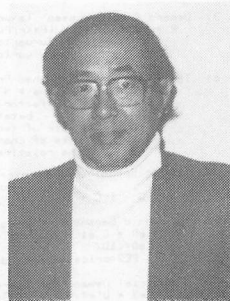


■ 展 望 ■

エネルギーと日本経済



森 口 親 司*

Chikashi Moriguchi

いわゆる「石油ショック」を石油価格上昇による衝撃と解するとき、それが日本経済に与える影響をマクロ経済的にみるためにはつぎのようにいくつかのチャンネルを検討しなくてはならない*

- 1) コスト上昇からの物価・賃金上昇率への影響
- 2) エネルギー価格の上昇によって国際収支が悪化し、円レートの低下と輸入価格がさらに上昇する効果
- 3) 実質所得の減少を通して発生するデフレ効果
- 4) エネルギー価格の上昇によって、一部の生産設備の効率が低下し、生産能力と潜在成長率が低下する経路
- 5) エネルギー価格上昇が、エネルギー需要の節約をもたらし、またエネルギー関連の投資を活発にする経路

エネルギー価格ショックはこうしたさまざまなチャンネルを通して発生する諸効果の複合されたものとして観察される。

以下の単純マクロモデルはこのような検討を行うために最低必要な行動方程式をふくむ。まずモデルの特徴を説明し、ついでモデルによるいくつかのシミュレーションの結果を紹介し、その経済学的意味を検討することにしよう。

1960年代の日本経済は、いろいろな意味で幸運な条件に恵まれた。海外からの技術導入を土台にして、高い技術進歩率が期待しえたと同時に、農業部門からの労働供給が豊富であった。また世界経済は自由貿易体制下に高度成長を追求しつつあり、他方において、一次産品の価格は、低値に安定していた。この条件は、以下のモデルにおける外生変数に即して述べると、1) エネルギーおよび非エネルギー輸入価格上昇率($dPen$ および dPm)はそれぞれゼロ、2) 世界貿易の伸び(Tw)は5~7%と高い、ということである。

これに対して、1973~1979年の経済では、二度にわ

たる石油価格ショックの波がおそってきた。またそれだけではなく、技術進歩のテンポは低下し、環境問題の激化とともに公害防止投資が拡大し、資本の生産性は低下した。さらに、農業部門からの労働供給の伸びも低下しはじめた。石油価格ショックが生じなかったとしても、潜在成長率は60年代の10%から、7~8%に低下したものとみられている** 70年代後半には、先進工業国はインフレーションを沈静化させるために、通貨供給の伸びを重視する政策に転換した。また為替レートの変動は、国際収支の需給を均衡化させる方向で変化するものの、短期的には、利子率やインフレーション予想の変化に敏感に反応することがしだいに明らかとなってきた。

70年代後半から、80年代にかけては、モデルの外生変数は、つぎのような趨勢に従っていると思われる。

- 1) エネルギーおよび非エネルギー一次産品価格は、中期的にみて着実な上昇率を維持する。
- 2) 世界貿易の伸びは4~5%に低下する。
- 3) 通貨供給の伸びは5~8%の低水準(60年代には10%をこえる国がおおかった)に維持される。
- 4) 技術進歩率は2%前後に低下する。

これらの要因は、以下のマクロ経済モデルの外生変数の経路を規定する。

1 エネルギー部門をふくむ単純マクロ・モデル

$$1) \text{ Household Consumption Expenditure} \\ C = c_0 + c_1 Y_d/P + c_2 KSp(-1)/P + c_3 C(-1) \\ c_0=3.2 \quad c_1=.35 \quad c_2=.005 \quad c_3=.5$$

$$2) \text{ Corporate Firm's Investment Expenditure (allocation from gross savings)} \\ I = (CCA(-1) + i1*(Sp(-1) + Sc(-1)))/P \\ CCA = \text{capital consumption allowance} \quad i1=.7$$

*) このほか、世界全体におよぼすインフレ・低成長の影響もまわりまわって日本経済に響いてくるが、海外からのこのような波及効果はさしあたって考察の対象としない。この方向を検討するには、世界経済モデルが必要であり、「経済学的研究班」のプロジェクトの一環として研究を進めている。

**) たとえば、経企庁経済研究所のターンパイク・モデルによる検討結果など。

* 京都大学経済研究所教授

- 3) Demand from Overseas (exports)
 $E = u_0 * Tu^{u_1} * (Px/Pu)^{u_2}$
 $u_0=18$ Tu =world trade index Xr =exchange rate
 $u_1=1.2$ Pu =world export price $u_2=1.5$
- 4) Total Output of Finished Product
 $Q = a_0 * K^{(1-\alpha)} * N^{\beta} * \exp(\gamma t + b_0(Pen/Xr/P - 1))$
 $a_0=1.3$ (scale factor) K =capital stock of non-energy sector
 $\alpha=0.4$ $\beta=0.6$ N =labor input
 $\gamma=0.02$ (rate of technical progress)
 $b_0=-.02$ (rate of change in capital efficiency in relation to the relative price of energy)
- 5) Public Spending (determined as residual to maintain total output equal to total demand)
 $G = Q - (C + I + E)$
- 6) Household Demand for Energy
 $Eh = e_0 * C^{e_1} * (PE2/P)^{e_2}$
 $e_0=.107$ $e_1 = 1$ (elasticity with respect to consumption)
 $PE2$ =price of secondary energy $e_2=-.2$ (price elasticity)
- 7) Industrial Demand for Energy
 $Ei = e_3 * Q^{e_4} * (PE2/P)^{e_5}$
 $e_3=.12$ $e_4 = .93$ (elasticity with respect to output level)
 $e_5=-.3$ (price elasticity with respect to relative price)
- 8) Energy Transformation from Primary to Secondary Energy
 $E2 = e_6 * Ke^{(1-e_7)} * E^{e_8}$
 $e_6 = .1$ Ke = capital stock in the energy sector
 $e_7 = .2$ $e_8 = .8$
- 9) $E2 = Eh + Ei$
- 10) Price Formation in the Non-Energy Sector (mark-up pricing)
 $P = (1+Rn) * (U/eta) + (CCA + Pm/Xr * M + PE2 * Ei) / Q$
- 11) Price Formation in the Energy Sector (mark-up pricing)
 $PE2 = (1+Rm) * (CCA2 + Pen/Xr * En) / E2$
- 12) Wage Determination
 $dU = u_0 * u_1^{u_1} * Pai + u_2 * (eta/eta(1 - 1))$
 $u_0=0$ $u_1=.8$ $u_2=1$
- 13) Wage Level
 $U = (1 + dU) * U(-1)$
- 14) Labor Supply
 $N = N0 * (1 + n1)^t$; $n1=.007$
- 15) Current GNP
 $Y = P * Q + PE2 * Eh - Pen/Xr * En - Pm/Xr * M$
- 16) Non-Energy Import
 $M = m_0 * Q^{m_1} * (Pm/Xr/P)^{m_2}$
 $m_0=.06$ $m_1=1$ $m_2=0$
- 17) Balance of Payments
 $BP = Xr * P * Ex - Pen * En - Pm * M + Rf * NFA * .01$
 Rf = overseas interest rate NFA = net foreign asset
- 18) Exchange Rate Determination
 $Xr = Xr(-1) * (1 + y1 * BP + y2 * (R - Rf))$
 $y1=.015$ $y2=.01$
- 19) Personal Income
 $Yp = U * N + R * KSp(-1) * .01$; R = interest rate
- 20) Corporate Income
 $Yc = Y - CCA - CCA2 - U * N$
- 21) Personal Income Tax
 $Tp = tp * (Yp - t0) * t1$
 $tp=.12$ $t0=15$ $t1=1.05$
- 22) Corporate Tax
 $Tc = tc * Yc$
- 23) Government Balance
 $Sg = Tp + Tc - P * G - R * DG(-1) * .01$
- 24) Personal Disposable Income
 $Yd = Yp - Tp$
- 25) Personal Saving
 $Sp = Yd - P * C - PE2 * Eh$
- 26) Personal Asset
 $KSp = KSp(-1) + Sp$
- 27) Allocation of Investment to Energy and Non-Energy Sectors
 $Ek = Ek0 * (1 + dPE2 - dP)$
- 28) Capital Stock in Energy Sector
 $Ke = Ke(-1) * (1 - Dp) + Ek * 1$
- 29) Capital Stock in Non-Energy Sector
 $K = K(-1) * (1 - Dp) + (1 - Ek) * 1$
- 30) Public Debt
 $Dg = Dg(-1) - Sg$
- 31) Demand for Real Cash Balance
 $L/P = L0 * L1 * (R - R0)^{L2}$
 $L0=.26$ $L1=1$ $L2=-.15$ $R0=6\%$
- 32) Money Supply
 $L = L * (1 + dL)^t$; $dL = .07$
- 33) Labor Productivity
 $eta = Q / N$
- 34) Net Foreign Asset
 $NFA = NFA(-1) + BP$
- 35) Inflationary Expectation
 $Pai = (1 - v1) * dP + v1 * Pai(-1)$; $v1=.6$
- 36) Capital Consumption Allowances
 $CCA = P(-1) * K(-1) * Dp$
 $CCA2 = P(-1) * Ke(-1) * Dp$

モデルの主要な特徴はつぎの通りである。

- 1) 総需要＝総供給がなりたつように財政支出が調節される。
- 2) 2次エネルギー需要は、家計と産業の需要からな

り、これを供給するのに必要な1次エネルギーはすべて輸入される。

- 3) 為替レートは、経常収支と金利格差の変動に反応する。(18式)
- 4) 投資資金は、一期前の貯蓄総額の一定部分があてられる。このうちエネルギー部門および非エネルギー部門への配分は、2次エネルギー価格上昇率と一般物価上昇率との格差によって決定される。(27式)
- 5) エネルギー価格の上昇は、家計部門・産業部門のエネルギー弾力性の大きさを通して、1次エネルギーの総需要を決定する。
- 6) 通貨供給は一定の比率で拡大し、貨幣需要関数(31式)を通して利子率が決定される。

各方程式のパラメータに与えられた数値は、70年代後半の日本経済の構造パラメータに近いものであり、全体系を、所与の条件のもとで7年間のシミュレーション期間にかんして解いてえられる解の経路は、表1にまとめられている。

解の経路では当初の国際収支悪化傾向を反映して、ゆるやかな為替レートの下落が進行し、これを背景に、輸出は、6.6%の伸びを示す。2次エネルギーの価格上昇率は高く、投資資金はより大き目の配分がエネルギー部門の資本ストックに対して追加される。この部門では、「資本とエネルギーの代替」が行われ、結果として2次エネルギー価格が相対的に上昇する(伸び率は、7.3%と一般物価3.9%にくらべて高い)。

5.2%の成長経路は、日本経済の能力を完全に利用するという前提で、財政赤字の拡大をいとわない場合に実現される。年々の財政赤字の結果、政府部門の債務、すなわち公債の残高(DG)は年率20%以上の率で拡大している。

2 シミュレーションー1 エネルギー価格の上昇

表1のNoteに示した数値は、基準ケースでの外生変数の経路である。エネルギー、非エネルギーの輸入価格も、世界工業製品価格も、ともに5%で上昇しつづけるものとし、また世界貿易の量的拡大率も5%と想定している。

何らかの理由で、エネルギー価格の上昇率が、10%に加速したとすれば、体系にどのような影響があるだろうか。本論の冒頭にのべた5つのチャンネルによって考察する。

2.1 賃金・物価の影響

輸入価格の上昇は国内生産物のコスト高を通して、

表1 Basic Path of the Model

major variables	value at year 1	Average rate of change for 7 years
Q	123.3	5.17 %
K	172.0	6.69 %
E2	15.7	3.51 %
Ke	22.1	9.19 %
EN	13.3	2.03 %
P	0.933	3.91 %
PE2	1.164	7.33 %
W	1.199	7.54 %
X	24.8	6.60 %
C	56.5	3.70 %
G	15.26	7.69 %
DG	14.88	22.4 %
Xr	1.00	-3.37 %

Note : dPe=dPm=dPw=dTW = 5 %

一般物価(P)を7年目で13%押し上げる。平均年率でいえば、約2%のインフレ率の加速がもたらされる。他方、賃金の上昇はこれに遅れ、実質賃金の低下、消費水準の低下がもたらされる。

2.2 国際収支と円レート

エネルギー価格の上昇によって、輸入額は増大し、国際収支の赤字拡大(もしくは黒字縮小)が発生する。これは円レートの下落をもたらす(7年目の終りには16%—表2の第1欄参照)。この結果、輸出価格(外国通貨建)はかえって低下し、輸出は増大する。この変化は、わが国経済のひとつの特徴であり、世界不況期には、「失業の輸出」として経済摩擦の原因になりやすい。

2.3 デフレ効果

輸入支払額の増加は、購買力の国外への「もれ」であり、実質所得の減少・消費の減少をまねく。またエネルギー価格の上昇は資本の効率を一部で損ない、潜在的な生産能力は低下する。トータルの結果としては、国内民間需要の減少は輸出の増加分を上まわり*** 財政支出は拡大せざるをえない。

2.4 エネルギー需要の減少

2次エネルギー価格の上昇は、需要の減少をもたらす(表2では12%)。さらに、エネルギー生産部門での「資本への代替」によって、1次エネルギーの需要水準は7年目の終りにおいて、14.5%、年率で、2%の減少がもたらされる。モデルの方程式(6)、(7)に示され

表2 Alternative Cases...Simulation Studies

	1) dPE 5% up	2) Energy saving effort by industry
Q	- 2.58	1.0
K	- 5.17	2.71
K2	- 11.9	- 3.43
Ke	- 1.6	2.48
EN	- 14.5	- 4.73
P	13.1	- 7.01
PE2	57.7	- 10.9
W	3.62	- 2.96
X	6.7	- 4.92
C	- 6.36	3.68
G	10.14	- 3.76
DG	29.8	- 15.0
Y	5.21	- 5.07
Xr	- 16.4	11.7

Notes : dPE=10% and the other exogenous inputs remain at 5% path. b0 changed from -02 to -.01, e3 from 1 to .9, and e4 from -.2 to -.3

1) Differences are measured by % difference in the final 7 th year.

2) The second case is compared with the first case, that is, all the exogenous inputs are the same as case 1.

た2次エネルギー需要の価格弾力性は高くないが、さきにものべたように、2次エネルギーが、一般物価にたいして40%以上(7年間で)の上昇を示す結果こうなるのである。

3 シミュレーション—2 省エネルギー努力

上記のようなケースでは、エネルギーの節約が若干もたらされるものの、インフレの加速、実質所得の減少がはなはだしい。もし、単に従来の価格弾力性にもとづく節約だけではなく、追加的な政策によって、節約が可能だったとすればどうなるだろうか。その方向としては、省エネルギー機器の普及、技術開発の促進、産業構造の転換がある。以下では、その結果として、家計部門の需要の弾力性が所得については、1から0.9に、価格については-0.2から-0.3に変化したものとする。また産業部門において、エネルギー高が資本効率を低める要因を少なくして、4)式のboが-0.02から-0.01になったものとする。

***) 世界不況下では、日本の輸出がさらに規制されることもある。

このような前提の変化によって、体系内の個々の変数にどのような影響があるだろうか。表2の第2欄は、第1欄と比較する形で、これを見たものである。

まず家計部門の2次エネルギー需要の低下によって、E2全体で3.4%の減少を示している。他方、非エネルギー部門の生産効率の拡大によって、資本蓄積が増大し、これによって、エネルギー部門における「資本による代替」も進み、1次エネルギーの需要は4.7%低下している。また、国際収支の若干の改善により、為替レートの低下率は減少し(11.7%)、この結果、物価上昇率も年率で1%と、大幅に低下している。これは実質所得・消費・資本形成をすべて促進する効果をもっ

ているわけである。

開放経済体系においては、省エネルギーのもつプラスの効果は、いろいろなチャネルを経ることによって、amplifyされるのである。

以上のシミュレーションは、マクロ経済モデルを用いた若干の実験であるが、このほか、賃金・物価のスパイラルのあり方、租税政策の効果など、いくつかの側面で有用な分析が可能である。

(文部省科学研究費補助金によるエネルギー特別研究 第2回講演会 講演 57. 7. 16 於東京)

話の泉

新規材料と省エネルギー

石油ショックを契機として省エネルギー時代に押込まれ、直接、間接を問わず凡ゆる面から検討が進められている。サンシャイン計画、ムーンライト計画からさらにスターライト計画を提称したい。

月はすでに人間の手に染められたが、無限大といえる星には何一つとして手が届いていない。僅かに光、電波などによる観測が行なわれているに過ぎない。

これらの星には地球には存在しない別の元素があるとして、その性能から驚異的材料の出現を期待することは果して無謀だろうか。ウラニウム以上の超元素が人工的に作り出された今日、さらに大きい飛躍が期待されるかも知れない。

少なくとも現状においては地球上に現存する元素を利用して新しい機能性材料を創造することですでに世界的に活動を始め、遂に国際的協力体制ができるらしい。これら新規材料の目的としては、従来にない新しい機能を発揮するもので、結果的には何れも直接、間接を問わず省エネルギーに繋がると思われる。

耐摩耗性材料は、機械の接触移動面の精度の保持とその寿命の延長から、取換回数減少となり、材料自体の消耗が減少する。電車のブレーキシュー、パンタグラフの集電バーなど手近かな例としてあげられよう。

これらは単に硬ければよいというような単純なも

のではなく、さらに靱性、或は緩衝性の必要が強調されている。別に工作用バイトに対してもダイヤモンドに次ぐ硬度をもっているCBNの靱性向上(例えばZrO₂の添加)に研究の焦点が向けられているらしい。

最近特に話題になっている超電導体はNbを中心として他の金属例えばGe, Sn, Gaなど、時にはさらに第3成分を追加した新規な材料が次々と研究されており、将来は有機金属と言われる耳馴れない高分子材料も話題に登っている。

これら新規材料が若し実用化された暁には、発電機関係における導線の節約から機械の小型化、送電関係においては送電線自体の小型化と送電ロス低下、超電導コイルによる電力貯蔵、各種電気機械の高速化、軽量化、小型化、冷却不要など省エネルギーは勿論のこと、省資材にも大きい効果が期待される。

金属の腐食による損失は年間当り、9600億円(イギリス)、1兆9000億円(西独)、4兆5000億円(アメリカ)で、日本では2兆5000億円という数字がみられる。これらの対策の一部としては耐錆性材料としての新しいタイプのステンレス合金、また耐食性材料はもとより、鉄錆と反応し固定する作用をもつ新しいタイプの塗料、貝、藻類の付着を防止する船底塗料など、船体の保護は勿論のこと塗装期間の延長など大きいメリットがある。(F)