

石油危機と主要製造業の構造変化に 関する計量分析

法政大学大学院 工学研究科 システム工学専攻 岩 本 渉
埼玉大学大学院 政策科学研究科 渡 辺 千 仞*
統計数理研究所 岸 野 洋 久**
村 上 征 勝

(1990年5月 受付)

1. 目 的

第2次世界大戦が終り45年が経とうとしている。この戦後45年ほどの間に、世界の歴史に刻まれた最も重要な出来事の1つとして、1973年に起きた「第1次石油ショック」を挙げることができる。この小論は、日本の産業技術の原動力は何であるのかを考えるために、その有力な候補の1つとして考えられる石油ショックへの対応を定量的に分析するものである。

石油ショックはOPECが1973年10月、1974年1月の2度にわたって、原油価格を大幅に引き上げたことから始まった。このときの日本の原油CIF価格¹は、バーレル当たりで1973年度上期の3.12ドルから1974年5月には11.37ドルへと約3.7倍も上昇した。このように原油価格が短期間に4倍近くに高騰した他、石油製品、電力、ガスの価格が高騰し、石炭価格も上昇するなど、石油ショックによってエネルギー価格が上昇した。

エネルギー問題をアキレス腱としている日本経済は、2度の石油ショック（1973年の第1次石油ショックおよび1979年の第2次石油ショック）に対して、産業を中心にエネルギー需要構造の革新に挑戦し、先進諸国の中で最も安定した経済成長を達成した。エネルギー需要構造の革新は、民間企業の旺盛な研究開発投資を中心とする技術革新努力によるところが多く、石油ショックは企業の研究開発活動を飛躍的に拡大させる大きな契機となった。その結果として、日本の技術水準は急速に上昇し、これがまた日本の経済成長やエネルギー需要構造のさらなる革新に貢献することとなった。このように日本の産業技術の飛躍的な向上の原動力として、石油ショックへの対応を見逃すことはできず、その原動力を明らかにするためには、エネルギー需要構造の革新と経済成長および技術革新²の三者の関係を把握することが必要であると思われる（渡辺・アミノラ（1989））。

従ってこの小論では、日本の主要製造業の石油ショックへの対応に注目し、エネルギー需要構造の革新について、それが「いつ」「どのような内容で」起きたのかを調べ、それに経済成長

* 現 新エネルギー産業技術開発機構

** 現 東京大学 海洋研究所

¹ Cost, Insurance and Freight: 船積みまでの費用を含めた売買される商品のコスト（原価）に、到着地までのインシュアランス・プレミアム（保険料）とフレート（運賃）を加えた価格条件により取り決めた契約のこと。

² この小論では技術革新の進展の度合いを、研究開発費の投入増加量で代表させて測っている。

および技術革新が、どのように関係しているのかを把握することを考える。実際には研究開発費のすべてが省エネルギーに使われているわけではないが、この小論においては、研究開発投資は直接的・間接的にエネルギー消費の減少に寄与し³、さらにその効果は連続的に現れるという前提のもとに解析を行なった。

時系列データは、1965年から1986年までの22年間の、日本の製造業7業種(繊維, 化学, 鉄鋼, 機械, 電気器具, 電子・通信, 自動車)の売上高, 研究開発費, および3業種(繊維, 化学, 鉄鋼)のエネルギー消費量を用いた。

また、石油ショックという語は特に断らない限り、第1次石油ショック(1973年)を指すものである。

2. 解析法

まず、7業種それぞれの売上高の変遷の特徴を把握するために、売上高の時系列データに対し主成分分析を行なう。次に売上高の伸び率に「いつ」、「どの程度」変化が起きたのかを回帰分析によって調べる。この回帰分析による解析は、主成分分析による売上高の変遷の特徴を把握するための解析を、異なった方向から眺めることと考えることができる。また、売上高当たりの研究開発費の時系列、および売上高当たりのエネルギー消費量についても、売上高に対する解析と同様な解析を回帰分析により行なう。そして、以上の解析結果を踏まえた上で、石油ショックによって転換を迫られたエネルギー需要構造、および研究開発費がエネルギー消費量の増減に及ぼした影響、さらにこの2つに売上高を加え、売上高、研究開発費、エネルギー消費量の三者の関係を回帰分析によって調べる。

「いつ」という時点を調べる方法は、時系列を2つの区間に分けることを考え、どの時点で分けるのがよいかというモデル選択を行なうことによる。また、研究開発費がエネルギー消費量の増減に及ぼした影響を調べる方法は、エネルギー消費量を研究開発費により説明する線形モデルを考え回帰分析を行ない、研究開発費に対する回帰係数を求め、その符号をみることによる。符号が正であればエネルギー消費を促進する方向に働く「促進型」、負であればエネルギー消費を節約する方向に働く「節約型」、ほぼゼロであればエネルギー消費にはあまり関心を払わない「無関心型」ということになる。売上高、研究開発費、エネルギー消費量の三者の関係を調べる方法は、エネルギー需要構造の革新に注目し、エネルギー消費量を売上高、研究開発費の両方、あるいはどちらか一方で説明する線形モデルを考え回帰分析を行ない、どのモデルがよいかというモデル選択を行ない、選択されたモデルが何を説明変数としているか、また説明変数はどのように効いているかを調べることによる。また、構造変化およびその時点をみつけるためのモデル選択においては、情報量基準AIC(坂元 他(1983))を用いる。

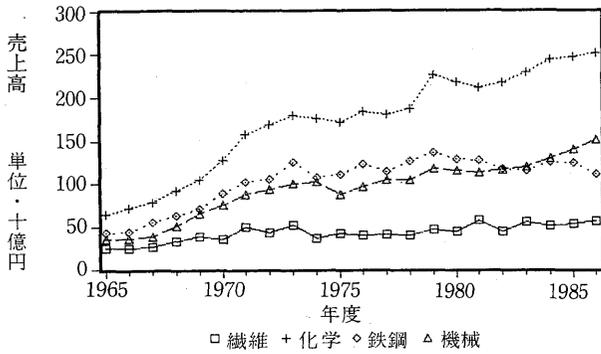
3. 解析結果

3.1 売上高の変化

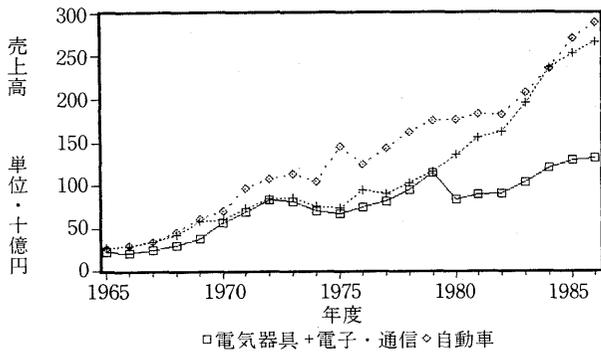
まず、石油ショックにより製造業7業種の生産に、どのような変化が起きたかを知るために、時系列データより売上高の伸びの変遷の特徴を業種ごとに調べることにする。

分析には、総務庁科学技術研究調査報告から製造業7業種の1965年から1986年の売上高の時系列データ(図1(a), 図1(b))を用いた。

³ 省エネルギー技術の開発, および付加価値の向上, ならびに産業構造の脱エネルギー化への貢献等。

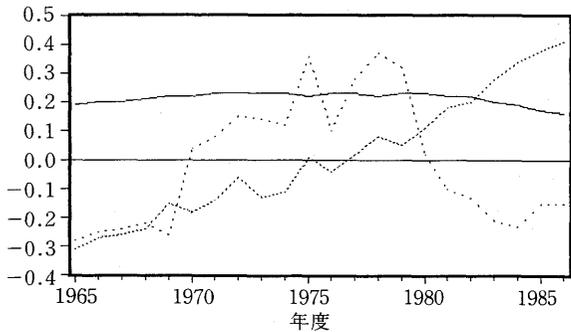


(a)



(b)

図1. 製造業7業種における1965年から1986年の売上高の時系列。



— 第1主成分 - - - 第2主成分 ··· 第3主成分

図2. 主成分分析によって得られた売上高の代表的な時系列パターン。

これら7業種の全体的な特徴を把握するために、これらの時系列データに対して、業種を個体に、各年の売上高を変数にとり、主成分分析を行なってみた。主成分分析によって得られた売上高の代表的な時系列パターンが図2である。図2より第1主成分は売上高の規模、第2主成分は売上高の伸び率、第3主成分は伸び率の鈍化傾向を示していると考えられる。各業種の第1主成分、第2主成分のスコア、第1主成分、第3主成分のスコアを示したのが図3(a)、図3(b)である。

図3(a)より売上高は化学が多く繊維が少ないこと、電子・通信、自動車の売上高の伸び率が高いことがわかる。また、図3(b)より電子・通信と自動車の伸び率の鈍化傾向に注目すると、電子・通信は非石油依存型の業種であったために、他の6業種に比べ石油ショックによるダメージは、さほど深刻なものではなかったのではないかと考えられる。

続いて、上の解析を異なった方向から眺めることにする。売上高に「いつ」、「どの程度」変化が起きたのかを回帰分析によって調べる。これより、この変化のことを「構造変化」と呼ぶことにする。

売上高を S で表すとき $\log S_t$ の時系列を2つの区間に分け、それぞれの区間で次のように直線回帰を行なった。

$$\log S_t = \begin{cases} a^{(1)} + b^{(1)}t & (t \leq t_0) \\ a^{(2)} + b^{(2)}t & (t > t_0) \end{cases}$$

t_0 は1970年から1980年であり、この間の t_0 について分析し、どの t_0 で最小のAICが得られるかを調べることによって、「いつ」石油ショックによって伸び率が変化したのか、そして「どの程度」各業種がダメージを受けたのかを調べる。

図4および表1が解析結果である。図4より繊維、鉄鋼、電気器具、電子・通信におけるAICの最小値は、 $t_0=1973$ で得られることがわかる。一方、化学、機械、自動車ではAICの最小値

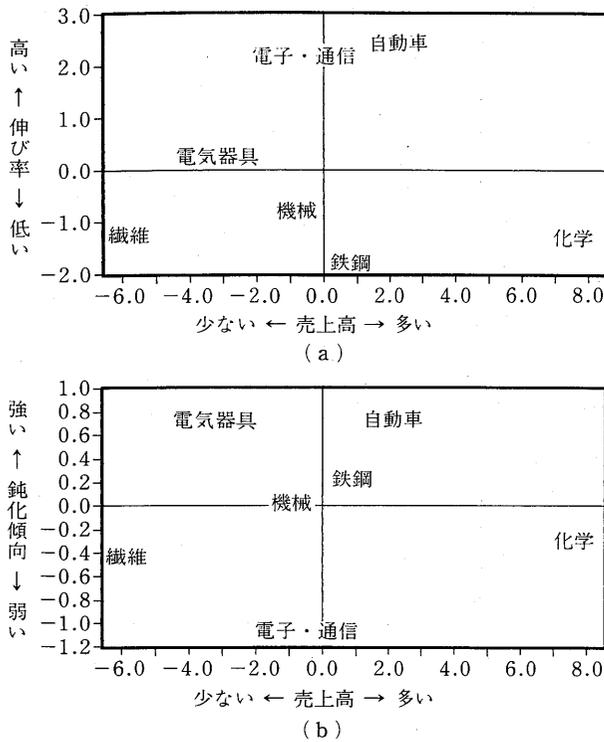


図3. 製造業7業種の散布図。1965年から1986年の売上高の時系列データに主成分分析を適用した：(a) 第1主成分, 第2主成分によるサンプルスコア, (b) 第1主成分, 第3主成分によるサンプルスコア。

は1970年で得られている。ただし、2つのモデルのAICの差が2程度以上であればAICの差は有意と考えられ、AICの小さい方のモデルが選択される(坂元 他(1983))ということから、 t_0 は機械では1970年から1974年、自動車では1970年から1972年の範囲内のいずれかの年度と考えられる。これらのことから、どの業種においても石油ショックの影響により、1970年代前半で構造変化が起きたと考えることができる。

続いて「どの程度」変化が起きたかということを考える。線形モデルにおいて、回帰係数 b は売上高の伸び率にほぼ一致するものである。表1より各業種とも石油ショック以前には、年間10~20%ほどの割合で売上高を伸ばしていたことがわかる。業種ごとにみると、化学、鉄鋼はほとんど同じような値をとっている(伸び率はおよそ14%)。機械、電子・通信はおよそ16%、そして電気器具、自動車の伸び率が最も高く(伸び率はおよそ20%)、繊維の伸び率が最も低くなっている(10%)。石油

ショックによる変化以降(すなわち t_0 以降)では、7業種が軒並み伸び率を石油ショック以前のそれらより落としている。鉄鋼、電子・通信を除く5業種は石油ショック以降の伸び率が石油ショック以前のそれらの「3分の1から5分の1」へと、鉄鋼は「ほぼゼロ成長」へと落ちている。重厚長大産業の代表格とも言える鉄鋼は、この結果から、石油ショックによる産業の「ソフト化」「サービス化」(軽薄短小化)の波の中で、構造不況に陥ってしまったように考えられる。しかしながら、このような中においても、電子・通信は石油ショックによる大きな影響を受けなかったように考えられる結果を得た(伸び率は16%→11.5%)。これは情報産業と考えられる電子・通信が、石油ショック以降の情報化の追い風を受けたためと思われる。これは主成分分析の結果を裏付けている。

日本の製造業の経済成長の変遷を、売上高の時系列より調べてみたところ、電子・通信は石油ショックを比較的うまく乗り切ったものの、電子・通信を除く6業種は石油ショックによりかなり大きなダメージを受けたと考えられる、という結論を得た。

3.2 研究開発費の変化

この節では研究開発費の変化をみることにする。研究開発費は総務庁科学技術研究報告から求めた。研究開発費を R で表すとき、売上高に占める研究開発費の比率 $\log(R_t/S_t)$ の時系列を2つの区間に分け、それぞれの区間において、売上高に対して行なった解析と同様に直線回帰を

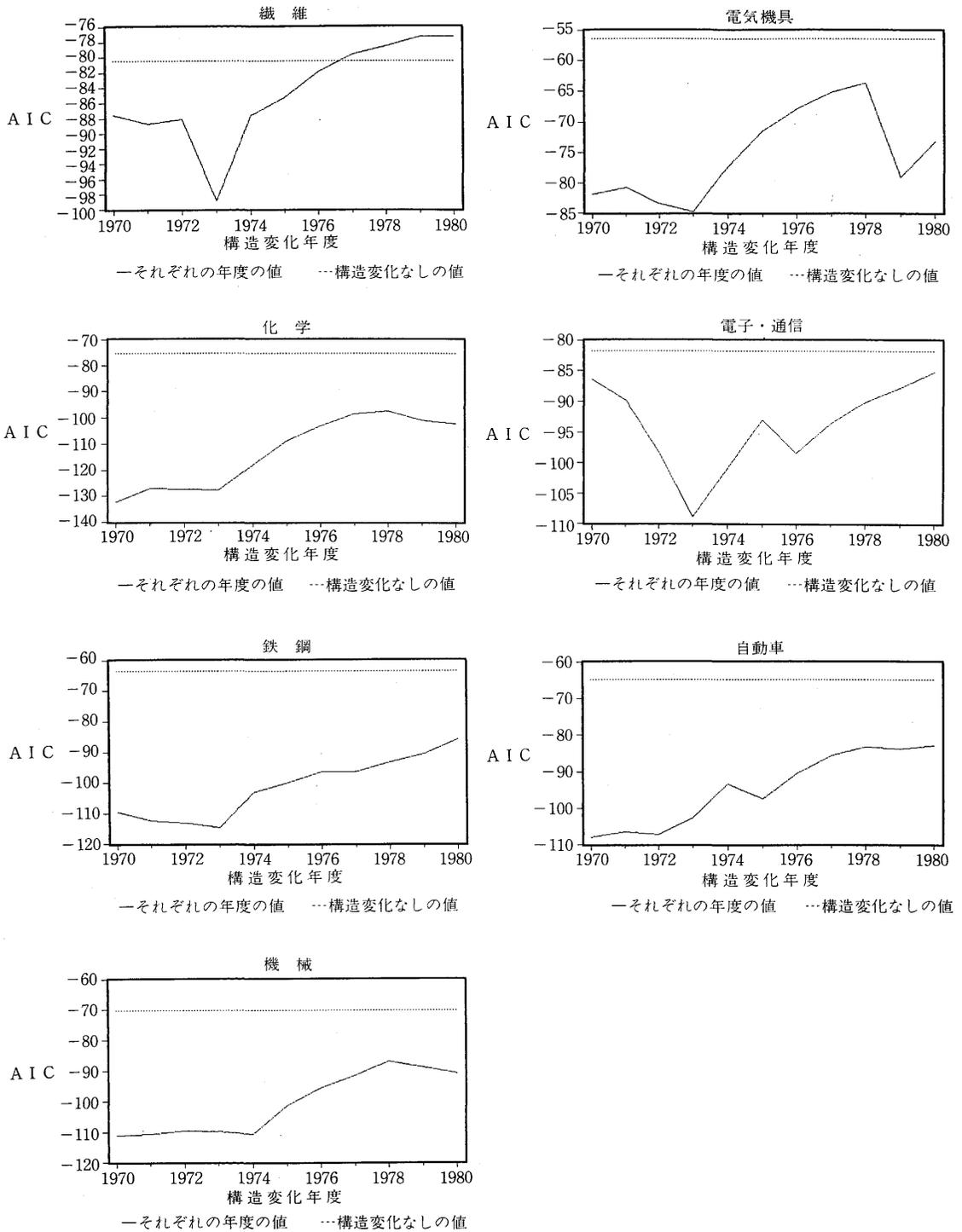


図4. 売上高の伸び率における, さまざまな変化の時点におけるAICの値.

表1. 売上高の伸び率の解析. 図3によって得られるベストモデルの回帰係数の推定値が記載されている. 係数の下の括弧内の数値は t 値である.

業 種	構造変化年度	推定された回帰式
織 維	1973~1974	前 $\log S = 9.9934 + 0.0963 t$ (162.11) (8.79)**
		後 $\log S = 10.1975 + 0.0339 t$ (107.96) (5.89)**
化 学	1970~1971	前 $\log S = 10.9143 + 0.1327 t$ (390.53) (18.49)**
		後 $\log S = 11.7657 + 0.0307 t$ (348.26) (13.81)**
鉄 鋼	1973~1974	前 $\log S = 10.4911 + 0.1403 t$ (323.84) (24.38)**
		後 $\log S = 11.6428 + 0.0034 t$ (144.67) (0.69)
機 械	1970~1971	前 $\log S = 10.1999 + 0.1663 t$ (146.00) (9.27)**
		後 $\log S = 11.1601 + 0.0307 t$ (241.02) (10.09)**
電 気 器 具	1973~1974	前 $\log S = 9.6262 + 0.1992 t$ (108.23) (12.60)**
		後 $\log S = 10.6186 + 0.0514 t$ (84.36) (6.71)**
電 子 ・ 通 信	1973~1974	前 $\log S = 10.0285 + 0.1597 t$ (186.83) (16.74)**
		後 $\log S = 9.9787 + 0.1153 t$ (141.13) (26.79)**
自 動 車	1970~1971	前 $\log S = 9.9172 + 0.2062 t$ (192.83) (15.61)**
		後 $\log S = 10.9875 + 0.0689 t$ (191.19) (18.24)**

行なった。ここで、研究開発費を売上高当たりとしたのは、ある業種の研究開発(技術革新)に対する姿勢を考えると、売上高が伸びればそれに従って増加すると考えられる研究開発費そのものよりも、売上高に占める研究開発費の比率を考える方が妥当であると判断したためである。

AICの最小値は電子・通信を除く6業種が、石油ショックから5年程度遅れた1970年代末期で得られた。また、電子・通信は石油ショックから若干遅れた1975年で得られた。

また、売上高に占める研究開発費の比率は、繊維、化学、鉄鋼、電気器具の4業種では、緩やかな減少傾向もしくはほぼ一定であったものが、1970年代末期にはっきりとした増加傾向へと転じている。機械もはっきりとはしないものの、やはり同様な変化をしている。ところが他と少し違う動きをする業種が2つある。それらは電子・通信、自動車である。電子・通信は変化以前から増加傾向を示している。一方、自動車はほぼ一定だったものが緩やかな減少傾向へと転じている。

実際に時系列をみると、どの業種においても、1978年もしくは1979年に大きな変化がみられ、それまでの各々の業種の持つ傾向から、すべての業種に共通した急速な増加傾向へと転じている。ただ、このような急速な増加は2~3年で終り、それ以降は各業種ごとに異なった動き

をしている。1979年に起きた第2次石油ショックが、売上高当たりの研究開発費の急速な増加に対して、起爆剤のような働きをしたものと思われる（経済企画庁（1974-1980））。

この回帰分析による分析だけでは、短期間で急激な動きをされると、その傾向を完全に把握できないように感じられた。自動車において、緩やかな減少傾向へと転じたという結果になったことは、急速な増加傾向後の緩やかな減少傾向が結果に現れたためと考えられる。

3.3 エネルギー消費量の変化

この節ではエネルギー消費量の変化をみることにする。エネルギー消費量は日本エネルギー経済研究所エネルギーバランスより求めた。エネルギー消費量を E で表すとき、売上高に占めるエネルギー消費量の比率 $\log(E_i/S_i)$ の時系列を2つの区間に分け、それぞれの区間において、売上高に対して行なった解析と同様に直線回帰を行なった。ここで、エネルギー消費量を売上高当たりとしたのは、エネルギー消費量は生産量が増えればそれに従って増えるものと考えられ、エネルギー消費量そのものよりも生産量当たりのエネルギー消費量を考える方が、エネルギー需要構造について考える場合には妥当であると判断したためである。ここでは生産量の代わりに売上高を用いているが、これはデータの都合および売上高と生産量の関係⁴から売上高を用いることにした。

解析は時系列データの都合上、繊維、化学、鉄鋼の3業種で行なった。

AICの最小値は繊維が1973年、化学が1970年、鉄鋼が1977年で得られる。

また売上高に占めるエネルギー消費量の比率は、繊維、鉄鋼では、ほとんど一定であったものが減少傾向へと転じている。化学は増加傾向であったものが減少傾向へと転じている。

これらの結果から、業種ごとの変化の時点の差はあるものの、どの業種においても変化後では、売上高当たりのエネルギー消費量は減少傾向に転じたと考えられる。

また、時系列をみると化学、鉄鋼では1982年くらいから、売上高当たりのエネルギー消費量がほとんど一定になっていることから、この2業種ではこの頃にエネルギー需要構造の変化を終えたのかもしれない。一方、繊維にはこの傾向はみられない。

3.4 エネルギー消費量の増減と経済成長および技術革新の関係

これまで、売上高（経済成長）、研究開発費（技術革新）、エネルギー消費量を個別に調べてきたが、この節では、これまで個別に調べてきた売上高、研究開発費、エネルギー消費量の三者の関係を把握することを考える。

石油ショックを誘因とするエネルギー価格の上昇によるコストアップのために、石油ショック以降、各業種は製造過程において可能な限りエネルギー需要構造の革新に努力した。ここでは、次の2つの解析を行なう。

- (1) 研究開発費とエネルギー消費量の関係を把握する。
- (2) エネルギー消費量と売上高および研究開発費の三者の関係を把握する。

これらはそれぞれに対応する線形モデルを考え、回帰分析によって解析を行なう。(1)はエネルギー需要構造の革新のために、研究開発費がどのように使われたかを調べるためのものである。(2)は(1)に売上高を加え、エネルギー需要構造の革新に売上高と研究開発費がどのように関係しているのかを調べるためのものである。解析はデータの都合上、繊維、化学、鉄鋼の3業種で行なう。

⁴ 売上高が多ければ生産量も多いと考えられるので、データの都合上生産量を売上高で代用する。

エネルギー消費量を E で表すとき $\log(E_t/S_t)$ の時系列を考える。これは売上高に占めるエネルギー消費量の比率の時系列である。エネルギー消費量を売上高当たりとしたのは、前節でも述べたが、エネルギー消費量は生産量が増えればそれに従って増えるものと考えられ、エネルギー消費量そのものよりも生産量当たりのエネルギー消費量を考える方が、エネルギー需要構造について考える場合には妥当であると判断したためである。ここでは生産量の代わりに売上高を用いているが、これはデータの都合および売上高と生産量の関係（前述）からこのようにした。

最初に研究開発費がエネルギー需要構造の革新にどのように使われたのかを調べる。構造変化を見つけるために、時系列データを2つの区間に分け、それぞれの区間に対して次のような線形モデルを考える。

$$\begin{aligned} \log(E_t/S_t) &= a_1 + c_1 \log(R_t/S_t) & (t \leq t_0) \\ \log(E_t/S_t) &= a_2 + c_2 \log(R_t/S_t) & (t > t_0) \end{aligned}$$

t_0 は1970年から1980年であり、この間の t_0 について分析し、どの t_0 で最小のAICが得られるかを調べることによって「いつ」構造変化が起きたのか、また回帰係数 c の符号の正負をみることにより、研究開発費がエネルギー消費量の増減に「どのような」影響を及ぼしたのかを調べる。

図5および表2が解析結果である。図5より繊維は1978年、化学は1979年、鉄鋼は1977年に、最小のAICが得られることがわかる。どの業種においても石油ショックから5年程度遅れて構造変化が起きたようである。

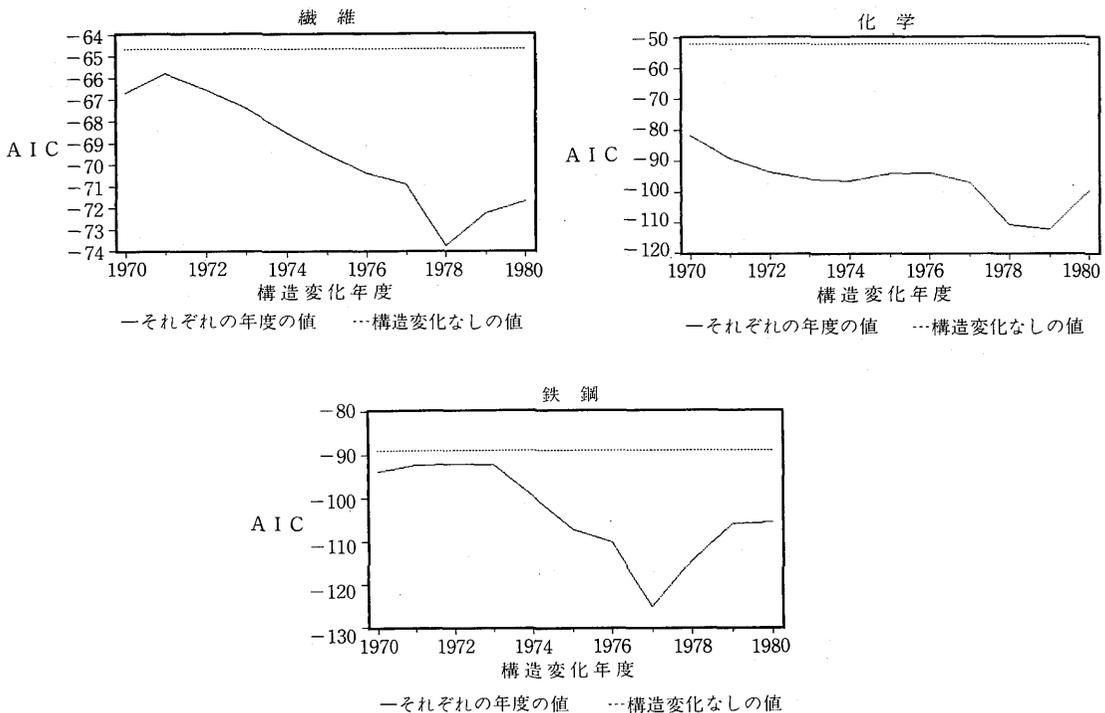


図5. 研究開発費がエネルギー消費に及ぼした影響、およびその変化の時点に対するさまざまなモデルのAICの値。

表2. 研究開発費がエネルギー消費に及ぼす影響. 研究開発費がエネルギー消費に及ぼす影響を調べるモデルにおける, 図4によるベストモデルの回帰係数の推定値が記載されている. 係数の下の括弧内の数値は*t*値である.

業種	構造変化年度	推定された回帰式
繊維	1978~1979	前 $\log(E/S) = -1.9879 - 0.2341 \log(R/S)$ (-33.35) (-1.15)
		後 $\log(E/S) = -2.3370 - 0.4335 \log(R/S)$ (-37.74) (-1.08)
化学	1979~1980	前 $\log(E/S) = -2.6011 + 1.1081 \log(R/S)$ (-11.51) (4.86)**
		後 $\log(E/S) = -1.4930 - 0.4880 \log(R/S)$ (-15.15) (-5.55)**
鉄鋼	1977~1978	前 $\log(E/S) = -0.7179 + 0.0630 \log(R/S)$ (-33.44) (0.29)
		後 $\log(E/S) = -0.9915 - 0.1566 \log(R/S)$ (-85.93) (-5.17)**

表2より回帰係数*c*をみると, 繊維は*c*<0から*c*<0へ, つまり構造変化の前後に拘わらず, 研究開発の姿勢がエネルギーを節約する方向へ向いているように思われるが, 回帰係数*c*はともにも有意とはなっておらず, 研究開発費はエネルギー消費量の増減に対して, ほとんど関与していないという結果を得た.

化学は石油ショック以前では, 研究開発の姿勢がエネルギーを消費して生産の効率を高める方向に向かっていたものが(*c*>0), 石油ショック以降では, エネルギーを節約する方向へと転じる(*c*<0)という結果を得た.

鉄鋼は石油ショック以前では, 研究開発費はエネルギー消費量の増減に対して, ほとんど関与していなかったと考えられるが(*c*≅0), 石油ショック以降では, エネルギーを節約する方向へと転じる(*c*<0)という結果を得た.

繊維において, 「研究開発費がエネルギー消費量の増減に対してほとんど関与していない」という結果になった理由として, 繊維は化学, 鉄鋼に比してエネルギー依存度が小さいことその他, 繊維という業種が当時後進国の追い上げによる需要の低迷の中で国際競争力を弱め, 輸出シェアを急速に低下させたことや公害規制の影響による長い構造不況のさなかであったために, 十分な研究開発投資ができず, 第1次石油ショックに対しては, ほとんど省エネルギー努力が行なえず, 1970年代末期になり僅かながらの省エネルギー努力を行なったものと考えられる. 繊維に省エネルギー努力の効果がはっきりと現れるのは, 1980年代に入ってからと考えられる.

続いて, エネルギー消費量と, 売上高(経済成長)および研究開発費(技術革新)の三者の関係を把握するために, 以下の3つの回帰モデルを考える.

$$\text{Model A: } \log(E_t/S_t) = a + b \log S_t + c \log(R_t/S_t)$$

$$\text{Model B: } \log(E_t/S_t) = a + b \log S_t$$

$$\text{Model C: } \log(E_t/S_t) = a + c \log(R_t/S_t)$$

ここで, Model Aとはエネルギー消費量の増減は経済成長と技術革新の両者に関与しているというモデル, Model Bとはエネルギー消費量の増減は経済成長にのみ関与しているというモデル, Model Cとはエネルギー消費量の増減は技術革新にのみ関与しているというモデルである. これらの3つのモデルのうちどのモデルが選択されるかによって, ある業種のエネルギー

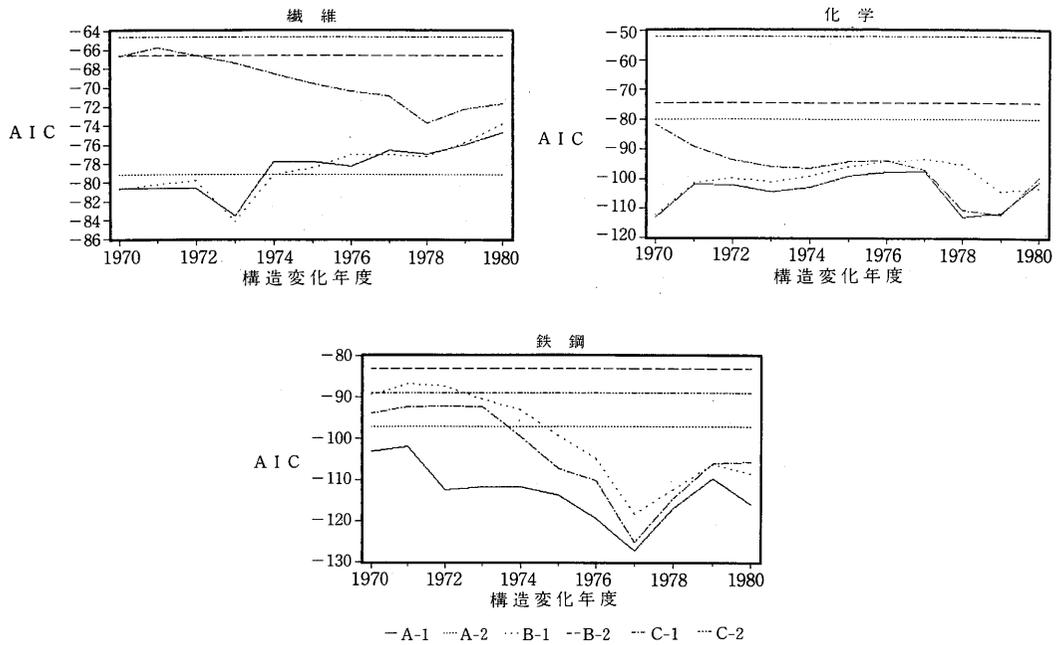


図6. エネルギー消費の構造変化の時点, および変数の選択に対するさまざまなモデルのAICの値 (英字-数字: 英字はそれぞれ Model A~Model Cを示し, 数字は1ならそれぞれの年度の値, 2なら構造変化なしの値を示す).

表3. エネルギー消費の構造変化. 変化の時点および変数の選択を考慮に入れたベストモデルにおける回帰係数の推定値が記載されている. 係数の下の括弧内の数値はt値である.

業種	構造変化年度	推定された回帰式
繊維	1973~1974	前 $\log(E/S) = -0.6452 - 0.1296 \log S$ (-0.43) (-0.91)
		後 $\log(E/S) = 16.7817 - 1.7599 \log S$ (7.40) (-8.34)**
化学	1978~1979	前 $\log(E/S) = -0.5392 - 0.1333 \log S + 0.6235 \log(R/S)$ (-0.47) (-1.71) (2.15)
		後 $\log(E/S) = -6.8560 + 0.4662 \log S - 0.8376 \log(R/S)$ (-2.70) (-2.20) (-8.27)**
鉄鋼	1977~1978	前 $\log(E/S) = 0.2207 - 0.0828 \log S + 0.0750 \log(R/S)$ (3.29) (-6.73)** (0.86)
		後 $\log(E/S) = 3.3334 - 0.3670 \log S - 0.2327 \log(R/S)$ (1.60) (-2.08) (-5.25)**
セカンドモデル		
繊維	1973~1974	前 $\log(E/S) = 2.4075 - 0.4316 \log S - 0.6802 \log(R/S)$ (-1.02)(-1.86) (-1.55)
		後 $\log(E/S) = 14.6123 - 1.5615 \log S - 0.2197 \log(R/S)$ (5.19) (-6.00)** (-1.20)

消費量の増減が、どのような要素と関係を持つのかということ調べ、さらにその要素がどのように関与しているのかも調べる。

図6および表3が解析結果である。図6より Model B が繊維において、Model A が化学、鉄鋼において選択され、Model C はどの業種にも選択されないことがわかる。また、繊維は1973年に、化学は1978年に、鉄鋼は1977年に最小のAICが得られることがわかる。

表3より繊維は石油ショック以前では、どの要素ともほとんど関与していなかったものが、石油ショック以降になると、経済成長が進む、つまり売上が伸びると売上高当たりのエネルギー消費量が減少するという結果になる。この結果を生む要因としては、売上高の伸びがエネルギー消費量の伸びを上回っていることが考えられる。このことを仮定すると、石油ショック以降では、石油ショック以前と同じだけのものを売る（生産する）のに用いるエネルギー消費量が減少していることになる。これはエネルギー生産性が向上したことを示し、省エネルギーの効果をよく表している。また、繊維は次候補として同年の Model A を考えることができる。この Model A は研究開発費が有意に効いておらず、売上高の効果も Model B のそれと同様であり、Model B とよく似た結果となっている。

化学は石油ショック以前では、経済成長、技術革新ともに有意に効いておらず、効果は認められない。しかし、石油ショック以降になると、技術革新の省エネルギー効果が認められる。

鉄鋼は石油ショック以前では、エネルギー生産性の向上と考えられる省エネルギー効果がみられ、石油ショック以降では、技術革新の省エネルギー効果がみられる。ともにエネルギー消費量を減少させる方向にあることを示すモデルである。

これらの結果から、繊維と化学は石油ショック以降から、省エネルギーについて考え始めたこと、鉄鋼は石油ショック以前から既に省エネルギーを考えていたことがわかる。また、繊維では技術革新の効果は認められず、エネルギー需要構造の革新のための研究開発の効果は有意には見出せなかった。

4. まとめ

以上の結果から日本の主要製造業に関して次のようなことが言える。

- 経済成長は非石油依存型の業種である電子・通信が石油ショックを比較的うまく乗り切り、石油ショック以前からの成長率の低下が少なかった他は、どの業種も石油ショックにより成長率がかなり低下した。
- 研究開発は石油ショックから5年程度遅れてから急速に盛んになった。1979年の第2次石油ショックはこれを加速した。
- エネルギー需要構造は石油ショックから5年程度遅れて、エネルギー消費にほとんど関心を払っていなかったものが、エネルギーを節約する方向へと変化し始めた。

以上の結論の考察を行なう準備のために、日本経済のエネルギー問題について簡単に触れることにする。

日本のエネルギー供給構造をみると、他の先進諸国と比較した場合、

- エネルギー全体の輸入依存度が高いこと（1977年のOECD統計によると日本88.0%、西ドイツ55.0%、アメリカ19.9%）
- 石油への依存度が高いこと（1977年のOECD統計によると日本73.9%、西ドイツ51.1%、アメリカ46.4%）

がわかる。そして日本の石油はそのほとんどすべてを輸入に頼っている(1977年のOECD統計によると日本99.8%,西ドイツ95.9%,アメリカ43.7%)。一国の経済や国民生活に重要な意味を持つエネルギーが、日本においてこのような状況にあるということから、日本経済の安定的な発展のために、省エネルギーや石油代替エネルギー開発に一層努力する必要があることは明らかであると言える。このようにエネルギー問題は、エネルギーのほとんどを輸入に頼っている日本経済にとって最も頭の痛い問題である。

石油ショックはOPECによる1973年10月、1974年1月の2度の原油価格の大幅な引き上げによって始まったものであるが、この石油ショックにより多くの企業が深刻なダメージを受けた。しかしながら、売上高に関して言えば、日本経済はそのような中で、石油ショック直後である1974年の落ち込みを除き、石油ショック以降、先進諸国中最も安定した経済成長を達成した。これは日本経済のエネルギー需要構造が、石油ショックをはさみ変化したためと思われる。

エネルギー消費量は高度成長期において一貫して増加していたものが、1973年(石油ショック)を境として屈折して減少し、1975年から再び緩やかに増加している。単純に考えるとまた元の木阿弥のように思えるのだが、石油ショック以前とは大きく異なっていることがある。それはエネルギーの相対的価格が低下し続けていた1970年くらいまでは、エネルギーを相対的に多く使うことができたものが(エネルギー生産性の低下)、そのような条件が激変した石油ショック以降では、省エネルギーに努めざるをえなくなったことである。事実、1970年代前半以降エネルギー生産性は上昇に転じている(経済企画庁(1974-1980))。エネルギー生産性の上昇は、同じエネルギーの消費量でも、より多くのものが生産できることを示し、結果的に省エネルギーとなる。

これより、この小論の結論を経済白書等の記述による時代背景を考慮し検討する。

研究開発が

- (1) 石油ショックから5年程度遅れてから急速に盛んになり、
- (2) 数年後には研究開発費の急速な増加期間を終え、
- (3) 業種ごとに異なった動きをした

要因として次のようなことが考えられる。まず5年程度の遅れの要因としては、石油ショックが突発的に起きたために大きなダメージとなり、立ち直るまでの間の混沌とした期間内に、

- 技術開発一般に対しての研究開発投資が手薄になった、
- 省エネルギー努力のための研究開発投資が手薄になったために、研究開発の誘導牽引力がなくなり、技術開発一般に対しての研究開発投資も手薄になった、

といったことが考えられる。また5年程度の遅れの後、研究開発が急速に盛んになった要因としては、石油ショック対策がある程度整ってきた1979年に起きた第2次石油ショックが引き金になり、本格的な省エネルギー化が急速に進展したことが考えられる。そしてその後、業種ごとに異なった動きをした要因の1つとして、1983年初頭から始まった原油価格の下落(逆石油ショック)が考えられる。この原油価格の下落への各業種の対応は次の3つに大別できると考えられる。

- 省エネルギー化自体がもう不必要。
- さらなる省エネルギー化は不必要(現状を維持するための努力は行なう)。
- これからも省エネルギー化を続ける。

もつとも、研究開発費は省エネルギーのためだけに使われるわけではないので、技術開発一般に対しての研究開発等が盛んになることで研究開発費の増減が相殺され、判断を誤る可能性もある。

エネルギー需要構造の変化に関しては、省エネルギー努力が不可欠であることから、研究開発の動向に関係があると思われる。従って研究開発が石油ショックから遅れること5年程度で、急速に盛んになったことを考えると、エネルギー需要構造の構造変化も、このあたりで起きたと考えられる。解析結果も実際にこの予想を裏付けるものとなっている。構造変化の内容をみると、今までの通説と違わず、エネルギー需要構造は石油ショックにより、エネルギー多消費型の構造から省エネルギー型の構造へと変化したことが、この解析結果からも示された。

このように石油ショックによるエネルギー需要構造の変化の様子を調べてきたが、この解析を経て新たな問題を残した。

それは、この小論では時系列の区間を分ける際に、時系列を2つに分けることのみを考えたが、場合によっては3つに分けた方がよい場合もあり、このことを考慮した解析が必要であること、また、この小論における「研究開発投資が省エネルギーへ及ぼす影響はすぐに現れる」という仮定が、実際にはいくぶん遅れて影響が現れているように思え、この遅れを考慮した新たな解析が必要に思われることである。

謝 辞

本稿を作成するに当たり非常にお世話になりました法政大学工学部の嶋田正三教授、埼玉大学大学院政策科学研究科の Erman Aminullah 氏に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 経済企画庁 編 (1974-1980). 年次経済報告 (経済白書) (昭和 49 年度-昭和 55 年度), 大蔵省印刷局.
坂元慶行, 石黒真木夫, 北川源一郎 (1983). 『情報量統計学』, 42-64, 共立出版, 東京.
渡辺千仞, アミヌラ, エルマン (1989). 日本の技術革新とその原動力としてのエネルギー危機及び高度情報化に関する分析, 研究・技術計画学会第 4 回年次学術大会予稿集, 58-63.

Numerical Analysis of the Correlation between Oil Crises
and Japanese Technological Innovation

Wataru Iwamoto

(Graduate School of System Engineering, Hosei University)

Chihiro Watanabe*

(Graduate School of Policy Science, Saitama University)

Hirohisa Kishino** and Masakatsu Murakami

(The Institute of Statistical Mathematics)

The oil crises of the 1970s are historical events in the world economy. From the fragile nature of its energy structure, Japan had been expected to sustain considerable damage from these crises. Unexpectedly, Japan, however, has gone on to attain stable economic growth. The reason can be found in a radical change in its energy consumption structure due to technological innovation, which also induced rapid progress in the country's overall industrial technology.

In this paper, the influence of the oil crises on seven main industries (textiles, chemicals, iron and steel, machinery, electrical equipment, electronics and communications, automobiles) is investigated from the following three aspects:

1. changes in the energy consumption structure,
2. economic growth,
3. technological innovation.

Numerical analysis shows that structural changes in the textile, chemical, and iron and steel industries occurred shortly after the first oil crisis. The changes were not identical, however. The change in the chemical industry was from energy waste to energy saving, while in iron and steel it was from lack of concern with energy to energy saving. Change was also observed in the textile industry, but it was not as clear-cut.

Key words: R and D, energy consumption, structural change, AIC, model selection.

* Now at New Energy and Industrial Technology Development Organization.

** Now at Ocean Research Institute, University of Tokyo.