

需要側のリソースを踏まえた 新たな電力需給のあり方

福地 学



伊藤 剛



CONTENTS

- I 新たな電力システムの方向性
- II デマンドレスポンスを活用した需給調整
- III 省エネルギー政策における電力会社の新たな役割

要約

- 1 わが国の電力システムは供給力確保に重点が置かれてきたが、今後は「統合資源化計画（Integrated Resource Planning：IRP）」の考え方に基づき、再生可能エネルギー発電の導入も含めた供給面における対策とともに、需要側の対策にも注目し、需給両面での対応を強力に進めていく必要がある。
- 2 需要側の対策としては、まず「デマンドレスポンス」が挙げられる。これは、電力需給バランスを維持するために、需要家（電力ユーザー）に対して需要抑制を促すインセンティブ制度である。具体的な方策としては、スマートメーター（次世代電力計）の導入を通じて、ピーク時とオフピーク時にきめ細かな価格差をつけた料金メニューを導入することが考えられる。また、現在の需給調整契約の対象から外れている500kW未満の小口需要家を対象に、ICT（情報通信技術）を活用して需要抑制を行うことも考えられる。
- 3 需要側への対策としてはさらに、省エネルギー政策を一層推進することも必要である。米国では、需要家の省エネルギー推進を電力会社に義務づける「省エネルギー資源基準（EERS：Energy Efficiency Resource Standard）」と呼ばれる枠組みが存在する。これまで必ずしも順調に進んでこなかった民生家庭部門の省エネルギーを加速化するために、省エネルギー資源基準に準じた枠組みを用意し、省エネルギー政策の実行主体として電力会社を位置づけることが考えられる。

I 新たな電力システムの方向性

本章では、東日本大震災以前に構築されてきた電力システムの特徴について概観した後、経済産業省資源エネルギー庁による現行の「長期エネルギー需給見通し」を前提とした場合の新たな電力システムの方向性について論じる。

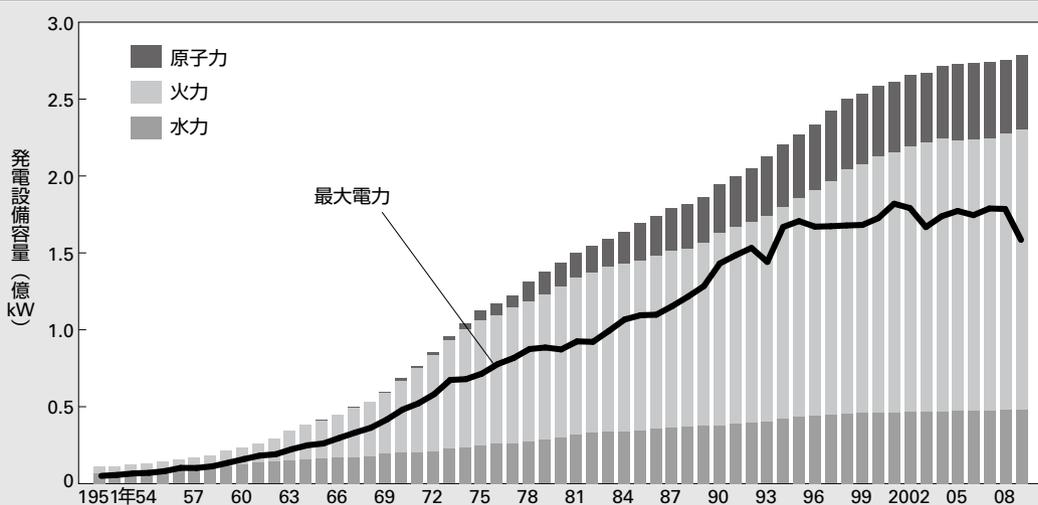
1 震災以前の電力システム

わが国の電力システムは、第二次世界大戦

後の復興期の電力不足に対応するために、電力需要を予測したうえで、それを上回る供給力を整備する形（発電所の建設）で構築されてきた。

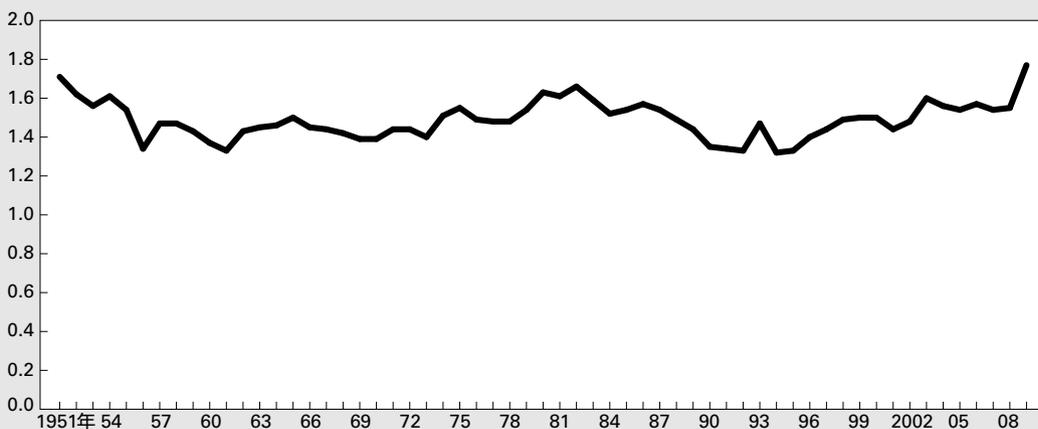
図1にわが国の最大電力と発電設備容量の推移を、図2に設備率（=発電設備容量÷最大電力）の推移を示した。わが国の発電設備容量は最大電力を大きく上回るように整備されており、設備率で見ると、近年は最大電力を5、6割程度上回る発電設備容量が確保されていることが見て取れる。

図1 わが国の電力需給の推移



出所) 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部監修、電気事業連合会統計委員会編『電気事業便覧』(日本電気協会) などより作成

図2 わが国の設備率（発電設備容量÷最大電力）の推移



出所) 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部監修、電気事業連合会統計委員会編『電気事業便覧』(日本電気協会) などより作成

終戦直後の電力会社は、大日本発送電から分割されて資本面で非常に貧弱であったことから、供給力を整備するという観点では復興のために必要な電力を満足に供給できず、発電所新設の投資も十分にできない状態にあった。このため1952年7月に、「電源開発促進法」が成立し、この法律にもとづいて同年9月に国の特殊会社として電源開発（Jパワー）が設立された（設立時点の資本構成は、

株式の66.69%を大蔵大臣〈当時〉、残りを9電力会社が保有）。

国の財政力を背景に電源開発は、大規模水力発電所を開発し、地域電力会社の供給力整備を補完した。

また電源開発促進法を含む電源三法（「電源開発促進税法」「特別会計に関する法律〈旧電源開発促進対策特別会計法〉」「発電用施設周辺地域整備法」の総称）により、発電

図3 わが国の「長期エネルギー需給見通し」における将来のエネルギー需給の姿

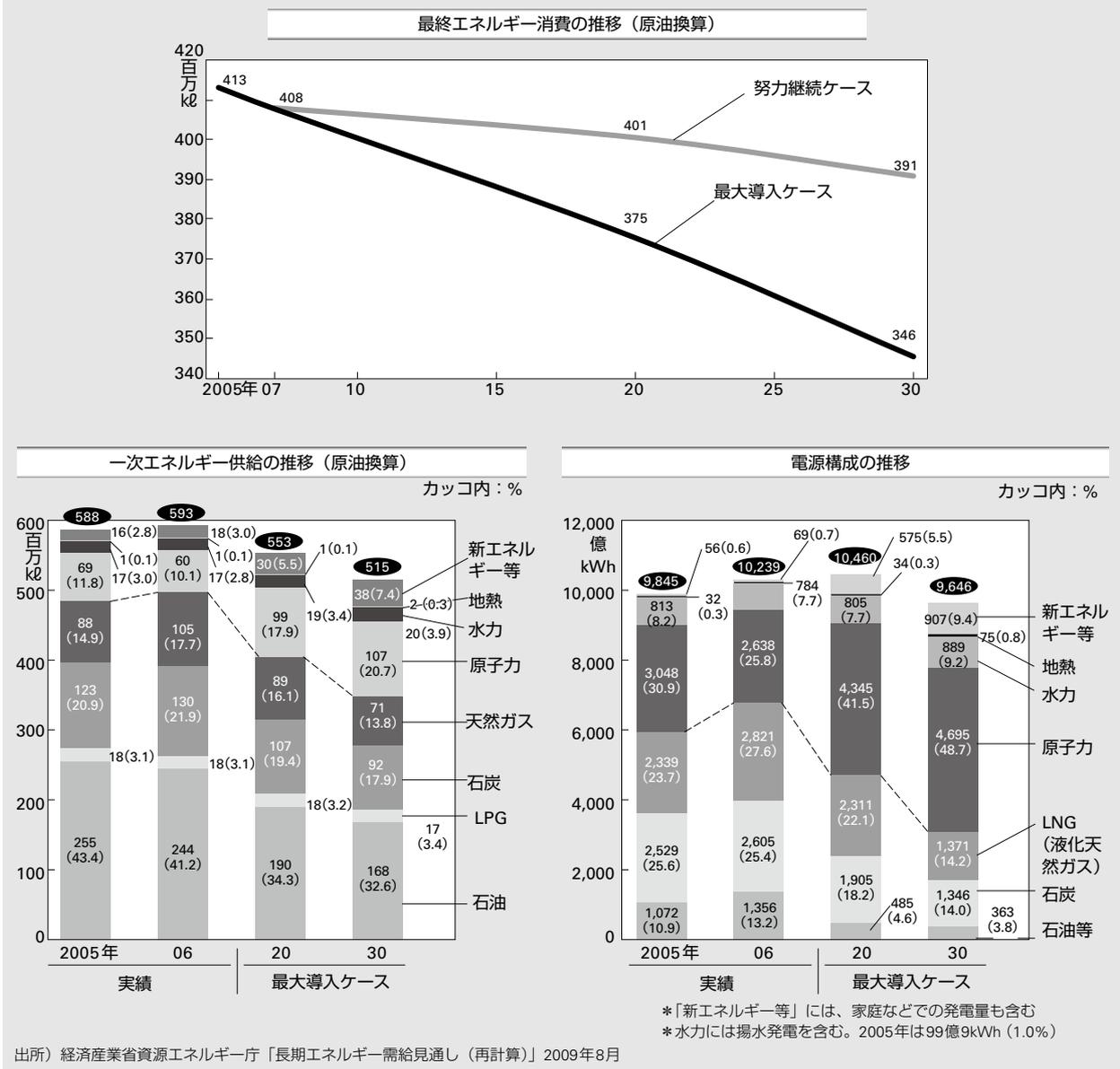
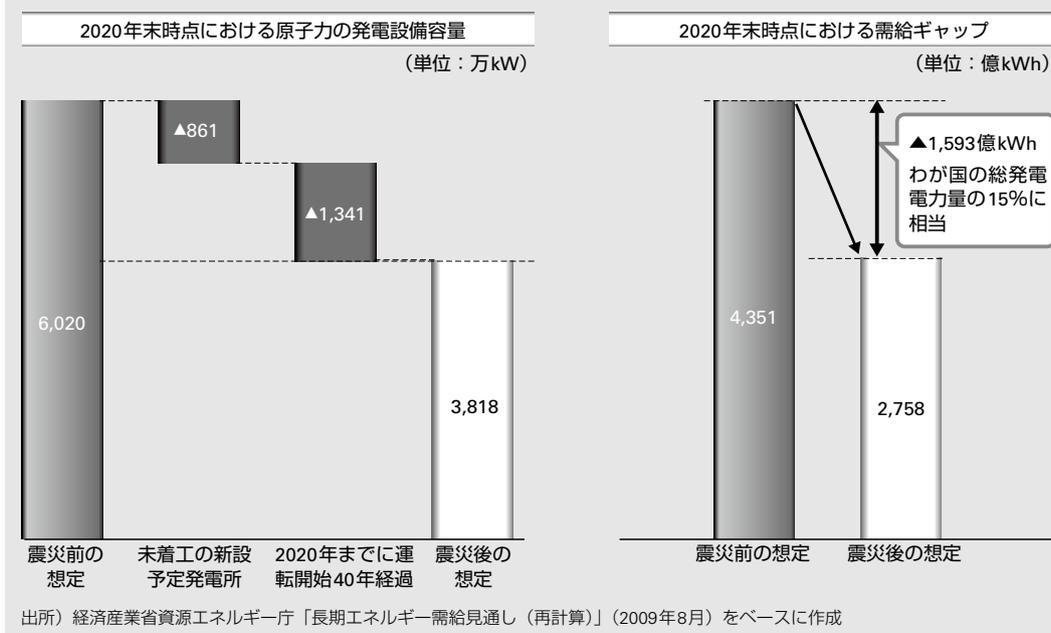


図4 2020年におけるわが国の供給電力量試算



所立地地域の地方自治体に対して補助金を交付する仕組みを確立し、発電所建設・運転の円滑化も制度化された。

さらに電源の整備に当たっては、①低廉な電力供給、②エネルギーセキュリティの確保、③環境問題への対応——の3つが要件として掲げられ、石油、石炭、LNG（液化天然ガス）によるバランスの取れた火力発電の整備、および原子力発電が推進されてきた。

2 現行の「長期エネルギー需給見通し」における電源構成

現行の「長期エネルギー需給見通し」は、2008年に出されたものを、その後、経済成長、エネルギー価格、交通需要見通しなどの諸前提が変更されて再計算され、09年8月に公表されたものである。

「長期エネルギー需給見通し」は、将来の姿として、エネルギー技術の進展とその導入レ

ベルにより、①現状固定ケース、②努力継続ケース、③最大導入ケース^{注1}——の3つが挙げられており（図3上）、本稿では政策的な目標となる③の最大導入ケースをベースに議論を進めていく。

「長期エネルギー需給見通し」では、電源構成について、供給安定性、環境適合性、経済性などを評価し、それらの最適な組み合わせにより需要に見合った供給力を確保するという観点から、将来にわたる基幹電源として原子力発電を推進するとしており、2020年までの新增設として9基を想定し、その設備利用率^{注2}も現行（今震災前）の60%から80%に向上させることが盛り込まれていた。

これらの対応により、2020年における原子力発電の設備容量は、05年と比較して約1000万kW増加し、発電電力量は約1300億kWh増加、構成比では30.9%から41.5%と10ポイント以上増加している（図3下右）。

しかしながら、今震災による東京電力福島第一原子力発電所事故により、ドイツに見られる原子力発電の段階的廃止など、国際的にも脱原子力の流れが出始めている。政府の「エネルギー基本計画」の見直しの議論を待つ必要があるが、わが国でも原子力の積極的な利用は転換される可能性が高い。

そこで、今後原子力発電所の新設・増設が滞り、高経年化した発電所（運転開始後40年を経過した発電所）のリタイアメントが求められた場合の、2020年における供給電力量を試算した。この場合、設備容量で、2020年に2202万kW、発電電力量で1593億kWhの減少となることが明らかとなり、総発電電力量（1兆460億kWh）の約15%が不足することとなる（前ページの図4）。

3 新たな電力システムの方向性

上述のように、原子力発電所の新設・増設が滞り、高経年化した発電所がリタイアした場合、2020年には「長期エネルギー需給見通し」の想定需要に対して約15%の総発電電力量が不足する。この不足を補うために、火力発電所の新設・増設による増強や再生可能エネルギーの大規模な導入が図られれば、供給力の面での問題は生じないと考えられる。一方、原子力発電比率の低下は、電力からの温室効果ガス排出量の増加を意味するため、環境問題への対応には疑問符がつくこととなる。

菅直人総理大臣は、2011年5月のOECD（経済協力開発機構）設立50周年の記念行事での講演で、「再生可能エネルギー発電のコストダウン技術開発に注力して同エネルギーを大量導入し、20年代の早い時期に、再生可

能エネルギーの発電電力量を総発電電力量の20%を超える水準とする」と発言している。

再生可能エネルギーの大量導入は、供給力の観点からのエネルギーセキュリティの確保や地球温暖化対策としては評価できる。しかし同エネルギーは自然の変動に左右される不安定な電源で、安定供給の実現が求められる電力システムとしては、スマートグリッド（次世代電力網）の推進による電源の安定化への投資も必要となり、経済性の面で十分とはいえない。

前述のように、わが国の電力システムでは供給力確保に重点が置かれてきたが、欧米諸国の電力システム構築を見ると、供給力確保一辺倒ではないことがわかる。

たとえば米国の電力需給は「統合資源化計画（Integrated Resource Planning：IRP）」の考え方で満足させている。想定される電力需要を満たすためこのIRPのもと、電力会社は、発電所建設という供給力の整備、および需要側の制御というDSM（Demand-Side Management）のどちらに投資しても電気料金として回収できる制度となっており、需要と供給双方の費用対効果を比較し最適な投資を行うことが可能となっている。

わが国も、今後の電力システムとしては、再生可能エネルギー発電の導入も含めた供給面における対応とともに需要面の対応にも注目し、需給両面の対応を強力に進めていく必要がある。需要面の対策を進めれば火力発電の発電電力量を縮小することも可能であり、環境への貢献が期待できる。

需要面への対応としてはこのほか、省エネルギーとともに、再生可能エネルギー発電の導入で整備されるスマートグリッドにより、

その適用を容易とするデマンドレスポンスを取り入れていくことが重要と考える。この需要面の対応の詳細については次章で詳しく述べる。

II デマンドレスポンスを活用した需給調整

デマンドレスポンスとは、電力需給バランスを維持するために需要家（電力ユーザー）に対して需要抑制を促すインセンティブ制度である。

デマンドレスポンスには、①電気料金制度によって需要家のピークシフトを促す方法（時間帯別料金型〈TOU：Time of Use〉）と、②インセンティブを付与することで需要家のピークシフト・ピークカットを促す方法（インセンティブ型）——がある。

以下、デマンドレスポンスの先進国である米国の状況を俯瞰した後、わが国におけるデマンドレスポンスの現状と今後を論じる。

1 米国におけるデマンドレスポンス

(1) スマートメーター導入による時間帯別料金制度の導入

米国では、スマートメーターの導入を通じて、ピーク時とオフピーク時によりきめ細かな価格差をつけた料金メニューの導入が進んでいる。料金設定の方法の違いにより、①上

述のTOU、②CPP（Critical Peak Pricing：クリティカルピーク料金）、③RTP（Real Time Pricing：リアルタイム料金）——に分けることができる（表1）。

たとえば、米国の電力会社であるアイダホパワーは、スマートメーターを導入した需要家に対して「Energy Watch（エネルギーウォッチ）」というCPPを提供している。これは、通常1 kWh当たり8セントで提供している電気を6セントで提供する代わりに、夏季に電力需給が逼迫した際に20セントを適用する料金メニューである。この割増料金は無制限ではなく、6月15日～8月15日の間の最大10日間、17～21時の4時間だけ適用される。

2008年12月末時点で、全米では300社以上の電力会社がTOUを導入しており、80社以上がCPPを、90社がRTPを導入している。そのうち家庭向けにCPPを導入している電力会社は13社、RTPを導入している電力会社は12社であった。

(2) 情報通信技術を活用した直接負荷制御方式

需要家の保有する機器や設備を電力会社が直接制御することでデマンドレスポンスを実施しているケースもある。こうしたデマンドレスポンスを直接負荷制御（DLC：Direct Load Control）方式と呼ぶ。

表1 米国の時間帯別単価型デマンドレスポンスの種類

名称	概要
時間帯別料金制度 TOU：Time of Use	需要ピーク時とオフピーク時に応じて2つ以上の時間帯を設定し、ピーク時間帯に高単価を設定
クリティカルピーク料金 CPP：Critical Peak Pricing	系統混雑時、卸価格高騰時に大幅な割り増し単価を適用する。TOUと異なり、発動日数に上限があるだけで、単価適用となる日はあらかじめ定められていない
リアルタイム料金 RTP：Real Time Pricing	最長でも1時間ごとに、供給コストをリアルタイムに反映した小売料金単価を適用する

表2 業務用緊急時調整契約

加入条件	契約電力500kW以上の電力ユーザー
期間	2003年7月から9月30日まで
電力抑制幅	契約電力の5%以上の電力
契約調整時間	原則として調整依頼1回につき3時間
契約調整回数	上限値を個別に契約
電気料金の割引額	(ケース) 契約調整電力：1,000kW 契約調整時間：3時間 契約調整回数：5回 割引単価：320.00円/kW/時間/回 方法：予約割引額方式 (調整の実施の有無にかかわらず割引方式) 割引額=1,000×3×5×320×1/2×1/4 =600,000/月(→毎月60万円)

出所) 東京電力「業務用緊急時調整契約へのご加入のお願い」(2003年6月)より作成

たとえば、テキサス州のオースティンエナジーでは、デマンドレスポンスプログラムに参画した需要家に通信機能を備えたサーモスタット(温度調節機)を無償で設置し、夏季の平日15~19時の間で最長15分間だけ電力会社が空調を遠隔操作する。加えて5分間の延長プログラムに参加する需要家に対しては25ドルのボーナスを支払うオプションも用意されている。2009年3月時点で、8万6000軒の家庭がスマートサーモスタット(通信機能付き温度調節機)を導入している。

2008年末時点で、米国では170社以上の電力会社が直接負荷制御方式のデマンドレスポンスを採用して約600万kW相当の契約をしており、そのうち約300万kW分の需要が抑制された。

さらに米国では、ICT(情報通信技術)を活用して中小規模の需要家のデマンドレスポンスを集約するビジネスも登場している。たとえば、2010年10月にシーメンスに買収されたテキサス州に本社を置くサイトコントロールズ(Site Controls)は、中小規模の店舗を

ターゲットに自社のエネルギー管理システムを提供している。そして、そうした店舗を多数集約し、まとめて直接負荷制御を行うサービスを提供している。こうした複数の需要家の直接負荷制御を代行する事業者はCSP(Curtailment Service Provider)と呼ばれ、米国だけでなく英国など他の国や地域でも同様の業態が登場し始めている。

2 わが国におけるデマンドレスポンスの現状

(1) わが国の時間帯別料金制度とインセンティブ型デマンドレスポンス

わが国でも、一部の需要家に対して時間帯別料金制度が適用されている。法人向けには季節別時間帯別電力契約が提供されており、家庭向けにも主にオール電化住宅を対象として季節別時間帯別電灯契約が導入されている。

また、インセンティブ型のデマンドレスポンスとして、わが国の電力会社は大口需要家と需給調整契約を締結している。これは、工場やビルなど電気を大量に使用する需要家に対して需給逼迫時に電力会社が使用削減を要請できる契約で、需要家はその分、通常料金の割引が適用される。需給調整契約にはさまざまな種類があり、緊急時に操業停止を求められる随時調整契約や、休日などにあらかじめ操業を振り替えてもらう計画調整契約などがある。表2に、2003年夏に東京電力が実施した業務用緊急時調整契約の概要を示す。

(2) 電力需給対策としてのスマートメーター導入

東日本大震災を契機とする電力需給問題へ

の対策としてスマートメーター導入の機運が高まっている。家庭向けの時間帯別料金制度の導入は、これまでオール電化住宅を採用した家庭など一部の需要家にとどまっているため、スマートメーターの導入によって時間帯別料金制度を利用できる世帯数を加速させようというのである。

東日本大震災が発生する以前の2010年から、「費用対効果等を十分考慮しつつ、2020年代の可能な限り早い時期に、原則すべての需要家にスマートメーターの導入を目指す」というスマートメーターに関する基本方針は示されていたが^{注3}、東日本大震災後の電力需給問題を受けて11年5月に政府の電力需給緊急対策本部が発表した「夏期の電力需給対策について」でも、今夏（11年夏）以降の電力需給対策として「スマートメーターの導入等による需要側におけるエネルギー利用の最適化を図りつつ、節電を促す制度的手法の導入を検討する」という方向性が改めて示された。

スマートメーターの導入によって可能になる時間帯別料金制度でどの程度の節電効果が期待できるかは、ピーク時間帯の電気料金単価の値上げ幅、および需要家の価格弾力性に依存する。一般的に家庭の電力に関する価格弾力性は0.1程度であるといわれている^{注4}。たとえば夏のピーク時間帯に、通常の電気料金の50%ほど高い電気料金を適用すると、5%の需要抑制を期待できる。東京電力管内における家庭の使用電力は、夏季のピーク時で約2000万kWであることから、5%では約100万kWの節電効果が見込める。これは、東京電力が今夏の電力需給対策として導入を急いでいる緊急電源に匹敵する規模になる。

政府がスマートメーターの導入促進を「今夏以降の需給対策」と位置づけているように、全世帯の電力メーターを一朝一夕でスマートメーターに置換することはできず、通信や情報セキュリティに関する課題も残っている。しかし、わが国経済の屋台骨である産業部門の節電努力に大きく依存した現在の電力需給対策の是正を図る有力な方策として、スマートメーターの検討を加速する必要があると思われる。

(3) ICTを活用した直接負荷制御

インセンティブ型のデマンドレスポンスとして、大口の需要家を対象とした需給調整契約がわが国でも導入されていることは前述のとおりであるが、ICTを活用すればその対象をさらに拡大することが期待できる。具体的には、現在の需給調整契約の対象から外れている500kW未満の小口需要家を対象に、ICTを活用して電力需要抑制を図るのである。

東京電力管内の場合、最大電力6000万kWの約3分の1に相当する2200万kWが小口需要家の電力使用となっている。小口需要家は、全体で見ると大きな電力消費ではあるが、施設数は大口需要家の数百倍にもなり、マスの施設をいかに集約するかが課題となる。

Ⅲ 省エネルギー政策における電力会社の新たな役割

1 米国における電力会社の省エネルギー政策

米国では、省エネルギー政策を推進する主体として電力会社の役割が大きくなってい

る。具体的には「省エネルギー資源基準（EERS：Energy Efficiency Resource Standard）」と呼ばれる制度を通じて、需要家の省エネルギーの実現を電力会社に対して義務づける州が増えている。もともとは、自由化による販売電力量拡大というインセンティブの相殺を目的に設けられた制度であったが、現在では低炭素社会の実現に向けた省エネルギー推進施策に位置づけられている。2011年6月末時点で26州が、電力会社に省エネルギー義務量を設定している。

電力会社は営利企業であり、当然、収益拡大のため販売電力量を増やそうという企業行動が誘引される。そこで、省エネルギー施策に対するこのディスインセンティブを排除するための制度が設けられている。具体的には、

- ①省エネルギープログラム費用の回収
- ②逸失利益の補填
- ③省エネルギー成果への報酬
- などである。

2 省エネルギー政策における電力会社の役割

わが国がさらなる省エネルギーを推進していくには、民生家庭部門で実効的な施策を具体化できるかどうかにかかっている。

民生家庭部門の省エネルギーが期待どおりに進まない理由は、省エネルギー技術が未熟だからというわけではない。省エネルギー製品・サービスの提供事業者にとって、産業部門に比べて小規模な民生家庭部門の需要家は、一部の大企業や大規模施設を除けば、手間暇がかかるわりに1件当たりの実入りが小さくあまり儲からない顧客であった。そのた

め、民生家庭部門に対して省エネルギー製品・サービスを積極的に展開しようという事業者がなかなか登場してこなかった。

それを実現するには、前述した米国の省エネルギー資源基準に準じた枠組みをわが国でも用意して、電力会社が需要家に省エネルギーを働きかけるようなそうした枠組みをわが国政府が用意することが考えられる。エネルギー機器導入を促進するチャンネルとして捉えた場合、電力会社は実に強力な販売促進力を有している。現在、戸建て住宅の10軒に1軒が「エコキュート（ヒートポンプ式温水器）」を導入している。10年足らずでオール電化機器をここまで普及させた電力会社の販売促進力を省エネルギー機器の普及促進に活用することで、これまで民生家庭部門の省エネルギー機器メーカーが乗り越えられなかった壁を越えることができるのではないだろうか。

現在の枠組みのもとでは、省エネルギーは販売電力量の減少につながるため、電力会社が自らそれを促進するインセンティブを持たない。しかし、新たな電気事業制度のなかであれば、電力会社を省エネルギー政策の実行主体として位置づけることも考えられよう。

注

- 1 現状固定ケース：現状（2005年度）を基準とし、今後新たなエネルギー技術が導入されず、機器の効率が一定のまま推移した場合を想定。耐用年数に応じて古い機器が現状レベルの機器に入れ替わる効果のみを反映したケース
- 努力継続ケース：これまで効率改善に取り組んできた機器・設備について、既存技術の延長線上で今後とも継続して効率改善の努力を行い、耐用年数を迎える機器と順次入れ替えていく効果を反映したケース
- 最大導入ケース：実用段階にある最先端の技術

で、高コストではあるが、省エネルギー性能の格段の向上が見込まれる機器・設備について、国民や企業に対して法的に更新を強制する一歩手前の政策を講じ、最大限普及させることで劇的な改善を実現するケース

- 2 設備利用率(%) = 年間の設備利用率(%) = 実際にその1年間で発生した発電電力量(kWh) ÷ [(定格電気出力(kW) × 365日 × 24時間) × 100]
- 3 2010年6月に閣議決定された「エネルギー基本計画」より
- 4 電力需要の価格弾力性については、秋山修一・細江宣裕「電力需要関数の地域別推定」『RIETI Discussion Paper Series 07-J-28』(2007年6月30日、経済産業研究所)や谷下雅義「世帯電力需要量の価格弾力性の地域別推定」『Journal of Japan Society of Energy and Resources Vol. 30 No. 5』(2009年)が参考になる

参考文献

- 1 伊藤剛「スマートグリッド分野における異業種間の合従連衡——米国の動向と日本企業への示唆」『NRI Knowledge Insight Vol.8』2010年3月号、野村総合研究所
- 2 伊藤剛・茂野綾美「低炭素社会のインフラ“スマートグリッド”」『ITソリューションフロンティア』2011年1月号、野村総合研究所
- 3 伊藤剛・茂野綾美「スマートグリッド分野における日本企業の事業機会と課題——グローバル

市場を俯瞰して」『知的資産創造』2011年4月号、野村総合研究所

- 4 伊藤剛「震災復興後の新たな電力システムのありかた——需要サイドに着目した新しい日本版スマートグリッド」『NRI Knowledge Insight Vol.17』2011年5月号、野村総合研究所
- 5 伊藤剛・茂野綾美「日本版スマートグリッドへの提言——需要側を取り込んだ新たな電力システム」『週刊東洋経済』2011年7月30日号、東洋経済新報社
- 6 福地学・伊藤剛「震災復興支援プロジェクト第1回提言 2011年夏の電力供給不足への対応のあり方」野村総合研究所、2011年3月30日
- 7 福地学・伊藤剛「震災復興支援プロジェクト第6回提言 家庭における節電対策の推進」野村総合研究所、2011年4月15日

著者

福地 学 (ふくちまなぶ)

未来創発センター上席コンサルタント

専門はエネルギー分野における制度研究や事業戦略策定

伊藤 剛 (いとうたけし)

インフラ産業コンサルティング部上級コンサルタント

専門はエネルギー分野におけるMA戦略、アライアンス戦略、新規事業戦略の策定・実行支援