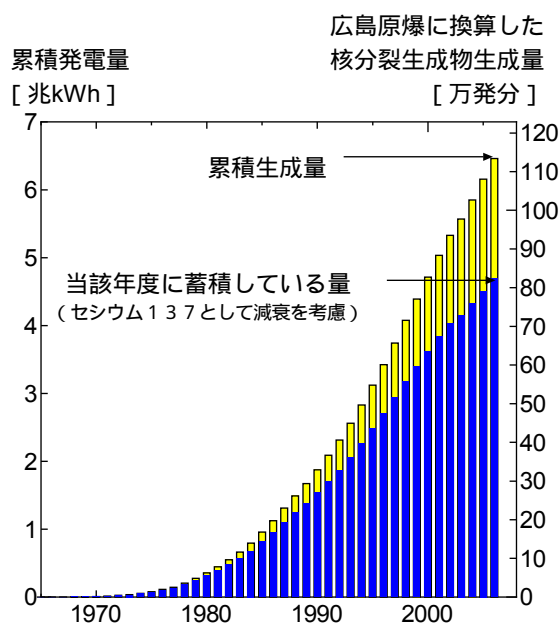


図 9 日本の原子力発電による累積発電量と核分裂生成物の累積生成量

それが 1000 分の 1 に減ってくれるまでには 300 年の時間がかかります。

その上、原子力発電が生み出す放射能には、もっとずっと長い寿命を持った放射能があります。たとえば、長崎原爆の材料にもなったプルトニウム 239 の半減期は 2 万 4000 年で、それが 1000 分の 1 になるまでには 24 万年かかります。原子力発電所の使用済み燃料（あるいはそれを再処理して生じる高レベル放射性廃物）は、およそ 100 万年に亘って人間の生活環境から隔離しなければならない危険物です。日本では現在、青森県六ヶ所村に建設された貯蔵施設（高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター）に、およそ 50 年間を目処に一時的に貯蔵して当座をしひいでています。また、2000 年 5 月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、その廃物は、深さ 300～1000m の地下に埋め捨てにすることが唯一のものと決められました。しかし、どんなに考えたところで、100 万年後の社会など想像できる道理がありません。もちろん現存しているすべての国は消滅しているでしょうし、人類そのものが存在しているかどうかすら分かりません。その頃にもし人類がこの地球上に存在していれば、地下 300 m や 1000m など、ごく普通の生活環境になってしまっているかも知れません。地層処分の選択をせざるをえなかったのは、他に考えた方策がどれもだめだったからに過ぎません（図 10 参照）。結局、人類は原発が生み出す廃物の処分方法を知らないまま今日まで来てしまいました。いまだにその処分法を確定できた国は世界に 1 つもありません。

もし、高レベル放射性廃物を現在の日本の国が言っているような方法でなく、きちんと管理し続けようとするならば一体どのような手段があるのか、現在の科学では、シナリオすら描けません。したがって、一体どれくらいのエネルギーが必要になるか定量的に示すこともできませんが、発電して得たエネルギーをはるかに上回ってしまうことは想像に難くありません。もちろん、二酸化炭素の放出も膨大になってしまうでしょう。

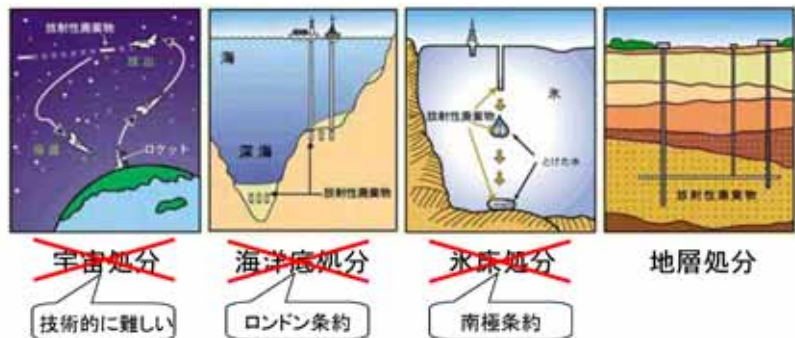


図 10 高レベル廃物処分は地層処分だけ？

温廃水をもう一度考える

日本というこの国が国家として「美しい」とは思えませんが、気候に恵まれた、得がたい生命環境だと私は思います。たとえば、雨は地球の生態系を持続させる上で決定的に重要なものですが、日本の降水量は平均で 1700mm/年を超え、世界でも雨の恵みを受けている貴重な国の一つです。国土全体では毎年 6500 億トン近い雨水を受けています。それによって豊かな森林が育ち、長期にわたって稲作が持続的に可能になってきました。また、日本の河川の総流量は約 4000 億トンです。一方、現在日

表 2 原発の温廃水の膨大さ（1 年毎）

日本の全降水量	6500 億トン
日本の全河川流量	4000 億トン
55 基の原発の温廃水 (7 度温度を上げて海に戻す)	1000 億トン

本には 54 基、電気出力で約 4900 万 kW の原子力発電所があり、それが流す温排水の総量は 1 年間に 1000 億トンに達します。日本の全河川の流量に換算すれば約 2 度も暖かくしていることになり、これで温暖化しなければ、その方が不思議です。

もちろん日本には原子力発電所を上回る火力発電所が稼動していて、それらも冷却水として海水を使っています。しかし、現在の原子力発電所は、燃料の健全性の制約からタービンに送る蒸気温度を高々 280 までしか上げることができず、発電の熱効率は約 33% しかありません。一方、最近の火力発電所では、500 度を超える高温の蒸気を利用できるようになり、発電の熱効率は 50% を超えています。つまり、海に捨てるエネルギーは、化石燃料を燃やしてできたエネルギーの半分以上で済みます。もし原子力から火力に転換することができれば、それだけで海に捨てる熱をはるかに少なく済ませることができます。その上、火力発電所を都会に建ててコジェネを使えば、総合のエネルギー効率を 80% にすることも可能です。しかし、原子力発電所は都会に建てられず、この点でも原子力は失格です。

・温暖化と二酸化炭素の

因果関係

温暖化は 19 世紀初めから

人類による化石燃料の消費が急速に進み、二酸化炭素放出が激増したのは、第二次世界戦争後、つまり 1946 年以降のことです(図 1 1¹⁰⁾ 参照)。では、現在観測されている地球の温暖化という現象はいつから起きているのでしょうか？ 1800 年です(図 1 2¹¹⁾ 参照)。

つまり人類による二酸化炭素放出が始まる前から温暖化の現象は起きており、これは地球の自然の現象です。19 世紀と 20 世紀前半の気温の上昇速度は 100 年に 0.5 度程度でした。それが 20 世紀後半になって先に述べた様に 100 年に 1.3 度程度に上昇率が増えているようにみえます。そのため、二酸化炭素を悪者視する IPCC すら **20 世紀後半の温暖化に限って二酸化炭素が主因だ**と主張しているにすぎません。しかし、20

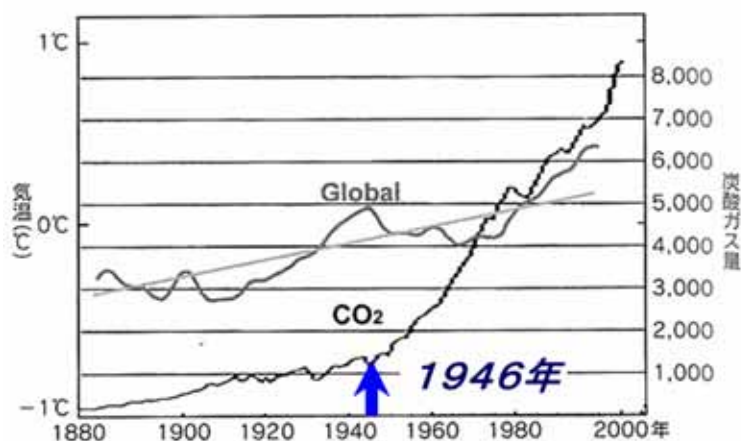


図 1 1 二酸化炭素の急激な放出は 20 世紀の後半

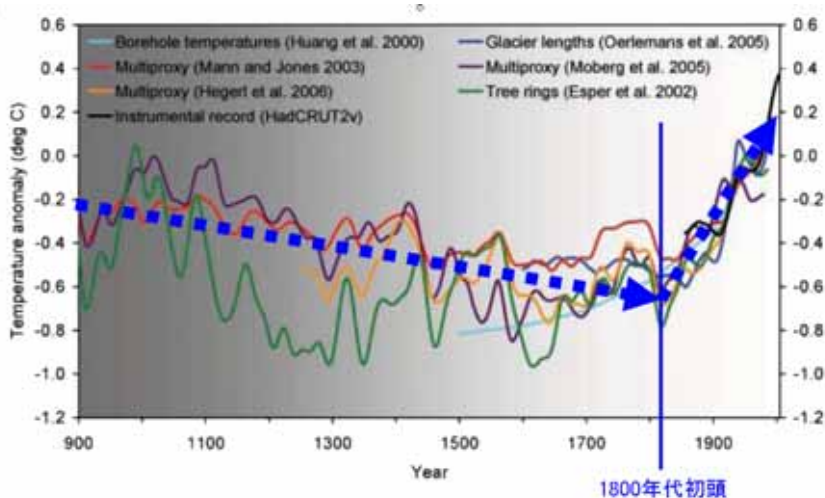


図 1 2 大気温の上昇は 19 世紀初めから始まっている

推定の不確かさは過去に遡るほど大きく、それを灰色のグラデュエーションで示した

世紀後半の温暖化に二酸化炭素の影響があるとしても、地球上の生命環境を破壊してきた原因は、多様な人間活動そのものにあります。二酸化炭素放出など人類の諸活動のただ1つに過ぎませんし、生命環境破壊の原因のすべてを二酸化炭素に押し付けることはもともと間違っています。その上、二酸化炭素濃度の増加が地球温暖化の原因だとする主張とは、逆の結果を示しているデータもあります(図13¹²⁾)。この図は、よく議論されているように、二酸化炭素の長期的上昇傾向を差し引いた上でのもので、二酸化炭素濃度の上昇自体は前提にされています。しかし、それでもなお気温が上がった後に二酸化炭素濃度が増え、気温が下がると二酸化炭素濃度が減る、つまり、気温が上下することで二酸化炭素が上下していることを示しています。どうしてそうなるかも説明できます。すなわち、先に書きましたとおり、地球上の二酸化炭素はそのほとんどが海水中に溶け込んで存在しています。気温が上がることで、海水の温度が上がり、海水に溶け込んでいた二酸化炭素が大気中に出てくることは当然です。このように、地球の大気温度の変化、二酸化炭素濃度の変化は、お互いに影響し合う関係にあるし、その要因も複雑です。

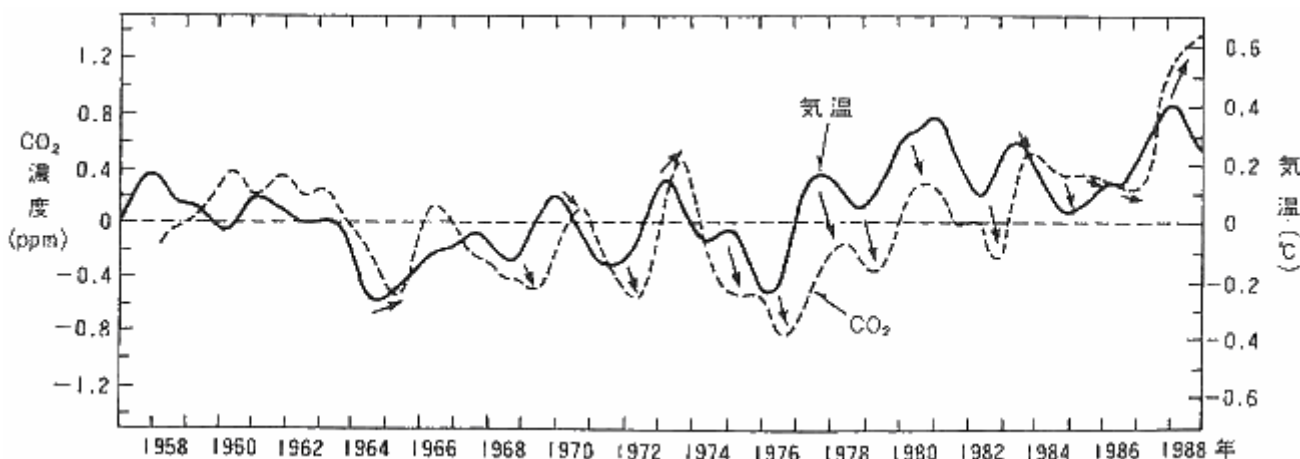


図13 気温と二酸化炭素濃度の変化の順序

地球温暖化の要因には自然要因もあるし、人為要因もある

自然は大変複雑な系です。その地球の温度も地球誕生以降大きな変動を繰り返してきました。人類などまだ誕生する以前には現在よりさらに高温だった中生代があり、恐竜たちが生きていました。新生代に入っても、大きな氷河期を4回も経験し、現在は4番目の氷河期が終わった温暖期にあります。現在問題にされている最近150年間の温度増加など高々0.8度程度でしかありませんが、それぞれの氷河期とそれが終わった温暖期の気温には約10度もの違いがありました(図14¹⁰⁾参照)。それでも、北極の白熊を含め、こんなこ

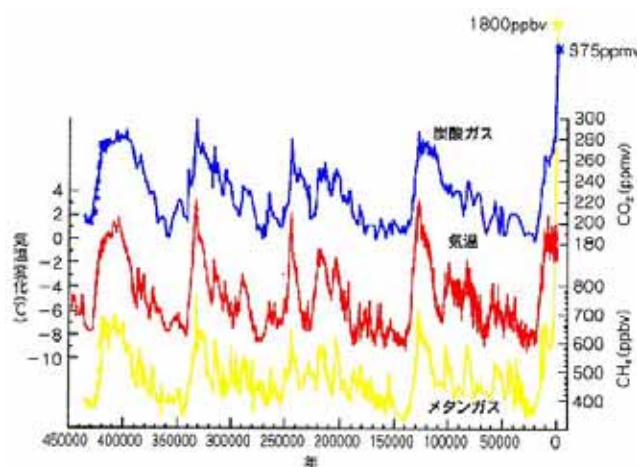


図14 氷河期と間氷期の環境

とで絶滅はしませんでした。現在、北極の白熊などが絶滅の危機に瀕しているのは温暖化のためではなく、人類が地球上にはびこりすぎ、他の生物の生命環境を侵食してきたからです。

地球の温度に影響する原因のうち、人為的要因でない自然の要因にも、地球の歳差運動が関係するミランコビッチサイクル、太陽活動による変動サイクル、エル・ニーニョやラ・ニーニャなど地球自体の要因、さらには火山の爆発などの要因もあり、大気中の二酸化炭素濃度も気

温も長い周期、短い周期、あるいは大幅小幅にと多様な変化をしてきました。観測している地球の平均気温も大気中の二酸化炭素の濃度もそれらすべてが関係しながら変動しています。図 15¹³⁾に示すように、ここ数年は、温暖化どころか地球は寒冷化しています。IPCC の関係者は、これは小さな変動でいずれまた温暖化に向かうと主張していますが、そうかも知れないし、そうでないかも知れません。人為的な要因が地球を温暖化させている可能性は高いと私は思いますし、「予防原則」を適用して、その温暖化を防止しようということも必要かもしれません。しかし、すでに述べたように、それは科学の議論ではなく政治的、政策的な議論の範疇に入ることです。

人類の諸活動が引き起こした災害には、大気汚染、海洋汚染、森林破壊、酸性雨、放射能汚染、さらには貧困、戦争などがあり、温暖化はそのうちの一つに過ぎません。そしてその温暖化の原因の一つの要因に二酸化炭素があるというに過ぎません。それにもかかわらず、二酸化炭素の放出を減らすことが、何よりも大切だと多くの方が思われています。地球温暖化問題は現時点では、科学的な根拠が薄弱なまま、政治的に引き回されています。

・何よりも必要なことはエネルギー消費を抑えること

エネルギーと寿命

人類を他の生物と区別して人類らしくしたものは火や道具の使用でした。そして、エネルギーの消費は人類の寿命にも密接に関係しています。図 16 に過去の日本のエネルギー消費量と寿命との関連を示します。現在、日本は世界一の長寿命国になっていますが、100 年前は、日本人の平均寿命は 40 歳代でした。当時はまだ日本では電気すらろくに使えない時代でしたし、一人ひとりのエネルギー消費量も現在の私たちに比べれば 10 分の 1 ほどしかありませんでした。ただ、図 16 を細かく見れば、幾つか大切なことに気づきます。第 1 に、利用できるエネルギー量が絶対的に少ないと人は長生きできないということです。第 2 は、絶対的に不足していたエネルギー消費量をわずかに増加させることができれば、寿命が飛躍的に延びるということ、そして第 3 に、ある程度以上のエネルギー消費は寿命の延長に役に立たないということです。1960 年代の高度成長期やバブル期を含めた 1990 年前後には、エネルギー消費は急激に伸びましたが、その期間における寿命の伸びはほんのわずかでしかありません。今の日本では、生きるのではなく、贅沢をするためにエネルギーが使われています。

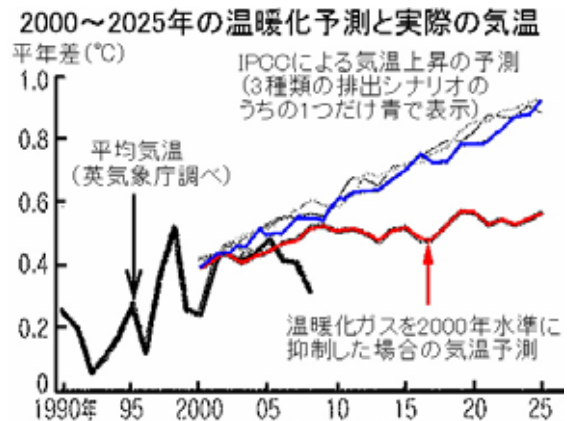


図 15 最近では寒冷化すらしている

地球の歴史と人類の歴史

地球は 46 億年前に誕生したといわれます。誕生当初の地球は生命が根付くには過酷過ぎ、生命が誕生するまでには数億年の時の流れが必要でした。40 億年前に生まれた生命は、おそらくは今の常識から言えば、生命と呼ぶにはあまりにも原始的なものだったでしょう。その後、様々な生物種が生まれ、そして滅びました。人類と呼べるような生物種がこの地球上に誕生したのは、400 万年前とも 600 万年前とも言われますが、地球や生命の歴史に比べれば、人類の歴史などいずれにしても 1000 分の 1 の長さでしかありません。もし、地球の歴史を 1 年として 1 月 1 日から時をたどれば、人類が発生したのは春も夏も秋も過ぎ、冬が来て、大晦日の午後になってからに過ぎません。

その人類は現在地球上で栄華を極めていますが、人類が今日のようにエネルギーを膨大に使い始めるようになったのは 18 世紀末の産業革命からで、それ以降わずか 200 年しか経っていません。それを地球の歴史を 1 年と考える尺度に当てはめれば、大晦日の夜 11 時 59 分 59 秒にしかならず、残り 1 秒のことです。その 200 年の歴史で人類が使ったエネルギーは人類が数百万年で使った全エネルギーの 6 割を超えます。

産業革命以降の生物の絶滅

そのため、地球の生命環境は危機に瀕しています。命あるものいずれ死ぬのは避けられません。個体にしてもそうですし、種としての生物もそうです。地球上には、これまでもたくさんの生物種が生まれては滅んできました。数千万年前までこの地球を支配していたといわれる恐竜たちも、忽然と姿を消しました。その原因は、宇宙からの巨大隕石の落下だという説もあれば、肉体が巨大化しすぎて生命を維持できなくなったとの説もあります。しかし、恐竜たちからみれば、いずれにしても万やむをえない理由で絶滅に追い込まれたのでしょう。人類も一つの生物種として、いずれは絶滅します。ところが、図 17 に示すように、産業革命以降のエネルギー浪費と軌を一にして、人類は

平均寿命 [歳]

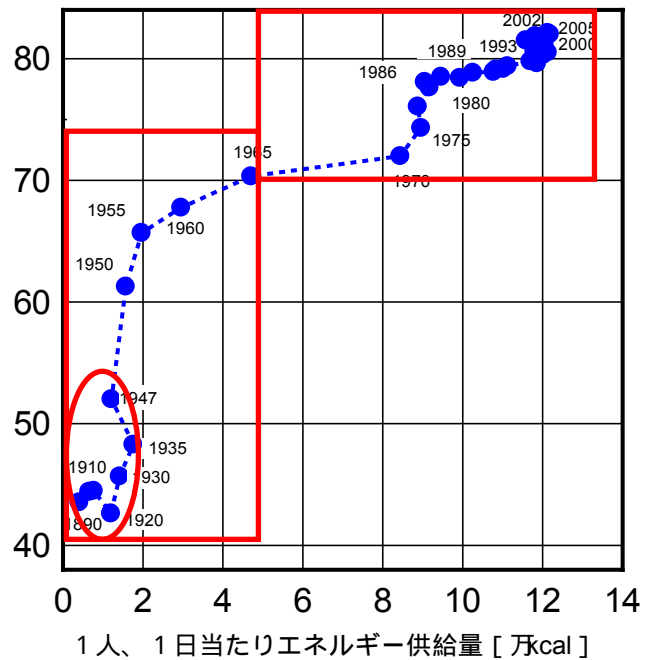


図 16 日本におけるエネルギー消費量と寿命

[万種]

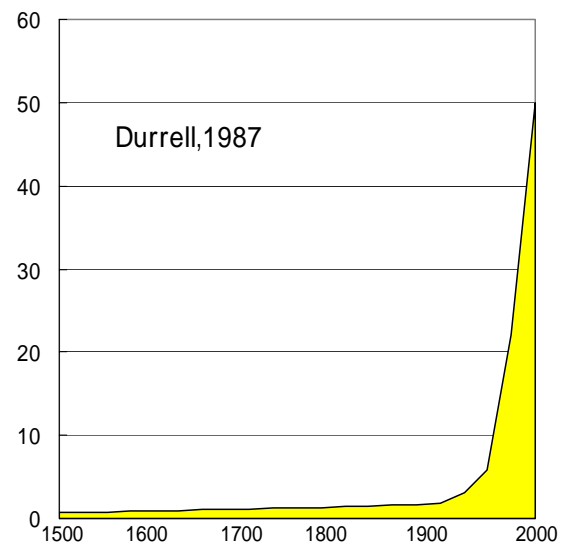


図 17 人類が絶滅に追い込む生物種

地球上に住む多くの生物種を絶滅に追い込んできました。この絶滅は温暖化のためにもたらされたものではありません。人類がエネルギーの浪費をしながら、地球の生命環境をさまざまな形で乱開発してきた結果です。それは今現在でもいっそうひどい形で続いています。

エネルギー消費の格差

ただし、地球の生命環境を破壊している罪は人類に等しくあるわけではありません。世界でエネルギーがどのように分配され使用されているかを図 18 に示します。一人当たりの消費量で言えば、最もエネルギーを消費している国と最もエネルギーを利用できない国とでは 1000 倍の格差があります。また、私たち日本人一人ひとりも世界平均の約 2 倍、アジア諸国に比べれば 10 倍から 100 倍のエネルギーを使っています。

また世界人口を四つにわけ、エネルギーをたくさん使う順番に「工業文明国（いわゆる先進国）」、「工業文明追随国（いわゆる発展途上国）」、「第三世界の半分」、「極貧の第三世界」としましょう。それぞれのグループには、いずれも約 16 億人の人間が含まれます。そして、それぞれのグループが世界全体で使うエネルギーのどれだけの割合を使っているかを考えてみます。まず、「工業文明国」の人間が、エネルギー使用量全体の 68% を使ってしまいます。次に「工業文明追随国」が 17% を使い、世界人口の半数を占める第三世界の人々には、全体のわずか 15% しか残されません。第三世界の中でも奪い合いがあり、強い方のグループが全体の 10% を使い、最もエネルギーを使えない「極貧の第三世界」はわずか 5% しか使えません。

1人1日当たりエネルギー消費量[kcal]

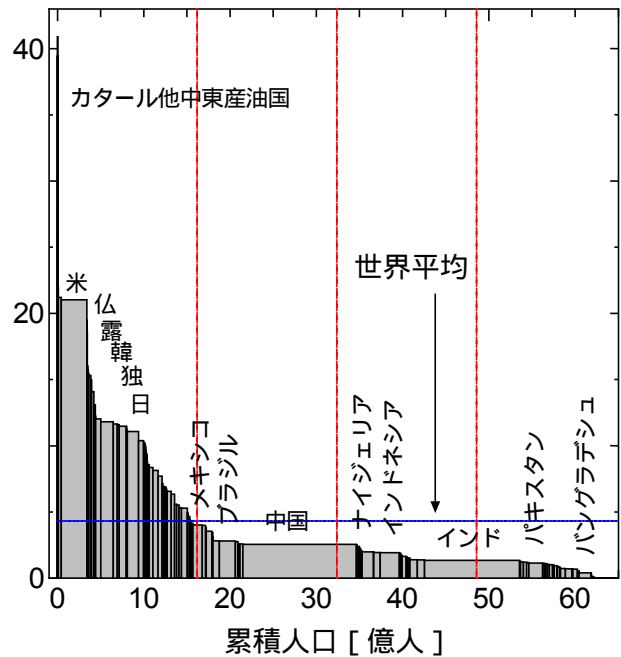
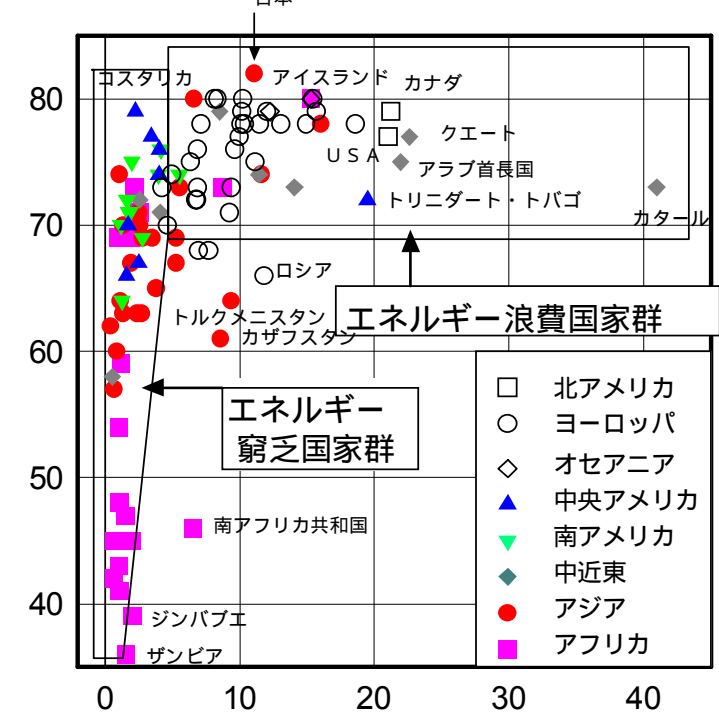


図 18 エネルギー消費の格差と不公平
人口は 2006 年、エネルギー消費は 2002 年の値

平均寿命 [歳]



1人、1日当たりエネルギー消費量[万kcal/日]

図 19 世界各国のエネルギー消費量と平均寿命の関係 (2003 年)

世界の国々の平均寿命

図 16 は日本という一つの地域について、時間的なエネルギー使用量の変化を尺度として寿命がいかに変わるかを示しました。同じことは、今日というある時刻の中での、世界各国のエネルギー使用量の違いを尺度にしても言えます。図 19 に世界各国のエネルギー消費量と寿命との関係を示します。上部に横に長く分布している「エネルギー浪費国家群」では、現在の日本がそうであるように、エネルギー使用量をいくら増やしても寿命を延ばすことはもはやできません。逆に、図の左の軸周辺に「エネルギー窮乏国家群」として示した国々の中では、使用できるエネルギー量が絶対的に欠乏しているため、生命自身を維持できない国があります。そうした国の中には平均寿命がいまだに 30~40 歳代の国があります。もし、そうした国で、エネルギー消費を少しでも増やすことができれば寿命は飛躍的に長くなりますが、残念ながら世界の政治の状況はそれを許しません。

環境破壊の責任はごく一部の「先進国」にある

種としての人類が地球環境を破壊してきて、今またそれを加速していることは確実です。しかし、人類の内部を見れば、一方には生きることに関係ないエネルギーを龐大に浪費する国がある一方、生きるために必要最低限のエネルギーすら使えない人々も存在しています。今この地球上には、11 億もの人々が「絶対的貧困（1日1ドル以下で生活し、食べるものがない、きれいな飲み水がないなど、生きていくのに最低限度必要なものさえ手に入れることのできない状態）」に喘ぎ、5 億の人々が飢餓に直面しています。「先進国」に住む私たちが贅沢な暮らしをすれば地球環境はますます悪化しますが、悪化に対処することができない貧しい国々の人々はますます苦況に追いやられます。

危機的な日本の環境

日本においては 1880 年代以降、50 年で 10 倍になるような率でエネルギー消費の拡大を続けてきて、現在、日本への日射量の総量に比べて約 0.6%のエネルギーを人為的に消費しています（図 20 参照）。太陽から地球に届くエネルギーのうち、3 割は地球の大気表面で直接反射されてしまいますし、一部は雲で反射され、地表に達するのはまた一部になります。また、地球に達する太陽エネルギーのうちわずか 0.2%のエネルギーで、風、波、空気の対流など、私たちが自然

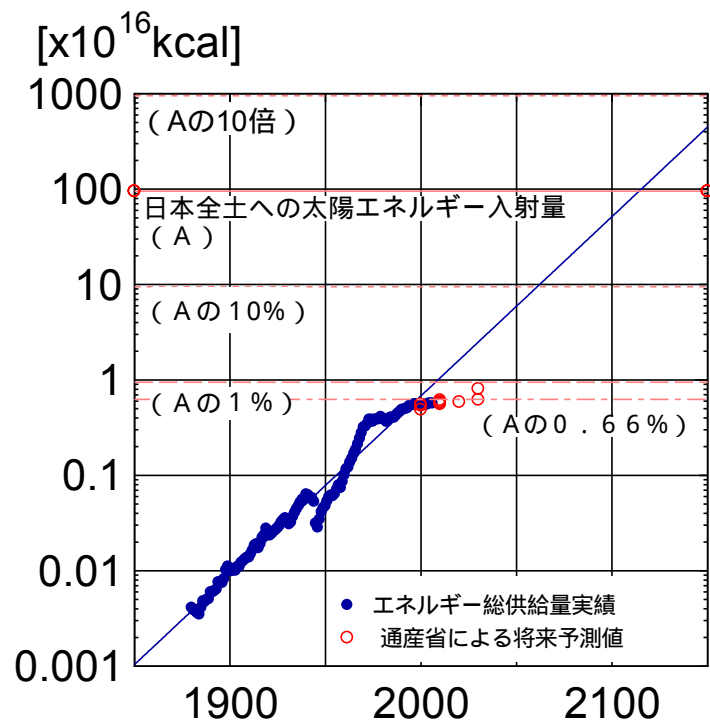


図 20 日本におけるエネルギー総供給量の変遷

（太陽エネルギーの 0.2%の部分は、風、浪、空気の対流など、いわゆる自然現象を引き起こすために使われている。日本の平均日射量と比べると 0.66%程度になる。）

太陽定数を 1.36kW/m^2 、日射量の平均値として $256\text{kcal/cm}^2/\text{yr}$ 、日本の総面積は 37.8 万 km^2 とした。

現象と呼んでいる現象が起きています。日本への日射量と比較するとそれはほぼ 0.66% になります。つまり、今現在、私たちは日本で自然現象起こしているエネルギーとほぼ等しいエネルギーを人為的に使っていることになります。もし、このままエネルギー消費の拡大を続けるならば、数年後には日射量の 1%、2050 年には 10%、2100 年には太陽が日本に与えてくれているエネルギーと等しいだけのエネルギーを人為的に消費することになってしまいます。そうした時代がどんな時代になるか人類には経験がありません。またそれを予測できるような学問もありません。しかし、かりにその時代の日本においてまだ人が生きられたとしても、従来と同じスピードでエネルギーの浪費を続けるかぎり 2150 年には日射量の 10 倍、2200 年には 100 倍のエネルギーを使うことになってしまいます。そのような未来に人類が生き延びられないことは当然です。エネルギーの浪費に慣れてしまった日本人にとって、エネルギー消費を抑えることは容易なことではありません。そのため、多くの日本人は消費を抑えることなど出来ない、もっと便利に暮らしたいと言います。しかし、できなければ、自らの生きる環境を失うだけです。

危機の顕在化はどこで

現在騒がれている地球温暖化問題は、地球全体で進行する危機を扱っています。しかし、危機は地球全体だけでなく、個別地域的に起こってきました。日本で起きた数々の公害もそうでしたし、ヨーロッパの酸性雨もまた地域的に多大な被害を生じました。核実験による放射能汚染にしても、もちろん全地球的な汚染もありましたが、実験場周辺での被害が深刻でした、同じことはチェルノブイリ原子力発電所の事故でもいえます。温暖化ということであれば、都市のヒートアイランド化も問題でしょう。

世界各国が、それぞれの国に降り注ぐ太陽エネルギーに比べて、どれだけのエネルギーを消費しているかを図 21 に示します。太陽からの入射エネルギーの 0.2% で自然現象が起きているのに対して、シンガポールのような非常に狭い地域を限定的に考えれば、すでに太陽エネルギーの 3% を超えるエネルギーを人為的に使っています。日本の国土は 37 万 8000km² あり、シンガポールや香港に比べれば、はるかに広い地域ですが、それでもすでに 0.17% に達しています。もちろん、世界全体を見れば、エネルギーをほとんど使っていない国々もありますが、危機が顕在化するのには、図 21 に引いた黒の点線に近い国々でしょう。日本という国も危機の最先端にいたることが分かります。

地球温暖化問題が現在の最重要課題だと言っている人たちは、自分が関わっている課題だけしか見えなくなって、広い視野を忘れてしています。それは、「**温暖化予測業界の論理でしか考えられなくなった**」¹⁴⁾

太陽光入射量との比 [%]

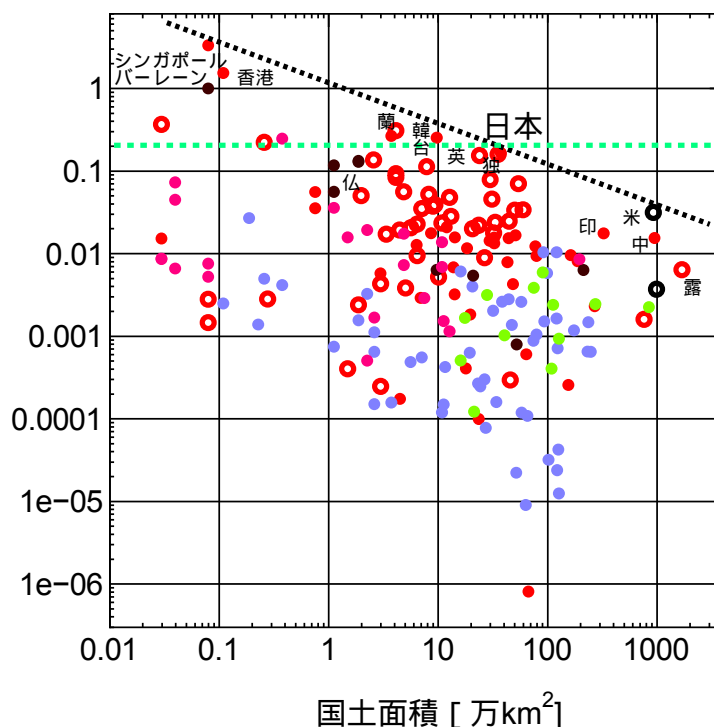


図 2 1 危機はいつどこで顕在化するか？

と彼ら自身が自戒を込めて書いている通りです。

少欲知足

いったい、私たちはどれほどのものに囲まれて生きれば幸せといえるのでしょうか？

人工衛星から夜の地球を見ると、日本は不夜城のごとく煌々と夜の闇に浮かび上がります。建物に入ろうとすれば、自動ドアが開き、人々は階段ではなくエスカレーターやエレベータに群がります。夏だというのに冷房をきかせて、長袖のスーツで働きます。そして、電気をふんだんに投入して作られる野菜や果物は、季節感のなくなった食卓を彩ります。

地球温暖化、もっと正確に言えば気候変動の原因は、日本政府や原子力推進派が宣伝しているように、単に二酸化炭素の増加にあるものではありません。産業革命以降、特に第二次世界戦争以降の急速なエネルギー消費の拡大の過程で二酸化炭素が大量に放出されたことは事実ですし、それが気候変動の一部の原因になっていることも本当でしょう。しかし、生命環境破壊の真因は、「先進国」と呼ばれる一部の人類が産業革命以降、エネルギーの膨大な浪費を始めたこと、そのこと自体にあります。そのため、多数の生物種がすでに絶滅させられたし、今も絶滅されようとしています。地球の環境が大切であるというのであれば、二酸化炭素の放出を減らすなどという生易しいことではすみません。すでに述べたように、人類の諸活動が引き起こした災害には大気汚染、海洋汚染、森林破壊、酸性雨、砂漠化、産業廃棄物、生活廃棄物、環境ホルモン、放射能汚染、さらには貧困、戦争などがあります。そのどれをとっても巨大な脅威です。温暖化が仮に脅威だとしても、無数にある脅威の一つに過ぎませんし、その原因の一つに二酸化炭素があるかもしれないというに過ぎません。日本を含め「先進国」と自称している国々に求められていることは、何よりもエネルギー浪費社会を改めることです。あらゆる意味で原子力は最悪の選択ですし、代替エネルギーを探すなどと言う生ぬるいことを考える前に、まずはエネルギー消費の抑制こそ目を向けなければいけません。

残念ではありますが、人間とは愚かにも欲深い生き物のようです。種としての人類が生き延びることに価値があるかどうか、私には分かりません。しかし、もし地球の生命環境を私たちの子供や孫たちに引き渡したいのであれば、その道はただ一つ「知足」しかありません。一度手に入れてしまった贅沢な生活を棄てるには苦痛が伴う場合もあるでしょう。当然、浪費社会を変えるには長い時間がかかります。しかし、世界全体が持続的に平和に暮らす道がそれしかないとなれば、私たちが人類としての叡智を手に入れる以外にありません。私たちが日常的に使っているエネルギーが本当に必要なものなのかどうか真剣に考え、一刻でも早くエネルギー浪費型の社会を改める作業に取り掛からなければなりません。

【文献】

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Fourth Assessment Report (2007) (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>)
概要や翻訳などは、たとえば、以下の環境省の URL に載っています。
<http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/ar4syr.pdf>
- 2) 例えば、地球産業文化研究所の以下の URL から、第 1 次報告書以下各報告をダウンロードできます。
<http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/ipccreport.html>
- 3) 環境省、2007 年度（平成 19 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について（お知らせ）2009 年 4 月 30 日 (<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11091>)
環境省「2007 年度（平成 19 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）」（2009 年 4 月 30 日）
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2007gaiyo.pdf>
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2007ghg.pdf>
- 4) （社）日本広告審査機構、電気事業連合会宛の審査委員会「裁定」（登録番号 A - 0 8 - 0 5 - 0 2 0 ）、2009 年 11 月 25 日
- 5) 関西電力のホームページ、<http://www.kepco.co.jp/gensi/teitanso/01.html>
- 6) 本藤祐樹、内山洋二、森泉由恵、ライフサイクル CO₂ 排出量による発電技術の評価 - 最新データによる再推計と前提条件の違いによる影響、電力中央研究所研究報告 Y99009、2000 年 3 月
本藤祐樹、ライフサイクル CO₂ 排出量による発電技術の評価、電力中央研究所研究報告 Y01006、2001 年 8 月
- 7) 天笠啓佑「原発はなぜこわいか」、高校生文化研究会。図を描いたのは故・勝又進さん。
- 8) 理科年表のデータから補間して計算
- 9) 榎本益美、小出裕章「人形峠ウラン公害ドキュメント」、北斗出版（1995）
土井淑平、小出裕章「人形峠ウラン鉱害裁判」、批評社（2001）
- 10) 赤祖父俊一「正しく知る地球温暖化、誤った地球温暖化論に惑わされないために」、誠文堂新光社（2008）
- 11) Committee on Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years, The National Academy of Sciences, Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years (2008) (http://dels.nas.edu/dels/rptbriefs/Surface_Temps_final.pdf).
- 12) 根本順吉「超異常気象」中公新書（1994）（もともとは Keeling が 1989 年に出だしたデータ）
- 13) 日本経済新聞 2009 年 2 月 2 日
- 14) 江守正多「地球温暖化の予測は「正しい」か？ 不確かな未来に科学が挑む」、化学同人（2008）

この資料は白黒で印刷していますが、下記の URL にカラー版を載せています。必要な方は、そちらをご覧ください。また必要であれば、カラーで印刷してお使いください。

<http://www.rr.i.kyoto-u.ac.jp/NSRG/kouen/JCC100119.pdf>