

(6)式では価格のみによってエネルギーシェアが説明されている。しかしながら、現実には製造業が燃料選択をするにあたっては、2.2ですでに述べたように環境規制と脱石油政策という燃料価格以外の要因も強く働いていたと考えられる。そこで実際の推定では以下のシェア方程式を推定する。

$$(7) \quad S_i = a_i + \sum_j b_{ij} \ln PE_j + c_i R + d_i T + e_i$$

S_i : i 燃料のコストシェア
 PE_j : j 燃料の価格
 e_i : 誤差項
 R : 環境規制指数
 T : タイムトレンド

ただし、加法性および対称性を仮定し、以下の条件をパラメーターに課す。

$$\sum_i a_i = 1, \quad \sum_j b_{ij} = 0, \quad b_{ij} = b_{ji},$$

$$\sum_i c_i = 0, \quad \sum_i d_i = 0, \quad (i, j = 1, \dots)$$

環境規制については具体的な数値で表すことが可能であるが、脱石油政策については極めて困難であるため、タイムトレンド T をもって脱石油政策の代理変数とした。

推定されたパラメーターからもとめられる、燃料間の代替の弾力性 σ および価格弾力性 η は以下のとおりである。

$$\sigma_{ii} = (b_{ii} + S_i^2 - S_i) / S_i^2,$$

$$i = 1, \dots, 4$$

$$\sigma_{ij} = (b_{ij} + S_i S_j) / (S_i S_j),$$

$$i \neq j, \quad i, j = 1, \dots, 4$$

$$\eta_{ij} = S_j \sigma_{ij},$$

$$i, j = 1, \dots, 4$$

交差価格弾力性の値が正であれば代替関係、負であれば補完関係を表している。また、環境規制が燃料選択に及ぼす指標として、環境規制値が変化しても総エネルギー費用は変化しないという仮定のもと、以下のような環境規制弾性 γ を定義する。

$$\gamma_i = c_i R / S_i \quad (i = 1, \dots, 4)$$

γ が正であれば環境規制が厳しくなるに従いその燃料がより多く需要されることを意味し、負であれば環境規制が厳しくなるに従い、その燃料の需要量が減少することを意味している。軽質油、電力については正の値、石炭については負の値をとることが期待される。

また、タイムトレンド T にかかるパラメーター d が正であるならば、脱石油政策により当該

エネルギーの消費が促進されたことを意味し、負であるならば、脱石油政策により当該エネルギーの消費が抑制されたことを意味する。重質油については負の値となることが期待される。

4.2 データ

エネルギー需要については1980年から1988年の各年の石油等消費構造統計における、部門別、都道府県・政令指定都市別データをもとに、64業種、28燃料、57地域に分類している。これを今回の分析では、7業種(食品、繊維、機械、化学、紙パルプ、窯業・土石、鉄鋼)、4燃料(重質油、軽質油・石油系ガス、石炭・石炭系ガス、購入電力)に集計している。ただし、石炭・石油産業および石油化学については、自燃料の価格評価が困難なため除外した。

地域分類ならびに環境規制指数Rを表4.1に、また、燃料分類を表4.2にそれぞれ示す。エネルギー需要はすべてカロリー換算して用いている。大気汚染防止法には、121地域ごとに硫黄酸化物の排出規制値(K値)が定められている。このほかにも、硫黄酸化物・窒素酸化物の総量規制値やばい塵特別規制値があるが、これらの値を加重平均することで今回新たに環境規制の指標を作成した。なお、同一地域内で異なるK値がある場合は、対象地域のエネルギー消費量で加重平均することで一本化している。環境規制値は、1980年代に入り時系列的にはほとんど変化していない。表4.1から、Rが大きいほどその地域の環境規制はきびしく、大都市圏や臨海工業地帯でRの値が大きくなっていることがみてとれる。

表 4.1 環境規制値 (1988年)
Table 4.1 Intensity of Environmental Regulation

地域区分	R	地域区分	R
1 北海道	70.1	31 鳥取県	42.5
2 青森県	73.1	32 島根県	42.6
3 岩手県	44.4	33 岡山県	128.2
4 宮城県	57.5	34 広島県	100.3
5 秋田県	58.4	35 山口県	110.7
6 山形県	48.5	36 徳島県	65.1
7 福島県	59.4	37 香川県	76.3
8 茨城県	80.4	38 愛媛県	83.3
9 栃木県	60.7	39 高知県	42.6
10 群馬県	50.3	40 福岡県	90.0
11 埼玉県	63.2	41 佐賀県	42.6
12 千葉県	97.0	42 長崎県	52.7
13 東京都	86.6	43 熊本県	51.1
14 神奈川県	65.1	44 大分県	71.0
15 新潟県	55.8	45 宮崎県	53.7
16 富山県	81.7	46 鹿児島県	47.5
17 石川県	52.6	47 札幌市	100.0
18 福井県	69.5	48 東京都23区	188.9
19 山梨県	42.6	49 川崎市	187.1
20 長野県	44.7	50 横浜市	186.3
21 岐阜県	53.1	51 名古屋市	156.4
22 静岡県	88.2	52 京都市	124.8
23 愛知県	104.3	53 大阪市	190.5
24 三重県	107.5	54 神戸市	152.1
25 滋賀県	51.1	55 広島市	76.2
26 京都府	84.5	56 北九州市	146.9
27 大阪府	170.7	57 福岡市	64.9
28 兵庫県	123.8		
29 奈良県	42.6		
30 和歌山県	115.6		

表 4.2 燃料種区分
Table 4.2 Fuel Classification

4 区 分	石油等消費構造統計の燃料分類
1. 重 質 油	C重油、B重油、炭化水素油
2. 軽 質 油	A重油、灯油、軽油、改質生成油、ナフサ
石油系ガス	揮発油原油 LPG、都市ガス、LNG、天然ガス
3. 石 炭	石炭、コークス、石油コークス
石炭系ガス*	コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス 電炉ガス、炭鉾ガス抜きガス
4. 電 力	購入電力

*鉄鋼以外は石炭系ガスを除く

5. 分析結果

7 部門別に57地域と1980～1988年の期間をプールして(7)式の推定を行った。なお、部門および地域によってはほとんど使用されない燃料が存在するため、部門によって燃料の分類が異なっている。また、部門によって欠損値のある地域が異なるため部門間ではサンプル数が異なっている。コストシェア関数の推定に際しては、最尤法を用いた。パラメーターの推定結果を表5.1に、また、各部門における燃料の自己価格弾力性、燃料間の交差価格弾力性、環境規制の弾力性および環境規制指数の係数のt値、タイムトレンドの係数およびt値をまとめて表5.2に示す。

表5.1 パラメーター結果 (1:重質油、2:軽質油・ガス、3:購入電力、4:石炭)
(ただし、繊維では2は軽質油、また、鉄鋼では1は軽質油・ガス含む)
Table 5.1 Estimated Parameters of the Fuel Cost Share Equations (7)

	食 品	繊 維	機 械	化 学	紙パルプ	窯業土石	鉄 鋼
a 1	0.709*	0.634*	0.2*	0.665*	0.844*	0.396*	0.143*
a 2	0.124*	0.065	0.3*	0.101*	0.009	0.184*	
a 3	0.167*	0.301*	0.445*	0.176	0.147*	0.129*	0.075*
a 4			0.055*	0.058*		0.291*	0.782*
b 11	-0.075	0.011	-0.1*	0.127	-0.308*	0.011	0.145*
b 12	0.112*	0.116	0.075*	0.026	0.318*	0.014	
b 13	-0.037*	-0.127*	0.064*	-0.133*	-0.01	-0.025	0.008
b 14			-0.039*	-0.02		0	-0.153
b 22	-0.029	-0.137	0.2*	-0.212*	-0.244*	-0.059	
b 23	-0.083*	-0.021*	-0.301*	0.1*	-0.074*	-0.051	
b 24			0.026	0.086*		0.096*	
b 33	0.12*	0.106*	0.13*	-0.04	0.084*	0.04	-0.084*
b 34			0.107*	0.073*		0.036*	0.076*
b 44			-0.094*	-0.139*		-0.133*	0.077*
c 1	-0.03*	-0.014*	-0.019*	-0.02*	-0.036*	-0.035*	-0.008*
c 2	0.017*	0	0.005	-0.006	0.023*	0.006	
c 3	0.013*	0.014*	0.012*	0.013*	0.013*	0.009*	0.008*
c 4			0.001	0.013*		0.02*	0
d 1	-0.024*	0	-0.0004*	-0.0004	-0.0004	0.001*	0.0007*
d 2	0.024*	0.001*	0.001*	0.001*	0.0005	-0.0002	
d 3	0	-0.001*	-0.0003*	-0.0007*	-0.0001	-0.0003*	0.0006*
d 4			-0.0003*	0.0001		-0.0005	-0.0013*

* 5%で有意。

自己価格弾力性

自己価格弾力性の推定結果に関する特徴は、すべての部門および燃料について負の数値が得られ、全般に高い数値である点である。トランスログのようなパラメーター制約の緩い関数型を仮定した産業部門における燃料代替の分析では、一部の燃料について正の符号を持つ自己価格弾力性が報告されている(伊藤、室田、1986年)。しかし、自己価格弾力性が正の符号を持

表 5.2 燃料転換に関する要因分析結果
Table 5.2 Estimated Elasticities

1. 食 品						5. 紙 パ					
		重 質 油	軽質+ガス	石 炭	電 力			重 質 油	軽質+ガス	石 炭	電 力
価 格 要 因	重 質 油	-0.818	0.685		0.133	価 格 要 因	重 質 油	-0.918	0.726		0.192
	軽 質 + ガ ス	0.665	-0.684		0.020		軽 質 + ガ ス	2.745	-2.507		-0.238
	石 炭						石 炭				
	電 力	0.220	0.033		-0.254		電 力	0.589	-0.193		-0.396
非 価 格 要 因	環 境 規 制	-0.469	0.460		-0.007	非 価 格 要 因	環 境 規 制	-0.062	0.277		-0.033
	t 値	-12.209	12.907		-0.340		t 値	-0.977	1.467		-0.688
	タイムトレンド	-0.030	0.017		0.000		タイムトレンド	-0.358	0.023		0.013
	t 値	-8.735	4.789		0.341		t 値	-3.707	2.961		3.715
2. 織 維						6. 窯業土石					
		重 質 油	軽 質 油*	石 炭	電 力			重 質 油	軽質+ガス	石 炭	電 力
価 格 要 因	重 質 油	-0.415	0.370		0.045	価 格 要 因	重 質 油	-0.661	0.244	0.345	0.071
	軽 質 油	1.263	-1.660		0.397		軽 質 + ガ ス	0.372	-1.096	0.826	-0.103
	石 炭						石 炭	0.306	0.481	-1.047	0.259
	電 力	0.094	0.245		-0.339		電 力	0.140	-0.133	0.577	-0.584
非 価 格 要 因	環 境 規 制	0.015	0.611		-0.379	非 価 格 要 因	環 境 規 制	0.278	-0.069	-0.143	-0.141
	t 値	0.567	8.845		-8.478		t 値	4.652	-0.928	-1.869	-2.713
	タイムトレンド	-0.014	-0.000		0.014		タイムトレンド	-0.035	0.006	0.020	0.009
	t 値	-2.126	-0.016		2.383		t 値	-7.220	1.523	3.548	3.402
3. 機 械						7. 鉄 鋼					
		重 質 油	軽質+ガス	石 炭	電 力			石油+ガス**		石 炭	電 力
価 格 要 因	重 質 油	-2.179	1.339	-0.448	1.288	価 格 要 因	石 油 + ガ ス	-0.035		-0.193	0.228
	軽 質 + ガ ス	0.267	-0.100	0.103	-0.270		石 炭	-0.057		-0.251	0.308
	石 炭	-0.931	1.077	-3.410	3.263		電 力	0.228		1.037	-1.265
	電 力	0.213	-0.224	0.260	-0.248		環 境 規 制	0.462		-0.249	0.376
非 価 格 要 因	環 境 規 制	-0.329	0.188	-0.635	-0.051	非 価 格 要 因	t 値	4.144		-4.397	3.324
	t 値	-3.370	9.200	-3.818	-3.409		タイムトレンド	-0.008		0.000	0.008
	タイムトレンド	-0.019	0.005	0.001	0.012		t 値	-2.816		0.576	2.545
	t 値	-6.690	1.647	0.689	4.293						
4. 化 学											
		重 質 油	軽質+ガス	石 炭	電 力						
価 格 要 因	重 質 油	-0.231	0.216	0.091	-0.076						
	軽 質 + ガ ス	0.681	-2.100	0.642	0.777						
	石 炭	0.371	0.834	-1.949	0.743						
	電 力	-0.226	0.736	0.542	-1.052						
非 価 格 要 因	環 境 規 制	-0.067	0.565	0.052	-0.374						
	t 値	-0.994	2.493	0.171	-3.085						
	タイムトレンド	-0.021	-0.006	0.013	0.013						
	t 値	-2.968	-0.864	2.176	2.330						

* 石油系ガスを除く

** 軽質油、石油系ガス、重質油を一つにしている。

つことは理論整合性（費用関数の凹性）を満足していないことを示す。本研究では、加法的および対称性（1次同次性）のほかには制約を課さずにトランスログ型の関数を用いてすべて自己価格弾力性が負となり、妥当な成果が得られている。

燃料別にみると、重質油については、絶対値でみて機械において2.17と最大であり、以下紙パルプ、食品、窯業土石、繊維、化学の順になっている。図5.1は、1980年および1988年の両期間における重質油の自己価格弾力性の絶対値の変化を部門別に示したものである。すべての部門において増加しており、近年重質油の需要が価格に対してより弾力的になっていることがうかがえる。

軽質油・石油系ガスについては機械を除いて非常に高い弾力性を示しており、紙パルプ、化学、繊維、窯業土石の各部門で絶対値で1を超えている。これらの産業において軽質油・石油系ガスが量的に小さく、重質油と代替的であり、価格に対して感応度が大きい結果となっている。1980年および1988年における価格弾力性の変化をみると（図5.2）、紙パルプにおいて減少したほかはすべての部門で目だった変化はみられない。このように、製造業の各部門において重質油、軽質油・ガスの需要が価格に対して弾力的であることは、製造業の部門別燃料選択分析の結果（外岡、藤井、1989年）と整合するものである。

石炭については、原料分を除外しているが、鉄鋼を除く機械、化学、窯業土石の各部門において1を超える高い数値を示している。鉄鋼業では、石炭は原料かつ燃料であり他に代替しにくいという実態をよく表わしている。

購入電力については他の燃料に比べて全体に低い自己価格弾力性を示しているが、鉄鋼および化学などの自家発との競争が激化している部門では1を上回る極めて大きい値を示している。鉄鋼や化学は、1980年以降特に自家発の増加が顕著であった部門である。1980年から1988年において製造業全体では、9電力会社合計の電力需要に対する自家発需要の比率は32%から37%へ増加したが、同期間において鉄鋼では26%から46%の増加、また、化学では69%から92%の増加とそれぞれ平均をかなり上回る自家発の進展がみられる。

推定期間における弾力性の変化については（図5.3）、軽質油・ガスの場合と同様購入電力についても大きな変化はどの部門についても見られない。

燃料間の代替・補完

次に、燃料間の代替・補完関係についてみると、電力を除けばほとんどの燃料間で代替関係がみられる。電力以外では、わずかに鉄鋼および機械産業でのみ石炭・重質油間に補完関係が見られる。また特に、重質油と軽質・石油系ガスの間の交差価格弾性値は大きく、この2燃料間では燃料転換に僅かな調整費用しか要しない実態をよく反映している。事実、重質油は1980