

地域間交易モデルに関する一考察

京都大学工学部 正員 天野光三

東日本交通コンサルタント 正員 石本 昇

オリエンタルコンサルタント 正員 武田 裕

1 はじめに

本研究は、地域間交易量推計モデルとして、LPモデル、エントロピーモデル、地域間産業連関モデルを取り上げ、各モデルの特徴と関連を述べるとともに、現実のデータを用い、実証的に検討する。

2 各モデルの特徴と関連

2-1 モデルの特徴

・LPモデル——ここで言うLPモデルとは次式で定式化される輸送問題のことである。

$$\text{Min. } TC = \sum_i \sum_j C_{ij}^T X_{ij}^T \quad (1)$$

$$\text{S.T. } \sum_j X_{ij}^T = X_i^D, \quad X_{ij}^T \geq 0 \quad (2)$$

$$\sum_i X_{ij}^T = \sum_k a_{kj}^D X_k^S + F_j^D \quad (3)$$

(注: \$i, j\$ を表す添字; \$D\$: 地域を表す添字
\$X_{ij}^T\$: 地域間の財流量; \$C_{ij}^T\$: 地域間の財輸送費
\$a_{kj}^D\$: 地域別投入係数; \$X_k^S\$: 地域の財供給量
\$F_j^D\$: 地域の財最終需要; \$TC\$: 総輸送費)

LPモデルでは、求めるべき交易量\$X_{ij}^T\$の数に比べて制約条件数が少ないため過少決定となる。また、地域間輸送費\$C_{ij}^T\$の小さい地域間に交易量が大きく配分される傾向がある。

・エントロピーモデル——ここで言うエントロピーとは次式で表わされる\$X_{ij}^T\$の組合わせの数のことである。

$$W(\{X_{ij}^T\}) = X! / \prod_{i,j} X_{ij}^T! \quad (4)$$

エントロピーモデルは、この組合わせの数を最大化することにより、最も生じやすい地域間交易パターンを求めるもので、次のように定式化される。¹⁾

$$\text{Max. } P = - \sum_i \sum_j X_{ij}^T \ln X_{ij}^T \quad (5)$$

$$\text{S.T. } \sum_j X_{ij}^T = X_i^D \quad (6)$$

$$\sum_i X_{ij}^T = \sum_k a_{kj}^D X_k^S + F_j^D \quad (7)$$

$$\sum_i \sum_j C_{ij}^T X_{ij}^T = TC \quad (8)$$

このラグランジュ関数をとると、次式のような一般化されたグラビティーモデルが導かれる。

$$X_{ij}^T = A_i \cdot B_j \cdot X_i^D \cdot X_j^S \cdot \exp(-u_{ij} C_{ij}^T) \quad (8)$$

制約式(7)の
ラグランジュ係数

上式からわかるように、エントロピーモデルでは、地域間交易量が過少決定されることはなく、輸送費の大きな地域間においても0でない交易量が算定される。

・地域間産業連関モデル——本研究ではモーゼス型地域間産業連関モデルを動的に拡張したモデルを取り上げる。²⁾ このモデルでは輸送費変化に伴う地域間交易係数、地域間投入係数の変化が内生化されており、これらの係数の固定性を仮定していた従来のモデルの欠点をおさなっている。

2-2 各モデルの関連

各モデルの関連を図-1に示す。LPモデルとエントロピーモデルは全く別の目的関数を持っているが、実は総合輸送費用を通じて深い関連があり、(8)式中の\$u\$を無限大にした時のエントロピーモデルの解はLPモデルの解と等しい。また、この2つのモデルでは、地域間産業連関分析において、地域間交易係数が果たす役割を輸送費だけで代表させている点に特徴があると言える。

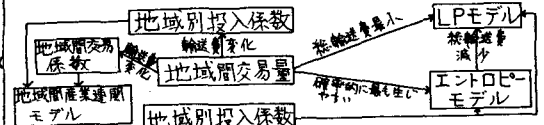


図-1 各モデルの関連

3 各モデルの実証的研究

3-1 各モデルごとの結果

表1に各モデルの財が鉱産物品である場合の昭和40年のデータを用いた計算結果を示す。

3-2 相関係数からみた比較

表-1 各モデルの計算結果 実績値 (単位: 億)

	北海道	東北	北関東	東関東	北陸	近畿	中国	四国	九州
北海道	79276504	2624859	8369270	1439743	315290	1355526	24195	5309	547143
東北	1363129	65964358	2998967	364194	182760	327882	150934	89305	385437
北関東	63056	1798789	231885325	1573774	773415	335285	133064	28158	277975
東関東	5493	34466	1481093	36877824	139435	118596	136532	25806	163134
北陸	31188	55239	386250	129015	24677699	119531	44849	8573	118175
近畿	13775	44950	228986	456182	7446	53510768	272601	420974	143372
中国	21675	52851	625291	488776	142259	2677638	50500127	745142	1345835
四国	3613	8622	442401	229793	5346	6198526	1514213	23120337	344144
九州	39660	129499	1467968	1790635	132032	7322461	5392154	964605	75106988

L P モデル

	北海道	東北	北関東	東関東	北陸	近畿	中国	四国	九州
北海道	80837913	0	13113716	0	0	0	0	0	0
東北	0	70663033	0	0	0	1163933	0	0	0
北関東	0	0	234729825	1283531	805486	0	0	0	0
東関東	0	0	0	60030869	0	0	0	0	0
北陸	0	0	0	0	25570199	0	0	0	0
近畿	0	0	0	0	0	55094394	0	0	0
中国	0	0	0	0	0	0	56799334	0	0
四国	0	0	0	2035556	0	0	0	13053255	0
九州	0	0	0	0	0	16776086	0	12352074	78626903

エントロピーモデル

	北海道	東北	北関東	東関東	北陸	近畿	中国	四国	九州
北海道	75953079	191168	18005262	12	1467	6	0	0	0
東北	387340	55702744	19709	1072	6508	74460336	3	5	1209032
北関東	104260	6613246	224566886	2048705	2741826	48572	44594	12476	1399
東関東	67052	847279	1170611	55457315	2023853	370893	62419	21261	10492
北陸	85	2075	1993	3651	14933963	2889	5195435	6430144	1
近畿	308458	1066392	1372843	2107567	1073473	45234744	1422423	2355038	153466
中国	49983	268576	473712	968878	2408733	5748314	37815785	7522367	1507163
四国	3704320	5834369	2182937	2597186	2950441	5115328	2795551	6435735	450812
九州	23085	48603	48710	167580	235646	2066771	11030320	3630327	75294943

表-2 相関係数

地域別	500km以下	500km~1000km	1000km以上
L P モデル	0.9965	0.9967	-0.0682
エントロピーモデル	0.9915	0.9942	-0.0232

その地域間の経済的依存関係が希薄であることを示している。

L P モデル、エントロピーモデルについて、実績値との相関係数を計算し結果を表2に示す。なお地域間産業連関モデルについては、用データとの性格が異なるため、相関係数を計算していない。

全地域あるいは、近距離の地域間の場合にはL P モデルの相関係数は良好である。4km以上の地域においてもL P モデルの相関係数は比較的良好であるがこれは北海道一関東間で求められた交易量が実績値に近いためである。L P モデルにおいては、遠距離の地域間交易量は0となることが多く、通常は遠距離の相関係数は悪い。

エントロピーモデルについては、全体的にL P モデルより相関係数が悪い。これは現実の交易パターンがこのモデルで考えた制約以外の要因によっても影響をうけていることを示している。

地域間産業連関モデルの結果の中にもL P モデル同様交易量が0の地域があるがこれは、

上に示した結果から地域間交易量を求めるという観点からは、L P モデルがモデル構造も簡単で精度も一応良好であると考えられる。エントロピーモデルについては遠距離の地域間交易量が求まる点でL P モデルより優れている。しかし、モデル全体の精度はL P モデルに比べ若干劣る。地域間産業連関モデルは、交易パターンを求めるという目的以外にモデル内の各種のパラメータを動かすことにより構造分析や予測ができるという利点がある。

4 おわりに

地域間交易量を求めるモデルのうち3種をとりあげ比較した。ここでの検討は単年度についてのものであるが、L P モデルが実績値との相関という点では良好である。L P モデルは、構造も簡単であり、交易量を求めるのに適し、複雑なモデルになるほど、条件が多くなり誤差の入る余地も多くなると考えられる。

参考文献 1) Ag. Wilson Entropy in urban and regional modeling
2) 天野・藤田 交通施設整備による地域構造の変動分析モデルに関する研究