



筆

地球環境問題を考える

鈴木 胖*

Thinking about global environmental problems

Key Words : club of Rome, global warming, carbon dioxide omission

私が地球環境問題にかかわるようになったのは、1970年代の始め、ローマクラブに参加した頃からである。

もともとは制御工学の分野が専門であつた。当時の制御工学では制御すべき対象の数学モデルは与えられているという前提に立って制御系を設計するというのが主流であつた。しかし制御工学を実際の問題に適用しようとする場合、制御対象の数学モデルが分かっていることは稀で、制御問題を解くよりも数学モデルを作る方がはるかに困難な問題であつた。そのような事情から、私の関心は制御対象の数学モデルを作るという課題に向くようになった。より具体的にいうと、対象のシステムの入出力データを測定して、それを統計的に解析して数学モデルを作るという課題を取り上げた。火力発電所のボイラーの数学モデルを作るため、徹夜でデータを取るというような作業もやったが、今となっては若い頃の一つの思い出となっている。

東京大学で同じような仕事をしていた茅陽一先生からローマクラブの日本チームに参加しないかと誘われたのは、確か1970年のことではなかったかと思う。日本チームの活動にあたってシステム工学のセンス、そして大量のデータを収集し分析する、統計解析を行ってモデルを作るなど現実システムについての経験が必要であるというわけである。

1973年にはローマクラブ東京大会が開催され、日本チームは「地球的制約と新しい開発の構想」とい

うテーマで報告を行った。その中で私は排熱と炭酸ガス排出の地球環境への影響は、もし現状のエネルギー消費を前提にすれば、21世紀初頭から半ばにかけて大きなものになる可能性が強い。したがって資源・環境面から考えて、人類はエネルギー需要の減速に努力すべきだと報告した。

それから30年が経過した。地球温暖化問題は1980年代の終わりから世界的に広く認識されるようになったが、問題への対応は、声だけは大きいが実効のある対策は遅々として進まないのが現状である。

石油、石炭、天然ガスなど化石燃料の燃焼によって大気中に放出される炭酸ガスの量は年間200億トン近くに達している。この量の膨大さはなかなか実感として掴めないで、我々に身近な火力発電所の例を見てみる。出力100万kWの最新鋭石炭専焼火力発電所の煙突からは1時間に900トンの炭酸ガスが放出されており、もしこの炭酸ガスを回収・液化してタンクローリーで運び出すとしたら40秒ごとにローリーが発電所の門を出て行くことになる。関西の沿岸部には火力発電所がいくつも立地しており出力規模はおよそ200万kWのものが多いが、身近な火力発電所の煙突から無色透明な炭酸ガスがいかに大量に大気中へ放出されているかということの一端がうかがえる。

気候温暖化の主な原因は化石燃料の燃焼による炭酸ガスの排出であり、温室効果ガス排出抑制という人類に課せられた命題は、現在の人類社会のあり方と深くかかわっている。地球温暖化対策を考えるにあたって、これまでの地球と人間のかかわりを振り返ってみよう。

人類が化石燃料を使うようになったのは、今からわずか200年前、18世紀末の産業革命以降である。それまでは自然の循環に依存した暮らしを営んでいた。産業革命以前の人間と地球という天体のかかわりを物質・エネルギーの循環に焦点を絞って考える



* Yutaka SUZUKI
1934年 8 月23日生
大阪大学・大学院修士課程・電気工
学専攻修了
現在、姫路工業大学、学長、工学博
士、エネルギー・システム工学
TEL 0792-67-4800
FAX 0792-66-8868
E-Mail suzuki23@cnth.himeji-
tech.ac.jp

産業革命(18世紀末)以前

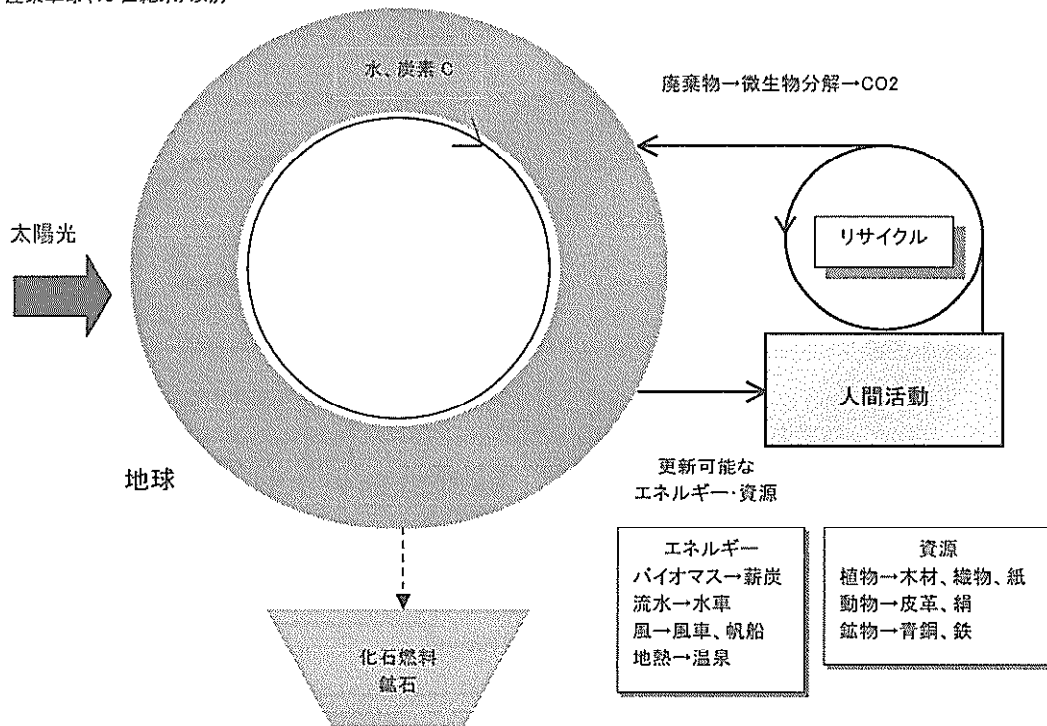


図1 地球と人間のかかわり—産業革命(18世紀末)以前

と第1図のように描くことができる。左の大きなサークルは地球上の主要な循環すなわち水と炭素の循環を表している。循環の原動力は基本的にすべて太陽光である。太陽エネルギーを受けて水は地表(海洋を含む)から蒸発し空に上がるが、やがて凝結し雨となって地表に戻る。地表と空の間で水を循環させる巨大な太陽ポンプが動いている。地球全体で見た年間の蒸発量は日本海の水量に匹敵するほどである。炭素(C)は大気中では炭酸ガス(CO₂)の形で存在する。太陽光のもとで植物は炭酸ガスと水から葉緑素を媒介として炭水化物を合成し、その一部は植物自体が生きてゆくためのエネルギーとして使われ、残りは植物体(バイオマス)として蓄積されてゆく。我々が日常見る植物の成長である。植物の寿命は数ヶ月から1000年を超えるものまで様々であるが、やがては枯れて地上に倒れる。倒れた植物は微生物の食料(エネルギー)となり、分解され再び炭酸ガスと水に戻る。

人間はこの自然の循環系から必要なエネルギー・資源を採取し、生産力を徐々に拡大しながら発展してきた。発展のテンポはきわめて緩やかで、たとえば西暦元年の世界人口3億人が倍の6億人になるには約1600年かかった。エネルギーはバイオマス(薪

炭)、流水(水車)、風(風車、帆船)、地熱(温泉)など、食料、原材料は大部分が植物・動物起源のものであり、これらはすべて使っても更新される循環型エネルギー・資源であった。鉄は古くから武器を作るのに使われていたが、産業革命が起こるまで、ヨーロッパでは鉄の精錬所が設けられる場所は鉄鉱石の産地に近く、森林というエネルギー源があり、水車という動力が利用できる川の傍と決まっていた。大洋を航海するには風まかせの帆船しかなく、新大陸の発見も帆船により行われた。自然から採取される資源は量が限られており貴重なので徹底的にリサイクル利用された。日本の社寺仏閣を解体修理すると、それ以前に使われていた古い資材が再利用されていたという証拠が出てくる。使えなくなり棄てられたものは大部分が微生物により分解され、最終的にCO₂と水になり自然界に戻る。残っているものは貝や骨、土器ぐらいである。

図に示す循環系には、もう一つ注意すべきものがある。自然の循環系の下にある化石燃料のプールである。地球の循環系は億年、何千万年という人類の歴史から見れば気の遠くなるような年月をかけて、それこそ鍾乳洞で水が滴り石筍ができるように、化石燃料を地下に溜めこんできた。石炭の利用は産業

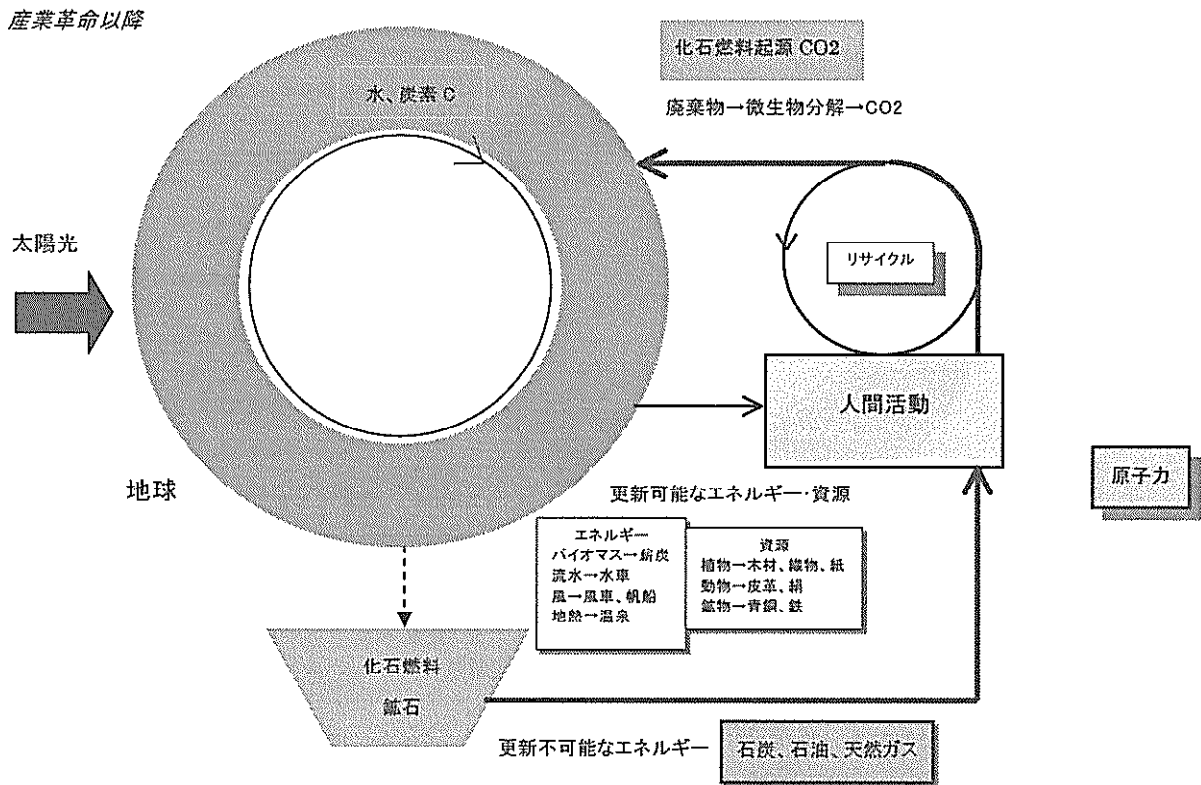


図 2 地球と人間のかかわりー産業革命以降

革命の少し前から始まったが、地下から石炭を掘り出すことは人力に頼る限り至難のわざであった。産業革命のきっかけとなるワットの蒸気機関の発明(1769年)は石炭の掘削時の湧水を汲み上げるため効率のよい動力機械が欲しいというニーズから出たものであった。

18世紀末から19世紀前半にかけて蒸気機関と鉄の利用が急速に進んだ。1825年イギリスのリバプールとダーリントンの間41kmに世界初の公共鉄道が開通した。初めての列車の編成はスチヴンソンの機関車が牽引する客車7両、石炭貨車33両であった。この編成は石炭という化石燃料が大々的に使われるようになったことを如実に物語っている。第2図は、産業革命以降これまで続く、化石燃料に全面的に依存する人間活動と地球とのかかわりを描いている。化石燃料を利用した人工の動力を手に入れ、生産力を飛躍的に拡大し、人類は数(人口)と活動(経済水準)を急速に拡大してきた。産業革命の頃(1800年)10億人たらずであったと推定される世界人口は現在(2001年)60億に急増した。国連の人口局は、21世紀半ばの世界人口は73億から107億の間、最もありそうなのは89億と推定している。現在、人類はエネル

ギー供給の9割を石油、石炭、天然ガスという化石燃料に依存している。以前は主力であった更新可能な自然エネルギーの役割は相対的に低下し、巨大なダムで流水を人工的に制御して得られる水力発電のみが約5%を供給している。あとの5%は人間が自らの知恵で創り出した原子力エネルギーである。原材料も木材に代わるプラスチック、綿や絹に代わるナイロンやビニロンという化学合成繊維の発明ですっかり変わってしまった。

化石燃料・原料の大量消費は人類の物質的生活を豊かにしたが、一方で煙突からの膨大な炭酸ガスの排出、分解されないごみの山となって環境を汚染あるいは改変し人類の存続そのものを脅かそうとしている。人工の化学物質はいわゆる公害として直接われわれの健康を脅かすだけでなく、フロンによるオゾン層の破壊のように自然が長い年月をかけて作った陸上生物の生存に必須のバリエーションを破壊しつつある。

第3図はこれからの人類社会の方向を描き出している。まず大量に消費している化石燃料をできるだけ有効利用することである。一般には省エネルギーという言葉が浸透しているが、これを本当に実現す

循環型社会

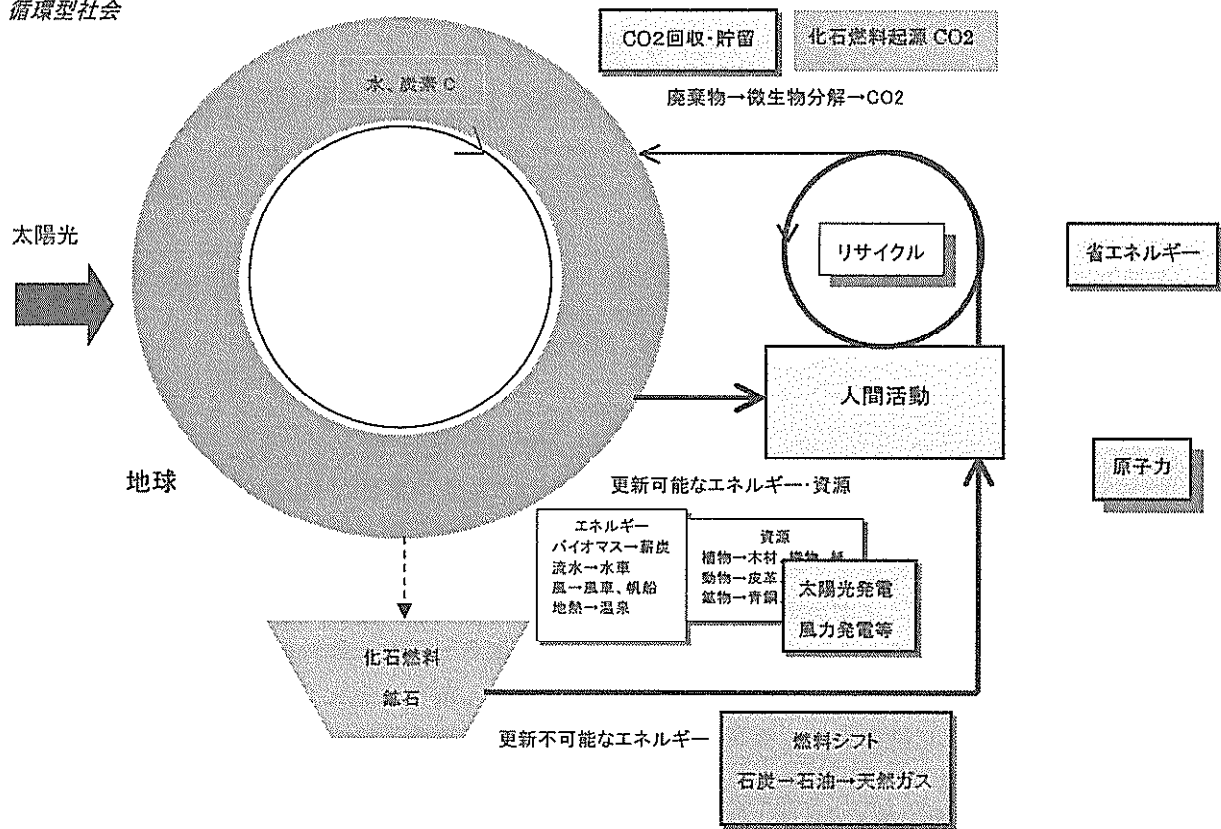


図3 地球温暖化対策

るには革新的な技術を開発し、現在のエネルギー浪費の社会を抜本的に改革する努力が必要である。化石燃料への依存度があまりにも高いので、CO2排出を削減するには、当面利用する化石燃料を発生カロリーあたりCO2排出の少ないものにシフトしてゆく必要がある。CO2排出量は石炭を1とすれば、およそ石油は0.8、天然ガスは0.6である。原子力はウランの核分裂によりエネルギーを取り出すので、原理的に発電時のCO2発生はない。エネルギー供給システム全体として見れば、原子力の利用拡大はCO2排出削減に大きな効果がある。しかしながら、専門家をあげての説明努力にもかかわらず一般市民の多くが原子力発電所の安全性や放射性廃棄物の処理について疑問を抱いており、新規の立地がなかなか進まないのが現状である。

化石燃料の燃焼の結果、煙突から大量に排出される炭酸ガスは無色透明で健康に直接被害を及ぼすものではないが、大気中に温室効果ガスとして蓄積し、気候を温暖化させ、回りまわって降雨パターンの変

化による灌漑システムの機能喪失、海面の上昇による可住地の侵食などを引き起こし、人類に甚大な被害を及ぼす。したがって煙突から大量に排出されている炭酸ガスは広義の有害廃棄物である。この原点に立って考えると、今は当然と考えられている煙突や自動車からの炭酸ガスの排出は規制されるべきである。やがて化石燃料を使うなら燃焼廃棄物である炭酸ガスを回収・処分することを義務付けられる時代が来ると予想される。図の右上にある炭酸ガスの回収・貯留はこのことを強く意識したものである。

第3図を見れば、われわれ人類がやらなければならないことはほとんど自明である。気候温暖化の影響が現実にもいろいろな形の災害となって我々に襲いかかってきて初めて行動を起こすか、あるいは事前に予防策を講じるか人類は今、選択の岐路に立たされている。

前者を選択した場合、気候温暖化による海面上昇に見られるように、行動を起こしたとしても手遅れである。