

# 電力中央研究所 研究資料

NO. Y19512

総合エネルギー統計を用いた事業用電力の  
業種別価格弾力性・生産弾力性の推定

2020年4月

一般財団法人 電力中央研究所

**IR**

**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 総合エネルギー統計を用いた事業用電力の 業種別価格弾力性・生産弾力性の推定

加部 哲史<sup>\*1</sup>

---

<sup>\*1</sup>社会経済研究所 事業制度・経済分析領域 主任研究員

## 背 景

リーマンショックや東日本大震災といった外生的ショックや省エネ機器・自家発の導入などの内生的変化によって、省エネ・節電行動などの需要家行動に変化が生じた可能性が考えられ、需要想定精度を大きく左右することから、需要家行動の変化が電力需要に及ぼす影響の精密な評価が求められている。

## 目 的

需要家行動の変化を表す価格弾力性および生産弾力性に変化が生じているのか、総合エネルギー統計を用いて、産業・業務用電力需要（自家発除く）に関する実証分析を業種別に行う。需要家行動を精緻に把握することで、需要想定評価用モデルの開発及び予測精度向上の一助となる。

## 主な成果

### 1. 推定パラメータ（弾力性など）の経年変化に関する分析

状態空間モデル（図 1）を用いて、産業・業務用電力需要に対する業種別価格・生産弾力性<sup>1)</sup>に経年変化が生じているのか、情報量規準<sup>2)</sup>に基づくモデル選択によって分析を行った。先行研究<sup>3)</sup>では、産業用電力需要（全国計）に対する価格弾力性では経年変化がみられ、一方で生産弾力性には経年変化はみられないという結果であった。しかし、本研究では弾力性に経年変化を考慮しないモデルが選択され、価格・生産弾力性ともに経年変化はみられなかった。一方、トレンド成分（切片項）には経年変化がみられ、経済・気象以外の要因を深掘りしていく必要があることが分かった。

### 2. 業種別価格・生産弾力性の推定

産業部門の「製造業」では、価格弾力性と生産弾力性はともに統計的に有意となったが、業種別の推定結果をみると、「パルプ・紙・紙加工」、「化学」で価格弾力性が統計的に有意に負値となった以外、多くの業種で有意とはなっていない（表 1）。一方で、生産弾力性は、価格弾力性と比べて、多くの業種で統計的に有意に正值となる傾向がみられる（表 2）。また、先行研究では生産弾力性が 1.0 以上（弾力的）となっているが、本研究では 1.0 未満（非弾力的）となり、生産量の変化ほどには購入電力の変化は小さい可能性が示唆される。例えば生産活動に応じて、自家発を活用している場合には、外部からの購入電力と生産量との関係が弱まり、非弾力的になる可能性も考えられる。また、

---

<sup>1)</sup> 価格（生産）弾力性は、価格（生産）が 1%変化したとき、電力需要が何%変化するかを示した指標。

<sup>2)</sup> 情報量規準とは、統計モデルの良さを評価するための指標の一つである。

<sup>3)</sup> Wang, N. & Mogi, G. (2017). “Industrial and residential electricity demand dynamics in Japan: How did price and income elasticities evolve from 1989 to 2014?”. *Energy Policy*, 106, 233-243.

購入電力の用途が主に照明や空調である場合には、生産活動の影響を受けづらいので、非弾力的となる可能性も考えられる。

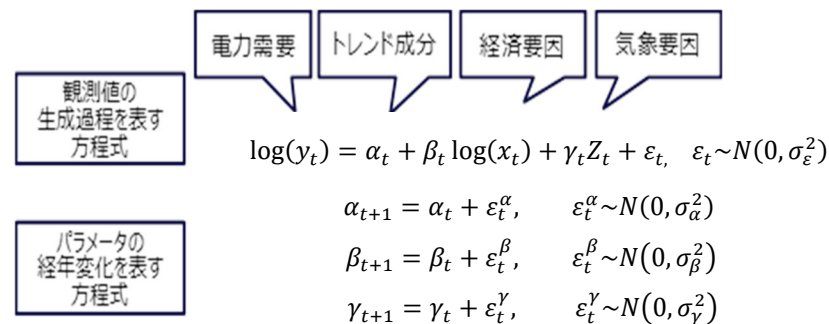
業務部門の価格弾力性は、「宿泊業・飲食サービス業」で統計的に有意で負値であるが、その他の業種では有意とはならなかった（表 3）。本研究では生産弾力性に加え、延床面積に対する弾力性を推定したところ、「卸売業・小売業」を除き、統計的に有意で 1.0 以上（弾力的）となる傾向がみられた（表 4）。

### 3. 需要想定評価用モデルへの活用

本分析では、推定パラメータの経年変化を考慮したモデル（図 1）を構築し、業種別価格弾力性と生産弾力性の推定を行った。これらのモデルを活用することで、リーマンショックや東日本大震災といった外生的ショックや省エネ機器・自家発電の導入などの内生的変化に対して、より柔軟な需要想定評価用モデルの構築が可能となり、予測精度の向上が期待される。

## 今後の展開

地域別の業種別電力需要の価格弾力性と生産弾力性に関する計量分析を行い、地域間差異について調べる。



・トレンド成分は電力需要（対数値）から経済・気象要因による短期的な変動を取り除いたもの。経済要因には、価格と生産額が含まれる。気象要因には冷暖房度日が含まれる。

（観測モデル）  $y_t = H_t \theta_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

（システムモデル）  $\theta_{t+1} = F_t \theta_t + G_t v_t \quad v_t \sim N(0, Q_t)$

ここで

$$y_t = \log(y_t), \quad H_t = [1 \quad \log(x_t) \quad Z_t], \quad \theta_t = \begin{bmatrix} \alpha_t \\ \beta_t \\ \gamma_t \end{bmatrix},$$

$$F_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad v_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_t^\alpha \\ \varepsilon_t^\beta \\ \varepsilon_t^\gamma \end{bmatrix}, \quad Q_t = \begin{bmatrix} \sigma_\alpha^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_\beta^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_\gamma^2 \end{bmatrix}$$

・弾力性を推定するために上記の電力需要モデルを観測モデルとシステムモデルから成る状態空間表現として表すことによって、カルマンフィルタアルゴリズムによる逐次推定を行い、状態  $\{\alpha_t, \beta_t, \gamma_t\}_{t=1}^T$  を求めることが可能となる。

図 1 推定モデルの概要と状態空間表現の例

表1 価格弾力性の推定結果（産業）

業種	価格弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値
製造業	-0.058 *	-0.098	-0.018
食品飲料	-0.035	-0.092	0.022
繊維	0.053	-0.028	0.133
木製品・家具			
パルプ・紙・紙加工	-0.124 *	-0.201	-0.048
印刷	0.015	-0.085	0.114
化学（石油石炭製品含む）	-0.081 *	-0.158	-0.004
プラスチック・ゴム・皮革			
窯業・土石	0.011	-0.069	0.091
鉄鋼・非鉄・金属	-0.036	-0.081	0.008
機械	-0.045	-0.121	0.031

- ・推定期間は1990-2015年度。
- ・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。
- ・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。
- ・繊維の推定結果には、1990-2015年度にかけて経年変化がみられたため、初期値の影響を受けやすい90-91年度を除き、1992年度の値のみ記載。

表2 生産弾力性の推定結果（産業）

業種	生産弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値
製造業	0.247 *	0.124	0.370
食品飲料	0.610 *	0.098	1.121
繊維	0.308 *	0.154	0.461
木製品・家具			
パルプ・紙・紙加工	-0.330	-0.756	0.096
印刷	0.098	-0.065	0.261
化学（石油石炭製品含む）	0.226	-0.021	0.472
プラスチック・ゴム・皮革			
窯業・土石	0.537 *	0.333	0.741
鉄鋼・非鉄・金属	0.215 *	0.104	0.326
機械	0.216 *	0.008	0.423

- ・推定期間は1990-2015年度。
- ・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。
- ・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。

表3 価格弾力性の推定結果（業務）

業種	価格弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値
業務	-0.003	-0.045	0.039
卸売業・小売業	0.042	-0.044	0.128
※延床面積を用いたケース			
業務	-0.005	-0.049	0.038
卸売業・小売業	0.059	-0.025	0.144
宿泊業・飲食サービス業	-0.230 *	-0.254	-0.206
医療・福祉	0.074	-0.039	0.188

- ・推定期間は1990-2015年度
- ・90%（ベイズ）信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。
- ・業務の自家発用燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。
- ・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額が把握できないため、延床面積を用いた分析のみ。
- ・延床面積は、（一財）日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット（EDMC）による推計値(全国のみ)

表4 生産弾力性の推定結果（業務）

業種	生産弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値
業務	0.089	-0.127	0.306
卸売業・小売業	0.345	-0.203	0.893
※延床面積を用いたケース			
業務	2.585 *	2.159	3.012
卸売業・小売業	-2.989	-6.141	0.164
宿泊業・飲食サービス業	3.959 *	3.769	4.150
医療・福祉	1.669 *	0.903	2.436

- ・推定期間は1990-2015年度
- ・90%（ベイズ）信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。
- ・業務の自家発用燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。
- ・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額が把握できないため、延床面積を用いた分析のみ。
- ・延床面積は、（一財）日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット（EDMC）による推計値(全国のみ)

関連報告書：

[1] Y12015 「地域別電灯・電力需要の価格弾力性の分析」(2013.05)

[2] Y18509 「産業用電力需要に対する購入電力と自家発電力の代替性に関する分析」(2019.04)




**CRIEPI**

---

Central Research Institute of  
Electric Power Industry





# 総合エネルギー統計を用いた 事業用電力の業種別価格弾力性・ 生産弾力性の推定

電力中央研究所 社会経済研究所

主任研究員 加部 哲史

研究資料

2020年4月

 電力中央研究所

© CRIEPI 2020

1



 電力中央研究所

## 目次

- 1.背景と目的 p.3
- 2.分析データの概要 p.10
- 3.モデル選択とは p.24
- 4.産業部門における分析結果 p.27
- 5.業務部門における分析結果 p.36
- 6.まとめ p.42

© CRIEPI 2020

2

# 1.背景と目的

## 背景と目的

### ◆背景

リーマンショックや東日本大震災といった外生的ショックや省エネ機器・自家発の導入などの内生的変化によって、省エネ・節電行動などの需要家行動に変化が生じた可能性が考えられ、需要想定精度を大きく左右することから、需要家行動の変化が電力需要に及ぼす影響の精密な評価が求められている。

### ◆目的

需要家行動の変化を表す価格弾力性および生産弾力性に変化が生じているのか、総合エネルギー統計を用いて、産業・業務用電力需要（自家発除く）に関する実証分析を業種別に行う。需要家行動を精緻に把握することで、需要想定評価用モデルの開発及び予測精度向上の一助となる。

### ◆期待される成果

需要家行動を精緻に把握することで、需要想定評価用モデルの予測精度向上に活用する。

## 価格弾力性・生産弾力性とは？

- ◆ 価格（生産）弾力性は、価格（生産） $x$ が1%変化したとき、電力需要  $y$ が何%変化するかを示す指標である。
- ◆ 価格（生産）弾力性  $\beta$  は定義より、

$$\beta = \frac{\text{電力需要の変化(\%)}}{\text{価格(生産)の変化(\%)}} = \frac{dy}{dx} \frac{x}{y} = \frac{d \log y}{d \log x}$$

## 弾力性の推定

- ◆ 従来の計量経済モデルでは、推定されるパラメータは推定期間を通じて一定であると仮定する場合が多い。しかし、実際には様々な外生的ショックや政策的な要因等により、需要家の行動は徐々に変化している可能性もある。
- ◆ そこで、先行研究と同様に需要家行動の変化を考慮するために、パラメータの変動を明示的に取り入れた時系列モデルを構築し、業種別弾力性の推定を試みる。

観測値の 生成過程を表す 方程式	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">電力需要</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">トレンド成分</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">経済要因</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">気象要因</div> </div> $\log(y_t) = \alpha_t + \beta_t \log(x_t) + \gamma_t Z_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$
パラメータの 経年変化を表す 方程式	$\begin{aligned} \alpha_{t+1} &= \alpha_t + \varepsilon_t^\alpha, & \varepsilon_t^\alpha &\sim N(0, \sigma_\alpha^2) \\ \beta_{t+1} &= \beta_t + \varepsilon_t^\beta, & \varepsilon_t^\beta &\sim N(0, \sigma_\beta^2) \\ \gamma_{t+1} &= \gamma_t + \varepsilon_t^\gamma, & \varepsilon_t^\gamma &\sim N(0, \sigma_\gamma^2) \end{aligned}$

- ・トレンド成分は電力需要（対数値）から価格・生産・気象要因による短期的な変動を取り除いたもの。
- ・経済要因には、価格と生産額が含まれる。気象要因には冷暖房度日が含まれる。

# トレンド成分の定式化

本研究では、電力需要を説明するためにトレンド成分 $\alpha_t$  について以下の様な定式化の中から、最良なものを選択し、弾力性の推定を試みる。

## ◆1次トレンド

$$\Delta\alpha_{t+1} = \varepsilon_t^\alpha, \quad \varepsilon_t^\alpha \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$$

## ◆2次トレンド

$$\Delta^2\alpha_{t+1} = \varepsilon_t^\alpha, \quad \varepsilon_t^\alpha \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$$

## ◆ローカル線形トレンド

$$\begin{aligned} \alpha_{t+1} &= \alpha_t + \mu_t + \varepsilon_t^\alpha, & \varepsilon_t^\alpha &\sim N(0, \sigma_\alpha^2) \\ \mu_{t+1} &= \mu_t + \varepsilon_t^\mu, & \varepsilon_t^\mu &\sim N(0, \sigma_\mu^2) \end{aligned}$$

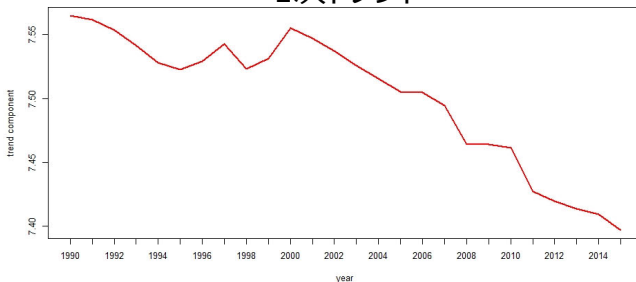
## ◆タイムトレンド

$$\alpha_t = \alpha_0 \times t$$

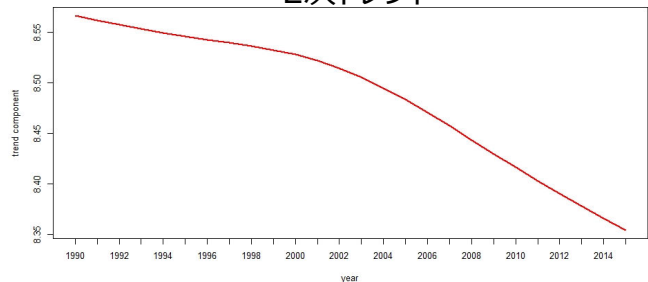
# 定式化の違いによるトレンド成分 $\alpha_t$ の推移

例) 製造業のトレンド成分

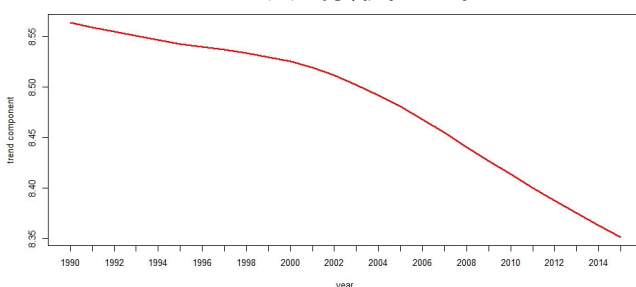
1次トレンド



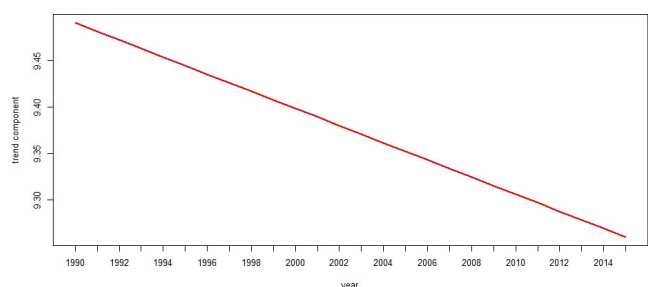
2次トレンド



ローカル線形トレンド



タイムトレンド



## 先行研究

- ◆ Wang, N., & Mogi, G. (2017). "Industrial and residential electricity demand dynamics in Japan: How did price and income elasticities evolve from 1989 to 2014?". *Energy Policy*, 106, 233-243.
- ◆ 先行研究の概要
  - 先行研究では、産業用・家庭用電力需要に対する価格・生産（所得）弾力性の経年変化について、時系列モデルを用いて統計分析を行っている。
  - 産業用電力需要に対する価格弾力性では、経年変化がみられる。
    - 小売部分自由化を含む1995年から2007年にかけて、非弾力的に変化（-0.797から-0.280）
    - リーマンショック後には産業用の価格弾力性は、さらに非弾力的となった（2010年に-0.020）
    - 震災以降では、産業用の価格弾力性は以前の水準まで回復（2014年に-0.160）
  - 一方で、生産弾力性には経年変化はみられない（1.450程度で推移）。

本研究では、先行研究と同様の時系列モデルを用いて、産業用・業務用電力需要に対する業種別価格・生産弾力性に経年変化が生じているのか分析を試みる。

## 2.分析データの概要

## 総合エネルギー統計の概要(1)

- ◆ これまで、経済産業省の「電力調査統計」では、販売電力量の内訳として、電灯需要と産業用・業務用電力需要のデータが公開されてきた。特に、産業用大口電力需要では、鋳工業とその他について業種別のデータが公開されてきた。しかし**2016年度以降、産業用の業種別電力需要のデータは公開されていない。**
- ◆ 本報告では、経済産業省の「**総合エネルギー統計**」を活用して、業種別の産業・業務用電力需要の分析を試みる。
- ◆ 総合エネルギー統計は、日本のエネルギー需給の構造をエネルギー種別、部門別に把握できる包括的な統計であり、エネルギー・環境政策の企画・立案や評価分析の基礎として用いられている。

## 総合エネルギー統計の概要(2)

- ◆ 総合エネルギー統計は資源エネルギー統計、石油等消費動態統計、電力調査統計、ガス事業統計といったエネルギー関連の各種一次統計の情報を組み合わせて作成された**高度な加工統計**である。
- ◆ 電力の項目は、これまで電気事業法における一般電気事業者の送配電網による供給を「一般用電力」に、特定電気事業者による特定区域・建築物での供給を「特定用電力」に、卸電気事業者等の直接供給によるものを「外部用電力」に、自家発電によるものを「自家用電力」にそれぞれ計上していたが、**2016年4月以降は、「一般用電力」「特定用電力」「外部用電力」が「事業用電力」に統合された。**
- ◆ 本報告では、「**事業用電力**」を用いて分析を行う。

# 総合エネルギー統計の概要(3)

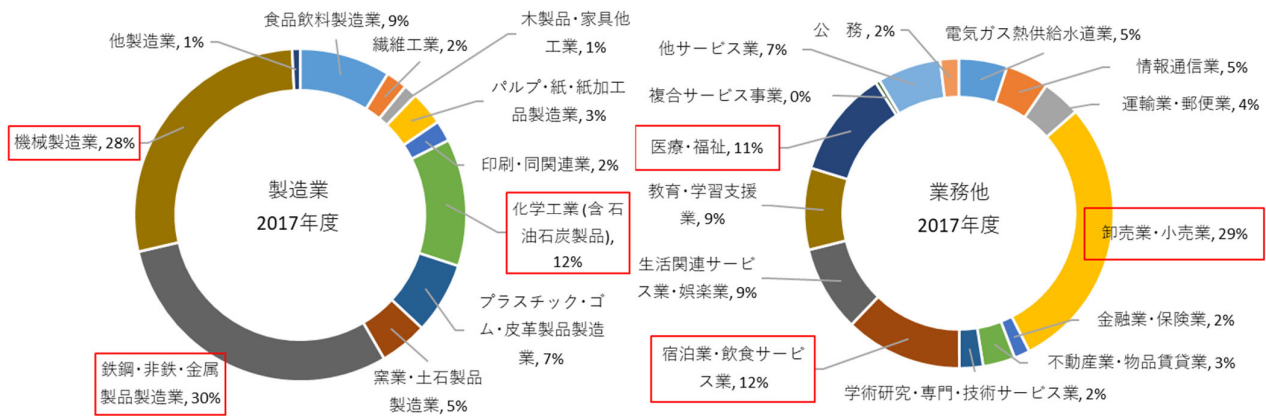


図1 事業用電力(産業・業務)の構成比(2017年度)  
出典: 総合エネルギー統計

- ◆ 産業部門における事業用電力は、「化学工業(石油石炭製品含む)」、「鉄鋼・非鉄・金属製品製造業」、「機械製造業」で全体のおよそ7割を占めている。
- ◆ 業務部門では、「卸売業・小売業」、「宿泊業・飲食サービス業」、「医療・福祉」でおよそ半数を占める。

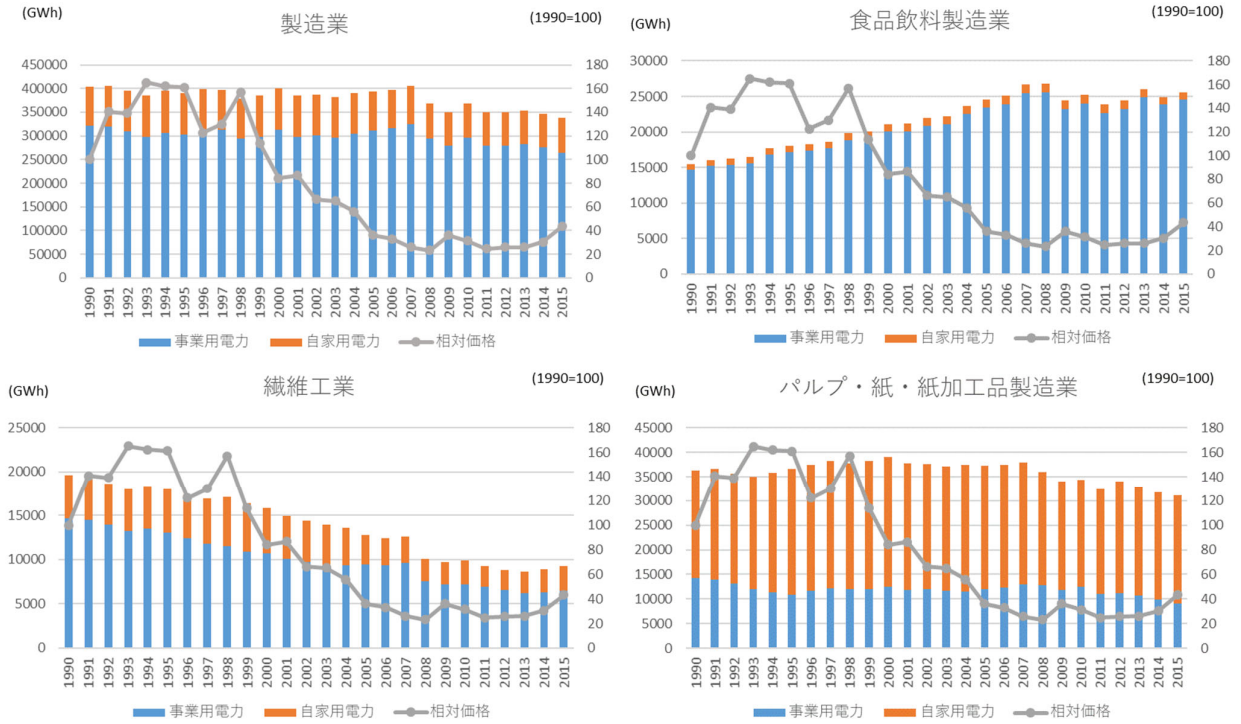
※詳細はY18509「産業用電力需要に対する購入電力と自家発電力の代替性に関する分析」(2019.04)を参照

## 分析データ

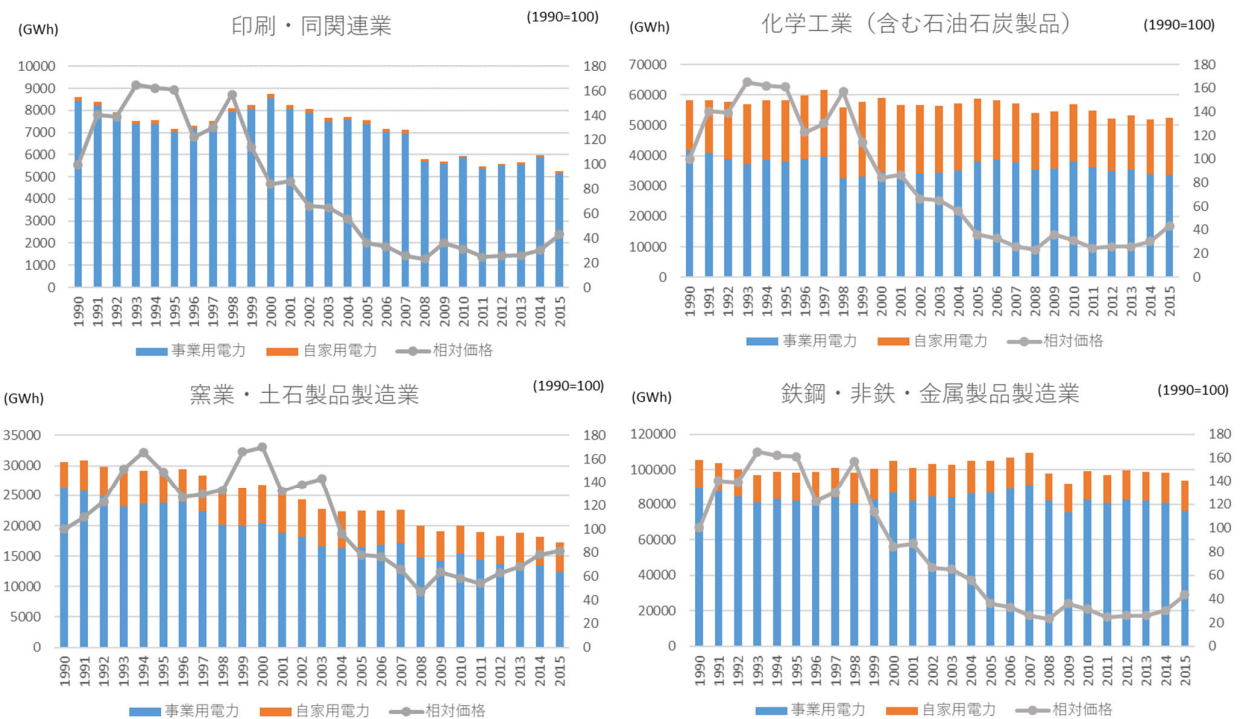
- ◆ 分析期間: 1990~2015年度(26サンプル)
- ◆ 電力需要は総合エネルギー統計の「事業用電力」の業種別データを用いる。
  - 業種区分
    - 産業部門: 食品飲料製造業、繊維工業、木製品・家具他工業、パルプ・紙・紙加工品製造業、印刷・同関連業、化学工業(含石油石炭製品)、プラスチック・ゴム・皮革製品製造業、鉄鋼・非鉄・金属製品製造業、窯業・土石製品製造業、機械製造業、他製造業
    - 業務部門: 電気ガス熱供給水道業、情報通信業、運輸業・郵便業、卸売業・小売業、金融業・保険業、不動産業・物品賃貸業、学術研究・専門・技術サービス業、宿泊業・飲食サービス業、生活関連サービス業・娯楽業、教育・学習支援業、医療・福祉、総合サービス事業、他サービス業、公務
- ◆ 価格には電力総合単価と自家発用燃料価格との相対価格を用いる。
  - 電力総合単価: 販売額(円)を電力需要(kWh)で割ったもの
  - 自家発用燃料価格: C重油輸入CIF価格(製造業(窯業・土石除く))、一般炭輸入CIF価格(窯業・土石のみ)、LNG輸入CIF価格(業務)

※鉄鋼・非鉄・金属製品製造業では、一般炭輸入CIF価格を用いると、価格弾力性の係数が統計的に有意で正値となり理論的に不整合となることから、本分析ではC重油輸入CIF価格で代用している。
- ◆ 生産には、県民経済計算経済活動別総生産額(百万円、実質)をもとに当所で再推計した業種別生産額(実質、全国計)を用いる。ただし、「木製品・家具」、「プラスチック・ゴム・皮革」の生産額が把握できないため、分析対象から除外している。

## (参考) 産業用電力需要と相対価格の推移(1)

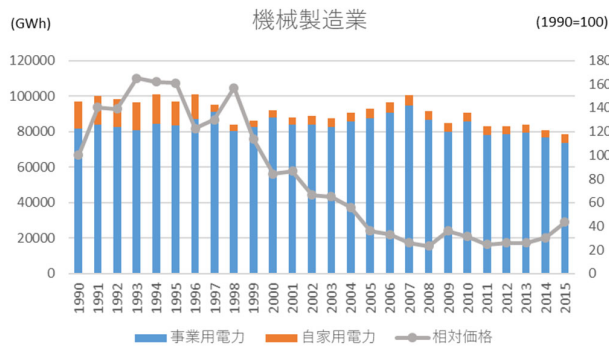


## (参考) 産業用電力需要と相対価格の推移(2)

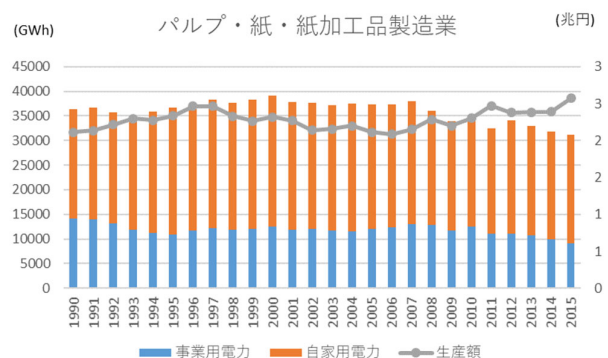
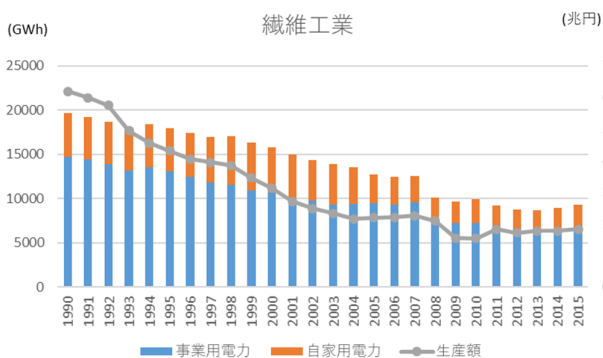
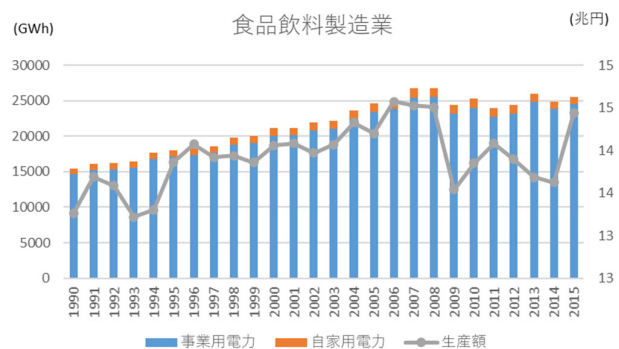
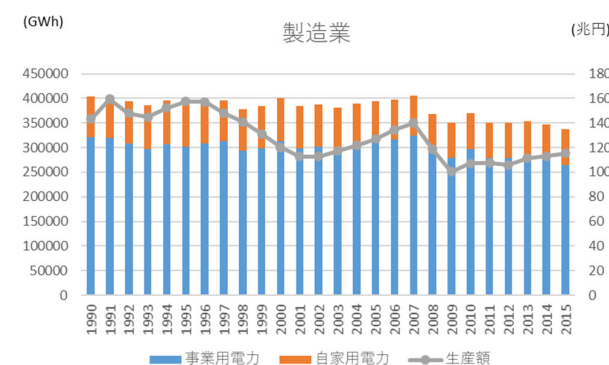




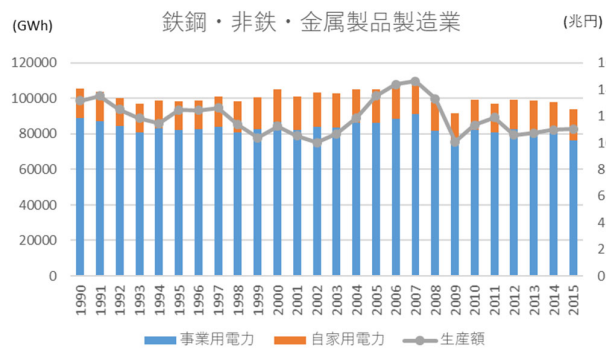
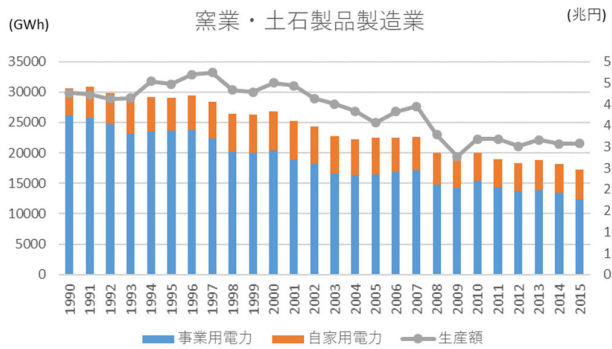
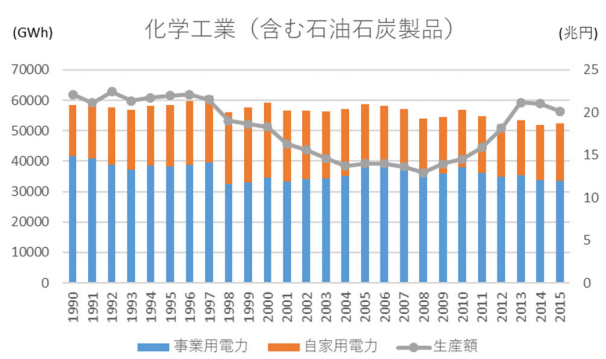
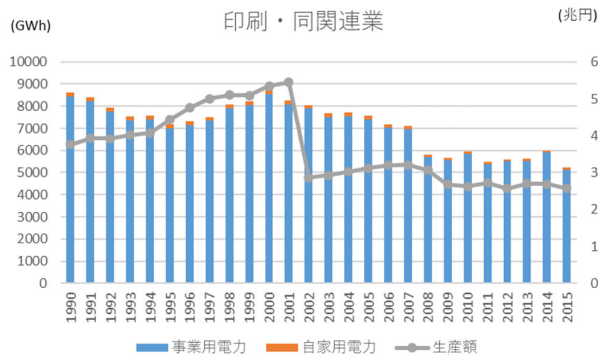
## (参考)産業用電力需要と相対価格の推移(3)



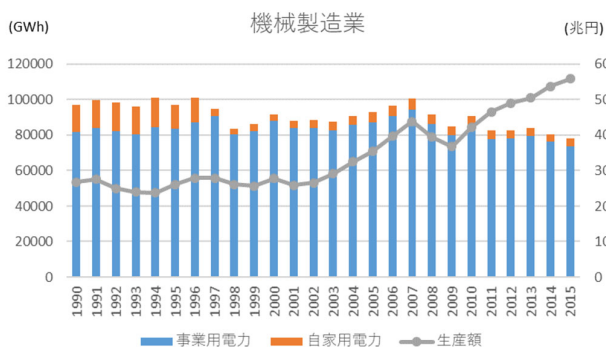
## (参考)産業用電力需要と業種別生産額の推移(1)



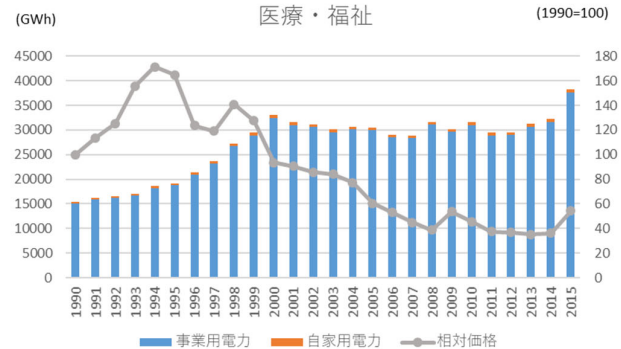
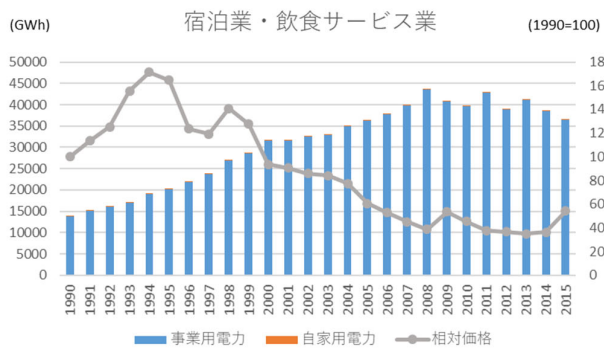
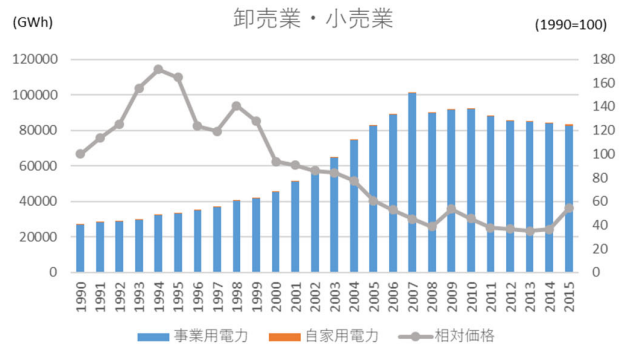
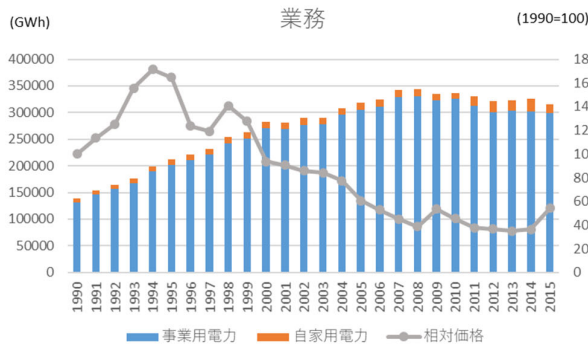
## (参考)産業用電力需要と業種別生産額の推移(2)



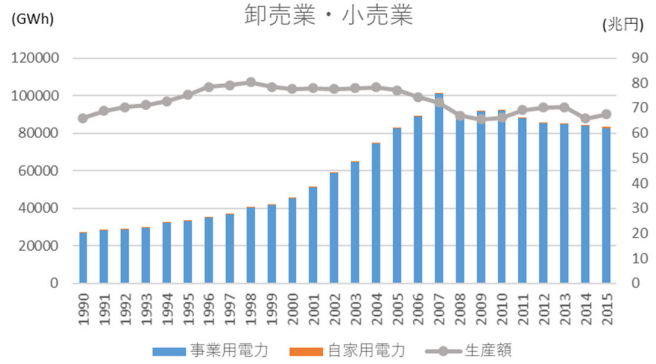
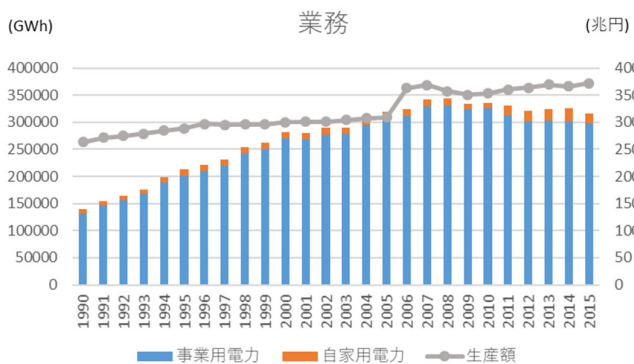
## (参考)産業用電力需要と業種別生産額の推移(3)



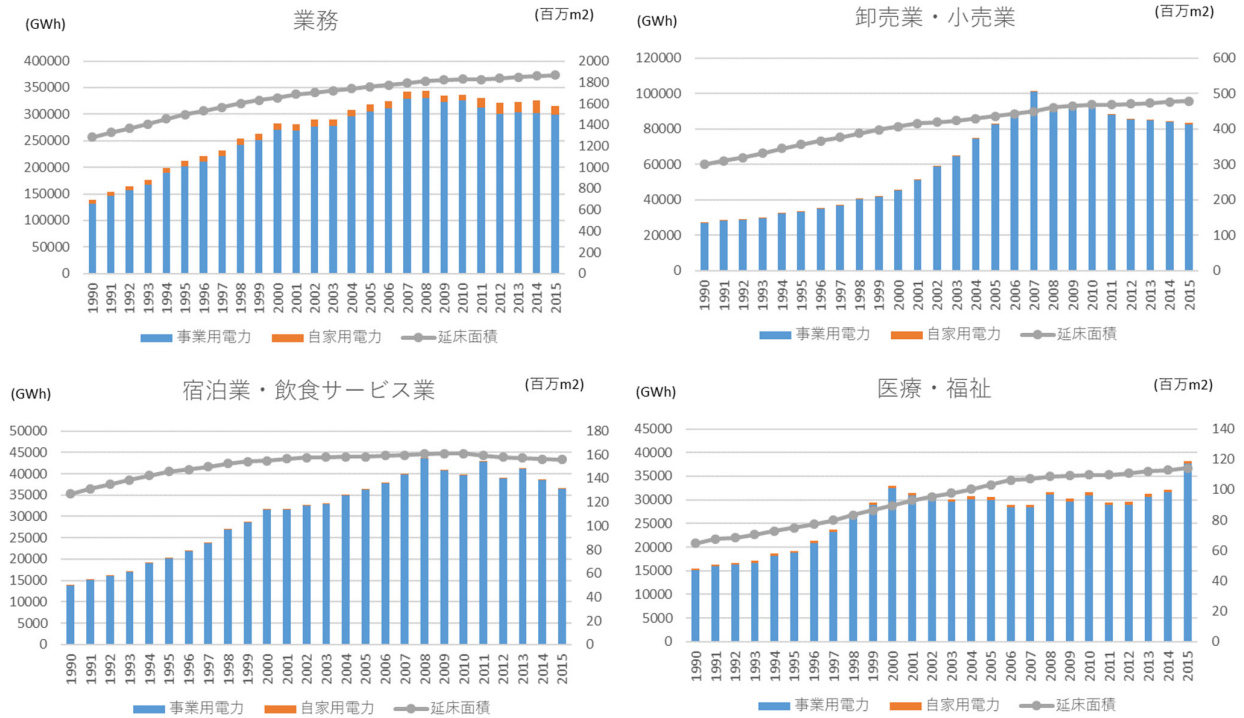
## (参考) 業務用電力需要と相対価格の推移



## (参考) 業務用電力需要と業種別生産額の推移



## (参考) 業務用電力需要と延床面積の推移



## 3.モデル選択とは

## 情報量規準に基づくモデル選択とは？

- ◆ 多数のモデル $\{M_1, \dots, M_K\}$ が想定されるとき、観測データをもとに、最良なモデルを一つ選ぶことをモデル選択と呼ぶ。
- ◆ 本研究では限られたモデル集合の中から、予測を行う上で最良なモデルを選択し、電力需要に対する価格弾力性と生産弾力性の推定を行う。
- ◆ モデル選択では、弾力性に経年変化を仮定したモデルと仮定しないモデルのどちらが、電力需要をうまく説明できているのかを調べる。
- ◆ さらに、トレンド成分については4つの定式化を採用し、候補となるモデル群から最良なモデルを選択する。
- ◆ 本研究では、赤池情報量規準AICを用いたモデル選択を行う。
- ◆ AICでは、KL情報量を用いて、真のモデルと推定モデルの距離が小さいモデルを最良なモデルとして選択する。
- ◆ モデル選択では、業種ごとに全てのモデルに対するAICを計算し、その値が最小となるモデルを用いて弾力性の推定を行う。

## 分析モデル一覧

モデル	トレンド成分 ( $\alpha$ )	弾力性 ( $\beta$ )
M1	1次トレンド	固定
M2	2次トレンド	
M3	ローカル線形	
M4	タイムトレンド	
M5	1次トレンド	可変
M6	2次トレンド	
M7	ローカル線形	
M8	タイムトレンド	
M9	固定	

・モデルM9 は先行研究 (Wang & Mogi 2017) で使われたモデルを表す。

## 4.産業部門における分析結果

### 産業部門における赤池情報量規準による モデル選択の結果

表1 赤池情報量規準（AIC）によるモデル選択（分析期間：1990-2015年度）

業種	弾力性が固定パラメータの場合				弾力性が可変パラメータの場合				固定
	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	
製造業	<b>-35.9</b>	-28.0	-26.0	-20.1	-27.9	-20.0	-18.0	-21.7	-32.8
食品飲料	<b>-27.0</b>	-19.3	-21.3	-4.3	-19.0	-11.3	-13.3	-20.2	-25.1
繊維	-9.8	1.4	0.4	7.2	-1.8	9.4	8.4	0.2	<b>-10.1</b>
木製品・家具									
パルプ・紙・紙加工	<b>-13.1</b>	-2.0	-4.4	-0.5	-5.1	6.0	3.6	7.5	-8.2
印刷	<b>0.5</b>	10.9	11.4	29.7	8.5	18.9	19.4	13.6	2.5
化学（石油石炭製品含む）	<b>-11.4</b>	3.0	0.7	2.9	-3.4	11.0	8.7	5.4	-7.5
プラスチック・ゴム・皮革									
窯業・土石	<b>-20.7</b>	-15.1	-16.3	-5.1	-12.7	-7.8	-8.4	-12.5	-17.9
鉄鋼・非鉄・金属	<b>-34.5</b>	-21.3	-21.5	-19.3	-26.5	-13.3	-13.5	-18.7	-31.9
機械	<b>-16.0</b>	-11.8	-9.8	4.0	-8.0	-3.8	-1.8	-1.1	-12.3

・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。  
・木製品・家具、プラスチック・ゴム・皮革の生産額が把握できないため、分析対象から除外。

- ◆ モデル選択では、赤池情報量規準（AIC）が最小となるモデルを最良なモデルとして選択する。各モデルのAICの値を表1に示す。
- ◆ 先行研究で用いたモデル（青枠）よりも、多くの業種で弾力性が固定パラメータであるモデルが最良なモデルとして選ばれた。繊維業のみ可変パラメータが選択された。
- ◆ モデル選択の結果より、業種別に見ると価格・生産弾力性の経年変化は起きていない可能性が示唆される。

# 産業部門における業種別弾力性の推定結果

表2 業種別価格・生産弾力性の推定結果

業種	価格弾力性	90%信頼区間		業種	生産弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値			下限値	上限値
製造業	-0.058 *	-0.098	-0.018	製造業	0.247 *	0.124	0.370
食品飲料	-0.035	-0.092	0.022	食品飲料	0.610 *	0.098	1.121
繊維	0.053	-0.028	0.133	繊維	0.308 *	0.154	0.461
木製品・家具				木製品・家具			
パルプ・紙・紙加工	-0.124 *	-0.201	-0.048	パルプ・紙・紙加工	-0.330	-0.756	0.096
印刷	0.015	-0.085	0.114	印刷	0.098	-0.065	0.261
化学（石油石炭製品含む）	-0.081 *	-0.158	-0.004	化学（石油石炭製品含む）	0.226	-0.021	0.472
プラスチック・ゴム・皮革				プラスチック・ゴム・皮革			
窯業・土石	0.011	-0.069	0.091	窯業・土石	0.537 *	0.333	0.741
鉄鋼・非鉄・金属	-0.036	-0.081	0.008	鉄鋼・非鉄・金属	0.215 *	0.104	0.326
機械	-0.045	-0.121	0.031	機械	0.216 *	0.008	0.423

・推定期間は1990-2015年度。  
 ・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。  
 ・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。  
 ・繊維の推定結果には、1990-2015年度にかけて経年変化がみられたため、初期値の影響を受けやすい90-91年度を除き、1992年度の値のみ記載。

- ◆ 価格弾力性が統計的に有意で負値となった業種は「製造業」、「パルプ・紙・紙加工」、「化学」のみであった。「パルプ・紙・紙加工」と「化学」は自家発比率が高く、相対価格（購入電力価格と自家発用燃料価格）に対して、統計的に有意となりやすい可能性が考えられるが、自家発比率が高い「鉄鋼・非鉄・金属」では、統計的に有意とはならないため、今後サンプル数を増やした分析が必要となる。
- ◆ 生産弾力性は、価格弾力性よりも多くの業種で統計的に有意で正値となっている。

# (参考) 産業部門における冷暖房度日に対するパラメータの推定結果

表3 冷暖房度日に対するパラメータの推定結果

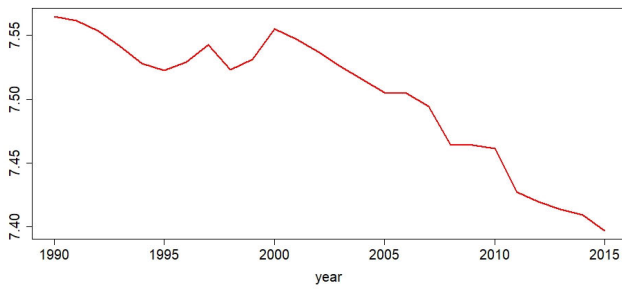
業種	冷房度日	90%信頼区間		業種	暖房度日	90%信頼区間	
		下限値	上限値			下限値	上限値
製造業	1E-05 *	2E-06	2E-05	製造業	1E-06	-9E-06	1E-05
食品飲料	2E-05 *	9E-06	4E-05	食品飲料	2E-06	-1E-05	1E-05
繊維	2E-05 *	3E-06	3E-05	繊維	1E-05	-2E-06	3E-05
木製品・家具				木製品・家具			
パルプ・紙・紙加工	1E-05	-7E-06	3E-05	パルプ・紙・紙加工	-6E-06	-2E-05	1E-05
印刷	2E-05	-2E-06	4E-05	印刷	2E-05	-5E-06	4E-05
化学（石油石炭製品含む）	9E-06	-9E-06	3E-05	化学（石油石炭製品含む）	-8E-07	-2E-05	2E-05
プラスチック・ゴム・皮革				プラスチック・ゴム・皮革			
窯業・土石	3E-06	-1E-05	2E-05	窯業・土石	2E-05 *	8E-06	3E-05
鉄鋼・非鉄・金属	2E-05 *	5E-06	3E-05	鉄鋼・非鉄・金属	4E-06	-7E-06	2E-05
機械	2E-05 *	6E-07	3E-05	機械	-2E-06	-2E-05	1E-05

・推定期間は1990-2015年度。  
 ・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*\*)とする。  
 ・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。

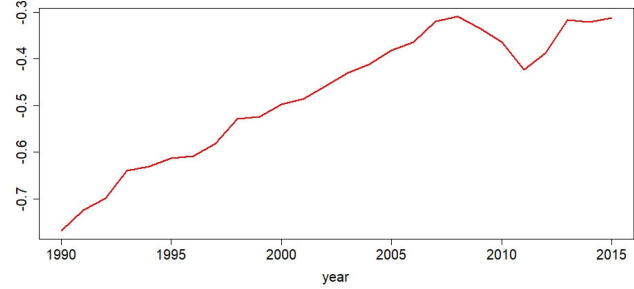
- ◆ 産業部門では、多くの業種で暖房度日よりも冷房度日の方が統計的に有意となる傾向がみられる。

## (参考)産業部門における業種別トレンド成分の推定結果(1)

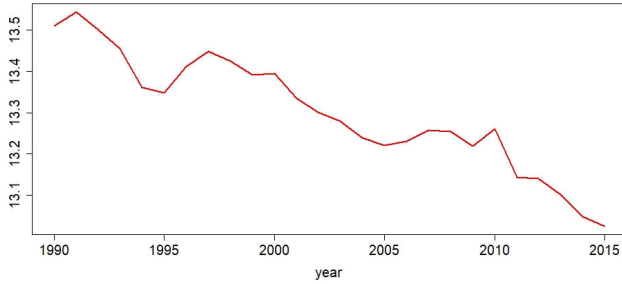
製造業



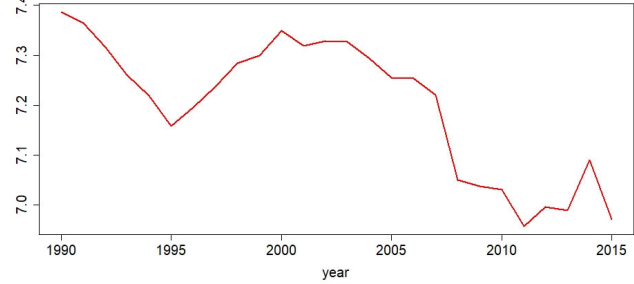
食品飲料



パルプ・紙・紙加工

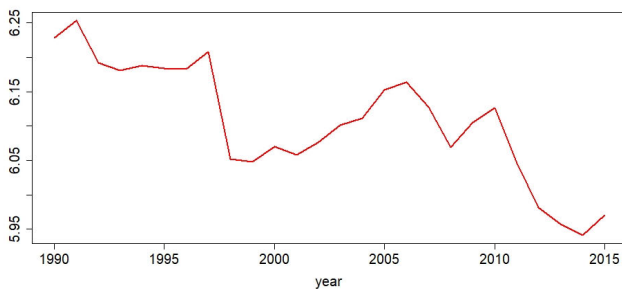


印刷

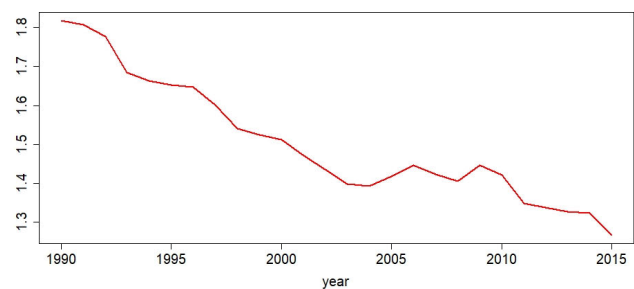


## (参考)産業部門における業種別トレンド成分の推定結果(2)

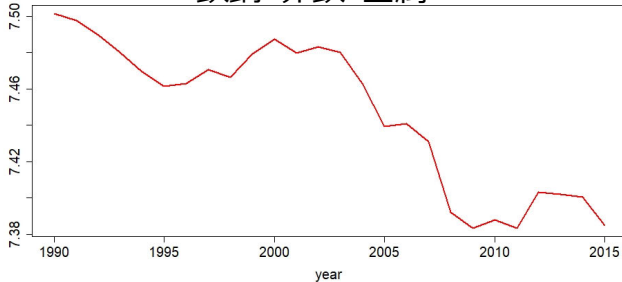
化学



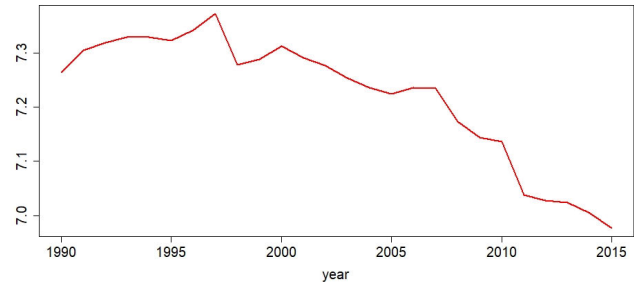
窯業・土石



鉄鋼・非鉄・金属



機械

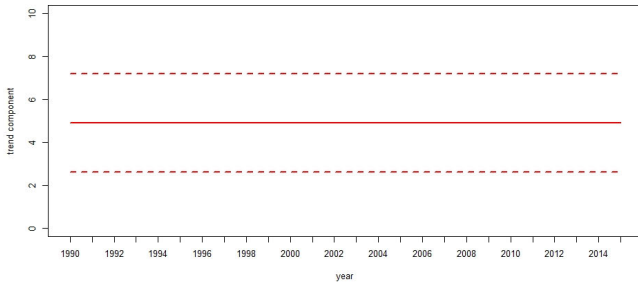




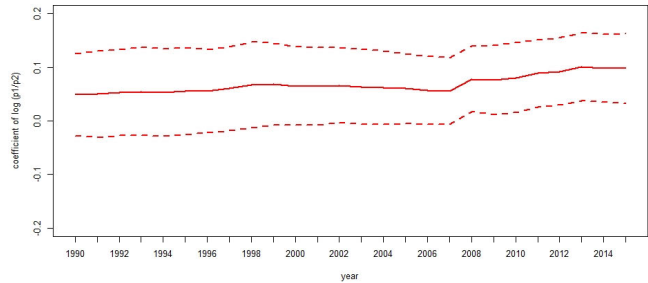
## (参考) 繊維業におけるパラメータの推定結果

繊維業の価格弾力性には経年変化がみられるものの、90%信頼区間（点線）に0を含む期間では、統計的に有意ではなく、正值となる傾向がみられる。一方で生産弾力性には変化はみられないが、統計的に有意である。

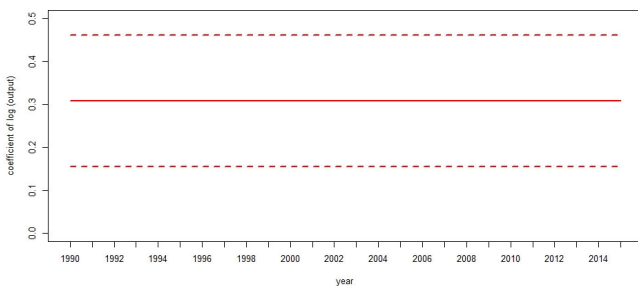
トレンド成分



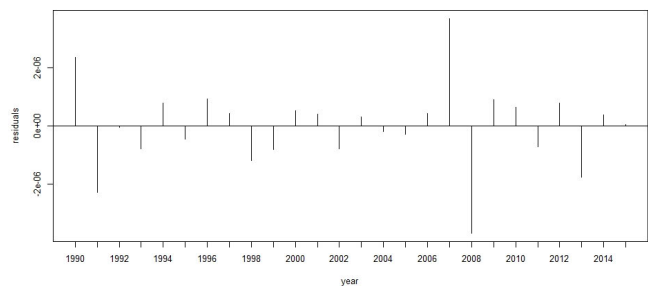
価格弾力性



生産弾力性



残差



## (参考) 産業用大口需要(10社計)を用いたケース 赤池情報量規準によるモデル選択の結果(産業)

表4 赤池情報量規準 (AIC) によるモデル選択 (分析期間: 1990-2015年度)

業種	弾力性が固定パラメータの場合				弾力性が可変パラメータの場合				固定
	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	
製造業	<b>-45.3</b>	-31.6	-30.1	34.0	-37.3	-23.6	-22.1	-26.4	-41.8
食品飲料	-37.7	<b>-40.4</b>	-39.6	-13.5	-29.7	-32.4	-31.6	-34.4	-33.9
繊維	<b>17.9</b>	24.3	25.0	54.1	25.9	32.3	33.0	30.0	20.6
木製品・家具									
パルプ・紙・紙加工	<b>-17.9</b>	-9.1	-12.1	0.0	-9.9	-1.1	-4.1	-7.8	-13.3
印刷									
化学 (石油石炭製品含む)	<b>-25.2</b>	-10.4	-12.1	-8.5	-17.2	-2.4	-4.1	-0.5	-21.6
プラスチック・ゴム・皮革									
窯業・土石	<b>-26.6</b>	-19.9	-17.9	7.2	-18.6	-11.9	-9.9	-11.4	-22.6
鉄鋼・非鉄・金属	<b>-13.5</b>	-0.8	0.0	2.5	-5.5	7.2	8.0	3.1	-10.2
機械	-30.8	<b>-31.0</b>	-30.7	10.9	-22.8	-23.0	-22.7	-14.7	-28.6

・窯業・土石の自家発用燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。

- ◆ 先行研究で用いたモデル (青枠) よりも、多くの業種で弾力性が固定パラメータであるモデルが最良なモデルとして選ばれた。
- ◆ 「総合エネルギー統計」を用いたケースと同様に、業種別にみても価格・生産弾力性の経年変化はみられない。

(参考)産業用大口需要(10社計)を用いたケース  
業種別弾力性の推定結果(産業)

表5 業種別価格・生産弾力性の推定結果

業種	価格弾力性	90%信頼区間		業種	生産弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値			下限値	上限値
製造業	-0.080 *	-0.110	-0.051	製造業	0.304 *	0.212	0.396
食品飲料	0.006	-0.020	0.032	食品飲料	0.051	-0.162	0.264
繊維	0.150	-0.006	0.306	繊維	-0.074	-0.415	0.268
木製品・家具				木製品・家具			
パルプ・紙・紙加工	-0.135 *	-0.203	-0.066	パルプ・紙・紙加工	-0.111	-0.491	0.268
印刷				印刷			
化学(石油石炭製品含む)	-0.102 *	-0.157	-0.046	化学(石油石炭製品含む)	-0.006	-0.183	0.172
プラスチック・ゴム・皮革				プラスチック・ゴム・皮革			
窯業・土石	-0.075 *	-0.145	-0.006	窯業・土石	0.528 *	0.351	0.706
鉄鋼・非鉄・金属	-0.026	-0.096	0.045	鉄鋼・非鉄・金属	0.458 *	0.279	0.637
機械	-0.015	-0.051	0.022	機械	0.496 *	0.393	0.598

・推定期間は1990-2015年度。

・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。

・窯業・土石の自家発電燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。

・推定期間は1990-2015年度。

・90%(ベイズ)信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。

・窯業・土石の自家発電燃料価格には一般炭輸入CIF価格を使用、その他の業種にはC重油輸入CIF価格を使用している。

- ◆ 「製造業」、「パルプ・紙・紙加工」、「化学」、「窯業・土石」では、価格弾力性は統計的に有意で負値となったが、1.0未満（非弾力的）であることから、価格の影響は小さい可能性が示唆される。
- ◆ 一方、統計的に有意で正値となった生産弾力性も1.0未満（非弾力的）となる傾向がみられ、「総合エネルギー統計」を用いた分析と同様な結果がみられる。

5.業務部門における分析結果

## 業務部門における赤池情報量規準による モデル選択の結果

表6 赤池情報量規準 (AIC) によるモデル選択 (分析期間: 1990-2015年度)

業種	弾力性が固定パラメータの場合				弾力性が可変パラメータの場合				固定
	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	1次 トレンド	2次 トレンド	ローカル 線形トレンド	タイム トレンド	
業務	-12.4	<b>-31.3</b>	-29.4	39.8	-4.4	-23.3	-21.4	-4.8	-8.1
卸売業・小売業	7.0	<b>-3.1</b>	-1.1	45.0	15.0	4.9	6.9	12.1	11.0
※延床面積を用いたケース									
業務	<b>-46.4</b>	-39.3	-38.5	-28.9	-39.6	-33.2	-30.5	-35.2	-44.2
卸売業・小売業	-3.4	<b>-7.7</b>	-5.7	34.3	4.2	-0.3	1.7	9.9	0.2
宿泊業・飲食サービス業	<b>-30.8</b>	-18.2	-16.2	-20.2	-22.8	-10.2	-8.2	-12.2	-26.8
医療・福祉	<b>-6.0</b>	-0.7	1.2	22.8	1.6	7.0	9.0	8.6	-2.4

・業務の自家発電燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。  
 ・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額が把握できないため、延床面積を用いた分析のみ。  
 ・延床面積は、(一財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット (EDMC) による推計値(全国のみ)

- ◆ 本分析では業種別生産額の代わりに延床面積を用いた分析も行った。
- ◆ 先行研究で用いたモデル (青枠) よりも、多くの業種で弾力性が固定パラメータであるモデルが最良なモデルとして選ばれた。
- ◆ モデル選択の結果より、産業部門と同様に、業務部門でも価格・生産弾力性の経年変化はみられない。

## 業務部門における業種別弾力性の推定結果

表7 業種別価格・生産弾力性の推定結果

業種	価格弾力性	90%信頼区間		業種	生産弾力性	90%信頼区間	
		下限値	上限値			下限値	上限値
業務	-0.003	-0.045	0.039	業務	0.089	-0.127	0.306
卸売業・小売業	0.042	-0.044	0.128	卸売業・小売業	0.345	-0.203	0.893
※延床面積を用いたケース				※延床面積を用いたケース			
業務	-0.005	-0.049	0.038	業務	2.585 *	2.159	3.012
卸売業・小売業	0.059	-0.025	0.144	卸売業・小売業	-2.989	-6.141	0.164
宿泊業・飲食サービス業	-0.230 *	-0.254	-0.206	宿泊業・飲食サービス業	3.959 *	3.769	4.150
医療・福祉	0.074	-0.039	0.188	医療・福祉	1.669 *	0.903	2.436

・推定期間は1990-2015年度  
 ・90% (ベイズ) 信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。  
 ・業務の自家発電燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。  
 ・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額が把握できないため、延床面積を用いた分析のみ。  
 ・延床面積は、(一財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット (EDMC) による推計値(全国のみ)

・推定期間は1990-2015年度  
 ・90% (ベイズ) 信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。  
 ・業務の自家発電燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。  
 ・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額が把握できないため、延床面積を用いた分析のみ。  
 ・延床面積は、(一財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット (EDMC) による推計値(全国のみ)

- ◆ 「宿泊・飲食サービス業」を除いて、業種別の価格弾力性は統計的に有意とはならなかった。
- ◆ 生産弾力性は、正值となったが統計的に有意ではない。
- ◆ 一方で、延床面積に対する弾力性は、統計的に有意で正值となる傾向がみられ、1.0以上で弾力的である。

# (参考)業務部門における冷暖房度日に対する パラメータの推定結果

表8 冷暖房度日に対するパラメータの推定結果

業種	冷房度日	90%信頼区間		業種	暖房度日	90%信頼区間	
		下限値	上限値			下限値	上限値
業務	1.8E-05 *	1.1E-05	2.4E-05	業務	6.6E-06	-7.2E-08	1.3E-05
卸売業・小売業	1.5E-05 *	7.8E-07	3.0E-05	卸売業・小売業	7.0E-06	-6.5E-06	2.1E-05
※延床面積のケース				※延床面積のケース			
業務	1.5E-05 *	6.8E-06	2.3E-05	業務	6.4E-06	-1.2E-06	1.4E-05
卸売業・小売業	2.0E-05 *	5.7E-06	3.4E-05	卸売業・小売業	5.3E-06	-7.9E-06	1.9E-05
宿泊業・飲食サービス業	1.6E-05 *	8.3E-08	3.2E-05	宿泊業・飲食サービス業	-1.3E-05	-2.7E-05	2.8E-07
医療・福祉	2.2E-05 *	5.0E-07	4.3E-05	医療・福祉	-3.5E-06	-2.3E-05	1.6E-05

・推定期間は1990-2015年度

・90%（ベイズ）信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。

・業務の自家発用燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。

・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額データがないため、延床面積を用いた分析のみ。

・延床面積は、（一財）日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット（EDMC）による推計値(全国のみ)

・推定期間は1990-2015年度

・90%（ベイズ）信頼区間に0を含まないとき、統計的有意(\*)とする。

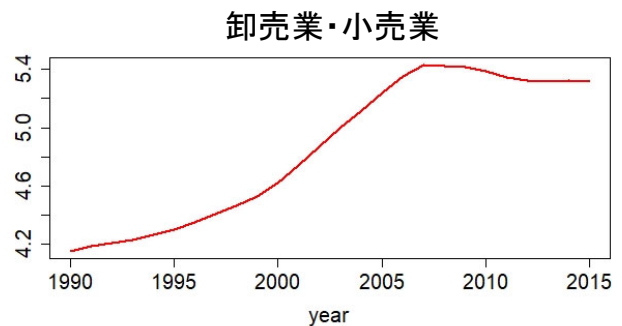
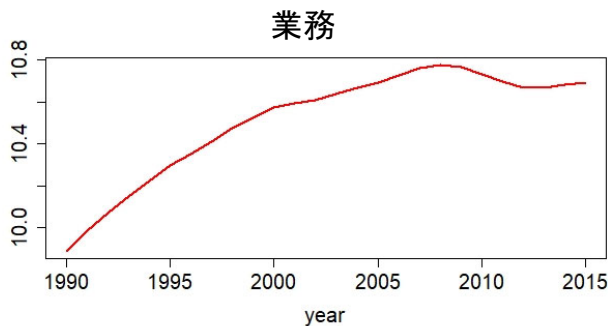
・業務の自家発用燃料価格には、LNG輸入CIF価格を用いている。

・宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉の生産額データがないため、延床面積を用いた分析のみ。

・延床面積は、（一財）日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット（EDMC）による推計値(全国のみ)

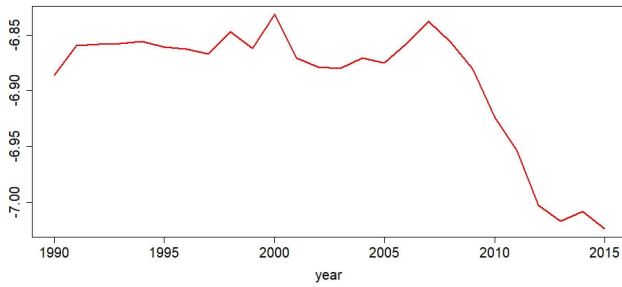
◆ 業務部門では、暖房度日よりも冷房度日の方が統計的に有意となる傾向がみられる。

# (参考)業務部門における業種別トレンド成分の推定結果(1) 生産額を用いたケース

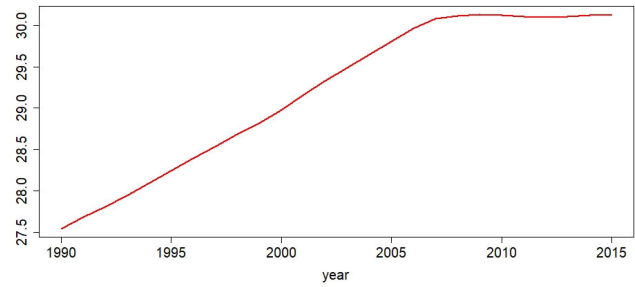


(参考)業務部門における業種別トレンド成分の推定結果(2)  
延床面積を用いたケース

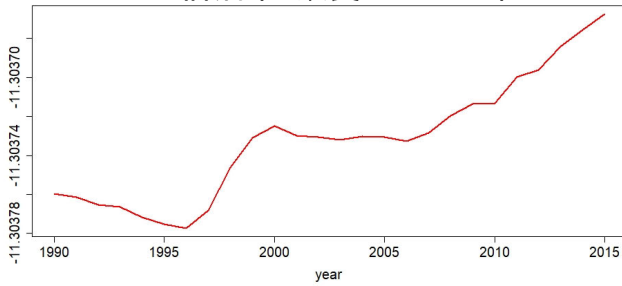
業務



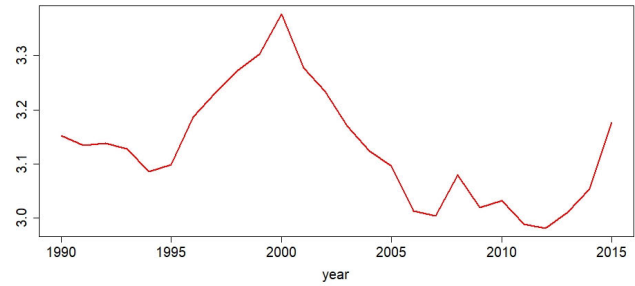
卸売業・小売業



宿泊業・飲食サービス業



医療・福祉



6.まとめ

## まとめ

- ◆ 本研究では、先行研究と同様の時系列モデルを用いて、産業・業務用電力需要に対する業種別価格・生産弾力性に経年変化が生じているのか、計量分析を試みた。
- ◆ その結果、弾力性に経年変化を考慮しないモデルが最良なモデルとして選択され、先行研究とは異なり、業種別にみても弾力性の経年変化はみられなかった。
- ◆ トレンド成分（切片項）には経年変化がみられるという結果が得られており、経済・気象要因以外の要因を深掘りしていく必要がある。
- ◆ 価格弾力性は、多くの業種で統計的に有意とはなっていないことから、産業・業務用電力需要に対する価格への感応度は、あまり大きくはない。
- ◆ 一方で、産業部門の生産弾力性は、価格弾力性と比べて統計的に有意で正值となる傾向がみられる。ただし、生産弾力性は1.0未満（非弾力的）となったことから、業種別にみても、生産量に変化しても購入電力の変化は小さい可能性が示唆される。例えば、生産活動に応じて、自家発を活用している場合には、外部からの購入電力と生産量との関係が弱まり、非弾力的になる可能性も考えられる。また、購入電力の用途が主に照明や空調である場合には、生産活動の影響を受けづらいので、非弾力的となる可能性も考えられる。
- ◆ 業務部門では、生産弾力性に加え、延床面積に対する弾力性を推定したところ、統計的に有意で1.0以上（弾力的）となる傾向がみられた。
- ◆ 今後の展開として、エリア別・部門別電力需要について分析を行い、地域間差異について調べ、需要想定評価用モデルの予測精度向上に活用する。

## (参考)パラメータの推定方法

弾力性を推定するために前項の時系列モデルを以下のような観測モデルとシステムモデルから成る状態空間表現として表すことによって、カルマンフィルタアルゴリズムによる逐次推定を行い、状態 $\{\alpha_t, \beta_t, \gamma_t\}_{t=1}^T$ を求めることが可能となる。

### 状態空間表現の例

$$\text{(観測モデル)} \quad y_t = H_t \theta_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$\text{(システムモデル)} \quad \theta_{t+1} = F_t \theta_t + G_t v_t \quad v_t \sim N(0, Q_t)$$

ここで

$$y_t = \log(y_t), \quad H_t = [1 \quad \log(x_t) \quad Z_t], \quad \theta_t = \begin{bmatrix} \alpha_t \\ \beta_t \\ \gamma_t \end{bmatrix},$$

$$F_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad v_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_t^\alpha \\ \varepsilon_t^\beta \\ \varepsilon_t^\gamma \end{bmatrix}, \quad Q_t = \begin{bmatrix} \sigma_\alpha^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_\beta^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_\gamma^2 \end{bmatrix}$$

---

[不許複製]

編集・発行人 一般財団法人 電力中央研究所  
社会経済研究所長  
東京都千代田区大手町1-6-1  
e-mail [src-rr-ml@criepi.denken.or.jp](mailto:src-rr-ml@criepi.denken.or.jp)

---

発行・著作・公開 一般財団法人 電力中央研究所  
東京都千代田区大手町1-6-1

---

