

- 石油および購入電力価格データは電力中央研究所において推計した製造業の部門平均購入価格。
- 自家発電力量、大口電力量は「電力需給の概要」によった。

図 2.4 自家発比率と石油／購入電力相対価格の推移
Fig. 2.4 Self-Generation and Oil Price Relative to Purchased Electricity Price

指摘しておく必要がある。80年代半ばからの燃料価格の低下は自家発やコジェネレーションの導入を有利にしたため、特に自家発設備を多く持っていた鉄鋼、化学、紙パルプなどのエネルギー多消費産業では過去に比べても弾性が大きくなってものと考えられる。

第三のエネルギー政策、とりわけ石油代替と省エネルギーに関連した一連の政策は燃料代替にも少なからぬ影響を持っていたはずである。80年代においては、まず1981年よりはじめられた産業用LNGの導入があげられる。この制度では通常の業務用都市ガス料金ではなく、原価を割らない範囲での個別契約料金が設定され、実際その個別価格は勿論、平均価格さえ公表されていない。しかしこの制度によって食料品、機械などの産業では、産Lが石油系ガスや一部の軽質油製品に対しても競争力を持つにいたったといわれている。また既に述べた国内石炭保護制度の段階的廃止は、これが電力や鉄鋼を除く産業から実施されたため、石炭の自家発を促進させる結果となった。更に日本開発銀行を通じた、省エネルギーや代替エネルギーにかかる設備投資への低利融資などの政策金融も挙げられる。これら政策金融は1980年代の前半に集中しており、80年代前半の急激な製造業各部門の原単位の低下と期を一にしている。

3. 購入燃料価格推計

3.1 推計方法

燃料の購入価格については、一般に購入者価格で異なることはもちろんのこと、大口需要家ほどより有利な条件でエネルギーを購入していると考えるのが自然であろう。しかしながら、一般に利用可能な統計である日銀卸売り物価統計年報では部門別のエネルギー価格が得られないだけでなく、需要家の燃料費用削減の努力を反映した購入価格を得ることができない。たとえば、電力について考えてみると、鉄鋼、化学など素材型産業は大口需要家であり、特別高圧電力の購入や需給調整契約によって費用の削減をはかっているはずであるが、電力の料金改訂と公表されている料金表のみを反映している物価統計年報では、こうした実際の取引を反映したエネルギー価格を知ることはできない。また、購入価格をできるだけ実態に近い値で捕捉しなければ、本研究のもう一つの目的である非価格要因の影響を分析することも困難となろう。

そこで、本研究では部門別の燃料購入価格を工業統計表と石油等消費構造統計とにより推計する。まず電力に関しては、工業統計表にある電力支出額と石油等消費構造統計にある電力消費量とにより、直接購入電力価格を知ることができる。他の燃料については、工業統計表にある燃料全体の支出額と石油等消費構造統計にあるそれぞれの燃料消費量から、推計が可能である。つまり、構造統計の燃料消費量にある価格ベクトルを掛けて、そこから導かれる燃料消費額の和と、工業統計の燃料支出額との差を最小にする、価格ベクトルを見いだせば良い。このため、燃料使用額と燃料種別の製造業平均価格を制約条件として、フレーター法を用いて部門別の燃料購入額を求めた。なお、初期値として用いる部門別の燃料価格は、燃料購入価格に関連した各種の情報を利用し、輸送コストなど地域差をも考慮した値を採用している。

3.2 推定結果

3.1の方法で求めた価格を表3.1と図3.1に掲げてある。表3.1の方は製造業全体での価格指数を日銀の卸売り物価指数と比較した表である。日銀の統計によるとガス、電力については料金表の改訂が行われていない期間一定の価格が数年にわたり続いているが、我々の求めた価格は毎年異なる値をとっていることがよく理解できる。また図3.1はこの中で特徴的なB、C重油と電力における2つの価格の推移を示しているが、B、C重油では87年以前にはほぼ同様な推移をしているものの、87年以降は日銀指数でみるよりも実際に製造業平均の燃料購入価格は相当低いものであること、電力（買電）では84年以降、調整契約や契約電力量の縮小などに

表3.1 推定価格と日銀卸売物価指数の比較 — 製造業計 — 1980年=100
 Table 3.1 Comparison of the Estimated Fuel Prices and the Whole Sale Fuel Price Index

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
B, C重油 (製造業計)* 日銀卸売物価指数*	100.0 100.0	109.9 117.4	115.6 124.9	104.8 117.3	94.4 104.1	96.4 108.0	65.7 73.9	41.2 71.6	39.7 70.6
軽油 (製造業計)** 日銀卸売物価指数**	100.0 100.0	118.4 112.8	130.9 129.6	117.6 123.1	110.2 119.4	107.4 113.4	92.0 83.6	70.9 69.4	63.8 60.1
A重油 (製造業計) 日銀卸売物価指数	100.0 100.0	111.8 112.9	124.1 129.9	106.5 123.4	97.8 119.6	94.2 115.4	68.9 82.5	47.4 64.0	41.8 55.9
石炭 (製造業計)** 日銀卸売物価指数**	100.0 100.0	134.9 108.2	149.6 130.2	119.8 116.2	104.5 103.5	97.0 97.9	77.2 71.4	56.1 59.5	50.2 53.6
LPG (製造業計) 日銀卸売物価指数	100.0 100.0	111.8 93.4	100.1 94.4	96.8 101.6	93.9 90.3	95.7 88.3	78.4 62.6	84.0 49.5	84.4 47.0
LNG (製造業計) 日銀卸売物価指数	100.0 100.0	127.5 108.5	138.0 121.8	118.7 105.3	102.1 98.8	103.8 99.0	63.2 56.4	40.2 39.5	31.6 35.0
都市ガス (製造業計) 日銀卸売物価指数	100.0 100.0	113.4 108.0	118.1 108.0	117.2 108.0	107.2 108.0	111.5 108.0	106.1 101.4	88.1 91.7	81.0 81.1
電力 (製造業計) 日銀卸売物価指数	100.0 100.0	108.7 110.1	113.3 110.5	109.1 110.5	103.9 110.5	104.0 110.5	84.2 105.0	70.0 97.8	64.3 92.2

* 1988年物価指数年報のウェイトでの加重平均

** 原料炭、一般炭を1988年物価指数年報のウェイトで加重平均

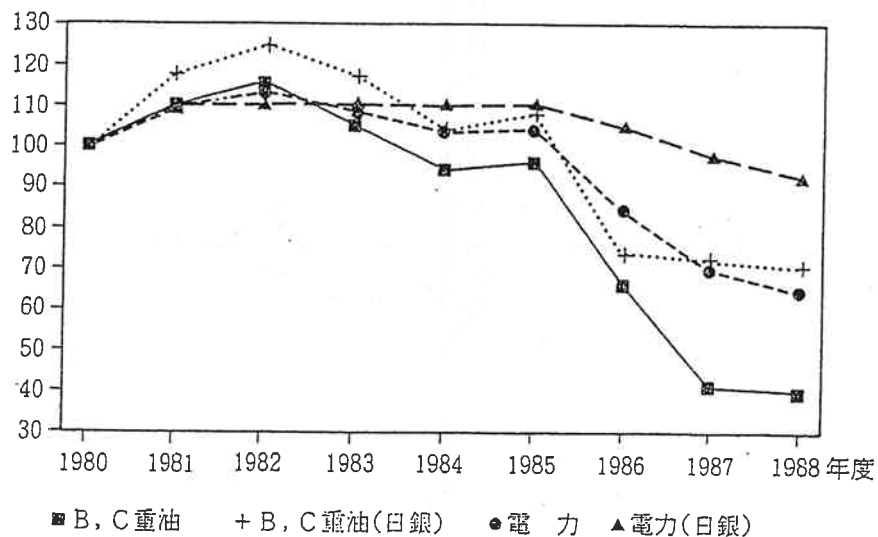


図3.1 推計価格と日銀卸売物価指数 — 製造業計 —
 Fig. 3.1 Comparison of the Estimated Fuel Prices and the Whole Sale Fuel Price Index : Manufacturing Total

よって料金改訂よりも相当大幅な単価の節約を実施している、ことがわかる。

また図3.2、3.3には燃料別に業種ごとの各年の購入価格を表している。一見してわかるのは業種により燃料購入価格が非常に異なっていることである。電力では、大口需要家である鉄鋼、紙パが低い価格で購入している。重質油では化学がもっとも低い価格で購入し、機械がもっとも高い価格で購入していることがわかる。石炭では、鉄鋼、化学、紙パが安く購入している。ガスでは、化学が安く購入し、機械が高い価格で購入している。

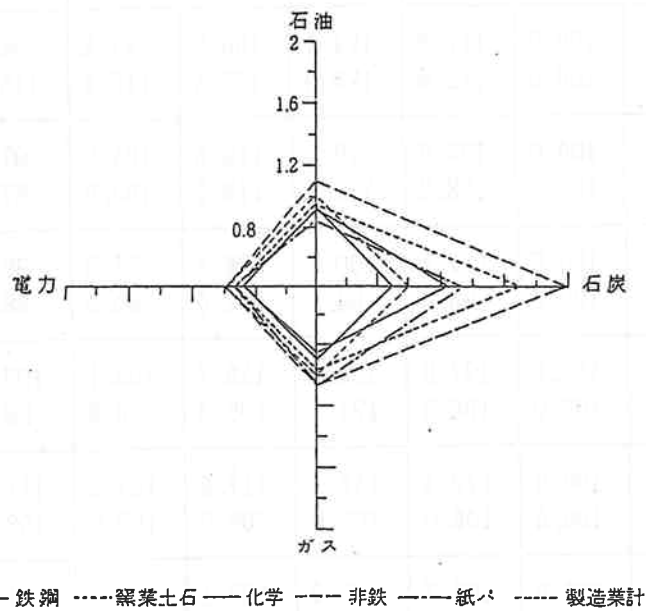


図3.2 製造業部門別燃料価格(80-86年平均)
(1) 素材産業

Fig.3.2 Sectoral Difference in Fuel Price : Heavy Industries

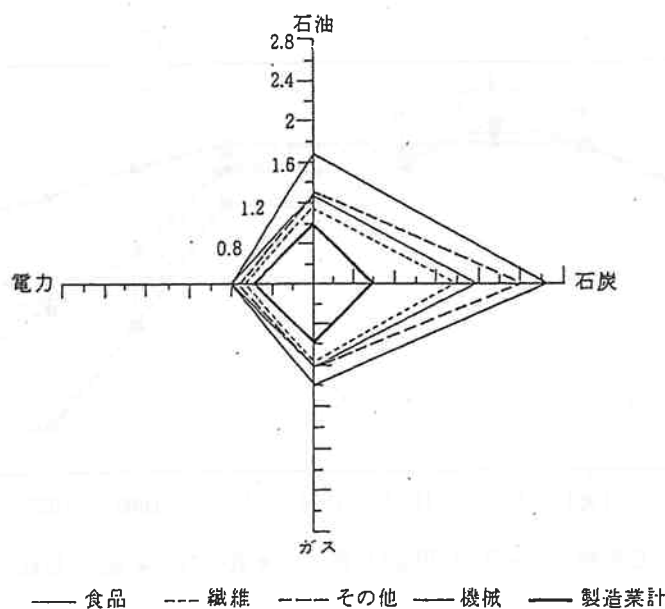


図3.3 製造業部門別燃料価格(80-86年平均)
(2) 加工組立、軽工業

Fig.3.2 Sectoral Difference in Fuel Price : Machinery and Light Industries

4. 燃料間代替分析モデル

4.1 モデル

今回われわれが分析目的とするのは、製造業における燃料選択の問題である。一般に企業の生産活動を記述する場合、ある一定の生産量 (Q) に対して、資本 (K)、労働 (L)、原材料 (M)、燃料 (F) が選ばれとされる。さらに、本研究のように燃料選択を分析するためには、燃料をさらに細かく分ける必要があり、本分析では、重質油 (E 1)、軽質油・石油系ガス (E 2)、石炭・石炭系ガス (E 3)、購入電力 (E 4) の 4 燃料を選んだ。

一般に採用されているトランスログ型費用関数を用いて分析するとして、上記のように投入要素が 7 つ存在する場合、費用関数とシェア方程式併せて 7 本もの方程式を同時推定せねばならないことになる。実証分析上の問題として、これだけの数の方程式を同時推定しすべてのパラメーターについて整合的な結果を導くのは、多重共線性や自由度の問題により、きわめて困難といわざるを得ない。一方、本分析の目的から考えて、購入電力価格 1% の上昇が労働需要を何パーセント変化させるのか、といった個々の燃料と他の投入要素間との関係については、我々の関心の範囲ではない。理論的整合性を損なわない範囲で、こうした燃料選択以外の情報を取り除き燃料選択のみを扱うことで、推定すべき方程式の数とパラメーターを減らせれば、多重共線性や自由度不足の問題も解消し、統計的にもより安定した結果が得られると期待できる。このために我々は、燃料間の技術的代替関係が他の投入要素からは独立である、という弱分離可能性を持つ生産関数を用いて分析を行う。これにより、7 本の方程式体系を 3 本に減らすことができる。

まず生産関数を以下のように表す。

$$(1) \quad Q = f(K, L, M, E(E 1 \dots E 4))$$

Q : 産出物、K : 資本、L : 労働、M : 原材料

E (E 1... E 4) : 集計されたエネルギー投入

E_i, i = 1... 4 : 投入された各エネルギー

E 1 - 重質油、E 2 - 軽質油・石油系ガス、E 3 - 石炭・石炭系ガス、E 4 - 電力

生産関数が(1)式のように表されたとき、もし次の関係が成り立つならば生産関数には弱分離性が成り立っている。

$$(2) \quad \frac{\partial}{\partial x_k} \left[\frac{\partial f / \partial x_i}{\partial f / \partial x_j} \right] = 0 \quad \begin{array}{l} x_i, x_j = E 1, E 2, E 3, E 4 \\ x_k = K, L, M \end{array}$$

すなわち、燃料間の限界技術代替率は他の要素からは独立である。

このとき、投入財価格と生産水準が外生的に与えられたもとで、企業が費用を最小化するように投入を決定すると仮定すると、双対性の定理により弱分離性を持つ費用関数が一意に定義できる。すなわち

$$(3) \quad MUC = MUC(PK, PL, PM, PE(PE_1, \dots, PE_4), Q)$$

MUC : 総費用、PK : 資本の価格、PL : 労働の価格、PM : 原材料価格

PE : 集計されたエネルギーの価格指数、PE_i = 1...4 : 各投入エネルギーの価格

生産関数と同様に、弱分離性のための十分条件は

$$(4) \quad \frac{\partial}{\partial x_k} \left[\frac{\partial MUC / \partial x_i}{\partial MUC / \partial x_j} \right] = 0 \quad \begin{array}{l} x_i, x_j = PE_1, PE_2, PE_3, PE_4 \\ \cdot x_k = PK, PL, PM \end{array}$$

つまり、燃料間の投入量の比率は、燃料以外の財の価格には影響されない。言い替えば、弱分離性が存在する場合燃料価格の組み合わせのみで、燃料間の代替・補完関係を分析することが可能となる。弱分離性を満たす為には、集計されたエネルギー価格指数が各燃料価格に関してホモセティックな関数であれば良いことが知られている。単位当たりエネルギー費用関数を以下のように書き表す。

$$(5) \quad \log(MUC/E) = \log PE = a_0 + \sum_i a_i \cdot \log PE_i + 0.5 \cdot \sum_i \sum_j b_{ij} \cdot \log PE_i \cdot \log PE_j$$

シェファードのレンマにより、この費用関数から推定可能な各燃料のシェア方程式（需要関数）を導くことができる。

$$(6) \quad S_i = a_i + \sum_j b_{ij} \log PE_j \quad i = 1, \dots, 4$$

(6)式は4本あるが、シェアは足して1になるという定義から、実際には3本のシェア方程式を推定すれば良い。このように、当初7本であった方程式体系を3本にすることができた。こうした弱分離性は一見きびしい仮定であるかの印象を受けるが、実はそうではない。たとえば、我々は(1)式において労働をLという一つの変数で表記している。企業において労働は複雑な労務構成をなしており、この場合のLは集計量である。新卒社員の採用人数と資本財価格との関係については何等問うことはできず、問うことができるのは集計量としてのLと同じく集計量としてのKとの関係のみであり、結果的に労務構成と資本とは独立である。これはすなわち、労務構成と資本との間に弱分離性が成立していることを意味する。他の要素についても同様で、資本構成、原材料の組み合わせについても他の要素との関係を問うことはできず、これらの内容も他の投入要素からは独立であり、やはり弱分離性が暗に仮定されていることになる。