

中国における鉄道貨物輸送量に影響を与える要因に関する実証的研究

An Empirical Study on the Factors Effecting on the Rail Freight in China

王 雷¹⁾・玉川 英則²⁾Lei Wang¹⁾, Hidenori TAMAGAWA²⁾

要 約

現在、発展途上国、特に人口増加の著しい中国やインドなどにおいては、経済発展に伴いエネルギー消費量が大きく伸びている。このような中で、長期的なエネルギー制御と有効利用のためには、輸送エネルギーを消費する貨物輸送量に影響を与える要因を明らかにし、その適切な制御について検討する必要がある。

本研究では、中国の行政区（日本の県に相当）レベルの人口・産業分布等の要因と鉄道貨物輸送量との関係を実証的に分析することを目的とする。鉄道貨物の輸送量を影響する要因を因子分析により抽出し、3つの因子の安定性を確認した。因子分析の結果を踏まえ、重回帰分析を施し、鉄道貨物の輸送量を影響する要因を解明した。今後の課題としては、今回の因子分析と鉄道貨物の輸送量モデルの結果を踏まえ、将来予測を検討し、鉄道貨物輸送エネルギーを考慮したエネルギーの側面から国土とエネルギー政策にアプローチすることに関連する研究をしていきたいと考える。

キーワード： 中国、鉄道貨物輸送量、人口分布、産業分布

Abstract

Nowadays in developing countries, especially in China and India, their population is increasing remarkably; meanwhile their consumption in energy is also increasing tremendously with the development of economy. Under such circumstances, for the long-term control of energy consumption and more efficient use of energy, the research on the factors effecting on the freight transport needs to be conducted.

This paper takes the provinces in China as study objects and aims to reveal the primary factors that have an influence on rail freight. That is to say, the purpose of this study is to analyze the relation between the distribution of population, industry and the rail freight etc, in China. As the result, the three factors are revealed to be stable through studied period. Furthermore, based on the results of factor analysis, this paper has discovered the factors that have an influence on rail freight by multiple regression analysis. In future, based on the model, from the side of railway freight transport energy to evaluate the national land and energy policy is a subject for future research.

Key Words : China, rail freight, population distribution, industry distribution

1) 首都大学東京都市環境科学研究科（博士後期課程）

Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

2) 首都大学東京都市環境科学研究科（博士後期課程）

Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

1. はじめに

現在、発展途上国、特に人口増加の著しい中国やインドなどにおいては、経済発展に伴いエネルギー消費量が大きく伸びている。中国の一次エネルギー消費量は、世界の一次エネルギー消費量の15%強を占めており、米国に次いで世界第2位の規模となっている。

なかでも、経済の発展と生活水準の向上に伴って、鉄道による物資の輸送や自動車による人の輸送が増加しており、それに伴い中国交通輸送部門の輸送エネルギー消費量は急速に増大してきている。

このような中で、自動車交通の規制、公共交通機関の整備などは、短期的には効果を発揮するが、輸送エネルギーに影響を与える要因を明らかにし、長期的にエネルギーをもっと有効的に利用するためには、適切な人口・産業分布について検討する必要がある。

このテーマに関し、中村と吉田(1980)は、日本の39都市圏について都市内の輸送エネルギー消費と都市構造の関係を分析している。その結果として、総輸送エネルギーは、都市の総人口、総就業者数、卸売販売額と正の相関を持つことが確認されている。

また、森田ら(1993)は、世界の約3000の都市を対象にして、位置、人口、エネルギー消費などのデータ・ベースを構築し、都市の空間的配置とエネルギー消費の関係を統計的に分析している。これをもとに、日本を対象にして大都市の人口や産業を地方に分散した場合、輸送エネルギー全体の2割、都市間輸送エネルギーに限定すれば4割程度が節約可能なことが明らかとなっている。

さらに、鈴木と田頭(2000)は、地域別人口分布の変化が旅客・貨物輸送におけるエネルギー消費やCO₂排出に与える影響についてモデルを作成して定量的に分析を行っている。

しかしながら、中国を対象として、輸送エネルギーに関して定量的に計算した研究例は少ない。樋口(1998)は、中国の鉄道物流の構造と変化について属性要因と関係性要因を分析した。黄(2000)は中国の地域間物流に着目し、地域間の相互依存性がどのように変化し、また経済成長、生産と消費の拡大、物的インフラ投資などが地域間の相互依存関係にどのような影響を与えるのか実証的に解釈した。姜(2006)は省別の貨物輸送量の経済的要因を解明し、地域別の決定要因をまとめて分析し、

結果を比較した。しかし、貨物輸送をはじめとして、鉄道貨物輸送エネルギーと人口・産業分布に関する実証的、定量的な研究はあまり進んでいない。そこで、本研究では、森田ら(1993)の研究等を参考にしながら、中国の行政省(日本の県に相当)レベルの人口・産業分布等の要因と鉄道貨物輸送量との関係を実証的に分析することを目的とする。また、中国の地域の格差を考慮し、因子分析については、東部、中部、西部の3地域に分割して考察することも試みる。

2. 中国鉄道貨物輸送の概況

2.1 中国における貨物輸送量の推移

中国において、貨物の交通手段、鉄道、自動車、水運、パイプライン、航空に分類される。図2-1と図2-2は、貨物輸送に関し、1978年～2007年機関別の貨物量(万トン)及び輸送量(億トンkm)の推移を示している。また、図2-3は、貨物平均輸送距離の推移を示している。なお、図2-1と図2-2では、水運輸送に関しては遠洋輸送分を差し引いたものである。

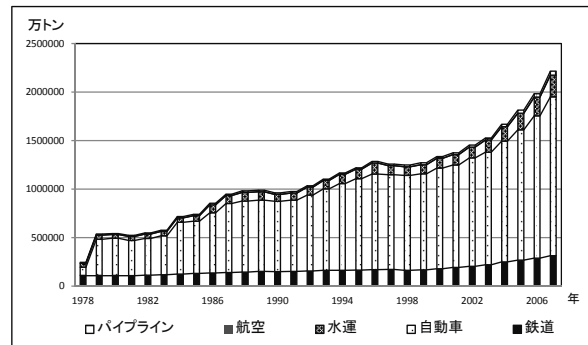


図2-1 交通機関別貨物量の推移

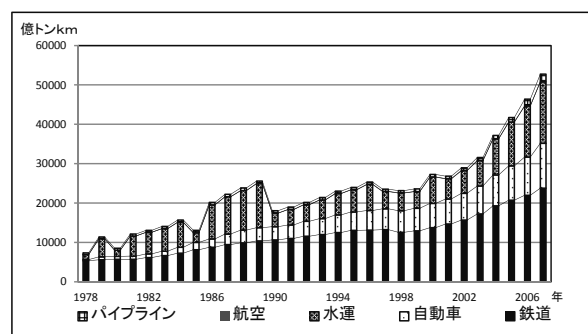


図2-2 交通機関別貨物輸送量の推移

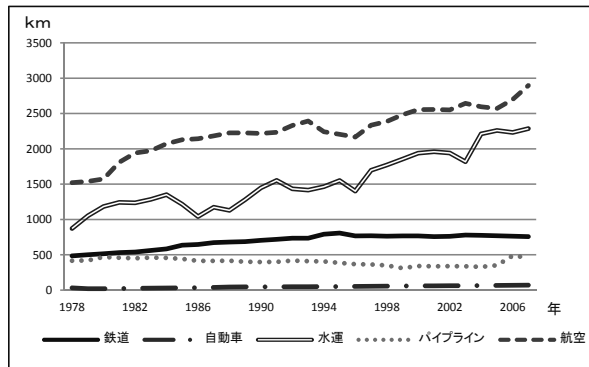


図 2-3 交通機関別の貨物平均輸送距離の推移

図 2-1 から見れば、1978 年～2007 年に、各交通機関による貨物交通数が徐々に増加し、その中で、自動車による貨物交通数の割合が非常に大きい。一方、図 2-2 を見てみると、各交通機関による貨物輸送量が毎年増えつつあるが、自動車による貨物輸送量の割合がそれほど大きくなく、代わりに、水運と鉄道による貨物輸送量の割合が大きく、主な輸送を担っている。また、交通機関の特性から考えると、自動車貨物は地域内の短距離の地域間貨物に適し、水運は特に遠距離の地域間貨物に適している。ただし、内航水運は長江流域などに偏っていることから、全国的な貨物輸送量を分析することには適していない。さらに、中国では、海岸が東側しかないので東西及び南北の遠隔輸送が必要であり、鉄道を利用した貨物輸送がこれからも地域間輸送に主な役割を担っていると考えられる。以上のことより、本稿では鉄道貨物輸送に焦点を当てることとする。

2.2 中国各省鉄道貨物の発生量と集中量の経年変化

無料 GIS ソフト・地理情報分析支援システム「MANDARA」を用いて中国各省鉄道貨物の発生量と集中量を図 2-4 と 2-5 に示す。

図 2-4 と 2-5 により、中国各省鉄道貨物の発生量と集中量ともに増えていることが分かる。

発生量については特に山西省の量が多い。具体的な原因を分析してみると、山西省は中国の最重要の石炭産地であり、「石炭と鉄の里」と呼ばれるほど石炭の生産量が多い。つまり、石炭の生産量が多いことにより、他の地域への発送量が多くなるからと推測される。

一方、鉄道貨物の集中量については特に河北省の量が多い。河北省は石炭を利用した工業が盛んであるので、石炭の移入量が非常に大きいという実情がある。したがって、中国において鉄道貨物輸送量を考える場合は、

石炭の量が重要な要因であることが予測される。

また、石炭の量に関しては、生産量と消費量の相関関係を分析して分析すると、各年の各省の石炭の生産量と消費量の相関係数は 0.6 以上である。つまり、全国では概して、石炭の生産量と消費量が相関している場合が多いと考えられる。

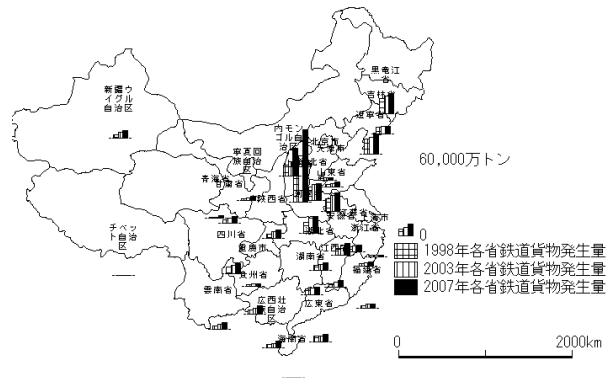


図 2-4 中国各省鉄道貨物の発生量

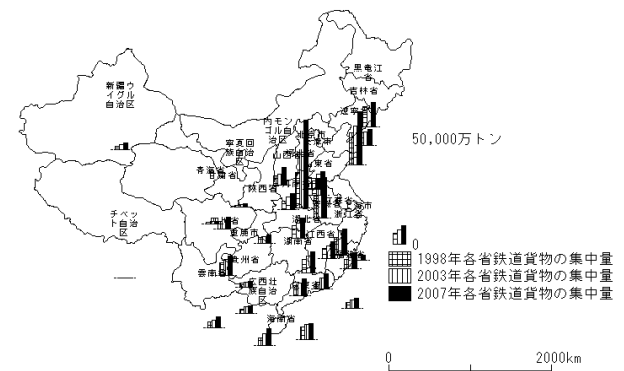


図 2-5 中国各省鉄道貨物の集中量

3. 鉄道貨物輸送量に影響を与える要因

本研究では、鉄道貨物の発生量と集中量に影響を与える要因を明らかにすることを目的とする。当初は、考えられる要因と輸送量を直接重回帰分析で関連づけることを試みたが、相関係数が高くかつ説明が容易な形のモデルが得られなかった。そこで、まず初めに、鉄道貨物の輸送量に影響する指標を選択し、経年データを因子分析にかけ抽出される因子の安定性を確認する。続いて、重回帰分析を施し、鉄道貨物の輸送量に影響する要因を解明する。

3.1 研究対象とデータ

分析の領域は、中国全土とし、省間及び省内鉄道貨物輸送量を対象とする。ただし、海南省は他領域から海洋に隔てられているので、本研究の対象から除く。また同様に、チベットは2006年までは鉄道が通じていなかったため、データはまだ不十分である。したがって、この地域も本研究の分析対象から除くこととした。

なお、本研究で使用するODデータは、「中国交通年鑑」に掲載されている「国家鉄道貨物地域間交流（OD）表」によるものである。貨物輸送量が万トン単位で表示されている。このデータは地域間貨物流動唯一のデータである。しかしながら、このOD表は重量表示の貨物発生・集中の表であり、一次産品が鉄道輸送量の大半を占めているため、重い原材料を持つ地域の効果が大きく表れることには注意する必要がある。

3.2 指標選定

鉄道貨物の輸送量に対して、次のような決定要因を考える。

- (1) 人口に関する指標（総人口、都市人口割合、第一次産業の従業者数、第二次産業の従業者数、第三次産業の従業者数）。ここで、「都市人口」とは都市戸籍を持って、〇〇市と称される行政区域に住んでいる人数である。
- (2) 経済発展に関する指標（一人当たりのGDP、第一次産業のGDP、第二次産業のGDP、第三次産業のGDP、平均賃金、平均消費）
- (3) 鉄道に関する指標（鉄道網密度）
- (4) 石炭に関する指標（石炭の生産量及び石炭の消費量）

なお、年によって省、市の範囲と利用可能な指標に違いがあるが、それらの点を踏まえ、分析の整合性には十分留意した。

3.3 因子分析

指標相互の関係から、潜在的な因子分析により、指標間の類似性を明らかにした。以下の指標について統計ソフトエクセル統計2008により因子分析を行った。因子抽出法は主因子法で行い、1995年～2007年の各年のデータを用いて、バリマックス回転で解析した。分析に用いた指標は表3-1に示す。

表3-1 分析に用いた指標

指標	指標名
変数-1	鉄道網密度
変数-2	都市人口割合
変数-3	一人当たりのGDP
変数-4	平均賃金
変数-5	平均消費
変数-6	総人口
変数-7	第一次産業の従業者数
変数-8	第二次産業の従業者数
変数-9	第三次産業の従業者数
変数-10	第一次産業のGDP
変数-11	第二次産業のGDP
変数-12	第三次産業のGDP
変数-13	石炭の生産量
変数-14	石炭の消費量

ただし、紙面の都合より、1995年から4年ごとの結果のみを以下に示す。すべての年において、表3-2～表3-5に示すとおり3因子が抽出できた。また、因子負荷量の結果を図3-1～図3-9に示す。各指標は因子負荷量の大きい順に並べかえてある。第1因子と0.6以上の相関をもつ指標は7個、第2因子と0.6以上の相関をもつ指標は5個、第3因子と0.6以上の相関をもつ指標は2個ある。

表3-2 1995年因子分析結果

1995 年データ 固有値表：回転後（バリマックス法）					
因子No.	二乗和	寄与率	累積寄与率		
因子No. 1	5.987	42.76%	42.76%		
因子No. 2	4.293	30.67%	73.43%		
因子No. 3	1.803	12.88%	86.30%		
グラフ用データ					
変数名	因子 1	変数名	因子 2	変数名	因子 3
変数-10	0.972	変数-3	0.982	変数-13	0.904
変数-9	0.963	変数-5	0.930	変数-14	0.852
変数-8	0.936	変数-4	0.837	変数-8	0.230
変数-6	0.918	変数-1	0.758	変数-6	0.179
変数-12	0.868	変数-2	0.645	変数-1	0.142
変数-7	0.783	変数-11	0.469	変数-9	0.123
変数-11	0.747	変数-12	0.450	変数-7	0.111
変数-14	0.483	変数-8	0.151	変数-2	0.062
変数-2	0.412	変数-14	0.017	変数-11	0.035
変数-13	0.021	変数-9	-0.030	変数-12	0.032
変数-4	0.019	変数-10	-0.143	変数-10	0.026
変数-3	-0.006	変数-13	-0.199	変数-3	-0.111
変数-5	-0.028	変数-6	-0.267	変数-5	-0.140
変数-1	-0.261	変数-7	-0.440	変数-4	-0.296

表 3-3 1999 年因子分析結果

1999 年データ 固有値表：回転後（バリマックス法）					
因子No.	二乗和	寄与率	累積寄与率		
因子No. 1	6.066	43.33%	43.33%		
因子No. 2	4.487	32.05%	75.38%		
因子No. 3	1.738	12.41%	87.79%		
グラフ用データ					
変数名	因子 1	変数名	因子 2	変数名	因子 3
変数-9	0.971	変数-3	0.985	変数-13	0.885
変数-10	0.959	変数-5	0.974	変数-14	0.838
変数-8	0.943	変数-4	0.906	変数-8	0.223
変数-6	0.927	変数-1	0.771	変数-6	0.182
変数-11	0.850	変数-2	0.591	変数-7	0.126
変数-12	0.801	変数-12	0.540	変数-9	0.108
変数-7	0.783	変数-11	0.391	変数-1	0.100
変数-2	0.484	変数-8	0.115	変数-11	0.075
変数-14	0.456	変数-14	0.042	変数-10	0.060
変数-13	0.031	変数-9	-0.055	変数-12	0.013
変数-4	-0.008	変数-10	-0.178	変数-2	-0.004
変数-3	-0.013	変数-6	-0.249	変数-3	-0.076
変数-5	-0.029	変数-13	-0.259	変数-5	-0.160
変数-1	-0.183	変数-7	-0.424	変数-4	-0.302

表 3-4 2003 年因子分析結果

2003 年データ 固有値表：回転後（バリマックス法）					
因子No.	二乗和	寄与率	累積寄与率		
因子No. 1	5.855	41.82%	41.82%		
因子No. 2	4.863	34.73%	76.56%		
因子No. 3	1.817	12.98%	89.54%		
グラフ用データ					
変数名	因子 1	変数名	因子 2	変数名	因子 3
変数-9	0.956	変数-3	0.980	変数-13	0.934
変数-8	0.953	変数-5	0.965	変数-14	0.855
変数-10	0.929	変数-2	0.916	変数-8	0.157
変数-6	0.922	変数-4	0.887	変数-6	0.157
変数-11	0.882	変数-1	0.788	変数-7	0.127
変数-12	0.863	変数-12	0.454	変数-1	0.118
変数-7	0.742	変数-11	0.315	変数-11	0.104
変数-14	0.452	変数-8	0.077	変数-10	0.096
変数-3	0.057	変数-14	-0.006	変数-9	0.046
変数-4	0.054	変数-9	-0.095	変数-12	0.001
変数-5	0.037	変数-13	-0.174	変数-2	-0.013
変数-13	0.019	変数-10	-0.244	変数-3	-0.098
変数-1	-0.104	変数-6	-0.285	変数-5	-0.113
変数-2	-0.157	変数-7	-0.482	変数-4	-0.301

表 3-5 2007 年因子分析結果

2007 年データ固有値表：回転後（バリマックス法）					
因子No.	二乗和	寄与率	累積寄与率		
因子No. 1	5.893	42.09%	42.09%		
因子No. 2	5.130	36.64%	78.74%		
因子No. 3	1.485	10.61%	89.34%		
グラフ用データ					
変数名	因子 1	変数名	因子 2	変数名	因子 3
変数-6	0.957	変数-3	0.984	変数-13	0.900
変数-9	0.955	変数-5	0.963	変数-14	0.762
変数-8	0.950	変数-2	0.961	変数-11	0.124
変数-10	0.902	変数-4	0.933	変数-6	0.091
変数-11	0.891	変数-1	0.819	変数-7	0.077
変数-12	0.811	変数-12	0.514	変数-10	0.056
変数-7	0.720	変数-11	0.292	変数-8	0.052
変数-14	0.576	変数-8	0.064	変数-1	0.014
変数-5	0.083	変数-9	0.000	変数-12	-0.037
変数-3	0.080	変数-14	-0.056	変数-9	-0.038
変数-2	-0.045	変数-13	-0.177	変数-3	-0.038
変数-4	-0.082	変数-6	-0.223	変数-2	-0.067
変数-13	-0.094	変数-10	-0.290	変数-5	-0.132
変数-1	-0.120	変数-7	-0.497	変数-4	-0.178

図 3-1 ～図 3-9 により、第一因子は、7 項目で構成されており、それぞれは「総人口」、「第一次産業の従業者数」、「第二次産業の従業者数」、「第三次産業の従業者数」、「第一次産業の GDP」、「第二次産業の GDP」と「第三次産業の GDP」の因子負荷量が高く、産業が発展しているかどうかに関する因子と考えられるため、『産業発展度』の因子と命名した。また、第二因子は、5 項目で構成されており、「一人当たりの GDP」、「平均賃金」、「平均消費」、「都市人口割合」と「鉄道網密度」といった項目の因子負荷量が高く、都市化しているかどうかに関する因子と考えられるため、『都市化度』の因子と命名した。同様に、第三因子は、2 項目で構成されており、「石炭の生産量」、「石炭の消費量」といった項目の因子負荷量が高いため、『石炭関連性』の因子と命名した。

第一因子負荷量経年変化

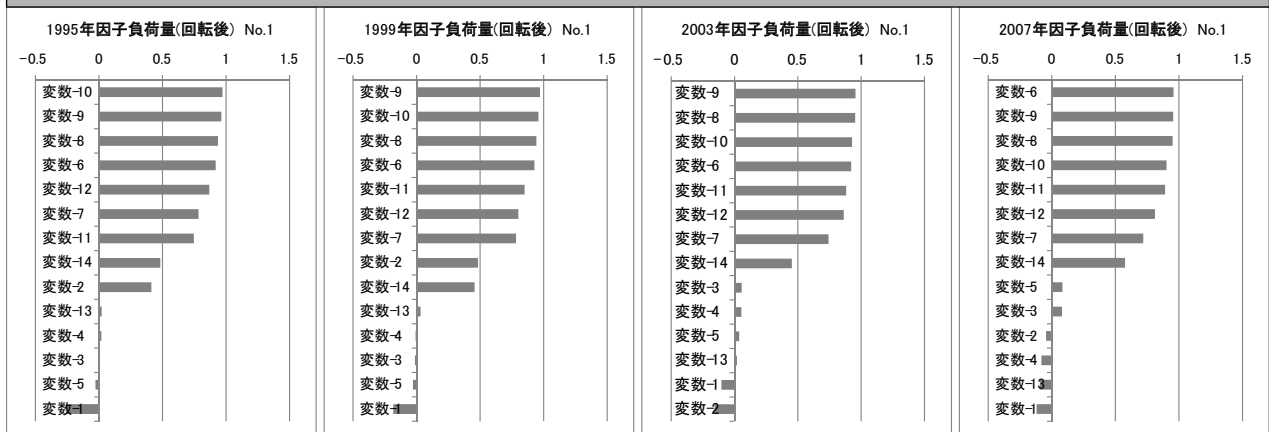


図 3-1 1995 年第一因子負荷量

図 3-2 1999 年第一因子負荷量

図 3-3 2003 年第一因子負荷量

図 3-4 2007 年第一因子負荷量

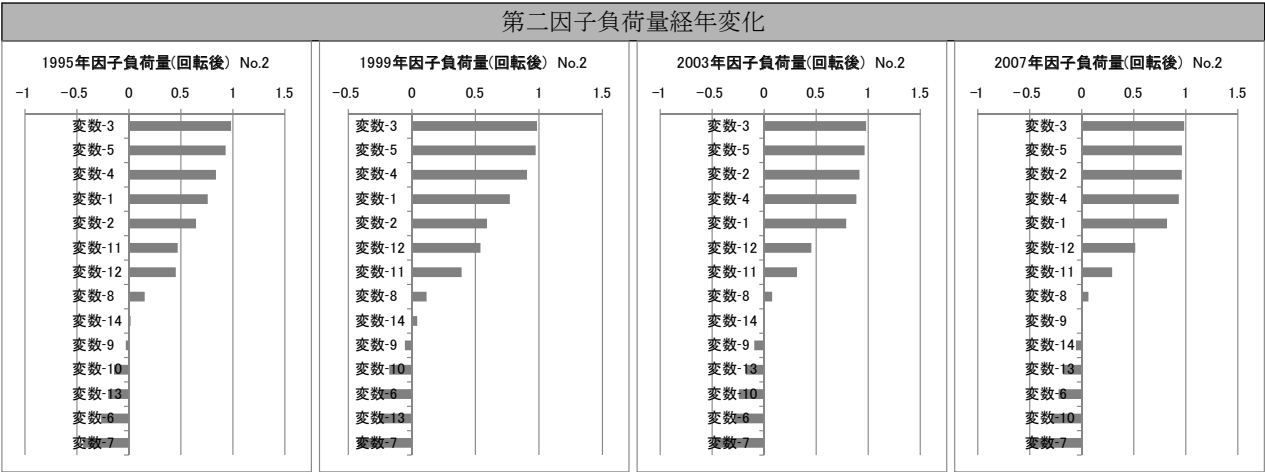


図 3-5 1995 年第二因子負荷量

図 3-6 1999 年第二因子負荷量

図 3-7 2003 年第二因子負荷量

図 3-8 2007 年第二因子負荷量

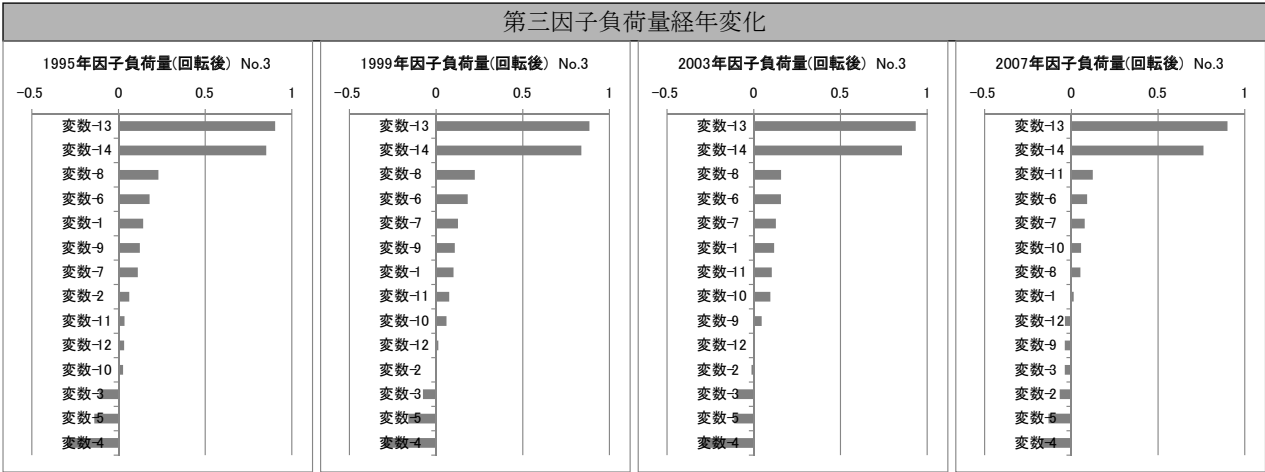


図 3-9 1995 年第三因子負荷量

図 3-10 1999 年第三因子負荷量

図 3-11 2003 年第三因子負荷

図 3-12 2007 年第三因子負荷量

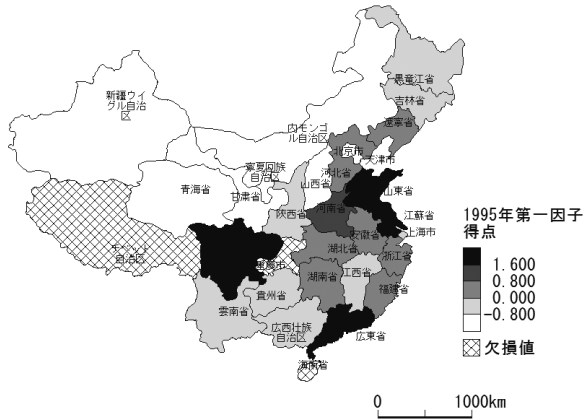


図 3-13 1995 年第一因子得点

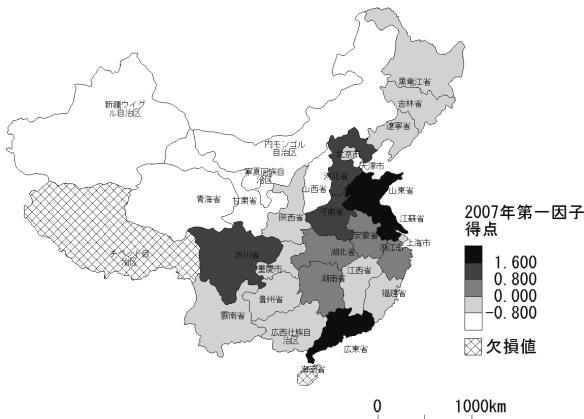


図 3-14 2007 年第一因子得点

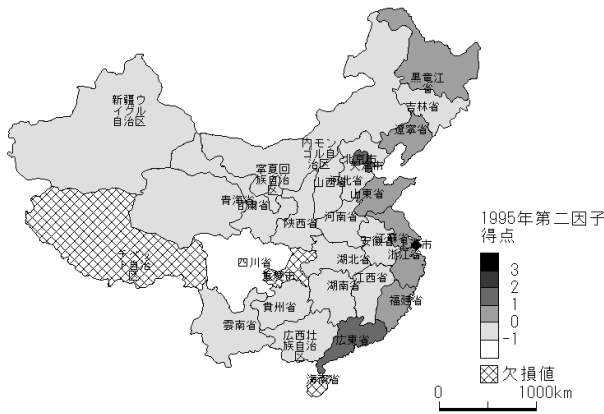


図 3-15 1995 年第二因子得点

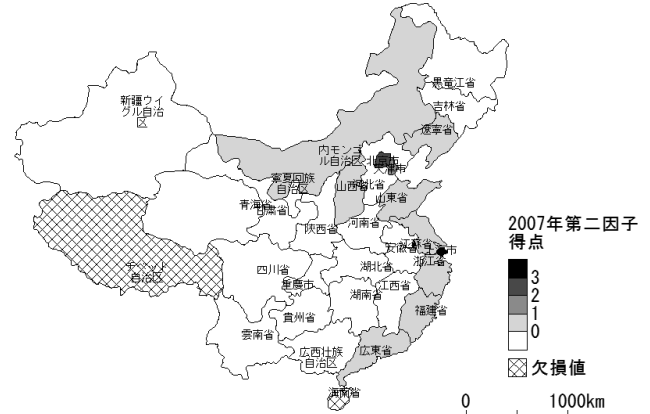


図 3-16 2007 年第二因子得点

以上の因子分析結果を踏まえ、第一因子、第二因子に対する因子得点を図 3-13 ～ 図 3-16 に示す。

以上の図により、第一因子の『産業発展度』には、長江・華南地域の因子得点が高いことが分かった。この地域は近年急速に発展した地域であり、農業、製造業も集約的に発展している。第二因子の『都市化度』には、東部の沿海地区の因子得点が高かった。中国において、東部の沿海地区は内陸地域と西部地域に比べると都市の発展スピードが著しく高い。

また、この三つの因子において、三大地区分け後进行分析する。中国は 1986 年において東部地区、中部地区、西部地区の「三大経済地帯」を基本にしてきた（表 3-6）。

表 3-6 地区分布表

東部地区	北京市、天津市、河北省、辽宁省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、广西壮族自治区、海南省
中部地区	山西省、内蒙古自治区、吉林省、黑龙江省、安徽省、江西省、河南省、湖北省、湖南省
西部地区	四川省、重庆市、贵州省、云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区

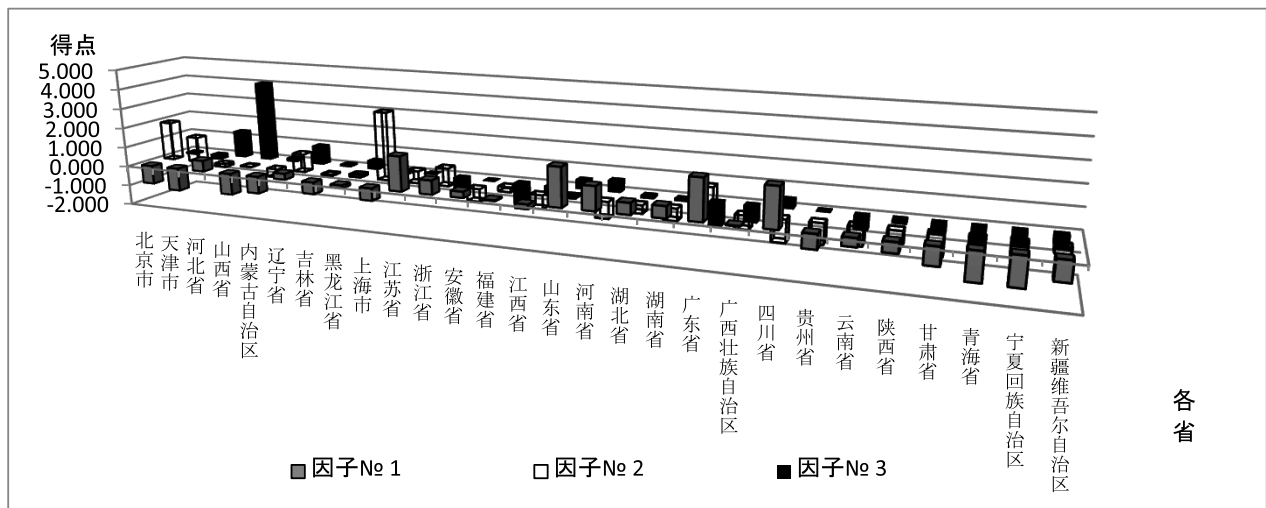


図 3-17 1995 年各因子得点

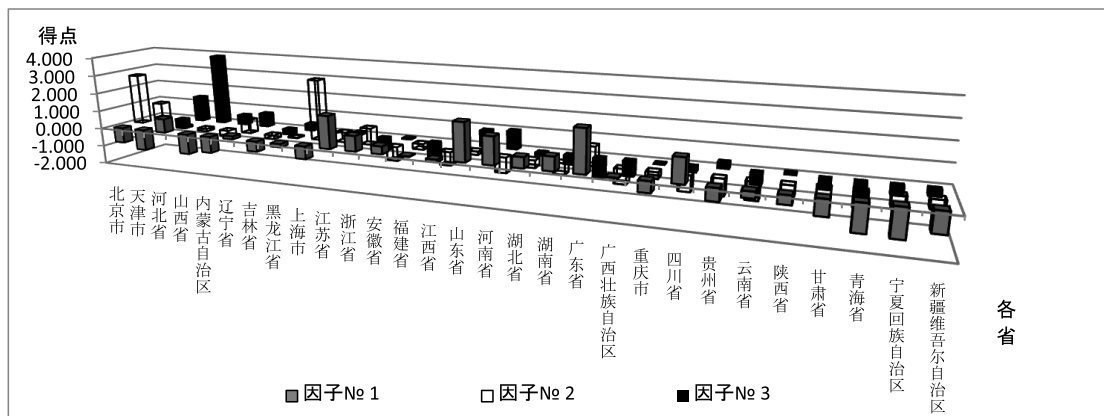


図 3-18 1999 年各因子得点

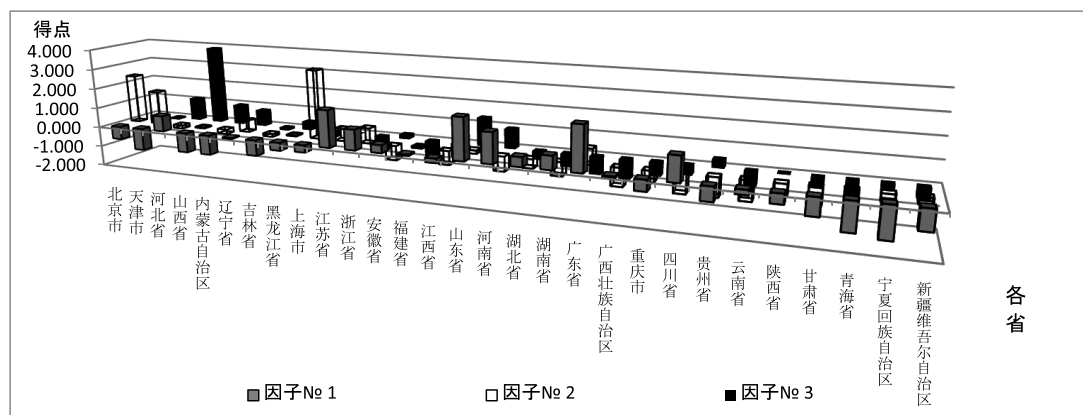


図 3-19 2003 年各因子得点

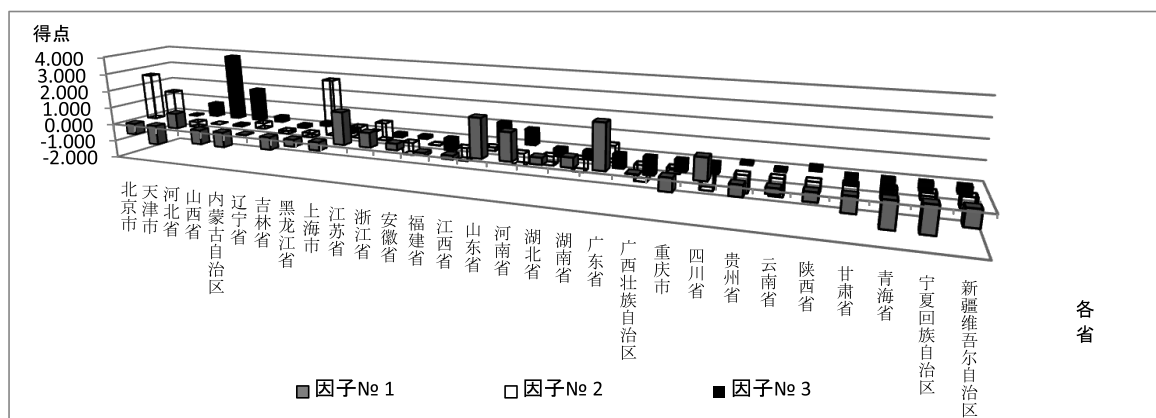


図 3-20 2007 年各因子得点

① 東部地区

東部地区では、第一因子の『産業発展度』と第二因子の『都市化度』は全国に比べると高いことが分かった。第一因子では、特に山東省、広東省、江蘇省の得点が高い。この三つの地域は長江流域に位置し、近年急速に発展した地域であり、中国で最重要な都市工業地帯の一つとなった。第二因子では、三つの直轄市である北京、天津、上海の得点が著しく高く、そして、浙江省、広東省、江蘇の得点が高いことが分かった。

② 中部地区

中部地区では、長江・華南地域所属している河南省、湖北省、湖南省の第一因子得点がやや高いことが分かった。また、第三因子『石炭関連性』では、山西省と河北省の得点が非常に高いことが分かった。

③ 西部地区

西部地域においては、四川省を除き、第一因子の『産業発展度』はすべてマイナスとなることが分かった。四

川省の人口は8000万人を超え、中国全国の中でも人口が一番多い地域の一つである。四川省の農業は安定成長を続けているとともに工業も西部で最も発展している省である。また、第二因子の『都市化度』にはすべてマイナスとなる。西部地域は、山と高原が繋がり、内陸に位置するため海洋から遠く離れる。経済規模が小さいし、所得が低いという特徴がみられる。

3.4 重回帰分析

次に、因子分析により抽出した3因子が鉄道貨物の発生量と集中量に影響を与える要因を調べるモデルを作成し、その影響度を研究した。なお、1997年に重慶市は四川省から分離して直轄市に設立された。輸送量は年々急激に増加し、近年の発生量と集中量に影響を与える要

因を分析するため、以下の分析は2000年からとする。

3.4.1 鉄道貨物発生量の推計モデル

鉄道貨物の発生量（2000年以降データが完備されている年分の発生量の対数をとった数値）を目的変数とし、前述の対応した三つの因子得点を用い重回帰分析を行い、鉄道貨物の発生量を説明するモデルを推定した。

分析の手順としては、まず、説明変数を全て導入して全変数型の重回帰分析を行い、次に、その結果に対し、有意な影響を与えていない変数を除いて再度重回帰分析を行って、最終モデルを確定する。このとき、多重共線性に十分注意し、モデルを組み立てる表3-7以下のVIFの値が10未満であること確認しながらモデルを決定する。

表3-7 2000年鉄道貨物の発生量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判定	単相関	偏相関	VIF
因子1	0.1121	0.3197	0.0031	**	0.3246	0.5475	1.0000
因子2	-0.0836	-0.2380	0.0223	*	-0.2412	-0.4379	1.0000
因子3	0.2780	0.7731	0.0000	**	0.7762	0.8453	1.0001
定数項	3.6092		0.0000	**	**:1% 有意 *5% 有意		
精度							
決定係数	0.7612	修正済決定係数	0.7326	ダービンワトソン比		1.6181	
重相関係数	0.8725	修正済重相関係数	0.8559	赤池のAIC		-10.0670	

表3-8 2003年鉄道貨物の発生量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.0985	0.2831	0.0046	**	0.2856	0.5282	1.0000
因子 2	-0.0972	-0.2787	0.0052	**	-0.2820	-0.5223	1.0000
因子 3	0.2816	0.7949	0.0000	**	0.7970	0.8678	1.0000
定数項	3.6899		0.0000	**	**:1%有意 *:5%有意		
精度							
決定係数	0.7929	修正済決定係数	0.7681	ダービントゥ比		1.5626	
重相関係数	0.8905	修正済重相関係数	0.8764	赤池の A I C		-14.6124	

表3-9 2004年鉄道貨物の発生量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1045	0.3011	0.0020	**	0.3043	0.5673	1.0000
因子 2	-0.1030	-0.2968	0.0023	**	-0.2997	-0.5618	1.0000
因子 3	0.2821	0.7917	0.0000	**	0.7938	0.8755	1.0000
定数項	3.7271		0.0000	**	**:1% 有意 * :5% 有意		
精度							
決定係数	0.8090	修正済決定係数		0.7861	ダービンワトソン比		1.4578
重相関係数	0.8994	修正済重相関係数		0.8866	赤池の A I C		-17.1755

表3-10 2005年鉄道貨物の発生量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.0989	0.2837	0.0034	**	0.2850	0.5440	1.0000
因子 2	-0.1094	-0.3135	0.0014	**	-0.3153	-0.5823	1.0000
因子 3	0.2818	0.7925	0.0000	**	0.7934	0.8754	1.0000
定数項	3.7494		0.0000	**	**:1% 有意 *:5% 有意		
精度							
決定係数	0.8085	修正済決定係数	0.7855	ダービンワトソン比		1.6537	
重相関係数	0.8991	修正済重相関係数	0.8863	赤池の A I C		-16.7923	

表3-11 2007年鉄道貨物の発生量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.0828	0.2332	0.0108	*	0.2369	0.4826	1.0000
因子 2	-0.1379	-0.3878	0.0001	**	-0.3910	-0.6755	1.0000
因子 3	0.2856	0.7822	0.0000	**	0.7849	0.8795	1.0000
定数項	3.7921		0.0000	**	**:1% 有意 *:5% 有意		
精度							
決定係数	0.8208	修正済決定係数	0.7993	ダービンワトソン比		1.7708	
重相関係数	0.9060	修正済重相関係数	0.8941	赤池の A I C		-17.6822	

上記の表より、鉄道貨物の発生量 Q_i の推計は、因子 1『産業発展度』、因子 2『都市化度』と因子 3『石炭関連性』から推計される。また、各年の重回帰式において、各変数の偏回帰係数は安定的な値を示すようになり、モデルとしては安定性が見られた。従って、推計式は、5年分の偏回帰係数の平均値から推計し、式 (3-1) のとおりとなる。

$$Q_i = 0.0994 \cdot X_1 - 0.1062 \cdot X_2 + 2.818 \cdot X_3 + 3.7135 \quad (3-1)$$

X_1 : 因子 1『産業発展度』

X_2 : 因子 2『都市化度』

X_3 : 因子 3『石炭関連性』

式 (3-1) により、鉄道貨物の発生量に対して『産業発展度』と『石炭関連性』の係数はプラスである一方、『都

市化度』の係数はマイナスとなっている。これは経済成長の結果、経済発展に伴い平均賃金が高くなるにつれて、道路による輸送分担率が高くなり、鉄道貨物輸送が相対的に少なくなることを意味していると推測される。

いずれにせよ、石炭量の約 70% は鉄道により運送することから、『石炭関連性』は鉄道貨物の発生量の増大と密接に関係していることが分かった。

3.4.2 鉄道貨物集中量の推計モデル

鉄道貨物の集中量（2000 年以降データ完備されている年分の集中量の対数をとった数値）を目的変数とし、発生量と同様に三つの因子得点を用い重回帰分析を行い、鉄道貨物の集中量を説明するモデルを推定した。推計方法は発生量と同様に推計した。

表 3-12 2000 年鉄道貨物の到着量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判 定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1899	0.5838	0.0003	**	0.5864	0.6359	1.0000
因子 3	0.1309	0.3926	0.0090	**	0.3964	0.4846	1.0000
定数項	3.6447		0.0000	**	**:1% 有意 * :5% 有意		
精度							
決定係数	0.4979	修正済決定係数	0.4593	ダービンワットソン比		1.3423	
重相関係数	0.7055	修正済重相関係数	0.6777	赤池の A I C		5.1097	

表 3-13 2003 年鉄道貨物の到着量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判 定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1845	0.5924	0.0002	**	0.5936	0.6405	1.0000
因子 3	0.1199	0.3781	0.0116	*	0.3800	0.4698	1.0000
定数項	3.7308		0.0000	**	**:1% 有意 * :5% 有意		
精度							
決定係数	0.4954	修正済決定係数	0.4565	ダービンワットソン比		1.4262	
重相関係数	0.7038	修正済重相関係数	0.6757	赤池の A I C		2.7837	

表 3-14 2004 年鉄道貨物の到着量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判 定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1876	0.5926	0.0002	**	0.5939	0.6398	1.0000
因子 3	0.1218	0.3748	0.0125	*	0.3769	0.4659	1.0000
定数項	3.7647		0.0000	**	**:1%有意 * :5%有意		
精度							
決定係数	0.4932	修正済決定係数	0.4543	ダービンワットソン比		1.4904	
重相関係数	0.7023	修正済重相関係数	0.6740	赤池の A I C		3.7953	

表 3-15 2005 年鉄道貨物の到着量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判 定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1861	0.5713	0.0006	**	0.5717	0.6106	1.0000
因子 3	0.1171	0.3523	0.0226	*	0.3529	0.4294	1.0000
定数項	3.7856		0.0000	**	**:1% 有意 * :5% 有意		
精度							
決定係数	0.4510	修正済決定係数	0.4087	ダービンワットソン比		1.5627	
重相関係数	0.6715	修正済重相関係数	0.6393	赤池の A I C		7.8141	

表 3-16 2007 年鉄道貨物の到着量モデル

重回帰式（全変数）							
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	判 定	単相関	偏相関	VIF
因子 1	0.1860	0.5740	0.0006	**	0.5755	0.6097	1.0000
因子 3	0.1114	0.3346	0.0306	*	0.3372	0.4091	1.0000
定数項	3.8337		0.0000	**	**:1% 有意 * :5% 有意		
精度							
決定係数	0.4431	修正済決定係数	0.4003	ダービンワットソン比		1.7025	
重相関係数	0.6657	修正済重相関係数	0.6327	赤池の A I C		7.8822	

鉄道貨物の集中量 D_j の推計は、因子 1『産業発展度』、と因子 3『石炭関連性』から推計する。また、得られた重回帰式を検討し、偏回帰係数が安定することが確認された。以上のことにより、集中量の推計式は、5 年分の偏回帰係数の平均値から推計し、式 (3-2) のとおりとなる。

$$D_j = 0.1868 \cdot X_1 + 0.1202 \cdot X_2 + 3.7519 \quad \text{— (3-2)}$$

x_1 : 因子 1『産業発展度』

x_2 : 因子 3『石炭関連性』

以上の結果から見れば、集中量については、『産業発展度』が影響度の高い要因であることが分かった。産業発展に伴い、生産活動が拡大し、工業生産の進歩が促進される。産業発展度の増加は他の地域から貨物の輸送量の増加を促進すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、中国鉄道貨物に影響する要因を明らかにし、中国を研究対象とした実証的な研究を行った。鉄道貨物の輸送量を影響する要因を因子分析し、三つ因子の安定性を確認した。因子分析の結果を踏まえ、重回帰分析を施し、鉄道貨物の輸送量を影響する要因を解明した。

以上により、得られた結論を示すと以下のとおりである。

(1) 鉄道貨物の輸送量を影響する要因を因子分析した結果、『産業発展度』、『都市化度』、『石炭の関連性』の 3 因子を抽出した。

(2) 1995 年～2007 年の各年のデータを用いて、すべての年において、上述の三つの因子が抽出できた。つまり、三つの因子の安定性を確認した。

(3) 因子分析の結果により、重回帰分析を施し、鉄道貨物の発生量と集中量を影響する要因を解明した。各年の重回帰モデルの結果により、偏回帰係数は安定することを示し、偏回帰係数の平均値から最終モデルを確定した。『石炭の関連性』は鉄道貨物の輸送量の増大と密接に関係していることが分かった。また、『産業発展度』も鉄道貨物の輸送量に影響する重要な要因であることが分かった。

中国における交通データはまだ整備途上にある。データ上の大きな制約がある中で、実証的にこのような結論を導出することができた。

今後の課題としては、今回の因子分析と鉄道貨物の輸送量モデルの結果を踏まえ、将来予測を検討し、鉄道貨物輸送エネルギーを考慮したエネルギーの側面から国土とエネルギー政策にアプローチすることに関連する研究をしていくことが考えられる。また、中国の実情をより深く分析することにより、輸送エネルギーの面からみた人口・産業分布に関する研究等更なる検討を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) 『BP Statistical Review of World Energy』 June, 2008, BP
- 2) 黄磷 (2000) 「市場統合と地域間物流」 中兼和津次編『現代中国の構造変動 2 経済—構造変動と市場化』 東京大学出版会
- 3) 鈴木勉・田頭直人 (2000) 「地域人口の変化による国土レベルの旅客・貨物輸送のエネルギー消費・環境負荷への影響と対策」 総合都市研究 第 71 号 pp109-129
- 4) 中国国家统计局編 (各年発行) 『中国統計年鑑』 中国統計出版社
- 5) 中国交通運輸局編 (各年発行) 『中国交通年鑑』 中国交通出版社
- 6) 中国国家统计局工業統計交通司編 (各年発行) 『中国エネルギー統計年鑑』 中国国統計出版社
- 7) 中国国家统计局人口と従業統計司編 (各年発行) 『中国人口統計年鑑』 中国国統計出版社
- 8) 統計解析アドインソフトエクセル統計 2008 ファーストステップガイド
- 9) 中村理・吉田肇 (1980) 「都市の輸送エネルギーとその省エネルギー性」 日本都市計画学会学術研究発表会論文集 No.15, pp349 - 354
- 10) 森田恒幸・甲斐沼美紀子・西岡秀三 (1993) 「多極分散型国土利用とエネルギー消費に関する研究」 国立環境研究所
- 11) 樋口洋一郎 (1999a) 「オッズ比分解法の中国鉄道物流への応用とその問題点 (上)」 『高速道路と自動車』 第 42 巻第 6 号、PP.20 - 29