

中国の石炭需要とその輸送に関する将来予測

FORECASTING OF FUTURE COAL DEMAND AND TRANSPORTATION IN CHINA

中山 裕文*、井村秀文*

Hirofumi NAKAYAMA*, Hidefumi IMURA*

ABSTRACT: More than seventy percent of China's primary energy supply depends upon coal, and no radical change is expected to take place in this basic structure during the early part of the next century. An energy supply structure that is so heavily dependent upon coal poses fundamental difficulty to the regionally balanced economic development in China. Main coal mines in China are distributed in the North-West region far from the coastal areas where economic development is rapid and the energy demand is increasing. Seventy percent of coal transport relies on railway, and 40 percent of freight transport by railway is devoted to the coal transport, which places heavier burdens on China's freight and passenger transport system. In this study, a prediction is made of future coal demand in each province of China up until 2010, and an estimate is made for the inter-provincial transport demand of coal. In 2010, the total coal demand in China will be 1.01 Ecal, i.e., 166 % of that in 1994, creating three times the demand in the coal transport by railway. Coal transport demand from Shang-xi Province to He-bei Province, for example, will increase from 0.6 million tons in 1994 to 1.7 million tons in 2010. The estimated transport demand of coal will far exceed the target figures presented in the long-term development plans, suggesting the need for greater investment in railway and other transport systems.

KEYWORD: China, energy supply and demand, coal, energy and environment

1. はじめに

1980年代以降、急速な経済成長が続く中国では、工業生産の拡大、生活レベルの向上とともに、エネルギー需要は増大の一途にある¹⁾。ここで、中国の一次エネルギー供給構造を見ると、約75%が石炭である。経済発展とともに、石油の需要も増大の一途であり、三峡ダム建設に見られるような国内での水力開発や天然ガスの開発・利用にも力が入れられている。しかし、石炭に大きく依存した中国のエネルギー需給構造が短期間に急速に変化するとは考えにくく、現在の石炭中心の構造は21世紀においてもなお維持されるものと予想されている²⁾。その最大の理由は、中国国内の石炭資源が豊富で、開発潜在力も大きいことである。また、十分な外貨を持たない中国にとって、国際石油市場から大量の石油を輸入することは難しく、水力や天然ガスの開発にも限界があるからである。

石炭依存のエネルギー消費構造の大きな問題は、大気汚染の激化と二酸化炭素排出量の増大である。そして、もう1つの大きな問題が、石炭輸送の問題である。中国の産炭地は中西部に偏在しており、全体の8割以上がそこで生産されている。一方、消費地は、沿海部に集中しており、そこでの需要をまかなうためには、産炭地から沿海部まで石炭の長距離大量輸送を続けなければならない。1994年において、中国国内での石炭の輸送重量は9.4億トンであったが、このうち鉄道による輸送が全体の7割(6.6億トン)を占めた。この結果、石炭が鉄道輸送貨物に占める割合は、トンベースで42%、トンキロベースで29.8%となり(表1)、その負担が中国の鉄道輸送全体のボトルネックとなっている。また、石炭の輸送距離も長く、鉄道で平均561km、水運で平均1,806kmに達し

表1 中国の石炭輸送の現状 (1994年)

	石炭輸送量		平均輸送距離	全貨物輸送に占める石炭の割合(%)	
	万トン	億トンキロ	km	トンベース	トンキロベース
鉄道	65,943	3,700	561	42.0	29.8
道路	12,051	68	56	21.5	22.8
水運	15,678	2,832	1,806	25.0	19.0
計	93,672	6,600	705	32.1	23.3

(備考) 文献(3)より作成

表2 鉄道による石炭輸送の推移 (万トン)

	1990年	1994年
鉄道による石炭輸送量	65,418	65,943
自省内輸送	33,903	28,567
他省への輸送	31,515	37,376

(備考) 文献(3)より作成

*九州大学工学部環境システム工学研究センター

* Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyushu University

ている。表2は、鉄道による石炭輸送量の推移である。自省内輸送が減少している一方で、他省への輸送が増加しており、輸送距離は増大傾向にある。

今後ますます増大を続けるものと予想される石炭輸送需要に対応して、輸送能力の増強が確実に行われなければ、地域によってはエネルギー供給不足が生じ、これが経済成長に対するブレーキとなる恐れがある。ここで、将来予想される問題状況を理解するには、過去から現在までの変化の趨勢がそのまま維持された場合、すなわちBAU（ビジネスアズユージュアル）のシナリオにおいて、石炭の消費需要及びその輸送需要がどのように推移するかの予測がまず必要である。そして、実際に需給ギャップが発生するかどうかは、予測された需要増大に対応するために鉄道輸送能力の大幅増強ができるかどうか、石炭以外のエネルギー源への転換がどの程度進むかといった諸因子に左右される。このため、本論文では、過去から現在までのトレンドを将来に外挿する方法によって、2010年までの中国の各省ごとの経済発展と石炭消費需要及び輸送需要の推移を予測し、来世紀初頭の鉄道輸送の課題について考察する。

2. 分析の枠組み

中国の各省別に、将来の石炭需要量を予測し、これによって誘発される省間の石炭輸送需要を推計する。中国政府は、1996年から始まった「第9次5ヶ年計画と2010年の長期目標」において、エネルギー、交通、通信等のインフラの一層の整備促進を国民経済発展における最優先課題としてあげている⁴⁾。この目標と予測結果とを比較、考察するため、本論文での予測目標年を2000年、2010年とする。

エネルギー需要予測の方法としては、各種のモデルが開発されており、中国についても多くの研究がなされている。例えば、エネルギー計量分析センター⁵⁾は中国のエネルギー需給について、2100年までの長期にわたるシミュレーション分析を行っている。しかし、これらの研究のほとんどは、中国一国を対象とするものである。これらの研究と同じレベルで省別の問題を分析するには、データの面で大きな制約があり、実行は難しいのが現状である。他方、省別にまでブレークダウンした分析としては、科学技術庁によるアジアのエネルギー需要予測と環境負荷に関する報告書⁶⁾がある。この報告書は国全体の将来のエネルギー消費量を推計し、それから省別の環境負荷発生量を推計している。しかし、各省固有の産業構造とエネルギー消費の関係は分析されていない。このため、本研究では、図1に示す分析方法によって、各省別に、産業部門と民生部門の最終エネルギー消費を推計し、エネルギー源別構成比率(石炭依存率)によって石炭需要を予測する。なお、運輸部門については、本分析で使用する中国の統計分類では産業部門の中の商業・サービス業・運輸業に含められているが、これは輸送専門業者のみの統計である。各業種が自己所有している車両で物資を輸送した場合、燃料の消費量はその業種のエネルギー消費量の中に計上されているため、運輸部門という形で明確に分類されていない。エネルギー消費データは、中国統計年鑑⁷⁾・中国能源統計年鑑⁸⁾のエネルギー源別、部門別消費データを用い、発熱量換算は中国能源統計年鑑の換算表を用いる。

BAU 分析の枠組みとして、以下のシナリオを仮定する。これらは、かなり制約の強い仮定ではあるが、2010年までという、この種の将来予測としては比較的短期の分析においては一定の妥当性を有するものと考えられる。

- ①各省のGDPは過去のトレンドにしたがって増加し、それらのトータルとしての中国全体のGDP成長率は、1995～2000年は8%、2000～2010年は7%となる。
- ②将来人口は、世界銀行による中国全体の予測値⁹⁾を用いる。各省の将来人口については、民工潮など、様々な議論があるが、ここでは、人口増加に関する過去の省別トレンドデータに基づき、それに応じて世銀予測による全国増加人口を比例配分して求める。
- ③社会産出総額（各集計単位の生産額の総和。資本主義国の国内産出総額に対応する概念。）は、その省のGDPの増大に比例して増加する。
- ④各省の産業構造（一次、二次、三次産業の構成比率。二次産業はさらに14業種に分類する。）は、1人当たりGDPの増大とともに

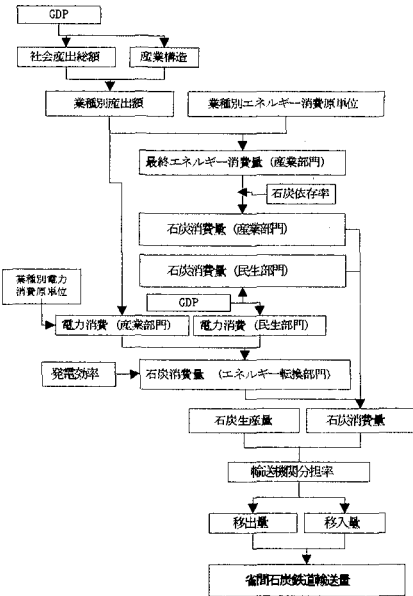


図1モデルの流れ

に、過去のトレンドにしたがって変化する。

⑤各産業の単位産出額当たりのエネルギー消費原単位は、過去のトレンドにしたがって年々改善される。

⑥民生部門の石炭消費量、電力消費量は、1人当たりGDPの増大とともに、過去のトレンドにしたがって変化する。

⑦各省の石炭輸送に利用される輸送機関の分担率は一定とする。

産業部門の石炭消費量は、各業種の産出額に産出額当たりエネルギー消費原単位を乗じることによって最終エネルギー消費量を求め、それに石炭依存度を乗じて求める。民生部門の石炭消費量については、地域によって大きく異なるが、これは冬の暖房用石炭消費によるものと考えられる。各省の最低気温と一人当たり石炭消費量との間に相関関係が得られたので、この関係を用いて地域差を表すこととする。また、北部の都市では熱電供給システムを採用しているので、電力消費にともなう石炭消費の相当部分が熱供給にも使われることになる。その意味では、暖房用消費の一部は発電部門に計上されていることになる。エネルギー転換部門の石炭消費量は、産業部門と民生部門の電力需要を推計した上で、発電効率を考慮した電力用石炭の需要量から求める。

以上によって省別の石炭需要量を求める。次に、石炭の輸送について、機関別分担率を用いて、鉄道による移出量と移入量を推計する。輸送分布はフレーター法を用いて計算し、将来の省間石炭鉄道輸送量を評価する。

3. 石炭消費量の推計

3.1 産業部門最終石炭消費量

(1) エネルギー消費原単位(産出額ベース)の推計

業種別エネルギー消費データ、産出額データを用いて、単位産出額当たりのエネルギー消費原単位を推計する。エネルギー消費原単位は図2に示すとおり年々改善されている。中国の生産設備は一般に老朽化したものが多く、それがエネルギー消費効率の低さにつながっているが、新たな投資とともに設備は更新され、エネルギー効率も改善していくものと予想される。そこで、生産設備ストックはエネルギー効率の悪い老朽設備とエネルギー効率の良い新規設備から構成されるものとし、全体に占める老朽設備の比率は年々一定割合で減少すると考える。また、経済発展を通じて、生産物の付加価値や人民幣の価値も年々向上していくと考える。すると、将来の原単位は、過去の趨勢に従い次式(1)に示す指数曲線によって表される。

$$\varepsilon_i = L_i + m_i \cdot e^{-a_i t} \dots (1)$$

ε : エネルギー消費原単位, L : 限界水準, t : 年, m, a : 定数, i : 業種

1995年の中国のGDP当たりのエネルギー消費量は1.4(Gcal/1,000\$)であり、先進国の平均値(OECD加盟国)の5.6倍であった。将来的には中国のエネルギー消費原単位も、先進国並のレベルに到達すると考えられる。ここでは、日本の業種別原単位を限界水準 L に設定する。日本のデータが得られなかった紡績業、医薬品工業は、それぞれ繊維業、化学工業での値で代用する。式(1)の m, a_i は過去のデータから最小2乗法により求め、これによってエネルギー消費原単位を推計する。ただし、省別のエネルギー消費データが得られなかったため、エネルギー消費原単位に関しては、全国値を各省にあてはめる。

(2) 産出額の推計

各産業の産出額の将来値は、GDPの成長との関係から省別に推計する。ここでは省別GDPを外生変数として取り扱い、その成長率は過去のトレンドに従うと仮定する。ただし、中国全体でのGDP成長率が2000年までは8%(第9次5ヶ年計画の目標値)、2000年以降は7%になるよう調整する。具体的には、まず、図3(北京、天津の例)に記した式(2)、(3)のようにGDPとの関係から社会産出総額(産出額の総和)を省別に推計する。次に、各省の将来の産業別構成比率(産業構造)を求める。将来の産業構造は、図4(海南、チ

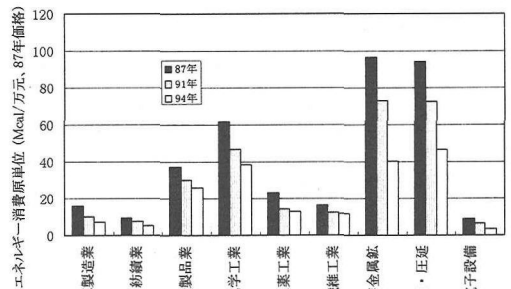


図2 中国製造業におけるエネルギー消費原単位の推移
(備考) 文献(7)より作成

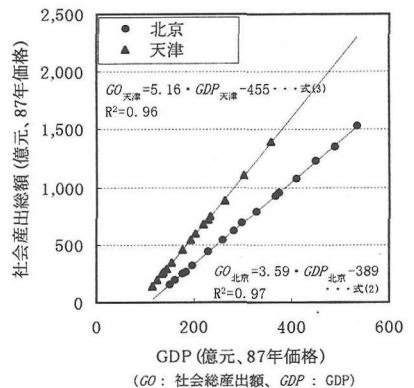
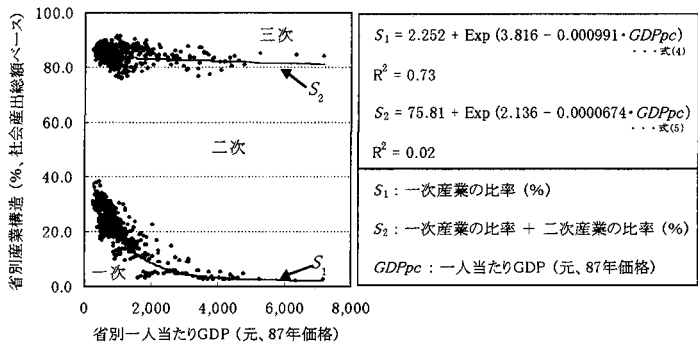


図3 省別のGDPと社会産出総額の関係
(北京、天津の例、1978～1994年)
文献(10)より作成(90年以降は文献(7))

ベトナムを除く28省、1978～1994年のデータをプロット)のように一人当たりGDPと産業構造との関係式(4)、(5)を用いて推計する。二次産業については、さらに14業種に分類する。なお、各省の二次産業14業種の構成比(30省×14業種=420個のデータ)を1987年と1994年と比較すると、全体に占める構成比率が5%以上変化した業種は、全業種の7.9%と少なかった。この事実を基に、ここでは二次産業内の業種の構成比率は一定であると仮定する。これによって求めた社会総産出額と産業構造から、将来の各業種の産出額を推計する。



以上によって求めた各業種のエネルギー消費原単位、産出額の推計結果を表3に示す。

(3) 最終エネルギー消費における石炭依存度

表4に示すとおり、農業と商業・サービス業・運輸業を除いて、最終エネルギー消費における石炭への依存度の経年変化は小さい。そこで、農業と商業・サービス業・運輸業については、過去のトレンドをもとに、それぞれ年率4.1%、4.6%の割合で減少すると仮定し、それ以外は一定であるとする。

表3 エネルギー消費原単位と産出額の推計結果

	原単位 Ccal/万元(87年価格)			産出額 (億元(87年価格))		
	1994年	2000年	2010年	1994年	2000年	2010年
(一次産業) 農業	3.6	3.0	2.5	5,887	5,927	6,873
(二次産業) 工業						
採掘業	34.6	24.2	12.0	1,809	3,123	6,439
食品・飲料・煙草製造業	7.1	4.2	1.8	2,878	4,998	10,482
紡績業	5.4	3.9	2.2	2,651	4,557	9,398
製紙及び紙製品業	25.8	19.2	12.3	413	717	1,507
化学工業	38.3	27.2	16.4	1,637	2,816	5,816
医薬工業	13.0	9.0	6.4	463	801	1,674
化学繊維工業	11.8	8.4	5.3	328	565	1,173
建材・その他非金属鉱製品業	40.4	20.6	8.1	1,627	2,826	5,920
黑色金属精錬・圧延加工業	46.3	22.7	10.0	2,184	3,746	7,659
機械・電気・電子設備製造業	3.5	1.7	0.6	6,333	10,922	22,725
その他製造業	6.7	4.1	2.3	8,046	8,371	17,607
建築業	1.2	0.8	0.5	4,970	8,633	18,118
(三次産業) 商業・サービス業・運輸業	10.3	7.5	3.7	11,540	19,879	43,868

※ 中国の分類では、電力供給業、コークス製造業は工業であるが、これらはエネルギー転換部門として考えるので、表から除外している。

表4 最終エネルギー消費における石炭依存度 (%)

	1987年	1994年	年平均増減率(%)
農業	48.6	36.2	-4.1
採掘業	81.5	80.8	-0.1
食品・飲料・煙草製造業	86.8	84.3	-0.4
紡績業	80.2	78.5	-0.3
製紙及び紙製品業	84.9	85.8	0.2
化学工業	72.0	75.9	0.7
医薬工業	83.0	77.6	-1.0
化学繊維工業	59.2	64.2	1.2
建材・その他非金属鉱製品業	87.9	85.9	-0.3
黑色金属精錬・圧延加工業	82.2	81.2	-0.2
機械・電気・電子設備製造業	71.9	65.8	-1.3
その他製造業	71.7	68.4	-0.7
建築業	39.0	40.5	0.5
商業・サービス業・運輸業	50.7	36.6	-4.6

(備考) 文献(7)、(8)より作成

3. 2 民生部門石炭消費量

中国全体での民生部門一人当たり石炭消費量をみると、近年減少傾向にある(図4)。石炭から石油やガス、電力などに転換されているためである。一方、省別のデータをみると、各省の気温差によって民生部門における石炭の消費量(暖房用が主と考えられる)はかなり異なる(図6)。従って、中国全体での一人当たり石炭消費量を、そのまま各省に当てはめることはできない。省別の民生部門石炭消費データは85年から90年までのデータ⁹⁾が得られた。また、95年の総石炭消費データ¹⁰⁾が入手できたので、過去の民生部門の構成比のトレンドから95年の民生部門の消費量を推計する。これら85～90年、95年の省別の民生部門一人当たり石炭消費量と省別GDPとの関係から、将来の民生部門一人当たり石炭消費量を推計する。

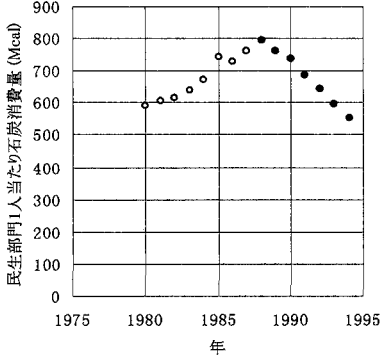


図5 中国全体での民生部門一人当たり石炭消費量
(備考) 文献(7)より作成

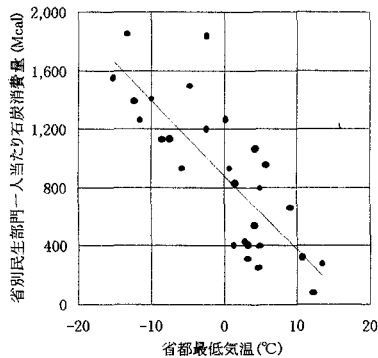


図6 省別の民生部門一人当たり石炭消費量と各省の省都最低気温との関係、1990年
(備考) 省都最低気温は文献(7)、石炭消費量は文献(8)より

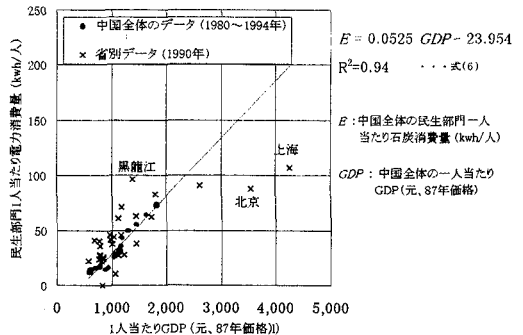


図7 一人当たりGDPと民生部門電力消費量の関係
(備考) 全国データは文献(7)、省別データは文献(8)より

3.3 エネルギー転換部門(発電、コークス製造)

産業部門の電力消費量は、最終エネルギー消費量の推計と同様に、各部門の単位産出額当たり電力消費量と産出額を乗じることによって求める。また、ここでも原単位の限界水準を日本の値に設定する。

民生部門電力消費量については、図7の式(6)に示すように、中国全体での1人当たりGDPと民生部門の電力消費量の間に線形の関係が得られた。この式に基づき、将来の各省の1人当たりGDPから省別の民生部門1人当たり電力消費量を推計する。ただし、北京、上海、黒龍江については、中国全体のデータから得られた回帰直線からの乖離が大きいため、各省別で回帰式を導出した(省別の民生部門電力消費データは85～90年、95年のデータが得られた)。

以上によって求めた産業部門、民生部門の電力需要をもとに、エネルギー転換部門(発電)における石炭消費量を推計する。将来の発電熱効率率は、過去の傾向をもとに推計する(図8)。

コークスについても同様に、単位産出額当たりの消費量に産出額を乗じてコークスの需要量を求め、石炭からコークスへの加工転換率(ここでは1994年の89.6%を用いる)を考慮して石炭消費量を推計する。

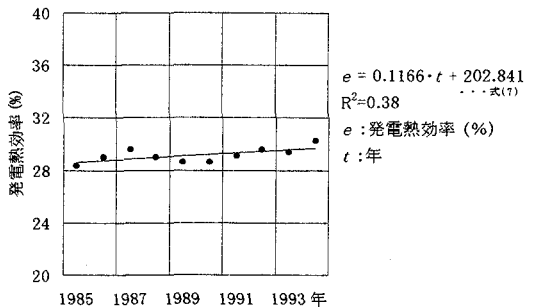


図8 発電熱効率率(備考) 文献(7)、(8)より作成

表6 省別にみた石炭消費量推計結果 (10 Pcal)

	1994年	2000年	2010年
北京	16.0	18.3	23.9
天津	15.3	17.0	20.5
河北	41.6	50.4	62.4
山西	19.0	23.9	28.3
内モンゴル	11.5	13.9	15.9
遼寧	50.8	53.3	61.5
吉林	13.4	13.3	13.3
黒龍江	28.1	31.7	34.1
上海	35.7	39.5	51.8
江蘇	74.1	86.2	116.0
浙江	33.9	38.6	50.4
安徽	20.9	24.8	25.5
福建	16.4	18.7	25.6
江西	12.7	16.0	18.9
山東	66.4	83.5	117.1
河南	34.1	44.4	51.5
湖北	23.5	24.5	25.2
湖南	18.8	21.4	23.0
広東	47.4	62.6	106.3
広西	9.8	10.6	12.3
海南	2.0	2.8	4.5
四川	40.8	48.6	54.0
貴州	6.3	7.6	8.0
雲南	8.8	10.2	11.8
チベット	0.1	0.1	0.1
陝西	10.0	13.1	15.2
甘肅	6.7	8.1	8.6
青海	1.7	1.5	1.3
寧夏	2.0	2.6	3.0
新疆	10.6	13.5	17.9
合計	678.4	800.7	1,007.9

表5 部門別にみた石炭消費量推計結果 (10 Pcal)

	1994年	2000年	2010年
最終消費	7.8	5.1	3.2
工業			
採掘業	50.6	61.2	62.6
食品・飲料・煙草製造業	17.2	16.8	15.8
紡績業	11.3	14.0	16.0
製紙及び紙製品業	9.2	11.8	15.9
化学工業	47.6	58.2	72.5
医薬工業	4.7	5.6	8.3
化学繊維工業	2.5	3.0	4.0
黒色金属精錬・圧延加工業	56.5	50.1	41.1
機械・電気・電子設備製造業	82.1	69.1	61.9
その他製造業	14.7	12.2	8.8
建築業	36.7	23.7	27.4
商業・サービス業・運輸業	2.5	3.0	4.0
民生	43.4	41.0	27.8
最終消費計	65.2	49.5	38.3
転換			
発電	451.9	425.2	407.7
コークス製造	200.2	342.0	558.9
エネルギー転換計	26.3	33.5	41.3
合計	226.5	375.5	600.2
合計	678.4	800.7	1,007.9

3.4 石炭需要の推計結果

以上の計算のまとめを表5及び表6に示す。2010年の中国全体の石炭消費量は約10Ecal(10億TOE)と見込まれ、1990年に比べて約90%の増加、1994年に比べて約40%増加するものと予測される。部門別にみると、原単位の改善率が低い化学工業の消費量が大い。また、電力需要の増大から、エネルギー転換部門(発電)

の石炭が大きく増加する。地域別では、江蘇省、山東省、広東省の消費量が大きく、河北省、遼寧省などがこれに続いている。消費量が特に多い所はいずれも沿海部の省である。山東省、遼寧省では、自省内である程度石炭の生産が確保されているが(1990年の石炭自給率はそれぞれ60.4%、80.7%)、江蘇省や広東省では、生産量が少ないために他省(主に内陸の産炭地)からの移入に頼らざるをえないことになる。

本研究での石炭消費量の推計とIEAによる推計を比較した場合、IEAの推計に比べて、高い値となった。本研究における石炭消費の推計は、需要ポテンシャルによる推計であり、需要と供給のバランスは考慮していない。また、石炭以外のエネルギー源についても取り扱っていない。これらのことから、本研究の石炭消費量推計値は大き目の数字となったと考えられる。

4. 石炭の輸送

前節で示した石炭需要の増大に伴い、輸送需要も増加する。ここでは、石炭需要の推計結果をもとに、将来の省間での石炭輸送について分析する。推計は、各省の石炭の搬入量、搬出量、および省間の輸送分布について行う。

4. 1 各省における石炭移入量、移入量の推計

石炭の長距離輸送は、表1に示すように鉄道と水運を中心に行われている。道路輸送は平均輸送距離が56km(1994年)と短く、これは省内での短距離輸送が中心である。よって本研究では、省間の石炭輸送はすべて鉄道と水運によって行われると考える。輸送を含めて、石炭の需要と供給の関係を式に表すと次のようになる。

$$D_i = S_i = P_i + \sum_j T_{ji} - \sum_j T_{ij} \quad \dots (8)$$

(D_i : i 省における石炭需要量、 S_i : i 省における石炭供給量、 P_i : i 省における石炭生産量、 $\sum_j T_{ji}$: 他省から i 省への石炭移入量、 $\sum_j T_{ij}$: i 省から他省への石炭移出量)

需要量は前節での推計値を用い、生産量は1985年～1994年の平均成長率を用いて推計する。ここで、生産量が需要量を上回っている省では、移入量の増加はなく、下回っている省では、移出の増加はないとすれば、将来の移入、移出量が計算できる。また、鉄道と水運の分担率は一定であると仮定して計算する。ただし、これらの仮定は、中継輸送を行っている省(他の省から鉄道で搬入し、船に積み替えて搬出する。河北省、山東省など)においては、成立しない。これらの省では、中継輸送分も考慮して計算する。

中国の石炭の輸出入量、ストック量は、それぞれ生産量の1.9%、0.1%、1.2%であった(1994年)。今後もこの割合は小さいままであると仮定し、石炭の輸出入とストックは無視した。

4. 2 省間の輸送分布の推計

次に移出量と移入量の推計値をもとに将来の省間輸送の分布を算定する。分布量の予測には2つの考え方がある。ひとつは、物がゾーン間を移動する際の交通行動特性を何らかのモデル式で表現する分布モデル法(重力モデルなど)である。もう一つは、将来の分布量は現在の分布パターンが反映されて出現すると考える現在パターン法(均一成長法、デトロイト(Detroit)法、フレーター(Fratar)法など)である。重力モデル法は、ゾーン間の輸送分布は各ゾーンの輸送発生力、吸引力、距離抵抗、ゾーン間の固有の結びつきによって決まるということを仮定したものである。しかし、中国のよ

表5 IEAによる石炭消費量推計との比較(100万TOE)

	2000年	2010年
IEA推計	669	884
本研究の推計	801	1002

(備考) IEA推計は、文献(12)より

表8 鉄道による省間石炭輸送量の推計結果(百万トン)

	1990年		2000年		2010年	
	移出	移入	移出	移入	移出	移入
北京	3.4	17.9	3.4	28.4	3.4	36.6
天津	0.3	15.6	0.3	35.2	0.3	44.9
河北	11.4	69.1	11.4	143.0	11.4	220.5
山西	178.0	0.0	335.1	0.0	424.9	0.0
内蒙古	17.0	6.1	66.6	6.1	85.4	6.1
遼寧	1.8	33.1	1.8	40.6	1.8	40.1
吉林	1.0	16.5	0.0	16.5	27.7	16.5
黒龍江	21.7	7.0	37.2	11.6	55.9	14.7
上海	1.0	1.9	1.0	2.6	1.0	3.4
江蘇	2.6	30.6	2.6	104.9	2.6	142.5
浙江	0.0	7.6	0.0	24.6	0.0	32.2
安徽	9.1	10.8	10.2	12.7	20.6	14.0
福建	0.2	2.8	0.2	15.6	0.2	22.2
江西	1.4	4.3	1.7	4.3	3.6	4.3
山東	7.6	24.2	7.6	107.3	7.6	171.2
河南	29.8	5.2	29.9	5.2	44.2	5.2
湖北	0.0	29.2	0.0	44.1	0.0	48.6
湖南	2.2	7.9	27.2	7.9	40.0	7.9
広東	0.0	6.8	0.0	36.2	0.0	63.2
広西	0.4	5.2	0.4	3.9	0.4	3.6
海南	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
四川	2.3	1.3	15.4	1.8	32.1	2.1
貴州	6.7	0.0	41.6	0.0	54.7	0.0
雲南	0.5	0.6	14.9	0.6	20.8	0.6
チベット	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
陝西	6.6	2.9	16.9	2.9	22.6	2.9
甘肅	1.2	6.3	18.5	6.3	25.0	6.3
青海	0.0	1.7	1.4	1.7	2.6	1.7
寧夏	7.0	0.8	12.7	0.8	16.3	0.8
新疆	2.3	0.0	6.8	0.0	6.8	0.0
全国	315.2	315.2	664.9	664.9	912.1	912.1

うな計画経済の国では、国の計画によって物の流れを決定する面が強いため、計算結果を左右するゾーン間の固有の結びつきを決定するのは難しい。このため、ここでは現在パターン法であるフレーター（Fratar）法を適用することとする。フレーター法の一般式は次のとおりである。

$$X_{ij} = X_{ij}(0) \cdot M_i N_j \frac{1}{2} \left(\frac{g_i}{\sum_{j=1}^n X_{ij}(0) \cdot N_j} + \frac{a_j}{\sum_{i=1}^n X_{ij}(0) \cdot M_i} \right) \quad (M_i = G_i / g_i, N_j = A_j / a_j) \quad \dots (9)$$

($X_{ij}(0)$: ゾーン i からゾーン j への現在の分布輸送量, X_{ij} : ゾーン i からゾーン j への将来の分布輸送量, g_i : ゾーン i の現在の移出量, G_i : ゾーン i の将来の移出量, a_j : ゾーン j の現在の移入量, A_j : ゾーン j の将来の移入量)

4. 3 結果と考察

予測の結果、2000年の省間の石炭鉄道輸送量は6.6億トン、2010年には9.1億トン(1994年の約3倍)となる。輸送量が特に大きいのは、山西省から華北、華東地域への輸送であり、全体の半分近くを占める。中でも山西省から河北省、山東省への増加が顕著であり、山西→河北間は1994年の0.8億トンから、2010年には1.4億トン、山西→山東間0.2億トンから1.5億トンにまで達すると推計された(表8)。河北省、山東省には水運での石炭発送基地(秦皇島など)があり、省内で消費する石炭の他、省外へ船で移送する石炭があるためである。この間の鉄道整備とともに、水上輸送の基盤整備が必要であるといえる。他には、内蒙古自治区から河北省への輸送の増加が顕著であった。

中国政府は、第9次5ヶ年計画で2000年までの石炭輸送量の目標を8億トン(1994年は6.5億トン)としている¹³⁾。これは、省内、省間輸送を合わせた量であるが、本研究の推計では、省間輸送のみで6.6億トンとなった。省内輸送量が一定であるとしても(3.2億トン、1994年)2000年には政府の輸送量目標を約1.8億トン上回ることになると予想される。

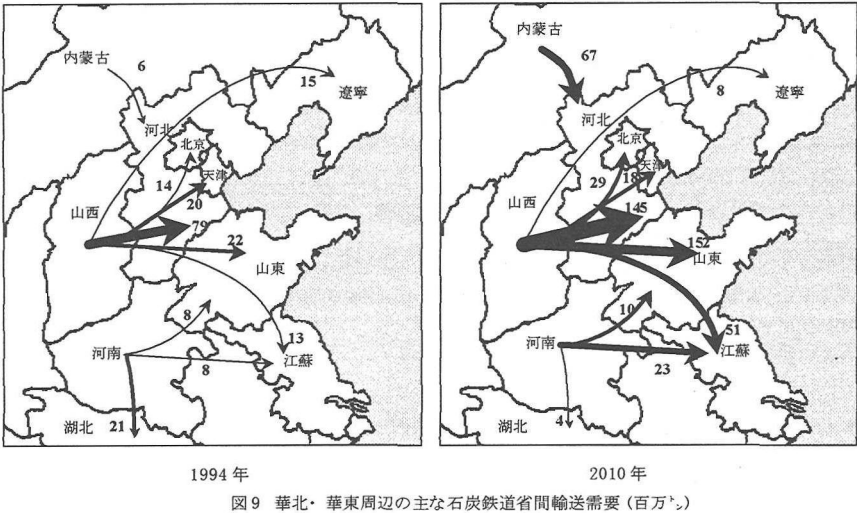
5. まとめ

本研究では、過去から現在までの変化の趨勢がそのまま維持された場合、すなわちBAUのシナリオにおいて、石炭の需要、輸送について試算し、定量的に問題の大きさを捉えることを試みた。この場合の推計結果をまとめると以下のようになる。

表9 鉄道による省間の石炭搬出
需要の推計(百万³⁾)

山西省からの搬出				
	1994年	2000年	2010年	
河北	79.3	106.9	144.8	
山東	22.0	97.3	151.9	
江蘇	13.4	45.8	51.2	
北京	13.8	24.1	29.2	
天津	20.2	17.6	17.8	
その他	47.1	43.4	30.0	
合計	195.6	335.1	424.9	

内蒙古自治区からの搬出				
	1994年	2000年	2010年	
河北	5.6	33.3	67.2	
天津	3.2	11.6	17.3	
黒龍江	8.0	11.2	0.1	
その他	6.7	10.6	0.9	
合計	23.4	66.6	85.4	



① 2010年の中国全体の石炭消費量は約 10 Ecal (10 億 TOE)と見込まれ、1994年に比べて約 40%増加する。これを省別にみると、江蘇、山東、広東、河北、遼寧などの沿海省での消費量が大きい。

② 石炭需要増加に伴ってその輸送需要も拡大し、2010年の省間鉄道輸送量は現在の約 3 倍になる。特に増加が目立つのは、山西省から華北、華東地域への輸送である。その中でも、山西省から河北省、山東省への輸送量増加が顕著である。

③ 2000年における石炭の鉄道輸送能力の目標を 8 億トン（中国政府の目標値）とすると、同年には、石炭輸送の需要量がこの目標値を 1.8 億トン上回ることになる。

中国政府は、鉄道輸送量の拡充に向けて集中的な投資を行っている⁹⁾。1991年に新規・既存路線の拡充に振り向けた投資が 86 億元であったが、その後、急増し、1995年には 463 億元と名目で 5 倍以上に増加している。その結果、1990 年から 1995 年までの 5 年間で鉄道延長距離、複線化率は、それぞれ年平均 1.25%、1.37%で増加し、1995 年度には 54,600km、31%となった。しかし、同じ期間で石炭の生産量が年率 3.6%で伸びているのに対して、石炭の鉄道輸送量は年率 0.6%しか伸びていない。さらに政府は 2000 年度の目標として、鉄道延長距離 68,000km（年率 3.7%の伸び）、複線化率 34%（年率 1.6%の伸び）を目指している⁹⁾が、増加する石炭輸送需要を満たすことができるとは考えにくい。将来のエネルギー需要がさらに増加するか、鉄道に対する投資が伸び悩めば、この状況はさらに悪化することになる。

本研究における推計から、鉄道輸送に大きく負担をかけている現在の石炭輸送方式では将来の各地域の石炭需要をすべて満たすことは難しいと言える。あるいは、輸送能力の不足から、石炭消費が低く抑えられることも考えられる。

輸送問題が発生しそうな路線は、山西省から河北省、山東省への輸送路線であるがこの間の路線だけで 2010 年までにそれぞれ 0.6 億トン、1.3 億トンの追加輸送能力が必要であると推計された。これらの省は、他の沿海省への水運輸送の発送基地であるためである。この間の輸送ができないと、沿海地域では海外からの輸入石油への依存率を高めざるをえない事態が考えられる。

参考文献

- 1) 井村秀文、勝原健：中国の環境問題、東洋経済新報社、1995
- 2) 井村秀文、勝原健：東アジアの工業化と環境問題、国際東アジア研究センター、1995
- 3) 中国国家計画委員会、交通運輸協会：中国交通年鑑 1987～1995 年版
- 4) 伊藤忠商事株式会社調査部：グローバルセンサー、1996.7 月号
- 5) 松井賢一、伊藤浩吉、山田昭：超長期世界エネルギー需要モデルによるシミュレーション分析－中国に関するケーススタディー－、INSS JOURNAL、pp77-103、1995
- 6) 科学技術庁科学技術政策研究所：アジア地域のエネルギー利用と環境予測 2000、2010 年のエネルギー利用と SOx、NOx、CO2 排出量、1993
- 7) 中国国家統計局：中国統計年鑑 1987～1996 年版
- 8) 中国国家統計局：中国能源統計年鑑 1986、1989、1991 年版
- 9) World Bank :World Population Projections 1994-1995、1995
- 10) 中国国家統計局：全国各省、自治区、直轄市歴史統計資料合編 1949～1989
- 11) 株式会社総研、中国国家統計局、「中国浮力」97 年版
- 12) IEA：2010 年世界のエネルギー展望、1993
- 13) 人民日報、1997.2.7
- 14) 中国国家統計局：中国工業経済統計年鑑 1987～1995 年版
- 15) 中国各省統計局：省別統計年鑑各年版
- 16) 中国鉄道部運輸局：中国鉄路交通地図集、1994
- 17) 中国国家地図集編纂委員会：中華人民共和國国家經濟地図集、1993
- 18) World Bank :World Data 95 CD-ROM、1995
- 19) IEA:ENERGY STATISTICS AND BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES、1985-1994
- 20) 資源エネルギー庁長官官房企画調査課：総合エネルギー統計 平成 7 年版
- 21) 総務庁統計局：日本統計年鑑 平成 8 年版