

地球温暖化対策（その2） 再生可能エネ・省エネ・節エネの可能性と現状 地球温暖化ノート（7）

前市岡 楽正

【目次】

- 1.自然科学的事実としての温暖化<C E Lレポート 1>
- 2.南北間の公平性<C E Lレポート 2>
- 3.世代間の公平性<C E Lレポート 3>
- 4.原発という選択(その1)<C E Lレポート 5>
- 5.原発という選択(その2)<C E Lレポート 6>
- 6.地球温暖化対策(その1)<C E Lレポート 8>
- 7.地球温暖化対策(その2) 再生可能エネ・省エネ・節エネの可能性と現状
 - (1) はじめに 前回の結論と概念の整理
 - (2) 再生可能エネルギーの可能性
 - (3) 省エネと節エネの可能性
 - (4) 予測の可能性
 - (5) エネルギー需給の現状
 - (6) 部門別課題
- 8.地球温暖化対策(その3) 基本政策<以下次号へ>
- 9.時短と人口抑制

【要旨】

- ・ 温暖化対策の3本柱 再生可能エネルギー・省エネ・節エネの可能性については数多くの想定がある。それらについて、まず将来の再生可能エネルギーの絶対量と構成比の想定値には大きな幅がある。また、同一想定者の介入シナリオと非介入シナリオ間にも大きな差異が認められる。省エネと節エネについてもまったく同様であって、1次エネルギーの将来(省エネと広義の節エネ)とGDP当りの1次エネルギーの見通し(省エネと狭義の節エネ)について、想定者間および介入・非介入シナリオ間に大きな差異がみられる。これらは、見解の大きなバラツキと政策による裁量の余地が大きいことを示唆している。
- ・ 因果法則の世界に属する自然現象とは異なって、再生可能エネルギー・省エネ・節エネの可能性といった社会現象の「将来予測」には本来的な限界がある。加えて、温暖化で問題となるような長期の場合、モデルという形で抽象された現実の構造が安定的であることは期待できない。さらに、外生的に与えられる前提条件の妥当性を客観的に判断することはできない。むしろ重要なのは、予測や想定ではなく、どうするのかという意味であろう。温暖化問題が提起しているのは、これからの数十年は過去の延長であってはならないということであろう。再生可能

エネルギー・省エネ・節エネの可能性については「やってみなければわからない」という他ない。

- ・ 他方、日本のエネルギー需給の推移を部門別に概観して分かることは、状況が変わらなければ(or 状況を変えなければ)、再生可能エネルギーの導入は大して進まないであろうし、エネルギー消費は増えつづけるだろう、ということである。

【本文】

(1) はじめに 前回の結論と概念の整理

[前回の結論]

最初に前回の結論を要約しておこう。

二酸化炭素の発生源での分離回収・処分あるいは再利用、海洋生態系あるいは陸上生態系による固定に大きな期待をかけるべきではない。したがって、化石燃料起源の二酸化炭素排出量の削減が温暖化対策の中心でならなければならない。日本のような先進国の必要削減率はきわめて大きい。

そのための施策として第1に考えられるのは、二酸化炭素を発生しない、あるいは発生量の少ないエネルギーの利用を拡大すること(代エネ)である。具体的には、原子力の利用(軽水炉・高速増殖炉・核融合)、化石燃料の低炭素化(天然ガス化)、再生可能エネルギーの利用(太陽光・太陽熱・風力等)の3つが考えられる(以下、再生可能エネルギーを再生可能エネと略す)。第2は、エネルギー消費量の削減(省エネ・節エネ)である。

代エネについてみると、現行の原発(大部分は軽水炉)はそれ自体に多くの問題を抱えている。高速増殖炉は実用化時期が不明であるし、実用化しても現在の原発の抱える多くの問題点を免れない。核融合の実用化の可能性はさらに曖昧である。また、化石燃料の低炭素化は一定の有効性を有するものの、その効果は限定的・一時的である。

結局のところ、再生可能エネ・省エネ・節エネの3つが残る。

今回は《温暖化対策の3本柱》ともいうべきこれらの政策について、その可能性と現状を検討する。次回は、その可能性を顕在化させるための基本施策を考える。その後、広義の節エネ策としても位置づけられる時短と人口減を概観し、最後に温暖化対策の現状評価とエネルギー産業への含意を考える。

[概念の整理]

繰り返しになるが、化石燃料起源の二酸化炭素排出量は次式のように要因分解することができる(E_1 は、投入エネルギーor 1次エネルギーを、 E_2 は、利用エネルギーor 有効エネルギーを表わす)。

$$CO_2 = [CO_2 / E_1] \times [E_1] \\
= [CO_2 / E_1] \times [E_1 / GNP] \times [GNP] \\
= [CO_2 / E_1] \times [E_1 / E_2] \times [E_2 / GNP] \times [GNP] \\
= [CO_2 / E_1] \times [E_1 / E_2] \times [E_2 / GNP] \times [GNP / 人口] \times 人口$$

本稿における言葉の定義は以下のとおりである。

| | |
|-----------------|-----------------------|
| 「代替エネルギー（代替エネ）」 | ：[CO_2 / E_1] の低減 |
| 「省エネ」 | ：[E_1 / E_2] の低減 |
| 「節エネ」（広義） | ：[E_2] の低減 |
| 「節エネ」（狭義） | ：[E_2 / GNP] の低減 |

まず、原子力や化石燃料の低炭素化に大きな役割を期待できない（or すべきでない）とすれば、1次エネルギーに占める再生可能エネの割合が、代エネ（「 CO_2 / E_1 」の低減）の近似的な指標となる。次に、1次エネルギー（ E_1 ）の変化率は「省エネ+節エネ（広義）」の指標であり、GNP当たりの1次エネルギー（ $[E_1 / GNP]$ ）の変化率は「省エネ+節エネ（狭義）」の指標である。すなわち、「 $E_1 = [E_1 / E_2] \times E_2$ 」であるから、 E_1 の変化率は $[E_1 / E_2]$ の変化率(省エネ)と E_2 の変化率(広義の節エネ)の和である。また、「 $E_1 / GNP = [E_1 / E_2] \times [E_2 / GNP]$ 」であるから、 $[E_1 / GNP]$ の変化率は $[E_1 / E_2]$ の変化率(省エネ)と $[E_2 / GNP]$ の変化率(狭義の節エネ)の和である。

(2)再生可能エネルギーの可能性

再生可能エネルギーとしては、太陽、風力、バイオマス、水力、地熱、海洋がある。どの程度の再生可能エネルギーが利用可能なのか。いくつかの想定を紹介しよう。

[世界エネルギー会議]

表1は、世界エネルギー会議（WEC）のシナリオ（1998年）である。各ケースは以下のとおり。A：高成長ケース（A1：化石燃料依存シナリオ、A2：石炭のクリーン利用シナリオ、A3：バイオマス+原子力シナリオ）、B：中成長ケース、C：エコロジー重視ケース（C1：脱原子力シナリオ、C2：原子力促進型シナリオ）。

表1から以下の2点が読み取れる。

再生可能エネの絶対量は、2020年には2.29～3.31 GTOEに、2050年には4.42～7.35 GTOEに拡大する。推定幅は、2020年で1.0(BとA3)、2050年で2.93 GTOE (BとA3)である。1990年の再生可能エネが1.60 GTOEであるから、決して小さな数字ではない。

再生可能エネの構成比は、1990年の18%から、2020年には16～21%(AとA3・C1)、2050年には22～39%(A1・BとC1)に拡大する。2050年の構成比の推定幅はかなり大きいと言わねばならない。表にはないが、2100年のC1シナ

リオにおける再生可能エネルギーの構成比は約 80%である¹。

表 1. 世界エネルギー会議によるシナリオ

| | 1次エネルギー(a) | 再生可能エネ(b) | (b) / (a) |
|-------------------|--------------|-----------------|-----------|
| 1990 ² | 8.98 (100) | 1.60 (100) | 18 |
| 2020 A | 15.4 (171) | 2.47 (154) | 16 |
| 1 | 15.4 (171) | 2.57 (161) | 17 |
| | 15.4 (171) | 3.31 (207) | 21 |
| A 2 | 13.6 (151) | 2.29 (143) | 17 |
| | 11.4 (127) | 2.39 (149) | 21 |
| A 3 | 11.4 (127) | 2.32 (145) | 20 |
| B | | | |
| C 1 | | | |
| C 2 | | | |
| 2050 A | 24.8 (276) | 5.54 (346) | 22 |
| 1 | 24.8 (276) | 5.68 (355) | 23 |
| | 24.7 (275) | 7.35 (459) | 30 |
| A 2 | 19.8 (220) | 4.42 (276) | 22 |
| | 14.3 (159) | 5.63 (352) | 39 |
| A 3 | 14.3 (159) | 5.05 (316) | 35 |
| B | | | |
| C 1 | | | |
| C 2 | | | |

* 単位：石油換算 10 億トン (GTOE)、%。()内は 1990 年 = 100。

再生可能エネ：新しい再生可能エネ (太陽、風力、地熱、近代バイオマス³、波力、小規模水力)、伝統的バイオマス⁴、大規模水力。

出所：森俊介「地球環境問題とこれからの原子力の位置づけ」(工

¹ 鈴木達治郎「第 17 回世界エネルギー会議 (W E C) に出席して」(「エネルギー・資源」第 2 0 巻 第 2 号 p78 の図 1 からの読み取り)。なお、C 2 シナリオでは約 6 0 %である。

² 1 9 9 0 年の再生可能エネの内訳は(W E C、1993)、新しい再生可能エネ 164Mtoe (太陽エネルギー12、風力 1、地熱 12、近代バイオマス 121、波力 0、小規模水力 18)、伝統的バイオマス 930、大規模水力 465 で、合計 1559([28]p204 の表 7.4)。すなわち、1 9 9 0 年の再生可能エネの大部分を伝統的バイオマスと大規模水力が占めている (構成比はそれぞれ 6 0 %、3 0 %)。

³ 近代バイオマス：「近代技術を使いながら、電気・液体燃料・熱の生産のためにバイオマス(たとえば、材木やサトウの茎)を使用すること」[28]p204。

⁴ 薪、糞、農産物の残滓

エネルギー・フォーラム 1999年11月号 p76の表より作成)。

[ストックホルム環境研究所と米国環境保護庁]

表2は、非介入シナリオ(EPA参照シナリオ)と2つの介入シナリオ(EPA迅速削減シナリオとFFES政策シナリオ⁵)を比べたものである。

非介入シナリオと介入シナリオの間における再生可能エネの絶対量と構成比の差は著しい(絶対量:2030年における1.8GTOEに対する8.9と5.7、2100年における4.9GTOEに対する14.7と23.6。構成比:2030年における13%に対する68と62、2100年における19%に対する77と100。)

2つの介入シナリオはともに再生可能エネ比率が急上昇している点で共通しているが、2100年での依存率にはかなりの違いがある。また、表2では省いたが、再生可能エネの内容にも大きな違いがある(2100年のEPA迅速削減シナリオにおける再生可能エネ率77%のうち、太陽/風力は9%、バイオマスは58%である。これに対して、FFES政策シナリオの100%のうち、太陽/風力は79%、バイオマスは18%である)。

2つの介入シナリオと世界エネルギー会議の2030年と2050年の再生可能エネの構成比を比べると、世界エネルギー会議の再生可能エネ比率はかなり低い。

表2.ストックホルム環境研究所(SEI)と米国環境保護庁(EPA)によるシナリオ

| | | 1次エネルギー(a) | 再生可能エネルギー(b) | (b)/(a) |
|-------------|------|------------|--------------|---------|
| EPA参照シナリオ | 1988 | 7.2 | 0.5 | 7 |
| | 2030 | 14.0 | 1.8 | 13 |
| | 2100 | 25.5 | 4.9 | 19 |
| EPA迅速削減シナリオ | 1988 | 7.2 | 0.5 | 7 |
| | 2030 | 13.0 | 8.9 | 68 |
| | 2100 | 19.1 | 14.7 | 77 |
| FFES政策シナリオ | 1988 | 8.1 | 1.1 | 13 |
| | 2030 | 9.2 | 5.7 | 62 |
| | 2100 | 23.6 | 23.6 | 100 |
| WEC(前掲) | 1990 | 8.98 | 1.60 | 18 |
| | 2020 | 11.4~15.4 | 2.29~3.31 | 16~21 |
| | 2050 | 14.3~24.8 | 4.42~7.35 | 22~39 |
| | 2100 | | | (80) |

*単位:石油換算10億トン(GTOE)、%。「EPA参照シナリオ」は非介入シナリオで、EPAの「急激変化ケース」と「緩慢変化ケース」の平均。EPA迅速削減シナリオとFFES政策シナリオは介入ケース。出所:[28]p285の表9.26

⁵FFES政策シナリオは、グリーンピース・インターナショナルの支援を受けて行われたもので「化石燃料に依存しないエネルギーの将来」シナリオ[28]p285。

より作成 (1 EJ (10¹⁸ J) = 0.0239 GTOE で換算した)。

[IPCC 第2作業部会⁶]

IPCC 第2作業部会の「二酸化炭素低排出エネルギー供給システム (LESS)」は、地球規模のエネルギー・システムの可能性を探るために行われた「思考実験」である。「LESSシナリオは、第2作業部会の評価プロセスの中で行われた詳細な技術評価によって明らかにされたデータを用いて、温室効果ガスの排出抑制に対する潜在的可能性を推計している」⁷。ここでは、低エネルギー需要ケース (2100年のエネルギー需要が1990年の約2倍) と、高エネルギー需要ケース (2100年のエネルギー需要が1990年の約4倍) の2つが設定された。2100年における低エネルギー需要ケースの想定結果をみると、再生可能エネのシェアは、約64~82%となっている⁸ (高エネルギー需要ケースの再生可能エネ比率は50%弱)。

[地球環境産業技術研究機構のシナリオ]

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE) などによって開発された「世界エネルギー環境モデル」では、再生可能エネルギーはずっと小さな役割しか与えられていない。表3における「破局ケース」は、「CO₂排出抑制策をとらず、エネルギーシステムコストを最小化するように行動したとき」のもの。「再生ケース」は、2100年の二酸化炭素濃度を550ppmに抑制する等の制約条件のもとで、エネルギーシステムコストを最小化するケースである⁹。

このモデルによれば、「再生ケース」においても2100年の再生可能エネ比率は大変低い (上述のLESSと比べると、エネルギー需要はそれほど変わらないのに再生可能エネ比率は約半分に過ぎない)。それでも、このモデルの非介入ケース (「破局ケース」) と介入ケース (「再生ケース」) を比べると、再生可能エネルギーの絶対量は3倍弱に、構成比は4倍弱になっている。

⁶ [24]p90、[28]p286

⁷ [28]p286。ここで想定された技術に関して報告書は、「研究開発が完了し、技術が市場で試験されるまでは確認を与えるのは不可能だが、文献は、LESSシステムのエネルギー技術において想定された性能・費用特性が、今後20年以内に達成される可能性を強く支持している。また、この性能と費用特性は研究・開発・実証(R、D & D)への強力な持続的投資なしには達成できない。多くの開発中の技術を市場に参入させ、量的拡大によって価格低下により競争力をつけるためには、初期の段階で支援が必要であろう」と述べている[24]p92~93。

⁸ [24]p91の図SPM-5からの読み取り。低エネルギー需要ケースでは「バイオ促進ケース」「原子力促進ケース」「天然ガス促進ケース」「石炭促進ケース」の4つが示されている。

⁹ [129]p28、p47

表 3.RITE 等による Dynamic New Earth 21 モデル

| | | 1次エネルギー (a) | 再生可能エネ (b) | (b) / (a) |
|-------|------|---------------|--------------|---------------|
| 破局ケース | 2000 | 94 | 7 | 9 |
| | 2100 | 276 | 21 | 7 |
| 再生ケース | 2000 | 94 | 7 | 9 |
| | 2100 | 213 | 57 | 27 |

*単位：億トン（石油換算）。%。数字は図からの読み取りで概数。出所：[129]p30
の図 1.3.1 および p63 の図 2.2.5

[小括]

以上をまとめたものが表 4 である。再生可能エネルギーの絶対量と構成比について、想定者（シナリオ作成者）間で、また、同一者による想定の介入シナリオと非介入シナリオ間で、大きな差異が認められる。前者は再生エネの可能性に関する見解が大きく異なっていることを、後者は政策によって再生可能エネの実現量が大きく異なってくることを表わしていると解釈できる。

表 4. 各種想定と比較 再生可能エネ

| | 2020 | 2030 | 2050 | 2100 |
|-----------------|--------------|----------|--------------|-------------|
| W E C (A 1) | 2.47 [16] | | 5.54 [22] | |
| W E C (C 1) | 2.39 [21] | | 5.63 [39] | [80] |
| E P A (非介入) | | 1.8 [13] | | 4.9 [19] |
| E P A (介入) | | 8.9 [68] | | 14.7 [77] |
| F F E S | | 5.7 [62] | | 23.6 [100] |
| L E S S (低需要) | | | | [64 ~ 82] |
| R I T E (非介入) | | | | 2.1 [7] |
| R I T E (介入) | | | | 5.7 [27] |

*単位：石油換算 1 0 億トン。[]内は再生エネの構成比で%。W E C の A 1 (高成長ケースの化石燃料依存シナリオ)を非介入シナリオ、C 1 (エコロジー重視ケースの脱原子力シナリオ)を介入シナリオと見なして掲載している。W E C の 2 1 0 0 年の再生エネの構成比と、L E S S , R I T E は図からの読み取りであり、概数。

(3) 省エネと節エネの可能性

[省エネ]

表 5. 技術開発による化石燃料の節約率（2050 年）

| | 技術開発な | 技術開発あ | 節約率 |
|--|-------|-------|-----|
| | | | |

| | し | り | |
|------|-----|-----|----|
| 液体燃料 | 265 | 120 | 55 |
| ガス燃料 | 197 | 79 | 60 |
| 固体燃料 | 391 | 155 | 60 |
| 合計 | 853 | 354 | 58 |

* 単位： 10^{18} J、%。出所：[121]p498の図12.21より作成。

表5は、米エネルギー省による試算である。これは、「住居および商業部門」「産業部門」「運輸部門」「化石燃料利用発電」について、エネルギー効率利用の技術開発を検討し、全世界の2050年¹⁰におけるエネルギー需要を、技術開発の有無別に想定したものである¹¹。したがって、ここでの節約率は本稿で言うところの「省エネ」($[E_1/E_2]$ の低減)に当る。代エネや節エネを考慮すれば、化石燃料使用量がさらに大きくなることはいうまでもない。

I P C C 第2次報告書(第2作業部会)は次のように述べる 「多くの研究は、現在のレベルよりもエネルギー効率を10~30%向上させることは、今後20~30年以内に技術的節約策や管理慣行の改善によって世界中の多くの地域で正味費用をほとんどあるいは全くかけずに実現可能であることを示している。一定のエネルギー投入に対して最大のエネルギー・サービスの生産をもたらす現在の技術を用いると、50~60%の効率改善は同様に今後20~30年以内に多くの国々で技術的に実現可能になるだろう」¹²。エネルギー使用費部門別には、省エネ策がとられなければ表6のような消費量になると想定されている。これに対して、産業部門では「主要工業国の製造業部門のエネルギー効率改善の短期的可能性は25%と推定されている」。運輸部門は、車両改善によって「約3分の1低減されて60~100 EJになる可能性がある」。(車両の小型化・ライフスタイルの変更・輸送様式のシフトなどによって「地球全体の輸送部門の2025年の予測温室効果ガス排出量のうちの最高40%を低減する機会が与えられる」)¹³。商業・住宅部門については、「エネルギー利用予測によれば、2025年までにエネルギー効率のよい技術を用いることでサービスを低下させずに約4分の1使用料が低減し、126~170 EJとなる可能性がある」¹⁴。

表6. I P C C 第2次報告書による需要予測(省エネ前)

| | 1990 | 2025 |
|--|------|------|
| | | |

¹⁰ 2050年とされたのは、それまでにはすべての設備が更新されていると考えられるため。

¹¹ [121]p498~499。ここで見込まれた技術についてはp499の表12.10参照。なお、投資額は約24兆ドルという。

¹² [24]p86

¹³ ()内は本稿でいう「節エネ」に当たる。

¹⁴ [24]p86~87

| | | |
|---------|---------|---------|
| 産業部門 | 98～117 | 140～242 |
| 運輸部門 | 61～65 | 90～140 |
| 商業・住宅部門 | 100 | 165 |
| 合計 | 259～282 | 395～587 |

*単位：EJ（ 10^{18} J）

電力中央研究所は、省エネのポテンシャルを「主要5カ国(日・米・英・独・仏引用者)の最終エネルギー消費部門（産業、民生、運輸）をOECD加盟国の最も優れた原単位に置き換えることで推計」している。「推計にあたっては、気候や国土の広さなど国固有の要因によるエネルギー消費への影響を考慮し、その影響補正を行っている」「推定で得られた5カ国トータルの省エネルギーポテンシャルは約10.1億t（石油換算）で、これは全世界の1次エネルギー総供給の約13%に相当する量となる」。¹⁵

以上はほんの数例に過ぎず、想定値も様々であるが、省エネの可能性がかなり大きなものであることを示唆している。最後に、省エネに関する2人の楽観主義者を引用しておこう。エイモリー・ロビンズ「そのためには（温暖化防止のために必要な化石燃料燃焼量の大幅削減のためには----引用者）通常、多額の技術投資または生活様式の利便性の切り下げ、あるいはその両方が必要と考えられている。だが、現実には、エネルギーの最終使用面での効率向上により、社会に対する純内部費用はゼロまたはマイナスで、しかも消費者への供給サービスは従前どおり（むしろ改善されるかもしれない）というかたちで、化石燃料燃焼から排出される温室効果ガスなどの大気汚染物質の排出量を削減することができる」¹⁶（傍点引用者）。E・U・ワイツェッカー

「全体として、便利さを失うことなく、すなわちライフスタイルを変えることなくエネルギー効率を2倍にすることは、非常に控えめな推定でも達成可能なことのように思われる。それを実行するために要する時間は、これも気前のよい、推定でおよそ30年であろう（もちろんそれを実行しようという政治的意思決定があつてのことではあるが）。エネルギー効率に力点をおく従来の態度をとらずに、構造変化をも含むエネルギー生産性というもっと広い概念を使用するならば、上昇はもっと大きいであろう」¹⁷。

[1次エネルギー 省エネと広義の節エネ]

1次エネルギーの将来についても、再生可能エネと同様、想定値における大きな幅、

¹⁵ [130]p306、309

¹⁶ [07]p67～68。彼は、1988年に市場化されている最高の技術（約1000種類）をフルに活用すると、「ゼロコスト（純額）でアメリカの電力の半分」を節減できる可能性があるとしている。P75の図4.2。

¹⁷ [36]p79

介入シナリオと非介入シナリオにおける大きな差(裁量の大きさ)が顕著にみられる。冒頭で述べたように、1次エネルギー(E_1)の抑制は「省エネ+節エネ(広義)」を表わす。表7は、前節で紹介した諸シナリオから作成したものである。同一想定者における「非介入」と「介入」の差は、政策による省エネと広義の節エネの見込みを表わしていることになる。

表7. 各種想定と比較 1次エネルギー

| | 2020 | 2030 | 2050 | 2100 |
|-----------|------|------|------|------|
| WEC(A1) | 15.4 | | 24.8 | |
| WEC(C1) | 11.4 | | 14.3 | |
| EPA(非介入) | | 14.0 | | 25.5 |
| EPA(介入) | | 13.0 | | 19.1 |
| FFES | | 9.2 | | 23.6 |
| LESS(低需要) | | | | 15.9 |
| RITE(非介入) | | | | 27.6 |
| RITE(介入) | | | | 21.3 |

* 単位：石油換算10億トン。LESSは[28]p286，RITEは図からの読み取りで概数。

表8は、IPCCがレビューした各機関の非介入シナリオ(温暖化対策がとられないシナリオ)の一部である。最大の増加を見込んでいるIPCC・IS92eの年平均増加率は2.55%、最小のEPA-SCWのそれは1.07%と2倍以上の格差がある。1990年を100とすれば、前者の2020年のエネルギー消費量は213、後者は138となり、その差は75である。つまり両者の2020年における格差の規模は、1990年の1次エネルギー消費の3/4という大きなものである。このままの伸び率を2050年まで延長すると、それぞれ453と197となり、その差は256である。

IPCCのIS92シナリオについてみると、ともに非介入ケースであるIS92eとIS92dの1次エネルギーの増加率を2020年まで延長すると、1990年を100とした場合、それぞれ213と167となり、表にはないが2050年まで延ばすとそれぞれ453と280となる。同様に、IS92eと介入ケースと見られるIS92cを2020年まで延長すると、それぞれ213と141、2050年まで延ばすとそれぞれ453と197となる¹⁸。

1次エネルギーの平均伸び率は、「 E_1 / GDP 」変化率とGDP成長率との和である¹⁹。表8から分かるように、1次エネルギー増加率に対するGDP成長率の寄与率

¹⁸ IS92シナリオの1次エネルギー量の数字が未入手であるため、増加率を延長するという便法を用いた。

¹⁹ $E_1 [E_1 / GDP] \times GDP$

([]内の数字)は半分を超えている。そして「ほとんどのモデルでは、人口と1人当たりの所得の伸びは入力前提として扱われる」²⁰、つまり、GDP成長率は与件である。与件として扱われているGDP成長率が1次エネルギー消費量に大きな影響をもたらしているのである。わずか20年後(?)²¹の1次エネルギー消費の見通し(非介入シナリオ)にも大きな幅があって、しかもその差の過半は前提としてのGDP成長率の差に基づくものである。

表8. 1次エネルギー消費の見通しの比較(非介入シナリオ)

| | 年平均成長率(1990~2020、%) | 2020年(1990年=100) |
|----------------|---------------------|------------------|
| IPCC・IS 92a | 1.95[2.92] | 178 |
| IPCC・IS 92b | 1.84[2.92] | 173 |
| (IPCC・IS 92c | 1.14[2.00] | 141 |
| IPCC・IS 92d | 1.73[2.83] | 167 |
| IPCC・IS 92e | 2.55[3.71] | 213 |
| IPCC・IS 92f | 2.25[3.10] | 195 |
| IPCC-EIS | 2.20[3.00] | 192 |
| ECS1992 | 1.46[2.21] | 154 |
| CH4-efficiency | 1.35[2.13] | 150 |
| CHALLENGE | 1.61[2.55] | 161 |
| WEC A (1993) | 2.32[3.82] | 199 |
| WEC B (1993) | 1.46[3.30] | 154 |
| E&R B | 1.82[2.85] | 172 |
| EPA-SCW | 1.07[1.79] | 138 |
| EPA-RCW | 1.95[2.65] | 178 |
| GREEN | 2.18[2.71] | 191 |
| 12RT | 1.51[2.50] | 157 |
| IMAGE2.0-CW | 2.44[3.00] | 206 |

* IPCC・IS 92cは、介入(政策)シナリオとみられる[28]p370。[]内はGDP成長率。

[28]p386の表12.5より作成。各見通しの原典は同p407の補表参照。

[1次エネルギー/GDP 省エネと狭義の節エネ]

表9. GDPあたりの1次エネルギー(E_1 /GDP)の変化率の見通しの比較

| | E_1 /GDPの年平均変化率 (1990~2020、%) | 2020年 (1990年=100) |
|---------------|------------------------------------|----------------------|
| IPCC・IS 92a | -0.97 | 75 |
| IPCC・IS 92b | -1.08 | 72 |
| (IPCC・IS 92c | -0.86 | 77 |
| IPCC・IS 92d | -1.10 | 72 |
| IPCC・IS 92e | -1.16 | 70 |

²⁰ [28]p385~386

²¹ 基準年の1990年からだと30年後。

| | | |
|----------------|-------|----|
| IPCC・I S 92f | -0.85 | 77 |
| IPCC-EIS | -0.80 | 79 |
| ECS1992 | -0.75 | 80 |
| CH4-efficiency | -0.78 | 79 |
| CHALLENGE | -0.94 | 75 |
| WEC A (1993) | -1.50 | 64 |
| WEC B (1993) | -1.03 | 73 |
| E&R B | -1.03 | 73 |
| EPA-SCW | -0.72 | 81 |
| EPA-RCW | -0.70 | 81 |
| GREEN | -0.53 | 85 |
| 12RT | -0.99 | 74 |
| IMAGE2.0-CW | -0.56 | 84 |

[介入シナリオ]

| | | |
|--------|-------|----|
| 最大シナリオ | -1.94 | 56 |
| 最小シナリオ | -0.52 | 86 |

* IPCC・I S 92c は、介入（政策）シナリオとみられる[28]p370。

出所：[28]p386の表12.5より作成。各見通しの原典は同p407の補表参照。

表9の左欄は、各種のシナリオにおけるGDP当りの1次エネルギー（ E_1 / GDP ）を比較したものである。既述のとおり、この数字の変化率は、省エネと狭義の節エネを表わしている²²。さて、表9にみるとおりすべての見通しにおいて「 E_1 / GDP 」の変化率はマイナスである。右欄は、基準年を100としたときの2020年の値である。省エネと狭義の節エネの進展を最も大きく見ているシナリオ(WECA(1993))の場合2020年の「 E_1 / GDP 」は64に、最小シナリオ(GREEN)では85になる。他の条件が不変であれば、30年間ゼロ成長の場合であってすら、両者間の1次エネルギー消費比は、100：133の格差が生じる。表9の下段にみるように、各種の介入シナリオにおける2020年の1次エネルギー消費の対1990年比は、最小シナリオ56、最大シナリオ86であり、両者間には54%の格差ができる。

わずか30年(?)でこの大きな違いが生まれる。非介入シナリオにおいて、2020年までの省エネ・節エネ率を2050年まで単純に引き伸ばすと、40：73(or100：183)となり、介入シナリオでは31：73(or100：235)となる。

(4) 予測の可能性

再生可能エネと省エネ・節エネのマクロ的な可能性についての想定や試算をいくつか紹介してきた。いうまでもなくこれら以外にもこうした想定は数多くある。しか

²² $E_1 / GDP = [E_1 / E_2] \times [E_2 / GDP]$

しリストをさらに増やしても得るところは少ないと思われる。なぜか。予測の多くはモデルを利用して行われるが、そうした手法で社会の動きを予測するのはきわめて困難(原理的に不可能?)だと考えられるからである。温暖化で問題となっているような長期の場合特にそうである。

モデルによる予測は次のような手順行われる。まず、現実(原型としての社会)が、連立方程式群という形の模型(モデル)として表わされる。各連立方程式は、特定の関数型とパラメータを持つが、それらはモデル内で決定される変数(内生変数と外生変数)間の関係を表わしている。関数型とパラメータは、理論と観測データから推定される。こうして、一組の連立方程式群は、モデル作成者による現実の単純化の1つあり方を表わしている(連立方程式は構造方程式と呼ばれる)。モデル作成者は現実をこのような構造を持つものとして抽象したわけである。過去の経験をモデルによって再現することによってモデルの有効性が検証される。理論値と実績値の差は非本質的な「攪乱項」として扱われる。次に、将来に関する様々な仮定が外生変数の特定という形で与えられる。最後に、方程式の解として予測値が得られる。

こうして得られた予測値が妥当である(実現値が予測値に十分に近い)ためには、次の条件が満たされることが必要である。モデルが現実の正しい抽象であること(モデルの妥当性)、「攪乱項」の相対的な重要性が大きいこと、構造方程式群として表される構造(関数型とパラメータ)が安定的であること。外生的に与えられる仮定が妥当であること。

予測の対象が自然現象である場合には、こうした方法の適用可能性はかなり高いと思われる。自然現象は一定の安定的な法則に従っていると考えられるからである。自然は因果法則の世界であり、過去が現在を決定し現在が将来を決定する。例えば、二酸化炭素の大気中への大量放出という事態に対して自然は一定の法則に従って反応するであろう(reactive)。現在のところその法則が十分に知られていないとしても、観測データの充実とモデルの改良によって、予測の精度が向上していくと期待できる。

社会現象の場合は明らかに異なる。社会は、事象Aのタイプの事象が起これば常にそれに伴って事象Bのタイプの事象も起こるという因果法則に支配されているとはいえない(proactive)。同一条件のもとにあっても同じ反応が起きるとは限らない。たとえそこに何らかの「法則」があるとしてもかなりルーズなものに過ぎないであろう²³。これは本質的な論点である。

上述の4条件に即して考えてみよう。まず、が自然現象の場合と比べてずっと大きな障害になる。社会は自然よりもずっと複雑で気まぐれである。はどうか。短期予測であれば、特定の連立方程式群として表わされた社会の構造は安定的だとみな

²³例えば、石油ショック時に暖房用エネルギー価格がx%上昇した際、暖房用エネルギー需要がy%減少したからといって、将来の暖房用エネルギー需要の価格弾力性がy/xである保証はなにもない。

しても、それほど大きな間違いを犯すことにならないかもしれない²⁴。しかし、温暖化のような長期予測の場合に構造の安定性を前提にすることは明らかに妥当ではない。

「一方、社会経済の側面では、超長期の将来にわたって不変な構造を確定することはいっそう困難である。実際に可能なことは、過去のデータから知られる構造を将来に延長することだけ、といっても過言ではない」²⁵。最後に、予測期間の長短とは別に、外生的に与えられる仮定の妥当性について意見の一致をみることは難しい()。1次エネルギーの想定において外生的に与えられるGDP成長率が結果を大きく左右することはすでにみたとおりである。外から与えられる仮定に客観的な判断基準はない

「将来的な排出に影響を与える主要な仮定のもっともらしさを評価するために客観的な方法はないというのが我々の見解であり、特に、IS 92シナリオの110年にもわたる将来予測のもっともらしさを評価することは不可能である。経済、エネルギー推計の貧弱さは、短期的な将来を推計することすら不可能であることを物語る」(傍点引用者)²⁶。

筆者は「将来のことはわからない、遠い将来ではなおさらわからない」などということを目指したいのではない。温暖化問題に関しては、社会の構造が現在のままで安定的であってはならないということ、意図的に変えていかなければならないという当たり前のことを確認したいのである。すなわち、温暖化問題が提起しているのは、ここ数十年(or それ以上)の過去は将来に延長できない過去であるということ、逆からいうと、これから数十年後の将来はこれまでの延長線上にあってはならないということである。要するに、逸脱からの回帰 or 正常への復帰が要請されている。すなわち、エネルギーの生産と消費の構造、さらにはそれを規定する経済社会の構造を意識的に変えることが、まさに求められていることなのである。遠い将来であればあるほど過去に規定される度合いが小さくなり、自由度が拡大する。何を目指すかという社会の意思が重要性を増す。

それでは予測の意義は何だろうか。結局のところ、それぞれがあり得る事態の1つであるということ、荒唐無稽ではないということではないか。実際の可能性が予測値の範囲に収まっている保証はないにせよ、シナリオの幅が大きいということは²⁷、可能性(選択肢)の範囲が大きいということを表わしていると考えられる。

²⁴ 短期予測の場合でも「当たらない」のは、が充足されないからだと考えられる。観測データが充実したとしても事情は同じだろう(経済予測の精度が向上したという話は寡聞にして知らない。例えば、年々多くの機関が翌年の成長率や為替レート等々の予測を行うが、その推定幅は大きいし収斂する傾向も見られない)。

²⁵ [131]p271

²⁶ [28]p377

²⁷ 「2100年のエネルギーに関する公表された排出推定値は、上限値と下限値で50倍の開きがあり...」。[28]p385。

最初の問に戻ろう。再生可能エネ・省エネ・節エネの可能性はどの程度だとみられるか。筆者の答えは「やってみなければわからない」というものである。長期にわたる省エネ・節エネの追求は人間にとって初めての経験であり、やってみなければわからないというのが本当のところであろう²⁸。幸いなことに裁量の余地は大きく、多くが社会の意思にかかっている。重要なことは、過去が将来を決定するという思考方法から決別すること²⁹、《経験の相対化》であろう。ある人は「未来は予測するものではない。選び取るものである」³⁰と述べたが、至言というべきである。

(5) エネルギー需給の現状

本章以降では日本を念頭に議論を進める。理由は以下のとおり。温暖化防止政策は今後の数十年間（50年程度？）が正念場であると思われる（前回p26の図1参照³¹）。「100年単位で取り組まれるべき課題」³²という認識は誤りである。50年という時間は50歳の筆者には「あつという間」だと思われるがどうだろうか。主観的な感想に措くとしても、本章以降の議論から明らかになるように、50年という時間は、やるべき課題・政策からみても決して長い時間とはいえないだろう。それはともかく、この程度の時間であれば歴史的制度としての国民国家もまだ健在であると考えてもよいだろう。加えて、既述のように、最終的なゴールが1人当たり平等な排出権であるとするなら（筆者にはこれ以外に考えられない）、温暖化防止政策実施の責任単位は国家ということになる。各国はそれぞれの裁量の中で共通のゴールに向かうことになる。以上が日本に的を絞る理由である。以下では、温暖化対策の3本柱（再生可能エネ・省エネ・節エネ）推進の出発点となるエネルギー消費と再生可能エネの現状を概観する。

[供給]

²⁸ 代表的な計量経済学者の1人である佐和隆光が「省エネルギーや新エネルギーの可能性についての予測もまた難しい。やってみないとわからないことが余りにも多いからである。いくら机上の空論を重ねてみても仕方があるまい」と述べているのは注目される[09]p104。

²⁹ モデルによる予測が、過去や現在が未来を決定するといった態度を助長するとすれば大きな問題と言わねばならない。

³⁰ デンマークのエネルギー専門家、ヨアン・ノルゴー博士の言葉。飯田哲也『北欧のエネルギーデモクラシー』（新評社 2000）p175

³¹ この図から、中庸排出シナリオ IS92a は、決してあってはならない事態であることが明瞭に読み取れる。

³² 長期エネルギー需給見通し[06]p58

1次エネルギー総供給

表 10. 1次エネルギー総供給の推移

| | 石炭 | 石油 | ガス | 水力 | 原子力 | 新エネルギー - 他 | 合計 |
|------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1965 | [27.0] 45654 | [59.6] 100678 | [1.2] 2027 | [10.6] 17938 | [0.0] 8 | [1.5] 2604 | [100] 168910 |
| 1970 | [19.9] 63571 | [71.9] 229893 | [1.2] 3970 | [5.6] 17894 | [0.3] 1054 | [1.0] 3326 | [100] 319708 |
| 1975 | [16.4] 59993 | [73.4] 268642 | [2.5] 9231 | [5.3] 19237 | [1.5] 5653 | [0.9] 3468 | [100] 366224 |
| 1980 | [17.0] 67327 | [66.1] 262436 | [6.1] 24164 | [5.2] 20481 | [4.7] 18583 | [1.1] 4208 | [100] 397198 |
| 1985 | [19.4] 78810 | [56.3] 228041 | [9.4] 38213 | [4.7] 19081 | [8.9] 35905 | [1.3] 5273 | [100] 405323 |
| 1990 | [16.6] 80754 | [58.3] 283558 | [10.1] 49284 | [4.2] 20512 | [9.4] 45511 | [1.4] 6691 | [100] 486310 |
| 1995 | [16.5] 89899 | [55.8] 303582 | [10.8] 58927 | [3.5] 18888 | [12.0] 65532 | [1.3] 7081 | [100] 543908 |
| 1998 | [16.4] 89278 | [52.4] 285267 | [12.3] 66995 | [3.9] 21447 | [13.7] 74777 | [1.3] 7143 | [100] 544906 |

* 単位：10¹⁰kcal。[]内は構成比%。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』p28、30より作成。

再生可能エネルギーの導入

表 11.再生可能エネルギーの現状と目標

| | 1990 | 1996 | 1998 | 2010(対策ケース) |
|---------------------|-------|-------|-------|-------------|
| 太陽光発電 (万kl) | 0.2 | 1.4万 | 3.4 | 122 |
| 太陽熱利用 (万kl) | 126 | 104 | 110 | 450 |
| 風力発電 (万kl) | 0.1 | 0.6 | 1.6 | 12 |
| 温度差エネルギー等 (万kl) | 1.8 | 3.3 | 4.4 | 58 |
| 黒液・廃材等 (万kl) | 503 | 490 | 457 | 592 |
| 地熱 (万kl) | 41 | 120 | 85 | 380 |
| 小計(a) (万kl) | 672.1 | 719.3 | 661.4 | 1614 |
| 水力発電 (万kl) | 2215 | 1993 | 2317 | 2552 |
| 再生可能エネルギー計(b) (万kl) | 2887 | 2712 | 2978 | 4166 |
| 1次エネルギー総供給(c) (億kl) | 5.25 | 5.97 | 5.88 | 6.16 |
| (a) / (c) (%) | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 2.6 |
| (b) / (c) (%) | 5.5 | 4.5 | 5.1 | 6.8 |

* 単位は原油換算値(10¹⁵J = 25800kl、10¹⁰kcal = 1080kl)。1996年度の数字は実績見込みだと思われる。出所：[06]p57、p163、『エネルギー・統計要覧 2000』p273より作成。1998年度の太陽光発電～黒液・廃材等は朝日新聞2001年2月14日、地熱・水力・1次エネルギー総供給は総合エネルギー統計。

表 11 は、再生可能エネの現状と現行の政府目標(「長期エネルギー需給見通し」1998年6月)から作成したものである。水力を除いた再生可能エネの1次エネルギー総供給に対する比率は現在1%程度であり、対策ケースの2010年でも2.6%に過ぎない。

再生可能エネとして有望視されている太陽光発電と風力発電について、2つの対照的なシナリオを紹介しよう。1つは、環境庁地球温暖化対策技術評価検討会の試算である。これによると、日本の2010年の太陽光発電と風力発電の発電量はそれぞれ1570億kWhと58億kWhである³³。これに対して、上述の現行政府目標は、太陽光発電122万klと風力発電12万klである。すなわち、それぞれ50億kWh³⁴と5億kWh程度である。環境庁の試算は、政府目標に対して、太陽光発電で約31倍、風力発電で約12倍である。2010年という近い将来の見通しとして、余りに大きな差異といわねばならない。太陽光発電について、前者は、1995年以降の新築住宅のすべてに発電装置が設置されること、既存住宅についても更新期に設置が促進され50%に設置されることなどの前提から試算している。後者は、設置コストの低減予測やアンケート調査による設置意向などから算出していると思われる³⁵。一般論として既に述べているように、どちらの前提が正しいかを客観的に判断することは不可能であろう。むしろ意欲の問題というべきであろう。

[補] 日本における再生可能エネの導入可能量に関する推定例

表 12 は、「環境・持続社会」研究センターによる試算結果である³⁶。推定根拠は省略するが、「本シナリオが示す持続可能なエネルギー利用量は、見方によっては極めて消極的なかなり絞り込んだ量ともいえよう。現実には、特に、2050年及び2100年には、再生可能エネルギーの供給量は、これよりずっと多く見込められる」とあるとおり、大きな技術革新や社会変革は織り込まれていない。因みに、1997年の1次エネルギー総供給は 558811×10^{10} kcalであった。

表 12. 日本における再生可能エネルギーの導入可能量の予測

| | 1997 | 2010 | 2050 | 2100 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 水力 | 20948 | 20948 | 20948 | 20948 |
| 地熱 | 1097 | 3515 | 3515 | 3515 |
| 太陽熱 | 958 | 4163 | 22879 | 19171 |
| 風力 | 6 | 111 | 70875 | 70875 |
| 太陽光 | 13 | 1129 | 62604 | 50763 |
| バイオマス | 57 | 6990 | 29221 | 30844 |
| 温度差エネルギー | 31 | 537 | 537 | 537 |

³³ [18]p204~205

³⁴ 122万kl = $(122 \times 9.25 \times 10^6 \times 10^4) \div 2250$ kcal / kWh

³⁵ 総合エネルギー調査会・新エネルギー部会・エネルギー政策WG「資料2.新エネルギー導入見通しに関する現行対策維持(基準)ケースの考え方」を参照した(通産省のインターネットより)。

³⁶ [141]p 8~25。引用はp 25。

| | | | | |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 合 計 | 23110 | 37393 | 210579 | 196653 |
|-----|-------|-------|--------|--------|

* 単位：10¹⁰kcal。出所：[141]p 24の表 1.2.10.1 より作成。

エネルギー転換部門の「エネルギー消費」

日本の1次エネルギー総供給は、1965年の168910×10¹⁰kcal、1998年は544906×10¹⁰kcalと、3.2倍になっている(表10)。これに対して、最終エネルギー消費は、1965年の105604×10¹⁰kcal、1998年は354433×10¹⁰kcalと3.4倍になっている(非エネルギー分を除く)(表15)。両者の差の大部分はエネルギー転換部門における転換ロスと自家消費によるもので³⁷、エネルギー転換部門における「エネルギー消費」と見なすことができる(表13)。

表13.エネルギー転換部門のエネルギー消費

| | 投入 - 産出 | | | 電力化率 (%) |
|--------------------|----------------|--------------|----------------|-------------|
| | 電力 | その他 | 計 | |
| 1965 | [18] 29947 | [8] 13838 | [26] 43785 | 27 |
| 1970 | [16] 52030 | [9] 28298 | [25] 80328 | 26 |
| 1975 | [18] 66036 | [9] 32839 | [27] 98874 | 29 |
| 1980 | [20] 79946 | [9] 34129 | [29] 114075 | 33 |
| 1985 | [23] 91657 | [8] 30807 | [30] 122464 | 37 |
| 1990 | [24] 115246 | [6] 31285 | [30] 146531 | 39 |
| 1995 | [24] 131020 | [6] 34512 | [30] 165531 | 39 |
| 1998 | [25] 136875 | [6] 34822 | [31] 171698 | 41 |
| 1998 1965 = 100 | 457 | 252 | 392 | |

* エネルギー転換部門における<投入エネルギー - 産出エネルギー>で、転換ロスと自家消費に当たる。「電力」は、「電気事業者」と「自家発」の合計。単位：10¹⁰kcal。
[]内は、1次エネルギー総供給に対する比率%。電力

³⁷ 1998年における1次エネルギー総供給と最終エネルギー消費(非エネルギー分を含む)の差182931×10¹⁰kcalの内訳は、エネルギー転換部門における<投入エネルギー - 産出エネルギー>が171698、輸出21653、在庫変動-2175、統計誤差-8246となっており、94%を占めている(総合エネルギー統計)。10¹⁵J = 23.9×10¹⁰kcalで換算。

化率は1次エネルギー総供給に対する比率%。出所：

『平成11年版総合エネルギー統計』より作成。

エネルギー転換部門における「エネルギー消費」は、1998年は1965年の3.92倍になっているが、「電力」と「その他」に分けると電力における増加が著しい。両年間の増加量の84%は電力の増加によるものである。1次エネルギーベースの電力化率は表13の右欄に見るとおりである。周知のとおり、エネルギー転換ロスの大い電力の比重が高まるほど、転換部門における「エネルギー消費」は増加することになる。要するに、電力化が進めば進むほどエネルギー効率は低下する(反省エネ)ことになる。

最終エネルギーベースの電力化率を部門別にみると、民生部門(家庭用および業務用)での電力が著しい(表14)。したがって、特にこの両分野で、電力以外のエネルギーでは代替できない場合や総合熱効率で電力が勝る用途以外については、電力の使用を抑制することが省エネの観点から望ましい。同時に、発電に伴う未利用エネルギーの有効利用が課題となる。

再生可能エネの利用拡大の観点からは再生可能エネによる電力を政策によって優遇することが求められるが、省エネの観点から、従来型の発電による電力をその他のエネルギーに対して有利に扱う理由はない。さらに、原発が推進すべき電源でないとするなら(地球温暖化ノート(4)(5)参照)、その点からも従来型電力を優遇する理由はなくなる。

表14.部門別電力化率の推移

| | 産業 | 民生(家庭用) | 民生(業務用) | 運輸 | 合計 |
|-------------|----|---------|---------|----|----|
| 1965 | 14 | 23 | 16 | 4 | 13 |
| 1970 | 14 | 25 | 17 | 3 | 13 |
| 1975 | 15 | 31 | 21 | 3 | 14 |
| 1980 | 17 | 34 | 27 | 2 | 17 |
| 1985 | 19 | 34 | 35 | 2 | 19 |
| 1990 | 20 | 38 | 40 | 2 | 20 |
| 1995 | 20 | 40 | 42 | 2 | 21 |
| 1998 | 21 | 43 | 46 | 2 | 22 |
| 1998 - 1965 | +7 | +20 | +30 | -2 | +9 |

*単位：%。合計欄は最終エネルギー段階で見た電力化率。出所：総合エネルギー統計より作成。

[需要]

部門別最終エネルギー消費量

日本の最終エネルギー消費量は、1965年～1998年の33年間に3.4倍に増加している(表15)。部門別に伸び率を比較すると、民生(業務用)、運輸、民生(家庭用)、産業の順

である。1965年～1998年間の増分に対する寄与率は、産業40%、民生(家庭用)16%、民生(業務用)15%、運輸29%となっている。

表 15.部門別最終エネルギー消費量の推移

| | 産業 | 民生(家庭用) | 民生(業務用) | 運輸 | 合計 |
|----------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1965 | 67848(100) | 10696(100) | 8004(100) | 19055(100) | 105604(100) |
| 1970 | 136251(201) | 18329(171) | 16335(204) | 34273(180) | 205188(194) |
| 1975 | 148940(220) | 25574(239) | 23989(300) | 46295(243) | 244798(232) |
| 1980 | 146102(215) | 30441(285) | 26045(325) | 55003(289) | 257591(244) |
| 1985 | 138519(204) | 37313(349) | 28524(356) | 58880(309) | 263237(249) |
| 1990 | 160787(237) | 42913(401) | 36011(450) | 74386(390) | 314088(297) |
| 1995 | 169749(250) | 51210(479) | 43059(538) | 86640(455) | 350658(332) |
| 1998 | 167747(247) | 50163(469) | 45313(560) | 91210(479) | 354433(336) |
| 1998 [%] | [47] | [14] | [13] | [26] | [100] |

* 単位： 10^{10} kcal。非エネルギー使用分を除く。()内は1965=100。出所：『エネルギー・経済統計要覧2000』p32～33より作成。

産業部門

産業部門のエネルギー消費の大部分は製造業によるものである(1998年で90%)。製造業のエネルギー消費は、 62727×10^{10} kcal(1965年) 125837(1970年) 153624(1973年) 138083(1975年) 132978(1980年) 125058(1985年) 142762(1990年) 150864(1995年) 151609(1998年)と推移している。1965年を100とすれば、100(1965年) 201(1970年) 245(1973年) 220(1975年) 212(1980年) 199(1985年) 228(1990年) 241(1995年) 242(1998年)。特徴的なことは、第1次石油ショックのあった1973年のピークを未だ更新していないこと(1998年現在)、しかし近年再び過去のピークに近づきつつあること の2点であろう。

表 16.製造部門エネルギー消費に関する要因分析

| | 原単位変化 | 構造変化 | 生産量変化 | 合計 |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| 1966～70 | - 2261 | 2049 | 64747 | 64535 |
| 1971～75 | 4275 | - 1142 | 11983 | 15116 |
| 1976～80 | - 37402 | - 9652 | 44142 | - 2913 |
| 1981～85 | - 18279 | - 10993 | 21988 | - 7284 |
| 1986～90 | - 8060 | - 4802 | 31241 | 18378 |
| 1991～95 | 13430 | 2229 | - 6866 | 8792 |
| 1996～98 | 9371 | - 3616 | - 4234 | 1521 |

* 単位： 10^{10} kcal。()内は構成比%。原単位変化：特定産業の消費エネルギーのIIP原単位の変化によるもの。構造変化：特定産業が製造業に占める比率(付加価値ベース)の変化によるもの。生産量変化：製造業IIPの変化によるもの。交絡項は除外した。出所：『エネルギー・経済統計要覧2000』p62より作成。

製造業のエネルギー消費の変化は、特定産業のエネルギー消費原単位の変化によるもの、特定産業の生産量の変化によるもの、特定産業の製造業に占める比率の変化(構造変化)によるものの3つの要因に分割することができる。表16に即してみると、1966～1970年と1971～1975年においては、エネルギー消費の増加の大部分は、生産量の変化に基づくものであったことが分かる。次に、1976～1980年と1981～1985年のエネルギー消費の減少期をみると、生産量の変化は相変わらずエネルギー消費の大きな増加要因であったものの、原単位変化と構造変化に起因するエネルギー消費減がそれを上回った。1986～1990年以降の時期は再びエネルギー消費の増加期となる。1986～1990年には好景気を反映して生産量変化が大きな増加要因になったが、原単位変化と構造変化のマイナス効果がそのかなりの部分(41%)を相殺していた。1991～1995年以降で注目されるのは、原単位変化が増加要因に転じたことである。これに対して、生産量変化に基づくものは景気の低迷のため減少要因となっている。将来経済が拡張期を迎えるとすれば、現在のところ微増でとどまっている製造業のエネルギー消費が増勢を強め、産業部門のエネルギー消費を押し上げることは十分に考えられる。

民生部門(家庭用)

表17. 民生部門(家庭用)用途別エネルギー消費量の推移

| | 冷房 | 暖房 | 給湯 | 厨房 | 動力他 | 合計 | |
|---------|------|-------|-------|------|-------|------------|-------------|
| 1965 | 42 | 3300 | 3625 | 1710 | 2019 | 10696(100) | 4338(100) |
| 1970 | 158 | 7178 | 4769 | 2473 | 3751 | 18329(171) | 6289 (145) |
| 1975 | 348 | 7828 | 7803 | 3550 | 6047 | 25575(289) | 7678 (177) |
| 1980 | 299 | 8651 | 10069 | 3598 | 7870 | 30486(285) | 8508 (196) |
| 1985 | 728 | 11327 | 12031 | 3756 | 9472 | 37313(349) | 9703 (224) |
| 1990 | 1036 | 11470 | 13813 | 3970 | 12625 | 42914(401) | 10427 (240) |
| 1995 | 1172 | 14669 | 15605 | 3991 | 15773 | 51210(479) | 11577 (269) |
| 1998 | 1147 | 13170 | 14646 | 3557 | 17643 | 50163(469) | 10868 (251) |
| 1998[%] | [2] | [26] | [29] | [7] | [35] | | [100] |

<年平均伸び率>

| | | | | | | |
|---------|------|------|-----|-------|------|------|
| 70 / 65 | 30.3 | 16.8 | 5.6 | 7.7 | 13.2 | 11.4 |
| 80 / 70 | 6.6 | 1.9 | 7.8 | 3.8 | 7.7 | 5.2 |
| 90 / 80 | 13.2 | 2.9 | 3.2 | 1.0 | 4.8 | 3.5 |
| 98 / 90 | 1.3 | 1.7 | 0.7 | - 1.4 | 4.3 | 2.0 |

* 単位：10¹⁰kcal。()内は1965=100。内は世帯あたり(10³kcal)。出所：『エネルギー・経済統計要覧2000』p66、p70より作成。

民生部門(家庭用)のエネルギー消費は、1965年～1998年の間に4.7倍に増加した(世帯当たりでは2.5倍)。表17はこれを用途別に見たものである。用途別の増加率は大きい順に、冷房(27.3倍)、動力他(8.7倍)、給湯(4.0倍)、暖房(4.0倍)、厨房(2.1倍)となっている。この間の増加に対する寄与率は、冷房(3%)、暖房(25%)、給湯(28%)、厨房(5%)、動力他(40%)である。各用途の増加率(年平均伸び率)は鈍化してきているものの、厨房

用を除いて依然としてプラスである。1998年における厨房用のシェアは7%であるから、残りの93%の領域で増加傾向が続いていることになる。なお、伸び率の大きい冷房、動力他は電力が中心であることは周知のとおり。

民生部門(家庭用)のエネルギー消費の背後にある個々人のライフスタイルが依然としてより多くのエネルギー消費を追及していることは、それ自体が省エネ・節エネに反するのみならず、他の部門におけるエネルギー消費の増大をもたらすことになる。

「所得の向上に伴う1戸当り居住面積の増大、冷暖房システムの普及、電気製品保有台数の増加などが、民生部門のエネルギー原単位の押し上げ要因になっているのみならず、このような生活様式の変化は、運輸部門(乗用車の大型化、配送サービスの小口・多頻度化など)や産業部門(高級多機能型商品の需要増加、多品種少量生産、「使い捨て」製品など)、業務部門(コンビニエンスストアや外食産業を中心とするサービス産業の終日営業化、終日稼働の自動販売機の普及など)にも波及し、全部門のエネルギー消費原単位の増大の誘引となると考えられる」³⁸。

民生部門(業務用)

表 18. 民生部門(業務用)用途別エネルギー消費量の推移

| | 冷房 | 暖房 | 給湯 | 厨房 | 動力他 | 合計 | |
|---------|------|-------|------|------|-------|------------|------------|
| 1965 | 221 | 3214 | 2838 | 643 | 1088 | 8004(100) | 191.9(100) |
| 1970 | 573 | 7007 | 5673 | 836 | 2246 | 16335(204) | 291.7(152) |
| 1975 | 1257 | 9863 | 7991 | 1062 | 3816 | 23989(300) | 318.2(166) |
| 1980 | 1263 | 9486 | 7931 | 1460 | 5893 | 26033(325) | 278.1(145) |
| 1985 | 1892 | 8823 | 7769 | 1802 | 8237 | 28524(356) | 258.6(135) |
| 1990 | 2856 | 10371 | 8605 | 2301 | 11878 | 36011(450) | 280.1(146) |
| 1995 | 3160 | 11163 | 9873 | 3048 | 15816 | 43059(538) | 288.4(150) |
| 1998 | 3386 | 10648 | 9969 | 3253 | 17945 | 45202(565) | 283.8(148) |
| 1998[%] | [7] | [24] | [22] | [7] | [40] | | [100] |

< 年平均伸び率 エネルギー消費量 >

| | 冷房 | 暖房 | 給湯 | 厨房 | 動力他 | 合計 |
|---------|------|------|------|-----|------|------|
| 70 / 65 | 21.0 | 16.9 | 14.9 | 5.4 | 15.6 | 15.3 |
| 80 / 70 | 8.2 | 3.1 | 3.4 | 5.7 | 10.1 | 4.8 |
| 90 / 80 | 8.5 | 0.9 | 0.8 | 4.7 | 7.3 | 3.3 |
| 98 / 90 | 2.2 | 0.3 | 1.9 | 4.4 | 5.3 | 2.9 |

< 年平均伸び率 床面積あたりエネルギー消費量と床面積 >

| | 冷房 | 暖房 | 給湯 | 厨房 | 動力他 | 合計 | 床面積 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|
| 70 / 65 | 14.0 | 10.2 | 8.3 | - 0.6 | 9.0 | 8.7 | 6.1 |
| 80 / 70 | 2.8 | - 2.1 | - 1.8 | 0.4 | 4.6 | - 0.5 | 5.3 |
| 90 / 80 | 5.1 | - 2.3 | - 2.3 | 1.4 | 3.9 | 0.1 | 3.2 |
| 98 / 90 | - 0.5 | - 0.4 | - 0.3 | 1.7 | 2.5 | 0.2 | 2.7 |

³⁸ [18]p108

*単位：10¹⁰kcal、%。()内は1965 = 100。 内は床面積あたり(10³kcal)。出所：
『エネルギー・経済統計要覧2000』p86、87、92、93、96より作成。

1965年～1998年間に民生部門(業務用)のエネルギー消費は、合計で5.7倍に、床面積あたりでは1.5倍に増加した(表18)。用途別増加率は、動力他(16.5倍)、冷房(15.3倍)、厨房(5.1倍)、給湯(3.5倍)、暖房(3.3倍)の順となっている。増加寄与率は、冷房(9%)、暖房(20%)、給湯(19%)、厨房(7%)、動力他(45%)である。

注目されるのは動力他であろう。この用途は、増加率・増加寄与率ともに過去最も大きく、今では最大のシェアを持つ用途である(1998年40%)が、その年平均伸び率は5.3%(1998 / 1990)と依然として大きい。用途別エネルギー消費量を、床面積あたりエネルギー消費量と床面積の2つの要因に分けてみると、最近の冷房・暖房・給湯の床面積あたりエネルギー消費量はマイナスである。すなわち、これらの用途のエネルギー消費の伸びは床面積の増加によってもたらされたものである。これに対して、動力他の床面積あたりエネルギー消費量の伸び率はプラスである³⁹。複写機やOA関連の機器の増加によるものと推測される。

運輸部門(旅客)

表19. 輸送機関別エネルギー消費量(旅客部門)の推移

| | 自家用車 | 営業用乗用車 | バス | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|--------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|----------------|
| 1965 | [44] 3518 | [19] 1519 | [11] 905 | [13] 1459 | [1] 65 | [6] 445 | [100] 7911 |
| 1970 | [65] 10346 | [12] 1954 | [7] 1191 | [9] 1373 | [1] 106 | [6] 956 | [100] 15926 |
| 1975 | [72] 17044 | [9] 2091 | [6] 1415 | [6] 1456 | [1] 140 | [7] 1665 | [100] 23811 |
| 1980 | [76] 22514 | [6] 1870 | [5] 1347 | [5] 1516 | [0] 131 | [8] 2360 | [100] 29737 |
| 1985 | [78] 26471 | [6] 2113 | [4] 1312 | [5] 1529 | [0] 100 | [7] 2336 | [100] 33862 |
| 1990 | [80] 35480 | [5] 2390 | [4] 1602 | [4] 1864 | [0] 127 | [6] 2840 | [100] 44303 |
| 1995 | [83] 45168 | [3] 1734 | [3] 1505 | [4] 1948 | [0] 140 | [7] 3697 | [100] 54192 |
| 1998 | [84] 48952 | [4] 2252 | [2] 1446 | [3] 1962 | [0] 181 | [6] 3681 | [100] 58474 |
| 1998 1965 = 100 | 1391 | 148 | 160 | 134 | 278 | 827 | 739 |

³⁹ 厨房の面積あたりエネルギー消費量の伸び率はプラスであるが、厨房のシェアは7%(1998年)に過ぎない。

*単位：10¹⁰kcal。()内は、[]内は構成比。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』
p102 より作成。

表 20. 輸送機関別輸送量(旅客部門)の推移

| | 自家用車 | 営業用乗用車 | バス | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|--------------------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------------|--------------|------------------|
| 1965 | [15] 62738 | [3] 11216 | [19] 80134 | [61] 255384 | [1] 3402 | [1] 2954 | [100] 415827 |
| 1970 | [39] 277579 | [3] 19311 | [15] 102893 | [41] 288817 | [1] 4814 | [1] 9319 | [100] 702734 |
| 1975 | [41] 329002 | [2] 15572 | [14] 110063 | [40] 323800 | [1] 6895 | [2] 19148 | [100] 804480 |
| 1980 | [46] 414073 | [2] 16243 | [12] 110396 | [35] 314542 | [1] 6132 | [3] 29688 | [100] 891073 |
| 1985 | [51] 510687 | [2] 15763 | [10] 104898 | [33] 330101 | [1] 5753 | [3] 33119 | [100] 1000320 |
| 1990 | [56] 727049 | [1] 15640 | [9] 110372 | [30] 385364 | [0] 6275 | [4] 51624 | [100] 1296324 |
| 1995 | [58] 806336 | [1] 13796 | [7] 97287 | [29] 400084 | [0] 5527 | [5] 65012 | [100] 1388043 |
| 1998 | [60] 852031 | [1] 12344 | [6] 90433 | [27] 388938 | [0] 4597 | [5] 74849 | [100] 1423192 |
| 1998 1965 = 100 | 1 358 | 1 110 | 1 113 | 1 152 | 1 135 | 1 2534 | 1 342 |

*単位：百万人・km。()内は、[]内は構成比。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』 p104 より作成。

表 21. 輸送機関別エネルギー消費原単位(旅客部門、1998年)

| | 自家用車 | 営業用乗用車 | バス | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|------|------|--------|-----|----|-----|-----|-----|
| 1998 | 575 | 1824 | 160 | 50 | 394 | 492 | 411 |

*単位：kcal / 人・km。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』 p106。

1998年の輸送部門のエネルギー消費量は1965年の4.8倍で、最終エネルギー消費の26%を占めている(表15)。輸送部門は旅客部門と貨物部門に分かれる。1998年の前者は1965年の7.4倍(58484 / 7911)、後者は2.9倍(32736 / 11146 表22)と、旅客部門の伸びは大きい。旅客部門のエネルギー消費量を輸送機関別に見ると、自家用車が圧倒的なシェアを持つに至っている。すなわち、1998年の自家用車はエネルギー消費の84%を占める。1965～1998年間の増加量の90%は自家用車によってもたらされたことになる(表19)。旅客部門の輸送量(人キロ)の構成比(輸送機関別分担率)をみると(表20)、かつては鉄道やバスがかなりのシェアを持っていたものの、両者とも一貫して分担率を低下させ、減少傾向は現在も続いている。対照的に、自家用車は一方的に分担率を上昇させ、1998年で60%となっている。

自家用車のエネルギー消費におけるシェア84%と分担率60%の乖離は、自家用車のエネルギー消費原単位(kcal/人・km)が大きいこと(エネルギー消費面での非効率)によるものである。すなわち、表21にみるように、1人の人を1km輸送するのに、自家用車は、バスの3.6倍、鉄道の12倍のエネルギーを必要とする。仮に、1998年に自家用車が担っている輸送量の1/2を鉄道が受け持つならば(鉄道の分担率は57%となり、1965年の61%に近い)、 22366×10^{10} kcalのエネルギーが節約されることになるが⁴⁰、これによって旅客部門のエネルギー消費の38%、輸送部門のその25%、最終エネルギー消費全体の6%が節約されることになる。旅客部門の省エネ・節エネのターゲットが何であるかは明らかである。1人の人間が1km移動するのに輸送手段を自家用車から、バスあるいは鉄道に振り返るなら、それによるエネルギー節約率はそれぞれ72%、91%であるが、自家用車の原単位をこれだけ向上させるのはきわめて困難であろう。

運輸部門(貨物)

表22. 輸送機関別エネルギー消費量(貨物部門)の推移

| | 貨物自動車 | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|------------|----------------|
| 1965 | [63] 7035 | [19] 2126 | [18] 1965 | [0] 20 | [100] 11146 |
| 1970 | [70] 12821 | [7] 1217 | [23] 4244 | [0] 66 | [100] 18347 |
| 1975 | [70] 15684 | [2] 406 | [28] 6269 | [1] 126 | [100] 22485 |
| 1980 | [75] 18890 | [1] 321 | [23] 5833 | [1] 221 | [100] 25265 |
| 1985 | [79] 19734 | [1] 193 | [19] 4769 | [1] 323 | [100] 25019 |
| 1990 | [86] 25893 | [1] 163 | [12] 3613 | [1] 414 | [100] 30083 |
| 1995 | [85] 27977 | [0] 153 | [12] 3794 | [2] 523 | [100] 32447 |
| 1998 | [83] 27220 | [0] 148 | [15] 4827 | [2] 541 | [100] 32736 |
| 1998 1965 = 100 | 387 | 7 | 246 | 2705 | 294 |

*単位： 10^{10} kcal。()内は、[]内は構成比。出所：『エネルギー・経済統計要覧2000』p103より作成。

⁴⁰ $(575 - 50) \times 852031 \times 0.5 = 22366 \times 10^{10}$ kcal

表 23. 輸送機関別輸送量(貨物部門)の推移

| | 貨物自動車 | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|--------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|
| 1965 | [26] 49088 | [30] 56677 | [43] 80635 | [0.0] 21 | [100] 186421 |
| 1970 | [39] 137376 | [18] 63031 | [43] 151243 | [0.0] 74 | [100] 351724 |
| 1975 | [36] 130369 | [13] 47058 | [51] 183579 | [0.0] 152 | [100] 361157 |
| 1980 | [41] 181983 | [8] 37427 | [50] 222173 | [0.1] 290 | [100] 441872 |
| 1985 | [48] 208008 | [5] 21919 | [47] 205818 | [0.1] 482 | [100] 436227 |
| 1990 | [50] 274244 | [5] 27196 | [45] 244546 | [0.1] 799 | [100] 546785 |
| 1995 | [53] 294648 | [4] 25101 | [43] 238330 | [0.2] 924 | [100] 559003 |
| 1998 | [55] 300670 | [4] 22920 | [41] 226980 | [0.2] 978 | [100] 551548 |
| 1998 1965 = 100 | 613 | 40 | 281 | 4657 | 296 |

* 単位：百万トン・km。()内は、[]内は構成比。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』p105 より作成。

表 24. 輸送機関別エネルギー消費原単位(貨物部門、1998 年)

| | 貨物自動車 | 鉄道 | 海運 | 航空 | 合計 |
|------|-------|----|-----|------|-----|
| 1998 | 905 | 65 | 213 | 5532 | 594 |

* 単位：kcal / トン・km。出所：『エネルギー・経済統計要覧 2000』p107。

貨物部門の事情は旅客部門とよく似ている。すなわち、エネルギー面で最も効率的な鉄道が大きくシェアを縮小させ、貨物自動車が中心的な輸送機関となっている。ただし、海運が検討しているのが注目される(1965 年の分担率 43%に対して 1998 年は 41%)。

表 25. 年平均伸び率 原単位・輸送量・エネルギー消費量

| | 旅客 | | | 貨物 | | |
|-------------|-------------|--------|-----------------------|--------------|---------|-----------------------|
| | kcal / 人・km | 百万人・km | 10 ¹⁰ kcal | kcal / トン・km | 百万トン・km | 10 ¹⁰ kcal |
| 1970 / 1965 | 3.6 | 11.1 | 15.0 | - 2.7 | 13.5 | 10.5 |
| 1980 / 1970 | 3.9 | 2.4 | 6.4 | 0.9 | 2.3 | 3.3 |
| 1990 / 1980 | 0.2 | 3.8 | 4.1 | - 0.4 | 2.2 | 1.8 |
| 1998 / 1990 | 2.3 | 1.2 | 3.5 | 1.0 | 0.1 | 1.1 |

* 単位：%

表 25 は、旅客・貨物両部門のエネルギー消費量の年平均増加率を、部門原単位と輸送量の年平均伸び率に分解したものである。最近の数字をみると(1998 / 1990)、両部門

とも原単位の増加(悪化)の影響が過半を占めている。

運輸部門全体のエネルギー消費量の86%は自動車によるものである(1998年)⁴¹。すでに見たように、旅客・貨物両部門とも自動車の分担率は増加傾向を続けている。加えて、大型化による燃費の悪化や交通渋滞などによって自家用乗用車のエネルギー原単位は上昇しつつある⁴²。自家用乗用車のエネルギー消費量は運輸部門全体の56%を占めている(51204/91210)。さらに、その保有台数は相変わらず増加基調にある⁴³。抜本的な対策が講じられない限り、運輸部門におけるエネルギー消費は増加を続けていくと予想される。

産業・民生・運輸の3部門のエネルギー消費が相互に関連していることは明らかであるが、特に自動車化の影響は広範囲に及びかつ大きい。「自動車化は交通機関分担のみならず、産業立地、都市構造、流通形態、国民のライフスタイル等、現在社会のありとあらゆる側面に影響力をもつ」「自動車化がもたらす都市構造、土地利用形態の変化は更なる自動車化、自動車依存を導く」⁴⁴。この部門をどうするかが大きな課題となる。

以上、再生可能エネルギーとエネルギー需要の現状を概観してきた。これらは既によく知られているところであるが、ここから読み取るべきことは何であろうか。それは、状況が変わらなければ、再生可能エネルギーの導入は大して進まないであろうし、エネルギー消費は今後も増えつづけていくということだろう。

(6)部門別課題

「状況を変える」ためには何をしなければならないか これらについては広範囲にわたって様々なレベルの提案が数多くなされているが、どれも似たり寄ったりで目新しいものがあるわけではない(前者はそれ一つで十分という中心的な項目がないということ、後者はことが議論ではなく実行段階であるということを示唆しているように思われる)。また、それらの個々の項目についての解説は筆者の能力を超えているし、《地球温暖化問題の基本線は何か》という本稿の目的にとって必要でもない。そこで、

⁴¹ 乗用車・貨物車 78424 × 10¹⁰kcal、バス 1446、海運 5008、鉄道 2110、航空 4222 合計 91210(1998年)。

⁴² 貨物自動車の原単位は若干改善されつつある。自家用自動車：544 × kcal / 人 km(1980) 518(1985) 488(1990) 560(1995) 575(1998)。貨物自動車：1038 × kcal / トン km(1980) 949(1985) 944(1990) 950(1995) 905(1998)。

⁴³ 乗用車と軽自動車を合わせた保有台数(ガソリン車)の推移は、228万台(1965) 890(1970) 1711(1975) 2302(1980) 2618(1985) 3186(1990) 3986(1995) 4486(1998)。『エネルギー・経済統計要覧2000』p111。

⁴⁴ [142]p63、64。

部門別に主な項目を整理して列挙するだけにとどめる。

エネルギー供給部門

- (1) 再生可能エネの利用拡大⁴⁵
- (2)未利用エネルギーの活用(コジェネ、廃棄物発電、地下鉄などの都市廃熱や工場廃熱による地域熱供給システムなど)
- (3)発電所の熱効率の向上(コンバインドサイクル発電など)
- (4)送配電ロスの向上

産業部門

産業部門のエネルギー消費は、基本的にライフスタイルに規定されるはずである。すぐ後で述べるような諸変化が民生部門で起きれば、やがてその影響が産業部門に及び、生産される財の量と性質、産業構造の省エネ化や節エネ化が生じることになる⁴⁶。産業部門の省エネ化・節エネ化としては次のようなものがある。

- (1)エネルギー管理の強化
- (2)省エネ技術・設備の導入
- (3)産業構造の変更(エネルギー多消費産業からエネルギー少消費産業へのシフト)

民生部門

- (1)個別機器・設備のエネルギー効率の改善
- (2)住宅・建築物の断熱化の推進
- (3)個別機器・設備のサイズの適正化(小型化)
- (4)使用方法・管理方法の節エネ化(冷暖房設定温度の変更、使用時間・頻度など)
- (5)消費構造の省エネ化・節エネ化(生産・廃棄面におけるエネルギー多消費商品・サービスの購入量の削減 or 不購入)
- (6)使用期間の長期化(長寿命商品の購入と修理)
- (7)リース、リユース、リサイクル、共同使用
- (8)販売方法の改善(包装の簡易化、長時間営業や自動販売機の見直しなど)
- (9)地域冷暖房の普及
- (10)緑化による冷暖房エネルギー需要の削減

⁴⁵再生可能エネの利用拡大のための手段政策としては、次のようなものが提案されている（[19]p225～232、[06]p38～42など） 技術開発への支援、発電事業者の設備投資に対する補助、消費者の設備設置への補助(太陽光発電設備など)、再生可能エネルギー価格への補助、再生可能エネルギー電力買取制度(価格・期間・購入量の保証など)、グリーン電力（電力消費者と電気事業者が資金を抛出し、再生可能エネによる発電を助成する制度）、再生可能エネについての情報提供・PR。要は、既存のエネルギーに対して再生可能エネルギーを有利にしてやればよい。

⁴⁶ だから産業部門の省エネ化・節エネ化はライフスタイルの変化に待つべきだ、と言っているのではない。

(11)電力化の抑制

運輸部門

運輸部門のエネルギー消費は、各輸送機関のエネルギー効率(人キロまたはトンキロ当たりのエネルギー消費量)、輸送機関別分担率、輸送量の3つの要因によって規定される。

(1)各輸送機関のエネルギー効率の向上

- ・各輸送機関の燃費の向上
- ・輸送機関のサイズの適正化、乗車率・積載率の向上
- ・物流・交通流の効率化(共同輸送、営業用トラック輸送の促進など)

(2)輸送機関別分担率の変更(エネルギー効率の高い輸送機関へのシフト)

公共交通機関の充実と利用促進(パークアンド・ライド⁴⁷施設、優先車線など)
貨物部門における鉄道・内陸輸送等への誘導

(3)輸送量の低減

- ・自転車・徒歩の活用
- ・在宅勤務などによる通勤の削減
- ・交通計画と土地利用計画の統合(公的サービスや商業機能の配置の変更、土地利用の純化から混合土地利用への変更など)
- ・スプロール化の是正とコンパクトな都市づくり⁴⁷
- ・都市の適度な分散、ある程度自立したローカル経済圏の形成

[小括]

これまでの議論を振り返っておこう。

- ・再生可能エネ・省エネ・節エネの可能性についての数多くの見通しの想定幅は大きく、どのシナリオが妥当かを客観的に決めることはできない。それらが示唆するのは、可能性の範囲が大きいということであろう。ただし、可能性をどれだけ顕在化させることができるかは事前には予測できず、「やってみなければわからない」というしかない。
- ・他方、有効な対応がなければどうなるかについてはおおよその察しがつく。すなわち、再生可能エネの導入は大して進まず、省エネ・節エネどころかエネルギー需要は増大していくだろう(当面、化石燃料の枯渇問題がないとみられるから、第3次石油ショックがあったとしても、それは前2回のショックがそうであったように一過性のショックのものに止まるだろう。一方で、温暖化は着実に進む)。

残る問題は、どのような政策手段で課題を達成すればいいのかである。これが次回のテーマとなる。

⁴⁷ [13]p312~313、[17]p119~121、[142]p66。

[本稿は筆者個人の見解に基づく]

[参考文献]

- [06]通産省『21世紀、地球環境時代のエネルギー戦略』(通商産業調査会出版部 1998)
- [07]ジエミー・レグット編著『グリーン・スレート地球温暖化への挑戦』(ダイヤモンド社 1991)
- [09]佐和隆光『地球温暖化を防ぐ』(岩波新書 1997)
- [13]環境庁『平成5年版環境白書 総説』(大蔵省印刷局 1993)
- [17]環境庁『平成9年版環境白書 総説』(大蔵省印刷局 1997)
- [18]宇沢弘文・國則守生『地球温暖化の経済分析』(東大出版会 1993)
- [19]ライター・ブロン編著『地球白書 1998~99』(ダイヤモンド社 1998)
- [24]I P P C 編『I P P C 地球温暖化第2次レポート』(中央法規 1996)
- [28]IPPC 第3作業部会編『地球温暖化の経済・政策学』(中央法規 1997)
- [36]E.U.フォン・ワイツァッカー『地球環境政策』(有斐閣 1994)
- [121]地球環境工学ハンドブック編集委員会編『地球環境工学ハンドブック』(オーム社 1993)
- [129]地球環境産業技術研究機構『CO₂削減戦略』(日刊工業新聞 2000)
- [130]エネルギー・資源学会『21世紀社会の選択』(省エネルギーセンター 2000)
- [131]赤尾健一『地球環境と環境経済学』(成文社 1997)
- [141]「環境・持続社会」研究センター『「環境容量」の研究/試算』(「環境・持続社会」研究センター 1999)
- [142]北村隆一「省エネルギーに向けての交通施策」(「エネルギー・資源」1998年7月号)

