

電力経済研究

特集「東日本大震災以降の電力需要の減少をどうみるか」

No.63 (2016.3)



RI 電力中央研究所
社会経済研究所

「電力経済研究」

「電力経済研究」は電気事業、電力産業に関わる社会経済・制度問題を対象分野とし、課題指向型、問題解決型に関連した研究成果等を掲載し、学術の振興に寄与することを目的とした雑誌です。一時休刊ののち、2015年3月にリニューアル復刊し、本号は復刊第3号になります。当面の間は、広く一般に投稿論文を募ることは致しません。

原稿の種類と内容

電力経済研究の原稿には次のようなカテゴリーがあります（下記のカテゴリーは当面のものであり、今後、編集委員会での議論を経て追加・変更になる場合があります）。

(1) 総説

特集を全体的に俯瞰して、その目的や意義、内容などについて総合的に展望・解説したものです。

(2) 研究論文

主題、内容、手法等の新規性を有し、当該分野の発展に貢献すると思われる研究成果を報告したもの。また、特定の主題に関する一連の事象を、実態調査を通して、あるいは特定の主題に関する一連の研究及びその周辺領域の発展を、著者の見解にしたがって総括的かつ系統的に報告したもの。

(3) 研究ノート

総合的な報告までには至らないが、その研究途上で得られた有用な分析手法に関して記録にとどめておく価値があると認められたもの。特に、テクニカルな分析手法を特徴とするもの。また、特集の目的に沿って、他の媒体で報告した内容について、本誌向けに要約したもの。

(4) 研究トピックス紹介

経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連する国内外の新たな研究動向を紹介するもの。

一般財団法人 電力中央研究所

社会経済研究所

「電力経済研究」編集委員会

E-mail : src-henshu-ml@criepi.denken.or.jp

電力経済研究 No. 63(2016. 3) 目次

特集「東日本大震災以降の電力需要の減少をどうみるか」のねらい

星野 優子 林田 元就

第1部 東日本大震災前後の電力需要の変化要因をどうみるか

研究論文

東日本大震災後の電灯需要変化の要因分析 加部 哲史 … 1

研究論文

東日本大震災前後における産業用電力需要の構造変化 ― 一時系列分析によるアプローチ ―
間瀬 貴之 林田 元就 … 12

研究トピックス紹介

産業・業務部門での東日本大震災以降の電力需要の変化要因
人見 和美 星野 優子 … 26

第2部 将来の電力需要をどうみるか

研究論文

家庭部門の電力需要における人口・世帯構造の影響 ― 先行研究の整理と課題 ―
中野 一慶 … 35

研究ノート

産業・業務用電力需要に対する産業構造変化の影響 田口 裕史 浜潟 純大 … 50

研究ノート

地域別エネルギー需要の実態把握 ― 「都道府県別エネルギー消費統計」による把握 ―
大塚 章弘 … 66

本特集の成果と今後の課題 ― 電力需要の経済分析 ―

林田 元就 … 82

特集

「東日本大震災以降の電力需要の減少をどうみるか」のねらい

将来の電力需要の見通しは、販売、設備計画や燃料調達計画などに直結することから電気事業の経営の根幹に関わるだけでなく、エネルギー安全保障（エネルギー自給率）、経済性（エネルギー・電力コスト）、環境（CO₂排出量）の3Eの観点においても、日本の将来のエネルギー政策や環境政策の行方を左右する重要な前提条件である。

これまで電力需要の予測は、経済指標と電力需要との強い相関を根拠としてきたが、東日本大震災以降、経済が回復基調にあるにもかかわらず電力需要は数年にわたって伸び悩んでおり、「震災による一時的な影響（ショック）」というだけでは説明が難しくなっている。こうした状況に対して、「震災を契機に日本の電力需要構造は大きく変化し、省エネ社会に向けた新たな段階に入った」という見方がある。例えば、2015年7月に出された政府の2030年までの長期エネルギー需給見通しにおいて、年率1.7%の経済成長の下で電力需要の伸びが年率0.1%にとどまっているのも、こうした見方に沿ったものである。しかし、こうした野心的な省エネの達成を前提とした結果、仮にそれが達成できなかった場合には、供給設備の不足、燃料コスト増による電気料金の上昇、CO₂排出量の増加を招き、本来、3Eの目標達成のために必要であったはずの施策の検討にも支障をきたしなかねない。こうした点からも、「従来は強い相関がみられた経済指標と電力需要の関係は、再び元に戻りうるのか」について検証を重ねていく必要がある。

実際に何が起きているのかを真に理解するためには、家庭や企業の行動を踏まえたミクロデータによるボトムアップの視点も欠かせないが、本特集では主に集計量を対象にしたマクロデータによるトップダウンからの分析アプローチをとっている。中長期的なトレンドを踏まえ、震災後の変化要因を把握するには、トップダウンの視点が有効であると考えるためである。当所では以前より産業や地域といった多面的な視点から分析に力を入れてきた。本特集でとりあげているマクロ分析はその成果である。これらの分析を、ミクロデータによる分析で補完することにより、より精密な分析と理解に接近することが可能となるが、それは今後の課題としたい。

まず第1部では、経済理論、実証分析の2つのアプローチから、産業部門、家庭部門のそれぞれにおける震災前後の電力需要の変化要因をどうみるか、という問題に取り組んでいる。続く第2部では、地域も含めた将来の電力需要に大きな影響を与える要因として、人口高齢化や単身世帯の増加、製造業企業の国内生産動向、各地域の産業やエネルギー需要構造の変化に着目した分析に取り組んでいる。

これまでのところ、震災以降の電力需要の変化要因について、確定的な結論を得るには至っていないが、少なくとも経済成長を見込むのであれば、電力需要が将来にわたって減少を続けるとは考えにくいというのが、今回得られた分析結果からの示唆である。今後も引き続き注意深い観察を重ねる必要があるが、本特集がそのための議論の一助となれば幸いである。

2016年3月

編集責任者

社会経済研究所 星野優子 林田元就

第1部

東日本大震災前後の電力需要の変化要因をどうみるか

東日本大震災後の電灯需要変化の要因分析

Analysis of Factors Affecting Residential Electricity Demand after the Great East Japan Earthquake

キーワード：東日本大震災，電灯需要，構造変化，要因分解

加部 哲史

東日本大震災以降，電灯需要は未だ減少傾向にある。本稿では震災後の減少要因を明らかにするため電灯需要の変化要因について分析を行い，各要因が電灯需要に与えた影響について考察を行った。さらに各要因の影響について震災前後で比較を行った。その結果，震災前は世帯数の増加と共に電灯需要も増加傾向にあったが，震災以降，世帯数の影響は相対的に弱まり，減少要因として価格要因，習慣要因，気温要因が大きく寄与していたことが分かった。

1. はじめに
2. 先行研究
3. 電灯需要の動向
 - 3.1 世帯数の推移と電灯需要
 - 3.2 電気料金上昇と電灯需要
 - 3.3 季節別にみた電灯需要の推移
4. 電灯需要の構造分析
 - 4.1 回帰分析と推定結果
 - 4.2 電灯需要の要因分解
5. 震災後の電灯需要の変化要因をどのようにみるか
 - 5.1 分析結果の考察
 - 5.2 今後の課題

1. はじめに

東日本大震災以降，2011年から2014年にかけて電灯需要は減少傾向にある。震災直後はピーク時における供給力低下により，大口需要家に対して電力使用制限令が発動されるなど，大幅な需要抑制が求められ，家庭に対しても節電が呼びかけられた。また2011年夏には東京・東北電力管内で15%，関西電力管内でも10%の節電目標が設定された。

その後も定期検査で停止した原子力発電所の再稼働の遅れから，2012年夏は関西電力管内での10%目標を始め，各地で節電要請が行われた（九州10%，北海道7%，四国5%）。そして2013年と2014年の夏に関しては，数値目標のない節電要請に留まった。

その一方で，停止した原子力発電所の代替

として，燃料費の高い火力発電所の稼働率を上げて対応したことから，北陸・中国・沖縄を除く電力7社が料金改定による値上げを行う事態となり電気料金が上昇した。

このように，震災以降，節電意識の変化や電気料金の上昇など様々な要因が電灯需要の変化に影響を及ぼしたと推測される。そこで本稿では，震災後の減少要因を明らかにするため電灯需要の変化要因について分析を行い，各要因が電灯需要に与えた影響について考察を行う。

また，電灯需要の分析に関しては先行研究において，震災後のデータを用いた定量的な分析が十分には行われていない。そのため本分析では，2000年度から2014年度までの年度データを使用して，震災前後で各要因が電灯需要に与えた影響について比較を行い，需

要構造の変化について分析を行った。

以下では、はじめに先行研究をレビューした後、3章では予備的分析として、震災以降の電灯需要及び関連指標の動向を把握する。次に、4章では電灯需要の減少要因を明らかにするため要因分解を試みる。最後に5章では、分析結果の考察と今後の課題について述べる。

2. 先行研究

本章では、集計データを用いた計量経済モデルによる電力需要の分析手法について先行研究をレビューする。

Kamerschen and Porter(2004)では、1973年から1998年までの年次データを用いて、米国における家庭用、産業用電力及び総電力需要について分析を行っている。彼らは価格の内生性を考慮するために同時方程式モデルを使用し、価格(電力、ガス)、GDP、気候などの影響を考慮して推定を行っている。

Bernstein and Griffin(2005)では、部分調整モデルに地域間差異及び時間効果を考慮し、1977年から2004年までの年次データを用いて、米国の家庭用・業務用電力需要及び家庭用ガス需要の分析を行っている。モデルには価格、所得、人口、気温などの影響が考慮されている。

Dergiades and Tsoulfidis(2008)では、米国の家庭用電力需要の分析を行うために、1965年から2006年までの年次データを用いて、変数間の共和分関係を示し自己回帰分布ラグモデルを推定している。モデルには価格(電力、灯油)、所得、気候、住宅ストックを変数として加えている。

Romero-Jordán et al.(2014)では、1998年から2009年までの年次データを用いて、スペインの家庭用電力需要の分析を行っている。彼らは部分調整モデルに地域間差異を考慮するた

めに固定効果を加え、前期の需要(前期ラグ)による内生性の問題を回避するためにArellano and Bond (1991)で提案された一般化積率法(GMM)を用いてモデルの推定を行っている。

次に、日本の電力需要を対象とした先行研究を挙げる。例えば谷下(2009)では、家計調査から得られる47県庁所在地における21年分(1986年-2006年)のデータを用いて、家庭部門の電力需要を分析している。分析には、電力会社9社管内の地域間差異を考慮するために固定効果モデルを使用している。モデルでは価格(電力、灯油、ガソリン)、平均世帯人数、消費支出、冷房度日、人口密度の影響を考慮している。

当所の太塚他(2013)では、地域別(電力会社9社管内)の価格弾力性を推定するために、1980年度から2008年度までの年度データを用いて、地域ごとに電灯・電力需要関数を推定している。電灯需要関数には、価格、域内所得、冷房度日、暖房度日を、電力需要関数には、価格、域内生産額、冷房度日、暖房度日、電力自由化ダミーを変数として加えている。

さらに当所の太塚・中野(2014)では、1990年度から2009年度の19期間における47都道府県のデータを用いて、電灯需要関数を推定している。彼らは、地域間差異を考慮するため部分調整モデルに固定効果を加えている。モデルには価格(電力)、域内消費、高齢化率、冷房度日、暖房度日などの変数を加えて分析を行っている。

需要構造の分析には、主に自己回帰分布ラグモデルと部分調整モデルの2種類が広く使われている。しかし、自己回帰分布ラグモデルの推定には、長期時系列データが必要となる。

本分析では、データの制約上2000年度から2014年度までの15年間分のデータを用いる

ため、データ数が十分とは言えない。そこで本分析では Romero-Jordán et al.(2014) 及び大塚・中野(2014)に倣い、部分調整モデルを採用する。

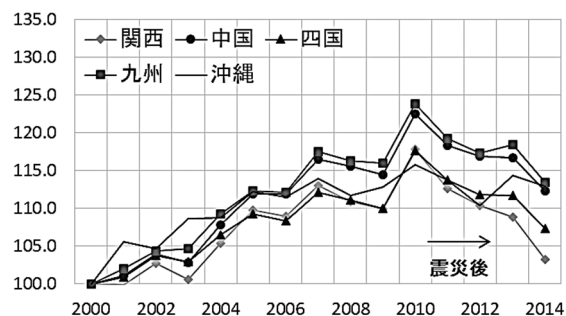
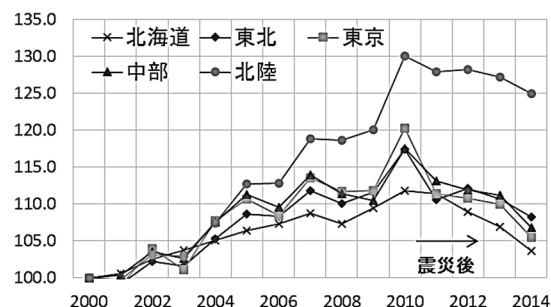
Romero-Jordán et al.(2014)では、内生性の問題を回避するために、GMM を使用しているが、本分析では地域数(電力会社 10 社)が少ないために、GMM を用いても推定結果にバイアスが生じる恐れがある(Windmeijer 2005)。そのため内生性によるバイアスを緩和するために本分析では、Pooled 2SLS (Wooldridge 2001, Semykina and Wooldridge 2008) を用いる。

3. 電灯需要の動向

本分析に先立って、電力各社の電灯需要¹の推移を確認する。図 1 は、電灯需要の推移を地域別に示したものである。図 1 より電灯需要の推移を確認すると、2010 年度は猛暑により大幅な上昇がみられるが、震災後は全国で減少傾向にあることが分かる。

次に年平均伸び率を確認すると、表 1 より、10 社計で 2000 年度から 2005 年度にかけて伸び率は 2.0%、2006 年度から 2010 年度にか

ては 2.3%の増加となっている。震災後は、全ての地域でマイナスに転じ、10 社計で-1.9%となった。また、地域別にみると最も減少した地域は関西で-2.8%、次いで北海道で-2.4%となった。



出所：電気事業連合会

図1 電灯需要の推移 (2000年度=100)

表1 電灯需要の実績値 (年度, 単位:億kWh)

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	10社計
電灯需要(億kWh)											
2000	108.5	224.3	859.9	317.1	66.6	444.1	162.1	86.1	251.5	25.8	2,546
2010	121.2	263.2	1,034.2	372.6	86.6	523.2	198.5	101.3	311.5	29.9	3,042
2011	120.8	247.9	958.0	358.7	85.2	499.9	191.7	97.9	299.9	29.4	2,889
2014	112.4	242.7	906.8	338.6	83.2	458.6	182.0	92.4	285.2	29.2	2,731
年平均伸び率(%)											
00/05	1.2%	1.7%	2.1%	2.2%	2.4%	1.9%	2.3%	1.8%	2.3%	2.3%	2.0%
06/10	1.0%	2.0%	2.6%	1.8%	3.6%	2.0%	2.3%	2.1%	2.5%	0.9%	2.3%
11/14	-2.4%	-0.7%	-1.8%	-1.9%	-0.8%	-2.8%	-1.7%	-1.9%	-1.7%	-0.2%	-1.9%

出所：電気事業連合会

¹ 本稿では、電気事業連合会 Web サイト URL:<http://www.fepec.or.jp/library/data/tokei> で公表されている電力各社の電灯合計を用いる。

次節以降では、震災後の減少要因を明らかにするための予備的分析として、電灯需要と関連指標の動向を把握し、震災後の変化について概観する。

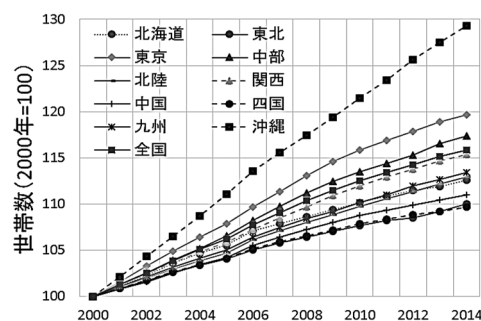
3.1 世帯数の推移と電灯需要

図2は、2000年を100としたときの世帯数の推移を2000年から2014年まで地域別に示したものである。図2より全地域で世帯数は増加傾向にあることが分かる。全世帯数は、2014年には全国で2000年の1.15倍に伸びている。一方で地域別にみても、沖縄は1.3倍、東京は1.2倍まで世帯数が伸びている。ただし国立社会保障・人口問題研究所(2013)によると、2019年をピークに世帯数は減少に転じると予測されている。将来的には、世帯数の減少が電灯需要の減少に繋がると推測される。

次に、2000年から2014年までの世帯数と電灯需要(10社計)の関係を確認する。図3は、横軸に世帯数(万世帯)、縦軸に電灯需要(億kWh)を示した散布図である。図3より、震災以前は、世帯数の増加と共に電灯需要も増加傾向にあったことが分かる。しかし震災後は、世帯数は未だ増加傾向にあるが、電灯需要は減少していることが分かる。

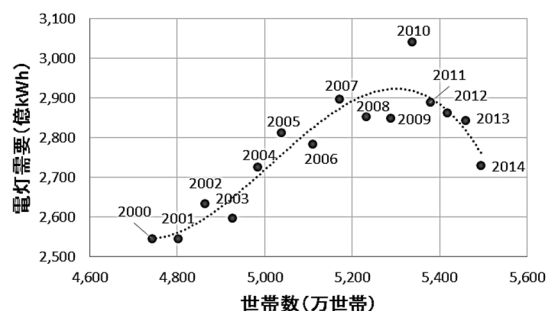
表2は、地域別に世帯当たり電灯需要の実績

値と年平均伸び率を纏めたものである。表2より、2014年度の世帯当たり電灯需要が最も高い地域は、北陸で7,318kWhであった。また、震災後の年平均伸び率をみると、全ての地域でマイナスとなっていることが分かる。



出所：「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」(総務省)

図2 世帯数の推移(地域別)



出所：「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」(総務省), 電気事業連合会

図3 世帯数と電灯需要(全国)

表2 世帯当たり電灯需要の実績値(年度, 単位: kWh/世帯)

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	10社計
世帯当たり電灯需要(kWh/世帯)											
2000	4,501	5,491	5,331	5,438	6,613	5,615	5,590	5,428	4,928	5,605	5,369
2010	4,568	5,987	5,535	5,630	7,837	5,906	6,297	5,921	5,542	5,342	5,701
2011	4,522	5,610	5,081	5,377	7,652	5,598	6,048	5,696	5,293	5,166	5,372
2014	4,141	5,401	4,698	4,947	7,318	5,027	5,657	5,311	4,927	4,894	4,970
年平均伸び率(%)											
00/05	0.1%	0.9%	0.5%	0.9%	1.5%	0.7%	1.4%	1.0%	1.3%	0.2%	0.8%
06/10	0.3%	1.4%	1.2%	0.6%	2.8%	0.9%	1.5%	1.5%	1.6%	-0.7%	1.2%
11/14	-2.9%	-1.3%	-2.6%	-2.7%	-1.5%	-3.5%	-2.2%	-2.3%	-2.4%	-1.8%	-2.6%

出所：「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」(総務省), 電気事業連合会

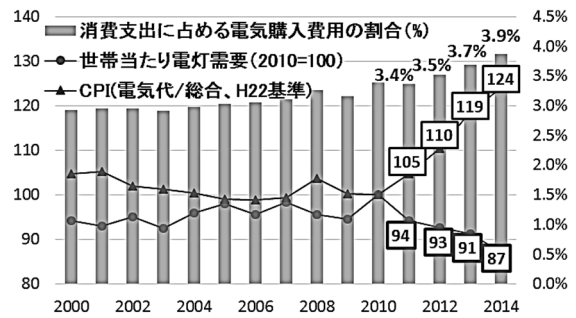
3.2 電気料金上昇と電灯需要

震災以降、原子力発電所の停止に伴い、燃料費増加による電気料金の値上げが行われた。本節では、電気料金の推移を確認するために価格の指標として、消費者物価指数 CPI (電気代)をCPI (総合)で実質化したものを用いる。また、「家計調査 (総世帯)」から消費支出に占める電気購入費用の割合を計算し、家計への影響を調べた。図4よりCPI (電気代/総合)は、震災以降、2010年度と比較して、2014年度には24%増加している。一方で、世帯当たり電灯需要は2010年度と比較して、2014年度には-13%となっている。このことから震災以降、電気料金の大幅な上昇が電灯需要に影響を及ぼしたように見える。

次に消費支出に占める電気購入費用の割合をみてみると、震災前にも、若干の増加はみられるが、デフレが続くなかでも、燃料価格の高騰により、電気料金が下がらなかったためと推測される。震災以降をみてみると、図4より2014年度には3.9%まで上昇している。このことから、家庭での節電によって消費量を抑制するには限界があり、消費量の減退分以上に価格が上昇しているため消費支出に占める電気購入費用の割合が増加傾向にあると考えられる。

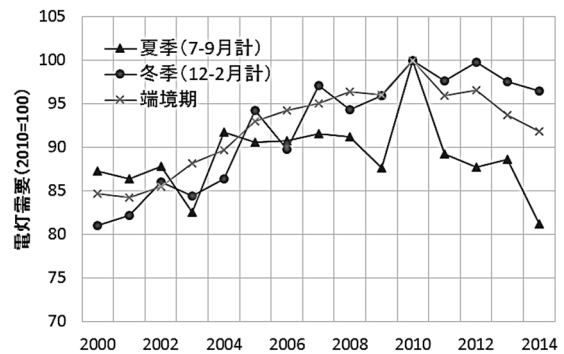
3.3 季節別にみた電灯需要の推移

本節では、夏季電灯需要 (7-9月計) と冬季電灯需要 (12-2月計) の推移を確認する。図5では、2010年度を100とした場合の夏季、冬季、端境期の電灯需要 (10社計)の推移を示している。2010年度は猛暑により一時的に夏季電灯需要が大幅に上昇し、その後は2013年度まで横ばいで推移していたが、2014年度に大きく減少している。その一方で冬季電灯需要の減少率は他の季節と比べて小さいことが分かる。



出所：「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」(総務省)、家計調査(総務省)、消費者物価指数(総務省)、電気事業連合会

図4 価格と世帯当たり電灯需要 (全国)



出所：電気事業連合会

図5 夏季電灯需要と冬季電灯需要の推移 (全国)

4. 電灯需要の構造分析

これまで予備的分析として、震災後の世帯数と電灯需要の関係について概観した後、電気料金の上昇と世帯当たり電灯需要の推移を確認した。また、夏季電灯需要及び冬季電灯需要の震災後の変化について確認を行った。

本章では、より詳細に電灯需要の構造を理解するために、大塚・中野(2014)を参考に電灯需要の要因分解を行い、震災後の減少要因を明らかにする。

4.1 回帰分析と推定結果

地域*i*の時点*t*における電灯需要を y_{it} 、世

帯数を s_{it} として、世帯当たり電灯需要を以下のようなモデルで表す。

$$\begin{aligned} \log(y_{it} / s_{it}) = & \alpha_0 + \alpha_1 \log(p_{it}) \\ & + \alpha_2 \log(x_{it}) \\ & + \alpha_3 \log(y_{i,t-1} / s_{i,t-1}) \\ & + \alpha_4 \log(hhs_{it}) \\ & + \alpha_5 COOL_{it} \\ & + \alpha_6 HEAT_{it} \\ & + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで価格 p_{it} は「電気事業連合会: 電力統計情報」より得た電灯料(円)を電灯合計(Wh)で除した電灯総合単価 (円/Wh)を消費者物価指数 CPI (総合)で実質化したものを使用する。所得 x_{it} は、「家計調査 (総世帯のうち勤労者世帯)」の可処分所得を CPI (総合)で実質化したものである。さらに平均世帯人員 hhs_{it} , 冷房度日 $COOL_{it}$, 暖房度日 $HEAT_{it}$ をモデルに加える。平均世帯人員は、「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」から域内の人口を世帯数で割ったものを使用している。また、冷房度日及び暖房度日を計算するために気象庁 HP より、本社所在地の日平均気温を使用した。冷房度日は、24 度を超える日の平均気温と 22 度との差を合計したもの、暖房度日は 14 度を下回る平均気温と 14 度との差を合計したものである。そして回帰モデル(1)における α_k は各変数のパラメータを表し、誤差項 ε_{it} は独立で同一な正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従うと仮定する。

一般的にパネルデータ分析では、地域間の異質性 (固定効果やランダム効果)を考慮してパラメータの推定を行うが、説明変数に前期ラグを含むモデルでは、推定結果にバイアス (内生性の問題) が生じることが知られている(Baltagi 2008)。本分析では全ての地域デ

ータを一つにプールし、内生性によるバイアスを緩和するために Pooled 2SLS を用いて、回帰モデル(1)の推定を試みた。そのため、地域間の差異を十分に反映できていない点に留意する必要がある。

表 3 にパラメータの推定結果を示す。本稿では谷下(2009)と同様に、モデルに前期ラグを含むケース (モデル 1)と含まないケース (モデル 2) の推定結果を比較し、要因分解に用いるモデルを選択する。

表 3 から調整済み決定係数(Adj-R²)を比較すると、前期ラグを含むモデル 1 の方がデータへの当てはまりが良いことが分かる。さらにモデル 2 では、暖房度日のパラメータが統計的に有意ではない。そのため本稿では、モデル 1 を採用する。モデル 1 の推定結果より短期価格弾力性は-0.25、長期では-0.89 となった。また、短期所得弾力性は 0.13、長期では 0.46 となった。次に平均世帯人員に対するパラメータをみると、符号は正で統計的に有意であることから整合的な結果と言える。

表 3 推定結果

	モデル1	モデル2
α_0	1.11 (0.71)	4.87 *** (1.00)
α_1	-0.25 *** (0.06)	-0.58 *** (0.08)
α_2	0.13 *** (0.05)	0.38 *** (0.07)
α_3	0.72 *** (0.12)	- -
α_4	0.22 *** (0.06)	0.59 *** (0.07)
α_5	1.5.E-04 *** (2.3E-05)	2.3.E-04 *** (5.3E-05)
α_6	3.6.E-05 *** (7.9E-06)	1.7.E-05 (2.1E-05)
R ²	0.964	0.706
Adj- R ²	0.962	0.695

注 1)***、**、* は有意水準 1%、5%、10% で統計的に有意であることを示す。

注 2) カッコ内は標準誤差を表す。

さらに気温要因の変数として加えた冷房度日と暖房度日についてのパラメータをみると、共に符号は正で統計的に有意である。

4.2 電灯需要の要因分解

次に、各要因が電灯需要の変化に及ぼす影響をみるために要因分解を行う。手法については大塚・中野(2014)に準拠しているため、参照されたい。表3に示した回帰分析の推定結果を用いて、各要因の寄与度を計算するために、上記の回帰モデル(1)を以下のように変換する。

$$\begin{aligned} \Delta \log(y_{it}) = & \alpha_1 \Delta \log(p_{it}) \\ & + \alpha_2 \Delta \log(x_{it}) \\ & + \alpha_3 \Delta \log(y_{i,t-1} / s_{i,t-1}) \\ & + \alpha_4 \Delta \log(hhs_{it}) \quad (2) \\ & + \alpha_5 \Delta COOL_{it} \\ & + \alpha_6 \Delta HEAT_{it} \\ & + \Delta \log(s_{it}) \\ & + \Delta \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

ここで式(2)の Δ は、一次の階差を表す。左辺は、対数の差分近似により、電灯需要の変化率の近似値とみなすことができる。また右辺の第一項を価格要因、第二項を所得要因、第三項を習慣要因、第四項を世帯人員要因、第五項を気温要因(冷房度日)、第六項を気温要因(暖房度日)、第七項を世帯数要因、第八項をその他要因と呼ぶことにする。

表4は、地域別に電灯需要の前年度比変化率(対数差分近似値)及び各要因の対前年度比寄与度について平均値を震災前後で比較したものである。表4より震災後の電灯需要の変化率をみると、東京と関西で他の地域よりも減少率が高く、一方で北陸と沖縄では減少率が低い傾向にあることが分かる。

次に価格要因をみると、全国(10社計)

では震災後の需要減少に大きく寄与していることが分かる。地域別にみると、最も影響があった地域は東京である。一方で、北陸では価格要因の寄与は他の地域よりも小さいことが分かる。また、所得要因の寄与度は全国的に小さい傾向にある。

習慣要因では、前期の世帯当たり電灯需要(前期ラグ)の変化が今期の電灯需要の変化に及ぼす影響を表している。需要分析では、多くの先行研究で消費者の習慣的消費行動を考慮するために、前期の需要が及ぼす影響を習慣効果としてモデルに加えて分析を行ってきた。例えばRomero-Jordán et al. (2014)では、前期の需要による影響を習慣効果としてモデル化し、家庭用電力需要の分析を行っている。本分析でも先行研究と同様に、前期の需要が与える影響をモデルに加えて分析を行った。

習慣要因の結果をみると、表4より全国(10社計)では震災後の需要減少に大きく寄与していることが分かる。一方で地域別にみると、震災前は地方で寄与度がプラスとなる地域が多くみられたが、震災以降、北陸を除く全ての地域で寄与度がマイナスとなっている。このことから、習慣要因が震災後の需要減少に寄与する傾向がみられる。

世帯人員要因と世帯数要因をみると、世帯人員の寄与度は小さいものの、需要の減少に寄与している。これは世帯人員の減少による影響と考えられる。また震災前は世帯数要因が需要増加に大きく寄与し、世帯数の増加と共に需要が伸びていたことが分かる。しかし震災後は、減少要因の影響により世帯数の寄与は弱まっている。

気温要因の寄与度をみると、震災後、冷房度日の寄与度は、沖縄を除く全ての地域でマイナスに転じている。このことから、冷房需要の落ち込みが需要減少に寄与したと考えられる。一方で、暖房度日の寄与は冷房度

表4 地域別電灯需要の前年度比寄与度(平均値)

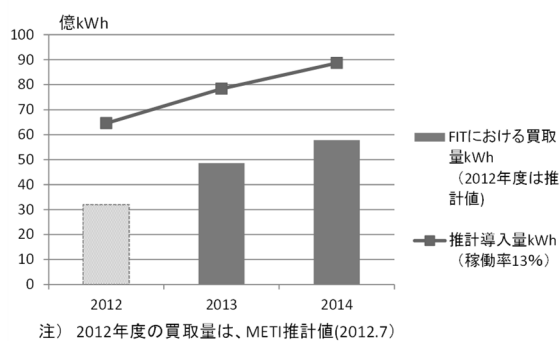
		電灯需要 変化率	価格要因	所得要因	習慣要因	世帯人員 要因	世帯数 要因	気温要因		その他 要因
								冷房度日	暖房度日	
北海道	震災前	1.2%	0.2%	0.0%	0.0%	-0.3%	0.9%	0.2%	0.0%	0.2%
	震災後	-1.9%	-1.1%	-0.2%	-0.8%	-0.2%	0.6%	-0.3%	-0.2%	0.4%
東北	震災前	1.9%	0.2%	-0.1%	0.3%	-0.3%	0.7%	0.3%	0.1%	0.5%
	震災後	-2.0%	-1.2%	-0.2%	-0.5%	-0.3%	0.5%	-0.6%	-0.1%	0.3%
東京	震災前	2.2%	0.2%	0.0%	-0.2%	-0.2%	1.5%	0.3%	0.1%	0.6%
	震災後	-3.3%	-1.7%	-0.1%	-0.9%	-0.2%	0.8%	-0.8%	0.0%	-0.4%
中部	震災前	1.8%	0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.3%	1.3%	0.2%	0.0%	0.5%
	震災後	-2.4%	-1.1%	0.0%	-0.5%	-0.2%	0.8%	-0.7%	-0.1%	-0.6%
北陸	震災前	2.9%	0.4%	-0.1%	0.8%	-0.3%	0.9%	0.3%	0.1%	0.9%
	震災後	-1.0%	-0.2%	-0.4%	0.5%	-0.3%	0.7%	-0.8%	-0.1%	-0.5%
関西	震災前	1.8%	0.2%	0.0%	-0.1%	-0.2%	1.1%	0.1%	0.1%	0.6%
	震災後	-3.3%	-1.2%	0.0%	-0.8%	-0.2%	0.7%	-0.7%	-0.1%	-1.1%
中国	震災前	2.1%	0.2%	-0.2%	0.5%	-0.2%	0.8%	0.2%	0.1%	0.8%
	震災後	-2.2%	-0.5%	-0.2%	-0.1%	-0.2%	0.5%	-0.8%	-0.1%	-0.8%
四国	震災前	1.7%	0.3%	0.0%	0.2%	-0.3%	0.7%	0.3%	0.1%	0.5%
	震災後	-2.3%	-0.6%	-0.2%	-0.1%	-0.2%	0.4%	-0.9%	-0.1%	-0.6%
九州	震災前	2.2%	0.3%	-0.1%	0.5%	-0.3%	1.0%	0.2%	0.1%	0.4%
	震災後	-2.2%	-0.9%	0.0%	-0.2%	-0.2%	0.7%	-0.9%	-0.2%	-0.5%
沖縄	震災前	1.0%	-0.1%	-0.1%	-0.5%	-0.3%	1.9%	-0.1%	0.0%	0.1%
	震災後	-0.6%	-0.4%	-0.5%	-0.9%	-0.2%	1.6%	0.1%	0.0%	-0.2%
全国	震災前	1.8%	0.2%	-0.1%	0.0%	-0.2%	1.2%	0.2%	0.1%	0.5%
	震災後	-2.2%	-1.2%	-0.1%	-0.6%	-0.2%	0.7%	-0.7%	-0.1%	-0.5%

日と比べて小さいことが分かる。

その他要因には、現状では特定化できていない要因が含まれる。例えば、震災後のその他要因には、省エネ機器への買い替えによる影響や家庭用太陽光発電による自家発自家消費などの影響が含まれると推測される。省エネ機器の買い替えについては、電気料金上昇による経済的動機などから生じる可能性も考えられるが、本分析から省エネ機器への買い替えの影響を特定化することは難しい。

また、家庭での太陽光発電の自家発自家消費に関する影響については、図6で示す。図6では、経済産業省の「固定価格買取制度に

おける再生可能エネルギー発電設備を用いた発電電力量の買取実績」から、住宅用太陽光発電とみなせる10kW未満の買取実績と、同じく10kW未満の設備認定量を元に稼働率13%で推計した推定導入量を比較しものである。この両者の差分が、家庭での太陽光発電の自家消費分に相当すると考えられ、概ね30億kWhとなる。これは電灯需要全体の1%強に相当する。今後、家庭用太陽光発電による自家発自家消費は、中長期的に電灯需要に影響を及ぼすと考えられ、将来の電灯需要の動向を展望する上で重要な要素となりうるものと推測される。



出所：固定価格買取制度:情報公表用ウェブサイト

図6 太陽光買取量と推計導入量

最後に図7では、2010年度と比べた場合の2011年度から2014年度における各要因の寄与度を示している。図7より2011年度以降、徐々に価格要因の影響が強まっているようにみえる。また習慣要因は2011年度まで需要増加に寄与していたが、2012年度以降は減少要因に転じていることが分かる。

図7から2014年度の寄与度をみると、全国(10社計)で電灯需要の変化率(対数差分近似値)は-10.8%となり、価格要因の寄与度は-4.8%で需要減少に大きく寄与している。一方

で所得要因は-0.5%と小さい。また習慣要因の寄与度は-2.4%となり需要減少に寄与していることが分かる。さらに世帯人員要因の寄与度は-0.8%と小さく、一方で世帯数要因の寄与度は2.9%で需要増加に寄与している。そして気温要因をみると、冷房度日の寄与度は-2.9%、暖房度日の寄与度は-0.3%となり冷房度日の寄与が大きいことが分かる。また、その他要因の寄与度は-1.9%であった。

5. 震災後の電灯需要の変化要因をどのようにみるか

本稿では、震災後の電灯需要の変化要因の特定化を試みた。その結果、増加要因としては世帯数要因の寄与が大きく、減少要因としては、価格要因、習慣要因、気温要因の寄与が大きいことが分かった。以下では、分析結果に対する考察と今後の課題について述べる。

5.1 分析結果の考察

(1) 価格要因

原子力発電所の停止に伴い、燃料費増加による電気料金の大幅な上昇によって2010年度

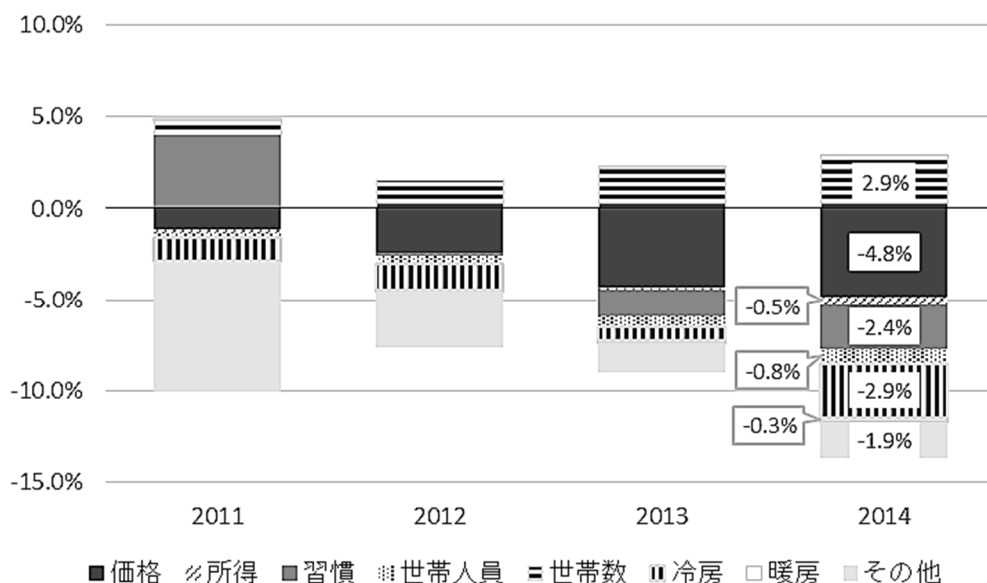


図7 電灯需要の2010年度比寄与度(全国, 2011年度-2014年度)

の水準と比較して、全国では料金水準が2割上昇した。この間にも電力使用量は大幅に減少し、電気料金の上昇が需要減少をもたらしているようにみえる。

今回の分析では、需要家の電気料金の変化に対する感応度をみるために、価格弾力性を推定した。推定された短期価格弾力性は-0.25、長期価格弾力性は-0.89であった。しかし価格弾力性の推定は、分析方法やデータによって結果に幅がある点に留意する必要がある。

分析結果より、短期価格弾力性は小さいものの、長期は-1に近く、震災後、電気料金の上昇幅が大きいため、需要減少の寄与度は、震災以前よりも大きくなっていることが分かる。電気料金の大幅な上昇によって、電気代を節約したいといった経済的動機による節電が起きている可能性が考えられる。

震災直後の需要減少は、電気料金上昇によって誘発されたものではなく、電力不足に貢献したいといった節電意識の高まりによるものと考えられるが、震災以降、料金上昇幅も大きいだけに、節電の動機が経済的動機へとシフトしている可能性がある(西尾 2015)。

(2) 習慣要因

習慣要因の影響は、全国(10社計)でみると震災後の需要減少への寄与が大きいことが分かった。また、2012年度以降、習慣要因の寄与は徐々に強まっている。この背景には、震災を契機に節電の習慣化が進展したことが影響している可能性がある。

節電による影響を習慣要因のみから判断することは難しいが、震災を契機にエネルギー問題などへの関心が高まることで、需要家の生活習慣に変化が生じた可能性も考えられる。

(3) 世帯数要因

世帯数要因の寄与度はプラスとなり、需要

増加に寄与している。しかし中長期的に電灯需要を展望するうえで、日本における人口減少・少子高齢化の影響は、無視することはできない。世帯数は、国立社会保障・人口問題研究所(2013)によると、2019年をピークに減少に転じると予測されているので、世帯人員減による効果と相まって、需要減をもたらす可能性がある。

(4) 気温要因

価格要因や習慣要因以外に気温の変動も震災後の需要減少に寄与していたことが分かった。震災以降、2014年度の夏は西日本を中心に気温が低く、冷房需要の落ち込みから需要減少に寄与したと考えられる。

本稿では震災後の電灯需要の変化要因を明らかにするために、要因分解を試みた。

まず、原子力発電所の停止に伴い、電気料金が大幅に上昇したことで、価格要因が需要減少に大きく寄与していることが分かった。また前期ラグで表される習慣要因は、震災後の需要減少に寄与する傾向が見られた。ただし習慣要因に関しては、前期ラグを代理変数として分析を行ったが、需要家の習慣行動を十分に捉えきれていない可能性もある。一方で、世帯数要因は、震災後一貫して需要増加に寄与していたことが分かった。

以上のように震災後の需要減少は単一の要因によるものではなく、いくつかの要因が複合した結果であることが明らかになった。

5.2 今後の課題

既に述べたとおり、地域数と観測期間の制約から、本分析では地域間の差異を十分に考慮できていないため、各要因の影響をより正確に把握するためには分析手法の改善が必要となる。また本分析では、習慣要因を前期ラ

グによる影響としたが習慣要因をどのように特定化するか改善が必要である。さらに詳細な減少要因の特定化には、アンケート調査などを含むミクロな視点に立った調査も必要になると考えられ、今後の課題としたい。

参考文献

気象庁：各種データ・資料

<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>

(最終アクセス日：2016年2月16日)

国立社会保障・人口問題研究所(2013)「日本の世帯数の将来推計(全国推計)(2013(平成25)年1月推計)」。

固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト

http://www.fit.go.jp/statistics/public_sp.html

(最終アクセス日：2016年2月16日)

大塚章弘・田口裕史・林田元就・間瀬貴之(2013)「地域別電灯・電力需要の価格弾力性の分析」, 電力中央研究所研究報告 Y12015, 平成25年5月。

大塚章弘・中野一慶(2014)「電灯需要の構造分析とシミュレーション-47都道府県データによる実証分析-」, 電力中央研究所研究報告 Y13006, 平成26年4月。

総務省「家計調査 家計収支編(総世帯)」

<http://www.stat.go.jp/data/kakei/index.htm>

(最終アクセス日：2016年2月16日)

総務省「消費者物価指数」

<http://www.stat.go.jp/data/cpi/index.htm>

(最終アクセス日：2016年2月16日)

総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei02_03000062.html

(最終アクセス日：2016年2月16日)

谷下雅義(2009)「世帯電力需要量の価格弾力性の地域別推定」, 「エネルギーと資源」30(5), 1-7。

電気事業連合会 電力統計情報

<http://www.fepc.or.jp/library/data/tokei/>

(最終アクセス日：2016年2月16日)

西尾健一郎(2015)「家庭における2011~2014年夏の節電の実態-東日本大震災以降の定点調査」, 電力中央研究所研究報告 Y14014, 平成27年4月。

Arellano, M., and S. Bond (1991) “Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations”, *Review of Economic Studies*, 58, 277-297.

Baltagi, B. H. (2008) “Econometric analysis of panel data”. *John Wiley & Sons*.

Bernstein, M., and J. Griffin (2005) “Regional differences in the price-elasticity of demand for energy”, *RAND Corporation, Santa Monica, California*.

Dergiades, T., and L. Tsoulfidis (2008) “Estimating residential demand for electricity in the United States, 1965-2006”, *Energy Economics* 30(5), 2722-2730.

Kamerschen, D.R., and D.V. Porter (2004) “The demand for residential, industrial and total electricity, 1973-1998”, *Energy Economics* 26(1), 87-100.

Romero-Jordán, D., C. Peñasco, and P. del Río (2014) “Analysing the determinants of household electricity demand in Spain. An econometric study”, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 63, 950-961.

Semykina, A., and J. M. Wooldridge (2008) “Estimating Panel Data Models in the Presence of Endogeneity and Selection”, *Department of Economics, Michigan State University*.

Windmeijer, F. (2005) “A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators”, *Journal of Econometrics*, 126, 25-51.

Wooldridge, J. M. (2001) “Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data”. *MIT press*.

加部 哲史 (かべ さとし)

電力中央研究所 社会経済研究所

東日本大震災前後における産業用電力需要の構造変化 —時系列分析によるアプローチ—

Structural Changes of Industrial Power Demand after Great East Japan Earthquake — An Approach Based on Time Series Analysis —

キーワード：大口電力需要，電力需要関数，時系列分析，構造変化分析

間瀬 貴之 林田 元就

本稿は、2000年1～3月期から2015年1～3月期までの大口電力需要データに時系列分析の方法を適用し、東日本大震災前後で電力需要関数に構造変化が生じたかどうかを検討したものである。構造変化テストを行った結果、大口電力需要関数の構造変化時点は業種により異なり、大口合計と機械は震災後の2011年7～9月、素材は2008年1～3月であった可能性が示唆された。また、個々のパラメータの有意性検定によれば、それぞれの構造変化時点を境に、生産弾力性の値は、素材では0.94から1.10(+0.16pt)へ上昇、機械では0.60から0.40(-0.20pt)へ低下した可能性があることが分かった。

1. はじめに
2. 分析モデルと計量分析の方法
 - 2.1 大口電力需要関数の定式化
 - 2.2 計量分析の方法
3. 分析対象データとその時系列特性
 - 3.1 分析対象データの説明
 - 3.2 大口電力需要の四半期別の推移
 - 3.3 単位根検定
 - 3.4 共和分検定
4. 大口電力需要関数の推定結果
 - 4.1 大口電力需要関数の推定
 - 4.2 構造変化検定の結果
 - 4.2.1 逐次 Chow 検定
 - 4.2.2 構造変化検定
 - 4.2.3 個々のパラメータの検定
 - 4.3 構造変化を考慮した大口電力需要関数
5. 産業用需要の構造変化は起きたのか
 - 5.1 業種により異なる構造変化時点と生産弾力性の変化
 - 5.2 今後の課題

1. はじめに

東日本大震災以降、既存電力会社10社計の販売電力量と総合的な経済活動状況を示す実質国内総支出（GDP）との関係に変化が生じている。とりわけ、家庭用や業務用の民生用需要においてその傾向が顕著である。震災後の電力需給逼迫に対応して実施された、2011年夏の電力使用制限令や12年夏の需要家に対するエリアごとの節電要請¹を端緒として、

官民各部門における節電・省エネへの取り組みが業務部門を中心に大きく進展した可能性がある。一方、主に大規模工場向けの動力需要である大口電力需要は、生産活動の派生需要の性格が強いことから、震災以降も鉱工業生産指数（生産指数）と密接な関係を維持している（図1）。

本稿では、産業用の大口電力需要に焦点をあて、民生用需要でみられるような、震災前後の経済活動と電力需要の関係性の変化について、時系列分析の観点から検証する。具体的には、2000年以降において、電力需要関数の構造に変化が生じていたか、生じていれば、

¹ 2011年夏の電力使用制限令の詳細については、木村・西尾(2012)、2012年夏の需要家に対する節電要請については内閣府(2012)を参照されたい。

その時点がいつだったのかについて検討する。

電力需要関数の時系列分析に関する先行研究は、需要関数の説明変数に係るパラメータ、すなわち、所得（生産）弾力性や価格弾力性の計測に関する分析が中心である。例えば、Beenstock, Goldin and Nabot(1999)は、共和分を考慮した動学回帰モデルを用いて、イスラエルの家庭部門と産業部門の電力需要を分析している。Kamerschen and Porter(2004)は、アメリカにおける産業用需要を、説明変数の内生性を考慮するために、同時方程式モデルを利用して分析を行っている。また、Bernstein and Madlener(2015)は、ドイツにおける製造業 8 部門別の電力需要について、共和分を考慮したベクトル自己回帰モデルを用いて分析している。それぞれの産業部門における結果をみると、所得（生産）弾力性は 0.7 から 1.9 と弾力的であるが、価格弾力性は 0（統計的に有意でない）から -0.61 と相対的に非弾力的という結果が得られている。

当所では、販売電力量の短期予測を目的として、電力需要関数の分析を継続的に行っている²。短期予測に使用してきたモデルは、服部・門多・小島(1992)、門多(1999)、林田・門多(2006)、林田・間瀬・杉本(2013a)などに概要を示している。そこでは、先行研究と同様に所得（生産）要因、相対価格要因、気温要因の 3 要因を説明変数とする対数線形モデルを採用している。林田他(2013a)で計測した、大口電力需要関数の生産弾力性と価格弾力性はそれぞれ 0.53、-0.26 であり、生産弾力性の値は先行研究に比べやや小さな値を示している。

² 当所では、地域別の分析も継続的に行っている。代表的な文献として、大河原・小野島・松川(1989)、山野(1999)、大塚・田口・林田・間瀬(2013)がある。

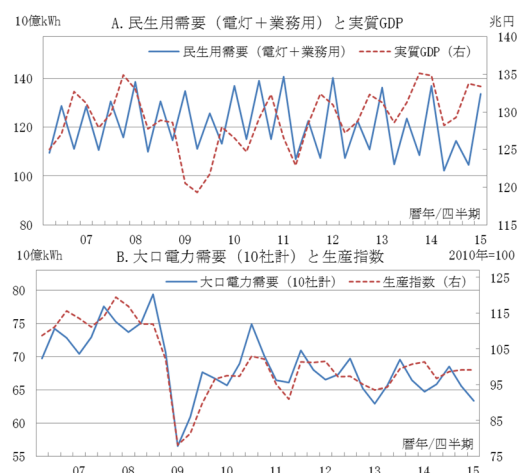


図1 販売電力量と経済指標の推移

注) 本図は経済産業省「電力調査統計」、電気事業連合会「電力需要実績」、内閣府「GDP統計速報」より当所で作成した。

本稿では、林田他(2013a)の大口電力需要関数を基礎として、震災前後に需要関数に構造変化が生じたのかについて計量分析を行った。構成は以下の通りである。まず、2 章では分析モデルと計量分析の方法について述べる。3 章では、大口電力需要や生産指数など分析に利用したデータについて説明するとともに、それらの時系列特性を分析する。4 章では、電力需要関数の推定結果および構造変化検定の結果をまとめる。最後の 5 章では、本稿の結論と今後の課題について述べる。

2. 分析モデルと計量分析の方法

2.1 大口電力需要関数の定式化

産業用の電力需要関数は、生産活動の派生需要として導出される。ある企業が資本（機械や建物など）、労働、複数のエネルギー財を生産要素として、ある産出物を生産しているとする。その場合、生産関数は以下のように示される。

$$X = F(E_1, E_2, \dots, E_m, K, L), \quad (1)$$

ここで、 X は生産量、 E_1, E_2, \dots, E_m は m 個のエネルギー財の投入量、 K と L は資本投入量と労働投入量である。このとき、 E_j を電力投入量とすると、電力需要関数は、(1) を E_j について解くことにより、次式のように与えられる。

$$E_j = F(P_1, \dots, P_m, P_K, P_L, X), \quad (2)$$

ここで、 $P_1, \dots, P_m, P_K, P_L$ はエネルギー財を含む各生産要素の価格である。(2) で示されるように、電力需要関数は各生産要素の価格と生産量の関数として表現できる。先行研究では、分析対象を絞るため、電力を除くエネルギー財価格およびその他の生産要素価格を一定と考えることにより、電力需要を生産量 (X) と電力価格 (P_j) の関数として分析することが多く、本稿はそれにしたがった。説明変数としては、生産量と電力価格に加え、気温要因と気温要因以外の季節性を考慮し、以下の対数線形型の計量モデル、

$$\begin{aligned} \ln(E_t) = & b_0 + \\ & b_1 \times \ln(X_t) + \\ & b_2 \times \ln(P_{mt}) + \\ & b_3 \times \ln(H_t) \times Q_1 + \\ & b_4 \times \ln(C_t) \times Q_3 + \\ & \sum_{s=2}^4 q_s Q_{st} + \varepsilon_t, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, \sigma^2), \quad (4)$$

を基本として実証分析を進めた。ここで、 E_t は電力需要、 X_t は生産要因、 P_t は電力価格、 H_t は暖房度日、 C_t は冷房度日、 Q_{st} は気温要因以外の季節性を捉える季節ダミーである。なお、添字の t ($t = 1, 2, \dots, T$) は時点を、 s ($s = 1, 2, 3, 4$) はそれぞれ 1~3 月期から 10~12 月期を示している。

生産要因に係る回帰係数の b_1 は電力需要の生産弾力性、電力価格に係る b_2 は価格弾

力性であり、電力需要関数の研究ではこれらが主な分析対象となる。(4)の通り誤差項の ε_t は平均 0、分散 σ^2 の互いに独立で同一な正規分布にしたがうと仮定した。

なお、本稿の分析対象である大口電力需要は、既存電力 10 社の販売電力量であり、需要家自らが発電し自家消費する電力量や、新電力から購入する電力量は含まれていない。つまり、生産に必要な電力を電力会社から購入するのか、自家発電でまかなうのか、という選択が実施された後の電力需要量と言える。

そのため、本稿では、その選択の指標となる価格変数として、電力会社の電気料金 (P_{ce}) と自家発電用の燃料価格 (P_{pg}) の相対価格 ($P_{mt} = P_{ce,t}/P_{pg,t}$) を用いた。つまり、この場合、 P_{ce} の P_{pg} に対する相対価格上昇は、電力会社からの購入から自家発電への切り替えの誘因となり、電力需要の減少要因となる。本稿の実証分析では、 P_{ce} の代理変数として国内企業物価の電力、 P_{pg} の代理変数として国内企業物価の都市ガスを用いた。生産量 X_t の代理変数として、経済産業省が公表する鉱工業生産指数を用いた。

2.2 計量分析の方法

本稿は 2.1 節で導入した大口電力需要関数を対象に、以下の計量分析、

1. 分析対象データの定常性の分析、
2. 大口電力需要関数の推定、
3. 需要関数における構造変化時点の特定、
4. 構造変化時点の前後におけるパラメータの変化を特定、

を段階的に進め、東日本大震災の前後に需要関数の生産弾力性や価格弾力性に変化が生じたのか、また、生じていた場合には、どのような変化が生じたのかを定量的に明らかにする。

原則として、時系列データを回帰分析する場合には、説明変数と被説明変数は定常でなければならない。その理由は、非定常なデータによる回帰分析の結果は、例えその結果が統計的に有意であったとしても、見せかけの関係の可能性があるためである。また、その推定結果を用いた予測は、予測期間が長くなるほど精度が悪化するということも知られている³。したがって、適切な時系列データの回帰分析のためには、単位根検定や共和分検定などにより、分析対象データの時系列特性を十分に把握する必要がある。これが上記項目1の分析に該当する。本稿では、分析に用いる各データの定常か非定常かの判別に Augmented Dickey-Fuller 検定(拡張 DF 検定)を用いた。

上記の拡張 DF 検定の結果、説明変数と被説明変数がともに定常と判断されれば、そのまま回帰分析を行うことができる。非定常の場合は、階差をとるなどデータが定常となるよう加工した上で回帰を行うことになる。ただし、両者が非定常であっても、例外として、共和分の関係にある場合には、回帰分析が可能である。本稿ではこれを確認するための検定として Engle-Granger 検定 (EG 検定) を用いた。その上で、電力需要関数を最小二乗法により推定し、パラメータを計測する。以上が上記項目2に該当する。

項目3では、項目2で推定された大口電力需要の回帰モデルに構造変化があったのかどうか、あったのであれば、その時点がいつだったのかを確認する。本稿では、構造変化を以下のような事象として定義する。通常、生

産動向や電力価格に対する電力需要の反応は、様々な外部環境の変化に適応し、需要家が生産技術を徐々に向上させることにより、緩やかに変化していくものと考えられる。しかし、東日本大震災といった大きな外的ショックが生じ、例えば、省エネ投資が急速に進むなどした場合には、その反応(弾力性)の大きさが同時期に大幅に変化する可能性がある。ここでは、こうした事象が生じた時期を構造変化時点として統計的に把握しようとしたものである。

構造変化検定には、Chow 検定 (Chow,1960) が用いられることが多い。しかし、Thursby (1992)は、回帰式の誤差項の分散が構造変化時点前後で異なる場合、Chow 検定の検出力が低くなることを指摘している。そのため、本稿では、Chow 検定よりも高い検出力を与える Wald 検定を用いる。この検定は、構造変化時点が先験的に分かっている場合に、変化前の期間で推計した全回帰パラメータと変化後の期間で推定した全回帰パラメータの間に有意な差があるか否かを検定するものである。

それに対して、構造変化がいつ生じたのかを検定する方法として前方逐次 Chow 検定や後方逐次 Chow 検定がある。これらは、推定の開始期もしくは終了期を固定して、標本期間を1期伸ばした場合に構造変化があるのか Chow 検定を逐次行い、検定統計量の臨界値を越える期を構造変化とみなす方法である。本稿では、この逐次 Chow 検定を行い、構造変化時点におおよそのあたりをつけた上で、Wald 検定を行い、その時点を特定した。

最後の項目4では、構造変化時点の前後でどのパラメータに変化が生じたのかを推測する。具体的には、変化前後のパラメータには変化がないという仮説の検定には t 分布を使用する。これにより、変化時点で生産弾力

³ 非定常なデータから得られた回帰モデルの推定パラメータは、標本のサイズを大きくしたとしても、真の値に近づく保証がない(一致性を満たさない)。また、そうした回帰モデルから得られた予測値は、予測期間が長くなるほど予測精度が悪化する(予測誤差の分散が発散する)。

性に変化が生じたのか、価格弾力性に変化が生じたのかという点が明らかになる。

なお、蓑谷（2007）は、構造変化点前後で誤差項の分散が異なる場合の個々のパラメータの検定において、ベールレンス・フィッシャー問題の Welch（1937）を応用した方法を提案しているが、本稿では、変化時点前後で誤差項の分散を均一と仮定して検定した。

3. 分析対象データとその時系列特性

3.1 分析対象データの説明

大口電力需要は、電気事業連合会が公表する「電力需要実績」に収録されている⁴。速報値が翌月 20 日前後に、確報値が翌月末に公表される。業種別では、鉱工業、製造業（化学工業、鉄鋼業、機械など 11 業種）、鉱工業以外（鉄道業、その他の 2 業種）の区分で公表されており、業種別での動向把握が可能となっている。なお、鉄道業など鉱工業以外（2015 年の合計に占めるシェアは 27.2%）の業種からの需要が多く含まれている点に留意が必要である。

本稿では、電力需要関数を機械産業と素材産業に区分して分析を行った。経済産業省「電力調査統計」によれば、機械の内訳は、はん用機械、生産用機械、業務用機械、電子部品・デバイス・電子回路、電気機械、情報通信機械、輸送用機械の 7 業種である。しかし、電気事業連合会、経済産業省の統計では、その内訳は公表されていない。一方、素材産業は、相対的にエネルギー多消費型の産業として、繊維工業、パルプ・紙、化学工業、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属の 6 業種の合計とした（表 1）。

表 1 大口電力需要（鉱工業）の内訳

当所	電力需要実績
素材	繊維，紙・パルプ 化学，窯業・土石 鉄鋼，非鉄金属
機械	機械
その他	鉱業，食料品 石油・石炭製品，ゴム製品 その他

注) 電気事業連合会「電力需要実績」にて公表されている大口電力需要の鉱工業における業種分類を、当所が独自に素材産業とその他産業に分類した。

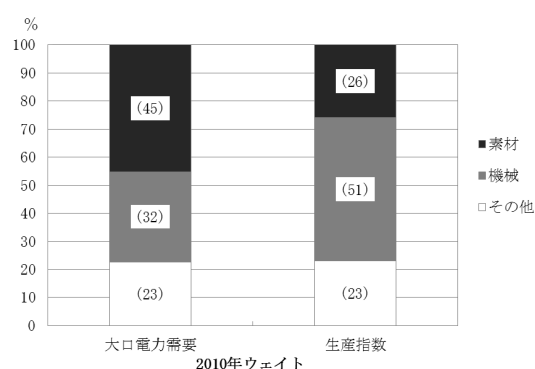


図 2 大口電力需要と生産指数のウェイト

注) 生産指数は付加価値額ウェイトである。()内は業種別のウェイトを表している。大口電力需要の 2000 年 1～3 月期から 2015 年 1～3 月期までの平均シェアは素材が 46%、機械が 32%と、2010 年と大きく変わらない。

生産要因の説明変数である生産指数についても、大口電力需要の機械と素材の区分に応じ、付加価値額ウェイトで加重平均して統合した。

図 2 は大口電力需要と生産指数における素材と機械のウェイトを示している。大口電力需要をみると、素材が 45%、機械が 32%と素材のウェイトが大きいのに対し、生産指数は、素材が 26%、機械が 51%と機械のウェイトが大きい。これは、機械よりも素材の方が生産単位当たりの電力消費が高いためである⁵。

⁴ 電気事業連合会の「電力需要実績」は、小売全面自由化に伴い 2016 年 3 月を最後に公表が取りやめられる。

⁵ 本号の田口・浜潟（2016）は業種別の電力需要原単位の推移を示しており、素材の原単位は機械よりも高いことが確認できる。

また、電力相対価格には、企業間で取引される財の価格を表す国内企業物価指数の電力と都市ガスを用いる。この指数では同一財の価格を需要家ごとに把握することが出来ない。そのため、電力相対価格は、素材と機械の区分に関わらず同じ系列を用いる。

3.2 大口電力需要の四半期別の推移

ここでは、大口電力需要およびその説明変数である、生産指数と電力相対価格の四半期別推移を確認する。

図3のA、Bは、大口電力需要と生産指数の推移を示したものである。両者は景気動向に応じて概ね連動している。2000年後半から2001年にかけてのITバブルの崩壊により減少した後、2008年にかけての「いざなぎ景気」と呼ばれる戦後最長の景気拡張局面に呼応して、生産も電力需要も堅調に増加した。しかし、米国のサブプライムローン問題やリーマンショックを起点とする世界的な景気悪化の影響から、2007年から2008年にかけて両者は大きく落ち込んだ。2009年以降は回復傾向で推移したものの、東日本大震災が発生した2011年以降はいずれも横ばいで推移しており、いまだにリーマンショック前の水準まで回復していない。

次に、図3のCに示した電力相対価格（電力/都市ガス）の推移について確認する⁶。2000年から2011年までは一貫して低下傾向であるが、2012年以降は横ばいの動きとなっている。

その内訳をみると、電力は2007年まで低下傾向にあるが、震災後の2012年以降は一貫し

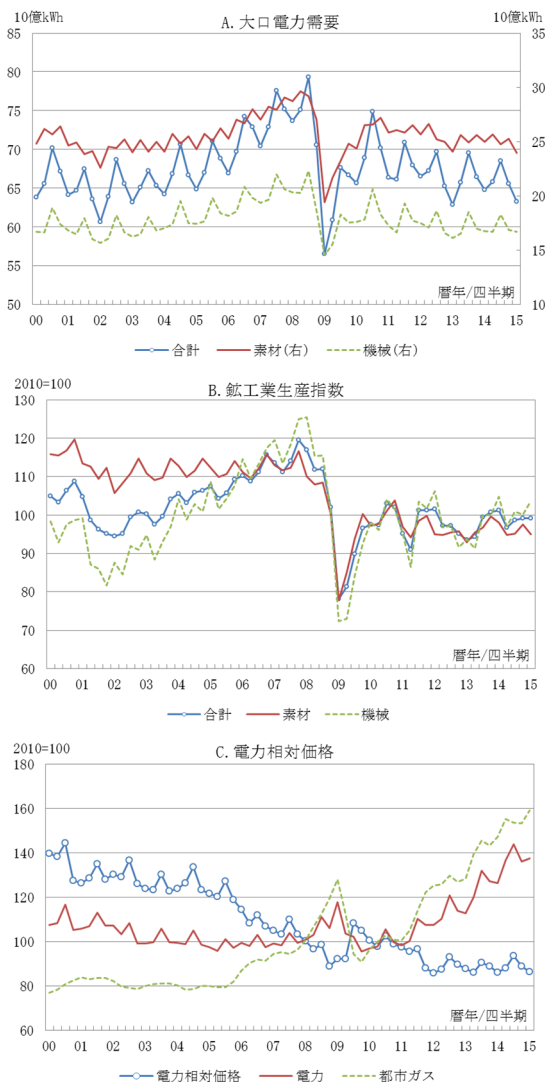


図3 データの推移（大口電力需要、鉱工業生産指数、電力相対価格）

注）本図は経済産業省「鉱工業（生産・出荷・在庫）指数確報」、電気事業連合会「電力需要実績」、日本銀行「企業物価指数」より当所で作成した。標本期間は2000年1～3月期から2015年1～3月期までの61四半期である。電力相対価格は国内企業物価の電力をその都市ガスで除したものの。

て上昇傾向にある。2012年以降の上昇は、燃料価格の上昇と原子力発電の停止に伴う料金上方改定などによるものである。国内企業物価の都市ガスは、概ね燃料価格に応じて推移している。

最後に、冷暖房度日は冷暖房に必要なエネルギーを計算するために利用される指標であ

⁶ 電気料金とガス料金の変動要因は、総括原価方式による料金改定や、燃料価格の変動に応じた調整などがある。当所の間瀬・林田（2014）は、2011年1月から2013年9月までの電気料金前年度比上昇率の変動要因別寄与度を示した。

り、冷房度日では、空調温度を超える日の平均気温と空調温度との差を累積したもの、暖房度日では空調温度を下回る日の空調温度と平均気温との差を累積したものとして、それぞれ計算される。詳しい定義や推移は林田他(2013b)を参照されたい。

3.3 単位根検定

大口電力需要と生産指数と電力相対価格の定常性を検討するため、単位根検定は拡張 DF 検定 (Dickey and Fuller 1979) を利用する。本稿では以下のモデル、

$$\Delta X_t = \mu + \alpha T + \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \zeta_j X_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (5)$$

を検定のために用いる。ここでは、 X_t が検定対象の時系列データ、定数項 μ がドリフト項、 T がタイムトレンド、 ε_t が誤差項である。検定仮説は、

$$H_0 : \rho = 0, \quad (6)$$

$$H_1 : \rho < 0, \quad (7)$$

である。 H_0 は帰無仮説、 H_1 は対立仮説を表している。帰無仮説が棄却された場合に、変数は定常であるとみなされる。臨界値は MacKinnon (1991) の方法にしたがった。

表 2 は拡張 DF 検定の結果である。(5)の右辺第 4 項の次数は Schwarz のベイズ情報量基準 (SBIC) より選択する。まず、対数では、すべての変数が帰無仮説を 1%水準で棄却できず、非定常であることがわかる。一方で、対数 1 階階差では、全ての変数について、帰無仮説を 1%水準で棄却でき、定常であることが確認できる。

表 2 単位根検定の結果

変数	対数		対数1階階差	
	検定統計量	(次数)	検定統計量	(次数)
大口電力需要	-2.254	(5)	-5.500	(5)
素材	-3.825	(4)	-5.222	(4)
機械	-1.863	(5)	-4.830	(4)
生産指数	-3.597	(1)	-6.800	(1)
素材	-3.682	(4)	-4.742	(4)
機械	-2.032	(5)	-5.311	(4)
電力相対価格	-2.414	(5)	-4.635	(4)

注) 本表は拡張 DF 検定の結果である。拡張 DF 検定ではドリフト項 (定数項) とトレンドを持つモデルを用い、次数は Schwarz のベイズ情報量基準 (SBIC) より選択する。なお、標本期間は 2000 年 1~3 月期から 2015 年 1~3 月期までである。また、臨界値は、5%水準が-3.484、1%水準が-4.113 である。

表 3 共和分検定の結果

	検定統計量 (次数)	
大口電力需要	-1.728	(0)
素材	-3.414	(0)
機械	-1.554	(0)

注) 本表は EG 検定の結果である。EG 検定ではドリフト項 (定数項) とトレンドを持つモデルを用いた。次数は、SBIC より選択する。なお、標本期間は 2000 年 1~3 月期から 2015 年 1~3 月期までである。また、臨界値は、MacKinnon(1991)に従い、5%水準が-4.320 である。

通常、時系列データの回帰分析は原則として定常なデータどうしで行う必要があるが、例外として、非定常なデータどうしでの回帰であっても、その誤差項が定常であった場合には、説明変数と被説明変数の間の関係を共和分の関係にあると言い、回帰分析が可能となる。そこで、次節では共和分検定を行った結果を説明する。

3.4 共和分検定

共和分検定は、Engle and Granger (1987) が提唱した EG 検定を用い、(4)の誤差項について拡張 DF 検定する。検定仮説は(6)と(7)であり、帰無仮説が棄却された場合は誤差項が定常であり共和分の関係といえる。臨界値は MacKinnon (1991) の方法にしたがった。

表3はEG検定の結果を示している。次数は拡張DF検定と同様に、SBICより選択する。検定統計量からは、すべての誤差項について、(6)の帰無仮説が5%水準で受容され、見せかけの相関であると検定される。

よって、本稿では、大口電力需要と生産指数と電力相対価格が定常となるよう、季節ダミー変数を除くすべての変数を対数1階階差に変換して回帰分析する。

4. 大口電力需要関数の推定結果

4.1 大口電力需要関数の推定

表4は大口電力需要関数の推定結果を示している。標本期間は2000年1～3月期から2015年1～3月期までの61四半期である。電力相対価格については、その変動が大口電力需要に対してラグを伴い影響することが考えられるため、移動平均をとり推定している。移動平均の長さは、SBICから判断し、合計と機械が4期移動平均、素材が2期移動平均をとる。

まず、パラメータの符号をみると、生産と冷暖房度日が正、電力相対価格が負と、すべてで符号条件を満たしている。また、各パラメータについて、5%水準で評価すると、生産は有意であるが、電力相対価格と冷暖房度日は有意でない。また、誤差項の系列相関を検定するためのDurbin-Watson統計量をみると、すべての関数で、帰無仮説の「系列相関がない」を5%水準で受容できる。

次に、パラメータの大きさを見ると、生産では、それぞれ合計が0.64、素材が1.09、機械が0.57である。業種別には、生産の変動による電力需要への影響度は、機械よりも素材の方が大きいことが分かる。

なお、推定結果としては、パラメータの符号条件は満たされているものの、電力相対価

表4 大口電力需要関数の推定結果

	合計		素材		機械	
b_0	-0.096	**	-0.097		-0.115	**
	(0.043)		(0.077)		(0.052)	
b_1	0.641	***	1.094	***	0.568	***
	(0.034)		(0.067)		(0.028)	
b_2	-0.100		-0.180		-0.132	
	(0.102)		(0.124)		(0.125)	
b_3	0.015		0.019		0.017	
	(0.009)		(0.017)		(0.011)	
b_4	0.007		0.001		0.014	
	(0.010)		(0.017)		(0.012)	
q_2	0.208	**	0.237		0.232	**
	(0.086)		(0.153)		(0.104)	
q_3	0.100		0.058		0.136	*
	(0.061)		(0.109)		(0.074)	
q_4	0.076		0.099		0.087	
	(0.062)		(0.109)		(0.075)	
修正 R^2	0.964		0.907		0.977	
D.W.統計量	2.010		2.113		2.205	

注) 標本期間は2000年1～3月期～2015年1～3月期までである。パラメータの説明変数は、 b_0 が定数項、 b_1 が生産、 b_2 が電力相対価格、 b_3 が暖房度日、 b_4 が冷房度日、 q_s が第s四半期季節ダミーである。また、電力相対価格は、合計と機械が4期移動平均、素材が2期移動平均をとり推定した結果である。移動平均の長さはSBICから判断している。()内は標準誤差、***は1%有意、**は5%有意、*は10%有意、修正 R^2 は自由度修正済決定係数、D.W.統計量はDurbin-Watson統計量を表している。

格や冷暖房度日が統計的に有意でない点には留意する必要がある。

4.2 構造変化検定の結果

4.2.1 逐次 Chow 検定

ここでは、構造変化時点にあたりをつけるため、前方逐次 Chow 検定と後方逐次 Chow 検定を行う。

これら検定では、推定期間を第1期間と第2期間に分け、その2期間の大口電力需要関数をそれぞれ推定して、定数項を含む説明変数に係る7個のパラメータに構造変化があるか検定する。前方逐次 Chow 検定では、第1

期を2000年1～3月期から q 期まで、第2期を2000年1～3月期から $q+1$ 期までとし、 q 期を1期ずつずらしながら逐次検定する。一方、後方逐次Chow検定は、第1期を r 期から2015年1～3月期まで、第2期を $r-1$ 期から2015年1～3月期までとし、 r 期を1期ずつずらしながら逐次検定する。標本数はいずれの検定も第1期間が n 期間、第2期間が $n+1$ 期間である。

そこで、2期間の大口電力需要関数を行列形式で表すと、

$$\mathbf{e}_i = \mathbf{X}_i \mathbf{b}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i, \boldsymbol{\varepsilon}_i \sim N(0, \sigma_i^2 I), \quad (8)$$

$$\mathbf{e}_i = \begin{pmatrix} E_s \\ \vdots \\ E_f \end{pmatrix}, \mathbf{b}_i = \begin{pmatrix} b_{0i} \\ \vdots \\ b_{4i} \\ q_{2i} \\ \vdots \\ q_{4i} \end{pmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon}_i = \begin{pmatrix} \varepsilon_s \\ \vdots \\ \varepsilon_f \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{X}_i = \begin{pmatrix} 1 & x_s & p_s & h_s & c_s & Q_{2,s} & Q_{3,s} & Q_{4,s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_g & p_g & h_g & c_g & Q_{2,g} & Q_{3,g} & Q_{4,g} \end{pmatrix},$$

$$i = A, B,$$

となる。ここで、添え字の i はAが第1期間、Bが第2期間、 s は第 i 期間の開始時点、 g は第 i 期間の終了時点を表している。また、 \mathbf{e}_i は大口電力需要ベクトル、 \mathbf{X}_i は説明変数の行列、 \mathbf{b}_i はパラメータベクトル、 $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ は誤差項ベクトル、 I は単位行列である。なお、 \mathbf{X}_i に含まれる説明変数は、 x が生産要因、 p が電力相対価格要因、 h が暖房要因、 c が冷房要因、 Q_s が第 s 四半期季節ダミーを表している。

検定仮説は、いずれの検定も、

$$H_0: \mathbf{b}_A = \mathbf{b}_B, \quad (9)$$

表5 逐次Chow検定の結果

	合計		素材		機械	
	前方	後方	前方	後方	前方	後方
1	08年Q ₁ (7.970) (7.823)	-	08年Q ₁ (8.347) (7.823)	-	08年Q ₄ (10.981) (7.677)	-
2	08年Q ₄ (7.794) (7.823)	-	09年Q ₁ (10.509) (7.636)	-	11年Q ₃ (16.671) (7.353)	-
3	11年Q ₃ (26.340) (7.353)	-	-	09年Q ₂ (8.759) (8.531)	-	-

注) 本表は、逐次Chow検定において構造変化が検出された時点のみを示している。この時点は、次節の構造変化検定で用いる時点に合わせ、前方逐次Chow検定が $q+1$ 期、後方逐次Chow検定が r 期を掲載している。 Q_s は第 s 四半期を表している。前方逐次Chow検定では第1期間を2000年1～3月期から q 期まで、第2期間を2000年1～3月期から $q+1$ 期までとし、後方逐次Chow検定では第1期間を r 期から2015年1～3月期まで、第2期間を $r-1$ 期から2015年1～3月期までとして検定している。上段()内は検定統計量、下段()内は臨界値である。臨界値は、蓑谷(2007)を参考に、1%水準にしている。

$$H_1: \mathbf{b}_A \neq \mathbf{b}_B, \quad (10)$$

である。すなわち、帰無仮説は「全てのパラメータが等しい」であり、検定統計量は、

$$F = \frac{s_B - s_A}{s_A / (n - k)}, \quad (11)$$

であり、 F 分布にしたがう。ここで、 F は前方逐次Chow検定と後方逐次Chow検定の検定統計量、 s_A は第1期間の残差平方和、 s_B は第2期間の残差平方和を表している。 k は定数項を含む説明変数の数であり、ここでは $k=7$ である。また、臨界値は F 分布表から計算される。

表5は、前方逐次Chow検定と後方逐次Chow検定の結果である。蓑谷(2007, pp. 264)は、これらの検定において説明変数が正の相関を示し、誤差項がAR(1)にしたがう場合には、帰無仮説が棄却されやすいことから、1%有意水準で評価することを推奨している。本稿でもそれにしたがって、表5では(9)の帰無仮

説を 1%水準で棄却できる時点のみを示している。

合計と機械ではリーマンショック後や震災後に、素材ではリーマンショック後に構造変化が確認できる。その他、合計や素材では 2007 年 10～12 月期に構造変化がみられる。

次節では、表 5 で示した時点を用いて、構造変化検定する。

4.2.2 構造変化検定

構造変化検定では、逐次 Chow 検定の結果に基づき、2000 年 1～3 月期から 2015 年 1～3 月期までを 2 期間に分け、これらの期間で構造変化があるか Wald 検定を行う。

検定仮説は、(9) と (10) である。検定統計量は、

$$W = \mathbf{b}_D' [s_A^2 (\mathbf{X}_A' \mathbf{X}_A)^{-1} + s_B^2 (\mathbf{X}_B' \mathbf{X}_B)^{-1}]^{-1} \mathbf{b}_D, \quad (12)$$

$$\mathbf{b}_D = \mathbf{b}_A - \mathbf{b}_B,$$

$$s_A^2 = s_A / (n - k),$$

$$s_B^2 = s_B / (m - k),$$

である。ここで、 W は Wald 検定統計量、 n は第 1 期間の標本数、 m は第 2 期間の標本数を示している。なお、Wald 検定統計量は χ^2 分布にしたがうことが知られている。

表 6 は Wald 検定の結果である。帰無仮説を 5%水準で棄却でき、構造変化が認められる時点は、合計が 2008 年 1～3 月期と同年 10～12 月期と 2011 年 7～9 月期、素材が 2008 年 1～3 月期、機械が同年 10～12 月期と 2011 年 7～9 月期である。そのうち、検定統計量が最も高い構造変化時点は、合計と機械が 2011 年 7～9 月期、素材が 2008 年 1～3 月期であることが分かった。

表 6 構造変化検定の結果

逐次 Chow 変化 検定の結果	検定統計量
合計	
08年 Q ₁	17.320
08年 Q ₄	25.120
11年 Q ₃	83.293
素材	
08年 Q ₁	20.018
09年 Q ₁	13.097
09年 Q ₂	10.599
機械	
08年 Q ₄	18.757
11年 Q ₃	45.988

注) 本表は、Wald 検定の結果である。Q_s は第 s 四半期を表している。臨界値は 5%水準が 15.507 である。

4.2.3 個々のパラメータの検定

前節で明らかにした検定統計量が最も高い構造変化時点について、ここでは、どの回帰パラメータに変化が生じたのかを分析する。具体的には、構造変化時点前後のパラメータについて個々に t 検定する。すなわち、この検定では \mathbf{b}_A と \mathbf{b}_B の u 行に構造変化があるか検討するため、検定仮説は、

$$H_0 : b_{Au} = b_{Bu}, \quad (13)$$

$$H_1 : b_{Au} \neq b_{Bu}, \quad (14)$$

$$u = 1, \dots, 7,$$

である。ここでは、 b_{Au} は第 1 期間のパラメータベクトルの u 行、 b_{Bu} は第 2 期間のパラメータベクトルの u 行である。検定統計量は、

$$WT_u = \frac{b_{Au} - b_{Bu}}{s_v (a^{jj} + b^{jj})^{1/2}}, \quad (15)$$

$$s_v^2 = \frac{S_A + S_B}{n + m - 2k}$$

$$u = 1, \dots, 7,$$

である。ここで、 WT_u は検定統計量、 a^{jj} は $(X'_A X_A)^{-1}$ の (j, j) 要素、 b^{jj} は $(X'_B X_B)^{-1}$ の (j, j) 要素である。 WT_u は t 分布にしたがう。

この結果は、表 7 に示している。合計では、生産弾力性が帰無仮説を 5%水準で棄却できる。このことは、生産弾力性が 2011 年 7~9 月期以降に変化したことを示している。次に、素材では、生産について帰無仮説を 5%水準で棄却できるため、2008 年 1~3 月期以降に生産弾力性が変化している。そして、機械では、合計と同様、生産について帰無仮説を 5%水準で棄却でき、2011 年 7~9 月期以降の構造変化が確認できる。

以上、構造変化検定の結果として、合計と機械では、震災後に、大口電力需要と生産の関係に変化が起きていることが確認できた。また、素材では、震災後の構造変化はみられずに、2008 年 1~3 月期に構造変化が起きていることが分かった。

表 7 個々のパラメータ検定結果

	検定統計量		
	合計 11年7~9月期	素材 08年1~3月期	機械 11年7~9月期
b_0	0.740	1.041	-0.039
b_1	3.309	-2.545	2.474
b_2	-0.602	0.719	-1.204
b_3	-0.713	-1.190	-0.005
b_4	-0.166	0.930	-0.017
q_2	-0.688	-1.081	0.060
q_3	-0.418	-1.341	0.083
q_4	-0.728	-0.276	-0.043

注) 本表は、2000 年 1~3 月期から 2015 年 1~3 月期までを 2 期間に分け、個々のパラメータを t 検定した結果である。パラメータの説明変数は、 b_0 が定数項、 b_1 が生産、 b_2 が電力相対価格、 b_3 が暖房度日、 b_4 が冷房度日、 q_s が第 s 四半期季節ダミーである。臨界値は 5%水準が 2.012 である。

4.3 構造変化を考慮した大口電力需要関数

本稿では、構造変化検定の結果を踏まえ、パラメータがどの程度変化したか計測するため、ダミー変数を用いて、以下の大口電力需要関数を推定する。

$$\begin{aligned} \Delta \ln(E_t) = & b_0 + \\ & (b_1 + \delta_1 D_t) \times \Delta \ln(X_t) + \\ & b_2 \times \Delta \ln(P_{mt}) + \\ & b_3 \times \Delta \ln(H_t) \times Q_1 + \\ & b_4 \times \Delta \ln(C_t) \times Q_3 + \\ & \sum_{s=2}^4 q_s Q_{st} + \varepsilon_t, \end{aligned} \quad (16)$$

$$\varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, \sigma^2), \quad (17)$$

ここでは、 D_t は構造変化時点以降を 1、それ以前を 0 とする離散変数を表している。よって、生産弾力性は、構造変化前が b_1 、それ以降が $b_1 + \delta_1$ となる。

表 8 は、構造変化を考慮した大口電力需要関数の推定結果である。符号条件はすべてで満たしている。各パラメータについて、生産では、素材の構造変化後のパラメータを除くすべてにおいて有意である。また、電力相対価格では、構造変化を考慮しない場合(表 4)はすべて有意でなかったが、構造変化を考慮した場合は合計と機械が有意になる。同様に、暖房度日も合計と機械で有意になった。

図 4 は生産弾力性をグラフ化したものである。合計では、2011 年 7~9 月期以前が 0.68 であり、それ以降は 0.35 低下して、0.33 になる。素材では、2008 年 1~3 月期以前が 0.94 であり、それ以降は 0.16 上昇して、1.10 になる。そして、機械では、2011 年 7~9 月期以前が 0.60 であり、それ以降は 0.20 低下して、0.40 になる。

構造変化を考慮しない通期の大口電力需要

表 8 構造変化を考慮した大口電力需要関数

	合計	素材	機械
b_0	-0.107 *** (0.036)	-0.116 (0.079)	-0.141 *** (0.047)
b_1	0.684 *** (0.029)	0.940 *** (0.167)	0.601 *** (0.027)
$\delta_{1,081}$	-	0.161 (0.159)	-
$\delta_{1,113}$	-0.354 *** (0.072)	-	-0.202 *** (0.053)
b_2	-0.174 ** (0.087)	-0.192 (0.124)	-0.210 * (0.113)
b_3	0.017 ** (0.008)	0.023 (0.017)	0.022 ** (0.010)
b_4	0.010 (0.008)	0.002 (0.017)	0.017 (0.010)
q_2	0.228 *** (0.072)	0.271 * (0.157)	0.283 *** (0.093)
q_3	0.101 * (0.051)	0.072 (0.110)	0.148 ** (0.066)
q_4	0.098 * (0.052)	0.127 (0.112)	0.126 * (0.067)
修正R ²	0.975	0.907	0.974
D.W. 統計量	2.028	2.038	2.296

注) 標本期間は 2000 年 1~3 月期から 2015 年 1~3 月期までである。パラメータの説明変数は、 b_0 が定数項、 b_1 が生産、 b_2 が電力相対価格、 b_3 が暖房度日、 b_4 が冷房度日、 q_s が第 s 四半期季節ダミーである。また、 $\delta_{1,081}$ は、2008 年 1~3 月期以降の生産弾力性の変化幅、 $\delta_{1,113}$ は、2011 年 7~9 月期以降の生産弾力性の変化幅である。電力相対価格では、合計と機械が 4 期移動平均、素材が 2 期移動平均をとり推定している。() 内は標準誤差、*** は 1%有意、**は 5%有意、*は 10%有意、修正R²は自由度修正済決定係数、D.W. 統計量は Durbin-Watson 統計量を示している。

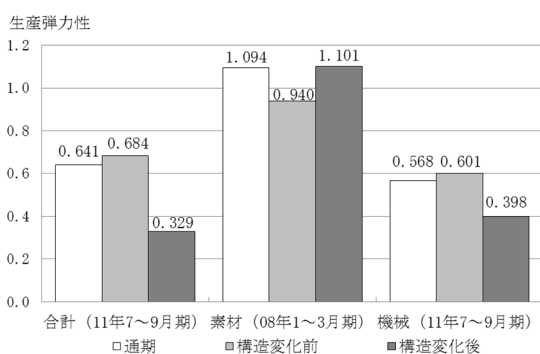


図 4 生産弾力性の構造変化

注) 本図は、通期と構造変化時点前後の生産弾力性を示している。() 内は構造変化時点を示している。通期は構造変化を考慮しない大口電力需要関数の推定結果である (表 4)。

関数では、生産弾力性は、合計が 0.64、機械が 0.57 と、構造変化時点以降のパラメータに

比べ、大きく計測されている。よって、合計と機械については、構造変化を考慮せずに大口電力需要を予測すると、生産の変化に応じた大口電力需要の変化を過大評価する可能性がある。素材について、生産弾力性は、構造変化の考慮しない場合が 1.09、考慮する場合が 1.10 とほとんど変わらない。

以上のように、本節では、構造変化を考慮した大口電力需要関数を推定することで、生産弾力性がどの程度変化したか確認した。結果としては、震災以降は、合計と機械の生産弾力性が 2011 年 7~9 月期以降に低下していることが分かった。なお、素材については、2008 年 1~3 月期以降に生産弾力性が上昇している。この要因を分析するには、業種の細分化などが考えられるが、今後の課題としたい。

5. 産業用需要の構造変化は起きたのか

5.1 業種により異なる構造変化時点と生産弾力性の変化

本稿では、東日本大震災後に経済活動と産業用電力需要の関係に変化が生じたのかを明らかにするため、大口電力需要に焦点をあて、生産指数や電力相対価格を主要な説明変数とする回帰分析を行った。大口電力需要の合計に加え、その内訳となる素材、機械についても分析した。また、回帰分析は、2000 年 1~3 月期から 2015 年 1~3 月期の 61 四半期を標本期間として、単位根検定や共和分検定の結果を踏まえ、対数 1 階階差 (前期差) に変換したデータを用い、回帰パラメータを推定した。

推定された大口電力需要関数を構造変化検定 (Wald 検定) すると、構造変化時点は、合計と機械が震災以降に節電要請があった 2011 年 7~9 月期、素材が 2008 年 1~3 月期にあることが分かった。

この変化が需要関数のどのパラメータに生じていたかについて、パラメータの有意性検定 (t 検定) により確認した結果、いずれの関数も生産弾力性にシフトが生じていたことを示す結果が得られた。その値は、合計では 0.68 から 0.33 (-0.35) へ低下、機械では 0.60 から 0.40 (-0.20) へ低下したのに対し、素材では 0.94 から 1.10 (+0.16) へ上昇したことが分かった。

また、大口電力需要関数を用いて予測をする場合には、生産弾力性などを正確に把握することが重要である。本稿の構造変化分析の結果を踏まえると、構造変化後の生産弾力性は、合計が 0.33、素材が 1.10、機械が 0.40 である。しかし、構造変化を考慮しない場合 (表 4) では、生産弾力性は、合計が 0.64、素材が 1.09、機械が 0.57 になるため、構造変化を考慮せずに大口電力需要を予測すると、生産の変動に応じた需要を誤って評価する可能性がある。

5.2 今後の課題

今後の課題は以下の 3 つがあげられる。

第 1 は、業種の細分化である。自家発電比率の高い業種では、2000 年後半の原油価格の高騰時や震災後の節電要請などが価格弾力性を変化させた可能性がある。本稿では業種別に機械と素材を分析し、いずれも構造変化が生産弾力性でしか認められなかったが、今後は、業種を細分化するなどして分析する必要がある。

第 2 は、大口電力需要に含まれない工場向け需要の分析である。本稿で分析した大口電力需要は契約電力が 500kW 以上であり、主に大規模工場向けの動力需要である。工場向けの需要としては、大口電力需要の他に、契約電力が 50kW から 500kW 以上の需要もある。この需要も、大口電力需要と同様、震災以降

に、生産との関係に変化が生じている可能性があるため、今後はこの需要についても分析を進める。

第 3 は、業務用電力需要の分析である。図 1 で示したように、民生用電力需要では経済指標との乖離が震災以降にみられ、その内訳である業務用電力需要でも同様の傾向がみられる。当所の木村 (2012) は、業務部門では、2011 年夏の節電対策の大部分が照明・空調対策であることを示した。また、震災後に限らず、リーマンショック以降は、費用削減の一環として、節電に取り組んでいる可能性もある。その点を踏まえ、今後は業務用電力需要についても構造変化分析を深めていく。

参考文献

- 大河原透・小野島智子・松川勇(1989)「全国 9 地域計量経済モデルの開発その 6 電力需要ブロック」, 電力中央研究所報告 Y88019.
- 大塚章弘・田口裕史・林田元就・間瀬貴之(2013)「地域別電灯・電力需要の価格弾力性の分析」, 電力中央研究所報告 Y12015.
- 門多治(1999)「電中研短期マクロ経済モデル 1998 の開発」, 電力中央研究所報告 Y98014.
- 田口裕史・浜潟純大(2016)「産業・業務用電力需要に対する産業構造変化の影響」, 電力経済研究, 第 63 号.
- 木村宰・西尾健一郎・山口順之・野田冬彦(2012)「事業所アンケート調査に基づく 2011 年夏の節電実態-東日本地域を中心とした分析-」, 電力中央研究所報告 Y12002.
- 内閣府 (編) (2012)『平成 24 年版経済財政白書- 日本経済の復興から発展的創造へ』, 日経印刷株式会社.
- 服部恒明・門多治・小島清美(1992)「電中研マクロ経済モデル 1991」, 電力中央研究所報告 Y92005.
- 林田元就・間瀬貴之・杉本良平(2013a)「電中研短期マクロ計量経済モデル 2012-財政乗数の変化と震災後の節電量の推定-」, 電力中央研究所報告

- Y12032.
- 林田元就・間瀬貴之・浜潟純大(2013b)「日本経済と電力需要の短期予測-世界経済停滞・長期金利上昇・消費税率据置のシミュレーション分析-」, 電力中央研究所報告 Y13001.
- 林田元就・門多治(2006)「電中研短期マクロ計量経済モデル 2006-モデル構造と動学的特性-」, 電力中央研究所報告 Y06001.
- 間瀬貴之・林田元就(2014)「短期マクロ経済=産業連関システムの構築-燃料価格上昇が日本経済・産業に与える影響の感度分析」, 電力中央研究所報告 Y13027.
- 蓑谷千鳳彦(2007)『計量経済学大全』, 東洋経済新報社, 第1版.
- 山野紀彦(1999)「地域別電力需要モデルの開発とシミュレーション-少子・高齢化時代の電灯需要分析-」, 電力中央研究所報告 Y99006.
- Beenstock, Michael, Ephraim Goldin, and Dan Nabot (1999) "The demand for electricity in Israel," *Energy Economics*, Vol. 21, No. 2, pp. 168 - 183.
- Bernstein, Ronald and Reinhard Madlener (2015) "Short- and long-run electricity demand elasticities at the subsectoral level: A cointegration analysis for German manufacturing industries," *Energy Economics*, Vol. 48, pp. 178 - 187.
- Chow, Gregory C. (1960) "Tests of Equality between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions," *Econometrica*, Vol. 46, pp. 167 - 174.
- Dickey, David A. and Wayne A. Fuller (1979) "Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit roots," *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, pp. 427 - 433.
- Engle, Robert F. and Civil W. J. Granger (1987) "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing," *Econometrica*, Vol. 55, No.2, pp. 251 - 276.
- Kamerschen, David R. and David V. Porter (2004) "The demand for residential, industrial and total electricity, 1973-1998," *Energy Economics*, Vol. 26, No. 1, pp. 87-100.
- MacKinnon, James G. (1991) "Critical Values for Cointegration Tests," *Long Run Economic Relationship: Reading in Cointegration*, Oxford University Press.
- Thursby, Jerry G. (1992) "A comparison of several exact and approximate tests for structural shift under heteroscedasticity," *Journal of Econometrics*, Vol.53, pp.363-386
- Welch, B. L. (1937) "The significance of the difference between two means when the population variances are unequal," *Biometrika*, Vol.29, pp.350-361.
- 間瀬 貴之 (ませ たかゆき)
電力中央研究所 社会経済研究所
- 林田 元就 (はやしだ もとなり)
電力中央研究所 社会経済研究所

産業・業務部門での東日本大震災以降の 電力需要の変化要因

人見 和美 星野 優子

1. はじめに

本特集号の間瀬・林田（2016）でも触れたように、東日本大震災以降、産業の生産が回復したにも関わらず産業用電力需要の低迷が継続しており、その要因の解明は今後の電気事業の事業戦略にとって重要な鍵となる。

間瀬・林田（2016）では、この大口電力需要と、生産規模や電力と自家発用燃料の相対価格の間の関係に何らかの変化が生じているのではないかと、という仮説を検証しあわせてその時期の特定を行った。その結果、2000年以降で変化が生じた時期は、大口産業用全体および機械産業では東日本大震災であったのに対し、素材産業ではリーマンショックであったこと、いずれにおいても、変化したのは電力需要と生産規模の間の関係であったことを明らかにしている。ただし、間瀬・林田（2016）では主に変化の時期やその強度に着目しており、変化の要因については触れていない。

そこで本稿では、産業・業務部門における震災以降の電力需要の変化がどのような要因によるものであるのか、理論モデルを基にした分析を含め、当所でのこれまでの研究を中心に整理したい。

2. 電力需要原単位の低下要因

2.1 理論モデル

産業部門のエネルギー需要については、生産活動に伴う派生需要として定式化した

Nordhaus (1979) がある。人見（2015a,b）では、電力需要を企業の有する資本設備の稼働に必要な投入として捉えている。稼働中の資本設備ストック量に対する電力投入量を「電力・資本係数」と定義し、以下のモデルを提示している。

$$v = l^{1-\beta_k}(\gamma\bar{k})^{\beta_k} \quad (1)$$

ここで、 v は実質付加価値、 l は労働投入である。稼働率 γ は短期的に変更可能であるが、生産資本設備 \bar{k} は、短期的には変更できない。電力需要 e は、資本投入に伴って派生的に生じると考え、 $e = \epsilon\gamma\bar{k}$ と表す。ここで ϵ が、電力・資本係数であり、資本設備の電力消費効率を意味する。この値が小さいほど、効率は高くなる。

労働要素価格を p_l 、資本要素価格を p_k 、電力価格を p_e とすると、当該生産者の総コスト C は以下のように表すことができる。

$$C = p_l l + (p_k + p_e \epsilon) \gamma \bar{k} \quad (2)$$

(1)、(2)式をもとに生産者の費用最小化より資本に関する要素需要関数を導くことができる。付加価値当たり資本投入係数 $\kappa = \gamma\bar{k}/v$ は以下のように表わすことができる。

$$\kappa = (\beta_k / (1 - \beta_k))^{1-\beta_k} (p_l / p_s)^{1-\beta_k} \quad (3)$$

ただし簡単のため $p_s = p_k + p_e \epsilon$ とおく。上

記の関係から、付加価値当たり電力投入係数は、以下のように表すことができる。

$$e/v = \kappa\epsilon = (\beta_k/(1 - \beta_k))^{1-\beta_k}(p_l/p_s)^{1-\beta_k}\epsilon \quad (4)$$

2.2 モデル・パラメータの推定

以上のモデルの各パラメータ $\beta_k, p_l, p_k, p_e, \epsilon, \gamma$ のうち、労働要素価格 p_l については、産業連関表の雇用者報酬を、電力価格 p_e については、企業物価指数を参照可能だが、その他のパラメータについてはデータから推定する必要がある。人見(2015a,b)では、以下の方法を用いて推定を行っている。

資本パラメータの推定値 $\widehat{\beta}_k$ については、資本の限界生産性が資本の実質要素価格に等しくなるという限界生産性命題を用いて、以下から求められる¹。

$$\widehat{\beta}_k = ((p_k + p_e\epsilon)\gamma\bar{k})/(pv) \quad (5)$$

ここで、右辺の分子は「資本要素所得+電力投入金額」から、分母は「名目生産額」から計算可能であるが、データの性質上、各年の変動が大きくなり安定的なパラメータを得ることが難しい。ここではブートストラップ法を用いて、 $\widehat{\beta}_k$ の母集団平均を推定した。 $\widehat{\beta}_k$ を求めたのち、パラメータ間の関係から残るパラメータ p_k, ϵ, γ を、順次求める。パラメータの推定には、内閣府の「91 部門産業連関表」、粗資本ストック統計、「国民経済計算」および日銀の「企業物価指数」の年次データを用いた。

¹ (5)式の p は、電力を含む。

2.3 電力需要原単位変化の要因分解

人見(2015b)では、(4)式で示した産業ごとの付加価値当たり電力投入（以下では電力需要原単位と呼ぶ）を全微分して整理することで、電力需要原単位変化の要因分解を、以下の5つの要因に分解している。

- (1) 産業別付加価値シェアの変化
- (2) 労働要素価格の変化を通じた資本投入の変化
- (3) 資本要素価格の変化
- (4) 電力価格の変化
- (5) 電力・資本係数の変化

集計レベルでの原単位変化を $\Sigma e/\Sigma v = \Sigma \omega \times (e/v)$ と表すと、集計レベルでの原単位変化率は(6)式のように表せる。

$$\begin{aligned} & \frac{d\left(\frac{\Sigma e}{\Sigma v}\right)}{\left(\frac{\Sigma e}{\Sigma v}\right)} \\ &= \sum \frac{\left(\frac{e}{v}\right)}{\left(\frac{\Sigma e}{\Sigma v}\right)} \omega \left[\frac{d\omega}{\omega} \right. \\ & \quad \left. + \omega(1 - \beta_k) \left\{ \frac{dp_l}{p_l} - \sigma_k \frac{dp_k}{p_k} - \sigma_e \frac{dp_e}{p_e} \right\} \right. \\ & \quad \left. + \omega \{ 1 - (1 - \beta_k)\sigma_e \} \frac{d\epsilon}{\epsilon} \right] \quad (6) \end{aligned}$$

ここで ω は産業別付加価値シェアを表す記号である。したがって(6)式の第1項は要因(1)に、第2項の1番目は要因(2)に、続く第2項2番目は要因(3)に、第2項3番目は要因(4)に、第3項は要因(5)に相当する。

電力需要原単位の対前年変化率の要因分解の結果を図1に示す。折れ線グラフで示すように、2011年から2012年にかけて電力需要原単位は大きく低下している。その要因を

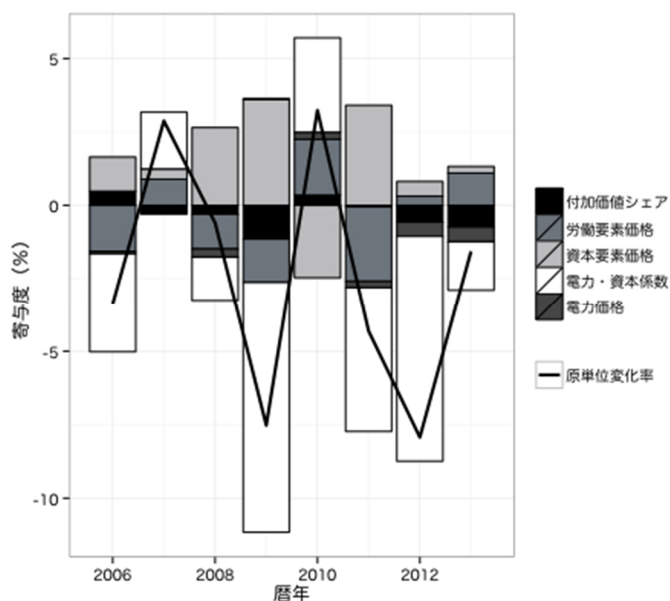
みると「電力・資本係数」の低下が主因であったことを確認できる。原単位は、2013年には低下幅が縮小に転じているものの、電力・資本係数は依然としてマイナスに寄与しており、震災以後、一貫して電力需要原単位の最大の低下要因になっている。つまり、資本設備稼働当たりの電力消費効率の向上が震災以後の原単位低下の最大要因である。

もちろん電力・資本係数の低下は震災以後にのみ観察されているわけではなく、単年で見れば、日本経済がリーマンショックを経験した2009年のマイナス寄与の方が震災以降の寄与よりも大きい。また反対に、電力・資本係数がプラスの寄与、すなわち電力需要原単位の増加要因になる場合も観察される。ただし、分析期間中でプラス寄与となるのは2007年と2010年の2時点のみであり、またその寄与度も相対的には小さいと言えることができる。

原単位変化を、生産活動に現れた短期的なショックに対する企業の反応として捉えると、リーマンショックや震災など、企業の利潤獲得機会が縮小したと考えられる時期に電力・

資本係数は大きく低下しており、そうしたショックが企業の生産活動において節電や省エネを誘発していると考えられる。逆に、ショックが過ぎると、節電や省エネへのインセンティブが緩む傾向があるのも観察されることである。こうした外的なショックに対する短期的反応として要因分解の結果を捉えると、以上のような解釈が可能になる。

人見(2015b)では業種別にも分析を行っている。図2では、電力需要原単位の低下に与えた電力・資本係数の寄与度を、2011～2013年の各年について比較している。その結果、震災直後の2011年の原単位低下に対する電力・資本係数の寄与は卸・小売部門が大きく、翌年の2012年ではサービス業の寄与が大きかったことが明らかになった。すなわち、震災後の産業・業務部門における電力需要原単位の低下は、これら業務部門における資本設備当たりの電力消費効率の向上(電力・資本係数の低下)が大きく寄与していたことが確認できる。以下では、電力・資本係数の低下要因について考えてみたい。



出所：人見(2015b)

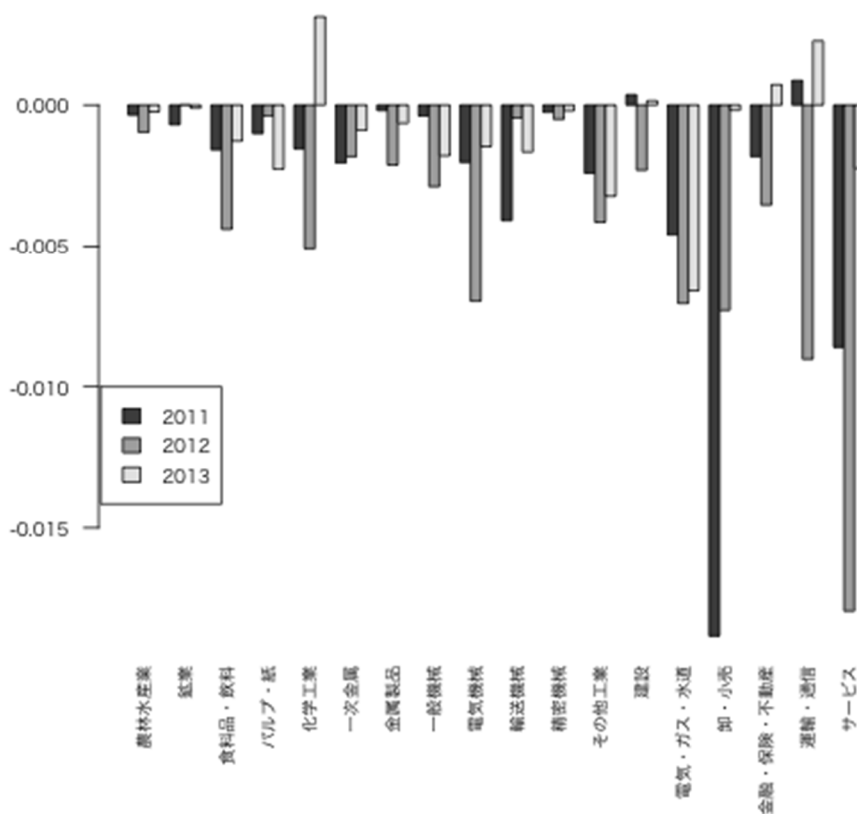
図1 電力需要原単位の対前年変化の要因分解

3. 電力・資本係数の低下要因

図1の電力需要原単位の対前年変化率の要因分解における、電力・資本係数の寄与をみると、対象とした分析期間(2006年～2013年)全体ではマイナス寄与の方がプラス寄与よりも大きいことを確認できる。分析期間においては電力・資本係数が趨勢的に低下しており、それが原単位を低下させている可能性がある。ここで対象とした期間だけの分析ではその解釈の是非を議論することはできないが、電力

需要原単位低下の背後には、より長期的な企業の省エネ行動が働いていると考えることもできる。短期のショックに対する反応としてではなく、長期的な原単位の動向を経済的に議論するためには、資本設備を固定的に考えず資本蓄積とエネルギー・電力需要の関係を分析する必要がある²。

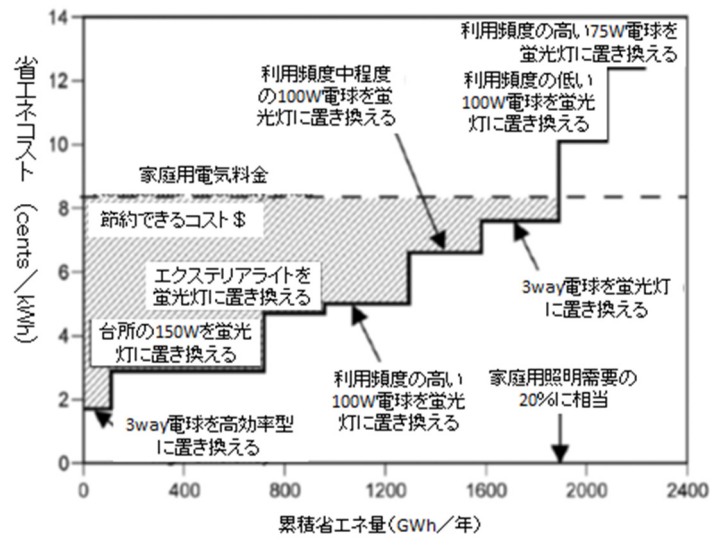
電力・資本係数の趨勢的な低下には、上に述べたような企業の継続的な省エネ努力が寄与していると考えられるが、同係数を低下させるもう一つの要因として以下では電力コスト



出所：人見(2015b)

図2 業種別電力需要原単位の対前年変化における電力・資本係数の寄与度 (2011, 2012, 2013年)

² 人見(2015a)では、長期の動学的分析も試みられているが、紙幅が限られているため、ここでは静学分析のみの紹介に留める。



出所：Rosenfeld (2009) Figure.6 を元に改変

図3 家庭の照明用電力の省エネ費用曲線の例

トの影響について考えてみたい。

家庭部門と産業・業務部門では、電力需要の捉え方が異なることから単純な比較はできないが、以下では家庭部門の例を取り上げる。図3は、Rosenfeld (2009) によるカリフォルニアの家庭部門での照明用電力の省エネ費用曲線の例を示したものである。横軸に省エネ量、縦軸に省エネ対策コストをとって、コストの低い順に左から省エネ対策を並べている。仮に図3にあるように、家庭用電気料金がkWhあたり8セントを超える場合には、3way電球から蛍光灯へ置き換えることも経済的な省エネ対策になる³。

この例を産業部門に置き換えて見ると、電力コストの上昇によって省エネ設備への投資の収益性が高まり、より多くの省エネ対策が経済性を持つことになる。その結果、省エネ対策が進み生産設備あたりの電力消費量すなわち電力・資本係数が低下する。

4. 省エネ・節電効果は定着するか

過去2度の石油危機時には、石油などのエネルギー財の需要は、価格高騰を受けて大きく減少した。ところが、その後の価格急落期においても、需要が元の水準に戻るまでには長い時間を要した。このように、エネルギー価格の需要に与える影響が、価格の上昇時により大きくなることは、1990年前後に多くの実証研究で明らかにされている。震災以降の電力需要の減少要因の一つとして電力コスト上昇による影響が考えられるのであれば、仮に国際資源価格の下落が続いた場合でも、その影響が持続する（節電が定着する）のか否かは重要な論点になる。

石油危機以降の研究から、この点について整理したい⁴。Wirl (1988), Grubb (1995) は、エネルギー価格の上昇に伴う需要への影響として、以下をあげている。

³ この図で示された省エネ量は、ポテンシャルであって、実際には様々な省エネギャップが存在するために、このすべてが実現するわけではないことに注意が必要である（若林・木村 (2008)）。

⁴ 以下の整理は、星野 (2015) による。

(1) 石油危機を契機に省燃料自動車や省電力家電といった技術変化が起こった。こうした技術でもたらされる省エネ効果は、価格低下時にも持続する。

(2) エネルギー価格上昇時には、設備更新時期に達する前でも高効率の設備への更新が経済的な場合がある。一方、価格の低下時に効率の悪い設備に置き換えることは考えにくい。

(3) 将来のエネルギー価格に対する消費者の認識は、価格上昇に対して、より敏感で防衛的になることから、価格低下時であっても将来の期待価格は低下しにくい。

これらに加え Grubb は、以下のような制度や行動面への影響を指摘している。

(4) 価格上昇を契機に省エネ規制が導入・強化されやすい。規制は価格低下時においても引き続き効力を有するため、価格低下時の需要増加を抑制する方向に働く。

(5) 価格上昇時に獲得した省エネ習慣は、価格低下時においても一定程度保持される。

これらの要因のうち、(1)、(2)は省エネ関連の設備投資の増加によって、原単位低下に寄与する。従って、これら要因による需要の減少効果は電力価格の低下によっても失われず定着するものと考えられる。また、(4)については、一旦導入された省エネ規制は撤廃や緩和されるとは考えにくいことから、これによる需要減少の効果も定着するものと考えられる。(5)については、アンケート調査による実態の把握が試みられている。東日本大震災後の事業所や家庭における節電行動に関する、木村・大藤 (2015)、西尾 (2015) の分析では、行動変化による節電の効果は、震災以降、年を追うごとに少しずつ小さくなっているものの、一定の節電の定着は見られるという結果

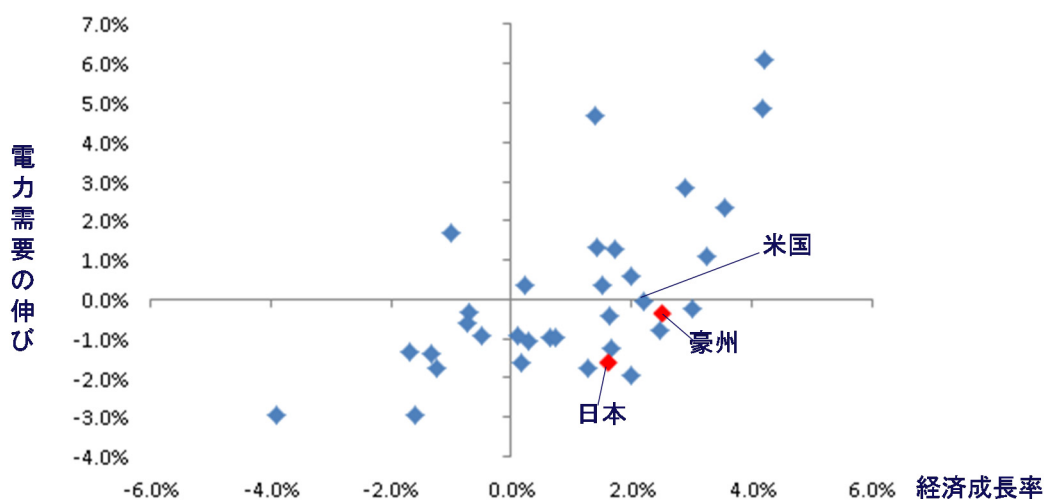
を得ている。

以上の(1)~(5)でみた要因によるエネルギー価格上昇時の需要減少を、広義の価格要因による省エネ効果と捉えた分析に 星野 (2015) がある。そこでは、日本の業務部門のエネルギー需要を対象に、震災前後のエネルギーコスト上昇による需要減少のうち、定着すると考えられる省エネの寄与分を推計している。その結果、価格低下によって減殺される(省エネのリバウンド分)可能性のある省エネ分は、2000年代後半が22%、震災以降の期間が32%であった。これを逆に見ると、震災以降の価格要因に起因する省エネのうち68%が定着するという結果になる。ただし、これらは省エネ(原単位)の水準の定着であって、原単位低下傾向の定着(継続)は意味しないことに注意が必要である。

5. 東日本大震災以降に産業・業務部門での電力需要を減少させたものは何か

本稿では、産業・業務部門における震災以降の電力需要の変化がどのような要因によるものであるのかについて、人見 (2015a) の理論モデルから得られた分析結果を中心に整理した。その結果、震災以降の産業・業務部門の電力需要の減少には資本設備あたりの電力消費量(電力・資本係数)の低下が大きな影響を与えたこと、特に卸小売サービス業など業務部門でその傾向が強かったことを明らかにした。また、長期的にはエネルギーコストの上昇が資本設備の更新に影響を与えることで、今後仮にコストが安定化しても、そこで得られた省エネ効果は一定程度定着する可能性があることを示した。

先に見た間瀬・林田(2016)の結果は、(4)式の ϵ に相当する資本設備あたりの電力投入量(電力・資本係数)が短期的に減少したことで、(4)式の左辺である付加価値当たり電力投入量 e/v が



出所：IEA, Energy Prices and taxesより作成

図4 先進国の経済成長率と電力需要2011-2013年

低下したことを、電力需要と生産規模の関係として捉え、パラメータを推定したものとして解釈できる。図1で見ると、電力・資本係数はリーマンショックおよび震災後の時期に大きく低下していることから、間瀬・林田(2016)の分析結果と整合していることが確認できる。

ところで本特集号では、「東日本大震災以降」の期間に着目して分析・考察しているが、実は同じ時期の世界の先進国を見ると、日本同様に多くの国で電力需要の減少が観察されている。

図4は、横軸に経済成長率を縦軸に電力需要の伸び率をとったものであるが、第4象限の「経済が成長し電力需要が減少する」に該当した国は、日本を含め、英国、フランス、ドイツ、スウェーデン、ノルウェーなど12か国にのぼる。これは電力需要の減少が、単に東日本大震災後の日本に特徴的にみられる現象ではないことを示唆している。

紙幅の関係で紹介できなかったが、人見(2015a)による長期の動学モデルからは、人々の将来の経済成長期待がプラスである限り、長

期的には電力需要が減少を続けることは考えられないことが示唆されている。従って、図4の第4象限にある状況が、長期的に持続可能であるか否かは、慎重に検討すべきであろう。

以上から、現在観察されている電力需要の減少については、今後も、より観察対象を拡げた、長期間にわたる分析が必要であるといえる。

参考文献

- 木村宰・大藤健太 (2015)「事業所における 2011～14 年夏の節電の実態－東日本大震災以降の定点調査－」, 電力中央研究所報告 Y14013.
- 西尾健一郎 (2015), 「家庭における 2011～14 年夏の節電の実態－東日本大震災以降の定点調査－」, 電力中央研究所報告 Y14014.
- 人見和美 (2015a)「電力需要分析に関する技術ノート」, mimeo.
- 人見和美 (2015b)「電力消費原単位はなぜ低下したのか」, mimeo.
- 星野優子 (2015)「エネルギー需要の価格変化に対する反応の非対称性について」, 第 34 回エネルギー・資源学会講演論文集.

間瀬貴之・林田元就 (2016)「東日本大震災前後における産業用電力需要の構造変化—時系列分析によるアプローチ—」, 電力経済研究第 63 号.

若林雅代・木村宰 (2008)「省エネルギー政策理論のレビュー—省エネルギーの「ギャップ」と「バリア」—」, 電力中央研究所報告 Y08046.

Grubb, Michael (1995) "Asymmetrical Price Elasticities of Energy Demand, in Barker, T., Ekins, P, Johnstone, N, (Eds), Global Warming and Energy Demand", Routledge, London.

Nordhaus, Willian D. (1979) "The Efficiency Use of Energy Resources", Yale University Press.

Rosenfeld, H. and Deborah Poskanzer (2009) "A Graph is worth a thousand gigawatt-hours – How California Came to Lead the United States in Energy Efficiency –", *Innovations*, fall.

Wirl, Franz (1988) "The asymmetrical energy demand pattern: some theoretical explanations", *OPEC Review*, Winter.

人見 和美 (ひとみ かずみ)

電力中央研究所 社会経済研究所

星野 優子 (ほしの ゆうこ)

電力中央研究所 社会経済研究所

第2部

将来の電力需要をどうみるか

家庭部門の電力需要における人口・世帯構造の影響

—先行研究の整理と課題—

Effects of Population and Household Structures on Residential Electricity Demand
— A Literature Review and Future Research Agenda —

キーワード：人口・世帯構造，少子高齢化，単身世帯化，住まい方，ライフスタイル

中野 一慶

本稿では、人口・世帯構造が家庭部門の電力需要に及ぼす影響を整理し、今後の課題を展望する。高齢者の在宅時間が長いために、高齢化は需要増加要因とされることが多い反面、平均世帯人員の減少を伴うことも指摘されてきている。平均世帯人員の減少は、世帯数の増加、世帯当たり需要の減少をもたらすが、家計消費における規模の経済を失わせることで、家庭部門の一人当たりの電力需要を増加させると言われている。一方、平均世帯人員の減少が集合住宅の比率を高める等、住宅特性の変化を通じた電力需要への影響も見逃せない。こうした影響まで考慮すると、高齢化が単純に電力需要の増加につながるわけではない。2010～2030年の電力需要のシミュレーションからは、世帯数の伸びが2.5%に鈍化する中、平均世帯人員の減少や集合住宅へのシフトは世帯当たり需要を3.0%程度減少させ、その効果を無視すると、本来よりも需要を過大に評価することになると示唆された。

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. はじめに | 3.1 用途別需要に及ぼす影響 |
| 2. 人口・世帯構造の変化が電力需要に及ぼす影響に関する論点整理 | 3.2 世帯構造・住宅特性の変化を通じた技術選択への影響 |
| 2.1 人口・世帯数の推移 | 3.3 都市形態の変化が及ぼす影響 |
| 2.2 高齢者の増加が及ぼす影響 | 3.4 ライフスタイルの変化 |
| 2.3 世帯人員の減少が及ぼす影響 | 4. 将来の家庭部門の電力需要をどうみるか |
| 2.4 世帯構造の変化が住宅特性の変化を通じて及ぼす影響 | 4.1 知見の整理 |
| 2.5 我が国の高齢化や世帯人員の変化が電力需要に及ぼす影響：当所の研究成果 | 4.2 今後の課題 |
| 3. 将来の電力需要分析の課題 | 付録A 2010～2014年の動向を反映した人口・世帯数の将来予測 |
| | 付録B 電力需要原単位の分析手法 |

1. はじめに

家庭部門での将来のエネルギー・電力需要を見通す上では、人口や世帯数の動向や、住宅の技術的な特性に加え、居住する世帯の特性や行動の変化を把握することが重要である。しかし、実際には人口や世帯数という総量ベースでの情報が利用されることは多いものの、居住する世帯の構造が変化していくことが考慮されることは少ない(O'Neill and Chen 2002)。あるいは、住宅の特性等の技術

的な変化には目を向けられることが多いものの、居住する世帯の構造変化の影響は過小評価されている(Estiri 2014)。

我が国の場合、急速に進行する高齢化がエネルギー・電力需要に及ぼす影響を考慮することが重要である。高齢化は、年齢構造の変化だけでなく、単身世帯が増加するなど、平均世帯人員の減少を伴うことで、エネルギー・電力需要に影響する(Schipper et al. 1989; Keilman 2003; O'Neill and Chen 2002)。高齢化は一般に、電力需要の増加要因とされること

も多いが、今後の我が国では、単独世帯として暮らしていく高齢者が増える姿を考慮した分析が必要である。

また、家庭の電力需要には住宅の特性が重要な影響を及ぼすが、住まい方自体が人口・世帯構造の影響を受けて変化していくという側面もある。住宅の変化が電力需要に及ぼす影響を分析する上でも、その背景にある人口・世帯構造の変化を見逃すことはできない。

以下では、世帯主年齢と家族類型によって特徴づけられる世帯の属性を、「世帯形態」と定義する。また、年齢別人口の分布や世帯形態の分布のことを総称し、人口・世帯構造と呼ぶ。

本稿では、人口・世帯構造が家庭部門の電力需要に及ぼす影響に関する先行研究をレビューし、将来の電力需要を分析する上で残された課題について整理する。

2章では、先行研究のレビューを行い、人口・世帯構造の変化が家庭部門のエネルギー・電力需要に及ぼす影響を整理する。また、我が国の将来の電力需要原単位に及ぼす影響を定量化した当所の成果を紹介する。なお、本稿では世帯あたりの電力需要を、「原単位」と呼ぶこととする。3章では、当所のこれまでの成果を踏まえ、将来の電力需要を分析する上で残された課題について述べる。4章では、本稿で得られた知見を整理する。

2. 人口・世帯構造の変化が電力需要に及ぼす影響に関する論点整理

2.1 人口・世帯数の推移

家庭部門における将来のエネルギー・電力需要を見通す上で、最も基礎的な情報の一つは、人口と世帯数である。我が国では、2008年に人口がピークを迎えたと見られており、1990年より以前から減少を始めていた地域

もある。

2010～2014年の年齢別出生率・死亡率や、地域間人口移動の動向を反映した当所の人口予測結果を表1に示す(詳細は付録A参照)。全国では2030年に1億1768万人にまで減少し、東京でも2020年を境に人口減少局面に転じる。移動性向の高い若年層の減少を背景に、地域の人口における社会増減の寄与は次第に低下し、自然減が支配的となる(中野他 2013)。

一方で、世帯数は、人口が減少する地域でも増加を続けている。年次のデータとして参照されることの多い総務省住民基本台帳の世帯数によれば、全国で2010年の5336万世帯から、2015年に5536万世帯(ただし日本人のみ)と増加している。2010～2015年における都道府県別世帯数の増加率は、0.3%～7.8%である(図1)。

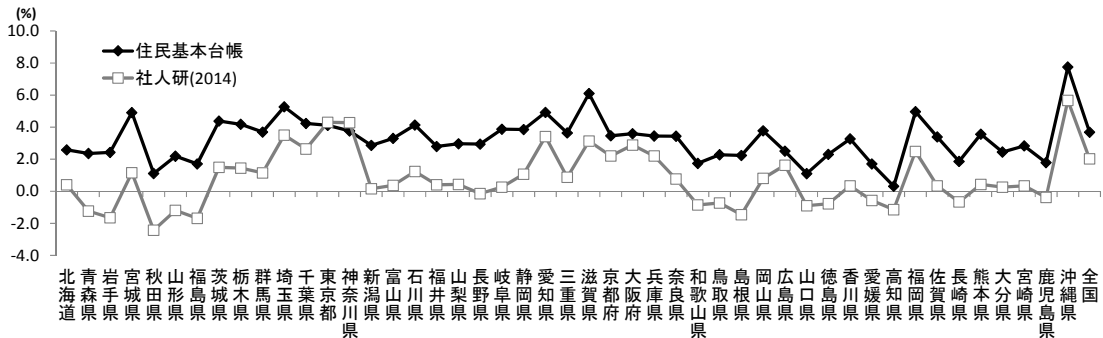
将来については、世帯数も全国で2020年頃にピークを迎える一方、2010年代にピークを迎える地域もある。世帯数や価格、所得の変化等を加味して47都道府県別の電灯需要を予測した、当所のシミュレーションでは、2020年頃を境に電灯需要が減少に転じる地域が多いことを示している(大塚・中野 2014)。

人口減少下で世帯数が増加するということは、平均世帯人員の減少を意味する。これを詳しく見るため、近年の世帯形態別世帯数の動向を図2に示す。単独世帯は65歳未満でも83.7万世帯増加、65歳以上では173.5万世帯の増加である。標準世帯に該当する両親と子供は、65歳以上で増加しているが、年齢合計では22万世帯の減少である。以上のように、人口や世帯数の内訳をみた場合、高齢者の増加と、平均世帯人員の減少という二つの特徴で整理される。

表1 2014年までの人口動向を反映した人口予測結果（万人）

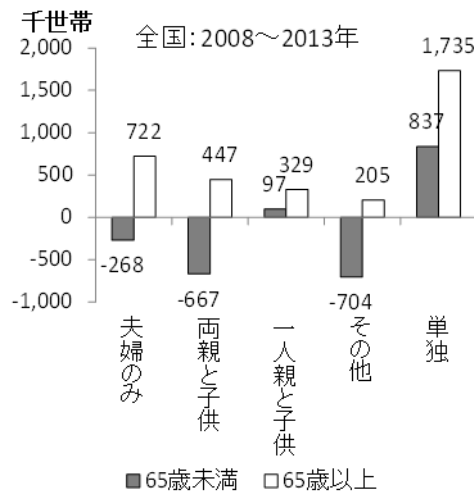
	本稿予測			中野他(2013)	社人研(2013)
	2010年	2020年	2030年	2030年	2030年
北海道	551	521	478	477	472
東北	1,171	1,080	969	979	977
北関東	785	752	702	707	699
首都圏	3,562	3,615	3,514	3,495	3,439
中部	1,726	1,691	1,604	1,605	1,589
北陸	307	292	269	271	270
関西	2,090	2,036	1,908	1,902	1,904
中国	756	720	666	666	664
四国	398	370	335	334	333
九州	1,320	1,270	1,183	1,178	1,175
沖縄	139	143	141	140	141
全国	12,806	12,493	11,768	11,753	11,662

注) 中野他(2013)で当所が構築したモデルに、2010～2014年の年齢別出生率・死亡率、地域間人口移動の実績を反映した結果。



出所：総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」、国立社会保障・人口問題研究所(2014)

図1 2010～2015年における世帯数の増加率



出所：総務省住宅・土地統計調査。ただし、年齢不詳を当所が独自に分配した。

図2 2008～2013年における世帯形態別世帯数の変動

2.2 高齢者の増加が及ぼす影響

高齢者の在宅時間が長いことから、高齢化は需要増加要因とされることが多い。エネルギー需要の将来を展望する面でも、高齢化の影響を考慮すべきと主張されることもある(Yamasaki and Tominaga 1997)。

O'Neill and Chen (2002)による米国を対象とした試算では、2000～2050年の間に世帯主が65歳以上の比率が15%から22%に高まるケースで、一人当たりエネルギー需要は3%増加するとしている。Brounen et al.(2012)は、オランダの調査から、家庭の電気使用量は所得や世帯構造に強く影響されることを示し、将来の高齢化や所得の増加の影響が、エネル

ギー効率の改善を相殺してしまう可能性がある」と指摘している。当所でも、同様の問題意識から、電灯需要の決定要因に 65 歳以上比率等の変数を加えた分析等により、高齢化が需要増要因とした分析がある(山野 1999)。

一方で、日本や英国の調査からは、高齢者世帯の方がエネルギー需要が小さいとする報告もある(榊原 2000; Jones and Lomas 2015)。Jones and Lomas (2015)はその理由として、高齢世帯の可処分所得が低いことや、世帯人員が少ないこと等を挙げている。高齢化とエネルギー・電力需要の関係については年齢のみならず、様々な要因を考慮した慎重な分析が必要となる。

年齢とエネルギー需要の関係については、特に暖房需要に関して指摘されることが多い(Santin et al. 2009; Liao and Chang 2002)。田中他(2008)では、家計調査をベースとした分析から、高齢者単身世帯の暖房需要が若中年単身世帯の 1.5 倍ほど大きいことを示している。一方、他の用途を見ると、給湯需要については年齢との間に負の相関が見られると指摘されることもある(Liao and Chang 2002)。

近年我が国でも、NHK の国民生活時間調査等から、睡眠や家事等、個人の時刻別の活動パターンを生成し、それぞれの活用におけるエネルギー消費量を推計する(マイクロシミュレーション)ことで、世帯属性等がエネルギー消費量に及ぼす影響を分析する研究が蓄積されてきている(例えば、西尾・浅野 2006, 坂本 2009)。しかし、これらだけでは、長期的な人口・世帯構造の変化が将来の電力需要に及ぼす影響といった、マクロ的な分析には十分でない。

2.3 世帯人員の減少が及ぼす影響

2.3.1 世帯人員減少の影響経路

高齢化は世帯人員の縮小を伴うことも指摘されている(O'Neill and Chen 2002)。Keilman (2003)は、高齢化が平均世帯人員を減少させる原因について、長寿命化の中で、子供が独立後の期間が長くなった点と、男性の平均寿命が短いために、高齢化によって配偶者と死別する女性の単独世帯が増加する点を挙げている。我が国ではさらに、未婚・離婚の増加も単独世帯の増加に寄与していると考えられる。

家計の消費においては、世帯人員が増加することで、一人当たりのコストが減少するという規模の経済が働くとされており、照明や電気機器の利用が規模の経済がある例として挙げられている(Lazear and Michael 1980, Nelson 1988)。この他にも、共有空間における冷暖房等が挙げられる。

規模の小さな世帯が増加すれば、規模の経済が失われることで、世帯構成員当たりで見れば、エネルギー需要の増加要因となる(Ironmonger et al. 1995)。今、人口が同じ条件のもとで、平均世帯人員が減少する状況を考えてみる。はじめ、平均世帯人員 n_1 で、世帯構成員一人当たりのエネルギー・電力需要が x_1 である世帯が、 N_1 世帯存在とする。この時、人口は $n_1 \cdot N_1$ であり、エネルギー・電力需要の総量は $n_1 \cdot N_1 \cdot x_1$ である。次に、人口が等しい条件のもとで、平均世帯人員が n_1 の a 倍 ($0 < a < 1$) になるとする。このとき、世帯数は N_1/a となる。この時の世帯構成員一人当たりのエネルギー・電力需要を x_2 とすると、平均世帯人員が変化した後のエネルギー・電力需要の総量は $(an_1) \cdot (N_1/a) \cdot x_2$ である。このとき、規模の経済が全く存在しない場合は、 x_1 と x_2 は等しく、世帯数が増加している

にも関わらずエネルギー・電力需要の総量は等しい。規模の経済が存在する場合、 $x_1 < x_2$ より、平均世帯人員の減少後の方がエネルギー・電力需要の総量が多い。この状況を、世帯数の増加がエネルギー・電力需要の増加に寄与したと見ることもできるが、本質的には、規模の経済が失われ、世帯構成員一人当たりの需要が大きくなったことが原因である。

O'Neill and Chen (2002)は米国の調査から、平均世帯人員の減少とともに世帯構成員一人当たりエネルギー需要は増加することを示している。また、人口・世帯数の想定値から、2000～2050年までの間に、平均世帯人員が2.63人から2.51人に低下するケースでは、家庭部門の一人当たりエネルギー需要を3%増加させると試算している。Keilman (2003)は、世界的に規模の小さな世帯の比率が高まる傾向にあることに触れ、家計消費における規模の経済が失われることで、人口増加の速度より早い速度で資源消費が膨張することを指摘している。Inronmonger et al. (1995)は豪州の事例から、平均世帯人員の減少によって規模の経済が失われる効果が、他の経路から達成されるエネルギー効率の改善を相殺してしまうと指摘している。

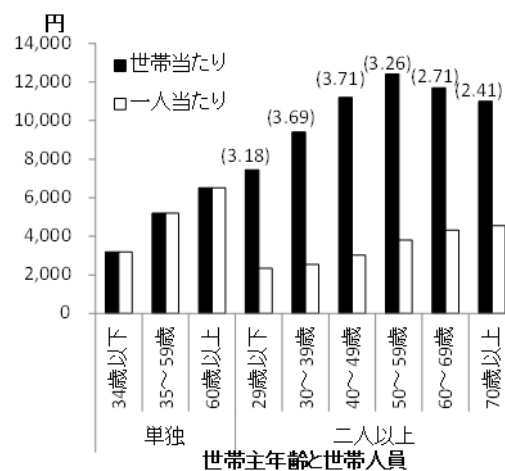
2.3.2 世帯当たり需要に及ぼす影響

将来の電力需要を見通す場合、世帯数×世帯当たり需要という形や、契約口数×一口当たり需要という形で想定する場合が多い(例えば、電力広域的運営推進機関 2016)。そのため、一口当たり需要に近い世帯当たりの電力需要に及ぼす影響について、分析することが有用である。2.1 ですでに述べたように、世帯数も減少に転じる時期が近付いている地域もあり、今後ますます、世帯当たりの需要が増加するかどうかが重要となる。

社会経済要因や住宅特性等の諸要因と、電

力需要との関係に関する先行研究をレビューした Jones et al.(2015)によれば、世帯人員と世帯当たりの電力需要との間には、正の相関があるとする先行研究が多い。しかし、例えば南アフリカの低所得世帯では、家族の中で電気機器を同時に共同利用する傾向にあるため、世帯人員は有意に影響を及ぼさないことも報告されている(Louw et al. 2008)。これは、ライフスタイルによって規模の経済の大小が変わり、世帯人員の影響も変化することを示唆している。

我が国の事例では、一般的に世帯人員と世帯当たり電力需要の間に正の相関を認めることが多い(例えば、田中他 2008)。図3は2014年の家計調査から得られる、世帯主年齢別・世帯人員別月当たり電気代を示している。平均世帯人員は、40歳代の3.71人をピークに、50歳代以降は年齢とともに減少する。もちろん、ここには世帯人員の他にも所得等の影響も含まれていると考えられるが、高齢者世帯の世帯当たり需要が小さくなる要因として、世帯人員が少ないことが挙げられる。また、図3からは、同じ年齢層で一人当たり需要を比べると、単独世帯より二人以上世帯



注) 括弧内は平均世帯人員
出所: 総務省 家計調査 2014年

図3 世帯主年齢別・世帯人員別月平均電気代

の方が小さいことがわかる。世帯規模が大きくなるにつれ、規模の経済が働き、一人当たりの需要が小さくなる。

また、世帯形態の違いによる世帯当たり需要への影響は、ガス需要より電力需要の方が大きいとの報告もある。これは、暖房需要において規模の経済が働くため、暖房用エネルギー源としてガスが多く用いられる場合、世帯人員の増加ほどは、ガス需要が増加しないためである (Brounen et al. 2012)。

2.4 世帯構造の変化が住宅特性の変化を通じて及ぼす影響

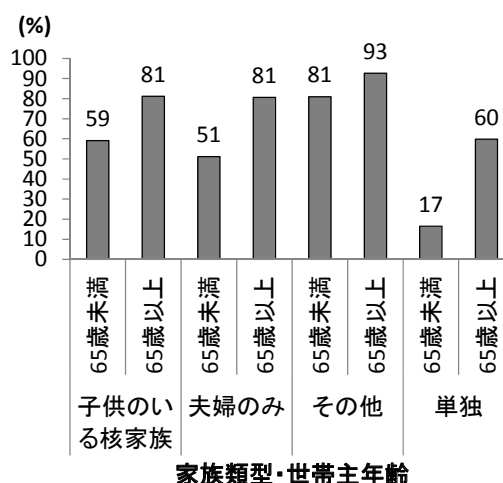
家庭部門の電力需要にとって、世帯構造が重要な影響を及ぼすとされるのは、世帯員の行動の違いや規模の経済の影響だけではない。近年の研究では、居住する世帯の特性が、住宅の特性等に影響を及ぼすことで、エネルギー・電力需要に影響することの重要性が指摘されている。家庭部門の電力需要を分析する際には、住宅の構造的な特性が及ぼす影響が着目されることが多いが、その背後に人口・世帯構造の影響があることに留意する必要がある。

Steemers and Yun (2009)は、米国における家庭部門のエネルギー消費調査 (Residential Energy Consumption Survey (RECS)) を用いて、家庭の暖房需要は、暖房形式、住宅の築年数、住宅の広さ等の物理的な要因で直接的に変動するものの、これらの要因自体が所得や世帯主年齢等に影響をうけて決まっていると指摘している。Kelly(2011)は、英国のデータを用いて、様々な社会経済要因と家庭のエネルギー需要の関係を調べた結果、世帯人員の規模が最も影響が大きいことを示した。その要因として、世帯人員が床面積等に影響する効果を挙げている。Estiri(2014)は、RECS のミクロデータを用いて、世帯属性がエネルギ

ー需要に及ぼす影響を分析した結果、世帯属性が住宅選択や設備利用に影響することの効果が大いとした。世帯属性が、種々の物理的な要因に体化されてエネルギー・電力需要に及ぼす影響が大いと言える。

こうした知見に基づけば、図3で見る、世帯形態別の電力需要の違いには、年齢や世帯人員による直接的な効果だけでなく、住宅特性の違い等の影響が含まれていると推測できる。図4で見ると、世帯主が65歳以上の夫婦のみ世帯では81%が戸建てに住むのに対し、同単身世帯では60%にとどまる。単身世帯の方が夫婦のみ世帯より戸建てに住む比率が低いのは、死別後の住み替えや、未婚者の住宅取得が少ないこと等が背景にあると考えられる。なお、本稿では戸建てや集合住宅といった住宅種別を、「住宅の建て方」と定義する。

当所の先行研究(中野 2015)でも、図4のような世帯形態と住宅の建て方の間に安定的な関係があることを利用して、住宅建て方別世帯数を予測した。その結果、平均世帯人員の減少によって、戸建てが増加しにくい一方で、集合住宅が増加しやすい環境になることを示した。



出所：総務省 H22 国勢調査より作成。

図4 世帯形態別世帯数に占める戸建てに住む世帯の比率

2.5 我が国の高齢化や世帯人員の変化が電力需要に及ぼす影響：当所の研究成果

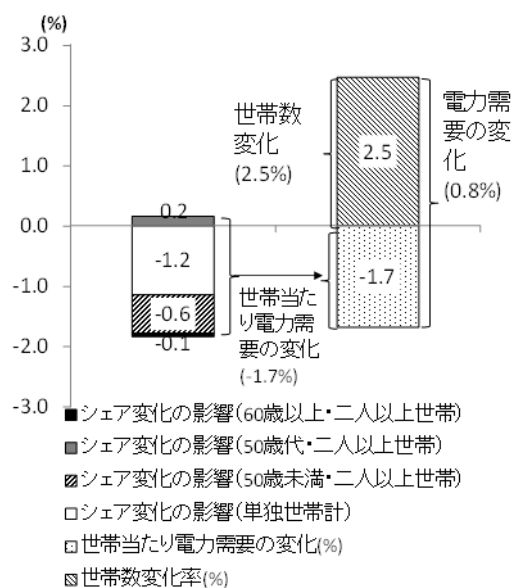
2.5.1 高齢化と世帯人員の変化が電力需要に及ぼす影響

以上のように、アンケート等の様々な調査から、世帯属性とエネルギー・電力需要との関係が明らかにされてきている。一方、我が国の将来の長期的な電力需要分析に参考となるようなマクロ的な分析は十分に行われていない。当所では、この観点から、高齢化や世帯人員の変化が将来の電力需要に及ぼす影響を試算した。

電気事業連合会のデータによると、2000～2010年における電灯需要は年率1.70%増加している。総務省国勢調査によれば、この間、一般世帯数は年率1.03%で増加しているため、世帯当たり需要は年率0.68%で増加した。ここには、気象要因、価格・所得要因、世帯構造等の影響があり、他にも、住宅の変化や省エネ等の影響が含まれている。当所の研究(中野 2015)では、この0.68%の原単位変化のうち、単独世帯のシェアが拡大するなどの世帯構造変化が0.25%の減少に寄与したことを示した。

2.5.2 将来の電力需要に及ぼす影響

次に、2010～2030年の人口・世帯構造の変化が、家庭部門の電力需要に及ぼす影響をシフトシェア分析等から示す。計算手法の概略については付録Bに譲る。図5は、2010～2030年の世帯数増加率、世帯形態の変化が2030年時点での原単位に及ぼす影響、各世帯形態の寄与度、原単位×世帯数から算出する電力需要の変化、を図示したものである。人口の予測値については、表1で示した結果を用いる。世帯数については、世帯主率法を用いた中野(2015)のモデルをベースとし、住宅・土



注) 左は、世帯人員・年齢構成の変化が、世帯当たり電力需要に及ぼす影響を示す。右は同期間の世帯数×世帯当たり需要から求まる電力需要の変化を示す。2010～2030年の累積影響を示したものの。

図5 高齢化・世帯人員変化が2010～2030年の家庭部門の電力需要に及ぼす影響 (住宅の建て方の変化を考慮しない場合)

地統計調査から得られる、2008～2013年における単独世帯数の平均的な増加率を、2010～2013年の実績として反映させた。この結果、2010～2030年の間に、単独世帯のシェアが5.6%ポイント拡大すると試算される(世帯数の予測値の詳細は付録A参照)。

2010～2030年の人口・世帯構造の変化が、家庭部門の電力需要原単位に及ぼす影響は、年率で0.08%減、2030年断面で評価した累積の影響は1.7%減となった。このうち、単独世帯のシェア増加による影響が1.2%減である。

この間、人口は8.5%減少しているが、平均世帯人員が10.9%減少することで、世帯数は2.5%増加する。規模の経済が失われることや高齢世帯が増加する影響で、原単位の減少幅は1.7%減にとどまる一方、平均世帯人員の減少が世帯数を増加させる効果は大きい。その結果、人口が減少する中で、原単位

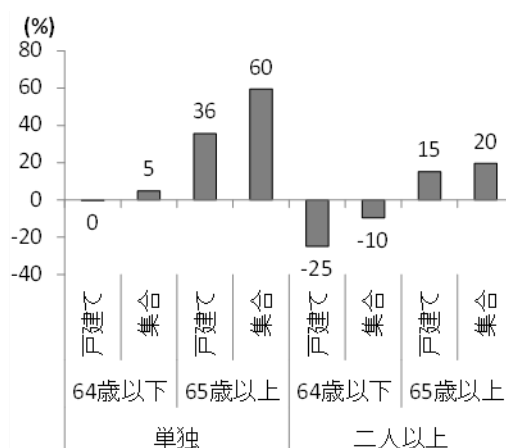
×世帯数から算出する電力需要は 0.8%の増加となる。ここで、平均世帯人員の減少が世帯数増加につながることを考慮しているにも関わらず、原単位が減少する効果を見逃して予測すれば、将来の電力需要を本来よりも過大に評価することになる。

この分析には、家計調査から得られる世帯人員別・世帯主年齢別の電気代を用いているため、年齢等による行動の違いや、規模の経済の影響を含んだ結果である。さらに、平均世帯人員や世帯主年齢の違いによって、住宅の建て方が異なる影響等も含まれている。

2.5.3 住宅の建て方の変化を考慮した場合

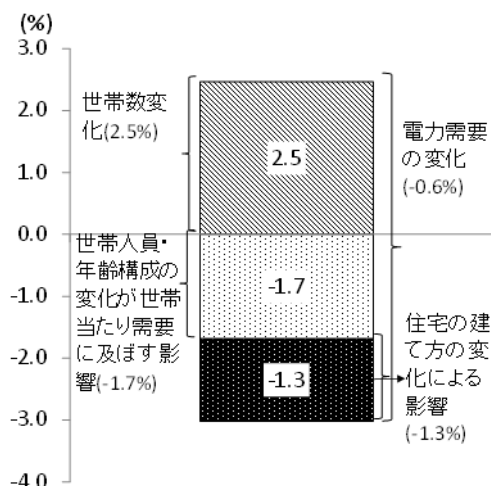
近年では、単独世帯の高齢者が、安全性等の面から集合住宅等に住み替えるケースも多いと指摘されている。また、未婚化で、住宅資産を取得する動機が低下している可能性もある。ここでは、図4で示される世帯形態と住宅の建て方の関係が、トレンドに従って将来も変化すると仮定し、将来の住宅建て方別世帯数を予測した結果を用いた試算結果を紹介する（試算手法の概略は付録B参照）。図6は、2010～2030年における世帯形態別、住宅建て方別世帯数の変化率を示している。65歳以上の単独世帯で戸建てに住む世帯は2010～2030年に36%増加する一方、集合住宅に住む同世帯は60%増加する。二人以上世帯でも、三世帯世帯の減少等を背景として、戸建てより集合住宅の増加率が高い。

集合住宅へのシフトは、エネルギー需要、特に暖房用需要の減少につながり、かつ、給湯や厨房需要についてはガス機器を使用する世帯が増えるといった経路を通じて、電力需要の総量にも影響を及ぼす可能性が高い。戸建てに住む比率の変化が世帯当たりの原単位に及ぼす影響を試算すると、図7に示すように、世帯当たりの原単位を1.3%減少さ



注) 本稿の人口・世帯数想定値を入力値とし、中野(2015)の手法に従って推定。

図6 2010～2030年における世帯形態別・住宅建て方別世帯数の変化率



注) 図5で示した世帯人員・年齢構成の変化が及ぼす影響に加え、集合住宅へのシフトを考慮した場合の結果。世帯数×世帯当たり需要から求まる電力需要の変化を示す。2010～2030年の累積影響を示したもの。

図7 高齢化・世帯人員変化が2010～2030年の家庭部門の電力需要に及ぼす影響（住宅の建て方の変化を考慮した場合）

せる方向に寄与する。世帯人員・年齢構成の変化を考慮した図5の結果と合わせると、2030年時点の原単位を累積で3.0%減少させると試算された。世帯数×世帯当たり電力需要の形で予測した将来の電力需要は、0.6%減となった。

ただし、結果が住宅建て方別の原単位の設

定に大きく依存しており、住宅建て方を含む、属性別のエネルギー需要データが分析に不可欠となる。公的な統計として、家庭用エネルギー需要のデータの整備を進める必要がある。

3. 将来の電力需要分析の課題

3.1 用途別需要に及ぼす影響

2章で触れたように、エネルギー用途間で人口・世帯構造の影響は異なる。2.5節で取り上げたのは、電力需要の総量のみであるが、同様の分析は用途別に拡張することが可能である。例えば、2.3節における規模の経済性の議論では、暖房需要は世帯人員に影響を受けにくいとされていた。しかし、世帯人員減少が、集合住宅へのシフト等、住宅の建て方の変化につながれば、暖房需要全体の減少につながる。

暖房需要は、住宅の断熱性能や、集合・戸建ての別といった住宅特性による影響が大きいとされる(Santin et al. 2009)。また、暖房設備の種類や性能等によっても大きく影響をうける。こうした住宅・設備の変化や、暖房習慣の変化も加味し、住宅の建て方を含めた世帯数の予測手法等を活用すれば、将来の暖房需要を見通すことも可能となる。

3.2 世帯構造・住宅特性の変化を通じた技術選択への影響

安全性等のニーズから、高齢者世帯での厨房機器等の電化が進むといった理解がされることが多い。一方で、当所の先行研究でも、世帯人員が少ない世帯の方が給湯器や厨房機器の電化率が低く、省エネ型機器の採用率も低いとの報告もある(西尾・大藤 2012)。

人口動態要因が暖房器具や空調のような耐久消費財の更新に及ぼす影響を、RECSか

ら明らかにした研究では、高齢世帯ほど設備更新が進まないことも指摘されている(Fernandez 2000)。このように、世帯属性が技術選択に及ぼす影響も小さくないと考えられている。

また、戸建てと集合住宅で電化率も異なる。当所の調査(西尾・大藤 2012)によれば、集合住宅の主流はガス給湯器となっている。さらに、戸建てでは、注文住宅での電化率が高いことが示されている。調理用コンロについては、戸建て注文住宅でIHの採用率が高い一方、戸建て建売や集合住宅ではガスコンロが主流となっている。このことから、集合住宅へのシフトは、給湯需要や厨房需要におけるガス・電気間の競合が促されることにつながり、電化率にも影響を及ぼすことが示唆される。当所が構築したような住宅建て方別の世帯数予測手法や、西尾・大藤(2012)のような調査結果を合わせて分析することで、今後の電化機器の普及シナリオの検討にも役立てることができる。

3.3 都市形態の変化が及ぼす影響

2014年に公表された「国土のグランドデザイン」でも、高齢化社会に向けて、コンパクトな都市形態の促進が謳われている(国土交通省 2014)。Ewing and Rong (2008)は、米国の事例から、コンパクトな都市形態は集合住宅の増加につながることで、家庭部門のエネルギー需要の減少につながると主張した。Liu and Sweeny(2012)も、アイルランドの事例から、人口密度の高い地域では住宅の規模が相対的に小さくなり、暖房需要が減るとした。

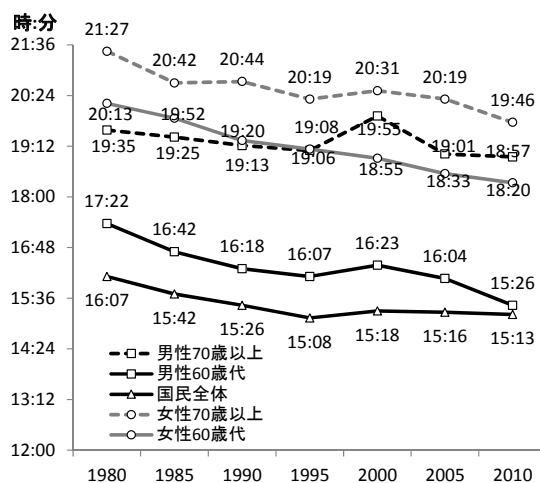
このように、高齢化社会に向けた都市形態の変化が、交通ネットワークだけでなく住宅構造も変化させることで、地域のエネルギー需要や電力需要を変化させていくことは十分に考えられる。また、都市部への集積は、

エネルギー需要における都市ガスと電力との間の競合を促進させる方向に働くため、今後の電化機器の普及にも影響を及ぼす。今後の給湯器市場の分析や、長期エネルギー需給見通しにおける省エネシナリオを考える上でも、都市形態の変化や、それが住宅特性に及ぼす影響は見逃せない。

3.4 ライフスタイルの変化

高齢化が電力需要の増加要因とする背景には、高齢者の在宅時間が長いことが挙げられる。NHK 国民生活時間調査から、高齢者の在宅時間の推移を示した図8を見て、国民全体に比べて、高齢者の在宅時間が長いことがわかる。しかし、高齢者の在宅時間は緩やかな減少傾向にあることもうかがえる。中野(2015)は、パーソントリップ調査や社会生活基本調査等から、高齢者の外出が増加するとともに、外出目的として通院が減少し、スポーツや買い物を楽しむライフスタイルに変化してきている可能性があることも示唆している。

また、今後高齢者になる世代は、インターネットや電気通信機器に慣れ親しんだ世代



出所：NHK 国民生活時間調査をもとに、中野(2015)が作成したものを引用。

図8 高齢者の在宅時間の変化

であり、これまでの高齢者像とは大きく異なるといった指摘もある。こうした世代間のライフスタイルの違いが将来の電力需要に及ぼす影響が、年齢や世帯人員等の要因と比べてどの程度大きいのかについては、定量化された分析がなく、今後の課題である。

4. 将来の家庭部門の電力需要をどうみるか

4.1 知見の整理

本稿では、人口・世帯構造が家庭部門の電力需要に及ぼす影響を整理し、今後の課題を展望した。高齢者の在宅時間が長いために、高齢化は需要増加要因とされることが多いのに加え、平均世帯人員の減少を伴うことも指摘されてきている。平均世帯人員の減少は、世帯数の増加、世帯当たり需要の減少をもたらすが、家計消費における規模の経済を失わせることで、一人当たりの電力需要を増加させる。一方、家庭の電力需要には、住宅の特性が重要な影響を及ぼすが、住宅特性自体が、世帯人員等の世帯属性によって影響される。こうした影響まで考慮すると、高齢化が単純に電力需要の増加につながるわけではない。

2010～2030年の人口・世帯数をシミュレーションすると、人口が8.5%減少する中、平均世帯人員が10.9%減少することで、世帯数は2.5%増加する。東日本大震災前まで、世帯数とともに増加を続けてきた家庭部門の電力需要だが、今後は世帯数の伸びも鈍化が予想される。さらに、2010～2030年における年齢構成や平均世帯人員の変化は、2030年時点の世帯あたり原単位を累積で1.7%減少させ、集合住宅へのシフトが1.3%減に寄与する効果も含めると、原単位の変化も無視できない。長期的には、節電や省エネの効果だけでなく、平均世帯人員の減少や集合住宅への

シフトが、世帯当たりの電力需要を減少させる影響も考慮しなければ、電力需要を本来よりも過大に評価してしまうことに留意する必要がある。

4.2 今後の課題

広域的運営推進機関(2016)の想定要領では、契約口数と一口当たり需要から需要想定を行う方法が示されている。平均世帯人員の減少の影響を、一口当たり人口の想定に加味することは比較的容易である一方、一口当たりの需要に影響を及ぼすことにも留意が必要である。電力需要想定やその評価のため、世帯属性と世帯当たり需要の関係について、研究を蓄積していく必要がある。

家庭部門の電力需要と人口・世帯構造の関係を明らかにする上で残された課題としては、世帯構造・住宅特性の変化を通じた技術選択への影響や、都市形態の変化が及ぼす影響、ライフスタイルの変化の影響等を明らかにすることが挙げられる。また、本稿で扱う人口・世帯構造の他にも、太陽光発電の増加、住宅の断熱性能や省エネ性能の向上、省エネ・節電意識の変化、小売市場の競争環境変化や電気料金の変化等といった、様々な要因が将来の電力需要に影響する。それぞれについては引き続き、詳細な検討が必要であり、今後の課題とする。

参考文献

大塚章弘・中野一慶(2014)「電灯需要の構造分析とシミュレーション—47 都道府県データによる実証分析—」, 電力中央研究所報告, Y13006.
厚生労働省「簡易生命表」各年。
厚生労働省「人口動態統計」各年。
国土交通省(2014)「国土のグランドデザイン 2050 ～対流促進型国土の形成～」, 2014年7月。
国立社会保障・人口問題研究所(2013)「日本の地域別将来推計人口—平成22(2010)～52(2040)年—(平成25年3月推計)」, 人口問題研究資料第330号。

国立社会保障・人口問題研究所(2014)「日本の世帯数の将来推計(都道府県別推計)—(平成26年4月推計)」, 人口問題研究資料第332号。
榊原幸雄(2000)「家庭部門のエネルギー消費実態について」エネルギー経済, 26(2), 17-35。
坂本将吾(2009)「世帯の活動を考慮した都市圏エネルギー需要モデルの構築」, 日交研シリーズA-471, 日本交通政策研究会
総務省「家計調査(2014年)」
総務省「平成22年国勢調査」
総務省「住宅・土地統計調査」2008年, 2013年。
総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」,
https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?_toGL08020101_&tstatCode=000001039591
(アクセス日 2016.01.05)。
総務省「住民基本台帳人口移動報告」各年。
総務省「人口推計」各年。
総務省「平成21年全国消費実態調査」
田中昭雄・久保隆太郎・中上英俊・石原修(2008)「世帯属性を考慮した住宅用エネルギー消費原単位の推定と将来予測」, 日本建築学会環境系論文集, 73(628), 823-830。
電気事業連合会「電力統計情報」
<http://www5.fepc.or.jp/tok-bin/kensaku.cgi> (アクセス日 2016.02.10.)
電力広域的運営推進機関(2016)「需要想定要領について」,
http://www.occto.or.jp/jigyosha/kyokyu/2016_0129_juyousoutei.html (アクセス日 2016.02.03)。
中野一慶・田口裕史・大塚章弘(2013)「都道府県別人口予測モデルの開発—2050年までのシミュレーション—」, 電力中央研究所報告, Y12024。
中野一慶(2015)「高齢化と世帯人員の変化が電灯需要に及ぼす影響—地域別・世帯形態別・住宅の建て方別世帯数の予測—」, 電力中央研究所報告, Y14009。
中野一慶(2016)「世帯形態の変化が電灯需要に及ぼす影響—住宅の建て方への影響を考慮して—」
土木学会論文集 G(環境), 投稿中。
西尾健一郎・浅野浩志(2006)「世帯の多様性を考慮した家庭部門エネルギー需要生成ツールの開発」, 電力中央研究所報告, Y05008。
西尾健一郎・大藤建太(2012)「新築住宅市場における省エネルギー・断熱技術の採用率や満足度」, 電力中央研究所報告, Y11015。
山野紀彦(1999)「地域別電力需要モデルの開発とシミュレーション—少子・高齢化時代の電灯需要分析—」, 電力中央研究所報告, Y99006。
Brounen, D., Kok, N., and Quigley, J.M. (2012) “Residential energy use and conservation: economics and demographics”, *European Economic Review*,

- 56(5), 931-945.
- Estiri, H.(2014) “Building and household X-factors and energy consumption at the residential sector. A structural equation analysis of the effects of household and building characteristics on the annual energy consumption of US residential buildings”, *Energy Economics*, 43, 178-184.
- Ewing, R., and Rong, F. (2008) “The impact of urban form on US residential energy use”, *Housing Policy Debate*, 19(1), 1-30.
- Fernandez, V.P.(2000) “Decisions to replace consumer durables goods: an econometric application of wiener and renewal process”, *The Review and Economics and Statistics*, 82(3), 452-461.
- Ironmonger, D. S., Aitken, C. K., and Erbas, B. (1995) “Economies of scale in energy use in adult-only household”, *Energy Economics*, 17, 301-310.
- Jones, R.V., Fuertes, A. and Lomas, K.J. (2015) “The socio-economic, dwelling and appliance related factors affecting electricity consumption in domestic buildings”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 901-917.
- Jones, R.V., and Lomas, K.J. (2015) “Determinants of high electrical energy demand in UK homes: socio-economic and dwelling characteristics”, *Energy and Buildings*, 101(15), 24-34.
- Keilman, N. (2003) “The threat of small households”, *Nature*, 421, 489-490.
- Kelly, S.(2011) “Do homes that are more energy efficient consume less energy? A structural equation model of the English residential sector”, *Energy*, 36(9), 5610-5620.
- Lazear, E. P., and Michael R.T.(1980) “Family size and the distribution of real per capita income”, *American Economic Review*, 70, 91-107.
- Liao, H.C, and Chang, T.F. (2002) “Space-heating and water-heating energy demands of the aged in the U.S.”, *Energy Economics*, 24, 267-284.
- Liu, X., and Sweeney, J. (2012) “Modeling the impact of urban form on household energy demand and related CO2 emissions in the Greater Dublin Region”, *Energy Policy*, 46, 359-369.
- Louw, K., Conradie, B., Howells, M., and Dekenah, M. (2008) ”Determinants of electricity demand for newly electrified low-income African households”, *Energy Policy*, 36, 2812-2818.
- Nelson, J. A. (1988) “Household economies of scale in consumption: theory and evidence”, *Econometrica*, 56(6), 1301-1314.
- O’Neill, B.C, and Chen, B.S. (2002) “Demographic determinants of household energy use in the United States”, *Population and Development Review*, 28, 53-88.
- Santin , O. G, Itard, L., and Visscher, H. (2009) “The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock”, *Energy and Buildings*, 41(11), 1223-1232.
- Schipper, L., Bartlett, S., Hawk, D., and Vine, E.(1989) “Linking life-styles and energy use: a matter of time?”, *Annual Review of Energy*, 14, 273-320.
- Stemmers, K., and Yun, G. Y. (2009) “Household energy consumption: a study of the role of occupants”, *Building Research & Information*, 37(5-6), 625-637.
- Yamasaki, E., and Tominaga, N. (1997) “Evolution of an aging society and effect on residential energy demand”, *Energy Policy*, 25(11), 903-912.

付録A 2010～2014年の動向を反映した人口・世帯数の将来予測

A.1 出生率・死亡率の動向

厚生労働省 人口動態統計によれば、合計特殊出生率は、2010年の1.39から徐々に上昇し、2013年に1.43となったが、2014年には1.42と低下した。その動向は母親の年齢別に大きく異なる。付図1は、2010～2014年の出生数の変化を、年齢別女性人口の変動と、年齢別出生率変化の寄与度に分解している。40歳以上を除き、どの年齢層でも人口が減少しているのに対し、特に30歳代の出生率の上昇が、出生数を下支えしていることがわかる。一方で、20歳代については、女性人口、出生率ともに減少している。

国立社会保障・人口問題研究所(2013) (以下、社人研) と異なり、当所の都道府県別人口予測 (中野他 2013) では、年齢別出生率を入力できるために、2010～2014年の年齢別出生率の実績を反映させる。年齢別死亡率についても、同省人口動態統計や簡易生命表の結果を、2010～2014年の実績として反映させる。

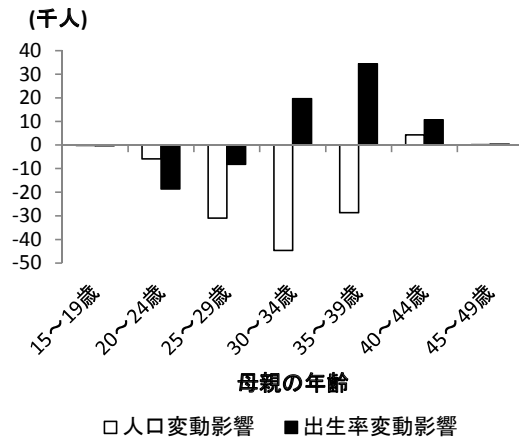
A.2 地域間人口移動の動向

総務省 住民基本台帳人口移動報告によれば、2008年のリーマンショック以降、首都圏への転入超過数は減少傾向にあった。2012年以降、景気の回復とともに、首都圏の転入超過数が再び増加に転じている。こうした2014年までの人口移動の実績を、当所が構築したモデル(中野他 2013)に反映させる。地域間の経済格差については、2012年までの県民経済計算をもとに、2001～2012年並みの格差が継続するとした。これらを反映した人口予測結果は、本文中表1に示した。

A.3 世帯数の動向

本文中図1を見ると、社人研(2014)では、2010～2015年の世帯数は15県で減少と予測されており、総務省住民基本台帳が示す世帯数増加率と比べて過小評価となっている。住民基本台帳の世帯数と国勢調査の一般世帯数では対象が異なるため、単純に比較はできないが、世帯数が想定より増加を続けている可能性は高い。

この背景には、単独世帯が想定より増加を続けている可能性が考えられる。しかし、住民基本台帳のデータでは、家族類型別の世帯数が公表されないため、実態を知ることにはできない。そこで本稿では、総務省住宅・土地統計調査から得られる、2008～2013年における単独世帯の増加率を年率換算し、反映させることとした。ただし、同調査がサンプル調査であること等から、足下の動向を正確に反映させているとは言えない。そのため、入手可能な情報を用いただけの試算値にとどまることに注意する必要がある。世帯数の結果は付表1に示す。全国では2020年に5466万世帯とピークを打つ。



注) 2010年と2014年の出生数の差を、女性人口の変動と出生率の変動の影響に分解した。

出所：母親の年齢別出生数は厚労省人口動態統計、年齢別女性人口は総務省推計人口から入手した。

付図1 2010～2014年の出生数変化に対する各要因の寄与度

付表1 住宅・土地統計から得られる単独世帯の動向を反映した世帯数の試算結果

	2010年	2020年	2030年
北海道	242	243	229
東北	423	414	376
北関東	291	296	282
首都圏	1,556	1,725	1,743
中部	656	691	669
北陸	110	110	102
関西	863	922	896
中国	300	302	285
四国	160	160	149
九州	531	546	523
沖縄	52	58	60
全国	5,184	5,466	5,314

注) 単位は万世帯。世帯数は一般世帯数であり、施設等世帯を含まない。

出所：2010年値は総務省国勢調査より引用。

首都圏では2030年に1743万世帯となる。

付録B 電力需要原単位の分析手法

世帯当たり電力需要（以下、原単位）の分析には、中野(2015)と同様、シフトシェア分析を用いる。式(A-1)において、 E_i は平均的な原単位、 E_{ii} は世帯形態*i*の原単位、 N_i は世帯

総数、 N_{it} は世帯形態 i の世帯数である。式(A-1)は、平均的な原単位の変化が、構成する各世帯形態のシェアの変化と、各世帯形態別の原単位の変化に分解できることを示している。

$$\frac{\Delta E_t}{E_t} = \sum_i \left(\frac{E_{it}}{E_t} - 1 \right) \Delta \left(\frac{N_{it}}{N_t} \right) + \sum_i \frac{N_{it} E_{it}}{N_t E_t} \frac{\Delta E_{it}}{E_{it}} \quad (\text{A-1})$$

住まい方が変化する影響を考慮するために、式(A-1)の第二項を、以下のように住宅の建て方で分解する。 E_{it}^h は、建て方 h ($h=1$: 戸建て、 $h=2$: 集合住宅)の住宅に住む世帯形態 i の原単位である。 N_{it}^h は同世帯数である。

$$\frac{\Delta E_{it}}{E_{it}} = \sum_h \left(\frac{E_{it}^h}{E_{it}} - 1 \right) \Delta \left(\frac{N_{it}^h}{N_{it}} \right) + \sum_h \frac{N_{it}^h E_{it}^h}{N_{it} E_{it}} \frac{\Delta E_{it}^h}{E_{it}^h} \quad (\text{A-2})$$

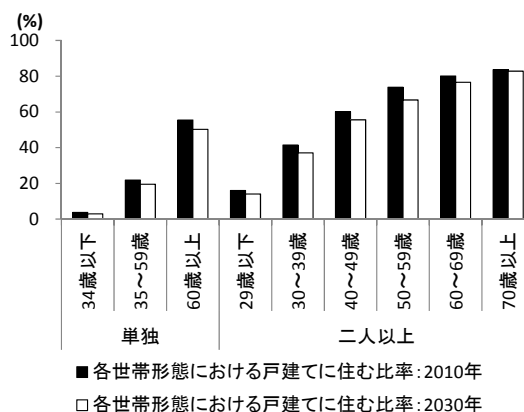
戸建てに住む世帯形態 i の原単位を E_{it}^1 とし、世帯形態に関わらず、その α 倍を、集合住宅に住む同形態の原単位とする。加重平均は以下の式で求められ、それに対する建て方別原単位の比率も求めることができる。

$$E_{it} = \frac{E_{it}^1 N_{it}^1 + \alpha E_{it}^1 N_{it}^2}{N_{it}^1 + N_{it}^2} \quad (\text{A-3})$$

α は、総務省 2009 年全国消費実態調査で公表された、住宅建て方別の月平均電気代を用いて計算する。耐久消費財の所有有無等によるグループのうち、耐久財グループ 1 の世帯数分布で加重平均した値を用いた。同調査における「共同住宅」を本稿における「集合住宅」とみなす。この結果、月平均電気代は、二人以上世帯の一戸建てで 9436 円、集合住宅で 6543 円となった。そこで、 α = 約 0.69 と設定する。

世帯形態別・住宅の建て方別世帯数の予測は、当所開発の手法(中野 2015)に従う。ただし、年齢区分については、以下の簡易な方法で 5 歳刻みに分割する。まず、図 4 で示されるような、世帯形態と住宅建て方の関係を、総務省 H22 国勢調査から得られる家族類型別・住宅の建て方別世帯数、世帯主年齢別 (5 歳刻み)・住宅の建て方別世帯数等のデータを用いて、独自に 5 歳刻みに分割する (付図 2 の 2010 年値)。これと世帯形態別世帯数予測値を乗じて得た、住宅建て方別世帯数の予測値を用いて、図 6 の 65 歳区分値を 5 歳刻みに分割する。以上により得られる戸建て率を付図 2 に示す。

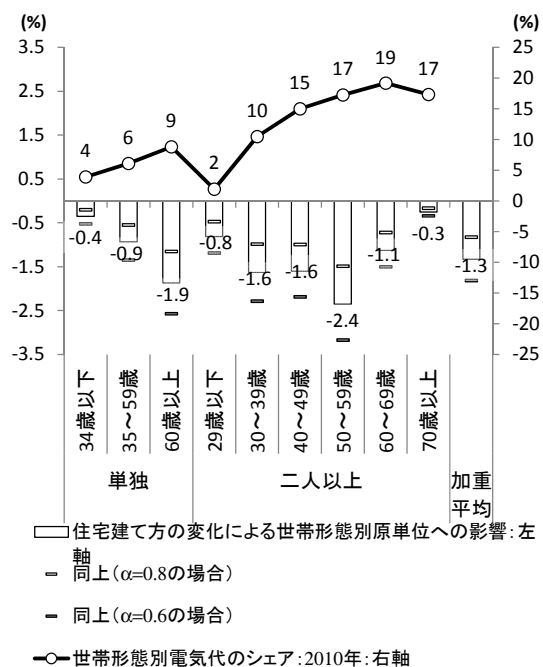
式(A-2)の左辺の値を付図 3 に示す。いずれの世帯形態でも、戸建てのシェアが低下することで、原単位を減少させる方向に寄与している。これらを各世帯形態の電気代シェアで加重平均すると (付図 3 「加重平均」)、2030 年値での比較で 1.3% 減となる。仮に α の値を 0.6 にすると、同 1.8% 減、 α を 0.8 にした場合は同 0.8% 減となる。戸建てと集合住宅の原単位の差が大きいほど、住まい方の変化が及ぼす影響が大きいという、自然な結果である。本稿では簡易的な結果に留まっており、



注) 中野(2015)の手法に従って推計した住宅建て方別世帯数を、5 歳刻みの年齢区分で分割し独自に推計したもの。

付図 2 戸建てに住む世帯数のシェアの変化

住宅建て方別の世帯数予測手法を、より細かい年齢区分に拡張する手法（例えば、中野2016）が必要となる。



注) 住宅建て方の比率が変化することによる、各世帯形態の原単位の変化と、これを電気代シェアで加重平均した値を示した。電気代のシェアは、国勢調査から得られる世帯形態別世帯数に家計調査から得られる月平均電気代を乗じて求めた。

付図3 2010~2030年の家庭部門の電力需要の変化における住宅の建て方変化の寄与度

中野 一慶 (なかの かずよし)
電力中央研究所 社会経済研究所

産業・業務用電力需要に対する 産業構造変化の影響

Effects of Changes in Industrial Structure on Industrial and Commercial Electricity Demand

キーワード：産業構造，産業・業務用電力需要，地域経済

田口 裕史 浜潟 純大

本稿では、産業・業務用の電力需要と産業構造の関係性をデータから明らかにすると共に、将来の経済環境に関するシナリオが国内の産業構造と電力需要に及ぼす影響について分析した。1990～2010年における国内の電力需要の変化要因の寄与度について分析した結果、国内の電力需要の伸び(年率1.2%増)のうち、経済規模変化(同0.6%増)と原単位変化(同0.8%増)が増加要因となった一方で、素材製造業の産出額構成比の低下と、機械や業務の産出額構成比の上昇という産業構造の変化(同0.2%減)が、減少要因となっていた。しかし、地域別にみると、どの地域も機械、業務の構成比が高まる一方、構成比が低下した部門の違いにより、産業構造の変化が電力需要を増加させた地域と減少させた地域に分かれた。また、当所の2030年までの産業展望によれば、各地域において素材の産出額構成比の低下と、機械、業務の産出額構成比の上昇が続くため、産業構造変化は素材産業の集積が小さい沖縄以外の全ての地域で、電力需要の減少要因となることが見込まれる。

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. これまでの産業構造変化と電力需要 <ul style="list-style-type: none"> 2.1 産業構造が電力需要に与える影響 2.2 地域の産業構造と電力需要の特徴 3. 2030年までの産業構造と電力需要 <ul style="list-style-type: none"> 3.1 2030年までのマクロ経済・産業構造と電力需要 3.2 2030年までの地域経済と産業構造 | <ul style="list-style-type: none"> 3.3 2030年までの地域電力需要 4. 産業・業務用電力需要に対する産業構造の影響をどうみるか <ul style="list-style-type: none"> 付録A 電力需要の将来見通し作成にあたっての前提条件 付録B マクロ経済・産業構造展望のシミュレーション 付録C 地域別総電力需要の推計方法 |
|--|--|

1. はじめに

将来の電力需要を見通す際に、人口・世帯数や経済規模といった需要源の規模要因の動向が大きく影響することは言うまでもない。しかし、電力需要は規模要因だけでなく、人口・世帯構造や産業構造、さらに掘り下げれば需要主体ごとの電力需要構造の変化にも影響を受ける。本号の中野(2016)は、家庭用需要においては、高齢化に伴う世帯人員の減少や戸建てから貸家への住居構造の

変化が、長期的に世帯当たり需要を引き下げる効果を持つことを明らかにした。産業・業務用需要においても、我が国の潜在成長率が低下する中で、産業構造変化や需要主体ごとの電力需要構造の変化の重要性が高まることが考えられる。

地域ごとにみれば、産業構造は大きく異なっており、地域の経済成長における特定産業の影響も大きいことから、主要産業の動向や産業構造変化が電力需要に与える影響も、全国平均で捉えるより一層大きいものとなる。

そこで本稿では、1990年代以降の日本経済全体や地域経済において、産業構造変化が電力需要に与えてきた影響を定量的に示すとともに、将来の経済環境に関するシナリオが、国内の産業構造と電力需要¹に及ぼす影響について分析する。

本稿の構成は以下の通りである。まず第2章では、これまでの電力需要の変化を、産業構造の変化と産業別の原単位²変化、経済規模の拡大という3つの観点から分析する。第3章では、将来の産業構造を見通す上での視点を示し、将来の地域の産業動向と電力需要の関係について論じる。最後に本稿のまとめと今後の課題を記す。

2. これまでの産業構造変化と電力需要

2.1 産業構造が電力需要に与える影響

まず、電力需要に影響を及ぼす要因として、産業構造に着目することの重要性について確認する。電力需要の変化要因を明らかにするため、電力需要を(1)式のように分解する。

$$E = \frac{E}{Q} \times Q \cdots \cdots (1)$$

ここで、 E は産業用と業務用の電力需要の合計、 Q は産業部門と業務部門の産出額合計を表す。電力需要の変化には、産出額の増加(減少)、つまり経済規模の変化だけでなく、原単位の上昇(低下)³も影響する。

¹ 以下、本稿では産業構造に着目するため、産業・業務用電力需要を分析対象とし、特に断りのない限り、これを単に「電力需要」と表記する。

² 以下、本稿での原単位とは、産出額あたりの電力需要量を指すこととする。

³ 節電や省エネ等は、原単位の低下を通じて、電力需要量

業種ごとの影響を計測できるように(1)式を変形すると、

$$E = \sum_i \frac{E_i}{Q_i} \times \frac{Q_i}{Q} \times Q \cdots \cdots (2)$$

を得る。ここで添字 i は、業種を示す。電力需要は、業種ごとの原単位(E_i/Q_i)と産出額の構成比(Q_i/Q)、産出額合計(Q)の3つに分解される。

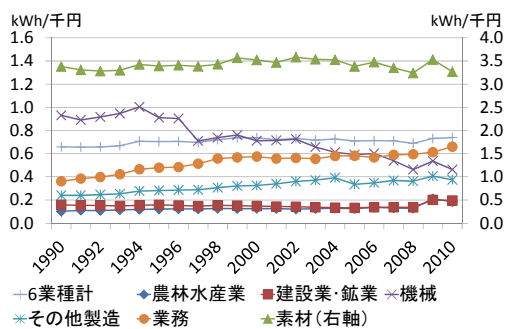
そこでまず、業種ごとの原単位の推移を確認する。本章での電力需要は、資源エネルギー庁の「2015年度版総合エネルギー統計(2015年4月公表)」における家庭・運輸部門以外の総電力需要(自家発電を含む)とし、業種は、農林水産業、建設業・鉱業、素材、機械、その他製造、業務の6区分とした。また、業種別の原単位の計算に必要となる産出額データは、経済産業研究所(2015)を用いて、この6業種に集計⁴した。

図1は、1990~2010年間ににおける6業種の原単位の推移を示している。図1からは、素材の原単位が他の業種に比べ最も高いことがわかる。素材に次いで原単位の水準が高い業務と比べて、2010年時点で6倍程度の差がある。素材のような原単位の大きな業種で産出額の構成比に変化が生じる場合、電力需要の変化にも大きな影響を及ぼしうることが(2)式から示唆される。

また、業種ごとの原単位の経年的な推移をみると、業務では上昇傾向にある一方、機械では低下傾向にあり、この20年間で両者の原

を減少させる効果を持つと考えることができる。

⁴ 産出額データの集計にあたり、業務部門に対応する産出額は第3次産業の数値を用いている。電力需要データの区分で用いている「業務」部門との対応を踏まえ、本来、業種の区分としては第3次産業を用いる箇所においても、「業務」と示している。



出所：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）と経済産業研究所（2015）を用いて、筆者作成。

図1 業種別に見た
電力需要原単位の推移

単位の水準が逆転⁵している。特に業務は、後述するように産出額の構成比が大きいことから、電力需要の変化に大きな影響を及ぼし得る。

次に、業種ごとの産出額の構成比の推移を表1より確認する。前述の6業種で比較すると、産出額の構成比が最も大きいものは、2010年時点において業務であり58.6%、次いで機械の18.1%となっている。また、この20年間で、業務と機械の産出額の構成比は上昇している一方で、素材の産出額の構成比は低下していることが確認できる。なお、経済全体に占める製造業の産出額の構成比は1990年に

表1 業種別に見た
産出額と構成比の変化

	産出額 (兆円)		構成比 (%)		産出額 成長率 (年率%) 1990-2010
	1990	2010	1990	2010	
農林水産業	17	13	2.1	1.4	-1.5
建設業・鉱業	95	57	11.7	6.2	-2.5
製造業	299	310	36.7	33.8	0.2
うち素材	72	62	8.8	6.7	-0.8
うち機械	111	166	13.6	18.1	2.0
うちその他製造	116	83	14.3	9.0	-1.7
業務	404	538	49.5	58.6	1.4
計	815	917	100.0	100.0	0.6

出所：経済産業研究所（2015）を用いて、筆者作成。

⁵ エネルギー消費全体で見た場合の原単位の動向も確認したところ、電力需要原単位の推移と同様に、業務では上昇傾向、機械では減少傾向となっていた。

37%、2000年で32%、2010年で34%と、2000年代に入り低下傾向に歯止めがかかっている。

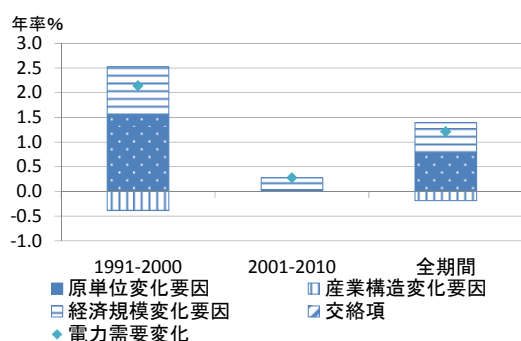
さらに、6業種計で産出額の変化を確認すると、この20年間平均で年率0.6%増と、経済規模が拡大していることも合わせて確認できる。

こうした原単位、産業構造、経済規模それぞれの変化が、電力需要の変化に対してどのように影響を及ぼしているのかについては、(2)式を書き換えた(3)式を用いて分析できる。

$$\begin{aligned} \Delta E &= \sum_i \Delta \left(\frac{E_i}{Q_i} \right) \times \frac{Q_i}{Q} \times Q \\ &+ \sum_i \frac{E_i}{Q_i} \times \Delta \left(\frac{Q_i}{Q} \right) \times Q \\ &+ \sum_i \frac{E_i}{Q_i} \times \frac{Q_i}{Q} \times \Delta Q \\ &+ \text{交絡項} \dots (3) \end{aligned}$$

ここで、 Δ は各変数の変化分を示す。(3)式の右辺にある3つの項はそれぞれ、①各業種の原単位変化が電力需要を変動させる「原単位変化要因」、②各業種の産出額の構成比変化が電力需要を変動させる「産業構造変化要因」、③経済全体の産出額変化が電力需要を変動させる「経済規模変化要因」を示している。

なお、(3)式第2項で示される「産業構造変化要因」については、産出額構成比の変化自体は合計するとゼロであるものの、産業構造変化の変数に掛かるウェイト (E_i/Q_i) が異なっているため、基本的にはゼロとならない。産業構造変化要因は、相対的に原単位の高い産業の産出額構成比が拡大し、原単位の低い産業の産出額構成比が縮小すれば、電力需要のプラス要因となり、逆の産業構造変化が起



出所：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）と経済産業研究所（2015）を用いて、筆者作成。

図2 電力需要変化の要因別寄与度

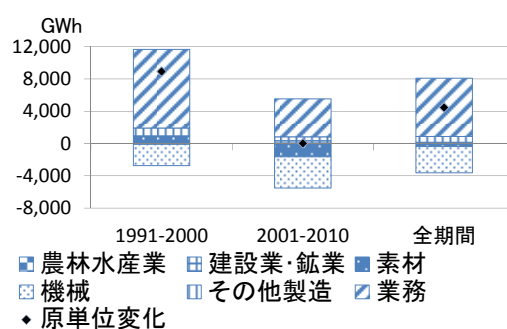
されればマイナス要因となる。「産業構造変化要因」は、この影響の大きさを測る指標となる。

図2は、1990～2010年の間、この3要因が電力需要の変動に対してどの程度影響を及ぼしていたのかを示している。

まず、全期間平均で、電力需要は年率1.2%増であった。この変化に対し最も寄与の大きかったのは原単位変化要因（同0.8%増）であり、次いで、経済規模変化要因（同0.6%増）がそれぞれプラスの寄与を示した。一方、産業構造変化要因（同0.2%減）はわずかにマイナスであった。

それぞれ期間ごとに詳細にみていくと、原単位変化要因については、1990年代は大きくプラスに寄与（年率1.5%増）していたが、2000年代にはそれが縮小し若干のプラス（同0.02%増）に留まっている。そこで、この原単位変化要因は、どの業種によってもたらされたものかを確認する。具体的には（3）式の第1項を業種別に示すことで、「原単位変化要因」として示したものがどの業種によってもたらされたものであるかを確認する。

図3は、図2の原単位変化要因を業種別に分解したものである。1990年代は業務のプラスの寄与が相対的に大きかったため、全体とし



出所：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）と経済産業研究所（2015）を用いて、筆者作成。

図3 電力需要変化に影響を与える原単位変化の業種別寄与

て原単位を押し上げていたが、2000年代に入り、業務の原単位の押し上げ幅が縮小したこと、機械のマイナスの寄与が拡大したこと、素材の原単位が低下傾向に転じたことなどから、2000年代の電力需要変化に対する原単位変化要因の寄与がほぼゼロとなった。

業務については期間内で一貫して原単位の上昇に寄与していた。例えば、オフィス業務のOA化の進展は、原単位上昇の要因の一つである可能性がある。事実、経済産業研究所（2015）をもとに、業務が含まれる非製造業のIT化の進展を確認してみると、IT資本ストック⁶の伸び率が、1990年代に年率6.6%増、2000年代に同3.0%増と増加傾向にあり、全資本ストックに占めるIT資本ストックの比率でも、4.7%（1990年）、6.5%（2000年）、8.5%（2010年）と一貫して上昇していた。

一方、機械は期間内で原単位の低下に寄与していた。特に2000年代はその押し下げ効果が大きくなっている⁷。機械の内訳をみると、

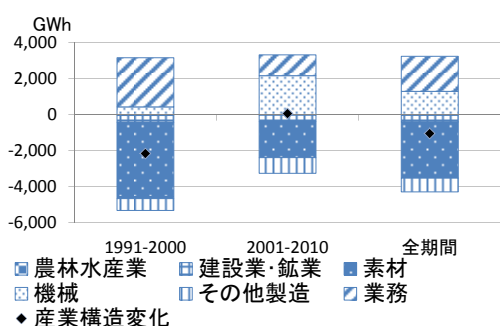
⁶ コンピュータ関連機器、電気通信機器などがIT資本ストックに含まれる。定義の詳細は、経済産業研究所（2015）を参照されたい。

⁷ 原単位自体の低下に加え、ウェイトとして利用する産出額シェアの水準が、1990年代よりも2000年代で高くなっていることも影響している。

表2 電気機械と輸送機械の
産出額と電力需要の伸び率

	産出額成長率 (年率)		電力需要成長率 (年率)	
	1990-2000	2000-2010	1990-2000	2000-2010
電気機械	4.4%	4.4%	1.1%	-1.9%
輸送機械	0.3%	1.8%	1.5%	-0.6%

出所：経済産業研究所（2015）と総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）に基づき、筆者作成。



出所：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）と経済産業研究所（2015）を用いて、筆者作成。

図4 電力需要変化に影響を与える
産業構造変化要因の業種別寄与

電気機械と輸送機械のウェイトが大きく、機械全体の動向に大きな影響を与える。表2に示したように、この2業種では、電力需要の伸びが1990年代はプラスであったものの、2000年代はマイナスに転じている。一方、産出額は2000年代に1990年代と同等かそれ以上の伸びを見せている。2000年代は景気回復とともに生産の増加が見られた時期であり、設備更新にあたって省エネ型のものに置き換えられた可能性がある。

図2に戻り、今度は産業構造変化要因の寄与をみると、1990年代にマイナス（年率0.4%減）、2000年代はほぼゼロ（年率0.02%増）となっている。そこで、どういった産業での構造変化が電力需要変化に大きな影響を及ぼしていたのかを確認するため、図2の産業構造変化要因を業種別に分解したものが図4で

ある。

これをみると、1990年代は、原単位の水準が高い素材の産出額が減少したことがマイナスに寄与した一方、業務の産出額は増加したことがプラスに寄与した。全体では、電力需要をやや押し下げる結果となっていたことがわかる。一方、2000年代は、1990年代に引き続き、素材の産出額の減少や、業務の産出額が増加したことに加え、機械の産出額の増加がみられた。結果として、全体では産業構造変化要因は電力需要変化に影響を及ぼしていない。

図2の経済規模変化要因の寄与は、1990年代よりも2000年代において縮小しているものの、生産は増加しており、両期間ともに電力需要の押し上げに寄与していた。

最後にまとめると、経済規模変化と原単位変化は電力需要を増加させる要因となった一方で、素材製造業の産出額構成比の低下と、相対的に原単位の小さな機械や業務の産出額構成比の上昇という産業構造の変化は、電力需要を減少させる要因となっていた。

2.2 地域の産業構造と電力需要の特徴

地域間の経済取引は国際間の経済取引と比較すると遥かに開放度が高く、各地域は競争力の高い産業に特化するため、地域によって産業構造は大きく異なっている。

2010年における地域の業種別産出額の構成比をみると（表3）、業務（44.2%～77.7%）や機械（0.5%～27.7%）では構成比の最大地域と最小地域の差が30ポイント近くにのぼり、地域によって産業の集積動向が大きく異なっている。それ以外でも、素材や農林水産業も変動係数が大きく、産出額構成比には地域間でばらつきがみられる。

1990～2010年の産出額構成比の変化は、ほとんどの地域で業務、機械の拡大と農林水産

表3 業種別実質産出額構成比

	農林水産業	建設業・鉱業	機械	素材	その他製造	業務
2010年産出額構成比(%)						
北海道	6.1	6.9	2.7	4.3	12.1	68.0
東北	3.2	7.3	13.0	6.3	10.3	60.0
北関東	2.0	5.4	23.7	10.9	13.9	44.2
首都圏	0.4	5.6	7.7	5.3	6.6	74.4
中部	0.9	4.9	27.7	8.0	11.4	47.2
北陸	1.1	7.3	16.0	9.9	9.5	56.1
関西	0.5	4.9	12.9	8.6	10.5	62.7
中国	1.2	4.5	16.1	16.1	12.1	50.1
四国	2.8	5.9	9.9	11.5	11.2	58.8
九州	3.0	5.9	12.0	7.3	9.3	62.4
沖縄	1.8	10.6	0.5	2.0	7.5	77.7
地域計	2.0	11.5	11.6	9.4	14.0	51.5
変動係数	0.7	0.2	0.7	0.5	0.2	0.2
1990～2010年産出額構成比変化						
北海道	-1.7	-7.8	1.6	-0.3	-2.8	11.0
東北	-2.1	-7.5	5.6	-0.1	-4.4	8.4
北関東	-0.7	-8.2	4.8	-1.1	-2.6	7.8
首都圏	-0.1	-5.7	-3.0	-1.7	-4.2	14.7
中部	-0.6	-4.8	6.3	-2.7	-5.0	6.7
北陸	-0.9	-6.4	6.9	-0.9	-6.8	8.1
関西	-0.2	-5.4	3.1	-2.2	-5.4	10.2
中国	-0.7	-5.0	3.3	-1.4	-2.9	6.7
四国	-1.8	-7.5	4.1	0.6	-5.7	10.3
九州	-1.5	-6.1	6.1	-1.6	-3.2	6.3
沖縄	-0.8	-7.8	0.1	0.0	-3.5	11.9
地域計	-0.6	-5.9	2.5	-1.6	-4.3	9.8

出所：電中研経済データベースより筆者作成。

業、建設業・鉱業、その他製造の縮小という全国の動きと同様である。しかし、産出額構成比の変化の大きさは、地域によって大きく異なっていると同時に、機械における首都圏や、素材における四国、沖縄等、業種によっては他の地域と異なる例外的な産業構造変化も生じている。

1990～2010年の20年間における電力需要変化の産業別寄与度⁸をみると(図5)、全地域で業務が全体の電力需要増に大きく貢献している、農林水産業や建設業・鉱業の電力需要が減少しているなど、共通の特徴が見られる。一方で製造業は、いずれの業種につい

⁸ 本節の電力需要は、前節同様に家庭・運輸部門以外の総電力需要(自家発を含む)を指す。データは「2014年度版総合エネルギー統計」の部門別総需要電力量を地域計として、地域別需要を推計したもの(推計方法は付録Cを参照)。「総合エネルギー統計」は地域データ(2012年度版都道府県別エネルギー消費統計)との整合性を取るために2014年度版を用いているため、2015年度版を用いた2.1節の全国値と本節の地域の合計値は異なっている。

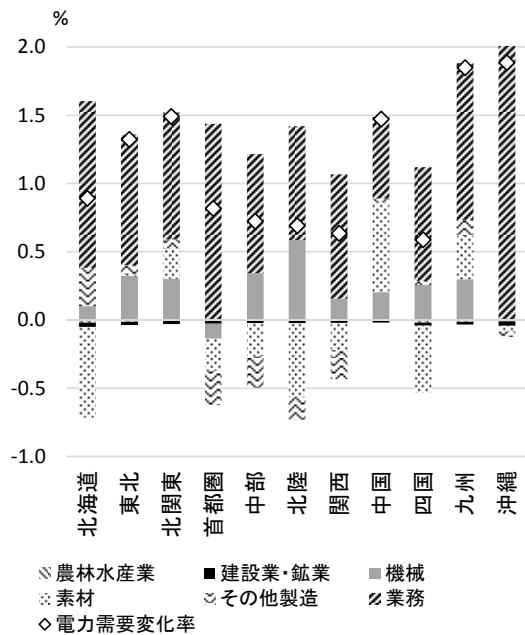


図5 電力需要変化の産業別寄与度(年率, 1990～2010年)

ても電力需要が増加している地域と減少している地域が混在している(図5)。特に、原単位の大きい素材製造業は大きなマイナス寄与となった地域(北海道, 北陸, 四国)がある一方で、電力需要増に大きく貢献した地域(中国, 九州)もあり、電力需要に与えた影響が地域別に異なっている。

(3)式により1990～2010年の電力需要の変化要因をみると、産業構造変化要因は、首都圏, 中部, 関西等でマイナスとなったのに対して、北海道, 東北, 四国, 北関東等ではプラスになっており、地域によって影響が異なっている(図6)。

2.1節で述べたように、産業構造変化要因は、産出額構成比の変化と共に相対的な原単位の水準にも影響を受ける。多くの地域では、素材, 農林水産業, 建設業・鉱業の産出額構成比が縮小し、業務と機械の産出額構成比が拡大している。一方、原単位については、業種別の大小関係は地域別に差異があるものの、素材が突出して高く、農林水産業や建設

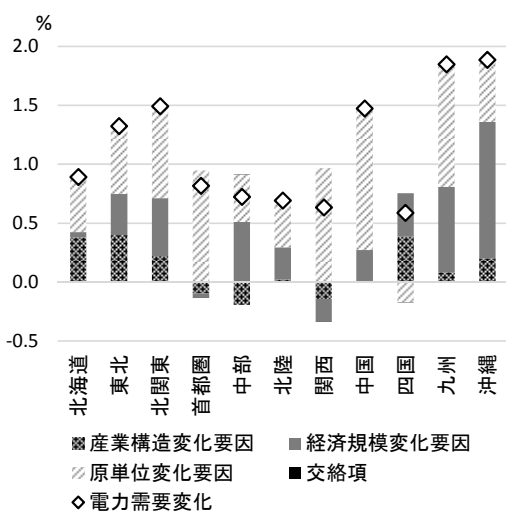
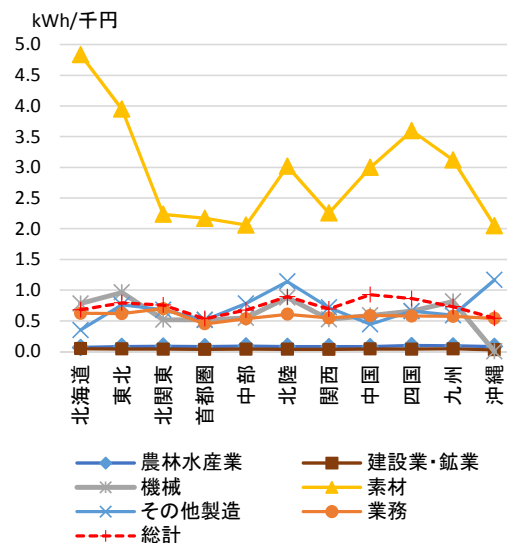


図6 電力需要変化の要因別寄与度
(年率, 1990~2010年)

業・鉱業が最も低いという、全地域共通の特徴がある(図7)。したがって、素材から業務や機械への産業構造変化は電力需要を減少させる一方で、農林水産業や建設業・鉱業から業務や機械への産業構造変化は電力需要を増加させる効果を持つ。多くの地域では電力需要に対して異なる効果を持つ2つの変化が同時に起きているため、どちらの効果も大きいことによって電力需要への影響が決まる。相対的に素材の縮小の影響が大きい首都圏、中部、関西では産業構造変化要因がマイナスになり、農林水産業や建設業・鉱業が縮小した影響が大きい他の地域では、産業構造変化要因がプラスになった。

経済規模変化要因は、首都圏と関西では電力需要の減少要因となったものの、その他の地域では電力需要の増加要因となった。しかし、原単位変化要因、産業構造変化要因、経済規模変化要因の3要因の中で、経済規模が最も大きな増加要因であったのは、沖縄と中部の2地域にとどまる。多くの地域では、原単位変化要因が最大の増加要因である。また、各地域とも産出額構成比の大きい業務の原単位上昇が、地域における電力需要増に貢献して



注) 原単位は1990年と2010年の平均値である。

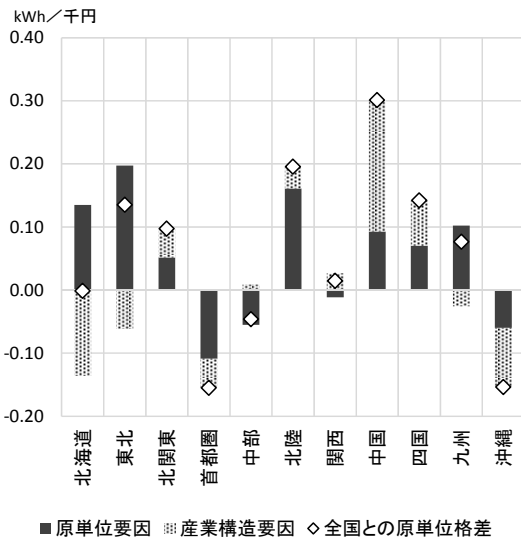
図7 業種別地域別原単位

いる。

経済規模以外の要因が地域の電力需要にどれだけ影響を与えているかをみるために、2010年における地域の原単位の地域差を生んでいる要因について、詳しく見てみよう(図8)。原単位は地域計では0.74kWh/千円となっている中で、最も小さい沖縄(0.58kWh/千円)から最も大きい中国(1.03kWh/千円)までは80%程度の大きな格差がある。

そこで、地域と全国平均との原単價格差を産業ごとの原単位の違い(原単位要因)と産出額構成比の違い(産業構造要因)に分解した結果を図8に示す。産業構造要因は、原単位が高い素材への特化が進んだ地域(中国、四国等)では全国平均よりも原単位を引き上げる要因となり、原単位の低い農林水産業や建設業・鉱業への特化が進んだ地域(北海道、東北、沖縄)では原単位を全国平均よりも引き下げる要因となっている。

産業ごとの原単位の違いを示す原単位要因は、東北、北陸、北海道等では全国平均よりも自地域の原単位を高める一方、首都圏、中部、沖縄等では全国平均よりも自地域の原単



注1) 全国との原単位格差は下式による。

$$\Delta e^r = \sum_i \Delta e_i^r \cdot \bar{w}_i^r + \sum_i \bar{e}_i^r \cdot \Delta w_i^r$$

e_i^r : r 地域産業の原単位

w_i^r : r 地域産業の実質産出額構成比

注2) Δ は全国と地域の値の格差を示す。

注3) $\bar{\sim}$ 線付きの変数は全国と地域の値の平均である。

図8 原単位格差の要因分解 (2010年)

位を大きく引き下げている。原単位の地域差が生じる原因について、本稿の業種区分の粗さに起因するものなのか、地域固有の条件によるものなのかを判断することは困難である。しかし、図8の原単位要因をさらに産業別に分解した図9をみると、首都圏と中部ではほとんどの業種で原単位が全国平均を下回っているのに対して、沖縄を除くその他の地域では、逆にほとんどの業種で原単位が全国平均を上回っていることが分かる。地域の原単位要因が業種によらず同方向の影響を示すことは、地域固有の条件が地域の産業別原単位に影響している可能性があることを示唆するものである⁹。

⁹ 首都圏、中部等の経済規模が大きい地域で原単位が低いことから、電力需要に関する規模の経済が生じている可能性もある。

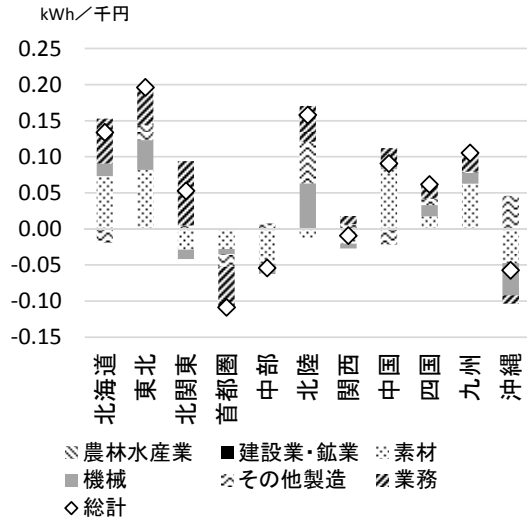


図9 産業ごとの原単位の違いによる原単位格差とその産業別寄与度 (2010年)

3. 2030年までの産業構造と電力需要

第2章では、1990～2010年の電力需要の変化を、産業構造に着目して分析した。以下では、将来の電力需要に対して、産業構造がどのように影響を及ぼしうるのかを検討する。

3.1 2030年までのマクロ経済・産業構造と電力需要

まず、浜渦 (2015) に基づく日本経済の成長見通しと、その下での産業構造を示す。見通しの主要な前提条件は、世界貿易の伸びと為替レート水準である¹⁰。これらが重要な前提条件である理由の一つは、将来の産業構造に大きな影響を及ぼすためである。

我が国の産業構造の将来像を見通す上で、の主要な視点の一つは、製造業の拡大の程度であると考えられる。我が国の人口減少が長期的に不可避とするならば、人口増に依拠した内需の大幅な増加に依存することはでき

¹⁰ その他の前提条件等については、浜渦 (2015) を参照されたい。

表4 マクロ経済・産業展望の結果

	2000-10 実績値	2010-30 将来展望
実質GDP (平均成長率)	0.8%	1.0%
名目GDP (平均成長率)	-0.6%	1.3%
実質 財・サービス輸出 (平均成長率)	4.3%	3.3%
製造業産出額 (平均成長率)	0.4%	0.6%
第三次産業 産出額 (平均成長率)	0.6%	1.0%
製造業産出額 構成比	32.5%	31.5%

注) GDPと輸出の将来成長率は、2012-30年間の数値である。また、製造業産出額の構成比は、2010年と2030年の数値である。

出所：浜潟（2015）より抜粋。

ず、全産業に占める産出額の構成比は大きくないものの、外需を取り込むことのできる製造業の浮沈は、我が国の経済成長やエネルギー需要に大きく影響を及ぼす。そして、前述の2つの前提条件は、その製造業の産出額の増加に影響を与える¹¹。

世界貿易は、世界経済の拡大の程度を示す指標として用いており、日本からの輸出の規模に影響を与える。実質世界輸入額（日本を除く）は、直近の10年間2000～10年の間で、年率4.7%の伸びを見せた。展望期間内では、先進国・新興国が共に堅調に成長することを見込み、実質世界輸入額の伸びを年率4.4%増と見込んだ。

為替レートについては、直近では2015年の実績値が平均121円／ドルであった。ここでは、若干の円高シフトを見込み2030年時点で110円／ドルとした。

以上の前提条件の下で得られた、マクロ経

表5 業種別の生産見通し

	産出額 (兆円)		構成比 (%)		産出額 成長率 (年率%)
	2010	2030	2010	2030	2010-2030
農林水産業	13	13	1.4	1.2	0.2
建設業・鉱業	57	63	6.2	5.8	0.5
製造業	310	348	33.8	32.3	0.6
うち素材	62	62	6.7	5.7	0.0
うち機械	166	209	18.1	19.3	1.2
うちその他製造	83	78	9.0	7.2	-0.3
業務	538	656	58.6	60.7	1.0
計	917	1,080	100.0	100.0	0.8

出所：浜潟（2015）に基づき、筆者作成。

済・産業構造展望の結果は、表4の通りである。

既に述べた前提条件は、まず輸出に直接的に影響を与える。世界貿易の拡大により、2000年代の実質輸出の成長率は2000年代（年率4.3%増）を下回るものの、展望期間内は年率3.3%増で成長する。輸出の伸びは、業種別の産出額にも波及する。製造業では、相対的に非製造業よりも輸出に依存している。そのため、輸出の伸びは製造業の生産増をもたらす。製造業の産出額は、年率0.6%増で成長する。製造業の成長を通じたGDPの増加は所得増をもたらす、民間消費の増加を通じて、他の産業の産出増加につながることになる。

業種ごとの生産動向については、浜潟（2015）をもとに本稿での6業種別に組み替えたものを、表5に示している。まず、農林水産業については、人口減少が直接的に農産物等の需要を減少させるため、これは生産減の一因となる。産出額の構成比は2010年の1.4%から2030年の1.2%と若干縮小し、20年間の成長率は年率0.2%増となる。

建設業・鉱業は、公共事業や住宅投資の大幅な増加は見込めず、成長は平均以下にとどまり、産出額の構成比も2010年比0.4%ポイント低下の5.8%となる。

素材製造業については、2章で検討したこれまでの産業構造変化要因のうち、電力需要に最も大きく影響を与えていた業種のひとつである。国際競争の激化や内需の減少傾向

¹¹ 前提条件の違いによって生じる、経済成長率や産業構造の差異等については、付録Bに「高成長ケース」、「低成長ケース」として示している。

などにより、大幅な生産増は見込めないと考えられ、今後20年間の成長率は年率0.0%とほぼ横ばいで、製造業平均（同0.6%増）を下回る。素材のうち、化学製品については、東日本大震災（以下、震災と記す）後に国内の供給体制が一時的に崩れた際に、海外の安価な製品に需要がシフトし、その後、国内の供給体制が回復しても、国内産品への需要が完全に戻っていないとの指摘もある。こうした見通しは、今後の国内生産の増加を見込みづらい状況を示唆するものである¹²。

機械は、世界的なIoT（Internet of Things）の進展や我が国の高い技術力を背景に、国内からの輸出も期待できることから、産出額成長率は年率1.2%増と試算され、産出額構成比も2010年比1.2%ポイント上昇の19.3%を見込む。

その他製造は、年率0.3%減となり、産出額の構成比が2010年の9.0%から2030年の7.2%へと、20年間で1.8%ポイント低下する。その他製造の主要業種は食料品製造業であり、人口減少に伴い生産減となる可能性が高い。

業務は、産出額の構成比が2010年の58.6%から2030年の60.7%へと、20年間で2.1%ポイント上昇する。人口減少の影響により、サービス消費の大幅な増加を期待することはできないため、飲食や娯楽などが含まれる対個人サービスは、年率0.6%増と産業計の成長率以下にとどまる。一方で、高齢化の進展を受けた医療・介護分野の成長や、情報通信サービスの利用拡大、ソフトウェア等のIT関連事業の拡大等により、通信・放送や対事業所サービスなどで成長が見込まれる。業務全体では、2030年までの20年間で産業平均を上回る年率

1.0%の伸びとなり、製造業の成長率を上回る。

浜潟（2015）では、2030年までのマクロ経済全体の成長率を年率1.0%増とみているが、この結果は、製造業が競争力を維持し生産を拡大させつつ、所得の増加がサービス産業の拡大をも促す姿を示している。

内閣府では「中長期の経済財政に関する試算¹³」として、10年間の将来にわたる成長見通しを毎年示しており、将来の見通しを比較するうえで参考となる。直近では、2016年1月に示されている。この中では、足元の潜在成長率並みに将来にわたって成長を見込むベースラインケースだけでなく、日本再興戦略¹⁴の効果を織り込むことで、ベースラインケースを上回る経済成長が達成されることを見込んだ「経済再生ケース」を提示している。「経済再生ケース」での2024年までの10年間の成長率の見通しは、年率2.0%増である¹⁵。ただし、この「経済再生ケース」は、その前提として全要素生産性（Total Factor Productivity, TFP）の伸びが2014～24年にかけて年率0.5%増から同2.2%増に高まることを見込んでいる。ベースラインケースにおいても、経済成長率は年率0.9%程度で、TFP上昇率を同0.5%増から同1.0%増程度まで上昇することを見込んでいることから、いずれにおいても経済成長のほとんどをTFPの上昇により達成する姿である。浜潟（2015）で指摘したような、資本の蓄積と生産性上昇によって経済成長を達成する姿とは、やや異なる。

これまで示したマクロ経済・産業構造展望ののもとで、2030年までの総電力需要を試算

¹² なお、素材の将来見通しについては、エネルギー需要を見通す上で重要なエネルギー多消費業種であることから、資源エネルギー庁（2015a）でも示されているが、その見通しは、概ね浜潟（2015）と同様であった。

¹³ 詳細は、内閣府（2016）を参照されたい。

¹⁴ 「『日本再興戦略』改訂2015」として、2015年6月30日に閣議決定されている。

¹⁵ この数値は、2015年7月に作成された、政府の「長期エネルギー需給見通し」においても参照されている（資源エネルギー庁、2015b）。

すると2012～2030年度平均で年率0.6%の増加となる（星野他, 2015a,b）¹⁶。同期間の経済成長率は年率1.0%であったために、両者の比率として算出される総電力需要のGDP弾性値は1を下回っている。既に2章でみたように、産業構造変化が電力需要を押し下げる要因であることに加え、展望期間内でも同様の産業構造変化が進むことが弾性値を押し下げている要因と考えられる。

また、この時、電力価格（電灯電力総合単価）は年率2.0%で上昇し、2030年度には26.70円/kWhとなる。電力価格の上昇の背後には、付録Aの前提条件で示したように、資源価格の上昇を見込んでいること、FIT負担の増加が見込まれることなどがある。本号の人見・星野（2016）でも指摘しているように、電力価格の上昇は、将来の各業種の原単位の低下をもたらす可能性がある。

3.2 2030年までの地域経済と産業構造

前節の産業構造展望と統合的な2030年までの地域経済の将来展望を、当所の田口・加部（2016）において描いている。

堅調な世界経済成長の下で成長が続く機械製造業は、各地域の経済成長を下支えする。輸出が成長の主要因である機械製造業は、他の業種と比較して、全ての地域で高い成長率を示すものの、地域別の産出額構成比が大きく異なるため、経済成長に対する寄与度は地域によって大きく異なる。

これに対して、素材は国際競争激化や内需の減少から、国内生産の拡大は見込めず、その他製造は国内向けの消費財需要が中心であるため、人口減少に伴って国内生産が縮小していく見込みである。したがって、素材、

その他製造が将来の地域経済の成長に寄与することは難しく、経済規模の縮小要因となる地域も多い。

非製造業の将来動向は、需要先が個人か産業かによって異なっている。個人を需要先とする業種については、全国的に人口が減少していく中で、大きな成長が見込めないことは各地域で共通であるが、地域の人口減少の大きさに依存して将来動向は異なる。対個人サービスは、人口減少が大きい北海道、東北、四国では生産規模が縮小する一方で、人口減少が小さい沖縄や首都圏等では、低成長ながらも拡大が続く。ただし、個人向け需要の中でも、医療・保健・介護については、全地域で高齢化を背景に生産規模は拡大し、高齢者の増加が大きい地域（首都圏、沖縄）で特に成長率が高くなる。

一方、産業向けを需要先とする業種は、労働力の減少に伴う合理化や情報化の進展から、将来の需要は増加する。対事業所サービスは全地域において成長が見込まれるが、一部の専門的なサービスは大都市に集積するため、特に首都圏や関西での成長が著しい。また、商業・金融保険・不動産についても、地域経済のインフラ的な役割が強く、各地域の経済規模が拡大する中では、全地域において堅調な成長が見込まれる。

3.3 2030年までの地域電力需要

本節では、3.1節と3.2節の2010～30年の産業構造・電力需要展望を利用して、将来の産業動向が地域の電力需要に与える影響を展望する。

2010～30年の電力需要は、全国の需要が年率0.2%増にとどまる中で、地域別の需要の伸びは-0.5%～0.7%の間に分布する（図10）。1990～2010年の地域別の電力需要の伸び率が0.5%～1.9%の間で分布していたのに対し

¹⁶ 2010～2030年度平均では年率0.2%増である。

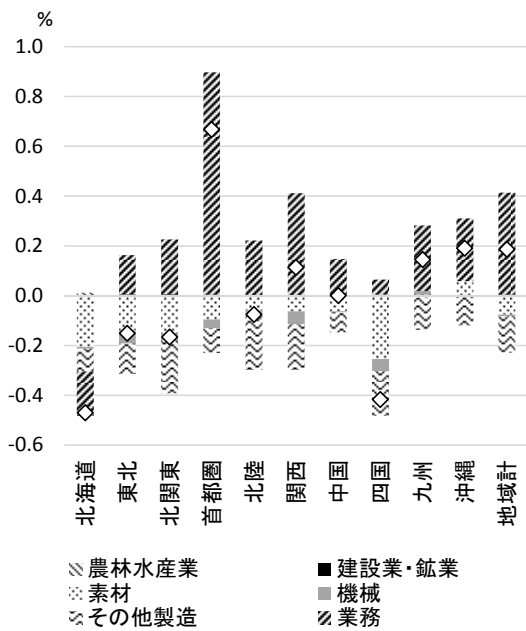


図10 電力需要展望・産業別寄与度
(年率, 2010~2030年)

(全国平均は1.0%), 各地域ともに電力需要は伸び悩み, 増加する地域(首都圏, 中部, 関西, 中国, 九州, 沖縄)と減少する地域(北海道, 東北, 北関東, 北陸, 四国)に分かれる結果となっている¹⁷。

製造業の電力需要が減少する一方で, 業務の電力需要は増加するという傾向はほぼ全地域で共通であるため, 地域の電力需要全体の動向は, どちらの影響が強いかにより依存する。3.2節で見たように地域別の産業動向は, 地域の人口動向や既存の産業集積に依存して異なっている。首都圏や関西, 沖縄等の業務部門の成長が相対的に大きい地域では, 総電力需要が増加し, 北海道, 四国, 北関東のように, 素材, その他製造のマイナス寄与を業務の成長によってカバーしきれない地域では

¹⁷ 2010~30年の間の電力需要の減少は, 必ずしも需要のピークを過ぎたことを意味するわけではない。2010年の各地域の電力需要が気温影響等から平年より大きかったことや, 2011年の震災による需要の大きな落ち込みも影響している。東北, 北関東, 北陸については, 2030年においても, 前年比較では電力需要が増加している。

総電力需要は減少する。

将来の電力需要の変化を要因別にみると(図11), 各地域ともに産業構造変化要因は相対的に小さいものの, 沖縄を除いては電力需要の減少要因となる。これは, 多くの地域で共通する, 素材やその他製造の産出額構成比の縮小と, 業務や機械の産出額構成比の拡大という産業構造変化が, 電力需要を減少させる効果を持つためである(図12)。しかし,

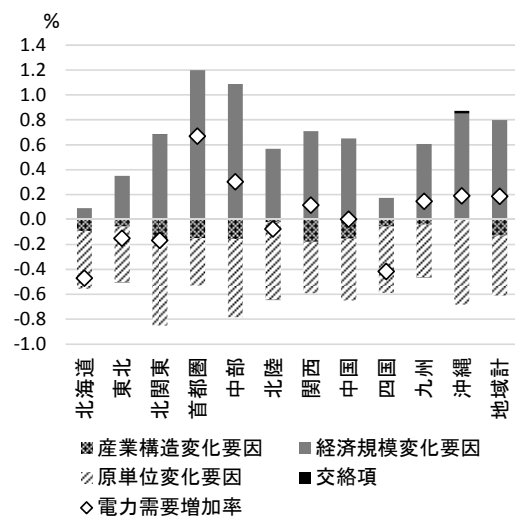


図11 電力需要展望・要因別寄与度
(年率, 2010~2030年)

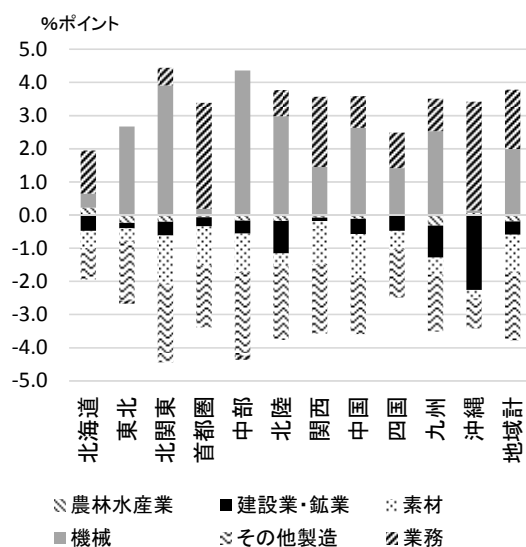


図12 産出額構成比の変化 (2010~30年)

「その他製造から業務や機械」への構造変化は、縮小する業種と拡大する業種の原単位に大きな差がないので、電力需要に与える影響は小さい。したがって、沖縄を除く全地域で産業構造変化要因がマイナスになる原因は、2.2節でみたように素材の産出額構成比の低下による影響が大きい。また、1990～2010年においては、原単位の低い農林水産業と建設業・鉱業の産出額構成比の縮小が電力需要の増加要因となっていたが、2010～30年については、ほとんどの地域で素材の産出額構成比の縮小が建設業・鉱業の縮小よりも大きい。これも、産業構造変化要因が全地域でマイナスとなった原因の一つである。

また、原単位変化要因についても、燃料価格の持続的な上昇や再エネ導入等を背景とした電力価格の上昇により、全地域で電力需要の減少要因となる¹⁸（図11）。1990～2010年においては、多くの地域で原単位の上昇が電力需要増の主要因であったが、2010～30年にかけては、もっぱら経済規模の拡大のみが電力需要を増加させる要因となる。しかし、国内全体の潜在成長力が低下する中で、各地の産出の成長率は0.2%～1.2%にとどまるため、電力需要を大きく伸ばす地域はない。最も経済規模が拡大すると見込まれる首都圏においても、2010～2030年までの電力需要の増加率は0.6%と、1990～2010年の全国平均1.0%を大きく下回る。また、産出の成長による経済規模変化要因が小さい地域では、長期的な電力需要は減少する見通しとなる。

4. 産業・業務用電力需要に対する産業構造の影響をどうみるか

本稿では、我が国の産業・業務用の電力需要と産業構造の関係性を、データから明らかにすると共に、将来の経済環境に関するシナリオが国内の産業構造と電力需要に及ぼす影響について分析した。

まず、2010年までの20年間についてみると、日本経済全体では、経済規模変化と原単位変化が電力需要を増加させる要因となった一方で、素材製造業の産出額構成比の低下と、機械や業務の産出額構成比の上昇という産業構造の変化は、電力需要を減少させる要因となっていた。しかし、地域別にみると、いずれの地域も機械や業務の産出額の構成比が高まる一方、構成比が低下した業種が地域別に異なっており、結果的に産業構造変化が電力需要を増加させる地域と減少させる地域に分かれた。

次に、当所の将来の産業展望によれば、機械や業務の産出額の構成比が高まる一方、素材の産出額の構成比は低下するという構造変化は今後も続く。このような産業構造変化は、素材の集積が小さい沖縄以外の全ての地域で電力需要を減少させる要因となり、電力価格が上昇するシナリオの下では原単位の低下も見込まれる。

我が国が堅調な成長をとげるシナリオにおいても、地域の経済規模の拡大が電力需要の増加に与える影響は小さく、産業構造変化や原単位変化が、地域の電力需要を長期的に減少させるリスクとなりうる。

なお、本稿の分析においては、特に地域別のデータについて震災後の公表データが十分でないという制約もあった。また、本号の間瀬・林田（2016）によれば、震災前後で大口径電力需要の生産弾力性に構造変化が見ら

¹⁸ 将来の原単位動向は、燃料価格やエネルギーミックスのシナリオに依存する。本稿の結果は付録Aの前提に基づいて算出したものであり、設定条件によって変動しうることに留意する必要がある。

れたとの指摘もあった。さらにデータを拡充していくとともに、産業構造だけでなく原単位の変化と電力需要の関係についても、分析を続けていく必要がある。

参考文献

- 経済産業研究所 (2015) 「日本産業生産性(JIP)データベース 2015」,
<http://www.rieti.go.jp/jp/database/JIP2015/index.html>, 平成 27 年 12 月 8 日公表, 最終アクセス日: 2016 年 2 月 17 日.
- 資源エネルギー庁 (2015a) 「第 3 回 総合エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し小委員会 会合資料 ~エネルギー需要見通しに関する基礎資料~」, 平成 27 年 2 月.
- 資源エネルギー庁 (2015b) 「長期エネルギー需給見通し」, 平成 27 年 7 月 16 日.
- 田口裕史・加部哲史 (2016) 「2030 年までの地域経済・産業構造展望」, 電力中央研究所報告, 近刊.
- 内閣府 (2016) 「中長期の経済財政に関する試算」, 平成 28 年 1 月 21 日経済財政諮問会議提出資料.
- 中野一慶 (2016) 「家庭部門の電力需要における人口・世帯構造の影響—先行研究の整理と課題—」, 電力経済研究, 第 63 号.
- 浜渦純大 (2015) 「2030 年までのマクロ経済・産業構造展望—エネルギー需給展望に向けた日本経済の成長力の見方—」, 電力中央研究所報告 Y14017.
- 人見和美・星野優子 (2016) 「産業・業務部門での東日本大震災以降の電力需要の変化要因」, 電力経済研究, 第 63 号.
- 星野優子・永田豊・浜渦純大 (2015a) 「2030 年までのエネルギー需給展望の見直し—2010 年度改訂版総合エネルギー統計に準拠した試算結果の概要—」, 電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー-SERC15001.
- 星野優子・永田豊・浜渦純大 (2015b) 「長期エネルギー需給見通しで想定された省エネ対策コストの推計」, 電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー-SERC15004.
- 間瀬貴之・林田元就 (2016) 「東日本大震災前後における産業用電力需要の構造変化—時系列分析によるアプローチ—」, 電力経済研究, 第 63 号.
- IEA (2014) *World Energy Outlook 2014*.

付録A 電力需要の将来見通し作成にあたっての前提条件

第3章における地域別の電力需要展望にあたり、その前提条件の詳細は星野 (2015a,b) にあるが、本付録ではその一部を簡単に説明する。

まず燃料価格については、IEA (2014) の New Policies Scenario のドル建ての名目価格、ならびに為替レートの将来見通しに基づき円建て価格を想定した。原油価格の2030年時点での名目価格は1キロリットル当たり12万5,000円強で年率3.5% (2013~30年) の上昇を見込んでいる。

また、再生可能エネルギーについては、長期エネルギー需給見通し小委員会での議論などを参考に、発電量について、太陽光746億kWh、風力181億kWh、と想定した。

原子力発電については、将来の稼働状況が不透明であることから、IEA (2014) に準じて想定した。2030年時点での原子力発電量は2,237億kWhと見込んでいる。

付録B マクロ経済・産業構造展望のシミュレーション

浜渦 (2015) では、マクロ経済と産業構造の見通しについて、標準ケースだけでなく、高成長や低成長ケースを試算し、上下に幅を持った定量的な将来像を示しており、以下ではその結果を示す。こうしたシミュレーションは、想定する前提条件が異なることによって、単に、経済成長率だけではなく、想定される産業構造なども異なることから、幅を持ったエネルギー需要の見通しを提示できるなどのメリットがある。

本付録では、第3章で示した海外経済や為

替レートの見通しという2つの前提条件が、幅を持って変化したときの我が国の産業構造への影響について示す。

まず、世界貿易は、実質世界輸入額の伸びを年率4.4%増と見込んでいたが、高成長ケースでは、先進国・新興国が共に高成長を達成する、低成長ケースでは、先進国・新興国の成長が鈍化することをそれぞれ想定し、実質世界輸入額の伸びをそれぞれ同5.0%増、同3.4%増と見込んだ。

為替レートについては、2030年で110円／ドルを見込んでいたが、高成長・低成長ケースではそれぞれ130円／ドル、90円／ドルとした。

こうした前提条件の違いは、まず輸出に直接的に影響を与える。展望期間内は年率3.3%増だったが、高成長ケースでは同4.1%増、低成長ケースでは同2.4%増と、ケース間で輸出の伸びに違いが生じる。

この違いは、業種別の産出額にも波及する。製造業では、相対的に非製造業よりも輸出に依存しているため、輸出の増加は製造業の生産増を、輸出の停滞は製造業の生産の停滞をそれぞれもたらす。

そのため高成長ケースでは、製造業の産出額成長率が1.3%増となり、2030年の製造業の産出額の構成比が2010年（32.5%）並みの32.3%に維持されるのに比べ、低成長ケースでは、製造業の成長率は年率0.3%減とマイナス成長に陥り、2030年にかけて製造業の産出額の構成比が低下（2030年に29.0%）する。

業務については、所得の増加が民間消費の拡大をもたらす、サービス業を中心とした生産が増加することとなるため、所得がより増加する高成長ケースでは年率1.4%増、低成長ケースでは年率0.6%増に留まる。

その結果、マクロ経済全体の2030年までの実質経済成長率は、高成長ケースでは同1.6%

増、低成長ケースでは、同0.4%増となった。

高成長ケースは、輸出増に伴い製造業が経済成長をけん引するとともに、所得の増加が消費増をもたらす、サービス業を中心とする業務の産出額も増加する姿となっている。

一方、低成長ケースでは逆の姿となり、製造業の国内生産の空洞化が進展し、経済成長には国内に残る業務が寄与するものの、その伸びは小さいという姿となっている。業務には医療・保健・衛生分野など、所得以外の要因によって消費や生産の増加が見込まれる業種がある。こうした点も、ケース間での業務の成長率の振れ幅が製造業に比べて小さくなっている要因の一つと考えられる。

付録C 地域別総電力需要の推計方法

r 地域 i 産業の総電力需要（ \hat{x}_i^r ）の推計値は部門別産出額（ z_i^r ）、全国の電力需要原単位（ \bar{e}_i ）、地域と全国との原単价格差（ θ_i^r ）を用い、A-1式によって推計している。

$$\hat{x}_i^r = \theta_i^r \bar{e}_i z_i^r \quad (\text{A-1})$$

ここで、 θ_i^r は全国の原単位と地域の原単位の補正比率であり、 r 地域 i 産業の総電力需要の参考値 x_i^r と産出額 z_i^r を用いてA-2式により計算される。

$$\theta_i^r = \frac{x_i^r / z_i^r}{\sum_r x_i^r / \sum_r z_i^r} \quad (\text{A-2})$$

ここでの参考値とは、全国の総電力需要量を分割するための、地域の部門別総電力需要を表した指標であり、製造業の各業種については、「販売電力+自家発・自家消費」（電力調査統計）、その他の業種については、都道府県別エネルギー消費統計の産業別総電力需要量を利用した。

一方、A-1式の全国の電力需要原単位（ \bar{e}_i ）

は各産業の地域の総電力需要参考値の合計と全国総電力需要（ y_i ）が一致する条件

$$y_i - \sum_r x_i^r = y_i - \bar{e}_i \sum_r \theta_i^r z_i^r = 0 \quad (\text{A-3})$$

より

$$\bar{e}_i = \frac{y_i}{\sum_r \theta_i^r z_i^r} \quad (\text{A-4})$$

と求めることができる。以上のような手順で、全国の総電力需要の推計値（星野他, 2015a）、地域の総電力需要の参考値、地域の産業別産出額を利用して、地域の総電力需要を推計している。

また、将来の推計期間の地域別電力需要については、A-5式の数理計画問題を解くことにより t 期の $\theta_{i,t}^r$ を推計し、A-1式によって推計値を求めている。A-5式における制約条件は地域計の総電力需要が別途推計した全国値に一致するための条件であり、地域の総需要が全国の推計値に一致するという条件の下で、地域と全国との原単價格差（ θ_i^r ）の時点変化ができるだけ小さくなるように推計を行ったものである。

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_r (\theta_{i,t}^r - \theta_{i,t-1}^r)^2 \\ \text{s.t.} \quad & \sum_r x_{i,t}^r = \sum_r \theta_{i,t}^r \cdot x_{i,t}^r \end{aligned} \quad (\text{A-5})$$

田口 裕史（たぐち ひろし）

電力中央研究所 社会経済研究所

浜潟 純大（はまがた すみお）

電力中央研究所 社会経済研究所

地域別エネルギー需要の実態把握

—「都道府県別エネルギー消費統計」による把握—

Findings of Regional Energy Demand

—Understanding by the “Energy Consumption Statistics by Prefecture”—

キーワード：地域別エネルギー需要，都道府県別エネルギー消費統計，実態把握

大塚 章弘

本稿では、「都道府県別エネルギー消費統計」を活用して、日本の地域におけるエネルギー需要の実態把握を行った。その結果、日本全体のエネルギー需要は1990年代から2000年代にかけて増加しており、家庭や業務といった民生部門および運輸部門が牽引していることが分かった。地域別動向では、東京電力管内の都県がエネルギー需要の増加に大きく寄与しているだけでなく、東北といった大都市地域以外の地域内各県のエネルギー需要も着実に伸びていることが分かった。エネルギー需要の変動を、一人あたりエネルギー需要の変動と人口変動に分解して考察した結果、一人あたりエネルギー需要がエネルギー需要全体に与える影響が大きく、特に大都市地域以外の地域エネルギー需要の増加は一人あたりエネルギー需要の増加によってもたらされたことが分かった。

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 問題意識：エネルギー需要の地域細分化は可能か 2. 「都道府県別エネルギー消費統計」とは <ol style="list-style-type: none"> 2.1 「都道府県別エネルギー消費統計」の考え方 2.2 「都道府県別エネルギー消費統計」の構造 2.3 統計利用の留意事項 3. 最終エネルギー消費の動向 | <ol style="list-style-type: none"> 3.1 全国の動向 3.2 地域の動向 4. 部門別エネルギー消費の地域別動向 5. 最終エネルギー消費の変動要因 6. 電化率の地域別動向 7. 将来の地域エネルギー・電力需要を把握するうえで必要なことは何か |
|---|--|

1. 問題意識：エネルギー需要の地域細分化は可能か

電力の小売全面自由化に続き、2017年にはガスの自由化も行われる。こうした中で将来の電力需要を見通すためには、電力に加えて、ガスも含むエネルギー総需要の実態を把握し、分析することが求められる。特に、今後、エネルギー総需要の動向を電力管内の地域区分で把握する意義が薄れてくる可能性もあるため、電力管内地域はもとより、電力管内地域をより細分化した都道府県レベルでの調査研究も求められる。しかしながら、日本の地域におけるエネルギー需要の動向に

関する研究は、大学や他の民間のシンクタンクなど国内の主要な研究機関において十分に調査検討されていないという現状がある。そこで本稿では、地域別エネルギー需要の研究を進める最初の段階として、近年整備された「都道府県別エネルギー消費統計」のデータを活用し、日本の地域別エネルギー需要の実態把握を行う。

以下、第二章において、「都道府県別エネルギー消費統計」の概要を説明し、統計を利用する際の留意点等を述べる。続く、第三章および第四章において、地域別エネルギー需要の実態を全国と都道府県別および部門別に把握する。第五章では、地域別エネルギー

需要の変動要因として、一人あたりエネルギー需要に着目した要因分解を行い、エネルギー総需要に対する一人あたりエネルギー需要の影響を明らかにする。第六章では、エネルギー総需要から電力の総需要を予測する方法を説明し、その際、重要な要素となる電化率の地域別動向を把握する。最後に結論と今後進めるべき分析課題をとりまとめる。

2. 「都道府県別エネルギー消費統計」とは

本章では、「都道府県別エネルギー消費統計」を解説する(戒能(2012a))¹。「都道府県別エネルギー消費統計」とは、「総合エネルギー統計」を基礎とした都道府県別のエネルギー消費の統計である。

2.1 「都道府県別エネルギー消費統計」の考え方

「都道府県別エネルギー消費統計」は、「総合エネルギー統計」のうち地域分割が可能な部門のみを都道府県別に分割推計し、再集計したものである(表1)。「総合エネルギー統計」の各部門のうち地域分割が困難な部門については、現状では「都道府県別エネルギー消費統計」において地域分割推計を行わず、算定から除外されている。それゆえ、後述するように「都道府県別エネルギー消費統計」の全国合計値は「総合エネルギー統計」の値と一致しない。

「都道府県別エネルギー消費統計」の地域分割手法については、以下の通りである。

製造業主要業種：

¹ 「都道府県別エネルギー消費統計」の電力に関する解説は大塚(2015)を参照

石油等消費動態統計の個票を都道府県別に再集計し、「総合エネルギー統計」と同じ算定手法を適用している。

農林・鉱・建設・中小製造業、民生業務他(第三次産業)業種：

産業連関表・投入表と「総合エネルギー統計」から推計した業種別・エネルギー別消費量を、各都道府県の県民経済計算上の該当業種の中間投入額の対全国構成比などから推計している。

家庭部門・家計乗用車(運輸)部門：

「家計調査報告」の都道府県県庁所在地集計値を利用し、「総合エネルギー統計」と同じ算定手法を適用している。

2.2 「都道府県別エネルギー消費統計」の構造

「都道府県別エネルギー消費統計」で推計対象となっている部門は以下のとおりである(詳細は表1参照)。

非製造業(農林水産業・鉱業・建設業)部門：

「都道府県別エネルギー消費統計」のうち、農林水産・鉱・建設業については、農林水産業と、建設業・鉱業の2部門に集約されている。農林水産・鉱・建設業については、産業連関推計法を用いて地域分割推計が行われている。

製造業部門：

「都道府県別エネルギー消費統計」のうち、製造業については、「化学・化繊・紙パ」「鉄鋼・非鉄・窯業土石」「機械」「重複補正」「他業種・中小製造業」の5部門に集約されている。製造業のうち、他業種・中小製造業部門以外の4部門については、「石油等消費動態統計」の個票を都道府県別に再集計処理して推計されている。一方、他業種・中小製造業部門につ

表1 「都道府県別エネルギー消費統計」の推計対象部門

統計の部門分類	対応する総合エネルギー統計の部門分類
#5000 最終エネルギー消費 (#6000～#8000 合計)	
#6000 産業 (#6100, #6500 合計)	
#6100 非製造業 (#6100A～#6100B 合計)	#6100 非製造業
#6100A 農林水産業	#6100 農林水産業
#6100B 建設業・鉱業	#6120 鉱業, #6150 建設業
#6500 製造業 (#6500A～#6500E 合計)	#6500 製造業
#6500A 化学・化繊・紙パ	#6520 パルプ紙紙製品, #6550 化学, #6530 化学繊維
#6500B 鉄鋼・非鉄・窯業土石	#6580 鉄鋼, #6570 窯業土石, #6590 非鉄地金, #6560 ガラス製品
#6500C 機械	#6600 機械
#6500D 重複補正	#6700 重複補正
#6500E 他業種・中小製造業	#6800 他業種・中小製造業, #6510 食料品, #6540 石油製品(他製品)
#7000 民生 (#7100, #7500 合計)	
#7100 家庭	#7100 家庭
#7500 業務他 (#7500A～#7900 合計)	#7500 業務他
#7500A 水道・廃棄物	#7510 水道・廃棄物
#7500B 商業・金融・不動産	#7600 商業・金融
#7500C 公共サービス	#7700 公共サービス
#7500D 対事業所サービス	#7810 対事業所サービス
#7500E 対個人サービス	#7850 対個人サービス
#7900 他業務・誤差	#7520 電気・ガス事業, #7530 運輸附帯サービス, #7540 通信放送, #7900 他・分類不明・誤差
#8000 運輸 (= #8110)	
#8110 旅客・乗用車	#8110 旅客・乗用車

出所：戒能（2012a, b）をもとに作成

注1) 「都道府県別エネルギー消費統計」に含まれない部門は以下の通りである。

(運輸部門：自動車以外の旅客) #8115 バス, #8120 鉄道, #8130 船舶, #8140 航空

(運輸部門：貨物) #8500 貨物

注2) 上記の対応表は「総合エネルギー統計」（2010年度版）に基づいている。2015年度に改訂された総合エネルギー統計については、本稿執筆時点において統計を解説した資料が公開されておらず、そのため推計部門の対応関係を確かめることができない。

いては概ね産業連関推計法を用いて推計されている。「総合エネルギー統計」と比較して部門が集約されている理由は、鉄鋼・化学などの工場・事業所は各都道府県に1つしかない場合が大半であるため、集約しない状態のまま開示しようとする統計法上の個別企業の秘密保護制限に抵触してしまい、統計値を公開できないためである。

民生業務他部門：

「都道府県別エネルギー消費統計」のうち、民生業務他部門（第三次産業）については、「水道・廃棄物」「商業・金融・不動産」「対事業

所サービス」「対個人サービス」「公共サービス」「他業務・誤差」の6部門に集約されている。これらの部門については、全て産業連関推計法を用いて地域分割推計が行われている。第三次産業に関する産業連関推計法を地域分割推計した際には、商業～公共サービスの各業種については製造業などと比較して相対的に大きな推計誤差が存在しており、誤差が10～20%に達する可能性があることに注意が必要であるとされている（戒能（2012a））。

民生家庭部門・家計乗用車部門：

「都道府県別エネルギー消費統計」のうち、

表2 部門別最終エネルギー消費の動向

	実績値(PJ, 2012年)	実績値の伸び (1990=100)	シェア(% 2012年)	シェアの変化 (%ポイント, 1990-2012 年)	寄与度(% 1990-2012 年)
最終エネルギー消費	12,158	105.79	100.00	-	-
産業	6,136	83.95	50.47	-13.13	-10.21
非製造業	497	79.64	4.09	-1.34	-1.11
製造業計	5,639	84.35	46.38	-11.79	-9.10
民生	4,956	143.19	40.76	10.65	13.01
家庭	2,016	126.00	16.58	2.66	3.62
業務他	2,940	157.96	24.18	7.99	9.39
運輸	1,067	147.59	8.77	2.48	2.99

出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

注1) 表の値は、「都道府県別エネルギー消費統計」の47都道府県合計値である。

注2) 2012年値は推計値である。

家庭部門・家計乗用車部門については、各都道府県の一般世帯のエネルギー消費を、「家計調査報告」における都道府県県庁所在地別・費目別世帯平均支出額推移を用いて推計されている。ただし、「家計調査報告」の調査対象世帯には偏りがあるため、該当する数値を直接算定に使用するのではなく、調査対象となった世帯が各都道府県の平均的な世帯像となるべく一致するように各種補正処理を行い、エネルギー消費量が算定されている。

2.3 統計利用の留意事項

「都道府県別エネルギー消費統計」は、基本的には「総合エネルギー統計」の計算方法をそのまま使用しているが、地域分割推計上の誤差の存在等に伴い、例外的に固有の算定方法を用いている。そのため、上述したように「都道府県別エネルギー消費統計」の合計値は必ずしも「総合エネルギー統計」と一致していない点には注意が必要である。

特に、「都道府県別エネルギー消費統計」の利用においては、以下の3点に注意することが必要であるとされる（戒能（2012a））。

1) 「総合エネルギー統計」上の誤差や地域分割推計上の誤差の存在、

2) 運輸貨物等部門、エネルギー転換部門

の算定除外、

3) 地熱・バイオマスなど再生可能エネルギーの算定除外。

さらに、統計上最新年の2012年度は推計値である点も注意が必要である（経済産業省資源エネルギー庁（2014））。「都道府県別エネルギー消費統計」に使用する公式統計の一つである「県民経済計算」は、2年度遅れで確報値が公表されるため、その公表を待つと、「総合エネルギー統計」と比較して1年度分の遅れが生じる。そのため、「県民経済計算」における中間投入額の時系列の推移から、回帰分析による推計を行い、直近年度の推計値を算定して当該遅延を補完している。この点は統計を利用する際、留意すべき事項である。

3. 最終エネルギー消費の動向

3.1 全国の動向

本章では、日本全体のエネルギー需要の実態を捉えるため、「都道府県別エネルギー消費統計」を活用して部門別の最終エネルギー消費の動向から把握する。

表2は、日本の部門別最終エネルギー消費

表3 地域別最終エネルギー消費の動向

	水準 (PJ, 2012年)	シェア (%, 2012年)	変化率(%, 1990-2012年)	寄与度(%, 1990-2012年)
北海道	520	4.28	12.53	0.50
東北	945	7.77	16.88	1.19
東京	4,031	33.15	11.28	3.55
中部	1,553	12.78	-1.06	-0.15
北陸	252	2.08	5.36	0.11
関西	1,688	13.88	-1.78	-0.27
中国	1,438	11.83	-0.41	-0.05
四国	398	3.27	7.56	0.24
九州	1,268	10.43	4.98	0.52
沖縄	66	0.54	29.49	0.13
全国	12,158	100.00	5.79	-

出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

注) 地域区分は次の通り。北海道（北海道）、東北（青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟）、東京（茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨）、中部（長野、岐阜、静岡、愛知、三重）、北陸（富山、石川、福井）、関西（滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山）、中国（鳥取、島根、岡山、広島、山口）、四国（徳島、香川、愛媛、高知）、九州（福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島）、沖縄（沖縄）。

の動向を示したものである。2012年の実績値では、最終エネルギー消費は12,158（PJ）である。このうち、産業部門の最終エネルギー消費は6,136（PJ）で全体の50.47%を占める。製造業は5,639（PJ）と全体の46.38%であり、日本のエネルギー需要の過半は産業部門、特に製造業によって占められている。一方、民生部門は4,956（PJ）で全体の40.76%であり、このうち家庭部門が2,016（PJ）、業務部門が2,940（PJ）で、民生部門では業務部門が若干大きい。運輸部門は1,067（PJ）であり、全体に占める割合は8.77%と小さい。

1990年を100として基準化した実績値の伸びを見ると、最終エネルギー消費全体は105.79と若干の伸びを示している。部門別で見ると、産業部門に対して民生および運輸部門は対照的な動きをしているのが特徴である。産業部門の実績値の伸びは非製造業、製造業の両部門において100を下回った。その一方、民生部門（家庭部門と業務部門）、および運輸部門は100を大きく超過しており、著しい伸びを示している。特に業務部門の伸びが著しい。

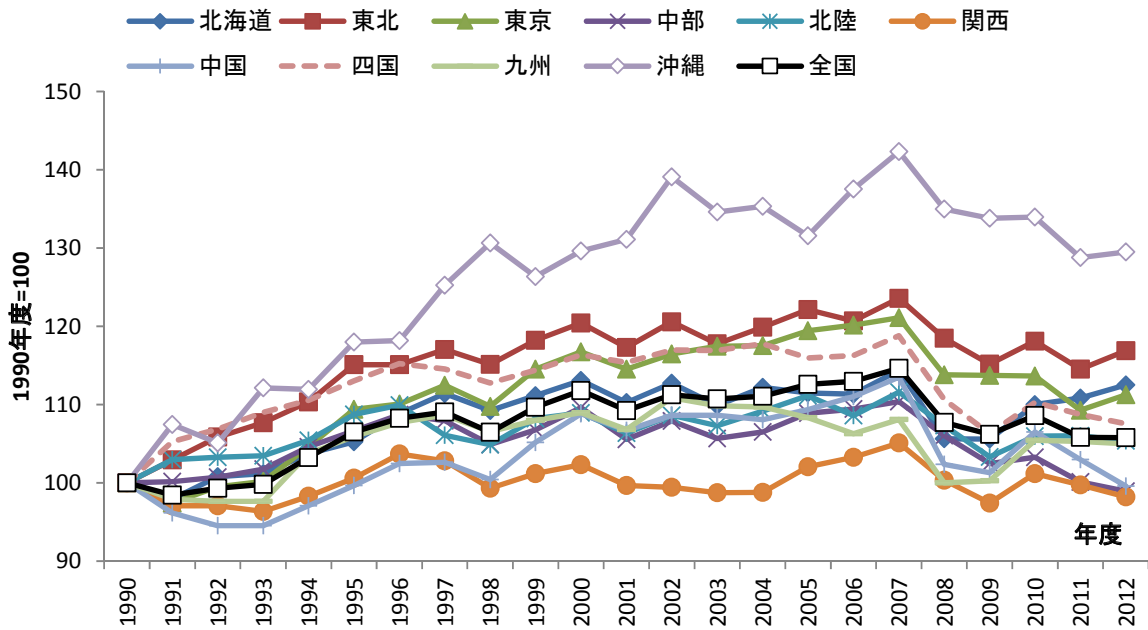
シェアの変化においても、産業部門が-13.13%ポイント程度、シェアを低下させた。製造業のシェアの低下は-11.79%ポイントと大きい。一方、民生部門を構成する家庭部門と運輸部門はそれぞれ2.66%ポイント、7.99%ポイントシェアを増加させた。

そのため、最終エネルギー消費全体の変化に対する寄与度を計算すると、製造業は-9.10%で最終エネルギー消費全体の減少に大きく影響する一方で、家庭部門と業務部門は3.62%および9.39%の寄与度で最終エネルギー消費全体を大きく増加させた。

このように、産業部門、特に製造業のエネルギー需要は観測期間を通じて減少し、日本全体のエネルギー需要を大きく減少させるように働いてきた。その一方で、家庭、業務といった民生部門のエネルギー需要は観測期間を通じて増加し、日本全体のエネルギー需要の増加に寄与した。

3.2 地域の動向

こうした全国の動向を踏まえ、電力管内地域および都道府県におけるエネルギー需要



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図1 地域別最終エネルギー消費の伸び (1990年度=100)

の実態を把握する。表3は、2012年時点における地域別最終エネルギー消費の水準と対全国シェア、変化率および全国の変化に対する寄与度を示したものである。この地域区分は電力管内地域に準じた地域区分であり、電力中央研究所が経済分析で採用している区分である。

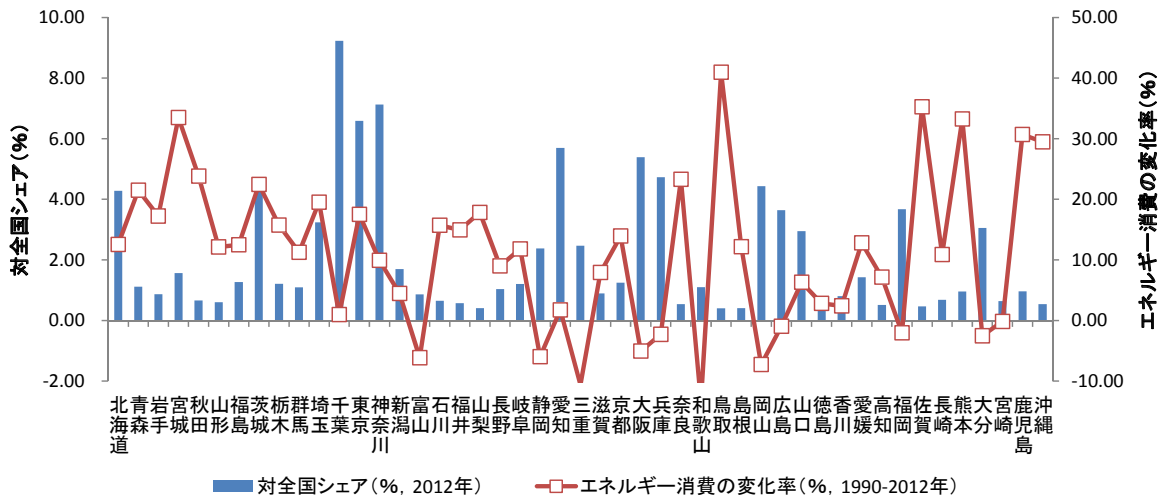
対全国シェアを見ると、最もシェアの高い地域は東京であり33.15%を占める。次いで、関西(13.88%)、中部(12.78%)と大都市地域が大きな割合を占める。地方でシェアが大きい地域は中国と九州である。しかし、最終エネルギー消費の変化率は対全国シェアの大きさと連動しない。例えば、東京は変化率が正であるが、関西や中部の変化率は負である。それゆえ、全国の変化に対する寄与度をみると、東京が正で最も大きい一方で、関西および中部は負である。

図1では、地域別最終エネルギー消費の伸びを示している。沖縄が突出して伸びており、北海道や東北、四国といった地方が全国を上

回っている。東京以外の大都市地域である関西と中部は全国の伸びを下回っていることが確認できる。全国のエネルギー最終消費の増加に貢献したのは東京および大都市地域以外の地方であることが読み取れる。

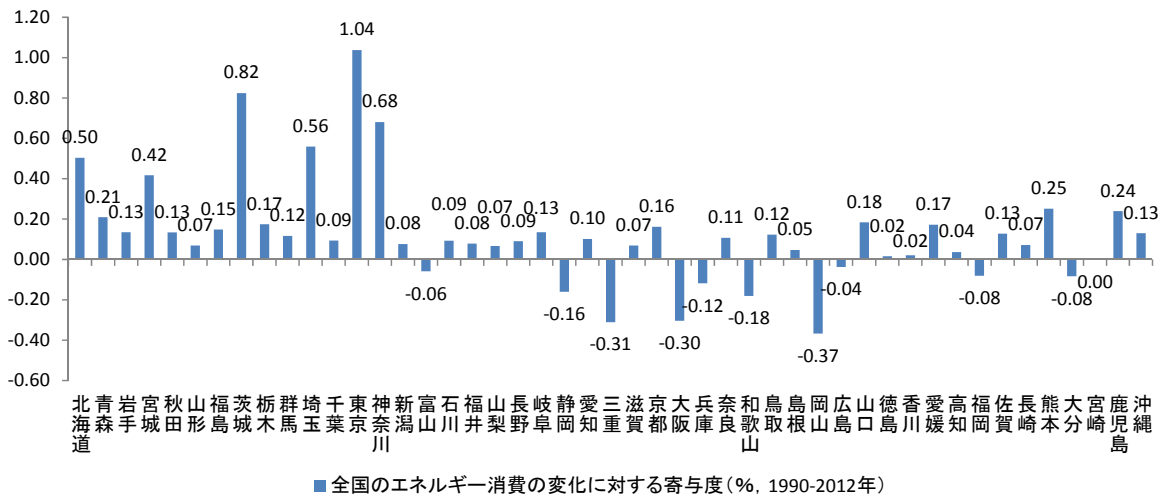
図2は都道府県における2012年時点の最終エネルギー消費の対全国シェアとその変化率を示したものである。対全国シェアを見ると、最もシェアの高い地域は千葉県であり9.23%を占めている。次いで、神奈川県(7.13%)、東京都(6.58%)、愛知県(5.69%)、大阪府(5.39%)と続いている。これらの都道府県はすべて大都市地域に該当する。一方、都道府県で見ても、最終エネルギー消費の変化率は対全国シェアの大きさと連動しない。変化率が最も大きい都道府県は鳥取県の40.97%であり、次いで、佐賀県(35.26%)となっている。大都市地域に該当する各県の変化率はおおむね正であるが、その値はシェアの大きさと比較すると大きくない。

全国最終エネルギー消費の変化に対す



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図2 都道府県の最終エネルギー消費の動向



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図3 都道府県の最終エネルギー消費の寄与度

る都道府県別寄与度を計算すると、大半の都道府県において正であることが確認できる(図3)。東京都の寄与度が1.04%と最も大きく、茨城県が0.82%、神奈川県が0.68%と東京地域に該当する都県で寄与度が大きい。その反面、関西や中部地域を構成する各県の寄与度は小さい。地方では北海道および東北地域の全ての県で寄与度が正である。また、四国や九州地域内の各県でも正の寄与度を示している県が多く存在する。

このように、日本のエネルギー需要を地域別および都道府県別で見ると、日本のエネルギー需要全体の増加に大きく寄与したのは東京電力管内であることが分かる。同時に、関西や中部地域といった他の大都市地域のエネルギー需要の伸びは全国平均を下回っており、全国のエネルギー需要の増加にはあまり影響していない。日本のエネルギー需要の増加は東京電力管内を構成する都県および大都市以外の道府県によってもたらされ

表4 部門別最終エネルギー消費の地域別動向（年度，TJ）

		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国
産業 非製造業	1990	60,233	80,407	139,383	77,792	16,527	59,576	36,917	47,478	100,809	4,570	623,691
	2000	48,073	74,998	113,871	69,738	16,125	56,013	32,242	35,646	87,048	4,215	537,968
	2012	47,080	65,996	116,461	61,207	13,167	41,745	26,797	34,505	86,413	3,308	496,680
	2000/1990 %	-2.23%	-0.69%	-2.00%	-1.09%	-0.25%	-0.61%	-1.34%	-2.83%	-1.46%	-0.80%	-1.47%
	2012/2000 %	-0.17%	-1.06%	0.19%	-1.08%	-1.67%	-2.42%	-1.53%	-0.27%	-0.06%	-2.00%	-0.66%
2012/1990 %	-1.11%	-0.89%	-0.81%	-1.08%	-1.03%	-1.60%	-1.45%	-1.44%	-0.70%	-1.46%	-1.03%	
産業 製造業	1990	161,631	307,569	2,097,745	955,741	107,427	978,501	1,156,569	199,414	708,129	12,606	6,685,331
	2000	148,917	324,157	2,265,815	939,475	97,795	852,589	1,202,244	215,590	686,636	13,714	6,746,932
	2012	154,326	273,029	1,876,446	697,117	77,336	722,638	1,051,532	186,189	588,425	12,117	5,639,155
	2000/1990 %	-0.82%	0.53%	0.77%	-0.17%	-0.93%	-1.37%	0.39%	0.78%	-0.31%	0.85%	0.09%
	2012/2000 %	0.30%	-1.42%	-1.56%	-2.46%	-1.94%	-1.37%	-1.11%	-1.21%	-1.28%	-1.03%	-1.48%
2012/1990 %	-0.21%	-0.54%	-0.51%	-1.42%	-1.48%	-1.37%	-0.43%	-0.31%	-0.84%	-0.18%	-0.77%	
民生 家庭	1990	118,202	179,681	519,184	196,107	43,884	260,102	88,473	43,356	139,031	11,916	1,599,936
	2000	153,205	241,309	679,329	248,423	52,525	333,387	114,554	62,164	180,498	15,227	2,080,619
	2012	134,659	222,090	664,888	265,685	52,356	321,771	110,423	54,445	174,385	15,169	2,015,871
	2000/1990 %	2.63%	2.99%	2.72%	2.39%	1.81%	2.51%	2.62%	3.67%	2.64%	2.48%	2.66%
	2012/2000 %	-1.07%	-0.69%	-0.18%	0.56%	-0.03%	-0.30%	-0.31%	-1.10%	-0.29%	-0.03%	-0.26%
2012/1990 %	0.59%	0.97%	1.13%	1.39%	0.81%	0.97%	1.01%	1.04%	1.04%	1.10%	1.06%	
民生 業務他	1990	88,245	161,827	662,571	224,661	46,526	323,348	114,301	52,882	173,134	13,666	1,861,160
	2000	115,472	221,938	900,467	307,289	64,041	401,121	150,297	74,828	239,585	21,045	2,496,082
	2012	129,373	252,973	1,085,899	364,891	76,098	471,402	168,847	84,264	284,775	21,455	2,939,977
	2000/1990 %	2.73%	3.21%	3.12%	3.18%	3.25%	2.18%	2.78%	3.53%	3.30%	4.41%	2.98%
	2012/2000 %	0.95%	1.10%	1.57%	1.44%	1.45%	1.35%	0.97%	0.99%	1.45%	0.16%	1.37%
2012/1990 %	1.75%	2.05%	2.27%	2.23%	2.26%	1.73%	1.79%	2.14%	2.29%	2.07%	2.10%	
運輸	1990	33,852	78,818	203,255	115,624	25,270	96,982	47,429	26,653	86,907	7,868	722,658
	2000	56,919	110,841	269,263	155,943	30,567	115,141	71,696	42,146	122,860	11,426	986,801
	2012	54,618	130,695	286,878	164,357	33,526	130,385	80,132	38,323	134,187	13,506	1,066,605
	2000/1990 %	5.33%	3.47%	2.85%	3.04%	1.92%	1.73%	4.22%	4.69%	3.52%	3.80%	3.16%
	2012/2000 %	-0.34%	1.38%	0.53%	0.44%	0.77%	1.04%	0.93%	-0.79%	0.74%	1.40%	0.65%
2012/1990 %	2.20%	2.33%	1.58%	1.61%	1.29%	1.35%	2.41%	1.66%	1.99%	2.49%	1.79%	

出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

たことが確認できる。

4. 部門別エネルギー消費の地域別動向

部門別エネルギー需要の地域別動向を観察しよう。表4は、部門別最終エネルギー消費の地域別の時系列推移を示したものである。産業部門の最終エネルギー消費は、非製造業、製造業の両部門において、全ての地域で減少した。非製造業は、関西や中部といった大都市地域に加え、北海道、中国、四国、沖縄の減少率が全国を上回っている。

変化率を1990年代と2000年代で比較すると、1990年代の変化率のほうが大きかった。製造業の最終エネルギー消費も減少が著しい。特に、関西や中部といった大都市地域の減少が著しく、全国の動向を上回っている。変化率の年代別比較では、1990年代よりも2000年代の変化率が大きく、2000年代に各地域で製造業の最終エネルギー消費は大きく

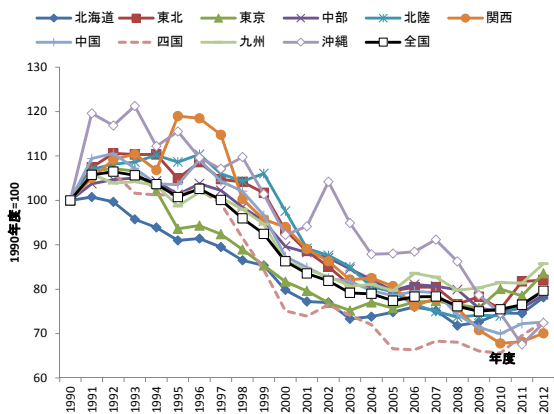
減少した。

表5は、製造品出荷額とエネルギー需要の年代別地域別変化率を比較したものである。特に東日本の地域で製造品出荷額は2000年代に大きく減少した。大半の地域において、出荷額とエネルギー需要の変化率は連動している。しかし、中部と中国、四国、九州では、2000年代において製造品出荷額が増加したにもかかわらず、エネルギー需要は減少し

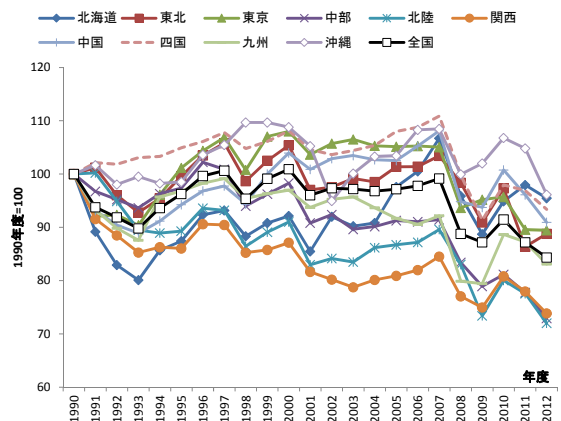
表5 製造品出荷額とエネルギー需要の変化率（年率平均，%）

	製造品出荷額		エネルギー需要	
	1990年代	2000年代	1990年代	2000年代
北海道	-0.03%	0.31%	-0.82%	0.30%
東北	0.97%	-1.24%	0.53%	-1.42%
東京	-1.44%	-1.58%	0.77%	-1.56%
中部	-0.20%	0.55%	-0.17%	-2.46%
北陸	-0.32%	-0.27%	-0.93%	-1.94%
関西	-1.53%	-0.55%	-1.37%	-1.37%
中国	-0.86%	1.08%	0.39%	-1.11%
四国	-0.01%	1.42%	0.78%	-1.21%
九州	0.80%	0.79%	-0.31%	-1.28%
沖縄	1.83%	-0.36%	0.85%	-1.03%
全国	-0.73%	-0.33%	0.09%	-1.48%

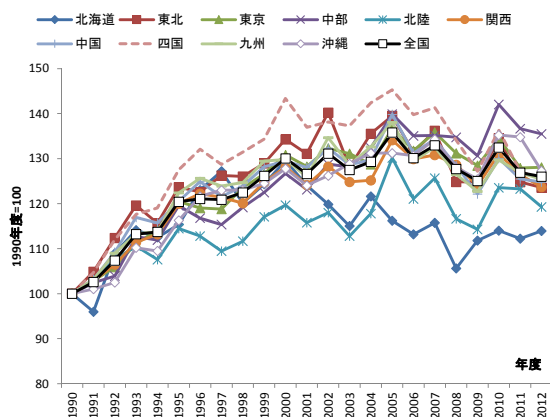
出所：「工業統計」，「都道府県別エネルギー消費統計」



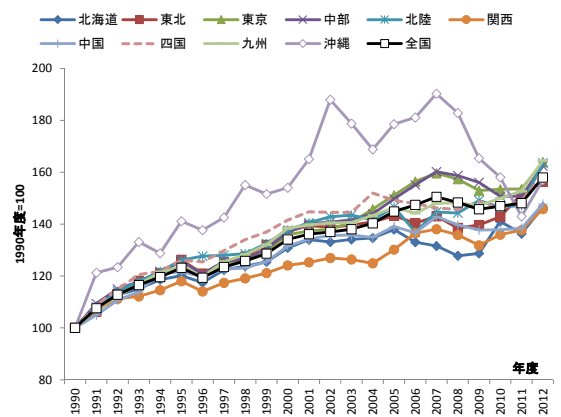
(a) 産業部門（非製造業）



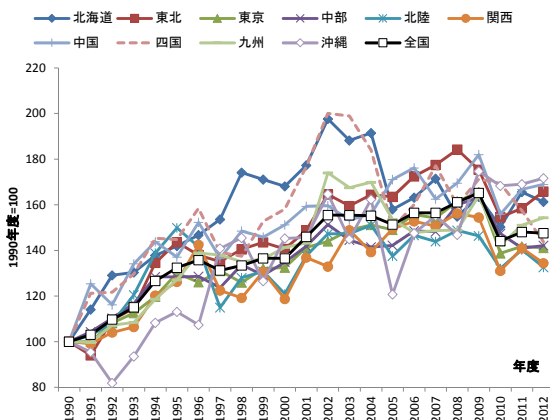
(b) 産業部門（製造業）



(c) 民生部門（家庭）



(d) 民生部門（業務他）



(e) 運輸部門

出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図4 部門別エネルギー需要の地域別伸び（1990年度=100）

ている。これは、これらの地域で出荷額あたりエネルギー需要が減少したことを意味する。原因としては省エネの進展などが考えられるが、この要因を探っていくことは今後の

分析課題となる。

図4 (a, b) は産業部門の最終エネルギー消費の伸びを示している。非製造業は時系列的に減少傾向で推移しており、地域間で顕著な

格差はない。一方、製造業は1990年代は横ばいに推移しているものの、2000年代に大きく落ち込んでいる。関西と北陸の二地域が全国平均を大きく下回り、観測期間を通じて減少傾向で推移しているのが特徴的である。

民生部門および運輸部門の最終エネルギー消費は各地域で増加傾向を示している(表4)。民生部門のうち家庭部門は、1990年代の増加傾向が顕著である一方、2000年代は中部以外で落ち込みが見られる。観測期間を通じて東京、中部、沖縄の増加率が全国を超過する一方で、関西の伸びが弱い。業務部門も同様に、1990年代は2000年代に比べて増加傾向が顕著であった。地域別の傾向も東京や中部、北陸、四国、九州が全国の伸びを超過する一方で、関西の伸びが弱いのが特徴である。

図4(c, d)は、家庭部門および業務部門における最終エネルギー消費の伸びを示している。家庭部門では各地域で1990年代の伸びが著しい一方で2000年代は伸び悩んでいる。2011年以降は伸び率が鈍化しており、震災の影響が表れているのかもしれない。業務部門は各地域で着実に増加しており、明確な地域差は見られない。家庭部門とは異なり、2011年以降の動向を見ると震災の影響と思われる傾向は把握できない。

最後に、運輸部門の最終エネルギー消費は各地域で伸びが著しかったが、業務部門ほどには大きくなかった(表4)。運輸部門は民生部門と同様に、1990年代の伸び率が2000年代の伸び率を上回っている。特に、北海道、東北、沖縄で観測期間を通じた伸び率が2%を超過しており、大都市地域以外の地方における伸びが著しい。

図4(e)は、運輸部門における最終エネルギー消費の伸びを示している。家庭部門と同様に1990年代の伸びが著しい一方で2000年代は伸び悩んでいる。民生部門と同様に明確

な地域差は見られない。

5. 最終エネルギー消費の変動要因

日本の地域別エネルギー需要の動向を把握した上で、こうした地域別エネルギー需要の変動を規定している要因を見ていきたい。

最終エネルギー消費は次のように展開できる。

$$\begin{aligned} \text{最終エネルギー消費} &= \\ & \text{一人あたりエネルギー需要} \times \text{人口} \end{aligned}$$

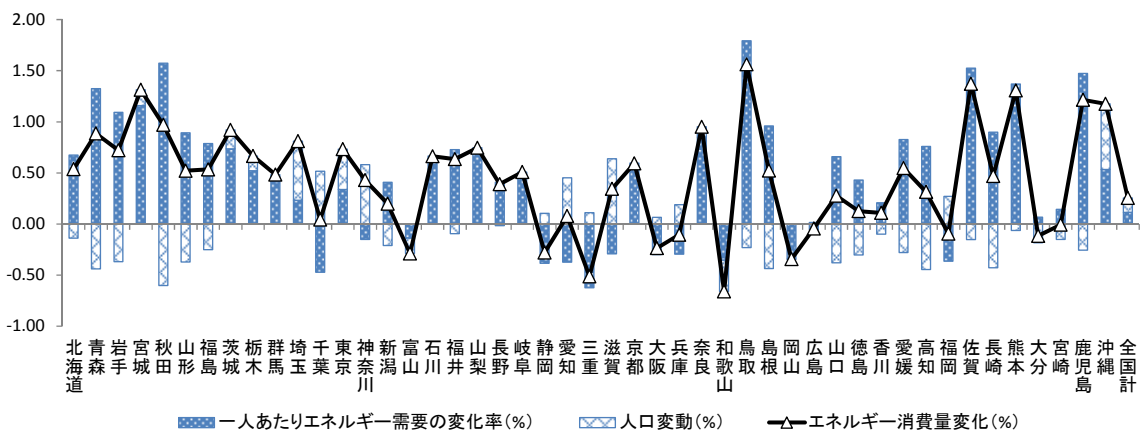
これにより、最終エネルギー消費の変化は、一人あたりエネルギー需要の変化と人口成長に分解が可能である。つまり、

$$\begin{aligned} \Delta \text{最終エネルギー消費} &= \\ & \Delta \text{一人あたりエネルギー需要} + \Delta \text{人口} \end{aligned}$$

である。 Δ は変化率であり、対数の差分近似を表す。

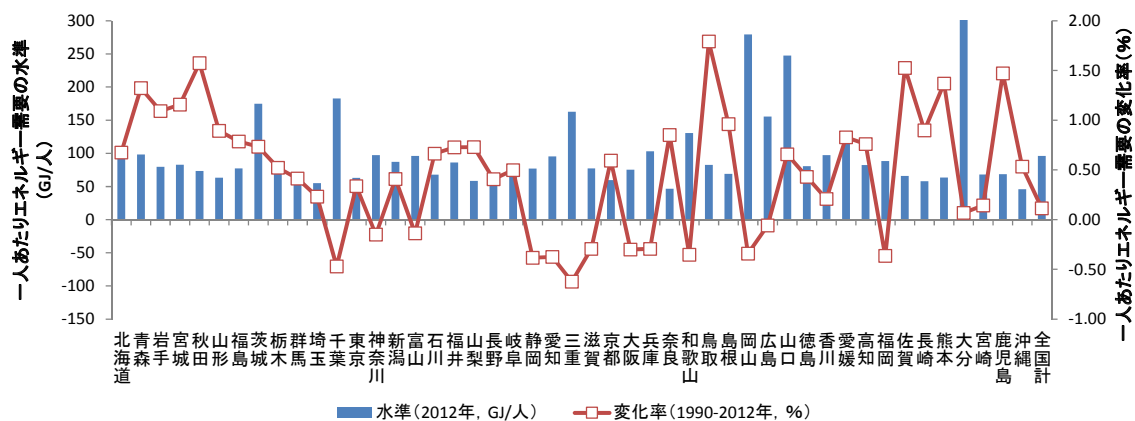
図5は各都道府県の最終エネルギー消費の変化率をこの分解式に従って要因分解した結果を示したものである。ほとんど全ての都道府県で一人あたりエネルギー需要の変化が、人口変動を上回っていることが分かる。

一人あたりエネルギー需要の増加は秋田県が最大であり、東京都や大阪府、愛知県といった大都市地域は小さく、特に大阪府と愛知県の値は負である。東京、関西、中部地域の各県は、一人あたりエネルギー需要の増加よりもむしろ人口成長によってエネルギー消費全体が増加した。その一方で、地方では、人口が減少している中、一人あたりエネルギー需要が増加することによって最終エネルギー消費全体が増加した可能性があることが窺われる。



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」，住民基本台帳人口

図5 都道府県の最終エネルギー消費の要因分解（1990年－2012年）



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」，住民基本台帳人口

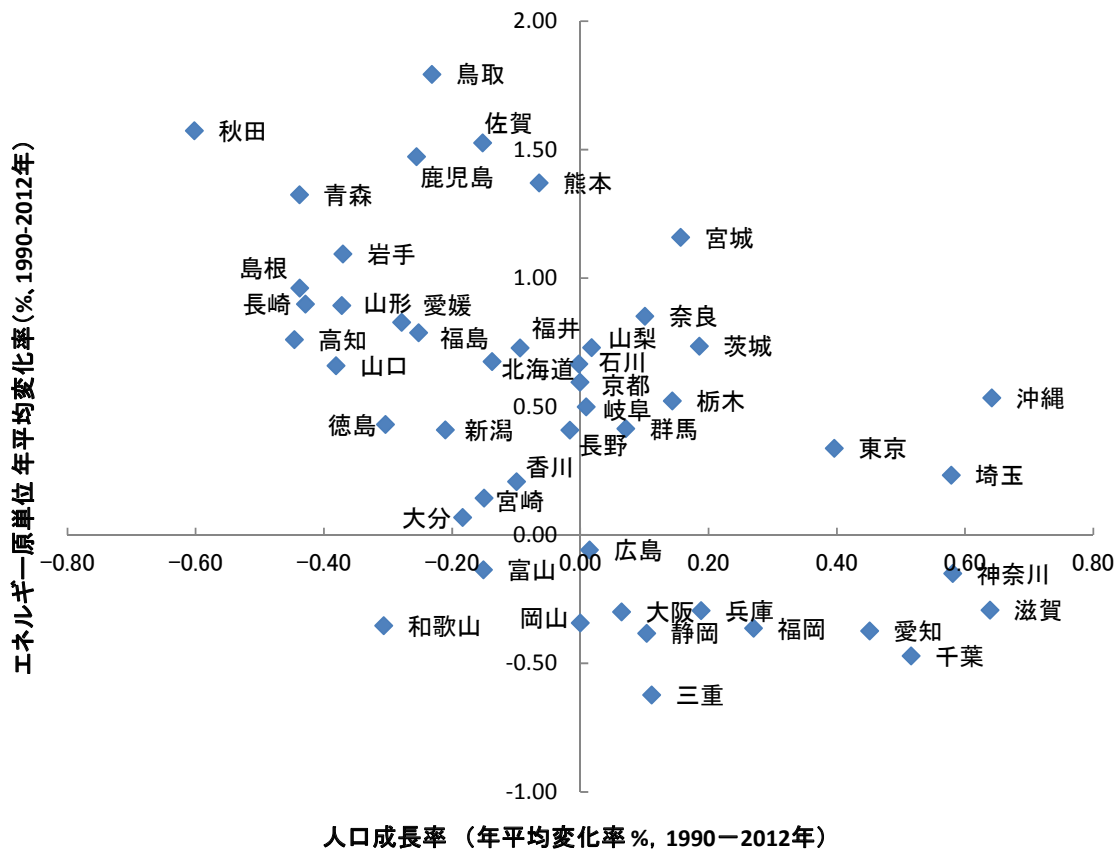
図6 都道府県の一人あたりエネルギー需要の現状

そこで、各都道府県における一人あたりエネルギー需要の現状を確認する。図6は、各都道府県における一人あたりエネルギー需要の水準（2012年値）とその変化率を示したものである。

一人あたりエネルギー需要の水準は大分県が310.4（GJ/人）と最も高い。次いで岡山県（279.2）、山口県（247.7）、千葉県（182.6）、三重県（162.8）と続いている。これらの各県は製造業が集積しており、特にエネルギー集約的な製造業業種が集中する石油・化学コンビナートを有している。その一方で、東京都（63.0）をはじめ、大阪府（75.5）や愛知県

（95.3）など大都市地域で全国平均（96.0）を下回る傾向にある。産業部門と比較して民生部門は一人あたりエネルギー需要が小さいため、人口や業務部門が集まる地域では、一人あたりエネルギー需要が小さい傾向にあることが推察される。一人あたりエネルギー需要の伸びは、大都市地域よりも地方で高い。北海道や東北、北陸、中国、四国、九州地域の各県で一人あたりエネルギー需要の伸びが著しいのが特徴である。

観測期間における一人あたりエネルギー需要（「エネルギー消費原単位」）の変化と人口の変化との関係をプロットした（図7）。全



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」，住民基本台帳人口

図7 一人あたりエネルギー需要の変動と人口変動との関係

体で以下4つの象限に分けて考えることができる。

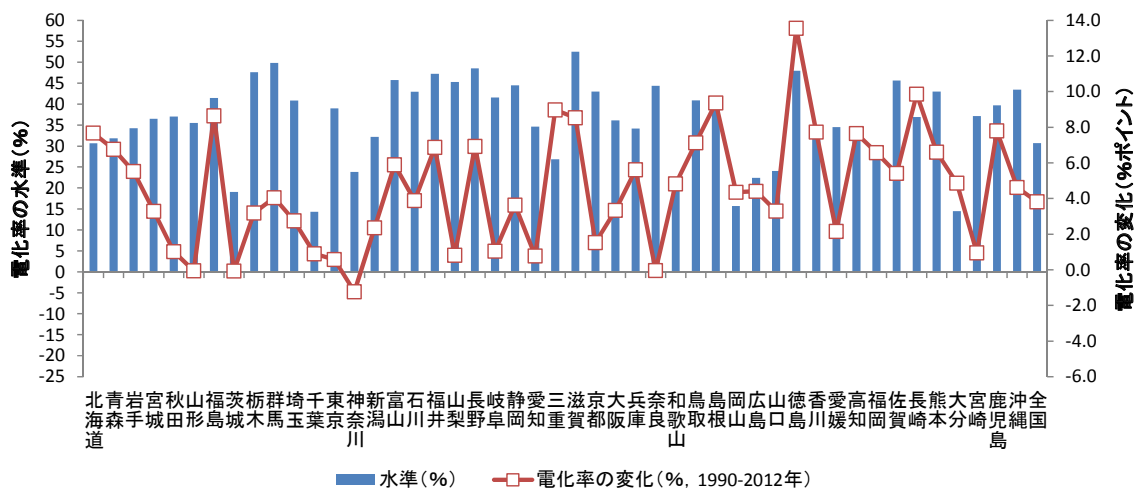
- (i) 人口成長率 >0 ，原単位変化率 >0
- (ii) 人口成長率 <0 ，原単位変化率 >0
- (iii) 人口成長率 <0 ，原単位変化率 <0
- (iv) 人口成長率 >0 ，原単位変化率 <0

まず，第一象限 (i) をみると，東京都や埼玉県といった首都圏や，茨城県，栃木県，群馬県といった北関東など大都市地域およびその縁辺部のほかに加え沖縄県も含まれる。これらの地域は，比較的業務部門が集中している地域であると思われる。特に，東京都や埼玉県，沖縄県は業務部門が集中している。

第二象限 (ii) をみると，青森県，岩手県，秋田県といった東北地域，および鳥取県，島

根県などの山陰地域や，愛媛県，徳島県，高知県といった四国地域など，これらの地域は人口が減少しており，製造業やサービス業といった主要な基幹産業を持たない地域であると考えられる。大都市以外の多くの地域がこの領域に含まれる。

第三象限 (iii) に分類される地域は富山県，和歌山県の二県のみで，特筆すべき特徴は見当たらない。第四象限 (iv) は，神奈川県，千葉県，愛知県などの大都市地域に加え，滋賀県，三重県，岡山県，静岡県など，いずれも製造業が集中立地している地域である。千葉県や三重県，岡山県などは石油・化学コンビナートがあり，素材型産業が多い。その一方で愛知県や滋賀県などは輸送用機械や精



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図8 都道府県の電化率の動向

密機械といった加工組立型産業が多いという特徴がある。

6. 電化率の地域別動向

一人あたりエネルギー需要と同時に電化率が把握できれば，一人あたり電力需要（電力原単位）を把握することが可能となる。

一人あたり電力需要（電力原単位）は，

$$\text{一人あたり電力需要} = \text{一人あたりエネルギー需要} \times \text{電化率}$$

で計算することができる。なお，電化率は以下で計算される。

$$\text{電化率} = \frac{\text{電力消費量}}{\text{最終エネルギー消費}}$$

これらの関係は，一人あたり電力需要は，一人あたりエネルギー需要と電化率の両者によって決定されることを示している。つまり，一人あたりエネルギー需要と電化率を正確に把握することができれば，一人あたり電

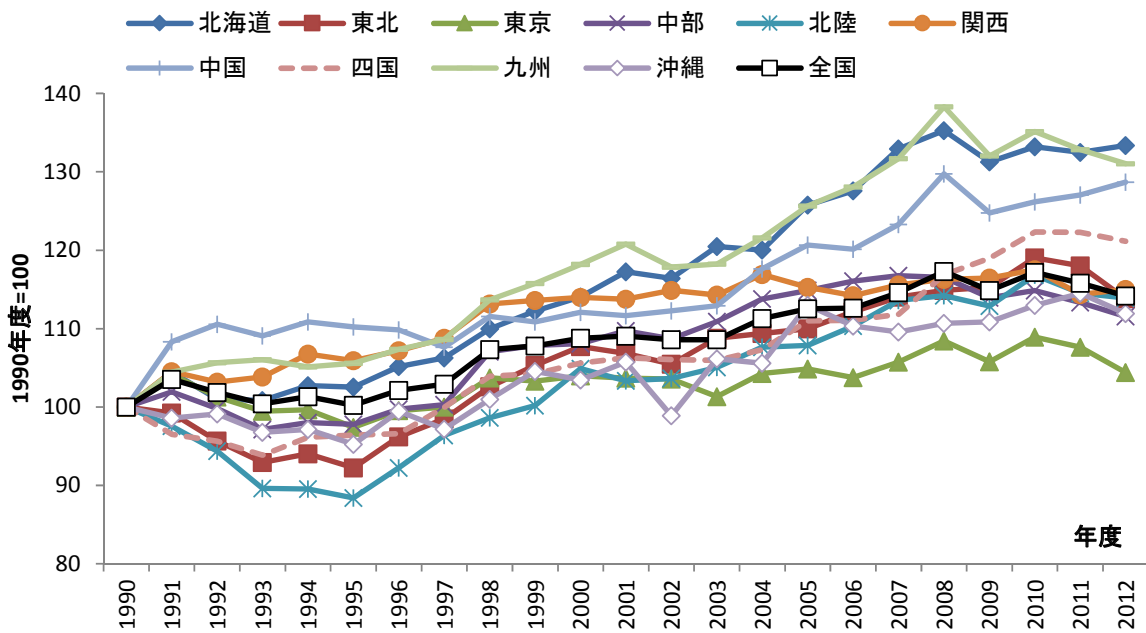
力需要を把握することが可能になる。

そこで最後に，地域別電力需要量を見通すうえで重要な要素となる地域別電化率の動向を把握する。

図8は，都道府県別の電化率の現状と変化率を示している。統計が取れる最新年の2012年における電化率の水準は，滋賀県が52.5%と最も高く，群馬県(49.8%)，長野県(48.6%)，徳島県(48.0%)，栃木県(47.6%)，福井県(47.2%)と続いている。逆に，電化率が低い都道府県は千葉県(14.3%)，大分県(14.5%)，岡山県(15.7%)となっており，石油・化学コンビナートを抱える素材型産業が集中する地域で低くなっている。

観測期間における電化率の変化をみると，徳島県が13.55%ポイントで電化のスピードが最も速く，ついで，北海道や北陸の各県，四国および九州各県で電化のスピードが速い。逆に，大都市部では電化の進展が緩やかである。例えば，東京電力管内では，埼玉県や千葉県，東京都，神奈川県，中部電力管内では，岐阜県，静岡県，愛知県，関西電力管内では，大阪府などが該当する。

観測期間における電化率の伸びをみると，



出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

図9 電化率の地域別伸び（1990年度＝100）

表6 部門別電化率の地域別動向（年度）

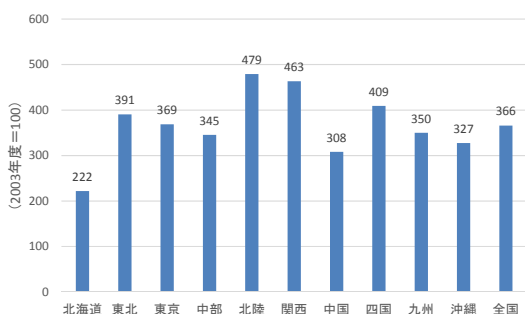
		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国
産業 非製造業	1990	9.4%	12.8%	22.9%	16.7%	15.5%	20.6%	15.0%	7.4%	10.0%	15.3%	15.3%
	2000	11.3%	14.9%	19.1%	16.9%	15.9%	19.1%	16.0%	10.2%	12.1%	15.5%	15.5%
	2012	12.1%	14.9%	15.5%	14.6%	13.2%	14.1%	14.4%	8.1%	12.1%	13.6%	13.6%
	2000/1990 倍	1.19	1.16	0.83	1.01	1.03	0.93	1.07	1.38	1.21	1.01	1.01
	2012/1990 倍	1.28	1.16	0.67	0.87	0.86	0.69	0.96	1.09	1.21	0.89	0.89
産業 製造業	1990	24.8%	40.0%	20.9%	34.4%	53.5%	28.9%	12.9%	31.5%	17.7%	55.1%	24.2%
	2000	31.5%	45.1%	21.0%	37.8%	57.6%	35.5%	14.3%	32.5%	21.6%	58.7%	26.4%
	2012	38.2%	48.7%	16.3%	39.4%	64.7%	32.6%	16.2%	38.2%	22.9%	73.3%	25.6%
	2000/1990 倍	1.27	1.13	1.00	1.10	1.08	1.23	1.10	1.03	1.22	1.07	1.09
	2012/1990 倍	1.54	1.22	0.78	1.14	1.21	1.13	1.25	1.21	1.30	1.33	1.06
民生 家庭	1990	22.3%	31.1%	42.0%	45.0%	39.4%	46.3%	47.5%	53.6%	46.7%	56.3%	41.4%
	2000	25.8%	33.9%	44.8%	50.5%	47.4%	48.3%	51.0%	51.5%	50.8%	61.9%	44.6%
	2012	31.7%	40.9%	50.3%	52.2%	60.4%	54.7%	61.4%	65.0%	61.2%	67.9%	51.3%
	2000/1990 倍	1.16	1.09	1.07	1.12	1.20	1.04	1.08	0.96	1.09	1.10	1.08
	2012/1990 倍	1.42	1.32	1.20	1.16	1.53	1.18	1.29	1.21	1.31	1.21	1.24
民生 業務他	1990	38.7%	38.6%	38.7%	38.7%	38.5%	38.8%	39.2%	38.7%	38.8%	38.8%	38.7%
	2000	39.2%	39.2%	38.3%	39.2%	39.0%	39.0%	39.8%	39.4%	39.1%	39.1%	38.9%
	2012	40.3%	39.9%	40.4%	40.8%	40.6%	41.1%	40.6%	40.3%	40.7%	41.2%	40.6%
	2000/1990 倍	1.01	1.02	0.99	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.00
	2012/1990 倍	1.04	1.03	1.05	1.04	1.04	1.06	1.02	1.02	1.04	1.05	1.04

出所：「都道府県別エネルギー消費統計」

北海道、九州、中国、四国地方が全国の伸びを上回っている（図9）。その反面、東京電力管内は、電化率の伸びが弱い傾向にある。もしも、この電化のトレンドが今後も持続するのであれば、北海道や九州は、人口が減少傾

向をたどったとしても、一人あたりエネルギー需要と電化率の上昇によって、一人あたり電力需要が増加する可能性があることが推察される。

需要部門別に地域別電化率をみると、どの



出所：「電気事業便覧」

図10 選択約款電力量の地域別の変化度合い
(2013年度：2003年度=100)

需要部門が全体の電化率の伸びに影響を与えているのか把握できる。表6は需要部門別地域別の電化率の推移を表している。北海道と九州は、産業部門（製造業）と家庭部門の電化率の上昇が著しい傾向にあることが確認できる。特に家庭部門における電化率の伸びは、オール電化の販売戦略といった電力各社の営業戦略の影響が表れているのかもしれない。特に、家庭部門は選択約款の伸びが著しい北陸地域で、電化率の伸びが著しいのが特徴である（図10）。

部門別でみると、電化率の伸びは家庭部門が大きく、産業・業務部門が小さい。今後、電力需要の伸びを考察していく上では、家庭部門の動向に着目することが必要であると言えよう。

7. 将来の地域エネルギー・電力需要を把握するうえで必要なことは何か

本稿では、「都道府県別エネルギー消費統計」を活用して、日本の地域におけるエネルギー需要の実態把握を行った。その結果、日本全体のエネルギー需要は1990年代から2000年代にかけて増加しており、家庭や業務といった民生部門および運輸部門が牽引していることが分かった。地域別動向では、東

京電力管内の都県がエネルギー需要の増加に大きく寄与しているだけでなく、東北といった大都市地域以外の各県のエネルギー需要も着実に伸びていることが分かった。エネルギー需要の変動を、一人あたりエネルギー需要の変動と人口変動に分解して考察した結果、一人あたりエネルギー需要がエネルギー需要全体に与える影響が大きく、特に大都市地域以外の地域のエネルギー需要増加は一人あたりエネルギー需要の増加によってもたらされたことが分かった。

本稿の結果は、将来の地域エネルギー需要の動向を把握するうえで、一人あたりエネルギー需要の動向が大きなカギを握っていることを示唆している。特に、大都市以外の地域で伸びが著しい一人あたりエネルギー需要の伸びを要因分解し、需要部門の構造要因によるものか、地域独自の要因によるものかを明らかにすることが求められる。また、震災を契機として部門ごとに需要構造が変化している可能性もある。この点については、データの利用可能性に配慮しながら、部門別エネルギー消費原単位の地域差を分析・検証していくことが地域のエネルギー・電力需要を把握する上で必要不可欠となる。合わせて、電化率の動向を正確に把握することは今後の電力需要の動向を展望するにあたって重要となろう。

謝辞

本研究の成果の一部は科学研究費補助金（若手研究(B) No, 15K17067）の助成を受けている。

参考文献

- 戒能一成（2012a）「都道府県別エネルギー統計の解説／2010年度版」独立行政法人経済産業研究所。
- 戒能一成（2012b）「総合エネルギー統計の解説／

2010 年度改訂版」独立行政法人経済産業研究所。
経済産業省資源エネルギー庁（2014）「平成 25 年
度エネルギー総合戦略調査」。
大塚章弘（2015）「『都道府県別エネルギー消費
統計』を活用した地域別産業用・業務用電力需
要の分析」電力中央研究所報告 Y14015。

大塚 章弘（おおつか あきひろ）

電力中央研究所 社会経済研究所

本特集の成果と今後の課題－電力需要の経済分析－

本特集号冒頭の「特集のねらい」で述べたように、電力需要分析には、大別してトップダウン型とボトムアップ型の 2 つの接近法がある。ボトムアップ型はミクロな視点から工学モデルやアンケート調査を積み上げ、需要全体、あるいはその一部を把握するものである。他方、トップダウン型は電力需要を家計や企業の経済活動の派生需要として捉え、経済指標などの集計量と電力需要との関係を経済モデルとして構築し、変動要因の分析や将来予測を行うものである。これら 2 つの接近法のいずれも完全ではない。電気事業経営やエネルギー政策策定への利用について、両者の研究結果は、現実と照らし合わせながら、補完的に活用していくことが、より実用的な需要予測へと向上していく唯一の道である。

しかしながら、トップダウン型の電力需要分析に関しては、人口減少と世帯構造の変化、海外生産の増加に加え、東日本大震災後のエネルギー需給構造の変化を主因として、電力需要原単位の低下といった現象が生じており、従来の方法では電力需要の将来を見通すことが難しくなっている。こうした問題意識の下、本特集は、東日本大震災後の経済活動と電力需要の関係の変化を主題として、当所におけるトップダウン型に属する近年の研究成果をとりまとめたものである。電気事業者やエネルギー政策担当者が持つすべての疑問に回答できた訳でなく、また、ボトムアップ型分析との融合の面など不十分な点が多々残されている。しかし、少なくとも今後の電力需要の経済分析に関する研究の指針や議論の土台は得られたのではないかと考えている。以下では、本特集のまとめとして、各論文や研究ノートの内容から分かったことを整理し、今後の課題や残された論点についてまとめた。

(1) 本特集の成果と今後の課題

加部論文では、世帯当たり所得や電力相対価格などを説明変数とする伝統的な電灯需要関数を用い、東日本大震災後の電灯需要の減少がどの説明変数の変化によるものかについて地域別に分析した。その結果によれば、「価格要因」の寄与度がすべての地域でプラスからマイナスに転換し、燃料価格の上昇や原子力発電の停止に伴う電気料金の引き上げが必要減少の大きな要因になったことを明らかにしている。また、震災後は従来の説明変数で説明できない減少が生じていることを指摘し、その要因として、家庭の節電行動の定着や太陽光発電の自家消費の増加を挙げている。今後は、家庭の電気利用の実態をアンケート調査などにより把握するといったボトムアップ型分析の活用を図りつつ、自由化後の電灯需要の新たな変動要因を体系的、かつ、定量的な分析に昇華させていく必要がある。

間瀬・林田論文では、当所の「日本経済と電力需要の短期予測」で利用している大口電力需要関数を用い、震災前後にその回帰係数（生産弾力性や価格弾力性など）に変化が生じたのか、生じたとすればそれはどの時点だったのかについて時系列分析を行っている。その結果によれば、素材産業ではリーマンショック前に生産弾力性が上昇、機械産業では震災後に生産弾力性が低下したという結果が得られ、業種により構造変化時点や変化の内容が異なることを明らかにした。将来予測の観点では、構造変化前、あるいは、前後の期

間を含めた弾力性の平均的な値を用いるよりも、構造変化後の回帰係数を用いる方が、予測精度は高まるはずであり、その点で意味のある研究成果と言えよう。ただし、回帰係数が変化した要因は推論にとどまっており、今後の課題として、今後の状況の変化を随時確認していくとともに、理論モデルによる要因の特定化などを行っていく必要がある。

人見・星野による研究トピックスでは、産業用・業務用電力需要における震災以降の需要減少を生産関数に基づく厳密な理論モデルにより分析している。そこでは、資本設備あたりの電力消費量の低下が大きな影響を与えたこと、電力価格上昇による省エネ投資の導入が節電の動きを定着させる可能性、などを指摘しており、間瀬・林田論文の構造変化分析では難しかった、生産弾力性の変化要因の解明の手がかりになる可能性がある。ただし、将来予測にあたってはモデルの動学化が必要であり、その研究の進展が待たれる。

中野論文は、当論文の著者が取り組んできた研究一世帯人数だけでなく、家庭の人員構成や住宅の建て方など、これまで必ずしも分析対象に取り上げられていなかった新たな指標と電力需要との関係性に関する研究一に焦点をあて、その先行研究の整理など様々な観点から検討を行っている。その結果、現在、わが国で進行している高齢化の電力需要への影響は、その経路（世帯構造の変化を通じた影響や住宅の建て方の変化を通じた影響など）により異なることを指摘している。また、当所が保有する人口モデルを用いて、2030年までの人口・世帯数をシミュレーションすると、平均世帯人員の減少と集合住宅のシェア拡大が電力需要の減少要因となることを明らかにした。電力各社や電力広域的運営推進機関の電力需要想定への活用のためには、今後、世帯属性と世帯当たり需要との関係、世帯や住宅の属性が電気機器の更新や購入という家計の技術選択に及ぼす影響といった研究を蓄積する必要がある。

田口・浜潟による研究ノートでは、震災前の産業・業務用の電力需要と産業構造の関係を分析するとともに、将来の経済シナリオが国内の産業構造と電力需要に及ぼす影響を当所の中期予測システムを用いて分析している。その結果、経済規模と原単位の拡大は電力需要の増加要因であったが、産業構造の変化は減少要因であったことを明らかにした。また、地域により電力需要の伸びが異なる原因として、産業構成の変化が地域により異なっていたためであることを挙げている。このことは、電力需要の将来展望や地域展望を行うにあたり、震災後の産業構成の変化の把握やその変化の方向性を見通すことが肝要であり、これまで以上に経済・産業構造分析の高度化を進める必要性を示している。

大塚による研究ノートでは、わが国の今後のエネルギー市場の自由化を念頭に、電力以外のエネルギー需要も同時に分析する必要があるという観点から、1990年～2010年までの地域別エネルギー最終消費の実態把握を行った。その結果、エネルギー需要の地域動向は、東京電力管内などの大都市地域におけるプラス寄与によるものだけでなく、東北など大都市地域以外の地域でも需要が着実に伸びていること、また、一人当たりエネルギー需要の変動と人口変動に要因分解すると、一人当たり需要の増加がエネルギー需要の増加に寄与していることなどを明らかにした。今後の課題として、エネルギー市場の自由化が進む中、基礎データの集積が不足しているなど統計上の制約はあるものの、地域分析についても電力とガスの代替といったエネルギー種別間での競争に関する分析を深めていく必要がある。

(2) 残された論点－電力システム改革の進展と電力需要分析－

伝統的なトップダウン型の分析である加部論文、間瀬・林田論文、中野論文では、所得や価格、あるいは世帯数といった従来の説明変数の変動では把握できない電力需要の変動が、震災以降に生じている、あるいは将来的に生じる可能性があることを指摘した。その上で、それらの問題は、分析対象の詳細化（地域別や産業別）、離脱需要の動向（家庭部門における太陽光発電の自家消費の動向や新電力の参入状況）の織り込み、需要家の行動変容を回帰係数の変化として把握、世帯構造や住宅特性と電力需要の関係性の分析などの方法で対処できる可能性を示した。

しかし、家庭向け需要の分析において、今後の高齢化といった社会構造の変化によるライフスタイルの変容が、電気機器の選択や使い方を変化させ、電力需要に影響を及ぼす度合いがますます高まると予想される。その観点では、家計の電気利用の実態把握のために、社会調査に関する統計やアンケート調査をこれまで以上に活用していく必要がある。

産業・業務用需要の分析では、回帰係数の変化に現れているような節電行動がいつまで続くのかといった問いに答えるためには、企業の最適化行動を記述した理論モデルに基づく分析が必要であり、人見・星野による研究ノートがその第一歩と言える。

2016年4月には電力の小売全面自由化が実施されるなど、電力システム改革が進展している。小売市場における今後の競争の進展を見極めていく必要があるが、その一方で電力需要の経済分析にとって重要な点は、これまで「総括原価方式」により決定されてきた電気料金が、それ以外の要因、例えば電力需給の状況やその見通し、さらには新規参入者を含む各社の営業戦略の形成に依存して決定される度合いが強まることである。しかし、エネルギー消費および電力需要を分析するために当所が保有している短中期予測システムや地域モデルの電力需要ブロックは、こうした新たな動きに対応したものとなっていない。今後は、それらの変化を加味したダイナミックな新たなモデルの開発が必要である。ただし、制度変更の影響が電力市場に浸透し、統計データに織り込まれるまでには時間の遅れがあるため、実証分析では即座に適切な分析結果が得られる保証はない。とはいえ、分析モデルの理論設計や新たなモデル推定手法の開発について、自由化が先進している諸外国の事例の検討も含め、先行的に準備を進めていかなければならない。

地域分析に目を転じれば、地域の人口が縮小する中、一部の都市に人口が集中する動きがみられ、エネルギー需要の偏在が一段と顕著になる可能性がある。こうした状況下、送配電事業者にとってアセットマネジメントの戦略策定に関連する情報の必要性は今後ますます高まることになる。こうしたニーズに対して当所は、人口・世帯・事業所などのエネルギー需要の空間分布を分析するためのメッシュ統計（これまでの電力管内や都道府県よりも細かな区分での統計）を整備することを計画している。

2016年3月

林田 元就

本号の特集「東日本大震災以降の電力需要の減少をどうみるか」
に関連する研究報告書などをご紹介します。弊所 Web サイト
から PDF 版をご利用ください（無料）。

電力中央研究所 社会経済研究所

<http://criepi.denken.or.jp/serc/index.html>

■電力中央研究所 研究報告書（報告書番号：発行年月）

地域別・産業別にみた国内製造業の生産動向の特徴—企業向けアンケート調査に基づく分析—（近刊）

高齢化と世帯人員の変化が電灯需要に及ぼす影響—地域別・世帯形態別・住宅の建て方別世帯数の予測—（Y14009：2015.04）

事業所における2011～14年夏の節電の実態—東日本大震災以降の定点調査—（Y14013：2015.04）

家庭における2011～14年夏の節電の実態—東日本大震災以降の定点調査—（Y14014：2015.04）

「都道府県別エネルギー消費統計」を活用した地域別産業用・業務用電力需要の分析（Y14015：2015.04）

2016年度までの日本経済と電力需要の短期予測—原油価格変動と原子力稼働のシミュレーション分析—（Y14016：2015.04）

2030年までのマクロ経済・産業構造展望—エネルギー需給展望に向けた日本経済の成長力の見方—（Y14017：2015.04）

電灯需要の構造分析とシミュレーション—47都道府県データによる実証分析—（Y13006：2014.04）

地域別電灯・電力需要の価格弾力性の分析（Y12015：2013.05）

都道府県別人口予測モデルの開発—2050年までのシミュレーション—（Y12024：2013.04）

電中研 短期マクロ計量経済モデル2012—財政乗数の変化と震災後の節電量の推定—（Y12032：2013.04）

2030年までの産業構造・エネルギー需給展望（Y12033：2013.04）

電中研短期マクロ計量経済モデル2006—モデル構造と動学的特性—（Y06001：2006.08）

地域別電力需要モデルの開発とシミュレーション—少子・高齢化時代の電灯需要分析—（Y99006：1999.09）

■社会経済研究所ディスカッションペーパー，SERC Discussion Paper

SERC15004 長期エネルギー需給見通しで想定された省エネ対策コストの推計（2015.09.29）

SERC15001 2030年までのエネルギー需給展望の見直し—2010年度改訂版総合エネルギー統計に準拠した試算結果の概要—（2015.04.06）

SERC14006 業務・家庭部門の省エネの見通しについて—2030年までの将来展望のためのシナリオ分析—（2014.11.20）

SERC14005 産業用・業務用電力需要の動向把握「都道府県別エネルギー消費統計」を用いた予備的考察（2014.10.15）

■電気新聞「ゼミナール」

円高・原油安の日本経済・販売電力量への影響は？（2016.02.01）

産業用電力需要に影響を及ぼす今後の国内生産の見通しは？（2015.11.16）

日本経済・販売電力量の先行きと懸念材料は？（2015.08.10）

「長期エネルギー需給見通し」が前提とする省エネは達成可能か？（2015.07.06）

高齢世帯と単身世帯の増加は電灯需要をどう変えるか？（2015.06.22）

東日本大震災以降の定点調査（下）：事業所の節電は継続しているのか？（2015.05.25）

東日本大震災以降の定点調査（上）：家庭の節電は継続しているのか？（2015.05.11）

人口減少下での経済成長を支えるには何が必要か？（2014.12.08）

今後の我が国の人口・世帯数はどのように推移するか？（2013.12.09）

電灯需要は、どのような要因により変動するのか？（2013.10.21）

* 原稿の採用、雑誌の編集等については、「電力経済研究」編集委員会がその責任を負います。本誌に掲載されたすべての論文を含む本誌の著作権は、電力中央研究所に帰属します。複製や他の出版物等に転載を希望する場合は、「電力経済研究」編集委員会を通じて電力中央研究所の承諾を得てください。

電力経済研究 No.63 2016年3月

発行：一般財団法人 電力中央研究所 社会経済研究所

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1

電話：03 (3201) 6601 (代)

特集「東日本大震災以降の電力需要の減少をどうみるか」のねらい
..... 星野 優子 林田 元就

第1部 東日本大震災前後の電力需要の変化要因をどうみるか

研究論文

東日本大震災後の電灯需要変化の要因分析
..... 加部 哲史 … 1

研究論文

東日本大震災前後における産業用電力需要の構造変化
— 一時系列分析によるアプローチ —
..... 間瀬 貴之 林田 元就 …12

研究トピックス紹介

産業・業務部門での東日本大震災以降の電力需要の変化要因
..... 人見 和美 星野 優子 …26

第2部 将来の電力需要をどうみるか

研究論文

家庭部門の電力需要における人口・世帯構造の影響
— 先行研究の整理と課題 —
..... 中野 一慶 …35

研究ノート

産業・業務用電力需要に対する産業構造変化の影響
..... 田口 裕史 浜潟 純大 …50

研究ノート

地域別エネルギー需要の実態把握
— 「都道府県別エネルギー消費統計」による把握 —
..... 大塚 章弘 …66

本特集の成果と今後の課題

— 電力需要の経済分析 —
..... 林田 元就 …82

