

街区群単位での電力使用分布集計値と 土地条件・都市計画要因との関係分析

北詰 恵一¹

¹正会員 関西大学准教授 環境都市工学部都市システム工学科

(〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番35号)

E-mail: kitazume@kansai-u.ac.jp

本研究は、神戸市を対象として、街区群単位の電力使用分布パターンと土地条件・都市計画要因との関係を分析することを目的とする。具体的には、NHK放送文化研究所『国民生活時間調査』の人の属性別行為率と『国勢調査』の家族構成および電力使用量原単位情報を組み合わせ、世帯構成別の電力使用分布を推計し、町丁目別の空間集計値と都市計画制度をと照らし合わせて、その要因分析を行った。また、都市形成の経緯や高齢化率との関係性を分析した。この結果、都市の形成経緯による世帯の違いが電力使用分布に示す影響、新興住宅地の整備時期の違いやまちづくりの動向と政策効果上の電力使用分布の変化に関係がみられることを明らかにした。

Key Words : smart city, save electricity, land use, city planning

1. はじめに

低炭素型社会の構築は喫緊の課題であり、さまざまな分野でその取り組みがなされている¹⁾。住環境整備においてもそのような社会を目指す必要があり、宅地における土地利用政策や都市計画の観点から検討が求められる。

ところで、街区群は、住民の従来の日常の生活圏といわれる小学校区あるいは近隣住区よりも狭い範囲としてのひとつの空間単位と考えられる。一方で、複数の住民の最小単位である家族という閉じた空間ではなく外部とのコミュニケーションを必要とする最小空間単位として街区があり、その複数の集まりとしての街区群は町丁目単位とほぼ同じ大きさになる。この空間単位は、住民の日常の身近な生活のコミュニティの基本単位であり、挨拶を交わしたり町内会活動を共にしたりする共有空間である。低炭素社会を構築しようとした場合、住民の身近な生活コミュニティにおける環境行動に着目することは不可欠であり、人々の行動をベースとしたスマートシティ政策を進めていく上で、この街区群は、ひとつの重要な政策空間単位となりうる。特に電力使用の節減に着目した場合、人→家族→街区→街区群単位での時間軸上の電力使用分布の積み上げた値を知ることが、電力使用の平準化による電力供給装置のコンパクト化、他の土地利用との混用によるピークシフトなどの環境政策評価を行

う上で基礎的な情報となる。

これまで、宅地の土地利用計画および都市計画では、このような観点からの計画策定はあまり見られなかった。例えば、用途地域制は、住宅、商業、工業の各用途が外部不経済を発生させないように立地量や立地分布を整えることを主目的としていたし、その他の地域制も容積や構造や景観などに着目したものである。今後、あらゆる分野において環境の観点を盛り込むべきであるとする立場からすれば、このような都市政策にも環境の観点を取り入れる必要があり、とりわけエネルギー政策が厳しい状況を迎え、スマートシティ政策等を導入する上では、そのような政策効率の高い都市計画地区を見出すことも必要となる。

本研究は、このような背景から、街区群単位での電力使用分布集計を行い、土地条件や都市計画要因との関係分析を行うことを目的とする。

対象地域は、先進的な環境政策を推進し、まちの構成としてもコンパクト化が進む神戸市の東灘区とする。ただし、構成される町丁目は非常に多いことから、典型的な土地条件や都市計画要因を反映するものを取りあげ、電力使用分布集計の違いについて検討することとする。このことにより、一般的な街区群における環境政策の効率導入を考える上での示唆となりうると考える。

2. 既存研究

街区群に着目した低炭素性の評価に関する研究は、戸川ら²⁾や森田ら³⁾が実施しており、今後ますます増加すると考えられる既成市街地の空間計画において、住民が享受するQOLを定義し、二酸化炭素の排出量や市街地維持費用などから具体的な地区評価を行っている。空間デザインと環境技術の統合および地区レベルでの土地利用方針の必要性を主張している。

また、中道ら⁴⁾や谷口ら⁵⁾は、同研究グループが整備した精緻な街区データベースを発展的に利用し、スマートグリッドの導入適正を判断している。この中には、都市計画上の条件も含まれており、環境政策の効率的な導入への要件への示唆が示されている。

長谷川ら⁶⁾は、対象が下水熱利用ではあるが、エネルギーの負荷密度に偏りがある場合に特定用途を誘導することにより二酸化炭素の排出量削減を可能にする都市計画制度を検討し、例えば交通容量などの他の都市基盤への影響も考慮しつつその計画を実施することを主張している。

横井ら⁷⁾は、詳細な計算に基づき、低炭素型の街区形成への更新を進めるにあたってのエネルギー計画の統合支援システムを開発し、その妥当性を評価している。

いずれの研究も、個々の住民に属性から説き起こして、世帯、さらに街区(群)への集計ステップを明示的に取り扱っておらず、住民のコミュニティの単位としての街区群が環境政策に及ぼす影響を捉えきれていないと考えられる。

3. 推計手法

(1) 世帯別電力使用分布推計

既存研究に従い、NHK放送文化研究所『国民生活時間調査』の人の属性別行為率と『国勢調査』の家族構成および電力使用量原単位情報を組み合わせ、世帯構成別の電力使用分布を推計し、町丁目別の空間集計値と都市計画制度をと照らし合わせながら、分布の違いの要因分析を行った。本手法は、谷口らの研究において基本的な手法は示されており、また、著者らの研究グループの計算も仲田ら⁸⁾や早川ら⁹⁾示しているが、その概要を記す。

先述の通り、神戸市を対象に、推計を行う。

まず、街区群を類型化する。街区群の類型化は世帯構成・住宅体系・地域条件・交通条件・環境条件を用いる。考慮する要素は、戸建居住世帯数を総世帯数で割った戸建比率と、平成12年から平成22年の10年間における人口増加を人口の増減の絶対値を合計した数で割った人口増減率である。戸建比率は市全体の戸建比率の中間値に

する高低で2分類する。人口増減は、その指標が0.5に対して大きい小さいかで分類する。これによって、図-1に示すようなA~Dの4タイプに分類できる⁹⁾。

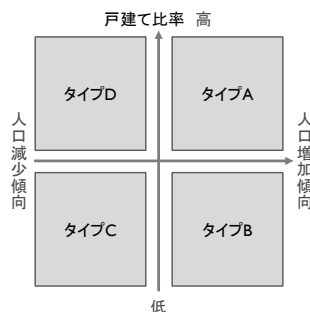


図-1 地区分類の方法

なお、この人口増減は、市街地形成時期とある程度対応していることが確認されている。新興住宅地やニュータウンといわれる地域と旧住宅地では人々の動きや年齢層に大きな違いがあり、総人口の増減と増加の割合から区別できる。年齢階層で見たとき、30-40歳代と0-9歳に人口増が集中していると比較的新しい住宅街であると考えられ、年齢分布がシフトしながら人口減少傾向にあると古い住宅街であると考えられる。このような傾向は、住宅に用途が純化している地区に多く見られる現象である。一方で、商業地域や工業地域など、あるいは住居地域では、このような顕著な傾向は見出しにくい。

そのほか、世帯構成については、単独世帯は65歳以上か否かの2パターン、2人世帯、3人以上世帯は高齢者を含むか否かの各2パターンの計6パターン、利用交通手段について、公共交通、自動車、自転車・徒歩の3パターン、住宅形態は、戸建、集合住宅、長屋・その他の3パターンでそれぞれ分類する。

その上で、電力使用量は、個人の家庭内行動による電力消費として炊事・掃除・洗濯、家事雑事、ネット、テレビ、ビデオ・ラジオ・CDプレーヤー、世帯で発生する電力消費として空調電力、照明電力、待機電力（冷蔵庫含む）とその他で算出する。また、個人属性として学生、10-20代男女、勤め人男女、無職（男性）、専業主婦、65歳以上男女の9パターンで算出する。

次に、NHK国民生活時間調査2010から各項目の30分毎の使用率を個人属性別に算出する。電気機器の一般的な電力消費と待機電力を算出し、各世帯の保有台数[台/100世帯]と時間別（0-4時、4-10時、10-17時、17-24時）の機器使用確率から1日の消費電力量を求める。1日の電力使用量を2009年資源エネルギー庁のデータを用いた。空調設備と照明器具による電力消費は世帯で発生する電力とし、各世帯属性に基づき起床在宅確率から算出する。また、待機電力は全体の20%とした。

各個人属性と世帯属性の組み合わせにより、街区ごとに電力の積上げを行う。個人の家庭内行動による電力消費については、街区に存在する人口をもとに積み上げ計算を行い、空調設備による電力消費と照明器具による電力消費については、街区に存在する世帯数をもとに積み上げ計算を行った¹⁰⁾。

4. 推計結果

(1) 町丁目の特徴

タイプAに分類される例として、本山北町6丁目を例にあげる。本地区は、戸建比率が高く人口増加をしている地区である。用途地域は第一種低層住居専用地域となっている。山手地域に属することから戸建を中心とした良好な住宅街を形成しており、駅にも比較的近いことから人口の増加が観察されるところである。家族構成は、比較的夫婦と子供からなる世帯が多いといえる。

タイプBに分類される例として、岡本1丁目を例にあげる。本地区は、戸建比率が低く人口増加をしている地区である。用途地域指定は近隣商業地域となっている。駅前商店街中にある住居であるためマンションを中心とした地域で単独世帯が圧倒的に多い地域である。

タイプCに分類される例として、本山北町3丁目を例にあげる。本地区は、戸建比率が低く人口減少をしている地区である。用途地域指定は第一種中高層住居専用地域となっている。駅に近いが、戸建の良好な住環境というわけでもなく近隣商業地区でもないことから、単身世帯が多いものの、必ずしも人口吸引力がない。

タイプDにされる例として、渦が森台4丁目を例にあげる。本地区は、戸建比率が高く、人口減少をしている地区である。用途地域指定は第一種低層住居専用地域となっている。いわゆる昔の新興住宅地であり、当時入居した人がそのまま定住して高齢化した形となっている。夫婦のみの世帯、夫婦と子供世帯が多い。

(2) 電力使用パターン

電力使用パターンは、朝夕の電力使用ピーク、最大電力消費量、最大電力使用量に対する昼間最小使用量/夜間最小使用量で判断する。

タイプAは、平日朝の電力使用ピークは7:00、夕方の電力使用ピークは19:00、1日の電力消費の最大値は1,036W、電力消費の平均値に対する最大値は2.11倍、最大電力使用量に対する昼間最小使用量は69.1%減、夜間最小使用量は91.6%減である。

タイプBは、平日朝の電力使用ピークは7:00、夕方の電力使用ピークは19:00、1日の電力消費の最大値は842W、電力消費の平均値に対する最大値は2.22倍、最大電力使用量に対する昼間最小使用量は72.8%減、夜間最

小使用量は92.1%減である。

タイプCは、平日朝の電力使用ピークは7:00、夕方の電力使用ピークは19:00、1日の電力消費の最大値は954W、電力消費の平均値に対する最大値は2.14倍、最大電力使用量に対する昼間最小使用量は70.4%減、夜間最小使用量は91.8%減である。

タイプDの平日朝の電力使用ピークは7:30、夕方の電力使用ピークは18:00、1日の電力消費の最大値は1,242W、電力消費の平均値に対する最大値は2.05倍、最大電力使用量に対する昼間最小使用量は65.9%減、夜間最小使用量は91.4%減である。

これらのことから、以下のことがいえる。まず、朝夕のピーク時間は、街区単位で集計すると30分から1時間程度の差しか現れず、その差も高齢者の世帯が多く構成する地区での差が顕著である。逆に言えば、異なるピーク時間の世帯を組み合わせるような政策は、より個々の世帯の単位での組み合わせが期待される。

次に、従来から言われるように、戸建比率が高い地区の最大電力消費量は多く、低い地区の最大電力消費量は少ない。これは、むしろ個々の建物形態別だけでなく、街区群単位で集計しても観察される傾向であることが重要な点である。すなわち、建物形態の純化される傾向のある用途地域指定がなされたとしても、低層住居（専用）地域と中高層住居（専用）地域とをまたぐスマートグリッド政策の効果は一定程度認められることを意味する。

電力消費の平均値に対する最大値の比率はそれほど大きな差はなかったが、戸建比率の小さな地区の方が比率は大きい。これは最大電力使用量に対する昼間最小使用量の比にも同様の傾向が見られる。なお、夜間最小使用量の比には、それほど大きな差は見られなかった。これは、集合住宅住まいの家族全員が外出して不在になることが多いからと考えられる。電力消費量の少ない時間における蓄電によるピークカット政策は集合住宅において比較的大きな効果が発揮されるものと考えられる。集合住宅の新築、改築時には、その不動産価値が問われることが多く、分譲、賃貸に拘わらず、エコハウス政策を視野に入れることも考えられるべきであろう。

5. まとめ

本研究は、神戸市東灘区を対象として、家族より大きく近隣住区よりも小さい日常のコミュニティの単位としての街区群の電力使用分布パターンと土地条件・都市計画要因との関係を分析した。

この結果、人口増減傾向と戸建比率の高低が大きく影

響していることが、改めて確認できた。このうち、従来の新興住宅地のような高齢者を中心とした戸建地区と、比較的土壌条件が良く、いわゆる建物や人口の新陳代謝の進む戸建地区の違いや、駅周辺地区であってもより単身世帯を中心とした人口増の期待できる地区と必ずしもその人口流動が期待できない地区における違いも確認した。これらの違いは、今後の街区群単位の環境政策を考える上で必要となる電力使用ピーク時刻、最大電力消費量、電力消費の平均値に対する最大値の比率などの指標に顕著に現れる。この指標をみることにより、個々の世帯の電力使用分布のばらつきに期待するのか、街区群単位の広げても平準化、ピークシフト可能なばらつきが残るのかの判断に繋げられる。また、土地利用の混在に頼ることができる場合はよいが、都市の大半の土地利用が住宅であることを考えれば、住宅だけの組み合わせで、どこまで平準化可能かを判断できることは、より汎用的な政策導入に大きく貢献するであろう。

なお、本研究での分析は、全体的な集計をした上での分析をしていない。ここでは、個々の事例を取り上げて分析した方が、より要因分析として明示的になると考えたからであるが、集計した分析も行い、例えば神戸市全体としての環境政策の潜在的な規模や節電効果量などを知ることが今後の課題として挙げられよう。また、平準化に求められる電気使用パターンのばらつきが、個々の世帯単位でしか見られないのか、街区群に広げても維持されるのかを知ることができるが、どの範囲にまで広げることができるかという分析も求めらえると考えている。

謝辞：本研究は、平成26年度環境研究総合推進費（1E-1202、研究代表者：北詰恵一）の助成を得て行った研究の一部である。ここに謝意を表したい。

参考文献

- 1) 環境省低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及拡大方策等検討会：低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言，2013.
- 2) 例えば、戸川卓哉・加藤博和・林良嗣・芹沢洋史：低炭素性能評価システムによる街区群再構築デザインの検討，土木学会土木計画学研究・講演集，Vol.45，CD-ROM，2012.
- 3) 森田紘圭・高野剛志・加藤博和・村山顕人・林良嗣：既成市街地を対象とした街区群デザインの低炭素性評価，土木学会土木計画学研究・講演集，Vol.49，CD-ROM，2014.
- 4) 中道久美子・谷口守・松中亮治：交通環境負荷低減に向けた都市コンパクト化政策検討のためのデータベース「住区アーカイブ」の構築，土木学会論文集 D，Vol.64 No.3，pp.447-456，2008.
- 5) 谷口守・落合淳太：住宅街区特性から見たスマートグリッド導入適性，日本不動産学会誌 No.98，Vol.25 No.3，pp.100-109，2011.
- 6) 長谷川圭佑・村木美貴：下水熱利用地域冷暖房システムと連動した都市開発コントロールの有効性に関する研究，公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.48，No.3，pp.573-578，2013.
- 7) 横井隆志・山本祐吾・東海明宏・盛岡通：低炭素都市の形成に向けた街区更新およびエネルギー計画の統合を支援するシステム開発，pp.17-34，土木学会論文集 G，Vol.66，2010.
- 8) 仲田俊亮・北詰恵一：家庭内の協調・協力的行動による世帯構成別節電効果の推計，土木学会土木計画学研究・講演集，Vol.49，CD-ROM，2014.
- 9) 早川諒・北詰恵一：街区群の世帯構成の違いから見た電気使用量分布推計による環境政策効果分析，土木学会土木計画学研究・講演集，Vol.49，CD-ROM，2014.
- 10) 藤井拓郎・下田吉之・森川貴夫・水野稔：熱負荷計算を組み込んだ都市住宅エネルギーエンドユースモデルの開発，日本建築学会環境系論文集，第589号，pp.51-58，2005.

(2014. 7. 11 受付)

AN ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICITY CONSUMPTION PATTERNS AND THE FACTORS OF LAND USE AND CITY PLANNING IN DISTRICTS

Keiichi KITAZUME

The purpose of this paper is to analyze relationship between electricity consumption patterns and the factors of land use and city planning by districts. The ratio of activity by each person's attribute in his/her daily life and the family structure by the Population Census are combined to estimate the distribution patterns of electricity consumption by family structure type. They are analyzed related to land use and city plan by district. The results are that the process of city development and timing of townization affect on the electricity consumption patterns even though they are aggregated in a district.