

「環境モデル都市」から見た 都市の温暖化戦略とその類型化に関する研究

奥岡 桂次郎¹・白川 博章²・東 修³・大西 暁生⁴・井村 秀文⁵

¹非会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 (〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町)

E-mail: okuoka.keijirou@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 (〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町)

E-mail: sirakawa@urban.env.nagoya-u.ac.jp

³正会員 同上

⁴正会員 同上

⁵正会員 同上

自治体ごとに適切な施策を提案するために、その特徴ごとに類型化を行い、「環境モデル都市」の提案書に記される削減目標達成へ向けての対策の適応を論じた。

まず、自然的要因・社会的要因・部門別排出量により主成分分析を行い、次に、主成分得点を用いてクラスター分析を行った。その結果、都市形態の構造に応じて自治体の特徴をパラメータ化することが可能となり、それに伴い都市を分類したクラスターから、主成分式の整合性を確認できた。

これにより、自治体の類型化とそれに適応した施策を提案することができることが示された。

Key Words : Climate Change, Low-Carbon Cities, Patternizing of Local Governments, Principal Component Analysis, Cluster Analysis

1. はじめに

2008年4月に「環境モデル都市」の募集が行われた。これは温室効果ガスの大幅な削減など低炭素社会の実現に向けて、高い目標を掲げて先駆的な取り組みにチャレンジする都市を、国としてサポートするものである。89の自治体から提案された82の計画のうち、審査の結果、5つの選定基準（①大幅な削減目標、②先進性・モデル性、③地域適応性、④実現可能性、⑤持続性）を満たす6自治体が2008年7月に「環境モデル都市」として選ばれた。こうした取り組みは、低炭素社会実現に向けたパイロット・スタディーになることが期待されている。

しかし、自治体の温暖化対策は、その重要性とは裏腹に、活発に行われているとは言えないのが現状である。例えば、環境省の調査によれば2006年時点で地球温暖化対策の実行計画の策定を予定している自治体の数は1,069であり、全体の半分にしか過ぎない。また、法人企業はイメージアップを図るために環境活動に従事してきており、結果は良好であるが、自治体は平成の大合併などの余波をうけ、活動計画が明確でない。そのため、産業部門においては低炭素化は進んでいるが、民生・運輸部門においては、まだ不十分である。

この原因には、自治体の人材不足・財源不足が指摘されているが、最大の原因は情報不足であると考えられる。自治体は、日本全国・東西南北、さまざまなところにあり、その地域の特徴もさまざまである。そのため、地域における温室効果ガスの排出の構造も多様のはずである。しかし、都市に応じた、地域全体の温室効果ガスの排出量・分野別の構成という、基本的な情報が不足している。よって、どのような施策を講じれば、どのくらいの削減効果が得られるか、等の自治体の行動の参考となる情報も不足しているように思われる。このため、自治体は削減計画の企画・立案において、どのような活動を行うと効果的であるか、手がかりがつかめずにいるのが実情であると言わざるを得ない。

そこで、本研究では、気候などの自然的条件と人口や産業構造などの社会的条件で自治体を類型化することを目的とする。さらに、類型化された自治体において、環境モデル都市の申請書で提案された施策の適用性について検討する。

2. 環境モデル都市

環境モデル都市の募集・選定は、福田首相による世界の先例となる「低炭素社会」への転換を進め、国際社会を先導していくという施政方針演説を受け、「都市と暮らしの発展プラン」に位置付けられた取り組みである。多様な都市・地域から82件の応募があり、多くの提案が、温室効果ガスの中長期の大幅な削減目標を設定し、その達成に向け取り組む内容である。¹⁾

また、今回の選定に関して5つの基準が設けられているのだが、以下のとおりである。

① 温室効果ガスの大幅な削減

具体的には、早期に排出量がピークアウトすることを目指し、2050年に半減を超える長期的な目標を目指すものである。

② 先導性・モデル性

達成に向けて新たな取り組みのシステム作りや暮らしのあり方の改善に係る統合アプローチで取り組む、類例のない取り組みである。また、その取り組みの波及効果が見込まれる。

③ 地域適応性

都市・地域の条件、特色を的確に把握し、その特色を生かした独自のアイデアが盛り込まれている。

④ 実現可能性

削減目標の達成に向けた合理性のある取り組みで、適切な排出削減の見込みが示されている。

⑤ 持続性

将来の街づくりを担う世代の教育も含め、都市・地域の長期的な活力の創出に支えられている。

以上のことからわかるように、この応募を行った政府の狙いは、世界に向けた情報発信のための体制作りにある。このような取り組みが効果の期待できるものであることがわかれば、世界の環境についてのアプローチにおいて、リーダーシップをとることができることを期待している。

一方、自治体の視点からみると、「環境モデル都市」に選定されることは、モデルとして全国、強いては世界に、自らをアピールすることができ、さらに地域の活力を大きくできるものである。また、応募することだけでも、提案書を企画・立案することで、地域のポテンシャルを再確認、もしくは新発見し、その地域らしい独自の施策への期待がもてる。

以上のことから、「環境モデル都市」に応募した自治体とその提案書を分析することで、都市・地域の特徴に応じた施策の存在を整理することができる。加えて、自治体の特徴による類型化を行うことで、都市・地域に応じた適切な施策が提案できる可能性を検討する。

3. 自治体の分類

(1) 先行研究

地域特性に応じて分類し分析する手法は、大友

(1997)²⁾によりまとめられており、統計学的方法を応用することによるもので、以下の手順をとる。

- ① 複数の地域の人口等の分布を、ある属性ごとに分け各々の割合と比率を整理する。
- ② 項目ごとに、地域の比率を全体の比率で除することで求められる特化係数を求め、地域特性の測度を行う。
- ③ 人口階級別にカテゴリ分けをして、「都市の規模分類」とする。
- ④ ②で求めた特化係数のうち、産業大分類の就業者数を利用することで、「都市の産業機能分類」をおこなう。
- ⑤ ②で求めた特化係数のうち、職業大分類の就業者数を利用することで、管理機能・流通サービス機能・生産加工機能に分類し、「都市の中心地的機能分類」とする。

このように、都市の人口から産業機能と中心地的機能について分類することが可能であり、都市の社会的条件を整理することができる。

地域産業に関しては、大崎(1999)³⁾は、地域の産業構造と産業及び住民の納税額、そして自治体からの地域社会への歳出額を基本要素として、「地域産業・生活関連モデル」を提案している。このモデルにより、地域がどのような産業に重点を置いているかについて分類が可能である。

また、上岡(2008)は、暖房デグリーデーを指標にした「省エネ法による地域区分」と、交通や土地利用に影響を及ぼす要因を指標にした「農業地域類型」の組み合わせにより自治体を類型化している。また、その類型により地域ごとのCO₂排出構造を明らかにし、家庭・業務の部門別の対策メニューの有効度をまとめている。

(2) 提案する分類

上記の先行研究において、国によるトップダウンの方法で画一的な施策を実行しても、満足な効果が期待されないことは提言されているのだが、では具体的に、各自治体がどのように施策を企画・立案、そして実行するべきであるのかについては、明言されていない。それは、自治体による実行性のある計画を明確に評価できていないからである。

本研究では、自治体による実行性のある計画を都市・地域が持つ特徴から整理し、重み成分として評価することで、自治体を類型化する。

4. 類型化の方法

(1) 主成分分析

自治体の特徴を数パターンに分けて示すために、主成分分析を行う。主成分を評価することで、複数の変数をもつ集団を特徴ごとに類型化することができる。

本稿においては、自治体の有する特徴により自治体を類型化するために、分析において、自然的要因、

社会的要因, および部門別一人当たりの二酸化炭素排出量のデータを用いた。

(2) データ

全国に1,787ある市町村について分析を行う。

自然的要因としては, 年平均気温と寒候期を用いた。寒候期とは年間の降雪日数で示される, 寒冷な地域を表すデータである。

社会的要因としては, 人口密度, 人口増加率, 昼間人口比, 65歳以上人口比, およびDID人口比を用いることとした。人口密度は2004年の1km²たりの人口で, 都市の収束の度合いを示す。人口増加率は, 1990年から2004年までの人口の増加割合として, 都市の発展傾向の程度を表す。昼間人口比は, 夜間人口に対する昼間人口の比率であり, 産業の収束の程度を示す。65歳以上人口比は, 全年齢層の人口に対する65歳以上の人口の割合で, 都市の高齢化の指標となる。DID人口比は, 自治体の全域の人口に対してのDID人口の割合である。DIDとは, 人口集中地区 (Densely Inhabited District) のことで, 自治体の区域内で人口密度が4,000人/km²以上の基本単位区が互いに隣接して人口が5,000人以上となる地区に設定される統計上の地区である。よって, DID人口とは人口が集中している地区における人口で, 全域との比にすることで, その自治体の居住人口の都市域における割合を表す。

二酸化炭素排出量は部門別に分けて, 一人当たりの排出量とすることで整理した。部門は, 民生部門, 産業部門, 運輸部門の3つに加えて廃棄物部門も考慮し, さらに民生部門を家庭部門と業務部門に分けて, 産業部門を製造業部門と農業部門にわけて, 運輸部門は交通部門とすることで, 合計6つの部門に分けてデータとすることにした。

以上をまとめると, 図-1のようになる。これらの13のデータを用いて, 主成分分析を行った。

(3) 分析結果

まず, 主成分の数であるが, 分散の合計の値を参考に4つとした。分散の合計の値を表-1に示す。

次に, 主成分式は以下ようになった。

$$Z = \sum_{i=1}^{13} \alpha_i X_i \quad (1)$$

X_i は各説明変数のデータで, α_i は主成分分析によって与えられた係数である。

4つの主成分式の係数を表-2に示す。主成分式の特徴について, 以下に考察する。

主成分式1は, 人口密度, 人口増加率, DID人口比の係数が正に大きく, 65歳以上人口比の係数が大きくマイナスをとる。つまり, 主成分式1の値が大きいほど, 都市部に多くの人が集中しており65歳以上人口が少ないことから, さらに過密化の傾向が進み, 学生もしくは労働者人口が多く居住することが

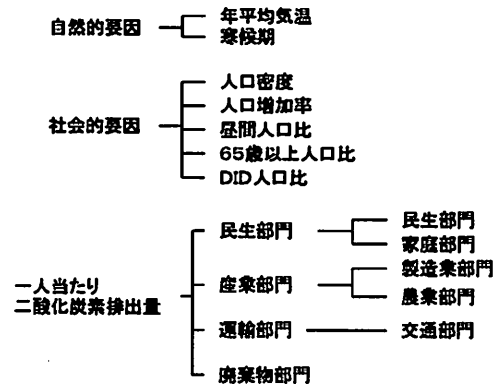


図-1 主成分分析に用いるデータ

表-1 説明された分散の合計

成分	負荷量平方和		
	合計	分散の%	累積%
1	2.615	20.115	20.115
2	2.197	16.899	37.014
3	2.004	15.412	52.426
4	1.348	10.372	62.798

表-2 主成分分析結果

係数	成分			
	1	2	3	4
年平均気温	0.084	-0.886	0.103	-0.108
寒候期	-0.171	0.818	-0.017	-0.015
人口密度(2004年)	0.669	-0.130	0.020	-0.403
人口増加率(90→04)	0.783	-0.220	-0.096	0.174
昼間人口比	-0.048	0.107	0.603	0.291
65歳以上人口比	-0.909	0.142	-0.022	-0.056
DID人口比	0.786	-0.028	0.152	-0.314
CAP 家庭	-0.174	0.643	0.356	0.051
CAP 業務	0.060	0.147	0.885	0.119
CAP 製造	0.073	-0.223	0.164	0.649
CAP 農業	-0.179	0.218	-0.144	0.387
CAP 交通	-0.135	0.289	0.307	0.579
cap 廃棄物	0.085	-0.208	0.740	-0.144

分かる。よって, 主成分式1を「市街地型」とした。

主成分式2は, 寒候期, 家庭部門の係数が正に大きく年平均気温の係数が大きくマイナスをとる。つまり, 主成分式2の値が大きいほど, 寒冷で積雪が多く, 家庭のエネルギー消費が大きいことが分かる。

よって、主成分式2を「寒冷地型」とした。

主成分式3は、昼間人口比、業務部門、廃棄物部門の係数が正に大きい。つまり、主成分式3の値が大きいほど、昼間に多くの人が集積しており、多くの人々が業務をすることにより、エネルギーが多く消費されていることがわかる。また、それだけ廃棄物も大量であると理解できる。よって、主成分式3を「昼間人口集中型」とした。

主成分式4は、製造業部門、交通部門の係数が正に大きく、人口密度、DID人口比の係数がある程度のマイナスをとる。つまり、主成分式4の値が大きいほど、多くの工場が立地し、自動車輸送が盛んであることがわかり、そのことと併せて、人口の集積はあまり進んでおらず、分散して居住していることがうかがえる。よって、主成分式4を「分散居住型」と解釈。

以上のように4種類の特徴的な主成分式を作成した。これにより、自治体ごとに都市の特徴を示すパラメータを示すことが可能になったのだが、これはパラメータ別の特徴である。例えば主成分式1は社会的要因によって大きく影響を受けており、主成分式2は自然的要因によって大きく影響を受けている。また、図-2に示すように散布図を取って分布を見るだけでは、どのような都市がどこに当てはまるのかの分類がわかりづらい。よって、パラメータがどのような組み合わせであれば、どのような都市であるのかをカテゴライズする必要がある。

次に、類似性のある自治体を集め特徴を見極めるために、クラスター分析を行うこととした。

(4) クラスター分析

主成分分析によって得られた主成分得点を基に、クラスター分析を行う。分割された各部分集合はクラスターと呼ばれ、分割の種類にもいくつかの方法があるが、ここではウォード法を用いる。

環境モデル都市に募集した自治体を例として、主成分分析によって求めた主成分式により、4種類の

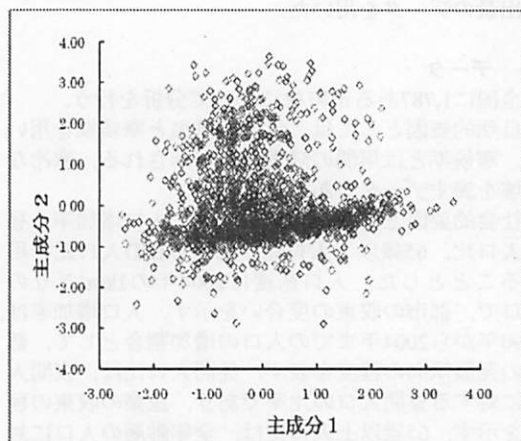


図-2 主成分得点の散布図

主成分得点を求め、自治体のデータとした。その主成分得点をもとにクラスター分析を行い、7つのクラスターに分割し、A~Gと呼ぶこととした。

また、表-3にクラスター別の自治体をまとめた。

次に、クラスター別に特筆している特徴的な部分をまとめた。

クラスターAには政令指定都市が分類されており、大都市の傾向が大きいと考えられる。環境モデル都市において提案されていた内容を比較すると、大都市らしく総合的な政策を打ち出しているものが多く、交通から都市内緑地確保まで、多岐にわたっている。

クラスターBには青森市、富山市、金沢市といったコンパクトシティで代表される都市があり、また、Aに比べて規模の小さい政令市もここに分類されている。これらの都市は、提案書においてコンパクト化を進めることが共通しており、公共交通の充実を図る計画が多かった。

クラスターCには南のほうに位置する都市が比較

表-3 クラスター別自治体（環境モデル都市応募）

A	札幌市	横浜市	川崎市	E	鹿追町	六ヶ所村	上越市	珠洲市
	名古屋	大阪市	堺市		山梨市	北杜市	飯田市	多治見市
B	洞爺湖町	青森市	富山市		中津川市	各務原市	御嵩町	近江八幡市
	京丹後市	静岡市	京都市		高島市	東近江市	加西市	出雲市
C	岐阜市	吹田市	新宮市		真庭市	上勝町	多度津町	水俣市
	鹿児島市	熊本市	長崎市		日田市	佐伯市	杵築市	土浦市
D	宮古島市	うるま市	生駒市		つくば市	宇都宮市	太田市	大垣市
	川口市	戸田市	白河市	F	刈谷市	豊田市	高松市	松山市
	松戸市	柏市	流山市		北九州市	大分市		
	岸和田市	相模原市	精華町	G	釧路市	帯広市	富良野市	下川町
	四条畷市	長岡京市	交野市		飯豊町			

的多い。提案書からは、地域独自のブランドを意識したものも多くみられた。

クラスターDは大都市の周辺に分布する都市が多いようである。提案書においては、他の自治体と協力をすることで削減しようというものもあった。

クラスターEは山間の都市が多い。よって提案書では、中間山地を利用したものが多く、「みどりとともに」というテーマが見うけられた。

クラスターFは地方の中心都市がいくつかあげられる。提案書では、交通部門において自動車依存が大きくイノベーションでカバーする、というものがみられ、またその地域の産業からも自動車依存は避けられない、というイメージを受けた。

クラスターGは北部に位置する都市が多い。そのために、暖房のエネルギーをどのように確保するか重要なようである。

以上のように、クラスターごとに別の対策が示されている。よって、ある自治体について、どのような施策を行えばよいか考えたときに、主成分得点に

より自治体の傾向をみるとともに、どのクラスターに分類されるかによって、環境モデル都市の施策を参考することが可能となる。たとえばBとFは主成分1では似たパラメータをとる（人口等の社会的条件が似ている）が、主成分4は異なるパラメータを取っている。これは、分散居住の程度が異なり、それに対する対策も異なることを示せる。（図-3参照）

加えて、主成分1が似た値をとるということは、人口などの社会的要因による都市の構造も似ているということであるが、集積の程度が違うために、特に交通部門において、どのような対策をすればよいか違ってくることとなる。

以上から、図-4に示されるような手順で自治体进行评估し、効果的な施策を決定できると考えられる。よって、温暖化ガスの削減のための自治体の施策は、都市の規模などの社会的条件だけでなく、気候などの自然的条件に合わせ、現在のCO₂の排出から与えられる都市の構造により決定されるものであることを示すことができる。

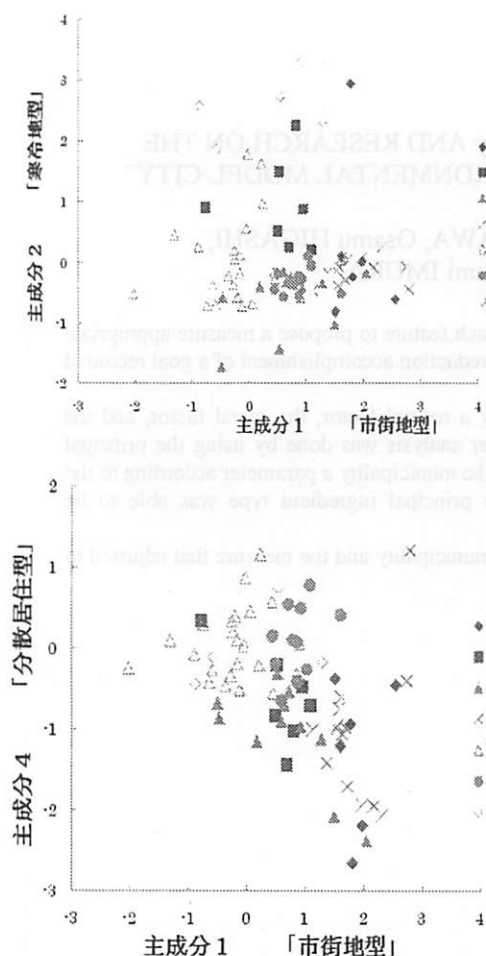


図-3 クラスターごとの分布図

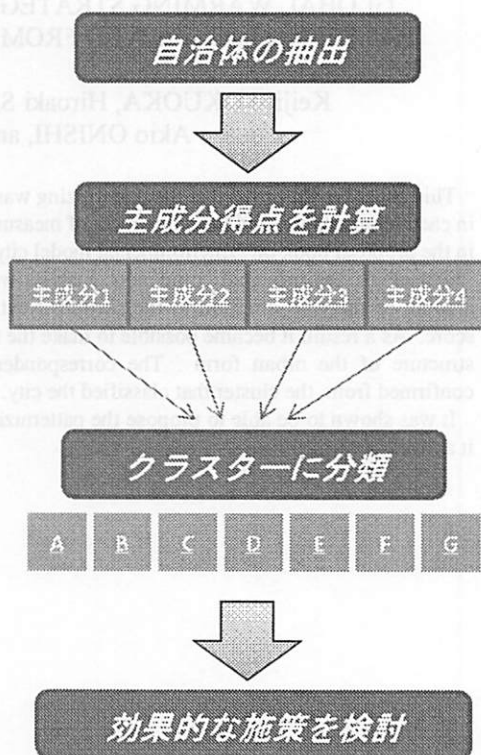


図-4 自治体の施策決定のフローチャート

5. 結論

自治体の自然・社会的条件と部門別の排出量により、主成分分析を行い、さらにその得点をクラスター分析を行うことで、自治体の類型化ができた。また、そこに環境モデル都市の提案書に記された対策を重ねることで、それぞれの自治体の対策が目指す方向性の参考にできることを示唆する。

ただしこれは、計画されるこれらの施策が適切に機能し、一定の効果が得られる、という条件のもとであり、今後どのような施策が成功したのかを調査しなければならない。それに伴い、現実的にどのような形態の都市が低炭素化において理想的な都市であるのかを明らかにし、どのような施策により実行されるのかについて示すことが可能となる。

謝辞：なお、本研究は平成20年度地球環境研究総合推進費（研究課題名：低炭素型都市づくり施策の効果とその評価に関する研究）によるものである

参考文献

- 1) 地域活性化統合本部会合, 2008.
- 2) 大友 篤：地域分析入門, pp. 43-46, 東洋経済新報社, 1997.
- 3) 大崎 紘一：地域産業 - 生活関連モデルに関する研究, 1998.
- 4) 上岡 直実：環境自治体白書 2008 年版, pp. 1-10, 生活社, 2008.

GLOBAL WARMING STRATEGY OF City AND RESEARCH ON THE PATTERNIZING, VIEWED FROM "ENVIRONMENTAL MODEL CITY"

Keijiro OKUOKA, Hiroaki SHIRAKAWA, Osamu HIGASHI,
Akio ONISHI, and Hidehumi IMURA

This paper would prove that the patternizing was done in each feature to propose a measure appropriate in each municipality, and the adjustment of measures for the reduction accomplishment of a goal recorded in the proposal book on "Environmental model city".

First of all, the principal component analysis was done by a natural factor, the social factor, and the amount of the CO₂ emission to the section. Next, the cluster analysis was done by using the principal score. As a result, it became possible to make the feature of the municipality a parameter according to the structure of the urban form. The correspondence of the principal ingredient type was able to be confirmed from the cluster that classified the city.

It was shown to be able to propose the patternizing of the municipality and the measure that adjusted to it above.