

# The Silent Oil Crisis<sup>1</sup>

---

## トランスログ型費用関数の推計

大阪大学 本間正明研究会

Horn Theara

小幡 一詞

佐久間 誠

滝 順次

2005年12月

---

<sup>11</sup>本稿は、2005年12月3日、4日に開催される、ISFJ（日本政策学生会議）、「政策フォーラム2005」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、本間正明教授（大阪大学）、跡田直澄教授（慶応義塾大学）、西山博幸助教授（近畿大学）、八代尚光（経済産業省）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得べき誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

# 要旨

近年、原油をはじめとするエネルギー価格の上昇が世界的な注目を集めている。2004 年から顕著になった原油価格の上昇は 2005 年に入り、さらに勢いを加速している。この原油価格上昇の要因は需給の逼迫と投機的資金の流入である。今後の価格動向は予想しがたいが価格上昇の可能性を否定できない。理論的には、エネルギー価格が上昇した場合、GDP の減少・物価の上昇につながる。その影響の度合いはエネルギーと他の生産要素との代替弾力性の大きさによって変わる。代替の弾力性が高ければ影響は小さく抑えられ、低ければ大きな被害を被ることになる。

我々は費用関数を用いて代替の弾力性を計測し、エネルギー価格の変動が与える影響について考察を行う。ここでは、エネルギー・資本・労働を生産要素に含み、技術を考慮したトランスログ型費用関数を用いる。推計から明らかになったことは技術進歩によってエネルギー投入量が減少していること、労働とエネルギーが代替的で、資本とエネルギーが補完的、またエネルギー価格の自己価格弾力性が高く不安定な動きをしていることである。技術進歩によってエネルギー消費量が減少しているのは石油危機後に官民協力した省エネルギー政策に効果があったことを示す。また、エネルギーの自己価格弾力性の高さは、原油価格の変動にエネルギー量が敏感に反応していることを表し、原油価格自体の変動を抑える原油価格安定化が有効であると結論付けられる。

政策によって直接輸入価格を安定化させることはできないが、その影響を小さくすることは可能である。そのための政策として、価格安定化のための原油備蓄放出を提言する。現在、石油備蓄は供給がストップするなどの非常事態用に蓄えられており、現在の原油備蓄法の下では原油価格高騰時の価格安定化のために使用できない。しかし、原油備蓄法改正による備蓄基準を緩和し、戦略的に原油備蓄を放出すべきである。(793 字)

## 目次

### はじめに

## 第 1 章 現状分析

- 第 1 節 原油等のエネルギー価格の推移
- 第 2 節 原油価格変動の要因と今後の動向
- 第 3 節 エネルギー価格の経済への影響
- 第 4 節 エネルギー政策の現状
- 第 5 節 問題意識

## 第 2 章 先行研究

## 第 3 章 実証分析

- 第 1 節 トランス・ログ型費用関数
- 第 2 節 計測結果

## 第 4 章 政策提言

### おわりに

### 補論 データの作成方法・出所

### 参考文献

### 図表

## はじめに

近年、原油価格をはじめとするエネルギー価格の上昇が世界的な注目を集めている。2000年頃から始まった原油価格の上昇は緩やかなペースで上がりつづけていたが2004年に入ってからはその傾向は鮮明になり、2005年に入りさらに勢いを加速している。世界の原油価格基準である WTI 価格は 8 月に史上最高値である 70 \$/bbl<sup>2</sup> を突破した。この価格は 2005 年初頭の 2 倍近い値であり、2005 年に入ってからの高騰が読み取れる。

現在の高騰の要因は基本的に需給の逼迫によるものであるが、投機筋からの資金流入も大きな影響を価格に与えている。まず、需要面について見ると中国に代表される発展途上国の国々の需要の伸びが大きい。供給面では、ロシア等の供給は増えているものの最も重要な供給源である中東の OPEC に加盟する国々の供給が 80 年代からあまり増えておらず、現在の供給量では限界に近づきつつある。需要の伸びに対して供給があまり増えていない状況が需給の逼迫を呼び込み原油高の主因となっている。2000 年代に入ってからの上昇傾向については需給の接近によって説明がつくが 2005 年に入ってからの上昇はむしろ投機的要因が強い。世界的な金余りという背景がある中で、今後値上がり期待される原油の先物市場に資金が流入したことが原油価格を現在の石油危機時を超える水準まで押し上げた。今後の価格動向については不確定要素が多く、低下するか上昇するか予想することは極めて困難である。今言えることは原油価格が更に上がるという可能性は否定できず、さらなる価格上昇にも対応できる体制を整えておく必要があるということである。

エネルギー価格の上昇が経済に与える影響は GDP の減少、物価の上昇等である。今後のエネルギー価格動向を考慮すると、エネルギー価格が経済に及ぼす影響を考えることは重要である。エネルギー価格の上昇に対してエネルギー以外の生産要素の投入量が増加すれば、影響を小さくすることが可能である。そこで、我々はトランスログ型生産関数を推計して代替の弾力性を求める。分析結果からこれまでのエネルギー政策の評価を行い、今後のあるべきエネルギー政策について考える。

本論分は 4 つの章から構成されている。第 1 章では、現在の原油価格高騰の現状について述べる。第 2 章ではこれまで行われたトランスログ型費用関数を用いた研究を概観する。そして、第 3 章では最近のデータを基にトランスログ型費用関数を用いた我々の計測結果について説明する。最後に第 4 章では、分析結果をもとに日本への影響を少なくするための政策提言を行う。

<sup>2</sup> バレル。国際的な原油・石油製品の取引に用いられる体積単位。1 バレル=158.9873 リットル。

# 第1章 現状分析

原油を中心とするエネルギー価格が上昇しつづけている。エネルギー価格高騰の要因は需給の逼迫と投機的資金の流入である。今後のエネルギー価格の動向は予想しがたく、上昇する可能性を否定できないので、エネルギー価格上昇の影響を検証する必要がある。理論的には、エネルギー価格上昇は GDP 成長率の減少、物価の下落をもたらすと考えられる。エネルギー価格の動向に左右されるのは生産者であるので、本稿では企業の生産活動に焦点を当てて分析する。

## 第1節 原油等のエネルギー価格の推移

近年、原油を中心とするエネルギー価格の上昇が世界的な注目を集めている。原油と天然ガス等のエネルギー資源は完全代替関係ではないが、一部代替可能なため原油価格等の変動は他のエネルギー価格に影響を及ぼす。今回のエネルギー価格上昇は原油価格の高騰に端を発しているが、原油以外のエネルギー資源である液化天然ガスや液化石油ガス<sup>3</sup>、その他石油製品の価格も原油価格上昇にラグを伴いながら上がってきている（図表 1-1 参照）。原油に次いで重要なエネルギー源である石炭は、原油と短期的には代替関係にないため影響を受けにくい資源であるが多少値上がりが起こり始めている。原油は日本のエネルギー供給の半分程度、世界のエネルギー供給の 4 割弱を担っており（図表 1-2 参照）、数ある枯渇性エネルギーの中でも最も重要なエネルギー源である。そのため、原油価格が他のエネルギー資源価格に与える影響力は強く、エネルギー市場のメルクマールとなっている。その原油価格の動向について詳述する。

世界の原油市場を大別すると、米国市場・欧州市場・アジア市場の 3 つの取引市場が存在し、各々の地域にマーカ原油と呼ばれる価格指標が存在する。北米市場では NY 商業取引所 (NYMEX) の WTI (West Texas Intermediate) 先物価格、欧州市場ではロンドン国際取引所 (IPE) のブレント先物価格、アジア市場ではドバイのスポット価格<sup>4</sup>がマーカ原油として使用されている。マーカ原油は相互に影響を与えているので、マーカ原油間の価格差は小さい。その中で WTI は取引量・参加者が圧倒的に多く、市場の流動性・透明性が高いので影響力が強く、一般に世界の原油価格基準として扱われている。

原油の取引形態としては、スポット契約と 3 ヶ月または 6 ヶ月以上の長期購入契約であるターム契約の 2 種類がある。現在は 2 割弱がスポット契約、8 割強がターム契約の割合で契約されており、石油会社はターム契約を中心に据え、不足部分をスポット契約で調整する仕組みを取っている。ターム契約にも様々な方式があり、メジャー<sup>5</sup>からのターム物・DD (Direct Deal) 原油・GG (Government to Government Deal) 原油の 3 種類がある。ターム物はメジャーと石油会社の取引、DD 原油は産油国または国営石油会社と石油会社間の取引、GG 原油は政府間取引であるが、金銭の代わりに産油国の求める工業化・経済発展の推進のための資材や技術供与を行う点が

<sup>3</sup> LP ガス。石油精製・化学工場における原油や石油製品の処理過程において発生するガスの成分中から回収したプロパン等を主成分とするガス及び可燃性天然ガスから得られた物質。

<sup>4</sup> 消費国の石油仲買人・商社・石油会社・投資家などが参加するスポット・マーケットで決まる市場価格。

<sup>5</sup> 石油会社の中で、探鉱・開発・生産の上流部門から精製・輸送・販売の下流部門まで、一貫操業を世界的な規模で展開する会社の略称。

他の取引とは違う。GG 原油は石油危機など供給が不安定であった頃には行われていたが、現在ではほとんど使われておらず、ターム物と DD 原油が主な取引手法である。ターム契約（ターム物・DD 原油）の価格は原油価格フォーミュラに基づいて決められる（図表 1-3 参照）。価格フォーミュラとは原油価格の決定式を指し、地域のマーカ原油価格に調整項を考慮したものである。調整項とは、マーカ原油の油種との性状格差、輸送コスト等の諸要素によって決められる。調整項の大きさによって多少の違いはあるものの、各地の原油価格の決定基準はマーカ原油によるところが大きい。

スポット契約、ターム契約いずれの形態においても価格形成において最も重要であるのはマーカ価格であり、WTI 価格がマーカ原油の中でも世界基準となっている。原油価格は極めて不安定な動きをしており、二度の石油危機以後にも湾岸危機、2000 年、現在と幾度もの価格上昇局面が訪れた。具体的に原油価格の変遷を見ると（図表 1-4 参照）、第二次石油危機の際に 30 \$/bbl 台後半まで上昇したが、それ以後は省エネルギー政策等が各国で進められた結果、原油需要が減少して原油価格は 10 \$/bbl 台まで急落した。90 年に湾岸危機が発生すると、原油価格は高騰して 30 \$/bbl 台まで上昇した。90 年代は 10 \$/bbl から 20 \$/bbl の間で落ち着いた動きをしていたが、99 年頃から上昇局面に入り 2000 年には 30 \$/bbl を突破した。その後、一端は落ち着いたものの、近年の WTI 価格は上昇基調にあり、2005 年に入りさらにその傾向を強めている。2004 年 1 月 5 日に WTI 価格は 33.78 \$/bbl であったが、多少の波を含みつつも価格は上がり続け、2005 年 1 月 3 日には 42.12 \$/bbl を記録した。2005 年に入ると上昇のペースがさらに加速し、2005 年 8 月 30 日には一時的ではあるが過去最高値の 70.85 \$/bbl を記録した。現在のところ上昇のペースは落ち着いてきているものの、60 \$/bbl 前後の高値圏内で安定しており予断を許さない状況である。

WTI 価格は米国以外の市場にも影響を与えており、アジア市場のドバイ原油は連動して上下している。現在のドバイ原油は 60 \$/bbl 目前までいき現在も 50 \$/bbl 台近辺で高止まりしている。日本への影響を見るために円換算の原油輸入価格で比較すると、ドル換算で見た場合よりも価格変動は小さいが、2004 年の 25,000 円/kl 程度から現在では 40,000 円/kl を超えるまでに上昇している。この価格は 50,000 円を一時上回った第二次石油危機に比べれば低いが、ここ 10 数年の中では最も高い水準であり憂慮すべき数値である。グラフを見ると、現地の原油価格は過去最高値を更新しているのに対して、円換算で見ると第二次石油危機時の方が高くなっている。ドル価格で見た場合と円価格で見た場合の動きの違いは為替レートが影響している（図表 1-5 参照）。為替レートは期間を通して円が高くなり続けている。85 年のブラザ合意で一気に円高が進んだ後に大幅な円高は発生していないが、為替レートは円高基調で推移している。長期的な円高傾向が日本への原油高の影響を緩和していることが考えられる。

## 第2節 原油価格変動の要因と今後の動向

第 1 節で示したように、原油価格は安定しておらず現在は価格上昇局面にある。このような原油価格の変動が何によって引き起こされるのかを説明する。原油や天然ガスなどのエネルギー資源も市場で取引されているため、需要や供給に大きく影響を受ける。また、最近ではエネルギーの取引市場に投機的資金が流入している現状がある。変動要因をそれぞれ説明する。

### ①需要の増大

まず、石油の需要については、第二次石油危機後に一時的な減少はあったものの、その後は安定したペースで増加しつづけている（図表 1-6 参照）。OECD 諸国の需要は 90 年代後半から安定しており微増に留まっている。現在の石油需要増加の主因は非 OECD 諸国の需要増加にある。特に、中国の経済発展は目覚ましく、経済成長に合わせて石油の消費量が増加している。今後も、自動車が普及しモータリゼーション化が促進されることも相俟って需要が増えつづけることが

予想される。中国以外の発展途上国、経済以外では大国である BRICs などが順調に経済発展していくなれば需要増加の傾向はさらに強まる。

### ② 余剰生産能力の低下、供給不安

原油の供給量も需要の伸びに対応して増加してきているため、一見したところ問題がないように見える（図表 1-7 参照）。しかし、内訳を見ると OPEC の生産量は頭打ちになっており、近年の需要増加はロシアなどの供給増加によって賄われている状況である。OPEC の生産余力を見ると（図表 1-8 参照）、OPEC の生産量は生産能力の限界に近づきつつある。もし急激な需要増加が発生した場合には対応できない可能性が考えられ、供給量の不足に直面する。

また、イラクなどの中東情勢は不安定な状況であり、供給に対する不安があることも価格上昇の要因となっている。イラク戦争後もテロが頻発するなど治安の回復が思ったようには進んでいない、最大の産油国であるサウジアラビアでは 2004 年にテロが発生するなど供給不安を煽る状況である。今回の原油上昇にはアメリカでのハリケーン「カトリーナ」「リタ」による供給停止も影響している。

### ③ 投機的資金の流入

3 番目の要因としては、投機的資金の流入が挙げられる。世界的な金余りの中で余剰資金が原油先物市場に流入しており、実際の原油取引量の何倍もの資金が先物市場に流入してきている。現在は需給が逼迫しているため、今後原油価格が高くなる可能性が高いという予想も伴い、多くの資金が流入してきている。市場の規模が膨らむほど価格の変動は大きくなるので、原油の価格変動も大きくなっている。

2000 年に入るまでの原油価格は需給による影響が大きく、湾岸危機など供給不安が発生した際に原油価格は上昇した。現在の原油価格において無視できない要因が投機筋の動向である。①②の需給の窮迫は長期的な趨勢であり、2000 年に入ってから原油価格の緩やかな上昇の説明はつく。しかし、2005 年に入ってから急激な原油価格の上昇は①②の影響もあるが、③投機的資金の大量の流入によって引き起こされたものであると考えられる。

原油価格の推移を見れば分かる通り、極めて不安定な動きをしている。今後の価格動向を読むことは非常に難しいが、1 つ言えることはさらなる価格高騰の可能性を否定できないということである。だから、エネルギー価格の与える影響について分析することには意義がある。

## 第3節 エネルギー価格の経済への影響

第1節では、原油価格等のエネルギー価格が上昇していることを示した。このようなエネルギー価格の上昇は日本経済にどのような影響を与えるのかを考えたい。

まずエネルギー価格の上昇が GDP に与える影響を考える。ここでは、GDP のエネルギー価格弾力性の符号より判断する。

$$Q = Y + P_E E \cdots (1-1)$$

$Q$ : 産出量  $Y$ : 国民総生産  $P_E$ : エネルギー価格  $E$ : エネルギー投入量

GDP のエネルギー価格弾力性は、エネルギー価格が 1% 上昇すると GDP は何% 変化するか、ということを表しており、(1-2) 式のことである。

$$\frac{\Delta Y/Y}{\Delta P_E/P_E} = \frac{\partial \log Y}{\partial \log P_E} \cdots (1-2)$$

右辺を変形すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log Y}{\partial \log P_E} &= \frac{\partial \log Y}{\partial Y} \frac{\partial Y}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial \log E} \frac{\partial \log E}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial P_E} \frac{\partial P_E}{\log P_E} \dots (1-3) \\ &= \frac{P_E}{Y} \frac{\partial Y}{\partial E} \frac{\partial E}{\partial P_E} \end{aligned}$$

(1-1) 式の両辺を  $E$  で偏微分すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial E} &= \frac{\partial Q}{\partial E} - \frac{\partial P_E}{\partial E} E - P_E \dots (1-4) \\ &= -\frac{\partial P_E}{\partial E} E \end{aligned}$$

これを (1-3) 式に代入すると、GDP のエネルギー価格弾力性は

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log Y}{\partial \log P_E} &= -\frac{P_E E}{Y} \dots (1-5) \\ &= -\frac{\left(\frac{\partial Q}{\partial E}\right)E}{Y} \end{aligned}$$

(1-5) 式より、GDP のエネルギー価格弾力性が負であること、エネルギー価格が上昇すると GDP が減少することが理解できる。

次に、生産物価格への影響を考える。生産物価格は市場において決定されるので個々の企業はプライス・テイカーとして行動する。価格は需要曲線と供給曲線が交わる均衡価格で決定される。エネルギー価格が上昇して生産量が減少することは供給曲線が左にシフトすることである(図表 1-9 参照)。需要曲線がエネルギー価格上昇の影響を受けずシフトしないという前提で考えると、供給曲線が左にシフトすることで均衡価格は上昇する。つまり、エネルギー価格上昇は供給量の減少を通じて物価を上昇させる。

原油をはじめとするエネルギー価格の上昇は GDP の減少、さらには物価の上昇を引き起こすと考えられる。実質 GDP 成長率の推移を見ると(図表 1-10 参照)、過去の原油価格上昇局面である第一次・第二次石油危機においては大きな GDP 引き下げが発生していたが、それ以後は価格上昇局面において GDP の減少は見られない。

物価については消費者物価指数の変化率を見ると(図表 1-11 参照)、第一次・第二次石油危機の際に大幅な上昇があったが、それ以後はなだらかに推移している。現在は前年比変化率が 0% を下回ることもあり、デフレと言われる状況である。消費者物価指数の前段階の企業物価指数で見ると、少なからず影響が見て取れる。企業物価指数をさらに需要段階別で見た場合、素原材料への影響は大きい。原油上昇局面だった湾岸危機、2000 年、現在いずれにおいても大きな上昇幅を示している。その上昇の影響は中間財価格にも及んでおり、上昇幅は素原材料と比較すると小さいものの変化率はプラスを指している。

## 第4節 エネルギー政策の現状

日本のエネルギー政策の現状を整理する。現在のエネルギー政策の基本目標は「安定供給の確保」、「環境への適合」、「市場原理の活用」の 3 点である。それぞれの政策目標を達成するために実施されている政策について説明する。

### 「安定供給の確保」

#### ①備蓄

産油国からの供給が断絶されるなどの緊急事態に備えることを目的に国家、民間双方に石油・LP ガスについて備蓄義務が定められており、現在約 170 日分程度の備蓄がなされている。

#### ②省エネルギー

エネルギーの消費量を減らす取り組みとしては省エネルギー政策が挙げられる。具体的には、エネルギー使用量が多い工場などにエネルギー利用効率の向上を促すために計画を義務付けたり、自動車等のエネルギー効率についての目標設定を行うなどしている。

#### ③エネルギー源の多様化

80 年代の石油危機時と比較すると、一時エネルギー供給にしめる原油の割合は減少しているものの現在でも約半分程度を占めている。しかし、原油に頼りすぎるシステムはリスクが高いため原油以外のエネルギー資源の割合を高める政策が必要である。その一環として、国内エネルギーである原子力・新エネルギーの開発の促進を行っている。また、原油と比較的代替がしやすい天然ガスの導入を積極的に進めている。

#### ④エネルギー開発

自主開発を行うことで一定の権益を確保することができ、石油・天然ガスを輸入できる確実性が増すので、自主開発を行う国内企業の支援を実施している。

### 「環境への適合」

#### ①省エネルギーによる二酸化炭素排出量の削減

#### ②エネルギーロスの低減

現在の発電所のエネルギー変換効率は 40%程度であり、この変換効率を上昇させる発電方式等を開発し、利用促進を進めている。

#### ③二酸化炭素の排出量が少ないエネルギーの利用

### 「市場原理の活用」

今まで自然独占であった都市ガス・電気事業に市場原理を導入することによって、効率的経営を促す。

## 第5節 問題意識

現在、エネルギー価格は上昇しているが、今後の価格動向は予想しがたく上昇する可能性を否定できない。現在は目立った影響は出ていないものの、理論的にはエネルギー価格上昇は GDP 成長率の減少、物価の下落をもたらすと考えられる。エネルギー価格の動向に左右されるのは生産者であるので、本稿では企業の生産活動に焦点を当てて分析する。

我々は費用関数を推定することによって生産構造を明らかにするが、代替の弾力性に注目する。代替の弾力性とは相対価格が 1%上昇したときに、相対投入量が何%変化するかを表す指標である。第 3 節の説明では、資本・労働を所与として考えたため、エネルギー価格は資本・労働投入量に影響を与えない。しかし、現実的にはエネルギー価格が上昇した場合にはエネルギーと資本または労働に代替が起こると考えられるので、エネルギー投入量の減少とともに資本または労働の増加が起こる。我々は代替の指標として代替の弾力性を分析することによって日本の生産構造を明らかにする。分析結果から日本へのエネルギー価格変動の影響を考え、今までの日本のエネルギー政策を評価し、今後影響を受けないようにするにはどのような政策をしていくべきか提案したい。

## 第2章 先行研究

実証分析において、代替の弾力性と自己価格弾力性は生産関数のパラメーターの推計値を通して計算される。推計で用いられる生産関数としては、コブ・ダグラス型生産関数、CES 生産関数及び、トランス・ログ型生産関数があるが、本稿ではトランス・ログ型生産関数を用いて分析を行う。

コブ・ダグラス型生産関数は生産要素間の代替の弾力性が 1 であると仮定しているため代替弾力性の研究に適した生産関数型ではない。また、CES 生産関数は生産要素間の代替の弾力性が一定であるため、3 要素間の代替弾力性の計測には適しておらず、代替弾力性が正になるという点からも本稿の分析には適さない。

トランス・ログ型生産関数は、その特殊型としてコブ・ダグラス型などを含む、一般的な関数形である。また代替の弾力性に先験的な制約を置かず、代替弾力性が時系列的に変化するという点から代替弾力性を計測した研究、またエネルギーを生産要素に加えた研究に多く用いられている。

トランス・ログ型生産関数を推計する際、生産関数ではなく、生産関数と双対な費用関数を用いることが多い。この理由としては、量のデータの収集が困難なのに対して、価格データは比較的容易に集めることができるという点が大きいのである。本稿でもこの点を考慮してトランス・ログ型生産関数を推計する。

トランス・ログ型費用関数を推計した実証研究は、1970 年代に盛んに行われた。しかし、近年のデータを用いているものは少なく、石油危機後の日本の生産要素間の代替関係及び生産要素の自己価格弾力性について論じている研究はほとんどない。Berndt, Wood(1975)はエネルギーを初めて明示的に生産要素として扱い、エネルギーと他の生産要素との代替・補完関係を分析した。Berndt, Wood(1975)は 1947 年～1971 年のアメリカの製造業の時系列データを用いて、資本・労働・エネルギー・中間財を生産要素としたトランス・ログ型費用関数の推計している。そして資本と労働、労働とエネルギーは代替的、資本とエネルギーは補完的であると結論付けている。

また、時系列以外のデータを使用した研究としては、Griffin, Gregory(1976)が挙げられる。Griffin, Gregory(1976)は 1955、1960、1965、1969 年の 9 先進諸国<sup>6</sup>のデータを用いて、労働・資本・エネルギーを生産要素としたトランス・ログ型費用関数を推計し、資本と労働は代替的、労働とエネルギーは代替的、資本とエネルギーは代替的という結果を得ている。

日本を分析した研究としては和合 (1983)、伊藤・室田 (1984) が挙げられる。この二つの研究は生産要素として、資本・労働・エネルギーを用いた他に、時間変数を扱うことにより技術変化も考慮に入れている。和合 (1983)は 1965 年から 1979 年の四半期データを、伊藤・室田 (1984)は 1965 年から 1981 年の日本の年度データを用いてトランス・ログ型費用関数を推計している。その結果、和合 (1983)、伊藤・室田 (1984)ともに資本と労働、労働とエネルギーが代替的、資本とエネルギーは補完的であるとされた。また技術進歩については両研究ともエネルギー節約的としているが、和合 (1983)は資本節約的、労働増大的であると、一方、伊藤・室田 (1984)は資本増大的、労働節約的という結果を得ている。

<sup>6</sup> ベルギー、デンマーク、フランス、西ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、イギリス、アメリカ

また、近年の分析としては奥島（2001）がある。奥島（2001）は産業連関表をもとに 1960 年から 1995 年のデータを作成し、資本・労働・エネルギー・原材料を生産要素としたトランス・ログ型生産関数を推計した。そして労働とエネルギーは代替的であり、資本とエネルギーは補完的であり、エネルギーの自己価格弾力性は負であるという結果を得た。また、奥島（2001）ではさらにエネルギー間の代替についても論じている。しかし、奥島では技術の型に仮定を置き<sup>7</sup>、技術を明示的に扱ってはいない。

これまで、奥島（2001）以外の研究は石油危機前後のものに限られており、近年のデータを用いて分析をおこなった研究はほとんどない。本稿では、日本の 1980 年第 1 四半期から 2004 年第一四半期のデータを使って、資本・労働・エネルギーを生産要素として用い、また技術進歩を考慮するために時間変数を取り入れたトランス・ログ型費用関数を推計した。本稿で中間財を変数に入れていないのは、トランス・ログ型費用関数では、変数が一つ増えることにより、パラメータの数が飛躍的に増え、パラメータの推計値が不安定になるという問題があるためである。

本稿のこれまでの研究と異なる点は、分析に技術進歩を明示的に取り入れ、石油危機以降の日本を分析したというところである。

---

<sup>7</sup> Hicks 中立を仮定している。そうすると、技術の項が弾力性の推計に影響を与えない。弾力性の推計に関しては後述する。

## 第3章 実証分析

1980年～2004年の四半期データを用いて、資本・労働・エネルギーを生産要素とし、技術変化を考慮したトランス・ログ型費用関数を推計した。その結果、日本はエネルギー節約的技術進歩を遂げていることがわかった。代替弾力性については、資本とエネルギーが補完的、労働とエネルギーが代替的であるという結果を得た。また自己価格弾力性からは、エネルギー価格弾力性は正であるため、原油価格の上昇により原油需要量が増加することがわかった。労働とエネルギーが代替的ではあるが、資本とエネルギーが強い補完を示しており、エネルギーの自己価格弾力性が正であることから、原油価格の上昇に敏感に反応し、日本に悪影響を及ぼすことから、原油価格を一定に保とうとする価格安定化政策の有用性が認められた。

### 第1節 トランス・ログ型費用関数

#### 1. トランス・ログ型費用関数の導出

生産要素を資本  $K$ 、労働  $L$ 、エネルギー  $E$  とし、技術変化を表す時間変数を  $t$  とすると、生産関数は次の (3-1) 式のように書ける。

$$Y = f(K, L, E, t) \quad \dots (3-1)$$

(3-1) 式の実産関数と双対な費用関数は (3-2) 式のようになる。

$$C = C(Y, P_K, P_L, P_E, t) \quad \dots (3-2)$$

(3-2) 式の対数を取り 2 次近似するとトランス・ログ型費用関数は (3-3) 式のように導かれる。ここでは費用関数が  $Y$  に関してホモセティックであるということ<sup>8</sup>と同次であること<sup>9</sup>を仮定している。

$$\ln C = \ln \alpha_0 + \ln Y + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln P_i \ln P_j + \alpha_t t + \sum_i \gamma_{it} \ln P_i t + \frac{1}{2} \gamma_{tt} t^2 \quad \dots (3-3)$$

( $i, j = K, L, E$ )

<sup>8</sup> これは  $Y$  と  $P_i$  が分離可能であることを意味している、よって  $\beta_{iY} = 0$

<sup>9</sup> これは  $\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}$  が一定であるということなので、 $\beta_{YY} = 0$  さらに規模に関する収穫不変とすれば、 $\alpha_Y = 1$

さらに費用の要素価格 ( $P_i$ ) に関する係数の対称性と一次同次を仮定すると (3-3) の係数には (3-4) のような制約がつく。

$$\left. \begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_j \beta_{ij} &= 0 \quad \sum_i \gamma_{it} = 0 \\ \beta_{ij} &= \beta_{ji} \quad \beta_{it} = \beta_{ti} \end{aligned} \right\} \dots (3-4)$$

(3-3) 式を  $\ln P_i$  で偏微分すると (3-5) 式が導かれる。

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial C}{\partial P_i} \frac{P_i}{C} = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln P_j + \gamma_{it} \quad \dots (3-5)$$

シェパードの補題より

$$x_i = \frac{\partial C}{\partial P_i} \quad (x_K = K, x_L = L, x_E = E) \quad \dots (3-6)$$

(3-6) 式を (3-5) 式に代入し、 $M_i$  を生産要素  $i$  のコストシェアとすると、以下の三式が導かれる。

$$\left. \begin{aligned} M_K &= \frac{P_K K}{C} = \alpha_K + \beta_{KK} \ln P_K + \beta_{KL} \ln P_L + \beta_{KE} \ln P_E + \gamma_{Kt} t \\ M_L &= \frac{P_L L}{C} = \alpha_L + \beta_{KL} \ln P_K + \beta_{LL} \ln P_L + \beta_{LE} \ln P_E + \gamma_{Lt} t \\ M_E &= \frac{P_E E}{C} = \alpha_E + \beta_{KE} \ln P_K + \beta_{LE} \ln P_L + \beta_{EE} \ln P_E + \gamma_{Et} t \end{aligned} \right\} \dots (3-7)$$

また、(3-3) 式を  $t$  で偏微分すると (3-8) 式が導かれる。

$$\frac{\partial \ln C}{\partial t} = \alpha_t + \gamma_{Kt} \ln P_K + \gamma_{Lt} \ln P_L + \gamma_{Et} \ln P_E + \gamma_{tt} t^2 \quad \dots (3-8)$$

(3-8) 式は技術変化率を表し、投入価格を一定にしたときの産出価格の変化率を表す。これは全要素生産性 (TFP) にマイナスをつけたもので測ることができる。

トランス・ログ型費用関数のパラメーターの推定値は、(3-4) の制約の下で、(3-7) の二式と (3-8) 式を同時推定するか、もしくは (3-7) の二式と (3-3) 式を (3-4) の同時推定することによって求められる<sup>10</sup>。

方程式間にまたがる制約があるため、本稿では方程式間の誤差項の相関を考慮した SUR<sup>11</sup>により (3-7) の二式と (3-4) 式を推計した。

## 2. パラメーターの推計値

トランス・ログ型費用関数の推計により、(3-3) 式のそれぞれのパラメーターの推計値が求められるが、それぞれの推計値がどのような意味を持つのかを述べる。

### (i) $\alpha_i$

ここで基準時点 ( $t=0$ ) において  $P_K = P_L = P_E = 1$  と標準化されていれば、

$$M_i = \alpha_i \quad \dots (3-9)$$

となる。したがって、 $\alpha_i$  は  $i$  生産要素の基準時点におけるコストシェアを表す。

### (ii) $\beta_{ij}$

$M_i$  を  $\ln P_j$  で偏微分すると以下の (3-9) 式が得られる。

$$\frac{\partial M_i}{\partial \ln P_j} = \beta_{ij} \quad \dots (3-10)$$

(3-10) 式より  $\beta_{ij}$  は生産要素  $j$  の価格に対する  $i$  生産要素のコストシェア弾性値を表す。つまり、 $\ln P_j$  が変化したとき、生産要素の代替性を通じて、 $i$  要素のコストシェアがどのように変化するかを示している。

### (iii) $\alpha_t$

ここで基準時点 ( $t=0$ ) において  $P_K = P_L = P_E = 1$  と標準化されていれば、

$$\frac{\partial \ln C}{\partial t} = \alpha_t \quad \dots (3-11)$$

となる。したがって、 $\alpha_t$  は基準時点における技術進歩率を表す。

<sup>10</sup> この場合、制約によりコストシェアは合計すると 1 になるので、それぞれの観測時点における誤差項の和は 0 となる。これにより、誤差の分散・共分散行列が特異になり、推定できない。したがって、このようなコスト関数を同時推定する場合は、任意の 1 式を取り除き、推定する。

<sup>11</sup> Zellner の見かけ上無関係な方程式の推計 (ZEF) とも言う。この手法を用いると (3-7) 式のうちのどの式を取り除いても同じ推定結果が得られる。

(iv)  $\gamma_{it}$

$i$  生産要素のコストシェア  $M_i$  を  $t$  で偏微分すると次の式が得られる。

$$\frac{\partial M_i}{\partial t} = \gamma_{it} \quad \dots (3-12)$$

(3-12) 式より技術進歩の傾向を示す。つまり、技術進歩が  $i$  生産要素のコストシェアを増加させるか減少させるかを表す。 $\gamma_{it} > 0$  ならば  $i$  生産要素増大的な技術進歩、 $\gamma_{it} < 0$  ならば  $i$  生産要素節約的な技術進歩を  $\gamma_{it} = 0$  ならば  $i$  生産要素中立的な技術進歩を表す。

(v)  $\gamma_{it}$

(3-8) 式を  $t$  で偏微分すると次の式が得られる。

$$\frac{\partial^2 \ln C}{\partial t \partial t} = \gamma_{it} \quad \dots (3-13)$$

(3-13) 式は技術進歩率を時間変数  $t$  で偏微分したものである。すなわち、技術進歩率の変化率を表している。

### 3. 代替弾力性・自己価格弾力性

トランス・ログ型費用関数の推計ではそれぞれのパラメーター及びそれぞれの生産要素のコストシェアを用いて計算することにより、代替弾力性、自己価格弾力性を得ることができる。

$i$  財と  $j$  財のアレンの偏代替弾力性は、

$$\sigma_{ij} = \frac{C \cdot C_{ij}}{C_i C_j} \quad \dots (3-14)$$

$$C_i = \frac{\partial C}{\partial P_i} \quad C_{ij} = \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j}$$

トランス・ログ関数では推計されたパラメーターを用いて、以下のように計算できる。

$$\sigma_{ij} = \frac{\beta_{ij} + M_i M_j}{M_i M_j} \quad \dots (3-15)$$

$$\sigma_{ii} = \frac{\beta_{ii} + M_i^2 - M_i}{M_i^2} \quad \dots (3-16)$$

$i, j = K, L, E$

代替の弾力性  $\sigma_{ij}$  は  $\sigma_{ij} > 0$  のときに生産要素  $i$  と  $j$  は代替的、 $\sigma_{ij} < 0$  は生産要素  $i$  と  $j$  が補完的であることを意味する。

また自己価格弾力性は以下の式より求まる。

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln P_i} = M_i \cdot \sigma_{ii} \quad (3-17) \dots$$

(3-15) ~ (3-17) 式からわかるように、トランス・ログ型費用関数における代替弾力性と自己価格弾力性はシェア ( $M_i$ 、 $M_j$ ) に依存するので、毎期のシェアの変動により、代替弾力性、自己価格弾力性も変化する。

以上のように、生産関数に対して双対なトランス・ログ型費用関数を推計することによって、生産要素間の代替の弾力性、自己価格弾力性が計測できる。

## 第2節 計測結果

資本、労働、エネルギーを生産要素とし、技術進歩を考慮したトランス・ログ型費用関数を推計し、推計値より計算される代替弾力性、自己価格弾力性を求めた<sup>12</sup>。推計期間は1980年第1四半期から2004年第1四半期である。

### (i) 技術進歩

トランス・ログ型費用関数の推計結果は以下とおりである。推計結果から得られる主要な結果としてはエネルギーの技術進歩の型がエネルギー節約的( $\gamma_{Et} < 0$ )であるということである。また、労働節約的( $\gamma_{Lt} < 0$ )だが、資本に関しては資本増大的( $\gamma_{Kt} < 0$ )な技術進歩である。本稿と同様の分析を行った研究として、和合(1983)<sup>13</sup>、伊藤・室田(1984)<sup>14</sup>が挙げられる。和合(1983)はエネルギー、資本節約的、労働増大的であるとしているが、伊藤・室田(1984)は本稿と同様にエネルギーならびに労働節約的、資本増大的であることを見出している。これより日本は石油危機以降、エネルギー節約的な技術進歩を遂げてきた、つまり日本の省エネルギー化が進展していると結論付けることができるだろう。

なお技術進歩の速度に関しては、本稿同様に、和合(1983)、伊藤・室田(1984)も技術進歩の速度は逓減的( $\gamma_{tt} > 0$ )であるという結論を得ている。

#### 推計結果

サンプル数：97

	係数	標準誤差	t 値	P 値
$\alpha_0$	-0.25575	0.00819	-31.24580	[.000]
$\alpha_K$	0.32877	0.00487	67.56910	[.000]
$\alpha_L$	0.61818	0.00469	131.79600	[.000]
$\alpha_E$	0.05305	0.00282	18.82480	[.000]
$\beta_{KK}$	0.19738	0.05984	3.29817	[.001]
$\beta_{KL}$	-0.17596	0.05847	-3.00927	[.003]
$\beta_{KE}$	-0.02142	0.00424	-5.05551	[.000]
$\beta_{LL}$	0.18126	0.05738	3.15915	[.002]
$\beta_{LE}$	-0.00530	0.00396	-1.33827	[.181]
$\beta_{EE}$	0.02672	0.00324	8.25004	[.000]
$\alpha_t$	-0.00191	0.00040	-4.79963	[.000]
$\gamma_{Kt}$	0.00194	0.00055	3.49234	[.000]
$\gamma_{Lt}$	-0.00187	0.00055	-3.41555	[.001]
$\gamma_{Et}$	-0.00006	0.00008	-0.83232	[.405]
$\gamma_{tt}$	0.00001	0.00001	1.17705	[.239]

<sup>12</sup> 使用データの作成方法・出所については補論参照のこと。

<sup>13</sup> 推計期間 1965年～1979年 (推計結果については図表3-1、図表3-2参照)

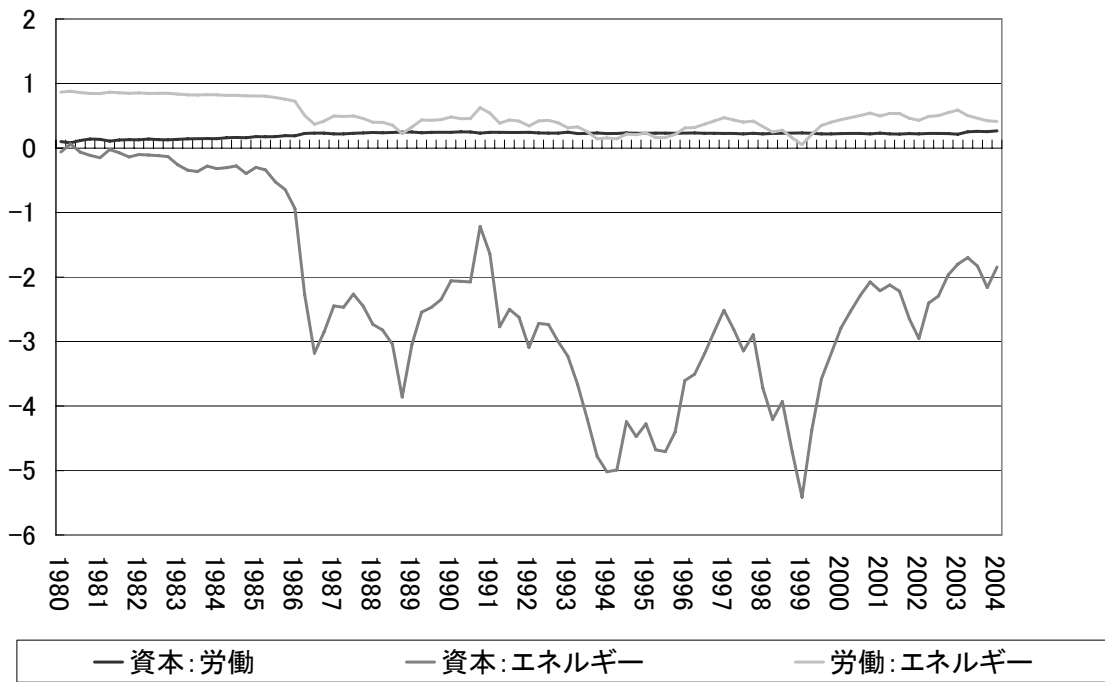
<sup>14</sup> 推計期間 1966年～1981年 (推計結果については図表3-1、図表3-3参照)

(ii) 代替弾力性

パラメーターの推計値及びコストシェアより計算された代替弾力性の推移を以下の図に示す<sup>15</sup>。本稿では、和合（1983）、伊藤・室田（1984）と同様に資本と労働、労働とエネルギーが代替的（ $\sigma_{KL} > 0$ 、 $\sigma_{LE} > 0$ ）、資本とエネルギーが補完的（ $\sigma_{KE} < 0$ ）という結果になった。資本と労働、労働とエネルギーの代替弾力性は代替的であるということはこれまでの研究と整合的である。

和合（1983）はエネルギーと他の生産要素との代替弾力性が安定的でないという結果を得ているが、本稿も 1986 年以降資本とエネルギー、労働とエネルギーの代替弾力性が不安定になるという結果になった。代替弾力性は（3-16）式よりパラメーターの推計値及びコストシェアに依存しているが、パラメーターは固定であるため、この変動はコストシェアに依存している。各生産要素のコストシェアの推移を見てみると、エネルギーシェアのみが大きく変動している。（図表 3-5、図表 3-6 参照）1986 年にエネルギーシェアが大きく下落しているのは、1985 年 9 月のプラザ合意により円高になり、輸入一次エネルギー価格が大幅に下落したためである。またその後も 1990 年の湾岸戦争時にエネルギーコストシェアが大きな上昇を見せたが、それ以外の時期でも資本、労働のコストシェアと比較するとその変動幅は大きいため、他の生産要素との代替弾力性は不安定になり、短時間で大きな変動を起こすという結果になった。

代替弾力性の変化

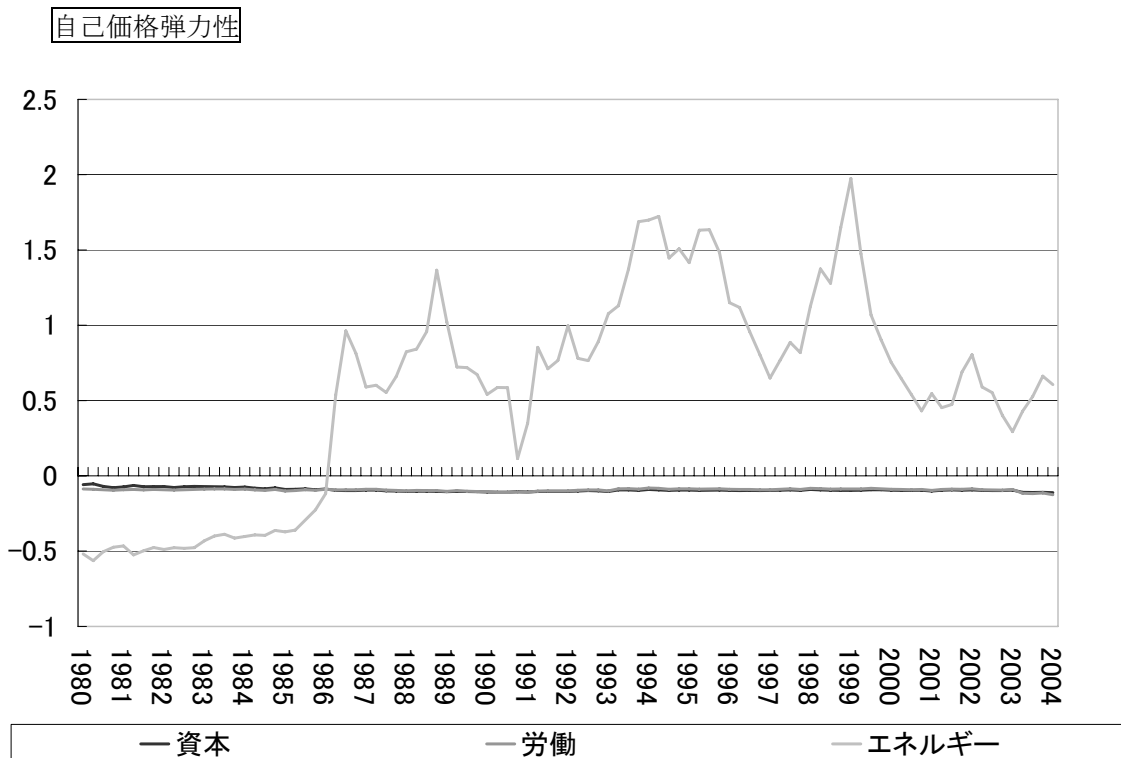


<sup>15</sup> 計測結果（数値）値は図表 3-4 参照のこと

(iii) 自己価格弾力性

価格弾力性の結果を以下の図に示した<sup>16</sup>。本稿では、和合（1983）、伊藤・室田（1984）と同様に資本と労働の自己価格弾力性は負となっている。つまり、資本と労働は価格が上昇したときに、それぞれの需要量は減少する。しかし、エネルギーの自己価格弾力性は、不安定で 1986 年を境に負から正となっている。エネルギーの自己弾力性が不安定なのは、エネルギーの自己価格弾力性 (3-17) 式で示したようにエネルギーのコストシェアに依存しており、エネルギーのコストシェアが大きく変動しているからである。（図表 3-4 参照）

また輸入一次エネルギー価格が上昇したときに輸入一次エネルギー量が増加していることから自己価格弾力性が正であるということは現状を表しているということが分かる。（図表 3-8 参照）



以上の分析より、エネルギーの自己価格弾力性が正であり値も大きいという結果が得られた。つまり、エネルギー価格の変動にエネルギー量が敏感に反応することが分かった。また、労働とエネルギーは代替関係にあるが、資本とエネルギーが強い補完関係にあるため、原油価格の上昇を、生産要素間の代替によって影響を軽減することは難しく、わが国経済は悪影響を受ける。現在、日本ではエネルギー政策として、安定供給のために代替エネルギー開発や省エネルギー推進やエネルギー、環境保護などに力を入れているが、価格安定化政策は行っていない。しかし、以上の分析結果より価格安定化政策の有用性は認められる。

<sup>16</sup> 計測結果（数値）は図表 3-7 参照のこと

## 第4章 政策提言

以上の自己価格弾力性、代替弾力性の分析により原油価格自体の変動を抑える原油価格安定化が有効であることが分かった。価格安定化を図る際に、政策を通じて需要をコントロールすることはできない。しかし、供給については、在庫を持つことによって操作することができる。原油における在庫とは石油備蓄であるが、現在石油備蓄は供給安定化のためだけにしか使われていない。従って、現在の石油備蓄法を改正することにより、供給安定化のために蓄えられている石油備蓄を原油価格高騰時の価格安定化のために使用できるようにすべきである。

### 提言 石油備蓄法を改正し、石油備蓄を価格高騰時の安定供給用とすべきである

現在わが国の石油備蓄は、国家と民間をあわせて内需量のおよそ 160 日分に達している。私たちはこの莫大な量の石油ストックを価格安定化のために使用するべきである。

#### 1. わが国における石油備蓄政策の変遷

1967 年の第 3 次中東戦争を契機に、わが国では石油備蓄の必要性が政策として取り上げられ始めた。1972 年度からは民間備蓄が開始されたが 1974 年の第 1 次石油危機によってその脆弱性が改めて認識された。同年には国際エネルギー機関 (IEA) が加盟各国に 90 日備蓄を義務付けることになり、わが国では 1975 年に石油備蓄法 (石油の備蓄の確保等に関する法律) を制定し、民間を主体として 1979 年度末までに内需量 90 日分の石油備蓄を達成することを目標とした取り組みが始まった。その後わが国のエネルギー状況を踏まえて 90 日の備蓄では不十分であることが指摘され、また備蓄をすべて民間に実施させることは負担が大きいこともあって、1978 年から国家備蓄が開始された。90 日備蓄増強計画は予定より 1 年遅れた 1980 年度末に達成され、その後民間の備蓄量軽減と国家備蓄の大幅な強化が図られて、2004 年には民間備蓄と国家備蓄をあわせて 176 日分の石油備蓄を擁するまでになった。(図表 4-1 参照)

#### 2. 安定供給に果たす備蓄の役割

わが国における石油備蓄は、5000 万 kl (IEA による内需量 90 日分との位置づけ) を目標とする国家備蓄と内需量 70 日分を目標とする民間備蓄によって成り立っている。しかし、これらの備蓄はあくまでも「我が国への石油の供給が不足する事態が生じ、又は生ずるおそれがある場合において」(石油備蓄法第 7 条) 備蓄を放出することを原則としているため、原油価格が上昇することによるわが国経済への悪影響を防ぐことを目的として市場に放出することはできないことになっている。

また放出される場合でも、それは民間備蓄を取り崩すことから開始されることになっている。民間備蓄の放出は備蓄義務量を緩和することによって行なわれるため、供給の増加は各企業の判断に任せ、市場の価格高騰を抑制する効果は限定的なものとなってしまう。国家備蓄を放出す

る場合は、放出そのものを国家が行なうために供給が確実に増加し、また国家意思を明確に示すことによるアナウンスメント効果も期待できる。

これまでの放出事例としては第 2 次石油危機と湾岸危機における民間備蓄放出があるが、いずれも効果は限定的なものであった。また 2005 年には原油価格の高騰を受け、9 月から民間備蓄の一部放出が実施されているが、国内の価格の安定に大きな影響を与えるにはいたっていない。

### 3. 備蓄政策の今後の課題

以上のことから、私たちは石油備蓄を、生存権的見地による「供給不足時の対応用」とするのではなく、経済的見地による「価格高騰時の安定供給用」と位置づけ、経済状況に応じて柔軟に放出する体制を構築することが望ましいと考える。そのため石油備蓄法を改正し、またその効果を最大限担保するために放出は国家備蓄を主体として行うことを提案する。

## おわりに

---

日本におけるエネルギーの重要性は石油危機時に比べれば低いかもしれないが、依然として必要不可欠であることには変わりがない。原油の価格の変動は激しく、産油国ではない日本は影響を甘受せざるを得ない。日本がそれに対して取り組んできたが産業の省エネルギー化である。本分析でも技術進歩がエネルギーコストを減少させていたように、日本の取り組んできた省エネルギー政策が間違いではなかったことを証明している。現在、他の国々と比較しても影響が少ないのは省エネルギー化の効果が大きいと考えられる。しかし、これ以上の省エネを推し進めることは難しい状況である。今後、原油価格等が上昇した場合には政策として価格安定化が必要であると考え、原油備蓄の放出を提言した。

日本はある程度の価格上昇を許容できるだけの産業構造であることは間違いないが、エネルギー供給が途絶えれば影響を受けるだろう。一部の専門家が唱えているような「ピークオイル」論、原油が限界に来る状況が実際に到来した場合に日本は耐えられるのだろうか。今後の分析の方向性としては、エネルギー間代替の可能性について考えたい。「ピークオイル」という状況にならずとも、石油危機時のような原油供給がストップする可能性は否定できない。輸入エネルギーに頼っている日本にとってエネルギー問題は今後も重要なトピックである。今後もさまざまな面からエネルギー問題に取り組む必要があるだろう。

## 補論 データの作成方法・出所

本稿では、1980年～2004年までの日本の四半期データを用いて、資本、労働とエネルギーを生産要素としたトランス・ログ型費用関数を計測している。その際、必要となるデータは、以下のようにして得た。

・資本コスト ( $C_K$ )

資本コストは以下の式により産出した。

$$C_K = GDP - C_L$$

ただし、 $GDP$  : 名目 GDP、 $C_L$  : 労働コストである。

・資本価格 ( $P_K$ )

民間企業設備デフレーターを用いて、ディビジア指数を作成した。

・労働コスト ( $C_L$ )

労働コストは以下の式より求めた。

$$C_L = LI + PEI$$

$LI$  : 雇用者所得

$PEI$  : 個人企業所得

・労働価格 ( $P_L$ )

労働価格のデータは以下の  $P_{LD}$  をもとに、ディビジア指数 ( $P_L$ ) を作成した。

$$P_{LD} = \frac{C_K}{L \cdot H}$$

$L$  : 就業者数

$H$  : 総労働時間

・エネルギーコスト ( $C_E$ )

原油、石油製品、天然ガス、石炭等、輸入一次エネルギー総額を用いた。

・エネルギー価格 ( $P_E$ )

$$P_E = \frac{C_E}{E}$$

$E$  : エネルギー量 (熱量換算した輸入一次エネルギー総量)

・生産量 ( $Y$ )

実質 GDP を使用。

・コスト ( $C$ )

$$C = GDP + C_E$$

$$C = C_K + C_L + C_E$$

## データ出所

変数名	データ名	出所
名目 GDP	国民総生産（名目）	国民経済計算年報
実質 GDP	国民総生産（実質）	国民経済計算年報
民間企業設備デフレーター	企業設備・民間・デフレーター	国民経済計算年報
雇用者所得	雇用者報酬	国民経済計算年報
個人企業所得	企業所得・個人企業	国民経済計算年報
就業者数	就業者数	労働力調査報告
総労働時間	総労働時間・5人以上	毎月勤労統計
輸入一次エネルギー額	各エネルギーの輸入総額を足し合わせた	外国貿易概況、日本貿易月報
輸入一次エネルギー量	各エネルギーの輸入総量を足し合わせた	外国貿易概況、日本貿易月報

参考文献

《先行論文》

Berndt, Wood(1975), "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy," The Review of Economic and Statistics, Vol.57, No.3(Aug.,1975), pp.259-268.

Griffin, Gregory(1976), "An Intercountry Translog Model of Energy Substitution Responses", The American Economic Review, Vol.66, No.5(Dec.,1976), pp.845-857.

伊藤浩吉・室田泰弘 (1984) 「トランス・ログ型費用関数を含んだマクロ・モデルの推計」『日本経済研究』 No.13, pp31-40, 日本経済研究センター

和合肇 (1983) 「エネルギー価格、代替弾力性と技術変化—トランスログコスト関数による計測—」、『日本統計学会誌』 第 13 巻, pp73-88、日本統計学会

奥島真一郎・後藤則行 (2001) 「日本経済の生産・代替構造分析」『日本経済研究』 No.42, 日本経済研究センター

《参考文献》

梶原茂樹(2001) 「わが国石油会社における原油調達の仕組み」『エネルギー経済』27, pp.45-61、日本エネルギー経済研究所

室田泰弘 (1984) 『エネルギーの経済学』、日本経済新聞社

《WEB》

エネルギー白書 2005 (<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/H16hokoku/>) (2005/11/06)

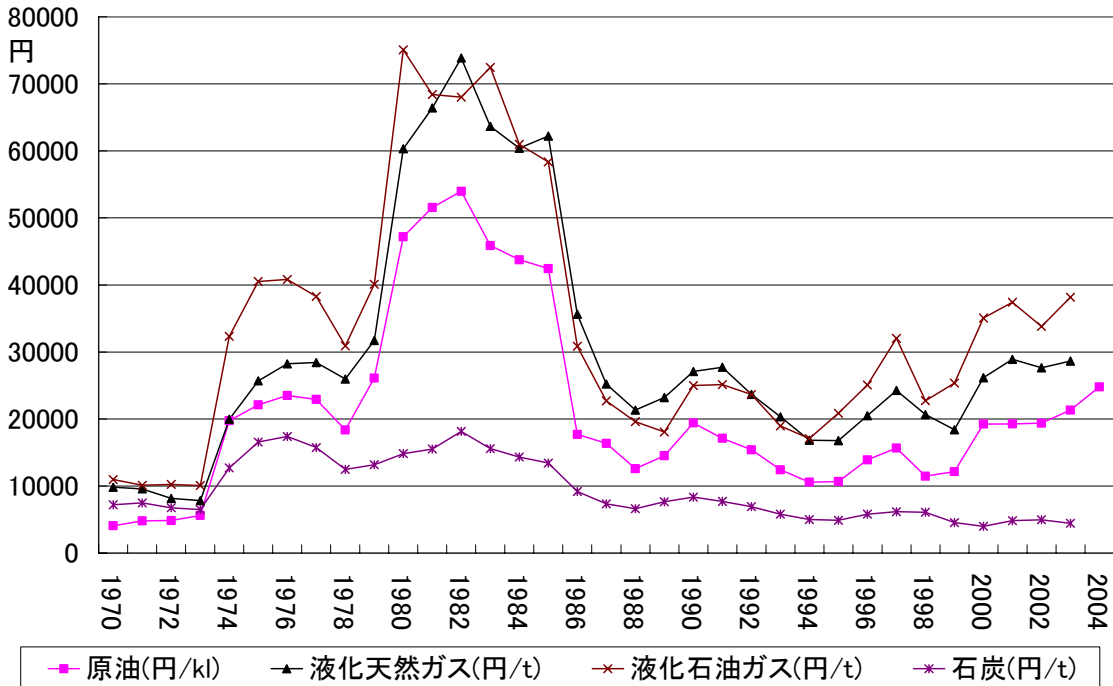
今日の石油産業 2005 グラフ・図データ集

([http://www.pai.gr.jp/html/statis/data/2005/2005\\_all.pdf](http://www.pai.gr.jp/html/statis/data/2005/2005_all.pdf))

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (<http://www.iogmec.go.jp/>)

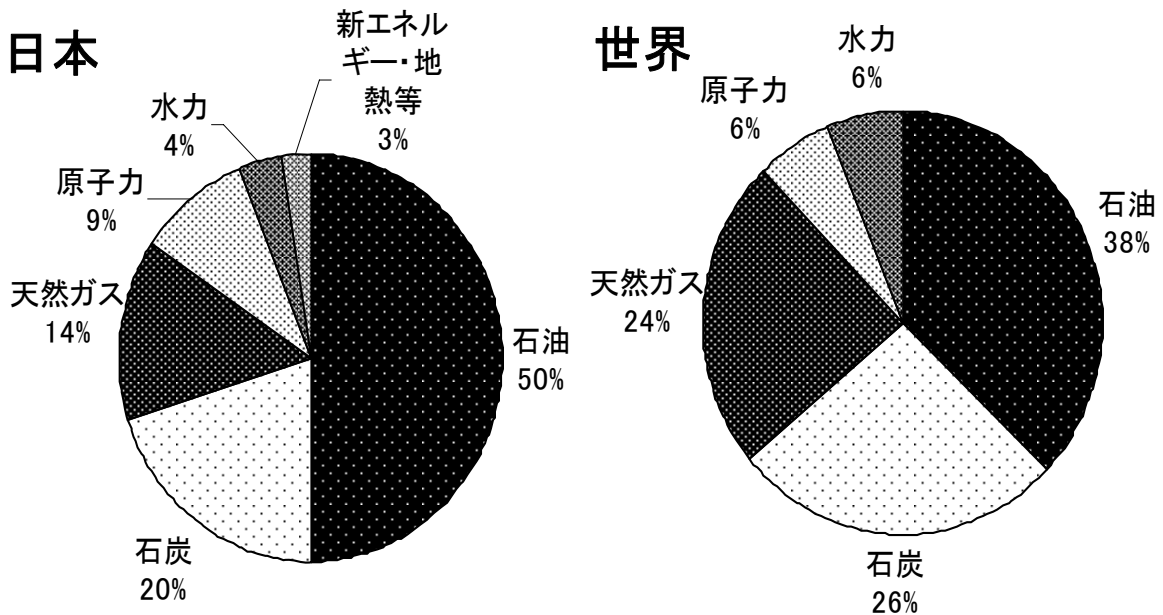
## 図表

(図表 1-1) エネルギー価格の推移



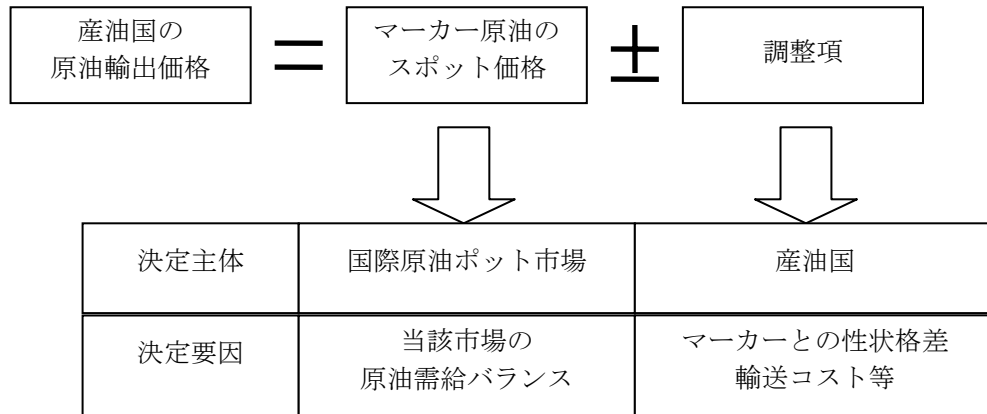
出所：日本経済新聞

(図表 1-2) 日本と世界の一時エネルギー供給割合



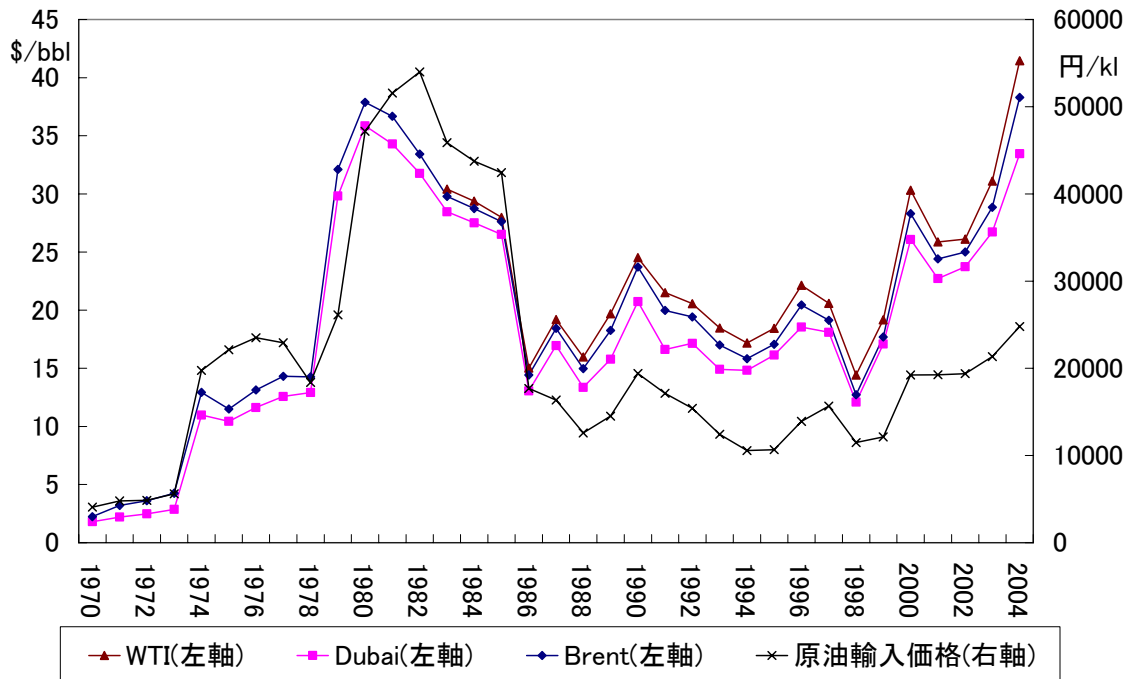
出所：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」  
BP「Statistical Review of World Energy 2004」

(図表 1-3)  
価格フォーミュラ



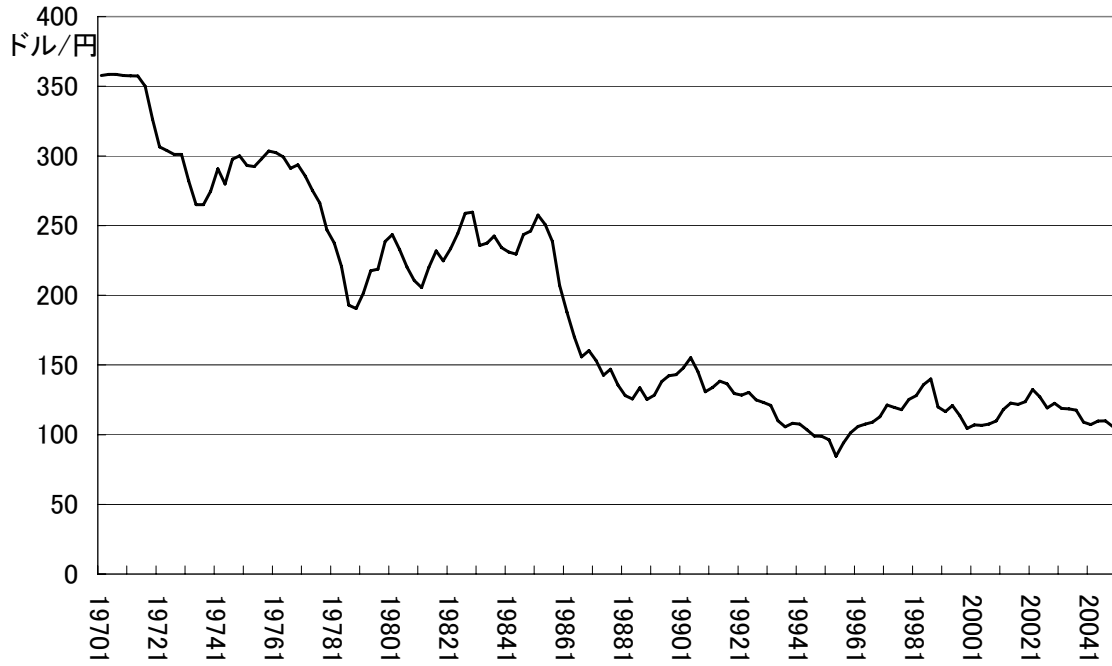
出所：梶原(2001)に基づいて作成

(図表 1-4) 原油価格の推移



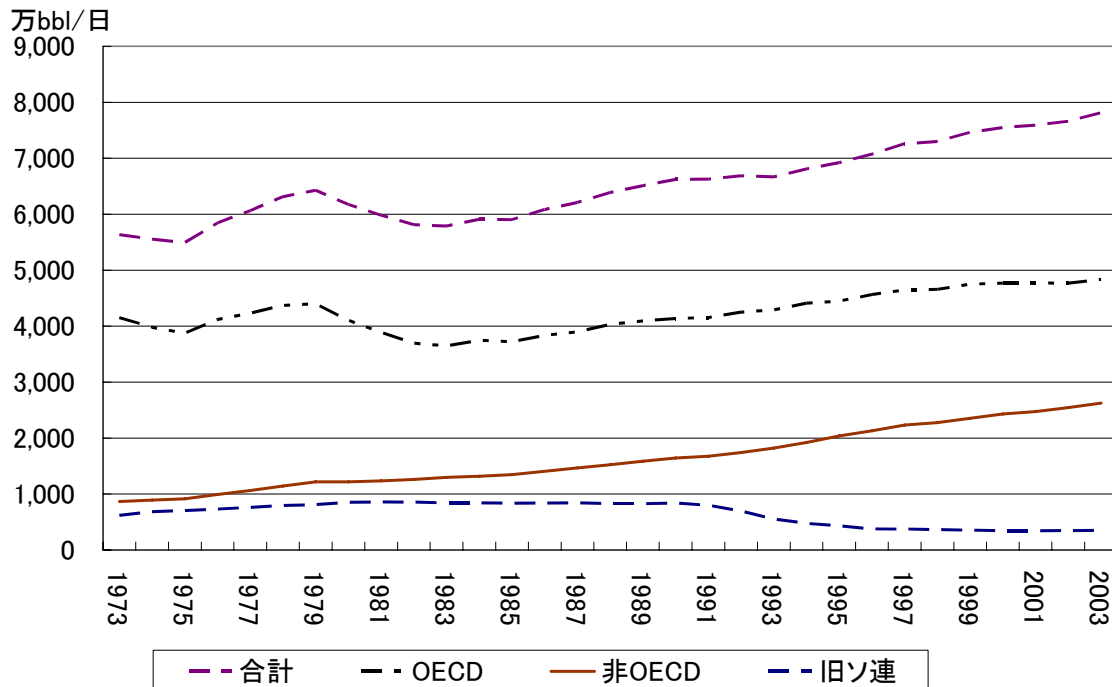
出所：IFS、日本経済新聞

(図表 1-5) 為替レートの推移



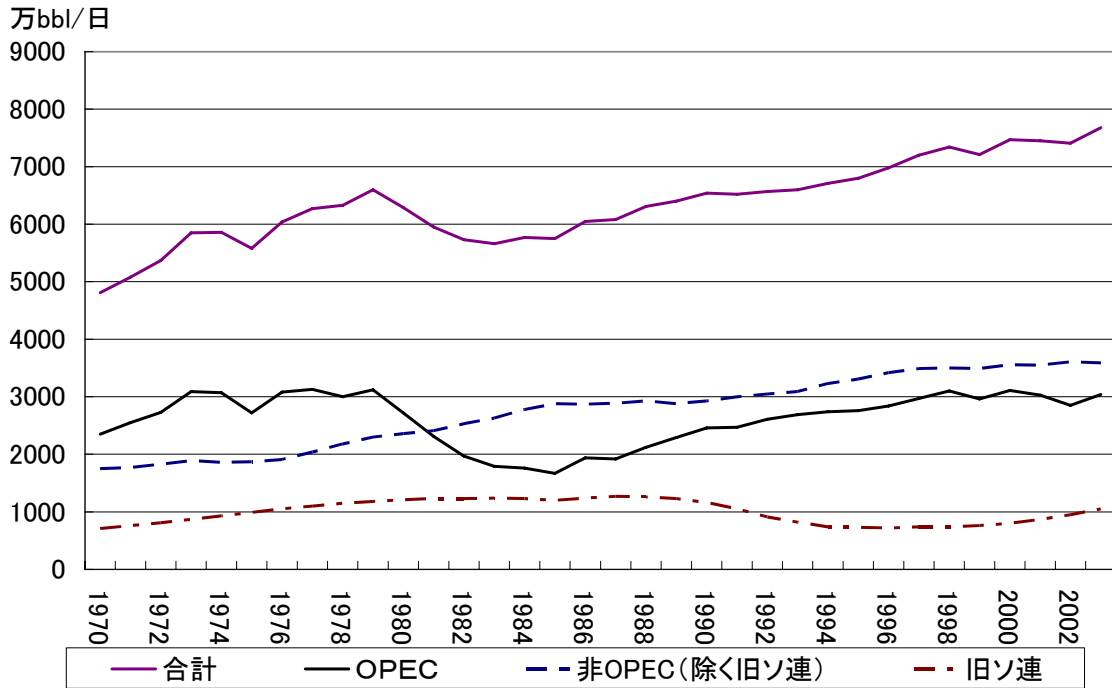
出所：金融経済統計月報

(図表 1-6) 石油需要の推移



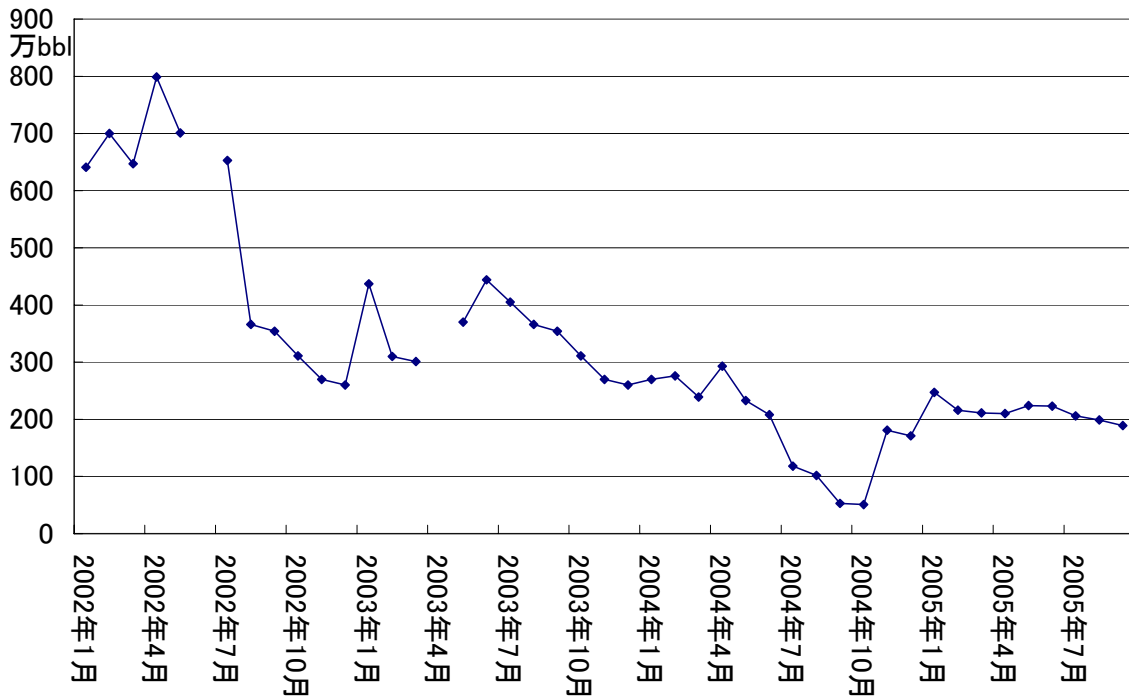
出所：BP 『Statistical Review of World Energy 2004』

(図表 1-7) 原油供給



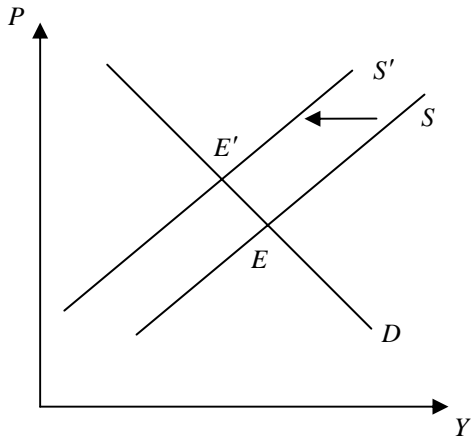
出所：BP 『Statistical Review of World Energy 2004』

(図表 1-8) OPEC 供給余力の推移

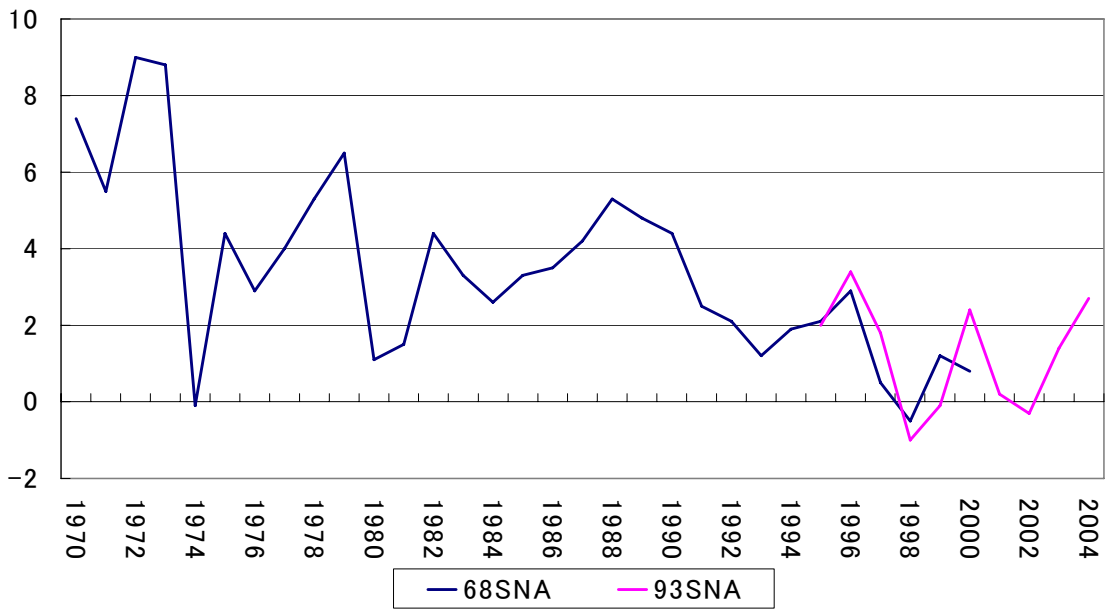


出所：IEA 「Oil Market Report」

(図表 1-9) 供給曲線のシフト

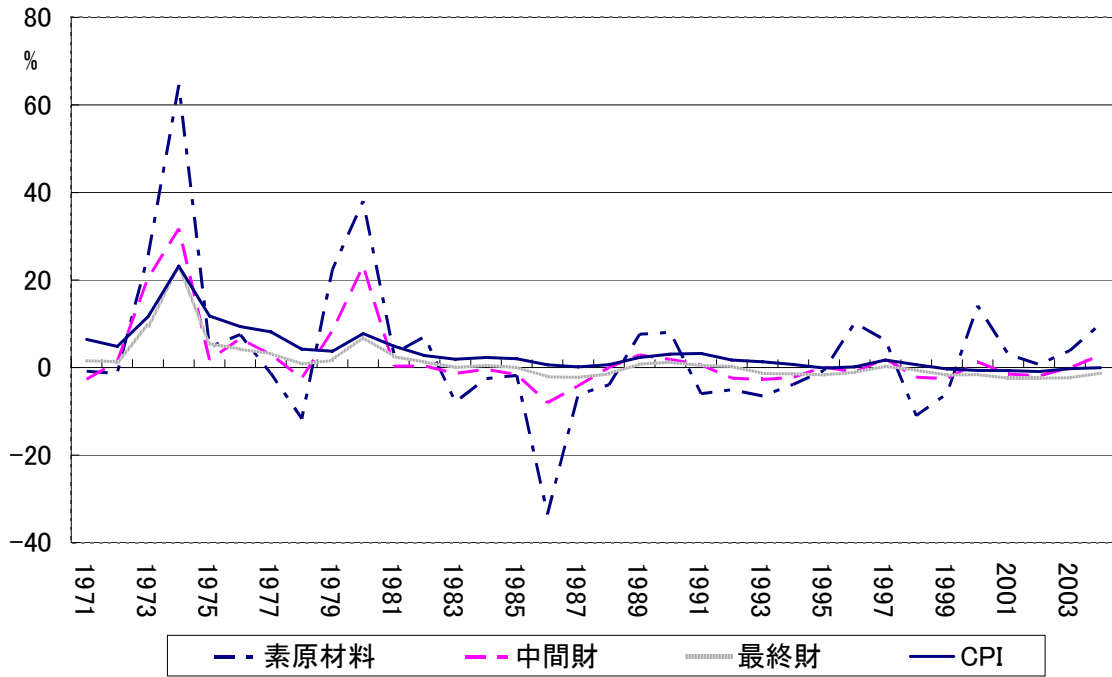


(図表 1-10) 実質 GDP の成長率



出所：内閣府「国民経済計算」

(図表 1-11) 需要段階別企業物価指数、消費者物価指数



出所：企業物価指数、物価統計月報

(図表 3-1) 先行研究の推計結果

	和合(1983)	伊藤・室田(1984)
$\alpha_K$	0.354	0.64943
	[82.74]	[13.46]
$\alpha_L$	0.6205	0.31243
	[127.92]	[5.36]
$\alpha_E$	0.0255	0.03815
	[29.27]	-
$\beta_{KK}$	-0.016	0.14363
	[0.7]	[10.14]
$\beta_{KL}$	0.048	-0.09117
	[2.41]	[5.71]
$\beta_{KE}$	-0.0321	-0.05246
	[5.45]	[11.93]
$\beta_{LL}$	-0.0504	0.09188
	[2.58]	[4.75]
$\beta_{LE}$	0.0023	-0.00071
	[0.52]	[0.15]
$\beta_{EE}$	0.0297	0.05317
	[16.35]	-
$\alpha_t$	-0.013	-0.03057
	[2.77]	[3.42]
$\gamma_{Kt}$	0.0015	0.00996
	[3.59]	[6.47]
$\gamma_{Lt}$	-0.002	-0.00793
	[1.6]	[4.51]
$\gamma_{Et}$	-0.0117	-0.00203
	[27.16]	[4.31]
$\gamma_{tt}$	0.001	0.00396
	[4.57]	[6.25]

※括弧内の数値は t 値を表す  
 出所：和合（1983）、伊藤・室田（1984）

(図表 3-2) 和合（1983）の代替弾力性・自己価格弾力性

	$\sigma_{KL}$	$\sigma_{KE}$	$\sigma_{LE}$	$\varepsilon_{KK}$	$\varepsilon_{LL}$	$\varepsilon_{EE}$
1965	1.2225	-4.4846	1.2056	-0.7153	-0.428	0.709
1968	1.2125	-3.8805	1.2155	-0.674	-0.4695	0.6889
1971	1.2137	-3.4065	1.1932	-0.6764	-0.4694	0.5196
1974	1.2472	-1.0218	1.069	-0.7518	-0.4323	-0.3829
1977	1.2408	-1.5612	1.0879	-0.7463	-0.4244	-0.2322
1979	1.244	-1.1021	1.0741	-0.744	-0.4383	-0.3463
平均	1.2265	-2.8237	1.1548	-0.7095	-0.4479	0.2578

出所：和合（1983）

(図表 3-3) 伊藤・室田 (1984) の代替弾力性

	$\sigma_{KL}$	$\sigma_{KE}$	$\sigma_{LE}$
1966	0.5488	-1.4515	0.9814
1967	0.552	-1.499	0.9808
1968	0.561	-1.5345	0.9795
1969	0.57	-1.4757	0.9783
1970	0.5653	-1.5079	0.9789
1971	0.5607	-1.5262	0.9795
1972	0.559	-1.7209	0.9788
1973	0.544	-1.8634	0.9799
1974	0.5022	-1.2365	0.986
1975	0.4986	-1.2112	0.9863
1976	0.4985	-1.1141	0.9866
1977	0.5036	-1.1935	0.986
1978	0.5199	-1.3786	0.9843
1979	0.5025	-1.0256	0.9867
1980	0.4944	-0.5795	0.9887
1981	0.4924	-0.6147	0.9887
平均	0.529556	-1.3083	0.98315

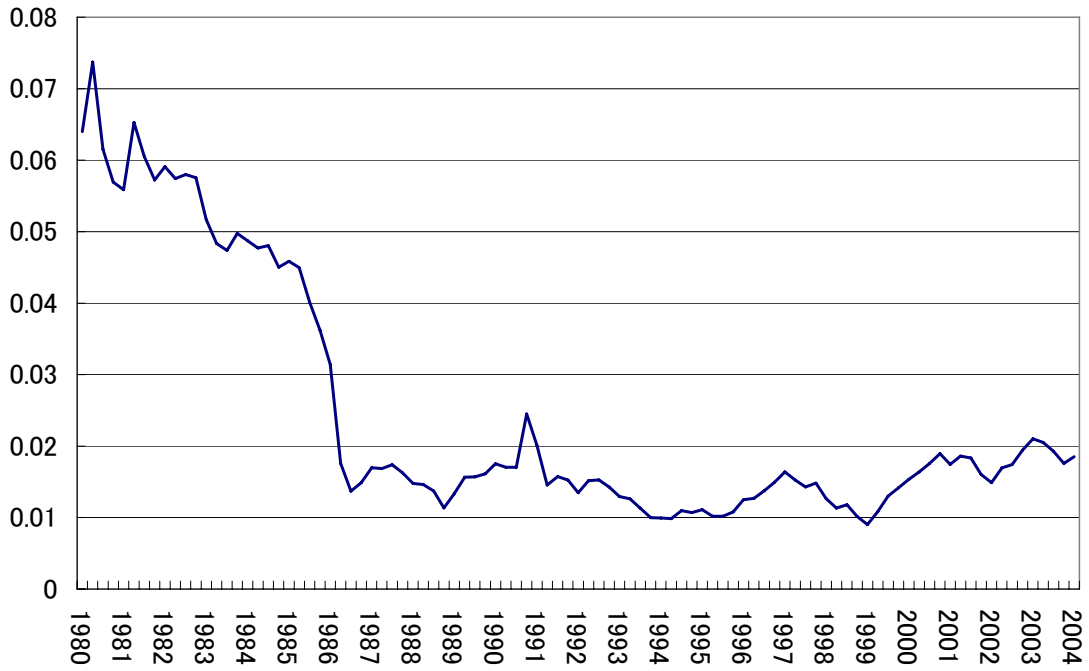
出所：伊藤・室田 (1984)

(図表 3-4) 代替弾力性

	$\sigma_{KL}$	$\sigma_{KE}$	$\sigma_{LE}$
1980	0.109713	-0.04461	0.86383
1981	0.123685	-0.09673	0.854528
1982	0.129598	-0.11644	0.850493
1983	0.143135	-0.31096	0.826073
1984	0.156888	-0.32502	0.816673
1985	0.179088	-0.45282	0.787653
1986	0.219	-2.31187	0.50432
1987	0.226255	-2.40972	0.485173
1988	0.240998	-3.114	0.344185
1989	0.243685	-2.60262	0.40648
1990	0.244615	-1.85386	0.505795
1991	0.241408	-2.3845	0.445703
1992	0.235185	-2.88663	0.395748
1993	0.232325	-3.97106	0.257853
1994	0.227953	-4.68262	0.179833
1995	0.230263	-4.51725	0.192513
1996	0.23107	-3.28567	0.355435
1997	0.22524	-2.84182	0.431888
1998	0.227015	-4.14437	0.253245
1999	0.22637	-4.13803	0.253714
2000	0.223705	-2.42019	0.490385
2001	0.223203	-2.30066	0.50661
2002	0.223885	-2.40488	0.492323
2003	0.245178	-1.87377	0.493895
2004	0.26611	-1.84435	0.41095
平均	0.209319	-2.30726	0.498849

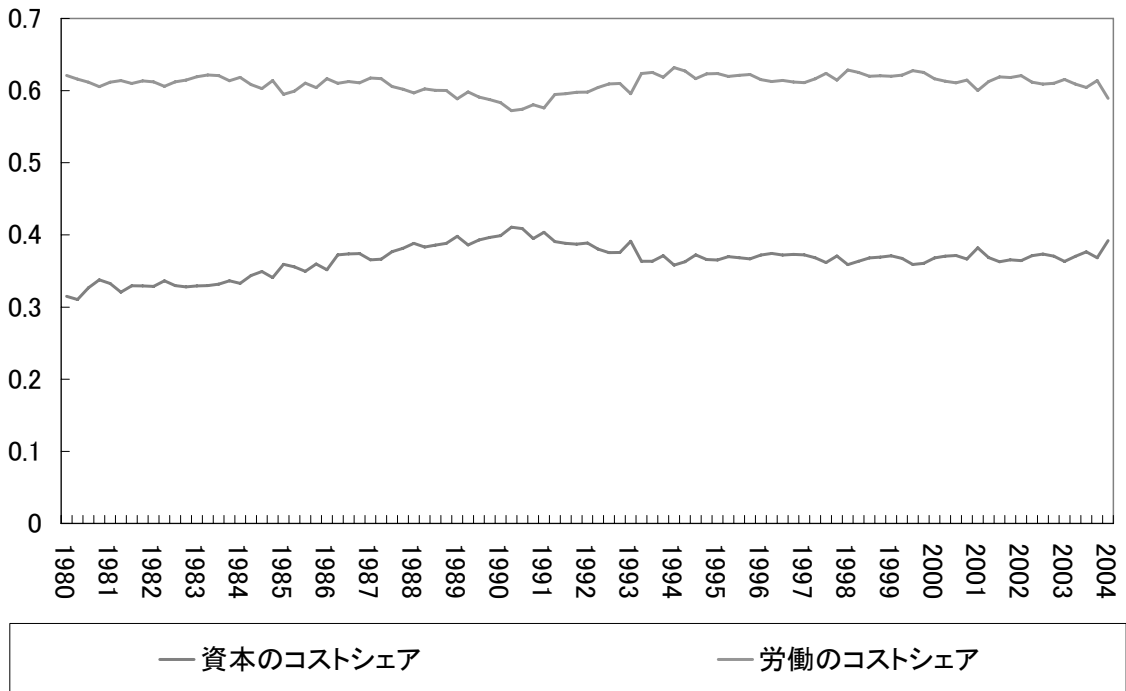
※年平均の値である。また 2004 年は 2004 年第 1 四半期のものである。

(図表 3-5) エネルギーのコストシェア



出所：外国貿易概況、日本貿易月報、国民経済計算年報

(図表 3-6) 資本、労働のコストシェア



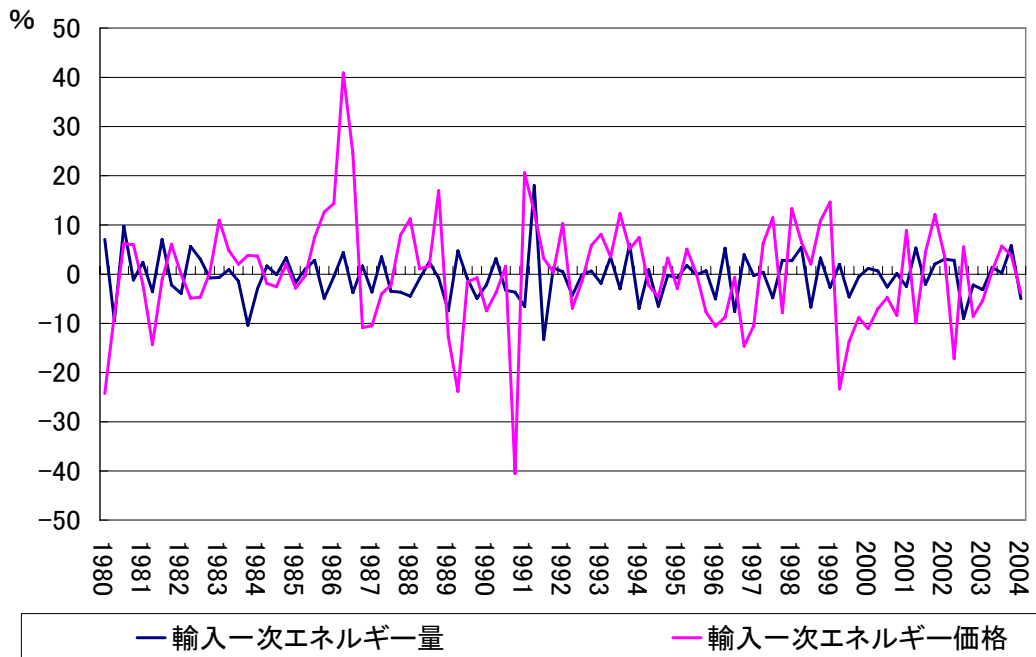
出所：国民経済計算年報

(図表 3-7) 自己価格弾力性

	$\varepsilon_{KK}$	$\varepsilon_{LL}$	$\varepsilon_{EE}$
1980	-0.06476	-0.09101	-0.51507
1981	-0.07013	-0.09168	-0.49129
1982	-0.07245	-0.09222	-0.48135
1983	-0.07331	-0.08824	-0.40806
1984	-0.08047	-0.09233	-0.38802
1985	-0.08948	-0.09676	-0.31318
1986	-0.09527	-0.09148	0.54898
1987	-0.09747	-0.09252	0.601195
1988	-0.10278	-0.09792	0.997233
1989	-0.10484	-0.10213	0.78409
1990	-0.10718	-0.10856	0.457263
1991	-0.1045	-0.10221	0.670333
1992	-0.10052	-0.09519	0.857955
1993	-0.09713	-0.08973	1.316903
1994	-0.09405	-0.08506	1.59448
1995	-0.09548	-0.08671	1.541363
1996	-0.09782	-0.09101	1.007378
1997	-0.09585	-0.0896	0.78056
1998	-0.09429	-0.0859	1.356923
1999	-0.09413	-0.08589	1.355203
2000	-0.09631	-0.09107	0.593355
2001	-0.09635	-0.09157	0.54066
2002	-0.09647	-0.09136	0.586808
2003	-0.10608	-0.10944	0.478248
2004	-0.11143	-0.12611	0.60621
平均	-0.09299	-0.09365	0.561794

※年平均の値である。また 2004 年は 2004 年第 1 四半期のものである。

(図表 3-8) 輸入一次エネルギー量、輸入一次エネルギー価格の変化率



出所：外国貿易概況、日本貿易月報

(図表 4-1)

