

第4章 エネルギーの未来を展望する

角 一典

はじめに

福島第一原発事故によって、日本国民はエネルギーの将来像をどのように描くかという課題を改めて突き付けられた。民主党政権下で閣議決定した2030年代までの脱原発の方針は、安倍自民党内閣の下でリセットされる気配が濃厚である。日本のエネルギー政策はまだ確固としたものとなっておらず、非常に流動的な状況にある。そしてこれは、日本のみならず世界各国が同じような状況にあるといえるのかもしれない。世界中で、原子力エネルギーと再生可能エネルギーについて関心が高まっている状況にあるが、人類はいかなる選択をするべきなのか、いまだ「神々の闘争」の中にあり、明確な回答は示されていない。

5年間の冷熱エネルギーによるまちづくりの調査は、筆者をエネルギーの未来をどうするかという、非常に困難な問題へと誘った。社会科学を専門とする筆者に言及できる分野は本来かぎられたものであるが、本章ではあえて、本来の専門からかなり遠いところにまで言及しながら、上記の課題に自分なりの解答を示したい。

本章では、まず、エネルギーを効率的に利用することの必要性について言及し（第1章）、原子力エネルギーとどう向き合うべきかについて考察を加え（第2章）、最後に、これからエネルギーのあり方について私見を概括的にまとめる（第3章）。

4.1 エネルギーの効率的利用に向けて

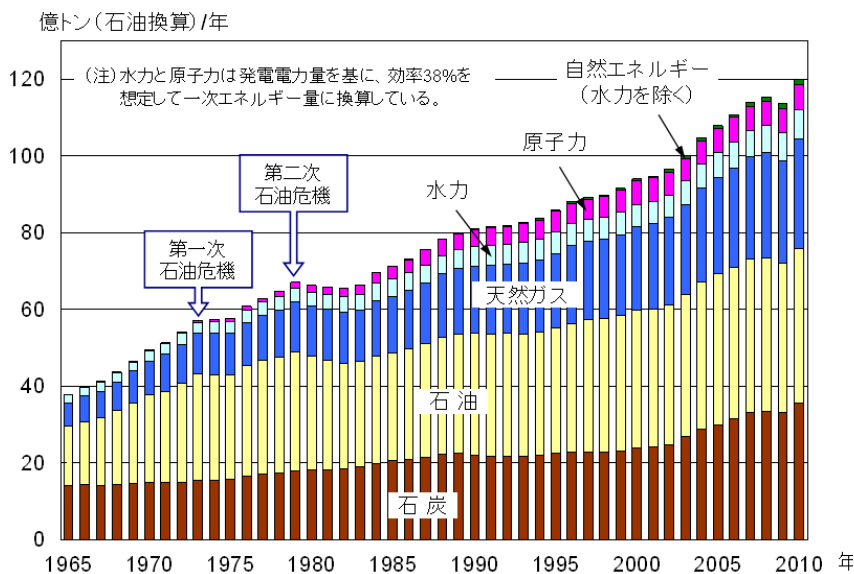
4.1.1 エネルギー消費の縮小

まず、確認されなければならないのは、今までのようなエネルギー利用の仕方は根本から改められなければならないということである。1970年代の二度のオイルショックで訪れたエネルギー危機以降も、結果としてエネルギー消費は拡大の一途をたどった。それは、発展途上国における経済発展や人口増加といった要因だけに帰責させることはできず、先進国においてもエネルギー利用が増加していることを、あらためて我々は意識する必要がある。そして同時に、持続可能性を考えた場合、現状のエネルギー利用は、少なくとも革命的な技術の開発がない限りにおいて、いつの日か不可能になるということも理解しなければならない。『成長の限界』以来、繰り返し資源の枯渇が叫ばれながら、むしろ化石燃料の使用量は増加の一途をたどっている。未発見の油田や炭田などが存在する可能性が高いことを理由に、化石燃料の枯渇は当分生じないということを述べる論者もいるが、採掘の条件が悪くなっていくことを考えれば、採掘コストおよびリスクは今以上に上昇すると考

えなければならない¹。
さらには、化石燃料の過剰利用による地球温暖化説を完全に否定する有力な根拠が存在しない以上、化石燃料への依存を続けるべきではない²。

したがって、現状のエネルギー利用を縮小させる方向に世界は向かわなければならないし、これまで湯水のようにエネルギーを使ってその恩恵を享受し続けてきた先進国において、その義務はより大きなものである。

グラフ 4-1 世界のエネルギー消費推移



出所：高度情報科学技術研究機構 HP

4.1.1.1 省エネルギー

省エネルギーとは、文字どおりに捉えれば「エネルギーを省く」ことであるが、これには本来、大きく二通りの道が存在していると考えられる。ひとつは、エネルギーの消費そのものを控えるという、節約という意味であり、もうひとつは、エネルギーの単位当たりの仕事量を増加させることによって消費するエネルギーを抑制するということである。後者については後述することとし、ここでは前者について簡単な検討を加えていこう。

近代は、大量採掘-大量生産-大量消費-大量廃棄の時代であり、それと並行して膨大なエネルギー消費に支えられた時代でもあった。経済は急速に拡大し、それとともにわれわれを取り囲む消費財も、良質ともに著しく変化し、それらの多くがわれわれの生活の中に浸透し、身体化した。われわれはさまざまなモノに囲まれて生き、それらなくして生活できないように感じている。

しかしながら、あらためて振り返ると、確かに便利な時代ではある今が、本当に必要なものに囲まれた状況であるかと問われれば、多くの人は必ずしもその問いに対して、すぐには頷かないのではないだろうか。例えば、現在は何か足りないものがあっても、四六時中近くのコンビニエンスストアに行けば補うことができる。どこか行きたいところがあれ

¹ 2010年に発生したメキシコ湾原油流出事故はその典型といえよう。4月20日、メキシコ湾沖合80km、水深1522mの地点で作業中だったブリティッシュ・ペトロリアム社の石油掘削施設で、技術的不手際から掘削中の海底油田から逆流してきた天然ガスが引火爆発し、海底へ伸びる5500mの掘削パイプが折れて、流出した原油は78日間で490万バレルにおよんだ。

² 最近、新たなエネルギー資源として、タールサンド・オイルシェール・メタンハイドレート・シェールガスなどの名前が出てきているが、技術的に課題のある資源に過剰な期待をすべきではないし、これらは化石燃料と同じものであって、枯渇性資源であり、地球温暖化の原因となり得るものでもある。

ば、自家用車を駆使して自分の都合に合わせて移動することも、多くの人が可能である。宅配便を使えば、翌日には荷物が相手に届く。しかし、それは生きていく上で絶対に必要なものであるかと問われれば、そうではないケースの方が圧倒的に多いはずである。つまりは、現代の生活は「便利さ過剰の時代」だというべきである。

すべての無駄を捨て去れとは言わないまでも、なにが必要でなにが不要かを取捨選択すべき時代が訪れたといわねばならない。これは、まずは個人の生活からその見直しをはじめ、さらに事業所単位で、さらには地域社会・国家全体といった枠組みの中で、さらには世界という観点からも、必要な財・サービスと不要な財・サービスを分けること、優先順位をつけて、優先度の低いものをカットしていくことが進められなければならない。そして、こうした視点は、エネルギーを考える上でも必要となっている。

実際、東日本大震災を契機として、現在も原発のほとんどが停止状態にあり、電力供給は相対的に逼迫した状況にある。震災直後は、特に関東地方において著しく厳しい状況が生じたため、各所でさまざまな取り組みがなされた。鉄道の間引き運転やエレベーター・エスカレーターの停止、照明の間引きなどを行った結果、危惧されていた停電という事態を免れた。この結果は、日本人はやればできるということを証明したと同時に、反面では無駄と思しきものがさまざま存在していることを明らかにしたともいうことができる。原発事故という、本来起こってはならない事柄がきっかけとはいえ、節電という意識が芽生えたことは偉大なる前進と評価したい。そして、電気にとどまらず、エネルギー全般、ひいては資源全般へとその意識を拡大していくことが重要である。

4.1.1.2 エネルギーの効率的利用

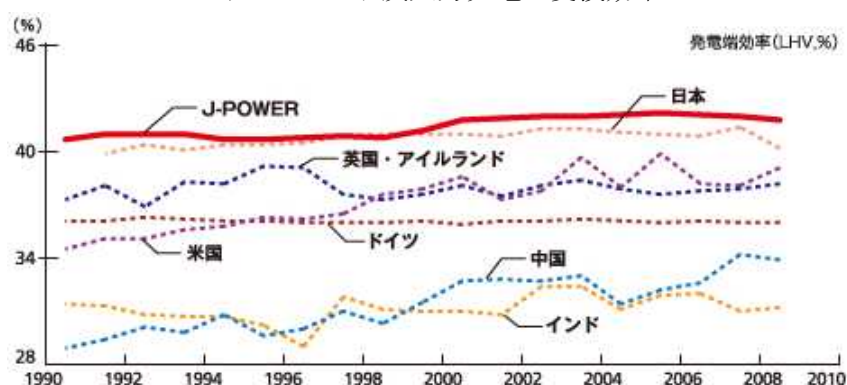
ロビンスは次のように指摘している。「エネルギー供給問題はまず第一にすでに利用可能なエネルギーからもっと多くの仕事を取り出すことによって、ずっと容易になる」(Lovins, 1977=1979:11)。自動車の燃費の例で分かるように、1ℓで10km走れる車と20km走れる車では、後者の方が望ましい。限られたエネルギーを徹底的に利用することが必要であり、そのための努力は、実際に多様なルートがある。自動車の燃費を向上させるのもそうだし、近年では省エネ家電やエコ住宅などが話題となったが、最も重要なのは、物事を一次エネルギーの状態と最終需要の状態から考えていく積み上げ式の思考であろう。

例えば、現在の発電所は一次エネルギーから約40%を電気エネルギーに変換し、残りはほとんどを廃熱として捨てている。この部分をなんらかの形で利用可能になれば（主に熱利用）、エネルギー効率は70-80%に向上するといわれている。いわゆるコ・ジェネレーションである。この仕組みを実現するためには、発電施設周辺に熱供給できるような仕組みを整えなければならない。

発電施設の高度化によってロスを減少させることも必要であり、石炭火力では、日本は変換効率で優位を誇っている。さらには、「石炭ガス化複合発電（IGCC）」「石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）」などの次世代型のシステムでは50-55%の変換効率が見込めると

グラフ 4-2 石炭火力発電の変換効率

いう。日本の技術を海外に移転していくことは、正のブーメラン効果として日本にも恩恵がある。したがって、技術移転を積極的に進めていくことも必要となるだろう。また、これは発電にとどまらず、動力や熱利用、さらにはパッシヴ



出所：電源開発 HP

エネルギーといわれる省エネルギー技術においても同様である。

しかし、一次エネルギーの転換をより効率的に行うためには、変換効率の向上とともに熱利用などをセットにしながら効率化を模索する方がより良い選択である。そのためには、大胆な都市計画や、あるいは後述するエネルギー施設立地の分散化が必要となってくるだろう。さらに、ロビンスにしたがえば、そもそも電気という選択肢でよいのかどうかを問うというようなことも必要となるだろう（これについても後述する）。

もうひとつ重要なのが、エネルギー源と需要地との近接性、エネルギーの移動の最小化である。集中型の発電システムに対してロビンスが批判を加えているのが送電ロスである。ガソリンなどの場合も移動にエネルギーを必要とするため、採掘場所あるいは製油所は消費地と近い方が効率的である（これについても後述する）。そしてここから、エネルギーの地産地消という発想も生まれてくるのである³。エネルギーの自給は望ましいが、化石燃料ほどではないにしても、自然に存在するエネルギーの分布が一律ではない以上、あくまでも自給率を向上させることが当面の目標となる。

4.1.2 「電気至上主義」からの脱却

再生可能エネルギーをめぐる議論は、日本では電気に偏りがちで、ヨーロッパのように動力や熱利用に及ぶものにはなっていないように感じられる。しかし、電気というエネルギーは、さまざまなエネルギーの中でも特殊なものである。同時に、ロビンスが指摘するとおり、「電力は非常に特別な、質の高い、かつカネのかかるエネルギー」である (Lovins, 1977=1979:4)。だから本来は、電気にしかできない用途に限定して使用されるべきなのだが、現実には、電気だけでなくよい用途にも電気が使用されるケースが非常に多くなっている。昨今話題になっている脱原発も、ひょっとすると電気の用途を限定的にしたら容易に解決できる問題かもしれない。

日本では、政府主導の下で積極的に原子力発電が拡充され (cf. 吉岡, 1999=2011)、出力

³ 農産物の場合は旬産旬消ということも言われるが、自然からエネルギーを採取するという意味においては、ある程度はエネルギーにおいても旬産旬消が大切になるかもしれない。

調整の難しい原子力発電の余剰処理のために、揚水発電が拡大し、また、オール電化住宅が推奨されたりもした。さらには、和田が指摘するように、日本では、原発を中心とした電源構成が国策となり、結果として、再生可能エネルギー利用の拡大を目的としている RPS 法もむしろ拡大の妨げとなり⁴、再生可能エネルギーの問題を電気の問題に「矮小化」したとさえいえる側面がある（和田，2011）。

ロビンスが指摘するように、なんでも電気に変えるという発想は捨てた方が良い。動力や熱利用等の道もあり得る、というよりも、最終需要の観点から、どのようなエネルギーの利用が適切かを考えながら、電気である必要のないところは他のエネルギーに置き換えるという方向性が必要である⁵。

図 4-1 一日の電力需要の推移

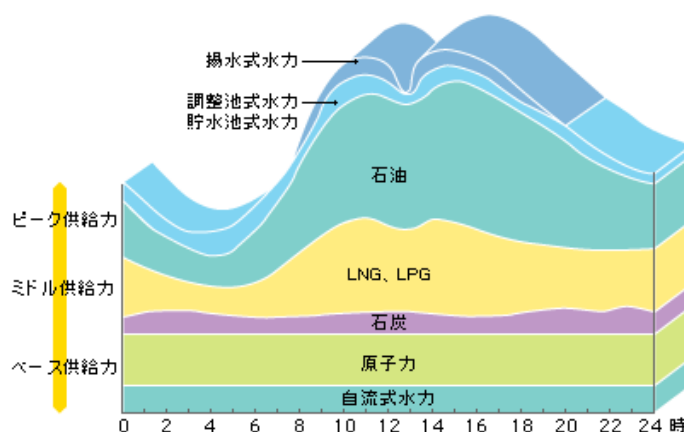
4.1.3 最大対応の非効率性を克服する

エネルギーの需要は常にコンスタントではなく、年周期あるいは一日周期でかなり変動する。図 4-1 は一日の電力需要の変動を示したものであるが、昼をピークにして、人々が一般に眠りにについている頃に需要が減少する。

これまで、日本は発電施設の整備を需要に合わせてきた。他方、国民も、電力が使いたいと思うだけ使え

という状況になんら疑問を持たずに過ごしてきた。そして、福島第一原発事故によって、国民は計画停電や節電要請といった形でその「ツケ」を一部払わされることとなった。

しかし、節電は決してマイナスではなく、むしろそれが国民に定着することが望ましい。特に、節電要請が、時間を明確にしてなされたことは意義深い。海外ではすでにいくつもの事例がある、いわゆるピークカットの日本版ともいえるものである。海外の例では、例えば時間帯別に料金を変え、電力需要が大きくなる時間の価格を高くすることでピークの抑制を試みているところがある。ピークカットに成功しさえすれば、電力需要が大幅に減少せずとも原発を除いた既存の発電容量でも十分に対応できるということを、事故以降の日本の状況は物語っているのである。



出所：中部電力 HP

⁴ RPS 法では、経済産業省によって再生可能エネルギーの利用目標量が設定されたが、全体の需要に対してきわめて低い割合になっており、また、電力会社の買い取り価格も個別の契約で決定され、多くが入札によって決定された。これらの要因が災いしたため、日本の電力における再生可能エネルギーの普及は、世界の中で後れを取ることとなったと評価されている。

⁵ この点でよく引き合いに出されるのが IH クッキングヒーターと電気ポットである。ともに 100℃程度の熱を必要とするものであるが、ここに電気を使うことの愚かさを指摘する意見は多い（ex. 藤井監修（2005＝2007））。

4.1.4 エネルギー施設の分散

これまで、特に電気の分野では顕著だが、巨大な施設から遠方に供給するという仕組みが是とされてきた。しかしながら、一定の面積では経済的に合理的な仕組みであっても、それが拡大していくにつれて合理性は低減していくのが必然である⁶。したがって、巨大な施設ですべてを賄おうとする発想を捨て、小規模分散型の施設配置を目指すべきである。これは特に、人口閑散地域においていえることであるが、人口密度の高い地域においても、これが目指されるべきである。

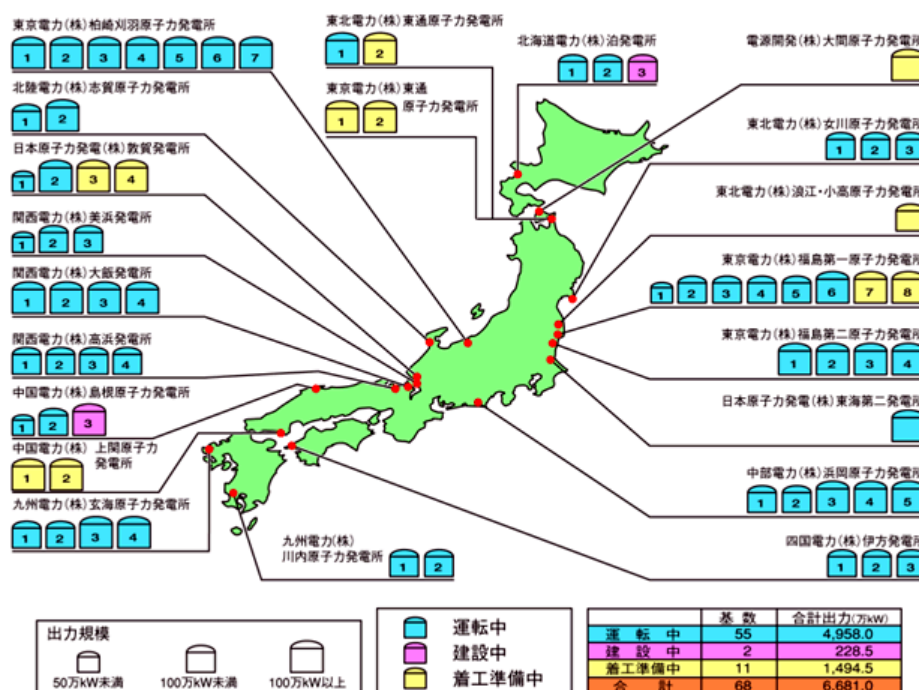
理由のひとつは、事故リスクの低減である。中越地震による柏崎刈羽発電所の停止あるいは東日本大震災による原発の停止は、電力供給に非常に大きな影響を与えた。巨大な発電所は、運転している間は効率が良いが、ひとたびなんらかの事故によって停止すると、民生および産業に多大な影響を与えてしまう。事故対応のためにバックアップ電源を確保するのも本来コストとして計算されるべきものであり、それを考えれば、巨大な発電施設は経済的に本当に合理性を持っているのかがやや疑わしくなる⁷。

また、これも発電所との絡みになるが、巨大発電所は人口密集地域から離れたところに立地するケースが

多く、温水のほとんどは廃棄されてしまっている状況にある。コ・ジェネレーションによるエネルギー利用の効率化を考えた場合、小規模分散の方が合理性を発揮するのである⁸。

同時に、人口閑散地域への巨大発電所の立地は、環境的正義の観点から見直さなければな

図 4-2 原発の立地点（2006 年度末現在）



出所：日本原子力発電 HP

⁶ これは下水道のような施設でも同様である。

⁷ バックアップ電源は、老朽化した火力発電所などを活用するケースが多いようである。しかし、設備維持のためだけでもコストは生じるし、発電効率が良くないからこそ閉鎖された設備であると考えれば、ある意味においてエネルギーの無駄遣いにもつながる恐れがある。

⁸ オーストリアのバーゼル市では 70 万市民のための家庭ごみ焼却施設を工場地帯の真ん中に設置している。発電を行った上で、廃熱を蒸気として工場で、温水として地域に供給し、約 80%の利用効率となっている（滝川他編，2012:146）。日本では迷惑施設として人のいない地域に立地する焼却施設であるが、都市設計の考え方次第では、バーゼルのような選択もあり得るのである。

らない。いわゆる迷惑施設は人口閑散地域に立地しがちだが、特にその傾向がはなはだし
いのが原発である（図 4-2 参照）。福島事故の前、稼働していた原発は 17 のサイトに 54 基
であった。世界最大といわれた柏崎刈羽原発の 8 基を筆頭に、福島第一に 6 基、浜岡に 5
基といった形で、一ヶ所に原子炉が集中する傾向もみられる。そして、原発から生み出さ
れた電気のほとんどが遠方の都市部で利用されているのである。

4.2 原発とどう向き合うか？

4.2.1 「現実主義」を超えて

福島第一原発事故を契機に、日本でもようやく原発の是非を問う世論が盛り上がりを見
せている。

第 3 章で指摘したように、シューマッハー・ディクソン・ロビンスといった論客たちは
人類と原発との共存に否定的な見解を示した。他方、『ソフト・エネルギー・パス』の序言
に、大来佐武郎は次のように記している。「私は日本のようにエネルギーの絶対量が不足す
る国では原子力も必要であると思っているし、またソフト・パスはハード・パスと二律背
反関係にあるのではなく、むしろ相互補完的であると考えている」（Lovins, 1977=1979:
ix）。大来のような考えに立つ人は、現在の日本でも決して少数派ではないだろう。原発推
進派は電力不足の不安を煽り、また煽られた国民の一部はそれに乗せられて原発なしに生
生活を営むことができないという認識を持つ。

しかし、これまでの論述に示してきたように、原発に依存しなくてもやっていく道はあ
る。そうした道を、深く検討もせず否定するのは、被災地域の福島大学で教鞭をとって
いる清水の言葉を借りれば「怠惰な現実主義」にしかすぎない（清水, 2012）。「やむを得
ない」「仕方がない」といって現状を追認することは必ずしも現実主義的対応ではないとい
うことは、丸山真男も指摘しているところである（「現実主義の陥穽」）。訳知り顔で改善へ
の努力をせせら笑うような態度は、真の意味での現実主義ではないと考えたい。創造的な
現実主義はあり得るし、むしろその方が望ましい。今ある状況を、活用可能な資源を駆使
して革新しようという考え方も、実現可能性を高度に追及しているとすれば現実主義なの
である。

4.2.2 原発推進の政治性

清水は「自覚なき選択」という言葉も使っているが、原発に対する日本人の対応のあり
ようを示すうえで誠に適切な表現だといわざるを得ない。そもそも日本が世界有数の原発
大国となり得たのは、電源三法に支えられた側面が大きく、つまるところ、それは政治的
判断に基づいたものであった。政治の動向次第では、再生可能エネルギーの拡大という方
向もあり得た中、日本は原子力を選択したということである。われわれの支払っている電
気の利用料金には、電源開発促進税という名目で 1000kWh につき 375 円の税金が上乗せ

されており、年間 3500 億円程度の税収がある。そして、これらの多くが原発推進のために利用されてきたのである。

つまりは、原発推進は日本のエネルギー政策の唯一の解ではない。したがって、その方向を改めて再生可能エネルギーへと変更するというのを考えてもよい。電源開発促進のために集められている税金が原発（と主に水力）にだけ使われるというのは、必然性の根拠はどこにもない。敢えて必然性があるとすれば、原発を推進したい人々によって意思決定がコントロールされてしまっているため、という理由の他はないといってよいだろう。

逆にいうならば、国民が主体となってエネルギー選択を行えるようにするためには、原発を推進する構造となっている現在の政治・社会を抜本的に変えていかなければならないのである⁹。今まさに国民レベルでの熟議が問われており、それぞれが熟慮の末下した結論を持ち寄り、未来に向けた選択をしなければならない。そして、そうした声が的確に反映されるような制度設計を進めていかなければならない。「自覚ある選択」がまさに今求められているのである。

4.2.3 リスク評価の問題

いみじくもベックは、近代化が進展して物質的な豊かさを享受した高度経済成長の後にやってきた、再帰的近代化の時代をリスク社会と定義した。リスク社会においては、近代社会が問題としてきた富の配分の問題に代わり、リスクの生産、リスクの定義、リスクの分配が新たな問題として浮上してくる。

原発は、リスク社会の申し子とも呼び得る存在である。放射線というやっかいなものと切ろうにも切れない関係にあり（リスクの生産）、また、原発の立地あるいは廃棄物処分場の立地なども課題となる（リスクの分配）。そして、いまだに尽きない問題として、原発の安全をめぐる論争がある。

チェルノブイリ原発事故の時、日本の原発推進勢力は、ソ連製の原発との構造の違いを盾に日本の原発は安全であると言い切ったし、今回の福島事故に対しても、70年代初頭に建設されたということ、あるいは福島第二原発や女川原発は同様の被害を受けなかったことを理由に、原発の安全性を主張している。そうした主張は一定の真実を含んではいるだろう。さらには、よく比喻として出されるのが、事故の発生確率をもとにして原発は自動車よりも安全だとか、原発の放射線による発癌死亡リスクが喫煙によるそれよりも低いだとか、といった話である。これにも一定の真実は含まれている。

しかしながら、原発に対するリスク評価で問題にしなければならないのは、どうも少し違った視座のように思われる。原発推進派の人々も、原発のリスクをゼロにすることができないことは認めている。そして、それを事故の発生確率や発癌死亡リスクに置き替える

⁹ ロビンスは次のように指摘している。「ハード・エネルギー・パスと、ソフト・エネルギー・パスのちがいは、使用されるエネルギーの量だけでなく、エネルギー・システムの技術的、社会政策的構造にもあらわれる。すなわちわれわれはその結果もたらされる両者の決定的な政治的ちがいに興味を持たなければならない」（Lovins, 1977=1979:85）。

ことでリスクが小さいことを強調しようとしているのである。筆者は以前、千歳川放水路計画をめぐる政治過程を研究していたが、そこでも洪水の発生確率が大きな争点のひとつであった。反対派は、リスクをゼロにはできない以上、**flood control** から **flood management** への転換が必要であると主張した。人為的にはどうにもならない自然災害は、発生することを完全には排除できないがゆえに、時には溢れることも許容しようではないかという主張である。この主張が受け入れられることはなかったものの、アジェンダセッティングには成功した。その理由は、自然災害は人間がコントロールできる領域を超えてやってくることを否定できないからである。

これに対して、原発の場合は、自然界には基本的に存在しない物理現象を利用して、人類が自ら選択しているリスクであり、人間によるコントロールが可能な範疇にある。原発という技術の使用には積極的な人類の関与があり、また、だからこそ止めることも可能である。こうした観点でみるならば、原発を動かすということによって人類は地球の生態系に過剰なリスクを押し付けているとも考えられる。

さらには、事故の発生確率も大事だが、事故が起こった時の、特にシビアアクシデントが発生した時の影響評価をリスク評価に組み込まなければならない。事故の発生確率が低くても、事故が起こってしまえば取り返しのつかないことになるということが、不幸にも日本において証明されてしまった。地震や津波のリスク評価および評価結果の取り扱いについて問題があったとの報道もすでにされているところであるが、根本問題は、原発の安全度はなにものにもまして高いものである必要があるというところにある。主要河川の場合は 100-200 年確率というものが使われているが、原発に同等の安全基準を当てはめることはできない。スイスでは、原発の安全評価にあたって 1 万年確率が適用されているという。しかしながら、これで十分であるかと問われれば、筆者は否といわざるを得ない¹⁰。

9.11 以降、アメリカのドラマでは、原発がテロ攻撃の標的となるというストーリーがしばしば使われるようになってきている。これは日本にとっても対岸の火事ではない。某国がミサイルの発射を繰り返している今日、原発は日本の脆弱性を高めているのである。

4.2.4 ダウンストリーム問題

長谷川は、環境問題をアップストリームとダウンストリームにわたる視座を論じている（長谷川，2003:chap.2）。長谷川は特にダウンストリームへの視座の重要性を強調しているが、原発はその最たるものといえるだろう。第3章で触れたように、大島は経済学の立場からバックエンドコストの問題を指摘しているが（大島，2010）、これもダウンストリームの問題を的確に捉えている。つまりは放射性廃棄物の問題である。

人類は、放射線を無害化する方法、あるいは放射線を防除する方法を完全な形で確立していないし、それが実現できるめども立っていない。したがって、原発の運転によって発

¹⁰ それこそ筆者は、隕石の落下によって原発が破壊されることも避けられなければならない、というような評価基準が適用されるべきなのではないだろうかとすら考えている。

生した放射性廃棄物は、長期保管という方法でしか処分できない状況にあるし、高レベル放射性廃棄物に至っては地下数百m以上の地中深くの安定した岩盤で保管する深地層処分が最適の方法とされている。

表4-1 使用済み核燃料の管理方針					
再処理		直接処分		未定	
中国	ウクライナ	ベルギー	スロベニア	アルゼンチン	スロバキア
フランス	ブルガリア	カナダ	スペイン	アルメニア	スイス
イタリア	イギリス	フィンランド	スウェーデン	ブラジル	南アフリカ
日本		ドイツ	台湾	チェコ	
オランダ		リトアニア	アメリカ	ハンガリー	
ロシア		ルーマニア		韓国	

出所：楠戸(2012:151)

表 4-1 にあるように、使用済み核燃料の管理方法は、国によって結論が分かれている。日本は、いわゆるプルサーマル計画で、再処理の上再度燃料として使用する方針であったが、核燃サイクル関連施設における度重なるトラブルと福島事故により、その方向性が流動的になっている¹¹。かつては多くの国が再処理の方向で研究を進めていたが、主に経済性を理由に、徐々に直接処分へと方針転換する国も増えてきている。

また、直接処分にも問題がないわけではない。というのも、処分地をどこにするかという課題が残るからである。ドイツやアメリカは最終処分候補地を決定しているものの、地元や環境保護団体の反対は根強く、現在は調査段階で建設には着手できていない¹²。最も進展しているのがフィンランドであるが、オルキルオトに作られている処分場は 2004 年に着工し、2020 年から本格的に操業する予定である。しかし、話題となった映画「100,000 年後の安全」の題名に示されるように、10 万年もの間安定的に施設を運用していくということがはたして可能なのか誰にもわからない。

よく原発は「トイレのないマンション」と揶揄されるが、現状ではそれをブレイクスルーできる技術は存在していないし、めども立っていないのである。この点は、原発を考える上で極めて重要な事柄であるにもかかわらず、原発をめぐる議論は電力の需給の問題に偏ってしまっているきらいがある。

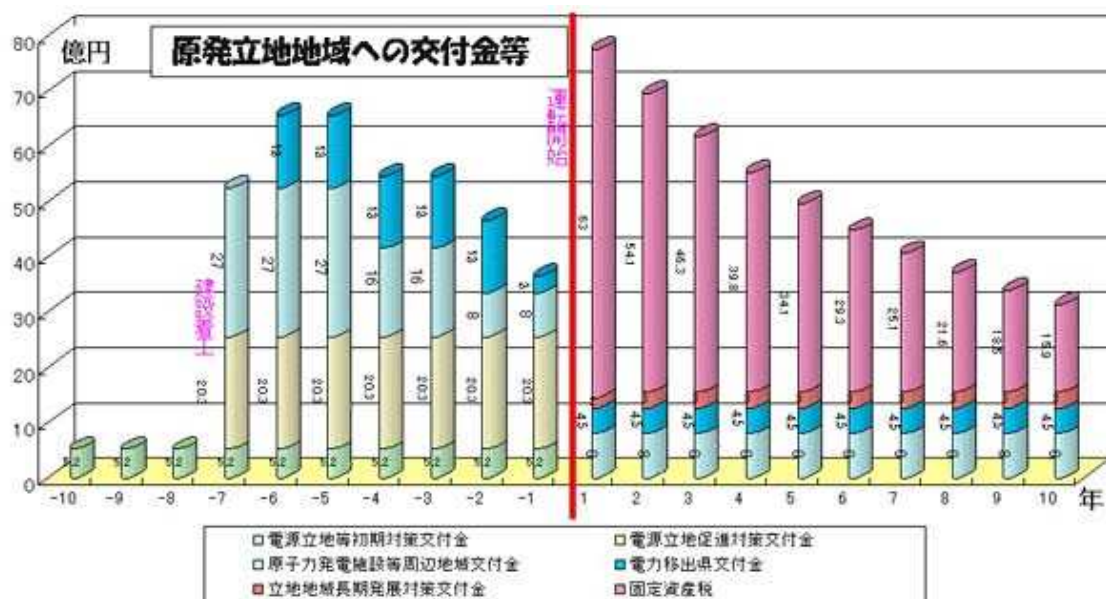
4.2.5 小括

図 4-3 は、資源エネルギー庁がまとめた「電源立地制度の概要」というパンフレットに掲載されている、原発の立地による財政効果のモデルケースである。出力 135 万 kW の原子炉一基、7 年の建設期間と運用開始 10 年間という前提で、運用開始前 7 年間で 391 億円、運用開始後 10 年では、固定資産税も含めて 502 億円が当該自治体に入るとされている。過疎に悩む市町村にとってはきわめて魅力的な条件であるし、一部には、こうした仕組みに

¹¹ 原発および再処理を推進するという経済産業省の従来の方針は、少なくとも経済産業省レベルでは揺らぎがないようである。ストップしていた大間原発の建設が再開されたのはそれを示唆している。というのも、大間原発は MOX 燃料をフル装荷できる設計になっているからである。

¹² ドイツの予定地（ゴアレーベン）は、1977 年から調査がはじまったが、2000 年に調査中断、2010 年 11 月に調査が再開されたものの、反対が激しく着工の見込みは立っていない。ゴアレーベンには当初、使用済み核燃料再処理工場・ウラン濃縮工場、最終処分場を併設した「総合核燃料リサイクルセンター」が建設される予定になっていたが、地元の反対が激しく、計画が縮小された。また、アメリカの予定地（ユッカマウンテン）は、1987 年に「唯一の最終処分候補地とする」ことが決定、2002 年に最終処分地に決定したが、2009 年にオバマ政権下で工事が中止となっている。ユッカマウンテンは先住民族の聖地とされる土地でもあり、計画中止の背景には、先住民や環境保護団体への配慮があったものと考えられている。

図 4-3 原発立地による財政効果のモデルケース（資源エネルギー庁）



出所：資源エネルギー庁 HP

乗った自治体の自己責任を問う声もある。しかし、そうした意見はやはり一面的であるといわざるを得ない。むしろ、弱者の頬を札束でたたくような行為の不正義を糾弾すべきように思う。

経済の不均等をただすことは難しいし、今後も存在し続けるであろうが、それを「悪用」して「迷惑施設」を立地するようなことが許されるべきではない。ヨーロッパの緑の党は、社会的公正の観点から原発の廃止を主張しており、一部の国ではそれに成功しているが、電力の大需要地である都市住民のために過疎地域で原発を運転するということはまさに公正の観点から問題である。

また、近年は、環境倫理学の領域で環境的正義という概念が使われており、経済上の効率性などとは違ったスケールで、危険施設の立地の不正義を指摘する研究も現れている (ex. 熊本 (2008))¹³。さらには、エネルギー問題について「分配の正義」を問う議論も現れている (ex. 丸山 (2009))。化石燃料や核燃料のような質の高いエネルギーを利用できるのは豊富な外貨を保有している先進国であり、発展途上国での利用は限定されている。そうしたエネルギーの恩恵だけでなく、利用によって生じるリスクは、例えば地球温暖化では利用に見合った分配とはなっていないし、使用済みも含めた核燃料でも、さすがに海外への押しつけは大々的に行われる状況にはないものの、国内という観点からは、利用の側面も含めて分配の不正義が発生している。これを絶対的にはなくすることはできないまでも、緩和していくことは必要である。しかし、原発関連施設は、決定的な不公正・不正義を生じさせるものである。

¹³ 熊本は、名護市の辺野古移設問題を取り上げ、辺野古の住民の多数が反対している一方で、基地による雇用の期待から多くの市民が賛成の考えを持っているため、建設地域の意志が必ずしも名護市全体の意志と一致しないことを指摘しながら、環境の不正義が起こる可能性を指摘する。

4.3 これからのエネルギーのあり方を考える

4.3.1 「社会革新」としてのエネルギー転換

経済成長信仰の下での動きである限りにおいて、再生可能エネルギーの拡大も、環境と調和したものから離れていく恐れがあることを、ロビンスの議論は暗に指摘しているように思われる（Lovins, 1977=1979）。実際に、ドイツの太陽光発電やバイオガスプラントの初期の伸びは、主に比較的大規模な資本の参入によるところが大きいといわれており、特に後者においては、居住地から離れた場所に大規模なプラントが発電施設として建設されるケースが多く、熱の効率的利用が図られないし、僻地に大量のバイオマス資源を集中させなければならないなどの問題が生じた¹⁴。日本でも固定価格買い取り制度がはじまり、現在は主にメガソーラーを中心に拡大の兆しがみられるが、経済論理が優先されていて、必ずしもエネルギーシステム全体の視点からの合理性が担保されているとは言い難い状況にある。例えば、北海道経済産業局の発表では、日本国内の太陽光発電出力の14%を北海道が、そのうちメガソーラーが89%を占めたと発表した（北海道新聞 2012.12.19）。

村上が指摘するように、「再生可能エネルギーの推進とは、既存のエネルギー供給を分散化することで、産業構造を、経済構造を、社会を変革する一大事業であって、既存の枠組みやインフラを堅持したまま、その前提を変えないで単に太陽光発電などの発電装置を加えるものではない」（滝川他, 2012:226）。現在の常識とも思われるいくつかの観念を解体し、新たな観念を共有することが求められている。例えば、現在のエネルギー需要を抑制してはならない（現在の生活水準が落ちるから・産業に影響し、結果として雇用にも悪影響を及ぼすから）、再生可能エネルギーによる代替可能性は限定的である（だから脱原発は不可能である）、原子力発電は低コストの発電方法である（他方、再生可能エネルギーは経済効率の悪い発電方法である）、といった考え方を改めるか、あるいは相対化することが求められているのである。

そして、エネルギー転換を実現するには、現在のわれわれが生きるこの社会をも大胆に変えていく必要がある。エネルギーの効率的利用を実現できるように都市を構成していくこと、そのために、なるべく近隣で活用可能なエネルギー源を選択すること、ひいては、職業や所得を最も重要なアイデンティティとするようなわれわれの価値観の相対化すらも必要である。

補論 労働観念の革新

近年では縮小社会という概念も用いられるように、日本をはじめとする先進国の一部ではすでに人口減がはじまり、世界全体でも、それほど遅くない時期に人口の増加は抑制されて行くことが予想されている。経済成長と人口の増減は必ずしも常にパラレルではないにし

¹⁴ 2012.10.19 環境政策セミナー「持続可能な北海道・日本・世界へ ―再生可能エネルギーとグリーンエコノミー―」での吉田文和氏（北海道大学大学院経済学研究科）の講演（「固定価格買取制度の完全施行と北海道における再生可能エネルギーの動き」より）。

でも、持続可能性を考慮した場合、生産及び消費の縮小は必然である（それができなければ破綻するより他ない）と考えられる。

近代社会は生産と消費の拡大によって経済を右肩上がりに成長させてきたし、それがよきことであるということを疑わずにここまで来た。しかし、オイルショックを境にして、次第に成長を相対化（極端な場合は否定）する議論も現れるようになった。その中で、近代社会の目標のひとつであった完全雇用も、考え方に変化が表れているようである。

従来の完全雇用の前提は、いわゆる正規雇用で、今のスタンダードでは、週休2日・午前8時から午後5時までの勤務時間で、週40時間労働といったイメージだろう。しかし、ヨーロッパでは、オイルショック以降、仲間の雇用を守るという名目で一人あたりの労働時間短縮が行われ（cf.ワークシェアリング）、その結果、フランスでは週35時間労働が標準となり、また、週休3日を実現する企業も現れている。さらには、フランス緑の党は自由時間論といった独自の主張を展開している。「すなわち、『労働時間短縮とは自由時間を取り戻すこと』であり、エコロジストは時短を人間にとって自律性の条件であると考えている。それは『自由な個人の社会とは自由時間を持つ個人からなる社会』だからである」（畑山，2012:63）。

消費の縮小は賃金労働の縮小をとまなう。そしてそこには、社会的労働の拡大の可能性が生まれる。広井は、持続可能な社会形成のためには、労働の考え方を根本から改める必要があることを説いている（広井，2006）。例えば日本では、いわゆる新規卒入職が常識となっており、中学・高校・大学を卒業してすぐに仕事に就くのが一般的となっている。しかし、持続可能性の追求あるいは技術開発によって雇用の機会は縮小を免れないため、今後はそのような常識の下での労働観は変更を余儀なくされる。しかし、広井は、このような展開を悲観的にみることなく、むしろ、賃金労働という拘束時間の縮小は、自らの意志に基づく時間の拡大をもたらすものとして肯定的に捉える。あとは、分配の問題だけが残るというわけである。実際、分配の不平等が解消されるならば、人類は等しくそれなりの水準の生活を享受できるまでに生産力を拡大させているのだから。

マルクスは、共産主義社会の未来像を以下のように記述している。「共産主義社会では、各人はそれだけに固定されたどんな活動範囲も持たず、どこでも好きな部門で、自分の腕をみがくことができるのであって、社会が生産全般を統制しているのである。だからこそ、私はしたいと思うままに、今日はこれ、明日はあれをし、朝に狩猟を、昼に魚取りを、夕べに家畜の世話をし、夕食後に批判をすることが可能になり、しかも、けっして猟師、漁夫、牧夫、批判家にならなくてもよいのである」（マルクス，1966:68）。マルクスの予言が現実のものになる時代は、そう遠い未来ではないかもしれない。

4.3.2 エネルギー分散型社会における経済

世界には、石油メジャーや穀物メジャーといった、特定分野において巨大なシェアを有する多国籍企業が存在し、価格形成をはじめ、さまざまな側面で絶大な影響力を行使して

いるといわれている。これらは、一方では自由貿易体制の申し子であるが、他方においては、規模の経済およびその結果としての集中型のシステムを追求する結果生じたものともいえる。さらには、それが富の集中や権力の集中を生じさせ、格差を拡大させている仕組みでもある。

これに対して、分散型のエネルギー戦略においては、上記とは違った流れを、経済の側面においても作り出さなければならない。ペーター・ヘック IfaS 研究所所長は、「どの投資家をボートに乗せるとしても、金が地域に残るように注意しなければならない」（滝川他、2012:58）と述べているが、これはまさに至言である。鶴見和子や宮本憲一によって提唱された内発的発展でも、経済的価値の域内循環は重要なテーマとなっていたが、まさに、この点にこそ、分散型のエネルギー戦略の意義があるとすらいえる。というのも、自治や自立を追求するときに、経済的側面はその基底を形成しており、そのあり方によって、ある程度、政治・社会・文化といった「上部構造」のあり方も規定されるからである。

先のヘックの発言にもあるとおり、再生可能エネルギーを中心とした分散型のエネルギー戦略の下では、基本的に地域資本がその担い手となるべきではあるが、外部資本の参入を完全に拒否するものでもない。資本の出自も重要だが、それ以上に重要なのは、投資によって生み出される利益をいかにして地域にとどまらせるかということである。したがって、利益が地域に循環することが保証されているのであれば、外部資本による投資も受け入れる可能性はある¹⁵。

しかしながら、最も理想的なのは、ヨーロッパ各国で広まりつつある、住民自身が投資家となって利益を享受する仕組みの形成であるように思われる。一般に、市民・住民の多くは余剰資金を預金のような形で保有し、事業に直接投資するということまで行っているのは西欧でも少数派である。このような仕組みは、田中優が批判するように、お金の流れに関する多くの市民の無関心につながっている。現在、日本国民がため込んだ預金や年金などの多くが国債の購入に利用されているが、逆説的には、このような日本人の勤勉さが、ギリシャやスペインのような国債の評価下落を抑制している一方で、政府の財政規律を散漫なものにしている原因ともなっている。また、民間企業への投資も、必ずしも良いことに行われるとは限らない。例えばアメリカの GDP のかなりの割合が軍需産業によるものであるし、福島事故以降衆目を集めている電力会社はきわめて多くの長期的資金を市中銀行の借入れによって賄っていることに鑑みるならば、原子力社会を私たちの預金が支えているとすら言えるのである。

エネルギーの自給という道筋は、エネルギー問題だけを独立させて達成できるものではない。政治・経済・文化など、諸々の要素の大変革が必要なのである。革命的な状況の創出を期待する人も少なくないかもしれないが、それによる諸々の悪影響も想定されるところである。したがって、漸進的な改良を進めること、グラムシの言葉を借りるならば、「陣

¹⁵ この点に鑑みると、現在国内で進んでいるメガソーラーの開発は、北海道の事例をみると外部資本によるケースが多数であり、また、固定価格買い取り制度の枠内に利益の地域への還流に関する事項がないため、望ましい状況にあるとはいえない。

地戦」的エネルギー戦略とでもいうべきものが必要なのではないかと思われる。つまりは、地域におけるエネルギーのグランドデザインを、それぞれの地域の特性に応じて創造し、それにしたがって、エネルギー自給率の向上を図っていくことで集中型のエネルギー源への依存度を低め、次第にフェードアウトしていく、というようなイメージである。もちろん、これを「ゆっくり時間をかけて」やっている余裕はない。迅速かつ慎重にことを進めていく必要があるだろう¹⁶。

4.3.3 エネルギー源の置換に向けた方向性

常々指摘しているところであるが、日本ではエネルギーの問題を電気に「矮小化」する傾向が強く、われわれにとって重要な動力および熱利用への意識が弱いように思える。ロビンスのいう「ハード・パス」からの離脱は、単に電気を再生可能エネルギーによって賄うというだけでは不可能であるし、最終エネルギー消費のありようからは、むしろ動力および熱利用をいかにして化石燃料から再生可能エネルギーに置換するのかという、電気の置換以上に困難と思われる課題も浮上してくる。

したがって、ここでは、電気とともに、動力と熱利用におけるエネルギー源の置換についても言及する。なお、ここでの検討は、筆者の貧弱な知識に基づく、いわば覚え書きのようなものであり、今後の日本全体のエネルギー構想を描くようなものでないことをあらかじめ断っておく。

4.3.3.1 電気

電気というものは、現状の技術レベルでは大容量の蓄電を行うことができないため、多様な発電源を複合的に活用することが必要になる。現在、実用化水準にあるといわれているのは、風力・太陽光・小水力・バイオマス・地熱などであるが、それぞれに特徴がある。その特徴がパズルのピースのようにうまく嵌るような構想が必要である。

まず、ベース電源の置換から検討されなければならない。現在、図 4-1 にあるように、自流水力と原子力がベース電源となっている。前者は引き続き活用することが可能なので¹⁷、問題は後者の置換ということになる。

有力なのは小水力であるが、これによって原子力の削減分をすべて補うのは難しい。設備利用率は原発の想定とほぼ同じ 70-80%（国家戦略室に置かれたコスト等検証委員会の推定は 60%程度）を期待できるものの、全国小水力利用推進協議会事務局長の中島によれば、小水力は日本全国で 300 万 kW 程度のポテンシャルが期待できるが、これは原発 3 基分相当にとどまる。あくまでも試算であるため、誤差はあるだろうが、それでも部分的な貢献

¹⁶ さらに付け加えるならば、再生可能エネルギーの拡大は、最近問題化している貿易収支の改善にも寄与する。本文においては主に地域経済からの資金流出を最小限にして、なるべく域内で循環する仕組みを形成することが主眼となっているが、国際経済の観点からみても、エネルギーの輸入による経済的価値の流出を抑制するという側面を持つのである。

¹⁷ あくまでも環境等に配慮してということになるが、大規模な自流水力発電の開発ということも視野に入れる必要があるのかもしれない。

にとどまるものと考えるべきである¹⁸。

風力は、平均的な設備利用率が 20%程度であるため、原発の代替エネルギーとして考えるためには 3・4 倍の設備容量を確保する必要がある。しかし、たとえそれが可能になったとしても、風の強い時や弱い時は発電が期待できない。風力は貴重な発電源であることは確かだが、原子力を代替するベース電源としては不安が残る。

地熱は、火山国である日本ではポテンシャルは高く有力とされているものの、それほど設備容量は大きくない。問題とされるのが、すでに温泉として開発されているときの権利問題、国立公園などの規制であるが、それだけでなく、発電用として利用するためには高温の水蒸気（あるいはガス）の状態を確保できるだけの状態が必要であり、そのような条件をクリアできる立地点を、大きく期待することができないということである。

バイオマスエネルギーは、エネルギー量はともかく化石燃料と同様に出力調整が相対的に容易な発電源であるため、ベース電源として利用することも不可能ではない。特にバイオガスは、化学的には天然ガスと同じであるから、既存の施設での活用も原理的には不可能ではない。問題となるのは量の確保という問題である。適正利用されている間は再生可能エネルギーであっても、過剰に利用されれば化石燃料と同様枯渇するエネルギーになってしまう。

以上、わずかな検討ではあるが、ベース電源の置換という問題はそれほど簡単なものではないと結論しなければならないようである。

次に、需要が高まる時間帯の電源であるが、太陽光が最適な性質を持っているといえる。図 4・1 の需要の増減と太陽の運動はかなり似ていることも、その理由の一つとして挙げることができる。もちろん、天候によるリスクもあるし、日本は決して太陽光発電向きの地域とはいえないという石川の指摘はおそらく正しい（石川，2010:98）。しかしながら、せっかく活用できるエネルギーを、効率の問題のみで切り捨てることもできまい。効率の良し悪しはあるものの、どこでも利用できるエネルギー源であることも魅力である。

また、バイオマスエネルギーが、出力調整が相対的に容易であるという性質を持つため、化石燃料の代替として最適と考えられる。さらには、あくまでもベース電源で余剰を発生させることができるという前提が必要だが、既設の揚水発電施設を活用することも視野に入れてよいだろう¹⁹。

個人的な印象の域を出ないが、電源を化石燃料・原子力から再生可能エネルギーに置換するというのはかなり険しい道になりそうである。したがって、エネルギー利用量の削減が必要である。それはどうやら、いわゆる節電や設備・機械の改良といったレベルの

¹⁸ 中島は、小水力の立地点は中山間地域になるケースが多いため、域内での電力自給を基本とするという考え方をしている。対象となる地域は、おそらく送電ロスの大きくなる地域であると思われるので、このような考え方は合理的であると思われる。なお、小水力については国内で 500 万 kW 程度の容量を期待できるとする試算も存在するようである。

¹⁹ 余剰電力を利用して水を電気分解して水素を発生させて、エネルギーとして利用するという提案（水素社会）も存在する。アイルランドはその典型だが、地球温暖化の防止と豊富な水資源の有効活用という観点から、この提案が行われている。

努力だけでは達成できそうにない。電気でなければできない用途に使用を限定する努力も必要だし、産業や人口の配置、あるいは都市設計や都市計画といったレベルでの努力をも必要としていると思われる²⁰。

4.3.3.2 動力

われわれの生活は電気エネルギーだけによって支えられているわけではなく、移動等のための動力や冷暖房・調理などのための熱エネルギーも不可欠である。むしろ後者の方が、特に運輸部門および家庭部門では割合が大きい。したがって、こちらの検討も本来は不可欠であり、ヨーロッパではその検討と対策が、日本と比べてはるかに進んでいる。

まず、動力について考えてみよう。現在、運輸にかかわるエネルギーは、水運では重油、陸運ではガソリン・軽油、空運では航空ジェット燃料が主流であり、これらはすべて化石燃料である。一部に天然ガス、あるいはバイオエタノールやバイオディーゼルが使われるようになってはいるが、まだわずかなシェアにとどまっている。

化石燃料の採掘が近い将来難しくなると予想されている以上、それに代わる動力用エネルギーが開拓されなければならない。そして、最も有力なのが、電気への置換とバイオマスイネルギーによる代替である。

電気への置換については、例えば自動車が蓄電技術に依っているところに鑑みると、夜間のチャージ（逆に、日中のチャージの制限）などが徹底されれば、電力の有効活用にもつなぐことができる。しかしながら、これは電力が十分に供給されているという前提があってのことであり、再生可能エネルギーを中心とする分散型エネルギー社会において、電気への置換が吉と出るか凶と出るかは不透明である。

他方、バイオ燃料による代替も、有効だが、「過ぎたるは及ばざるがごとし」というのが現実である。現在も、バイオ燃料は食料との競合の問題が指摘されており、今以上にバイオ燃料を生産するのであれば、森林バイオマスや農業バイオマス（廃棄部分に限定）などの、いわゆるセルロース系バイオマスの利用技術の開発が必要となるだろう²¹。もっとも、バイオマスイネルギーの利用に共通するのは過剰利用の危険性であるから、セルロース系バイオマスの利用技術が確立したからといって問題が解決するわけではない。動力の一部は天然ガスに置き換えることも可能であり、実際に実用化されている（ex.乗合バス・タクシー）。しかし、バイオガスであっても事情は同じである。

動力源の代替も道が険しそうである。

²⁰ 筆者は、これまでも、冷熱エネルギー利用を検討する論考の中でこの主張を展開してきた（角，2010；角，2011；角，2012）。冷房用電力消費大の産業を寒冷地に移す（ex.データセンター・食糧倉庫）という、沼田町や美唄自然エネルギー研究会の主張はきわめて合理的であるし、逆に、雪を邪魔者として目に見えないところへと捨てている雪国の発想も変えていかなければならない。電気によって駆逐された雪氷が復権する時代⇨電気冷房（および電気冷凍）の非合理性が明らかになる時代が到来しつつある、というのはいささか言い過ぎだろうか。

²¹ バイオディーゼルについては、ジャトロファのように、食用には不適だが生産性が高く、環境の改善にも寄与し、かつ燃料として活用できるものも存在する（ex.田中（2012:167-170））。このような資源の発掘も、今後は積極的に進められる必要があるだろう。

補論 バイオガスの活用に関する若干の考察

バイオガスは有機物の嫌気性発酵によって生産が可能のため、その原料は多種多様に存在し得る。実際に活用されているものを列挙すれば、畜産バイオマス（家畜糞尿・遺骸）・生ごみ・下水道汚泥・屎尿などであり、これらは、それぞれには資源の偏りがあるが、量的にはどの地域でも一定の量を確保できるものでもある。

都市においては、資源が十分にあったとしても、それで需要を完全に満たすことは、少なくとも現在の都市においては不可能であろう。逆に、酪農地帯では、供給量が多すぎるものがむしろ問題となる。つまり、バイオガスの資源は需給のバランスが取れていないと考えられる。したがって、適切な需給関係を構築する必要がある（本当は、居住空間の配置構造そのものを見直すことが望ましいと思われるが）。

酪農地帯などで生産されたバイオガスをどのような形で消費地に移動させるのが良いだろうか。方法としては、大きく分けて3つの方法が考えられる。すなわち、①原料そのものを消費地に移動させる、②バイオガスとして移動させる、③それ以外の形で移動させる、という3つの方策である。

①であるが、原料として移動させるのは問題が多い。原料は水分を多く含んだ固体あるいは液体であり、輸送にかかるエネルギーコストがかなり大きくなることが予想されるし、悪臭の問題も懸念される。②は、相当量を確保できるのであれば、液化 or ガスパイプラインが最も合理的かもしれない。しかし、どちらの方法を採用するにしても巨額の初期費用が必要になり、コストの回収が十分見込める程度のもでなければならない。上記の条件が満たせないのであれば、③の選択肢、例えば電気に変換することで既存の送電設備を利用するという方法も考えられる。しかし、電気の場合は系統接続可能な地域に限定されるし、送電ロスの問題もある。

消費地で燃焼させれば多様な使い方が可能（動力源・熱・発電）になるため、②の選択肢が最も合理的と筆者は考えるが、そのためには、液化やパイプライン以外の、安全で低コスト（特に経済およびエネルギー面で）な輸送方法の確立が必要となるだろう。

4.3.3.3 熱利用

熱利用については、電気および動力に比べれば、あくまでも相対的にという域を出ないが、展望が明るいと思われる。というのも、これまで日本人は熱の効率的利用という観点について無頓着であったといわざるを得ず、改善・改良の余地が多分に残されているからである²²。

もっとも改められるべきは、冷暖房および冷凍・冷蔵に関する電気への過剰な依存であろう。特に前者は大いに改善の余地がある。日本の住宅の気密性の低さは、高温多湿な環境という条件もあるものの、改められるべき点である。ヨーロッパでは、エネルギー消費

²² 日本の場合は、夏場の冷熱と冬場の温熱という異なる性質の熱利用が必要となる分、主に温熱供給中心に考えればよいヨーロッパよりも難しい状況があるともいえる。

を抑制するパッシブエネルギーハウスを推進する地域が多くみられる。日本でもようやくエコ住宅への助成などが取組みは始めているが、まだまだヨーロッパには及ばない。冷暖房の効果を、エネルギー消費を抑えながら十分なものにするために、住宅およびオフィスのあり方を根本から見直す必要がある。断熱材の厚さ・窓の配置・窓の断熱性向上等々、多様な検討課題が存在しており、それを精査し、改善していくことが求められる。

また、温度設定や服装といったことによって熱エネルギーを削減することも可

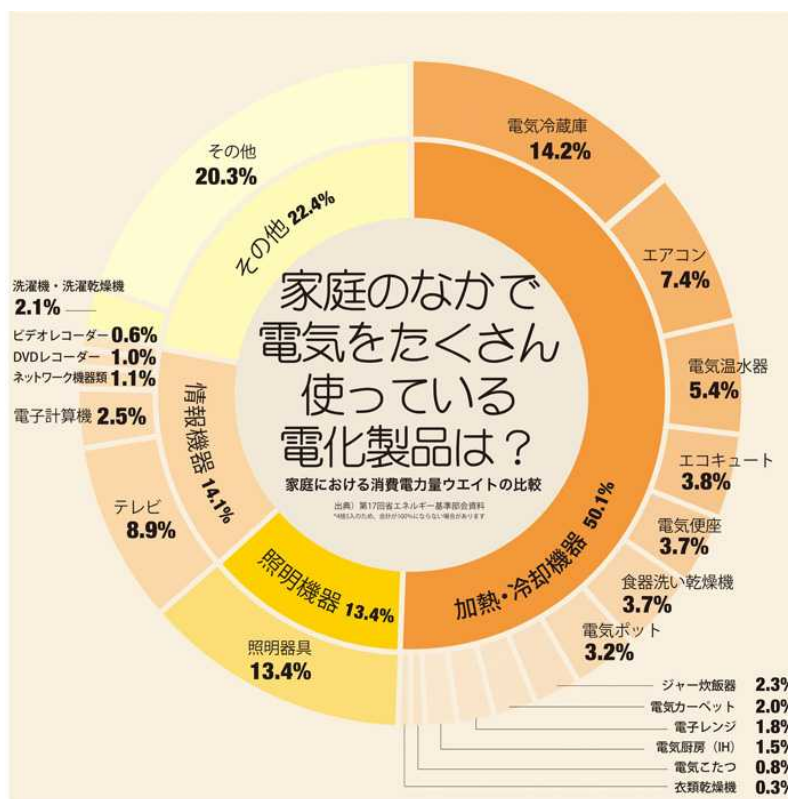
能である。夏場のコンビニエンスストアなどでは非常に低い温度設定がされているようだが、こうしたことが常態化していること自体を問題視しなければならない。また、本来体温調節を服装で行うのはきわめて合理的であるにもかかわらず、室温調整によってすべてを行おうとする愚も改められる必要がある。日本もようやくクールビズやウォームビズといった言葉が定着しているものの、未だに真夏にスーツ姿のサラリーマンの方が多数派であるようにみえる。こうした文化を変えていくことも必要である。

とはいえ、やはりなんらかの手段で温度調節をしなければならない場面も出てくる。その場合は、電気あるいは化石燃料によって行われている熱利用を再生可能エネルギーで代替しなければならない。バイオガスなども考えられるが²³、上記の検討でも出現していることを考えると、バイオガスをメインにという方向は回避したいところである。

熱供給で有力な代替手段となりそうなのが、廃熱および地中熱・環境熱の利用である。これらは、普及段階には至っていないもののすでに実用化されているものも多数ある。

名前の普及度合いでいくと、ヒートポンプがその最たるものであろう。地中熱（あるいは水中の熱の場合もある）を効率的に冷暖房等に活用するこの仕組みは、夏場は冷熱を、

グラフ 4-4 家庭における電力消費
(資源エネルギー庁試算【2009 年】)



出所：JCCCAHP

²³ スウェーデンのマルメ市では、港湾地区の再開発によって約 1300 世帯が住む住宅団地が作られたが、街区内の電気・熱の需要をすべて地域で生産した再生可能エネルギーで供給することを目指し、その取り組みの一部として住民が排出する生ごみからバイオガスを生産し、各家庭に供給している。

冬場は温熱を得ることができる合理的な仕組みである。これに似ているのがヒートチューブ（クールチューブ）である（cf.北海道教育大学旭川校社会学研究室編，2012:chap.5）。ヒートポンプと違い、単純に塩ビ管などのパイプと送風装置だけを必要としているだけであるため、イニシャルコストおよびランニングコストの両方で優位性を発揮する。地中温度に依存するため、自由に温度設定はできないが、パイプの径を十分にとれば熱量は取れるため、補助冷暖房手段として活用可能である。また、蓄熱という方法も、主に冷熱では技術開発が進んでいる。例えば、冬場の冷気を利用して、ヒートパイプを使って凍土を作ったり（cf.北海道教育大学旭川校社会学研究室編，2012:chap.5）、製氷してそれを保存したりといったものである。冷熱の需要期は主に夏場にかぎられるが、これまで電気に依存してきたのを、雪氷冷熱も含めた蓄熱という手段によって補っていくことは、電気消費量の削減に大きく貢献する。

また、廃熱利用では、岩見沢市の建成産業の取り組みが非常に参考になる（北海道教育大学旭川校社会学研究室編，2012:chap.6）。建成産業では、機械廃熱・温泉（廃）熱・堆肥の発酵熱などを利用して冬場の農産物栽培実験を行っている。また、美唄自然エネルギー研究会のホワイトデータセンター構想でも、コンピュータサーバーの廃熱を利用することが検討されている。このように、どこかで無駄になった熱を資源化するということが、熱利用におけるエネルギー消費の抑制に極めて効果的であると思われる²⁴。

また、環境熱では、ヨーロッパでは太陽熱を利用する動きが盛んである。日本では太陽エネルギーを電気に転換しようと努力しているが、太陽の熱利用についても、もっと目を向けるべきである。日本でも、第一次オイルショックの直後、太陽熱を利用した温水器が普及したが、そうした使い方が復権することが望ましい。また、太陽熱を室内暖房に利用できるシステムも開発されている。十分な断熱が施されている窓であれば、そこからエネルギーを取得することも可能である。

ヨーロッパでは、地域熱供給が盛んに行われている。日本でも例がないわけではないが、残念ながらマイナーである。ヨーロッパにおける地域熱供給事業の多くは発電との複合的利用として行われる例が多い。いわゆるコ・ジェネレーションである²⁵。そのため、エネルギーの利用効率は80%程度に達している。熱源は、それぞれの地域の特性に合わせられるが、天然ガス（バイオガスも含む）や森林バイオマスが多いようである。他方、都市部では廃棄物が利用されたりもしている。先にも述べたが、こうした仕組みが可能となるためには、発電施設を迷惑施設として居住空間から遠ざけるのではなく、中小規模の施設を多数立地させて、われわれの身近に配置することが重要である。

²⁴ 伊藤組土建は、換気によって発生する排熱を利用して、コンビニエンスストアの駐車スペースの融雪を行うシステムを実現させた。室内換気は不可欠なものであるから、そこに発生する排熱を有効利用することは、特に冬場の北海道において、われわれの生活の利便性を向上させる手段となるだろう。

²⁵ ヨーロッパの気候に比較的似ている北海道にとってコ・ジェネレーションは合理性を持っている。冬場の電力供給と熱供給を同時に行うことができる。また、通年で入浴やシャワーの習慣がある日本ならば、夏場の利用においてもコ・ジェネレーションは合理的である。