「デマンド・レスポンスの経済分析」

牛房　義明

要約

本論文では、電力需給の逼迫や電力システムの不安定化を回避するために電力需要をコントロールする手段として注目されているデマンド・レスポンスについて経済学の視点から分析したものである。

デマンド・レスポンスとは、電力需給が逼迫した時や系統が不安定になった時、電気事業者が需要家に対し電力使用を抑制するように働きかけ、需要家の電力消費パターンを変化させる仕組みである。アメリカでは石油危機が起きた 1970 年代からピーク時の電力需要の抑制対策が実施されてきたが、2000 年代になるとデマンド・レスポンスという名称での社会実証が盛んに行われてきた。

経済産業省は 2009 年に環境と経済の両立が可能な低炭素社会の構築に向け、新エネルギーの大幅導入と次世代自動車等の新たな需要に対応しつつ、電力の安定供給を実現するために「次世代エネルギー・社会システム協議会」を立ち上げた。2010 年にはそのような次世代エネルギー・社会システムを実現させるために、「次世代エネルギー・社会システム実証事業」が計画され、2010 年には実証フィールドとして神奈川県横浜市、愛知県豊田市、京都府けいはんな学研都市、福岡県北九州市の 4 地域が選定された。上記の実証事業の 1 つとして電力需給逼迫時や系統の不安定時に電気料金を上げることで、節電や電力需要の平準化を図るデマンド・レスポンス実証が 2012 年から 2014 年度まで実施された。

本論文では、日本国内で実施された RCT を活用したデマンド・レスポンス実証実験のデータを活用して、デマンド・レスポンスの経済分析を行った。

第 1 章では、デマンド・レスポンスの定義、種類などについて説明する。また電力消費を抑制する従来の経済学的な手法とその限界を説明し、行動経済学の基本的概念を利用した電力消費に関する研究を紹介する。さらに、行動経済学の視点から省エネ・節電において今後取り組むべき課題を整理する。

第 2 章では、北九州で実施されたデマンド・レスポンス実証における節電効果に関する分析を行った。北九州で実施された 1 年目の夏の実証では、電気料金が高くなるにつれて節電効果も大きくなるといった傾向が確認された。しかし、2 年目の夏は 1 年目の夏の実証のような傾向は見受けらなくなった。そこで、なぜそのような現象が生じたの

かについて検証した。デマンド・レスポンス発動時の電気料金の水準に関係なく、一気に節電する世帯が存在することが確認された。また、デマンド・レスポンス発動による節電のうち一気に節電した行動の割合は 50.4%から 60.9%であったが、一気に節電した行世帯は全体の 6.5%から 8.8%に増加したことが確認された。

第 3 章では、北九州のデマンド・レスポンス実証データを利用し、機械学習を活用して、デマンド・レスポンス発動時の電力需要モデルを構築し、精度の高い需要予測モデルを検討した。本分析から、モデルが複雑になれば、モデルの予測性能が改善されることが確認された。また、モデルで残すべき説明変数は一部の複雑でないモデルに比べると少なくなり、過学習が回避されていることが確認された。

第 4 章では、北九州の実証データを利用して、日本の一般世帯を対象にした電気料金型デマンド・レスポンスの費用便益分析を行い、デマンド・レスポンスの経済性を検証した。その結果、いくつかの前提条件の下で電気料金が 100 円/kWh 以上だと費用便益比率（B/C）が 1 より大きいことが確認された。

第 5 章では、オフィスビルを対象にしたオートデマンド・レスポンス（ADR）による節電効果について分析した。具体的にはオフィスビルの従業員に対し、どのような条件の下であれば、従業員がデマンド・レスポンスに参加して節電するのかについて検証した。その結果、節電参加率はデフォルトが参加であるオプトアウトが高いが、実際に節電に参加した従業員の節電効果はデフォルトが不参加であるオプトインが大きいとったトレードオフの関係が確認された。また成果報酬と固定報酬の節電効果を比べると成果報酬の方が大きいことが明らかになった。

終章では今後のデマンド・レスポンスが電力需給を安定化させる有効な手段となるために検討すべき重要な点を指摘した。

デマンド・レスポンスは電力使用量をコントロールするのに経済的にも有効な手段でありうるが、価格に応じて人々が需要のコントロールには限界がある。そのため、より効果的なデマンド・レスポンスを実行するためには、手動のデマンド・レスポンスから自動のデマンド・レスポンスの移行が求められる。

また、再生可能エネルギーの大量導入により、電力需要のピークがシフトし、電力需要を抑制するタイミングが変化している。さらに、電力需要を抑制するだけでなく、より多く電力を利用する時間帯が発生している。そのため、需要抑制のデマンド・レスポンスだけでなく、需要を誘発するデマンド・レスポンスも求められる。