

# エネルギーの所得弾性値について<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

本論ではつぎのことを取りあつかう。

①エネルギー消費は経済成長にとって不可欠かどうか、つまりエネルギー消費と経済活動との間に密接な関係はあるだろうか。

②エネルギー消費と経済成長との関係を示す指標であるエネルギー弾性値は長期的に安定した値を保つだろうか、それとも変化するのか。

③エネルギー弾性値が変化するとしたら、それはいかなる理由によるものか。

## 2. 既存の研究のサーベイ

上であげた問題について、日本では十市[21]以外にこれまで系統だった分析は行なわれなかったようである。したがってここでは外国の研究に関してのみふれることにする。

エネルギー弾性値に関する実証分析には時系列（1国におけるエネルギー消費と所得との間の経時的関係）とクロス・セクション（両者の関係を同一時点の各国データを用いて検討する）という2種類が存在する。これまでのおもな計測例を示

表1 これまでの計測例

推 計 者	クロス・セクション (国間比較)		タイムシリーズ (1 国)		備 考
	結 論	対 象	結 論	対 象	
Smil & Kuz (1976)	×	○ヨーロッパ全域26カ国 ○1950～71年にかけての 各国のデータでプール して弾性値を算出 $R^2=0.45\sim0.46$	○	○各国別に50～71年にか けエネルギー消費とG NPとの相関をとった $R^2=0.995\sim0.999$	○Brookes仮説を否定し たというが adjusted energy estimate を用 いていないので何とも いえない
Darmstadter (1970)	○	○世界49カ国1960年data ○variation は小さく有 意義な結果が得られた $R^2=0.87$	○	○1925～65年の各国別 data で検証 ○強い相関が見られた	
Brookes (1972)	○	○世界22カ国1960, 1965 data ○1に収束する傾向が見 られた	○	○UKの1946～70年 data で検証 ○Cross Sectionとほとん ど同じ結果が得られた	○adjusted energy consumption を使用
Adams & Miovic (1968)	○	○西欧諸国の1956～62年 dataをpoolして用いた ○有意な関係が得られた			○adjusted energy consumption を使用
Humphrey (1976)			○	○UKの1800～1970年の data で検証 ○弾性値は工業化の開始 時期にピークに達し、 その後逡減する	

したのが表1である。

かような計測から得られた主要な結論はつぎのとおりである。

### 1) クロス・セクションに関して

①かなりバラツキはあるものの、発展段階の異なる国を包含すれば、所得とエネルギー消費との間に有意な関係はあるといってもよいだろう<sup>2)</sup>。

②かようなバラツキの生ずる原因としてはつぎのものがあげられる(Darmstadter [7]による)。

③各国間におけるエネルギー使用効率の差(たとえばチェコの火力の効率は西独の80%である)。

④天候等自然条件の相違

⑤各国における主要エネルギー源の相違(たとえばノルウェー、スウェーデン、スイスでは水力が中心であるが、水力のみを出力ベースで他のエネルギー源と足し合わせると、見かけ上の総エネルギー消費は過小にできる)。

### 2) 時系列に関して

①すべての計測結果はエネルギー消費と所得との間に強い相関があることを示している。

②英国の場合、弾性値の変化を超長期(1800~1970年)にわたってみていくと、それは工業化の開始時期にピークに達し、その後逡減するというパターンをとる(Humphrey [10]による)。たしかに表2に見るように、英国の弾性値は1830~70年代にかけてピークに達する。これは弾性値の変化がその国の発展段階に対応するというを示すのかも知れない。

### 3) その他の点

- 1) 本研究はNIRAエネルギープロジェクトの一部としてなされたものである。
- 2) Smil & Kuzはヨーロッパ全域を対象にした場合、クロス・セクション分析は有意な結果をもたらさないと主張する。しかしDarmstadterのように世界49カ国をとれば、その結果はかなり有意なものである(図2、後出)。なおBrookesはSmil & Kuz分析の結論に関してかなり深い疑問を抱いている。Brookes [5]

表2 英国における弾性値の経時的変化

年	産出高の成長率 Output Growth % pa	エネルギー消費成長率 Energy Growth % pa	エネルギー弾性値 Energy Coefficient %
1800~30	2.7	2.7	1.0
30~40	2.4	3.8	1.6
40~50	1.8	3.7	2.0
50~60	2.5	4.7	1.9
60~70	2.0	3.1	1.6
70~80	1.9	2.7	1.4
80~90	2.2	1.7	0.7
90~00	2.1	1.7	0.8
1900~10	1.2	1.1	0.9
25~38	1.9	0.7	0.4
38~50	1.6	1.5	0.9
50~60	2.7	1.6	0.6
60~70	2.8	2.1	0.7

(資料) Humphrey [9]

ここではとくに集計の問題(Aggregation Problem)が重要である。以下それについてふれる。

Adams & Miovicは弾性値を計算する際の各エネルギー源の足し合わせの方法に関して基本的な疑問を提起している。つまり現状では各エネルギー源を入力ベースでカロリー換算して集計しているのであるが、この方法に問題があるというのである。

これは最初にTurvey & Nobay [1]によって提起された。すなわち各エネルギー源をカロリーベースで足し合わせるのには、あたかも食品をカロリーベースで足し合わせるようなものであり、むしろ“useful energy”レベルで集計すべきだといっているのである。たしかに各エネルギー源は熱効率も異なれば使いやすさ、管理のしやすさ、公害発生の度合、それを使用した場合のエネルギー節約器機にかかるコストなども違う。したがってかような点を考慮に入れた変換率(conversion factor)を用いて足し合わせるべきであり、その集計量が「有効エネルギー」(useful energy)であるということである。

そしてTurvey & Nobayはこの換算率として適当なのはむしろ各エネルギー源の相対価格であ

ると主張する<sup>3)</sup>。つまりこの場合の「有効エネルギー」としての集計値はエネルギーの実質消費額であるということになる。

Adams & Miovic は以上の議論をふまえて、つぎのような形で各エネルギー源の換算率を推計した。まず生産関係を(1)式のように定義する。

$$O = \text{Min}(\delta E_u, f(N, K)) \quad (1)$$

$O$  : 産出高,  $E_u$  : 有効エネルギー,  $N$  : 労働投入量,  $K$  : 資本投入量

ここで「有効エネルギー」は(2)のように定義される。

$$E_u = e_c \alpha_c C + e_p \alpha_p P + e_r \alpha_r El \quad (2)$$

$\alpha_i$  : 各エネルギー源単位あたりのカロリー量  
(例 カロリー/トン)

$e_i$  : 効率, 使いやすさ等を考慮した係数

$E_u$  : 有効エネルギー

(1), (2)から,

$$O = a_1(\alpha_c C) + a_2(\alpha_p P) + a_3(\alpha_r El) \quad (3)$$

として, この形で  $a$  を推計したのである。その結果, 石油は石炭に比べて2.5倍「有効」であり, 電力は石炭に比べ2.7倍「有効」であるという結論を得ている。つまり石炭は電力や石油に比べて使いにくいということがわかるのだ。

さらに彼らはかような形で修正されたエネルギー量(「有効」エネルギー)を用いて弾性値を計算すると, その値は西欧で1以上になるという結果を得ている(1950~62)。これに対し通常形で集計されたエネルギー量を用いて得られた弾性値は1以下である。Adams & Miovic は通常形の弾性値が1以下なのは, 石炭から石油への代替過程が強く反映された結果にすぎず, これを経済成長の伸びをエネルギー消費の伸びが下回っているという形で解釈するのは問題があると主張するのである<sup>4)</sup>。

この議論をさらに敷衍したのがBrookes[3]で

3) これは完全競争のもとでは正しい, というのはこの場合 MRT(Marginal Rate of Transformation)は価格比に等しくなるからだ。

ある。Brookes は「有効」エネルギーの概念を用いてクロス・セクションと時系列の双方で弾性値を計測し, 弾性値は通常1以上であるが, それは窮極的には1に収束するという仮説を打ち出している。しかしこの仮説は現在のところ一般的な支持を受けているとは言い難い。

### 3. 実証分析

以上みてきたように弾性値の計測としてはクロス・セクションと時系列の2つがある。本分析では①時系列に関してはすべての分析がエネルギーと所得との間に関係があるとしていること, ②かぎられた時間しかなかったこと等から時系列分析に焦点を絞ることにする。したがって, ここでの分析・目的は①経済発展と弾性値との関係の検証, ②「有効」エネルギーという概念の妥当性の検討である。分析対象は日本とアメリカの時系列データとする。アメリカを含めたのは, 日本のそれとの比較検討のためである。

#### 3-1 収集データに関して

ここではエネルギー総量を一次エネルギーベースで扱っている。つまり下のような形である。



#### 1) 日本

##### a) エネルギー関連

#### ① 電力

▽水力: 1952年までは南[11]によった。53~74年は通産省[13]によった。両者は接合可能であつ

4) エネルギー需要の予測にあたっては useful energy level で行なわれはじめていた。たとえば Nordhaus [20]。

た。換算率は  $1 \text{ kwh}=2,450 \text{ kcal}$  である。ただし 1905~13年までの発電量は発電力から推計した(発電量(百万kwh)/発電力(1,000kw)=3.3とした)。

ここであつかわれている電力は事業用のみであり、自家用はデータ不足のため含まれていない。

▽原子力：通産省[14]によった。

## ② 石炭類

▽石炭：データは1905~52年までは通産省[13] 53~74年は通産省[14]によった。ここで国内消費=生産-輸出+輸入としてある。なお換算率は  $\text{kg}=6,000 \text{ kcal}$  とした。ただし53年以降は実績によっている。この場合の問題は輸出向けと輸入向けでかなりカロリー量が異なる可能性のあることである。53年以前は在庫繰入れ分を考慮していない。

▽亜炭，輸入コークス：データ等は石炭と同じである。なお換算率は亜炭  $\text{kg}=4,100 \text{ kcal}$ ，コークス  $\text{kg}=6,800 \text{ kcal}$  とした。

## ③ 石油類

▽原油：1905~52年までは通産省[13]，それ以降は通産省[14]によった。国内消費=生産+輸入としている。53年以前は在庫繰入れ分は考慮されていない。  $l=9,400 \text{ kcal}$  としている。

▽輸入分(揮発油，灯油，軽油，重油)：データは原油に同じである。換算率は揮発油  $l=8,600 \text{ kcal}$ ，灯油  $l=8,900 \text{ kcal}$ ，軽油  $l=9,200 \text{ kcal}$ ，重油  $l=9,900 \text{ kcal}$  とした。

▽LPG：通産省[14]によった<sup>5)</sup>。

### b) GNP

データは1905~36年を大川推計(日銀[12])，1937~51年を企画庁推計(同)，1952~74年を企画庁[15]によった。

接続は大川推計は1934~36年価格でデフレート，また52~74年データに関してはGNPデフレートを企画庁推計と接続し，それによって名目GNPを実質化した。ただし，大川推計は生産所得であることに注意せねばならない。

## 2) アメリカ

### a) エネルギー関連

1889~1955年までは Shurr & Netschert[17]，それ以後は OECD[19]をこれとつなげた。ただし，完全に接合されたわけではない。

### b) GNP

U.S. Dept of Commerce[18]にもとづいた。すなわち1889~1967年までは NBER の Kendrick 推計，1967~70年に関しては B E A 推定をこれに接合した。

## 3-2 推計結果の検討

### 1) GNPとエネルギー消費との関係

以上の結果にもとづいて描いたのが図1，図2である(データに関しては表3を参照のこと)。これで見ると両者の間には明らかに有意な関係が存在する。実際相関分析を行なってみると，日本の場合で  $R^2=0.989$ ，アメリカの場合で  $R^2=0.747$  であった。この場合の長期弾性値は日本が1.08，アメリカが0.89である<sup>6)</sup>。

つぎに経済の発展段階と弾性値の変化の関係を

5) なお同様な推計がエネルギー経済研究所によって行なわれている(エネルギー経済76年7月号 p.38)。それと比較するとエネルギー経済研究所推定のほうがやや高い結果となっている。その理由としては

①エネルギー経済研究所推計は石炭の輸出を控除していないこと

②輸入炭のカロリーを正しくいれていること

③石油製品のカロリーをここでより高くみていること等が考えられる。

	1910	1920	1930	1940	単位
本推計	8.5	18.5	24.9	47.4	$10^{13} \text{ kcal}$
エネルギー経済研究所	10.6	20.2	27.1	52.6	

6) 十市[21]はエネルギー経済研究所データを用いて1880~1975年の95年を通した弾性値は1.0であるとしている。これは本推計が1905~74年までと対象期間が異なること，データの違うことを考えてもやや低い。主要な違いは戦前，戦後のデータのつなぎ方かも知れない。というのは十市の1880~1940年の推計弾性値は1.05，1955~75のそれは1.06となっているからである。

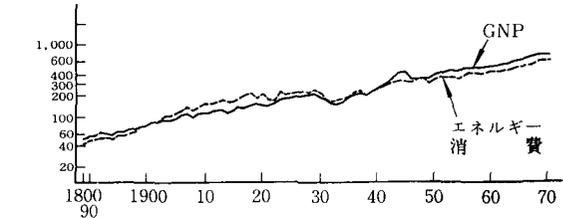
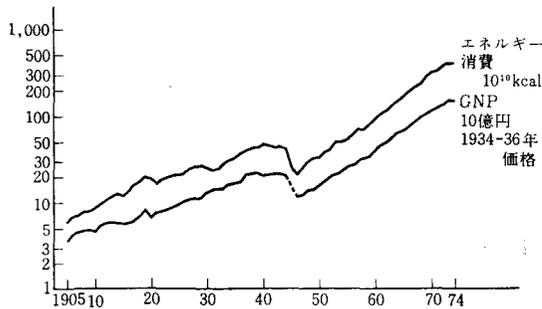


図 2 GNPとエネルギー消費 (アメリカ)

図 1 GNPとエネルギー消費(日本)

表 3 GNPとエネルギー消費 (日本)

	GNP 10億円 1934-36 Price	エネルギー 消費 10 <sup>13</sup> kcal		GNP 10億円 1934-36 Price	エネルギー 消費 10 <sup>13</sup> kcal
1905	3.5	5.9	1940	20.8	47.4
6	4.2	6.9	41	21.1	44.3
7	4.5	7.1	42	21.4	42.6
8	4.7	7.8	43	21.4	44.9
9	4.7	8.0	44	20.6	41.1
10	4.5	8.5	45	—	23.9
11	5.4	9.6	46	11.6	20.0
12	5.8	10.6	47	12.6	24.7
13	5.9	11.6	48	14.2	29.8
14	5.8	12.7	49	14.5	32.6
15	5.7	11.9	50	16.1	33.6
16	5.7	13.3	51	18.2	39.4
17	6.0	15.7	52	20.7	41.8
18	6.7	17.2	53	21.6	51.4
19	8.1	19.3	54	23.6	51.3
20	6.5	18.5	55	26.1	54.2
21	7.8	16.3	56	27.8	61.6
22	8.1	18.3	57	31.0	70.3
23	8.4	19.2	58	32.7	70.9
24	8.9	20.6	59	35.3	82.0
25	9.6	20.9	60	41.0	94.9
26	10.4	21.6	61	47.8	109.3
27	10.9	24.2	62	51.4	116.7
28	11.0	26.0	63	56.9	134.1
29	11.3	26.8	64	65.3	150.0
30	13.1	24.9	65	68.6	169.5
31	14.2	23.5	66	75.3	190.0
32	14.1	24.5	67	85.1	215.0
33	14.7	28.1	68	96.5	239.3
34	16.2	31.4	69	106.9	281.3
35	16.6	33.3	70	118.6	319.5
36	17.2	36.5	71	127.3	333.6
37	21.2	40.0	72	138.7	362.6
38	21.9	42.7	73	152.5	405.8
39	22.1	43.1	74	150.7	410.0

表 4 一次エネルギー供給シェア

	電力	石炭	石油	天然ガス 等	合計
1905	0.2	92.4	7.4	0	100
10	0.7	92.2	7.1	0	100
15	3.3	91.6	5.1	0	100
20	4.2	91.0	2.8	2.0	100
25	7.9	87.5	4.5	0.1	100
30	12.3	77.1	10.4	0.2	100
35	13.6	73.7	12.6	0.1	100
40	12.2	77.8	9.9	0.1	100
45	19.5	79.2	1.1	0.2	100
50	24.9	69.8	5.1	0.2	100
55	19.4	58.6	21.6	4.4	100
60	13.7	46.2	39.1	1.0	100
65	10.1	29.6	59.1	1.2	100
70	5.9	22.0	70.8	1.3	100
74	5.9	16.8	74.1	3.2	100

電力：水力+原子力

石炭：石炭+亜炭+輸入コークス

石油：石油+輸入揮発油+輸入灯油+輸入軽油+輸入重油+LPG+その他

天然ガス等：天然ガス+LNG

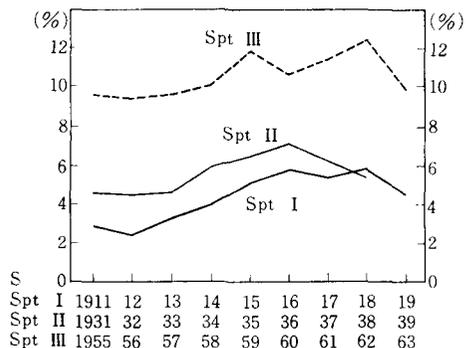


図 3 3つのスパート (Spt) の比較 (GNP平均年成長率)<sup>10)</sup>

みていくことにしよう。つまりハンフリー仮説の検証である。弾性値の推移が表5、表6に示されている。これで見ると日本の場合弾性値の値は1905～20年までは高く、1920年代は低下し、30年代になると再び高まりをみせ、そして戦後50年代に低下したのが、60年代になると再び高まりをみせるというパターンをとっている。つまり英国の場合と異なり、日本の場合ピークは一つではなく何回かうねりがあるのである。しかしここで注目すべきはこのうねり(弾性値が高まる時)が図3にみ

表5 日本の弾性値 1945年除く

	弾性値	R <sup>2</sup>	弾性値のT値
1905～1974	1.08	0.989	79.5
1905～ 14	1.38	0.908	8.9
1910～ 19	1.55	0.809	5.8
15～ 24	0.86	0.704	4.4
20～ 29	0.78	0.758	5.0
25～ 34	0.49	0.502	2.8
30～ 39	1.15	0.926	10.0
35～ 44	0.89	0.735	4.7
40～ 50	1.15	0.942	11.3
46～ 55	1.17	0.952	12.6
51～ 60	1.09	0.974	17.1
56～ 65	1.08	0.995	39.4
61～ 70	1.18	0.996	45.1
66～ 74	1.10	0.995	38.4

表6 アメリカの弾性値

	弾性値	R <sup>2</sup>	弾性値のT値
1889～1970	0.894	0.947	37.6
1989～1900	1.33	0.955	14.5
96～1905	1.74	0.968	15.5
1901～1910	1.72	0.918	9.5
6～ 15	1.51	0.862	7.1
11～ 20	1.06	0.741	4.8
16～ 25	0.51	0.259	1.7
21～ 30	0.98	0.856	6.9
26～ 35	1.15	0.923	9.8
31～ 40	0.83	0.926	10.0
36～ 45	0.55	0.951	12.4
41～ 50	0.40	0.364	2.1
46～ 55	0.49	0.518	2.9
51～ 60	0.82	0.786	5.4
56～ 65	0.77	0.983	21.8
61～ 70	0.98	0.966	15.0

るように日本経済の加速期と照応するということだ。この点は今後さらに詳細な検討が必要とされるところだが、工業化と成長の加速化ということがある程度対応するとすれば、経済の発展段階と弾性値の変化との間に関係があるという点では、ハンフリー仮説は支持できるといえよう。

アメリカの場合にも日本とほぼ同様なうねりがみられる。ただし日本の場合と異なるのは30年代の弾性値が日本では高いのに対し、アメリカでは低いということである。これは30年代においては日本が戦時経済化ということで重化学工業化が進んだのに対し、アメリカでは大恐慌の影響が強く出ているせいではないかと思われる<sup>7)</sup>。

2) 「有効」エネルギーに関して

まず日本に関しても55～73年にかけての「有効」エネルギーを算出してみることにする<sup>8)</sup>。つまり(3)式のような形で求める。

$$\text{有効エネルギー合計} = \text{有効電力} + \text{有効石炭} + \text{有効石油} \quad (3)$$

$$\text{有効電力} = \text{電力量(kwh)} \times \text{カロリー換算率} \\ (\text{kcal/kwh}) \times \text{熱効率}$$

$$\text{有効石炭} = \text{石炭量(t)} \times \text{カロリー換算率} \\ (\text{kcal/t}) \times \text{熱効率}$$

$$\text{有効石油} = \text{石油量(kl)} \times \text{カロリー換算率} \\ (\text{kcal/kl}) \times \text{熱効率}$$

つまり有効度の指標として熱効率をとるわけである。これは当面他に利用可能なデータがなかったためである。想定した熱効率を表7に示す。

7) 十市[21]はGNP単位あたりエネルギー消費量(エネルギー原単位)の日米間比較を1880～1970年にかけて行っている。それによると1880～1917年までは日米両国とも原単位は上昇しているが、それ以後日本は1930年まで低下、30年代は上昇戦後も55～70年までは上昇し、それ以降、下降というパターンをとるのに対し、アメリカでは1917年以後原単位は低下しつづけているという結果を得ている。

8) 74年を外したのは、石油危機によってかなり構造変化があったと考えるからである。つまり、高度成長期のみを対象にしていることになる。

表 7 熱効率の想定  
(Adams & Miovic, 最高値をとる)

		石 炭	石油製品	電 力
動 力	固定	10%	30%	90%
移 動	移動	5	25	85
熱 源	工業	33	40	80
消 費	業 量	60	65	80

これは Adams & Miovic [2] に載せられていた熱効率のうち最高値をとったものである。この場合熱効率の適用はつぎのような形で用途別に行なった。

▽電力 (ここでの電力はインプットではなくアウトプットで測られている)

固定動力=その他鉄工業需要<sup>9)</sup>

移動動力=運輸

消費者熱源=民生その他

工業熱源=残り全部

▽石炭

移動動力=運輸

消費者熱源=民生その他

工業熱源=残り全部

▽石油

移動動力=運輸, 農林, 水産

消費者熱源=民生その他

工業熱源=残り全部

得られた「有効」エネルギー量は表 8 に示してある。これにもとづいて弾性値を推計すると 1.28 となる。これは通常のエネルギー量と所得との関係から得られた弾性値 1.16 を上回る。つまり Adams & Miovic のいうように日本においても高度成長期と石炭から石油への代替が進行したため (表 4), 弾性値は低めに出ているのである。つまり本来の弾性値 (エネルギー消費と所得との関係) はエネルギー源の代替がなければ, もっと高かったであろうことが予想される。

9) この分類はエネルギー統計の分類である。

表 8 「有効」エネルギー需要

	GNP 70年P 兆円	エネルギー最終需要 10 <sup>12</sup> kcal	「有効」エネルギー需要 10 <sup>12</sup> kcal	一次産業就業率 %	エネルギー最終需要に炭の比率 %
1955	17.3	51.3	19.7	40.2	51.7
56	18.3	58.7	22.8	38.4	49.1
57	19.8	62.7	24.8	36.7	46.0
58	20.9	63.2	25.8	35.2	40.0
59	23.3	72.6	30.1	33.5	35.7
60	26.2	84.4	35.7	32.5	30.8
61	29.7	96.5	41.2	31.2	26.0
62	31.6	104.6	45.4	27.8	20.4
63	35.6	119.3	52.6	26.0	15.9
64	39.3	133.5	58.2	24.7	13.7
65	41.6	145.8	65.0	23.5	10.4
66	46.2	166.2	74.1	22.2	8.1
67	52.3	190.3	85.1	21.1	6.4
68	58.9	213.7	95.9	19.8	4.7
69	65.4	250.1	110.9	18.8	3.4
70	72.1	284.0	126.9	17.4	2.2
71	77.4	297.4	135.5	15.9	1.7
72	85.0	321.5	162.3	14.8	1.3
73	90.4	354.0	176.8	13.4	0.9

つぎにいかなる要因によってエネルギー消費は想定されるのか検討してみることにする。

ここでは産業構造の転換と燃料源の代替の効果のもとらず影響をみてみた。その結果は (4) 式である。これからわかることは一次産業比率が低下するほど, エネルギー源における石炭比率の割合が高まるほど, エネルギー消費は増大するということである。工業化が進行するにつれ, 経済はエネルギー集約的になっていく。石炭から石油へとエネルギー源の転換がはかれることは, エネルギー消費拡大の伸びを低めると解釈してもよさそうである。

$$EO = 720.7 - 27.53ID + 8.01CS \quad (4)$$

$$(19.9) \quad (-13.0) \quad (8.0) \quad 1955 \sim 73 \text{年}$$

$$R^2 = 0.976 \quad D.W. = 1.16 \quad S = 15.28$$

EO: エネルギー最終需要

ID: 一次産業就業者比率

#### 4. 結 論

以上の検討の結果得られた主要な結論を以下に

示す。

①時系列でみるとエネルギーと所得との関係には、確かに密接な関係がある。

②しかし、これは弾性値が予測道具として使えるということをかみならずも意味しない。

③弾性値はその値が低い時、その信頼度は低下する。

④弾性値はかなり変化が大きい。

⑤弾性値が変化する原因としては産業構造の変化、エネルギー源の代替過程の進行などがあげられる<sup>10)</sup>。

⑥一国経済の発展段階と弾性値の変化とは関係があるというハンフリー仮説は成り立つようである。しかし日本と英国ではその姿はかなり異なる。

⑦「有効」エネルギーの概念はたしかに有意であり、むしろこれにもとづいて弾性値を議論したほうがよいと思われる。

#### 参 考 文 献

- (1) R. Turvey & A. R. Nobay, "On Measuring Energy Consumption" *Economic Journal* DEC., 1965.
- (2) F. G. Adams & P. Miovic, "On Relative Fuel Efficiency and the Output Elasticity of Energy Consumption in Western Europe" *Journal of Industrial Economics*, Vol. 17, Nov., 1968.
- (3) L. G. Brookes, "More on the Output Elasticity of Energy Consumption" *Journal of Industrial Economics*, Vol. 21, Nov. 1972.
- (4) L. G. Brookes, "Energy Resources and World Economic Growth" *Long Range Planning*, Sept. 1973.
- (5) L. G. Brookes, "Energy/GDP Relationships—the elastic snaps", *Energy Policy*, June, 1977.

10) ここでは、エネルギーと所得の関係のみをあつかい、エネルギー需要と価格との関係はあつかっていない。これは別の機会に検討したいと思っている。

- (6) J. Darmstadter, "Energy and the Economy" *Energy International*, Aug. 1970.
- (7) J. Darmstadter, P. D. Teitelbaum & J. G. Polach "Energy in the World Economy", Johns Hopkins Press, 1971.
- (8) A. J. Dilloway, "Energy and Economic Growth: how close the relation?" *Energy International*, March, 1974.
- (9) V. Smil & T. Kuz, "European Energy Elasticities" *Energy Policy*, June, 1976.
- (10) W. S. Humphrey, "Economic Growth and Energy Consumption in the United Kingdom: A Note on Long-run Historic Trends" Mimeo. June, 1976.
- (11) 南亮進「鉄道と電力」長期経済統計 12, 東洋経済, 1965.
- (12) 日銀「明治以降本邦主要経済統計」日銀, 1966.
- (13) 通産省「本邦鉱業の趨勢 50 年史」通産調査会, 1963.
- (14) 通産省「エネルギー統計」昭和50年版, 通産研究社
- (15) 企画庁「国民所得統計」51年版
- (16) 大川一司, H. ロソフスキー「日本の経済成長」, 東洋経済, 1973.
- (17) S. H. Shurr & B. C. Netschert "Energy in the American Economy 1850-1975" Johns Hopkins Press, 1960.
- (18) U. S. Dept of Commerce, "Long Term Economic Growth", 1973.
- (19) OECD, "Statistics of Energy"
- (20) W. D. Nordhaus, "The Demand for Energy An International Perspective" IIASA, May 1975.
- (21) 十市勉「エネルギーと経済成長」エネルギー経済 1977年 8 月号。

むろた・やすひろ 1942年生  
1967年 東京大学経済学部卒  
1968年 ペンシルバニア大学経済学部  
大学院修士課程卒  
現 在 (社)日本経済研究センター 研究員