

紙・パルプ産業におけるエネルギー消費

熊 倉 修

〔要 旨〕

本稿の目的は、紙・パルプ産業におけるエネルギー消費量の決定メカニズムを計量経済学的方法によって分析することである。紙・パルプ産業をパルプ、紙、板紙の3工程に分け、その生産量、製品価格、工程間および産業外との製品、原材料の流れ、工程別の電力消費量、産業全体としての自家発電量、購入電力量などの決定メカニズムを計量モデルに明示的に組み入れた。

サンプル期間（35年～50年）において、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量/生産量は低下傾向を示した。

工程別の電力原単位は、高級紙の増加など製品構成の変化、公害防止投資の増加などの理由でこの期間わずかに上昇した。

自家発電量の増大は、購入電力量を相対的に減少させ、石油・石炭購入量を増加させたが、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量を節約する効果を持った。

古紙回収率の変化、原材料輸入の構造変化などによるエネルギー消費への影響は、明示的に推計することはできなかったが、比較的小さいと考えられる。

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. はじめに | 3.1 生産関数, 原材料投入関数 |
| 2. 紙・パルプ産業の技術と産業構造 | 3.2 自家発電, エネルギー需要 |
| 2.1 エネルギー, 原材料消費 | 3.3 製品, 原材料の需給と価格 |
| 2.2 自家発電, 購入電力 | 3.4 恒等式 |
| 2.3 製品, 原材料の需給 | 4. モデルによる分析 |
| 2.4 生産技術と企業構造 | 4.1 モデルの説明力 |
| 3. モデルの構造 | 4.2 内挿シミュレーション |

1. はじめに

本稿の目的は、紙・パルプ産業におけるエネルギー消費量の決定のメカニズムを計量経済学的方法によって分析することである。

産業におけるエネルギー消費量は、産業内の各工程の生産量と各工程のエネルギー原単位（エネルギー消費量/生産量）と2つの要素に分解できる。紙・パルプ産業における各工程の

生産量の決定と、生産技術、エネルギー消費技術の選択が経済的要因によってどのように規定されているかを分析する。

紙・パルプ産業の計量経済モデルを作成して、国民総生産、民間消費支出などのマクロ変数と、原材料価格、エネルギー価格などが与えられたときの、紙・パルプ産業の工程別生産量、工程別原材料投入量、製品別価格、エネルギー種類別消費量、自家発電量、購入電力量などの

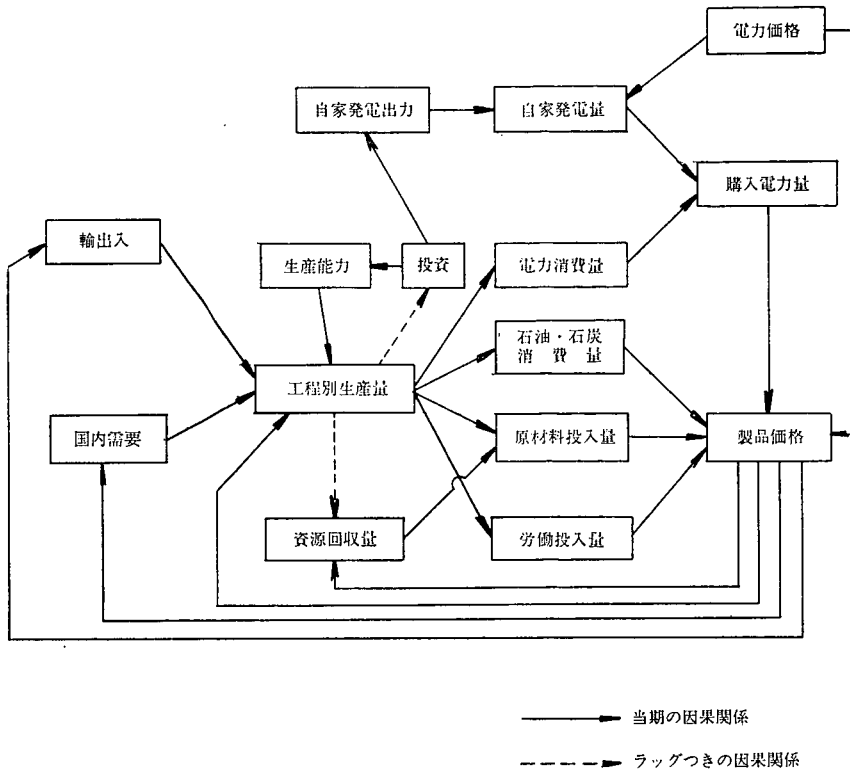


図 1-1 モデルの主要な因果関係

決定のメカニズムを定式化することを試みる。

モデルの基本的な構造は図 1-1 に示すとおりである。

モデルは次のような特徴をもっている。

(1) 紙・パルプ産業を、パルプ、紙、板紙の 3 つの工程に分けて、各工程の生産量、製品価格、設備投資などの決定メカニズムをモデル化する。

(2) 3 つの工程間および産業外との間の、製品、原材料の流れを明示的にモデルに組入れる。

(3) 工程別の電力消費量、自家発電設備規模および自家発電量、電力購入量、石油・石炭購入量など、紙・パルプ産業内部におけるエネルギーの消費形態および消費量、そしてエネルギー種類別購入量の決定メカニズムをモデル化

する。

以下、2 においてモデル作成のための前提となる、紙・パルプ産業における技術の特色、エネルギー消費の現状、産業構造の実態について概観し、モデルの現実的背景を明らかにしておく。3 以下において各関数の個別的検討、モデルの構造、シミュレーションの結果などについて述べていく。

2. 紙・パルプ産業の技術と産業構造

2.1 エネルギー、原材料消費

生産工程において直接消費されるエネルギー、原材料の消費量を、紙・パルプ産業の技術的特色との関連において見よう。

パルプ工程におけるエネルギー消費形態は、化学パルプと機械パルプとは基本的に異なっ

ている。化学パルプにおいてはチップを蒸解釜で蒸気によって蒸煮してパルプ化する。機械パルプでは、丸太材またはチップを機械的にパルプ化する。図 2-1 (1) はパルプの種類別に電力原単位と蒸気原単位の分布を示したものである。機械パルプ(GP, RGP)では蒸気消費量は0であり、電力が1,300 kWh/t~2,000 kWh/t消費される。一方化学パルプでは、電力と蒸気がともに消費されるが、その中で KP の蒸気の消費量をもっとも大きく電力消費量をもっとも小さくなっている。SCP, CGP は KP と機械パルプの中間に位置している。

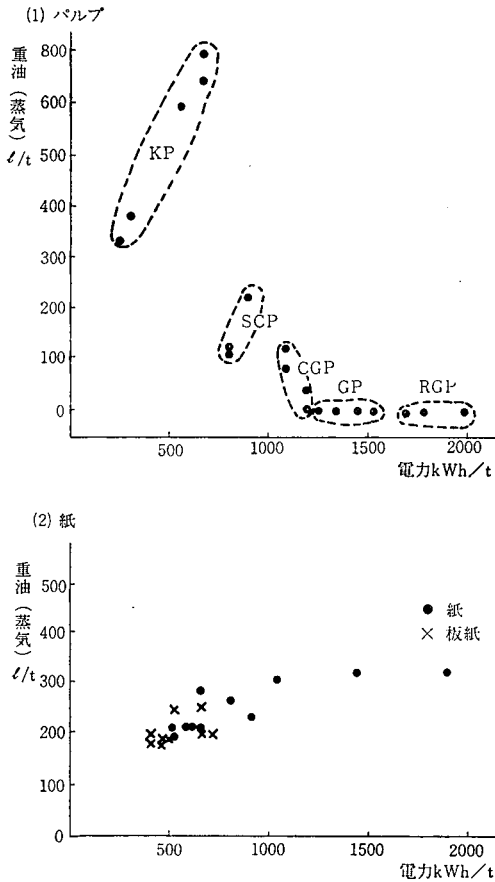


図 2-1 工程別電力原単位, 蒸気原単位
42 年 12 月現在
日本製紙連合会『紙・パルプ ハンドブック 1974』

抄紙工程では、動力用として電力を消費し、乾燥用として蒸気を主に使用しており、この消費形態は、製品の種類によって大きな差がない(図 2-1 (2))。つまり製品種類の変化によって、電力、蒸気の消費量の比率には大きな変化はもたらされない。ただし、製品種類によって電力、蒸気の消費量が補完的に(同方向に)変

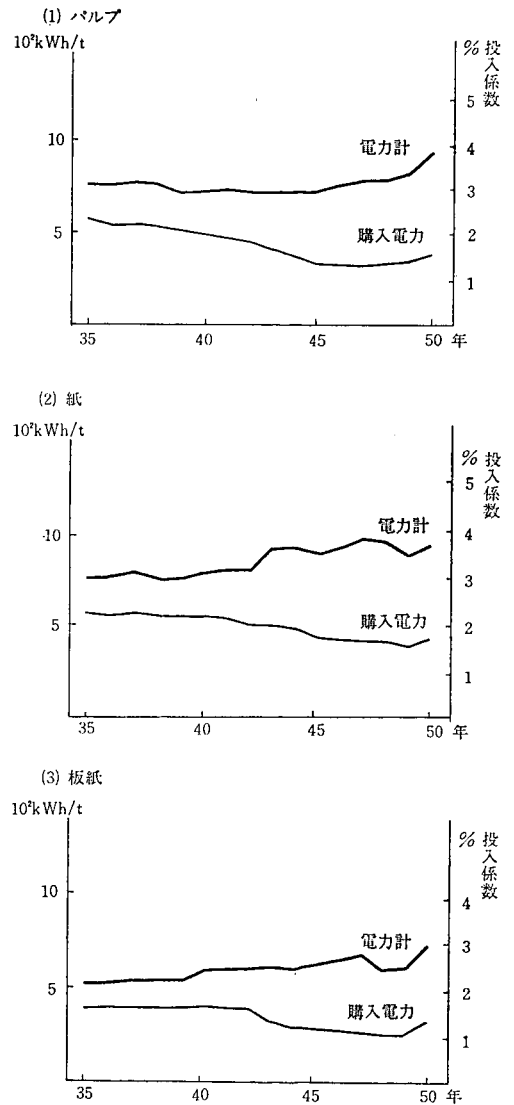


図 2-2 工程別電力原単位

投入係数は 45 年価格、自家発電価格は購入電力価格に等しいと仮定した。
資料：通産省『紙・パルプ統計年報』

化する傾向がある。

現実の工程別のエネルギー消費量の変化は、製品別のエネルギー原単位（エネルギー消費量/生産量）の変化と製品別生産量の変化との複合的効果として現われる。図2-2は工程別の電力原単位（電力消費量/生産量）の推移を示したものである。3つの工程ともに、35年～50年の期間においては、電力原単位はわずかに上昇の傾向を示した。そしてこの電力原単位の上

昇は購入電力よりも自家発電力の増大によってまかなわれた。なお、紙・パルプ産業について工程別のエネルギー原単位の推移に関するデータの得られるのは電力についてのみである。石油・石炭など1次エネルギー消費量については、産業内部での2次エネルギーへの変換の問題などがあって、1次エネルギー消費量のうち自家発電用を除いた、生産工程で直接消費される部分を数量的に明らかにすることは困難であ

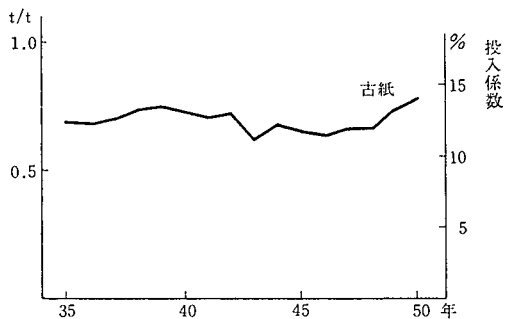
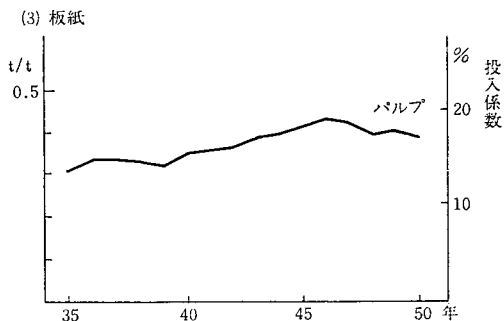
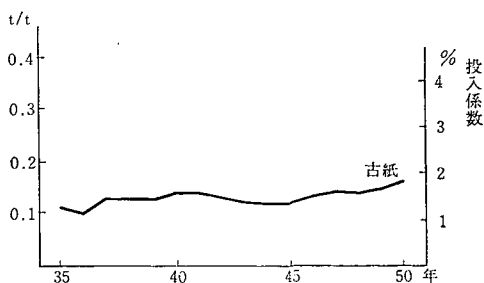
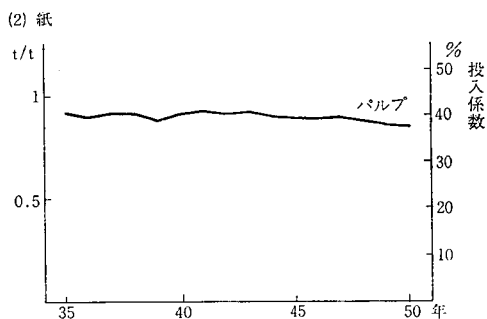
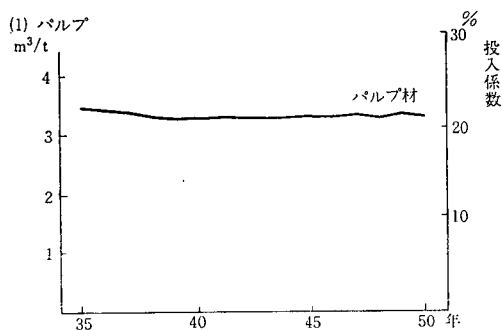


図 2-3 工程別原材料原単位

投入係数は 45 年価格。

資料：図 2-2 に同じ。

る。45年価格で、石油・石炭購入量/紙・パルプ生産量を算出すると、35年の3.9%から50年の3.4%へとわずかに低下している¹⁾。

次に工程別原材料消費量について見よう。図2-3は、パルプ工程についてパルプ材、紙工程と板紙工程についてパルプと古紙の投入原単位を示したものである。紙、板紙の原料として、古紙とパルプはかなり代替的である。そこで、紙、板紙工程についてパルプと古紙の和をとるならば、これらの工程の原料投入原単位は安定的に推移しているといえよう。またパルプ工程におけるパルプ材投入原単位は非常に安定的である。

このように現実のエネルギー、原材料投入原単位はこの期間かなり安定的に推移して来た。しかし、たとえば電力消費をとって見ても、結果として見られた原単位の安定性は、規模拡大などともなう製品別原単位の低下傾向、高級紙生産量の増大など品種別生産量構成比の変化、40年代末からの公害防止投資の増大ともなう原単位の上昇など、さまざまな要因の複合的結果なのである。したがって技術的な意味で各工程におけるエネルギー、原材料の投入原単位が安定的であったことということを意味しない。

2.2 自家発電，購入電力

紙・パルプ産業全体として見れば、各工程において直接消費される1次、2次エネルギーの量は、紙・パルプ産業の1次、2次エネルギーの購入量に等しくはならない。紙・パルプ産業はその購入した1次エネルギー（石油、石炭）の一部は直接熱源として生産工程で消費するが、他の一部は、それによって自家発電を行ない2次エネルギー（電力）として消費するのである。したがって、紙・パルプ産業の1次、2

次エネルギーの購入量は、生産工程における1次、2次エネルギーの消費量と自家発電量という2つの要素によって決まる。

図2-4は、紙・パルプ産業全体の購入エネルギー量の推移を示したものである。40年以降に、石油、石炭購入量の伸びが購入電力量の伸びを上まわっており、紙・パルプ産業の購入エネルギー量に占める石油、石炭の比重が増大している。このような石油、石炭購入量の増大の主要な理由が自家発電の増大であると考えられることができる。

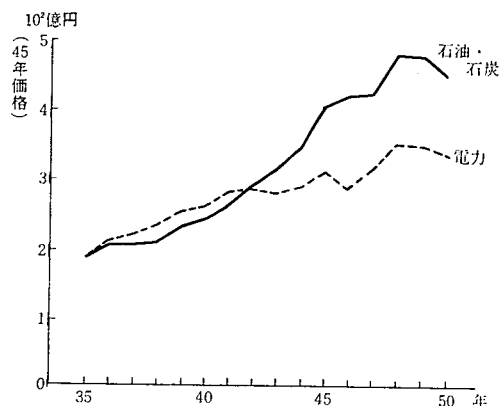


図 2-4 紙・パルプ産業計購入エネルギー量
資料：図 2-2 に同じ。

紙・パルプ産業における自家発電設備の認可出力と自家発電量の推移を図2-5に示した²⁾。40年代に入ってから自家発電の認可出力、発電量ともに急速に増大した。

紙・パルプ産業における自家発電は次のような特徴を持っている。自家発電はプロセス蒸気を利用して行なわれることが一般的であり、自

- 1) 紙・パルプ産業全体として、総エネルギー購入量(45年価格)/生産量(45年価格)の推移を見ると、35年の7.8%から50年の6.0%へと低下している。
- 2) 紙・パルプ産業における自家発電は、大部分が火力発電によって行なわれている。自家発電認可出力合計に占める火力発電認可出力のウエイトは、昭和38年84.2%、49年96.3%であった。通産省『紙・パルプ工業設備調査報告書』38年版、48年版。

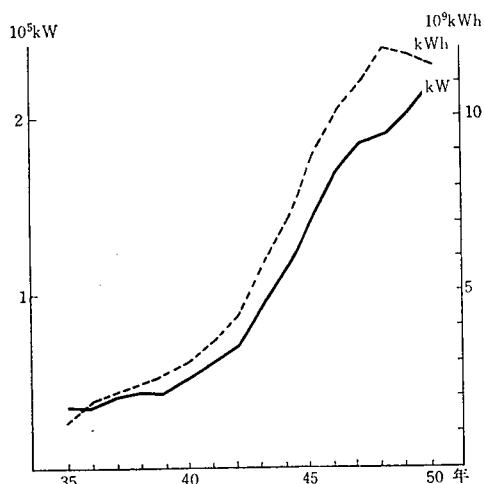


図 2-5 紙・パルプ産業計自家発電認可出力、発電量

資料：本文参照 (p. 12)。

自家発電におけるエネルギー消費は、生産工程におけるエネルギー消費と結びついている。自家発電は工場全体としての省エネルギーに役立つ。またボイラーによって廃液処理を行なう場合も多く、自家発電は廃棄物処理という要請にも対応したものである³⁾。自家発電の上記のような増大は、このような紙・パルプ産業における自家発電のメリットを背景としてもたらされたのである。

紙・パルプ産業における自家発電量の総電力消費量に占めるウエイトは、50年には58%にまで上昇した。30年代後半から紙・パルプ産業の自家発電に対する依存度は急速に高まって来たのである。図2-6は、紙・パルプ産業の購入電力負荷率と自家発電施設利用率の推移を示したものである。購入電力負荷率が低下傾向にあるのに対して、自家発電施設利用率は少なくとも48年までは上昇傾向を示している。前述した紙・パルプ産業の自家発電の特徴を背景として、自家発電をベースとして購入電力で負荷変動を補給するという運転方式⁴⁾が一般的とな

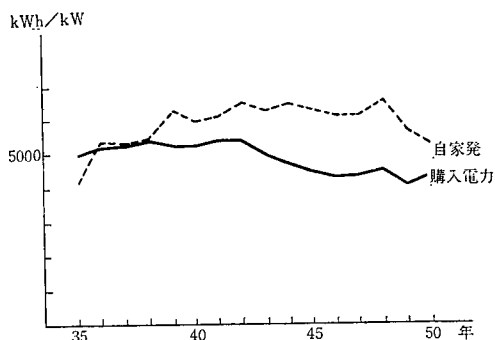


図 2-6 紙・パルプ産業計購入電力負荷率、自家発電施設利用率

資料：図2-5および電事連『電気事業便覧』

ったといえよう。

これらのことから、紙・パルプ産業における自家発電量の増大傾向は、単に自家発電コストと購入電力コストとの比較あるいは1次エネルギー、2次エネルギーの相対価格のみによって説明するだけでは不十分であり、産業（工場）全体の生産技術やエネルギー消費技術との関連で見なければならない。

2.3 製品、原材料の需給

紙、板紙の需要量はGNPとの相関が高いといわれている。紙の国内需要は38年～48年に1.96倍に増加し、板紙の国内需要は同じ期間に2.39倍に増加した。後述するように、紙、板紙の需要関数は、鉱工業生産指数、個人消費支出を説明変数として推定された。

一方、紙、板紙という製品段階での輸出入は少ない。この期間において、紙、板紙の輸出量は国内生産量の3%前後の水準にとどまっており、輸入量も図2-7に示すように低い水準を推移している。すなわち、紙・パルプ産業の最終

3) 49年には、紙・パルプ産業のボイラーの総蒸気発生能力に占める廃液燃焼ボイラーの蒸気発生能力のウエイトは19.3%であった。通産省『49年紙・パルプ工業設備調査報告書』p. 9。

4) [?] p. 153

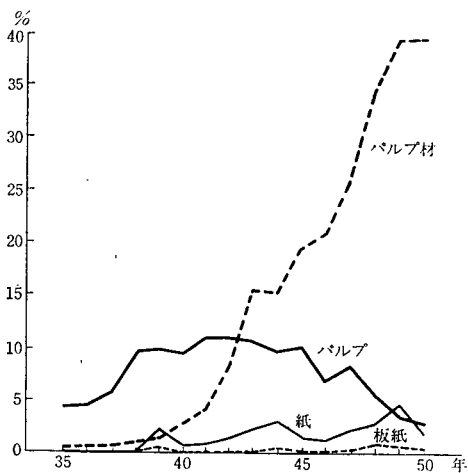


図 2-7 紙・パルプ産業、製品および原材料の輸入依存度

輸入依存度：輸入量/国内消費量
資料：図 2-2 に同じ。

製品（紙、板紙）の生産は国内需要の増加に対応して増加して来たのである。

しかし原材料の需給関係については、この期間に次のような変化が見られた。図 2-7 に示したパルプとパルプ材の輸入依存度の推移を見ると、パルプの輸入依存度が 30 年代後半に 10% 前後の水準に達し、その後 45 年ごろから低下傾向を示しているのに対して、パルプ材の輸入依存度は 40 年代に入ってから急速に上昇して、50 年には 40% をこえた。国内木材資源の制約から、紙・パルプ産業の原材料の輸入依存度は、生産量の増大とともに高まって来たのであるが、それとともに輸入原材料の構成も変化して来たのである。中間原材料であるパルプを輸入するよりもパルプ材を輸入して国内でパルプ、紙の生産を行なうという傾向が強まっている。

次に、古紙は製紙原料としてパルプとともに重要な地位を占めている。また古紙の回収、再利用は省資源の観点からも重要である。紙、板紙生産の原材料としての古紙とパルプの比率

は、紙生産においては、35 年 1:6.7、50 年 1:4.9、板紙生産においては、35 年 1:0.4、50 年 1:0.6 であった。古紙は板紙、薄葉紙など従来からの用途の他に、さまざまな種類の紙の生産に使用されるようになって来ている。

一方古紙の供給は、輸入（古紙消費量の 1% 前後が輸入である）を除けば回収に依存している。古紙の回収率は、日本において諸外国に比べてかなり高い水準にある。これは技術的に可能な回収率から見ても高い水準にあり、またそれは長期的に安定的に推移している（図 2-8）。古紙回収率を現在の水準から大幅にひき上げるのは困難な状況にある。

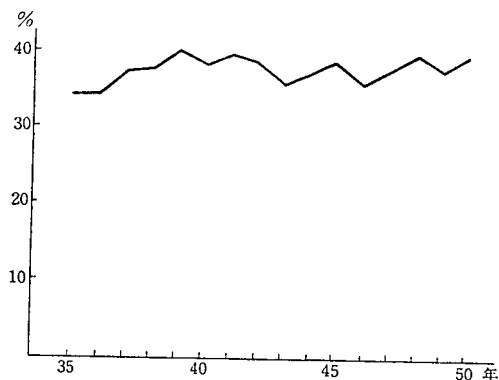


図 2-8 古紙回収率

古紙回収量/紙・板紙国内消費量
資料：図 2-2 に同じ。

しかし古紙処理はパルプ設備にくらべて設備投資負担においてきわめて低廉であり、また資源の有効利用の面からも古紙利用の必要性は高まっている⁵⁾。

このような紙・パルプ産業をめぐる原材料、製品の流れの中で、紙・パルプ産業の平均的企業は、パルプ工程と抄紙工程の両方をカバーしている。表 2-1 はパルプ生産量の用途別構成比を示したものである。45 年には、国内のパル

5) [3], p. 52

表 2-1 パルプ生産量の用途別構成
(45年)

		生産量 (1,000 t)	構成比(%)
同一工場消費	紙用	1,620	29.2
	板紙用	1,584	28.7
自社他工場向		717	12.9
市販用		1,621	29.2
		5,542	100.0

資料：図 2-2 に同じ。

パルプ生産量のうち同一工場で紙または板紙生産用に消費される量は 57.9% に達しており、これに自社他工場向けの 12.9% を加えると、パルプ生産量の約 70% が同一企業内の抄紙工程において消費されていることになる。

2.4 生産技術と企業構造

産業において現実に採用されている技術は、一定の技術的条件の下で企業が行なった経済的選択の結果である。したがって生産技術の選択は企業の規模や投資行動のあり方などによって規定されることになる。パルプ一紙一貫メーカーである大企業と和紙、薄葉紙、板紙などの分野における小企業とが並存するという企業構造は、紙・パルプ産業全体としての技術進歩を次のような点で制約するであろう。

第 1 に、小企業が多数存在するという企業構造は、資金面の制約などから、産業全体としての技術革新を制約することになる。産業自体の技術的特性によるところが大きいのであるが、紙・パルプ産業の生産技術の進歩は、産業全体として見ると従来の技術の部分的な改良（大型化、省力化）という形で行なわれて来た。表 2-2 は、紙・パルプ産業の各工程の機械、設備の運転開始年別基（台）数を示したものであるが、これからもわかるように、現在においても最新の機械、設備とともに古い機械、設備が多数運転されているのである。

表 2-2 パルプ製造設備、抄紙機運転開始年別基
(台) 数

(49年4月30日現在)

	明治	大正	昭和							
			1~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~49	
化学パルプ		3	16	6	48	97	52	91	34	
機械パルプ		4	10	7	24	37	28	86	18	
抄紙機	13	26	68	74	158	247	371	418	218	

資料：『昭和 49 年 紙・パルプ工業設備調査報告書』

またこのような企業構造は、自家発電施設の導入などの技術革新に対する制約となる。自家発電が購入電力より有利であるためには一定規模以上の発電規模が必要である。30 年代後半から続いた自家発電施設の急増によって、自家発電のスケール・メリットを有する企業における自家発電施設の設置は一巡したと思われる。つまり産業全体としての自家発電比率の増大は、このような経済的要因から限界に近づいていると考えることができる。

3. モデルの構造

3.1 生産関数、原材料投入関数

資本設備、労働、原材料などの生産要素の投入量と生産量との関係を、前述した現実の工程別の投入係数の推移などから、次のようなものであると想定する。

すなわち、各工程において直接消費される原材料およびエネルギーの量は、それぞれ各工程の生産量との間に固定的な関係を持っている。いいかえれば、原材料とエネルギーの投入量は、これら相互間においても、また資本、労働との間においても、代替または補完の関係ではなくそれぞれ独立に決まる。一方、資本と労働の投入量については、一般に想定されているように相互に代替的であると考える。

そこで、モデルでは、各工程の生産量、原材

料投入量などの決定のメカニズムを次のようにした。C：工程別生産能力，K：工程別設備粗ストック，L：工程別従事者数，O：工程別生産量，J：工程別在庫ストック，RM：工程別原料消費量，PRM：原料価格，EL：工程別電力消費量，PEL：電力価格とし，添字*i*で工程を示す（1：パルプ，2：紙，3：板紙，4：間接部門）。

$$C_i = F(K_i, L_i)$$

$$O_i = F(C_i, J_i/O_{i-1})$$

$$RM_i = F(O_i, PRM_i)$$

$$EL_i = F(O_i, PEL)$$

各工程の生産能力は，各工程の資本と労働によって決まり，生産量は生産能力と製品需給関係の代理変数である前期の在庫水準とによって決定される。原材料投入量と電力消費量は，各工程の生産量と原材料および電力の価格とによって決まる（石油・石炭については自家発電用と工程用との分離が困難であることから，後に石油・石炭購入量全体として扱う）。

データは，パルプ，紙，板紙の3工程について，生産量，在庫量（ともに物量表示），従事者数，原材料投入量（パルプ工程：パルプ材，紙工程：パルプ，板紙工程：パルプおよび古紙，すべて物量表示），電力消費量（kWh）を通産省『生産動態統計』からとった。

資本については，『紙・パルプ工業設備の現況』（34年，通産省）のパルプ，紙，板紙別生産設備総価額をベンチ・マークとして，『主要産業の設備投資計画』（通産省）の工程別投資実績を積上げて粗設備資本ストック（45年価格）を推計した。設備の除却率は各工程とも1.5%とした。

生産能力関数は，一次同次のコブ・ダグラス型生産関数として，次の推定結果が得られた。

推定期間は35年～50年の16年間である。

$$\ln(C_1/L_1) = 0.947840 + 0.800287 \ln$$

$$(27.5)$$

$$(K_1/L_1) \dots (1)$$

$$\bar{S} = 0.065 \quad \bar{R}^2 = 0.980 \quad D - W = 1.075$$

$$\ln(C_2/L_2) = -0.541230 + 0.515897 \ln$$

$$(30.5)$$

$$(K_2/L_2) \dots (2)$$

$$\bar{S} = 0.037 \quad \bar{R}^2 = 0.984 \quad D - W = 1.021$$

$$\ln(C_3/L_3) = 0.754573 + 0.678925 \ln$$

$$(28.3)$$

$$(K_3/L_3) \dots (3)$$

$$\bar{S} = 0.051 \quad \bar{R}^2 = 0.982 \quad D - W = 1.630$$

コブ・ダグラス型生産関数においては，生産要素間の代替の弾力性が1である。このことは，生産者は与えられた技術（生産関数）の下で，生産要素の価格に対応して，生産要素（資本，労働）の組合せを変更することができることを意味している。

一方，モデルにおいては各工程で直接消費されるエネルギー，原材料の量については，各工程における資本，労働の投入量によって決まるのではなく，各工程との生産量との関係において技術的に固定的に決定されると考えている。そこで各工程のエネルギー，原材料投入関数を，各工程の生産量とエネルギー，原材料の価格を説明変数として次のように推定した。価格が説明変数として有意に推定されたのは，紙工程における電力投入関数のみであった。エネルギー，原材料価格の変化が各工程におけるその投入量に直接に影響をおよぼす度合は非常に小さいといえよう。

電力投入関数

$$\ln EL_1 = -0.24969 + 0.995655 \ln O_1 \dots (4)$$

$$(19.6)$$

$$\bar{S} = 0.073 \quad \bar{R}^2 = 0.962 \quad D - W = 0.435$$

$$\ln EL_2 = -2.58853 + 1.29522 \ln O_2 \quad (33.8)$$

$$-0.0794371 \ln PEL \dots \dots \dots (5)$$

(1.5)

$$\bar{S} = 0.042 \quad \bar{R}^2 = 0.991 \quad D - W = 1.823$$

$$\ln EL_3 = -1.76211 + 1.15481 \ln O_3 \quad \dots \dots (6)$$

(37.7)

$$\bar{S} = 0.056 \quad \bar{R}^2 = 0.990 \quad D - W = 1.636$$

原材料投入関数

$$\ln RM_1 = 1.61786 + 0.951353 \ln O_1 \quad \dots \dots (7)$$

(70.4)

$$\bar{S} = 0.019 \quad \bar{R}^2 = 0.997 \quad D - W = 0.265$$

$$\ln RM_3 = 0.274672 + 0.956772 \ln O_2 \quad \dots \dots (8)$$

(74.4)

$$\bar{S} = 0.018 \quad \bar{R}^2 = 0.997 \quad D - W = 0.616$$

$$\ln(RM_3 + KOSI) = 1.52061 + 1.00723 \ln O_3 \quad (86.8)$$

\dots \dots \dots (9)

$$\bar{S} = 0.021 \quad \bar{R}^2 = 0.998 \quad D - W = 1.256$$

なお、*KOSI* は板紙工程に対する古紙投入量である。

次にモデルでは生産能力を決定する資本設備の量（したがって投資額）と労働の投入量について、次のような関数を考えた。

投資については基本的には加速度原理型の投資関数である。各期の投資額は前期の投資額と生産量の増加分（前期の生産量－前々期の生産量）とによって説明される。 I_i を工程別投資額（45年価格）とする。

$$I_1 = 32.2146 + 0.746501 \cdot I_{1,-1} + 0.052301 \cdot (O_{1,-1} - O_{2,-2}) \quad \dots \dots (10)$$

(3.9) \quad (1.2)

$$\bar{S} = 49.2 \quad \bar{R}^2 = 0.534 \quad D - W = 1.287$$

$$I_2 = 36.4732 + 0.700415 \cdot I_{2,-1} + 0.138372 \cdot (O_{2,-1} - O_{2,-2}) \quad \dots \dots (11)$$

(5.5) \quad (2.6)

$$\bar{S} = 51.7 \quad \bar{R}^2 = 0.741 \quad D - W = 1.248$$

$$I_3 = 25.1824 + 0.813155 \cdot I_{3,-1} + 0.00743252 \cdot (O_{3,-1} - O_{3,-2}) \quad \dots \dots (12)$$

(6.1) \quad (0.5)

$$\bar{S} = 30.6 \quad \bar{R}^2 = 0.716 \quad D - W = 1.353$$

間接部門の投資額は生産工程への投資額と一定の関係を維持すると考えて、次の関係式を考えた。

$$I_4 = -9.99794 + 0.255831 \cdot (I_1 + I_2 + I_3) \quad \dots \dots \dots (13)$$

(4.8)

$$\bar{S} = 41.9 \quad \bar{R}^2 = 0.588 \quad D - W = 1.055$$

労働力は3つの生産工程に対してそれぞれ投入される。各工程の労働投入量は、各工程の生産量と紙・パルプ産業の賃金水準を説明変数として次の関数によって決定される。*LP*: 紙パルプ産業計従事者数、*WP*: 紙・パルプ産業賃金指数とする。

$$\ln L_2 = 8.93537 + 0.356795 \ln O_2 \quad (4.1)$$

$$-0.25049 \ln WP \quad \dots \dots \dots (14)$$

(5.2)

$$\bar{S} = 0.034 \quad \bar{R}^2 = 0.690 \quad D - W = 1.142$$

$$\ln L_3 = 7.29989 + 0.431881 \ln O_3 \quad (4.4)$$

$$-0.215000 \ln WP \quad \dots \dots (15)$$

(2.9)

$$\bar{S} = 0.066 \quad \bar{R}^2 = 0.646 \quad D - W = 0.734$$

$$\ln LP = 9.24488 + 0.230142 \ln OP \quad (3.3)$$

$$-0.211198 \ln WP \quad \dots \dots (16)$$

(5.0)

$$\bar{S} = 0.033 \quad \bar{R}^2 = 0.740 \quad D - W = 1.005$$

なお、紙・パルプ産業の賃金は製造業の賃金と強い相関関係にあるので、紙・パルプ産業の賃金決定式として次の関数を推定した。*WM*: 製造業賃金指数とする。

$$\ln WP = -0.0761974 + 1.02595 \ln WM \quad (45.0)$$

\dots \dots \dots (17)

$$\bar{S} = 0.054 \quad \bar{R}^2 = 0.993 \quad D - W = 0.926$$

ところで、前述したように工程別の原材料、エネルギー消費量は、工程別生産量との間に固定的関係を有する。しかし産業全体として見る

と、資本、原材料消費量、エネルギー消費量の間には代替的關係を見ることができる。ここでは紙・パルプ産業全体の資本・労働投入量とエネルギー総消費量（購入電力、石油、石炭購入量の合計）との間の代替、補完関係について見よう。図3-1は、35年～50年における紙・パ

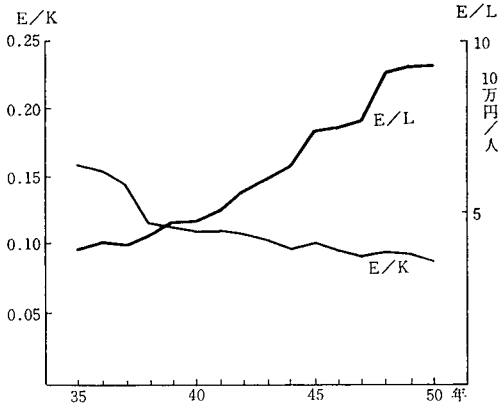


図 3-1 紙・パルプ産業の E/K, E/L の推移 (45年価格)

ルプ産業全体の E/K（粗資本ストック 単位当り総エネルギー消費量）と E/L（従事者 1 人当り総エネルギー消費量）の推移を示したものである。この期間の投資は労働の資本装備率を高めて、資本によって労働に代替する方向を持っていたのであるが、このことが同時に従事者 1 人当りの総エネルギー消費量の増大をもたらした。35 年～50 年の期間に従事者 1 人当り総エネルギー消費量は約 2 倍に増加した。しかし資本単位当りエネルギー消費量はこれとは逆に低下傾向を示している。つまり資本設備の増加はそれと並行的に総エネルギー消費量の増加をもたらしたのではなく、したがって総エネルギー消費量の増加率は資本設備の増加率を下まわったのである。

3.2 自家発電、エネルギー需要

前述したように、各工程における電力消費

量、石油・石炭消費量は、各工程の生産量に対応して技術的に決まる。一方、紙・パルプ産業全体としてのエネルギー種類の購入量は、産業内部で行なわれるエネルギー変換量（自家発電量）に依存して決まる。

したがって紙・パルプ産業のエネルギー需要は、各工程の生産量とエネルギー原単位および自家発電量とによって決定される。そして自家発電量は、短期的および長期的に次のような要因によって決定されると考えた。短期的（自家発電設備が不変）には、産業は購入電力価格と 1 次エネルギー価格（または自家発電コスト）の相対価格の変化に対応して、自家発電設備の利用率を変化させ、自家発電量を変化させる。長期的には、購入電力価格と自家発電コストの相対価格の変化に対応して、自家発電設備量を変化させることによって自家発電量を変化させる。

モデルにおいては、各工程における電力消費量、自家発電量、購入エネルギー量の決定メカニズムを次のように想定した。ELA：購入電力量、ELB：自家発電量、KWB：自家発電最大認可出力、EP：1 次エネルギー購入量、PEP：1 次エネルギー価格とする。

$$EL_i = F(O_i, PEL)$$

$$ELA = \sum EL_i - ELB$$

$$ELB = F(KWB, PEL/PEP)$$

$$\Delta KWB = F(I_i, PEL/PEP)$$

$$KWB = KWB_{-1} + \Delta KWB$$

$$EP = F(\sum O_i, ELB)$$

すなわち、各工程の生産量に対応して各工程で消費される電力消費量が決まり、各工程の電力消費量の合計から自家発電量を差引いた残りが購入電力量となる。一方、自家発電量は、自家発電設備量と（購入電力価格/1 次エネルギー

一価格)とによって決まり、自家発電設備量の変化は、紙・パルプ産業全体の間接部門設備投資額と(購入電力価格/1次エネルギー価格)とによって決まる。そして1次エネルギー購入量は、各工程の生産量合計と自家発電量とによって決まる。

使用した統計は、自家発電設備量(自家発電最大認可出力)以外はすべて生産動態統計によった。自家発電の最大認可出力は通産省『昭和38年、紙・パルプ工業設備調査報告書』から得られる38年の自家発電最大認可出力をベンチ・マークとして、通産省『電気事業要覧』各年版の発電設備発電出力の増減をこれに加減して推計した。

紙・パルプ産業計の自家発電量決定式、自家発電認可出力(増減)決定式、石油・石炭消費量(購入量)決定式は次のように推定された。
 OP : 紙・パルプ計生産額, PEP : 石油価格指数とする。

自家発電量

$$\ln ELB = 3.60361 + 1.05749 \ln KWB \quad (54.5)$$

$$+ 0.654740 \ln(PEL/PEP) \dots\dots (18)$$

$$(6.5)$$

$$\bar{S} = 0.051 \quad \bar{R}^2 = 0.995 \quad D-W = 2.193$$

自家発電認可出力²⁾

$$\ln AKWB = 12.6115 + 3.36871 \ln I_{4,-1} \quad (5.0)$$

$$+ 7.30037 \ln(PEL/PEP) \dots\dots (19)$$

$$(2.8)$$

$$\bar{S} = 0.14 \quad \bar{R}^2 = 0.688 \quad D-W = 2.226$$

石油・石炭消費量

$$\ln EP = 2.42374 + 0.456629 \ln OP \quad (6.2)$$

$$+ 0.240380 \ln KWB \dots\dots\dots (20)$$

$$(5.8)$$

$$\bar{S} = 0.025 \quad \bar{R}^2 = 0.995 \quad D-W = 2.216$$

これらの推定結果は、はじめに述べた紙・パ

ルプ産業におけるエネルギー消費の決定メカニズムをどのように反映しているであろうか。図3-2は、自家発電比率の変化がエネルギー投入係数(エネルギー投入価額/生産額, 45年価格)にどのような影響をおよぼすかを示したものである。図3-2(1)は、上記の自家発電量決定式と石油・石炭消費量決定式における OP を48年の実績値に固定し、自家発電認可出力(し

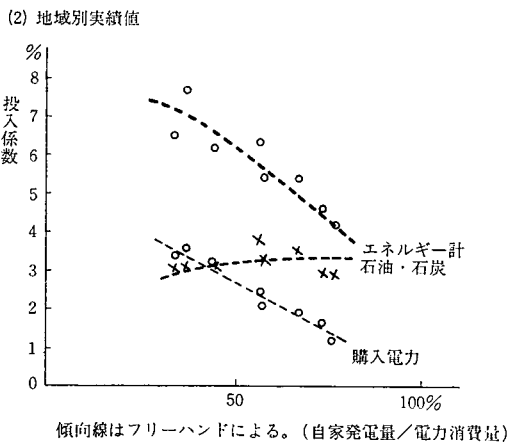
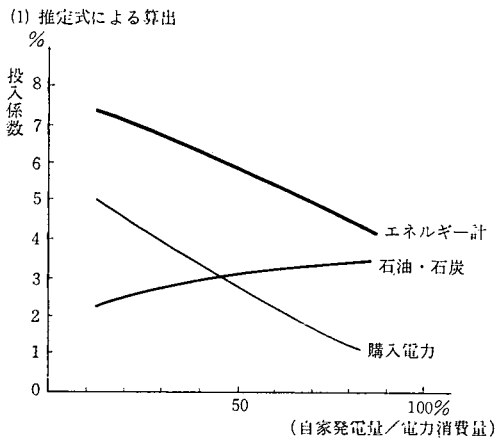


図 3-2 自家発比率とエネルギー投入係数の関係
 資料: 図 2-2 に同じ。

2) 次のような線型の関数も推定したが、シミュレーションには本文中の式を使った。

$$\Delta KWB = -333.916 + 0.796078 I_{4,-1} \quad (3.2)$$

$$+ 10307.4(PEL/PEP) \quad (2.7)$$

$$\bar{S} = 63.33 \quad \bar{R}^2 = 0.510 \quad D-W = 1.255$$

たがって自家発電比率)を変化させた時に、*EP* (石油・石炭消費量), *ELB* (自家発電量), およびこの2つの合計量がどのように変化するかをそれぞれの投入係数によって示したものである。これによると自家発電設備(したがって自家発電量)の増大は、石油・石炭消費量を増大させるが、他方、購入電力量を減少させるので、総エネルギー購入量としては減少をもたらすことがわかる。図によると自家発電比率の10%の上昇は、総エネルギー購入量を約17%減少させるのである。

図3-2-(2)は、同じ観点から通産局別に48年のエネルギー投入係数と自家発電比率の実績値をプロットしたものである。自家発電比率と投入係数との関係は、図3-2-(1)の推定式による算出結果とかなり近似していることがわかる。

3.3 製品, 原材料の需給と価格

紙・パルプ産業における製品, 原材料の流れ(マテリアル・フロー)のうち重要であると思われるフローをとり出してモデル化した。すなわち、原材料については、パルプ材、パルプおよび古紙、最終製品については紙、板紙をとり、図3-3に示すマテリアル・フローをモデルに組入れた。

以下、最終製品需要から始まって原材料の流

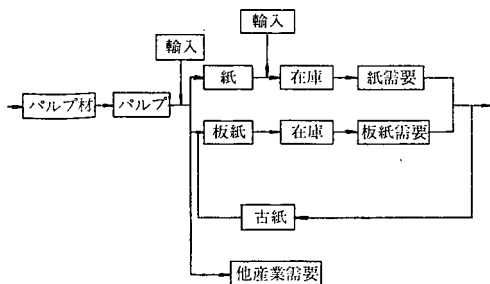


図 3-3 紙・パルプ産業におけるマテリアル・フロー

れをさかのぼっていく形で、順次推定結果をのべていく。なお3つの工程における原材料消費量については3.1で述べたので省略する。

(i) 製品需要

紙と板紙の国内需要量は、それぞれ外生変数としての個人消費支出、鉱工業生産指数とそれぞれの製品価格によって決まる。*CP*: 実質個人消費支出, *IIP*: 鉱工業生産指数, *O_iD*: 製品別国内需要量, *P_i*: 製品別価格指数とする。

紙国内需要

$$\ln O_2D = -0.927431 + 0.978204 \ln CP \quad (25.0) \\ -0.117156 \ln P_2 \dots\dots\dots (21) \\ (1.6)$$

$$\bar{S} = 0.039 \quad \bar{R}^2 = 0.988 \quad D - W = 2.010$$

板紙国内需要

$$\ln O_3D = 4.65658 + 0.951363 \ln IIP \quad (26.5) \\ -0.0790159 \ln P_3 \dots\dots\dots (22) \\ (1.0)$$

$$\bar{S} = 0.050 \quad \bar{R}^2 = 0.989 \quad D - W = 0.937$$

なお厳密に言えば、紙・パルプ産業の生産活動と鉱工業生産指数などのマクロ的な経済量とは相互に独立ではない。したがってここでの製品需要関数の推定式は暫定的なものである。

(ii) 紙, 板紙供給量

紙, 板紙の生産量は、各工程の生産能力と製品需給関係の代理変数である前期の製品在庫率によってきまる。*J_i*: 製品別在庫量とする。

紙生産量

$$\ln O_2 = -3.67883 + 1.35640 \ln C_2 \quad (30.2) \\ -0.134219 \ln (J_2/O_2)_{-1} \dots\dots\dots (23) \\ (2.5)$$

$$\bar{S} = 0.044 \quad \bar{R}^2 = 0.985 \quad D - W = 1.805$$

板紙生産量

$$\ln O_3 = -1.33992 + 1.07124 \ln C_3 \quad (21.3) \\ -0.137118 \ln (J_3/O_3)_{-1} \dots\dots\dots (24) \\ (2.8)$$

$$\bar{S}=0.085 \quad \bar{R}^2=0.968 \quad D-W=1.435$$

紙の供給に関しては国内生産の他に、輸入をモデルに組み入れている。 M_2 : 紙輸入量, P_2M : 紙輸入価格とする。

$$\ln M_2 = -24.5659 + 2.63224 \ln O_2 D \quad (4.7)$$

$$-2.39139 \ln(P_2M/P_2) \dots\dots\dots (25)$$

(5.8)

$$\bar{S}=0.53 \quad \bar{R}^2=0.932 \quad D-W=2.661$$

紙と板紙の需給は、製品価格と前期の在庫率を媒介として調整されることになる。

(iii) パルプ, 古紙の需要, 供給

紙, 板紙工程の原料であるパルプ, 古紙の投入量決定式については3.1で述べた。パルプの需要としてはこの他に繊維産業による需要がある。 RMS : 繊維産業によるパルプ需要量, IPS : 繊維産業生産指数とすると、繊維産業によるパルプ需要量は次の式によって決定される。

$$\ln RMS = 2.86931 + 0.855821 \ln IPS \quad (6.4)$$

$$-0.0569882 \cdot T \dots\dots\dots (26)$$

(6.7)

$$\bar{S}=0.048 \quad \bar{R}^2=0.742 \quad D-W=1.080$$

パルプおよび古紙の需要量は、紙用, 板紙用, 繊維用需要から成るわけであるが、一方, 供給については、パルプ国内生産量, パルプ輸入量, 古紙供給量の3つを考える。

パルプの生産量はパルプ工程の生産能力と紙, 板紙という製品段階の在庫率とによって決定されると考えた。

$$\ln O_1 = -3.32774 + 1.27005 \ln C_1 \quad (15.0)$$

$$-0.211203 \ln(J_2 + J_3) / (O_2 + O_3)_{-1} \quad (2.3)$$

\dots\dots\dots (27)

$$\bar{S}=0.093 \quad \bar{R}^2=0.937 \quad D-W=1.133$$

古紙回収量 (=古紙消費量) は、前期の紙, 板紙生産量と古紙とパルプの相対価格によって

決まる。 $PKOSI$: 古紙価格とする。

$$\ln KOSI = -0.719599 + 1.02486 \ln(O_2 + O_3)_{-1} + 0.195487 \ln(PKOSI/P_1) \quad (4.8)$$

\dots\dots\dots (28)

$$\bar{S}=0.056 \quad \bar{R}^2=0.984 \quad D-W=1.917$$

そしてパルプの輸入量は、パルプの国内需要量と(パルプ国内生産量+古紙供給量)の差として定義する。

(iv) 価格

これまでに述べて来た製品, 原材料の需要, 供給は、製品, 原材料の価格や在庫率などを通じて調整される。モデルでは、パルプ, 紙, 板紙, 古紙の価格が内生的に決定されるようになっている。

パルプ, 紙, 板紙の価格については、製品単当たりコストと製品需給関係とを説明変数とするコスト・マークアップ型の関数を推定した³⁾。

パルプ価格

$$\ln P_1 = 2.47201 + 0.659850 \ln[(RM_1 \cdot PRM \cdot 0.06 + EL_1 \cdot PEL + 0.36 \cdot EP \cdot PEP + L_1 \cdot WP \cdot 8.779) / O_1] \dots\dots (29)$$

$$\bar{S}=0.12 \quad \bar{R}^2=0.714 \quad D-W=2.130$$

紙価格

$$\ln P_2 = 0.218783 + 0.740169 \ln[(RM_2 \cdot P_2 \cdot 0.438 + EL_2 \cdot PEL + 0.39 \cdot E_2 \cdot PEP + LP \cdot WP \cdot 8.779) / O_2] \dots\dots (30)$$

(2.5)

$$\bar{S}=0.082 \quad \bar{R}^2=0.847 \quad D-W=2.495$$

板紙価格

$$\ln P_3 = 0.931364 + 0.642364 \ln[(RM_3 \cdot P_1 + KOSI \cdot PKOSI + EL_3 \cdot PEL + 0.25 \cdot EP \cdot PEP + L_3 \cdot WP \cdot 8.779) / O_3] + 0.163201 \ln O_3 D \quad (31)$$

(2.0)

$$\bar{S}=0.13 \quad \bar{R}^2=0.675 \quad D-W=2.390$$

古紙価格については、製紙原料の需要が増大すれば古紙需給も逼迫して古紙のパルプに対する相対価格が上昇するという関係を想定して次の式を推定した。

$$\ln(PKOSI/P_1) = -21.3903 + 2.38694 \ln O_1 D - 0.214197 \cdot T \quad (2.4) \quad (32)$$

$$\bar{S}=0.31 \quad \bar{R}^2=0.349 \quad D-W=1.781$$

3.4 恒等式

モデルは、これまでに述べた 32 本の構造方程式と、次に示す 12 本の恒等式からなる。

パルプ工程設備資本ストック

$$K_1 = K_{1,-1} + I_1 - 0.015 K_{1,-1} \quad (33)$$

紙工程設備資本ストック

$$K_2 = K_{2,-1} + I_2 - 0.015 K_{2,-1} \quad (34)$$

板紙工程設備資本ストック

$$K_3 = K_{3,-1} + I_3 - 0.015 K_{3,-1} \quad (35)$$

間接部門設備資本ストック

$$K_4 = K_{4,-1} + I_4 - 0.015 K_{4,-1} \quad (36)$$

パルプ需要量

$$O_1 D = RM_2 + RM_3 + RMS \quad (37)$$

パルプ輸入量

$$M_1 = O_1 D - O_1 \quad (38)$$

紙在庫ストック

$$J_2 = J_{2,-1} + O_2 - O_2 D + M_2 \quad (39)$$

板紙在庫ストック

$$J_3 = J_{3,-1} + O_3 - O_3 D \quad (40)$$

紙・パルプ計生産量

$$OP = 43.79 \cdot O_1 + 82.43 \cdot O_2 + 48.61 \cdot O_3 \quad (41)$$

パルプ工程労働需要

$$L_1 = LP - L_2 - L_3 \quad (42)$$

紙・パルプ計購入電力量

$$ELA = EL_1 + EL_2 + EL_3 - ELB \quad (43)$$

自家発電設備 kWB

$$kWB = kWB_{-1} + \Delta kWB \quad (44)$$

4. モデルによる分析

4.1 モデルの説明力

モデルの説明力をみるために、推定期間(35年~50年)についてモデルを解いて、その計算値と実績値を比較する。ここでは 44 の内生変数のうち、例として紙・パルプ産業計の生産

3) シミュレーションには本文中の推定式を使ったが、この他に下記の式が推定された。

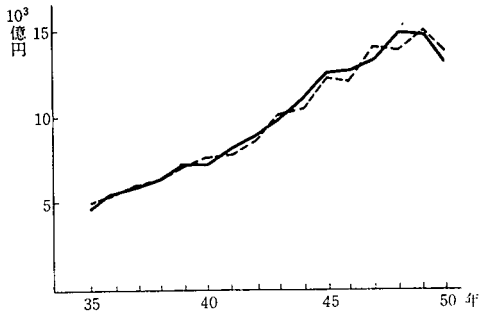
製品	const.	$\ln(TCOST)$	$\ln(RMCOST)$	$\ln(WCOST)$	$\ln(J/O)_{-1}$	\bar{S}	R^2	$D-W$
パルプ	3.11026		0.322121 (2.1)	0.582628 (2.4)		0.10	0.772	2.630
紙	-0.336528	1.06176 (8.7)			-0.261132 (2.4)	0.083	0.843	1.395
	0.997204		0.464338 (4.5)	0.547843 (7.2)	-0.264059 (4.1)	0.048	0.948	1.398
	1.02722	0.912776 (7.6)				0.095	0.791	2.134
板紙	1.05924	0.907914 (5.0)			-0.0818887 (1.0)	0.14	0.608	2.349
	2.54367		0.0996523 (0.6)	0.756752 (5.5)	-0.161121 (3.1)	0.082	0.861	1.414
	1.53491	0.856159 (4.9)				0.14	0.609	2.374

$TCOST$; 単位当り原材料, エネルギー, 賃金コスト

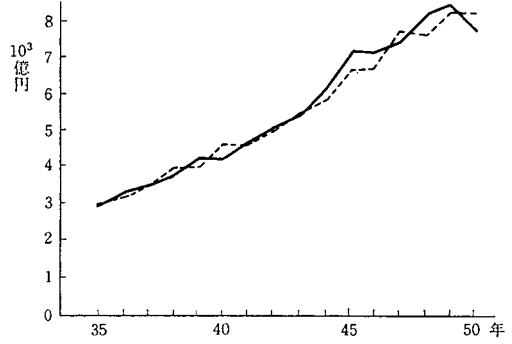
$RMCOST$; 単位当り原材料, エネルギーコスト

$WCOST$; 単位当り賃金コスト

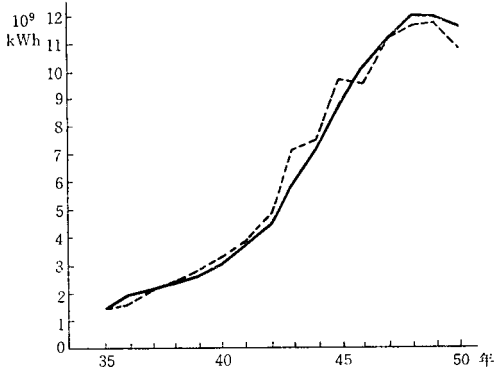
(1) 紙パルプ産業計生産額



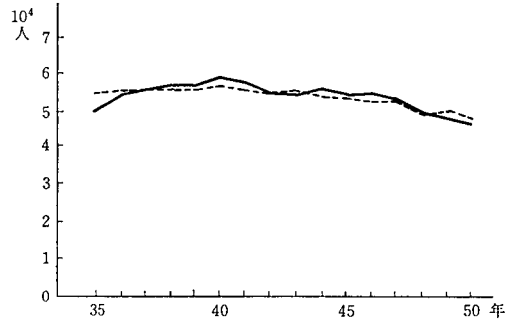
(5) 紙生産量



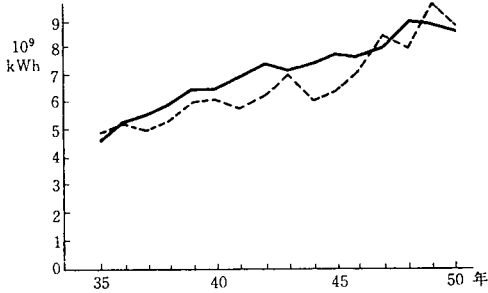
(2) 自家発電量



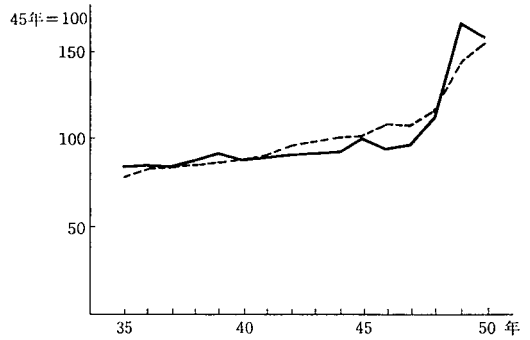
(6) 紙工程従事者数



(3) 購入電力量



(7) 紙価格



(4) 石油・石炭消費量

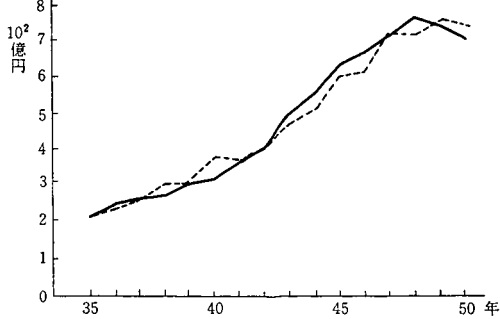


図 4-1 ファイナルテストの結果

額、自家発電量、購入電力量、石油・石炭消費量、紙生産工程について紙生産量、紙価格、紙工程従事者数を図示した（図 4-1（1）～（7）、実線：実績値、点線：計算値）。

これらのグラフからもわかるように、紙・パルプ産業計の購入電力量などにおいて実績値と計算値との乖離が大きく、モデルの説明力には問題が残されている。購入電力量の説明力に関していえば、各部門の設備投資関数、供給関数などの誤差が影響していると思われる。

次に外生変数と内生変数の1部については51年、52年のデータが得られるので、51年、52年の外生変数の実績値を使って、内生変数を解いてみた。内生変数のうち実績値の得られるものについて計算値と比較して示したのが表4-1である。これによると、52年の数値は、板

表 4-1 51年、52年の事後予測

	50	51	52
パルプ生産 (10 ³ t)	8,630	9,518	9,437
紙生産 (10 ³ t)	8,944	10,214	9,652
板紙生産 (10 ³ t)	7,711	8,631	8,759
パルプ電力消費 (10 ⁶ kWh)	8,209	8,785	8,942
紙電力消費 (10 ⁶ kWh)	5,890	6,763	6,943
板紙電力消費 (10 ⁶ kWh)	6,122	6,475	5,872
自家発電量 (10 ⁶ kWh)	8,305	8,952	9,353
購入電力量 (10 ⁶ kWh)	6,679	7,645	7,225
石油・石炭消費量 (10万円)	7,123	7,925	8,159
パルプ価格 (45年=100)	7,446	8,041	8,164
紙価格 (45年=100)	4,524	4,931	4,941
板紙価格 (45年=100)	4,054	4,325	3,864
	11,515	12,276	12,678
	10,656	11,206	11,919
	8,442	9,553	9,776
	7,541	8,805	7,333
	4,498	4,700	4,681
	4,469	4,665	4,617
	193.2	193.6	170.2
	152.0	150.4	149.9
	158.7	160.8	177.7
	154.0	156.6	157.7
	142.2	146.6	171.2
	116.0	129.2	121.2

上段 実績値
下段 推定値

紙生産が過少に、パルプ工程、板紙工程の電力消費量と購入電力量も過少に推定されており、また製品価格の予測が非常に悪いことがわかる。モデルの構造上考えられる理由は、電力消費関数が40年代末以降過少推定となっていること、製品の需給および価格決定メカニズムが十分にモデルに反映されていないことなどである。またモデルは全般的に40年代末以降の構造変化を説明しきれていない。

4.2 内挿シミュレーション

モデルの推定期間において、外生変数が実績値と異なった値をとった場合、内生変数がどのように変化するかを、次の3つのケースについて計算した。

ケース 1. 41年以降、鉱工業生産指数、個人消費支出が実績値より10%上まわった場合：紙・パルプ産業の最終製品の需要は、鉱工業生産指数と個人消費支出とによって決定される。この2つの外生変数が変化して、紙、板紙の需要が増大した場合の、紙・パルプ産業全体への影響をしらべる。

ケース 2. 41年以降、パルプ材価格、1次エネルギー価格、購入電力価格が実績値を10%上まわった場合：紙・パルプ産業が外部から購入する原材料とエネルギーであるパルプ材、1次エネルギー、購入電力の価格が上昇した場合に、生産コストあるいはエネルギー需要がどのように変化し、またその影響が産業全体にどのように波及するか。

ケース 3. 1次エネルギー価格が41年以降実績を10%上まわり、電力価格がそれより1年おくらせて42年以降実績を上まわった場合：電力価格上昇のタイミングはエネルギー需要にどのような影響を及ぼすか。

表4-2は、主要な変数について計算値と実績

表 4-2 内挿シミュレーションの結果

(1) 41年以降 IIP, CP 10% アップ

(2) 41年以降 PRM, PEP, PEL, 10% アップ

	41年～45年	46年～50年
パルプ投資	10.2	-0.5
紙投資	17.9	2.9
板紙投資	1.6	0.9
間接部門投資	12.6	1.4
パルプ生産能力	0.8	1.2
紙生産能力	3.4	4.8
板紙生産能力	1.4	2.1
パルプ生産量	6.4	9.3
紙生産量	8.9	10.2
板紙生産量	8.6	11.4
パルプ従事者数	-3.3	-4.6
紙従事者数	3.0	3.5
板紙従事者数	3.6	4.7
パルプ電力消費量	6.4	9.3
紙電力消費量	11.7	13.6
板紙電力消費量	10.0	13.2
紙・パルプ計電力消費量	9.4	12.0
自家発電認可出力	22.7	34.1
自家発電量	24.0	36.5
購入電力量	-5.8	-22.6
石油、石炭消費量	7.9	12.2
パルプ価格	-1.0	-1.8
紙価格	0.0	-0.9
板紙価格	2.2	2.8
古紙価格	17.7	20.3
古紙回収量	11.4	12.2
紙国内需要量	9.8	9.9
板紙国内需要量	9.4	9.3
パルプ輸入量	9.7	10.1
紙輸入量	27.0	25.5

	41年～45年	46年～50年
パルプ投資	-0.3	-0.4
紙投資	-0.8	-0.6
板紙投資	0.0	0.0
間接部門投資	-0.6	-0.4
パルプ生産能力	-0.1	-0.2
紙生産能力	-0.2	-0.3
板紙生産能力	0.0	0.0
パルプ生産量	-0.8	-0.8
紙生産量	-0.7	-0.6
板紙生産量	-0.2	-0.2
パルプ従事者数	0.1	0.1
紙従事者数	-0.2	-0.2
板紙従事者数	-0.1	-0.1
パルプ電力消費量	-0.2	-0.2
紙電力消費量	-1.7	-1.5
板紙電力消費量	-0.2	-0.3
紙・パルプ計電力消費量	-0.7	-0.7
自家発電認可出力	-0.8	-1.7
自家発電量	-0.8	-1.8
購入電力量	-1.2	0.3
石油、石炭消費量	-0.4	-0.7
パルプ価格	6.0	6.1
紙価格	4.0	4.1
板紙価格	2.9	3.0
古紙価格	3.9	4.2
古紙回収量	0.5	0.4
紙国内需要量	-0.4	-0.4
板紙国内需要量	-0.2	-0.2
パルプ輸入量	-0.9	-0.7
紙輸入量	8.5	8.5

値の差を41年～45年、46年～50年の各5年間の平均値によって示したものである。これらのシミュレーションの結果を以下に要約する。

ケース 1. 紙、板紙の国内需要量は10%弱の増加を示し、これにともなって各工程の生産量とパルプ、紙輸入量が増大する。エネルギー需要量は電力、1次エネルギーともに増加する。しかし自家発電設備が大幅に増大するために購入電力量は逆に減少する。

ケース 2. 原材料とエネルギー価格が10%上昇すると、パルプ価格は約6%、紙価格は約4%、板紙価格は約3%上昇する。これにともなって紙、板紙の国内需要量が減少し、生産量

が減少する。また紙の輸入量が大幅(8.5%)に増加し、パルプ輸入量が1%弱減少する。したがってエネルギー総消費量は減少する。しかしエネルギー種類別購入量の構成比はほとんど変化しない。

ケース 3. 製品価格上昇にともなう製品国内需要、生産量の変化はケース2とほぼ同様である。しかし1次エネルギーの相対価格の1時的な上昇は、自家発電設備の増加率を低下させ、長期的に自家発電量の減少(41年～45年10.3%、46年～50年5.7%)、購入電力量の増大(41年～45年8.3%、46年～50年5.7%)という効果をもたらす。

(3) 41 年以後 PEP 10%, 42 年以後 PEL 10% アップ

	41年~45年	46年~50年
パ ル プ 投 資	-0.3	-0.2
紙 投 資	-0.5	-0.3
板 紙 投 資	0.0	0.0
間 接 部 門 投 資	-0.4	-0.2
パ ル プ 生 産 能 力	0.0	-0.1
紙 生 産 能 力	-0.1	-0.2
板 紙 生 産 能 力	0.0	0.0
パ ル プ 生 産 量	-0.4	-0.4
紙 生 産 量	-0.4	-0.4
板 紙 生 産 量	-0.1	-0.2
パ ル プ 従 事 者 数	0.1	0.1
紙 従 事 者 数	-0.1	-0.1
板 紙 従 事 者 数	-0.4	-0.4
パ ル プ 電 力 消 費 量	-0.4	-0.4
紙 電 力 消 費 量	-1.8	-1.9
板 紙 電 力 消 費 量	-0.1	-0.2
紙・パルプ計電力消費量	-0.8	-1.0
自家発電認可出力	-8.6	-5.4
自 家 発 電 量	-10.3	-5.7
購 入 電 力 量	8.3	5.7
石 油, 石 炭 消 費 量	-2.4	-1.5
パ ル プ 価 格	1.9	2.1
紙 価 格	2.4	2.9
板 紙 価 格	2.0	2.4
古 紙 価 格	1.0	1.2
古 紙 回 収 量	0.0	0.0
紙 国 内 需 要 量	-0.4	-0.4
板 紙 国 内 需 要 量	-0.3	-0.3
パ ル プ 輸 入 量	-0.5	0.4
紙 輸 入 量	3.3	5.5

これらのシミュレーションの結果は、生産量の急激な増大、原材料輸入構成の変化、自家発

電設備の急激な増大などの見られたいわゆる高度成長期の紙・パルプ産業のビヘイヴィアを前提としたものである。したがって、国内需要の停滞、稼働率の低下、公害防止投資の増大ともなうエネルギー原単位の上昇など 40 年代後半以降に現われた状況を十分に反映したものはなっていない。

参 考 文 献

- [1] 渡部経彦・辻村江太郎監修『日本産業の計量分析』日本経済新聞社, 1969 年
- [2] 産業構造調査会『産業構造調査会 部会 報告』1963 年
- [3] 産業構造審議会『70 年代における紙・パルプ産業のあり方—紙・パルプ部会答申—』1972年 10 月
- [4] 大川健治編著『紙・パルプ業界』教育社, 1975 年
- [5] 東洋経済新報社編著『紙・パルプの実際知識』1974 年
- [6] 村井 操・中西 篤『製紙工学』工学図書, 1964 年
- [7] 日本電気協会自家発電調査委員会『わが国自家発電の現状と課題』1966 年
- [8] 通産省『紙・パルプ工業設備調査報告書』38 年, 44 年, 49 年

(くまくら おさむ
電力経済研究部
電気事業経済研究室)