

人口密度分布に対するポテンシャル解析の適用

梅川通久†

京都大学地域研究統合情報センター†

1. 序論

地理情報システム(GIS)は、人文・社会科学分野においても広く利用される情報技術のひとつである。本研究では GIS での利用を見据えた試みとして、地図上の分布として表される様々な地理学的量のポテンシャルを求める事によって定量解析を行う手法を取り上げる。特に日本及びベトナムの人口密度分布モデルへの適用を行い、具体的にどのような分析が可能であるか考察する。

本研究の様な考え方を導入する事によって、これまで定性的な議論を中心として考えられて来た問題について、数値による厳密な比較などの道が開かれる事が期待される。

2. モデル

物理学の理論から、重力場や電場等では密度に相当する量が、Poisson 方程式を通じてポテンシャルと一意な関係を持つ事が知られている。ここで取り扱う人口密度への応用では、ポテンシャルと人口密度との関係において同様に Poisson 方程式が成立しているとする。

本研究では、この人口密度分布に対する Poisson 方程式を、ICCG(Incomplete Cholesky decomposition - Conjugate Gradient)法 [1][3]を用いて数値的に解いた。ICCG 法の詳細については、[4]の付録に記されている。

日本、ベトナムの 2 国についてそれぞれをモデル 1、モデル 2 とし、人口密度分布のポテンシャルを算出して解析を行った。人口密度分布データは、SEDAC[2]による 2000 年の国連統計を基にしたグリッドデータを用いた。

簡単な為に、数値計算ではこれらのデータを元に、2 次元デカルト座標系、境界条件を 0 に固定、居住不可能地域での人口密度を居住可能地域と同等として値を 0 とする、各仮定を置いた。モデル

2 においては、本来であれば隣接する地域の人口密度分布による効果が無視出来ないが、本研究では最も基礎的な情報を得る事が目的である為、周辺地域は人口 0 の扱いとし、その影響を無視した。

3. 結果

図 1 に、モデル 1 (日本)の人口密度分布を表す色分布、ポテンシャルを表す等高線、ポテンシャルの勾配から導かれた人口密度に対して働く仮想的な力に関する量の分布を表すベクトル場を示す。色分布は SEDAC の人口密度データそのものであり、濃色ほど人口密度が小さく淡色ほど大きい。等高線は、ポテンシャル最小値までを 40 等分した値毎に引かれている。またベクトル場は、40 グリッド分の長さが最大値を示す様に規格化されている。

図 1 から、東京、名古屋、大阪の 3 都市圏が、大きなひとつのポテンシャルの谷を形成している事がわかる。この事はこれらの都市圏の人口集中が日本において支配的であることを示している。人口密度分布のデータ等から直接そういった事を定性的に理解出来る事は明らかであるが、ポテンシャルを算出する事によって、人口の集中度合いその物を直接的に数値として論じる事が可能となった。

モデル 2(ベトナム)の計算結果を、図 3 に示す。ベトナムのポテンシャル分布では、実際の人口密度分布を反映したハノイ及びホーチミンの都市圏による 2 極構造が見られる。この構造自体は人口密度の分布から直接理解可能であるが、ハノイ、ホーチミン間に見られる小規模都市圏のポテンシャル構造が比較的明確に見られる事が、大きなひとつの極に人口が集中する日本との対比において興味深い。都市圏の構造に関する国毎の特徴について、人口密度分布のポテンシャルを用いると比較的明確に捕らえる事が可能となる。

4. 結論

本研究では、ポテンシャルの概念を人口密度分布に適用し、日本とベトナムのモデルについて、国のスケールでの人口密度分布の解析を行った。

Analyses for the Population Density Distribution by Using Potential

†Michihisa Umekawa, Center for Integrated Area Studies, Kyoto University

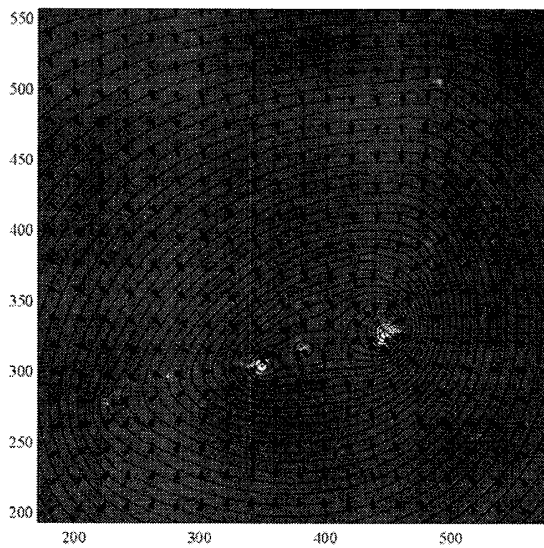


図 1: モデル 1 の結果

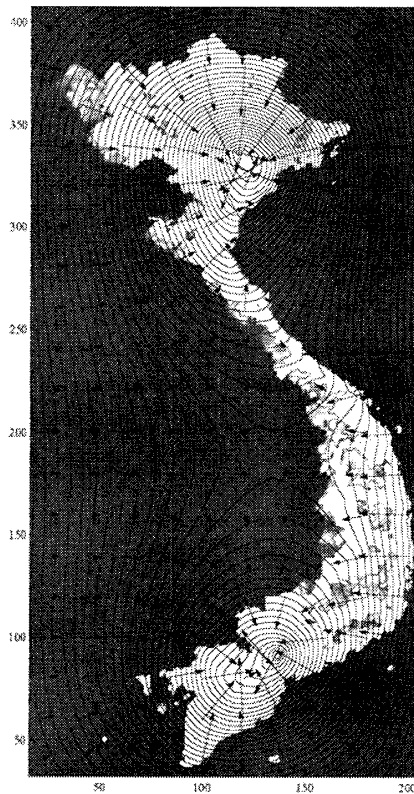


図 2: モデル 2 の結果

日本のモデルでは、直感的理解と同様に、東京、大阪、名古屋の 3 都市圏が深いひとつのポテンシャルの谷を形成する形となった。また都市が人口を引き付ける力等について、本研究での議論の様にポテンシャルの深さの比較やポテンシャルの勾配を用いて、直感的ではない定量的な議論を行う事を可能とした。

ベトナムのモデルでは、ホーチミンとハノイによる 2 極構造のポテンシャル分布が見られた。1 極集中構造の日本では小規模な都市によるポテンシャルの構造が脆弱であるのに対して、2 極構造のベトナムでは小規模都市に起因するポテンシャルの構造がある程度明瞭に形成されているという明確な違いが存在することから、ベトナムのモデルでのポテンシャル分布を考察する事により、日本における人口の 1 極集中問題を考察する上でのヒントが見出されるかもしれない。

この研究成果は、人口密度分布以外の例えば言語や特定の習慣等の分布の分析に利用する事も可能である。また、人口密度分布に対しても、地形や交通等の情報を加えてより詳細な計算を行う事や、小さなスケールでの分析を行う事等が、今後の課題として挙げられる。また本研究では、プログラムを組んで明示的な計算を行ったが、将来は GIS の機能として誰でも利用可能な様環境を整備し、用途を広げて行く事が重要であろう。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)「地理情報データに関する空間・時間変化量の解析」(課題番号: 19510248, 研究代表者: 梅川通久)により実施された。また、同じく基盤研究(A) 課題番号: 18201047、及び基盤研究(A) 課題番号: 19201051、により補助された。

参考文献

- [1] Meijerink, J. A., and van der Vorst, H. A. 1977, Mathematics of Computation, vol.31, pp. 148
- [2] Socioeconomic Data and Application Center, <http://sedac.ciesin.org/>
- [3] van der Vorst, H. A. 1981, Journal of Computational Physics, Vol. 44, pp. 1
- [4] 梅川通久 2000, 博士学位論文, 千葉大学大学院自然科学研究科