電力における DSM（需要方策）への取組み状況

解説

キーワード

DSM, 負荷平準化, 蓄熱式空調システム, エコアイス, エコベンダー

小野 洋一郎

東力電力(株)

1. はじめに

最近のエネルギー政策を巡る課題は、経済成長、エネルギーの需給安定、地球環境保全を同時に達成することにあると言われている。しかしながら、これらは互いにトレードオフの関係が存在するため、その達成はなかなか容易でないのが現状である。この問題解決に向け、エネルギーの供給側と需要側双方がエネルギーの上手な利用努力をすることが必要であり実効のある方策が求められている。

図1に示すとおり、我が国の電力需要は、最大電力、電力量とも堅調に伸び続けているが、昭和40年代以降、エアコン等の急速な普及を背景として、電力量の伸びを最大電力が一貫して上回るようになり負荷率が年々低下させている。更に、近年、発電所立地の遠隔化に伴う送電線の長距離化や発電所建設期間の長期化などにより設備投資額は年々膨らむ傾向にあり、供給コストを上昇させている。このため、電力会社では、長期的な需給と料金の安定を確保していくために、ピーク電力を抑制し負荷率の改善を図っていくことを重要な経営課題と位置づけ、お客さまと協調して需要側の負荷平準化や省エネルギーを達成していく活動、すなわち DSM（需要方策）に積極的に取り組んでいるところである。

本稿では、電力会社における DSM の取組み状況について、その施策体系、分野別の活動概要、料金制度等を中心に解説を行う。

2. DSM の体系

DSM (Demand-Side Management) とは、お客さまにもメリットのある電気の効率的な利用方法（負荷平準化や省エネルギー）を電力会社より積極的に提案し、ピーク電力の抑制や負荷率の改善を図っていく諸活動を総称したものである。具体的には、「エネルギーの有効利用に資する機器・システムの開発と普及」、「電気料金制度や普及奨励金等のインセンティブ方策」そして、「省エネルギー意識の普及・定着に向けた各種情報提供や広報活動」など

の諸活動を通じて、ピークシフト・ピークカット・ボトムアップなどの負荷平準化や省エネルギーを図り、電力需給・料金の安定を達成しようとするものである（図2）。

DSM 推進によるお客さま側のメリットとしては、受変電設備まで含めた電気設備の縮小化が図られ、設備投資の

(注：最大電力は発電端の9社合成値、電力量は発電電力量、年負荷率は平均電力/最大3日平均電力(送電端))

図1 最大電力、電力量および年負荷率の推移 (9電力)

図2 DSMの体系

Promotion of Demand-Side Management by Electric Utilities in Japan.

By Yoichiro Ono (Tokyo Electric Power Co.).

表 1 DSM 効果の日米比較

	日本 (96年度)	アメリカ (94年度)
(A) ピークシフト量	732	2,500
(B) 夏季最大電力	16,652	58,532
(A)／(B)	4.4% *	4.3%

*随時調整契約を含めた場合のピークシフト率:10.1%

抑制や各種電氣的なロスを少なくすることができるほか、効率的な機器・システムの導入と電力会社からのきめ細かなコンサルトにより高度なエネルギー管理が可能となる。これらは、結果として貴重なエネルギー資源の節約と地球環境の保全にも大きく貢献するものとなる。

「DSM」という用語が最初に用いられたのは1970年代のオイルショック時のアメリカであったが、日本の電力会社ではDSMという概念が一般化するかなり以前から負荷平準化や省エネルギーに代表される需要面の諸施策に積極的に取り組んできた。このような取組みの結果、我が国のDSMの実績(全国ベース)では、DSM先進国と言われているアメリカ合衆国とほぼ同等(随時調整契約^{*1}を加えるとアメリカ以上)の効果をあげてきている(表1)。

なお、これまでは、産業分野を中心にDSM実績をあげてきているが、今後は、負荷率悪化の主たる要因である空調需要を対象とした蓄熱システム等の普及拡大がポイントとなろう。

3. 分野別のDSM活動概要

3.1 業務用分野

空調需要の負荷平準化対策の必要性は前述のとおりであり、空調設備比率の高い業務用需要は、まさにDSMを重点的に取り組むべき分野である。ピーク電力の抑制のために、空調熱源を電気から他エネルギー(油やガスなど)に転換すればよいという考えもあるが、冷暖房のエネルギー効率が高い電気式空調システムを放棄して燃焼方式等への移行を促進することは、省エネルギー対策面や環境対策面での課題を残す。電力会社では、省エネルギー・環境保全と負荷平準化の両立が何よりも重要と考え、エネルギー利用効率の高いヒートポンプをベースとした「蓄熱式空調システム」の普及を最善の方策と位置づけている。

(1) 蓄熱式空調システムの概要

蓄熱式空調システムとは、空調用の冷温熱を製造する熱源機(ヒートポンプや冷凍機)と空調機の間「蓄熱槽」を設け、建物の空調需要が低下する夜間に熱源機を運転して蓄熱槽に冷熱、温熱を蓄え、日中にその熱で空調を賄うシステムである(図3)。

理想的な蓄熱容量を確保した場合、熱源機の動力をほぼ半減し、電力ピークの削減に寄与するほか、年間の冷温熱需要の7割程度を夜間にシフトできるなど、空調用電力需要の負荷平準化に優れた効果を発揮する。また、経済性、省エネ・環境保全性、防災性の面からも以下のような特徴をもつ。

図 3 蓄熱式空調システムの運転概念図

○ 経済性

熱源設備容量の低減により、受変電設備まで含めイニシャルコストの削減が図れ、更に、蓄熱調整契約、ピーク時間調整契約等への加入により大幅な電気料金の割引が適用されるなどコストダウン効果大きい。

○ 省エネルギー・環境保全性

蓄熱式空調システムは、蓄熱槽が負荷変動に対する緩衝効果をもつため、熱源機側は変動の大きい空調負荷に左右されることなく常に効率の良い定格運転を持続することができる。また、冷房時には夜間の涼しい外気を利用して蓄熱運転を行うため冷却効率が向上する。このため、蓄熱槽からの熱ロス等を考慮しても、蓄熱槽をもたない一般の空調方式と比べ、年間を通じて約13%^{*2}省エネルギーとなる。更に、蓄熱を行う夜間は化石燃料による発電の比率が低いため、CO₂の排出量では約24%^{*2}削減できるなど、地球温暖化防止効果にも優れている。

○ 防災性

蓄熱槽は、空調用の冷温水を蓄える機能に加え、火災時の消防用水や緊急時の生活用水など非常用水利機能と兼用することができる。

(2) 蓄熱式空調システムの技術開発事例

電力各社では、蓄熱式空調システムをより高効率で利便性の高いものとするため積極的な技術開発を行っている。高効率化に向けた取組みの好例は、下水や河川水といった都市の未利用エネルギーを熱源とする地域冷暖房システムで、既に全国で多数の導入実績をおさめてきた。

また、最近では、従来の水蓄熱方式(冷水や温水として蓄熱する方式)と比べ、蓄熱槽の大幅なコンパクト化を可能とする氷蓄熱空調システム(エコアイス^{*3})について重点的な取組みを行っている。ここでは、電力会社がメーカーと共同開発した中小ビル向けの「氷蓄熱式ビル用マルチ・パッケージエアコン」の開発概要を紹介する。

*1 随時調整契約：大口のお客さまを対象に、需給逼迫時に通告等に基づき負荷調整を行う制度

*2 東京都内における平均的な事務所ビルに水蓄熱方式を導入した場合の試算値

*3 エコアイス：氷蓄熱式空調システムの愛称。エコノミーとエコロジーの接頭語「エコ」と「アイス」を合わせた造語

○ 氷蓄熱式ビル用マルチ・パッケージエアコン

延床面積 3,000 m² 程度以下の中小規模ビルは、建物の構造上、蓄熱槽の設置が困難な場合が多く、しかも、ビル用マルチエアコンやパッケージエアコンといった個別分散空調のニーズが高い。本システムは、これら中小規模ビルへの蓄熱システムの普及を図るため、通常の個別分散空調と同様の、冷媒循環のみで夜間の氷蓄熱や日中の空調が行えるシステムとして開発したものである。

1989年に10馬力相当および13馬力相当の製品が第一号機として商品化されたが、その後、電力各社とメーカ各社で継続的な共同開発により、システムの発展や改良が行われた。現在では、空調メーカ5社が参入し、10馬力相当のパッケージから25馬力相当の大型のものまで多彩にラインナップされている。また、蓄放熱回路についても、従来の「冷媒過冷却方式（ピークシフト率^{*4}：20～25％程度）」に加え、40％程度のピークシフトが可能な「低圧縮比コンプレッサ（冷媒ガスポンプ）方式」や、夏季ピーク時間帯に約90％のピークカット運転が可能な「冷媒液ポンプ方式」等も登場し、より負荷平準化効果の高いシステムへと発展を遂げてきている。1995年には、このシステムの普及拡大を目指し、国による支援制度（利子補給）が創設されたほか、電力会社でも蓄熱調整契約の低圧電力への拡大や普及奨励金制度の創設を行うなど、積極的な普及支援を行っている。10電力会社における普及状況は、図4に示すとおりで、97年3月末では約2,400台の採用実績となっている。機種別のラインナップが揃い始めた94年度以降の採用台数に著しい伸びがみられる。

3.2 家庭用分野

暖房、給湯需要が全体の6割を占める家庭用需要では、電気温水器、蓄熱式床暖房、多機能ヒートポンプシステムなど、省エネルギーで夜間電力の有効活用に資するボトムアップ機器の普及を中心としたDSM活動を展開している。また、テレビやパンフレットなどの広報媒体を通じて、お客さま自身の省エネルギー対策に役立つ各種情報の提供したり、高気密・高断熱住宅などの省エネルギー住宅の展示場を設けるなど、省エネルギーにつながる電気の

図4 個別分散型氷蓄熱システムの普及台数
(10電力会社計)

^{*4} ピークシフト率：蓄熱により夜間のシフトされる冷房用電力(kW)の非蓄熱システムに対する割合

使い方の理解活動についても積極的に取り組んでいる。

なお、多機能ヒートポンプシステム（1台の室外ヒートポンプユニットで冷房、暖房、給湯、風呂の保温、浴室暖房・衣類乾燥の五つの機能を賄うことができる住宅用エネルギー供給システム）については、現在、夏場に冷房ピークカット運転ができるように蓄冷機能をもたせた「蓄冷型多機能ヒートポンプシステム」の開発を進めているところである。

3.3 産業用分野

産業用分野では、需給調整契約料金制度を活用し、大口契約（契約電力500kW以上）のお客さまを対象とした生産プロセス調整等の提案や、食品工場等の冷却プロセスを保有するお客さまを対象とした低温蓄熱システムの普及など、工場の生産設備のロードカーブ改善を中心にDSM活動を進めている。また、最近では、工場空調のニーズも高まっており、蓄熱式空調システムの普及にも取り組んでいる。主な活動概要を以下に示す。

(1) コンサルト活動

大口契約（契約電力500kW以上）のお客さまを対象とした生産プロセス調整等の検討に際しては、各機器・設備ごとに電力の使用状況を把握する必要がある。電力会社では、生産工程の調整や蓄熱槽活用等により、ロードカーブ改善への可能性のあるお客さまに対して工場の各機器・設備ごと電力の使用状況を測定・分析し省エネルギーやロードカーブ改善に役立つコンサルトを実施している。

(2) 生産プロセス用低温蓄熱システムの開発と普及

食品工場や化学工場など冷却プロセスを有する業種に対しては、低温領域での蓄熱システムの開発と普及活動を積極的に展開している。冷却プロセスは、食品工場を例にとると、牛乳・乳製品加工、豆腐、製麺、食肉加工、酒類製造などで主に加熱滅菌後の急速冷却プロセスに用いられ、工程や用途に応じて+5～-20℃程度と、さまざまな温度で使用されている。かつてはブライン（不凍液）を用いた顕熱蓄熱が主流であったが、近年、特定の温度で凍結・融解する特殊なブラインを用いた潜熱蓄熱システムが実用化され、コンパクトで経済的なシステム導入が可能となっている。また、従来適用技術のなかった-50℃領域への蓄熱については、東京電力とメーカが共同で「炭酸ガス蓄熱システム」の開発を進めている。炭酸ガス蓄熱システムとは、二酸化炭素の三重点（液体・気体・固体が共存する点：-56.6℃、4.2 kg/cm²G）におけるドライアイスの潜熱（46.7 kcal/kg）を利用した蓄熱システムで、冷凍食品凍結（-40～-45℃）等に利用することができる。今後、冷凍水産やフリーズドライなどの冷凍食品分野への普及が期待されている。

3.4 その他分野のDSM機器の普及促進

ここでは、電力会社が負荷平準化の可能性に着目して普及に努めているエコベンダーについて紹介する。エコベンダーとは、電力会社、飲料メーカ、自販機メーカで共同開発したピークカット機能をもつ清涼飲料用自販機のこと

表 2 負荷平準化等のための主な料金制度の概要

制度名			対 象	制度の概要	料金設定・割引方法(東京電力例)
時間帯別電灯			家庭用	電力量料金を昼間・夜間に区分し、昼間から夜間への負荷移行を図る制度。	昼間単価(第1段階)22.35 円/kWh に対し 夜間単価 6.20 円/kWh
深夜電力			主に家庭用	電気温水器等の深夜通電機器を対象として、低廉な料金を設定している制度	電灯BCの単価(第1段階)17.10 円/kWh に対し、深夜電力Bの単価 6.20 円/kWh
業務用季節別時間帯別電力 季節別時間帯別電力			業務用 産業用	電力量料金を「2季節3時間帯」で区分し、夏季ピーク・昼間時間帯から夜間時間帯への負荷移行を図る制度。	産業用 6kV の場合、ピーク単価 14.95 円/kWh に対し、夜間単価 6.90 円/kWh
需給調整契約	年間調整	時間帯別調整契約	産業用 (500kW 以上)	細かい季節別時間帯別料金区分(ピーク、昼間、軽負荷時、夜間)を設定し、年間を通じて負荷を昼間から夜間へ移行していただく契約	6kV 供給の場合、ピーク単価 20.28 円/kWh～深夜単価 3.31 円/kWh(5段階に設定)
	計画調整	夏季休日契約	産業用 (500kW 以上)	夏休みの計画的取得などにより、電力需要のピークとなる夏季に電力の使用を調整していただく契約。	3 年型 6kV 供給の場合、延調整電力 1kW・1 日あたり 260～335 円を割引
		ピーク時間調整契約	業務用、産業用 (低圧電力含む)	蓄熱槽の活用、生産工程の調整、昼休みの移行等により、夏季ピーク時間帯の負荷を調整していただく契約。調整電力・期間(週間調整型・月間調整型)に応じて割引額を設定。	月間調整型 6kV の場合、調整電力 1kW・1 時間あたり 905 円割引
		蓄熱調整	蓄熱調整契約	業務用、産業用 (低圧電力含む)	蓄熱槽を保有するお客さまで、空調需要や冷温水需要等の昼間負荷を蓄熱運転により夜間(22 時～翌 8 時)に移行していただく契約。夜間蓄熱用の電力量料金を大幅な割引率を設定。

で、夏季平日の午前 10 時から午後 1 時まででは商品を通常よりも 3～5℃程度冷やし込み、午後 1 時から午後 4 時まででは冷却装置を停止することによって、ピーク時間帯の消費電力の約 90%カットを可能としたものである。また、断熱性能の向上と緻密な商品温度管理により、従来機と比べ 10%程度の省エネルギーを実現している。現在、日本全国には約 200 万台の清涼飲料用自販機がある。消費電力は 1 台につき平均 500 W であり、これがフル稼働すると大型発電機 1 基分に相当する 100 万 kW もの電力を消費する。エコベンダーの普及は、省エネと夏季ピーク時の電力消費抑制に高い効果が見込まれることから、全国の 9 電力会社(北海道電力を除く)では、普及奨励金制度を設けるなど、積極的な普及活動を展開している。

4. インセンティブ(料金奨励策)

(1) 料金制度

工場における生産プロセスの調整や夏季休日の変更、あるいは蓄熱槽の導入などによる負荷平準化を促進するため、電力会社では需給調整契約等のさまざまな料金制度を設定している。表 2 に、その主な料金制度の概要を示す。

(2) 普及奨励金制度

電力会社(一部を除く)では、エコアイスやエコベンダーの普及を促進するため、95 年度より 5 年間限定で普及奨励金制度を設けている。エコアイスでは、機器に応じてピークシフト 1kW 当たり、3 万円または 5 万円を、また、エコベンダでは 1 台当たり 1 万円の普及奨励金をメーカーに支払うことにより、メーカーの研究開発や販売努力を促し、量産によるコストダウン効果をねらいとしたものである。

(3) 公的支援制度

蓄熱システム等の省エネルギーや負荷平準化に資する機器の普及については、国や政府系金融機関からも有効性が認められ、現在、以下のような支援制度が整っている。

- 氷蓄熱式空調システム普及促進融資制度(利子補給)
- エコアイスの設置費用について、国からの利子補給(最

大 3%) が受けられる制度

- エネルギー需給構造改革投資促進税制

蓄熱システムなど省エネと負荷平準化に資する機器を取得した場合、法人税額控除(設備の取得額の 7%)もしくは特別償却(設備取得額の 30%相当額を償却)のどちらか一方を選択できる制度

- 政府系金融機関による低利融資制度

蓄熱式空調システム、電気温水器など負荷平準化に資する機器・システムの設置に際し、日本開発銀行、中小企業金融公庫、国民金融公庫から低利融資が受けられる制度

5. おわりに

平成 9 年 4 月に開催された政府の「第 26 回総合エネルギー対策推進閣僚会議」では、“2000 年に向けた総合的な省エネルギー対策”および“電源立地及び負荷平準化対策”について閣議了承されたが、その何れにおいても“蓄熱式空調システムの普及促進”が示された。前者では、空調の低負荷時においてエネルギー消費効率を向上するという蓄熱システムの優れた省エネルギー効果の観点から、そして後者では、電力需給の安定および供給コストの低減に資するという観点からである。このことは、冒頭に述べた複数の課題を同時に解決する有効な手段として電力会社の DSM 活動が評価をいただいたものと受け止め、今後とも DSM 活動を着実に推進していきたいと考えている。

(平成 9 年 5 月 27 日受付)

小 野 洋一郎 1940 年 12 月 3 日生。1963 年 3 月早稲田大学法学部卒業。同年東京電力(株)入社。現在、営業部 DSM 推進センター所長。