

## 逆算距離による日本の通話地図

Telephone call map of Japan using Backward Calculated Distances

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

## 1. はじめに

本研究では通話の構造を視覚化する方法を示し、それによる日本の通話地図を示す。それは通信インフラの整備への指針などを研究する上での助けとなる。

通話の地域構造は3つの要因に分けて考えることができる。第一はいくつかの地域グループの存在であり、グループ間とグループ内では同じ距離でも通話の回数が異なる傾向を見ることができる。第二は地域個々の特殊性であり、首都であることや地域の中核都市であることは、人口等によるウェイトを勘案しても、活発な通話が観察される。第三はその他の要因で、第一、第二の要因を勘案しても残る分である。それは、交通網の影響、歴史的な地域の関係などの理由が考えられる。このような概念は Noronha et.al(1992)でも示している。

これら三つの要因を勘案し、本研究ではそれを説明するのではなく、その様子を視覚化し、構造の理解を支援することを目的とする。具体的には重力モデルを元に、逆算距離の概念と多次元尺度構成法を応用し、通話の地域構造を仮想地図で示す。

なお、逆算距離の概念は Plane(1984)によって導入され、米国の人口移動の地域構造の視覚化に使われた。

## 2. 本研究での重力モデル

本研究では単位料金通話地域:MA(i.e. Message Area)を分析の単位地域とする。同一 MA 内では最低料金で一定時間の通話ができる。日本は 567 の MA に分割されている。

まず、いくつかの記号を定義する。

$c_{ij}$ : MA i から MA j への発信回数

$p_i$ : MA i の人口

$d_{ij}$ : MA i と MA j 間の物理的な距離

$y_{ij} = c_{ij} / p_i p_j$ : 基準発信回数 = 人口の組み合わせによるウェイトを考慮した MA 間発信回数

なお、MA 内々での発信回数は MA の人口に比例する傾向があり、(人口の二乗を基準とする)基準発信回数の考え方は適用が困難である。これは内々データの特異性に起因すると考えられ、本研究の計算では内々データを用いなかった。

本研究での基本的な重力モデルを式(1)のように与える。

$$y_{ij} = \alpha d_{ij}^{-\beta} \quad (1)$$

ここで、 $\alpha$ は重力モデルでの距離 1(km)での推定値、 $\beta$ は重力減衰係数( $>0$ )である。式(1)は無制約型の空間相互作用モデルともいえる。

このモデルはその論理的な意味や、係数の次元等に関連していくつかの問題があるが、通話データの大まかな傾向は式(1)が当てはまりそうであること、単純な式なので応用が容易であり、簡明に逆算距離が定義できることから、本研究では式(1)を利用することとした。

式(1)の両辺に対数をとると得る、線形な式から係数 $\alpha$ 、 $\beta$ を推定した。非線型の式(1)のままでも係数推定は可能だが、その場合、遠距離の通話がほとんど無視されることになる。遠距離間の傾向も生かす目的で、対数をとった式を採った。

## 3 逆算距離による通話地図

ここでは、逆算距離を用い通話地図を作成する方法を述べる。まず発信回数から対応する距離を逆算して求められる「通話距離(=逆算距離)」を定義する。それは重力モデルの適用によって得る係数を利用し、基準通話回数を用いて、MA 間の仮想的な距離を逆算することで定義される。重力モデルの係数が求められていて、基準発信回数  $y_{ij}$  がわかれば、MA 間の通話距離は式(2)のように得る。

$$\tilde{d}_{ij} = (y_{ij} / \alpha)^{-1/\beta} \quad (2)$$

次に通話距離を用い、多次元尺度構成法を応用して、通話距離から MA 間の位置関係を総合的に図化する。具体的には清水(1992)による最小二乗法を用いた多次元尺度構成法を用いた。

データのうち、計算不能(通話回数が 0)・不安定(通話回数が非常に少なく年度によって極端に通話距離が異なる)なものを計算から除外した。そのためデータはリスト構造で扱い、データ数(利用する MA ペアの数)を  $m$ 、 $h$  番目のデータの発信地 MA を  $c_h$ 、受信地 MA を  $r_h$ 、通話地図上での MA<sub>i</sub> の座標を  $(X_i, Y_i)$  とおいて、通話地図を作成するときの目的関数は、

$$\min \sum_{h=1}^m \left\{ \log \sqrt{(X_{c_h} - X_{r_h})^2 + (Y_{c_h} - Y_{r_h})^2} + \log(y_h / \alpha) / \beta \right\}^2 \quad (3)$$

と整理できる。式(3)の括弧内の第一項は通話地図上での距離、第二項は通話距離を示す。各項で対数をとってから差を求めている理由は、通話距離の元となる重力モデルの係数を、対数をとった式(1)から求めていること、対数をとらない場合は通話量が少ない MA ペアでは、ほんの少し通話回数異なるだけで大きく距離が相違するという問題があり、それに対応するためである。なお、通話地図の精度の評価には相関係数と標準誤差を利用した。

#### 4 データと推定方法

事例研究に利用したデータは住宅用電話から発信されたMA間受発信回数データ(100回単位)で1990年と1991年の平均をとって用いた。近年、携帯電話が急速に普及したこと等により、通話の現状の全体構造を把握することはもはや困難であることを考えると、10年以上前のデータだが、この時点の通話トラフィックの構造を把握することは重要だろう。日本全国は567のMAに分けられる。本研究ではMAを人口とマッチングさせるため、562のMAに再編して分析した。

データ数は112815で、重力モデルの適用(式(1)に対数をとった式)によって得た係数は、 $\alpha=4.28 \cdot 10^{-4}$ 、 $\beta=1.21$ と与えられた。また、そこでの決定係数は0.52であった。通話地図は式(3)により、準ニュートン法を用いて作成した。初期値は、日本の物理的な位置と9種類の乱数で与えたものの合計10種類を準備し、それぞれの初期値からの計算の結果で、目的関数値が最小となったものを採用した。

通話地図は図1のように与えられた。ここでは各都道府県を、県庁等所在地を中心とした星形グラフで示した。また政令指定都市は大円で示した。通話地図の相関係数は0.867、標準誤差は0.253(距離の比に直せば $10^{0.253}=1.792$ 倍)である。全体の形は英文字のCのような形になった。これは北海道や九州が本州に近づく傾向であり、通話が物理的な移動を代替している結果と考えられる。各都道府県は真の位置関係よりも集

中して配置された。これは、都道府県内の通話量が県間通話も含めた全体の傾向に比較してはるかに多いことを意味し、都道府県は日本の基本的な地域グループの単位であることが視覚化された。その他の読み取られる傾向を列記する。

- ・政令指定都市のMAは、その属する県の端に位置した。その都市が属する地方の中心に多少寄ったといえる(地域個々の特殊性)。
- ・東京MA、大阪市MAはそれぞれ、関東地方、近畿地方の中央(寄り)に位置した(地域個々の特殊性)。
- ・新潟と山形、長野と岐阜など、物理的には接しているにもかかわらず、非常に離れて位置した県の組が見られる。
- ・静岡県、福井県などは県内MAが集まらず、大きく散開して位置した。

#### 参考文献

- 1)清水英範(1992):時間地図の作成手法と応用可能性。土木計画学研究論文集, 10, 15-29.
- 2)Plane, D. A.(1984):Migration Space:Doubly constrained gravity model mapping of relative interstate separation. Annals of the Association of American Geographers, 74,244-256.
- 3)Noronha, V. T. and M. F. Goodchild (1992): Modeling Interregional Interaction - Implications for Defining Functional Regions. Annals of the Association of American Geographers ,82, 86-102.

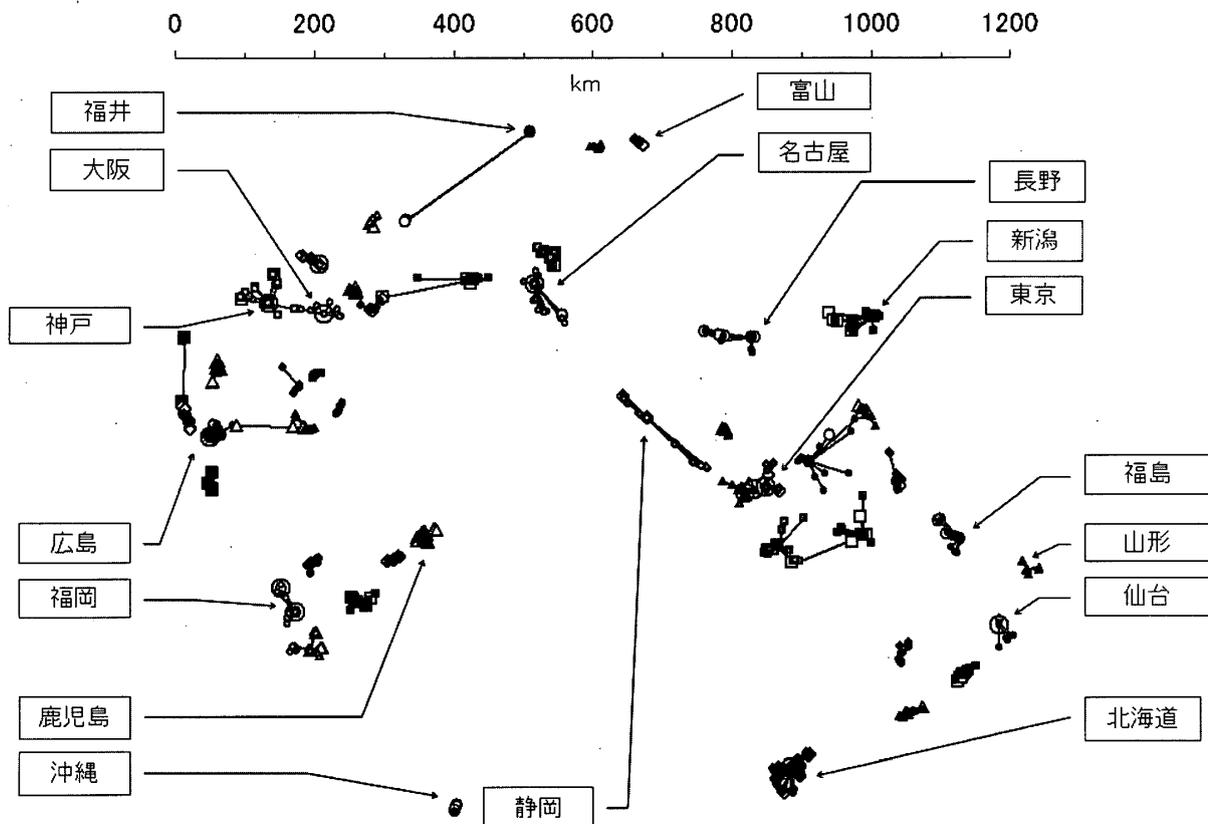


図1 住宅用電話発信による日本の通話地図