

ピークタイム・リベートによる家庭用需要家の デマンドレスポンスの効果 —北陸地域での実証データに基づく分析—

Residential Demand Response by Peak-Time Rebate
-Evidence from Pilot Program in Hokuriku Area-

キーワード：家庭用需要家，デマンドレスポンス，ピークタイム・リベート，実証試験

服部 徹 高橋 雅仁 坂東 茂 加部 哲史

2013年度から2カ年にわたって実施された北陸地域での家庭用需要家を対象としたデマンドレスポンス(DR)の実証試験では、これまで我が国で実証が進められてきたクリティカル・ピーク・プライシング(CPP)に加え、需要家の節電量に対して割引(払い戻し)を行うピークタイム・リベート(PTR)による需要抑制効果を国内では初めて検証した。その結果、PTRは、節電による経済的メリットが等しくなるように設計されたCPPと、ほぼ同程度の需要抑制効果を持つことが分かった。また、調査終了後のモニターへの意識調査からは、PTRの方がCPPよりも受容性が高いことも確認した。ただし、割引単価が高くなるほど需要抑制効果が大きくなるといった効果は見られなかった。なお、1年目と2年目の夏季の需要抑制効果を比較すると2年目の需要抑制効果は小さいことが分かった。

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. PTRに関する海外の実証試験のレビュー <ol style="list-style-type: none"> 2.1 PTRの概要 2.2 PTRの設計事例 2.3 PTRの需要抑制効果 3. 北陸地域の家庭用DR実証試験の概要 4. 需要抑制効果の推定手法とデータ | <ol style="list-style-type: none"> 5. 分析結果 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 PTRとCPPの比較 5.2 単価の違いによる影響 5.3 需要抑制効果に関するその他の結果 5.4 モニターごとの需要抑制 6. おわりに |
|---|---|

1. はじめに

我が国では、東日本大震災以降、電力の需給ひっ迫の緩和のため、需要家に経済的インセンティブを与えて、ピーク需要の抑制を促すデマンドレスポンス(DR)に対する注目が高まった。特に、スマートコミュニティの実証事業では、需給ひっ迫の予想される日のピーク時間帯(緊急ピーク時)に電気料金の単価を通常の2倍から5倍の水準に引き上げるという緊急ピーク時課金(Critical Peak Pricing, CPP)と呼ばれる料金メニューによる家庭用需要家のDRの効果の検証も行われ、一定の需要抑制効果が認められたとされている。このようなDRを促す料

金メニューは、2016年度から始まる小売電力市場の全面自由化によって、競争の中で提供されることも期待されている。

しかし、CPPについては、需要抑制効果が認められるとしても、時折極端に高くなる料金に直面するリスクを嫌い、特に小売全面自由化後に、需要家が料金メニューを自由に選ぶ状況においては、選択されない可能性が高い。実際に、小売全面自由化を実施し、スマートメーターを設置している諸外国でも、小売事業者が競争の中でCPPのような料金メニューを提供している事例はほとんどない。

そうした中、DRを促しつつ、需要家にとっても魅力のあるプログラムとして注目されて

いるのが、ピークタイム・リベート (PTR) である¹。PTRでは、需給ひっ迫が予想される日のピーク時間帯に、節電を行った需要家に対し、節電量に応じた割引 (リベート) を適用することで、節電に対する経済的インセンティブを与えるプログラムである。PTRでは、需要家は高い料金を支払うリスクには直面せずに、節電を行う経済的インセンティブが与えられるので、CPPよりも受容性が高いと思われる²。もし、PTRによる需要抑制効果がCPPによるそれとほぼ同じであれば、全体として得られる需要抑制効果は大きくなると考えられる。しかしながら、PTRでは、需要家が料金単価の上昇というリスクに直面しないがゆえに、節電に最大限取り組みず、需要抑制効果も小さくなるのではないかと懸念もある。そこで、これから小売全面自由化を控え、需要家に選択されることを前提に、DRの効果を得るための手段として、PTRが有用かどうかについては、その効果を検証する必要がある。

2013年から2014年の2カ年にわたって北陸地域で実施された家庭用需要家向けのDRの実証試験は、国内では初めてPTRを対象に含めた、本格的な実証試験である。また、これまで国内での実証試験が主に太平洋側で行われてきたのに対し、気候帯の異なる日本海側で行われた実証試験として、DRの需要抑制効果に地域差があるかどうかを見る上でも重要な実証となっている。本稿は、この北陸地域の実証試験で得られたデータを分析し、主にPTRの需要抑制

効果についての分析結果をとりまとめたものである。

以下、2節で、これまでのPTRに関する海外の先行的な実証試験を振り返った後、3節では、北陸地域で実施された家庭用DRの実証試験の概要を述べる。次に、4節で分析手法について述べた後、5節でPTRやCPPの需要抑制効果の分析結果を示す。6節で、分析結果をまとめ、今後のDR実証に関する展望について述べる。

2. PTRに関する海外の実証試験のレビュー

2.1 PTRの概要

ピークタイム・リベート (PTR) とは、緊急ピーク時に需要を通常の水準よりも節電した場合、その節電量に応じて払戻を行うが、使用した電力量については、通常の料金を支払うというものである。節電量を決める際の参照基準となる通常の消費量を「ベースライン」と呼ぶ。PTRを適用される需要家は、緊急ピーク発動日のピーク需要を抑制すれば、その分、普段支払う電気料金を節約できるだけでなく、払戻を受けることができるので、節電のインセンティブが与えられると考えられる。一方で、仮に需要を抑制できなくても、普段支払う電気料金を払うだけなので、CPPの場合のように、使用電力量に対して非常に高い料金を支払うことになるリスクはない、という意味でリスクフリーである。したがって需要家は、もしPTRが提供されれば、CPPよりも積極的に選択すると考えられる。もっとも、PTRを提供する電力会社の側は、払戻の原資を確保しなければならない他、払戻単価やベースラインの設定など、プログラムの設計が難しい部分もある³。また、PTRで

¹ 服部・戸田(2011)および服部(2013)を参照。

² DRを促す料金メニューやプログラムの中で、PTRを選ぶ需要家が多いことを示す米国の調査結果として、例えば、Treadway (2013)がある。また、米国メリーランド州ではBaltimore Gas & Electric社などがスマートメーターを設置した需要家にPTRを適用しており、2014年の夏の時点で全需要家の約7割に相当する86万軒の需要家が加入している。Baltimore Gas & Electric (2015)を参照。

³ Borenstein (2014)は、ベースラインの設定に伴う経済的問題に基づいて、PTRに対する批判的見解を述べている。

表1 PTRを適用している北米の主な家庭用DR実証試験における単価の設定

実証試験 (地域, 実施年, 参加世帯)	単価設定ケース	比較対象 世帯の 料金単価	PTRの 払戻単価	CPPの 料金単価
Anaheim Critical-Peak Pricing Experiment [Anaheim] (米・カリフォルニア, 2005年, 123世帯)	240kW/月まで	6.72	35.00	N/A
	240kW/月を超える分	11.02		
Ontario Smart Price Pilot [Ontario] (カナダ・オンタリオ, 2007年, 498世帯)	600kWh/月まで	5.80	30.00	30.00
	600kWh/月を超える分	6.70		
BGE Smart Energy Pricing Pilot [BGE] (米・メリーランド, 2008年, 1,375世帯)	PTR低単価ケース(L)	15.00	116.00	130.00
	PTR高単価ケース(H)		175.00	
PowerCents DC [PCDC] (米・ワシントンD.C., 2008-09年, 1,245世帯)	夏季	12.30	66.00	77.10
	冬季	11.70	36.00	72.20
CL&P Plan-it Wise [CL&P] (米・コネチカット, 2009年, 1,251世帯)	低単価ケース(L)	12.20	77.70	77.80
	高単価ケース(H)		173.60	173.60

注：単位はセント/kWh (Ontario Smart Price Pilotのみカナダ・セント)

出所：Anaheim Critical Peak Pricing ExperimentについてはWolak (2006), Ontario Smart Price PilotについてはOntario Energy Board (2007), BGE Smart Energy Pricing PilotについてはFaruqui and Sergeci (2009a), PowerCents DCについてはeMeter Strategic Consulting for the Smart Meter Pilot Program (2010), CL&P Plan-it WiseについてはFaruqui and Sergeci (2009b)をそれぞれ参照。

CPPと同様の需要抑制効果が得られるのかについては検証が必要とされ、海外、特に北米では、PTRによるDRの実証試験が行われてきた。

2.2 PTRの設計事例

家庭用需要家を対象にPTRを適用した北米の主なDR実証試験において、PTRの払戻単価がどのように設定されたのかを表1にまとめている。緊急ピーク時のPTRの払戻単価は、多くの場合、1 kWhの節電に対して、同じ実証試験で適用されているCPPと少なくとも同程度の経済的インセンティブを与えるように設定されている⁴。例えば、BG&E社のSmart Energy Pricing PilotのPTR低単価ケースでは、払戻単価と通常支払う料金単価の合計がCPPの緊急ピーク時の料金単価とほぼ同じ水準に設定されている。すなわち、以下の式が成り立つように設定されている⁵。

$$\text{CPPの料金単価} \leq \text{PTRの払戻単価} + \text{通常の料金単価} \quad (1)$$

等号が成り立つように設定すれば、消費電力を一単位節電する時の需要家の利得の変化はCPPとPTRで同じとなる。さらに、PTRの払戻単価とCPPの料金単価を同じ（またはほぼ同じ）に設定しているケースもある⁶。

また、PTRのリバートの支払い額を決める節電量の測定に必要なベースラインについては、緊急ピーク時に経済的インセンティブがなければ生じていたであろう需要量を反映するように設定するのが基本となる⁷。ただし、これ

⁴ 緊急ピーク時以外の単価はPTRの方がCPPよりも少し高めに設定されていることが多い。

⁵ 表1の単価では、厳密には(1)式に一致していないが、例えばPowerCents DCの夏季においては、Wolak (2011)が、こうした考え方で設定されたと述べている。

⁶ その理由については、各実証試験の報告書等には明記されていないが、緊急ピーク時において、普段であれば使っていた電気を使わない（節電する）ということは、いわば発電をして需給ひっ迫を緩和しているのと同じであり、そうであれば、同じ時に発電した事業者が受け取る対価（価格）を節電した需要家も受け取れるようにすべき、という理由が考えられる。

⁷ なお、ベースラインの値については、実証試験に参加するモニターには事前に知らせていないケースが多いが、これは、需要家によって意図的にベースラインを操作されるのを防ぐためである。普段の電力消費量を増やし、ベースラインを高くすることで、リバートの適用を受けられる削減量を大きくすることができてしまうという問題をいかに回避するかは、PTRのベースライン設定に伴う問題の一つである。

までの北米におけるDR実証の事例を見ると、その設定にはいくつかの方法があり、必ずしも定まった方法があるとはいえない。

例えば、Ontario Energy Board (2007)によれば、San Diego Gas & Electric社のPTRプログラムでは、直前の平日の5日間の平均としていた。また、カナダのオンタリオ州の実証 (Ontario SPP) では、直前の平日の5日間の平均の25%増しとしていた⁸。このように緊急ピーク発動日の直前のデータを用いる方法がある一方で、Anaheim Critical Peak Pricing Experimentでは、夏季の前半の平日における最大3日平均としていた他、PowerCentsDCでは、当月の平日の最大3日平均とするなど、一定期間の最大消費電力をベースラインにする方法もある。

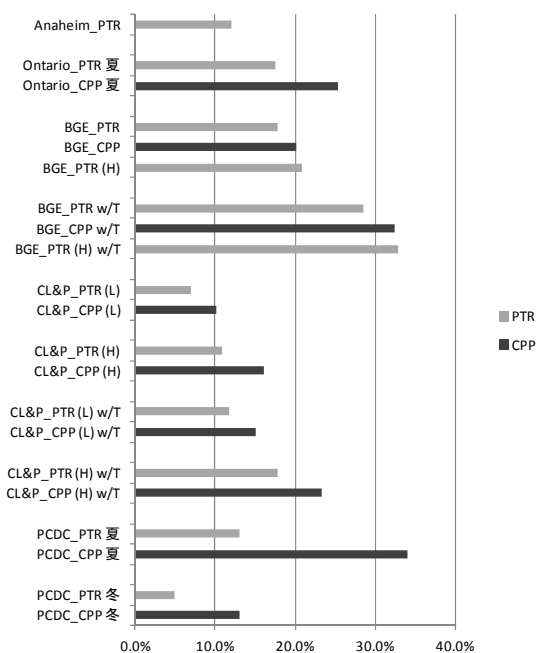
2.3 PTRの需要抑制効果

では、PTRによって、CPPと同じような需要抑制効果が見られたのかどうかを北米の実証事例に基づき検証してみよう。図1は、北米の実証でPTRによるピーク需要抑制の効果を同じ実証事業の中ではほぼ同じ条件で適用されたCPPによるピーク需要抑制効果と並べて比較したものである。Anaheim Critical Peak Pricing Experimentのケースのみ、PTR単独の実証のため、CPPとの比較はない。

図1からは、PTRでも一定のピーク需要抑制効果が見込めるといえることがわかる。ただし、図1には示していないが、Ontarioの実証における冬季の結果では、CPPもPTRも統計的に有意な抑制効果は見られなかったとしている。

⁸ 25%増しとするのは、計算の簡便性から、基本的には直前の平日の5日間の平均値をベースラインとするアプローチを採用したが、そのままでは、緊急ピーク発動日に予想される需要を過小評価してしまう可能性があったためである。そこで、別の実証でCPPの発動日におけるコントロールグループの需要が23%増加しているというデータに基づき、一律に直前の平日の5日間の平均値を25%大きくしたのである。

PowerCents DC (PCDC) では冬季でもピーク需要抑制効果が認められるが、それは夏季における効果よりもそれぞれ小さくなっている。また、(w/T) と表示したDRの支援技術⁹を利用するケースでは、PTRもCPPも需要抑制効果は大きくなる。



注：w/Tは、DR支援技術を利用したケースを表わす。

図1 北米の家庭用DR実証におけるPTRとCPPの需要抑制効果

PTRの需要抑制効果について、CPPとの比較で図1から読み取れることは、ほぼ同じ条件であれば、CPPよりもその効果は小さいということである。OntarioやCL&Pの実証では、PTRの払戻単価とCPPの料金単価が同じでPTRの方がCPPよりも節電に対する経済的インセンティブは大きいはずだが、ピーク需要の抑制効果はCPPの方が大きい。また、BG&Eのケースで

⁹ DRの支援技術とは、スマートサーモスタットなど、空調機器の温度などをCPP発動日に合わせて自動的に変更するよう事前に設定することができる技術である。服部・戸田(2011)を参照。

は、PTRの払戻単価がCPPの料金単価とほぼ同じケースでは、CPPよりも抑制効果は小さく、払戻単価をCPPの料金単価の約1.35倍に設定したPTR (H)のケースで、CPPと同程度の抑制効果が得られている。

このように、少なくとも北米の家庭用DR実証試験では、PTRとCPPが、節電に対して同じような経済的インセンティブを与えるように設計されていても、PTRの需要抑制効果はCPPに比べて弱い傾向がある。ただし、日本国内でも、同じような傾向が認められるのかどうかは、実証試験で確認する必要があるだろう。

3. 北陸地域の家庭用DR実証試験の概要

北陸地域における家庭用DR型料金メニューの実証試験は、CPPとPTRおよび消費の「見える化」による需要抑制効果を明らかにするために実施されたものである。調査期間は、2013年の夏季（7月から9月中旬）、2013年の冬季（2013年12月から2014年2月）、2014年の夏季（7月から9月末）である。

北陸の3つの県（富山、石川、福井）で募集したモニターをCPP、PTR、見える化、比較用、の4つのグループにランダムに振り分け¹⁰、対照実験で料金メニュー等の効果を分析する。それぞれのグループに割り振られた2013年時点でのモニターの数表2に示すとおりである。

表2 グループ別モニター数（2013年夏季）

グループ	従量電灯	季時別電灯	合計
CPP	107	110	217
PTR	109	110	219
見える化	52	51	103
比較用	75	107	182
合計	343	378	721

注：2013年冬季、2014年夏季のモニター数は若干減少している。

¹⁰ ただし、夏季使用電力量が偏らないように振り分けを行った。

なお、CPPが適用されるモニターには、CPPを「仮想の電気料金メニュー」として説明し、PTRが適用されるモニターにはPTRを「仮想の割引型料金メニュー」として説明している。また、モニターへの説明資料には、ピーク時間帯における電力使用量を抑えることで、電気料金が安くなることについての説明がある。以下、各グループに適用される条件について説明する。

(1) 緊急ピーク時課金（CPP）

CPPでは、調査期間中に、節電をお願いする日（DR発動日）のピーク時間帯（夏季は13～16時、冬季は17～20時）に、通常の数倍から10倍程度に料金単価を変化させる。「発動日」は土日祝日・お盆・年末年始を除く日に発動され、モニターには前日に電子メールまたはFAXで連絡される。

調査終了後、モニターにはCPPの適用によって生じる差額精算金を加味した協力金が支払われる。差額精算金とは、モニターの電気の使用実績に基づいて、基準とする電気料金メニューを適用した場合の支払額と、CPPを適用した場合の支払額の差額である。ピーク時間帯とその他の時間帯の使用量によって差額精算金はプラスにもマイナスにもなる。モニターには一律に協力金が支払われるが、これに差額精算金を加えた額が最終的にモニターに支払われる。具体的には、2013年夏季に7,000円、2013年冬季と2014年夏季は合わせて7,000円を協力金として支払っている。ただし、差額精算金を加えた後の支払い額は、5,000円が最低保証額となっており、差額精算金が合計でマイナス2,000円以下であっても、5,000円が支払われる。

(2) ピークタイム・リベート

PTRは、調査期間中に、節電をお願いする日の節電量に応じて、料金単価を割り引くメニューである。節電量とは、発動日に、通常

であれば使用していたと考えられる使用量を基準（ベースライン）として算定する。今回の調査では、ベースラインを発動日の前日までの平日の3日間の使用量の平均値とし、その中に発動日が含まれる場合には、それを除外した3日間とする。その計算のイメージは図2に示すとおりである。

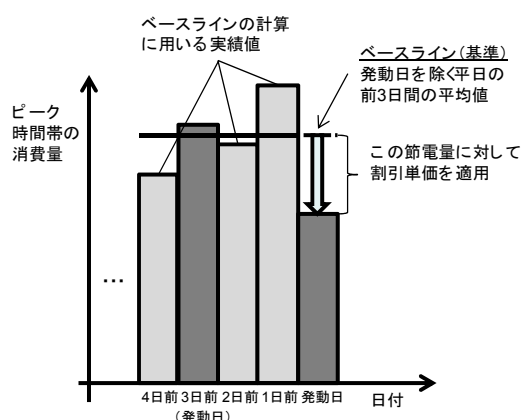


図2 ピークタイム・リポートにおける
節電量の算定のイメージ

なお、発動日にベースラインを上回っても、モニターには特段、高い料金単価が適用されるわけではない。PTRのモニターには、基本協力金の7,000円に加え、割引額の合計が加算されて支払われる。したがって、最終的な協力金の支払い額は7,000円を下回ることはない。

(3) 消費の見える化

消費の「見える化」のモニターには、調査期間中の節電をお願いする日の連絡はするが、料金単価を変えたり、割引を適用したりせず、省エネナビによる消費量の情報のみを提供する。見える化のモニターには協力金として5,000円が支払われる。

(4) 比較用

比較用のモニターは、通常通り電気を使用してもらい、使用電力量の計測のみ行った。比較用のモニターにも省エネナビが設置さ

れ、使用量を記録するが、モニター自身はそれを見ることができないようにしている。ただし、調査への協力金として5,000円が支払われる。

調査期間中の非発動日に、モニターに適用される電気料金の単価（基準とする電気料金メニューの単価）は表3に示すとおりである。

表3 電気料金単価（円/kWh，税抜き）

(従量電灯契約のモニター)

1ヶ月の使用量	CPP	PTR	見える化・比較用
～120kWh	14.80	17.00	16.96
120～300kWh	18.80	21.00	20.66
300kWh～	20.80	23.00	22.30

(季時別電灯契約のモニター)

時間帯	CPP	PTR	見える化・比較用
10～17時	30.30	33.00	32.30
8～10時, 17～22時	18.30	21.00	20.48
22～8時	8.00	8.00	7.47

注：見える化・比較用の電気料金単価は約款単価。他に、燃料費調整額・再エネサーチャージ・太陽光付加金に加算される。

緊急ピーク時にCPPのモニターに適用される料金単価およびPTRのモニターに適用される割引単価は、発動日によって、表4に示す第1段階から第4段階までのいずれかとなる。

表4 発動日に適用されるCPPの料金単価
およびPTRの割引単価（円/kWh，税抜き）

	CPP	PTR	
		従量電灯	季時別電灯
第1段階	50円/kWh	30円/kWh	17円/kWh
第2段階	100円/kWh	80円/kWh	67円/kWh
第3段階	150円/kWh	130円/kWh	117円/kWh
第4段階	200円/kWh	180円/kWh	167円/kWh

各段階におけるCPPの料金単価とPTRの割引単価は、平均的なモニター（従量電灯の場合、月の使用量を300kWhとする）が1kWhの使用量を控えるときに実質的に獲得できる額がCPPとPTRでほぼ同じになるように設定している。すなわち、2節で説明したように、CPPとPTRでは節電を行う経済的インセンティブは同じという前提になっている。例えば、第1段階の場合、CPPのモニターは1kWhの使用を控えれば、50円を支払わずに済むので、50円を獲得することになる。一方、従量電灯のPTRのモニターは1kWhの使用を控えることで、21円を支払わずに済むことになるのに加え、割引額として30円を受け取るので、合計で51円（約50円）を獲得することになる。季時別電灯のPTRのモニターは1kWhの節電で、33円を支払わずに済み、さらに割引額として17円を受け取るので、実質的に50円を獲得する計算になる。

なお、CPPの料金単価は、北陸地域の平均的な需要家の電気の使い方を当てはめた場合に、料金収入（需要家の支払額）が同じになるよう、「収入中立的」に設定されている。

4. 需要抑制効果の推定手法とデータ

需要抑制効果は、パネルデータ重回帰分析という計量経済学的手法を用いて推定する。すなわち、モニターの日々のピーク時間帯の消費量（ $Peak_{it}$ ）をグループ別のダミー変数（比較用を除く）、発動日のダミー変数、およびグループ別のダミー変数と発動日のダミー変数の交差項を説明変数とするモデルで、料金変動による需要抑制効果は、CPPやPTRといったグループを表すダミー変数と発動日のダミー変数の交差項の係数に基づいて推定することができる。他に、気温の変化による需要の変化を考慮するため、日最高気温（冬季は日最低気温）を

説明変数に加えている他、夏季はお盆の日を表すダミー変数を説明変数に加えている。なお、週末や祝日のデータは除いており、平日のデータのみを利用して回帰モデルを推定している¹¹。また、従量電灯契約のモニターと季時別電灯契約のモニターのサンプルを分け、別々にモデルを推定する。推定する回帰モデルは、夏季の場合、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \ln Peak_{it} = & \alpha + \beta_1 \cdot VIS_i + \beta_2 \cdot PTR_i + \beta_3 \cdot CPP_i \\ & + \gamma_0 DR_t + \gamma_1 DR_t \cdot VIS_i \\ & + \gamma_2 DR_t \cdot PTR_i + \gamma_3 DR_t \cdot CPP_i \quad (2) \\ & + \delta_0 Obon_t + \delta_1 Temp_{it} + \delta_2 Temp_{it}^2 \\ & + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

ただし、 CPP_i はモニター*i*がCPPグループである場合に1をとるダミー変数、 PTR_i はモニターがPTRグループである場合に1をとるダミー変数、 VIS_i はモニターが見える化グループである場合に1をとるダミー変数である。また、 DR_t はDR発動日のみ1をとるダミー変数で、 $Obon_t$ はお盆の日に1をとるダミー変数である。 $Temp_{it}$ はモニター*i*の居住する地域の日最高気温で、富山市、金沢市、福井市、高岡市、魚津市、七尾市で記録されたデータを用いる。ただし、小松市は金沢市の気温データ、越前市は福井市のデータを用いる。 $Temp^2$ は $Temp$ の二乗で、日最高気温がピーク需要に与える効果が一定ではなく、徐々に変化する可能性（気温とともに需要が増加するものの、増加率は徐々に小さくなる、あるいは減少に転じる、といった可能性）も考慮するために含める。 α や β 、 γ および δ は、推定するパラメータで、 ε は誤差項である。

¹¹ なお、2013年夏季の実証試験は7月1日から9月13日まで、2014年夏季は7月1日から9月30日まで実施しているが、2年間の比較を行うため、2014年の夏季については9月13日までのデータを用いている。

表5 基礎統計量

変数	2013年夏季				2014年夏季				2013年度冬季			
	従量電灯		季時別		従量電灯		季時別		従量電灯		季時別電灯	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ピーク時消費量 (Wh)	1,717	1,285	1,762	1,330	1,478	1,094	1,537	1,124	3,002	1,683	3,679	2,267
オフピーク時消費量 (Wh)	12,075	6,222	13,759	7,282	10,988	5,799	12,773	6,446	15,031	7,983	18,224	10,761
日消費量 (Wh)	13,793	7,255	15,521	8,308	12,466	6,693	14,309	7,320	18,033	9,349	21,903	12,503
ピーク時消費比率	0.1199	0.0461	0.1099	0.0463	0.1152	0.0418	0.1042	0.0404	0.1686	0.0526	0.1731	0.0594
見える化ダミー	0.1435	0.3506	0.1321	0.3387	0.1559	0.3628	0.1334	0.3400	0.1586	0.3653	0.1344	0.3411
PTRダミー	0.3236	0.4679	0.2904	0.4539	0.3070	0.4613	0.2887	0.4532	0.3172	0.4654	0.2912	0.4543
CPPダミー	0.3071	0.4613	0.2966	0.4568	0.2915	0.4545	0.2996	0.4581	0.2973	0.4571	0.2964	0.4567
DR発動日ダミー	0.2958	0.4564	0.2935	0.4554	0.2218	0.4155	0.2216	0.4153	0.2641	0.4409	0.2643	0.4410
お盆休みダミー	0.0732	0.2604	0.0746	0.2628	0.0477	0.2132	0.0477	0.2131				
日最高気温 (°C)	31.3231	2.9116	31.3381	2.9047	29.5325	3.4146	29.5614	3.4067	0.9163	2.9564	0.9511	2.9431
日最低気温 (°C)												
観測数	16,165		17,633		19,816		22,000		17,488		19,623	

DR発動日ダミーと各グループの交差項のパラメータ ($\gamma_1 \sim \gamma_3$) が、DRによる需要抑制効果を表すパラメータで、被説明変数のピーク需要は対数変換しているため、需要の変化率として解釈する。

なお、冬季に行われた実証のデータについては、お盆を表すダミー変数を除き、日最高気温の代わりに日最低気温 ($LTemp$) を用いたモデルで推定する。

また、今回の実証ではPTRの割引単価やCPPの料金単価を変化させており、単価の違いによる需要抑制効果についても確認する。そのため、料金単価や割引単価の段階ごとのダミー変数 $DRQ_k (k=1, \dots, 4)$ を用いて、回帰モデルを以下のように拡張する。

$$\begin{aligned}
 \ln Peak_{it} = & \alpha + \beta_1 \cdot VIS_i + \beta_2 \cdot PTR_i + \beta_3 \cdot CPP_i \\
 & + \delta_0 Obon_t + \delta_1 Temp_{it} + \delta_2 Temp_{it}^2 \\
 & + \sum_{k=1}^4 \gamma_k DRQ_i^k + \sum_{k=1}^4 \gamma_{1k} DRQ_i^k \cdot VIS_i \\
 & + \sum_{k=1}^4 \gamma_{2k} DRQ_i^k \cdot PTR_i \\
 & + \sum_{k=1}^4 \gamma_{3k} DRQ_i^k \cdot CPP_i \\
 & + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \tag{3}$$

データが正しく取得できずに欠損となったサンプルを除いているため、データセットは非

バランスパネルデータとなる。モデルの推定方法としては、個々のモニターに特有の効果を誤差項の分散において考慮する、ランダム効果モデルと呼ばれる推定方法を用いている。標準誤差には、不均一分散調整済みの標準誤差を用いる。

各変数のデータの基礎統計量は表5に示すとおりである。

5. 分析結果

以下では、実証試験で得られたモニターの時間帯別の需要データを用いて、PTRやCPPによる需要抑制効果について報告する。また、適宜、モニターに対するアンケート調査の結果による補足も行う。

まず、2013年夏季、2013年冬季、2014年の夏季のそれぞれの調査期間を対象として、(2)の回帰式を推定した結果を表6に示す。自由度調整済み決定係数は小さいが、PTRとCPPの平均的な需要抑制効果を表す交差項はいずれも統計的に有意である。ただし、見える化については、2013年冬季以外は、統計的に有意な需要抑制効果が得られていない。この点については、今回の実証の「見える化」が、省エネナビによるもので、国内外の実証との比較では、「見える化」が実際にどのように行われているのかに留意する必要がある。また、今回の実証では、(PTR

表6 家庭用デマンドレスポンスによる平均的な需要抑制効果の推定結果

説明変数	2013年夏季		2014年夏季		2013年度冬季	
	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別電灯
<i>VIS</i>	0.1718 *	0.0161	0.1554 **	-0.0434	-0.0917	0.0313
	(1.749)	(0.154)	(2.327)	(-0.633)	(-0.963)	(0.326)
<i>PTR</i>	-0.0023	0.0623	0.0148	0.0286	-0.0889	-0.0829
	(-0.029)	(0.753)	(0.269)	(0.527)	(-1.111)	(-1.087)
<i>CPP</i>	-0.0261	-0.0276	-0.0244	-0.0525	-0.0944	-0.0866
	(-0.323)	(-0.333)	(-0.440)	(-0.971)	(-1.173)	(-1.139)
<i>DR</i>	-0.0018	0.0267 *	-0.0307 ***	-0.0050	0.0292 **	0.0380 ***
	(-0.111)	(1.912)	(-2.766)	(-0.520)	(2.191)	(3.380)
<i>DR*VIS</i>	-0.0330	0.0053	-0.0218	-0.0135	-0.0543 ***	-0.0468 **
	(-1.267)	(0.216)	(-1.238)	(-0.805)	(-2.627)	(-2.384)
<i>DR*PTR</i>	-0.1188 ***	-0.1194 ***	-0.0830 ***	-0.0829 ***	-0.0766 ***	-0.0835 ***
	(-5.619)	(-6.142)	(-5.726)	(-6.191)	(-4.404)	(-5.331)
<i>DR*CPP</i>	-0.1118 ***	-0.1283 ***	-0.0741 ***	-0.1026 ***	-0.0692 ***	-0.0901 ***
	(-5.232)	(-6.617)	(-5.053)	(-7.710)	(-3.926)	(-5.767)
<i>Obon</i>	0.1201 ***	0.1123 ***	0.0881 ***	0.0910 ***		
	(8.248)	(8.161)	(8.759)	(9.592)		
<i>Temp</i>	-0.1317 ***	-0.1662 ***	-0.1985 ***	-0.2009 ***		
	(-5.964)	(-7.883)	(-13.493)	(-14.327)		
<i>Temp</i> ²	0.0030 ***	0.0035 ***	0.0041 ***	0.0041 ***		
	(8.322)	(10.235)	(17.147)	(18.134)		
<i>LTemp</i>					-0.0177 ***	-0.0219 ***
					(-12.535)	(-16.355)
<i>LTemp</i> ²					-0.0005 *	-0.0003
					(-1.725)	(-1.009)
(定数項)	8.3720 ***	8.9448 ***	9.3477 ***	9.4441 ***	7.9300 ***	8.0902 ***
	(24.353)	(27.271)	(40.847)	(43.342)	(129.556)	(147.887)
自由度調整済み決定係数	0.0669	0.0455	0.0697	0.0574	0.0111	0.0185

カッコ内はt値

***, **, *は、それぞれ有意水準1%, 5%, 10%で有意であることを示す。

やCPPのグループと比べても) サンプル数が少なく、わずかな抑制効果では統計的に有意になりにくいことにも留意する必要がある。

5.1 PTRとCPPの比較

パラメータの推定結果から、PTRとCPPの平均的な需要抑制効果を推定し¹²、図示したのが

¹² 例えば、PTRの需要抑制効果は $\exp(\gamma_2) - 1$ として計算する。これは、基準となる需要を y_0 とし、例えばDR発動日のPTR適用モニターの需要を y_1 とすると、DR発動日のPTR適用モニターにのみ生じる効果は、 $\ln y_1 - \ln y_0 = \ln(y_1/y_0) = \gamma_2$ となる。エクスポネンシャル関数 \exp を用いて、これを整理すると、 $\exp(\ln x) = x$ であるから、 $y_1/y_0 = \exp(\gamma_2)$ である。両辺から1を差

図3である。需要抑制効果の程度は、調査時期や契約種別の他、料金メニューによっても若干の違いがみられるが、まず、国内の本格的なDR実証で初めて適用されたPTRの需要抑制効果について、特にCPPとの比較で見てみよう。図3から、CPPと比べた場合のPTRの需要抑制効果は、一概に大きいとも小さいとも言えず、総じて、ほぼ同じ程度の需要抑制効果が得られて

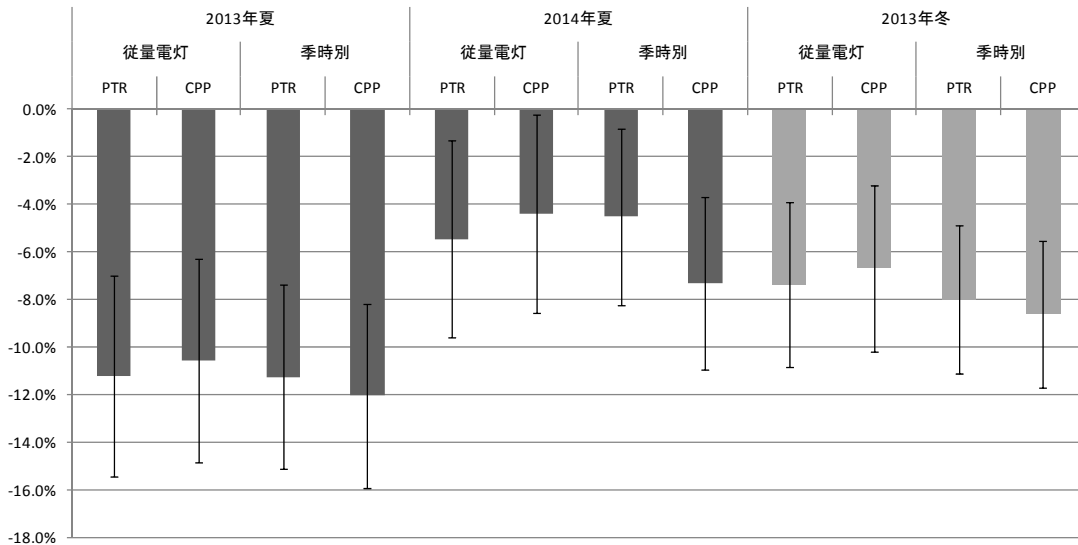
し引くと

$$y_1/y_0 - 1 = \exp(\gamma_2) - 1$$

となり、

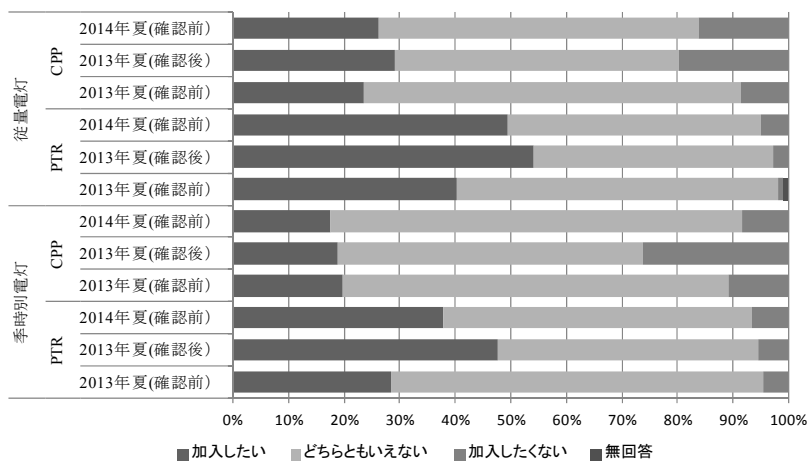
$$(y_1 - y_0)/y_0 = \exp(\gamma_2) - 1$$

となる。すなわち $\exp(\gamma_2) - 1$ が需要の変化率となる。



注：エラーバーは95%信頼度区間を表す。

図3 PTRとCPPによる需要抑制の平均的な効果



注：(確認前)は差額精算金を確認する前の回答、(確認後)は差額精算金を確認した後の回答

図4 実証参加モニターのパTRとCPPへの加入意向

いる。強いて言えば、季別電灯のモニターよりも従量電灯のモニターの方が、PTRの需要抑制効果はやや大きく見える。逆に、季別電灯のモニターの間では、CPPの需要抑制効果の方が比較的大きく、特に2014年の夏にはやや大きな差が見られる。しかし、総じて明確な傾向は見られないと言えよう。今回の実証では、モニターが1kWhを追加的に節電した時に得られる経済的メリットが同じになるように料金を設定しており、図3に示す分析結果は、モニターが節電で得られる経済的メリットに反応した

結果と見ることができる。

今回の平均的な需要抑制効果の結果から、CPPとPTRを比較した場合、それぞれの需要抑制効果については大きな差がないとすれば、本格導入することを考えた場合に、PTRの方がCPPよりも受容性が高く、加入者が多くなると考えられる分、加入者全体で得られる需要抑制効果はPTRの方が大きいことになる。CPPと比べた時の、PTRの受容性の高さについては、今回の調査に参加したモニターに対するアンケート調査でも確認している。具体的には、モニ

ターに、実証で適用された料金メニューが本格導入された場合に加入したいと思うかどうかを尋ねたところ、図4に示すとおり、PTRの方が、CPPよりも実際に加入したいと考えるモニターの割合が多く、CPPは加入したくないと考えるモニターの割合が多いことが分かった。どちらとも言えない、とするモニターも多かったものの、総じてPTRの方が受容性は高いと言える。したがって、上で述べたように、PTRとCPPを比較した場合には、PTRの方が全体として大きな需要抑制効果が見込めることになる。

5.2 単価の違いによる影響

CPPの料金単価やPTRの割引単価は発動日によって異なるが、経済理論から、単価が大きくなればなるほど、需要抑制効果も大きくなると考えられる。このことを確認するために、回帰式(3)を推定し、発動パターンと各グループの交差項の推定値から、単価の水準別の需要抑制効果を示したのが図5である（パラメータの推定結果は省略する）。

図5から、2013年冬季の従量電灯のCPPにおいては、理論通りの関係、すなわち、単価が高くなるほど、需要抑制効果が大きくなる、という傾向が示されているが、その他では、同じような関係は見られない。2014年夏季の季節別電灯のCPPおよび従量電灯のPTRでは、単価の水準を100円以下と150円以上の2つにまとめて考えれば、前者よりも後者の需要抑制率が大きいという意味で理論と整合的と言えるが、その他では、そのような関係すら明確ではない。

この点に関連して、モニターへのアンケートで、CPPの料金単価やPTRの割引単価と節電への取り組みに対する意識との関係を尋ねたところ（2014年の夏季の調査終了後）、図6に示すように、多くのモニターが、単価の水準によって節電への取り組みを変えているわけではな

いことが分かった。

このように消費データの分析結果とアンケートの結果は整合的であり、DRのための料金メニューの設計においても重要な示唆を含むといえる。つまり、理論的には、需給ひっ迫の程度に応じて、料金単価あるいは割引単価を変化させて、単価の高いときにより大きな需要抑制効果を得る、ということが考えられるが、今回の実証の結果からすると、必ずしも狙い通りの効果がもたらされるとは限らないと言える¹³。もし、単価を変化させるために追加的費用がかかるのであれば、発動日に適用する単価は常に同じでも、費用対効果の観点からは正当化される。

また、ある特定の発動日に1をとるダミー変数を全ての発動日について用意し、単純に発動日毎の需要抑制効果も推定したが、その結果、需要抑制効果は、発動日に毎回ほぼ同じような効果として現れるのではなく、発動日によって大きく変動し、時には需要を抑制するのではなく、増加させる日もあることが分かった。需要抑制率はその日の気温が影響を及ぼす可能性があるため、発動日毎の需要抑制効果と気温との関係についても、統計的な分析を行っている。その結果、例えば、ある時期のあるグループについては、需要抑制効果と日最高気温（冬季は日最低気温）の間に非線形の関係があり、ある一定の気温までは効果が大きくなるものの、それを超えると効果が小さくなってしまいう関係が見られるケースがあった。しかし、このような関係は全ての時期の全てのグループについて有意な結果として得られたわけでは

¹³ なお、モニターに対するアンケート調査では、PTRやCPPのモニターは、節電をお願いした日に節電に取り組んだ理由として、社会貢献を挙げる人が多かった。したがって、発動日に節電に取り組む需要家のすべてが、経済的動機で取り組むわけではなく、全体としては、経済的メリットの大小はあまり関係がない可能性もある。

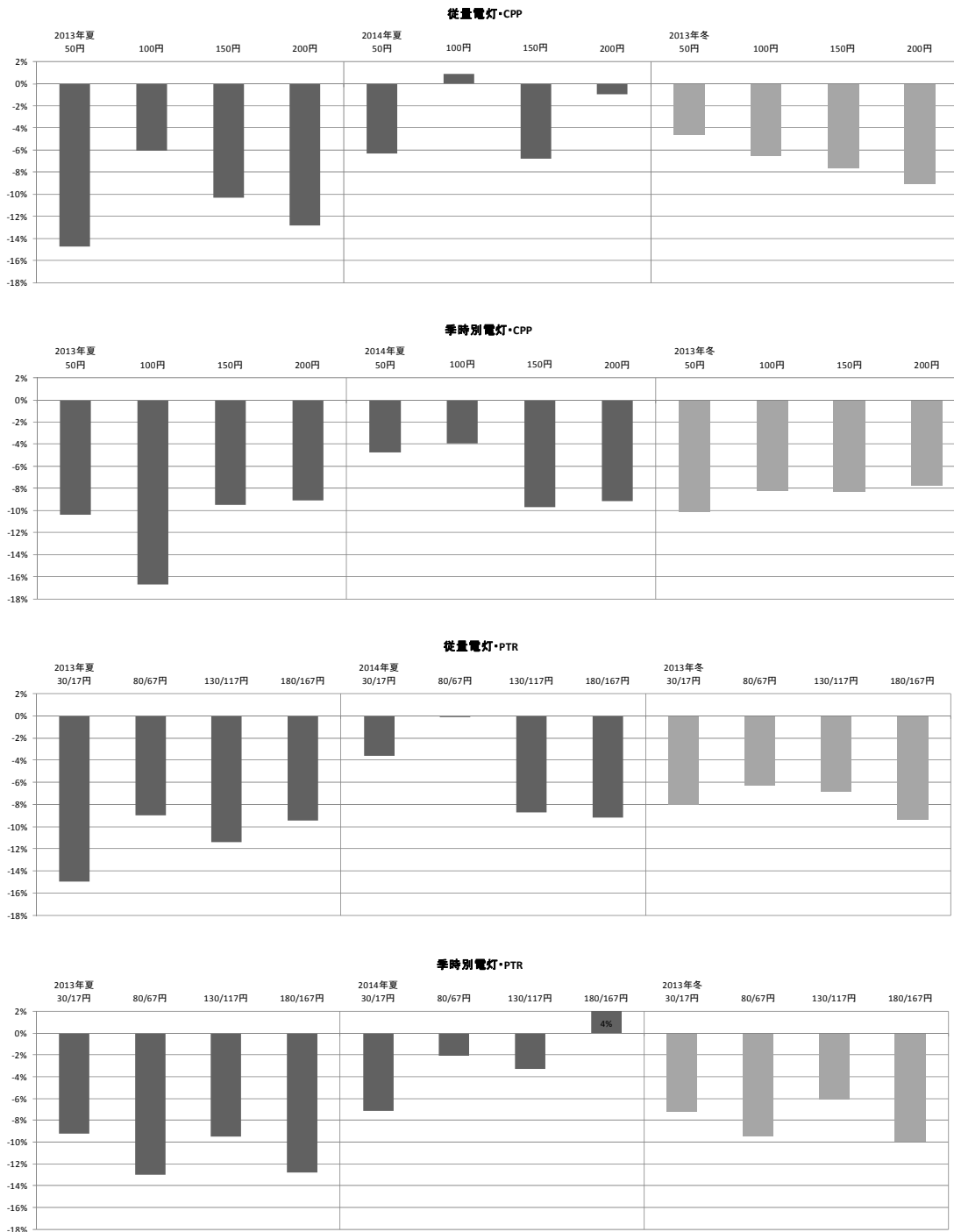


図5 料金単価・割引単価による需要抑制効果

なく、需要抑制効果が気温によって異なる可能性があるという結果については留意が必要である。

5.3 需要抑制効果に関するその他の結果

今回の実証では、PTRとCPPによる平均的な需要抑制効果について、他にもいくつか興味深い結果が得られている。

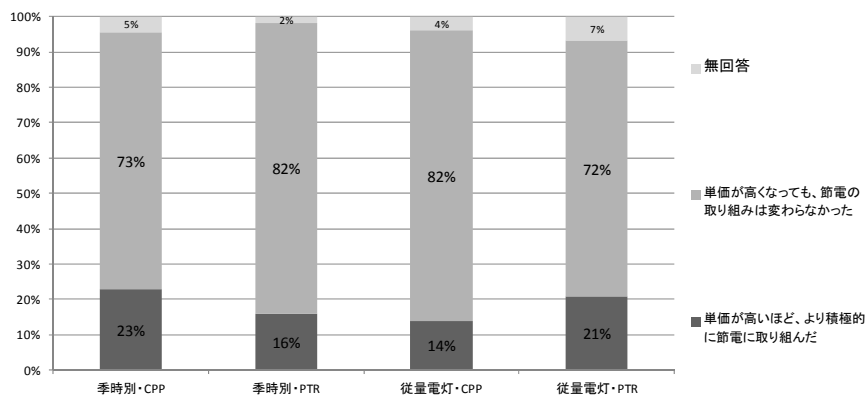


図6 単価の違いが節電の取り組みに与える影響

5.3.1 国内外の実証結果との比較

まず、北陸地域の実証における平均的な需要抑制効果は、全体的には4%から最大でも12%程度であり、これまでに国内で先行的に行われてきた実証の結果と比べると、決して大きい方ではないということが指摘できる¹⁴。特に、これまでの国内での実証で適用されているCPPの需要抑制効果について、同じ2013年の結果同士で比較すると、北陸地域の実証におけるCPPの需要抑制効果は、横浜・豊田での実証の結果（10～15%）とは同程度であるが、けいはんな・北九州における20%前後の抑制率と比較すると小さい。北陸地域の実証試験におけるCPPの料金単価が、他の実証試験よりも安く設定されていたわけではなく、こうした違いが生じる理由としては、節電量などに関する実証試験期間中の情報提供の方法の違いや、地域特性の違いによる影響が考えられる。ただし、例えば、夏季の需要抑制効果を左右すると考えられる冷房需要は、地域や年度によって異なるため、常に北陸地域の需要抑制効果が小さくなる点までは言えない点に留意が必要である。

また、海外（主に北米）で家庭用需要家にCPP

とPTRの両者を適用して行われた実証の結果（図1）と比較しても、北陸地域の実証で得られた需要抑制効果は小さい方に属するといえる。海外の実証試験も、様々な条件が異なるため、一概に比較はできないが、海外の実証でのCPPの料金単価やPTRの割引単価が極端に高く設定されているわけではなく、北陸地域の需要抑制効果が小さかったのは少なくとも単価が安く設定されたからだと言えない。

5.3.2 夏季と冬季の違い

今回の調査では2年にわたり夏季の調査を行うとともに、2013年の冬季にも同様の調査を実施している。冬季には、ピーク時間帯を17時～20時に設定して、PTRやCPPによる節電のお願いをしている。先の図3において、夏季と冬季の需要抑制効果を比較すると、2013年の夏季よりは明らかに小さく、2014年の夏季よりはやや大きいという傾向がうかがえる。

しかし、ピーク時間帯の平均的な消費量は、表5の基礎統計量からも分かるように、基本的には夏季よりも冬季の方が大きい。そこで、比較用モニターを基準とした時の需要抑制率だけでなく、その率を表5のピーク需要の平均値に適用して得られる需要抑制量を比較すると、冬季においては従量電灯、季時別電灯ともに、2013年夏季と比べて抑制率は小さいものの、抑

¹⁴ 国内のDR実証試験の結果等については、資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部(2014)を参照。

制量は大きくなっている。2014年夏季と比較すると、抑制率、抑制量ともに大きくなっている。したがって、冬季においては、夏季に比べてモニターの需要抑制量が大きいといえる。他方、少なくとも2013年の夏に比べれば、需要抑制率は小さい。モニターからも、夕方の時間帯は家族の団らんの時間帯と重なり、節電を行うことが難しかったという意見が多く、冬季におけるデマンドレスポンスの活用には一定の配慮が必要かもしれない。

5.3.3 実証1年目と2年目の比較

夏季に関しては、2013年と2014年の2年にわたって調査を行っており、2年間で需要抑制効果に変化が生じているかどうかを確認することができる。図3において、同じ調査期間における同じ契約の同じ料金メニューで2013年と2014年の需要抑制効果を単純に比較すると、2年目の2014年の需要抑制効果が、一様に小さくなっていることが分かる。2014年の方が日最高气温の平均は1～2度低くなっているが（表5参照）、図に示した需要抑制効果の推定にあたっては、それぞれ気温の違いを考慮しており、気温の差によって2年目の効果が小さくなったというわけではない。発動日は2年目の方が2日分少ないが、それだけで大きな差を生みだしているとは考えにくい。変動する料金の単価などの条件も同じである。したがって、2年目に需要抑制効果が小さくなったことについては、CPPやPTRを適用されたモニター自身の経済的インセンティブへの反応が弱まったことなどが考えられる。

2014年に入って、節電対策の実施率が低下し、需要抑制効果の低下にもつながったと考えられるが、そもそもなぜ2年目に節電を実施する割合が低下したのかは定かではない。推測できることとしては、1年目の実証を経験して、節

電の費用対効果が小さいと感じられた可能性が考えられる。1年目において、このような実証が初めてで、節電による経済的メリットがどの程度か分からずに過剰に反応していたということも考えられる。

5.4 モニターごとの需要抑制

これまででは、平均的な需要抑制効果とその変動要因について分析してきたが、以下では、各グループの平均的な効果ではなく、モニターごとの需要抑制効果について見ておく。これは、PTRのモニターの節電量を計算する際に用いた方法で計算する。すなわち、発動日の前の平日3日間の需要量の平均値をベースライン（基準）とし、発動日の消費量とベースラインとの差をとり、それをベースラインの値で除する。このようにして、全ての発動日における消費量の変化率の平均値をそのモニターの需要抑制効果とする。例えば、2014年の夏季の従量電灯のモニターについて、グループごとにモニターごとの需要抑制効果を大きい順に並べたのが図7である。横軸はモニターの数である。すなわち、発動日に普段よりも多く節電した人ほど左側に位置していることになる。グラフの色の濃い方が需要を抑制した（非発動日より発動日の需要の方が小さい）モニターである。また、図の中の縦線は、比較用グループにおける需要抑制率の中央値に最も近い抑制率のモニターの位置を指している。

図から、PTRやCPPのグループで、発動日に消費量を減らした割合の多いモニターが、比較用のグループと比べて多いことがわかる。しかし、一方で、PTRやCPPのグループでも、全てのモニターが消費量を減らしているわけではなく、かえって増加させているモニターも少なくないことがわかる。このような傾向は、季節別電灯のモニターについても見られるし、2013

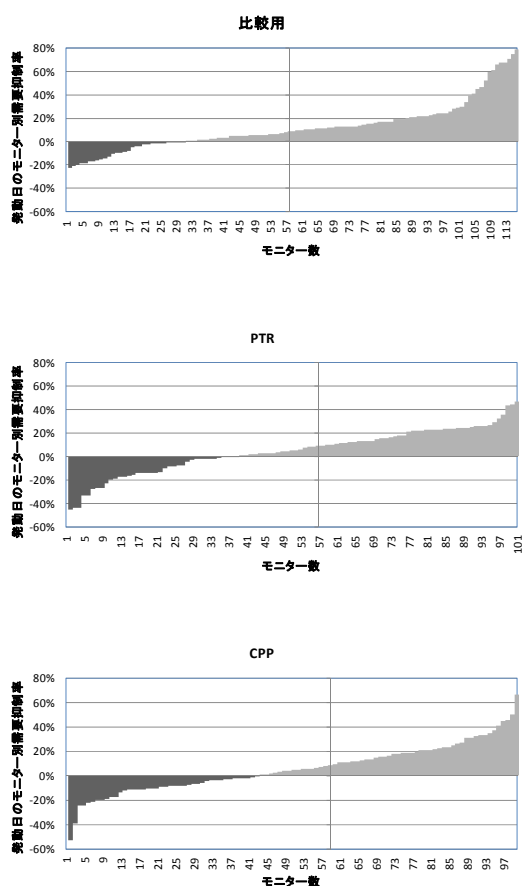


図7 モニターごとの需要抑制率の分布
(2014年夏季)

年も同様である。また、需要の抑制量で見ても同じような結果となる。このようなモニターによる需要抑制効果の違いがどのような要因によって決まるのかについて、モニターの属性データを用いた分析を試みたが、エアコンの使用台数が多いモニターにおいて、需要抑制量（および抑制率）が大きくなることを除くと、決定要因として影響を与える属性は明確には特定できなかった¹⁵。こうした需要抑制効果の要因分析、すなわち、どのような需要家でDRの効果が大きくなるのかを明らかにすることは、今後の課題として残されている。

¹⁵ 例えば、世帯人数や、高齢者の割合などを考慮したが、安定した推定結果を得られなかった。

6. おわりに

本稿では、北陸地域で実施された家庭用デマンドレスポンスの実証データを用いて、我が国で本格的に検証するのは初めてとなるPTRによる需要抑制効果を分析した。その結果、今回の実証では、PTRは、節電による経済的メリットが等しくなるように設計されたCPPと、ほぼ同程度の需要抑制効果を持つことが分かった。また、調査終了後の参加モニターへの意識調査からは、PTRの方がCPPよりも受容性が高いことが分かった。ただし、参加モニターはPTRの割引単価やCPPの料金単価の違いについてはあまり意識しておらず、単価が高くなるほど、需要抑制効果が大きくなるといった関係は見られなかった。

また、CPPの需要抑制効果は10%前後で、国内の他のDR実証の結果と比較するとやや小さく、1年目と2年目の夏季の需要抑制効果を比較すると2年目の需要抑制効果は小さくなっていることなどが分かった。

今後、PTRはもとより、家庭用需要家のDRを促す様々な料金メニューやサービスについて、実証に基づく知見が蓄積されることが望まれる。我が国で急速に進んでいる再生可能エネルギーの発電電力量に応じたデマンドレスポンス、すなわち、再生可能エネルギーの発電電力量が多い時には、むしろ需要を増加させるようなデマンドレスポンスの可能性などが注目される。

謝辞

本稿の作成にあたっては、北陸電力株式会社営業部に多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝いたします。なお、本稿に残る誤りについては全て筆者の責任であります。

参考文献

- [1] 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 (2014)「次世代エネルギー・社会システム実証事業～進捗状況と成果等～」.
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/016_01_00.pdf (最終アクセス日: 2015年10月7日).
- [2] 服部徹 (2013)「北米の家庭用デマンドレスポンスの実証におけるピークタイム・リバートの評価」, 第32回エネルギー資源学会研究発表会講演論文集, 149-152.
- [3] 服部徹・戸田直樹 (2011)「米国における家庭用デマンドレスポンス・プログラムの現状と展望ーパイロットプログラムの評価と本格導入における課題」, 電力中央研究所報告 Y10005.
- [4] Baltimore Gas & Electric (2015) “BGE Customers Reach Energy-Saving Milestones,” News Release (April 22, 2015).
- [5] Borenstein, S. (2014). “Money for Nothing?” Energy at Haas Blog.
<https://energyathaas.wordpress.com/2014/05/12/money-for-nothing/> (最終アクセス日: 2015年10月7日).
- [6] eMeter Strategic Consulting for the Smart Meter Pilot Program (2010). “PowerCentsDC Program Final Report.”
- [7] Faruqi, A. and S. Sergici (2009a). “BGE’s Smart Energy Pricing Pilot Summer 2008 Impact Evaluation,” Brattle Group.
- [8] Faruqi, A. and S. Sergici (2009b). “Impact Evaluation of CL&P’s Plan-it Wise Energy Program Final Results, Results of CL&P Plan-it Wise Energy Pilot (Appendix A)”.
- [9] Ontario Energy Board (2007). “Ontario Energy Board Smart Price Pilot Final Report.”
- [10] Treadway, N. (2013). “Consumer Preferences and the Elusive Magic of Dynamic Pricing,” Survey Report, Issue 17, Distributed Energy Financial Group.
- [11] Wolak, F.A.(2006). “Residential Customer Response to Real-Time Pricing: The Anaheim Critical-Peak Pricing Experiment,” Stanford University.
- [12] Wolak, F.A.(2011). “Do Residential Customers Respond to Hourly Prices? Evidence from a Dynamic Pricing Experiment,” *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 101:3, 83-87.

服部 徹 (はっとり とおる)
電力中央研究所 社会経済研究所

高橋 雅仁 (たかはし まさひと)
電力中央研究所 社会経済研究所

坂東 茂 (ばんどう しげる)
電力中央研究所 社会経済研究所

加部 哲史 (かべ さとし)
電力中央研究所 社会経済研究所

社会経済研究所「電力経済研究」No.62

「ピークタイム・リベートによる家庭用需要家のデマンドレスポンスの効果
—北陸地域での実証データに基づく分析—」の記載内容の訂正について

「電力経済研究」No.62 に収録いたしました上記の論文につきまして、分析に用いたデータの説明を誤っていたことと、本来掲載すべき表とは異なる表を誤って掲載していることが分かりました。既にダウンロードされた皆さまにはご迷惑をおかけしますことを深くお詫びいたします。なお、今回の訂正による論文の分析結果の説明や結論には変更ございません。詳細は下記をご覧ください。

2016年5月12日

正誤表

① p.16 表5 基礎統計量

表5の2014年夏季の基礎統計量は、2014年夏季の調査期間(2014年7月1日～9月30日)に得られたデータに基づくものでした。しかし、2014年夏季を対象に回帰式(1)の推定を行う際に用いたデータは、2013年夏季の結果との比較を念頭に、サンプルを2014年7月1日から9月15日までとしておりましたので(下記②参照)、実際に分析に用いたデータに基づく基礎統計量に訂正(2014年夏季分のみ)、注釈をつけました。また、「2013年度冬季」を「2013年冬季」に修正しました。

(正)

変数	2013年夏季				2014年夏季 ^{注)}				2013年冬季			
	従量電灯		季時別		従量電灯		季時別		従量電灯		季時別電灯	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ピーク時消費量 (Wh)	1,717	1,285	1,762	1,330	1,570	1,154	1,602	1,160	3,002	1,683	3,679	2,267
オフピーク時消費量 (Wh)	12,075	6,222	13,759	7,282	11,523	6,016	13,100	6,539	15,031	7,983	18,224	10,761
日消費量 (Wh)	13,793	7,255	15,521	8,308	13,093	6,954	14,702	7,436	18,033	9,349	21,903	12,503
ピーク時消費比率	0.1199	0.0461	0.1099	0.0463	0.1345	0.0585	0.1207	0.0545	0.1686	0.0526	0.1731	0.0594
見える化ダミー	0.1435	0.3506	0.1321	0.3387	0.1583	0.3650	0.1340	0.3407	0.1586	0.3653	0.1344	0.3411
PTRダミー	0.3236	0.4679	0.2904	0.4539	0.3175	0.4655	0.2878	0.4527	0.3172	0.4654	0.2912	0.4543
CPPダミー	0.3071	0.4613	0.2966	0.4568	0.3021	0.4592	0.3008	0.4586	0.2973	0.4571	0.2964	0.4567
DR発動日ダミー	0.2958	0.4564	0.2935	0.4554	0.2638	0.4407	0.2631	0.4403	0.2641	0.4409	0.2643	0.4410
お盆休みダミー	0.0732	0.2604	0.0746	0.2628	0.0569	0.2317	0.0566	0.2311				
日最高気温 (°C)	31.3231	2.9116	31.3381	2.9047	30.2927	3.1612	30.3139	3.1518				
日最低気温 (°C)									0.9163	2.9564	0.9511	2.9431
観測数	16,165		17,633		16,095		18,426		17,488		19,623	

^{注)} 2014年夏季については、2013年夏季との比較を念頭に、7月1日から9月30日までに得られたデータのうち、9月15日までのデータを用いている。

(誤)

変数	2013年夏季				2014年夏季				2013年度冬季			
	従量電灯		季時別		従量電灯		季時別		従量電灯		季時別電灯	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ピーク時消費量 (Wh)	1,717	1,285	1,762	1,330	1,478	1,094	1,537	1,124	3,002	1,683	3,679	2,267
オフピーク時消費量 (Wh)	12,075	6,222	13,759	7,282	10,988	5,799	12,773	6,446	15,031	7,983	18,224	10,761
日消費量 (Wh)	13,793	7,255	15,521	8,308	12,466	6,693	14,309	7,320	18,033	9,349	21,903	12,503
ピーク時消費比率	0.1199	0.0461	0.1099	0.0463	0.1152	0.0418	0.1042	0.0404	0.1686	0.0526	0.1731	0.0594
見える化ダミー	0.1435	0.3506	0.1321	0.3387	0.1559	0.3628	0.1334	0.3400	0.1586	0.3653	0.1344	0.3411
PTRダミー	0.3236	0.4679	0.2904	0.4539	0.3070	0.4613	0.2887	0.4532	0.3172	0.4654	0.2912	0.4543
CPPダミー	0.3071	0.4613	0.2966	0.4568	0.2915	0.4545	0.2996	0.4581	0.2973	0.4571	0.2964	0.4567
DR発動日ダミー	0.2958	0.4564	0.2935	0.4554	0.2218	0.4155	0.2216	0.4153	0.2641	0.4409	0.2643	0.4410
お盆休みダミー	0.0732	0.2604	0.0746	0.2628	0.0477	0.2132	0.0477	0.2131				
日最高気温 (°C)	31.3231	2.9116	31.3381	2.9047	29.5325	3.4146	29.5614	3.4067				
日最低気温 (°C)									0.9163	2.9564	0.9511	2.9431
観測数	16,165		17,633		19,816		22,000		17,488		19,623	

② p.16 右の段、下から 11 行目

上記①の修正に関連して、本文について下記の修正を行いました（下線部）。

(正) まず、2013 年夏季、2013 年冬季、2014 年夏季（9 月 15 日まで）のそれぞれの調査時期を対象として、(2)の回帰式を推定した結果を表 6 に示す。

(誤) まず、2013 年夏季、2013 年冬季、2014 年夏季のそれぞれの調査期間を対象として、(2)の回帰式を推定した結果を表 6 に示す。

③ p.17 表 6 家庭用デマンドレスポンスによる平均的な需要抑制効果の推定結果

表 6 の推定結果のうち、2014 年夏季の結果について別のデータ（2013 年夏季と 2014 年夏季の 2 カ年分のデータ）で推定した結果を誤記載していたため、訂正しました（2014 年夏季分のみ）。なお、p.18 図 3 は、もともと 2014 年夏季のデータを用いた推定結果に基づいて作成されたものであり、以後の分析結果の記述や結論には変更ございません。また、「2013 年度冬季」を「2013 年冬季」に修正しました。

(正)

説明変数	2013年夏季		2014年夏季		2013年冬季	
	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別電灯
<i>VIS</i>	0.1718 *	0.0161	0.0961	-0.0919	-0.0917	0.0313
	(1.749)	(0.154)	(1.026)	(-1.041)	(-0.963)	(0.326)
<i>PTR</i>	-0.0023	0.0623	-0.0160	-0.0015	-0.0889	-0.0829
	(-0.029)	(0.753)	(-0.204)	(-0.021)	(-1.111)	(-1.087)
<i>CPP</i>	-0.0261	-0.0276	-0.0709	-0.0663	-0.0944	-0.0866
	(-0.323)	(-0.333)	(-0.896)	(-0.954)	(-1.173)	(-1.139)
<i>DR</i>	-0.0018	0.0267 *	-0.0529 ***	-0.0440 ***	0.0292 **	0.0380 ***
	(-0.111)	(1.912)	(-3.292)	(-3.253)	(2.191)	(3.380)
<i>DR*VIS</i>	-0.0330	0.0053	-0.0112	-0.0338	-0.0543 ***	-0.0468 **
	(-1.267)	(0.216)	(-0.457)	(-1.465)	(-2.627)	(-2.384)
<i>DR*PTR</i>	-0.1188 ***	-0.1194 ***	-0.0560 ***	-0.0463 **	-0.0766 ***	-0.0835 ***
	(-5.619)	(-6.142)	(-2.719)	(-2.500)	(-4.404)	(-5.331)
<i>DR*CPP</i>	-0.1118 ***	-0.1283 ***	-0.0450 **	-0.0760 ***	-0.0692 ***	-0.0901 ***
	(-5.232)	(-6.617)	(-2.164)	(-4.151)	(-3.926)	(-5.767)
<i>Obon</i>	0.1201 ***	0.1123 ***	0.0728 ***	0.0892 ***		
	(8.248)	(8.161)	(4.951)	(6.500)		
<i>Temp</i>	-0.1317 ***	-0.1662 ***	-0.2475 ***	-0.2368 ***		
	(-5.964)	(-7.883)	(-12.057)	(-12.253)		
<i>Temp</i> ²	0.0030 ***	0.0035 ***	0.0049 ***	0.0048 ***		
	(8.322)	(10.235)	(14.699)	(15.183)		
<i>LTemp</i>					-0.0177 ***	-0.0219 ***
					(-12.535)	(-16.355)
<i>LTemp</i> ²					-0.0005 *	-0.0003
					(-1.725)	(-1.009)
(定数項)	8.3720 ***	8.9448 ***	10.1083 ***	9.9508 ***	7.9300 ***	8.0902 ***
	(24.353)	(27.271)	(31.712)	(33.301)	(129.556)	(147.887)
自由度調整済み決定係数	0.0669	0.0455	0.0688	0.0710	0.0111	0.0185

カッコ内はt値

***,**,*は、それぞれ有意水準1%, 5%, 10%で有意であることを示す。

(誤)

説明変数	2013年夏季		2014年夏季		2013年度冬季	
	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別	従量電灯	季時別電灯
<i>VIS</i>	0.1718 *	0.0161	0.1554 **	-0.0434	-0.0917	0.0313
	(1.749)	(0.154)	(2.327)	(-0.633)	(-0.963)	(0.326)
<i>PTR</i>	-0.0023	0.0623	0.0148	0.0286	-0.0889	-0.0829
	(-0.029)	(0.753)	(0.269)	(0.527)	(-1.111)	(-1.087)
<i>CPP</i>	-0.0261	-0.0276	-0.0244	-0.0525	-0.0944	-0.0866
	(-0.323)	(-0.333)	(-0.440)	(-0.971)	(-1.173)	(-1.139)
<i>DR</i>	-0.0018	0.0267 *	-0.0307 ***	-0.0050	0.0292 **	0.0380 ***
	(-0.111)	(1.912)	(-2.766)	(-0.520)	(2.191)	(3.380)
<i>DR*VIS</i>	-0.0330	0.0053	-0.0218	-0.0135	-0.0543 ***	-0.0468 **
	(-1.267)	(0.216)	(-1.238)	(-0.805)	(-2.627)	(-2.384)
<i>DR*PTR</i>	-0.1188 ***	-0.1194 ***	-0.0830 ***	-0.0829 ***	-0.0766 ***	-0.0835 ***
	(-5.619)	(-6.142)	(-5.726)	(-6.191)	(-4.404)	(-5.331)
<i>DR*CPP</i>	-0.1118 ***	-0.1283 ***	-0.0741 ***	-0.1026 ***	-0.0692 ***	-0.0901 ***
	(-5.232)	(-6.617)	(-5.053)	(-7.710)	(-3.926)	(-5.767)
<i>Obon</i>	0.1201 ***	0.1123 ***	0.0881 ***	0.0910 ***		
	(8.248)	(8.161)	(8.759)	(9.592)		
<i>Temp</i>	-0.1317 ***	-0.1662 ***	-0.1985 ***	-0.2009 ***		
	(-5.964)	(-7.883)	(-13.493)	(-14.327)		
<i>Temp</i> ²	0.0030 ***	0.0035 ***	0.0041 ***	0.0041 ***		
	(8.322)	(10.235)	(17.147)	(18.134)		
<i>LTemp</i>					-0.0177 ***	-0.0219 ***
					(-12.535)	(-16.355)
<i>LTemp</i> ²					-0.0005 *	-0.0003
					(-1.725)	(-1.009)
(定数項)	8.3720 ***	8.9448 ***	9.3477 ***	9.4441 ***	7.9300 ***	8.0902 ***
	(24.353)	(27.271)	(40.847)	(43.342)	(129.556)	(147.887)
自由度調整済み決定係数	0.0669	0.0455	0.0697	0.0574	0.0111	0.0185

カッコ内はt値

***,**,*は、それぞれ有意水準1%, 5%, 10%で有意であることを示す。

以上