

## 特集 デマンドサイド・マネジメント

# デマンドサイド・マネジメントの展望と課題

## Scanning the Issue of Demand-Side Management

浅野 浩 志\*

Hiroshi Asano

### 1. デマンドサイド・マネジメントとは

新規電源建設の困難さ、環境問題への対応から供給者と消費者の協調を目指す電力システムの新しい運用方策としてデマンドサイド・マネジメント(Demand-Side Management, DSMと略す)が注目されている。DSMとは電力会社側から需要家側に積極的に働きかけて、電気事業にとっても社会全体にとっても望ましい需要(負荷のパターンおよび大きさ、品質)に誘導する計画を立案し、実施することを指す。このDSMに含まれる電気事業の活動には、ロードマネジメント、新規需要の拡大、戦略的省エネルギー、競合エネルギーとのシェアの調整などを目的とする諸方策の立案、評価、実行が含まれ、その対象は家庭用、業務用、産業用など全ての需要家に及ぶ<sup>1)</sup>。

DSMを実施するための諸方策は、初期のロードマネジメントに始まり、次第に対象範囲や関係する主体が増え、現在では次のように分類できる。

- 1) 情報提供: パンフレットやマスメディアを通じて需要家に省エネルギー技術などを提供。
- 2) ロードマネジメント: 需要機器の直接負荷制御や料金制度を利用した間接制御。
- 3) リベート/クーポン: 高効率機器等への買い換えを奨励。
- 4) 低利融資: 特に低所得者向け。
- 5) 実績契約: エネルギーサービス会社(Energy Service Company)の業績に対して報酬を払う。
- 6) 機器等の直接設置: DSM用機器の設置、運転保守。

我が国では、上記の1)および2)のみが実施されている。DSMの考え方は、何も電気事業固有のものではなく、他の公益事業にも応用できる。究極的には、電力、ガス、水道といった公共的なセクターが供給す

る財・サービスにも一般の商品と同様に、市場メカニズムやマーケティングの手法が適用されるということを示しているからである。因みに、電力の需給逼迫と並んで、喫緊の課題である交通渋滞への対策としても、自動車および道路のインテリジェント化を背景に交通需要マネジメントと呼ばれる新しい手法が建設省の道路整備の中に入取られている。

### 2. 統合資源計画

DSMを単なる負荷調整の手段だけでなく、新規電源等の供給資源と同等に、資源の一つとみなし、長期的な供給計画に位置付けようとする動きが欧米の規制当局サイドで活発になってきている。この供給・需要サイドの資源を統合して、必要な需要を賄うという意味で統合資源計画(Integrated Resource Planning)と呼ぶ。規制側は、これを費用最小化計画(Least Cost Planning)<sup>2)</sup>と呼んでいたが、電気事業サイドでは使われない。従来の電力供給計画と比較すると、次のような特徴がある。

伝統的な計画問題	統合資源計画(IRP)
供給コスト→最小化	システムコスト = 発送配電費用 + 廃棄物管理 + 環境コスト → 最小化
環境制約: 燃料構成 需要 = 所与	需要: 可変, DSM方策

DSMを資源とみなす場合、どの電源と代替するのかが負荷配分上、評価する必要になる。DSM方策が電源の運用をどう変化させるかについては、大山氏の論文を参照されたい。

米国では、連邦エネルギー法改正(1992年)により、電力会社は統合資源計画に関する報告書を各州の公益事業規制委員会へ提出することが義務付けられた。

\* 東京大学工学部地球環境工学講座 助教授  
〒113 東京都文京区本郷7-3-1

また、米国でGreen Pricing（環境に望ましい再生可能エネルギー等への投資を奨励する需要家は1割程度高い割増金を支払う）と呼ばれる概念は、環境費用の内部化を目指すものと解釈できる。ただし、環境コストを定量化し、それをエネルギー開発計画やエネルギー使用に反映させる研究は、スタートラインにたったばかりで、説得的な解は得られていない。

### 3. 欧米の動向

最近北米の電力会社では、DSMの目的を負荷平準化から省電力に移しつつある。この背景には、1) 環境対策のためには単にピーク負荷を抑制するだけでなく、化石燃料そのものの消費を減らすことが必要であること、2) 大規模電源投資のリスクが大きいこと、3) 規制当局がDSMを積極的に支持し、料金規制上のインセンティブを与え始めたこと、が挙げられる。電力会社は、省電力を利益源泉と認識して、コンサルティングや資金援助を行うようになってきた。しかし、省電力プログラムに対しては、プログラム参加者の利益の二重取りや、エネルギーサービス会社の過大な利益配分等の批判がなされている。

電力会社が減収につながる省電力プログラムを積極的に推進するためには、規制当局がいかに効果的かつ公平なインセンティブを与えるにかかっている。これは、これまでの総括原価主義を抜本的に変更する制度改革であるため、重要な論点となっている。インセンティブを与えるためには、より厳密な効果測定を必要とし、これは大きなコスト増加要因となっている。米国における状況の詳細は諸住氏の論文を参照されたい。

カナダのオンタリオハイドロ社は、DSMを需給計画で最高位の優先順位を与えており、DSMで賄えないとき初めて他の供給オプションを検討するというほど、DSMプログラムを重視している。また、ケベック州営のハイドロケベック社の最もユニークなDSMは、Dual energy rate（複式エネルギー料金）である。複式エネルギーシステムとは、電気とそれ以外の燃料（石油等）を用いる暖房または給湯機器を指す。外気温が $-12^{\circ}\text{C}$ （北部では $-15^{\circ}\text{C}$ ）以下では自動的に電気から燃料（ガスまたは灯油）に切り替わると同時に全負荷にピーク料金（ $12/\text{kWh}$ 、オフピークは $3.54/\text{kWh}$ ）が適用される。1992年時点で、約7.5万件の家庭用需要家が加入している。これは暖房負荷に対しての燃料転換（Fuel Switching）である。

我が国では、冷房負荷に対して、都市ガス冷房で電力ピーク削減とオフピーク期のガス需要開拓を図るというエネルギー全体のDSMも考えられる（東京ガスの論文参照）。

欧州、特に仏独では、日本と同様に料金制度を活用したDSMが中心であり、かなりの伝統をもつ。ごく最近では、ECの補助によりドイツのいくつかの電気事業（最大の電力会社RWEを含む）は、統合資源計画のパイロットプログラムを進めている<sup>7)</sup>。また、従来ドイツでは、批判的であったリベート型のDSMプログラムも導入され始めた。電力産業の規制緩和が予定されているスウェーデンでは、民生用を中心に米国型の省電力プログラムが盛んである。Vattenfall（スウェーデン電力会社）は、省エネルギーのために、北米のエネルギーサービス会社に対応する事業を行っており、これまで同国の主要メーカであるVolvo、ABBと契約している。

### 4. 我が国におけるDSMをめぐる動向

本学会では、1985年頃からロードマネジメントに関するセッションが生まれ、我が国の学会としては比較的早くからこの分野を重視してきたと言える。

最近では、電気学会で解説記事が掲載されたり<sup>8)</sup>、通産省の補助で電力需要対策方策に関する委員会が設置されたり、また、電気事業者、ガス事業者、機器メーカ、ゼネコン等が参加する同様の研究会がもたれている。

我が国の電気事業は、現段階では省電力ではなく、ピーク負荷削減、谷間需要創成、負荷移行など負荷平準化をDSMの目的としている。これには次のような理由が考えられる。我が国の省エネルギー水準が北米に比べて高く、既存の家電製品にリベートプログラムを実施してもそれほど大きな効果は期待できない。また、電気事業ではなく、政府が産業・業務需要部門を対象に省エネルギーや負荷平準化に資する設備取得に対して一部税額控除や特別償却を認める制度を既に設けていることが挙げられる。我が国における省電力方策の可能性については、木船氏の論文を参照されたい。

我が国における直接負荷制御は実験段階にあり、本格的な普及はこれからである（詳細は柿本氏の論文）。我が国では需給調整契約や深夜電力契約を中心とする価格インセンティブを活用したDSM方策が大きな成果を収めてきた。我が国の電力会社が採用しているDSMのための主要な料金制度の適用規模および効果

表1 DSMのための料金制度の効果(9社計)

制 度	契約件数(件)	契約電力(万kW)	効 果(1990年度)	備 考
需給調整	年間調整契約	581	1798 (30.0%)	300万kW ピーク抑制効果
	計画調整契約	3330	216	200万kW 契約対象期間平均のkW抑制量
季節別時間帯別電力	2960	1069 (24.4%)	NA	1988年導入
業務用蓄熱調整契約	1739	153 (3.1%)	14万kW	年間を通じての昼間電力使用の制御
業務用夜間率調整契約	808	143 (10.1%)	NA	1988年導入
深夜電力	約264万	1065	140万kW	
時間帯別電灯	58465	NA	NA	1990年導入 1992年拡大

注1) 契約件数および契約電力について  
 年間調整契約、業務用蓄熱調整契約：1991年4月1日現在、  
 計画調整契約：1991年7月1日現在  
 時間帯別電灯：1993年3月末現在  
 深夜電力：1992年3月末現在、  
 その他：1991年3月末現在  
 注2) 契約電力の( )内は対象需要に占める割合

を表1に示す。

昭和20年代に電力各社は、昼夜間・豊渇水期別の料金を導入したが、これは現在の季時別料金制の原型といえよう。40年代に入ると、それまで全国の最大電力は冬季夕刻に発生していたが、冷房需要の急増により夏季昼間に移行し、夏季需要は次第に先鋭化してきた。このときから、負荷平準化に加え、最大電力抑制がDSMの目的となった。これに対応して、大口需要家向けの需給調整契約に、夏季ピーク時の予め契約した日または時間に負荷抑制を行う計画調整契約、および蓄熱槽を利用して冷暖房負荷を夜間に移行する業務用蓄熱調整契約が創設された。引続き50年代には、一種の遮断可能料金である随時調整契約も加わった。

電力業界は、平成4年度より電気料金による需要調

整、すなわちDSMを目指した料金制度の大幅な改革に動き始めた。大口需要家を対象にした需給調整契約のメニューを拡充し、調整可能電力を拡大した。特に、東京電力は、1時間前までの要請でピークカット可能な緊急時調整契約を新設し、即時対応能力を強化した。季時別料金制の二季節三時間帯への修正、家庭用への時間帯別料金制の導入(1990年)とその全世帯への対象拡大(1992年6月)を行った。これらの制度は導入されて日が浅いため、その効果を推定するに十分なデータの蓄積がない(表1)。特に家庭用は即効性を求めるべきものではなく、より正確な価格シグナルを消費者に伝達することに意義があり、長期的に夜間電力を利用しやすい機器の開発・普及を促進することが期待される。

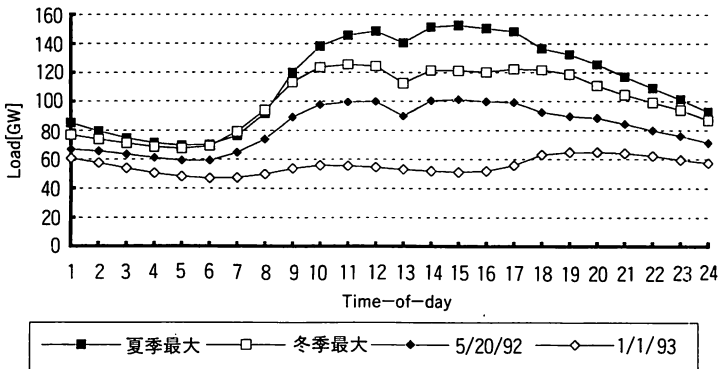


図-1 日負荷曲線(9社計, 1992年度)

図-1に示すように、季節間および昼夜間の需要格差は非常に大きく、年々この傾向は強まっている。夏季昼間需要を押し上げてきた最大の要因である業務用空調需要の調整には、蓄熱調整契約およびピーク時間調整契約（旧称：定時調整契約）が効果的である。蓄熱調整契約では、蓄熱式ヒートポンプ等に適用される電力量料金（従量料金）を割引くが、夏季の夜間単価は昼間の約1/4（東京電力の例）と大きなインセンティブを与えている。さらに熱源機器容量を小さくすることによって契約電力の減少、すなわち基本料金の低減もあわせて可能である。これまで蓄熱槽の建設費と夜間運転の要員確保が普及の障害になっていたが、これを緩和するため一部の電力会社は蓄熱事業を始めている。この蓄熱受託制度は、電力会社が蓄熱装置の建設を受託、維持管理する代わりに、需要家から所要経費を受託料として徴収する制度で、いわゆる米国型のDSMの考え方に近い。

負荷移行を目的とする電気料金制度は、この契約の他に業務用夜間率調整契約や季節別料金制などにおいても、シフトする電力量（kWh）に応じて料金上のインセンティブを与える。一方、随時調整契約などピークカットを目的とするDSM料金は、電力系統の重負荷時に調整できる電力（kW）に応じて基本料金を割引く。この考え方は米国の遮断可能料金（詳細は松川氏の論文を参照）などでも一般的である。

我が国では、統合資源計画そのものは実施されていないが、火力発電に伴うSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の対策コスト等は既に原価として内部化されている。ただし、米国の一部の州（マサチューセッツ、ネバダ、ウィスコンシン）では、CO<sub>2</sub>排出の環境コストを17ないしは22\$/t-CO<sub>2</sub>として貨幣換算している<sup>4)</sup>。我が国では実際のCO<sub>2</sub>対策コストは、4～6万円/t-Cと見込まれており<sup>5)</sup>、米国の数字は1桁以上小さい。

## 5. 効果と課題

DSM関連の講演で必ず質問がでるのが、DSMに熱心な米国でいかほどの効果を上げているかということである。北米信頼度協議会（NERC）の報告書によると、全米では、負荷遮断等直接負荷制御により抑制可能な需要は、1992年夏季で1840万kW（夏季ピークの3.3%）とされており、現在すでに大きな効果を上げていると言える。連邦エネルギー省の調査（1990年時点）によれば、調査対象の約半数の電気事業者は、ピーク負荷を5%以上削減しており、これらの貢献が

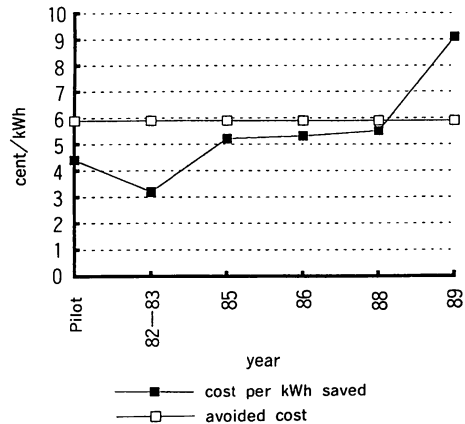


図-2 BPAにおける家庭用プログラムの費用効果性

全体の効果に大きく寄与している。

ただし、全てのDSMプログラムが成功しているわけではなく、以下のような解決すべき問題もある。需要家がDSM方策を受入れる際の主な障壁は、プログラムに含まれる技術に対する経験不足、変化に対する不確実性、時間の不足、初期投資の資本不足が挙げられる。市場調査によって何が障壁になっているのか明らかにし、それを除去するためのマーケティング手法がとられる。主な手法は、情報の提供、需要家とのコンタクト、さまざまなレベルの経済的誘因、省エネルギー基準の設定である。

DSMを積極的に実行するためには、かなりの費用が発生するが、誰がどれだけ負担すべきかは、常に大きな問題になる。例えば、新規住宅の高断熱化プログラム（一種の補助金の形態をとる）は、明らかに民生部門の重要な需要方策ではあるが、その恩恵を直接享受できる消費者は限られており、消費者間の公平性が問われる。

米国における過去の経験から、将来のプログラムコストがどうなるかについては、全く相反する意見が出されている。楽観的な意見は、学習効果と規模の経済により、プログラムコストが低下していくというものである。一方、悲観的な見方は、限界収穫逓減則により、より費用効果の悪いものしか残らなくなるというものであり、我が国の産業分野における省エネルギー投資で経験済みである。現実には、図-2に示すように、導入初期は試験期間より一旦コストは下がるが、その後、次第に節約コストは上昇する。最終年（1989年）には回避コストを越え、もはや費用効果的ではなくなってしまう<sup>6)</sup>。

## 6. 特集の構成

以上, DSMの概念にはじまり, 内外の動向, 実行上の諸問題等を簡単に解説してきた。DSMは, いろいろな視点から論ずることのできる話題である。本特集でも多彩な執筆陣により各分野の最新情報が盛り込まれている。以下のような内容で構成される。

- 1) 米国におけるDSMの動向
- 2) 負荷遮断料金
- 3) 電力系統構成・運用上のDSMの評価
- 4) 需要家通信ネットワークを活用した未来型DSM
- 5) 需要サイドの燃料転換
- 6) DSMを支える先端技術
- 7) 日本の事情に合ったDSMプログラム

エネルギー供給者は, 顧客が魅力的と判断し, かつ経済合理的なエネルギー利用を誘導するようなDSMプログラムを設計し, 消費者や社会から理解を得るような努力を払う必要がある。一方, 政府は, 消費者利益を十分考慮した上で, エネルギー供給者に減収等の逆DSMインセンティブを与えないような料金改革を行い, 需給両面におけるエネルギー効率向上をもたらすような省エネルギープログラムの導入を促進させることが望ましい。

現在, 関係研究機関や公益事業者等が, 基礎的なデータを整備し, 消費者の真のニーズを把握するための方法論を模索している段階である。これらの知見に基づいて, 社会にとって望ましいDSMの導入が大いに期待される。

## 参考文献

- 1) 浅野浩志; 電気事業と需要家の協調を図るデマンドサイド・マネジメント, 省エネルギー, 42巻, 7号, (1990), 18-24.
- 2) 内山洋司; 電気事業の費用最小化計画, エネルギー・資源, 12巻, 5号 (1991), 78-80.
- 3) 鈴木浩; 注目され始めた電気事業のデマンドサイドマネジメント, 電気学会雑誌, 113巻, 3号 (1993), 213-220.
- 4) Association of DSM Professionals (1993).
- 5) 本藤, 内山; 火力発電プラントの環境コスト, 電力経済研究, 32号 (1999), 37-44.
- 6) Brown and White, "Evaluation of Bonneville's 1988 and 1989 Residential Weatherization Program: A Northwest Study of Program Dynamics," Oak Ridge National Lab (1992).
- 7) Hennicke, "Least-Cost Planning in the FRG: Concepts and Experiences," Second International Energy Efficiency and DSM Conference, Sep. 21-23, 1993, Stockholm, Sweden.

## 共催行事ごあんない 「第31回日本伝熱シンポジウム」研究発表募集

<開催日> 平成6年5月18日(水)~5月20日(金)

<会場> 北海道大学学術交流会館

(〒060 札幌市北区北9条西5丁目)

<セッション分類表(大分類)>

- A 強制対流 B 自然対流 C 沸騰 D 凝縮  
 E 物質伝達・蒸発 F 溶解・凝固 G 混相流  
 H ぶく射 I 熱伝導 J 熱交換器 K 熱機器  
 L 熱物性 M 反応・燃焼 N 分子動力学  
 O その他

<研究発表申込締切> 平成6年1月28日(金) 必着

<原稿締切> 平成6年3月15日(水) 必着

■研究発表申込先

〒060 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学工学部 機械工学第二学科内  
 第31回日本伝熱シンポジウム準備委員会  
 福迫尚一郎

TEL 011-716-2111 (内) 6425, 6427

FAX 011-746-0194