

自己組織化マップアルゴリズムを用いた 都市の分類とその特性分析

日大生産工(院)	杉田 祐次
日大生産工	黒岩 孝
日大生産工	松原 三人

1. はじめに

最近、複数の解析対象における類似性を、人間の感覚に近い形で二次元空間上に表現できる自己組織化マップ(以下SOM)が注目されている。SOMは、類似する特徴を持つものを近くに、そうでないものを遠くに配置する「二次元的なマップ」を生成する。その出力結果は視認性に優れ、解析対象の相互関係が直感的にわかりやすい。著者らは、SOMを用いた都市の類型化において、デンドログラムを用いたクラスター分析の場合と比べて、分類結果は視認性に優れ、しかも、分類結果を直感的に理解できることを報告している^[1]。ここでは、SOMを用いて、都市が持つ特性の分析ができるか検討を行う。具体的には、SOMに入力する項目の一部を除き、都市の分類を行うという手法を提案し、その有効性について検討する。

2. 解析法

図1にSOMの概略図を示す。SOMは2層構造とし、 n 次元の入力ベクトル及び参照ベクトルを、それぞれ $x[t]$ 及び $m_i[t]$ ($t=0,1,\dots,T, i=0,1,\dots,L$)で表す。 $m_i[t]$ の更新は、次式により行う^{[2],[3]}。

$$m_i[t+1] = m_i[t] + h_{ci}[t]\{x[t] - m_i[t]\} \quad \dots (1)$$

ただし t は学習ステップで、 T は学習回

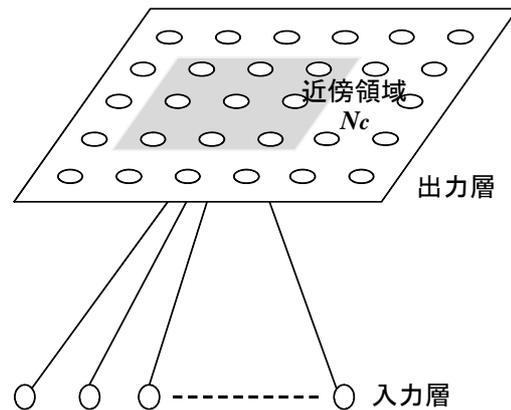


図1 SOMの概略図

数を表す。 $h_{ci}[t]$ は近傍関数で、次式で表せる。

$$h_{ci}[t] = \begin{cases} \alpha_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) & (i \in N_c) \\ 0 & (i \notin N_c) \end{cases} \quad \dots\dots\dots(2)$$

N_c は近傍領域で $m_c[t] = \min |x[t] - m_i[t]|$ を囲む領域によって定義されている^[2]。参照ベクトル $m_i[t]$ に適切な初期値を与え、式(1)を用いて繰り返し更新を行う事で、 $m_i[t]$ は一定値に収束し、互いに類似した値のものは近くに、そうでないものは遠くに配置された二次元的なマップが出力される。参照ベクトル $m_i[t]$ の更新を行う際に、近傍領域 N_c が二次元的なマップの端からはみ出すと、適切な更新が行われない可能性があるため、これを

Classification and characterization of the city by using
self-organization map algorithm

Yuji SUGITA, Takashi KUROIWA and Mitsuhiro MATSUBARA

改善するため、ここでは、トラス型 SOM を用いている^[4]。

表1は、都市の分類及び、その分析に用いた調査項目を示す^[5]。都市の類型化、あるいはその特性は、都市の立地環境や、地域経営の方向、及び地域活力度により決まると考えられる。そこで、これら3つの条件のそれぞれを構成する要素を設定し、その要素を指し示す指標として、表1の様な24の項目を選定し、これらをSOMへの入力データとする。また、出力層における参照ベクトルの配置は、横30×縦24の格子状とした。

ここで、解析は以下のように行う。まず、上述の入力データから得られたSOMの出力結果をもとにして、都市を分類する。次に、入力データの一部を除き、再度分類を行う。このときの分類結果と、全ての入力データを用いた場合の結果を比較し、その変化から分類に寄与する主な項目を求める。さらに、その内容を考察することによって、都市の持つ特性について検討を加える。

3. 結果

ここでは、東北、中部、中国、四国、九州における25県より選出した101の都市を用いて検討を行った。

まず、表1に示した全ての調査項目を全て用いた

表1 調査項目

	指標	算出方法
都市の立地環境	高速交通化	「高速道路」、「新幹線」、「空港」欄の合計数
	旧市町村数	都市における町村の数(町村名欄にある町村数)
	人口最大町村の卓越度	町村における人口総数÷都市の人口総数×100
	可住地面積比率	可住地面積÷面積×100
	総人口	「総人口」欄の数値
	住戸集中性(DID人口比)	DID地区人口÷総人口
	第2,3次産業比(都市型産業)	(2次産業+3次産業)÷就職人口×100
30km圏内圏域人口ポテンシャル	各箇所における人口÷直線距離の合計	
地域経営の方向	第2次就業人口比率変化率	1990年(平成2年)における2次産業の数値÷1970年(昭和45年)における2次産業の数値
	工業/建設業就業人口比	1990年における製造業/建設業÷1970年における製造業/建設業
	投資的経費変化率	1990年における歳出総額に対する投資的経費の比率÷1970年における歳出総額に対する投資的経費の比
	現積高倍率変化率	地方債現在高÷標準財政規模
	千人当たりの病床変化率	1990年における千人当たりの病床数÷1970年における千人当たりの病床数
	DID人口比率変化率	1990年におけるDID地区人口欄の対全市比率÷1970年におけるDID地区人口欄の対全市比率
	市街地指数変化率	1990年における市街地指数÷1970年における市街地指数
	第3次就業人口比率変化率	1990年における3次産業の数値÷1970年における3次産業の数値
	サービス業/商業就業	1990年におけるサービス業/商業比率÷1970年における3次産業の数値
	広域型公共施設整備	「教育」、「文化」、「集会」、「ショッピング」欄の数値の合計
地域活力度	財政力指数	「財政力指数」欄の数値
	人口増減率	1990年における人口÷1970年における人口
	従属人口指数変化率	1990年における従属人口指数÷1970年における従属人口指数
	一人当り課税所得額	「一人当り課税対象所得額-1990年」欄の数値
	第一次産業人口比率	「1次産業」欄の数値
	小売吸引力係数	小売吸引力指数(小売販売額÷世帯数)÷道具の小売吸引力指数

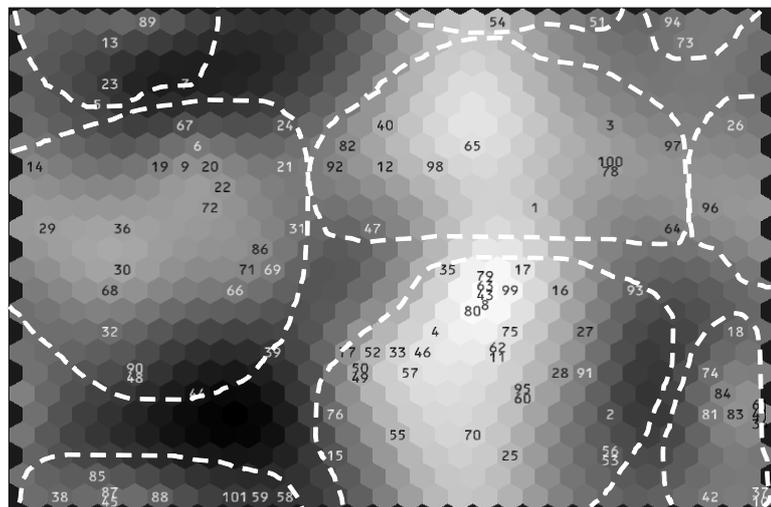


図2 SOMの出力結果

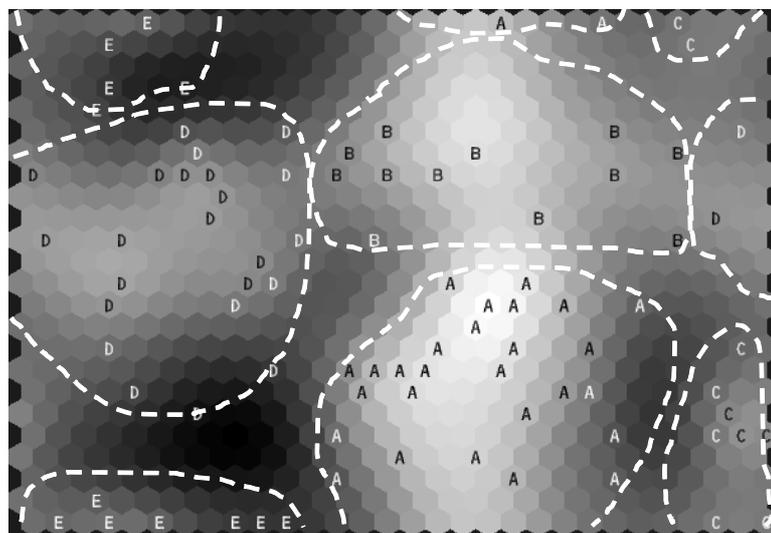
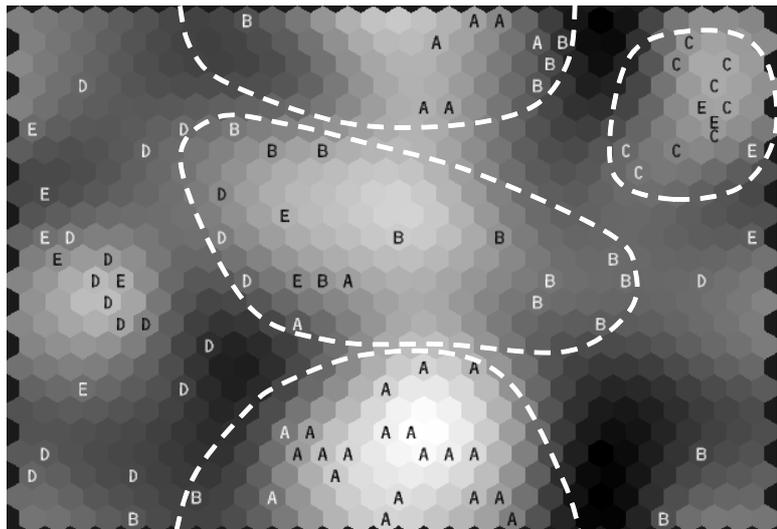


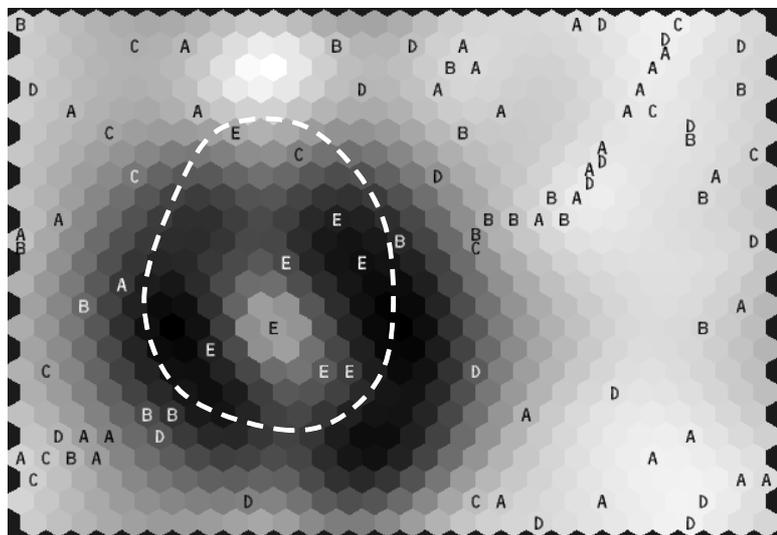
図3 SOMの出力結果(都市を類型で表した場合)

場合の分類結果を図2に示す。同図中の六角形は、出力層の参照ベクトルを表す。参照ベクトル間の距離は256階調の濃淡で表される。即ち、距離が近いと白く、逆に、離れていると黒く表す。また、同図中の数字は各都市に便宜上割り振った番号であり、破線は、上述のように、濃淡で表した距離に基づいて引いた境界線である。同図より、101の都市は5つの類型に分類されることがわかる。一方、図3は、図2の結果を、書き直したものである。各類型は、英文字のA～Eで表してある。

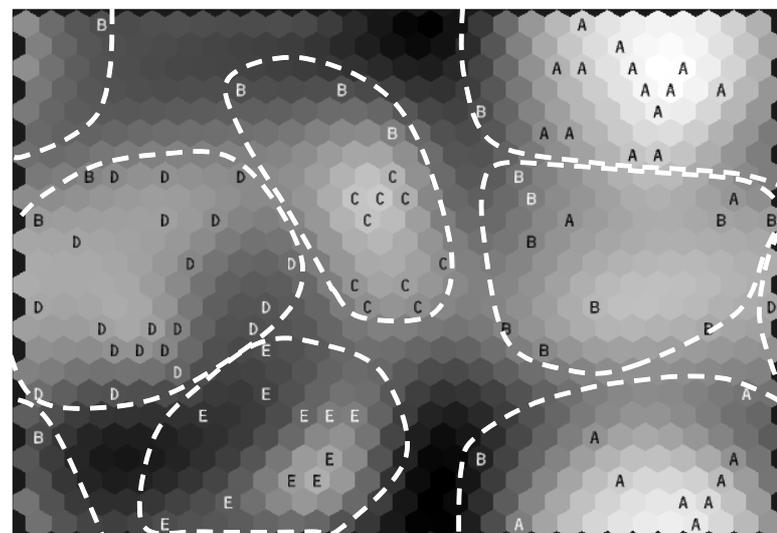
次に、表1に示した調査項目の中の、都市の立地環境に関する項目、地域経営の方向に関する項目、地域活力度に関する項目のいずれかを除いてSOMへの入力データとした場合について検討する。図4に結果を示す。同図(a)は、都市の立地環境に関する項目を除いた場合の結果である。類型Eに属する都市はまとまっているのに対し、類型A～Dの都市はばらばらとなっている。この場合、「高速交通化」と「可住地面積比率」の2つの項目が、類型A～Dの都市の分類に大きな影響を及ぼす事を既に確認している。一方、同図(b)は、地域経営の方向に関する項目を除いた場合の結果である。この場合は、顕著な変化は



(a) 都市の立地環境の項目を除外した場合



(b) 都市の地域経営の項目を除外した場合



(c) 都市の地域活力度の項目を除外した場合

図4 SOMの出力結果

見られなかった。また、同図(c)は、地域活力度に関する項目を除いた場合の結果である。類型A～Cに属する都市がほぼまとまっているのに対し、類型D、Eの都市が、ばらばらとなる。この場合、「人口増減率」の項目が分類に大きな影響を及ぼす事も既に確認している。以上のことから、地方小都市は主に、立地環境と地域活力度に関する条件によって規定されると考えられる。さらに、これらの条件の中にある上述の3つの項目は、地方小都市を規定する代表的な指標であると思われる。

4. まとめ

地方小都市に関する調査項目の一部を除いてSOMに入力し、都市の分類を行ったところ、都市が持つ特性を分析できる可能性のある事が分かった。

参考文献

- [1] 黒岩，杉田，高橋，大内，松原：“自己組織化マップを用いた都市の類型化”，電子情報通信学会総合大会予稿集，A-6-5, p.169 (2009)
- [2] T.Kohonen：“自己組織化マップ改訂版”，シュプリングージャパン (2005)
- [3] 徳高，大北，藤村：“自己組織化マップとその応用”，シュプリングージャパン (2007)
- [4] 徳高，岸田，藤村：“自己組織化マップの応用 多次元情報の2次元可視化”，海文堂 (1999)
- [5] 石井，大内，山田：“地方小都市の地域特性と類型化に関する研究”，第40回日本大学生産工学部学術講演会，4-51, p.187-190 (2007)