

北九州スマートコミュニティにおける事業所向け ダイナミックプライシングの効果に関する調査研究*

牛房義明・高偉俊・張瑤
牛尾吉之介・平山克己

1. はじめに

1. 1. 研究背景と目的

東日本大震災以降、夏や冬の電力ピーク時の供給不足を回避するために節電の要請がされてきた。特に夏や冬の電気の需要が最も多い時間帯に節電してもらうための有効な手段としてデマンドレスポンスが注目されている。デマンドレスポンスは、電力需給の逼迫、系統の不安定などが生じたとき、電気料金を高く設定したり、または電気使用量を抑制した需要家に対し協力を支払うなどの手段を用いて節電、電力需要の平準化を図る仕組みである。北九州市の東田地区は、2010年に「次世代エネルギー・社会システム実証事業」に選定され、「北九州スマートコミュニティ創造事業」として2015年度まで実施された。この事業の1つである電気料金の変動による電力需要をコントロールする社会実証（ダイナミックプライシング、DP）が2013年度から2015年度まで一般家庭、事業所に対し実施され、電力料金変動による節電効果（ピークカット）が測定された。その結果、約15%のピークカット効果（節電）が確認された¹。

一般家庭向けのDPの社会実証では参加世帯が約190世帯であったため、ランダム化比較試験を利用して、参加世帯をDP料金を適用するグループ（トリートメントグループ）とDP料金を適用しないグループに無作為に分けて実施された。そのためDPによるピークカット効果は正確に測定された。技術研究組合北九州スマートコミュニティ推進機構（KSCoP）などによる従来研究では、住宅向けのダイナミックプライシング効果分析に大きく焦点を当てた研究がなされ、その成果が公開されている²。KSCoPによる2012年、2013年の電力消費の分析では、この事業でおこなわれた住宅向けDPの結果として家庭のピークタイム（夏季13～17時・冬季8～10時と18～20時）の電力消費に対して約20%のピークカット効果があることが明らかになった。

一方、事業所向けのDPの社会実証は参加者が約50事業所と少ないため、ランダム化比較試験を利用することができない。そのため別の方法で測定する必要がある。一つの方法としては、DPを実施なかった場合の電力消費量（ベースライン）を推定して、実際にDPが発動された時の電力消費量を比較する方法があり、経済産業省のワーキンググループにおいて事業所向けDPの節電効果を測定するガイドラインが検討された³。

* 本研究は北九州市立大学平成27年度特別研究推進費の研究成果である。

1 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会「平成23年度及び平成24年度次世代エネルギー・社会システム実証事業費補助金（次世代エネルギー・社会システム実証事業）の成果報告書（公開版）について」における北九州市の地域全体の成果を参照。

2 技術研究組合北九州スマートコミュニティ推進機構 <http://www.kscoop.jp/>

3 電力システム改革小委員会制度設計WG、「ネガワット取引に関するガイドライン」を参照。

本稿では、北九州の事業所向けの DP の社会実証を対象にして、DP による効果を検証する簡潔な方法を検討し、本実証によるピークカット効果の有無について検証する。本稿で明らかになった点は以下の通りである。

事業所向けの実験では DP 効果を確認することは可能であるが、精度の高い測定や一般化は難しいことが明らかになった。

本稿の構成は以下の通りである。2.では北九州スマートコミュニティ創造事業とダイナミックプライシング社会実証の概要について述べる。3.では事業所の電力消費量の調査を行い、見える化を行った。4.では事業所におけるダイナミックプライシングの効果について分析し、5.はまとめである。

2. 北九州スマートコミュニティ創造事業とダイナミックプライシング

2. 1. 北九州スマートコミュニティ創造事業の概要

北九州スマートコミュニティ創造事業とは、北九州市八幡東区の東田地区（約 120ha）において実施された「次世代エネルギー・社会システム実証事業」（経済産業省が選定）の1つである。事業の目的は、①新エネルギーの導入拡大、②建物への省エネルギーシステム導入、③地域節電所を核とした CEMS⁴によるエネルギーの効率的利用、④交通システムなど社会システムの整備、であり、また、それらの事業による省エネ効果を獲得することを目的としている。

2. 2. ダイナミックプライシング (DP)

ダイナミックプライシングとは、電力需給が逼迫する、または電力系統が不安定になる電力需要のピーク時に電力量料金を上げることで電力需給、系統を安定化させる料金体系である。

2. 3. 事業所向け DP 社会実証実験の概要

北九州スマートコミュニティのダイナミックプライシング社会実証は一般家庭向け DP と事業所向け DP に分かれる。一般家庭向けダイナミックプライシング実証実験には東田地区の 186 世帯が参加し、そのうち 120 世帯のグループには実際にダイナミックプライシングを発動し、残りの 66 世帯のグループには対照実験のために従来通りの電力単価を適用した。これに対し事業所向け社会実証は東田地区の約 50 箇所の事業所が参加して実験がおこなわれた。

商工業地帯である東田地区では、事業所による地域エネルギーマネジメントへの寄与率が高いため、事業所が DP にどう対応するかは重要な課題となっている。事業所向けの DP では、まず電力需要を抑制したい時間帯には通常の電気料金に 1～5 の係数を乗じた料金を設定し、電力需要を喚起したい時間帯には 0.7～1 の係数を乗じた料金がそれぞれ設定される。この係数はあらかじめレベル分けして設定されている。図 1 は事業所向け DP の料金メニューテーブルである。

DP 料金情報は北九州スマートコミュニティ創造事業で開発された地域節電所 (CEMS) より

4 CEMS とは Community Energy Management System (地域エネルギーマネジメントシステム) の略で、地域の電力需給を総合的に管理するシステムである。

スマートメーター経由で各事業所へ通知される。通知後の各事業所の節電行動については、2012年は干渉せず判断をゆだねるかたちにしてきたが、2013年度からは専門家による「省エネ診断」と呼ばれる立ち入りチェックを実施したり、スマートメーターから得られた電力消費傾向についての情報をリアルタイムで分かりやすく表示したりして、具体的に節電行動をとりやすいような策がとられていた。

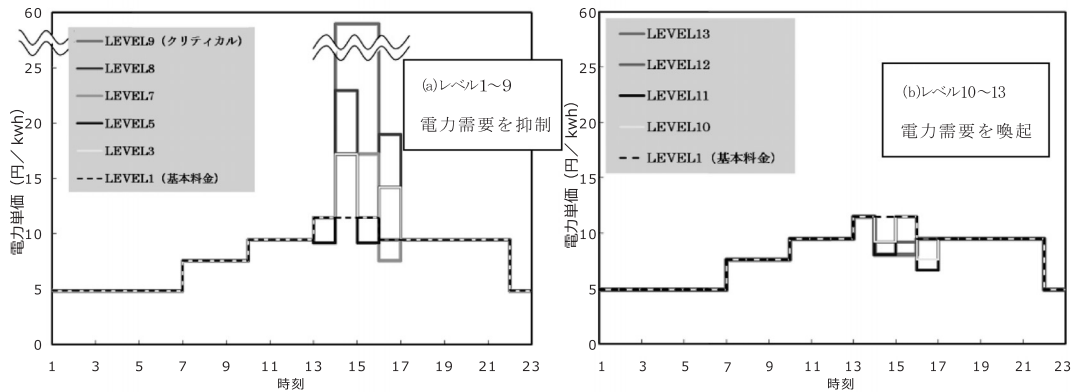


図1 事業所向けの電気料金のレベル別の日変化

各事業所の分析に先立ち、表1のように、電力消費行動の傾向が似ているものをグループ分けした。今回は表1の7種のグループのうちAの複合商業施設のみに焦点を当てて分析を行う。残りB～Gの6種類のグループについては別の機会で詳細な分析を紹介する予定である。

表1 対象事業所の分類

| グループ | 分類名 | 事業所数 |
|------|-----------|------|
| A | 複合商業施設 | 1 |
| B | オフィス | 18 |
| C | 小売業務店舗 | 9 |
| D | 製造業 | 5 |
| E | 医療・福祉施設 | 3 |
| F | 教育・学習支援施設 | 3 |
| G | その他 | 6 |

3. 事業所の電力消費量の調査

3.1. 事業所の基本情報

Aグループ（複合商業施設）は、延べ床面積 67,500 m²の複合商業施設が1箇所のグループである。AグループのDP発動回数をまとめたものが表2である。

表2 Aグループのレベル別DP発動回数

| LEVEL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 合計 |
|---------|----|----|----|---|---|---|----|---|---|-----|
| 2012年度夏 | 8 | 0 | 7 | 0 | 9 | 0 | 7 | 3 | 1 | 35 |
| 2012年度冬 | 3 | 4 | 6 | 4 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| 2013年度夏 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | 5 | 17 |
| 2013年度冬 | 0 | 17 | 0 | 4 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 30 |
| 合計 | 11 | 21 | 13 | 8 | 9 | 7 | 23 | 8 | 6 | 106 |

この表から、実験を開始した一年目（2012年度）のDPは発動レベルが細かく分散していたが、2年目（2013年度）はDPの発動レベルがあまり多岐にわたって散らばることなく局所的に発動がスケジュールされていたことが分かる。

3. 2. 事業所の電力消費量調査

(1) 電力消費の傾向の調査

はじめに、Aグループの電力消費の傾向を探るために2012年8月（1ヵ月のうちDPが発動された日数は平日の19日）の電力消費の時間変化を図2にまとめ、事業所の情報と照らし合わせた。図2では実線のグラフはDPが発動されていない日の平均電力消費量のロードカーブで、点線のグラフはDP発動日の平均電力消費量のロードカーブである。

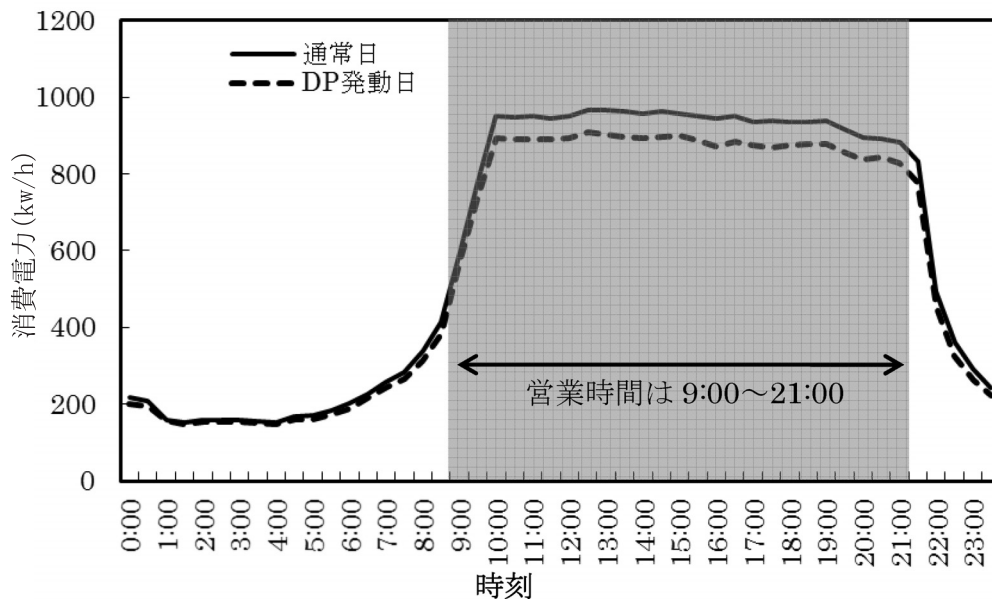


図2 Aグループの電力消費の時間変化

(2) 1ヶ月ごとの総消費電力の推移の調査

次に、Aグループの1ヶ月ごとの電力消費量データの年比較をおこなった。図3は2010年から2013年までの各月の電力消費量をグラフ化したものである。2月を除き、すべての月で月間電力消費量は減少傾向である。

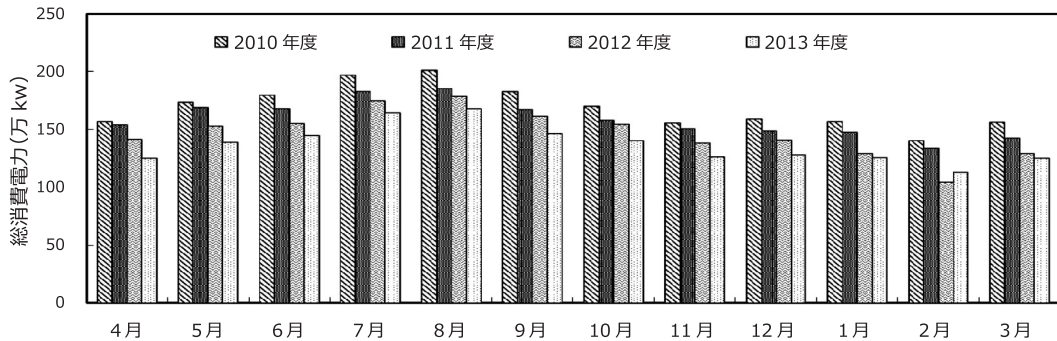


図3 Aグループの1ヶ月ごとの総消費電力の年比較

(3) 気温とDP効果の関係の調査

最後に、ピークタイム（13～17時）の電力消費のみを抽出し、DP発動日と非発動日に分けて、その日の気温との相関関係を散布図と近似曲線で分析した。図4は、2012年度夏（図4－(a)）、2013年度夏（図4－(b)）の気温と電力消費量の関係を示したグラフである。

4. 事業所におけるダイナミックプライシングの効果の分析

4.1. 事業所向けDPの評価と考察

図2のグラフより1日の電力消費量の変化を確認すると、次の3つが確認された。①夜間の電力消費はほぼ一定の値で安定している、②営業開始時間（9:00～21:00）の1時間前から電力消費が一気に上昇し、営業時間の終了時まで電力消費量ほぼ横ばいになっている、③DP発動日の電力消費量が減少している、である。

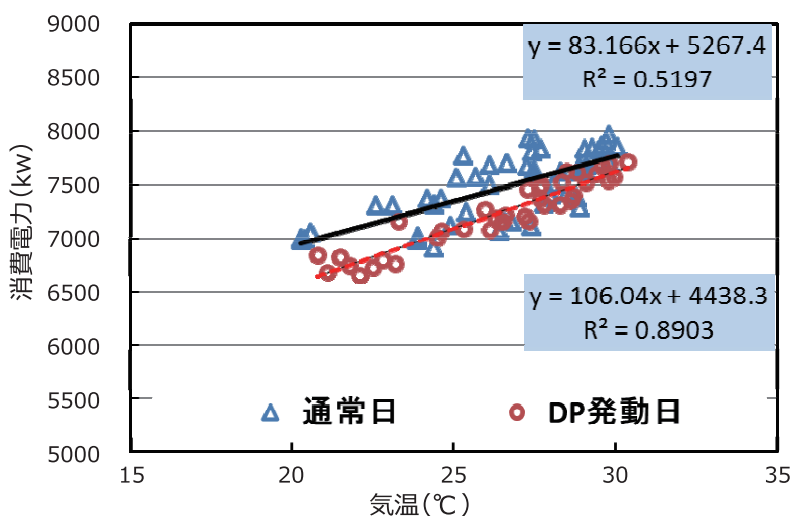
しかし、③については通常日とDP発動日でグラフの形を比較すると消費電力の差は営業時間と連動していることなどから、ピークタイムのDPによる節電効果であると一概と断定できない可能性がある。

さらに図3より各月の電力消費量の傾向を確認すると、年間を通して7月と8月の電力消費が最も大きく、また、2010年から2013年にかけて18.9%の電力消費の減少が確認される。7月、8月の電力消費量が多い理由としては、気温が高くなることで空調機器使用による電力使用量の増大であることが分かる。一方、年間の電力消費量の減少傾向は省エネルギーマネジメントの改善、照明のLED化などの影響による。

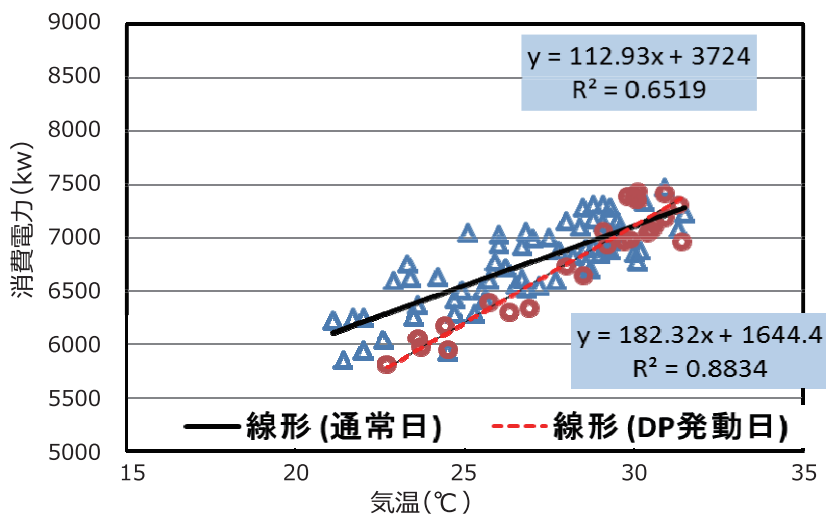
最後に図4の散布図と近似曲線より次の点が明らかになった。図4の(a)において、DPが発動されていないときの（通常時）近似曲線とDP発動時の近似曲線を比較すると、DP発動時の

近似曲線のほうが下に位置する。このことは、DP発動時の方が電力消費量が少ないことを意味するため、DPによる効果があると言える。さらに、近似曲線から導くと気温20℃付近では5.6%の削減効果があらわれていた。しかし、気温が上がるにつれてその効果は逡減して、30℃付近では1.7%ほどしか削減効果があらわれなくなっていることがわかった。

さらに、図4の(b)のように2013年夏季のグラフを作成し、2012年度のグラフと比較すると、以下の2つの結果が得られた。①この複合商業施設では、全体的に2013年の方が2012年よりも電力消費量が低いので、前年よりも省エネルギーが積極的におこなわれた可能性がある。②気温が高い(30℃付近)のときのDP発動による電力削減効果は2012年度の方が大きい。



(a) 2012年度夏季の気温と電力消費の関係



(b) 2013年度夏季の気温と電力消費の関係

図4 Aグループの散布図と近似曲線

Aグループの夏季にこのような結果があらわれた理由として、DPによる節電行動ではなく気温に応じた節電、省エネ行動がBEMS⁵や従業員の手によっておこなわれ、通常日にも大きく影響したからではないかと考えられる。これに関しては、図5の(5-c)のアンケートで3番目に意見の多かった「平時から省エネに取り組んでおり、これ以上のピークカットの必要がない」という項目に当てはまる行動だと推測できる。この結果はDP実験でねらっていたピークシフト・ピークカット効果ではないが、DPの目的である負荷平準化には則しているといえる。

複合商業施設の2012、2013年度夏の分析を踏まえ、同様に2012年冬季と2013年夏季・冬季の分析もおこなった。また、同様に残りの8グループも削減効果を検証した。その結果が表3である。全体にいえることは、事業所の電力消費を時間変化させることは難しいということである。

表3 事業所のDP結果一覧

| グループ | 分類名 | 事業所数 | 特徴 |
|------|-----------|------|--|
| A | 複合商業施設 | 1 | BEMS運用などによる省エネ行動の結果、全体的な省エネが実現。しかし、規模が大きいこととテナントが入っていることなどで、従業員全体への意識の共有が難しい。 |
| B | オフィス | 18 | BEMSなどにより、DP効果ありの事業所がある。効果の程度には事業所ごとの差があるが、「省エネ診断」などで全体のエネルギー消費は減少していたりするので、DPによる削減効果は期待できる。 |
| C | 小売業務店舗 | 9 | 7箇所の小売店ではピークシフトは確認できなかった。全体的に効果は薄かった。 |
| D | 製造業 | 5 | DP効果よりも事業所の全体の省エネルギーにつながっていた。他のグループと比べて消費電力の日変化のばらつきが大きかった。 |
| E | 医療・福祉施設 | 3 | どの事業所のデータでも、DP発動時と通常日の違いはほぼなかった。医療機関は業務の優先の意識がとて高いと考えられる。 |
| F | 教育・学習支援施設 | 3 | 電力消費の年比較では、各施設で省エネルギー効果があらわれていた。しかし、ピークシフト効果はみられなかった。 |

4. 2. 削減効果への影響因子

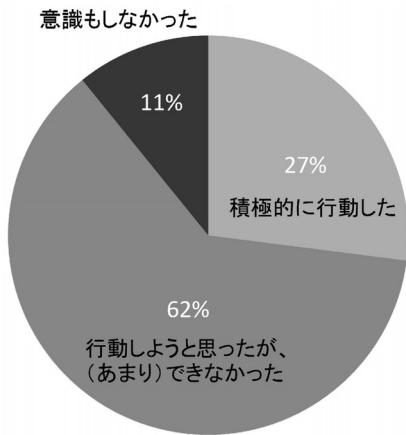
今回の分析において、各事業所の電力消費の傾向は住宅向けDP実験の結果よりも大きく異なった。そこで各事業所がDPの省エネ行動についてどのような意識を持っていたのかを調査し、北九州が2012年におこなったアンケートをまとめたところ、各事業所からのDPに対する意識について図5のような結果になった⁶。

⁵ BEMS (Building Energy Management System, ベムス) で、オフィスのエネルギーの見える化、自動制御を行うシステム。

⁶ 北九州スマートコミュニティ創造事業 <http://jscp.nepc.or.jp/kitakyushu> を参照。

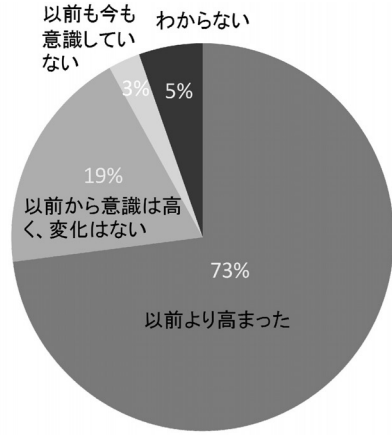
なぜ節電や省エネ行動をとらなかったかを聞いたアンケート結果は図5の(5-c)であり、圧倒的に「業務が優先であるため」という答えが多かった。これらのことから、省エネルギーに対して意識は高まったものの、業務が多忙な中で柔軟に節電行動を取ることは難しいという実態が見えてきた。

質問：DP実証に対して積極的に行動したか。

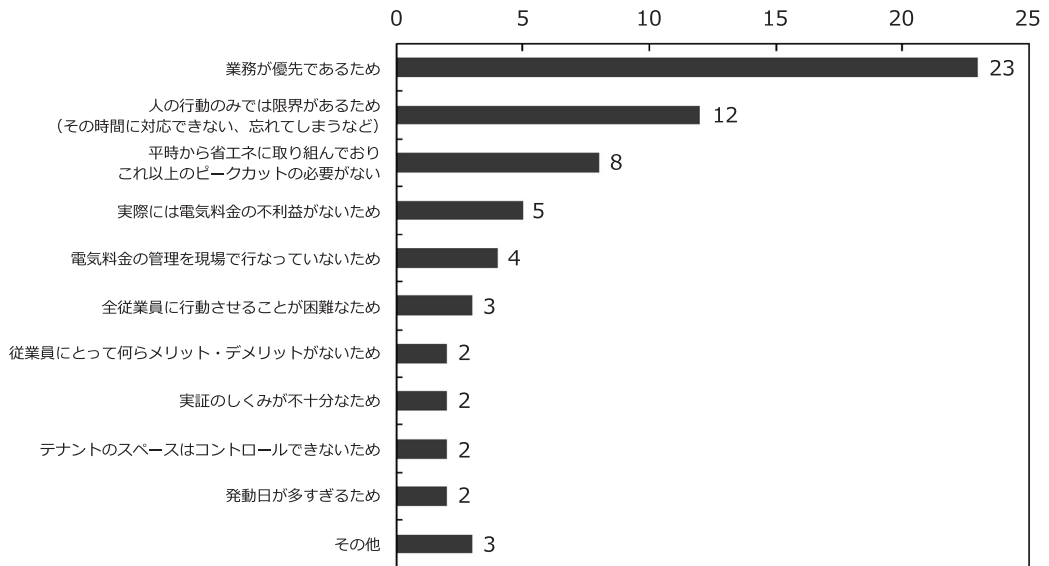


(5-a)

質問：節電・省エネ意識は高まったか。



(5-b)



(5-c)

出展) 北九州スマートコミュニティ推進機構

図5 アンケート結果

5. まとめ

本稿では、北九州の事業所向けの DP の社会実証を対象にして、DP による効果を検証する簡潔な方法を検討し、本実証によるピークカット効果の有無について検証した。その結果、事業所向けの実験では DP 効果を確認することは可能であるが、精度の高い測定は難しいことが明らかになった。また、北九州スマートコミュニティ創造事業の DP 実証実験において、DP 実施による事業所への電力消費に対する効果は、表 3 のようにまとめることができるが、事業所向けの実験では DP 効果はあらわれにくく、測定方法一般化は難しいことがわかった。事業所の場合、業種、事業規模が多岐にわたっているため、ランダム化比較試験法を適用して、DP による効果を測定することは難しい。そのため、今後も簡便で測定の精度が高い方法が検討される必要がある。

参考文献

- 1) 富士電機株式会社 (2015)、「北九州スマートコミュニティ創造事業におけるエネルギーマネジメントシステムの構築」、一般社団法人新エネルギー導入促進協議会「平成 23 年度及び平成 24 年度次世代エネルギー・社会システム実証事業費補助金（次世代エネルギー・社会システム実証事業）の成果報告書（公開版）」、http://www.nepc.or.jp/topics/2015/0330_1.html
- 2) 技術研究組合北九州スマートコミュニティ推進機構、<http://www.kscop.jp/>
- 3) 北九州スマートコミュニティ創造事業、<http://jscp.nepc.or.jp/kitakyushu>