

日本経済と省エネルギー問題

鈴木英明

(武蔵野大学政治経済学部教授)

一九七〇年代、日本経済は二度の石油危機に襲われた。七三年の第四次中東戦争を契機とする第一次石油危機と、七九年のイラン革命に端を発する第二次石油危機である。二度の危機を通じて原油価格は大幅に上昇し、同時に日本経済の石油に対する脆弱性をはっきりと示すことになった。

高価格の原油に対処するために、いかに石油の消費を減らすか、省石油（省エネルギー）の進展を図ること、同時に石油に代わるエネルギー（代替エネルギー）の開発を進めることが日本経済にとっての緊急の課題となった。そして九四年の気候変動枠組条約の発効に象徴されるように近年、環境問題の側面からも石油をはじめとする化石燃料の使用の削減に取り組まざるを得なくなっており、日本経済にとってこの二つの課題はますますその重要性を増していると言える。

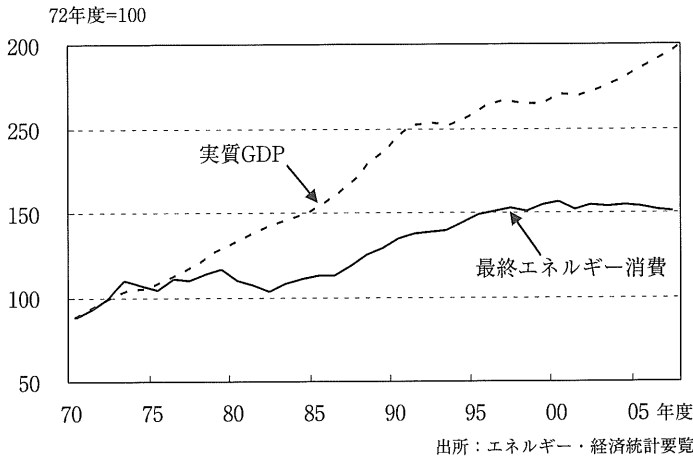
七三年の第一次石油危機から三十七年が経過した。本稿では、この間に省石油と代替エネルギーの開発はど

の程度進展したのか、データの利用できる二〇〇七年度までの期間で検討するとともに将来の問題として日本経済が直面するであろう石油問題（ピークオイル）と環境問題について考えてみることにする。

一 エネルギー消費とGDP

はじめにエネルギー消費全体の動向と日本経済の動きを見てみよう。図表1は最終エネルギー消費と実質GDPの動きを描いたものである（見易さのために第一次石油危機の前年の一九七二年度＝一〇〇とした指数にしてある）。実質GDPは七三年度から〇七年度の三十四年間で二・三四倍に成長したのに対し、最終エネルギー消費量は同期間で一・三七倍の伸びにとどまっている。図表1に見られるように両者の差が、時間の経過とともに徐々に離れている。日本経済の成長スピードよりも緩やかなテンポでエネルギーの消費が進んだということを示している。実質GDPの伸びに対する最終エネルギー消費量の伸びの比

図表1 実質GDPと最終エネルギー消費



率である弾性値を計算すると〇・三六となる。平均的に言つて、経済が1%伸びるとエネルギーの消費はほぼ〇・二六%伸びたことになる。この値が少なくなればなるほどエネルギーの消費が少なくてすむ、つまりエネルギー節約的だということになる。

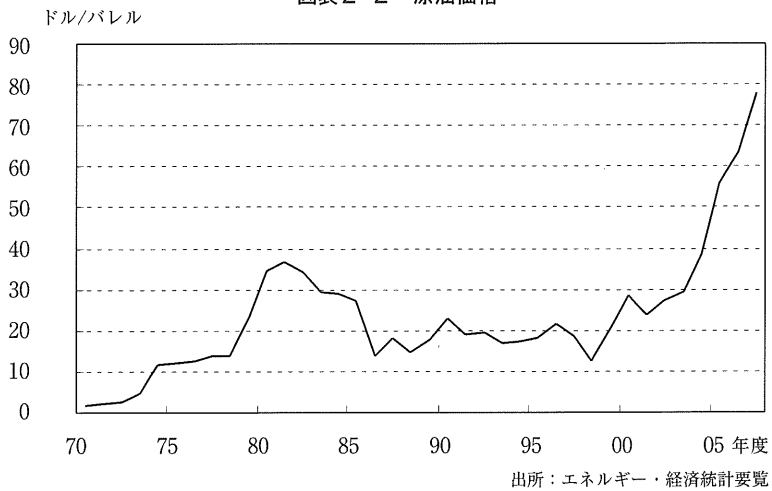
伸び率ではなく、エネルギー消費量を実質GDPで割った比率はエネルギー原単位とよばれる。この原単位は、実質GDP一単位を生み出すのに、エネルギーがどれだけ消費されたかを表す指標であるので、この数値の動きでもエネルギー節約の動きを見ることが出来る。図表2-1はそれを描いたものである。原単位は七三年度以降、ほぼ一貫して低下しているのが分かるが、詳しく見れば、三つの期間に分けられる。最初の期間は七三年度から八七年度まで、第二の期間は八八年度から二〇〇〇年度まで、第三の期間が〇一年度から〇七年度までとなる。

最初の期間では、原単位は七三年をピークに八七年度の七〇・四の七〇台まで一気に減少している。二度の石油危機を含むこの期間では、石油価格の高騰によるコスト上昇をなんとか吸収しようと、産業界が必死になつて省石油、省エネルギーに取り組んだ時期である。この間の原油価格の動向（輸入CIF価格、図表2-2）をみれば、七三年度、一バレル当たり四・八五ドルであつたのが八一年度には同三六・八九ドルと七・六倍もの急上昇を見せ、八六年度に同一三・八一ドルに急落した時期になる。弾性値を計算すれば約〇・三二であり、省石油は大幅に進められた。第二の期間では、原単位が七〇台を切った後六七・八まで下がるものの再び七〇台に戻り、その後七〇を上下している。このときは、原油価格は高くても同二二ドル台であり、ほぼ一五ドルと二〇ドルの間を動いており、原油価格が安くなったことから省石油の努力がなおざりにされた時期といえる。弾性値は一・〇一とほぼ一であり、石油危機以前の状態に戻ったかのようであつた。第三の期間で

図表2-1 原単位（最終エネルギー消費/実質GDP）



図表2-2 原油価格



は、原油価格が再び上昇を始め、〇〇年度に同二三・七五ドルであったのが、〇七年度には同七八ドルまでも上昇している。この価格急騰を受けて、省石油の動きには再度、火がつき原単位は七〇台を切った後、そのまま低下を続け〇七年度には六一・二と、六〇台を割るのも目前というところまで来ている。弾性値はマイナス〇・三二とマイナスの値になっていて、省石油の動きは第一の期間を上回る勢いに転じている。

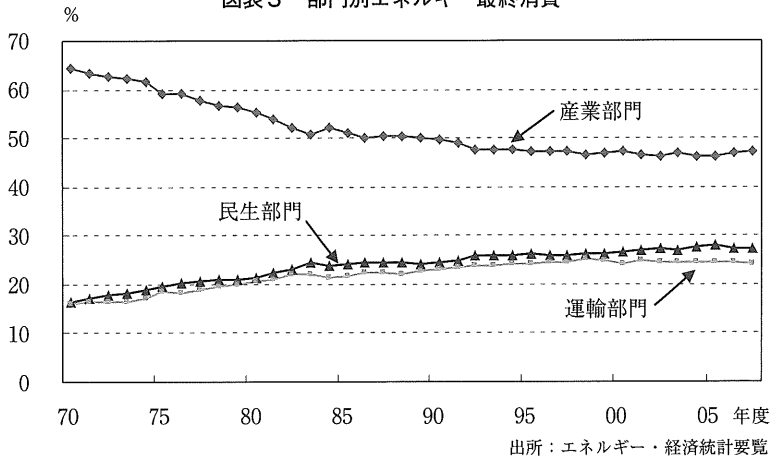
一方向的に低下しているように見える原単位の動きも、途中、原油価格が安くなると原単位低下のテンポも弱まり、省石油の努力も一時的に棚上げされた格好であった。

二 需要別にみたエネルギー消費の動向

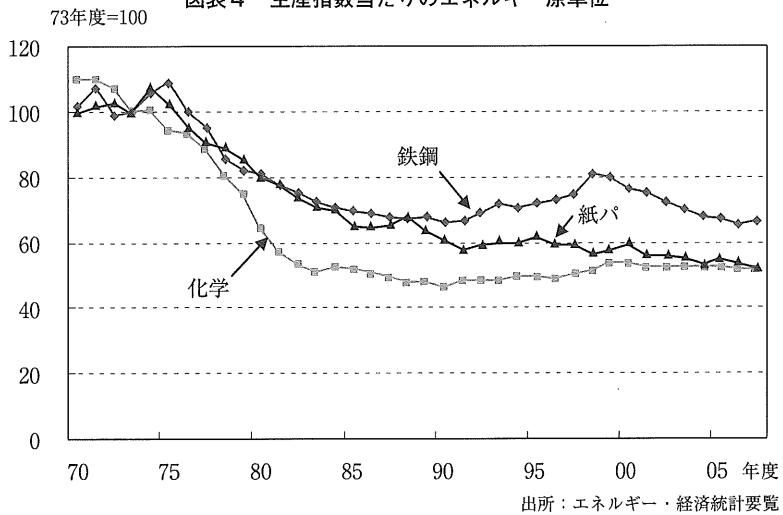
日本の経済全体でみたエネルギー消費全体の動きを産業部門、民生部門、運輸部門の三部門に分けてみるとどうなるか。

まず需要全体に占める三部門の割合は、〇七年度で産業部門（非エネルギー消費を含む）が四八・五%、民生部門が二七・四%、運輸部門が二四・一%となっている。エネルギー消費の半分近くを産業部門が占めているが、七三年度からのそれぞれの構成比の動きは図表3にまとめてある。そこから分かるように、七三年度以降、産業部門の構成比は減少を続け、代わりに民生、運輸の両部門は増加し続けている。同年度の構成比は順に六七・四%、一六・四%、一六・二%であったので、産業部門は一八・九ポイント減少したのに対し、民生部門は一・一ポイント、運輸部門は七・九ポイントそれぞれ増加した。

図表3 部門別エネルギー最終消費



図表4 生産指数当たりのエネルギー原単位



1 減少する産業部門

産業部門を製造業と非製造業（農林業、水産業、建設業、鉱業）に分けると、前者の消費の割合は〇七年度で九四・〇％に達する。製造業のエネルギー消費は七三年度を一〇〇とすると〇七年度は一〇三・二とほとんど増えていない。エネルギーを多く消費する産業といえは、化学工業、鉄鋼、紙・パルプなどである。三者を合わせると製造業全体の消費の六割強（〇七年度）を占める。七三年度から〇七年度のこれら三業種の生産動向を生産指数で見ると、鉄鋼が九〇・八から一〇六・七となり一七・五％の増加、化学は四〇・九から一〇三・二と一五・二・三％の増加、紙・パルプは五六・六から一〇一・七で七九・七％の増加である。生産が増えても、エネルギー消費がほぼ横ばいだったということは、生産指数一単位当たりのエネルギー消費（＝エネルギー原単位）が減少していることになる。確かに、この三業種のエネルギー消費は大幅に減っており、エネルギー原単位は大きく低下している。たとえば、鉄鋼の生産指数一単位当たりのエネルギー原単位を計算してみれば、七三年度の六〇〇×百億キロカロリーが、〇七年度、四〇一×百億キロカロリーと、三分の二に低下している。図表4にこれら三業種の原単位の動きを図示している（七三年度＝一〇〇の指数で表示）。

2 増加する民生、運輸部門

民生部門は家庭部門と業務部門に分けられ、家庭部門のエネルギー消費の割合は五五％となる。民生部門全体での〇七年度のエネルギー消費は、七三年度の二倍の規模に膨らんでいる。家庭部門だけでは同期間で二・三倍に増えており、民生部門全体の伸びよりも高い伸びとなっている。一方、四五％を占める業務部門は、事務所・ビル、卸小売業、病院、ホテル・旅館などのエネルギー消費から成るが、この間の同消費の伸びは

一・八倍となり家庭部門より低い伸びとなっている。

家庭部門の用途別のエネルギー消費（〇七年度）をみると、電化製品などの動力他用が三四・七%、給湯用が二九・九%、暖房用が二五・〇%で、この三用途の合計ではほぼ九割に達する。残りは厨房用（七・八%）と冷房用（二・六%）である。この三つの用途の七三年から〇七年にかけて増え方は、動力他用が三・五倍、給湯用が一・二倍、暖房用が一・九倍である。家庭部門でのエネルギー消費増大の要因は、第一に電化製品の普及が挙げられる。

主な電化製品の普及率を示すと、ルームエアコンは七五年度の一九・五%が〇七年度に八九%に、電子レンジは七三年度の二〇・八%が〇三年度には九六・五%に、温水器は八二年度の二一・〇%が〇七年度には五二・三%に、それぞれ増えている。さらにすでに普及している電化製品でも大型化し、高機能化している。また新たに登場したA V機器、パソコンなどの利用も合わせて家庭生活の電化は進む一方で、電力の消費は増え続けた。

それを裏付けるのが一世帯当たりの用途別エネルギー源別エネルギー消費量である。七〇年度の電力の利用量は一五七一千キロカロリーであったのが、〇七年度になると四八二二千キロカロリーと三倍以上に増加している。家庭用のエネルギー源としては電力のほか、都市ガス、L P G、灯油、石炭等、太陽熱がある。その中で電力の占める比重は四五・六%と約半分になっている。都市ガスが一八%、灯油が二一・六%、L P Gが一・七%で、太陽熱の利用はまだ一%に過ぎない。

業務部門の用途別エネルギー消費は、〇七年度の構成比でみると、一番多いのが動力他用で四五・九%、次いで暖房用が一七・九%、給湯用が一六・〇%、冷房用が一・五%となる。家庭部門と同様に動力他用の増加

が著しく、七三年度比でエネルギー消費量は六・一倍の規模に増大している。ビルの冷・暖房用ということではエネルギー消費を合計すれば二九・四％と高い構成比になる。

一方、業種別で消費量の多いところ（〇七年度の構成比）は、順に、事務所・ビル（一九・六％）、卸小売（一九・四％）、病院（一一・九％）、ホテル・旅館（一一・一％）である。業務部門全体のエネルギー消費の伸びである一・八倍を上回っているのは、事務所・ビルが二・二倍、卸小売が二・五倍であるのに対して、病院は一・七倍、ホテル・旅館は一・一倍であった。業務部門のエネルギー源別の消費量（〇七年度）は、家庭部門と同様に電力がもっとも多く構成比は五三・二％と半分を超える。

3 増える運輸部門

運輸部門のエネルギー消費は三四年間で二倍に増えている。これを旅客部門と貨物部門に分けると、〇七年度、構成比で六四・九％を占める旅客部門の消費の伸びは二・六倍であるのに対して、三五・一％を占める貨物部門が一・四倍にとどまっている。

旅客部門は自家用乗用車、営業用乗用車、バス、旅客鉄道、旅客海運、旅客航空からなるが、全体の消費のうち自家用乗用車で八三・〇％を消費している。また貨物部門は自動車、鉄道、海運、航空からなるが、やはり貨物自動車の消費が貨物全体の八四・四％を占めている。旅客、貨物を問わず運輸部門全体で自動車による需要が八割以上を押さえることになる。七三年度の両部門計の自動車需要は全体の約七割であった。

旅客部門の自家用自動車による消費量の伸びは三倍、貨物部門の自動車による消費量の伸びは一・六倍である。これに対してそれぞれの輸送量の増加をみると、自家用自動車は二・六倍、貨物乗用車は二・五倍となつて

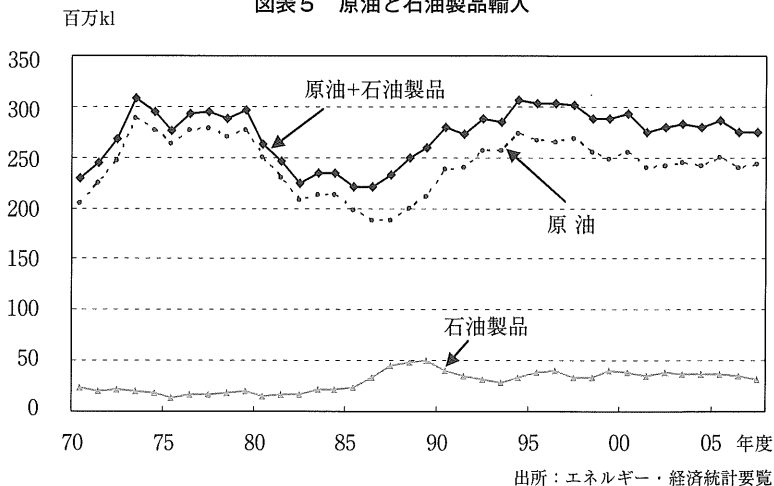
いる。自家用自動車の方が輸送量の伸びを上回ってエネルギーを消費しており、言い換えれば輸送の効率が悪くなったことを意味し、エネルギー原単位は悪化している。輸送効率を表すガソリン乗用車の平均燃費は、七六年度一・七km/Lであったのが、八四年度には一四・三km/Lに改善、その後一二〜一三km/Lで推移し、〇一年度以降になると再び改善して〇七年度には一五・八km/Lまでに伸びている。

三 燃料別にみたエネルギー状況

これまでの需要側からエネルギー状況を見てきたが、ここでは逆に、供給側からエネルギー状況を見ていくことにする。〇七年度の日本のエネルギーの総供給量（一次エネルギー国内供給量）は五三四九二九×百億キロカロリー（五三四・九石油換算百万トン）である。この一次エネルギー（原油、天然ガスなど）から電力などの二次エネルギーに転換する際のロスや自家消費などを除いた分が、経済活動や家庭などで消費される最終エネルギー消費と呼ばれ、同年度で三六二九六〇×百億キロカロリー（三六三・〇石油換算百万トン）である。一次エネルギーの主なものには、石炭、原油、LNG、原子力が挙げられる。国内供給量における構成比を求めると、順に二二・二%、四〇・五%、一六・七%、一〇・四%となりこの四者の合計が八九・八%で、さらに石油製品の三・六%を加えれば、九割を超える。残りは水力（三・一%）、NGL（天然ガス液、一・四%）、新エネルギー等（含む地熱、一・四%）、天然ガス（〇・七%）である。

石油危機に見舞われた日本が最初に目指したことは省石油であった。どれだけ石油の消費を減らすことができるか、と同時に石油に代わるエネルギーの開発を進めることであった。七三年以降、省石油がどれだけ進ん

図表5 原油と石油製品輸入



だのか、まず原油の輸入動向をみてみよう。

原油輸入の動向は図表5にまとめてある。七三年度の原油と石油製品を合わせた輸入量は、三億八二五万キロリットルであったが、第一次石油危機後すぐには輸入量は落ちず、二億九千万キロリットル前後で推移していた。ところが第二次石油危機の後、八〇年代に入ると輸入量は急減し、八〇年度は二億六千万キロリットル台になり、八六年度には二億二千キロリットルまでに減少した。その後は原油価格が低落したのを受けて、輸入は再び増え始め、九四年度には三億キロリットル台に戻ったが、二〇〇〇年代に入ってまた僅かずつ減りだしている。〇七年度の輸入量は二億七四一四万キロリットルとなっている。三四年間、経済が成長しそれに伴ってエネルギー需要が膨らんだために、石油の構成比は減少し相対的な地位は低下しているが、輸入量そのもので捕らえたときは、さほど減っていない。七三年度に対して一一・一％の減少で、年平均に直すと、マイナス〇・三四％にすぎない。八〇年代半ばまではかなりなスピードで省石油を進めていたことに比べ

ば、この減少率は少なすぎる。その後、増加基調に戻った時期を経て、〇〇年度以降の年平均減少率が約マイナス一％である。〇八年度には原油価格が一段と上昇したこともあり、省石油は更に進展するだろう。

原油が相対的に低下した代わりに増加したものは何であるのか。石炭とガス（LNGと天然ガス）、原子力である。七三年度に比べ、石炭は一・九七倍に、ガスは一五・七倍に、原子力は二五・四倍にそれぞれ増えている。その結果、この三者を合計した依存度（＝構成比）は五〇％に達し、石油の依存度は大幅に低下した。〇七年度の石油の依存度は、原油（四〇・五％）に石油製品、NGLを加えてみても四五・五％と五割に満たない。七二年度の石油依存度は七四・一％であったので、およそ三〇ポイント低下したことになる。

石油危機から三四年間の日本のエネルギー利用の推移を需給両面から見てきたわけだが、日本経済に課せられた二つの課題（省石油と代替エネルギーの開発）の解決はどうなったのか。省石油では、エネルギー全体の石油依存度は下がったものの輸入量自体はそれほど減っていない。さらに言えば、当時、エネルギー安全保障の観点から、石油の供給源を特定の地域に集中させず分散化するのが望ましいとしていたが、中東の石油にたいする依存度は下がらず、七三年度七七・五％であったのが、〇七年度八六・四％と、かえって七三年度を上回っている。

他方、代替エネルギーの開発はどうであったのか。たしかに石炭、LNG、原子力のウエイトは高まったものの、いわゆる新エネルギー（太陽光発電、風力、地熱など）の導入はほとんど進んでいないのが現状である。〇七年度の新エネルギーの国内供給に占める割合は一・四％に過ぎない。七三年度に比べ約二倍にしか増えていない。さらに今後、炭酸ガスの排出を抑えるという要請は強くなる一方であるから、化石燃料である石炭、LNGの使用をこれまでのように増やすことは難しくなり、ますます新エネルギーの開発、導入に力をそそが

なければならぬ。

四 ピークオイルの問題

ここまでの省石油の動きは中東戦争、あるいはイラン革命によって引き起こされた原油価格高騰によるものであった。外生的な、一時的な事件によって生じた強制された節約努力であった。しかし今後の省石油、エネルギー節約は従来のものとは異なり、自らが持続的に取り組まなくてはならない課題と言える。

ピークオイルの問題は日本経済に課せられたそうした問題の一つである。ピークオイルというのは、世界の原油生産の伸びが世界の原油需要の伸びに追いつかない状態をさす。つまり世界の原油生産（総供給）がやがてピークを打ち、次第に生産量が落ちていくのに対して、中国やインドを初めとする途上国の需要の伸びを中心とした世界全体の総需要量が、生産国の総供給量を上回って推移していく状況である。よく言われる原油が枯渇するというのではない。こうした常に需要が供給を超過している状況を迎えるようになるか。石油はいままでのように容易に潤沢に利用することが難しくなり、しかも安い価格で入手することができなくなることの意味する。原油価格は上昇を続けることになる。そして、すぐにその影響を受けるのは、液体燃料（ガソリン、軽油、ジェット燃料油など）を使う自動車、飛行機などである。

ピークオイル（生産のピーク）の時期はいつなのか。

Robert L. Hirsch のレポート“Peaking of the World Oil Production: Recent Forecast”では、石油専門家、石油会社、学者、コンサルタントなどを対象にしたピークオイルの到来時の見通しを三つのグループに分けてま

とめている。それによると、レポートの執筆時の二〇〇七年から五年以内に、つまり一二年までに来るという見通しをしているのは石油投資家の Boone Pickens をはじめとする一一件。次いでフランスの石油会社トタルなど一〇件が一二年から二二年までの間に来るとしている。三番目のグループには、二二年以降のいつかに来るとするのが二件、あるいはOPEC（石油輸出機構）のようにピークオイルという考え自体を否定するものやBPのCEOのJ.Browneの予測不能という見通しなどを合わせて四件あげている。十年先なのか二十年先なのか、あるいはすでに来ているのかもしれないが、ピークオイルがいつになるかについてコンセンサスがあるわけではないとしている。いずれにしてもこれはリスクマネージメントの問題だとして、早めに対応すれば経済的な大混乱を避けることができるし、対応が遅れれば経済的、社会的に多大なコスト負担を強いられるだろう、と指摘している。

○八年に原油価格は大幅な上昇を見せた。原油市場への投機マネーの流入で急騰したと言われた。原油価格は○八年半ばに一三〇ドルを超えるまでに上昇した。日本の原油輸入価格も○八年八月には一三五・五二ドル／バレル（前年同月比八七・五％増）と、同じように一三〇ドル台に突入した。ところが図表1にも明らかにように○二年頃から価格は上がり始めていた。○二年度、二七・三二ドル／バレルと前年度比一五％の上昇となった後、上がり続けて○七年度には七八・〇二ドル／バレルまでに上昇していた。中国、インドなどをはじめとする成長を続ける国々からの需要の増大が、すでに原油価格を押し上げていたと見ることもできる。

○八年の石油価格高騰のとき、日本では何が起こったのか。ガソリン価格が上昇し、夏休みマイカーで帰省する人が減り、代わりに新幹線や飛行機を利用する人が増えた。飛行機の利用客には運賃のほか、ジェット燃料油の上昇分として燃料サーチャージという名の追加料金が請求された。軽油価格の急騰は漁業にも大きな影響

を与えた。漁業関係者が出漁を取り止める騒ぎが起き、街では魚の値段が上がり、すしが食べられなくなるといふ噂も飛び交った。

ピークオイルによる原油価格の上昇が始まれば、こうした事態が広範囲にわたって起きることになる。真つ先に生じるガソリンと軽油の価格上昇は、自動車、トラック、飛行機などの輸送部門を直撃する。消費者はまず、自家用車の利用をやめるだろう。一時的と思われた石油危機のときと違い、ピークオイル到来後の価格上昇は持続的と見られるので、ガソリンを使う車は燃費の悪い順に売れなくなるだろう。漁業は打撃を受け、航空各社は乗客減に苦しめられる。貨物輸送のコストの上昇から物価全般が上昇する。〇七年度の家計の一世帯当たりの平均エネルギー関連消費支出（電気、都市ガス、LPG、灯油、ガソリンなど）は、約二十七万円、全支出の七・六％を占めている。これが一〇％を超えて上昇していくとすれば、一般物価の上昇による個人消費の低迷だけでなく、社会全般への影響も大きい。

エネルギーが経済成長を支える力は、どの程度なのか、Robert U. AyresとBenjamin Warrが“The Economic Growth Engine”で推計結果を発表している。資本と労働の二要素からなるコブダグラス型の生産関数では、経済成長を説明できない部分、いわゆるソロー残差が生じる。彼らはそれを、エネルギーを加えた三要素で説明しようとするもので、エネルギーのデータ概念を有効仕事量というものに変換した上で、日米両国について計測している。日本の結果は一九四八年から九八年の計測期間で産出のエネルギー弾力性（ γ ）は〇・一五であった。産出の資本弾力性（ α ）は〇・五一、労働弾力性（ β ）は〇・三四である。この γ の値を用いれば、有効仕事量の一〇％のカットが、経済成長の一・五％低下をもたらすという結果になる。

Ayresは『地球最後のオイルショック』の著者デイヴィッド・ストローンとのインタビューで次のように

語っている。

「経済は石油に依存しきっています。石油生産がピークを迎えたときに、世界経済もピークを迎える可能性がきわめて高い。石油の値段が上がれば、石油に頼っているあらゆるモノの値段が上がります。エネルギーの価格が大幅に上昇した状態で、どうして経済成長を続けられるのか見当もつかない。恐ろしい話なのです」
(高遠裕子訳『同』一六一頁、新潮選書)

五 環境問題による省エネルギー

ピークオイルの問題とならんで、日本経済に課せられたもう一つの問題が環境問題である。環境問題による省エネルギー努力というのは、地球温暖化防止のために世界各国が協力して温室効果ガスの排出を削減しようという、国際協力活動である。価格高騰という経済的な理由からではなく、地球の温暖化防止という自然科学的な理由から要請される省エネルギー活動というのが、これまでの動きと異なる点と言える。温室効果ガスには二酸化炭素のほか、メタン、一酸化二窒素、代替フロン等三ガスの六つのガスが対象となっているが、このなかでは九割を占めるのがエネルギー起源による二酸化炭素(CO_2)である。ここでは CO_2 に絞って話を進めることにする。 CO_2 は石油をはじめ石炭、天然ガスに代表される化石燃料を燃やすことによって生じるので、 CO_2 を削減することは化石燃料の使用を減らすことに等しい(二酸化炭素が地球温暖化の原因であるとする説に反対する学者もいて、はつきり二酸化炭素がその原因であると断定されているわけではない)。

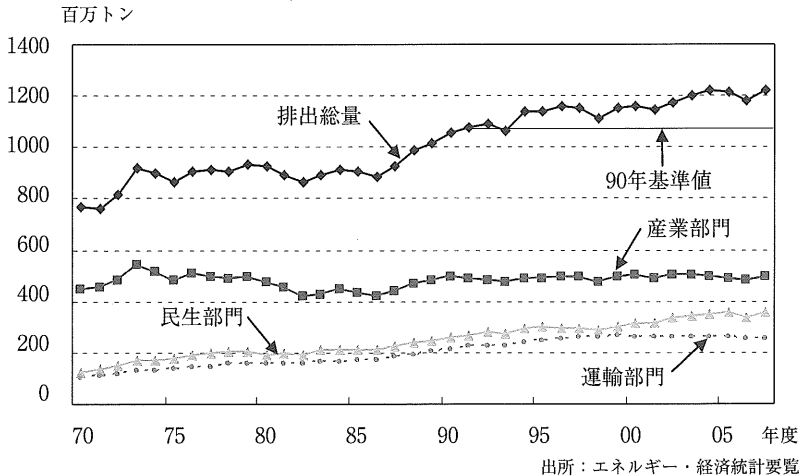
地球温暖化防止の取り組みは、一九九四年に気候変動枠組条約が発効したことにより具体的な検討が始まっ

た。九五年からこの条約に参加した国々による締約国会議（COP）が、毎年開かれることになり、三回目の九七年に京都で開催されたCOP3で、具体的な数値による削減目標が決められた（京都議定書）。日本の削減目標は九〇年比六%減というものであった。EUは同八%減、米国は同七%減であったが、二〇〇一年に米国は不参加を表明、その後、発効要件が満たされた〇五年に京都議定書は発効した。〇六年のCO₂排出量の見通しデータ（『エネルギー白書2009』経済産業省編）によれば京都議定書に参加して削減義務を負っている国々の比率はわずか二九%（EU一五カ国で一二%、ロシア六%、日本四%）にすぎない。不参加の米国（二〇%）、削減義務のない中国（二〇%）、インド（四%）などを合わせると七一%にのぼる。

日本のCO₂排出の状況はどうなっているのか、まず現状を見てみよう。〇七年度のCO₂排出量は一二億一九〇〇万トンである。排出源別には、原油と石油製品が全体の四七%を占め、次いで石炭が三七%、天然ガスが一六%となる。CO₂を排出するこれらの化石燃料の使用割合は、エネルギー消費全体の約八五%、水力、原子力、新エネルギー等が合わせて一五%である。

CO₂排出のこれまでの動きは、図表6に示してある。基準年である九〇年のCO₂排出量は一〇億五九〇〇万トンである。〇七年度の一二億一九〇〇万トンは、基準年に比べ一五・一%増と、削減どころか目標値を大幅に超えている。すでに需要部門別エネルギー需要で見たように、民生部門、運輸部門でのエネルギー需要が大きく伸びていた。そのためにCO₂排出量はそれぞれ四三%、一四・六%増え、産業部門で二・三%の減少となったものの全体では増えてしまった。政府はこの削減目標を達成するための『改定京都議定書目標達成計画』を〇八年三月に発表している。それによると温室効果ガス排出量の目安のなかのCO₂は一〇年度、一〇億七六〇〇万トン（一〇億八九〇〇万トンと、基準年より増えている（基準年総排出量比

図表6 部門別のCO₂発生量



ラス一・三％（二・三％分）。すでに〇七年度の実績値はこの目標値を超えているので、少なくとも一億三〇〇〇万トンには減らさなくてはいけない（三年間で毎年三・七％ずつの減少）見通しである。目標の同六％削減に届くためには、他の温室効果ガスで同三・一％分を減らし、更に森林による吸収分を同三・八％計上する。まだ足りない分は排出権取引でまかない、なんとか国際公約の六％削減を達成しているが、CO₂だけとつても三年間で一億三〇〇〇万トン削減するのは無理なこと、全体で六％削減の目標達成はほとんど絶望的といえるだろう。

そこで、京都議定書の次の段階である二〇年に向けて、どのようにCO₂排出を減らすことができるのか、試算をして確かめてみたい。すでに指摘したように、CO₂排出を減らすには化石燃料の使用を減らせばよい。化石燃料の使用については、次の三つの要因に分けて考えることができる。化石燃料使用量Ⅱ（エネルギー総需要量／GDP）×（化石燃料使用量／エネルギー総需要量）×GDP、である。これは化石燃料使用量をただ書き換えただけの式な

ので、括弧をはずして計算すれば、分母、分子が消しあって、化石燃料使用量 $\parallel$ 化石燃料使用量となる。この式は、化石燃料使用量は三つの要因の積で表せることを示したものである。したがって、石油などの化石燃料の使用を減らすことをこの三つの要因に分けて考えると、次の三通りになる。一つ目は、(エネルギー総需要量/GDP)はエネルギー消費原単位とよばれるが、これを小さくすればよい。それだけエネルギー節約を進めたことになる。二つ目は、(化石燃料使用量/エネルギー総需要量)の化石燃料使用比率を下げればよい。これは逆に言えば、化石燃料以外の水力や原子力、太陽光などの新エネルギーの使用を増やすということになる。三つ目は、GDPを下げればよいことになる。しかし、この三番目のGDPを下げることは経済水準を下げることを意味し、消費者にとっては生活を切り詰めることにつながるので、実際に行動に移すと難しいだろう。

この式を変化率で表して書き換えると次の式、 Δ (化石燃料使用量) $\parallel \Delta$ (エネルギー総消費量/GDP) + Δ (化石燃料使用量/エネルギー総消費量) + Δ GDP、になる。各項目の変化率がどうなるのか以下、計算してみる。

まず Δ GDPは、経済成長率であるから過去一〇年の実績を適用すると、平均して一・二五%である。二番目の項目は、太陽光発電や原子力発電などの非化石燃料の利用がどのくらい増えるのかで決まる。原子力発電は〇九年四月現在、五三基、総出力四七九四・五万kWが稼働中で、三基三六六・八万kWが建設中、一二基一六五五・二kWが計画されている(『エネルギー白書2009』同上)。二〇年までに計画通りに稼働を始め、しかも稼働率は過去最高の〇・八四二で全基が運転されるとすれば、エネルギー消費にしめる割合はほぼ倍増する(〇七年度実績比)。これに加えて、太陽光発電が〇五年比二〇倍、風力が同五倍(長期エネルギー需給

見通し（再計算）」〇九年八月、経済産業省）などして新エネルギーを最大限増やした結果は、非化石燃料使用量／エネルギー総需要量の比率は〇・二五六となる。（化石燃料使用量／エネルギー総需要量）は一から引いた〇・七四四である。この〇七年度の比率は〇・八五二であるので、〇七年度から二〇年度までの平均変化率はマイナス一・〇％。最後にエネルギー原単位の変化を求める。GDPは年率一・二五％で成長するとして、二〇年度のエネルギー消費は〇七年度実績横ばいとする、エネルギー原単位は〇・八二九三となり、〇七年度比で平均年率マイナス一・二％である。これらの数値を足し合わせると、マイナス一・二％＋（マイナス一・〇％）＋一・二五％＝マイナス一・〇％で、これが化石燃料使用量の変化分ということになる。

年率一・〇％で化石燃料の使用が減っていくとすると、CO₂排出量もそれに比例して減少していくことになる。〇七年度からいくらか減少するのか、単純に比例計算すれば、二〇年度の排出量が一〇億七〇〇〇万トンになるので、およそ一億五〇〇〇万トンの削減（一二％減）となる。この排出量はほぼ九〇年度実績の数値に等しいので、九〇年度実績から更に一五％、二〇％削減となると容易なことではないことが分かる。

〇九年二月、デンマークで開かれたCOP15では、京都議定書に続く一三年以降の削減目標を決めることはできなかった。日本はCO₂排出量の削減目標をこれまでより高いところに置かざるを得ない。〇九年九月の国連演説で鳩山首相は、日本は二〇年までに九〇年比二五％削減する計画を明らかにした。上述の試算結果からも分かるように、この目標を達成するには、これまでにない努力と覚悟が要求されることは間違いないといえる。

参考文献

- 池田清彦『環境問題のウソ』ちくまプリマー新書、二〇〇六年。
- 池田清彦、養老孟司『ほんとうの環境問題』新潮社、二〇〇八年。
- 石井孝明『京都議定書は実現できるのか』平凡社新書、二〇〇四年。
- 伊藤修『日本の経済』中公新書、二〇〇七年。
- エネルギー産業研究会『石油危機から30年』エネルギーフォーラム、二〇〇三年。
- エリック・スビーゲル他『エネルギーの未来』ブーズ・アンド・カンパニー訳、日本経済新聞出版社、二〇〇九年。
- 茅陽一他『低炭素エコノミー』日本経済新聞出版社、二〇〇八年。
- 環境省『環境白書 平成21年版』日経印刷、二〇〇九年。
- クロード・アレグレ『環境問題の本質』林昌宏訳、NTT出版、二〇〇八年。
- 経済産業省『エネルギー白書二〇〇九年版』エネルギーフォーラム、二〇〇九年。
- ジェレミー・レゲット『ピーク・オイル・パニック』益岡賢、植田那美他訳、作品社、二〇〇六年。
- ソニア・シャール『石油の呪縛と人類』岡崎玲子訳、集英社新書、二〇〇七年。
- 武田邦彦『偽善エネルギー』幻冬社新書、二〇〇九年。
- デイヴィッド・ストローン『地球最後のオイルショック』高遠裕子訳、新潮選書、二〇〇八年。
- 日本エネルギー経済研究所『EDMC/エネルギー・経済統計要覧(二〇〇九年版)』省エネルギーセンター、二〇〇九年。
- 特に注記しない限り、この要覧にあるデータを利用している。
- 日本エネルギー経済研究所『改訂2版図解エネルギー・経済データの読み方入門』省エネルギーセンター、二〇〇八年。
- 福島清彦『環境問題を経済からみる』亜紀書房、二〇〇九年。
- 山岡淳一郎『田中角栄 封じられた資源戦略』草思社、二〇〇九年。

山本 遼三 『経済学は温暖化を解決するんか』 平凡社新書、二〇〇九年。

Christopher Steiner, \$20 Per Gallon, Grand Central Publishing, 2009

Michael Crichton, State of Fear, Avon Books, 2004

Robert U. Ayres and Benjamin War, The Economic Growth Engine, Edward Elgar Publishing, 2009

Robert L. Hirsch, Peaking of World Oil Production:Recent Forecasts,

www.netl.doe.gov/.../Peaking%20of%20World%20Oil%20Production%20-%20Recent%20Forecasts%20-%20NETL%20Re.pdf, 2007

Robert L. Hirsch,Roger Bezdek and Robert Wendling, Peaking of World Oil Production:Impacts,Mitigation,& Risk,Management,

www.netl.doe.gov/publications/others/pdf/oil_peaking_netl.pdf, 2005