

中国におけるエネルギー需給構造の産業連関的分析

Input-Output Analysis of the Structure of Energy Demand/Supply in China

陳 自力* 宮田 譲**

By Zili CHEN and Yuzuru MIYATA

1. はじめに

中国は、1979年から高度経済成長期に入り、全世界から注目されるようになった。それに伴い、経済発展と国民生活のエネルギー需要は継続的に拡大している。重要な基本財としてのエネルギーは、長期的にみると供給が不足している状態にある。エネルギーの需給バランスは経済成長に大きな影響を与えると考えられる。

中国の経済成長は、主として投資成長によって進められている。今後、持続的かつ協調的に発展するためには、基礎産業と社会基盤などが重点的に発展し、産業構造が調整されなくてはならない。今後のエネルギー需要は国民経済構造の変化によって決定され、したがって、国民経済の変化がエネルギー需給に大きな影響を及ぼすと考えられる。従って、エネルギー産業と非エネルギー産業との相互依存関係に基づいて、経済成長に伴うエネルギーの需給変化を分析することが極めて重要となる。このような観点から、本研究では産業連関表を用いて、エネルギー部門と非エネルギー部門との相互依存関係に焦点を当て、中国エネルギー需給構造を分析することを目的とする。

資源量を埋蔵している。石炭、石油、天然ガス、電力、石油製品などのエネルギー産業もこの45年間に急速に発達してきた。しかし、人口が12億人以上を超えているため、一人あたりのエネルギー資源量と消費量は世界平均水準より下回っている。

(1) エネルギー需給

中国は95%以上のエネルギー消費を国内生産に頼り、輸入も輸出も極めて少ない。国内のエネルギー需給は図1、図2²⁾に表すように、高度経済成長に伴うエネルギー消費の増加が生産の増加をはるかに上回っている。

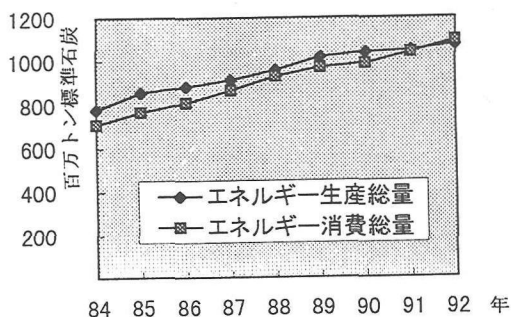


図1 中国エネルギー生産と消費総量の推移

2. 中国のエネルギーの現状と展望

中国はエネルギー資源種類が多様であり、豊富な

キーワード：エネルギー計画、持続的成長管理論、システム分析、計画手法論

* 学生会員 工修 豊橋技術科学大学大学院博士後期課程環境・生命工学専攻

** 正会員 学博 豊橋技術科学大学人文・社会工学系

(〒441 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1,

TEL:0532-44-6964, FAX:0532-44-6947)

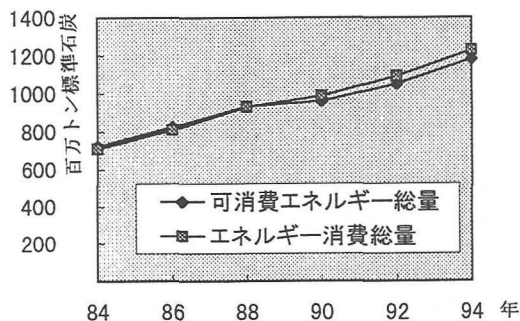


図2 中国総合エネルギーのバランス

1992年中国の一次エネルギー生産量は7.3億トン(石油換算)で、世界第三位である。種類別の一次エネルギー生産構成は石炭 74.3%、原油 18.9%、水力発電 4.8%、天然ガス 2.0%である。部門別の最終消費構成は物質生産部門 81.7%、非物質生産部門 4%、民生部門 14.3%である。さらに、物質生産部門の中で産業別の消費構成は工業 85.5%、交通通信 5.7%、農業 5.6%、商業 1.6%、建築業 1.6%である²⁾。

ここで、エネルギー需給の特徴をまとめておこう。

(a) 石炭は一次エネルギー生産および消費で74.3%、75.7%を占める。

(b) 非物質生産部門の消費は非常に少ない。

(c) 物質生産部門の中でも、工業部門の消費が高く、交通通信、商業などの割合が極めて低い。

(d) エネルギー消費は日本および世界平均水準と比べれば、一人あたりの消費水準は低い、GNPあたりのエネルギー消費は高い。

(2) 需要展望

中国エネルギー需要および需給構造は経済成長と経済構造変動によって、大きく左右されることになる。将来の需要急増の主な要因は以下のように指摘される。

(a) 経済全体の成長

(b) 工業以外の交通業、商業、サービス業用エネルギー消費の増大

(c) エネルギー多消費の基礎工業の急速な発展

(d) 石油化学製品需要の急増

(e) 民生用エネルギー消費の急増

(f) 農村エネルギー消費の継続的拡大

(g) エネルギー利用の非効率性

1993年中国エネルギー研究所の予測によれば、2010年中国一次エネルギー需要は1392MTOE(1MTOE=10¹³ Kcal)で、年平均伸び率は3.8%である。1994年IEA(国際エネルギー機構)の予測は1432MTOEで、年平均伸び率は4.0%である。世界平均伸び率の2.1%よりはるかに高く、2000年までにエネルギー輸入国に転じると予測されている。

3. 中国エネルギー問題に対応する方法論

エネルギー問題に対しては、様々な分析手法が可

能である。本研究は以下の4つの方法について検討を加えた。

(1) 計量経済学方法

計量経済モデル分析は、現実の複雑な経済活動を数学的にモデル化し、分析するものである。適当な条件を設定し、モデルを構築し、現実データを用いて計算することが一般的である。エネルギー問題に対応して主に最適化モデル、需給予測モデルがあげられる³⁾。モデルの構造によってはモデルの変数及び制約条件の設定が複雑となり、多部門間の依存関係について時系列データを揃えることも難しくなる。

(2) 一般均衡モデル (CEGモデル: Computable General Equilibrium Model)³⁾

CEGモデルとは、経済活動の体系をワルラス一般均衡モデルにより、実証的に記述することを目的としたものである。産業連関表などのデータを用い、ある時点のデータから、経済活動のシミュレーション分析を行えるが、中国エネルギーに関する詳細なパラメータの設定には現在のところ難点がある。

(3) 産業連関分析法

産業連関表のすぐれた理論体系と操作性のよさから、実際の経済計画から経済構造分析まで、きわめて広範囲に活用されている。特に産業間の波及効果、需給構造に対して詳細な分析が可能である。中国では1987年の産業連関表から、SNA体系に変更された。1996年に1992年中国投入産出表(産業連関表)が公表され、データの入手も容易である。

(4) 個別調査

ミクロ的方法として年別、産業別に厳密なデータを調査するもので、個別的な予測、分析が可能ではあるが、予算や時間の制約が極めて大きい。

以上の考察から、本研究では産業連関分析法を用いることとした。

4. 産業連関表による分析方法

(1) 産業連関表及びエネルギー部門の分類

中国1992年産業連関表¹⁾(SNA体系)に基づいて、118の中間部門を取り出して、投入係数行列を作

成した。その中でエネルギー部門は以下の8部門である。

一次エネルギー部門

*石炭開採業：石炭，亜炭の開採

*石炭選鉱業：石炭，亜炭選鉱

*石油開採業：原油開採

*天然ガス開採業：天然ガスの開採

二次エネルギー産業

*電力と蒸気供給業：電力（火力，水力，原子力発電及び生態発電）と蒸気，

温水の生産供給

*石油製品業：人造原油生産と原油加工

*コークス業：コークス生産

*石炭ガスと石炭製品業：石炭ガスと石炭製品（豆炭など）の生産供給

(2) 産業連関モデル

産業連関表における需給バランス式は以下のよう
に導出される⁵⁾。

$$X = AX + Y_D + Y_E - M \quad (AX + Y_D)$$

$$X = \{I - (I - M)A\}^{-1} \{ (I - M)Y_D + Y_E \}$$

式中：Y = Y_D + Y_E

Y_D：国内最終需要

Y_E：輸出

M：輸入係数の対角行列

ここで，競争輸入型投入係数行列 $\{I - (I - M)A\}$ は投入係数 a_{ij} の中に輸入の部分を除いた。国内中間投入の係数を示し，直接に部門間の経済活動と生産技術構造を反映する。

(3) 行列の分解分析

産業部門間の相互誘発関係(波及効果と波及過程)を分析するためには，産業連関表における部門を大きく2のグループに統合し，その両グループの内部乗数，外部乗数の分解モデルを展開するのが一般的である。しかし，ここでは井原⁴⁾による分解方式を用い，投入係数行列を1次エネルギー部門，2次エネルギー部門，非エネルギー部門に分け，3部門分解モデルを試みている。3部門分解モデルは，2部門よりかなり複雑な表現形式となる。誘発関係を簡潔に表すため，多数の係数概念を利用しなければならない。

投入係数行列の分解は，次のように表される。

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1次 & 2次 & 非エネ \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1次 \\ 2次 \\ 非エネ \end{matrix} & \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

これより，分解した小行列によって，部門間波及効果を示す係数（行列）が計算できる。

(a) 内部乗数行列

$$\begin{bmatrix} I-A_{11} & -A_{21} & -A_{31} \\ -A_{21} & I-A_{22} & -A_{23} \\ -A_{31} & -A_{32} & I-A_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} B^3_{11} & B^3_{12} & B^3_{13} \\ B^3_{21} & B^3_{22} & B^3_{23} \\ B^3_{31} & B^3_{32} & B^3_{33} \end{bmatrix}$$

内部乗数行列を表す右辺の主対角要素は，当該部門の生産活動によって引き起こされた究極的な総波及効果を表す内部乗数小行列である。例えば B^3_{11} は1→2→3部門間波及のもとでの部門1における内部乗数小行列となる。 B^3_{22} ， B^3_{33} も同様である。

(b) 複投入係数行列

3部門を例としよう。部門iの生産活動は，それ自身の生産物の投入を必要とすると同時に，部門kと部門jがその生産活動を支えるために，生産物の投入を必要とする。さらに，部門iへの供給は，部門kと部門jにおける生産活動の効果を誘発する。そしてこの生産活動を完結させるため，部門kと部門jが，部門iの生産物の投入も，また互いの投入も必要とすることになる。このような効果を表すのは複投入係数である。すなわち， A^k_{ij} はi→k→j波及による誘発効果を表す複投入係数（行列）である。

3部門分解の場合： $A^k_{ij} = A_{ij} + A_{ik}B_{kk}A_{kj}$

$$A^2_{13} = A_{13} + A_{12}B^3_{22}A_{23}$$

$$A^3_{12} = A_{12} + A_{13}B^3_{33}A_{32}$$

$$A^1_{23} = A_{23} + A_{21}B^3_{11}A_{13}$$

$$A^3_{21} = A_{21} + A_{23}B^3_{33}A_{31}$$

$$A^2_{31} = A_{31} + A_{32}B^3_{22}A_{21}$$

$$A^1_{32} = A_{32} + A_{31}B^3_{11}A_{12}$$

(c) 生産誘発係数行列

部門 i の生産に対する部門 k 、部門 j の生産誘発効果を示すものが生産誘発係数と呼ぶ。すなわち、 α_i^k は $i \rightarrow k \rightarrow j$ 波及のもとでの生産誘発を表す行列である。

3 部門分解の場合： $\alpha_i^k = B^3_{i1} A_i^k$

$$\alpha_1^2 = B^3_{11} A_1^2$$

$$\alpha_1^3 = B^3_{11} A_1^3$$

$$\alpha_2^1 = B^3_{22} A_2^1$$

$$\alpha_2^3 = B^3_{22} A_2^3$$

$$\alpha_3^2 = B^3_{33} A_3^2$$

$$\alpha_3^1 = B^3_{33} A_3^1$$

(d) 投入誘発係数行列

部門間の取引が存在する限り、部門 i での生産活動は、つねに他部門からの投入を必要とする。部門 i の内部乗数によって誘発された、部門 i による部門 k 、部門 j の生産物の投入を示すのが投入誘発係数と呼ぶことにする。すなわち、 β_i^k は $i \rightarrow k \rightarrow j$ 波及のもとでの投入誘発を表す行列である。

3 部門分解の場合： $\beta_i^k = A_i^k B^3_{i1}$

$$\beta_1^2 = A_1^2 B^3_{11}$$

$$\beta_1^3 = A_1^3 B^3_{11}$$

$$\beta_2^1 = A_2^1 B^3_{22}$$

$$\beta_2^3 = A_2^3 B^3_{22}$$

$$\beta_3^2 = A_3^2 B^3_{33}$$

$$\beta_3^1 = A_3^1 B^3_{33}$$

(e) 外部乗数行列

K^{jk}_{ii} は、 $i \rightarrow j \rightarrow k \rightarrow i$ の外部乗数（行列）と定義される。

3 部門分解の場合： $K^{jk}_{ii} = (I - \alpha_i^j \alpha_k^i)^{-1}$

$$K^{23}_{11} = (I - \alpha_1^2 \alpha_3^1)^{-1}$$

$$K^{32}_{11} = (I - \alpha_1^3 \alpha_2^1)^{-1}$$

$$K^{13}_{22} = (I - \alpha_2^1 \alpha_3^2)^{-1}$$

$$K^{31}_{22} = (I - \alpha_2^3 \alpha_1^2)^{-1}$$

$$K^{12}_{33} = (I - \alpha_3^1 \alpha_2^3)^{-1}$$

$$K^{21}_{33} = (I - \alpha_3^2 \alpha_1^3)^{-1}$$

5. 分析結果

投入係数行列の 3 部門分解法により、部門間の波及

及効果を表す乗数行列が計算できる。外生最終需要ベクトルによって誘発される 1 次エネルギー部門、2 次エネルギー部門と非エネルギー部門間の波及効果および波及過程がより明瞭に表される。グループ間需要構造と依存関係も計算でき、経済成長と経済構造変動による将来エネルギー需要を現在のエネルギー需給構造と対比分析することも可能である。

6. おわりに

本研究は実績データを用い、エネルギー部門と非エネルギー部門との相互関係を明示した乗数行列を作成し、主に波及効果と波及過程を検討した。部門間の相互依存関係をできる限り細かく分析するため、118 中間部門を 3 グループに分解し、様々な乗数行列の計算を行った。本研究の方法は中国におけるエネルギー需要構造と産業協調発展に関する実証的な分析に極めて有効であることが確認された。

参考文献

- 1) 中国国家统计局編：1992 年度中国投入産出表，中国統計出版社，1996。
- 2) 中国国家统计局編：中国工業統計年鑑 1990-1994，中国統計出版社，1991-1995。
- 3) Miyata.Y., A General Equilibrium Analysis of The Waste-Economic System -A CGE Modeling Approach-, Infrastructure Planning Review, NO. 12, pp. 259-270, 1995.
- 4) 井原 健雄：地域の経済分析，中央経済社，1996。
- 5) 李 慶貞，韓 淑敏著：投入産出統計学，天津科学技术出版社，1987。
- 6) 宮沢 健一：産業連関分析入門，日本経済新聞社，経済学入門シリーズ，1991。
- 7) 中国石炭省：石炭工業統計年鑑，石炭工業出版社，1991-1995。
- 8) 日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター：エネルギーモデル分析手法の調査研究，1985。
- 9) 嚴 長楽等編：中国エネルギー発展報告，经济管理出版社，1994。