

接続産業連関表によるエネルギー 集約度の変化推移の分析：1975～1990年*

金 鎬 彦**
訳 金 鏞 淇***

目	次
I 序 論	III 製造業部門別エネルギー集約度変化の推移
1. 問題の提起	1. エネルギー集約度の変化
2. 研究の目的と範囲	2. エネルギー集約度百分率の変化
II 接続不変産業連関表とエネルギー集約度	IV エネルギー使用量の変化に対する要因別分析
1. エネルギー集約度の意義	1. エネルギー需給構造の推移
2. 混合単位模型によるエネルギー集約度	2. エネルギー使用量の変化とその要因分析
3. 接続不変産業連関表の作成	V 要約と結論
4. 製造業部門別エネルギー集約度の推計	

I 序 論

1. 問題の提起

韓国の¹⁾ 1次エネルギー年平均消費増加率(1980～1992)をみれば、1980年の73.5%から1992年には93.6%に増加している。1次エネルギーのうちの石油依存度は、1992年度において23.6%を示している。一人当たり総エネルギーの消費量は、1980年1.15屯(石油換算)から1992年には2.66屯となり2倍以上に増加した。特に、1992年度1次エネルギー消費増加率は前年対比12.0%となり世界第2位(第1位はフィリピンの12.8%)を記録した。

韓国銀行においては[1975～1980～1985年接続不変産業連関表(I),(II)]²⁾を作成公表し、

*この論文は、1994学年度の韓国学術振興財団の公募課題研究費により研究されたものである。

**啓明大学校社会科学大学経済学科教授

***啓明大学校産業経営研究所特別所員、嶺南大学校名誉教授

1) このパラグラフにおけるエネルギー関連の統計資料は韓国石油開発公社、『石油辞典』(ソウル：韓国石油開発公社、1992)、13～26頁と、統計庁、『主要経済指標』(ソウル統計庁、1993)、75～85頁より引用、または作成した。

2) 韓国銀行、『1975～1980～1985年接続不変産業連関表(I),(II)』(ソウル、韓国銀行、1989)。

1990年産業連関表³⁾をも1993年に発刊した。筆者は、既にこれら産業連関表を基本資料として活用し、混合単位(hybrid units)エネルギー産業連関表を開発した。この模型を基礎として1975年度と1990年度の韓国製造業部門別エネルギー集約度を推計した⁴⁾。小論は、以上のような研究結果をふまえて提起されたその後続的補完研究課題の一環として研究されたものである。特に、この小稿の課題は過去15年間の製造業部門別エネルギー集約度の推移に対する分析と、エネルギー使用量の変化に対する要因分析に焦点をあわせる。これにより21世紀に向けた高度情報産業社会の産業構造の調整にかかわる重要な示唆と政策方向を誘導することができるであろう。

2. 研究の目的と範囲

小稿の研究目的は、次の二つに要約することができる。第1は1975～1990年間の接続不変産業連関表をもとに推計された、35の製造業部門

3) —, 『1990年産業連関表(I),(II)』(ソウル韓国銀行、1993)。

4) 拙稿、『産業連関分析을 통한 한국製造業의 에너지集約도에 관한 연구』、『啓明行動科学』, 第7巻第1号,(大邱：啓明大行動科学研究所、1994)、69-102頁。

別エネルギー集約度の変化の推移を分析することであり、第2は、エネルギー使用量の変化に対する要因別分析を、(1)エネルギー集約度の変化、(2)最終需要の変化、(3)産業間取引の変化に、区分して行うことである。

研究の範囲をより具体的に述べれば、次のようである。(1)産業連関表を編制する勘定の体系を、大きく商品対商品勘定 (commodity-by-commodity accounts) と商品対産業勘定 (commodity-by-industry accounts) の二つに大別する。しかし、韓国銀行で編制している産業連関表の基本構造は、商品対商品による取引表として作成されているため、エネルギー集約度の推計は、商品対商品勘定に限定する。(2)混合単位模型におけるエネルギー商品は、1次及び2次エネルギーを含む5個に再分類し、製造業は35個の部門に、1985年の産業連関表の大分類の体系を、そのまま用いることとする。(3)分析対象となる時系列は、1975年より1990年までとする。

研究方法は、文献的研究を制限的に加味した経験的実証研究が、中心となる。部門分類は、大きくエネルギー商品と非エネルギー商品に分ける。物質単位 (physical units) のうちの英国熱量単位 (British thermal units: Btu) を後者は、1985年を基準とする金額単位を用いる。第IV章エネルギー使用量変化に対する要因別分析は、中心差分方程式 (central difference equation) による。

II 接続不変産業連関表とエネルギー集約度

1. エネルギー集約度の意義

エネルギー集約度 (energy intensities), または、総エネルギー必要要求量 (total energy requirements)⁵⁾ は、産出物1単位を生産するのに要求される直接エネルギー必要量 (direct energy requirements) と間接エネルギー必要

量 (indirect energy requirement) の合計を示す。直接エネルギー必要量は、産出物〔産業〕の生産過程により消費されたエネルギーを意味し、間接エネルギー必要量は、産出物〔産業〕の投入物に内在されたエネルギーを意味する。一部文献⁶⁾で、エネルギー集約度概念をエネルギー原単位と同様な意味で用いているが、筆者はこれを区別して用いることとしたい。原単位 (prime unit) は、面積・容積・体積・重量・濃度等を基準としており、生産に使用した物量の単位の測定を意味する。この概念は、分母の単位当り分子の投入量を意味し、主として直接投入量のみを分析の対象としている。もっとも典型的なエネルギー原単位には、エネルギー(石油換算, 千吨)国民総生産比率 (energy GNP ratio) とエネルギー付加価値比率 (energy-value added ratio) がある。小稿におけるエネルギー集約度概念は、エネルギー産業連関模型を基礎として、これに累積的な間接エネルギー必要量が追加された、直接・間接エネルギー必要量を意味する。

開放型静態投入・産出模型 (open, static input-output model) により産業連関均衡式を、 X について解けば[2-1]式となり、この時[2-2]式を生産誘発係数行列、または、レオンティフ逆行列 (Leontief inverse) とよぶ。

$$X = (I - A)^{-1}F \quad [2-1]$$

$$(I - A)^{-1} = B = (b_{ij})_{n \times n} \quad [2-2]$$

A : 投入係数行列

X : 産業部門別総産出額列方向量

F : 最終需要列方向量

B : 生産誘発係数行列

逆行列の元素 b_{ij} は、 j 部門の最終需要1単位を充足させるため、直・間接的に必要な i 部分から求められる直・間接産出要求量 (direct and indirect output requirements) または、総産出要求量 (total output requirements) を意味する⁷⁾。ここで、 b_{ij} の性格を、対角項と

5) エネルギー集約度の同義語には、直・間接エネルギー必要量 (direct and indirect energy input requirements) と直・間接エネルギー投入要求量 (direct and indirect energy input requirements) がある。

6) 崔紀洪, 「産業連関分析에 의한 에너지原単位測定」, 『資源経済学会誌』, 第3巻第2号, (ソウル: 韓国資源経済学会), 289~307頁。

7) 拙著, 『投入・産出模型에 의한地域經濟構造分析: 大邱地域을 중심으로』, (ソウル法文社, 1986), ↗

非対角項に分けて説明しよう。先ず、対角項 $b_{ii}(i=j$ のばあい) は必ず[2-3]式の条件を充たさねばならない。

$$1 \leq b_{ii} \quad [2-3]$$

このとき、対角元素より1を差引いた残りの値である[2-4]式が、すなわち、最終需要の変化が自己部門の生産に及ぼす、直・間接効果をあらわすこととなる。

$$\gamma_{f(ii)} = b_{ii} - 1 \quad [2-4]$$

ここで、特に留意しなければならないことは、最終需要と産出物により波及される直・間接の効果が異なるということである。一般的に i 部門の最終需要1単位を充足させるための自己部門 (i) からの直・間接投入要求量 $[\gamma_{f(ii)}]$ と、 ii 部門の産出物1単位を生産するのに要する自己部門からの直・間接投入要求量 $[\gamma_{g(ii)}]$ との関係をみれば[2-5]式⁹⁾の通りである。

$$\gamma_{f(ii)} = \gamma_{g(ii)} b_{ii} \quad [2-5]$$

b_{ii} : 生産誘発係数行列の対角項の元素 [2-5]式に[2-4]式を代入すれば、 $\gamma_{g(ii)}$ は[2-6]式よりたやすく求められる。

$$\gamma_{g(ii)} = 1 - \frac{1}{b_{ii}} \quad [2-6]$$

非対角項のばあい、 i 部門の最終需要1単位を充足させるための j 部門からの直・間接投入要求量 $[\gamma_{f(ij)}]$ と、 i 部門の産出物1単位を生産するのに要する j 部門からの直・間接投入要求量 $[\gamma_{g(ij)}]$ 間の関係を基礎として[2-6]式のような関係式を誘導するのは容易ではない⁹⁾。レオンタイプ行列 $(I-A)$ の逆行列 $(I-A)^{-1}$ は[2-7]式のような二項展開 (binomial expansion)¹⁰⁾により導くことができる。

$$(I-A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots + A^\infty = B \quad [2-7]$$

\20~24頁参照。

8) K. J. Jeong, "The Relation between Two Different Notions of Direct and Indirect Input Requirements," *Journal of Macroeconomics*, Vol. 6, No. 4 (Fall, 1984), pp. 473~476.

9) 非対角項 $\gamma_{g(ij)}$ に関する普遍的な関係式の誘導は筆者のほかの後続研究の課題である。

10) F. W. Waugh, "Inversion of the Leontief Matrix by a Power Series," *Econometrica*, Vol. 18 (Apr., 1950), pp. 142~154.

このとき単位行列 I は、外生的に与えられる最終需要を意味し、投入係数行列 A は、最終需要1単位の変化に対する直接投入要求量 (direct input requirements), または第1次波及効果を意味する。 A^2 は、第1次間接投入要求量 (the firstround indirect input requirements), あるいは第2次波及効果を示している。 $A^2 + A^3 + \dots$ は、直接投入要求量 A を満足せしめるため、すべての内生部門により誘発された累積的な間接投入要求量 (indirect input requirements) となる。

もっとも簡単な例として A 行列を $(a_{ij})_{2 \times 2}$ と同様であると仮定すれば、逆行列 B の元素 b_{12} とこれに対応する $\gamma_{g(12)}$ は、[2-8], [2-9]式となる。

$$b_{12} = a_{12} + (a_{11}a_{12} + a_{12}a_{22}) + (a_{11}a_{11}a_{12} + a_{12}a_{21}a_{12} + a_{11}a_{12}a_{22} + a_{12}a_{22}a_{22}) + \dots \quad [2-8]$$

$$\gamma_{g(12)} = a_{12} + a_{12}a_{22} + a_{12}a_{22}a_{22} + a_{12}a_{22}^2a_{22} + \dots \quad [2-9]$$

非対角項のほかの元素 b_{21} , $\gamma_{g(21)}$ も上記と同様な方法で表すことができる。しかし、内生産業部門の数 n が増加するばあい、 $\gamma_{g(ij)}$ を[2-9]式の形態に展開して、その値を求めることは現実的にたいへん難しい課題である。

2. 混合単位モデルからのエネルギー集約度

ここで、[2-1]と[2-2]式体系に対し、エネルギー商品には英国熱量単位を、非エネルギー商品には金額単位を混合して適用すれば、 A, X, F, B は各々 A^*, X^*, F^*, B^* に表記される。従って、混合単位体系では[2-1]式は[2-10]式に、[2-2]式は[2-11]に各々変化することとなる。

$$X^* = (I - A^*)^{-1} F^* \quad [2-10]$$

$$(I - A^*)^{-1} = B^* = (b^*_{ij})_{n \times n} \quad [2-11]$$

混合単位として表記された投入係数行列 A^* と逆行列 B^* とにより、エネルギー部門の行だけを、別途に分離することができる。このとき、前者を、直接エネルギー必要量行列 (direct energy requirements matrix) δ といい、後者を総エネルギー算出要求量行列 (total energy output requirements matrix) ε という。 δ と ε は[2-12]と[2-13]式によって求められる。

$$\delta = (\bar{Y}^*)[\text{diag}(X^*)]^{-1}A^* \quad [2-12]$$

$$\varepsilon = (\bar{Y}^*)[\text{diag}(X^*)]^{-1}(I - A^*)^{-1} \quad [2-13]$$

[2-12]と[2-13]との式により

$(\bar{Y}^*)[\text{diag}(X^*)]^{-1}$ は、エネルギー部門のみを抽出するため、 A^* と $(I - A^*)^{-1}$ に各々前乗された。全体部門の数を n 、エネルギー部門の数を m とすれば (\hat{Y}^*) は $(m \times n)$ の行列となる。このとき、対角項はエネルギー部門別産出額 $X_1^*, X_2^*, X_3^*, \dots$ となり、非対角項は何れも 0 として構成される。 ε 行列の個別元素は英国熱量単位 (Btu=B) である。もし、エネルギー部門の 1 部門に最終需要 1 B 単位が発生したとすれば、これを充足せしめるため自己部門 (1 部門) からの総エネルギー要求量は b_{11}^* B 単位となることを示す。反面、非エネルギー部門の 6 部門に最終需要 1 単位 (金額単位) が発生したとすれば、これを充足せしめるための、エネルギー部門の 2 部門からの総エネルギー産出要求量は、 b_{26}^* B 単位となることを意味している。

ここで問題となるのは、エネルギー集約度の産出物 1 単位に対する概念であり、 ε 行列の個別元素は、最終需要 1 単位 [B 単位または金額] に対する波及効果を意味するため、両概念はお互いに一致しないという点である。従って、 ε 行列を、エネルギー集約度行列 (energy intensities matrix)、または、総エネルギー必要要求量行列 (total energy requirements matrix) として用いるためには、最終需要に対する概念を、産出物に対する概念に取換えねばならない¹¹⁾。混合単位の i 部門の産出物 1 単位を生産するのに必要な自己部門 (i) からの、直・間接投入要求量 $[\gamma_{g(ij)}^*]$ は、[2-6]式において、 b_{ii} の代わりに b_{ij}^* を代入すれば、容易に求めることができる。しかし、非対角項の d_{ij} により、 $\gamma_{g(ij)}^*$ を求めるのが、未だに一般化されていない。このような現実的な制約を勘案して、小稿においては、非対角項のみは次善策と

11) Miller と Blair は ε 行列自体を集約産行列と定義した。(R. E. Miller and P. D. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985), p. 203 参照)。

12) B. Hannon 等もこの方法によって部門別集約

して $\gamma_{g(ij)}^*$ と b_{ij}^* が等しいと仮定して、エネルギー集約度を求めることとする¹²⁾。この方法により計算されたエネルギー集約度は、実際のエネルギー集約度に比べて若干の偏倚がある。

3. 接続不変産業連関表の作成

經常価格で表示された特定年度の産業連関表を基準年度の価格に換算して調整すれば、不変産業連関表となる¹³⁾。不変産業連関表を作成するための換価指数の種類は、(1)内需換価指数、(2)輸入品換価指数、輸出品換価指数等に大別される¹⁴⁾。

「1975～1980～1985接続不変産業連関表」に1990年表を、さらに接続させるためには、上記表の作成基準年度である、1985年の連関表の部門分類及び勘定処理の方式通り1990年表を再分類し、処理方式等を調整しなければならない。具体的にいえば、製造業は1985年の総計65の統合部門の分類をそのまま認め35個の部門にし、エネルギー部門は1次及び2次を含め5個の部門に調整した。統合された49個部門を番号の順序の通りに整理すれば[表2-1]のよりになる。

不変価格基準をもって、[2-13]式のような総エネルギー産出要求量行列を誘導するには、混合単位として、表示されている投入係数行列 A^* のみを正確に推計すればよい。従って、本節においては、中間過程の部門と総産出額¹⁵⁾のみを再評価することとする。

内生部門の再評価は、個別部門を構成する元素を国産品と輸入品とに区分し、前者は内需換価指数に、後者は輸入換価指数にそれぞれ分ち、

\度算出している。(B. Hannon *et al.*, "A Comparison of Energy Intensities: 1963, 1967 and 1972". *Resources and Economics*, Vol. 5, No. 1 (Mar., 1984), pp. 83~102参照)。

13) 不変産業連関表の作成原理に対する説明は拙稿、前掲論文(1994)、76~78頁参照。

14) 個別換価指数を求める具体的な算式は拙稿、「交易条件長期趨勢의 통계적 모형 설정에 관한 연구」、『経営経済』、第18集、(大邱：啓明大産業経営研究所、1985)、162~165頁参照。

15) その他の部門に対する再評価方法は、次の文献をそれぞれ参照されたい。韓国銀行、「1975-1980-1985년接続不変産業連関表(Ⅰ)」(ソウル韓国銀行、1989)、24頁。総務庁、「昭和50-55-60年接続産業連関表：総合解説篇」、(日本東京都全国統計協会連合会、1990)、39~43頁。

表 2-1 49統合部門名

区分	番号	部 門 名	区分	番号	部 門 名
エネルギー部門	1	石 炭	非 エ ネ ル ギ ー 部 門	26	化 学 織 維
	2	原油及び天然ガス		27	化学肥料及び農薬
	3	石 油 製 品		28	医薬品及び化粧品
	4	電 力		29	其他化学製品
	5	都市ガス及び熱供給業		30	合繊樹脂製品
非エネルギー部門	6	農 林 水 産 業		31	ゴ ム 製 品
	7	鉱 山 品		32	非金属鉱物製品
	8	肉類, 酪農品, 果実加工品		33	製鉄及び製鋼
	9	水産加工品		34	鉄鋼1次製品
	10	精 穀		35	非鉄金属塊及び同1次製品
	11	製 粉		36	金 属 製 品
	12	製 糖		37	一 般 機 械
	13	パン, 菓子及び麺類		38	電 気 機 器
	14	其他飼料品		39	電子及び通信機器
	15	飲 料 品		40	輸 送 用 製 備
	16	煙 草		41	精 密 機 械
	17	織 維 品		42	其他製造業製品
	18	織 維 織 物		43	水 道 建 設
	19	織 維 製 品		44	卸 売 ・ 小 売 業
	20	衣服及び衣服装身具		45	飲食店及び宿泊
	21	製革及び革製品		46	運輸・保管・通信
	22	製材及び木材品		47	金融, 保険, 不動産
	23	パルプ及び紙類		48	公共行政及び国防
	24	印 刷 出 版		49	其他サービス
	25	産業用基礎化合物			

注：8番より42番までが製造業に該当する

さらに合算すればよい。部門別総産出額は、国産の中間及び国産の最終需要、輸出に区分し、前者は内需換価指数で、後者は輸出換価指数で、それぞれ調整されている。その具体的な再評価算式は[2-14]式の通りである。

$$X_i^c = \sum_j X_{ij}^d / I_i^d + F_i^d / I_i^d + E_i / I_i^e \quad [2-14]$$

X_i^c : i 部門不変産出額

X_{ij}^d : j 部門生産に投入された i 部門国産投入額

F_i^d : 輸出品を除いた i 部門国産最終需要

E_i : i 部門輸出

I_i^d : i 部門間需換価指数

I_i^e : i 部門輸出換価指数

49の統合部門に対する内需換価指数は、まず402基本部分に対する価格指数を求めて、これをもとに内需額比重を加重値とする[2-15]式により推計された。

$$I_i^d = \sum_j S_{ij} \div \sum_j (S_{ij} / I_{ij}^d) \quad [2-15]$$

I_{ij}^d : i 部門に属する j 基本部門の国内価格指数

S_{ij} : i 部門に属する j 基本部門の内需用国内生産

4. 製造業部門別エネルギー集約度の推計

1) 1975年

エネルギー集約度推計のためには、1985年の不変価格で表示された1975年のエネルギー部門取引額を、エネルギー物量単位で、熱量単位に変換させる作業を順次に行わねばならない。金額単位の物量単位としての推計は[2-16]式により行われた。

$$E_{kj} = E_k (X_{kj} / X_k) \quad [2-16]$$

E_{kj} : j 部門生産に投入された K [エネルギー] 元の物量投入額

E_k : K エネルギー元の物量総供給量

表 2-2 1975年度製造業部門別エネルギー集約度 (1985年不変価格)

部門名	1次集約度	直接必要量	間接必要量	間接比率	エネルギー集約度
8	.0019(32)	.0004	.0027	87.1(18)	.0031(31.5)
9	.0016(33.5)	.0005	.0022	81.5(27)	.0027(33)
10	.0016(33.5)	.0002	.0023	92.0(5)	.0025(34)
11	.0021(30)	.0007	.0024	77.4(30)	.0031(31.5)
12	.0038(24)	.0012	.0054	81.8(25.5)	.0066(23)
13	.0032(28)	.0010	.0045	81.8(25.5)	.0055(27.5)
14	.0034(27)	.0014	.0045	76.3(31)	.0059(26)
15	.0025(29)	.0005	.0035	87.5(17)	.0040(29)
16	.0014(35)	.0003	.0020	87.0(19)	.0023(35)
17	.0063(14)	.0009	.0100	91.7(7)	.0109(11)
18	.0057(16.5)	.0015	.0082	84.5(23)	.0097(14.5)
19	.0050(19)	.0009	.0076	89.4(14)	.0085(18)
20	.0037(25)	.0005	.0057	91.9(6)	.0062(25)
21	.0039(23)	.0007	.0058	89.2(15)	.0065(24)
22	.0020(31)	.0005	.0030	85.7(20)	.0035(30)
23	.0057(16.5)	.0019	.0078	80.4(28)	.0097(14.5)
24	.0040(22)	.0008	.0059	88.1(16)	.0067(22)
25	.0127(4)	.0080	.0131	62.1(34)	.0211(3)
26	.0111(5)	.0028	.0162	85.3(21)	.0190(4)
27	.0101(6)	.0033	.0131	79.9(29)	.0164(6)
28	.0045(20)	.0008	.0068	89.5(12.5)	.0076(20)
29	.0082(8)	.0024	.0111	82.2(24)	.0135(8)
30	.0077(9)	.0011	.0116	91.3(9)	.0127(9)
31	.0052(18)	.0013	.0075	85.2(22)	.0088(17)
32	.0097(7)	.0069	.0086	55.5(35)	.0155(7)
33	.0279(1)	.0091	.0242	72.7(33)	.0333(1)
34	.0202(2)	.0014	.0238	94.4(1)	.0252(2)
35	.0072(10)	.0028	.0086	75.4(32)	.0114(10)
36	.0133(3)	.0019	.0162	89.5(12.5)	.0181(5)
37	.0071(11)	.0010	.0086	89.6(10.5)	.0096(16)
38	.0070(12)	.0011	.0095	89.6(10.5)	.0106(12)
39	.0035(28)	.0004	.0051	92.7(4)	.0055(27.5)
40	.0061(15)	.0005	.0079	94.0(3)	.0084(19)
41	.0067(13)	.0006	.0095	94.1(2)	.0101(13)
42	.0044(21)	.0006	.0064	91.4(8)	.0070(11)

注) 括弧内の数字は順位を示す, ([表 2-4], [表 2-5] においても同様).

X_{kj} : j 生産部門に投入された k [エネルギー] 元の投入額

X_k : k 「エネルギー」元の総供給量

物量単位をさらに熱量単位 (kcal または Btu) に変換するには, 動力資源部告示¹⁶⁾によ

16) 動力資源部告示, (第90-3号, 1990年3月5日), 「熱燃料 및 熱의 石油換算基準」参照, (動力資源부 에너지經濟研究院, 『에너지統計年報』(ソウル에너지研究院, 1991, 342頁)。

る発熱量を基準として計算すればよい。

上記の方法により作成された1975年のエネルギー熱量の取引表は, [付録1]の通りである。これにより, 混合単位投入係数行列 A^* ([付録2]) と, 総エネルギー産出要求量行列 ϵ は, 「統計分析ソフトウェア」(SAS/IML)によりたやすく求められる。 ϵ のうちからエネルギー部門の行だけを別途に抽出し, 製造業部門を中

表 2-3 1次エネルギー調整係数

	1975年	1990年
石 炭	1	1
原油/天然ガス	1	1
石 油 製 品	0.1015	0.0919
電 力	0.5522	1.9393

心としてエネルギー集約度を作成すれば〔表2-2〕のようになる。

ここで、総1次エネルギー集約度 (total primary intensity, 略称: 1次集約度) は、個別部門のエネルギー元別集約度(「付録3参照」)に調整係数 (adjustment factor)¹⁷⁾ を乗じて求める。これによって作成された1次エネルギーの調整係数は〔表2-3〕の通りである。

エネルギー集約度は、さらに直接エネルギー必要量 (略称: 直接必要量) と間接エネルギー必要量 (略称: 間接必要量) とに分けられる。直接エネルギー必要量は A^* 行列のエネルギー部門の係数を列合すればよい。間接エネルギー必要量は、該当部門のエネルギー集約度から直接必要量を差引けばよい。間接比率は、間接必要量をエネルギー集約度で除した値である。産業の特性により間接比率がもっとも高い部門は、34番の鉄鋼1次製品であり、もっとも低い部門は32番の非金属鉱物製品である。全製造業の間接比率を単純算術平均すれば84.8%となる。従って、間接必要量が直接必要量より、非常に高い比重を占めていることが認められる。

17) 石油製品の計数は、原油が石油製品に転換されるとき消失するエネルギーを表わす。電力のばあいは、水力・原子力・石炭により生産される発電の電力量の比重を、化石燃料が電気を生産するのに要する転換熱効率で除して求められる。電力の調整係数の計算は次の文献参照。

C. W. Blullard, III and R. A. Herendeen, "Energy Impact of Consumption Decisions", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 63, No. 3 (Mar., 1975), pp. 485~86. B. Hannon, R. A. Herendeen, and P. Penner, "The Calculation of ϵ in the Determination of Primary Energy", Energy Research Group, ERG Technical Memo No. 122, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1979.

表 2-4 製造業エネルギー集約度
上位10部門: 1975年

順位	1次集約度		エネルギー集約度	
	番号	集約度	番号	集約度
1	33	.0279	33	.0333
2	34	.0202	34	.0252
3	36	.0133	25	.0211
4	25	.0127	26	.0190
5	26	.0111	36	.0181
6	27	.0101	27	.0164
7	32	.0097	32	.0155
8	29	.0082	29	.0135
9	30	.0077	30	.0127
10	35	.0072	35	.0114

〔表2-2〕より、エネルギー集約度が高い上位10部門を別途に表記すれば〔表2-4〕の通りである。

1次集約度とエネルギー集約度の側からみれば、断然33番の製鉄及び製鋼部門と34番の鉄鋼1次部門が高く、それぞれ1, 2位を占めている。特に、両集約度の側において、上位10部門がほとんど一致しているが、これは両集約度の間に高い正の相関関係が存在していることを示すものである。

2) 1990年

作成された1985~1990年の接続不変産業連関表により、前項において説明した方法によって、混合単位モデルを設定すれば〔付録4〕のような、1990年のエネルギー熱量の取引表が存在することとなる。熱量の取引表から混合単位投入係数行列 A^* を誘導すれば〔付録5〕のようになる。 A^* をもって、〔2-13〕式のような総エネルギー産出要求量行列 ϵ を推計し、製造業35個の部門をもってエネルギー集約度¹⁸⁾ を求めれば〔表2-5〕のようになる。

1次集約度は、やはり〔表2-3〕のエネルギー元別の1990年の調整係数で計算されている。間接費の側からは、10番の精穀、34番の鉄鋼1

18) エネルギー元別集約度は〔付録6〕参照。

表 2-5 1990年製造業部門別エネルギー集約度（1985年不変価値）

部門番号	1次集約度	直接必要量	間接必要量	間接比率	エネルギー集約度
8	.0029(29)	.0002	.0035	94.6(13)	.0037(30)
9	.0033(25.5)	.0005	.0034	87.2(29)	.0039(28)
10	.0029(29)	.0001	.0037	97.4(1)	.0038(29)
11	.0029(29)	.0004	.0031	88.6(27)	.0035(31)
12	.0024(33)	.0004	.0028	87.5(28)	.0032(32)
13	.0033(25.5)	.0004	.0038	90.5(22)	.0042(24.5)
14	.0024(33)	.0003	.0028	90.3(23)	.0031(33)
15	.0024(33)	.0003	.0026	89.7(24)	.0029(34)
16	.0008(35)	.0000	.0011	95.6(6.5)	.0011(35)
17	.0075(10.5)	.0007	.0082	92.1(18)	.0089(10)
18	.0072(13)	.0009	.0073	89.0(26)	.0082(13)
19	.0075(10.5)	.0008	.0077	90.6(21)	.0085(12)
20	.0060(16)	.0003	.0065	95.6(6.5)	.0068(15.5)
21	.0040(23)	.0002	.0049	96.1(5)	.0051(21)
22	.0041(21.5)	.0005	.0043	89.6(25)	.0048(22)
23	.0058(17)	.0010	.0057	85.1(31)	.0067(17)
24	.0036(24)	.0002	.0040	95.2(8)	.0042(24.5)
25	.0117(3)	.0045	.0127	73.8(34)	.0172(3)
26	.0098(5)	.0011	.0114	91.2(19)	.0125(4)
27	.0080(9)	.0007	.0099	93.4(15)	.0106(6)
28	.0031(27)	.0002	.0038	95.0(10.5)	.0040(27)
29	.0089(7)	.0015	.0099	86.8(30)	.0114(5)
30	.0073(12)	.0005	.0092	94.8(12)	.0097(9)
31	.0063(15)	.0006	.0074	92.5(17)	.0080(14)
32	.0094(6)	.0031	.0074	70.5(35)	.0105(7)
33	.0313(1)	.0063	.0247	79.7(33)	.0310(1)
34	.0168(2)	.0007	.0176	96.2(3)	.0183(2)
35	.0085(8)	.0015	.0072	82.8(32)	.0087(11)
36	.0099(4)	.0005	.0095	95.0(10.5)	.0100(8)
37	.0065(14)	.0004	.0064	94.1(14)	.0068(15.5)
38	.0046(20)	.0002	.0050	96.2(3)	.0052(19.5)
39	.0025(21)	.0002	.0039	95.1(9)	.0041(26)
40	.0048(18)	.0002	.0050	96.2(3)	.0052(19.5)
41	.0041(21.5)	.0003	.0042	93.3(16)	.0045(23)
42	.0047(19)	.0005	.0051	91.1(20)	.0056(18)

次製品，38番の電気機器，40番の輸送用装備等の部門が高い，部門別間接比率を単純算術平均すれば，90.6%となる。〔表2-5〕によりエネルギー集約度が高い上位10部門を別途に抽出すれば，〔表2-6〕の通りである。

エネルギー集約度の側からみると，33番の製鉄及び製鋼，34番の鉄鋼1次製品，25番の産業用基礎化合物，26番の化学繊維部門等が，

1975年のように，それぞれ1，2，3，4位を占めている。

Ⅲ 製造業部門別エネルギー集約度の変化の推移

1. エネルギー集約度の変化

製造業エネルギー元別集約度の平均をみれば〔表3-1〕の通りである。

表 2-6 製造業エネルギー集約度
上位10部門：1990年

順位	1次集約度		エネルギー集約度	
	番号	集約度	番号	集約度
1	33	.0313	33	.0310
2	34	.0168	34	.0183
3	25	.0117	25	.0172
4	36	.0099	26	.0125
5	26	.0098	29	.0114
6	32	.0094	27	.0106
7	29	.0089	32	.0105
8	35	.0085	36	.0100
9	27	.0080	30	.0097
10	17	.0075	17	.0089

この表によれば、過去15年間の原油及び石油製品部門が36.4%、31.3%というように、それぞれ集約度を減少している。これは、1979年から1982年にかけて行われた、第2次石油波動に伴う化石燃料利用の、一時的代替エネルギーの開発等による影響とおもわれる。電力もやはり16.7%減少しているが、これは電力の効率的利用が行われていることを示す。反面、石炭と1次集約度においては、ほとんど変化がない。これは、ほかのエネルギー元に比して石炭が効率性の面において全然改善されなかったことを示している。すべてのエネルギー元を総括するエ

ネルギー集約度は、24.0%の減少である。

ここで、1975年と1990年の製造業部門別エネルギー上位10部門を比較すれば〔表3-2〕の通りである。

この表によれば、エネルギー集約度が、上位10部門においてほとんど一致している。特に、1, 2, 3, 4位は完全に一致している。これは、過去15年間に於いてエネルギーの多消費性個別部門の構造的変化が、全然なかったことを端的に示しているものといえる。

2. エネルギー集約度百分率の変化

〔表2-5〕の1990年部門別エネルギー集約度と、〔表2-2〕の1975年部門別エネルギー集約度により、エネルギー集約度百分率の変化をみれば〔付録7〕の通りである。これらの集約度百分率の変化の平均は、〔表3-3〕のようになる。

石炭と1次集約度の百分率変化は、むしろ13%と6.8%の増加である。反面、原油は30.4%、石油製品は27.8%、電力は7.1%の減少を示し、全体は19.7%の減少である。

これをさらに百分率変化の上位10部門についてみれば〔表3-4〕のようになる。

石炭は、22番の製材、32番の非金属鉱物部門において、それぞれ166.7%、115.8%の高い集約度の増加を示している。原油は、41番の精密機械、36番の金属製品部門において、それぞれ60%以上の大幅な減少を示している。石油製品においては、36番の金属製品、34番の鉄鋼、41番の精密機械部門において、それぞれ60%に近

表 3-1 エネルギー元別集約度の平均

	1 石炭	2 原油/ 天然ガス	3 石油製品	4 電力	1次集約度	エネルギー 集約度
1975年	.0023	.0033	.0032	.0012	.0066	.0100
1990年	.0023	.0021	.0022	.0010	.0065	.0076
減少率(%)	0.0	36.4	31.3	16.7	1.5	24.0

表 3-2 製造業部門別エネルギー集約度上位10部門の比較

順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1975年	33	34	25	26	36	27	32	29	30	35
1990年	33	34	25	26	29	27	32	36	30	17

表 3-3 エネルギー集約度百分率変化の平均

部 門	平 均
1. 石 炭	13.0
2. 原油及び天然ガス	-30.4
3. 石 油 製 品	-27.8
4. 電 力	-7.1
1 次 集 約 度	6.8
エ ネ ル ギ ー 集 約 度	-19.7

品、22番の製材において100%以上の高い増加である。全体的エネルギー集約度は、41番の精密機械、16番の煙草、12番の製糖、38番の電気機器部門において50%以上の減少である。結局、これらの部門が過去15年間、もっとも効率的なエネルギー使用を行ったことになる。

反面、百分率比率の増加を示している部門は〔表3-5〕の通りである。

製造業35個のうち、6個部門がエネルギー集約度の百分率変化において増加を示している。

表 3-4 エネルギー集約度百分率変化の上位10部門

1 石 炭		2 原油/天然ガス		3 石 油 製 品		4 電 力		1 次 集 約 度		エ ネ ル ギ ー 集 約 度	
部門	百分率	部門	百分率	部門	百分率	部門	百分率	部門	百分率	部門	百分率
22	166.7	41	-63.6	10	66.7	9	133.3	9	106.3	41	-55.5
32	115.8	36	-61.5	36	-60.0	22	100.0	22	105.0	16	-52.2
9	66.7	32	-60.3	34	-58.5	16	-66.7	10	81.3	10	52.0
27	57.1	34	-56.4	41	-58.1	8	66.7	20	62.2	12	-51.5
12	-50.0	38	-56.3	16	-55.6	10	66.7	8	52.6	38	-50.9
41	-50.0	16	-55.6	12	-53.6	20	55.6	19	50.0	14	-47.5
17	42.9	28	-54.8	32	-53.6	14	-50.0	16	-42.9	28	-47.4
38	-42.3	12	-53.9	38	-53.1	38	-50.0	41	-38.8	36	-44.8
18	37.7	27	-50.0	33	-51.2	36	-46.2	11	38.1	9	44.4
29	36.4	14	-50.0	28	-50.0	24	-41.7	12	-36.8	40	-38.1

表 3-5 エネルギー集約度の百分率変化の増加部門

部 門	増加率(%)
10 精 穀	52.0
9 水 産 加 工 品	44.4
22 製材及び木材品	37.1
8 肉類, 酪農品, 果物加工品	19.4
11 製 粉	12.9
20 衣服及び衣服装飾品	9.7

い減少である。ところで、10番の精穀部門は66.7%の増加である。電力は、9番の水産加工品、22番の製材部門において100%以上の高い増加である。ただ、16番の煙草部門のみ66.7%の減少である。1次集約度は、9番の水産加工

特に10番の精穀、9番の水産加工品、22番の製材及び木材品部門において、それぞれ52.0%、44.4%、37.1%の高い増加率である。従って、これらの部門は過去15年間において、エネルギーをもっとも非効率的に使用したと評価できよう。

百分率変化において、減少率が高い上位4部門と、増加率が高い上位3部門を、エネルギー別に減少または増加率を求めれば〔表3-6〕〔表3-7〕の通りである。

減少率の側からみれば、41番の精密機械は原油及び天然ガスにおいて、16番の煙草は電力において、12番の製糖は原油及び天然ガス並びに石油製品において、高い減少率を示している。

表 3-6 エネルギー集約度の百分率変化の減少率 (単位: %)

部門	1. 石 炭	2. 原油/天然ガス	3. 石油製品	4. 電 力	5. 1次集約度	エネルギー集約度
41	50.0	63.6	58.1	38.5	38.8	55.5
16	0.0	55.6	55.6	66.7	42.9	52.2
12	50.0	53.8	53.6	33.3	36.8	51.5
38	42.3	56.3	53.1	50.0	34.3	50.9

表 3-7 エネルギー集約度の百分率変化の増加率 (単位: %)

部門	1. 石 炭	2. 原油/天然ガス	3. 石油製品	4. 電 力	5. 1次集約度	エネルギー集約度
10	33.3	40.0	66.7	66.7	81.3	52.0
9	66.7	30.0	27.3	133.3	106.3	44.4
22	166.7	14.3	14.3	100.0	105.0	37.1

増加率の側からみれば、10番の精穀は石油製品と天然ガスにおいて、9番の水産加工品は電力において、22番の製材及び木材は石炭と電力において、高い増加率を示している。

Ⅳ エネルギー使用量の変化に対する要因別分析

1. エネルギー需給構造の推移

1975年の韓国のエネルギー元別需給構造を要

約すれば、[表4-1]の通りである。

主要な特徴を要約すれば次の通りである。石炭は総供給の96.5%を国内総生産が担当し、需要面では最終需要が41.1%を占めている。原油及び石油製品は90%以上が中間需要として使用されている。電力もやはり79.2%が中間需要として消費されている。全体的にみて、総エネルギーの67.3%は国内総生産により、32.7%は輸入により充当されている。需要は、総エネルギー

表 4-1 エネルギーの供給と需要 (1975年)

(単位: 10^{10} B)

エネルギー元	国内総生産 (A)	輸 入 (B)	総供給 (A+B) 又は 総需要 (C+D)	中間需要 (C)	最終需要 (D)
1	56584 (96.5)	2070 (3.5)	58654 [27.2] (100.0)	34533 (58.9)	24121 (41.1)
2	0 (0.0)	66241 (100.0)	66241 [30.7] (100.0)	64893 (98.0)	1348 (2.0)
3	67634 (96.7)	2301 (3.3)	69936 [32.4] (100.0)	63072 (90.2)	6863 (9.8)
4	20939 (100.0)	10 (0.0)	20949 [9.7] (100.0)	16584 (79.2)	4365 (20.8)
5	25 (100.0)	0 (0.0)	25 [0.0] (100.0)	0 (0.0)	25 (100.0)
累計	145182 (67.3)	70622 (32.7)	215804 [100.0] (100.0)	179082 (83.0)	36722 (17.0)

注) () 内は個別エネルギー元に対する構成比(%)である ([表 4-2] においても同様)。

[] 内は全体エネルギー元に対する構成比(%)である ([表 4-2] においても同様)。

表 4-2 エネルギーの供給と需要 (1990年)

単位：10¹⁰B

エネルギー元	国内総産出 (A)	輸 入 (B)	総供給 (A+B) 又は 総需要 (C+D)	中間需要 (C)	最終需要 (D)
1	109610 (71.8)	43084 (28.2)	152694 [21.1] (100.0)	119223 (78.8)	33471 (21.9)
2	0 (0.0)	190688 (100.0)	190688 [26.4] (100.0)	192603 (101.0)	-1935 (-1.0)
3	191315 (73.5)	68867 (26.5)	260182 [36.0] (100.0)	215661 (82.9)	44521 (17.1)
4	115003 (99.9)	147 (0.1)	115150 [15.9] (100.0)	91223 (79.2)	23927 (20.8)
5	4005 (99.8)	7 (0.2)	4012 [0.6] (100.0)	3256 (81.2)	756 (18.8)
累計	419933 (58.1)	302773 (41.9)	722706 [100.0] (100.0)	621966 (86.1)	100740 (13.9)

の83%は中間需要として、17%は最終需要として、使用されている。

1990年のエネルギー元別の需給構造は〔表4-2〕の通りである。

1975年と比べながら主な需給構造上の特徴を要約すれば、次の通りである。

- (1) 石炭は、総供給のうち輸入の占める比重が3.5%から28.2%に増加した。また需要においては、最終需要に占める比率が41.1%から21.9%に減少した。
- (2) 繊維製品は、輸入の比重が3.3%から26.5%に増加し、最終需要の比重が9.8%から17.1%に増加した。
- (3) 電力の全体のエネルギーに占める比重は、9.7%から15.9%に増加した。
- (4) 総体的に、エネルギーの輸入依存度が、32.7%から41.9%に増加した。

表 4-3 エネルギー元別総需要年平均伸長率

エネルギー元別	伸長率(%)
1. 石 炭	6.6
2. 原油及び天然ガス	7.3
3. 石 油 製 品	9.2
4. 電 力	12.0
5. 都市ガス/熱供給業	40.3
総エネルギー	8.4

過去15年間のエネルギー元別の年平均総需要の伸長率をみれば、〔表4-3〕の通りである。

都市ガス及び熱供給業が40.3%を示しもっとも高く、これに次いで電力と石油製品がそれぞれ12.0%、9.2%を示している。総エネルギーの年平均伸長率は8.4%である。

2. エネルギー使用量の変化と要因分析

年度別部門別エネルギー集約度によって、部門別エネルギー使用の変化量を検討することができる。計算された変化量が、どの要因によって発生したのかを明らかにするのは、たいへん重要な意味をもつ。エネルギー産業連関モデルによる要因分析のために、変化の要因を大きく次の4つに分けた。

- (1) 直接的なエネルギー集約度による変化が、エネルギー使用量に及ぼす効果。これは個別部門のエネルギー使用技術の変化が、エネルギー使用量の変化にどのような影響を及ぼすかを示す。
- (2) 産業間における取引構造の変化がエネルギー使用量に及ぼす影響。
- (3) 最終需要構造の変化が、エネルギー使用量に及ぼす影響。
- (4) エネルギー集約度、産業間の取引及び最終構造の変化が、複合的にエネルギー変化

表 4-4 各国のエネルギー使用量の変化に対する要因分析

(単位：%)

国	期 間	変 化 の 要 因				全 体
		ΔC	$\Delta(I-A^*)^{-1}$	ΔF^*	複合要因	
韓 国	1975-1990	-0.5	2.9	98.4	-0.8	100.0
英 国	1968-1970	-295.2	56.2	339.5	-0.5	100.0
フ ィ リ ッ ピ ン	1950-1965	-206.1	145.8	163.3	-3.1	100.0
印 度	1960-1964	-88.6	-58.4	259.2	12.2	100.0
和 蘭	1957-1965	-972.5	-264.3	1253.3	81.6	100.0
ユーゴスラビア	1958-1964	-144.9	-14.7	258.2	1.4	100.0
日 本	1951-1965	-53.0	-16.8	166.2	3.8	100.0

に及ぼす影響。

1975年のエネルギー使用量 $E(1975)$ と、1990年のエネルギー使用量 $E(1990)$ は、[4-1]式に、1975年と1990年のそれに該当する各々の値を、代入して求めることができる。

$$E = C'X^* \\ = C'(I-A^*)^{-1}F^* \quad [4-1]$$

C ：エネルギー集約度列方向量 (49×1)

エネルギー使用量の変化を表す ΔE は、つまるところ4つの要因により発生された個別エネルギー使用量の変化の合計に等しい。

ΔE を、中心差分方程式 (central difference equation) により、表せば[4-2]式の通りとなる。

$$\Delta E = C'(I-A^*)^{-1}F^* + C'\Delta(I-A^*)^{-1}F^* \\ + C'(I-A^*)^{-1}\Delta F^* \\ + 1/4\Delta C'\Delta(I-A^*)^{-1}\Delta F^* \\ = (イ) + (ロ) + (ハ) + (ニ) \quad [4-2]$$

ΔC ：エネルギー集約度の変化

$\Delta(I-A^*)^{-1}$ ：逆行列値の変化

ΔF^* ：最終需要の変化

ここで、 Δ で表示されるすべての変化量の概念は、1990年のそれに該当する値から、1975年のそれに該当する値を差引いたものである。 Δ が付いていないその他の値は、1975年の個別の値を示す。[4-2]式において、(イ)(ロ)(ハ)(ニ)に区別される値は、4つの要因である(1)(2)(3)(4)の順序に対応して、変化する効果を意味する。

韓国のばあい、要因分析の結果を要約すれば、[表4-4] のようになる。

ΔC 、 $\Delta(I-A^*)^{-1}$ 、 ΔF^* による変化の要因は、 -0.5% 、 2.9% 、 98.4% をそれぞれ示している。特に注目すべき点は、最終需要の変化が全体のエネルギー使用量変化の98.4%を占めている点である。減少要因として作用している ΔC と複合要因は、その比重がたいへん低い。 ΔF^* により誘発されるエネルギー使用量の増加は、 ΔC によるエネルギーの効率的な使用により相殺されるのが望ましい。そうすることによってのみ、最終需要によって、エネルギー使用量の増加要因を抑制したとき、 ΔC の減少による実際のエネルギー使用量の減少の効果を期待することができる。

韓国においては、産業構造の特性よりみて ΔF^* の伸長率を低めるのは、たいへん難しい実情である。そこで、 ΔC によるエネルギー使用量の減少もたいへん低く表れている。このような韓国の要因分析の結果は、[表4-4]において、ほかの国¹⁹⁾の結果と比べてみると、その差異が一層明らかとなる。

V 要約と結論

小稿の主な目的は、次の二つに要約することができる。(1)は1975~1990年における接続不変

19) J. L. R. Proops, "Modelling the Energy-Output Ratio", *Energy Economics*, Vol. 6, No. 1 (Jan. 1984), p. 48.

産業連関表をもとに、製造業の部門別エネルギー集約度の変化の推移を、分析することであった。(2)は、エネルギー集約度によるエネルギー使用量の変化を、大きく4つの要因に分けて、その要因別分析を行うことであった。

エネルギー集約度は、産出物1単位を生産するのに要求される直接エネルギー必要量と間接エネルギー必要量の合計を意味する。商品対商品勘定において、混合単位として表示された、投入係数行列 A^* と逆行列 B^* より、エネルギー部門の行のみを分離することができる。このとき、前者を直接エネルギー必要量行列 δ といひ、後者を総エネルギー産出要求量行列 ϵ といひ。ここで、対角項のときは、 $\gamma_{g(i,i)}^*$ 概念として、非対角項のときは、 $\gamma_{g(i,j)}^*$ と b_{ij}^* が等しいと仮定して、エネルギー集約度を求めるものとする。

対象年度を異にする2個以上の経常産業連関表を基礎として、年度別エネルギー集約度を推計しようとするとき、接続不変産業連関表の作成は、必ず要求される作業である。混合単位はエネルギー部門においては英国熱量単位を用い、非エネルギー部門は1985年不変価格百万ウォンを用いた。エネルギー部門の取引金額を、熱量単位に換算するためには、金額単位をエネルギー物量単位に、これをさらに熱量単位に変換させる作業を、順次に行われなければならない。

1975年と1990年の製造業エネルギー集約度の上位10部門を比べてみれば、ほとんど同様である。特に上位1, 2, 3, 4順位(33番の製鉄及び製鋼, 34番の鉄鋼1次製品, 25番の産業用基礎化合物, 26番の化学繊維)は完全に一致している。過去15年間の製造業エネルギー元別集約度の平均をみれば、原油、繊維製品、総エネルギー集約度は、36.4%, 31.3%, 24.0%と各々減少している。同期間中エネルギー集約度の百分率変化の平均は、原油は30.4%, 全体的エネルギー集約度は19.7%に減少している。全体的エネルギー集約度は、41番の精密機械, 16番の煙草, 12番の製糖, 38番の電気機器部門において50%以上の減少である。反面、10番の精穀, 9番の水産加工品, 22番の製材及び木製品にお

いては、各々52.0%, 44.4%, 37.1%の高い増加である。従って、分析期間中前者はエネルギーをもっとも効率的に、後者はもっとも非効率的に使用したことになる。

1975年より1990年までの、韓国におけるエネルギー需給構造上の重要な特徴は、次の通りである。

- (1) 石炭の輸入が占める比重は、3.5%から28.2%に増加。
- (2) 石油製品の輸入は、3.3%から26.5%に増加。
- (3) 電力の全体のエネルギーに占める比重は、9.7%から15.9%に増加。
- (4) 総体的にエネルギー輸入依存が、32.7%から41.9%に増加。

エネルギー使用量の変化に対する要因の分析は、 ΔC と ΔF^* による要因が、-0.5%と98.4%である。これにより、最終需要増加によるエネルギー使用量は、持続的に増加しているのに反し、これを相殺するだけのエネルギー集約度の変化はたいへん弱い。

以上のような分析の結果より導かれる政策的含意は、次の通りである。

- (1) エネルギー集約度が低い産業構造への調整が、早急に行われなければならない。
- (2) 部門別にエネルギー集約度を低めうる方法と技術が、画期的に開発されなければならない。
- (3) 資源の再活用及び健全な消費の定着により、最終需要の増加要因を、強く抑制しなければならない。

小稿は、次のような点を、なお補完しなければならないであろう。まず、エネルギー集約度の定義に完全に一致する値を、推計することのできる方法論の研究が、優先的に行われなければならない。次に、エネルギー集約度とエネルギー使用量の変化に対する要因分析の資料を、時系列的に分析できる継続的な推計作業が行われなければならない。その分析の結果を、競争国と比較することにより、韓国産業におけるエネルギーの効率性の程度は、より客観的に評価されるであろう。

付録1 1975年エネルギー熱量取引表

(単位: 10¹⁰ Btu)

部 門	1	2	3	4	5	部 門	1	2	3	4	5
1	16337	0	191	432	0	27	22	809	1007	436	0
2	0	0	0	0	0	28	9	1	217	83	0
3	0	61341	3294	168	0	29	289	0	349	123	0
4	1808	0	10388	114	0	30	68	0	154	195	0
5	0	0	24	1	0	31	40	0	347	243	0
6	1280	0	3273	99	0	32	931	1045	3533	1273	0
7	23	0	335	229	0	33	4184	10	316	816	0
8	20	0	218	65	0	34	431	0	494	564	0
9	14	0	129	60	0	35	143	0	132	328	0
10	17	0	52	742	0	36	125	35	289	337	0
11	1	0	89	91	0	37	255	0	210	189	0
12	14	6	124	32	0	38	33	49	292	137	0
13	30	0	272	101	0	39	19	48	188	271	0
14	69	12	639	353	0	40	51	15	293	309	0
15	53	2	277	89	0	41	4	9	45	37	0
16	5	0	148	69	0	42	81	37	161	153	0
17	11	0	505	798	0	43	20	2	2640	550	0
18	181	0	1221	706	0	44	1936	0	840	284	0
19	135	0	527	359	0	45	1420	0	615	476	0
20	107	0	296	268	0	46	409	0	17236	504	0
21	20	0	203	84	0	47	66	0	499	276	0
22	23	0	282	189	0	48	1962	0	2498	1003	0
23	39	0	393	482	0	49	1388	67	1592	831	0
24	68	0	83	91	0	総産出量	56584	0	67634	20939	25
25	354	1405	5167	1037	0	総供給量	58654	66241	69935	20949	25
26	38	0	995	507	0						

付録2 1975年エネルギー投入係数表（1985年不変価格）

部門	1	2	3	4	5	部門	1	2	3	4	5
1	.2887	.0000	.0034	.0076	.0000	26	.0001	.0000	.0018	.0009	.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	27	.0000	.0012	.0015	.0006	.0000
3	.0000	.9068	.0487	.0025	.0000	28	.0000	.0000	.0006	.0002	.0000
4	.0863	.0000	.4959	.0054	.0000	29	.0009	.0000	.0011	.0004	.0000
5	.0000	.0000	.9600	.0400	.0000	30	.0002	.0000	.0004	.0005	.0000
6	.0001	.0000	.0003	.0000	.0000	31	.0001	.0000	.0007	.0005	.0000
7	.0000	.0000	.0007	.0004	.0000	32	.0009	.0011	.0036	.0013	.0000
8	.0000	.0000	.0003	.0001	.0000	33	.0072	.0000	.0005	.0014	.0000
9	.0000	.0000	.0003	.0002	.0000	34	.0004	.0000	.0005	.0005	.0000
10	.0000	.0000	.0000	.0002	.0000	35	.0007	.0000	.0006	.0015	.0000
11	.0000	.0000	.0003	.0004	.0000	36	.0003	.0001	.0007	.0008	.0000
12	.0001	.0000	.0009	.0002	.0000	37	.0004	.0000	.0003	.0003	.0000
13	.0001	.0000	.0007	.0002	.0000	38	.0001	.0001	.0006	.0003	.0000
14	.0001	.0000	.0008	.0005	.0000	39	.0000	.0000	.0002	.0002	.0000
15	.0001	.0000	.0003	.0001	.0000	40	.0000	.0000	.0002	.0003	.0000
16	.0000	.0000	.0002	.0001	.0000	41	.0000	.0001	.0003	.0002	.0000
17	.0000	.0000	.0003	.0006	.0000	42	.0001	.0001	.0002	.0002	.0000
18	.0001	.0000	.0009	.0005	.0000	43	.0000	.0000	.0006	.0001	.0000
19	.0001	.0000	.0005	.0003	.0000	44	.0004	.0000	.0002	.0001	.0000
20	.0001	.0000	.0002	.0002	.0000	45	.0012	.0000	.0005	.0004	.0000
21	.0000	.0000	.0005	.0002	.0000	46	.0001	.0000	.0042	.0001	.0000
22	.0000	.0000	.0003	.0002	.0000	47	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000
23	.0001	.0000	.0008	.0010	.0000	48	.0006	.0000	.0007	.0003	.0000
24	.0002	.0000	.0003	.0003	.0000	49	.0002	.0000	.0003	.0001	.0000
25	.0004	.0014	.0052	.0010	.0000						

付録3 1975年製造業エネルギー元別集約度(1985年不変価格)

部門名	1	2	3	4	5	部門名	1	2	3	4	5
1	.4120	.0195	.0211	.0125	.0000	23	.0009 (17)	.0033 (13.5)	.0035 (12)	.0020 (5)	.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	24	.0009 (17)	.0022 (23.5)	.0024 (21.5)	.0012 (17.5)	.0000
3	.0023	.9583	.0564	.0037	.0000	25	.0012 (12)	.0098 (1)	.0086 (1)	.0015 (9.5)	.0000
4	.1290	.4917	.5415	.0106	.0000	26	.0011 (14)	.0082 (2)	.0078 (2)	.0019 (6)	.0000
5	.0260	.9582	1.0556	.0491	.0000	27	.0007 (22.5)	.0080 (3)	.0063 (3)	.0014 (11.5)	.0000
8	.0004 (30)	.0012 (32)	.0012 (32)	.0003 (33.5)	.0000	28	.0007 (22.5)	.0031 (17.5)	.0030 (18)	.0008 (24.5)	.0000
9	.0003 (32.5)	.0010 (33.5)	.0011 (33)	.0003 (33.5)	.0000	29	.0022 (9)	.0048 (6)	.0046 (6)	.0012 (17.5)	.0000
10	.0003 (32.5)	.0010 (33.5)	.0009 (34.5)	.0003 (33.5)	.0000	30	.0012 (12)	.0053 (5)	.0049 (5)	.0013 (14)	.0000
11	.0003 (32.5)	.0014 (30.5)	.0014 (30.5)	.0006 (28)	.0000	31	.0009 (17)	.0034 (12)	.0034 (13)	.0011 (20)	.0000
12	.0006 (27)	.0026 (19.5)	.0028 (19)	.0006 (28)	.0000	32	.0019 (10)	.0063 (4)	.0056 (4)	.0017 (7)	.0000
13	.0006 (27)	.0021 (25)	.0022 (25)	.0006 (28)	.0000	33	.0216 (1)	.0040 (8)	.0043 (7.5)	.0034 (1)	.0000
14	.0006 (27)	.0022 (23.5)	.0023 (23.5)	.0008 (24.5)	.0000	34	.0143 (2)	.0039 (9.5)	.0041 (9)	.0029 (2)	.0000
15	.0006 (27)	.0015 (29)	.0015 (29)	.0004 (30.5)	.0000	35	.0023 (8)	.0031 (17.5)	.0033 (14.5)	.0027 (3)	.0000
16	.0002 (35)	.0009 (35)	.0009 (34.5)	.0003 (33.5)	.0000	36	.0076 (3)	.0039 (9.5)	.0040 (10)	.0026 (4)	.0000
17	.0007 (22.5)	.0044 (7)	.0043 (7.5)	.0015 (9.5)	.0000	37	.0042 (4)	.0020 (26)	.0021 (26)	.0013 (14)	.0000
18	.0008 (19.5)	.0037 (11)	.0038 (11)	.0014 (11.5)	.0000	38	.0026 (6)	.0032 (15.5)	.0032 (16)	.0016 (8)	.0000
19	.0008 (19.5)	.0032 (15.5)	.0033 (14.5)	.0012 (17.5)	.0000	39	.0010 (15)	.0018 (28)	.0018 (28)	.0009 (12)	.0000
20	.0007 (22.5)	.0023 (22)	.0023 (23.5)	.0009 (22)	.0000	40	.0033 (5)	.0019 (27)	.0020 (27)	.0012 (17.5)	.0000
21	.0006 (27)	.0026 (19.5)	.0026 (20)	.0007 (26)	.0000	41	.0024 (7)	.0033 (13.5)	.0031 (17)	.0013 (14)	.0000
22	.0003 (32.5)	.0014 (30.5)	.0014 (30.5)	.0004 (30.5)	.0000	42	.0012 (12)	.0025 (21)	.0024 (21.5)	.0009 (22)	.0000

(注) 括弧内の数字は順位を示す(以下同様)。

付録4 1990年エネルギー熱量取引表

(単位: 10¹⁰ Btu)

部 門	1	2	3	4	5	部 門	1	2	3	4	5
1	51562	0	320	929	0	27	15	0	321	394	0
2	0	0	0	0	0	28	15	0	625	500	2
3	81	180528	11276	400	72	29	2410	0	1587	663	3
4	14698	0	13194	8491	1774	30	127	0	950	1585	3
5	92	12075	2091	68	530	31	7	0	514	485	0
6	494	0	9935	970	1	32	8420	0	8169	4474	28
7	20	0	1372	853	0	33	29999	0	1495	4408	7
8	0	0	492	408	1	34	1130	0	2319	3844	17
9	0	0	346	406	0	35	984	0	1033	1773	5
10	0	0	95	450	0	36	70	0	1365	1727	11
11	0	0	53	123	0	37	52	0	1996	2171	11
12	0	0	172	56	0	38	29	0	1630	1247	11
13	0	0	533	276	11	39	8	0	749	1472	17
14	18	0	1364	795	21	40	277	0	2364	2370	4
15	42	0	661	435	0	41	5	0	139	286	2
16	3	0	55	52	0	42	173	0	473	457	1
17	1	0	824	2126	2	43	259	0	17057	4005	17
18	4	0	2042	2588	2	44	2802	0	12722	5921	46
19	21	0	1130	1530	4	45	886	0	3521	2360	94
20	2	0	247	505	1	46	234	0	59167	2926	11
21	3	0	821	869	6	47	85	0	5740	8959	177
22	1	0	576	820	0	48	432	0	7998	1779	28
23	46	0	1925	2239	0	49	1937	0	5854	5277	103
24	11	0	358	248	0	総産出量	109610	0	191315	115003	4005
25	1768	0	27200	4591	233	総供給量	152694	190668	260182	115150	4012
26	0	0	791	1912	0						

付録5 1990年エネルギー投入係数表（1985年不変価格）

部門	1	2	3	4	5	部門	1	2	3	4	5
1	.5701	.0000	.0035	.0103	.0000	26	.0000	.0000	.0003	.0008	.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	27	.0000	.0000	.0003	.0004	.0000
3	.0004	.9323	.0582	.0021	.0004	28	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000
4	.1276	.0000	.1146	.0737	.0154	29	.0008	.0000	.0005	.0002	.0000
5	.0229	3.0097	.5212	.0169	.1321	30	.0000	.0000	.0002	.0003	.0000
6	.0000	.0000	.0006	.0001	.0000	31	.0000	.0000	.0003	.0003	.0000
7	.0000	.0000	.0011	.0007	.0000	32	.0012	.0000	.0012	.0007	.0000
8	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000	33	.0052	.0000	.0003	.0008	.0000
9	.0000	.0000	.0002	.0003	.0000	34	.0001	.0000	.0002	.0004	.0000
10	.0000	.0000	.0000	.0001	.0000	35	.0004	.0000	.0004	.0007	.0000
11	.0000	.0000	.0001	.0003	.0000	36	.0000	.0000	.0002	.0003	.0000
12	.0000	.0000	.0003	.0001	.0000	37	.0000	.0000	.0002	.0002	.0000
13	.0000	.0000	.0003	.0001	.0000	38	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000
14	.0000	.0000	.0002	.0001	.0000	39	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000
15	.0000	.0000	.0002	.0001	.0000	40	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	41	.0000	.0000	.0001	.0002	.0000
17	.0000	.0000	.0002	.0005	.0000	42	.0001	.0000	.0002	.0002	.0000
18	.0000	.0000	.0004	.0005	.0000	43	.0000	.0000	.0004	.0001	.0000
19	.0000	.0000	.0002	.0003	.0003	44	.0001	.0000	.0005	.0002	.0000
20	.0000	.0000	.0001	.0002	.0000	45	.0003	.0000	.0011	.0007	.0000
21	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000	46	.0000	.0000	.0032	.0002	.0000
22	.0000	.0000	.0002	.0003	.0000	47	.0000	.0000	.0002	.0002	.0000
23	.0000	.0000	.0005	.0005	.0000	48	.0000	.0000	.0006	.0001	.0000
24	.0000	.0000	.0001	.0001	.0000	49	.0001	.0000	.0002	.0002	.0000
25	.0002	.0000	.0037	.0006	.0000						

付録6 1990年製造業エネルギー元別集約度(1985年不変価格)

部門別	1	2	3	4	5	部門名	1	2	3	4	5
1	1.3472	.0398	.0407	.0324	.0006	23	.0009 (21)	.0022 (11.5)	.0023 (11.5)	.0013 (11)	.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	24	.0007 (24.5)	.0014 (23)	.0014 (25.5)	.0007 (13.5)	.0000
3	.0072	.9984	.0691	.0047	.0006	25	.0015 (9.5)	.0070 (1)	.0074 (1)	.0013 (11)	.0000
4	.3379	.2116	.1642	.0903	.0194	26	.0013 (11)	.0046 (2)	.0048 (2)	.0018 (3.5)	.0000
5	.0876	4.0966	.6713	.0350	.1532	27	.0011 (16.5)	.0040 (3)	.0042 (3)	.0013 (11)	.0000
8	.0005 (29)	.0013 (26.5)	.0014 (25.5)	.0005 (30)	.0000	28	.0006 (26.5)	.0014 (23)	.0015 (22)	.0005 (30)	.0000
9	.0005 (29)	.0013 (26.5)	.0014 (25.5)	.0007 (23.5)	.0000	29	.0030 (5.5)	.0036 (5)	.0038 (4.5)	.0010 (16)	.0000
10	.0004 (32)	.0014 (23)	.0015 (22)	.0005 (30)	.0000	30	.0011 (16.5)	.0037 (4)	.0038 (4.5)	.0011 (14)	.0000
11	.0004 (32)	.0012 (29.5)	.0013 (29)	.0006 (27)	.0000	31	.0012 (13)	.0029 (8)	.0029 (7)	.0010 (16)	.0000
12	.0003 (34)	.0012 (29.5)	.0013 (29)	.0004 (33)	.0000	32	.0041 (4)	.0025 (10)	.0026 (9)	.0013 (11)	.0000
13	.0005 (29)	.0015 (19.5)	.0016 (19)	.0006 (27)	.0000	33	.0245 (1)	.0021 (13.5)	.0021 (13.5)	.0023 (1)	.0000
14	.0004 (32)	.0011 (32.5)	.0012 (32)	.0004 (33)	.0000	34	.0130 (2)	.0017 (17)	.0017 (17)	.0019 (2)	.0000
15	.0006 (26.5)	.0009 (34)	.0010 (34)	.0004 (33)	.0000	35	.0027 (7)	.0021 (13.5)	.0021 (13.5)	.0018 (3.5)	.0000
16	.0002 (35)	.0004 (35)	.0004 (35)	.0001 (35)	.0000	36	.0055 (3)	.0015 (19.5)	.0016 (19)	.0014 (7.5)	.0000
17	.0010 (19)	.0031 (7)	.0032 (6)	.0016 (5.5)	.0000	37	.0030 (5.5)	.0014 (23)	.0014 (25.5)	.0010 (16)	.0000
18	.0011 (16.5)	.0027 (9)	.0028 (8)	.0016 (5.5)	.0000	38	.0015 (9.5)	.0014 (23)	.0015 (22)	.0008 (19.5)	.0000
19	.0009 (21)	.0034 (6)	.0025 (10)	.0013 (11)	.0004	39	.0011 (16.5)	.0012 (29.5)	.0012 (32)	.0006 (27)	.0000
20	.0009 (21)	.0022 (11.5)	.0023 (11.5)	.0014 (7.5)	.0000	40	.0022 (8)	.0011 (32.5)	.0012 (32)	.0007 (23.5)	.0000
21	.0007 (24.5)	.0018 (15.5)	.0019 (15)	.0007 (23.5)	.0000	41	.0012 (13)	.0012 (29.5)	.0013 (29)	.0008 (19.5)	.0000
22	.0008 (23)	.0016 (18)	.0016 (19)	.0008 (19.5)	.0000	42	.0012 (13)	.0018 (21.5)	.0018 (16)	.0008 (19.5)	.0000

付録7 エネルギー集約度の百分率変化：1975-1990年

部門	1	2	3	4	1次集約度	エネルギー集約度
8	25.0(19.5)	8.3(33)	16.7(30)	66.7(4.5)	52.6(5)	19.4(26)
9	66.7(3)	30.0(22.5)	27.3(21)	133.3(1)	106.3(1)	44.4(9)
10	33.3(12)	40.0(14.5)	66.7(1)	66.7(4.5)	81.3(3)	52.0(3)
11	33.3(12)	-14.3(31)	-7.1(34)	0.0(33.5)	38.1(9)	12.9(31)
12	-50.0(5.5)	-53.9(8)	-53.6(6.5)	-33.3(17)	-36.8(10)	-51.5(4)
13	-16.7(24)	-28.6(25.5)	-27.3(22)	0.0(33.5)	3.1(32)	-23.6(22)
14	-33.3(14.5)	-50.0(9.5)	-47.8(11)	-50.0(7.5)	-29.4(13)	-47.5(6)
15	0.0(33.5)	-40.0(14.5)	-33.3(18.5)	0.0(33.5)	-4.0(31)	-27.5(18)
16	0.0(33.5)	-55.6(6)	-55.6(5)	-66.7(3)	-42.9(7)	-52.2(2)
17	42.9(7)	-29.6(24)	-25.6(25)	6.7(30)	19.0(20)	-18.4(28)
18	37.5(9)	-27.0(28)	-26.3(24)	14.3(24)	26.3(15)	-15.5(30)
19	12.5(28)	6.3(34)	-24.2(27)	8.3(28)	50.0(6)	0.0(35)
20	28.6(16)	-4.3(35)	0.0(35)	55.6(6)	62.2(4)	9.7(32)
21	16.7(25)	-30.8(20)	-26.9(23)	0.0(33.5)	2.6(34)	-21.5(24)
22	166.7(1)	14.3(32)	14.3(32)	100.0(2)	105.0(2)	37.1(12)
23	0.0(33.5)	-33.3(17.5)	-34.3(16)	-35.0(14)	1.8(35)	-30.9(16)
24	-22.2(21)	-36.4(16)	-41.7(12)	-41.7(10.5)	-10.0(25)	-37.3(11)
25	25.0(19.5)	-28.6(25.5)	-14.0(33)	-13.3(25)	-7.9(28)	-18.5(27)
26	18.2(22)	-43.9(12)	-38.5(14)	-5.3(31)	-11.7(24)	-34.2(14)
27	57.1(4)	-50.0(9.5)	-33.3(18.5)	-7.1(29)	-20.8(19)	-35.4(13)
28	-14.3(26)	-54.8(7)	-50.0(10)	-37.5(13)	-31.1(12)	-47.4(7)
29	36.4(10)	-25.0(29)	-17.4(29)	-16.7(22)	8.5(26)	-15.6(29)
30	-8.3(31)	-30.2(21)	-22.5(28)	-15.4(23)	-5.2(30)	-23.6(23)
31	33.3(12)	-14.7(30)	-14.7(31)	-9.1(27)	21.2(18)	-9.1(33)
32	115.8(2)	-60.3(3)	-53.6(6.5)	-23.5(20)	-3.1(33)	-32.3(15)
33	13.4(27)	-47.5(11)	-51.2(9)	-32.4(19)	12.2(23)	-6.9(34)
34	-9.1(30)	-56.4(4)	-58.5(3)	-34.5(15)	-16.8(22)	-27.4(19)
35	17.4(23)	-32.3(19)	-36.4(15)	-33.3(17)	18.1(21)	-23.7(21)
36	-27.6(18)	-61.5(2)	-60.0(2)	-46.2(9)	-25.6(16)	-44.8(8)
37	-28.6(17)	-30.0(22.5)	-33.3(18.5)	-23.1(21)	-8.5(27)	-29.2(17)
38	-42.3(8)	-56.3(5)	-53.1(8)	-50.0(7.5)	-34.3(11)	-50.9(5)
39	10.0(29)	-33.3(17.5)	-33.3(18.5)	-33.3(17)	-28.6(14)	-25.5(20)
40	-33.3(14.5)	-42.1(13)	-40.0(13)	-41.7(10.5)	-21.3(17)	-38.1(10)
41	-50.0(5.5)	-63.6(1)	-58.1(4)	-38.5(12)	-38.8(8)	-55.5(1)
42	0.0(33.5)	-28.0(27)	-25.0(26)	-11.1(26)	6.8(29)	-20.0(25)

参考文献

1. 金鎬彦, 「交易条件 長期趨勢의 통계적模型 선정에 관한 연구」, 『經營經濟』第18集, 大邱, 啓明大産業經營研究所, 1985.
2. — 「非調査法의 한대邱地域内産業連関表의作成」 『經營經濟』第19集, 大邱: 啓明大産業經營研究所, 1986.
3. — 『投入・産出模型에 의한地域經濟構造分析: 大邱地域을中心으로』, ソウル法文社, 1986.
4. — 『産業連関模型에서의乘数效果分析』, 『經營經濟』第21集, 大邱: 啓明大産業經營研究所, 1988.
5. — 「投入・産出模型에 의한계별雇傭乘數의性格및有用性에 관한研究」, 『經營經濟』第22集, 大邱: 啓明大産業經營研究所, 1989.
6. — 「投入・産出模型에 의한계별所得乘數의性格糾明에 관한研究」, 『第24次學術發表大會論文集』, 韓國國際經濟學會, 1989.
7. — 「投入・産出模型에 의한계별所得乘數의性格糾明에 관한研究」, 『經營經濟』第23集, 大邱: 啓明大産業經營研究所, 1990.
8. — 「擴大된投入・産出模型에서의家計部門의役割」, 『經營經濟』第24集第1号, 大邱: 啓明大産業經營研究所, 1991.
9. — 「擴大된投入・産出模型으로서의活動・商品들: 模型의性格및乘数效果를중심으로」, 『国土研究』第16卷, ソウル国土開發研究院, 1991.
10. — 「固定投入係數와固定投入比率: 投入・産出模型基本假定과관련하여」, 『社会科学論叢』第11集, 大邱, 啓明大, 社會科學研究所, 1992.
11. — 「産業連関分析을 통한韓國製造業의에너지集約度에 관한 연구」, 『啓明行動科學』第7卷第1号, 大邱, 啓明大行動科學研究所, 1994.
12. 動力資源部, 經濟研究院, 『에너지統計年報』 ソ울에너지經濟研究院, 1991.
13. 崔杞洪, 「産業連関分析에 의한에너지원단위測定」, 『資源經濟學會誌』, 第3卷第2号, ソウル, 韓國資源經濟學會, 1994.
14. 總務庁, 『昭和50-55-60年接統産業連関表: 綜合解説編』, 日本, 東京都全國統計協會連合會, 1990.
15. 通商産業大臣官房調査統計部(編), 『1990年産業連関表(延長表)』, 日本東京都: 通産統計協會, 1993.
16. 韓國石油開發公社, 『석유사건』, ソウル: 韓國石油開發公社, 1992.
17. 韓國銀行, 『1975-1980-1985年接統不變産業連関表(I), (II)』, ソウル, 韓國銀行, 1989.
18. — 「1990年産業連関表(I), (II)」, ソウル: 韓國銀行, 1993.
19. Adelman, M. A. "Energy-income Coefficients and Ratios", *Energy Economics*, Vol. 2, No. 1 (1980).
20. Hannon, B. et al. "A Comparison of Energy Intensities: 1963, 1967 and 1972", *Resources and Economics*, Vol. 5, No. 1 (1984).
21. Bullard, C. W., III and Herendeen, R. A. "Energy Impact of Consumption Decisions", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 63, No. 3 (1975).
22. Jeong, K. J. "The Relation between Two Different Notions of Direct and Indirect Input Requirements", *Journal of Macroeconomics*, Vol. 6, No. 4 (1984).
23. Hannon, B., Blazcek, T., Kennedy D., and Illyes, R. "A Comparison of Energy Intensities: 1963, 1967 and 1972", *Resources and Economics*, Vol. 5, No. 1 (1984).
24. —, Herendeen, R. A. and Penner P. "The Calculation of £ in the Determination of Primary Energy", Energy Research Group, ERG Technical Memo No. 122, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1979.
25. Herendeen, R. A. "An Energy Input-Output Matrix for the United States, 1963: User's Guide", Center for Advanced Computation Document No. 69, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1973.
26. — "Affluence and Energy Demand", *Mechanical Engineering*, Vol. 96, No. 10 (1974)
27. — "Input-Output Techniques and Energy Cost of Commodities," *Energy Policy*, Vol. 6, No. 2 (1978).
28. Lawrence, K., McRae A., and Alley S. (ed.) *Energy Conservation*. Aspen Systems Corporation, Rockville, Maryland, 1980.
29. Leontief, W. W. *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Oxford University Press, N. Y., 1951.
30. Macrakis, M. S. (ed.) *Energy: Demand, Conservation, and Institutional Problems*. MIT Press, Cambridge, 1974.
31. Miller, R. E. and Blair, P. D. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985.
32. Mills, R. and Toké, A. N. *Energy, Economics, and the Environment*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985.

33. Percebois, J. "Is the Concept of Energy Intensity Meaningful?" *Energy Economics*, Vol. 1 (July, 1979).
34. Proops, J. L. R. "Input-Output Analysis and Energy Intensities", *Applied Mathematical Modelling.*, Vol. 1, No. 4 (1977).
35. ——"Modelling the Energy-Output Ratio", *Energy Economics*, Vol. 6, No. 1, 1984.
36. Waugh, F. W., "Inversion of the Leontief Matrix by a Power Series," *Econometrica*, Vol. 18 (Apr., 1950).
37. Yamada, I. *Theory and Application of Interindustry Analysis*. Kinokuniya Bookstore Co., Tokyo, 1961.

The Transition Analysis of the Changes
in Energy Intensities
by Means of Link Input-Output Tables, 1975-1990:
The Case of the Republic of Korea

Gim, Ho Un*

<Abstract>

The total energy requirements, sometimes called the energy intensities, are the measure of the direct and indirect energy (measured in physical units—for example, British thermal units) required to produce a unit of each sector's output. This study attempts to compute the energy intensities by the hybrid-units energy input-output model on the assumption that we make no distinction between the notion of direct and indirect input requirements to produce a unit output, $\gamma_{g(ij)}$ * and the notion of direct and indirect output requirements to support a unit of final demand, b_{ij} * in case of all off-diagonal elements for the convenience of computation.

The study objectives of this paper are twofold:

- 1) To examine into the transition of the changes in energy intensities for the 35 manufacturing sectors estimated by the 1975-1990 Link Input-Output Tables on the basis of the hybrid-units, and
- 2) To execute the decomposition analysis on the sources of the changes in industrial energy use by the central difference equation. The overall effect of the changes in the period 1975-1990 might have three major factors: 1) changes in direct energy intensities, ΔC ; 2) changes in the structure of final demand, ΔF^* ; 3) changes in the structure of interindustry trading, $\Delta(I-A^*)^{-1}$.

The major research findings of this study can be summarized as follows. 1) The top three sectors in terms of energy intensities for 1975 and 1990 are iron & steel manufacturing, primary iron and steel products and industrial basic chemicals. 2) The total average percent change in energy intensities from 1975 to 1990 was decreased by 19.7%. 3) The most efficient sectors in energy intensities for the past 15 years are medical and optical instruments, and tobacco products sectors, and the most inefficient sectors for the period are polished grains and seafood products sectors. 4) The rate of dependence on energy imports (including primary and secondary

*Ph. D. in Economics and Professor of Econometrics, Department of Economics, Keimyung University, Daegu City, Korea 704-701

energy) measured in Btus steadily increased from 32.7% in 1975 to 41.9% in 1990. 5) On the basis of the decomposition analysis, the effect of changing final demand over time, ΔF^* , accounted for 98.4% of the total change in energy use. In contrast, the effect of changing energy intensities, ΔC , amounted to -0.5% , indicating very low efficiency of energy use in Korea.

金鎬彦氏の報告をめぐる討議

金鎬彦氏の報告、「接続産業連関表によるエネルギー集約度の変化推移の分析：1975年～1990年」は、韓国におけるエネルギーの利用効率が'75から'90にかけてどの程度改善したかを、二種類の分析方法を用いて、いわばマイクロ・マクロ両面から考察したものである。

まず金氏は、産業連関表から算出される「エネルギー集約度」の15年間の推移をみることによって、産業別のエネルギー効率改善度を詳細に検討された。この種の研究では時系列比較や国際比較が不可欠であるが、自国通貨表示の名目産業連関表では算定された値が不安定となり、また国際比較が困難となるために、基本表の部門統合にはじまり接続産業連関表の作成・実質化（「不変」化）・（エネルギー部門の）物量化といった一連の煩雑な作業を経て独自に完成された混合単位連関表を用いての分析であった。

次に、要因分解によって、'75から'90にかけての韓国経済全体のエネルギー総消費量の変化が考察されている。金氏は“Central Difference Equation”と呼ばれる手法により、(1)直接エネルギー投入量の変化、(2)投入算出構造の変化、(3)最終需要の伸び、これら各々のエネルギー総消費量の変化に対する寄与率を簡潔に計算されている。

分析結果は、大略次のように要約できるであろう。

まず、産業平均で見ると各エネルギー財の集約度は（石炭を除いて）'75から'90にかけて減少しており、個別産業を見てもほとんどの産業でエネルギーの利用効率は改善されている。エネルギー集約度上位部門は15年間を通じて変わらず製鉄・鉄鋼一次・化学・産業用基礎化合物といった素材型産業であるが、これらの産業においてもエネルギー利用効率は改善されている（もっとも改善の著しいのは精密機械・電気機

器などの加工型産業であり、逆にエネルギー集約度を増加させた産業は、精穀・水産加工品・製材および木製品など49部門中6部門のみである）。こうした分析結果は、日本における産業別生産関数の推計結果などとも整合しており、韓国においても日本と同様にエネルギー節約的な技術への移行（あるいはエネルギーから資本への代替）が進展した事実が読みとれる。

しかし、マクロ経済全体のエネルギー総消費量の推移を要因分解によって国際比較してみると、上の産業別分析とはまったく対照的な結論が得られる。すなわち、エネルギー制約が問題とされなかった1950年代・60年代に、（比較対象となった）他の国が、エネルギー利用の効率化によって最終需要の増加に伴うエネルギー消費の増加を抑制することに成功しているのに対して、エネルギー制約が問題となる1970年代以降において、韓国だけが最終需要の増加にまかせて総エネルギー消費を増加させていった事実が浮き彫りにされるのである。

さて、この報告に対して、次のような質疑応答があった。

まず司会者は、エネルギー集約度の計算に輸入の誘発を含めるべきかどうかといった点について質問したが、B行列のかたち等は分析用途によって使い分けるべきであり、今回の分析にはこれが妥当と判断するとの回答を得た。

さらに伊代田光彦氏から、個別産業の省エネルギー化への努力にもかかわらずそれを上回る勢いで韓国経済全体が高度成長をとげたという側面をより詳細に分析する必要があるのではないか、例えば最終需要の伸びをさらに深く要因分解する必要があるのではないか、またそのためには5年おきの産業連関表だけでは不十分であり、年次ベースの時系列データを用いた構造

分析が必要ではないかというコメントがなされた。これに対する金氏の回答は、現在作成中の延長表を用いることによって年次ベースの分析が可能であること、また産業連関分析の枠内でより詳細な分析を企図しているとのことであった。

また村田晴夫氏は、マクロ総エネルギー消費量の国際比較について、比較年代が異なるが現

在時点で比較した場合にも有効なのかという質問をされた。これに対する金氏の回答は、推測ではあるが、おそらくより大きな差が出るのではないかというものであった。この比較は論文の最も重要な結論にあたるものと思われるが、国際比較は多大の労力と時間を要するものであり、今後の作業の進展が待たれるところである。

(荒木英一*)

*本学経済学部