# 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－

星野優子
社会経済研究所

2015年1月22日

## 要約：

2014年4月に新しいエネルギー基本計画が閣議決定されたものの、将来のエネルギー需給の定量的な姿については、未だ示されていない。当所では、震災直後に、2030年までの産業構造・エネルギー需給展望を開始した（浜潟他(2013)）。しかし多くの不確定要素がある中での展望であったために、様々な検討課題が残った。中でも、震災直後の節電の定着への関心の高まりに見られるように、省エネの将来見通しには大きな不確実性がある。ここでは、業務・家庭部門のエネルギー需要を対象に、過去において、それらがどのような要因で変化してきたのかを明らかにすることで、省エネの将来見通しへの示唆を得たい。

振り返ってみると、これら両部門でのエネルギー需要は、既に震災前から減少傾向にある。その要因としては、2000年代後半以降に顕著となった原油価格高騰と、それと連動した輸入燃料価格に始まるエネルギー価格上昇の影響が無視できないことを確認した。

このため、足元で観察される省エネが今後も同じペースで継続すると想定すると、仮に価格上昇が沈静化に向かったときには、需要の水準が予想より多くなる危険性もある。将来の需要増加のリスクを考慮した、エネルギー供給（再生可能エネルギー導入量の見通し、原子力発電の規模感）および$CO_2$排出量の削減目標の慎重な検討が必要である。

**免責事項**
本ディスカッションペーパー中、意見にかかる部分は筆者のものであり、（財）電力中央研究所又はその他機関の見解を示すものではない。

**Disclaimer**
The views expressed in this paper are solely those of the author(s)、 and do not necessarily reflect the views of CRIEPI or other organizations。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

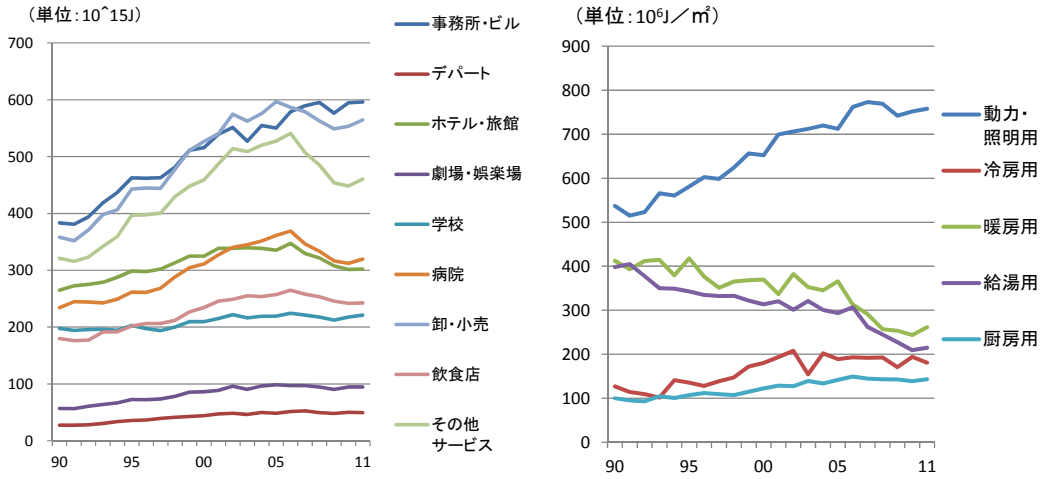
## 1. はじめに

2014年4月に新しいエネルギー基本計画が閣議決定されたものの、将来のエネルギー需給の定量的な姿については、未だ示されていない。当所では、震災直後に、2030年までの産業構造・エネルギー需給展望を行った（浜潟他(2013)）。しかし、原子力発電、再生可能エネルギー導入量や節電の動向など様々な不確定要素がある中での展望であったために、多くの検討課題が残った。震災から3年がたつが、原子力発電の動向は依然として不透明なままで、再生可能エネルギーについては、予想をはるかに上回るペースで導入が進み、ともに電気料金に大きな影響を与えている。他方、需要側では、震災直後の省エネ・節電が、今後も定着するのかどうかに大きな関心が集まっている。

日本政府は、2020年以降の $CO_2$排出量に関する目標提出を迫られているが、原子力、再エネの将来動向が不確実な中で、削減目標を考えようとすると、どうしても省エネに大きな期待が集まりがちである。しかし、低めの需要を想定した中で描かれるエネルギーミックスの議論では、化石燃料輸入、原子力発電の規模感、電気料金水準等に関する必要な検討が十分に行われないことが懸念される。以下では、業務・家庭部門のエネルギー需要に焦点をあて、過去の需要変動の要因を明らかにした上で、2030年までの省エネの見通しについて考えてみたい。

## 2. 業務･家庭部門のエネルギー需要の動向

図1は、エネルギー白書2013年版から、業務部門の業種別エネルギー消費量、用途別にみた床面積当たりエネルギー消費原単位の推移をみたものである。2005年以降、多くの業種で減少傾向にある中で、事務所・ビル用の需要が伸びている。用途別原単位でみても、オフィスの OA 化などから、動力・照明用途での原単位が伸び続けていることがわかる。一方で、2005年以降、給湯・暖房用では、原単位の減

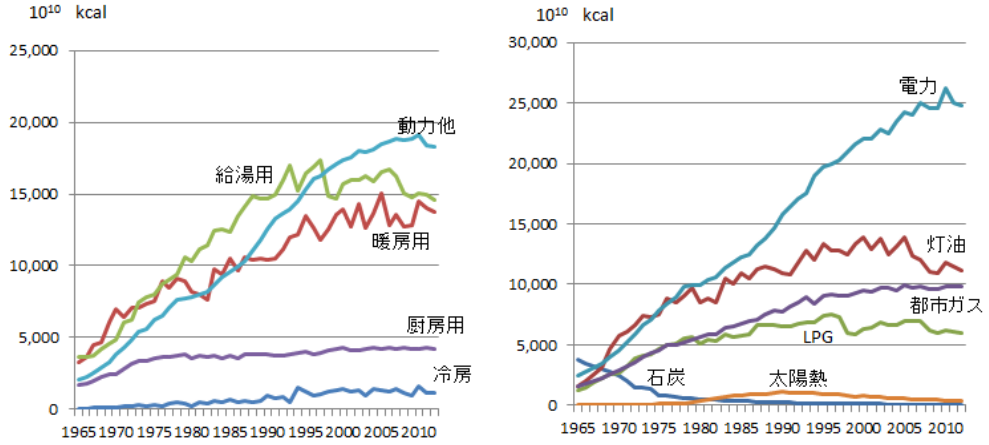



出所：エネルギー白書2013年版

図1 業務部門の業種別エネルギー消費量（左）、用途別エネルギー消費原単位（右）



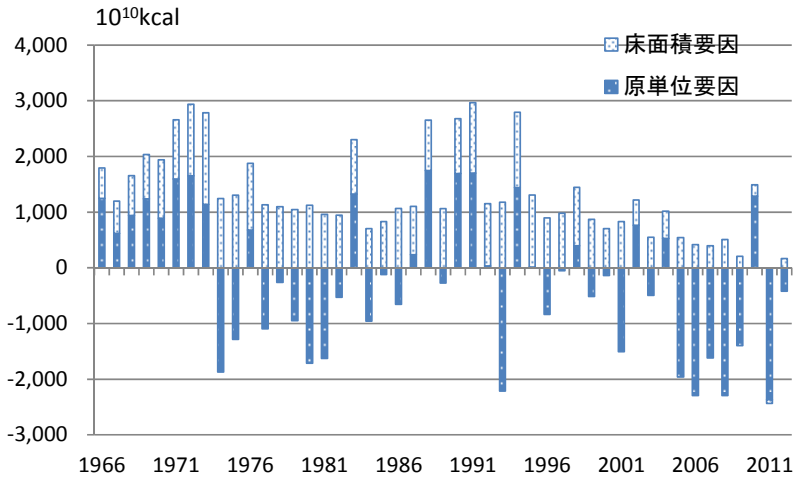
Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.




出所：EDMC『エネルギー統計要覧』

図2　家庭部門の用途別、エネルギー源別推移

用途別エネルギー消費量（左）、エネルギー源別消費量（右）




出所：EDMC『エネルギー統計要覧』 表2-3-8データより作成

図3　業務部門のエネルギー消費の変動要因分解

少傾向が顕著にみられる。

次に図2は、EDMC(2014)から、家庭部門の用途別、エネルギー源別にみた最終エネルギー消費の推移をみたものである[1]。家庭部門でも、2000年以降、給湯、暖房用需要の伸びが鈍化する一方で、動力用需要の伸びは、震災直前まで続いていたことがわかる。エネルギー源別にみると、特に原油価格高騰が顕著となった2005年以降、灯油需要の減少が顕著である。

[1] 図1のデータは、総合エネルギー統計に依拠しつつ、用途別内訳については、EDMC 統計を参考に推計されている。総合エネルギー統計と EDMC 統計では、特に業務部門で両者の間に差異がみられるので注意が必要である。詳細については、付録 A で整理している。なお、家庭部門については、ほぼ同じ動きであるため、図2は、用途別のデータが得られる EDMC 統計を元に作成した。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

図3は、EDMC(2014)のデータ・手法を用いて、業務部門のエネルギー消費の変動を、床面積と床面積当たりエネルギー消費原単位に要因分解した結果である。この図から、2005年以降のエネルギー消費の減少要因として、原単位の低下が大きく寄与していることが確認できる[2]。同じく家庭部門に関しても、世帯数と世帯当たり原単位に要因分解すると、2000年代後半以降、世帯当たりエネルギー消費原単位の低下が、エネルギー消費の減少要因として大きく寄与している。

ところで、将来の業務部門・家庭部門のエネルギー消費を考えるときに、将来にわたって、これらのエネルギー消費原単位の減少傾向が持続すると考えることは適当であろうか。以下の分析では、過去に、エネルギー消費原単位がどのような要因によって変化していたのかについて分析し、将来シナリオを考える上での参考としたい。

## ３．　分析に用いるモデル

エネルギー需要は、強いトレンドを持つことが知られている(Hunt, Judge and Ninomiya(2003)、 Hunt and Ninomiya、(2005) Adeyami(2007))。産業構造、ライフスタイル、エネルギー効率の変化など所得や価格の変動では説明のできない様々な要因からなると考えられ、Hunt は、これを「Underlining Energy Demand Trend」と呼んでいる。以下ではこれを「トレンド」と呼ぶ。特に長期間のエネルギー需要の変化を分析する上では、しばしば非線形なトレンドの存在が問題になる。

ここでは、星野(2011)に倣い、エネルギー需要を、トレンドの非線形性を考慮した状態空間モデルとして定式化する。モデルは、生産規模、価格、トレンドを説明変数とするエネルギー需要関数に相当する観測方程式と、時間に伴って変化するトレンド項を表す遷移方程式からなる。

ここで、物価指数で実質化した実質エネルギー価格を $P$、エネルギー需要計を $E$、 業務用床面積を $F$、世帯数を $H$、実質 GDP を $Y$、トレンドの水準を $\mu$ とする。また、家庭部門における最終エネルギー消費の電化の度合いを示す電化率を $D$ とする。　$\varepsilon$、$\xi$はそれぞれ正規分布に従う誤差項とすると、観察方程式は以下(1)~(2)式で表すことができる。

業務部門エネルギー需要

$$\ln E_t = \mu_t + \alpha \ln F_t + \beta \ln P_t + \gamma \ln E_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t = N(0, \sigma_\varepsilon^2) \tag{1}$$

家庭部門エネルギー需要

$$\ln(E_t / H_t) = \mu_t + \alpha \ln Y_t + \beta \ln P_t + \alpha \ln D_t + \gamma \ln(E_{t-1} / H_{t-1}) + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t = N(0, \sigma_\varepsilon^2) \tag{2}$$

未知のトレンドの水準$\mu_t$を示した状態方程式は以下の(3)式で表す[3]。

[2] なお、業務・家庭部門のエネルギー消費原単位は、依拠する統計によって、若干異なるトレンドにあることに注意が必要である。図3は、EDMC 統計によるものであるため、近年のエネルギー消費原単位は、総合エネルギー統計に比べて、より減少傾向にある。詳細は付録 A を参照。

[3] トレンドの水準を示す(3)式は、さらにトレンドの傾き$\rho_t$を加えた(3)'式と、$\rho_t$に関する(3)''式に拡張することも考えられる。今回そのモデルも試みたが、説明力が劣ることから、最終的にトレンドの水準のみのモデルを用いた。

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \rho_t + \xi_t \qquad \xi_t \sim N(0, \sigma_\xi^2) \qquad (3)'$$

$$\rho_t = \rho_{t-1} + \varpi_t \qquad \varpi_t \sim N(0, \sigma_\varpi^2) \qquad (3)''$$



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

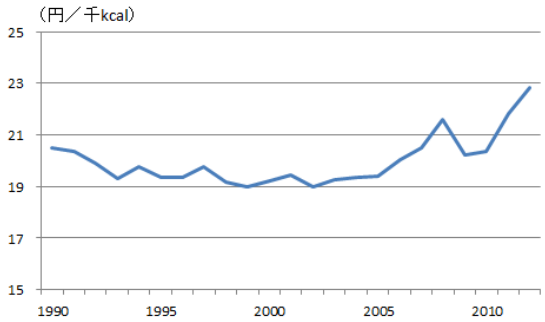
$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \qquad \xi_t \sim N(0, \sigma_\xi^2) \tag{3}$$

モデルの推定方法の詳細は、Koopman, Harvey, Doornik and Shephar(2009)および Commandeur and Koopman(2007)に準じた。

## 4. モデル推定結果と要因分解

### 4.1 データ

分析に用いた主なデータは以下の通りである。各部門のエネルギー需要量には、総合エネルギー統計の業務部門、家庭部門の最終エネルギー消費量合計値を用いた。エネルギー価格には、石油製品、LPG、都市ガス、電気料金のエネルギー源別価格を、業務、家庭の各部門のエネルギー源別投入シェアで加重平均し、それぞれ企業物価指数、消費者物価指数で実質化した値を用いた。図4は、家庭部門の分析に用いた、平均エネルギー価格の実績系列である。




出所:エネルギー源別投入シェアによる加重平均値，当所作成

図4 家庭部門の平均エネルギー価格（実質）

### 4.2 モデル推定結果

表1は、(1)~(3)式のパラメータ推定結果である。業務部門については、モデル A～C の3種類、家庭部門については、モデル D～F の3種類を推定した。なお、(1)、(2)式にあるように、自己回帰項を含む形でもモデル推定を行ったが、いずれも有意な説明力を持たないため、説明変数からは除外した[4]。

[4] 非線形なトレンドが存在する場合には、これを考慮に含めないことで、推定パラメータにバイアスが生じうることが指摘されている（Hunt 他(2003)）。従って、トレンド項の扱い方によっては自己回帰項の説明力も影響を受ける可能性があることに注意が必要である。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

## 表1 推定結果の概要

（推定期間:1990-2012年度）

| | 業務部門 | | | 家庭部門 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | モデルA | モデルB | モデルC | 消費合計<br>モデルD | 世帯当たり<br>モデルE | 世帯当たり<br>モデルF |
| 業務部門推定結果 | | | | | | |
| 床面積 | 1.255 | 1.564 | 1.450 | | | |
| （t値） | (4.31)** | (5.17)** | (5.20)** | | | |
| 平均価格 | −0.067 | − | − | − | − | − |
| （t値） | (−0.67) | | | | | |
| 最高価格更新期 | − | −0.40 | −0.363 | − | − | − |
| （t値） | | (2.36)** | (2.17)** | | | |
| それ以外の上昇期 | − | 0.014 | − | − | − | − |
| （t値） | | (0.08) | | | | |
| 価格下降期 | − | 0.17 | − | − | − | − |
| （t値） | | (1.05) | | | | |
| 家庭部門推定結果 | | | | | | |
| 世帯数 | − | − | − | 0.545 | − | − |
| （t値） | | | | (1.77)* | | |
| 実質GDP | − | − | − | 0.709 | 0.512 | 0.587 |
| （t値） | | | | (2.63)** | (2.26)** | (2.85)** |
| 平均価格 | − | − | − | −0.634 | −0.596 | −0.538 |
| （t値） | | | | (4.26)** | (−4.04)** | (−3.92)** |
| 電化率 | − | − | − | − | − | −0.441 |
| （t値） | | | | | | (−2.30)** |
| 推定誤差の性質 | | | | | | |
| D.W. | 1.61 | 1.50 | 1.99 | 2.52 | 2.15 | 2.19 |
| Normality | 3.36 | 1.36 | 2.01 | 1.71 | 1.85 | 1.31 |
| H統計量 H(6) | 1.97 | 1.00 | 1.80 | 1.82 | 1.73 | 1.23 |
| 系列相関r(1) | 0.19 | 0.19 | −0.06 | −0.35 | −0.22 | −0.11 |
| 系列相関r(5) | −0.15 | −0.33 | −0.29 | 0.21 | 0.29 | 0.26 |
| Q値 Q(5,4) | 1.89 | 2.08 | 3.87 | 8.72 | 7.12 | 5.21 |
| 決定係数R^2 | 0.97 | 0.93 | 0.98 | 0.92 | 0.84 | 0.87 |
| $\mu$t(トレンド) | stochastic | stochastic | stochastic | stochastic | stochastic | stochastic |
| 尤度比検定 $H_0$: $\sigma_\varepsilon$=0, deterministic trend | | | | | | |
| $\chi^2_{(1)}$ | | | 6.72** | 5.93** | 10.18** | 6.46** |

注） 右肩の**は、片側5%。*は10%で有意であることを示す。Normalityは、誤差項の正規性に関する検定統計量で、$\chi^2_{(2)}$分布に従う。H統計量は分散不均一の検定量。帰無仮説は、最初のh年と最後のh年の分散が同一（分散均一）。自由度(h,h)のF分布に従う。r(1)、r(5)は、それぞれ1期、5期ラグ同士の系列相関係数を示す。DWダービン・ワトソン比を示す。Q(a,b)は、Box-LjungのQ値で、最初のa期についての誤差項の系列相関を示し、$\chi$2(b)分布に従う。R^2は、自由度修正済み決定係数を示す。LR検定は、トレンドを確率的変動値としてモデル化することの妥当性を検定する尤度比検定（帰無仮説：確率的変動をしない）の値である。

まず業務部門では、モデル A の平均価格変数は説明力を持たないことから、星野(2011)より、価格の上昇時と下降時とで異なる可能性を考慮した。モデル B では、「最高価格更新期」、「それ以外の価格上昇期」と「価格下降期」の価格変数に分割して推定を試みた。その結果、「それ以外の価格上昇期」と「価格下降期」の価格変数については、有意でないため除外し、「最高価格更新期」の価格変数のみを用いたモデル C を最終的に選択した[5]。

次に家庭部門については、エネルギー消費量合計、世帯当たり消費の2通りに加え、最終エネルギー消費に占める電力の割合「電化率」変数を加えたモデルを推定した。星野(2011)では、家庭部門については、上昇期、下降期とで価格弾力性の非対称性が観察されなかったことから、分割前の平均価格を用いた[6]。表1では、区別するために、「平均価格」と表記している。

モデルでは、エネルギー消費量の合計を分析対象としているが、エネルギー価格の変化は、エネルギ

[5] 価格上昇期、下降期で価格弾力性に違いがあることはが指摘されており（Haas 他(1998), Gately 他(2002)）日本の部門別エネルギー需要の分析を行っている星野(2011)では、業務部門について非対称性の存在を確認している。推定に用いた価格変数は付録 B に示す。

[6] 上昇時、下降時に分割した価格変数を用いたモデルの推定も試みた。その結果、下降時の変数は有意な説明力を持たないこと、上昇時の価格変数のみを用いたモデルは、AIC 基準により、平均価格を用いたモデルよりも説明力が劣ることから、星野(2011)に倣い、平均価格を用いたモデルのみを検討対象とした。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

一間の代替にも影響を与える。例えば、2005年以降の原油価格高騰局面で、暖房用のエネルギー源が、灯油から電力（エアコン）に置き換わった場合を考えると、両者でエネルギー効率が違うため、エアコンでの代替によってエネルギー消費量は減少する。「電化率」を考慮することで、この要因を、単にエネルギー価格の上昇による影響として捉えるのではなく、エネルギー間の代替による効率変化として捉えることができると考えた[7]。家庭部門についての以上のモデルのうち、モデル D では、「世帯数」変数の説明力が弱いこと、AIC 基準で、最も説明力が高いのがモデル F であることから、以下の分析では、モデル F を選択した。

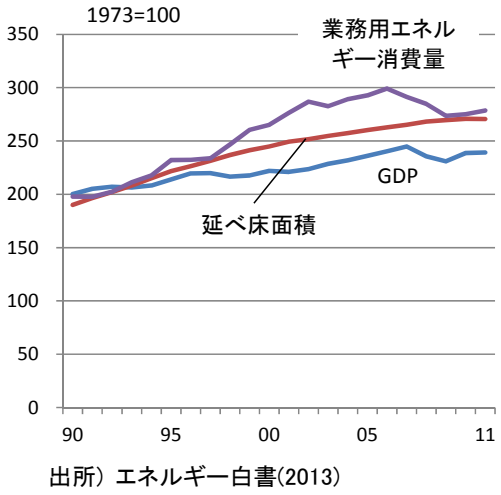



図5 業務用エネルギー消費と延べ床面積、GDP の関係

業務、家庭部門ともに、表1に示した正規性、分散均一性など、誤差項$\sigma_\varepsilon^2$の統計的性質はおおむね良好である。表 1 では省略しているが、いずれのモデルでも、誤差項$\sigma_\xi^2$ についても同様に正規性を満たすことを確認している。また、(1)，(2)式の$\mu_t$について、確率的変動を仮定しないモデルを比較のため推定し、尤度比検定を行った結果、$\sigma_\varepsilon^2 = 0$ という帰無仮説は棄却された。次に、推定されたパラメータをみていく。

業務部門の推定結果（モデル C）から、業務部門のエネルギー需要の床面積に対する弾力性は、1.45と1を超えていることが確認できる。これは、フロアの OA 化などがこの時期に進んだことも関係していると考えられる。業種別には、事務所ビル、卸・小売業での需要の伸びが顕著である。用途別に、床面積当たりのエネルギー消費原単位をみると、動力・照明用需要では顕著に増加傾向にある。事務所ビル、卸・小売業では、OA 機器や照明用需要のシェアが大きいと考えられることから、これら動力需要の強度が高まったことが、業務用需要の伸びの背景にあると考えられる（図5）。

次に、業務用需要の価格弾力性について見てみると、最高価格の更新時のみ説明力を持っていることがわかる。これは、業務部門におけるエネルギー投入に関してスイッチングコストが、ある程度の大きさで存在するために、小幅な価格上昇では需要が反応しにくいことを示唆している。逆に、過去の最高価格を更新するような大きな価格上昇時におけるエネルギー需要への影響は、その後、エネルギー価格が低下しても、持続（定着）することを意味している。また、ここでは業務部門合計のエネルギー需要を対象にしているため、仮に価格変動によって、特定業種の退出、参入や規模の調整がある場合には、その影響も捉えている可能性があることに注意が必要である。

次に家庭部門の結果（モデル F）をみると、ここで推定された価格弾力性は、自己ラグ項を持たないので、長期価格弾力性に相当し、-0.54であった[8]。星野(2011)の推定では、1986～2009年の四半期デー

[7] 電化率の代わりに、電力消費量を一次エネルギーに換算して用いる方法も考えられ、今後の課題としたい。

[8] なお、集計量ではなく、用途別の価格弾力性には差があり、暖房用、給湯用は比較的高めに、動力用（電力）は比較的低めに推定される傾向にある。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

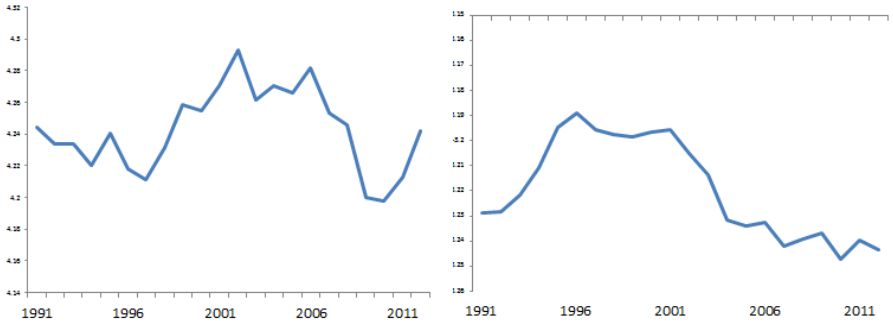



図6 トレンド(Underlying Energy Demand Trend)の推定結果
業務部門（左）、家庭部門（右）

タを基に、同様の手法を用いて推定しているが、その長期価格弾力性-0.3と比べると高めである。観測期間の違いの他に、使用しているデフレータの違い（星野(2011)では GDP デフレータを用いている。）も影響していることが考えられる。

### 4.3 トレンドを変化させた要因とは

図6は、業務、家庭部門のそれぞれについて、(1)、(2)式の $\mu_t$ の推定結果である。所得要因や価格要因では捉えることのできない様々な要因の複合したトレンドに相当する。このうち、家庭部門の推定結果から、トレンドの背景要因について考えたみたい。例えば1990年代の増加トレンドの背景の一つには、新しい家電製品の登場が考えられる。表2は、家電製品のうち、動力用需要に分類されるいくつかの機器についての保有率、普及率の推移をみたものである。1990年代は、全自動洗濯機、温水洗浄便座、パソコンなどの保有率、普及率が上昇していることを確認できる。Windows や携帯電話の登場もこの時期であった。また、2005年から2012年にかけて、ブラウン管テレビが薄型テレビに急速に置き換わったことも確認できる。

一方、2000年度以降の下降トレンドには、家電機器の効率向上が寄与していると考えられる。特に1999年に開始したトップランナー制度は、同一の機器容量・能力の中で最も効率のいい製品が、当該製品の目標効率として定められる制度であり、この時期の家電製品のエネルギー効率向上に貢献した可能性を指摘できる。表3は、そのうち動力用需要に分類される機器の目標をまとめたものである。実際には、これら目標年度に先んじて目標効率が達成される場合や、目標を上回るエネルギー効率向上を達成した機器も確認されている。例えば照明器具に関しては、トップランナー制度導入前と比較して、2005年度のエネルギー消費効率は加重平均で35.7%と、目標を上回る効率改善を達成している。

ただし、この効率改善は、必ずしもトップランナー制度の効果だけではないことに注意が必要である。若林・杉山(2007)によれば、この効率改善のうち、照明器具のインバーター化、Hf（高周波点灯型）化の影響や照明器具の区分内の需要シフトの影響も大きいことを指摘している。また、メーカーへのヒアリング調査から、Hf 関連の製品開発は、ユーザー側の省エネ意識の高まりに対応した企業の商品戦略によるところが大きく、必ずしもトップランナー制度によってこれが促進されたわけではない、と考察



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

している。

また、この時期には、2000年に省エネラベリング制度、2003年からは省エネ型製品の販売を奨励するための、省エネ型製品販売事業者評価制度も開始した。このように、家電製品の効率向上に加え、省エネ家電の普及も進んだことが、トレンドの減少に寄与したと考えられる。

表 2　家庭部門での動力需要用の家電機器普及・保有状況

(普及率(%)、保有率(台/百世帯))

| 用途 | | 1980 | 1986 | 1991 | 1996 | 2001 | 2005 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 普及率 | 全自動洗濯機 | | 34.8 | **45.8** | **67.3** | 83.8 | | |
| | 衣類乾燥機 | | **11.0** | **16.6** | **20.8** | 22.8 | 27.3 | 31.7 |
| | 布団乾燥機 | 17.8 | **20.6** | **34.4** | 38.7 | 36.5 | | |
| | VTR | **5.1** | **43.0** | **63.8** | 75.7 | 79.6 | | |
| | CDプレーヤー | | **10.0** | **47.5** | 57.9 | 60.5 | | |
| 保有率 | ブラウン管TV | | | | | | 226.4 | 25.7 |
| | 薄型TV | | | | | | **23.9** | **200.2** |
| | 光ディスクプレーヤー・レコーダー | | | | | **21.9** | **90.8** | 144.1 |
| | パソコン | | 12.4 | 13.2 | **25.7** | **78.4** | 104.1 | 128.1 |
| | 温水洗浄便座 | | | 16.0 | 35.7 | 59.1 | 82.1 | 102.9 |

出所：EDMC(2014)、『エネルギー・経済統計要覧 2014 年版』より当所作成

表 3　家電トップランナー制度（第一次）の概要

| 対象商品 | 指定年度 | 目標年度 | 測定単位 | 目標効率 |
|---|---|---|---|---|
| 蛍光灯照明器具 | 1999 | 2005 | lm/W | 96年度実績から約16.6％改善 |
| テレビ | 1999 | 2003 | kWh | 97年度実績から約16.4％改善 |
| VTR | 1999 | 2003 | W | 97年度実績から約58.7％改善 |
| パソコン | 1999 | 2005 | W/MB | 区分ごとに絶対値規制 |
| 磁気ディスク | 1999 | 2005 | W/GB | 区分ごとに絶対値規制 |
| 電気冷蔵庫 | 1999 | 2004 | kWh | 98年度実績から約30.4％改善 |
| 温水暖房便座 | 2002 | 2006 | kWh | 2000年実績から約10.0％改善 |

注　1.目標効率は、機器容量・能力別に効率基準目標が設定されているが、ここでは簡単のため、著者によって実績値に対する改善率として推計されている。

出所：戒能(2006)の表1-1-3-1を再構成した。

### 4.4　要因分解

4.2節で得た推定パラメータを用いて、1980年以降の需要変動の要因分解を行った。要因分解にあたっては、下記の式を用いて要因分解を行った。誤差項は、モデル式の推定誤差の他に、上記の近似による誤差も含む。ここでΔは前期との差分を示すものとする。

業務部門については、以下(4)をもとに分解する。

$$\Delta lnE_t = \Delta\mu_t + \beta\Delta lnP_t + \gamma\Delta lnF_t + \Delta e_t \tag{4}$$

家庭部門については、以下(5)式をもとに、(6)式のように分解する。

$$\Delta ln(E_t/H_t) = \Delta\mu_t + \beta\Delta lnP_t + \gamma\Delta lnY_t + \delta\Delta lnD_t + \Delta e_t \tag{5}$$



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

$$\Delta lnE_t = \Delta\mu_t + \beta\Delta lnP_t + \gamma\Delta lnY_t + \Delta lnH_t + \delta\Delta lnD_t + \Delta e_t \quad (6)$$

家庭部門の(6)式をみると、右辺第一項は、Underlying Energy Demand Trend 変化の要因で、第二項は価格要因、第三項は所得要因、第四項は世帯数要因、第五項は電化率要因、第六項は誤差となる。第一項に関しては、以下では「その他要因」と呼ぶ。表4,5は、約10年単位の期間別にみた需要変動の要因分解の結果である。

表4　期間別にみた業務部門の需要の伸びと要因別にみた内訳

| | 床面積要因 | 価格要因 | その他要因 | 誤差 | 需要合計の伸び |
|---|---|---|---|---|---|
| 1991-00 | 3.6% | -0.4% | 0.1% | 0.0% | 3.3% |
| 2001-05 | 1.8% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 2.0% |
| 2006-12 | 0.9% | -1.1% | -0.3% | 0.0% | -0.6% |

表5　期間別にみた家庭部門の需要の伸びと要因別にみた内訳

| | 所得要因 | 価格要因 | 世帯数要因 | 電化要因 | その他要因 | 誤差 | 需要合計の伸び |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1991-00 | 0.5% | 0.4% | 1.4% | -0.3% | 0.4% | 0.2% | 2.5% |
| 2001-05 | 0.7% | -0.1% | 1.2% | -0.5% | -0.7% | 0.0% | 0.6% |
| 2006-12 | 0.2% | -1.3% | 0.9% | -0.5% | -0.1% | -0.1% | -0.9% |

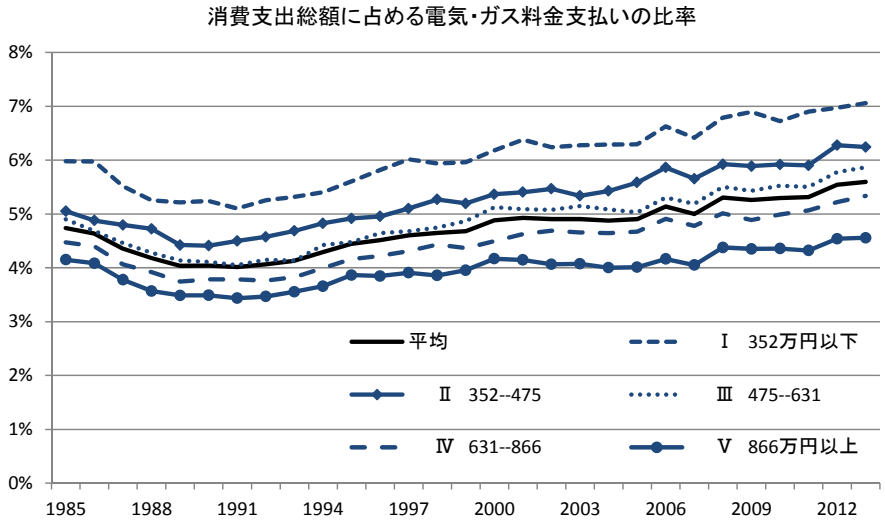
まず、業務部門の結果からみていく。1990年代の需要増加に大きく寄与したのは、床面積の増加であった。床面積の増加以上にエネルギー消費が伸びた背景には、Windows 誕生以降、急速に進んだオフィスの OA 化が背景にあると考えられる。価格要因についてみてみると、既に2000年代初頭から、エネルギー価格の上昇は続いていたものの、最高価格を更新するような上昇幅ではなかったため、需要に影響を与えるほどではなかったことがわかる。2000年代後半になると、2008年に原油価格がピークをつけるなど、エネルギー価格は軒並み上昇した。また、震災以降は、これに電力価格の上昇が加わった。この結果、エネルギー需要の減少要因として、特に2000年代後半以降に価格要因の寄与が大きくなっていることがわかる。

次に、家庭部門の結果についてみていく。1990年代の需要増加に大きく寄与したのは、世帯数要因であった。これに加えて、所得の増加、エネルギー価格の低下もエネルギー需要の増加に寄与した。一方、電化率の上昇による効率向上は、一定程度の省エネに寄与したことが確認できる。

また、その他要因の寄与について、内容を特定することはできないが、既にふれたように、時代背景から推察すると、新しい家電製品の誕生やパソコンの普及などの寄与が考えられる。2000年代の前半では、引き続き世帯数が最大の増加要因で、次いで所得要因の寄与も大きい。一方、その他要因は、この時期のエネルギー消費の減少に大きく貢献している。これは、先に例に挙げたようなトップランナー制度などによる省エネ家電の普及が背景として考えられる。続く、2000年代後半では、所得要因、世帯数要因のプラスの寄与が縮小する一方で、エネルギー価格上昇が消費の減少に大きく寄与したことが確認できる。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.




出所：家計調査より作成

図7 家計の消費総額に占める電気･ガス料金支払いの比率
（所得階層別，平均は実線で示す）

図4で示した、家庭部門の実質の平均エネルギー価格をみると、後半期間の2006年から2012年にかけては、年率平均2.2%で上昇している。この値に、表3の価格弾力性の推定値である-0.54を乗じると-1.2%で、概ね表5の寄与度となる。同じ概算方法で、仮に、価格電力性の値について、より低い-0.3を仮定しても、価格要因の寄与は-0.7%となり、この期間の需要減少率-0.9%と比べても小さくないことがわかる。価格要因の他に、電化率の上昇も2000年代を通して同程度の省エネ効果を持っていたことがわかる。一方、その他要因については、図6（右）からも確認できるように、2000年代後半は大きな寄与はみられなかった。2000年代前半の省エネに寄与した可能性のあるトップランナー制度の効果は、2000年代後半においては、限界的に低下している可能性が指摘できる。

図7は、家計調査の二人以上世帯の世帯当たり消費総額に占める電気・ガス料金支払いの比率について、世帯当たり所得階級別に推移をみたものである。実線で示した平均値は、第2次石油危機以降では初めて、2006年に同値が5%を上回り、上昇傾向にあることを確認することができる。

## ５． 予測シミュレーション

浜潟他(2013)の展望では、業務・家庭部門ともに、用途別需要の予測値の合計として、各部門の需要合計を求めている。以下では、その将来シナリオを考える上で参考にするために、以上の推定モデルを用いて2030年までの将来シナリオがとりうる幅を概算した。

経済成長率（年率）の想定については、浜潟他(2013)から、標準ケースでは1.1%、高ケースでは1.6%、低ケースでは0.5%を用いた[9]。エネルギー価格の想定に関しては、浜潟他(2013)をもとに、

[9]政府見通しは、2%成長を想定していることから、この高ケースに近い。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

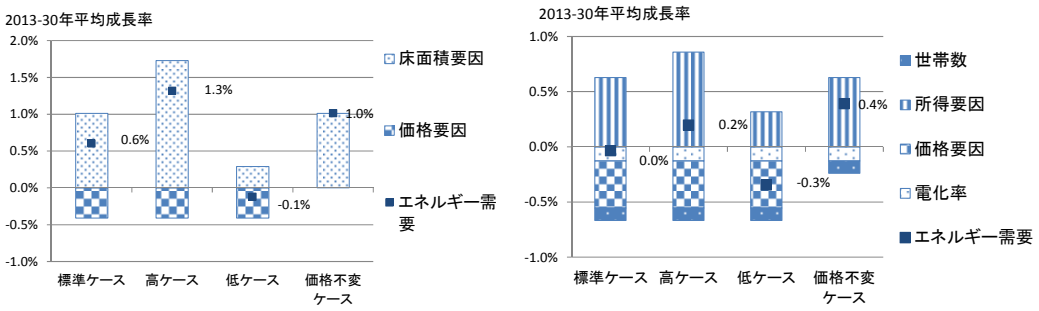



図8　床面積、経済成長に関する代替シナリオでの平均変化率(2013-30年)
業務部門（左）、家庭部門（右）

IEA(2013)年版の New Policies Scenario における国際燃料価格の想定で見直して作成した。標準ケース、高ケース、低ケースについては共通の値を用いているが、価格不変ケースでは、2012年水準で固定している。

床面積の伸びは、過去の GDP 弾性値を基に想定している。標準ケースでは、年率0.7%、高ケースで1.2%、低ケースで0.2%と想定した。「その他要因」については、図6の過去最近の動きを参考に、予測期間については、いずれも変化せず一定と想定した。業務・家庭各部門についてのケース間の比較を行ったのが図8である。

いずれも2013年から2030年の年率平均成長率を示している。業務部門のエネルギー需要は、標準ケースで年率0.6%の伸びとなるが、床面積が経済成長率並みの1.2%で増加する場合には、年率1.3%の増加となる。一方、床面積の伸びが0.2%と低めの場合には-0.1%に抑えられる。次に、家庭部門のエネルギー需要は、標準ケースで0.0%と変化しないのに対し、高ケースでは0.2%のプラス成長、低ケースでは-0.3%のマイナス成長となる。この結果、2030年時点での業務用エネルギ—需要は、標準ケースを挟んで上下に12～13%の幅、家庭用エネルギー需要は、標準ケースを挟んで上下に4～5%の幅となる。

また、標準ケースの想定の下、仮に予測期間において、実質価格水準が一定の場合には、業務部門の需要は年率1.0%、家庭部門の需要は年率0.4%とそれぞれ増加する。

## ６．　考察

以上の分析では、業務部門、家庭部門に焦点をあて、過去のこれら各部門におけるエネルギー需要が、どのような要因で変動してきたのかを分析した。震災以降の大幅な省エネ、節電が大きくとりあげられがちであるが、これら部門でのエネルギー需要は、既に震災前から減少傾向にあり、その要因としては、省エネ家電の普及などに加え、2000年代後半以降に顕著となった原油価格高騰と、それと連動した輸入燃料価格の高騰、さらに震災以降の電気料金上昇の影響が大きいことを確認した。ただしこの分析では、集計ベースのエネルギー需要を分析対象としており、各エネルギー源別の検討は行っていない。特に、



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

震災以降の節電動向について、この分析結果を当てはめて議論が可能か否かについては、より慎重な検討が必要であろう[10]。

過去2回の石油危機においても、エネルギー価格の上昇時と下降時とでは、エネルギー需要に与える影響が必ずしも対称ではないことが指摘されてきた。業務部門において、この影響の違いを分析したところ、過去の最高価格を更新するような大きな価格上昇時にのみ、エネルギー価格変化がエネルギー需要に影響を与えることが観察された。この部分の価格効果は、今後エネルギー価格が低下しても、持続（定着）する可能性がある。従って、価格低下によっても、原単位が悪化することは考えにくい。一方で、小幅な価格上昇では需要抑制の効果は期待できないことから、今後、エネルギー価格の上昇傾向がひと段落した場合には、2000年台後半に見られたような大幅な原単位の低下傾向にはブレーキがかかる可能性がある。

2030年までのエネルギー需要を見通すにあたっては、経済成長率やエネルギー価格など、様々な不確定要素があることから、大きな幅をもって捉える必要がある。例えば最後にみたように、仮に、今後エネルギー価格が安定化に向かい、現状水準で推移する場合には、そうでない場合に比べて、エネルギー需要の規模は、1割弱程度大きくなることも予想される。

現在の省エネ動向の背景にある要因の検討を経ずに、その傾向が今後も継続するという前提に立つと、将来のエネルギー需要の水準を低めに想定してしまう可能性がある。その場合には、本来必要であったエネルギー供給面の検討が不十分となり、再生可能エネルギー導入量の見通し、原子力発電の規模感にも大きな影響を与える。また、温暖化の数値目標の検討にあたっても、過大な省エネを見込んだ目標設定となる可能性がある。エネルギー需要のベースラインの見通しについては、より慎重な検討が必要である。

なお、業務部門のエネルギー需要に関しては、統計値の見直し等によっては、将来見通しに差が生じる可能性もあることから、引き続き、注意深く検討する必要があろう。

## 参考文献


戒能一成(2006), 『「トップランナー方式」による省エネルギー法家電機器効率基準規制の費用便益分析と定量的政策評価について』, RIETI Discussion Paper Series 06-J-025

木村宰(2014), 『東日本大震災後の事業所節電行動の継続状況(2013年版)－3か年のアンケート調査の比較』, 電力中央研究所報告, Y13014

経済産業省(2007), 『エネルギーの使用の合理化に関する法律に基づく省エネ性能向上義務の達成状況調査結果, 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会照明器具等判断基準小委員会（第１回）-配付資料』

経済産業省(2013), 『平成24年度エネルギーに関する年次報告』, （エネルギー白書2013）


[10] 西尾・大藤(2014)の震災以降の節電に関する東京電力・関西電力供給区域にある家庭を対象にしたアンケート調査によれば、電気料金値上げで節電意識が変化すると回答した家庭は半分、行動が変化したと回答した家庭は4分の1であった。木村(2014)の震災以降の節電に関する全国の事業所を対象としたアンケート調査によれば、多くの事業所が10%程度の節電を今後も継続的に実施したいと回答している。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

EDMC(2014), 『エネルギー・経済統計要覧2014年版』, 日本エネルギー経済研究所編, 省エネルギーセンター

浜潟純大・星野優子・永田豊・桜井紀久・門多治(2013), 『2030年までの産業構造・エネルギー需給展望』, 電力中央研究所報告 Y12033

西尾健一郎・大藤健太(2014), 『家庭における2013年夏の節電の実態』, 電力中央研究所報告, Y10310

星野優子(2011), 『日本の部門別エネルギー需要の価格弾力性の推計－需要トレンドの非線形性と価格弾力性の非対称性を考慮して』, Y10016

若林雅代・杉山大志(2007), 『照明における省エネルギー施策の課題』、電力中央研究所報告 Y07025

Adeyemi, Olutomi I., David C. Broadstock, Mona Chitnis, Lester C. Hunt and Guy Judge(2010),"Asymmetric price responses and the underlying energy demand trend: Are they substitutes or complements? Evidence from modeling OECD aggregate energy demand", Energy Economics

Commandeur, Jacques J.F., Siem Jan Koopman(2007), An Introduction to State Space Time Series Analysis, Oxford University Press

Koopman, Siem Jan, Andrew C. Harvey, Jurgen A. Doornik and Neil Shephar(2009),"STAMP 8.2", OxMetrics6

Gately, Dermot and Hillard G. Huntington(2002), "The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand", The Energy Journal, Vol.23, No.1, pp19-55

Haas, Reinhard, Lee Schipper(1998), "Residential Energy Demand in OECD-countries and the roles of irreversible efficiency improvements", Energy Economics, Vol 20, Issue 4

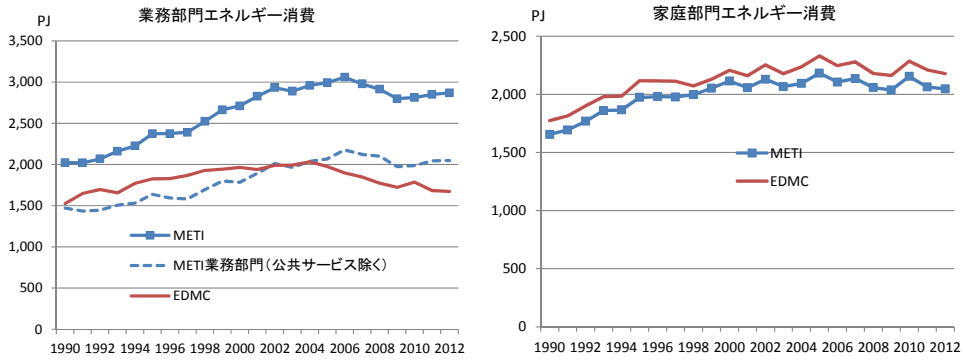
Hunt, Lester C., Guy Judge, Yasushi Ninomiya(2003),"Underlying trends and seasonality in UK energy demand: a sectoral analysis", *Energy Economics* 25, pp93–118

Hunt, Lester C., Yasushi Ninomiya(2005),"Primary energy demand in Japan: an empirical analysis of long-term trends and future $CO_2$ emissions", *Energy Policy* 33, pp1409–1424



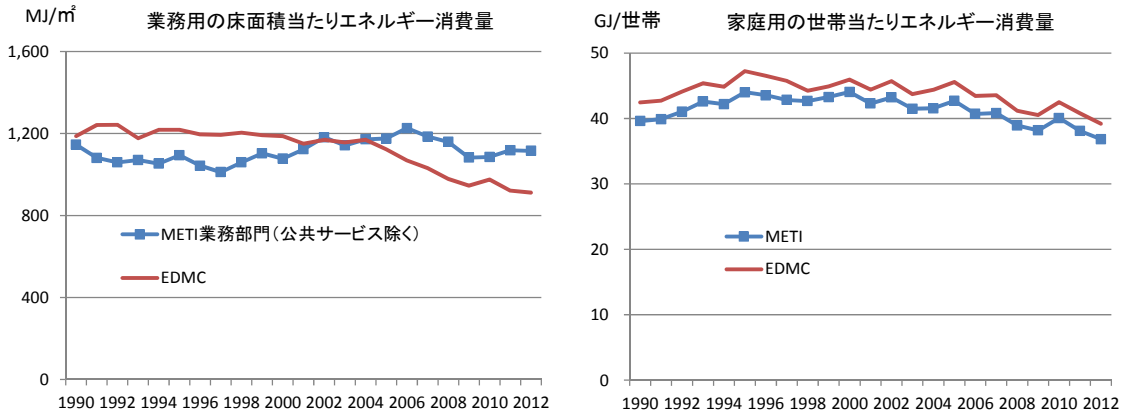
Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

## 付録 A：　業務・家庭部門のエネルギー消費量統計について




付図1　業務（左）・家庭部門（右）のエネルギー需要の推移

出所：METI 総合エネルギー統計, EDMC エネルギー経済統計要覧




付図2　業務（左）・家庭部門（右）のエネルギー消費原単位の推移

当所の2030年までのエネルギー需給展望では、経済産業省の総合エネルギー統計に準拠したモデルを用いている。同統計は、2004年に大規模に改訂され、2014年8月現在、1990～2012年度のデータが利用可能である（以下では METI と呼ぶ）。一方、より長期のデータが入手可能なものとして、EDMC 統計がある。これは、日本エネルギー経済研究所が推計しているもので、1955年以降のデータが入手可能である（以下では EDMC と呼ぶ）。付図１は、両統計から1990年以降の業務・家庭部門のエネルギー消費量の推移をみたものである。定義をそろえるため、業務部門については、公共サービスを含まないベースで比較すると（付図1左）、両統計間で差異がみられる。METI では、産業連関表を基にした推計になっていることなど、推計方法の違いも影響していると考えられる。特に、EDMC では顕著であるが、いずれにおいても2000年代初頭に需要の伸びが鈍化している。

家庭部門のエネルギー需要は、統計間で5%前後の差異があるものの、ほぼ同じ動きをしており、2000年以降、需要はほぼ横ばいで推移していることがわかる。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

次に、付図2は、床面積当たり、世帯当たりの原単位を比較したものである。業務部門については、公共サービスを除いたベースで比較している。METI では2005年以降、EDMC では2003年以降、ともに原単位は低下傾向にある。一方の家庭部門でも、2005年以降、両者ともに原単位の低下傾向がみられる。

特に総合エネルギー統計の業務部門に関しては、推計の基本データである産業連関表の改訂に伴って見直される可能性もあることから、今後、データの更新を待って継続的な分析を行う必要がある。



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.

## 付録 B：価格変数の分割

$p^{max}$は価格の最高価格更新時の累積価格、$p^{sub}$は、それ以外の価格上昇時の累積価格、$p^{dec}$は価格下降時の累積価格とすると、

$$p_0^{max} = p_0^{sub} = p_0^{dec} = (p_0)^{1/3} \tag{a-1}$$

$$p_t^{max} = p_{t-1}^{max} \times \max\{1, \max(p_0^{max}, p_1^{max}, \dots, p_t^{max}) / \max(p_0^{max}, p_1^{max}, \dots, p_{t-1}^{max})\} \tag{a-2}$$

$$p_t^{sub} = p_{t-1}^{sub} \times \max\left\{1, \frac{p_{i-1}^{max}/p_{i-1}}{p_i^{max}/p_i}\right\} \tag{a-3}$$

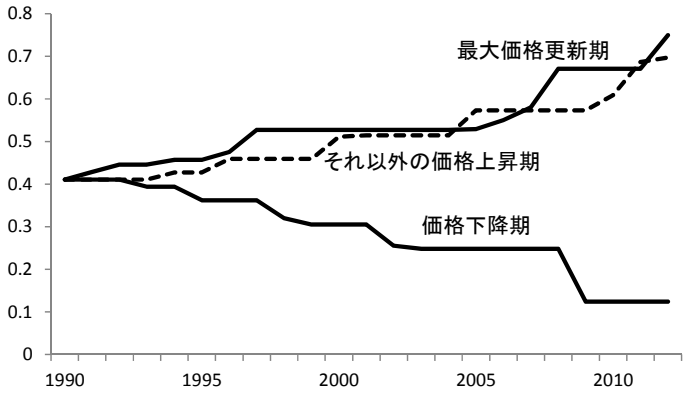
$$p_t^{dec} = p_{t-1}^{dec} \times \min\left\{1, \frac{p_{i-1}^{max}/p_{i-1}}{p_i^{max}/p_i}\right\} \tag{a-4}$$

これらは以下を満たす。

$$p_t = p_t^{max} \times p_t^{inc} \times p_t^{dec} \tag{a-5}$$

従って以下のように分割可能である.

$$\ln p_t = \ln p_t^{max} + \ln p_t^{sub} + \ln p_t^{dec} \tag{a-6}$$




付図3　業務部門の平均エネルギー価格（実質）の分割



Copyright 2015 CRIEPI. All rights reserved.