

エネルギーと環境

川村 淳浩*

Energy and Environment

Atsuhiko KAWAMURA

Abstract: The enormous consumption of oil constitutes the basis of modern society. Oil provides fuel and chemical raw materials, which are indispensable for modern living. Oil consumption continues to grow worldwide, significantly damaging the global environment. In 2009, Japan depended on nuclear power for 30% of its energy generation. However, the nuclear fuel technology has not advanced, and the problem of radioactive waste has not been resolved. Japan is a society that is responsible for mass energy consumption. The population is concentrated in urban areas, and there is considerable concern about disasters and disaster prevention. Recently, a population decline has diffused the urban population and produced a significant environmental load. I review the current lifestyle and recommend a paradigm shift to return to old patterns, to some extent.

Key words: Energy, Environment, Fossil fuel, Nuclear power, Paradigm shift

1. はじめに

我々人類は、石油と原子力、パンドラの箱を実は二つも開けてしまった。とりわけ、我が国における影響は切実である。我が国はエネルギーと資源に乏しく、海外からこれらを輸入して国内で高品質な工業製品を生産して海外に販売（輸出）することで、飛躍的な経済成長を遂げてきた。しかし、今日では世界の工場の役割が他のアジア諸国に移っており、我が国の経済成長は停滞している。次の時代に向けた「持続可能な発展」を進めるにしても、これまでの社会システムや価値観が足枷となって、その歩みを阻害する状況となっている。その閉塞感に苛まれる最中に発生した福島原子力発電所の事故は、我が国のエネルギー政策に留まらず、社会構造や日々の暮らし方をはじめとして社会システムや価値観の転換を本気で考えるきっかけとなった。

本稿では、我が国のこれまでのエネルギー政策を振り返り、地域社会とエネルギー経済の視点から、「持続可能な発展」に向けた価値観、社会システム、そしてエネルギー政策に関する私見を述べる。

2. 石油を基盤とした社会

石油は、地下資源として採掘される「原油」と、それから作り出されるLPG、ガソリン、ナフサ、軽油、灯油、重油、そしてアスファルトなどの「石油製品」の総称である。

原油は、太古の昔の海底に堆積したプランクトンや海藻などの海洋生物の死がい（有機物）の上に、長い年月をかけて順次砂や泥などの新たな地層が幾重にも重なり、高い圧力と温度やバクテリアの働きによって化学的に変化したものと考えられている。また、その生成速度は数十万年～数千万年単位の地質学的時間であり、条件が整った限られた地層でしか生成されない。しかしながら、現代社会は、その生成速度よりも5桁以上大きな速度で消費が進んでいる^[1]。

石油の大きな特徴のひとつが「連産品」という性質である。すなわち、原油からどれかひとつだけの石油製品を作ることは不可能で、量のバランスや品質の違いはあるが、原油からは必ずすべての石油製品が同時にできてしまう。石油製品は、用途面から燃料と原料に大別され、前者は全ての社会的活動で共通に利用され、後者はプラスチックや合成繊維か

* 釧路高専機械工学科

ら薬品や肥料まで現代社会を構成するあらゆる分野に及んでいる（図1）。とりわけ、ナフサは石油化学工業における基幹物質であり、様々な化学合成物質の原料となっている。上述のような理由から、ナフサだけを特定して生産することはできず、連産される他の物質も含めて必ず消費する必要がある。我が国は、高度成長期の始めから数十年の歳月を経る中で、2度のオイルショックと幾度かの経済危機を乗り越えてきた。この間、現代社会は石油を原料としたリファイナーが最大効率で最高の経済性を示すように究極まで洗練された状態に特化してきた。石油を最大限に利用し尽くすように最適化が進んできたため、他の原料を用いると採掘からリファイナーまでの全システムを新たに構築する必要が出てくるため、多くの不都合が出現し利用効率も経済性も劣る結果となる。現在の社会システムは石油を基盤にしたものであり、我々はそれによって生み出された価値観の下で生活をしている。他のエネルギーでは、発展はおろか現代社会を維持することもできない。

石油が一気に世界を支配してしまった背景には、他のどんなエネルギーにもない利便性と安全性がある。人類は一番良いものを手にしており、これを手にしているうちは、他は全て見劣りするのみに見向きもされない。また、石油には、小さな機械から大きな機械まで陸海空の全ての用途に利用されている万能性があるが、常温常圧におけるエネルギー密度、安定性、そして安全性が他のどのエネルギーよりも優れているため輸送用機器の燃料に最適である。特に航空機用途としては唯一無二の存在であり、各種

の防災・災害作業機器にも最適である。他の多くの用途では、必ずしも石油でなければならないということはなく、ガス体エネルギーや固体燃料で代替できる場合が多い。一昔前までは、住宅の暖房には、薪、おが屑、或いは石炭などが使用されていた。手や家が汚れ、日常のメンテナンスが欠かせないこれらの燃焼器は、石油の購入費が相対的に安くなったことをきっかけにして、ほぼ絶滅状態となった。一酸化炭素の発生を抑えられないなど燃焼器としての安全性が十分に確保されなかったことも、少なからず影響している。市場経済社会では、市場のないものは商品として流通することはできない。ユーザーの消えた固体燃料は、家庭部門から消え、その生産拠点も閉ざされた。近年の燃焼器は、主燃料と制御電力の2つのエネルギーを必要とする。後者は、高い比出力と安全性を確保するために使用される。薪ストーブに代表される昔の燃焼器は、煙道内を通過する燃焼ガスの密度差によって燃焼器内に新鮮空気を導入することで燃焼状態を維持する方式である。しかし、鳥の巣や雪で煙道が塞がれたり、新鮮空気の導入が妨げられたりすると、一酸化炭素が室内に漏れ出ることになる。近年の燃焼器は、制御電力を利用して強制的に給排気を行うと同時に、検知器による常時監視を実現している。

現代社会は、石油によって社会構造が大きく変化した。都市では、生活に必要なものが比較的近いところに集まっている反面、人口が集中し過ぎて防災や災害時には大きな不安が残る。一方、地方では人口の拡散化が進み、クルマがなくては食品、日用品、病院、学校など、日常の暮らしに必要なあたりまえのことができない社会となった。高齢化がこの問題の深刻さに拍車をかけている。また、輸入される大量の石油と肥料原料、そして化学肥料を使用することで、我が国の現代の農業や漁業等の食料生産と供給が賄われている。石油は、我々の暮らし方や価値観を変えてしまっただけでなく、完全に支配している。

我が国の原油輸入量は、1965年度8,700万kLであったが、2008年度2億3,000万kLに増大している^[2]。石油という万能な社会共通のエネルギー資源があったから、様々な産業が生まれ、発達し、そして現在のような高度な文明社会を築くことができた。我が国を含むOECD加盟国の多くは成熟期を迎えているが、開発途上国の躍進のために世界全体では急速に発展し続けている。しかし、石油がなければ経済発展はおろか、現在の状態を維持することさえもできない。一度開けてしまったパンドラの箱は元には戻せない。

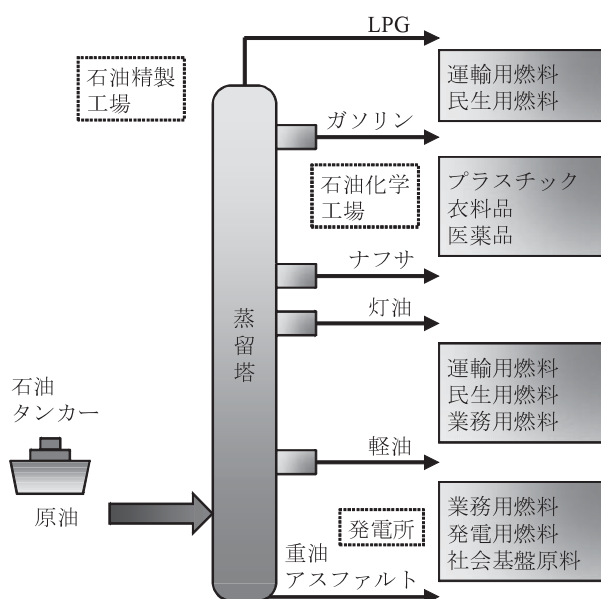


図1 石油製品とリファイナー

3. 我が国のこれまでのエネルギー政策

江戸時代の我が国のエネルギー消費量は現在よりも格段に小さく、鎖国政策をとっていたこともあって、木質バイオマス等の国産の自給エネルギーで賄いきれるものであった。人口や経済規模が小さく、資源も限られていたため、現代から見れば究極の節約生活、リサイクル社会が営まれていたとの研究報告がある^[3]。

そのころの諸外国は、熱などのエネルギーから仕事をとり出すことを求めて様々な発明が行われた時代でもあった。その中で、水車の代わりに水蒸気を用いて回転動力を得ることに成功し蒸気機関が発明された。蒸気機関のエネルギーとして石炭が用いられるようになった。一連の動きが産業革命であった。その後、燃料としての特徴と資源量から石油に大きくシフトしていき、現在の社会につながっている。

我が国は、終戦からの復興時代に生活向上を目的としてアメリカ型の経済や社会が参考とされた。電力を社会共通のエネルギーと位置付け、迅速かつ安価に産業や家庭に供給するために架空電線が最適であると改めて認識され、我が国を隅から隅まで電化する政策が推し進められることとなった。続いて迎えた高度成長時代、我が国は経済成長を工業力に見出し、産業や家庭への電力を増大する必要が出てきた。優れた工業製品を安価に生産するために安価な電力が必要であった。製造原価として商品売価に転嫁されるためである。多くの資源とともにエネルギーも海外に依存する基礎が生まれた。その後、食料や肥料も輸入に依存することになったが、工業国を目指した我が国にとって問題視はされなかったのかも知れない。このビジネスモデルは、海外に販売（輸出）することで外貨が入り、エネルギー資源、工業用原材料、国内農業用飼料・肥料原料、そして食料を海外から購入するという図式であるため、輸出の状況に全体が左右される。

石炭は 1965 年度までは国内で消費される一般炭の 90%程度を国内炭で賄っていたが、石油化学工業の進展に伴って化学原料用途だけでなく電力用・燃料用としても石油への転換が進み、生産も消費も減少していった^[4]。アメリカのような大量生産大量消費物社会を目指して、多くの商品を高品質に生産するために安価なエネルギーと石油化学製品が不可欠であった。当時の技術力と経済性の兼ね合いから、公害問題の解決に難の残る石炭を基幹とし続けることはできなかった。しかし、2 度のオイルショックで、産業や家庭にとって最も重要な電力の生産を一つのエネルギー源に頼ることの危うさを学んだ我が

国は、リスク分散化を図ることとなった。その当時も、「持続可能な社会の構築」を目指して、太陽光、風力、或いはバイオマスといった再生可能エネルギーが真剣に検討されたが、技術開発力が現在よりも更に未熟であったため、商業的導入には至らなかった。結果的に、実用性を最優先に考えて選択されたのが、天然ガスと原子力であった^[5]。天然ガスは、今日では最新鋭のコンバインドサイクル火力発電所における唯一燃料と位置付けられているだけでなく、全国の都市ガス用燃料として定着し、更には自動車用燃料としての普及も進んでいる。一方の原子力は、諸外国では核開発の副次的利用としての位置付けもあるが、我が国ではプルサーマル計画のもとに、将来有望なエネルギー源として位置付けられ、国策として強力に推し進められた。しかし、使用済み燃料を本当に増殖させることができるか、放射性廃棄物の処理をどうするかといった基本的な問題は棚上げのままでの見切り発車であった。前者は、次のエネルギーを生み出す前に最初に自らがエネルギーを消費する必要がある、現在でも研究開発段階の域を出ていない。後者は、再処理工場でガラス固化体に封じ込めて数十年間貯蔵し、最終的に深い地層中に永久埋設処分して少なくとも 1,000 年間管理することを基本方針としている^[6]。使用済み燃料の場合には、ガラス固化の前に発電所内の冷却水プールで 2 年間程冷やす必要がある。永久埋設処分先がどこになるかという議論の最中にこのたびの事故が発生し、この放射性廃棄物の処理は大きな社会問題になっている。

原子力発電は、我が国ではエネルギーセキュリティの一環として位置づけられているが、特別な存在であるためかエネルギーや物質の収支を計算するための客観的な公表データが不足している。現在すでに数十基ある原子力発電所からは、日々の電力を得る代償として、日常的に放射性廃棄物が排出されている。現在装填されている燃料を全て使い切った時点で順次原子力発電所を停止していったとしても、この放射性廃棄物の処理と管理は、世代をリレーして少なくとも 1,000 年間実施していかななくてはならない。一度開けてしまったパンドラの箱は元には戻せない。

4. 終わりに

数十年後の我々人類の主要エネルギー源は何であろうか。利用可能な在来型の地下資源のうち、石油やウランを採掘し尽し、石炭や天然ガスだけが残されていると思われる時代である。人類が生命維持

以外の社会的活動のためにエネルギーを確保できるのだろうか。

電力は、社会共通の基盤となる最高のエネルギーであるが、自然界に存在せず溜めてもおけないため、需要に合わせてその都度絶えず生産して供給しなければならない。これまでのエネルギー政策は、如何に安定的に安く安全に供給するか、ということの基本要件としてきた。このような評価基準下では、風力や太陽光のような不安定な再生可能エネルギーが主流になることは難しい。将来的には、様々な再生可能エネルギーを集めて使用せざるを得ないと思われるため、本当に有望な再生可能エネルギーの見極めと高効率のエネルギー変換技術が必要になると思われる。また、有益な特徴を有する石油の延命化を少しでもはかるため、更なる省エネルギー技術の開発実用化と、どうしても石油でなければならない用途に限定してその使用を認める用途管理を始める必要があると思われる。

科学技術は我々人類が幸福な暮らしを送るために存在すると信じているが、現実はどうであろうか。その利用方法を誤り、戦争を激化させ、他の生命を絶滅に追い込み、地球環境を破壊し、あまつさえ我々の子孫のための未来を喰い物にして、刹那的な世界を構築してしまったのではないだろうか。多くの生命は種の保存という基本指令だけで個々の寿命をまっとうするが、人類だけがとても異質な存在となっている。太古の昔は他の生命と大差のない同様な行動と影響力であったはずであるが、エネルギーを手に入れてから、大きく変容してしまったと思えてならない。少なくともそれまでは地球規模での影響を与えるような力は持ち得なかったはずである。ギリシア神話に登場する「火」が人類に結果的に災いをもたらすということになれば、「パンドラの箱」のお話とその解釈は、違ったものになってしまうであろう。

通常生命は、個体を取り巻く周囲の環境によって生存する個体数が律速される。現代社会は、地球のキャパシティを超えた膨れ上がった状態である。代謝(エネルギー消費)を減らして個体数を維持するか、その逆のどちらをとるかと問われたら、倫理的に後者は難しいため、前者を進めることになる。持続可能な社会とは、地球環境や生態系が自己修復可能な範囲でのみ人類の関与を許す社会である。どれくらいの関与が許されるのか、時間的な猶予はどうに全くないが、前述のような研究の進展を待つしかない。少なくとも、今後の科学技術とその利用政策のありかたは、可能だから全て実施するのではなく、各種影響を精査したうえで、あえて実施しないこと

や節度をもって実施するというスタンスが必要と思われる。万事行き過ぎはいけない。省エネルギーと再生可能エネルギーを研究の中核に据えた一研究者としての基本的スタンスである。

参考文献

- [1]JOGMEC 調査部(編):石油資源の行方―石油資源はあとどれくらいあるか―, pp.37-42, コロナ社(2009)
- [2]経済産業省:資源・エネルギー統計年報(2010)
- [3]石川英輔:大江戸えころじ事情, 講談社(2003)
- [4]経済産業省:エネルギー生産・需給統計年報(2010)
- [5]橘川武郎:通商産業政策史 10・資源エネルギー政策(2011)
- [6]原子力発電環境整備機構, 地層処分:
http://www.numo.or.jp/q_and_a/03/01.html