

12. 地方公共団体のスマートコミュニティ構築を促進する地域分析手法の開発

種浦圭輔・五十嵐知宏・松嶋健太*

株式会社建設技術研究所 地球環境センター（〒103-8430東京都中央区日本橋浜町3-21-1）

* E-mail: matsushima@ctie.co.jp

低炭素で環境に配慮したまちづくりであるスマートコミュニティの構築は都市や地域の持続可能性を高めるうえで有効であると考えられる。新たなまちづくりであるスマートコミュニティの構築には、従来のまちづくりでは重視されてこなかったエネルギーが都市基盤として位置付けられ、これを中心に考えていく必要がある。そのためビジョンやマスタープランの策定には地域のエネルギー特性の把握が必要となり、本稿では東京都の自治体を対象に、クラスター分析を用いてそれを試みた。エネルギー需要に関連すると考えられる複数の変数を採用して分析した結果、都内の自治体は家庭、業務、産業などの特性の類似する9つのグループに分類できることが確認され、地域分析手法として有効である可能性が明らかになった。

Key Words : *Smart Community, Low-carbon society, sustainability, regional analysis*

1. はじめに

新たなまちづくりであるスマートコミュニティは高度なエネルギーと情報管理技術を導入することで、地域全体のエネルギー効率を向上させ、かつ自立分散型の再生可能エネルギーを大量に導入することにつながり、低炭素で持続可能なまちづくりを実現するものである。

このようなまちづくりを地方公共団体が進める場合、再生可能エネルギーの導入可能性などの供給面だけでなく、需要面からもエネルギー共有システムやエネルギー管理システムなどのスマートコミュニティ実現に必要なシステムの導入適性を把握する必要がある。

エネルギーの需要面からは、これまで地域全体の電気や熱の消費量の把握、民生家庭などの分野ごとのエネルギー消費量の把握が行われてきたほか、地域熱供給の導入検討時に熱需要密度分析が行われてきた程度である。地域内にどのような特性を持った区域がどのように分布しているかを面的かつ量的に把握されるケースは少なく、スマートコミュニティ導入を進めるうえではこのような特性分析手法の開発が課題であった。

本研究では、東京都を対象に比較的容易に入手できる統計資料をもとにクラスター分析手法を用いて、地域のエネルギー需要特性を示す家庭、業務、産業などの部門に類型化し、地域内の類型分布の把握を行うとともに、

各自治体の特性をクラスター化し、同様の特性を持つ自治体の分類を試みた。

2. 分析手法

クラスター分析を用いた。クラスター分析とは、複数のデータをある方針のもとで類似している複数のかたまり（クラスター）にまとめる分析手法である。医学における症状群の分類、工業製品の分類、文献の分類など、様々な分野で活用されている。

その分類法は多数存在するが、本研究では、階層構造を図式化した樹形図（デンドログラム、dendrogram）を構成する凝集型の階層的クラスター分析手法を用いた。

(1) 階層クラスター分析

階層クラスター分析では、N個の変量の類似度を表す尺度として、非類似度、類似度で分類するが、本研究では「距離という尺度で、その値が小さいほど類似性が高いことを示す」非類似度を用いた。

- ①各自治体を構成単位とする62個のクラスターから開始。
- ②クラスター間の非類似行列から、最も類似性の高い2個のクラスターを融合して1つのクラスターをつくる。

③クラスターが1つ（統合される）になるまでこれを繰り返す。

非類似度行列の更新には「組合せ的手法（ウォード法）」を用いた。

ウォード法は、クラスター内のデータの平方和を最小にするように考慮した方法である。利用できる非類似度は、ユークリッド平方距離である。特に、いくつかあるクラスター分析手法の中では、バランスのとれた手法とされ、使用頻度も高い。

分析結果は、樹形図によって表現した。

(2)分析に用いたデータ

地域のエネルギー的な特性と関連があると考えられる次の項目に関わる統計値を用いた（表1）。

・家庭、第一次産業、第二次産業（工業）、大三次産業（オフィス、商店、病院）

これらの変数（統計値）を使用して、地域的な特徴を分析できるかどうかを確認した。各データは「住民基本台帳による東京都の世帯と人口（町丁別・年齢別）：平成24年1月」、「平成17年国勢調査 東京都区市町村町丁別報告」と「平成18年事業所・企業統計調査報告」より得たものである。

表1 クラスター分析に使用した地域特性変数

No.	地域特性変数	備考
1	人口密度	家庭部門関連
2	家庭部門 CO ₂ 排出量／全部門 CO ₂ 排出量比	家庭部門関連
3	老年人口／総人口比	家庭部門関連
4	都営・市区町村・公社・都市機構等賃貸住宅管理戸数	家庭部門関連
5	世帯人員 1人／全世帯数比	家庭部門関連
6	一戸建て世帯数／全世帯数比	家庭部門関連
7	生産年齢人口／総人口比	業務・産業部門関連
8	業務部門 CO ₂ 排出量／全部門 CO ₂ 排出量比	業務部門関連
9	法人事務所／全事務所数比	業務部門関連
10	個人事務所／全事務所数比	業務部門関連
11	個人事務所従業者数／全事務所従業者数比	業務部門関連
12	1～4人事務所／全事業所数比	業務部門関連
13	製造業事業所数／全事業所数比	産業部門関連
14	30人未満事業所／全事業所数比	産業部門関連
15	製造業事業所従業者数／全事業所従業者数比	産業部門関連
16	産業部門 CO ₂ 排出量／全部門 CO ₂ 排出量比	産業部門関連
17	第2次産業従業者数／全従業者数比	産業部門関連
18	製造部門 CO ₂ 排出量／全部門 CO ₂ 排出量比	産業部門関連
19	生活関連サービス業&娯楽業従業者数／同事業所数比	業務部門関連
20	飲食・宿泊事業所／全事業所数比	業務部門関連
21	第3次産業従業者数／全従業者数比	業務部門関連
22	飲食・宿泊従業者数／全従業者数比	業務部門関連
23	EV充電器設置数	エネルギー関連特性
24	NPO登録数	コミュニティ関連特性
25	第1次産業従業者数／全従業者数比	農林業関連
26	農林水産部門 CO ₂ 排出量／全部門 CO ₂ 排出量比	農林業関連
27	病院病床数	エネルギー関連特性
28	病院患者数	エネルギー関連特性
29	医療福祉従業者／同事業所数比	エネルギー関連特性

なお本稿では、地域特性の大きく異なると考えられる島しょ地域については分析対象から除き、区部・多摩地域を対象としてクラスター分析を行った。

3. 分析結果

(1)樹形図による分析結果

表1に示した29個の地域特性変数を用いて、島しょ部を除く、東京53市区町村をクラスターに分類した。クラスター分析の結果は図1に示すとおりである。

樹形図は、縦軸が類似度の距離で、横軸は変数の位置を示す。

例えば、千代田区は中央区や港区と似通った地域特性にカテゴライズされるが、檜原村や奥多摩町とは異なる地域特性を持つと理解できる。

分析の結果、採用した地域特性変数を用いることで、都内自治体を9つのグループに分類できることがわかった。

(2)各クラスターの特性整理

分類した9つのグループは、表2に示す各地域特性係数の相関から次のように分類されると考えられる。

①グループ1（千代田区等）とそれ以外は、業務部門のCO₂排出量や法人事業所数などの主に業務系の要素の強さで区分されている。

②グループ2～5（文京区等）とグループ6～9（三鷹市等）とは、主に家庭部門の戸建て世帯数の相関によって区分されている。グループ2～5が相対的に集合住宅の要素のある地域で、グループ6～9が戸建住宅の要素のある地域と考えられる。

③グループ2～5は集合住宅要素を基盤に、業務部門CO₂排出量などの業務系要素の強いグループ2（文京区等）、第3次産業の従業者数など商業系の要素の強いグループ3（中野区等）、製造業従業者数など産業系要素の強いグループ4（墨田区等）、その他のグループ5（世田谷区等）と各グループの特徴を整理できる。

④グループ6～9は戸建て住宅要素を基盤に、製造業従業者数や製造業CO₂排出量などの産業系要素の強いグループ7（府中市等）、第一次産業従業者数や農林水産部門CO₂排出量などの農林業系要素の強いグループ8（瑞穂町）、農業系に加えて飲食・宿泊事業所（観光系）の要素の強いグループ9（檜原村等）、その他のグループ6（三鷹市等）と各グループの特徴を整理できる。

以上のクラスター分析の結果に基づく各グループの特徴は表3に示したとおりである。

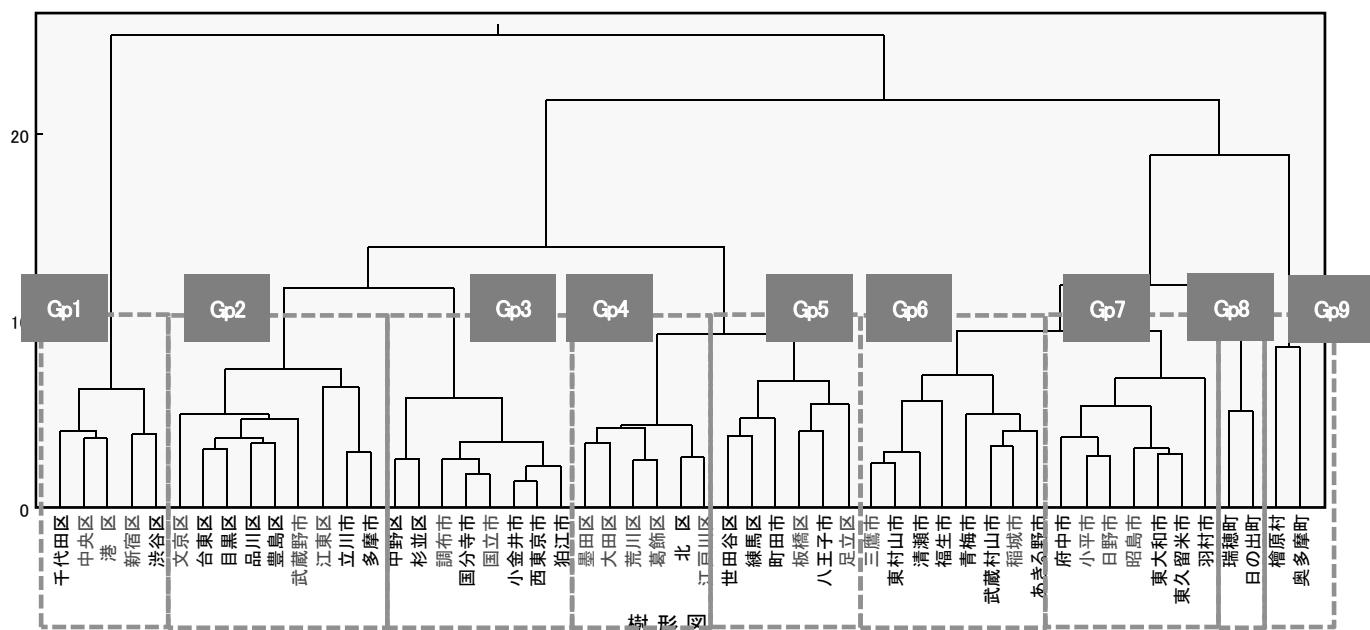


図1 クラスター分析の結果（樹形図）

表2 クラスター分析の結果（各変数の相関）

	グループ1	グループ2	グループ3	グループ4	グループ5	グループ6	グループ7	グループ8	グループ9
人口密度	0.193	0.712	0.427	0.895	0.191	-0.841	-0.512	-1.630	-1.868
家庭部門CO2排出量/全部門CO2排出量比	-1.783	-0.269	1.374	0.304	0.623	0.076	-0.109	-1.471	-1.064
老年人口/総人口比	-0.206	-0.173	-0.291	0.072	-0.182	-0.184	-0.377	0.312	4.532
都営・区市町村・公社・都市機構等賃貸住宅管理戸数	-0.309	-0.049	-0.537	0.744	1.705	-0.284	-0.347	-0.905	-0.950
世帯人員1人/全世帯数比	1.505	0.587	0.585	0.115	-0.127	-0.791	-0.565	-2.028	-1.535
一戸建て世帯数/全世帯数比	-1.211	-0.614	-0.239	-0.278	-0.054	0.525	0.081	2.295	3.063
生産年齢人口/総人口比	0.978	0.371	0.460	0.138	-0.272	-0.358	0.076	-0.489	-3.897
業務部門CO2排出量/全部門CO2排出量比	2.236	0.834	-0.476	-0.399	-0.497	-0.206	-0.768	-0.893	-0.345
法人事業所/全事業所数比	2.070	0.752	-0.327	-0.379	-0.139	-0.592	-0.246	-0.012	-2.460
個人事業所/全事業所数比	-2.161	-0.753	0.399	0.571	0.245	0.601	0.218	-0.103	1.683
個人従業者数/全従業者数比	-1.642	-0.823	0.519	0.521	0.274	0.387	-0.153	-0.327	2.659
1～4人事業所/全事業所数比	-2.075	-0.547	0.577	0.988	0.316	0.398	0.085	-1.015	0.556
製造業事業所数/全事業所数比	-0.677	-0.140	-0.777	1.624	-0.043	0.002	-0.409	2.166	-0.055
30未満事業所数/全事業所数比	-2.036	-0.546	0.516	0.876	0.318	0.269	-0.075	-0.686	1.774
製造業従業者数/製造業事業所数比	1.218	-0.026	-0.531	-0.805	-0.532	-0.188	1.415	-0.340	-0.656
産業部門CO2排出量/全部門CO2排出量比	-0.835	-0.571	-0.599	-0.007	-0.302	-0.023	1.540	2.278	0.404
第2次産業従業者数/全従業者数比	-1.473	-0.579	-0.774	0.392	-0.005	0.682	0.582	2.036	1.424
製造部門CO2排出量/全部門CO2排出量比	-0.808	-0.534	-0.650	0.067	-0.319	-0.079	1.588	2.218	0.322
生活関連サービス業&娯楽業従業者数/同事業所数比	2.251	0.579	-0.651	-0.498	-0.544	-0.267	-0.546	0.688	-0.212
飲食・宿泊事業所/全事業所数	0.607	0.219	0.135	-0.381	-0.334	-0.320	0.033	-2.160	2.423
第3次産業従業者数/全従業者数比	1.492	0.619	0.756	-0.363	0.019	-0.759	-0.576	-2.079	-1.377
飲食・宿泊従業者数/同事業所数	1.655	0.733	-0.268	-0.806	-0.150	-0.510	-0.159	0.835	-1.729
EV充電器設置数	1.304	-0.050	-0.355	0.283	1.084	-0.617	-0.489	-0.918	-0.617
NPO登録数	2.506	0.088	-0.260	-0.155	0.548	-0.710	-0.624	-0.867	-0.911
第1次産業従業者数/全従業者数比	-0.802	-0.570	-0.102	-0.755	-0.320	0.640	0.110	1.916	3.341
農林水産部門CO2排出量/全部門CO2排出量比	-0.360	-0.315	-0.188	-0.347	-0.203	0.140	-0.118	0.635	3.934
病院病床数	0.457	0.006	-0.584	0.123	1.842	-0.191	-0.538	-0.985	-1.098
病院患者数	0.366	0.012	-0.563	0.085	1.861	-0.154	-0.541	-0.953	-1.096
医療福祉従業者/同事業所数比	-0.394	-0.325	-0.781	-0.613	-0.066	1.009	-0.136	2.017	2.032
自治体名称	千代田区 中央区 港区 新宿区 渋谷区	文京区 台東区 江東区 品川区 目黒区 豊島区 立川市 武蔵野市 多摩市	中野区 杉並区 調布市 小金井市 国分寺市 国立市 西東京市 狛江市	墨田区 大田区 北区 荒川区 葛飾区 江戸川区	世田谷区 板橋区 練馬区 足立区 八王子市 町田市	三鷹市 青梅市 東村山市 福生市 清瀬市 武蔵村山市 稲城市 あきる野市	府中市 小平市 日野市 昭島市 東大和市 東久留米市 羽村市	瑞穂町 日の出町	檜原村 奥多摩町

備考）表中の正の数字は変数の相関が強く、負の数字は変数の相関が弱いことを意味している。表では正の相関が強い変数をハッチングした。

表3 分類された各グループの特徴

区分		該当自治体	特徴	
業務要素が特に強い	業務要素優位	GP1業務型	千代田区、中央区、港区、新宿区、渋谷区	・ 業務部門 CO₂排出量が高い。 ・ 企業の集積が進み業務系の要素が強い。
住宅要素強い(グループ1ほど業務要素が強くない)	集合住宅要素優位(戸建て要素が弱い)	GP2集合住宅+業務型	文京区、台東区、江東区、品川区、目黒区、豊島区、立川市、武蔵野市、多摩市	・ 人口密度が高く、単身世帯が多い。 ・ 業務部門 CO₂排出量が高い。
		GP3集合住宅+商業型	中野区、杉並区、調布市、小金井市、国分寺市、国立市、狛江市、西東京市	・ 人口密度が高く、単身世帯多い。 ・ 小規模事業所、特に飲食・宿泊業が多い。
		GP4集合住宅+産業型	墨田区、大田区、北区、荒川区、葛飾区、江戸川区	・ 人口密度が高く、集合住宅が多い。 ・ 中小の製造業企業が集積。
		GP5集合住宅型	世田谷区、板橋区、練馬区、足立区、八王子、町田市	・ 集合住宅多い。 ・ 病院病床数が多い。
	戸建て住宅要素優位	GP6戸建住宅型	三鷹市、青梅市、東村山市、福生市、清瀬市、武蔵村山市、稲城市、あきる野市	・ 戸建て世帯が多い。 ・ 病院が多い。
		GP7戸建住宅+産業型	府中市、昭島市、小平市、日野市、東大和市、東久留米市、羽村市	・ 戸建て世帯数が多く、人口密度が相対的に低い。 ・ 製造業従業者数、製造業の CO₂排出量が多い。
		GP8戸建住宅+農林業型	瑞穂町、日の出町	・ 戸建て世帯数が多い。 ・ 農林水産業の従業者数が多い。
		GP9戸建住宅+農林業+観光型	檜原村、奥多摩町	・ 戸建て世帯数が多い。 ・ 農林水産業の従業者数が多い。 ・ 観光関係と想定される飲食・宿泊業事業所数が多い。

4. 結論

地域のエネルギー需要特性を特徴づけると考えられた家庭部門、業務部門、産業部門に関わる部門別のCO₂排出量や従業者数を地域特性変数として用いることで、島しょ部を除く東京都53自治体を9つのグループに論理的に分類することができた。

本稿で試みた分類では、都内の自治体は住宅要素の強弱と集合住宅／戸建て住宅の区分など住宅に関連する要素を基盤に、これに業務（オフィス・店舗等）、産業、農林水産業等の要素が加味されて分類されていると考えられた。

エネルギーを基盤としたまちづくりであるスマートコミュニティの構築には、負荷の平準化やエネルギー融通、エネルギープラントの導入を考慮する必要があるため、全体としての需要量はもとより地域のエネルギー需要特性の理解が欠かせない。本稿で行った分類はビジョンやマスタープラン策定にあたって各地域の特性や位置づけを明らかにするうえで有効な手段となりえると考えられる。

さらに、これを三次メッシュ等の単位で分析することによって自治体内部の地域特性を分類できる。このような詳細分析にエネルギー需要量や密度を加味することでエネルギープラントの導入適性などの分析を行うことができると考えられる。

なお、変数の選び方による分析結果の変動や、定性的なものも含めて、他の地域分類や分析結果との比較検討など、得られた分析結果の妥当性の検証をさらに進め、地域分析手法としての有効性を明らかにしていく必要がある。

謝辞：本稿は公益財団法人特別区協議会「再生可能エネルギーとスマートコミュニティ研究会」の研究活動から派生したものです。関係各位に改めてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 上田尚一（2003）「クラスター分析（講座・情報をよむ統計学）」朝倉書店
- 2) 東北経済産業局（2013）「スマートコミュニティガイドライン」東北経済産業局
- 3) エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会（2006）「エネルギーの面的利用導入ガイドブック」経済産業省