エネルギー需給の動向と新エネルギー

茅 陽一

エネルギーの過去の動向と制約条件

我が国のエネルギーの動向を考える場合、何がその制約条件であったかを認識しておく必要がある。過去30年を眺めてみると、オイルショックの起こった1973年以降10数年はまさに脱石油が焦点であり、供給構成の多様化、そのための有効な一方策としてのエネルギー需要の効率化が対応のポイントであった。しかし、1980年代末からは、地球環境、なかならず温暖化問題が大きく浮上し、その面からエネルギー需要の抑制と供給の脱炭素化が注目されるようになった。

そのような状況に我が国が如何に対応していったかを考えるには、エネルギー需給の事情⁽¹⁾を簡単な因子に分解して示すのが適当だろう。これが表1で、ここでは、エネルギーの炭素依存率、経済のエネルギー集約率という2つの因子の変化率が、経済成長率、二酸化炭素増加率と共に記されている。これらの変化率の左3つの和は、右端の二酸化炭素増加率に等しくなる⁽²⁾（なお、この表ではGDPは昨年改定された新しい定義のものを採用している）。

これをみると、1980年代は経済成長も高く、またエネルギーの脱炭素化、省エネルギーが順調に進展し、オイルショックへの対応がきわめてスムーズであったことがよくわかる。しかし、反面、1990年代をみると、経済の伸びは大きく鈍化したが、エネ

ルギー需要は省エネルギーどころか逆に増エネルギー傾向を示している。幸いにエネルギーの炭素依存率の低下はほぼ80年代と同様で、このためCO₂の排出はほぼ経済と同程度の上昇率にとどまったが、今後を考えるとこのことはきわめて不安な材料といえる。

温暖化については、1997年に京都議定書が作られ、各国別の温室効果ガス排出目標が示された。日本の場合は2010年前後で1990年比6%減となっている。まだ京都議定書はその詳細の合意ができないままに現在に至っており、何時発効するかはまだ定かではないが、日本政府の姿勢はこの京都での合意の目標を実現するという事で一致している。この目標達成には、次節で示すように脱炭素化と省エネルギーの進展がぜひとも必要だが、90年代の実績をみる限りは後者の進展はあまりみられていない。

2010年目標へ向けての努力

現在政府は平均2%/年の経済成長をかがけているが、環境の面では上記の京都議定書目標を同時に達成しなくてはならない。温暖化対策については政府は一応の対応策を作っており、その内訳を表2に示す。これでわかるように、エネルギー起源のCO₂排出には2010年前後に1990年レベルに保つという計画がなされているが、これはかなりきびしい目標であることが、表1の最下欄にある2010年目標

表1 エネルギー環境因子の平均変化率（％／年）

	炭素依存率 (C/E)	エネルギー集約率 (E/GDP)	経済生産 (GDP) *	CO ₂ 排出
1980—1989	▼0.7	▼1.8	+3.5	+0.7
1990—1999	▼0.6	+0.4	+1.1	+0.9
2000—2010（シナリオ）	▼0.6	▼2.2	+2.0	▼0.8

*：新SNAによる

表2 2010年温室効果ガス6%削減の政府案

自然体ののびの	
90年レベルまでの引き下げ	エネルギー需給の調整
2%削減	即効的エネルギー技術開発
3.7%削減	森林の吸収
1.8%削減	京都メカニズム
1.5%増	非CO ₂ の温室効果ガス

達成のシナリオをみればよくわかる。

すなわち、現在すでにCO₂排出レベルが90年に比して9%も上昇していることを考えると、CO₂排出を今後は減らさなくてはならないが、一方において政府は2%平均の経済成長を目標としており、この両者を達成するためには脱炭素、省エネルギーの努力をあわせて年率2.8%の大きな値を達成しなくてはならない。表のシナリオでは、炭素依存率の変化を一応90年代と同一としてあるが、そうすると省エネルギー努力は80年代を上回る数値を達成しなくてはならない。

政府は、多くの家電製品、自動車等にエネルギー効率の将来目標を設けるトップランナー方式を法制化したし、また産業界の7割のCO₂排出をになう経団連は、2010年に90年と同レベルの排出を実現する自主行動計画を進めている。しかし、家庭、乗用車といった一般消費者が意思決定主体であるセクタでは需要ののびが著しく、しかもこれを抑える政策的手段が容易にみつからないのが現状で、表1の数値を実現するのは相当思いきった政策の導入が必要だろう。

一方、エネルギー源の脱炭素化だが、従来からもっとも大きく影響したのが、発電燃料構成の変化で、特に原子力の影響が大きい。たとえば80年代の脱炭素化の内容を調べてみると、もし80年代以降新たな原発の運開がなかったとすると、炭素依存率はその変化がほとんど0になることがわかる。

したがって、今後の脱炭素化では原子力の行く先が問題となるが、その見通しはあまり芳しくない。95年以来、高速増殖炉もんじゅをはじめとし原子力関係での不祥事が相次ぎ、99年秋のJCO事故はそれに追い打ちをかけた。巻原発が住民投票により否定されたのはその象徴といえる。現在、電力各社は2010年までに13基の原発の新增設を計画しているが、これもどこまで実現するかは明確でない。

また、脱炭素問題でもう一つ気になるのが石炭火力の動向である。オイルショック以来の脱石油の流れと最近とみに強まった自由化の動きにより、石炭火力への指向が強まっている。石炭は天然ガスなどに比すると高いCO₂排出原単位を持ち、加えて天然ガスなどのように複合サイクル発電を行う状況には至っていないため、熱電気変換効率が40%程度に

とどまらざるを得ない。このため、電力のCO₂原単位は石炭火力の場合、天然ガス複合サイクル発電にくらべ2.5倍と大きく、温暖化防止の立場からみればその導入はのぞましいとはいえない。

しかし、それでは石炭火力の導入をどのような形で抑制するのか、かりに炭素税のような経済的手法を利用するとしても、石炭と天然ガスのコスト差を考慮すると、たとえば炭素トンあたり1万円以上という相当大きな炭素税でないと石炭の抑制は不可能で、産業等へのインパクトを考えるとその実行はきわめてむずかしいだろう。その意味でどのような対応政策をとるかが今後の大きな政策課題となってくる。

新エネルギーの動向と役割

上記のように、経済成長と温暖化抑制という2つの条件を満たすエネルギー需給像を構築するのは容易なことではない。その中で従来から期待が高いのが、新エネルギーである。その中心をなすのは自然エネルギー、ごみ等のリサイクルエネルギーで、これらはいずれもCO₂の排出がほとんどゼロであり、しかも枯渇という資源面での心配はないという特徴を持つ（なお、新エネルギーは厳密には上記以外にもエネルギーの新しい利用形態等を含むが、ここでは除外する）。

その当面の状況と見通しをとりまとめたのが表3である³⁾。これをみると、上記の期待にもかかわらず新エネルギーの貢献はかなり小さいものであることがわかる。また、表からわかるように、新エネルギーといっても現段階では太陽熱温水器、ごみ発電、紙パルプ産業の廃棄物などが主体になってお

り、これらはそのポテンシャルから考えても、一般の人気から考えても、今後それほど拡大するとは思えない。

一方、最近のびが著しい太陽光発電、風力発電などは、太陽エネルギーの面積当たり密度が低く、特に我が国の場合その物理的ポテンシャル自体がさほど大きなものではないこと、稼働率が低いこと（太陽光で10～12%、風力で15～30%）、など、いくつかの要因によって所詮その量の拡大には限界があり、今後当分はその全エネルギー供給に占める比率はたかだか数%あるいはそれ以下にとどまらざるを得ないとみられる。

このように新エネルギーの将来は楽観できるものではないが、やはりその資源環境的利点を考えると、その貢献を少しでも高める努力をすることが重要である。以下にそのための要点を簡潔に箇条書きにする。

- 1) 太陽光発電、風力発電は時間的に変動が多いため系統電力ないし何らかの貯電設備によるバックアップが必須で、これを如何に安いコストで実現するかが重要な開発のポイントになる。
- 2) 新エネルギーの開発推進にはコストの低減が重要な要件となるが、このためには技術革新だけでなく、需要の拡大による規模の経済の利用が重要である。
- 3) 自然エネルギーの利用の方式としては、表3に示ただけでなく、ヒートポンプ等を利用して周辺の自然熱源（河川、湖水、地下など）から熱をくみ上げることも重要である。特に民生熱需要は低温需要であるので、このような形での自然

エネルギー利用を今後大いに推進すべきである。

- 4) 超長期的に考えると、自然エネルギーを大規模に利用するには従来利用していない空間、たとえば地下、宇宙などを活用すべきだろう。宇宙発電はすでにいろいろな形で検討が行われているが、現在はともかく超長期の技術目標としては魅力あるものであり、今から基礎的な検討をはじめることがのぞましい。

いずれにしても、新エネルギーは重要ではあるが当分は従来エネルギーの補完的役割にとどまることを認識しなくてはならない。そして、我々は長期の将来に向けて、これまでと異なった形で自然エネルギーを活用するさまざまな方策を開発拡大していくことがぜひとも必要だろう。そのための関係技術者の努力がのぞまれる。

おわりに

以上、最近のエネルギー需給動向と、その中で一つの役割を果たすとみられる新エネルギーについて簡単に解説した。

表3 新エネルギーの現状と2010年見通し

	1999実績	政府見通し
太陽光発電 (容量)	5.2 (205MW)	62 (2,540MW)
風力発電 (容量)	3.5 (83MW)	32 (780MW)
太陽熱利用	98	72
未利用エネルギー	4.1	9.3
廃棄物発電	120	239
廃棄物熱利用	4.4	4.4
黒液・廃材	457	479
合計	693	897
(1次E比率)	(1.2%)	(?)

単位：石油換算万k_l

参考文献

- (1)たとえば、以下の統計を参照。日本エネルギー経済研究所編、エネルギー・経済統計要覧、省エネルギーセンター、2001/1
- (2)Climate Change1995, Economic and Social Dimensions of Climate Change, 1.3.3.1Kaya identity, p.27, Cambridge University Press, 1995
- (3)総合エネルギー調査会新エネルギー部会報告、2000/12より

茅 陽一 (かや よういち 1934年生)
日本学術会議第5部会員 (財)地球環境産業技術研究機構副理事長、同研究所長、東京大学名誉教授
専門：電気工学

「学術の動向」平成13年5月号以降の特集テーマ (予定)

「学術の動向」では、今後の各号の特集テーマを以下のように予定しておりますので、ご期待ください。

- 平成13年 5月号 「学術的活動のための次世代育成—準備教育・専門教育・モチベーション—」(仮題)
6月号 「日本学術会議第135回総会」「特別委員会中間報告」(仮題)
7月号 「大衆化された大学の教育はいかにあるべきか」(仮題)