

文明論からみた21世紀の原子力エネルギー 「しなやかな文明」構築のために

(秋元委員プレゼンテーション参考資料)

三菱マテリアル(株)

秋 元 勇 巳

文明論からみた21世紀の原子力エネルギー

「しなやかな文明」構築のために

三菱マテリアル(株) 秋 元 勇 巳*

1. 文明は危機に瀕している

「地球に優しい」などと、背筋のこそばゆくなるようなキャッチフレーズが流行し始めたのは、何時頃からの事であろう。

四半世紀前までは、傲慢にも文明が自然を征服し支配しうると云わんばかりの無神経な行為を繰り返してきた人類が、一転して地球の友達面をしてやたら自らの文明活動を批判糾弾し始めた。地球の側にしてみればなにやら胡散臭くて、その猫なで声を俄には信じ難かろう。地球の擁護者を気取ってお為ごかしを云う前に、人類はまず自分の頭の上の蠅を追って欲しい、と云いたいところではなかろうか。地球生理学の創始者ジェームズ・ラブロックがいみじくも喝破しているように、「危機に瀕しているのは地球ではなく、自らの文明」なのであるから。

産業革命以降の世紀を支えてきた収奪型工業文明が失速し始めるや、人類社会は急速に閉塞状態に陥った。進歩主義の旗頭を失った社会は、無反省に過去の栄光の復活を希う機械文明信奉者群と、ルサンチマンばかりを追う自虐的な文明批判グループに分裂し、大衆はその狭間でもっぱら NIMBY を決め込んでいる。かくして本質的問題が何等解決されないまま、人類社会の脆弱性は、かつてないほどに増大してしまった。

文明は明らかに病んでいる。しかし人類は果たしてこの「死に至る病」への処方箋を手に入れているだろうか。今こそ我々は、人類社会が依って立つ文明の持つ重い意味を、その根元に立ち返って問い直し、自信を持って21世紀へのスタート台に立つべきではあるまいか。

2. エネルギー、マテリアル、情報 ：生態系と文明社会

膨大なエネルギーが交錯する宇宙と、豊かな物質

・あきもと ゆうみ 取締役社長 理学博士

に恵まれた地球との接点。地表に生命は誕生した。舞台回しを務めるのは、水と炭素のリサイクル。この仕組みによって、太陽からのエネルギーは先ず地表の植物群によって取り込まれ、補食、共生、腐敗などの様々なメカニズムを通して、広く生態系の構成員に分配されてゆく。

すなわち地表の生態系は、太陽から直接間接に降り注ぐ「エネルギー」と、地球からの豊富に恵まれる「マテリアル」、さらには時間や空間を越えて自らの生きる知恵を伝える（遺伝子を始めとする）様々な「情報」手段、の三つに支えられて存続しているのである。

人類は地表に生息する多様な生命が織りなす生態系の1要素に過ぎない。生物としての人類も当然この3要素に支えられ、他の生命体とともに生きることを運命づけられており、この自然の掟から逃れる道はない。しかし人類は自らの知恵を発揮し、他の生命体には達成不可能な手段でこの3要素を駆使して、環境への適応力を画期的に増大させ、独自の生活環境を創出した。これが文明である。

いましばらく、人類社会を他の生物社会から抜き出た存在へと押し上げてきた要素の性格について、本論の主題であるエネルギーに力点を置きつつ、考えてみることにしよう。

3. 文明を支える三要素

3.1 情報

人類はまず、情報を駆使する独自の手段を手に入れることによって、他の生物との差別化を達成した。情報手段の高度化とともに、人類が操る情報はその質、量ともにめざましい向上を遂げ、いまや宇宙や生命の神秘に迫る知識を手に入れ、地球の枠を超えて情報を受発信する力を持つに至っている。

言葉は他の動物とは質量ともに桁違いの情報力を人類に与えた。言葉を媒体として、人々は認識を思想にまで押し上げ、それを他に伝える力を得た。更

に文字の発明で、情報をデータ・ベースとして保存する術を獲得した。人類は時間を超えて変質しない情報手段を手にしたのである。さらにグーテンベルグが印刷技術を発明して、データ・ベースの迅速、正確な複製が可能になるにいたって、人類社会はその思想を後世に伝える「遺伝子」機構を備えたといえるのである。

電信、電話の発明により、人類は空間を超える情報手段を手にした。地域を超えて、情報共有に必要な時間は実質ゼロにまで縮まった。そして現在進行中の情報革命は、情報ネットワークの上に新たな情報空間（サイバー・スペース）の創造を約束している。

3.2 マテリアル

古代から、如何に優れた材料を手に出るかがその社会の消長を左右した。青銅器の製造技術を手にした部族は、石器しか扱えない部族を滅ぼし、鉄器を造り駆使する力を持つ民族は、青銅器の民族を制圧することが出来た。

産業革命は鉄の量産技術の確立によってはじめて現実のものとなった。更に今世紀になっては、アルミニウムを始めとする軽金属、プラスチックなどの材料が、日常の暮らしにまで深く入り込み、生活の豊かさと多様性を現出している。

マテリアルはまた情報やエネルギーが新しい文明パラダイムを切り開くとき、それを下支えする不可欠の要素でもある。情報革命は高純度シリコン、原子力発電はウラン同位体、ジルコニウムなどの新材料なしには達成できなかったのである。

3.3 エネルギー

人類を他の動物から際だった存在へと押し上げた重要な要素として、火の利用が挙げられる。火によって人類は、陽の射さない夜や悪天候の日にも暖をとり、他の動物を追い払い、食物の腐敗を防ぎ、或いは焼き畑で生活空間を広げるなど、自然の気まぐれに逆らって、自らの環境を能動的に改善する手段を手に入れることが出来た。火は、人類が太陽への全面依存からエネルギー源の多様化へと踏み出す、小さな第一歩であったのである。

火は文明の他の要素の進化にも必須の役割を果たした。電信、電話のなかった時代、火は遠隔通信の重要な手段であったし、鉍石を熔錬して青銅や鉄の器を得るには、高度な火の技術の修得が前提となった。

産業革命の最大の意義は、動力としてのエネルギ

ー利用にブレーク・スルーが起きたことである。エネルギーはいろいろな形態で人類の便益に供されるが、人類が火を利用し始めてから産業革命に至る長い歴史を通して火から取り出し得たのは、熱エネルギーとそれに伴って発せられるわずかな光のみであった。ワットが蒸気機関を発明して、火から動力エネルギーを取り出しうることを実証するまで、人類は文明社会の進展に必須の動力エネルギーの殆どを、人力でまかなわざるを得なかったのである。

働き蟻は自らの体重の何十倍もの重量物を軽々と運ぶことが出来る。このため何百もの働き蟻の奴隷労働（蟻たちがこのような意識を持っているかは別として）に支えられたコロニーは、極めて効率的な社会単位として至るところで繁栄を続けている。

古代の人間社会は、多かれ少なかれ蟻や蜂と同様の筋力ベースの奴隷社会であった。1人の絶対君主、1握りの貴族の幸福のために、何千何万もの奴隷や農奴が汗を流した。

動力機関としての人間は極めて非効率な代物に過ぎない。人間の筋力が1年間に生み出せる仕事量は、せいぜい百kWh程度であるという。1匹でほぼ15人分の仕事の出来る馬や牛は貴重な代替動力源であったが、働ける環境は限られ、食糧資源に乏しい時代にはその代替力にも限界があった。水車や風車も、自然の気まぐれに勝つことは出来ない。帆船時代、風の都合とは関わりなく起こる海戦は、何百何千の奴隷漕手の筋力が支えたのである。

非人道的な奴隷制度がつい前世紀まで頑強に存続していた裏には、このような動力源の貧困があった。現代に続く民主的社会が出現するには、蒸気機関のような強力な動力源が人間の筋力に取って代わることが、絶対必要条件であったのである。

現在人類は、世界平均で1人当たり2kW・年のエネルギーを消費している。蟻と同じような筋力ベースの社会ならば、1人175人の奴隷を（先進国に限れば数百人から千人の）酷使している勘定になる。好むと好まざるとに関わらず、文明社会は人類独自のエネルギーが支える社会なのである。

4. エネルギー社会と生態系の競合関係 ：収奪する文明

火は人類社会を豊かにしその環境適応性を画期的に増大させたが、これによって文明社会とそれを取り巻く生態系との間には、絶えざる緊張関係が生じることとなった。人類による火の利用は、生態系が

炭素同化作用によって溜め込んだ太陽エネルギーの収奪に他ならなかったからである。人類は食料の形で、固定化された太陽エネルギーの大量収奪を続けている。

人類社会による収奪が植物再生産のスピードを超えた場合、植相破壊により生態系のバランスが崩れ、結局それは生態系に基盤を置く文明社会の運命にはね返ってくる。このようにして有史以来無数の森林が破壊され、数多くの文明がその報いを受けて滅んでいった。

北ヨーロッパの森林の大部分は、18世紀以降に再生された人工林である。相次ぐ乱伐で絶滅に瀕したヨーロッパの森林を救ったのは、皮肉にも産業革命に伴う石炭へのエネルギー源シフトであった。森林は人類のエネルギー源多様化によって、はじめて絶滅の運命から免れることとなったのである。しかし降雨量の少ない南ヨーロッパの自然は、未だに中世期以降の乱伐、乱牧畜の痛手から回復していない。更にアフリカやアジアの低所得地域では、生活のための植相破壊が砂漠化を加速し、更なる貧困化を招くと云った悪循環が、今も繰り返されている。

産業革命以降の文明社会は、化石燃料の利用によってエネルギー源の多様化を達成し、周辺の生態系の再生産リズムを超えて社会を進展させる力、すなわち独立性を獲得した。しかしここで確保された独立性、多様性は、実は見かけのものに過ぎなかったことに注目する必要がある。石炭や石油は、地球が現在より高温多湿で、大気中炭酸ガス濃度も高かった生態圏の繁栄時代に、植物相が取り込んだ太陽エネルギーの「貯金」であり「積立金」なのである。太古の地質時代、シダや植物プランクトンの大群落が固定化した太陽エネルギーは、地層に取り込まれ高温高圧の下で良質、高密度のエネルギー源：石炭、石油に変質した。森林源、石炭、石油、天然ガスと名を変えても、すべては炭素サイクルに支配される地上の植物相が生んだ「太陽エネルギーの本盤」に過ぎない。自由を得たと思った孫悟空は、未だ釈迦の掌から飛び出せていなかったのである。

いくら臨時支出があろうとそれが積立金でまかなわれている限りは、経常収支に影響を及ぼすことはない。森林源枯渇が限界条件となっていた中世文明社会のエネルギー利用が、化石エネルギーの出現によって急速に膨張し始めた現状はこのように例えられるかもしれない。しかしキャッシュフローが野放図に増え続けられれば、経営の健全性に不安が生ずるの

は当然であろう。ヘッドエンドで見かけの独立性を見せた化石燃料の利用は、バックエンドで破綻を示し始める。化石燃料の燃焼で生じる炭酸ガスは、元来の生態圏主導の炭素サイクルに、付加的な影響を与え始めた。これが今議論のかまびすしい地球温暖化問題の原点である。

5. パラダイムシフトはかく起こる

5.1 文明進化の非線形性

今まで見てきた多くの事例が示すように、文明の進化は決して一直線には進まない。新しい文明パラダイムは、人類が新しい資源を活用する手段を見出したときに始まる。一つの技術的なブレークスルーが引き金となって他のブレークスルーを誘発し、やがてそれは滔々たる時代の流れとなって人々の意識を変え、新しい価値観にもとづく社会秩序を形成するようになる。

このようにして社会は新しい成長へのポテンシャルを得、発展を始める。右肩上がり思考が通用するのは、実はこの発展期に限られるのである。

しかしその発展も長くは続かない。やがて時代の持つ歪みが顕在化し、成長は停滞する。人々は新しい拠り所を求めて右往左往するが、満足な回答が与えられないと、それは自らの社会を支える文明へのルサンチマンとなり、戻り得ない過去への郷愁となり、反文明活動へと繋がってゆく。社会は自信を失い人々は容易に扇動に惑わされるようになる。呪術や、いかさま工学が横行するのもこの時期である。しかしこのように閉塞観に満ちた時代にも、次の時代への萌芽は社会のどこかで準備されている。

社会がこのように変革、発展、停滞の脈動現象を示すのは、文明社会が「生きて」「進化している」一つの証拠でもある。文明社会は決して単純な因果律や機械的決定論の枠にはまる存在ではない。

5.2 産業革命が意味するもの

それでは新しい時代の引き金となり得るようなブレークスルーが備えるべき要件とは、何であろうか。

第一にそれは、それまでの時代の閉塞感を打ち破るに十分なポテンシャルを、質量ともに備えていなければならない。

第二にそれは、第二、第三のブレークスルーを誘発する、技術的社会的牽引力を備えていなければならない。

第三にそれは、新しい時代の指導理念を打ち立てるに十分な、理論的基盤と歴史的必然性の上に立つ

ていなければならない。

新しい時代へのパラダイムシフトは雪崩のように、ある日突然発生する。その起こりかたを正確に予測することは不可能であるが、起こるべき徴を捕らえ、それに備えることは可能である。雪崩は明確な原点を持つ。そして一旦起こるや周辺に小雪崩を誘発し、それを巻き込んで巨大な流れへと発展してゆく。

前述したように18世紀の産業革命は、新しい動力エネルギー源の獲得によって引き起こされた。それまで熱や光しか取り出せなかった「火」から、「力」を取り出す知恵が、筋力に頼る封建社会の殻を打ち破ったのである。これを支えたのが薪から石炭へのエネルギー源シフトである。石炭は木材に較べ3から4倍のエネルギー出力密度をもっている。この差が、今までは困難であった千数百度の高温度の連続保持を容易にし、鉄を始めとする金属製錬・加工技術の画期的進歩を促した。セメントのような建設基礎素材も、石炭による高温度環境が確保されることにより、はじめて可能となった材料なのである。

蒸気機関の発明の基には、熱力学の進歩があった。複雑な機械の設計はニュートン力学なしには不可能であった。産業革命が起こるまでの百年もの間、自然科学は着実にその日のための準備を整えていたが、一旦技術革新の「雪崩」が起き始めると、それを基盤として幾つもの「小雪崩」が誘発され、それらの間に強い相乗効果が発揮されるようになった。

石炭が高性能の鉄素材を生み、それをを用いて造られた蒸気機関車が石炭の輸送性を高め、鉱山機械が鉱山の生産性を高める。このように「エネルギー」と「マテリアル」のブレークスルーが相乗効果を起こした結果、封建農奴制の破綻と森林エネルギー源の枯渇で閉塞状態にあったヨーロッパ社会は、新しい発展の舞台へと飛躍するのである。

5.3 飛躍への予兆：原子力のポテンシャル

20世紀末。世界は明らかに閉塞状態に陥っている。しかし次の時代への予兆は既に色濃く現れ始めている。新しい世紀への飛躍を支えるブレークスルーを、前述の3つの要件に即して占ってみよう。

20世紀の科学界は3つの巨大な金字塔を打ち立てた。前半世紀における量子力学、相対性理論と、後半世紀の生命科学である。生命科学は複雑系の科学へと領域を広げ、未だに科学としての体系化の段階にあるが、前二者は理論的な完成を見て工学への受け渡しをすませている。それがそれぞれ電子工学と原子力工学である。

この2つのブレークスルーの素晴らしさは、それぞれの工学が百万倍ものポテンシャルを発揮することである。電子工学では、この百万倍の利益が既に現実のものとして社会に還元され始めている。1メガのLSIは、小さなチップ1つに、舊来の真空管百万個の機能を凝縮させている。このポテンシャルがコンピュータの画期的進歩を生み、世界を情報革命の渦の中にたたき込もうとしている。

一方、エネルギーの世界ではどうであろうか。ウランは同じ重さの石炭の百万倍のエネルギーを出すことが出来る。これがどれほどの重みを持つかは、木から石炭へのわずか3～4倍の出力密度上昇が、産業革命を支えるのに充分であったことを思い起こせば判ろうというものである。しかしポテンシャルの余りの開きは、社会からむしろ恐れをもって受け止められてしまったようである。目に見えない情報が静かに茶の間に入り込んでしまったのとは異なり、世界はエネルギー密度百万倍の威力を、先ず広島 of 悲劇で味わう羽目になってしまったからである。生まれ落ちるや否や軍事セクターの手中に落ちた原子力は、その後もこれを世界支配の道具に使おうとするグループによって、平和利用への道を大きく狂わされてしまう。

しかし冷静に考えれば、21世紀の文明社会を支えるには、これほどの大きなポテンシャルを持つエネルギーが正に不可欠なのである。

予想される爆発的な人口増加。途上国の急速な経済発展。先進諸国の高齢化。世界的な食糧不足。いずれを解決するにも、まず良質で潤沢なエネルギーの確保が前提となる。これを炭素サイクルや酸性雨問題で足枷をはめられた化石エネルギーや、本質的に低密度、非定常な「再生可能エネルギー」のみで補うことは不可能である。

6. 再生可能エネルギーの限界

ここで巷間過大な期待をかけられている、いわゆる再生可能エネルギーの限界について考えてみたい。

6.1 太陽光利用

十数億年の進化の歴史を経て、植物は低密度で気まぐれな太陽光を捕らえる精巧な仕掛けを作り上げた。植物が太陽光を固定化する率は、ほぼ1%程度であるが、こうして植物の体内に取り込まれ保存される形態は、その植物にとってもそれを二次利用する生物にとっても極めて利用度が高く、質の高い資源をかたちづくっている。

一方、実用的太陽光電池のエネルギー変換率は、最近では十数%に達しているものの、転換されたエネルギーは保存が利かない。しかも植物は光から転換された資源で自らの組織を再生産し、果てしなく増殖を繰り返してゆくことが出来るが、太陽光発電装置の製作には多量の資源とエネルギーが必要であり、その劣化を防ぎ、修理を加えてゆくために、更に少なからぬ追加的資源とエネルギーが必要である。太陽光の分布が低密度でその捕集に大面積が必要なだけに、この正負の差は大きい。

更に決定的なのは、植物と太陽光装置とが、その占有スペースを巡って競合関係にあることである。天候や昼夜の影響で、太陽光装置の日本での稼働率はせいぜい十数%、実質転換率は2~3%にしかないため、百万kWの原子力発電所1基に相当する出力を確保するには、東京の山手線内の面積の2倍が必要である。太陽光電池で覆われた広大な敷地には草も生えない。こんな施設の建設が自然破壊でなくて何であろう。

緑を切らずとも、人間が既に自然から取り上げたスペースを使えばよいとの議論もあるが、たとえ日本中の民家や工場、公共施設の屋根を太陽電池で覆い尽くしたとしても、得られる電力は現在の総需要量の20%にも満たない。いま進められている太陽光利用は、所詮は植物十数億年の知恵の後追いに過ぎない。小規模利用、特殊な用途は今後も増加しようが、これに次世代の基幹エネルギーとしての期待が託せないことは自明である。

6.2 風力発電

中世期の船乗りや、風車小屋の粉挽きにとって、風のもたらす不定常性、そして時折の破壊性は、最大の頭痛の種であった。蒸気機関や、ディーゼルの発明によってやっとその怪格から抜け出した人類が、酔狂にもいま自然の気まぐれに再挑戦しようとしている。ヨットは魅力的な乗り物ではあるが、これを定期船として使う事業家はいない。リスクの存在はスポーツの成立には不可欠だが、事業の遂行には邪魔だからである。あえてそのタブーに挑戦するのが風力発電だといったら言い過ぎであろうか。

勿論昔々の風車に比べ、現在の風力発電機の技術は格段に進歩しているが、水力と違い、風は貯蔵したり制御したり出来ないのが致命的欠点である。そのため太陽光と同じく、低密度で変動しやすいエネルギーを捕集するため、膨大な占有面積が必要となる。カリフォルニア州の広大な風力発電所を訪れて

も、全風車が稼働している光景に出会える人は滅多にいない。定常的に風の起こりやすい地域を選んでも、稼働率は決して高くない。風車の群は遠見には牧歌的に見えないこともないが、直下の風切り音の凄まじさは相当なものである。ドイツのグリーン政党が推進する風力発電が、電力会社からは高コストで敬遠され、地元の環境団体からも反対を受け始めたというのも、宜なるかなと思われる。筆者も風力発電所の隣よりは、原子力発電所の隣に住むことを、迷わず選択する。

6.3 水力、地熱

薄く拡がり変動の激しい天然エネルギーは、それを濃縮、あるいは貯蔵し、恒常的に取り出す有効な制御手段を伴わない限り、経済的で信頼するに足るエネルギー資源とはなり得ない。この条件を満たしうるのは(太陽エネルギーが水のポテンシャルエネルギーに転換濃縮される)水力発電と、(地核の放射壊変エネルギーが熱エネルギーとなって地下の熱水溜に貯蔵される)地熱発電のみである。

7. 原子力発電の必然性、優位性

7.1 トレード・オフ関係

上述してきたように、原子力エネルギーは従来のエネルギー源に比べ極めて高い出力密度を持つばかりでなく、地上の生命活動に深く関わりを持つ炭素サイクルとは全く独立な体系に属する、画期的なエネルギーである。

石炭や石油は種々の有機化学材料の貴重な原料でもあり、木材は住居、紙など人類の生活に必須の基礎資材であるばかりでなく、それを産出する森林は地球の炭素サイクルを支え、大気の組成恒常化の重要な要素となっている。これに対しウランやプルトニウムは正にエネルギーのために生まれてきたような元素である。このため原子力は、従来のエネルギーのように、人類を含む生態系の活動とトレード・オフの関係に立つことがない。

7.2 宇宙原理のエネルギー

原子力エネルギーを生み出す原子核反応は、宇宙の盛衰を支配する根元的な反応で、人類が今まで唯一左右することの出来た化学結合反応とは次元が異なっている。夜空にきらめく銀河のきらめきも太陽の輝きも、地核からしみ出てマントル活動を支配する地熱の根元もすべて原子核反応である。

一方薪、石炭、石油などの有機燃料は、植物が炭酸ガスと水に太陽光のエネルギーをわずかに付け加

えて作り上げた有機化合物の、そのわずかな化学結合エネルギー追加分を燃焼によって取り出しているものであり、宇宙的には勿論、地球的なエネルギーバランスでも全く無視できるほどの、特殊な弱い存在でしかない。人類はこれまでに多くの「物質」を使いこなしてきたが、エネルギーに関する限り、デ・ファクトの宇宙原理エネルギーには近づけず、わずかにその「鏡像」の利用が許されているに過ぎなかった。人類は原子力によって始めて、物質に本来的に具わっているエネルギーを、物質と同じレベルで、利用できるようになったと云えるのである。

7.3 天然原子炉が示す制御安定性

ところで原子力反対派の中には、従来のエネルギー源に較べ原子力の出力密度が桁違いに大きいため、原子力は本来爆弾にしか向かない制御困難なエネルギー技術である、と論ずる向きもあるが、(安全性を無視した設計と無謀な実験がもたらしたチェルノブイリ事故がこの印象を助長した) これは明らかな誤解である。アフリカのガボン共和国にあるオクロ鉱山では、17億年前に自然現象としての原子炉反応が百万年の長きにわたって続いていたとの、明確な証拠が発見されている。ここでその詳細にふれるいとまはないが、人類進化の全歴史に匹敵するほどの長期間にわたり、移ろいやすい自然環境の下で、ウラン核分裂反応が自発的にしかも制御された形で進行したことほど、原子力エネルギー利用の無限の可能性を雄弁に物語る事実はない。オクロでは約百万年の間に6トンのウラン235が燃え、約10トンのプルトニウムや超ウラン元素を含む核分裂生成物が残ったが、オクロ地区は天然原子炉反応が停止した後も、安定した天然の「高レベル廃棄物貯蔵庫」として長期間機能したことが、地質学的に確かめられている。

7.4 プルトニウム利用が鍵

ウラン資源は石油資源と同じく数十年分の埋蔵量しかなく、基幹エネルギー源としては失格との反対論もあるが、これはウラン燃料に含まれる資源のわずか3~4%しか利用せず、あとは廃棄物として捨ててしまおうとの、アメリカ主導の誤った原子力政策が巻き起こして矛盾である。リサイクル社会の確立が急務とされ、あらゆる産業廃棄物や一般廃棄物の再利用、循環再生が叫ばれる中で、その殆どがリサイクル可能な有価物である使用済み燃料が、使い捨てにされて良いはずがない。

プルトニウムを自国の軍事セクターに囲い込んで、核戦力で独占優位を計ろうとの、カーター政権以

来の軍事政策は、今破綻に瀕している。核軍縮が現実化し始めた現在、アメリカは核弾頭解体で出てくるプルトニウムを平和裡に消滅させる手段さえ持たないのである。日本やフランスのように、核燃料リサイクル路線さえ堅持すれば、ウラン資源は今後少なくとも数世紀にわたって、文明社会を支えることができるのである。

7.5 放射能は自己消滅の能力

放射性廃棄物の存在を、原子力の致命的欠陥とあげつらうグループもある。確かに使用済み燃料には強い放射線を出す核分裂生成物が含まれており、その取り扱いには高度の技術が必要である。

しかし放射能は放射線を出す能力であると同時に、それによって自らを消滅させてゆく能力でもある。非放射性の有害元素は永久に有害元素であり続けるが、核分裂で生成する放射性元素は年とともに急速に消滅して、ごく一部の例外を除き、その放射能レベルは2~3百年のうちに自然環境レベルにまで下がってしまう。極めて出力密度が高い原子力は、その廃棄物の量も他のエネルギーに比して格段と少ない。時限管理の可能性と云い、廃棄物量の極小性と云い、原子力は廃棄物管理の面でも他の産業セクターにない特長を備えているのである。

それが未だに、技術的にも明快な答えを出せずにいる背景には、資源と廃棄物を混同し軍事的な都合で平和利用をねじ曲げてきた国際政治力と、発電にのみかまけ、トータルシステムとしての原子力体制の構築を怠ってきた原子力界の視野狭窄症がある。一日も早く正道に引き戻す必要がある。

7.6 人工鉱山としての使用済み燃料保管

「次世代のために負の遺産を残すな」と放射性廃棄物を拒否するグループもある。一見美しい言葉のようだが、元来文明は先人の遺産の上に成り立ち、進化を重ねてきた。その評価が往々にして時代と共に変化、逆転するのは歴史の示すところであるし、なによりも正負を片々たる一局面で判断すべきものではない。負の要素をすべて排除するとなれば、それは裏のない紙を求めるようなもので、一切の文明活動は停止せざるを得ない。我々は原子力なる不世出のエネルギー技術を、大いなる遺産として後世に伝えるまたとないチャンスに恵まれているのである。

因みに使用済み燃料中のウランや、プルトニウムは、貴重な資源であって廃棄物ではない。それを使い尽くす技術が開発されつつあり、実用化へのタイムスケジュールが確保されてある限り、使用済み燃

料やプルトニウムの保管は、将来のエネルギー源のための人工鉱山経営と位置付けるべきであろう。百万kWの原子力発電所は年間わずか25トンの濃縮ウランで（石炭ならば250万トン）まかなうことが出来るが、そのためには150トンの天然ウラン或いは5万トンものウラン鉱石を掘り出さねばならない。リサイクルによって人類は、その怠慢や無関心によって発生させた廃棄物を都市資源化し、負を正に転化することが出来る。原子力もその例外ではない。

8. しなやかな文明を打ち立てるために

このように原子力は21世紀を支えるに足るポテンシャルをもった唯一無二のエネルギー源である。しかし残念なことに、その百万倍のポテンシャルを生かしきるためのシステムは未完成である。むしろ緒についたばかりのところ、パラダイムシフトへの強烈なアレルギーにあい、呻吟しているのが実態であろう。

いまや人類は地球の全面にわたって繁栄を続け、その勢いは出自の生態系に大きな影響を与え始めるまでになっている。生態系のバランスが崩れれば、その咎は当然文明に跳ね返ってくる。過去40億年の生命の歴史が示すように、地球生命システムは激越な環境変化に対しても強い適応力、自己修復力を備えているが、文明がそれに追従するだけの柔軟性と復元力を備えるためには、その規模に見合ったエネ

ルギー、マテリアル、情報の確保が前提となる。特に文明体の血流ともいうべきエネルギーに関しては原子力のように生態系とトレード・オフの関係になり、強力な基盤技術の確保が絶対の要件となってくる。

人類は、まず自らが築き上げてきた文明への加害者とならぬよう、知恵の限りを尽くすべきである。更には自らの文明を、今後予想される様々な環境変化に柔軟に適応できる、打たれ強いしなやかな構造に進化させるべく、最大限の努力を払わねばならない。変化を恐れ縮み思考に終始している限り、新しいパラダイムへの飛躍は望み得べくもない。原子力資源の100%活用へ向けてのシステムの完結こそ、21世紀に向けてエネルギー界が、いや文明社会が、取り組むべき最優先の課題なのである。

あ と が き

本稿では、紙面の制約もあり、21世紀の原子力エネルギーの文明論的位置づけに焦点を絞り、その百万倍のポテンシャルを引き出すための具体的方策については割愛したが、この問題は本特集を構成する多くの論文の中で、つまびらかにされるものと信じている。また筆者も昨年末上梓した「しなやかな世紀」（電気新聞社）の中で若干論じているので、ご興味のある方はご参照頂ければ幸いである。
