

『節電を行動経済学から見ると』

京都大学大学院経済学研究科 教授

依田高典

1 節電を促すにはどうする

2011年3月11日に、日本を襲った東日本大震災と、その後の電力危機。東京電力管内の約2千万kWの発電所が脱落し、計画停電と節電要請の実施を余儀なくされました。

日本では、伝統的に、地域独占的な電力会社が発電から送電・配電まで一貫して手掛ける垂直統合体制で供給し、世界最高水準の高品質な電気を消費者まで送り届けてきました。また、1軒当たりの年間停電時間も世界最短レベルでした。福島第一原子力発電所の事故とその後の各原子力発電所の停止に伴い、日本が慢性的に電力不足に陥るとは、震災前には誰が想像したでしょうか。



しかし、視点を海外に向ければ、常に電力危機がどこかしらで発生してしま

した。有名な事例は、2000年から2001年にかけて起きたアメリカ・カリフォルニア州の電力危機です。州政府は電力産業の規制緩和を進めるために垂直分離（注1）を実施しましたが、電力需要の増加と発電設備の不足によって、電力価格が上昇しました。そのうえ、一部電力会社による不適切な価格操作も加わり、他の電力会社が軒並み経営危機に陥り、電力危機が発生したのです。

電力の供給が必要に追いつかない場合は、停電を避けるために、消費者が節電をしなければなりません。これをデマンド・レスポンスとよびます。デマンド・レスポンスには、電気料金を上下に変動させて電力需要を調節するタイプと、情報を提供して節電を促すタイプがあります。次世代のデジタル電力量計（スマートメーター）を通じて、日々集まる時間帯別電力消費量を統計的に処理して、リアルタイムに変動する電気料金をダイナミック・プライシング（以下、変動料金

とよびます。カリフォルニア州などで実施された社会実験によれば、消費者の電力消費量を10〜20%削減することに成功したといえます。

また、家庭向け節電支援会社として異彩を放っているのが、アメリカのベンチャー企業オーパワーです。オーパワーは、電力会社の顧客の電力消費量データを解析し、顧客に対して節電アドバイスを行いました。例えば、「あなたの家庭は同じ家族構成の世帯の平均より電気料金が高い」といったメッセージを通知します。アメリカでは、オーパワーのサービスを導入した電力会社は、顧客の電力消費量を2〜3%削減することに成功したといえます。

2 要請と価格のどちらが長持ちするか

気になるのは、二つのデマンド・レスポンスである節電要請と変動料金のうち、どちらがより効果が大きく、またより効果が長持ちするかです。そうした問題意識から、私たちの研究チームは、2012年夏期、2013年冬期に、経

済産業省の支援の下、関西電力、三菱重工などと協力して、京都府けいはんな学研都市で社会実験を実施し、約700世帯が実験に参加しました。

すべての実験参加世帯にはスマートメーターとホーム・エネルギー・マネジメント・システム（HEMS）（注2）が無料で設置されました。さらに、参加世帯はランダムに、①節電要請を行うグループ（以下、節電要請グループ）、②変動料金を導入するグループ（以下、変動料金グループ）、③どちらも行わないグループに割り当てられました。

①の節電要請グループには、電力の供給が逼迫する夏期の15日間と冬期の21日間、前日の夕方に、「〇月〇日の午後1時から4時の間、電力の使用をお控えください」というメッセージを送りました。一方、②の変動料金グループには、①と同じタイミングで、「〇月〇日の午後1時から4時の間、電気料金が〇円に値上がりするので、電力の使用をお控えください」というメッセージを送りました。それらを基に、時間帯別の電力消費量

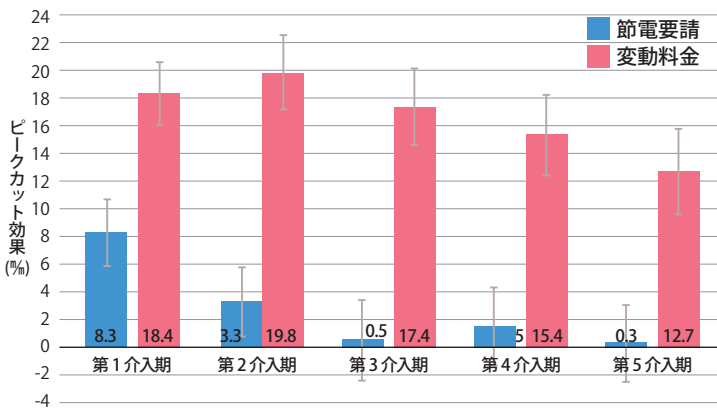
を見ることで、③どちらも行わないグループと比較して、①節電要請グループ、②変動料金グループの電力消費量がどれだけ低かったかというピークカット効果（電力需要が最も多い時間帯の電力消費を抑える効果）を測定することができず。その際、節電の行動変容が持続するかどうか三つの心理学的視点から効果を検証しました。

第一に、節電要請、変動料金という介入をそれぞれ繰り返したときに、ピークカット効果は持続するかどうか。介入に慣れて効果が減衰することを、心理学で「馴化」とよびます。分析の結果（図表参照）、夏期において①節電要請は、当初こそ8%の効果があつたものの、すぐに効果が落ちました（馴化）。他方で、②変動料金は、一貫して15%前後の効果が持続しました（非馴化）。

第二に、夏期の介入後、冬期に介入を繰り返したときに、ピークカット効果の復活が見られるかどうか。間隔をとって介入すると、効果が復活することを「脱馴化」とよびます。分析の結果、①節電要請は、夏期の効果とまったく同じパターンを描き（脱馴化）、一度効果が復活したあと、再び効果が落ちました（再馴化）。他方で、②変動料金は、冬期も約20%の効果が持続しました。

第三に、夏期の実験終了後に介入を取り除いても、秋期にピークカット効果が残るかどうかの「習慣形成」を検証しま

図表 節電要請と変動料金の馴化効果（2012年夏期）



した。分析の結果、①節電要請は、秋期にまったく効果が見られませんでした。他方、②変動料金は、秋期に約8%の効果が見られました。冬期の実験後の春期も、節電要請、変動料金ともに、夏期の実験後の秋期とまったく同様の習慣形成パターンが観察されました。このように、節電要請で人間の善意に訴えかけるやり方では、最初の数日は確かな効果があるものの、その効果はすぐに馴化してしまふことが分かりました。つまり、善意に頼るだけでは効果に限界があり、正しいインセンティブを与えることが重要なのです。

3 重い腰を上げさせるには

変動料金が、馴化しない持続的な節電効果を促すことが分かりました。しかし、実際には、それほど変動型電気料金が普及しているわけではありません。電力の需給の逼迫に関わらず、電気料金は一定のままです。それは一体なぜでしょうか。

人間は、経済理論では説明がつかない保守的なココロのクセである「現状維持バイアス」を持っています。例えば、ヨーロッパの臓器移植同意率を見てみると、オプトイン方式（希望する人は自らの意志で加入）を採用しているデンマーク・ドイツ・イギリス・オランダでは20%以下にとどまるのに対して、オプトアウト方式（強制加入のあと希望しない人は自らの意志で脱退）を採用しているオーストリア・フランス・ポルトガル・ベルギーでは90%以上に達しています。

そこで、私たちの研究チームは、2014年夏期に、経済産業省の支援の下、東芝、東京電力などと協力して、横浜市で社会実験を実施し、約2000世帯が実験に参加しました。

京都府けいはんな学研都市での実験と同様に、すべての実験参加世帯にスマートメーターとHEMSが無料で設置されました。さらに、実験参加世帯はランダムに、①オプトイン勧誘を受けるグループ（以下、オプトイングループ）、②加えて情報提供も受けるグループ（以下、

情報提供グループ）、③さらにキャッシュ・インセンティブも受けるグループ（以下、キャッシュ・インセンティブグループ）、④いずれも行われぬグループに割り当てられました。

①のオプトイングループには、変動料金へのオプトインを誘います。②の情報提供グループには、前年度電気使用データを基に、変動料金にオプトインすればどれほどお得になるかという情報（シャドービル情報）を与えます。③のキャッシュ・インセンティブグループでは、シャドービル情報に加えて、6000円を報奨金として与えます。

実験では、電気料金を午後1時から4時までkWh当たり45円に設定しました（このような変動料金をタイム・オブ・ユース（TOU）とよびます）。そのうえで、電気の需給が逼迫しそうな15日間を選び、電気料金を午後1時から4時までkWh当たり100円に引き上げました（このような変動料金をクリティカル・ピーク・プライス（CPP）とよびます）。また、収入中立性（新旧変動料金の差額が年間を通じて平均となる条件）を仮定し、オフピーク時はkWh当たり21円に引き下げました。

その結果、オプトイン加入率はどうかだったのでしょか。①のオプトイングループでは、予想通り、加入率は16%にとどまりました。②の情報提供グループでは、加入率は倍の31%になりました。し

かし、加入率はまだ十分とはいえませんが、③のキャッシュ・インセンティブグループでは、加入率は3倍の48%になりました。しかし、6000円の報奨金をもらえるのですから、加入率はまだ十分とはいえませんが。

次に、変動料金に加入した人に限った節電効果（ネット・ピークカット効果）を見てみましょう。CPPに関して、①のオプトイングループでは32%、②の情報提供グループでは16%、③のキャッシュ・インセンティブグループでは19%でした。また、TOUに関して、①のオプトイングループでは19%、②の情報提供グループでは6%、③のキャッシュ・インセンティブグループでは11%でした。

オプトイン勧誘では、やる気のある人が変動料金に加入するので、効果が大きいのですが、シャドービル情報提供によれば、情報提供を受けてお得だと考える人（やる気のない人）が変動料金に加入するので、効果は小さいのです。キャッシュ・インセンティブによれば、加入率は大きくなり、効果もそこそこ残るのが興味深いところです。

最後に、加入率とネット・ピークカット効果を掛け合わせたトータル・ピークカット効果（加入しなかった世帯も含めたグループ全体の効果）を見てみましょう。CPPに関して、①のオプトイングループでは5%、②の情報提供グループでは5%、③のキャッシュ・インセンテ

ィブグループでは9%でした。TOUに関して、①のオプトイングループでは3%、②の情報提供グループでは2%、③のキャッシュ・インセンティブグループでは6%でした。

オプトイン勧誘によれば、加入率は低いですが、やる気のある人が加入するのでも、トータル・ピークカット効果は大きくなります。シャドービル情報提供によれば、加入率は倍になりますが、やる気のない人が加入するので、トータル・ピークカット効果は小さくなります。このように、オプトイン勧誘とシャドービル情報提供の間では、加入率とネット・ピークカット効果にトレードオフがあるので、トータル・ピークカット効果で見れば、同水準に落ち着くのです。しかし、キャッシュ・インセンティブによれば、加入率は3倍になりますが、ネット・ピークカット効果もそこそこ残るので、トータル・ピークカット効果は2倍近くに

4 人間と機械の持ちつ持たれつ

今、話題の「ビッグデータ」に話題を移しましょう。センサー技術が発展し、インターネットとの接続が、ヒト・モノを問わず、拡大しています。これを、「モノのインターネット（IoT）」とよびます。スマートメーターは、家庭が使った電気消費量の情報を、無線を通じて、電力会社やデータ会社のサーバーに自動

転送するIoT技術の一種です。電力会社は、小売全面自由化に伴い、2020年代初頭には、全国5000万世帯にスマートメーターを導入することを宣言しています。

全世界にスマートメーターが導入され、30分ごとの電気消費量が自動収集されるようになれば、まさにビッグデータです。消費者・電力会社・家電メーカーなどが、電気消費量を基にして、新たな節電対策を考案したり、遠隔操作可能なスマート家電の開発を競ったりするようになるでしょう。

今回、説明した私の節電実験は、IoTを活用したビッグデータ有効利用の代表的な事例です。しかし、データを収集・分析し、価格やナッジ（注3）を実験参加者に提供しても、それを受け止め、判断し、行動するのは消費者側の自発的意思に委ねられました。これを、私は「マニュアル・デマンド・レスポンス」とよんでいます。

人間の合理性には限界があり、与えられた情報に対して、どれだけ有効に反応できるのか、疑問が残ります。自動化技術を援用して、電力会社のサーバーや家庭の家電製品の側で、最適な節電行動を自動的に実現してくれるスマート化が求められています。これを、私は「オート・デマンド・レスポンス」とよんでいます。マニュアルからオートに向かうスマート化に筋道を付けることが、これからの課題です。

参考文献

依田高典、田中誠、伊藤公一朗（2017）『スマートグリッド・エコノミクス：フィールド実験・行動経済学・ビッグデータが拓くエビデンス政策』有斐閣

（注1）電力における「発電」、「送電電」、「小売」の各部門を別々の企業が行うシステム。

（注2）エアコン、照明など住宅内のエネルギー消費機器をネットワークで接続し、稼働状況やエネルギー消費状況を監視したり、制御したりすることで省エネを行う。

（注3）人々が自発的に望ましい行動を選択するよう促す仕組みや情報発信。



京都大学大学院経済学研究科
教授 依田高典（いだ・たかのり）

プロフィール

1965年、新潟県生まれ。1989年、京都大学経済学部卒、1995年、京都大学大学院経済学研究科博士課程修了。博士（経済学）。現在、京都大学大学院経済学研究科教授。その間、イリノイ大学、ケンブリッジ大学、カリフォルニア大学客員研究員を歴任。専門は応用経済学。情報通信経済学、行動経済学の研究を経て、現在はフィールド実験とビッグデータ経済学の融合に取り組む。主な著書に『Broadband Economics: Lessons from Japan』（Routledge）、『スマートグリッド・エコノミクス』（有斐閣）、『ブロードバンド・エコノミクス』（日本経済新聞出版社）、『行動経済学』（中公新書）、『「ココロ」の経済学』（ちくま新書）等がある。日本学術振興会賞、日本応用経済学会賞、大川財団出版賞、ドコモモバイルサイエンス奨励賞等を受賞。