

電力のピークロードプライシングに関する実証分析¹

大阪大学経済学部山内直人研究会

小野寺幹夫

前田梨江

水谷将士

山本仁実²

米山英謙

¹本稿は、2011年11月26日に開催される、WEST論文研究発表会2011に提出する論文である。本稿の作成にあたっては、山内直人教授（大阪大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

²yamamomen@gmail.com

要旨

3月11日に発生した東日本大震災に伴う原発事故により、東北・関東地方を中心に日本国内全体が電力不足の危機に直面した。政府は計画停電の実施や電力使用制限令の発令などの処置をとり今夏の電力不足を乗り切ったが、電力不足は今後数年間に及ぶと予想される。

電力不足を解消する手段として供給力の向上と需要量の抑制がある。しかし、供給量向上については火力発電所の再稼働などの対策がとられてはいるものの、原発の不足分を補いきるには不十分な状況である。そこで、需要量の抑制を図るために強制的な電力の量的規制、自発的な需要抑制の要請、価格引き上げによる調整などが考えられる。

中でも我々はピークロードプライシングによる価格政策が最も合理的にピークカットできるのではないかと考えた。なぜなら価格政策は量的調整に比べて時間やコストがかかることが少なく、容易に実行することができるからである。さらに、個別の事情に応じて柔軟な対応ができるという利点がある上、国民自らが利用するか否かを選択することができ、効率的に需要を抑制することができると考えられるからである。

そこで、我々は電力不足が最も懸念される最大電力消費時間帯（ピーク時）の電力需要を減らすためには、ピークロードプライシングに基づく価格政策が有効なのではないかという問題意識を持ち、電力価格が電力需要に与える影響を実証した。具体的には日本の電力需要関数を推定し、価格弾力性を導く。その際、電力の価格弾力性を大規模な工場などを含む電力部門と、主に家庭と小規模オフィスを含む電灯部門に分けて分析する。これら2つの部門について日本国内の年次データ（1980年度～2008年度）を用いて電力会社の管轄地域ごとの時系列分析を行い、地域ごとの電力の価格弾力性を求めた。分析の結果電力部門の地域ごとの価格弾力性は $-0.26 \sim -0.11$ 、電灯部門は $-0.30 \sim -0.11$ と計算された。

以上の分析結果より、ピーク時の電力需要を抑制し、さらに電力需要の時間的シフトを促すために、時間帯別の料金設定（ピーク時間帯の値上げ・夜間の値下げ）が有効であることが分かった。さらに、スマートメーターの導入によるより細かい時間帯別の料金設定が望ましいと考えた。

WEST 論文研究発表会 2011

はじめに

東日本大震災の発生に伴い、日本国内は全国的に深刻な電力不足の危機に見舞われた。発電設備への直接的な被害と共に、原子力に対して反対するイデオロギーが全国各地で高まったことにより、原子力発電所の停止が相次ぎベース供給電力の大部分を失ったことが原因である。

これに対して、電気事業法に基づき計画停電や電力使用制限令などの対策を取ると共に各方面で節電努力がなされたが、法人と民間の双方に看過できない不都合を与えたことは否定できない。

今夏の電力不足危機は回避したものの、政府が節電「要請」の枠を超えて具体的な需要抑制の方策を提示することがなかったことから、各需要家の自主的な節電協力が主となりもたらされた結果といえる。はたしてこの一面だけを見て、今後の電力需給状況を静観するという判断を下してもよいのだろうか。

環境保護・原発反対イデオロギーの高揚といった世論を見るに、明確な対策をとらない限り、電力不足の問題が慢性化・長期化することは避けられない。その際、節電努力が人々の生活にひずみを生み、新たな社会問題に繋がる恐れがあるため、迅速な対応が求められる。

以上の問題意識にたち、本稿では日本全国のデータを用いた時系列分析を行い、沖縄電力を除く各電気事業者の電力需要関数を推定する。その際得た価格弾力性値をもとに、電力需給が逼迫した現状を改善するための政策を提案する。なお、本稿の構成は以下のとおりである。

まず第1章では震災による一連の電力不足と、それに向けてなされた対応を記述する。またそれを整理した上で本稿の問題意識を明示する。

第2章では本稿の先行研究に用いた論文を紹介し、本稿の位置づけを示す。

第3章では分析を行う際に使用したデータを記載するとともに、分析の枠組みを詳細に述べ、結果の考察を行う。

第4章では第3章の結果をふまえ、電力需給のバランスの健全化を目指した政策を提言する。

第1章 現状・問題意識

第1節 東日本大震災に伴う原子力発電所事故

2011年3月11日、日本における観測史上最大の東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震における大津波の発生に伴い、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部を中心に甚大な被害がもたらされた。死者・行方不明者は2万人以上に昇り、また、今なお多くの被災者が避難生活を強いられている。

大津波による被害はそれだけではない。東京電力福島原子力発電所における大量の放射性物質の放出を伴う事故の発生である。この福島原子力発電所の事故をきっかけに、東京電力は福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所、さらにいくつかの火力発電所や変電所の運転を停止さ

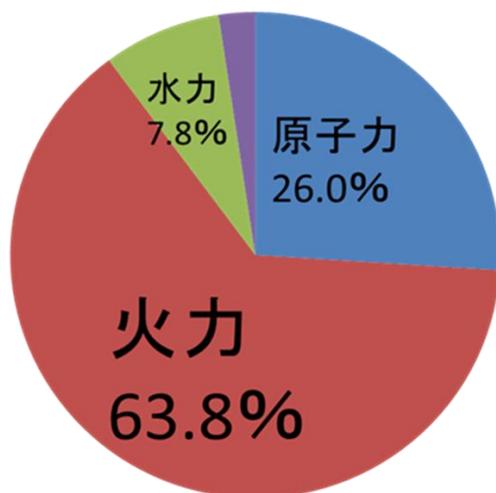
WEST 論文研究発表会 2011

せた。また、東北電力管内では女川原子力発電所や東通原子力発電所、葛根田地熱発電所および澄川地熱発電所が運転停止となった。そのため、関東地方では電力不足が発生し、東北地方においては広範囲に及んで停電が起きた。東京電力は、中部電力、関西電力、九州電力及び諸企業から電力の融通を受けたものの電力需給が逼迫しているとし、各方面への節電を呼びかけると共に計画停電を実施した。今回の原子力発電所事故に伴う電力不足がどれほどの影響力を持つのかについて明らかにするため、以下で我が国の電力供給の在り方について言及する。

第2節 日本の発電電力の現状

日本における発電電力比率は、原子力発電が約26%、火力発電が約64%、水力発電が約8%を占めており、(図1)、原子力発電の比率は年々高まっている。つまり、日本の電力供給は約9割を原子力発電と火力発電に依存している。

図1：日本の発電電力量比率



出典：2008年度実績（資源エネルギー庁「電源開発の概要」）

原子力発電の利点としては、以下のことが挙げられる。第一に燃料となるウランが石油に比べて政情の安定した国々に埋蔵されていることから、資源の安定確保が可能である。第二に原子力発電は石油や石炭による火力発電に比べて少量の燃料で発電できるため、輸送や貯蔵が容易であり、さらに発電効率が良いことから、発電に関するコストが他の発電方法に比べて低くなる。第三に原子力発電は発電の過程でCO₂の排出が少ない。1970年代以降、CO₂排出量の推移をみると、25年間で日本の電力需要は3倍に増加したにもかかわらず、CO₂の排出量は約2倍の伸びに抑えられている。この一因として、原子力発電の大幅な増加によるCO₂抑制効果が寄与しているという意見もある。

一方で、原子力発電には問題もある。一つは、放射性物質であるウランを原料としていること

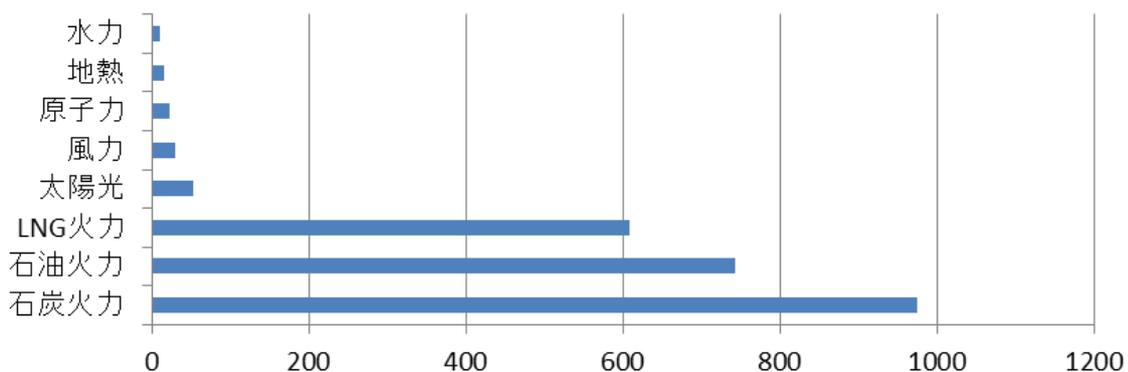
WEST 論文研究発表会 2011

である。放射線は人体に害を与える危険性を持つものであるため、原子力発電の関連施設が周辺の土壌を汚染してしまう可能性も考えられる。また、原子力発電の燃料として使用した後のプルトニウムを地中に埋める以外に適切な処理方法が無いことも大きな問題点である。さらに、今回の事故を機に原子力発電所の安全性への不安が高まり、国民の原子力発電所に対する意識が変わりつつある。

日本の火力発電は、1970年代前半には石油による発電が大半を占めていたが、オイルショック以降他の燃料への代替が進み、石炭や天然ガスによる発電量が増加した。さらに90年代後半には電力自由化により、価格の安い石炭にシフトする傾向がみられた。火力発電のメリットは、石炭や石油といった燃料の使用量を調節することで火力の調節がしやすいことであり、エネルギー消費量の多い時間帯にあわせて発電量を変えることが出来ることである。一方デメリットとして、原料に化石燃料を使用しているため、資源の枯渇の懸念がある。さらに原料の主な産出国が情勢の不安定な中東地域であることから、燃料価格の高騰や、それに伴う電力供給の不安定という課題もある。加えて、地球温暖化を促進させる原因となる大量の二酸化炭素や窒素酸化物などを排出する発電方法であるため、環境面での負荷も懸念されている。

また、近年では太陽光発電や風力発電、地熱発電などの新エネルギーの開発・発展に注目が集まっている。これらはCO₂を排出しないクリーンエネルギーとして導入が期待されているものの、エネルギー密度が低く、まとまった電力を得るには広大な面積を要することや、天候など自然条件に左右され、供給の安定性に欠けるなどの問題点も抱えている。そのため、今後の技術の発展による諸問題の解決が期待されているが、それには長期間を要すると考えられており、いまだその普及率は極めて低く、新エネルギーを原子力や火力に代わる電力供給源と考えるのは依然困難である。

図2：各種電源別CO₂排出量（1kwh 出典当たりのCO₂排出量(g-CO₂/kwh)）



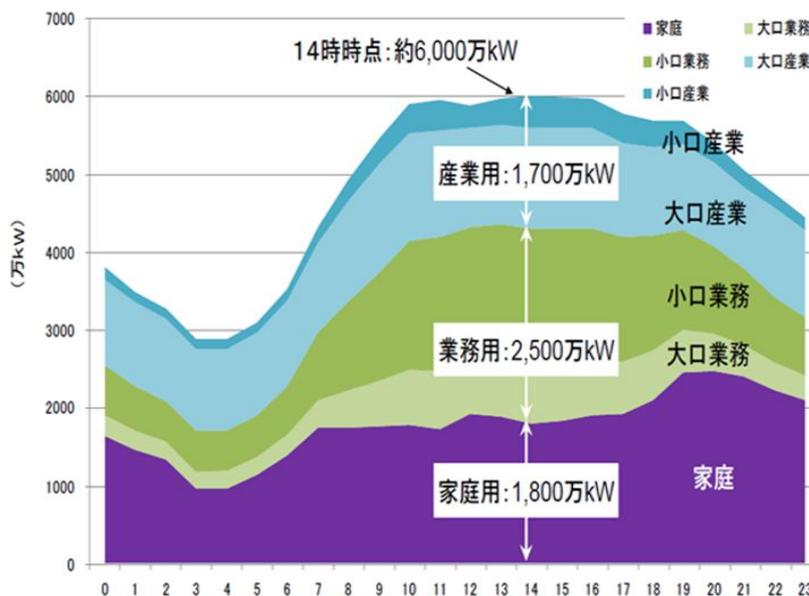
出典：電力中央研究所 HP

WEST 論文研究発表会 2011

第3節 電力不足の夏

以上のことから、電力供給力として高い比率を占める原子力発電所の停止は、電力不足に直結することは明らかである。第1節で述べたとおり、計画停電の実施等により震災直後の電力不足を乗り切ることができたが、電力需要が年間のピークを迎えるのは冷房需要が急増する夏である。東京電力管内における今夏の電力需給予想によると、ピーク時の電力需要量は約6000万kwであるのに対し、可能供給量は約5500万kwであり、約500万kwの不足が見込まれた(図3)。また、東北電力管内でも同様に、約50万kwの不足が予想された。これを受けて、経済産業省は地震による被災地域や福島第一原発周辺の需要家を除く東京電力・東北電力管内において、電力需要の一律15%削減を目的とする制限令を発表した。そのうち、契約電力500kW以上の大口需要家に対しては、需要がピークに達する時間帯において、前年同期の最大電力量から15%削減した電力量を使用上限とする「電力使用制限令」が7月1日より発動された。これは電気事業法第27条に基づく強制措置であり、故意に違反した場合は100万円以下の罰則が科された。なお、各電気事業者は、平常時の電気料金の割引などを受ける代わりに電力需給が逼迫した際に企業に操業停止を求めることのできる需給調整契約を大口の需要家と結んでいる。また、家庭や小口需要家に対しては「節約ガイドライン」が作成され、節電対策例の啓発や営業時間の短縮などを呼び掛けた。

図3：2010年、東京電力における夏季最大ピーク日



出典：資源エネルギー庁HP

WEST 論文研究発表会 2011

第4節 全国的な電力不足

しかし、福島原子力発電所での事故の影響は東北・関東地方のみならず、日本全体に及んでいる。事故後、政府による全面停止要請を受けて停止した中部電力管内の浜岡原子力発電所をはじめ、定期点検により稼働を停止していた伊方原子力発電所、玄海原子力発電所は操業を再開することができない状態が続いている。原子力発電所の安全性への懸念から、東京電力管内だけでなく日本各地の原子力発電所が操業できない状態となり、これに伴い東日本だけでなく全国的に夏の電力不足が懸念される事態となった。例えば、美浜原子力発電所などが停止した関西電力では特に電力需要予想が供給力を上回る恐れが大きくなり、法的拘束力はないものの15%の節電要請がなされた。

第5節 「企業」の節電・「家庭」の節電

このような電力危機に直面し、電力需要量抑制のために「節電」が全国的に活発になった。以下では、大規模工場などからなる「大口需要家」（契約電力500kW以上の事業者）、オフィス・大型商店などからなる「小口需要家」（契約電力500kW未満の事業者）、一般の「家庭」に分けて、今夏の節電行動を振り返る。

- ① 大口需要家には、第3節で述べた通り、電力使用制限令が適応された。それを受けて、製造業をはじめ、多くの工場でピークシフトが推奨され、他にもサマータイムの導入を実施した企業なども現れた。例えば自動車メーカーなどで作る日本自動車工業会は、7月から9月の間、自走者業界全体が一斉に土曜日と日曜日に工場を稼働させ、代わりに木曜日と金曜日を休日にすることを決定した。この結果、大口需要家の削減率は、東京電力管内で27%、東北電力管内では18%であった。
- ② 小口需要家は、オフィスビルや大型商店からなる。平均的なオフィスビルにおいては、10時～17時ごろに高い電力消費が続き、14時前後にピークを迎える。電力消費のうち、空調用電力が約48%、照明及びOA危機が約40%を占め、これらの部門に対する節電が徹底された。それに伴いクールビズが推奨され、ノーネクタイで出社する社員が街でも多く見られた。また、小口需要家の削減率は、東京電力・東北電力管内だけでなく関西電力管内においても目標である15%であった。
- ③ 家庭部門の電力消費量の内訳は、約25%がエアコンであり、照明、冷蔵庫、テレビを加えると約7割にのぼる。一般家庭では冷房の使用を最低限に抑え、使用時も28度に設定することが推奨された。また、約7%を占める待機電力を抑えるためにあらゆる家電のコンセントが抜かれ、エアコンから電力消費の少ない扇風機への買い替えが積極的に行われた。家庭の削減率は目標の15%に対し、東北電力管内が18%だったが、東京電力管内は11%と達成には至らなかった。しかしながら、今夏の節電は、電力需要抑制効果に加え、我々のこれまでのライフスタイルを見直すきっかけを与えることにもなった。

WEST 論文研究発表会 2011

このように、大口需要家、小口需要家、家庭それぞれにおいてさまざまな節電努力がなされ、需要過多になることをまぬがれた。

第6節 火力発電依存への問題点

各方面での節電努力により電力需要は抑制されたが、過度な節電のためエアコンの使用を抑制した高齢者を中心に、熱中症による死者数が前年比の4倍に増加するなどの問題も発生した。今夏の節電は、地震発生に伴う緊急事態への対応として、多くの国民の我慢によって支えられており、今後長期にわたって続く予想される電力不足に対しても同様の効果を発揮するかどうかについては疑問が残る。

そこで、対策の一つとして供給力増強が挙げられる。その方法として水力・火力発電所の補修作業時期の変更や自家発電設備を持つ企業から電力を購入することなどが考えられる。また、各電気事業者は東京電力同様に停止中の火力発電所等を再稼働させることで供給力の増強を行っている。しかし、火力発電所をすべて再稼働させたと仮定しても予備率は3%程度を確保できるに留まる。つまり、政府が最低限必要としている3%に到達するかしないかという数字だが、通常必要とされる8%に到達していないという点で再稼働させたとしても現在の火力発電の供給力だけでは原子力発電の代替手段になるとは言えない。さらに、火力発電所の新設には数年を要するため、原子力発電所を停止した状態では、短期的にこれ以上の供給力増加は見込めない。

また、第2節で触れたように、火力発電には環境への負荷の問題がつきまとう。火力発電には化石燃料が使用されるが、日本だけでなく世界中の国々が、石油や石炭を中心とする化石燃料への依存により環境負荷・資源の枯渇という大きな問題に直面している。火力発電所で排出される排気ガスから有害物質を除去する技術は進歩してきているものの、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出は抑えられず、その量は他の発電方法と比べても際立って多い。さらに資源不足も進んでおり、このままでは石油、天然ガスのエネルギー可採年数は100年以下ともいわれている。また、これらのエネルギーを含め全体の96%を海外からの輸入に頼っているのが現状であり、中国をはじめとするアジアの経済発展などに伴う急激な需要の増加により化石燃料の価格は高騰し続けている。このまま日本が火力発電の割合を高め、化石エネルギーの使用を増加させると、国内のエネルギー供給のコストが上昇し、国民の生活に影響が及ぶことが懸念される。

東京電力は従来、発電電力量の3割ほどを原発に頼ってきたが、これが福島第一・第二原子力発電所の停止で、当面はほぼ半減が見込まれる。その分は液化天然ガス(LNG)の火力発電を中心に補てんする計画であるが、その場合の燃料費の増加分は年1兆円規模とされている。2011年度に限れば、東日本大震災後に停止したままの原子力発電所を年内に再稼働できない場合、電力不足を補うため火力発電所で必要になる追加の燃料調達費が、電気事業者9社で少なくとも総額約1兆7千億円にのぼる見通しである。³

つまり、原子力発電の代替手段として当面は火力発電に頼らざるをえないものの、資源の調達や環境負荷、燃料価格の問題等を考慮すると、長期的に火力発電に依存することには課題がある

³ 産経新聞 2011年9月14日付による

WEST 論文研究発表会 2011

と言える。

第 7 節 これからの電力需給

夏を迎えるにあたって国内は深刻な電力不足の危機に直面したが、これまで述べてきたように大口需要家・小口需要家・家庭などそれぞれの節電努力によって電力需要の抑制に成功した。そのため、需要量が供給量を上回り大規模な停電が発生するなどの事態は回避できているが、その結果にも留意すべき点がある。

今年の 8 月の平均最高気温は 28.3 度に対して去年の 8 月の平均最高気温は 31.4 度であった。今年の夏は昨年よりも涼しい夏であったといえ、電力需要が予測した値に比べて少なかったことが電力不足回避の一つの要因になったと考えられる。来年以降気温が上昇したときに今年と同様の節電効果が見られるとは限らない。

また電力使用制限令も功を奏したが、それには問題点もいくつか挙げられる。電力使用制限令では、罰則の適用は故意の場合に限られ、その判断基準は曖昧であると言える。さらに、電力使用制限令を順守しようと企業は自家発電の導入やシフトの変更などの対策をとったが、このことは産業界・経済面に大きな影響を与えた。

原子力発電所は一定の時間が経過したのち点検・保守のために検査をすることが法律で定められている。今冬は現在稼働している原子力発電所のうちのいくつかが定期検査に入り、現在停止中の原子力発電所の再起動が行われない場合、供給力は夏よりも落ち込む。実際、政府は発電量に占める原発の割合が 5 割以上である関西電力に対して 10%、九州電力に対しても 5%の節電を要請している。その他の電力会社管内に対しても、数値は設定されていないが、節電を呼びかけている。

来夏にはさらに多くの原子力発電所が定期検査に入り、原子力発電所の再起動が行われないと仮定すると、国内で一基も原子力発電所が稼働していない状態となり、電力需給の状況はさらに深刻化する。経済産業省の発表によると、東日本においては夏のピーク需要 7986 万 kW に対してピーク時の電力不足は 834 万 kW 増、中西日本においては夏のピーク需要 9968 万 kW に対してピーク時の電力不足は 823 万 kW 増といずれも今年夏以上の厳しさとなり、日本全国で 1656 万 kW の電力が不足すると見込まれている。

第 8 節 問題意識

以上みてきたように、東日本大震災に伴う原子力発電所の事故により、国内は全国的に深刻な電力不足の危機に直面している。約 26%を依存する原発の停止は供給可能電力量を著しく減少させ、最大電力消費時間帯には電力需要が供給可能電力量を上回ることが懸念される。また、電力はその性質上蓄積することが難しく、夜間に溜めた電力を昼間に使い回すことが出来ない。このような特徴を踏まえた上で、対策を講じなければならない。電力不足を解消するための方法は供給力の向上と需要量の抑制である。

供給力向上の手段としては、次の 3 点が挙げられる。1 点目は電力の融通である。これは、地

WEST 論文研究発表会 2011

震発生直後東京電力・東北電力に対して各社が電力融通を行ったが、東日本と西日本において使用する周波数の違いから送電が非効率であること、また電力不足が今や日本全国に広まっていることを考慮すれば現実的でない。2点目は既存の発電所の増強である。これまで述べてきたように、各電気事業者は火力発電所の再稼働による供給力の増加を図っているが、それでも原発の不足分を補いきることはできない。さらに、火力発電に伴う二酸化炭素排出への懸念や、資源の枯渇・争奪戦の激化による安定供給への不安などの問題があり、長期的に火力発電に依存することも好ましくない。3点目は新エネルギーの開発であり、国産のエネルギーであることや、地球温暖化等の環境への負荷が少ないことから将来のエネルギー源としての期待が大きい。しかし、いまだその普及率は低く、供給コストの低減等の課題が残る。今後新エネルギーが普及するまでに長い時間を要すると思われる、即効的な解決策とはいえない。以上より、供給力増強による電力不足解消は見込めない。

一方の需要量抑制の手段としては、次の3点が挙げられる。1点目は強制的な量的規制である。具体的には今回の地震後に短期的に実施された計画停電が挙げられるが、必要度の高い需要も含め、停電対象地域内の電力使用を一律にカットしてしまうため、個別的な対応が難しく合理的な手段とは言えない。2点目は需要家による節電努力である。例えば、今夏の電力不足に対して、需要抑制の要請が各方面へと行われ、企業によるサマータイム制の導入や操業・営業時間の短縮、家庭の節電行動、大口需要家への電力使用制限令などの政府の法的規制などさまざまな努力がなされた。しかし、抑制が長期間にわたって必要とされると、次第に抑制努力が衰える可能性もあり、自発的な需要抑制がいつまで継続できるのかは確かではない。高齢者の熱中症増加の例にも見られるように、過剰な節電は健康への影響も伴う。

これら2つの電力不足回避の方法は、問題点も複数あり、実効性に乏しい。そこで、本稿では3点目の需要抑制の手段として、価格調整を最も合理的な手段として提案する。価格調整には3つの利点が挙げられる。1点目は量的調整に比べて時間やコストがかかることが少なく、容易に実行することができること。2点目は個別の事情に応じて柔軟な対応ができるという点である。3点目は国民自らが利用するか否かを選択することができ、より効率的に需要を抑制することができる。例えば、エアコンを必要であると思う人にとってその電力価格は安く感じられ、必要ない人にとっては高いと感じられるような価格に電気料金を設定することで、本当に電気を必要としている人に電気を供給し、それ以外の人々の電力消費を抑えることが出来る。このように、需給バランスが価格によって調整されることで、電力の需要が抑制されるのではないかと、つまり、電力不足が最も懸念される最大電力消費時間帯（ピーク時）の電力需要を減らすためには、価格の調整が有効なのではないかと考えた。

本稿では、電力価格を昼夜間で調整することで、より確実に電力需要を平準化・抑制する政策提言を行う。

WEST 論文研究発表会 2011

第 2 章 先行研究及び本稿の位置づけ

本稿の目的は、価格が電力需要に与える影響を実証することであり、需要を抑制するような電力価格を求めることである。そこで、日本の電力需要関数を推定し、価格弾力性を導く。

日本国内の電力需給の現状を分析、調査した先行研究には、内閣府(2001)、Hunt(2004)、秋山・細江(2007)などがある。従来の研究では全国データを用いて電力の需要関数を推定しているものが多く、例えば内閣府(2001)では産業・商業・業務用の全電力需要関数を推定し、価格弾力性を 0.441 と結論付けている。

それに対して、秋山・細江(2007)においては日本の電気事業者 9 社(沖縄を除く北海道・東北・東京・中部・関西・北陸・中国・四国・九州の 9 地域)の電灯部門を除いた電力需要量・電力の平均価格・その他事業者管内の所得・平均気温などの 28 年分のデータ(1976 年度～2003 年度)を用いて、日本国内の地域別の電力需要関数を推定している。その中で示された地域別の弾力性は短期では 0.066 から 0.326、長期では 0.113 から 0.691 の間にそれぞれあると推計された。それをもって、電力需要の弾力性は都市部よりも地方部の方が相対的に高い傾向にあること、先験的に仮定されて用いられてきた 0.1 やそれより小さい値を地域別の電力需要関数の推定に用いることに問題があることが示唆されている。

本稿では日本国内の年次データ(1980 年度～2008 年度)を用いて各電気事業者(沖縄電力を除く 9 社)の管轄地域ごと(表 1)の需要関数について時系列分析を行い、地域ごとの電力の価格弾力性を求める。その際、対象を大規模な工場などからなる電力部門と、主に家庭と小規模オフィスからなる電灯部門に分けて分析する。また、地域ごとの分析を行うにあたり、地域別の最低気温 25 度以上の日数を説明変数に加えることで気候の違いを考慮する。さらに、分析に用いたデータを選択した時期より、電力自由化をダミー変数として扱う分析モデルを設定することでその影響を考慮する。

その結果より、ピーク時の需要を抑制するための電力の適正価格および時間帯ごとの適正価格を求め、ピーク時の需要抑制やピークシフトを促す提言を行う。

第 3 章 分析

第 1 節 分析の方向性

電力の価格弾力性を電力部門・電灯部門に分け、時系列分析を用いて分析する。以上 2 つの部門について地域別の時系列分析を行い、各電力会社管轄内の電力の価格弾力性を求める。

第 2 節 データ

データは電力・電灯需要量、電力・電灯価格を電気事業連合会の電力統計情報より、国内総生産、県内総生産を内閣府より、気温に関するデータは気象庁よりそれぞれ得ている。

WEST 論文研究発表会 2011

第 3 節 分析方法

価格弾力性とは需要の変化率(%) / 価格の変化率(%) で表される。価格が 1% 変化した際に、需要が何% 変化するかを見るものである。負の値をとっていけば価格が高くなるほど需要が減るということを表している。

第 1 項 電力（電灯）部門の価格弾力性

1980 年から 2008 年までのデータを用いて価格弾力性を求める。被説明変数には電力（電灯）需要量を用いる。また、説明変数には電力（電灯）価格・国内総生産・前期の電力（電灯）需要量・電力自由化ダミー（最低気温 25 度以上の日数）の 4 つを用いる。なお、日本全国の気温については地方ごとに大きな気温差があり、日本全国の気温を求めるのは困難である。そのため、日本全国の電灯の価格弾力性は求めず、地域ごとの価格弾力性のみを求めた。

a. 電力（電灯）需要量

各電気事業者（沖縄電力を除く 9 社）のそれぞれの需要量を用いる。

b. 電力（電灯）価格

各電気事業者の電気料金の収入を需要量で除したものをを用いる。一般に財の価格はその需要に影響を与えていると考えられる。

c. 国内総生産

内閣府の発表している数値を用いる。国内の生産が活発であればあるほど、電力（電灯）の需要量は増えると考えられる。なお、地域別の総生産は県内総生産を各電気事業者の管轄別に直したものを使用した。

d. 前期の電力（電灯）需要量

電力（電灯）の需要は急激に変化するものではなく、前期の需要量に影響されるものと考えられる。

e. 電力自由化ダミー

2000 年 3 月から電力の自由化は始まったものの、一部にとどまっていた。その後徐々に解禁され、2005 年 4 月からは契約電力が 50kW 以上の高圧需要家までが自由化された。以上より、2005 年から本格的な自由化が始まったと考えた。この影響は価格にも反映されていると考えられる。

f. 最低気温 25 度以上の日数

各電気事業者の本社が置かれている場所の気温データを用いた。暑い日が多ければ冷房などの使用が増え、電灯需要が増えると考えられる。

よって分析式は以下のとおりになる。

電力部門

$$\ln E_t = \alpha + \beta \ln P_t + \gamma \ln Y_t + \lambda \ln E_{t-1} + dummy + u_t$$

WEST 論文研究発表会 2011

電灯部門

$$\ln E_t = \alpha + \beta \ln P_t + \gamma \ln Y_t + \lambda \ln E_{t-1} + M25_t + u_t$$

t 期間 (1981~2008)

E_t 電力 (電灯) 需要量

P_t 電力 (電灯) 価格

Y_t 国内総生産

E_{t-1} 一期前の電力 (電灯) 需要量

dummy 電力自由化ダミー

$M25_t$ 最低気温 25 度以上の日数

α 固定値

β 価格弾力性

第 2 項 変数の検定

系列相関の検定

誤差項に系列相関がある場合、推計値が一致性を持たないため、系列相関の有無の検定を行う。これには DW テストを用いる。k=4、n=28⁴を見ると、ダービンワトソン統計量の 5%点の上限と下限は dl=1.104、du=1.747 となっている。今回はすべての分析において変数の個数とデータ数が同じである。そのすべてにおいて系列相関がないか、系列相関の有無を判定不能の範囲に入っているため、系列相関がないものと考えられる。

定常性の検定

被説明変数および、説明変数の中に 1 個でも非定常⁵な変数が含まれている場合、見せかけの回帰⁶が生じる可能性がある。そのため、データが定常かどうかを検定する必要がある。そのため、Dickey-Fuller(DF)テストと Philips-Perron(PP)テストを行う。検定の結果、すべての変数が定常であることが確認された。

第 3 項 推計結果と考察

結果は表 2、3 の通りである。全体的な傾向として電力部門よりも電灯部門のほうが価格弾力性は高いことが示されている。

電力部門については東京と中部以外はあまり大きな差が見られない。この 2 つについては他の電力会社管内と比べて価格弾力性が低くなっている。このことから、首都圏や中部地方での価格の上昇は他の地域に比べて需要の減少量が小さいと考えられる。電力部門、電灯部門ともに地域内総生産が正の説明力を持つことから、生産が増えるほど、電力の需要が増えるということが示

⁴ k とは定数項以外の変数の数であり、n とはサンプル数のことである。

⁵非定常性とは収束しない状態を指す。

⁶見せかけの回帰とは、本来無関係であるはずの変数が高い決定係数と有意な t 値が得られるものである。

WEST 論文研究発表会 2011

されている。さらに、前期の需要量も正の説明力を持ち、電力需要は急激に変化するものではないことが示された。また、気温 25 度以上の日数が北海道以外のすべての地域において正の説明力を持つことから、暑い日が多いほど冷房の使用が増え、それに伴って電力の消費が増えるという推測が正しいことが示されている。一方で電力自由化ダミーについては電力需要に影響しない地域が多かった。需要が 9 社に集中している状況は変わらず、自由化によって影響があった地域は少ないということが示されている。

また、長期の弾力性は短期と比べて大きい。つまり、長期的には料金引上げに加えて、省エネ家電への買替え等、節電に役立つ家電の普及を促すことが、結果的に電力需要の抑制につながると考えられる。

第 4 章 政策提言

前章の分析により「電力」・「電灯」両部門について各電気事業者固有の価格弾力性を得た。本章ではその値を基にしてピークロードプライシング実現に向けた政策を提言する。

第1節 価格制度の再構築

第 1 項 現行の電気料金制度について

電気事業者各社が提供している料金契約のなかで、多くの家庭が採用しているのは従量電灯契約である。この課金形態では同時に使用できる電力量を示す契約アンペアに応じた定額の基本料金と、使用電力量 (kWh) に料金単価・燃料費調整単価及び太陽光発電促進付加金単価を乗じたものとの和が 1 カ月の請求金額となる。なお料金単価には三段階料金制度が設けられている。この制度のもとで、月の使用量 120kWh までを国が保障すべき最低生活水準で発生する量として第一段階、標準的な家庭の使用量から算出した 300kWh (北海道電力では 280kWh) までを第二段階、それ以上を第三段階と定め、それぞれの段階に応じて料金単価に格差をつけている。

また各社は小規模需要家向けに時間帯別電灯契約を提供している。これは電力需要の大きい昼間時間の電力単価を従量電灯の各段階の料金と比較して割高に、需要の小さい夜間時間の単価を割安に設定したものである。

業務用施設や工場などを対象とした料金契約は二季節三時間帯別料金の契約が主である。季節を「夏季」「その他季」の二季節、時間帯を「重負荷時間」「昼間時間」「夜間時間」の三時間帯に分類し、それぞれ異なる料金単価を設定している。

小口大口問わず需要家に対して従量課金制以外の料金制度を提供しているのは、電気事業者がピークカット・ピークシフトを企図して消費者に提示しているものと考えられる。

第 2 項 ピークロードプライシングの意義

ピークロードプライシングとは、設備投資等に関する費用負担の適正化と利用の平準化を図るために、需要が高まった時には高価格、そうでない時には低価格というように、需要量に応じて

WEST 論文研究発表会 2011

異なる価格を設定する考え方のことである。

ピークロードプライシングの概念と計測された価格弾力性に基づいて新料金体系を編成し、それを全需要家と電気事業者とが結ぶことを我々は提言する。具体的には、電力の需要が大きい10時から16時をピークタイム、17時から9時をオフピークタイムとそれぞれ称することとし、ピークタイムの需要抑制を主な目的とした料金設定を定める。また月別に見ても電力の需要量には大きな変化がある。このことから、6月から9月を夏季、11月から2月を冬季、その他の月をその他季と割り当て、日中の時間帯別だけでなく、季節ごとの需要変化も新料金体系に織り込む。

ピークロードプライシングの導入によるメリットは次の2点である。1点目は、需要ピーク時の電力価格を引き上げることで、消費者の節電・節約意識を誘発し、震災関連の諸問題を原因とする電力需給の逼迫状態を緩和することである。ピーク時間帯の料金引き上げにより、活動時間の転置やオフピーク時における蓄電・自家発電の導入など、ピークカット、ピークシフトに向けた個々の対応を誘引する。2点目は、最適な発電設備容量を決定することである。各電気事業者は、電気事業法に基づいて、原価の算定に総括原価方式を採用している。この原価算定方式のもとで、電気事業者は電力の供給に関わるコストをすべて原価に反映させ、その原価に報酬率を掛け合わせた金額と電気の販売収入が等しくなるよう価格を設定している。稼働率にかかわらず事業者が所有している発電設備がすべて供給電力の原価に算定されているため、需要がピークに達するごく限られた時期でのみ稼働するような一見過剰な設備の維持・建設費用も消費者への請求分として割り当てられている。その点では適切な発電設備量を決定し、電気事業者の主張する発電原価を下げ結果的に消費者の負担を低減できることも、長期的に期待できるピークロードプライシングの効果といえる。

第2節 電力需要 10%削減の実現

第1項 具体的な料金改正案

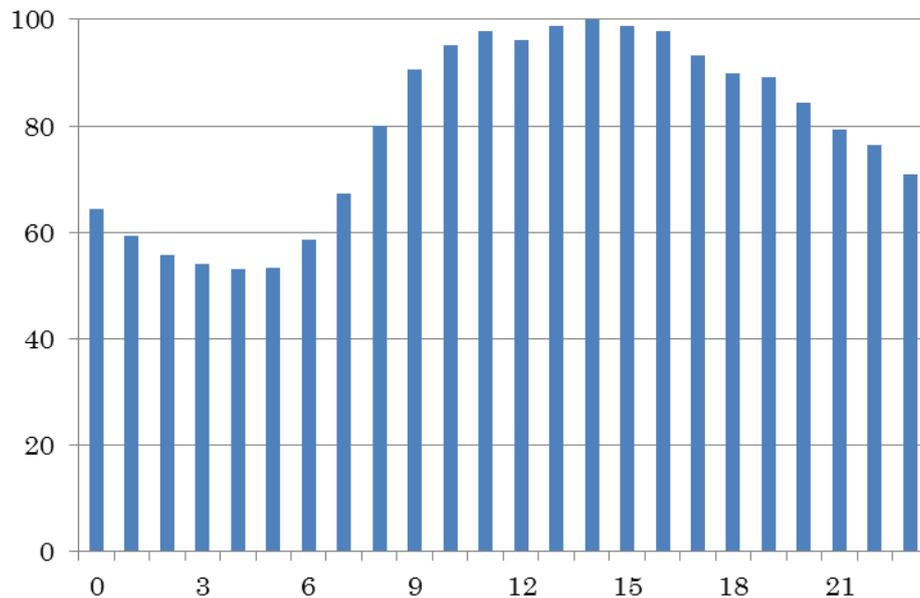
経済産業省が今夏目指したのは需要ピーク時の需要量を15%削減することであった。ここでは現在の発電設備を10%縮減したと仮定し、最大需要を充足した上で可能な限り遊休設備が少なくなるような価格設定を提示する。

以下の図4は、2010年で東京電力管内において一時間あたりの電力使用量が最大となった7月23日の24時間の電力使用量の推移⁷を示している（縦軸には5999kWhを記録した15時を基準とした指数を用いている）。このデータによれば、使用量が最大となるのは15時、最少となるのは4時で、使用量が90%を超えたのは9時から17時の間である。

⁷ 東京電力ホームページ 過去の電力使用実績データ による

WEST 論文研究発表会 2011

図 4 : 1 日の電力使用量の推移



出典：東京電力ホームページ

分析の結果によれば、東京電力管内での価格弾力性は電力部門において 0.11、電灯部門において 0.24 とそれぞれ推定されている。

したがって、ピークタイムには電力部門で最大約 90.9%、電灯部門で最大約 41.7%の値上げを行い、逆にオフピークタイムには電力部門で最大 40%、電灯部門で最大 16.7%の値下げを行う。

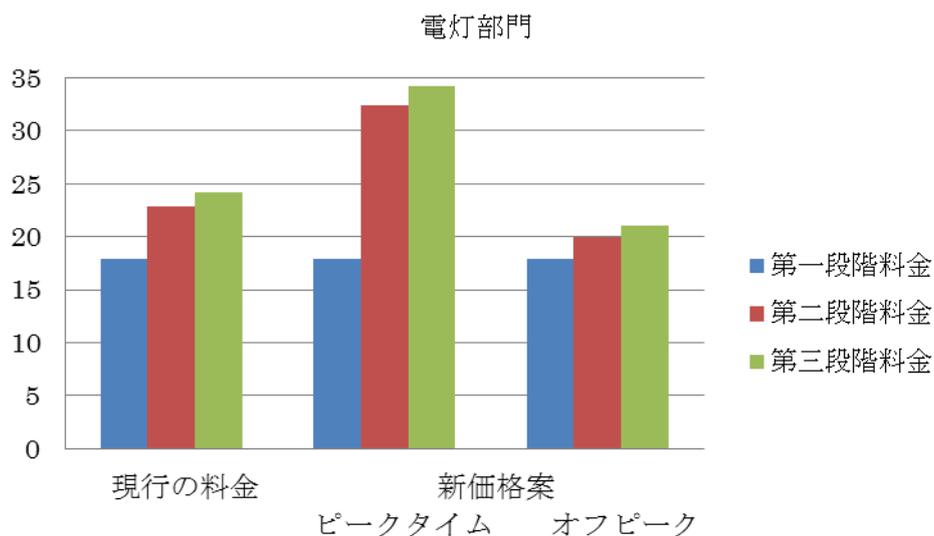
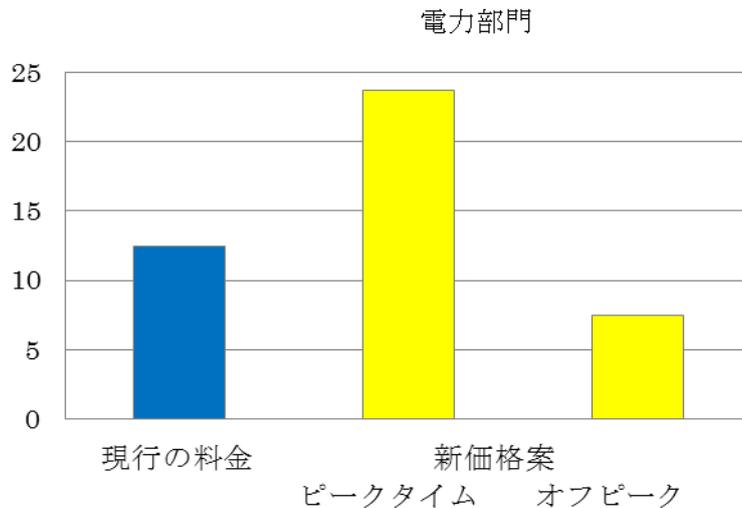
業務の特性上一日の電力使用量を調整しにくい工場など、価格引き上げに伴うピークシフト要請に応えられない需要家が存在する。そのような消費者にとっての不公平感を軽減させるために、日間の一時間ごとの使用量が一定ならば支払額は現行の料金制度で算定したものと同じになるように料金の上下動幅を設定している。

電力・電灯両部門における価格の変動の様子を次の表に示す（「現行の料金」の料金単価には本稿執筆時の東京電力「高圧電力⁸」の夏季単価および「従量電灯 B⁹」の値を利用した）。

⁸ 東京電力 電気需給約款 [特定規模需要 (高圧)] III.契約種別および料金 による

⁹ 東京電力 電気供給約款 III.契約種別および料金 による

WEST 論文研究発表会 2011



ここで示した価格は夏季のピーク時需要を10%削減することを目的として算出したものである。現行の「高圧電力」における価格設定ではその他季価格は夏季価格に0.92を乗じたものとされているため、年間の電力使用量推移データを考慮に入れて上記の価格に0.95および0.90を乗じたものをそれぞれ冬季、その他季価格として提案する。

なお電灯部門において、第一段階料金に関しては現行の料金と新価格案とで変化を与えていない。第一段階料金で値上げを行うのは消費者理解を得る上での困難となり、また生活弱者にとっての負担が大きくなることは望ましくないと考えたためである。

第2項 改正案の導入

現在民間で用いられている電力量計のほとんどは、総電力量の計量機能に特化したものであり、時間ごとの使用量を記録する機能は備わっていない。したがって、そのような機能を備えた電力

WEST 論文研究発表会 2011

量計を各家庭に配備することが必要である。しかし国内の総世帯数は約5千万世帯にのぼり、電力不足が危惧される来夏までに全国の電力量計を一新するには困難が予想される。そこで、ピークタイムのみ稼働する簡易的な電力量計を各契約世帯に頒布することを提案する。可能な限り機能を単純化した低コストで小型な電力量計を追加的に設置することで、現在のものでは充足できない機能を補完するのである。価格引き上げを行うと、その効果が表れにくい短中期においてはピーク時に利用せざるを得ない消費者の存在によって事業者の収入が大きくなることが想定される。そのような場合、電力量計導入を事業者が負担することは消費者の不公平感を緩和させる一助となる。その他にもマスメディアを通じた節電の広報や情報開示、分析の公表などを行い、消費者理解を求めていくことが必要となる。

補論

第1節 スマートメーター導入の促進

現在民間で用いられている電力量計のほとんどは単に電力量を積算して表示するだけであり、時間帯別、日にち別の電力消費量を記録する機能は備わっていない。よって、現行の機器を利用する限りは時間帯・季節別料金の導入に限界がある。したがって、時間・日にちごとの使用量を記録する機能を基本とした、より高性能な電力量計を各家庭に配備することで、より効率的な電力需給が実現すると考えられる。そこで、高性能な電力量計＝スマートメーターの導入の促進を提言する。

第1項 スマートメーターとは

スマートメーターとは、通信機能を備えた電力量計である。電力会社と需要家の間で電力使用量のデータをやり取りし、需要先の家電製品と接続してその制御や、消費者に現在の電力料金や使用量を伝えることができる。つまり、需要家の電力使用状況がリアルタイムに把握できる電気量計である。

第2項 導入のメリット

スマートメーターの導入によって、時間帯ごとの詳細な使用量が測れるので、現行に比べよりきめ細かく柔軟な料金メニューの設定が可能となる。同時に、利用機器別の電力消費量の情報が利用者に提供されることによって、家電などの利用パターンを見直し、各家庭におけるコスト削減と省エネに繋げることができる。これらの結果としてピーク時間帯の電力需要の抑制が確実にできると考えられる。

また、仮に今回の震災時のような緊急時においても、スマートメーターが設置されていれば計画停電に際して、信号機や病院だけを除外するということも可能となる。さらに、新エネルギーの導入やスマートグリッドの構築が世界的に議論され始めているが、これらの前提にはスマートメーターの導入が不可欠である。スマートメーターが備える機能を活用することで、再生可能エ

WEST 論文研究発表会 2011

エネルギーの大量導入やスマートグリッドの構築が格段に容易になるのである。

第3項 海外におけるスマートメーターの現状

以上、さまざまな機能を持ち導入されれば今後の電力需給において不可欠な役割を果たすであろうスマートメーターであるが、すでに欧州、米国では普及が始まっている。最も進んでいるイタリアやスウェーデンでは、ほぼ全戸に設置が完了している。それに続き、フランスやイギリス、スペインでは2020年までに全戸導入する計画である。EU指令では、2020年までに全体の80%の電力メーターをスマートメーター化することを各電力会社に要求している。米国のスマートメーター設置台数は、2009年に1000万台を超えた。2013年には5000万台を超えて、全米の約30%に達する見通しで、2015年には50%、2020年には100%を目標に掲げている。

第4項 日本での導入

一方、日本市場ではスマートメーターは普及しておらず、試験導入による実証実験が行われている程度であった。しかし震災後に電力需給が切迫するにつれて、その導入に向けての議論が本格的に行われるようになってきている。そして、政府は、電力不足解消に向けた「エネルギー需給安定行動計画」の一環で、電力9社の対策を積み上げたアクションプランを決定し、その中で、今後5年間で高圧以上のメーターのスマート化がほぼ完了することが明記された。加えて、低圧を含めた需要家全体は東京、中部、関西の3社が5年後に8割の導入を達成、残り6社でも6~7割で導入が見込まれるとしている。

しかし、導入に際しての課題もある。例えば、メーターが標準化されていない点である。各電力会社はこれまで、電気メーターについては独自設計してきた。実際に東京電力や関西電力が試験導入しているスマートメーターは別物である。さらにいくつかの会社が受注シェアを分け合っており、量産メリットが生まれにくい。そのため、このままの状態だと1台1万円前後の欧米の2~3倍の価格になり、導入コストが余計にかかってしまうという問題が発生すると考えられる。また、スマートメーターによって得られた電力使用状況等のデータの扱いについてもプライバシーの問題等、考慮しなければならない点がある。よって、スマートメーターを導入し普及させていくに当たり、これらの問題点も踏まえた上での議論を重ねていくことが重要であると考えられ、より適切な形でスマートメーターが導入されることが望まれる。

おわりに

2011年の冬を迎えるに当たり、政府は発電量に占める原発の割合が5割以上である関西電力に対して10パーセント、また九州電力に対しても5パーセントの節電を要請しており、その他の電力会社管内に対しても、数値は設定されていないが、節電を呼びかけている。このように電力の需給対策は切迫した問題となっており、今後もしばらくは続くと考えられる。そこで本稿では、電力不足が最も懸念される需要ピーク時の電力需要を減らすためには、ピークロードプライシングによる価格政策が有効なのではないかという考えの下、電力価格が電力需要に与える影響を実

WEST 論文研究発表会 2011

証し、それを基にしてピークロードプライシング実現に向けた政策を提言した。

しかしながら、分析を行うにあたって、様々なデータ上の制約を受けたのも事実である。電力不足をきっかけに、東京電力を中心に情報の開示が徐々に進められてはいるものの、依然としてデータ収集の範囲は限られている。今後は全電気事業者を含めた統一的な情報提供、さらには情報提供内容の拡充が望まれる。

また、今回は価格を用いた電力需要の抑制について述べたが、家庭・オフィス等における節電を促す手段として、適切な予算措置を講じながら、省エネ設備の導入促進や節電効果に対するインセンティブの付与などの施策も同時に行っていくことなども有効な手段であると考えられる。そして、電気を使用する各事業者・消費者が節電の意識を持ち行動することが何よりも大切である。最後に、本研究が日本の電力需給に関する問題の解決の一助となることを願い、本稿を締めくくる。

《先行論文》

- ・秋山修一・細江宣裕(2007) 「電力需要関数の地域別測定」『RIETI Discussion Paper Series』No.07-J-028
- ・Lester C. Hunt, Yasushi Ninomiya (2004) 「Primary energy demand in Japan: an empirical analysis of long-term trends and future CO2 emissions」『Energy policy』Volume33 Issue11
- ・内閣府(2001)『近年の規制改革の経済効果—利用者のメリットの分析』政策効果分析レポート No. 7

《参考文献》

- ・松浦克己、コリン・マッケンジー (2005) 『EViewsによる計量経済学入門』東洋経済新報社
- ・松浦克己、コリン・マッケンジー (2001) 『EViewsによる計量経済分析』東洋経済新報社
- ・山本拓(1988)『経済の時系列分析』創文社
- ・資源エネルギー庁(2011)『節電行動計画フォーマット』
- ・資源エネルギー庁(2010)『エネルギー白書』
- ・『エネルギー・経済統計要覧(2010年版)』日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット(編)
- ・経済産業省(2011)『今夏・今冬の電力需給動向(エネルギー・環境会議資料)』
- ・経済産業省(2011)『今夏の電力会社別の最大需要想定算定根拠』
- ・経済産業省(2011)『スマートメーターの普及に係る論点等について』
- ・経済産業省(2011)『スマートメーター制度検討会報告書』
- ・国家戦略室(2011)『エネルギー・環境会議議事次第』
- ・森川正之(2011)『電気料金・節電運動と家庭の省電力』RIETIコラム.
- ・宇南山卓(2011)『今こそ統計の出番:大震災からの復興の第一歩』RIETIコラム.

《データ出典》

- ・総務省統計局『平成17年 家族類型別一般総世帯数』
<http://www.stat.go.jp/>
- ・『電力統計情報』『1年間の電気の使われ方の推移』電気事業連合会ホームページ

WEST 論文研究発表会 2011

<http://www.fepc.or.jp/>

- ・『国民経済計算（GDP 統計）』内閣府ホームページ

<http://www.cao.go.jp/>

- ・『気象統計情報』気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

- ・北海道電力ホームページ

<http://www.hepco.co.jp/>

- ・東北電力ホームページ

<http://setsuden.tohoku-epco.co.jp/>

- ・東京電力ホームページ

<http://www.tepco.co.jp/index-j.html>

- ・中部電力ホームページ

<http://www.chuden.co.jp/>

- ・北陸電力ホームページ

<http://www.rikuden.co.jp/>

- ・関西電力ホームページ

<http://www.kepco.co.jp/>

- ・中国電力ホームページ

<http://www.energia.co.jp/>

- ・四国電力ホームページ

<http://www.yonden.co.jp/>

- ・九州電力ホームページ

<http://www.kyuden.co.jp/>

WEST 論文研究発表会 2011

	関西	中国	四国
LOG(電力価格)	-0.219509** (0.081133)	-0.197539** (0.076824)	-0.260517** (0.098776)
LOG(地域内総生産)	0.208816*** (0.06936)	0.123483** (0.057423)	0.087123* (0.04907)
LOG(前期の需要量)	0.497441*** (0.108742)	0.642498*** (0.091875)	0.61232*** (0.114695)
電力自由化ダミー	-0.0107 (0.014709)	0.026226 (0.020005)	0.024276 (0.022928)
定数項	6.03057*** (1.330271)	4.650823*** (1.581386)	5.736235*** (1.990772)
Adjusted R-squared	0.983865	0.978667	0.968418
F-statistic	412.6006***	310.6556***	207.9766***
Durbin-Watson stat	du<1.928655<4-du	du<2.247764<4-du	du<1.981379<4-du
長期価格弾力性	-0.436782547	-0.552553552	-0.671989785
	九州		
LOG(電力価格)	-0.216151*** (0.073578)		
LOG(地域内総生産)	0.210356*** (0.058361)		
LOG(前期の需要量)	0.626965*** (0.077136)		
電力自由化ダミー	0.018142 (0.016411)		
定数項	3.506294*** (1.130528)		
Adjusted R-squared	0.993089		
F-statistic	970.927***		
Durbin-Watson stat	du<1.928029<4-du		
長期価格弾力性	-0.579438927		

() 内は標準偏差。

***は有意水準 1%で有意となり、**は有意水準 5%、*は有意水準 10%で有意となることを示す。

表 3 : 電灯部門の分析結果

	北海道	東北	東京
LOG(電力価格)	-0.105592* (0.055704)	-0.21069*** (0.06926)	-0.240611*** (0.084343)
LOG(地域内総生産)	0.158988*** (0.023085)	0.14643*** (0.027784)	0.143102*** (0.038807)
LOG(前期の需要量)	0.828071*** (0.035682)	0.793386*** (0.035913)	0.776272*** (0.034684)
最低気温25度以上の日数	-0.004994 (0.007222)	0.004598*** (0.00147)	0.001653*** (0.0003)
定数項	0.458651 (.485136)	1.594441** (0.579379)	2.079526** (0.787495)
Adjusted R-squared	0.999221	0.998689	0.997606
F-statistic	8655.613***	5143.523***	2813.845
Durbin-Watson stat	du<2.115391<4-du	4-du<2.384968<4-dl	4-du<2.465089<4-dl
長期価格弾力性	-0.614160496	-1.019727608	-1.075462168

WEST 論文研究発表会 2011

	中部	北陸	関西
LOG(電力価格)	-0.186844** (0.07795)	-0.301221** (0.120979)	-0.25929** (0.097899)
LOG(地域内総生産)	0.133677*** (0.043067)	0.155418*** (0.047516)	0.152702*** (0.03865)
LOG(前期の需要量)	0.793396*** (0.029682)	0.762198*** (0.065202)	0.750812*** (0.04383)
最低気温25度以上の日数	0.001507*** (0.000324)	0.002219*** (0.000643)	0.001854*** (0.000296)
定数項	1.708115** (0.80505)	2.12422** (0.821038)	2.340985*** (0.758685)
Adjusted R-squared	0.997993	0.997392	0.996558
F-statistic	3357.384***	2582.155***	1955.322
Durbin-Watson stat	du<2.209374<4-du	4-du<2.781273<4-dl	du<1.980733<4-du
長期価格弾力性	-0.904358096	-1.266688253	-1.040539673
	中国	四国	九州
LOG(電力価格)	-0.207049** (0.091347)	-0.27243** (0.114151)	-0.294296*** (0.07857)
LOG(地域内総生産)	0.123356*** (0.043717)	0.256425*** (0.055219)	0.27636*** (0.049533)
LOG(前期の需要量)	0.776264*** (0.052359)	0.653125*** (0.070597)	0.665628*** (0.056057)
最低気温25度以上の日数	0.001625*** (0.00033)	0.001434*** (0.00033)	0.001294*** (0.000227)
定数項	2.206963*** (0.757905)	2.139937** (0.806945)	1.713369*** (0.571281)
Adjusted R-squared	0.997478	0.99736	0.998191
F-statistic	2670.8***	2550.854***	3725.145***
Durbin-Watson stat	4-du<2.76979<4-dl	4-du<2.732926<4-dl	4-du<2.527155<4-dl
長期価格弾力性	-0.925416562	-0.785383784	-0.880145467

表 4 : 記述統計量

	平均	最大値	最小値
log(国内総生産)	12.95979	13.15348	12.4227
log(北海道内の総生産)	16.648	16.85669	16.17761
log(東北内の総生産)	17.39437	17.61321	16.86117
log(東京内の総生産)	18.88069	19.1049	18.26108
log(中部内の総生産)	17.92535	18.17476	17.33224
log(北陸内の総生産)	16.18363	16.40229	15.62505
log(関西内の総生産)	18.07115	18.28451	17.56803
log(中国内の総生産)	17.03826	17.22107	16.54694
log(四国内の総生産)	16.27949	16.49091	15.79489
log(九州内の総生産)	17.43165	17.62981	16.95146

WEST 論文研究発表会 2011

	平均	最大値	最小値
log(全国の電力需要量)	19.99635	20.2537	19.61261
log(北海道の電力需要量)	16.51367	16.84321	16.23022
log(東北の電力需要量)	17.53743	17.89303	17.14018
log(東京の電力需要量)	18.87416	19.11281	18.38836
log(中部の電力需要量)	18.16242	18.43417	17.76523
log(北陸の電力需要量)	16.64137	16.87852	16.37891
log(関西の電力需要量)	18.26839	18.42309	17.94465
log(中国の電力需要量)	17.32273	17.61525	17.06268
log(四国の電力需要量)	16.51997	16.79193	16.28342
log(九州の電力需要量)	17.52895	17.88508	17.12424
log(全国の電力価格)	2.835723	3.08709	2.601587
log(北海道の電力価格)	2.902919	3.159281	2.615544
log(東北の電力価格)	2.864531	3.138622	2.607786
log(東京の電力価格)	2.852643	3.117471	2.617622
log(中部の電力価格)	2.827494	3.097065	2.602284
log(北陸の電力価格)	2.749154	2.955093	2.513117
log(関西の電力価格)	2.79325	3.001193	2.589226
log(中国の電力価格)	2.809944	3.082439	2.553157
log(四国の電力価格)	2.858235	3.073159	2.600877
log(九州の電力価格)	2.870356	3.138782	2.567994
log(北海道の電灯需要量)	15.91343	16.28321	15.39138
log(東北の電灯需要量)	16.64281	17.0373	16.07093
log(東京の電灯需要量)	17.98962	18.39639	17.35074
log(中部の電灯需要量)	16.98076	17.4025	16.32893
log(北陸の電灯需要量)	15.43007	15.88399	14.83028
log(関西の電灯需要量)	17.3532	17.73116	16.7668
log(中国の電灯需要量)	16.33595	16.7541	15.74971
log(四国の電灯需要量)	15.70563	16.08262	15.12254
log(九州の電灯需要量)	16.76947	17.20159	16.17376
log(北海道の電灯価格)	3.245452	3.430033	3.048085
log(東北の電灯価格)	3.230334	3.404612	3.051948
log(東京の電灯価格)	3.208268	3.380466	3.056231
log(中部の電灯価格)	3.175364	3.369049	3.022891
log(北陸の電灯価格)	3.165362	3.320595	2.951907
log(関西の電灯価格)	3.156078	3.303548	2.992194
log(中国の電灯価格)	3.211181	3.385903	3.028404
log(四国の電灯価格)	3.205131	3.363453	3.032465
log(九州の電灯価格)	3.197348	3.368661	2.970635
北海道の最低気温25度以上の日数	0.068966	1	0
東北の最低気温25度以上の日数	1.068966	7	0
東京の最低気温25度以上の日数	26.34483	47	4
中部の最低気温25度以上の日数	18	39	1
北陸の最低気温25度以上の日数	5.551724	25	0
関西の最低気温25度以上の日数	36.24138	59	7
中国の最低気温25度以上の日数	23.96552	54	0
四国の最低気温25度以上の日数	20.51724	41	0
九州の最低気温25度以上の日数	31.89655	55	2
電力自由化ダミー	0.137931	1	0

サンプル数は全て 29

WEST 論文研究発表会 2011

表 5 : 単位根検定 (階差なし)

	DF		PP	
	トレンド無し	トレンド有り	トレンド無し	トレンド有り
log(全国の電力需要量)	-2.347423	-0.43384	-3.098432**	0.389326
log(北海道の電力需要量)	0.05553	-2.318405	0.060902	-2.313924
log(東北の電力需要量)	-1.07231	-1.198249	-1.236042	-1.283652
log(東京の電力需要量)	-3.78667***	-0.180326	-4.10983***	0.564074
log(中部の電力需要量)	-2.334791	-0.626257	-3.301145**	0.208275
log(北陸の電力需要量)	-1.219591	-2.14807	-1.642704	-1.902148
log(関西の電力需要量)	-3.017929***	-0.558212	-3.833576***	0.232981
log(中国の電力需要量)	-0.46972	-2.590461	-0.31692	-2.47399
log(四国の電力需要量)	-0.018304	-3.081336	0.433078	-3.025879
log(九州の電力需要量)	-1.234776	-1.092442	-1.503397	-0.9556
log(全国の電力価格)	-1.07332	-1.274873	-1.063019	-0.761111
log(北海道の電力価格)	-0.328279	-4.297281**	-0.715088	-4.325223***
log(東北の電力価格)	-0.912444	-1.433715	-0.90444	-1.254115
log(東京の電力価格)	-1.315059	-0.795481	-1.326272	-0.198978
log(中部の電力価格)	-1.371417	-0.998077	-1.405423	-0.305433
log(北陸の電力価格)	-0.729315	-1.976519	-0.701112	-1.397652
log(関西の電力価格)	-1.084531	-1.525116	-1.090108	-0.916044
log(中国の電力価格)	-1.017802	-1.089308	-1.015614	-0.87371
log(四国の電力価格)	-0.478772	-2.138852	-0.483184	-1.835127
log(九州の電力価格)	-0.34483	-2.569997	-0.255279	-2.199737
log(国内総生産)	-5.42015***	-0.434992	-3.884209***	-0.394208
log(北海道内の総生産)	-4.237363***	0.710596	-2.656488*	0.601018
log(東北内の総生産)	-4.855169***	0.064205	-3.276875**	0.122969
log(東京内の総生産)	-6.644377***	-1.315363	-5.448769***	-1.404399
log(中部内の総生産)	-5.038032***	-0.604454	-4.832267***	-0.424919
log(北陸内の総生産)	-4.627253***	-0.212324	-3.556096**	0.022312
log(関西内の総生産)	-3.962966***	-0.733021	-3.07323**	-0.726054
log(中国内の総生産)	-4.661597***	-0.424819	-3.576258**	-0.368177
log(四国内の総生産)	-4.174262***	0.80157	-2.842037*	1.003412
log(九州内の総生産)	-4.466425***	0.113493	-3.074167**	-0.00099
電力自由化ダミー	-0.340693	-1.266984	-0.24335	-0.961409
log(北海道の電灯需要量)	-3.16286**	2.430897	-1.841653	1.003836
log(東北の電灯需要量)	-3.482895**	1.136091	-2.696703*	1.377857
log(東京の電灯需要量)	-3.050423**	-0.150326	-3.764542***	0.639635
log(中部の電灯需要量)	-3.430703**	0.391297	-3.594658**	1.418727
log(北陸の電灯需要量)	-2.387436	-0.425117	-3.298258**	0.181496
log(関西の電灯需要量)	-2.706029*	-0.524861	-4.031979***	0.295265
log(中国の電灯需要量)	-2.559949	-0.258577	-3.26411**	0.426837
log(四国の電灯需要量)	-3.130525**	0.113589	-3.473747**	-0.966726
log(九州の電灯需要量)	-2.470778	-0.225877	-3.080009**	0.464107
log(北海道の電灯価格)	-0.169217	-4.431641***	-0.615629	-4.241791**
log(東北の電灯価格)	-0.582827	-2.42245	-0.491479	-1.830753
log(東京の電灯価格)	-1.123068	-1.530806	-1.089544	-0.843618
log(中部の電灯価格)	-1.282149	-1.205034	-1.288068	-0.649772
log(北陸の電灯価格)	0.326985	-2.977634	0.740649	-3.009729
log(関西の電灯価格)	-0.263274	-2.438664	0.029026	-2.233746
log(中国の電灯価格)	-0.404944	-2.575825	-0.369961	-2.297076
log(四国の電灯価格)	-0.116689	-3.025345	0.10911	-4.9973***
log(九州の電灯価格)	0.519402	-2.684884	0.695989	-2.749139
北海道の最低気温25度以上の日数	-5.507571***	-6.574476***	-5.584795***	-6.567453***
東北の最低気温25度以上の日数	5.895433***	-5.78279***	-6.26076***	-6.163438***
東京の最低気温25度以上の日数	-5.811504***	-6.09922***	-5.870706***	-7.810961***
中部の最低気温25度以上の日数	-4.296452***	-5.465073***	-4.335209***	-8.821066***
北陸の最低気温25度以上の日数	-4.970656***	-5.589067***	-4.995845***	-6.404669***
関西の最低気温25度以上の日数	-5.168538***	-6.740146***	-5.241608***	-11.92705***
中国の最低気温25度以上の日数	-3.669994**	-5.512834***	-3.860384***	-5.636474***
四国の最低気温25度以上の日数	-2.804127*	-5.429008***	-3.113087**	-6.601582***
九州の最低気温25度以上の日数	-5.220506***	-6.074881***	-5.206976***	-10.09156***

WEST 論文研究発表会 2011

表 6 : 単位根検定 (1 回の階差)

	DF		PP	
	トレンド無し	トレンド有り	トレンド無し	トレンド有り
log(全国の電力需要量)	-4.051437***	-4.995762***	-4.511309***	-5.856867***
log(北海道の電力需要量)	-3.586884**	-3.423464*	-3.271614**	-3.001663
log(東北の電力需要量)	-4.667329***	-4.78386***	-4.602675***	-5.027243***
log(東京の電力需要量)	-3.347245**	-5.554437***	-4.188397***	-6.863118***
log(中部の電力需要量)	-3.593975**	-4.392818***	-4.008278***	-4.429861***
log(北陸の電力需要量)	-5.357762***	-5.365746***	-5.571286***	-7.025008***
log(関西の電力需要量)	-3.825849***	-5.330639***	-4.399024***	-7.09532***
log(中国の電力需要量)	-5.114535***	-4.920019***	-5.401102***	-5.135743***
log(四国の電力需要量)	-4.943851***	-4.865142***	-5.334267***	-5.324325***
log(九州の電力需要量)	-4.048782**	-4.129076***	-3.846566***	-3.848511**
log(全国の電力価格)	-2.405101	-2.347219	-1.772929	-1.216232
log(北海道の電力価格)	-3.251293**	-2.645808	-3.100237**	-2.170699
log(東北の電力価格)	-3.095422**	-3.000046	-2.70567*	-2.316151
log(東京の電力価格)	-2.834905*	-2.927904	-2.344263	-1.964037
log(中部の電力価格)	-2.333536	-2.417498	-1.683472	-1.198823
log(北陸の電力価格)	-2.702394*	-2.417206	-1.911255	-1.515912
log(関西の電力価格)	-2.325861	-2.257175	-1.503143	-1.035038
log(中国の電力価格)	-2.393645	-2.286719	-1.976708	-1.327
log(四国の電力価格)	-3.293773**	-3.053005	-2.803467*	-2.495542
log(九州の電力価格)	-2.942559*	-2.629806	-2.140763	-1.576262
log(国内総生産)	-1.377807	-2.848067	-1.021207	-2.30838
log(北海道内の総生産)	-1.648571	-3.385381*	-1.597202	-3.116082
log(東北内の総生産)	-1.589713	-3.334385*	-1.467457	-2.918994
log(東京内の総生産)	-1.465782	-2.95461	-1.054657	-2.468475
log(中部内の総生産)	-1.504474	-2.982647	-1.155025	-1.929899
log(北陸内の総生産)	-2.464428	-4.3704***	-2.744937*	-4.341481***
log(関西内の総生産)	-2.362008	-3.417416*	-2.44989	-3.121574
log(中国内の総生産)	-1.57585	-3.142036	-1.41045	-2.619153
log(四国内の総生産)	-1.915695	-3.689923**	-2.086625	-3.43253*
log(九州内の総生産)	-1.812646	-3.144378	-1.840703	-2.77839
電力自由化ダミー	-5.196152***	-5.47121***	-5.225593***	-6.211947***
log(北海道の電灯需要量)	-1.191135	-2.14875	-1.347453	-1.952848
log(東北の電灯需要量)	-2.970077**	-4.76133***	-4.057081***	-4.826817***
log(東京の電灯需要量)	-4.881943***	-7.160105***	-5.744901***	-8.024314***
log(中部の電灯需要量)	-3.777087***	-5.944934***	-4.799718***	-6.34358***
log(北陸の電灯需要量)	-5.138698***	-6.288055***	-5.573219***	-6.933911***
log(関西の電灯需要量)	-5.117568***	-6.574365***	-5.540143***	-8.22872***
log(中国の電灯需要量)	-4.792012***	-5.941645***	-5.273474***	-6.385573***
log(四国の電灯需要量)	-4.369455***	-6.243605***	-5.14879***	-6.63905***
log(九州の電灯需要量)	-5.29208***	-6.524083***	-5.746425***	-6.744463***
log(北海道の電灯価格)	-3.605353**	-3.092926	-3.545975**	-2.834379
log(東北の電灯価格)	-3.972803***	-3.759884**	-3.597549**	-3.262643*
log(東京の電灯価格)	-3.401143**	-3.376141*	-2.838395*	-2.643907
log(中部の電灯価格)	-2.998671**	-3.06507	-2.443623	-2.225136
log(北陸の電灯価格)	-4.617627***	-4.402038***	-4.61721***	-4.184903**
log(関西の電灯価格)	-3.810277***	-3.555746*	-3.633702**	-3.103474
log(中国の電灯価格)	-4.178538***	-3.906542**	-3.971457***	-3.596165**
log(四国の電灯価格)	-4.683637***	-4.451847***	-4.534493***	-6.758065***
log(九州の電灯価格)	-3.918717***	-3.621907**	-3.759863***	-3.158317
北海道の最低気温25度以上の日数	-10.7062***	-10.66594***	-15.81099***	-19.90516***
東北の最低気温25度以上の日数	-8.661824***	-8.514055***	-17.73536***	-19.87481***
東京の最低気温25度以上の日数	-8.532984***	-8.376948***	-17.98316***	-18.66311***
中部の最低気温25度以上の日数	-7.90572***	-7.750233***	-18.34583***	-18.17021***
北陸の最低気温25度以上の日数	-8.646316***	-8.472505***	-18.12592***	-17.88561***
関西の最低気温25度以上の日数	-9.963064***	-9.776914***	-24.95144***	-25.63192***
中国の最低気温25度以上の日数	-8.59498***	-8.448648***	-18.43904***	22.43319***
四国の最低気温25度以上の日数	-7.561274***	-7.404426***	-18.2547***	-17.80888***
九州の最低気温25度以上の日数	-8.592234***	-8.390931***	-22.28806***	-21.5913***

WEST 論文研究発表会 2011

表 7: 単位根検定 (2 回の階差)

	DF		PP	
	トレンド無し	トレンド有り	トレンド無し	トレンド有り
log(全国の電力需要量)	-7.329398***	-7.28493***	-11.09148***	-11.72048***
log(北海道の電力需要量)	-5.696493***	-5.658429***	-7.414444***	-8.843163***
log(東北の電力需要量)	-6.858601***	-6.854064***	-9.973296***	-11.61017***
log(東京の電力需要量)	-8.14992***	-8.034721***	-13.67599***	-13.78177***
log(中部の電力需要量)	-6.659255***	-6.696211***	-8.376193***	-8.586027***
log(北陸の電力需要量)	-7.840624***	-7.787089***	-12.69751***	-12.82645***
log(関西の電力需要量)	-7.678768***	-7.59604***	-13.09771***	-12.98103***
log(中国の電力需要量)	-7.689797***	-7.666683***	-11.57978***	-13.0054***
log(四国の電力需要量)	-7.127434***	-7.019363***	-12.33381***	-13.63231***
log(九州の電力需要量)	-6.950915***	-6.87627***	-10.12584***	-11.26485***
log(全国の電力価格)	-5.662515***	-5.994879***	-5.764805***	-6.524484***
log(北海道の電力価格)	-6.718986***	-7.943239***	-6.634114***	-9.402236***
log(東北の電力価格)	-7.29753***	-7.663964***	-7.904029***	-9.812447***
log(東京の電力価格)	-6.810837***	-7.078692***	-7.411585***	-8.502078***
log(中部の電力価格)	-5.255654***	-5.480317***	-5.35821***	-5.847918***
log(北陸の電力価格)	-7.212294***	-7.683545***	-7.367531***	-8.389117***
log(関西の電力価格)	-4.473238***	-4.657163***	-4.292873***	-4.633083***
log(中国の電力価格)	-6.013376***	-6.464154***	-6.054501***	-7.110322***
log(四国の電力価格)	-7.696754***	-7.936726***	-8.639416***	-10.56762***
log(九州の電力価格)	-6.656934***	-7.004642***	-7.115017***	-8.169128***
log(国内総生産)	-4.307625***	-4.207886**	-4.073474***	-3.922625**
log(北海道内の総生産)	-6.838743***	-6.707918***	-9.866319***	-9.973049***
log(東北内の総生産)	-6.228417***	-6.13806***	-8.388413***	-8.44675***
log(東京内の総生産)	-5.943924***	-5.775197***	-7.275372***	-6.691001***
log(中部内の総生産)	-4.896491***	-4.799418***	-5.104789***	-4.957731***
log(北陸内の総生産)	-7.797177***	-7.627847***	-12.98677***	-12.80275***
log(関西内の総生産)	-6.758562***	-6.612594***	-9.480211***	-9.106455***
log(中国内の総生産)	-5.462978***	-5.389539***	-6.292624***	-6.10318***
log(四国内の総生産)	-8.036627***	-7.986991***	-11.12953***	-12.81194***
log(九州内の総生産)	-6.906172***	-6.773836***	-8.534296***	-8.589674***
電力自由化ダミー	-8.485281***	-8.312309***	-16.98622***	-16.03037***
log(北海道の電灯需要量)	-8.057464***	-8.774548***	-7.73909***	-15.62758***
log(東北の電灯需要量)	-9.961924***	-9.981751***	-13.44778***	-19.23772***
log(東京の電灯需要量)	-10.51036***	-10.32864***	-20.50425***	-21.85937***
log(中部の電灯需要量)	-9.159067***	-9.067067***	-15.9025***	-18.98994***
log(北陸の電灯需要量)	-9.960434***	-9.791561***	-18.31499***	-20.1239***
log(関西の電灯需要量)	-9.73134***	-9.582692***	-19.60986***	-21.30152***
log(中国の電灯需要量)	-9.448638***	-9.302388***	-17.95905***	-20.87324***
log(四国の電灯需要量)	-9.447224***	-9.303347***	-18.1342***	-21.24741***
log(九州の電灯需要量)	-10.70244***	-10.50543***	-21.09227***	-25.02489***
log(北海道の電灯価格)	-8.185682***	-9.639078***	-7.80563***	-12.19199***
log(東北の電灯価格)	-7.799736***	-7.954068***	-9.576765***	-11.10053***
log(東京の電灯価格)	-7.073366***	-7.244603***	-8.309898***	-9.280808***
log(中部の電灯価格)	-6.04301***	-6.160798***	-6.979676***	-7.504651***
log(北陸の電灯価格)	-8.173462***	-8.274726***	-10.66108***	-11.69187***
log(関西の電灯価格)	-7.128522***	-7.189488***	-8.992836***	-9.296805***
log(中国の電灯価格)	-8.273456***	-8.462882***	-10.21165***	-12.7025***
log(四国の電灯価格)	-8.565467***	-8.610211***	-12.25336***	-14.35941***
log(九州の電灯価格)	-8.299334***	-8.535958***	-9.798753***	-10.97677***
北海道の最低気温25度以上の日数	-12.9843***	-12.63379***	-33.31054***	-34.36302***
東北の最低気温25度以上の日数	-10.56939***	-10.34054***	-29.317***	-28.51224***
東京の最低気温25度以上の日数	-10.37403***	-10.13129***	-27.93835***	-27.14252***
中部の最低気温25度以上の日数	-10.34097***	-10.11776***	-29.617***	-28.83319***
北陸の最低気温25度以上の日数	-11.00006***	-10.76394***	-31.05273***	-30.23478***
関西の最低気温25度以上の日数	-13.30293***	-13.01863***	-41.06524***	-40.23717***
中国の最低気温25度以上の日数	-11.2715***	-11.03413***	-29.617***	-28.83319***
四国の最低気温25度以上の日数	-9.381652***	-9.184231***	-29.617***	-28.83319***
九州の最低気温25度以上の日数	-11.36365***	-11.09304***	-33.65561***	-32.7883***