

論 説

カロリー換算によらないエネルギー量の測定 (2)

— マクロ経済データによるエネルギー量の測定 —

市 橋 勝

- [1] 小論の目的
- [2] 環境問題と経済学的枠組み
- [3] 指数についての検討
- [4] 現実の指数の推移
……以上, 前号
- [5] 政府統計によるエネルギー量の推移
- [6] 測定結果
- [7] 小括
……以上, 本号

[5] 政府統計によるエネルギー量の推移

前節で求めたF型指数によるエネルギー量の測定を行う前に、政府統計の数字によりこの間のエネルギー使用量の推移を見ておくことにしたい。

ところで、エネルギー消費というものを考える場合、供給されるエネルギー量（これを1次エネルギー供給量という）と最終的に消費されるエネルギー量（これを最終エネルギー消費量という）の2種類のエネルギー量を区別しておく必要がある。前者は輸入及びエネルギー供給産業によって供給されるエネルギー量であり、それは石油、石炭、天然ガス、水力・地熱、原子力、新エネルギー等¹⁾によって供給されるエネルギー総量のことである²⁾。それに対し後者は、エネルギー転換を経て、最終的に国内の各部門で消費されるエネルギー消費量のことである（図Ⅷ参照）。このエネルギー転換の過程で、エントロピー増大則という熱力学的制約により摩擦部分が生じるため、最終エネルギー消費

は1次エネルギー供給よりも必ず小さくなる。従って、エネルギーの供給量と消費量との間には、以下のような不等式が成り立つ³⁾。

$$E_s > E_d \quad (21)$$

E_s : エネルギー供給量

E_d : エネルギー消費量

さて、表Ⅱは、資源エネルギー庁の『総合エネルギー統計』（平成3年度版）によるエネルギー消費量の推移である⁴⁾。この中の1次エネルギー総供給量と、表Ⅱにはないが『総合エネルギー統計』の中の最終エネルギー消費量をグラフにしたのが図Ⅸ、そして国民総生産単位当たりの1次エネルギー供給量と最終エネルギー消費量をグラフにしたものが図Ⅹである。

このグラフを一目すれば明らかなように、1次エネルギー供給、最終エネルギー消費の両方が時間と共に増大してきているが、エネルギー/GNPという比率は両者とも1974年あたりを境にして一貫した低下傾向にあることが分かる。このことは、GNP1単位を作り出すためのエネルギー使用量が減少してきている（生産効率が上昇しているか、エネルギー消費に変わる生産方法の代替が起きている⁵⁾）ことを示している。つまり、いわゆる「省エネ合理化」の効果ということになる。

この『総合エネルギー統計』（平成3年度版）の結果が、日経NEEDSの価格データによっても裏付けられるものかどうかを検証する。

[6] 測定結果

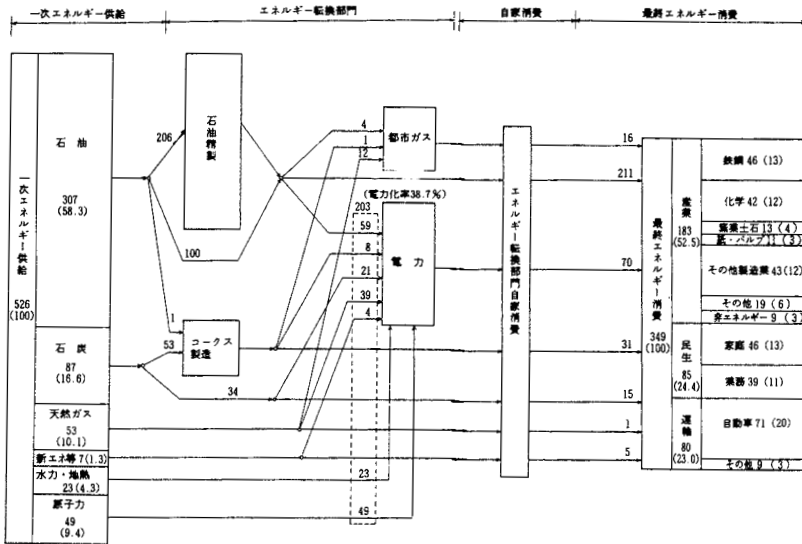
(1) その1 : 総エネルギー消費量/GNP

マクロのエネルギー産出総量とエネルギー/GNPは、図11の通りである⁶⁾。

[3]でも述べた通り、ここで使用している総生産額は、日経NEEDSの中の『国民経済計算年報』「主要系列表」の名目GNPである。これを、作成したGNPのF型算式を用いて実質化した。

図Ⅷ

我が国のエネルギーフロー (2年度)



註 ・単位は原油換算(百万kcal), ()内は%

(出所) 資源エネルギー庁『統合エネルギー統計』

・エネルギー転換部門において、投入分と生成分との差は転換ロスに相当する。(平成3年版)

表Ⅱ

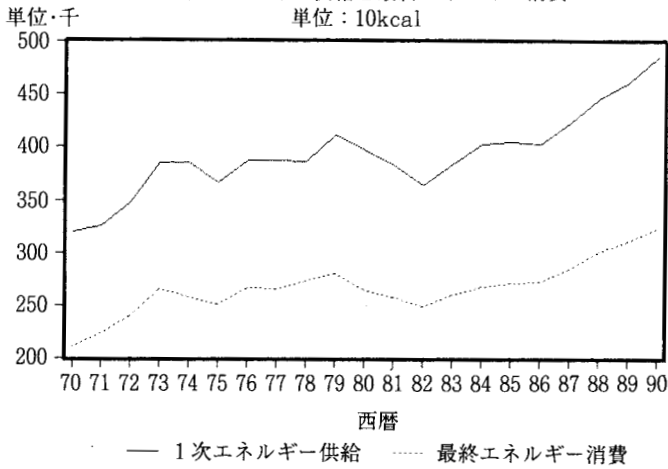
我が国のエネルギー需要各種指標 (人口、GNP、鉱工業生産一単位当たり)

区分	一次エネルギー供給 (10 ⁶ kcal)	人口 (万人)	国民総生産費 (60年実質価格・億円)	一人当たり一次エネルギー供給 (10 ⁶ kcal/人)	国民総生産一単位当たり一次エネルギー供給 (10 ⁶ kcal/億円)	鉱工業部門でのエネルギー消費 (10 ⁶ kcal)	鉱工業生産指数 (付加価値ウエート) (昭和48年=100)	鉱工業生産一単位当たりエネルギー消費 (指数: 昭和48年=100)
年度	(A)	(B)	(C)	(A/B)	(A/C)	(D)	(E)	(D/E)
30	64,129	8,928	437,487	718	146.6	21,479	10.8	128.9
35	100,810	9,342	667,688	1,079	151.0	37,383	23.0	105.4
40	168,910	9,828	1,027,023	1,719	164.5	63,305	38.5	106.6
45	319,708	10,467	1,730,287	3,054	184.8	126,649	79.1	103.8
46	324,790	10,501	1,819,459	3,093	178.5	131,977	80.6	106.2
47	347,037	10,734	1,983,252	3,233	175.0	139,668	88.9	101.8
48	385,409	10,871	2,077,445	3,545	185.5	154,249	100.0	100.0
49	384,679	11,049	2,072,992	3,482	185.6	148,075	90.3	106.3
50	366,224	11,194	2,156,318	3,272	169.8	138,726	86.3	104.2
51	387,332	11,309	2,243,215	3,425	172.7	146,691	95.6	99.5
52	387,270	11,415	2,350,944	3,393	164.6	142,060	98.6	93.4
53	386,453	11,517	2,470,612	3,356	156.4	142,435	105.5	87.5
54	411,134	11,613	2,606,053	3,540	157.8	145,149	114.0	82.4
55	397,198	11,706	2,688,179	3,393	147.8	133,580	116.3	74.5
56	382,168	11,788	2,773,674	3,242	137.8	126,667	118.7	69.2
57	364,286	11,869	2,871,853	3,069	126.7	118,861	118.0	65.3
58	383,558	11,948	2,967,881	3,210	129.8	119,922	124.6	62.4
59	403,112	12,024	3,090,860	3,353	130.4	125,707	135.1	60.3
60	405,323	12,105	3,239,592	3,348	125.1	125,572	138.5	58.8
61	402,217	12,167	3,333,099	3,306	120.7	122,293	138.2	57.4
62	422,377	12,226	3,497,778	3,455	120.8	128,334	146.3	56.9
63	445,366	12,278	3,706,417	3,627	120.2	136,507	159.3	55.5
元	461,729	12,325	3,878,486	3,746	119.0	140,095	166.5	54.5
2	486,161	12,361	4,092,145	3,933	118.8	143,419	175.9	52.9

(出所) 同上

図IX

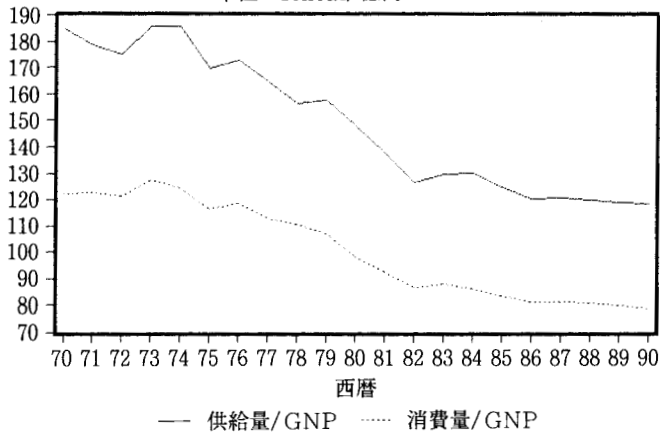
1次エネルギー供給と最終エネルギー消費
 単位：10kcal



(註) 資源エネルギー庁『総合エネルギー統計』
 (平成3年版)より作成

図X

供給量/GNPと消費量/GNP
 単位：10kcal/億円



(註) 同上

棄物処理と下水道であるため計算からははずした⁷⁾。なお、水道業は直接にはエネルギー関連産業ではないが、統計データからその部分だけを除外することができないため含めざるを得なかった。

これにより得たエネルギー産出名目値を、[3]で求めたエネルギーF型式により実質化した。

図11の中で、「G」が実質エネルギー産出量（単位10億円）、「H」がエネルギー/GNPである（Fは実質GNP）。

エネルギー総量Gの傾向と前節の図IXの傾向は、ほぼ一致した上昇傾向にあることが分かる。エネルギー/GNPについては、先の図Xと比べてその変動の幅と時期が多少異なっているが、その低下傾向については同じように表れている。

この変動幅と、時期の違いは何から来るものであろうか。ここでは主に二つの原因を考えたい。一つはデフレータの影響であり、もう一つは集計方式の違いからくるものである。

①デフレータの影響

デフレータの影響とは、実際の価格が大きく上昇しているにも関わらず、デフレータがそれを反映していない場合、実質価額は大きめに測定されることになる（逆の場合は逆）。いま、名目値をN、デフレータをDとすれば、実質値はN/Dとなる。この成長率を見ると、

$$\left(\frac{\hat{N}}{D} \right) = \hat{N} - \hat{D} \quad (21)$$

$$\left(\frac{\hat{N}}{D} \right) : \left(\frac{N}{D} \right) \text{の成長率}$$

$$\hat{N} : \frac{dN/dt}{N}$$

$$\hat{D} : \frac{dD/dt}{D}$$

となるから、Nの成長率に比べてDの成長率が小さければ、実質値の成長率は

正となり、その結果実質値は上昇することになる（逆の場合は逆）。

更に、GNPの実質の成長率に比べ、エネルギー量の実質値の成長率が大きければ（小さければ）、エネルギー/GNPの成長率は上昇する（下降する）ことも同様に説明される。

そこで、GNPとエネルギー量の各名目値とF算式の成長率、そして各実質値の成長率を見ておくことにしよう。それが表Ⅲ、表Ⅳである。

表Ⅲは、GNP名目値成長率とF算式成長率、その差、エネルギー量の名目値成長率とF算式成長率、そしてその差を示している。ここでは、エネルギー量名目値成長率とF算式の差（⑥列）が負になっている時期の中で、特にその絶対値の大きい74年第2～3四半期、79年第2四半期から80年第2四半期にかけては、図11の実質エネルギー量（「G」）も下がっていることが分かる。また、実質GNP（「F」）の動きも名目値成長率とF算式成長率の差と一致している。（当然のことながら、その差が正の値をとっているときは、各実質値は上昇している。）

さらに、表Ⅳの実質値どうしの差（エネルギー量－GNP）が負となっているもののうち、絶対値の大きい74年第2～3四半期、79年第2四半期から80年第2四半期、84年の第1四半期から85年第3四半期、87年第1～4四半期などはいずれも第4図のエネルギー/GNP（「H」）が低下している時期に対応している。

従って、この図11が図Xの変動と違う原因は、主に、実際の価格変動をデフレータであるF算式が追いかけていないことに起因するものであると判断できる。

では、この価格変動を完全に除去しきつたとすれば、図Xと正確に一致する傾向を描くのであろうか。だが、データ入手の制約上正確な価格指数を作成することが不可能な現状では、これを直接求めて確かめることは出来ない。また、仮に価格の変動を完全に除去し去った計測値が得られるとしても、次に述べるように、集計方式の違い（ここでは、価格データによる方法とカロリー換算による方法との違い）により、完全に一致するような傾向を表すことは期待できない。

表Ⅲ

	①	②	③	④	⑤	⑥
	名目GNP 成長率	GNPデフレータ F型の成長率	①-②	名目エネルギー量 の成長率	エネルギーデフレータ F型の成長率	④-⑤
1971. 1	1.746	1.448	0.30	3.87	1.16	2.71
1971. 2	2.247	1.074	1.17	3.72	1.88	1.85
1971. 3	2.702	1.257	1.44	3.59	0.80	2.79
1971. 4	1.714	0.943	0.77	3.47	0.32	3.14
1972. 1	4.854	0.816	4.04	2.14	-0.04	2.19
1972. 2	3.108	1.535	1.57	2.10	0.32	1.96
1972. 3	4.584	1.745	2.84	2.06	0.35	1.70
1972. 4	4.288	1.627	2.66	2.01	0.46	1.55
1973. 1	6.906	2.789	4.12	4.96	1.05	3.91
1973. 2	4.500	4.600	-0.10	4.72	1.36	3.36
1973. 3	3.895	3.477	0.42	4.51	1.30	3.21
1973. 4	5.982	4.930	1.05	4.31	5.21	-0.89
1974. 1	2.288	7.867	-5.58	15.37	13.21	2.16
1974. 2	6.884	5.027	1.86	13.32	21.03	-7.71
1974. 3	4.516	3.614	0.90	11.76	16.40	-4.64
1974. 4	2.689	3.693	-1.00	10.52	8.22	2.30
1975. 1	0.221	1.420	-1.20	6.89	3.22	3.67
1975. 2	3.411	1.729	1.68	6.45	3.21	3.24
1975. 3	2.198	1.025	1.17	6.06	3.37	2.69
1975. 4	2.935	2.288	0.65	5.71	3.08	2.63
1976. 1	3.261	2.072	1.19	4.01	2.08	1.94
1976. 2	3.419	2.746	0.67	3.86	1.87	1.99
1976. 3	2.967	1.458	1.51	3.72	4.77	-1.06
1976. 4	1.542	1.902	-0.36	3.58	3.85	-0.26
1977. 1	4.218	1.766	2.45	2.46	1.12	1.34
1977. 2	2.206	1.930	0.28	2.40	1.23	1.17
1977. 3	2.119	0.898	1.22	2.35	0.82	1.52
1977. 4	2.652	1.049	1.60	2.29	0.53	1.76
1978. 1	3.015	0.943	2.07	-1.31	-1.15	-0.16
1978. 2	1.966	1.476	0.49	-1.33	-1.31	-0.01
1978. 3	2.615	0.765	1.85	-1.34	-1.41	0.06
1978. 4	1.957	0.489	1.47	-1.36	-4.32	2.96
1979. 1	2.105	0.435	1.67	3.75	1.05	2.69
1979. 2	2.149	1.469	0.68	3.61	6.19	-2.58
1979. 3	1.953	0.715	0.84	3.49	6.18	-2.69
1979. 4	1.434	1.046	0.39	3.37	4.26	-0.89
1980. 1	2.120	1.289	0.83	10.80	12.16	-1.35
1980. 2	2.297	2.664	-0.37	9.75	19.07	-9.31
1980. 3	2.607	1.302	1.31	8.89	7.50	1.38
1980. 4	1.884	1.110	0.77	8.16	3.06	5.10
1981. 1	1.962	0.774	1.19	3.31	1.03	2.29
1981. 2	0.612	0.796	-0.18	3.21	2.13	1.08
1981. 3	1.755	0.494	1.26	3.11	3.87	-0.76
1981. 4	1.120	1.191	-0.07	3.01	0.47	2.54
1982. 1	1.322	0.103	1.22	0.74	0.61	0.13
1982. 2	1.589	0.816	0.77	0.74	0.98	-0.25
1982. 3	1.214	0.359	0.85	0.73	2.60	-1.87
1982. 4	0.082	0.195	-0.11	0.72	-0.16	0.88
1983. 1	1.363	0.223	1.14	0.02	-0.43	0.45
1983. 2	0.776	0.542	0.23	0.02	-1.86	1.88
1983. 3	1.581	-0.139	1.72	0.02	0.01	0.01
1983. 4	0.723	0.742	-0.02	0.02	-2.10	2.12
1984. 1	2.108	0.274	1.83	0.51	-0.33	0.84
1984. 2	1.902	0.675	1.23	0.51	-0.29	0.80
1984. 3	1.277	0.152	1.12	0.51	1.26	-0.75
1984. 4	1.871	0.914	0.96	0.50	-1.33	1.83
1985. 1	1.300	0.112	1.19	-0.08	0.26	-0.34
1985. 2	1.897	0.562	1.33	-0.08	-0.21	0.13
1985. 3	0.939	0.223	0.72	-0.08	0.75	-0.82
1985. 4	2.011	0.515	1.50	-0.08	-1.93	1.86
1986. 1	-0.088	0.401	-0.49	-3.03	-2.34	-0.69
1986. 2	2.098	0.433	1.66	-3.12	-5.32	2.20
1986. 3	0.514	-0.373	0.89	-3.22	-4.40	1.18
1986. 4	0.742	-0.086	0.83	-3.33	-6.46	3.13
1987. 1	0.721	-0.478	1.20	-1.53	-1.82	0.29
1987. 2	0.744	0.446	0.30	-1.55	-0.32	-1.23
1987. 3	2.147	-0.054	2.20	-1.58	0.33	-1.91
1987. 4	1.807	0.111	1.70	-1.60	-2.67	1.07
1988. 1	2.226	-0.036	2.26	0.15	-3.48	3.63
1988. 2	-0.226	0.211	-0.44	0.15	-0.97	1.12
1988. 3	2.583	0.348	2.24	0.15	0.55	-0.40
1988. 4	1.217	0.331	0.89	0.15	-2.18	2.34

(註) 日経NEEDS

マクロデータより作成

表Ⅳ

	① 実質エネルギー量 の成長率	② 実質GNP の成長率	③ ①-②
1971. 1	2.68	0.699	1.98
1971. 2	1.81	1.109	0.70
1971. 3	2.77	0.984	1.78
1971. 4	3.13	0.849	2.28
1972. 1	2.19	4.425	-2.24
1972. 2	1.96	1.498	0.46
1972. 3	1.70	2.342	-0.65
1972. 4	1.55	2.707	-1.16
1973. 1	3.87	4.488	-0.62
1973. 2	3.32	-0.283	3.60
1973. 3	3.16	-0.018	3.18
1973. 4	-0.85	1.038	-1.89
1974. 1	1.91	-4.411	6.32
1974. 2	-6.37	1.377	-7.74
1974. 3	-3.98	0.361	-4.35
1974. 4	2.13	-0.889	3.02
1975. 1	3.55	-0.200	3.75
1975. 2	3.14	1.033	2.10
1975. 3	2.60	0.559	2.04
1975. 4	2.55	0.983	1.57
1976. 1	1.90	1.626	0.27
1976. 2	1.96	0.514	1.44
1976. 3	-1.01	1.034	-2.04
1976. 4	-0.25	0.104	-0.36
1977. 1	1.33	1.993	-0.66
1977. 2	1.16	0.724	0.43
1977. 3	1.51	0.941	0.57
1977. 4	1.75	1.910	-0.16
1978. 1	-0.16	1.362	-1.52
1978. 2	-0.01	1.165	-1.18
1978. 3	0.06	1.562	-1.50
1978. 4	3.09	1.594	1.50
1979. 1	2.67	1.103	1.56
1979. 2	-2.43	1.443	-3.87
1979. 3	-2.53	0.504	-3.04
1979. 4	-0.86	0.468	-1.32
1980. 1	-1.21	0.368	-1.57
1980. 2	-7.82	0.284	-8.11
1980. 3	1.28	0.898	0.39
1980. 4	4.95	1.062	3.89
1981. 1	2.26	0.731	1.53
1981. 2	1.05	0.320	0.73
1981. 3	-0.73	0.756	-1.49
1981. 4	2.53	0.430	2.10
1982. 1	0.13	0.708	-0.58
1982. 2	-0.25	1.212	-1.46
1982. 3	-1.82	0.372	-2.19
1982. 4	0.89	0.536	0.35
1983. 1	0.45	0.631	-0.18
1983. 2	1.91	0.407	1.51
1983. 3	0.01	1.426	-1.42
1983. 4	2.17	0.500	1.67
1984. 1	0.84	1.620	-0.78
1984. 2	0.80	1.139	-0.34
1984. 3	-0.74	0.982	-1.71
1984. 4	1.86	1.205	0.65
1985. 1	-0.34	1.246	-1.58
1985. 2	0.13	1.220	-1.09
1985. 3	-0.82	0.583	-1.40
1985. 4	1.90	1.517	0.38
1986. 1	-0.71	-0.374	-0.33
1986. 2	2.32	1.840	0.48
1986. 3	1.23	0.646	0.58
1986. 4	3.35	0.703	2.65
1987. 1	0.30	1.154	-0.86
1987. 2	-1.24	1.032	-2.27
1987. 3	-1.90	1.587	-3.49
1987. 4	1.10	1.593	-0.49
1988. 1	3.76	2.037	1.73
1988. 2	1.14	0.639	0.50
1988. 3	-0.40	1.461	-1.86
1988. 4	2.39	0.784	1.61

(註) 日経NEEDS
マクロデータより作成

②集計方法について

ところで、図Xは既に述べたように、カロリー換算方式による集計量である。従って、図11と図Xの形状の違いは、カロリー換算による方法の性質からきているものではないだろうか⁸⁾。

前節でも触れたように、カロリー換算されているエネルギー品目は多種類に及ぶ。一つの集計量というかたちで、カロリー量に換算されているのであるが、エネルギー品目の中には、カロリー量の高い品物とそれが低い品物が混在している。その代表的な例は石油と電力である（【第A表】参照）。もし仮に、カロリー量の高い石油の対GNPシェアが低下し、カロリー量の低い電力のシェアが上昇しているとするならば、カロリー換算によるGNP比率を表示した図Xで低下傾向を示し、価格データからの集計量比率では一定の変動を示すことは十分有り得ることである。

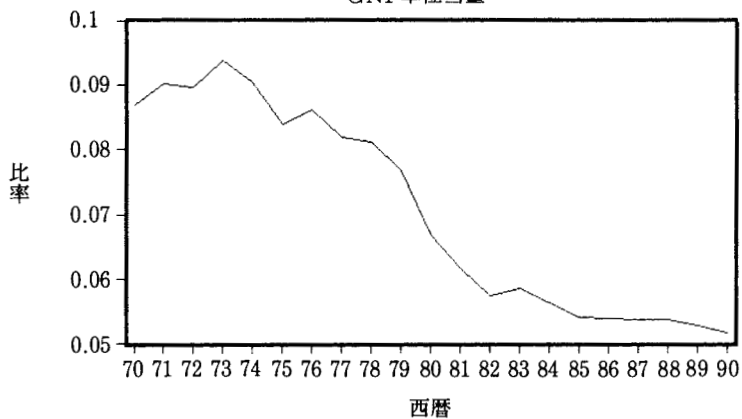
そこで、そのことを確認するために、再び【総合エネルギー統計】のデータに戻って、数量単位でみた石油と電力の場合のGNPにおけるシェアを見てみよう。経済データにおけるエネルギー量は、最終的に各産業が消費した総エネルギー量に当たるものである。そこで、ここではそれとの比較を行うため、最終エネルギー消費量における石油と電力の値を得てそれを測定した。それが、図12と図13である。

我々の予想通り、石油のシェアはほぼ一貫した低下傾向にあり、電力のシェアは変動を示している。しかも、この電力のシェアの変動時期とその形状は、1年ほどのズレがあるものの先の図11におけるエネルギー/GNP（「H」）の変動と類似している。（図11では、74年第1四半期と76年第2四半期に表れるピークが、図13では、73年と76年に表れている。また、80年代では、図11の82年における変動の山が、図13では84年に表れている。）

このように、図11の結果は価格変動が除去しきれなかったためだけではなく、エネルギー品目における構成比率の変化が我々の集計量に反映した結果、両者の合成作用であると考えることが出来る。その構成比率の変化とは、石油のシェアが低下し電力のシェアが相対的に大きくなってきているということである。この変動は、付加価値ベースで測定したエネルギー/GNP比率においてはより

図12

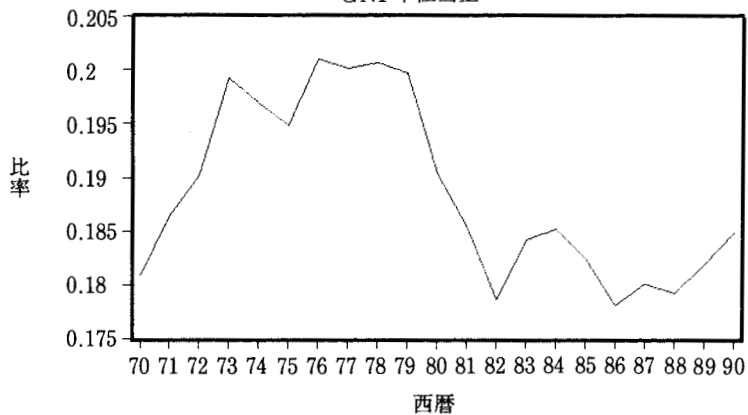
石油消費/GNP (10⁴kl/GNP)
GNP単位当量



(註) 資源エネルギー庁【総合エネルギー統計】
(平成3年版)より作成

図13

電力消費/GNP (10⁴kW/GNP)
GNP単位当量



(註) 同上

鮮明に現れる。

(2)その2：「エネルギー付加価値量」/GNP

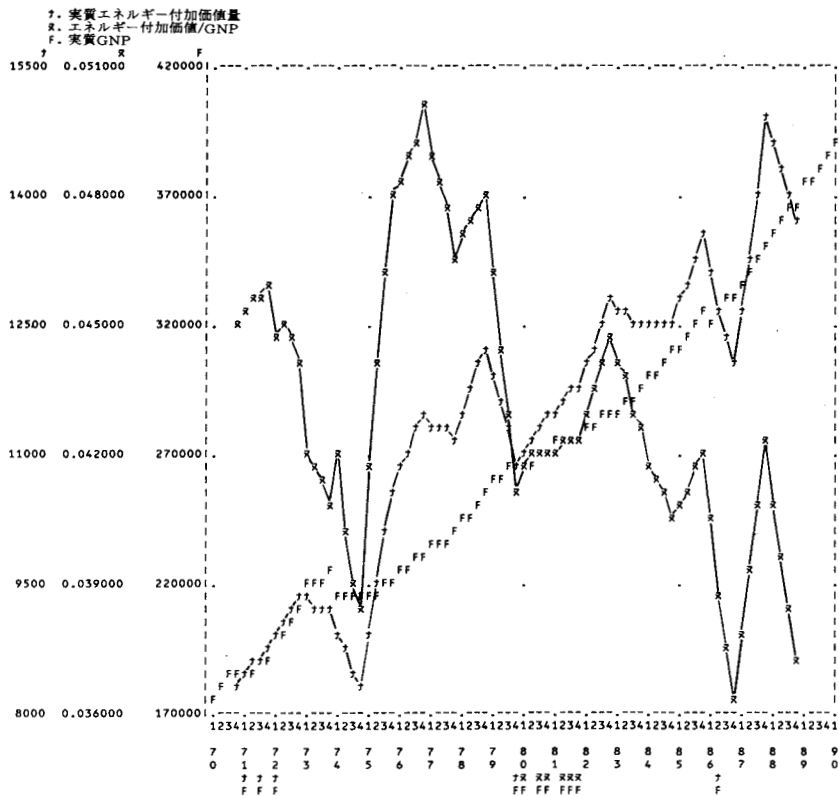
図11の測定において、エネルギー量は総産出量をベースに採用した。だが、GNPそのものは付加価値の合計であるので、エネルギー量を付加価値ベースで測定し両者の比率を見ることにしよう。ここでは、この比率を仮に「エネルギー付加価値量」/GNPとする。この比率の経済的意味は、GNP生産額に占めるエネルギー生産額のシェアということになる。すなわち、図11における比率は、日本のGNP1単位生産当たりの総エネルギー消費量⁹⁾であったのに対し、この「エネルギー付加価値量」/GNPは付加価値総生産に占めるエネルギー付加価値¹⁰⁾の割合を表すものである。従って、前者の比率は主にエネルギー消費の程度（消費の側面）を示すものであり、後者の比率は主にGNP生産における構成比（付加価値生産の側面）を示す指標となる。

「エネルギー付加価値量」/GNPの測定結果は図14に示されている。図の中で、「ナ」が実質エネルギー付加価値量（単位10億円）¹¹⁾、「ヌ」が「エネルギー付加価値量」/GNP、「F」が実質GNP（単位10億円）の推移である。

この図での変動は、先の図13の電力消費/GNPの変動と再び類似している。（図13で73年と76年に表れているピークが、図14では71年第1四半期と76年第4四半期に表れている。また、80年代では、図13で84年に表れている小さな山が、図14では82年第4四半期に表れている。）しかも、この図14では、図11でかろうじて描かれていた70年代半ば以降のエネルギー消費の低下傾向が、もはやはっきりとは読み取れないものになっている。このことは、付加価値ベースで見たときのエネルギー量に、電力消費の増大という構成変化が反映していることを強く伺わせる¹²⁾。

以上、我々は、国民経済計算の価格データを実質化した集計量により、日本全体のエネルギー量の推移とそのGNP比率の推移を見てきた。カロリー換算によるGNP比率では、カロリー換算の違いによるエネルギー品目の多様性が反映されない。それに対し、我々の方法による測定は価格変動の完全な除去が不可能であるという弱点を有するものの、エネルギー品目の構成がどのよう

図14



(註) 日経NEEDS
マクロデータより作成

なものであれ、その生産量が同じ集計量として反映される結果となっている。これは主に集計方法の違いから来るものである。

[7] 小括

本稿では、日本におけるエネルギー消費量を経済統計データを使用して測定してきた。

今回の測定は、産業や企業間のエネルギー消費の違いを無視しているものの、最終的に生産され、消費されるエネルギー総量を経済データによって測定することで明らかになる点は何かということであった。

これまでの主張を要約すると、①エネルギー消費を考える場合、その量的把握は結局のところ集計量をどのように作るかということに尽きる。経済データの場合、価格変動をどう除去するかという実質化に伴う指数論の問題に集約して考えられる。②但し、現実のデータを使用する場合、目的適的な正確な指数を作成することが困難であるため、現状では価格の変動を完全には除去し得ない。③だが、集計方法の違いにより、経済データによる測定はカロリー換算上の平均発熱量の違いを相殺する結果を提示する。

実際の測定結果では、カロリー換算による測定ではみられなかったエネルギー品目の構成変化の状況が反映されていることが分かった。それは電力消費の変動がエネルギー消費量に反映しているということである¹⁹⁾。

しかし実は、このことは経済データを使用してエネルギー量を測定することの利点とは言えないのである。むしろ、電力という「エネルギー」の過大評価を行っている可能性があるのである。なぜなら、経済データの場合エネルギー品目はデータの制約上、同一のデフレーターで評価されているため、エネルギー品目の違いが相殺されて実質化されているからである。

ここでもう一度経済データ（価額）でエネルギー量を計測することの意味と、カロリー換算（物量単位）で計測することの意味を考えてみよう。両者の本質的な違いは、明らかにしたように、価格を通じて集計するか平均発熱量を通じて集計するかの違いにある。問題は、価格という基準を通じたときと、平均発熱量という基準を通じたときに、エネルギーの固有単位が如何なる量として変換されるのかということである。

後者の場合、【第A表】によれば、石油と電力は約4：1の比率でカロリー換算される。すなわち、石油1単位の使用は電力使用の4倍分に相当するものとして評価される。だが、経済データの場合同一のデフレーターで実質化しているため、石油と電力という異なったエネルギー品目も1：1と評価されているのである。これは経済実態を正しく反映したものではない。なぜなら、現実の

市場において石油1単位と電力1単位は、同じ価格で売買されてはいないからである。例えば、1985年次における灯油と電力各々の単価を、総務庁統計局『小売物価統計調査年報』（1985年版）[13]で計算してみると、灯油は全国平均¹⁴⁾で約76円/1、電気代は約21.4円/kWH¹⁵⁾（+基本料金約303円/月）である。つまり、評価比率は約3:1となる¹⁶⁾。だが、今回使用したマクロ経済データの場合、エネルギー品目の細分類各々について実質化をしているわけではないため、このような変換はされずにエネルギー消費額全てをあたかも同一商品のように評価しているのである。従って、このことはエネルギー消費量における電力量が過大に評価されていることを意味している。

エネルギーの投入・生産・消費ということを考える場合、実際に作り出され、売買されているエネルギー物量がまず問われるべきである。それは、各エネルギー品目に固有の数量系列（石油であればkl、電力であればkWによる系列）を把握するところから始まることは言うまでもない。だが、それをある「適当な方法」によって集計する段階で、主な困難が発生する。以上のように経済データの場合、価格変動の除去の困難さに加えて、商品の細分類についてデフレータの作成制約があるのである。

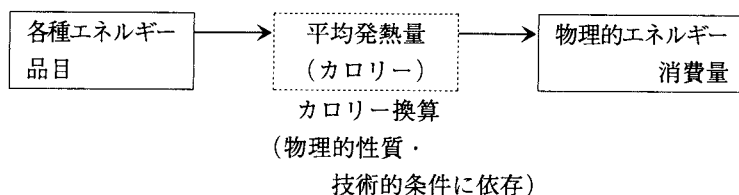
では、この経済データによって測定されたエネルギー量は無意味であろうか。いま、実質化を行う基準を変えて、仮に単価の比率が1:1になっているような時期を基準にしたとすると¹⁷⁾、今回のような経済データによるエネルギー量は経済実態を反映していないとは言えなくなる。とすると、結局問題は、我々にとってエネルギー量の測定とは何かということになる。

カロリー換算によってエネルギーを把握する場合、それはエネルギー品目の物理的性質から生じる発熱量というものを基準にして集計するから、「物理エネルギー」の概念に近い評価を行っていると考えられる。「物理エネルギー」とは本来仕事量に代表される力に匹敵するものであるから、エネルギー品目の数量を発熱量によって集計することは技術的評価として重要な意味がある。これはエネルギー品目の数量さえ分かればカロリー量が一意に決定される（発熱に関しての技術的条件が変わらない限り）。

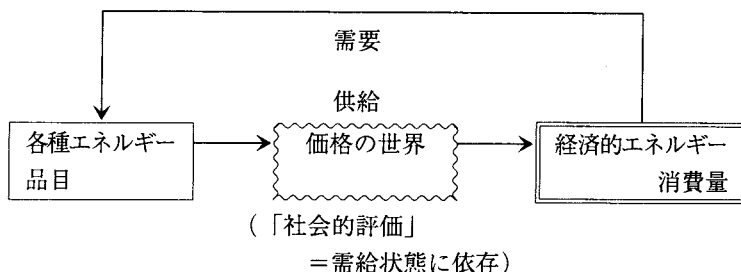
ところが、経済データの場合、仮に実質化を行うとしても、その基準になる

図15

カロリー換算（物理的性質）によるエネルギー把握



経済データ（価格）によるエネルギー把握



時点を変化させればエネルギー品目の相対価格も変わってしまうので、数量が分かっていたとしてもその換算値が変わる¹⁸⁾。つまり、この場合エネルギー量の把握には数量だけではなく、価格も影響するのである。このことは一体何を意味しているのだろうか？

言うまでもなく、貨幣経済¹⁹⁾においては、社会の構成主体は技術的条件だけでは動いていない。仮に技術的条件がクリアできるとしても、経済的条件（すなわちコスト面）がクリアされない限り、経済主体は行動を起こさないことが多い。この時、商品の有する価格は経済行動のための一つの判断基準を提供する。そして、一連の経済行動の結果として再び価格が決定される。こうして、諸商品が持つ価格とはその社会が各々の商品に付加する「グレード」としての意味を持つ。商品の価格は、その社会がどの程度その商品を「重要視」しているかの一種のラベルである²⁰⁾。つまり、その商品の「社会的評価」の度合いなのである（図15参照）。

このことをエネルギー問題で考えてみると、エネルギー量を「社会的に把握

する」とは決して技術的条件だけでは決められないことを示唆する。すなわち、「社会的評価」をも考慮した把握こそが社会的に見て重要なのである。

電力の相対価格が安いうちは多少の消費は問題にならないかもしれない。だが、その相対価格が上がれば、量的に以前と同じ物量の消費であるとしても社会的にはそれはエネルギー支出の増大として結果する。このようにして把握されるエネルギーは、決して物理的・技術的な問題ではなく、経済社会的な問題認識の材料として有効であるはずである。経済社会的にみたこのようなエネルギー支出の増大はやはり「不経済」であり、代替・節約されるべき対象のものとして経済主体は認識するであろう。

したがって、経済データによるエネルギー量の把握とは、社会的評価を含めた形でのエネルギー認識ということの意味するのである。こうして、経済データによるエネルギー測定は、データ入手の制約に加え、デフレーターによる実質化の困難性が残るにせよ、無意味なものではない。それは、カロリー換算という技術的評価だけでは見えてこない社会的な評価を含むものとして利用価値があるのである。このことは、今後環境保全問題を考える際に重要である。自然環境から得る様々な資源を生産・消費活動で利用している各経済主体は、その保全を考える際に物理的・技術的条件から考えることよりも、経済的条件から考えて行動する傾向を有する。これが先に述べた貨幣経済の基本原則である。従って、各経済主体にとっては、例えばカロリー量で多くエネルギーを使用しているとしても、安い価格で入手できるならば、エネルギー使用を節約するインセンティブは働かない。逆に、エネルギー価格が高くなるならば、それらを何とか節約して（新たな技術開発等による）生産を維持しようとするインセンティブが働く。この性質はエネルギー消費を、国家権力や第三者機関などによって強制的に直接規制するのではなく、経済主体の自発的な行動によって節約させていく方法に極めて有効である²¹⁾。

我々人類が、今後においても高度な分業体制に基づく経済活動を営みながら社会生活を維持して行かなければならない生物群であるとすれば、この経済活動の普遍的性質の中に環境を保全せざるを得ないインセンティブを組み込むことがさし当たり最も妥当であるように思える。如何なる社会体制のもとであれ、

権力によって強制的に（貨幣経済の原理を無視して）直接規制を行うことは（短期的な非常手段は別にして）、思わぬ反作用・暴発を生み出す危険性がある。エネルギーをはじめとする様々な資源を社会的・経済的に把握することは、経済社会の性質を有効に利用して政策効果を導く上で不可欠である。経済データによる測定は以上の意味で有効である。

とはいえ、我々の計測結果においても、マクロ経済全体で見た場合のエネルギー消費は、低下してきていることが分かった。個別産業や個別企業で見た場合には、各々の傾向があるであろうが、経済全体ではエネルギー消費量は低下してきているのである。だが、電力消費の変動を見ても分かるように、今後の推移はこの電力消費の程度によって影響を受けることは間違いない²⁾。

最後に、本稿の主な限界点をまとめるならば、①デフレーターによる価格変動の影響を完全には除去し得ていないこと、②マクロのエネルギー量の測定は示されたものの、各産業や企業レベルでのエネルギー消費量が測定されていないこと、③直接投下エネルギー量と間接投下エネルギー量との構成変化が示されていないこと、などである。

①の課題を果たすためには、新しい指数作成をも含めた検討が必要であろう。但し、既に述べたように、完全に価格変動の影響を除去できる指数の作成は現状では困難であるので、結局は妥協的な指数を利用する他はないのが実態である。もちろん、今回使用したF型算式が、エネルギー量の測定という目的に適切な指数であるのかどうか検討の余地は残る。ただ、通常使用されているL型指数やP型指数のバイアスを相殺するものとして、今回はF型算式の使用に甘んじた。

②のためには、企業ないしは産業レベルでの統計データの入手が不可欠である。これは、各企業が発行している『有価証券報告書』を利用すれば、測定は可能である。また、産業別の全ての企業を対象にすることには限界があるものの、企業レベルのデータを産業毎に集計することも容易である。紙数の関係で、今回は果たせなかつたが、これは別稿のかたちでいずれ提示したい。

③について。直接投下エネルギーと間接投下エネルギーの構成についての変

化を見るには、間接エネルギー量の測定方法の確立と、経済データとして産業連関表の利用が不可欠である。

以上が残された課題である。

<追記>前稿「カロリー換算によらないエネルギー量の測定(1)」の註2)において、植田敦氏の提案が社会経済的な条件(需要・雇用・費用・期間など)を無視して行われており「極論」ではないかと述べた。また、そのような極論は国家権力の暴力的発動を生む危険性があると断じた。ところが、その後氏の『環境保護運動のどこが間違っているか』JICC出版局1992(特に10章及び終章)において、氏が税金と市場メカニズムを通じて環境保全対策を実行させる提案をしていること(氏自身の言葉では「もう少しソフトなやり方」P.164)と、氏自身の立論から出てくる可能性のある「全体主義」的傾向に対して、氏自身が警告を行っている(P.187)ことを知った。前者の税金による環境保全の考え方は、社会的需要を操作することで結果として環境保護に導くような誘因を作り出すやり方で、本論中でも指摘したが、既に経済学者によってもなされており決して新しいものではない。(植田氏と同様の提案は室田武氏によっても行われている。例えば、室田武「エントロピー経済学の展開」大来佐武郎監修『地球環境と経済』第10章、中央法規、1990参照。)だが、植田氏が『石油文明の次は何か』の中で主張されていた「家族的自給社会」(限りなく自給自足に近い社会——筆者)への移行は、短期間で達成しようというのではなく、移行期間中の社会(すなわち、現代社会)で行うべき経済政策(具体的な転換経路)を通じて達成するものであるということを明示してきている点で注目に値する。

また、極端な環境主義が「環境ファッショ」のような一種の全体主義を引き起こす可能性があることを氏自身が先刻承知済であったことは、「過激な」主張に惑わされた筆者の完全な認識不足であった。この場で訂正しておきたい。但し、氏の主張される「個人の倫理」と納得をつうじた交渉のルールを、どのように(誰が)保障し、維持して行くのか、すなわちどうやって社会的ルールとして築き上げて行くのか、我々社会学者も熟考しなくてはならない点で

ある。

(註)

- 1) 新エネルギーとは、太陽エネルギー、アルコール燃料、パルプ液、薪炭などのことである。
- 2) 1次エネルギー供給量の定義は、以下の通りである。
1次エネルギー国内総供給＝国内生産＋輸入－輸出入在庫変動
- 3) エネルギー消費を考える場合には、二つの消費が考えられる。一つは、1次供給エネルギーとして得たエネルギー消費である。もう一つは、1次エネルギーをエネルギー転換部門において加工し、そこで生産されたエネルギーを消費する最終エネルギー消費である。経済データにおいては、この最終エネルギー消費に当たるものが総販売額として記述されていると考えられる。だが、実際には1次エネルギー供給から最終エネルギー消費にいたるロス分も実はエネルギー消費には違いないので、これも含めた消費量、すなわち1次エネルギー供給量の推移のほうが実際のエネルギー消費に近いものとなる。だが、経済データにおいてはその部分が明示的に表示されないという限界を有している。
- 4) この第1表は、カロリー換算により示されているが、この換算方法は脚註末の【第A表】のような平均発熱量に基づいて計算されている。
- 5) 生産効率が上昇しているのか、それともエネルギー消費に変わる生産方法の代替が生じているのか、これを検討するには、生産性の測定を行う必要があるが、これは別の機会に論じたい。
- 6) 計測は、神戸商科大学の斎藤清教授が開発されたXCAMPUS3による。このシステムの詳細に関しては、斎藤[7][8]を参照。
- 7) 経済企画庁[5]参照のこと。
- 8) もちろん、デフレータの影響に伴う変動が含まれていることは言うまでもない。だが、この影響を考慮に入れたとしてもなお、カロリー換算の方法の特徴からくる相違は重要である。
- 9) エネルギーの生産的消費量(中間需要消費量)＋最終需要的消費量
- 10) すなわち、
エネルギー付加価値＝エネルギー総産出量－中間投入分
である。
- 11) エネルギー付加価値のP型指数(インプット・デフレータ)とL型指数(WPI)の動きを調べてみると、1986年以降両指数の動きは全く逆方向に動いていることが分かった(P型指数が上昇し、L型指数が下降している)。このままの状態ではF型指数を作成して実質エネルギー付加価値量を求めると過大に算出されてしまうので、ここではエネルギー付加価値だけP型指数で実質化した。
- 12) 付加価値ベースでエネルギー量を見たときに、電力消費の変動が反映され易い

ことは大いに有り得ることである。というのは、エネルギー統計では火力発電所以外の原子力発電、水力発電などはどのような中間投入がなされて電力が発電されているのか明示されていない。従って、経済統計上においてこれらの電力発電は全て付加価値額として計上されている可能性が高いからである。

電力業における投入・産出の構造については検討の余地が残るが、電力会社の財務諸表ではその明細が公表されていない為違ったアプローチが必要かもしれない。いずれにせよ、電力生産(火力発電以外)において投入構造が明示されていないことの意味は大きい。なぜなら、社会におけるエネルギー消費量を把握する上での大きな障壁となるからである。

- 13) この電力量は、註12でも述べたとおり、火力発電以外如何なるエネルギー投入を行って電力供給をしているのか事実上把握されていない構造になっている。従って、カロリー換算であれ、価格集計量であれ、エネルギー消費量は過小に評価されている可能性が高い。
- 14) 人口15万人以上の68都市平均。
- 15) 1～100kWHのクラスの電気料金
- 16) 単価だけの比較であれば、約4：1になるが、電気代には基本料金が加算される。いま家庭における月平均消費電力を250kWHぐらいとすると、基本料金は1.3円/kWHになるので、石油との価格比は約3：1というところが妥当であろう。
- 17) 例えば、『小売物価統計調査年報』[13]によると平成元年には1：1とまではいかないが、2：1を割っている。灯油について計算してみると全国平均で約40.3円/1、電気代は約19.1円/kWH+基本料金299円/月である。
- 18) 実質化とは、同一商品の時系列での価格変動を除去することであるが、このことはその基準時点での各商品の相対価格が固定されているということである。だが、社会の変化と共にこの基準時点も変える必要があるので、当然のその評価・換算される値も変わるのである。
- 19) 商品経済、市場社会、資本主義社会などと言ってもいい。
- 20) 経済学では「希少性」と言われたりもする。これはその社会の技術水準や生産性、景気動向、人々の価値観などの条件で左右されるであろう。なお、このことは、現状でただの物を「重要視」していないということではない。例えば、空気や景観はいまのところただであるが、それは決して重要視していないからではなく、商品として市場に出てきていないからである(もちろん売れないだろうから)。だが、これも社会がそれらに対して重要な「商品性」を見いだすように変化していくとすれば、いつの日か市場に出てくるであろう。例えば、「〇〇のおいしい水」のように。また、最近では景観そのものを「商品」として扱おうとするグリーン・ツーリズムという試みがイギリスなどで実践されてきている。
- 21) 価格が有している社会的性格を利用することによって、マクロ経済的効果を上げる方法は既に提起されている。例えば税金や課徴金による環境対策である。その

効果について分かりやすいものとして、さし当たり日引聡・森田恒幸・岩田規久男「地球環境保全のための経済的手段」大来佐武郎監修『地球環境と経済』中央法規1990を参照。

- 22) ところで、電力というのは本来エネルギーという概念に含めるにはふさわしくないものである(植田[17]参照)。なぜなら例えば火力発電を例にとるなら、電力とは石油(主にC重油)、一般炭、LNGなどのエネルギー産品を使用して作り出された動力としての電気であるわけから、本来エネルギーと考えられるべきものは電力を生み出すための原材料であるべきである。従って、この電力を生み出すためにどれほどのエネルギー量が投入されているのかを全て測定し直すならば、もっと多くのエネルギー量が使用されている可能性がある。

付加価値として経済的に電力を見る場合にも、その投入原材料の使用量が分かれば総エネルギー消費量が把握できるのでこのことは重要である。だが、原子力発電や水力発電における電力生産のためのエネルギー使用量を直接求めることはいまのところ出来ない(先にも述べたように、現状の統計では火力発電以外、電力によって電力を生み出す構図となっている)。従って、エネルギー消費量の推移を見るという作業は、現状では極めて不完全であると言わざるを得ない。

【 第A表 】

各種エネルギーの発熱量一覧		
種 類	単 位	平均発熱量 (kcal)
石炭		
国内原料炭	kg	昭和41年以降 7,700
輸入原料炭	kg	7,600
国内一般炭	kg	昭和41～45年 5,800
		昭和46～55年 5,600
		昭和56年以降 5,800
		輸入一般炭
国内無煙炭	kg	昭和41～45年 5,600
		昭和46～50年 6,100
		昭和51年以降 4,300
輸入無煙炭	kg	6,500
亜炭	kg	4,100
コークス	kg	7,200
コークス炉ガス	m ³	4,800
高炉ガス	m ³	800
転炉ガス	m ³	2,000
練豆炭	kg	5,700

石油			
原油	l	昭和36～45年	9,400
		昭和46～55年	9,300
		昭和56年以降	9,250
NG L	l		8,100
ガソリン	l		8,400
ナフサ	l		8,000
ジェット油	l		8,700
灯油	l		8,900
軽油	l		9,200
A重油	l		9,300
B重油	l		9,600
C重油	l		9,800
潤滑油	l		9,600
その他の石油	kg		10,100
製油所ガス	m ³		9,400
オイルコークス	kg		8,500
L P G	kg		12,000
天然ガス	m ³		9,800
L N G	kg		13,000
炭鉱ガス抜きガス	m ³		8,600
都市ガス	m ³		10,000
電力	kWh	昭和41～45年	2,300
			(熱効率：37.4%)
		昭和46年以降	2,250
			(熱効率：38.1%)

(註) 資源エネルギー庁【総合エネルギー統計】(平成3年版) P.16より抜粋

【参考文献】 (再掲)

- [1] 大蔵省「財政金融統計月報」第335号 1980年3月
- [2] 小野周・植田敦・室田武・八木江里編【熱学第二法則の展開】朝倉書店 1990年
- [3] 河宮信郎【エントロピーと工業社会の選択】海鳴社 1983年
- [4] 木下滋・土居英二・森博美編【統計ガイドブック】大月書店 1992年
- [5] 経済企画庁編【国民経済計算年報】平成4年版
- [6] 経済企画庁国民所得部編【新SNA入門】東洋経済新報社 1979年

- [7] 斎藤清【経済経営データ探索的处理システム】神戸商科大学経済叢書1987年
- [8] 同 【位相図解析と探索的データ処理・続編】神戸商科大学研究叢書1989年
- [9] 資源エネルギー庁長官官房企画調査課編【総合エネルギー統計】平成3年版
- [10] 品川嘉也【意識と脳】紀伊国屋書店 1982年
- [11] シューマッハ【新訂 人間復興の経済】佑学社 1977年
(E.F.Schumacher "Small Is Beautiful-A Study of Economics as if People Mattered" 1973 Blond & Briggs Ltd., London)
- [12] N.ジョージェスク・レーゲン【経済学の神話】東洋経済新報社 1981年
(Nicholas Georgescu-Roegen "Economics of Natural Resources-Myths and Facts" 1981)
- [13] 総務庁統計局【小売物価統計調査年報】日本統計協会
- [14] 玉木義男【物価指数の理論と実際】ダイヤモンド社 1988年
- [15] 玉野井芳郎【生命系のエコノミー】新評論 1982年
- [16] 通産省産業大臣官房調査統計部編【指数の作成と利用】通産統計協会 1990年
- [17] 植田敦【資源物理学入門】日本放送協会 1982年
- [18] 同 【石油文明の次は何か】農山漁村文化協会 1981年
- [19] 中村隆英・新家健精・美添泰人・豊田敬【経済統計入門】東京大学出版会
1983年
- [20] 日本銀行調査統計局編【計量経済分析の基礎と応用】東洋経済新報社1985年
- [21] W.D.ノードハウス【エネルギー経済学】東洋経済新報社 1982年
(William D. Nordhaus "The Efficient Use of Energy Resources" 1979
Cowles Foundation for Research, Yale University Press)
- [22] 室田武・植田敦「開放定常系と生命系 -江戸時代の水土思想からみた現代エントロピー論-」鶴見和子・川田侃編著【内的発展論】東大出版会 1989年
第Ⅱ部第一章
- [23] D.H.メドウズ・D.L.メドウズ・J.ラングズ・W.W.ベアランズ3世【成長の限界】ダイヤモンド社 1972年
(Donella H.Meadows, Dennis L.Meadows, Jorgen Randers and William W. Behrens III "The Limits to Growth; A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind" Univers Books, New York 1972)
- [24] 森田優三【物価指数理論の展開】東洋経済新報社 1989年
- [25] 鷲田豊明【環境とエネルギーの経済分析】白桃書店 1992年