

地域特性から見た家庭部門の電力需要推定に関する研究

宇都宮大学工学部 学生会員 ○狩野 智哉
宇都宮大学工学部 正 会 員 森本 章倫
宇都宮大学工学部 フェロー 古池 弘隆
東京電力株式会社建設部 正 会 員 中井 秀信

1. はじめに

近年、地球環境問題の著しい進展などを背景に、エネルギー消費を可能な限り抑制することが必要となっている。エネルギーは一般に運輸部門・民生部門・産業部門の3つに分類されるが、快適性や利便性を追及するライフスタイルの浸透等による民生・運輸部門のエネルギー消費の伸びが特に顕著である。民生部門は、更に家庭部門・業務部門に大別される。本研究では、家庭部門のエネルギーの内、増加が著しい電力に着目する。一般に、電力消費量を低減するためには、各家庭における努力が必要であり、省電力への様々な取り組みがなされている。しかし、本研究では居住形態等の地域特性と電力消費量との関係も明らかにする必要があると考える。そこで、電力需要推定モデルを構築し、環境への負荷低減に向けた都市・ライフスタイルのあり方について提案を行うことを目的とする。

2. 町別の将来人口予測

(1) 電力消費量と人口

家庭部門の電力消費量と人口には、非常に高い相関があることから、本研究では宇都宮市の町別将来人口を推定し、それを基にして将来電力消費量の算出を行う。宇都宮市の人口は全国平均と同様に、2006(平成18)年頃にピークを迎え、その後減少に転じると予想される。そこで、本研究の将来電力消費量の推定年次を、人口の減少傾向が明らかとなる2020(平成32)年に設定する。

(2) 将来人口の予測方法

本研究における人口予測方法の基本は、トレンド型モデルとする。予測方法は表1に示す3種類とし、それぞれの町が決定係数(R^2)の高い方法で予測できるように分類を行った。特に、人口の急激な増加などの突発的な変化が生じている町に関しては、ロジスティック

ク曲線を使用している。最終的には、246町の推定結果の合計をコントロールトータルし、推定年次の宇都宮市全体の人口⁴⁾に一致させている。

そして、これらの計算過程をMapBasicプログラムの中に組み込み、人口(密度)推移プログラムを作成した。ここで、MapBasicとは、地理情報システム(GIS)のソフトであるMapInfoの自動的な操作を可能にするプログラミング言語である。MapBasicによる算出結果を適宜GIS表示させることにより、人口推移の過程を視覚的に確認することが可能となる。

表1 予測方法の分類

人口増加率: A (%) (平成11-15年)	予測方法	式	町の数
$A \geq 5$	ロジスティック曲線法	$y = r / (1 + e^{-\beta t})$	44
$-10 < A < 5$	線形近似法	$y = f(t) + c$	176
$A \leq -10$	累乗近似法	$y = [f(t)]^n$	26

(3) 将来人口の予測結果

MapBasicプログラムの算出結果より求めた20年間の人口増加率を図1に示す。これより、中心部での人口減少が目立つ。これは中心市街地の衰退化の影響が大きいと考えられる。また、市全体では2000年よりも2020年の方が人口が少ないにも関わらず、人口が多くなっている町が幾つか存在する。これはニュータウンの造成や、土地区画整理事業等によると考えられる。

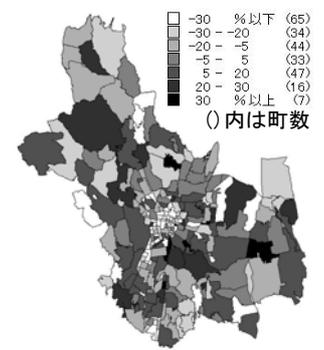


図1 人口増加率 (%)
(2000-2020)

3. 電力需要推定モデルの構築

(1) 電力需要推定モデル

町別の一人当たりの年間電力消費量を推計するため、共分散構造分析を用いて、地域特性間と電力消費量との関係を表す電力需要推定モデルを作成した(図2)。

図 2 において、地域特性間の矢印につけられた数値はパス係数、各内生変数の右上に示されている数値は決定係数(R²)である。ここで、今後特に変化が見込まれる人口密度と高齢者率を外生変数とし、将来に渡って変化させる。完成したパス図を用いた一人当たり電力消費量の予測式は次式のようなになる。

$$E_i = 0.50 \times f_i - 0.44 \times p_i + e_4$$

$$= 0.11 \times d_i + 0.18 \times s_i + \sum e \quad \dots \textcircled{1}$$

E_i : 町*i*の一人当たり電力消費量(kWh/人)
 f_i : 一人当たり床面積(m²/人) p_i : 平均世帯人員(人/世帯)
 d_i : 人口密度(人/km²) s_i : 高齢者率(%) e : 誤差変数

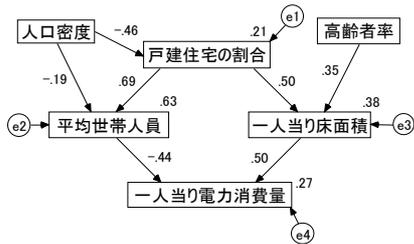


図 2 電力需要推定モデル

(2) モデルを用いた電力消費量の算出

式①より 2000 年の町別一人当たり電力消費量を算出し、その平均値を 1 とした相対変化率を図 3 に示す。また、2000 年から 2020 年までの一人当たり電力消費量の増加率を図 4 に示す。図 3 より、現状では一人当たり電力消費量は都心で高い値を示し、都心近郊で低い値を示していることが分かる。一方、図 4 では、高い増加率を示す町の多くが都心近郊に位置していることが分かる。これらは、人口の増加率が高く、元々の高齢者率が低い町である。以上より、将来的には郊外も都心と同様に高い消費量を示すことが予想される。

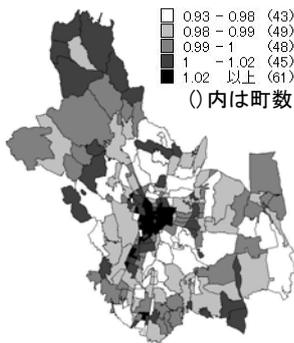


図 3 相対変化率 (2000)

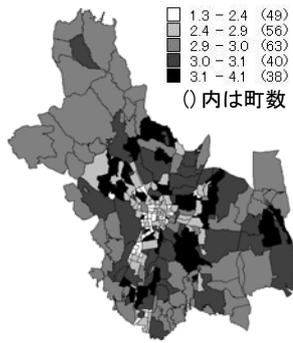


図 4 増加率 (%) (2000-2020)

また、近年エネルギー負荷の少ない都市形態としてコンパクトシティが注目されている。これは一般的に都心部への人口の集積を目的としている。ここで、図 2 のモデルを用いて都心部の人口密度を上げると、一人当たり電力消費量が高くなるため、市全体の電力消費量

は増加してしまう。従って、地域特性間の関係を現状推移させたまま、都心居住を進めても電力消費量の低減は望めないと考えられる。

4. 家庭における電力消費メカニズム

各家庭の電力消費量とライフスタイルとの関係を調べるためにライフスタイル調査を行った。調査の概要を表 2 に示す。この調査項目を用いて消費のメカニズムについてまとめたものが図 5 である。これより、人々は年齢を重ねるにつれて、大きな住宅に住む傾向があることがわかる。それは消費量の増加要因となり得るが、そこに住む世帯人員が多ければ、居住面積の共有化が図られ、一人当たり消費量が低減できる。また、一人当たりエアコン数が増えると一人当たり電力消費量が増加することから、家電製品を共同で使うことも重要であることが分かる。

表 2 ライフスタイル調査の概要

調査日時	2004年10-11月
調査方法	①学内調査 ②戸別訪問調査 ③その他機関への依頼
回収票数	135部
調査項目	住宅種別・床面積・世帯人員・家族構成・熱源等

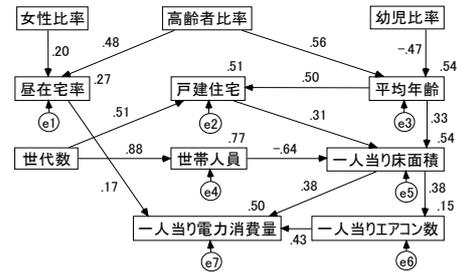


図 5 家庭における電力消費メカニズム

5. おわりに

本研究では、家庭部門の一人当たり電力消費量と地域・世帯特性との関係を把握した。近年、コンパクトシティ政策が注目されているが、単に都心部の人口密度を上げるのみでは、電力消費量は増加してしまうことが分かった。電力消費量低減のためには、三世帯同居等により、居住面積の共有化を進めていくことが重要であると言える。

【参考文献】

- 1) 今村麻希、森本章倫、古池弘隆、中井秀信：「都市形態から見た家庭部門の電力消費量と自動車のエネルギー消費量に関する研究」、土木計画学研究論文・講演集 第 28 回、2003
- 2) 石森大輔、森本章倫、古池弘隆、中井秀信：「家庭部門の電力消費量に影響を及ぼす地域特性に関する研究」、土木計画学研究論文・講演集 第 29 回、2004
- 3) 石田健一：「戸建住宅のエネルギー消費量」、日本建築学会計画系論文集 第 28 回、2003
- 4) 財団法人日本統計協会：「市町村の将来人口」、2002