

에너지部門 政策分析을 위한 計量模型的 接近에 관한 研究

— 에너지需給 및 産業構造改編聯関分析 —

(Study on the Application of Quantitative Economic Modeling for Energy Policy Analysis)

- Energy / Economy Interaction for Energy Demand / Supply Analysis and Industry Infrastructure Change -

金 炯 郁*

安 柄 勲*

Abstract

Since the first oil embargo (1973), there have been developed many different types of energy-economy interaction models based upon various aspects of energy impact mechanism. We will propose to develop an integrated energy-economy interaction analysis system for less developed countries' energy policy analysis, especially for investment analysis toward constructing energy-saving industry infrastructure ; which is based on the motivation of combined energy models by John P. Weyant. This modeling system can cover the economic growth, inter-industry transactions including production features, and process analysis of energy sector in the total network scheme of general equilibrium, so that it can give many political implications as well as the modeling concept to be used for analyzing various political issues and making decisions related to national energy environment.

I. 序 言

近間에 들어 韓國을 비롯한 많은 開發國들이 이룩한 高速의인 經濟成長과 함께 에너지集約의인 産業下部構造로의 변천은 막대한 에너지資源을 必然的으로 요구하게 되었지만 이들 開發國들이 안고 있는 여러 制約要因들로 하여 必要에너지資源이 원활히 供給되지 못하는 경우가 허다해졌다. 그리하여 이들 開發國들은 급기야 그들 나름대로의 에너지對策을 樹立하고 이에 맞서고 있지만 最近들어 일련의 에너지波動

危機와 앞으로의 不透明한 狀況으로 보아 이제까지의 被動的인 對策만으로는 不可하며 좀더 높은 次元에서의 積極的인 에너지綜合對策을 필요로 하게 되었다. 특히 開發國의 경우는 그 자체가 갖는 經濟 및 産業構造의 취약성으로 말미암아 輸入에너지價格이 조금만 上昇해도 이는 곧 즉각적인 製品價格의 上昇을 야기시키고 더우기 國民經濟生活, 특히 低所得層의 生活에 타격을 줌으로써 社會의 不安定要因을 造成하게끔 되는 것이다(圖表 I-1의 메카니즘 參照). 一般적으로 에너지問題와 關連하여 고려할 事項으로

* 韓國科學技術院 經營科學科

는 첫째, 輸入에너지價格이 어떠한 메카니즘을 통해 經濟시스템에 波及되는가? 특히 各 所得階層 또는 各 産業構造別 波及形態는 어떻게 다른가? 둘째, 이와 같은 波及 메카니즘을 통하는 에너지源의 價格上昇效果가 具體적으로 各 製品에 反映되는 直接 및 間接波及效果는 어떠한가? 이에 따른 各 階層의 消費行態 또는 節約行態는 어떻게 나타나는가? 그리고 이러한 變化로 인해 實質國民所得, 物價上昇 및 失業率 등은 어떤 영향을 받게 되는가? 셋째, 이런 諸般問題를 고려하여 國家가 設定한 目標 —— 이를테면 輸出目標, GNP 成長率 및 雇傭水準 등 —— 을 效率적으로 達成하는 동시에 에너지節約의 經濟成長을 추구해 나가기 위한 合理的인 産業投資誘導政策 및 財政·金融政策은 무엇인가? 하는 것 등이다. 이와 같은 문제들의 解決을 위해서는 이와 聯關되는 基本構造를 우선 把握하고 이를 分析할 수 있는 方法論的 模型接近이 要求되는 바, 1970 年代에 들어 주로 部分均衡(partial equilibrium) 理論에 立脚한 單面적인 模型定立¹⁾에 依存해 오다가 最近에 들어서는 綜合적으로 經濟內 諸般要素²⁾를 함께 考察할 수 있는 一般均衡(general equilibrium) 接近에 依한 分析側面의 發展을 보게 되었다. 部分均衡接近에서는 에너지의 現 需要水準이 計量分析에 의해 여러가지 시나리오形態로 주어지고, 價格이 에너지市場의 需要·供給 메카니즘에 의해 決定될 때, 投入要素間, 또는 各 燃料間 相對價格의 變動이 미치는 代替問題를 주로 다루는 반면, 一般均衡接近은 一國 經濟內의 에너지 및 非에너지需要를 價格메카니즘과 連動시켜 동시에 市場機構를 통해 決定되도록 하는 複合的인 聯立方程式 體系로써 把握하도록 한다(比較적 이러한 接近方式에 유사한 概念으로 設計된 模型중 그 代表的인 例가 DFI (Decision Focus Incorporated) 模型이다³⁾).

本稿에서는 開途國들이 當面한 에너지問題를 綜合적으로 分析할 수 있는 模型의 接近을 위해 우선 지금까지 연구된 에너지-經濟聯關分

析構造의 諸類型을 살피고 이를 좀더 一般化시켜 명실상부한 一般均衡接近에 의거, 統合에너지-經濟聯關分析體系(Integrated Energy-Economy Interaction Analysis Framework)를 構想하고 특히 이 統合分析體系를 에너지節約型 産業構造改編에 적용할 수 있는 基本構造로 活用하고자 하는바, 本 接近方式은 制度的으로 巨視經濟成長, 産業聯關分析 및 에너지프로세스를 統合하는 二元的 聯關技法(two-way linkage technique)을 母體로 하게 된다. 아마도 本 接近方式은 지금까지의 여러 單面적인 模型을 綜合적으로 엮는 시도가 될 것이지만 分析目的에 따라서는 여러모로 그 活用이 가능하며 특히 本稿에서는 에너지部門의 기본 「네트·웍」을 擴張適用하는 시도에 주력하게 될 것이다.

II. 에너지-經濟聯關分析의 諸類型

本稿의 구체적인 模型展開에 앞서 우선 에너지-經濟聯關分析의 概念을 확실히 把握하기 위해 지금까지 研究된 여러 結果를 간략히 살피고 이 중에서 특히 에너지-經濟聯關分析에 立脚한 一般均衡接近 諸類型을 具體적으로 檢討하고자 한다.

1. 에너지關聯研究의 背景

에너지模型研究의 역사는 이미 1960 年代부터 시작되었다. 그러나 '73~'74의 一次에너지波動이 있기 以前의 에너지分析模型은 주로 電力, 石油, 天然가스 등과 같이 한 種類의 에너지資源의 需給分析을 위한 範疇에 국한되었다(이는 IIASA(International Institute of Applied System Analysis)가 1976 年에 실사한 114 種類의 模型으로 集約할 수 있다).⁴⁾ 이를테면 原油精製로부터 消費段階에 이르는 흐름圖를 따라 各 精製品의 合理的 配分模型이라든지, 增加하는 電力需要充足을 위해 적합한 電力施設擴張模型이 그것이었다. 이를 통틀어 單一燃料·關聯製品市場分析模型(single fuel and

1) 이를테면 에너지시스템模型 및 대부분의 에너지-經濟聯關模型을 들 수가 있다.

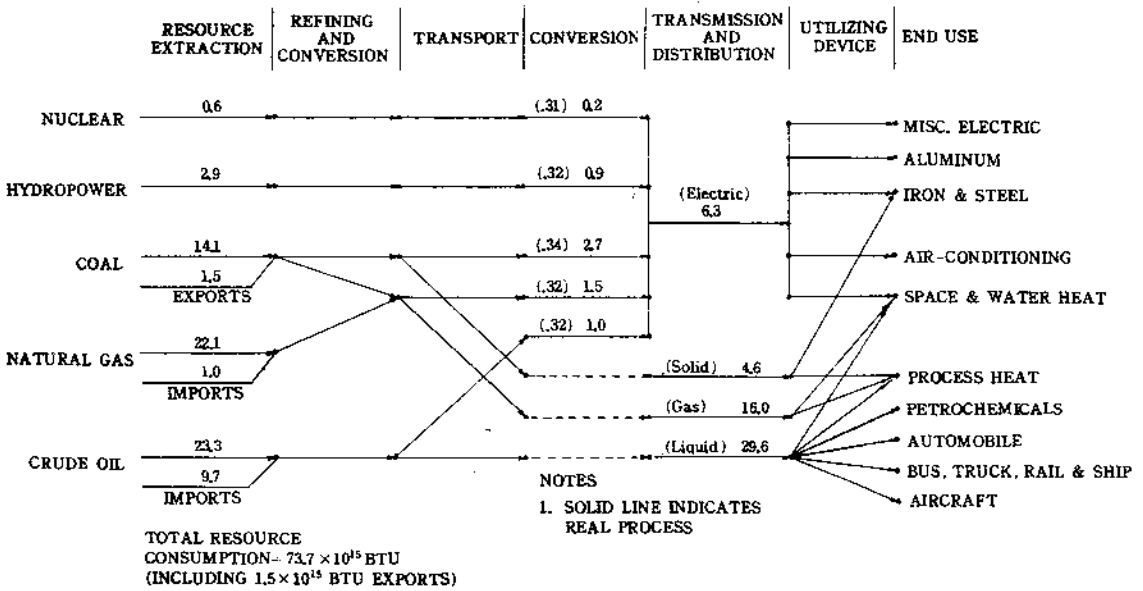
2) 生産要素, 消費要素 및 이들간의 相互關係를 나타낼 수 있는 諸般要素.

3) DFI 模型은 II章에서 詳述하기로 한다.

4) St. Rath-Nagal(1981) 參照.

related products market model)이라稱한다.⁵⁾ 이와 같은 模型들을 주로 주어진 에너지需要를 만족시키는데 필요한 에너지供給源을 여하히 最少費用으로 配分하느냐의 側面을 강조함으로써 單一에너지資源을 전체 에너지시스템 또는 他經濟部門과 괴리된 狀態에서 分析하였기 때문에 에너지價格變化, 에너지變換技術變化 및 餘他經濟要因變化 등에 따른 燃料間 代替可能性을 취급하지 못하는 短點을 지니고 있었다. 이의 補完을 위해 開發된 模型이 곧 에너지시스템模型(energy system model)으로서 各種 에너지源으로부터의 變換過程을 거쳐 여러 形態의 에너지 最終消費段階에 이르는 綜合體系를 基礎로 하여 分析하게 되며 이러한 努力이 1970 年代 初半에 이루어지게 되었다.⁶⁾ 이 에너지

흐름體系의 代表的인 例가 <圖表 II-1>에 나타나 있다. 이러한 構想을 基礎로 1970 年中半에 이르기까지 各種 에너지시스템最適化模型의 開發을 보게 되었는데⁷⁾ 이 模型들도 실상은 計劃된 期間內的 에너지最終需要를 外生的으로 처리함으로써 에너지源關聯費用上昇 또는 供給制限으로 야기되는 GNP 成長率減少에 의한 需要減少의 影響을 模型內에서 分析하지 못하는 缺點을 지니고 있었다. 그리하여 이러한 諸問題點을 補完하고 넓은 觀點에서 에너지關聯問題의 政策的 側面을 包括적으로 解決하기 위한 方法論으로 등장한 것이 에너지-經濟聯關分析模型(energy-economy interaction analysis model)이었다.⁹⁾ 이에 따르면 에너지部門의 需給側面이 他產業 및 餘他 經濟變數(價



<圖表 II-1> 에너지 흐름 基本體系 [Cazalek (1977)]⁸⁾

- 5) 이 범주에 속하는 模型으로서는 Kennedy World Oil Market model(1974), Baughman-Joskow Electricity Model(1976) 등이 代表的이다.
- 6) 이 범주에 드는 模型으로서는 BESOM模型(1974), ETA模型(1976), ALPS模型(1972), SRI-Gulf模型(1977), PIES模型(1975), MARKAL模型(1980) 등이 代表的이다.
- 7) EMF(1977) 參照.
- 8) 이 「넷트·워」의 原典은 K. Hoffman(Brookhaven National Laboratory)의 「Reference Energy System」임.
- 9) 이 범주에 드는 代表的 模型으로서 ETA-MACRO模型(1977), DRI-Brookhaven模型(1978), Hudson-Jorgenson模型(1974), Stanford PILOT模型(1975), Wharton Annual Energy模型(1976), Berkerly模型(1975), IIASA模型(1980) 등이 있다.

格, 勞動力, 資本等)와의 關聯下에 있게 되므로 價格變化 또는 其他變數變化에 따른 에너지 需要·供給이 內生的으로 決定되는 動的 分析力을 갖게 된다. 이와 같은 構造的 特性에 立脚한 에너지關聯研究가 바로 最近의 연구 경향이 며 앞으로는 이를 바탕으로 社會安定問題(公害問題, 에너지備蓄問題 등)를 강조하는 연구 경향으로 발전될 것이 기대된다.

2. 에너지-經濟關聯分析의 諸類型

一般的으로 에너지-經濟關聯分析을 위한 模型接近은 크게 세가지의 構造的 特性을 갖는데, 곧 에너지 部門構造, 産業關聯構造 및 巨視經濟成長構造가 바로 그것이다. <表 II-1>로 集約된 이러한 代表的 模型중 現在 많이 活用되고 있는 模型은 DJA-BESOM 統合模型, ETA-MACRO 模型, SRI-Gulf 體系模型 등으로서 최근

	中 期 (to 1990)	長 期 (2000 or beyond)
1) 單 一 燃 料 模 型	<ul style="list-style-type: none"> • Kennedy World Oil Market Model (1974) • Baughman - Joskow Electricity Model (1976) 	
2) 에 너 지 시 스템 模 型	<ul style="list-style-type: none"> • PIES Model (1975, 1976, 1978) 	<ul style="list-style-type: none"> • Brookhaven Models (1974, 1975, 1976, 1977) • ETA Model (1976) • ALPS Model (1972) • SRI-Gulf / DFI Model (1977, 1978)
3) 에 너 지 - 經 濟 關 聯 模 型	<ul style="list-style-type: none"> • Berkeley (Glassy-Beneson) Model (1975) 	<ul style="list-style-type: none"> • ETA-MACRO Model (1977) • DRI-Brookhaven Model (1978) • Hudson-Jorgenson Model (1974, 1976, 1978) • Stanford Pilot Model (1975, 1976, 1978) • Wharton Annual Energy Model (1976, 1978)

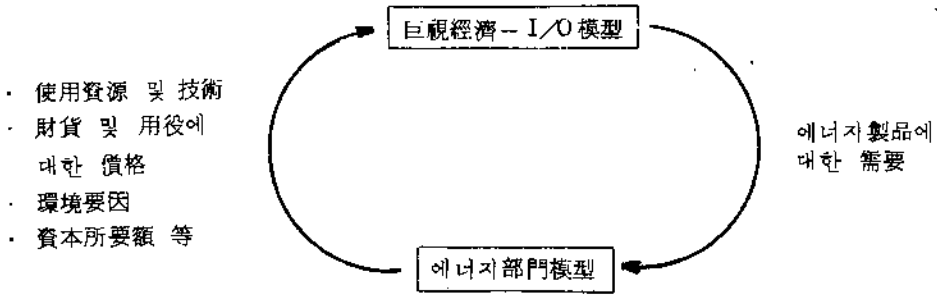
<表 II-1> 主要 에너지 模型의 分類體系

에는 이들의 長點을 가장 잘 살리고 있는 DFI 模型(이는 SRI-Gulf 模型을 發展시킨 것으로서 주로 意思決定側面의 效率性和 데이터베이스處理面을 補強한 것임)을 에너지政策分析의 方法論으로 널리 活用하고 있다. 韓國에서도 最近 이 DFI 模型體系에 立脚한 에너지需給分析을 韓·美共同研究로 行한바 있다.¹⁰⁾ 本節에서는 統合에너지-經濟關聯分析體系의 開發에 앞서 먼저 에너지-經濟關聯分析構造를 具體化하기 위해 DJA-BESOM 統合模型과 DFI 模型을 그 例로서 檢討하고자 한다.

가. DJA-BESOM 統合模型體系

DJA-BESOM 統合模型은 Hudson-Jorgenson 이 開發한 一般投入·產出模型(generalized input-output model)과 Brookhaven 國立研究所가 開發한 BESOM(Brookhaven Energy System Ptimization Model)을 統合한 接近方式(model integration)을 취하고 있다. 이러한 統合方式은 最近의 에너지模型研究에 많이 利用되는 技法으로 DJA-BESOM 統合模型은 <圖表 II-2>와 같은 連結構造를 갖는데 이는 크게 두 種類의 下部模型을 代辦하게 된다. 곧 Hudson

10) Argonne National Laboratory(1981) 參照.



〔圖表Ⅱ-2〕 DJA-BESOM 統合模型體系

-Jorgenson 模型이 대신하는 計量經濟的 技法은 經濟內 生産그룹과 消費그룹이 價格의 變化에 대처하는 行態를 計量的으로 分析하는 반면, BESOM 模型이 대신하는 工程分析模型(process analysis model)은 에너지部門의 흐름體系에 의한 細部工程分析을 가능케 한다. BESOM 模型은 根本的으로 LP 模型의 構造를 바탕으로 하여 開發된 것으로서 에너지最終需要와 일련의 에너지資源 및 이들의 흐름體系와 變換技術效率 등이 주어질 경우 當該年度의 總關聯費用을 最小化하는 에너지生産方式을 취하게 된다.

즉, Minimize $c^t \cdot x$
 s.t. $A^t x \geq D$ (1)
 $A^t x \leq S$
 $x \geq 0$

의 數式表現으로 識別된다. 한편 Hudson-Jorgenson 模型이 나타내는 一般 I-O 模型은 〈圖表Ⅱ-3〉과 같이 5 個의 에너지部門과 4 個의 非에너지部門을 가지며 자기 自體의 動的 生産函數를 갖는 4 個의 非에너지部門은 餘他 經濟部門과 관련되는데 여기서 사용되는 生産函數는 「Trans-log」 「KLEM」 生産函數로 表現된다.¹¹⁾ 이 生産函數의 母數(α_k, β_{kk} 등) 推定을 위해 Shepard 定理에 의한 要素配分(factor shares) 概念을 이용하며 또한 여러가지 假定(各 投入要素의 同次性 등)을 사용한다. 그리고 各 投入要素인 資本(K), 勞動(L), 에너지(E) 및 原材料(M)에 대한 要素間 代替性を 計

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	産業聯關部門									投入源	最終需要			產出計
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10	投入源													
11	投入計													
12														
13														

産業聯關部門

1. 農業, 鑛業 및 建設業
 2. 製造業(石油精製 제외)
 3. 輸送
 4. 通信, 貿易 및 서어비스業
 5. 石炭 鑛業
 6. 原油 및 가스
 7. 石油精製
 8. 電力
 9. 가스유틸리티
- 投入源
10. 輸入
 11. 資本
 12. 勞動
- 最終需要
10. 個人 消費支出
 11. 民間投資
 12. 政府支出, 投資
 13. 輸出

〔圖表Ⅱ-3〕 Hudson-Jorgenson I/O分類 體系 (Hudson-Jorgenson(1974))

11) 이 函數形態는 $\ln a_i P_i = \alpha_i^i + \alpha_k^i I_n P_k + \alpha_L^i I_n P_L + \alpha_E^i I_n P_E + \alpha_M^i I_n P_M + \frac{1}{2} [\beta_{kk}^i (I_n P_k)^2 + \dots + \beta_{mm}^i I_n P_m I_n P_m]$ 로 표현되며 여기서 a_i 는 技術係數, $P_i (i=K, L, E, M)$ 는 各 要素, 즉 資本, 勞動, 에너지, 原材料의 價格을 나타낸다.

量的으로 推定, 使用하게 된다.¹²⁾ 本一般 I-O 模型에서 外生變數로 중요한 역할을 하는 것으로는 人口, 勞動力, 勞動生産性 등이 있다.

또한 本一般 I-O 模型에서 最終需要分析을 위해 「巨觀經濟成長構造」 등으로 하는바, 이의 重要 概念은 「圖表 II-4」의 같이 요약된다. DJA-BESOM 綜合模型體系의 주요한 解法概念은 生産그룹과 消費그룹이 競爭市場에서 聯關되어 그들의 均衡價格과 物量을 찾아가는 것인데 여기서 문제가 되는 것이 最適解의 수렴성 (convergence) 문제이다. 이를 위하여는 특수한 解法을 필요로 하며 이 解法을 母體로 한 전체적 알고리즘을 圖表化하면 〈圖表 II-5〉와 같다.

나. DFI 模型

DFI (Decision Focus Incorporated) 模型은 1973年 Edward G. Cazalet 等이 中心이 되어 合成燃料開發戰略分析을 위해 考案한 S-RI-Gulf 에너지模型을 基調로 하여 이를 市場機能의 側面에서 精巧화하고 意思決定過程을 效率化시키는 동시에 데이터베이스處理機能을 補強하여 이루어진 模型體系이다. DFI 模型은 一般化均衡模型體系 (generalized equilibrium modeling system: GEMS)에 立脚해서 構成되며 많은 工學的, 經濟學的 模型技法을 망라하므로 매우 복잡한 體系를 갖게 된다. 이 方法論은 規範的이고 集中化된 (normative and centralized) 意思決定問題 뿐만 아니라 記述的이고 分散된 (descriptive and decentralized) 意思決定問題에까지도 적용할 수 있는 一般的인 利用體系를 그 特徵으로 한다. DFI 模型은 複合的인 意思決定問題를 다루기 위해 이들을 몇 개의 下部模型으로 나누어 취급하고 이의 結果를 綜合分析하는 一般化된 均衡模型으로서 基

本構成要素로서 ① 基礎下部模型을 묘사하는 「프로세스」(process), ② 各 프로세스間 聯關關係를 記述하는 「네트·웍」(network), ③ 模型內 變數들의 關係로 解를 구하는 「알고리즘」(algorithm)을 갖는다. DFI 模型體系가 주로 추구하는 目的은 輸入에너지關聯政策, 新에너지技術開發을 위한 意思決定, 에너지關聯製品의 조세부과 및 支援政策 등을 위한 基本情報를 제공하는 것으로 이를 위해 〈圖表 II-6〉과 같은 略 「네트·웍」을 이용하게 된다. 여기서 各端 (node)이 意思決定의 核心役割을 하는 「프로세스」를 나타내는데, DFI 模型은 千餘個의 「프로세스」로 構成되나 이는 통상 12個의 基本 「프로세스」로 分類할 수가 있다.¹³⁾ 또 이를 더욱 大分類하면 配分 「프로세스」(allocation process)와 轉換 「프로세스」(conversion process)로 구분할 수 있다.¹⁴⁾ 配分 「프로세스」의 역할은 市場機能과 유사하여 一個 또는 多數의 供給先으로부터 供給되는 同一品目を 一個 또는 多數의 需要部門에 配分供給하는 것으로서 製造 또는 轉換活動은 하지 않는다. 이에 반해 轉換 「프로세스」는 一種 또는 數種의 에너지品目を 他 에너지製品으로 轉換시키는 活動을 表現하며, 이 「프로세스」는 그 自體가 企業의 行態를 保有하는 가정으로 성립된다. 이들 配分 「프로세스」와 轉換 「프로세스」는 각기 動的인 經濟的 혹은 物理的 行態를 갖고 「네트·웍」에서 均衡을 이룸으로써 計劃期間內의 每 時點에서 製品別 需給量과 價格이 決定되며 이를 基礎로 政策案의 經濟分析 또는 影響度分析이 가능케 된다. 여기서 이들의 構造의 特性을 간략히 살펴본다.

먼저 配分 「프로세스」의 構造는 다음과 같다. 配分 「프로세스」로의 總供給 $q(t)$ 는 總需要量과 같다. 즉, $q_i(t)$ 를 時點 t 에서의 i 번째

12) 이는 다음과 같은 式으로 표현된다. 즉,

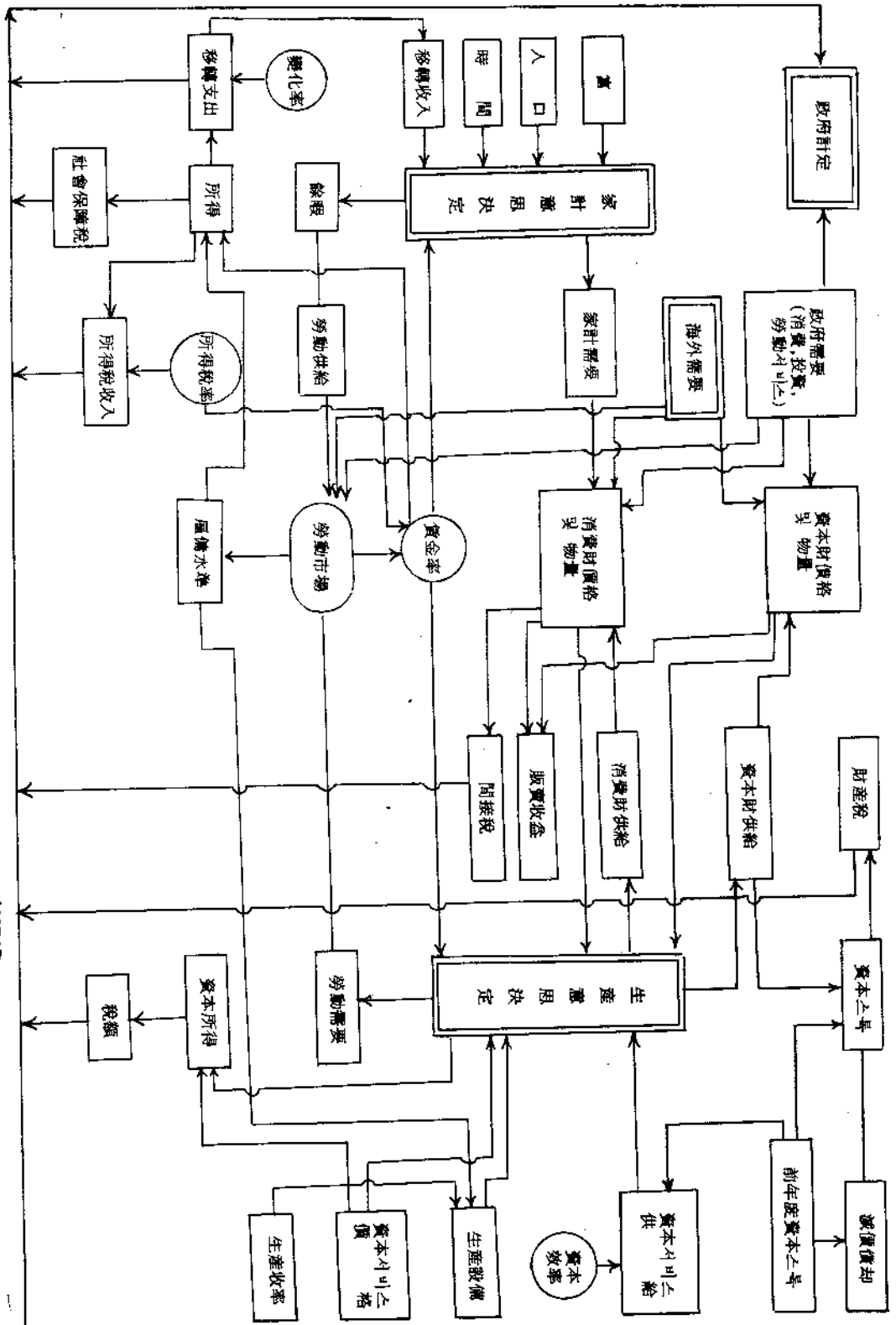
$$\frac{\delta I_n c}{\delta I_n p_i} = M_i = a_i + \sum_j \beta_{ij} I_n p_j$$

이며 여기서 各 係數들이 代替彈力度 및 要素需要의 彈力度와의 關係를 나타내는 式은 다음과 같다.

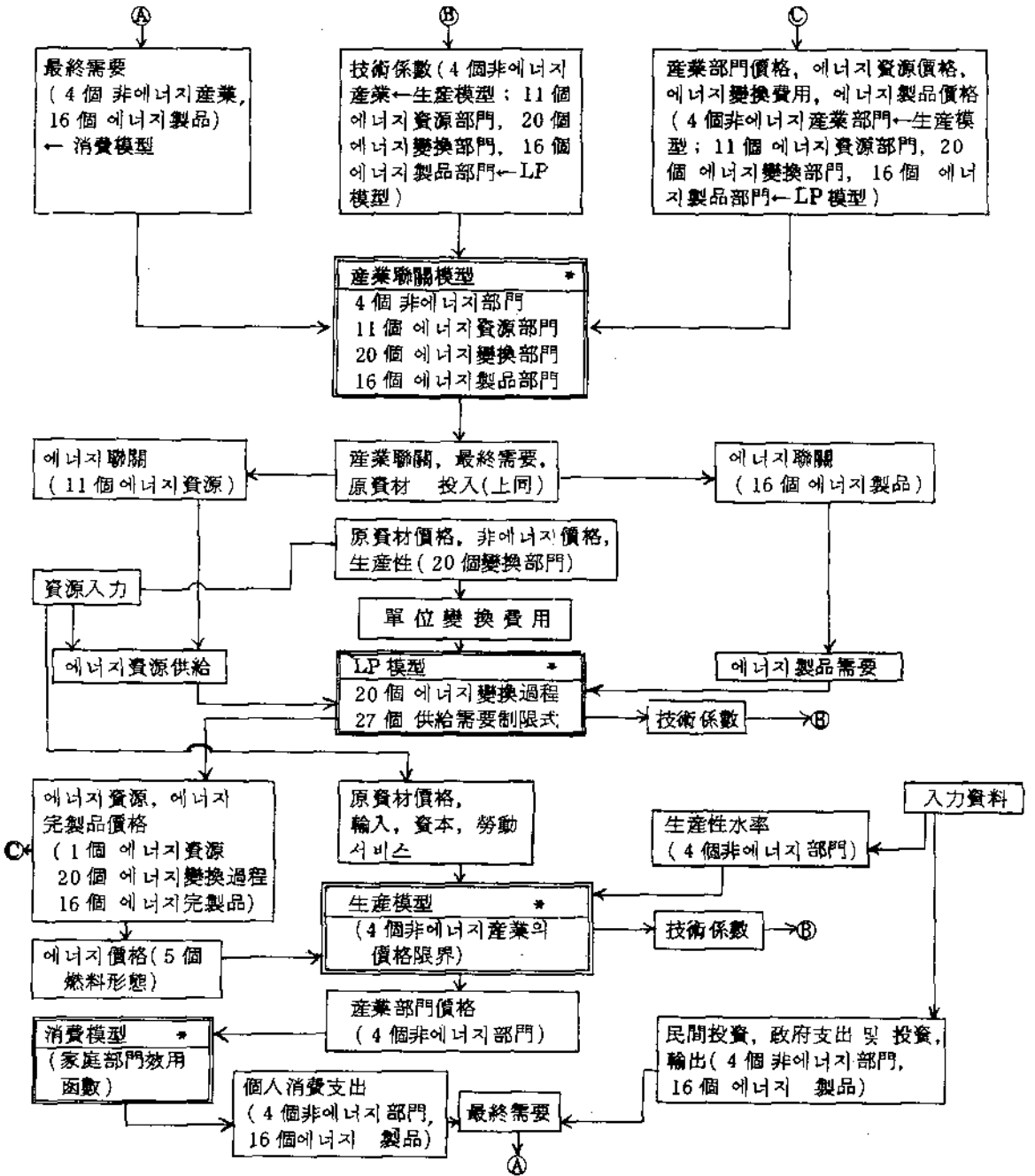
$$\delta_i = \frac{1}{M_i M_j} \beta_{ij} + 1, \quad i \neq j \qquad \delta_{ii} = \frac{1}{M_i^2} (\beta_{ii} + M_i^2 - M_i) \qquad \eta_{ij} = \frac{\beta_{ij}}{\delta_{ij}} + M_i - 1$$

13) 자세한 것은 Cazalet (1973) 參照.

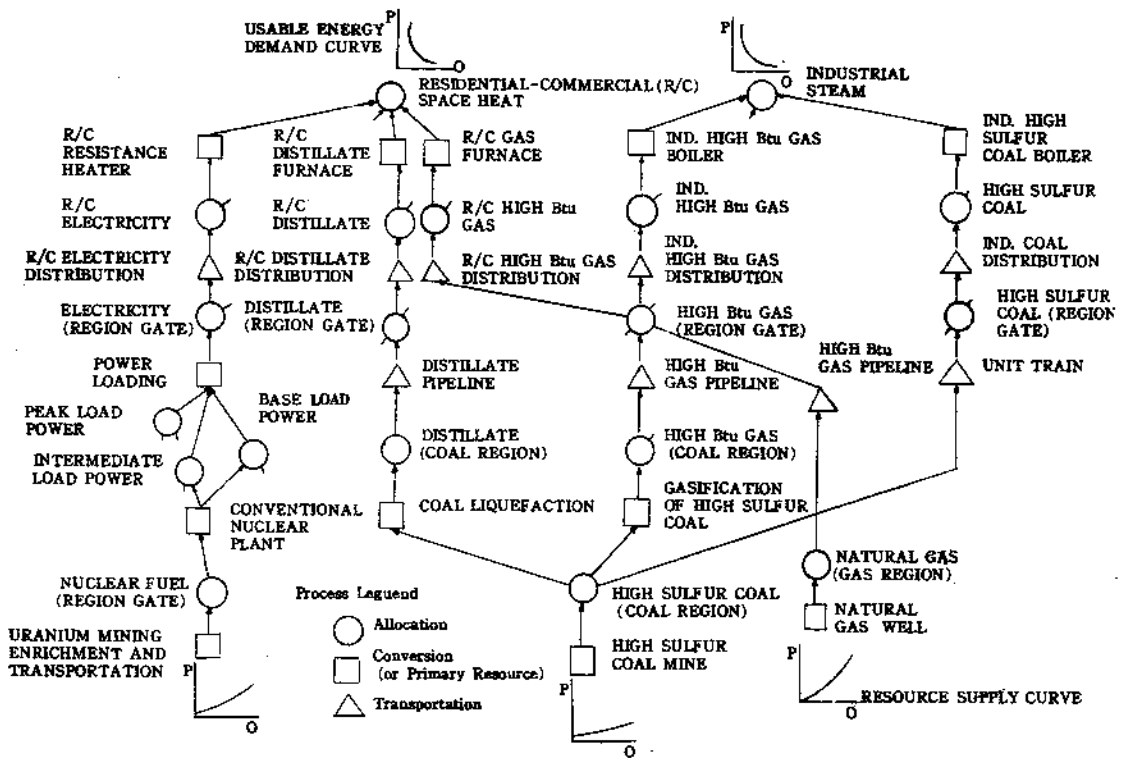
14) DFI 「네트·웍」상에서 各 프로세스는 丹으로, 轉換프로세스는 四角形으로 표시된다.



〈圖表 II-4〉 巨額經濟政策模型의 主要關係 (Orandson-Jorgenson (1974))



<圖表II-5> DJA-BESOM 模型解法의 흐름圖表(Hoffman(1977))



〈圖表 II-6〉 에너지 部門模型의 基本 「넛트·윌」 [Czalet (1977)]

需要者の 要求量이라 하고, $q_j(t)$ 를 時點 t 에
서의 供給先 j 의 供給量이라 하면,

$$q(t) = \sum_j q_j(t) = \sum_i q_i(t) \dots\dots\dots(2)$$

가 되고, 供給先 j 의 供給價格를 $p_j(t)$ 라 하고
 r 를 이 配分프로세스에서의 代替價格彈力度
라 하면 供給先 j 는

$$q_j(t) = q(t) \cdot \frac{p_j(t)}{\sum_i p_i(t)^r} \dots\dots\dots(3)$$

를 供給하게 된다. 이는 DFI 模型의 주된 假
定中の 하나로서 r 가 매우 큰 값을 갖게 되
면 조그마한 供給價格의 差에서 供給率은 크
게 변하게 되고, r 가 작을수록 價格의 影響
이 적게 된다. $q_j(t)$ 는 供給量의 價格에 따른
變化가 單一期間內에 모두 나타날 때의 경우
이고 實地는 前時點에서의 供給量과 $q_j(t)$ 와의
사이에서 나타나게 된다. 즉,

$$q_j(t) = \beta q_j(t) + (1 - \beta) q_j(t-1) \dots\dots\dots(4)$$

가 된다.

그리고 配分 「프로세스」에서 產出되는 供給
價格 $p_i(t)$ 는

$$p_i(t) = \frac{\sum_j p_j(t) q_j(t)}{q(t)} \dots\dots\dots(5)$$

로 주어진다.

이에 반해 轉換 「프로세스」에서는 實地 製
造活動, 投資活動을 하며, 要求되는 需要量을
供給할 수 있도록 生産, 投資를 하고 이에 수
반되는 必要收益을 얻기 위한 價格策定을 취하
게 된다. 만일 이 價格이 需要者에게 너무 높
게 인식되면 「넛트·윌」 解法過程을 통해 需
要量이 下落되게 되어 必要投資減少로 供給價
格이 低下되는 등의 反復的 行態가 이루어지
게 된다. 轉換 「프로세스」에서 t 時點의 供給
量 $q(t)$ 는 投入에너지原料 $q_r(t)$ 를 轉換效率
 e 로 品한 것이 된다. 그리고 每年度 設備容量
 $c(t)$ 는

$$c(t) = \max [q(t), c(t-1) - \alpha(t)] \dots\dots\dots(6)$$

(여기서 $\alpha(t)$ 는 時點 t 에서 폐기되는 施設量
을 의미한다)

로 表示되며 이에 따른 設備投資所要 $c_a(t)$ 는

$$c_a(t) = c(t) - c(t-1) + c_r(t) \dots\dots\dots(7)$$

로 주어지는 바, 意思決定順序는 주어진 $q(t)$ 를

만족시키기 위한 $c(t)$ 및 $c_a(t)$ 를 결정하고 이를 支援하는데 필요한 收益을 얻기 위한 $p(t)$ 를 결정하는 것으로 된다. 이때 變動費는 O&M費用 $V(t)$ 와 投入原料費 $P_r(t)/e$ 의 합으로 표시 ($\phi(t)$ 로 표시)되고 必要收益率을 r , 稅率을 f_{tax} 라 하면, t 時點에서의 價格 $p(t)$ 는

$$p(t) = \phi(t) + \left\{ \frac{k_a(t)}{1-f_{tax}} - \sum_{\tau=t+1}^{t+L} \frac{p(\tau) - \phi(\tau)}{(1+r)^{\tau-t}} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

로 구해진다. 여기서 $k_a(t)$ 는 納稅後 投資費의 現價換算值이다. 이러한 價格決定은 經濟壽命期間동안 이 轉換「프로세스」의 納稅後 純現價가 零이 되게 하는 方式이다. 이 외에도 몇가지 關係式이 있으나 基本式은 위의 8가지로 要約될 수 있다.

DFI 模型은 주어진 「넛트·월」에 이와 같은 經濟的 特性을 부여하고 이의 均衡點을 근하는 方法으로서 소위 上·下移動辦法(up-down algorithm)을 적용하였다. 이에 따르면 일단 「넛트·월」内の 모든 價格과 需給量을 임의의 값으로 推定하고, 下端의 一次에너지生産 및 輸入「노드」(node)에서부터 「넛트·월」을 따라 위로 움직이고 이때 每 轉換프로세스를 통과할 때마다 前述한 方法에 따라 그 轉換「프로세스」의 生産品에 대한 供給價格이 決定되며 配分프로세스에서는 競爭品目과의 加重平均으로 새로운 供給價格이 決定된다. 이러한 作業이 「넛트·월」의 最上端까지 진행된 후 다시 반대로 「넛트·월」을 따라 내려오면서 各 供給先으로부터의 供給物量을 前述한 市場占有率計算方式에 의거하여 구하고 轉換「프로세스」를 거칠 때는 效率(e)로 나누어 줌으로써 下方으로의 物量이 生産될 수 있다. 最下端까지 내려온 후 다시 價格을 決定하여 同一한 方法으로 上方으로는 價格, 下方으로는 物量을 反復 計算하게 되는바, 이들 값이 수렴할 때까지 反復하게 된다. 이의 理論的인 수렴성 證明은 一般化되어 있지 않으나 經濟特性上 실제 適用時 粉刺 수렴하는 것으로 나타난다.

이 DFI 模型에서는 에너지品目を 모두 동시에 고려하였고 物量뿐만 아니라 價格까지 포함시켜 動的效果를 통한 投資活動이 內生的으로

決定되며, 지금까지의 많은 模型들과는 달리 需要部門이 具體化되어 있기 때문에 그 應用面이 매우 다양하다 하겠다.

이로써 DJA-BESOM 統合模型과 DFI 模型의 基本理論體系를 통해 에너지-經濟聯關分析 메카니즘을 具體化해 보았다. 本稿에서는 이 메카니즘을 바탕으로 이들의 聯關概念을 좀더 抱括的으로 表現할 수 있고 특히 開途國이 갖는 特殊한 狀況을 고려하여 넣어 分析할 수 있으며 또한 에너지節約型 産業構造改編에 直接 利用될 수 있는 一般均衡接近體系(general equilibrium approach)를 構想해 보기로 한다.

III. 産業構造改編을 위한 統合에너지-經濟聯關分析

1. 開途國의 에너지關聯 背景

開途國은 先進國들과는 다른 자체의 特殊한 社會·經濟的 環境을 지니므로 이와 함께 에너지關聯政策 또한 先進國들과는 區別되는 몇가지 特徵을 나타내게 된다. 여기서 本稿의 目的과 관련, 에너지輸入開途國의 에너지節約型 産業構造改編分析에 필요한 이들 特徵을 간략히 살펴본다. 우선 이들 開途國의 社會·經濟的 特徵은, 經濟活動水準이 낮고 인플레이션이 높으며 主要貿易對象國들과의 交易條件이 나쁘다는 것 외에도 비교적 人口增加率在 높은 반면 에너지, 其他 天然資源이 극히 制限되어 있거나 거의 全無하여 에너지쇼크의 波及速度가 매우 빨리 나타나게 되며, 國內市場이 협소하므로 주로 輸出指向的 經濟成長을 꾀하나 에너지를 포함한 原資材輸入財源面에서 극히 취약하다는 點 등이다. 이런 特殊狀況下에 고려되어야 할 에너지關聯問題를 간추려 보면, 우선 短期的 觀點에서,¹⁵⁾ 에너지供給制限 또는 輸入에너지價格上昇이 經濟成長에 미치는 影響分析, 國內에너지製品價格決定要因과 이의 調整메카니즘 分析, 國內에너지生産, 變換 및 그 利用의 合理化(energy conservation)를 위한 規策, 그리고 에너지 위기에 처한 緊急需給對策分析 및 에너지在庫의 適正化등을 들 수가 있는 반면, 中·長期的 觀點에서는 에너지-經濟聯關體제의 合理的 改善과 더불어 에너지節

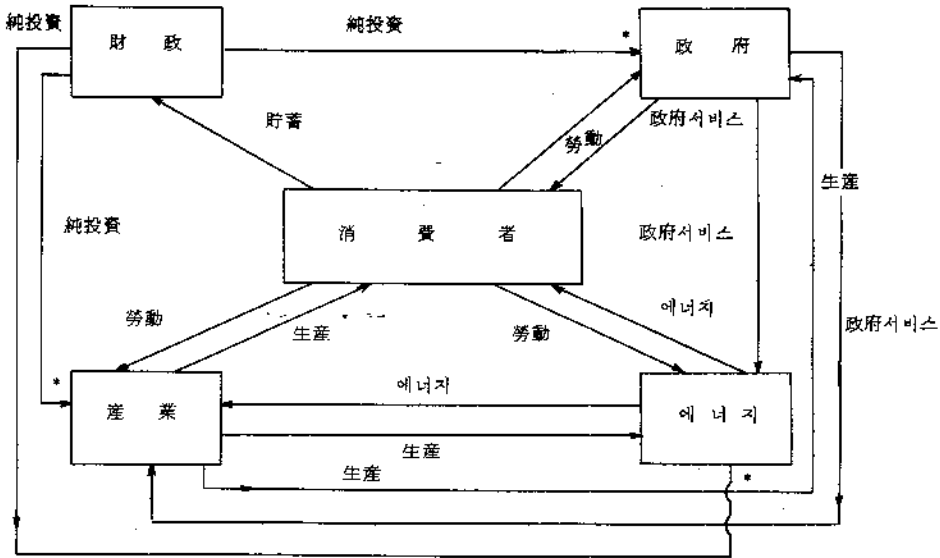
15) 최근의 에너지研究는 이 短期分析을 위한 研究가 매우 활발한 向을 보이고 있다.

約型 産業構造改編을 위한 政策的 再考, 長期的 에너지 備蓄效率增大와 함께 代替에너지, 新에너지開發 및 에너지節約型 技術의 重點開發, 에너지要素와 他投入要素間 代替性增大를 위한 長期對策樹立 및 世界的 에너지價格變化에 能動的으로 對處할 수 있는 시스템開發 등을 들 수 있다. 이와 같은 問題點과 關係해서 開途國이 고려해야 할 政策的 對策을 살펴보면, 첫째, 基本經濟成長計劃을 達成하기 위한 合理的 成長經路 및 이를 위한 에너지需要는 얼마나 되나? 만일 이 에너지需要充足이 不可할 경우의 代替成長經路는 무엇인가? 둘째, 에너지供給이 중단될 경우 主要基幹産業 또는 消費者에 미치는 충격은 어떠한가? 이에 대한 短期的, 長期的 對策은 무엇인가? 셋째, 石油依存經濟시스템에서 他燃料主依存시스템으로 轉換時의 影響은 어떠한가? 이의 對策은 무엇인가? 넷째, 高에너지價格 또는 租稅政策으로 反映되는 에너지消費減少의 정도는 어떠한가, 經濟要素別의 影響을 고려할 때 合理的인 政策方向은 무엇인가? 하는 것등이며, 이중에서도 특히 長期的으로 에너지聯關産業의 合理的 投資問題는 開

途國이 고려해야 될 重要的 課題로서 이와 關係하여 韓國과 같이 自國에너지資源이 거의 全無한 開途國 立場에서는 에너지節約型 産業構造指向의 課題가 매우 重要的 問題로 부각된다.

2. 分析의 基本構造

에너지節約型 産業構造改編問題의 接近을 위한 方法論에는 여러가지가 있겠으나¹⁶⁾ 綜合的인 에너지-經濟聯關分析에 근거한 分析을 가능케 하기 위해 本 研究에서는 前述한 DFI 模型體系의 「넷트·월」 分析概念을 基本으로 이를 開途國立場에서 發展시키고 一般均衡概念을 完全히 살리는 立場에서 統合에너지-經濟聯關分析模型(앞으로는 統合模型으로 指稱한다)을 開發하는데 力點을 둔다. 특히 産業構造改編이란 命題의 分析을 위해 産業部門의 業種別 分類體系를 確立하고 DFI 模型의 一般均衡의 性格을 延長發展시킴으로써 綜合化된 에너지政策分析의 道具로 活用하고자 한다. 이를 위한 基本動의 概念은 <圖表 Ⅲ-1>과 같이 表現되며 이 體系가 中心이 된다. 이 基本構成體系를 따라 各 部門間 聯關關係를 細部的으로 나타내는 호

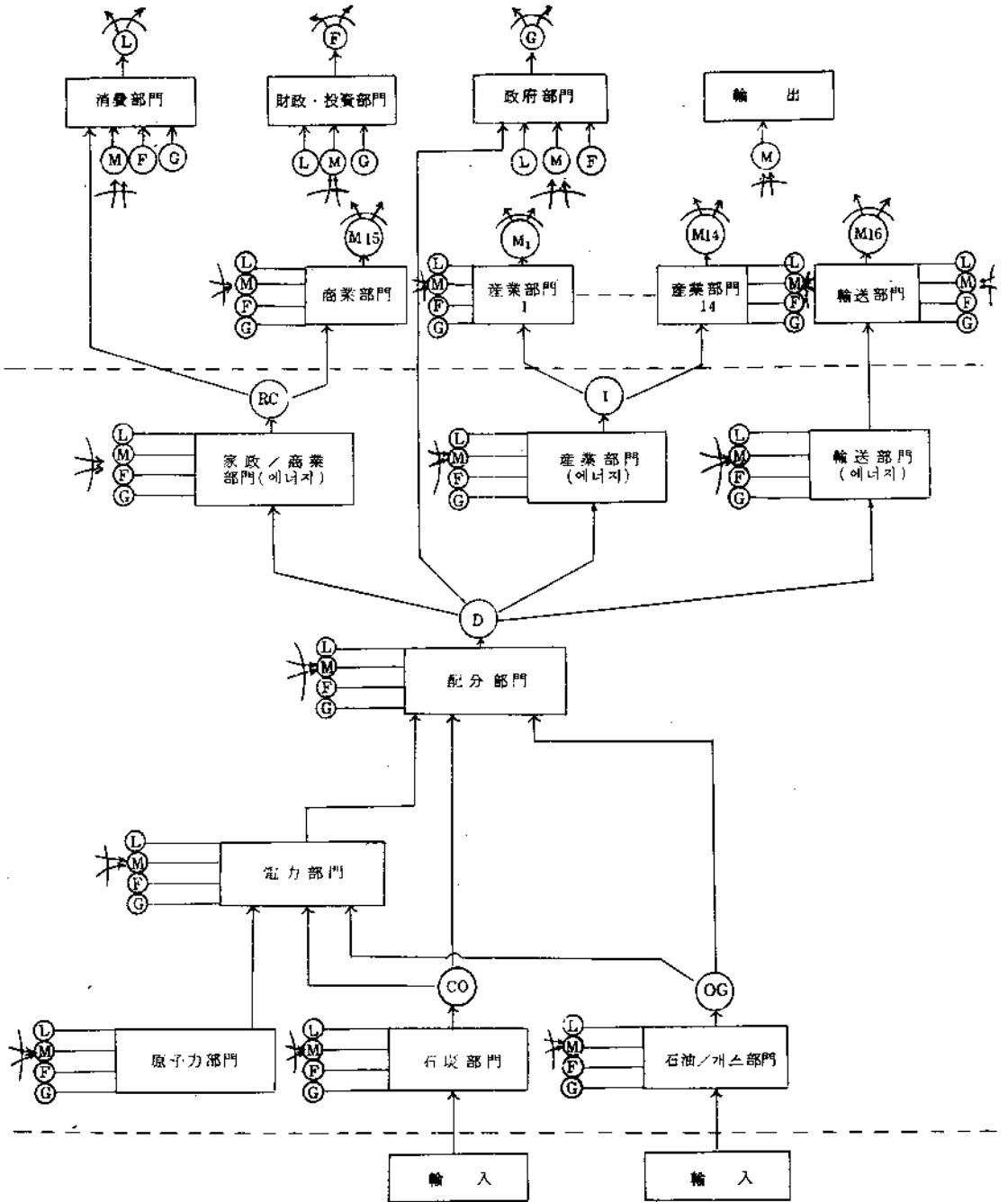


*는 計定連結表示임.

<圖表 Ⅲ-1> 에너지-經濟聯關分析用 基本關聯圖

16) 그 한 方法으로 研究된 것으로서 에너지節約型 産業構造改編과 産業部門 에너지需要豫測 (動力資源研究所, 1980.12)을 들 수가 있다.

17) 이 概念은 곧 産業聯關分析과 대응된다.



〈圖表Ⅲ-2〉 統合模型의 基本「네트·월」

를構造가 (圖表 Ⅲ-2)인바, 이 圖表는 DFI 基本 「넷트·웍」(圖表 Ⅱ-6 參照)을 全體의인 一般均衡의 經濟시스템下에서 發展시킨 形態이며 에너지最終需要側面의 細部分析과 財政部門分析 및 産業聯關分析을 一般均衡體系內에서 把握하게 함으로써 綜合的 에너지需給關聯政策樹立에 活用되도록 制度化한 것이다.

문제는 이들 各 部門別 프로세스의 經濟的, 物理的 性格을 잘 나타낼 수 있는 行態方程式의 開發과 이들의 關係를 合理的으로 連結시켜 줄 수 있는 「넷트·웍·알고리즘」의 開發 및 意思決定過程으로 發展시키는 원용체계의 確立인바, 本稿에서는 우선 이를 위한 첫 段階로서 各 部門別 主要內容을 서술하는데 그치고 이의 適用研究(application study)는 繼續研究로 넘기기로 한다.

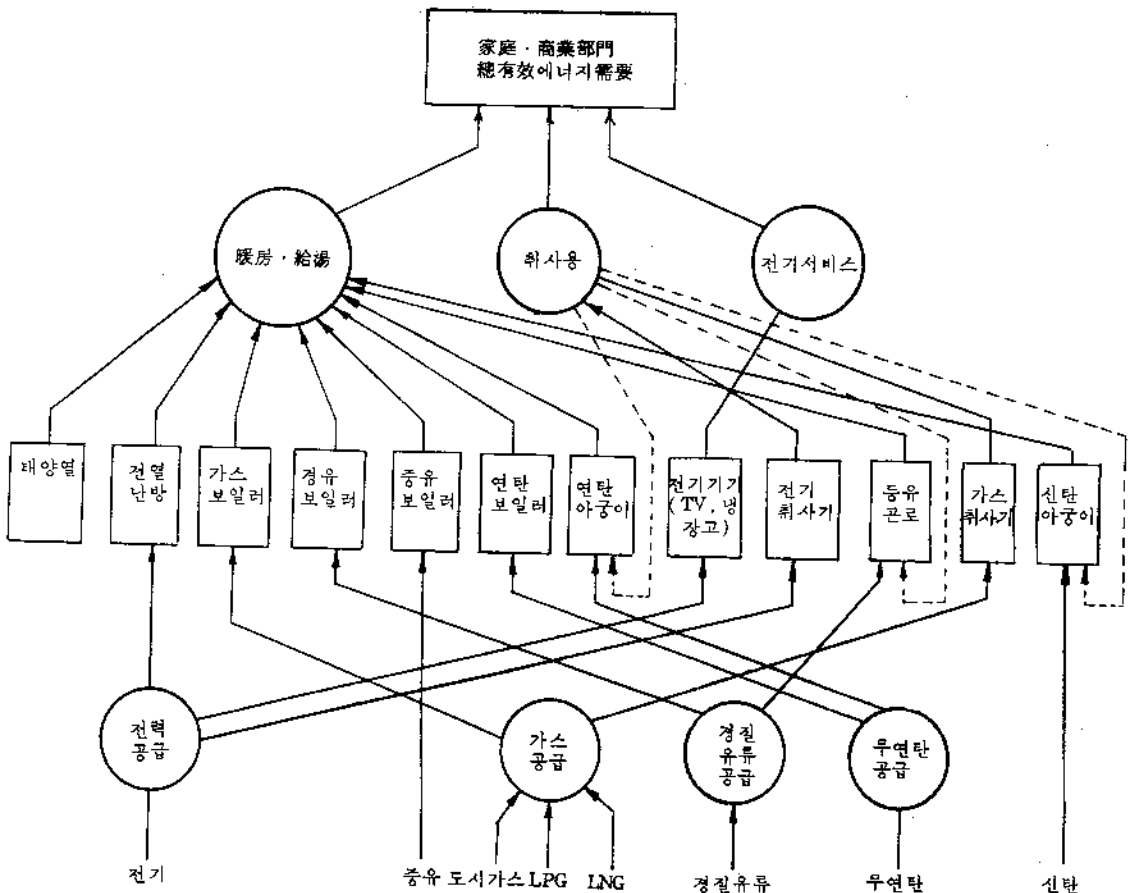
3. 各 部門別 「넷트·웍」

本 統合模型에 있어서는 전체의 「넷트·웍」 시스템內에서 經濟行爲의 主體가 되어 直接間接으로 意思決定過程을 표현하는 各各의 「프로세스」가 매우 중요한 役割을 하며 이들의 基本構造는 DFI 模型과 유사하나 本 分析의 必要上 最終需要部門은 그 修正을 要하므로 이를 「넷트·웍」으로 表現하면 다음과 같다.

4. 「프로세스」의 基本構造式

本 統合模型은 基本性格에 있어 DFI 模型의 경우와 같이 12 個의 基本 「프로세스」로 構成되고 各 「프로세스」의 特性을 나타내는 行態方程式과 物理的 關係式이 模型의 主要骨格을 形成하게 된다. 그리고 各 「프로세스」의 主變數인 價格과 需給量이 이 方程式體系內에서 上·

3. 가. 家庭·商業部門 「넷트·웍」



下移動解法을 따라 均衡點으로 수렴하게 하는데 초점을 맞춘다. 그러나 本 統合模型은 DFI 模型과는 달리 産業部門을 分類하여 I/O 體系에 맞추고 DFI의 外生部門인 政府 및 財政部門을 內生化시키는 一般均衡接近을 따르며, 各 需要部門을 韓國實情에 맞는 分類體系로 變換活用하게 되므로 그 構造나 解法이 새로운 形式을 취하게 된다. 여기서 간단히 그 基本方程式을 간략히 說明한다.

가. 一次에너지 供給 「프로세스」

이 「프로세스」는 石炭, 石油, 天然가스 등과 같은 有限資源의 特性을 資源經濟概念에 立脚하여 기술하는 應用轉換프로세스로서 그 構造는 다음과 같다.

우선 資源의 累積生産量을

$$Q(t) = Q(t-1) + Ca(t) \cdot L \dots\dots(9)$$

(여기서 L은 油井, 또는 鑛脈의 平均壽命을 표시한다)로 나타내면 附加的으로 必要한 施設인

$$Ca(t) = C(t) - C(t-1) + Cr(t) \dots\dots(10)$$

가 되며 결과적으로 時點 t의 施設容量

$$C(t) = \max [q(t) \cdot C(t-1) - Cr(t)] \dots\dots(11)$$

가 된다(여기서 $Cr(t) = Ca(t-L)$ 로 주어지는 代替施設을 나타낸다).

그리고 長期限界費用이

$$m(t) = m(Q(t)) \cdot f_i(t) \cdot f_c(t) \dots\dots(12)$$

로 구해지게 되는바, 여기서 인플레이 要因

$$f_i(t) = (1 + r_{inf})^t \dots\dots(13)$$

로 주어지고, 技術變化要因 $f_c(t)$ 는

$$f_c(t) = \begin{cases} 1 + \rho_e(t - t_a), & t < t_a \\ f + (1-f)(1 + \rho_c)^{t-t_a}, & t \geq t_a \end{cases} \dots\dots(14)$$

로 주어진다(여기서 t_a 는 技術의 商業化時點을 나타내고 ρ_e 는 t_a 以前的 技術變化率, ρ_c 는 t_a 以後의 技術變化率을 나타낸다).

限界費用 $m(t)$ 에다 經濟的 地代를 加算하면 資源의 長期價格이 決定되는 메카니즘을 따라 價格

$$P(t) = m(t) + \max_{\tau} \frac{P(\tau) - m(\tau) \cdot f(t, \tau)}{(1+r)^{\tau-t}} \dots(15)$$

의 方式으로 決定되는 것으로 된다. 여기서

$f(t, \tau)$ 는 現 t時點의 인플레이率과 技術變化率, 未來의 時點 τ 로 조정하는 要素로서

$$f(t, \tau) = \frac{f_i(\tau)}{f_i(t)} \cdot \frac{f_c(\tau)}{f_c(t)} \dots\dots(16)$$

로 나타내어진다.

나. 複合轉換 「프로세스」 (Complex Conversion Process)

이 프로세스는 基本換換 「프로세스」 (basic conversion process)를 濶調로 하여 發電, 原油精製, 天然가스과 가스의 結合生産 등 多重投入物 또는 多重生産物을 갖는 「프로세스」를 묘사하기 위한 것으로서 基本換換 「프로세스」를 變形應用한 構造를 취한다. 그중에서 여기서는 精油部門의 「프로세스」를 中心으로 이를 說明하기로 한다.

精油部門은 原油를 精製하여 개솔린, 輕油, 重油 등과 같은 複合生産物을 만드는 部門이므로 이들간의 競爭 또는 代替關係를 고려에 넣음으로 해서 매우 복잡한 行態를 나타내게 된다. <圖表 III-3>으로 표시된 간략한 精油負荷過程을 기초로 하여 이들의 價格 및 物量을 決定하는 메카니즘은 基本換換 「프로세스」의 概念을 活用하면 되므로 이는 생략하고 그외의 負荷過程에 관련되는 構造方程式만을 나타내기로 한다.

우선 精製品比率을 나타내면,

$$\begin{aligned} f_g(t) &= q_g(t)/q(t) \\ f_d(t) &= q_d(t)/q(t) \\ f_r(t) &= q_r(t)/q(t) \end{aligned} \dots\dots(17)$$

(여기서 g는 개솔린, d는 輕油, 그리고 r은 重油를 표시한다)

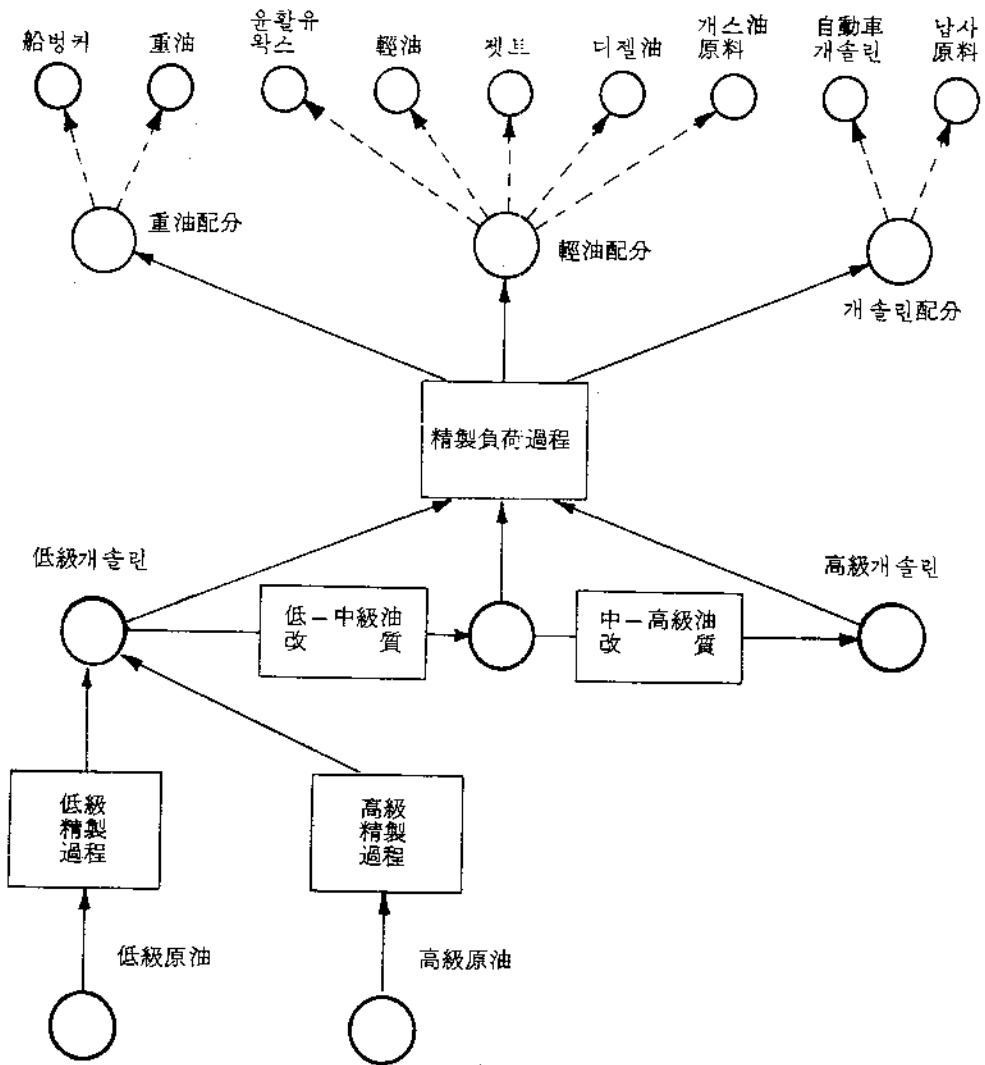
가 되고 $q(t) = q_g(t) + q_d(t) + q_r(t)$ 로서 全量이 決定된다. 그리고 이 精製品需要는 低, 中, 高개솔린比例로 各 精製形態를 취하며 割當된다. 이들 割當量을 各各 Fg^l, Fg^m, Fg^h 라 하면 다음과 같은 形式에 따라 이들이 決定되게 된다.

즉, i) $f_g < Fg^l$ 의 경우

$$q_l(t) = q(t), q_m(t) = q_h(t) = 0 \dots\dots(18)$$

ii) $Fg^l \leq f_g \leq Fg^m$ 의 경우

$$\left. \begin{aligned} q_l(t) &= q(t) \cdot \frac{f_g(t) - Fg^m}{Fg^l - Fg^m} \\ q_m(t) &= q(t) - q_l(t), q_h(t) = 0 \end{aligned} \right\} \dots(19)$$



〈圖表Ⅲ-3〉 精油負荷部門 構造圖

$$\left. \begin{aligned}
 \text{iii) } Fg^m \leq f_g < Fg^h \text{ 의 경우} \\
 q_l(t) = 0 \\
 q_m(t) = q(t) \times \frac{f_g(t) - Fg^h}{Fg^m - Fg^h} \\
 q_h(t) = q(t) - q_m(t)
 \end{aligned} \right\} \dots (20)$$

$$\begin{aligned}
 \text{iv) } Fg^h \leq f_g \text{ 의 경우} \\
 q_l(t) = q_m(t) = 0, \quad q_h(t) = q(t) \\
 \dots \dots \dots (21)
 \end{aligned}$$

가 된다. 한편 各 生産品의 價格은 負荷過程의 投入物價格에 따라 決定되는 構造를 갖는바,

$$\left. \begin{aligned}
 P_g(t) &= [p_g^h(t) q_h(t) + p_g^m(t) q_m(t) + p_g^l(t) q_l(t)] / q(t) \\
 P_d(t) &= [p_d^h(t) q_h(t) + p_d^m(t) q_m(t) + p_d^l(t) q_l(t)] / q(t) \\
 P_r(t) &= [p_r^h(t) q_h(t) + p_r^m(t) q_m(t) + p_r^l(t) q_l(t)] / q(t)
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (22)$$

의 形式을 취하는데, 여기서 各 投入物價格 $p_g^h(t), p_g^m(t), p_g^l(t), \dots, p_r^h(t)$ 등은 平均價格 $P_h(t), P_m(t), P_l(t)$ 에 一定比率 $r_g^h, r_g^m, r_g^l, \dots, r_r^h$ 를 가정하여 구한다. 즉,

$$\begin{aligned}
 p_g^h(t) &= r_g^h p_h(t); p_d^h(t) = r_d^h p_n(t); p_r^h(t) = r_r^h p_h(t) \\
 p_m^g(t) &= r_m^g p_m(t); p_m^m(t) = r_m^m p_m(t); p_m^r(t) = r_m^r p_m(t) \\
 p_i^g(t) &= r_i^g p_i(t); p_i^d(t) = r_i^d p_i(t); p_i^r(t) = r_i^r p_i(t) \\
 &\dots\dots\dots (23)
 \end{aligned}$$

에 의해 얻는다.

다. 最終需要 「프로세스」

本分析體系에서 취급하는 最終需要部門으로는 家庭·商業部門, 産業部門, 輸送部門 및 政府部門이 있는데 여기서는 이들을 內生化시키는 데 一般均衡體系를 취하므로 最終需要 「프로세스」는 마치 複合轉換 「프로세스적」의 性格을 갖게 된다.¹⁷⁾

本分析은 産業構造改編의 主된 目標을 指向하므로 여기서는 産業部門과 政府部門의 중요한 概念의 性格만 略述하고자 한다.

(1) 産業部門

前述된 「넷트·월」上에서 産業部門은 그 自體가 産業聯關構造 (industry infrastructure) 를 反映하며 I/O 分析概念과 유사한 分析體系를 취하는 特色을 갖는다. 즉 이 「프로세스」에서 產出되는 生産物들은 他 部門에의 投入物로서 이용되므로 이 部門의 精確한 表現이 매우 重要하다. 本分析體系에서는 韓國의 1978년 I/O 表에 나타난 固定投入係數를 이용하여 이들의 物量間 去來關係를 複合轉換 「프로세스」의 接近方式으로 나타내고 이를 下部部門과의 聯關體系下에서 分析하는 形式을 취하지만 앞으로 資料事情이 完化되면 産業部門別 生産函數 (「Trans-log」形 生産函數) 推定을 이용한 좀 더 一般化된 動的 分析이 가능해질 것이다.¹⁸⁾

(2) 政府部門 「프로세스」

政府部門 또한 本 模型의 중요한 役割을 하는바, 이 部門을 통해 價格과 物量의 統制가 가능하며 租稅政策 및 補助政策的 統制에 의한 均衡點移動 또는 에너지節約 등의 人爲的 形成機能을 수행하게 되는 것이다. 이 部門의 細部構造는 研究段階에 있으나 우선 여기에 그 간단한 概念을 설명하기로 한다.

他 模型의 경우는 價格政策 또는 租稅政策等 이 여러 시나리오적 시뮬레이션結果를 통해 얻어지는데 반해 本 模型에서는 이의 規制行態를 직접 「프로세스」에 삽입시킴으로써 自動規制가

가능하도록 한다. 먼저 物量과 價格統制를 위해 規制形式 또는 潛在價格概念을 이용하는데 潛在價格은 超過需要에 대한 政府의 合理的 行爲를 요구하는데 이용된다.

이를 위한 方程式은 대체로 다음과 같다. 價格과 物量의 規制를 위한 制限式은

$$q(t) \leq q^*(t); p(t) \leq p^*(t) \dots\dots\dots (24)$$

과 같이 표현할 수가 있다(여기서 $q^*(t)$ 나 $p^*(t)$ 는 規制値를 나타낸다). 이로써 各 制限式에서 的 潛在價格의 上·下移動解法過程에서 作用하게 된다. 潛在價格의 개념하에서의 配分 「프로세스」는 市場價格體制下에서의 그것과 조금 다르며 이는 다음과 같은 式으로 표현할 수 있다.

$$\hat{q}_j(t) = q(t) \cdot \frac{(\lambda_j + \delta_j)^{-\tau}}{\sum_{j=1}^n (\lambda_j + \delta_j)^{-\tau}} \dots\dots\dots (25)$$

潛在價格을 利用한 市場分配의 概念은 最適化理論에 근거하여 供給者 및 需要者 共히 최대의 利益을 보장받게 하고자 하는데 있다. 만약 轉換프로세스에의 投入物에 制限을 가하게 되면 두 경우의 可能性을 생각할 수 있는바, 價格規制가 없을 경우는 市場價格이 곧 潛在價格이 되나 價格規制가 있으면 적절한 熱效率調整과 함께 潛在價格이 적용되게 된다. 이 개념을 나타내는 方程式은 다음과 같다. 즉, 價格規制가 없을 경우는,

$$\left. \begin{aligned}
 \lambda(t) &= \hat{p}(t) + \mu(t) + \frac{\lambda_f(t)}{e} \\
 p(t) &= \lambda(t)
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (26)$$

가 되고, 價格規制가 있는 경우는,

$$\left. \begin{aligned}
 \lambda(t) &= \hat{p}(t) + \mu(t) + \frac{\lambda_f(t)}{e} \\
 p(t) &= \hat{p}(t)
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (27)$$

가 된다. 여기서 $\hat{p}(t)$ 는 價格規制가 없을 경우의 製品價格을, $\mu(t)$ 는 制限式과 관련된 潛在價格을 표시한다. 以上에서 언급된 價格規制方式 外에도 政府는 租稅政策을 통해 關聯部門의 에너지消費抑制 또는 輸入에너지節約등을 피하기도 한다. Wright (1979)는 이러한 價格 및 租稅政策이 에너지節約에 미치는 相對效果를 測定하는 分析을 시도한 바 있다.

17) LFI 模型에서는 이 最終需要를 外生的으로 다룬다.

18) 이는 Hudson-Jorgenson의 延長 I/O 分析概念과 유사한 分析體系이다.

라. 財政部門「프로세스」

財政部門 (financial sector)도 政府部門과 마찬가지로 本 統合模型의 主要機能을 담당하는 部門으로서 여기서 通貨量의 需給을 통한 新古典理論을 導入하여 利率과 投資, 利率과 貯蓄 및 利率과 所得函數的 關係를 규명하고 또한 各 디플레이터 - GNP 디플레이터, 都賣價格 디플레이터 등을 이용한 經常價格과 不變價格의 適用을 合理的으로 할 수 있는 배경을 提供해 준다. 이 部門의 機能을 잘 묘사한 模型으로서 왔든 年次에너지模型 (Wharton Annual Energy Model)이 代表的인데 DFI模型體系에서는 이 部門이 미약하므로 이의 補充適用이 필요하다 하겠다. 그리고 이 部門의 關係方程式을 計量的으로 推定한 후 다시 이를 誘導型(reduced form)으로 模型聯關에 活用하게 되는 것이다. 이에 관한 研究은 지금 進行中에 있다.

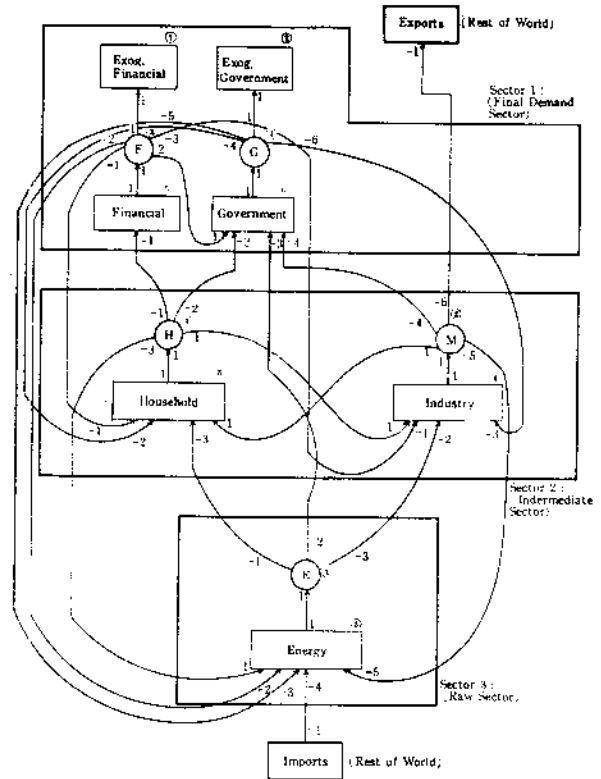
5. 解法

本 模型의 均衡價格·需給量을 구하는 解法도 基本的으로는 DFI體系의 上·下移動解法과 유사하나 문제는 <圖表 III-2>와 같은 폐쇄「네트·월」시스템 (closed loop system)下에서의 수렴성여부가 關鍵이 되므로 이를 위한 研究가 進行中에 있으며 <圖表 IV-4>와 같은 略「네트·월」은 비교적 그 研究을 容易하게 하는데 도움이 된다.

IV. 問題點 및 展望

이 統合模型은 그 基本原則에 있어 주로 에너지節約型 産業構造改編을 위한 分析技法으로의 開發에 主眼했으나 부가적으로 다음과 같은 事項들의 分析이 가능하다.

- i) 基準시나리오 및 主要政策시나리오에 있어서의 中長期需給案의 作成
- ii) 中長期投資計劃의 作成 및 計劃中의 投資案이 全體需給에 미치는 影響分析(例: 原子力發電所建設, LNG 導入推進 등)
- iii) 相對價格을 통한 燃料間 代替活動의 推定 및 相對價格政策案 作成
- iv) 特定燃料에 대한 財政支援政策 및 消費稅의 影響度分析
- v) 에너지利用機器效率提高를 위한 投資支援의 得失檢討



<圖表 III-4> 統合模型의 略「네트·월」

vi) 主要에너지技術導入等에 따른 에너지部門의 變化分析

vii) 主要 一次에너지國際市場價格趨勢에 관한 시나리오別 國內에너지部門의 對應策分析 등.

이 模型의 長點은 모든 에너지細部門을 同時에 고려하여 一個燃料需給에의 變化가 化燃料需給에 미치는 影響을 抱括적으로 分析할 수 있다는데 있기 때문에 燃料間 需給에 同時에 적용되는 諸般政策分析에 도움이 된다고 보겠다. 그러나 單一燃料部門에 있어 매우 具體적이고 技術的인 細部事項은 오히려 單一燃料用 分析模型을 活用함이 나올 것이다. 예를 들면 發電部門에 있어 언제, 어떤 規模의 어떠한 發電所를 建設할 것인가의 施行案은 WASP等과 같은 電力部門模型으로 分析함이 보다 바람직하겠고, 原子力發電의 積極的 推進이 電力需要의 他燃料로 的 轉換에 어떠한 影響을 미칠 것인가의 問題는 本 統合模型을 이용함이 낮겠다 하겠다.

現在 本 統合模型은 本稿에서 제시한 「네트·월」形態보다는 간단한 形態로서 開發研究段階에 있어 앞으로 이의 完全한 研究가 끝나면 綜合

의인 에너지政策分析道具로서 그 效用性이 클 것으로 展望된다. 그러나 政策分析模型이란 어디까지나 政策分析의 補助手段으로 利用되는 것 뿐이며 그 結果를 模型外的 他 諸般要素까지 고려한 最終案으로 確定活用하는 것은 模型을 이용하는 政策立案者들의 役割이며 또한 그 過程이 매우 重要하다 하겠다.

References

1. Adelman, L. and S. Rovinson, Income Distribution Policy in Developing Countries, Stanford University Press, 1978.
2. Adler, R. J., et al., The DFI generalized Equilibrium Modeling System, DFI Documentation, December, 1979.
3. Ahn, B. H., "Computation of Market Equilibrium for Policy Analysis : The project Independence Evaluation System Approach," ph. D. thesis, Department of Engineering-Economic Systems, Stanford University, August 1978.
4. Argonne National Laboratory, "Republic of Korea/United States Cooperative Energy Assessment," Main Report (Vol. 1.), September, 1981.
5. Baughman, M. L., and P. L. Joskow, "The Future of the U. S. Nuclear Energy Industry." Bell Journal of Economics, Vol. 7, No. 1, Spring, 1976.
6. Behling, D. J., Jr., and G. Dennegy, "Estimation of Final Demands and Current Input-Output Coefficients to 1985." Report RNL 20369, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, August 1975.
7. Behling, D. J., Jr., R. C. Dullien, E. A. Hudson, "The Relationship of Energy Growth to Economic Growth under Alternative Energy Policies." Report BNL 50500, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, 1976.
8. Brock, H. W., and D. M. Nesbitt, "Large-Scale Energy Planning Models : A Methodological Analysis." Menlo Park, Calif. : Stanford Research Institute, May, 1977.
9. Cazalet, E. G. "Generalized Equilibrium Modeling : The Methodology of the SRI-Gulf Energy Model." Palo Alto, Calif. : Decision Focus, Incorporated, May, 1977.
10. Christensen, L. R., D. W. Jorgenson, and L. J. Lau, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," Review of Economics and Statistics, 1973.
11. Charles Reiver Associates, Inc. "Review of Large-Scale Energy Models." EPRI EA-968, Final Report. Palo Alto, Calif. : Electric Power Research Institute, January, 1979.
12. Cherniavsky, E. A., "Brookhaven Energy System Optimization Model." Brookhaven National Laboratory. Topical Report No. BNL 19569, Associated Universities Inc., Upton, NY, USA 1974.
13. Energy Modeling Forum, Energy and the Economy, EMF Report 1, Vol. 1 and 2, September, 1977.
14. Energy Modeling Forum, "Energy and the Economy." Vol. 1 & 2, EMF Report 1. Stanford, Calif. : Stanford University September, 1977.
15. Federal Energy Administration, Project Independence Evaluation System (PIES) Documentation, 17 volumes, National Technical Information Service Springfield, Virginia, 1976.
16. Federal Energy Administration, Project Independence Report. U. S. Government Printing Office Washington D. C., November 1974.
17. Glassey, C. R., and P. Benenson, "A Linear Economic Model of Fuel and Energy Use in the United States." Volume I : "Model Description and Results." EPRI ES-115, Vol. I Palo Alto, Calif. : Electric Power Research Institute, December, 1975 a.
18. Goreux, L. M. and A. S. Manne, Multi

- Level Planning : Case studies in Mexico, North Holland, 1973.
19. Goreux, L. M., Independence in Planning : Multi-Level Programming Studies of the Ivory Coast, Johns Hopkins University Press, 1978.
 20. Griffin, J. M. "Energy Input-Output Modelling : Problems and Prospects," EPRI EA-298, Palo Alto, Calif : Electric Power Research Institute, November, 1976.
 21. Hardie, R. W., W. E. Black, and W. W. Little, "ALPS, A Linear Programming System for Forecasting Optimum Power Growth Patterns." Hanford E: Engineering Development Laboratory, Richland, Washington, April, 1972.
 22. Hitch, C. J., ed. Modeling Energy-Economy Interactions : Five Approaches. Research Paper R-5. Washington, D. C. : Resources for the Future, 1977.
 23. Hoffman, K. C. and D. W. Jorgenson, "Economic and Technological Models for Evaluation of Energy Policy," Bell Journal of Economics. Vol. 8, No. 2, pp 444-466, Autumn 1977.
 24. Hudson, E. A., and D. W. Jorgenson, "U. S. Energy Policy and Economic Growth, 1975-2000," Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 5, No. 2, 1974.
 25. Jorgenson, D. W. et al, "Integration of the Brookhaven National Laboratory Engineering - Oriented Energy Model and the Data Resources, Incorporated Econometric - Oriented Total Industrial Model." Final Report to the Brookhaven National Laboratory, by Data Resources Inc., Cambridge, Mass.
 26. Kennedy, M., "An Economic Model of the World Oil Market," Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 5, No. 2, 1974.
 27. Klein, L. R., and W. F. Finan, "The Structure of the Warton Annual Energy Model." (Paper prepares for the Energy Modeling Forum Meeting, Washington, D. C., October 1976), Wharton EFA, Philadelphia, Pa., USA, 1976.
 28. Lee M. K., "An Integrated Frame work for Analysis : Electric Sector Evgansion in Developing Countries," ph. D. Dissertation, Polytechnic Institute of New York, 1981.
 29. Manne, A. S. "ETA : A Model for Energy Technology Assessment." The Bell Journal of Economics, 7 (Autumn, 1976) 379-406.
 30. Manne, A. S. "ETA-MACRO : A Model of Energy - Economy Interactions." Modeling Energy-Economy Interactions: Five Approaches. Research Paper R-5. Edited by J. H. Charles. Washington, D. C. : Resources for the Future, 1977.
 31. Parikh, S. C. "Analyzing U. S. Energy Options Using the PILOT Energy Model." Systems Optimization Laboratory, TR SOL 76-27. Stanford, Calif : Stanford University, Department of Operations Research, October, 1976.
 32. "The Integrated Model of the Project Independence Evaluation System," Vol. 1, FEA/N-76/41, Washington, D. C., USA, September, 1976
 33. St. Rath-Nagal and A. Voss, "Energy Models for planning and policy Assessment," European Journal of Operational Research, 8 (1981), 99-114.
 34. Wright B. D., "The cost of Tax-induced Energy Conservation," The Bell Journal of Economics, 1979, pp. 84-107.