

電力消費の要因に関する統計的分析

2012SE124 古関直宏

指導教員：木村美善

1 はじめに

2012年、日本大震災による電力危機によって電力不足に陥った際に関東圏で計画停電を実施した。多くの地域で節電が推し進められたことが記憶に新しい出来事として残っているであろう。東日本大震災以前にも節電は広く知られていたが、東日本大震災での節電実施を見て節電の大切さを改めて感じた人は多いのではないだろうか。そこで私は単に節電をするだけでも確かに問題はないかもしれないが、各都道府県の電力事情への理解を深め、節電を快く行うために電力事情を統計的に分析し、知ることが大切であると考えた。今後の電力について知識を蓄え、深く知るためにこの分析を進めていく。加えて私は来年からインフラ業界に身を置く者として最も関係のある電力について県毎の使用傾向や内訳、要因を自身の主観を抜き、客観的に分析を行うことで ([3],[4] 参照) 仕事の成功へ繋げようとする研究に至った。

2 データについて

ホームページ ([5],[6],[7],[8] 参照) から平成 22 年度のデータを得た。使用したのは都道府県別のデータで目的変数として x_1 =総電力使用量 (KWh), x_2 =産業電力使用量 (KWh), x_3 =家庭電力使用量 (KWh), x_4 =業務電力使用量 (KWh), x_5 =民生電力使用量 (KWh) の 5 変数を使用し、説明変数を x_6 =石油ガス産業使用量 (TJ), x_7 =石油ガス家庭使用量 (TJ), x_8 =石油ガス業務使用量 (TJ), x_9 =天然ガス産業使用量 (TJ), x_{10} =都市ガス産業使用量 (TJ), x_{11} =都市ガス家庭使用量 (TJ), x_{12} =都市ガス業務使用量 (TJ), x_{13} =総人口, x_{14} =人口密度, x_{15} =面積, x_{16} =世帯数, x_{17} =0~19 歳人口, x_{18} =20~39 歳人口, x_{19} =40~59 歳人口, x_{20} =60 歳以上人口, x_{21} =月間最高平均気温 (°C), x_{22} =月間最低平均気温 (°C), x_{23} =年間平均気温 (°C), x_{24} =降水量 (mm), x_{25} =雪日数, x_{26} =降雪量 (mm), x_{27} =総税金歳入額 (円) の 22 変数として分析を行う。

3 重回帰分析

分析 ([4] 参照) の結果、総電力を目的変数 y とし、説明変数については人口の変数が単体での説明力に加えて他の変数に対して持つ高い共線性のために本来の説明力を十分に発揮できない変数があると判断し、人口関連の変数を除き変数選択を行ったところ産業関連の変数も除かれた。そこで工業県であり、外れ値として現れた兵庫県を外して再度分析を行った結果が次の表 1 である。決定係数は 0.946 で自由度調整済み決定係数は 0.937 と双方共に説明力が上がった。

表 1 総電力使用量の回帰分析結果

項目	回帰係数	標準誤差	t 値	p 値
定数項	53470	19970	2.678	1.08×10^{-2}
x_7	1.908	0.234	8.149	6.00×10^{-10}
x_9	0.703	0.233	3.007	4.60×10^{-3}
x_{11}	0.619	0.056	11.056	1.38×10^{-13}
x_{21}	- 1251	571	- 2.191	3.45×10^{-2}
x_{24}	- 2.748	1.285	- 2.13	3.88×10^{-2}
x_{26}	- 6.190	4.889	- 1.266	2.12×10^{-1}

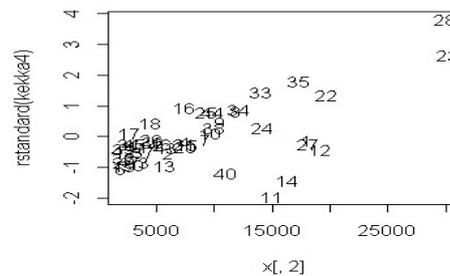


図 1 産業電力使用量に対する標準化残差

4 加重回帰分析

前節 3 の分析はそれぞれ特徴のある都道府県のデータを利用したために重回帰分析を行う前提である等分散性が欠けている恐れがある。分散をある程度均一にするために本研究では 8 地方区分 ([2] 参照) を取り入れて組み分けの基準とし、各グループの分散の逆数によって重みをつけ、加重回帰を行った ([1] 参照)。その結果、決定係数は 0.958 で自由度調整済み決定係数は 0.952 となり、表 2 を得た。標準化残差についても図 2 のように加重最小二乗法を用いる前よりばらつきが均一的になった。

表 2 総電力使用量の加重回帰分析結果

項目	回帰係数	標準誤差	t 値	p 値
定数項	41759	17002	2.456	1.84×10^{-2}
x_7	2.002	0.197	10.124	1.36×10^{-12}
x_9	0.727	0.197	3.675	6.92×10^{-4}
x_{11}	0.623	0.049	12.442	2.48×10^{-15}
x_{21}	- 937	488.7	- 1.919	6.21×10^{-2}
x_{24}	- 2.676	0.984	- 2.695	1.02×10^{-2}

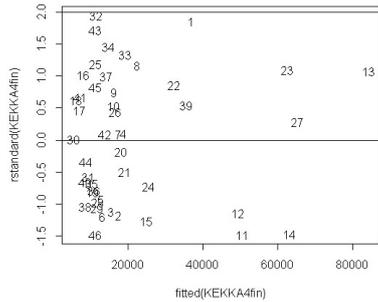


図2 加重回帰の標準化残差プロット

5 主成分分析

全変数より人口データ、ガスデータ、気象データの各グループから代表的な変数のみを選択し、主成分分析を行うことで異なる知見を合理的に獲得することを試みた。累積寄与率が80%以上をとり、固有値の値が1未満になるまでの主成分を用いて分析を行った。第1主成分(47.1%)は負の値をとるほど総電力使用量が多くなる主成分となり、第2主成分(19.5%)は気温が高く、多雨で収入が多いか、そうでないかという主成分であり、第3主成分(8.8%)は工業が発展しているかつ気温が高いか、そうでないかを分ける主成分であり、第4主成分(7.6%)は天然ガス以外の石油、都市産業ガスを使っていて気温が低くかつ雨が少ないか、そうではないかを分ける主成分となっている。

6 クラスタ分析

前節5の第4主成分までの主成分得点を利用してクラスタ分析を行った。最も特徴が現れた群平均法を用いて可視化したものが図3のデンドログラムである。距離7で分けると次の4群になり、左から第1群、第2群、第3群、第4群とする。

第1群：千葉、神奈川、静岡、埼玉、福岡、愛知、兵庫の7県。人口がかなり多い集団。

第2群：北海道、青森の2道県で寒い気候を持つ集団。

第3群：第1,2,4群を除く標準的な集団。

第4群：東京、大阪の2都府であり人口が最も多い集団。

両者は距離が離れているが、まとめて大都市群とする。

また、図1の産業電力使用量に対する総電力使用量の残差プロットを参照すると1北海道、11埼玉、12千葉、14神奈川、23愛知、27大阪、28兵庫、40福岡を除くと多くの点で一様な右上がりの散布図が完成する。これらの都道府県は先ほどクラスタ分析で1群に分類された都道府県と同様の都道府県であり、電力使用の観点からみて第1群は都市群であるといえる。

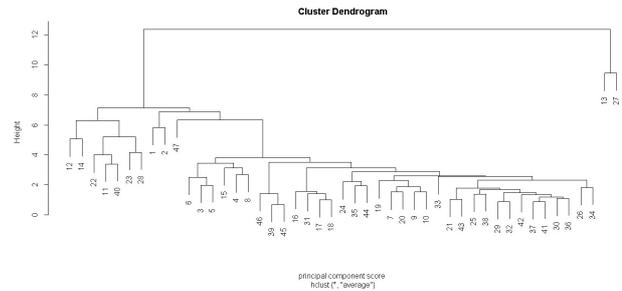


図3 主成分得点のデンドログラム

7 おわりに

人口データや総税金歳入額は単体で最も高い説明力を持ち他の変数と高い共線性を持っていた。また、ガス消費量と電力の消費量は全てにおいて正の相関であった。このことから電力とガスの使用量にはある程度の一定比があることが理解できた。また、元来持っている各変数の説明力が人口などの強い変数の影響により現れにくくなってしまいうことや、総電力には多くの要因が関係していることがわかった。その中でも特に日本の各地域の温暖差については他変数に比べて説明力が弱く感じられるが、電力の消費に対して重要な要因のひとつである。また、クラスタ分析と産業に対する総電力のプロットによって本研究では暫定的に電力消費量からみた都市群として位置づけできた。最後に、産業の発展には産業に向けた地域、利便性の良さなどが関連するので人口を基準としたグループ分けではなく地域を基準としたグループ分けをし、加重回帰を行ったが、これが最もよく当てはまり、よい結果となった。

参考文献

- [1] Chatterjee, S. and B. Price: Regression Analysis by Example, John Wiley & Sons, New York, 1977.(加納 悟・佐和隆光訳：回帰分析の実際，新曜社，1981.)
- [2] 後藤孝之：TVのそばに一冊ワールドアトラス，帝国書院，1990.
- [3] 永田靖・棟近雅彦 共著：多変量解析法入門，サイエンス社，2001.
- [4] 中村永友：多次元データ解析法，共立出版，2009.
- [5] 経済産業省資源エネルギー庁
<http://www.enecho.meti.go.jp/>
- [6] 国土交通省気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- [7] 国土交通省国土地理院
<http://www.gsi.go.jp/>
- [8] 総務省統計局
http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/toukei/