

重力モデルによる通話データの分析 —地域内々データに注目して

01108452 東北芸術工科大学 古藤 浩 KOTOH Hiroshi
東北芸術工科大学 長谷川文雄 HASEGAWA Fumio

1. 目的と利用データの概要

情報や人・物の交流の活発さの度数が距離に従って急減することの表現技術として、指数減衰型モデル、すなわち重力モデルが使われることが多い。本研究では、特に地域内々の通話回数の意味に注目して考察し、人口密度の影響を考慮に入れた改良型重力モデルを提示する。

本研究で用いるデータはNTTの単位料金区域(以後MA(i.e.; Message Area)と書く)間の住宅用回線の1991年一年間の通話回数の100回単位のデータである。全国は567のMAに分けられており、それらは原則として市町村の集合体となっている。しかし一部の市町村は複数のMAに属しているため、本研究では、人口とマッチングさせるため562のMAに再編成し、各MAの人口データを作成した。なお、字の一部が主要部とは異なるMAに属している自治体もあり、完全にはマッチングしてはいないことを付記しておく。

2. データの傾向と重力モデル

MA_iの人口をp_i、MA_i-j間の距離をd_{ij}と書くと、典型的な重力モデルによるMA_iからjへの発信回数は係数a, u, 0によって

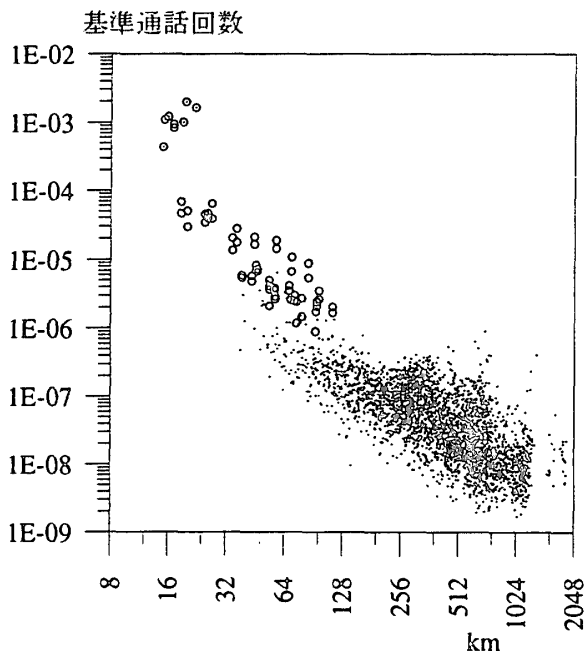


図1 基準通話回数の減衰傾向 (対数平面)

$$(1) \quad C_{ij} = p_i p_j u d_{ij}^{-a}$$

と書ける。ここでp_ip_jは通話の可能組み合わせ数を表すので、C_{ij}/p_ip_jを考えればそれは一つ一つの組み合わせに対する通話の回数を表す。そこでこれを基準通話回数y_{ij}(=C_{ij}/p_ip_j)とおき、以下での考察の基本指標とする。データが重力モデルに従っているかを判断する方法に、式(1)の両辺の対数をとるとa, uに関して線形になることの利用があり、それはy_{ij}を使って式(1)が、

$$(2) \quad \log(y_{ij}) = \log(u) - a \cdot \log(d_{ij})$$

と表せることを意味する。そこで山形県の8つのMAから全国への発信数について距離の対数をとったものを横軸に、基準通話回数の対数をとったものを縦軸にして図1に表示すると、通話データはある程度重力モデルに合致する傾向があることがわかる。

図1において円は山形県内相互の通話数、点付円はMA内々の通話数である。すると、MA内々と県内と県外の間には傾向にずれがあるとわかる。内々データでの距離は、MAと同じ面積の円に一樣に点が分布する場合の平均距離で与えた。MA内々の発

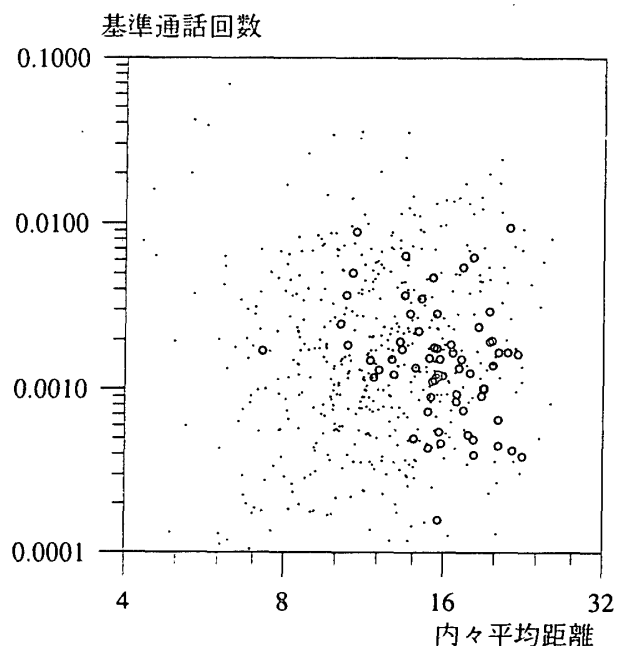


図2 MA内々の基準通話回数 (対数平面)

信数は各MA発信総数の87.6% (8MAの平均) を占める。全国のMAの80%は内々発信数が総発信数の70%以上を占めており、内々データは通話データを考える上で非常に重要である。

内々データについて基準通話回数と距離の関係を図2を見ると距離は全く無関係に見える。しかし図2で円で表示した東北地方に限ると若干の相関関係があるように見え、つまり通話の傾向には各地域の特性が無視できないと考えた。そこで、以下では東北地方(66MA)に絞って考えていくことにした。

3. 地域内々通話回数と重力モデル

図2で見たように基準通話回数と距離は弱い関係にしかないが、基準通話回数と人口の関係は

$$y_{ii}=q/p_i \quad (qは定数)$$

という強い相関関係がある。実はこれは単純に解釈でき、一人当たりの発信数がMAの間でほぼ等しいことを意味している。MA内々の発信数は総発信数の過半を占めており、一人の発信数には限界があるので、この傾向があると考えられる。この傾向と重力モデルの関係を以下で考察しよう。

MAiの内々距離はその面積 S_i の平方根に比例するので、それを $v\sqrt{S_i}$ ($v=0.51$)と書けば、基準通話回数は

$$y_{ii}=uv(S_i)^{a/2}$$

と書ける。ここで人口密度が等しい別な地域 α を考える。すなわち、

$$P_\alpha=\alpha p_i, S_\alpha=\alpha S_i$$

とする。すると地域 α の基準通話回数は

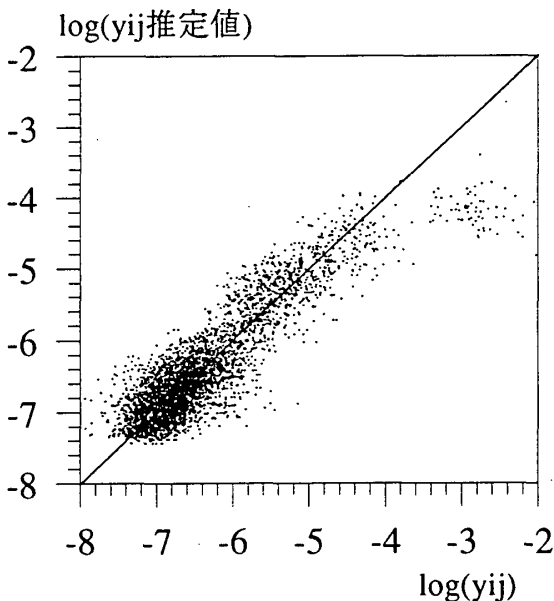


図3 基準通話回数と推定値

$$y_{\alpha\alpha}=uv\alpha^{-a/2}(S_i)^{a/2}=\alpha^{-a/2}y_{ii}$$

となる。ここで、一人当たり発信数 $I_{ii}=p_i y_{ii}$ を両地域で考えると、重力係数 $a=2$ の場合、 $I_{ii}=I_{\alpha\alpha}$ が成立する。つまり、人口密度が等しいならば、重力係数が2の場合に限りMAの面積に関わらず一人当たり内々通話量一定ということが導かれる。

一方、人口密度が x 倍 (例えば面積が $1/x$ または人口が x 倍) の場合を同様に考えると、一人当たり内々通話量は \sqrt{x} 倍となるが、それは現実的とは考えられない。一方、周りの人口が多ければ一人の発信数もある程度増加すると考えられる。そこで、その増加の度合いを係数 b (≥ 0)で司り、人口密度の b 乗に比例すると仮定する。すると基準通話回数は

$$(3) \quad y_{ij}=uv(P_j/S_j)^{b}d_{ij}^{-a}$$

と書ける。ここで $b=1$ ならば一人当たり発信量は等しい距離の場合に面積に比例することとなる。

4. あてはめの結果とまとめ

データの傾向を検討した結果、修正した重力モデルは各県内の通話にのみ適用し、県間の通話回数には標準的な重力モデル(1)式を適用した。発信回数0のペアはデータから除いたので、データ数は4246となった。このうち各県内々の受発信は694データである。遠距離のデータも意味を持たせるため、推定は対数を取った形で行った。決定係数は0.79で式(1)の重力モデルのみで考えた場合(0.71)よりも高い推定結果を得た。

推定結果を図3に表示する。係数は $a=1.68$, $b=0.37$ となった。図3では地域内々のデータの推定がうまくいっていないことがわかる。もしも地域内々だけ別に推定するならば、 $a=1.98$, $b=0.95$ (決定係数=0.97)となる。MA内々データを別に推定するべきか、その場合その意味は何かなどは今後の課題である。

距離の効果を除いたとき、地域内々の発信回数が人口に比例し、地域間の発信回数が人口の2乗に比例することの意味を考察することにより重力モデルの意味を考え、その補正を提案した。これら補正の必要性は地域の特性やNTTの料金体系とも関係があるようであり、その特殊性をいかに理論の中に組み込んでいくかを考えていきたい。

参考文献

- 1) 腰塚武志他(1986):都市計画数理. 朝倉書店.
- 2) 古藤 浩、長谷川文雄(1996):二項重力モデルによる東北地方の通話構造の分析. 日本OR学会秋季研究発表会アブストラクト集, pp. 198-199.