

# CELからのメッセージ

大阪ガスエネルギー・文化研究所所長

**安達 純**

WRITTEN by JUN ADACHI

## 経済成長とエネルギー

私たちは日々、一体どれくらいのエネルギーを使って生活を営んでいるのだろうか。この問いに対する一番大きな答えは、わが国全体のエネルギー消費量を総人口で割って求めることができる。これによると、私たち日本人は、一日一人当たり二万キロカロリー、原油に換算して約二・七リッターのエネルギーを消費していることになる。

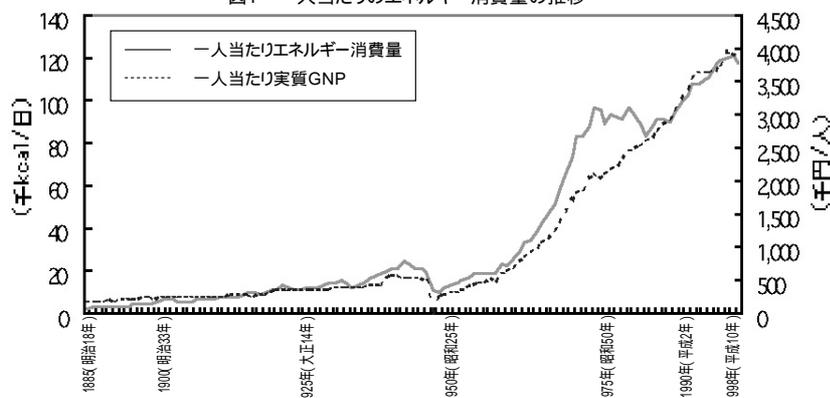
では、同じ問いに対する最小の答えは何だろうか。これはもうとわかりやすく、私たちが身体を維持するのに必要最小限のエネルギーはどれだけかと問い直してみよう。私たちが食物から一日に摂取する熱量は二〇〇〇キロカロリー（原油換算〇・二リッター）程度であるとされている。もっともこれでは

必要量を超えていて、運動が不足するとその差分は脂肪として体内に蓄積される。そして、それが成人病の原因となってしまうのである。

こうしてみると、私たちは日頃、身体を維持するのに必要な熱量の約六五倍ものエネルギーを使って暮らしを立てていることになる。この差の大量のエネルギーはどこで消費されているのだろうか。もちろんこれらすべてを私たち自身の手で消費しているわけではなく、さまざまな生産活動や流通、農業、都市のインフラ整備などのために、むしろ多くのエネルギーが使われており、こうした社会基盤や生活基盤のお陰で私たちは便利で快適な生活をおくることができているのである。

私たちの消費するエネルギーがこのように大幅に増えたのは、二〇世紀に入ってからのことである。図1を見てわかるように、今から一〇〇年前明治三四年（には一日一人当たりのエネルギー消費量は六〜七〇〇キロカロリー

図1 一人当たりのエネルギー消費量の推移



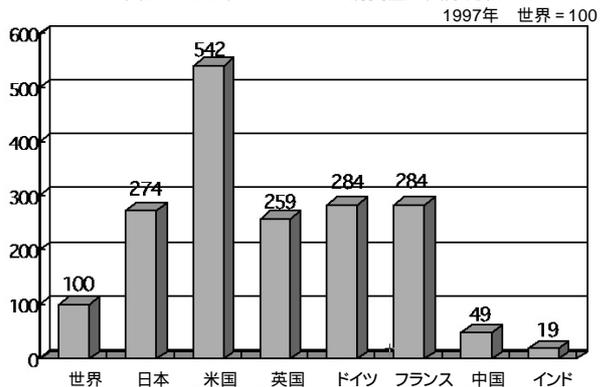
出所:日本エネルギー経済研究所 計量分析部(EDMC)「エネルギー・経済統計要覧」

（原油換算〇・七リッター）程度に過ぎなかった。つまり身体維持レベルのエネルギー必要量の四倍弱であったのである。それが、工業化の進展とともにエネルギー消費量は増加し、半世紀後の一九五〇年（昭和二五年）には、一日一人当たり二万六千キロカロリーを消費するようになり、九〇〇年に比べて、四倍の水準になった。現在、一日一人当たりエネルギー消費量は前述のように約二万キロカロリーであるから、後半の五〇年間でさらに七・五倍も増え、二〇世紀全体では一八倍の規模になったわけである。

ところで、この間GNPはどのくらい増えたのだろうか。二〇世紀の一〇〇年間を通じて一人当たりのGNPは一五倍強になっており、GNPとエネルギー消費量はほぼ連動して増加してきたことがわかる。

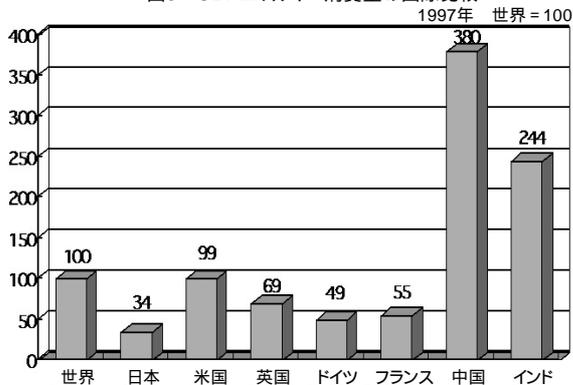
次に、諸外国と比較してみよう。図2をご覧ください。これによると、わが国の一人当たりのエネルギー消費

図2 一人当たりエネルギー消費量の国際比較



出所:日本エネルギー経済研究所 計量分析部(EDMC)「エネルギー・経済統計要覧」

図3 GDPエネルギー消費量の国際比較



出所:日本エネルギー経済研究所 計量分析部(EDMC)「エネルギー・経済統計要覧」

量はヨーロッパ諸国とほぼ同レベルとなっており、米国はその倍の水準で、逆に中国やインドでは非常に小さな値となっている。

また、図3はGDP当たりのエネルギー消費量つまりマクロレベルで捉えたエネルギー効率を表わし、エネルギー分野では、GDPに対する「エネルギー消

費原単位」と呼ばれるものである。エネルギー効率の良い順に、わが国を筆頭にしてヨーロッパ諸国がこれに続き、米国は世界平均レベルである。ここでも米国は先進国の中では特異な存在である。そして、中国とインドのエネルギー効率は非常に低い。

これまで見てきたデータは何を物語っているのだろうか。産業化・工業化の進展とともにGDPは拡大し、私たちの生活はますます便利になり、豊かになった。そして、それを支えた要因の一つがエネルギーであった。産業化・工業化は、私たちに大量の生活資材をもたらすが、それらは設備・機械を介して生産される。こうした生産手段を動かすためには高速の動力と高温の熱が必要であるが、それらを得るためには良質な大量のエネルギーを必要とするのである。製造部門だけでなく家庭や交通部門においても、高出力の装置が使われるようになる。こうして、工業化の進展や生活の高度化はますますエネルギー消費との連関を深めてきたのであ

る。そして、この先は一体どうなるのだろうか。先進国は一人当たりエネルギー消費量を高水準のまま維持するのである。一方、開発途上国はこれまで先進国が歩んできた道を踏襲し、経済発展とともにエネルギー依存度を高め一人当たりエネルギー消費の水準を先進国並みにまで増やしていくのである。

ここでひとつ荒っぽい計算をしてみよう。現在、非OECD諸国は人口では全世界の八割を占め、エネルギーは全体の約四割を消費している。一人当たりエネルギー消費量と比較すると、非OECD諸国はOECD諸国に比べて六分の一の水準である。そこで仮に、非OECD諸国が、一人当たり、現在のOECD諸国並みのエネルギーを消費したとするとどうなるか。実に世界のエネルギー消費量は、挙に三倍にも膨れ上がってしまうのである。非OECD諸国の一人当たりエネルギー消費量をOECD諸国の半分に抑えても、世界の

エネルギー消費量は二・八倍にもなるのである。そんなことが一体可能なのだろうか。

## エネルギー消費の 制約条件

今から四半世紀前に世界を揺り動かした石油ショックは、エネルギー資源が決して無尽蔵ではなく、供給面で大きな制約があることを私たちに徹底して教えた。石油という、取り扱いが便利で高品質のエネルギーを手に入れるためには、大きなコストを支払わなければならないのである。

その轍を踏まないために私たちが取り組んだのは、省エネの推進とともに石油代替エネルギーの開発であった。しかし、ここで注意しなければならないのは、石油代替エネルギーの中には、その生産に多量のエネルギーを必要とするものがあるということである。ライフサ

イクルという視点から見ると、それぞれの石油代替エネルギーが果たして効率的であるかどうかチェックされる必要がある。

石油ショックがエネルギー資源の供給制約の問題であったのに対して、現在、課題になっている地球環境問題はエネルギー消費に伴う廃棄物に対する自然環境の浄化能力の限界の問題である。今や、エネルギー資源の枯渇よりも早い時期に、海面の上昇をはじめとする地球温暖化の影響など、地球環境破壊の弊害が顕在化するのではないかと懸念されている。

過剰なエネルギー消費に対して、以上のような供給制約や環境制約のほかに、少し異なつた視点からの警告も発せられているので、それを見ておこう。管理社会化に対して異議を唱えるウイン生まれの思想家イヴァン・イリイチは、「エネルギーと公正」という本の中で、おおよそ次のようなことを述べている。「大量のエネルギー消費がもたらすのは自然環境破壊ばかりでない。そ

れは同時に社会的な諸関係をも退廃させる」と。これはかなりむずかしい表現だが、イリイチが挙げている具体例を見てみよう。

イリイチは、一例として交通問題を取り上げている。人間は道具の助けを借りずに、かなり能率的に動き回ることができ、人間は自分の体重グラム分を二〇分間で一キロメートル運ぶのに〇・七五キロカロリーを費やすが、これはモーター化されたどんな乗り物よりも、またほかの動物よりも大体において熱力学的に効率が良い（これで計算すると、体重六〇キログラムの人が一時間歩くと二七〇キロカロリーを消費することになるが、これは冒頭に述べた、食物から摂取する一日当たりの熱量と身体を維持するための最低熱量との差にほぼ等しい）。さらに人が自転車に乗れば、歩行者の三倍ないし四倍速く移動することができ、かつエネルギーは五分の一で済む。もちろん、モーターを使えば自転車以上の速度を得ることができるが、その一方で、速度が増すにつれて、そこに

必ず空間や時間に対する新たな欲求が生まれる。その欲求に限りはない。一般に、低設備は人間を原始的な自然に隷属する状態に引き止めて人間の自由を制約するが、その一方で過剰設備は人間の行動の多様性を認めないという理由で人間の自由を制約する。そこで交通部門においては、それが生み出す速度に人間が支配されず、熱力学的にも効率が高く、かつ廉価でもあり、場所もごくわずかしか取らない自転車が最適の手段であるとイリイチは言うのである。

イリイチは以上のような考え方を本質論として提起しているのであるが、その是非を問うことがここでの目的ではない。自動車や飛行機がない生活が成り立ちうるかどうか、これは相当に難しい問題である。しかし、ポイントを少しずらして、少なくともある条件下ではイリイチの考え方があてはまるのではないかと問ってみると、案外と道は通じているのである。

そういう視点に立つたとき、確かに

自転車が必要な交通機関となりうる領域というものが存在する。環境共生都市として名高いドイツのフライブルグなどでは、市の中心部への乗用車の乗り入れが原則として禁止されており、路面電車、バス、自転車あるいは徒歩が奨励され、実際、そうした手段を使う方が便利であるようなまちづくりが行われている。一方、都市と都市を結び交通機関は、高速モーターやエンジンを駆動する鉄道、自動車であるであろう。また、国境や海を二気に飛び越える必要がある場合には、エネルギーを多量に消費する飛行機も不可欠であろう。私たちの生活には、高速の時間が駆け抜ける領域もあれば、時がたゆたいながらゆくり流れる領域もある。そうした多様性を認め、内に包み込む都市づくりが現に行われはじめてるのである。

## 場に応じた適正技術

適正技術という考え方が提唱されたのは、今から三〇年ほど前のことである。どちらかと言えば開発途上国における技術のあり方にスポットが当てられており、開発途上国への技術移転を行う場合、それほど先進的あるいは資本集約的である必要はなく、かと言って古びたものでもない、その中間に位置する適正技術こそが、開発途上国の労働力を有効に活用し、かつ生産力を無理なく高めるために有効であるという考え方であった。

この適正技術という考え方を、今の時点で開発途上国の技術のあり方に限ったものとしてではなく、もっと一般化して再定義するとすればどうなるであろうか。現在の適正技術とは、その場にふさわしい技術を選択して活用

すること、と定義してみたらどうであろうか。フライブルグもフライブルグにふさわしい技術やシステム、制度を選択してまちづくりを行ったのである。

再びエネルギーに話を戻そう。近年、注目を浴びつつある自律分散型エネルギーシステムもそうした適正技術のひとつと考えることができるのではないだろうか。電力供給の分野においては従来、消費地から遠く離れた場所に大規模な発電所を建設し、そこから長距離の送電線で電気を送る方式が一般的であった。確かにこのような中央制御型エネルギーシステムは、規模の経済性では大きなメリットがある。しかし、発電所の立地が遠隔化するにつれて、送電線の建設に長いリードタイムと巨額の費用がかかるようになり、また、長距離輸送の過程で送電ロスも発生する。

加えて、遠隔地の発電所では周辺に熱の需要がほとんどないため、発電の際の排熱は使われずに捨てられてしまうことが多い。それに対して、実際に電気や熱を消費する地点で小規模の発電施設

を設置して行う分散型発電方式は、発電所から消費地までの距離が短いためにコストも安く、熱需要もあつて、エネルギーの有効利用が図られる。さらに運用に際して消費者自身のいろいろな創意工夫が活かされるというメリットもある。

こうした自律分散型エネルギーシステムに使用する燃料としては、石油や天然ガスがある。また太陽光や風力などの自然エネルギー、あるいは「ゴミ」などの廃棄物やバイオマスを活用することもできる。その地域の自然環境や必要とするエネルギーの質などを考慮して、そこにふさわしい最適なエネルギーシステムを工夫すれば良いのである。そしてここに、燃料電池という、化学反応によって燃料を直接電気エネルギーに変換し、かつ排熱を有効に利用できる高効率のエネルギー変換装置が加われば、自律分散型エネルギーシステムの普及促進に拍車がかかるであろう。

この自律分散型エネルギーシステムの適用範囲は広く、都市、地域レベルから

家庭単位に至るまで、さまざまな段階で採用可能である。本誌で幾たびかご紹介した「NEXT 21」（未来型実験集合住宅）は住棟単位で自律分散型エネルギーシステムを取り入れたものである。実際のところ、このNEXT 21はかなり大掛かりな実験であるが、それとは別に、私たちでもできそうな戸建住宅の事例をご紹介したい。それは本誌五四号から連載中の「再生エコハウス」の取り組みである。再生エコハウスは、その名のように改修・リノール版の環境共生住宅であり、「少ないエネルギーで快適な暮らしを営む」ことを目指して当研究所の濱研究主幹が自宅を改造したものである。詳細は本人の手による論考をご参照いただきたいが、

少ないエネルギーで快適な暮らしを営むためには、設備面と住まい手の心が

けや生活の工夫の両方が大事であること、そして、快適な生活とは住み手の納得感（主観）が大きく影響するものであるから、住まい自身の家づくりや日々の生活の営みへの積極的な関わりがポイントになるという指摘は、経験と実感に裏打ちされているだけに説得力がある。

## 「快適」から「快」へ

最近、よく「快」という言葉を耳にする。それほど大きな違いはないとは思っている。「快適」といつとどちらかと言えば、良い心地が外部から与えられるというコアンスがある。それに

対して、「快」には自ら汗を流して手に入れるという響きがないだろうか。これだけのことはやったという精神的な充足感もその中に含まれる。また、少々の我慢も「快」のうちである。

エネルギーの分野でも、これからは「快」を求める時代を迎えるのではないだろうか。個人レベルから住宅、事業所、地域、都市に至るあらゆるレベルにおいて、それぞれの場にふさわしい適正技術を見つけ、組み合わせ、それらを使いこなす工夫によって、「快」が得られる。そうしたことの積み重ねの上に、無理のない形で、無駄のない効率的なエネルギー使用が実現し、一人当たりのエネルギー消費量が抑制されていくのではないだろうか。

CEL