

**ESRI Discussion Paper Series No.142**

**G D P ・ 物価の国際原油価格弾力性とその変遷**

by

前田 章

May 2005



内閣府経済社会総合研究所  
Economic and Social Research Institute  
Cabinet Office  
Tokyo, Japan

ESRIディスカッション・ペーパー・シリーズは、内閣府経済社会総合研究所の研究者および外部研究者によって行われた研究成果をとりまとめたものです。学界、研究機関等の関係する方々から幅広くコメントを頂き、今後の研究に役立てることを意図して発表しております。

論文は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません。

# GDP・物価の国際原油価格弾力性とその変遷

前田 章<sup>\*</sup>

---

<sup>\*</sup> 京都大学大学院エネルギー科学研究科助教授、内閣府経済社会総合研究所客員主任研究官

内閣府経済社会総合研究所でのセミナー（2005年4月22日）を通して、太田清上席主任研究官をはじめセミナー参加者の方々から貴重な助言とコメントを頂いた。また、研究の初期段階で、京都大学佐和隆光先生にご助言を頂いた。ここに感謝の意を表する。

# GDP・物価の国際原油価格弾力性とその変遷

## 要旨

### I. 趣旨

原油価格高騰による景気への悪影響が懸念される中、多くの研究機関が原油価格高騰による実質 GDP 押し下げ効果を算定している。なかでも、国際エネルギー機関（IEA）の試算によれば国際原油価格が 25 ドル/バレルから 40% 上昇した場合、米国 GDP は 0.3%、日本では 0.4%、ユーロ圏では 0.5% 減少するとされる。この IEA 試算結果は、国内外のメディアでも広く引用されて、原油価格高騰の景気への影響を議論する際のベンチマークになっている。

IEA の試算は大規模コンピュータモデルによるシミュレーションであるが、計算結果を左右するパラメータの設定等モデルの細部は十分には公開されていない。たとえ公開されていたとしても大規模モデルの中身というものは部外者にとっては極めてわかりにくい、いわばブラックボックスである。計算結果のみが一人歩きし、各国政府の政策形成に影響を及ぼすような状態はあまり健全な状態とは言えない。ではもう少し計算の中身がわかる形で同様の試算ができるかということ、確かになかなか容易ではない。実証分析研究なども数多くなされているが、そうした研究では原油価格上昇が GDP を押し下げるといった定性的な点では一致しているものの、その定量的な値については大きく幅があり、とてもコンセンサスが出来上がっているとはいえない。

こうした状況の背景にあるのは、そもそも原油価格とマクロ経済の定量的な関係は何によって決定付けられるか、という、より本質的な疑問を理論的に十分につめた研究がほとんどないということである。そこで本研究では、実質 GDP および物価の国際原油価格に対する弾力性とその歴史的推移を理論分析し、これを通して各国経済の原油に対する脆弱性を考察する。

### II. 手法

最終消費財生産部門、エネルギー変換（石油精製）部門、原油生産部門の三つの部門から成り、原油を唯一の貿易財とする、簡略化された経済体系を考える。国際原油市場が十分に競争的で、国内での生産構造が効率的であると仮定する。ミクロ経済理論に基づいた解析を行い、理論式を導出する。

これらの理論式の真の強みは、価格弾力性の歴史的推移を容易に算定できることである。これを通して、原油価格とマクロ経済の関係が 1970 年以降どのように変化してきたか、明確に把握することができる。

### III．結果

実質 GDP の国際原油（実質）価格弾力性の絶対値は、名目 GDP に占める原油純輸入金額の割合として算定される。さらに、国内での価格転嫁が完全になされる場合、国内消費者物価の国際原油価格弾力性は、[ 名目 GDP + 原油純輸入金額 ] に対する原油粗輸入金額の割合として算定される。

理論式による実質 GDP 押し下げ効果の計算値は、IEA の計算値とほぼ一致する。また、価格弾力性の歴史的推移からうかがえる原油価格と各国マクロ経済の関係は次のようにまとめられる。

1. 実質 GDP の原油価格弾力性および国内消費者物価の原油価格弾力性は、先進国では 80 年代後半まで大きく変動していたが、それ以降はほぼ安定して低い値を保っている。原油の影響の受け易さ（脆弱性）は、70 年代に比して大幅に低下しており、過去 15 年以上ほとんど変わっていない。脱石油・省エネルギー政策が功を奏してきたと解釈することもできる。
2. 先進各国の中で、日本は他国に比してはるかに原油に対して脆弱性の低い経済となっている。原油価格が 125 ドル/バレル程度以上にならない限り、第 1 次石油ショックと同程度の影響が発生することはない。
3. 中国は今世紀に入ってから急速に原油に対して脆弱な経済に変性してきた。近年の急速な経済発展と貿易構造の変化が反映されていると推察される。

### IV．結び

GDP や物価の原油価格弾力性を理論的に論じた文献は、他に例がない。もちろん、こうした理論式は前提によってその適用範囲が限定されていることは否めないが、原油に対する各国経済の脆弱性とその経年変化を概算し比較するには十分である。大規模コンピュータシミュレーションより仮定・前提がわかりやすく、政策形成の場に有用な情報を提供することができる。

## The Oil Price-Macroeconomy Relationship and its Historical Changes

### Abstract

This paper analyzes the macroeconomic impact of high oil prices on various national economies. Using an analytical model, I show that oil price-real GDP/nominal price elasticities can be estimated roughly from current oil prices, GDP, and oil imports and exports. In contrast to large-scale modeling, my approach is based on simple algebra and clear assumptions, and thus provides policy makers with a more transparent view of the vulnerability of economies to oil price increases, in terms of both GDP and domestic price levels; my model shows how this vulnerability declined sharply in the late-1980s and stayed low through the 1990s, and how the Euro-zone countries are becoming more vulnerable while Japan remains less so.

*Keywords:* World crude oil; Price elasticity; GDP; Consumer prices.

# GDP・物価の国際原油価格弾力性とその変遷

前田 章

(京都大学大学院助教授・内閣府経済社会総合研究所客員主任研究官)

## 1. はじめに

本研究では国際原油価格に対する実質国内総生産（GDP）および国内物価の価格弾力性について考察する。原油価格の上昇は原油および関連石油製品を原材料とする産業の生産コストを押し上げ、企業収益を圧迫する。その影響は価格転嫁を通じて他の産業へと波及し、国内経済全体の景気抑圧要因となる。こうした国内経済への影響は、マクロ的には国内総生産（GDP）の低下あるいは物価の上昇という形で計測されることになる。国際エネルギー機関（IEA）では原油価格高騰による実質 GDP 押し下げ効果を大規模コンピュータモデルシミュレーションによって計算し、レポートとして発表している(IEA: 2004)。この IEA 試算では、原油国際価格が 2004 年から向こう 5 年間 25 ドル/バレルを保つケースをベースケース、10 ドル上昇により 35 ドル/バレルへととなった状態が続いたとするケースを高価格ケースとして、二つのケースの比較により主要国の GDP 減少率を計算している。結果は、米国 GDP は 0.3%の減少、日本では 0.4%、ユーロ圏では 0.5%の減少となっている。この試算結果は、国内外のメディアでも広く引用されて、原油価格高騰の景気への影響を議論する際のベンチマークになっている。

IEA が計算に用いたモデルの詳細はレポートでは公開されていない。IEA 自身が開発しエネルギー需給予測などに用いている「世界エネルギーモデル」を基礎にしていると思われるが、その中身は部外者にとっては不明なままである。このようにモデルがブラックボックスのままで、計算結果のみが一人歩きし、各国政府の政策形成に影響を及ぼすような状態はあまり健全な状態とは言えない。ではもう少し計算の中身がわかるような方法や手法があるかということ、確かになかなか容易ではない。

原油価格上昇によるマクロ経済への影響を分析する学術研究、中でも石油価格と GDP(ないしはアウトプット)の関係を分析する研究は、大規模コンピュータモデルシミュレーションによる方法以外にも数多く存在する。それらは分析手法によって、実証分析によるもの、シミュレーションによるもの、理論分析によるものなどに分類できる。実証分析では Hamilton (1983)をはじめとして VAR (Vector Autoregressive) モデルによって時系列データを分析するものが主流である。こうした研究から総じて言えることは、石油とマクロ経済の関係は自明ではなく、非線形性などを含む上、時間とともに変化している可能性ある、と

ということである。また、GDP の石油価格弾力性の計測についても大きく幅があり、とてもコンセンサスが出来上がっているとはいえない。

シミュレーションとしてはケインズ型計量経済モデルが歴史的には主流であったが 80 年代以降は古典派的なモデリングが主流となっている。石油とマクロ経済の関係は長期的なエネルギー政策によって大きく左右される。ケインズ的な計量経済モデルは、本質的に過去のトレンドを外挿する形になっているため、短期的な経済予測にはよいが、エネルギー政策に影響された経済の構造的な変化を捉えることが難しい。また、ケインズの枠組みを基礎にしている限り、石油価格を明示的に組み込む際に、様々な工夫をしなければならず、そのモデリングの仕方が計算結果を大きく左右する。こうした問題に対して古典派的なアプローチ（リアルビジネスサイクルモデル、応用一般均衡モデル、それらのコンビネーションなど）ではより柔軟なモデリングが可能であるが、その際、パラメータが計算結果を大きく左右する。パラメータ設定は、カリブレーション、他の実証分析からの引用、分析者の裁量、といった方法があるが、いずれの場合もモデリング以上に経済の構造的変化を捉えることは難しい。

そこで、そもそも石油価格とマクロ経済の関係、さらには両者を結びつけるパラメータはいかにして決定されるか、という、より本質的な問題を考察することが必要となってくる。すなわち実質 GDP の国際原油価格弾力性がいかに決定されるかを実証とシミュレーションのどちらにも依存しない形で、理論的に考察するような研究が望まれる。本論文の問題意識はまさにここにある。

理論分析は大規模モデルによる研究と比較すると、シミュレーション以前にモデルパラメータを推定することにも等しく、本質的にカリブレーションと同じことをやっていることになる。しかし計算過程にブラックボックスとなる部分がない分、政策的なインプリケーションという点では大いに役に立つはずである。しかしながら、そのような理論分析は Bohi (1991)などを別にすれば、先行事例としては極めて少ない。

以上のような原油価格とマクロ経済の関係に関する研究の流れと問題点の詳細については、『補遺』を参照されたい。

ところで、IEA レポートは物価への影響についてはあまり関心を払っていない。原油高騰の GDP 押し下げ効果が実質的（リアル）な影響であるのに対して、物価は名目的（ノミナル）な影響であって、近年の経済理論の考え方からするとあまり本質的な論点ではないであろう。実際問題としても、デフレ傾向にある昨今の国内外の経済情勢において、原油上昇の物価への影響はあまり注目を集めるところではないであろう。

そうはいつても、物価への影響は、国内経済が原油に対してどれだけ脆弱であるか、という点に関して、GDP への影響とはまた違った情報を含んでいる。産業の下流への完全な価格転嫁がなされるとしたら、原油価格は一般消費者に直接的な影響を及ぼすことになる。そのため、物価への影響を分析することは、家計部門の原油にたいする脆弱性を考察する上で、重要な視点であると言える。



本研究では、国際原油価格に対する実質 GDP および物価の価格弾力性とその歴史的推移を理論分析し、これを通して各国経済の原油に対する脆弱性を考察する。IEA レポートのような大規模コンピュータモデルシミュレーションによるのではなく、あえて簡単ではあるがわかりやすい計算式を用い、何が GDP や物価への影響を決定付けるのかを考察したい。次節では分析の枠組みや前提について記述し、第3節にて実質 GDP、物価それぞれについて、国際原油価格弾力性を算定する理論式を提示する。これらの式に基づいて、第4節では、各国別影響度合い、その推移、石油ショックを引き起こすことのない価格上昇の許容範囲について概算を行う。第5節でまとめとする。関連する既存研究の概要は、本文とは切り離して『補遺』にまとめることとする。

## 2. モデル

最終消費財生産部門、エネルギー変換（石油精製）部門、原油生産部門の三つの部門から成り、原油を唯一の貿易財とする、簡略化された経済体系を考える。

最終消費財生産部門は、資本、労働、エネルギーを投入財として、一種類の最終消費財を生産する。エネルギー変換部門は、資本、労働、原油の投入によって、一種類のエネルギー製品を生産する。その際に投入される原油は国内生産分と輸入分の混合となる。原油生産部門は、資本と労働の投入によって原油を生産する。その際、生産される原油はエネルギー変換部門に回る国内消費分と輸出にまわる輸出分に振り分けされる<sup>1</sup>。数式としては以下のように表される。

最終消費財生産部門：

$$p_f \equiv p_f Q - \{rK_f + wL_f + p_e E\} \quad (1)$$

エネルギー変換部門：

$$p_e \equiv p_e E - \{rK_e + wL_e + p_d D + p_m M\} \quad (2)$$

原油生産部門：

$$p_c \equiv p_d D + p_x X - \{rK_c + wL_c\} \quad (3)$$

国民所得：

$$p_i \equiv r \sum_{j=f,e,c} K_j + w \sum_{j=f,e,c} L_j \quad (4)$$

$Q$ ：最終消費財生産量

$E$ ：エネルギー財（石油製品）

$D$ ：国内原油

$M$ ：輸入原油

$X$ ：輸出原油

$r$  : レンタル価格

$w$  : 賃金

$p_j$  : 利潤

$K_j$  : 資本

$L_j$  : 労働

$p_j$  : 財価格

( $j = f, e, c, i$  : 各生産部門を表す添え字)

$p_k$  : 原油価格

( $k = d, m, x$  : それぞれ国内、輸入、輸出を表す添え字)

GDP ( $Y$ ) は(1)~(4)の総和で表される。すなわち、

$$Y = \sum_{j=f,e,c,i} p_j = p_f Q + p_x X - p_m M \quad (5)$$

もし各生産部門が競争的であるなら、利益ゼロ、すなわち、

$$p_f = p_e = p_c = 0$$

であるので、

$$Y = p_i \equiv r \sum_{j=f,e,c} K_j + w \sum_{j=f,e,c} L_j$$

とも書き表すことができる。

(1)~(4)の体系はそれぞれの生産部門について生産関数を導入することにより、一意の解を与える一般均衡体系となる<sup>ii</sup>。その際、外生変数は原油の輸出入価格( $p_x, p_m$ )のみとなる。但し、価格体系が一意に決定されるためには特定の財(たとえば最終消費財)をニューメレルとする必要がある。最終消費財をニューメレルとした場合、全ての実質的価値・価格は最終消費財価格  $p_f$  で除した形で表される。こうした実質的価値・価格を次のように記すことにする。

$$\hat{Y} \equiv Y/p_f$$

$$\hat{p}_j \equiv p_j/p_f \quad (j = f, e, c, i)$$

$$\hat{p}_k \equiv p_k/p_f \quad (k = d, m, x)$$

$$\hat{p}_j \equiv p_j/p_f \quad (j = f, e, c, i)$$

### 3 . 理論分析

#### 3.1 実質 GDP の価格弾力性

分析の簡略化のため、次の仮定をおく。

仮定 1：国際原油市場は十分に競争的であり、原油輸出入価格に差が無い。

この仮定は、言い換えれば、原油国際価格を  $p$  として

$$p_x = p_m = p \quad (6)$$

ということである。この仮定のもとで(5)式は次のように簡略化されよう。

$$Y = p_f Q - p(M - X) \quad (7)$$

ここでさらに次のような仮定を置こう。

仮定 2：各生産部門は、価格体系所与のもとで利益最大化されており、現価格体系下で最適な投入・産出構造となっている。

この仮定は、各生産部門が価格所与のもとで、

$$\max p_j$$

なる問題を解き、その解が現行の投入、産出量となっている、と仮定するものである。この仮定のもとで、いわゆる「ホテルリングの補題 (Hoteling's Lemma)」<sup>iii</sup>によれば、投入財価格（あるいは産出財価格）の微小変化に伴う利益の微小変化は、その財の投入量（あるいは産出量）に等しい。これより、(7)式は次の関係を意味する。

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial \hat{p}} = \sum_{j=f,e,c,i} \frac{\partial \hat{p}_j}{\partial \hat{p}} = -(M - X) \quad (8)$$

さらにこれを変形して次式を得る。

$$h \equiv \frac{\partial \hat{Y}/\hat{Y}}{\partial \hat{p}/\hat{p}} = -\frac{p(M - X)}{Y} \quad (9)$$

$h$ は、最終消費財をニューメレールとして、実質 GDP の国際原油実質価格に対する弾力性を表す<sup>iv</sup>。

以上のことは次のようにまとめられる。

公式 1（実質 GDP の原油価格弾力性）：

「仮定 1、2のもとで、実質 GDP の国際原油実質価格弾力性の絶対値は、名目 GDP に占める原油純輸入金額の割合に等しい。」

### 3.2 消費者物価の価格弾力性

次に、最終消費財価格が国際原油価格の上昇によってどのような影響を受けるか考察してみよう。国内価格体系が硬直的ではなく完全な価格転嫁が起こるような場合を考え、次のような仮定をおく。

仮定3：最終消費財生産部門およびエネルギー変換部門は競争的である。

この仮定の意味するところは、それぞれの生産関数

$$Q = F_f(K_f, L_f, E)$$

$$E = F_e(K_e, L_e, D, M)$$

とその双対関係にある価格関数について、一次同次性が成り立つ、ということである<sup>v</sup>。

最終消費財部門におけるエネルギー財投入のシェアを $g$ 、エネルギー変換部門における輸入原油投入のシェアを $d$ とする。定義により、

$$p_e E = g p_f Q \quad (10)$$

$$p_m M = d p_e E \quad (11)$$

である。

ここで、仮定3のもとで、価格体系に対する双対性<sup>vi</sup>より、次の関係が成り立つ。

$$\frac{\partial p_f / p_f}{\partial p_e / p_e} = g \quad (12)$$

$$\frac{\partial p_e / p_e}{\partial p_m / p_m} = d \quad (13)$$

そこで、(10)～(13)式および(6)式から

$$\frac{\partial p_f / p_f}{\partial p / p} = g d = \frac{pM}{p_f Q} \quad (14)$$

を得る<sup>vii</sup>。

一方、(7)式より

$$p_f Q = Y + p(M - X)$$

であるから、消費者物価の原油価格弾力性を $e$ として、(14)式は次のように書き換えられることがわかる。

$$e \equiv \frac{\partial p_f / p_f}{\partial p / p} = \frac{pM}{Y + p(M - X)} \quad (15)$$

すなわち、次のようにまとめられる。

公式2（消費者物価の原油価格弾力性）：

「仮定1～3のもとで、国内消費者物価の国際原油価格弾力性は、[名目GDP + 原油純輸入金額]に対する原油粗輸入金額の割合に等しい。」

### 3.3 公式の意味合い

公式 1 と公式 2 は直感的にも分かり易い結論である。特に、公式 1 はあまりにも分かり易過ぎて、自明であるように感じられよう。しかしながら、このような形で実質 GDP の石油価格弾力性を明示的に示した文献は、ほとんどない。あまりにも自明すぎて書くまでもない、とするなら、この式を用いて原油価格高騰の GDP への影響を概算する文献があってもよいが、そうしたものも見当たらない<sup>viii</sup>。先に記したように、IEA をはじめとする多くの国内外研究機関の算定は大規模コンピュータモデルに基づいており<sup>ix</sup>、公式 1 のような分かり易い公式の対極にあるものである。

数量的な分析以外に、原油価格の国内経済への影響を定性的に論じるものは数多い。そうした文献の多くは、原油の輸入依存度に着目する。実際、「石油価格の上昇が経済に及ぼす影響度合いは、名目国内総生産(GDP)に占める石油輸入金額の比率によって決まる」(小峰:2004)といった指摘はしばしばなされる<sup>x</sup>。こうした指摘は大きく間違っていないが、正確ではない。

「経済への影響度合い」というときに、ファンダメンタルな(実質的な)影響と名目的な(ノミナルな)影響に分けて考える必要がある。前者は実質 GDP の減少、後者は物価の上昇と言い換えてよい。公式 1 および公式 2 が示すように、それぞれは互いに若干異なる。定性的議論でしばしば使われる「影響度合い」という言葉の意味合いが前者を意図しているものであるなら、

「名目国内総生産(GDP)に占める石油『純』輸入金額の比率」

としなければならない。もちろん、日本においては、原油の輸出はほぼゼロであるから、「純」があってもなくてもほとんど同じであるが、欧米諸国はその限りではない。次節で示すように、例えば米国は輸入量も多いが輸出量も多く、結果、原油高騰の GDP への影響は日本とほぼ同じ程度になっている。

また、「影響度合い」が後者(物価への波及)を意図しているものであるなら、公式 2 のとおり、

「名目国内総生産(GDP)と石油『純』輸入金額の和に占める石油『粗』輸入金額の比率」  
としなければならない。

公式 2 は公式 1 に比べれば、直感的に分かりにくいかもしれない。直感的な理解のため、米国と英国を考えてみよう。この二国はどちらも原油輸出大国であると同時に原油輸入大国でもある。米国の場合、輸入が輸出を上回っているため、「純」輸入国であり、英国は逆に「純」輸出国である。そこで、公式 1 から容易に分かるように、原油価格の上昇は、米国の場合、GDP の減少に直結し、英国の場合は、GDP の上昇につながる。一方、物価を考えると、公式 2 の分子がどちらもプラスであるので、両国とも物価上昇要因となる。これは輸出入構造がどうであれ、原油高によって、原材料のコスト増が生産物の価格に織り込まれる、いわゆるコストプッシュインフレが誘発されるからに他ならない。

ただし、こうしたコストプッシュインフレの度合いにも、輸出入構造の違いが反映され

る。公式 2 において輸入額を固定して考えてみると、輸出が大きくなるにしたがって分母が小さくなり、インフレ度合いが多くなることがわかる。原油の輸入が多いにもかかわらず輸出も多いということは、その国の経済にとって、原油が生産地域による違いがあまり意味を持たない財であること、言い換えると、国内外で代替性が高い財であることを意味する。そのため、国外の市況が国内市況に直ちに反映されることとなる。逆に、もし輸入も輸出も小さい国があるとすると、たとえそれが原油消費大国であったとしても、その国の経済は国際原油市場から切り離された経済となっており、そのため、国際市場の影響を受けにくいこととなる。

## 4 . 数量分析

### 4.1 実質 GDP への影響の算定

公式 1 を用いて、GDP への影響を試算してみよう。以下の試算にあたってはエネルギー経済研究所計量分析センターおよび OECD Energy Balance をデータソースとして用いた<sup>xi</sup>。

先に記したように、IEA 試算では、原油国際価格が 2004 年から向こう 5 年間 25 ドル/バレルを保つケースをベースケース、10 ドル上昇により 35 ドル/バレルへととなった状態が続いたとするケースを高価格ケースとして、二つのケースの比較により主要国の GDP 減少率を計算している。結果は、米国 GDP は 0.3% の減少、日本では 0.4%、ユーロ圏では 0.5% の減少となっている。比較を容易にするために、この試算と同じ条件、すなわち、25 ドル/バレルからの 10 ドル上昇として、日本、米国、ユーロ圏に加え、英国、中国、OECD 諸国全体について GDP 減少率を算定してみると、図 1 のようになる<sup>xii</sup>。

図 1 を見てみると、価格 10 ドルの上昇によって GDP は、日・米ともに、0.3% 強減少する。OECD 諸国全体で見ても同様であるが、原油国外依存度の高いユーロ圏では 0.6% となっている。この結果は IEA の試算結果と比較すると、日本が低め、ユーロ圏が高めに出ていることになる。近年石油依存度の高まっている中国では 0.5% 強の影響を受ける。IEA の試算にはなかったが、原油純輸出国である英国では 0.1% 強の GDP 上昇要因となる。

IEA の大規模コンピュータモデル計算は、国内物価上昇や雇用の変化といった国内経済の構造的変化もモデル計算に入れているが、GDP の短期的変化率をみるだけであれば、こうした構造変化は計算結果に大きな影響を及ぼさない。しかしながら、原油価格の変化と GDP の変化に伴って、長期的には世界の貿易構造が変化することが考えられ、これが計算結果に大きな影響を及ぼす可能性がある。本計算はこうした貿易の変化を全く捨象している点で問題があるといえる。ただ、こうした貿易構造変化は為替レートの変化を通じて引き起こされるものであることに注意する必要がある。IEA のレポートでは実は「為替レートは固定と仮定する」と明記されている<sup>xiii</sup>。言い換えると、IEA 試算においても本稿同様、貿易の変化は考慮に入れていない。こうした点が、IEA の計算と本計算とがほとんど同じ結果を与える理由といえよう。

さて、公式1を用いて、原油価格上昇がGDPに与える影響の経年変化を調べてみよう。IEA試算の前提が25ドル/バレルから35ドル/バレルへの上昇ということであったが、これは価格が40%上昇することと同じである。そこで、こうした価格の40%上昇に伴うGDP%変化として、価格弾力性×40とした値を年度ごとに算定してみると、図2のような結果が得られる。

図2を見てみると、日本はもちろんのこと、米国や英国でも原油価格上昇によってGDPが受ける影響は70年代では非常に大きかったが、日・米では80年代に入ってから、英国では70年代半ばから、その影響は弱まり始め、80年代後半から現在に至るまで低位安定の状態を保っていることがわかる。特に英国では81年から原油純輸出国に転じたことにより、原油価格上昇はGDP押し上げ要因に転じている。ただ、それも80年代後半以降、低位安定となっている。ユーロ圏の経年変化は、日本とほとんど同じ形になっている。

一方、中国は70年代半ばから原油輸出によって外貨を稼ぎ始めるが、経済成長に伴い国内消費量が増大し、96年には原油純輸入国に転落している。現在ではOECD諸国全体と同程度の原油価格に対する脆弱性をもっており、今後はますます脆弱性が強まると予想される。

二度の石油危機を経て、先進各国では省エネルギー政策、脱石油政策が進められてきたことは周知の通りである。そうした政策の成果が図2に見られるような80年代後半以降のGDP減少率の下げ止まりにつながっているといえよう。国際情勢を思い起こしてみると、90年代に入ってから湾岸戦争をはじめとして中東情勢の不安定は続いている。そうした中でも、石油危機のような大きな混乱がほとんど見られなかったことを考えると、昨今の石油高騰が先進国経済を深刻な混乱に陥れる可能性はほとんどない、と言ってもよいのではないだろうか。

## 4.2 消費者物価への影響の算定

次に、公式2を用いて、消費者物価への影響を試算してみよう。図2と同様に、比較を容易にするために、原油価格の40%上昇に伴う物価%変化として、価格弾力性×40とした値を年度ごとに算定してみると、図3のような結果が得られる。

図3を見てみると、ユーロ圏、日本においては、70年代から80年代半ばにかけて、国際原油価格の上昇が物価の高騰につながるような経済構造であったことがわかる。米国はユーロ圏、日本ほどではないが、それでも80年をピークにして、影響を受けやすい状況が80年代半ばまで続いた。いずれの国、地域も、90年代に入ってから低位安定の状態が続いている。ただ、2000年にはユーロ圏は跳ね上がりを見せている。2002年以降については統計データの不足のため、外挿による予測値を用いているが、ユーロ圏は引き続き若干高い値を示すと予想される。日本と米国は、比較的90年代と同じような安定した値を示すと予想される。以上のような状況は、図2にみるようなGDPへの影響と酷似している。

英国は他のOECD諸国とはやや異なった様相を呈している。74年をピークにして、それ

以降下がり続け、80年代半ばから低位安定になっている。前節でも述べたように、英国は81年を境にして原油純輸出国になっており、それ以降、GDPへの影響はプラスになっている。しかしながら、物価に関しては、低位安定に至るまでにはもう4、5年を要することになる。これは英国の原油純輸出が80年代前半に急増したことに対応する。86年以降、英国の原油純輸出は低位安定し、それが、物価の低位安定につながる事となる。

中国は90年頃まで物価への影響は無視できるほど小さかった。それ以降徐々に上昇し、2000年にはユーロ圏とほぼ同等の影響の受けやすさとなっている。前節でも述べたように、中国は96年を境にして原油純輸出国から純輸入国になっているが、その変化は物価への影響という点では全く顕在化していないと言える。

### 4.3 価格上昇の許容範囲

図2および図3では原油価格の40%上昇の影響を算定したが、公式1、2を用いれば、逆に、特定の影響を引き起こすような原油価格上昇幅を逆算することもできる。例えば、第一次石油ショック時においては、73年10月から74年1月にかけて2ドル/バレル台から11ドル/バレル前後まで価格が跳ね上がったと言われている。CIF価格で見ると上昇の幅は国によって異なるが、概して、年平均で100%から200%上昇している。これによって、実質GDPや物価は大きな影響を被った。こうした第一次石油ショック時の影響と同等の影響を現在において起こしえる原油価格はいくらであるか、を算定してみよう。

(9)式のように定義される $h$ を用いて、ある時点 $t$ における実質GDPの変化は次のように書ける(物価との対比のため、ここでは $p_t$ は不変とする)。

$$h_t \frac{\Delta p_t}{p_t}$$

したがって、第一次石油ショック時と同等の影響を与える価格は次のように計算される。

$$p_t + \Delta p_t = \left( \frac{h_{73}}{h_t} \cdot \frac{\Delta p_{73}}{p_{73}} + 1 \right) p_t$$

同じく、物価についても(15)式のように定義される  $e$  を用いて次のように計算される。

$$p_t + \Delta p_t = \left( \frac{e_{73}}{e_t} \cdot \frac{\Delta p_{73}}{p_{73}} + 1 \right) p_t$$

また、第二次石油ショック時と同等の影響についても同様の算定式が導かれる。ここ数年の定常的な価格水準が25ドル/バレルであったとして、第一次、第二次石油ショックの影響と同等の影響を与える価格水準(CIF価格)を、GDP面、物価面のそれぞれについて各国別に計算してみると、表1のようになる。

表1を見てみると、ここ数年の日本は米国、ユーロ圏、中国に比して、はるかに原油価格上昇に対して許容度が高いことがわかる。注目すべきは、中国であるが、OECD諸国に比してGDP面、物価面の双方で極端に低いことがわかる。近年の急速な経済成長とその結果としての原油依存体質がこうしたエネルギー面での脆弱性につながっていると推察される。



## 5 . おわりに

本研究では、国際原油価格に対する実質 GDP および国内物価の価格弾力性とその歴史的推移を理論分析し、これを通して各国経済の原油に対する脆弱性を考察した。IEA レポートのような大規模コンピュータシミュレーションによるのではなく、あえて簡単ではあるがわかりやすい計算式を用い、何が GDP や国内物価への影響を決定付けるのかを考察することとした。

国内での生産構造が効率的であるとして、短期的かつ直接的には、実質 GDP の国際原油（実質）価格弾力性の絶対値は、名目 GDP に占める原油純輸入金額の割合として算定される。また、国内での価格転嫁が完全であると仮定すると、国内消費者物価の国際原油価格弾力性は、[ 名目 GDP + 原油純輸入金額 ] に対する原油粗輸入金額の割合として算定される。これにより、原油価格上昇による実質 GDP 押し下げ効果および国内消費者物価押し上げ効果が簡単に算定できることになる。

こうした原油価格弾力性の理論式は自明であるように見えるが、実際にこれを明示した文献は皆無である。もちろん、理論式的前提によってその適用範囲も限定されるが、各国の原油に対する経済の脆弱性とその経年変化を概算し比較するには十分である<sup>xiv</sup>。また、この理論式による計算が、IEA のシミュレーションとさほど変わらない結果を与えることも特記すべき点であろう<sup>xv</sup>。すなわち、原油価格が平常時から 10 ドル上昇した状態が続いた場合、国によって実質 GDP は 0.3 ~ 0.6% 程度変化することが示された。国内物価についてもほぼ同程度の値が概算できる。

一方で実質 GDP あるいは国内物価の原油価格弾力性の推移を調べることにより、先進国では 80 年代後半以降ほぼ一定した原油に対する耐性をもっていることが示された。すなわち、先進各国では、既に 10 数年前から原油高騰の影響を受けにくい経済構造になってきている。特に日本は、他国に比してはるかに耐性のある経済構造となっていることがわかる。ただ一方で、ユーロ圏は近年日本よりは脆弱な構造に戻る兆しが若干見える。先進各国に対して、中国は今世紀に入ってから急速に原油に対して脆弱な構造に変性してきた。近年の急速な経済発展と貿易構造の変化が反映されていると言えよう。

## 補遺：石油価格とマクロ経済の研究の流れ

石油価格とマクロ経済の関係を分析する研究は、IEA「世界エネルギーモデル」のような大規模エネルギー・経済モデルを別にすれば、数限りなく存在し、アプローチも多岐に渡っている。Jones, Leiby and Paik (2004)は、1990年代半ば以降を中心にしてこうした研究をサーベイしている。米国エネルギー省(DOE)での研究会を基にしているため、米国内の景気動向への短期的影響に関する研究が中心になっている印象があるが、それでも、第1次・第2次石油ショック以降の石油価格に関する研究を幅広く取り上げている。また、Brown and Yüncel (2002)も同様なサーベイを行っている。以下では、これらのサーベイ論文を参考にしつつ、石油価格とGDP(ないしはアウトプット)の関係を分析する研究に絞って、独自のサーベイを行ってみたい。

石油価格とGDP(ないしはアウトプット)の関係を分析する研究の流れは、次のように大別される。

- 1) 実証分析
- 2) シミュレーション
  - ・ 計量経済モデル
  - ・ リアルビジネスサイクル(RBC)モデル
- 3) 理論分析

実証分析とは時系列データの検証で、VAR(Vector Autoregressive)モデルを用いる研究がほとんどと言ってよい。そもそも石油価格が景気変動要因となっているのかどうか、という点が長年の論点となっている。分析の考え方としては、データに依存するのみで、ミクロ・マクロ経済理論としてのモデリングを背景にしていない。これに対して、経済理論に則ってモデル構築するものが理論分析とシミュレーションである。シミュレーションは経済理論を基礎としているので、理論分析とシミュレーションは分かちがたいが、ここでは、シミュレーションを伴わない概念的な分析論を理論分析と呼ぶことにする。

シミュレーションの多くは景気への波及効果を分析するものである。経済理論の基礎としては、最近ではリアルビジネスサイクルに基づくものが見られるが、歴史的にはケインズ的な計量経済モデルが主流であった。シミュレーションは実証とは正反対に、モデルありきでそれにパラメータを当てはめる。パラメータはデータから推定できる場合もあれば、経験的な値という名のもとに恣意的に設定されることもある。いずれの場合もパラメータ設定はシミュレーション結果を大きく左右することになる。言い換えれば、シミュレーションによる影響の評価はパラメータ次第でいかようにもなる、という側面は否めない。しかも、大規模なモデルになればなるほど、パラメータ設定でのモデル作成者の恣意性は大きくなっていき、部外者からは段々ブラックボックスとなっていく。結局、実証的な分析

も経済理論を基礎におくモデルも石油と GDP の関係を定量的に把握する上では一長一短があると言える。

## 1) 実証分析

一般に石油価格上昇は景気のスローダウンをもたらすと考えられる。しかし、実証的な立場の研究者はこのことは必ずしも自明ではなく検証が必要であるとしている。Hamilton (1983)は、第二次大戦以降の米国の不況と石油価格上昇との関連を VAR によって検証し、両者に関連がないとは言えない、としている。特に、72 年以前を見てみると、原油価格上昇と不況との関連性を否定する帰無仮説は有意水準 0.01% のレベルで棄却されること、また、73 年以降についても、国内総生産と原油価格との間に系統的な関係があると判断するに足る、統計的に十分な証拠が見取れること、を示している。すなわち、第二次大戦以降の不況と石油価格上昇は偶然の一致ではないといえる。さらに、72 年以前においては、原油価格上昇とそれに続く不況の両方を統計的に説明する第 3 の要因は見当たらないこと、唯一輸入価格が、原油価格上昇に先立つ動きを見せている可能性があること、などを示している。72 年以前に関しては、在庫、設備稼働率、BEA ( the Bureau of Economic Analysis ) 景気先行指標、金利、株式市場など、どれを取っても、原油価格の動きを予測する指標にはなりえていないことも示している。言い換えると、景気と石油価格がたまたま第三の経済指標に連動して動いたため、両者の関係が連動しているかのようにみえた、ということはない、と言える。Hamilton の研究以降、石油危機のみに限定せず、より一般的な視野でマクロ経済の動きと原油価格の関連性を統計的に分析する論文が数多く現れた ( Burbidge and Harrison: 1984 など )。

Hamilton (1983)から発展するひとつの方向性として挙げられるのは、石油価格の影響の非対称性である。Hamilton の分析が対象とした時期のほとんどは、石油価格の上昇時期であった。一方 80 年代以降、石油価格はしばしば大幅な下落を見せている。Hamilton とそれに続く多くの分析が結論付けるように、石油価格上昇がマクロ経済を押し下げるのであれば、石油価格下落は逆に景気押し上げ要因となってよいはずである。ところが、「石油価格上昇 不況」に比べて、「石油価格下落 好況」はそれほど明確ではないように思える。

Mork (1989)は石油価格の大幅な下落が起こった 1985 年を含めると、Hamilton の結論は変わってくる可能性があるとした。価格上昇時と下落時に説明変数を分けることによって非対称性を検証し、価格下落時には石油価格と GDP には相関関係が認められないとした。Morry (1993)も価格上昇時と下落時に説明変数を分けることによって同様の結論を得ている。

こうした非対称性を説明する理由として一般に言われていることは、次のようなものである ( Haminton:1988 など )。石油価格の上昇・下落は直接的には生産の押し下げ・押し上

げ要因である点は変わらない。ただし、上昇にせよ下落せよ、価格の変化に伴って生産は資源投入の調整を迫られ、不要な調整コスト (adjustment cost) を負担することになる。その結果、価格上昇時はマイナスの効果が重なり、価格下落時はプラスとマイナスの効果が打ち消しあう形になる。これが非対称的な効果を作り出す、というものである。

調整コスト以外の理由としては、石油価格変動に対して取られるケインズのマクロ経済政策の有無、さらにはその遅れや失敗を挙げる論者もいる。そのほかにも、石油価格の動きそのものが不確実要因となって金融市場に悪影響をもたらす、という議論もある。これは、石油価格上昇時、下落時のそれぞれの不確実性が、調整コストと同じように、上昇時にはマイナスを増幅する効果を、下落時にはプラス・マイナスを打ち消しあう効果をもたらす、というものである。

Balke, Brown and Yücel (2002)は米国経済を対象にして、VARモデルによって、こうした非対称性を考察している。非対称性が生み出される要因として考えられる、調整コスト、恣意的な金融政策、石油価格の不確実性、のうち、少なくとも金融政策のみに、非対称性の原因を認めることはできない、としている。

Lee, Ni and Ratti (1995)はHamilton (1983)やMork (1989)と同様のVARをより精緻な分析に発展させている。戦後の石油価格の変動を見ると、期間の区切り方によってその統計的性質は大きく異なっている。そのため、期間の区切り方によって、石油価格対GNP関係の推定結果は変わってくる可能性がある。Lee, Ni and RattiはGARCHモデルによって価格変動ボラティリティーの時間変化に焦点を当てた。その結果、Morkと同じく非対称性を確認しつつ、さらに踏み込んで、石油価格が比較的安定的に推移しているような経済環境における価格ショックの影響は、そうでない場合のショックの影響よりも大きい、との結果を得ている。

Hooker (1996a)は1973年を境にして、石油価格と米国マクロ経済指標の関係は大きく変化していることを示し、その原因について考察している。1973年以前は、Hamilton (1983)やMork (1989)と同様に、石油価格と米国マクロ指標の間にはグランジャー(Granger)因果性が認められるが、1973年より後は、認められない。その理由として考えられることは、1)1973年頃に米国の経済指標が構造的な変化を起こしてしまっているのではないかと、2)石油価格が米国経済にとって内生変数化してしまっていて、石油価格自身が他のマクロ経済指標から影響を受けるようになっているのではないかと、3)非対称性が因果関係を不明確にしているのではないかと、などである。Hookerはどの理由も当てはまらない、と結論付けている。

Hamilton (1996)はHookerのこの結論を認めつつも、それでも、石油高騰と不況の因果関係は不変である、としている。1985年以降石油価格は四半期毎に見て、上昇と下落を激しく繰り返しているが、これを純上昇分(前四半期の最大値を上回った場合のみ今四半期の上昇としてカウント)で見ると、高騰は不況を引き起こしており、石油価格のマクロ経済での重要性は変わらないと結論付けている。Hooker (1996b)はさらにHamilton (1996)に

反論して、次のように議論している。すなわち、分析方法として「純上昇分」という指標に恣意性がある、また、方法論を認めるとして、同じ方法で1985年以前、さらには、1973年以前について分析してみた場合、価格とマクロ経済の因果関係は時代とともに弱くなっていることが示される、としている。最近では、Hamilton (2003)が石油価格とGDPの関係に非線形性を仮定して、計量分析している。

以上からわかるように、Hamilton (1983)は石油価格とマクロ経済の関係の計量分析研究について非常に強い影響を与えた。こうした結論から得られるインプリケーションとしては、石油とマクロ経済の関係は自明ではなく、時間とともに変化しており、かつ、非対称性があるというだけで済まされるほど単純ではない、ということであろう。さらには、石油とマクロ経済は片方向のみの因果関係とは限らず、マクロ政策を通して相互に影響し合っているかもしれない。そこで、経済運営に関心のある研究者達は、石油価格上昇時に取られてきたマクロ経済政策の有効性について分析を深めている。

Bernanke, Gertler and Watson (1997)はVARモデルを用いて、適切な金融政策によって石油価格ショックの影響を除去することは可能であったはず、との見解を示している。これに対して、Hamilton and Herrera (2004)は、Bernanke, Gertler and Watsonの用いたVARモデルとcounterfactualシミュレーションが石油ショックの影響を低く見積もりすぎているとして、石油価格に対抗する金融政策の有効性はそれほど高くない、と結論付けている。Hamilton and Herreraに対して、Bernanke, Gertler and Watsonはさらなる反論をしている。

以上のようなHamilton (1983)とそれに続くVARモデル分析の多くは、石油価格と米国マクロ経済の因果関係に直接的な関心を持つものである。具体的に米国のGNP/Oil Price弾力性がいくつになるか、についてはあまり大きな関心が寄せられてはいない。ただ、前述のMorry (1993)は、それ以前の研究をサーベイし、米国のGNP/Oil Price弾力性の推定結果一覧をまとめている。それによれば、価格弾力性は最小で0.006、最大で0.203、と大きくばらつきがあり、とてもコンセンサスが出来上がっているとはいえないことがわかる。さらには、Lee, Ni and Ratti (1995)やHooker (1996a)の研究とそれらに続く研究からわかるように、こうした価格弾力性は時代とともに変化している可能性がある。しかも、その変化の様子についてさえ、とてもコンセンサスが出来上がっているとはいえない。

石油価格対GDP関係の大きさを米国以外の国々と比較する研究は決して多くはない。その数少ないもののひとつとして、Mork, Olsen and Mysisen (1994)は、Hamilton (1983)、Burbidge and Harrison (1984)、Mork (1989)を踏襲する形で、米国、カナダ、日本、ドイツ、フランス、英国、ノルウェーの7ヶ国を対象にして分析・比較を行っている。結果は、1)ほとんど全ての国において、1992年までのデータで石油価格とGDPの反比例関係は確認でき、また、非対称性も存在する。2)ただ、そうした反比例関係は国によって違いがある。石油価格上昇に

対する経済の脆弱性という点では、石油純輸入国の中で、米国が一番大きい。石油純輸出国であるノルウェーは、直感の通り、石油価格上昇によって経済は好況となる。ところが、英国は石油純輸出国であるにも関わらず、純輸入国と同じように石油価格上昇は不況につながる。

Bjørnland (2000)はドイツ、ノルウェー、英国、米国について、同じく VAR モデルによる分析を試みている。さらに Bjørnland はケインズの枠組みで、石油価格のみならず、総需要、総供給のそれぞれに外的なショックが加わった場合の国内景気の変動をシミュレーションしている。それによれば、ノルウェーを除く3つの国では、石油価格ショックの影響は短期的には経済に対して負に働き、さらに米国には長期的に見てもネガティブなものとなる。ドイツ、英国、米国の3国においては、1973 - 74 の石油価格ショックは、1970 年代半ばの不況を説明する重要な要因となっている。その一方で、1980 年代初頭の不況は、石油価格以外の、需要または供給の擾乱によってもたらされている。このほかにも Abeyasinghe(2001) は ASEAN 4 カ国 (インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ)、新興産業国 (香港、韓国、シンガポール、台湾)、中国、日本、米国、その他の OECD グループについて、VAR モデル分析と比較を行っている。

Mork, Olsen and Mysen や Bjørnland の分析結果は、エネルギー需給構造が異なれば石油価格対 GDP 関係も異なることを示しており大変興味深い。しかしながら、単に国際間の比較にとどまり、石油価格対 GDP 関係を決定付ける理論的基礎については議論がなされないままである。Bjørnland は、VAR モデルの背景として、ケインズ形の計量マクロモデルを想定している。それに基づいて、長期的なアウトプットの水準に影響を与えるのは供給ショックと石油価格ショックで、需要ショックではない、と論じている。こうした考え方は RBC モデルの考え方に通じるものがある。

## 2) シミュレーション

### 計量経済モデル

計量経済モデルによる石油価格変動の影響の分析は 80 年代に盛んに行われた。その理論的基礎は IS-LM に基づく総需要曲線と Philips 曲線や価格・賃金の硬直性を論拠にする総供給曲線である。言うまでもなく、オーソドックスなケインズモデルの枠組みには石油が含まれていない。そのため、石油価格の影響を分析する際には、石油をいかにして総需要曲線や総供給曲線をシフトさせる要因として記述するか、が最も重要な論点となる。基礎となる計量モデルが同一だとしても、石油の影響のモデリングやパラメータ設定によって、結果は大きく変わってくる。

スタンフォード大学エネルギーモデリングフォーラム(EMF)の研究プロジェクト:EMF7 はさまざまな研究者・実務家によるモデルの構造の違い、およびその計算結果の違いを比較検討し、Hickman, Huntington and Sweeney, eds.(1987)にまとめている。ここでは 80 年代の

米国で著名な計量経済モデルとして 14 モデルが取り上げられている。各モデルの計算条件をそろえた上で、特定の石油ショックシナリオや金融政策シナリオに対する米国経済の GDP、雇用、物価などの変化の様子を比較し、これを通して、各モデルの共通点・相違点が詳しく議論されている。

Hickman, Huntington and Sweeney, eds. (1987)とそれに続くような研究の多くは、国内経済のモデリングと分析に論点を絞っており、閉鎖系経済モデルになっている。これに対して、Beenstock (1995)は石油輸入型発展途上国 (IMF 定義による OICDs) を対象にして、国際貿易と国際資金移動を考慮した計量経済モデルを提示している。国内の短期的な動学はケインズの枠組みに従いつつ、長期的には通貨市場を通じた国内物価の均衡を達成する形になっている。Beenstock によれば、1961 ~ 1989 のデータで、

GDP :

$$\ln GDP = -1.69 - 0.039\Delta \ln PCOM - 0.026 \ln POIL_{-1} + 0.499 \ln K + 0.072 \ln (M/P)_{-1} + 0.541 \ln GDP_{-1}$$

物価 :

$$p = 1.92 + 0.47(\Delta M/M)_{-1} + 0.604 \ln (M/P)_{-1} - 0.42 \ln GDP_{-1} + 0.11\Delta \ln (PX_{ic}E)_{-1} + 0.31p_{-1}$$

と推定される。

このふたつの式から長期的な均衡状態における GDP、資本、物価、石油価格の関係が次のように導かれる。

$$\ln GDP = const. + 1.226 \ln K - 0.064 \ln POIL - 0.137p^e$$

すなわち、長期的な GDP の石油価格弾力性は 0.064 と推定されることとなる。

多くの国際機関はマクロ経済政策分析のツールとして、多国間貿易を考慮した大規模マクロ計量経済モデルを開発している。OECD は INTERLINK、IMF は MULTIMOD という名前のモデルを長年開発している。どちらのモデルも短期的には標準的ケインズモデルを基礎にして賃金や物価の硬直性を考慮し、長期的は生産関数を導入することによって古典派的な均衡を考慮している。INTERLINK モデルでは OECD 加盟国は国ごとにモデル化され、非 OECD 諸国は地域ブロックごとにモデル化されており、それぞれは貿易、資金移動、為替レートを通して結びつけられている。国内生産は一部門に簡略化され、資本と労働を投入要素とする Cobb-Douglas 型で表されている。MULTIMOD モデルもほぼ同様な構造を持っている。Dalsgaard, Andre and Richardson (2001)、Hunt, Isard and Laxton (2001)はそれぞれ国際石油価格の上昇が世界経済に与える影響を分析している。各国 GDP の対石油価格弾力性の計算結果は、-0.01 ~ -0.002 程度となっている。ただ、どちらも国内生産が一部門に簡略化されているため、石油価格は国内経済の中で明示的に扱われることはない。石油は貿易財として扱われているため、石油価格上昇は輸入価格の変化を引き起こし、それが国内物価に波及していく形になる。石油価格が生産に直接影響を与えるわけではないという点で構造的な問題を持っていると言える。そして、この問題は多くのマクロ計量経済モデルによる石油価格上昇の影響分析研究に共通する問題点と言える。

計量経済モデルは、短期的な経済予測ツールとして依然一般的ではあるが、石油価格の影響の分析という点ではいくつかの問題を抱えている。そもそも多くの計量経済モデルは、パラメータ推定の際に Lucas 批判から逃れがたいという問題を抱えている。そうした問題に加えて、石油の場合は、VAR モデルでの議論からわかるように、石油価格が経済に与える影響のメカニズム自体が変化してきている可能性がある。本質的に過去のトレンドを外挿する形になっている計量経済モデルでは、こうした構造的な変化を捉えることができない。また、ケインズの枠組みを基礎にしている限り、石油価格を明示的に組み込む際に、様々な工夫をしなくてはならず、そのモデリングの仕方が計算結果を大きく左右する。計量経済モデルによる石油価格の影響の分析は、本質的にはインフレ（またはデフレ）の分析であって、その契機が石油になっているに過ぎない、と言えるかもしれない。

### リアルビジネスサイクルモデル

リアルビジネスサイクル（RBC）モデルの枠組みに石油を明示的に取り込むことによって、石油価格変動と景気変動を明示的に結びつける理論は、Finn (2000)、Rotemberg and Woodford (1996)、Kim and Loungani (1992)、Miguel, Manzano and Marín-Moreno (2003)などによって研究されている。このうち、Finn、Rotemberg and Woodford、Kim and Loungani は貿易の無い閉鎖経済を想定したもので、Miguel, Manzano and Marín-Moreno は一般財の輸出、国外金融投資、石油の輸入のある開放経済を想定したものである。

Finn (2000)のモデルは、生産関数に資本稼働率  $u$  を導入し、その資本稼働率をエネルギー投入量と関連付けている。すなわち、

生産関数を

$$y_t = F(z_t l_t, k_t u_t) = (z_t l_t)^q (k_t u_t)^{1-q}$$

とし、さらに、エネルギー投入量が資本稼働率によって次のように決定されるとする。

$$e_t = k_t \cdot \frac{u_0 u_t^{u_1}}{u_1}$$

これにより、生産関数は、労働、資本、エネルギーの関数として次のように書けることになる。

$$y_t = (z_t l_t)^q \left[ k_t^{(1-\frac{1}{u_1})} e_t^{\frac{1}{u_1}} \left( \frac{u_1}{u_0} \right)^{\frac{1}{u_1}} \right]^{(1-q)}$$

3つの生産要素に対して規模に対する収穫一定（CRS）を保持しているので競争均衡モデルとなっている。さらに、Finn は資本蓄積を次のような動学に従うとする。

$$k_{t+1} = (1 - d(u_t))k_t + i_t$$



$$d(u_t) = \frac{w_0 u_t^{w_1}}{w_1}$$

このアイデア自体は他の RBC モデルで提案されているものであるが、Finn のモデルでは資本稼働率  $u$  が先のようにエネルギー投入量と関連付けられているので、エネルギー投入量が資本蓄積の動学を左右することになる。これが景気変動につながる仕組みである。

Finn はこのモデルを米国の経済に合うようカリブレートした上で、シミュレーションを行い、石油価格上昇に伴う GDP の動きを考察している。

Rotemberg and Woodford (1996)のモデルは、Finn とは異なり、生産に不完全競争を仮定し、それが摩擦となって景気変動につながる、としている。生産要素を労働とエネルギーのみとして、生産関数を次のように書く。

$$Y_t = Q(V(H_t), E_t)$$

さらに、不完全競争を表すために次のようなマークアップ率  $\mu \geq 1$  を導入する。

$$Q_E(V(H_t), E_t) = \mu p_{E_t}$$

$$Q_V(V(H_t), E_t) V_H(H_t) = \mu w_t$$

このマークアップ率になんらかの動学的な振る舞いを仮定すると、景気変動が引き起こされることになる。Finn のモデルに比べて恣意的な部分が多く、不完全競争こそが唯一の景気変動の根源である、というのが主要論点である点で、議論の余地が残るものである。

Kim and Loungani (1992)のモデルは、Kydland and Prescott (1982)を修正した Hansen (1985)のモデルにエネルギーを付加するものである。生産関数を労働 ( $h$ )、資本 ( $k$ )、エネルギー ( $e$ ) の関数として、

$$y = th^q [(1-a)k^{-u} + ae^{-u}]^{-(1-q)/u}$$

とし、Solow Residual をあらわす技術 ( $t$ ) の部分に次のような確率過程を仮定する。

$$t_t = a_0 + a_1 t_{t-1} + e_t$$

さらに、エネルギーの価格として、次のような確率過程を導入する。

$$p_t = g_0 + g_1 p_{t-1} + \Phi_t + h\Phi_{t-1}$$

また、効用関数に次の形を仮定する。

$$U(c, p) = \ln c + Ap \ln(1 - h_0)$$

(ただし、 $p$  は労働に従事する人員の割合)

Finn (2000)や Rotemberg and Woodford (1996)の研究よりも時期的に先んじたものであるが、Solow Residual の影響と労働の非分割性の議論が混ざり合って、石油のみの影響が不明確になっている感がある。それでも初めて RBC モデルの枠組みにエネルギーを明示的に取り込んだ点は評価されよう。

Miguel, Manzano and Marín-Moreno (2003)は石油輸入国を想定した、開放経済系の RBC モデルを提示している。生産関数は Kim and Loungani (1992)と同様の CES を入れ子にした Cobb-Douglas にしている。石油輸入 ( $e$ ) をファイナンスする資金として、純輸出 ( $xn$ ) と

国外金融投資 ( $b$ ) を導入し、経常収支と国内生産の振り分けを次のように記述する。

$$xn_t = p_t e_t + b_{t+1} - (1+r)b_t$$

$$y_t = c_t + i_t + xn_t$$

前述の閉鎖系経済の RBC に無い仮定として、資本蓄積に調整コストを導入する。すなわち、

$$i_t = k_{t+1} - (1-d)k_t + \Phi(k_t, k_{t+1})$$

$$\Phi(k_t, k_{t+1}) = \frac{f}{2} \left( \frac{k_{t+1} - k_t}{k_t} \right)^2$$

石油輸入価格 ( $p$ ) に次のような確率過程を仮定する。

$$\ln p_t = \bar{p} + r \ln p_{t-1} + e_t$$

この外生的な確率過程と資本蓄積に導入した調整コストが、非線形性やタイムラグを含んだ競争均衡の確率変動を作り出す要因になっている。

### 3) 理論分析

Bohi (1991)は、エネルギー価格上昇による企業生産や GDP の低下は、価格上昇に伴う直接的効果と資本 - エネルギー代替や労働 - エネルギー代替といった間接的な効果によってもたらされるとし、多くの研究がエネルギー価格上昇によるマクロ経済への影響を大きく見積もり過ぎている、と主張する。Bohi は資本 ( $K$ )、労働 ( $L$ )、エネルギー ( $E$ )、エネルギー価格 ( $P_E$ ) として、アウトプット ( $Q$ ) は

$$Q = F(K, L, E)$$

ネットの生産 ( $Y$ ) は

$$Y = Q - P_E E$$

これより、

$$\frac{d \ln Y}{d \ln P_E} = \left[ \frac{P_K K}{Y} \right] \frac{d \ln K}{d \ln P_E} + \left[ \frac{P_L L}{Y} \right] \frac{d \ln L}{d \ln P_E} - \left[ \frac{P_E E}{Y} \right]$$

となる、としている。この式の第 1 項はエネルギー価格上昇による資本 - エネルギー代替効果、第 2 項は同じく、労働 - エネルギー代替効果、第 3 項は直接的な (純) 生産減少である、としている。その上で、70 年代の石油価格ショックの前後の、ドイツ、日本、英国、米国における製造業の生産額、エネルギー投入強度、労働、賃金、資本蓄積、在庫などの動きから判断して、上記三つの効果はどれも小さいと考えられると論じている。

Bohi の研究は VAR モデルや計量経済モデルのどれとも異なった理論的な視点から考察しているものであり、その後の多くの研究で引用されている。しかし、一方で分析に問題点が残されている。まず、生産主体とその生産の定義、特にグロスとネットの違い等が不明確で、 $d \ln Y / d \ln P_E$  の式を導出する前提がはっきりしない。グロスの生産関数  $F$  が一次同次で、競争市場であるならば、

$$Q = \frac{\partial F}{\partial K} K + \frac{\partial F}{\partial L} L + \frac{\partial F}{\partial E} E$$

$$= P_K K + P_L L + P_E E$$

となるので、

$$Y = P_K K + P_L L$$

となっていないといけない。これでは、Bohi のような式には至らない。Q ではなく、Y について生産主体が最大化行動を取っているという仮定すると、

$$Y = Q - P_E E$$

が最適化されていることになる。その場合、包絡線定理より、

$$\frac{\partial Y^*}{\partial P_E} = -E$$

となるので、Bohi の第 1 項、第 2 項は現れてこないはずである。

式以外の問題点としては、製造業の生産額、エネルギー投入強度、労働、賃金、資本蓄積、在庫などについて、70 年代の石油価格ショック前後の変化しか考察していないという点が挙げられる。これらの変化には、石油価格以外多くの要因が作用しているはずであるから、論理として推論の域を出ていない。

以上のような問題は残されているが、Bohi の分析は実証とシミュレーションのどちらにも依存しない形で影響の原因を考察している点で興味深いものとなっている。

## 文献

- [1] Abeyasinghe, T. (2001). "Estimation of Direct and Indirect Impact of Oil Price on Growth." *Economic Letters* 73: 147-153.
- [2] Balke, N. S., S. P. A. Brown, and M. K. Yücel (2002). "Oil Price Shocks and the U.S. Economy: Where Does the Asymmetry Originate?" *The Energy Journal* 23(3): 27-52.
- [3] Beenstock, M. (1995). "An Econometric Model of the Oil Importing Developing Countries." *Economic Modelling* 12(1): 3-14.
- [4] Bernanke, B. S., M. Gertler and M. Watson (1997). "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks." *Brookings Papers on Economic Activity* 1: 91-142.
- [5] Bjørnland, H. C. (2000). "The Dynamic Effects of Aggregate Demand, Supply and Oil Price Shocks—A Comparative Study." *The Manchester School* 68(5): 578-607.
- [6] Bohi, D. R. (1991). "On the Macroeconomic Effects of Energy Price Shocks." *Resources and Energy* 13: 145-162.
- [7] Brown, S. P. A., and M. K. Yüncel (2002). "Energy Prices and Aggregate Economic Activity: An Interpretive Survey." *Quarterly Review of Economics and Finance* 42: 193-208.
- [8] Bruno, M. "Raw Materials, Profits and the Productivity Slowdown." *NBER Working Paper* No.660. April 1981.
- [9] Burbidge, J. and A. Harrison (1984). "Testing for the Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autoregressions." *International Economic Review* 25(2): 459-484.
- [10] Dalsgaard, T., C. Andre, and P. Richardson (2001). "Standard Shocks in the OECD INTERLINK Model." OECD Economics Department Working Papers No. 306, ECO/WKP(2001)32.
- [11] Finn, M. G. (2000). "Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity." *Journal of Money, Credit and Banking* 32: 400-416.
- [12] Hamilton, J. D. (1983). "Oil and the Macroeconomy since World War II." *Journal of Political Economy* 96: 228-248.
- [13] Hamilton, J. D. (1988). "A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle." *Journal of Political Economy* 91: 593-617.
- [14] Hamilton, J. D. (1996). "This is What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship." *Journal of Monetary Economics* 38: 215-220.
- [15] Hamilton, J. D. (2003). "What is an Oil Shock?" *Journal of Econometrics* 113: 363-398.
- [16] Hamilton, J. D., and A. M. Herrera (2004). "Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy." *Journal of Money, Credit and Banking* 36(2): 265-291.

- [17] Hansen, G. (1985). "Indivisible Labor and the Business Cycle." *Journal of Monetary Economics* 16: 309-327.
- [18] Hickman, B. G., H. G. Huntington, and J. L. Sweeney, eds.(1987). "Macroeconomic Impacts of Energy Shocks." North-Holland, Amsterdam.
- [19] Hooker, M. A. (1996a). "What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship?" *Journal of Monetary Economics* 38: 195-213.
- [20] Hooker, M. A. (1996b). "This is What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship: Reply." *Journal of Monetary Economics* 38: 221-222.
- [21] Hunt, B., P. Isard, and D. Laxton (2001). "The Macroeconomic Effects of Higher Oil Prices." International Monetary Fund, IMF Working Paper, WP/01/14.
- [22] IEA. "Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy." May 2004. ([http://www.iea.org/Textbase/Papers/2004/High\\_Oil\\_Prices.pdf](http://www.iea.org/Textbase/Papers/2004/High_Oil_Prices.pdf))
- [23] Jones, D. W., P. N. Leiby, and I. K. Paik (2004). "Oil Price Shocks and the Macroeconomy: What Has Been Learned Since 1996." *The Energy Journal* 25(2): 1-32.
- [24] Kim, I.-M., and P. Loungani (1992). "The Role of Energy in Real Business Cycles." *Journal of Monetary Economics* 29: 173-189.
- [25] Kydland, F. and E. Prescott (1982). "Time to Build and Aggregate Fluctuations." *Econometrica* 50: 1345-1370.
- [26] Lee, K., S. Ni, and R. A. Ratti (1995). "Oil Shocks and the Macroeconomy: The Role of Price Variability." *The Energy Journal* 16(4): 39-56.
- [27] Miguel, C. de, B. Manzano, and J. M. Marín-Moreno (2003). "Oil Price Shocks and Aggregate Fluctuations." *The Energy Journal* 24(2): 47-61.
- [28] Mork, K. A. (1989). "Oil and the Macroeconomy when Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results." *Journal of Political Economy* 97: 740-744.
- [29] Mork, K. A., Ø. Olsen, and H. T. Mysen (1994). "Macroeconomic Responses to Oil Price Increases and Decreases in Seven OECD Countries." *The Energy Journal* 15(4): 19-35.
- [30] Mory, J. F. (1993). "Oil Prices and Economic Activity: Is the Relationship Symmetric?" *The Energy Journal* 14(4): 151-161.
- [31] OECD. *Energy Balances of OECD Countries, 2001-2002 -- 2004 Edition*. 2004.
- [32] OECD. *Energy Balances of Non-OECD Countries, 2001-2002 -- 2004 Edition*. 2004.
- [33] Rotemberg, J. J., and M. Woodford (1996). "Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity." *Journal of Money, Credit and Banking* 28: 549-577.
- [34] 小峰隆夫：「原油価格の上昇と日本経済」コラム：景気を語るこの指標 . NIKKEI NET . (2004 年) ( [http://www.nikkei.co.jp/keiki/kataru/20040929c779t000\\_29.html](http://www.nikkei.co.jp/keiki/kataru/20040929c779t000_29.html) )
- [35] 小宮隆太郎：「第二次石油危機と世界経済」『季刊現代経済』1980 年冬号
- [36] 財団法人日本エネルギー経済研究所計量分析部：「EDMC/エネルギー・経済統計要覧」(2004 年)
- [37] 電力中央研究所：「2004・2005 年度短期経済予測 (2004 年 8 月) 原油価格高騰長期化

のリスク 」2004年8月

[38] 室田泰弘：「エネルギーの経済学」日本経済新聞社（1984年）

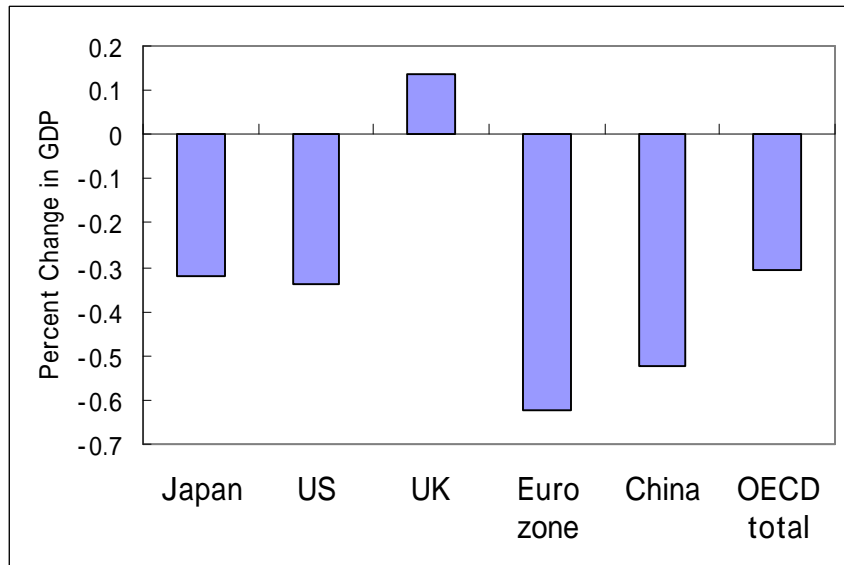


図1．原油価格上昇に伴う GDP の変化：各国比較  
 (IEA 試算と同条件、2001 年までのデータの基づいた予測)

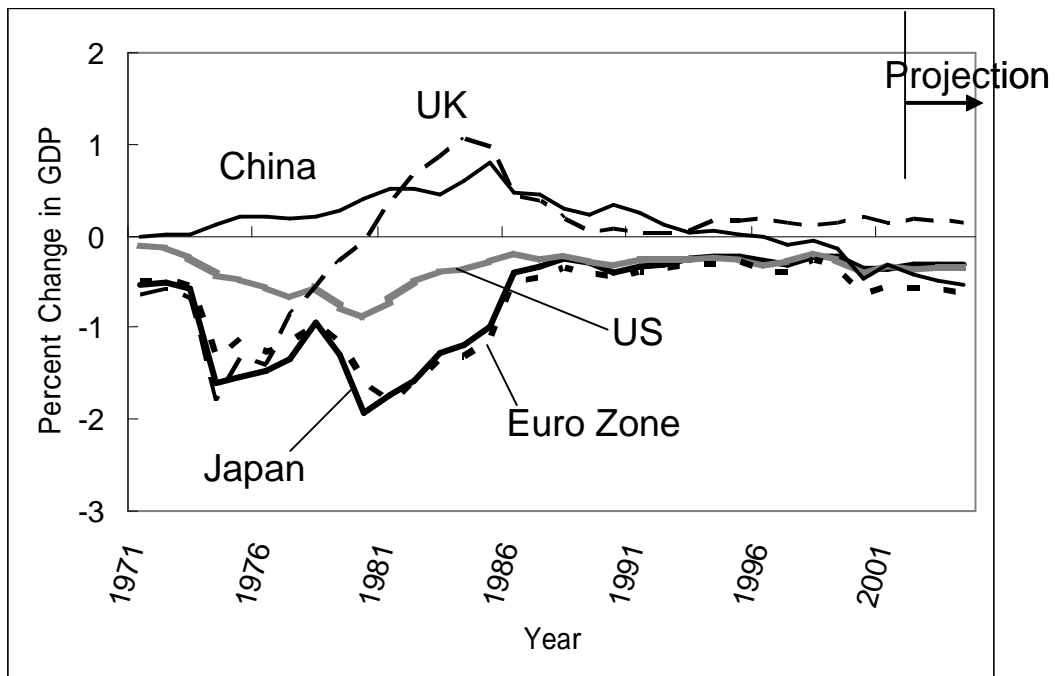


図2．実質 GDP の国際原油価格弾力性 ( × 40 ): 経年変化

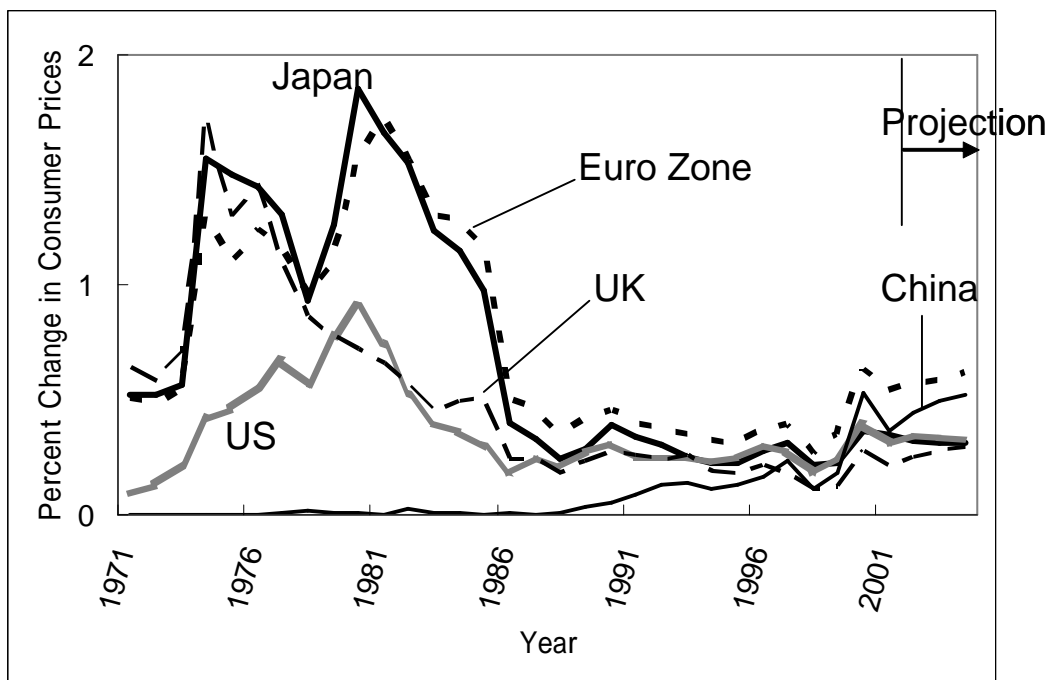


図3．国内物価の国際原油価格弾力性（×40）：経年変化

表1．過去の石油ショック時と同等の影響を与える可能性のある原油価格水準

		Japan	US	UK	Euro zone	China	OECD total
第一次石油 ショックと同等	GDP面	127	40	(ゼロ以下)	67	24	66
	物価面	126	40	132	67	25	55
第二次石油 ショックと同等	GDP面	129	81	(ゼロ以下)	77	12	102
	物価面	128	82	110	77	26	81

(基準：各国一律25\$/bとする)

(単位：ドル/バレル)



付録1 . 図2の数値

Year	価格40%上昇によるGDPの変化[%]						OECD全体 OECD total
	dP/P	0.4					
	日本 Japan	米国 US	英国 UK	ユーロ圏 Euro zone	中国 China		
1971	-0.52669	-0.09792	-0.64274	-0.51292	0.001376	-0.4339	
1972	-0.52164	-0.12686	-0.56721	-0.48674	0.004222	-0.4354	
1973	-0.57208	-0.22029	-0.69385	-0.55029	0.012959	-0.54507	
1974	-1.60767	-0.41784	-1.78845	-1.33694	0.112262	-0.91352	
1975	-1.53898	-0.4649	-1.31947	-1.11878	0.212244	-0.7771	
1976	-1.47709	-0.56284	-1.41468	-1.27403	0.206129	-0.83175	
1977	-1.34451	-0.67426	-0.85994	-1.17874	0.198413	-0.82737	
1978	-0.9543	-0.56227	-0.55244	-0.96565	0.200136	-0.70813	
1979	-1.30359	-0.76338	-0.25983	-1.14259	0.281907	-0.94592	
1980	-1.93774	-0.87716	-0.07263	-1.59976	0.415987	-1.14425	
1981	-1.73544	-0.7101	0.364522	-1.79553	0.519199	-1.03099	
1982	-1.59121	-0.48907	0.65785	-1.59984	0.523315	-0.80825	
1983	-1.27365	-0.38315	0.859072	-1.34021	0.443221	-0.62091	
1984	-1.18408	-0.3486	1.050396	-1.32421	0.609574	-0.58125	
1985	-0.99631	-0.28129	0.968834	-1.17058	0.809843	-0.47368	
1986	-0.40125	-0.18023	0.419346	-0.49965	0.474655	-0.22444	
1987	-0.33059	-0.24826	0.38011	-0.46403	0.444203	-0.2563	
1988	-0.24863	-0.20167	0.191498	-0.35196	0.28607	-0.19364	
1989	-0.28754	-0.27056	0.067141	-0.42094	0.228806	-0.25459	
1990	-0.39594	-0.31066	0.082758	-0.44909	0.346117	-0.28524	
1991	-0.34257	-0.25249	0.04093	-0.40386	0.242886	-0.23497	
1992	-0.3098	-0.24985	0.042357	-0.36836	0.118835	-0.22429	
1993	-0.25222	-0.24762	0.050135	-0.3449	0.032537	-0.20699	
1994	-0.22669	-0.23677	0.158636	-0.32497	0.054467	-0.18861	
1995	-0.22359	-0.25332	0.174124	-0.30338	0.008567	-0.18701	
1996	-0.27948	-0.3076	0.177612	-0.37925	-0.01613	-0.23242	
1997	-0.31671	-0.27982	0.143993	-0.39231	-0.10488	-0.22155	
1998	-0.21905	-0.1819	0.115659	-0.27165	-0.05037	-0.14841	
1999	-0.22979	-0.25125	0.145037	-0.34907	-0.14683	-0.19945	
2000	-0.36659	-0.39456	0.215819	-0.63591	-0.46135	-0.31836	
2001	-0.3515	-0.31373	0.142656	-0.54566	-0.32293	-0.27504	
2002	-0.32452	-0.3482	0.179159	-0.574	-0.42541	-0.29983	
2003	-0.31557	-0.3417	0.158503	-0.5929	-0.49454	-0.30044	
2004	-0.3183	-0.3388	0.138206	-0.62281	-0.52405	-0.30791	

projection  
↓

付録2 . 図3の数値

価格40%上昇による消費者物価の変化 [%]						
Year	dP/P	0.4				
	日本 Japan	米国 US	英国 UK	ユーロ圏 Euro zone	中国 China	OECD全体 OECD total
1971	0.520093	0.09776	0.641921	0.506506	0.000323	0.446917
1972	0.517395	0.126485	0.578387	0.480967	0	0.452169
1973	0.564091	0.219212	0.701677	0.543154	0	0.564377
1974	1.545565	0.413865	1.733478	1.301358	0	0.931221
1975	1.481971	0.460215	1.298998	1.095379	0	0.794774
1976	1.424486	0.555878	1.434295	1.24157	0	0.844181
1977	1.300784	0.668123	1.101364	1.149593	0.010997	0.844091
1978	0.932066	0.568613	0.857871	0.945188	0.013065	0.734574
1979	1.262448	0.77699	0.772326	1.114154	0.005516	0.99296
1980	1.848207	0.907442	0.718219	1.548999	0.011887	1.213227
1981	1.663281	0.735502	0.663921	1.728035	0.002691	1.118057
1982	1.530336	0.517646	0.569387	1.542913	0.023453	0.909852
1983	1.234351	0.398819	0.449597	1.297689	0.011187	0.722178
1984	1.150039	0.364522	0.492654	1.286392	0.006907	0.694299
1985	0.972097	0.297936	0.500706	1.145573	0.002485	0.589995
1986	0.397263	0.186169	0.246681	0.498163	0.007811	0.277822
1987	0.32788	0.254961	0.246919	0.462582	0	0.318333
1988	0.247092	0.206963	0.181802	0.351544	0.00978	0.238296
1989	0.28549	0.275433	0.237786	0.419804	0.035545	0.304922
1990	0.392061	0.314076	0.277086	0.448052	0.048442	0.340395
1991	0.339665	0.256056	0.262313	0.402224	0.087797	0.285542
1992	0.307416	0.251992	0.243008	0.366627	0.133397	0.273946
1993	0.250644	0.249528	0.262192	0.343644	0.135756	0.254905
1994	0.225414	0.238512	0.191071	0.324935	0.109579	0.239249
1995	0.22235	0.254891	0.183308	0.303033	0.128795	0.241361
1996	0.277539	0.307304	0.21714	0.378212	0.164599	0.300408
1997	0.314218	0.280994	0.178965	0.392353	0.23723	0.285509
1998	0.21786	0.183274	0.11381	0.27085	0.11727	0.190932
1999	0.228473	0.252924	0.125161	0.347796	0.181895	0.258432
2000	0.363263	0.39278	0.27955	0.630762	0.534515	0.417433
2001	0.348437	0.311937	0.220963	0.539986	0.366226	0.377756
2002	0.321908	0.345726	0.254062	0.567579	0.439629	0.410692 projection
2003	0.313103	0.338042	0.277851	0.586246	0.496288	0.420825 ↓
2004	0.315791	0.334076	0.29532	0.614551	0.518815	0.439314

注釈)

<sup>i</sup> エネルギー変換部門と原油生産部門において輸出入原油と国内原油を別の財として扱うことは、生産地域の異なる同質財間に不完全代替性を仮定する、いわゆる「Armington 仮定」である。

<sup>ii</sup> エネルギー変換部門(2式)における原油の輸入分と国内分の振り分け、および、原油生産部門(3式)における輸出分と国内分の振り分けについては、Armington 係数の導入が必要となる。ただ、エネルギー変換部門では国内原油と輸入原油を別々に扱う生産関数を導入すれば、係数はその関数の中に含まれる。生産関数の中でも同一の財とするなら、別途 Armington 係数の導入が必要である。一方、原油生産部門に関しては、生産財を国内向けと輸出向けに振り分ける Armington 係数が必ず必要となる。

<sup>iii</sup> ホテリングの補題 (Hoteling's Lemma):

利益を一般的に  $p(y) \equiv \sum_j p_j y_j$  と書き、 $p^* = \max_y p(y) = \sum_j p_j y_j^*$

とするとき、

$$\frac{\partial p^*}{\partial p_j} = y_j^*$$

である。

<sup>iv</sup> ここにいう「実質」は、最終消費財をニューメールとした価値を意味する。従って、ここでの実質 GDP は国民経済計算 (SNA) で用いられる実質 GDP とは若干異なる。一般に、実質・名目の計算は基準年や基準財の取り方によって変わるので注意が必要であるが、本論文ではそうした統計上の議論は捨象することにする。

<sup>v</sup> 原油生産部門を仮定に含めない理由は、そもそもこの仮定自体が非常に強い仮定であることに加えて、1) 最終消費財やそれに近い財は比較的競争が激しい部門と考えてよい、一方で、2) エネルギー産業、特に最上流であるエネルギー資源開発産業は、どの国においても国家エネルギー政策上重要な産業と位置づけられており、一般消費財とは異なった規制と保護のもとにある、からである。

<sup>vi</sup> 生産構造と価格体系の双対性についてよく知られていることは次の通り。

生産関数としてコブ - ダグラス関数を仮定する場合を考えよう。二つの財の投入によって生産を行う主体を想定して、次のように書く。

$$Q = F(K, L) \equiv AK^a L^{1-a} \tag{a-1}$$

この主体の利益は次のように書ける。

$$p = pAK^a L^{1-a} - (rK + wL) \rightarrow \max_{K, L} \tag{a-2}$$

(a-2)式は次の最適性の条件を意味する。

$$aAK^a L^{1-a} = (r/p)K \tag{a-3}$$

$$(1-a)AK^a L^{1-a} = (w/p)L \tag{a-4}$$

(a-1)式、(a-3)式、(a-4)式より

$$a = \frac{rK}{pQ}$$

$$pQ = rK + wL$$

であるので、パラメータ  $a$  は生産要素の投入シェアを表している。

(a-3)式および(a-4)式より

$$Q^a = \left\{ \frac{r/p}{a} \right\}^a K^a$$

$$Q^{1-a} = \left\{ \frac{w/p}{1-a} \right\}^{1-a} L^{1-a}$$

として両辺を掛け合わせれば、

$$Q = \frac{1}{p} (r/a)^a (w/(1-a))^{1-a} K^a L^{1-a}$$

したがって、

$$p = \frac{1}{A} (r/a)^a (w/(1-a))^{1-a} \quad (\text{a-5})$$

である。さらに、(a-5)式は次の関係を意味する。

$$\frac{\partial \ln p}{\partial \ln r} = a \quad (\text{a-6})$$

生産関数として CES 関数

$$Q = F(K, L) \equiv A \{ bK^q + (1-b)L^q \}^{1/q}$$

を仮定する場合も、同様にして(a-6)と同じ関係が導かれる。すなわち、

$$\frac{rK}{pQ} = bK^q \left( \frac{A}{Q} \right)^q$$

$$p = \frac{1}{A} \left\{ b^{\frac{1}{1-q}} r^{\frac{-q}{1-q}} + (1-b)^{\frac{1}{1-q}} w^{\frac{-q}{1-q}} \right\}^{\frac{1-q}{q}}$$

となっており、

$$\frac{\partial \ln p}{\partial \ln r} = bK^q \left( \frac{A}{Q} \right)^q$$

となっている。

vii 原油輸出価格  $p_x$  の影響は直接的には現れてこない。この影響が現れるパスとしては、原理的には次の二つがあり得る。

- 1) (3)式で表される原油生産部門において、原油輸出価格に連動する形で国内向け原油価格  $p_d$  が上昇し、(2)式で表されるエネルギー変換部門においてエネルギー財価格に影響を及ぼす、というパス
  - 2) (3)式で表される原油生産部門において、原油輸出価格に連動する形でレンタル価格や賃金が上昇し、(1)式で表される最終消費財生産部門、(2)式で表されるエネルギー変換部門において、それぞれ消費財価格、エネルギー財価格に影響を及ぼす、というパス
- ここで、本論文では、輸出原油と国内原油は基本的に別の財として扱っている (Armington

仮定)ことに注意する必要がある。このため、たとえば原油生産部門が国内原油について便乗値上げをする、などの企業行動が無い限り、原油の輸出価格と国内価格が連動することは基本的にあり得ない。したがって、1)の可能性は、輸出価格と国内価格を連動させる特殊なロジックを導入しない限り、考える必要がない。また、仮定3で原油生産部門を除外していることから、原油輸出価格がレンタル価格や賃金に反映される関係式(数学的には双対性)が欠落することになる。実情としても、レンタル価格や賃金は資本の国際移動や国内外のマクロ経済情勢によって決まり、原油輸出価格に、(間接的に影響されることはあったとしても、)直接的に影響されるものではない、と考えるのが自然である。そのため、2)の可能性についても考える必要がない。

<sup>viii</sup> Bohi (1991)は本稿とは異なる形で個別産業について、(7)式と同様の意味合いを持つ式を示している。ただ、補遺でも記したように、いくつかの問題が残されていると思われる。また、室田(1984)は p107 で Bruno(1981)の定義する「技術退歩率」について解説しており、これが本稿(7)式と同様の意味合いを持つものとなっている。ただし、分析の枠組みとしてエネルギー輸入しか考慮されておらず、解釈のし直しのために若干の説明が必要となる。

<sup>ix</sup> 国内経済への影響の分析については、たとえば電力中央研究所(2004)などが試算を行っている。

<sup>x</sup> 原油価格上昇に伴う石油輸入国から産油国への所得の一方的移転(トランスファー)を論じるものとしては小宮(1980)などもある。

<sup>xi</sup> 原油輸入価格として、各国毎の CIF 価格(輸送・関税込み陸揚げ価格)を用いた。ユーロ圏の価格はフランスの価格で代用。中国の価格は日本の価格で代用。OECD 計の価格は US の価格で代用。2001 年についてはデータ欠落のため日本はユーロで、UK は US で代用。

<sup>xii</sup> エネルギー需給の OECD 公式発表データは 2001 年までしかないので、それ以降については移動平均によって外挿を行なう。

<sup>xiii</sup> 為替レートを決定するメカニズムについてはいろいろな理論があるが、本質的には国の経済力を反映すると考えてよい。図 1 を見る限りは日米の GDP 変化はほぼ同じなので円対ドルレートはほとんど影響されないといいよい。この点では IEA の仮定も結果的にではあるが、それほど的外れな仮定ではないと言える。一方、ユーロは対円・対ドルで下落、ポンドは上昇の可能性があり、この点は別途分析の必要があろう。

<sup>xiv</sup> 本論文のフォーカスは原油であるが、公式 1 および 2 で示した式の適用範囲は実は原油にとどまらない。導出の過程からわかるように、最終消費に供することのない中間消費財であれば全く同様の議論ができる。ただ、現実問題としては、今日原油ほど大規模に国際取引される純粋な中間消費財は他にあまり例を見ないといってもよからう。そういう点では、本論文の論理展開が最も適するのは、やはり原油のみと言える。

<sup>xv</sup> 中国については IEA レポートでは試算結果が示されていないので、本試算との比較はできない。昨今の経済情勢からすると、本試算の消費者物価上昇率は低すぎるようにも感じられる。ここでの試算は 2001 年までの OECD 発表エネルギー需給データからそれ以降を単純に外挿して求めている。そのため、昨今の中国における急速なエネルギー需要の伸びを反映できていない可能性がある。また、昨今の実際の原油価格上昇幅としても、NY マーカ

---

ンタイルの WTI 先物と実際の CIF 価格は異なるので現状は直ちにはわからないが、ここでの試算の前提としている 25 + 10 ドル/バレルを大幅に上回る上昇となっている可能性がある。こうしたことから、現状とここでの試算結果を一概に比較することはできない。