

ハフモデルによる地域間交流の強さの図示

三浦 英俊

ハフモデルとは2つの物体が引き合う力を記述する重力モデルを下敷きに構成された“選択モデル”のひとつであり、新しい商店の来客数の予測などに応用されている。最近ではGISのソフトウェアなどに実装されており、簡単に使うことができるようになってきた。

最も基本的なモデルは、人が買物に出かける際にいくつかの店を選ぶことができる時、選択可能なそれぞれの店を選ぶ確率は、店の吸引力を店までの距離の n 乗で割ったものに比例するというものである。店の吸引力の大きさは、店の売場床面積を使用することやアンケートによって数値を得る方法などがある。人から店までの距離は直線距離、道路距離、時間距離などいくつかのバリエーションがある。距離の肩に乗るパラメータ n は大きくなるほど遠くの人に店の吸引力が及ばなくなり、選択確率が低下する。

ハフモデルは広範囲の流動にも適用可能であり、例えば都道府県別の来訪旅行者数などもモデルにのせることができる(拙著[4])。「店」にあたる都道府県を訪れる「客」すなわち泊まりがけの旅行者の人数が発源地別に分かっているとき、旅行者の目的地選択がハフモデルに従うと仮定してデータとの誤差自乗和を最小にする都道府県別の「吸引力」を求めたものである。都道府県間の距離は、各県庁所在地を代表点としてこれらの間の最短旅行時間を使用した。図1は、東京と大阪がそれぞれ47都道府県を選択する確率を図示したものである。どちらも距離が離れるに従って地域の選択確率は小さくなるが、新幹線と航空が利用可能な北海道や九州などは旅行時間が短いので確率は大きい。東京は日本海側の福井から島根にかけて選択確率が特に低い。大阪は東京に比べて地域別の確率の差が小さい。東京の人は箱根より東側の観光地に宿泊旅行で出かけることが多いが、大阪の人の行き先はより広い範

囲にわたっていることを表している。

この結果を利用して都道府県の仲の良さを眺めるとともにそれを図示してみよう。図2は横軸に都道府県 i から j への宿泊旅行者人数データをとり[2]、縦軸にハフモデルによる推定値を与えて都道府県ペア $47^2=2209$ をプロットしたものである。

実データと推定値の比率 h_{ij} を

$$h_{ij} = \frac{i \text{ 県から } j \text{ 県への宿泊旅行者数データ}}{i \text{ 県から } j \text{ 県への宿泊旅行者数ハフモデル推定値}} \quad (1)$$

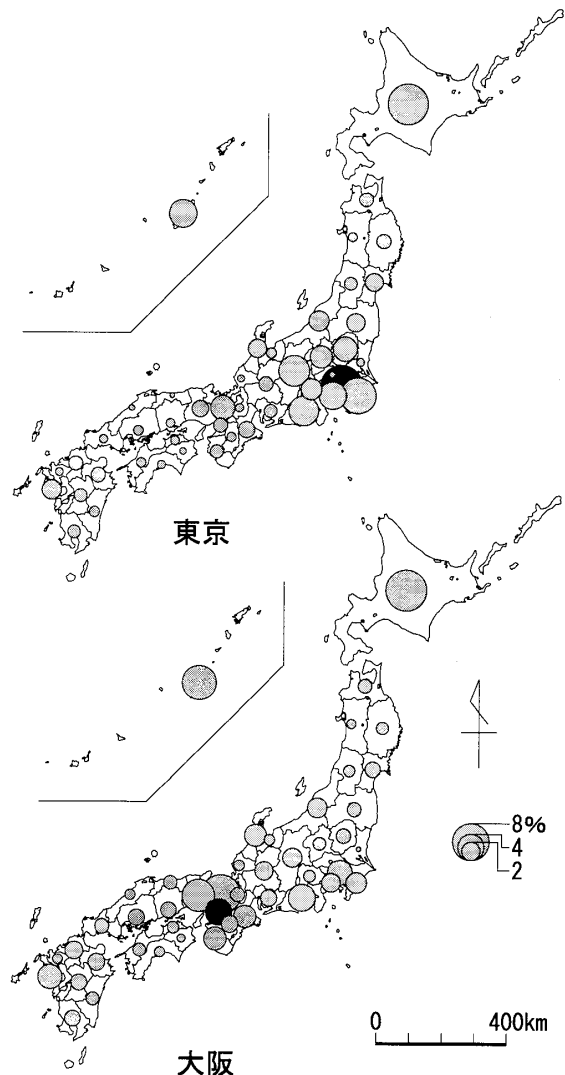


図1 東京と大阪から都道府県を選択する確率

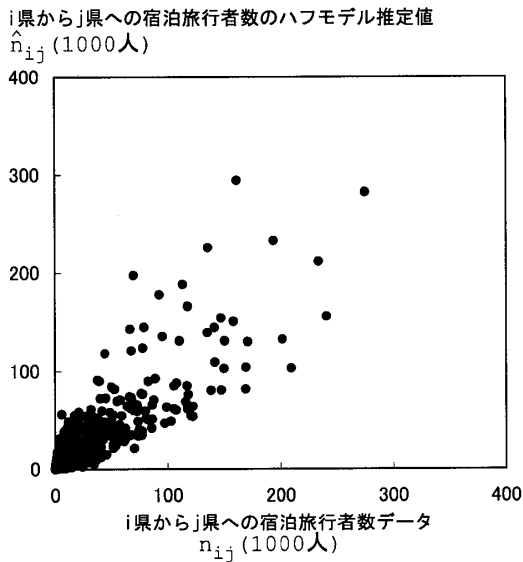


図2 2000年の*i*県から*j*県への宿泊旅行者数データ n_{ij} と推定値 \hat{n}_{ij} の散布図 (文献[4]より引用)

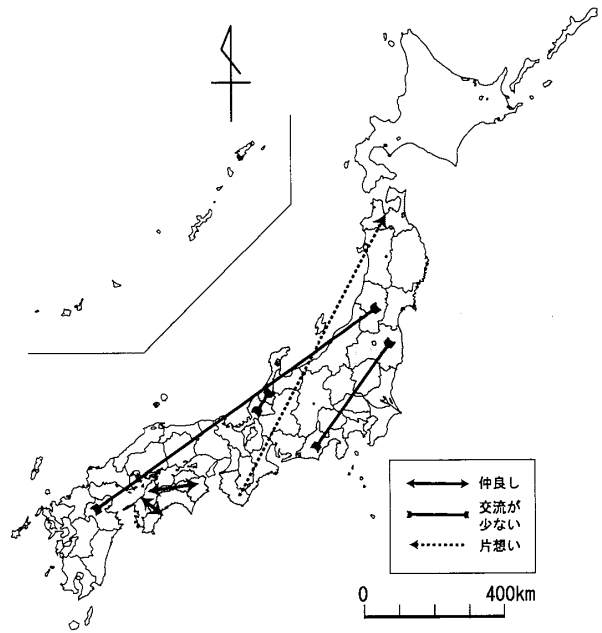


図3 仲良し判定地図

表1 *i* 県と *j* 県の仲良し判定表

$h_{ij} \backslash h_{ji}$	1/4未満	1/4以上4未満	4以上
1/4未満	交流が少ない	—	<i>i</i> から <i>j</i> への片思い
1/4以上4未満	—	—	—
4以上	<i>j</i> から <i>i</i> への片思い	—	仲良し

と定めて h_{ij} と h_{ji} を比較し、*i* 県と *j* 県の仲の良さの判定を表1のように行う。実際の旅行者数が $i \rightarrow j$ と $j \rightarrow i$ がともにハフモデル推定値の4倍以上あれば「仲良し」、ともに1/4未満であれば「交流が少ない」、 $i \rightarrow j$ は4倍以上しかし $j \rightarrow i$ が1/4未満であれば *i* から *j* への「片思い」とする。図3は判定結果である。「仲良し」を実線両矢印、「片思い」を破線矢印、「交流が少ない」隣接県は県境を太線で表示する。

これはハフモデルで説明できなかった推定値の誤差を比率で表現しているにすぎないが、ハフモデルに当てはまらない県間の移動をピックアップすれば地域別の特徴を眺めることができる。図3を見ると、徳島-愛媛、徳島-高知が仲良し県である。これらの県は吸引力が比較的小さいため、広い範囲から来訪者が来ているわけではないが近隣から多くの旅行者を集めている。四国の人あまり四国の外に出ないと見ることができる。また、ハフモデルの適用にあたって鉄道による県庁所在地間の旅行時間を採用したが、四国のような地域では自動車による移動のほうが便利かもしれな

い。この場合、遠方から遊びに来るためには時間がかかるが地域内での行き来は比較的容易である。これは四国の県がハフモデルの推定以上に交流がある理由のひとつと考えられる。

山形-大分、福島-静岡、石川-福井は交流が少ない県ペアである。これらの地域に共通する性質は、有名な温泉地などを多く抱えており観光地として全国から多くの人を集めていることである。山形-大分、福島-静岡に関しては、地元で楽しむことのできる観光についてはわざわざ遠くまで出かけることにあると推測できる。石川-福井については明確な理由は分からない。地図を見ると県境はかなり急峻な山地で両県を結ぶ道路は多くない。相互の移動が不便であることが影響しているのかもしれない。

片思いについては和歌山から青森への片思いのひとつだけである。和歌山から青森へはスキーや温泉を楽しむ人が多く、一方で青森の人にとって和歌山で楽しむことのできる観光はもっと近い地域で可能であるからと考えられる。

先に述べたように、これらはハフモデルによってすくい取ることのできなかった結果残った誤差にすぎない。この誤差をモデルで適切に表現するためには、地域別の人の好み・観光目的の違い・年齢構成などを考慮する必要がある。さらに、複数の観光地の回遊行動も取り入れるべきであるが、これに関してはエントロピー・モデルを発展させた研究成果がある[3]。

モデルの構築や調整にあたってはデータの当てはま

りのよさを示す評価値だけに着目しがちである。図示して見直すことによって、データに隠された性質あるいはモデルの改良のヒントが得られることもあると思う。

参考文献

- [1] 栗田治 (2002) : 輸送機関の発達が地域の商業売上に与える影響—ハフモデルに基づく解析学的アプローチ—, 都市計画論文集, No. 37, pp. 55-60.
- [2] 財団法人日本交通公社 (2001) : JTB 宿泊白書 2001, 財団法人日本交通公社.
- [3] 本間裕大, 栗田治 (2006) : 周遊を考慮したエントロピー・モデルによる国内観光流動の推定, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, pp. 310-311.
- [4] 三浦英俊 (2004) : 交通インフラ整備が地域来訪者数増減に与える影響分析—旅行者の移動にハフモデルを仮定して—, 都市計画論文集, No. 39-3, pp. 673-678.