

物資情報流動構造のエントロピーモデル分析

錦織 陸子 埼玉大学大学院政策科学研究科；現所属：大阪府
(指導教官 大山達雄教授)

1. 研究の目的

情報流動における中心性・発信力が地域特性としての重要性を持ち、情報ネットワークの広域化が地域政策の1つとして取り上げられるようになった。情報流動は、物資流動と「高い相関関係を持つ」とされるが、特に情報流動構造に関する研究、あるいは都市間レベルにおける物資情報流動構造に関する研究については蓄積が少なく、都市間レベルの両流動特性の差異は明らかではない。

本研究では近畿圏を対象として取り上げ、都市間レベルにおける物資情報流動個々の構造と相互関連を、エントロピーモデルを中心とするモデル分析手法を用いて明らかにする。

2. 研究の概要

対象地域は、近畿圏2府4県(大阪・京都・兵庫・奈良・和歌山・滋賀)を56地域に区分したものとす。情報流動については、1988年・近畿圏56地域間の事務用電話の発信着信回数を、物資流動については、1985年実施の事業所抽出調査にもとづく地域間の物資(全品目)発着件数を対象とする。研究の枠組みは図1の構成図にもとづく。

3. 発生量・集中量のマクロ分析

(1) 発生量規模の分布とその要因

① i 地域の物資流動発生量を C_i 、情報流動発生量を T_i 、事業所数を W_i とし、次のモデル式にもとづいてパラメータ a, b をOLSにより推定する。

$$C_i = k * (W_i)^a \quad T_i = k' * (W_i)^b$$

モデルの適合度はよく推定値から $a > b > 1$ が得られる。したがって事業所規模増大の程度以上に両発生量規模は増加しその傾向は物資流動に特に顕著であるといえる。

② C_i, T_i を規模順に並べた順序統計量の分布特性が

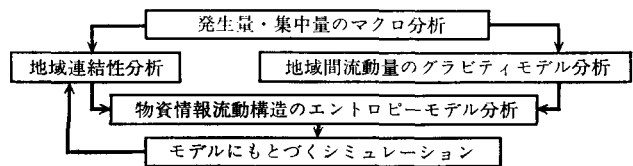


図1 構成図

ら、地域別物資情報流動発生量の分布が指数分布に近いと推定される。したがって、発生量規模の小さい地域がきわだって多く、規模が大きい地域の発現確率は0にほぼ近い。このことから、物資情報流動現象における地域間構造が底辺の広いピラミッド型になると予想される。同様のことが、都道府県別の情報流動(電話通信)発生量についてもいえる。

③ i 地域の物資流動発生量 C_i と情報流動発生量 T_i の相関は高いが、地域により物資流動・情報流動のいずれかに発生特化しているのが確認される。

各地域の両流動発生量と産業構造との関係を次のように調べる。 i 地域の第2次、第3次産業事業所数をそれぞれ、 $W2_i, W3_i$ とし、次のモデル構造にもとづいてパラメータ推定を行なう。

$$C_i = k + \alpha * (W2_i) + \beta * (W3_i)$$

$$T_i = k' + \alpha' * (W2_i) + \beta' * (W3_i)$$

結果、 α' のみが負となる上、5%有意水準を満たさない。したがって各地域の情報流動発生量には第3次産業の規模がより強い発生要因として働いているといえる。

4. 地域連結性分析

i 地域から j 地域への物資流動量を C_{ij} 、情報流動量を T_{ij} とし、 i 地域の発生量に占める j 地域への流動量の割合をそれぞれ、 $RC_{ij} = C_{ij}/C_i$ 、 $RT_{ij} = T_{ij}/T_i$ とする。 RC_{ij} 、 RT_{ij} を基準にもとづいて抽出し、得られるグラフ構造を調べて地域連結特性分析を行なう。その結果、物資流動の地域連結特性の特徴は次のとおりであ

表 1 抽出基準

連 結	物資流動	情報流動
強度連結	$0.3 \leq RC_{ij}$	$0.15 \leq RT_{ij}$
中度連結	$0.2 \leq RC_{ij}$	$0.10 \leq RT_{ij}$
弱度連結	$0.1 \leq RC_{ij}$	$0.05 \leq RT_{ij}$

る(図 2 参照).

- 大阪をはじめとするいくつかの核地域のもとにそれぞれ独立した地域連結が存在する独立連結システム. 各府県内に複数の核地域が存在する. 情報流動の地域連結性の特徴は次のとおりである(図 3 参照).
- 核地域はすべて大阪に連結し, ほとんどすべての地域が直接, または核地域を通じて間接的に大阪に連結する一点集約的システム. 各府県の核地域数は 1 (~ 2) であり, 各県内連結も一点集約的である.

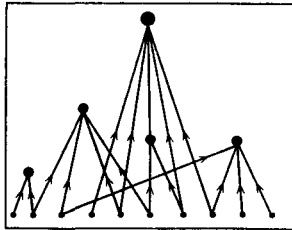


図 2 物資流動の地域連結性

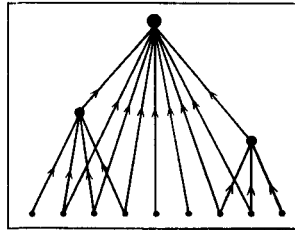


図 3 情報流動の地域連結性

5. 地域間流動量のグラビティモデル分析

流動量 C_{ij}, T_{ij} に ij 地域間の距離, i 地域の発生量規模, j 地域の集中量規模が与える影響をみるため次のグラビティモデルを用いてパラメータ p, q, r を推定する.

$$C_{ij} = k * (C_i)^p * (C_j)^q * (D_{ij})^{-r}$$

$$T_{ij} = k' * (T_i)^p * (T_j)^q * (D_{ij})^{-r'}$$

C_j ; j 地域の物資流動集中量

T_j ; j 地域の情報流動集中量

D_{ij} ; i 地域と j 地域の地理的距離

結果, $r < r'$, $p \approx q$, $p' > q'$ となり, 物資流動よりも情報流動の方が距離の影響をより強く受け, 情報流動では, 着地規模よりも発地規模が地域間流動量に与える影響が大きいことが確認される.

6. 物資情報流動構造のエントロピーモデル分析

(1) 1 因子情報路エントロピーモデル

表 2 分析結果

	物資流動 C_{ij}	情報流動 T_{ij}
R^2	0.662	0.841
p, p'	0.68 (45.4)	0.93 (66.1)
q, q'	0.70 (38.9)	0.83 (61.4)
r, r'	1.38 (-24.6)	2.09 (-60.6)

※ t 値 (() 内) はすべて 1% 有意水準を満たす

ある発地の着地選択確率 (各着地への流動比率) $\{p_1, \dots, p_n\}$ は, 各着地の流動コストについての評価値をそれぞれ $I_1 \sim I_n$ とするとき, 以下のようなエントロピー最大化問題の最適解として得られるものとする.

$$\begin{aligned} \text{Maximize } H &= -\sum_{i=1}^n p_i * \log p_i \\ \text{subject to } \sum_{i=1}^n I_i * p_i &= L \quad (L = \text{const.}), \\ p_i &\geq 0, \quad i=1, \dots, n \end{aligned}$$

上の最大化問題の最適解は次式で与えられる.

$$p_i = Z_0^{-I_i}, \quad i=1, \dots, n$$

ここで, Z_0 は次の方程式の正数解である.

$$Z^{-I_1} + Z^{-I_2} + \dots + Z^{-I_n} = 1$$

「京都」「和歌山」「八尾」「姫路」を発地として選び, グラビティモデル分析の結果を参考に流動コストの評価値 I_i を次のように仮定し, 物資情報流動それぞれについて最適解を求める.

$$\text{物資流動コスト } I_i = (W_i)^{-1.4} * (D_i)^{0.6}$$

$$\text{情報流動コスト } I_i = (W_i)^{-1} * (D_i)^2$$

W_i ; 着地 i 地域の事業所数

D_i ; 着地 i 地域までの地理的距離

結果, エントロピー・モデル最適解として得られた流動比率が, いずれも実際の流動量と適合することが確認される(図 4 参照).

(2) 発生制約型エントロピーモデル

流動データ行列にエントロピーモデルを適用し, 流動コスト関数のパラメータの推定を同時に行なう. i 地域の流動発生量を制約条件として加えたエントロピー最大化問題は次のように構成される.

$$\begin{aligned} \text{Maximize } H &= -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n F_{ij} * \log F_{ij} \\ \text{subject to } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n F_{ij} * L_{ij} &= L \quad (L = \text{const.}) \\ \sum_{k=1}^n F_{ik} &= F_i. \quad (F_i. = \text{const.}), \\ F_{ij} &\geq 0, \quad i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, n \end{aligned}$$

F_{ij} ; i 地域から j 地域への流動量

いま, 流動コストを次のように設定する.

$$L_i(x) = 1/\lambda * \log\{(W_x)^{-p} * (D_{ix})^r\}$$

(λ ; ラグランジュ乗数)

単位・千

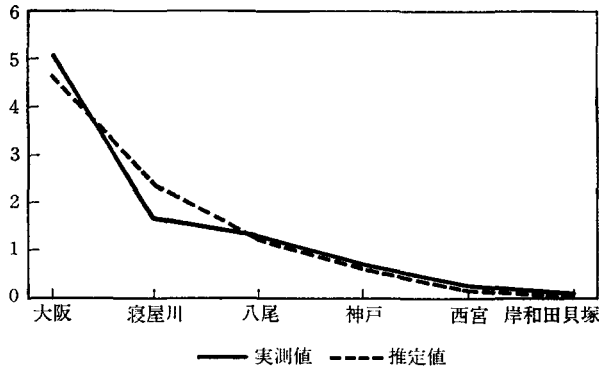


図 4 京都からの物資流動量と最適解

結果, 上のエントロピー最大化問題の最適解は次式で与えられる.

$$F_{ij} = A_i \cdot F_i \cdot W_j^p \cdot D_{ij}^{-r}$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n W_k^p \cdot D_{ik}^{-r}}$$

このモデルを次のように線形構造に変換し, OLS によりパラメータ p, r を推定する. また, 着地 j が大阪である場合に 1 をとるダミー変数 α (binary) をモデルに加え, 第 1 核都市大阪への流動集中の指標 u を計測する.

$$\frac{P_{ij}}{\hat{P}_i} = \left(\frac{W_j}{\hat{W}_i} \right)^p \cdot \left(\frac{D_{ij}}{\hat{D}_i} \right)^{-r} \cdot (u \cdot \alpha)$$

$P_{ij} = F_{ij}/F_i$, \hat{P}_i ; i 地域の P_{ij} の幾何平均

\hat{W}_i ; i 地域の W_j の幾何平均

\hat{D}_i ; i 地域の D_{ij} の幾何平均

(4) 物資情報関連度の算出および情報単独流動の推定

いま, i 地域の物資流動と情報流動の関連度 E_i を, 次のように表わす.

$$E_i = 1 - \frac{\sum_{k=1}^n |PT_{ik} - PC_{ik}|}{2}$$

$$PT_{ij} = T_{ij}/(T_i - T_{ii})$$

$$PC_{ij} = C_{ij}/(C_i - C_{ii})$$

E の度数分布は 0.7 前後が最も多く (平均: 0.70), 物資情報流動の関連は高いといえる.

また, 情報流動のうち, 物資流動を伴わない流動を情報単独流動として, その構造を推定する. i 地域の情報単独流動発生量に占める j 地域への流動比率 Q_{ij} を次のように表わす.

$$Q_{ij} = \frac{PT_{ij} - \gamma \cdot E_i \cdot PC_{ij}}{\sum_{k=1}^n (PT_{ik} - \gamma \cdot E_i \cdot PC_{ik})} \quad (\gamma; \text{パラメータ})$$

(5) 分析結果

物資流動 C_{ij} , 情報流動 T_{ij} , 情報単独流動 Q_{ij} についてのエントロピーモデル分析の結果, 次のことが確認

表 3 分析結果

	R^2	p	r	u
C_{ij}	0.66	1.11 (21.3)	2.24 (-26.9)	0.59 (-1.9)
T_{ij}	0.88	0.98 (41.5)	2.32 (-54.1)	1.53 (2.9)
Q_{ij}	0.80	0.97 (29.1)	2.42 (-40.0)	1.62 (6.5)

※ t 値 (() 内) はすべて 1% 有意水準を満たす

された.

- 距離の影響の程度 (距離抵抗) は物資流動 < 情報流動 < 情報単独流動となる.
- 最適解と比較して, 物資流動は大阪に過少に流入, 情報流動は大阪に過剰に流入する構造傾向を持つ. また情報単独流動はより大阪に集中する傾向を持つ.

7. モデルにもとづくシミュレーション

1つのケースとして, 情報流動について, 距離抵抗が減少 (2.3 → 2.0) した場合の変化を調べると, 地域連結はより一層, 大阪への一点集約的なシステムになると予想される.

8. 結論

物資情報流動の関連は高いが, 核となる地域, 連結システムは異なる. その要因は, ①地域特性によりいずれかに流動発生特化すること, ②距離と着地規模が流動量におよぼす影響の差, ③情報流動は第 1 核都市大阪に集中する構造, 逆に物資流動は大阪に集中しない構造を持つこと, である. したがって, 情報ネットワークの広域化政策が距離抵抗の減少のみをもたらす場合, 大阪一点への情報流動の集中が一段と進むと予想される.

参考文献

- [1] Wilson, A.G. (1974): Urban and regional models in geography and planning. John Wiley.
- [2] Nakanishi, M. and Cooper, L. G. (1974): "Parameter estimation for a multiplicative competitive interaction model", *Journal of Marketing Research*, 11, pp.303-311.