

中国エネルギー需給に関する多地域一般均衡分析

An Interregional General Equilibrium Analysis of Energy Demand/Supply in China

宮田 譲* 渋澤 博幸** 陳 自力***

By Yuzuru MIYATA, Hiroyuki SHIBUSAWA and Zili CHEN

1. はじめに

中国は、80年代以来、高度経済成長期に入り、21世紀初期まで続くと予測されている。この成長過程に伴い、エネルギー需給が注目されるようになってきた。広大な国土面積を持つ中国にとり、地域間エネルギー需給はエネルギー総需給のバランスを検討することよりも、より現実的な課題と言われている。

様々な原因により、中国では地域間経済発展の格差は著しく拡大している。東南沿岸地域は80年代から急速に発展してきたが、中部地域は緩やかであり、西北部内陸地域は遅れている。しかし、エネルギー資源は国内でかなり偏在し、経済発展とは逆に、主に西北内陸地域に分布している。さらに、石炭主体のエネルギー消費構造から、生産地から消費地まで膨大な量の石炭を各地域に長距離輸送しなければならない状況にある。高度経済成長に伴い、各地域のエネルギー需要が急増するにもかかわらず、交通基盤整備の遅れによる輸送能力不足は、東南沿岸地域のエネルギー需要を十分に満たすことができない恐れもある。

その結果、各地域の経済成長にどのような影響をもたらしているのか、また、交通基盤整備の遅れによる各地域への波及効果はどのくらいあるのか、数量的に評価するため、本研究では中国を対象とする多地域一般均衡モデルを構築し、エネルギー需給及び地域経済へ及ぼす影響に関する多地域多部門の実証分析を試みるものである。

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

* 正会員 学博 豊橋技術科学大学人文・社会工学系

** 工博 豊橋技術科学大学人文・社会工学系

***学生会員 工修 豊橋技術科学大学博士後期課程
環境・生命工学専攻
(〒441 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
TEL: 0532-44-6955 FAX: 0532-44-6947)

2. 産業分類と地域分割

本研究では、産業を表1の9産業²⁾に分類している。

表1 産業分類

順番	産業名称
1	農業
2	1次エネルギー産業(石炭、石油開採業など)
3	基盤工業(原材料など)
4	2次エネルギー産業(電力、石油製品業など)
5	加工製造工業
6	建設業
7	運輸通信業
8	商業
9	サービス業

さらに、資源分布と経済特性によって、中国大陸部を表2のような7地域に分割し、合わせて対外部門も考慮して、地域間一般均衡モデルを構築する。

表2 地域の分割

地域	地域内訳
1.東北地域	遼寧省*, 吉林省*, 黒竜江省*
2.華北地域	北京市, 天津市, 河北省*, 山東省*, 内蒙古区*
3.華東地域	上海市, 江蘇省, 浙江省
4.華南地域	福建省, 広東省, 海南省
5.華中地域	山西省*, 河南省*, 安徽省*, 湖南省, 湖北省, 江西省
6.西北地域	陝西省*, 青海省, 甘肅省, 寧夏区, 新疆区*
7.西南地域	四川省, 貴州省, 雲南省, 広西区, 西藏区
8.対外部門	中国以外の地域

添付*をつけた地区がエネルギー産地である

基準均衡データとしては、地域間産業連関表が必要とされるが、現在のところ中国では地域間産業連関表が作成されていない。本研究では、1992年中国全国の産業連関表⁴⁾(SNA体系)をベースとして、市村真一・王慧炯⁵⁾の中国地域間産業連関表とその他の既存統計資料を組み合わせ、1992年7地域9

産業の地域間産業連関表を推計した。また、モデルに関わる外生パラメータ（地域間の距離、貯蓄率、税率など）も既存統計資料⁶⁾から推計した。

3. モデルの前提条件

(1) 経済主体は一般産業、運輸部門、家計、政府とする。運輸部門に対する需要は、生産財の需要に伴う派生需要のみからなる。

(2) 各地域で生産された個々の財は、産地によって差別化されているものとする。

(3) 生産要素は資本と労働の2種類である。労働は地域間産業間で自由に移動でき、資本は地域間での移動はできないが、産業間で自由に移動できるものとする。

(4) 市場は生産物市場（各地域各産業財の63市場）、生産要素市場（資本の7市場、労働の1市場）の71市場とし、各々完全競争的とする。

(5) 基準年次は1992年とする。

4. モデルの定式化

(1) 一般産業の行動

地域 $s (=1, \dots, 7)$ における産業 j は、中間投入財 i ($=1, \dots, 9$) と生産要素（資本と労働）を用い、規模に関して収穫一定の技術を用いて財 j を生産するものと仮定する。ただし、地域 s においては中間投入財

もしくは最終消費財として消費される財 i は、地域 s 内で生産されたものと、他の地域 r で生産され、運輸業者を経由して、地域内に輸送されてきたものの2種類が存在し、価格も「生産者価格」と「需要者価格」が区別される。

本研究では、地域 s における一般産業の定式化に関して図1のように、中間投入と生産要素投入の関係は Leontief 型技術とする。また、資本と労働及び他の地域 r から地域 s に輸送される中間投入財に関しては Cobb-Douglas 型技術とする。

地域 s ($=1, \dots, 7$) 産業 j ($=1, \dots, 9$) の生産関数は、以下のように表わされる。

$$X_j^s = \min \left\{ \frac{f_j^s(K_j^s, L_j^s)}{a_{oj}^s}, \min_i \left[\frac{\chi_{ij}^s}{a_{ij}^s} \right] \right\} \quad (1)$$

$$f_j^s(K_j^s, L_j^s) = B_j^s (K_j^s)^{\alpha_{Kj}^s} (L_j^s)^{\alpha_{Lj}^s} \quad (\alpha_{Kj}^s + \alpha_{Lj}^s = 1) \quad (2)$$

$$\chi_{ij}^s = A_{ij}^s \prod_r (x_{ij}^{rs})^{\alpha_{ij}^{rs}}, \quad \left(\sum_r \alpha_{ij}^{rs} = 1 \right) \quad (3)$$

ここで、 X_j^s ：地域 s 産業 j の産出量

χ_{ij}^s ：地域 s 産業 j の中間合成財 i の投入量

x_{ij}^{rs} ：地域 s 産業 j における地域 r 財 i の中間投入量

K_j^s ：地域 s 産業 j の資本投入量

L_j^s ：地域 s 産業 j の労働投入量

a_{oj}^s ：地域 s 産業 j の付加価値率

a_{ij}^s ：地域 s 産業 j の中間投入係数

$A_{ij}^s, B_j^s, \alpha_{ij}^{rs}, \alpha_{Kj}^s, \alpha_{Lj}^s$ ：地域 s 産業 j の技術パラメータ

地域 s 産業 j の利潤は、次のように表わされる。

$$\pi_j^s = p_j^s X_j^s - \sum_i \sum_r q_i^{rs} x_{ij}^{rs} - (1 + \tau_j^s)(\rho^s K_j^s + \omega L_j^s) \quad (4)$$

ここで、 p_j^s ：地域 s の財 j の生産者価格

q_i^{rs} ：地域 r の財 i に対する地域 s での需要者価格

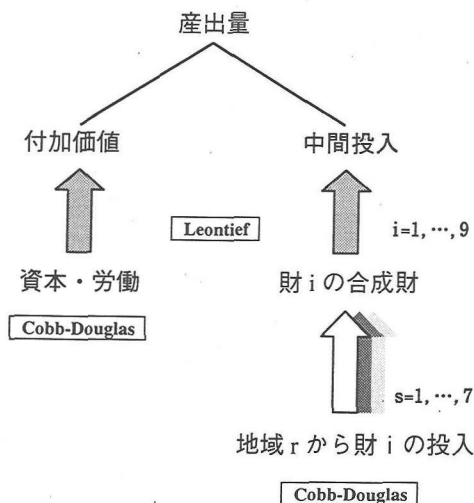


図1 一般産業行動のモデル構造

τ_j^s : 地域 s の産業 j の純間接税率

ρ^s : 地域 s の資本収益率

ω : 賃金率

産業の利潤最大化問題から、地域 s 産業 j の生産量 X_j^s に伴う資本と労働及び各地域の i 財に対する派生需要関数が得られる。

$$K_j^s = \left(\frac{\alpha_{kj}^s \omega}{\alpha_{Lj}^s \rho^s} \right)^{\alpha_{Lj}^s} \frac{a_{oj}^s X_j^s}{B_j^s} \quad (5)$$

$$L_j^s = \left(\frac{\alpha_{Lj}^s \rho^s}{\alpha_{kj}^s \omega} \right)^{\alpha_{kj}^s} \frac{a_{oj}^s X_j^s}{B_j^s} \quad (6)$$

$$x_{ij}^{rs} = \frac{p_j^s \alpha_{ij}^{rs} \chi_{ij}^s}{q_i^{rs} a_{ij}^s} \quad (7)$$

前提条件(1)により、運輸部門は他の財の需要に伴う輸送需要に見合うだけの運輸サービスを提供すると仮定されるため、以上の式では、 $i \neq 7$ とする。

(2) 家計の行動

本研究では、家計は全国において集計化された一つの家計として考え、与えられた所得のもとで効用最大化を図る。

家計効用は各地域の財 i についての Cobb-Douglas 合成財について、Cobb-Douglas 型効用関数として定式化し、効用最大化問題は以下のように記述される。

$$\text{Max } U = \prod_i^9 (ch_i)^{\beta_{ih}}, \quad \left(\sum_i^9 \beta_{ih} = 1 \right) \quad (8)$$

$$ch_i \equiv \prod_r^7 (ch_i^r)^{\beta_{ih}^r}, \quad \left(\sum_r^7 \beta_{ih}^r = 1 \right) \quad (9)$$

$$\text{S.t. } \sum_i^9 \sum_r^7 q_i^{rh} ch_i^r = y_h, \quad (i \neq 7) \quad (10)$$

ここで、 ch_i : 合成財 i の消費量

ch_i^r : 地域 r の財 i に対する消費量

q_i^{rh} : 地域 r の財 i に対する消費者価格

y_h : 家計の貯蓄控除後の可処分所得

式(8)～(10)による効用最大化の問題から、地域 r 財 i に対する需要関数は次式で表わされる。

$$ch_i^r = \frac{\beta_{ih} \beta_{ih}^r y_h}{q_i^{rh}} \quad (11)$$

ここで、 β_{ih} , β_{ih}^r : 分配パラメータ

家計が所有する労働と資本を国内に供給した場合に得られる賃金所得と資本所得、及び政府からの移転所得が家計所得総額になる。家計所得総額は以下のように表わされる。

$$H = \sum_s^7 H^s = \sum_s^7 [\rho^s (1 - \eta^s) K^s] + \omega L + \text{TrGH}$$

η^s : 地域 s 資本の固定資産減耗率

TrGH : 政府から家計への移転所得

賃金所得、資本所得をタックスベースとした政府の直接税率を τ_D とすると、家計可処分所得 Y_h は次式になる。

$$Y_h = (1 - \tau_D)(H - \text{TrGH}) + \text{TrGH} \quad (12)$$

家計の貯蓄率を σ とすると、家計が消費可能な所得は次式で表される。

$$y_h = (1 - \sigma) Y_h \quad (13)$$

(3) 政府の行動

本研究では、一つの政府を仮定する。政府は各地域からの直接税と純間接税の税収を政府収入とし、一定の政府消費支出率と移転率のもとで政府消費と家計への所得移転を行い、収入と支出との差は政府貯蓄になる。政府の行動は次のように記述される。

$$\begin{aligned} & \frac{\tau_D}{1 - \tau_D} (Y_h - \text{TrGH}) + \left(\sum_s^7 [\rho^s (1 - \eta^s) K^s] + \omega L \right) \tau_j^s \\ & = y_g + SG \end{aligned}$$

ここで、 y_g : 政府消費支出額

SG : 政府貯蓄額

政府消費は Cobb-Douglas 合成財の形で行い、政府消費支出の地域 r 財 i に対する需要関数は次式のようである。

$$cg_i^r = \frac{\beta_{ig} \beta_{ig}^r y_g}{q_i^{rg}}, \quad (i \neq 7) \quad (14)$$

ここで, β_{ig} , β_{ig}^r : 政府消費の分配パラメータ

(4) 投資支出

本研究では, 家計, 政府, 対外部門の貯蓄, 固定資産減耗が投資総額を決定する. そのバランス式は次のように示される.

$$p_I I = \sigma Y_h + SG + SO + \sum_s \sum_j D_j^s \quad (15)$$

ここで, p_I : 投資財価格

I : 実質投資

D_j^s : 地域 s 産業 j の固定資本減耗額

実質投資 I は, 投資の技術的構成を Leontief タイプとして¹⁾, 以下のように設定する.

$$I = \min_i \left\{ \frac{cI_1}{b_1}, \dots, \frac{cI_9}{b_9} \right\}, \quad (i \neq 7) \quad (16)$$

$$cI_i = \prod_r (cI_i^r)^{\beta_{ir}^r}, \quad \sum_r \beta_{ir}^r = 1 \quad (17)$$

ここで, cI_i : I に伴う財 i の合成財

cI_i^r : cI_i に伴う地域 r 財 i への需要

b_i , β_{ir}^r : 技術パラメータ

そして, I に伴う生産財の需要は投資費用最小化のもとで, 以下のように表わされる.

$$cI_i = b_i I \quad (18)$$

$$cI_i^r = \frac{\beta_{ir}^r p_{ii} b_i I}{q_i^{ri}} \quad (19)$$

ここで, p_{ii} : 投資合成財 i の価格

(5) 運輸部門の行動

運輸部門に対する需要は, 地域間及び地域内の生産財の移動に伴う派生需要である.

輸送費用は発源地の運輸部門に支払われるものと仮定し, 地域 r 運輸部門に対する輸送サービスの総需要量は次式のように表われる.

$$\begin{aligned} T^r &= \sum_j \sum_s x_{rj}^{rs} + ch_i^r + cg_i^r + cI_i^r + e_i^r - m_i^r \\ &= \sum_{i,j} \sum_s x_{ij}^{rs} d^{rs} \theta_i^r + \sum_i (ch_i^r d^{rh} + cg_i^r d^{rg} \\ &\quad + cI_i^r d^{rl} + e_i^r d^{rs} - m_i^r d^{8r}) \theta_i^r \quad (i \neq 7) \quad (20) \end{aligned}$$

上式で, x_{rj}^{rs} は地域 r の財 i を地域 s の産業 j に供給する量 x_{ij}^{rs} に応じた輸送サービス量を表わす.

ch_i^r , cg_i^r , cI_i^r , e_i^r , m_i^r は, それぞれ地域 r 財 i に対する家計, 政府消費, 投資支出及び輸出, 輸入の最終需要量である.

前提条件(2)より, 地域別の財を全て差別化しているため, 異なる財に対する単位あたりの輸送サービス量も違うので, 本研究では, θ_i^r を地域 r 財 i を共通の輸送単位に変換するパラメータとして導入する. 表3で示される θ_i^r の値は, 1992年中国地域間産業連関表の中間投入部分をクロスセクションデータとして, 最小二乗法によって求めたものである.

表3 地域別財別の θ_i^r 値 ($\times 10^{-2}$)

	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5	地域6	地域7
産業1	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
産業2	0.055	0.040	0.107	0.039	0.040	0.039	0.040
産業3	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003
産業4	0.020	0.035	0.013	0.026	0.027	0.027	0.027
産業5	0.016	0.015	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015
産業6	0	0	0	0	0	0	0
産業7	—	—	—	—	—	—	—
産業8	0.016	0.017	0.138	0.001	0.005	0.003	0.005
産業9	0.006	0.005	0.077	0.004	0.004	0.004	0.004

d^{rs} は地域 r 中心都市から地域 s 中心都市までの距離であり, d^{rr} は地域 r 中心都市から, 地域内の各省, 自治区省会都市までの平均距離を表わす. 中国では地域間の長距離輸送は, ほとんど鉄道運輸となるので, ここでの距離は鉄道線路の距離が用いられている⁷⁾.

また, d^{rh} , d^{rg} , d^{rl} は地域 r から全国に対して家計, 政府消費及び投資支出の財を供給する平均距離を表わす. d^{rh} (d^{rg} , d^{rl} も同様である) は, 次のように計算される.

$$d^{rh} = \sum_i^9 ch_i^r \theta_i^r / ch_i^r, \quad (i \neq 7) \quad (21)$$

ch_i^r は、地域 r から家計への財供給量 $\sum_i ch_i^r$ に対応する輸送サービスの派生需要量である。

運輸部門の生産関数は他の産業と同じタイプの技術を用いるとすれば、式(20)に示す総需要を満たすための費用最小化問題は次式のようなのである。

$$\text{Min} \sum_i^9 \sum_r^7 q_i^{rs} x_{i7}^{rs} + (1 + \tau_7^s)(\rho^s K_7^s + \omega L_7^s) \quad (22)$$

$$\text{S.t.} \quad X_7^s = T^s, \quad (i \neq 7) \quad (23)$$

以上の最適化問題から、地域 s の運輸部門の資本と労働及び財 i に対する派生需要関数は次のように導かれる。

$$K_7^s = \left(\frac{\alpha_{k7}^s \omega}{\alpha_{L7}^s \rho^s} \right)^{\alpha_{k7}^s} \frac{a_{07}^s X_7^s}{B_7^s} \quad (24)$$

$$L_7^s = \left(\frac{\alpha_{L7}^s \rho^s}{\alpha_{k7}^s \omega} \right)^{\alpha_{L7}^s} \frac{a_{07}^s X_7^s}{B_7^s} \quad (25)$$

$$x_{i7}^{rs} = \frac{p_j^s \alpha_{i7}^{rs} \chi_{i7}^s}{q_i^{rs} a_{i7}^s} \quad (26)$$

(6) 財価格

産業のゼロ利潤条件から、以下の価格方程式が導かれ、各地域で生産された財の価格が求められる。

$$p_j^s = \sum_i^9 \sum_r^7 p_j^r a_{ij}^{rs} + \sum_i^9 \sum_r^7 p_j^r a_{ij}^{rs} \theta_i^r d^{rs} + (1 + \tau_j^s)(\omega l_j^s + \rho^s k_j^s) \quad (i \neq 7) \quad (27)$$

$$P = [I - A^T(p)]^{-1} (1 + \tau_j^s)(\omega l_j^s + \rho^s k_j^s) \quad (28)$$

ここで、 P ：財生産者価格ベクトル

l_j^s, k_j^s ：単位産出に伴う生産要素の投入

$A^T(p)$ ：投入係数の転置行列。

ただし、 $A^T(p)$ で運輸部門価格 p_j^s に係わる要素は、 $\sum_i \theta_i^r a_{ij}^{rs} d^{rs}$ である。 $A^T(p)$ は中間投入について、地域間代替が許されているため、価格体系に

依存して変化する。

そして、地域 s では地域 r から供給された財 i の需要者価格は次のように求められる。

$$\text{中間投入財：} \quad q_i^{rs} = p_i^r + p_j^r \theta_i^r d^{rs} \quad (29)$$

$$\text{最終消費財：} \quad q_i^{rh} = p_i^r + p_j^r \theta_i^r d^{rh} \quad (30)$$

$$q_i^{rs} = p_i^r + p_j^r \theta_i^r d^{rs} \quad (31)$$

$$q_i^{rl} = p_i^r + p_j^r \theta_i^r d^{rl} \quad (32)$$

(7) 対外部門

対外部門の役割は、中国の輸入を所得とし、中国の輸出財を購入する。輸入所得と輸出支出との差額は貯蓄されるものとする。輸出と輸入は次のように設定する。

$$e_i^r = e_i^{r*} (q_i^{r8*} / q_i^{r8}) \quad (33)$$

$$m_i^r = m_i^{r*} (X_i^r / X_i^{r*}) \quad (34)$$

ここで、 $e_i^{r*}, m_i^{r*}, q_i^{r8*}, X_i^{r*}$ ：基準年次の輸出量、輸入量、価格、産出量

また、対外部門の収支制約式は次のように表わされる。

$$\sum_r^7 \sum_i^9 (q_i^{8r} m_i^r - q_i^{r8} e_i^r) = SO \quad (35)$$

ここで、 e_i^r ：地域 r による財 i の輸出量

m_i^r ：地域 r の財 i に対する輸入量

SO ：対外部門の貯蓄

q_i^{8r} は地域 r 輸入財 i の需要者価格であり、財 i の輸入価格(c.i.f) p_i^e に港からの輸送費 $p_j^{8r} d^{8r} \theta_i^e$ を加えるものである。本研究では、輸入財を国産財と差別化しないため、 $q_i^{8r} = q_i^{rr}$ とし、輸入財の輸送費用は外国に支払われるものと仮定する。

また、 $q_i^{r8} = p_i^r + p_j^r d^{r8} \theta_i^r$ は、対外部門における地域 r の財 i の需要者価格に他ならない。

d^{r8} は、基準年次のデータを用い、次の式によって求められる。

$$d^{r8} = \sum_i^9 e_i^r \theta_i^r / e_7^r, \quad (i \neq 7) \quad (36)$$

e_7^r は、地域 r における輸出力の輸送量 $\sum_i e_i^r$ に対応する輸送サービスの派生需要量である。

5. 均衡条件式

生産物市場と生産要素市場に関する均衡条件は、一般化価格ベクトル $\mu(p_i^r, \rho^r, \omega)$ を用いて、次のように記述される。

(1) 財市場

一般財： ($r=1, \dots, 7, i \neq 7$)

$$X_i^r(\mu) + m_i^r(\mu) = \sum_s \sum_j^9 x_{ij}^{rs}(\mu) + ch_i^r(\mu) + cg_i^r(\mu) + cl_i^r(\mu) + e_i^r(\mu) \quad (37)$$

輸送サービス： ($r=1, \dots, 7$)

$$\begin{aligned} X_7^r(\mu) &= \sum_j \sum_s^9 x_{7j}^{rs}(\mu) + ch_7^r(\mu) + cg_7^r(\mu) \\ &\quad + cl_7^r(\mu) + e_7^r(\mu) - m_7^r(\mu) \\ &= \sum_{i,j}^9 \sum_s^7 x_{ij}^{rs}(\mu) d^{rs} \theta_i^r + \sum_i^9 (ch_i^r(\mu) d^{rh} \\ &\quad + cg_i^r(\mu) d^{r8} + cl_i^r(\mu) d^{r7} + e_i^r(\mu) d^{r8} \\ &\quad - m_i^r(\mu) d^{8r}) \theta_i^r \quad (i \neq 7) \end{aligned} \quad (38)$$

(2) 生産要素市場

$$\text{労働市場： } \overline{LS} = \sum_r \sum_j^9 L_j^r(\mu) \quad (39)$$

$$\text{資本市場： } \overline{KS}^s = \sum_j^9 K_j^s(\mu) \quad (s=1, \dots, 7) \quad (40)$$

6. シミュレーション分析

本研究では、1992 年を基準年次とし、10 年後の 2002 年に対してシミュレーション分析を試みた。シミュレーションケースは一次エネルギー輸送に対する制約がない場合とある場合との 2 ケースとした。

ケース内容は表 4 のようである。

表 4 ケースの内容

ケース	ケースの内容
基本ケース	基準年次の実績値
ケース 1	10 年後の時点を対象とする。その間の労働と地域別資本の平均成長率は既存資料から次のように設定した。 労働供給 — 1.139% 資本供給 東北地域 — 7.582% 華北地域 — 11.722% 華東地域 — 15.732% 華南地域 — 16.297% 華中地域 — 10.038% 西北地域 — 7.938% 西南地域 — 9.735%
ケース 2	労働と資本の成長はケース 1 と同じするが、鉄道基盤整備の遅れによって、以下の 8 つの区間に一次エネルギー輸送 (片方向) に制約を付ける。 東北地域 → 華東, 西南地域 華北地域 → 華東, 西南地域 華中地域 → 華東, 西南地域 西北地域 → 華東, 西南地域

(1) 輸送制約

中国では、地域間の一次エネルギー輸送はほとんど鉄道輸送に依存している。1992 年の一次エネルギー輸送量は、鉄道輸送総量の約 50% を占め、石炭の鉄道輸送量は石炭産出量の 57.4% に達する。それらの輸送量は、主に一次エネルギー産出地域と需要地域を結ぶ路線に集中している。従って、本研究では地域間一次エネルギーの需給が鉄道輸送に強く依存することを考慮して、主要一次エネルギー産地と一次エネルギー大消費地域とのリンクに制約を付ける。

南北方向の京広線 (北京—広州) と東西方向の京滬線 (北京—上海) は地域間の幹線路であり、エネルギー輸送の命脈とも言われている。ただし、1997 年京広線と平行的に、北京から香港までの京九線が開通してから、南北輸送は緩和されたため、ケース 2 では、主に東北、西北地域から沿岸部の華東地域、及び内陸山脈地帯の西南地域への一次エネルギー輸送に焦点を当て、制約条件を設定した。

(2) パフォーマンス関数

鉄道輸送にとって、輸送容量以上の貨物を輸送する場合、操車場での待ち時間などを考慮しなければ

ならず、輸送時間は伸びることになる。従って、時間で測った総輸送距離は増大する。輸送距離の延長に伴い、式(29)、(30)により、中間投入と家計消費における一次エネルギー財の需要者価格も上昇し、地域別均衡解も変化する。

本研究では、通常のBPR曲線により、次のようなパフォーマンス関数を設定した。

$$d^{rs} = \begin{cases} d_0^{rs} & x^{rs} \leq x_0^{rs} \\ d_0^{rs} \left[\frac{x^{rs}}{x_0^{rs}} \right]^\gamma & x^{rs} > x_0^{rs} \end{cases} \quad (41)$$

- ここで、 x_0^{rs} : 地域 r, s 間の輸送容量
- x^{rs} : 地域 r, s 間の輸送量
- d_0^{rs} : 地域 r, s 間の距離
- d^{rs} : 地域 r, s 間の換算距離
- γ : パラメータ

本研究では、基準ケースの地域間一次エネルギー実績供給量を輸送容量 x_0^{rs} とする。ここで制約をつけた8区間の平均走行距離は1924.13 kmであり、輸送容量以下の時、一次エネルギーの平均貨物輸送時間は、出発・到着駅での列車編成・荷さばき時間、列車走行時間、途中駅での待ち時間を含めて、9.76日の234.24時間とされている。

しかし、近年では、一次エネルギーの輸送容量を上回り、通常は輸送容量を2割程度の超過で出荷している。途中待ち時間の増加により、貨物の平均輸送時間は17~20日に増加し、正常輸送時間の約1.8倍になっている。

それ以上に輸送される場合もしばしばあるが、車両不足、操車場の編車能力、列車の途中再編などから貨物輸送時間はかなり伸びる。実際の輸送量が輸送容量の1.5倍に達した場合、各路線の貨物平均輸送時間は35日程度となり、輸送容量以下の時の3.66倍となる。これより、パラメータ γ は3.2と推計され⁸⁾、パフォーマンス関数は図2のようになる。

(3) シミュレーションの結果

シミュレーションの結果については、全国及び各地域の集計指標から説明する。ケース1とケース

2の厚生水準の違いは、等価的偏差EVによって評価する。ただし、ここでのEVはケース1での相対価格体系によって算出している。

表5 制約区間とパラメータ

制約する 区 間	東北→ 華東, 西南	d^{13}, d^{17}
	華北→ 華東, 西南	d^{23}, d^{27}
	華中→ 華東, 西南	d^{53}, d^{57}
	西北→ 華東, 西南	d^{63}, d^{67}
パラメータ γ		3.2

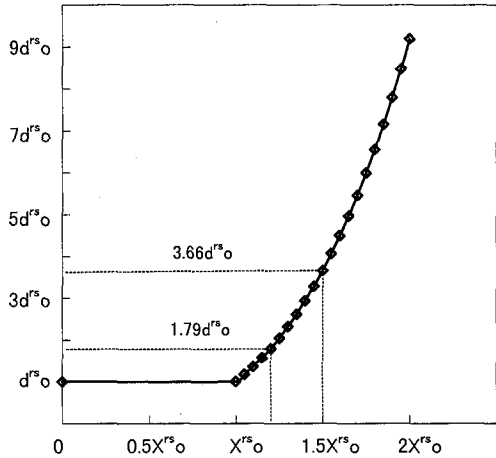


図2 パフォーマンス関数 ($\gamma=3.2$)

(a) 主要経済指標のシミュレーション結果

表6 主要経済指標指標 (名目百万元)

指標	基本ケース	ケース1	ケース2
家計：所得	1,721,949	1,862,155	1,858,372
消費	1,370,391	1,486,177	1,482,885
貯蓄	49,318	53,485	53,366
政府：収入	619,596	686,733	684,260
直接税	302,239	322,493	322,119
純間接税	317,357	364,240	362,139
支出	223,339	247,539	246,647
貯蓄	-203,893	-225,986	-225,172
政府から家計への移転	600,150	665,180	662,784
投資総額	1,035,314	1,052,132	1,048,444
労働供給	350,137	386,769	386,769
資本供給	1,986,906	6,249,852	6,249,852
賃金率	1.0	1.0	1.0
EV	—	—	10,396

注：労働と資本需要は百万元のサービスを生み出す量を1単位としている。

表6で示されるように、労働と資本の成長が同じであるにもかかわらず、ケース2ではケース1に比べ、全国生産水準は低下し、EVは103.96億円のマイナスである。現在の国家財政の赤字は460億元であるが、ケース1の相対価格体系では163.35億元と計算される。したがって、ケース2での厚生損失はその6割強であり、絶対額としてはかなりの厚生損失と言える。

(b) 地域間の集計値

図3と図4で示されているように、資本と労働の成長により、基準ケースと比べて地域間経済成長の格差が一段と拡大されている。沿岸部の成長に伴い、東北、華北、華中地域の一次エネルギー生産はかなり引き上げられている。供給不足のため、資源の貧しい華東、西南地域も一次エネルギー生産の潜在力が掘り起こされていることがわかる。

ケース2では、各地域の産出量に影響が見られる。東北と華東地域の労働需要変化に見られるように、地域間の労働人口移動にかなり大きな変化があることは注目される。本研究では、賃金率を1に固定し、シミュレーションを行ったので、地域間の資本収益率は図6のようである。一次エネルギー制約により、華東地域での総産出は減少し、資本生産性が下がるため、資本収益率が下がる。そして労働需要も減少している。ここでの余剰労働力は、資本収益率の高まりから、相対的に賃金低下となる東北、西北地域での労働需要に吸収される形で、これらの地域に移動している。

(c) 東北地域、華東地域の生産と需要

基盤工業を主体とする東北地域における経済成長の特徴及び一次エネルギー輸送制約から受けている影響は、図7から図9で表わされる。

先発地域の代表と言われている華東地域における経済成長の特徴及びエネルギー不足による波及効果は、図10から図12のようである。

東北地域では、輸送制約のため、ケース2ではケース1に比べ、一次エネルギー生産が2.7%減少し、またそれと逆に、運輸部門の拡大から二次エネルギー産業は2.0%の増加となった。運輸部門は換算距離の増加によって、輸送サービス量が引き上げられ、

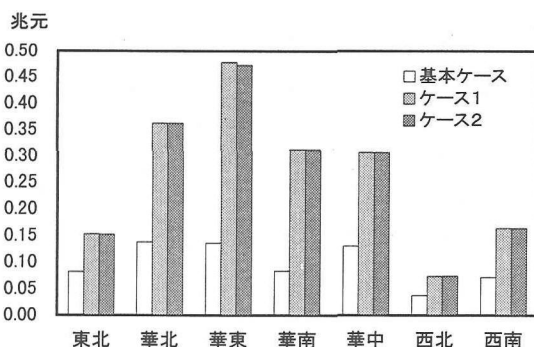


図3 地域別実質産出額

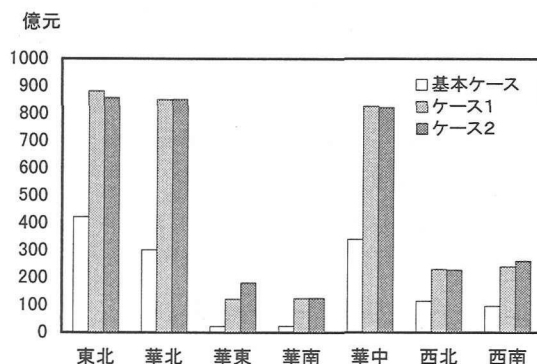


図4 地域別一次エネルギー実質産出額

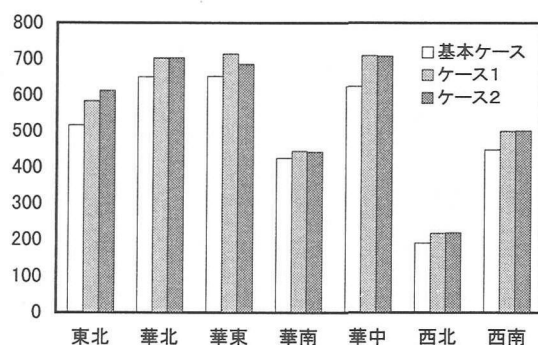
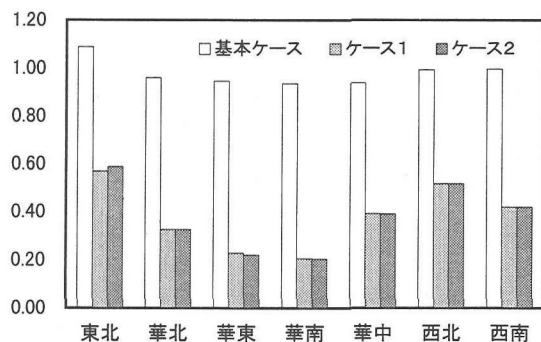


図5 地域別労働需要



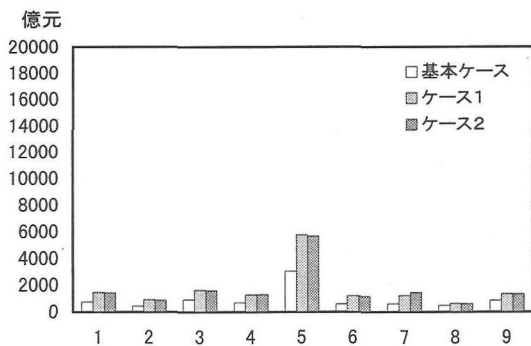


図7 東北地域産業別実質産出額

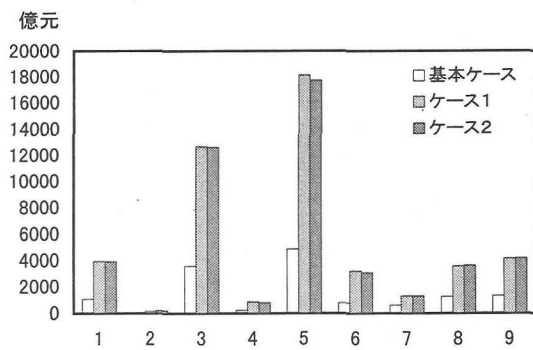


図10 華東地域産業別実質産出額

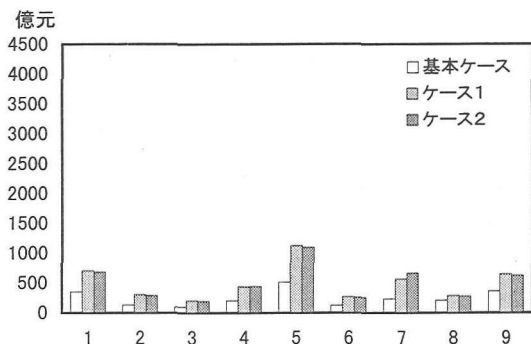


図8 東北地域産業別実質資本需要

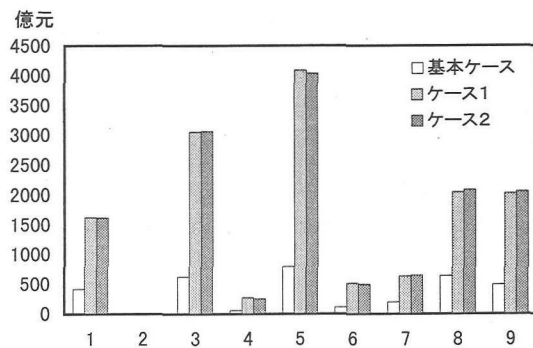


図11 華東地域産業別実質資本需要

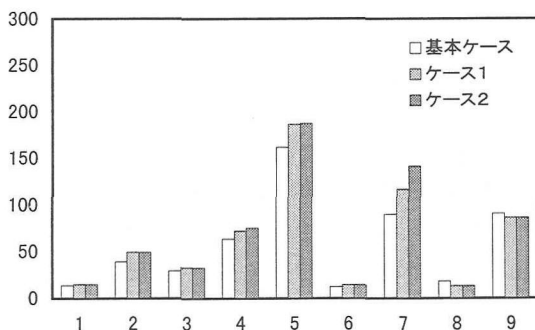


図9 東北地域産業労働需要

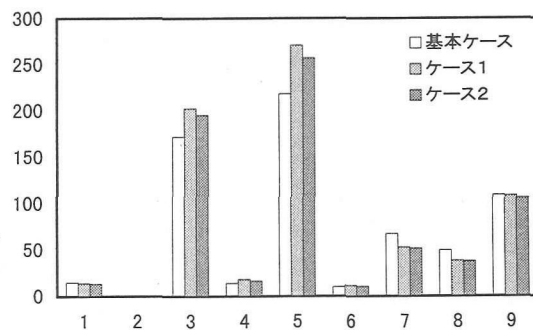


図12 華東地域産業別労働需要

18.4%ほど実質産出額が上昇し、地域内の資本も労働も運輸部門へとシフトしている。

華東地域では、一次エネルギー供給不足のため、ケース1と比べて地域内の一次エネルギー生産は、49.3%急激な上昇となるが、基準量が少ないため、地域内需要をまかなうには全くの不十分である。このため、二次エネルギーや加工製造工業の生産が減少し、総産出量も減少する結果となった。

7. おわりに

本研究では、中国に関する多地域一般均衡モデルを構築し、地域間のエネルギー需給に着目して、輸送混雑不経済を考慮したシミュレーション分析を試みたものである。本研究のモデルは同一種類の財の地域間代替を可能とし、また一次エネルギー輸送の制約も限られたODペアのみに適用しているが、それでも全く制約の場合に比べ、いくつかの地域では大きな産業構造変化が起こることや、かなりの厚生

損失が発生することが明らかとなった。

将来の輸送制約はより厳しくなるものと想定され、中国での長距離輸送システムの遅れは堅調な経済成長を大きく阻害してしまうことが示唆される。

なお、本研究の遂行にあたっては、東北大学の安藤朝夫先生から貴重な御指導とデータの提供をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Miyata, Y. : A General Equilibrium Analysis of The Waste-Economic System - A CGE Modeling Approach -, Infrastructure Planning Review, No.12, pp.259-270, 1995.
- 2) Ando, A. and Shibata, T. : Estimating Interregional Trade in China for Transport Project Evaluation on the

Regional I-O Framework and Railroad Network Capacities, Selected Proceedings of the 6th WCTR, Vol.3, pp.2311-2322, 1992.

- 3) 宮城俊彦, 本部賢一: 応用一般均衡分析を基礎にした地域間交易モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.530/IV-30, pp.31-40, 1996.
- 4) 中国国家统计局編: 1992 年度中国投入産出表 (産業連関表), 中国統計出版社, 1996.
- 5) 市村真一・王慧炯: 中国地域間産業連関表の作成, mimeo, 1993.
- 6) 中国国家统计局編: 1985-1996 年中国統計年鑑, 中国統計出版社, 1986-1997.
- 7) 中国鉄道工業省編: 1992-1994 年鉄道工業統計年鑑, 鉄道工業出版社, 1993-1995.
- 8) 鉄道工業省編: 全国鉄路統計資料匯編, 中国鉄道工業省, 1995.

中国エネルギー需給に関する多地域一般均衡分析

宮田 譲 渋谷 博幸 陳 自力

広大な国土面積を持つ中国にとり、地域間のエネルギー需給問題はエネルギー総需給のバランスを検討することよりも、より現実的な課題と言える。中国エネルギー資源が西北内陸地域に偏在するため、東南沿岸地域のエネルギー需給は強く長距離輸送に依存している。この中国固有の国土条件を考慮して、本研究では中国大陸を7地域に区分した多地域一般均衡モデルを構築し、さらに輸送における外部不経済性を考慮して、地域間エネルギー需給及び地域経済へ及ぼす影響に関する多地域多部門の実証分析を試みた。

An Interregional General Equilibrium Analysis of Energy Demand/Supply in China

Yuzuru MIYATA, Hiroyuki SHIBUSAWA, and Zili CHEN

Since China has the extremely wide land area, study of equilibrating the interregional energy demand/supply is a more practical subject than that of national total energy demand/supply. However, the natural energy resources are located mainly in the undeveloped northwestern inland area, therefore, the energy demand/supply in the southeastern coastal area strongly depends on the long distance transportation. In the present study, an interregional general equilibrium model has been constructed for China's energy issues, and then the growth of energy demand/supply has been calibrated by region and by sector. Moreover restriction on the capacity of long distance transportation is examined calibrating the its effects on the interregional and intersectoral linkages.
